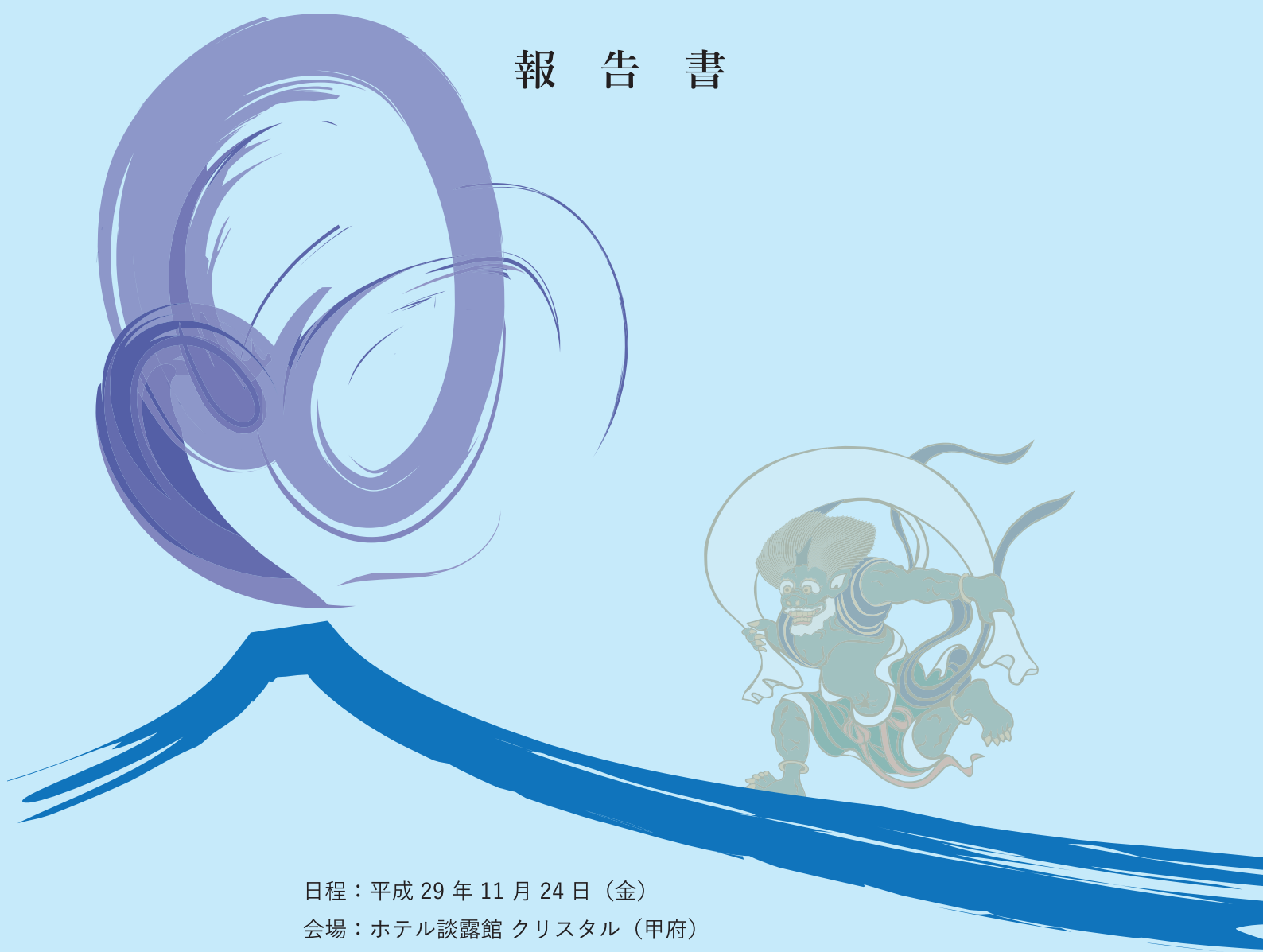


国際シンポジウム 2017

火山噴火と防災対応

報告書



日程：平成 29 年 11 月 24 日（金）

会場：ホテル談露館 クリスタル（甲府）

主催：山梨県富士山科学研究所 国際シンポジウム 2017 実行委員会

後援：富士山火山防災対策協議会、NPO 法人 日本火山学会

国際シンポジウム 2017

火山噴火と防災対応

報告書

日程：平成 29 年 11 月 24 日（金）

会場：ホテル談露館 クリスタル（甲府）

主催：山梨県富士山科学研究所 国際シンポジウム 2017 実行委員会

後援：富士山火山防災対策協議会、NPO 法人 日本火山学会

目次

| | |
|-------------------|-----|
| 目次 | i |
| シンポジウムプログラム | iii |

シンポジウム講演議事録【11月24日（金）】

| | | |
|-------|-------------------------|---|
| 開会の挨拶 | 立川弘行（山梨県県民生活部長） | 1 |
| 趣旨説明 | 内山 高（山梨県富士山科学研究所） | 2 |

| | |
|--|---|
| 活火山における研究、監視、危機管理の相互関係：イタリアの事例から Augusto Neri（イタリア 国立地球物理学火山学研究所） | 8 |
|--|---|

| | |
|--|----|
| ムラピ山の2010年噴火と将来の噴火に向けた災害低減計画 Subandriyo（インドネシア共和国 地質災害軽減センター） | 32 |
|--|----|

| | |
|---|----|
| “翻訳”で要点を見失わないための取り組み：ニュージーランドでは、 科学者と政策決定者間の言葉の隔たりをどのように埋めているのか？ Gill Jolly（ニュージーランド GNS サイエンス） | 53 |
|---|----|

| | |
|--|----|
| 火山防災における大学の役割 Ade Anggraini（インドネシア共和国 ガジャ・マダ大学） | 80 |
|--|----|

| | |
|---|----|
| イタリアにおける火山のリスク：予防、軽減と管理」 Domenico Mangione（イタリア 国家市民保護局） | 97 |
|---|----|

| | |
|--|-----|
| 日本の火山監視と防災情報 宮村淳一（気象庁 地震火山部火山課） | 119 |
|--|-----|

| | |
|-------------------|-----|
| パネルディスカッション | 142 |
|-------------------|-----|

| | | |
|-------|-----------------------------|-----|
| 閉会の挨拶 | 荒井洋幸（山梨県富士山科学研究所 副所長） | 174 |
|-------|-----------------------------|-----|

| | |
|------------|-----|
| 講演要旨 | 177 |
|------------|-----|

Table of Contents

| | |
|---------------------------|----|
| Table of Contents | ii |
| Program of Symposium..... | iv |

Proceedings of presentation

| | |
|--|-----|
| Opening Remarks Hiroyuki Tachikawa (Director, Resident Affairs Department | 5 |
| Briefing Takashi Uchiyama (MFRI) | 6 |
| The complex interplay between volcano research science, monitoring and risk assessment: some insights from Italy Augusto Neri (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Italy) | 16 |
| The 2010 Merapi Eruption and disaster risk reduction strategy for future eruption Subandriyo (Center for Volcanology and Geological Hazard Mitigation, Indonesia) | 39 |
| Trying not to get lost in translation: how do we bridge the language gap between scientists and decision-makers in New Zealand? Gill Jolly (GNS Science, New Zealand) | 63 |
| The role of university in volcanic disaster risk reduction Ade Anggraini (Universitas Gadjah Mada, Indonesia) | 86 |
| Volcanic risk in Italy: prevention, mitigation and management Domenico Mangione (Italian National Civil Protection Department, Italy) | 105 |
| Volcano Monitoring and Disaster Prevention Information in Japan Jun'ichi Miyamura (Volcanology Division, Seismology and volcanology Department, Japan Meteorological Agency (JMA))..... | 133 |
| Panel Discussion | 156 |
| Closing Remarks Hiroyuki Tachikawa (Director, Resident Affairs Department) | 175 |

| | |
|-----------------|-----|
| Abstracts | 177 |
|-----------------|-----|

山梨県富士山科学研究所国際シンポジウム 2017
—火山噴火と防災対応—
平成 29 年 11 月 24 日（金）

プログラム

- 10:00-10:20 開会の挨拶 **立川弘行**（山梨県県民生活部長）
趣旨説明 **内山 高**（山梨県富士山科学研究所）
- 第 1 部 火山噴火と防災対応 — 国内外の噴火事例から —**
- 10:20-10:50 「活火山における研究、監視、危機管理の相互関係：イタリアの事例から」
Augusto Neri（イタリア 国立地球物理学火山学研究所）
- 10:50-11:20 「ムラピ山の 2010 年噴火と将来の噴火に向けた災害低減計画」
Subandriyo（インドネシア共和国 地質災害軽減センター）
- 11:20-11:50 「“翻訳”で要点を見失わないための取り組み：ニュージーランドでは、
科学者と政策決定者間の言葉の隔たりをどのように埋めているのか？」
Gill Jolly（ニュージーランド GNS サイエンス）
- (11:50-13:10 昼 休 憩)
- 13:10-13:40 「火山防災における大学の役割」
Ade Anggraini（インドネシア共和国 ガジャ・マダ大学）
- 13:40-14:10 「イタリアにおける火山のリスク：予防、軽減と管理」
Domenico Mangione（イタリア 国家市民保護局）
- 14:10-14:40 「日本の火山監視と防災情報」
宮村淳一（気象庁 地震火山部火山課）
- (14:40-15:00 休 憩)
- 第 2 部 パネルディスカッション — 各国の事例から富士山が学ぶこと —**
- 15:00-15:50 コーディネーター **藤井敏嗣**（山梨県富士山科学研究所 所長）
パネリスト **原 友孝**（山梨県防災局防災対策専門監）
Augusto Neri
Domenico Mangione
Gill Jolly
Subandriyo
Ade Anggraini
宮村淳一
- 15:50-16:00 閉会の挨拶 **荒井洋幸**（山梨県富士山科学研究所 副所長）

MFRI International Symposium 2017
- Volcanic Eruptions and Measures for Hazard Mitigation –
Friday, 24 November, 2017

Program

10:00-10:20 Opening Remarks **Hiroyuki Tachikawa** (Director, Resident Affairs Department,
Yamanashi Prefectural Government)
Briefing **Takashi Uchiyama** (MFRI)

--- Session1 Case Study ---

10:20-10:50 The complex interplay between volcano research science, monitoring and risk
assessment: some insights from Italy

Augusto Neri (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Italy)

10:50-11:20 The 2010 Merapi Eruption and disaster risk reduction strategy for future eruption

Subandriyo (Center for Volcanology and Geological Hazard Mitigation, Indonesia)

11:20-11:50 Trying not to get lost in translation: how do we bridge the language gap between
scientists and decision-makers in New Zealand?

Gill Jolly (GNS Science, New Zealand)

(11:50-13:10 Lunch Break)

13:10-13:40 The role of university in volcanic disaster risk reduction

Ade Anggraini (Universitas Gadjah Mada, Indonesia)

13:40-14:10 Volcanic risk in Italy: prevention, mitigation and management

Domenico Mangione (Italian National Civil Protection Department, Italy)

14:10-14:40 Volcano Monitoring and Disaster Prevention Information in Japan

Jun'ichi Miyamura (Volcanology Division, Seismology and volcanology Department,
Japan Meteorological Agency (JMA))

(14:40-15:00 Coffee Break)

--- Session2 Panel Discussion ---

15:00-15:50 Coordinator **Toshitsugu Fujii** (Director, MFRI)

Panelists **Tomotaka Hara** (head assistant director of Disaster Prevention Bureau,
Yamanashi Prefectural Government)

Augusto Neri

Domenico Mangione

Gill Jolly

Subandriyo

Ade Anggraini

Jun'ichi Miyamura

15:50-16:00 Closing Remarks **Hiroyuki Arai** (Deputy Director, MFRI)

山梨県富士山科学研究所 国際シンポジウム 2017
— 火山噴火と防災対応 —

開催日：平成 29 年 11 月 24 日（金）

会場：ホテル談露館 クリスタル（甲府）

主催：山梨県富士山科学研究所 国際シンポジウム 2017 実行委員会

後援：富士山火山防災対策協議会、特定非営利活動法人 日本火山学会

司会（吉本）：それでは、ただ今より「山梨県富士山科学研究所国際シンポジウム 2017 火山噴火と防災対応」を始めさせていただきますと思います。本日司会を務めさせていただきます山梨県富士山科学研究所、火山防災研究部、主任研究員の吉本と申します。よろしくお願いいたします。

では、開会に先立ちまして、立川弘行山梨県県民生活部長より挨拶を申し上げます。立川部長よろしくお願いいたします。

【 開会の挨拶 】

立川弘行（山梨県県民生活部長）



立川：皆さま、こんにちは。ただ今ご紹介いただきました山梨県県民生活部長の立川でございます。

本日は富士山科学研究所の国際シンポジウムにご参加いただき、誠にありがとうございます。富士山科学研究所では 2005 年から、国内の研究者のみならず海外の研究者の方々にもご参加い

ただきまして、この国際シンポジウムを開催しているところでございます。

このシンポジウムでは、現在世界遺産として注目をされております富士山の現状を踏まえまして、国内外の事例を基に富士山の保存管理、あるいは活用方策、火山防災対策などの課題や解決策などを探ることを目的としておりまして、今回のテーマは「火山噴火と防災対応」ということ

でございます。富士山周辺は居住住民が約 140 万人おりますけれども、それに加えて観光客も年間で約 3,000 万人、さらに登山客も 30 万人。多くの方が訪れて、また生活しているそういった地域でございます。このような場所でひとたび大規模な噴火が発生した場合には、これらの人々への的確な情報提供、効率的な避難誘導など、住民と研究者の皆さん、それから行政の防災担当者などが一体となった対応が必要不可欠であると考えております。

特に観光客や登山客の皆さんに対しましては、噴火災害や避難行動につきまして、十分な理解

をしていただくよう広報活動を進めていくことが極めて重要であると考えております。

山梨県におきましても、富士山の突発的な噴火災害に対応するため、観光客や登山客などが噴火時にどういった避難行動をするか、あるいは観光客や登山客などに対してどういった支援をするか、そういった目安としていただくことを目的といたしまして、富士山噴火時避難ルートマップの作成などに取り組んできたところでございます。

このシンポジウムでは、国内・海外における先進事例につきまして、様々な講師の方からご講演いただくとともに、その方たちにパネラーとなっていただき「各国の事例から富士山が学ぶこと」と題したパネルディスカッションも予定しているところでございます。それぞれのお立場から大変興味深いお話が伺え、県といたしましても様々な面で参考になるものと、大いに期待しているところでございます。

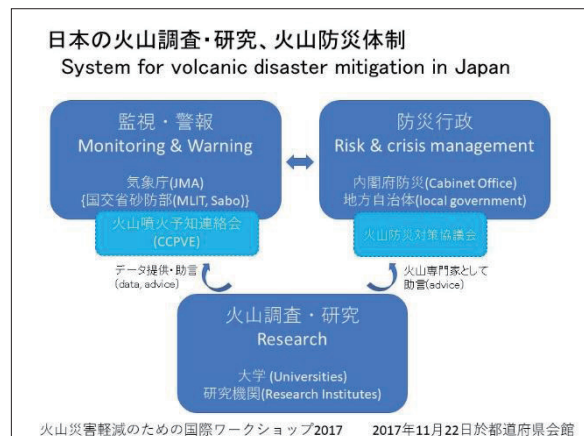
結びに、本日ご参加の皆さま方におかれましても、このシンポジウムが有意義なものとなりますようご期待申し上げ、私の開会に当たっての挨拶とさせていただきます。本日はどうぞよろしくお願いたします。

司会：立川部長、ありがとうございました。

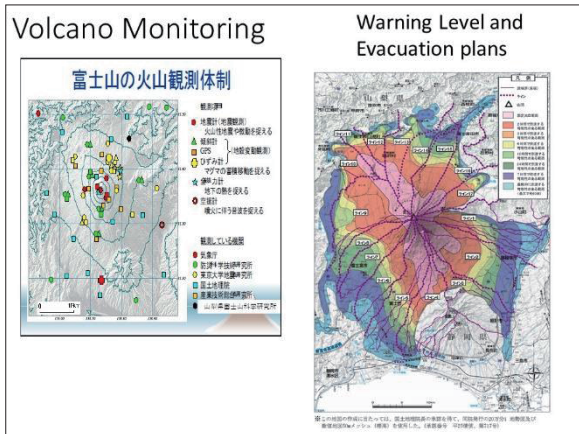
それでは、山梨県富士山科学研究所火山防災研究部部長、内山高より今回のシンポジウムに関する趣旨説明をさせていただきます。内山部長、よろしくお願いたします。

【 趣旨説明 】

内山 高（ 山梨県富士山科学研究所 火山防災研究部 部長 ）



内山：ただ今ご紹介いただきました富士山科学研究所の内山と申します。今日は先ほど部長からありましたように、山梨県の富士山科学研究所で国際シンポジウム「火山噴火と防災対応」ということでお話いたします。



先日 22 日に東京の都道府県会館におきまして、「日本の火山監視と防災」ということで、監視警報、防災行政、あと調査研究ということで、これらに関して日本と海外、国内外との違いについて、どういうふうにしていくかということでワークショップを行いました。今回はこれを受けまして、富士山の防災について海外から多く学ぶという目的です。

富士山の火山防災の観測体制は今、気象庁をはじめいろいろな国の各機関、あと富士山科学研究所とかいろいろところで観測が行われています。それと、ハザードマップを基にして、噴火警戒レベルを基にこういうふうに避難計画が立てられていて、各ゾーンとラインごとに分けて避難を行うということで、今具体的に計画が立てられて

おります。訓練も今年の 8 月に行われまして、いろいろ課題がありますので、その点を海外の事例を紹介いただき、富士山でどういうことができるか、どういうことを考えていかなきゃいけないかということで、防災の行政担当者、あとは国の監視、あと研究者と地域住民とが一体となっているものを考えていくこととなります。

| 噴火警戒レベルに応じた避難 (一般住民) | | | | | | | |
|----------------------|-------------------------|------|------|----------|----------|----------|---------------------------------|
| 避難順序 | 一般住民の場合 噴火警戒レベルと避難行動 | | | | | | 溶岩流が到達する可能性のある範囲 (溶岩流可能性マップの説明) |
| | レベル3 | レベル4 | レベル5 | レベル5 拡大① | レベル5 拡大② | レベル5 拡大③ | |
| ① | 観光客等は活動自粛 (避難準備) | 避難 | 避難 | 避難 | 避難 | 避難 | 火口分布領域 |
| ② | - | 避難準備 | 避難 | 避難 | 避難 | 避難 | 溶岩流2時間到達範囲 |
| ③ | - | - | 避難準備 | 避難 | 避難 | 避難 | 溶岩流3時間到達範囲 |
| ④ | - | - | - | 避難準備 | 避難 | 避難 | 溶岩流6時間到達範囲 |
| ⑤ | - | - | - | - | 避難準備 | 避難 | 溶岩流12時間到達範囲 |
| | | | | | | | 溶岩流24時間到達範囲 |
| | | | | | | | 溶岩流7日間到達範囲 |
| | | | | | | | 溶岩流最終到達範囲 21 |

これは一例で、後で出てくると思いますけど、噴火警戒レベルに応じた避難計画になります。富士山の場合こういうふうに、いろいろ順序立てて考えられているということになります。

| ---Session1 Case Study--- | |
|---------------------------------|---|
| 10:20-10:50 | The complex interplay between volcano research science, monitoring and risk assessment: some insights from Italy Augusto Neri (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Italy) |
| 10:50-11:20 | The 2010 Merapi Eruption and disaster risk reduction strategy for future eruption Subandriyo (Center for Volcanology and Geological Hazard Mitigation, Indonesia) |
| 11:20-11:50 | Trying not to get lost in translation: how do we bridge the language gap between scientists and decision-makers in New Zealand? Gill Jolly (GNS Science, New Zealand) |
| 11:50-13:10 | Lunch Break |
| 13:10-13:40 | The role of university in volcanic disaster risk reduction Ade Anggraini (Universitas Gadjah Mada, Indonesia) |
| 13:40-14:10 | Volcanic risk in Italy: prevention, mitigation and management Domenico Mangione (Italian National Civil Protection Department, Italy) |
| 14:10-14:40 | Volcano Monitoring and Disaster Prevention Information in Japan Jun'ichi Miyamura (Volcanology Division, Seismology and volcanology Department, Japan Meteorological Agency (JMA)) |
| 14:40-15:00 | Coffee Break |
| ---Session2 Panel Discussion--- | |
| 15:00-15:50 | Coordinator Toshitsugu Fujii (Director, MFRI) Panelists Tomotaka Hara (head assistant director of Disaster Prevention Bureau, Yamanashi Prefectural Government) Augusto Neri Domenico Mangione Gill Jolly Subandriyo Ade Anggraini Jun'ichi Miyamura |
| 15:50-16:00 | Closing Remarks Hiroyuki Arai (Deputy Director, MFRI) |

最初は各ケーススタディーということで、海外の事例をご紹介いただいて、後半、午後からはパネルディスカッションで、それに基づいて富士山のほうでどういうふうに学ぶかということで、部長から紹介があったものになります。

21 日にインドネシアのバリ島で小噴火があって、ちょうどその時も警戒レベルが上がって避難がだいぶ進んでいて、住民の避難が終わっているということで、噴火がありました。また、昨日は旧暦の 11 月 23 日で、310 年前に宝永の噴火がちょうど昨日噴火して 310 年たって、富士山の場合はそれ以降静かになっているというので、防災対策を考えていく上で、また地域の防災担当の方とか地域住民の方にこのシンポジウムがぜひ役立てばと思います。

簡単ですけど今回の目的と、これからの概要、進め方ということで説明を終わらせていただきたいと思います。今日は一日長いですがお付き合いいただければと思います。以上で説明を終わりにしたいと思います。どうもありがとうございます。

司会：内山部長ありがとうございました。

それでは、第1部といたしまして、「火山噴火と防災対応—国内外の噴火事例から—」を始めさせていただきます。

最初に、イタリア国立地球物理学火山学研究所の Augusto Neri 博士に、「活火山における研究、監視、危機管理の相互関係：イタリアの事例から」と題しまして講演をいただきます。Neri 博士、よろしくお願いたします。

MC (Mitsuhiro Yoshimoto)

Ladies and gentlemen, thank you very much. We would like to start the International Symposium 2017: Volcanic Eruptions and Measures for Hazard Mitigation. My name is Yoshimoto from MFRI. I will be serving as the emcee, and to start off we would like to have Hiroyuki Tachikawa, the Director of Resident Affairs Department of the Yamanashi Prefectural Government for some opening remarks.

Hiroyuki Tachikawa

Good morning, ladies and gentlemen. I am from the Yamanashi Prefectural Government Resident Affairs Department. My name is Tachikawa and thank you very much for coming to this MFRI International Symposium. The MFRI since 2005 has been inviting researchers from abroad and from Japan to hold international symposiums every year and in this symposium we will be trying to seek how to deal with the preservation of Mount Fuji, utilization of the mountain and also how to deal with volcano disaster prevention management as Mount Fuji has been designated as a World Heritage Site and the theme of this symposium is 'Volcanic Eruptions and Measures for Hazard Mitigation.' In the area around Mount Fuji, we have about 1.4 million residents but it's not just that. Every year, we welcome 30 million tourists throughout the year and also there are about 300,000 mountaineers who come every year. So we accept a lot of visitors and we also have a large residence base. So if a major eruption occurs in such a place we will need to make sure that appropriate information is provided to all these people so that we can guide them to evacuate safely, meaning that the residents, the researchers as well as the administration in charge of disaster management has to work together and cooperate. Especially for the tourists and mountain climbers we need to make sure that we can educate them and provide information to them so that they fully understand what they need to do during a disaster and that is the biggest challenge that we have.

Now Yamanashi Prefecture is also trying to deal with sudden eruptions of Mount Fuji. We have been creating an evacuation route map for Mount Fuji so that we can provide support to tourists and mountain climbers when they need to evacuate. So this map will be used as a guideline to support the evacuation of tourists and

climbers. Now during this symposium, we will be hearing about the latest cases here in Japan as well as overseas. We will hear many lectures and then the lecturers will join a panel discussion where Mount Fuji can learn from overseas cases. I expect that we will be able to hear very interesting cases and presentations and as for Yamanashi prefecture we believe that this will be a great learning opportunity for all of us.

So lastly but not least I would like to once again thank all the people participating and hope that this would be a meaningful and fruitful symposium for all of you. Thank you very much.

MC

Thank you very much, Mr. Tachikawa for the remark. Now on behalf of MFRI, Mr. Uchiyama will be giving us the briefing about the symposium for this year. Mr. Uchiyama, please.

Takashi Uchiyama

Thank you very much for the introduction. I am Uchiyama from MFRI. As was mentioned by Mr. Tachikawa, we have been hosting the International Symposium on Volcanic Eruptions and Measures for Hazard Mitigation. On 22nd November, we did the workshop on Strategy of Volcanic Disaster Mitigation. They talked about monitoring and warning as well as crisis management and research that are done in Japan and overseas and we were discussing the differences and discussed the way forward in Tokyo. Now following that international symposium workshop, we would like to learn a lot from overseas for Mount Fuji Disaster Mitigation. Currently JMA and other national institutions as well as the MFRI are carrying out observations and monitoring of Mount Fuji and we have hazard map created. Regarding the alert level, we are already making the evacuation plan in place by zoning and evacuation activities are contemplated and also planned and drills were conducted in August in this year to discover various challenges to be solved going forward. So we would like to input the experience from overseas to enhance our alert levels and mitigation activities by the government including the administration, research institutions and national institutions we would like to put together our ideas to come up with better plans.

This is the evacuation plan vis-à-vis alert level. For Mount Fuji we have step wise plans already in place just for your reference. Now today as Session 1 we have presentation of case studies from overseas and that will be followed by panel discussion in the afternoon to talk about the learning that we can get for Mount Fuji. That was explained by Mr. Tachikawa as well. On the 21st, there was a small eruption in Bali,Indonesia and the alert level was increased and evacuation has already been completed and yesterday was 23rd of November,well according to lunar calendar as well and there was whole eruption some 310 years ago on the very same day, and ever since Mount Fuji has been calm. So this is a very good opportunity to think about disaster mitigation regarding volcanoes by inviting people from local communities and also researchers as well in this place. So that was the plan for today in a very brief manner but that is something I just wanted to share with you. We have a long day today but I hope you will enjoy throughout the program. That is all from me. Thank you very much.

MC

Thank you Mr. Uchiyama. So we would like to begin the first part of this symposium. The first part of this symposium on Volcanic Eruption and Measures for Hazard Mitigation. The first speaker is Dr. Augusto Neri from INGV. He is going to talk about the complex interplay between volcano research science monitoring and risk assessment. Some insights from Italy. Dr. Neri, please.

講演1「活火山における研究、監視、危機管理の相互関係：イタリアの事例から」

Augusto Neri（イタリア 国立地球物理学火山学研究所）

Neri：皆さん、おはようございます。山梨県富士山科学研究所そして山梨県の皆さま、今回このようなお招待をいただきまして発表する機会をいただき、ありがとうございます。

イタリアの、私どもの火山リスクの評価、そして減災努力についてご紹介させていただきます。特にヴェスヴィオ火山を中心に説明したいと思います。発表内容は数日前の発表と似ていますが、ヴェスヴィオ山に注目することによってどういったことが可能なのか、富士山における、あるいはその他の爆発性火山で何ができるかのヒントになるかと思います。

それでは、これからの30分で何を話そうとしているのかをお話します。イタリアの火山リスクの評価について少しご紹介し、そして、どのようにリスクに対応するのかをご紹介します。これには長期的な目標、短期的な目標がございます。そして、国家市民保護局の役割などの、どういった組織が関わって、イタリアの制度の中でそれぞれの役割を果たしているのかを簡単に紹介します。後でドメニコ・マンジョーネ氏のほうから詳細について発表があるかと思います。

また後半においては事例研究ということで、ヴェスヴィオ山の事例をご紹介し、最後に皆さんにメッセージをお伝えして終わりたいと思います。

イタリアは日本と同じように火山リスクが非常に大きな国の一つです。左側の地図にありますように、何十万年も前に活動していた、たくさんの死火山とされている火山が中央部にありますし、まだ活動している火山がシチリア島、ナポリ地域など南部にあり、ヴェスヴィオ山はこのナポリ地域にあります。この地域は恐らく世界中でも火山リスクが非常に大きい地域だと考えられます。

また右側の図にもありますように、平均人口密度と平均火山密度を合わせて見ますと、左下から右上に上がるほどリスクは大きくなります。日本、フィリピン、イタリア、と中央アメリカの諸国が非常にリスクの高い国だということが分かります。これはなにも新しいことはありません。昔から私たちが認識していることではありますが、最近になってもっと定量的な情報が火山リスクについて明らかになってきました。

皆さん、後ろからは見えないかもしれませんが、スイス・リーという保険会社が算出した火山の降灰だけによる被害額の推定です。円グラフは国ごとの火山の降灰による影響の割合を示しています。これを見ると、日本のリスクが一番大きく、第2位がイタリアとなっています。

また、そういったリスクに曝されている都市のランキングもあります。リスクの高い上位15の都市、例えばイタリアにはカタニア、ナポリがあります。そして日本でも、東京など火山リスクに極端に曝されている都市が挙げられています。ですので、世界的に大きな問題であり、私たちの国々はこういったリスクに曝されていることが分かります。

ヴェスヴィオ山の地域、ナポリの地域をご紹介しましょう。ナポリはちょうど二つの火山の真

ん中にあります。ヴェスヴィオ山が東側にあり、もう一つは非常に危険性の高いカルデラ。ヴェスヴィオ山ほど知られていないかもしれませんが、危険度が高いとされています。過去においては巨大噴火を起こしました。それから、イスキア島が南側にあります。これも爆発的な噴火をする火山です。この地域は全体で 200 万人もの人々が暮らしています。そのため問題の大きさが、市民保護という観点からお分かりいただけるかと思えます。

では、こういった目的を掲げているのでしょうか？イタリアの幅広いコミュニティーあるいは制度が、この問題をどのような形で管理しようとしているのでしょうか？何が最終的な目的なのでしょうか？ここにあるのは長期的な目標です。長期目標というのは定量的に火山リスクを評価したものです。これを言うのは簡単ですが、三つの異なる要素を組み合わせることを行うのはとても難しいことです。

最初は火山によってもたらされるハザードです。ハザード現象、こういった危険な現象が起り得るかを考えなくてはなりません。そして第 2 にその地域の人々、インフラ、建物、その他の脆弱性を理解することです。3 番目が、そのリスクにどれだけ曝されているか、エクスポージャーです。私たちはこのエクスポージャーを減らさなくてはなりません。その三つを合わせてリスクを下げることができます。リスクのうち、ハザードを軽減することはできません。しかし、私たちは地域の脆弱性を下げるか、あるいはエクスポージャーを下げるという軽減策を取って、全体のリスクを下げるすることができます。

このように定量的にリスクを考えて、全体のリスクを引き下げようとしています。これはとても難しいですが非常にパワフルな方法です。なぜならすべての考えられるシナリオを考慮するからです。決定論的に火山を考えるのではなくて、可能な限り全ての現象を記述し、それぞれについてありとあらゆる可能性を記述します。ですので、非常に大変な取り組みで、大量な情報と解釈が必要です。これが長期目標となります。

しかし現時点では、ほとんどのリスク評価についてはハザード情報をベースにしています。例えばリスク評価、影響度を出すことはできますけれども、それは一つの要素しか考慮していないシンプルなものになります。そのため、多くの解析においてはたった一つ、ないしは幾つかの少ない数のシナリオしか考えていません。これが重要な問題点です。すなわち、私たちはまだその複雑性に十分対応する能力を持っていません。よって、これが長期的な目標であり、ゴールなのです。これが、最終的に私たちが研究の末に出したい成果です。

また、多くの関係者がおります。それぞれが責任を持っています。イタリアにおいては国家市民保護システムがあり、国家市民保護局がその中枢を担っています。マンジョーネさんはこの組織の代表です。後に彼からイタリアの制度について説明があるかと思いますが、イスキアで 1980 年に大きな地震があり、この組織と国家市民保護システムは 1982 年に設立されました。減災、警戒警報、あるいは対応、復興などを担当しています。

もちろん関係組織はこれだけではなく複数あり、それぞれが異なる役割を果たしますが、簡単にすると三つのカテゴリーに分けることができます。一つは公共団体、つまり意思決定機構。政

府、閣僚、地域、地方、市町村、こういったところが何をするかを具体的に決定します。第2番目が、科学者、大学、研究所というところになります。私のINGVはこの分野に入ります。3番目が、市民社会、一般市民、ボランティア、民間企業などが3番目のカテゴリーです。この三つが調整しながら協力をします。

ここで強調したい重要な役割は、主要リスク委員会（**Commissione Grandi Rischi**）という委員会です。市民保護局に対して特別な忠告をする委員会で、科学情報を科学者から収集し、その情報を政府と首相に提供する役割を果たします。イタリアの制度の中で重要な役割を果たす委員会となります。

INGVについてご紹介します。INGVについては、どのように科学的な組織を形づくるべきなのか、火山リスクの管理と減災に対してどうするべきかという議論がありました。我々の研究所には幾つかの使命があります。青文字で書かれているのは純粋に科学的な使命です。地震、火山、環境などのさまざまなプロセスの物理を複数の観点から研究しています。すなわち、観測、監視、モデル化を行います。また革新的な研究、気候変動ですとか国家安全保障などについても研究をしています。

重要な点は、我々の研究所の中には同時に法律で決められた使命もあります。それは、国の地震、火山リスクの監視をするということです。ですので、監視ネットワークを開発し、それを維持・保守しています。そして国全体の監視、モニタリングをし、同時にハザード情報を私たちが作ります。そしてできる限り、このハザード情報とリスク解析を組み合わせることでリスク評価に貢献できるようにしています。ですので、私たちには研究をすることと同時に、その地域の監視、モニタリングを行うという二つの役割があります。

INGVのいくつかの数字についてご紹介したいと思います。今まではINGV全体についてお話ししていましたが、火山部門についてお話しします。火山部門は二つの観測所からなっています。ナポリにあるヴェスヴィオ観測所と、カタニアにあるエトナ観測所、そしてピサ、パレルモ、ボローニャ、ローマに幾つか研究部門があります。全体で250人が仕事をしています。研究者、技術者がおります。重要な点は、250人のうちの60%が博士号を持っているという点です。非常に教育レベルの高い人材なのです。彼らが研究とシステムの監視を行います。70%は正規、30%が一時契約となっています。また、大学教授ですとか他の研究者、企業とも連携をしております。

どのような形でハザードに対応するのかについて申し上げます。ハザード評価という重要な役割がありますが、ハザード評価というのは、たった一つのアプローチでは実現することはできません。多くの分野、横断的な専門知識が必要になります。でなければ最高のハザード評価を行うことができません。

ここに簡略化された4つのカテゴリーを示します。まず一つは噴火履歴の再構成です。非常に基本的な部分です。我々としてはどのように過去に火山が振る舞ったのかを理解しなければなりません。そこから未来を予測するわけです。2番目が火山の監視です。常時情報を更新し、火山の状況を知っていなくてはなりません。3番目が火山の仕組みの理解です。ダイナミクスに

ついて、どのように火山が振る舞うのかを知ることによってシステムのモデル化を行う際により理解が進みます。物理法則に基づいて定量的な形でダイナミクスを記述することにより影響や不確定性を表すことができ、この手法はとても重要になってきています。

多くのステークホルダーが、どれくらい精度が高いのかを聞いてきます。何が本当に分かっている何が分からないのかを知りたいという要請がありますので、これは非常に重要な手法です。我々の情報を伝達する時には不確定性が含まれていて、その不確定性はとても大きいので、それを隠してはいけません。それをどうするかということが挑戦です。これは簡単ではありませんが、多くの解釈があるので、避けることはできません。

では、ケーススタディーとしてヴェスヴィオ山の例を見てみたいと思います。ヴェスヴィオ山には相反する二つの特徴があります。一つは、爆発的な噴火をするという点です。過去に非常に危険なプリニー式噴火を起こしました。一番有名なものがポンペイやヘルクラネウムに影響を与えた紀元後 79 年の大きな噴火です。そして二つ目の特徴というのは、非常に都市化が進んでいる地域だということです。第二次世界大戦後、イタリアでは経済的なブームが起きました。そしてたくさんの都市や町が周辺につくられることになりました。60 年代、70 年代、また 80 年代に至っても、火山の山麓の多くの部分が都市化しました。ですので、今では 70 万人もの人たちが主要な火口であるグラン・コノから半径 7 キロメートル以内のところに住んでいるという状況にあります。

では、どのような活動をヴェスヴィオ山はしているのでしょうか。ヴェスヴィオ山、単純に言えば二つのパターンが見られます。二つのモードというのでしょうか。

火道の部分、つまりマグマだまりから表面までをつなぐところがマグマ溜りと繋がる期間で、この期間には地表は閉じています。そして、火口が開いている期間です。この期間は継続的な活動が起こっています。つまり、ガスやマグマが継続的に火道を上昇し、小さい噴火が起こっています。通常、VEI（火山爆発指数）が 3 以下のもので、噴出体積が 0.1 立法キロメートル以下の噴火です。

でももっと危険なのは、火口が閉じている時間であります。これまでのヴェスヴィオ山の歴史を振り返ってみて分かったことですが、休止期間、要は火口が閉じている時間を経た後、爆発的な噴火が起こるわけです。休止期間が長ければ長いほど、その後の噴火はより爆発性が大きくなるということになります。

最後のヴェスヴィオ山の噴火の年である 1944 年以降、火口が閉じている状態がずっと続いておられます。ですので、再び火口が開くと、恐らくは高い確率で次の噴火は爆発的なものになるだろうと考えられます。休止期間が長ければ長いほど爆発的な噴火はより大きな規模のものになるだろうと考えられます。

ヴェスヴィオ山については、先ほども言いましたとおり、爆発的な活動が一番懸念されます。緊急避難計画、ハザード計画なども二つのプロセスの定量化にあてられました。まず一つは、どれくらいの火山灰、火山の噴煙柱からどのようにテフラが降下するのかということです。大きな

噴火では噴煙柱は 20 キロ、30 キロほどの高さまで上昇し、たくさんの火山灰が降下するということが分かっています。そして噴煙柱が崩壊し、火砕流が起こるといことが考えられます。この二つのプロセスを心配し研究しております。

そしてこの二つを基にハザードマッピングや緊急避難計画などを作成しております。先ほども言いましたとおり、ただ一つのイベントだけを考えて計画を立てるのでは駄目です。私たちはヴェスヴィオが起こすさまざまな側面、さまざまなシナリオを考えなければなりません。

現在、定量的にこのような火山のイベントツリーを作っています。これは、図面上に火山がどのような挙動を示す可能性があるのかを示したものです。

例えばこちらは爆発的な活動があった場合、その活動は大規模なプリニー式噴火から小さな水蒸気噴火に至るまで六つに分けることができます。そして、その可能性を定量化しようとしてしました。左側を見ますと、それぞれのカテゴリーの噴火に対して別々の数字が書かれています。この数字はそれぞれの噴火が起こる可能性を表しています。プリニー式噴火、サブプリニー式噴火、激しいストロンボリ式噴火、そして水蒸気噴火のどの噴火になるかという確率を表しています。一番起こりうる噴火は、激しいストロンボリ式の噴火もしくは水蒸気噴火であるということになります。

また、これらの数字の別の特徴としては、一つの可能性の値のみを出すのではなく、三つの値を出しています。そうすることで信頼レベルを少し分散させる形で書いています。一つのカテゴリーを赤で示しております。というのは、このシナリオは、DPC に対して提案されたものです。DPC（市民保護局）は古い緊急計画をこうしたサブプリニー式噴火に基づいてデザインしています。ヴェスヴィオ山の最後のサブプリニー式の噴火は 1631 年でした。これを参照にして緊急避難計画などが立てられております。

前にも言いましたとおり、いろいろなネットワークがありまして、地震や、測地、地球化学やさまざまな地球物理学的なネットワークがあります。ほとんどのものがリアルタイムでつながっているネットワークです。ですので、収集されたデータはモニタリングルーム、ナポリにあるヴェスヴィオ火山観測所に送られます。それから、何か現象が起こった場合には野外での活動も多く行われます。

では、どのようにハザードマッピングをしているのかについてお話します。前にも言いましたとおり、サブプリニー式の噴火が起こった場合、まず一番懸念されるのは火山灰の降灰です。ということで、どのように火山灰が広がっていくのか、細かい火山灰から火山礫までさまざまな大きさの噴出物がどう広がるのかを記述する数値モデルを持っています。テフラの広がりなどは噴煙柱の高さだけではなく、風向も関わってくるわけです。ですので、風向はこのプロセスの一番重要な変数です。

この場合は南西方向から北東方向に風が吹いています。そして、この地図には一つのシナリオについて計算された降灰のアイソパックを表しております。もちろん、次の噴火が起こった時に、風がどういう方向に吹くかは分かりません。ですので、ハザードマップは幾つかの変数について

統計を考えた上で作られております。一番検討しているものは風の変数です。

これまでの風のパターン、ヴェスヴィオ山周辺の統計的なものを使いながら、こうした地図を作っています。

いくつかの等層厚線が描かれていますが、これは火山灰の厚さを表しています。それぞれの地図は12キロメートルから22キロメートルまで噴煙柱の高さが違う場合の等層厚線図を表しております。等層厚線は1平方メートル当たり300キログラムの火山灰の堆積が起こる可能性が5%以上の場合、つまり30センチぐらい火山灰が地面に積もるということを考えて見ております。後でまたお見せしますが、このような形で黄色い部分が特定されました。18キロの噴煙柱であれば、このような等層厚線によって黄色いイエローゾーンが定められています。

もう一つ、火山灰の降灰ですけれども、やはり風の場合によって大きく支配されます。では、降灰の影響が一番受けるのはどこなのか。ある程度の信頼性で火山噴火の数日前から分かるはずで、気象予報に基づいてどの方向に灰が飛んでいくのか、ある程度特定できると考えられます。2~3日前には火山のどちらの方向が一番火山灰の降灰の影響を受けるのか予測できます。これはエトナ山で毎日行われていることです。エトナ山はヴェスヴィオ山よりずっと火山活動が多く、噴火は頻繁にあります、規模が小さいわけです。でもこのような予測はとても有効です。地元当局だけではなく航空業界にとってもとても有用で、空港ですとか空の便をマネージするのに使われています。

では、幾つかここからモデリングの成果をお見せしたいと思います。今、第2ステージとして調査しているもの、つまりは噴煙柱の崩壊について考えています。まず、噴煙柱は周りの大気よりも重いので噴煙柱は大気を上昇することができず崩壊し、地面に向かって流れていきます。これからお見せするものは、火山の斜面にそった噴煙柱温度の時間発展です。こちらがヴェスヴィオ山の南側となります。15倍に速めてお見せしますが、中央火口のグラン・コノから7キロほど離れたところに海があります。色が温度を表しています。このような形で見るすることができます。火口から高温・高圧のものが噴出します。ここでは噴煙の密度のほうが、大気よりもずっと高いとします。ですので、噴出されたものは崩壊して地面に向かっていきます。そして火砕流を発生させるわけですが、これが一番危険な、また人の命を奪うような現象であります。

このプロセスは非常に素早く起こります。5分ほどで火砕流の密度流は海にまで到達します。つまり、噴火の前に行動を起こさなければ人々の命を救うことはできません。つまり、ここにいる人たちは噴火のかなり前に避難をさせることが必要だということになります。

ここでお見せするのは、数年前に行ったシミュレーションです。最近では三次元でこのようなモデリングを用いてシミュレーションも行うことができるようになりました。例えばこちらはサブプリニー式噴火の時間経過を見ておりますが、これがまさにヴェスヴィオ山で噴火の際に起こることです。温度が色で表されています。三次元で表示されているため、流れとそのダイナミクスがいかに複雑であるかを見ていただけたらと思います。また、一番影響を受けるのはどこであるかも分かると思います。流れは大体、谷に沿って進みます。こういうビデオは人々にどうい

ことが起こり得るのか、すなわちヴェスヴィオ山で爆発的な噴火が起こった際にどのようなプロセスが起こりうるのかを伝える上で非常に効果的です。

こちらが、DPC が最終的に作成したマップです。マンジョーネさんが後でもう少し説明してくださいと思います。緊急事態にあたっての避難計画がどのように作られたか説明がされるとと思います。この赤いところは 75 万人ほど住んでいる居住地域で、噴火前にこの人たちを避難させなければなりません。そして黄色い部分、その一部が大量の降灰の影響を受けることになりませんが、噴火が始まった後、この一部は降灰によって影響を受けます。またブルーゾーン、すなわちラハール（泥流）の影響を受ける地域についてもより良く定義するための研究を行っています。

最後の 2 枚のスライドですが、一つは「火山の課題」と私が呼んでいるものです。異常現象が起こった時にどうするのか、それが一番重要なポイントとなります。歴史を見てみますとさまざまな結果が起こりうるということが分かっているからです。きちんとマネージできる危機があります。成功した例もあり、幾つかここに例を挙げています。伊豆大島、ピナツボ山、ラバウル、それからムラピ山です。これらは成功例です。2010 年のムラピ山については後で話があると思います。中には間違ったアラームが出された例もありました。グアドループのスフリエール火山の 1976 年の噴火などです。7 万人が避難しましたが、噴火は起こりませんでした。それからネバド・デル・ルイスの例が挙げられます。1985 年に噴火がありました。こちらは警報が出されなかったために 2 万 5 千人が亡くなりました。きっと前兆現象が見られるはずですよ。となりますと、それによって正しい時間に、また正しいハザードを捉えた上で火山予報を発することが必要だということになります。四つの警戒レベルがありますが、これについてはマンジョーネさんが後で話をしてくださいと思います。

最後にまとめになります。イタリアではきちんと構築された科学界、それから DPC との間の協力関係がございまして、また、市民防衛局や地方自治体との協働もできております。この場合は火山噴火ですけれども、それを特定し、防災・減災にあたらうとしております。重要なことは定量的に作られた地図を示すことができるようになったと言う点です。これは大きな成果です。何かが起こる可能性がある特定の部分に、また特定の時間で示すことができるわけです。とはいえ、まだ課題はあります。不確実性の定量化とそれを減らすことが必要です。これにはもっとモニタリングと研究が必要です。

そして最後のメッセージですが、これが一番大事なことではないかと思えます。非常に複雑な火山系扱っているということです。問題を解決するのであれば、それぞれが独立して働いては無理です。協力が必要です。科学者、市民保護局、さまざまなレベルの地域や地方自治体の人々、メディア、そして一般市民との間の協力が必要です。これがなければ、このゴールを成功裏に達成することはできません。

また、来年ですけれども、9 月にナポリ、すなわちヴェスヴィオ山やカンピ・フレグレイの近くで火山都市会議(COV10)という学会が開かれます。ぜひとも皆さま、お出でいただければと思います。ありがとうございました。

司会：ネリ博士、どうもありがとうございました。時間を過ぎておりますが、会場より一つほど質問を受けたいと思いますが、どなたか質問がある方はいらっしゃいますでしょうか。

では、またパネルディスカッションのほう等でも質問できますので、次の講演に移りたいと思います。ネリ博士、どうもありがとうございました。

続きまして、インドネシア共和国、地質災害軽減センター、スバンドリヨ博士から、「ムラピ山の 2010 年噴火と将来の噴火に向けた災害低減計画」についてご講演いただきたいと思います。スバンドリヨ博士、よろしく願いいたします。

The complex interplay between volcano research science, monitoring and risk assessment: some insights from Mt. Vesuvius (Italy)

Augusto Neri

(Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Italy)

augusto.neri@ingv.it

Thank you very much and good morning everybody. Once again, I want to thank the Mount Fuji Research Institute, the Yamanashi Prefecture and all the organizers



for inviting me here today and for the opportunity to present you what we are doing in Italy with respect to volcanic risk assessment and mitigation and particularly what we are doing about Mount Vesuvius. This talk it will be quite similar to the one I gave a couple of days ago in Tokyo but today I

will focus more on Mount Vesuvius so to favour some close comparison between this volcano and other explosive volcanoes in Japan, such as Mt. Fuji or Mt. Asama.

This is a brief outline of the next 30 minutes (Fig.1). First I will briefly introduce the volcanic risk issue in Italy. The second part will be devoted to how we cope with this risk, which are the main goals - the long-term and the short-term goals - where we are right now, and which are the actors that play a role in this field in the Italian system. I will also briefly mention the National Civil Protection System that will be later on presented in more details by Dr. Mangione in his talk. The last part will be about the case study of Mount Vesuvius and some final messages.

Outline

- **Volcanic risk** in Italy
- Coping the volcanic risk in Italy: the **goal** and the **actors** (*National Civil Protection System, see Mangione's talk*)
- The **Vesuvio** case
- Concluding **messages**

Figure 1

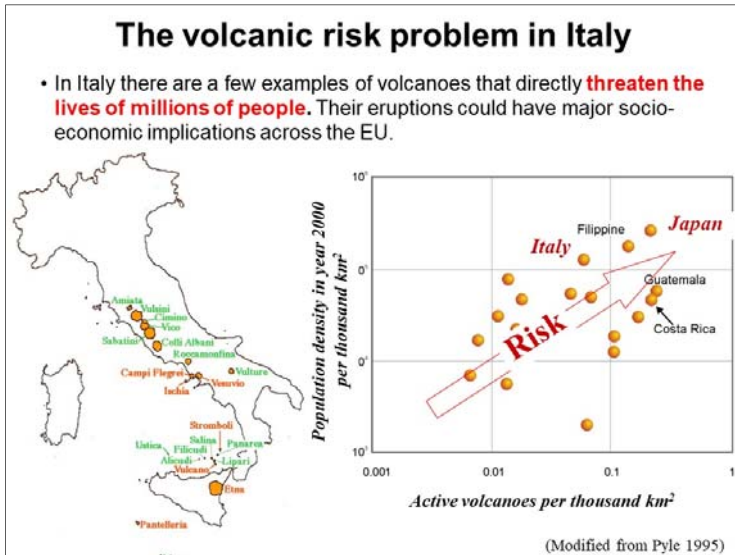


Figure 2

Italy, as Japan, is one of the most exposed countries in the world in terms of volcanic risk (Fig.2). As you see in the map on the left-hand side, in Italy we have a number of volcanoes where volcanism was active hundreds of thousands of years ago, mostly in the center part of Italy, but we also have very active volcanoes in the South of Italy, particularly in Sicily, in the Aeolian islands and also in the Neapolitan area where Vesuvius is located. The latter is probably one of the areas most exposed to the volcanic risk worldwide. The high exposure of these countries is also clear from the plot on the right-hand side which maps the average density of population versus the average density of volcanoes; i.e. the risk increase from the bottom left-hand side corner to the upper right-hand side corner and you see that Japan, Philippines, Italy and some countries of Central America are the most exposed ones.

This is nothing new in the sense it's a long time we know our countries are highly exposed but recently more quantitative information about the measure of volcanic

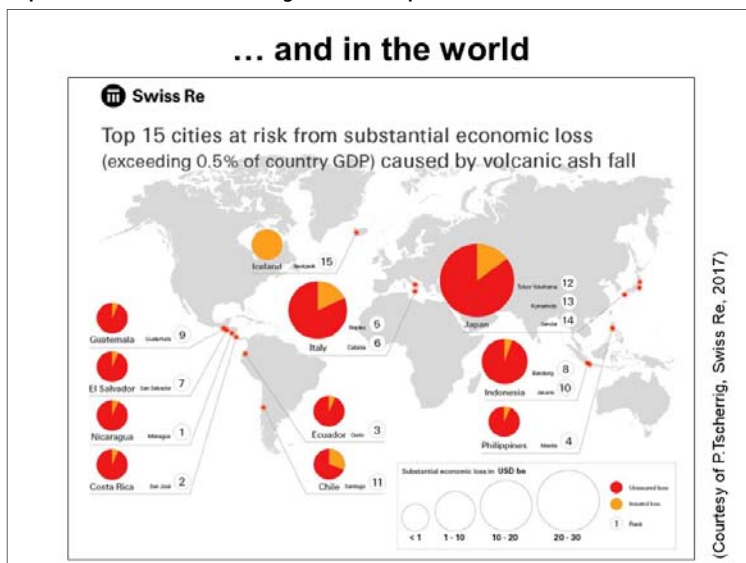


Figure 3

risk in the world (Fig.3) become available. This is an estimate made by a Swiss reinsurance Company, Swiss Re, about the potential loss produced by ash fallout - I underline just ash fallout without considering any other hazardous phenomenon in the world. The size of pie plot represented are

proportional to the potential impact of ash fall in that country. You see that Japan is the country most exposed and Italy is just the second one in terms of economic losses from this phenomenon. They also ranked the cities which are more exposed to this risk listing the first 15 cities at risk. In Italy we have Naples and Catania. Naples is directly treated by three explosive volcanoes as we will see in a moment whereas Catania is exposed to Mt. Etna. Japan also has also a few cities exposed to volcanic risk like Tokyo and other few cities.

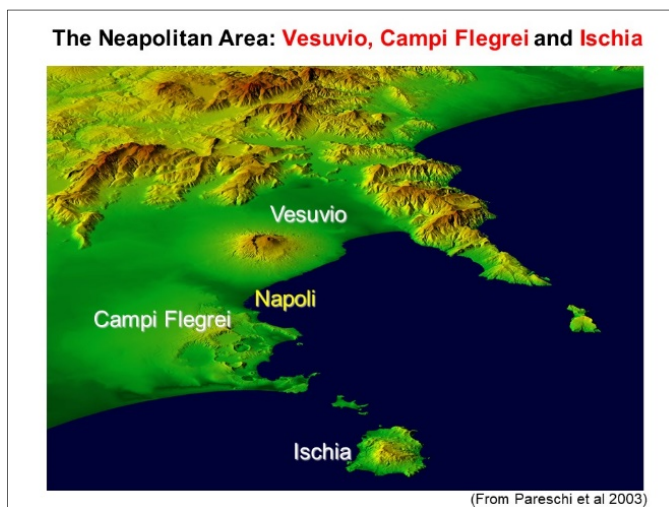


Figure 4

So volcanic risk is a major problem worldwide and our countries are quite exposed to this peril. I was mentioning Mt. Vesuvius and the Neapolitan area. As you see Naples is located just in the middle of two main volcanic centers (Fig.4). One is Vesuvius on the eastern side and the other one is a very dangerous caldera that is not probably well-known as Vesuvius but it's also extremely

dangerous. In the past it produced very large eruptions - sometimes called super-eruptions - and the third volcano is the island of Ischia which is also an explosive volcano. So in the whole area are located more than 2 million people in total and so you can easily imagine the size of the problem, also from the point of view of civil protection.

The (long-term) goal

- To develop a full **risk assessment** which incorporates and integrates **hazard, vulnerability and exposure** data.

$$R = H * V * E$$

R = Risk
H = Hazard (e.g. scenarios)
V = Vulnerability
E = Exposure (value)

- This approach aims to consider not only one dominant "reference" or "worst-case" eruption but **a number of possible foreseeable scenarios** and estimates of their impacts.
- At this time most risk assessments are based on the consideration of a **single** (or a few selected) **hazard or impact scenario**.

Figure 5

Which is our main goal (Fig.5)? How the Italian institutions and scientific community are trying to manage this problem? Which is the final goal? The long-term goal would be that to quantitatively assess the volcanic risk. This is easy to say. It's much more difficult to do because it requires to combine three different factors, three different components.

The first one is the hazard posed by the volcano, i.e. to try to understand which are the hazardous actions and phenomena that could occur. The second one is to try to understand the vulnerability of the territory of people, buildings, infrastructures, and the third one is the exposure of the surrounding territory. Of course we should try to reduce the risk. However, in general, we cannot affect the hazards posed by the volcano but we can somehow reduce the vulnerability of the territory and, of course, we could largely reduce the exposure if somehow the authorities take mitigation actions such as evacuation.

So the idea would be to estimate the risk in a quantitative term and to try to reduce it. This is a very difficult and, at the same time, powerful approach because it considers all the possible scenarios. In other words, we do not treat anymore the volcano in a deterministic way but we try to describe all the possible phenomena, all the likely scenarios - each of them associated to a specific probability of occurrence. So as you easily understand it, this is a quite demanding effort and it requires lot of information and understanding of the volcanic system. As I said it's a long term goal.

Right now most risk assessments have been based on hazard information. In other words, we can come up with some impact and risk analyses but so far they are still quite simplified. That's why most of the analyses are still done on single or selected possible scenarios. This is an important point to remind because we still do not have the capabilities to manage this problem with all its complexities. As I said this is a long-term goal but this is the goal. I think this should be the final

product of our study in the medium-long term. Of course this is a problem that also involves several different actors, expertises and responsibilities.

In Italy, we have a system that is called the 'National Civil Protection System' which is coordinated by the Department of Civil Protection (Fig.6). Dr. Mangione is the

The actors: National Civil Protection System

- The **Dipartimento della Protezione Civile** (DPC, Presidenza del Consiglio dei Ministri) is the coordination body of the Italian National Civil Protection System (established in 1982 after the big Irpinia earthquake).
- Its tasks are: **Mitigation, Alert, Response and Recovery**

The System involves **many different organizations** such as:

- **Public bodies** (Government, Ministries, Regions, Provinces, Municipalities, Operational Bodies, etc. as **decision makers**);
- **Scientific and academic institutions** (Universities, **Research Institutes (INGV)**, etc.);
- **Civil society** (Volunteers, private companies)

- A key role is played by the "**Commissione Grandi Rischi**" which is the link between DPC and the scientific community (advisory role). (Il Mattino, 24 novembre 1980)



Figure 6

representative of this department in this workshop and he will explain in more in detail how such system works. It was formed after the large Irpinia earthquake in 1980. In 1982

the Department of Civil Protection was established as well as the National Civil Protection System. Its main tasks are mitigation, alert, response and recovery. This is a major role carried out by different actors and organizations that can be classified in three main categories.

The first one is the public bodies. These are the decision makers. So the government, ministers, regions, provinces, municipalities and so on, are those that take the decisions about what to do in terms of risk management. The second one is the scientific and academic institutions like universities, research institutes, for instance my institute INGV is part of this category, and the third one is the civil society; so the public but also the volunteers, private companies and so on. All these three categories of actors play together and act together in a coordinated way. A key role I want to stress here, is the one played by the Commissione Grandi Rischi. This is a special advisory committee that responds directly to the Department of Civil Protection, and which gather together and summarize the scientific information from the scientific community and provide it to the government, i.e. to the Prime Minister. So this is a quite important body of our Italian system.

A few words about INGV (Fig.7). We discussed a lot about system organization the day before yesterday in Tokyo. Which is the best way to organize the scientific community and monitoring centers in terms of volcanic risk management and



Figure 7

mitigation? In our institute, we have a few missions. Some of them reported in blue are mostly scientific. We address in a multidisciplinary way the dynamics of different processes such as earthquakes, volcanoes and environmental processes. We do it in a multidisciplinary way so we carried out observation, monitoring and modeling activities and also we do quite innovative research in terms of climate



Figure 8

change, national security, georesources and so on. but the key point I want to highlight today is that in our institute we also have the mandate, from the law and our statute, to surveillance the country with respect to seismic and volcanic activity. So, in other words, we develop and maintain all the different kinds of networks to monitoring these activities as well as we

develop hazards information and, as much as possible, we also try to combine these hazard information with vulnerability and exposure data to contribute to the risk assessment. So as you understand we have a double duty: research and, at the same time, the monitoring and surveillance of the territory.

Just a few more numbers about INGV and the Volcanoes Department (Fig.8). It includes two main volcano observatories - the Osservatorio Vesuviano in Naples and the Etnean Observatory in Catania - and also a few Sections, mostly focused on research, based in Palermo, Pisa, Bologna and Rome. In total, we are about 250 people (FTE). We are researchers, technologists and technicians. An important point is that about 60% of these people have a Ph.D. So they really have a quite advanced education and, as I said before, they contribute both to the research work and to the monitoring of the volcanic systems. Seventy percent have a permanent contract and 30% have a temporary contract and we also have a number of associated professors and researchers who cooperate closely with

Volcanic hazard assessment

Hazard assessments needs to include **all the methods** that contribute to investigate and understand the volcanic system, i.e.:

1. Reconstruction of the **eruptive record** (where? what?)
2. **Monitoring** of the present state of the volcano (when?)
3. **Modelling and simulation** of the volcanic processes (how? why?)
4. **Quantification of the system uncertainty** (how much accurate?)

Figure 9

INGV colleagues on different topics.

Just a few words about how we address the hazard. As I mentioned before we are mostly focused on hazard assessment (Fig.9). Hazard assessment cannot be carried out just by a single approach. This is another important point I want to stress. We need a number of disciplines, a number of

different expertises and methods in order to come up with the best estimates of hazard assessment. Here I simplified them in four main categories. The first one is about the reconstruction of the eruptive history. Of course this is the basic initial and fundamental input. We need to understand and reconstruct how the volcano behaved in the past in order to try to understand and forecast its future behavior. The second one is the monitoring of the volcano to have a continuous and updated information of its status. The third one is to try to understand how the volcano works, how it will behave in terms of dynamics and this can be better understood if we try to model the system, if we try to describe the dynamics in terms of quantitative terms based on physical laws, and the third category that I think is becoming more and more important is to try to develop techniques and tools to quantify also the uncertainty that affect our knowledge. This is very important too. More and more the stakeholders are asking us how certain or uncertain are you of what you are saying. What you really know and what you really don't know. So this is really a key point. We should be more and more able and effective to communicate that our information is affected by some uncertainty that and sometimes this uncertainty is quite large and we should not hide that. How to do that properly it is still a challenge. It's not an easy job but it's something that we cannot avoid to do nowadays for the many implications that this aspect has.

Let's now move to the case study of Vesuvius (Fig.10). Vesuvius has two

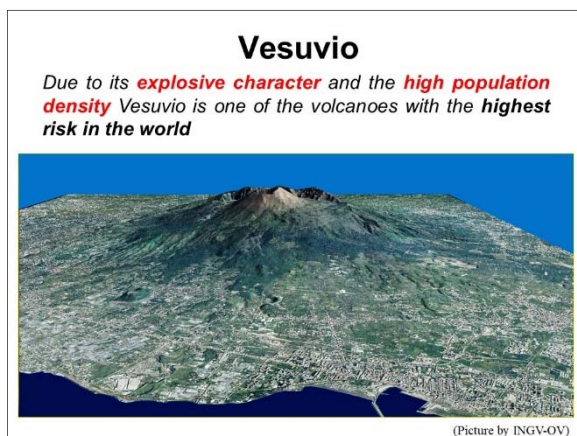


Figure 10

conflicting features. The first one is that it is a mostly explosive volcano. In the past it produced very dangerous Plinian eruptions. The most famous one is certainly the 79 AD eruption of Pompeii and Herculaneum. The second one is that unfortunately it is highly urbanized. After its last eruption in 1944 during the Second World War, in the 60, 70 and 80es in Italy there was a major economic boom and this brought to the growth of new cities and towns. The results of that was that large part of the flanks of the volcano became urbanized. So we have now more than 700,000 people live within a radius of about 7 kilometer from the Gran Cono, the main crater of Vesuvius.

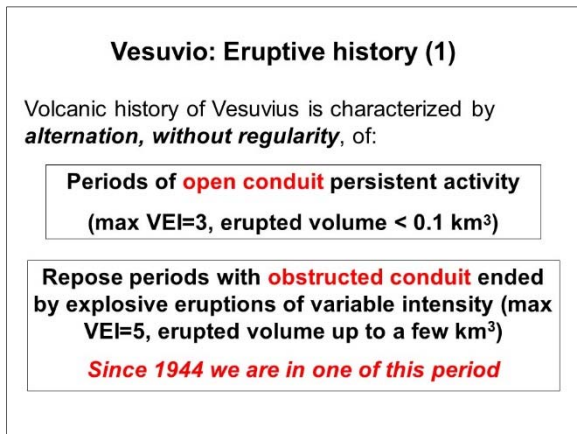


Figure 11

The latter are mostly characterized by continuous activity. In other words gases and also magma almost continuously are emitted through small eruptions. These eruptions are typically not larger than an explosivity index (VEI) of 3 and usually they erupt volume less than 0.1 cubic kilometer. These are the conditions of open conduit but much more dangerous are the periods with obstructed conduit. In fact, one feature we can infer from the history of Vesuvius is that usually these repose periods with obstructed conduit end with explosive eruptions. Data also suggest that the longer is the repose period the larger will be the explosivity of the eruption which interrupts this period. Since 1944, the year of the last eruption of Vesuvius, we are in a condition of obstructed conduit. So in case of reactivation in the medium term, we expect that more likely the next eruption will be mostly explosive and it will be the larger the longer the repose period will be.

Just a few words about the behavior of Vesuvius in its history (Fig.11). The behavior of Vesuvius can be simplified in few words. It shows basically two different patterns, two different moods I would say. Periods in which the conduit, the path that connect the magma chamber to the surface, is closed and periods during which the conduit is open.

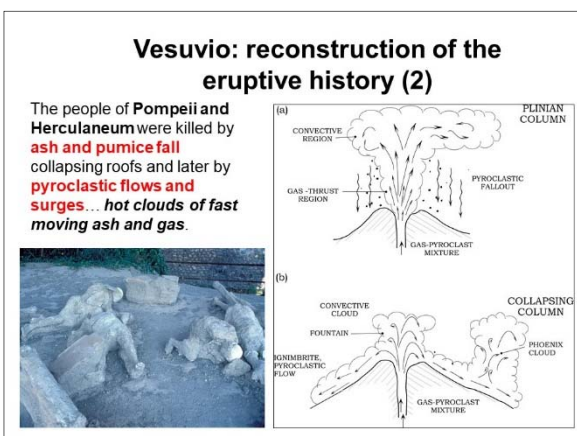


Figure 12

At Vesuvius, as I said, we are mostly concerned about explosive activity. The whole Emergency Plan has been mostly based on two different processes (Fig.12). The first one is the fallout of ash and tephra generated by a volcanic plume, the eruptive column that could rise even above 30 kilometer for the largest eruptions. The second process considered is the collapse of the volcanic column and the generation of very dangerous pyroclastic density currents. So these are the two main processes we are worried about and these are the two

phenomena that have controlled the design of the hazard mapping of the emergency plan of Vesuvius.

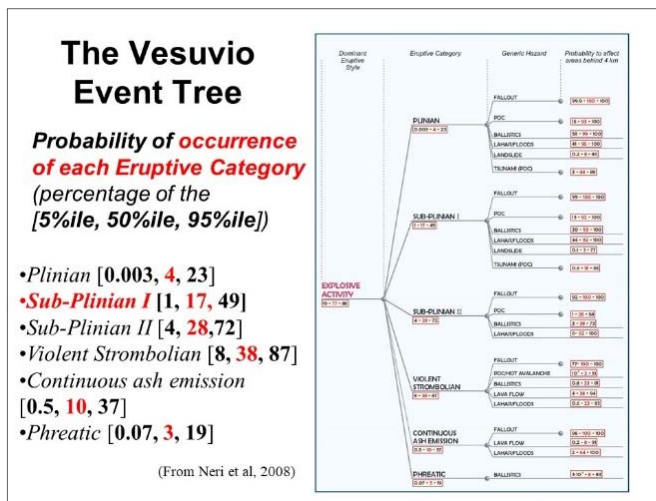


Figure 13

possible behavior of the volcano. For instance, we imagine that in case of future explosive activity this activity could be classified in six different categories ranging from large Plinian eruptions to small phreatic events. We also made an effort to try to quantify the probabilities of the different scenarios. So you see that the different categories are associated with different probability numbers. These numbers are actually terns of numbers since they represent the mean probability of occurrence of an event and our confidence level associated to it. As you see the most likely eruption in the short term would be a Violent Strombolian event.

As I said before, in our hazard analyses, we try to consider not just one single event. We try to consider all the potential phenomena and scenarios that Vesuvius could show. Since several years we are developing quantitative volcanic event trees (Fig.13). Volcanic event trees are nothing else that a graphical and quantitative representation of the

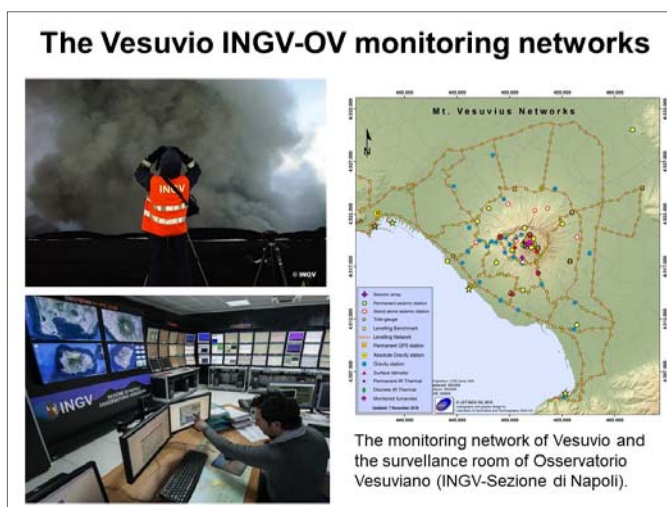


Figure 14

I put one eruptive category in red because this is the scenario that has been taken as reference scenario by the Department of Civil Protection. This is a sub-Plinian eruption scenario similar to that occurred at Vesuvius in 1631.

I mentioned before that we have many monitoring networks - i.e. multidisciplinary networks ranging (Fig.14) from seismic, geodetic,

geochemical as well as different types of geophysical networks. Most of these networks are real-time so all the data are instantaneously collected and visualized in the monitoring room of Osservatorio Vesuviano. Of course these data are complemented also by a number of field activities that we carry out in case of occurrence of phenomena.

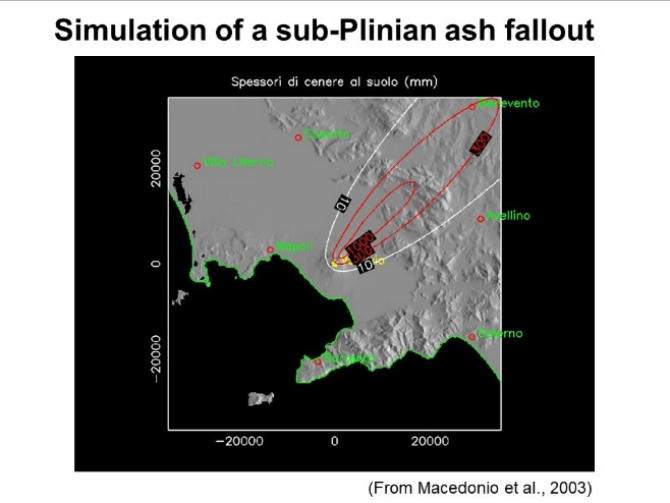


Figure 15

A few words about how we design the hazard mapping around Vesuvius (Fig.15). As I said before, our first concern, the first stage of the eruption in case of a sub-Plinian event would be the ash dispersal and fallout. By using numerical models we are able to describe the dispersal of fine ash, coarse ash, lapilli and so on. Of course the dispersal of ash is strongly controlled not only by the column height but also by the wind direction. I would say that the wind direction is the main controlling variable which affects this process. In this case we have wind blowing from Southwest to Northeast and these are the ground isopachs computed for a single realization i.e. for a single scenario. Of course we will not know which will be the wind direction during a future eruption of Vesuvius so the hazard map has been built considering the possible variation on a number of key

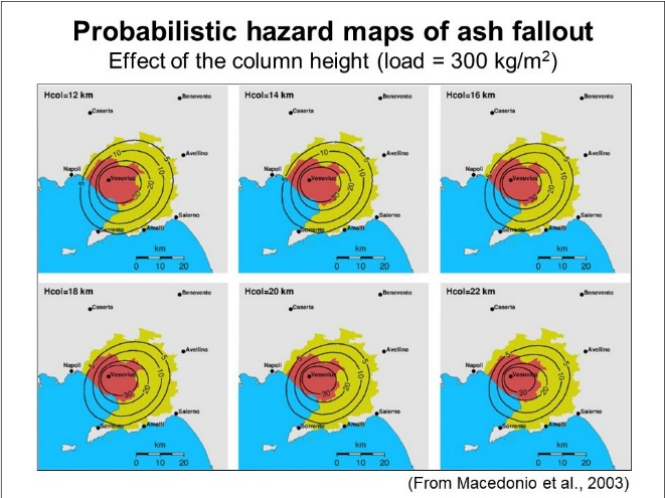


Figure 16

variables. The main variable that we considered is the wind variability.

So considering the statistics of the wind pattern around Vesuvius it's possible to produce these kind of maps (Fig.16). In this case the six maps refers to different column heights, ranging from 12 kilometer up to 22 kilometer and the isolines

corresponds to the probability of having a ground load of ash of 300 kg per square meter (i.e. about 30 centimeter of ash on the ground). This is the way in which the Yellow Area that I show you in a moment has been designed. In particular the Yellow Area refers to a column height of 18 km.

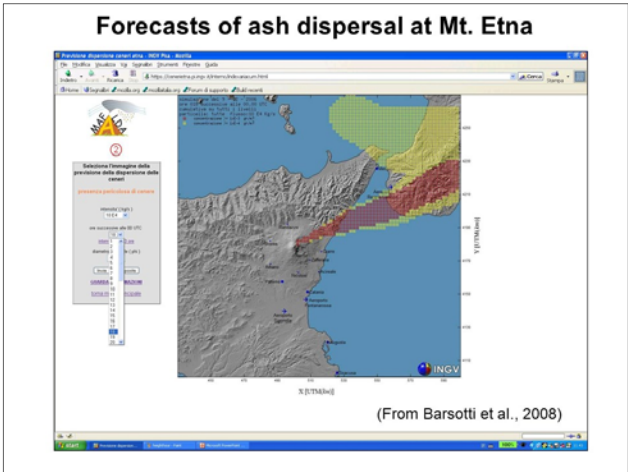


Figure 17

I want also to mention that ash fallout is a relatively predictable phenomena since it is largely controlled by the wind field. So which will be the area mostly affected by ash is something that we will likely know some time before because, based on weather forecasts, we will be able to forecast also the dispersal direction of ash (Fig.17). So somehow a few days before we will be able determine, with some level of

confidence, which will be the sectors of the volcano more affected by ash fallout. This is something we do every day at Mount Etna that as you know is much more active than Vesuvius but fortunately produces much smaller explosive eruptions. This is a service that is very useful not only for the local territory authorities but also for the civil aviation authorities in order to optimize the management of airports and air traffic. I want to show you now also a few modeling outcomes related to the second dangerous phenomenon we are considering in the hazard

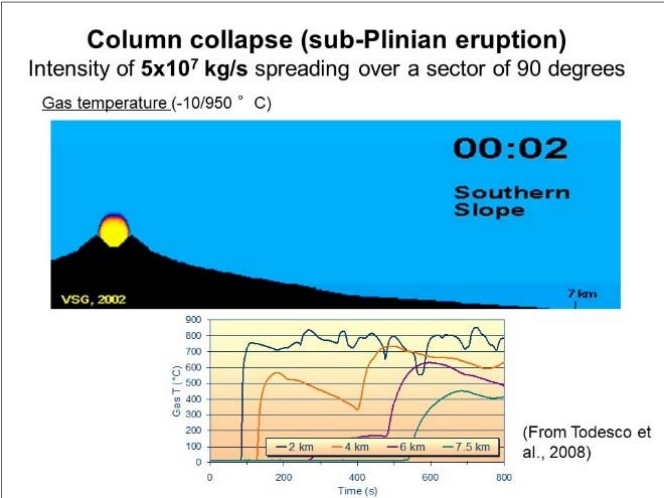


Figure 18

mapping - i.e. the column collapse phase of the eruption (Fig.18). In this case the column weight will become higher than the weight of the surrounding atmosphere. So the column will be no longer able to reach the higher layers of the atmosphere and it collapses to the ground forming pyroclastic density currents. What I will show you now is the evolution in time of the flow

temperature along the volcano flanks. This video refers to the South flank of Vesuvius and shows the real time in minutes and seconds. In the video the flow is speed up of about 15 times with respect to the real time evolution. The sea is located at about 7 kilometer away from the Gran Cono and the colors indicate the temperature of the flow. Basically you have the ejection of the mixture from the crater at high temperature, pressure and velocity but as I said the column density remains greater than the density of the surrounding atmosphere. As a consequence most part of the ejected mixture collapses to the ground and forms the pyroclastic density current or pyroclastic flow which, as you all know, is probably the most dangerous and lethal phenomenon occurring during an explosive eruption. I want also to highlight that this process is extremely fast. So, in about 5 minutes, the density current will reach the sea meaning that there is no way to save people life leaving the area just before the event. This means that all these people need to be evacuated well in advance of the eruption start in order to save their life.

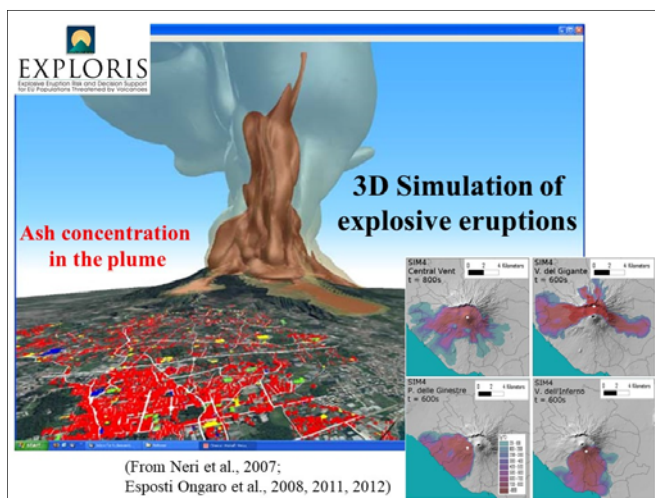


Figure 19

What I have showed you is a simulation that we carried out a few years ago. Recently we have further developed this kind of modeling so that we are now able to carry out fully 3-dimensional transient simulations (Fig.19). This is for instance the evolution in time of a sub-Plinian eruption of Vesuvius as simulated in 3D. The video shows the evolution of two

temperature isocontours. You can appreciate either the complexity of the flow dynamics but also have an indication about the areas that could be more likely affected by these phenomena. The flows largely follow the valleys and propagate strongly controlled by topography. We also found that this kind of videos are very effective to communicate to people which are the kind of phenomena we expect in case of reactivation of the volcano.

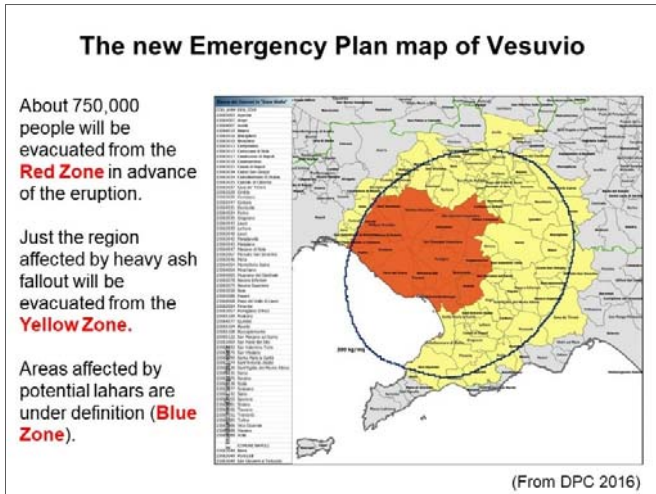


Figure 20

This is the final Emergency Plan map recently produced by the Department of Civil Protection (Fig.20). Domenico Mangione will comment more on this and will explain in more detail how the emergency and evacuation plans were designed. I want just to remind you that about 750,000 people live in the Red Zone and need to be evacuated before the

eruption. The Yellow Zone - actually just part of it - will also be evacuated but only after the beginning of the eruption when more accurate forecasts about the areas affected will be available.

We are also developing studies to better define a Blue Zone which will be likely affected by the impact of lahars and debris flows.

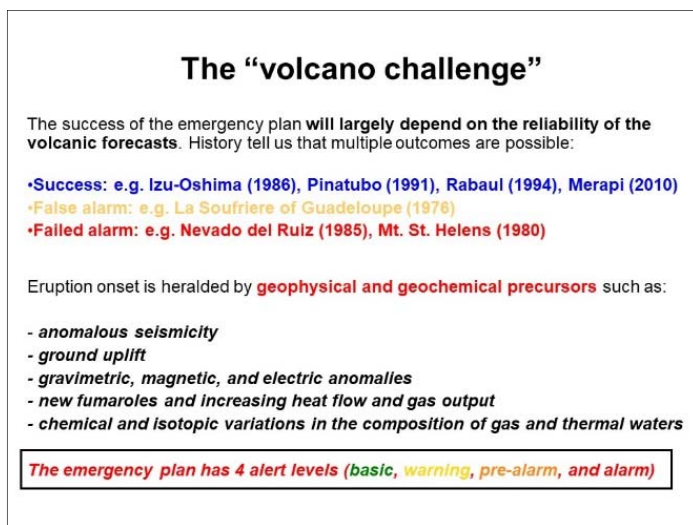


Figure 21

The next slide I want to show you is about what I called the “volcano challenge” (Fig 21). It’s quite clear that the way in which we will interpret the unrest phase of the eruption is the key point we have to face. The history of volcanology tells us that multiple outcomes are possible. There are crises that were very well understood and managed. They were a success. Some of them

are listed here e.g. Izu-Oshima, Pinatubo, Rabaul, Merapi. I think they all were very successful stories. Indonesian colleagues later on will tell us more about the Merapi 2010 event. But, unfortunately, there are also cases of false-alarm, like the crisis of La Soufriere of Guadeloupe in 1976, when about 70,000 people were evacuated but the eruption didn’t occur, and failed alarm, like the Nevado del Ruiz event in 1985, when about 25000 people were killed by a deadly lahar. Certainly

we will have precursory signs before the event. So the challenge will be to correctly interpret them in order to take useful and timely mitigation actions. At Vesuvius we have four alarm levels and again this will be covered by Dr. Mangione later on.

Concluding remarks

- A **well-structured cooperation** exists between the scientific community and the DPC aimed at the identification and mitigation of natural risks.
- Major progress has been carried out in volcano science in the last few decades. Such advances have been largely translated into mostly **quantitative hazard assessments**. A full risk assessment still need to be carried out.
- A key challenge remains the **quantification and reduction** of the main sources of **uncertainty** affecting the system as well as the **communication** of such uncertainty. **More research and monitoring needed!**
- A closer cooperation between **scientists, civil protection authorities** (at all levels), **media** and **population** at risk represents a further main goal still to be achieved.

Figure 22

To finish a few concluding remarks (Fig.22). In Italy we have a quite well-structured cooperation between the scientific community and civil protection authorities, and also with regional authorities, in order to mitigate, identify and mitigate natural hazards, the volcanic hazard in this case. A major scientific progress has been made in the last few decades and this

allowed us to produce first quantitative hazard assessments. This is I think is a quite remarkable achievement. We can estimate the probability that some hazard will occur in a specific place and at a specific time. Of course key challenges remain such as the quantification and the reduction of the uncertainty and how to communicate the uncertainty, that's another important point. I think more research and monitoring activities are needed. The final message, which is probably the most important, is that we are dealing with a very complex system and we cannot think to solve this extremely difficult problem working by ourselves. Vice versa we need to strongly cooperate. I think the success really requires a

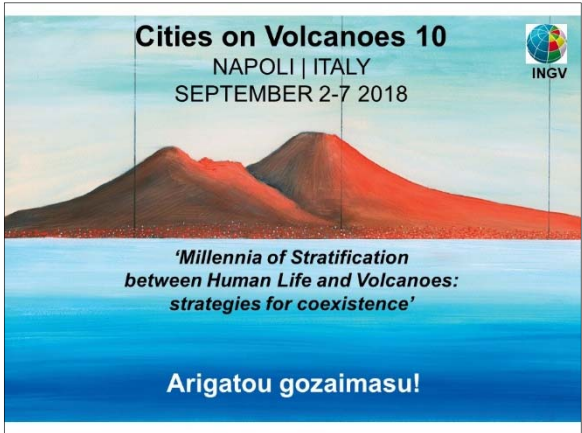


Figure 23

close cooperation between scientists, civil protection authorities at all levels, national, regional and local, the media has also a very important role and the population at risk. I think this is something really mandatory in order to be successful in this goal.

I want to thank you very much for your attention today. I also want to invite you

all at the next "Cities on Volcanoes" conference (COV10) that we will host in Italy next September in Naples, just very close to Mount Vesuvius and Campi Flegrei caldera (Fig. 23). You are all welcome. Thank you very much again for your attention. *Arigatou Gozaimasu!*

MC

Thank you very much Dr. Neri. We have overrun the time but maybe we can accept one question from the floor. Any questions? Maybe we can take up questions later during the panel discussion. So we would like to move on to the next presentation. Thank you very much, Dr. Neri. Next, we would like to invite the next speaker from Indonesia, Dr. Subandriyo, Center for Volcanology and Geological Hazard Mitigation, who will be speaking about the '2010 Merapi Eruption and Disaster Risk Reduction Strategy for Future Eruption.' Dr. Subandriyo, the floor is yours.

講演2「ムラピ山の2010年噴火と将来の噴火に向けた災害低減計画」

Subandriyo (インドネシア共和国 地質災害軽減センター)

Subandriyo : 皆さん、おはようございます。まず、最初に富士山科学研究所の皆さんに感謝を申し上げます。それから、山梨県庁の皆さまにも私を招いてくださったことに感謝申し上げます。

私は本当に名誉に思っここまいました。この国際シンポジウムでお話をさせていただけることを光栄に思っています。ムラピ山の災害低減対策について、それからムラピ火山の噴火の教訓のお話ができることを嬉しく思っております。特に2010年の噴火の話ができることを光栄に思います。

さて、私のプレゼンテーションのタイトルですけれども、2010年ムラピ火山噴火の教訓と将来の噴火に向けた噴火災害軽減策ということになります。今日は、まず前兆と早期警戒、それから、ハザードマップの機能を高めてそれによって脆弱性をコントロールしていくということもお話をしたいと思います。そして最後に締め言葉をとっております。

さて、インドネシアでございますが、我が国には127の火山があります。このように、スマトラ島、それからマルク島、それからスラウェシ島の北のほうまで広がっています。分布はこのようになっております。こちらをご覧くださいませでしょうか。ジャワ島の真ん中ですが、ジョクジャカルタが、中央ジャワ州というのがあります。こちらになっております。

こちらがムラピ山の特徴になっております。溶岩は安山岩で、比率としては52から56%がケイ素になっております。大体の場合、溶岩ドームが形成され、それが崩壊して火砕流になるという噴火を繰り返しております。時々、爆発的噴火に至ることもあります。例えば1872年、それから2010年のものも爆発的噴火でありました。

こちらは、ムラピ山の噴火の履歴となります。このように、VEIのインデックスでマグニチュードを示しております。大体VEI2ぐらいのレベルなんですけれども、場合によってはVEIが3になったりすることもあるし、4になることもあるという噴火の履歴を持っております。

こちらが噴火のタイミングでありますけれども、1から7年ぐらいの間に噴火が周期的に起こっているということが分かると思っております。平均、4年間ぐらいとなっております。

ムラピ山の2010年の噴火でありますけれども、これは本当に大きな噴火でした。1872年以來の大噴火となりました。タイプDというふうに私どもは分類しております。Hartmanの分類ではそのようになります。タイプAからDまである噴火の分類があるんですけれども、これはガスの含有量によって変わるというものですが、タイプDでありました。それから火山爆発指数(VEI)は4となっております。ガスの含有量が高かったということで、爆発的噴火が起こったと考えております。これによって火口の形状が全く変わってしまいました。

減災を行っていくためには、特にムラピ付近での都市計画を減災のために変えなければいけな

いということになりました。また、防災に関する法律が第24番という形で2007年に作られたんですけれども、そこには災害管理の対策も含まれておりました。そのときには2010年のムラピのハザードマップをガイドラインとして、法律を変えるという形になりました。

どういう形で準備をしていくのかということなんですけれども、図の上のほうは火山活動の増加であります。2008年から見ますけれども、2008年はまだムラピ山は非常に落ち着いていました。しかし2006年の噴火以降、火口が南側にも開きました。100年ぐらいはずっと西側と南西側での噴火でしたけれども、南のほうにも火口ができたということで、ある一定の居住地のあるところが危険に晒されるという状況になりました。

科学技術の情報はあまり信じないという人たちも近隣住民に多くて、我々としてはステークホルダーとの協力を図らなければならないと思ひまして、NGOや地方自治体も含めた形で、減災のためのムラピフォーラムという協議会を開きました。これは減災のためのフォーラムと考えてください。こういうフォーラムを作りました。

これを使いまして、緊急対応計画を地方政府と一緒に作りました。そのときには最悪のシナリオをベースに作ったわけです。いかにしてムラピの大噴火に対応できるのかということを中心に緊急対策計画を作りました。1961年に大噴火があったんですけれども、その時のことを、ある一定の地域に大きな影響があったということを使って計画を作りました。火砕流が12キロくらいまで南のほうに到達するというのをベースに作っていきました。

そして2009年のことなんですけれども、特に地震活動が活性化しました。それによって火山性の群発地震が増えていきました。ムラピというのは元々非常に地震の少ないところなんですけれども、しかしその当時、群発地震が非常に発生しまして、また地殻変動も起こりました。そしてまた山体の膨張も少し起こったということで、我々としては脆弱な方々の準備をしなければいけないと理解しました。特に被災しそうな地域の人たちがあまり火山のリスクに関して、あるいは災害に対して意識が低かったという問題がありました。特に、ある一定の人たちの間ではあまり知られていなかったという問題がありました。

ということで、ステークホルダーとの間でムラピフォーラムを使いまして連絡をしようということを行いました。そしてまた、防災のためのトレーニングを村長の方々を招いて行いました。特にムラピ山の火山によって被災しそうな村落の長の方々に集まっていただいて、トレーニングをするというのを2009年に行いました。また同時に、演習あるいは早期警戒システムのシミュレーションを行って、実際に被災しそうな地域に対して演習を行うということもしました。

そして2010年でありますけれども、地震活動あるいは地形の変化がさらに高まりました。そして警戒レベルがこの年2010年の9月20日にレベル2になりました。

それから私ども地質災害研究センターのほうでは、最近できたわけでありますけれども、中央と地方政府の当時の責任分担というのがあまりはっきりしていなかったという問題が分かりました。そしてまた、それによりまして対立関係も地方と中央政府の間で発生したという問題がありました。ということで私どもは、情報を被災しそうな地域に住んでいる人たちに普及させること

によりまして、地方政府が避難計画の準備をするということを始めにしました。

そして2010年には実は10月20日には警戒レベルが3にまで上げられました。被災地域の中には避難をしたくないという人たちもおりまして、特に優先順位をつけなければいけない高齢者あるいは子どもたち、そして障害者の皆さんに対する避難が始まりました。しかしながら一時避難地域が危険ゾーンにまだ入っていたという問題がありました。地方政府のほうで一時的な避難エリアを設けたんですけれども、それが危険ゾーンの中になりました。私どもの国家防災庁(BNPB)は、噴火は大噴火になるであろうと想像しました。そして、減災に関しては政府が、あるいは国家防災庁が責任を取るべきだろうと判断をしました。そして我々のほうから、つまり国家防災庁のほうからさまざまなステークホルダーに対して指示を行うという形にしました。

実際に2010年の10月26日の午後5時に火砕流が発生したんですけれども、レベル4になり実際に危険なゾーンに住んでいた人たちを避難させる必要がありました。実際の一時避難地域自体も、もっと安全な地域に移動させるということが必要になりました。そして火砕流が到達しないような地域に移していきました。そして、山頂から10キロ以内に住んでいる人たち、例えばさまざまな村落があります。スレマンとか東側のクラテンとか、北側のポヨラリとか、あるいは西側のほうにはマゲランというのもありますけれども、こういったところも人々は避難をしなければいけないことになりました。

そして最終的には、火山活動が弱まってきました。とはいえ、まだ噴火は起こっていました。それでムラピ山に関しては評価をし直しまして、最終的にはハザードマップを新たにすることをしました。そして、今避難をして家を失った人たちに対しても対応し、将来の噴火に備えて、噴火で被害を受けた地域の回復と復興計画を提案しました。

これが全体の図でありますけれども、私どもは地震活動に関しては、ジョクジャカルタ事務所に転送されている4つの短周期地震計と1つの広帯域地震計、5つのGuralp(グラルプ)社製の広帯域地震計を使っており、リアルタイムでの地震の振幅(RSAM)の提供をしております。それから地殻変動に関しましては、EDMの光波測定を行っております。それから、ムラピには5つ観測所を持っております。それから、山頂にあります傾斜計はうまく機能していませんでした。実際に山頂でのガスの試料を取るということも、ガスと温度に関してはしております。

異常事象に関しては、兆候としてこのようなものを捕捉しておりました。2009年後半には、地殻変動あるいは山体膨張を観測しました。またCO₂の排出が増える、あるいは温度が高まるという兆候をこのころから感じておりました。地震活動に関しては、火山性群発地震が2009年の10月31日に発生し、同様に同じ年の12月9日、あるいは2010年の6月、9月にも発生しております。それによりましてレベルですけれども、警戒レベル1というのは常態なんですけれども、これを警戒レベル2に上げたのが2010年の9月20日のことでした。

こちらがEDMで測定しました変動のデータになっております。これは2010年の9月から10月まで補足をしておりまして、3メートルぐらいの山体膨張が52日間に発生したという状況でありますので、かなり噴火に近い状態にある、そういう膨張であったと理解されます。1日53センチ

チ膨張していたということになるからです。

こちらですけれども、累積的にエネルギーがどのぐらい蓄積していったかということを示しております。こちらで分かるように、噴火が爆発的になるであろうというのをここから理解できません。このようなカーブがありますけれども、小規模の例えば1997年のものというのはこの程度だったわけです。これと似たようなパターンがあって、これは爆発的噴火だったんですけども、通常の噴火であれば、地震活動のレベルというのは最初に増えていくんですね。そして徐々に増えていくという形状をたどるんですけども、これは2006年の例がそうですし、また2001年の噴火に関してもそのような形だったわけです。

こちらはガスのデータとなります。こちらの写真からお分かりいただけるように、あまりはっきりとは分からないかもしれませんが、ガスの含有量が6月ぐらいから増えているのがお分かりいただけると思います。とはいえ、これはひょっとしたら大気の汚染によって増えたというふうに我々が測定したのではないかと疑っておりました。10%以上増えておりますから。このようにCO₂も増えておまして、これが一緒に増えているということは、新しいマグマから排出されているものであろうというふうに想像しました。

この当時はムラピで何が起きているのか、いまひとつよく分かっておりませんでしたので、噴火の1週間前にまたサンプルを山頂で取りました。それによってCO₂のガスの含有量が30%から60%に変動しているということが分かりました。それで我々としては、警戒レベルを2から3に引き上げるということを決めました。これはガス含有量が高いので爆発的噴火になると、我々はその当時に判断しました。

こちらが状況です。10月25日のこととなりますけれども、ここで警戒レベルをさらに3から4に引き上げました。これが最高レベルなんです。つまり、危険ゾーンに住んでいる人たちは一人残らず避難しなければいけないというレベルです。そして第1回目の噴火が1日後に発生しました。つまり、2010年の10月26日午後5時のことでした。こちらが地震計の記録となります。

一部の人は避難を拒んだので、例えばマリジャンという人が避難を拒みました。近所の人35人と共にキナルジョの村で亡くなってしまいました。山頂から7キロのところにある村ですが、そこで亡くなりました。そしてこちらが噴火前、それから噴火後の状況です。

噴火ですが、噴火活動がより爆発的なものになりました。そして11月3日、一連の火砕流が発生しました。そして山頂から半径15キロを安全ゾーンとしたのですが、最初は10キロでした。それを15キロにしました。そして火砕流は9キロのところまで広がっていきました。

こちらは実際の地震活動の振幅であります。それから溶岩ドームがどのように大きくなったか。そして11月5日ドームが崩壊し、そして火砕流も発生しています。こちらがOMIのデータです。11月5日に溶岩ドームが崩壊し、そして15キロのところまで火砕流が到達しました。これももう一つ、データをチャートで示したものです。衛星の画像、こちらをいただきました。当時ここにドームが150万立米まで、12時間で大きくなったわけです。マグマが噴出した時には1秒で

35立米のものが噴出しました。

そして11月6日、まだ地震はずっと発生しておりました。また二酸化硫黄が300キロトンにまで到達しました。

11月13日、火山活動が少し弱まってまいりました。ということで安全ゾーンの半径、地域をさらに変更しました。こちらが写真であります。これが主にゲンドル川の地域の火砕流。こちらが川でありまして、これがムラピ・ゴルフコースです。

こちらが2010年の噴火の被害の状況をまとめたものです。およそ400人が火砕流によって亡くなっています。

では、次のポイントへと移りたいと思います。ハザードマップの利用についてですが、基本的な概念というのは「災害リスクを削減するために」ということで、こういう法律が作られております。災害監視法、それから空間計画法というのがあります。空間都市計画です。政府は災害ハザードゾーンについては、ここは人が住んではならないというふうに政府が法律で定めております。ということで、ハザードゾーンのマップがあり、空間土地利用計画が作られ、そして最後に災害リスクを削減するという形です。

こちらがムラピのハザードマップです。三つのカテゴリーに分けております。まずハザードゾーンの3、こちらが、火砕流が広がる可能性がある地域。二つ目がハザードゾーンの2、バッファゾーンとして設定されているものです。そして次がハザードゾーンの1、ラハールが到達する地域。2010年の被災地域がこのオレンジ色の部分です。

こちらがムラピ・ハザードマップと早期警戒レベルの関連性です。通常はレベル1、通常の日常活動をどこの地域でもすることができます。レベル2、WASPADAというレベルになりますと、ハザードゾーンの3において災害への準備、警戒をするということが求められます。警戒レベルがSIAGA、つまりレベル3になりますと、ハザードゾーンの1においても災害への準備、警戒をすることが求められます。そしてハザードゾーンの2では避難準備を開始する。ハザードゾーンの3については、脆弱なグループであります高齢者や子ども、それから障害者などはもう既にこの段階で避難を始めるということになっています。

警戒レベルが4に引き上げられますと、ハザードゾーンの1ではラハールの影響を受けるかもしれない地域は避難準備を開始します。ハザードゾーンの2、脆弱なグループが避難します。ハザードゾーンの3については全住人が避難ということになります。

技術的な勧告がどのような形で出されるかですが、通常、勧告はハザードマップと関連して出されます。ハザードゾーンでは新しい建物の建設は許されておられません。土地への証書(the certificate of the lands)は銀行での保証を得るために使うことができないということで、多くの人たちがその影響を受けることになっています。政府は公的インフラ、例えば電気ですとか道路とかそういったものもこの地域には提供しないと。また全住民の移住、これはハザードゾーンの3については全住民移住ということが求められます。

これは社会にとっての問題なんですけれども、土地の所有権については全て政府が持つことに

するという事になっているんですが、ちょっとこれが問題を引き起こしています。また政府側、社会との間に摩擦が起こってしまっています。というのも、社会、市民のほうはハザードマップを納得しない、飲み込まないからです。それから、人権問題があるんじゃないかと。

勧告として出されているものが人権を侵害していると。生活する権利を侵しているという問題点があります。また移住に係るコスト、これは政府としては予算でまかないきれないのではないかという問題があります。ですので、このように科学者たちから勧告は出したものの、さまざまなステークホルダー、それからハザード地域に住んでいる社会の受け入れから程遠いものとなっております。

こちらは簡単なモデルであります、この地域が次に噴火が起こったら危険であるということを示すシミュレーションです。これが火砕流モデル。1200万立方メートルのものが谷に沿ってこちらの山にまで至るでしょう。それから火砕流。こちらが避難をし、また移住を勧めてもなかなか受け入れてくれない人たちが住んでいる地域です。1200万立方メートルの火砕流が山頂から7、8キロぐらいのところまで到達するでしょう。

こちらはビデオですが、こちらが火砕流です。火砕流がカandelヒルにまで到達し、この地域にまできています。私たちのモデルで思ったとおりであります。このビデオは長く続くのでここで止めます。

今、地図上に火砕流の様子をプロットしています。ここが危険地域とされたところです。移住先として勧告されているところです。このグリーンの部分。結果ですけれども、2008世帯の移住に成功しました。ただ、まだ500世帯ほど移りたくないという抵抗をしております。まだ移住はしたくないということでした。

これが大統領が出した規制でありまして、ハザードマップを向上させるというものです。より包括的な火山研究をする、そしてステークホルダーともリンクをさせながらやるということを目指しています。

こちらがどういう役割を果たすか、機能を一覧にしたものです。後でご覧いただければと思います。

最終的な目標であります、規制が定めているものです。そして、政策としては二つあります。環境保全が一つ。それから減災。それを実現するための戦略がこちらにあります。こちらが政策的な問題、また空間計画的な概念です。被災地域、2010年の火砕流で被災した地域にはもう定住してはならないというふうに定められています。

こちらがその地図で示したもので、こちらが全体的な空間計画地図であります。避難用の経路、電気といったものがこの中に書かれています。これが避難にあたってのガイドライン、こちらが土地利用の計画マップであります。保護地区がどこにあり、どこが高地であるかが示されています。これが全体的な地図。大統領令に従って描かれた地図です。そしてムラピ国立公園周辺の地図となっております。

ということで、まとめに入りますが、ムラピのハザードマップ、こちらはガイダンスとして使っ

て、土地利用それから都市計画を被災した地域周辺で作る上で使うことができます。それによりまして、火山と共に共生をするという概念の下でこれらが実施されております。

2014年、70番の大統領規制、これにより戦略ゾーンをムラピ国立公園周辺に作るということが定められておりますが、これを地方自治体が使って詳細な土地利用計画を作っております。そうすることで、ムラピ地域の被災リスクがある地域の管理を行っております。

そしてムラピの減災が成功するかどうかというのは、短期的にまずはモニタリングデータに基づいて予測を立てる。それから避難計画もきちんと立てる。そして長期的な評価に基づいた空間計画、それからムラピ・ハザードマップに描かれているような形で計画を立てることで脆弱性のある人たちを守ることが目指されています。

以上です。ありがとうございました。

司会：スバンドリヨ博士、どうもありがとうございました。時間が押していますので、質問等は最後のパネルディスカッションのほうでいただきたいと思います。どうもありがとうございました。

続きまして、ニュージーランド、GNSサイエンス、ジル ジョリー博士より、「“翻訳”で要点を見失わないための取り組み：ニュージーランドでは、科学者と政策決定者間の言葉の隔たりをどのように埋めているのか？」をご講演いただきたいと思います。Gill博士、よろしくお願いたします。

The 2010 Merapi Eruption and disaster risk reduction strategy for future eruption

Subandriyo
(Center for Volcanology and Geological Hazard Mitigation, Indonesia)

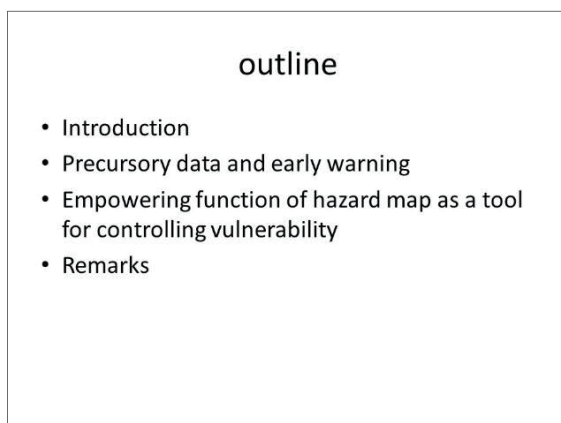
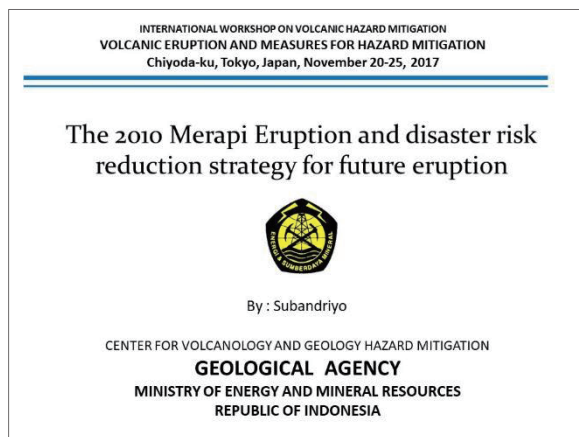
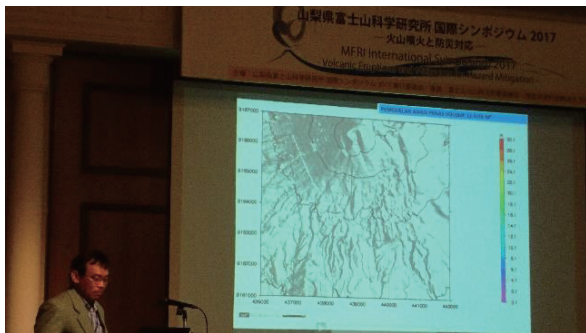


Figure 1

Good morning, *Ohayou Gozaimasu* and *Selamat pagi*. Ladies and gentlemen, first I would like to say thanks so much for Mount Fuji Research Institute and Prefectural Government Yamanashi for inviting me and it is the honor for me that I can attend and talk to this symposium and to talk about hazard mitigation and sharing my experience in Merapi volcano especially in the 2010 eruption. The title of my presentation is 'The 2010 Merapi Eruption and disaster risk reduction strategy for the future eruption.' The outline of my presentation is introduction, the precursory data and early warning and third is empowering function of hazard map as tool for controlling vulnerability and the last one is the remarks (Fig.1) .

Indonesia has 127 volcanoes spread out from the Sumatra to Maluku and North Sulawesi and Merapi located in central Java and the portal of the Yogyakarta special province and central Java (Fig.2).

This is general characteristics of Merapi volcano (Fig.3) - the lava this is an andesitic volcano with silica contents starting from 52 to 56% and repose time is 1 to 7 years and the type of eruption normally

Distribution of volcanoes in Indonesia

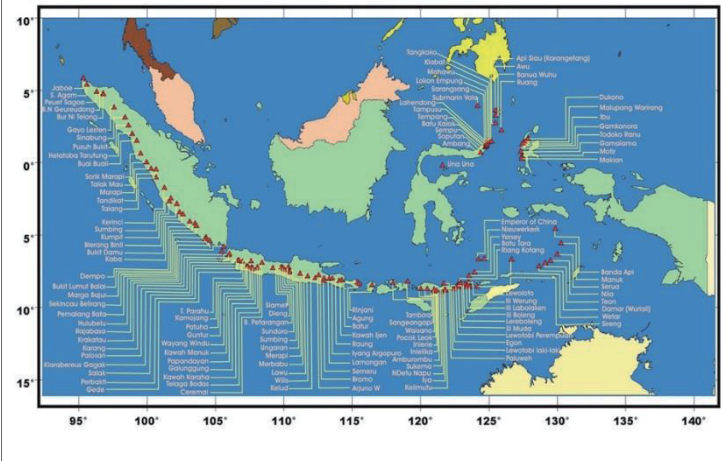


Figure 2

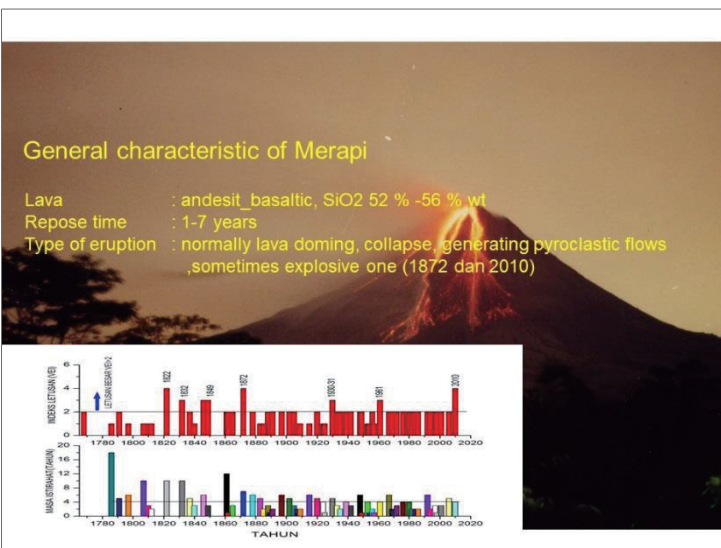


Figure 3

BACKGROUNDS

- The eruption of Mount Merapi in 2010 was the most tremendous one since 1872, classified as Type D eruption (Hartman, 1930), scale of VEI 4, where the high contents of gas is an important factor of the explosive eruption.
- The morphology of crater at summit has already changed completely due to the last eruption which opened to south-east. It will increase the vulnerability and risk in the southern sector of Mount Merapi in some upcoming decades.
- In order to reduce the disaster risk in the south sector of Merapi, the government need to change the spatial planning around Merapi, which have to be based on disaster mitigation, as mandated by Act No 24/ 2007 related with Disaster Countermeasures, using the 2010 Merapi Hazard Map as the guideline.

Figure 4

the lava dome and then collapse generated the pyroclastic flow but sometimes the eruption becomes explosive one. This example has happened in 1872 and 2010. This is the historical eruption of Merapi in statistics. The magnitude of eruption represented in VEI index is usually at VEI 2 but sometime the magnitude VEI is 3 even 4 and there is repose time of this eruption started between 1 to 7 years, the average rate is about 4 years.

The eruption of Mount Merapi in 2010 was this tremendous eruption since 1872 (Fig.4). We classified type D eruption of Hartman classification. There is type A, type B, type C and type D. This depends on the quality of the gas content. The scale of eruption is VEI 4 where the high gas content is an important factor of this explosive eruption. The morphology of the summit has already changed completely at the last eruption. And in order to reduce the disaster risk especially in southern sector of Merapi the government

needs to change the spatial planning around Merapi which have to be based on the disaster mitigation as mandated by the Act of the regulation #24/2007 related with Disaster Countermeasures using the 2010 Merapi map as a guideline.

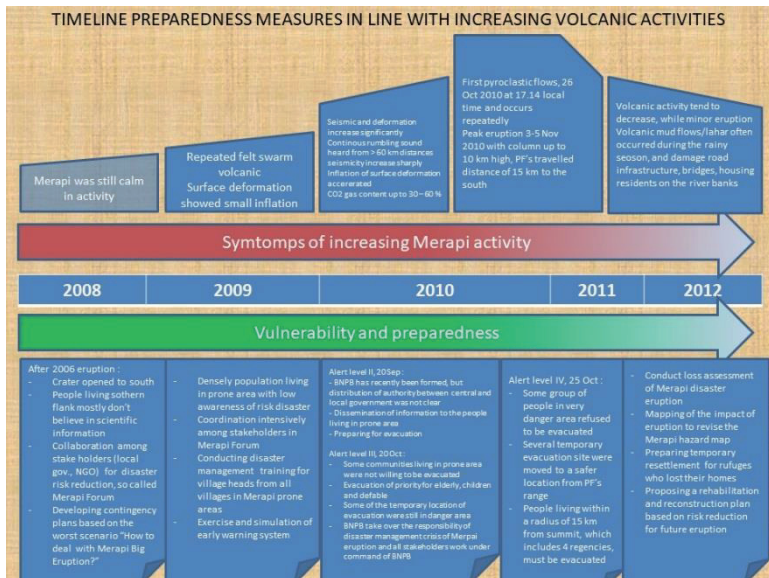


Figure 5

I tried to make timeline preparedness measures in line with these increasing of volcanic activities (Fig.5). We start from 2008 and that year the Merapi was still in calm activity. What we do in that year after the 2006 eruption the crater opened to the southwest so the eruption during more than 100 years

is always to the west and southwest. So after the 2006 eruption this is very dangerous for southern part of Merapi. The people think in the southern plane mostly don't believe in the scientific information and we try to make collaboration among stakeholders, local government and NGOs for disaster risk reduction so-called "Merapi forum." This is something like risk reduction disaster forum. We tried following up on the contingency plans for the local government based on the worst scenario. At that time, I proposed how to deal with Merapi big eruption. We take the example of the eruption that occurred in 1961 as an illustration and we projected to certain area. My assessment is the pyroclastic flow will travel up to 12 kilometers to the south.

In 2009, the activity - the seismic activity repeated felt swarm volcanic. As we know the Merapi is classified as poor volcanic earthquake at the time we felt swarm volcanic. This is important and surface deformation showed small inflation. The situation is related with vulnerable and preparedness. Densely populated living in the prone area with low awareness of risk disaster especially the certain part people. We make coordination intensively among the stakeholders in the Forum Merapi and we also conducting disaster management training for village heads

from all villages in the prone area in the last 2009 and also we make exercise and simulation of the early warning system to the local people living in the prone area.

In 2010, the seismic activity and deformation activity increased sharply and the Alert level II declared on September 20. At the time the BNPB the National Disaster Mitigation Countermeasures has recently have been formed and the problem is the distribution of the authority between central and the local government at that time is not clear. This is the cause of the some friction between the central government and local government and what we do at that year, we conducted dissemination of information to the people living in the prone area and also the local governments make some preparing for evacuation. On October 20, the Alert level III declared. Some communities living in the prone area were not willing to be evacuated at that time and evacuation of priority for elderly and children and disabled. Then some of the temporary location for evacuation still in danger area at that time. Local government provide the temporary for evacuation and BNPB at that time because the eruption will be big BNPB took over the responsibility of disaster management crisis of Merapi eruption and all stakeholders work under the command of the BNPB and first pyroclastic flow happened on October 26 at 5 p.m. and occurred repeatedly.

On the Alert level IV, some group of people in very dangerous area refused to be evacuated. Several temporary evacuation sites were moved to the safer location from [Unclear] pyroclastic flow range. People living within radius of 15 kilometers from summit which includes four regions - Sleman certain part and Klaten the eastern part, Boyolali in the northern part and Magelang regencies in the western part must be evacuated and last when the volcanic activity tend to decrease some minor explosion still happen. We conducted the loss assessment of Merapi disaster eruption and mapping of the impact of eruption to revise the Merapi hazard map and preparing temporary resettlement for refugees who lost their home and proposing the rehabilitation and reconstruction plan based on the risk reduction for future eruption.

This is the precursory data (Fig.6). At that time, we had four short period sensors telemetred to our office in Jakarta and one station broadband and five Gualp broadband and also provide RSAM, Real-Time Seismic Amplitude Measurement

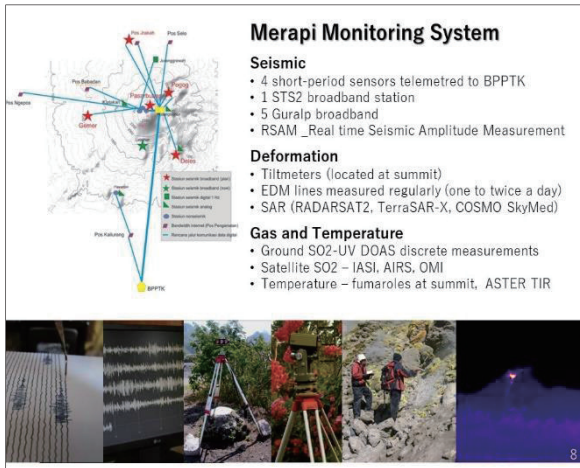


Figure 6

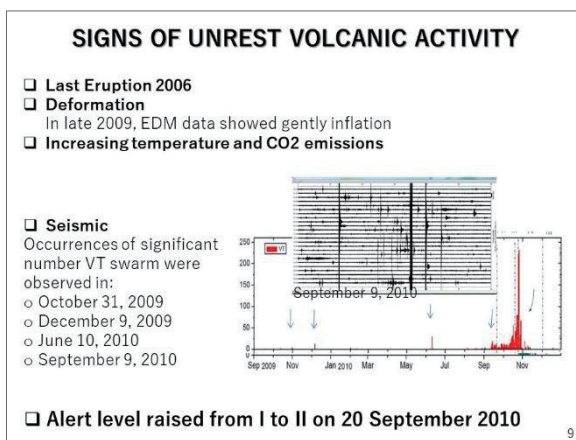


Figure 7

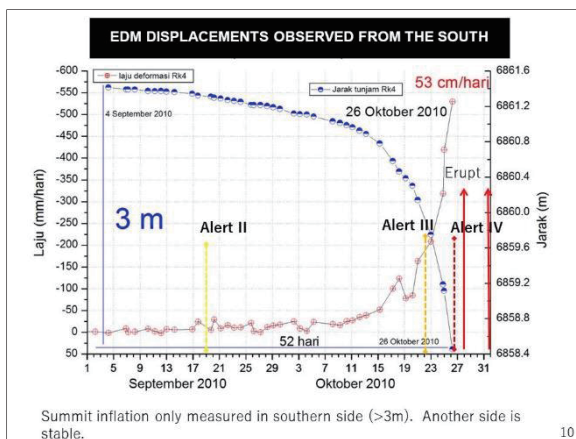


Figure 8

and on the deformation monitoring mainly we have the EDM line measured regularly from observatory posts we have five observatory posts around Merapi. So the tiltmeter at the time is not working well and gas and temperature we make temporary sampling to the summit.

This is the signs of unrest activity as we mentioned before since late 2009 [Unclear] inflation and increasing temperature and carbon dioxide emissions.

This is volcano-tectonic swarm happened repeatedly in October 31 and then again in December 9, June and September (Fig.7). Alert level rise from Alert level I normal state to second one on September 20 and this is my deformation data measured by EDM (Fig.8). You can see from this picture from September to last October it's about 3 meters inflation for 52 days. So, this is very clear and the inflation near the eruption. The rate is about 53 centimeter per day and this is just to show you that the cumulative energy. This is indication that the eruption will be explosive one (Fig.9). This is the asymptotic curve like it happened in

smaller scale in 1997. This is a similar pattern. This is explosive one but smaller. From the normal eruption usually the seismic increase at the initial here, then little bit generally increase happened in 2006 and 2001 eruption.

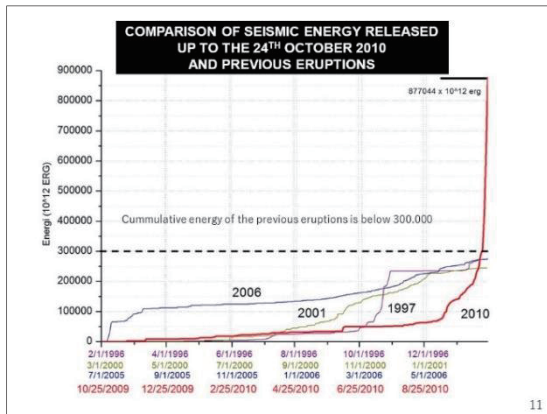


Figure 9

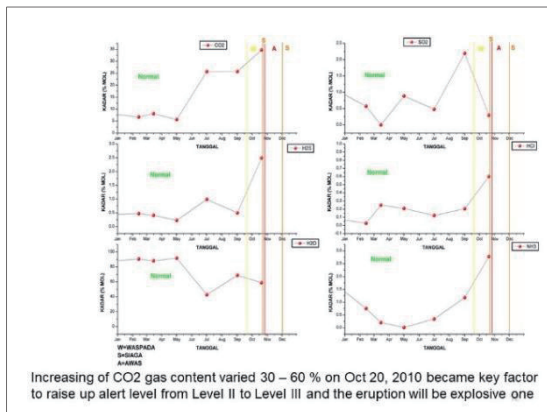


Figure 10

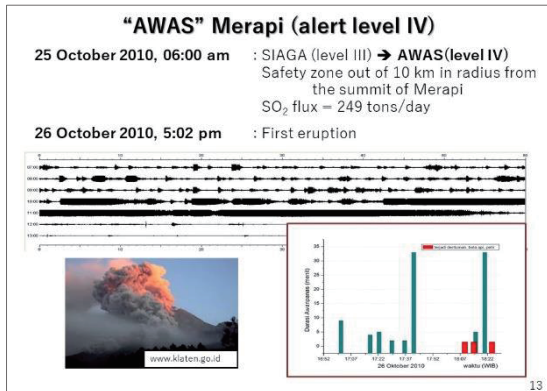


Figure 11



Figure 12

This is the gas data (Fig10.). You can see from this picture, it's not so clear. The gas contents actually have increased since June I think but at the time we still suspect that it's contaminated by temperature air atmospheric carbon dioxide gas. It's more than 10% and also the clouded acid content is also increased. This is indicative that the gases come from the new magma and because at that time I did not understand what happened with Merapi so 1 week before eruption we take sample at the summit and show the carbon dioxide gas content varied between 30% to 60%. So this has become the factor to rise up alert level from level II to level III and we guessed that the eruption will be explosive one because the gas content is very high.

This is the situation, after that on October 25, we decided to rise up alert level from level III to level IV, the final level (Fig.11). This means the people living in dangerous areas should be evacuated totally and the first eruption happened one day after on October 26 at 5 p.m.

This is the seismic record and you know because some people refused to be evacuated you know Mbah Maridjan that is very popular local leader refused to be evacuated and with the 35 people killed at Kinahrejo village, 7 kilometer from summit. (Fig.12) And this is the picture - the condition before eruption and after the first eruption (Fig.13).

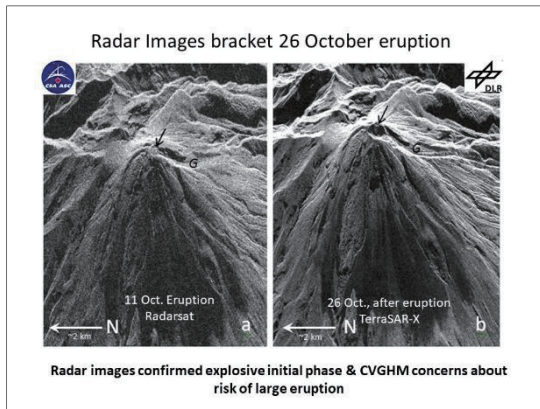


Figure 13

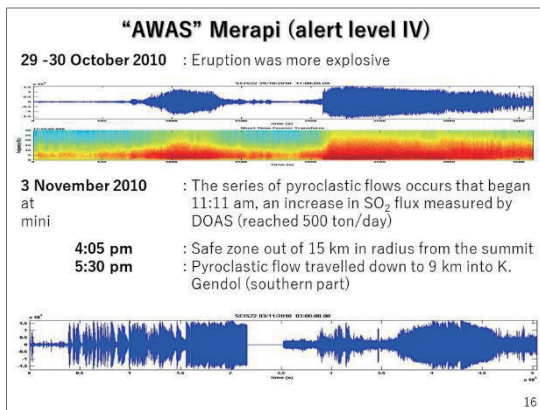


Figure 14

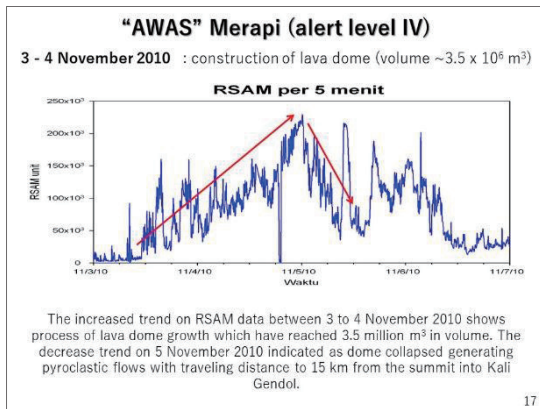


Figure 15

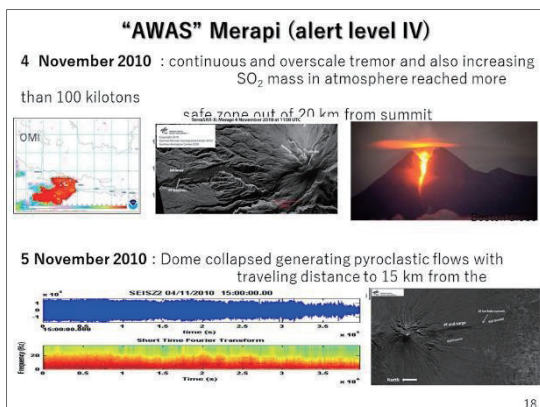


Figure 16

The eruption increased. The eruption was more explosive and November 3rd the series of pyroclastic flow began and the safe zone out of 15 kilometers reduced from the summit, we changed the decision at the first just 10 kilometers and pyroclastic flow travelled down up to 9 kilometers and this is from the real seismic amplitude measurement (Fig .14)(Fig.15)(Fig.16).

This has increased and showed the dome growth and the peak of eruption happened on November 5 (Fig.17). The dome collapsed and then decreased. This is the from OMI data the sulfur dioxide is in the atmospheric and November 5 dome collapsed generating pyroclastic flow up to 15 kilometers.

This is another data. We get satellite picture from Pallister. At that time there is dome growth up to 1.5 million cubic meter in 12 hours so the rate of the magma is about 35 cubic meter per second. That's a very fast and then in November 6 (Fig.18), the tremor continues to happen upper scale and the sulfur dioxide which picked up to 300 kilotons and November 13, the eruption decreased intensively and changed in the safe zone radius (Fig.19).

This is the picture (Fig.20). This is the mine of pyroclastic flow in the Kali G and this is the Kali Kuning river and this is the Merapi Golf Course.

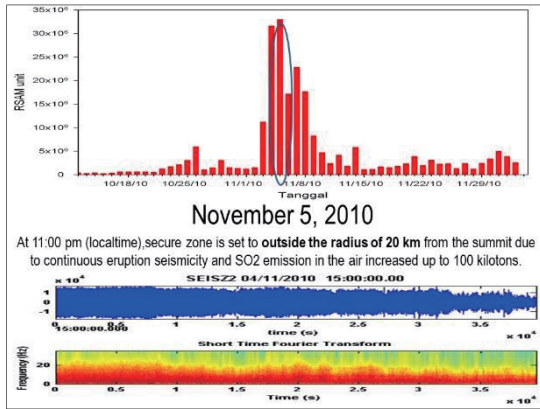


Figure 17

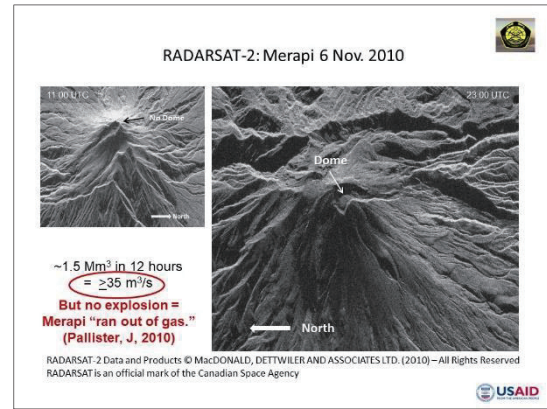


Figure 18

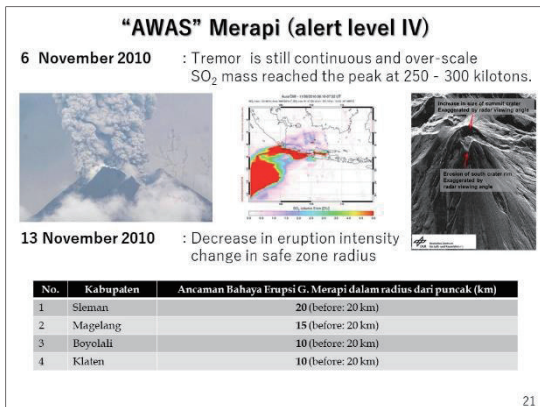


Figure 19

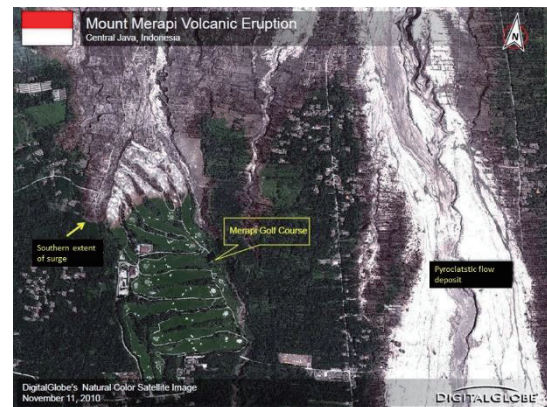


Figure 20

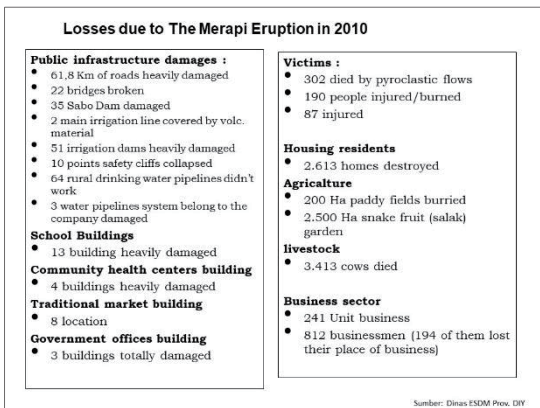


Figure 21

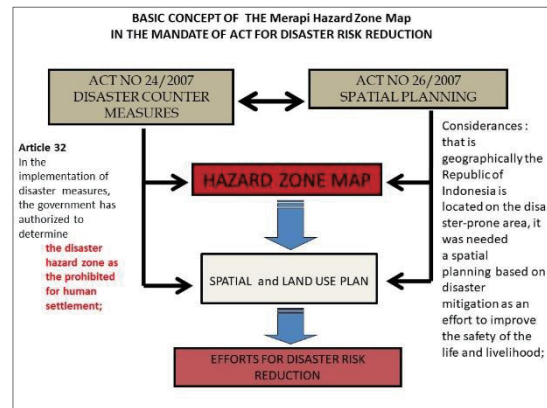


Figure 22

This is the loss due to the Merapi eruption in 2010 (Fig.21). There are almost 400 people killed by the pyroclastic flow.

We continue the next point about the empowering of function of hazard map as a tool for controlling vulnerability. The basic concept of the Merapi hazard map is in mandate of Act for disaster risk reduction (Fig.22). This is to act in our country related with Disaster Countermeasure and spatial planning and the article said that

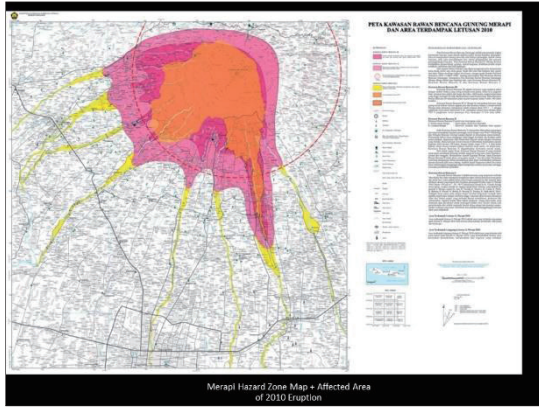


Figure 23

in the implementation of disaster measures the government is authorized to determine the disaster hazard zone as the prohibited for human settlement. So we have hazard zone map and spatial land use planning and then the final goal is for disaster risk reduction. This is the Merapi hazard map (Fig.23). We divide in three categories. The first is the hazard zone III and the distribution by the pyroclastic flow and the second is the hazard zone II. This is like just buffer area and that one is hazard zone I as distribution by Lahars. This orange color area is affected area by the 2010 eruption.

| THE RELATION BETWEEN MERAPI HAZARD ZONE AND EARLY WARNING | | | | |
|---|---------------------------------|-----------------------------------|--|--|
| | NORMAL (LEVEL I) | WASPADA (LEVEL II) | SIAGA (LEVEL III) | AWAS (LEVEL IV) |
| KRB I | Be able to do daily activities. | Be able to do daily activities. | Increasing alertness/preparedness | Preparing to evacuation |
| KRB II | Be able to do daily activities. | Be able to do daily activities. | Preparing to evacuation | Susceptible groups (elderly, children, disable etc.) are evacuated |
| KRB III | Be able to do daily activities. | Increasing alertness/preparedness | Susceptible groups (elderly, children, disable etc.) are evacuated | Whole of people living in the prone area have been evacuated |

Figure 24

I will show you the relation between Merapi hazard map with the early warning. Normal situation is level I. The people can do daily activities on all prone areas. On the level II on WASPADA just on the hazard zone III the people should be increasing the alertness and preparedness. When the alert level in SIAGA or level III in the hazard zone 1 increasing alertness and preparedness and in hazard zone II preparing to evacuation and the hazard zone III susceptible groups like the elderly, children, disabled should be evacuated.

When the alert level IV in the hazard zone I as written by Lahars just preparing to evacuation and the hazard zone II susceptible group should be evacuated and in the hazard zone III totally should be evacuated (Fig.24).

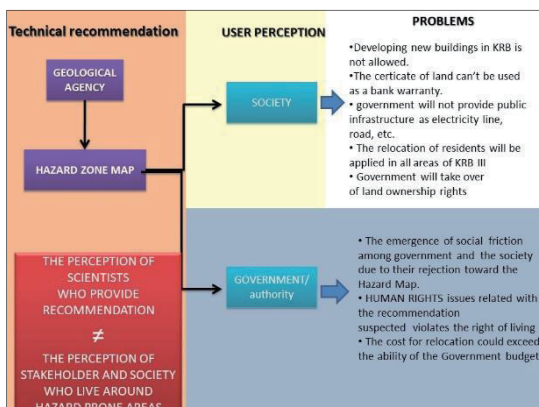


Figure 25

I will show you related with this public perception and our technical recommendation (Fig.25). The user perception with our recommendation related with hazard map. The society said

that the developing new building in hazard zone is not prohibited. This is the perception of society and this problem also the certificate of the lands cannot be used as bank warranty. This is problem for the people. The government will not provide public infrastructure as electricity line and road something like that and relocation of the residents will be applied in all area of hazard zone III and the government will – this is the problem for the society. The government will take over land ownership rights but in fact no. From the government side, the emergence of – this caused the social friction among the government and the society due to the rejection of the hazard map and related with the human rights issue the recommendation is suspected to violate the right of living and the cost of the relocation could exceed the ability of the government budget. So the perception of the scientists who provide recommendation is different with the perception of the stakeholder and society who live around the prone area.

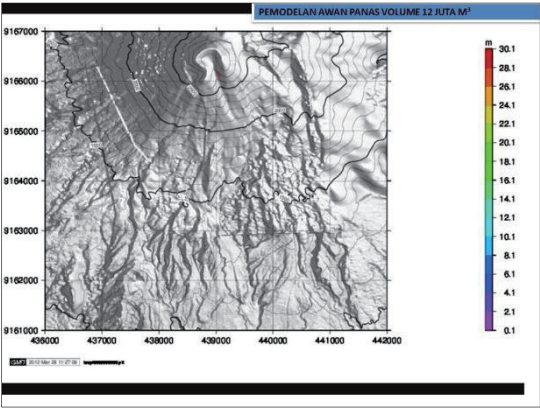


Figure 26

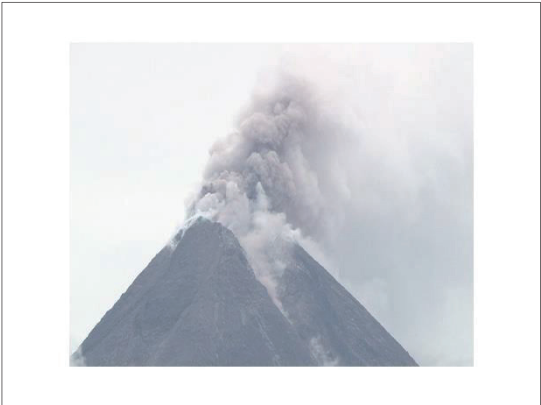


Figure 27

I will show you the simple model just to make sure [Unclear] this certain part is very dangerous for the next eruption (Fig.26). This is the pyroclastic flow model with assumption 12 million cubic meter will collapse. This travel to this valley [Unclear] and strike the [Unclear] hill and some part of the pyroclastic flow jumped on to this area and this is the resettlement that reluctant to be evacuated to be relocated here and with amount of 12 million cubic meter the pyroclastic will travel distance up to about 7 to 8 kilometer from the summit and I will come back with the real video. I am sorry this will take quite a long time. This is the pyroclastic flow. This pyroclastic has struck the [Unclear] hill and jumps to this area and this is the main flow. This is proper little bit our model (Fig.27). Sorry I

should stop because it will take long time.

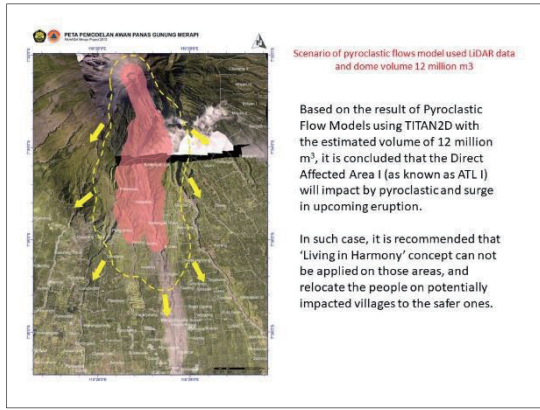


Figure 28

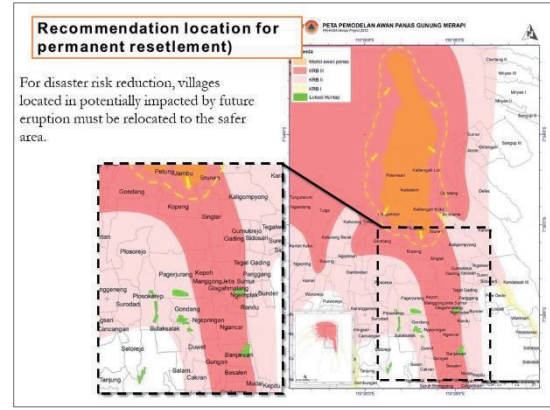


Figure 29

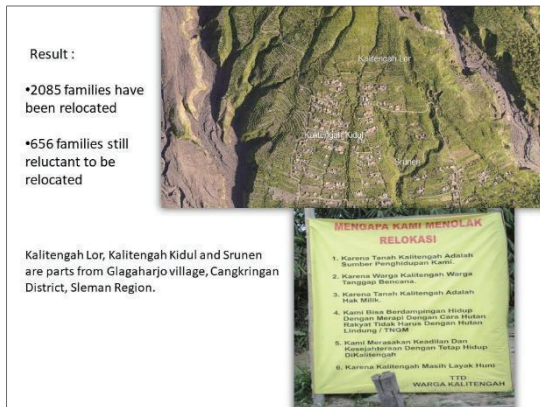


Figure 30



Figure 31

| ROLE AND FUNCTIONS | |
|--------------------|--|
| Role | As a tool for operating the Merapi National Park Spatial Plan and coordinating for the implementation toward developing Merapi National Park Area. |
| Functions | <ol style="list-style-type: none"> a) Guideline for developing Merapi National Park; b) Guideline for detail spatial plan/land use plan of local government c) To apply the integrated mitigation management system on Merapi National Park based on environmental and disaster risk reduction consideration; d) Guideline for the rehabilitation and reconstruction program based on risk reduction for future eruption e) guideline toward the integration inside and/or outside area Merapi National Park. |

Figure 32

| Goal | Policies | Strategies |
|--|--|---|
| Realizing the spatial plan of Merapi National Park to give a guarantee of environment conservation and the prosperity of the society in the Merapi National Park Area, which is based on disaster mitigation consideration | 1 Environment Conservation of Merapi National Park environment | <ol style="list-style-type: none"> 1) Increasing the function of national park conservation for the sustainable ecosystem and biological diversity along with its habitat. 2) Increasing water conservation in the area of Mount Merapi National Park. 3) Rehabilitation and revitalization toward damaged area of Mount Merapi National Park. 4) Preventing and delimitating space utilization which potentially reduces the function of area protected forest. 5) Restraint and delimitating the intensity of built area. 6) Developing activities of space utilization which support the function of protected forest. |
| | 2 Developing the Merapi prone area, based on disaster mitigation consideration | <ol style="list-style-type: none"> 1) Increasing the disaster-reduction-based function of Mount Merapi National Park. 2) Increasing the function of protected forest and developing disaster-reduction-based cultivation area. 3) Developing disaster evacuation system which is integrated with the housing center system and infrastructure network. 4) Adjusting space utilization in the direct affected hazard geological disaster area. 5) High restraint toward the hazard geological disaster area which has housing area. 6) Increasing the role of the society in the implementation and development of disaster evacuation system. 7) Increasing institutional cross-sector and cross-region. |

Figure 33

This is I plot again in the map (Fig.28).

This area is very dangerous. This is the recommendation location from the permanent resettlement – the green one (Fig.29). We success to relocated 2008 families but still about 500 families reluctant to be relocated (Fig.30). This has been - refused to be relocated. This is the president regulation to strengthening of the hazard map and formalizing and comprehensive considering volcano resources and linked to all stakeholder based on the Merapi hazard map(Fig.31).This is the role and the function (Fig.32). You can write later and the

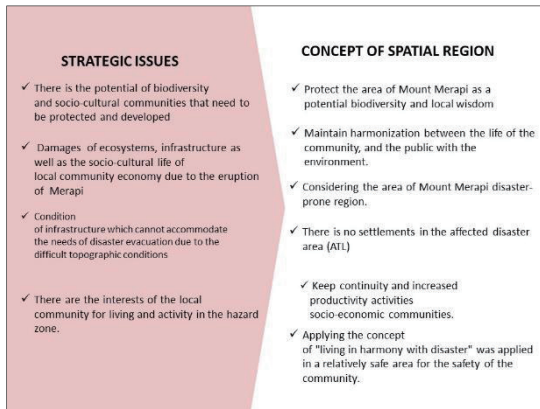


Figure 34

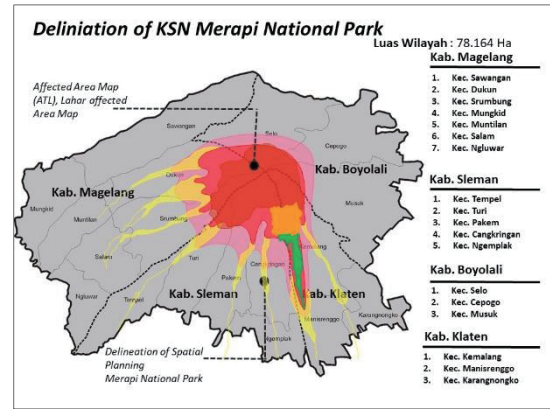


Figure 35

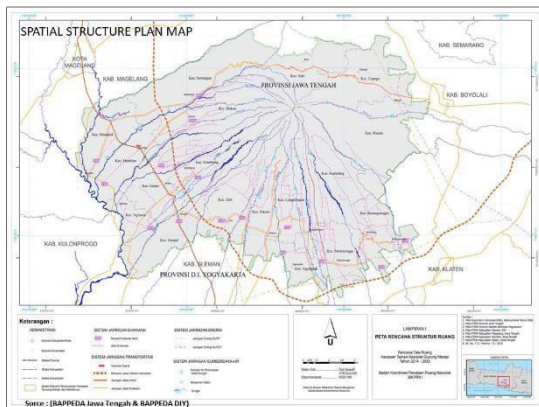


Figure 36

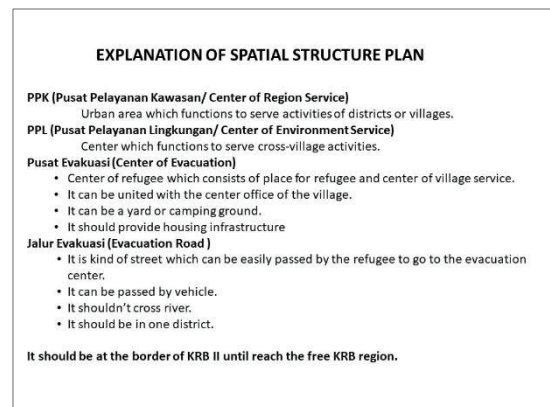


Figure 37

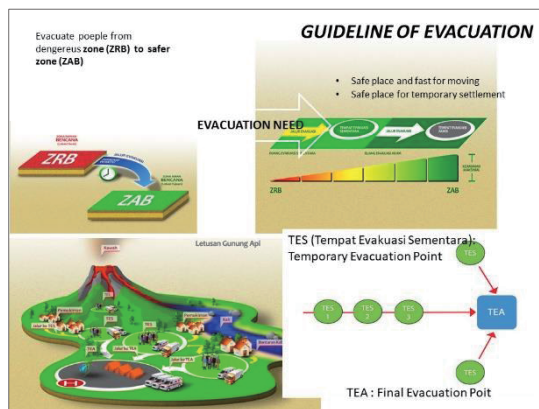


Figure 38

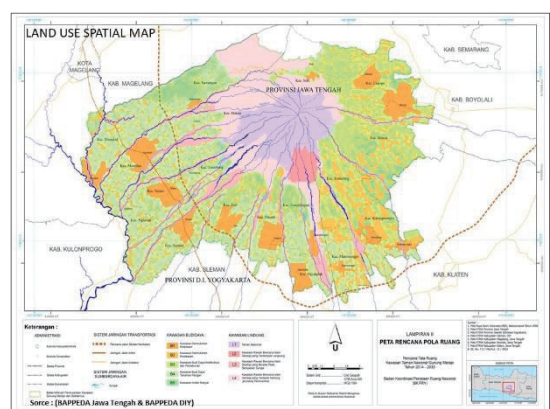


Figure 39

goal - this mandate from the regulation and the policies has two aspects (Fig.33). That's environment conservation and disaster mitigation consideration. This is strategy to reach the goal.

This is strategic issues and this concept of spatial region (Fig.34). I point out here there is no settlement in the affected area by the 2010 pyroclastic flow. This is the delimitation and this is spatial structure plan provided something like road for evacuation and electricity and so on and this is in the guideline for evacuation and

MAP OF PROVINCE LAY-OUT PLAN

Protected Area
Protected area is an area which is expected to be able to protect other areas that are susceptible to the volcanic disaster. This area is not permitted to be cultivated.

- **Local protection area (borders of the river)**, is an area which is located at the left and the right sides of a river. It is an area that susceptible to the cold lava disaster. If heavy rain occurs at the peak of Merapi, this area is potentially to be struck down by volcanic material such as mud from Merapi.
- **Physiographic protected area**, is an area which is expected to be able to protect the area's hydrologic function due to its steep morphological shape.
- **Mount Merapi National Park**, is an national area which is determined by the decree of Forestry Minister in determining the Mount Merapi National Park. It functions as the protection area for flora and fauna in order to be not extinct.

Figure 40

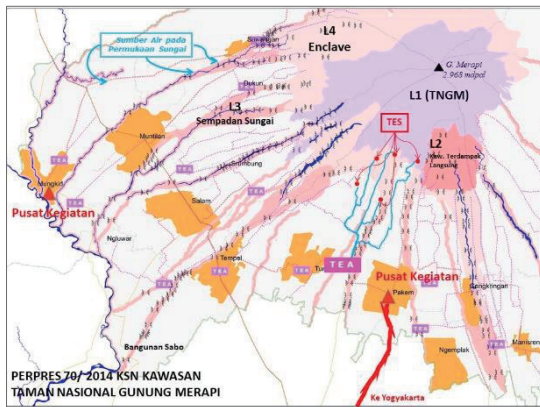


Figure 42

Cultivation Area

- **Wet Land Agriculture**, is a land possessing certain criterias which has land conformity as seasonal food agriculture with quite plenty water need (farm).
- **Dry Land Agriculture**, is an area possessing certain criterias which has land conformity as seasonal food agriculture with a few water need (vegetable plantation, horticulture).
- **Annual Plants Agriculture**, is a land possessing certain criterias which has land conformity as annual plants agriculture (rubber tree, coffee, fruits, etc).
- **Urban Housing**, is an area where people live and do activities. It is non-agriculture/ non-mining area, such as housing area, trade, service, and public service facilities. It has urban characteristics.
- **Rural Housing**, is a place where people live and do activities. It is non-agriculture/ non-mining area, such as housing area, trade, service, and public service facilities. It has rural characteristics.
- **Industrial Area**, is a place for industrial activities.

Figure 41



Figure 43

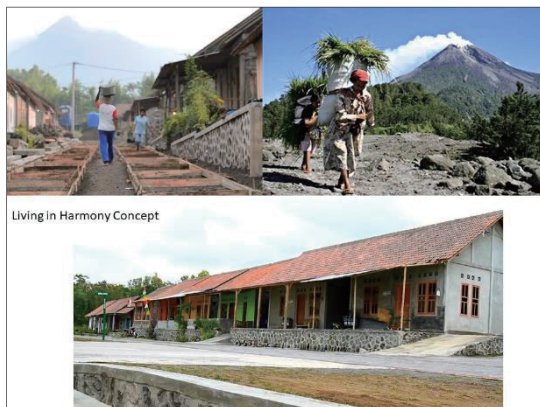


Figure 44

Conclusion

- Merapi Hazard Zone map could be used as a guidance for spacial/land use planning on the prone area to support for implementation the concept of Living in Harmony with Volcano
- President Regulation No. 70/2014 on Strategic Zona for Merapi National Park could be used legally by local government (Sleman, Magelang, Boyolali and Klaten Regencies) to design spacial/land use planning in detail with purpose to control the vulnerability of Merapi prone area
- The success of Merapi disaster mitigation efforts depends :
 - short-term prediction based on monitoring data
 - evacuation management during volcanic crisis
 - controlling the vulnerability on prone area through spatial planning based on long-term assessment that are represented by Merapi hazard map

Figure 45

land use spatial map where is the protected area and where is the cultivation area. This is the complete map represented on president regulation related on the Merapi NationalPark(Fig.35)(Fig.36)(Fig.37)(Fig.38)(Fig.39)(Fig.40)(Fig.41)(Fig.42)(Fig. 43)(Fig.44).

My conclusion (Fig.45) is Merapi hazard zone map could be used as a guidance for spacial land use planning on the prone area to support for implementation concept of 'Living in Harmony with the Volcano.' The president regulation #70/2014

related with on Strategic Zone for Merapi National Park could be used legally by local government to design spatial or land use planning in detail with purpose to control the vulnerability of Merapi prone area and the final is the success of Merapi



disaster mitigation effort is in the nexus depend on short term prediction based on the monitoring data, evacuation management during the volcanic crisis and controlling the vulnerability on prone area through spatial planning based on long-term assessment that are represented by the Merapi hazard map. Thank you. *Arigatou Gozaimasu.*

MC

Thank you very much, Dr. Subandriyo. In the interest, may be we can use panel discussion time to ask questions to Dr. Subandriyo. Thank you very much. Now moving on, we would like to ask Dr. Gill Jolly from New Zealand GNS Science to speak to the topic of 'Trying not to get lost in translation: How do we bridge the language gap between scientists and decision makers in New Zealand.' Dr. Jolly, the floor is yours.

講演3「“翻訳”で要点を見失わないための取り組み：ニュージーランドでは、 科学者と政策決定者間の言葉の隔たりをどのように埋めているのか？」

Gill Jolly (ニュージーランド、GNSサイエンス)

Jolly: 「テナカトゥ テナカトゥ テナカトゥ カトゥ」。この言葉はマオリ語の挨拶です。こんにちは。そして、招いてくださってどうもありがとうございますというマオリの言葉です。今日は火山防災について、ニュージーランドの件についてお話ができることを嬉しく思います。また、最後のほうでは本日の話題に関連して、私の西インド諸島モンセラット島での経験についてもお話することを考えております。

さて、ニュージーランドにおきましてはほとんど北島に、特に中央部に火山が集中しております。タラナキは西側のここに 있습니다。これはタラナキ火山の写真なんですけれども、富士山の弟みたいなものです。2500メートルなんですけれども、非常に見かけが富士山に似ていると思われませんか。

それから、オークランドはこちらの北のほうにありますけれども、これはオークランドにあります火山です。オークランドは都市として100万人ぐらい人口があるんですけれども、火山地帯にあるんですね。市の中に50ぐらい火山がありまして、一体次にどの火山が爆発するのか、噴火するのか分からないという状態で住んでいます。

では、ステークホルダー・関係者に対してどのようにインパクト、あるいは問題を定義するかですけれども、一つは将来の噴火のインパクトということで、リスクアセスメントあるいは枠組みを使って行うということをしていくということになります。それから関係者に対して、どのくらい金融、環境、それから生命のリスクがあるのかということを考えていくということが重要になると思います。

また、意思決定者に対してハザードを可視化するというのも重要だと思います。それによって、科学者と意思決定者あるいは政策決定者の間の会話が始まりますし、将来の噴火のインパクトもお互いに話すことができるようになると思うからです。彼らと一緒にソリューションを提供し、そして地域社会に対してレジリエンスを高めるという活動をしていくこととなります。ですから、一体、火山の周りに住んでいる社会に対してどういうことがあるのかということを考えていくことが重要になると思います。

さて、火山地域のリスクについてこのように数値化してみました。オークランドは火山地域にありますので、これはかなり高い確率ですが、50年に5%ぐらいの噴火のリスクがあります。500年ぐらい前に一度大きな噴火があって以来は発生しておりませんので、次は一体いつどこで噴火があるのかということは分かりません。ということで、シナリオを使いまして、私ども、国全土でもってシナリオベースで非常事態プランを将来に向けて作るということをしております。これは民間防衛緊急対策ということなんですけれども、これはオークランド・バージョンです。ここ

では町の南部のシナリオを紹介します。町全体はこのようなエリアになっております。下のほうは、噴火したらどのようなことになるのかということのイメージなんですけれども、写真加工ツールで合成したものです。

そして試算では、240 億ニュージーランドドルぐらい、直接建物が崩壊する、あるいはインフラが崩壊するという事で損害が発生するだろうと考えています。また、1年以上、上水・下水、あるいは電気が供給されない地域が発生すると考えています。また、避難民は20万人ぐらいになるのではないかと考えています。爆発あるいは噴火が小さかったとしても、オークランドという都市の中で発生することによって、インパクトがものすごく大きくなると想定しています。

全体としてニュージーランドのGDPには15%ぐらい減少するという影響が発生するであろうと思っております。もちろんオークランドの周囲では避難民が移ってくる、あるいは企業が移ってくるということで、GDPが増えるところもありましようけれども、全国で見ると15%減ると見ております。

それから、北島中央部で例えばタラナキ火山などが噴火した場合を考えますと、ここでは噴火の確率というのは高いんですけれども、噴火の規模は小さいというふうに想定されています。インパクトとしては、北島の中央部の人口が少ないので、影響が少ないと考えられます。例えば1万人ぐらいの町が幾つかあるという形なんです。しかし一次産業がこの辺りで活発ですので、例えば酪農とか、あるいは森林業がこの辺りでありますから、経済的な影響というのは、ニュージーランド全土で大きな影響になるであろうと考えています。

降灰が1ミリだったとしても、例えば飛行機が飛ばなくなる、それから陸上交通ができなくなる、あるいは水や電力の供給に障害が出ると予測されています。かなりの降灰があるということになりますと、この地域の一次産業に影響があるであろうと考えられます。羊に影響を受けたり、森林に影響を受けたりということになります。それからニュージーランドの東側、ここにはワインもたくさん産業がありますので、ワイン産業も影響を受けると考えます。

それから、不確実性として一つ考えられるのは、カルデラ噴火が起こるのか、あるいはカルデラ内で異常現象が発現してその時期が続くにすぎないのかということです。これはタウポ火山です。北島の中央部にあります。これはカルデラです。35キロぐらいの直径があります。メインの火口になっています。過去の噴火ですけども、ここでは火砕流が70から80キロぐらいまで、全ての方向に対してカルデラ湖から流れたという記録があります。また降灰についても、かなり北島の中央部を覆ったという記録があります。

これに加えて、例えば火口噴火が起こらなかったとしても、ニュージーランドは観光国でありますから、異常現象が長期化すると影響があります。例えば地震とか、あるいは地殻変動がある、あるいは、ひょっとしたら火山が異常時期に入ったのではないかとという兆候があっただけで、観光に大きな影響が出ます。それによってニュージーランドに観光をしに来る人たちが減ってしまうという影響があります。ですので、これ自体も経済に大きな影響を及ぼします。

じゃ、どうするのかということなんですけれども、国として何を考えるのか。我々としては、リサー

チとかあるいは対応に関しましては、結果をベースにした形の、あるいは科学をベースにした形で枠組みを作っています。まず、国家災害レジリエンス対策というのがあって、今これを作ろうと考えています。これは「仙台防災フレームワーク」をベースに作るということで、減災も含めて、単に復興とか、あるいは対応だけではなくて、減災も含めて考えるという枠組みでとらえようとしています。

それ以外にもたくさん法律がありまして、例えば資源管理法。これは土地利用に関わるものです。それから建築基準法もあります。ここで面白いのは、建築基準法は地震だけを考えているわけですけども、なので大規模地震などを考えての建築基準でありますけれども、しかしながら建築基準法の中には火山対策に関するものはありません。津波のレジリエンスに関するものもありません。ですから、ここを対応する必要があります。

私がおります GNS サイエンスは国家民間防衛計画に名前が載っておりまして、省庁に助言をする役割を演じることになっています。なので、火山、地震、津波、あるいは地滑りなどに対して、私どもが助言をすることになっています。また、科学的な対応をするというのが我々の役割となっています。ですから、大学なども含めてですけれども、省庁に助言をするさまざまな団体の調整をするということも我々の役割となっております。

さて、ニュージーランドですけれども、国家防衛緊急事態管理庁というのがあります。ここが対策をするわけですけども、例えば 2011 年にありましたクライストチャーチの地震の場合には、国の規模でありましたので、省庁のほうで責任を持ちました。それ以外には、例えば各地域に国家危機管理センターがありますので、あるいはグループがありますので、それが対応するということになります。例えばオークランドの中程度の火山爆発あるいは噴火であれば、その地域のグループが対応しながら、オークランドで噴火があるということになりますと、国家経済に対する影響が大きいので、国が出てくるということもあります。

国家民間防衛でありますけれども、トンガリロ山のようなところの噴火であれば、地域の民間防衛グループが対応するということになります。しかし全土的に影響があるということになれば、我々も含めまして国が対応することになります。我々の役割としては国のレベルに対応することになりますけれども、同時に、地方あるいは地域のレベルに対してもアドバイスを提供するというも行っております。

さて、役割あるいはバリュー・チェーンを考えたときに、減災あるいはレジリエンスのチェーンを考えると、まずはベースにありますのが、データを収集する、あるいはリアルタイムで情報を提供するジオネットというものが基盤として存在しています。後でお話をしようと思っておりますけれども、それから、真ん中に科学があります。ここがまず地質の、あるいはプレートテクトニクスを理解をするというものです。地震が発生するのであればどのぐらいの頻度になるのか、あるいは火山ごとに噴火するとしたら、どのぐらいの規模になるのかということの評価します。なので、科学の枠組みの中でリスクを評価して、それをコミュニケーションするという役割を持っています。左側にありますけれども、リスクコミュニケーション、あるいはレジリエンスという

のがありますけれども、これは我々のサイエンスの仕事でもって行います。それから、ナショナルハザードアンドリスクモデルというのが右側にあります。

予測・予知というのも長期、短期で行います。タイムリーな形で情報を提供しなければいけないからですけれども、そのためにリスクをきちんと情報提供する、そして対策を提供するということが必要になります。それは短期のほうで重要になります。長期予知に関しては、例えばインドネシアのお話もありましたけれども、経済的なリスクを低減するというこのためにも使います。ですから我々のサイエンス・アドバイスとしては、長期予測、短期予測、両方を行います。

それからジオネット観測網ですけれども、これは2001年にニュージーランドの地震保険スキームであるところの地震委員会から資金をいただきまして作られました。全ての地質学的ハザードに備えて国内に600を超える観測点を展開しています。関係している例えばニュージーランドのランドインフォメーション、それから環境保全省、そして企業技術革新雇用省といったところがステークホルダーとなっております。またこれは、一般の人たちに対してステークホルダーとして加わっているのが我々ということになります。今やジオネットは重要なインフラとして認識されています。

GNSの中の組織でありますけれども、我々としては長期的、短期的な予測の能力を維持するという役割があります。145人のスタッフがおりまして、うち15名が火山対応ということになります。それ以外にも、周囲の部門にも火山科学の担当者がおります。それから大学とも協力しておりまして、大学との強力な協力関係を持っています。MOUを省庁と結ぶことによって協力しております。

それからリージョナル・アドバイザリー・グループという、ある火山ごと、例えばカルデラ火山であるとか、そこにもアドバイザリー・グループがありまして、それは民間防衛部門がリーダー役をやっておりますけれども、私どもはそれに対してアドバイスをします。それから、ウェリントンの航空路火山灰情報センターに対しても、例えば大気の中の火山灰についてのアドバイスをしております。現在常時監視という形では行っておりませんが、今後、例えばさまざまなハザードに関して能力を強化することによって、24時間体制にしたいと思います。

じゃ、科学というのは一体誰に対して、何のアドバイスをするのかということですが、まず観測データをジオネットシステムで集める、そしてそれを解釈する、そしてハザードを理解して、リスクを計算するというチェーンがありますけれども、ここで申し上げたいのは、危機の前に合意が必要であるということです。誰が何をするのか、サイエンスの役割は何なのか、意思決定者に対して我々は何をしたらいいのかということ把握しておく必要があります。

重要なのは、科学と意思決定者の間に橋をつくっていくということだと思います。お互いの役割を理解して、どういう情報をサイエンスとして意思決定者に提供するののかということをもまずは理解しておく必要があります。重要なのはやはり誤解はいけない、それからギャップがあつてはいけないということです。アドバイスのレベルが間違っている、あるいはニーズを間違っていて情報を提供すると、事故が起こってしまうからです。

ということで、コミュニケーションの間には明らかな理解が必要になります。私たちは、例えば誰にもカバーされないエリアとか、重複エリアというのをなくしていくということが理想です。また、能力も理解する必要があります。科学者は科学で、意思決定者は意思決定をするというお互いの能力を理解していく必要があります。そして、こういったことというのは危機の前に決めておくということが重要になってきます。

ということで、幾つか例です。トンガリロ山の話ですけれども、二つ責任がありました。一般市民に対する、それから我々のステークホルダーとか我々のスタッフに対する責任がありましたので、これについて例を取りましてお話をしたいと思います。それから、モンセラットの話も後でしたいと思います。

トンガリロ山ですけれども、2012年に2回、小さいけれども噴火をしました。これは国立公園内にありまして、登山道があって非常に有名なんです。ですから観光客にとってはこれが、ものすごく魅力という地域であります。ここからここにこういう登山道があって、ここで噴火が起こってしまったわけです。ハイカーのための山小屋にかなりダメージがありました。冬の夜にあったので付近に誰もいなかったんですけども、夏の昼間であればかなり死亡者も出たかもしれないという噴火でありました。

ということで責任に関しては、リスクマネジメントというのは、国立公園内にありますから、環境保全省の役割、それから我々の側は、科学的に観測をしてアドバイスをする役割でした。環境省と我々の間には非常に良好な関係が数年の間につくられておりました。2007年のルアペフの噴火の時にラハールによるダム崩壊があって、その時以来の良好な関係がありましたので、うまくいきました。

この地図を見ることで、リスクマネジメントとリスク評価をどのようにやっていったかということが分かります。これはハザードマップなんですけれども、マオリの人たちとも緊密に連絡をします。トンガリロ山を先祖というふうに考えておりますので、神聖な山と彼らは考えていて、噴火をするということはべつに危険ではないと思っている人たちなんです。ですからここ、噴火のハザードマップではなくて噴火現象マップというふうに名前すらも変えています。右下にありますけれども、大学とか民間防衛緊急庁のロゴもありますけれども、皆が協力しているということがここで分かるようになっていきます。

ということで、二つの責任があると申し上げました。こちらは登山道です。これが、噴石によるインパクトクレーターが真ん中にありますけれども、どういう影響があるのかということを示しています。その場に市民がいれば危険が及ぶわけですし、我々のスタッフに対しても同様に責任を持たなければいけないという状況です。

ということで、まずリスクの定量化です。一般市民に対するリスクですけれども、やはり環境省が意思決定したかったというのは、一体いつになったらハイキング道を再開できるかということです。もちろん危険ではないタイミングで再開したいけれども、しかし地方経済にも影響がありますので、再開のタイミングに関しては非常にバランスを取らなければいけないということに

なっています。安全と経済のメリットのバランスです。

私たちとしてはどういうリスクがあるのかという評価をして、それをベースに環境省がどのぐらいまでだったらリスクを取れるのかということのをベースに、意思決定をしたという流れになりました。それから観測スタッフに関してですけれども、一番難しいのは、行くなというの是非常に難しいんですね。異常状態が起きますと非常にいいデータが取れるので、行きたいとみんなが思うわけです。ですから、私たちとしてはスタッフの安全を確保しなければいけないので、非常にちゃんとした意思決定をして、いつだったら行っていいのか、いつだったら行っちゃいけないのかということのを判断しなければいけませんでした。なので、受け入れ可能なリスクというのは、どのようなものなのかということのをきちんと決めていく必要がありました。

リスク評価を使ってリスク量を計算するんですけども、リスクの容量ということで、火山で1時間作業したらどのぐらいのリスクになるのかということのを計算しました。一年間にならしてそれを計算するわけですけども。それによって 10^{-3} までをリスク受け入れ可能なエリアとしました。これは英国で使われているものをそのまま流用しています。

これを他のリスクと比較をしました。普通に生活をしている時に仕事上どのようなリスクに遭遇するのかということ、年齢とリスクでこのようにあるんですけども、いろんな事故、あるいは安全上のリスクでもってリスクが高まったり低くなったりするんですけども、私たちとしては、受け入れ可能なリスク、あるいは受け入れられないリスクの量というのをこのように線を引きました。他の日常的に直面すべきリスクと比較をしたわけです。これを地図にしまして、一般市民あるいは関係者に配りました。

ということで、こちらはいろんなレベルのリスクを書いてありまして、その地域に行っていないタイミングと、行ってはいけないタイミングというのが分かるようにしました。それは一般市民でもあり、私たちのメンバーでもあります。

こちらのグラフを見ていただきますと、一つ一つの棒は、それぞれ一人一人専門家の評価です。今後3カ月における噴火のリスク。意見がかなり分かれることが分かります。全ての専門家が集まって協議をして、ハザードレベルはどれぐらいが適切なのかという意見の集約を行います。大学の教授ですとかこういった方々が協議に参加しますので、皆さんの意見を全て考慮して集約するという形になります。

シナリオの中では、小さいレベルの火山活動があって、リスクが実際に上がっていないと思っても、民間防衛局のほうはリスクが大きいと考える場合もありますので、私たちの評価、それから当局者にどれぐらい容認ができるリスクなのかということのをすり合わせていく必要があります。対話が重要です。

では責任はどうでしょうか。トンガリロの国立公園の中では環境保全省が管理の責任を負っています。入山許可をすとか、これは環境保全省で、私たちはリスク評価に基づいて助言をする役割を担っています。

大事な点は、こういったことは危機が起こっている間、特に重要ですけども、この5年間私

私たちはこの制度を維持してきましたけれども、火山活動が高まった時に誰が誰に何を伝えたかということが明らかになるように、記録を取っておく必要があります。ですので、地方の当局との対話、それから責任分担が明確でなくてはなりません。そして、実際に起こったことを文書として記録していくということが重要です。

最後 6 分になりましたけれども、もう一つ、私自身が 8 年間関わってきた、1990 年後半から 2000 年代初めまで研究した、もう一つの火山をご紹介します。モンセラット島、西インド諸島の火山です。スペースシャトルから撮った噴火中の写真です。ここに火山がありまして、明確に火山堆積物、基本的には火砕流ですけれども、泥流も含まれる、それが流れた跡が見て取れます。

モンセラット山は 1995 年に噴火を始めまして、およそ 100 年の前兆現象がありました。前回は 400 年前の噴火となりますので、休止期間が非常に長かったことが分かります。100 年たってまた噴火しました。最初は水蒸気爆発が 95 年に見られています。その後 15 年間、このように火山丘ができました。それぞれの期間で比較的休止期間が続いていたことが分かります。

重要な点は、火山活動が始まった時にほとんどの人たちが、他の火山、雲仙ですとか、噴火期間あるいは様式を研究していたんですけれども、実際に私たちはこういったドームが成長する段階があることを十分に理解していませんでした。あるいは噴火様式についても十分な理解が進んでおりませんでした。

何枚か写真をご紹介しますけれども、火山丘の成長はムラピ山に非常に似ておりまして、これが崩壊した様子。これもムラピ山に似ています。2003 年の様子です。溶岩ドームが最大になりました。そして、かなりの部分が崩壊しました。それによって火砕流が発生しています。複数の方向に、海のほうにも進みました。そしてこれが爆発の様子です。

これは火山弾。実際に火口から 2、3 キロ飛行しました。97 年です。また、島には火山の降灰が大量にありまして、屋根が崩壊したり、あるいは植生が崩壊したりということがありました。また、水の供給が止まったという問題もあります。それから泥流も、大量の降水に伴って発生しました。

モンセラットの山ではいろいろな問題、解決の経験があります。その中で、私が先ほどご紹介しましたトンガリロの火山に似ていますけれども、科学的な助言がどのように、誰に提供されるのかということに注目してお話します。噴火当初から監視が行われていて、地震観測隊のトリニダードの部署のデータがありました。そしてイギリス領でありますので、イギリス政府から地方政府に対して情報の要請がありました。イギリスの地質研究所、それからアメリカの地質研究所も協働しまして、科学者が地方政府とイギリス政府に情報を提供していたという役割がありました。

そしていろんな意見を集約しなくてはなりません。地元の意見ではそんなに脅威はないという考え方があり、これまでの噴火の経験もあったカリブ諸島のグアドループの経験などを考えて、特に脅威は大きくないと判断しました。しかし外国からの助言はより保守的であり、非常に懸念

を表明するものであり、全住民が避難すべきだと勧告したわけです。ということで、同じ当局が別の科学者グループから全く違う助言を受けとったという、混沌とした状況でした。

それに対する解決法としましては、モンセラット火山観測所を設定するということでした。この危機の前に観測所がなかったという事実があり、さまざまな科学者がもちろん最盛期には関わっていますけれども、少なくとも連携することによって助言の系統を一本化することができました。

そして、トップの科学者が科学的な意見を求めることになりました。チーフとなった科学者が、これが最も尤度の高いシナリオである、しかし科学者間の意見の違いがあるということを伝えました。専門家としては助言をするときに、特にリスク評価を行うプロセスそのものを確立して意見を知ることが重要になります。

ネリさんと同じようなスライドになりますけれども、イベントツリーです。これは、ある特定の規模の火山丘がどの時点で、どれくらいの噴火が起こりうるかということ、それぞれ枝分けして、枝ごとに確率を計算してリスク評価の枠組みとして使っています。6カ月、今は12カ月ごとにもう数年間、実際に休止期に入りましたけれども、彼らはリスク評価を提供しています。先ほどご紹介しましたように、確率をさまざまなシナリオで計算し、そして個々の社会のリスクを割り出しています。政府はその数字を使って判断をするということになります。

例えば長期的な島の避難計画とかにも使います。しかし、火山は突如として噴火を始めるということもありますので、短期的な助言についてもやはり観測所が出すことになります。

これがニュージーランドのモンセラットの教訓で、火山噴火につきましてはかなり似ているところもあります。科学者と意思決定者の関係を強力につくるということが何よりも重要なことになります。役割をはっきりさせておくということ、どちらも自分たちの責任の限界、境界を理解して、お互いに何が協調してできるかということを理解することです。そして、事後にそれを見直すことによって将来の改善を行うことも重要です。

科学を、非常に複雑な学際的なアプローチを通じて、意思決定者が分かる情報に変えていくということが重要です。最終的にはイエス・ノーという簡単な答えを導かなくてはなりません。そのためには緊密な連携が必要で、その関係を休止期間につくっておくことが重要です。そして明確な協定をすること。そこでしっかりと文書化して、紙の上で私たちの役割はこれこれですということを明確にしておく必要があります。

お互いの状況を理解すること、そうすることによってどのような問題が起こり得るのか、どんなプレッシャー下でそれぞれの機関が動くことになるのかということ、そして定量化されたリスク、つまり数字について不確実性を含めて提供する。そして、比較検討ができる数字を添えるということが重要になります。

以上です。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。一つ、二つ質問を受けたいと思いますが、どなたか質問

がある方はいらっしゃるでしょうか。

質問者：山梨県防災局の原と申します。一つ質問をさせていただきます。先ほどリスクの評価で、いわゆるリスクを全体でならして数値化していくということ、それを意思決定者、あるいは住民に対する説明で使っていくということでありましたけれども、日本では確率論だとかリスクの考え方がなかなか一般に理解されておられません。

実は、ちょっと至近な例なんですけれども、日本の教育制度の中で中学 3 年生の時に確率統計というのを習うんですけれども、大体ここで多くの方がつまづくということで、私は実は大学で応用数学などをやっていたもんですから、そのあたりの事情が分かるんですけども、非常に一般の方にはそういうデータが分かりにくいということがあります。

そういう中で、いかに住民とのリスクコミュニケーションを取られているかといったところをよろしくをお願いします。

Jolly: すごくいい質問ですね。仰るとおりです。多くの人たちが確率論というのは分かりません。ですので、たぶんいい例というのは、火山の例ではないんですけれども、地震の例なんですけど、例えば大きな地震がありましたと。

Kaikoura 地震なんかもそうなんですけども、その場合には、余震の確率というのをコミュニケーションしました。そして社会学者の人たちに、これをどういうふうに連絡をしたらいいのかというアドバイスをもらいまして、連絡をしました。IPCC、これは気候変動のパネルでありますけれども、その言葉を使いまして、確率の数字を言葉で表すということをしたんです。

例えば、ちょっとどういうふうであったか覚えてはいたんですけども、例えば確率が 5% だったら、「ほとんど起こらない」という言い方にするとか、確率が 95% だったら「ほぼ確実に起こる」とかという言い方にしてリスクコミュニケーションをしました。例えば余震が 5% の確率で起こるのであれば、「ほとんど余震は起こらない」という言い方にするという形です。そういうふうな形にすることによっていいと思います。

それともう一つは、絵で表示する。それによってどこがリスクの高いエリアで、低いエリアかということが分かるという、絵を使うということもありだと思えます。

司会：どうもありがとうございました。Gill Jolly 先生、どうもありがとうございました。

これで休憩に入りたいと思います。次の講演は 1 時 10 分からになります。同時通訳の機械は必ず席のところに置いて退出していただくよう、よろしくをお願いします。それから、コーヒーを外に用意しておりますので召し上がっていただければと思います。では、また 1 時 10 分から再開したいと思いますので、よろしくお願いいたします。

(昼食休憩)

司会 (上田)：それでは時間になりましたので、午後の部を始めさせていただきます。司会は変わります。防災科学研究所の上田が務めさせていただきます。午後の前半は第 1 部の続きとなり

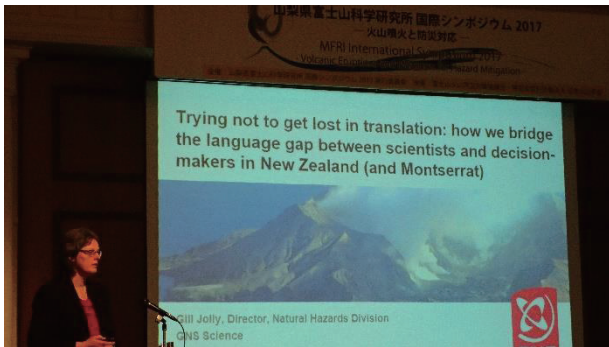
「 “翻訳” で要点を見失わないための取り組み：ニュージーランドでは
科学者と政策決定者間の言葉の隔たりをどのように埋めているのか？」

ます。引き続き各国の火山災害の事例のご講演になります。最初はインドネシア共和国、ガジャ・マダ大学の Ade Anggraini 博士です。

タイトルは「火山防災における大学の役割」です。よろしくお願いします。

Trying not to get lost in translation: how do we bridge the language gap between scientists? and decision-makers in New Zealand?

Gill Jolly (GNS Science, New Zealand)



Tena koutou tena koutou tena koutou katoa. That's a Maori greeting - a respectful greeting to say hello and thank you very much for inviting. Thank you for the opportunity here to speak to you about the way that we deal with volcanic disaster mitigation in

New Zealand. I'm also going to put in a few slides at the end about some of experience that I had in Montserrat in the West Indies which are also relevant to this topic.

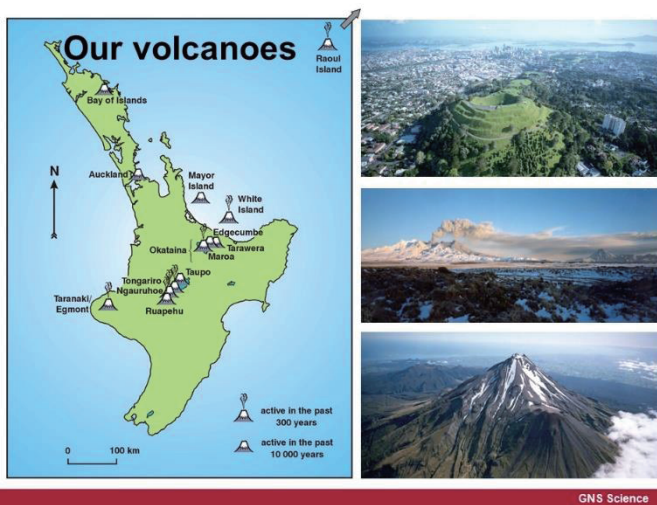


Figure 1

So where are all volcanoes in New Zealand(Fig.1)?

They're distributed mostly through North Island New Zealand, many of them are through the center of North Island. We have Taranaki here to the west. This is a picture of Taranaki. I think Taranaki is like the little brother to Fuji-san. It's two and a half thousand meters high but looks very much like

Mount Fuji.

I am also going to mention Auckland up here. This is a picture of one of the volcanoes in Auckland. Auckland city which has a population of about a million people sits on a volcanic field so there are over 50 volcanoes within the city limits and we do not know where the next volcano will erupt.



Figure 2

So how do we define the problem for stakeholders and we do this by defining what the impact is likely to be and we use the risk assessment framework for that like Dr. Neri talked about earlier and we look at the financial risk to stakeholders, the economic impacts, the environmental impacts and the life safety risk and I think this is important because it provides visibility of the hazard and the risk for the decision makers(Fig.2). It helps to start the conversation between the science and the decision makers and raises the awareness of what the impacts of future eruptions would be and then together the scientists and the decision makers can work together to provide solutions and build resilience for the communities. So it helps start to define the translation of the science to what it means for the communities around the volcanoes.

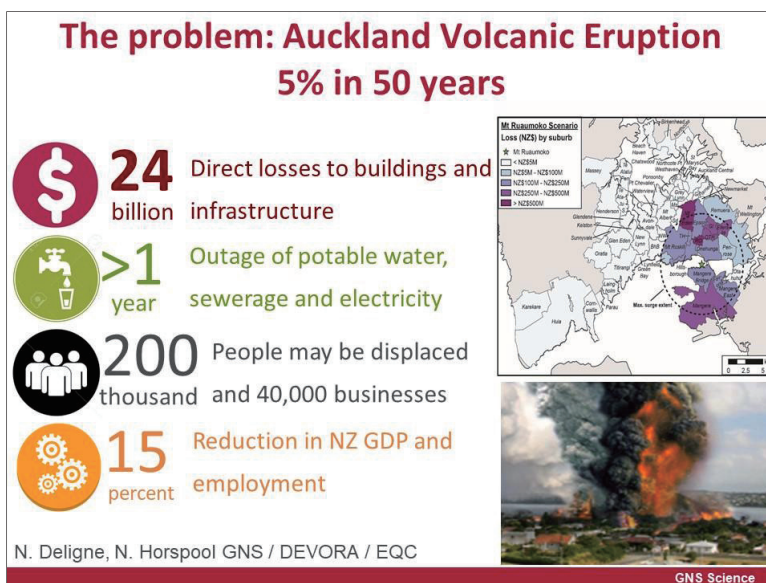


Figure 3

I have a couple of examples of how we have done this in terms of assessing the risk around our volcanic areas(Fig.3). So the volcanic field in Auckland we know that it has a likelihood of about 5% eruption probability in the next 50 years which is quite high. The last eruption was around 500 years ago. As I said, we don't know where the next eruption will occur and so what we've done is we've used a scenario from National Civil Defense exercise where all agencies around the country played in the scenario to try and develop their contingency plans for future eruption in Auckland. We chose a scenario here in the south of the city. This is the main city center but the whole city is across this whole area and this is a Photoshopped

image of what the eruption would look like if it were to happen in that area. So using risk calculations, we estimate that there will be around 24 billion dollars - New Zealand dollars in terms of direct losses to buildings and infrastructure. We expect that to be almost a year or over a year outage of some of the water and infrastructure facilities. We estimate that around 200,000 people will be displaced by the eruption. Even though the eruption is likely to be small, the types of eruption that Auckland are relatively small but because it's within a city zone the impacts are great. Overall, we expect the impact on the New Zealand growth domestic product to be around 15%. Equally some of the regions around Auckland they will see an increase in the GDP as businesses and people move away from the city center to the regions.

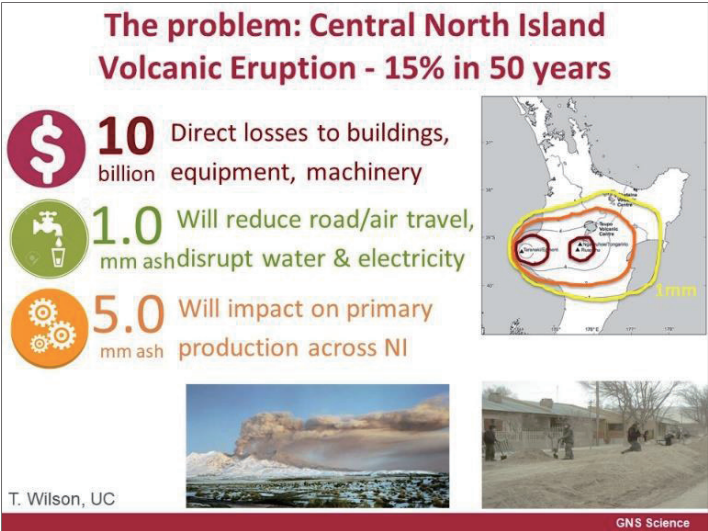


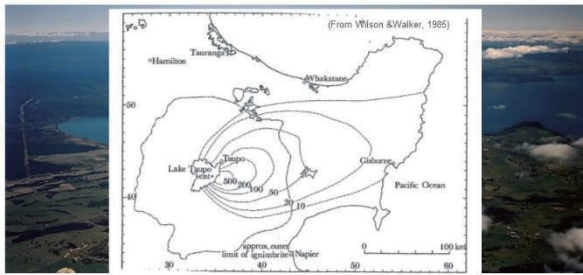
Figure 4

For some of the volcanoes in the central area of New Zealand including Taranaki here and the central zone volcanoes where the probability of an eruption is greater but the eruptions are likely to be relatively small(Fig.4). So another impact is that the population centers in central New Zealand are quite small so small towns of a few tens of thousands of people.

However, there is a major impact in terms of the primary industry of New Zealand. So many of these areas host dairy farms, forestry which has a major impact on the economic output of the country as a whole. So even a small amount of ash 1 millimeter will likely reduce road and air travel, it will disrupt water and electricity supplies. Greater amount of ash will have more impact on the primary production - the dairy and forestry and sheep and so on. Over on the eastern side of New Zealand as well as the major part of the wine industry so there will be a major impact on the wine industry also.

One of the big uncertainties for us is what will happen for our caldera eruption or even just a period of unrest at caldera(Fig.5). This is Taupo volcano in central

**The problem: a caldera eruption
or just unrest - ??**



Lake Taupo, Central North Island

GNS Science

Figure 5

North Island. This is the caldera. It's about 35 kilometers across the main caldera and the last eruption had an impact whereby the pyroclastic flows went about 70 to 80 kilometers away in all directions from the lake, from the caldera. Equally some of the ash fall went over much part of the – large parts of central North Island. Not only that but even if caldera

doesn't erupt then the unrest period is also likely to have a huge impact. New Zealand relies a lot on tourism for its economy and as soon as we start to see earthquakes or ground deformations or signs that a volcano might be starting a period of unrest then that's likely to have major impact on the tourism and the importing of people into New Zealand to do tourist activities. So that in itself would have a major impact on the economy

Outcome-based framework for our research and response planning

- **Guided by, and guiding, government policy**
 - Especially (draft) National Disaster Resilience Strategy with focus on Disaster Risk Reduction
 - National strategy based on Sendai Framework
 - Also: Resource Management Act, Building Code, Earthquake Prone Buildings etc
 - GNS Science named in National Civil Defence Plan for providing advice to agencies
- **GNS Science delivers research across the value chain from underpinning science through to impact and mitigation, but we don't do warnings**

GNS Science

Figure 6

So how do we deal with this as a country? The science system uses outcome based framework for our research and for response planning (Fig.6) . So we're guided by and we also help to guide government policy. So we have National Civil Defense and Emergency Management policy that's currently in revision to a National Disaster Resilience Strategy and this is based on the Sendai

framework. So it's got a focus on disaster risk reduction rather than purely a response and recovery. We also are guided by and work with various other legislations such as Resource Management Act which is around land use planning, the building code and interesting point here is the building code really at the moment only deals with earthquake building resilience so it deals with large earthquakes and how to build for that. There are no provisions within the building code currently for volcanic resilience nor tsunami resilience and that's a gap that

needs to be filled. GNS Science is the organization that I work for is named in the National Civil Defense Plan and we provide advice to the agencies across government on the geological hazards. So that's volcanoes, the earthquakes, tsunami and landslide. We also mandated to lead the science response so we coordinate the activities at the university and other science agencies to provide that advice so we are seen as the conduit [ph] for the advice to government.

Just a brief slide about the New Zealand Civil Defense framework. So there is a National Ministry of Civil Defense and Emergency Management and this is primarily responsible for setting policy. It also however is the lead agency if there is a national disaster so for example the Christchurch earthquake that we had in 2011 that was a national scale disaster and the ministry took responsibility for leading the response to that. Otherwise it has a supporting role for the region or the local civil defense agencies. So regional civil defense for example the Auckland region would be the lead agency if there was a say a moderate volcanic eruption and it supports local civil defense as well. However, Auckland eruption will likely become a national response relatively quickly because of the major impacts on the national economy.

For the local civil defense so Taupo district for example so these civil defense agencies would be the lead agency for small eruptions so I'd say a small eruption of Tongariro which sits within the Taupo district would be led by the local civil defense agency with support from the region and from the ministry as required. As a science agency, we are required to provide input to the civil defense at all

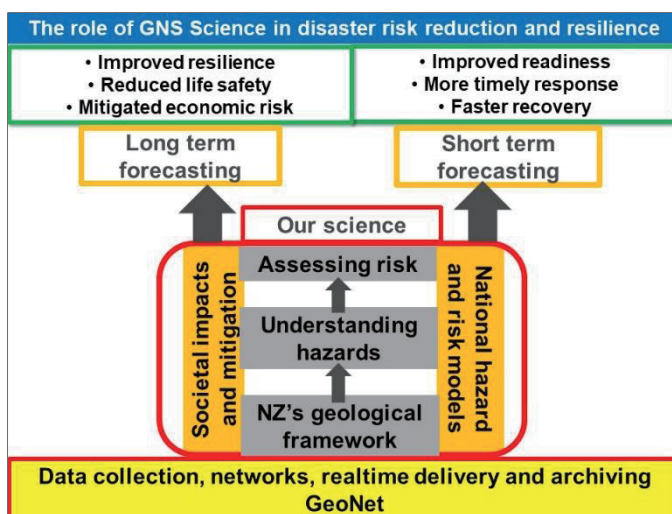


Figure 7

levels. Our main responsibility is to the national level but we also provide information to the local and regional levels as well. So in terms of our role in the value chain towards disaster risk reduction and resilience we have an underpinning network data gathering real-time delivery of information called GeoNet with stations around the country and I will just talk about that in a

minute and then our science in the center is around understanding the geological framework of the country where the plate tectonics occurs, where the earthquakes occur and how frequently do they occur, how big the volcanoes are when they erupt (Fig.7) . So understanding the hazard and then translating that hazard into risks. So within our science framework, we also assess risk and communicate risk. So on the left hand side here the societal impacts and risk communications and warnings and community resilience are all supported by our science as well and we are the custodians for the national hazard and risk models for all the geological perils.

These lead into two main outcome areas. Short-term forecasting, so as the volcano starts to go into unrest providing the information in a timely fashion and therefore informing disaster risk responses and then in terms of long-term forecasting land use planning like our colleagues from Indonesia talked about just now mitigating economic risk. So our science provides information both in the long term and in the short term in terms of forecasting.

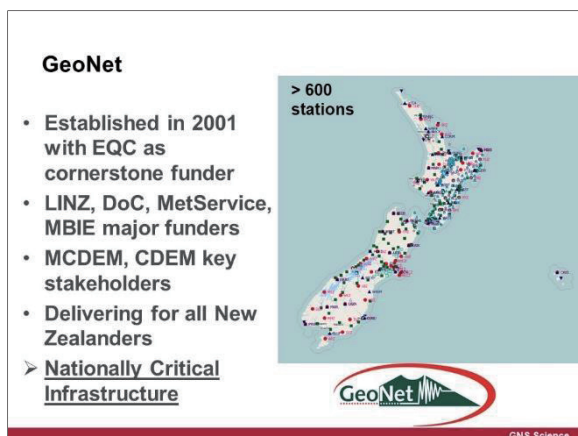


Figure 8

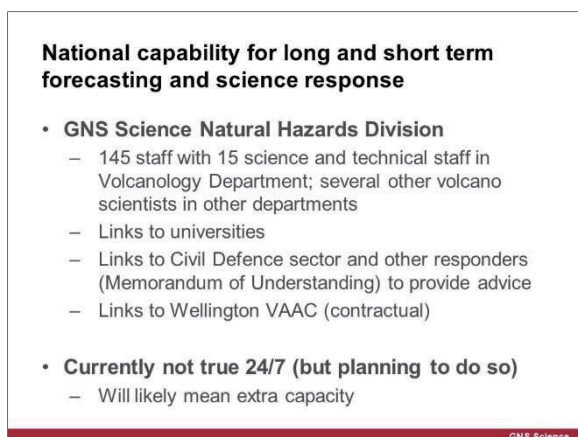


Figure 9

So our GeoNet network is established in 2001 with the Earthquake Commission which is a Government Earthquake Insurance Scheme as a cornerstone funder(Fig.8). It has got over 600 stations across the country for all the geological hazards. We are also funded by other agencies such as Land Information New Zealand, the Department of Conservation, the MetService and the Ministry of Business Innovation and Employment. Key stakeholders of the civil defense sector but we deliver for all New Zealanders so part of our mandate is to communicate directly to the public. GeoNet is now considered to be nationally critical infrastructure.

Within GNS Science the organization that I work for we maintain that national capability for the long-term and short-term forecasting(Fig.9). I have about 145 staff with about 15 purely owned volcanoes but with several other people around the division who also work on volcanic science. We have strong links to the university sector. So we work very closely in collaboration with the universities. Our links to the civil defense are primarily governed by Memorandum of Understanding with the ministry but there are also regional advisory groups for particular groups of volcanoes for example the caldera volcanoes has an advisory group which is led by civil defense but we provide advice in through that, both on a long-term and a short-term basis. We also have a strong link to the Wellington Volcanic Ash Advisory Center through an annual contract to provide advice on volcanic ash in the atmosphere for aviation. We are currently not 24x7 but we have just recently got additional funding to move towards that over the next two years so we are likely to have additional capacity across all the geological hazards.

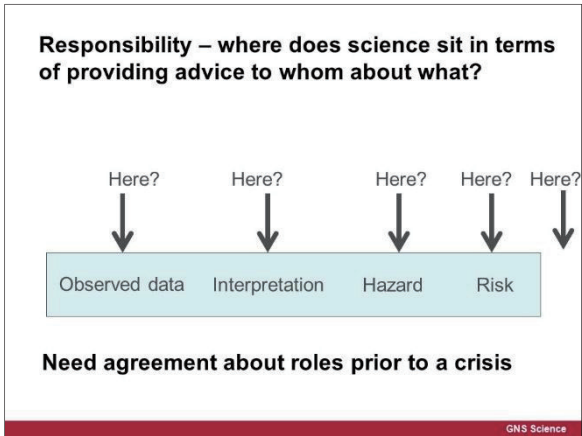


Figure 10

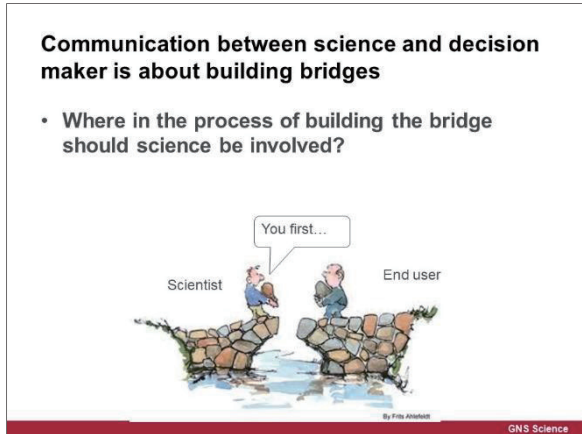


Figure 11

So in terms of responsibility where does that sit(Fig.10)? Who gives advice to whom and when. So the value chain is around collecting the observed data through the GeoNet system, interpretation of those data, understanding the hazard and calculating the risk and I think the key point here which I will emphasize is that we need agreement before a crisis starts about the roles and responsibilities of science and the decision makers and the I think the key thing is the communication between science and those decision makers and it's about building bridges(Fig.11), understanding each other's position, where you both sit, what kind of information we can provide as science and what kind of information the decision makers need as the end

Communication is about building bridges

- We don't want to leave any gaps



- Or else we might end up in deep water

GNS Science


Figure 12

users. I think the important thing is we don't want to leave any gaps(Fig.12). We don't want to have any misunderstandings related to not providing the right level of advice or not understanding what our stakeholders needs otherwise that's when accidents happen.

Responsibility – we need clarity about where scientists and end users sit on this spectrum

- No gaps
- No overlaps
- Capabilities best fitted
- Decided before a crisis
- Enduring solution

➤ Rational and defensible



GNS Science

Figure 13

So we really need clarity around the communication between the scientists and the end users(Fig.13). We don't need any gaps. Ideally we have no overlaps as well so you don't have any conflicting decisions and understanding what the capabilities are. So the scientists are better at science and the decision makers know how to make a good decisions and as I said earlier deciding that before a crisis and making sure there's an enduring solution.

So we need to be clear about responsibilities from the start

- Story of eruptions at Tongariro in 2012
- And two different responsibilities
 - To the public
 - For volcano observatory staff
- And some comments about recent responses to earthquakes

GNS Science

Figure 14

So a couple of examples(Fig.14). First of all, Tongariro and talking about two different responsibilities both to the public and to stakeholders and for our own staff and then I will just conclude with a few comments about my experiences in Montserrat. So Tongariro is a volcano. It erupted in 2012, a small eruption but nevertheless this is in a

national park and has a major walking track, the Tongariro Alpine Crossing which is perhaps one of the key drawers for tourists to New Zealand. So the crossing goes across here and goes right past where the eruption occurred. This hut here is a hikers' hut and it was severely damaged during the eruptions. Fortunately,



Figure 15

the first eruption happened in the middle of night in winter and so there was no one in the vicinity. If it had been in the middle of summer, then we would have had a different story in terms of potential injuries and fatalities.

So we have clear responsibilities (Fig.15).

The risk management in the national park is the responsibility of the Department of Conservation and the volcano monitoring advice on the scientific perspective is the responsibility of GNS. We do have a very good and strong relationship between ourselves and Department of Conservation that's been built over many years partly as a result of working together on a previous eruption in Mount Ruapehu and Lahar dam breakout that happened in 2007. I think this map exemplifies the approach that we have towards that risk management and risk assessment so it is a hazard map but because we are working very closely with local Maori communities we see Tongariro as an ancestor and therefore sacred mountain and don't see that their ancestor would provide a hazard. So we actually named the map an "eruption phenomena map" rather than hazard map. It was done very much in collaboration with a large number of institutes. So down here lots of logos - civil defense,



Figure 16

regional councils, universities, ourselves and some simple instructions about what to do and what the volcanic hazards that people are likely to encounter.

So we have the two responsibilities (Fig.16). This is the Tongariro Alpine crossing track with a ballistic impact crater in the center. So if somebody had been there at the time that

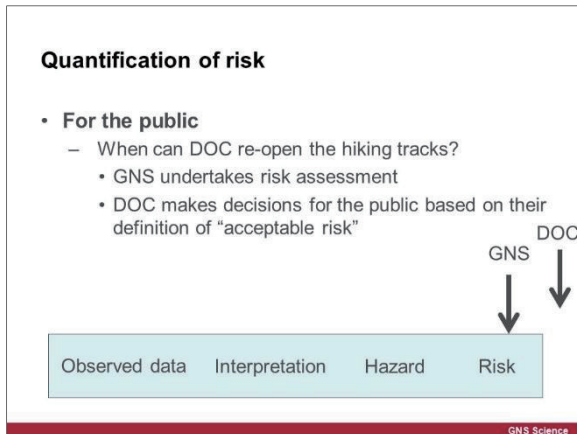


Figure 17

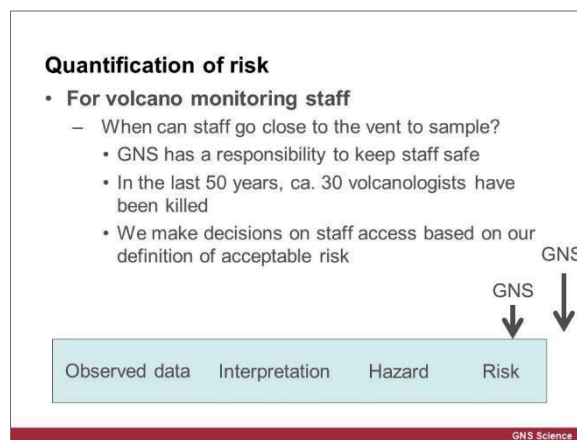


Figure 18

monitoring staff, one of my hardest tasks is to stop my volcanologist go and work on the volcano in a period of unrest and activity because that’s when the best quality data are collected but as a manager I have responsibility for the safety of my staff and so I need to make good decisions on when we can allow them to do that work(Fig.18). So in this respect it’s our decision on what is acceptable risk

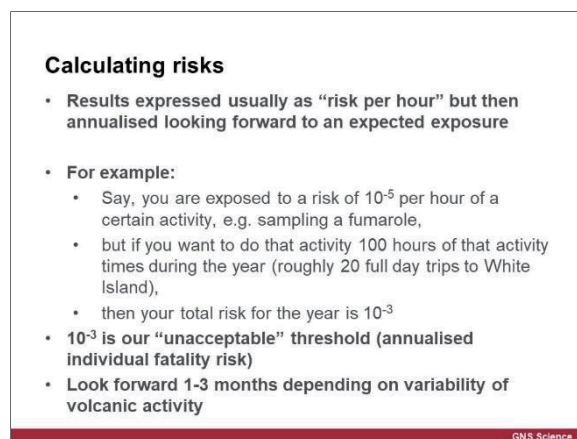


Figure 19

would have been extremely dangerous and to our own staff. So in terms of quantification of risk to the public one of the key decisions that the Department of Conservation wanted to do is wanted to reopen the hiking tracks(Fig.17). They obviously didn’t want to do it at a time that was dangerous to the tourists but at the same time it had a severe impact on the local economy so they had to balance out the timing for reopening the national park to the public as opposed to public safety.

So they made decisions on our understanding of the risks. They made the choice of what they deemed to be the acceptable risk. So it was their definition of acceptable risk based on our science. In terms of volcano

and we use that using the risk assessment calculations and we essentially look at risk dose so if a scientist wants to work for an hour on a volcano how does that translate to the full risk if they were to do that various times through the year and then we set a level of acceptable risk of 10^{-3} which is equivalent to a health and safety at work level within the UK(Fig.19).

We can then look at just comparing that

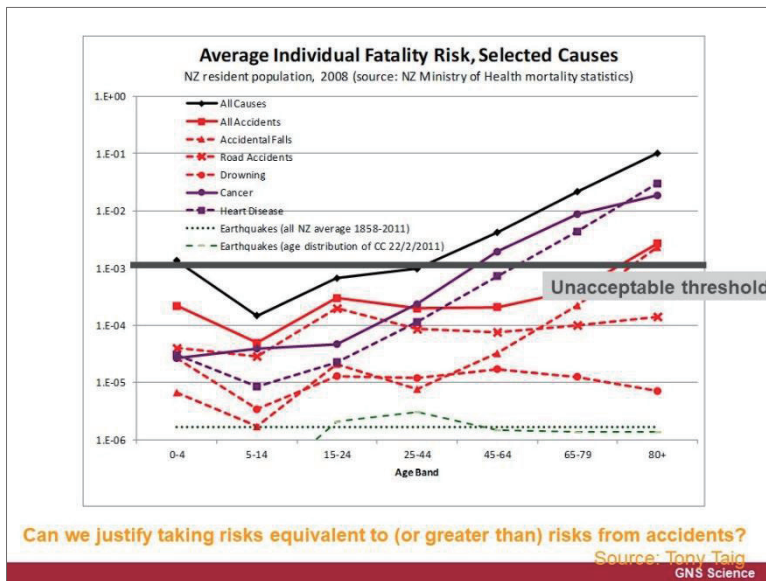


Figure 20

to other risk that our individual people would be susceptible to during normal work. So this is a graph looking at people's ages along the bottom and the level of risk and the different graphs incur different source of accidents or different life safety risks and so we have set an acceptable threshold in here and so that we have got a level of risk that is equivalent to other accidents that people might encounter during their lifetimes(Fig.20).

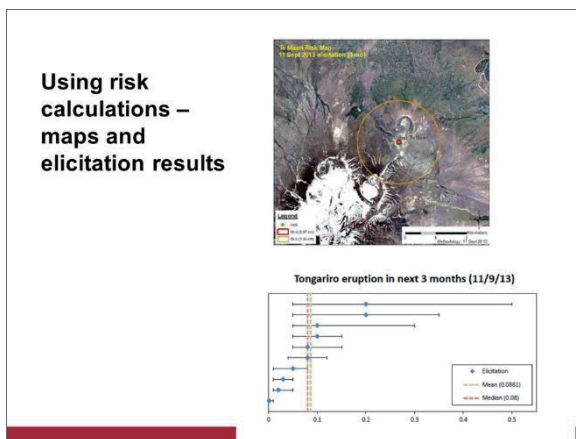


Figure 21

areas for our [ph] staff safety perspective is our own. Just down here – just a graph here I think that quite nicely illustrates that each of these bars is an individual expert's assessment of what the hazard is, what's the likelihood of an eruption within the next 3 months and you see there is a wide range and so what we do we use all of our experts to come up with what we think is the best level of hazard. So it's an expert elicitation process and we can include universities and other professors in that discussion so that everybody feels that their opinions are taken into account.

It's not always that simple though....

- **Scenario**
 - We have a few VTs and/or a slight increase in SO₂ output
 - Scientists in GNS think it hasn't changed the hazard (and therefore risk) significantly
 - But DOC worried about consequences, so robust conversations and decisions
 - Needs dialogue rather than simple hand-off

GNS
↓

Observed data
Interpretation
Hazard
Risk

GNS Science

Figure 22

It's not always that simple though and we might have a scenario where we start to see some small levels of activity(Fig.22). The scientists feel that the level of risk hasn't increased whereas the Department of Conservation may feel that they want to be a little bit cautious about allowing people into the national park. So then it needs a dialogue based on the level of risk that we assess and

how they feel their level of acceptable risk is.

So in terms of responsibility clearly within the national park for Tongariro the Department of Conservation have the responsibility for risk management(Fig.23). So when people are allowed into certain areas and we have the responsibility for

Whose responsibility?

DOC – risk management; GNS – risk assessment

- No gaps: ✓
- No overlaps: Maybe
- Capabilities best fitted: ✓
- Decided before a crisis: Not for 2012 eruptions but ready for the next one
- Enduring solution: ✓
- Rational and defensible ✓

Problem when boundaries start to drift due to external pressure

GNS Science

Figure 23

providing the information and the advice based on our risk assessment and I think the important thing is that we set a lot of these things up actually during the crisis but now they're in place and they have been in place for the last 5 years and so if you start to see an increase in activity then there will be clarity in terms of who is saying what to whom.

Responsibilities for Tongariro - summary

- Good communication at "local level"
- Clear division between monitoring and risk management for the public
- Based on quantified risk from science
- Need for understanding of responsibilities on both sides and documentation

GNS Science

Figure 24

So there is very good communication between the agencies at that local level and there is a clear division of responsibility but there is a need for understanding on both sides and documentation(Fig.24). I am just going to go briefly in the last 5 or 6 minutes to talk about another volcano – volcano that I worked on for 8 years in the late 1990s and early 2000s. So this is an

aerial shot of Soufrière Hills volcano on Montserrat in the West Indies. This was in the middle of the crisis taken from the space shuttle. Here is the volcano and you can quite clearly see the pathways for volcanic deposits primarily pyroclastic flows but also mudflows.

Montserrat started erupting in 1995 and it had about 100 years of precursory activity so the previous eruption was about 400 years earlier. So it had a long period of repose and it took about a hundred years for it to get going. The initially phreatic activity was in the middle of 1995 and over the following 15 years several periods of dome growth and you can see here that the dome growth was normally between 1 and 3 years long but it was punctuated by times where there was relative quiet repose. I think one of the main points to put here is when the volcanic activity started most people were looking at other volcanoes. For example, Mount Unzen to look at the likely duration of an eruption and the style of eruption. What we didn't understand or didn't realize is that it was going to have several phases of dome growth that were punctuated. So there was a large uncertainty about both the duration of the eruption and also the style of the eruption.

So just a couple of pictures to illustrate what was going on. There was some dome growth very much like at Merapi and dome collapse also like at Merapi. This was in 2003. The maximum extent of the lava dome and over the space of a few hours a large part of it collapsed away producing pyroclastic flows that went out in multiple directions including over the sea and explosions. The little bees here are ballistic bombs that were thrown 2-3 kilometers away from the vent area. This was an eruption from 1997. Some of the consequences - lot of ash fall around the island causing some places roof collapse and you can see vegetation collapse here, issues for roading and water supplies and mudflows whenever there was heavy rainfall.

Now I could talk probably all day about Montserrat and the problems and some of the issues and the solutions that we came up with but I will just focus on one which is similar to what I was talking about for Tongariro and that's how is the scientific advice provided and to whom. So at the very start of the eruption the monitoring was done remotely from the Seismic Research Unit in Trinidad. So the first people on the ground were from Trinidad and then they were joined at the request of the British government. Montserrat is a British territory governed by local government.

So they were joined by the USGS and the British Geological Survey in the first weeks after the crisis started. So you can see we have here two different attentions. One set of scientists advising the local government and one set of scientists advising the British government. So what led to was differing opinions on the eruption and the two opinions were really quite different. So the local opinion downplayed the threat. They worked through some of the previous eruptions in the Caribbean such as Guadalupe and thought the threat wasn't particularly high. The foreign advice however was a lot more conservative and was more concerned and quite early on in the crisis there was even consideration that the whole island should be evacuated. So there we had the authorities getting two different sets of advice from two different sets of scientists and what should they do, how should they make the decisions.

So the solutions that were brought about was the solution of formation of the Montserrat Volcano Observatory. So there was no volcano observatory prior to the crisis and even though the different scientists were involved in the MVO there was just one official line to the government so one source of the advice. So the chief scientist of the MVO provided the consensus or the majority of opinion and if there was a diversity of opinion the responsibility was on the chief scientist to explain that this was the most likely scenario but there was a difference of opinion between the scientists. Occasionally experts were brought in to provide specialist advice and one of the key things throughout the crisis was formalization of their risk assessment process. So you just saw some slides from Dr. Neri, an event tree looking at what's the likelihood given a size of dome at a certain time what kind of eruptions are likely to happen and probabilities associated with those. So that

Learnings from New Zealand

- Building relationships between science and CDEM is important prior to a response
- Clarity of roles and responsibilities is critical, so that both sides understand the boundaries
- Moving towards full 24/7 monitoring for both CDEM and science
- CDEM under review to understand how to better respond
- We can always do better – important to debrief

GNS Science

allowed the consensus view of scientists to be quantified into a risk assessment framework. So every six months and now every 12 months since the volcano has been quiet for several years, a group of CNE scientists are invited to the MVO and they provide risk assessment like the one that I previously showed attaching probabilities to the various scenarios and then that outputs individual risk and

Figure 25

societal risk. So the government can then use those numbers to make decisions on examples such as long term planning for the island. However, if the volcano were to suddenly start up in eruption again then the responsibility for the short-term advice would clearly sit with the MVO.

So in terms of learnings from New Zealand and from Montserrat a lot of similarities between the two volcanic eruptions that I talked about(Fig.25). So building the relationships between the science and the decision makers is really very important prior to a response. The clarity of roles and responsibilities is critical so that both and all sides can understand the boundaries and also understand what each other can do and what they need but we can always do better and its always important to debrief after an event so that we can make improvements.

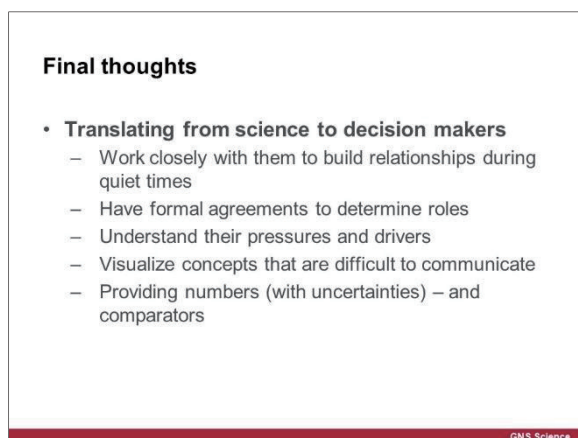


Figure 26

So some final thoughts(Fig.26). So translating the science from science and understanding the complexities and the multidisciplinary approach that the scientists use to what the decision makers need in terms of relatively simple yes-no answer and I think the important thing that is required is that we need to work closely together to build those relationships during the quiet times. It

helps to have formal agreements including documentation so that you can understand and point to a piece of paper and say "This is what our role is and this is what the other person's role is." Understanding each other's pressures and drivers. I think it's important to put ourselves in each other's shoes occasionally so that we can see what kind of issues and pressures that the different agencies have and providing a quantified risk and providing numbers with those uncertainties and comparative risk is really important to help understanding. *Arigatou Gozaimasu.*

MC

Thank you very much. May be we can entertain a couple of questions from the audience. Please raise your hand if you do have. Microphone will come to you so please wait.

Tomotaka Hara

I am from Yamanashi prefecture. My name is Hara. I have one question. You talked about risk assessment. You annualize the risk and you have numbers for the risks and that will be used to explain to the decision makers as well as residents. In Japan, however, probabilistic approach or risk quantification is not so easily understood by general public. So for example in the Japanese education system when you are the third grader of a middle school you learn probabilistic science but they actually have some trouble understanding that. As early as year 15, for I did applied mathematics in the university I can understand why they have problems, but general public are having difficulty to understand the data. So when you communicate risks to residents how do you do? That's my question.

Gill Jolly

That's a very good question and you're right. Many people don't understand probabilities. Probably a good example that we've been using is not in volcanoes but it's in the earthquakes. When we've had a large earthquake like the recent Kaikoura earthquake we then communicate the aftershock forecast in terms of probabilities and we've had some specialists in Social Science help us to articulate how those probabilities are communicated. So we've actually used the IPCC - the International Panel on Climate Change wording to translate the numbers, the probabilities into words. So for example, I don't exactly know the translation off the top of my head but say 5% probability of something happening in a year could translate to unlikely. Ninety-five percent would be very likely. So what we do when we are communicating those risks we say there is a 5% chance of something happening. This is at very unlikely. So we use that. I think another good way of communicating is to use visual pictures so people can understand where are the high-risk areas or the low risk areas.

MC

Thank you so much, Dr. Jolly. Thank you so much. After this, we have a short break and the next presentation will start 10 after 1 – 1:10. Please make sure that you will leave the translation devices on the table before you leave this hall and there is coffee service available outside the hall. So please help yourself. Again, we will be starting the next session at 1:10. Thank you.

(Lunch Break)

MC(Hideki Ueda)

It is now time so we would like to start the afternoon session and the emcee will now change. Uyeda from NID will be serving as the emcee and we will move on with the presentations on volcanoes from around the world. And we have Dr. Ade Anggraini from Indonesia, Gadjah Mada University here to talk about the role of university in volcanic disaster risk reduction.

講演4「火山防災における大学の役割」

Ade Anggraini (インドネシア共和国 ガジャ・マダ大学)

Anggraini : 短いプレゼンテーションをさせていただく機会をいただき、大変嬉しく思います。ガジャ・マダ大学が火山災害の被害削減をするためにどういう役割を果たしているか、お話しさせていただきたいと思います。本日こちらに来ることができなかつたいろいろな方々の研究の成果をまとめて、私、アデ・アングライから発表させていただきます。

日本の状況と同じなのですが、インドネシアもたくさんの火山に囲まれております。127 の火山があります。インドネシア全土にわたっております。スマトラから Banda Aceh まで、それから Maluku のほうにもあります。

火山の一部は非常に活動が活発であります。インドネシアも人口密度が高い国であります。2 億 6 千万人の人たちが、全土に散らばって生活をしております。私たちの生活は火山に大きな影響を受けております。ご覧のように、火山というのがインドネシアのあらゆる文化、あらゆる側面に出てきております。

この少年、グヌンという革の人形劇で使われる人形を持っていますが、グヌンというのは山を意味するインドネシアの言葉です。こちらの形ですが、トゥンポンというお米で作った山なのですが、これも成層火山をかたどったものであります。このような円錐のような形は、農民がかぶる笠もこの形になっています。

そしてインドネシアの子どもに、美しい風景を描いてごらんとすると、必ず山の絵が含まれます。つまり火山が絵の中に含まれるわけです。それぐらい深く根付いています。ですので、火山に対するこの気持ちというのはインドネシアの社会の中で広がっております。とは言え、必ずしも建設的なかたちで広がっているわけではありません。何とか火山そのものを理解しようとはしておりますが。

例えばムラピ火山の場合、ムラピ火山はジャワ島にあるわけですが、皆さんもうご存じだと思います。非常に活発に活動をしている成層火山であり、二つの地域にわたっております。中央ジャワ州、それからジョグジャカルタ州に跨っている山です。インドネシアで最も活発に活動が続いている火山のひとつでありまして、定期的に噴火をしております。1548 年以来、噴火を繰り返しております。400 年前にまでさかのぼって活動をずっと続けております。

そしてムラピ山からわずか 28 キロ南に行ったところに、ジョグジャカルタ市があります。そこには 240 万人の人たちが住んでいるわけです。何千人もの人たちが、火山の麓で生活しております。一番高いところにある村は、海拔 1.7 キロのところにあります。つまりはムラピ山の山頂から 5 キロぐらいのところ村があるわけです。ですので、ハザードの可能性が非常に高い地域であるといえると思います。

スバンドリヨ先生が先ほど説明をしましており、2010 年にムラピ山は噴火をしました。最初

の噴火は10月26日に発生。それ以来一連の激しい噴火が11月まで続きました。そして大型の噴火による噴煙柱が形成され、そして人々が住んでいる山の斜面に沿って火砕流が起きました。

そして2010年の噴火は、1870年代以来最大の噴火だったと言われています。私もジョグジャカルタ市に30年くらい住んでいますが、ムラピ火山の噴火として私が見たもので最大級のものでした。また35万人もの人たちが、この被災地から避難することになりました。ただ残念ながら多くの人たちが、村に留まると。一旦避難したけれど戻ってきたと。そこで家畜の面倒を見ようとした人たちもいました。まだ噴火が続いている中で戻った人もいました。

その結果、ムラピ火山の観測所の人たちは、精一杯住民に対して、また地元当局に対しても、地元当局も含めて住民に対して、ここにいたのでは危険だと訴えたのだけれども、353人の人たちが亡くなりました。ゲートキーパーをしていた人、入口の管理をしていた人も含めて火砕流で亡くなったのです。

これが川でありまして、この川の一番最南端の部分です。ゲンドル川の南であります。なぜ人々が避難を躊躇するのか、家をなかなか出ようとしめないのか。精神的な信念といますか、信じていることがあります。そのゲートキーパー役をしている人が避難しないのであれば、ここは安全だというふうに考えているのです。地元の人たちの信仰など、きちんと理解しなければこれが死傷者につながるわけです。科学者たちが危険だと言ったとしても、やはり、もしその信仰心のほうが強ければ、間違った意思決定をしてしまうということがあり得るということを念頭におかなければなりません。

この問題に直面した結果、科学者たち、火山学者たちの間では、いろいろな議論が繰り返されました。どうすればこのコミュニケーションの問題を克服できるか。科学者たちは科学的な情報を持っています。火山はもう噴火寸前であることが分かっています。

となると、この地域は避難しなければならないということが分かっていますが、その情報をどうやって住民にきちんと伝えるか、ちゃんと避難をするという正しい決断をしてもらえるようにするか、それは時にはとても困難なのです。というのも、私たちが使う言葉が違う、専門用語を使ったりする、科学者たちは理解できる言葉かもしれませんが、一般の人には伝わりにくい言葉を使っているかもしれません。ですので我々の大学では、複雑な、高度な科学的な事実を一般の人に向けて分かるように伝えることが大事だと、そう考えています。

減災を成功させるためには、全ての人たち、かかわっているもの全てが同じ考えを持つ、同じものの見方ができるようにすることが必要です。それがモチベーションとなって、小さなプロジェクトを始めることとなりました。後でこの話はさせていただきます。

このガジャ・マダ大学ですが、これは国立大学でジョグジャカルタにあります。大学としては三つのミッションがあります。まず教育を提供すること、高等教育機関であります。また研究をすることもミッションです。そしてコミュニティに対するサービス、あるいは能力開発を提供する必要があります。また知識をきちんと作り上げて、そしてそれを維持し、これを社会に役立てることが求められます。

ジョグジャカルタで、大学は 1949 年につくられました。18 の学科、二つの学部から成り立っております。一つは職業学校、もう一つは大学院もございます。200 の研究プログラムがあり、25 の研究センターが設けられております。このように四つのクラスターに分かれております。科学・工学のクラスター、保険・医療、社会・人文学、そして農業科学、そして大学院と職業学校があります。大学として教育、研究、それからコミュニティー開発という三つのミッションを負っております。

こちらはムラピ火山を背景とした、私たちの大学の写真です。7 月以来、わが大学では火山研究センターというものがつくられました。高等教育省、ここが大学に対して、火山研究センターをつくるようにということで承認をしました。このセンターはアンブレラ機関であります。そのもとに工学、数学、科学、地質学、文化、心理学、経済学の学部がまとまって、いろいろな研究を行うことになっています。そしてコミュニティー開発にも当たっていますが、その中心にあるのが火山研究センターです。

ガジャ・マダ大学は、また地元の他の大学とも協力をしています。今のところムラピ火山周辺の大学ですが、それから地元自治体とも協力をし、そしてコミュニティーも巻き込んで、ムラピ地域で活動を展開することになります。ムラピで成功事例ができあがれば、今度はこれを他の火山地域へ広げていきたいと考えています。最終的にはムラピ科学技術パークというものをつくりたいと考えております。

ベンチマーキングも行っております。海外のパートナーとのベンチマーキングです。もちろんその中に日本が入っています。フランス、ドイツ、ニュージーランド、それからイギリス、できればイタリアとも組みたいと考えております。今のところは物理的な建物があるわけではありません。物理的な施設があるわけではありません。ただそれぞれの学部とか、研究ラボの中に施設を持つことになります。

ガジャ・マダ大学がこの火山科学に取り組んだ歴史というのは、1970 年代にまでさかのぼります。そして現在に至っています。私たちのアプローチの仕方です。社会を支援し、火山災害を削減するというこの取り組みですが、他の研究機関と同様のアプローチを取っているというふうに思います。

まずはハザードの原因を特定、分析をし、どういうインパクトを、人、経済、それから社会的にもたらすのかを考える。また環境に対するインパクト、インフラに対するインパクトも考慮すると。このインパクトの結果、どこに物理的な脆弱性があるのか、社会経済的、あるいは人的な脆弱性はどこにあるのか。それから政治、人の脆弱性はどこにあるのか。

それを考え、その上で災害リスクを捉えるわけです。それに基づいて計画を立てます。ということで、防災計画というのがあります。これを成功させるためには、もちろんコミュニティーの能力を高めることも必要になります。

この大きな枠組みのもと、私たちは今年 3 月から、小さなプロジェクトを始めました。このプロジェクトは、ガジャ・マダ大学がやっているもので、富士山科学研究所、および日本の NPO

が一緒にやっているものです。

ムラピ火山の共同プロジェクトをスタートしました。その概要です。3カ年のプログラムとなっています。2017年から2020年までの期間です。資金はJICAから提供されています。そのプロジェクトの目的は、地域の人たちの意識を高めること。ムラピ火山について、これはただ単に防災という観点からだけではなく、自然資源とか、あるいは火山によって得られる経済的な恵みなども考えることとなります。非常に重要なのは、地方の人々の意識を科学的なアプローチによって高めていくということです。

このプロジェクトについては二つの市町村を選びました。一つはムラピ山の西側の山腹にあるマゲラン郡。それから南側の山腹にある Sleman、さらされている危険の質が全く違います。例えば Sleman 地域においては、マゲランよりもハザードレベルが高いわけです。この目的を達成するために異なるプロジェクト活動をしています。

まず最初に基本的な知識を人々に持ってもらう、そのために教師の研修および生徒の研修を行います。なぜその小学校の生徒をここで対象に選んだかということですが、2010年に噴火があったときに、まだこの幼い子どもたちは危機については十分理解をしていませんでした。ですので、基本的な知識を持ってもらいたい。火山に関して基本的なことを理解してもらえれば、しかも科学的な知見をベースにした知識を子どもたちに植え付けることによって意識が高まる、成人になったときも高い意識を持つことができると考えました。

そこでコストの小さい地震計ネットワークを、マゲラン小学校に設置しました。三つの小学校を対象にしています。Canisius, kalibening,そして Sleman の Glagaharjo、この三つの学校です。

このように地震計を開発して設置するというを行ったわけですが、科学者が同時に火山の監視、モニタリングをすることもできるようになります。このネットワークは警告システムに使うのではなく、子どもたちの教育が主目的となっています。

また研修支援も行いたい。市民や生徒に対して火山の基本知識を持っていただくということ、プラス減災についても啓蒙したいと思いました。子どもたちに、もし危機が発生したらどのように避難するのかとか、安全にどのように対処するのか、学校あるいは家から避難するときに、どのように自らの安全を確保するかということも教育しています。

幾つかその活動の写真をご紹介します。この8月に教師対象の研修が行われました。日本の同僚の皆さんに、小学校においでいただきまして、小学校の先生方に研修をしていただきました。教室の中の研修だけではなく、屋外において実験をする活動も行いました。非常にシンプルな実験ではありますが、火山噴火を模倣して、例えばこのような訓練をすることによって、2010年のムラピ火山の噴火が、例えば2006年の噴火とどう違ったのか、例えば炭酸水を振って泡を作ると、当然泡ですから、容器から溢れ出るわけです。ガスが中から出てきます。このようなかたちで、こういったシンプルな実験用具を使って目で見て分かるシミュレーションを行い、火山の理解を市民に深めていただきました。

また小学校の児童にも研修を行っています。三つの学校を訪れました。教室の中だけではなく同様に、自分自身で炭酸水の瓶を手にとってやってもらう。子どもたちに対する研修は本当に大きな効果があると思います。毎回この研修をする度に、ちょっとクイズを用意して質問をするのですが、子どもたちにその質問に答えてもらうようにしています。

研修後にまた同じ質問を投げかけるんです。そうすると、子どもたちの答えが前と後で大きく変わってきます。一回か二回かこういったことを行うだけでも、子どもたちが大きく変わるのが、非常にいい方向に変わっていくことが手に取って分かります。

これも私たちの活動から撮った写真なのですが、学校で設置した地震計なのですけれども、どんなかたちでこれを行ったかという。ラボで作ったシンプルなテクノロジーをベースにした地震計を用意しました。これは実は学部生が作ったんです、大学生が作ったもので、こういった地震計を手で組み立てて、もちろんこれは教授、研究所の監修のもとで学生が作るのですが、こういった装置を作るのと同時にデータも抽出したい、収集したいと考えていますので、そのシステムを使って、現場でそのデータをさらに使えるようにと考えました。

一つこういった地震計を作りました。来月三つの地震計を、三つの学校、前に研修を行った同じ学校で設置する予定となっています。プロジェクトが終わるころには、9機の地震計をムラピ地域の学校、そしてもう一つは UGM にある場所で、データを取れるようにしたいと思います。

そういった全てのデータを UGM で集めてデータは後でオンラインでアクセスできるようにしておきます。もちろんこれは学習目的ではありますが、誰でもデータにアクセスできるようにします。そうすると、大学としてはもっと高度な通信システムを作りたいと考えています。リアルタイムで監視できる本当の地震計を使ったものです。今回は簡略化したものですが、大学としては最終的には本物のムラピ山に設置できる地震計ネットワークを作って、世界からアクセスできるようにしたいと思っています。

現時点では地震計は一つしかありません。ムラピ山にたった一つの地震計では十分ではありません。科学的な知見を得るにも十分ではありません。また、簡素化した地震計で、大学生がいろいろなセンサーを、どのように地震計として使うことができるのかということ、さまざまなセンサーを使って産業界と共同しながら、非常にシンプルな地震計の構築を行っています。非常にシンプルな簡素なシステムで、コストも安いセンサーになりますが、それを数多くムラピ地域に設置して、できれば質の高い科学データを取りたいと考えています。

それから我々の活動の三番目ですが、生徒や市民に対して、減災についての研修、啓蒙活動も行っております。今年もまた来年 2 月も行う予定です。週末に三つの学校の生徒と先生において、減災についての研修をする、危機が起こったときに、火山危機にどう対応できるか、どのように避難をするか、そして基本的な生命をいかに守るかという方法についての研修です。

また子どもたちとムラピ山にフィールドトリップに行きまして、そこに同じく例えばムラピ山火山観測所とか、ムラピ監視ステーションの人間とかも参加していただいて、ゲームやポスターを通じて学んでもらいたいと思っています。

全て子どもを中心とした活動になります。そうすることによって、子どもの学習というのは大人の教育とは違うと思いますので、子どもたちの方法を使っています。それからムラピジャンボリーというのはいま計画中で、実際にこれが実現するかは分かりませんが、ムラピ山の近くで、屋外で実施したいと思っています。Sleman、マグラン、ボヤライ、カラタンなど、こういったムラピ山に近い地域で実現したいと思っています。

支援活動ですけれども、日本に来て、日本がこれまでどういったことを行ってきたか、比較検討をさせていただきたい。そこからいいメッセージを自国に持ち帰りたいと思っています。火山防災、減災というのは多くの人によってなされる必要があります。大学だけではなく、他のステークホルダーも関わります。例えばムラピ山の観測所とか、市町村の防災局とか、大学もそうですし、こういったところで連携を強化していきたいと思っています。私からは以上です。Terima kasih.ありがとうございました。

司会：ありがとうございました。ちょっと時間が押しておりますので、質問は一つだけ受け付けたいと思いますが、いかがでしょうか。

それでは、パネルディスカッションでも質問をしていただければと思いますので、次に移らせていただければと思います。ありがとうございました。Thank you very much.

では次のご講演ですが、イタリア国家市民保護局のドメニコ・マンジョーネ博士で、タイトルは「イタリアにおける火山のリスク：予防、軽減と管理」です。よろしくお願いします。

The role of university in volcanic disaster risk reduction

Ade Anggraini (Universitas Gadjah Mada, Indonesia)



I am very pleased to be here to deliver short presentation about the work of Universitas Gadjah Mada in helping to reduce the disaster of volcano. My presentation is actually based on the work of lot of people. Unfortunately, they are not here at the moment. I am Ade Anggraini.

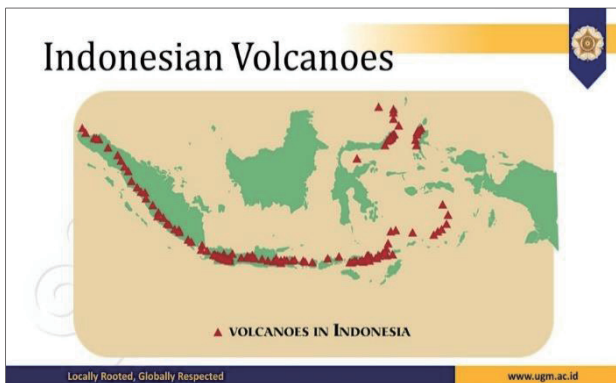


Figure 1

Just like in Japan, Indonesia also possesses lot of volcanoes (Fig.1). We have 127 volcanoes all over Indonesia from Sumatra to Banda Aceh and also in Maluku. And some of our volcanoes are very active compared to the others. And Indonesia is also very highest

populated country. We have more than 260 million people living across our country. And our life very much affected by the volcano. As you can see here, volcano appears in all Indonesian aspects. Here you can see this little boy. He is holding a leather puppet. We call it gnu. Gnu is the word for mount in Indonesia. And this also, the shape of cones of rice staples, we call it Tumpeng. This shape

also [Unclear] the shape of stratovolcano in Indonesia.



Figure 2

Again, the shape of cones appears in the farmer hat and if you ask every Indonesian kid to draw a beautiful scenery they will always include mountains or volcanoes in their drawings (Fig.2). It's really, really

amazing. This affection towards volcano is really growing in Indonesian communities. But unfortunately not always in constructive way. Somehow there are also some destructive ways that the Indonesian where they try to understand the volcano itself.

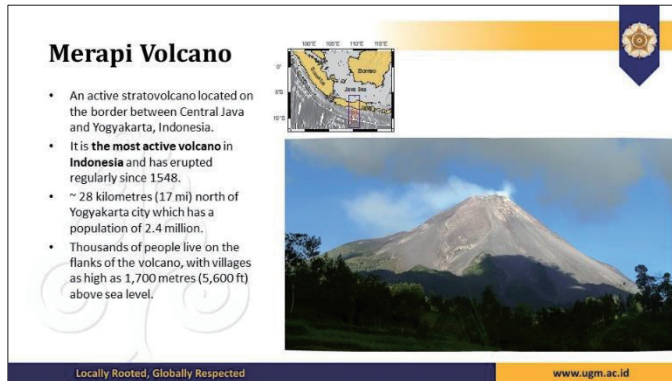


Figure 3



Figure 4

We can see for example in the case of Merapi volcano located in Java Island, maybe everybody already knows (Fig.3). It's a very active stratovolcano actually located in two provinces, Central Java province and Yogyakarta province, is one of the active volcanoes in Indonesia. Actually it's the most active one in our country and it has erupted regularly since 1548, so more than 400 years ago. Only 28 kilometers from Merapi in the south Yogyakarta city we have about 2.4 million people located. Thousands of people also live on the flank of the Merapi with the highest village

is about 1.7 kilometers from sea level. It's like 5 kilometers from the summit of Merap I (Fig.4). It really poses the high hazard in the area. As my colleague Subandriyo-san explained earlier, in 2010 Merapi erupted. The first eruption it was in late October. It was 26th of October. Since then, the final series of eruptions had continued until November. The large eruption columns formed and the pyroclastic flows down the heavily populated slopes of the volcano and the authorities also claim that 2010 eruption was the largest since the 1870s. Even I have been living in Yogyakarta more than 30 years, it was the biggest eruption that I have ever seen in Merapi case.

And then over 350,000 people were evacuated from the affected area (Fig.5). But unfortunately many also choose to remain behind or even they already evacuated

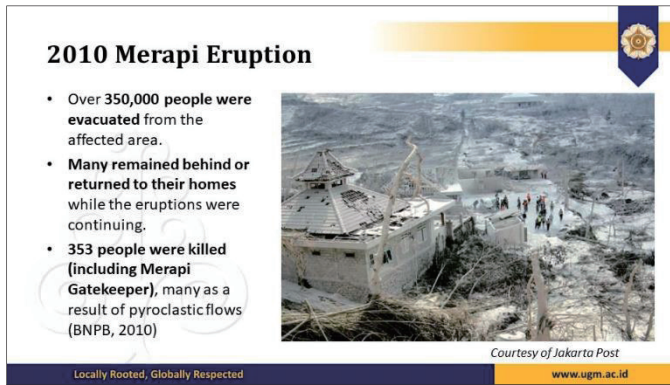


Figure 5

– the local authorities also tell the people that come on you have to evacuate. We cannot avoid that. About 353 people were killed during the crisis including the gatekeeper Mbah Maridjan. The fatalities mainly caused by the pyroclastic flow. As you see here, this is the Kali Gendol, Gendol River and this is one of the most at the southern end of the Gendol River.

but then they came back to take care of their livestock for example, while the eruption actually still continuing.

As a result of this although the colleagues from Merapi volcano observatory has been doing very tremendous job to tell the people

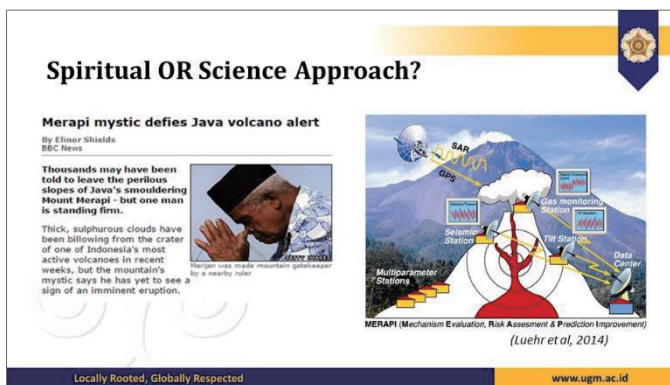


Figure 6

understand it correctly it might lead to fatalities. Although the scientific or the technical part of [Unclear] is dangerous but because our spiritual belief is stronger so it will lead us to the wrong decision.

One of the reasons why the people refused to evacuate or leave their house is because they have very strong spiritual belief (Fig.6). They believe that if the gatekeeper doesn't want to leave the house means that the area is safe. Somehow this is what I said is some local wisdom if we don't

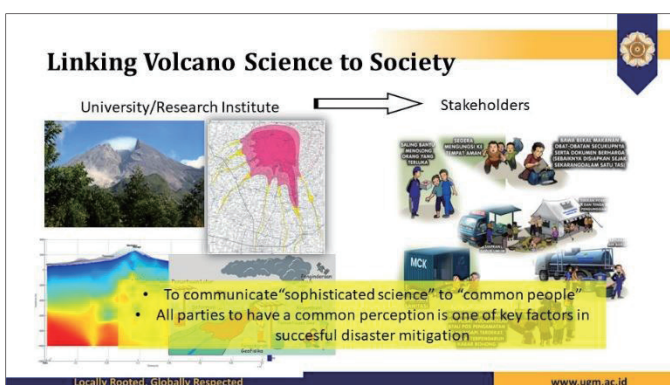


Figure 7

Having seen this problem there is always a big discussion among the scientists, the volcanologist, so how we somehow tackle the communication problem (Fig.7) I mean the scientific community we have the scientific information. We know that the volcano is about to erupt so the people the best for

them is to leave the area but how to communicate this information to the people. They chose to or they made the right decision to evacuate. Sometimes it's not easy. Sometimes because we use different languages, different terminologies which maybe work in our scientific community, but it doesn't work with common people. We think that it's very important to communicate the sophisticated science to common people because for a good successful disaster mitigation then all the parties that involve should have a common perception. These then become our motivation to make a small project that I will explain later.

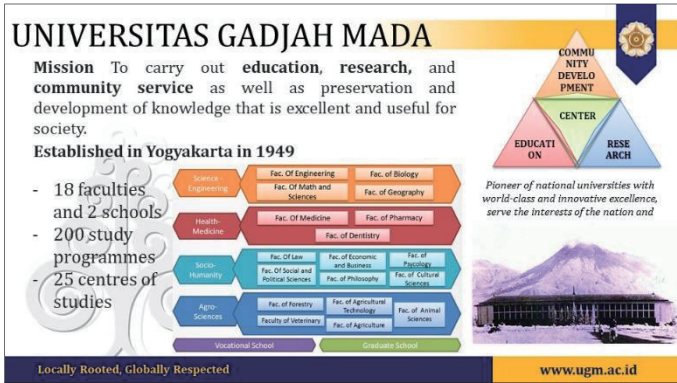


Figure 8

Universitas Gadjah Mada is a state university located in Yogyakarta and as a university we have to carry on three missions (Fig.8). First is we have to conduct the higher education and we have to conduct research and also we have to perform the community service or the capacity building as well as

we have to preserve and develop the knowledge that is excellent and useful for our society. UGM as we call it established in Yogyakarta in 1949 and there are 18 faculties and two schools, so one vocational school and one post-graduate school and we have 200 study programs and there are 25 centers of studies. See that we have like four clusters, science and engineering cluster, health and medicine, we have socio and humanity, we have agro sciences and we have vocational school and graduate school. This is what I said that university should carry these three missions: education, research, and community development. And this is the old picture of our university with Merapi volcano in the background.

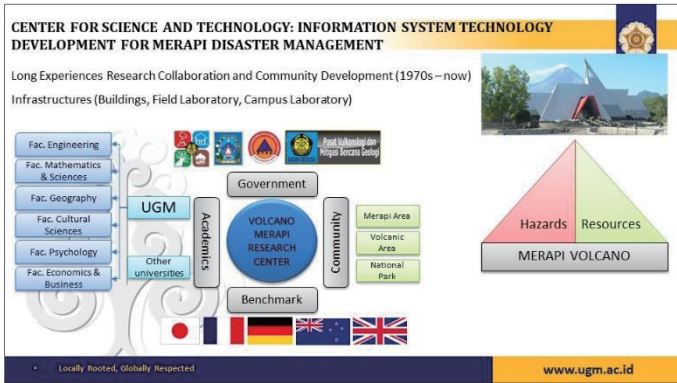


Figure 9

Since July this year, July 2017 in our university, now we have what we call the volcano research center, okay. The Ministry of Higher Education at the end they give their [Unclear] for UGM to

have the volcano research center (Fig.9). At the moment, the volcano research center actually just an umbrella and there are some faculties of engineering, mathematics, and sciences, geography cultural sciences, psychology, economics and business and these all faculties, they work all together conducting research and also community development but the focus will be the volcano research center. UGM at the end also will collaborate with local universities around Merapi at the moment and then also with local government and also the community. We will operate in Merapi area. If then we have some success story in Merapi, then we will spread our work to other volcanic area. And then at the end, we also want to have what we call Merapi Science Techno Park. We have also some benchmarking with foreign partners. Japan of course and France, Germany, New Zealand, U.K., and hopefully maybe with Italy as well, we can collaborate. Like I said at the moment this is just an umbrella, so we don't have the physical facilities but all the physical facilities will be located in this faculty and laboratories, okay. The history of Gadjah Mada working in volcano sciences already started since the early 70s. So until now, we are still working on that.

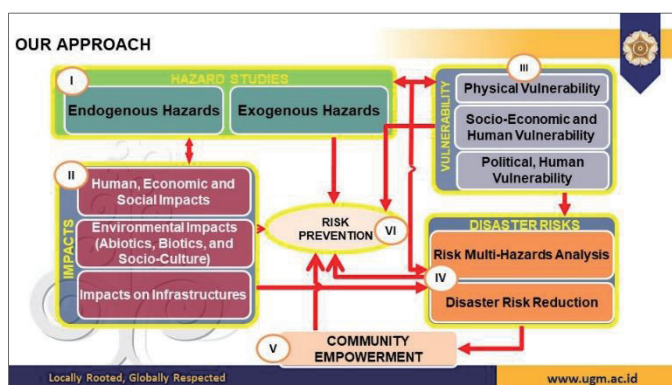


Figure 10

Our approach when we talk about helping the society to reduce the volcano disaster is first we have similar approach that the other institute also will do, I believe (Fig.10). We have to identify and analyze the source of the hazards, then we have to see what hazard will impact to humans, economics,

and social impacts and also to environment and also to infrastructure. And also from this impact we also can see the vulnerability like what kind of physical vulnerability that we have. What kind of socioeconomic then human vulnerability that we have, political then human vulnerability and all of this then we can count for the disaster risk and for this then we can make the plan. We have the risk prevention plan. Of course to be able to make this success, we need the community empowerment. From this big framework since March this year, we initiated a small project, the project by UGM and Mount Fuji Research Institute and non-profit organization from Japan (Fig.11). We initiated a small project in Merapi



Figure 11

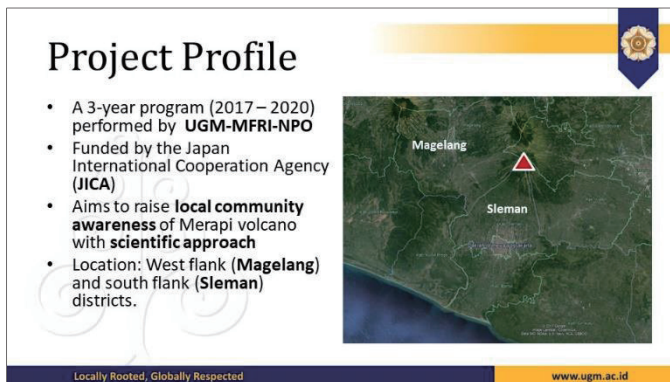


Figure 12

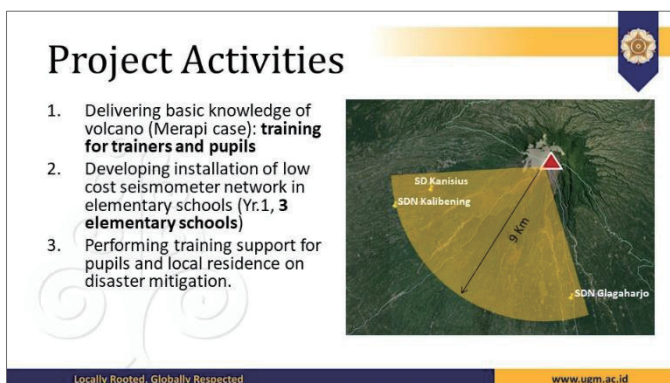


Figure 13

volcano. The project of ours is actually a 3-year program, from 2017 until 2020 and it's funded by the JICA (Fig.12). Goals or the aims of this project is to raise the local community awareness about Merapi volcano, not only from the disaster view but also from the natural resources view and also from the prosperousness that a volcano can give us but what is more important that we want to do the raising the local community awareness with scientific approach.

We choose the area for this project, we choose two municipalities (Fig.13). One in the west side of Merapi is Magelang district. And second one is Sleman district in the southern flank of Merapi. The reason why we choose these two districts because actually these two districts they have very different exposure to

the hazard itself. You probably know that now Sleman area has higher hazard than the Magelang area. And to achieve our aims, we have defined three main activities. The first one, we want to give some basic knowledge to the people and for this we choose to give training for trainers for teachers and training for pupils. Why we choose pupils or elementary students is because in 2010 eruption they were still very young. Most of them they didn't even understand the crisis itself. That's why we want to give them the basic knowledge about volcano and then hopefully if they understand about the volcano from the scientific part, then it will bring more awareness to them when they are grown up. And for that, we will

develop and install a local seismometer network in elementary schools in Magelang and in Sleman area. For the first year, for the year 2017, we will have three elementary schools as the Canisius, as the Kalibening, and Glagaharjo in Sleman. By developing and installing the local seismometer, we want to teach the pupils that this is how the scientists monitor the volcano.

But we don't want to use the network for warnings. This is just for the children to learn not for the warning because the warning would be from the other authorities. And again we also want to perform the training support for pupils and local residents not only on the basic knowledge of the volcano but on the disaster mitigation itself. For example, we will train the children how to evacuate when there is a crisis and how they should react safely when they have to leave their schools or they have to leave their house for example.

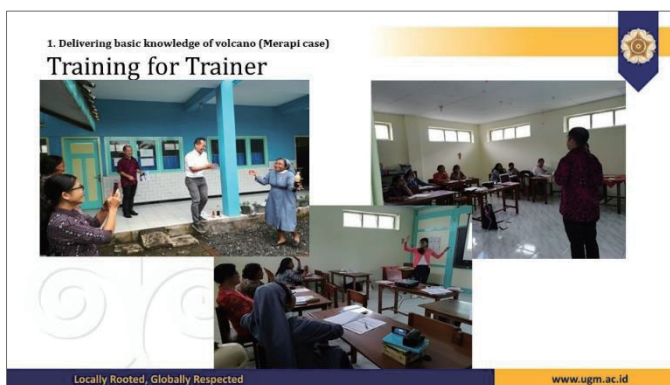


Figure 14

These are some pictures of our activities (Fig.14). Last August there was a training for trainers. Our colleagues from Japan gave the training for elementary school teachers and not only training in the classroom but also we have some small like activities outside just to make some experiments,

very simple experiments to simulate the volcano eruption, for example through these experiments we want to show why Merapi in 2010 had different eruption type than the 2006 eruption for example. We just use the bottle of soda and we shake it and it will generate bubbles and the bubbles will burst up because there is the content of gas inside of the bottle tries to escape. Using this very simple and very easy-to-perform simulation I think it really helps the understanding of the volcano itself for the local people.

Also, we gave the training for the elementary schools children. Here see that we have the trainings for three different schools (Fig.15). We have the training again not only giving them the classroom training but also we ask them to try by themselves, to experiment themselves using the soda bottle. The enthusiasm



Figure 15

we can see how the answer is different from before the training and after the training. It's really only from one or two presentations the understanding of the children really changes in good direction.

from the children for me is really amazing and what I really like at the beginning of each training we have like small quiz. We have some questions and the children have to provide the answer to the questions and then again at the end of the training we ask them the same questions and it's really

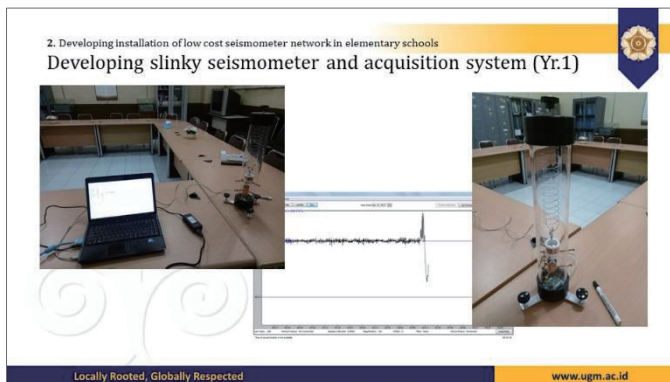


Figure 16

undergraduate students. Undergraduate students they are building these seismometers of course under the supervision of the professors in our lab. Then not only making the sensors like this but also we want to make the data acquisition system that later on we can use in the field. We have now one seismometer already built and tomorrow should

Again these are some photos of our activity (Fig.16). Like I said, also we will develop and will install the seismometer network in the schools. What we do, actually we make this slinky seismometer in our laboratory. It's very simple technology I would say but this work actually done by the

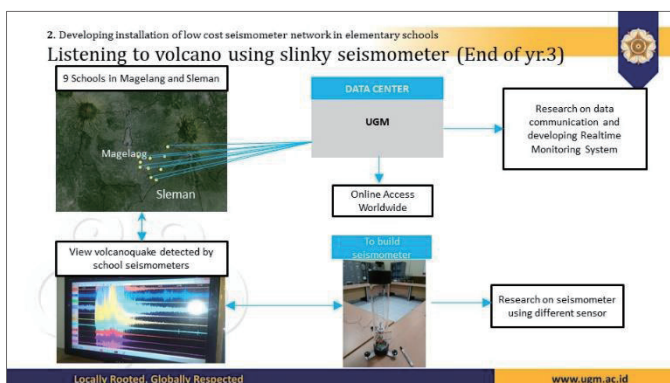


Figure 17

be done in next few weeks because next month we want to install these three seismometers in the three schools that we had training before.

At the end of the project, hopefully we will have nine seismometers

installed around the schools in Merapi area and another one will be located in UGM and then all the data will be also centered in UGM (Fig.17). And then we want also the people to have the online access to the data later on. Although this is just for the learning but we want other people also can have the access to the data and then from these what the university can have is we want to develop more sophisticated communication system and real-time monitoring system for the real seismometers. This one is only for the simple case but at the end what the university wants to have the real seismometer network around Merapi that can be accessed online worldwide. At the moment the UGM only has one seismometer. It's a Guralp seismometer installed in Merapi but of course one seismometer is not enough for scientific purpose. This is the goal and also by building simple seismometer you want the university students to learn how to use different sensors as seismometer and we have already some collaboration with industry to use different sensors to build very simple seismometer. It's going to be simple system with low-cost sensor but then we will put lot of them around Merapi, so hopefully we will have some good scientific data out of it.

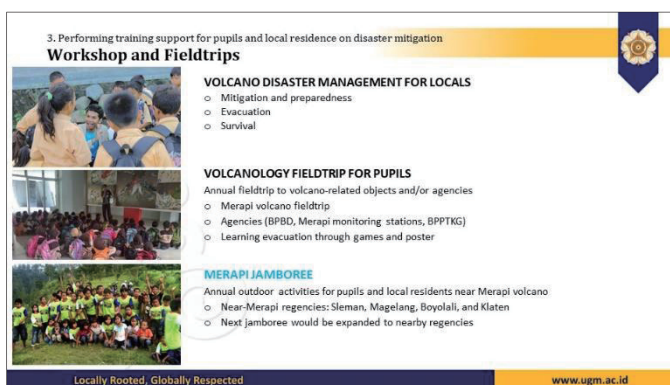


Figure 18

The third part of our activities within the project we perform the training support for pupils and also the local residents on disaster mitigation itself (Fig.18). For this first year, this will be done next year in February. We will have like a weekend where we gather the children from these three schools

also with the teachers and we will give them training about the mitigation and preparedness when there is a volcano crisis. We teach them how to evacuate for example and also some basic training for survival we also will teach them. And as the project should be scientific so we will also bring the children to Merapi itself. The Merapi volcano filtrate and we will bring them to the agencies like Merapi volcano observatory. We also maybe want to bring them to the one of Merapi monitoring stations around Merapi itself and there are some activities they will learn through games and posters. All of them will be in children activities. We hope that by doing this, they will learn and the children have to learn not like an

adult has to learn. And the third one will be the Merapi jamboree but this is still in discussion whether we are going to have it or not. And we want to have like close to Merapi area and then with Sleman, Magelang, Boyolali, and Klaten area also involved.



Figure 19

We have also supporting activities (Fig.19). We visit Japan to make the comparison study what Japan has been done. Maybe there is some good message that we can take home, like that. Also the disaster mitigation is the work that has to be done by lot of people (Fig.20). Not only by university but also for other stakeholders. We visit Merapi volcano observatory. We visit the local agency for disaster mitigation and also for university also we want to make more collaborations. I think that's it for me. Terima kasih. Arigatou gozaimasu.



Figure 20



MC

Thank you so much. We are pressed for time so we can only entertain one question if there is any. Any question from the floor? Then I hope you will save your question until the panel discussion. Let us move on to the next presentation. Thank you.

Next speaker is from Italy. Italian National Civil Protection Department, Dr. Domenico Mangione who will be speaking to the topic of volcanic risk in Italy, prevention, mitigation, and management.

講演5「イタリアにおける火山のリスク：予防、軽減と管理」

Domenico Mangione（イタリア 国家市民保護局）

マンジョーネ：皆さん、こんにちは。ドメニコ・マンジョーネと申します。私はイタリアの国家市民保護局の火山部におります。皆さま方にはこのような機会を頂戴しましたことを、心より感謝申し上げます。皆さま方の経験を学ばせていただく機会ですし、また私どもの例えば減災のシステムに関して、活用できるものだと思っております。

イタリアの火山噴火の防災対応策について今日はお話しをさせていただきます。ヴェスヴィオ山の研究計画について細かいお話をしようかと思っております。ということで、今日はまずイタリアの火山の全体像について、それから国家市民保護制度について、また科学者が管轄センター（Centri di Competenza）との協力という点においてどういう役割を果たしているのか、それから火山警報システムについてお話ししたいと思います。

さて、イタリアの活火山はこのようになっています。ほとんどの全部がイタリア南部に集中しています。茶色は陸上の火山です。そしてブルーのものは実は海底火山です。

活動レベル、活動状態というのを死火山、休火山、それから活火山というふうに分けているというのをご存じかもしれません。こちらにありますように、全ての活火山は非常に継続的に活動をしているということで、色分けがしてありまして、ストロンボリ、それからエトナは活火山であって、継続的に活動があるというものです。

そしてグリーンになっているのは警戒レベルです。なぜ活火山なのにこういうふうになっているかということですがけれども、カンパーニャ地域には活火山と休火山があります。ヴェスヴィオ、カンピ・フレグレイ、そしてイスキアです。そのうちカンピ・フレグレイだけが黄色になっています。というのも2012年以来、ある種の異常現象状態にあるからです。

火山が噴火した時に起こりうる現象をここに示します。さまざまな現象を私どもは予測をしております。全ての火山でいろいろなことが起こりえます。ストロンボリとかエトナの爆発的活動、火山弾や火山岩塊。あるいは降灰、ラハール（泥流）はカンピ・フレグレイやヴェスヴィオでも起こります。エトナでは溶岩流もあります。それから火山性ガスについては休止中だけど発している島弧の火山が挙げられます。火山ガスはそのガスを吸い込むととても危険です。それから地滑りも火山活動によって発生します。それから火山性の地震、微動というものもあります。津波も地滑りによって発生しますし、野火や山火事というのも発生すると想定するべきでしょう。イタリアの火山地域においての主な懸念というのは、火山そのものではなくて、その周囲の都市化にあります。お分かりいただけますように、火山の周りに人々が住んでいるのは、土地が豊かだからです。しかしこの都市化がどんどんと進んできており、それはネリさんもおっしゃいましたが、その結果このようになっています。65万人がヴェスヴィオ山の周りに住んでいます。それからカンピ・フレグレイのカルデラにおいては、このように家がこのカルデラの中に建てられています。

これは溶岩流がエトナ山から流れてきたときの様子です。溶岩流が実際に都市化されている区域にまで達したということが分かります。200 万人以上の人たちが火山のリスクにさらされているのが大きな懸念です。

では国家市民保護システムの主な仕事をご紹介します。危険から人命や住居や環境を守ることになります。私どもの国家市民保護局というのはさまざまな組織、さまざまな当局、それから科学技術的な人たちによって成っています。科学者国家市民保護システムにおいて非常に重要な要素です。これが国の組織と一緒に連動して機能しているということを言及しておきたいと思います。

インパクトの重大性において、イタリア国内の天災のインパクトの大きさによって、一体どこが、どのレベルの市民保護局が対応するのかということをおよそ A、B、C に分けています。A のタイプのイベントの場合は、自治体が対応することになります。つまりインパクトがある自治体に限定的である。ですから実際に持っている手段や金銭で対応できるであろうというものだからです。しかしより大きなイベント、事象の場合、そして多くの自治体に影響が及ぶという場合には、これは自治体が一緒になって対応することになります。あるいは県とか、地方がまとめて対応することになります。そしてさらに影響がもっと大きい、一つの地域とか一つの県で収まらない、あるいはその経済では対応できない、あるいは手段では対応できないというときには、政府が国家緊急事態を発動します。火山噴火というのは、この二つのカテゴリーになります。B か C ということになります。

さて、政府の対応するべき危機となった場合にはどうなるか、まず、いろいろな市民保護局の関係の組織が一度に結集します。そしてそれはその部門の長が、リーダー的役割を担います。では、実際のアクターは誰でしょうか？国家市民保護局の関係組織、警察、赤十字、あるいはボランティアも含まれますし、それから健康省（保健省）、あるいは消防関係、軍、それから科学者の組織もこの中に入ります。ISPRA（環境保健研究所）と INGV、CNI の 3 つが運営委員会 に属している科学者の団体です。

国家市民保護局の運営委員会は、電話、携帯、交通関連の民間の会社とも連携しています。例えば道路の会社、航空関係、そして航空管制など。こういった会社が全てこの意思決定のテーブルに参加をするわけです。この意思決定のテーブルは緊急事態の最初の段階から設けられます。最初の意思決定としては、影響を受けるところにいる人たちに対して意思決定をします。

それから第二段階、何が起こるのでしょうか。運営委員会が集まると、現地対策本部を立ち上げます。これをディコマックと呼ばれます。この現地対策本部はいくつかの機能が与えられており、科学、評価機能などです。そしてライフラインを守る機能や世界遺産とか遺産関係を守る機能、それから公共、治安の部門というふうに分かれています。これは現地でのマネジメントをする組織です。この組織が作られると、先ほど申し上げた運営委員会はもうなくなります。すなわち、全てはこのディコマックに責任が移管されるのです。

では危機対応はいろいろなレベルでどのように実行していくのでしょうか。例えば A タイプで

ある場合、小さな場合には地方自治体が自分たちのオペレーションセンターを立ち上げて対応します。Bタイプの緊急事態である場合には、より多くの範囲が関係してきますから、県や地域、地方の担当となります。ですからレスキューコーディネーションセンターというのを県が立てます。さらに他のオペレーションセンターというのも立ち上げられます。地域のレベルでは、オペレーションルームというのを作って、それぞれの地域の機能センターをまとめ上げます。そしてCタイプの場合には、現地に国のディコマックができ、全ての構成要素が協調して対応するという流れになります。

それでは、さらに火山のリスクに関しては、どのように対応しているかを見ていきましょう。我々の部門は火山リスクユニットというところを通して管理されています。火山リスクユニットは8人で構成されておりまして、7人の地質学者と1人のエンジニアによってなっています。我々の仕事というのは、あるいは長期の対応、それから短期的な評価を促進していくというものです。この長期的なものであれば、例えば緊急対応計画というものを作っていくという活動です。一方でリアルタイムというのは、リアルタイムの対応を考えます。

この段階での主なパートナーというのは誰でしょうか？管轄センター（Centri Di Competenza）です。管轄センターは大学や研究所、INGVを結ぶネットワークです。最も重要なのはINGV、イタリア国立地球物理学火山研究所で、唯一の科学的な能力を持っている機関です。モニタリングをする、あるいは観測を行う責任があり、地震や火山活動を監視しています。INGVやフィレンツェ大学、などが実際は観測をしています、それ以外にも様々な研究機関が研究を行っています。その一つが、ナポリ大学です。ここはナポリ地域の脆弱性の評価をしています。それからここには、国の航空宇宙センターがあります。これは宇宙からの例えば衛星画像（インターフェログラム）とか、レーダー画像を提供します。それからCNR、これは国立の研究機関ですが、例えばストロンボリ火山周辺の海底深度図を作る調査を手伝ってくれたり、あるいはイタリア宇宙局の衛星画像についての解釈を提供してくれます。

それでは次に長期的なリスク管理についてご紹介しましょう。一つの例はヴェスヴィオ山の避難計画です。ヴェスヴィオ山の避難計画とは、科学的な組織、INGVが作ったシナリオを基に作成します。私たちはまだ二つの計画しか作っていません。三つ目の計画は今、まだ検討中なのです。今のところ決まっているのがレッドゾーンです。これは火砕流によって影響を受ける地域で、噴火前に避難を完了しなければならない地域です。それからイエローゾーンですが、ここは大量の火山降灰が起り得る地域です。多量の降灰によって屋根が崩壊することもあります。それから最後はラハール（泥流）と洪水の起りうる地域です。今、その研究を進めており、今年末か来年の初めまでに研究成果が出る予定です。

それをまとめた地図がこちらになります。これがイエローゾーンで、こちらがレッドゾーンです。一つ申し上げたい、赤の地域は噴火前に全員が避難しなければなりません、黄色い地域なのですが、これはいろいろな戦略を適用することになります。現象は風向き、噴火の位置によって異なります。ですので、噴火が起こるまで待って、どの市町村が避難するかを決定することになり

ます。

ここにレッドゾーンに入るヴェスヴィオ山周りの市町村の一覧があります。およそ 70 万人がここに暮らしています。この黄色い地域には 63 市町村と、ナポリの 3 地区が入り、人口総和は 85 万人です。実際は必要に応じて降灰の影響を受ける一部の人、市町村が避難することになります。このような複雑な避難計画を作るといのは簡単なことではなく、すぐにできることではありません。このような避難計画は、90 年代に作り始めました。毎年科学研究の成果を反映して我々の避難計画を改善しています。応用研究とリスク管理は明確にここでつながるわけです。

ではその広域、あるいは市町村でどのようなことをするのでしょうか？緊急ガイドラインというのが発効されます。避難地域が徹底されますと、その地域、例えばカンパーニャ地域に対してガイドラインが発効されますと、このカンパーニャ地域の全ての市町村が協力して、現地の避難計画を作成します。例えば赤い地域の全ての市町村が独自に避難計画を作り、その中で暮らす市民の避難ができるようにしなくてはなりません。そのためのガイドラインです。これはカンパーニャ地域だけではなく、全ての市町村にたいして示されるガイドラインです。このガイドラインの中には科学者自信も緊急時において適切な計画を持つようにと書かれています。たとえば、観測機器から得られる信号をバックアップすることを考えるなどです。

申し上げたように、地域および地方レベルの避難計画のためにガイドラインが提供されています。住民の移動、移転、受け入れのための計画、それから内務省の計画、全てのステークホルダー、市民保護にかかわる機構が使う戦略となります。

では、どのような戦略で赤い地域の住民を避難させるのでしょうか？この中にある一つ一つの市町村が実際に避難場所に人を集めます。待機場所の中の住民をすなわち、赤い地域の境界線上にいる住民は外から、広域担当の当局者の支援を得て移動をし、さらに外の市町村から得て、さらに避難、移動ができるようにします。赤い地域の市町村はこの地域と提携しているからです。各自治体が別の地域の自治体と提携しています。ですので、第一の救助が提供される。そしてその提携市からの支援が得られて、そこで受け入れられる体制を取っています。

これは長期的な地区管理なのですが、短期的にはこのような警報システム、警戒システムという流れがあります。毎日、毎週、火山警戒レベルに応じて、科学者からのドキュメントが入ってきます。それを私たちがデータを評価します。科学者とともに、毎月ビデオ会議などを行って検討をします。このビデオ会議の頻度ですけれども、火山活動状態に応じて頻度が上がったりもします。頻繁に行ったりします。もし警戒レベルが変更になりますと、主要リスク委員会（Commissione Grandi Rischi）から助言を仰ぐことができます。警戒レベル評価は市民保護局が行います。

ではその警戒システムはどうなっているのでしょうか？それは 4 つの色で分けています。緑から赤まで 4 種類の色を、小さい影響があるシナリオから国家的な影響のあるシナリオまで、段階的に色分けしています。これに基づいて、警戒レベルが設定されます。つまりその現象、表出する現象を基に決定しています。黄色やオレンジの現象というのは、地域もしくは市町村レベルで

管理できるものです。赤い警戒レベル、もしくはオレンジでも地域の境界における現象は国家レベルでオペレーションが行われます。ここにシーソーがあるのが見えますか？緑のレベルですと市町村が避難計画を担当します。黄色の対応は地域が対応します。オレンジは DBC 保護局、しかし責任の所在は地域と市町村になります。赤になりますと DBC、つまり国の機関が責任を持つということになります。もし警戒レベルが変わったらどうでしょうか。同じようにそれに伴ってアクションが必要です。国家市民保護局には、その地域レベルにも市町村レベルにも支部がありますので、それぞれでアクションを取っていきます。

こちらに表していますのがドキュメンテーションすなわち文章をどのように使っていくかというものです。まず地方レベルの影響にとどまる場合、火山活動情報に関する助言というのが INGV より出てきます。これは国の市民保護局と同時に広域の地域の政府にも渡されます。その地域の市民保護局がその情報を市町村に手渡し、各市町村でアクションが取られます。

実は、私たちは科学者とともに早期警報ショートメッセージというのを開発しました。つまりここを飛ばしてショートカットするのです。例えばある現象が起こったときに、例えばエトナ山の溶岩噴泉が発生したというときに、空振アレイや微動を感知して即座にメッセージが送られます。溶岩噴泉が発生する何十分か前に、直接市町村にこの警告注意報を渡す道筋ができました。また国家レベルの危機になりますと、国家レベルの評価となればより多くの文章が必要になります。これを私たちは市町村の公報や助言と呼んでいます。火山活動の状況が国家レベル規模に成長する場合には、この警戒レベルの変更が行われます。それに応じて、各地域・市町村のガイドラインに指示が行き、市町村で避難計画が発動されます。ここでも早期警報ショートメッセージを考えています。例えばストロンボリの早期警報システムでは、穏やかな噴火の際に即座に早期警報のメッセージを受け取り、それに応じて警戒レベルの変更を行いました。また、警戒レベルの変更についても同じです。この場合は自動的に警戒レベルが変わる可能性があります。変更については科学者と協議をして決めます。いろいろな文章の受け渡しが INGV との間で行われます。

受け渡しのタイミングは INGV と 10 年間の協定の中で決められております。例えば地震や噴火現象を検出したときには即座にメッセージが発効されます。初めの助言は 5 分以内に発行され、さらに後で詳細の公報を発するという約束になっています。自治体の公報を発するタイミングは警戒レベルに応じて変わります。例えば緑や黄色いレベル、エトナ山やストロンボリの場合には毎週、それからオレンジ、赤のレベルになりますと、エトナ山やストロンボリの場合には毎日、もしくは日に 2 度この公報が出されます。カンピ・フレグレイは今、黄色い状態なのですけれども、そうすると毎週幾つか複数のこういった公報が出ていることになります。特別公報というのがあって、これは特定の事象が発生した場合に発行されます。たとえば、エトナ山に岩脈の貫入があつて、あるいはその火山体の崩壊が懸念された時にはこのような特別な公報が発行されました。この時、野外活動用の登山道などに影響があると考えられていました。この場合は、シミュレーションをしてどれくらいの体積が崩れて影響があるかを予測しました。特別公報のあとにはテレビ会議を行って、活動評価を行います。そして最終的に報告書にまとめます。また通常の報告書

は、平静期に6カ月ごとに発効されます。火山に設置されているさまざまな装置の計測をまとめたものになります。火山噴火時の特別な要請に応じて、報告書が書かれることもあります。INGVの判断で報告が出ることもありますし、DPCの要請に応じて報告書が発行される場合もあります。こういった報告書は主要リスク委員会の会議で実際に議論されます。

結論となります。科学者たちは国家市民保護システムの中で、積極的な役割を果たしており、このような協定を持っているということは非常に重要です。継続的に双方向でフィードバックをするには継続的な応用研究の改良が必要です。市民保護局は特定の必要性を科学者に示します。そして、科学者は市民保護局による要請に応じることで研究の刺激を受けます。もう一つは早期警報システムの構築です。速やかに市民に情報伝達を行い、市民のリスク意識を高めるということも重要です。これはとても重要です。なぜなら、避難計画は全てのステークホルダーが関与して初めて効果をもたらすからです。もし市民が何をすべきか分かっていなかったら、どんなに質の高い避難計画も意味はないのです。ありがとうございました。

司会：ありがとうございました。ではただ今のご講演に対しまして、ご質問がある方、挙手をお願いします。

石原先生：今のお話で、DPCとINGVで10年の協定を結んでいるということでしたよね。そうするとこの協定のときに、DPCが何かハンドといいますか、出しているのでしょうか。これはまた10年ごとに、また次々と新しい協定を結ぶというような、そういうことになっているのでしょうか。

マンジョーネ：ご質問をどうもありがとうございます。はい、そうです。これは経済的なものも含まれた契約、合意になっています。10年間ですね。ですから10年間、覚書みたいな感じになっています。この10年の間、毎年活動計画、つまり観測、監視に関しては1年ごとにリニューアルされていきます。

それから同時にINGVと一緒に同じテーブルに座りまして、彼らの提案、プロポーザルを聞きまして、だったらうちはその計画を実施するために、研究するために、この種の早期警戒を改善したほうがいいのではないかな、というふうな研究内容の話し合いというのもしやります。いずれにしても契約書3種類の分野があって、A、B、Cというのがあるのですが、Aエリアというのはモニタリングと観測です。ですから、すぐくオペレーションにかかわる部分です。

それからBというのが市民保護のためのプロジェクトです。Cというのは研究になっています。この三つの分野があり、我々が研究に対して部分的試に資金を出します。資金はユーザーツールなどを作ることに使われます。そして実際にチェックをしてAのほうに使われる。つまり実践配備されるわけです。そういう順番で物事が進みます。ただ、経済的な問題などがあって、AとBしかやらないということがあります。

我々としてやはりCをやるというのが難しいというのがありますので、とはいえですけども、以前東京で2日前に会議をやったときに申し上げたように、研究から非常に成果が出ています。

2007年から2009年までCプロジェクトが行われ、そこで得られた結果というのは素晴らしくて、ツールとか、オペレーションで使えるツールなどが作られ、警報を出すための時間を短くすることができました。応用研究はこのような意味でとても有用です。

司会：何かご質問はないでしょうか。

質問者：素晴らしいプレゼンテーションをありがとうございました。峡南教育事務所からまいりました小林と申します。聞かせていただいて結論のところの、いくら素晴らしい避難計画でも、一般の人々が理解して行動しなければ役立たずということに非常に感銘を受けました。

そのところで、一般の人々に分かってもらうための工夫、ご説明会とかハザードマップを分かりやすくしょっちゅう発行するとか、そのような工夫はどのようなことをなさっていますか。あるいは非常に危険な地域とも分かっているところから避難させるための避難所の設置とか、あるいは仮設住宅を作ってしまったって、そこに移住してもらうことを勧めるというような、そのようなことはあるのでしょうか。お願いします。

マンジョーネ：ご質問どうもありがとうございました。まず、もちろんとてもこのようなコミュニケーションを大きな研究計画に関して行うというのは難しいです。でも赤い地域から始めようということで、それぞれの赤い地域にある自治体がきちんと研究計画を作っています。最近この他の地域でも開かれたのですが、我々としてはこの市民保護の人間としては、どのエリアであれば例えばどこでバスが停まっていて、避難のときにバスに乗れるかのような、そういう停留所みたいなところまでを決めていくことが次に市役所、あるいは市長の仕事というふうになっています。こういう戦略というのはどんどんと改善していく必要があります。というのも一般市民に説明をするというのは、そんなに簡単なことではないからです。まだ書くのは簡単なのですが、実行に移すのは難しいです。ですから市長が実際に市民に対して説明をするというのは、この次の段階というふうになります。もちろん我々のような市民保護局も手伝いますけれども、市民が行わなければいけません。

カンピ・フレグレイで行われたことでちょっと説明をしますと、黄色いステータスの地域なのですが、ここはメディアあるいはソーシャルネットワークの中でいろいろな声が聞かれました。例えばカンピ・フレグレイのカルデラがどのぐらい活性化しているのかということで、その国会市民保護局が全部真実を教えていないのではないかといわれました。そのため我々としては、市長が非常にこれに対して感度が高くて、非常に合理的な判断をしました。

市長がポッツォーリというところに、みんなで会議をしに行きました。INGVと私たちと科学者も一緒になりまして、ヴェスヴィオ山、カンピ・フレグレイで作業している人が一緒に集まって、一体何が起きているのかということをも市民に説明に行ったのです。すると、市民たちは非常にそれを歓迎してくれました。こういうコミュニケーションはいいねと言ってくれたわけです。こういうことを今後繰り返しやっていく必要があると思います。というのも、一体自分のところにある火山がどういうふうになっているのかというのを心配していますから、それに対してきち

んと対応すれば信頼してくれる。そうすれば、緊急対応策に対する反応も良くなるはずですから。

司会：時間になりましたので、次のご講演に進めさせていただきます。ありがとうございました。

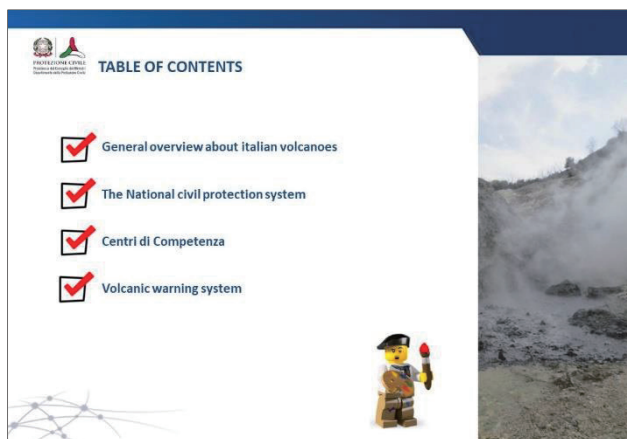
では次は、第一部最後のご講演になります。気象庁地震火山部火山課 宮村さんで、タイトルは「日本の火山監視と防災情報」です。

Volcanic risk in Italy : prevention, mitigation and management

**Domenico Mangione,
Italian National Civil Protection Department, Italy**



Good afternoon to all. My name is Domenico Mangione and I work for the Civil Protection Department, Volcanic Risk Unit. I would like to thank the organization for this great opportunity to share with you and also learn from all of your other experiences for our risk mitigation strategies.



My talk would be focused mainly on prevention, mitigation, and management activities related to volcanic risk in Italy and I will go more in detail on the activities concerning Vesuvius emergency plan (Fig.1). These are the topics, as I said general overview about Italian volcanoes, the National Civil Protection System and the role of the scientific community that is in agreement with the civil protection system that we call Centri di Competenza and also the volcanic warning system.

Figure 1



This is a representation of our active volcanoes and so as you can see all of them are concentrated in the

southern part of Italy (Fig.2). The brown ones are the ones that are emerged and the blue ones are the ones that are submarine volcanoes.

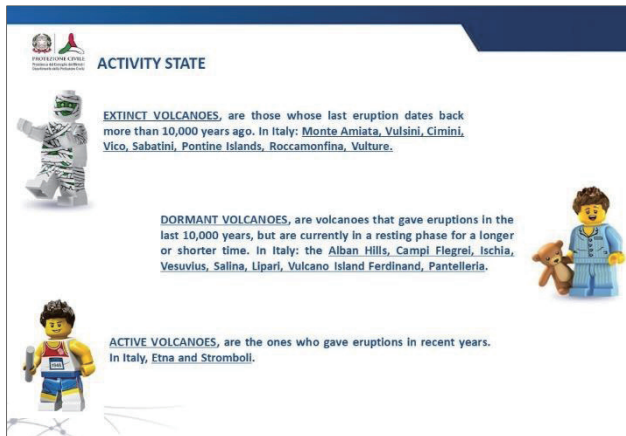


Figure 3

in persistent activity and their actual alert level is green. While we have the active but quiescent volcanoes of the Campania region, there is Vesuvius, Campi Flegrei, and Ischia and among them only Campi Flegrei is in yellow state because since 2012 it is experiencing a phase of unrest.

Now as we know the activity state of the volcanoes is classified based on extinct volcanoes, dormant volcanoes and persistent active volcanoes (Fig.3). This slide here says that all of the active volcanoes that are in persistent activity or are active but quiescent are represented with colors and for example we have Stromboli and Etna that we classify as inactive



Figure 4

These are the phenomena that we expect from our volcanoes (Fig.4). From the explosive activity of Stromboli and Etna to the heavy fallout of bomb and blocks, ash fallout, pyroclastic density currents, lahars especially in Campi Flegrei and Vesuvius. We expect, lava flows especially from Etna and gas emissions in the island of Volcano in which the volcano is quiescent but is very dangerous for the people to breathe the gases. There are also landslides triggered by volcanic activity and volcanic activity earthquakes, the VTs, and finally tsunamis triggered by the landslides and also wildfires.

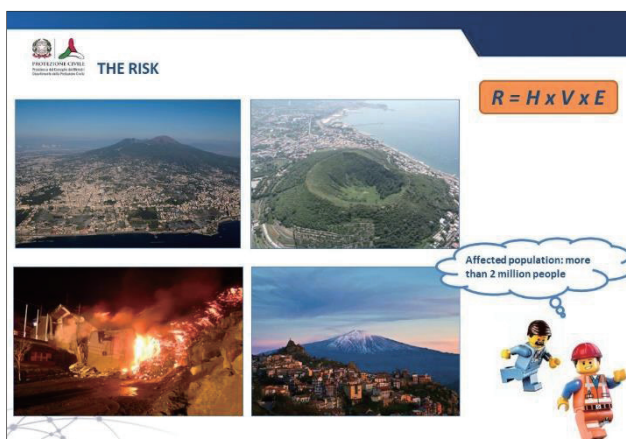


Figure 5

Now the main problem concerning volcanic carriers in Italy is not the volcano itself but is the urbanization around the volcano (Fig.5). As we know, people from time lived around volcanoes because the volcanic soil is very fertile, is very productive but this urbanization increased over time as Dr. Neri said before in his presentation and this is the result. In Vesuvius, we have more than 650 thousands people living just around its flanks. In Campi Flegrei caldera the houses are built inside the caldera itself.

These pictures here show instead the lava flow coming from Mount Etna. This was the case in which the lava flow reached the urbanized areas. We have almost over 2 million people that are exposed to volcanic risk and this is a great concern.

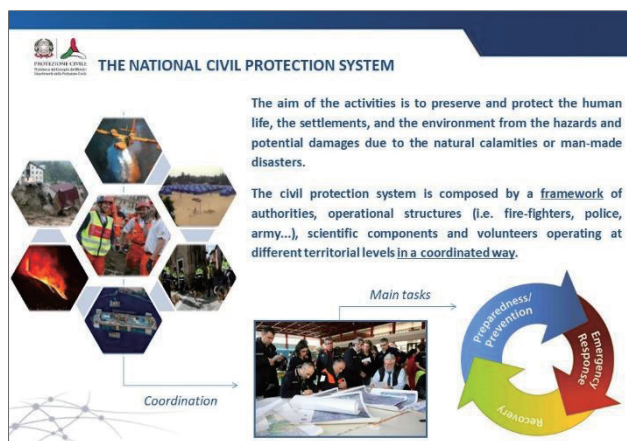


Figure 6

national civil protection system and work very strict together with us in a coordinated way.

Now which is the main task of the National Civil Protection System (Fig.6)? So is to preserve the human life settlements and environment from the hazard. And the civil protection national system is composed by a framework of authorities, operational bodies, and scientific component. And I want to stress this because the scientific component is part of the

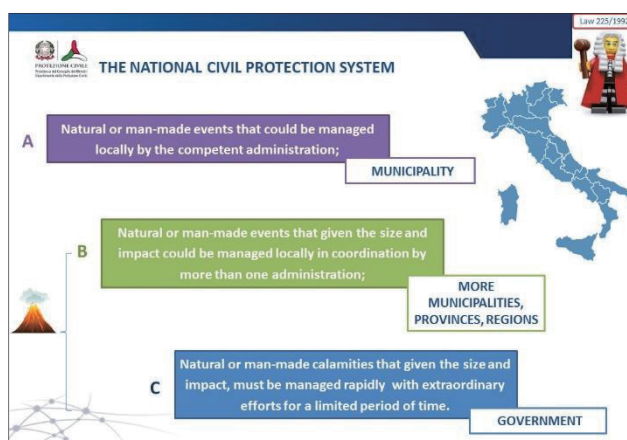


Figure 7

Now based on the severity of the impacts of natural events on our territory, we can classify the response of the civil protection national system according to three letters, A, B, and C (Fig.7) . For an A type event it could be faced by a local municipality. This means that impact is restricted to the municipality and be faced by means and resources of the municipality

itself. If the event is slightly bigger so it hits more municipalities, then it could be faced by the municipalities working together or by the provinces or regions. If the extent is so big that neither the region nor the municipalities can face it economically, means a national emergency declared by the government emergency. Volcano eruptions belong to these two categories – in B type emergency or C type emergencies.



Figure 8

What happens when a government-type emergency is declared? The first thing is that the operational committee is gathered at the civil protection national department premises (Fig.8). It is held by the head of the department and who are the actors? The actors are all the components and the structures of the national civil protection system. This means police, Red Cross, volunteers, health ministers, fire brigades, forestal cops, army, and also the scientific community. These three bodies here ISPRA, INGV, and CNR are main bodies of the operational committee and all of them belong to scientific community. Also the private companies (telephone, mobile, transportation) take part to the operational committee. The companies that own for example the streets, civil aviation, flight control, so these are the national streets and telephone companies, electricity companies so all of them are part of this decision table. This is a decision making table. It starts in the very beginning

of the emergencies and with this table we take the very first decisions to the people that are affected on the site.

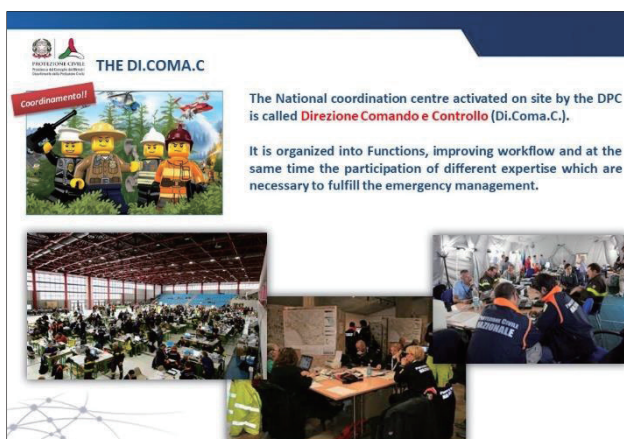


Figure 9

What happens when in the second phase? When the operational committee is gathered, it is also decided to activate the onsite command center (Fig.9). It is called

Di.Coma.C. In the Di.Coma.C. it is a series of functions as you can see each table here represents functions going through the scientific and evaluation functions, then there are essential and lifelines functions rather than the cultural heritage functions or rather than public safety functions. This structure here is the emergency management onsite. Once this is established, the operational committee does no longer mean to exist.

So it is passed to Di.Coma.C.

How is the emergency management at different level carried out (Fig.10)? If we have an A-type emergency so very little, the municipality will respond with a local operative center. If we have a B-type emergency, then we will have more extent so it becomes responsibility of the province and of the region, so the province can set up a rescue coordination center and also these other operational centers and obviously the regional level will ensure coordination through the operation room and the regional functional center. If then becomes C-type event, then we will have the national functional center, the Di.Coma.C i.e. onsite and will coordinate all these structures here.

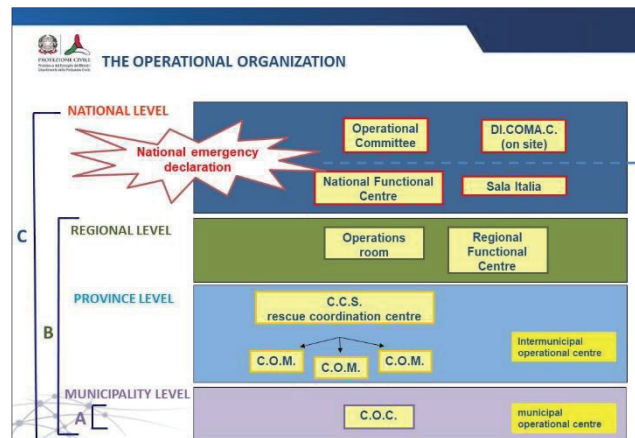


Figure 10

Now let's go in deep about the volcanic risk (Fig.11). How we manage volcanic risk? Volcanic risk in our department is managed through the volcanic risk unit. It is made of eight people and we are seven geologists and one environmental engineer. Our task is to act and promote initiative for the long term or short term assessment. For example, the long term could be for example the emergency planning and the real time is instead the real-time management of eruptive crisis (Fig.12).

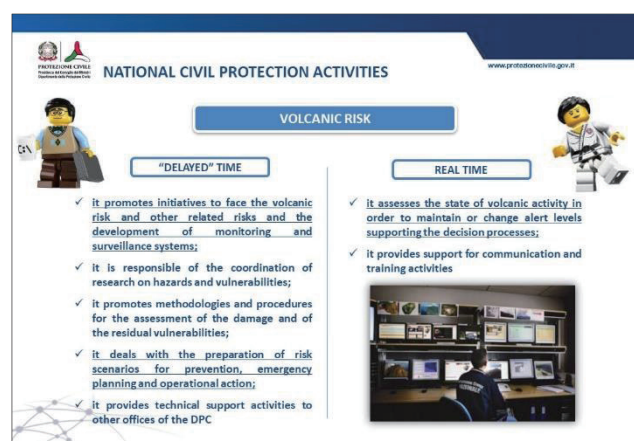


Figure 11



Figure 12

And who is the main partner of this progress? The Centri Di Competenza. Centri Di Competenza are network of universities and research institute and the most important actor is INGV. INGV is the only scientific center that is addressed by national law to be in charge for surveillance and monitoring of the seismic and

volcanic hazard. We don't have only monitoring institutions like INGV and University of Florence but we also have other institutions, like this one of the University of Napoli, which carries out vulnerability assessment in the Neapolitan area. Or we have the National Space Agency that delivers us space-based products like interferograms, radar images. And we have also the partner of the CNR, the national research institute that helped us carry bathymetric surveys for example in Stromboli volcano or also gives us an interpretation of the satellite images provided by the Italian space agency.

Now let's go back to the long term risk management as I told you before. And one example is for example the Mount Vesuvius emergency plan. The Mount Vesuvius emergency plan is based on a scenario which was elaborated together with INGV. Based on the scenario we were able to build the three risk areas of Vesuvius. Actually we built two because the studies for the third one are being done right now. The so called red zone is the area which will be impacted by pyroclastic density currents and for this reason it must be evacuated before the eruption starts. Then we have a yellow zone that is the area which is exposed to heavy ash fallout with consequent danger for the people living for all the problems that we know that the ash brings but also because the heavy ash fall out could make the roof collapse. And then we have also this area here, the lahars and flood area that is being studied and we expect to have some results by the end of this year or the next year to begin planning also on this area here.

This is the synthesis map (Fig.13). What I said before so this is the yellow area and the red area. One thing I want to mention is that while the red area must be

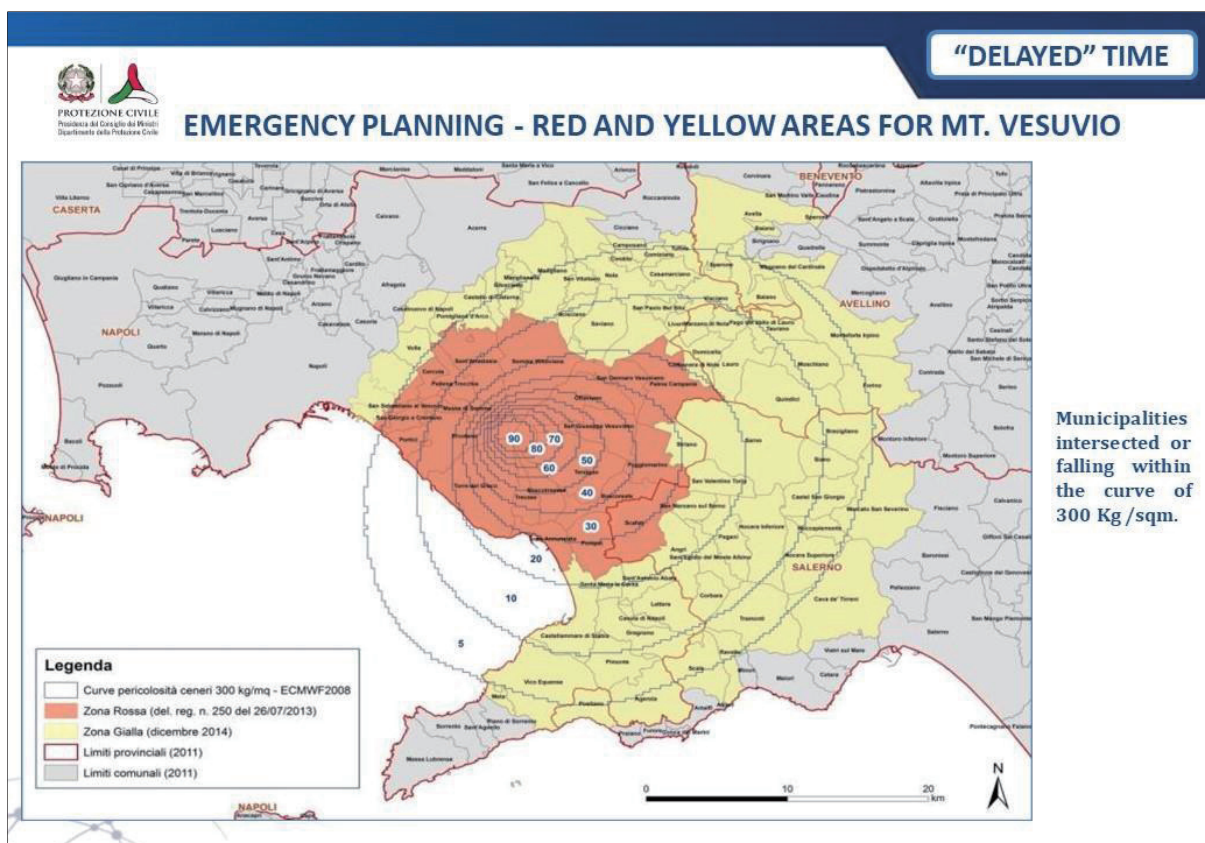


Figure 13

evacuated before the eruption starts, the yellow area is a more let’s say variable strategy.

It is obviously depending on the wind direction of the eruption. We have to wait till the eruption begins in order to see which municipalities must be put in safe conditions.

These are the municipalities of the red zone of Vesuvius and it’s about 700,000 people living there and this is the whole of the yellow area and is about 63 municipalities plus three neighborhoods of Naples of about 850,000 people but I repeat only a part of these people will be evacuated if necessary if being hit by the ash. I want also to say something that the process of building such a complex emergency plan is not so immediate and easy. The process of building this kind of emergency plan began in the 90s and now is still going on and updating year by year thanks also to the improvement of the research on these themes and these products of the research can be used to our emergency planning. Applied research and risk management are very clearly linked together.

What we do for the local, for the region and the communities, for the municipalities? We issue the emergency guidelines. Once we have defined the areas we gave the guidelines to the Regione Campania and Regione Campania is working together with all the municipalities to achieve its own local emergency plan. Each municipality of the red area must have an emergency plan in order to evacuate the people belonging to that municipality. The guidelines do not relate only to Regione Campania but it gives indications on how to emergency plan to all the components and the structures of the civil protection national system. You will find inside these guidelines also the indications to the scientific community to say that scientific community must have its own proper plan to overcome an emergency for example the backup of all the signals coming from the instruments.

So regional and local level plans. This is what the guidelines are for. The plans for the removal, transfer, and, and reception of the population and also interior sector and communication plans. These plans here are for all the stakeholders of the civil protection national system. Which is the strategy to pull out the people from the red area? The strategy is based on each municipality gathers the people inside waiting areas that is still on the border of the red area, then these people here will be assisted by the regional authorities and the authorities of the other regions that will host the municipalities because the evacuation strategy is based on twinnings. Each municipality of the red area is twinned with a different region. Then they will be carried in first aid points and from there they will be carried in the twin region.

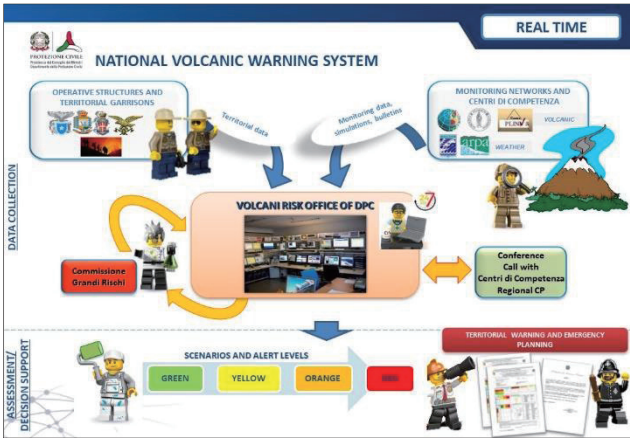


Figure 14

This is what concerns the delayed time for the long term. For the short term this is the workflow or the warning system (Fig.14). We have every week depending on the volcanic alert level of each volcano documents coming from our scientific community. We evaluate the data together with the scientific community during monthly conference calls and these conference calls can increase in frequency depending on the state of the volcanoes.

And in case of changes of the alert level, we can also ask advice to the Commissione Grandi Rischi. What is the output of all this flow chart? Is the volcanic alert level assessment that is given by the civil protection department?

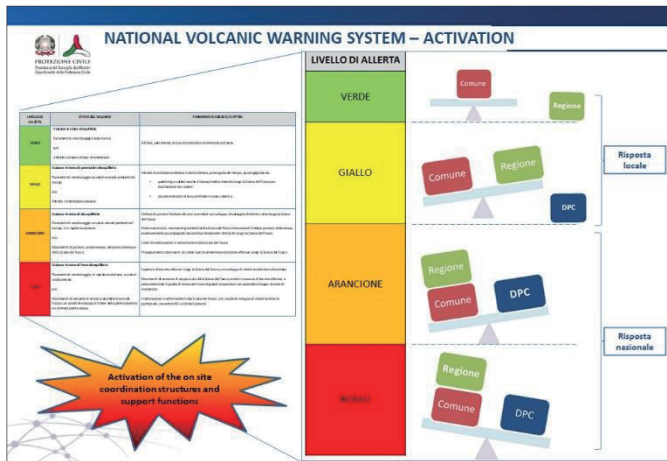


Figure 15

What is our alert level system? How is it made? It is made of 4 colors from green to red and they must be intended as the natural evolution of the phenomenon from a local impact scenario to a national impact scenario (Fig.15). For each volcano, we chose a national impact scenario on which we planned and based on this we built on the alert levels with phenomena that are appearing. In the yellow and in the orange for example we will expect phenomena that will be managed from a regional level or local level. While in the red level and mainly also in the orange, which is like borderline we can have also the national level being operational. As you can see here there is a little balance. I don't know if it's clear from there but as you can see in the green level we have the municipality that is in charge of emergency planning. Then in yellow the response is together with the region. In orange, we have also the DPC but still the main responsibility is for region and municipality while in red the main responsibility is for the DPC. Means that the national structures are activated. If we change the

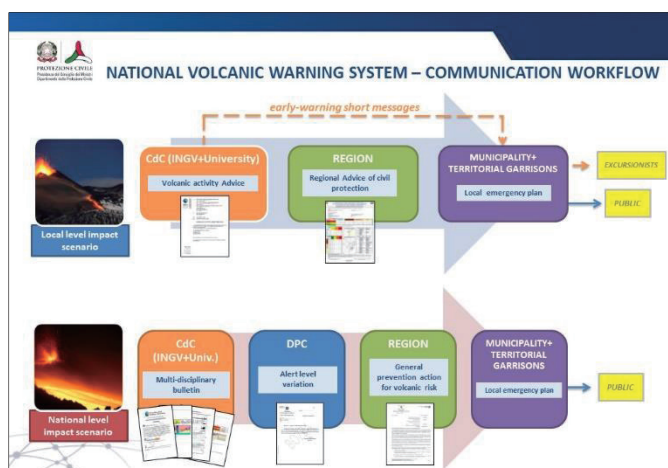


Figure 16

alert level means that there are also some actions that need to be carried out from the national civil protection stakeholders. Region, public bodies, and so on and so forth as I said before.

This is the representation on how the documentation is then used for the warning system (Fig.16). For example if we take a local level

impact scenario, you will have a volcanic activity advice delivered by INGV. The INGV sends this volcanic activity advice to the national civil protection department but also to the regional civil protection and the regional civil protection makes its own emergency procedure and transmits it to the municipalities that needs to take the action.

Actually we have developed together with scientific community early warning short messages. This means that we shortcut this part here and so we have an immediate reaction for some phenomena like for example lava fountains on Mount Etna, throughout an infrasonic array and the tremor source. We are able to say some tens of minutes before a lava fountain start to alert directly municipalities that will give this alert to the public and to the excursionist that are on the mountain. In the national level impact scenario, we receive obviously and evaluate at national level more and more documents. We call them multidisciplinary bulletins and/or advices. If the situation is that the volcanic activity is changing towards a national impact scenario then we issue an alert level variation. This alert level change is followed by indications, operative guidelines from the region and the municipality again applies the local emergency plan. Also here, we are developing early warning short messages. For example the Stromboli early warning system for the effusive eruption in which we receive immediate early warning messages and we made the alert level variation. I want to stress that every alert level variation is always being evaluated together with a scientific community. This is the wide range of documents that are delivered by INGV and this is very important.

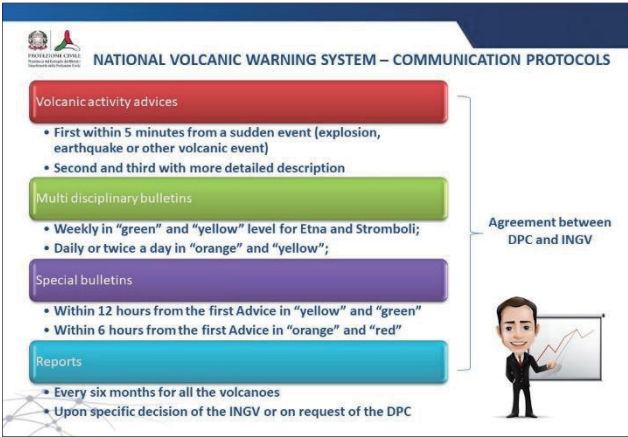


Figure 17

The timing of this documentation is perfectly coded inside a 10-year agreement with INGV and it states that volcanic activity advices which are immediate messages delivered as soon as a phenomena is detected (seismic event, single explosion or a seismic swarm) (Fig.17). The first advice is issued within five minutes from a sudden event. Then we have

multidisciplinary bulletins. The timing of multidisciplinary bulletins are based on the alert level. For example they are delivered weekly in green and yellow level for Etna and Stromboli, daily or twice a day in orange and red for Etna and Stromboli. For example Campi Flegrei now is in yellow status and weekly we have a multidisciplinary bulletin. Then we have special bulletins and reports that are issued in case of particular events. For example when we experienced an intrusion on the flank of Mount Etna and we were afraid of a cone lateral collapse. That was going to impact on the trails of the excursionists. In this case, they issue the special bulletin with previous history about this kind of events with also the simulations and with volume estimates of probable landslides from the flank and the impact. Following the special bulletin we held a conference call together with them to evaluate the situation. Finally we have the reports. These reports are issued every 6 months during peace time and represent just a huge summary of all the multidisciplinary instruments that are installed on the volcano. These reports can be also issued upon specific request of the DPC during volcanic eruptions or can be delivered for a specific decision of the INGV. These documents are usually supporting the Commissione Grandi Rischi during the meetings.

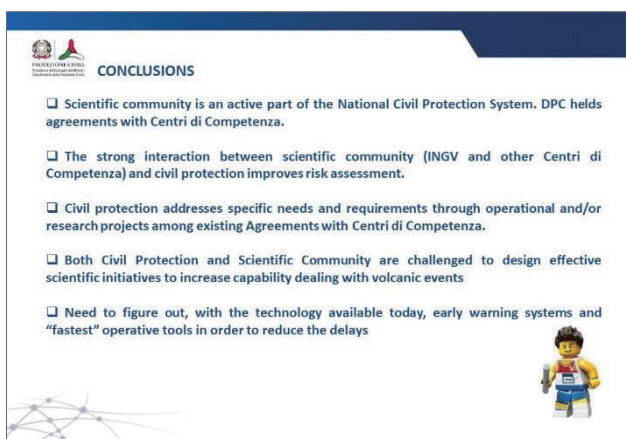


Figure 18

My conclusions are that scientific community is really an active part of the national civil protection system and it is really important to have these agreements it (Fig.18). In order to continuously have a two-way interaction between scientific community and civil protection for risk mitigation, a continuous improvement of applied research is needed. The civil protection also

addresses some specific needs to the scientific community. The scientific community is also stimulated in applied research to reach the requirements of the civil protection and another thing is to figure out early warning system in order to quickly alert the people. Another key point to improve communication and dissemination, in order to increase risk awareness among the population. This is very important. It is very important because any emergency planning is effective



when all the stakeholders are involved, but the most important end users is the population. There is no effective emergency planning if the population doesn't know what to do and trust all the emergency stakeholders.

Thank you.

MC

Thank you very much. Now we would like to take questions regarding the presentation. Please go ahead. I guess that was Mr. Ishihara.

Kazuhiro Ishihara

Thank you very much for your presentation. DPC and INGV you have 10 year contract or 10-year memorandum of understanding. If that is the case for this memorandum, DPC provides some fund? Is that how the operation works and it's renewed every 10 years. One after another you are planning to sign new contract for the next 10 years.

Domenico Mangione

Thank you for the question. Yes it is an economic agreement and the framework is within 10 years. Inside these 10 years, every year it is renewed an activity plan for the monitoring and surveillance activities, and also for some applied projects. Together with INGV, we sit at the same table and discuss their proposals they have for us and we say to them okay we maybe can we improve this kind of early warning rather than can we study and then make operative this other tool. I don't want to go much in detail but the agreement has three areas. We call A, B, and C. The A area is the monitoring and surveillance so it's the most operational. The B is based on applied projects for civil protection purpose. The C area is research. Usually it should be that in part we fund the research. The research is then applied to develop end user tools and these tools after a period of validation go into the A, that means the operational. This is the obvious way but sometimes due to economic problems also we usually carried out A and B and it is difficult to have

the C but nevertheless as I said also in the previous conference in Tokyo we are also having very good results from 2007-2009 C projects and the results we are gaining now are excellent in terms of operational tools to help us minimize the time for the alerts. Applied research for this kind of things is really, really useful.

MC

Any other questions?

Kobayashi

Thank you very much for your insights for presentation. I am Kobayashi. I have comments about conclusion. If the wonderful plan is being made unless residents are actually understanding and acting upon the plan it won't work. That was quite impressive. What is your communication strategy to let people know about this? Do you have many communication meetings? Or for example in order to evacuate dangerous zone people to some places, have you got any relocation center already in place? Do you have that kind of situation in place?

Domenico Mangione

Thank you for the question. Okay obviously it is very difficult to have this kind of communication in such big emergency plan but still we are in a phase in which the plan is concluding the red area part. Each municipality has done its proper emergency plan. Now they recently have defined the waiting areas that I showed before and the next step that is the duty of the Mayor as the first authority of civil protection is to communicate to the people to the local residents so which will be the areas where you will be waiting for the buses or the sustains of the volunteers to get out of the red area. But I agree with you. This is very important and it is a strategy that needs to be improved for our case because going to the population it's not so easy like writing a conclusion but is necessary to do it. And it is the mayor that needs to communicate to its own citizens and with the support of the region and obviously of the civil protection department and the scientific community.

I just want to highlight what happened recently for Campi Flegrei. As you all know as I said before Campi Flegrei is a yellow status and there were some different voices going around media and social networks about imminent reactivation of

Campi Flegrei caldera that the scientific community and the civil protection department were not telling everything about it. The Mayor organized a meeting in Possuoli where the DPC went together with the region the other municipalities of Campi Flegrei INGV and all the scientific community working on Vesuvius and Campi Flegrei in the Campania area, to say to the local people what was really going on. The people appreciated very much this kind of communication and this should be I think repeated more and more time because obviously people get concerned about what is really going on and they trust you. And if they trust you, the emergency response is better.

MC

Thank you very much. Now it's time to move on to the next speaker. Thank you very much.

And this will be the last presentation from the Japan Meteorological Agency Seismology and Volcanology Department, Volcanology Division we have Mr. Jun'ichi Miyamura.

講演6「日本の火山監視と防災情報」

宮村淳一（気象庁 地震火山部火山課）



宮村:気象庁地震火山部火山課の宮村と申します。今日はこのような機会を与えていただきまして、ありがとうございます。午前中から各国の火山の防災対策の様々なお話がございました。私は気象庁から日本の火山の監視、そして、防災情報について話をしてほしいと伺っておりましたので、特に気象庁の業務を中心に、今日は市民の

皆さんもいらっしゃいますので、お話をしたいと思っております。

具体的な防災対策となると、日本では火山防災協議会という様々な関係機関が集まって対応されるような組織がございまして、気象庁もその中の一員ですけれども、そういったところでの具体的な対応等々については、私の話の中にはさほどございませませんが、後でパネルディスカッションもございまして、そこでもし触れられればと思います。あとは山梨県原さんもいらっしゃいますので、そのへんはよろしくお願ひします。

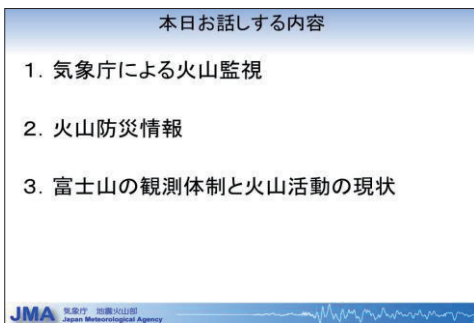


図 1

それで今日お話しするのは、気象庁の火山の監視というのはどんなふうに行っているのかということと、それからその結果として、どのような防災情報を発表しているのかというお話を前半はさせていただいて、残りの時間は富士山が地元ですので、富士山の話をしたいと思っております（図1）。



図 2

すでにご存じかもしれませんが、日本には111の活火山がございまして（図2）。活火山と言いますと、一応日本では予知連絡会で議論されて定義がございまして、過去おおむね1万年ぐらいの間に噴火があった火山、あるいは現在活発な噴気活動が認められている火山ということになっております。

111というのは、海底火山を含めてということになります。日本列島をご覧になってお分かりのとおり、ほぼあちこちに万遍なく、

この辺りはちょっとないですけども、分布しているというわけです。

気象庁が実は火山を業務として、監視あるいは調査をし始めてもうすでに 100 年越えておるわけですが、特に機械をおいて連続的にデータを監視するということをはじめたのは 100 年前というわけにはなかなかいかず、本格的にそういったことを対応始めたのが昭和 30 年代の後半になってきます。その後多くの火山活動がございまして、その都度、我々の体制を拡充していくという流れになっております。

現在は赤い三角の 50 の火山で計器を置いて 24 時間体制で、青で描かれている 4 つのセンターで 24 時間、365 日常時監視をするという体制を取っているわけでございます。

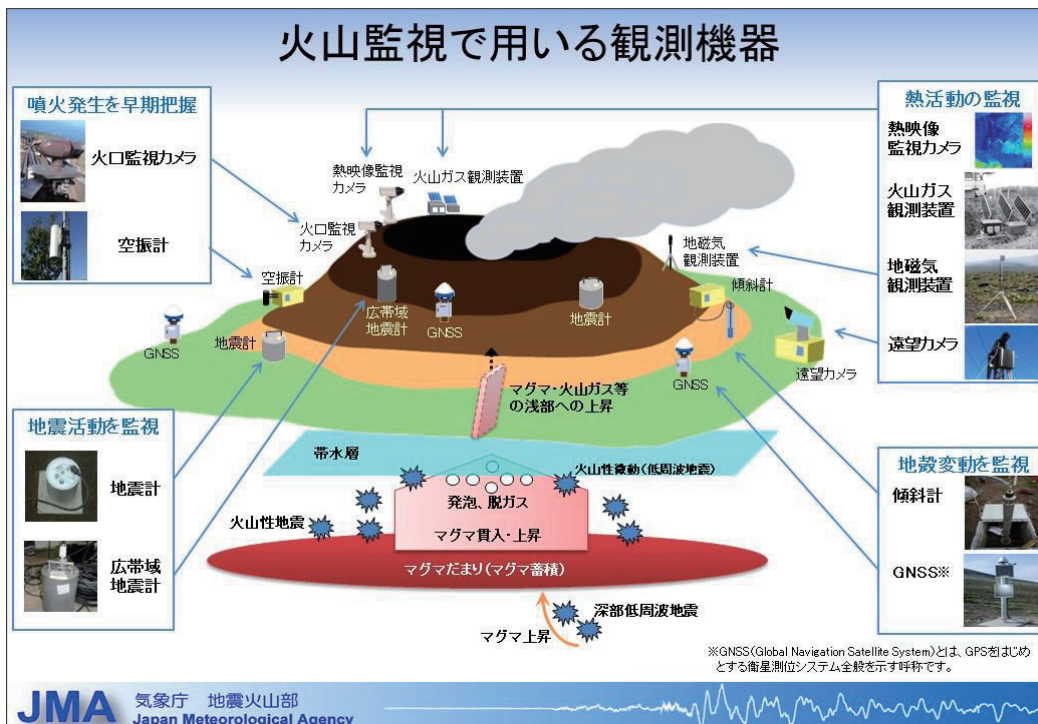


図 3

具体的には漫画の絵ですけども、火山で一体何が起きているのかということ、様々な機械を置いて監視をしております (図 3)。昔から使っていたのは地震計という地面の振動を細かく捉える機械になります。

火山は昔から噴火する前に地震が増えるとか、そういったケースが非常に多くて、特に人の感じられるような大きな揺れを伴うこともよくありましたので、昔からこの地震計というものを使って監視をするということをしてきました。

山体の中にどこかにマグマがいて、これが動き出して噴火に結びつくということですので、このマグマの動きあるいはそこに関係したさまざまな現象が、この山体の中で起こるわけです。そのうち特に変化が割と出やすいというのがこの地震ということで、この地震計を使うということが多いです。

それから昔は測候所とか、地元の気象台の職員が双眼鏡を使って火山をよく遠望して、噴煙の様子とか、様々な表面的な変化を日頃から観察していたわけですが、現在は高感度のカメラも開発されていますので、月明りでも昼のように明るく見えるということで、多くの火山にこういった監視カメラを設置して、表面の状態を見ています。

あるいは噴火など、火口から噴出が起こったりすると、空気が振動するということがありますので、これは低周波のマイクロフォンを付けて監視をすることをしております。

それから、熱いものが出てくるということですので、赤外カメラなどもあちこちの火山に付け始めました。それから熱の変化に対応して、例えば岩石というのは磁石のような性質を持っていて、そういった性質が強まったり弱まったりという変化をするということで、地磁気の観測も始めましたし、あとはガスも変化します。こういった最近になって幾つか、昔は現地に行き行って測るという作業を主にしていましたが、最近はこういった遠隔観測する技術も進歩してきましたので、幾つかの火山でこういう観測も始めております。

それから先ほど地面が揺れるということですが、もう一つ変形する、つまり地下でいろいろなことが動き出すと地表面も傾いたり、膨らんだりということがありますので、これも大昔はやっていなかったのですが、最近では傾斜計とか GNSS などといった地面の変動を捉える機器をあちこちに置くようになってまいりました。このように、現在では様々な種目の観測を行っているところです。

このグラフは 1955 年から現在まで、様々なご紹介した機械が、どのくらい数が年々増えていったかということを描いたものになります(図 4)。白い丸は、気象庁が連続監視をしている火山の数になります。現在は 50 というわけです。それから黒い丸は、地震計の数になりまして、全国の全ての火山を足し合わせたものですが、最近になると非常に加速度的に付けている数も増えている。

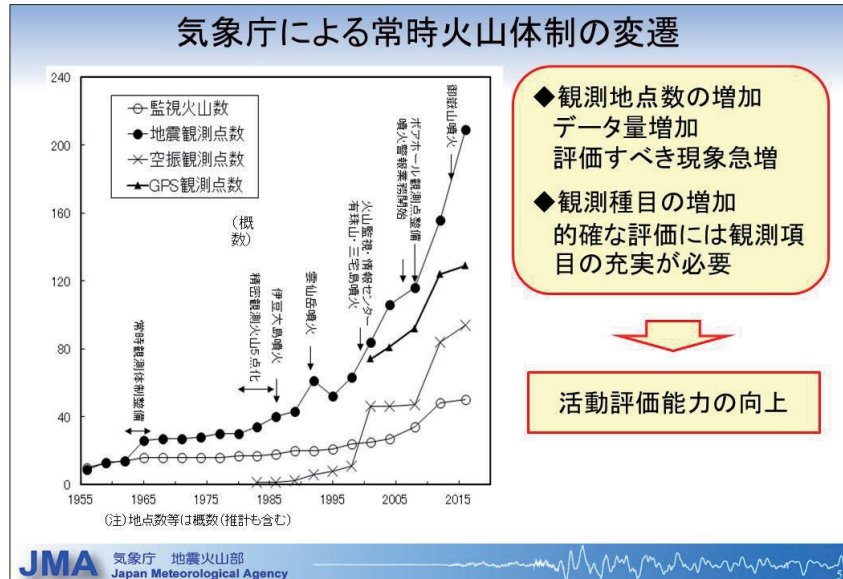


図 4

それから、途中から始めた GPS と書いていますけど GNSS の数、あるいは低周波マイクロフォンの空振計の数というような、この 20 年、30 年ぐらいで始めているものもこのように増えているということです。矢印で書いているところは、あちこちで活動があったりするような過去の噴火のクロノロジーです。

やはり大きな噴火があったりすると、社会的に非常に関心が高まったり、あるいは気象庁に対する監視を強化しろというような要請もあって、このようなかたちで、年々火山の監視の体制がどんどん拡大しているということで、非常にデータが増えてきて、様々な現象も見えてきている。

そしてそういった現象を、日々監視をする体制も整えてきたということで、今後はこういったデータの変化をきちんと捉えて、適切に評価をして防災情報につなげていくというのが我々気象庁の任務になっております。

実際に4つのセンターというのは、こういう部屋にたくさんのモニターの映像があったり、あるいは端末で地震計の記録ですとか、あるいは地殻変動のデータを分析する作業をしたり、あるいはこちらでは衛星の画像で噴煙の監視をするということもやりながら、もちろん各地のカメラの映像も見ながら変化を捉え、そしてその危険が迫っているということになると、噴火の防災情報を作成、発表をするという作業をしているというわけです(図5)。



図 5

ただ技術が発達して、遠隔でこういったさまざまな観測が可能になってはきておりますけども、なかなか火山というのは様々なことが起こっていて、技術が発達したとは言え、必ずしも全ての現象を遠隔で監視することができるかという、そういうわけにはいかないということで、職員が現地に出向いて、やはり直接観測をしたり、あるいは観察をするというような作業もやっております(図6)。

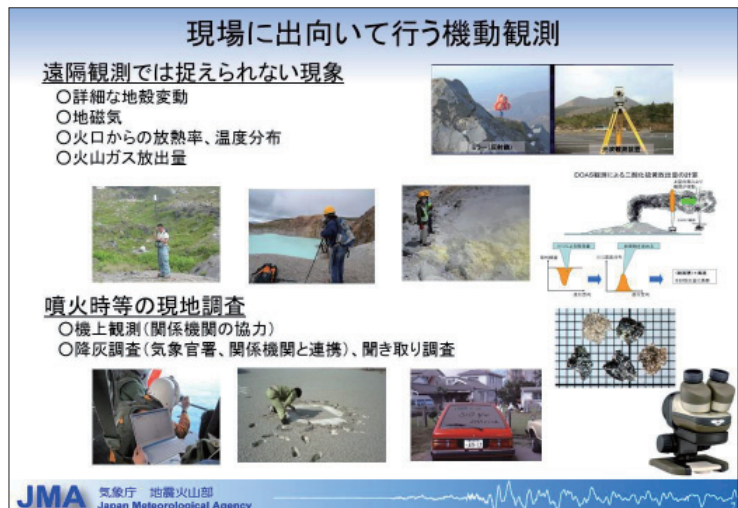


図 6

そういう意味では現地をよく知るといのは非常に大事で、例えば地形もそうですし、火口の形もそうですし、あるいは周りの登山道の位置ですとか、住んでおられる皆さんとの距離の関係とか、先ほどのセンターの監視モニターがたくさんある部屋でただデータを365日見ている、なかなか実際に現場でどのような様子なのかというのがきちんと把握できるようになっていないと、割と地元の皆さんとの現状に対する臨場感といいますか、切迫性に対する危機感みたいなものが共有できないと、もしかすると情報もうまく発表できないかもしれな

いという意識で、こういう現地に赴く機会を大事にしなければいけないと思っています。

それから噴火が起これば、例えば県のへりを出していただいて、一緒に上空から観察をするとか、あるいは実際に火山灰が噴火で広がるわけですけども、そういったところを関係機関にも連携いただいて調べるということをして、最近では採取した火山灰を顕微鏡で観察するという作業も始めていますが、どのような噴火が起こったのかというようなことも、早めに調査をして、噴火の様子、推移をきちんと捉え、今後どのように進行していくのかということも検討するようにしております。

このようなことで、現在の気象庁による火山の監視体制としては15年前に始めましたけども、センターというところに担当の職員を集めて、さまざまなデータを現地に置いたものを24時間で



図 7

監視をする（図 7）。変化があった場合にはデータの解析、分析結果を検討するわけですが、機動観測班が現地に赴いて、センターだけでは捉えきれない部分もきちんと捉えるようにする。

あるいは火山噴火予知連絡会というのが、40 数年前に設置されたわけですが、ここに大学の先生ですとか、あるいは防災科学技術研究所などの研究機関の皆さん、それから火山情報を防災に活かすという意味で、内閣府とか文部科学省とか、あるいは国土交通省などの防災にかかわる省庁の皆さん、それから国土地理院さんとか、海上保安庁さんといった関係する皆さんに集まっていたり、データの共有をしたり、あるいは解析結果について意見交換をするといったかたちで、あるいは大学の皆さんが中心として、研究成果などを提供いただきながら、活動について評価をしています。

危険が迫っているということになれば、こういった噴火警報などの防災情報を発表して、地元自治体の皆さんなどにお伝えする。地方には甲府もそうですが、地方気象台というのがございまして、そこにも火山の担当者がおります。その担当者がセンターの評価結果、あるいは発表して警報を受けて、地元の機関に解説する、あるいは防災活動を支援するというようなことに、取り組んでおります。

協議会という関係機関が集まって、様々な特に地域防災計画に反映させるような議論も進めさせていただきますが、今後この地方気象台の職員が、こういう協議会の場で、これまで以上に地元の防災対策に取り組んでいく必要があるだろうというふうに考えておまして、我々このセンターの職員が普段データを見ているわけですが、そういった経験を積んだ職員を地方気象台に担当者として送り込んでいくということを、今後さらに進めていかなければいけないというふうに

思っているところです。

現在、気象庁が全国の火山に対して警報を発表している火山は9つあります(図8)。ほとんど活発な九州地区に集中しておりますし、あとは海のほうにもなっておりますが、この地域では浅間山が平成27年の夏前から警報を出しているというような状況です。



図 8

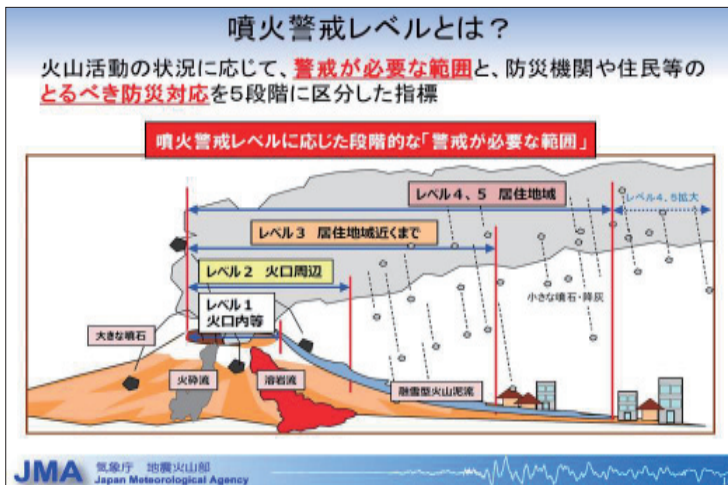


図 9

| 種別 | 名称 | 対象範囲 | レベルとキーワード | | 説明 | |
|------|-------------|---------------|-------------|---|---|---|
| | | | 火山活動の状況 | 住民等の行動 | 登山者・入山者への対応 | |
| 特別警報 | 噴火警報 (居住地域) | 居住地域及びそれより火口側 | レベル5 避難 | 居住地域に重大な被害を及ぼす噴火が発生、あるいは待望している状態にある。 | 危険な居住地域からの避難が必要(状況に応じて対象地域や方法を判断)。 | 登山者・入山者への対応 |
| | 又は噴火警報 | | レベル4 避難準備 | 居住地域に重大な被害を及ぼす噴火が発生すると予想される(可能性が高まってきている)。 | 警戒が必要な居住地域での避難の準備、災害時要援者の避難等が必要(状況に応じて対象地域を判断)。 | |
| 警報 | 噴火警報 (火口周辺) | 火口から居住地域近くまで | レベル3 入山規制 | 居住地域の近くまで重大な影響を及ぼす(この範囲に入った場合には生命に危険が及ぶ)噴火が発生、あるいは発生すると予想される。 | 通常の生活(今後の火山活動の推移に注意。入山規制)。状況に応じて災害時要援者の避難等の準備を判断。 | 登山禁止・入山規制等。危険な地域への立入規制等(状況に応じて規制範囲を判断)。 |
| | 又は火口周辺警報 | 火口周辺 | レベル2 火口周辺規制 | 火口周辺に影響を及ぼす(この範囲に入った場合には生命に危険が及ぶ)噴火が発生、あるいは発生すると予想される。 | 通常の生活。 | 火口周辺への立入規制等(状況に応じて火口周辺の規制範囲を判断)。 |
| 予報 | 噴火予報 | 火口内等 | レベル1 平常 | 火山活動が静穏。火山活動が静穏によって、火口内で火山灰の噴出等が見られる(この範囲に入った場合には生命に危険が及ぶ)。 | 通常の生活。 | 特になし(状況に応じて火口内への立入規制等)。 |

図 10

10年ぐらい前から始めたのですが、警報には実は噴火警戒レベルと、活動状況に応じて警戒が必要な範囲と、地元の取るべき防災対応をセットにして、5つに区分した指標になっていまして、活火山ですから、通常火口の中は常に危ないと思っていただいて、ここが一番低いレベル1と言っていますが、大きな噴石とか火砕流、あるいは溶岩流や場合によっては冬は融雪型の泥流も考えなければいけないですが、噴火ですぐさま危険になるような現象が起こる可能性を考えて、この危険の範囲の広がりに応じて、2、3、4、5というふうに分かりやすい指標を描いて、2から3ぐらいについては、主に入山することに対する対応、4、5になると居住されている皆さんにも何らかの対応が必要というふうなものになっています(図9)。

これがその表にあらわしていますが、居住地域になると、気象庁の場合は噴火警報と呼んでいますけど、特別警報というふうな形で何十年に一回しかないという警報としてお伝えする(図10)。通常入山する方々に対する警戒という場合は、火口周辺警報と呼んでいます。

このレベルは気象庁が勝手に言えるのではなくて、地元の協議会など

と共同検討して、合意が得られて、そして地域防災計画に書かれるというような手続きを経て、運用を始めるというようにしております。現在全国で38の火山でこの仕組みを運用しているところがございます。

それ以外にもこういった警報以外にも、臨時に出す情報ですとか、あるいは臨時のつかない情報、あるいは解説資料と呼んでいるようなものもあり、いろいろな種類の防災情報を出しております（図11）。それぞれにどういったときに出すのかというのを一応決めております。特に警報は、予測技術も結構難しいところがございます。未経験の火山もありますので、我々としてもなかなか判断が難しいという場合には、先ずはこの臨時というものを出して、高まっている様子をお伝えするようなことがあったりします。

それから普通の臨時のつかない情報は、警報を出している火山について定期的に火山の状態をお知らせする情報で解説資料というのは、いわゆるオンラインでテキストの情報として出すこと以外に、図ですとか、表を貼り付けて分かりやすいかたちにして、ホームページなどを通じてお伝えするものです。

それから噴火というのは、突発的に起こることもございまして、我々の警報が間に合わないこともあってはいけないということで、噴火速報というものを2年前から運用を始めております。これは事実をまず伝えるという目的でやっているものになります。

あと地元の方々に重要な生活情報としても必要なのですが、降灰予報というものも始めております。例えば、活動がだんだん活発になっていくと、そのたびにどんな情報が出ていくかという例になります（図12）。

噴火が始まるころには警報を出していくわけですが、場合によっては先ほどちょっと触れた

とおり、警報発表を判断するにはちょっと悩ましい場面があったりするときに、臨時の情報を先に出す場合もあります。臨時とついている情報については、県の知事にお伝えする義務があります。こういった情報を出すたびに、図表を付けた解説資料なるものを、後々出してフォローをしていくというのをしております。

活動の状態がどんどん変わっていくと、その都度このレベルを引き上げるとか、警報を

| 気象庁が発表する火山情報 | |
|-------------------|---|
| 種類 | 概要 |
| 噴火警報、噴火予報 | 噴火警報は、生命に危険を及ぼす火山現象（大きな噴石、火砕流、融雪型火山泥流等の避難の時間的余裕がほとんど無い現象）の発生やその拡大が予想される場合に警戒範囲を明示して発表（居住地域を対象とする場合は特別警報） 噴火予報は、火山活動が静穏になり警報を解除する場合等に発表 |
| 火山の状況に関する解説情報（臨時） | 警報発表まで至らないが、火山活動によるリスクが高まっていると判断した場合、またはリスクの高まりを否定できない場合には、「臨時」であることを明記して火山活動の状況を発表する |
| 火山の状況に関する解説情報 | 火山活動が活発な場合等に、噴煙の状況、火山性地震・微動の回数などの観測結果に基づき、火山活動の状況や警戒事項を知らせる情報 |
| 火山活動解説資料 | 地図や図表を用いて、火山の活動の状況や警戒事項について、定期的または必要に応じて臨時に解説する資料 |
| 噴火速報 | 噴火発生事実を迅速に発表 ※噴火発生事実をすぐに確認できない場合は発表しないことがある |
| 噴火に関する火山観測報 | 噴火が発生した時に、発生時刻や噴煙高度等を直ちに伝える情報 |
| 降灰予報（定時・速報・詳細） | 「降灰量」や「風に流されて降る小さな噴石」の範囲の予測を伝える情報 |

図 11

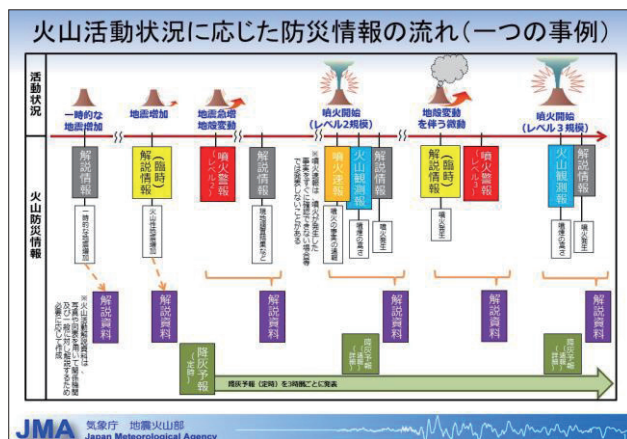


図 12

出し直すということをやって、そのたびにフォローしていくということを行います。それから先ほどの降灰予報、これもその都度出していくという流れになります。

気象庁の情報というのは分かりにくいと昔から言われていまして、データもなかなか皆さんにお見せすることが難しかったのですが、昨年からホームページをうまく活用して、全国の火山の幾つかのデータを加工したのになりますけど、地震の回数や噴煙の高さをグラフで表示して、公表するようにしました（図 13）。

それから登山者向けにもっと情報がほしいと言われていて、これも 2 年ぐらい前から始めましたけど、気象庁ホームページのトップページのこの辺りにバナーがあるので、ここから入っていくと、幾つか火山ごとに最近出した情報ですとか、いまだどんな状態になっているのかということが分かる。あるいは、地元の方でお作りになった防災マップもリンクをかけさせていただいています。このようにこの山がいまどういう状態なのかというのをいつでも見られるようにいたしました（図 14）。

これで登山をする前に見ていただくということが出来るかなと思います。

あと、降灰予報というのはいろいろありますが、主に 3 つほどありまして、噴火警報を出している火山は、噴火する可能性があるということで、定期的に予報を出しております（図

15）。これはただし、噴火していない日にも出していますから、いつ噴くかもしれないということを出します。

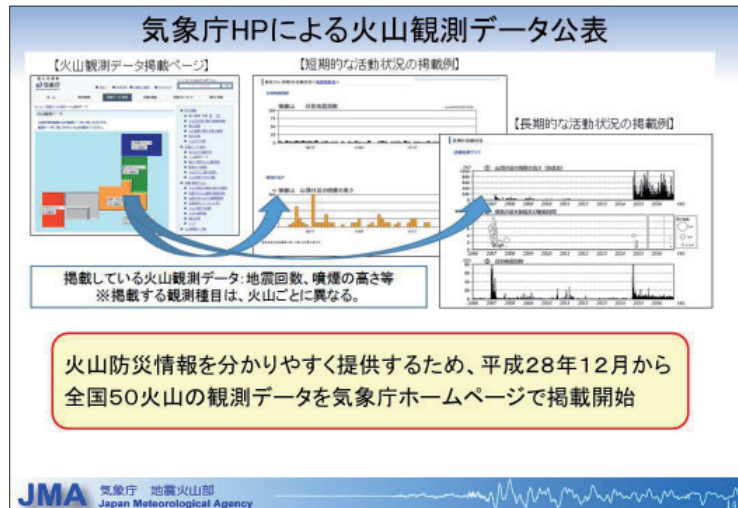


図 13

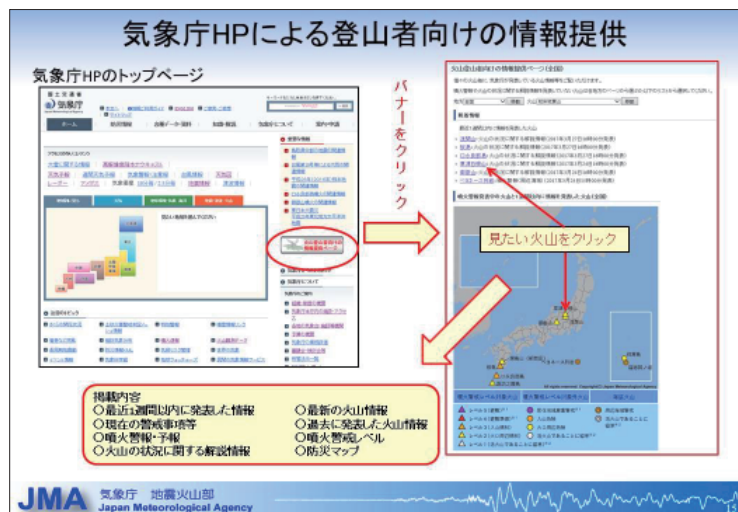


図 14

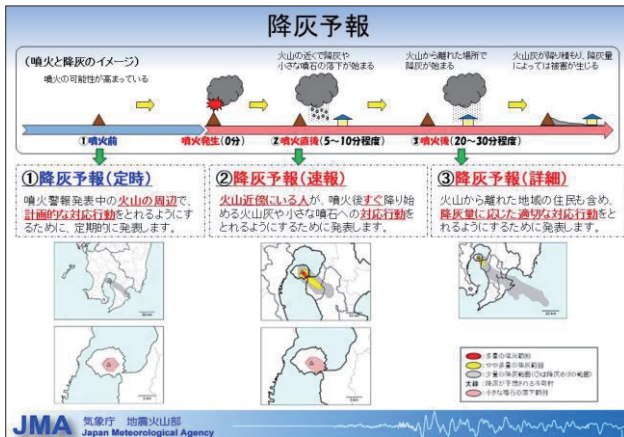


図 15

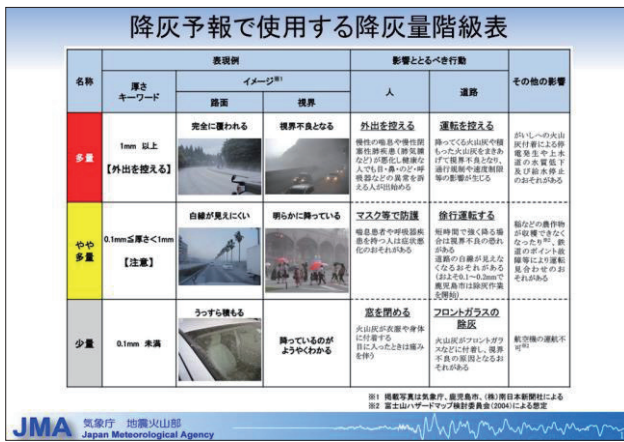


図 16

が、私たちの情報では少量、やや多量、多量と3段階で表現するようにしてしまっていて、厚さとして本当にうっすら0.1ミリ未満の場合を少量とって、ちょっと降っているなどというのが分かるぐらいなのですけれども、1ミリ以下ぐらいになると、結構道路の白線が見えなかったり、絶対に誰でも降っているのが分かるぐらいになって、マスクでもしないと、というぐらいのかたちですね(図16)。

そして完全に道路が覆われたりとか、視界不良になると、1ミリ以上ぐらいのイメージになり

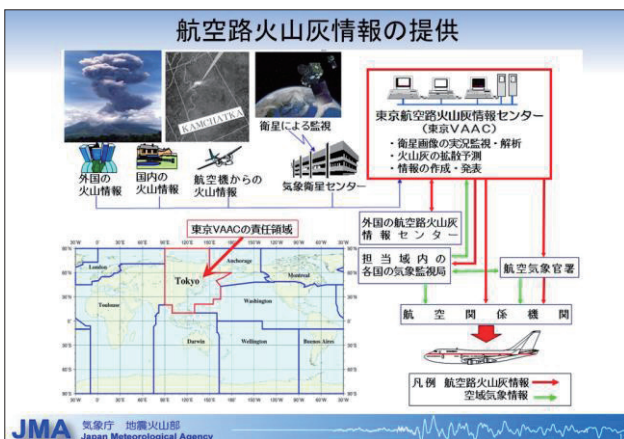


図 17

なので、高さはある程度仮定せざるを得なくて、この高さの噴火がもし今日起こったら、今日はこういう風の場合では、こちらのほうに流れる可能性がありますというような予報になりますが、実際に噴火が起こった場合には、すぐに出す予報として速報というのがあります、これはあまり正確に計算ができない、早い段階で、まずはということで出しますが、その後30分以内には詳細版ということで、改めて計算をして出していくというかたちで詳しい予報を出す。

2つあって、1つは火山灰がどのくらいの時間帯にどこまで広がるかというのを描く絵と、もう1つは近くに小さな噴石ですね、そういったものがどのあたりに行くのかというのを図で表すようなかたちで出ております。

火山灰というのはなかなかピンと来なくて、私もピンと来ていないところがあります

ますが、特に火山灰というのは雨でも降っちゃうと、もう運転ができないといいますが、つるつるしてしまっていて、非常に難儀してしまうような厄介なものになります。

これ以外に実は航空機にも火山灰は影響して、高さ1万メートルとか飛んでいる飛行機が航路に火山灰が漂っていると、それをエンジンに吸ってしまうとか、窓ガラスに擦れるなどいろいろなかたちで航空機の運航にも影響がある(図17)。これは80年代にイ

インドネシアの火山に噴火があって、この火山灰をエンジンが吸ってしまって、エンジンが止まってしまったという大きな事件があって、あれ以来、世界中で航空機の安全運行に対する情報提供の必要性が言われ、日本は世界にある9つの航空路火山灰情報センターの1つになっておりまして、このフィリピンからロシア、カムチャッカのこの辺りまで、責任領域として気象庁のほうでこのセンターを設置して運用しており、今年で20年になるんですけど、こういったこともやっております。

それであと時間がなくなってきましたので、残りは富士山の話をしたと思います(図18)。富士山はご存じだと思いますけども、大昔から活動をしていて、実はいま見えている富士山というのは単体ではなくて、古い小御岳から始まってその上に重なってきて成長してきた山だと言われていて、富士山の防災対策をする上では、10数年も前に地元の協議会が立ち上がって先進的に取り組まれたわけですが、特にこの3200年前以降の活動について対象にして、検討されました(図19)。

例えば静岡大の小山先生の資料は詳しいですけど、歴史時代にもこれぐらい様々な噴火記録が残っておりまして、これらの分析をして防災対策が検討されました(図20)。特に歴史時代の噴火でいうと、貞観の時代に溶岩を大量に出した活動とか、宝永の時代の爆発的な噴火で、関東に広く火山灰をもたらした噴火、こういったものが代表的な活動になっていまして、富士山というのは非常に大きな山体で、火口があちこちに分布しており、これらの過去の活動の分析によって、今後おそらく火口が起こるだろうと言われてるのは、こういったエリアになると考えられております(図21)。

色の違いは噴火の規模によるわけですが、山頂部から噴くだけではなくて、かなり、山腹のほうから山麓まで可能性のあるエリアが広がっているというふうに分析されております。

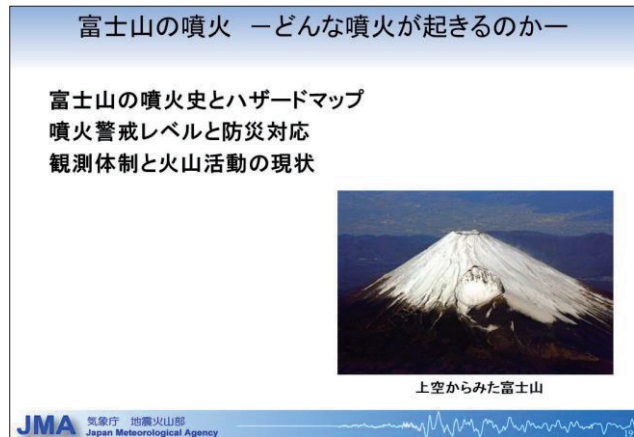


図 18

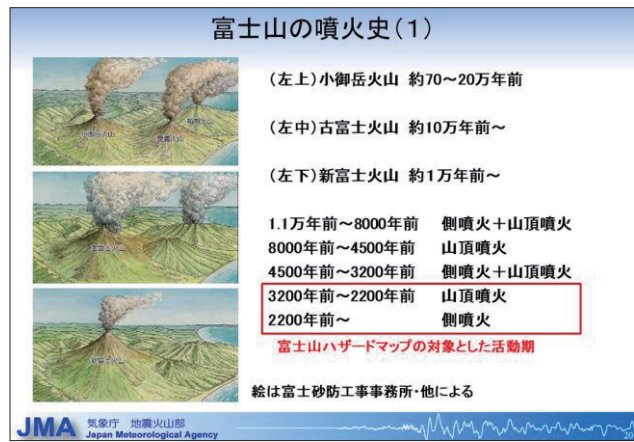


図 19

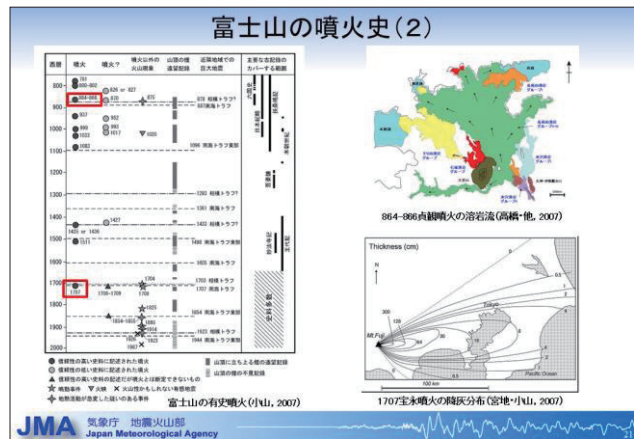


図 20

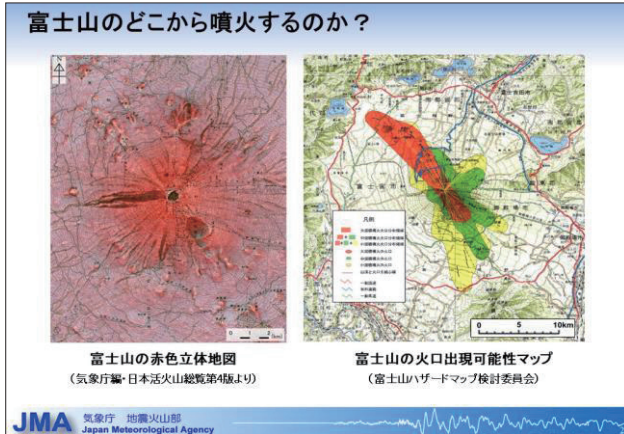


図 21

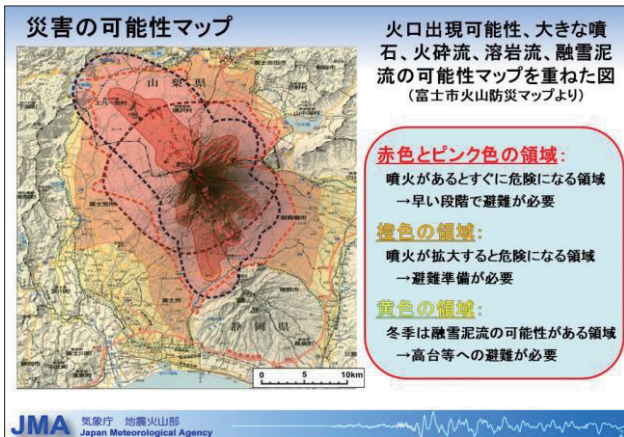


図 22

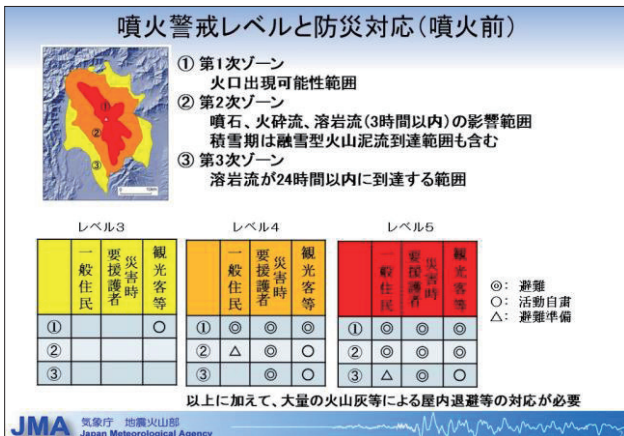


図 23

こういったものから、実際に赤い領域が先ほどの火口が出るだろうと想定されているエリアですが、ここから噴火によって、例えばこの赤い破線は火砕流が起こって広がる範囲、あるいはこの青い破線は、噴石が飛ぶ範囲、あるいはもう1つの赤い破線は噴火開始から3時間ぐらいで溶岩流が達してしまうエリアということで、様々な噴火で考えられる現象による、危険な範囲というのを分析しています(図22)。

いろいろなシミュレーションの結果も使って分析した結果、おおむね危険な範囲として3つぐらいに分けられて、赤とピンクの領域というのは、とにかくすぐに避難しなければいけない領域。その周りのこの橙色の部分は、だんだん噴火が大きくなってくると危ないので準備しておく範囲。

そしてその外側は特に融雪型泥流も考えられるということで、リスクがきれいに分類されて、その領域ごとにどういった対策が必要かということが、当時検討され、結果として先ほど海外の例もございましたが、似たようなことを分析されていて、とにかく火口に近いところが一番危ない(図23)。どんな方々もとにかく逃げる、早く逃げなければいけない。

あと外側になればなるほど、いわゆる一般住民の方や、独りではなかなか避難が難しい方や、あるいは外から来られた方々と、いろ

いろな方々がいて、どのような対応を取るかということが整理されたというわけです。

特に宝永の噴火というのが300年前でいろいろな記録が残っていて、活動がどういうふうに移ったかというのがある程度分かっていて、火山学的に分析をすると、例えば地下にマグマだまりがあって、だんだん上がっていくというプロセスがもしあったとすると、ステージとして五つぐらいに分類されて、地震活動がだんだん活発になり、地殻変動が出てきて、そして直前に大きな地震がたくさん起きて、そして噴火するということが、何となくストーリーとして整理をされ

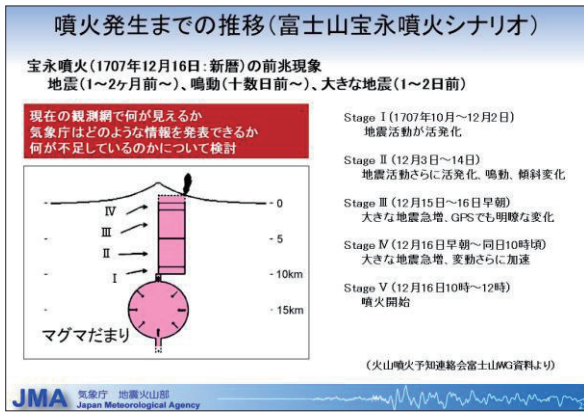


図 24



図 25

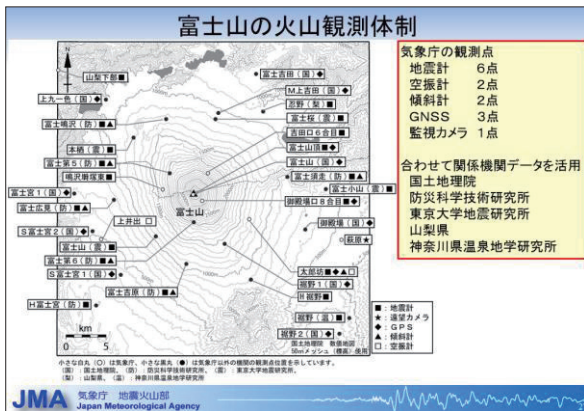


図 26

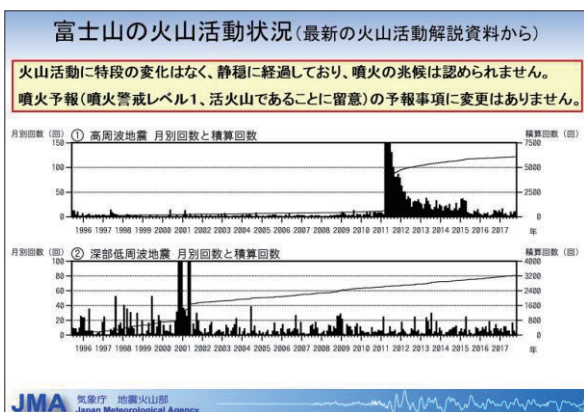


図 27

ました。

このストーリーは噴火予知連絡会のワーキングで議論されました(図24)。観測した事例がないものですから推定になりますけれども、こういったストーリーを使って噴火警戒レベルというものを検討して、先ほど危険のエリアに対応して、我々の運用していくべき1から5のレベルの設定をしました(図25)。

これをうまく使って、今後どのような活動をするのかというのは、なかなか予測するのは難しいですが、こういったことを念頭に、いま現在気象庁以外にも国土地理院さんとか、防災科研さんとか、東京大学さん、山梨県さん、あるいは神奈川県さんが、様々な観測点を展開していて、私ども気象庁のほうにデータを集めさせていただいて、監視に活用しておりますので、こういったデータを使って、先ほどのようなレベルをうまく使っていくよう取り組んでいるところです(図26)。

これは先日発表された火山活動解説資料ですが、現在の富士山は非常に静かに経過しております。レベルも1です。3・11の後、大きな地震が起こって、地震が一時すごく増えましたけども、それについてはこのグラフに書いてあるとおり、だんだん順調に回数は落ちていきます(図27)。

それから2000年ころに非常に話題になった深部の低周波地震ですね、それもその後はこのようなレベルで推移していきまして、さらなる高まりというものは見えていないというわけです。これはそのときの震源分布になりますが、いまは静穏な状態にあります(図28)。

富士山については今後どのような展開になるか、なかなか難しいところはありますが、引続き監視強化して24時間体制で早めにキャッ

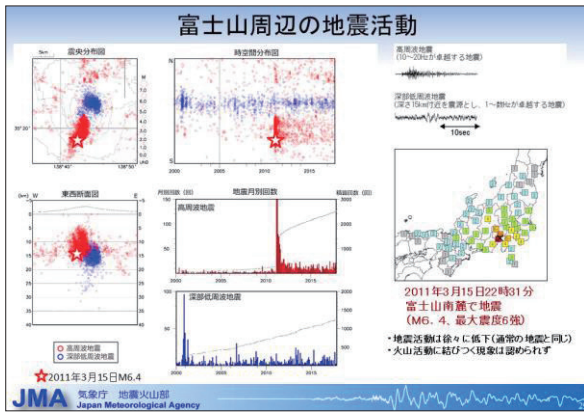


図 28

図 29

ちして、協議会の皆さんにも早めにお知らせして、対応していきたいと思っていますところがございます。

これは、日ごろの留意事項ということでメモにしたものでございます (図 29)。

以上です。時間超過してすみませんでした。

司会 : ありがとうございました。では時間が押しておりますので、もし質問がありましたら1つだけ。どうぞ。

質問者 : 山梨県立中央病院の井上と申します。山梨県の災害医療コーディネーターをやっております、ちょっと富士山の被害想定を考えております。1つちょっと突発型というか、木曾の御嶽のような、ああいう水蒸気爆発というのでしょうか、ああいうタイプの噴火をするかしないか、ちょっと富士山の被害想定は多いか。

というのは最大ですと1日に1万人近くの方が登っているシーズンもあるという、その備えをする場合に、そういうものを考えたほうがいいのか、その点にちょっと一言コメントをいただければと思います。

宮村 : 今後どのようなタイプの噴火が起こるのかという意味では、非常に難しいと思っております。先ほど紹介したものは、過去にあった事例を活用したものになりますが、今おっしゃったような非常に小規模な噴火が、しかもどこから起こるかということであると、これはちょっと予測が難しい。

実はレベル2というところに、過去事例というのがないように書いている意味は、もしそういった事例でもあれば入れるのかなと思います、小さな噴火というのは、大昔になるとなかなか記録や地層に残るといことがないので、そういう意味では、現時点でそのへんが実は課題になっているということです。

かといって、そんなことは起こらないといえるようなことは全くないので、そこはとにかく念頭には入れておかないといけないと思います。

司会 : ありがとうございました。では時間になりましたので、質問は引き続き、このあとのパネルディスカッションでお願いします。以上で第一部は終了となります。最後に遠くから来ていただ

きました講演者の方々に拍手をお願いいたします。

ありがとうございました。では時間どおり 15 時から引続き、第二部のパネルディスカッションを始めたいと思います。15 時まで休憩となります。廊下に飲み物を用意しておりますので、どうぞご利用下さい。

Jun'ichi Miyamura

Thank you very much. My name is Miyamura from the Volcanology Division of the Japan Meteorological Agency. And since the morning we have been hearing about what kind of measures are being taken against volcanic disasters in many countries and now from the viewpoint of the JMA I would like to talk about volcanic observation and monitoring as well as disaster prevention information. I would like to focus on what the JMA is doing and I do understand that we have people from the general public here, the audience. I would like to talk from the perspective of JMA now. There are the volcanic disaster prevention councils in Japan and JMA is taking part in these councils. I will not be talking about that much, but during the panel discussion later on if you have any questions, I would like to answer that and we have Mr. Hara from the Yamanashi Prefectural government, so I believe he will also be talking about that.

Now I would like to talk about what the JMA is doing in volcanic monitoring and as a result of that what kind of volcanic information are we providing. That is my first half of the talk and in the second half since we have Mount Fuji in the vicinity I would like to talk specific about Mount Fuji. I believe you may already know but there are 111 active volcanoes in Japan. Active volcanoes in Japan, the CCPVE came up with a definition and they are volcanoes that have erupted in the past 10,000 years or are volcanoes where we see very active gas and steam venting occurring. And these 111 will include the marine volcanoes. As you see here, you can see that it is scattered all around Japan. Maybe there are some areas without volcanoes but it basically covers the whole nation. Now the JMA started monitoring and researching volcanoes since about 100 years ago, especially continuous data gathering using devices has happened of course not a 100 years ago but in the latter half of the 1950s to 60s and since then we have been enhancing the capability of JMA. And especially right now, 50 volcanoes that are indicated in red here, we have devices in place for a 24x7 monitoring and the blue squares we have four monitoring centers that is also active 24x7 throughout the year.

Now this illustration shows you what is happening in the volcanoes. We are using all kinds of devices and facilities to monitor the situation. We have been using these seismometers which catch the movement of the ground. Volcanoes were known to erupt after several earthquakes have been observed and they will be felt

earthquakes. We have been using seismometers to capture these movements and also magma sometimes will move within the mountain and then will erupt. Therefore monitoring of the magma movement as well as magma related phenomena that occurs inside the mountain body and especially some of the changes that can be observed would be captured by seismometers. And in past, the local observatory staffs would have used binoculars to see if smoke was coming out of the mountain, to see some changes that may appear on the surface. But right now, we have high-sensitivity camera, which can capture images during the nighttime as if you have taken images during the daytime. So, we now have these monitoring cameras to capture any changes on the surface and also when gas or other things are vented from the summit or crater, this would cause air vibration. We are trying to capture the vibration as well. And of course very hot substance would be coming out of the mountain therefore we are looking at infrared images and also the rocks may have magnetic characteristics so we also are looking at the geomagnetic changes. And also gas coming out of the mountain will change. We have introduced new devices to replace human visual monitoring. We can use these devices to capture changes from a remote area. We have started such monitoring in several volcanoes around Japan.

I talked about the tremors but sometimes the ground may be deformed because of the movements that happen underground. The slope may expand or maybe tilt and this was not done in the past but we now have tiltmeters and GNSS that would capture the ground deformation. We are now placing these devices in some of the mountains. Now we can carry out all kinds of different observations. Now this graph goes back to 1955 until the present day to show you how many of these devices have been put in place. The white circles indicate the number of mountains that are under permanent monitoring. Right now, there are 50 and the black dots shows the number of seismometers and in recent years we have rapidly increased the number of seismometers and this says here GPS but actually it is GNSS and the microphone that captures the air vibration. In the past 20-30 years or so, we have started to install these devices. And the arrows indicate some of the past eruptions. If there was a big eruption of course it would cause a lot of interest among the public. There will be requests made to JMA to take action and therefore we have seen the monitoring system becoming better over the years and as data amount increases we are able to see and understand different phenomena so we

will like to just capture the changes in the data so that we can have appropriate volcanic assessment and provide information to the public as well as overseas. Now there are four centers for monitoring and issuing alarms or warnings. Usually the centers are set up like this with many devices capturing the seismometer data as well as the ground deformation. Also here satellite images are being monitored just to monitor if fume is coming out of the mountains. We are also using monitoring camera images as well. Changes will be captured and if danger is imminent, then disaster prevention information will be created and will be issued.

However, even with higher technology and even with the technology to remotely observe the volcanoes, of course because there is a lot of activity going on in the volcanoes, technology alone will not be enough to capture all the changes and events. Therefore sometimes our staff would go on site to directly observe the mountains. Knowing about the local situation is very important. For example geology and also the shape of the crater or about the mountain climbing routes, how far away are the residential areas from the mountain. The center where you have seen a lot of monitors, even if you monitor data being fed in 365 days a year you would not really be able to fully understand what is happening in the mountains. Sometimes talking to the local residents unless you share with them how imminent danger is we may not be able to issue effective warnings and therefore interaction with the local community is also key. And once an eruption occurs, maybe we will ask the prefecture to launch a helicopter so that we can see from above and monitor the mountains and also the volcanic ash may spread. We may ask local stakeholders to observe the situation. Sometimes we collect the volcanic ash and put them under microscopes to see what kind of eruption this is. We will try to survey as quickly as possible so that we can capture the characteristic of the eruption to understand how the eruption activity will proceed.

The present volcanic monitoring system at the JMA which started 15 years ago. We now have these centers where we have staff and also data collected will be brought here 24x7 and if there are any changes the data will be analyzed and the analyzed result will be studied and also a mobile observation unit would be sent to the site to capture anything that could have been missed and also we have some university professors, people from disaster prevention research centers gathered together. People from the cabinet office, from the ministry of education, from the

minister of land infrastructure and transport, departments that are related to disaster prevention as well as the coast guard and also the geological information service. They would gather together and exchange opinion based on the data that has been gathered. And the university professors will also feed us with information about their latest research. If danger is imminent then disaster prevention information will be announced to the people in the local areas. We have the local observatories. The observatory staff will take what the center has announced and will explain to the local authorities about what the information is about and also will provide advice for disaster prevention measures.

Now the disaster prevention councils are also carrying out discussions so that good plans could be made but the local observatories are now more actively trying to take part in these discussions. The center staff are the ones that are usually monitoring the data but these experienced people will be sent to the local observatories so that they can take their experience to the local sites. Now today the JMA has issued warnings concerning nine volcanoes, especially they are focused in the Kyushu area, southern Japan and also we have some submarine volcanoes but over here we have Asama Mountain where we have an alert in place since 2011. Now we have started these volcanic eruption warnings which started about 10 years ago. It indicates how far away from the mountain we were and the area of alert will be indicated and also what kind of alert. Of course it's an active mountain. The crater is very dangerous but if there are big ejectors, lava or pyroclastic flow during the winter time, mudflow due to snowmelt may occur. We consider these dangers and depending on the spread of the danger we have the warning levels from 1 to 5. So, 2, 3 is about entering the mountain or not and level 4 and 5 will indicate what the local residents need to do. This is the chart for the residential areas. JMA, we call this the volcanic warnings or volcanic alert levels but the emergency warning may come out in very rare cases. And for people who will be climbing the mountains we have these near-crater warnings and these levels are not issued by the JMA. We will be talking to the local authorities and we also make sure that this is written into their local disaster prevention plans. In 38 volcanoes around Japan, we have this alert system in place. Other than the alerts and warnings, we have these extraordinary or provisional information or we also have some explanation information that could be used for disaster prevention. And we do have some criteria about when these will be issued. As for warnings of

course it's very difficult to predict what will happen in the mountain. We have mountains where we have not experienced eruptions that much but if we find that the volcanic activities are increasing, we will have this extraordinary or provisional information issued to tell people that activities are heightening. But also we will have some periodical or regular information being issued for mountains that are constantly active.

We also utilize charts, illustrations and put them up on our webpage so that it's easy for people to understand. Of course sometimes volcanoes may erupt suddenly and our warnings may not be able to catch up with that. But from about 2 years ago, we have started to use these eruption quick reports which just provide the facts to the people that a mountain has erupted. Also we provide ash fallout forecast, which is very important for the local residents. Now as the mountain activity is heightened we have to look at what to expect. When an eruption occurs of course an alert will be issued but as I said earlier sometimes we may be hesitant if we should issue these alerts or not. And in these cases, we may provide some provisional information beforehand and the prefectural governors will be notified before these are issued and every time we will have some explanatory material using charts and illustrations not just a text information. And as the activity changes, the alert level may be heightened and warnings will be issued and we will follow up on the warnings. And also the ash fallout prediction, this will also be issued at each point. Starting last year, people have been complaining that the JMA information is very difficult to understand and it was difficult for us to provide the data that we have but now we are using our webpage to indicate for example the volcanic plume height or the number of earthquakes that happen observed. Also information for the mountain climbers was needed. Therefore starting about 2 years ago this is a top page of the JMA webpage. You can click here to look at several mountains. You can read the latest information about what is happening on the mountain. You can also go to the disaster prevention map that has been made by the local community. Now we have these links that you can jump to this information about a specific mountain that you might want to climb.

Now ash fallout prediction, there are three things in the main. For the volcanoes which we have eruption alert, it's possible that the ash fallout could happen, so we have regular ash fallout forecasting issued. We have to anticipate the height of

the ash but the eruption is caused today and if the ash happens then this direction from the volcano would be affected. This is a kind of everyday ash fallout forecast. Next one is the quick report of ash fallout right after the eruption. This is a quick report but within 30 minutes of eruption, we give detailed ash fallout prediction information to the area that has volcano. To what extent the ash spreads is one information and also small cinders fallout to which area these cinders may fallout. Those are the forecast we provide. But ash is rather difficult to understand but we have three level of volume of ash. Less than 1 millimeter, we say small amount of ash. You may actually notice that ash is coming down but the volume is quite small. And if the ash fallout is less than 1 millimeter, you would actually notice but then you have to wear masks if the thickness of the ash becomes 0.1 to 1 millimeter. And if rain starts falling, then the road may be slippery. It's very difficult to drive if the ash becomes 1 millimeter or higher. And also vis-à-vis aircraft, the aircraft flying over 10,000 meters they may be impacted by ash. It could actually impact the engine or make some frictions with the surface of the window glass, that actually makes the operation situation very much impacted. There was eruption in Indonesia back in 1980s and the engine of the aircraft stalled. There was a big incident. Ever since for the aircraft safe operation, the ash fallout information is very much regarded to be very important. We have air route ash center. We have nine of them from the Philippines to Russia to Kamchatka in the east area. This is our flight information region that we have to be made responsible. JMA has centers since 20 years ago. This is what we are doing as well.

Now in interest of time I would like to talk only on Mount Fuji. As you might note Mount Fuji, has been active but Mount Fuji as you know today is not just one mountain but coming from Komitake and also other mountains grown over a smaller mountains. In order to think about the disaster prevention of Mount Fuji, we created Mount Fuji disaster prevention or management council some 3200 years ago and so on so forth. That was a kind of starting point for us to think about the history. According to professor Koyama in the history we are able to identify all these eruptions in our literature which are being used for our disaster prevention planning. For example Jōgan, lava flow eruption and Hōei era the explosive eruption happened where ash actually were brought to Kantō region where Tokyo is. Those are the major activities that happened over Mount Fuji using that information because Mount Fuji is a very big mountain and there are

many craters, so we analyze and this is the area that the crater may be created in the future. Difference in color indicates the difference in size of exposure and eruption but from not only the summit but there are possibilities of crater being created even at the top and also foot of the mountain of Mount Fuji. There is likelihood, so the red area here is the anticipated crater area once eruption happens and then from the eruption dotted line in red is the indication of the boundaries of lava flow. And blue dotted line is the area that the cinder may actually fall out. Another one, the brown dotted line is the area that lava flow reaches within 3 hours.

We are able to anticipate the area of danger zone depending on the types of eruption and we analyze all the things to have this kind of analysis and there are three areas that we are able to analyze. Red and pink, you really have to evacuate as soon as eruption happens and the orange region, once eruption becomes bigger, you have to evacuate. Therefore you have to start preparation once the eruption happens and the yellow area is melt snow, mudflow possible area so the risk maybe higher. Depending on the region where you are in, you have to think about their countermeasures and that is what has been contemplated. And as is mentioned by overseas presenter, we have done similar analysis. If you are closer to the crater you are supposed to be in much dangerous situation so you have to evacuate as soon as possible. As you keep distance from the crater, there are residents who are living and of course there are disabled people living in this region and also people who are coming from outside of these community are doing some operation and therefore we have to think about how best we can protect them. That was another topic that we analyzed.

Hōei eruption was some 300 years ago and we do have many literatures on eruption. We can analyze from volcanic science view, magma chamber was raised little by little. If this was the process, maybe we can divide the stage into 4, 5. Seismicity increases and deformation happens and right before the eruption there are many series of earthquakes and then eruption follows. This can be a scenario and this was discussed by CCPVE. Although we have not got any actual data of eruption of Mount Fuji, we could actually use various literature and to think about various eruption alert level. We decided 1 through 5 in terms of alert level. We will use this but of course it's difficult to anticipate the types of eruption over the

Mount Fuji but those will be the bases of our activities. Other than JMA and DIED, and also GSI, and Kanagawa Prefecture. They are also doing monitoring and observation, so we are able to get some information from their source as well. Using all this available data, we would like to also combine the data with the alert level chart we created.

Now this was announced recently about the analytical information of Mount Fuji. Mount Fuji is quite calm and the level is only 1. After March 11, there were big earthquakes occurred and there was increased level of seismicity, and as you can see, this situation has been subsiding gradually. Around year 2000, the deep low-frequency earthquake was very much of the topic but is now coming down. We don't really see any signs of low-frequency earthquake coming back at the very high level as we used to have in 2000 and this is seismicity as of today. Mount Fuji, we are not able to anticipate the future eruption but we would like to strengthen our observation and monitoring. We would like to catch the signs as soon as possible by 24x7 observations, so that proper information will be given to the Volcanic Disaster Management Council as well as CCPVE. This is the conclusion. Thank you very much.

MC

Thank you very much. If there are questions, we would like to take just one because of time concerns. Please wait for the microphone.

Male Participant

I am from Yamanashi Prefecture and I am thinking about the disasters related to Mount Fuji. Like Mount Ontake phreatic eruptions, would that happen in Mount Fuji? Because about 10,000 people will be climbing up Mount Fuji in a day, maybe we should consider the possibility of phreatic eruptions as well. Well what kind of or what types of eruptions could occur?

Jun'ichi Miyamura

That is very difficult for us to predict. We have just shown you past eruptions, very small-scale eruptions, where they could occur. It's very difficult to identify these. And level 2 we don't have any past examples I have shown you in my slide. If we do have examples, we may be able to say something but the small eruptions

we do not have records of them or we do not see them. We cannot see the facts in the layers of soil but of course we cannot rule that out. We have to keep that in mind that these phreatic small-scale eruptions could happen.

MC

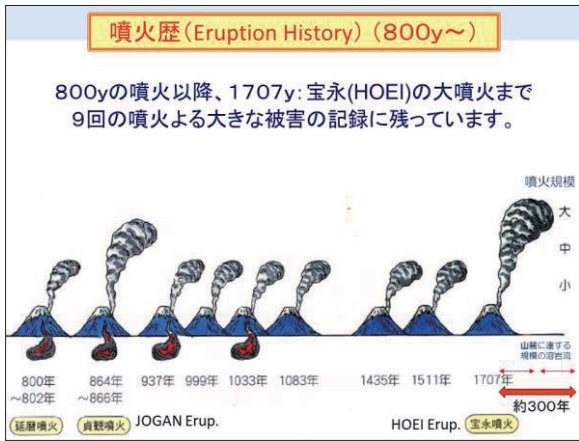
Well thank you very much. It's now time. We may be able to take up further questions during the panel discussion. With this, we would like to end the first half. Please give a big round of applause to the many presenters who have travelled all the way to attend our symposium. Thank you very much.

We would like to start session 2 the panel discussion from 3 pm. We will take a break until 3 pm. We have some refreshments ready in the hall. Please help yourselves.

(Coffee Break)

第2部 パネルディスカッション
— 各国の事例から富士山が学ぶこと —

藤井(コーディネーター)：それでは第2部のパネルディスカッションに移りたいと思います。パネルディスカッションには、今朝からご講演をいただいた方全員にパネルのパネラーとして出演いただきますが、それ以外に山梨県防災局の原さんにもパネラーとして出演いただきます。最初に原さんに自己紹介を兼ねて、富士山の避難計画を簡単にご説明いただきます。その後でパネラー全員に壇上に上がっていただいて、パネルディスカッションを始めたいと思います。それでは原さん、お願いします。



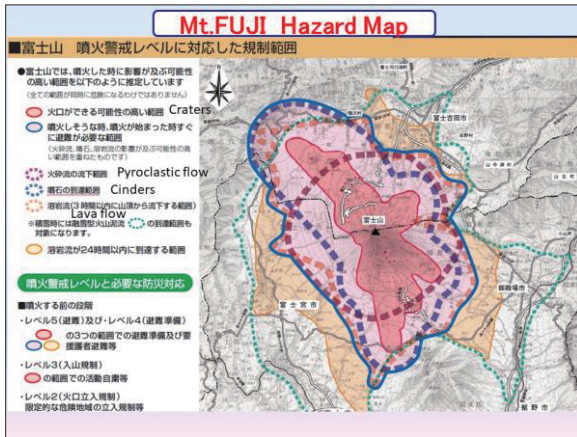
原：ただ今、ご紹介いただきました、山梨県防災局の原でございます。簡単に自己紹介をさせていただきます。1983年に大学卒業と同時に陸上自衛隊に入隊し、歩兵部隊(注：自衛隊では普通科部隊と呼称)の小隊長、中隊長、連隊長として勤務してきました。また、各地・各種の司令部において、主に情報幕僚、即ち情報参謀としての勤務歴もあります。

こういった経験を踏まえまして、昨年の4月に県の防災局に採用していただき、防災対策専門監として勤務をしております。主に災害対策オペレーション及び訓練を所掌しております。

今日は今から、富士山の避難計画について説明させていただきます。ご覧の写真は河口湖正面から見た、雪に覆われた美しい富士山です。

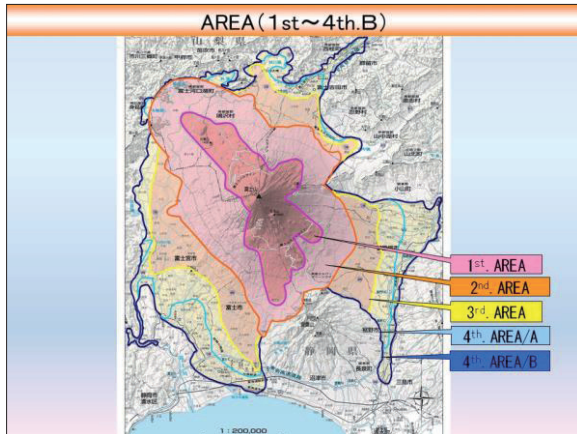
この図は、富士山の噴火歴を図式化したものです。800年以降、9回の噴火歴があります。最近では、1707年の噴火以降、約300年間、噴火がないという状況です。従って、現在の観測体制や科学的知見の下での噴火実績がないため、噴火の兆候等と噴火の発生に関わるデータが乏しいというのが特徴です。

ご覧の図は、富士山の噴火の際に想定をされている主な現象です。こちらから、割れ目噴火、火砕流、火山灰、溶岩流、大きな噴石、土石流です。

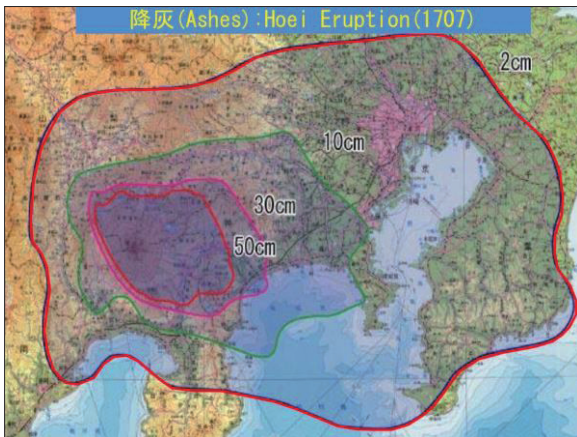


土石流は、いわゆる火山灰が降り積もったところにおいて雨が降り、土石流となって流れ落ちてくる現象となります。又、この写真にはありませんが、冬季には融雪型の火山泥流といったものもあります。

この図は、富士山のハザードマップです。3200年前以降の噴火実績を踏まえ、噴火実績のある火口をつなげた地域(赤色で表示)、これを想定火口域としています。想定火口域をつなげたエリアを第1次避難エリア、想定火口域から噴火が発生をすれば、大きな噴石が到達するエリア、火砕流が到達するエリア、溶岩流が3時間で到達するエリア、この3つの点線で表示されたエリアをつなげたエリアを、第2次避難エリア(桃色で表示)としております。



これに加えて、溶岩流が24時間で到達するエリアを第3次避難エリア(黄色で表示)、7日で到達するエリアを第4次避難エリアA(水色で表示)、40日で到達するエリアを第4次避難エリアB(濃紺で表示)としております。

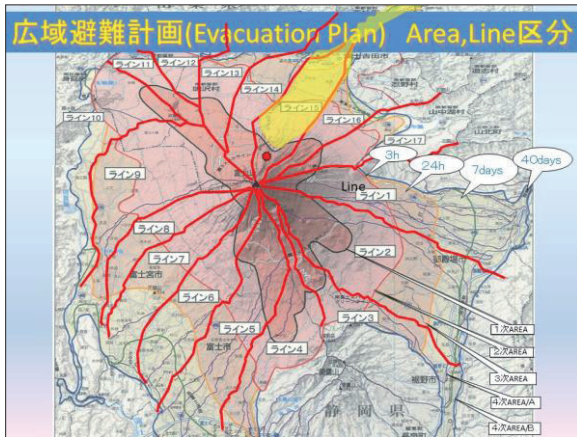


これは1707年の宝永噴火の際の降灰の状況を示しています。このときは富士山近辺、富士山の山裾ぐらまで約50cmの降灰、こちらが約30cm、緑の所が約10cm、東京を含むこのエリアには約2cmの降灰があったといわれています。

なお、降灰については、噴火の規模や風向きにより様々なケースが考えられますが、特に風向きに相当な影響を受けます。また、交通網が高度に発達した日本においてこれだけの降灰があった場合、多大な影響があると考えられます。



次に、避難計画について説明します。まず、ラインについてです。富士山では噴火口に応じて溶岩流が流れる流域界ごとに、17個のラインを設定しています。ちょうど赤と赤の線に囲まれた地



域となります。

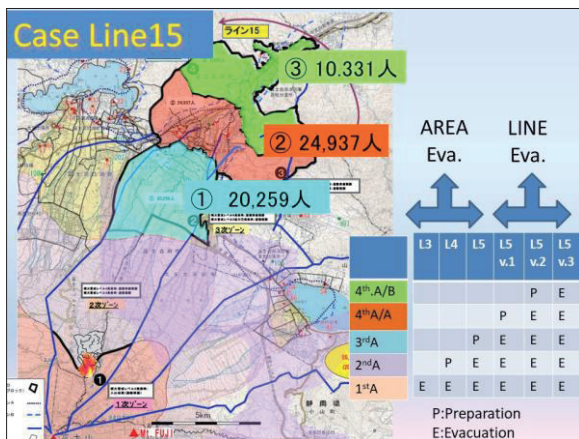
避難の考え方ですが、まず噴火警戒レベルが3になると、入山規制を行います。入山規制の対象エリアは火口が出来る範囲とされている第1次避難エリア（赤色で表示）です。それ以降は、レベルが上がるにつれて、ラインを設定することなくエリア全体で避難をさせていきます。なぜかと言いますと、富士山では実際に噴火が起こるまでは、どこに火口ができるかについて予測が困難と

いわれているからです。噴火警戒レベル5になるまでは、エリアで避難をさせていきます。

噴火が始まった際に噴石や火砕流が瞬時に到達する地域が第2次避難エリアですが、噴火が始まるまでに、如何にしてこの地域の観光客や登山客、住民の避難を完了させるかが最初の重要なポイントであり、「必ず達成しなければならない目標」となります。噴火が始まりましたら、今度は噴火口に応じたラインに沿って避難をさせていきます。その際、噴火の規模の予測に応じて、

溶岩流が1日で到達するエリア、7日で到達するエリア、40日で到達するエリアと、該当するライン上において避難を段階的に拡大していきます。

それでは、一例として、ライン15における避難の状況を見ていきましょう。このラインは、住民居住地域である富士吉田市の市街地が含まれる地域です。山梨県側では最も人口が集中をしている地域になります。「E」は避難、「P」は避難準備を表しています。



図にあるとおり、レベル3からレベル5へとレベルが上がるまでに第1次及び第2次エリアの避難を完了させます（黄色で表示）。その後、噴火が発生して噴火口が判明して以降は、噴火した火口に応じて溶岩流が流れるラインとそれに隣接する地域を中心として、必要なライン上での避難を段階的に行っていきます。

ということで、当初は約2万人が居住する①の地域（水色で表示）、これがレベル5の状況で噴火が発生した場合に避難させるべき最初のエリアとなります。さらに噴火の拡大が見込まれるということで、次の7日間の溶岩流到達エリアでの避難が必要となった場合、②の地域（橙色で表示）の約2万5千人を避難させます。更に40日で到達するエリアにおいても避難が必要ということになれば、③の地域（緑色で表示）、これは富士吉田市に加え一部西桂町が含まれる地域になりますが、約1万人の住民を避難させるということになります。

以上が富士山避難計画の概要です。このように3次から4次避難エリアの避難が必要となった場合、特に3次エリアでは、噴火により火口が判明してから、最悪の場合わずか3時間～1日し

かりードタイムがない為、迅速な避難が必要となります。

また、登山客や観光客が多い地域ですので、レベル3に上がる前に、登山客や観光客の方々に如何にして自主的に避難していただくか、或いは登山を自粛していただくか、ということも大変重要になってきます。さらに、産業として観光業が主体の地域ですので、事態の收拾段階での判断も重要です。

従いまして、私のほうからぜひ皆さまからご意見を頂戴したいのは、

1点目は、いわゆるレベル3に上がる前の火山の解説情報の段階で、登山客や観光客などの自主的な避難や登山の自粛を如何に促すことができるのか、どのような手段が考えられるのか、について。

2点目は、特に短期間に数万人単位の避難を行う必要が出てきた場合に、いかなるオペレーションを行っていけばよいか、について。

3点目は、レベルが上がり避難したものの実際には噴火が起こらなかった場合、或いは、噴火発生後に現象が終息していった場合、いかなる判断基準をもって避難の解除を行っていけばよいか、について。

以上3点につきましてぜひご意見をいただければ、と思います。以上です。

藤井：どうもありがとうございました。今、原さんから自己紹介を兼ねて、富士山についてお話をいただいて、最後には今日のパネラーの皆さんに対する質問を3項目、用意していただきました。

パネルディスカッションに与えられた時間は50分しかありません。第1部で質問を受け付けられなくて、質問はパネルディスカッションの際にどうぞと司会から言われたので、どこまで消化できるか分かりませんが、可能な限り受け付けたいと思います。それでは、今日講演をいただいた講師の方々に壇上に上がっていただいて、パネルディスカッションを始めたいと思います。

それではパネルディスカッションに移りますが、ちょっと慌てまして、自己紹介を忘れておりました。山梨県富士山科学研究所の藤井でございます。よろしく願いいたします。

今日、「各国の事例から富士山が学ぶこと」というタイトルの下で、パネルディスカッションを進めていくのですが、今日の第1部では、ほとんどそのまま富士山の防災対策に活かせるような内容のお話をいただきました。富士山のように長らく活動をしていない火山において、それぞれの国でどういうことをやっているかということについては、既に、ニュージーランド、インドネシア、あるいはイタリアの例をご講演いただきました。

それで、先ほど原さんから質問事項がありました。いずれも非常に難しい質問で、果たして現在の科学で答えられるかどうか、それも含めて今日、壇上にいらっしゃる方々にご意見を伺いたいと思います。

噴火の前の異常が観測された場合に、気象庁がいろんな火山情報を出すわけですがけれども、まだ噴火するということがはっきりしない段階で、何か異常がある、通常の状態とは違うという程度の段階で、登山客や観光客に自主的に避難を促すとして、果たしてどういうふうによれば実現

できるだろうかというのが第1の問題でした。

これは火山噴火予知とかなり密接に関係していますので、Neriさんからお答えいただけますでしょうか。

ネリ：改めまして、皆さま、こんにちは。質問はとても大事なポイントであり、また、非常に難しい課題であると思います。

私たちが午前中にお話ししたのは、イタリアに関してのものですが、似たような状況があると思います。富士山とよく似ています。ヴェスヴィオ山についても、長いこと火山活動が観測されていませんでした。前回の噴火は1944年で、当時はまだ学際的なネットワークが完全に機能していたわけではありません。

同様のことがヴェスヴィオ山だけではなく、カンピ・フレグレイについても言えると思います。この火山では、まだ近代的な技術を使って、異常状態が観測されたことはありません。もしそういうことが起これば、初めてそういう事態に直面するということになります。ですので、富士山と全く同じ状況だといえます。

では、噴火が起こるかどうかわからないけれども、即時避難させるように言うべきかどうかという質問ですが、そうせざるを得ないと思います。午前中にも申し上げましたとおり、それからマンジョーネさんも言っていたと思いますが、たくさんの方が火山の周辺に住んでいます。少なくとも数日かけないと、みんなを避難させることができません。今のところ、3日と考えております。70万人を避難させるのに3日ぐらいかかる。実際には、もっと時間がかかるのではないかと思います。

となりますと、警戒、また、注意を促すことが必要だと思います。できるだけ正しい予測を行い、少なくとも3日前から行動を始めることとなります。もちろんこの予測が当たるかどうか、これが正しいかどうか、それはもちろん分かりません。そこに不確実性は残ります。どうしてもこれは避けられないものです。しかし同時にやはり注意深く、このように慎重な対策を取ることが必要だと思います。周辺の多くの住民の命を守るためには必要なのです。

さらに複雑になってくるのは、どの時点で噴火が起こるのか分からないということです。これもやはり現代の火山学が取り組んでいる難しい問題です。モニタリングをして、前兆かもしれないシグナルを捉えても、本当に噴火があるのかどうかははっきりはいえない。

なお、どういうタイプの噴火が起こるのかについては、ある程度限定できると思います。だからこそDPC（国家市民保護局）としては、想定シナリオを用意しています。噴火が再開する際には、かなり規模の大きな、サブプリニー式の噴火が起こるだろうと想定しています。ただ、市民保護の範囲が非常に広いので、なかなか柔軟性を持たせることが難しいところがあります。

カンピ・フレグレイ・カルデラ、こちらはヴェスヴィオよりはるかに大きい火山ですが、ここでももちろん噴火の際にどこで火口が開くかが現時点では分かりません。その点も富士山とよく似ています。ただ、ここでも計画としては、カルデラ内の住民は全部避難させることにしています。それでも観測結果に基づいて、ある程度の、より適切な判断の余地があると思います。どの

タイミングで避難をさせるのか、どういう順番で避難をさせるのか、それを設計することが必要だと思います。

監視を通じて、噴火の前兆を捉えたら、どこに火口が開くのかをある程度予測を立て、そしてどういうタイプの噴火になるのかも予測を立ててやっていくこととなります。とはいえ、予測には不確実なところがあるというところも念頭に置いて、慎重にやっていくことが必要だと思います。

藤井：どうもありがとうございました。ともかく不確実な情報に基づいて避難を促すということは非常に難しいものですが、実際にヴェスヴィオではそれをやらざるを得ないということは分かります。富士山でも恐らく同様のことをやらざるを得ないのです。避難に直接関わる業務に就いておられるマンジョーネさん、72時間前に70万人をどうやって避難をさせるのかということに関して、それをうまくやるためにはどういう手法があるのかということ、何か秘訣があるかについて、もし回答いただけるようでしたら、お願いいたします。

マンジョーネ：秘訣というものはありません。やはり基本は、きちんと調整するということが必要です。国家市民防護に関わる、すべての関係者間の調整が必要です。

また、プレゼンテーションでは申し上げませんでした。噴火が始まる前に地震が起こるだろうと予測されます。また、そのほかの目立った兆候も見られるかもしれない。となりますと、何が起こるのか、あるいは起こらないのか、人々も何となくある程度感じることができると思います。オレンジのレベルになると、もしかしたら自主的に地域から避難する人が出てくると思います。となると、実際に避難を余儀なくされるときには、避難させなければならない人数が少し減るという可能性もあります。

ただ、これだけ時間制限がある中で効果的に避難させるためには、避難ルートも確保しておくことが必要です。また、全てのステークホルダー、例えば輸送機関、バスの運営会社ですとか鉄道、それから船のフェリー、みんながそれぞれの緊急対策計画を持っていて、大勢の人たちを72時間以内に避難させることに取り組む、それが必要になってきます。また、避難してくる人たちの受け入れ場所の準備も必要です。

住民だけでなく、外からやって来ている登山者、観光客、例えば富士山に登ってくる大勢の人たちにも、警戒を呼びかけることが必要だと思います。例えばレベル1であれば、これは何もないう状態ではありますが、それでも山に登る人たちに、山頂ではどういうハザードが予想されるか、それを伝えておくことが必要だと思います。

もちろん予測できない噴火、正確にはいつ起こるか予測できない、例えば水蒸気噴火のような状況もちろんありますが、観光客に、もしかしたらこういうこともあるかもしれないと、山登りをしている最中に遭遇するかもしれないということを伝えておくだけでも、もしも本当に何か起こったときには、指示に従って安全に避難していただく可能性が高まると思います。

それ以外に関しては、例えば登山者の数を減らすということも考えられると思います。特に例

えば警戒レベルが2に高まったときには登山者を制限するわけです。そうすれば、一体何人ぐらいが山頂にいるのか、あるいはそれぞれのチェックポイントに何人いるのか、ということが分かるわけです。そしてその数が、何も制限していないときよりも減るわけです。そのためには、入山時に登山届を出させるということをすればいいと思います。

例えばエトナ山とストロンボリ山はとても似ています。ただ、対応が全く違うんです。ストロンボリに関しては、山として何人が実際に山に登っているのか、ということ登録させるようにしてあります。その人たちがどこにいるのかということも分かるようになっていきます。とはいえ、やはり観光客の中には、自分の好きなように見たい、山頂にずっといたい、それから安全に関しては気にしないという態度の人たちがいるのも事実で、とっても困っています。

藤井： どうもありがとうございました。これは結構悩みの深い問題ですけれども、究極の問題は登山者にも、あるいは登山者を受け入れている観光業者にも、富士山が火山であるということ、いつ噴火するかもしれない、噴火したときにはどういったことが起こるのかというような情報をきちんと常に与えておくことが必要だということですね。

これは教育の問題で、今日の第1部でも散々指摘されましたけれども、いろんなレベルで火山についての知識を普及していくことが重要だということに通じるかと思います。たぶん1番目の答えに関しては、そういうところだと思います。

もう一つ、数万人の避難をやるためにはどういうオペレーションを行えばいいか、という質問が原さんからありましたけれども、これは先ほどマンジョーネさんが言われたように、普段からきちんとした準備をしておくということ以外にやりようがない、輸送手段を含めてきちんとした避難計画を、想定したシナリオに基づいて準備をしておくことが解決策だろうと思います。

2番目に関してはもう回答が明らかだと思いますので、3番目の話に行きたいと思いますが、レベルが上がって避難をさせたいけれども、実際に噴火が起これなかった場合、あるいは噴火が起こったけれども、すぐに終息してしまった場合に、どういう判断基準で避難を解除すればよいのかという質問です。

これもかなり難しい話で、2000年の有珠山の噴火のときに、避難をさせたいけれども、それをどういう順番で地域別の避難解除をしていくかというのは、結構悩ましいことでありました。そのときの火山の状況を的確に把握するということが必要なのですが、それが簡単にいかない、白黒が簡単につけられないというのが火山活動です。

そういうことに関して、ジョリーさんから何かご意見をいただけますでしょうか。

ジョリー： ありがとうございます、藤井さん。幾つかそれに関して申し上げたいことがあります。たぶん最後の質問に関して、つまりいつ警戒レベルを下げて、避難を解除できるかということですが、これはとっても難しい問題だと思います。

というのは、例えば噴火に向かう過程というのは見ていけば分かるわけで、そして意思決定をきちんとできるのですけれども、逆に噴火が収まってきたときに、警戒レベルを下げるというのは、今後、どのレベルで噴火が続くのかという困難な判断をしなければならないので、とっても

難しいんです。

トンガリロ山で、8月に噴火しましたが、真夜中でした。その後、2カ月かけて、ようやく警戒区域を解除しました。それまで人々はトンガリロ登山に戻れなかったんです。そして3カ月後に、今度は日中に噴火が起こったんです。噴火自体は小さかったので幸運だったのですが、それによって人々は心配になりました。つまり1週間か2週間ぐらい前に、ようやく登山道が再開したばかりで、そして再開から2週間後に噴火をしてしまったので、本当に大丈夫なのかという懸念につながってしまったわけです。

ですから、やはりバランスの問題に直面しました。つまりその地域の人たちの経済とか生活は観光客によって立っているわけですし、観光客や住民の安全というバランスをちゃんと取らなければいけないという問題に直面したわけです。

それから先ほどもう答えられてしまった質問に対して私の感想を申し上げたいと思います。避難と避難計画に関して、一つ、二つ、申し上げたいことがあります。

先ほどのあげられたコメントに付け加えるとしたら、一つはやはり避難訓練です。定期的に避難の訓練をするということが重要だと思います。それは富士山でもやっていたらいいですね、最近なさったと伺いました。こういう訓練というのはとても役に立ちます。これによって問題点が、それまで見えなかったところが見えてきます。例えば避難ルートの問題点、あるいは人々の対応とか反応とかいうのも見えてきます。

それからもう一つ、重要なことは避難の理論研究をすることです。オークランドは大変混雑した都市ですから交通モデルのシナリオを使って避難の研究を行います。このモデルで、一体どこが避難のネックになるか、ということも想定していくわけです。夜中と昼間とは状況は全く違うと思いますので、通常の昼間、ラッシュアワーと夜というふうに、いろんなモデルを走らせて、そして避難ルートを考えます。どういうふうにしたら、こういう交通上の問題を回避できるのかということも判断して、研究しています。

それから三つ目のコメントとして申し上げたいのは、これは最初の質問に関わる場所ですけども、特に観光客なんかも含めて、人々に自主的に避難してもらうとか、あるいは危険が予想される場所に来ないようにしてもらうにはどうしたらよいかということです。トンガリロ山では噴火の可能性があるので、登山道が数カ月閉鎖されていたんです。環境保全省と一緒にやりましたのは、この閉鎖期でも観光客がほかにできること、例えば別の安全な登山ルートを使ってもらうとか、いろんな代替案を考えました。これを実現するには多くの関係者とのコミュニケーションが重要です。このコミュニケーションにたくさんの時間をかけるようにして努力することが重要な解決策です。

例えば私はワークショップをツアーガイドの人たちと一緒にやりました。もちろん環境保全省と一緒にやったのですが、保全省はハザードとリスクの話をしてくれ、私たちは火山とは一体どういうものかということをお話したわけです。科学者と危機管理の担当とが一体となってワークショップを行ったのですが、結果としてとてもよかったと思います。ツアーガイドの方々

に、どうして登山道が規制されなければならないのかということなども理解してもらいましたし、登山ができないときには代わりにどういうことをしたらいいのか、ということも分かってもらえたと思います。

ですから、事象が起こる前にいろいろと計画を立てる、それからいろんな人たちに対していろんなかたちでコミュニケーションを取るというのは、時間も努力も要りますけれども、とても大切だと私は考えています。

藤井：どうもありがとうございました。先ほどの講演での、コミュニケーションギャップをいかに埋めるかというお話とも共通の話題だと思います。正解というものがないので、それに対していろんな努力を普段からすることが重要だと思います。

これに関連して最近、具体的な事象が発生した例があります。インドネシアのバリ島のアグン火山で活動が高まって、つまり直下での地震活動が高まったために10万人以上の人々が避難をするという事態が発生しました。しかも噴火が起こらないまま1カ月以上避難をしたという事例がありました。最近になって小さな噴火が起こりましたが、今のところ、予想したほどの大きな噴火になっていない。実際に経験されているスバンドリヨさんに、コメントをお願いできますか。

スバンドリヨ：ありがとうございます。避難をしたということに関してですけれども、やはり予測が必要なんです。まず短期予測は観測データにしたがって行います。それがまず一つ。それから避難のマネジメントですけれども、これも短期予測にのっとって、行うわけです。それから三つ目は長期予測ですけれども、これはハザードマップを使って、リスク削減をしていきます。将来に噴火したときにリスクを減らすということをやります。

そしてアグン火山の例でありますけれども、皆さんご存じだと思いますけれども、アグン火山の噴火について私の私見を申し上げます。アグン山のこれまでの噴火規模は、フェーズ3でした。つまり、いずれも大噴火でした。前回の噴火が1963年で、何百人もの犠牲者が出ました。その後、60年ぐらいの休止期があり、昨年9月初めに突如として、また地震活動が再開しました。

前兆現象のデータを見ますと、火山性地震で、これまでの経験から、こういった地震活動が111火山で発生し、そのうち80%はマグマ性噴火に至るが、20%は噴火が起こらないというデータがありました。この確率に基づいて、CVGHM（地質災害軽減センター）はレベル4に警戒レベルを上げましたが、この状況から、命を救うことを重視するという点では合理的な判断だと考えられます。

その判断は、私は間違っていなかったと思いますが、不運な判断でもあったと思います。20%の確率で、もし複数のパラメーターをベースにしたデータがあれば、たった一つのパラメーター、地震データだけではなくて、もっと複数のデータがあれば、より正しい判断ができたかもしれないと思います。

そこで地方政府、市町村と市民は苦情を申し立てたわけですが、私たちに対してです。しかし彼らはその判断が行われた理由も理解していました。もし次回に警告、警戒レベルを出したときに、

マグマ噴火が起こるときに、それが信用されないと非常に困ると思っています。

藤井：どうもありがとうございました。今のアグン山の例は、火山噴火の予知、予測というのがいかに難しいかということを示したものであります。ですが人命尊重を優先すると考えたときには、空振りであっても警報を出すというのが一つのやり方であるし、その精度を高めていく努力も常に続ける必要があるというのが、アグンでの教訓だと思います。

これはどの国でも同じような経験をしたことがあると思いますが、その中のお話で重要だったことは、やはりいろんなレベルでのコミュニケーションを通じて、火山噴火予知は難しいということ、住民の方にも、あるいは登山者にも、あるいは行政の防災担当者にも普段から理解をしてもらっておくということが非常に重要であるということだと思います。

コミュニケーションの問題をずっと考えておられた Ade さんは、今日は学校の生徒にいかん火山防災教育をするということをお話になりましたけれども、さらに火山教育をいろんなレベルで進めるために、どういうことが考えられるのか、何かご意見があったらお願いいたします。

アデ：ありがとうございます。仰るとおり、コミュニケーションはうまく機能させなくてはなりません。科学者はたくさん情報を持っています。しかしその情報をステークホルダーにそのまま渡すことは難しいし、そのまま渡しても情報は十分に伝わりません。それはかえって混乱を来すことになりかねません。ですので、仰るように、火山についてどのように情報を伝達するのかというのは重要な課題です。もちろん危機があるときだけではなくて、火山の休止期間においても適切な情報を伝える必要があると思います。

場合によっては予知が難しい、予測が難しい場合があります。例えば 2014 年、ムラピ山で水蒸気爆発噴火がありました。その数時間前、私たちのチームがムラピ山の山腹におりまして、作業をしていました。また、海外の科学者も一緒にいました。噴火発生の数時間前に観測装置の設置を終わらせて、下山をしたばかりだったんです。ちょうど町に戻った瞬間に、水蒸気噴火が始まりました。火山は安定した状態であると信じていたにもかかわらず、噴火が実際に起こった。私たち火山学者であっても、それがいつ起こるかということが分からなかったのです。それが火山噴火です。

ですので、私たちは正直に、市民に対して情報を伝え、隠し立てをしないことが重要です。確かにここまでは分かっているけれども、そこには不確かさもあるということも伝え、それ以外の要素については、十分な情報が取れていないのでわからないこともあるということも伝える必要があります。このように正直に伝えることによって、今回はアグン山では間違っただけの情報を出したことになりましたが、住民は科学に対する信頼を失うことはないと思います。

ムラピ火山については、幼い子どもたちに対してまず火山とはどういうものかということから教えています。というのは、幼い子どもが火山の理解を深めることによって、火山の日常の活動に何か異常が発生したときに、分かってくれるんじゃないか、子どもたちが学校に行くときに火山を眺めて、昨日と何か違うなということに気付いてくれないか、そういったことを促しています。毎日、子どものときから火山を見ていれば、大人になったときも何か異常があれば、直感的

に分かるのではないかと考えています。

また、火山研究機関の情報とあわせて、いろいろ判断できるようになるのではないのでしょうか。今日はこういう状態で、明日にもし何か異常が起こったらこういうふうにしめようと、判断できるようになるでしょう。これが重要だと思います。

藤井：やはり科学技術は完全ではない、万全ではないということを理解した上で、火山について基礎的な知識を普段から持ち続けることが重要である、それで確実ということはないということも含めて伝えていくことが必要、というお話がありました。

その点については気象庁が今、38の火山で出している噴火警戒レベル、これを普通の方が見ると、確実に噴火が起こる前にはレベルを上げてくれるものと思込んでしまうという恐れがあります。実際にレベルが上がらないうちに噴火が起こったときにどうする、と責められることもありますが、気象庁が、本来は噴火警戒レベルというのはそういう不確定さを含んだものだというのをもう少し世間に向かって、住民に向かって説明することが必要ではないかと思っています。

宮村さん、今までの議論を聞かれて、どうでしょうか。感想でも、あるいは対応策でもいいですが、お願いします。

宮村：今、各国の皆さんが仰ったとおりで、私どもも、先ほどの講演で触れましたけど、年々、観測体制を増やしてきたのは事実で、実際によくいう寝耳に水の噴火が少なくなったという言い方もあるのですが、一方ではやはり噴火というのはいろいろなタイプがありまして、明瞭な前兆現象を伴って噴火する場合ばかりではないということで、今、藤井先生からもございましたけれども、10年前から、気象庁の情報ももう少し分かりやすく伝わる、そして地元の自治体の皆さんが防災対応の判断をしていくことにうまく活用できるようにということで、今の噴火警戒レベルというものの導入に踏み切ったというわけです。

当時はやはり、今、触れられたとおり、レベルを入れる、あるいは警報発表を始めるということとは、もう完全に今後は噴火の予知ができるようになったから始めたんですね、ということをおっしゃることがございましたが、そうではなく、そうありがたいのですが、なかなか噴火予知の技術というのは、そう簡単には進展するものではなくて、観測点を増やせば増やすほど、分からないことも増えているという実態もあります。そういう意味で私どもは、私たちの捉えた異常を過去の事例とか、あるいは現在持っている火山学的な知見に照らして、何とかこの危険の可能性をお伝えして、防災体制に活かしてほしいということでやってまいりました。

今日のお話を伺ってもそうですし、あるいは最近、火山防災協議会というものが法律によって各火山に設置をされることになって、さまざまな検討が始まっていますが、こういう仕組みも含めて、我々の情報が最終的には防災に活かせるということで出しているわけですから、やはり我々自身が、不確定要素の高い情報をいかに地元で使っていただけるのかということ、協議会という場で一緒になってこれから真剣に検討をさらに進めて、どのように活用できるのか、これは山ごとによって違うと思うんです。

富士山には富士山の特徴があるということで、先ほどの原さんからのお話のとおり、非常に大

きな課題を抱えています。我々も何とか普及・啓発、あるいは協議会として具体的に関係する皆さんが日頃からそういった意識で取り組むということも含めて、どのように不確定要素の高い情報を活用できるかということは今後、一緒になって取り組んでいって、そして我々の監視する力も、先生方からの支援もいただきながら少しずつでも高めていきたいと考えているところでございます。

藤井：どうもありがとうございました。これまでいろんな方から、富士山の危機管理に関わる問題について、お話をいただきました。原さんが最初に提示された三つの質問に完全に回答を頂いたということにはならないかもしれませんが、かなりの回答が、皆さんのお話の中に含まれていたと思います。皆さんのご意見を聞かれてどう思われたか、簡単にお話をいただけますか。

原：本当に参考になるご意見をありがとうございました。

さて、三つの質問をさせていただきましたが、1番目と3番目は、リスクアセスメントといえますか、リスクを如何に評価し、住民といかにコミュニケーションを取るか、という観点でした。これについては、不確定性がある事象をいかに分かりやすく伝えるか、これが本当に大事と思いました。特に、不確定な事象であることを踏まえ、「如何なる不確定さなのか？」といったことも含め、行政側の責任として住民に如何に分かり安く伝えていくか、が重要であると感じました。

又、皆さんのお話を伺って、富士山も他の火山も同様でしょうが、「山は生き物である」ことを感じました。近隣住民の方は、生き物である富士山に直に接し、継続的に観察しつつ日々変化を感じている。そこから、科学的な知見のみならず、直感的に分かるものが何かあるような気がします。科学的な知見と併せて、そういった部分も大事にしないといけないと感じました。

2番目は、リスクマネジメントといえますか、オペレーションを如何に行うか、との観点でした。これについては、皆さんの意見を伺って、訓練をしっかりやることが大事と感じました。即ち、まず起こり得る事態のモデリングを適切に行った上で、これら典型的なモデルに応じた訓練を設定する。そして、訓練を実施するに当たっては、その目的や焦点を明確にして訓練計画を作成するとともに、実施に当たっては訓練参加者にその目的を理解させ訓練成果を適切に評価するなど、しっかりとした訓練管理を行う必要があると感じました。

あと、今日余り言及がありませんでしたが、オペレーションの実施についてです。私は自衛隊でオペレーションや訓練をずっとやってきました。やはり、オペレーションというのは難しいです。特に非常時のオペレーションは、錯誤があったり情報伝達がうまくいかなかったりと、本当に難しいです。オペレーションを適切に実施出来る様にする為には厳しい訓練を積まなければなりません。

最後にもう一つ、指揮統制系統を如何に作っていくか、についてです。これについては、情報伝達手段を確保することと、ステークホルダー（関係者）をなるべく少なくすること、が必要です。22日のシンポジウムでも感じたのですが、日本の行政組織は諸外国と比較してステークホルダーが多く、整理していく必要があります。特に、平時の編成と有事の編成は違ってしかるべきだと思います。そういったことも、行政側としてはしっかり考えていかないといけないと思いま

した。以上です。

藤井：どうもありがとうございました。さすがオペレーションの専門家ですので、オペレーションがいかに変かということはよくご承知ですね。

今まで原さんの質問を中心に、富士山の火山防災をどうやっていくかというお話をいただきましたが、第1部では司会者が時間がないからといって、個々の講演に対する質問を、カットされましたので、もし今、ここの壇上にいらっしゃる方のどなたにでも、さらに質問したいことがあったら、挙手をお願いします。マイクを持って行きますので、質問があればお願いします。いかがでしょうか。はい、マイクをお願いします。

質問者：ヤマダといいます。本日はいろいろとありがとうございました。やはり災害時に住民の方々が短時間でしっかりと避難するためには、当然必要最小限の物だけ持って逃げていくというのが重要なことになると思うんですけども、そのときやっぱり一番心配になるのは、留守にしたときの自分の財産というのがいかにして守られるのかということです。このことがしっかりと担保されることによって、避難というのも進んでいくと思うんです。

そういうところへんの、住民の財産というものの管理を、避難をしている間にどういうふうにしていくかということが、まだまだ見えてこないところがあるんですけども、そこらへんはどういうふうに取り組んでいるのか、お伺いしたいと思います。

藤井：どうもありがとうございました。避難時の治安というか、避難した方の財産を、留守宅の財産をどう守るかということに関して、これはマンジョーネさんにお答えいただくのが一番いいかと思いますが。

マンジョーネ：ご質問ありがとうございます。とてもいい質問だと思います。人々の安全は、もちろん計画の中でそちらは考えなければなりませんし、マスター緊急計画というのがありまして、まずは住宅の安全、例えば略奪行為に遭わないようにとか、そのほかのそういう行為に遭わないように、ということが盛り込まれています。

一番いいやり方というのは、例えば避難した地域にはゲートを設けることになるかと思います。リスクエリアの外側に、中に人が入れないようにするゲートを造るのです。出ることはできるけど、入ることができないという、そういうゲートを造るわけです。みんなが避難した後は、今度は警備パトロールがゲートにたって、中に人が入らないようにする。それが一つの解決方法ではないかと思います。

藤井：どうもありがとうございました。ゲートを造るとするのは一つの解だと思いますが、70万人が避難して、それにゲートを造るとするのは結構難しい話ですよ。

これはたぶん福島第一原発の事故で避難をされた後でも問題になった点ですので、引き続きいろんなレベルで考えていただきたいと思います。我々が今、解を持っているわけではないです。そういうことに問題点があるということは、火山防災関わるみんなも重々承知していますので、これから検討していきたいと思います。ほかには。はい。

質問者：山梨県立中央病院のヒノと申します。やっぱり避難が、火山の場合には非常に重要だと

ということですが、実際に避難といってもなかなか簡単にはいきません。特に日本の場合は高齢者の方、何らかの支援が必要な方、いろんな施設に入院や入所されている方がいて、こういう方々を避難させる場合のリスクというのも非常に大きいと考えています。ですので、世界のいろいろなところで、そういう避難計画を作るに当たり、医療にかかわる考慮が計画段階のどの時点から入っているのか、ひとつ教えていただきたいと思います。それが1点。

もう1点は、火山灰の影響です。降灰、ashで水、上水にどのような影響があるかですとか、電気、特に火力発電、あと最近の電子機器、そういうものに対して、火山灰によって実際に障害が起きて、インフラがダウンしたというような事例があるようでしたら、それを教えていただければと思います。以上、2点でございます。

藤井：今の質問はどなたに答えていただきましょうか。ジョリーさん、最初の質問に答えられますか。

ジョリー：やってみたいと思います。いい例は、火山の例ではないのですが、津波の避難の例ですが、避難計画をニュージーランドで作っておりまして、大規模津波の避難計画を考えているところですが、仰ったような点をかなり議論しています。

火山警報の場合は2、3日の余裕があって準備ができる、高齢者や、あるいは入院している方をうまく移動させるということはできるかもしれませんが、でも、津波のような緊急事態で高齢者を移動させることは非常に困難ですし、また、コスト、避難に関わるリスクもあります。ですので、津波という問題に関してはこれが問題視されていて、性急に避難させようとすることによって、交通事故が起こるとか、あるいは実際に津波が最終的に来なかったことになって、それでも人命を失うということになりかねないので、避難リスクと、実際の避難の便益の間のバランスは考える必要はあると考えています。

いろんなインフラに対しての火山灰の影響ですけれども、ニュージーランドにおきましては、例えば南アメリカでの大きな噴火などを参照しながらいろいろと研究を進めています。火山灰がかなり降った場合の脆弱性の分析を行いました。コンピューターネットワークとか空調とか、あるいは高压電線とかに対する火山灰の影響の分析などは行われました。しかし、そのあとで、その影響をいかに軽減するかということを考える必要があります。例えば高压電線での放電事故を避けるためには停電させればよいのですが、今度はそれによってある地域の経済、居住性に不都合が生じるということにもなります。ですから、この分野はまだまだ研究段階で、答えは出ていないところです。

藤井：お答えいただきました。もう時間を実は越えております。まだいろいろと議論したいのですけれども、もともと50分しか用意してありませんので、今日は取りあえず、ここでパネルディスカッションを閉じたいと思います。どうもありがとうございました。

[Panel Discussion]

Coordinator (Toshitsugu Fujii)

We will be starting the panel discussion shortly.

We would like to begin the second part of this symposium, panel discussion. All the speakers who have made presentations already today are panel member, and we have another panel member, Mr. Tomotaka Hara from Yamanashi Prefectural Government Disaster Prevention Bureau. At first, I would like to invite Mr. Hara to introduce himself and also just briefly explain how the Mount Fuji evacuation plan has been established. After his presentation, we would like to begin panel discussion.

Tomotaka Hara

Thank you for introduction. I am Hara from Disaster Prevention Bureau of Yamanashi Prefecture. Just let me introduce myself. I graduated university in 1983 and I joined in the Ground Self-Defence Force (JGSDF). I was appointed as a platoon leader, company commander, regimental commander in infantry regiments. I also worked as intelligence officer in various levels of the headquarters(HQ).

Then last April I retired and moved to the Disaster Prevention Bureau of Yamanashi Prefecture. Currently, I am in charge of disaster response as well as trainings.

The photo you see there is Mount Fuji because I want to explain the evacuation plan for Mount Fuji. This is Mount Fuji, photo taken from Lake Kawaguchi; it's a beautiful mountain seen from Lake Kawaguchi, covered with snow.

This diagram chart shows the eruption history of Mount Fuji after the year 800; there have been nine different eruptions. Recently, we had a 1707 eruption. For the past 300 years, there has not been any eruption, which means that we have few direct data from latest observations or scientific findings. We have few datasets that could actually characterize relations between science and actual eruptions.

These are the photos of phenomena that we assume in Mount Fuji, which includes fissure eruption, pyroclastic flow, volcanic ash flow, lava flow, cinders or ballistics and debris flow. Debris flow will be the secondary disaster after major rain precipitation. There is also the mud flow.

This is the hazard map of Mt.Fuji. Based upon the eruption history for the past 3200 years, we connected all the past craters to come up with this area – Area 1(red area) where crater may occur in the future. Major cinders may reach all the areas that lava flow may reach within 3 hours; pyroclastic may reach within 3 hours, so these three areas are combined together to set Area 2(pink area).

In addition to that, we have Area 3(yellow area); this is the area, which is reachable by lava flow in 24 hours. The Area 4A(light blue area) is the area lava flow may arrive in 7 days and Area 4B(dark blue area); this is the area that lava flow may reach in 40 days.

There was the 1707 Hiei eruption and this shows the ash fall then in 1707. The ash fall was about 50 centimeters high near Mount Fuji. The green area had 10 centimeters ash fall. There was the observation of 2 centimeter high of volcanic ash fall including Tokyo.

The impact would be affected by the size of eruption and wind direction. A lot depends on the direction of the wind at the time. This scale of ash fall is going to disrupt major traffic network we have across this nation, because, now we have highly developed transportation network.

Now let me discuss how we have an evacuation plan. Let me explain these lines. Depending on where the crater may appear, subsequent lava flows may take different paths. There are 17 different path lines drawn here. The areas that are surrounded by these red lines are evacuation lines or areas.

When alert level becomes 3, the access to the mountain will be restricted. The restricted area is equivalent to Area 1. When the alert level goes up, the designated area will be evacuated integrally. Until an eruption occurs in Mount Fuji, we don't

know exactly where a crater may appear; it's very difficult to forecast the location of a crater, so up to the Level 5, evacuation will be conducted in area integrally.

Once eruptions start, the cinders or pyroclastic flow may reach Area 2 immediately, so this area has to be evacuated before an eruption starts. This is one of the very important goals that must be achieved. Once an eruption starts, we know exactly where the location of that crater event is, so we would use corresponding line or two adjacent lines on both sides to evacuate the area. We will expand the evacuation area in phases along the corresponding lines, the area that lava flow may reach within 1 day or in 7 days or 40 days, according to the prediction of the eruption level.

Just one example, this is Line 15; this line here – Line 15, so let's consider how this area can be evacuated. This is a residential area; Fujiyoshida City is included in this residential area. On the Yamanashi Prefecture side, we have the highest density of population here in this city. 'E' represents evacuation, 'P' represents preparation for evacuation.

As you can see in this map, when the alert level goes from 3 to 5, the evacuation needs to be completed in Area 1 and Area 2 (yellow area). Then when a crater appears after the occurrence of eruption, we know exactly where that is, so we can pick a specific line. One line and also the adjacent lines on both sides; three lines will be utilized to evacuate people along these lines.

In the beginning, this is the area (① blue area) that must be evacuated when Level 5 alert is issued, which has a population of 20,000. The next area (② pink area), where the lava flow may reach within 7 days, will be the secondary evacuation area, which has a population of 25,000. The next after the next area (③ green area), will be the third evacuation area which has a population of 10,000, not only in Fujiyoshida city, but also in Nishikatsura town.

This is the outline of the evacuation plan. As I explained, when the evacuation of Area 3 to Area 4 is needed, we only have 3 hours to one-day lead time, therefore, smooth operation is necessary.

We also have many tourists visiting this area. Before the alert level goes up to 3, we have to encourage mountaineers, hikers to evacuate voluntarily. Tourism is an important industry, so right decisions must be made.

I would like to get your feedback on the following questions.

Firstly, before the alert level goes up to 3, when we are providing information on volcanic status, how can we actually encourage hikers and visitors to evacuate voluntarily? What are the ways to encourage them not to climb the mountain?

Secondly, when we need to evacuate tens of thousands of people in a very short time, how can we effectively operate the evacuation?

Thirdly, when the eruption may not occur despite the fact that we elevated the alert level, on what criteria can we decide to lift the evacuation order?

These are three specific questions I would like to pose to the panelist so that we can discuss. Thank you.

Coordinator

Now we have just heard from Mr. Hara his self-introduction and the situation of disaster prevention of Mt. Fuji. I believe he has also presented three questions to the panelists. We only have about 50 minutes for the panel discussion. Within this limited time interval, we also have to receive questions to the presentations from the floor because we could not receive questions in Part 1. I'm not really sure how much we can cover but we will try. Now I would like to ask all the panelists to come up on the stage for the panel discussion.

Now we would like to move on to the panel discussion. I forgot to introduce myself. I'm the Director of MFRI, and my name is Toshitsugu Fujii.

First, the theme of this panel discussion is "What is it that we can learn from Mount Fuji from the cases of foreign countries?" Through Session 1, we have learned about things that we can reflect directly to the disaster prevention in Mount Fuji. We have learned what is it that each country is doing in dealing with mountains that have been inactive for a very long time like Mt. Fuji. We have learned about

New Zealand, Indonesia and Italy. Mr. Hara has presented us with questions, which are quite difficult to answer, I guess. Can we really find answers with the knowledge of current science and technology? Including that, I would like to ask the panelists here for your opinion. The JMA; if they find something happening in the mountain before an eruption, they would issue some information at a point in time when we don't really know if there is an imminent eruption, but we still see some unrest. In this situation, in order to ask tourists and visitors to evacuate voluntarily, how do we do it and can we really do it? On this point, because this is related to the prediction of volcanic eruptions, I would like to ask Dr. Neri first for your opinion.

Augusto Neri

Good afternoon everybody. The questions that have been asked, I think it's extremely important and challenging at the same time. The case we have presented this morning regarding Italy has some similarities with the case of Mount Fuji because also from Mount Vesuvius, it's a long time we do not observe volcanic activities; and the last eruption as I mentioned, was in 1944, so a time where there were not yet fully operating and multidisciplinary monitoring network around the volcano. Basically, and this is true not just for Vesuvius but even more for Campi Flegrei, the nearby caldera. We have never recorded unrest at these volcanoes with the modern techniques so this makes the next crisis, the first time to face such a difficult problem so this is quite similar to Mount Fuji.

The question about, "do we need to call for an evacuation even if we are not sure of an eruption?" Unfortunately, we will have to do that because as I mentioned this morning and my colleague Domenico Mangione clearly illustrated, we have so many people living around the volcano that it will take at least a few days. The plan now are talking about 3 days, 3 days to evacuate about 700,000 people, a much larger number with respect to the number you have here around Fuji. That means that some precaution will be taken. That means that we will need to try to make the best forecast at least 3 days before. For sure we will not be certain that this forecast will be the right one, so there is some uncertainty there and this is something unavoidable but at the same time, I think we need to be cautious and we need to adopt a precautionary approach in order to save the people around. I

think all this is even more complicated if you think that we will not know for sure which will be the eruption that will occur. This is another challenge that modern volcanology is still facing. Very likely from the monitoring signal, we will be able to say if the eruption is going to erupt or not but very difficult. We will give strong constraint on the type of eruption that will occur. That's why the civil protection and the scientific community agree to select somehow a reference scenario quite large, as I mentioned, a sub-Plinian one and to refer to that in case of reactivation of the volcano. Unfortunately, the size of the problems in terms of civil protection is so large that it's not possible to be more flexible.

In the other case, we are dealing with in these days, the Campi Flegrei caldera, that is a much larger volcano, even in that case, it's not clear where the vent will open, so in that case it's very similar to Mount Fuji. In that case also the plan is to evacuate all the people in the caldera but still I think there will be some margin to somehow design the more appropriate evacuation timing, the most appropriate evacuation priorities, given that we hope that the monitoring signals will give us some insight to understand where the vent will open and maybe also which kind of eruption we could expect, but as I said also in my talk, there are major uncertainties that we have to take into account and that means that we need to adopt somehow a precautionary approach.

Coodinator

Thank you very much. Yes, even if we do have uncertainty, we need to persuade people to evacuate. Of course this will be very difficult but in Mount Vesuvius, you are trying to do this and we must do the same in Mount Fuji. Dr. Mangione, I believe you are actually involved in the evacuation strategy. You assume 72 hours before the eruption and evacuating 700,000 people. In order to make this a success, could you tell us that what kind of methods or what kind of tricks you can use to evacuate these many people?

Domenico Mangione

Well, no tricks. The basis must be an emergent coordinated action at all levels so concerning all the stakeholders of the National Civil Protection System. The other important thing that I didn't mention in the presentation is that obviously we could expect some seismic activity before an eruption starts or some other phenomena.

This means that people raise their awareness of what's going to happen or not going to happen, so probably in the orange level, some people could spontaneously evacuate from the area, so this could obviously bring lower numbers when you have to constrain the evacuation in the red level, but the basis for an effective emergency plan to evacuate all these people in such a limited time is obviously a good evacuation route, and you have to have all the stakeholders like transportation, bus transportation owners, rather than railway properties and ferries, they all have to have their own emergency plan to carry out the task of evacuating the people within 72 hours. Obviously, the same have to have the hosting regions to host these people during the days. Regarding instead the matter of the hikers that must be alerted, the large number of hikers that are going on Mount Fuji, maybe during alert level 1, it is the base one right, so maybe inform the people that go on the excursion on what are the probable hazards they can find on the top. Some of the phenomena could not be predicted with precision, for example, the phreatic explosions; so in a certain situation, if you make aware a tourist about what he is going to encounter, could encounter going on the excursion, you make him aware and also could respond better in case of an event and follow the instruction to safely evacuate the mountain.

Another countermeasure I could suggest is to reduce the number of hikers; make the numbers close of the hikers during maybe alert level 2, so in this way, you could have the exact number of people that are on the top, their position, putting the checkpoints at certain heights, and also make them register in order to know which people are and where they are. This could be some suggestion that for example, because we have some similarities on Mount Etna and Mount Stromboli. Obviously, we are talking about two complete different behaviors because they are always active but on Stromboli, we have the volcanological guides that give the information about how many people are with them to our excursion center so they know the position and where they are and how many they are, but still, I know that it is very difficult to deal with tourists that want to see, want to stay and don't bother too much on safety.

Coodinator

Thank you very much. This is a very difficult situation or a difficult issue to tackle with. It is important that ultimately all the mountaineers and tourist operators

need to know Mount Fuji is an active volcano and it could erupt at any moment and they have to know what they need to do once eruption happens. Certainly, this is the issue on education as well that was mentioned in Session 1. It is necessary to provide proper knowledge on volcanoes and eruptions to people. Maybe regarding the first question, these could be the ultimate answers.

In order to evacuate hundreds of thousands of people, what could be the operation optimal for that? This is the second question from Mr. Hara. I believe that was already mentioned by Dr. Mangione. Preparedness is the only thing. Including logistics, we need to make sure we understand the scenario and we prepare according to the scenario, so that could be answer to Question Number 2.

Maybe let's move on to Question Number 3. It is on the situations that the evacuation was made based on the raised level but the eruption did not occur or that the eruption ceased. Under these situations, what criteria can we release evacuation? That was the also very difficult one. Once Mount Usu erupted in 2000, the releasing of the alert level and the evacuation zone was a very difficult issue. We need to understand the active situation of the volcano but that was not easy either. We don't have any black or white answer to the situations. Regarding all these kinds of things, Dr. Jolly, do you have any opinion or observation?

Gill Jolly

Thank you Dr. Fujii. Yes, I've got a few comments on all three questions really. Probably the last question, the one about when you can allow people back into areas. With my experience, that's harder than actually getting people out in the first place because often it's more apparent if something is happening and building up to an eruption and then the time taken to make a decision around allowing people back in is really hard because there is a lot more uncertainty about whether the eruption will continue and at what level. For Tongariro, we had the first eruption in August in the middle of the night and it took 2 months before we allowed people back or until the advice was that the Department of Conservation allowed people back into the area, and then a second eruption occurred in the middle of the day, 3 months later. Fortunately, it was a smaller eruption but that caused concern because the track had been only opened I think 1 or 2 weeks before the tourists were allowed back in and before the eruption occurred, so there were questions about whether the call was made correctly or not. It's always really,

really hard to make those calls. You are trying to balance the livelihoods of people, the economy in terms of the tourists coming to the area as well as public safety.

On the other couple of questions, a couple of observations in terms of evacuations and planning for evacuations, a couple of additional things that could be done in addition to the comments that were already made. I think an obvious one is to be exercising evacuations on a regular basis and I believe an exercise was made at Fuji just recently. Exercise is always very helpful because they always provide answers and show where the problems are in terms of transportation routes or people's human responses.

The other thing that can be done is some research around modeling of evacuations. For Auckland, for example where we have a very busy city, what we've done using traffic modeling scenarios, modeling where spots are that the traffic might effectively become very busy at different times of the day and night. Obviously, if it's the middle of the night, it would be quite a different situation than if it was in rush hour in the middle of the day, so running through models like that can help inform how you can best mitigate some of the issues that might arise in a real situation.

Probably the third comment that I would make in response to the first question about how you encourage people to evacuate or to stay away, particularly the tourists and visitors to the area. With our experience from Tongariro, the track was closed for a couple of months. The things that were done by the Department of Conservation to support that closure were providing alternate activities for the tourists to do, different trails in the area, which were safe. A lot of communication. I think that's probably key to a lot of this and it takes a lot of time and effort. For example, I was involved in a series of workshops with the tour guides in partnership with the Department of Conservation where the Department of Conservation talked about the hazard and the risk and we would talk about what the volcano was doing, so showing that unified front from both the science and the risk managers was really helpful in that situation to inform the guides to let them know why the decisions have been made and that helped them plan their activities around what their businesses were doing, so I guess the key point there is having lots of plans ahead of time about how to do the communications to various different

stakeholders in the community, it takes a lot of time and effort and actually having the people and the resource available to do that is really important.

Coodinator

Thank you very much. Yes, regarding the communication gap, how can we fill the communication gap was also something similar to what you have mentioned in the 1st session. There is no right answer so vis-à-vis possible right answers, we need to make efforts on a daily basis. With respect to that, there was a concrete example that is Indonesia in Bali, Agung Mountain or Agung volcano. The volcanic activity was increased, that is, seismicity increased. As the alert level was raised to the maximum, more than 100,000 people had to evacuate for more than 1 month. There was recently small eruptions recently after 35 days of highest alert level, but the eruption was not as much as big as you anticipated when they ordered evacuation. As you have experienced the situation, Mr. Subandriyo, could you give us some comments please?

Subandriyo

Okay thank you. The key for successful in disaster mitigation, in my experience, there are three things, first depends on the short-term predictions based on the monitoring data. The second is the evacuation management based on the short-term prediction. The third depends on the long-term prediction represented by the hazard map that must be used as a guidance for the risk reduction for the future eruption. Related with the Agung volcano case, I think everybody knows that the volcano currently erupting; this is just my opinion. You know that in the historical eruption of Agung volcano, the magnitude of eruption is always more than VEI (Volcano Explotion Index) III. The last eruption in 1963 caused hundreds victims at that times, so almost 60 years in dormant then suddenly unrest in early September. The recent precursory data that I know that is initiated by distal volcano tectonic swarms. I think this increase in activity occurs suddenly, just a couple of days. According to experience of eruption precursors in many volcanoes in the world, related with precursors of 111 distal volcano tectonic swarms; about 80% of distal volcanic swarms will be ended by the magmatic eruption and 20% of them were no eruption. If the CVGHM takes such a decision to raise up alert level 4, then accompanied by massive evacuation I think it still makes sense in such situation in order to save life in priority; I suppose this decision is not wrong

in my opinion but this is just unlucky decision. You can choose the option for probability 20%, I mentioned above, if you have multi-parameter data, not just rely on one parameter data, for example in Agung volcano, it is just seismic data. This is very difficult to make a right decision, just rely on one parameter data. The case of Agung eruption, as I know the local government and the people of course will complain to us, related with warning, but they understand to our reason to take this decision. Because it is to save a life of the people in priority as mentioned before. However, in the other side, if we make a wrong decision, I think the people will be distrust for the next warning given, when a magmatic eruption will happen. These are my comments. Thank you.

Coordinator

Thank you. This case of Agung volcano is a good example that shows how difficult it is to predict volcanic eruption. If the priority has to be placed on rescuing lives, saving lives, so it could be eventually a false alarm. Certainly, we have to make daily effort to understand volcanoes and to issue proper alert in case of unrest. This is a common challenge, a common experience that every volcanic country may have. What is important is to have multiple communications on different levels and we really have to have citizens, visitors, mountaineers, and decision makers of the government understand how difficult the prediction can be. So the key here would be the constant communication with stakeholders. Now Dr. Ade, you have focused on communication for long time. You have talked today, how you tried to educate the schoolchildren for evacuation from volcanic hazards. In order to promote educations in various levels for better mitigation, do you have any suggestions or comments on that issue?

Ade Anggraini

Thank you so much. Yes I agree very much that the communication should work. If the scientists have a lot of information but these cannot be transferred to the stakeholders or even if we can transfer this to the stakeholders but the stakeholders do not understand our information then it will lead to a disaster, so I really agreed that we have to learn how to communicate about the volcano, not only when there is a crisis but even when the volcano is in a very peaceful phase, for example, because there are some cases that we cannot really predict or cannot forecast sorry, for example like in 2014, there was a phreatic eruption in Merapi

and one day before the eruption, several hours before the eruption, my team was up in Pasarbubar in Merapi flanks with some foreign scientists and just a few hours before the eruption started, we finished our installation and we climbed down and after we reached the city, suddenly we had the phreatic eruption, so this is something that we thought was the peaceful state of the volcano but actually the eruption could still happen, and even us as the scientists, we cannot know exactly when and what kind of eruption it is, so I think it's very important for us to be honest and to be open to the public.

We should tell the public that, yes we know this and there are some uncertainties but also there is other factor that we don't even know that there exists, so by doing this, I think even though we have a fast alarm like we have now in Agung, the public will not lose their trust to us as the scientific institution. What I'm doing in Merapi flank by teaching very young children to start to know about the volcano itself. Actually because we want to gain the understanding of the volcano starting from very young age so they recognize if there is something different from the volcano behavior on a daily basis. For example, I asked the children whenever they go to school just look at the volcano and see whether you offer something different from yesterday, and if you have it every day and you do it from your childhood until you are grown up then you will also develop the instinct that somehow with also going together with the information from the scientific institutions you see that, okay today is calm, tomorrow I see something going on and also the institution said that something is going on so the understanding and communication will go along. I think that's my point. Thank you.

Coordinator

Thank you. Understanding that science and technology are not perfect, we have to educate children with basic knowledge about volcanoes. It is also quite important to tell them there may not be the perfect answer.

Well, JMA is now issuing alert levels for 38 different volcanoes in Japan. Once such system is established, people tend to believe that level will be raised exactly before an eruption starts, but when an eruption occurs before the alert level is raised, people would be mad to JMA. It is important that JMA's alert levels certainly does include some uncertainty and this has to be better understood by the public. I think JMA should communicate more eagerly to the general public about

uncertainties of volcanic alert level too. Mr. Miyamura, what is your opinion? How could we deal with this issue?

Jun'ichi Miyamura

Well we have heard from different countries and exactly as he said and also as I said during my presentation, every year we have been increasing our monitoring capabilities. We don't want eruptions coming out of the blue and we have been able to reduce that. However, there are several different types of eruptions. Some may have very clear precursor activities but some may not and as Dr. Fujii said, since about 10 years ago, the JMA information we tried to make this more easily understood by the general public so that the administration of local governments can utilize that to issue evacuation advisories or orders and that's why we have introduced the volcanic alert levels, but as you just mentioned, when we start issuing these warnings and levels, it seemed as if people took this as if we were now capable of predicting future eruptions. Yes, it would be best if we can do that but eruption prediction technology doesn't suddenly develop like this. The more observation points we have the more uncertainty we have, so what we want to do is to use the unrest data that we now have captured, try to use that and compare with past data so that people can understand and expect what may happen, but as we have heard throughout the day and now the volcano eruption disaster mitigation councils have been established for the volcanoes but in the end, we are hoping that the information that we issue will be utilized for disaster prevention and mitigation, but I think we also need to discuss together at these councils about how the local governments and local people can utilize the information which contains a lot of uncertainty so that people can be saved. Each volcano is different. Mount Fuji is also different from other volcanoes but we are hoping that the stakeholders can understand the characteristics of the data that we are providing and consider how they can utilize the information and data, which contains a lot of uncertainty, to provide information so that people can live and evacuate in a safe manner. Thank you very much.

Coodinator

We have obtained many suggestions and advices from many people about crisis management and Mount Fuji. Mr. Hara has raised three questions at the beginning of this panel discussion. We may not have been able to directly answer all the

questions, but I believe the discussions that we got here contained a lot of the answers. So, now I would like to ask Mr. Hara about your opinion and ask for your comments about what you have heard today.

Tomotaka Hara

Well thank you very much for the very good answers.

I had three questions.

First and third question is about risk assessment and risk communication with the regional public. The uncertainty – the prediction of occurrence of phenomena has a lot of uncertainty. How do we try to explain that in an easy-to-understand way? I think that is the key, so we need to tell people that there is a lot of uncertainty involved here and also we need to tell people what kind of uncertainties they are. Probably that is the role and responsibility of the administration side.

Listening to opinions of the panelists I felt that Mount Fuji and other mountains are all alive. People who live around the mountains are facing the mountain on a daily basis and I think some people can make judgments based on intuition, because they see the mountain on a daily basis. How do you match that with the scientific knowledge that we are gaining? I believe that's another aspect that we need to consider.

The second question is about risk management, about the operation. Listening to opinions of the panelists, I felt that the training is the key issue for the operation. Firstly, to make frameworks of typical and easy-to-understand models and to set trainings according to the models is important. Secondly, for carrying out these trainings, we must have good focuses and goals, planning the trainings to achieve the goals, telling the participants what the goals of the trainings are. And by conducting these trainings, evaluation of the achievements of the training is necessary. These process is called "training management". I felt that good training management is important.

We didn't hear the issue today, about conducting operation. I have been serving in the SDF, the Self Defense Force, and conducted many operations and trainings. Conducting operations are very difficult, especially in an emergency situation. It is

very difficult to convey accurate information. Emergency operations are always difficult so we must cope with many mistakes and errors. We need rigorous trainings for conducting the operations.

At last, we also need the command and control systems, which is very clear and simple. How is command, control and communication going to be carried out? You need to have a clear and simple method for command, control and communication and you need to make sure that you don't have too many stakeholders. In Japan's case, we have too many stakeholders. I also participated in the November 22nd symposium. I tried to make a comparison of different countries, and I believe we need to streamline the stakeholders that will directly be involved. The structure that we have in normal times and emergency times should be different. And as for the government's side, that is the key issue that we need to consider. Thank you very much.

Coodinator

Yes, you are an expert on the operation aspect. I believe you do understand how difficult operations could be. Now so far, we started with Mr. Hara's question and we have considered what should be learned for the disaster and hazard mitigation on Mount Fuji.

By the way, in the first session, we were not be able to accept many questions because of time concerns so if there are any burning questions for the panelists up on the stage, please raise your hand and please wait for the microphone to reach you. Any questions to the panelists?

Yamada

My name is Yamada and thank you very much for the many presentations. Now in a disaster, people should evacuate with the minimum amount of luggage in order to have successful evacuation within a short period of time. However, they will worry about the property which they left on their house. How do you protect their property in the occasion of evacuation? Their property needs to be guaranteed, otherwise it will be difficult to persuade people to evacuate. I would like to know how you are planning to safeguard the property of the residents during evacuation. I believe that is one point which is still not clear for me, so I would like to ask how that is being done.

Coodinator

Thank you very much. How do you secure public order during evacuation so that you can secure and protect peoples' property. That would be the question. I believe this could be answered by Dr. Mangione.

Domenico Mangione

Yes thanks for the question. That is a very good question. The safety for the people that are evacuated must be contemplated inside the emergency plan, so there must be a section of the master emergency plan which concerns the safety of the houses against looting and other actions, and a good way to do this is to obviously make some gates at the outside of the risk areas in order to avoid people going back, so everyone can go out but no one can go back, so from the moment you are sure that everyone is evacuated then you will have patrols that won't let people get in back again. This could be a solution.

Coodinator

Thank you very much, so establishing gates might be one way but you have 700,000 people evacuated and having gates for an area that contains that amount of people may be very difficult. After the Fukushima Daiichi plant incident and the large-scale evacuation after that, it has been difficult to keep strangers out. I believe this is something that many municipalities need to consider. We don't have the answer to this question but we do need to be aware that this is a big problem and the people involved in volcanic disaster mitigation should be aware of that and we are considering that. Any other questions?

Hino

I'm Hino from Yamanashi Prefectural Central Hospital. I agree evacuation is critical in case to ensure mitigation of volcanic disaster. But in Japan, we have many elderly people and the people who need special care, and a lot of people who are hospitalized. There must be a kind of risk in evacuating these vulnerable people. When you make an evacuation plan, how much do you actually consider the medical care that is supplied to people? How much that is considered in the planning of evacuation?

I would also like to know if you have any experience on the actual disrupt of operations of the important infrastructures, such as power plant, or of the fine electronic devices in case of ash fall.

Coodinator

Who should I pose this question to? Dr.Jolly, would you like to answer the first part of the question at least?

Gill Jolly

I? Yes, probably a good example that I have is not volcanoes but it's a tsunami evacuation planning that we have been doing in New Zealand related to a potential for a large-scale tsunami and there has been a lot of discussion around exactly that if we do get warning for a volcano, it's probably a little bit easy if you get 2 or 3 days, you can maybe prepare to evacuate the elderly and the hospitalized, and the people that don't have their own transport is another thing but if you have only a very short amount of time, it's really hard to do that and you have to weigh the cost of the risk of evacuating people for the tsunami. One of the issues that we had is if you raise the alert and you try to evacuate people too quickly then you might actually end up with people in road traffic accidents and even if the tsunami is not going to be realized then actually you lose life anyway, so it's always a bit of a balance between the risk of evacuating versus the actual benefits from evacuating those people.

In terms of the impact of ash fall on a variety of infrastructure, we have done quite a lot of work on that in New Zealand, looking at eruptions from South America particularly, some big eruptions there where there has been ash fall and analyzing the vulnerabilities of things like air-conditioning systems, computer networks, high voltage power lines. A lot of it is understanding what the impacts might be and then having a plan to mitigate that. For the high voltage power lines, for example, shutting those down to prevent the arcing but then of course you have another issue in terms of power to critical areas so it's an active area of research and I don't think we have the answers yet.

Coodinator

Thank you. It's a very difficult question. Thank you for answering these difficult questions. We are actually beyond the time limit. We are allocated only 50 minutes for this panel discussion. I know there are still more questions to be wanted. However, we would like to conclude this panel discussion at this juncture. Thank you very much.

Thank you for your participation. In closing, I would like to invite Mr. Hiroyuki Arai, Deputy Director of MFRI.

【 閉会の挨拶 】

荒井洋幸（山梨県富士山科学研究所 副所長）

司会：長時間のご議論、ありがとうございました。では、最後に閉会の挨拶としまして、山梨県富士山科学研究所副所長の荒井より、閉会の挨拶をいたします。

荒井：富士山科学研究所副所長の荒井でございます。本日は当研究所が主催します「国際シンポジウム 2017」にご参加をいただきまして、誠にありがとうございます。

今回のシンポジウムは、「火山噴火と防災対応」をテーマに開催をいたしました。皆さんご承知のように、2014年9月に御嶽山が噴火しまして、火山の噴火史上で最も多くの犠牲者が出たということで、これを契機に、火山防災対策の重要性や、火山を抱える観光地域において火山との共存をいかに図っていくのかということにつきまして、その後、さまざまな議論、検討がなされてきました。

山梨県におきましても富士山における防災対策に関しまして、多くの方の参加とご協力の下に取り組みが進められてきております。当研究所におきましても常時の観測、監視を行っておりますし、富士山の噴火履歴など、さまざまな研究を行ってきているところでございます。また今後も当研究所としましては、研究の拠点として、その役割を担い、防災、減災のための役割を果たしていかなければならないと思っております。

今回のシンポジウムにおきましては、国の内外の研究者、また、専門家の方々から、各国の実情につきましてお話をいただくとともに、パネルディスカッションにおきましては、「各国の事例から富士山が学ぶこと」をテーマにご意見をいただきまして、世界文化遺産であり、また、活火山である富士山についての、火山災害の減災についての対応策等について考え、また、より理解を深めていくということの目的で開催したところでございます。

多くの皆さまにご参加をいただきまして、いろいろなご意見をいただき、非常に有意義な時間を過ごすことができましたことを、主催者といたしまして深く感謝をいたします。また、大変お忙しい中を貴重な時間を割いてはるばる遠方からおいでいただきました講師の先生方には、素晴らしいご講演をいただきまして、改めて厚く御礼を申し上げます。

このシンポジウムが、お集まりの皆さま方をはじめ各方面におきまして、今後の火山防災の関心をさらに高め、それぞれの火山防災対策にとって意義があるものとなることを祈りまして、閉会の挨拶とさせていただきます。本日は誠にありがとうございました。

司会：シンポジウムは以上となります。お忙しい中をご参加いただき、ありがとうございました。

Hiroyuki Arai

Thank you. I'm the Deputy Director of MFRI. I would like to thank you all for participating in our International Symposium 2017. We are looking at the volcanic eruption and measures for hazard mitigation. As you know in September 2014 Mount Ontake erupted. That took the biggest victim in the history of volcanic eruptions in Japan and that was a severe reminder for us that we try to take volcanic disaster response and tried to coexist with volcanoes. There has been much research conducted. In Yamanashi prefecture, we cooperate with many different stakeholders to try to improve our disaster response to possible Mount Fuji eruption. We have monitoring system by our research institute. We study eruption history as well. Our research institute wants to serve a center of research so that we can best contribute to volcanic disaster mitigation. In this symposium, we had the first class researchers from within and outside the country to discuss volcanic eruption and hazard mitigation. In the panel discussion, we considered what we can learn from foreign experiences. The multiple responses taken in different countries, we were able to learn and also deepen our understanding.

We are very happy so many of you turned up for this symposium and have been able to have this very meaningful discussion. I want to thank the organizer and also want the speakers who have come all the way to come join our international symposium. We are hoping that the symposium is going to give you an opportunity so that you can become more interested in volcanic disaster mitigation so that we can all contribute to better volcanic disaster mitigation efforts. Thank you.

講演要旨集
(Abstract)

活火山における研究、監視、危機管理の相互関係：イタリアの事例から

アウグスト・ネリ

イタリア 国立火山学地球物理学研究所

近年、世界中の活火山近傍において都市や居住地域の拡大が急速に進んでいる。しかし、こうした地域は火山噴火によって生じる人的、経済的損失というリスクと常に向き合わなくてはならない。欧州連合（EU）圏内においても、いくつかの活火山は人口が数百万人にも達する地域に隣接している。こうした火山で噴火が発生すれば、個別のEU加盟国内のみならず、EU全体にも大きな社会的・経済的損失をもたらす可能性が高い。中でもイタリアは、EU加盟国の中でも最も火山噴火に伴うリスクに晒されている国である。

ナポリ市街地の東側に位置する Vesuvius 火山は、将来の噴火発生時には 70 万人もの避難が想定され、100 万人以上が火山灰の降灰被害を被ると推定されるなど、世界で最も危険な火山の一つであると言える。同様に、ナポリの西側に位置する Campi Flegrei カルデラは、カルデラ内部に人口数 10 万人の居住地域が存在し、将来の噴火による潜在的なリスクを抱えている。近年の火山活動度の高まりを受け、Campi Flegrei では 2013 年からアラートレベルが「Yellow」に設定されている（注：火山活動度を示す 4 段階の指標のうち、最も静穏を示す「Green」の次の段階）。

将来発生する噴火に適切に対処するには、活火山の定量的なリスク評価の手法と、データや調査結果に基づく災害管理体制の整備が必要である。

そのためには、以下の事項の開発が不可欠である。

1. 歴史史料の再検討や、新たな野外調査結果の収集などの、異なる手法を含む火山活動評価データの開発と蓄積
2. 時空間的に細かい分解能を持ち、早期警戒システムを含む火山観測網の開発
3. 災害現象に関する斬新な 3 次元数値計算システムの開発
4. 上記の各項目における不確定性の定量化と、災害における脆弱性、暴露に関するデータの効果的な蓄積

イタリアは、Civil Protection System と呼ばれる機構を構築し、火山災害のリスク評価に関連する全ての組織間の綿密な協力を推進してきた。中でも、Dipartimento della Protezione Civile (DPC) と Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) は、10 年ごとに協力協定の見直しと更新を行い、イタリア国内火山の監視業務と火山活動の理解のための観測研究を進めてきた。今回の発表では、イタリアの火山災害に関する基本的な問題と、火山災害に関係する組織や組織間の関係について紹介する。

The complex interplay between volcano research science, monitoring and risk assessment: some insights from Italy

Augusto Neri

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Italy

The potential for great losses of life and economic disruption in violent eruptions has emerged as a reality with the recent rapid growth of human settlements in the vicinity of many explosive volcanoes around the world. Within the European Union (EU) there are a few examples of volcanoes that directly threaten the lives of millions of people and their eruptions could have major socio-economic implications across the EU, as well as for individual countries. Italy is certainly the most exposed European country to this peril. Vesuvius, located eastward of the city of Napoli, is certainly one of the most dangerous volcanoes in the world with over 700,000 people who would need to be evacuated in advance of a future eruption and more than one million who could become significantly exposed to the impacts of volcanic ash. Similarly, the caldera of Campi Flegrei, westward of Naples, contains a few hundred thousand people that are at potential risk in the event of renewed explosive activity at this volcano which, since 2013, it is in an unrest state (alert level yellow).

In order to properly face such situations, quantitative methods for making risk assessments and developing evidence-based planning for disaster management at explosive volcanoes are needed. Such approach requires the development and integration of different methods including updates of historical data and collection of new fieldwork results, development of high-resolution multidisciplinary monitoring networks including early-warning systems, development of novel 3D numerical modelling of the hazardous phenomena, quantification of the system uncertainty as well as the effective integration of hazard data with vulnerability and exposure information.

In order to develop such an approach, Italy has developed a Civil Protection System which foresees a close collaboration between all different actors playing a role in the assessment of volcanic risk. In particular, Dipartimento della Protezione Civile (DPC) and Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) has developed a decennial formal agreement of cooperation aimed to provide a surveillance service of the Italian volcanoes as well as the gain of new knowledge and understanding of the volcanic systems. In this talk I will present the main characteristics of the volcanic risk problem in Italy as well as the nature and relationships of the main institutions dealing with it.

ムラピ山の 2010 年噴火と将来の噴火に向けた災害低減計画

スバンドリヨ

インドネシア共和国 火山地質災害軽減センター

2010 年に発生したムラピ山の噴火は火山爆発指数 (VEI) 4 の大きな噴火であり、1 億 m³ 以上の火山噴出物を放出した。この 2010 年の噴火は 1872 年の噴火に次いで大規模な噴火であった。噴火の始まりの兆しは明瞭に検知され、2009 年 10 月 31 日に火山テクトニックな群発地震を感じ始め、有感地震は 2009 年 12 月 6 日、2010 年 2 月 1 日、6 月 10 日にも発生した。火山性群発地震の発生後は、地震活動は着実に増加していった。やがて EDM (光波測距) による地殻変動データは 1 日あたり数 cm の膨張を示すようになり、2010 年 10 月 26 日の最初の噴火の前日までにはその膨張量は 1 日当たり 50cm までに加速していった。CO₂ ガスの濃度は明瞭な増加傾向を示していた。噴火の 1 週間前に行われたガスの採取では CO₂ 濃度は 30~60% にまで達した。ガスの濃集と同様に加速度的に増加する地震活動と地殻変動は、噴火が爆発的なものになるであろうことを示していた。早期警戒情報は 2010 年 9 月 20 日のレベル 2 から始まり、避難行動が適切に実行できるよう 10 月 21 日にはレベル 3、10 月 25 日にはレベル 4 へと徐々に引き上げられた。にもかかわらず、2010 年のムラピ山の噴火は 398 人の命を奪い、経済損失は 3 億米ドルに上った。

災害リスク軽減の取り組みにおいて管理すべき要素は 3 つある：脅威の根源、地域の脆弱性と許容力である。ムラピ火山においては火山の脅威には 2 つのタイプがあり、1 つ目は来るべき噴火による 1 次災害であり、2 つ目は 2 次災害としてのラハールである。ムラピ山周辺は人口密度やその地域の資産にもかかわらず被害を受けやすい。ゆえに「ムラピ災害危険区域図」を参照しながら減災を意識した都市計画によって火山周辺地域の脆弱性を管理する必要がある。被災予想地域の自治体当局と住人の許容力を強化するために、定期的且つ持続可能な災害対応訓練が行われている。

ムラピ火山の噴火史に基づけば、噴火の方向は主火口の開口方向に支配されているようである。一例として、ムラピ火山の 1930/1931 年噴火 (VEI 3) では火口の開口は西側の Lamat 川へと向かった。1930 年から 2001 年までに起こった噴火は 20 回を超え、そのほとんど (90%) の噴火は南西側に進行した。噴出方向で例外的なものは 1954 年から 1957 年に起きた噴火で、火砕流が北側へと流下した。

ムラピ山の 2006 年噴火からは噴出の方向が西南西から南、ほぼ Gendol 川方向へと変わり始めた。それよりも遥かに爆発的な 2010 年噴火では直径 400 m 以上の火口を南側へ形成した。噴出方向が火口の開口方向に支配されると仮定すれば、この先 100 年のムラピ山噴火では南側に脅威が及ぶであろう。ムラピ山 2010 年噴火後の復興再建プログラムでは、被災地に住む人々の移住が完了している。その移住方針は 2007 年の都市計画第 26 法及び災害管理第 24 法の制定によるこの地域の都市計画の変更を反映している。都市計画方針の追措置として、ムラピ国立公園内の国家戦略区に関する大統領令 2013 年第 70 法が制定され、これは将来のムラピ火山噴火による災害リスク軽減に向けた地方自治体の詳細な土地利用計画を含む都市計画の基本となる。

The 2010 Merapi Eruption and disaster risk reduction strategy for future eruption

Subandriyo

Center for Volcanology and Geological Hazard Mitigation, Indonesia

Eruption of Mt. Merapi 2010 is a large eruption with Volcano Explosivity Index (VEI) 4, which producing volcanic material > 100 million M³. The eruption of Merapi 2010 was the largest eruption since 1872. The initial symptoms of the eruption were well detected, beginning with the emergence of the volcano-tectonic swarms felt on October 31, 2009 and repeating on December 6, 2009, February 1, 2010 and June 10, 2010. Since the occurrence of volcanic swarms, the seismic activities have been increasing consistently. Meanwhile, deformation data, measured using EDM, also began to show inflation a few centimeters per day, and accelerated up to 50 cm / day before the first eruption on October 26, 2010. The concentration of CO₂ gas shows a significant increase. Sampling gas conducted a week before the eruption, the concentration of CO₂ gas reaches 30% - 60%. The accelerated increasing of seismic and deformation, as well as high gas concentration, indicates the eruption will be explosive. Early warning started level II on September 20, 2010, level III on October 21, 2010, and level IV on October 25, 2010 decided gradually, so that evacuation could be carried out properly. However, the 2010 eruption of Merapi has still caused 398 lives and loss of property reaches 300 million US\$.

In disaster risk reduction efforts, there are three factors that need to be managed: source of threats, vulnerability and capacity of communities. There are two types of volcanic threats in Merapi, firstly primary hazards of future eruption and secondary hazards of lahar. The around Merapi was very vulnerable area, considering the population density and the value of the asset in it. Therefore it is necessary to control the vulnerability through spatial planning based on disaster mitigation, where the Map of Disaster Merapi Prone Area can be used as a reference. In order to strengthen the capacity of the community, both officials and communities living in prone areas, regular and sustainable program for disaster management training and practicing are carried out.

Based on the history of the eruption of Merapi, the direction of the eruption is controlled by the main crater opening. As an illustration, the eruption of Merapi in 1930/1931 with the scale of VEI 3, formed a crater opening leading to Lamat river, western sector. The eruption occurred since 1930 to 2001, there have been more 20 times, the direction of the eruption mostly (90%) lead to the southwest sector. The deviation of the direction of eruption in the period occurred in 1954-1957 where the pyroclastic flows lead to the northern sector.

Merapi eruption in 2006 began to change the direction of eruption from the sector of the west-southwest to the south sector, and dominant to the Gendol river. The further explosive eruption 2010 forms a crater with diameter > 400 M and opens to the south. Assuming that the direction of the eruption is controlled by the direction of the crater openings, so the future Merapi eruption in the next 100 years will be threatened to the south sector. Therefore, in the rehabilitation and reconstruction program post Merapi eruption of 2010, the relocation of the people who live in affected areas has been done. The relocation policy as a consequence of changes in spatial plan of the region, as regulated in Law no. 26/2007 on Spatial Planning and Law No. 24 on Disaster Management. As a follow-up of spatial planning policy, then issued Presidential Regulation no. 70/2013 on the National Strategic Area of Merapi

National Park, as a reference for the detail land used spatial plans for local governments in order to reduce disaster risk due to future Merapi eruptions.

“翻訳”で要点を見失わないための取り組み： ニュージーランドでは、科学者と政策決定者間の言葉の隔たりをどのように埋めているのか？

ジル・ジョリー

ニュージーランド GNSサイエンス

ニュージーランドにおける地質災害の監視は、GeoNet プロジェクトを通して GNS サイエンス（地質核化学研究所、通称 GNS）によって行われている。GeoNet は、2001 年にニュージーランド地震委員会（通称 EQC）と GNS が提携して設立された。その主な目的は、EQC の再保険料の引き下げに向けて、地質災害をより良く理解するために必要なデータを提供することであった。しかし、地球物理（また地球科学）的な国内計測ネットワークに関する知覚価値は、市民防災・緊急管理部門や一般市民の期待を膨らませる結果となった。最近では、ニュージーランド政府は GeoNet のリアルタイム性の強化に追加資金を投入した。

過去 10 年以上、GNS 職員は多様な地質災害に対処してきた。代表例としては、2010-2011 年カンタベリー地震、2012-2013 年トンガリロ山・ホワイト島噴火、2016 年カイコウラ地震が挙げられる。これらの災害対応経験を通じ、現地、地域、そして全国といった 3 つのレベルでの主要政策決定者への科学的アドバイスの伝達が、成果を得るために重要であったと言える。本発表では、主にトンガリロ噴火の対処事例を取り上げるが、より最近のカイコウラ地震発生時・発生後のアドバイス提供についても振り返る。

これら各事例では、我々は多様な方法や手段を用いて、どのように自然科学と政策決定者の隔たりを埋めるかを学んできた。今後は、動的環境におかれた災害時要援護者やインフラへのリスクを軽減するために、災害前・災害時および災害後に自然科学が効果的に使われるための研究を進める必要がある。

Trying not to get lost in translation: how do we bridge the language gap between scientists and decision-makers in New Zealand?

Gill Jolly

GNS Science, Wellington, New Zealand

In New Zealand, monitoring of geological hazards is undertaken by GNS Science (GNS) through the GeoNet project. GeoNet was established in 2001 as a partnership between the NZ Earthquake Commission (EQC) and GNS. GeoNet was established primarily as a means of providing data to inform better understanding of geological hazards so that EQC could reduce re-insurance premiums. However the perceived value of a national network of geophysical (and geochemical) instrumentation, has resulted in growing expectations of both the Civil Defence and Emergency Management sector and the general public. Most recently, the NZ government has provided additional funding to boost the real-time capability of GeoNet.

Over the last 10 years, staff in GNS have responded to multiple geological hazard events, most notably the Canterbury earthquakes (2010-11), the Tongariro and White Island eruptions (2012-3) and the Kaikōura earthquake (2016). Through this series of events, the communication of science advice to key decision-makers at local, regional and national level has been key to successful outcomes. In this presentation, I will focus mostly on the response to the Tongariro eruptions, but I will also reflect on the more recent provision of advice during and after the Kaikōura earthquake.

In each of these cases, we have learned how to bridge the gap between science and decision-makers, through using a range of methods and tools. There is still more work to be done to ensure that science can be used effectively before, during and after a hazards event to reduce the risk to vulnerable people and infrastructure in a dynamic environment.

火山防災における大学の役割

アデ・アングライ

インドネシア共和国 ガジャ・マダ大学 数学自然科学部 物理学科

火山は繁栄をもたらすが危険もはらむ自然現象である。活動的な火山の近くに住むことは多くの人、特に子供（社会の中での弱者）にとって、とても挑戦的なことである。しかし、火山そのものをよく理解することは災害への備えと減災対策の重要な助けとなる。

学校というコミュニティーは一般的に二つの問題を持つ。一つは防災に対する教育の機会が限られていること、そしてもう一つは減災に対する情報を取得することが難しいことで、それがステークホルダーの災害に対する認識のレベルを低くする要因になっている。一方で大学は火山をはじめとするほとんどの自然災害についての優れた科学的な研究が行われている場所である。メラピ火山についての研究成果はこの場合災害への備えと減災対策という形で社会に還元されるべきである。

2017年3月、ガジャ・マダ大学（UGM）と山梨県富士山科学研究所（MFRI）は独立行政法人国際協力機構（JICA）をスポンサーとし、メラピ火山周辺のいくつかの小学校をターゲットとする減災プロジェクト（DRP）を発足させた。ガジャ・マダ大学では教育、研究、そしてコミュニティーの発展の3つの役割を受け持つ。UGM-MFRIの3年間のプロジェクトはこの3つの側面すべてが関わる形で行われる。このプロジェクトの終わりには生徒がメラピ火山の特徴とその災害や噴火に関する危険性を述べられ、さらには地震などによる観測がどのようにメラピ火山の活動を捉えることができるのかや、緊急事態にはどのように避難を行えばよいかを考えられるようになることを期待している。このトレーニングの間に、私たちは小学校の先生や生徒に火山の基礎的な概念を教え、どのように科学者が学校に設置された地震観測網を使ってモニタリングを行い、火山噴火の危険が迫った時にどのように動くかを示していきたい。プロジェクトの1年目である2017年はマゲラン県のカリブニン、カニシウス・プロンタカン小学校、そしてスレマン県のグラガハルジョ小学校という3つの小学校がターゲットに選ばれた。2017年の9月までに各学校で教師と生徒に対してトレーニングが二回ずつ行われる。2017年12月には地震計の設置と別のトレーニングが行われる。2018年と2019年にはさらにいくつかの小学校を加えていく予定である。

The role of university in volcanic disaster risk reduction

Ade Anggraini

Physics Department, Faculty of Mathematics and Natural Sciences Universitas Gadjah Mada, Indonesia

A volcano is a natural phenomenon that brings prosperity yet potentially pertains danger. Living close to an active volcano can be very challenging for most people, especially for children (as one of the vulnerable groups in the society). A strong disaster preparedness and risk reduction, however, must also be supported by a good understanding of the volcano itself.

School communities in Indonesia generally have two problems: limited disaster prevention education opportunities and limited access to information or knowledge that cause a low level of disaster awareness among its stakeholders. Universities, on the other hand, is a place where the most of the sophisticated scientific works to understand natural phenomena such as volcanoes are conducted. Findings and results from the scientific works on Merapi volcano should flow towards the benefit of society, in this case as disaster preparedness and risk reduction.

In March 2017, Universitas Gadjah Mada (UGM) and Mount Fuji Research Institute (MFRI) sponsored by JICA started a Disaster Risk Reduction (DRR) project targeting several primary schools around Merapi. UGM requires its academics to perform three aspects; teaching, research, and community development. The MFRI-UGM 3-year project links all three aspects required for UGM's academics mentioned above. At the end of this project, we expect the pupils can define: the characteristics of Merapi volcano, the hazard and risk of Merapi eruption, define how seismometer as a scientific instrument can monitor Merapi activity, and the procedure to evacuate accordingly during Merapi crisis. Through training series, the project will show the primary school pupils and teachers some basic concepts of volcanology, the way geoscientists monitor an active volcano through school's seismometers network, and how to react during a volcano crisis. For 2017 (year 1), 3 primary schools have been chosen as training target; SDN Kalibening and SD Kanisius Prontakan, both at Magelang District, and SD Glagaharjo at Sleman District. Until the end of September 2017, each school has received 2 trainings for teachers and pupils. Other trainings will be conducted in December 2017 together with the installation of school's seismometer network. More schools will also get involved in this project in 2018 and 2019.

イタリアにおける火山のリスク：予防，軽減と管理

ドメニコ・マンジョーネ

イタリア 国家市民保護局

イタリアでは、現地住民にとって大きな脅威となりうるような活動的な火山地域が、国土のかなりの割合を占めている。およそ 200 万人におよぶ人々が、溶岩流や降下火山灰、火山泥流、火砕物密度流、および津波を引き起こすような地滑りといった火山噴火の影響にさらされうると推定されている。このような理由から、危機的な状況下おかれた際にリスク管理の助けとなるリスク予防の拡大およびリスク軽減に対する活動を通じて火山のリスクを減らすため、市民保護（国家レベルと地域レベル）と科学コミュニティの間で長年にわたり密な交流を築いてきた。

このような枠組みの中で、イタリア国家市民保護局（DPC: the Italian National Civil Protection Department）は、イタリア首相令の承認の下、科学機関や大学（Centri di Competenza）と協定やプロジェクトを締結し、これによりイタリアの火山地域の監視および観測に対して責任を負っている。その中で、国内法令によって明確に認定され、24 時間、週 7 日（すなわち常時）監視の責任を負っている唯一の機関であるということから、イタリア国立地球物理学火山研究所（INGV: National Institute of Geophysics and Volcanology）は関連した役割を担っている。主要な火山に関する問題の場合、DPC は国家最高科学顧問団である Commissione Grandi Rischi からの助言を活用することも可能である。

本講演では、DPC、Centri di Competenza および地域市民保護（Regional Civil Protection）の間における役割や関係について、これまでに構築してきた、噴火警戒レベルに則った、火山活動の場合に効果的な行動選択を助長する手順に焦点を当てて話を要約する。

Volcanic risk in Italy: prevention, mitigation and management

Domenico Mangione

Volcanic risk unit, Italian National Civil Protection Department, Italy

Italy has a great concentration of active volcanic areas which impose a great threat to the local population. It's estimated that almost 2 million people could be affected by the effects of a volcanic eruption such as lava flows, ash fallout, lahars, pyroclastic density currents and landslides triggered tsunamis.

For this reason a strong interaction between civil protection (national and local level) and scientific community has been built up through the years, in order to reduce the risk by increasing prevention and mitigation actions which will facilitate the management during crisis situations.

In this framework the Italian National Civil Protection Department (DPC) holds several agreements and projects with scientific institutions and universities (Centri di Competenza), recognized by a Prime Minister Decree, which are responsible for the monitoring and surveillance of the Italian volcanic areas. Among these, INGV (National Institute of Geophysics and Volcanology) has a relevant role since it's the only one which is clearly identified by a national Law and is responsible for the 24/7 surveillance. In case of major volcanic issues the DPC can also take advantage of the advice of the Commissione Grandi Rischi, which is the national highest scientific advisory group.

This talk will summarize the roles and relationships between DPC, Centri di Competenza and Regional Civil Protection, focusing on the procedures which have been built up, based on volcanic alert levels, to facilitate the adoption of effective actions in case of volcanic activity.

日本の火山監視と防災情報

宮村淳一

気象庁地震火山部火山課

日本には 111 の活火山があり、毎年平均で数火山が噴火を発生しています。気象庁では、火山災害を軽減するため、4つの火山監視・警報センターが全国 111 の活火山の活動状況を監視しています。これらのうち、活動的な 50 の活火山については、噴火の前兆を捉えて噴火警報等を的確に発表するために、地震計、傾斜計、GNSS、空振計、監視カメラを火山近傍に設置し、関係機関（大学等研究機関、地方自治体・防災機関等）の協力も得て、24 時間体制で火山活動を観測しています。この他の火山も、定期的あるいは必要に応じて、火山機動観測班が現地に出向いて観測を行い、活動状況を把握しています。

現在、38 火山では、地元の火山防災協議会などとの共同検討を通じて、警戒が必要な範囲を踏まえて防災対応等の取るべき行動を 5 段階に区分した指標である、噴火警戒レベルを運用しています。

講演では、気象庁の火山業務について詳しく説明するとともに、富士山の火山観測体制や火山活動の現状についても紹介します。

Volcano Monitoring and Disaster Prevention Information in Japan

Jun'ichi Miyamura

Volcanology Division, Seismology and volcanology Department, Japan Meteorological Agency

There are 111 active volcanoes in Japan and several volcanoes erupt each year. For volcanic disaster mitigation, the Japan Meteorological Agency (JMA) operates 4 Volcanic Observation and Warning Centers to monitor the activity of 111 active volcanoes in Japan. Among them, 50 more active volcanoes are continuously observed by JMA with seismometers, tiltmeters, GNSS, low-frequency microphones and high-sensitivity cameras in cooperation with other relevant organizations such as universities, laboratories and local municipalities in order to detect precursors of eruption and issue volcanic warnings appropriately. For other volcanoes, JMA dispatches a volcanic mobile observation team to investigate the state of volcanic activity regularly or as necessary.

As of 22 November 2017, JMA has applied Volcanic Alert Levels to 38 volcanoes out of 50, which are the indices divided into 5 classes based on the disaster mitigation measures in the target areas, through coordination with local Volcanic Disaster Management councils.

In the lecture, JMA's operations on volcanoes will be explained in detail. The volcanic observation system and the current state of volcanic activity for Mt. Fuji will also be introduced.



山梨県富士山科学研究所公開講座

C-01-2018

山梨県富士山科学研究所国際シンポジウム 2017
「火山噴火と防災対応」 報告書

2018年3月発行

編集・発行

山梨県富士山科学研究所 国際シンポジウム 2017 実行委員会

〒403-0005 山梨県富士吉田市上吉田字剣丸尾 5597-1

TEL : 0555-72-6211

FAX : 0555-72-6204

<http://www.mfri.pref.yamanashi.jp/>

県産材利用促進



この印刷紙には、山梨の森林認証材も利用活用されていますので、
森林環境保護・水質保全等の支援に役立てられます。