

# **International Workshop on Strategy of Volcanic Disaster Mitigation 2019**

28 November 2019

## **Workshop Proceedings**

火山災害軽減のための方策に関する国際ワークショップ

報告書

令和元年度

山梨県富士山科学研究所

国立研究開発法人 防災科学技術研究所



International Workshop on Strategy of Volcanic  
Disaster Mitigation 2019

28 November 2019

Workshop Proceedings

火山災害軽減のための方策に関する国際ワークショップ  
報告書

令和元年度

山梨県富士山科学研究所  
国立研究開発法人 防災科学技術研究所





# 目次

## ワークショップ講演議事録

開会の挨拶	林 春男（国立研究開発法人 防災科学技術研究所 理事長）	…1
趣旨説明	中田 節也（防災科学技術研究所 火山研究推進センター長）	…2

## 第1部 火山噴火の危機管理 —国内外の事例から—

講演 1「ハワイ・キラウエア火山 2018 年噴火：噴火時に何が起こり、どう対応したか？」 James Kauahikaua（USGS、ハワイ火山観測所）	……………5
講演 2「日本における火山防災の取組」 古市 秀徳（内閣府政策統括官（防災担当）調査・企画担当 企画官）	……………34
講演 3「火山と共に生きる～コロンビアにおける経験より～」 Marta Lucia Calvache（コロンビア地質調査所）	……………46
講演 4「2015 年口永良部島噴火前後の活動からみた危機管理のあり方に関する考察」 井口 正人（京都大学防災研究所 火山活動研究センター）	……………58
講演 5「北スラウェシ州・カラングタン火山災害の危機管理から学んだ教訓」 Supriyati D. Andreastuti（インドネシア火山地質災害軽減センター）	……………70
講演 6「箱根火山 2015 年噴火とリスクコミュニケーション」 萬年一剛（神奈川県温泉地学研究所）	……………76

## 第2部 パネルディスカッション

日本の火山噴火時の危機管理に関する課題	……………90
閉会の挨拶	井出 仁（山梨県防災局 局長）……………117

# Table of Contents

## **Proceeding of presentations**

Opening Remarks	Haruo Hayashi, President, NIED	119
Briefing	Setsuya Nakada, Director General, NIED	120

## **Session 1: Crisis Management for Volcanic Eruptions**

Presentation 1: 2018 Kilauea Volcano activity and response by the USGS Hawaiian Volcano Observatory		
James Kauahikaua (USGS, Hawaiian Volcano Observatory)		122
Presentation 2: Volcanic Disaster Management in Japan		
Hidenori Furuichi (Cabinet Office, Japan)		154
Presentation 3: Living with active volcanoes: The experience of Colombia		
Marta Lucia Calvache (Colombian Geological Survey)		166
Presentation 4: Risk management considering pre- and post- volcanic activity of the 2015 Kuchinoerabujima volcano		
Masato Iguchi (Kyoto University)		179
Preentation 5: Lesson learnt from disaster management in Karangetang Volcano, North Sulawesi, Indonesia		
Supriyati D. Andreastuti (CVGHM, Indonesia)		190
Presentation 6: 2015 eruption of Hakone Volcano and risk communication		
Kazutaka Mannen (Hot Springs Research Institute of Kanagawa Prefecture)		209

## **Session 2: Panel Discussion**

Issues related to crisis management for volcanic eruption in Japan		210
Closing Remarks Hitoshi Ide, Director, Yamanashi Prefecture		234

# ワークショップ講演議事録

日本語



## ■火山災害軽減のための方策に関する国際ワークショップ 2019

### —火山噴火の危機管理—

日時：2019年11月28日（木）

会場：都道府県会館 101 大会議室

主催：国立研究開発法人 防災科学技術研究所、山梨県富士山科学研究所

講演：文部科学省、特定非営利活動法人 日本火山学会、富士山火山防災対策協議会

○司会（宮城）：皆さま、おはようございます。本日は「火山災害軽減のための方策に関する国際ワークショップ 2019」へお越しいただき、ありがとうございます。今回、「火山噴火の危機管理」というサブテーマでワークショップを行います。

私は本日の司会進行を務めさせていただきます、国立研究開発法人 防災科学技術研究所主任研究員の宮城と申します。よろしくお願いたします。

本ワークショップ講演の開演に先立ちまして、国立研究開発法人 防災科学技術研究所理事長、林春男より開会の挨拶をお願いいたします。

#### 開会の挨拶 林 春男（国立研究開発法人 防災科学技術研究所 理事長）

○林：おはようございます。今ご紹介をいただきました、防災科学技術研究所の理事長をしております、林です。

今日は「火山災害軽減のための方策に関する国際ワークショップ 2019」ということで、朝早くから、しかもあまり足元が良くない中、お集りいただきまして誠にありがとうございます。

この火山の国際ワークショップというのは2年の1度開かれていて、今回で9回目になると伺っております。今回のテーマが「火山噴火の危機管理」ということで、実際に噴火が起きたときにもどのように対応していくのか、ということについてご議論をいただくと理解をしております。

実際の災害の対応に当たっては、研究者だけではできるわけではございませんので、国、地方自治体、関係団体、皆さんでご協力をいただいて、災害対応に当たっていただかないといけないということで、趣旨としては非常に時期にかなっております。

「いつ火山は噴火するんですか」とさっき藤井先生に聞いたら、「そんなこと分からない」と仰いましたけれども、備えあれば憂いなしということになりますので、こういう会が持たれることを防災科学技術研究所としても大変嬉しく思っております。

今日は一日、長丁場のワークショップですけれども、実りある議論が交わされて、かつ、国際的な文脈でもいろいろな交流が今後とも発展していくことを祈念して、冒頭のご挨拶にさせていただきます。

本来であれば私もずっとおりたいのですが、所用のためこのご挨拶をさせていただいてすぐ退席させていただきますけれども、その点もお許しいただければと思います。本日の盛会をお祈りいたします。

## **趣旨説明            中田 節也（防災科学技術研究所 火山研究推進センター長）**

○司会：林理事長、どうもありがとうございました。

続きまして本ワークショップの趣旨説明を、同じく国立研究開発法人防災科学技術研究所火山研究推進センター長、中田節也よりお願いいたします。

○中田：おはようございます。火山研究推進センター長の中田です。

実は火山研究推進センターというのは、御嶽山の噴火の後、日本全国の火山研究者が集まって、観測・予測研究をもっと進めたい、次世代の人を育てたいということで、次世代火山研究・人材育成総合プロジェクトというのが始まったのですが、防災科研の中でこのプロジェクトを推進するために設立されたセンターです。

特に今日のテーマと非常に強く絡んでいるんですけども、私たちが行った研究成果をいかに行政あるいは火山防災協議会の人たちが有効に使うか、その橋渡しをする、そういうセンター、研究をやっているところだと認識しています。そういう意味で、今日は私自身も多くのことを学びたいと思っています。

今、林理事長からあったように、このワークショップは 2003 年から始まりまして、山梨県の富士山科学研究所、当初は山梨県環境研究所でしたけども、そこと一緒になって 2 年おきに開催してきております。

例えば 2013 年であれば、富士山のような大規模な噴火と広域避難をどうするかという議論を行いました。それから 2015 年には、ちょうど箱根が噴火しましたので、火山地域の観光と防災ということで、シンポジウムあるいはワークショップを開きました。それから 2017 年、前回ですけど、火山監視と防災ということでワークショップとシンポジウムを開きました。実は今回はその延長線上のような形であると、そういう具合にテーマを立てております。

今回は、こちらでは「火山噴火の危機管理」というテーマのワークショップですが、あさっての富士山科学研究所で行うシンポジウムでは「火山噴火とリスクコミュニケーション」というテーマになっています。

本日は海外から 3 名の方をお招きし、外国の具体的な噴火の際の危機管理について報告いただきたいと思っています。

最初に、昨年ハワイのキラウエア火山で発生した、これまでとはちょっと異なるパターンの噴火がありましたけれども、その際に研究者として危機管理に携わられた、元ハワイ火山観測所の

Kauahikaua 博士からお話しいただきます。

それから、今から 34 年前に火山泥流によって 25,000 人もの犠牲者が出た南米コロンビアで、当時から火山の危機管理に携わってこられた、コロンビア地質調査所の Calvache 博士に話題提供いただきます。

さらには、火山噴火が日本より活発なインドネシアの火山で複数の噴火災害を経験していらっしゃる、インドネシアの火山学地質災害軽減センターの Andreastuti さんに事例報告をしていただく予定です。

日本からは、最近の噴火の中で島外避難があった口永良部火山の噴火について、京都大学防災研究所の井口先生から、また、規模は小さいけれども影響が大きかった箱根山の噴火について、神奈川県温泉地学研究所の萬年さんから報告いただくことになっています。さらには、内閣府から、2014 年の御嶽山の噴火災害の後に整備された日本の火山防災体制の仕組みについて解説いただくことになっています。プログラムにあった林参事官におかれましては、所用で今回は参加が難しいということで、代わりに企画官である古市さんに講演をお願いしたいと思っています。

最後のパネルディスカッション、第 2 部になりますけれども、そこでは三つの外国の噴火の危機管理の事例を踏まえて、日本の噴火対応における課題について議論を進めたいと思っています。特に噴火時の危機管理をする上で、リスク評価ということが重要になると思いますけれども、それに焦点を当てたいと思っています。

本日一日、非常に中身の濃い報告あるいは事例紹介と議論が交わされると期待しています。会場の皆さんにおかれましては、講演の質疑応答だけでなく、休み時間も利用して活発な議論をしていただくように参加いただくことを願っております。

以上で私の説明を終わりたいと思います。ありがとうございました。

○司会：中田センター長、どうもありがとうございました。

それでは、講演が 9 時 50 分からとなっておりますので、あと 10 分ほど講演の準備をさせていただきますので、もう少々お待ちください。

## 第 1 部 火山噴火の危機管理—国内外の事例から—

○司会：それでは、講演を始めさせていただきます。

まず一つ目のご講演は、ハワイ島キラウエア火山で 2018 年噴火時に何が起こり、どう対応したか、James Kauahikaua 博士にご発表いただきます。



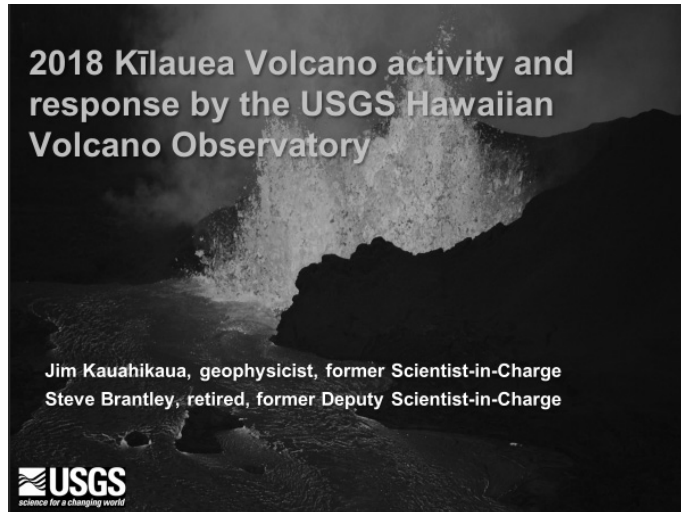


## 講演 1

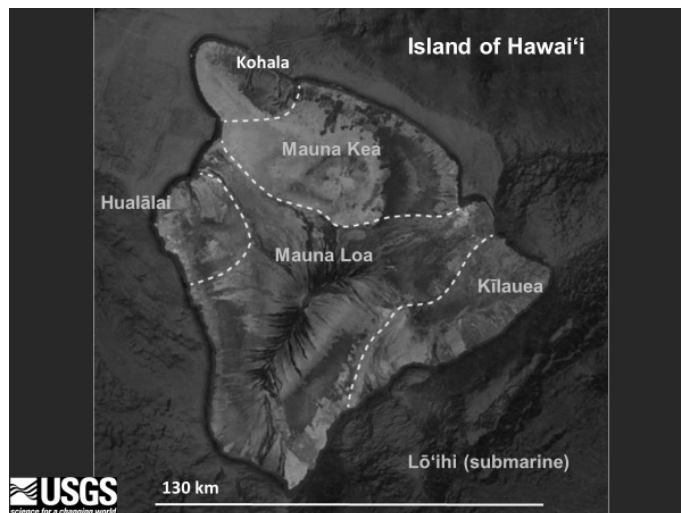
### 「2018年ハワイキラウエア火山における側噴火及び火口崩壊と、緊急時の政府の対応」

James Kauahikaua 氏 (USGS ハワイ火山観測所)

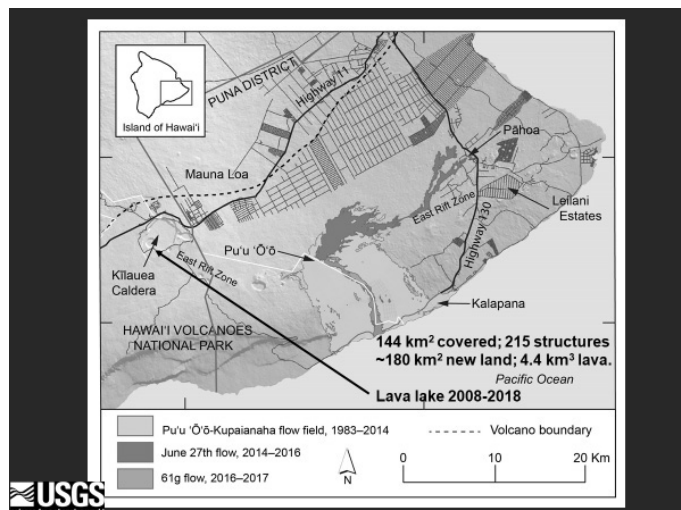
○Kauahikaua : 皆さん、おはようございます。ご招待いただきましてありがとうございます。



昨年、ハワイ島のキラウエア火山で大きな噴火がありました。いろいろなことがありましたので、そのいきさつをお話したいと思います。噴火活動はいろいろな場所で同時進行で起こったので、やや複雑な現象でありましたが、できる限りお話したいと思います。



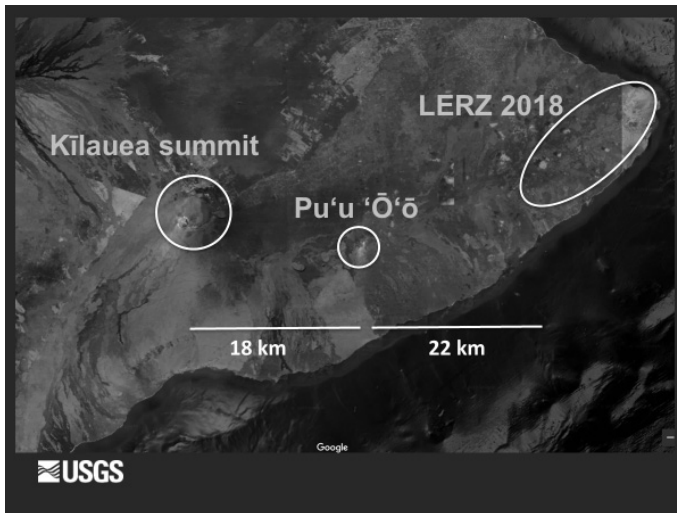
ハワイをあまりご存じない方、これがハワイ州の一番南東部にある島（ハワイ島）で、ロイヒ火山という海底火山を含む五つの火山があります。コハラ火山以外は活火山とみられ、これから先も噴火が予想されます。現在の活動及び 2018年の噴火は全てキラウエア火山で発生しています。



2018年初頭、山頂には溶岩湖がありました。2018年までの35年間、プウ・オオ火口からの噴火が続いていました。噴火が停止するまでの2014年、2015年には高速道路の近くまで溶岩流が到達しました。

キラウエア火山は非常に活発な火山で、噴火の際には大量の溶岩を流出します。

2018年の活動は、先ほど言ったように、異なるさまざまな場所で起こりました。35年間噴火活



動が続いているプウ・オオ火口。それからキラウエア火山の山頂。そこには 10 年間溶岩湖がありました。それから、イーストリフトゾーン下部(以下 LERZ)で、ここでは 4 回から 5 回の噴火がこの 2 世紀ほどの間に発生しており、かなり活発に活動が起きているところです。それぞれの間の距離がここに示されています。

ハワイの火山は割と山頂の浅いところにマグマがたまっています。それが地下からリフトゾーンに汲み上げられ、そこで噴火が起こります。

これはざっくりと何が起こったかをまとめたものです。2018 年 3 月、4 月、山頂部分が膨張し、プウ・オオ火口では噴火が継続し膨張もありました。これらの活動前に特に何かおかしいことが起こるといふ兆候はありませんでした。4 月 30 日、プウ・オオ火口が崩壊しました。これも以前に何度か起こっており、特別なことではありませんでした。また噴火が活発化する兆候ではありませんでした。

#### 2018 activity overview:

Pu'u 'Ō'ō & summit inflated: March-April

Pu'u 'Ō'ō cone collapsed: 30 April

LERZ intrusion & ground cracking: 30 April-04 Aug

LERZ eruption (main): 03 May to 04 Aug

SF M6.9 earthquake: 04 May to present (aftershocks)

Summit: disappearing lava lake, subsidence, ash plumes, & 62 collapse events: 01 May to 02 Aug



ところが、その後何が起こったかと言いますと、3 月と 4 月に起こった膨張の結果、プウ・オオ火口の崩壊直後に東に向かってリフトゾーンへの貫入が起こりました。そして、まるでプウ・オオ火口でのマグマ噴出が突然停止し、マグマがさらに東に迂回して到達したように見えました。

5 月 3 日に、LERZ で貫入に関する最初の兆候が見られました。これは大きなニュースとなりました。というのも、人口密度が高い地域だったからです。それが 3 カ月に渡って続きました。

その前半、噴火活動の最初の 1 週間に、マグニチュード 6.9 の地震が貫入経路に沿って起こりました。それから、LERZ の活動に伴いいくつかの地点で現象が発生しました。山頂ではまずは溶岩湖、そして火口が崩壊し、次にハレマウマウ火口が、そしてキラウエアカルデラ全体の南半分が崩壊が起こりました。

**USGS response challenges:**

**Science resources, observations, data collection**

**Assessing hazards: in LERZ & at summit**

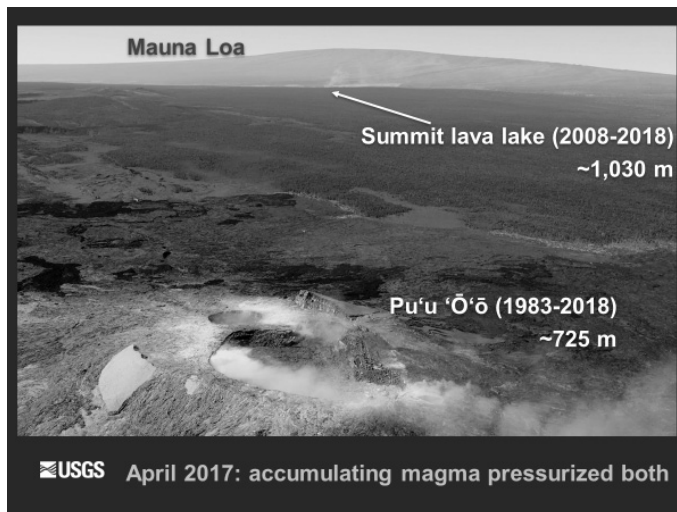
**Communication: Internal & External agency and officials & all media & communities**

**Continuity of HVO operations: 2 moves, new data center location, telemetry pathways**

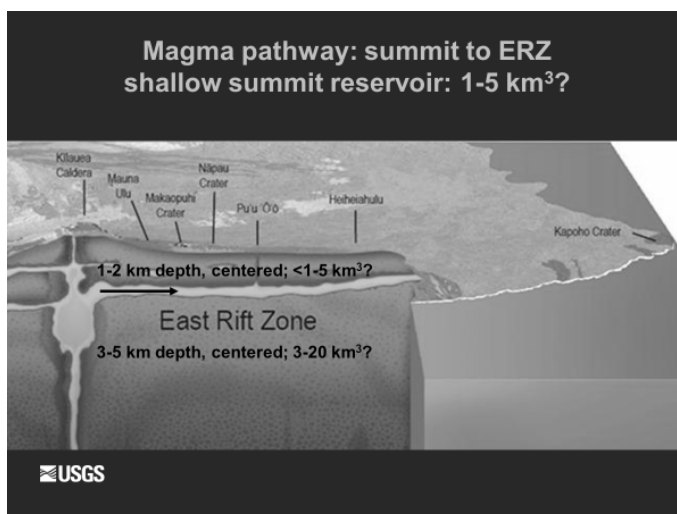


これに対するハワイ火山観測所（以下 HVO）の対応は、まず科学的リソースを集めることでした。我々は 30 人ほどのスタッフしか抱えておりません。我々は科学研究をしながら監視(モニタリング)もし、将来のハザードに備えなければなりませんでした。コミュニケーションも常に続けなければなりませんでした。また、さらに事を複雑にしたのは、我々のオペレーションセンターを噴火が始

まってから 2、3 週間ぐらいで、40 キロ離れたヒロまで移動させなければならないことでした。

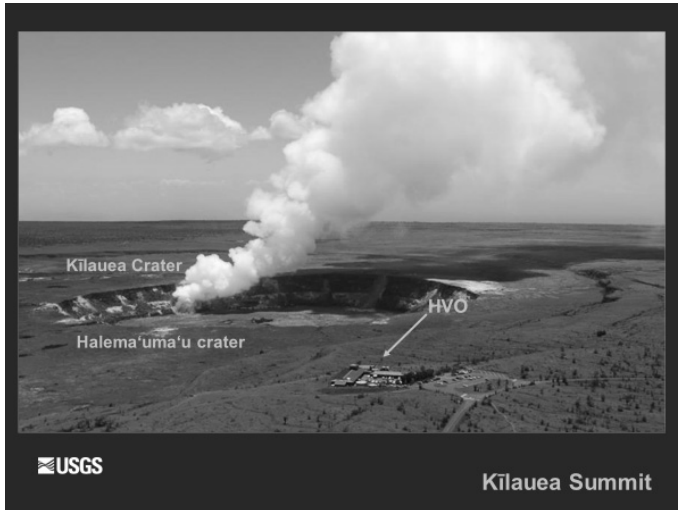


この写真の背景にマウナロア火山が見えます。そしてここにちょっと煙が出ていますが、ここがキラウエア火山山頂の溶岩湖で、10 年間活発に活動しています。そしてこちらがプウ・オオ火口です。これは 35 年も活動が続いているところです。小さな溶岩湖がここにありました。



こちらは、キラウエア火山地下がどのようになっているのかを示した断面図となります。これがリフトゾーンに沿ったマグマの通り道で、深さ 2、3 キロでしょうか。

マグマは、マグマの通り道を通ってマントルからマグマ溜りに移動し、リフトゾーンから噴火地点に沿って移動を繰り返しています。それが 35 年間ずっと続いていました。



HVO はキラウエアの山頂カルデラ縁の上にあります。ハレマウマウ火口は直径が約 1km です。2008 年に溶岩湖ができて始め、2018 年の初頭にもまだ活発に活動していました。

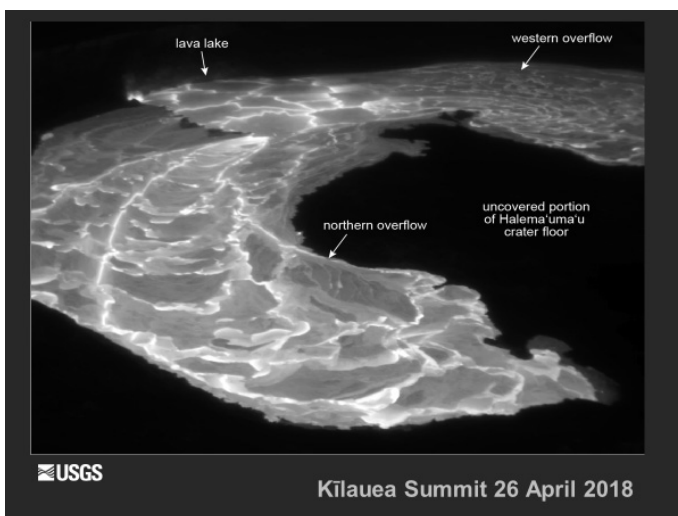
先ほども言った通り、最初の兆候というのは、3 月と 4 月の間に見られた膨張でした。これが溶岩湖の状況です。夜になるととても美しい場所です。溶岩湖は

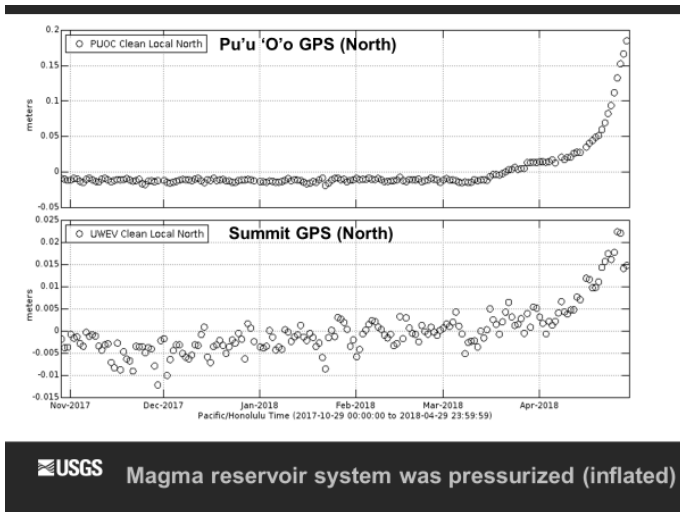
絶えず動き続け、この辺りは周りが暗いこともあり、星空の下で溶岩湖に周りの岩が照らされるのも、とても美しい光景です。これは 2018 年 4 月 21 日の写真です。



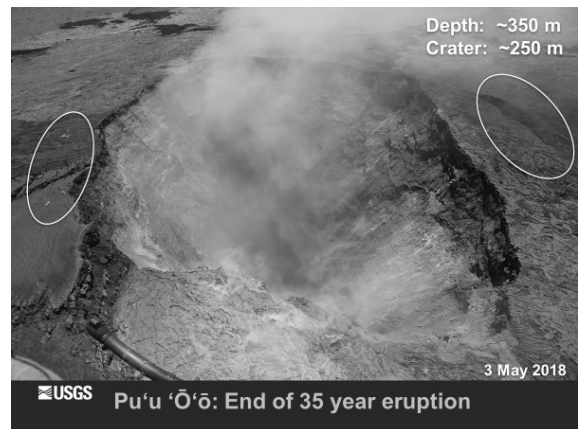
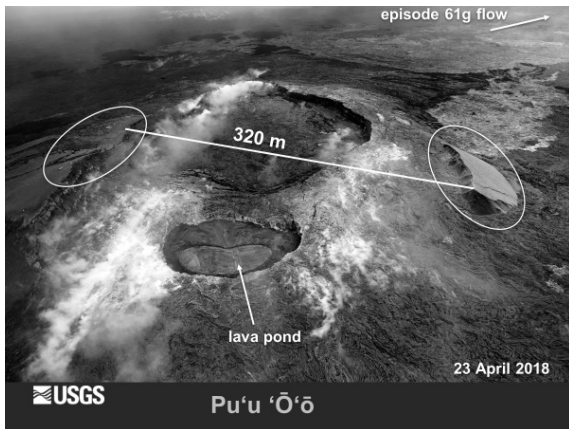
4 月 26 日までに、キラウエア火山地下の浅い所にあるマグマ溜りのひとつにピエゾメーター（圧度計）が設置されました。この画像は 4 月 26 日にあふれ出た溶岩流の熱画像になります。繰り返しますが、これはこれまで何度か起こっていたことです。

必ずしも異常な事態が起こる兆候はありませんでした。でもこの溶岩湖から溶岩があふれ出るたびに、溶岩はそこで固まります。そのため、溶岩湖の縁（へり）が少しずつ大きく高くなっていきました。想像できると思いますが、時間と共に縁が高くなればなるほど、なかなか流れ出なくなりますが、でもこのようにたくさん流れ出たということは、圧力がもっと高まっていたということを表していたと言えると思います。

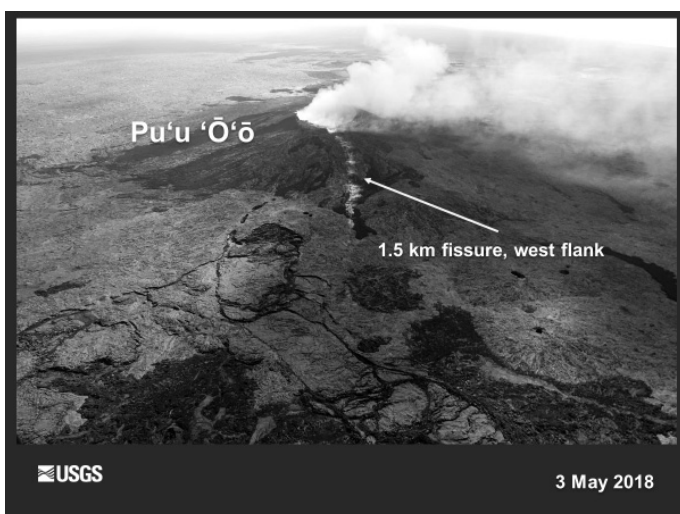




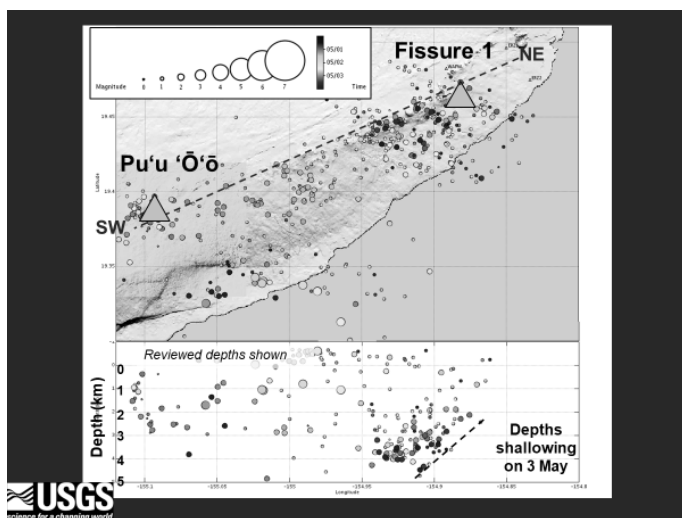
GPS 観測の結果ですが、プウ・オオ火口と山頂で大きな変動、北方向への顕著な伸びが見られました。変動量は 5 センチから 20 センチほどで、かなり急速に膨張しました。



こちらはプウ・オオ火口の写真です。この丸で囲んでいる所が、クレーターの端っこです。ここも何年にも渡って数回崩壊しています。ここに溶岩湖があります。4月23日と5月3日に写真を撮ることができました。この(左の)写真を見ると、クレーターが完全に崩壊していることが分かります。これは最初の3年間でプウ・オオ火口からの溶岩噴出で出来たものです。

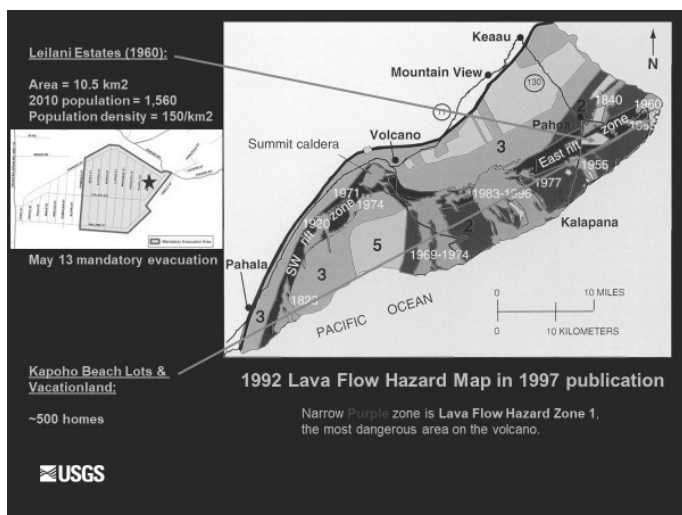


それから、プウ・オオ火口周辺で崩壊後に亀裂が発生しました。



そして、地震活動もどんどん LERZ の方へと移動していきました。色分けですが、日付別です。5月1日、2日3日と青い色から赤い色に向かって日付が進んでいきます。時間と共に、リフトゾーンからより浅い所で地震活動が起こっていることが分かりました。

これはキラウエア火山の溶岩流ハザードマップです。溶岩流による危険度が最も高い所が、狭い紫色の所です。最近の活動はグレーで表しています。噴火活動が開始した点もプロットしてあります。以前ハワイ郡民間防衛庁（Hawaii County Civil Defense、以下 HCCD）のディレクターだった方は、この地域に住んでる人たちは、例えば床板が少しずつ暖くなることで噴火活動（マグマの移動）を感じるができるかもしれないと話していました。



この図の赤い所（ゾーン2）は、ゾーン1で噴火活動が始まると、ここに流れていくだろうと考えられているエリアです。ゾーン3は、溶岩流が流れてくる可能性はそれほど高くないけれども、もし溶岩流出が続けば広がっていくだろうと考えられているエリアです。緑の所は、人口が集中している所です。もちろん郡が許可を出して、みんな住んでいるわけですがそれでも。

レイラニエステートという町があります。ここが一番被害が大きかったエリアの一つで、完全にゾーン1に含まれています。もう一つは、こちらの沿岸地域（カポホ湾とカポホバケーションランド）です。この地図でレイラニエステートを詳しく見られますが、ゾーン1に完全に入っていることが分かります。そして噴火が始まると、レイラニエステートの東側だけに避難命令が出ました。でもそれ以外の所は出入りが許されていました。



5月3日午後、噴火が始まりました。この時私たちは既に人の配置を始めており、HCCDや一般市民に活動の活発化に関するメッセージを出しました。これはルーティン活動としてやっているもので、特にハザードの状況が変わらなくてもやっていることです。

しかし、地震活動がこの地域に移動しているのを見ていたので、我々はここで何かが起こることを確信していました。

そして5月1日までに、5月1日と2日に発生した亀裂を探すために、この地域に人を配置しました。そして溶岩が地表に現れたのは、5月3日の午後でした。

5月1日、私に与えられた任務は、緊急オペレーションセンター(Emergency Operation Center、以下 EOC)に行き、HVO、火山を監視している人々、HCCD、そして全ての部門の間で連絡役になることでした。

私にとってはとても刺激的でしたが、私がそのような活動を自信を持ってできるくらい十分に年をとったということでもあり、少し悲しいことでもありました。それに、フィールドで噴火を自分の目で観察したいと思いましたが、それがかなわないということもありました。



新しい観測機器類も設置しました。未配備の観測機器がいくつかあったので、地震活動と膨張を観測するためにこの地域に展開を始めました。地震計やGPSの他に、超低周波アレイも二つ、この地域に設置しました。それから、さまざまな観測用のカメラも設置しました。そうすることで我々だけではなく、一般の人たちも噴火の様子を見られるようにしました。





また山頂には特に、遠隔地かつ危険な場所になるべく人が行かなくても済むように、このようなフライアウェイ・システムを入れました。ソーラーパネル他いろいろなものを取り付け、あらかじめ別の場所で組み立てたものをヘリコプターで運んでいきます。写真はちょうど引っ掛けているところです。これは山頂の崩壊が収まった後に展開した地震計とGPSの観測点です。



また、LERZの活動は私有地で起こっていたので、溶岩のサンプルを入手するために、私たちは許可を得る必要がありました。今回のケースでは緊急事態宣言のもとで、これら観測機器を設置しました。我々は溶岩流の動きを監視するために人を配置しました。とはいえ私有地ですので、皆、自分の土地を守ろうとしている中で難しいところもありましたが、今回は非常にうまくいきました。



5月4日、幾つかの割れ目から噴火が発生し、複数の割れ目噴火へと発展しました。それぞれの割れ目からはそれほど多くの溶岩は噴出しませんでした。ハワイの溶岩は温度がとても低く、1100度から1150度ぐらいでした。化学的には、1955年からの噴火でリフトゾーンに長い間たまっていた古い溶岩を、地下の新しい溶岩が下から押し上げて出しているのだらうと考えておりました。それは粘

性が高くガス状ではなかったため、火口からそれほど遠くへは流れませんでした。



**S Flank earthquake: 4 May, 12:32, 7 km depth**

**South Flank**

- Sequence of M5+ eqs
  - M 5.0 on 3 May at 10:30
  - M 5.7 on 4 May at 11:32
  - M 6.9 on 4 May at 12:32

**Pu'u 'Ō'ō**

- Triggers rockfall into collapse crater, ash plume

**LERZ**

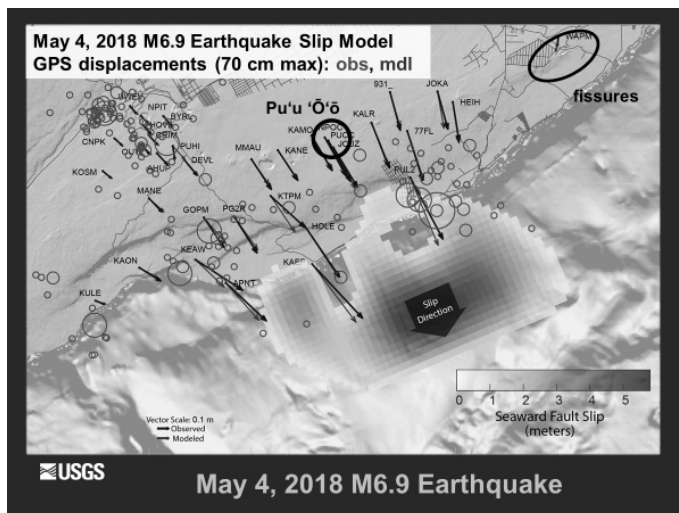
- ERZ opening, allowing more magma transfer into LERZ from MERZ and summit

USGS **May 4, 2018 M6.9 Earthquake**

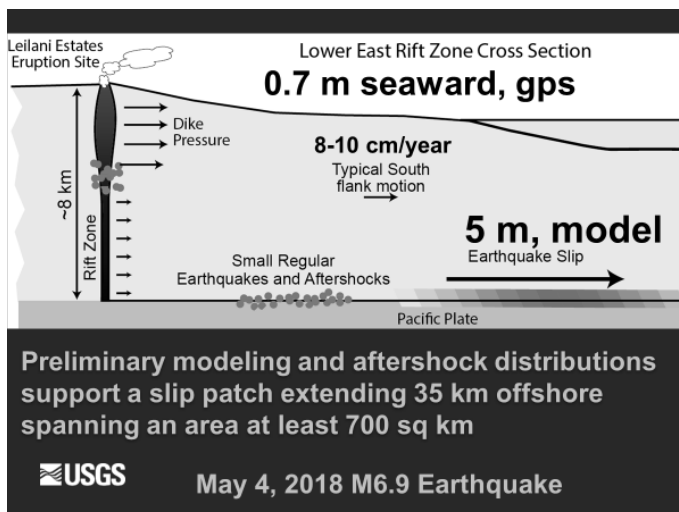
5月4日正午頃、マグニチュード6.9の地震が起こりました。その日はその前にも地震が幾つか起こってありました。私がいたヒロのEOC緊急オペレーションセンターでは、11:32のマグニチュード5.7の地震で数秒の揺れを感じましたが、大したことはありませんでした。

ところが1時間後に、マグニチュード6.9の地震が発生し、誰もが大事だと思いました。私が何をすべきか知ってい

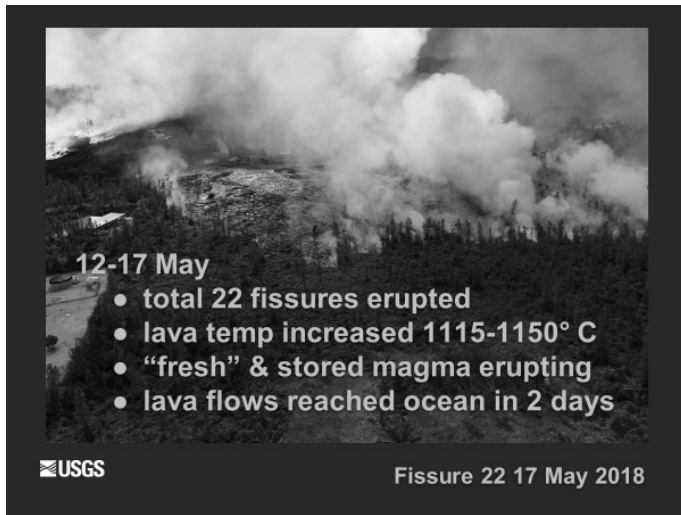
るだろうということで、みんな私のほうを見たんですけども、私もただ黙って立っていました。私の妻は地震の際に立ってられなかっただろうと思います。地震の結果、マグマがよりLERZに押し出されることになったと考えています。



これが地震発生時の地殻変動を表したものです。青い矢印が観測結果、赤い矢印がモデルです。こちらがその断層モデルですが、かなり大きな断層面と火山と海洋地殻の境界面であるデコルマ（水平断層）が見られます。

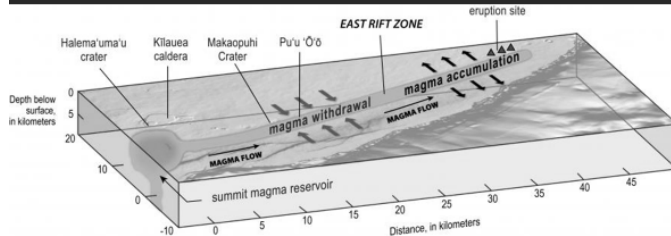


こちらが、我々が考えるところの、地震を引き起こした太平洋プレート表面に沿った滑りを表した断面図です。これらはモデル化された測定値です。モデルによると断層面に沿った約5メートルの滑りが見積もられ、この時の地表の変動量は最大で0.7メートルでした。この断層は、毎年8から10センチほどの速さで通常は動いています。そして地震の後次の段階に移り、さらにマグマが入ってきました。さらなるマグマの貫入による押し上げがあり、さらに溶岩が流出しました。



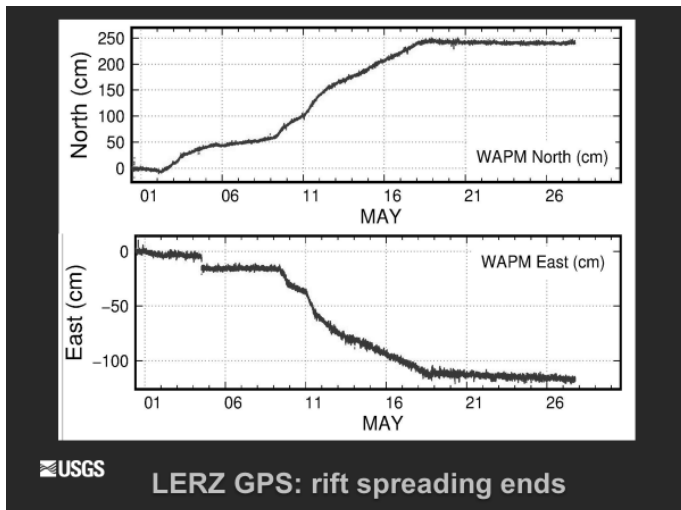
噴火の温度は 1115 度から 1150 度と少し高くなりました。出てきたマグマははるかに新鮮で、最近プウ・オオ火口から噴出したマグマのようでした。こちらのほうがより流動的（さらさらしたもの）でした。その段階ではこれが南のほうに流れていき、そしてやがて海まで到達しました。

**Magma intrusion ended ~18 May with “open” pathways to surface**



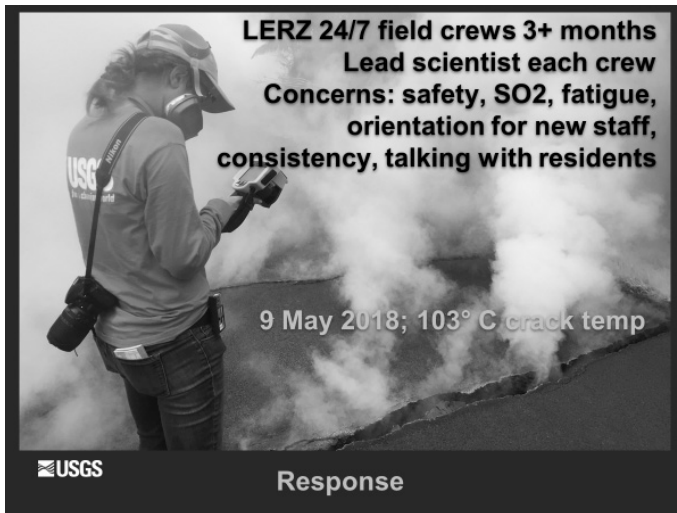
さて、これは最初の数週間で起こったと思われることを表した図です。歯磨き粉をチューブから絞り出すようなもので、実際には上部にあるマグマを LERZ に押し出しました。これは漫画ですので、大体こんな感じなのかなとメカニズムを想像して描かれたものです。

**~18 May: LERZ GPS stations stop spreading**  
**~19 May: LERZ earthquakes decline**  
 USGS



これが LERZ における GPS 観測の結果です。この観測点は 1 回目と 2 回目の貫入で合計 2.5 メートルほど北東のほうに動きました。ご想像の通りリフトゾーンの北側の動きです。

では HVO はまず何をされたかですけれども、まずは HVO のクルーを 24 時間 365 日体制で出しました。24 時間ごとに 3 人の体制でした。HVO のスタッフメンバーだけではなく、より経験豊かな研究者、さらにその他の USGS の観測所からも来てもらい、またハワイ大学の地質部門からも手伝いに来てもらいました。しかし、この地域の安全性を考えるとこれは大きな懸念材料でした。またこの噴火の間、SO<sub>2</sub> も非常に大きな問題でした。



今までハワイで働いたことがない人もいたため、何をすべきか、どの施設を利用できるか、また住民と話す方法について定期的にオリエンテーションをする必要がありました。希望を失ったばかりの人に、「今の見ましたか？溶岩の流れがすごかったですよね。」なんて言うことはできませんから。我々の現場では EOC からの質問への対応がほとんどでした。

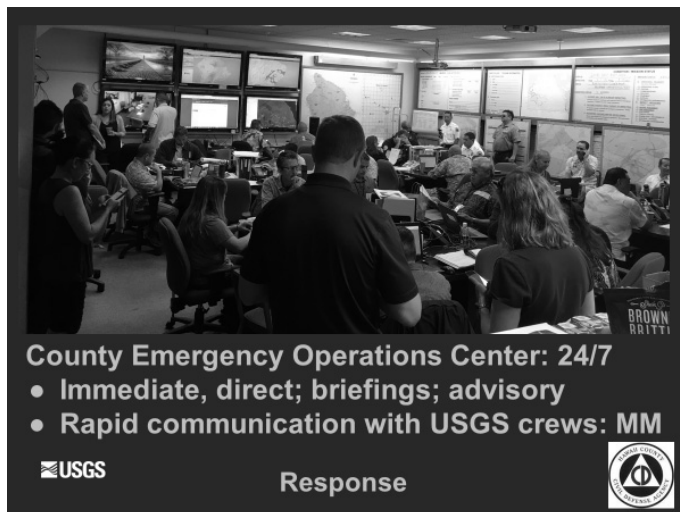


我々が協力していた機関の中に、山頂にあるハワイ火山国立公園がありました。主要な問題は LERZ で起こっている活動であったため、我々は手分けをしました。彼らは爆発的な噴火に発展する可能性について懸念していました。我々は即座に山頂と LERZ の両方にドローンを配備しました。USGS には複数の無人航空機システムを持つチームがあり、我々はそれ

らを全て集めて LERZ で 24 時間 365 日体制、山頂では日中のみの体制で観測を行いました。



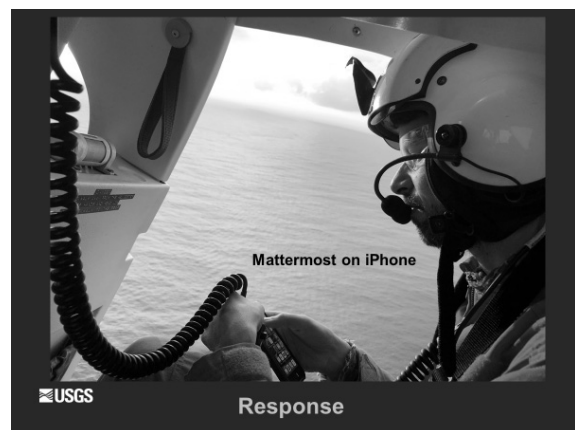
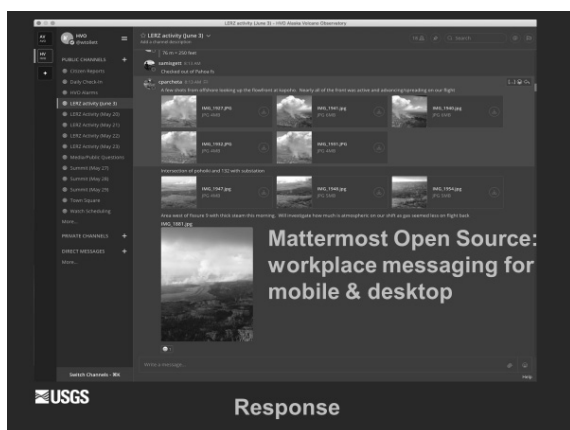
これはドローンで撮った動画のスクリーンショットです。5月27日の後にできた経路を見ることができ、そしてそこから溶岩流が流れ出していることが分かると思います。またドローンによる夜間に撮影された写真も見ることができます。ヘリコプターや飛行機では夜は飛べないため、非常に重要な観測となります。



こちらの写真は、郡の EOC の様子です。私の椅子はここです。ここに四つのテーブルを設置しました。こちらのテーブルは実働部隊で、例えば警察、消防、州兵、陸軍等、そういった人たちがここに集まっています。こちらのテーブルはインフラ、高速道路、公共事業等、郡や州政府の人でインフラ活

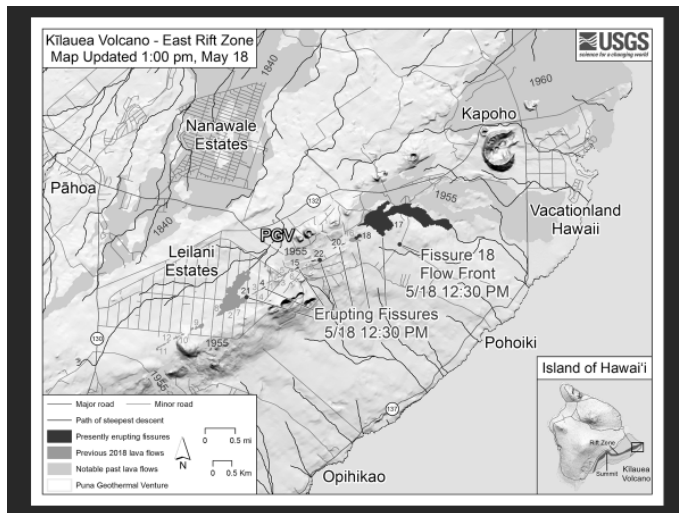
動に関わるような人たちというのはこちらに集まりました。水道インフラに関わる人たちもこのテーブルです。こちらのテーブルは、電力会社、電話会社、携帯電話会社、公園、レクリエーション関係等、たくさんの避難所として使用できる施設を持つ人たちが集まりました。こちらのテーブルはどちらかというとな法的な、もしくは政策を担当する、市長のオフィス関連の人たちが集まりました。

消防署がドローンによる観測を含むすべてのフライトを処理したため、これは HVO にとって大きな恩恵となりました。許可を取得する際に問題が発生した場合は、そのテーブルに歩いて行き許可を得るためにどうすればいいかを問い合わせることができました。消防署も我々と同様にこの期間ずっと通して大変多忙な時期でした。もしここに人がいなければ、連絡は全て電話で行われ、コールセンターなどがパンクしていたはずでした。



コミュニケーションというのはとても重要で、我々はコミュニケーションをとるために Mattermost と呼ばれるオープンソースのソフトウェアを使いました。これは iPhone でも使えるしデスクトップでも使えます。また、メッセージだけでなく写真や動画も送り合うことができるようになりました。何か市長に質問がある場合、例えば噴火で家が破壊されたなど、私に聞いてもらえれば私がそれを然るべき担当に伝える事ができました。オープンソースということで、

我々にとってこれは大変便利で、多くの問題を解決しました。携帯電話でも使えるソフトだったので、ヘリコプターでも使うことができました。



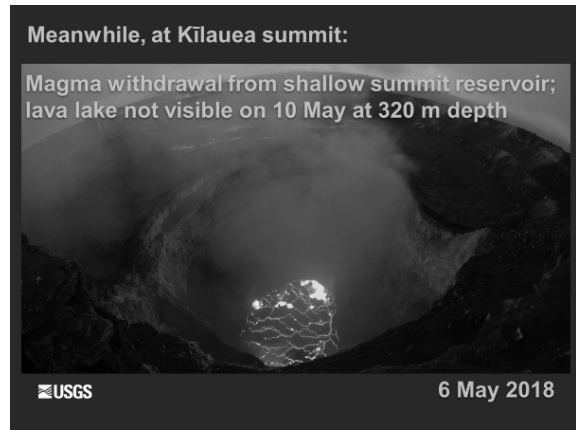
さて、噴火発生から最初の数週間で、22 の割れ目から噴火が発生しました。5月28日、幾つかの割れ目で活動が際活発化し、よりさらさらの新しいマグマがそこから噴出してきました。

では、溶岩流の進行状況を示すマップを見せていきたいと思います。また、別のセンサ (FLIR) を使って、ヘリコプターから溶岩流の表面を赤外線で観測しました。これを解析することで数時間以内に3Dマップを作成し、数値標高モデルを取得することができました。これが二つの溶岩流で、この期間に高速道路を横切り海に到達しました。

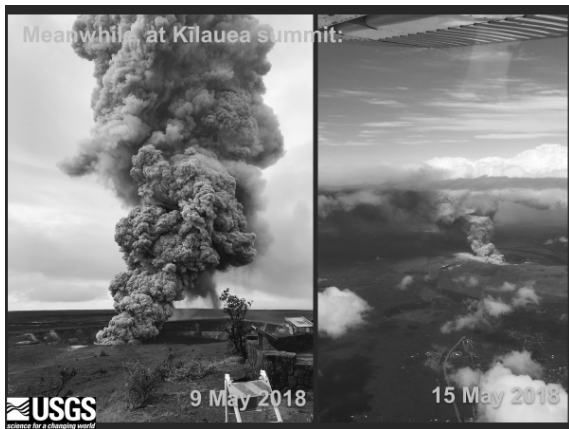


リフトゾーンに地熱発電所があり、郡に対して電力が提供されているんですけども、地熱発電所をこういった所に造るのはいいアイデアではないと思います。ここが噴火の初期段階ですぐに切断されてしまい、郡への電力供給がストップしてしまい、その後より流動的な溶岩が噴出し始めた時、これらの施設は脅威にさらされました。

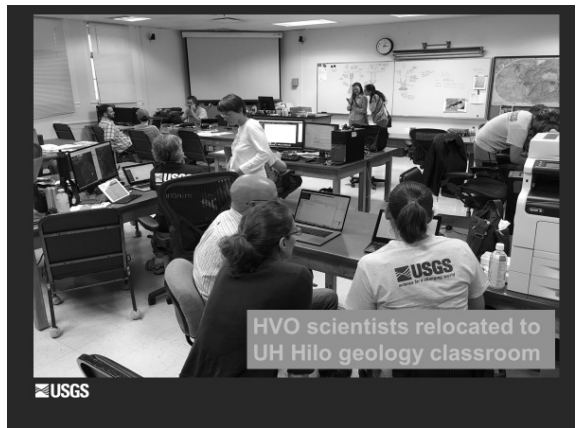




5月27日、最初の溶岩流が海に到達しました。そしてその後、さらに多くの割れ目火口が開きました。一方山頂では、溶岩湖が数日をかけて下に下がりました。

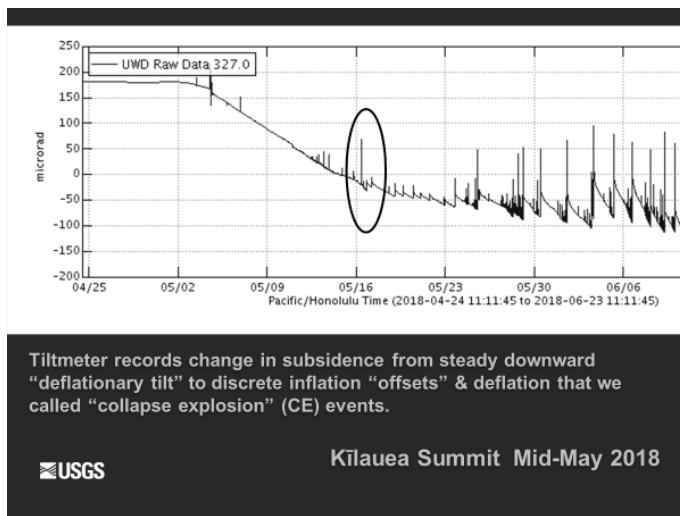


それから山頂火口は崩壊をしつつ幾つか爆発的なイベントが起こりました。たくさんの火山灰や火山礫がかなり遠方を含む大気中に放出されました。風向きによっては、標高 4km にあるモロカイ島にある天文台にまで達しました。この写真はキラウエア山頂に積もった火山灰の量です。



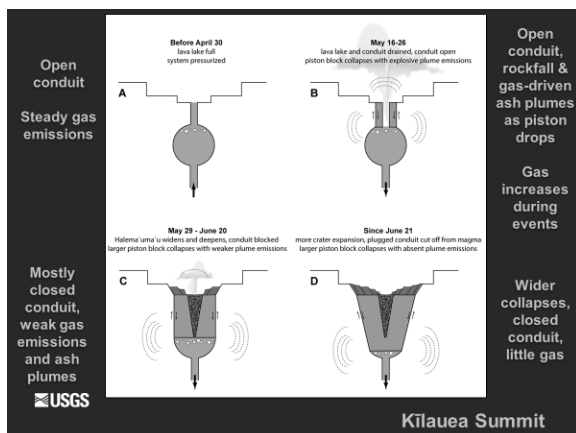
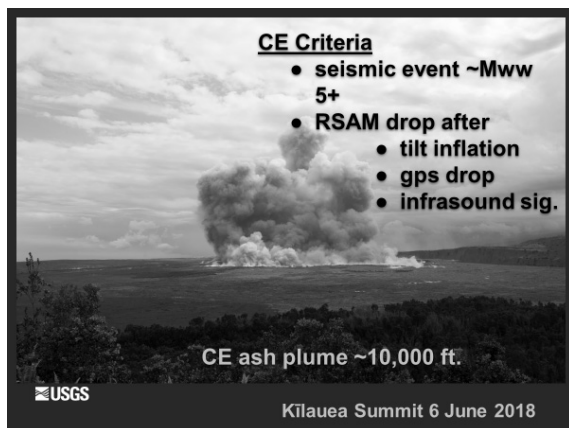
火口の崩壊があるたびに信じられない数の地震活動があり、噴火発生から2週間目に、我々も避難をしました。我々はヒロ市にある夏休み中のハワイ大学に移りました。少し混雑してしまし

たが、インターネットも電話も使える教室に移転しました。



これが山頂の傾斜計で計ったものです。山頂から地下に下がったマグマが東側のリフトゾーンに押し出され、これにより山頂では一定の速度で沈降が見られました。5月の半ばに落ち着いていたものが、ここにスパイクができました。これらは爆発的な噴煙を伴っていたことから、崩壊を伴う爆発的 (collapsed explosive 以下 CE) イベントと呼びます。これらは全て崩壊を伴うイベントであり、山頂

火口は崩壊し続けました。そしてそれらの内 62 のイベントではマグニチュード 5.5 の地震に相当し、我々観測所の建物も含めて多くの揺れに見舞われました。



これが CE イベントの基準であり、これを使い、より分かりやすく住民に説明をするということを行っていました。その後、大きな噴煙がもう出なくなり、何か地下から新しく供給されるというのではなく、それぞれの崩壊イベントが崩壊に伴う降灰を起こすだけになりました。ここから山頂で何が起きているかを示すモデルを作ることができました。

まず、浅いところにあるマグマ溜りがチャージされ、膨張し、そして圧力が高まりました。そして、次にマグマがイーストリフトゾーンに出ていきました。表面は崩壊しましたが、火口はま

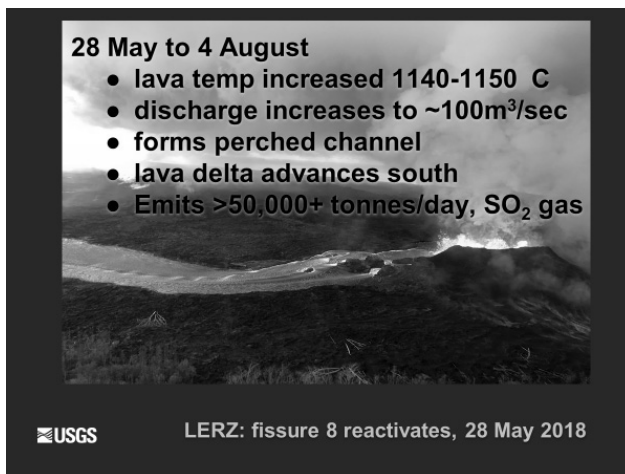


だ開いていました。そして、ガスはそこを通過して大気中に放出されたわけです。

しかしある時点で、崩壊が続くことで火砕物が溜り、火道がブロックされました。そしてそこから我々の想像通り、崩壊するたびに火砕物が出てくることになりました。地震活動やガスの放出はまだありました。そして最終的に、この閉じたシステムがやがて止まりました。



では、山頂での崩壊の様子を見ていきたいと思います。ハレマウマウ火口は直径が1kmあったことを思い出してください。これが我々の研究所の建物です。溶岩流がここで止まった時、我々はとても喜びました。

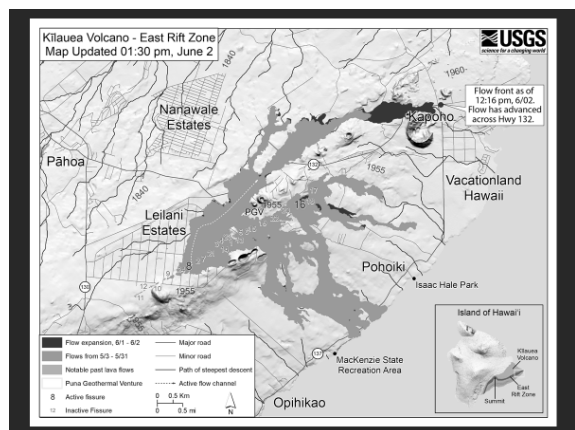
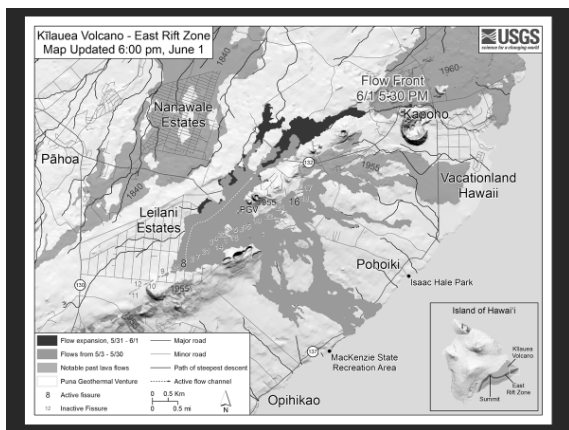
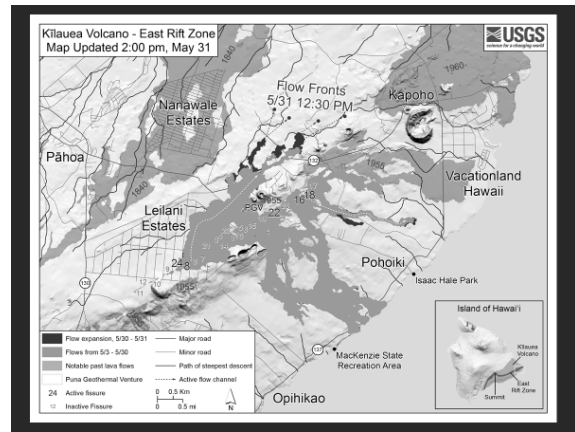
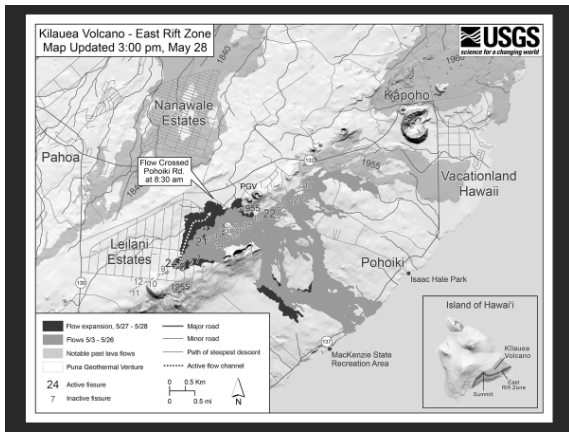


イーストリフトゾーンに戻りたいと思います。5月28日に割れ目火口8が再び活発化しました。そしてここが最後に活発化した火口となりました。この際、非常に大きな噴出率と非常に大きなガス放出率を伴いました。SO<sub>2</sub>ガスの放出に関しては我々の観測機器では測定できないほど高い放出率でした。最低でも一日5万トンほどのSO<sub>2</sub>が放出されたと考えています。溶岩の温度は1150度まで上昇し、割れ目火口8から上部経路への流出は、



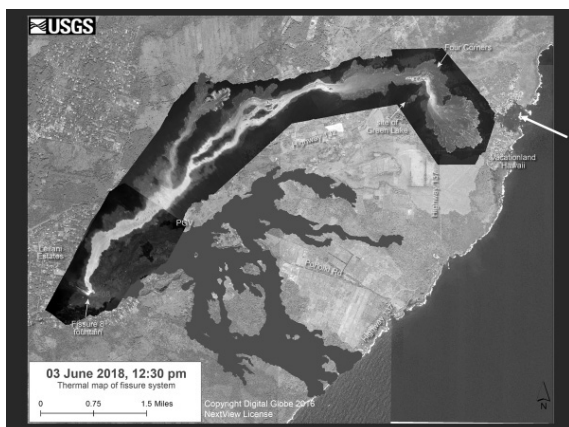
1秒あたり100立方メートルと推定され、これはキラウエア火山では非常に大きいものです。割れ目火口8からの残りの噴火では新たな経路を作り、30メートル以上の溶岩噴泉や大量のガスの放出がありました。





これらは、割れ目火口 8 から溶岩流がどのように流れて行ったかを示す一連のマップです。青線は噴火前の数値標高データから最も急なところを示しています。そして我々はこれを使って溶岩流がたどる可能性のある経路を示しました。これを見ると実際の溶岩流がこれに沿って流れていることが分かります。

再び、これは溶岩流の熱の分布を示した画像です。これは溶岩流が広がっていく経路をととてもよく示しています。溶岩はこの後カポホ湾で海に流れ込みました。カポホ湾周辺には多くの家が立ち並び、500 か 600 くらいの家やレンタルハウスがある場所です。





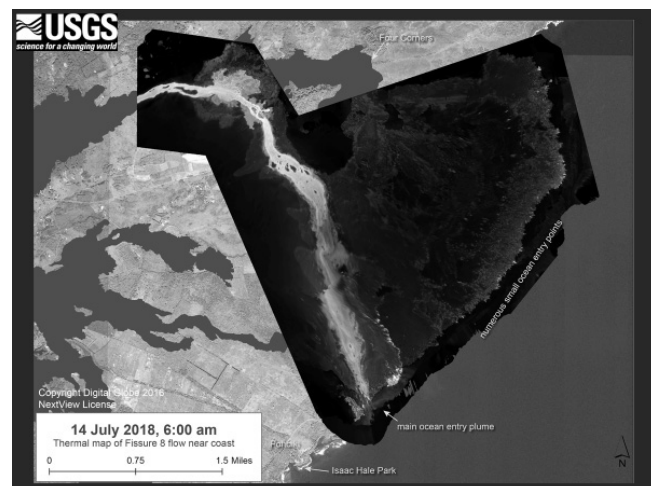
割れ目火口 8 からの噴火、これは非常に大きな噴火でした。それらを集めて作った動画になります。最も幅広い溶岩経路は大体 420 メートルぐらいでした。そして、傾斜を下るにつれてより細くなりました。

噴火が終わり、溶岩経路から溶岩流が排出されました。事前に溶岩経路の深さを推定していましたが、空になった溶岩経路を見に行くと深さが 9 メートルという信じられない深さであったことが分かりました。



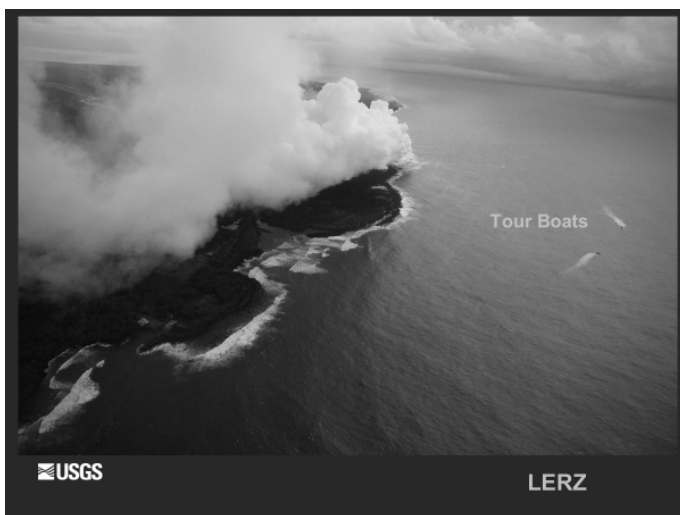
溶岩がここに落ちます。これらはゆっくりと下流に移動します。ここで家が非常に近くにあることが分かると思います。この人たちは、アクセスが難しいことと空気中の  $\text{SO}_2$  濃度が高かったため避難しました。

ご覧のように、溶岩流が 500 軒から 600 軒の家をゆっくりと飲みこんでいき、3 軒しか残りませんでした。

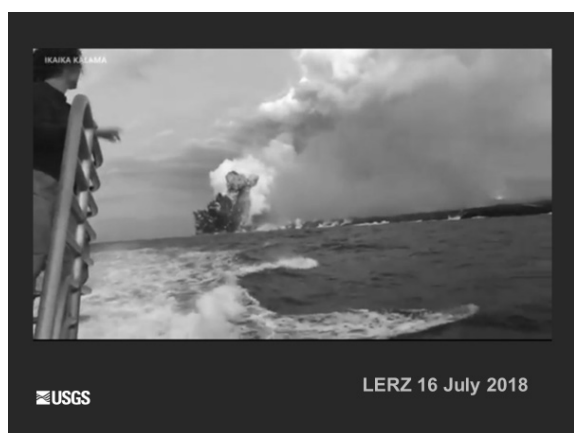


カポホ湾に流れ込む溶岩は大きく広がり始め、うまく経路を形作ることはありませんでした。新しい溶岩はこちらから入ってきて、それが南に向かってどんどん広がっていきました。溶岩がこのような形で、南に流れていきました。過去の溶岩流の縁に沿って流れていったのです。

これを観光として海から見たいと思った人がたくさんいたわけです。我々は勧めませんでした。せめて 400 メートルぐらい離れたところにした方が良いと提案しました。400 メートルとはマグマ水蒸気爆発が起こった時に噴石の到達が予想される距離です。



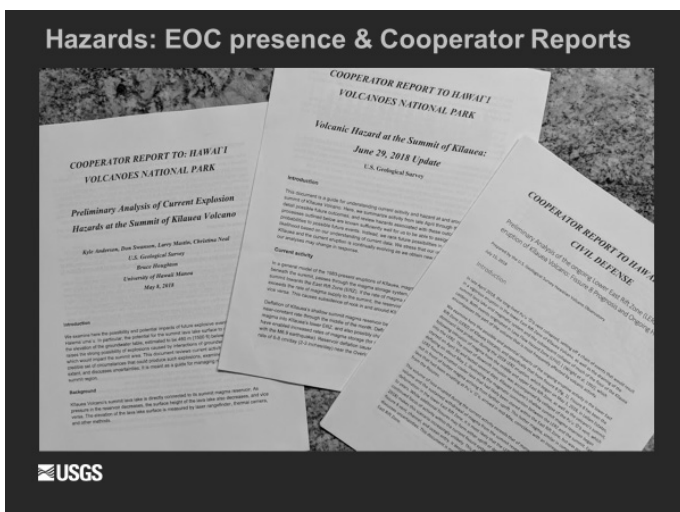
しかしツアーのボートが出ていってしまいました。沿岸警備隊が我々のアドバイスを聞いて400メートルのところに立入禁止区域を設置したのですが、ボートの操縦士が十分に経験を持っていれば、立入禁止区域にも入ることができたので、彼らも近づいてしまいました。



**Submarine lava ocean explosion**  
~6 AM, 16 July 2018

- 23 passengers
- 4 went to medical center by ambulance
- 9 went by private vehicles
- 10 treated onsite

7月16日、非常に大きな噴火が何回かありました。観光客は噴火現象がきれいに見えるということで早朝暗い中からボートで立入禁止区域よりも近づき、溶岩弾による被害を受けました。飛んできた溶岩弾はボートの屋根を貫通し、女性をはじめとするほとんどの観光客が負傷しました。ボートに乗っていた乗客が撮った動画がありますが、叫び声などとても恐ろしい動画です。この動画を撮った人は2日後もツアーを続けていました。

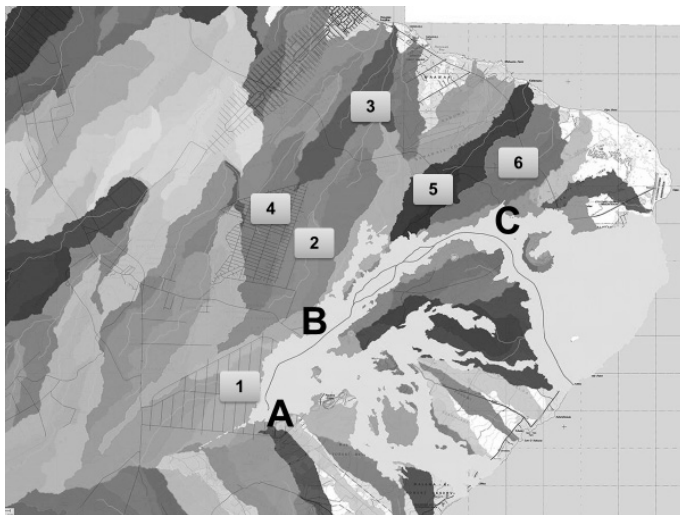


この期間に我々は、溶岩がどのようにふるまうか、山頂の崩壊はどうなるのか、といったハザード評価を行っていました。我々が評価しようとしたシナリオの一つは、溶岩の経路がとても大きいものでした。それは1秒間に100立方メートルの溶岩を送り込むものであって、溶岩が積みあがって堤防になり溶岩流がそこで止

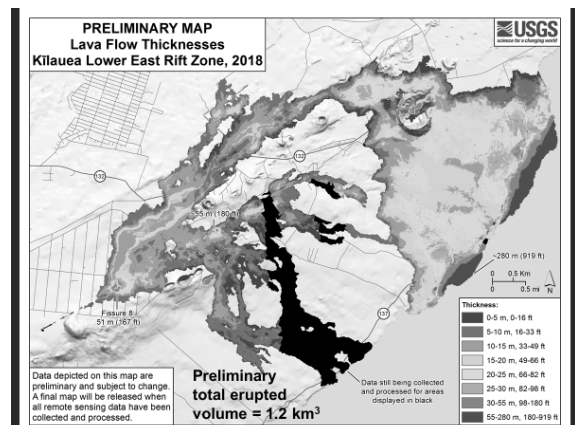
まるというものでした。



その堤防が決壊したらどうなるか？それは大量の溶岩が住宅地に流れ込みます。それをどのように予測するのか？我々は堤防がいつ決壊するかは予測できませんが、決壊した時に溶岩流がどこに流れるかを予測することはでき、それは基本的には排水されたエリアになります。我々はこのような排水されたエリアは影響を受けやすいと考えました。



溶岩が漏れたり堤防が決壊したりするとしたらこれら3か所であると考えました。基本的にこの地域で堤防が決壊した場合、この地域全体が危険にさらされます。既に避難が完了している所は問題ありませんでしたが、別の場所ではまだ住んでいる住民がいたため、問題だと思いました。そのため我々はリアルタイムで郡に対してそのことを伝えてきました。



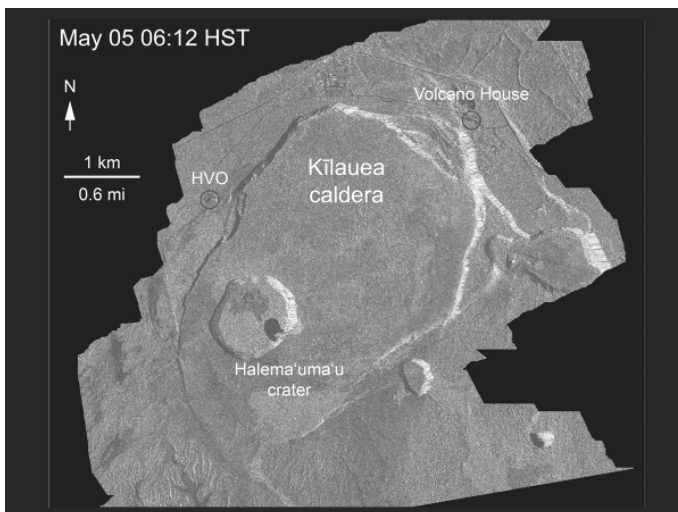
8月5日、溶岩経路から溶岩が排出しました。その深さは9メートルでした。そしてドローンを使って写真を撮り、そのデータから地表面の上昇分を計算し、数値標高データとの差分により溶岩流の厚さを見積もりました。これら非常に厚くなっているところは沖合であり、それは噴火前の海底との差ということになります。その一部は55~200ミリメートルの厚さで、それ以外は

大体 50 ミリメートル程度でした。

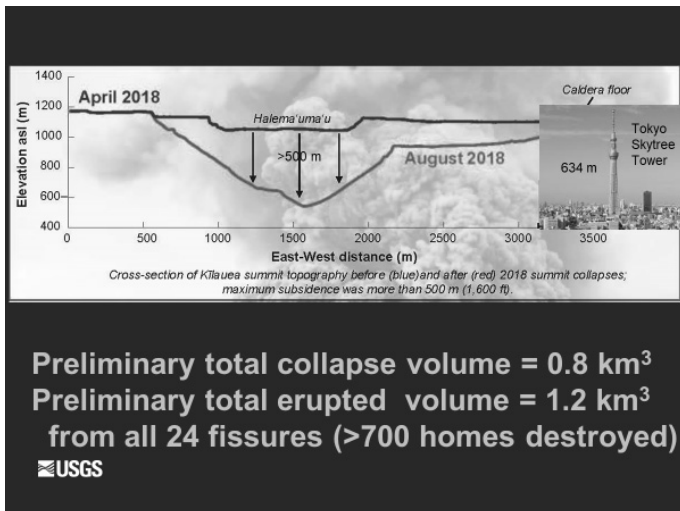
道路の早期復旧を目指す郡からどのくらい速く冷却化するかと聞かれました。それに対して我々は、噴火活動がどのくらい続くか、溶岩流の特に分厚いところが冷却するのにかかる時間の推定を言いました。そして郡はそれに基づいて、道路の復旧に取り掛かりました。彼らがこのエリアでアスファルトを敷設する際、温度が高すぎるということが分かりました。郡が連邦政府の援助条件を満たすためにはこの作業は必須でした。最終的には期限の延長を求めなければなりませんでした。



これが、山頂にある直径 1 キロメートルのハレマウマウ火口の様子です。そして溶岩湖は直径が約 250 メートルになっています。これは火山砕屑物などが取り除かれきれいになった後の様子です。



これは地表の崩壊を示したアニメーションになっています。最初に崩壊したのは溶岩湖で、その後ハレマウマウ火口、そしてカルデラの南半分が崩壊し始めました。



これは噴火前後の断面図です。東京スカイツリーと比べるとこのような感じです。また、溶岩の総噴出量や崩壊による体積の減少を見積もったところ、0.8立方キロメートルと見積もられました。それらは7月に調べたので、1、2カ月でより良い推定値が得られると思います。崩壊による0.8立方キロメートルの体積減少と、全24の割れ目火口から3か月で1.2立方キロメートルの溶岩が噴出したと推定されます。また、LERZで700棟以上の家屋が破壊されました。

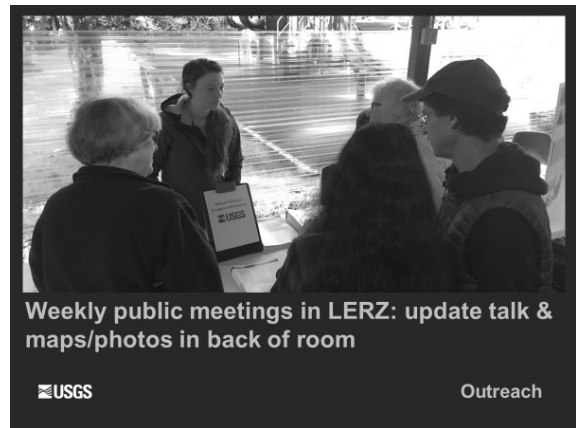


それでは、我々がどうやって一般の人々とコミュニケーションをとったかについてお話しします。世界中からいろいろなインタビューのリクエストが来しました。様々なバックグラウンドの資料も私たちは求められまして提供しましたけれども、全てに応えられたわけではありません。できるだけ多くのリクエストに応えるために、USGSは一日1回の電話会議を実施し、メディアはそこで質問をしました。全員が聞いているので、同じことを繰り返しきかれることはなくなりました。メディアからの評判も上々でした。

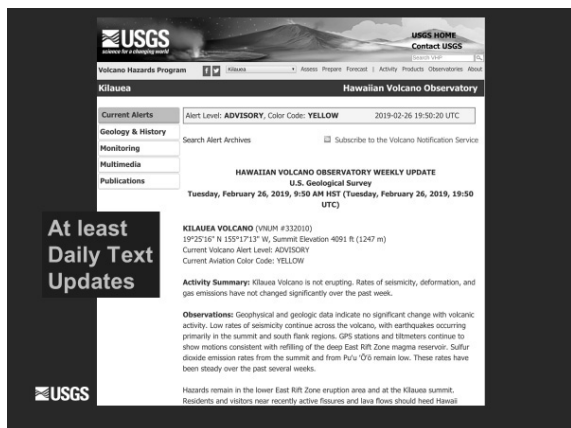


この部屋で主に仕事をしているのは、ドン・スワンソン、マット・パトリック、ジャネット・バム、そしてハワイ火山国立公園のジェジカ・フェラカンです。そ

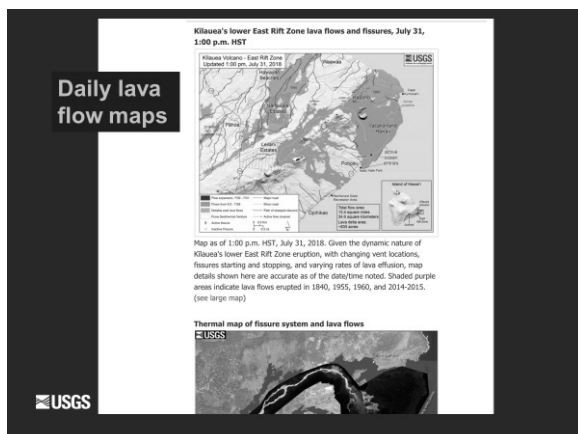
それから私の上司であるティナ・ニールは現在 HVO の所長です。それから USGS のコミュニケーションスペシャリストの 1 人であるメンロー公園のレスリー・ゴードンです。彼女はこうしたセッションの司会を務めてくれました。



また、私たちは郡の要請に基づきまして、被災地域の住民と週 1 回のミーティングも行いました。これがミーティングの写真です。USGS のメンバーが地図を持って一般住民からの質問に答えています。また、部屋の後ろの方では、プレゼンテーションが終わるのを待っているスタッフがいます。彼らは非常に人気がありましたが、一般の人々は個別に質問することができました。

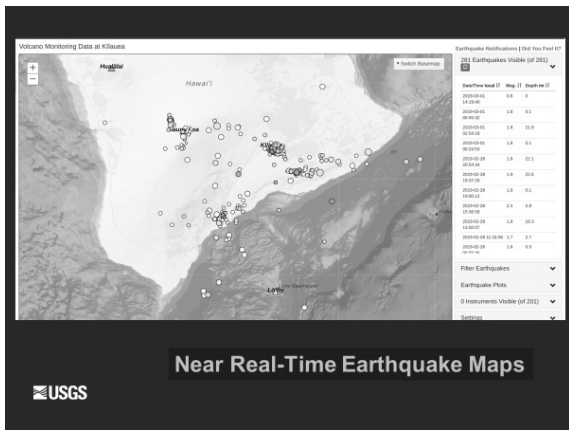


また、我々はウェブサイトも有効に活用しました。数時間ごとの出来事を少なくとも一日に 1 回アップデートしました。火山活動に関する写真や動画を頻繁に投稿しました。

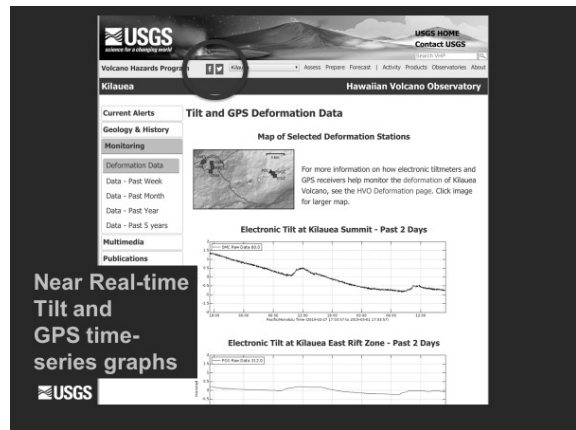


我々はウェブカメラも持っており、人々は毎日溶岩流マップを見ることができ、かなり活用されました。この中で我々は、過去 250 年で溶岩流が横切った場所を示し、人々に以前にもあったことなんだということを知ってもらいました。





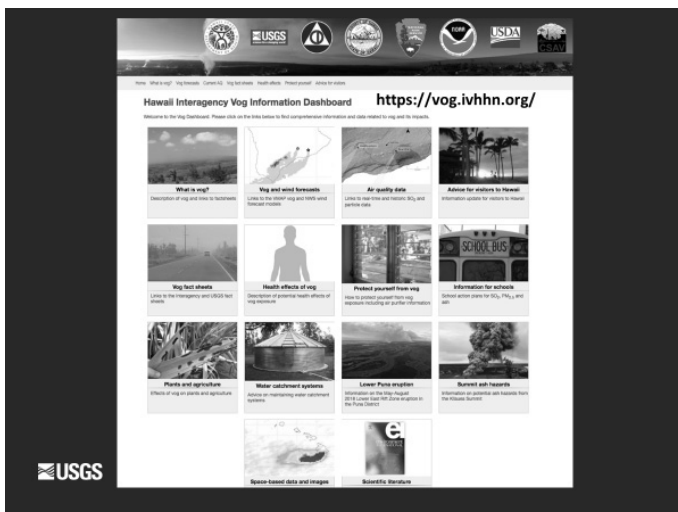
Near Real-Time Earthquake Maps



Near Real-time Tilt and GPS time-series graphs

これは準リアルタイムの地震活動を示すマップで、これも非常に評判が良かったです。

それから、準リアルタイムの GPS と傾斜計による地殻変動マップも活用しました。これはあまり人気がなかったです。恐らく、なかなか一般の方には理解するのが難しかったのだと思います。



そして、高い放出率が重要であった SO<sub>2</sub> について、このウェブサイトは HVO のものではありませんが、火山ガスの危険に関して多くの良い情報がありました。そして我々も、郡もウェブサイトの利用を促進することができました。

私はあまり詳しくないのですが、ソーシャルメディアが大きく取り上げられました。様々なプラットフォームで非常に人気がありました。しかし面白いのは、HVO は全くこの問題に人員を割けなかったということです。全ては他の観測所から来た人たちがやっていました。ですから、もちろん彼らは火山活動には精通していましたが、HVO のメンバーのようにキラウエア火山の活動に精通していたわけではありませんでした。この点を少し心配していましたが、幸い全て上手くいきました。

### USGS Volcanoes Facebook:

- Doubled page likes
- Reach of 19,000 people/day in April to ~155,000/day in May-June (>800% increase)

### USGS Volcanoes Twitter

- <10,000 to >50,000 followers (560% increase)
- ~2 tweets/day to ~35 tweets/day in June
- Average 450 impressions/day in April to ~3,500 per day in May/June (780% increase)

### Staff required: before & during, NO HVO staff

- 2+ person team
- 1 post/day
- 5 days/week
- 5 person team (HI to E. USA)
- many posts, ~18 hours/day
- 7 days/week



Outreach





最後の部分になりますが、HVO の拠点の移動についてお話しします。私たちは今回の噴火に合わせて何回も場所を変えました。1986 年から 2018 年まで私たちのオフィスはここにありましたが、さきほどの写真にありましたようにヒロ市にあるハワイ大学に避難しました。



そして 8 月に授業が始まると、今度は 1941 年に建てられたヒロ港にあるこちらの建物に移動しました。この場所は津波の被害が予想される場所ということで、つまり我々はある問題（火山）から別の問題（津波）に向かっていっているようなものでした。

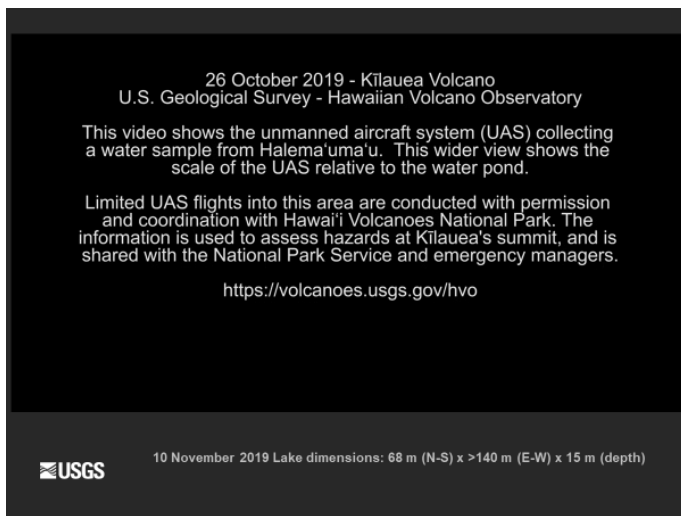
現在の HVO はヒロの通り沿いにある鉄工所にあるのですが、ここは津波の被害が予想される場所です。実際に 1946 年にこの建物は何度も被害を受けています。私のオフィスは 2 階にあるのですが、1946 年には津波がまさしくこの 2 階の部分を襲っているわけです。先週ちょうど津波からどうやって避難するかということをお話したばかりだったので、準備はできていました。



恐らく新しいビルができるまでの間、ここに 4、5 年はいると思います。それはおそらくヒロに建てることになるとは思いますが、我々はフィールドである国立公園で働くことが好きなので少し残念でもあります。ただ国立公園にも人々が入り出すための場所を用意するでしょう。



キラウエア火山は我々が退屈しないように、どんどんと変わってきています。現在ハレマウマウ火口の深さ 600 メートルに湖があります。湖の色は緑色で、少しずつ水位が上がってきています。最初に確認されたのは 7 月 25 日で、上空から確認されました。今 15 メートルから 16 メートルの深さになってきています。



こちらは最近撮ったビデオですけれども、資料の採取を行っています。サンプルを解析した結果、その湖の pH は約 4.2 でした。そして硫黄も 53,000 ミリグラム含まれており、これは全体の 75% を占めています。水の同位体は、主に雨水であることを示唆しました。ドローンで撮った写真もお見せします。湖の温度は摂氏 70 度から 80 度ぐらいで循環しているようで、非常にきれいな水が見えます。

我々は主な入力は南側にあると考えています。簡単に見えますが、これは 8 回目、9 回目によく撮れたものです。何回も失敗しました。



私の発表は以上となります。この写真は数か月前に撮った HVO のスタッフです。ご清聴ありがとうございました。

○司会：ありがとうございました。会場からご質問等がございましたら受け付けます。お願いします。

○質問者 1：土木研究所のミワと申します。すみませんがものですが、教えてください。

レイラニエステートとかカポホ湾とか、人が住んでいる所に溶岩が行きそうになったときに、溶岩を制御、コントロールしようというようなことは考えられなかったのかというのが一点と、もう一つは、それだけ危ないレイラニエステートとかカポホ湾に住んでいる方に対して、危険なので移転を促進するような、例えば移転する人に 5 万ドル補助しますとか、そういったようなことはされてないのか、以上 2 点をお願いしたいと思います。

○Kauahikaua：つまり溶岩の制御についてですね。ハワイでは何回か試みましたが、ハワイには長い歴史がありますが、あまり成功はしていません。

最近ではハワイ郡が、そのようなことをする場合土地所有者の認可が必要になる、承認が必要であるという決定をしました。この地域では土地所有者の多くが昔からいるハワイの人たちで、何らかの干渉に非常に反対しています。我々は主に溶岩制御の歴史と、それがどのように機能しどのように実行されたかについてのアドバイスをを行います。それが不可能だと言っているわけではありません。しかしハワイならではの状況がありまた文化的なものがあるので、なかなか難しくなります。

誰か移転のためのお金を提案したか、それは面白い質問だと思います。一つびっくりしたのは、カポホ湾周辺に 500 棟から 600 棟の家があり全てなくなってしまったのですが、面白かったのは、少しの後、何人かはあそこに戻りたいと言ったんですね。非常に大きな砂漠になってしまって、何もなくてまだ熱いにも関わらず。

連邦緊急事態管理庁（FEMA）は、資産購入など郡を支援することを検討していますが、郡と住民両方にとって何がベストかということを考えています。それが一つの選択肢です。

もう一つの選択肢なんですけれども、もう一つが完全に移転させるということです。例えば州の土地に移転させるということです。というのは、ほとんどの住民というのは、ここに住んでいる人たちは、やはりここに住みたいという強いこだわりがあるわけです。ですから、完全に危険からなくすということは、自分たちの本当の心の土地からなくすということでありまして、とても難しいです。いろいろな選択肢はありますが、まだはっきりと決まったものはありません。

○質問者 1：どうもありがとうございます。

○司会：他にございますでしょうか。萬年さん。

○質問者 2：こんにちは、温泉地学研究所の萬年と申します。

二酸化硫黄のガスがかなり深刻だったということなんですけれども、居住地にはどれぐらいの被害があって、実際にガスによる避難とかは行われたのでしょうか。

○Kauahikaua：SO<sub>2</sub>と高い排出量の影響についてですね。この10年ほど、ガスの放出量は徐々に増加していきました。2008年に溶岩湖ができた時に放出量は桁で増えました。そして今回の噴火に伴うキラウエア全体のガス放出量は5万トンを超えるものになりました。そして風下では、慢性的な呼吸疾患の患者がいて、どんどんと悪化してきました。そのため人々はしばしばERに行きまして呼吸困難を訴えていました。また一部の収穫穀物も、やはり風下で深刻な影響を受けました。

また、見た目にも硫黄の粒子などVog（火山性の霧）の中にあり、視界が不良になるということがありました。その大部分は約2キロメートルの高さにある気温逆転層まで浮上して停滞し、それが全体に島を覆ってしまい、観光客の視界を遮ってしまいました。

実際に私が聞いたわけではありませんが、被害としては主に作物の損害が大きかったです。一部の牧場では牛が歯の病気にかかるという被害も出ました。これは噴火して35年に渡る長期的なもので、徐々に悪化していきました。これまで測定することさえ困難でした。非常に多くの硫黄と水が地下水によって洗い流されていったと考えられています。ガスの量は1日当たり5万トンから30トン未満にへりました。

多くの作物がひどい影響を受けました。例えば葉っぱが焼けてしまうこともありました。また風下では多くのプロテアが栽培されており、それらは空気中の酸性粒子に非常に敏感でした。それについてはさらに情報を提供することはできますけれども。

○司会：あと1件だけ。宝田さん、お願いします。

○質問者 3：大変面白い発表でした。海に溶岩流が入って観光客が船でけがをしたということでしたが、なぜ被災地に近いところに船が出ることを郡やUSGSは許可したのでしょうか。

○Kauahikaua：郡がなぜ観光船を許可したのかというご質問のようですが、それは彼らに聞いていただくしかないと思います。

申し上げましたように、私たちは幾つかの爆発的噴火を35年にわたって観測してまいりました。どれぐらい遠くまで噴出物が飛んでいくのかまではよく分かりませんでした。最悪のケースとして400メートルという数字を出しましたが、ただ、飛んでくる火山弾などから被害を避けるというのであれば、もっと遠くまで行かなければなりません。

ただしそれを決めるのは規制当局です。陸上では、公園関係者たちのほとんどの人たちが 400 メートル以上離れていました。でも海のほうに出てしまいますと、沿岸警備隊の管轄になります。なぜ 400 メートルなのか、私たちは分かっていますが、彼らは 10 年、20 年ずっとやっているわけですよね。崩壊するのも見てきましたし、被害を何とか避けてきたので、だからオペレーターに 400 メートル圏内でも入ってもらっていいだろうと考えたのでしょう。

この船は中に入るのを許可された船だったのですが、どれくらい近くまで行ったのか分かりません。250 メートルほど離れていたと、沿岸線からはそれくらい離れていたと言っているのですが、ビデオを見てみますと、ほとんど沿岸着いているのではないかぐらいの近さに見えます。ですので、今まだオペレーターが起訴されるかどうか、安全でないオペレーションをしたのではないかという疑いで訴訟なども起こっています。

しかし、2 日後にはまたツアーは再開していました。どうも大もうけしているようです。当時は一人あたり 200 ドルぐらいだったのですが、20 人ぐらい船に乗せていました。幸いにして、けがをした人はいましたが、命を落とした人はいませんでした。

もう 1 人、転んでけがをしたとか、噴火を見ようと思って身を乗り出して転んだ人たち以外に、ある男性が噴火をしている割れ目噴火から 50 メートルから 60 メートルぐらい離れた所に住んでいたそうで、避難をしないで噴出してくる噴火をずっと見ていたそうです。それが一つ自分に飛んできて、足を折って、そしてヘリコプターで避難せざるを得ませんでした。でも、生きてちゃんとその話をできるぐらいでしたので、命を落とすことはありませんでした。

○司会：ありがとうございます。それでは、本発表はここまでとさせていただきます。改めまして拍手をお願いいたします。

○司会： それでは、ワークショップの講演を再開させていただきます。休憩後、最初の講演ですが、「日本における火山防災の取組」というタイトルで、内閣府政策統括官（防災担当）、調査・企画担当の古市企画官からご発表いただきます。よろしくお祈りいたします。

## 講演2 「日本における火山防災の取組」

古市秀徳氏（内閣府政策統括官（防災担当） 調査・企画担当 企画官）

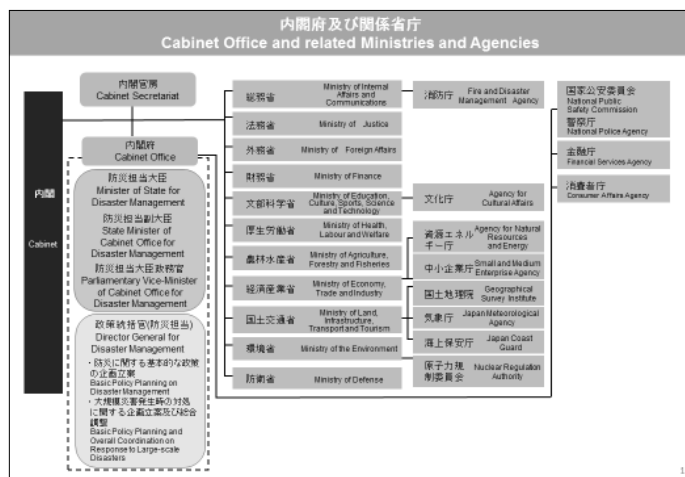
○古市：皆さま、こんにちは。ただ今ご紹介をいただきました、内閣府防災担当、調査・企画担当の企画官をしております、古市秀徳と申します。



今日は「日本における火山防災の取組」というテーマで30分お話をさせていただきたいと思います。なお、本日は私の上司の林が本来発表する予定だったのですが、所用のため欠席させていただき、私が代理ということで発表させていただきます。

本日は前半に、まずは日本・我が国の防災体制全般についてご紹介をさせ

ていただいた後に、後半に火山関係の我が国の体系ですとか取り組みについてお話をさせていただきます。どうぞよろしくお願いいたします。



こちらは我が国の中央政府の組織図であります。内閣の下にさまざまな省庁がありますけれども、国の防災について全体的な調整を行っているのが、私がおります内閣府でございます。スライドで言いますと左側のほう、緑色のところです。

また、内閣府の特命担当大臣の一つとして、防災担当大臣が置かれていま

す。この国の組織はさかのぼること18年前、2001年に省庁再編がありまして、今の体制になっています。そのとき、18年前に初めて、防災を専ら担当する防災担当大臣というのが置かれまして、現在に至るまで大臣が設置されており、我々防災担当の職員はこの大臣の下、国の防災に関する基本的な政策、それから大規模災害時の企画立案、総合調整などを担っているところです。

なお、大臣は政治家ですが、我々事務方の専ら防災を担当する者のヘッドとしては、政策統括官という者がおりまして、他の役所で言いますと局長に当たるポストでございます。こういった体制でやっております。

なお、総合調整と言いますと大層立派な組織であるかのように見えますけれども、実は私どものおります内閣府の防災担当は百数十名の非常に小さな組織です。またそのメンバーも、大半は他の省庁から、あるいは地方自治体からの寄せ集めのメンバーになっています。私も国土交通省が出身、本拠地でございます。期間限定で内閣府に来て、火山防災を含む防災をやっているというところでございます。

**中央防災会議**  
Central Disaster Management Council

- 会長は内閣総理大臣  
Chaired by the Prime Minister.
- 全閣僚、主要な公共機関の長及び学識経験者で構成  
Consists of Ministers, heads of public institutions and experts.

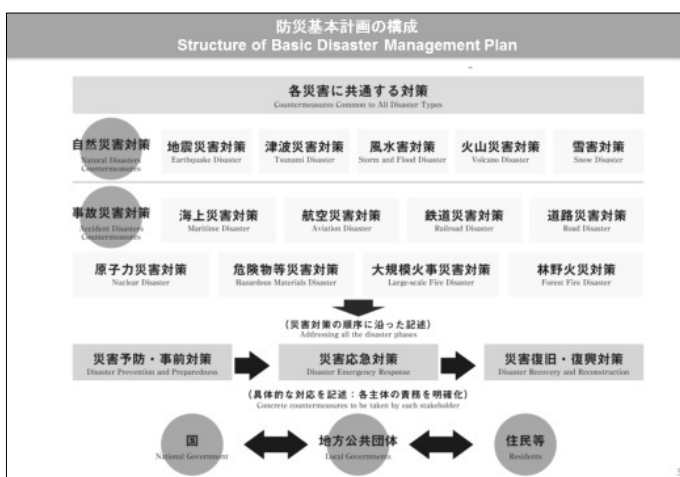
会議は、防災基本計画の作成や防災基本方針の策定など、総合的な災害対策を推進する役割を担っている。  
The Council develops the Basic Disaster Management Plan and establishes basic disaster management policies, and plays a role of promoting comprehensive disaster countermeasures.



こちらは中央防災会議という会議のご紹介です。この会議は何かと言いますと、我が国の防災対策の大きな方向性を決める、一番重要かつ最高位の会議であります。この会議は、1961年に法律が作られました災害対策基本法の中で位置づけられている会議として、この会議のトップ、会長は内閣総理大臣、そして全ての大臣、閣僚、さらに

は主要な公共機関の長および学識経験者でメンバーが構成されています。

この会議でいろんなものを決めているのですが、大きなものとしまして、また後ほど程紹介しますけれども、災害対策基本法という法律で我が国の防災計画の基本となっている防災基本計画ですとか、その他、重要な国の防災の方針を決めていくさまざまな計画ですとか方針といったものを、この会議で決めていっているというものでございます。



こちらは、防災基本計画がどのようなになっているかというものでございます。防災基本計画というのは、火山を含む全ての災害について、基本的な事項を定めている最もベースとなる計画であります。火山を含む自然災害のみならず、鉄道事故ですとか火事ですとか、そういった人為的な事故も含めて、

これら全体に共通する内容と、個別の災害の基本的な内容について述べられています。

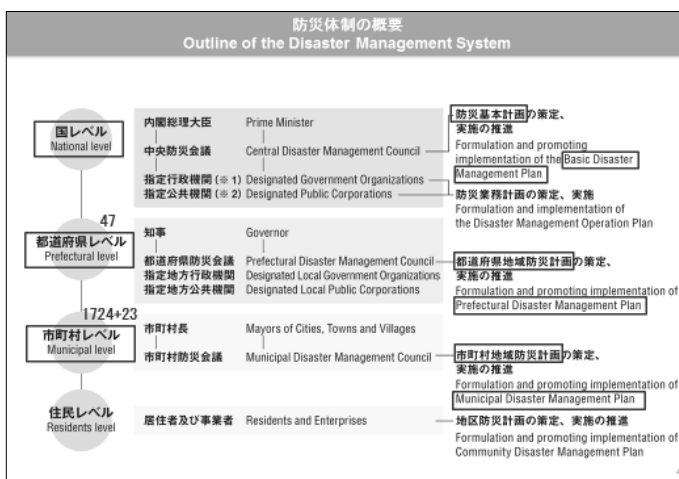
また、この基本計画の中では、災害対策のタイムラインに沿ってどのような対応を取るべきか、またその対応を、国なのか県なのか、市町村なのか住民なのか、誰が取るのかというところも明確に記載がされているというところが特徴です。

基本計画がこのような体系になっている、構成になっている歴史的な背景といたしましては、この防災基本計画のベースとなる災害対策基本法がどのように成立をしたのか、というところまでさかのぼることになります。

この法律ができたのは今から 60 年前、1959 年に、5000 人以上の死者が出ました伊勢湾台風という大きな台風がありました。これがきっかけとなっておりますが、それより前はこういった大きな災害に対して、いつ誰がどのように取り組むのかというのがルールとして明確にはっきりしていなかったということで、この法律で定めたというところでもあります。

伊勢湾台風がベースになっていますので、風水害の対策をどうするのかというのが元々の法律のベースになっていますが、その後、さまざまな地震ですとか火山ですとか、いろいろなものが大きな被害を伴いながら起きてくる中で、この防災基本計画のほうも内容を充実させながら現在にきているということでございます。

こちらが全体の計画でして、火山についてはここにも記載がありますし、後ほどご紹介をします、火山に特化したフォーカスした法律の中でも、詳しく対策が定められているということです。



こちらは国の防災体制に対して、都道府県や市町村がどのような体制になっているのかというのを示したものでございます。国においては、先ほどお話ししました中央防災会議において、トップである内閣総理大臣の下、関係機関が会議を持っていて、そこで計画を作っておりますが、都道府県や市町村でも同様のスキームになっています。都道府県であれば、知事が都道府県の防災会議のメンバーと共に地域防災計画を作りますし、市町村であれば市町村長が防災会議の中で地域防災計画を作り、その計画に基づいて取り組みをするということですが、都道府県や市町村でも同様のスキームになっています。都道府県であれば、知事が都道府県の防災会議のメンバーと共に地域防災計画を作りますし、市町村であれば市町村長が防災会議の中で地域防災計画を作り、その計画に基づいて取り組みをするということですが、都道府県や市町村でも同様のスキームになっています。都道府県であれば、知事が都道府県の防災会議のメンバーと共に地域防災計画を作りますし、市町村であれば市町村長が防災会議の中で地域防災計画を作り、その計画に基づいて取り組みをするということですが、都道府県や市町村でも同様のスキームになっています。

知事が都道府県の防災会議のメンバーと共に地域防災計画を作りますし、市町村であれば市町村長が防災会議の中で地域防災計画を作り、その計画に基づいて取り組みをするということですが、都道府県や市町村でも同様のスキームになっています。都道府県であれば、知事が都道府県の防災会議のメンバーと共に地域防災計画を作りますし、市町村であれば市町村長が防災会議の中で地域防災計画を作り、その計画に基づいて取り組みをするということですが、都道府県や市町村でも同様のスキームになっています。



政府災害対策本部の設置 Establishment of Government Management Headquarters		
	緊急災害対策本部 Extreme Disaster Management Headquarters	非常災害対策本部 Major Disaster Management Headquarters
設置基準 の目安 Criteria	著しく異常かつ甚大な非常災害 際時に被災地域の極めて大規模かつ広範囲に被害が発生した 場合 ※東日本大震災	非常災害 ※令和元年台風第19号、平成11年7月地震、平成11年阪神地震 平成12年御前山噴火、8月新潟・東宮 平成18年新潟中越地震、平成19年熊本地震など
設置権者 Establisher	内閣総理大臣(閣議決定必要)	内閣総理大臣
本部長 Chief	内閣総理大臣 Prime Minister	国務大臣(防災担当大臣) Minister of State (Minister for Disaster Management)
副本部長 Deputy Chief	国務大臣(防災担当大臣及び内閣府副長官)	内閣官房若しくは指定行政機関の職員又は指定地方行政機関の長若しくはその職員のうちから内閣総理大臣が任命(内閣府副大臣又は大臣政務官)
本部長 Members	・全ての国務大臣 ・内閣危機管理監 ・副大臣又は国務大臣以外の指定行政機関の長のうちから内閣総理大臣が任命する者(内閣府副大臣(防災担当))	内閣官房若しくは指定行政機関の職員又は指定地方行政機関の長若しくはその職員のうちから内閣総理大臣が任命(関係省庁局長)
事務局長 Secretary General	内閣府政策統括官(防災担当)	
所掌事務・権限 Jurisdiction and Authority	・災害応急対策を的確かつ迅速に実施するための方針の作成【法第28条第1号、法第28条の4第1号】 ・災害応急対策の総合調整【法第28条第2号、法第28条の4第2号】 ・必要な緊急の措置の実施【法第28条第3号、法第28条の4第3号】 ・指定地方行政機関、地方公共団体、指定(地方)公共機関に対する必要な指示(本部長の権限) 【法第28条第2項、法第28条の6第2項】 ・指定行政機関に対する必要な指示(緊急災害対策本部長のみの権限)【法第28条の6第2項】等	

こちらのスライドは、大きな災害が起きたときに国でどのような態勢を取るのかというものでございまして、二つ大きな対策本部があるというご紹介です。

小さな水害あるいは災害であれば、それぞれの基礎となる自治体、市町村で対応いただきますし、一つの市町村では対応が難しい、あるいは複数の市

町村にまたがって被害が大きい場合は、都道府県が対応に乗り出しますが、それでも対応が難しい場合、もしくは被害が広域に渡る場合などは、国が対策本部を立ててやります。

二つ対策本部がありまして、数年に一回ぐらい立ち上がるのが非常災害対策本部。そして、著しく大きな非常災害のときには緊急災害対策本部というものが位置づけられていまして、こちらは本部長が内閣総理大臣になりますが、非常災害対策本部は防災担当大臣が本部長となります。

今まで緊急災害対策本部が立ち上がったのは、2011年の東日本大震災のときのみとなっております。

こういった対策本部の目的としましては、ここに書いてありますように応急対策の総合調整ですとか、地方公共団体に必要な指示ですとかそういった、言ってみれば国家レベルの大きな災害に対して、国がしっかりマネジメントをするというような趣旨であります。官邸に災害対策本部が設置されますと、必要に応じて現地にも現地災害対策本部が設置されることがあります。

政府災害対策本部の設置 - 現地 - Establishment of Government Management Headquarters - On-site	
緊急災害/非常災害 現地対策本部 On-site Headquarters for Extreme Disaster/Major Disaster Management	
設置基準 Criteria	被災地と緊急災害対策本部等との連絡調整、被災地における災害応急対策推進体制の確立が特に必要な場合
本部長 Chief	内閣府副大臣、内閣府大臣政務官 等 Cabinet Office Deputy Minister, Cabinet Office Parliamentary Secretary etc.
主な役割 Main Roles	①被害状況・被災地の対応状況、広域的支援状況の把握 これらに関する情報の関係機関、本部等への連絡 ②被災地からの要望の把握、要望事項の本部への伝達 被災地の地方公共団体との調整、政府の行う施策についての被災地への広報 ③国又は国に申し出のあった機関等の支援に係る人員・資の輸送、供給に関する連絡調整 ④国の施設を活用した避難者の収容についての連絡調整 ⑤被災地における航空安全確保に関する調整 ⑥政府調査団、大臣等政府関係者による現地調査、現地視察等に係る日程等の連絡調整
【参考】	<ul style="list-style-type: none"> <li>・被災地と道路大震災の際、閣議決定により現地対策本部を兵庫県に設置した。</li> <li>①被災地方公共団体との連絡調整</li> <li>②現地の情報や支援要望の収集・迅速・東京の本部への伝達</li> <li>③国の施設等に関する情報の現地への提供・広報</li> <li>④内閣府副大臣等被災地方公共団体の対応に対する支援、協力等</li> <li>・上記等の役割を果たしたことを踏まえて、災害対策基本法の改正により現地対策本部の設置について法定化</li> <li>・東日本大震災では、現地対策本部を宮城県に設置し対応</li> </ul>

東京・霞が関の会議室に関係省庁が集まってやるだけでは、なかなか現地の状況が把握できなかつたり、現地のきめ細やかなリクエスト・要望が入ってこないというようなところがありますので、大きな災害が起きときには現地に人を派遣して、都道府県あるいは市町村が、あるいは住民の方がお困りになっているところをしっかりと把握をし

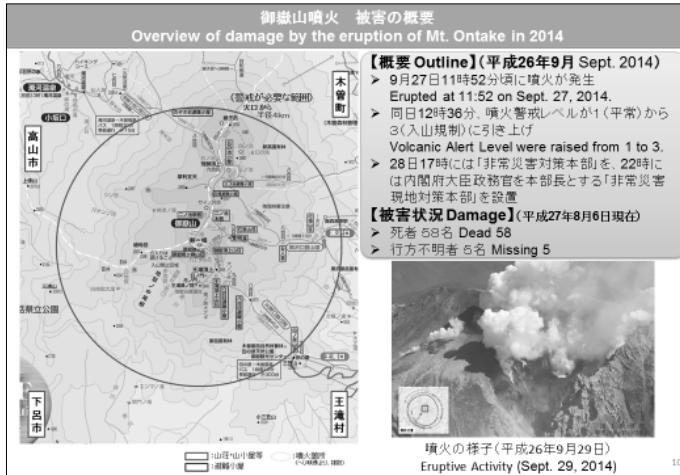
て、必要な調整を行うというような体制を取っているということでございます。

以上、全体的な災害対策についての我が国の体制についてご紹介をさせていただきましたが、続きまして火山の話に入っていきたいと思っております。



ございます。毎年というわけではないですが、コンスタントに大きな火山の噴火があるということで、ものによってはお亡くなりになる方も多数出ているという状況です。

この中で特に近年、国の火山行政において大きな転換点となった災害がこちら、赤く囲ってあります2014年の御嶽山の噴火であります。ここにありますように、60名を超える死者・行方不明者が出たということで、火山関係者のみならず、日本国民全体に大きなインパクトを与えた災害となりました。



御嶽山というのはちょうど日本の真ん中あたり、岐阜県と長野県の県境にあるのですが、2014年9月27日のお昼少し前に噴火が発生しました。ちょうど9月27日というのは、この辺りはロープウェーがあって登山が簡単ができるということで、もともと登山客の人気のスポットなのですが、特に紅葉、秋の樹木が赤くなって最高の見頃を迎

えていた時期、さらにお昼前で土曜日、快晴ということで非常に多くの方が、一年の中でも最も人が山頂の周辺に集まっているときに、不幸にも噴火が起きてしまったということで、そのときに発生した噴石等で、多くの方がさほど時間を置かずに命を失われてしまったということがございます。



そういった中で、国では、その日の夕方には先ほどご紹介をしました非常災害対策本部を、またその日の夜には現地の対策本部を設置するなど、迅速な対応に努めたというところです。

こちらが、2014年の御嶽山噴火のときの政府の対応の例でございます。今お話をしましたように、当日の夕方には、防災大臣をチーフとして関係機関

が集まります非常対策本部を東京に設置し、また夜には、長野県庁に大臣政務官、防災担当のナンバー3 ですけども、政務官を本部長として主な省庁で構成される現地本部を設けて、長野県などと密接にやり取りをしながら救助活動などに取り組んだということがございます

御嶽山の噴火というのは、非常に我が国の火山行政の転換点になったとお話をさせていただきましたが、こちらが御嶽山噴火を踏まえて、振り返ってのその後の取り組みということです。大きなものとしまして、次の年 2015 年の 7 月に、活動火山対策特別措置法というのが大きく改正をされたということでございます。

御嶽山噴火を受けた活動火山対策特別措置法の改正の経緯 Sequence of Amendment of Act on Special Measures Concerning Active Volcanoes	
昭和47年 (1970)	桜島の噴火活動が活発化
昭和48年 (1971)	7月 Jul. 「活動火山周辺地域における避難施設等の整備等に関する法律」の制定 ・避難施設の整備事業、防災意識対策事業の実施
昭和53年 (1976)	4月 Apl. 上記法律を「活動火山対策特別措置法」に改正 ・降灰除去事業、降灰防除事業の実施
平成26年 (2014)	9月 Sep. 御嶽山噴火 Eruption of Mt. Ontake
	11月 Nov. 中央防災会議防災対策実行会議に 「火山防災対策推進WG」設置
平成27年 (2015)	3月 Mar. 「火山防災対策推進WG」報告 【報告の概要】 ・国による火山防災対策の基本方針の策定 ・住民、登山者等への情報提供の強化 ・火山専門家による火山防災協議会への積極的参加を推進 など
	7月 Jul. 「活動火山対策特別措置法」の改正 (12月施行) Amendment of "Act on Special Measures Concerning Active Volcanoes"
平成28年 (2016)	2月 Feb. 「活動火山対策の総合的な推進に関する基本的な指針」公表 「火山災害警戒地域」指定 ・全国49火山周辺の23都道府県、延べ155市町村を指定

ここでさまざまな対策が追加で位置づけられたのですけれども、ちょっとここで、その前の火山の法律・制度はどんなものだったかということをお話させていただきます。

もともと火山にフォーカスをした法律ができたのは 1971 年、今から約 50 年前ということですが、ちょうどそのときに鹿児島県の桜島の噴火が活発化していたということで法律が作られました。このときには、降ってくる灰に対する対策ですとか、灰で農業がダメージを受けますので、それに対する対応策といったようなことが法律の主な事項になっていました。5 年後に名前が替わっておりますけれども、いずれにしても、人命を守るとか、そのための避難をするというところは、あまり法律の主眼に置かれていなかったというのがあります。

それが、2015 年の改正で避難について細かく規定がなされたというところでございます。こちらが 4 年前の法改正の主な内容となっております。大きなポイントとしては、ここに書いてありますように、住民や登山者など、さまざまな者に対する迅速な情報提供や避難が必要だということで、火山ごとにさまざまな主体が連携して対策を検討する必要があるというのが、法律改正の背景です。そういった中で、法律の中で「火山防災協議会」というのを火山ごとに設けることとし、黄色いところのメンバーが普段から、火山で噴火が起きたときにどのような対策を取るのか、どのように避難を安全にするのか、ということプランニングしてもらおうということが義務づけられたということです。また、ここで決められた避難のルールをそれぞれの県とか市町村は、先ほどお話をしましたそれぞれの組織の地域防災計画の中に記載をするということも義務づけられたということでございます。



噴火警報と噴火警戒レベル Volcanic Warnings and Volcanic Alert Level			
種別	名称	対象範囲	レベルとキーワード
特別 警報	噴火警報 (居住地域)	居住地域 及び それより 又は 噴火警戒 レベル3	<b>避難</b>
	噴火警報 (火口周辺)	火口周辺	<b>避難準備</b>
警報	噴火警報 (居住地域 をくまへ)	居住地域 又は 火口周辺	<b>入山規制</b>
	噴火警報 (火口周辺)	火口周辺	<b>火口周辺 規制</b>
予報	噴火予報	火口周辺	<b>活火山である ことに留意</b>

**噴火警報とは  
Volcanic Warnings**

○ 気象庁が、全国111の活火山を対象に、生命に危険を及ぼす火山現象の発生やその拡大が予想される場合に「警戒が必要な範囲」を明示して発表する警報。

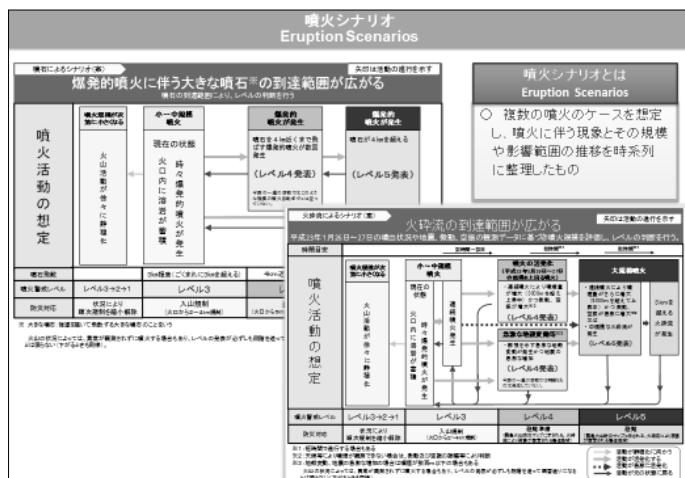
**噴火警戒レベルとは  
Volcanic Alert Level**

○ 「警戒が必要な範囲」を踏まえて、防災機関等との連携行動を5段階のキーワード(「避難」「避難準備」「入山規制」等)に区分した指針。

○ 地元自治体と「いつどこから誰が避難すべきか」について合意した火山において噴火警報と併せて発表。

こちらは、我が国の火山噴火活動等に対して気象庁が発表している、噴火警報と噴火警戒レベルについてのご紹介です。先ほどお話をしました全国111の活火山を対象に、命に危険を及ぼすような現象が発生したり拡大したりというときに、警報を発令することになっていまして、その警報は3段階あるということです。

また、その一部の火山においては、住民の方に分かりやすくお示しをするために、5段階の警戒レベルというのが設けられていまして、火山がどういう活動が起きていて、どういう危険があって、どういう行動を取らなきゃいけないのかというのは、なかなか一般の住民の方に分かりづらいというところがありますので、シンプルな言葉と数字で、迅速な避難行動を地方自治体、住民の方に判断してもらうために、こういった発表の取り組みをしているということです。



避難計画を作るためにどういうことをしているのかということで、まず、先ほどお話をしました地域の関係者で集まった協議会の中で、噴火が起きたらどうということが、いつ起きていくのかというシナリオを立てます。



その上で、ハザードマップ、防災マップ、同じようなものですが、シナリオに沿った火山噴火の影響範囲と、その影響範囲に対応した避難の計画などを地図に落とし込んで、関係者に分かりやすく理解してもらうようにするというものです。

その上で文字の避難計画に落とし込んでいくんですけども、なかなか





こちら、火山防災対策会議のご紹介です。ここに書いてある内容を目的としまして、こういったメンバー、火山に精通されている有識者の方、関係省庁の局長、部長といったレベルで構成されているものでございます。

また、この会議の下にワーキングですとかさまざまな会議がありまして、もう少しフットワークを軽く検討もやっているとこのころであります。いろんなテーマに基づいて施策の検討等をやっているということでございます。

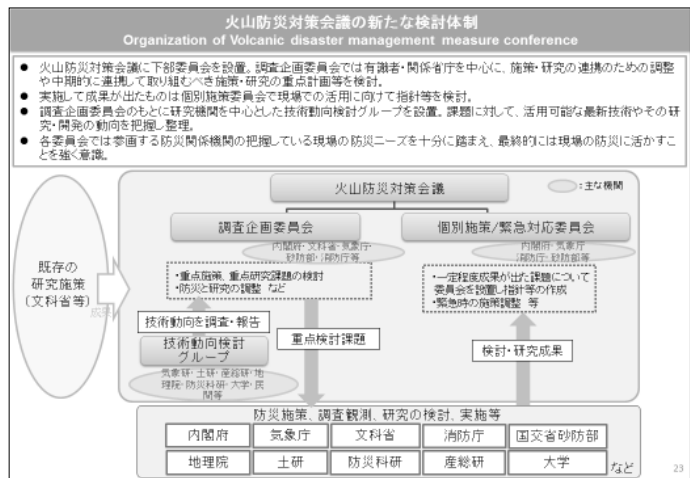
こちらは、今、国として取り組んでいるものとして、大きな噴火で広域に火山灰が降ったときの影響と対策について考えなければいけないということで、去年から検討を始めているということです。

**火山防災対策会議**  
Volcanic disaster management measure conference

火山防災対策の立案と監視観測・調査研究体制をより強化することを目的に、複数の関係機関同士の連携強化により、一体的に火山防災を推進する体制を益備する。

- ①国、大学、研究機関で実施している火山観測について、相互の協力・補完及び観測データの共有
- ②火山研究者の火山防災協議会への積極参画
- ③各火山地域における防災対策の推進のため、多くの地域が抱える課題の抽出と推進体制構築
- ④一体的に火山防災を推進する体制
- ⑤「御嶽山噴火を踏まえた今後の火山防災対策の推進について(報告)」(平成27年3月26日中央防災会議防災対策実行会議火山防災対策推進ワーキンググループ)の実施すべき取組事項のフォローアップ

<p>【学術委員】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>池谷 浩 (一財)砂防・地すべり技術センター 研究顧問</li> <li>石原 和弘 京都大学 名誉教授</li> <li>清水 洋 九州大学 大学院理学研究院 教授</li> <li>田中 淳 東京大学 大学院情報学 教授</li> <li>藤井 敏嗣 東京大学 名誉教授 [座長]</li> <li>三浦 啓 東北大学 大学院理学研究科 教授</li> <li>森田 裕一 東京大学 地震研究所 教授</li> </ul>	<p>【行政委員】 ※関係省庁及び関係機関代表</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>内閣府 : 政策統括官(防災担当)</li> <li> : 政策統括官(科学技術・イノベーション担当)</li> <li>消防庁 : 国民保護・防災部長</li> <li>文部科学省 : 研究開発局長</li> <li>国土交通省 : 水管理・国土保全局 砂防部長</li> <li>国土院 : 参事官</li> <li>気象庁 : 地震火山部長</li> <li>海上保安庁 : 海洋情報部長</li> <li>情報通信研究機構 : 電磁波研究所「モートセンシング」研究室長</li> <li>防災科学技術研究所 : 火山防災研究部門長</li> <li>産業技術総合研究所 : 地質調査総合センター 活断層・火山研究部門長</li> <li>土木研究所 : 土砂管理研究グループ長</li> </ul>
--	--



**大規模降灰時の対応策の検討**  
Considering the measures against massive volcanic ash fall

**○趣旨**  
大規模噴火時には山麓のみならず、遠隔地域においても火山灰が堆積し、国民生活、社会経済活動に大きな混乱が生じることが懸念されていることから、都市機能が集積した首都圏等を含む広域地域における、大規模噴火時の対応策の在り方等を検討する。

**○スケジュール**  
平成30年9月11日に第1回、12月7日に第2回、平成31年3月22日に第3回を開催

**○論点**

- ・首都圏等を含む広域の降灰対策を検討するための被害想定
  - ・富士山をモデルケースとした、噴出率、風向等による複数パターンでの降灰の時系列シミュレーション
  - ・シミュレーションを元にした被害想定
- ・交通、ライフライン等、各分野で実施する降灰に対する応急対策
- ・降灰の実施手順や処分場確保の考え方 等

委員	所属
◎座長	東京大学名誉教授
◎座長	京都大学名誉教授
伊藤 敏嗣	東京大学先端科学技術研究センター教授
大野 宏之	一般社団法人国土交通研究協会理事長
藤山 千広	豊田大学大学院工学研究科教授
藤川 寿志敏	筑波大学大学院環境防災研究科教授
池谷 浩也	東京大学大学院情報学総合研究センター教授
多々 裕一	京都大学防災研究所教授
田中 淳	防災科学技術研究所教授
水田 尚人	一般社団法人日本防災士協会副会長兼防災委員会委員
長谷川 健二	一般社団法人日本経済団体連合会「シミュレーション」センター本部長
奥 康範	山梨大学大学院総合工学部工学専攻教授
藤原 一樹	理研川島地質学研究所主任研究員
山崎 隆	東北大学防災・防災技術研究所教授

◎ : 主催

これは富士山をモデルケースに、風が吹いて東京、横浜に灰が降ったときのあたるケースなんですけれども、これだけ範囲が広がりますと、一つの自治体、一つの県ではどうしようもないと、さらには、1000万人以上が住んでいるエリアで灰が降るので影響も大きいということで、まずは国として、どういったことが起きて、どういう対策を地方が取ることができ

るのか、また、国はそれに対してどういうサポートができるのかということを含めて、まずきっかけ、一歩としてこういう取り組みをやっていかねばならないということ、取り組んでいるところがございます。





また、本当に簡単な紹介にとどめますが、火山について関係者および住民の方によく知っていただくということが大事だと思いますので、動画を作ったり、手引きを作ったり、いろんな取り組みをさせていって、ホームページ等で紹介させていっているということがございます。

以上、少し最後は駆け足になりましたが、我が国の火山防災の取組ということでご紹介をさせていただきました。ご清聴どうもありがとうございました。

○司会：古市企画官、どうもありがとうございました。ただ今の講演に対し質問等ございますでしょうか。ないようでしたら次の講演に移りたいと思います。どうもありがとうございました。

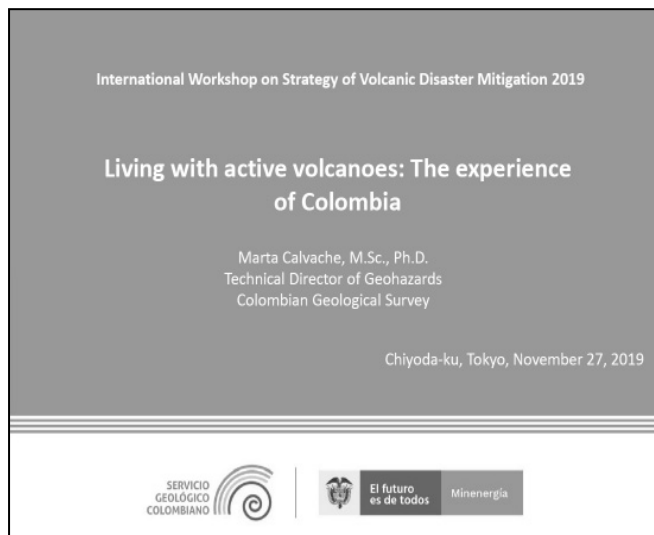
○古市：ありがとうございました。

○司会：続いてのご講演は、講演3「火山と共に生きる～コロンビアにおける経験より～」、ご発表は、コロンビア地質研究所の Marta Lucia Calvache 博士にご発表いただきます。

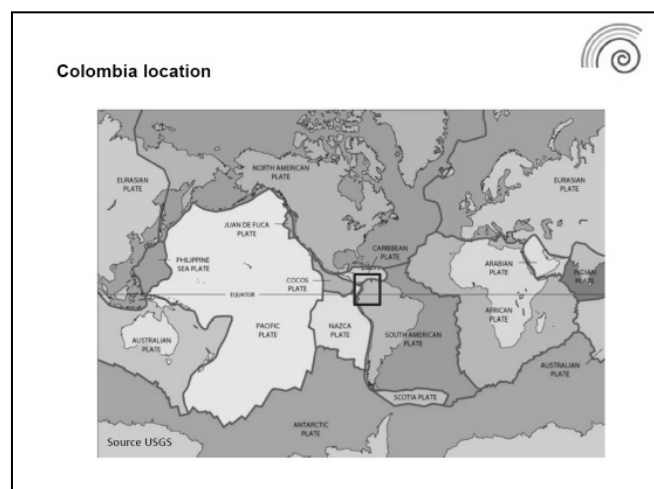
### 講演3 「火山と共に生きる～コロンビアにおける経験より～」

Marta Lucia Calvache 氏 (コロンビア地質調査所)

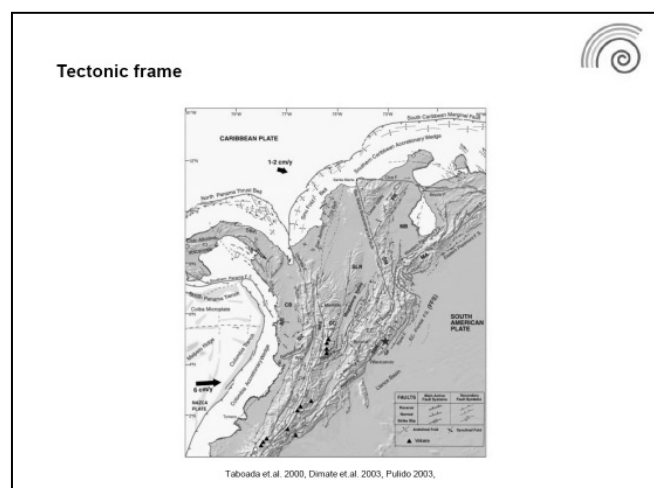
○Calvache : 皆さまおはようございます。今日をご招待いただき、また、コロンビアの火山における我々の経験についてお話させていただく機会を与えてくださりましてありがとうございます。



今日コロンビアについてお話しします。私たちの国は幾つかのプレートが重なっている所にあり、地震が起こり火山もあります。長い間、私たちは火山について知ってはいましたけれども、もし噴火したらどうなるか、ということについては分かっていませんでした。私たちは火山と共に生きる国ではあるのですが、噴火が起きることを想定していなかったのです。



我々の国はここにあります。南米プレート、ナスカプレート、そしてカリブプレートの上にあります。コロンビアにはいくつかの山があり、非常に大きなアンデス山脈もあります。そしてほとんどの火山は、コロンビアの中部にあります。



ナスカプレート、カリブプレート、そして南米プレートがそれぞれ押し合い、このような山脈ができあがり、多くのコロンビア人がこのような山間部に住んでいます。そしてこれらの火山は地質年代では非常に活発です。しかしコミュニティとしては、それほど多くの噴火を経験していませんでした。そして、私たちにとって地震活動や噴火活動というのは毎日の生活においては決して最優先事項ではありませんでした。



Country Experiences: Nevado del Ruiz Volcano

- The geological knowledge of the volcano was known that in the last **13,000 years** the volcano had had **9 major eruptive episodes** and recognized the two episodes that were described historically: **1595 and 1845**.
- It took approximately **one year of volcano activity** before the main eruption.
- In 1985, the country had **no monitoring or assessment evaluation programs of volcano risk**.
- There was **no perception** in the communities or authorities of a volcanic eruption consequences.

私たちは熱帯の国なので、人々はほとんど氷を見たことがありませんでした。ネバド・デル・ルイス火山での噴火の間、マグダレナ川では非常に大きな氷の塊が流れてきたと書いています。そして、その氷の塊はネバド・デル・ルイス火山からやってきたものでした。これらの噴火の際にラハールや泥流が発生し、標高の高いところにある氷がマグダレナ川に運ばれてきたのです。

そして、コロンビア大学の大学院生や海外の学生の研究から、過去 13 年の間にネバド・デル・ルイス火山では 9 回の大きな噴火が起こり、またネバド・デル・ルイス火山では、1 年間の火山活動の後本格的に噴火するということが分かりました。また 1985 年当時、火山活動を監視する観測機器はありませんでした。また、ハザードやリスクについて評価することはありませんでした。つまり、火山であることは分かっていたのですが、噴火の経験がなく、想定もしていませんでした。実際に噴火が起きた時にインフラがどうなるのか、ということは全く考えていませんでした。またコミュニティや当局にとっても、そういった認識がありませんでした。

私は活火山の隣で育ちましたが、私の高校でもあるいは小学校でも、火山の活動について何も教わりませんでした。私はそれが活発な火山であることは知っていましたが、もし噴火したら何が起きるか、何が計画されているかということは誰も言うてくれませんでした。

Country Experiences: Nevado del Ruiz Volcano

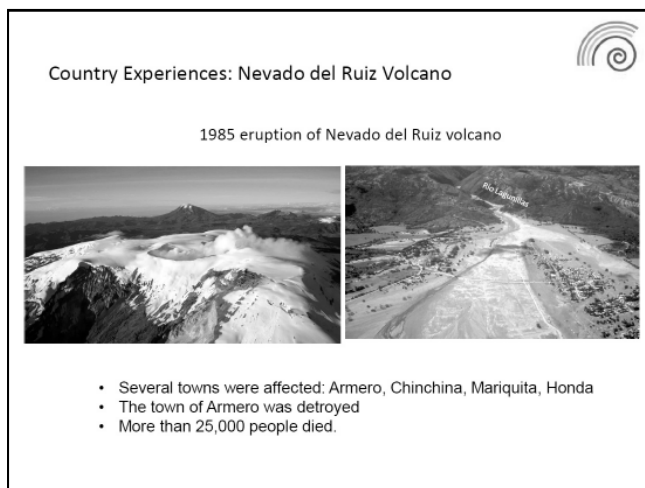
Hazard map of Nevado del Ruiz, October 1985

El mapa de riesgo volcánico causará desvalorización

The volcanic risk map will cause devaluation

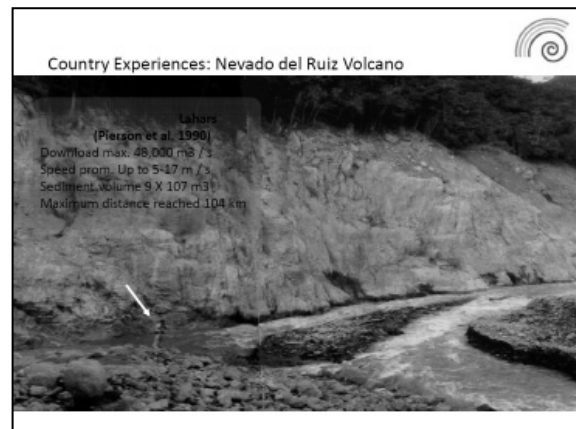
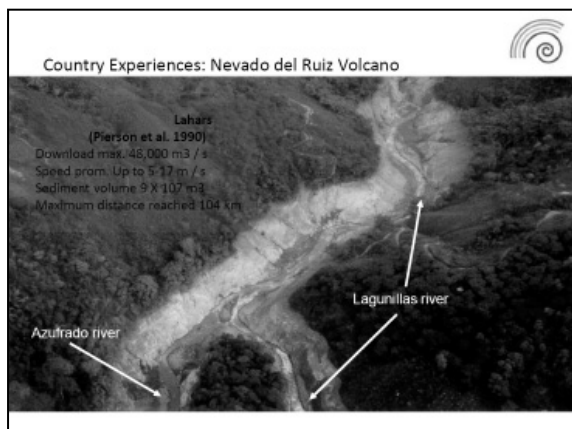
ネバド・デル・ルイス火山では 1 年間火山活動が継続したため、まずハザードマップが作成され、1985 年 10 月に公開されました。25,000 人が亡くなった噴火は 11 月 13 日に発生しました。ですからこのハザードマップは、実際の噴火が起きる 1 カ月前には公開されていました。

しかし当時、コロンビアの主要な雑誌の一つでは、このようなハザードマップは問題である、こんな物を出したらいろんな問題を引き起こすことになり、マップを出すなんて無責任だと論じています。そしてこの論文では、この火山で噴火がない理由を四つ上げています。つまりこの論文の主要な目的というのは、ネバド・デル・ルイス火山が噴火することはないということを議論することでした。このように、コロンビアでは火山のハザードやリスクについて多くの誤解と異なる認識がありました。



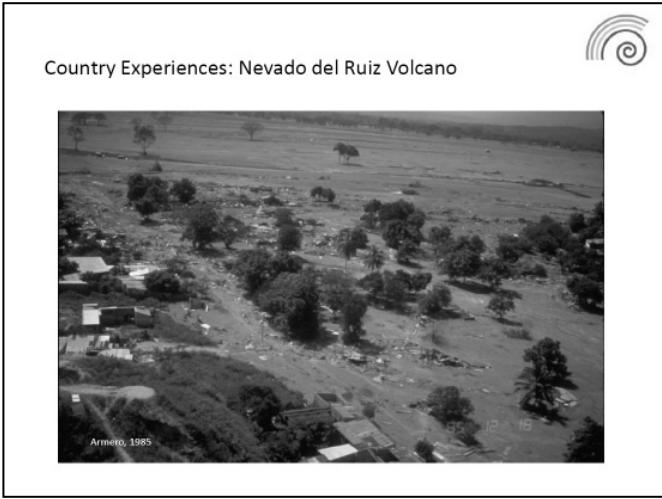
11月13日のネバド・デル・ルイス火山での噴火で何が起こったかについてです。ここはこの地域の主要な町の一つであるマニサレス、これが中央コルディレラ川で、こっちがカウカ川、こちらがマグダレナ川です。午後3時と午後9時、そして午後9時半に噴火が起こりました。ラハールがこの川を流れ、こちらのほうでもまた別のラハールが流れてきました。これら二つの川

はこの場所で合流していて、そこにはアルメロという町がありました。それからまた別のラハールがこちらの川を流れ、下流にはチンチナという町がありました。ラハールがここに至るまで1時間、アルメロまでは2時間で到達しました。ですから、もし地域や当局がアルメロで事前に計画をしていれば十分に避難する時間はあったはずですが、2時間かかったわけですから。この場所は標高5300メートル以上、この場所は標高400メートルです。つまり標高差が5キロメートルあることとなります。そしてこの斜面はとても高く、ここで斜面が平坦な地形に変わると流れてきたものが町で止まることとなります。ですから、ネバド・デル・ルイス火山が噴火した場合多くの問題が発生することは明らかでした。



これら二つの川がここで合流します。この写真ですけれども、USGS のトム・ピアソンです。そして、その峡谷がいかに深くてラハールがどのように下っていったかを見ることができます。こういった岩などが全て火山から流れてきました。

これはネバド・デル・ルイス火山の火口です。こちらの写真は、アルメロの前にある峡谷です。この家だけが残り、町のほとんどが破壊されました。どうやって対応していいか分からなかったのです。私は2回、3回、このハザードマップについてここで説明するチャンスはありましたが、

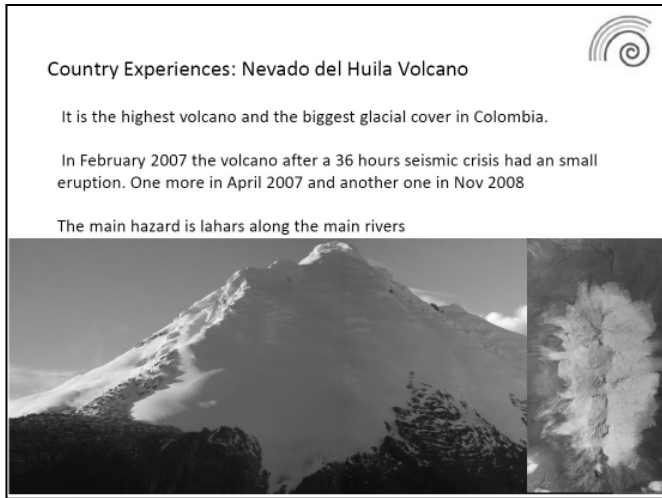


住民は、ネバド・デル・ルイス火山は山の向こう側にある、だから私たちとは関係ない、と言っていました。この場所からはその火山は遠くて見えなかったのです。

住民たちは火山について全く何の知識も、あるいは考えもありませんでした。彼らは地滑りがあった物がたまっていることは知っていましたが、問題があるとしたら地滑りが原因で火山噴火が原因ではないと考えていました。

これはアルメロの町の写真ですが、何もなくなってしまいました。ラハールの規模やエネルギーというのは非常に大きく、アルメロの町全てが流されてしまいました。

ネバド・デル・ウイラ火山は 2007 年から 2008 年にかけて噴火した雪に覆われた火山です。コロンビアで最も高い山であり、最も多くの雪に覆われている火山であります。



2007 年 2 月、非常に短いわずか 36 時間の地震活動の後に噴火は起こりました。過去 500 年間噴火の記録はなく、あまり活発でもありませんでした。そのためネバド・デル・ウイラ火山の噴火は最も想定外でした。ほんの数時間のうちに非常に小さな噴火が起こった後 2007 年 2 月に最初の噴火を、同年 4 月と 11 月にも別の噴火を起こしました。




この時もやはりラハールが主要なハザードとなりました。そのため、2 月早々から私たちは火山を監視するための観測点をつくりました。また、私たちは現地数年間いましたので、その地域の人々も当局も知っていました。そのため最初から私たちはこの危機管理システムを

持っていました。

そして私たちは、先住民のコミュニティとも協力して一緒に活動しました。この場所にはさまざまな先住民のグループがいます。我々は常に彼らと協力し、彼らがどのように理解しどのように認識しているか、そして場合によっては彼ら自身のリスクを評価していました。彼らは非常に活発な人々でありまして、そのリスクを彼らは「雪崩」と呼んでいます。1994年にマグニチュード6.2の地震が起きました。雨季だったために地滑りが発生し、ネバド・デル・ウイラ火山の隣の川に沿って土石流が発生しました。その時点で、地滑りと雨と土石流のために1,500人が亡くなりました。

我々コロンビア地質調査所とポパヤンの地震火山観測所からの初期警報はこの地域全域の避難計画に則ったものでした。私たちは協働でコミュニティの対応を計画し、コミュニティ及び政府の理解を得られるように務めました。大変密接にやり取りをしました。

**Country Experiences: Nevado del Huila Volcano**



Since February 2007, the institutions of the Risk Management System, the indigenous community and the authorities worked together.

The community had a clear perception of 'avalanches'.


The early information and alerts issued by the SGC - OVSPop had a rapid response for evacuation by the authorities and community.

例えばこの人は内務大臣です。そしてこの人はこの地域、カウカ州の知事、そしてこの地区の市町村長、そしてこの人が先住民のリーダーです。

先住民たちは国の政府と対立しているところもありましたので、なかなか話し合いもスムーズに進むというわけにはいきませんでした。それでも彼らはナサココミュニティと協力して、もし火山で何かが起こったらどうするかをしっかりと話し合っていくことになりました。

**Country Experiences: Nevado del Huila Volcano**

February 2007



この写真はベラルカザールという町で、地図上で火山から大体50キロほど離れています。もし噴火が発生し警報が出たら、住民はこの非常に標高の高い場所に移動するという計画になっていました。

ご覧の通り、これは2007年2月の時の写真です。この時山頂に割れ目を開くような非常に小さな噴火が発生し

ました。そして小さなラハールも発生しました。これはその時（2007年2月）の堆積物です。

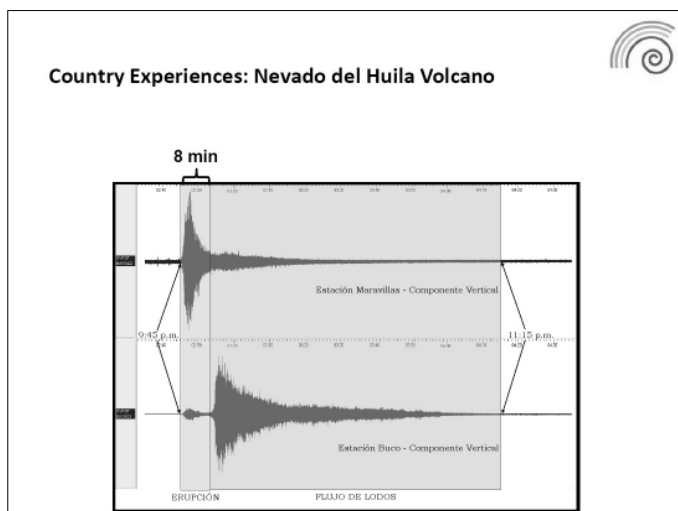


これは同じ年の4月の写真です。はるかに大きいラハールが発生し、ほとんどの橋が破壊されました。そしてここの人たちは、連絡手段も道路も橋も断たれてしまい、川の反対側に全く行けなくなってしまいました。



そしてこれは2008年11月の写真です。この場所を見ていただきますと、サッカー場だったところに堆積物が25メートルも堆積してしまいました。ここは400メートルぐらいの幅があります。ですので、ラハールの体積は、かなり大量だったということが分ります。

人々や当局の人たちに大規模なラハールの話をすると、大規模とはどういうことかという話になります。彼らとのコミュニケーションでそれを伝えるのは主要な問題の一つです。例えば、すぐにといいどどのくらい早く来るのかという話になります。



これは火山に設置された二つの地震計で得られた観測データです。東側に一つ、そして西側に一つ設置しています。

この図では9時45分に噴火が起きました。この二つの信号は振幅が非常に大きかったのですが、8分たったところでこちら側の観測点ではラハールが起きているので、振幅がかなり小さくなっています。ラハールがこちら側を



通ったのと比べますと差があるのが分かります。噴火から8分後、この観測点を通って行きました。大体これが15キロほど火山から離れていました。噴火開始からここを通過するまでに8分かかったということになります。



ここは15キロほど離れた所で、この記録が取れた観測点がここにありました。標高の違いを見ると、差が65メートルほどあります。ここのほうが高く、こちら側のほうが低いわけです。ですので、ラハールがこの渓谷をこのように流れていったことを示しています。


人々や政府の役人と話す時、最初はラハールの話をしているのですが、その内

ラハールの規模の話になり、それがどう意味を持っているのかという話になりました。

避難計画の話をしたときに、人々は「町にいても大丈夫」と言って町に戻ってしまいます。こちらに住んでいる人たちと話していると、皆「大丈夫。なんで残らないの?」と言います。念のためもっと高台に避難しなければならない、というふうに思いました。

人々は、ラハールが流れる音や風、揺れが強かったので、まるでラハールがすぐそばまで迫っているように思ったと言いました。随分高い所まで上ったけれども風と揺れが大変強かったので、ラハールが本当に数メートル先まで迫ってきているような感じだったと言っています。

**Lessons learned**



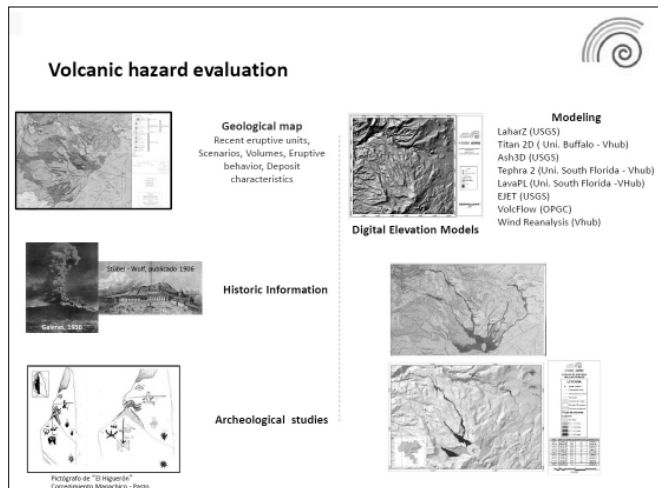
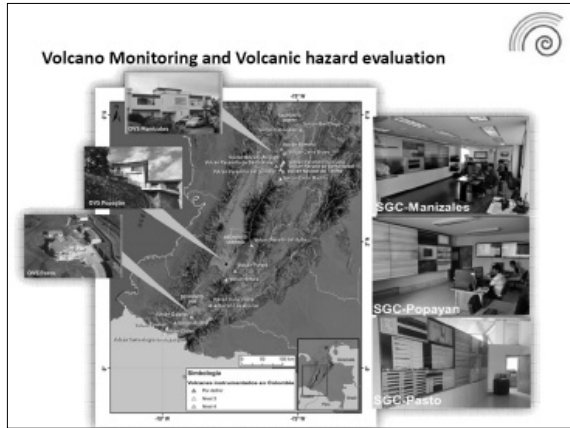
- A 'Disaster Attention' System: ONAD National Office of Disaster Assistance, now the National Disaster Risk Management System - SNGRD.
- Definition of roles and responsibilities of the different actors
- Roles and responsibilities: study of volcanoes in terms of assessing volcanic threat and volcanic monitoring
- Communication among scientists, authorities and community

こうした経験を経て、コロンビアで国のシステムがつくられるようになりました。さまざまな機関が、それぞれ役割・責任を明確に担うようになりました。

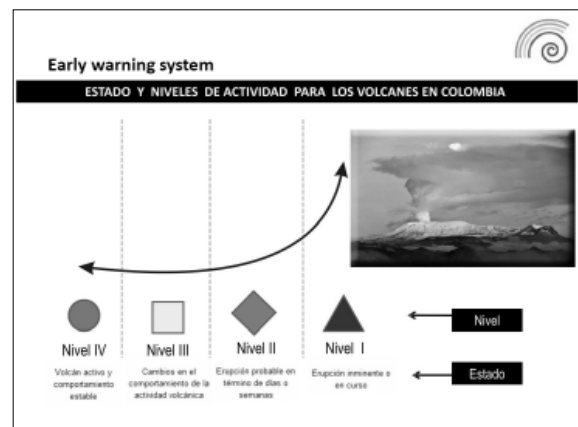
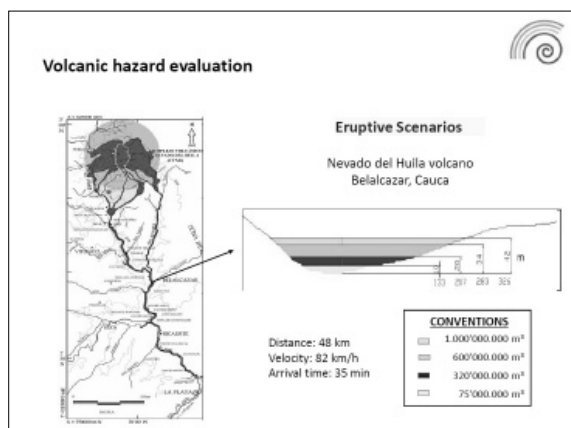
私たちの場合は、現在コロンビア地質調査所となり、そこで私たちはハザードを評価し火山活動を監視するために火山を研究しなければなりません。他にも、火山のハザードとリスクに関する異なる警報の間のコミュニケーションについても研究をしました。

コロンビアには火山の監視システムと三つの火山観測所があります。

コロンビアの中心部マニサレスに一つと、それからポパヤンに一つ、また南部のパストにもあり、火山の監視を行っています。またこれらの火山にはそれぞれチームがあり、火山の監視や観測機器の保守を行い、情報を提供しています。



我々はハザード評価、地質学的知見、歴史的情報に基づいて、観測点の在り方についてもさらに改善をしようと努めております。それから、考古学者からの情報も得、様々な手法でモデリングも行っています。そして、このような地図やハザードマップを作っています。



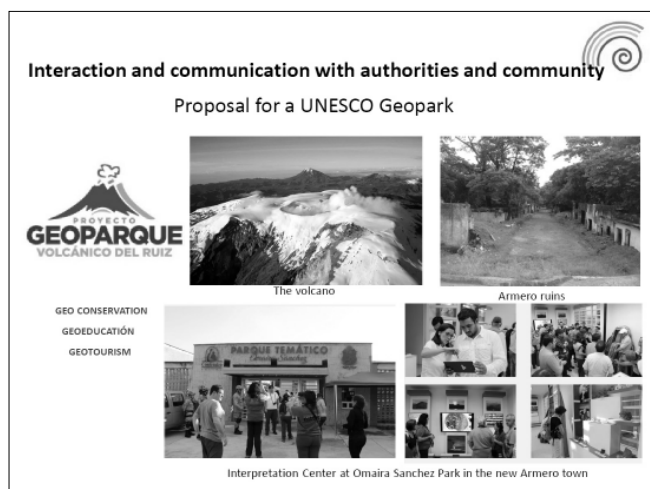
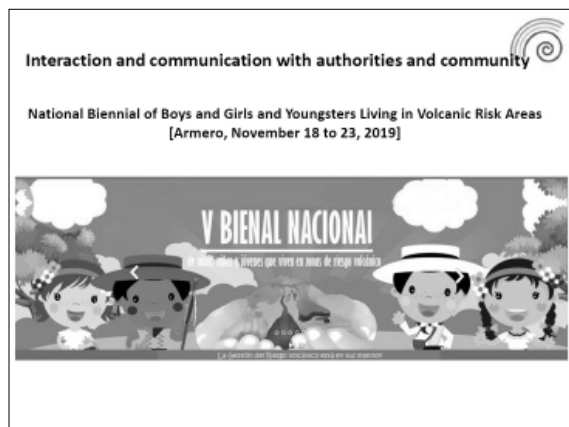
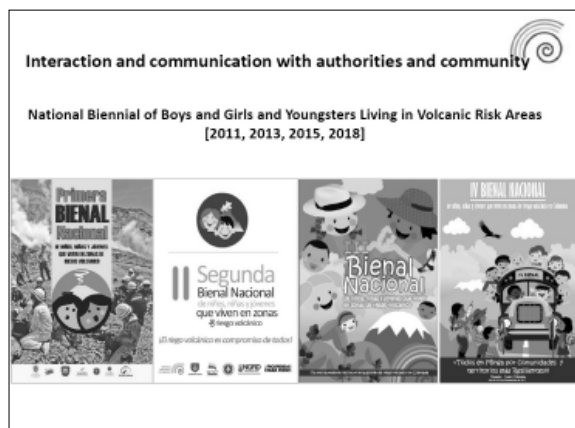
それから、ネバド・デル・ウイラ火山の噴火シナリオも作っています。これはウイラ火山の場合ですが、ベラルカザールの町とネバド・デル・ウイラ火山から流れてくる二つの川があります。、それらを基にしてさまざまな量のラハールをベースに計算をしています。そして、これを使って

早期警戒システムを開発しました。



何より大事なのが地域の人とステークホルダーとのコミュニケーションとその中での相互作用です。

我々は、JICA の研修コースで子供たちと一緒に学んだ経験を大変誇らしく思っています。この写真は日本の子どもたちで、私たちは子どもたちとのミーティングを既に 4 回行いました。このミーティングは 2 年に一回のイベントなのですが、つい先週、コロンビアで 5 回目をやることに決定しました。



私たちがすべきことは、火山活動に関連して自分たちがどう土地に住んでいるのかをしっかりと学び、実践することだと思っています。ですので、ネバド・デル・ルイス火山とアルメロで、ジオパークの提案をしています。

今の所、マチカ・モラ・サンチェスに公園があり、子どもたちや若者向けに火山に

ついて知ってもらう、そして火山に限らず自然現象について体験してもらう場になっています。我々は活火山に住んでおり、活火山が火山災害にならないように決断を下す必要があります。



ありがとうございました。

○司会：どうもありがとうございました。それでは、ご質問等がございましたらお願いいたします。どうぞ。

○質問者：すみません、日本語でお話しします。素晴らしい講演をありがとうございました。私は磐梯山ジオパークからまいりました佐藤と申します。ネバド・デル・ルイス火山に関して二つ質問をさせていただきます。

1845年の噴火のことを、先生は高校のときに習っていなかったというお話ですが、地域ではそういった過去の災害を、次の世代に伝えるという活動が全くなされてこなかったのか、ということが一つ。もう一つは、噴火の1カ月前に作ったハザードマップ、たぶん行政の人たちに渡して説明されたと思うんですけど、行政の方はどんなふうを受け止めていたのか。この2点を質問させていただきます。よろしく申し上げます。

○Calvache：例えば、何人のアルメロの先生たちが、実は隣の川が活火山から流れてきていることを知っていたのかは分かっていません。また私たちは、科学、自然、環境についても話し合っていますが、それがどういう意味を持つのかつい忘れがちです。我々は自然保護、自然、環境について話していますが、それには地震活動とか火山活動も含まれるわけです。

我々人間は時として、家があるところに移動する決断をしなければなりません。もしかしたらこの川は活火山につながっている、ということを知らなかったかもしれません。でも今知ったのであれば、住む場所を変える必要があるのかどうか考えなければなりません。私たちは、どういう所に住んでいるのか知らなかったというのが大きな問題の一つだったと思います。

ですので、我々が行うコミュニケーションの一環として、教師や学校と対話し、彼らが若者に教えるために使用する資料を作成しています。だからこそジオパークはとて素晴らしいアイデアだと思うのです。そうすれば人々はネバド・デル・ルイス火山やアルメロのような重要な場所で学ぶことができるようになります。

同じことが政府についても言えると思います。主要な都市の多くでは4年ごとに市長選がありますので、過去の地震だとか活火山のことを知らない人もいます。特に火山災害では、一つのハザードで終わらず複数起こるということです。

2018年、人々はキラウエアで起こった現象を見て、溶岩流について議論しました。コロンビアでは溶岩流が活火山の中で一番の脅威だと考えています。これまでコロンビアの火山では溶岩流の経験はあまりありませんが、キラウエア火山で起こったことをテレビで見ることができました。

グアテマラのフエゴ火山では、人々が溶岩の写真を撮ろうと走っていましたが、火砕流が起こってしまいました。若い人たちは素朴で何も知りませんでした。フエゴ火山がキラウエア火山とは違うんだということを知らずに火山から流れてくる溶岩を写真に撮ろうとしました。性質的に違うんだということを知らなかったわけです。

やはり私たちは、子どもや若い人たちにそれが違うんだということを伝えていく必要があると思います。コロンビアの人たちも将来のためにより良い準備をすることを願いたいと思います。

○司会：時間となりましたので、午前中の講演は終了とさせていただきます。どうもありがとうございました。改めて拍手をお願いいたします。

○司会：それでは時間となりましたので、午後の講演を開始いたします。

最初の講演は、「2015年口永良部島噴火前後の活動からみた危機管理のあり方に関する考察」、京都大学防災研究所、井口正人先生をお願いいたします。

## 講演 4 「2015 年口永良部島噴火前後の活動からみた危機管理のあり方に関する考察」

井口正人氏（京都大学防災研究所 火山活動研究センター・センター長）

○井口：皆さんこんにちは。京都大学防災研究所の井口でございます。

火山災害軽減のための方策に関する国際ワークショップ2019－火山噴火の危機管理  
2019/11/28

2015年口永良部島噴火前後の活動からみた危機管理のあり方に関する考察  
Risk management considering pre- and post-volcanic activity of the 2015 Kuchinoerabujima volcano

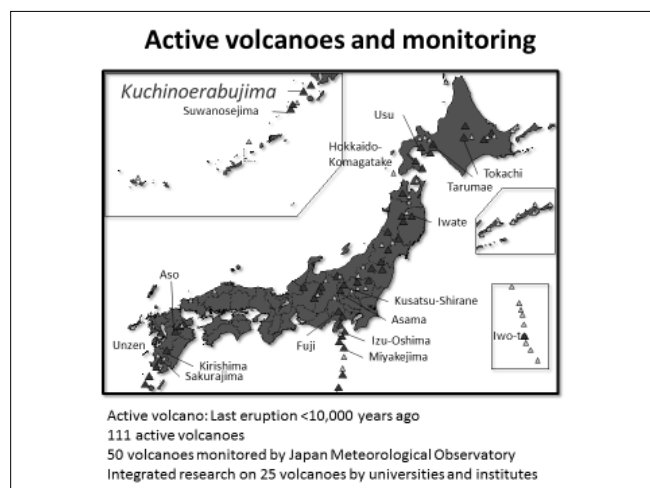
井口正人(京大防災研)  
Masato Iguchi (Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University)

私自身は桜島で 40 年近く研究を続けて参りましたが、今日お話ししたいのは、2015 年の口永良部島の噴火で噴火警戒レベルが 5 に引き上げられて全島避難をやった事例について、その前後の活動と、そのときの危機管理についてお話ししたいと思います。前半では特に火山活動そのものについてお話しして、後半ではそのときの対応と問題点についてお話ししたいと思います。

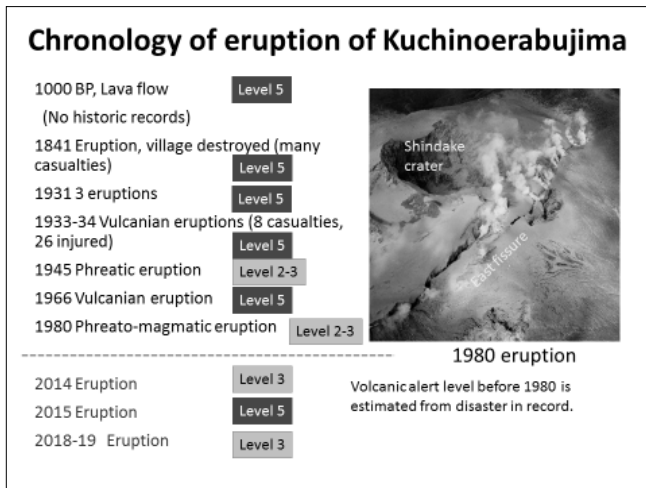
噴火警戒レベルにつきましては、皆さんよくご存じだと思いますけども、気象庁さんが 2007 年の 12 月から発表するようになっていす。レベルは五つありますけども、特に警報が出ている場合については二つに分けられています。多くの火山ではほとんどレベル 2、3 の登山者向けの警報が問題になるかとは思いますが、レベル 4、5 になりますと、これが住民向けの警報に変わってくる。今日は、特にレベル 4、5 の住民向けの警報についてお話ししたいと思います。

Operated by JMA since December 2017

Alert	Level	Status of volcanic activity	Residents	Climber
Eruption Warning	Level 5 Evacuation	Eruption or imminent eruption causing significant damage to residential areas	Evacuate from the danger zone	
	Level 4 Evacuation preparation	Forecast of eruption causing significant damage to residential areas (increased probability)	Prepare for evacuation	
Crater area Warning	Level 3 Caution to volcano	<2km from the crater	No Residents can go about daily activities as normal (paying close attention to volcanic activity)	Access to volcano restricted
	Level 2 Caution to crater area	<1km from the crater		Access to crater area restricted
Eruption Forecast	Level 1 Normal			No

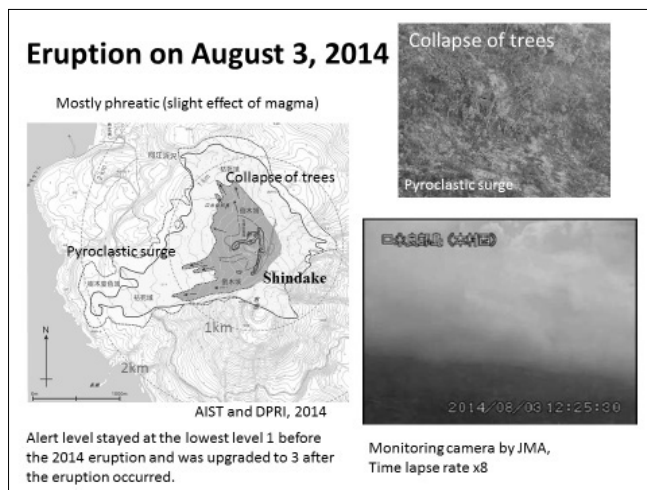


日本全体で 111 の活火山があつて、50 の火山に対しては気象庁が常時監視を行つていて、大学と研究機関は 25 の火山について、重点的に観測研究を続けています。

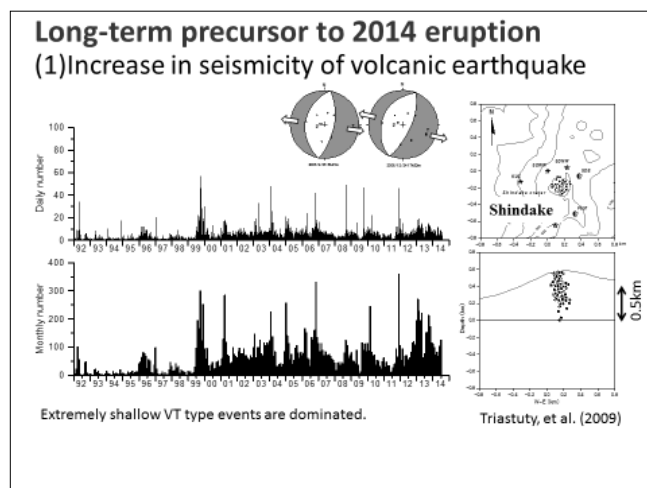


口永良部島は九州の南の海上、屋久島の  
 大体 15 キロぐらい西にある、いわゆる火  
 山島です。記録に残る最古の噴火は 1841  
 年に起きていて、それから大体 80 年から  
 90 年おきぐらいに非常に深刻な噴火が起  
 こっています。例えば 1841 年の噴火、1931  
 年から 34 年にかけての噴火、それから最  
 近起きた 2014 年から今年 2019 年までの活  
 動です。

過去の噴火についてレベル 5 とか 2~3 と書いているのは、もし噴火警戒レベルが当時あった  
 としたら、この場合はたぶんレベル 5 に上がるだろうということです。噴火警戒レベルが 5 に上  
 げられる可能性がかなり高い火山であったということが言えるかと思います。これはもちろん、  
 火山活動そのものが活発であるということに加えて、口永良部島は小さい火山なので、住民が住  
 んでいるところが火口からわずか 3 キロと、非常に近いことに原因があるかと思います。



まず 2014 年の噴火です。この噴火の前  
 の噴火というのは 1980 年に起きているの  
 で、34 年ぶりに、口永良部島にすれば久し  
 ぶりに噴火しました。サージを伴うような  
 火砕流が起きていてブラストによって木が  
 倒されていることがわかります。この噴火  
 の後に噴火警戒レベルが 1 から 3 に引き上  
 げられ、火口から 2 キロの範囲が警戒区域  
 に設定されました。



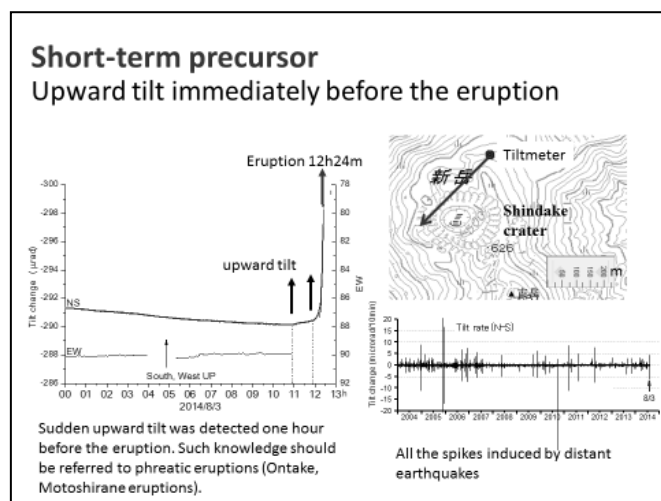
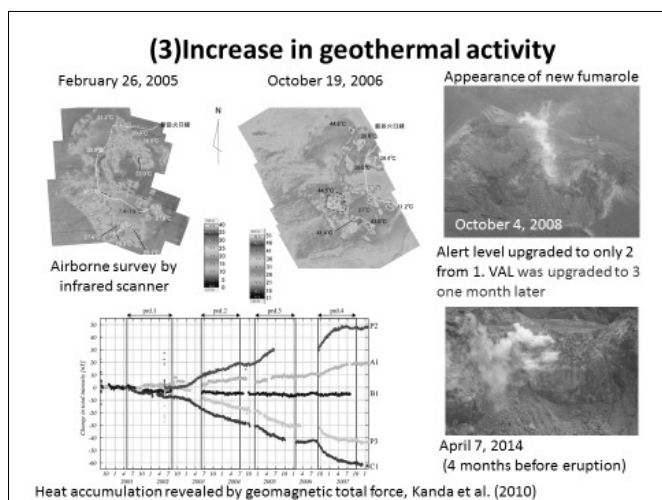
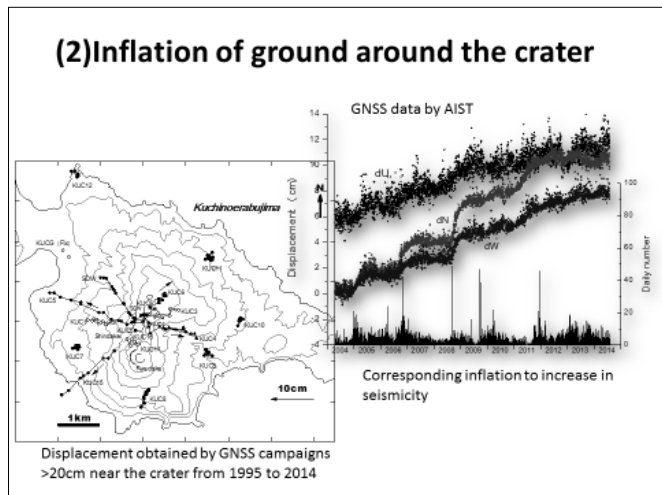
この噴火も突然起こったわけではなくて、  
 1999 年から地震活動が活発化しています。  
 これが日別の地震回数と月別の回数ですけ  
 ども、明らかに 1999 年 7 月から地震活動  
 が活発になっています。この地震活動は主  
 に新岳の火口直下の、大体 500 メートル以  
 内の非常に浅い場所にあります。つまり、  
 火口直下の極浅部において火山構造成地震

が多発しているということでございます。

そして、この地震活動が地盤変動と非常によくタイミングが合っています。地震活動が活発化するのと同時に、GNSSによって観測された地盤変動が同期して、膨張が進行していきました。

このような地震活動とか地盤変動が起きますと、当然それ以外の現象もいろいろ現れてきます。例えば熱の状態ですけども、地震活動の活発化の後に地熱が高くなっています。また、全磁力で観測したデータは蓄熱の状態を表しています。さらに、2008年になりますと、新岳の火口の南側で新たな噴火活動が現れるようになってきました。大体15年かけて、地震活動、地盤変動、地熱、火山ガスなど、いろいろな要素が時間をかけて段階的に活発化していったということです。

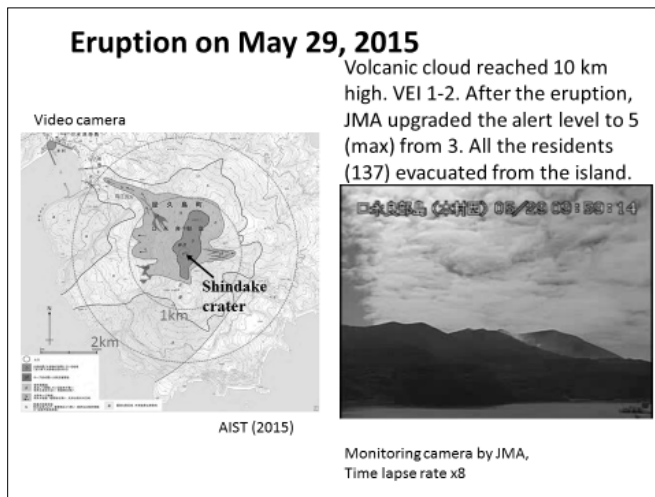
ところが残念なことに、2014年の噴火の直前には、顕著な前兆を捉えられることができなかった。つまり、事前に噴火警戒レベルを1から3へ上げることができなかったわけです。



唯一現れた現象が傾斜変動です。最近では御嶽山や本白根山でもよく捉えられていますが、水蒸気噴火前の傾斜変動を捉えたのは、口永良部島が最初だと思います。噴火時の爆発がこのような傾斜変動を引き起こしているのです。

次に2015年の噴火です。この噴火は2014年の噴火よりも大きな噴火です。これは8倍速で再生する火砕流です。

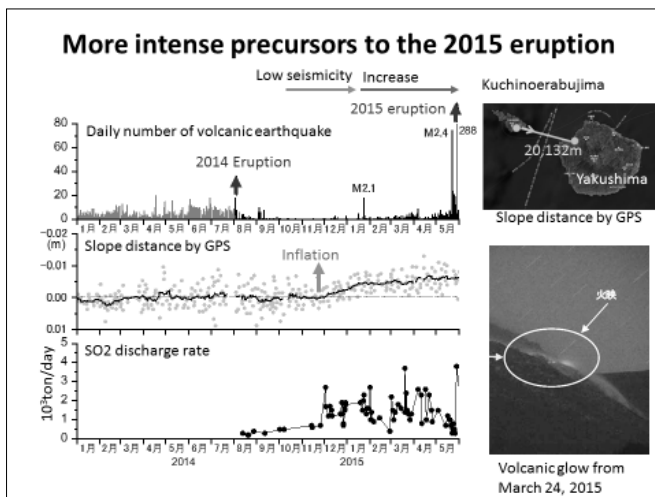




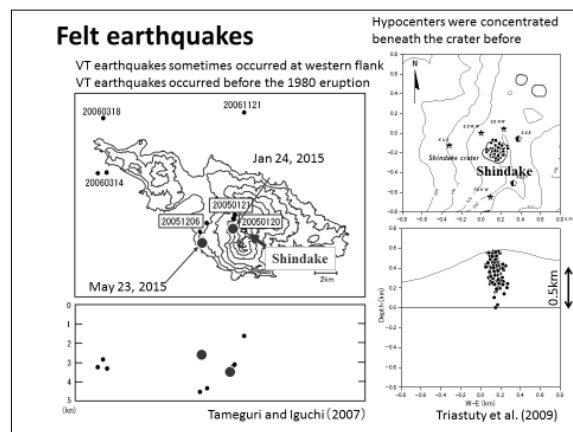
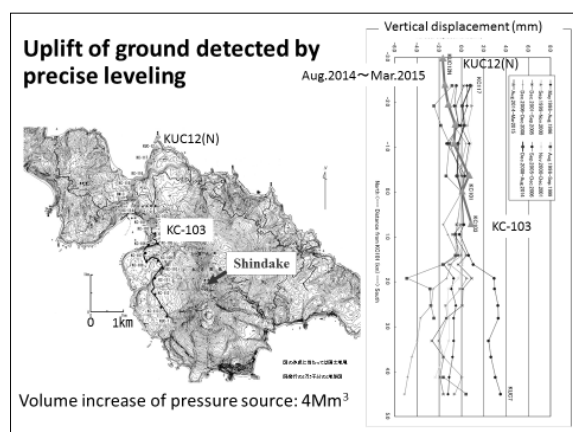
この火砕流が向江浜という集落まで到達したので、これによって事後に噴火警戒レベルが5に引き上げられ、そして避難指示が出されまして、137人の住民、住民だけではないですけども、全島避難をしたという事象でございます。

2015年の噴火というのは、2014年の噴火よりもはるかに活発な火山活動の前兆現象が現れています。

2014年の噴火が8月の初めです。その後12月ごろからGNSSで観測されるような山体の膨張が捉えられて、それと同時に二酸化硫黄の放出量が一気に増えていきました。



その後、地震活動がだんだん活発化していった、さらに3月には山頂に火映が現れるようになってきました。地盤変動、火山ガスの放出、地震活動、表面現象が段階的に活発化していた。そして噴火の6日前に、マグニチュード2.4の有感地震が起きました。



こういう経過を経て、噴火が5月29日に起きました。これがそのときの行政組織の災害対応です。まず5月23日の有感地震ですが、このときに何も手を打たなかったわけではなくて、住民説明会を気象庁と屋久島町が開きました。さらに、その日の夕方には口永良部島防災連絡会を

開催しています。口永良部島火山防災連絡会は、桜島火山防災連絡会、いわゆる「五者会」の口永良部島版で、火山防災協議会のコアグループです。関係機関が情報共有するミーティングをやったということです。

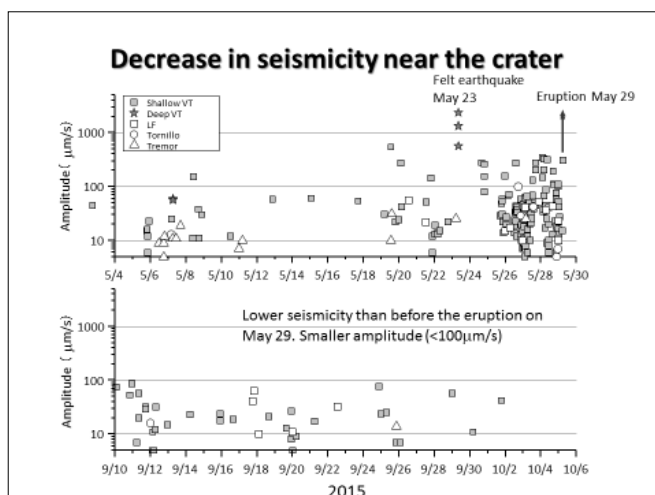
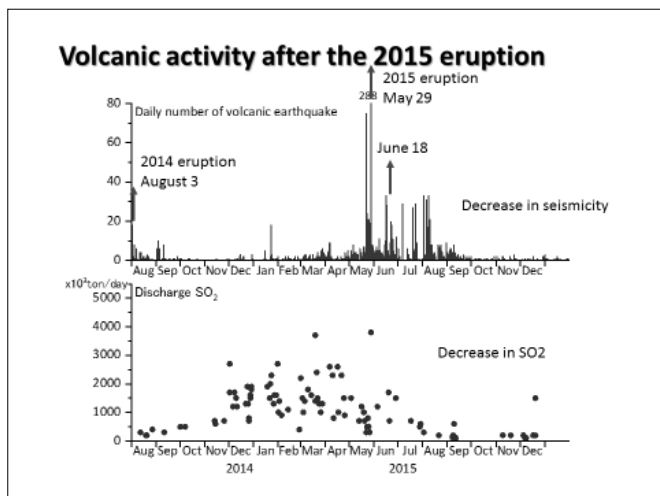
そして6日後の9時59分に噴火が起きて、その直後に気象庁は噴火警戒レベルを3から5に引き上げました。その後、災害対策本部が立ち上がって、10時20分には避難指示に切り替わりました。

10時40分には自衛隊に派遣要請をして、屋久島町営船フェリー太陽がやっと15時45分に口永良部島について島民が乗船しました。17時30分には本島である屋久島に到着して、避難が完了しました。これが一連の噴火対応の流れです。



噴火後もすぐに火山活動が治まったわけではなくて、6月18日には、火砕流を伴わないブルカノ式噴火が起きました。この時は、非常に緊張感が高まりましたが、その後地震回数も少なくなり、特に10月になってくると地震活動がかなり治まってきました。

二酸化硫黄の放出量については、確かに噴火の前は非常に多かったのですが、





噴火後は徐々に減り、10月には非常に少なくなりました。

10月の地震活動を噴火の前の地震活動と比べてみます。5月29日の噴火の6日前に有感を含む地震活動があつて、噴火発生までの間、非常に地震活動が高い状態にありました。このような非常に活発な状態と9月の状態を比べてみると、

地震の回数が少ないことに加え、火山性地震の振幅が非常に小さくなっているといえます。このようなことから、火山活動が低下してきているのが見えているわけであります。

**For returning to Kuchinoerabujima Island**



- Aug. 1, 2015 Entering temporary housing (47)
- Sep. 25, 2015 Established reconstruction headquarters
- Oct. 7, 2015 Volcano Disaster Prevention Liaison Committee
- Oct. 21, 2015 Coordinating Committee for Volcanic Eruption Prediction
- VAL 5 with an alert zone 2.5 km from the crater
- Nov. 16, 2015 Municipality staff resident in Kuchinoerabujima
- December 25, 2015 Cancellation of evacuation Order and return to Kuchinoerabujima
- Jun. 14, 2016 Downgraded VAL from 5 to 3
  - Cancellation of evacuation Order for Maeda village

そうした火山活動の低下を受けて、帰島に向けての動きが始まったわけです。

9月25日には屋久島町が復興本部を、屋久島町役場に立ち上げました。そしていよいよ屋久島町としては、口永良部島に職員を送って、帰島に向けて準備させたいので、規制区域の縮小のために10月7日に口永良部島防災連絡会を開催しました。さらに、10月21日に火山噴火予知

連絡会で火山活動が低下しているという判断をし、気象庁は、噴火警戒レベル5のままで規制区域を新岳火口から2.5キロに決めました。

このことにより、11月16日には、屋久島町は職員を口永良部島に常駐させることができ、いよいよ復興に向けての作業が始まりました。そして12月25日のクリスマスの日に避難指示が解除されて、住民が島に帰ることができたわけであります。このときは一部の集落は2.5キロの規制区域内にあったので全ての住民が帰島できたわけではないのですが、翌年の噴火予知連絡会の後に気象庁は噴火警戒レベルを5から3に引き下げ、この段階で全島民が帰島できたということでございます。

**Problems of crisis management for the 2015 eruption at Kuchinoerabujima volcano**

1. No guidelines for upgrading volcanic alert level to 4 and 5
2. No quantitative hazard evaluation (hazard factors and hazardous zone)
3. No indication of alert zone in warning
4. Difficulties of disaster countermeasure based on VAL
5. Reduction of restricted zone was not well managed by Volcano Disaster Prevention Liaison Committee (local committee for Kuchinoerabujima)
6. No imagination of residents for long-term evacuation

こうした一連の2015年の噴火のときの対応を見てみると、幾つかの問題があるかと思えます。

一つは、避難の根拠になる噴火警戒レベル4、5に引き上げるためのいわゆる気象庁で言う「噴火警戒レベルの判定基準」が、当時はなかったことが問題です。

2番目に、色々な異常現象が出たときに、どれくらいハザードになるかとい

う評価をやっておかないといけないのですが、ハザードの評価が全くできていなかった。警報文において警戒区域の明示がなかったというのが3番目の問題です。

それから4番目、これは結果ですけども、噴火警戒レベルが事前に5に引き上がらなかったた

めに、噴火警報をもって対策を進めていくということが非常に困難であったということです。

5 番目は帰島の判断の問題です。帰島の判断のマネジメントが、口永良部島火山防災連絡会でうまく機能しませんでした。

6 番目です。口永良部島では直接的な被害はそれほどありませんでしたが、これだけ長い期間の避難になったわけです。これは火山災害の宿命みたいなものだと私は思っていますけれども、長期間の避難についてのイマジネーションが住民の中で定着していませんでした。

これらについて、もう少し詳しく述べてみます。まず 1 番目ですが、噴火の 6 日前に起きた有感地震、この段階で噴火警戒レベルが引き上がらなかったことが問題だろうと思います。過去の口永良部島の噴火、例えば 1931 年や 1966 年の噴火ですが、その直前に有感地震が起きているんですね。だから、有感地震をもって噴火警戒レベルを引き上げることは経験的な根拠があります。

実際、気象庁も何も手を打たなかったわけではなくて、そのときに判定基準はなかったのですが、この有感地震の発生を受けて、24 時間以内に有感地震がもう一回起きたら噴火警戒レベル 4 に引き上げるという、いわゆる判定基準みたいなものをつくったわけですね。たぶんレベル 4、5 に引き上げることを考えたのは、これが初めてのことだと思います。全く意味がなかったわけではないということです。

もう一つ、有感地震発生の段階でレベル 5 に上げる理由は、もともとレベル 3 の警戒区域が 2 キロであって、非常に集落に近かったということです。それから、地盤変動であるとか火山ガスの増加であるとかの現象によって示される火山活動の状態が、段階的に上がっていったと。

### Felt earthquakes prior to disastrous eruptions of Kuchinoerabujima volcano

- Eruption on 7PM, April 2, 1931
  - Felt earthquakes 7AM, 12, 3PM at the summit, 4PM, 6PM at flank on the day
- Eruption on November 22, 1966
  - 10 min before, a few min before

2 felt earthquakes

↓

Level 3->4 ← One more felt earthquakes within 24 h

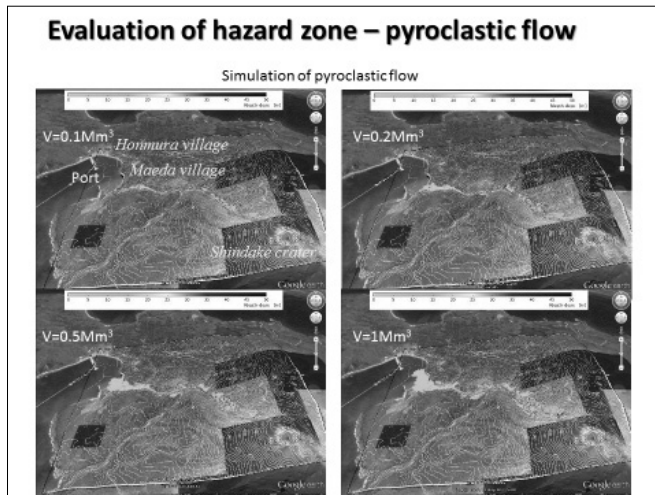
Is one more felt earthquake needed for the 2015 eruption?

- Eruptions in 1931 and 1966 after a quiescent period of ~20 years are likely to cause earthquakes
- Before the 2015 eruption preceded by 2014 eruption 10 months ago, an earthquake is hard to occur

### Reasons for upgrading alert level 5 by the felt earthquake on May 23

Upgrading VAL 5 after the eruption on May 29

1. Alert zone of level 3 after the 2014 eruption was closed to a village.
  - Restricted zone 2 km from the summit, village only 2.2 km, alert level 3 was operated the last minute.
2. Step-by-step increase in activity after the 2014 eruption, the phenomena is more intense.
3. Felt earthquakes as phenomenon for Early Warning
  - Felt earthquakes occurred before eruptions accompanied by evacuation, although the occurrence of felt earthquake is not necessarily linked to the eruption.
4. Felt earthquakes prior to historic eruptions
  - April 1931, November 1966



さらに、一般論として有感地震発生は早期警戒の判定基準になるだろうということです。このように、判定基準というものがしっかりしていなかったということが問題だと思います。

それからハザードの問題ですが、何が口永良部島の火山噴火でハザードになるのかということがしっかり認識できていなかった。もちろんハザードマップ

は以前からできているのですが、ハザードの要因を列記したようなハザードマップにすぎなかったということです。ハザードの状態というのは、そのときの火山活動の状態、つまり、地震活動や地盤変動の状態によって変わり得るものなので、そういう現状に合わせたようなハザードの範囲の予測が十分にできていなかったということです。現在の技術力を持ってすれば、当然シミュレーションをやればどこまで火砕流が到達するかというのは計算できるので、こういう地図にそのときの状態に合わせたマップのようなものを提供して、自治体なり住民に訴えるべきではなかったのか。これは私も含めての反省であります。

それから3番目の問題ですが、警戒区域を明示されていなかったということです。警戒区域が明示されなかった理由は、ハザードの範囲の評価ができていないから、できなくてもしょうがなかったんですね、考えてみれば。これは決して気象庁さんだけの責任では私はないと思っています。

**Warning of Volcanic Alert Level 5 after the onset of the 2015 Eruption**

火山名 口永良部島 噴火警報(居住地域)  
平成27年6月29日10時07分 福岡管区気象台・鹿児島地方気象台

<口永良部島に噴火警戒レベル5(避難)を発表>  
対象とする居住地域では厳重な警戒(避難等の対応)をしてください。  
<噴火警戒レベルを3(入山規制)から5(避難)に引き上げ>

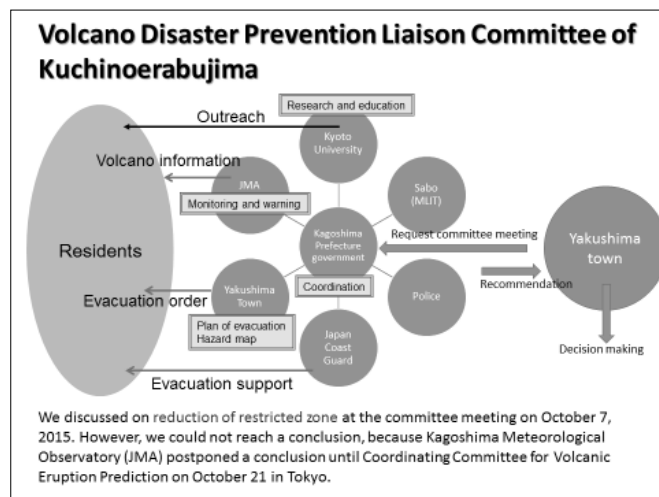
1. 火山活動の状況及び予報警報事項  
新島では、本日(29日)09時59分に爆発的噴火が発生しました。この噴火に伴い、火砕流が発生し、海岸まで達しました。  
火砕流の到達が予想される屋久島町口永良部島居住地域では厳重な警戒(避難等の対応)をしてください。

**Recommendation**  
Strict vigilance (evacuation etc.) in areas where a pyroclastic flow is expected in Kuchierabujima. ← Where?

No clear indication of alert zone.

これが実際の文書で、「レベル5に引き上げられました。火砕流の到達が予想される屋久島町口永良部島居住地域で厳重な警戒をしてください」と書かれています。問題は、これの「到達が予想される居住地域」というのは一体どこかということが、全く明示されていないことです。私はこれが帰島において問題になったと思っています。

それから 5 番目の問題ですけども、  
 帰島に向けての動きです。帰島に向け  
 て警戒区域の縮小を検討したのが口永  
 良部島火山防災連絡会で、この会議は  
 鹿児島県が事務局になって、屋久島町、  
 海上保安庁、鹿児島地方気象台、それ  
 から私の京都大学も入っています。合  
 議制をもって避難の規制区域を縮小し  
 ていこうという動きがあったわけであ  
 ります。



明らかに 10 月には火山活動が落ちているのが分かっていたから、本来はこういう防災連絡会の中で規制区域の縮小を粛々と議論して、規制区域の縮小を実現し、住民を早く帰してあげないといけなかったんですが、それがうまくいかなかったということです。これがもう一つの問題だと思っています。

6 番目のイマジネーションの問題ですけども、イマジネーションをつくるというのは結構難しい問題があって、過去の経験というのが非常に重要になってくるということです。ところが、過去の経験というのが必ずしもいい方向ばかりに向くわけではないという事例です。口永良部島の 2015 年の噴火の前に、2014 年の噴火というのがあったわけですね。2015

**No imagination of residents for long-term evacuation**

This experience upgraded countermeasure by residents voluntarily

	2014 Eruption	2015 Eruption
Volcanic Alert Level	Level 3 (No threat to residents)	Level 5 (Threat to residents)
Temporary evacuation	Ban-yagamine shelter (Local)	Ban-yagamine shelter (Local)
Evacuation outside the island	Voluntary	Evacuation Order by the municipality
Reason of evacuation outside the island	Approaching a big typhoon might be an obstacle for evacuation (non-volcanic)	Pyroclastic flow reached a sea shore (Volcanic)
Timing of returning to the island	No threat of typhoon	Reduction of restricted zone (decrease in volcanic activity)
Evacuation period	1 week	7 months

This experience of evacuation lead a misunderstanding of long-term evacuation due to eruptions. "The fire brigade might remain" "The whole island evacuation might end in one week at the longest"

年噴火ではレベル 5 に上げた、2014 年噴火ではレベル 3 に引き上げられたわけですけども、実は 2014 年の噴火でも島外に避難しています。このときの避難した経験が、実は 2015 年噴火では非常に役に立っています。

一つは、2014 年噴火の経験をもって住民が自ら、どういうふうに行動すべきかを自分たちでつ  
 かって、例えば屋久島町に、こういうふうにしてくださいということをちゃんとやっているん  
 ですね。これは非常にいい面。経験が役に立ったということです。当然 2015 年の噴火のときには、  
 噴火後であっても粛々と避難がうまくいったというのは、2014 年の経験があったからです。と  
 ころが、2014 年の経験がいい方向ばかりではありませんでした。2014 年噴火の後に島外避難をし  
 ているんですね。それは、非常に大きな台風が口永良部島に接近していて、場合によっては避難

できないかもしれないということで、事前に自主避難をやったわけです。当然これは自主避難なので、台風が過ぎてしまえばすぐに帰れたわけであります。この経験が実はマイナスになっていて、避難しているんだから同じだろうと思うわけです。当然 2015 年噴火であっても、1 週間も避難しとれば帰ってこられるだろうという錯覚に陥ったわけです。ところが避難した原因は、2014 年噴火の場合は台風であって、2015 年噴火の場合は火山活動そのものですから、同じようにいくはずがない。これは、経験がマイナスのこととして働いたということでございます。

#### **Problems of crisis management for the 2015 eruption at Kuchinoerabujima volcano**

1. No guidelines for upgrading volcanic alert levels to 4 and 5
2. No quantitative hazard evaluation (hazard factors and hazardous zone)
3. No alert zone indicated in warning recommendation
4. Difficulties of disaster countermeasure based on VAL
5. Reduction of restricted zone was not well managed by Volcano Disaster Prevention Liaison Committee (local committee for Kuchinoerabujima)
6. No imagination of residents for long-term evacuation

最後にまとめ、これは先ほどの問題をもう一回洗い直しています。

1 番目の判定基準の問題ですけれども、気象庁さんも御嶽山噴火を受けて、判定基準を公表するようになった。これは進んできたものだと思います。ただし口永良部島の場合は、判定基準が非常に複雑になりつつあるという別のマイナス面もありますが、とりあえず、判定基準の明

確化については進んできている。

それからハザードの評価の問題、これは依然として日本全体でできていません。

3 番目の問題、これは、陸域の火山であれば当然、規制区域というのは明示されると思いますが、特に島の火山において、これは決して口永良部島だけの問題ではないと思うんですけども、島の火山においては全島で考えるみたいなどころがあるのですが、もう少しきめ細かい規制区域の設定が必要だろうと思います。

5 番目の帰島なり帰宅の問題ですけれども、このマネジメントというのは非常に大事であって、これは今後、ちゃんと検討していかないといけないと思います。

6 番目の災害のイメージーションの問題ですけれども、これは全ての火山に言えることで、我々自体が非常に重く受け止めて、今後コミュニケーションを取りながら進めていかないといけない問題だろうと思います。

以上でございます。

○司会：井口先生、どうもありがとうございました。ただ今のご発表に対するご質問等がございましたらお願いいたします。

○質問者 1：5 番目の問題がうまくいかなかった理由というか、原因はどのようなところに？

○井口：僕はそんなに難しい問題とも思っていないんですけども、原因は、火山防災連絡会を鹿児島県庁でやったときに、鹿児島地方気象台は「予知連の評価を待ってくれ」というふうに言ったんですね。ひたすら予知連、予知連と、彼らはひたすら言い続けていたので、それ以上議論が進まなかったわけです。つまり、その場の議論を鹿児島地方気象台はひたすら避けたんですね。

火山噴火予知連絡会でやるのは、あくまでも火山活動の評価じゃないですか。それは藤井先生が口を酸っぱくして、予知連はそんなことをやる場ではないと、これは評価なんだということはよく言われて、それをある意味ごっちゃにしたところが私は非常にまずかったなと思っています。

そのへんのマネジメントというのは、相当うまくやらないとまずいと。私に言わせれば、予知連が足を引っ張ったというふうに私は思っています。

○司会：ありがとうございます。他にご質問等はございますでしょうか。萬年さん。

○質問者 2：火砕流がどこまで流れるかという予想は、やっぱり難しいように思うんですけども、井口先生は大丈夫だとお考えですか。ある程度流れ始めてから、このぐらいまで行くなというのは分かるかもしれないですけど、2015 年の全然流れてない時点で分かるというのはかなり難しいように思ったんですけど。

○井口：正直言って、難しいとは思いますが、ある程度見当がつく話ですよ。

口永良部島の場合はそんなに難しくないだろうと思うのは、10 から 20 万立方メートルの火砕流が流れれば海まで到達するので、そうすると、それぐらいの火砕流だったら想定できるわけですね。ですから、噴火警戒レベル 5 に上げるためにはそんなに難しくありません。

ただ、事前のデータから火砕流の噴出物量を推定していくというのは実は、それが推定できればあとはシミュレーションだけなので簡単にできるじゃないですか。だけど、その推定というのは決して簡単ではないです。

ただし、私はそういう努力をすべきであると思っています、例えば私が今やっているのは、イン



ドネシアのメラピ山の場合ですけれども、メラピ山の地震活動からその後の火砕流による噴出物量を予測して、そしてシミュレーションに食わしていくということをやったわけです。これはSATREPS でやったわけですが。

けれども、そう簡単ではないというのは分かっているんですが、少なくとも、我々がやっているのはモニタリングじゃないですか。モニタリングのデータをハザードの予測にどうやってつなぐかということを、我々は努力すべきであって、今の状態だとモニタリングはモニタリング、ハザード予測は、全く別のところでハザード予測となっている。

だけど、モニタリングデータをもってハザード予測をやってあげないと、変化していく火山活動に応じたハザードマップの変更というのはできないはずなんですね。いつまでも事後でダイナミカルに変えていくという発想から抜けきれないわけです。モニタリングデータによってハザードマップを変えることによって、僕は初めてリスク評価が可能になると思います。

ですから、モニタリングそのものはリスクとは全く無関係ではない。モニタリングそのものがリスクをちゃんと評価してあげるんだと、僕は観測をやるにあたってそれぐらいのつもりで私はやっているつもりなんですけど、万年さんはどうですか。

○司会：ではお時間となりましたので、次の発表に移りたいと思います。井口先生、どうもありがとうございました。

続いての講演は、「北スラウェシ州・カラングタン火山災害の危機管理から学んだ教訓」、インドネシア火山地質災害軽減センターの SupriyatiAndreastuti さんにご発表いただきます。

## 講演5 「北スラウェシ州・カラングタン火山災害の危機管理から学んだ教訓」

### Supriyati D. Andreastuti 氏（インドネシア火山地質災害軽減センター）

○Andreastuti：ありがとうございます。皆さん、こんにちは。まず防災科学技術研究所の皆さまに、お招きいただきましたこと感謝申し上げます。

この火山を選んだ理由ですが、一つはこれが火山島であること。二つ目は山頂が二つあることです。時には噴火が交互に起こったり、同時に起こったりします。また、その活動のせいで避難手続きなどにも影響が出る可能性があります。こちらが北側、こちらが南側の山頂となっています。

さて、まずインドネシアの火山についてお話しします。インドネシアには127の火山があります。ここがカラングタン火山です。ジャカルタから2200キロほど離れており、インドネシアの最北端に位置します。

我々は火山を3つのタイプ（タイプA、B、C）に分けています。タイプAは1600年以降に噴火した火山で、タイプBは1600年以降噴火が起こっていない火山です。タイプCは噴気孔にのみ活動の兆候が見られる火山です。127の火山のうち、77の火山がタイプAに分類され、私たちは常時モニタリングを行っております。国家災害管理庁のデータから、2000年から2019年までに約144回の噴火が発生したことが分かります。平均として一年あたり7回の噴火があるということです。

VEI4からVEI7まで多くの噴火がありましたが、最も大きい噴火は1815年にタンボラ火山で発生した噴火で、およそ10000人の犠牲者を出しました。次が1883年のクラカタウ火山で発生したVEI6の噴火で、およそ36000人の犠牲者が出ました。アグン火山とガルングン火山でも大きな噴火が発生し、アグン火山では1500の方が亡くなりました。この地図では大規模噴火を起こした火山の位置を示しています。

防災のための戦略として、まずは国家レベルの災害管理機関（国家防災庁）があります。そして州や県のレベルの災害管理機関（地域防災局）があります。それぞれ災害の規模によって果たす役割が違います。

例えば、噴火は全国的に大きな影響を与えるため、急な噴火の時には国家防災庁が処理します。また、カラングタン火山の場合、規模が小さいので、こちらは地域の防災局が取り扱います。地域防災局はキャパシティや資金に余裕がない場合、その一つ上の州レベルの防災局、あるいは国レベルの防災庁からの支援をもらいながらの活動となります。

警戒レベルの発行についてですが、標準的な手続きがあります。火山観測所からのモニタリングデータを、地質学的な観点から、またハザードマップと照らし合わせて、また現在の活動状況を踏まえて警戒レベルを出します。これについては国家防災庁と地方自治体との間で調整します。

警戒レベルの情報を基にして、リスク評価を行いリスクマップを発行しました。さらにそれら

は情報データセンターと地方防災局に提供され、避難が必要な場合は運用管理センターと指令センターにも提供されます。また噴煙柱の高さに変化があった場合、空港の安全性に関する情報も提供されます。

これがカラングタン火山で、山頂が二つありこちらが北部、こちらが南部の山頂となります。

カラングタン火山の最近の活動ですが、2018年から2019年にかけて起こりました。2018年7月から活動に変化が生じ、この南部火口が活発化しました。同年11月から2月までの活動域はこちらで、2019年7月から今度はこちらのほうで活動が見られるようになりました。なお、1976にも噴火が発生しています。

これがカラングタン火山の特徴です。これは南部の山頂から撮った写真です。この外観見ると、人々は様々な考えを持ちます。なぜこの写真をお見せしたかと言いますと、これが実は問題の根源だったからです。

まず最初の特徴は、活動休止の期間が短いことです。ほんの数カ月でまた活動が再び起こるといふこともあります。

次に、爆発的な噴火に続いて火砕流や熱雲が発生し、ある場所で止まることがあります。これは一方向だけに流れるものではありません。幾つかの方向に流れ、多くの場所で堆積します。これも問題で、堆積したものが崩壊し火砕流が発生するということがあります。

インドネシアでは四つのレベルの警戒レベルを設けています。下から平常、警戒、避難準備、避難となっており、カラングタン火山は現在レベル3となっています。

一般の人たちに伝える場合の問題点の一つは、一般市民が警戒レベルの違いを理解するのが難しいということです。そのため、あるケースでは、地域の文化もうまく使いながら警戒レベルを伝えるようにしています。

これがメラピ火山の例ですが、地元で使われる言葉も使って説明しています。それぞれの警戒レベルで何をすべきかを説明しています。

しかしカラングタン火山ではまだ実施されていません。能力も知識も違うので、徐々に広げていくということが必要です。

こちらがカラングタン火山の立入禁止区域を示しています。熱雲が北のほうから西、そして南西へ、それから南から南東へと広がっています。北東や東のほうには流れていません。これがカラングタン火山のハザードゾーンとなっています。

ここではカラングタン火山噴火時にどういう問題に直面したかをお話したいと思います。

8月28日、当時は天候が曇りだったため、火口の上で火のように見える色の反射が見られました。このように反射して非常に大きく見えたため、多くの人がパニックに陥りました。我々は、この噴火で何が起こったかをチェックするために何か所かに人を送り込みました。後でそれはお見せします。

ハザードやその特徴を理解し認識するために様々な問題があったので、軍や警察の協力も要請しました。毎日密接に連絡を取り合って、そして多くの人たちに説明してもらいました。

こちらがカラングタン火山の活動の様子です。地理的な状況から、2018年11月から主な活動があった2019年2月に多くの問題が生じました。この時は非常に天候が悪く、波が高く避難区域における管理が困難でした。これは溶岩流で、海まで到達しました。この時我々はちょうど道路を改装していたのですが、火砕流でやられてしまいました。ここに孤立した場所があります。後ほどその様子もお見せしたいと思います。

熱雲はこの方向に流れていきました。2018年11月から2019年2月まで、溶岩流は北のほうに流れ、およそ4km離れた海に到達しました。そして7月からは、こちらの方向からこちらの方向（西側）に流れていきました。ここは、山頂から2kmほど離れたところにある立入禁止区域です。そしてこれは西側に3kmほど広げた立入禁止区域で、北から北西側にも約4kmの立入禁止区域があります。これが熱雲の広がった方向です。

こちらの表ですが、カラングタン火山の噴火の年代を示しています。その活動は長期間とてもゆっくりしたものでした。

2019年8月6日に、島の南部で構造性的地震が発生いたしました。その際に熱雲の方向が南東方向に変わりました。多くの火山で起こる訳ではありませんが、不安定なドームがある火山では、火山活動が活発な場合構造的地震の影響も考慮する必要があります。

これは立入禁止区域を拡大したものです。こちらが北方向に向かっている溶岩流です。こちらの道路は溶岩流によって切断され、そして最終的には海に到達いたしました。

道路が切断された時何が起こったのでしょうか。バトゥブラン村の人々は道路を横断することができずに孤立しました。この川に沿って住んでいた人たちはニアムバンゲン村に避難させました。溶岩流からはだいぶ離れておりますが、バトゥブラン村の人々は避難することができませんでした。この時は高波で天候も悪く、こちらからのアプローチも困難でした。

病院に行く必要のある女性もいましたが、船がこの場所に近づくのは難しく、またその女性はこの場所を離れることを拒否しました。このあたりでは病院はありませんでしたが、最終的に1週間後ようやく女性を連れ出すことができ赤ちゃんも無事でした。

一体この危機で何が起こったかということですが、人々は溶岩がまだ熱いにも関わらずこの道路を横切ろうとしました。それが我々にとっての問題となりました。まだこちらの反対側では活動が続いており、時折熱雲が発生した時に別の方向に、短い距離ですが、進んでいました。では、火山の上で火が反射した時、火山の上で一体何が起こっていたのか。これは実は小さな噴火が発生していました。それが雲に反射して見えたので、とても大きく見えたわけです。反対側の南側、南西側から見るとこのように見えました。

これが事実なのですが、人々はパニックに陥りやすく噴火が絶えず起こっていると考えたため

この現象を説明するのは簡単ではありません。

そこで、リスクコミュニケーションがいかに難しいかについて話をさせていただきたいと思います。

最近、我々はデジタル形式の情報提供を行っていますが、時折デマも含まれたり人々が十分に理解できなかつたり、また人々がその時だけ専門家になったような気分になることもあります。これは危機対応時に直面する別の問題です。我々は人々に理解してもらうために、今でもこういったハザードマップのような簡単な方法を使っています。大体 30 メートル×30 メートルぐらいの大きなハザードマップを作って、そのハザードマップの上で一緒に遊んでみるというようなことをしています。一体何がハザードなのか、どういった方向なのか、そして自分たちの家はどこにあるのか、ということが理解できるようになります。

そうすると、火砕流が発生した時に道路や川を横切つてはいけないということが理解できます。知る必要のある避難方法についてこの地図上で説明することができ、とても便利です。

それから、政府職員やコミュニティーのメンバーと一緒にサイトに行つて、そして堆積物を見てもらっています。堆積物に関しては、どのように形成されているのか、どういった形でこの方向に分布しているのか、その特徴は何なのかというようなことを説明し、そのことによってイメージを持ってもらい、どうしてこういったハザードマップになるのか、どうしてそれを作るのか、ということを理解していただいています。

また、人々に現場で関わっていただくということをしています。そのことによってハザードを認識し、リスクを評価することができます。我々はこれをカラングタン火山で実施しました。あるエリアから安全な場所に避難するためのシミュレーションも行いました。どれだけ難しいことなのかということを理解することによって、リスクを推定し、自分自身で備えることができるようになります。

これがメラピ火山を対象とした緊急時対応計画です。実際、法律で定められたところによって、各州および各県または各市は緊急時対応計画を含む災害管理計画を持たなければなりません。例えばカラングタン火山では国レベルの緊急時対応計画がありますが、メラピ火山には村レベルの緊急時対応計画しかありません。これはとてもいい例だと思います。

このグループで一体何を話し合っているかということ、まずハザードを認識し、リスクを評価し、何をすべきなのか、そしてどのようにすべきなのかということです。彼らは危機対応のための SOP を持っており、村のリスクマップなどを提供しております。

我々がインドネシアで直面している課題は、人口密度が高いために人々の生活に影響が大きいことと、人々が危険地域に近づく傾向にあるため、最終的に危機意識が低くなるということです。我々にとっての課題は、まずどのように監視をし、そして評価、予測を行うのかということであり、二つ目としては、知識と意識を向上させるためにはどうすれば良いか、ということです。そ

れから、私たちにとって最も難しいのはリスクを伝える方法です。現時点では、災害の度に人々へどう伝えるか学んでいる途中です。どうもありがとうございました。

○司会：ありがとうございました。ただ今の講演に対しての質問等がございましたらお願いいたします。ございませんでしょうか。

私から1点、質問よろしいですか。Martaさんもコロンビアで重要だと仰っていた教育活動というのは、どの国でも、我々日本の国でも大変重要だと考えているのですが、そういった防災に関する教育活動というのは何歳くらいからやっているのでしょうか？

○Andreastuti：これは難しい質問です。防災教育に関して学校でカリキュラムがあるわけではありません。

でも今は、我々を含む多くの機関の職員が学校教育に関わっています。通常、我々が学校を訪問するか彼らが我々の機関を訪れ、火山だけではなく地震や津波、地滑りなどについて議論し学んでいます。対象とするのは幼稚園や小学校、高校のほかにも多くは大学の学生が我々のもとを訪れます。

しかし私たちにとって難しいのは、幼稚園や小学校でのコミュニケーションです。質問はシンプルなのですが、答えるのが難しいからです。

○司会：どうもありがとうございました。ほかに質問はございますでしょうか？中田先生お願いします。

○中田：インドネシアではいろいろ私も噴火の現場に行かせてもらって、実際噴火中の活火山にも行きました。その時、あなたの機関が有効なアウトリーチ活動を行っていることに大変驚きました。噴火があっても、毎日あなたの機関の職員が学校に行ってコミュニケーションをとるなどされていました。これは非常によいサポートであり、被害を軽減するとても良い方法だと思います。

私の質問は、どのようにしてリスクを学ぶかです。リスクというのはそれほど簡単ではありません。リスクを正しく評価するためにはある程度知識が必要です。これは、後のパネルディスカッションのテーマでもあるのですが、あなたの部署においてどのようにリスクを評価しているのでしょうか？リスクというのはなかなか難しく、いろんなハザードがある中でリスクを評価しなければなりませんし、またいろんな人が関わるわけですね。何かいい方法があれば教えてください。

○Andreastuti : ありがとうございます。我々の機関には自信部門、津波部門、地滑り部門、そして火山部門があります。災害が発生すると、それぞれの部門の職員が現場に行きます。火山の場合は、例えばカラングタン火山の場合、既に避難がなされていました。噴火後に現地に行くのはより経験を持っている人たちです。コミュニケーションに問題がある場合は、特別な担当者が現場に向かうことになります。

この間、我々は単に一つのグループが対応しているわけではなく、複数のグループが対応することになっています。例えば私の部署には6人いたので、3人と3人に分かれました。一晩で複数の場所を訪れることができます。ということをしておりまして、これはなかなか難しいんですけども、うまくそれを管理するようにしています。

私がこの件について満足をしているのは、人々の反応がとても良いことです。実際避難所に行ってみますと、もう就寝しようと思っても、ベッドに座ってしっかりと耳を傾けてくれます。我々はいろんなことを説明し、彼らはいろんなことを尋ねてきますそのため、我々は大変満足してやっております。

また、人々に対応するために、まずは地方自治体の役人、時には非政府組織の人たちとも話し合う必要があります。地方自治体はハザードのことをよく理解せずに情報を提供することがあります。我々はそういった問題によく直面します。例えばバリには強力な非コミュニティ組織があって、一緒に話をするには高位の宗教指導者や地元のリーダーが関与する必要があります。そしてようやく、彼らが一体何を求めているのかということを理解することができ、そのような時我々は口を挟みません。

そして実際の危機の時には、パニックにもなり、多くの問題が発生しますので、皆が自分のやりたいことをまずやろうとしてしまう。そういった、我先にというようなことがよく起こってまいります。

○司会 : ありがとうございます。では、改めまして拍手をお願いいたします。

続きまして、第1部最後の講演となります。「箱根火山 2015年噴火とリスクコミュニケーション」、神奈川県温泉地学研究所の萬年一剛研究員、お願いいたします。

## 講演6 「箱根火山 2015 年噴火とリスクコミュニケーション」

萬年一剛氏（神奈川県温泉地学研究所）

○萬年：こんにちは。神奈川県温泉地学研究所の萬年と申します。



今日はこのような話をしようと思えますけど、私の今日お話しする箱根火山の噴火というのは、今日これまで先生方が話された噴火に比べると大変に小さい噴火でして、この場に呼ばれるのもいかなものかなと思っているところなんですけれども、どういうことが行われたかということをお話していこうと思います。

### 箱根の特徴

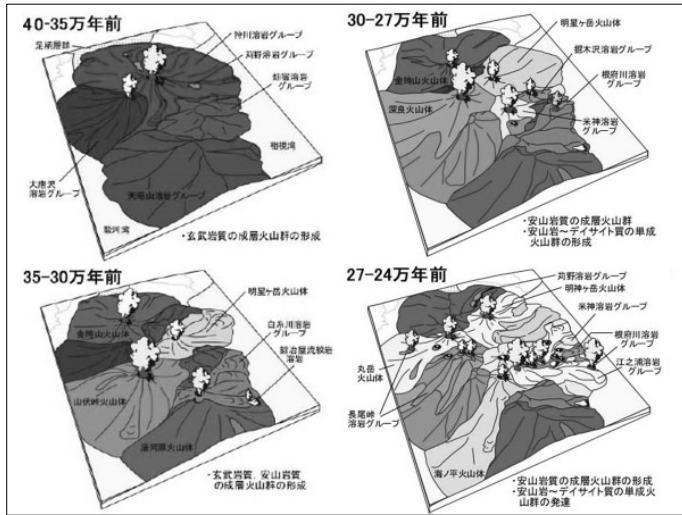
- 国内有数の大観光地  
年間観光客 2000 万人
- 噴気地帯も大観光地  
年間観光客数約 300 万人
- 有史以来、噴火の記録がなかった（～2015）
- 火口域から 700 m に人家

箱根火山の特徴ですけれども、箱根火山というのは東京から 80 キロぐらいのところに位置しております。東京に近いということもありまして国内有数の観光地となっております。年間大体 2000 万人ぐらいのお客さんが来るという観光地です。

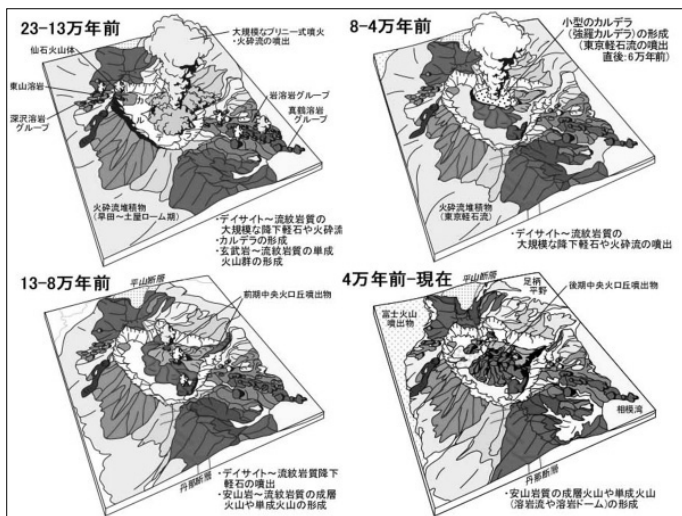
問題は、噴気地帯、これは噴火が起きる可能性がある場所ですけれども、そこも大観光地になっておりまして、年間 300 万人もお客さんが来るということです。

さらに問題だったのは、有史以来噴火の記録がなくて、2015 年にこれからお話しするように噴火をするんですけれども、それまで噴火の記録がなかったんです。私が研究所に来たのが 1998 年なんですけれども、そのときは誰も噴火するなんて思っていなかったんですけれども、そういう中でも噴火に至ったということです。もう一つマネジメントが難しいところとしては、火口域から 700 メートルの所に既に人家があるということです。





今日はあまり長くお話している時間がありませんけれども、箱根火山の非常に簡単な歴史を申し上げますと、大体 40 万年ぐらい前から活動が始まったとされていて、24 万年ぐらい前までは富士山と同じような形の成層火山、あまり大きな火山ではありませんけれども、それが寄り集まってできたコンプレックスを造っていました。

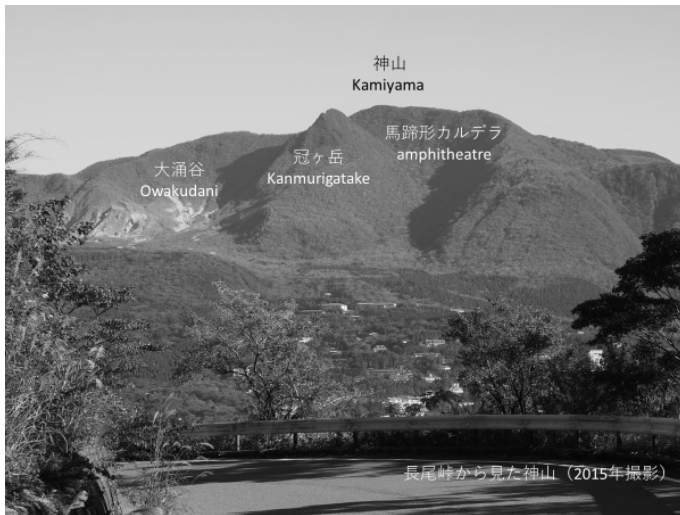


その後、23 万年以降活動の形式が変りまして、真ん中のほうで大きな噴火によってカルデラができました。現在はそのカルデラの中で噴火が起きて、主に溶岩ドームや小さい成層火山を造っているという状況です。

カルデラの中の山の形はこのような形をしていて、ちょうどボウルを伏せたような形をしています。これに大変似た形の火山が九州にありますけれども、これが雲仙です。



1990 年の雲仙の噴火はどういう噴火だったかと言いますと、火砕流が発生しました。溶岩ドームが崩れ落ちて火砕流が出た、こういう噴火が昔の箱根火山でも起きたと考えられています。



これは、3000年前の最新の噴火によってできた地形をお見せしています。3000年前の噴火で冠ヶ岳と呼ばれている溶岩ドームができましたけれども、この溶岩ドームができる前に元々あった山が崩れて、このように馬蹄形カルデラを造っています。この馬蹄形カルデラの東側の端に、大涌谷と言って、先ほどお話したように年間300万人の観光客が訪れる噴気地帯が位置しています。



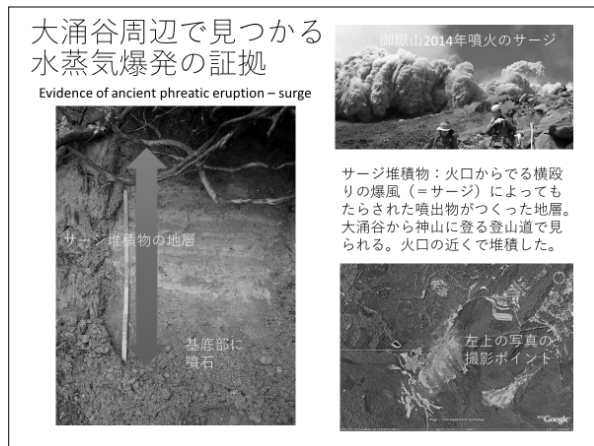
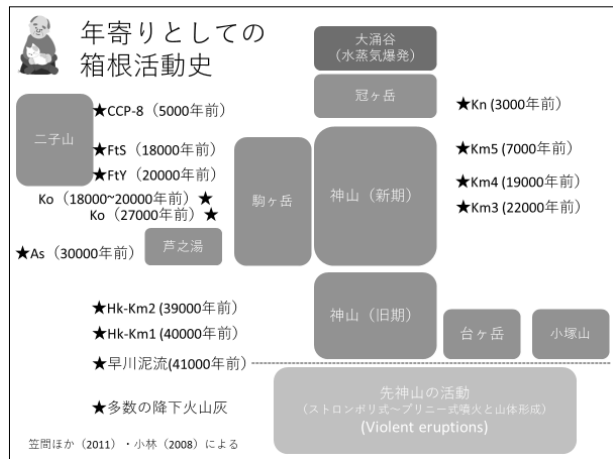
この地形を遠くから見ますとこういう形をしています。

3000年前にどういうことが起きたかと言いますと、このように元々は神山があつて、これが噴火の際に崩れて、このように崩れた土砂がここにたまって、仙石原と呼ばれる割と平らな土地をつくっています。崩れて、このような平らな土地ができたということです。



この噴火が起きたことで、箱根というのは非常に恩恵を受けていまして、神山のそばに観光地である大涌谷ができたほか、崩壊した土砂が早川をせき止めることによって芦ノ湖という湖ができました。大涌谷を訪れてから、ロープウェーで湖まで下りて、湖で観光船を楽しむというのが箱根のルートとして知られていますが、これが可能なのはこの噴火があったおかげです

先ほどお見せした火砕流の証拠から、箱根火山というのは過去 4 万年間で 12 回の噴火があったということが知られていまして、最新のものが 3000 年前ということです。このときに冠ヶ岳というドームができると共に、山体崩壊が起きました。これが最後のマグマ噴火ですけれども、この後に水蒸気噴火が何回か起きております。



この水蒸気噴火というのは、ちょうど御嶽の2014年の噴火、今日もお話がありましたけれども、この噴火と同様の噴火があったと考えられていまして、このときに出たサージと呼ばれる現象による堆積物が、大涌谷の近くで見ることができます。



これは空から見た大涌谷ですけれども、年間 300 万人が来る観光地がこちら辺りにあります。このすぐ近く、700 メートルぐらいの所に、ここに火口がありまして、先ほどお見せした堆積物の露頭はここにあります。ここが山体崩壊をした神山で、これが最新の山体である 3000 年前の冠ヶ岳です。



こういう水蒸気噴火の跡が地質学的に見つかっていただけで、箱根町のハザードマップではこういうのが想定されています。ハザードマップが公表されて町内に全戸配布されたのは 2003 年です。

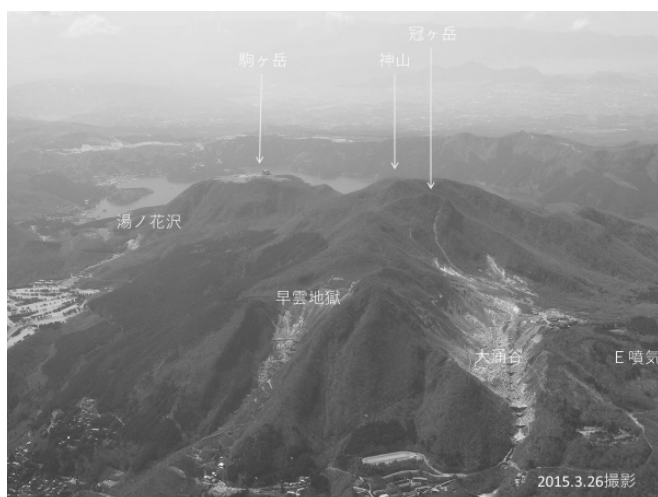
## 2001年異常とその後の 火山研究・防災対策

箱根火山＝噴火は無いけど良く地震がある火山  
ということは知られていたが、、、

箱根火山は 2015 年に噴火をするんですけど、2015 年の噴火というのは完全に初めての異常事態というわけではなくて、実は 2001 年に非常に大きな火山活動の活発化がありまして、これが契機となって火山研究や防災対策が進んできているというお話をします。

2001 年より前、箱根火山はどういう認識だったかと言いますと、割と地震が多い

火山なんですけれども噴火がない、噴火がないけれども地震がよくある火山として知られていました。それが塗り替わったのが 2001 年です。



これは空から見た箱根火山の様子ですけれども、箱根には四つの噴気地帯がありまして、そのうちの一つ、これが観光地でもある大涌谷です。ここで異常が起きたのが 2001 年のことでした。

2001 年に何が起きたかと言いますと、こういう現象が起きました。箱根火山は首都圏に近くて、日本人は温泉が好きだということもありまして、温泉を求めてたくさんのお客さんが来るのですが、普通に湧き出す温泉だけだと足りなくて、噴気地帯に穴を掘って、蒸気を取って、それと水を混ぜて温泉をつくるということをしています。



この井戸は 500 メートルぐらいの深さがあるんですけども、通常ですとここから出てくる水蒸気というのは、水と混ぜることによってすぐに濃縮された温泉

に変わってしまっていて、噴気が出てくるということはないんですけども、2001 年のときは中から上がってくる蒸気の勢が強くなりすぎて、水を入れてもそれが飛び散ってしまっていて、全然噴気

が治まらないということになりました。これを我々は暴噴と言ひまして、英語では **Blow out** っ  
て我々は一応呼んでいるんですけども、それが 2001 年の 7 月に発生しました。



このときに起きた現象がこういう現象  
でして、このように、井戸から出てきた  
噴気がロープウェイのほうに行っている  
わけです。噴気がただの噴気だったらい  
いんですけども、この中には二酸化硫  
黄が大量に含まれていまして、それが箱  
根の大涌谷全部を覆ってしまうような状  
況になりました。



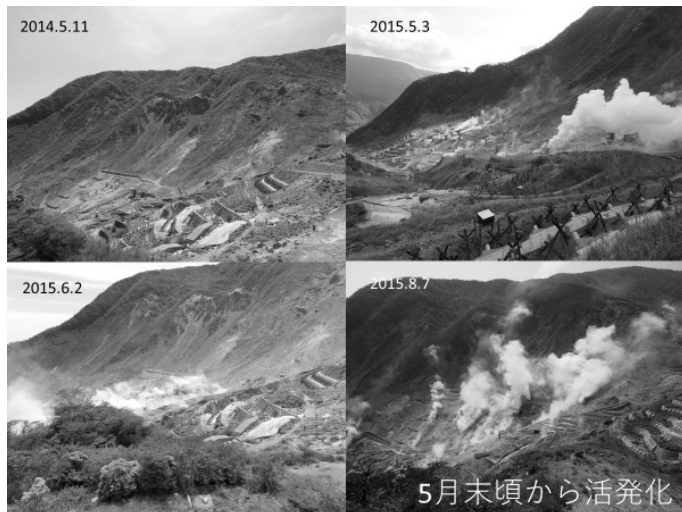
これは非常に問題でして、実際ここでは  
何の対策も取られなかったので、普通に  
観光客がこの場所に訪れて、ここでは「黒  
たまご」といって、噴気で卵をゆでたの  
が有名なんですけれども、それをみんな  
は火山ガスにゲホゲホと咳をむせびなが  
ら、それを食べているというような異常  
な状況になりました。私としては非常に  
問題だと思っていまして、大量の二酸化  
硫黄があつて明らかに人的な被害が起こ

る可能性があるにもかかわらず、何の手も打てなかったというのが非常に反省として残りました。

なぜ何の効果的な策も打てなかったかと言いますと、もちろん災害対策基本法という法律で、日本の地方自治体の首長、町長には避難指示を出したり、警戒区域を設定する権限が与えられているんですけども、大涌谷というのはたくさん事業者がいるわけです。例えばロープウェイやバスなど交通関係の人とか、ここで事業をしている商売をされている方もいます。また、ここは実は私有地なのですが、私有地から町に出ていく道路は県のものであるとか、私有地から山のほうに行く歩道は環境省のものであったりとか、いろんな組織が入り組んでいるわけです。ですので、町長がこれはいかんとっても、それは説明責任が求められるわけです。その説明をするための根拠が当時は全くなかったわけです。

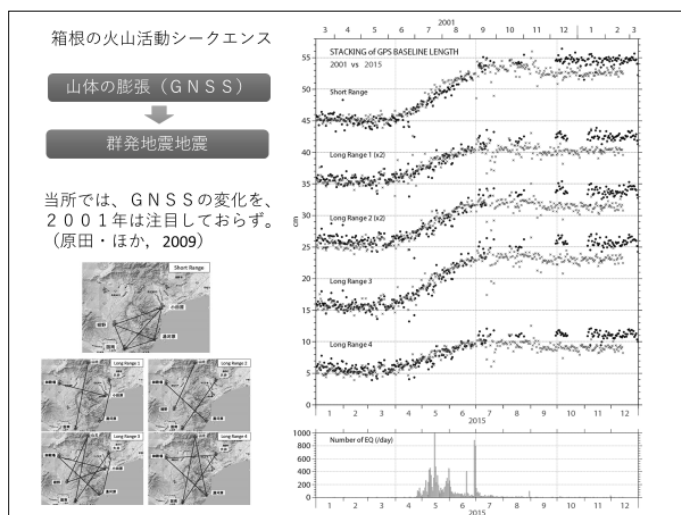
それを解決したのが 2008 年、箱根火山では 2009 年に導入された噴火警戒レベルでして、この

ときに 2001 年の教訓を踏まえまして、地震活動と地殻変動と噴気の異常の三つがある基準を超えたら、必ず噴火警戒レベルを上げるというようなスキームができて、これが 2015 年に大変役に立ったわけです。



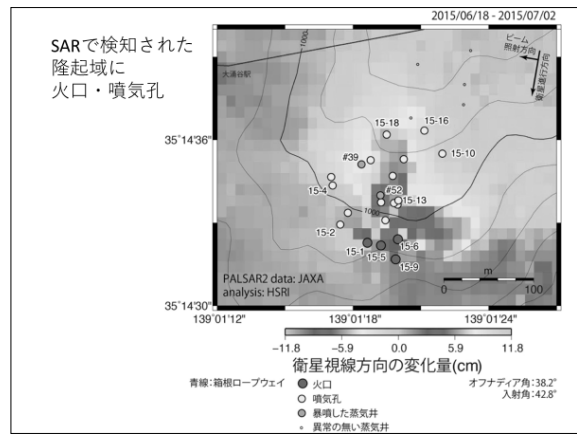
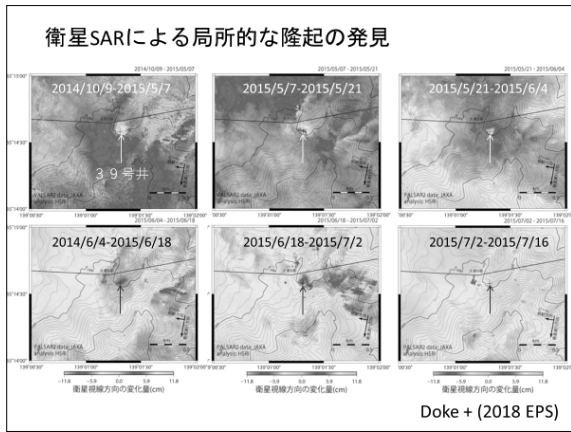
では、2015 年にどういうことが起きたかというのを見ていきますけれども、これが噴火の起きる大涌谷です。これは噴火のちょうど 1 年前の 2014 年の 5 月 11 日の様子を示していますが、何も噴気がないわけですね。こういう状況で 2015 年の 5 月 3 日、先ほどお見せした 2001 年とちょうど似たような感じで、蒸気の井戸からガスが出てくるようになりました。最初は井戸からだけだったんで

すけれども、そのうちその周辺からも噴気が出るようになりました。噴火後はこういう状況で、今もこういう状況です。

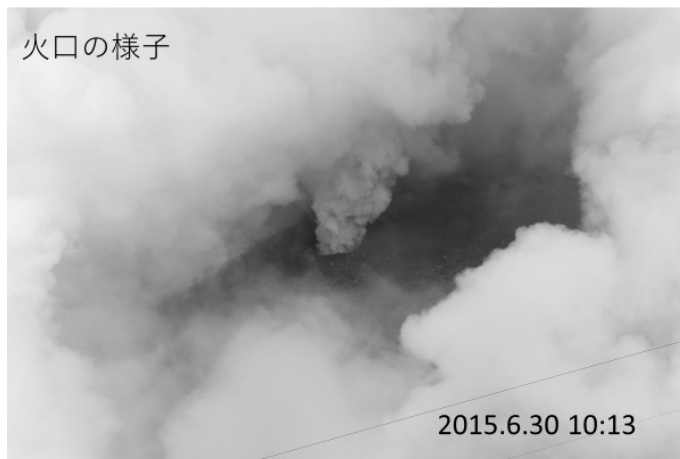


このときにどういう観測が行われたかと言いますと、一つ大きかったのは GNSS による観測でして、これでもって箱根火山の山体の膨張を捉えていました。黒い点は 2001 年の観測で、赤い点が 2015 年の観測ですけれども、2001 年と 2015 年というのは瓜二つの非常に似た変動パターン、変動の量から変動の速度まで非常に一致した形の変動をしたということが分かります。

これが衛星 SAR による局所的な隆起を示したものですけれども、これが特に 2015 年のときに大きな役割を果たしまして、ちょうどこの先ほどお見せした暴噴していた井戸の周辺で隆起が捉えられています。隆起が噴火の 2 カ月ぐらい前からずっと観測され続けていて、噴火と同時に隆起がやんだということが分かります。



私どもは、この隆起のパターンから見て噴火するとすればここであろうということで見通しを立てて、この周囲に規制をかけるというような、この周囲に入ってはいけないゾーン、立入禁止の所を設けるなどの措置を取りまして、実際噴火が起きてみますと、ちょうど隆起域の周辺に噴火口と噴気孔が現れています。



それでは、どのような噴火だったかと言うと、先ほどまでのお話ですと、溶岩がたくさん出たりしてすごくきれいなんですけども、箱根の噴火は全然きれいじゃなくて、ただ蒸気が出ているだけという状況です。私もここで見ていたんですけども、正直、何が起きているか全く分からなくて、噴気が大量に出ているということはもちろん見れば分かるんですけども、

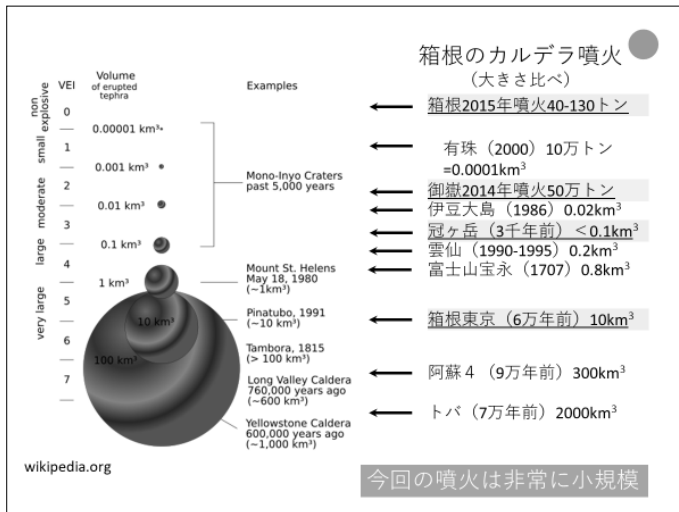
これが噴火かどうかというのは分からなかったんです。

#### 6月30日の大涌谷 (Erupting Owakudani; Jun 30)



ただ、見てみますと、今、噴気が非常に勢いよく上がってくるところが見えますけど、ここにクレーターが、新しい火口が生じているということが分りまして、地下からちゃんと何かが上がってきて噴火が起きているということが分かったという感じです。





箱根火山の噴火は非常に小規模でして、出てきた量がたった 100 トンということです。2014 年の御嶽山の噴火でも 50 万トン程度出ていますので、箱根の噴火というのはこれの 5000 分の 1 ということで、非常に小さな噴火だったということが分かると思います。

2015 年の噴火のときは、5 月 3 日に先ほどのように蒸気の井戸が暴噴を開始したんですけども、その 3 日後にはレベル 2 が発表されまして、大涌谷の立入制限が行われました。

さらに InSAR の観測によって、さらに細かく立入制限の場所というのが決められましたけれども、このせいで問題になったのが、ちょうど大涌谷で温泉をつくっている範囲で入ってはいけないというゾーンが設けられたので、

## 2015年噴火と防災対応の特徴

- 暴噴開始（5 月 3 日）から 3 日後にレベル 2 が発表。大涌谷の立入制限。
- InSARの観測結果に基づく立入制限により、造成温泉の供給不安。大量の報道で客足ダウン。
- ごく小規模な水蒸気噴火（噴出量100トン程度）。事態はコントロールの範囲内。
- 行政・観光業者の安全アピールが裏目に。

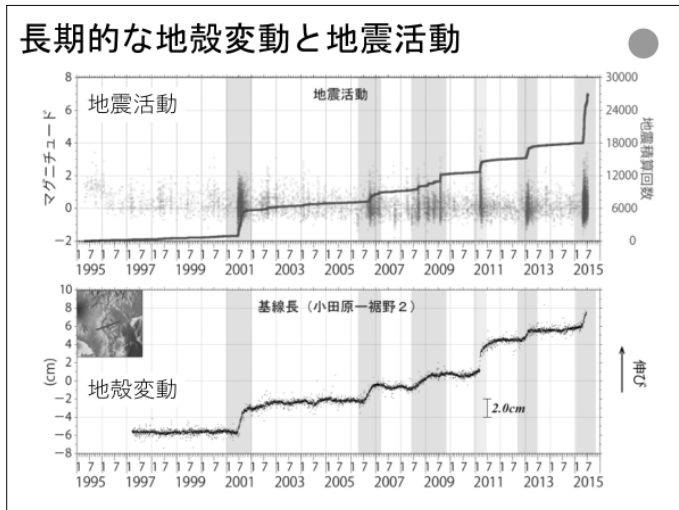
噴火後、コンサルタントを雇って報道対応を演習。

そこに立ち入ることができないといろいろなメンテナンスができないという問題が出てきて、温泉がいずれ来なくなってしまうのではないかなというような報道が行われまして、その大量の報道で、実際には温泉がなかなか止まらなかったんですけども、大きく客足がダウンしました。

今回の場合はごく小規模な噴火で、事態は本当に想定内、コントロールできる範囲内に収まっていたんですけども、そういうふうなことを、行政とか観光業者が安全ですよというアピールをしたのが実は裏目になってしまって、さまざまな問題を生じました。実は噴火後、どうやってアピールしたらいいかということに関して、コンサルタントを雇って報道対応を演習しまして、2019 年には大きな変化が見られました。

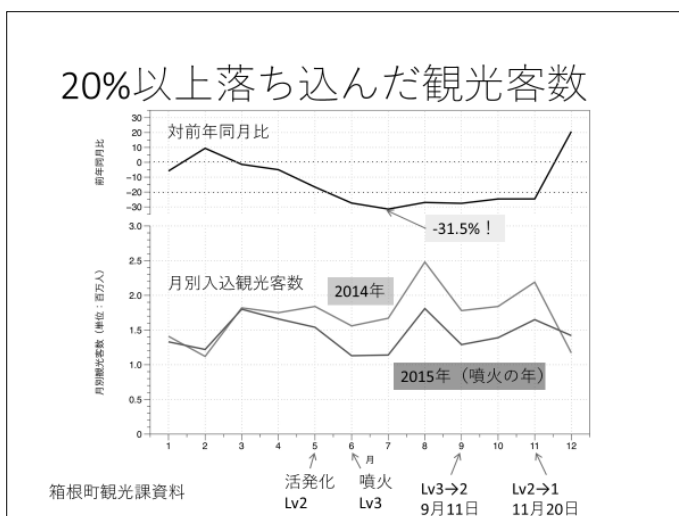


## 長期的な地殻変動と地震活動



私どもとしては、箱根火山は現在、結構活発な時期に入っていると考えていて、地元でもそのように説明しています。その根拠は何かと申しますと、これは基線長と言いまして、箱根をまたぐ距離です。これが数年に1度ずつ、数センチずつ伸びていることが分かります。ちょうどクッと伸びるときに地震活動も活発化するというわけです。2001年以降、数年に一遍の割合でこういうことが見えるので、今後もこういうことが起こるだろうということを考えています。

## 20%以上落ち込んだ観光客数



2015年の噴火でどれぐらい観光客が減ったかと言いますと、最大で31.5%、前年同月比で減少しました。私は公務員なので、お客さんがどれぐらい減ったらまずいかというのは、なかなか感覚的に難しいんですけども、私が聞いた範囲では、1割前年同月比で減ると非常な問題だそうでして、30%という倒産する会社が出てもおかしくない水準だと伺っています。

## 2015年噴火の反省点

- ・リスクコミュニケーションの不在

箱根を  
守ろう

箱根を  
伝えよう

このとき、さすがに30%もお客さんが減ったので、行政としてもいろいろなことをやろうとしたんですけども、最初にやったのが「箱根を守ろう」というキャンペーンで、Save Hakone というものけれども、これはすぐに大きな批判を浴びました。なぜかと言いま

すと、箱根の何を守るのかという問題を呈されたわけです。要するに、観光業者を守るのか、それとも箱根のなにかを守るのか、それがよく分からない。普通はこれを見ると、箱根の観光業者を守ろうというふうに考えるのが普通でして、これはいつの間にかトーンダウンしまして、「箱根を伝えよう」というキャンペーンになったんですけども、そういうことがありました。

## 2015年噴火の反省点

- リスクコミュニケーションの不在

**箱根山 警報の名称を「大涌谷」に変更？ 国交相**

2015年5月26日 17時20分 (2015年5月28日 10時07分 更新)

箱根山は、26日も大涌谷周辺の温泉供給施設で蒸気が勢いよく噴出する様子が続いており、火山性地震は今日21日以降、26日午後3時までに165回に達した。一方、本田副大臣は閣議後の会見で、気象庁が発表に使っている「箱根山」という名称を「大涌谷周辺」という表現に変えられぬか検討する考えを明らかにした。

気象庁によると箱根山周辺で発生した火山性地震の数は、今日15日から20日までの6日間で755回、21日からきょう26日午後3時までの6日間で165回に達した。

地球観測衛星だいち2号で国土地理院が観測したデータによると、今日10日から24日までの2週間で大涌谷の200メートルのごく狭い範囲では最大で12センチの地殻変動を観測した。

一方、神奈川県箱根町では国交省に対して「箱根山全体が大変な状況にあるという印象を広く、風評被害につながりかねない」として、気象庁が発表する「火山情報」の名称を「大涌谷周辺」に変更するよう要請。

本田副大臣は26日の閣議後の会見で、箱根町からの要請を受けて、「現時点ではここが一番急がないが、この原爆は大丈夫、という情報を正確に発信できる方法を検討・研究する」と語った。

あと非常に問題なのは、今まで自分たちのことを「箱根」と言っていたわけです。箱根は非常に大きなブランドだったわけですが、噴火の警報を発表するときに、箱根という名称をやめてくれと、これからは大涌谷と言ってくれという無謀な申し入れが行われて、それを国土交通省が認めちゃうとか、信じられないことがいろいろありました。

## 火山🌋観光サミット

箱根宣言  
正しく火山を学習・理解する  
正しく情報を発信する

こういうことは世間の非常に大きな批判を浴びまして、箱根の業者さんは非常に反省をしまして、火山🌋観光サミットというのを立ち上げてまして、実際に海外から研究者をお呼びしたり、日本国内の研究者をお呼びしたり、今まで全然火山に興味がなかったんですけども、箱根の観光業者さんはこれを機に勉強しようということになりました。

## 箱根の観光業者さんの結論

観光とは？  
「光」を「観」る。平和を礎にしている。心を豊かにするために来る。みんな笑顔になるために来ている。

観光業者さんの立場としては、  
少しでも問題のあることは、伏せておきたいという心があった。  
(安全だと言うことをアピールしたかった)

レビュー・マネジメント (評判管理) の重要性  
観光は不要不急。  
あえて行きたいと思う気持ちがどこで成り立っているか、お客さんの身になって考える。

どうすれば良いのか？  
火山と共生しているという認識を持つ。  
対応をかみ砕いて話す (安全の宣伝はしない)。

そのときに箱根の観光業者さんがこういう結論を出したかというのが、ここにまとめています。

日本語で観光というのはどういう意味があるかという、日本語での「観

光」という文字は、「光を観に来る」という意味があります。光を観に来るというのはどういうことかと言うと、平和な様子を見ている、だから平和なものを礎にしている。あと、平和な様子を見て、心を豊かにするために観光に来るんだ、みんな笑顔になるために来るんだ、ということです。

観光業者さんとしては、少しでも問題があることは伏せておいて安全だと言いたかったわけですが、それはお客さんの疑念を生むだけで何もいいことがなかったということです。

結局気付いたのは何かと言いますと、評判管理、レピュテーションマネジメントと言われるそうなんですけれども、これが非常に重要でして、観光というのとはにかく不要不急であると。なぜならば、平和な様子を見に来るもので、箱根で何か異常なことが起きているときに見に行こうということはなかなか考えないわけですね。噴火が起きそうだというときに観光地に行くのは火山学者だけで、普通の人は来ないわけです。要するに、お客さんの身になって考えましょうと。

そして箱根に住んでいる人たちとしては、火山に住んでいる、火山と共生しているんだ、という認識を持ちます。外に対しては、安全の宣伝はしないで、どういうことを自分たちはやっているのかということを伝えていこうというふうに考えたわけです。

**2019年レベル2の対応に見る箱根の進化**  
事態の切迫性の低さや、マスコミの飽きに助けられているかも知れないが？

- マスコミ対応の進化
- NGワードの設定
- 活火山箱根の受容

最悪中最悪のシナリオ	山体崩壊
最悪のシナリオ	溶岩噴火
最悪中最良のシナリオ	水蒸気噴火

「最悪」を描くことは火山地質学者の使命！

そういうわけで、2019年にはどうい  
う対応をしたかということです。これ  
は 2019 年のときには、先ほどお見せ  
したように InSAR での隆起活動とか  
そういうのが見られませんでしたので、  
事態があまり噴火するという方向に向  
けて切迫してなかったというのに助け  
られたところはあるんですけども、  
また、2015 年に噴火しちゃったのでマ  
スコミがちょっと飽きていたというの

もあるんですけども、それにしても結構進化をしていると私は感じました。

一つはマスコミ対応の進化でして、マスコミに取材されるがままにしていなくて、自分たちから出したい情報を提供していこうという状況に変わった。あと、答える場合でも、マスコミにうまく扱われそうな言葉を避けよう。それを NG ワードと呼んでいるんですけども、そういうのをセットして、これは言わないようにしようということです。例えばどういうことが挙げられるかと言うと、「お客さんが減って困っている」とか「将来の火山活動が不安である」とか、そういうことです。そういうことというのは何度も放送されてしまって、ろくな意味はないので、やめましょうということです。

あと、箱根火山が活火山であるということを受け入れてしまおうということです。受け入れてしまえば、こういう山なのではないよね、ということになるわけですね。というわけで、焦っていますとか、怖いですとか、困っていますよ、そういうことは言わなくなるわけです。それが今回、2019年のときには非常に功を奏して、確かにお客さんの数は減ってはいるんですけども、必要以上に減らすことはなかったということが挙げられると思います。

私は一応火山の地質をやっているんですけども、本当に最悪のシナリオとしては山体崩壊があるでしょう、それよりもいいけどもやっぱり悪いシナリオとしては溶岩噴火があります、あと、悪いながらもいいというので水蒸気噴火というのがあるでしょう、こういうふうなお話を地元に対してするわけです。火山学者としてはちゃんとこれを言ったほうがよくて、最悪のことも、こういうことが起きますよということはもちろん言ったほうがいいということです。「最悪」をちゃんと言うことは火山地質学者の使命であるというふうに考えています。

本日まで招待いただいたのに最後は宣伝になって申し訳ないんですけども、来年2020年の1月15、16日に研究集会をやります。水蒸気噴火がどのようなものかという研究集会をやります。出口にプロシユアーが置いてありますのでそれをご覧ください。あと1月16日は一般向けに、同時通訳がつきますけれども、一般講演会を行いますので、ぜひお越しいただければ幸いです。どうもありがとうございました。

○司会：どうもありがとうございました。ただ今のご講演に対する質問等がございましたらお願いいたします。

○質問者：読売新聞の中村と申します。貴重なご意見をありがとうございます。

先ほど、マスコミ対応の進化等々ということを仰っていただいて、私もかつて鹿児島に勤務していたので経験があるんですけど、逆にマスコミ側としてはどういうふうに伝えてほしいとかというふうな。たぶんそのへんのすり合わせができていないことでかえって混乱を招いたりするので、どういうふうに地元のほうは受け止めてらっしゃるのかと。

○万年：べつに隠したり、行政にべつたりの情報を出す必要は基本的にはないと思います。基本的に取材したとおりに書けばいいと思うんです。ただ私が見ている限り、例えば2015年なんかですと、コメントを言ってくれる人に集中的に行って、その人に取材者の思い描くことを言わせたいわけです。番組づくりのためですね。例えば、本当に困っていますとか、いつ温泉が止まるのか不安ですとか、それを言ってくれる人に行くわけです。そういう安易なつくり方をするのが特にテレビに多くて、それが非常に困ります。

あと、マスコミの言いたいことに迎合しちゃうような学者の先生もいるんですけども、それも問題だと思います。

○質問者：具体的に対応というのは、例えば窓口を絞ったりとか、公に地元として観光協会みたいな形で記者会見を開いたりとか、2015年にどういったことをされましたか。

○萬年：箱根町に関しては、2015年は、噴火後はほぼ毎日、町役場でブリーフィングをしていたと伺っています。そうすることによって情報が一本化されるということですね。レベルが上がったあと、最初のうちはあまりにそれがなかったというのが反省です。

2019年に関しては観光協会も窓口を一本化しまして、レベル2が発表されてすぐに、こういうふうな対応をしていますというようなことを出すようにしていると伺っています。

○質問者：ありがとうございました。

○司会：どうもありがとうございました。時間になっておりますので、この発表をもちまして第1部の講演を終わりたいと思います。講演者の皆さま、どうもありがとうございました。

第2部のパネルディスカッションですが、5分押しておりますので、今から休憩を10分取りまして15時5分から第2部のパネルディスカッションを開始いたします。よろしくお願いいたします。

## 第2部 パネルディスカッション

### —日本の火山噴火時の危機管理に関する課題—

コーディネーター：中田節也氏

パネリスト：James Kauahikaua 氏  
：Marta Lucia Calvache 氏  
：Supriyati D.Andreastuti 氏  
：古市秀徳氏（内閣府政策統括官（防災担当）調査・企画担当企画官）  
：土井恵治氏（気象庁地震火山部 部長）  
：清水洋氏（九州大学大学院理学研究院教授、火山噴火予知連絡会会長）

○司会：それでは、第2部のパネルディスカッションを開始いたします。パネリストの皆さま、ご登壇ください。お願いいたします。

それでは第2部のパネルディスカッション、「日本の火山噴火時の危機管理に関する課題」というタイトルで、コーディネーターを国立研究開発法人防災科学技術研究所、火山研究推進センター、センター長の中田節也にお願いいたします。

○中田:それでは、パネルディスカッションを始めたいと思います。ここに書いてあるようにタイトルは「火山噴火の危機管理」ということですが、冒頭にお話しましたように危機管理それ自体を議論するには時間が足りないので、ここでは危機管理のために必要なリスクをどう評価するかということに焦点を絞って、これから進めたいと思います。

まずパネリストの紹介ですけど、手前側から、先ほどハワイのお話をいただいた、ハワイ火山観測所の James Kauahikaua さんです。続きましてその隣に座ってらっしゃるのが、コロンビア地質調査所の Marta Calvache さんです。その隣にいらっしゃるのが、インドネシア火山地質災害軽減センターの Supriyati Andreastuti さんです。日本からは、右側の向かって左から内閣府防災担当の古市秀徳企画官です。続きまして、気象庁の地震火山部、部長の土井恵治さんです。その隣は、火山噴火予知連会長で九州大学教授の清水洋さんです。

火山災害軽減のための方策に関する国際ワークショップ2019  
— 火山噴火の危機管理 —  
パネルディスカッション  
WS on Strategy of Volcanic Disaster Mitigation 2019  
- Crisis Management of Volcanic Disasters -  
Panel discussion

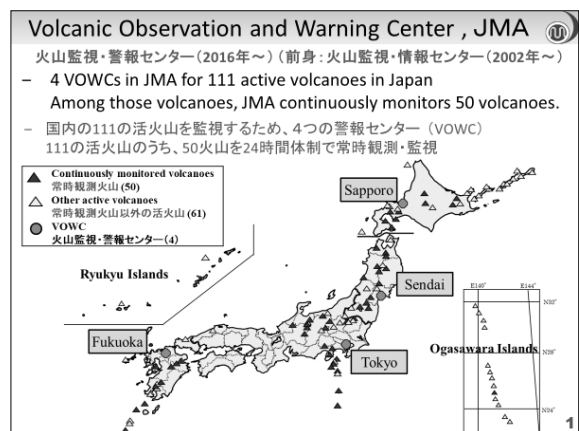
背景と方向性  
Background and direction

土井さんと清水さんについてはここで初登場ですので、自己紹介を兼ねてそれぞれお話を  
 きたいと思います。土井さんには、気象庁の業務と火山防災への取り組みについて、それから清  
 水さんには、火山噴火予知の歴史と次世代火山プロジェクトも含めてお話しいただきたいと思っ  
 ています。では、土井さんからお願いしたいと思います。よろしくお願いします。

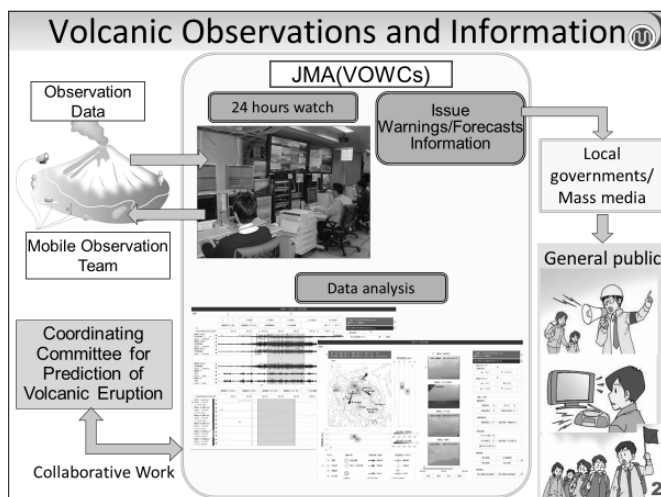
## 「気象庁の噴火時における危機管理」

### 土井恵治氏（気象庁地震火山部 部長）

○土井：皆さんこんにちは。気象庁地震火山部長、土井と申します。よろしくお願いします。座っ  
 たまま失礼いたします。「気象庁の噴火時における危機管理」というタイトルですけども、気象庁  
 が火山についてどういう仕事をしているのかということについて、少しお話をしたいと思います。



午前中、内閣府の古市企画官からお話があったとおり、全国 111 の活火山が日本にあります。  
 そのうち 50 の火山について、気象庁が地震計などのセンサーを付けて、常時 24 時間体制で監視  
 をしているのですが、四つのセンターを地震火山部の下部組織として持っておりまして、札幌、  
 仙台、東京、福岡、それぞれにおいて監視をしているところです。



それぞれのセンターにおいて、今お話  
 したように 24 時間体制で監視をする要  
 員、それから地震計、空振計、傾斜計、  
 GNSS、監視カメラ、こういったさまざ  
 まな機器でもって 50 の火山を常時観測  
 しております。

そういったデータを分析・評価して、  
 火山の活動に異常があるということにな

れば、例えば現地に臨時にチームを派遣して観測を強化するとか、もちろん火山活動がどういう状態になっているのかということの情報を出す、警戒が必要だということになれば噴火警報を出すということ、2007年からやっております。

### Volcanic Warnings (since 2007)

#### 噴火警報(2007年～)

- Volcanic Warnings are issued for 111 active volcanoes and specify "target areas" where extremely dangerous volcanic phenomena (such as ballistic projectiles and pyroclastic flows) are expected.
- 噴火警報は111の活火山に対して発表し、生命に危険を及ぶ火山現象(大きな噴石や火砕流など)が予想される範囲を明示

噴火警報(火口周辺)

Near-crater Warnings

噴火警報(居住地域)

Residential Area Warnings

Residential areas 居住地域

Target areas 警戒が必要な範囲

For volcanoes which Volcanic Alert Level system is applied, the level is provided  
噴火警戒レベルを運用している火山では、噴火警戒レベルを付して発表

先ほど、どこの地域が危ないのかちゃんと明示すべきと、井口先生のほうからご指摘もありましたけれども、現在気象庁では市町村単位で、火山の周辺のどの区域が危険かということメッセージの中でしっかり明示して、どこが危ないのか、どういう現象について警戒が必要なのかということ、を述べるように、心掛けております。

### Volcanic Alert Level System (since 2007)

#### 噴火警戒レベル(2007年～)

- Five levels describing "target area" and "actions to be taken".
- Operated in accordance with the local evacuation plan through coordination in a local Volcanic Disaster Management Council.
- 「警戒が必要な範囲」と「とるべき防災対応」を5段階に区分
- 火山防災協議会で共同検討を通じ、地元の防災計画と一体的に運用

Classification	Abbreviated Term	Target area	Levels & Keyword	Expected volcanic activity	Explanation	Action to be taken by residents
Emergency Warning	Volcanic Warning (Red)	Residential areas and other residential areas near the crater	Level 5: Evacuate	Highly dangerous volcanic activity that may cause ballistic projectiles and pyroclastic flows to reach residential areas.	Highly dangerous volcanic activity that may cause ballistic projectiles and pyroclastic flows to reach residential areas.	Evacuate immediately to the designated evacuation site.
Warning	Volcanic Warning (Yellow)	Non-residential areas near the crater	Level 4: Prepare to evacuate	Possibility of ballistic projectiles and pyroclastic flows reaching non-residential areas.	Possible ballistic projectiles and pyroclastic flows may reach non-residential areas.	Prepare to evacuate to the designated evacuation site.
			Level 3: Do not approach the volcano	Highly dangerous volcanic activity that may cause ballistic projectiles and pyroclastic flows to reach the crater.	Highly dangerous volcanic activity that may cause ballistic projectiles and pyroclastic flows to reach the crater.	Do not approach the volcano.
Forecast	Forecast	Around the crater	Level 2: Do not approach the crater	Possibility of ballistic projectiles and pyroclastic flows reaching the crater.	Possible ballistic projectiles and pyroclastic flows may reach the crater.	Do not approach the crater.
			Level 1: Potential for increased activity	The intensity of volcanic activity may increase.	Increased volcanic activity may occur.	Be prepared for increased volcanic activity.

Levels linked to actions to be taken  
取るべき防災対応でレベル分け

↓

Timely and appropriate disaster management  
迅速で的確な防災対応

いろいろな方からお話がありましたとおり、噴火警戒レベルを1から5に区分けして設定をしておりますけれども、今火山活動がどういう状態にあつて、どういうハザードが考えられるのかということと、レベルに対してどんな防災対応行動が必要なのかということをしっかり結びつけるというようなことで、地元の防災機関の皆さん、それから気象庁と協力して噴火警戒レベルを設定するというような仕組みで、それぞれの山について火山防災の推進をしているところです。

### Eruption of Kusatsu-Shiranesan (2018)

#### 草津白根山(本白根山)の噴火

Map around Kusatsu-Shiranesan

Contour map of mass distribution of volcanic products (total 36,000 ton)

Camera image from the summit station (Source: Kusatsu town office)

A gondola hit by volcanic rocks

Volcanic rocks around craters

From the 141st Coordinating Committee for Prediction of Volcanic Eruption meeting material (第141回火山噴火予知連絡会資料より)

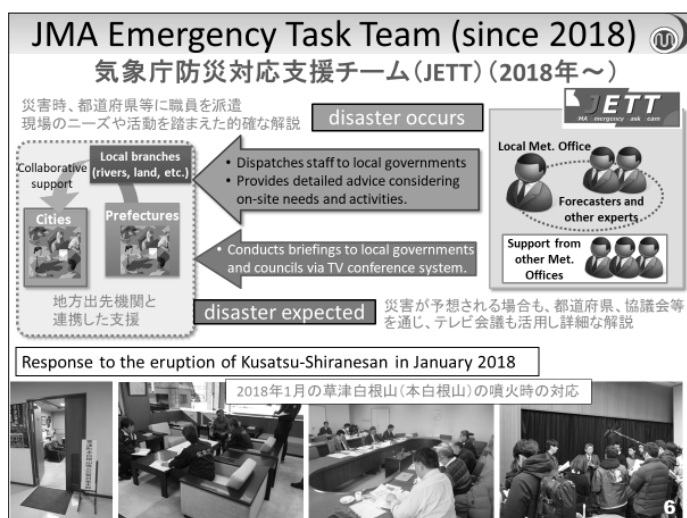
これまでのプレゼンテーションの中で、口永良部島の噴火とか箱根山の噴火、御嶽山の噴火、いろいろな事例が出てきましたけれども、一番最近の、去年1月の草津本白根山の噴火の例をここで少しご紹介したいと思います。

草津白根山の去年の噴火というのは、非常に規模としては小さいものだったんです



けれども、いわゆる英語に直すと、ノーマークの火口から噴火した火山ということで、気象庁が普段見張っていた火口とは少し(2,3キロ)離れた古い火口から水蒸気噴火をしたということで、その直後のいろんな応急活動などに対して、非常に神経を使って対応したというような例がございます。

ここはちょうどスキーリゾートエリアということもあって、スキー場の中にあるゴンドラが噴石によって被害を受けるとか、山の中で訓練をされていた自衛隊の方が命を落とすということも、この噴火の際に被害としてありました。



気象庁としましてもこういった草津白根の噴火だけではなくて、これまでの火山の活動の異常時には、県や、あるいは草津の場合は地元の草津町の町役場に職員を派遣して、今何が起きているのか、これから何が起きそうで何に警戒をすればいいのか、今現在どこが危ないのかということができる限り、データを評価して助言するというようなことをやろうとしております。

下の写真がそのときの様子ですが、関係機関が集まっているところで助言する、あるいは、これは草津町長に直接ご説明するというようなこととか、あるいはメディアの方々に今何が起きているのか、気象庁が監視しているデータから何が言えるのかということ丁寧の説明ということも、この場でやるようにしておりました。



特に噴火直後のレスキューが入る、あるいは遭難された方、被害に遭われた方を山から下ろした後もロープウェーのメンテナンスをするといったいろいろなオペレーションを、噴火の危険が高まっている中でもやらなければいけないという時期においては、気象庁が監視しているデータから評価した、現状の例えば地震の起こり方、あるいは噴煙の状況、噴気の状況というのを、

しっかり現場のチームに伝えるというような連絡態勢を取りつつ、危ない時にはすぐ退避させるというようなルールを臨時に作って、噴火口から2キロメートルの範囲を危険な領域として、その中で作業する人たちの安全をしっかり確保できるように、気象庁としてサポートするというような仕事をしておりました。

これも地元の町、あるいは自衛隊、警察、消防などの作業にあたる方々皆さんのコミュニケーションというか、協議の中でしっかりルールを作って、作業していい、作業すると危ない、すぐ退避、というようなことを機敏にできるような態勢をつくるということを、この時もおりました。こういったオペレーションは先ほどの、これまでのプレゼンテーションにありました口永良部でもやっておりましたし、御嶽山の噴火のときにももちろん、こういうことをできる限りやるということにしていました。その都度、足りない部分が出てきておりましたので、振り返りをしつつ、より良いサポートあるいは監視の強化について、しっかり気象庁としても取り組んでいくということをしているところでございます。

以上でございます。

○中田：どうもありがとうございました。では引き続きまして、清水さん、お願いします。

## 「日本における『火山噴火予知計画』と『次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト』

清水洋氏（九州大学地震火山観測研究センター・教授、火山噴火予知連絡会・会長）

○清水：九州大学の清水と申します。今日私は「日本における『火山噴火予知計画』と『次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト』」の紹介をさせていただきたいと思います。

### 日本における「火山噴火予知計画」と 「次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト」

"The National Project for Prediction of Volcanic Eruptions" and  
"Integrated Program for Next Generation Volcano Research and  
Human Resource Development" in Japan

清水 洋  
九州大学地震火山観測研究センター・教授  
火山噴火予知連絡会・会長

Hiroshi Shimizu  
Professor of the Institute of Seismology and Volcanology, Kyushu Univ.  
Chairman of the Coordinating Committee for the Prediction of Volcanic Eruption

私は、噴火予知計画については現在火山噴火予知連絡会の会長として、それから次世代火山研究のプロジェクトにつきましては研究運営委員長として関わっておりますので、私のほうから紹介させていただきます。

まず火山噴火予知計画のほうからまいります。火山噴火予知計画というのは、我が国で1973年に建議をされて、それ以降、現在まで名前を変えながら継続している国のプロジェクトであります。その契機となったのは、70年代に桜島が活発化しまして、1972年の爆発を契機に、噴火予知に対する社会的要請が高まったと聞いております。

その後、先ほど申し上げましたように、73年に文部省の測地学審議会が「火山噴火予知の推進について」という建議を関係大臣に出しました。それに基づいて関係する省庁、大学等が、噴火予知計画という研究計画に基づいて研究を5カ年計画で始めたということです。また、その事務

局も兼ねまして、1974年に気象庁に火山噴火予知連絡会というのが設置されまして、ここで関係機関の情報交換それから火山活動評価などを行うということになっております。

火山噴火予知計画ですが、1974年の第1次から第7次まで7回、火山噴火予知計画という名前で、繰り返し5年計画として行われてまいりました。

計画の目的につきましては、上のパネルにありますように、火山活動監視

### 火山噴火予知計画発足の経緯

Start of The National Project for Prediction  
of Volcanic Eruptions

- 1972年の桜島の爆発を契機に、噴火予知に対する社会的要請が高まる。  
Social demand for the prediction of volcanic eruptions increased since the 1972 eruptions of Sakurajima.
- 1973年:「活火山対策特別措置法」施行  
In 1973, enforcement of "the Act on Special Measures for Active Volcanoes"
- 1973年:文部省・測地学審議会が「火山噴火予知の推進について」を建議  
In 1973, proposal of "the National Project for Prediction of Volcanic Eruptions" by the Geodetic Council of Ministry of Education, Science and Culture
- 1974年:気象庁に火山噴火予知連絡会を設置  
In 1974, establishment of "the Coordinating Committee for the Prediction of Volcanic Eruption" in JMA

**火山噴火予知計画(第1次～第7次)の概要**  
**Outlines of the National Project for Prediction of Volcanic Eruptions in Japan**

計画の内容 Contents of the project		
<b>火山観測研究の強化</b> Reinforcement of volcano monitoring and observational research at volcanoes	<b>火山噴火予知高度化のための基礎研究の推進</b> Promotion of basic research for higher-grade prediction of volcanic eruptions	<b>火山噴火予知体制の整備</b> Strengthening of the scheme for the prediction of volcanic eruptions
大学や気象庁などの火山観測所や火山観測システムの整備がなされた。 Universities, JMA and national institutes established volcano observatories and reinforced their observation networks and systems. 集中総合観測や火山体構造探査が実施され、火山噴火ポテンシャル評価手法の研究が進んだ。 The comprehensive joint observations and the joint experiment on subsurface structure of volcanoes were carried out in order to evaluate the potential of volcanic eruptions.		

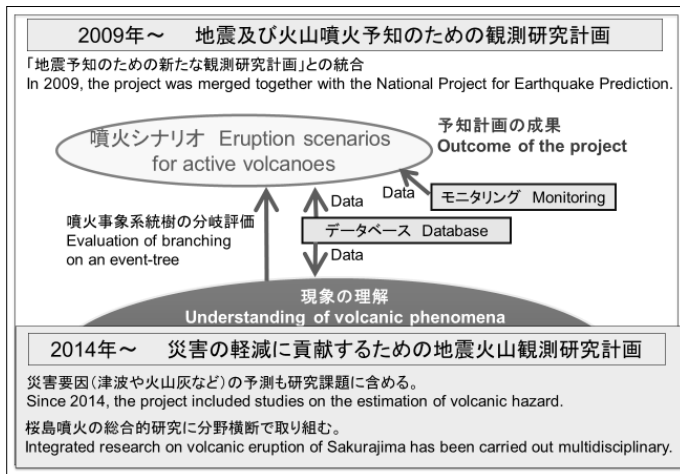
能力の向上、火山活動と噴火機構の研究の推進、それから噴火予知の実現を目指すということで、監視というのは気象庁とか国土地理院の監視・観測ですね。それから火山活動噴火機構の研究は主に大学、それから国の研究所が担います。それらに基づいて、噴火予知を将来実現しようというプロジェクトであります。

計画の内容というのは、1次から7次まで細かく見ると異なっているんですが、基本的に三つの柱からなっております。それが真ん中のパネルにあります、三つの柱のうちの一つは「火山観測研究の強化」ということ。もう一つが、真ん中の「噴火予知高度化のための基礎研究の推進」、それから右側にありますように「体制の整備」ということであります。

これに基づいて研究がなされてきたわけですが、この間、例えば計画が始まって間もないころですが、1977年に有珠山の噴火がありました。ここに載っている写真は実は2000年の写真ですが、有珠山の噴火を経験しました。さらに86年からは伊豆大島の噴火で、これが全島避難になりました。さらにその後、90年から長崎県の雲仙普賢岳で噴火が発生して、43人の方が火砕流で亡くなるという災害が発生しました。その他にも、ここには書いてございませんけれども、火山噴火予知計画の契機となった桜島はずっと噴火をしておりますし、三宅島等、その他の火山についてもこの間に噴火を行っております。当然浅間山も噴火しております。

こういったことを経験しながら5カ年計画を続けてまいりまして、その結果として、私は二つの大きな成果があったと考えています。一つは、大学や気象庁などの火山観測所や火山観測システムの整備がなされたということで、これも年次的に火山観測所あるいは観測点の整備がなされまして、国として、モニタリングあるいは観測研究のための体制が整ったということです。

もう一つの成果としましては、集中総合観測および火山体構造探査が、これも年次的に実施されまして、火山噴火ポテンシャル評価の研究が進んだことです。集中総合観測というのは、特定の活発な火山を対象として、日本中の研究者がそれぞれ自分の得意とする分野の手法で集中的に観測を行って、現在の火山活動の状態を評価する、そのための手法を開発するという研究でありました。さらに火山体構造探査につきましては、噴火発生の場合、あるいはマグマ上昇の場合の一番基本的な情報である火山内部構造を明らかにしようということで、これについてはきちっとした成果が得られたと認識しております。

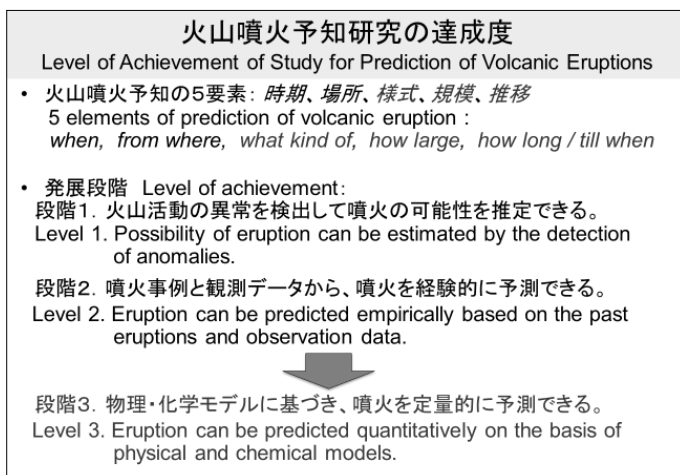


その後 2009 年に、火山噴火予知計画と並行して走っていた地震予知計画と統合されました。ここに映しているスライドは、統合された中で火山噴火予知研究の部分の内容について模式的に書いてございますけれども、統合されたということ、それまでも地震との連携ということはどうたわれてはいたんですが、地震と火山の相互作用とい

うのを明示的にはっきりと重要項目として挙げて、研究をするということが行われました。さらに大きな特徴は、噴火予測システムの一つとして、噴火シナリオというのを提案して、最初は経験則、噴火事例等に基づいて噴火事象系統樹をつくり、さらに、それにこの予知研究で得られた成果を入れながら、分岐判断の高度化、シナリオの高度化を目指すことにしたことです。

その後、東北地方太平洋沖地震が発生して非常に大きな被害が出たということで、予知計画についても見直しがありまして、2014 年からは「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」という名前になりました。大きな変化としましては、ここに書いてございますように災害要因、いわゆるハザードの予測も研究課題に含めたということです。それまでは基本的には噴火を予測するというのを重点に置いていたわけですが、この段階からはそれに加えて、津波とか火山灰とか、いわゆるハザードの予測についても研究課題として挙げて取り組んでいます。

さらに、桜島の噴火を総合的な研究対象として、重点的に研究を行うことにしました。これは、いわゆる理学的な予測の研究、それからハザードの研究、さらに進んで自治体等の防災対策まで含めた社会的な研究に、分野横断で総合的に取り組むということで、桜島を一つのテストフィールドとして取り組んでおります。



こういった形で現在まで、予知研究というのは続いております。ここに「噴火予知研究の達成度」と書いてございます。そもそも火山噴火予知というのは、我々は5要素あると考えておりまして、時期、場所、様式、規模、推移です。つまり、いつ噴火するのか、どこから噴火するのか、どのような噴火になって、どれぐらいの規模で、いつ

まで続くのか、というようなことを全てきちんと予測して、本当の意味で火山噴火予知ができたということになると思っております。

ただ、なかなか実現の道のりは遠くて、現在、ここに書いてございますように、黒字で書いた時期とか場所については、観測がきちんと行われている火山についてはある程度できることが多くなってまいりましたけれども、様式とか規模、推移についてはまだまだ現状では予測することが非常に難しいという段階でございます。

噴火予知の発展段階として段階 1 から段階 3 までが考えられます。段階 1 というのは、火山活動の異常を検出して噴火の可能性を推定して、一応警報を出せるというようなレベルです。これは、今気象庁のほうで 111 ある活火山のうち 50 については常時監視がなされていますが、そういった火山については、段階 1 のことがある程度できるようになってきていると思っております。

一方、段階 2 ですが、これは、噴火事例と観測データから噴火を経験的に予測できるレベルです。活発で噴火事例がたくさんある火山、それから、かなり重点的に観測がなされて研究が進んでいる火山につきましては、現在は段階 2 にあると考えられます。これらの火山については、事例と観測データから噴火を経験的に予測できる。もう少し厳密に言う、できることがある、と言うんでしょかね。できる場合もあるし失敗する場合もあるという状況です。

段階 3 については、物理・化学モデルに基づいて噴火を定量的に予測するというレベルです。これについてはまだ道半ばということで、現在ここを目指して研究が行われているというふうに認識しています。これが日本の火山予知研究の今の状況だと考えております。

2014年9月27日御嶽山の噴火  
The 2014 eruption of Mt. Ontake

死者・行方不明者63人、けが人69人。  
63 people were killed or missing, and 69 people injured.

課題:  
Problems:

- ・水蒸気噴火の予知  
・Prediction of phreatic eruptions
- ・リスクコミュニケーションと情報伝達  
・Risk communication and transmission of information
- ・火山専門家の不足  
・Lack of the experts engaged in observation and research of volcanoes

そういう中で研究が行われているわけですが、先ほど来から何人かの人からもご報告がありますように、2014年9月に御嶽山が噴火をいたしました。この噴火は規模としては大きくない水蒸気噴火だったんですが、死者・行方不明者 63 人。午前中のご報告のスライドを拝見したら 64 になっていましたので、1 名、今現在では公式に増

えているかもしれませんが、たくさんの方が亡くなりました。日本の第 2 次世界大戦後、最悪の噴火災害ということになったわけです。

このときに非常に大きな問題となったことがありまして、いわゆる課題というかレッスンですが、まず水蒸気噴火の予知ということです。

これまでの日本の火山噴火予知というのは、基本的にマグマ噴火を対象としておりました。もちろん水蒸気噴火の研究もしていましたが、メインは桜島とか伊豆大島とか浅間山という

ような、いわゆるマグマ噴火の研究が主であったわけですが、水蒸気噴火の研究の重要性と難しさ。つまり、ソースとなるところが非常に浅くて、かつ前兆現象が直前にしか出ない。マグマ噴火と比べて、そういう難しさが、噴火規模の小さい水蒸気噴火ではあるということで、火口近傍での観測研究の強化ということがこの後なされるようになっております。

課題の2番目としましては、リスクコミュニケーションと情報伝達。これも先ほど来から何人かの方も指摘されていますように、これがなかなか不十分、十分に機能せずに、結果としてたくさんの方が亡くなりました。こういった課題に対して、今後、国を挙げて組織的に研究していかないといけない。

現在の火山噴火予知計画には、リスクコミュニケーションも課題として入ってきておりますけれども、少なくとも御嶽山の噴火までは国の火山予知計画の中に、リスクコミュニケーションというのは研究課題として明示的に入っていなかったということで、その重要性が認識されました。

それから何よりも、こういった研究を推進するために必要な、あるいは防災、リスクコミュニケーション、情報伝達に必要な火山専門家が、圧倒的に不足しているということが指摘されてきて、これが喫緊の課題となっています。

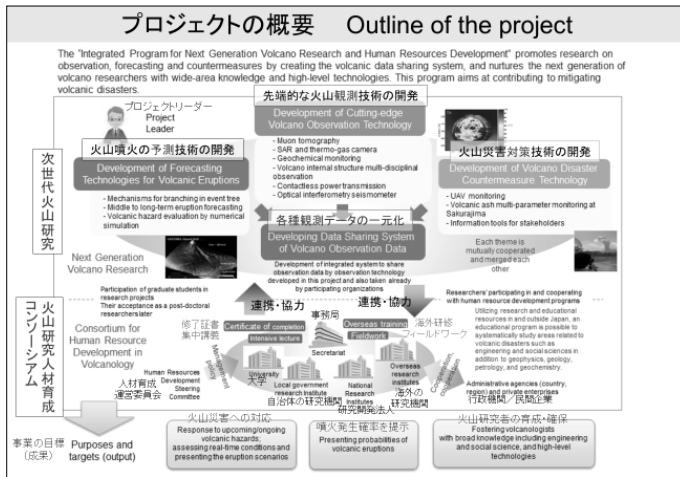
次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト Integrated Program for Next Generation Volcano Research and Human Resource Development
<p><u>次世代火山研究推進事業</u> Promotion of the Next Generation Volcano Research</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・火山観測データの一元化・流通を実現し、「観測・予測・対策」の一体的な研究を推進。</li> <li>・Promotion of integrated volcano research encompassing observation, forecasting and countermeasures with unifying volcano observation data.</li> </ul>
<p><u>火山研究人材育成コンソーシアム構築事業</u> Construction of the Consortium for Human Resource Development in Volcanology</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・広範な知識と高度な技能を有する火山研究人材の育成・確保。</li> <li>・Nurturing and securing human resources with wide-area knowledge and high-level technologies in volcanology.</li> </ul>

こういったことを受けまして、これから紹介しますが、「次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト」というのが2016年から10年計画で始まっております。このプロジェクトは二つの柱からなっておりまして、赤い字で書いてございますけど、一つ目の柱は、次世代火山研究推進事業です。それからもう一つは、火山研究人材育成コン

ソーシアム構築事業。この二つを車の両輪として推進しております。

上の次世代火山研究推進事業につきましては、火山観測データの一元化・流通を実現して、それらを研究基盤として、観測・予測・対策の一体的な研究を推進するということになっております。

一方、火山研究人材育成コンソーシアム構築事業につきましては、広範な知識と高度な技能を有する火山研究の人材の育成・確保というのを目指した、まさに今一番困っている人材の育成・確保というのを掲げて取り組んでおります。



次が最後のスライドだと思いますが、プロジェクトの概要を示しています。たくさん字があつて、絵も細かくて分かりにくいと思うんですが、先ほど言いましたように二つの柱のうち、一つ目の柱が次世代火山研究の事業で、このパネルの上半分です。もう一つがコンソーシアムの構築事業で、これはパネルの下半分です。

次世代火山研究の部分を見ますと、四つの柱からなっておりまして、一つは真上にありますけれども、先端的な火山観測技術の開発ということで、これは例えばミュオンの開発だとか、いわゆる人工衛星を使った SAR です、合成開口レーダーの開発、それから火山ガスを使った研究手法の開発とか、そういったものの成果に基づいて、日本の活動的な火山の切迫性の評価の高度化に取り組むということを行っております。

一方、噴火の予測技術の開発では、例えば地質学的なトレンチとかボーリングで中長期的な評価、さらに、それに基づいてつくった、いわゆる噴火事象系統樹の分岐判断を定量的に行うための基礎的な研究、あるいは噴火のハザードを予測するためのシミュレーションというようなことを行っております。

さらに、右側の火山災害対策技術の開発につきましては、現在進行中の噴火災害をリアルタイムで把握し、それを防災対応に活かす研究や、リスクコミュニケーションのための方策についての研究を行っております。

それら三つの柱のベースとなるのがデータの一元化、データベースの作成ということになります。

もう一つはコンソーシアムですが、これについては、大学、自治体の研究機関、気象庁、研究開発法人、海外の研究機関等が連携をして学生を育てる取り組みです。日本の大学では火山研究者の数が少ないため、例えば一つの大学で教えられる火山学の内容というのは非常に限定されます。それを全国の研究者が共同して、みんなで連携して幅広い分野の火山の教育を大学院生に行っています。また、このプログラムに参加する大学院生は、RA (Research Assistant) として上の次世代火山研究事業にも参加して、いわゆる On-The-Job Training という形で専門家を育成しています。

アウトプットとしましては一番下に書いてございますように、こういったことを目指す、つまり火山災害対応と火山活動評価の高度化、および研究者の育成・確保ということでございます。以上です。



○中田：詳しくどうもありがとうございました。

これから議論を進めていくのですが、その前に、また重複になりますけども、特に御嶽山の噴火というのが日本の火山防災あるいは研究体制の契機になっているわけですけど、重複になるかもしれませんけどもう一回、内閣府の古市さんに、特に防災協議会の役割、それから噴火警戒レベルの位置付けとか、それらについて言及していただければと思います。

○古市：内閣府の古市でございます。午前中の内容の重複になるかもしれませんが、今リクエストをいただきましたのでお話をさせていただきます。

2014年の御嶽山の噴火で登山者、あるいは御嶽山のときはなかったんですけど住民といったところの避難を、いかに実効性を確保するかということが大きな課題というか、教訓となりました。

それ以前は、火山によっては火山防災協議会が設置されて、そういった対策を検討しているところもあったわけでございますけれども、その時点ではまだ設置がされていない火山、あるいは設置がされていても火山の専門家がメンバーに加わっていないような場合もあって、対応に差があったというのが実情であります。

そのために翌年の法改正では、火山ごとの火山防災協議会というのを法律に位置づけ、より位置づけを明確にし、原則として常時観測火山全てに協議会を設け、そこに行政や火山の専門家、消防、警察、自衛隊等も入って、さまざまな主体が一体となって検討を推進していくというふうになったところでございます。

また計画の策定にあたっては、先ほど少しご紹介もありましたけれども、午前中もお話しましたが、この協議会の枠組みを活用しまして、火山ごとに噴火シナリオ、ハザードマップ、防災マップ、そういったものを作成すると共に、発表される噴火警戒レベルに対応した避難計画というのを作っていただいて、関係者間でそれを共有することによって、また平時から協議会の枠組みは動かしておく、顔が見える、コミュニケーションが取れる関係にしておくことで、いざというとき、噴火活動の予兆が出てきたときですとか、噴火が起きたときの迅速な避難体制につながるようにということで。

そういった平時からの枠組みの義務化ですとか、計画の策定の義務化といったようなところを明確に位置づけたのが2015年の法改正の大きなポイントであるということで、重ねてご説明をさせていただきます。ありがとうございます。

○中田：どうもありがとうございました。

各国の火山研究・防災体制 National volcano Disaster Risk Reduction systems							
	日本 Japan	アメリカ USA	イタリア Italy	インドネシア Indonesia	フィリピン Philippines	NZ New Zealand	チリ Chile
防災施策全般 (意思決定) General measures	内閣府 Cabinet office	連邦緊急 事態管理庁 FEMA	国家市民 保護局 DPC	国家防災庁 BNPFB	国家火山リスク削減 センター NORRMC 防災防衛 センター OC2 国家リスク削減財団 LORRMC	研究科学技術 院 NoRST クラウンリサーチ 研究所 CRS	内務省 火山学 ONENI
防災対応 Countermeasure	地方公共団体 Municipalities	州・地方自治体 State/municipals	州・地方自治体 State/municipals	州・地方自治体 State/municipals		国家危機管理 センター NCRC CDM	
監視・警報 Monitoring & warning	気象庁 JMA 国交省防衛 施設庁 Jpn Coast Guard 国土地理院 GSI	海洋大気庁 NOAA	民間航空 ENAC				
調査研究 (国・邦) National project	防災科研 NIED 産総研 AIST 情報通信研 NICT	米地質 調査所 USGS	イタリア国立 地球物理学火 山学研究所 INGV	火山地質 災害防衛 センター CVGHM	フィリピン 火山地 質研究所 PHIVOLCS	GNS Science	国立地質学 研究所 SERGEOMIN
学術研究 Academic research	大学 Univ.'s	大学 Univ.'s	大学 Univ.'s	大学 Univ.'s	大学 Univ.'s	大学 Univ.'s	
行政機関 Admin. organ	国立研究機関 Nat. Res. Inst.	大学 Univ.'s	民間機関 Priv. organ				
					内閣府 火山防災対策会議(第5回)より改変 Modified from the report of Cabinet office		

ここで私なりに背景というのをまとめて、どこに今私たちは問題があると認識しているかということを紹介したいと思います。

これは既に古市さんが紹介されたものを少し改変したものですけど、ここに日本の火山研究・防災体制というのがあります。これは内閣府がまとめられたものをちょっと改変していますけど、一番上に国の機関がありますね。それから、防災対応の責任

を持つ地方自治体、公共団体があります。これが日本で、アメリカ、イタリア、インドネシアと並んでいるんですけど、チリ、コロンビアにしてもたぶんこと同じだと思いますけど。

違うのは、日本はここにいっぱいプレーヤーがいるということですね。それが全然他の国とは違う。特に警報を出すところの監視部門、日本の場合は気象庁ですけど、それと研究を進める部分、それが幾つもあるという、そういうのが日本の特徴です。このために、これは日本の独特の非常に強い縦割り行政のためにできているように思うんですけど、これが弊害になってはいないかというのが一つの問題です。これは既に前回のワークショップで認識されたところなので、これは復習です。

2017年のワークショップの議論から

### 日本における火山防災・研究体制の課題 Problems in Volcano Disaster Risk Reduction of Japan

- 火山防災に携わるプレーヤーが多すぎる。
- 研究・対策に重複が見られ、効率的ではない(異なる組織で同じことを個々に検討。でも、参加する火山専門家はほぼ同じ)。
- 火山には地震調査本部のようなHQがない。
- 近未来に起こる大きな噴火に、今から備える必要。
- Many players involved in Volcano DRR of Japan
- Duplications of monitoring / observation research and countermeasure and not efficient!
- No existence of the HQ in volcanic DRR of Japan (not like Headquarters for Earthquake Research Promotion)
- Need the preparation for near-future large eruptions as soon as possible.

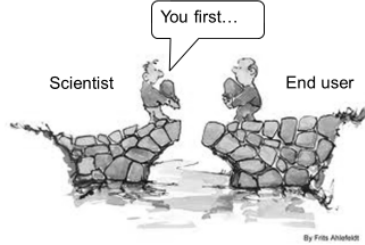
次は、その結果、同じことが書いてありますけども、プレーヤーが多いと。実質、重複が見られる。データの一元化というのも確かに問題になっていて、データにしても対策にしても、省庁でダブリが見られる。例えば、私たちはいろいろな違う省庁の委員会に呼ばれるんですけど、同じことを発言してくる。違う委員会で発言してくる、そういうことも弊害として生まれます。

それは、火山には地震調査本部のようなヘッドクォーターがないからだというのが前回の結論で、困りましたねというのがたぶん前回のシンポジウムとワークショップの結論だったと思います。こういう形で、もし将来大きな噴火が起きたときに本当に大丈夫でしょうかね、というのが一つの不安であるということです。

2017年のワークショップ Jill Gollyさんのプレゼンから

### Communication between science and decision maker is about building bridges 橋を作る際の研究者と意思決定者の間のコミュニケーション

- Where in the process of building the bridge should science be involved?
- 橋を作る過程のどこに研究者がいるべきか？



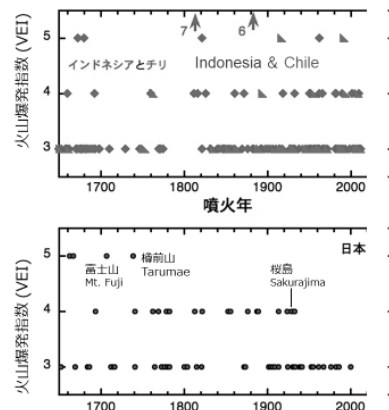
これは前回のワークショップで、ニュージーランドの Jill Golly さんが出した図です。これは非常に私は好きなんですけど、橋を造るときに、左側に研究者がいて、右側に行政などがいるんですね。橋を造るときには研究者が一方的に造っていくのではなくて、両方から石を持ち寄って造り上げていく。それが噴火災害の場合も同じだろうということですね。橋を造る過程のどこに研究者がいるべきか、そういう役割分担と同時に、連携しないと橋は出来上がらないということですね。

### 最近の日本の火山活動 Recent volcanic activity in Japan

Volcanic Explosivity Index (VEI)	
小噴火 small	VEI 0-1
中噴火 medium	VEI 2-3
大噴火 large	VEI 4
巨大噴火 very large	VEI 5-6
超巨大噴火 huge	VEI 7-8

ここ数百年の日本は  
静かすぎる！  
Too quiet these hundred  
years in Japan

From Smithsonian database  
中田 (2005)



噴火予知も全く同じでして、ちょっと話は飛びますが、日本の火山活動を外国と比較するのに、例えばインドネシアとチリと比較したのがこの図です。縦軸は火山爆発指数という、地震でいうところのマグニチュードになるものなんですけど、これについては萬年さんも少しお見せになりましたし、Andreastuti さんも紹介されていました。VEI3 というのが中噴火です。4 というのが大噴火、5 というのが巨大噴火に相当します。

インドネシア、チリは重ねてありますけど、大体満遍なく起こっている。チリについては古いのは記録がないからよく分かりませんが、そういう具合に満遍なく起こる現象です。特に噴火の規模の小さいものは多く起こるといえるのは、これは統計的にありますので。

それを日本はどうかと見ると、異常ですよ。これを見るとやはり異常です。3 は大丈夫ですけど、4 は、桜島の右に一つ点がありますけど、これは北海道駒ヶ岳です。その後、日本では大規模噴火が起きていません。

それから VEI5 の巨大噴火は、富士山の噴火は有名ですけど、それから樽前山が同じように

VEI5 になっていますが、その後 300 年間ないんです。これはやはり非常に不思議だと思わざるを得ないんですね。ということは、日本で近い将来、絶対大きい噴火が起こることを示しているわけです。そういうときに、本当に今の体制で大丈夫でしょうかというのが、ここで議論したいところですね。100 年間は静かすぎると。

### 火山噴火予知の現状 Current eruption forecast in Japan

段階的展開 (1998年8月)	Phased development (Aug. 1998)
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 観測から異常を検出して警告</li> <li>2. 火山の状態を評価し、過去の噴火事例を考慮して定性的に予測</li> <li>3. 物理化学モデルを用いて、噴火開始・推移を定量的に予測</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Warning from detected anomaly.</li> <li>2. Assessing the current state and referring eruption record, qualitative forecasting.</li> <li>3. Based on phys./chemical model, quantitative forecasting of onset and progress.</li> </ol>
噴火を繰り返す火山でも段階2(桜島、浅間山、有珠山、三宅島など)	Ph. 2 even at freq.-erupted volcano (e.g. Sakurajima, Asama, Usu and Miyakejima)
これまでの多くの噴火で発生・推移予測に失敗！ 研究面を強化、より多様性を考慮	We failed many times in onset and process point of view! Strengthen research, considering unexpected eruption

噴火予知の現状は今清水さんがお話しになりましたけど、発展段階、三つのフェーズがある中で、今はせいぜい行ってもフェーズ 2 であると、3 はちょっとおぼつかないという話があったと思います。その中で、繰り返す火山では、例えば桜島、浅間山、有珠山、三宅島では段階 2 でしょうかねという話ですね。

だけど、私たちはこれまでたくさん失敗してきているわけですね。噴火の時期の予測の失敗、噴火場所の失敗、推移予測の失敗、そういうのを繰り返してきています。100 パーセントうまくいったというのはまずないと思うんですけど、そういう失敗を繰り返していく中で、予測したとおりにいかない、予測不能なことが起こるといのが噴火予知の当たり前だと思うんですね。それに対してさらに大きい噴火が起きた場合に、今の体制ではどうでしょうというのは疑問です。

特に、今まで説明があったと思いますが、日本の場合は、噴火警戒レベルというのを対策にひもづけているというところが大きな特徴だと思います。ところが外国では、いろんな会議に行つて話をすると、噴火警戒レベルというのは研究者と行政、意思決定機関とのコミュニケーションツールではないかという議論をしています。それは、さっき言った橋の造り方とよく似ているわけですね。

### 現行の日本の火山防災における問題点 Current problem in Volcano DRR of Japan

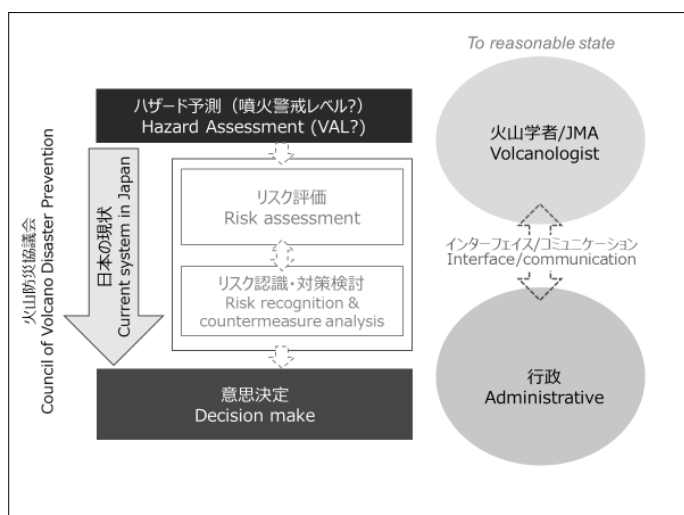
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 噴火警戒レベルが対策に直結している。外国ではコミュニケーションツール。</li> <li>• 想定外を想定していない (東日本大震災の津波や最近の洪水)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Countermeasure directly linked to Volcanic Alert Level which is taken as a communication tool in foreign countries</li> <li>• Did not expect unexpected (e.g., tsunami hazard in Tohoku, recent typhoon-flooding).</li> </ul>
リスク評価の必要性 $\text{リスク} = \text{ハザード} \times \text{暴露度} \times \text{脆弱性}$ ↑ 噴火警戒レベル	Necessity of risk assessment $\text{Risk} = \text{Hazard} \times \text{Exposure} \times \text{Vulnerability}$ ↑ Volcano Alert Level
リスク評価を考慮した対策が必要	Countermeasure based on risk assessment is needed.

想定していない自然現象はいっぱい起こっているわけですね。例えば津波のハザードもそうです。ハザードマップで指示したところにまさに多くの犠牲者が出る、あるいは最近の台風の洪水でもそうですけど、浸水域であることが分かっているところで新幹線が水没する、そういうことが起こるわけです。

やはりそこで必要になってくるのは、ちゃんとリスクを評価することではないかということです。これを使ってちゃんと、噴火警戒レベルから、それを使って決定をする行政との間のコミュニケーションをしましょうということですね。

リスクというのはいろいろな書き方があるんですけど、取りあえずここでは、リスクはハザードと暴露度それから脆弱性、そういうものを掛け合わせたものであるというふうに示しています。ハザードは、どういう火砕流がどういう規模の大きさのものが起こるか。暴露度というのは、体で言えば、どれだけ露出しているか。赤外線にあたる時にどれだけ体を露出させているか。脆弱性というのは、人によっては「3匹の子ぶた」の家の違いだと、そういう具合に言っている人もいます。

それを合わせたものがリスクなので、リスク評価をきちんとやってコミュニケーションを取りましょうということです。ここで特に、リスク評価の外国の事例とか、そういうのをきちんとお聞きしたいなと思います。



結果的にどういうことを言いたいかというと、日本の場合は火山防災協議会で、今説明があったように非常に迅速に動くように計画がされている。されているんですけど、それはハザード予測、噴火警戒レベルです。それらがほとんど直結しているようにどうも思えてしまうんですね。予測不能のことが起こったときに、この仕組みはやっぱり、一度考え直す必要があるのではないか。

噴火警戒レベルイコールハザード予測ではないんですけど、そこでリスクを評価して、リスク認識・対策を検討する、そういうコミュニケーションという仕組みがあって、それで **Decision maker** が意思決定をすると。例えば警戒区域というのはそこで決まるわけですね。そういうのが本来の仕組みではないかと思いたいんですけど。火山学者・JMA というのは上のほうに丸があって、行政、**Decision maker** というのがコミュニケーションするインターフェースが必要じゃありませんかという、そういう提案です。このことについて少し意見交換していただけたらと思います。

ジムさん、ハワイの場合、特にリスクアセスメントについて教えてほしいんですけど。経験談を踏まえて、例えばハワイの場合、私たちはこういう具合にやって、civil defense に毎日出向いてこういうことをやったという、そういうことでもいいんですけど。よろしくお願いします。

○Kauahikaua : USGS では一般的に、火山のハザードを評価する者がいます。アメリカには 160 以上の火山があり、これから活動度が高まる火山もあります。重点的に監視されている火山は 30 より少し多いくらいです。

リスク評価のほうに関してなんですけれども、これは 10 年か 15 年ぐらい前から行っています。160 の火山に関してどれだけ十分に監視されているのかを考えており、リスクという言い方ではなく、脅威レベルという言い方を我々はしております。

どの火山が脅威レベルが高いか、つまり脅威レベルが低い火山に比べてより多くのお金を費やす火山なのか、について議論しています。

例えばキラウエア火山に関しては、大変脅威レベルの高い火山で、アメリカでも脅威レベルが最も高い火山となっております。活発な火口からとても近い所に居住地があるというのがその理由です。また今年の噴火でもそういうことが見られたわけです。

脅威レベルを評価することによって、ギャップ分析が可能になります。これは脅威レベルに基づいて火山で何を観測しているかを示しています。しっかりと根拠のあるより資金が十分なプロジェクトであれば、脅威の高い火山に資金を使って行きます。

しかし私の知る限り、それは USGS が挑戦した唯一のリスク評価です。私たちは専門家であり、火山のハザードを評価するのに最も適しているわけです。全ての人が、政府職員や地元の CD か州政府のメンバーが暴露と脆弱性の研究に結び付け我々が定義しているリスクを自分自身で決定することができる、と見なされています。

昨年 USGS 内の自然災害管理が少し変わりました。火山、地震、地滑り等全ての自然災害のハザード管理を USGS がするようになりました。彼らは昨年、かなり長い論文を発表し、USGS 内のすべての自然災害グループがリスク評価を行うよう求めました。命令ではないんですけれども、我々のハザードに関するメッセージは被害軽減への道半ばであるという認識がありました。USGS はハザードをよく分かっているのだから、政府当局への助言をします。

唯一のその他の例は、午前中にお話しした 2018 年キラウエア火山噴火で数千万ドルの損害が出た後、郡は我々のハザード評価に基づくリスク評価を島全体で実施しました。

基本的に、いろいろな方法で計算し、特に二つのゾーンがリスクが高いと出ました。その内の一つは昨年広い範囲で被害があった **LERZ** です。マウナロア火山の南西部にあるリフトゾーンでは年々人口が増えています。

何人かの地質学者と話しますと、やはりこの二つのエリアというのが、火口近傍で人口密度の高い場所ということで、シナリオ上最も溶岩流の被害が大きくなる場所とのことです。しかし規制当局はありません。このエリアのリスクが高いということは分かっているのだから、もっといろいろと噴火活動に注目をしていかななくてはなりません。

ですから、今年の夏我々は全ての膨張を、何らかの変化が起きるのではないかと大きな期待と

共に見守っていました。幸い、住民に 48 時間前に警告を出すことができました。

それが私たちの見方です。

○中田：ありがとうございます。つまり、USGS の人々がリスクを評価すると、将来的な噴火のリスクを評価するということでもよろしいですか。アメリカでは誰がリスク評価をする責任があるのでしょうか。

○Kauahikaua：誰が、ですか。

○中田：あなた自身ですか。USGS では誰が。

○Kauahikaua：：誰が評価するか。USGS にはそれぞれの火山を研究している科学者がおりまして、様々な専門知識を持っています。

しかし、我々はもっと広い範囲でやろうとしています。例えば主にキラウエアを担当した人が、もしかしたらマウナロアについて何か別の考え方があるかもしれません。例えば現在マウナロア火山は非常に活発なキラウエア火山に対して静穏ですが、キラウエア火山の活動度が低下したらマウナロア火山が噴火するのでは、などと考える人もいます。様々な考えを組み合わせることはとても有効で、ハザード評価は一人ではできません。また、ラハールや溶岩流のモデリングをする人もいます。

○中田：引き続いてマルタさん、コロンビアのケースを教えてくださいませんか。

○Calvache：コロンビアでは、ルイス山に関しましては非常にはっきりしていました。我々、地質学ですとか火山ですとか地震学を担当している人、当時私たちは火山性の地震について研究していましたけれども、何かが起きるといことははっきりしていました。

しかし今コロンビアでは、責任と特定。つまり、火山性の活動と火山災害、あるいは火山事象というのを区別しようとしています。

私が火山活動について話している時、自然現象である噴火について話しています。しかしここに人やインフラがある場合、それは災害について話していることになります。例えば人命が失われる、あるいはインフラが被害を受けるといった場合です。

ですから、私たちにとりましてリスクというのは、人々を意味します。人が決定をします。私たちには、火山に関して決定する責任があります。私たちは当局と一緒に、あるいは市長と、あるいはコロンビアの大統領と共に協力して、リスクについて決定する必要があります。

我々にとっての主な問題の一つは、一般的にコミュニティが非常に高いリスクの下で生活していることです。例えばそれは、クレージーな人が自動車を運転しているようなものです。自動車事故で死ぬ確率というのは、恐らく日本やアメリカよりもっと高いかもしれないが、火山活動で死ぬ確率よりも高いのは間違いないです。

ここで大きな疑問があります。それは、多くの投資をリスクの低いものに、つまり火山のリスクに対してしなければならぬのかという疑問です。そしてコミュニティの安全性のために、あるいは子どもたちが学校に行くときの安全性のために、どちらをてんびんにかけるかということで、大きな議論があります。

一般的に人々は噴火を避けたいと思っていますが、何人かは犠牲になるでしょう。もちろん私たちには、火山で何が起きているかということを知らせる義務があります。そして地質学的な、またモニタリングの観点から過去の活動について学んだこと、コミュニティとして将来どんなことが起きるかということの説明する責任はあります。

しかしリスクの評価を行うために、私たちは組織として参加をします。例えば市長たちにも、4年に1回替わるわけですから、4年に1回必ず長い時間をかけて説明をするわけです。市長は自分の任期の間に噴火が起こらないことを望んでいます。

そしてコミュニティとしては、火山に限らず日々のリスクについて心配しています。ですから私たちは一生懸命火山について説明するわけです。

また、予測や検出が難しく、コミュニティが行動を起こすのが難しい場合、おそらく人々は噴火災害の中で最も危険なのは溶岩流であると考えます。しかしラハールや火砕流も非常に危険なのですが、説明するのが難しいです。

私たちだけの責任ではありませんけれども、私たちもそういった意思決定の一部ではあるわけで、コミュニティに対しての責任を負っているのです。

○中田：ありがとうございました。では、インドネシアのケースをお願いしたいと思います。

○Andreastuti：ありがとうございます。今のところインドネシアでは、私たちはギャップ分析を行っています。これはUSGSで使われているようなものです。

ギャップ分析についてですが、インドネシアには非常に多くの火山があり、危険度のランキングがあります。それによって優先順位をつけ、これに基づいて監視システム等を開発します。例えば、アグン火山、シナブン火山、メラピ火山が最も優先順位が高いです。

また、ランク付けされた各火山のハザードを定量化します。そしてその観点から、潜在的ハザードを認識し、潜在的ハザードマップからハザードを評価します。地質学的なモニタリングは火山活動の進展を監視することを意味します。例えば、溶岩ドームや亀裂の成長は何を意味するのか、



火山活動がどちらの方向に進んでいるのか、を監視するのが我々の役目です。この観点から、私たちはさらにハザードを定量化する方法を開発します。例えばインベントリを開発しモデリングを行い、これらすべてをランクに従って優先順位付けします。それから、火山監視システムからハザードを定量化し、現在の状態を鑑みることで、警戒レベルと推奨事項に関する情報を提供し、国家防災庁や地方自治体にリスク分析をしてもらいます。

現時点では、標準マップとリスクマップを作成する規定があります。これは地形図だけではなくて、ハザードマップにもなっています。ハザードマップはこのスケールで提供される必要があります。これは火山だけではなく地震、津波、地滑りも入ります。我々は国家防災庁のサーバーにシステムを入れています。というのも、国家防災庁と地方自治体、それから地方の防災局は、市民に対して責任を負っているからです。なので彼らは暴露のデータや地域の脆弱性のデータも持っています。ですので、私たちが提供したデータを地図上に載せることで、リスクマップにすることができるわけです。

次に、ギャップ分析からランク付けされた火山をキャパシティに関連付けます。これをキャパシティビルディングと言います。キャパシティビルディングとは、例えばアグン火山が非常にランクが高かった場合、キャパシティの改善がアグン火山の優先事項となることを意味します。そして緊急事態に対する計画、災害プランを立てなければなりません。マルタ先生も仰っていましたが、リスク分析もしながら、緊急事態に対する計画作りというのもやっていきます。ハザードの可能性、そして災害のインパクトの大きさというのも考えながら、こういったものを作っていきます。

○中田：ありがとうございました。

仰っていたのはいろいろありましたけど、特にギャップアナリシス。ギャップアナリシスというのは日本ではやっていませんけど、ある火山が過去にどれぐらい噴火して、どれぐらい危険な現象があったか、何人亡くなったか、そういうのを全部掛け合わせて脅威レベルみたいのをつくるんですね。それに基づいて、今の観測体制がきちんと整備されているかどうか、そういう順位付けをやるわけですね。ギャップがあるとそこを重点的に整備していくと、そういう方針なわけで、それは USGS でもインドネシアでも取られているということがあったと思います。

ギャップアナリシス自身が実はリスク評価をしていることになるんですけど、一方で、研究者が出したものを地図に落として危険度評価するという、そういう仕組みはやはりあるようで、ここは日本もそういう方向に少しシフトできないかなという気はするんですけど。

今のことを聞かれて、例えば予知研究の研究者としては、私たちはどこまでできて、この後、何があればもっとうまい噴火予測ができるのではないかという、そういうコメントを清水さん、いただけますか。

○清水：なかなか難しい質問だと思いますけど、確かに今お話を伺っていて、諸外国のように、防災に対して責任を負っている州とか防災局みたいなところに研究者が、観測研究だけじゃなくて、いわゆるリスクアセスメントとかハザードマップまで含めた形で情報提供して、非常に密接な連携が取れているというのは、なかなか縦割りの日本では難しいところだと思います。

中田さんが先ほどのスライドでまとめていただいたように、本来はいわゆるハザードというか警戒レベルから、いきなり防災対応じゃなくて、その間にリスク評価みたいなものが入るべきだろうというふうに思います。思うのですが、日本でどうしたらいいかということを考えると、先ほどの井口さんの発表を聞いていても、まず我々研究者としてやる場所はハザード予測の高度化、観測研究の高度化で、当たり前なんですけどハザード予測をきちんとできるようにしないと、なかなかすぐにリスクと言っても、リスク評価も難しいので、そこはきちんとやらなきゃいけないと思っています。

ただ、昔は理学の研究者はハザードは知らないよとか、リスクは知らないよという感じだったけど、今は、私が先ほど紹介したように、予知計画もハザード予測が大きな柱になっていますし、次世代火山研究プロジェクトに至っては災害対応まで、リスクまで含めて一体化した研究を行うということになっていますので、そういった方向に日本は来てはいると。

なので、これを一過性のものに終わらせずに、きちんと一体化した研究、いわゆる理学的な研究からリスク、災害対応までの研究まで含めたものを連携してできる、学際的な、そういうものができるような環境整備というか、体制整備というものが我が国でも必要なんじゃないか。

つまり、大学は大学、気象庁は気象庁、あるいは例えば火山砂防は火山砂防でそれぞれの課題取り組んでいるが、なかなか学際的なことって口では言えるけど実際そういう研究をプロモートすることは難しいと思うので、それをきちんとできるような国としてのシステムが要るのかなと思います。

さらに言えば、出てきた成果ですね、リスク評価をきちんと地域防災計画に、あるいは防災対応に反映できるようなアドバイスができるシステム、これも気象庁でも大学の個人的な研究者でも火山防災協議会でも、現状ではなかなかそれが難しい。どこが責任を持ってそういうことができるのかというのは、実際それぞれ難しいと思いますので、昔はホームドクターと言われる先生たちがやっていたのかもしれませんが、それについてもやはり、きちっと一元的というか一体化してやれるような、そういったものを日本でつくっていく必要があるのかなと思いました。

○中田：どうもありがとうございました。言ってほしいことを言っていただいて。

気象庁側としてはどうなんでしょう。今の仕組みで全然不自由はないと、あるいは今の問題点とかがもしあれば、ご指摘いただければと思いますが。

○土井：お三方のお話を聞いていて、ハザード評価そのものも定量化して、その上でリスクアセスメントをしっかりとやるという、そういうやり方をしっかりと確立する必要があるのかなというふうに伺いました。そういうふうに理解しました。

噴火警戒レベルというのは、すごくラフなリスクアセスメントが間に入っているというふうに私は考えているんですけど、いろいろな方からお叱りを受けるかもしれませんけども。

ただ、これは非常に定性的な話であって、例えば火砕流がどっちにどのぐらい流れそうかということはある程度想定をして、その行き先に居住地域があるかないかで噴火警戒レベルをどうするかというふうなことを地元の自治体なり、あるいは防災機関と、あるいは火山の研究者、専門家とも協議した上で噴火警戒レベルを設定するという作業・手続きは取っていますので、そういう意味ではハザード評価、リスクアセスメントはやった上で、噴火警戒レベルというものがそれぞれの山で設定できているのかなと思うんですけども、僕は、定量的な見積もりというのは全然なしで、非常に定性的なところでとどまっている。

これで今のところは一生懸命運用していくしかないかなと、気象庁としては思っていますけども、あとは清水先生が仰ったような、学際的に研究を進めていって、その成果を今の噴火警戒レベルの中にどうやって落とし込んでいくのか、というところの応用を考えていく必要があるのだろうというふうに感じました。

○中田：ありがとうございました。非常に積極的な話で、嬉しく聞きました。

内閣府のほうで、特に古市さんはいろんな出身省のほうでいろんな自然災害を経験されていると思いますけど、他の分野、例えば水害とかそういうところでは、リスクアセスメントは、そういうことは意識してやっているのかどうか、そのへんをお聞きしたいんですけど。

○古市：私は元々国土交通省に籍がありまして、水害河川を今まで中心にやってきました。また、大学のときには地震を研究していまして、今回は火山もやらせてもらっていて、そういう意味ではいろいろな災害を見させていただいていますけれども、今ご質問がありました、今回の台風での被害が出たことに関して、どういうリスク評価が行われているのかというお話をさせていただきますと、水害に関しましてはハザードマップを広く作って、住民の方にも広く公表しているところです。

そのハザードマップも、堤防やダムが造られている前提の下で、計画をしている一定のターゲットとしている大きさの雨が降ったときのマップを最初に作っていたんですけども、それだけでは不十分だということで、今度は考え得る最大規模の雨が降ったときの最大想定という、二つの概念のマップを作って、それぞれ公表して、例えばある市のある町のあるエリアは、この雨が来たら 3メートル水に浸かる恐れがあるので、そのためにどういう避難の防災の計画を取るのか、

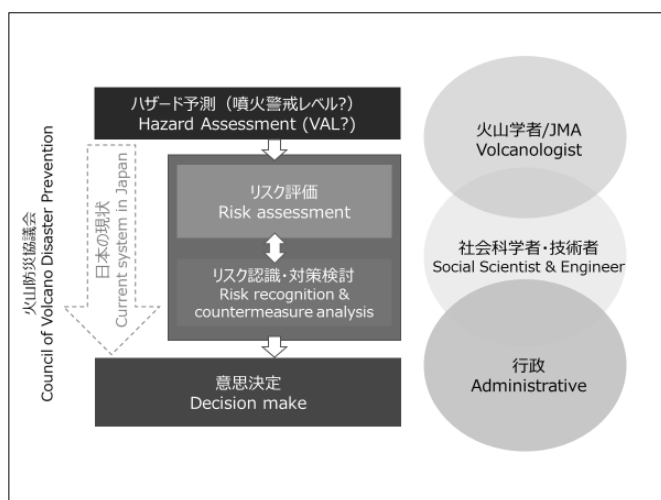
というようなところを考慮してもらような仕組みになっています。

そういった意味では、人が住んでいる住んでいないとか、洪水が起きたときに洪水の流れがこういうふうに拡散してくるとか、あるいは、もっと大きな規模の雨が降ったときにはこういうことになるという情報は、ある程度整理がなされた上で避難計画を考えていただいているので、こちら先ほど気象庁の土井さんが言われたように、かなりラフなリスクアセスメントというのは一定できているというふうに捉えられなくもないんですが、しかしながら水害において課題になっているのは、残念ながら地域住民の方にそういった意識・知識がしっかり浸透しているのかというと、必ずしもそうとは言い切れないところがあります。

だいぶ自治体のほうはきめ細やかに、区域を絞って避難勧告、アドバイザーを出すようになってきているんですけども、そこからの住民の方の行動につながっていないというところが大きな課題としてあると思います。

これはきっと火山に置き換えても同じかなと思ってまして、火山の協議会で関係者が集まって、警戒レベル何々のときにはこういう避難を取りましょうという、出た情報に対してオートマチックにこういう避難行動を取りましょうという計画はできていても、そこにどういう意味があるのか、あるいは、それに比べて規模の小さなもの、大きなものが起きたとき、あるいは違う条件のものが起きたときに、どの優先順位で避難のオペレーションをしたらいいのかというところを、自治体の首長さん、あるいは住民の自治会のリーダーの人に理解していただくことが重要だと思います。

恐らく火山学者さんあるいは国の観測機関のほうで、リアルタイムな観測から得られるリアルタイムな評価をそういったところに結びつけていくというのも大変重要だと思いますし、そういった事前のハザード、リスクの設定と、きめ細やかな優先順位をつけた避難計画、避難行動がひもづいていると仰られますけれども、やはりそこに、その情報を出す側、受ける側が、自分たちのリスクがどう迫っているのかというのを常に考えられるような日頃のコミュニケーション、それから、物事が起きたときのコミュニケーション、また、それぞれにそういった判断ができる



人材を育てていく、そういったことが必要になってくるのではないかなと思っています。

○中田：ありがとうございました。ほとんど結論めいたことを言っていて、大変ありがとうございます。

さっき、外国では噴火警戒レベルがコミュニケーションツールに使われていると言ったのはまさにそういうことであっ

て、同じテーブルで研究者がこういう警報を出す、受け側の首長、それからいろんな機関の長が来て、村の人も来て、この警戒レベルはどういう意味だ。ハザードマップを見せて、これだということが起こる。警戒レベルというのはこういうことである、必要に応じてハザードマップを作り変える。あるいは、イベントツリーというのがあるんですけど、イベントツリーの我々は今ここにいる、だからここに行くかもしれないから皆さん準備してください。そういうコミュニケーションができるというのが理想であるという、そういうことで噴火警戒レベルをコミュニケーションに使っているという意味ですね。次の、あさってのところまで及んでいるような気がしますが。

それでは、私なりに考えるのは、さっきの図の続きですけど、ここに入ってくるのは社会学者じゃないかと思うんですね。火山研究者はなかなかリスクの対応と検討まで、あるいはリスク評価をきちんとということができないと思うんですね。行政の人がそれをカバーするわけではないので、インターフェースとして社会学者とか工学の技術者、そういうのが入ってくるのが理想ではないかと思えます。

こういう形を本当に火山防災協議会の中につくれるかどうか分かりませんが、そういう機能を持つようにしてはどうでしょうかという提案です。フロアにたぶん社会学者の方がいらっしゃると思いますが、こういう提案についてどう思われますかというのをお聞きしたいんですね。

東北大学の地引さん、いらっしゃいますか。よろしくお願ひします。こういう形で火山研究者は考えているんだけど、それは違うんじゃないかというのはそれでもいいですし、私たちはこういう場にどんどん加わりたいという形でも構いませんけど、ぜひよろしくお願ひします。

○地引：ありがとうございます。東北大学の地引と申します。

私は先ほど清水先生がご紹介をくださっていた、次世代の総合研究の中における教育のほうを担当しております、私自身のバックグラウンドは、皆さんは何のことかと思われるかもしれませんが、もともと国際政治をやっていた人間が今、火山を研究している、火山の物理、地質、岩石、化学を勉強している学生さんに、私なりにかみ砕いた社会科学の考えていることというものを伝える、そういう役割を担っております。

先ほど以来いろいろ議論をしている中で、社会科学の研究をしている者がインターフェースになり得るといようなお話があったと思うんですが、今日出ているいろいろな、例えばリスクという単語一つ取ってみても、リスクとあえて言わずに脅威度というふうに言い換えるとしても、それを例えばギャップアナリシスと言うにしても、その言葉が持つ意味というのは、関係機関であったり個人によっても、捉え方はかなり違うと思います。

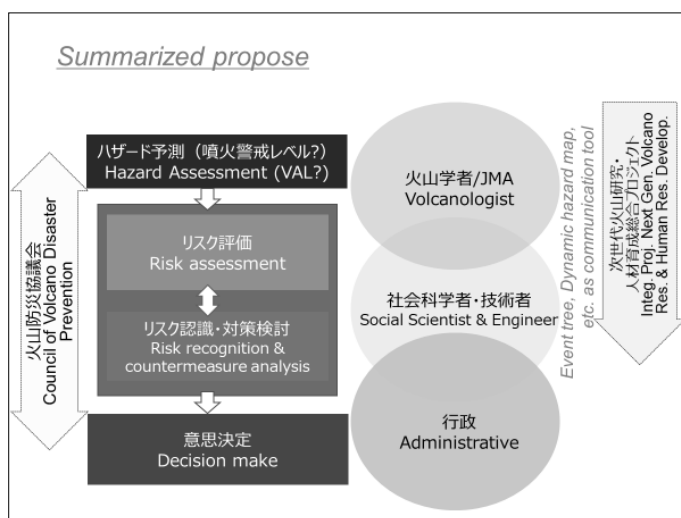
また、熟練した専門家がある噴火事象を見て、この後これぐらい続きそうだねとか、そういった一種、定性的ではあるかもしれないけども、数を伴うような情報というのは非常に重要で、その情報自体が重要であるんですけども、それが熟練した人が想像したどおりのことが人に伝わるとも限らないという難しさがあるからこそ、世の中、このような難しいことになっているというふうに思っております。

私はそのような点に非常に興味があるんですけども、こういった点に焦点を当てて、教育の面と研究の面、両方を進めていきたいと考えておりますというのが、私からできるコメントかなと思って聞いておりました。すみません、まとめになりませんが。

○中田:ちょっとポイントがずれましたけど。得意なのは社会学者じゃないですか僕も振ったつもりなんです。

○地引:本音を言うと、かなり距離があると思います。例えば、これだけの観測点を置いていて、こういうことが分かるっていうその考え方と、例えば町内会長さんにどういうふうに説明するかというところに、すごい距離があるように私個人は感じていて。ただ、それを歩み寄りというのもちよっと違和感を覚えます。

だってそれは、自然科学の研究者の人が研究をした結果があると。かたや普通の生活があると。社会科学というものを名乗って調査をしたり人の話を聞いていると、このへんが折衷点かななんて思うんですけども、そんな折衷点を、本当の緊急時にこのこと出かけて行って、我々がこうではないんですかと言うほどの責任があるかと言われると、それは涙が出てくるなど。責任の所在というのは非常に難しい問題だと思っております。



○中田:最後のスライドだけ示して、あと井口さんに喋らせようと思いますけど。

私が考えているのは、火山防災協議会というのはハザード予測から対策までいくんですけど、その間に、こういうリスク評価ということを意識しながらやる仕組みが要るんじゃないかとい

うことが一つと、もう一つ、私たちは次世代火山プロジェクトで、リスク認識、対応に資するデータを出そうと今努力しているわけですね。それから人材育成で、意思決定に加わる人を教育しよ

うとしている。そういうときに、やはりギャップがある。ここのギャップとさっきのギャップアナリシスは別ですけど。やっぱりギャップがあってほしくないという気がして、こういうような私なりのまとめをつくったつもりです。

時間もほとんどなくなってきたので、今日お話しいただいた万年さんと井口さんに最後、まとめじゃないです、意見を伺えたらと思います。万年さんは逆に、アラートレベル、噴火警戒レベルがあったために町長が救われたという話をされましたけど、本当にそういう責任をなすりつけるような形でいいのでしょうかというのが一つですね。ちょっと万年さん。

○万年：私は噴火警戒レベル、本当にありがたかったという人で、2001年のときにまさにそれがなかったので何もできなかったというのがあるので、まずだから枠組みがあるのは、私は非常に重要だと思います。

ただ、箱根火山の場合でも、例えば溶岩が出てきましたとか、山体崩壊に向かって事態が進行していますというときには、確かに仰るとおりお手上げで、そのときのために普段から、そういうことがあるんですよって住民も知っておかなきゃいけないという、それぐらいしかないですね。申し訳ないですけど、それぐらいです。

○井口：言いたいことはいろいろあるんですけども、私は中田さんが示した噴火警戒レベルがハザードというのは若干違うと思っていて、それはハザードの範囲がどこまでかということを示す必要があるんですね。

噴火警戒レベルって所詮カラーコードなので、緑黄赤オレンジじゃないですか。そのときに、噴火警戒レベル5ってどこまでがどうなのかというのがアンリミテッドなので、巨大噴火だったら100キロがハザードだという言い方だってあるので、どこまでがアラートゾーンなのかということを示すということが大事なんです。

住民にしてみれば、自分がアラートゾーンにいるか、いないかが大事なんです。避難する必要があるかどうか。それを教えてくれというのが住民なんです。それを明示しない限り、これは絶対、僕は救われたいと思います。どこまでがハザードなんだ。

どこまでがハザードなのかということを書いて初めてリスクが評価できるんです。ハザードの範囲を言わずして、そこから先に議論が進まない。だから僕は、噴火警戒レベルは嫌いだというわけです。

だって鹿児島市がどういうふうに思っているかどうか知りませんが、鹿児島市街地が噴火警戒レベル5の警戒区域の中に入るということを今全く想定してないわけです、今のシナリオの中では。少なくとも桜島の対策の中にはその想定は何もない。けれども鹿児島市街地だって、噴火警戒レベル5の範囲に入る可能性だってあるんですよ。

○中田：どうもありがとうございました。井口さんによると、ハザード評価もきちんとできていないという状況で、リスクまでは遠いんじゃないかという、そういう感想だったと思います。

今日は時間がきまりましたのでここで締めたいと思いますけど、やはり今の噴火警戒レベルというのがどういう具合に機能してきたということを一度振り返って、これから予想外のことを予想したときに、どういう仕組みがいいかというのを考える機会になっていただければと思います。

今日は長い間どうもありがとうございました。特に議論に参加していただいたパネリストの方、それからフロアからコメントをいただいた方、どうもありがとうございました。ここで締めたいと思います。

○司会：どうもありがとうございました。パネリストの皆さま、降壇ください。Thank you very much.

それでは、パネルディスカッションは終了いたしましたので、続きまして本ワークショップ閉会の挨拶、山梨県防災局・局長の井出仁さまに閉会の挨拶をお願いいたします。



## 閉会の挨拶

### 井出 仁（山梨県防災局 局長）

○井出：ご紹介いただきました、私、山梨県防災局の局長の井出でございます。本日このワークショップを担われました多くの皆さま方に、まず御礼を申し上げたいと思います。

通訳をしていただく関係で、原稿をきちんと読みなさいと言われていまして、原稿をまず読ませていただきたいんですけど、その前に、非常に深い話があったと感じております。

私、実際防災の立場のある意味責任を担う者ということで、先の台風 19 号の際に知事の隣にいた立場の者です。実際に山梨県は警戒警報も出て、また、幸いにも亡くなった方はおいでにならなかったわけですが、防災の現場で実際にどういったことが大切なのかということ、自分なりにすすみません、実体験を踏まえた上で今日のお話を伺うことができたことは、大変意義深いと感じております。

皆さま方のそれぞれ災害と向き合う中で、本日の会議にご参加をされたんだと思いますが、特に火山災害につきましては、我が国の中でどれだけ経験をしているかと言いますと、例えば私どもの身近にあります富士山につきましては、既にお話がありましたとおり、300 年沈黙を続けております。

そうした中で、沈黙を続けている中で、富士山の噴火災害をどう捉えて、どう備えていくのかというのが私ども山梨県、そして静岡県、神奈川県さんも含めてだと思いますが、地元の地方自治体に課せられた大きな課題ということで、日々向き合っているのが実感でございます。

その中で、山梨県には富士山科学研究所、藤井先生はじめ多くの研究者の皆さま方がおいでになって、私どもを支えてくださっているといえますか、私どもに叱咤しつつまた支えてくださっている、大変ありがたい存在だと思っておりますし、これからも火山防災についてこうしたワークショップが継続して、世界の多くの火山研究者の皆さま方と切磋琢磨させていただきながら、その成果を日本に、そして世界に伝えていただけることは大変ありがたいことだと思っております。これは私の感想です。

では、きちんと原稿を読ませていただきますのでお聞きください。

閉会にあたりましてご挨拶を申し上げます。本日は長時間にわたりましてご参加をいただきましたこと、感謝申し上げます。盛大に開催できましたこと、本日は「火山噴火の危機管理」というテーマの下、アメリカ、コロンビア、インドネシア、そして我が国の事例を通じまして、非常に有意義な情報共有と意見交換をしていただけたのではないかと感じております。

本年 7 月、火山噴火に備え、事前対策を迅速かつ着実に実施するため、活火山法により火山災害警戒地域に指定されている我が国の 23 都道県が連携しまして、火山防災強化推進都道県連盟

を設立いたしました。国と地方公共団体が一体となって、総合的かつ計画的に、ハード、ソフト両面の事前対策を推進する体制の実現を目指しまして、さまざまな取り組みを始めたところでございます。

併せて、山梨県では、国が火山研究人材育成プログラムなどを通じまして養成して下さっております火山研究者につきまして、火山防災体制の強化を目的として、火山に関する高い専門的知識を有する職員を行政職の職員として採用することとしております。

本日のワークショップの中でも、火山噴火に備えました防災体制において、自治体と政府、また自治体と火山研究者との関係はどうあるべきか、監視、観測と防災対応等の役割の分担などについて意見が交わされました。大変示唆に富むものであったと思います。

本日は省庁関係者の皆さまや、全国各地の火山を有する自治体からもご出席をいただいております。本日のワークショップや私ども連盟の活動が、我が国全体の火山防災対策の向上に寄与していくことを願っております。

結びに。講師の皆さま方には、貴重な時間を割いて国内外からお出でいただきました。素晴らしいご講演を本当にありがとうございました。また、参加いただきました皆さまに対しましては、改めて御礼申し上げます。本日はどうもありがとうございました。

○司会：井出局長、どうもありがとうございました。

これをもちまして「火山国際ワークショップ 2019」、閉会とさせていただきます。2年後にも同様のワークショップを開く予定でおりますので、皆さま、その際にもご協力をよろしく願いいたします。本日は誠にありがとうございました。

それから事務局から連絡なんですけれども、本ワークショップの報告書をご希望される方は、こちらのプログラムの裏表紙にございますQRコードを利用して報告書の申請をしてください。よろしく願いいたします。

それから、先ほどもお話しいたしましたが、ご使用いただいたレシーバーは机の上に置いてお帰りいただければと思います。

本日は本当にありがとうございました。

Proceedings of the workshop  
English



## **Opening Remarks and Briefing**

### **MC (Yousuke Miyagi)**

Good morning, everyone. Thank you very much for attending workshop on 'Strategy of Volcanic Disaster Mitigation 2019'. The subtitle of today's workshop is 'Crisis Management for Volcanic Eruptions'. I would like to act as a moderator. My name is Miyagi from the National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience (NIED). Upon opening of this workshop, we would like to have the President of NIED to give us opening remarks.

### **Haruo Hayashi**

Good morning everyone. My name is Haruo Hayashi, I am the President of NIED. Thank you very much for coming to this workshop on strategy of Volcanic Disaster Mitigation 2019. Thank you for attending from very early morning despite of rain at the same time. So, this workshop on volcano is being held every 2 years and this year marks the 9th workshop. The theme of today's workshop is Crisis Management for Volcanic Eruptions. When an eruption happens, what should be our response, that is what is to be discussed during this workshop.

In terms of response to a disaster, of course, it requires collaboration among stakeholders, including national governments, local governments, as well as related organizations. It cannot be done just by scientists or researchers. I think the intention of this workshop is very timely because we never know when the next eruption occur. As long as we are prepared, we don't have to worry about a disaster and we're very happy to be able to organize this workshop as NIED.

So, today is going to be a long day of workshop. I do hope that fruitful discussion is going to take place and at the same time, we will have a very good networking against the backdrop of the internationalization of this field. I would have liked to stay during the workshop but there will be other meeting right after this opening remark, therefore, I have to excuse myself after this opening remark, and please allow me to do so. So once again, thank you very much for your attendance.

### **MC**

Thank you very much President Hayashi. Next, I would like to explain about the purpose of this workshop, and we have Dr. Setsuya Nakada, Director General for the Center for Integrated Volcano Research, NIED.

## **Setsuya Nakada**

Good morning I'm Nakada, the Director General for the Center for Integrated Volcano Research, NIED. Now, this research center after the eruption of the Mount Ontake, all the volcanologists gathered together to enhance their research and also bring the next generation researchers up. So, we decided to come up with the comprehensive program to develop the human resources. And this center was built in order to promote this project, and it has to do a lot with today's theme.

Now, the outcome of our research will be, we want to make sure that all those outcomes will be reflected effectively to the actual policies and policy makings. So, that's what we do. In that sense, I want to learn many things today. And just as President Hayashi said, this international workshop started in 2003 and together with Mount Fuji Research Institute. At then it was called the environment institute but we have been holding this in bi-annual basis. For example, in 2013, the theme was massive eruption at Mount Fuji and wide area evacuation. And in 2015, because there was eruption of Hakone, the theme was tourism and disaster mitigation in volcanic areas. In 2017, the previous one, the theme was Volcano Monitoring and Disaster Mitigation. So, I believe that this year we are on the extension.

So, today, here the theme is the Crisis Management for Volcanic Eruption. And on Saturday at the symposium which will be held at Mount Fuji Research Institute, the theme of the symposium will be Volcanic Eruption and Risk Communication. And today we honored to have three guests from overseas, and they will report to us about the crisis management specifically at the eruption. And the first speaker would be Dr. James Kauahikaua from Hawaii who dealt with the eruption of the Kilauea, a former Director of Hawaiian Volcano Observatory. And 34 years ago, in South American country of Columbia, 25,000 people died due to the lahar and since then, we are honored to have Dr. Marta Lucia Calvache who is in charge of the Colombian Geological Service.

And also, from Indonesia which has lot of active volcanoes, we are honored to have Dr. Andreastuti from the Center for Volcanology and Geological Hazard Mitigation in Indonesia. And also, from Japan, of the latest cases of eruption, Professor Iguchi of Kyoto University will talk about the kuchinoerabu-jima eruption, which all the residents had to evacuate from the island. And also, we have Dr. Mannen, who will talk about the Hakone Volcano from the Hot Spring Research Institute of Kanagawa Prefecture.

Also, from the Cabinet Office, ever since the eruption of Mount Ontake, Japanese government has enhancing its volcano risk mitigation system. We will have Mr. Furuichi from Cabinet Office, Japan, who will talk about the system, instead of Mr. Hayashi. In the panel discussion, we will build on the three overseas cases on crisis management, and we would like to deepen discussions on the challenges of Japan on dealing with volcanic eruptions. Particularly and during the crisis management, I think the risk assessment will be very important and this is what we like to particularly focus on.

I hope that we will have a daylong of substantive reports and case reports and very heated discussions, and I hope that all the participants here today will not just participate in the Q&A session but also utilize the break time for networking. That is all from me. Thank you very much.

**MC**

Thank you very much, Dr. Nakada. Now, we will start from 9:50, so please allow us to prepare until 9:50. Thank you.

**MC**

Ladies and gentlemen, we'd now like to start with first lecture, which will be made by Dr. James Kauahikaua. And the lecture is entitled 'The 2018 Kilauea Rift Eruption and Summit Collapse and The Government Response to the Emergency.'

## Presentation 1

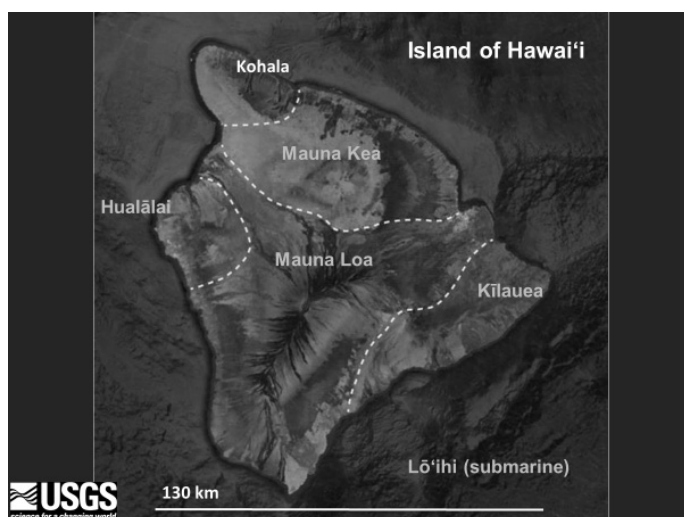
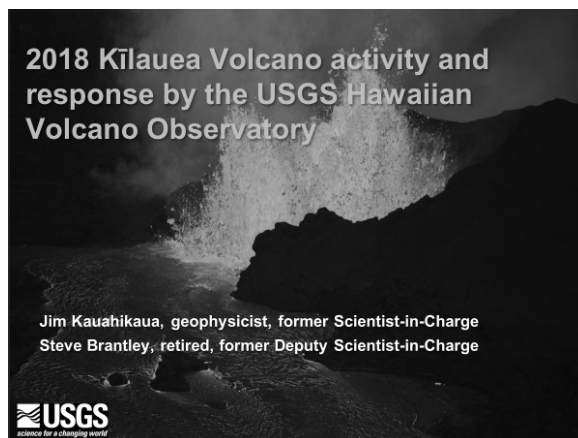
### "2018 Kilauea Volcano activity and response by the USGS Hawaiian Volcano Observatory"

James Kauahikaua (USGS, Hawaiian Volcano Observatory)

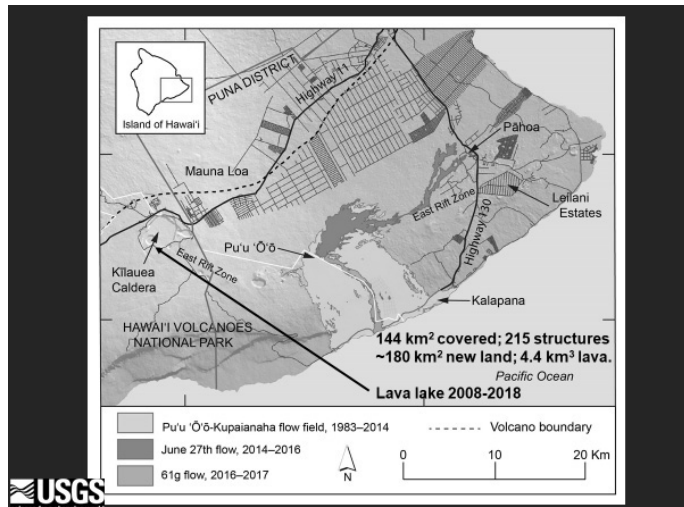
#### James Kauahikaua

Thank you for inviting me to come talk. Last year, we had a phenomenal eruption at Kilauea. It had many parts that I'll try to lead you through it. It's somewhat complicated because it occurred at different places at the same time. But I'll do my best.

For those of you that are not familiar with Hawaii, this is the southeastern



most island of the State of Hawaii, that's composed of five volcanoes above sea level and one below sea level, Loihi. All but Kohala are considered active and have potential for future eruptions. The current activity or the activity in 2018 was all centered on Kilauea Volcano.



At the time, at early 2018, there was a lava lake at the summit. But starting in 2018, there was a long lived 35-year eruption of Pu'u Ō'ō occurring at that time. The most distant lava flows almost closed this highway in 2014 and 2015 before they paused.

So, it's a very active place. Kilauea puts out a lot of lava when it erupts. But the activity in 2018,

as I said, was centered in different places. So, Pu'u Ō'ō, the site of the 35-year-old eruption, Kilauea summit, which was where the lava lake then 10 years old,





was still active. And then the lower east rift zone, which has been the site of four or five eruptions in the last two centuries, so activity is not uncommon in the area. You can see the distances between them.

Basically, the mechanics of Hawaiian volcanoes are the summit is where magma is stored at a fairly shallow depth. And then

it basically pumps out lava underground into a rift zone, where eruptions actually occur. There are two rift zones on the Kilauea.

**2018 activity overview:**

Pu'u 'Ō'ō & summit inflated: March-April

Pu'u 'Ō'ō cone collapsed: 30 April

LERZ intrusion & ground cracking: 30 April-04 Aug

LERZ eruption (main): 03 May to 04 Aug

SF M6.9 earthquake: 04 May to present (aftershocks)

Summit: disappearing lava lake, subsidence, ash plumes, & 62 collapse events: 01 May to 02 Aug



This is a very quick summary of what happened. In March and April of 2018, there was inflation at the summit, there was inflation at Pu'u 'Ō'ō and it was still erupting. This happened before it was nothing to alert us to an unusual occurrence. On April 30, Pu'u 'Ō'ō cone collapsed. That again has happened before several times and not

an unusual occurrence. It wasn't a premonition of future activity.

But what happened after that, the initiation of the activity after it was charged with the inflation through March and April was what made it unique. There was an intrusion down rift to the east immediately after the cone collapsed. It is as if the portal of magma erupting at Pu'u 'Ō'ō suddenly shut off and magma had to bypass Pu'u 'Ō'ō to get further east.

By May 3rd, the first signs of intrusion in the lower east rift zone occurred. And this was big news because this is a fairly densely populated area now. That basically went on full speed for 3 months. During the beginnings of that, the first week of the eruption, there was a magnitude of 6.9 earthquake along the pathway of the intrusion. And then at some point it little bit lagged from the lower east rift zone activity. The summit started to collapse first the lava lake and then the crater then it was at Halema'uma'u, and then the whole Kilauea caldera the southern half.

USGS response challenges:

Science resources, observations, data collection

Assessing hazards: in LERZ & at summit

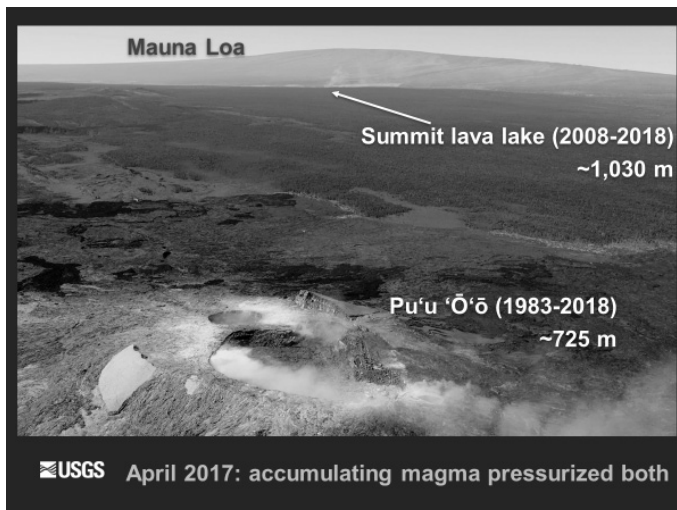
Communication: Internal & External agency and officials & all media & communities

Continuity of HVO operations: 2 moves, new data center location, telemetry pathways

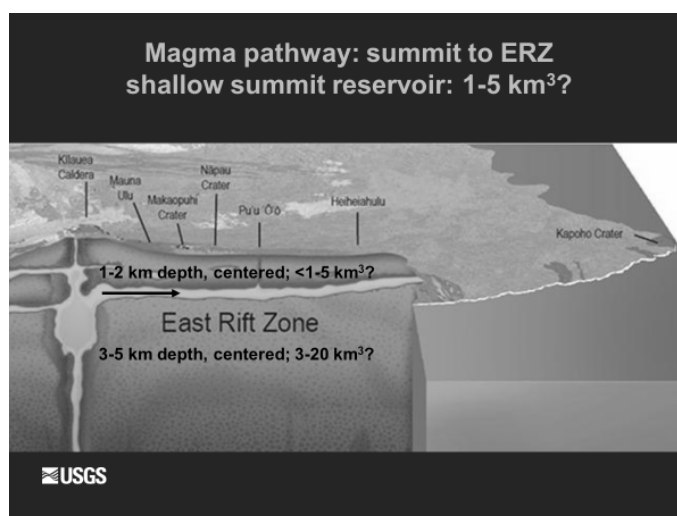


The challenges for HVO in responding to this are to gather the scientific resources. Our staff is fairly small, about 30 people. So, we need to do the science as well as monitor the eruption for potential future hazards. We had to keep communications open and at this day and age it has to be almost to the minute. I think we solved that one pretty readily. And

then to make it all a little bit more complicated, we had to evacuate our center of operations about 3 weeks into the eruption, 2 weeks into the eruption and move to an entirely different location at Hilo about 40 kilometers away.



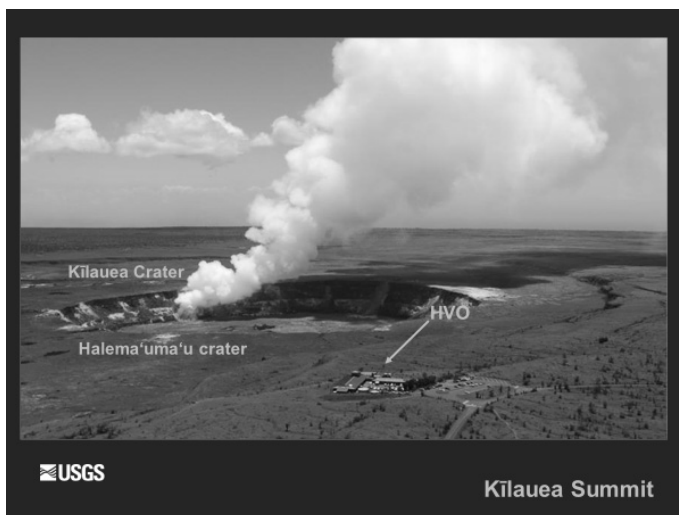
This is just an image of Mouna Loa Volcano, in the background, the neighboring large volcano. This little film is from the summit of Kilauea from that lava lake that was active, has been active for 10 years at that point. And this is the vent of Pu'u 'Ō'ō that is at this point 35 years old. There was a small lava lake at this time right in here.



This again is sort of a cross-section, cartoon cross-section of what we think the magmatic plumbing looks like under Kilauea. The east rift zone pathway, subsurfaces around 2 to 3 kilometers deep.

The pathway for magma as it comes up from the mantle into the storage area and so that gets shuttled out along the rift zone to

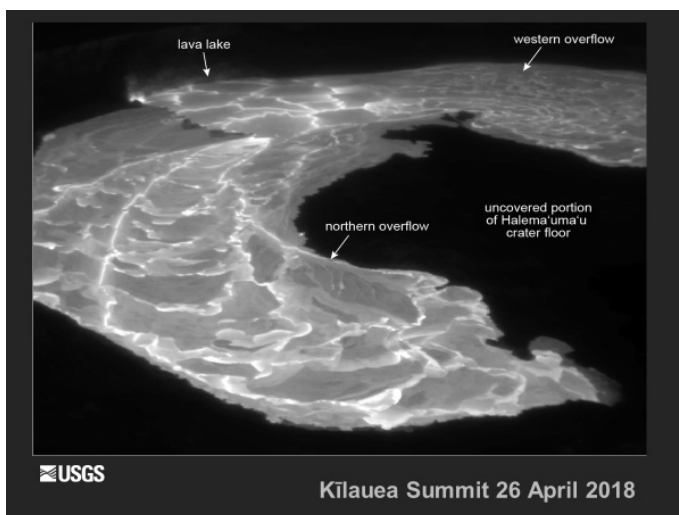
the eruption site has been going on almost continuously for 35 years at this point.



HVO is right at the rim of Kilauea caldera, the summit caldera. Halema'uma'u crater for scale that's about 1 kilometer in diameter. And then this is the beginnings of the lava lake. It started again in 2008. It was active, still active at the beginning of 2018.



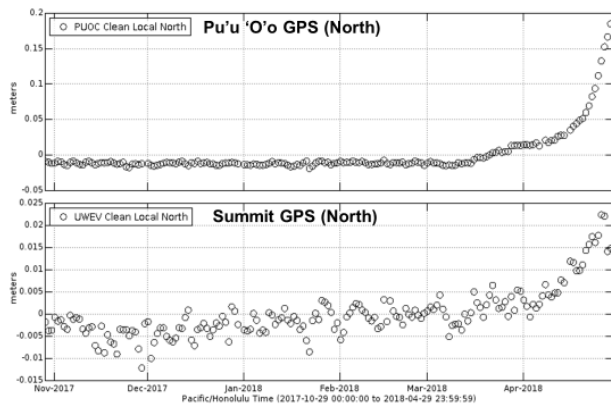
So, as I mentioned, the first signs of any change in activity was this inflation during March and April. This is a view of the lava lake. At night it was a beautiful sight. The lava lake kept circulating. It is also in a very dark area. There's very little development around us. So, it's just spectacular to watch stars move while the lower clouds are being eliminated by this lake. This is April 21<sup>st</sup>, 2018.



By April 26<sup>th</sup>, it has piezometer into one of the shallower magma chambers beneath Kilauea summit. The thermal image of one of the overflows. Again, this also has happened several times before.

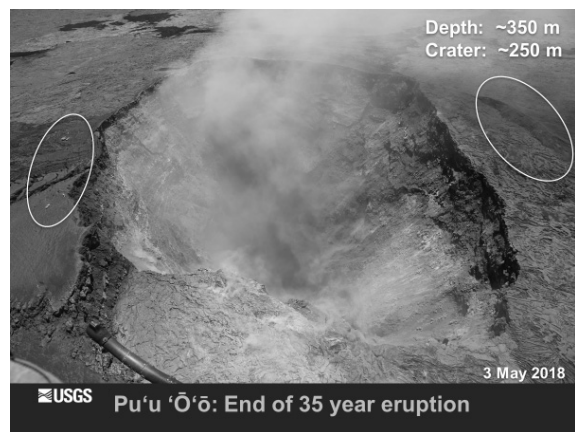
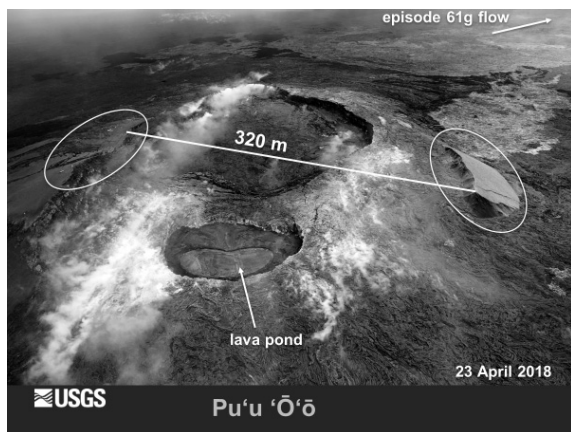
It was not necessarily a premonition of unusual activity to come. But every time this lake overflowed, and the lake is right here, every time it overflowed, it

was the lava on that erupted out of the lake that flowed out of the lake would solidify, therefore raising the rim of the lake a few meters every time. You can imagine overflows got less frequent with time as the rims got higher. For this to overflow, that should have been one of the clues for us. It is already at a much higher pressure than the previous times.

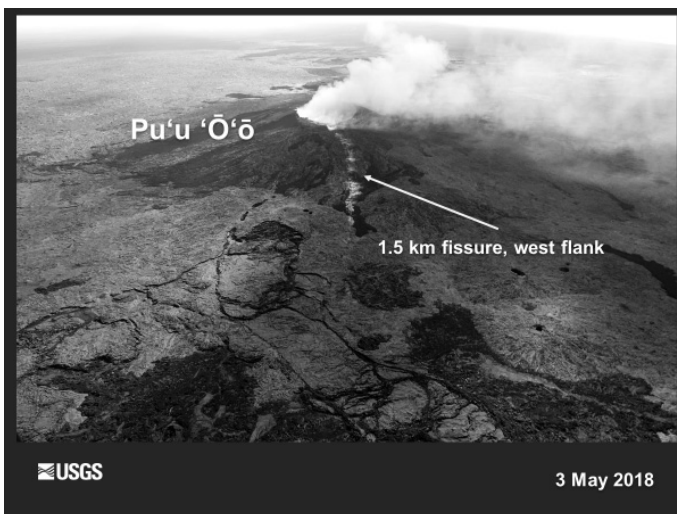


For GPS, there was a significant movement at Pu'u 'O'o and at the summit, very significant extension to the north. The scale here is 5 centimeters to 20 centimeters. Anyway, it occurred very rapidly, the inflation.

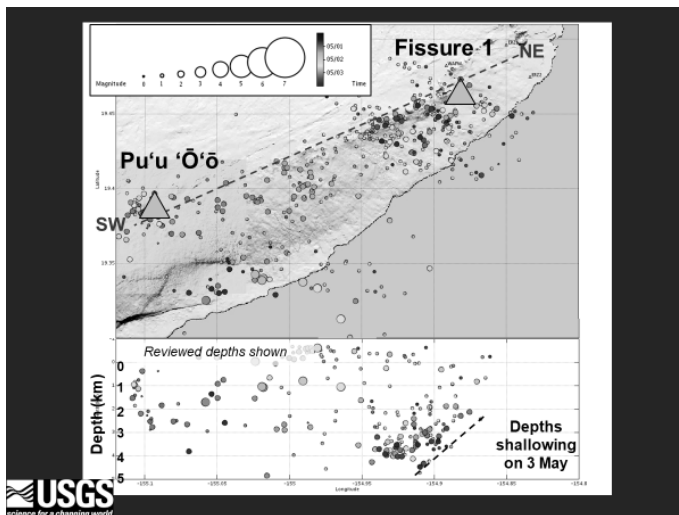
**USGS Magma reservoir system was pressurized (inflated)**



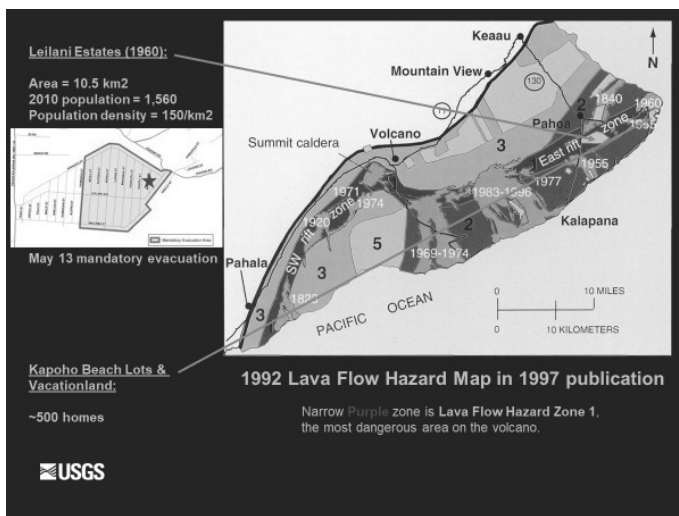
This is a view of Pu'u 'O'o, the circled area, the elliptical circled areas here are the edges of the crater. It has also collapsed several times over the years. It was a particularly full stage with one lava lake here. It was 23rd of April, 3rd of May was the first time we could get up there to take a photo. It had fundamentally collapsed, but you can see this down the rim of the earlier crater that was built up in the first 3 years of lava fountaining at Pu'u 'O'o.



The cracks started developing around Pu'u 'O'o after it collapsed.



And seismicity almost immediately started moving out into the lower east rift zone. This is colored by date. You can see the warmer colors are later dates around May 1st, 2nd and 3rd got into the lower east rift zone. We also noted that the seismicity was getting shallower with time out of the rift zone.



This is a lava flow hazard zone map for Kilauea. The highest hazard area is this purple narrow zone. We plotted some recent activity in grey over that area. This is the zone where eruptions actually start. One of the previous Hawaii County Civil Defense Directors interpreted our message to say that people that lived in this zone might get the first sign of

intrusion with warm floorboards as the eruption started. It starts here.

This zone two in red are where lava flows are most likely going to move once they started to erupt in zone one. And zone three would be less likely to be covered but if the eruption continues lava flows would extend into zone three. The green areas here are fairly densely populated subdivisions all permitted by the county at one time or another.

Leilani Estates the one of the two that was hit the hardest is right here, you can see completely in zone one. The second one that was hit was this one down at the coast.

This map shows the detail of Leilani Estates again, totally within zone one. And once the eruption started, only the eastern half of the Leilani Estates was evacuated in a mandatory evacuation. The people that lived in this part were allowed to go in and out.



On May 3rd in the afternoon the eruption started. When all of this was happening, we were already starting to deploy people we had sent messages to Hawaii County Civil Defense and the public about the increasing activity, just sort of a routine thing that we do, even if it may not really be a hazardous change.

But this one, because we saw the seismicity moving into this area, we were pretty sure something was going to happen here. By May 1st we were already deploying people into the area to look for cracks which started on May 1st, May 2nd. But the first lava that came to the surface was the afternoon of May 3rd.

On May 1st, my assignment was to go to the emergency operations center for Hawaii County Civil Defense. And my job was to be the liaison between the Hawaiian Volcano Observatory, the volcano monitoring peoples and Hawaiian County Civil Defense and all the different departments.

For me, it was very exciting. But it was also a little bit sad because I bet that I became senior enough that I can do such an activity with confidence, but it also meant that I could not be in the field as much as I would like to watch this eruption happen.



Our response also included deploy new instruments. We have a cache of undeployed instruments and we started to move things into this area to try to watch this seismicity and inflation. We had seismic and GPS instruments going in there almost immediately; infrasound array, there were two that were set up in the area. And then we installed a

bunch of different cameras so that we and the public could watch the eruption unfold.



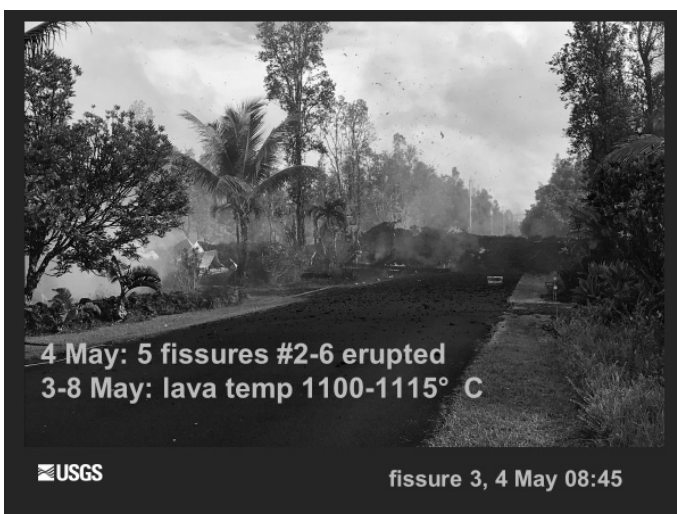
We also had the summit particularly we started to deploy these fly-away systems where we get our whole power assembly with solar panels that things was built up off site, off the monitoring site, and then helicoptered into these remote, fairly dangerous areas to minimize human exposure while they're hooking things up. This was our seismic

GPS station that was installed after much of the collapse at the summit.



And we also, because the lower east rift zone eruption happened at private property, we had to gain access in order to get lava samples. In this case install all these instruments kind of under an emergency declaration. We had to have people in there all the time to monitor odd movements of the lava flow. And this was no small task actually with people being

very protective of their property. But it was all – it all came out pretty well.



So, by the 4th of May, several fissures had erupted. This started to pop up into a multiple fissure eruption. Each fissure did not erupt very much lava. It was quite cool for Hawaiian lava is 1100 to 1150 degrees C. Chemically, it was evolved lava, so we were interpreting that as basically the fresh lava below pushing out older lava that had been stored in the

rift zone for quite some time, probably since the last eruption of 1955. It was very pasty not very gassy. It didn't flow very far from the vent. It just built up these little cones.

**S Flank earthquake: 4 May, 12:32, 7 km depth**

**South Flank**


- Sequence of M5+ eqs
  - M 5.0 on 3 May at 10:30
  - M 5.7 on 4 May at 11:32
  - M 6.9 on 4 May at 12:32

**Pu'u 'Ō'ō**

- Triggers rockfall into collapse crater, ash plume

**LERZ**

- ERZ opening, allowing more magma transfer into LERZ from MERZ and summit

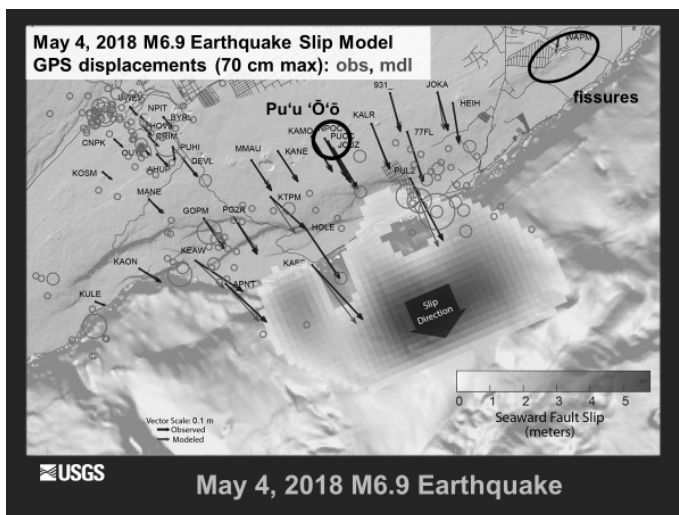
 **May 4, 2018 M6.9 Earthquake**

On the 4th of May about noon, the magnitude 6.9 earthquake occurred. There were several earlier quakes that day.

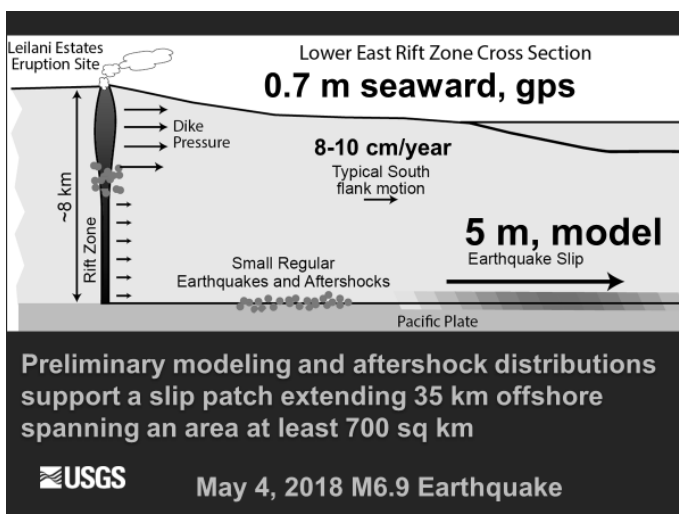
From my approach in Hilo at the emergency operations center, we felt the first one. It just shook for a few seconds. No big deal. An hour later, the 6.9 earthquake occurred and everybody thought that was a big deal. They're all

looking at me unfortunately since I supposed to know what to do, but I just sort of watched it shake. My wife had trouble standing I guess during that earthquake.

We think the result of the earthquake was to allow more bandwidth to get pushed into the lower east rift zone.



These are GPS vectors of movement during the earthquake. The blue is what was observed and the red was the model. And this is the model here, fairly large slip plane, decollement, which is the interface between the volcanic pile and the ocean crust.



A cartoon cross-section of what we think happened slippage along the surface of the Pacific Plate accompanying by earthquakes. These were the measurements the modeled. Model estimated up to 5 meters of movement along that subplain, the surface maximum movement was 0.7 meters. Now, this fault plate typically moves continuously, but at a rate of about 8 to 10 centimeters.

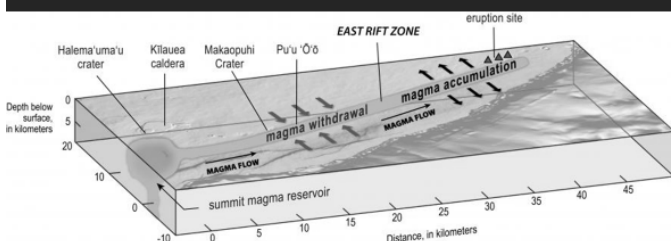
So, the next phase after that earthquake and now more magma was going in. There was sort of a second push to the intrusion. And more lava came out.





The eruption temperatures were now quite a bit higher, a little bit 1115 to 1150 degrees centigrade. The magma was much more fresh, like what had been recently erupted at Pu'u 'Ō'ō. And that was much more fluid. In that phase, the lava flows actually traveled south and reached the ocean.

**Magma intrusion ended ~18 May with “open” pathways to surface**

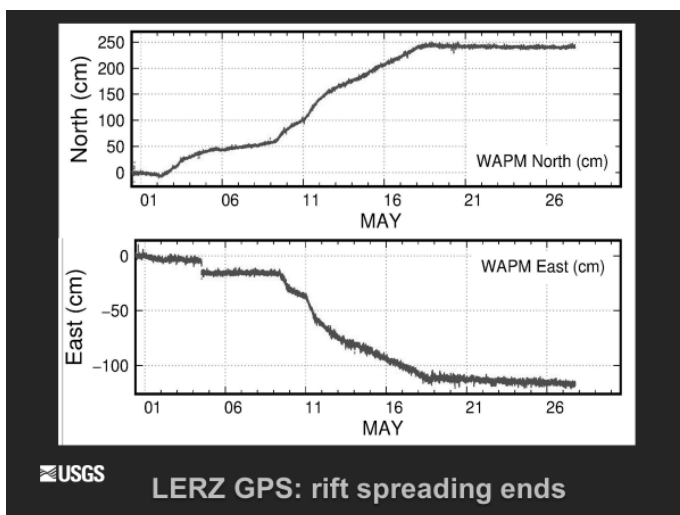


Now, this is a cartoon of what we think was happening during those first couple of weeks. And it's a lot like squeezing toothpaste from a tube is at the upper part was actually squeezing more magma into the lower east rift zone.

**~18 May: LERZ GPS stations stop spreading**  
**~19 May: LERZ earthquakes decline**

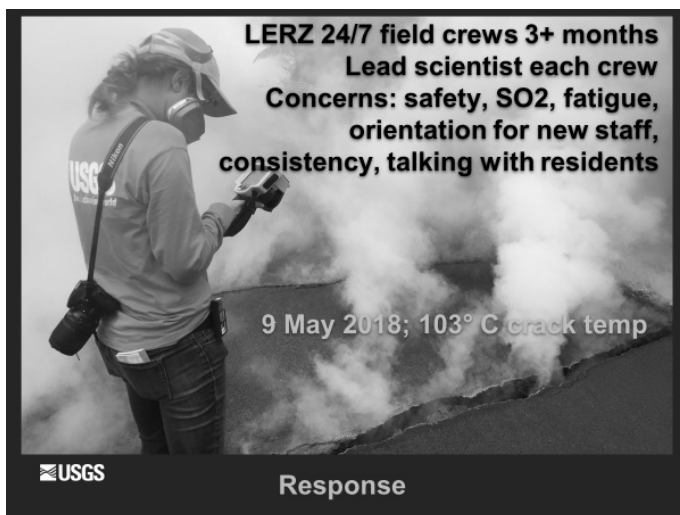
**USGS**

Again cartoon. Just about as centered as we get to that mechanisms.



And this is GPS solutions for a point that's in the lower east rift zone. This point moved doors 2.5 meters during that second – the whole first and second intrusion sequence. It was on the north side of the rift zone so that you can imagine that sort of movement. East – was mostly a north, northeast movement, basically.

So, what did HVO do in the beginning? Well, we started to post HVO ground crews in the area 24/7, have had three crews each 24-hour period. Each one had to have an HVO staff member on board, was to get the senior, more experienced researcher. But other people from other USGS volcano observatories would come out, some from the University of Hawaii Geology Department would help out too. It was a major cause for concern because of safety in the area. SO<sub>2</sub> as I'll get to was a very big problem during this eruption.



We could get new staff who maybe had never worked in Hawaii before, we had to give them almost constant rotating orientations about what to do, what facilities are available to them, and also how to talk to the residents. You don't go up to somebody who just lost their hope and say, wow, did you see that, great lava flow. No.

Our people in the field, I mentioned communication being an issue, our people in the field were almost deluged with questions from the Emergency Management Center.

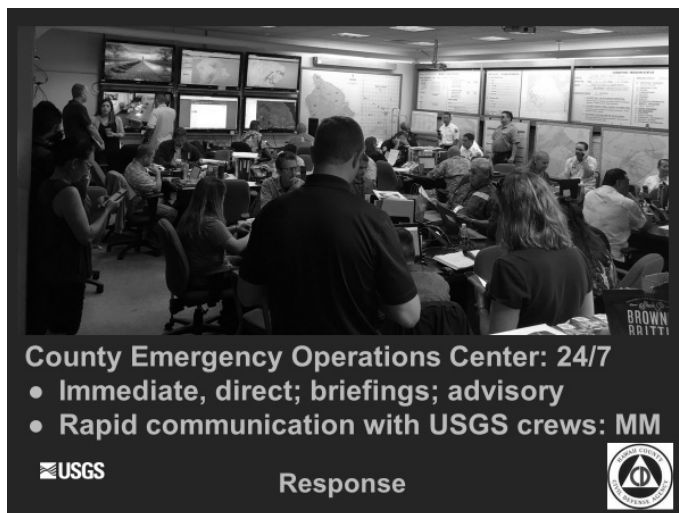


The other partner or agency that we were working with was Hawaii Volcanoes National Park at the summit. And so we were kind of split there. The major issue was what was happening at lower east rift zone because it was erupting right in neighborhoods. But their work concerns up at the summit too about what could develop into an explosive eruption situation.

Almost immediately, we deployed drones both in the summit and the lower east rift zone. The USGS has a number of UAS teams unmanned aerial systems, at different departments and we've collected them all to basically serve 24/7 in the lower east rift zone and then at the summit mostly during the day.



This is just a screenshot from one of the drone videos where you can see the channel that developed after May 27, one edge of it anyway. And how it would sort of drizzle lava out over its perched rim. That UAS team also allowed us to get aerial shots at night. We could not fly helicopters at night or airplanes. So, there was a very critical time period for us to catch up.



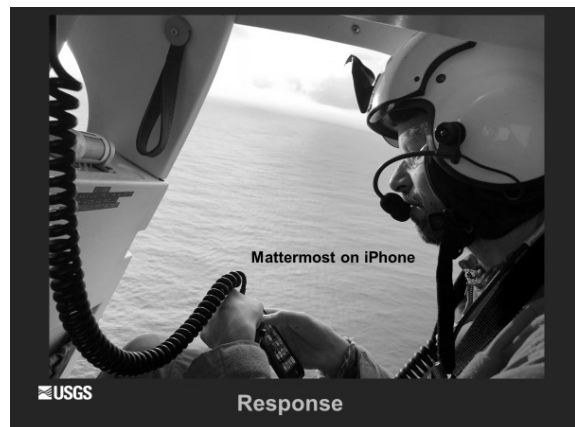
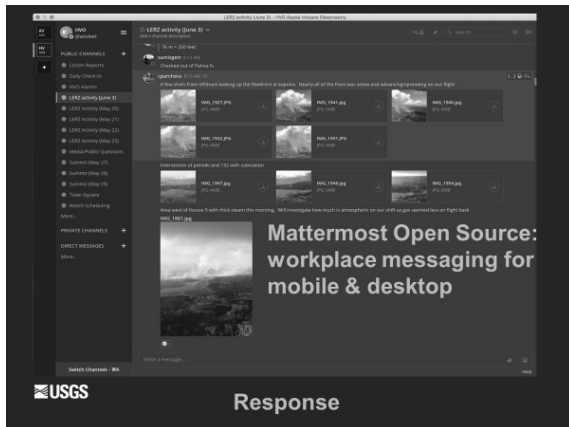
This is a photo of the county emergency operations that are – my chair was right there. The center is set up around four tables. This table is for all enforcement activity; police, fire, National Guard, army. This table was our infrastructure, highways, public works, anybody in the county or the state government that would be responsible for some activities

or assuring operations continued in these areas. Water Supply was on the table. This table was more utilities, electrical company, phone company, cell companies, parks and recreation, because they had a lot of facilities of what could use in evacuation centers and things.

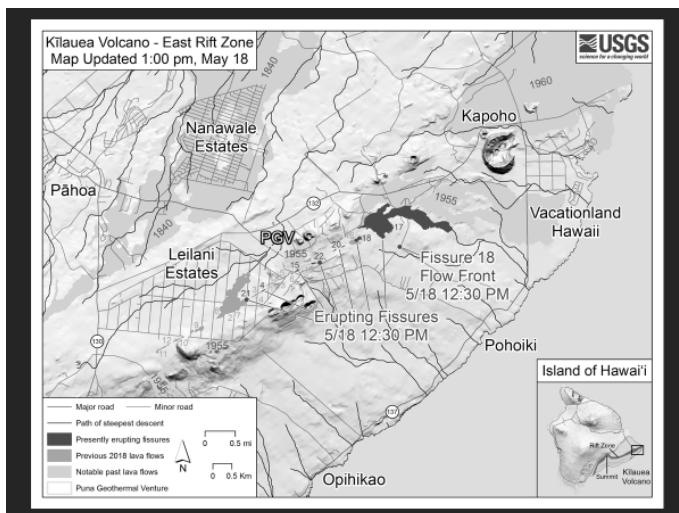
And this side was more the legal end of it, the policy end of the mayor's office, that sort of thing. This was a real boon for us at HVO because the fire department handled all flights in and out including drone flights, they basically under emergency controlled airspace. And so if we were having an issue getting a permission, I could just walk over to that table, whoever was sitting in that seat and ask them exactly how do we get in there. I think we have an important mission and usually I get a phone number and it happens real quick.

Same thing happened with perhaps, fire department having an issue with something that we did. And come over to me and I can resolve it very quickly.

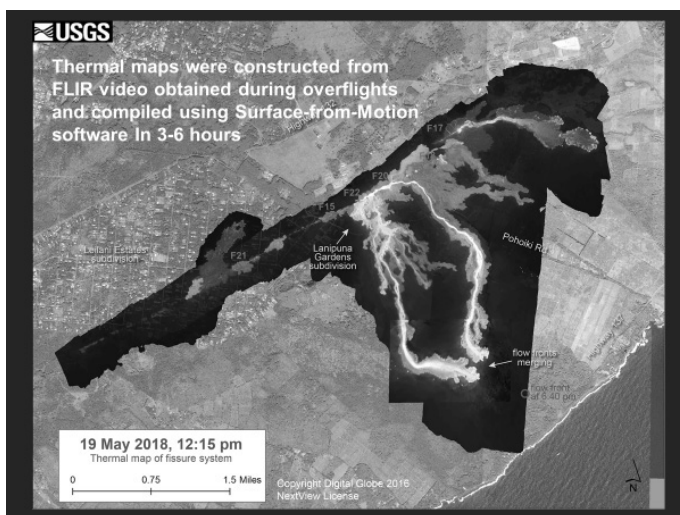
Without a person here, that would all be done by phone and as you can imagine the phone banks were quite busy during this whole time.



I mentioned communications was very critical. And the way we solved it was with this software, this open source software called Mattermost. It was something that would run on an iPhone or the desktop. And it was just a messaging thing, we could pass video, photos back and forth instantly. If I had a question at the USA, say the mayor wanted to know something about an area, his house which got destroyed at disruption if you wanted to know about his house, you would ask me I would pass it on, somebody would find out something. It's open source. So, it was really quite handy for us. It's solved a lot of issues. You could even use it in the helicopter because it worked off of cell phone service.



Now, once the eruption got really going that 22 fissures had erupted in the first couple of weeks. On May 28<sup>th</sup>, some of the fissures started and reactivated but now with much hotter, fresher more fluid magma. I'll just give you a progression of maps showing the progress of the lava flow we had.



Also, another set of software that we used was a surface for motion software. This map is the result of an infrared video taken by helicopter flying around this area. Within a few hours, we could get that all reduced into coherent map. It actually got a 3D map, almost a digital elevation model. But these were the two flows and came out to the ocean during that time period, cut the highway.



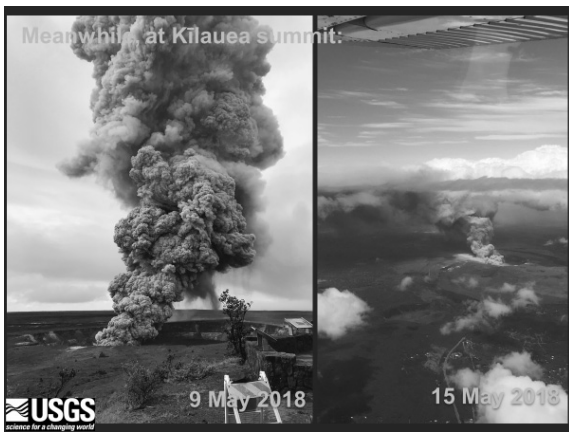
We had a geothermal development right in the rift zone, which I always thought was a bad idea. They got there the supply line with supply power to the county. They got cut almost immediately by an early phase of the eruption. When this more fluid lava started to erupt, their facility became threatened. They had to

remove the active ingredient and the heat exchange system, which was pentane, had to truck it out overnight almost.

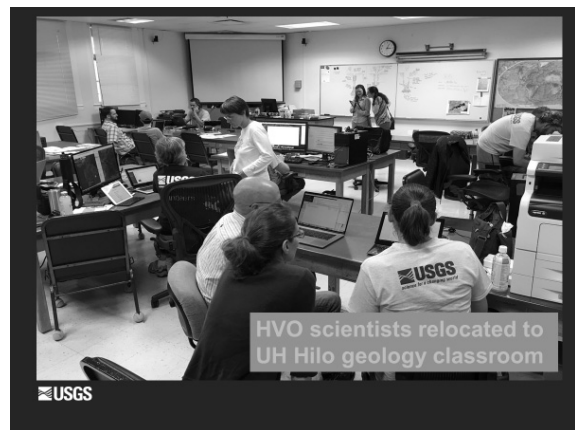


And May 27 the first couple of lava flows went into the ocean. It was only briefly in the ocean before the other fissures opened up.

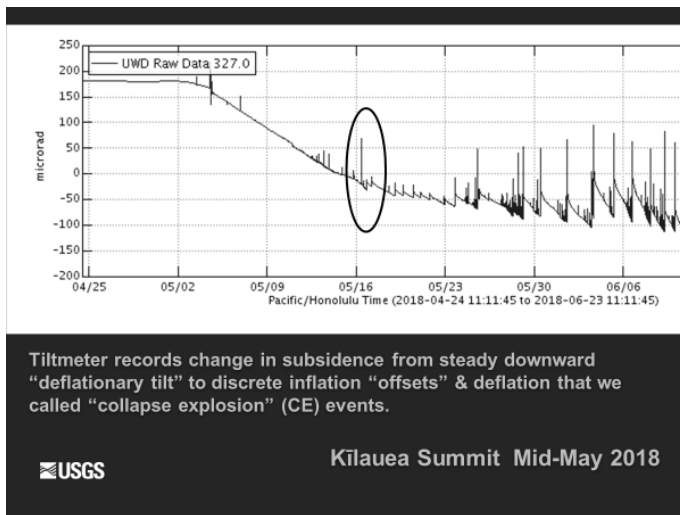
Back on the summit, the lava lake took a couple of days to be seeing down into the throat.



But then, as it was collapsing, there was a series of explosive events that through a lot of lithic debris dust into the atmosphere of some quite far. One of these in an unfortunate wind direction day dusted the astronomical observatories at the top of Molokai 4 kilometers elevation. Fair amount of ash dumped on the summit.

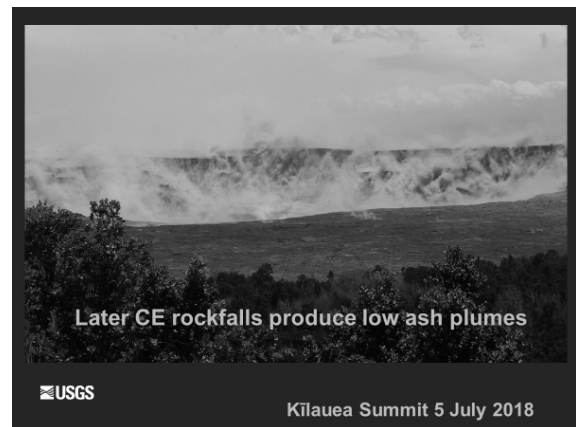
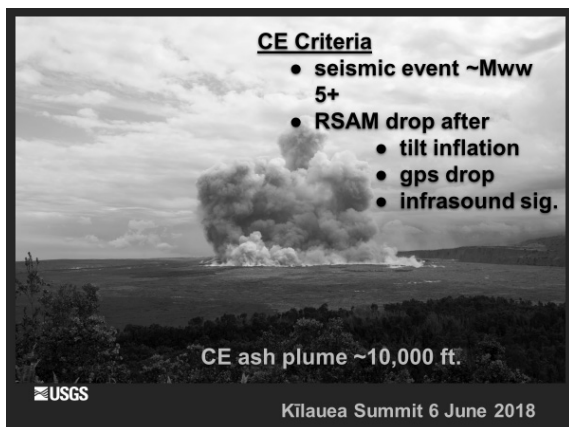


We evacuated the end of the second week after the first eruption. Why did we evacuate? Because each of these collapse events was accompanied by the incredible amount of seismicity which I'll get to in a bit. We moved into the University of Hawaii, it was at summer break at that point. We moved into one of their classrooms, which had internet activity, phones and all that. It was a little crowded, but then I mentioned this seismicity.

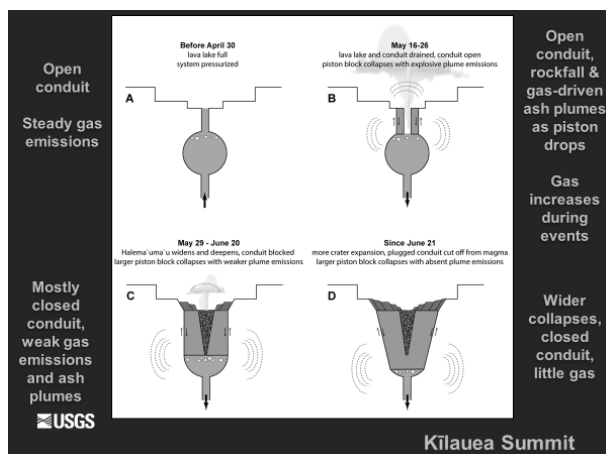


This is a tilt record from the summit and you can see that there is a fairly steady, just subsidence as the magma is being withdrawn for the summit and pushed into the east rift zone. And then at some point, middle of May it starts to have these burps which are basically explosive as little surges and subsets that keeps jerking as it's surging.

Each one of these, we call them collapsed explosive events because some of the early ones were accompanied by explosive plumes. But they all were collapsed events, the summit kept collapsing. And some of them were accompanied – 62 of them were accompanied by an equivalent of magnitude 5.5 seismicity, which shook everything around the summit, including our building.



This is criteria for a collapse explosive event, something we had to kind of set up to make our communications with the public a little bit clearer.

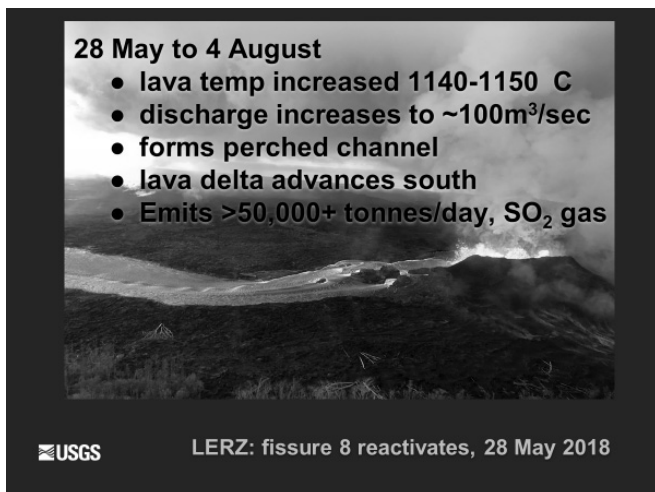


The latter event of those large plumes no longer happened and each of the collapsed events was basically just accompanied by the dust loosened from the collapse itself. There was nothing generated from below. And that allowed us to kind of put together this cartoon model of what was happening at the summit. It starts with the shallow magma chamber being charged, inflated with magma, high pressure. In the next slide, the magma is starting to be

shuffled out into the east rift zone. The surface collapses. The vent is still open at that point so we can get mostly gases shooting up blowing the lithic dust into the atmosphere. But at some point, that conduit gets blocked with debris as the collapse continues. We always get that dust as I imagined for the collapse itself. But we still get the seismicity. We still get charged gas emissions. And finally, the closed system eventually stops.



So, here's a time lapse of the entire collapse event at the summit and remember that Halema'uma'u is 1 kilometer in diameter. And this is from our office building. We were all glad when that stopped.



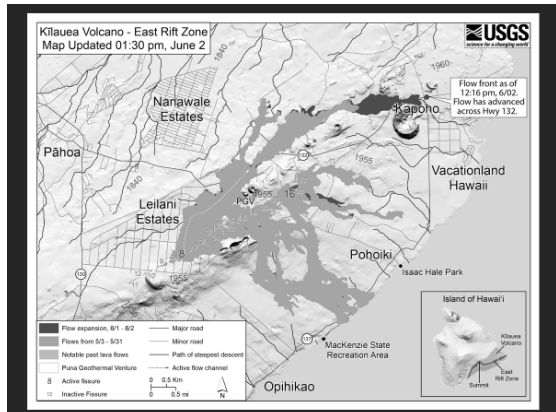
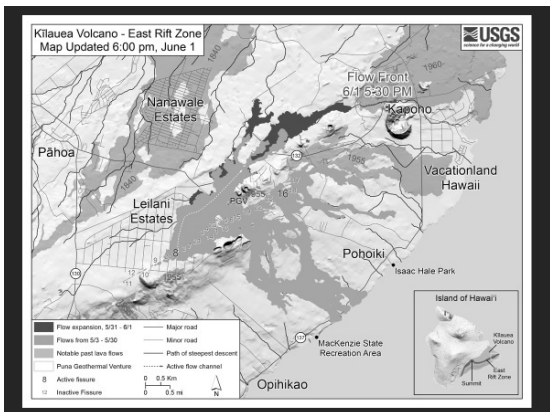
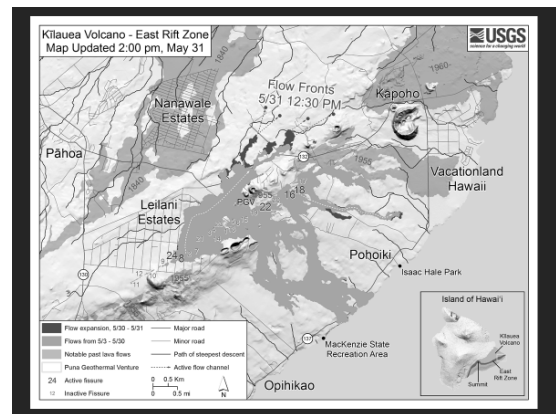
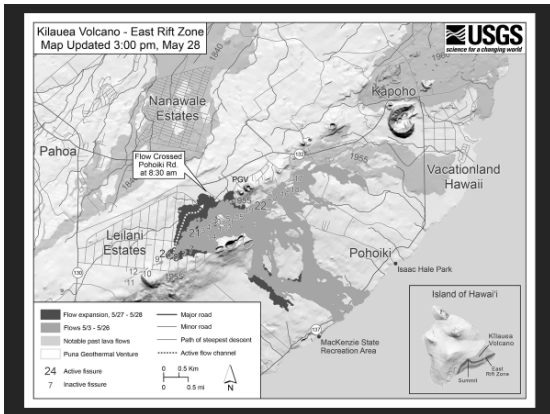
Backed out of the east rift zone on May 28<sup>th</sup>, fissure eight reactivated. It was among the last fissures to reactivate. But it reactivated with a huge eruption rate and also a huge emission of gas emission rate. The SO<sub>2</sub> gases were being emitted at a rate too high for our equipment to measure. But we can only tell you that it was a minimum of 50,000 tons per day of sulfur dioxide. The lava temperatures were higher up to 1150 degrees C and we estimate the discharge from fissure eight into this

upper channel here was on the order of 100 cubic meters per second, very large for Kilauea.





For the rest of the eruption basically fissure eight was – it built a channel, very high, 30 plus meter high fountains, large gas emissions.



This is a sequence of maps to show you how that unfolded the fissure eight lava flow. I will mention that the blue lines here are steepest ascent lines based on a digital elevation, pre-eruption digital elevation model. And we were using this to illustrate likely paths lava flows would take. So, you can see that actually lava flows are kind of paying attention to that, following many of the lines.



Again, what are these composite thermal maps of the lava flow. Very clear image of the channel take lava out at this point and it's spreading out. And then lava went into the ocean at Kapoho Bay, Kapoho Bay has had a very dense array of vacation houses at rentals there, maybe about 500 or 600 homes around the bay.



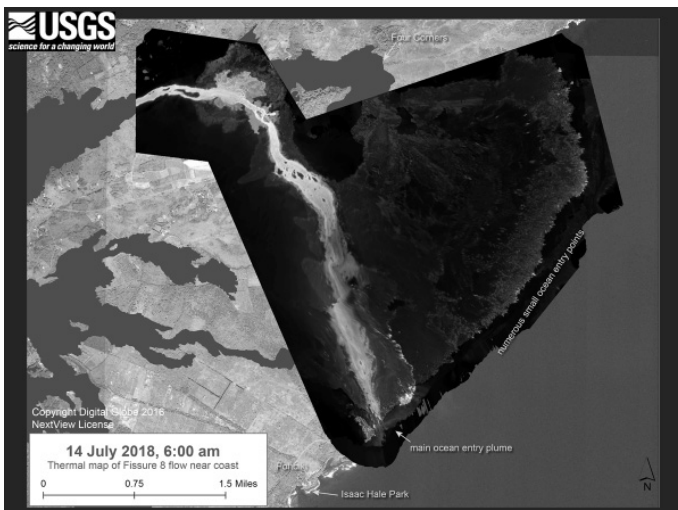
The fissure 8 eruption was just incredible. So, this is a compilation of video from the vent area and the channel. I've added some dimensions. Down here at the widest, the channel was about 420 meters, but it narrowed down slope.

Once the eruptions stopped and the lava channel drained, we were all guessing beforehand how deep

the lava channel was but once it drained we found that the empty channel was 9 meters deep, incredible lava.

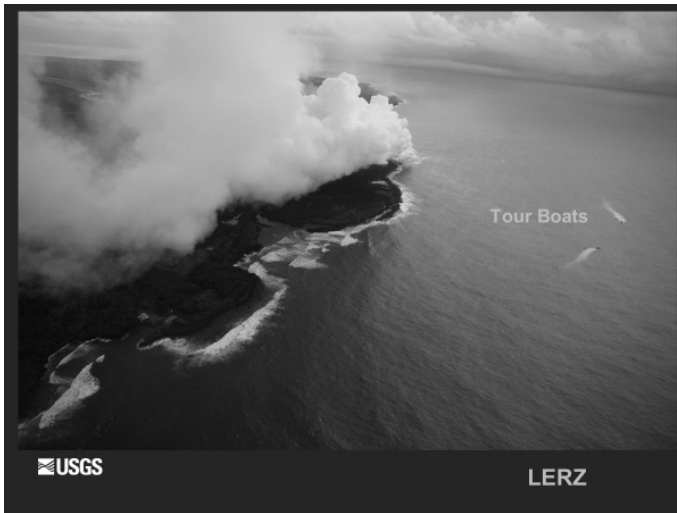


The lava falls here. Many of these smaller islands were moved downstream, very slowly of course. But you notice how close the homes are here. All of these were evacuated in part because they were inaccessible but also because of the amount of sulfur dioxide in the air down here. So, you can see that the lava flow is slowly taking all of the homes. I think only three of those 500 or 600 homes survived.

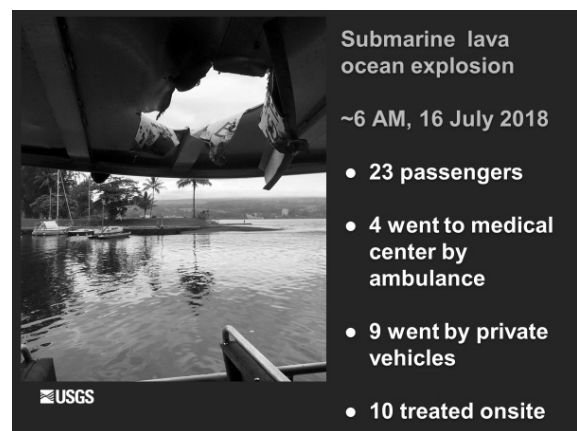
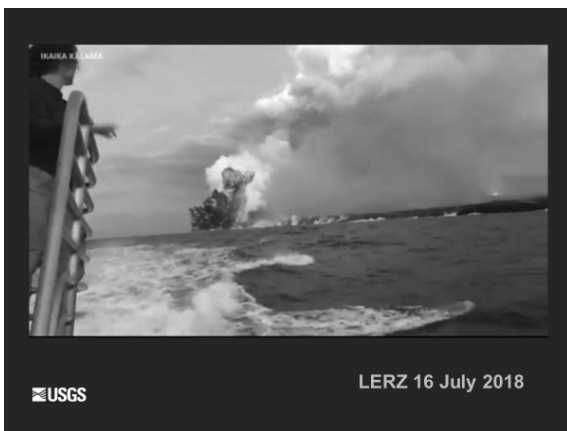


The lava entering into Kapoho Bay began to be very broad and never really channelized successfully. And so the newer inputs were on this side, so the original entry was here and kept building out to the south which you can see again is this lava is just ripping through

here in its channel, again moving further south basically flowing along the edge of the previous lava flows.



Now tourism kind of rears its head. With such a robust entry people wanted to see it from the ocean, which we never encouraged and we suggested that they stay about 400 meters offshore. That was the evidence that we had, the distance that basically hydro-magmatic explosions could throw rocks.



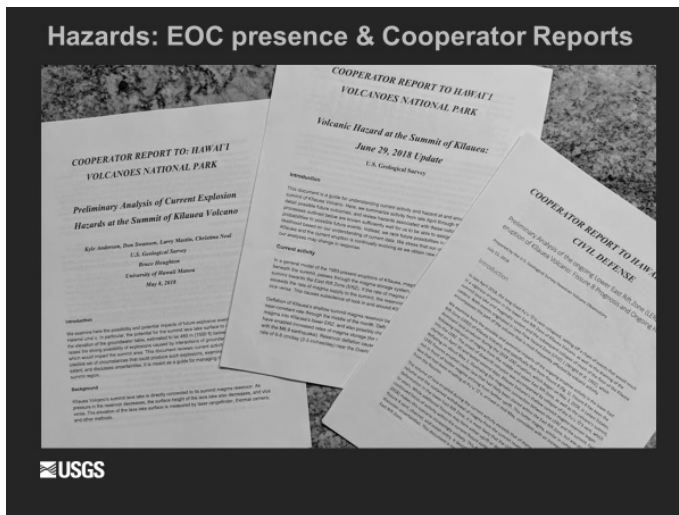
Submarine lava ocean explosion

~6 AM, 16 July 2018

- 23 passengers
- 4 went to medical center by ambulance
- 9 went by private vehicles
- 10 treated onsite

But the tour boats were out there. The coastguard set up, they took our advice and did the 400-meter area, the exclusion zone, but they allowed that if boat operators had enough experience and could get a waiver for the exclusion zone, they come in closer. On July 16, there were some serious explosions out there. Was very – as far as we know, that was the only time, but there were several of them in the early morning. And the tourists like to go out in the early morning, because it's still dark. You see incandescent much more clearly. So, this is from a tour boat, but they're leaving the scene because of the explosive activity. But there was one boat very close to one of the explosions, got lava bombs through the roof of the boat, which landed on a woman's thigh breaking her hip bone, I believe and her thighbone.

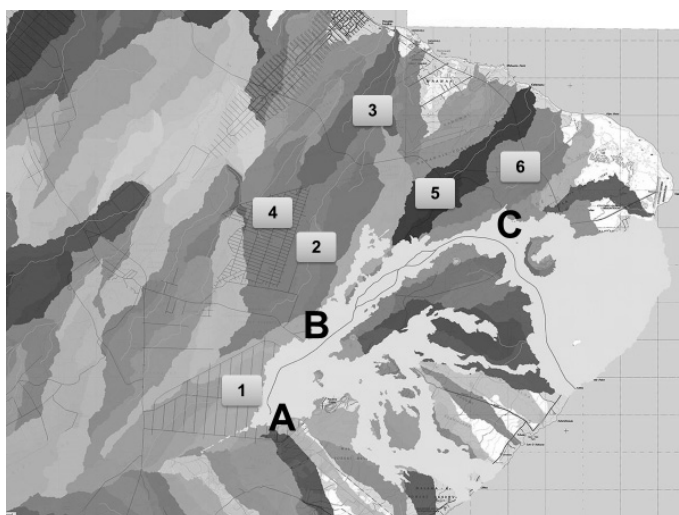
Most of the passengers were injured in one way or another. We got a video from one of the passengers on the boat. As soon as this happened, you just heard screams, the camera went wild. It was terrifying. This guy continued his tour business 2 days later.



Also, during this time we were generating hazard assessments, how the lava was going to behave, what was in store during the collapse of the summit. One of the scenarios we tried to evaluate was, this channel was huge. It was transporting 100 cubic meters per second of hot lava building up its channel levee, so it's perched channel.

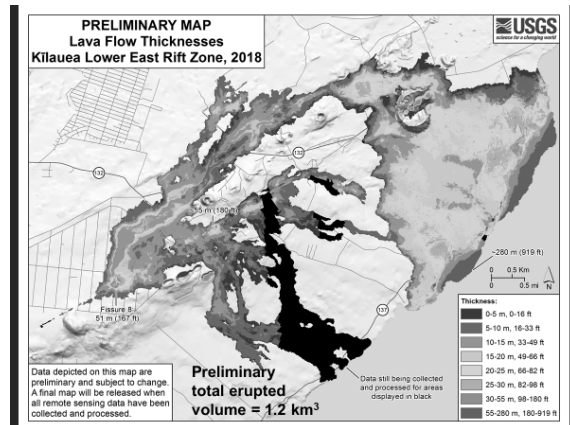


What happens if that levee collapses? It sends much of the lava down into these houses. How do we forecast that? We can't forecast the failure of the channel, but we could forecast where the lava will go if the channel fails. And these are basically drainage areas that accompany that steepest descent line calculation.



We determined that only these drainages would be susceptible and that leakages, failures of the perched channels would be most likely at these three locations. So, basically, this whole area was in danger if channel collapsed in this area. This area is already evacuated so that wasn't an issue, but this one there were already people living in here. And it was also an issue. In real time basically,

we informed the county about that.

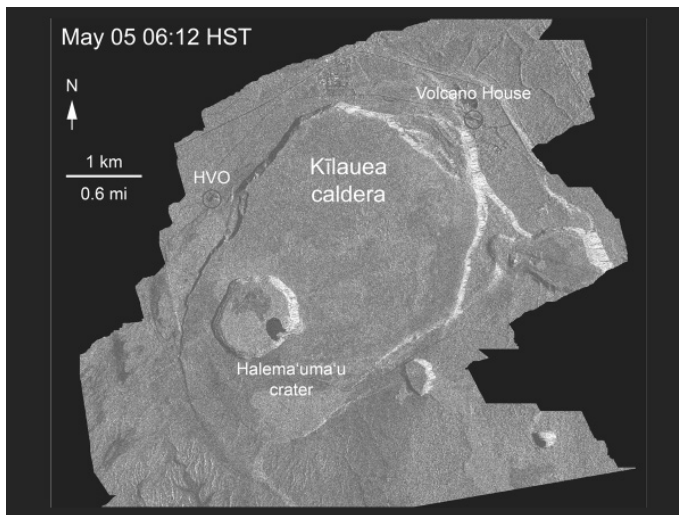


August 5th, the channel was drained and we got that 9 meter depth estimate, I remember I mentioned. We used the drone teams that we had to photograph all of it and turn it into a surface promotion, a digital elevation model, subtract this debris eruption surface to get a lava flow thickness. These very thick areas here are offshore. So, that's basically the difference on the pre-eruption ocean bottom. And some of that was quite thick between 55 and 200 millimeters thick. Otherwise, it's about 50 or so in here.

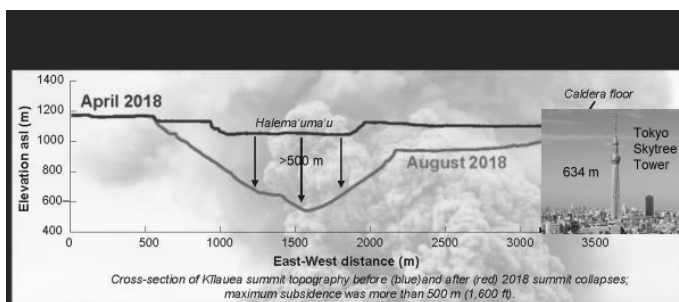
We were asked how quickly these will cool because the county was – county wanted to put the roads back in. We gave them our estimate for how long it would take for the eruption, the lava flow to cool, especially the thick ones. They went ahead and started construction of roadway. When they got into this area, they found that after they excavated down to where they were going to lay the asphalt, the rocks were too hot for asphalt to set. So, they had to and they were trying to do this to meet federal agency aid guidelines. So, they had to ask for a waiver extension of the deadline which they eventually got.



This is what the summit looked like with Halema'uma'u with 1 kilometer diameter. The lava lake down here was about 250 meters or so in diameter. And this is what it looks like after the dust had cleared.



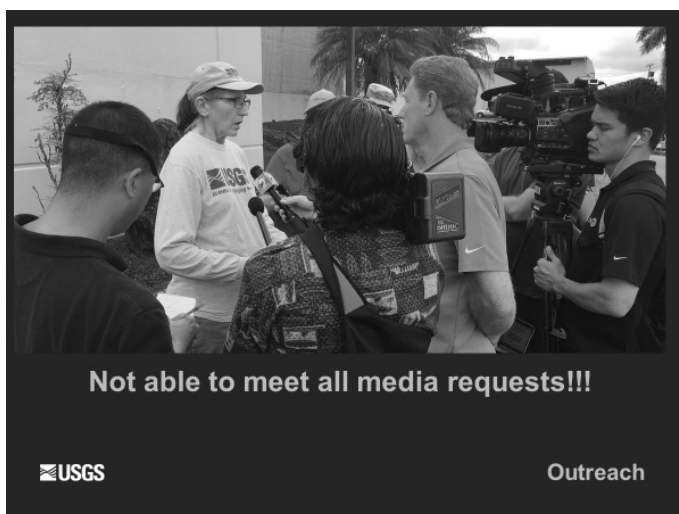
Now, this is an animation of surface of radar images of the collapse. Basically, the first thing that collapsed was the lava lake conduit, then Halema'uma'u was starting to go. And then the entire south half of the caldera started to drop in.



This is a cross-section before and after. I attempted to scale the Tokyo Skytree tower in there for comparison. But now our people shooting from the rim down here down to the bottom estimate that the depth is over 600 meters. So, we've also confirmatory tallies to how much lava was erupted, how much volume was lost in the collapse and 0.8 cubic kilometers was our estimates so far. We had a lighter flow in July, we should be

**Preliminary total collapse volume = 0.8 km<sup>3</sup>**  
**Preliminary total erupted volume = 1.2 km<sup>3</sup>**  
**from all 24 fissures (>700 homes destroyed)**  
 USGS

able to get that in the next month or two to get a better estimate. But 0.8 cubic kilometers of collapse, 1.2 cubic kilometers of lava erupted in a 3-month period from all 24 fissures and over 700 homes were destroyed at the lower east rift zone.



Now about how we communicated with the public. There were many, many media requests from all over the world for interviews, background material which we provided, but we just could not meet it all. In order to meet as many requests as they could, the USGS set up a daily teleconference line, where any media wanted that

information could dial in. That way not much was being repeated in the conversation. Everybody heard the same thing. Afterwards, the media said this was quite successful.



Daily media conference calls: >50 reporters

USGS

Outreach

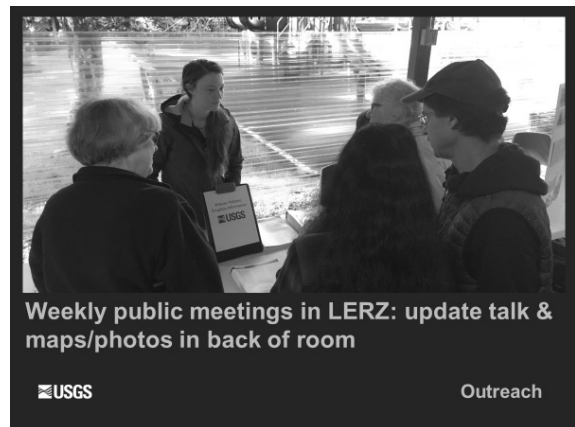
The main players in the room here, Don Swanson, Matt Patrick, Janet Bam, this is Jessica Ferracane from the Hawaii Volcanoes National Park; Tina Neal, my boss, now scientist in charge of the Hawaiian Volcano Observatory. And this is Leslie Gordon, from Menlo Park, who is one of the Communications Specialist with the USGS. She moderated these sessions.



Weekly public meetings in LERZ: update talk & maps/photos in back of room

USGS

Outreach

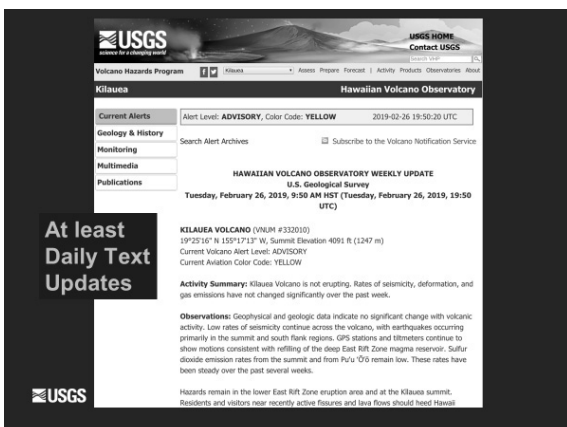


Weekly public meetings in LERZ: update talk & maps/photos in back of room

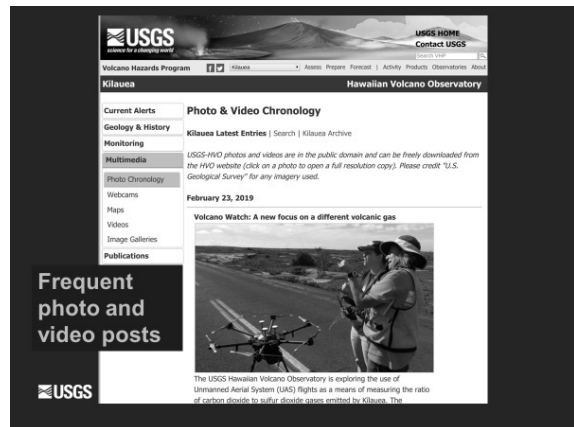
USGS

Outreach

Then, we also did – at the county's request we did weekly meetings with people down at the affected zone. This is an image from one of the meetings. Some of the USGS people were there with maps to do one on one question answer. There're our guys in the back of the room waiting for the presentations to be over, sort of our newer staff members. They were very popular, people with the feedback that we got, that people were able to ask their own questions and get individual answers.

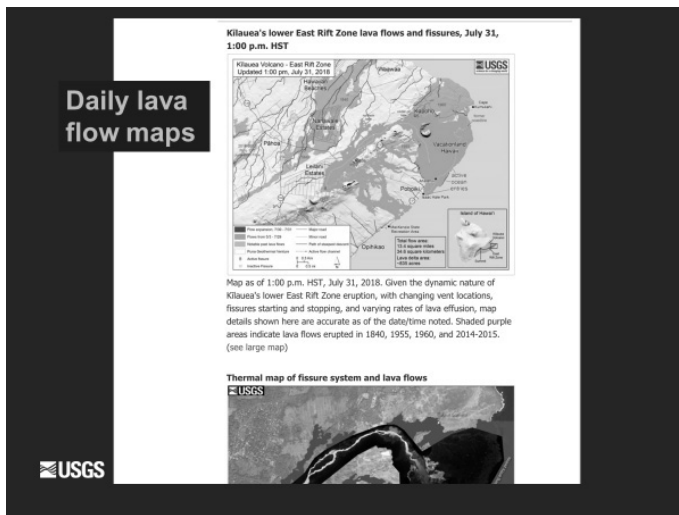


USGS



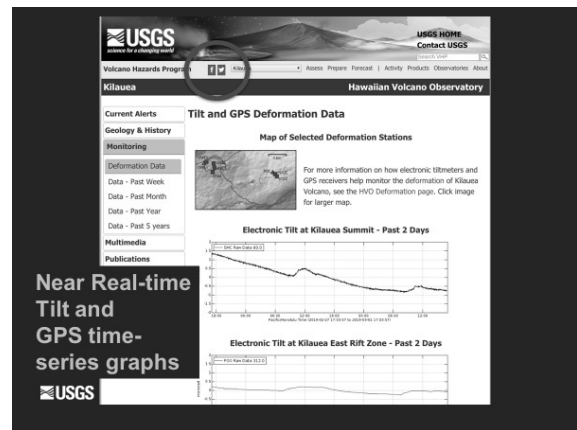
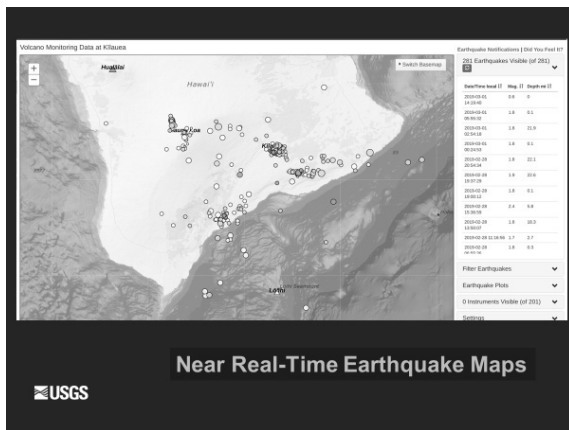
USGS



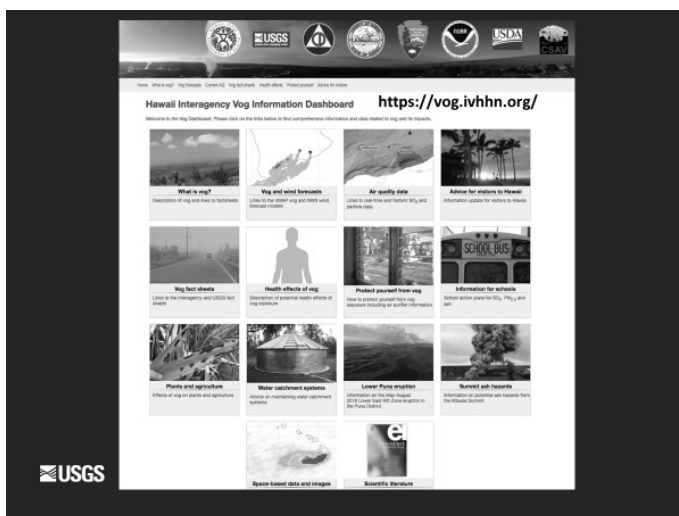


We used our website a lot. So, we put out at least daily text updates of things were happening, just in a few hours basis, we would update it more frequently. Very frequent posting a video and photos of the activity. We had webcams going at the same time, people could look at and almost daily lava flow maps which people used quite a bit. We also showed

the blue lines, the steepest descent lines in here and where lava flows had traversed in the last 250 years just to get people the impression that yes, this has happened before.



Near real time earthquake maps, these were very popular and near real time GPS and tilt graphs. These were less popular, I think, because they were more difficult for lay individuals to understand.



Then, because sulfur dioxide was such an important issue with these high emission rates that this website which is not associated directly with HVO, but this site has a lot of good information about volcanic gas hazards monitoring, mitigation. And so we were able to promote that. The county promoted that as well.



**USGS Volcanoes Facebook:**


- Doubled page likes
- Reach of 19,000 people/day in April to ~155,000/day in May-June (>800% increase)

**USGS Volcanoes Twitter**

- <10,000 to >50,000 followers (560% increase)
- ~2 tweets/day to ~35 tweets/day in June
- Average 450 impressions/day in April to ~3,500 per day in May/June (780% increase)

**Staff required: before & during, NO HVO staff**

• 2+ person team	• 5 person team (HI to E. USA)
• 1 post/day	• many posts, ~18 hours/day
• 5 days/week	• 7 days/week

 Outreach

Something that I'm not real familiar with, but became a big deal during this eruption was social media. Some statistics here we were very popular on various platforms. But the interesting thing was that we could not – HVO itself could not devote any personnel to the issue. It was all handled by people from the mainland from other volcano

observatories. So, yes, they were familiar with volcanic activity, but they weren't necessarily as familiar as HVO people were with Kilauea activity, was a little bit of a tense thing there, but it all worked out fine.



This last little section, I'll just briefly go through our changes in venue for HVO – can you imagine, dealing with this eruption while moving your office several times.

From 1986 to 2018, our office was here. We evacuated to the University and I showed you a picture of that. When classes start up in August, we had to move from there to this building, which

was built in 1941, smack dab, it's right at the Port of Hilo harbor. So, it's right at the tsunami zone. It's like we're going from one problem to another.

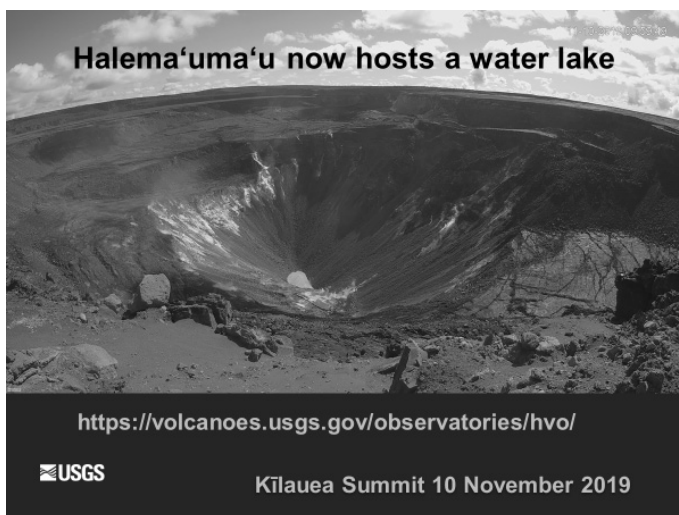


Currently where the HVO iron works building which is just down the street, but it's also within the tsunami zone. In fact, in 1946, this building got hit several times.

My office is on the second floor, and the wave heights were right in the middle of the second floor here in 1946. We just talked about how to evacuate for the tsunami last week, so we're prepared.

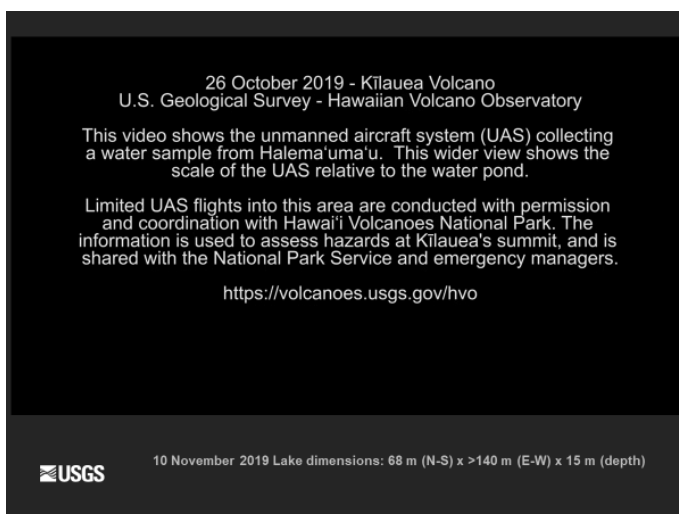


Where we will be, we will probably be in the current building for another 4 or 5 years while a new building is built. It almost certainly will be at Hilo, which is kind of a shame. We all like working in the National Park. But we will have a fuel station most likely within the national park for people to rotate in and out of.



And so that we don't get bored, Kīlauea constantly changes. And now there's a water lake forming at that deep pit, 600 meter deep pit. The lake itself, you could say is green. The level is rising slowly. It first showed up on July 25 and fortunately that was right within the – when the lighter flights are being flown. So, the pilot notified us of it, seeing it, again a meter

rise there. So, it's now about 15, 16 meters deep.



This is a video of our sampling attempt just recently. Based on the samples, the lava or the water lake had a pH of about 4.2. It had 53,000 milligrams per liter of sulfate, which was 75% of the total dissolved solids. The water isotopes suggested it was mostly rainwater. The water itself was mostly rainwater that was being supercharged. You can see the

drone right here. The lake itself is somewhere between 70 and 80 degrees centigrade. It circulates. You can see a little bit clearer water on this side. So we

think that the main inputs are on the south. This is the south side. This looks easy. But I think this was like attempt 8 or 9.



And that's my talk. This is Hawaiian Volcano Observatory staff as of a couple of months ago. So, thank you very much for your attention.

## **MC**

Thank you, James. So, if you have any questions from the floor, we'd like to entertain a few.

## **Male Questioner 1**

My name is Miwa from civil engineering department. Leilani Estates and Kapoho Bay, to the residential areas when the lava was to arrive then, did you think about controlling the lava flow? That is my first question.

And the second question is, Leilani Estates or Kapoho Bay, it was in a very threatening situation and to those residents, did you not promote relocation to them? For example, you pay like \$50,000 to people who want to relocate. Did you not – have you not done that? So, these are my two questions.

First question is Leilani Estates, did you think about try to control the lava flow?

## **James Kauahikaua**

You're asking about lava flow control. That has come up several times in Hawaii. It has a long history in Hawaii. It has never been very successful when it was tried. In more recent years, Hawaii County has decided that if they are going to do such things, it will require the permission of the nearby landowners. In this area, many of the landowners are old Hawaiian families and most of them are adamantly against any interference with lava flows.

So far, it's just been talked about. We offer advice, mostly the history of lava control and how has it worked and the way it's been performed. It's not to say that it's impossible to make it work. But there are obviously some tricks to it in a Hawaiian situation. And then there's a cultural aspect that's going to be harder to accommodate.

### **Female Interpreter**

Second question, did anybody offer them money to relocate?

### **James Kauahikaua**

Did anybody offer money to relocate? That's a very interesting question. One thing that surprised me was I showed you the area around Kapoho Bay had 500 or 600 homes, almost completely wiped out. Afterwards several of the residents wanted to move back to that area which is now this large offload desert. Nothing is growing there and it's still hot.

The Federal Emergency Management Agency, FEMA is considering to buy property out or at least aiding the county and buy them out but they are in the process of evaluating exactly what's best, both for the county and for the residents. And that's one of the options they are considering.

The other is relocating them, offering them say state land in nearby, because most of the residents of this area are really devoted to living in the area. And so to move them out of – totally out of danger would be out of sort of their heartland. So, it's a very difficult decision, but there are many options being considered, none have been really decided yet.

### **MC**

Thank you very much. Any other question? Yes.

### **Male Questioner 2**

My name is Mannen from Kanagawa Prefecture. Now about the SO<sub>2</sub> gas seems to be very serious. In the residential area what kind of – how much damage did you have? And did you make instructed evacuation because of the SO<sub>2</sub> damages?

### **Female Interpreter**

This question is about SO<sub>2</sub>, the Vog, you might want to explain the word Vog. Also to then wanted to ask how much damage was done and basically explain about SO<sub>2</sub>.

**James Kauahikaua**

Okay, your question is about SO<sub>2</sub> and the effects of the high emissions. Over the last 10 years emissions have sort of increased in steps with the – in 2008 when the lava link showed up emissions jumped almost in order of magnitude. And that when this happened, the overall emissions from Kilauea went through the roof, basically I said, greater than 50,000.

Downwind, there were several what – quality agencies call it exceedances. There were chronic respiratory ailments that were exacerbated. They weren't caused, but they were exacerbated by this. So, it was an ailment that people frequently visited emergency rooms for – certain crops were really impacted severely by that in the downwind areas.

Visually, there was enough sulfate particles in the Vog, the volcanic fog, to obscure the skylight. Most of it would float up to the thermal inversion layer, which is about 2 kilometers or so, and then sit there and go around the island to the tourist side of the island and obscure their view.

Don't really heard me of course but – in terms of damages, it's mostly the crop damages. Some of the ranches suffered fluorosis – the cattle suffered fluorosis, teeth problems. But these were all long term over the 35 years of eruption. That's kept getting worse and worse. Until now it's very difficult to even measure. And because of that, the large amount of sulfate and the water we're pretty sure that much of it is being scrubbed out by the groundwater now. It went from greater than 50,000 tons per day to less than 30 tons per day.

**Female Interpreter**

You might want to mention what kind of crops, the papaya and the protea.

**James Kauahikaua**

Yeah. As I said there were many crops that were affected badly. The leaves were burned. I think there are mostly like ornamental things. There was a lot of protea being grown in the downwind areas, and they were very sensitive to acid particles in the air. I can give you more information about that. I don't have it at the top of my head.

**Male Questioner 2**

Thank you.

**MC**

And then one last question.

**Male Questioner 3**

I'd like to ask about an injury by the tour boat because lava flow entering the ocean and why the local government or USGS allowed tourists in such tour boat?

**Female Interpreter**

He is asking why the government allows the tour boats you advised against.

**James Kauahikaua**

You asked why the government allowed the tour boats to go in. I think you will have to ask them. As I mentioned that's literally the sequence is that we looked at several of these types of explosions over the 35 years. And determined – you know, we can't tell how far debris is ejected offshore but what was rejected on land assuming that it could be replicated in the water.

So, we came up with 400 meters as being worst case. If you wanted to totally avoid getting hit by those explosive blocks, you stayed 400 meters away. That was our hazard advice. But that goes to the agency that regulates, we do not regulate. Onshore was mostly the Park Service at the county and they stuck by the 400 meters. Nobody goes in closer than that.

Offshore, it's a different agency. It's the Coast Guard. The Coast Guard said that we understand why it's 400 meters. But there are these guys have been doing this for 10, 20 years, they've seen collapses, they've been able to dodge them. We're going to let these operators inside the 400 meters. This particular boat, we know was one of the waived boats, but we cannot find out exactly how close it was.

He says he was 250 meters away from the coast line. If you look at the video, it looks like they almost docked on the coastline. There are charges pending to the operator about unsafe operation of boat tour. Also there are a bunch of private suits. But as I mentioned, he was back in business literally within 2 days.

I think, obviously he's making a lot of money. I don't remember, but he was charging something like \$200 per person. The boat held 20 some odd people.

**Female Speaker**

You might say even though there were injuries, not one life was lost during the erosion.

### **James Kauahikaua**

Yes, I failed to mention that not one life was lost, but there were several injuries one of this which is on boat. Interestingly, the only other injury that we know other than the people following and they were trying to get a good view of the eruption. The only other injury was a man who was living I think only about 50 or 60 meters away from one of the erupting fissures and he refused to evacuate. What he would do was sit on his porch and watch the ballistic blocks get shot up in the air. One of them came straight for him and hit him in the knee and broke his leg. He had to be evacuated by helicopter. But he lived to tell the tale. So, no lives were lost.

### **Male Questioner 3**

Thank you very much.

### **MC**

So, then thank you very much. We'd like to end this presentation, a big round of applause, please. Then, we'd like to take a 10 minute break here and we will restart from 11.

### **MC**

Ladies and gentlemen, we'd now like to restart. And there are seats still available towards the front of the room. So if you are looking for a seat, please come towards the front. There are still some seats available toward the front of the room. Now, we'd like to continue with the lectures for this workshop. The next one is about volcanic disaster management in Japan. We have from the Cabinet Office, Mr. Furuichi from the Disaster Management Division.





disaster management, we have the Director General that is in charge of this and this will be our boss.

So that is the structure that we work under. So, actually, the Disaster Management people under the Cabinet Office is about 100 or so people. So it's not such a big organization. And the members, most of them have come from other ministries or have been sent to us from other municipalities. I also actually come from the Ministry of Land, Infrastructure and Transport. So I have a limited term to work under the Disaster Management division or section.

中央防災会議  
Central Disaster Management Council

- 会長は内閣総理大臣  
Chaired by the Prime Minister.
- 全閣僚、主要な公共機関の長及び学識経験者で構成  
Consists of Ministers, heads of public institutions and experts.

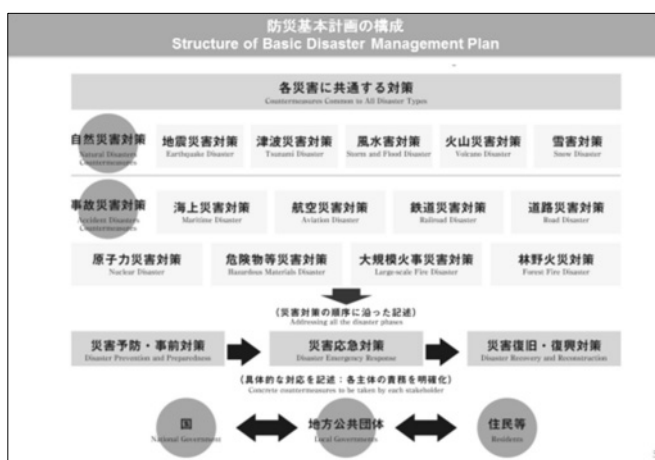
会議は、防災基本計画の作成や防災基本方針の策定など、総合的な災害対策を推進する役割を担っている。  
The Council develops the Basic Disaster Management Plan and establishes basic disaster management policies, and plays a role of promoting comprehensive disaster countermeasures.



Now, this explains the Central Disaster Management Council. What is this council about? The council makes the most important planning related to disaster management for Japan. In 1961 a law was made to establish this. It is a council set under the Disaster Countermeasures Basic Act and it is headed by the Prime Minister and

consists of ministers as well as heads of public institutions and experts.

And in this council, a lot of things will be determined. One big thing would be under the Disaster Countermeasures Basic Act and I will come back to this later, but the Disaster Management Basic Plan will also be established at this council. So, the council will set up the policies related to disaster management in Japan.



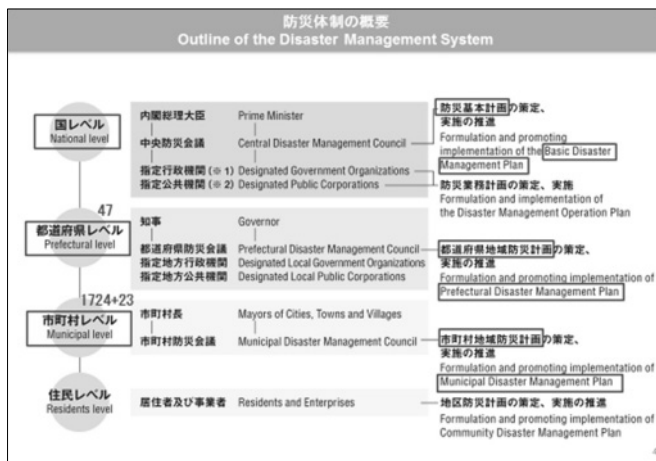
Based on the Disaster Management Basic Plan, this looks at the structure. The plan will include volcanoes and all other disasters. And this plan is the true basis of all other plans that would be set up. So you have volcanoes and other natural disasters. We also have accidents like railway accidents and fires, manmade accidents would be included.

Some basic planning for each of these disasters are included in this plan. Now in this basic plan, there is a timeline to be followed. And also along that timeline,

who is responsible? Is this the national government or the regional governments or the residents that is also written in this basic plan.

And there is a history behind this structure. And that is because the basic plan is based on the Disaster Countermeasures Basic Act and we can look back at history. The law was made 60 years ago in 1959 when 5000 people died due to the Isewan Typhoon. That triggered the establishment of the law. Before that, who, when, and how responses should be made to big disasters was not established under the law.

And therefore in 1959, based on the Isewan Typhoon, the typhoon was the initial point. But after that, we also focused on earthquakes as well as volcanoes. This just looks at the overall structure. We have volcano disaster here. But there are also other volcano-related laws that I will talk about later.



Now this one looks at what the prefecture as well as municipalities would do, under the national level. So, on the national level, as I said before, we have the Central Disaster Management Council. Prime Minister will head this council and under the Prime Minister's leadership, the related ministries organizations will hold meetings to come up with plans. And a similar scheme is followed on the prefectural level.

In the prefectures the governors will lead the way in their prefectural disaster management councils to come up with the prefectural level plans. And also, in the municipalities, the mayors will

	緊急災害対策本部 Extreme Disaster Management Headquarters	非常災害対策本部 Major Disaster Management Headquarters
設置基準 Criteria	著しく異常かつ甚大な非常災害 [内閣府設置法第10条の2第1項] [災害対策基本法第10条] [重要国策推進法第10条]	非常災害 [重要国策推進法第10条] [災害対策基本法第10条] [重要国策推進法第10条] [重要国策推進法第10条]
設置権者 Establisher	内閣総理大臣 (閣議決定必要)	内閣総理大臣
本部長 Chief	内閣総理大臣 Prime Minister	国務大臣 (防災担当大臣) Minister of State (Minister for Disaster Management)
副本部長 Deputy Chief	国務大臣 (防災担当大臣及び内閣府長官等)	内閣府審議官又は指定行政機関の職員又は指定地方行政機関の長若しくはその職員のうちから内閣総理大臣が任命 (内閣府設置法第10条の2第2項又は大臣政務官)
本部長 Members	・全ての国務大臣 ・内閣府審議官 ・副大臣又は国務大臣以外の指定行政機関の長のうち内閣府設置法第10条の2第2項が任命 (内閣府設置法第10条の2第2項)	内閣府審議官又は指定行政機関の職員又は指定地方行政機関の長若しくはその職員のうちから内閣府設置法第10条の2第2項が任命 (閣内閣府設置法第10条の2第2項)
事務局長 Secretary General	内閣府政務次官 (防災担当)	
所管事務・権限 Jurisdiction and Authority	<ul style="list-style-type: none"> <li>災害応急対策を的確かつ迅速に実施するための方針の作成【法第10条第1号、法第10条の4第1号】</li> <li>災害応急対策の総合調整【法第10条第2号、法第10条の4第2号】</li> <li>必要な緊急の措置の実施【法第10条第3号、法第10条の4第3号】</li> <li>指定地方行政機関、地方公共団体、指定(地方)公共機関に対する必要な指示(本部長の権限)【法第10条第4項、法第10条の6第2項】</li> <li>指定行政機関に対する必要な指示(緊急災害対策本部長のみの権限)【法第10条の6第2項】 等</li> </ul>	

make the plans at the municipal disaster management councils. And also, on the residence level there are district disaster management plans that are made. Residents are aware that they need to act on their own to protect themselves and that is the basis. But of course, it does have a lot of work that needs to be done.

Now, this slide looks at the national level what is being done when major disasters strike. And there are two headquarters that may be set up. For smaller disasters the municipalities basically will deal with the situation. But if it is difficult to deal with just one municipality, when the disaster covers several municipalities, then the prefectural level would handle it.

But if it's still even a larger scale disaster, then the national government would set up headquarter. And there are two types of headquarters that could be set up. Maybe once every several years we will set up the major disaster management headquarters. And when we have extremely major disasters, then we will set up the extreme disaster management headquarters.

In this case, the Prime Minister will be the chief. But for the major disaster management headquarters, it will be headed by the Minister of State for Disaster Management. And the extreme disaster management headquarters was set up only for the Great East Japan Earthquake of 2011.

The purpose is to coordinate efforts that are carried out in the municipal or prefectural levels. So, it is to make sure that the national government can handle this major crisis. So, once the headquarter is established, an onsite headquarter may be established as needed.

政府災害対策本部の設置 -現地- Establishment of Government Management Headquarters - On-site	
<b>緊急災害／非常災害 現地对策本部</b> <b>On-site Headquarters for Extreme Disaster/Major Disaster Management</b>	
設置基準 Criteria	被災地と緊急災害対策本部等との連絡調整、被災地における災害応急対策推進体制の確立が特に必要な場合
本部長 Chief	内閣府副大臣、内閣府大臣政務官 等 Cabinet Office Deputy Minister, Cabinet Office Parliamentary Secretary etc.
主な役割 Main Roles	①被害状況・被災地の対応状況、広域的支援状況の把握、これらに関する情報の関係機関、本部等への連絡 ②被災地からの要請の把握、要請事項の本部への伝達 被災地の地方公共団体との調整、政府の行う施策についての被災地への広報 ③国又は国に申し出た機関等の支援に係る人員・資の輸送、供給に関する連絡調整 ④国の施設を活用した避難者の収容についての連絡調整 ⑤被災地における航空安全確保に関する調整 ⑥政府調査団、大臣等政府関係者による現地調査、現地情報等に係る日程等の連絡調整
【参考】 ・阪神・淡路大震災の際、閣議決定により現地对策本部を兵庫県に設置した。 ①被災地地方公共団体との連絡調整 ②現地の情報や支援要請の収集・伝達・東京の本部への伝達 ③国の施設等に関する情報の現地への提供・広報 ④がれきり処理等被災地地方公共団体の対策に対する支援、協力等 ・上記等の役割を果たしたことを踏まえて、災害対策基本法の改正により現地对策本部の設置について法定化 ・東日本大震災では、現地对策本部を宮城県に設置し対応	

In the Tokyo office, of course, the related ministries would get together, but we may not be able to understand what is happening on site. We won't be able to receive requests from the site. And therefore when major disasters hit, we will send people to the area, including prefectures and municipalities to see what is needed by the residents, so that coordination can be carried out at the national level. So that is the overall disaster management system that we have in Japan.

日本の火山防災対策の実施機関 Implementing Agency of Volcanic Disaster Management in Japan	
日本の火山防災対策には様々な機関が関わっており、特に調査・研究・観測は国の機関、研究開発法人、大学等の複数機関が実施しているため、関係機関の連携が重要。現在は火山噴火予知連絡会においてデータの共有等により連携している。	
主な実施機関と実施内容	
防災施策全般 Disaster management measures in general	内閣府 CAO: 災害対策基本法、活動火山対策特別措置法を所管。火山防災対策会議等を通じて、関係機関の協力のとりまとめや、関係機関の連携を強化し、より一体的な火山防災体制を検討。
火山ハザードマップ作成 Making Hazard Map	都道府県 Prefectures: 火山ハザードマップの作成 国土交通省 (砂防) MLIT: 土砂災害の観点からハザードマップの検討・作成
調査・研究・観測 Survey, Research, Observation	気象庁 JMA: 監視・警報発表の業務に資する実用技術の開発 海上保安庁 JCG: 海城・島しょ部の火山の監視観測 国土地理院 GSI: 国土の把握として地殻変動を監視観測 防災科学技術研究所 NIED: 防災の共通基盤的研究(研究観測網整備) 産業技術総合研究所 AIST: 地質学的知見から噴火履歴調査、火山灰調査 情報通信研究機構 NICT: リモートセンシング技術の開発 大学 Universities: 学術の発展を目的とした基礎研究・先端研究及び観測
監視・警報発表 Monitoring and issuance of warning	気象庁 JMA: 全国111の活火山を監視し、噴火警報・噴火警戒レベル等を発表 国土交通省 (砂防) MLIT: 土砂災害緊急情報の発表 『火山噴火予知連絡会』でデータ共有
防災対応(避難等に関するソフト対策) Disaster response(non-structural measure)	市町村 Municipalities: 避難勧告等の発令などの各種防災対応 内閣府 CAO: 緊急対策本部等の設置、被災者への財政支援

Now, I'd like to move on to focus more on volcanic disasters. Now this looks at the agency related to volcanic disaster management in Japan. So many organizations or research institutes will be involved.

And the Cabinet Office will be coordinating the efforts. We also handle policymaking related to volcanic disasters. And the Cabinet Office handles certain aspects but also, each of these organizations will work together to share information and collaborate to deal with volcanic disaster situations.



This looks at active volcanoes in Japan. Active means that they have erupted within 10,000 years or they are active right now. And actually, there are 111 active volcanoes in Japan, which accounts for 7% of the whole world's active volcanoes. 7% of the world's volcanoes are concentrated on these small islands. We have a

population of more than 100 million. So, people live close by these active volcanoes and volcanoes creates hot spring spas and other mountain climbing tourism. So, people's lives and tourism is closely related to volcanoes in Japan.

Now, there are 50 volcanoes indicated in red which are continuously monitored. The Meteorological Agency of Japan is under a 24/7 monitoring of these active volcanoes.



This shows some recent volcano eruptions in Japan. Maybe not every year, but every once in a while we will see a major eruption occurring. And in some cases, we have seen lives being lost. Among these an eruption that became a turning point for Japan's policy is the 2014 Mount Ontake eruption indicated here in red. More than

60 people were dead or went missing. It's not just the volcano, society that was affected. This had a great impact on Japanese society as a whole.



Mount Ontake is located right in the middle of Japan, between Nagano and Gifu prefectures. The eruption occurred a little before noon, on September 27. There was a ropeway here, and were many people enjoying mountain climbing. This is a mountain that is popular by mountain trackers, especially toward the fall, the mountain turns

into autumn colors and it is a very beautiful season. And right before noon, it was on a Saturday. Very clear skies, so many people were on the mountain. So, this was a season when we find a lot of tourists on the mountain, and that's when the eruption occurred. And because of the ejection of cinder, we had seen many deaths.



And by late afternoon, the major disaster management headquarters as well as the onsite headquarters were set up within that day. And this is the 2014 Mount Ontake response of the government. So, late afternoon, already the major disaster management headquarters was set up with the Minister of State as the

Chief and in the evening in Nagano Prefectural office. The number three, which is the parliamentary secretary in charge of disaster management, went to set up the onsite headquarters together with Nagano Prefecture and rescue operations were carried out.

御嶽山噴火を受けた活動火山対策特別措置法の改正の経緯 Sequence of Amendment of Act on Special Measures Concerning Active Volcanoes	
昭和47年 (1970)	桜島の噴火活動が活発化
昭和48年 (1971)	7月 Jul. 「活動火山周辺地域における避難施設等の整備等に関する法律」の制定 ・避難施設の整備事業、防災意識対策事業の実施
昭和53年 (1976)	4月 Apl. 上記法律を「活動火山対策特別措置法」に改正 ・除灰除去事業、除灰防除事業の実施
平成26年 (2014)	9月 Sep. 御嶽山噴火 Eruption of Mt. Ontake 11月 Nov. 中央防災会議防災対策実行会議に 「火山防災対策推進WG」設置
平成27年 (2015)	3月 Mar. 「火山防災対策推進WG」報告 【報告の概要】 ・国による火山防災対策の基本方針の策定 ・住民、登山者等への情報提供の強化 ・火山専門家による火山防災協議会への積極参加の推進 など 7月 Jul. 「活動火山対策特別措置法」の改正 (12月施行) Amendment of "Act on Special Measures Concerning Active Volcanoes"
平成28年 (2016)	2月 Feb. 「活動火山対策の総合的な推進に関する基本的な指針」公表 「火山災害警戒地域」指定 ・全国49火山周辺の23都道県、延べ155市町村を指定

The Mount Ontake eruption became a turning point for policies related to volcanic disasters. This looks at what happened before and after Mount Ontake eruption. In 2015, a year after that, in July, the Act on Special Measures concerning active volcanoes was amended, and new additional measures were included.

But before that, what were the laws related to volcanoes? Initially the first volcano-related law was established 50 years ago in 1971. Sakurajima in Kagoshima Prefecture became very active around that time and therefore, this law was established. But by then it was focusing on ash fall, and also how that affected agriculture and how to deal with that situation. That was what the law mainly covered. But then five years later, the law changed its name but even with the name change, it didn't focus much on protecting people or evacuating people for safety sake.

御嶽山噴火を受けた活動火山対策特別措置法の改正の経緯 Sequence of Amendment of Act on Special Measures Concerning Active Volcanoes		
昭和47年 (1970)		桜島の噴火活動が活発化
昭和48年 (1971)	7月 Jul.	「活動火山周辺地域における避難施設等の整備等に関する法律」の制定 ・避難施設の整備事業、防災宮殿対策事業の実施
昭和53年 (1976)	4月 Apr.	上記法律を「活動火山対策特別措置法」に改正 ・除灰除去事業、防災防除事業の実施
平成26年 (2014)	9月 Sep.	御嶽山噴火 Eruption of Mt. Ontake
	11月 Nov.	中央防災会議防災対策実行会議に 「火山防災対策推進WG」設置
平成27年 (2015)	3月 Mar.	「火山防災対策推進WG」報告 【報告の概要】 ・国による火山防災対策の基本方針の策定 ・住民、登山者等への情報提供の強化 ・火山専門家による火山防災協議会への積極参加を推進 など
	7月 Jul.	「活動火山対策特別措置法」の改正 (12月施行) Amendment of "Act on Special Measures Concerning Active Volcanoes"
平成28年 (2016)	2月 Feb.	「活動火山対策の総合的な推進に関する基本的な指針」公表 「火山災害警戒地域」指定 ・全国49火山周辺の23都道府県、延べ155市町村を指定

But then, in 2015, many measures related to evacuation of people have been included. And this is the contents of the amendment 4 years ago.

The major points provided here, residents and climbers to be informed very quickly, and evacuation may be necessary, and the stakeholders have to work

together in order to respond to the disaster. Against this backdrop, volcano disaster management councils are to be set up for each volcano. And these yellow boxes indicated organizations and the stakeholders to have a planning in terms of response to a disaster and how to formulate an evacuation plan. And the plan being formulated is to be followed by municipalities and the prefectures. Such a plan needs to be incorporated into the larger plan by a higher organization.

噴火警報と噴火警戒レベル Volcanic Warnings and Volcanic Alert Level			
種類	名称	対象範囲	レベルとキーワード
特別 警報	噴火警報 (居住地域)	居住地域 および それより 火口側	避難
	噴火警報	火口側	避難準備
警報	噴火警報 (火口周辺 近くまで)	火口から 火口周辺 近くまで	入山規制
	噴火警報 (火口周辺 遠くまで)	火口周辺 遠くまで	火口周辺 規制
予報	噴火予報	火口内等	噴火活動 が活発化 している ことによる 警戒

**噴火警報とは  
Volcanic Warnings**

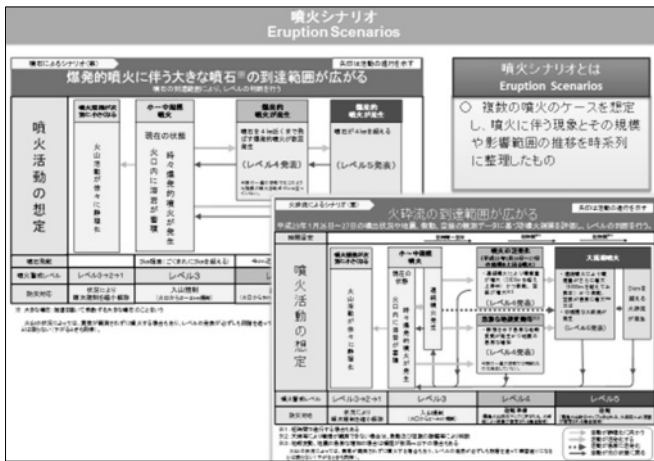
- 気象庁が、全国111の活火山を対象に、生命に危険を及ぼす火山現象の発生やその拡大が予想される場合に「警戒が必要な範囲」を明示して発表する警報。

**噴火警戒レベルとは  
Volcanic Alert Level**

- 「警戒が必要な範囲」を踏まえて、防災機関等とのべき行動を5段階のキーワード(「避難」、「避難準備」、「入山規制」等)に区分した指標。
- 地元自治体と「いつ・どこから・誰が避難すべきか」について合意した火山において噴火警報と併せて発表。

This is looking at eruption warnings and volcanic alert level by the Japan metrological agency. So, there are 111 active volcanoes here in Japan and life threatening event may occur and warnings are to be issued in response. And there are three stages of warnings. And for some of the volcanoes, five stage alert levels have been set up.

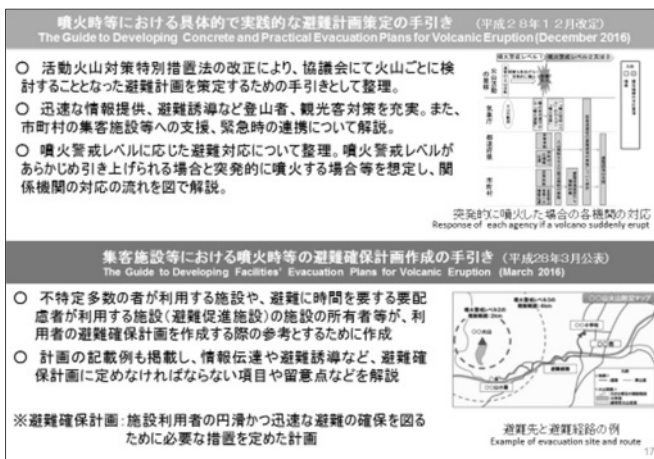
What is the activity of a volcano? What is the hazard? And what should be the response? It's not easy to understand for residents. So, we communicate with simple words and some numbers in order to urge local governments as well as residents to evacuate as necessary.



In formulating evacuation plan what is being done? So, there is a council where stakeholders come together. And when and at what stage, what happens when there is an eruption occurring. The scenario is formulated first. Upon that hazard map or disaster management map are being prepared.



According to the scenario, what is the effect area and in response to that target area what should be the evacuation plan that is being formulated and that is to be well communicated to the relevant people. And evacuation plan is to be drawn in writing. And of course, we urged those relevant stakeholders to formulate the plan, but it's not easy.



Therefore, we have prepared guidance at the Cabinet Office for the relevant organizations to draw evacuation plans. So we're supporting the municipalities to come up with their evacuation plans. Just for the foreign guests, I would like to mention this, our disaster response here in Japan is first and foremost for municipalities to respond. That is the basis of our disaster management.

**避難計画の手引きに基づく噴火時等の避難計画策定支援**  
Supporting the development of evacuation plans for volcanic eruption in based on the guide to develop plans

各火山地域の避難計画策定の取組を支援するため、平成28年度は17火山、平成29年度は12火山について地方公共団体と協働して避難計画を検討、平成30年度は12火山について検討を実施。

平成28年度	平成29年度	平成30年度
<b>①火山近隣の登山者・観光客の避難計画の策定</b> 倶多楽 八甲田山 秋田横山 焼岳 雲仙岳	<b>①火山近隣の登山者・観光客の避難計画の策定</b> 岩木山 鳥池山 鍋見岳・御坂岳 吾妻山 磐梯山 安達太良山 早駒岳	<b>①火山近隣の登山者・観光客等に関する避難計画の検討</b> 大雪山 恵山 日光白根山 磐梯ヶ原
<b>②市街地を含む具体的な避難計画(避難誘導を含む)の策定</b> 岩木山 岩手山 浅間山 鶴見岳・御坂岳	<b>②市街地を含む具体的な避難計画(避難行動要支援者を含む)の策定</b> 横前山 八甲田山 秋田横山	<b>②居住者における住民・観光客等に関する避難計画の検討</b> 吾妻山 安達太良山 磐梯山 鶴見岳・御坂岳 雲仙岳
<b>③避難の想定(火山口・ノゾナリ光)による避難計画の策定</b> アトサダブリ 樽向岳 有珠山 烏山 霧島山	<b>③避難の想定(火山口・ノゾナリ光)による避難計画の策定</b> 霧島山	<b>③突発的な噴火対応等に関する避難計画の検討</b> 那須岳
<b>④避難からの島外避難計画の策定</b> 薩摩硫黄島 口永良部島 洞爺湖	<b>④避難からの島外避難計画の策定</b> 霧島山	<b>④複数の火山が同時に活動した際の避難計画の検討</b> 草津白根山 霧島山

○ 引き続き、「噴火時等の具体的な避難計画策定の手引き」や取組み事例集等の内容の精査、専門的知見を持った火山防災エキスパートの派遣、火山防災協議会等連絡・連携会議の地域グループ会合の実施等を通じて、「火山単位の一元的避難計画」の策定の推進・充実、地方公共団体の地域防災計画への反映促進を図る。

And let me repeat if it's not enough for municipalities to response, the prefectures as well as the central government will step in. So, first the plans are to be made by municipalities. Some of the municipalities are big, others may be small, and also the skills and manpower may differ from municipality to municipality, there may be gap.

That's why, not just for volcanoes but also for other disasters when we urge municipalities to come up with their evacuation plans, we provide a guideline. And also, for each theme in a particular area the staff members of the Cabinet Office may go there in order to help them to prepare a plan. And the knowhow that is obtained in preparation of the plan is reflected back on the guidance that Cabinet Office has prepared so that other municipalities can also benefit from that in their

**突発噴火時の緊急避難対策の推進（避難確保計画の作成支援）**  
Supporting the development of facilities' evacuation plans

● 令和元年度より集客施設等の避難促進施設における避難確保計画の作成支援に着手

**事業目的**

御妻山や本白根山では突発的な噴火が発生、火山周辺には集客施設（ロープウェイ駅、ホテル等）が存在し、旅行者等の円滑な避難には、各施設による避難誘導が重要。

活動火山対策特別措置法の改正により、市町村が指定する集客施設や要配慮者利用施設の所有者等に対して、「避難確保計画」の作成や、計画に基づいた訓練の実施等が位置付けられた。

集客施設等の所有者の計画作成を支援し、支援から得られた知見を全国で共有することで、各避難促進施設における避難確保計画の作成を促進し、もって火山防災対策をより一層推進していくものとする。

**実施内容**

種類や状況の異なる集客施設等をモデルとして、都道府県や市町村等と交えて、避難確保計画を協働で検討し、避難確保計画の作成に当たっての具体的な課題と解決策を検討。

モデル検討の成果を踏まえて、避難確保計画の検討の具体的な進め方についての事例集等を整備。



<観光施設が活用して計画を作成している事例>

グループ	施設	対応状況(計画作成済/済)	
1	御妻山	2017年4月、2018年2月	避難確保計画 済
2	本白根山	2017年、2018年	避難確保計画 済
3	御妻山	2017年、2018年	避難確保計画 済
4	御妻山	2017年、2018年	避難確保計画 済
5	御妻山	2017年、2018年	避難確保計画 済
6	御妻山	2017年、2018年	避難確保計画 済
7	御妻山	2017年、2018年	避難確保計画 済
8	御妻山	2017年、2018年	避難確保計画 済
9	御妻山	2017年、2018年	避難確保計画 済
10	御妻山	2017年、2018年	避難確保計画 済
11	御妻山	2017年、2018年	避難確保計画 済
12	御妻山	2017年、2018年	避難確保計画 済

<避難確保計画の作成支援対象>

To prepare an evacuation plan from 2016 to 2018, so for those volcanoes we have provided and offered assistance in the preparation of the plans.

So, from this year at the ropeway and the ski stations and hotels, these are private facilities and those

facilities are also to formulate evacuation plans. And we are also offering some assistance as the Cabinet Office to some model areas so that they can formulate their plans.

So, what about the other municipalities? We're not telling them to do this on their own. As the Cabinet Office, we dispatch our people or we offer assistance, and those who have some experience dealing with the situation of volcano disaster in the past. And they are now titled volcano experts.







We also have some working level subcommittees and conferences below those conferences so that they can work more closely with the ground. So this is what I have just introduced to you based on a variety of themes, those subcommittees consider necessary policies and others.

So, as the central government we are working on this right now. When there is a massive volcanic eruption and if there is an ash fall in a wide area, we need to consider the impact as well as the necessary measure. So this endeavor started last year.

**大規模降灰時の対応策の検討**  
Considering the measures against massive volcanic ash fall

◎目的  
大規模噴火時には山麓のみならず、遠隔地域においても火山灰が堆積し、国民生活、社会経済活動に大きな混乱が生じることが懸念されていることから、都市機能が集積した首都圏等を含む広域広域における、大規模噴火時の対応策の在り方等を検討する。

◎スケジュール  
平成30年9月11日に第1回、12月7日に第2回、平成31年3月22日に第3回を開催

◎論点  
・首都圏等を含む広域の降灰対策を検討するための被害想定  
・富士山をモデルケースとした、噴出率、風向等による複数パターンでの降灰の時系列シミュレーション  
・シミュレーションを元にした被害想定  
・交通、ライフライン等、各分野で実施する降灰に対する対応策  
・降灰の実施手順や処分場所確保の考え方 等

◎参加者

氏名	所属
◎幹事 柴田	東京大学名誉教授
石原 和也	京都大学名誉教授
伊藤 敏郎	東京大学大学院理学系研究科教授
大野 宗之	一般社団法人国土防災総合センター理事
藤山 千幸	防災大学大学院防災学系教授
藤川 伸也	東京大学大学院理学系研究科教授
藤田 達也	東京大学大学院総合学術院防災情報研究センター教授
多田 隆一	防災大学大学院教授
田中 肇	防災大学大学院研究センター教授
水原 浩人	一般社団法人日本防災学会副会長兼防災委員会委員
高田川 健治	一般社団法人日本防災学会副会長兼防災委員会委員
奥 謙哉	防災大学大学院総合学術院工学専攻教授
藤原 一樹	防災大学大学院理学系研究科主任教授
山崎 隆	防災大学大学院理学系研究科主任教授

◎主催  
◎主査

The model cases of the Mount Fuji, there is the wind blowing and the ash falls in Yokohama and the Tokyo areas. If that area is so wide, one municipality or one prefecture alone cannot respond to the situation. And if the ash fall affects the area, which is populated by more than 10 million people, the impact is so huge.

**映像で学ぶ火山噴火による被害と対策内閣府 (防災担当)**  
The Video for learning damage caused by volcanic eruptions and countermeasures

【目的】  
平成26年9月に発生した御嶽山の噴火は、死者・行方不明者63人という、大きな被害を出しました。この教訓等を踏まえ平成27年に改定した活動火山対策特別措置法において、火山を登山する際には火山情報の収集等に努めることとなりました。また、火山周辺の集客施設等(遊覧促進施設)においては、利用者の噴火時等の安全対策のための計画を作成することとなりました。

内閣府では、これらの火山防災対策について関係者の理解を深め、自動・共助の取組みを促進すべく映像資料を作成しました。登山者の皆さまや集客施設等の皆さまには本映像をご覧いただき、噴火時等の安全対策に役立てていただくとともに、自治体の皆さまにおかれは講習や訓練等に活用ください。

内閣府防災情報のページ ([http://www.bousai.go.jp/kazan/eizoshiryo/hozansha\\_shisetsu.html](http://www.bousai.go.jp/kazan/eizoshiryo/hozansha_shisetsu.html)) から視聴が可能です。また、「TEAM防災ジャパン」のホームページ (<https://bosaipapan.jp/>) からダウンロードが可能です。

【内容】  
火山が噴火するときのような現象が発生し、どのような被害をもたらすのか、CGと実際の映像を交えて解説します。また、噴火に備えて必要な事前対策、噴火に遭遇した際の行動などについて合わせて解説します。

～イメージ～  
噴火で警戒すべき現象

**登山者編 For Climber**  
登山中に噴火に遭遇した際の行動、火山情報の収集や登山届の提出等の事前対策について解説し

**遊覧促進施設編 For Facilities (e.g. hotels, hospitals)**  
遊覧促進施設における利用者の噴火時等の安全対策のための、事前の確認事項や日々の備えについて解説し、

prepared guidelines and they are all announced on our website. So, with this, I'd like to complete my presentation about disaster management in Japan. Thank you very much for your kind attention.

**MC**

Thank you very much, Mr. Furuichi. We've run out of time, but I like to take just one question from the floor if you have any. Isn't there any question? Okay, if not, thank you very much. Let's move on to the next speaker. Thank you very much. Now, our next speaker is number three. Living with active volcanoes, the experience of Colombia. And the speaker is Dr. Marta Calvache from Colombian Geological Survey.

### Presentation 3

“Living with active volcanoes: The experience of Colombia”

Marta Lucia Calvache (Colombian Geological Survey)

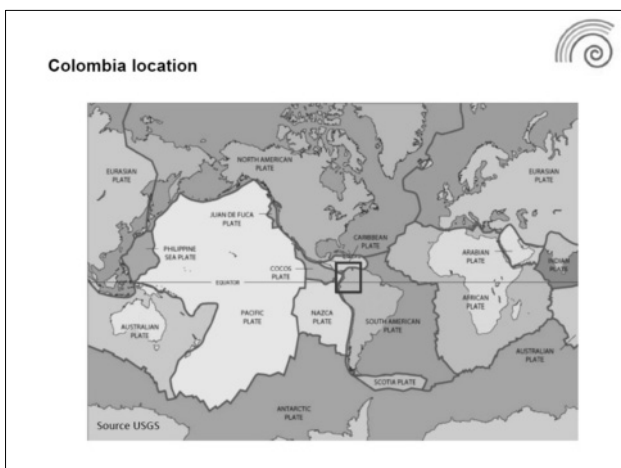
#### Marta Lucia Calvache

Okay, good morning. Thanks very much for this invitation and this opportunity to talk about our experience with Colombian volcanoes.

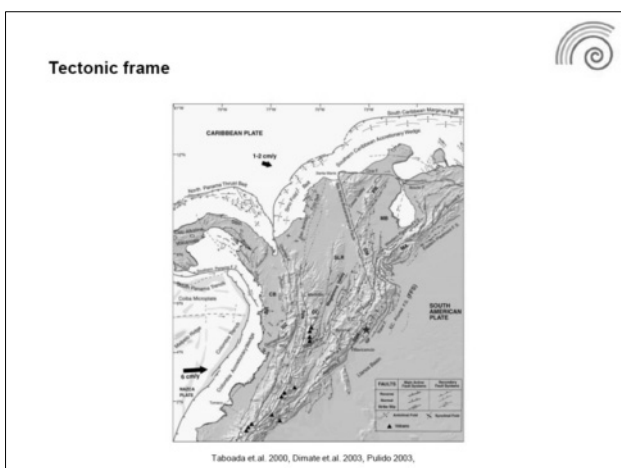


Well, I am going to talk about Colombia. We are a country where we have several plates that interact together. And then we have earthquakes and volcanoes. And for years and years we knew about our volcanoes, but we didn't know about what happened if a volcano erupts.

So, we are a country and we are living with volcanoes. But then somehow, we didn't expect an eruption. So, we are this country, we are here between the South American plate, the Nazca plate and the Caribbean plate. And we have several mountains. We have a very giant mountain, the Andes and most of our volcanoes are in the central courtyard of Colombia.

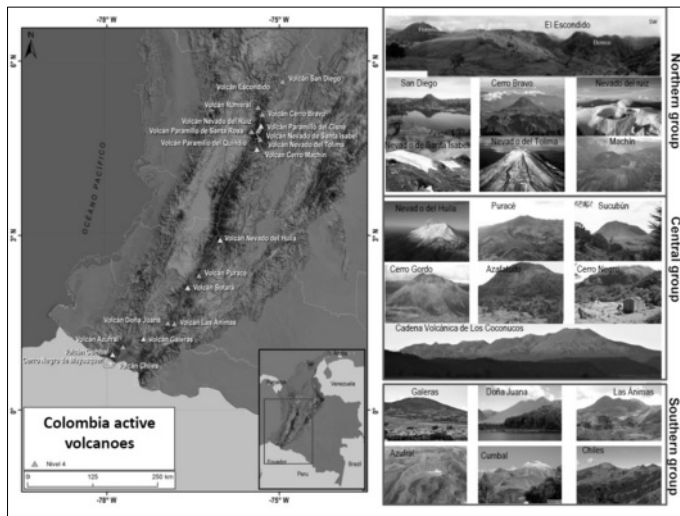


We have these – the Nazca plate, push in this direction, the Caribbean plate in this direction, and the South American plate in this direction. So, we have all these mountain range and most of the Colombians, we are living in those mountains. And those mountains are very active in geological years.



But as a community, perhaps the volcanic eruptions doesn't happen very often. And we have a lot of

necessities, everyday necessities, and perhaps volcanic activity, earthquake activity, are not our main priority in everyday life in our communities.



So, we have – these are the most active volcanoes. We think we have more than 30 active volcanoes that erupted in the last 10,000 years. And we monitor – now we monitor our volcanoes.


But what I am going to talk about is about the experience of these two volcanoes, Nevado del Ruiz volcano and Nevado del Huila volcano. And this is Nevado del Ruiz and this is Nevado del Huila. Nevado means ice cap in those volcanoes.

And in 1985, this volcano erupted. And we have about 25,000 people died. And this volcano in 2007 and '08 erupted and we have 12 people died. So I want to talk to you about these two experience working with those two volcanoes in Colombia.

**Purpose of the talk**


The main objective of this talk is to show Colombia's experience in risk management related to volcanoes

- Nevado del Ruiz volcano
- Nevado del Huila volcano



Nevado del Ruiz volcano

In 1985 the volcano erupted, and about **25.000 people died** when lahars reached towns around the volcano.






Nevado del Huila volcano

In 2008 the volcano erupted and **12 people died** when lahars reached towns around the volcano.


**Country Experiences: Nevado del Ruiz Volcano**

- Historical description of the eruptions of 1595 and 1845 of the volcano Nevado del Ruiz that affected the zone of the town of Armero:

So, first of all, Nevado del Ruiz volcano, 1985. We have – our written history goes back around 500 years, because we have all these pioneers that came to South America, and they write the history. So, in these documents, we learned that in 1595 and 1845, we have the descriptions of eruptions of Nevado del Ruiz and they explain very well what happened with those eruptions.

You know, we are a tropical country. So, the ice, most of the people never saw the ice before. And during these eruptions they say that in that river, in the Magdalena River, there were big pieces of ice floating down the river. And those pieces of ice came from the Nevado del Ruiz. So, the lahars or the mudflows took during those eruptions pieces of ice at very high mountains and bring it down to the Magdalena River.




Country Experiences: Nevado del Ruiz Volcano

- The geological knowledge of the volcano was known that in the last **13,000 years** the volcano had had **9 major eruptive episodes** and recognized the two episodes that were described historically: **1595 and 1845**.
- It took approximately **one year of volcano activity** before the main eruption.
- In 1985, the country had **no monitoring or assessment evaluation programs of volcano risk**.
- There was **no perception** in the communities or authorities of a volcanic eruption consequences.

So, we knew also because of works that were done, some of them for PhD students, Colombian and overseas students, so we knew of nine major eruptions in the Nevado del Ruiz in the last 13 years.

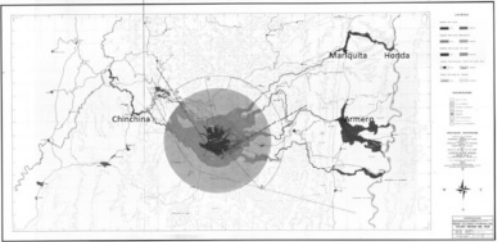
It took about one year of activity for Nevado del Ruiz to – all these to become active. And in 1985, we have no monitoring equipment.

We didn't have an evaluation to assess hazard or risk at all. So, we knew about this, but we didn't have this experience and we didn't have this idea to ask about what happens to the people and to the infrastructure if we have a volcanic eruption. And there was no perception for the communities or for the authorities about this. I was born next to a volcano, an active volcano. And in my high school or in my primary school, I was never taught what about the activity of the volcano. I knew it was an active volcano but never, nobody says if the volcano erupts again what is going to happen or what we are planning to do if the volcano erupts.




Country Experiences: Nevado del Ruiz Volcano

Hazard map of Nevado del Ruiz, October 1985



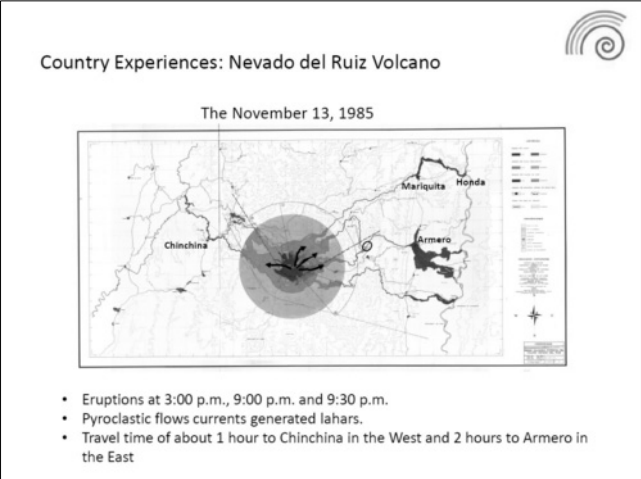
Arquitectura del Pais  
**El mapa de riesgo volcánico causará desvalorización**



The volcanic risk map will cause devaluation

Because the Nevado del Ruiz had one year of volcanic activity at the beginning, a hazard map was prepared and was published in October 1985. The eruption that killed 25,000 people was in November 13<sup>th</sup>. This map was known a month before the eruption. And at that time, this is one of the main journal in Colombia.

Their main complaint was these maps is a problem. This kind of maps will bring a lot of problems and more or less this is irresponsible to publish this kind of maps. And in this paper, there are four points here, why the volcano will not have an eruption. So, the main purpose was to discuss that it was not possible for Nevado del Ruiz to have an eruption. There was a lot of misunderstanding and different perceptions of the volcanic hazard and risk at that moment in Colombia.



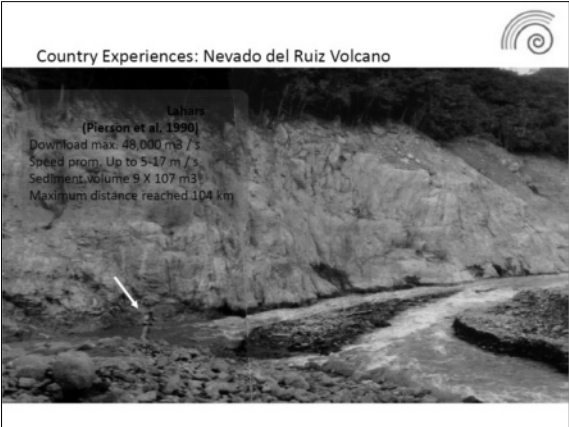
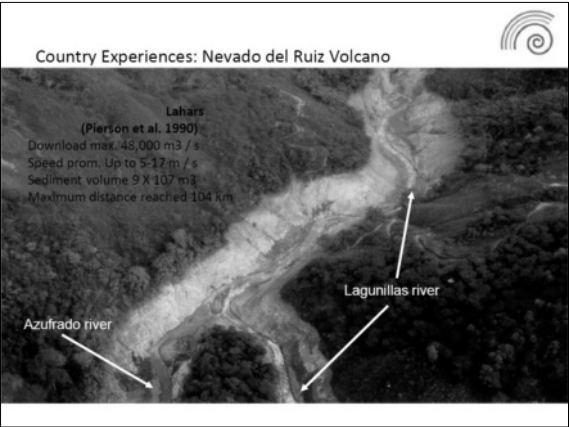
So, what happened in November 13, eruption was – this is Nevado del Ruiz, this is Manizales, one of the main towns in the region. And this is the Central Cordillera. This is the Cauca River and this is the Magdalena River.

There was the eruption at 3 o'clock in the afternoon, and at 9 o'clock and 9:30. And then you have these lahar going down this river, another

lahar going down this river, these two rivers joined together here and down there was Armero town. There was another lahar going through this river, and there are these two towns here. And another lahar going down, this river and this was another town called Chinchina.

From here to here, the lahar took one hour. And from here to Armero, it took two hours. If the community and the authorities will plan and had a plan of something in Armero, they had lots of time to leave those towns, because they took two hours. This place is 5,300 meters, or even higher and this place is 400 meters high.

The difference in elevation is about 5km between this place and this place. And the slope is very high and when the slope change here to very flat terrain is the perfect situation for deposit to stop right in the city. All the consolidations were clear that we will have many problems if Nevado del Ruiz erupted.



So, this is the two rivers. This is one of the rivers. This is another of the rivers and here they join together both of the rivers. You see here, this photo, this is Tom Pearson from the USGS at the time. And you see how we have deep canyons and how the lahar was going down. And all this material was – this is the rock. So, all this material here joined both of the rivers coming from the volcano.

Country Experiences: Nevado del Ruiz Volcano

1985 eruption of Nevado del Ruiz volcano



- Several towns were affected: Armero, Chinchina, Mariquita, Honda
- The town of Armero was destroyed
- More than 25,000 people died.

And from here this is the crater of Nevado del Ruiz. We have other volcanoes here and this is the canyon of the river just before Armero. So everything here, just these houses were left, but most of the town was around here. They didn't know how to react. When I was – I had the opportunity three times, two times talking about the hazard

map in this town. And people just have – they say, well, Nevado del Ruiz is the volcano of the town on the other side of the mountain. It is not related to us. From this place was not possible to see the volcano. It was too far. And people just didn't have any knowledge or perception of something may be related from the volcano to them. They had the information that there was a landslide and a dump up here in the mountain. So, they say okay, probably because of the dump of the landslides maybe we will have some problems, but not because of an eruption of the volcano.

Country Experiences: Nevado del Ruiz Volcano



Armero, 1985

So, this is a photograph of the main town was around here and just nothing was left. The energy and the size of the lahar was so big that just clean up all Armero town.




**Country Experiences: Nevado del Huila Volcano**

It is the highest volcano and the biggest glacial cover in Colombia.

In February 2007 the volcano after a 36 hours seismic crisis had an small eruption. One more in April 2007 and another one in Nov 2008

The main hazard is lahars along the main rivers



So Nevado del Huila volcano, 2007-2008 is another volcano with an ice cap. This is the tallest and the biggest ice cap volcano that we have. And in February 2007 after just a very short period of seismic crisis, we have an eruption. And here, we didn't have a record of eruption in the last 500 years. And the volcano was not very active.

So the last thing that we – the last volcano that we expect an eruption from was Nevado del Huila. We never expect an eruption from Nevado del Huila. And just in few hours, we have a very small eruption. The first eruption was in February 2007. We have another one in April 2007. And another one in November 2008. And again, the lahars were the main hazard during these volcanic eruptions. So from the very beginning, from February, we have stations for monitoring the volcanoes. We have also – we have been in the area for several years. And we know the people. We know the authorities. So from the very beginning we have this system, the risk management system. And we work together with indigenous community of the area.

We have a lot of different groups of indigenous people. And we were always working with them, how they understand and how they perceive, and in some cases, they evaluate their own hazard and their own risk. They are very active people and the perception of the risk and the perception that they call it the avalanches.

**Country Experiences: Nevado del Huila Volcano**


There were many discussions about volcano activity, threat and risk assessment, mainly with members of the Nasa community.



The Major  
Minister of Interior  
The Governor  
Indigenous community

They were always remembering what happened because we have, in 1994 we have an earthquake, a 6.2 earthquake in a very rainy season. And there were landslides and the debris flow were formed along the rivers next to Nevado del Huila. At that point because of the landslides and because of the rain and the debris flow, 1,500 people were declared died or lost because of that event in this area.

**Country Experiences: Nevado del Huila Volcano**



Since February 2007, the institutions of the Risk Management System, the indigenous community and the authorities worked together.

The community had a clear perception of 'avalanches'.

The early information and alerts issued by the SGC - OVSPop had a rapid response for evacuation by the authorities and community.

The early information alerts from our organization, the Colombian Geological Survey and the Earthquake Volcano Observatory in Popayan had a respond on evacuation plans all over the place in the area. We were working together and planning the response of the community and the understanding of the community and the government

officials in this area. It was a very close interruption. For example, he was the Minister of Interior, the Governor of the area, the Cauca State, the Mayor of this municipality, and he was a leader of the indigenous community. The indigenous community has a very clear issue with the national government. So sometimes it was not very easy discussion or easy interaction between the indigenous community and the national government, especially with the national government.

But anyway, always they work together, together with the people and with this NASA community, to define the plans and interruption if something happens in the volcano.

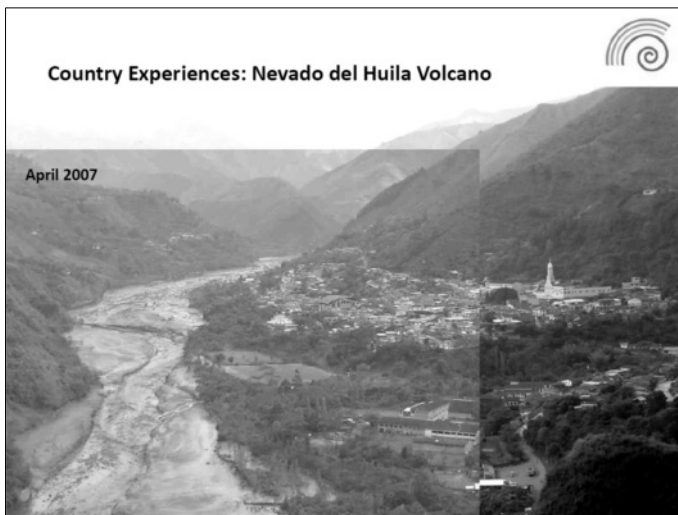
**Country Experiences: Nevado del Huila Volcano**



February 2007

This photograph is Belalcázar town. The volcano is up there, sometimes lies between the volcano and this place is about 50 kilometers in distance in the map. And you see this is Belalcázar the town. The plans were arranged if the volcano erupt and the Volcano Observatory give the alert people will move to this place to the very high ground.

You see here, there is – this is February 2007. There was a very small eruption that opens a fracture on top of the volcano. And there was a smaller lahar. This is some of the deposit of that lahar in February 2007.

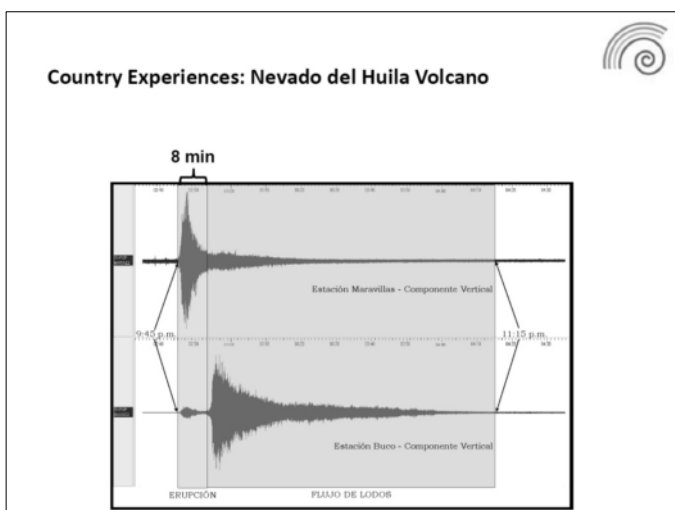


This was April 2007. So the lahar was much bigger. Most of the bridges were destroyed. And these people got on the other side of the river with no communication, no roads and no bridges, but this was November 2008. If you see this place, here, the soccer grounds were 25 meters below the deposit. And this is about 400 meters wide. So the volume of the lahar is really big, really big.



So, here we were talking – when you talk to the people or to the authorities, about a big lahar, what does it mean big? And that is one of the main problems in their communication. For example – and rapid, what does it mean rapid? These are two

stations two broadband stations in one of the river in the eastern part of the volcano, and this was on the western part of the volcano.



Here we have the eruption at 9:45 pm. These two signals were bigger in amplitude. But after eight minutes, at this station we have the lahar. So the amplitude of the eruption is so small compared with the amplitude of the lahar passing close to this station, that you see the difference. And it took eight minutes from the moment of the

eruption to pass in this station, and that station was about 15 kilometers away from the volcano. It took eight minutes from the beginning of the eruption to pass along this station. And you see, it was just – at the beginning it was just one big, big volume of material going through this place.



And this is the place not too far from – 15 kilometers away. The station that record this was around here. And if you see the difference in elevation, here you have 65 meters the difference between this to here and the other way around. It was up here, lower here; and it was up here, lower here.

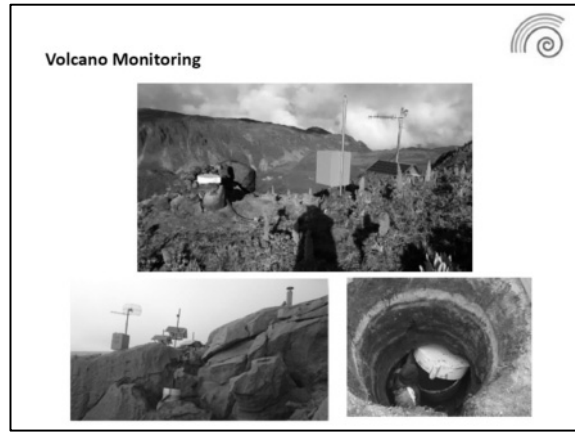
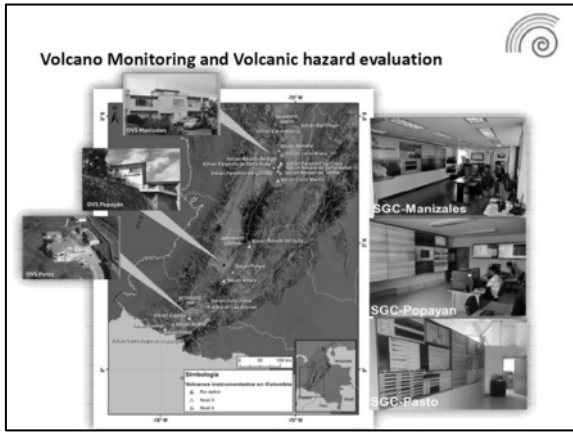
The details of the lahar going through the valley, like this. When you talk to the people or talk to the government officials, at the beginning you are talking about lahars, you're talking about large volume. But what it means or how you can explain this type of phenomena that everybody will understand.

When we were talking on the evacuation plans, people say, okay, let's stay in the town, perhaps I go back. When you are talking to the people here, probably somebody will say, okay, why I don't remain here. If you're talking, this was lower I shall be safe here. In general, everybody decides, okay we should be much higher to here just in case. And people say, the noise, the wind and the shaking of the lahar going down was so strong that everybody felt like if the lahar was just behind you. People mentioned they going up here, they say the wind and the shaking was so strong, they were feeling the lahar was behind them just a few meters.

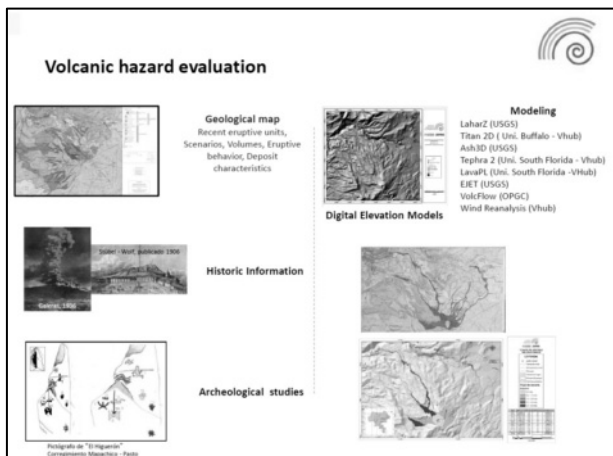
Lessons learned

- A 'Disaster Attention' System: ONAD National Office of Disaster Assistance, now the National Disaster Risk Management System - SNGRD.
- Definition of roles and responsibilities of the different actors
- Roles and responsibilities: study of volcanoes in terms of assessing volcanic threat and volcanic monitoring
- Communication among scientists, authorities and community

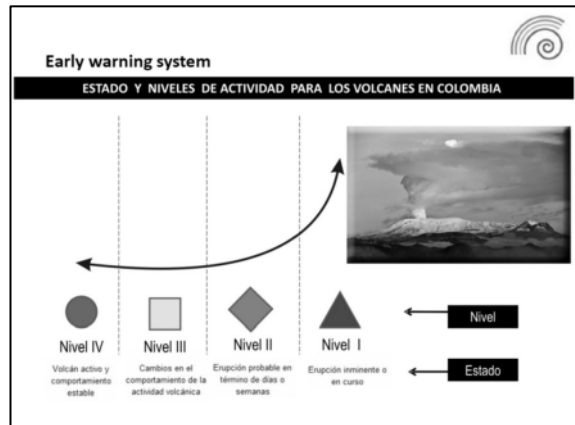
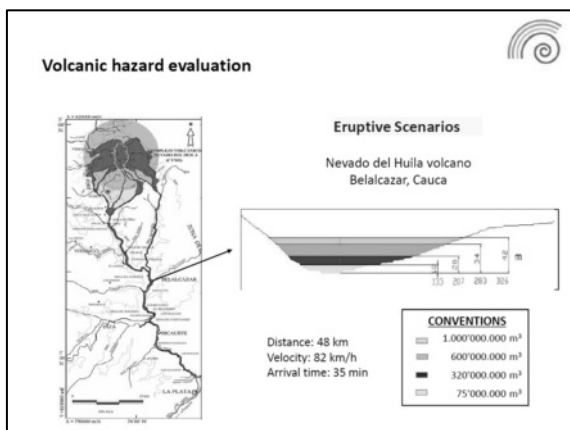
After all experiences, the national system was organized in Colombia. The different institutions may have that roles and responsibilities, very clear between different institutions. In our case before we will call in humaneness and now the Colombian Geological Survey, we have to study the volcanoes in terms of evaluation of the hazard and the monitoring of the volcanoes and the communication between the different alters involving the volcanic hazards and the volcanic risk.



Then we have the volcanic monitoring system. We have three volcano observatories. And in the central part of Colombia in Manizales, here in Popayan with this part of the volcanoes, and here in the south in Pasto, where we have the volcanic monitoring and also we have a – these are the teams that we have in these volcanoes. We pay attention to the monitoring maintenance and give information.



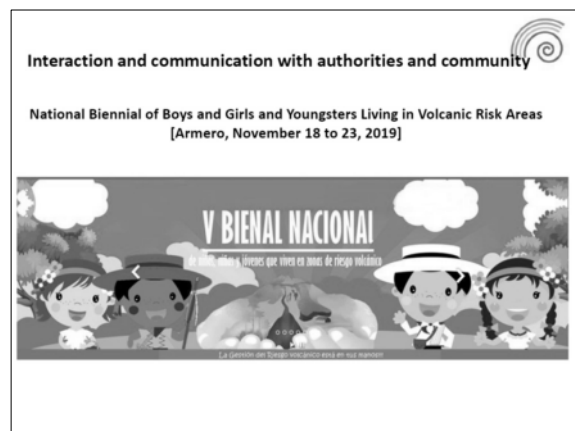
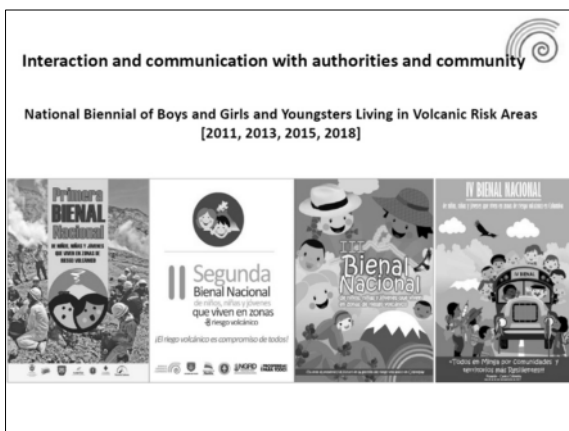
We tried to improve the system, how the stations and the different ways to do it, based on the hazard evaluation, geological knowledge, and historic information. Every time we are closer to the archaeologists to gain information on what they are doing, we have modeling with different techniques and we produce these hazard maps.



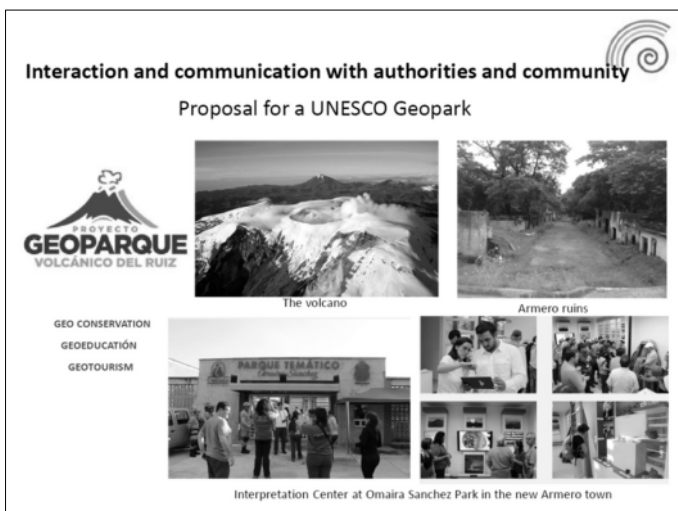
And we have also scenarios in these cases for Nevado del Huila. Here is the town of Belalcázar and the two rivers coming from the Nevado del Huila and we have this kind of calculations in the different kinds of volumes. And we have the activity of the volcano which is part of the early warning systems.



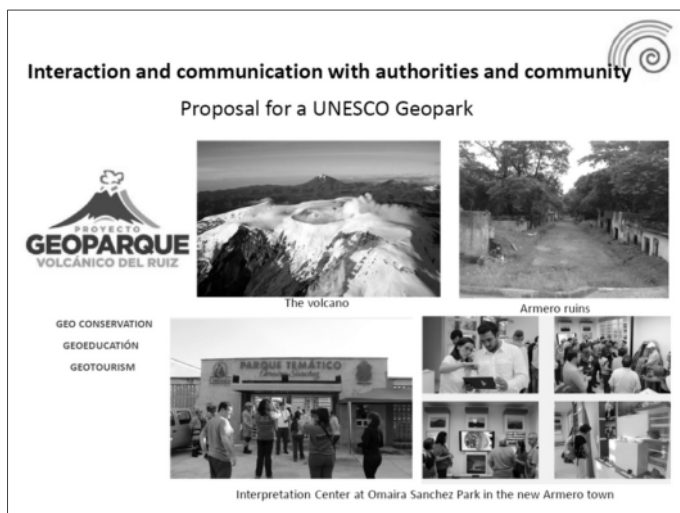
The most important is the communication and the interaction with communities and the stakeholders. And we have these – we are very proud that in our experience with JICA courses we learned that you have here in Japan, this practice with children. This photo is Japanese children and we have been doing this meeting with children this four times.



And in this here last week was supposed to be the fifth biannual meeting with children that we learned in Japan and that now we practice and we are having for the fifth time in Colombia.



We think that our major effort is to learn and practice, the land that we are living in related to activity of the volcano. And we are working on the Nevado del Ruiz and Armero to have a proposal for a geopark. So far we have the park at the Matica Mora Sanchez, where we are putting together for children and for youngsters, how to learn about volcanoes and how to practice about natural phenomena that doesn't have to mean volcano disaster.



We have to learn that we are living in active volcanoes and that we need to make decisions, not to an active volcano become volcanic disaster. Thanks very much.

**MC**

Thank you very much for the presentation. We now would like to entertain questions from the floor.

**Male Questioner**

Thank you very much for the wonderful presentation. I am from Geo Park in Bandai Mountain. My name is Hiroshi Sato, and I have two questions about Nevado del Ruiz. So 1845 you said that there was an eruption but you didn't learn about this in your school.

Were there no activities to tell about the past disasters to younger generations? That's my first question. And one month before the eruption, you said you made the hazard map. I believe that was explained to the authorities. But how did the authorities accept the hazard map? So these are the two questions that I have. Thank you.

**Marta Calvache**

Well, yeah, I guess – for example, I don't know how many of the teachers in Armero town they knew that, that river next to them was coming from an active volcano. Also, we are talking about science, about nature, about environment. And many times we forget about what it means. We are talking and talking about preserve, our nature and our environment, but part of the environment are earthquakes, and are volcanic eruptions. And time to time we as human that we decide we have to move a little bit where we have our house.

So, perhaps, we didn't know that this river was coming for an active volcano. And perhaps now that I've learned that I have to decide and move a little bit. But that is one of our main problems. We don't know exactly where we are living. And

that is why we think one of our main efforts to communicate is to talk to the teachers, to the schools and produce material that they can use to teach the youngsters.

And that is why we think that the Geo Park in this place is a very good idea. So, people can learn in a place so important for us as Nevado del Ruiz and Armero.

And same thing happens to the government. In many of the major of the cities we change every 4 years they don't know about earthquakes and about active volcanoes. And especially important in a volcanic hazard is not that is just one hazard. There are several hazards. And then I will mention, in 2018, people were looking at what happened in Kilauea, talking about lava from the volcano.

In Colombia many people think that the lava is the main concern about active volcanoes and we don't have too many lavas in our volcanoes, but because they are in TV, and they were happening in Kilauea and in Hawaii. And I remember people in Guatemala in Fuego volcano, they were running to take the photo of the lava, but this was coming pyroclastic flow. And you know, for youngsters they were so naive, I guess. And they didn't know that is difference in Volcan de Fuego than Kilauea.

And they were taking the photo of the lava. But it was different, but they didn't know. So, I think that is our responsibility to make the difference with children and with youngster. In the future, I hope that Colombians will be better prepared to live in the country that we are living.

**MC**

So, thank you very much. Now, it is time so like to end the morning session. Thank you very much. Please give a big round of applause.

**MC**

Now, it's time to begin afternoon session. The first presentation is entitled 'risk management consideration pre- and post-volcanic activity of the 2015 Kuchinoerabujima volcano. The speaker is Dr. Iguchi from Sakurajima Volcano Research Center of Disaster Prevention Research Institute of Kyoto University.



## Presentation 4

“Risk management considering pre- and post- volcanic activity of the 2015 Kuchinoerabujima volcano”  
Masato Iguchi (Kyoto University)

### Masato Iguchi

Good afternoon everyone. I am from Disaster Prevention Research Institute of Kyoto University. My name is Iguchi. For over 40 years or close to 40 years, I have been researching on Sakurajima Volcano. But I'd like to talk on Kuchinoerabujima eruption in 2015. The alert level was raised to 5 and all of the residents of the island were to be evacuated.

I'd like to review the pre- and post-disaster activities. In the first part, I'd like to talk about volcanic activities themselves and then in the latter half of my presentation, I'd like to talk about responses to the volcanic eruption and the challenges that I have identified from that experience.

火山災害軽減のための方策に関する国際ワークショップ2019—火山噴火の危機管理  
2019/11/28

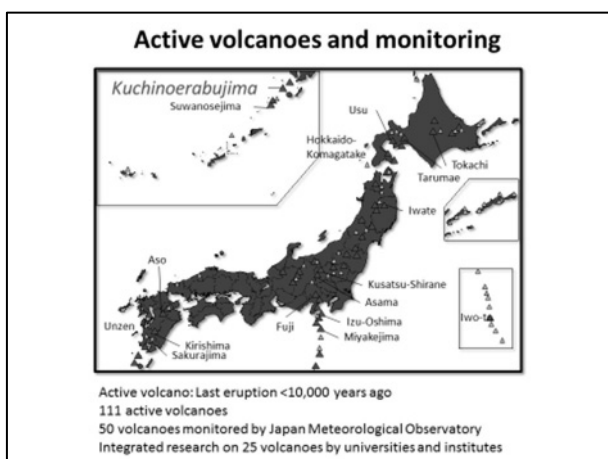
2015年口永良部島噴火前後の活動からみた危機管理のあり方に関する考察  
**Risk management considering pre- and post-volcanic activity of the 2015 Kuchinoerabujima volcano**

井口正人(京大防災研)  
**Masato Iguchi (Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University)**

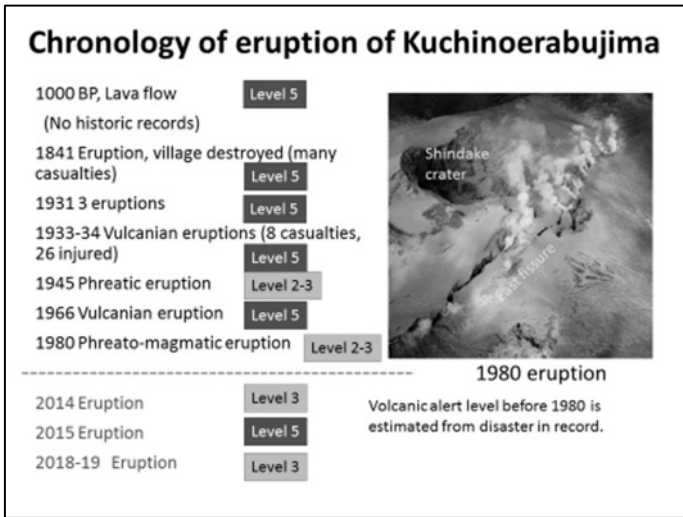
**Volcanic Alert Level** Operated by JMA since December 2017

Alert	Level	Status of volcanic activity	Residents	Climber
Eruption Warning	Level 5 Evacuation	Eruption or imminent eruption causing significant damage to residential areas	Evacuate from the danger zone	
	Level 4 Evacuation preparation	Forecast of eruption causing significant damage to residential areas (increased probability)	Prepare for evacuation	
Crater area Warning	Level 3 Caution to volcano	<2km from the crater	No Residents can go about daily activities as normal (paying close attention to volcanic activity)	Access to volcano restricted
	Level 2 Caution to crater area	<1km from the crater		Access to crater area restricted
Eruption Forecast	Level 1 Normal			No

Talking about the volcanic alert level, I am sure you're very familiar with this. In December 2017, this was announced in JMA. There are five levels roughly speaking and when there is a warning, there are two levels belonging to the warning. One is for climbers and most of those volcano has the problem of the levels 2 and 3 for climbers, but then when it comes to level 4 and 5 they are for residents. So, level 4 and 5 are for residents, not just for climbers.

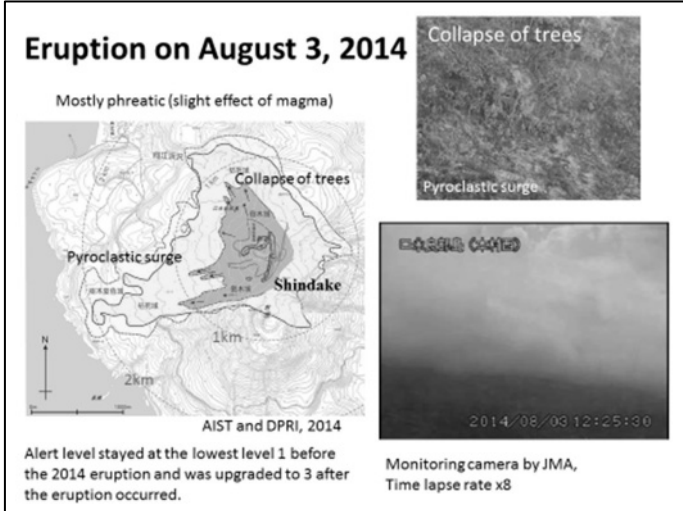


There are 111 active volcanoes and 50 are designated as continuous monitoring volcanoes by the JMA. 25 are actually being observed by universities and research institutes.

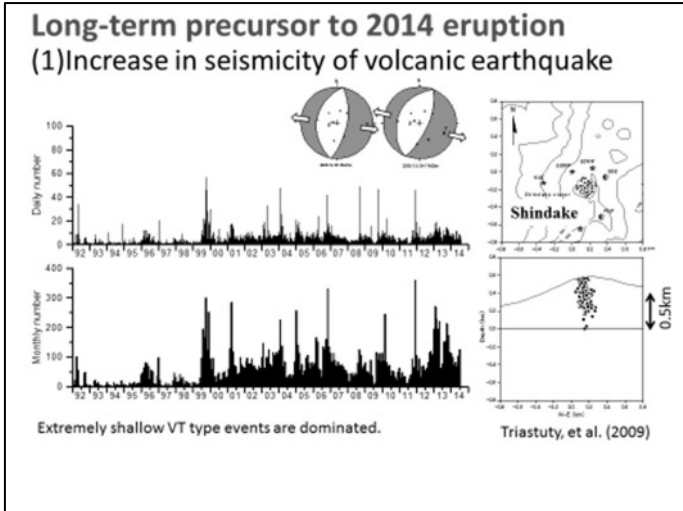


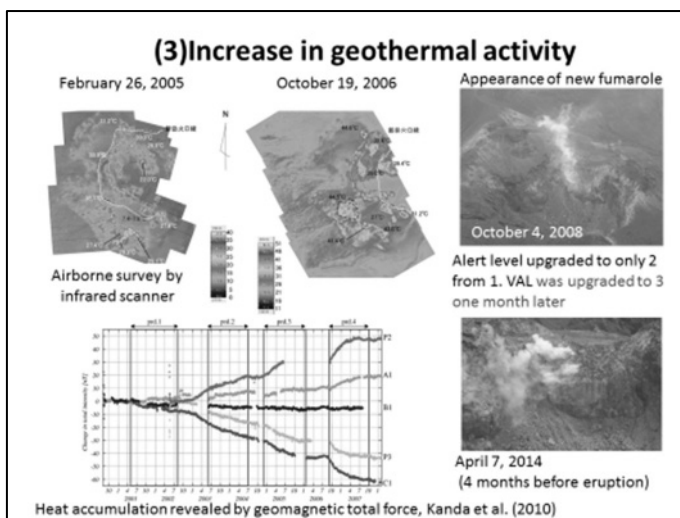
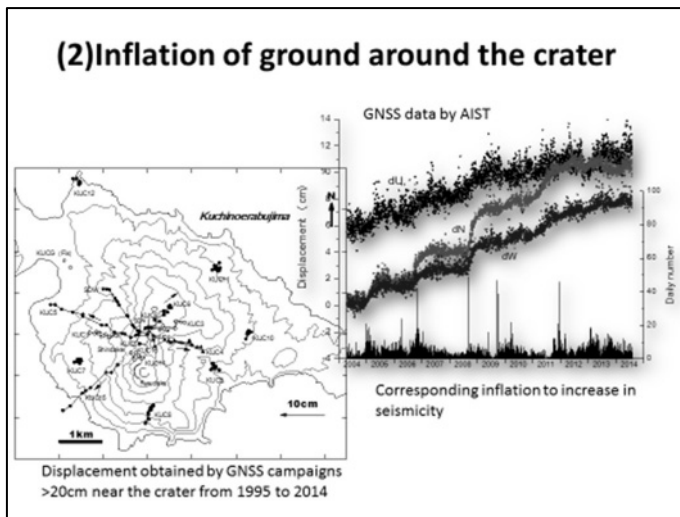
The activity levels of this volcano are quite high. Kuchinoerabujima is a small volcano, so residents actually live in the radius of only 3 kilometers from the crater. That is another problem of this volcano.

Kuchinoerabu Island is 15 kilometers of the coast of Yakushima Island to the west. This is a volcanic island. The activity level has not been low since the first historic eruption in 1841. In the time interval of 80 or 90 years, there were quite serious eruptions taking place in 1841, 1931 to 1934, and 2014 to this year 2019.

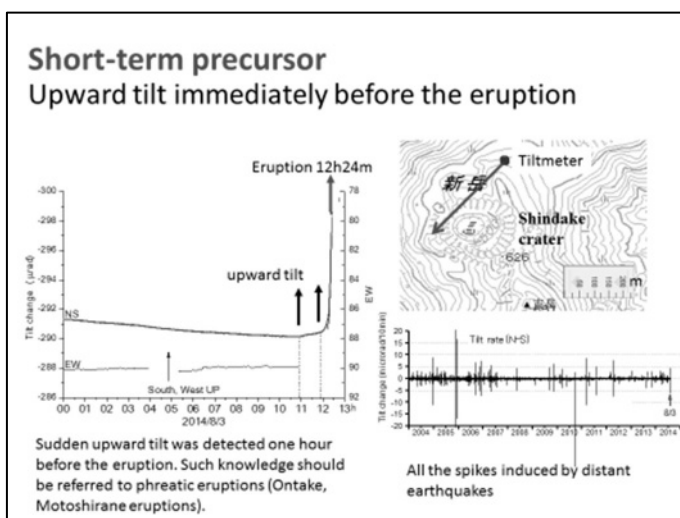


The first eruption took place in 2014. Before that there was an eruption in 1980. So that was the first eruption in 34 years. The eruption accompanied pyroclastic surge and a blast which swallowed all of these trees. After this eruption, the alert level was raised from level 1 to level 3 and the 2 kilometers radius was designated as alert areas. This eruption did not take place all of the sudden. As you can see from this, from July of 1999, seismic activities became very active and these are very shallow in only 0.5 kilometers from the surface near the crater, and those seismic activities were very much correlated with the ground deformation.



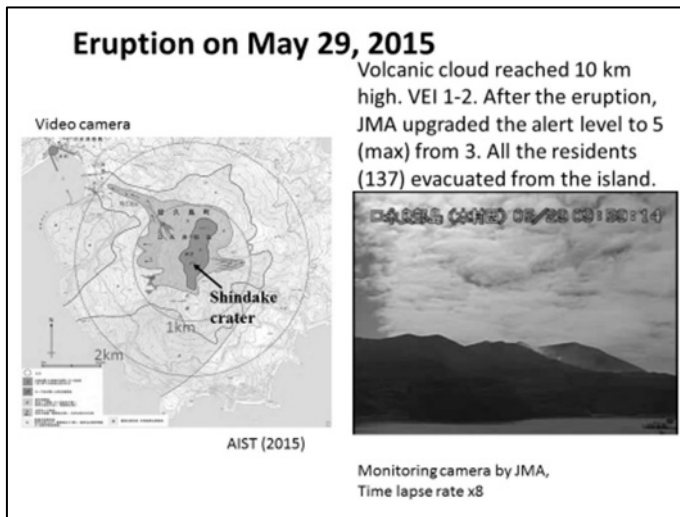


that were captured. The upgrading of alert level from 1 to 3 could have not been done before the eruption.

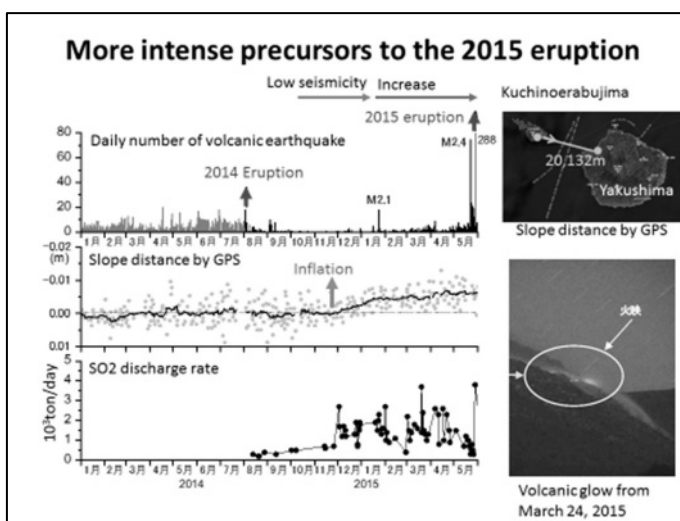


When seismic activities increased, the ground deformation measured by GNSS took place. There was a good synchronicity between the two phenomena, and there was inflation that was progressing. The seismic activities and ground deformity are associated with other things such as increase in the geothermal activity, that indicates an accumulation of heat beneath the crater. In October 2008, a new fumarole began the activity at the south wall of the Shindake crater to the south. This is a new precursory sign of eruptions. So, there were high activities and the activities got even higher over time. But unfortunately, before the eruption of 2014, there were no precursors that were quite prominent and

What happened immediately before the eruption was this tilt change, and the tilt change occurs in Motoshirane and Ontake volcano as well. This is right before the eruption and probably this was the first time we captured tilting before phreatic eruptions. The eruption is a kind of outburst that leads to the tilting.

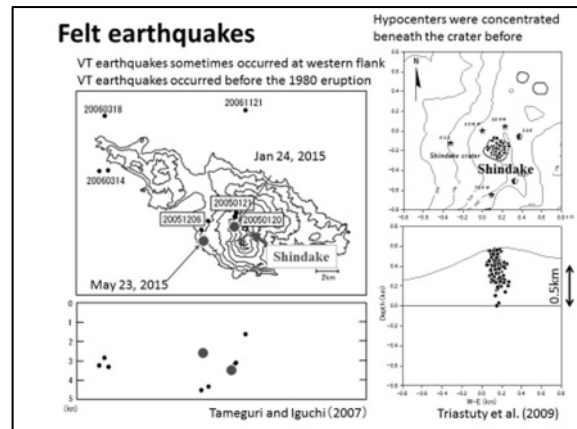
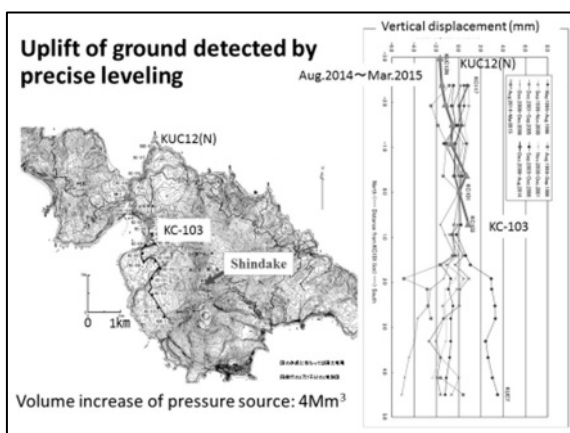


In May 2015, another eruption occurred and was bigger than the one in 2014. Pyroclastic flow reached Mukaihama which is a coastal village with high speed. The plume went up as high as 10 kilometers. After the eruption, the alert level was raised to level 5. Municipality (Yakushima town) issued evacuation advisory, 137 residents including tourists were evacuated.



This eruption in 2015 was far bigger than the eruption in 2014 and there were precursor activities that were bigger than those in 2014. After the eruption in August 2014, GNSS observation indicated inflation of the mountain and the discharge rate of SO<sub>2</sub> gas increased all of the sudden. These led to higher

seismic activities and emerge of volcanic glow that is being seen near the summit. Finally, a felt earthquake of magnitude 2.4 occurred 6 days before the eruption. During these 6 days before the eruption, there were many earthquakes and over time going through this course on May 29th the actual eruption occurred.

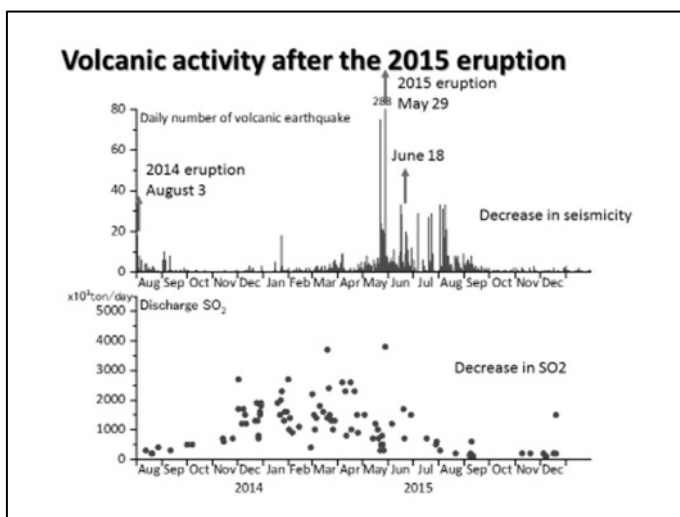




This is the response to the eruption. After the felt earthquake on 23rd of May. JMA and Yakushima Town had a communication session with the residents, and in the late afternoon, volcanic disaster prevention liaison committee was setup. This committee similar to the Sakurajima Volcano Disaster Prevention liaison committee is a

kind of core group for disaster management.

Then, 6 days after that, at 9:59 a.m. there was an outburst of eruption and then the volcanic alert level was raised from 3 to 5 by JMA. Then disaster countermeasure headquarters were established and the evacuation order was announced at 10:20 a.m. Governor of Kagoshima Prefecture requested for disaster dispatch of self-defense force at 10:40 a.m. and ferry Taiyou, this is is connecting Kuchinoerabujima with Yakushima Island, arrived at 3:45 p.m. and then the ferry Taiyou arrived at the Yakushima at 5:30 p.m., meaning that it carried all of the residents of the island to an evacuation place of Yakushima. This was the chronological response that took place after the eruption.




After the eruption, the volcanic activities did not subside and on June 18<sup>th</sup>, another eruption occurred with much cloud but without having the pyroclastic flow. Then, the activity declined in October. Discharge rate of SO<sub>2</sub>, which was over 3000 ton/day subsided over time. And seismic activities decreased in October. The volcanic activities subsided

over time.

Against this backdrop, activities for returning to the island started. On September 25<sup>th</sup>, the Yakushima Town established reconstruction headquarters. This is by the municipality in Yakushima Town. Yakushima Town ordered to dispatch their staff members to Kuchinoerabujima to get ready for accepting residents to come back home. Volcano Disaster Prevention Liaison Committee of Kuchinoerabujima was

**For returning to Kuchinoerabujima Island**

Temporary housing



- Aug. 1, 2015 Entering temporary housing (47)
- Sep. 25, 2015 Established reconstruction headquarters
- Oct. 7, 2015 Volcano Disaster Prevention Liaison Committee
- Oct. 21, 2015 Coordinating Committee for Volcanic Eruption Prediction
- VAL 5 with an alert zone 2.5 km from the crater
- Nov. 16, 2015 Municipality staff resident in Kuchinoerabujima
- December 25, 2015 Cancellation of evacuation Order and return to Kuchinoerabujima
- Jun. 14, 2016 Downgraded VAL from 5 to 3
  - Cancellation of evacuation Order for Maeda village

conducted on October 7<sup>th</sup>, and on October 21<sup>st</sup>, the coordination committee for volcanic eruption prediction made a judgment that the volcanic activities were subsiding. Therefore, the VAL 5 was issued for an alert zone of 2.5 kilometers from the crater. On November 16<sup>th</sup>, Yakushima town dispatched their staff members to Kuchinoerabujima in order to

truly get ready for accepting people back home. And on the day of Christmas on December 25<sup>th</sup>, the evacuation order was canceled and the people could return to Kuchinoerabujima. And it's not as if all of the residents went back. After the prevention liaison committee was held next year, the level was downgraded from 5 to 3. This was the time point when all of the residents could return home.

**Problems of crisis management for the 2015 eruption at Kuchinoerabujima volcano**

1. No guidelines for upgrading volcanic alert level to 4 and 5
2. No quantitative hazard evaluation (hazard factors and hazardous zone)
3. No indication of alert zone in warning
4. Difficulties of disaster countermeasure based on VAL
5. Reduction of restricted zone was not well managed by Volcano Disaster Prevention Liaison Committee (local committee for Kuchinoerabujima)
6. No imagination of residents for long-term evacuation

The eruption in 2015, what kind of response measures were implemented? I think we could identify some of the challenges and problems. Number one is JMA did not have clear guidelines for upgrading volcanic alert level to 4 and 5 except occurrence of hazardous eruption. The second problem is there was no quantitative hazard evaluation.

When there were some abnormal activities going on, what is the level of the hazard that should be evaluated? But that was not done at all. And yet another problem is about alert zone not being identified in warning. Number four is and this is just as a result, the alert level should have been raised from level 4 to level 5 in advance. This is the biggest problem. The municipality had a disaster measure plan, , but it was quite difficult to implement the measure, because the level was not raised prior to the eruption,.

The next issue is about the returning to the island. Usually, people will go home and since they live in island. But, when should we make decision for the residents to return to the island? The management of that decision was not functioned well at the Volcanic Disaster Prevention Liaison Committee. Number six is imagenation of disaster. In case of the 2015 eruption of Kuchinoerabujima, there were no

severe damages, such as collapse of houses. So, probably, the residents could have returned earlier. However, they were forced to stay away for long period of time. This is sort of a destiny of the volcano disaster. But I believe that people really didn't imagine that they will be away for such a long period of time.

**Felt earthquakes prior to disastrous eruptions of Kuchinoerabujima volcano**

- Eruption on 7PM, April 2, 1931
  - Felt earthquakes 7AM, 12, 3PM at the summit, 4PM, 6PM at flank on the day
- Eruption on November 22, 1966 **2 felt earthquakes**
  - 10 min before, a few min before

Level 3->4 ← One more felt earthquakes within 24 h

**Is one more felt earthquake needed for the 2015 eruption?**

- Eruptions in 1931 and 1966 after a quiescent period of ~20 years are likely to cause earthquakes
- Before the 2015 eruption preceded by 2014 eruption 10 months ago, an earthquake is hard to occur

For the first part, I believe that JMA should upgrade alert level to 4 or 5, when the felt earthquake occurred 6 days before the eruption.

Actually, I recommended JMA to upgrade the volcanic alert level, and I think that is a very big problem. In the past eruptions in 1931 and 1960 right before that, there were felt earthquakes

immediately before that the eruptions. So, with the felt earthquake in 2015, they should have raised the volcanic alert, and I think that makes a very good ground to upgrade level. JMA didn't have any criteria, but in responding to this felt earthquake, if there were one more felt earthquake within the next 24 hours, they said that they will raise the level to level 4. This was the criteria. Probably, they thought that they would raise it to level 4 and level 5. So, it wasn't meaningless for JMA to think about.

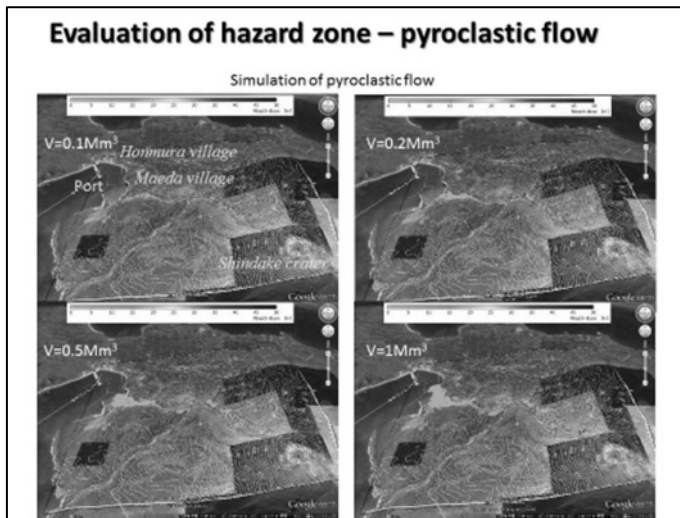
**Reasons for upgrading alert level 5 by the felt earthquake on May 23**

Upgrading VAL 5 after the eruption on May 29

1. Alert zone of level 3 after the 2014 eruption was closed to a village.
  - Restricted zone 2 km from the summit, village only 2.2 km, alert level 3 was operated the last minute.
2. Step-by-step increase in activity after the 2014 eruption, the phenomena is more intense.
3. Felt earthquakes as phenomenon for Early Warning
  - Felt earthquakes occurred before eruptions accompanied by evacuation, although the occurrence of felt earthquake is not necessarily linked to the eruption.
4. Felt earthquakes prior to historic eruptions
  - April 1931, November 1966

The reason why JMA should have raised the alert level to 5 is that, an alert area for level 3 was 3 kilometers distance, that is very close to residential area and also the volcanic activity was increasing its intensity in stages. The felt earthquakes is the criteria to make fast decisions and assessment.

Now the next thing about the hazard. What will be the hazard, that was not shared in Kuchinoerabujima. Of course, they had a hazard map, but it was just the list of some items. The situation of hazard really depends on the eruption itself at that time. So, it could change depending on the situation. There should have been some



range of hazards which were predictable that could shift according to the situations. With the technology these days, they could have done the simulation and they could have measured to what extent the pyroclastic would reach. They should have come up with some map or provided with some map that suits the actual situation on the ground,

and they should have appealed to the local government as well as the residents. This is something that everybody reflects upon including myself.

Number three. There was no specified alert area in the warning issued from JMA. JMA didn't have any assessment of the range of the hazard. It was just inevitable. It's not just the fault of the JMA, I believe.

### Warning of Volcanic Alert Level 5 after the onset of the 2015 Eruption

火山名 口永良部島 噴火警報(居住地域)  
平成27年5月29日10時07分 福岡管区気象台・鹿児島地方気象台

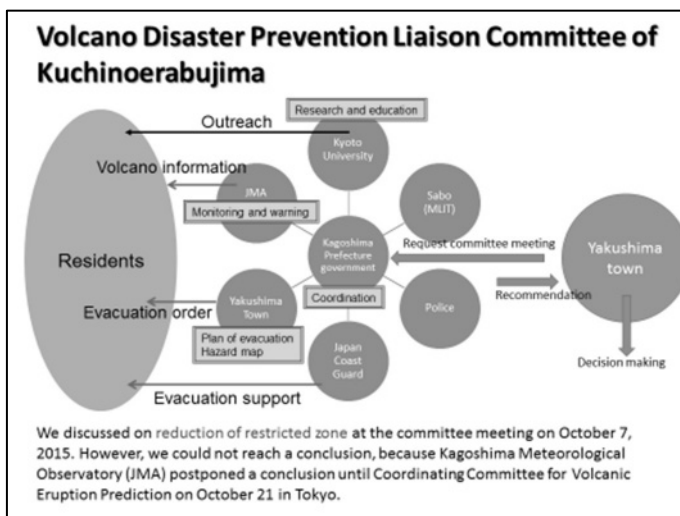
<口永良部島に噴火警報(噴火警戒レベル5、避難)を発表>  
対象とする居住地域では厳重な警戒(避難等の対応)をしてください。  
<噴火警戒レベルを3(入山規制)から5(避難)に引き上げ>

1. 火山活動の状況及び予報警報事項  
新岳では、本日(29日)09時59分に爆発的噴火が発生しました。この噴火に伴い、火砕流が発生し、海岸まで達しました。火砕流の到達が予想される屋久島町口永良部島居住地域では厳重な警戒(避難等の対応)をしてください。

**Recommendation**  
Strict vigilance (evacuation etc.) in areas where a pyroclastic flow is expected in Kuchierabujima. ← Where?

No clear indication of alert zone.

The actual document of warning said the alert level was raised to level 5 and a strict vigilance in areas where pyroclastic flow is expected is recommended. But it doesn't specify what area are they talking about, and I thought that this would be problematic in the future and actually it did.



And number five is that the decision making for the return of the residents. Kagoshima Prefecture is the contact point and also many other organizations (Yakushima Town, Japan coastguard, JMA and police and Kyoto University) are included as players in the Volcanic Disaster Prevention Liaison Committee of Kuchinoerabujima. We decided to limit and decrease the alert area

and within the committee, we were discussing decreasing the area for the alert



area. We should have done that because – and we should have let the residents go home as soon as possible because already the volcanic activities were going down at the timing of the October, but that didn't work well. So, this was another issue.

**No imagination of residents for long-term evacuation**  
 This experience upgraded countermeasure by residents voluntarily

	2014 Eruption	2015 Eruption
Volcanic Alert Level	Level 3 (No threat to residents)	Level 5 (Threat to residents)
Temporary evacuation	Ban-yagamine shelter (Local)	Ban-yagamine shelter (Local)
Evacuation outside the island	Voluntary	Evacuation Order by the municipality
Reason of evacuation outside the island	Approaching a big typhoon might be an obstacle for evacuation (non-volcanic)	Pyroclastic flow reached a sea shore (Volcanic)
Timing of returning to the island	No threat of typhoon	Reduction of restricted zone (decrease in volcanic activity)
Evacuation period	1 week	7 months

This experience of evacuation lead a misunderstanding of long-term evacuation due to eruptions. "The fire brigade might remain" "The whole island evacuation might end in one week at the longest"

Number six, about the imagination of the residents. It is really difficult to create imagination. The past experience could play a very important role, but past experience doesn't really leads to better situation. There were 2014 and 2015 eruptions. The 2015 was level 5, and 2014 was raised to level 3. In 2014 eruption, the residents had to

evacuate out of the island because of weather forecast of big typhoon approaching to Kuchinoerabujima. This experience was really effective in 2015 evacuation because that made residents really recognize what they should be doing in terms of the evacuation.

For example, they made proposals to the local governments in case of the evacuation after the 2014 eruption. This was a very good contribution. In 2015, even though it was after the eruption that they made evacuation, all the evacuation efforts were made smoothly. But experience in terms of the 2014 didn't really make all positive contribution. After 2014 eruption, they had to evacuate out of the island because a major typhoon was approaching and they made a voluntary evacuation out of the island. Since this is a voluntary evacuation, once the typhoon had passed, they were able to go home in one week. But this was a negative impact to the residents. They also thought, in the 2015 eruption, that they can go home around a week. It gave a misunderstanding. However, the reason for the evacuation in 2014 was typhoon, but in 2015 it was because of volcanic activity and was not the same background. The experience of the 2014 had a negative impact on the residents for the evacuation.

**Problems of crisis management for the 2015 eruption at Kuchinoerabujima volcano**

1. No guidelines for upgrading volcanic alert levels to 4 and 5
2. No quantitative hazard evaluation (hazard factors and hazardous zone)
3. No alert zone indicated in warning recommendation
4. Difficulties of disaster countermeasure based on VAL
5. Reduction of restricted zone was not well managed by Volcano Disaster Prevention Liaison Committee (local committee for Kuchinoerabujima)
6. No imagination of residents for long-term evacuation

And lastly, this is the list of the issues that I just talked about. Number one about the guideline. In response to the Mount Ontake eruption JMA decided to publish the volcanic alert levels and this is a very good movement. But in case of Kuchinoerabujima, the alert level was becoming a very complex, so it was a negative move. But anyway, we are

improving and number two about the hazard, I believe that in entire Japan, we still need to work harder on this.

Thank you very much.

**MC**

Thank you very much Professor Iguchi. Do you have any questions to the presentation? Professor Watanabe.

**Male Questioner 1**

The cause of problem of number five

**Masato Iguchi**

I don't think it's really difficult, but in the liaison committee when we did this in Kagoshima Prefecture office, the meteorological observatory said that we should wait for the evaluation by the coordinating committee for the volcanic eruption prediction and they just kept talking that we should wait for the prediction. So, the discussions didn't make any progress. The meteorological observatory just avoided the discussions at that time. The mission of the coordinating committee for the volcanic eruption prediction is evaluation of volcanic activity, but The meteorological observatory mix it up. I think that was big blunder. Management has to be done better.

**MC**

Thank you very much. Are there any other questions? Mr. Mannen.

## **Male Questioner 2**

The pyroclastic flow I think it's difficult to predict to what extent they will flow because in 2015, there was no flow at the beginning. So, I think it's difficult to make predictions in the first place.

## **Masato Iguchi**

Well, I believe that it's really difficult to predict pyroclastic flow but this is something that we can have some predictions. I don't think it's very hard in case of the Kuchinoerabujima, because if 100,000 - 200,000 cubic meters of the pyroclastic flow were ejected, it will reach to the coast, and we could have made decision. So, upgrading the alert level to 5 is not really difficult. If we can estimate volume of pyroclastic flow, we can evaluate extent of pyroclastic flow using simulation technique. But it is not so easy to estimate the volume. However, I believe that all the effort should be made in that direction. For example, what I am doing right now is, for example Mount Merapi in Indonesia, forecasting extent of pyroclastic flow by using precautionary seismic activity.

But in current situation, monitoring and hazard prediction are operated separately. But for utilizing the monitoring data, we should try to use this for the hazard prediction, because we will not be able to change the hazard map in line with the changing situation. And we should really try to change the way of our thinking to adjust things after things happen. With the monitoring data, we have to change the hazard maps, and then we'll be able to do the risk assessment. So, monitoring itself, it has some connection with the risks, and monitoring will have to assess the risks. In doing the observation I am always ready to do that. How about you Mr. Mannen?

## **MC**

Thank you very much. Now it's time, so let's move onto the next presentation. Thank you very much Professor Iguchi.

Next, we will have a presentation entitled 'Lesson Learned from Disaster Management in Karangetang Volcano, North Sulawesi, Indonesia'. We have Dr. Supriyati Andreastuti.

## **Presentation 5**

“Lesson learnt from disaster management in Karangetang Volcano, North Sulawesi, Indonesia”

Supriyati D. Andreastuti (Center for Volcanology and Geological Hazard Mitigation)

### **Supriyati Andreastuti**

Thank you. Good day everyone. First of all, I'd like to thank the NIED for inviting us to come here and share our experience. The reason why I took this volcano because the volcano is of volcano island and it has two peaks in which sometime during its activity, the source of eruption came from each of either or altogether and also because of these activities will affect the evacuation process. So, this is the volcano with two peaks, and it's erupting together, and this is the other side. So, this is we call it the northern part and this is the southern peak.

Okay. Before that, I will like to talk about the volcanoes in Indonesia. We have 127 volcanoes. Here is Karangetang. It is about 2200 kilometers from Jakarta, and it is located almost in the most northern part of Indonesia. From 127 volcanoes, 77 of those are type A, which we monitor closely and for the whole volcano, we divided into type A, type B and type C. In type A volcanoes that erupted since 1600 and then type B that haven't erupted since 1600 and then type C only show an indication of solfatara and fumarole activities. And then from the data of National Disaster Management Agency, it shows that since 2000 to 2019, we have about 144 eruptions. It means that we have seven eruptions per year in average. From this number of volcanoes, we have many – last eruption from VEI 4 to VEI 7, which is the largest Tambora that took about 10,000 casualties in 1815 and then Krakatau. It happened in 1883 with VEI 6 and took about 36,000 casualties and then Agung and Galunggung. Agung, it took about 1500 people died. So, this is the location of the volcano with large eruption.

In disaster mitigation strategy, we have disaster management agency, in national level and then provincial disaster management agency and regional disaster management agency. So, each agency they have responsibility according to the scale of the disaster. For example, during rapid eruption because the eruption has wide impact nationally, so it was handled by national disaster management agency. For example, in Karangetang because it's smaller, it can be handled by regional disaster management agency. But in the way that the regional disaster management agency could not afford from capacity and also from the funding, then it will be supported by provincial disaster management agency and also national disaster management agency.

In issuing alert level, we have standard operating procedure for alert level information. Monitoring data from volcano observatory together with geological aspect and also hazard map and then integrated with current progress of activity, we issued alert level and recommendation. Then we coordinate with national disaster management agency and local government. From the recommendation and alert level they prepared risk assessment and issued risk map. Further, they provide the information to the center for data and information and to regional disaster management agency and also to center of operation control and command center in the case of evacuation needed. And we also give information to airport safety when there was a change in the eruption column height.

Here as I told you the Karangetang volcano with two peaks. This is the Northern part and this is the southern part. And from the activity of Karangetang, the recent one occurred from 2018 to 2019 and start from July there was a change in the activity, this south crater is more active. From November to February the activity has come from here and then start from July the eruption originated from this part. There was eruption occurred in 1976 also.

This is the characteristic of Karangetang volcano. I took the picture. This is from the southern peak. When people see this appearance, they will think differently. Why I showed this one because this cause the problem. The first characteristic of Karangetang, the repose time is very short, can be few months and then active again, the eruption happen again.

The third that explosive eruption can be followed by pyroclastic flow and frequently glowing avalanche occur from the crater and then went down, but then sometime it stopped in certain point. This happens not only in one direction. So, in several directions and also in several points, it can piled in many points. So, this also makes problem for us. As for these piles of deposit can collapse and formed pyroclastic flow.

In Indonesia, we have implemented four alert levels. This is from the lowest, normal and then advirsory, watch and warning and Karangetang now in level 3.

When we communicate to the public, one of the problem that we face is that public is difficult to understand the difference between the alert levels. So, in one case, we use culture, local culture to explain the alert level. This is the example of Merapi. We use the local term and also local word and in here it explains what people should do in certain alert level. But in here we haven't implemented in

Karangetang because we have different capacity and also different knowledge. So, we need to do gradually.

This one shows the exclusion zone of the Karangetang volcano. The activity of glowing avalanche has spread from the north and then west, southwest and south to southeast. But during this time, they haven't had direction to northeast and the east. This is the hazard zone of Karangetang volcano. Here, I would like to show what is the problem we face during the crisis of Karangetang. Once in 28 August, we saw a reflection of color that's look like fire above the crater and at that time because the weather was cloudy, many people panic because see this one, this is very big, the reflection is very big. We send observer and one – two of us also went to other places to check what happened with this event. I will show to you later on. Okay. Because of many problems related to understanding and identification of hazard and the character of the hazard, so we also had army and policemen that involve during the crisis. Every day they will come to us and also give understanding to the people.

In here, so this is the Karangetang. From geographical condition when we have eruption on November to February, mainly in February, we have problem because the weather is very bad and the wave is very high, and it was difficult to manage to facilitate in evacuation area. This is the lava flow that reaches the sea. So, this is the road. At the time we just renovated and built new road along this way, but then it was stopped by the pyroclastic flow. So, there is a place that isolated here. I will show you later.

Okay. This is the direction of the avalanche and during the November to February, the lava flows directed to the north up to the sea and reach about 4 kilometers and start from July the direction, from this direction to this direction and the prominent direction is to the west, to this area. In here, we use – this is the exclusion zone about 2.5 kilometers from the summit, and this is extended exclusion zone to the west about 3 kilometers and then this is extended to the north – northwest to north, it's about 4 kilometers. This is the direction of the avalanche.

This table shows the chronology of eruption of Karangetang volcano. The activity is quite long and very slowly, very slowly, but on August 6<sup>th</sup>, we have tectonic earthquake occurred in the south of island and by that time there is a change in the direction of avalanche. So, the avalanche becomes more intensive in the southeast direction. So, in this case not in many volcanoes but in certain case we also need to consider the influence of tectonic earthquake when the activity of the

volcano is very high because they have dome that is not stable enough to hold when it was shake by earthquake.

This is the zoom of the exclusion zone. This is the lava flow in the north direction, this one, and this is the road that has been cut by the flow and the flow reached the sea by that time. What happened at that time when the road was cut by this one. So, people in Batubulan village was isolated and they couldn't cross the road and the road that goes to this way is not possible. We evacuate people that live along this river to Niambangan, this one. This is quite far from this flow. But people that stay in Batubulan they couldn't move, they couldn't leave the place. By the time because of the high wave and bad weather it is difficult to approach this one to provide logistic to the people and also once there was a lady that need to be taken to the hospital because almost give birth, but the ship is difficult to approach this area because of the wave and also that person refused to leave this place. But the facility of health is not good here. Finally, after a week we can take this lady out of the isolated areato and the baby is safe now.

Then what happened during this crisis, people start to cross this road even the lava still hot. This has become a problem for us. Then by the time the activity is still going on the other side, but this one is not only occasionally it had the glowing avalanche occur, but very short distance.

What happened with the fire the reflection of the fire above the volcano? Actually, there was a small eruption but reflected because of the cloud, so become very big and this is what we see on the other side, on the southwest, this is from the south. This is the fact. But how to explain this phenomenon is not easy because people tend to panic and also this is how the eruption is continuously to happen.

Here, I would like to show how risk communication is very difficult. Recently, we can use digital form of information to disseminate information, but some time the information followed by many hoax and people did not quite understand, sometimes they become temporary expert. This is another problem that we should face during crisis. So here, I would like to show that we still use this hazard map and to make people understand we use simple way. We printout big hazard map about 30 by 30 meters and then we play above the hazard map. What is the hazard and which direction, where is the location of my house. Then they can understand that say for pyroclastic flow it is not allowed to across the road, to across the river. We need to know how we evacuate, we explain above this map. This is quite useful.

Also we ask government official also community members to come to the field and observe the deposit and we explain how it formed and how they were distribute to this direction and what is the characteristic so that they can imagine and understand why we put this hazard map, why we made the hazard map. And also by invite people to involve in this field, they can identify the hazard and also estimate risk. We also did this is in Karangetang. We did simulation to bring people to evacuate from a certain area to safe place. By understand the difficulties, they can estimate and they can prepare themselves.

This is contingency plan that was held in Merapi. Actually, by law, we are bounded that each province and each regency or city need to have disaster management plan including the contingency plan. In Karangetang, for example, they have regency contingency plan, but for Merapi they up to village contingency plan. This is very good example. What they discuss in this group, identification of hazard risk and what to do, how to do. They know the SOP during crisis and also provide risk map for the village. The challenge that we face in Indonesia that we have high density population that affect their lives necessity and also finally decreasing awareness because people tend to move closer to the zones of hazard. Our challenge is how to monitor, assess and forecast effectively and the second how to improve knowledge and awareness and the most difficult for us is how to communicate risk. At this moment, we still learn any disaster to understand how to communicate to people. Thank you.

## **MC**

Thank you very much. Any questions. Are there any questions?

## **Male Questioner 1**

Okay. May I ask you a question then? Marta from Colombia also said that education being very important in any country, be it here in Japan or elsewhere, education plays a key role for disaster management. When it comes to educational activities, what are the ages of those who are educated for disaster management? From what age do you start education people?

## **Supriyati Andreastuti**

Well, this is difficult question. We don't have curriculum for disaster education in school. But now people in the agency, many agencies involve in education of school, including us. Usually we visit school or they visit us to have discussion and to learn about not only volcano, but also earthquake, tsunami and landslide Kindergarten, elementary school, high school and mostly university visited us,



but to us the difficult to communicate is to the younger, to kindergarten and elementary school because the question is very simple but difficult to answer.

## **MC**

Thank you very much. Any other questions please. Dr. Nakazawa. In English? No in Japanese.

## **Male Questioner 2**

In your country I have visited eruption sites. Yes, active volcano during eruption. I am very surprised that your center has some functioned outreach. So even eruption, so every day your staff commutes to some schools and others. I am very surprised, so very good support and this good way to mitigate disaster. My question is how to learn the risk. So, risk is not so easy. We need some very knowledge evaluate the risk etcetera. This is just the topics of the panel discussion later. But in your department or some branch, how to evaluate risks, sometime risk is very difficult depending on many kind of hazards and some kind of people and some, yeah, you have any good way to managing. Please tell us.

## **Supriyati Andreastuti**

Thank you. Yeah. We have earthquake division, tsunami division, landslide division and volcano division. When there is disaster occur then people from that division will go to the field and in the case of volcano usually say like in Karangetang when already – we have already evacuation, then sorry I should say that the one that send off to the quick response team is the senior one, the experience one when there is a problem in communicate then special person will come to that place. During that time we also not only one group to socialization, but several groups. So, for example in my team we have six people, so sometime three-three. In one night we can do several locations. It is quite hard, but we try to manage. The things that we are quite happy about that is that people are very responsive. When we are invited to come to the evacuation place, they are about to go to bed. But they sit down on bed and they listen to us, and then explain many things, ask many things. So, this is good for us and we are happy to do it because the response is different.

Also to deal with people, sometime we need to talk to the official of local government first and also sometimes non-government organization, the local one usually involve in giving the information without understand the hazard. So, the thing that often we face is this one. So, like I think you know that in Bali we have non-community organization that is very strong and we need to involve high level of religion leader and also official leader to talk together. And finally, we

understand what they want and sometime we need to just quiet and stay back first. And then we can talk because in the time of crises because of panic, because of many problems then people try to get what they want and this is happen frequently.

**MC**

Thank you very much. Please give her a big round of applause once again. Thank you.

Next speaker is the last one in the first section, Mr. Kazutaka Mannen, a senior research of Hot Springs Research Institute of Kanagawa Prefecture, titled '2015 eruption of Hakone Volcano and Its Risk Communication'. The stage is yours.

## Presentation 6

“2015 eruption of Hakone Volcano and risk communication”

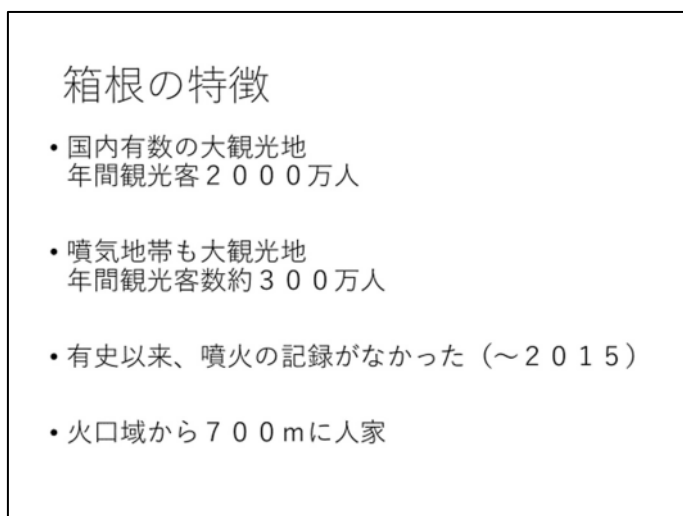
Kazutaka Mannen (Hot Springs Research Institute of Kanagawa Prefecture)

### Kazutaka Mannen

Good afternoon. I am Mannen from Hot Springs Research Institute of Kanagawa Prefecture.

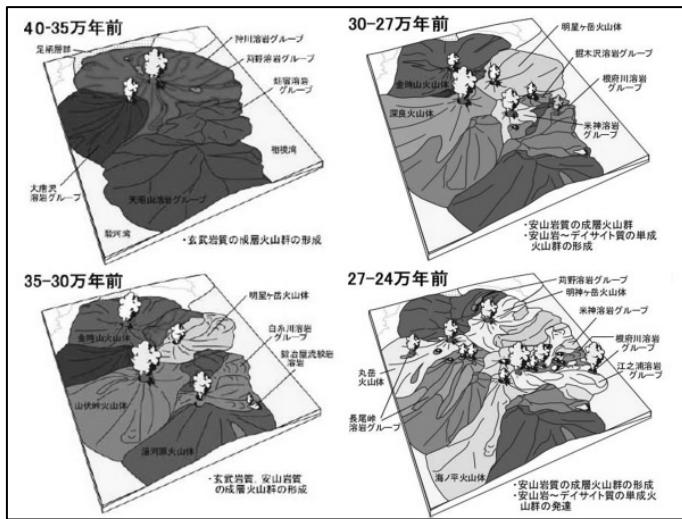


Now, I am going to talk about eruption of Hakone volcano. We have just heard from all the volcanic eruptions and compare to them the eruption of Hakone was very small and I am not sure if I am qualified to speak here. But anyway, I'd like to just briefly talk what had happened in Hakone.

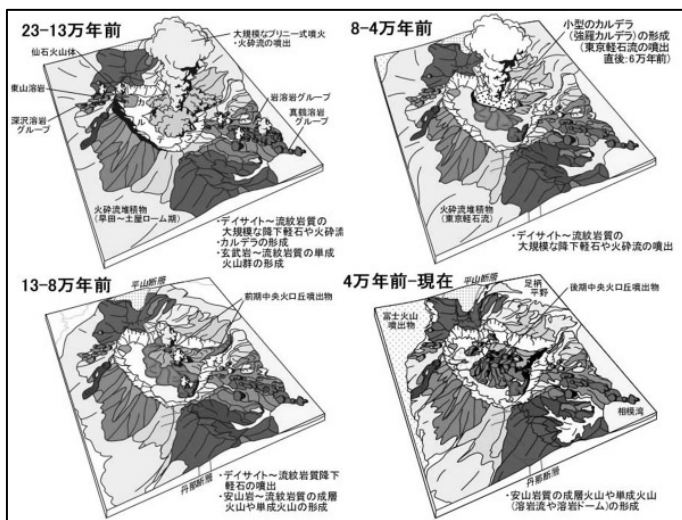


Now about the Hakone volcano, it's about 80 kilometers from Tokyo and since it's very close to Tokyo, it is one of the major tourist destinations in Japan and usually we expect about 20 million visitors a year. The issue is there is a steam area where there is a potential to have an eruption. This is also a major tourist destination and usually we have about 3 million visitors a

year, however there had been no record of historical eruption up until 2015. I joined to this institute in 1998 and at that time nobody expected that there will be an eruption. But there was an eruption. One another thing that makes the management difficult is that houses locate only 700 meters from the crater area.



I don't have much time to talk about today. But this is a very brief history of Hakone volcano. The volcanic activity started at about 400,000 years ago and up until 250,000 years ago it was a complex of stratovolcanoes, each single one was just like Mount Fuji but not a major one. Then since 230,000 years ago the activity changed its style and in the center, caldera was formed. Right now, in that caldera, the eruption is taking place and lava domes and small stratovolcanoes have formed.



Now, the shape of the mountain is like this. It's like a bowl upside down and there is a very similar one in Kyushu. That is Unzen volcano. If we talk about the eruption type of the Unzen, there

were the lava collapsed and turned into the pyroclastic flow. And this also happened in Hakone volcano a long time ago.

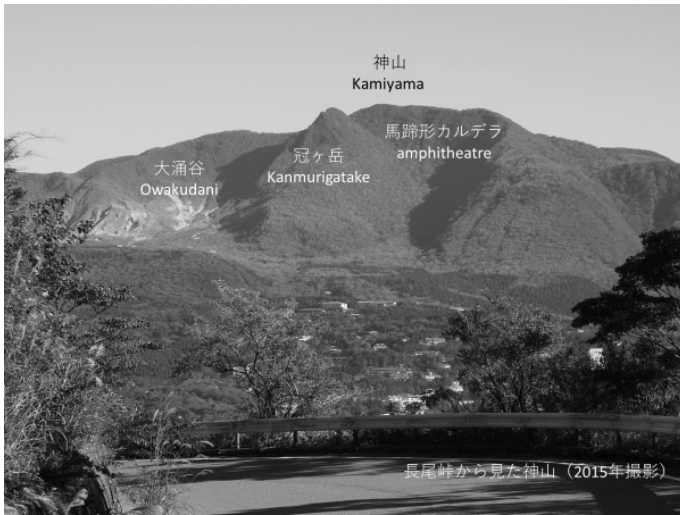


箱根 Hakone



雲仙 Unzen

This is the topography made up by the latest eruption 3000 years ago. And with that eruption, we got this lava dome called Kanmurigatake. During the formation of this dome, previous mountain peak located near the present Kanmurigatake collapsed and formed horseshoe shaped caldera or amphitheater. And in the left - east of Kanmurigatake is Owakudani, where as I said actually major tourist

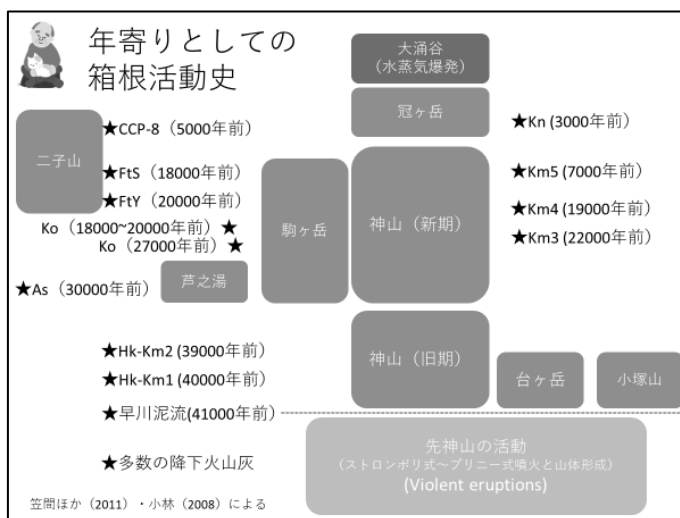


destination or steam area where 3 million people visit per year. If you look at this from a distance, it is like this and so you can see what happened 3000 years ago. There used to be Kamiyama, original Kamiyama like this and with the eruption it collapsed and became like this and debris formed by the collapse created this rather flat area named Sengokubara.



This eruption would be a disaster for the people living there, but this eruption made benefit for us. For example, we have very golf courses in Sengokubara and also near Kamiyama we have Owakudani, which is a major tourist destination. Also, the debris flow blocked the Hayakawa River which created Lake Ashinoko. So, now we can visit the

Owakudani and the lake using the rope way and this course is the standard route for visitor to this area named Golden Route.



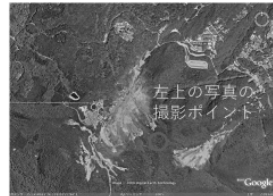
Now the pyroclastic flow. From our geological surveys, we can see that there have been 12 eruptions in the past 40,000 years and the latest one took place 3000 years ago, which formed the lava dome named Kanmurigatake. And this is the last magmatic eruption and after this a phreatic eruption have taken place several times.

## 大涌谷周辺で見つかる 水蒸気爆発の証拠

Evidence of ancient phreatic eruption – surge



サージ堆積物：火口からでる横殴りの爆風 (= サージ) によってもたらされた噴出物がつくった地層。大涌谷から神山に登る登山道で見られる。火口の近くで堆積した。



This is the picture of the 2014 eruption of Mt. Ontake. This eruption was very similar to previous phreatic eruptions of Hakone volcano and in this picture surge is recognizable. We have found surge sediments near the Owakudani and probably the eruption that makes such deposit was similar to that of the 2014 Ontake eruption.



### 箱根町が作ったハザードマップでは水蒸気爆発の被害も想定

噴火 (微噴は除外)

水蒸気爆発が起こったときに降り積もる火山灰の厚さを想定しました。ここで示した範囲は、落下物 (火山灰) の落下範囲を想定したもので、一部は微噴で水蒸気爆発の被害も想定はしていません。落下物に当たると被害も想定はしていません。

火砕流

水蒸気爆発に伴って火砕流が発生した際に火砕流が降り積もると想定される範囲を示しました。

噴石

水蒸気爆発が起こったときに降り積もることになる火山灰の落下範囲を示しました。火口から約700mの範囲 (半径) には、噴石の落下範囲を示し、噴石の落下範囲は約100mの範囲 (半径) となります。

→ 噴石  
火口から約100mの範囲 (半径) には、噴石の落下範囲を示し、噴石の落下範囲は約100mの範囲 (半径) となります。

→ 二次噴火 (土砂)  
上記の火山灰の落下範囲がたまっていく範囲では、二次噴火のおそれがあります。

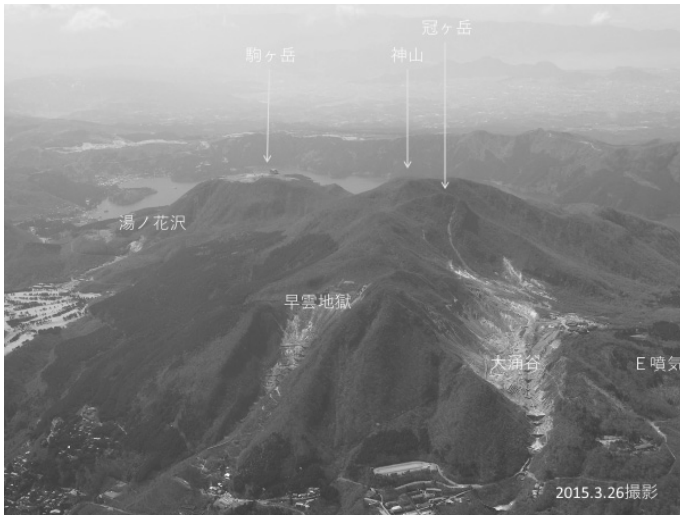
This is Owakudani taken from the aerial picture and this is the tourist destination with 3 million visitors. And this the Kamiyama, which went collapsed and this is Kanmurigatake from 3000 years ago.

In the hazard map of Hakone town published in 2003, we have all this taken into consideration.

## 2001年異常とその後の 火山研究・防災対策

箱根火山 = 噴火は無いけど良く地震がある火山  
ということは知られていたが、、、

Actually, Hakone volcano erupted in 2015 but this was not the very first anomaly. In 2001, there was a very major volcanic unrest and this became a catalyst for us to make hazard mitigation measures. How did we recognize Hakone volcano before 2001? Well, we observed frequent earthquake swarms, but without any eruption. It was known like that. But it all changed with 2001.



This is aerial picture in Hakone. There are four vents and among them, the largest is Owakudani. This is Owakudani, a major tourist destination. In 2001, there was a volcanic unrest. This is what happened in 2001. Hakone volcano is near the metropolitan area and Japanese people love hot springs. So, people may come for the hot springs. Usually, the hot springs come out naturally but amount available in Hakone is not enough. So, we created steam wells and get the steam and mix with water to create the hot springs. This well in this picture is 500 meters deep. Usually the steam comes out of the well condensate very swiftly by mixing up with water, and it turns into hot spring water. So we don't have any steam coming out from the



well usually. But in 2001, the steam that came out from the well became so strong and the water introduced in to the facility all blown away. We call this situation blow out. In July 2001, this happened and this phenomenon was like this.



As you can see, all the steam coming out of the well were blown up to the sky and drift toward the rope way. Unfortunately, this steam was not just an ordinary steam, it contained large amount of SO<sub>2</sub> and that spread and covered almost entire Owakudani. We thought that this was very problematic and actually hundreds

of the tourists were around here without any measures for volcanic gas taken. Here they sell black boiled egg, which is a very famous speciality made in the



steaming area and all visitors eating this were coughing because of SO<sub>2</sub> gas in the steam. So, it's just abnormal situation. I thought that this situation was very problematic. There was a large amount of SO<sub>2</sub>. It could be very hazardous damage to the health, but no measures were taken.

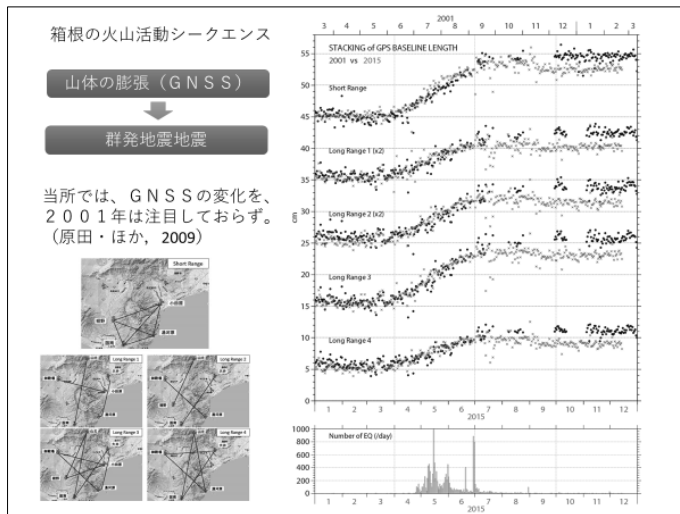
Why no measures were taken. Yes, we do have the disaster act and the law empowers all the mayors to issue the evacuation order or setting up the warning areas. Technically, such mitigation measures were possible. But Owakudani involves many players. For example, the bus operators, rope way operators and there are people who run shops around here. More over, Owakudani is owned by a private company but the roads connecting here and villages in Hakone are managed by the prefecture and trekking course from here to the mountain is under the jurisdiction of the Ministry of the Environment. So, although the mayor considered that the situation was not ideal, he had to be accountable and in order to give some explanation, he needed to show which observation was critically important to take mitigation measures. But there was nothing at that time. In 2008, the volcano alert level that was introduced in this country. For Hakone, volcano alert level was started in 2009. In the volcano alert level for Hakone, occurrence of three major observation, the earthquake and the tectonic movement and the fumarolic gas are the trigger to announce the rize of volcano alert level. When there is an volcanic unrest , Japan Meteorological Agency can rise the alert level and this was very useful. So, what happened in 2015?



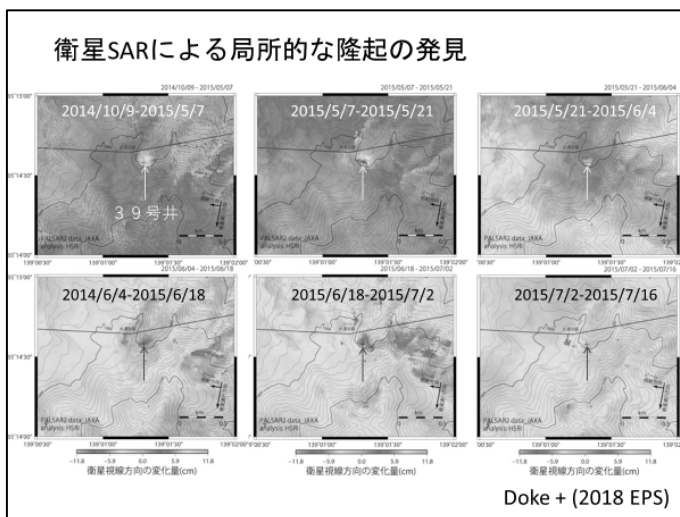
This is a series of pictures of Owakudani where the 2015 eruption occurred. I am showing this picture taken on May 11, 2014, a year before the eruption. There was no visible steaming in the photograph. This another picture was taken on May 3<sup>rd</sup>, 2015. In this picture you can see the the steam coming out. First, the visible steaming activity was only



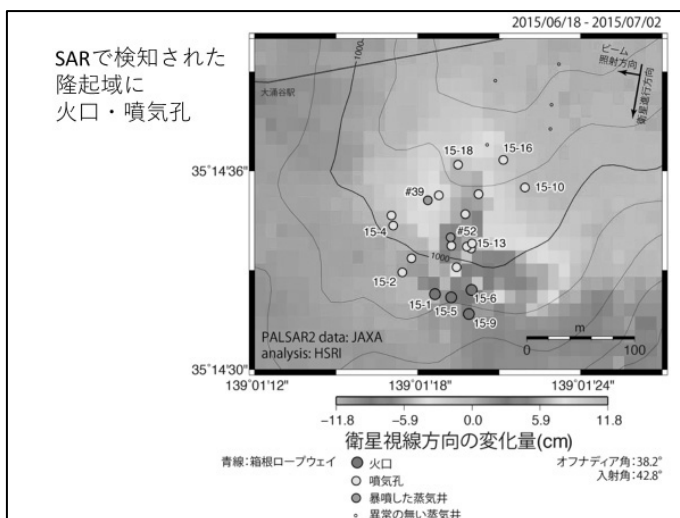
observed from this well. But as time goes by, steaming started in the surrounding wells and the ground. The steaming activity still remains like this.

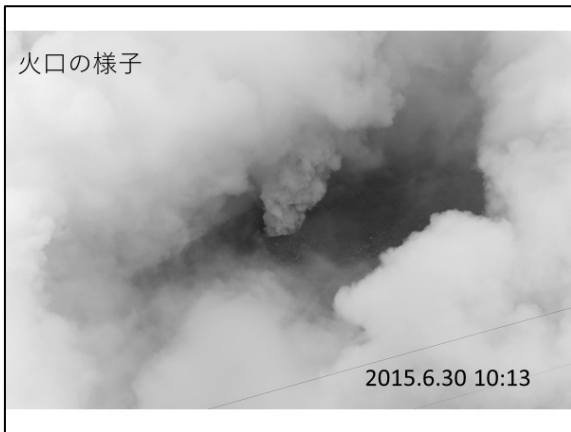


So, what kind of observation was made at this time? One major thing was that the GNSS observation. Now with this, we were able to capture the inflation of Hakone. The blue dots are for the 2001 unrest and the red for the 2015 unrest and eruption. You can see they look very similar in terms of seismicity and amount and speed of inflation of edifice. This was very helpful high-tech observation for us.



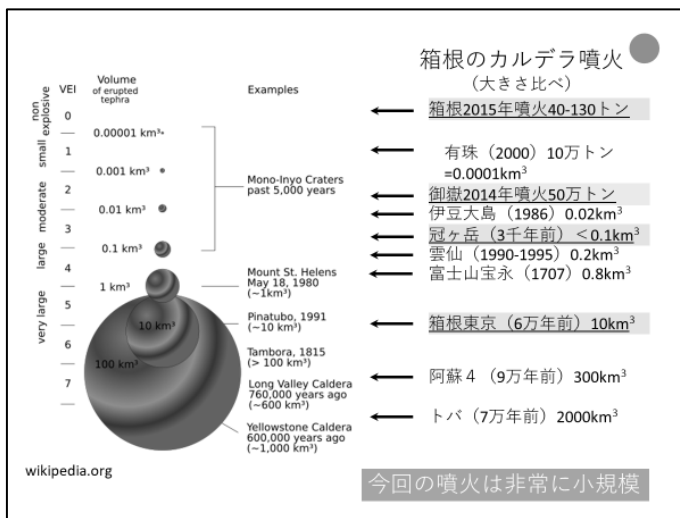
This shows ground deformation using the satellite SAR and the observation plays the major role in 2015. The SAR observation implied very local uplift of the steaming well and its surrounding. Such an inflation had been observed for 2 months before the eruption and the inflation had stopped probably when the eruption took place. So, we thought that the area of local uplift is the potential area of the eruption center of the future eruption. We thus made a no-entry zone around here and actually at the time of eruption took place, no one was there. Indeed, the vents of the eruption created in the uplifting area. So, what kind of an eruption was it?





The previous presenters before me showed a lot of beautiful magmatic eruption, but in case of Hakone, it was not pretty at all, just like a steaming but larger size. Actually, I was watching it closely but could not understand what was going on. So, yes, I saw fumarolic gas a lot of them coming out. But we don't know if it's eruption or not.

You can see these areas where steam is coming out vigorously. There is a new crater here. We were then able to understand that the steam coming out from a newly formed crater made this eruption.



And this eruption was very small scale, just 100 tons of the ejecta and in Mount Ontake it was 500,000. So, it's just 1/5000 of the Mount Ontake eruption.

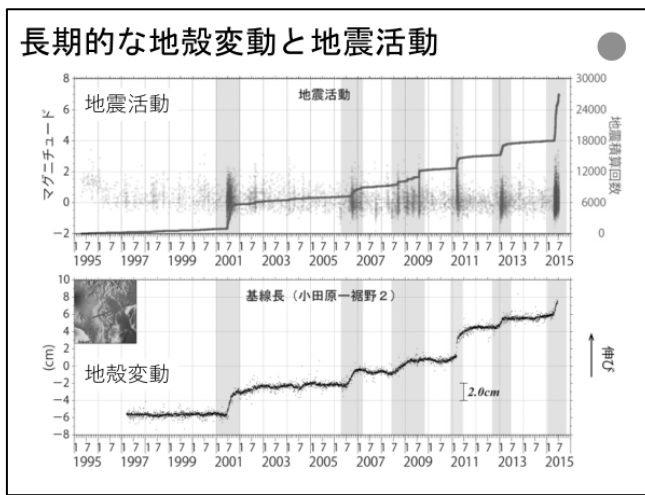
On May 3<sup>rd</sup>, 2015, as I showed you earlier, the steam wells fell into the blow out condition. Then 3 days later, level 2 was announced and the Owakudani area was prohibited to approach. Based on the observations, we set up the no enter zones, but there was a problem. Owakudani was used to make the artificial hot springs and now we are saying that is off limit. But unless you go into this area, you won't be able to maintain the facilities used to create the hot springs and therefore the mass media

### 2015年噴火と防災対応の特徴

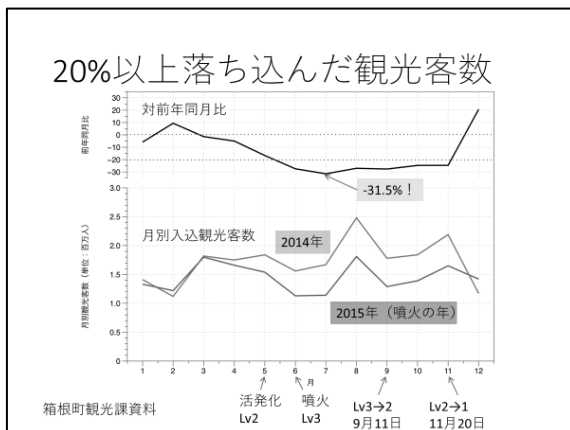
- 暴噴開始 (5月3日) から3日後にレベル2が発表。大涌谷の立入制限。
- InSARの観測結果に基づく立入制限により、造成温泉の供給不安。大量の報道で客足ダウン。
- ごく小規模な水蒸気噴火 (噴出量100トン程度)。事態はコントロールの範囲内。
- 行政・観光業者の安全アピールが裏目に。

噴火後、コンサルタントを雇って報道対応を演習。

reported that maybe we will see a shortage of hot spring water. The phreatic eruption was very small scale and mitigation measures at that time was under the scenario of the existing measures. The tourism industry wanted to appeal safety and actually they said that Hakone was very safe. However, this campaign effort gave a negative effect, because such effort didn't consider reaction of the potential tourist. The ordinary people outside Hakone considered such arguments to protect the tourism industry. The people in Hakone regretted the mistake and after the eruption, the municipal government and tourist organizations hired a consultant firm and learned how to deal with the mass media.



We consider that the Hakone volcano is in active period since the beginning of the 21<sup>st</sup> century. The reason why we believe so is the baseline across the volcano. As you can see from this slide, the base line length jumps every 2 or 3 years. At the timing of the jump, seismic activities also increased. We believe that such mode of activity will continue in the near future and we expect future volcanic unrest.



2015年噴火の反省点

- ・リスクコミュニケーションの不在

箱根を  
守ろう

箱根を  
伝えよう

So, 2015, the eruption once again. How much did the tourism industry drop, 31.5% drop compared to the previous year was the deepest drop that we have seen. I am a public servant. So, I don't really understand how much this will affect the industry, but as I've heard a 10% drop is quite damage to the industry. So, more than 30% drop means that some businesses may go bankrupt, now 30% drop in tourism. Of course, the government wanted to do a lot of things and so what we did was a campaign to protect the Hakone region, save Hakone was the slogan. But actually, this was criticized greatly because what is it that we wanted

to protect in Hakone. People asked us, were we trying to protect the businesses, are we trying to protect the tourism organizations? Many people thought that this indicated that we were trying to protect businesses. Then we reformed campaign and the new slogan was communicate about Hakone, although this campaign disappeared unknowingly.

## 2015年噴火の反省点

- ・リスクコミュニケーションの不在

**箱根山 警報の名称を「大涌谷」に変更？ 国交相**

箱根山は、26日も大涌谷周辺の温泉供給施設で蒸気が舞いよく噴出する様子が見測されており、火山性地震は今日21日以降、26日午後3時までに165回に達した。一方、太田明広国土交通大臣は閣議後の会見で、気象庁が発表に使っている「箱根山」という名称を「大涌谷周辺」という表現に変えられないか検討する考えを明らかにした。

気象庁によると箱根山周辺で発生した火山性地震の数は、今日15日から20日までの6日間で755回、21日からきょう26日午後3時までの6日間で165回に達した。

地球観測衛星だいち2号で国土地理院が観測したデータによると、今日10日から24日までの2週間で大涌谷の200メートルのごく狭い範囲では最大で12センチの地殻変動を観測した。

一方、神奈川県箱根町では国交省に対して「箱根山全体が大変な状況にあるという印象を広げ、風評被害につながりかねない」として、気象庁が発表する「火山情報」の名称を「大涌谷周辺」に変更するよう要請。

太田国交相は26日の閣議後の会見で、箱根町からの要請を受けて、「現時点ではここが一番急がないが、この事態は大丈夫、という情報を正確に発信できる方法を検討・研究する」と語った。

Another big problem was name of Hakone. Hakone was a wonderful, big brand. But people in Hakone were unhappy during the crisis because alerting from Japan Meteorological Agency reports status of Hakone unstable. Thus, the people in Hakone requested to the agency to use Owakudani instead of Hakone and the ministry accepted this. This was surprising and also criticized very much by the general public and therefore businesses started to rethink. They launched a large meeting named Volcano Hot Spring Tourism \_Summit and the tourism industry people called upon researchers from overseas as well as researchers in Japan. They weren't interested in volcanoes in the past, but the businesses in the Hakone area started to study about the volcano. They had some learnings from this experience.

## 火山🌋観光サミット

箱根宣言

正しく火山を学習・理解する  
正しく情報を発信する



## 箱根の観光業者さんの結論

観光とは？

「光」を「観」る。平和を礎にしている。心を豊かにするために来る。みんな笑顔になるために来ている。

観光業者さんの立場としては、

少しでも問題のあることは、伏せておきたいという心があった。  
(安全だと言うことをアピールしたかった)

レビュー・マネジメント (評判管理) の重要性

観光は不要不急。  
あえて行きたいと思う気持ちなどがどこで成り立っているか、お客さんの身になって考える。

どうすれば良いのか： 火山と共生しているという認識を持つ。  
対応をかみ砕いて話す (安全の宣伝はしない)。

Their conclusion is like this; *kankou* which means tourism in Japanese language composed of two Kanji characters indicating see and light. So, what this indicates is that people come to see peaceful views and by seeing

these peaceful views, people are healed, they relax and they become very happy. The tourism industry, the operators had thought that they should hide any problems if there were any. That is because it would just cause loss of visitors. It may cause a loss but the loss could be much larger when the potential visitors feel the tourism people hide something. Reputation management is rather much more important in this case. Tourism is something that you don't have to do because you are just coming to see a very peaceful view. You are not coming to Hakone to see something abnormal happening.

Only the volcanologist would go to a volcano area when eruptions are occurring. No tourist would come. So, we have to think and we need to put ourselves in the shoes of the tourists. We need to be aware that we are living together with the volcano, and we shouldn't say that this area is safe, rather we should tell them what we are doing in order to live together with the volcano. So, that was the learning of the tourist industry.

**2019年レベル2の対応に見る箱根の進化** ●

事態の切迫性の低さや、マスコミの飽きに助けられているかも知れないが？

- マスコミ対応の進化
- NGワードの設定
- 活火山箱根の受容

最悪中最悪のシナリオ	山体崩壊
最悪のシナリオ	溶岩噴火
最悪中最良のシナリオ	水蒸気噴火

「最悪」を描くことは火山地質学者の使命！

So, in 2019, what did we do? In 2019 the InSAR did not pick up any inflation or uplift of the ground. It wasn't an urgent situation as in 2015. Also, we already had the eruption in 2015, it seems that the mass media did not consider the volcanic unrest valuable to report. But I believe that they have all gone through their own development and we

also learn how to deal with the mass media. People in Hakone decided to communicate the information. And when they are asked to answer the question made by the mass media, they avoided the words that the mass media may sensationalize. For example, we see a drop in tourism. We are worried about the future activities of the volcano. If they say these things, it will come up in the TV reports and media would report again and again. It is only going to have a negative impact. They decided that they will accept that Hakone is an active volcano and once they accept that it just becomes a fact. We don't have to say it's causing fear or that we are worried. We just accept the mountain as is and that really worked. In the event in 2019, yes, we are seeing a drop in the number of tourists, but we haven't seen an unnecessary great drop.

I am looking at geology of volcanoes, and I know that the worst scenario would be a sector collapse of the volcanic edifice. Probably, mid-level bad scenario is a lava

eruption and even if it is a bad scenario, one of the best worst scenarios would be a phreatic eruption. So, that's what I am saying to the local residents. I am volcanologist, I have to think about the worst case scenario. So, I explain that what the very worst would be and I believe it is our mission as volcanologists to tell the public what the worst case scenario could be.

I am very sorry to be making some PR in the end. On January on the 15th and 16<sup>th</sup> in 2020, we will have a study conference. We have some brochures out there at the entrance for you. On the 16th we will have a symposium for general public. We will have simultaneous interpretation. I do hope that you can join us. Thank you very much.

### **MC**

Thank you very much for the presentation. Are there any questions from the audience?

### **Male Questioner**

I am Nakamura from Yomiuri Shimbun newspaper. Thank you very much for the presentation. You have talked about dealing with the mass media. Actually, I lived in Kagoshima and when the Mount Shinmoedake erupted, yes, there were these groundless rumors going around. So, how would you like to see the mass media report about these incidences? I believe there is a mismatch between what you want being reported or what we think is important to report. So, what is it that we should communicate?

### **Kazutaka Mannen**

We are not trying to hide things or we are not trying to report something that the government only wants to report it. I hope you just deal with the facts. But during the 2015 crisis, you mass media people tend to go to several certain persons to have comments and you try to make them say what you want to hear like we are worried about when the hot spring will stop or we are worried about this situation. You tend to bring out these comments that you want to hear. That was the case especially TV reporting and that caused significant negative impact for locals. \_Also, there were some academics who follow the same track of such an easy mass media and that caused a problem too.

### **Male Questioner**

Well, then specifically, for example, do you have one contact point for the mass media or do you have any person, for example, the tourist industry calling on these press conferences?

**Kazutaka Mannen**

Well, in 2015, after the eruption, the emergency management of Hakone town had a press briefing everyday. That is the what I heard from the town officers. We didn't have such a regular briefing before the eruption. In the crisis of 2019, I heard that the tourism industry also had one contact point with the media to explain what the industry is doing for the tourist.

**Male Questioner**

Thank you.

**MC**

Thank you very much. I believe it is time. So, with this we'd like to end the part one, the first part of our workshop. Thank you very much to all the presenters. Second part will be the panel discussion. We are 5 minutes behind schedule. Let's take a 10-minute break and we will start the panel discussion from 3:05. Thank you.

## Session 2: Panel Discussion

**Coordinator:** Setsuya Nakda

**Panelists:** James Kauahikaua    Marta Lucia Calvache    Supriyati D. Andreastuti  
Hidenori Furuichi    Keiji Doi    Hiroshi Shimizu

### MC

Now, we'd like to begin the panel discussion in the second part of this workshop. I'd like to invite the panelists to the front stage. So, let's begin the panel discussion. From NIED we have Dr. Nakada to take the coordinator role of the panel discussion.

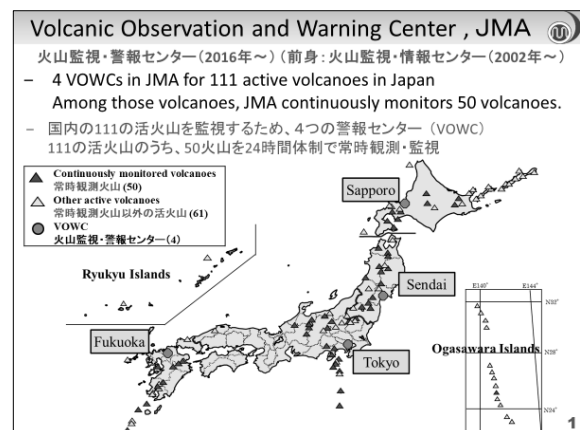
### Setsuya Nakda



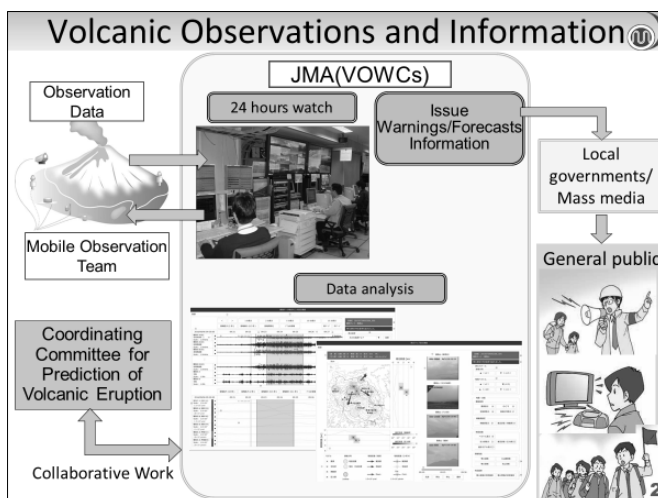
We'd now like to begin the panel discussion. The title is 'Crisis Management for Volcanic Eruption'. So, well, crisis management itself is not easy to address. I'd like to focus on how to evaluate risk, which is the basis of crisis management. From the left, from Hawaii, we have Deputy Chief of the Hawaiian HVO, Dr. James Kauahikaua. Next to him is Dr. Marta Lucia Calvache from Colombian Geological Survey. Next to her is from Indonesia, Volcano Geological Disaster Mitigation Center, Dr. Supriyati Andreastuti. And from Japan side from the left from the Cabinet Office, we have Mr. Hidenori Furuichi, Counsellor for Research and Planning. And we have Mr. Keiji Doi from the Japan Meteorological Agency (JMA), and we also have Prof. Hiroshi Shimizu from the Kyushu University. As for Mr. Doi and Prof. Shimizu, it's the first time for them to speak to you. So, I'd like them to introduce themselves and give a short presentation. Mr. Doi is going to talk about the work done by JMA and initiatives for volcano disaster. Prof. Shimizu is going to talk about next generation volcano projects and others. So, Mr. Doi, please.



## Keiji Doi



Good afternoon. My name is Doi from JMA. Please allow me to remain seated. Now the crisis management of the JMA at the volcanic eruption. So, what kind of business or operations do we do at JMA? That's what I want to first talk about. In the morning, Mr. Furuichi of the Cabinet Office talked about this, but there are 111 active volcanoes throughout Japan and we monitor 50 volcanoes using our own JMA monitors 24/7.



We have four volcanic observation and warning centers in Sapporo, Sendai, Tokyo and Fukuoka. And in each center, they are monitoring 24/7. So, there are staff members for that and there are many seismometers, tiltmeters, GNSS, and monitoring cameras. All those devices we have and always monitor the 50 volcanoes. Now utilizing or analyze those data and

evaluate the data, we decide that there is some anomaly in the volcanic activities. We dispatch a team to enhance our monitoring system and also we try to send out information on the situation of the state of the volcano and if we need to be on alert, we also issue a volcanic alert and that's what we've been doing since 2007.

### Volcanic Warnings (since 2007)

#### 噴火警報(2007年～)

- Volcanic Warnings are issued for 111 active volcanoes and specify "target areas" where extremely dangerous volcanic phenomena (such as ballistic projectiles and pyroclastic flows) are expected.
- 噴火警報は111の活火山に対して発表し、生命に危険を及ぶ火山現象(大きな噴石や火砕流など)が予想される範囲を明示

噴火警報(火口周辺)

Near-crater Warnings

噴火警報(居住地域)

Residential Area Warnings

Residential areas 居住地域

Target areas 警戒が必要な範囲

For volcanoes which Volcanic Alert Level system is applied, the level is provided  
噴火警戒レベルを運用している火山では、噴火警戒レベルを付けて発表 3

There was a talk from Professor Iguchi that we should specify the alert areas, but right now in JMA we try to specify which area is especially dangerous and what kind of a situation or phenomenon is happening in local units and what should be – what kind of alert should we have towards them. So, we try to send out those information and if we look at that in detail. As former presenters said, there are alert levels from 1 to 5. So, what is the current state of volcanic activities and what kind of hazards can be considered? Those information put out and to the levels what kind of response should be needed by the residents or by the people. We try to connect those so that the local disaster prevention organizations

### Volcanic Alert Level System (since 2007)

#### 噴火警戒レベル(2007年～)

- Five levels describing "target area" and "actions to be taken".
- Operated in accordance with the local evacuation plan through coordination in a local Volcanic Disaster Management Council.
- 「警戒が必要な範囲」と「とるべき防災対応」を5段階に区分
- 火山防災協議会での共同検討を通じ、地元の防災計画と一体的に運用

Classification	Alternative Term	Target area	Levels & Keyword	Expected volcanic activity	Explanation	Actions to be taken
Emergency Warning	噴火警報	Residential areas and non-residential areas near the crater	Level 5: Evacuate Level 4: Prepare to evacuate	Explosion or increased eruption from the crater	Explosion or increased eruption from the crater and pyroclastic flows are expected to be emitted from the crater.	Evacuate from the target areas and take necessary measures to avoid volcanic hazards.
Warning	噴火注意報	Non-residential areas near the crater	Level 3: Do not approach the crater	Explosion or increased eruption from the crater	Explosion or increased eruption from the crater and pyroclastic flows are expected to be emitted from the crater.	Identify the target areas and take necessary measures to avoid volcanic hazards.
Forecast	噴火予報	Around the crater	Level 2: Do not approach the crater	Explosion or increased eruption from the crater	Explosion or increased eruption from the crater and pyroclastic flows are expected to be emitted from the crater.	Identify the target areas and take necessary measures to avoid volcanic hazards.
Forecast	噴火予報	Inside the crater	Level 1: Potential for increased activity	Explosion or increased eruption from the crater	Explosion or increased eruption from the crater and pyroclastic flows are expected to be emitted from the crater.	No action required.

Levels linked to actions to be taken  
取るべき防災対応でレベル分け

↓

Timely and appropriate disaster management  
迅速で的確な防災対応

4

and also the local JMA organizations will work together. So, in this way, we are promoting the volcanic disaster mitigation.

### Eruption of Kusatsu-Shiranesan (2018)

#### 草津白根山(本白根山)の噴火

Map around Kusatsu-Shiranesan

Contour map of mass distribution of volcanic products (total 36,000 ton)

Camera image from the summit station (Source: Kusatsu town office)

A gondola hit by volcanic rocks

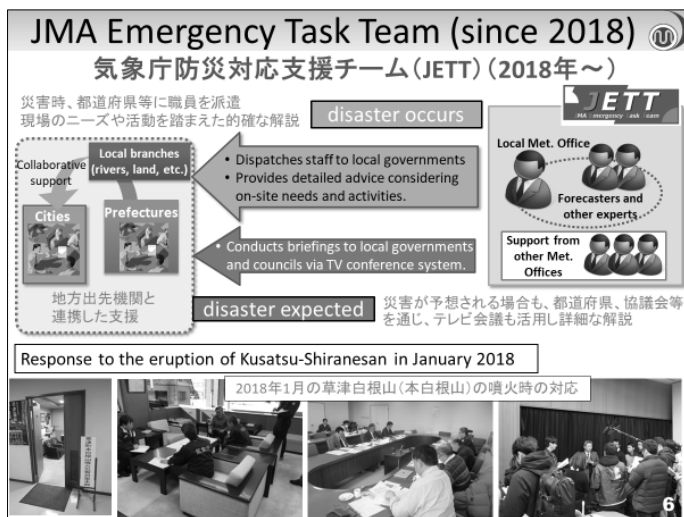
Volcanic rocks around craters

From the 141th Coordinating Committee for Prediction of Volcanic Eruption meeting material (第141回火山噴火予知連絡会資料より) 5

Up until now, I heard in the presentations that the case about the Kuchinoerabu-jima and also Hakone volcano and Mount Ontake and very latest one, last year in January there was eruption of Kusatsu-Shiranesan and I would like to talk about this case. This Kusatsu-Shiranesan eruption is really small in scale. No one was expecting this. The eruption

occurred from the old vent that was slightly away from the one that we usually monitor. We took some emergency measures and we needed to be extra careful.

This is a ski resort area. So, there are some gondolas on the ski slopes and that was damaged by the rocks. And also the self-defense force personnel which were training in this ski area lost his life.



For JMA, it's not just this eruption in Kusatsu-Shirane, but whenever we had some anomaly in the volcanic activities, we dispatch staff to the local governments and work with the prefecture and in case of Kusatsu-Shirane, we dispatched personnel to the Kusatsu Town office and try to get latest information and think about what should be done and

what is the most dangerous areas. We tried as much as possible to identify and analyze the data and provide some advices. The pictures below are that we provided some information or advices when all the related organizations are present and the mayor of Kusatsu brief the media and also met the media people, and we also explained about what can be read from the JMA data.



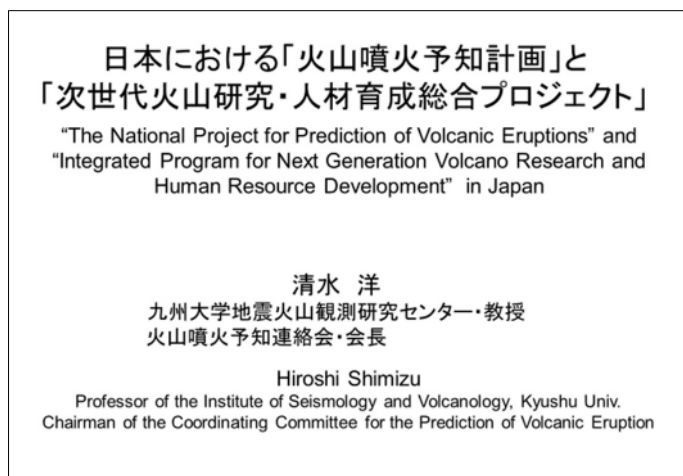
Especially, immediately after the eruption when we need to rescue people, even after we rescue people from the mountains, we have to maintain the ropeways and the various operations that need to be done even when the risk of the eruption is rising. And so we try to analyze the situation from the data of JMA and also the state of the plume, and we have

to convey to the team members in the field and whenever we see some higher risks, we tell the staff to evacuate immediately. For example, we zone the 2 kilometers radius from the crater as a dangerous area, off-limit area, so that we can secure or guarantee the safety of the people who were working in the field. With the police or the self-defense force staff or the fire fighters, we have to ensure the safety and for that end we create rules. So, give some instructions clearly whether they can go work in the field or whether they should evacuate immediately or not. So, such operations were done also in case of Kuchinoerabu-jima and in case of Mount Ontake, yes, we tried to this as much as possible. So, of course, we cannot be perfect all the time. We have to learn from what we didn't done perfectly and enhance the monitoring system, and we try to learn from what we have done and try to improve our future efforts. That's all. Thank you very much.

## **Setsuya Nakda**

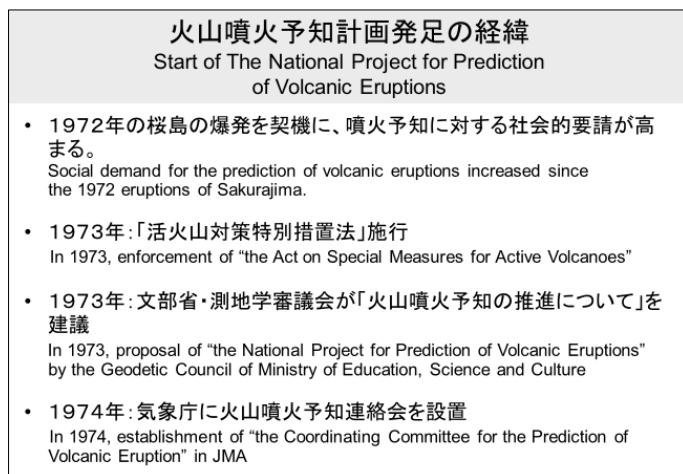
Thank you very much. Next, we'd like to go on to Professor Shimizu, please.

## **Hiroshi Shimizu**



My name is Hiroshi Shimizu from Kyushu University and I will talk about the national project for Prediction of Volcanic Eruptions and the Integrated Program for Next Generation Volcano Research and Human Resource Development in Japan. I am also the chairman of the Coordinating Committee for the Prediction of Volcanic Eruption, also for the

Integrated Program for the Next Generation Volcano Research. So, I'll be talking about these two projects.



First, about the project for the Prediction of Volcanic Eruption. This project started in 1973 and since then although the name has changed, we have maintaining this project. The starting point of this project was 1970s when the Sakurajima became very active, and there was great social demand to predict volcanic eruptions. And then in 1973, the

Geodetic Council of the Ministry of Education made a proposal about the national project for Prediction of Volcanic Eruptions and the universities and related ministries got together to come up with this research project for predicting volcanic eruptions. It was a 5-year project and then in 1974, the Coordinating Committee for the Prediction of Volcanic Eruptions was established in JMA in order to assess volcanic activities and also to exchange information.

We had made the prediction projects from the first phase up until the seventh phase since 1974. So, it went through these 5-year project. The purpose as indicated at the top is to enhance our monitoring capabilities, also to nurture people who research and monitor the volcanoes. And researches are responsible

**火山噴火予知計画(第1次～第7次)の概要**  
Outlines of the National Project for Prediction of Volcanic Eruptions in Japan

**計画の内容 Contents of the project**

火山観測研究の強化 Reinforcement of volcano monitoring and observational research at volcanoes	火山噴火予知高度化のための基礎研究の推進 Promotion of basic research for higher-grade prediction of volcanic eruptions	火山噴火予知体制の整備 Strengthening of the scheme for the prediction of volcanic eruptions
--	---	---

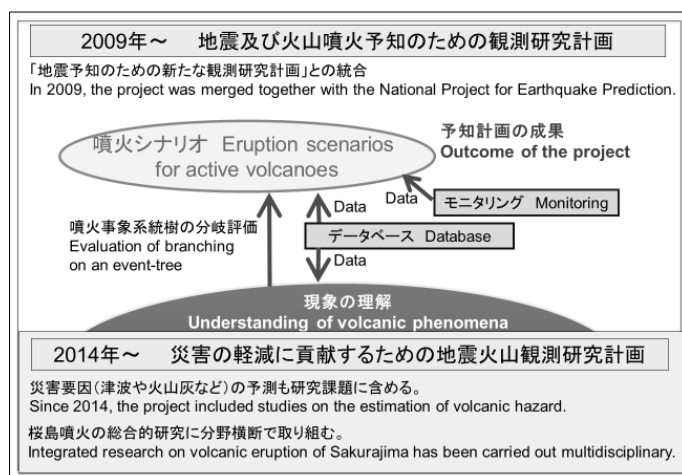
大学や気象庁などの火山観測所や火山観測システムの整備がなされた。  
Universities, JMA and national institutes established volcano observatories and reinforced their observation networks and systems.  
集中総合観測や火山体構造探査が実施され、火山噴火ポテンシャル評価手法の研究が進んだ。  
The comprehensive joint observations and the joint experiment on subsurface structure of volcanoes were carried out in order to evaluate the potential of volcanic eruptions.

for mainly universities and national institutes. So, from the first phase to the seventh phase, there are some differences, but basically there are three pillars in this as indicated in the middle part of this slide.

First one is reinforcing the volcano monitoring and observation research. The second

point is promoting basic research for higher grade prediction of eruptions and then thirdly strengthening the scheme or system for prediction. And based on these, research has been carried out, but during this time, right after the project started in 1977, the Mount Usu erupted. This picture is in 2000 eruption of Mount Usu.


Then in 1986, the Izu-Oshima erupted and people in whole islands evacuated. After that in the 1990s, the Unzen Fugen-dake in Nagasaki erupted from 1990, and 43 people died because of this pyroclastic flow. It's not here, but of course Sakurajima continue to erupt, ever since. Miyake-jima, there are other mountains that have erupted through this time, also including Mount Asama. So, through this experiences, I believe there are two major achievements that have been made. One is that universities and JMA were able to establish their volcano observatories and observation systems. So, we now have this network of observation points in order to make monitoring and research. Second is that we can advance research for evaluation of an eruption potential by annual comprehensive joint observation and survey of subsurface structure in volcanoes. Of course, we may not have good networks to monitor volcanoes that has become active, but we are using the capabilities that we have to understand and assess the current activities of the volcanoes and also the basic information to indicate where magma will come up from or eruptions will occur. This will be taken from the subsurface structure research on volcanoes.



Then, in 2009, the project was integrated with the project for earthquake Prediction. And as you see here in this slide, within this integration, we have the volcano part within this integration. The volcano prediction part is actually written here. There were collaborations between

earthquake and volcanoes in the past, we're now looking at the interaction between them and also the biggest characteristic would be as you see at the top left here, eruption scenarios. So, prediction systems as a part of this we have eruption scenarios being proposed. Based on experiences of past eruptions, we provide event trees and through prediction research we are trying to heighten and advance these eruption scenarios.

After the Great East Japan Earthquake in 2011 which caused great damage, there was a reconsideration of this prediction project. So, from 2014, we now have this earthquake and volcanic prediction project in order to lessen the hazards from these disasters. Now, we are including a prediction of hazards in our research. In the past, we have only been focusing on the volcanic activity predictions, but from 2014 and onwards we have included the prediction of hazards accompanied by these eruptions or earthquakes, for example, tsunami as well as ash fall. And also with the Sakurajima eruption, we now have a more multidisciplinary approach to look at the eruptions. And hazard research is also being carried out. It's not just prediction from scientific viewpoint, we are also looking at disaster preparedness on the part of regional governments. So, we now have a more comprehensive coverage from the multidisciplinary viewpoint, especially on Sakurajima. The prediction project is still ongoing.

火山噴火予知研究の達成度 Level of Achievement of Study for Prediction of Volcanic Eruptions
<ul style="list-style-type: none"> <li>火山噴火予知の5要素: 時期、場所、様式、規模、推移 5 elements of prediction of volcanic eruption : <i>when, from where, what kind of, how large, how long / till when</i></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>発展段階 Level of achievement: 段階1. 火山活動の異常を検出して噴火の可能性を推定できる。 Level 1. Possibility of eruption can be estimated by the detection of anomalies.</li> <li>段階2. 噴火事例と観測データから、噴火を経験的に予測できる。 Level 2. Eruption can be predicted empirically based on the past eruptions and observation data.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>段階3. 物理・化学モデルに基づき、噴火を定量的に予測できる。 Level 3. Eruption can be predicted quantitatively on the basis of physical and chemical models.</li> </ul>

Now what is level of achievement so far? Well, we believe that there are five elements for predicting of volcanic eruptions, including when, where, the type of eruption and how big will it be and how long will it continue. These must all be predicted if we are to have a complete volcanic eruption prediction. However, of course, it's

very difficult to achieve all five. So far when and where – we can monitor the volcanoes, we can predict to a certain extent. But the type of eruption or eruption transition is still very difficult to understand. So, we have level 1, 2 and 3 as level of achievements. Level 1 is to detect the anomaly in volcanoes so that we can estimate time of possible eruption. At the JMA, we have 50 among the 111 active volcanoes being monitored. Therefore, I believe that we have come to level one for most of the volcanoes.

Level 2, empirically predicting based on past data. We do have some data on several volcanoes that have been quite active in order to do this empirical

prediction. Well, it's probably safer to say that we have the possibility of doing that. But for level 3 based on physical and chemical models predicting the quantitative part of eruption, this is still very difficult but we are aiming towards this. So, this is how far we have come in volcanic eruption predictions.

**2014年9月27日御嶽山の噴火**  
The 2014 eruption of Mt. Ontake

死者・行方不明者63人、けが人69人。  
63 people were killed or missing, and 69 people injured.

**課題:**  
Problems:

- ・水蒸気噴火の予知  
・Prediction of phreatic eruptions
- ・リスクコミュニケーションと情報伝達  
・Risk communication and transmission of information
- ・火山専門家の不足  
・Lack of the experts engaged in observation and research of volcanoes

Now, research is ongoing, but as we've been hearing from several presenters, Mount Ontake erupted in September 27th, 2014. The scale of the eruption was not that great. It was a phreatic eruption, but there were 64 killed or missing people. This was the worst volcanic disaster that occurred after World War II and the biggest problem that

we faced with this one, some lessons learned from this is prediction of phreatic eruptions. In the past, the prediction of volcanic eruptions was focusing on magmatic eruptions. There were research on phreatic eruptions, but like for Sakurajima, for Izu-Oshima or Mount Asama, the magmatic eruptions were the focus of research and therefore once again we learned that phreatic eruptions will be important. Only we will see signs of phreatic eruptions, very close to the actual eruption. The scale may not be that big, but it's very difficult to predict and now we are having more monitoring around the crater.

Second is risk communication and transmitting information as many people have said before me. This is the part that didn't function very well and that led to many deaths and injuries. We need to have more systematic research on this. In the prediction project right now and the latest plan it does include risk communication. However, up until Mount Ontake's eruption, in the prediction project risk communication was not included. So, once again, we learned a lesson that it's very important. Also, as we promote such research, we still have a lack of experts who

can get involved in that. So, having experts is important too.

**次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト**  
Integrated Program for Next Generation Volcano Research  
and Human Resource Development

**次世代火山研究推進事業**  
Promotion of the Next Generation Volcano Research

- ・火山観測データの一元化・流通を実現し、「観測・予測・対策」の一体的な研究を推進。
- ・Promotion of integrated volcano research encompassing observation, forecasting and countermeasures with unifying volcano observation data.

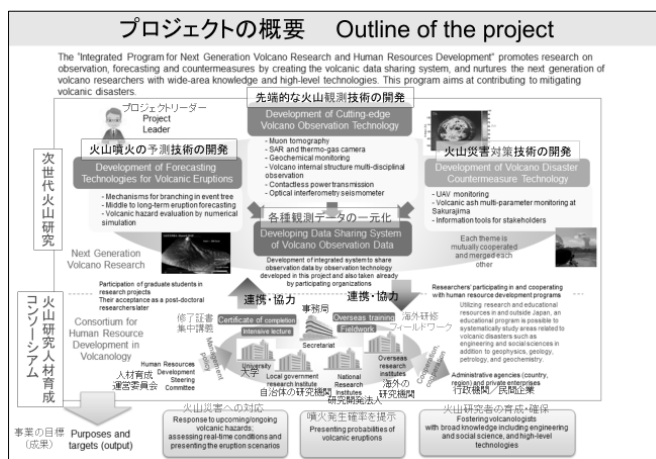
**火山研究人材育成コンソーシアム構築事業**  
Construction of the Consortium for Human Resource Development  
in Volcanology

- ・広範な知識と高度な技能を有する火山研究人材の育成・確保。
- ・Nurturing and securing human resources with wide-area knowledge and high-level technologies in volcanology.

That is why we have decided to have the Program for Next Generation Volcano Research and Human Resource Development since 2016, which is a 10-year plan project. And there are two pillars to this. Indicated in red here, the first

one is the promotion of next generation volcano research. The second one is to construct a consortium for human resource development in volcanology. In the next generation volcano research, we want to make integration or unification of every volcanic data, and to encompass volcano researches for observation, forecasting, and countermeasures. We want to bring all these three aspects together.

On the other hand, the consortium for human resource development, we want to have high level experts with an extensive knowledge and high-level technologies in volcanology.



This would be my last slide. This is outline of the project. We have two pillars on next generation volcano research. That's the upper half and the second part is the consortium for human resources development. In the volcano research, there are four pillars. One is to have advanced technologies for volcano

observation. For example, developments of Muon tomography and SAR radar, and the thermal gas camera usage to look at how urgent the eruption could be in certain active volcanoes. And for prediction, looking at the mechanism through boiling up observations as well as looking at the hazards through simulations.

Right hand side, the countermeasures against disasters. Right now, we are trying to capture the actual eruption as it occurs so that we can have good risk communication. These three pillars at the basis would be a shared data. And the consortium for human resources, the research institutes, universities, overseas organizations we will collaborate together to nurture young people. Because we don't have enough experts, we can only teach a certain area in one university. We want to make sure that we build a network of these institutes so that we can cover a wide area and the grad students can become RA or research assistants to get involved in the volcano research which is a tough part of this. The output would be advancement of volcano research technologies. Thank you very much for that.

**Setsuya Nakada**

Thank you very much for your presentation. So, now we'd like to begin the discussion. But let me just repeat that Mount Ontake's eruption really was the turning point of research of volcano here in Japan and volcano management and



Mr. Furuichi from the Cabinet Office, the role of the council and also the alert level. Could you please touch upon these topics again?

**Hidenori Furuichi**

Yes, let me repeat again what I discussed during this morning. But as requested, let me touch upon the topics. In 2014, Mount Ontake erupted. Climbers and residents evacuation became very important. So, that was identified as a very important challenge and lesson. For some volcanoes, the volcano disaster management councils were established and research being done. But then councilors were not established for some other volcano. So, even with councilors there was a kind of a gap in terms of to what extent the experts were involved. In the amendment of the law in the following year, the council for each volcano was to be established according to the law and the positioning or the role of that councilor was clarified. And in principle the council needs to be established for all volcano and not just government people but also experts and tourism organizations as well as other relevant people need to be involved.

As for formulation of plans, as already introduced and as I said during this morning, the framework of the council needs to be utilized. For each volcano, the plan hazard map and evacuation plan and disaster management plan need to be prepared and for that we need to utilize the alert level. And in response, evacuation plan needs to be prepared and that is to be shared among stakeholders. And from a normal time, the council framework needs to be there in order for people to be able to communicate on daily basis so that when there is some sign of eruption and when activities are getting higher or when eruption actually occurs, they need to be able to respond immediately. So, such a framework is mandatory in a normal time and also plans need to be formulated under the normal time. So, that is clarified under the amendment of the law back in 2015.

**Setsuya Nakada**

	日本 Japan	アメリカ USA	イタリア Italy	インドネシア Indonesia	フィリピン Philippines	NZ	チリ Chile
防災施策全般 (意思決定) General measures	内閣府 Cabinet office	連邦緊急 事態管理庁 FEMA	国家市民 保護局 DPC	国家防災庁 BNPB	国家防災庁 DVA 国家防災訓練センター LDKPHC	研究科学技術 院 NoRST	内務省緊急 準備総局 ONENI
防災対応 Countermeasure	地方公共団体 Municipalities	州・地方自治体 State/municipals	州・地方自治体 State/municipals	州・地方自治体 State/municipals	州・地方自治体 State/municipals	国家危機管理センター NCMC COEM	
監視・警報 Monitoring & warning	気象庁 JMA 国土交通省 国土院 国土院 国土院	海洋大気庁 NOAA	民間航空局 ENAC	火山地質 災害防災センター CVGHH	フィリピン 火山地質 研究所 PHIVOLCS	GNS Science	国立地質鉱業 調査所 SERGEOMIN
調査研究 (国アロ) National project	防災科学 研究所 NIED 産業研 AIST 情報通信研 NICT	米国地質 調査所 USGS	イタリア国立 地球物理学火 山学研究所 INGV				
学術研究 Academic research	大学 Univ.'s	大学 Univ.'s	大学 Univ.'s	大学 Univ.'s	大学 Univ.'s	大学 Univ.'s	大学 Univ.'s
行政機関 Admin. organ	国立研究機関 Natl. Res. Inst.	大学 Univ.'s	民間機関 Priv. organ		内閣府 火山防災対策会議(第5回)より改変 Modified from the report of Cabinet office		

Thank you very much. I wanted to put together the background and where we found problems.

I'd like to give you a summary that I put together. This has been introduced by Mr. Furuichi already. I've just put some modifications to this. So, it says national volcano disaster risk reduction system, and this is put together by the cabinet office with some modification. At the

top the government, central government organizations and we have municipalities and other public organizations in charge of disaster management. We have the USA, Italy, and Indonesia, maybe Colombia may have a similar structure. But what's different is that we have so many players here in Japan. That's very different from other countries, especially the warning – well monitoring and warning and that's JPA and also research organizations. There are so many that are involved in those stages of monitoring, warning and national projects. This is probably because of the very strong silos that accessed here in Japan, and this is probably hampering or acting as a hindrance of good disaster management. This was discussed in the previous workshop. So, this is just a review of what has been discussed already.

2017年のワークショップの議論から

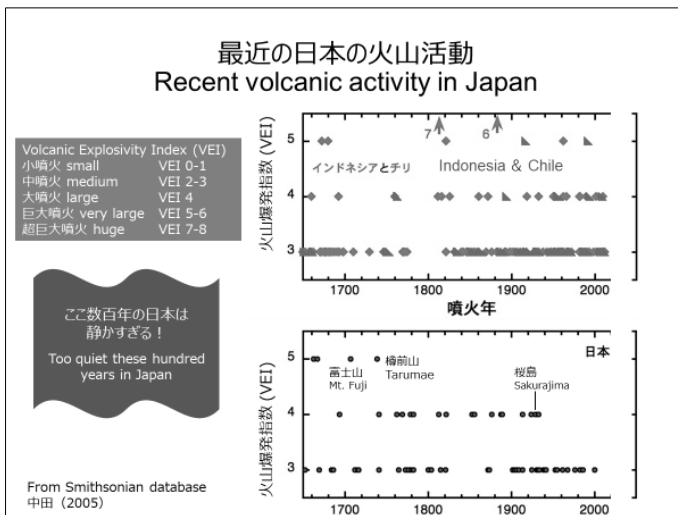
日本における火山防災・研究体制の課題  
Problems in Volcano Disaster Risk Reduction of Japan

- 火山防災に携わるプレイヤーが多すぎる。
- 研究・対策に重複が見られ、効率的ではない（異なる組織で同じことを個々に検討。でも、参加する火山専門家はほぼ同じ）。
- 火山には地震調査本部のようなHQがない。
- 近未来に起こる大きな噴火に、今から備える必要。
- Many players involved in Volcano DRR of Japan
- Duplications of monitoring / observation research and countermeasure and not efficient!
- No existence of the HQ in volcanic DRR of Japan (not like Headquarters for Earthquake Research Promotion)
- Need the preparation for near-future large eruptions as soon as possible.

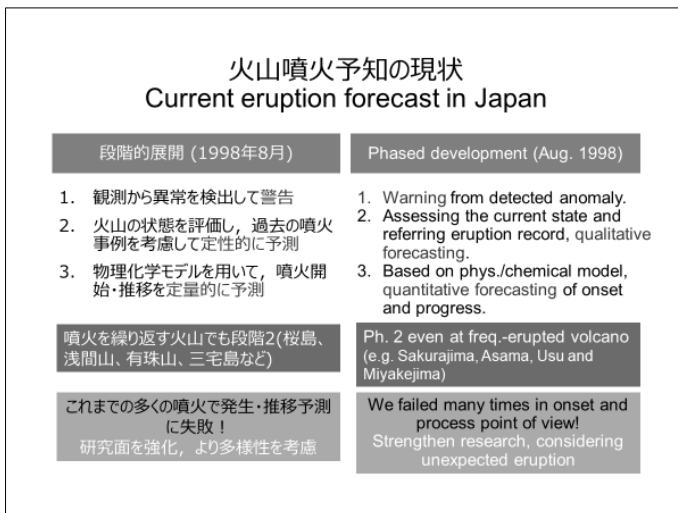
So, moving on, once again let me repeat. There are too many players and there are some overlaps and the centralization of the data itself is a problem. So, be it data or measures, we have JPA, we have committees organized by different ministries and agencies, and we say the same things across those different committees. That is happening and there is a

lack of headquarters for volcano response like the ones for earthquake. This also has been discussed since the previous workshop. That's been one of the conclusions from the previous workshops. So, when there is a major eruption in the future, are we capable of respond to that appropriately?

So, Dr. Jill Golly came up with this chart from New Zealand. I like this. When building a bridge, to the left you have scientist, to the right you have administrative staff and building a bridge, the scientist alone should not make that bridge. The stones need to be contributed from both sides and this is applicable to volcano eruption. So, what should be the positioning of scientists when building a bridge? We need to have clear roles and responsibilities and collaboration among different stakeholders.



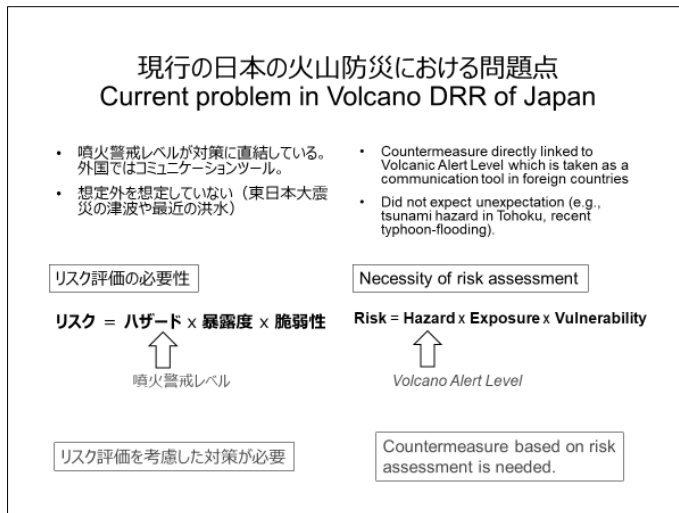
you see in Indonesia and Chile, you have volcanic eruption all across those different levels in Chile. Not necessary and small size explosive volcanic eruptions are very evenly distributed. Here this is anomaly, and 3 there is just one dot for Sakurajima, this is Hokkaido's Komagatake and since then no eruption. And when it comes to VEI-5, the Mount Fuji, very famous for that and Tarumae also had VEI-5. But since then for 300 years, there's never been such a large or very large eruption, and this is quite a concern because this may be an indication of a future huge eruption. It's been too quiet. So, are we ready to respond to such a large eruption in the future?



Talking about the alert, it's been touched upon by Dr. Shimizu. There are three phases and we are at phase two at most for some of the volcanoes and none is really for level 3. For instance, Sakurajima, Mount Asama and Mount Usu, they are probably at phase two, but not higher than that. But we have failed many times already about prediction of time and also a place and also prediction of how it may develop. Of course, it can't be 100%. But through a series of failures, prediction may not turn out to be true. There are certain things that may happen, that is unpredictable and of course that is natural in any eruption. But when a large eruption occurs, are we ready to respond. That is the question and a concern.

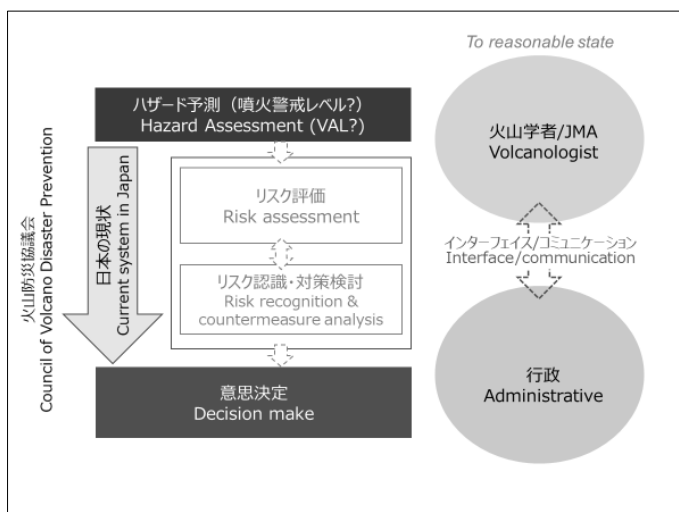
As explained already, we have alert level and that is linked to measures. That is one characteristic of disaster management here in Japan. When I talk to the rest of the world, the alert is a kind of a communication too between scientists and

administrative decision making bodies, and this is really to do with how to create a bridge. So, unexpected can occur. For instance, hazard for tsunami, the hazard map defined and a lot of victims are there and also floods caused by typhoons. We know that there will be flood in certain area but still Shinkansen trains are inundated.



So, what is necessary is to have appropriate risk assessment and evaluation. So, from the level of alert of volcanic eruption we need to have a kind of communication and a bridge between that science and the administrative bodies and risk can be seen from many different aspects. But the risk is a multiplication of hazard exposure and vulnerability. And hazard

means what would be the scale of pyroclastic flow and exposure is what is level of exposure infrared for instance and vulnerability being three little peaks and the houses are built in a different way. That is to do with the level of vulnerabilities and when they are multiplied you can obtain risk. So, the risk assessment needs to be done appropriately in order to have good communication. And some of the overseas cases of risk assessment is something that we would like to learn from during this workshop.



My point here is in the case of Japan, we have the council to have immediate response. That is the plan. But that is about hazard assessment and also alert level and they are directly linked with measures and when there is unexpected, can we respond to that. We have to review that once again because the alert level is not equal to hazard assessment.

We need to have risk assessment and we need to have risk recognition and countermeasures analysis and communication so that decision makers can make decisions to determine alert or warning areas. That should be how it should be. So, we have volcanologists and we have decision makers at the bottom and the

communication interface needs to be in place. So, that is what I'd like to propose. So, I'd like to exchange opinions with you about this point.

First, James in case of Hawaii about risk assessment, how it's done. Can we learn from you about risk assessment given your experience in the case of Hawaii, this is how you are doing risk assessment and etcetera. So, please go ahead, Jim.

### **James Kauahikaua**

USGS in general, we have traditionally only been hazard assessors, volcano hazard assessors in part because we have over 160 volcanoes with potentially, future potential activity. At this point, we only monitor well probably 30 plus of those. But we have ventured into risk assessment of maybe 10 or 15 years ago to try to assess how well we are monitoring 160 volcanoes according to the threat level we call it. I think it's partly to politically avoid the word risk, but threat level, very similar.

And thus come out with which are very high threat volcanoes, ones that we should probably spend more money monitoring than very low threat volcanoes. For example, Kilauea is a very high threat volcano. It's ranked – its threat level has the highest in the US in part because people live so close to the summit where explosive activity is possible and also as we saw last year within the rift zone, within vent areas and to assess this threat level allows us to do a kind of gap analysis. So, here is what we are monitoring at volcano based on its threat level, it should be monitored for these things, how big is that gap and you know if we had well-funded program, we should be spending money to close the gap on those very high threat in high threat volcanoes. But to my knowledge that's the only time that the USGS has ventured into anything similar to risk previous to last year. We are the expert on volcanoes. We are the people best suited to assess the hazards posed by those volcanoes.

Everyone is assumed that government officials either the local civil defense, the state government would be the ones to couple that to exposure and vulnerability studies to decide for themselves what poses the greatest risk for the hazards that we are defining. I mentioned last year that change somewhat in that the natural hazards management within the USGS, so they manage volcanoes, earthquakes, landslides, and the whole gamut of natural hazards. They published fairly long dissertation last year urging all of the natural hazard groups within the USGS to take on risk assessment. There wasn't any order, but it was a recognition that our hazard message is only partway towards the goal of mitigating the threat from

those hazards that one has to understand what's at risk and the USGS is in a fairly safe position and that we will see advisors to government official in their actions of mitigating disaster. We know the hazards.

The only other example – well, the example of that process is that after the 2018 eruption that I spoke about this morning and all the damages tens of millions of dollars, the county contracted a risk assessment for the entire island based on our hazards and on the USGS earthquake hazards. Basically, they came up and used different ways by sensor zones, by districts, by whatever there was and the two zones that came out as the top two highest risk were this lower east rift zone that was affected so broadly last year. The southwest rift zone, the lower southwest rift zone in Mauna Loa, where this is also a very large subdivision that is getting more and more populated that bridges the rift zone structure itself and the area down slope.

Several geologists are talking about lava flow hazard is that we've always recognized unofficially that these two areas are our worst case scenarios, places where people are living in fairly high density, but right where the actions going to be if an eruption should occur there. But we have no regulatory authority. We just understand that because unofficially because the risks are higher in this area, we do have to pay quite a bit of more attention to activity should it look like as going into these areas. That's why we were waiting with great anticipation last summer, early last summer about all the inflation, anytime during the 35 years if the wall erupts or anytime it should any changes we realized that the risk was much greater down slope and so we watched very carefully to see that it wasn't going to go further down rift. This is one time it did. And fortunately, we were able to give out 48 hours warning to residences and such. So, that's all our perspective.

**Setsuya Nakada**

Thank you very much. So, according to what I heard, in this case so USGS people itself evaluate the risks from the future eruption. Who has responsibility to do risk assessment in US? Who?

**James Kauahikaua**

You are asking how we evaluate.

**Setsuya Nakada**

No, who? Who can do the risk assessment?

**James Kauahikaua**

Who evaluate the risk?

**Setsuya Nakada**

Yeah, yeah. Yourself, USGS volcanologist.

**James Kauahikaua**

The question is who evaluates specifically. Well, we do it by – there we have a specific scientists that research in these volcanoes are mapping them or whatever and so there are people that have very – amongst our staff we have people that have varied levels of expertise. But we try to do it in a little bit more broad as there are people say if somebody just working on Kilauea primarily might have a good idea about or a different perspective about what Mauna Loa is going to do next. For example, Mauna Loa, we've noticed that there is an anti-symmetry that when Kilauea is very active, Mauna Loa tends to be inactive and so now that Kilauea is relatively inactive we worry that Mauna Loa will erupt. So, there is cross pollination of ideas, it's not just one person will do the hazard assessment. We also have some modeling capability for lahars, for lava flows as ways of communicating those hazards. Is that's what you're asking?

**Setsuya Nakada**

Thank you. Yeah. It will be good. So, next, I like to ask about the case of Colombia. Dr. Calvache.

**Marta Calvache**

Well, in Colombia, for the Nevado del Ruiz, it was clear that we, people working in geology and volcanic deposits in seismology at that time we were learning about seismology or the formation in volcanoes. It was clear that something is going to happen. But now the policy in Colombia includes that the responsibility and identifier will say identify the difference between volcanic activity and volcanic disaster or volcanic incident is people. When I am talking about a volcanic activity, I am talking about an eruption in a volcano and it's a natural phenomenon. But if I have people and I have infrastructure I may be talking about a disaster if we have losses of live or infrastructure. So, for us risk means people, people making decisions. We have the responsibility to make decisions about how I know things about the volcano and our alert are talking about the volcano. We have to participate with the authorities, with the major of the municipality or with the president in Colombia to work together perhaps with the people to decide about risk.

One of our main problems is the communities in general have very high – they are living with high risk. For example, we are kind of crazy people driving, driving motorcycles, driving our cars. So, the risk to be killed in a car accident perhaps is a lot higher than in Japan and it's a lot higher than United States. But I am sure it's higher than the volcanic activity and then there is a big question. Shall I invest a lot of money talking about a lower risk, the volcanic risk considering the safety conditions of the community or the driving conditions of my kids going to the school and then it's a big, big discussion.

I am sure that people in general doesn't want to be in a volcanic eruption and that some people will be killed. Of course, we have the responsibility to inform and to explain what is going into the volcano. And what we learned about past activities from the geological point of view, from the monitoring point of view and what shall we as a community expect for in the future. But to make the evaluation of the risk, we, as institution, we participate and try indulge perhaps these people that is the major of the city and change every 4 years. We have to explain every 4 years. We have long discussions trying to explain and he hopes that never will happen in his 4 years of mandate and with the community that probably is you know that is worried because of the situation of all that risk in every day, and we try to push, push, push to explain about the volcano. And sometimes when we have a small adoption that are very difficult to forecast and to detect and is very difficult for the community to take actions and perhaps people think that the most dangerous thing in a volcano is lava and the lava doesn't represent that risk. But lahars or other kind of pyroclastic flows is difficult to explain. But it's not our only responsibility, but we are part of those decisions when they are taken in the community. I think I explained.

### **Setsuya Nakada**

Thank you very much. Now, what about the case in Indonesia.

### **Supriyati Andreastuti**

Thank you. At the moment in Indonesia we develop gap analysis like the one that use in USGS. In gap analysis, because we have so many volcanoes, then we implement threat ranking. So, then we again prioritize and put an order which one that need to be prioritized and from that ranking then we try to develop monitoring system, say, like which one is the highest say like Agung, Sinabung, Merapi and etcetera. So, we develop according to the ranking. Then, we set the monitoring system. We also develop to quantify the hazard, the hazard of each volcano that has been ranked. And from that point of view then we can identify the hazard potential and from the hazard potential we assess from hazard map. And then also



from geological monitoring what I mean with geological monitoring is when we monitor the development of volcanic activity, say like, what is the growth of the dome, what is the development of the crack and which direction and this is our responsibility. And then from this point of view we will develop more in the method to quantify the hazard. For example, develop the inventory and then also modeling and all of this we prioritize according to rank. From monitoring hazard quantification, and also integrate it with the current condition, we can provide alert level and recommendation and then from this result we give to the National Disaster Management Agency and local government to prepare the risk analysis.

At this moment, we have regulation that we should prepare a standard map, risk map. This is not only the topographic map but also hazard map. So, hazard map should be provided in this scale. This is not only the volcano, but earthquake, tsunami and landslide. We put in the system in the server of national disaster management agency. So, because the national disaster management agency and local government and also local disaster management agency that has the authority to population that's why they have the data for exposure and also for the vulnerability of the area. So, they can directly overlay from their information to the map and they can provide risk map.

Then, from our point of view also, from gap analysis then we will complete the ranked volcanoes with the capacity, capacity building. The capacity building it means that if say Agung include the higher rank, then capacity improvement should become priority for Agung. And then also contingency plan, they should have contingency plan. They should have disaster management plan and also like what Marta said that in providing the hazard we involve in the process of risk analysis and then for contingency plan we involve in the building scenario. So, then there is match between the hazard potential and the potential impact of the disaster. That's all. Thank you.

### **Setsuya Nakada**

Thank you very much. You have mentioned a lot of things. But gap analysis, we do not do that. But let's say how many eruptions occurred with this mountain, what was the danger, how many deaths occurred, you look at all these aspects to look at a threat possibility, and then you see if you now have the observational capabilities, monitoring capabilities. If there is a gap, then you try to build up the capabilities to you do that. So, I believe USGS and also in Indonesia you are both trying to do that. Now, gap analysis probably leads to risk analysis. But what the researchers provide will be put on to a map so that people understand the hazard and risks. I am hoping that Japan can also shift toward that direction. So, in

prediction research, how far have we come, what else do we need in order to make better predictions. I'd like to look toward Professor Shimizu for an answer.

### **Hiroshi Shimizu**

Well, that is a very difficult question to answer. Indeed, as I listened other countries' cases the state or province or the national ministry that is responsible for these disaster management, the research should give data to these authorities and I believe because we have the silos in Japan, it's becoming very difficult to do that. Dr. Nakada has shown us a slide. So, usually, you have risk analysis in between before and going onto showing an alert level. But then what we should be doing in Japan? As I listen to Iguchi, what we need to do as researchers is to heighten the monitoring capabilities so that we can predict hazards or else even if we talk about risks, risk analysis we become difficult. So that part we need to work on. But in the past, physical scientists didn't think about risks, but prediction itself hazard prediction is a big part of this and also for the next generation volcano research we have to incorporate all aspects. Right now, Japan is headed toward that direction, but we don't want to make this a temporary thing. We want to make sure that it is indeed integrated all together so that we can cover risk analysis all the way to disaster management. We need to have this interdisciplinary thing. We need to have a system to make that happen. So, we can't live in silos saying that JMA does this, universities do that, volcanologists do this. It may be difficult to just promote one aspect of research. We need to have a scheme in place in Japan so that we can have this multidisciplinary approach and also make sure that we can have the risk analysis being reflected in the plans, disaster management plans of the region. But right now, it is very difficult to do that in the disaster management councils because nobody knows who is holding responsibility. We need somebody like a home doctor, a family doctor that looks at all these aspects together so that we can integrate the efforts being made in each different sector.

### **Setsuya Nakada**

Well, thank you very much. I believe you'd said what we wanted to hear. Well, as far JMA, do you think that the system we have right now is enough or...?

### **Keiji Doi**

Well, I listen to the three people and hazard analysis has to be quantified so that we can have good risk analysis. I believe that is the flow of things and we need to have an established flow of that. That's my understanding. The eruption alert level is a very rough risk assessment being done in between, but I may be criticized for saying that. But this is still a qualitative thing. Which way and how much pyroclastic flow would go, we can predict to a certain extent and if there is a

settlement, if there is a residential area in that direction. Looking at that we have to look at the alert level, decide on that together with people involved in disaster management and the local government. So, that is the process that we have in place. So, hazard analysis, risk analysis is being done to announce these alert levels. But the quantitative part is still missing. The qualitative part has been covered so far and I believe we need to continue working on that for now and also the interdisciplinary research, how do we reflect that back into the eruption levels. I believe that is something that we need to consider going forward.

**Setsuya Nakada**

Thank you very much. I think you have said something that is quite proactive. Now, Furuichi-san, the Cabinet Office, you were from a different ministry. I believe you have gone through several disasters and maybe floods etcetera. Have you been focusing on risk analysis in dealing with these disasters?

**Hidenori Furuichi**

Well, I have been working in the Ministry of Land, Infrastructure and Transport. So, rivers and floods are the area of my expertise. Actually, I was researching earthquakes when I was in college and now, I'm looking at volcanoes. So, I believe I have covered many different types of disasters.

**Setsuya Nakada**

Well, then, what about the typhoon, the recent typhoons and the damages, what were the risk analysis that were carried out towards that?

**Hidenori Furuichi**

For flooding, we do have hazard maps that have been created and has been released to local residents and the hazard maps based on the assumption that you have these levees on banks, and we have this certain level of rain that could be predicted. But that was not enough. So, we need to think about the maximum amount of rain possible. We need to have a map with the maximum damage possible. Let's say in a certain town or certain area, if this amount of rain falls the water level may come 3 meters higher and as a result of that, who should be evacuated where and what disaster management is necessary. Right now, that is what we are trying to do. We look at areas that are residential areas, non-residential areas. When a flood occurs, how will that flood flow into these areas? If we have heavier rain than expected, what would happen? We need to understand that in order to come up with or plan out the evacuation routes. So, it is a very rough one, but we do have a rough risk analysis. But still, in flooding the issue is that the residents may not have the necessary awareness and knowledge. We have

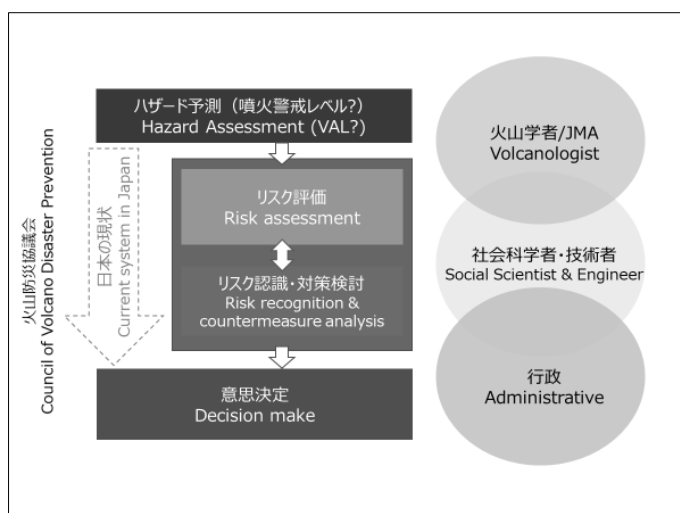
not reached the residents fully. The local governments are issuing evacuation advisories and instructions depending on the dangerous areas. However, it hasn't led to people taking action yet and when we look at volcanoes, it may be the same, the councils related to volcanoes, you have the experts gathering and talk about, we will have alert level this, this will be evacuated area and automatically you instruct to have people evacuated through certain routes.

But when some bigger events happen or small events happen or if the condition is different, what would be prioritized and all that. Who do you evacuate first?

It's important for the mayors, and the leaders of residential association to understand that. The volcanologists or the national observatory people may be looking at the real time observation data, and they are analyzing that data and they are able to link that to these decisions. But setting these hazards and risks and also having these evacuation plans, evacuation routes, the hazard and the alert level may be linked. But the people who transmit that information and people who receive that information, they may – you have to make sure that they understand what that alert level means and how they should act. You need to have people who can make decisions that lead to actions.

### Setsuya Nakada

Thank you very much. I believe you said something that is close to a conclusion. So, the alert levels are being used as communication tools in other countries and Japan. So, experts may be gathering around the table saying that this is the alert level and the municipality people may be gathering, listening to that. But what is the meaning of this alert level. At this level, this will happen in these areas. So, as necessary, you might have to tweak these hazard maps. So, how do you prepare if one condition changes? I believe if we can communicate that that would be best. So, the alert levels could be a communication tool to talk to people about that.



Now, we may be covering a theme that is to be covered in Saturday's session, but in continuation to what I've shown you, I believe social science has to enter this picture.

The volcanologists cannot really think about how to deal with or respond to a situation, and it's not just the administrative people

that deals with that. We may need some social scientists and engineers to get involved in between.

So, whether we should have this system in place within the council or not I wonder. But at least such function needs to be there. I'm quite certain that there are social scientists on the floor. So, I'd like to ask any of you what you think about it. Dr. Jibiki from Tohoku University, would you like to respond to that? So, with the idea of volcanologists and do you agree with that or disagree with that or if you have any idea of how you can get involved?

### **Male Speaker from floor**

I am Jibiki from Tohoku University. As introduced by Dr. Shimizu, I am taking part in the next generation research in-charge of education. My background is international politics. But now I am looking at the education of those students in volcano research and I am trying to convey my message from the perspective of social scientists. So, as discussed, social scientists researchers can play interface role that is proposal. So, when it comes to risk as a word, it is replaced by another word like threat or gap analysis. Do people really understand the definition of that term? I think depending on individuals and different organizations probably interpretation may be very different. Well experienced experts looking at an eruption event, they may be able to predict, development of that eruption in a qualitative manner. But still that includes some numbers, such information is very important. But the communication may not take place as predicted by those well experienced experts. That is a very important part. That is why we are saying what is actually happening and that is the area of interest. So, I'd like to promote both education and research from that perspective. That is really all for my comments. Thank you.

### **Setsuya Nakada**

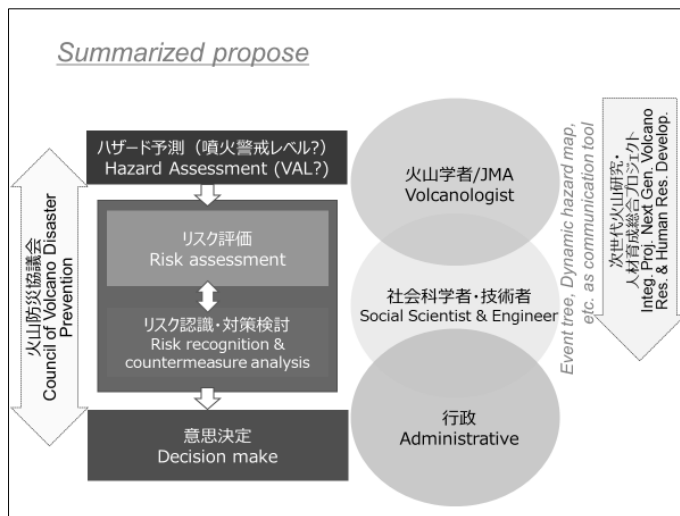
Not very well organized. Anyway, well, okay. So, yes, you are social scientist.

### **Male Speaker from floor**

There is a huge distance, for instance, how many observation points and what can be found from those number of observation points. That is one area. Another area is how to communicate to community leader. There is a huge distance between these two. And to close the gap between the two, that's probably not very natural because there are some data from the natural scientists. On the other hand, there are people living and then there are social scientists doing survey and listening to others and there may be some compromise in between the two. But this role of compromise that is played by a social scientist, should we be really

involved in such an emergency, probably not. Who should be responsible for an emergency? It's very difficult.

## Setsuya Nakada



Okay. So, I'd like to ask Prof. Iguchi to wrap up later, after introducing the last slide. So, this council for disaster management, it starts from hazard prediction and going forward, but then risk assessment system needs to be in place. Then, in the next generation volcano project, in this, risk recognition data to respond to risk recognition needs to be put together. We're trying to foster

human resources there as well and there is a gap and this gap I am talking about is different from the gap analysis we discussed previously, but I am hoping that there isn't any gap like that. So, I am running out of time. But Dr. Mannen and Prof. Iguchi, would you like to not really wrap up, but express your opinions about this. Dr. Mannen, the alert level because of that some lives were being saved you said. But is it really right to do that to pass the bags to other people?

## Kazutaka Mannen

Well, it's a kind of difficult question, and I didn't expect to have such a question since I was relaxing in the floor. I really appreciate that alert level system is in operation. Back in 2001, because of the lack of the alert level, we couldn't do any act we may have needed to do. So, having alert level framework is quite important for me. But if lava comes flowing or if collapse of the mountain is expected imminently, we couldn't do anything. That is a kind of emergency we need to prepared and residents need to be aware of it. I think that's all I can say. I am sorry. That's really all I can say.

## Masato Iguchi

Well, of course, there is a lot I would like to say. Dr. Nakada, you should the alert level being hazard, and I don't quite agree with that. The area of hazard needs to be defined. That is necessary. The alert level that is a color coding like red, yellow and green. That's all. The alert level 5, it's actually unlimited alert zone if it was a huge eruption. The 100 kilometers may be within the hazard zone. So, what is the alert zone that is not stated by the alert level. That has to be clarified. For residents

all they want to know is whether they are inside the alert zone or not, whether they have to be evacuated or not. That's all they want to know unless you show that clearly, nobody is going to be helped. So, what is the extent of the hazard area? You say that and for the first time you can assess the risk. So, first you have to define the hazard area unless you stated clearly there is no discussion that can take place. That's why I don't like this alert level. I don't know what the city of Kagoshima thinks. But the suburban area of the city, whether that is within the hazard area or not, that is not being assumed within the current scenario, especially at least within the city of Kagoshima, it hasn't assumed that is within the hazard area. But then they can be depending on how we define the hazard area. So, I stop here.

### **Setsuya Nakada**

According to Prof. Iguchi, hazard assessment even that is not done appropriately. So, risk assessment is far away from us. So, let's close because it's time. But the eruption alert level, how has it contributed. I think we need to review it once again and when we predict what's not predictable, how system should be established that needs to be discussed. So, speakers and panelists and commentators from the floor, thank you very much for your contributions to this panel discussion. Thank you.

### **MC**

The panelists, could you please go back to your seat. Thank you very much.

## **Closing Remarks**

### **MC**

Okay, so we have now concluded the panel discussion. We would like to have the closing remarks to be given by Mr. Ide, who is the Bureau Chief of the bureau of disaster management of Yamanashi Prefecture. The floor is yours, Mr. Ide.

### **Mr. Ide**

Once again, thank you for your introduction. I am from Yamanashi Prefecture. I am the Chief of Bureau of Disaster Management. My name is Ide. Lots of people have been involved in organization of this workshop and I have this script to readout for the benefit of the interpreters. But before I go on to read this, I'd like to give you my impression of this. There has been in-depth discussion taking place in this workshop. I am in-charge of the disaster management. With the Typhoon 19, I was sitting next to the governor. There was warning in Yamanashi issued. Fortunately, nobody was killed in the Typhoon number 19. But on the ground when the disaster is occurring, what are the important points to be considered. I've just had a firsthand experience of that and I found this workshop's discussion very significant and meaningful. So, we are all facing potential emergency situations and disasters. With that in mind, you are here I believe especially volcano disasters, what kind of experience do we have. Mount Fuji, which is nearby us in Yamanashi Prefecture, it's been very quiet for 300 years. So, this Mount Fuji quintessence in this quite time, how can we be ready and prepare for the response to a potential eruption of Mount Fuji. Kanagawa Prefecture, Yamanashi Prefecture and other local governments are being involved with this big question.

In Yamanashi Prefecture, we have Dr. Fuji of Mount Fuji Science Research Center and all of these experts are supporting us. In the local government, we are encouraged and we are always driven by those people, and I really appreciate their presence. So far the volcano disaster management, I do hope that this kind of workshop is going to continue inviting lot of experts from across the world so that we can learn from each other and disseminate the results of such workshop here in Japan and also across the world. That's been my impression. So, let me now readout from the script.

I'd like to give you closing remarks. Thank you very much for your attendance for this workshop. I really appreciate your presence. So, this workshop has been very well attended. We discussed crisis management for volcano eruption. We have invited guests from the US, Colombia, Indonesia and we also had speakers from Japan. We were able to have very significant information sharing and exchange of opinions. Back in July, we established federation of prefectures to promote



enhancement of volcano disaster management and this federation is attended by 23 prefectures in order to promote rapid and solid implementation of the advanced measurements against volcano disasters. So, governments and local governments are coming together in order to put together the system to implement advanced measures from the hardware as well as from the software aspect in order to have a comprehensive response. In Yamanashi Prefecture, we have volcano disaster management system enhancement and for researchers we are now trying to hire those researchers with high expertise in volcano in our local government bodies. So, in today's workshop about the disaster management system to respond to volcano disaster, we confirmed that the relationship between the local government and central government and the government with the volcano expert and researchers, how should such a research relationship be. We discussed it and we learnt a lot from that.

So, we have participants from many different backgrounds. We have participants from local governments and others and through this workshop as well as through the federation, I do hope that our activities are going to make contributions to the improvement of the volcano disaster management across Japan. So, I'd like to take a moment to thank all the speakers from overseas to give us really precious and valuable presentations. And as for the participants here in this workshop, once again thank you very much for your attendance.

## **MC**

Thank you very much Mr. Ide. So, with this, we conclude the International Workshop 2019 on Volcano Disaster Management. So, we plan to have similar workshop in 2 years unless there is an unexpected event occurs and I hope to see you there. Thank you.

So, from secretariat, we have an announcement. If you'd like to have a report out of this workshop, you can find a QR code on the back of this program. So, please use that QR code to submit your application for receiving report from this workshop. So, as I said already, please make sure that you leave the interpretation receiver in front of you on that desk. Thank you.

## **END**





