

R-01-2009

YIES Conference Report

山梨県環境科学研究所国際シンポジウム2008  
報 告 書

ツーリズムと気候  
---観光気候学への招待---

平成20年度

山梨県環境科学研究所  
国際シンポジウム2008実行委員会



R-01-2009

YIES Conference Report

**山梨県環境科学研究所国際シンポジウム2008  
報 告 書**

**ツーリズムと気候  
---観光気候学への招待---**

平成20年度

**山梨県環境科学研究所  
国際シンポジウム2008実行委員会**

カラー図版 (図番号は本文に対応)

観光気候学の最近の進歩について

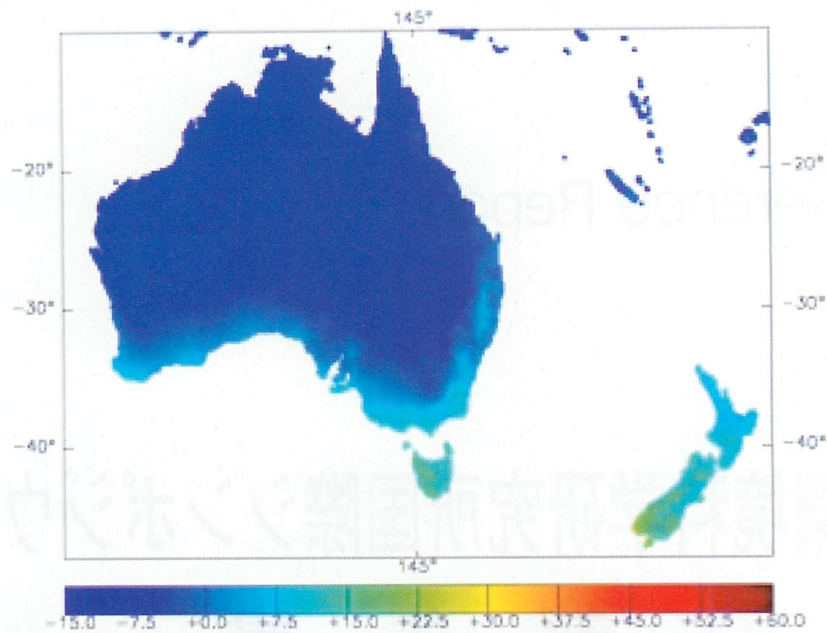


図9 予測平均温冷感 (PMV) と温度感覚スケール (TSN) が0になるのに必要な気温の変化 (1月)  
晴天時の正午の条件で算出 (オーストラリアのブリズベンでは-8°C、ニュージーランドのオークランドでは+1°C)

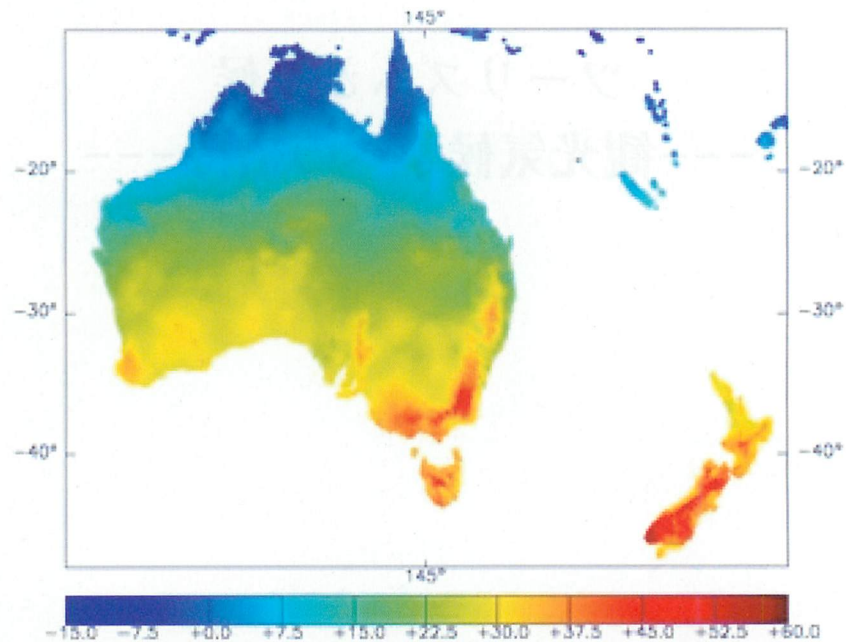


図10 予測平均温冷感 (PMV) と温度感覚スケール (TSN) が0になるのに必要な気温の変化 (7月)  
晴天時の正午の条件で算出 (オーストラリアのブリズベンでは+5°C、ニュージーランドのオークランドでは+13°C)

ヘルスツーリズムの生物気候学的背景---ポーランドの試み

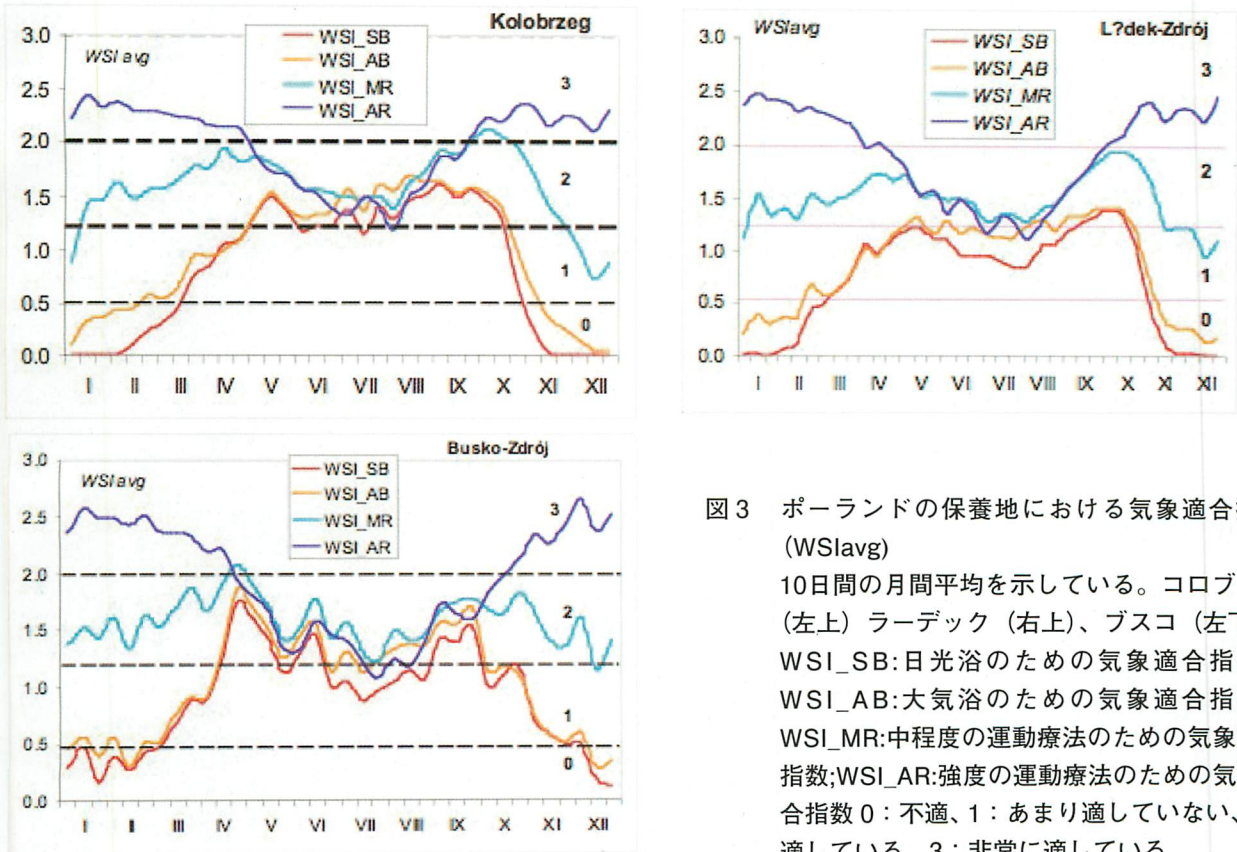


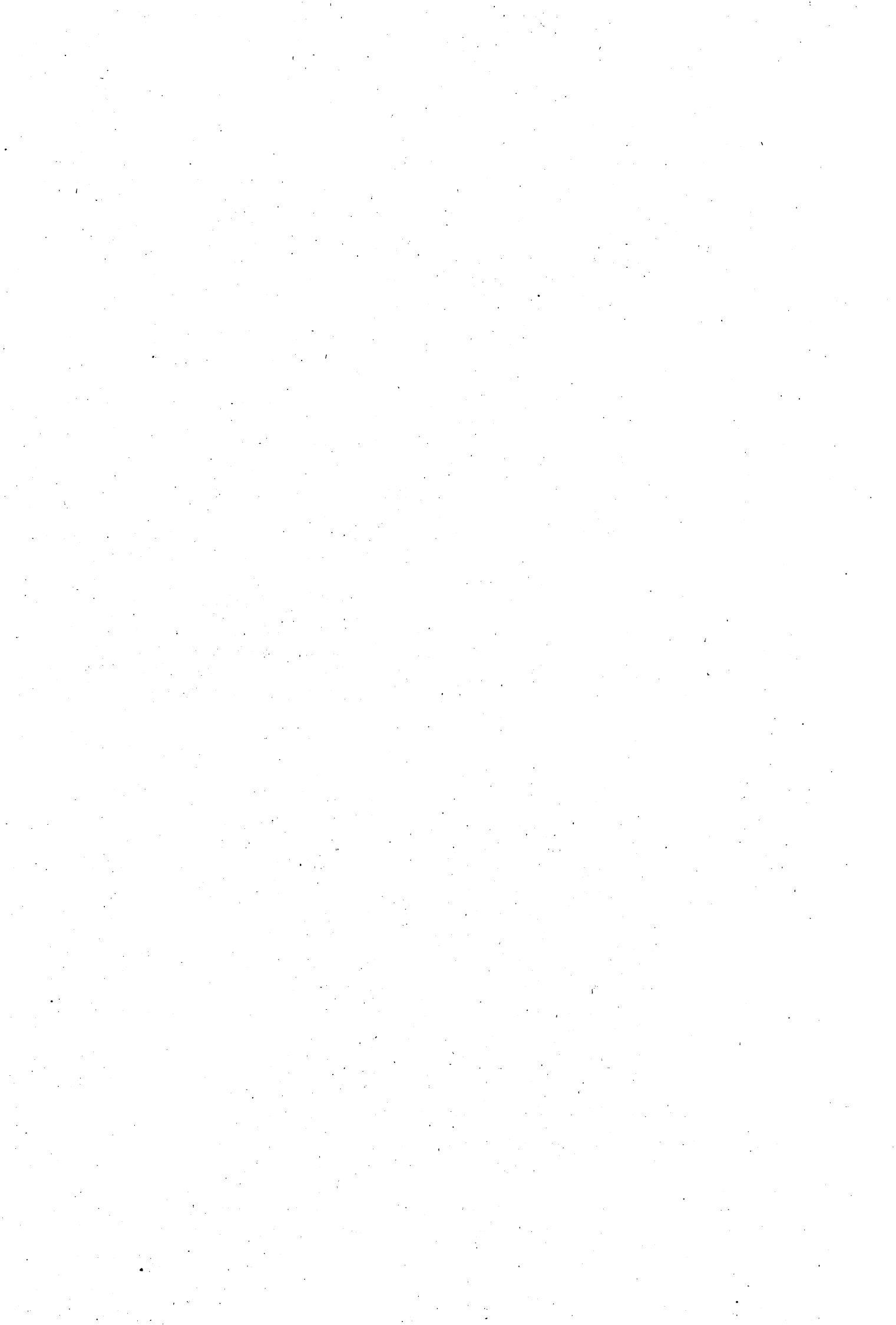
図3 ポーランドの保養地における気象適合指数 (WSIavg) 10日間の月間平均を示している。コロブレグ (左上) ラーデック (右上)、ブスコ (左下) WSI\_SB:日光浴のための気象適合指数; WSI\_AB:大気浴のための気象適合指数; WSI\_MR:中程度の運動療法のための気象適合指数; WSI\_AR:強度の運動療法のための気象適合指数 0: 不適、1: あまり適していない、2: 適している、3: 非常に適している

森林の利用と健康



図1 山梨県の衛星写真

Image processing and map production by YIES. The original Landsat/TM data is owned by the United States Government, and was provided by the Space Imaging EOSAT/NASDA.



## はじめに

近年、環境や健康を強く意識することで人々のライフスタイルが変化しています。そのため、人々の休暇の過ごし方や観光のあり方も変わりつつあります。森や高原、湖水や温泉など豊かな自然資源に恵まれた山梨県では、これらの資源を活かして、今までにない休暇の過ごし方や観光のあり方を提案しようとしています。そのためには、森や高原などの環境が人の心と体に与える影響を明らかにしておく必要があります。さらに、心身に影響を与えるさまざまな環境とその影響を受ける人々の活動との関わり合いを総合的に評価することが必要となります。そのための評価基準や評価手法を確立し、より快適で健康的な余暇活動に結びつけようとする試みが国内外で活発に行なわれるようになってきています。

このような背景から、「ツーリズムと気候——観光気候学への招待——」を主題として、平成20年9月に山梨県環境科学研究所国際シンポジウム2008を開催しました。このシンポジウムでは、健康の維持・向上を目指す人々の活動とその活動の場となる環境との関わりを総合的に評価する“ものさし”を作るための手法づくりや、作成した“ものさし”をどう地域に適用していくのかについて、ポーランド、ロシア、ニュージーランドにおける最新の事例をそれぞれの国の専門家が紹介し、合わせて山梨県の森や高原で得られたデータも紹介しました。シンポジウムでは、参加者からの発言も相次ぎ、熱心な討論が行なわれました。

この度、シンポジウムでの講演内容を報告書として出版するにあたり、地域の自然の優れた点を外に向かってどうアピールしていくか、そして健康の維持・向上を目的に地域を訪れる人々にその時々季節や気象に合わせた観光メニューをどう提供していくかを考える上で、本報告書に記載された各国での取り組みが参考にされるとともに、本県における研究の今後の成果にも注目していたできれば幸いです。

平成21年2月2日

山梨県環境科学研究所国際シンポジウム2008実行委員会  
実行委員長 細田 久

# 目 次

はじめに

「観光気候学の最近の進歩について」

クリス・ド・フライタス (オークランド大学、ニュージーランド)…………… 1

Recent Developments in Tourism Climatology

Chris R. de Freitas (University of Auckland, New Zealand)…………… 11

「山梨における気候と観光」

北村 眞一 (山梨大学)…………… 23

「ヘルスツーリズムの生物気候学的背景---ポーランドの試み」

クリシュトフ・ブラチェク (ワルシャワ大学、ポーランド)…………… 28

Bioclimatic Principles of Health Tourism---Polish Experience

Krzysztof Blazejczyk (University of Warsaw, Poland)…………… 35

「森林の利用と健康」

永井 正則 (山梨県環境科学研究所)…………… 44

「準高地における運動と健康」

小山 勝弘 (山梨大学)…………… 49

「旅行者のための温度適応ストレス指標の応用---ロシア極東地域における応用例」

エレナ・グリゴリエワ (ロシア科学アカデミー極東センター、ロシア)

クリス・ド・フライタス (オークランド大学、ニュージーランド)…………… 52

Application of Acclimatization Thermal Strain Index for Tourism

(On The Example of the Russian Far East)

Elena Grigorieva (Institute for Complex Analysis of Regional Problems, Russia),

Chris.R. de Freitas (University of Auckland, New Zealand)…………… 56



## 観光気候学の最近の進歩について

クリス・R・ド・フライタス（オークランド大学地理、地学及び環境科学部、ニュージーランド）

### 歴史的概観

観光気候学は、30～40年の歴史を持っている。初期の観光気候学やリクリエーション気候学の研究は、1960年代から1970年代にかけての“観光革命（Lamb, 2002）”の時期に始まった。気象観測ネットワークの拡充や気候学の研究に政府が資金を投入したことで、応用気候学者たちが、急成長していた観光業やリクリエーション業を含めた幅広い経済分野に、気候がどのような影響を与えるかを研究できるようになった。初期の研究活動は、1970年代後半にピークを迎え、その後下火となった（図1）。この時期の研究は、観光やリクリエーションを企画する過程で、気候学的情報がいかに有益であるかを示すことに主眼を置いていた（de Freitas, 2003）。

1990年代の初めに新たな展開が始まった。この時期の研究が目指していたことは、以下の7項目に整理することができる。

どのような気候関連情報が、旅行者や旅行者に求められているのかを明らかにする。

- 1) 気候が観光業へ与える影響を明らかにする。
- 2) 気候や気象が目的地の選択に与える影響を明らかにする。
- 3) 人々が、観光の時期や目的地を選択する際に、どのような基準で気候関連情報を使っているのかを明らかにする。
- 4) 観光業者に対して、どのような形で気候関連情報を提供したらいいのかを明らかにする。
- 5) 気候のあらゆる側面を統合する形で、観光気候指標を開発する。

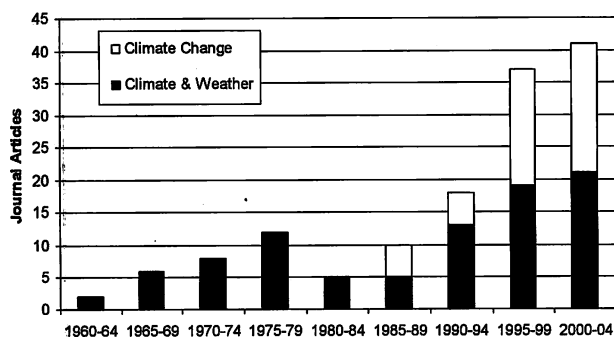


図1 発表論文数（1960年から2004年まで）

観光と気候変動に関する論文（黒塗りつぶし）と観光と気候に関する論文（ハーフトーン）。Matzarakis et al., *Advances in Tourism Climatology*, 6-10 (2004) より引用

- 6) 旅行に伴う適応ストレスも含めて、気候療法を確立する。

最近では、地球規模の気候変動を視野に入れた研究が加わってきた（図1）。これらの研究は、以下の4領域を含んでいる。

- 1) 観光やリクリエーションの制限要因としての気候や気象の可能性についての研究
- 2) 気候や気象が観光に与える影響の研究
- 3) 観光業に与える気候や気象の経済的影響についての研究
- 4) 気候変動へ旅行者や旅行者がどう適応しているかについての研究

このようにして見てくると、過去10年にわたって研究領域や研究手法が多面的になってきたことがわかる。さまざまな学問領域の研究者が、新たな展望と手法を持ち込むことで観光気候学の研究はますます発展し、真に学際的な学問になってきている。

### 国際生気象学会“気候・観光・リクリエーション部会（CCTR）”の役割と貢献

観光気候学とリクリエーション気候学に興味を持つ研究者たちの数が年々増加し、意見交換や情報交換の場が求められるようになったことから、1999年にシドニーで行われた第15回国際生気象学会において“気候・観光・リクリエーション部会（CCTR: Commission on Climate, Tourism and Recreation）”が設置されることになった。CCTR設立の中心となったのは、オークランド大学（ニュージーランド）のクリス・ド・フライタスとフライブルク大学（ドイツ）のアンドレアス・マツアラキスであった。設立の目的は以下の2つであった。

- a) 研究者と観光の専門家との間で観光気候学とリクリエーション気候学の最新の知見について意見を交換すること
- b) CCTRの将来に向けた可能性と役割を探ること

ここ10年間の観光とリクリエーションについての研究は、CCTRの主導により発展し、国際ワークショップも3回行われた。

3回行われた“気候・観光・リクリエーション”の国際ワークショップの第一回目は“目指すべき道：The Way Forward”を主題に、2001年10月に北ギリシャのハルキデキで行われた。このワークショップには、13カ国から気候学、温度快適性、熱バランスのモデル化、気候変動のインパクト評価、観光の企画とマーケティング、都市計画、景観計画、建築学、紫外線の影響などの分野を代表する参加者があった。このワークショップの発表論文集は、“Proceedings of the First Workshop of the Commission on Climate, Tourism and Recreation”として出版された（<http://www.mif.uni-freiburg.de/isb/>）。

このワークショップでは、以下の3点が表明された。

a) 観光は世界で最も大きな産業のひとつであり、かつ急速に発展している。

b) 多くの地域で、観光は最も重要な収入源である。

c) 気候は観光資源として重要な要素である。

さらに、このワークショップでは、今まであまり知られていなかった次のようなことについても言及された。

a) 気候が観光に与える影響、または観光に占める役割

b) 気候が商業ベースから見た観光に与える経済的側面

c) 観光の時期や目的地を決定する際に、人々が気候関連情報を取捨選択する基準

さらに、参加者たちの間で、従来の研究が、気候と観光との関係を、観察者と観察対象との関係で検証するという点で十分でなかったという共通の認識がなされた。

このワークショップでは、注目すべき研究テーマとして以下の7つが選定された。

・旅行者や旅行産業にとってどのような気象関連情報が求められているか

・気候が旅行者と旅行産業に与えるインパクトの違い

・気候や気象が目的地の選択に与える影響

・人々が、観光の時期や目的地を選択する際に、どのような基準で気候関連情報を使っているのか

・観光産業に対して、どのような形で気候情報を提供すべきか

・観光分野で必要とされる気候情報な何か

・気候のあらゆる側面を標準化されたデーターを基に評価し、かつその有効性を十分に検証された観光気候指標を作成すること

ワークショップの参加者たちは、将来の研究の方向が、観光の企画者や観光産業に携わる人々、旅行者自身の要望に大きく依存するという点で合意した。このような要望が何かを見極めることが、最優先されるべきである。観光産業における企画と決定に役立つ情報を環境中から汲み上げ評価することが、観光気候学の進歩につながる。旅行者自身への対応としては、インターネットの利用拡大などを視野に入れて、目的地の選択に及ぼす気候の影響などに焦点を当てるべきである。対応の内容としては以下のような項目が挙げられる。

・観光施設の営業期間

・休暇でどこに行くか

・いつ休暇を取るか

・休暇で旅行をしなければ、何をするか

・地域の気候が期待できるものであるという旅行者向けのキャンペーン

・気候が変化する可能性

・現地での活動に及ぼす天候の影響、事前に知っておけば希望する活動ができる目的地を選択できる

・現地の気象予報

・現地の気象条件を旅行者に知らせるサービス

・目的地の気候イメージに影響する気象情報

・現地の気候への旅行者の期待と実際の気候との差を埋めるための援助

・来訪者を獲得するためのマーケティングの方法

第2回CCTRワークショップは、2004年6月にクレタのコリンバリーで開催された。このワークショップの内容は“Advances in Tourism Climatology (Matzarakis et al., 2004)”としてまとめられ、ホームページ (<http://www.mif.uni-freiburg/isb/ws2/report.htm>) を通じて無料で入手できる。第3回目のワークショップは、2007年9月にギリシャのアレキサンドロポロスで行われ、22カ国からの参加があった。このワークショップの内容は“Development in Tourism Climatology (Matzarakis et al., 2007)”としてまとめられ、ホームページ (<http://www.mif.uni-freiburg/isb/ws3/report.htm>) を通じてダウンロード可能である。第3回目の報告書は、その題名が表しているように、CCTRの活動とイニシアティブにより急速に発展している観光気候学の分野で行われている研究の広がりを示すものである。ワークショップの参加者は、第1回目の25人から第3回目には40人と確実に増え続け、観光気候学の発展性を示している。第1回目と第2回目のワークショップの報告書は、気候変動に関する政府間パネル (IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change) の第4回評価レポート (2007) にも取り上げられている。さらに、CCTRは国際気象機関 (WMO: World Meteorological Organization) の気候と観光についての専門部会 (ETCT) による用語集にも取り入れられている。このことは、CCTRが国際的専門家集団として認知されたこと、そしてETCTのような国際機関によって観光気候学の研究を進展させる必要が認められたことを示している。これらのことにより、CCTRの業績と研究レベルが国際的に評価されたと言える。

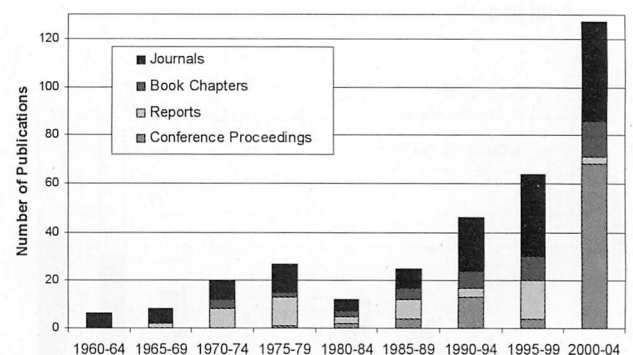


図2 観光気候とリクリエーションに関する文献数 (1960年から2004年まで)

国際生気象学会“気候・観光・リクリエーション部会 (CCTR)”が創設されてから文献数が急増している。Matzarakis et al., *Advances in Tourism Climatology*, 6-10 (2004) より引用

## 地球規模の気候変動

近年、気候変動に関する研究が行われているが、それらは人為的に引き起こされた気候変動が、観光に影響する気候資源にどのような変化を起こすかに焦点を当てている。気候変動に関連して発表されたたくさんの論文を見れば、このことは明らかである。しかし、関心が高い割に、進展はあまり見られていない。「観光に及ぼす気候変動の意味は何か？」という問いに答えようとするとき、仮定されているような最悪の“人為的気候変動”が起こったとしても、気候の年較差や10年単位で見た気候変動と比べるとその変動幅は小さいという事実を知っておくことが必要である。自然に起こる気候変動によって観光のための気候資源が、どのような影響を受けるかについての研究はほとんどなされていない。次のふたつの疑問が残されている。1) 寒冷化は温暖化より悪いのかどうか？ 2) 人類の活動とはまったく別に、世界規模で気候は常に変化し続けている。とすれば、われわれは何をすべきなのか？

## 研究の最前線

観光は世界最大の産業であると同時に、最も急速に発展している産業である。観光の発展から得られる経済効果は巨大なものである。地域の観光資源の基盤をなしているのは気候であるということは広く認識されている。しかし、ある地域が観光に適しているかどうかを決める際に気候が果たす役割については、自明のことと思われるかもしれない、あまり議論されていない。この点を議論するためには、気候をアメニティのための資源として捉え直す必要がある。

観光のための気候という概念は、気候により左右される資源の質を快—不快の軸に沿って並べることから始まる。このことで、気候を観光の側から評価される資源として捉えることが可能となる。このようにして、気候を定量化が可能な指標とすることで、観光を経済面やアメニティの面から取り扱うことができる。しかし、そこには大きな問題もある。例えば、観光に“理想的な条件”、“好適な条件”、“容認できる条件”、“受け入れ不能な条件”をどう定義付けし分類するのか、ある場所を訪れるのに最適な時期はいつなのか、どんな服装や持ち物が必要なのか、どのような気候災害や異常気象が予想されるのか、などである。気象および気候に関して明確に定義された用語を適切に用いて、これらの問題に答えなくてはならない。現在のところ多くの研究は表面的で、気候と観光との関係を想定しているのみで、しっかり観察され検証されたものではない。しっかり定量化されていない測定手法を用いたり、現地での調査を行わず2次資料に依存した研究などが行われている。

以上のことから、気候情報は個人または観光産業と天候や気候とを関連させる形で提供されるべきである。平

均的な情報ではなく、実際に起こった事（または現実の条件）についての情報が提供されるべきである。平均的な情報というのは、生理学的にも心理学的にも意味を持たない。旅行者は気候環境がもたらす総合的な作用にตอบสนองするのであるから、統計的な気象データや2次的な気候指標は環境条件の指標として常に信頼できるとは限らない。例えば、ある気温の下で人が感じる温度条件は、風や湿度、日照、その人の活動レベルなどによって修飾されたり相殺されたりする。

## 観光気候の諸相と単位指標

気候環境と戸外でのレクリエーション活動が楽しく行えるかどうかは、その場での気候条件の諸相に関わってくる。観光気候の諸相とは、1) 温度環境、2) 物理環境、3) 美的環境の三つである(表1)。気候に及ぼす温度環境の影響は、4つのステップから評価される。A) 生体の温度状態に影響する物理的要因の統合：環境にさらされる人体と気象要因を含めた環境の機能的要因のにも含まれなくてはならない。環境要因には、気温や湿度、風、日照、赤外線放射及びその他の物理的要因が含まれる。人体側の要因としては、代謝率や姿勢、被服の状態などが含まれる。B) 人体への正味の温熱効果を適切に記載するための指標の選定：この指標はきちんとした生理学的背景を持っている必要がある。C) 人体の温度状態とそれを温度感覚として表現する心理条件との関連を明らかにすること。D) 知覚された温度感覚の点数化と温度環境中での満足度のレベルに基づく温熱指標の作成：この指標の作成は、快—不快軸上で分類された個人の反応を特定するためであり、これが気候条件の好ましさを測る物差しとなる。

表1に挙げる物理環境は、温度感覚と並んで直接的及び間接的に人の満足度に影響を与える雨、雪、強風などの気象要素を示している。例えば、強風は旅行者に、携行物をしっかり持ったり気にしたりするなどの不都合を感じさせたり、飛んでくる砂粒やゴミなどによる不快感を与えたりする効果をもっている。他の物理的要素は、降雨(期間)や降雨日数(頻度)、氷、雪、荒天、空気の質、紫外線量などである。

気候に左右される資源としての美的要素は、クローウェ、マッケイ、ベイカー(1973)によって命名された“美的自然環境(aesthetic natural milieu)”のことである。美的要素の中には、視程や日光、雲の状態、日長などの気象要素が含まれている。このような枠組み(表1)を用いて、ド・フライタス(1990)は、使う人の感覚や満足度の観点から、観光気候を評価し点数化する情報を提供する方法について研究を行った。

表1 観光気候資源の諸相 (de Freitas, 2003)

観光気候の諸相	意味	インパクト
<b>美的</b>		
日照／曇り	体験の質	楽しみ、場所への嗜好
視程	体験の質	楽しみ、場所への嗜好
日長	利便性	明るい時間の利用
<b>物理的</b>		
風	不快感	所持品、砂、ゴミの飛散
雨	不快感、魅力	湿り気、視程と楽しみの減少
雪	ウインタースポーツ／活動	スポーツなどの活動への参加
氷	危険	人への傷害、物品の破損
極端な気象	不快感、危険	上と同様
空気の質	不快感、危険	健康、アレルギー
紫外線	危険、魅力	健康、日焼け、熱傷
<b>温度</b>		
気温、風、日照、湿度、 赤外光、代謝率の総合効果	温度快適性  治療的、治癒的	環境ストレス 生理的ストレス 低体温 高体温 治癒力

これまでに述べたように、気候の役割は複雑である。気候はさまざまな側面を有している。それらの多様な側面がどう絡み合ってくるのかが、観光にとって意味のある気候情報となる。そのため、気候評価を指標化することが求められている。これまでに、観光と気候との関わりを単一の指標に統合して、簡便に説明しようとする試みが多くなされてきた。しかし、これらの試みには共通して以下のような弱点があった。

- ・研究計画が研究者の主観的価値判断に寄りすぎていて、現地調査が行われておらず、測定値の意味付けが2次資料によってなされている。
- ・気候資源のひとつかふたつの側面のみを取り上げて研究がなされている。
- ・提案された指標が、観光気候の全体像を表していない。このような理由から、国際生気象学会“気候・観光・リクリエーション部会 (CCTR)”は理論的裏づけがあり、実証もされ、かつ実用的な新しい指標を導入することを勧告した。これが観光のための気候指標 (CIT: Climate Index for Tourism) が作成される契機となり、今年 (2008) ド・フライタスにより指標作りが終了した。

この指標作りでは、すべての観光活動を網羅するのではなく、いくつかの活動を取り扱う手法を採った。CITでは、特に気候条件に影響されやすい観光とリクリエーション活動に焦点を当てた。これらは、海岸での活動と保養地での活動、水を使った休暇 (S3観光) の三つである。満足度と嗜好を直接測定する手法を採っている。手法は次の二つである。

海岸での現地調査

- + 調査時点の気象条件での満足度が調査できる。
- + 詳細な気象条件が記録できる。
- 調査時点で現地になかった人は、気象条件が異なったため調査対象としなかった。
- 異文化要因が混入する可能性 (Morgan et al., 2002) がある。

条件設定をした調査

- + 仮想的な気候条件の範囲での嗜好や満足度を調査ができる。
- + 異文化要素の混入をコントロールできる。
- 回答者が仮想的な気候条件の小さな変化を区別する能力があるかどうか不明である。(そのため、

われわれは大きく条件を変えて調査をした。)

十、一は手法の性質を示す。十は適、一は不適を表している。

CITは、観光とリクリエーションのために、気候や天候を嗜好性を軸として点数化する指標であり(図4)、次のように定義される。

$$CIT=f [(T, A) \times P] \quad (1)$$

変数T(温度要因)、A(美的要因)、P(物理的要因)はCITを決定する環境要因である。しかし、Pが一定値を超えると、他の要因の影響は見えなくなる。(図3)。Tは、人体と環境との間のエネルギー収支を表している。Tは、人体と環境とに関わる、放射熱、対流(風)による熱放散、蒸散(発汗)による熱放散、人体をめぐる赤外線放射、代謝熱(活動レベル)などの変数を統合する既存のモデルによって求めることができる。Tは、エネルギー値(Cal)で表示することもできるが、CITではアメリカ空調学会(ASHRAE: American Association of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers)による標準9点法による温度感覚(TSN)スケール(表2)によって表示することになっている。Aは空の状態の美的表現であり、快晴から曇天までの10段階で表示される。Pは物理的要因で、強風(秒速6メートル以上)と降雨(3mm以上、または、1時間以上の降雨)の閾値である。Pが強風か降雨のどちらかの閾値を超えると、Pのみが満足度に影響を与える因子となる。温度要因と美的要因は組み合わせられて、1点から7点までの気候満足度を求める気候類型として使われる(表3)。

CITにより、日照や温度、雨や風といった3S観光にとって重要な気候要因を評価してみた。現地調査の結果、これらの気候要因のすべてが重要であることがわかった。日照と快適な温度が特に重要である。それぞれの気候要因の重要度を図5に示している。重要度の順は、

温度と日照が最も高く、次に雨のないこと、最後に風のないことである。風のないことの重要度の評価が最もバラツキが大きかった。このことは、現地での気候条件を評価する際に、すべての人が風の強さを決定要因として重視しているわけではないことを示している。

3S観光のための最適条件を見出すため、現地調査に次いで条件設定をした調査を行った。同時に、物理的要因がどのレベルを超えると温度要因や美的要因の影響を排除して、CITの決定要因となるかを検討した。最初に、美的要因について分析した。その結果、大部分の回答者が完全な晴天より薄曇りを好むことがわかった。これは、ド・フライタス(1990)の結果と同様であった。図6は、回答者の26%が雲のない条件を好むのに対し、回答者の67%は空の25%が雲で覆われた条件が理想的であると評価していることを示している。回答者の大多数(83%)は微風条件が理想的と受け止めていた(図5)。回答者の多くが海浜を離れるのは、手荷物に風が吹き付けるようになり、ビーチタオルや飲食物に砂が付着するようになった時であった。

表2 アメリカ空調学会(ASHRAE)による温度感覚スケール(TSN)

温度ストレスに対する人の評価を快適?不快の軸で評価している。Fanger(1970)によって開発され、広く世界中で用いられている。

温度感覚スケール	コード
非常に暑い	+4
暑い	+3
暖かい	+2
やや暖かい	+1
どちらでもない	0
やや涼しい	-1
涼しい	-2
寒い	-3
大変寒い	-4

温度要因(T)と美的要因(A)、物理的要因(P)は、さまざまな組み合わせで観光気候類型を形成し、1(最悪)から7(最良)の7段階で順位づけされる。調査から得られた中央値や平均値を、表3のマトリクス中に入れると、全体の傾向がわかる。表3から、理想的な条件(CIT=6~7)は、“暖かい”か“やや暖かく”、“快晴”か“薄曇り”であることがわかる。容認できる条件(CIT=4~5)は、温度感覚(TSN)が“暑い”と“どちらでもない”の間で、空の50%以上が雲で覆われる条

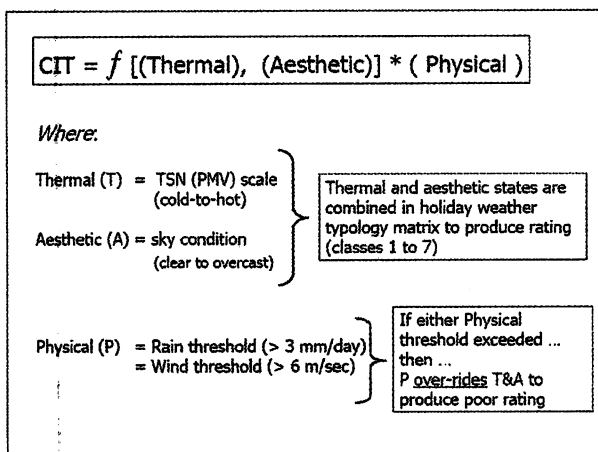


図3 観光気候指標(CIT: Climate Index for Tourism) (de Freitas et al., 2008)

件であった。極端な条件は順位を下げる。秒速6メートル(22m/h)以上の風、または30分以上の降雨がその条件であった。1時間以上続く雨、または秒速6メートル以上の風がある時は容認できない最低条件(CIT=1~2)となった。

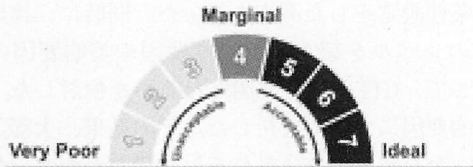


図4 観光気候指標(CIT)と気象条件への満足度(de Freitas et al., 2008)

Very Poor: ひどい、Marginal: 中間的、Ideal: 理想的

観光気候指標(CIT: Climate Index for Tourism)の特徴についての要約

- ・環境の持つ多面性を、温度要素と美的要素、物理的要素の三つから総合的に評価できる。
- ・物理的要素(風と雨)の果たす決定的効果を評価できる。
- ・マトリクスで表現することで、個人差を吸収できる。
- ・同一日内での解像力がある(確率評価や予報ができる)。
- ・説明が容易である(7段階での評価)。
- ・一般の気象情報が利用できる。
- ・調査により有効性が実証されている(次のステップとして異文化要素の評価などを予定している)。

旅行者に対してCITは、1)任意の日の任意の目的地に

表3 観光気候指標(CIT)を決定する3要因

温度要因(T)と美的要因(A)、物理的要素(P)を示す。温度要因(T)は、温度感覚スケール(TSN)で表している。詳細は本文参照。(de Freitas et al., 2008)

温度感覚スケール [T]	雲 (≤40%) [A]	雲 (≥50%) [A]	雨 (>3mm または >1時間持続) [P]	風 (≥6m/s) [P]
非常に暑い(+4)	4	3	2	3
暑い(+3)	6	5	2	4
暖かい(+2)	7	5	2	4
やや暖かい(+1)	6	4	1	4
どちらでもない(0)	5	3	1	2
やや涼しい(-1)	4	3	1	2
涼しい(-2)				
寒い(-3)				
大変寒い(-4)				

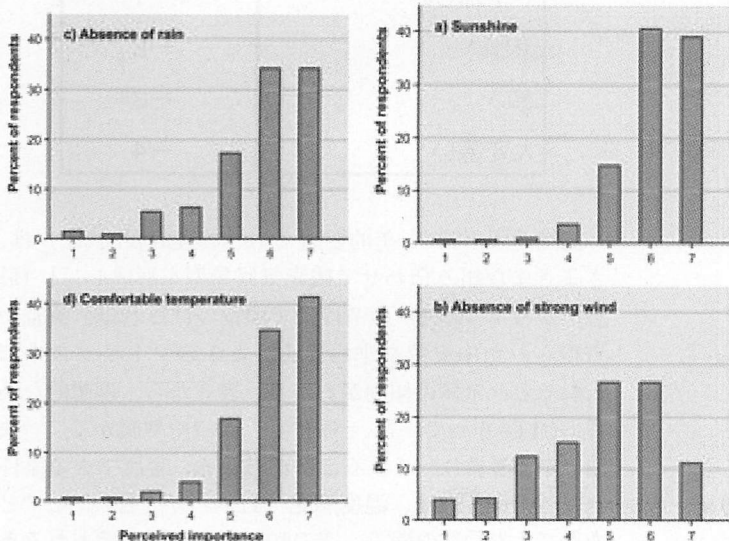


図5 環境条件と観光気候指標(CIT)

日照条件(左上)、無風条件(左下)、無降雨条件(右上)、快適温度条件(右下)。縦軸は回答者のパーセントを、横軸は図4に示す観光気候指標(CIT)の気候満足度を示す。(de Freitas et al., 2008)

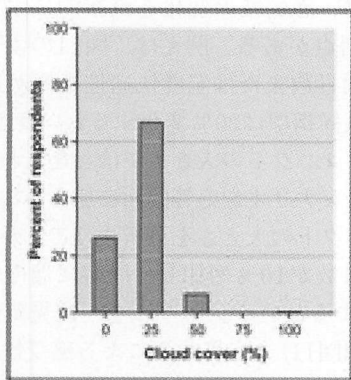


図6 最適な空の条件  
縦軸は回答者のパーセントを、横軸は雲の状態（空が雲で覆われる割合が0、25、50、75、100%）を示す。（de Freitas et al., 2008）

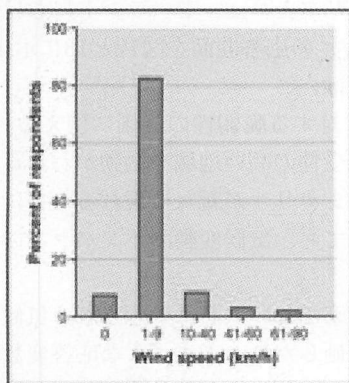


図7 最適な風の条件  
縦軸は回答者のパーセントを、横軸は風速を示す。（de Freitas et al., 2008）

おける気候情報をわかりやすく、目的に合わせて提供することができる。2) 休暇期間中の滞在地における気候条件の満足度について確率的な情報を提供できる。3) 休暇の目的地を選択する際に、そこで何をするかという目的から見た気候条件を比較検討するための情報を提供できる。観光産業に対してCITは、1) ある目的地における気候資源の質をマーケティングの手段とすることを可能とする。その際、他の目的地との差異を強調できるし、オフシーズンであっても気候が十分満足できる場合には観光を推奨することで経済的な季節差を解消できる。2) 年間を通じて気候情報を発信することで、旅行者が目的地に対して抱く画一的な期待や過剰な期待をなくし、旅行者が失望することなく再度その目的地を訪れるような仕組みづくりを可能とする。

研究者に対してCITは、気候が観光とリクリエーションに占める資源的価値を測るための手段を提供する。CITを用いることで研究者は、気候変動が起きた場合に気候の資源的価値がどのように変わるかを知ることが

きる。われわれは、現在の気候条件がどう変化すれば、気候の持つ資源的価値がどう変わるかを知る必要がある。そして、気候変動が起きた場合、気候資源の分布が地理的にどう変化するのか、また、新たな観光地が生まれるのかどうかについても調べることができる。このことは、次に述べるような観光気候研究における感受性評価法の開発に結びつく。

### 感受性評価

気候変動のインパクトを評価するために現在用いられている方法には、いくつかの問題点がある。将来の気候を予測するための基本的手法として一般循環モデル（GCM: General Circulation Model）がある。しかし、このモデルは地球規模の平均的な変化を示すだけで、地域レベルで見れば精度が粗すぎて不正確である。また、このモデルでは10年後、20年後というようにある時点での結果が示されるだけで、気候変動への対策を立案するのに必要な変化過程に関する情報が得られない。さらに、いくつかの重要な変化量の取扱について信頼性に欠ける。このような問題点があるにしろ、一般循環モデル（GCM）によって示される将来の気候の諸相は良いものとは言えず、近い将来良くなるという予測もない。そこで気候変動が及ぼすインパクトの大きさを予測する手法が必要とされた。ここから、感受性評価手法の開発が始まった。感受性評価手法には二つのアプローチがある。一つはトップダウンの手法で、この手法では一般循環モデル（GCM）による気候変動予測の結果に基づきインパクトを評価する。この手法を用いた研究は多い。しかし、一般循環モデル（GCM）による気候変動予測にはいくつかの異なるシナリオがあり、その中のどれを採用するかによって評価結果は異なる。また、先に述べたように一般循環モデル（GCM）自体の信頼性は高くない。第2のアプローチは、ボトムアップ的の手法を用いる。この手法では、気候変動に対する感受性を評価するのに、地域的な気候変動の規模がその地域の環境や社会にとって適応可能なものであるかどうかを問題にする。

環境中の温度要素と身体的条件（着衣、代謝率、活動レベル）とを総合した効果は予測平均温冷感（PMV: Predicted Mean Vote）やアメリカ空調学会（ASHRAE: American Association of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers）による温度感覚スケール（TSN: Temperature Sensation Scale）によって表現でき、温度ストレスに対する快・不快に基づいた人の評価を定量化することができる。予測平均温冷感（PMV）と温度感覚スケール（TSN）は、温度指標として広く使われている。生理的等価温度（PET: Physiological Equivalent Temperature）は、生体と環境とのエネルギー収支に関するすべての要素を総合して、有効温度（Effective Air Temperature）の指標となっている（図8）。

観光の目的地を選択する際、温度環境要素や一般に魅力的と思われている気候要素などが果たす役割は大きい。自然のものであれ、人為的なものであれ、気候変動はこのような要素に影響を与える。確かなこととは言えないが、将来の気候が悪い方向に変わっていくと仮定してみよう。その変化の意味は、気候変動に対して全体としての気候条件がどのくらい影響を受けやすいか、すなわち気候条件の感受性に依存して決まる。例えば、平均1℃の気温上昇があったとしても、もともと気温が高く、日照が多く、高湿度で風の弱い場所では、その変化はほとんど意味を持たない。一方で、もともと気候条件があまり良くなく、観光シーズンが短いような場所は気候感受性が高く、ほんの少しの温度条件の変化でも非常に大きな影響を受ける。このことをさらに理解するため、2種類の信頼できる手法を使って、いくつかの世界的な観光地の気候感受性を評価してみた。これらの手法を使うと、予測平均温冷感 (PMV) と生理的等価温度 (PET) として結果が表すことができる。評価には、1961年から2001年までの高精度の月別および地域別データをを用いた。気候変動に関する政府間パネル (IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change) で予想されているいくつかのシナリオに沿って評価を行なった結果、気候条件が温度変化のみから予想されるよりも大きな影響を受けることがわかった。このことは、特に夏期に顕著であった。冬期には、予測平均温冷感 (PMV) では1ポイントから2ポイントの上昇、または生理的等価温度 (PET) で5℃程度の上昇という結果であった。全体的に、気候変動のインパクトの大きさは、気温のみからでは適切に評価できないことがわかった。図9から図12までを見れば、気候変動に対して感受性の高い場所や観光のための気候条件の変化の大きさがわかる (図9、10は口絵参照)。

### 感受性の応答局面分析

感受性の評価に応答曲面 (Response Surface) 分析を適用することもできる。今回用いる応答曲面は、二つの予測変数に対するある応答変数の感受性を2次元的に表したものであり、ふたつの気候要素 (図11では降雨日数と温度快適性指標) に対する応答変数 (図11では観光気候指標、CIT) をグラフ上にプロットすることによって得られる。応答変数と気候との関係は変換関数と呼ばれ、蓄積されたデータを検定したり、経験的モデルを構築することで求めることができる (de Freitas, 2005)。応答変数は、それぞれの予測変数によって影響を受ける。応答変数は、その変化をパーセント表示してもあまり意味がなく、グラフ中には等値線として表示される。応答変数とふたつの予測変数のすべてを絶対値で表す方法と、図11のように気候要素 (予測変数) を気候変動がない場合を基準とした相対値で表す方法とがあ

る。後者には、感受性の変化を直接的に示すことができるという利点がある。例えば、図11のような表示をすると、降雨日数または温度快適性指標が10%変化すると、観光気候指標は20%変化するというような形で、気候変動のインパクトの大きさがはっきりわかる。

気候変動のシナリオを応答曲面に加えることで、気候変動のインパクトの大きさを分析することができる。例えば、降雨日数が10%増加し、同時に温度快適性指標が20%増加するというシナリオを、観光気候指標から評価できる (図11)。応答曲面による感受性変化の分析はわかりやすい。今後、気候変動のシナリオが変わったり、新しいシナリオが現れても、応答曲面分析によって対応できる。応答曲面分析の持つこのような利点は、気候の専門家でない人たちが環境計画や環境政策を立案する目的で、気候変動のインパクトを評価する際にも役立つ。

オーストラリアとニュージーランドにおける予測平均温冷感 (PMV) の応答曲面を図12と13に示す。

感受性評価は、

- ・気候変動に対する脆弱性の評価に使える。(気候変動に対して感受性の高い地域や活動がわかる。)
- ・気候変動のシナリオが新たに現れるたびに、分析をやり直さなくても、気候変動のインパクトの大きさを評価できる。
- ・気候の専門家でない人が、予想される気候変動のインパクトを評価したり、さまざまな応答変数が変わることのメリットやデメリットを評価したり、そのための対策を立てたりするのに役立つ。

### REFERENCES

- de Freitas, C.R. 1990. Recreation climate assessment. *International Journal of Climatology*, 10, 89-103.
- de Freitas, C.R., 2003: Tourism climatology: evaluating environmental information for decision making and business planning in the recreation and tourism sector. *International Journal of Biometeorology*, 48 (1), 45-54.
- de Freitas, C.R., 2005. The climate-tourism relationship and its relevance to climate change impact assessment. Chapter 2 in C. Michael Hall and James Higham (eds), *Tourism, Recreation and Climate Change*, Channel View Publications, Clevedon, NY, pp. 29-43. ISBN 1784541700471
- de Freitas, C.R., Scott D. and McBoyle G., 2008. A second generation climate index for tourism (CIT): specification and verification. *International Journal of Biometeorology*, 52 (5), 399-407.
- Lamb, P. 2002 The climate revolution: a perspective. *Climate Change*. 54, 1-9.
- Matzarakis, A. and C.R. de Freitas (eds.), 2002: *Proceedings of the First International Conference on Climate, Tourism and Recreation*. Porto Carras, Halkidiki, Greece, October 2001.



予測平均温冷感 (PMV)	温度感覚スケール(PET)	温度感覚	温度ストレス
-3.5	4°C	大変寒い	極度の寒冷ストレス
-2.5	8°C	寒い	強い寒冷ストレス
-1.5	13°C	涼しい	中程度の寒冷ストレス
-0.5	18°C	やや涼しい	軽い寒冷ストレス
0.5	23°C	快適	ストレスなし
1.5	29°C	やや暖かい	軽い暑熱ストレス
2.5	35°C	暖かい	中程度の暑熱ストレス
3.5	41°C	非常に暑い	極度の暑熱ストレス

・統合化  
 ・定量化  
 ・スケール  
 ・内容

温度の値は  
 Matzarakis  
 and Mayer  
 (1996)によ  
 る。

図8 温度環境指標の一覧

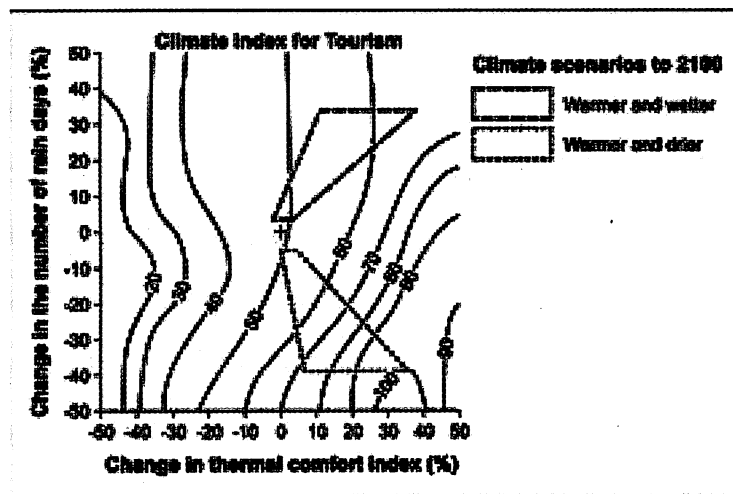


図11 降雨日と温度の変化に対する観光気候指標の応答曲面

Climate Index for Tourism: 観光気候指標、Climate Scenarios to 2100 : 2100年の気候変動の予想シナリオ、  
 Warmer and wetter : 温暖化+高湿化、Warmer and drier: 温暖化+乾燥化

International Society of Biometeorology, Commission on Climate Tourism and Recreation. Porto Carras, Halkidiki, Greece, 18 WP, 150 pp. <<http://www.mif.uni-freiburg.de/isb/>>

Matzarakis, A., de Freitas, C.R., Scott, D. (eds.) 2007: Developments in Tourism Climatology. Commission Climate, Tourism and Recreation. International Society of Biometeorology. ISBN: 978-3-00-024110-9. <<http://www.mif.uni-freiburg.de/isb/ws3/report.htm>>

Matzarakis, A., de Freitas, C.R., Scott, D. (eds.), 2004. Advances in Tourism Climatology. Berichte des Meteorologischen Institutes der Universität Freiburg, Nr. 12, 260 pp. ISBN 0-1435-618-X

<http://www.mif.uni-freiburg.de/isb/ws2/report.htm>

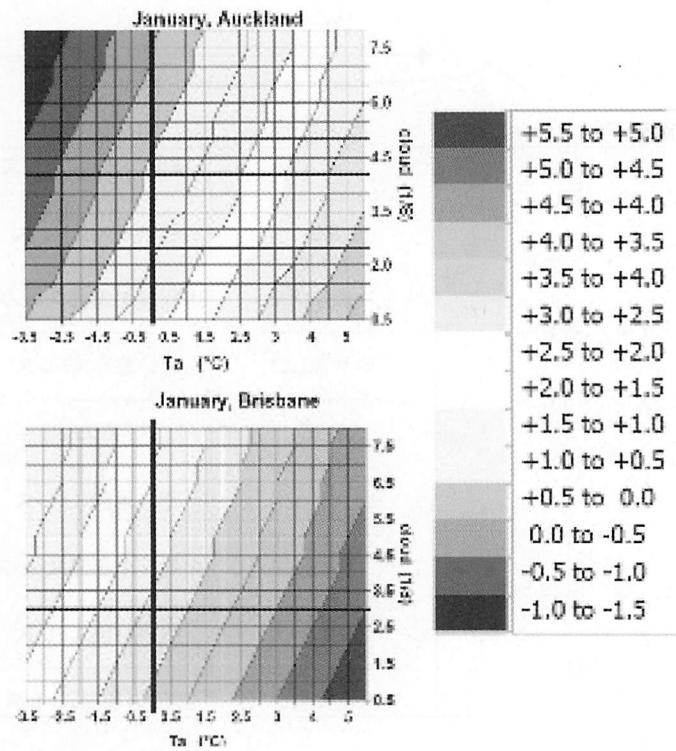


図12 気温および雲の条件の変化に対する予測平均温冷感 (PMV) および温度感覚スケール (TSN) の感受性 (1月) 平均雲指数はオークランド (上で3.9、ブリズベン (下) で3.1. 1月の相対湿度、日照、風速の平均から予測平均温冷感 (PMV) を算出した. 活動レベルは80 W/m<sup>2</sup>、被服は0.5 cloとした.

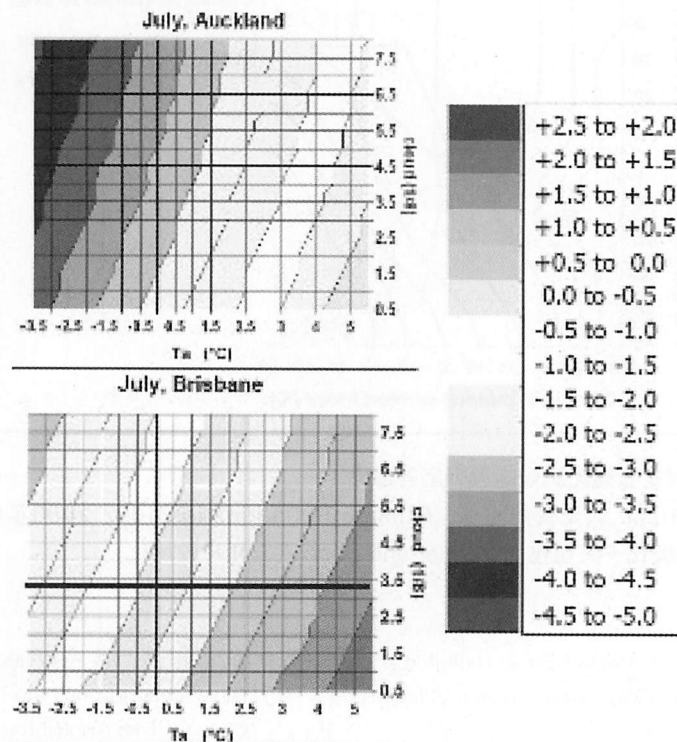


図13 気温および雲の条件の変化に対する予測平均温冷感 (PMV) および温度感覚スケール (TSN) の感受性 (7月) 平均雲指数はオークランド (上で4.5、ブリズベン (下) で3.2. 7月の相対湿度、日照、風速の平均から予測平均温冷感 (PMV) を算出した. 活動レベルは80 W/m<sup>2</sup>、被服は0.5 cloとした.

## Recent Developments in Tourism Climatology

C. R. de Freitas

(School of Geography, Geology and Environmental Science,  
University of Auckland, New Zealand)

### HISTORICAL OVERVIEW

The field of tourism climatology has a 30–40 year history. The earliest tourism and recreation climatology research began is in what Lamb (2002) called the 'climate revolution' during the 1960s and 1970s. Government investment in the expansion of climate station networks and climate research provided applied climatologists the opportunity to exam how climate affected a wide range of economic sectors, including the rapidly growing tourism and recreation industry. The initial development phase peaked in the late 1970s and was followed by a notable decline in research activity (Figure 1). Much of the early research appears to be motivated by the potential usefulness of climatological information within planning processes for tourism and recreation (de Freitas, 2003).

A new phase of growth began in the early 1990s driven by the potential usefulness of climate information. The focus on the work was in areas aimed at: 1) gaining a better understanding of what climate-related information is required by tourists and the tourism industry; 2) the impact of climate on the tourism industry; 3) assessing the role of weather and longer term expectations of climate on destination choices; 4) identifying what climate related-criteria people use to make decisions about tourism choices; 5) determining how climate information products are currently used by the tourism industry; 6) developing a tourism climate

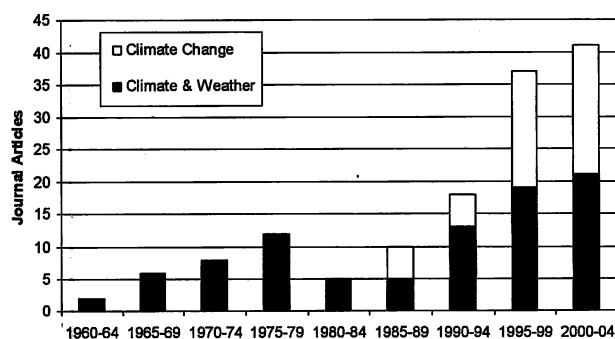


Figure 1. Number of published journal articles on a) tourism and climate change and b) tourism climate and weather, 1960 to 2004. Source: Matzarakis, de Freitas and Scott, 2004. *Advances in Tourism Climatology*, 6-10.

index that integrates all facets of climate; and 7) climate therapy, including trip acclimatisation stresses.

Figure 1. Number of published journal articles on a) tourism and climate change and b) tourism climate and weather, 1960 to 2004. Source: Matzarakis, de Freitas and Scott, 2004. *Advances in Tourism Climatology*, 6-10.

More recently new fields of interest have emerged centred around, but not exclusively on, expectations of global climate change (Figure 1), which include: 1) weather and climate as limiting factors for tourism and recreation; 2) effects of weather and climate on tourism; 3) economic effects of climate change on the tourism industry; and 4) adaptation of tourists and tourism industry to climate variability and change. What stands out is the diversification of research questions and methodologies in the field over the past decade. The field of tourism climatology has become truly multidisciplinary, with researchers from a number of disciplines bringing fresh perspectives and new methods to the task of advancing the field of tourism climatology.

### The Contribution and Role of the International Society of Biometeorology

Recognising the need for an organization to help the growing number of researchers with interests in tourism and recreation climatology share their ideas, The International Society of Biometeorology (ISB) set up a Commission on Climate, Tourism and Recreation (CCTR) at the 15<sup>th</sup> International Congress of Biometeorology in Sydney, Australia in 1999 (from 1996 to 1999 it was an ISB Working Group). The co-founders of the CCTR were Chris de Freitas of the University of Auckland, New Zealand and Andreas Matzarakis of the University of Freiberg, Germany. The aims of the CCTR are to: a) bring together a selection of researchers and tourism experts from around the world to review the current state of knowledge of tourism and recreation climatology; and b) explore possibilities for future research and the role of the CCTR in this. A decade on research in tourism and recreation climatology has developed and expanded due in large part to the initiatives and activities of the CCTR, including collaborative research projects run under the auspices of the CCTR and three international workshops.

Three international workshops of climate, tourism and recreation have been convened by the CCTR since its inception in 1999. The initial conference was the

"First International Workshop on Climate, Tourism and Recreation: The Way Forward" held in Halkidiki in northern Greece during October 2001. The was attended by delegates from 13 countries representing fields of expertise that included climatology, thermal comfort and heat balance modelling, climate change impact assessment, tourism marketing and planning, urban and landscape planning, architecture and UV-radiation. The presentations at the meeting were published as the *'Proceedings of the First Workshop of the Commission on Climate, Tourism and Recreation'*, (Available at: <<http://www.mif.uni-freiburg.de/isb/>>).

The Workshop noted that: a) tourism is one of the world's biggest industries and also the fastest growing, b) for many regions, tourism is the most important source of income, and c) generally accepted that climate is an important part of the tourism resource base. Despite this the Workshop highlighted the fact that little is known about: a) the effects of climate on tourism, or the role it plays; the economic impacts of climate on commercial prospects for tourism; and c) which climate related-criteria people use to make decisions about tourism choices. In particular, delegates at the Workshop agreed that, to date, much research has been superficial in that relationships between climate and tourism are assumed rather than observed and objectively tested.

The Workshop identified several research themes that warrant attention:

- Better understanding of what climate-related information is required by tourists and the tourism industry.
- The need to explore the distinction between impacts of climate on tourists versus the impact on the tourism industry.
- The need to assess the role of weather and longer term expectations of climate on destination choices.
- To identify what climate related-criteria people use to make decisions about tourism choices
- Determine how climate information products are used by the tourism industry.
- Identify the sort of climate information required by the tourism sector.
- The need for a tourism climate index that integrates all facets of climate, uses standard data, and is objectively tested and verified.

Delegates to the Workshop agreed that future research directions should depend to a large extent on what is required by tourism planners, members of the tourism industry and tourists themselves. Determining

what these requirements are should be highest on the priority list. A fundamental driver of tourism climatology should be identification and evaluation of environmental information for business planning and decision-making in the tourism industry. Applications aimed at tourists themselves should be a focus; for example, the role of climate in considerations of destination choice, especially in relation to increasing use of the internet. Some applications include:

- period tourist facility will operate;
- where to go for a holiday;
- when to go on holiday;
- choice of alternative activity;
- publicity campaigns to condition tourist expectations of climate at given locations;
- changed opportunities due to climate change;
- weather affects on-site behaviour, so knowing this, one can plan to meet demand for certain activities;
- forecasting on-site conditions;
- advisory services to inform travellers of what to expect (thermal, cloud, rain, extremes etc);
- climate information that can be used to affect the "climate image" of a destination ('destination image');
- help tourists to bring together expectations of climate at a place and actual climate at that place;
- how particular destinations are marketed to potential visitors.

The Second International CCTR Workshop was held in Kolimbari, Crete, in June 2004. A substantial publication covered the proceedings of the meeting in the form of a book *'Advances in Tourism Climatology'* (Matzarakis et al, 2004) available free of charge at <<http://www.mif.uni-freiburg.de/isb/ws2/report.htm>>. The Third International CCTR Workshop was held in Alexandroupoulos, Greece in September 2007 attended by delegates from 22 countries. The work conducted at the meeting was the basis of the book *'Developments in Tourism Climatology'* (Matzarakis et al, 2007) available on line at <<http://www.mif.uni-freiburg.de/isb/ws3/report.htm>>. As the title suggests, the purpose of this volume is to showcase the diversity of on-going research in this rapidly advancing field of inquiry as a result of the activities and initiatives of the CCTR. Attendance at the workshops grew steadily, from 25 at the first meeting to 40 at the third, which portends a very positive future for progress in tourism climatology over the years ahead. The reports on both the First and Second Workshops were cited in the Fourth Assessment

Report of the IPCC (2007). In addition, CCTR co-chairs had input into the Terms of Reference given to the WMO's Expert Team on Climate and Tourism (ETCT), an indication that the CCTR is recognized as global experts, and with the establishment of the ETCT, an indication that other international bodies recognize the need for improving knowledge in this area. All this can be taken as recognition of the work of the CCTR and its standing among the research community.

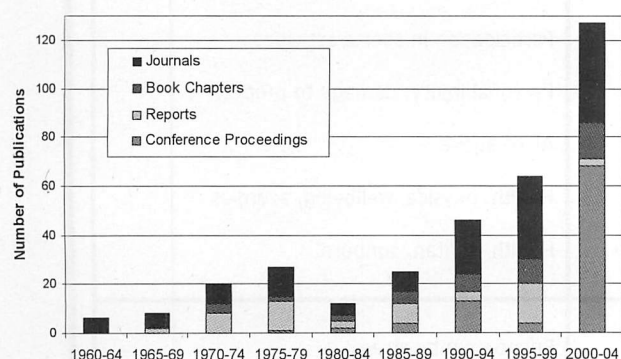


Figure 2. Number of published journal articles on tourism climate and recreation and climate research, 1960 to 2004. The growth in number of journal articles is an indication of growth in research in the field since CCTR started. Articles in proceedings are largely a result of CCTR meetings. Source: Matzarakis, de Freitas and Scott, 2004. *Advances in Tourism Climatology*, 6-10.

### Global Climate Change

Recent research has covered a range of themes but the focus has been on possible changes to the climatic resource base due the anthropogenic global climate change as it may affect tourism. The number of journal articles dealing with related topics is evidence of this. Despite this attention, progress has been slow. One of the areas with biggest gap in knowledge is covered in the question "What is the significance of future climate change for tourism?" given that, at worst, putative "anthropogenic climate change" small compared to inter-annual and decadal scale variability. Yet, little or no work has been done on the sensitivity of tourism climate to natural climate variability. Two key questions remain unanswered: 1) Is cooling worse than warming? 2) Quite apart from human action, global climate is changing, as always; so what do we do?

### CURRENT RESEARCH FRONTIERS

Tourism is one of the world's biggest industries, also

the fastest growing. Potential economic returns from tourism development are enormous. It is widely accepted that climate is an important part of the region's tourism resource base, but the role of climate in determining the suitability of a region for tourism is often assumed to be self evident and therefore to require no elaboration. The deal with this, we need to conceptualise climate as an amenity resource.

The concept of tourism climate recognises a climatically controlled resource that may be graded along a favourable-to-unfavourable spectrum. Thus, climate is a resource exploited by tourism. It can be treated as an economic or amenity asset for tourism, which is amenable of being measured and assessed. But there are numerous problems. For example, what exactly are the criteria for *ideal, suitable, acceptable, or unacceptable conditions*? When is the best time to visit? What clothing or equipment is needed? What are the weather hazards or climate extremes likely to be? Only after appropriate atmospheric or climatological criteria have been clearly identified can these questions be answered. Much research so far is superficial, in that relationships between climate and tourism are assumed rather than observed and seldom objectively tested. Some work has been done, but measurements used are often speculative, secondarily derived and interpreted without field investigation.

In this context climate information must be presented in a form that relates to the response of an individual or business to weather or climate, that is *events* (or real conditions) rather than *averages*. Averages have no physiological or psychological meaning. Since tourists respond to the integrated effects of the atmospheric environment, it is generally accepted that statistical weather data or even secondary climatic variables are not always reliable indicators of the significance of atmospheric conditions. For example, at any given air temperature, the thermal conditions experienced will vary depending on the relative influence and often offsetting effects of wind, humidity, solar radiation and level of a person's activity.

### Facets of tourism climate and unitary indices

The nature of the relationship between the atmospheric environment and the enjoyable pursuit of outdoor recreational activity can be taken to be a function of facets or attributes of on-site climatic conditions. The facets of tourism climate are: 1) *thermal*, 2) *physical*, and 3) *aesthetic* (Table 1).

Table 1. Facets of the weather-climate amenity resource (From: de Freitas, 2003).

Facet of tourism climate	Significance	Impact
<b>AESTHETIC</b> Sunshine/cloudiness	Quality of experience	Enjoyment, attractiveness of site
Visibility	Quality of experience	Enjoyment, attractiveness of site
Day length	Convenience	Hours of daylight available
<b>PHYSICAL</b> Wind	Annoyance	Blown belongings, sand, dust...
Rain	Annoyance, charm	Wetting, reduced visibility and enjoyment
Snow	Winter sports/activities	Participation in sports/activities
Ice	Danger	Personal injury, damage to property
Severe weather	Annoyance, danger	All of above
Air quality	Annoyance, danger	Health, physical wellbeing, allergies
Ultraviolet radiation	Danger, attraction	Health, suntan, sunburn
<b>THERMAL</b> Integrated effects of air temperature, wind, solar radiation, humidity, longwave radiation, metabolic rate.	Thermal comfort  Therapeutic, restorative	Environmental stress Physiological strain Hypothermia Hyperthermia Potential for recuperation

Assessment of the *thermal* attribute of climate involves four steps. a) Integration the physical factors influencing the body's thermal state, which must include both the attributes of those exposed and the functional attributes of the environment, as well as the complete range of atmospheric variables. For the environment these include air temperature, humidity, wind, solar and longwave radiation and nature of the physical surroundings, and for the body, metabolic rate, posture and clothing. b) Provide a rational index with sound physiological basis that adequately describes the net thermal effect on the human body. c) Identify relationships between the thermal states of the body and the condition of mind that expresses the thermal sensation associated with these states. d) Provide a rating of the perceived thermal sensation and corresponding thermal index according to the level of satisfaction experienced. This means identifying subjective reaction classified on a favourable-to-unfavourable spectrum as a measure of desirability of climate conditions.

The *physical* category shown in Table 1 recognises the existence of specific meteorological elements such as rain, snow and high wind that directly or indirectly affect participant satisfaction other than in a thermal

sense. For example, the occurrence of high wind can have either a direct mechanical effect on the vacationer, causing inconvenience (personal belongings having to be secured or weighted down), or an indirect effect such as blowing sand or dust causing annoyance. Others things that fall into the physical category are rain (duration), rain days (frequency), ice, snow, severe weather, air quality and ultraviolet radiation.

The *aesthetic* aspects relate to the climatically controlled resource attributes of the environment, which Crowe, McKay and Baker (1973) have termed the atmospheric component of the "aesthetic natural milieu". Included within this category are 'weather' factors such as visibility, sunshine or cloud associated with the prevailing synoptic condition (for example, "a nice, clear, sunny day"), day length and visibility. Using this conceptual framework, de Freitas (1990) examined methods capable of giving information that could be used to appraise and rate tourism climates in terms of user sensitivity and satisfaction.

In light of the above it is clear that the role of climate is complex. An index approach is required to assess climate for tourism because of the multifaceted nature of climate and the complex ways these come together to

give meaning to weather conditions for tourism. Because of this complexity, much effort has been directed at ways of integrating tourism-climate variables into a single index for ease of interpretation. Many schemes have been devised, but the approaches have weaknesses in any of all of the following:

- The scheme is reliant on subjective value judgements of the researcher and meaning attached to these measures has been secondarily derived and interpreted without field investigation.
- The approach deal with only one or two facets of the climate amenity resource.
- The index is unrepresentative of the 'holistic experience' of tourism climate.

For these reasons the CCTR recommended (as discussed earlier) that a new index be devised that is theoretically informed, tested and practically useful. This was the motivation for work on the Climate Index for Tourism (CIT), which was completed this year (de Freitas et al, 2008).

The preferred approach is not to lump all tourism together, but deal with specific categories of activities: a) active or b) passive. The focus of the CIT research is on a highly climate-sensitive tourist and recreation activity: beach use, resort tourism and water-based holidays ("S3 tourism"). The approach must measure satisfaction and preference directly. There are two methods for doing this:

In situ (beach) survey

- + Measure satisfaction with current climate conditions
- + Can record detailed meteorological conditions
- Do not survey people who are not at the beach because they did not find the weather conditions suitable
- Danger of cross-cultural extrapolation (see Morgan et al. 2002)

Survey in controlled setting

- + Can measure stated preference / satisfaction with a range of hypothetical climate conditions
- + Cross-cultural sampling is easier to control
- Ability of respondents to imagine and differentiate small changes in hypothetical climate conditions is uncertain (thus we used obvious changes)

*Symbols '+' and '-' indicate the success or failure, respectively, of the method to meet the requirement.*

CIT is an integrated index for tourism and recreation that rates climate and weather along a favourable-to-

unfavourable spectrum (Figure 4). It is defined as:

$$CIT = f [(T, A) * P] \quad (1)$$

The variables T (thermal), A (aesthetic) and P (physical) are facets of the atmospheric environment that collectively determine CIT, except when certain thresholds are exceeded in P, at which time the effect is to override the other variables (Figure 3). T is a measure of the integrated body-atmosphere energy balance. This can be found using many well established models that integrate the environmental and physiological thermal variables, such as solar heat load, heat loss by convection (wind) and heat loss by evaporation (sweating) and longwave radiation to and from the body, and metabolic heat (activity level). Rather than express the T as a net energy (calorific) value, CIT requires that it be expressed as thermal sensation (TSN) using the standard nine-point ASHRAE scale shown in Table 2. In this way any of the several body-atmosphere energy balance assessment schemes may be used. A is the aesthetic appeal of the sky condition ranging from clear to overcast (in tenths). P is the physical thresholds of high wind (equal to or greater than  $6 \text{ m s}^{-1}$ ) and rain (greater than or equal to 3mm, or greater than or equal to 1 hour's duration). If either physical threshold is exceeded, then P over-rides T and A to affect the satisfaction rating. Thermal and aesthetic states are combined in a weather typology matrix to produce a climate satisfaction rating class, ranging from 1 to 7 (Table 3).

CIT focuses on the perceived importance of specific facets of 3S tourism weather, namely, sunshine, temperature and the absence of strong wind and rain. The results showed that all these facets of tourism weather are considered to be of high importance. Sunshine and comfortable temperature tied as the most important. The detailed responses regarding the importance for each weather parameter are shown in Figure 5. The results show that temperature and sunshine were tied as the most important followed by the absence of rain and finally the absence of wind. The absence of strong wind had the highest variance, which reflects the fact that not everyone considered high wind to be an overriding determinant of the acceptability of on-site weather conditions.

Phase two of the analysis set out to identify optimal conditions for 3S tourism and key override thresholds for the parameters that make up the physical facet. First, the preferred condition of the aesthetic facet was examined. The results confirm that scattered cloud

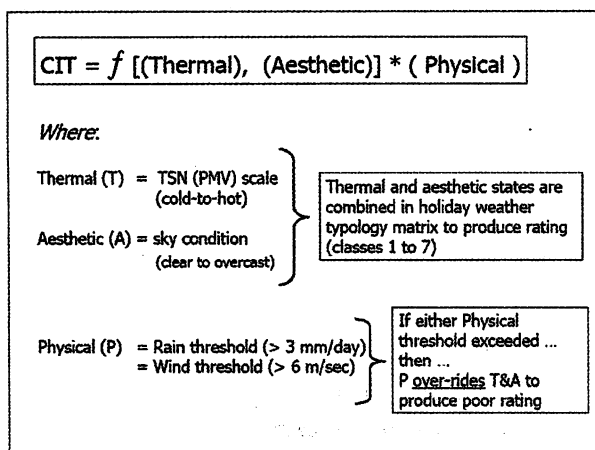


Figure 3. CIT analogue (de Freitas et al, 2008).

rather than a clear sky is preferred by the majority of the respondents, which is consistent with de Freitas (1990). The results in Figure 6 show that 67 per cent of the respondents considered 25 per cent cloud amount to be the ideal, while 26 per cent of the respondents preferred clear sky conditions. A clear majority (83 percent) of the respondents considered the presence of a light breeze an essential facet of ideal weather conditions (Figure 5). A majority of respondents said they would leave the beach if wind picked up and began blowing their personal belongings around or sand onto their beach towels and into food and drink.

Table 2. ASHRAE TSN Scale (or PMV) quantifies comfort/discomfort based on human-assessed response to thermal stress. The index was developed by Fanger (1970) and is considered to be one of the most widely used comfort indices today.

Thermal sensation using ASHRAE or PMV scale	Numeric code
Very hot	+4
Hot	+3
Warm	+2
Slightly warm	+1
Indifferent	0
Slightly cool	-1
Cool	-2
Cold	-3
Very cold	-4

The thermal (T), aesthetic (A) and physical (P) facets were combined in a holiday weather typology matrix of with ratings in classes of 1 (worst) to 7 (best). Median and mean responses from the questionnaire survey were

used to identify central tendency and to complete the matrix, which covered every combination of T, A and P. The results show (Table 3) that conditions considered to be ideal (CIT = -7) were those that are "slightly warm" or "warm" with clear sky or scattered cloud. Acceptable conditions (CIT 4-5) extended to TSN between "indifferent" and "hot" even when the sky was overcast. Overcast conditions reduce the rating, typically by one or two categories. The occurrence of wind greater than or equal to 6 m/s (22 km/h), or the occurrence of more than half an hour of rain had an overriding effect on CIT. Rain for greater than one hour or wind in excess of 6 m s<sup>-1</sup> resulted in rating dropping to the lowest level (CIT = 1-2), that is, conditions considered to be entirely unacceptable.

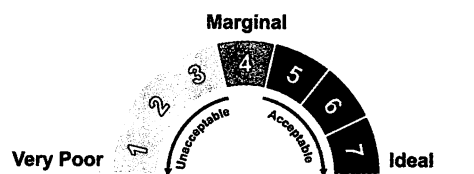


Figure 4. CIT scale and interpretation of satisfaction with weather condition (de Freitas et al, 2008).

A summary of the features of CIT are:

- Integrates all facets of atmospheric environment (thermal, aesthetic, physical)
- Accounts for the overriding effects of the physical component - wind and rain
- Matrix rating (i.e. holistic) approach overcomes subjective weighting of index components
- Daily temporal resolution (allows probability assessment & forecasts)
- Easily interpreted (7 classes ... similar to other atmospheric indices)
- Uses readily available climate data (flexible calculation of thermal component, cloud and rain data commonly available)
- Empirically tested (next step to cross-culturally test and develop)

CIT provides the tourist with: 1) Easily understood and objective assessment of the climate at any destination for a given day (or the near future if based on weather forecasts); 2) Probability of experiencing satisfactory climatic conditions for a destination during a defined holiday period; and 3) a tool to objectively compare the quality of the climate resource for a range of potential destinations during a defined holiday period.



Table 3. CIT ratings based on thermal conditions (T) expressed as thermal sensation (TSN) on the ASHRAE scale, aesthetic quality (A), and physical factors (P). CIT ratings 1 to 7 are described in the text and in Figure 1. Further interpretation of the shading code is given in Figure 1. Source: de Freitas et al, 2008.

ASHRAE scale TSN [T]	Cloud ( $\leq 40\%$ ) [A]	Cloud ( $\geq 50\%$ ) [A]	Rain ( $> 3\text{mm}$ or $> 1\text{hr}$ duration) [P]	Wind ( $\geq 6\text{m/s}$ at ground) [P]
Very hot (+4)	4	3	2	3
Hot (+3)	6	5	2	4
Warm (+2)	7	5	2	4
Slightly warm (+1)	6	4	1	4
Indifferent (0)	5	3	1	2
Slightly cool (-1)	4	3	1	2
Cool (-2)				
Cold (-3)				
Very cold (-4)				

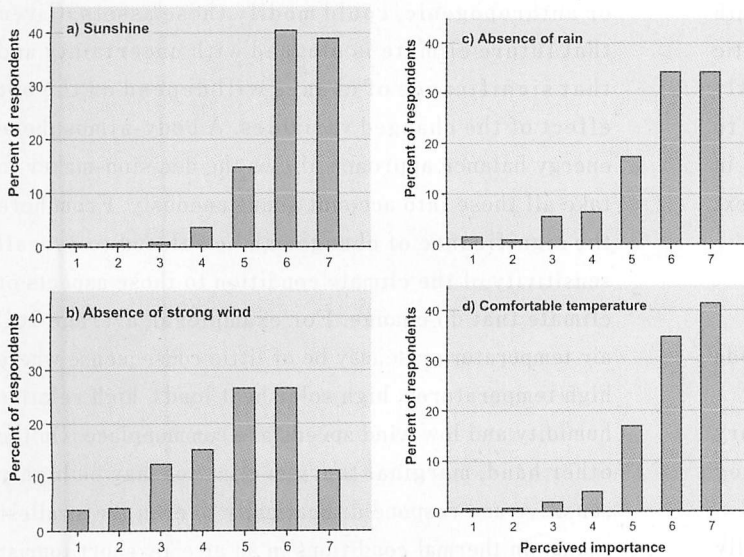


Figure 5. The perceived importance (per cent of respondents) of sunshine (a), the absence of strong wind (b), the absence of rain (c) and comfortable temperature (d), where 1 is "not important" and 7 is "extremely important". Source: de Freitas et al, 2008.

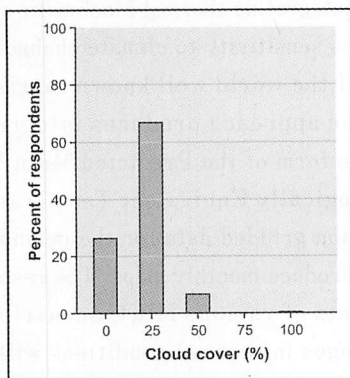


Figure 6. Ranking of ideal (preferred) sky conditions (per cent of respondents): 0% cloud amount, 25% cloud amount (25% sky covered), 50% cloud amount (50% sky covered), 75% cloud amount (75% covered), and 100% cloud amount (100% overcast). Source: de Freitas et al, 2008.

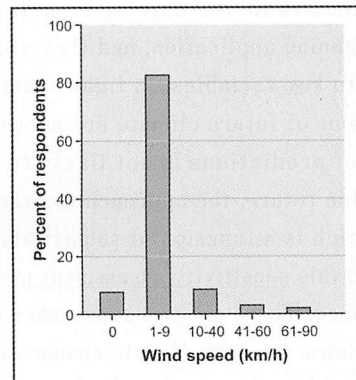


Figure 7. Respondents' ranking of ideal (preferred) wind conditions (per cent of respondents): no wind, a light breeze (1-9 km/h), a moderate wind (10-40 km/h), strong wind (41-60 km/h), or very strong wind (61-90 km/h). Source: de Freitas et al, 2008.

CIT provides the tourism industry with the following.

1) An objective tool to market the quality of the climate resource at a destination, including a) market and promote climate resource quality vs. other destinations (competitive advantage), and b) market and promote off-peak periods when climate is optimal or very satisfactory (reduce 'seasonality'). 2) It also provides the tourism industry with a mechanism to inform tourists about climate conditions throughout the year, so as to reduce uninformed / unrealistic expectations that can cause dissatisfaction and reduce return visitation.

CIT Index provides researcher with an objective measure of the climate amenity resource for tourism and recreation. In Climate change assessment studies it enables the researcher to assess modified climate asset (resource) with climate change, we need to know how it performs under current climatic conditions. Then, with climate changed, examine the redistribution of climatic assets (resource) spatially and the location of newly created tourism regions. This leads naturally on to development of sensitivity assessment methodologies in tourism climate research, which is the theme of the next section.

#### Sensitivity Assessments

There are serious deficiencies in current methods used for assessing impact of climate change.

General circulation models (GCMs) are the primary tools used for projecting future climate, but they provide only average global pictures of change, with large uncertainties attached (especially at the regional scale), their output is at a temporal resolution unsuitable for driving transfer functions useful for planning application, and they are unreliable with regard to key variables. In light of this and given that projections of future climate are not good enough, and quality of predictions is not likely to improve in the foreseeable future, the approach to examine impact potential, which is a function of sensitivity to climate change. From this sensitivity assessment methodologies can be developed. There are two approaches to this. The first is Top-down, in which climate change defined using output from GCM and impacts evaluated. This is usual approach, but we don't know which scenario to use and GCMs are unreliable. The second approach is Bottom-up, in which sensitivity to change is assessed, then the question asked: What range of magnitudes of regional climate change could be adapted to by an environmental or social exposure unit?

The integrated effect of all thermal components of the atmospheric environment (i.e. sun, wind, humidity etc) and the body (clothing, metabolic rate or level of activity) may be expressed as Predicted Mean Vote (PMV) or ASHRAE Temperature Sensation Scale (TSN), which quantify comfort/discomfort based on human-assessed response to thermal stress. PMV and TSN one of the most widely used thermal indices. Alternatively, Physiological Equivalent Temperature (PET) integrates all thermal variables relevant to the body-atmosphere energy balance and expresses the result in terms of an "effective air temperature" (Figure 8).

Many tourist destinations rely heavily on thermal environmental assets and a generally agreeable climate to attract visitors. Climate change, whether natural or anthropogenic, could modify these assets. Given that future climate is plagued with uncertainty and that significance of change will depend on the net effect of the changed variables. A body-atmosphere energy balance approach allows the decision-maker to take all these into account simultaneously. From here the significance of change can be related to overall sensitivity of the climate condition to those aspects of climate that do change. For example, an average 1°C air temperature rise may be of little consequence where high temperatures, high solar heat loads, high relative humidity and low wind speeds are commonplace. On the other hand, marginal tourism climates may be highly sensitive and respond dramatically to even the smallest change in thermal conditions in an already short tourist season. To demonstrate this, two refined and well-tested schemes for integrating thermal bioclimatic variables are used to assess sensitivity to climate change in a variety of regions of the world well known tourist locations globally. The approach produces integrated output indices in the form of the Predicted Mean Vote (PMV) and Physiologically Equivalent Temperature (PET). High resolution gridded data for the period 1961-2001 was used to produce monthly maps. The results describe the net effects of various IPCC scenarios and show that the changes in thermal conditions will be greater than implied by using air temperature alone, especially during summer. The changes for the winter result in net increases one to two PMV stress levels or about 5° C PET. Overall the results show that the quantification of the thermal impact of changed climate cannot be adequately assessed using temperature alone. The generalised mapped results are useful for identifying

areas of high sensitivity to climate change as well as the extent to which potential impact on thermal climate appeal for tourism is likely to be negative or positive Figures 9 to 12.

### Response Surfaces in Sensitivity Analyses

An alternative to the above is to use response surfaces. A response surface is a two-dimensional representation of the sensitivity of a specific response variable (CIT in Figure 11) to change in the two controlling features of climate (number of raindays and thermal comfort index in Figure 11). It is presented as a plot of the response variable against the values of two driving climate variables, say number of rain days and thermal comfort, on the graph axes. The relationship between the response variable and climate determined from a pre-tested set or relationships, usually in the form of an empirical model, called a transfer function (de Freitas, 2005). Changes might be simply percentage adjustments to the each of the driving variables. In some cases, however, expressing the response in percentage change terms is not meaningful. The response variable is represented in the body of the graph as isolines. The three variables can be plotted using absolute values, or as values relative to the unamended baseline data representing no climate change (Figure 11). The latter representation is a step removed from the input and output but does have the advantage of providing a direct

measure of sensitivity. For example, a 20% response to a 10% change in a controlling climate variable is clearly an example of impact amplification.

Response surface isolines are a summary of a matrix of response points associated with various combinations of changes to the two driving climate variables (Figure 11). The required data are derived from repeated runs of the transfer function with the prescribed changes to the input. The slope and closeness of the isolines are an indicator of sensitivity and discontinuities an indicator of change in response (Figure 11).

Plotting climate change scenarios on the response surface enables it to be used for impact analysis. A scenario of say a 10% increase in rain days and a 20% increase in the thermal comfort index, for example, can be plotted on the response surface to assess the anticipated impact on the response variable, say change in the climate amenity index (Figure 11), or visitor numbers. An advantage of the response surface method is less likely to obscure inherent sensitivities to change that can occur in scenario approach. Another is its flexibility. A wide range of new or changed scenarios can be easily handled by plotting them on the response surface. This avoids the need to rerun the transfer function, thus facilitating use by non-climate specialists such as planners and policy makers wanting to reassess impacts.

Other response surfaces for the Australian and New

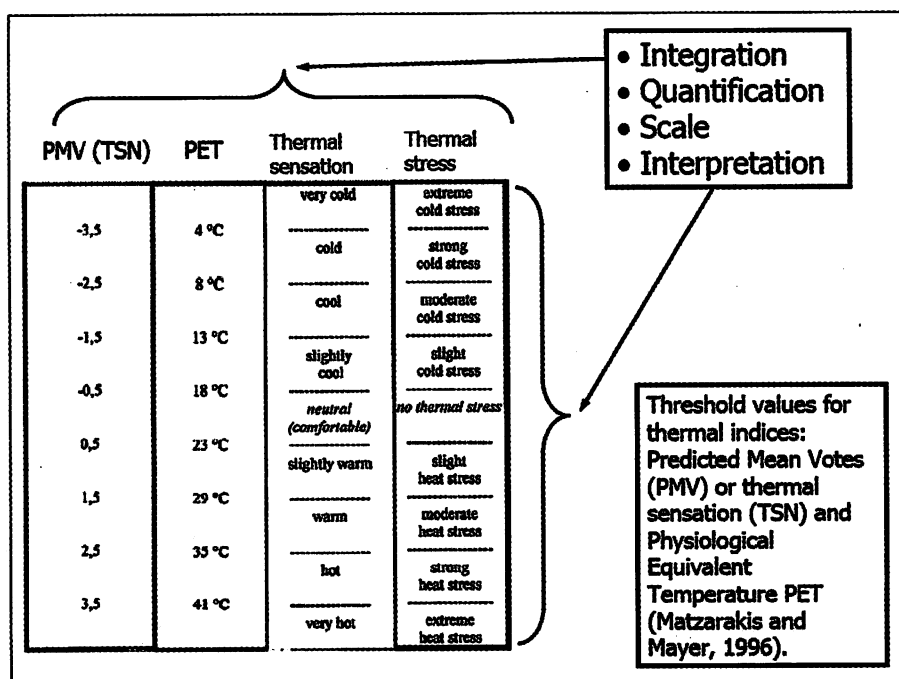


Figure 8. Integration and interpretation of the thermal environment

Zealand case studies presented earlier are shown in Figures 12 and 13. In summary, sensitivity assessment:

- Provides a basis for "vulnerability assessments" [allows identification of sensitive regions and activities].
- Enables evaluation of impact potential without having to continually re-analyse data for different future climate scenarios.
- Non-climate specialists (e.g. planners and other decision makers) can use schemes to:

- ▷ assess and re-assess impact according to their expectation of climate change or variability;
- ▷ assess the relative merits of various response and/or adjustment strategies.

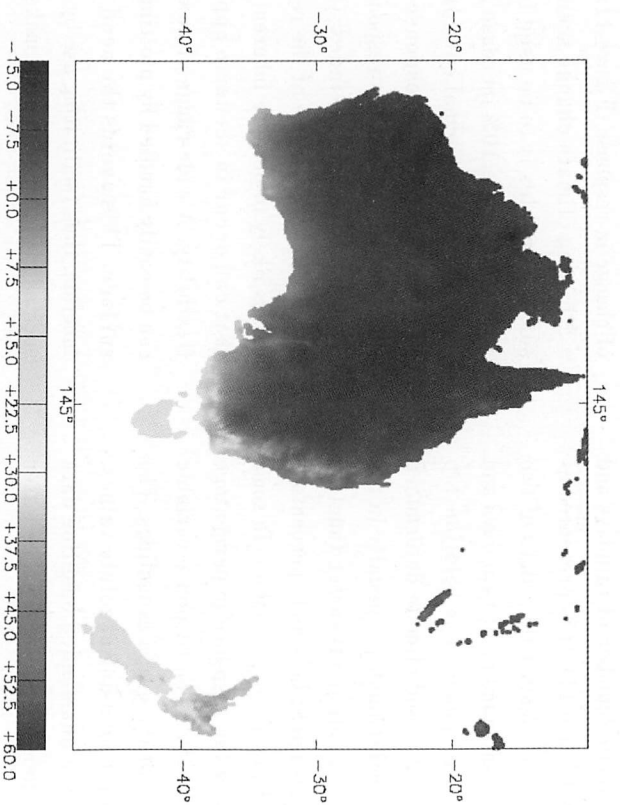


Figure 9. Conditions for January showing change in air temperature (deg C) required to bring PMV (TSN) to zero. Calculations are based on conditions at solar noon (Brisbane -8; Auckland +1)

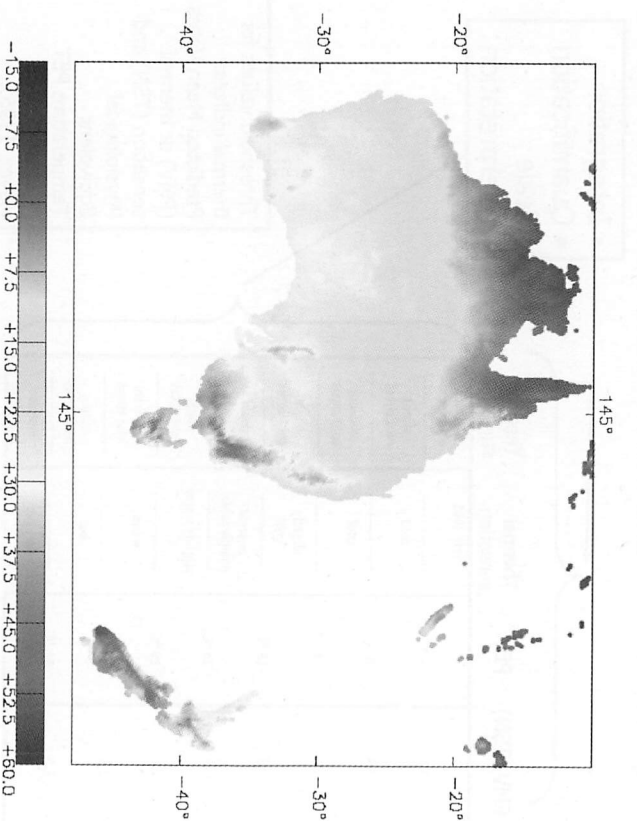


Figure 10. Conditions for July showing change in air temperature (deg C) required to bring PMV (TSN) to zero. Calculations are based on conditions at solar noon (Brisbane +5; Auckland +13).

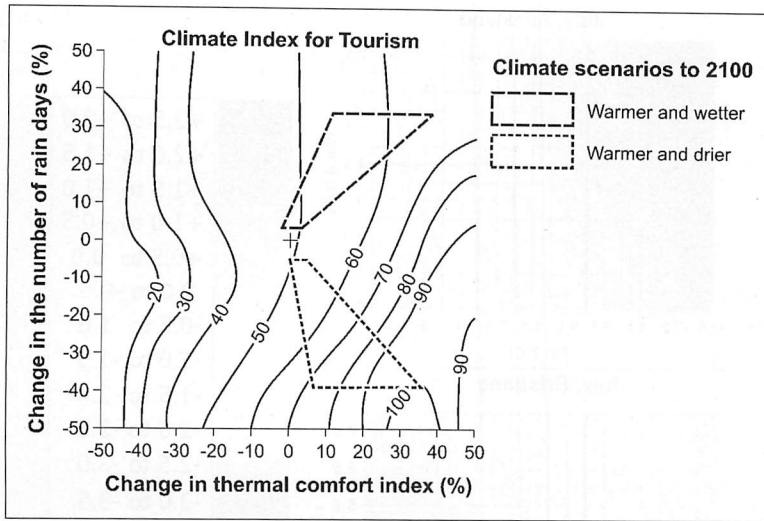


Figure 11. Response surface showing the sensitivity of tourism climate of a region, expressed as change in the Climate Index for Tourism, to climate change expressed as change in number of rain days (%) and change in thermal.

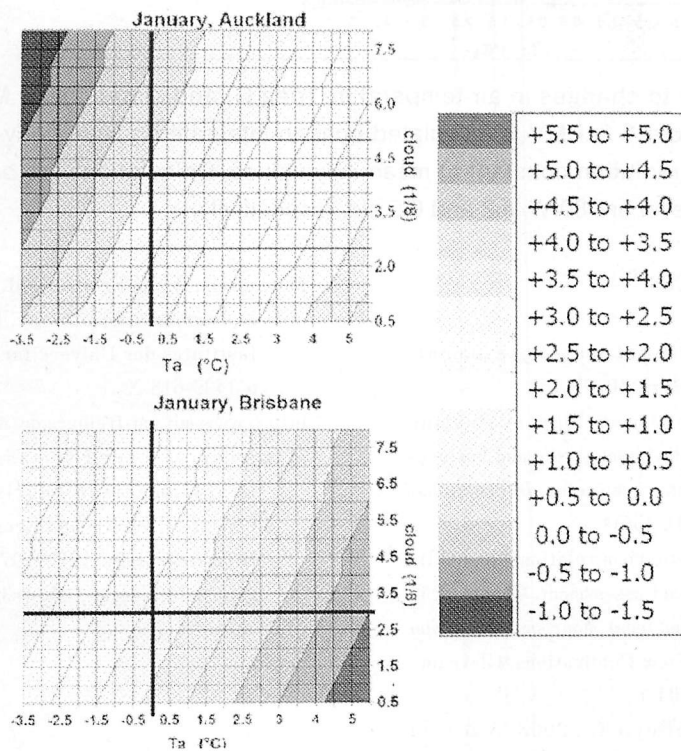


Figure 12. Sensitivity of PMV or TSN to changes in air temperature (deg C) and cloud cover. Mean cloud for Auckland = 3.9. Mean cloud for Brisbane = 3.1. PMV is calculated from an integrated human body-atmosphere energy budget holding RH, wind and solar radiation constant at mean January values. Calculations are based on conditions at solar noon. Activity and clothing level are 80 W/m<sup>2</sup> and 0.5 clo, respectively.

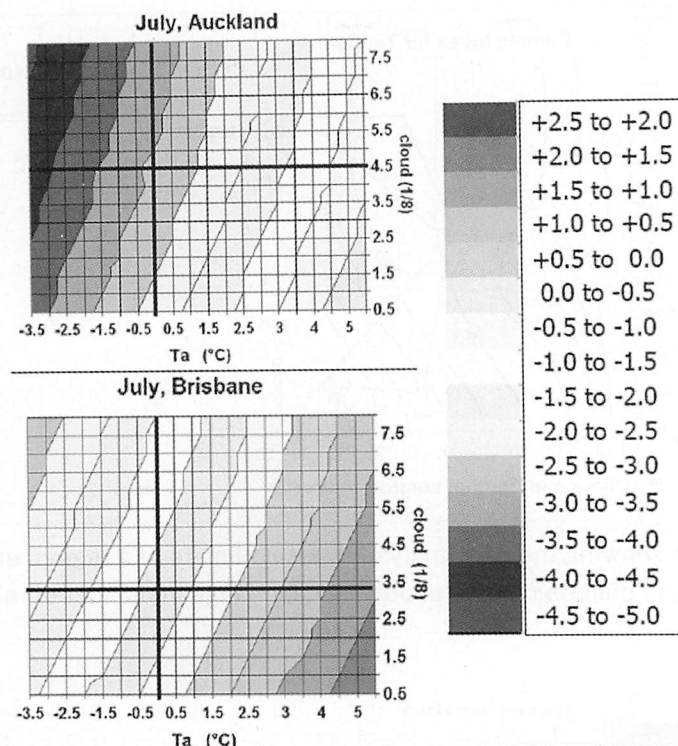


Figure 13. Sensitivity of PMV to changes in air temperature (deg C) and cloud cover. Mean cloud for Auckland = 4.5. Mean cloud for Brisbane = 3.2. PMV is calculated from an integrated human body-atmosphere energy budget holding RH, wind and solar radiation constant at mean July values. Calculations are based on conditions at solar noon. Activity and clothing level are 80 W/m<sup>2</sup> and 0.5 clo, respectively.

#### REFERENCES

- de Freitas, C.R. 1990. Recreation climate assessment. *International Journal of Climatology*, 10, 89-103.
- de Freitas, C.R., 2003: Tourism climatology: evaluating environmental information for decision making and business planning in the recreation and tourism sector. *International Journal of Biometeorology*, 48 (1), 45-54.
- de Freitas, C.R., 2005. The climate-tourism relationship and its relevance to climate change impact assessment. Chapter 2 in C. Michael Hall and James Higham (eds), *Tourism, Recreation and Climate Change*, Channel View Publications, Clevedon, NY, pp. 29-43. ISBN 1-84541-004-1
- de Freitas, C.R., Scott D. and McBoyle G., 2008. A second generation climate index for tourism (CIT): specification and verification. *International Journal of Biometeorology*, 52 (5), 399-407.
- Lamb, P. 2002 The climate revolution: a perspective. *Climate Change*. 54, 1-9.
- Matzarakis, A. and C.R. de Freitas (eds.), 2002: *Proceedings of the First International Conference on Climate, Tourism and Recreation*. Porto Carras, Halkidiki, Greece, October 2001. International Society of Biometeorology, Commission on Climate Tourism and Recreation. Porto Carras, Halkidiki, Greece, 18 WP, 150 pp. <<http://www.mif.uni-freiburg.de/isb/>>
- Matzarakis, A., de Freitas, C.R., Scott, D. (eds.), 2004. *Advances in Tourism Climatology*. Berichte des Meteorologischen Institutes der Universität Freiburg, Nr. 12, 260 pp. ISBN 0-1435-618-X  
<http://www.mif.uni-freiburg.de/isb/ws2/report.htm>
- Matzarakis, A., de Freitas, C.R., Scott, D. (eds.) 2007: *Developments in Tourism Climatology*. Commission Climate, Tourism and Recreation. International Society of Biometeorology. ISBN: 978-3-00-024110-9. <<http://www.mif.uni-freiburg.de/isb/ws3/report.htm>>

# 山梨における気候と観光

北村 眞一 (山梨大学工学部)

はじめに

このたびは、環境研究所での「ツーリズムと気候」シンポジウムにお招きいただきましてありがとうございます。観光や景観の研究を専門としていますが、気候との関連で観光を見直してみますと、改めて認識し直すことが多くあり、勉強になりました。

さて観光、リゾート、レジャーなどの言葉があり、様々な定義されています。ここでは仮に余暇活動を対象として、「観光 (広義)」は「移動を伴う余暇活動全体」を指し、その中の「観光 (狭義)」は「日常生活圏を離れたの回遊行動」、リゾートは「日常生活圏から離れた土地での一時的な生活」、レジャーは「日常生活圏での余暇活動」としてお話しさせていただきます (図1)。

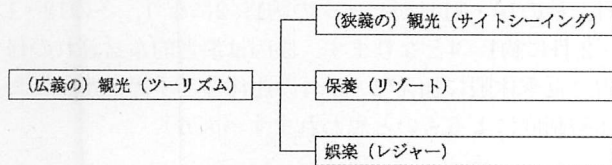


図1 観光の言葉の概念

## 1. 日本の気候と観光

日本は「温帯」の「アジアモンスーン」地域に属しています。「モンスーン」の意味は「季節により風向きが変わること」だそうです。夏は、暖かく湿った風が南の海上の高気圧から吹き、梅雨前線の形成や台風の来襲によって主に太平洋側に雨を降らせます。冬は北のシベリアの高気圧から寒風が吹き日本海側に雪を降らせます。従って、冬は寒く夏は暑いですが、「温帯」なので極端ではなく特に春秋は過ごしやすい適度な気温です (図2)。

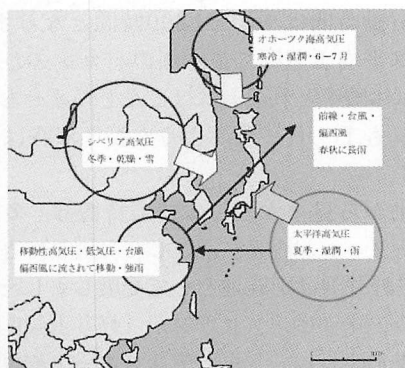


図2 日本列島の気候 (出典：ニュートン別冊 (2007) の内容から図化)

また多雨で森林の生育がよく、南北に細長い日本列島と脊梁山脈による急峻な地形は、四季の変化を特徴づけ、気候区は、北海道、日本海岸、内陸性、太平洋岸、瀬戸内海、南西諸島に分けられています (図3)。

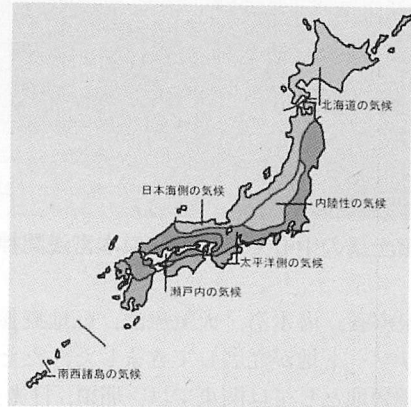


図3 日本の気候区 (出典：なるほど日本知図帳, 昭文社2005 p64から図化)

関連して地域の植生も、高山植生、常緑針葉樹林、北方針広混交林、落葉広葉樹林、モミ・ツガ林、常緑広葉樹林と多様です (図4)。

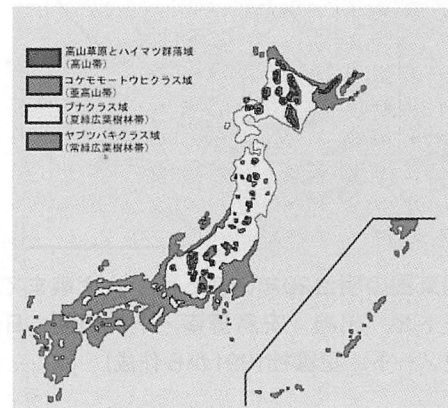


図4 日本の植生図 (出典：宮脇昭, 日本の植生, 学芸研究社, 1977から作成)

日本の観光は歴史的には平安時代に遡り、貴族の館の屏風絵に描かれ和歌に詠まれた天橋立など名所の旅や高野詣、熊野詣など信仰の旅でした。江戸時代はさらに発展して伊勢詣、富士講など社寺詣でが大衆化しました (写真1)。貴族や武家の別荘も造られました。宇治や桂は別荘地帯で平安時代の平等院は藤原頼通の、江戸時代の桂離宮は八条宮の別荘でした。江戸時代は湯治が庶民の間に広がりました。

明治の近代化で欧米人のリゾート文化が新たに入り、徐々に日本人の間で御用邸がつかられ、別荘建設が富裕層から広がっていきました。特に明治20年代以降、都市環境の悪化や震災・戦災を避け安全・安心・快適を求





へ逃げ出す別荘も現れました。山梨県の富士北麓や八ヶ岳南麓では、登山や高原の観光地として発展してきた地域に別荘地が立地し、リゾート地としても発展してきた経緯があります。リゾートも別荘地と自然だけでは魅力に欠けるため、歴史文化資源のある観光地の近くに立地するとメリットが生まれます。

(4) 観光地の多くは自然が魅力の基盤であり、気候の影響を大きく受けます。歴史や文化資源中心の観光地でも、立地する自然環境は一体のものであり、気候の影響を受けます。富士山は、信仰の登山の山ですが、気候的に登れる期間は限られており、7月1日の山開きから8月末の閉山まで混み合います。夏季冷涼な富士北麓は8月が突出して観光客が多い時期です。京都は社寺や庭園が魅力ですが、それでも適温で紅葉が美しく気候の良い11月が最も観光客が多い時期です(図6)。

(5) 高齢化社会となって成熟しつつある日本の国内観光では、かつては若者や中年向けの「スポーツと温泉と文化」の団体旅行が主流でしたが、バブル崩壊(1992)以後、国内観光地は低迷し、近年はゆったりとした「自然と食事と癒し」観光が魅力となっています。「癒し」観光は、季節的な避寒や避暑から、通年の「ヘルスツーリズム」に発展しています。魅力要素としては、温泉、森林、景観、薬膳、医療、運動、交流などの役割が大きくなっています。

## 2. 山梨の気候と観光

山梨県は内陸性気候区で、長野県松本市と似て寒暖の差が激しく、雨や雪が少ないのが特徴です(図3)。地形も合わせて山梨県を以下の4つに区分することができます(図7)。

- (1) 富士北麓、八ヶ岳南麓、茅ヶ岳西麓など火山の裾野の「高原」
- (2) 南アルプスや富士山などの「高山」
- (3) 秩父山地、関東山地、御坂山地などの山と溪谷の「山地」
- (4) 甲府と周辺の扇状地からなる「盆地」

観光客の特徴は、山梨県は首都東京から約50kmと近く、立地条件はよいのですが、車あるいは鉄道で約2時間であり日帰り観光圏域です。観光客数に対して、1人あたりの消費額が少ないのですが、そのわけは宿泊客が少ないからです。そこで宿泊客を増やす戦略が有用になります。

気候の影響を受ける観光客の月別変動を見ますと、山梨県全体は8月をピークに(1100万人/月)、5月の新緑の初夏から11月の紅葉の秋までの期間が多く(600万人/月)、12月から3月までの冬季は落ち込みます(400万人/月)(図8)。

(1)「高原」は富士北麓圏域、峡北圏域が当てはまります。夏季に冷涼な気候で過ごしやすいために、8月に

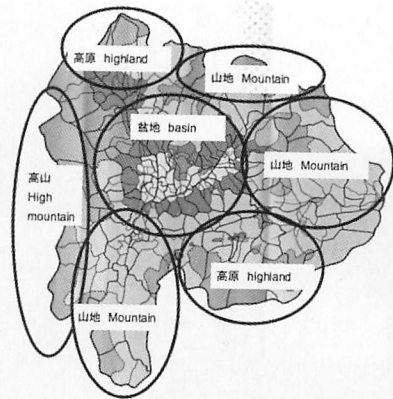


図7 山梨の気候と地形によるゾーニング(ベース地図:山梨県アメニティマスタープラン)

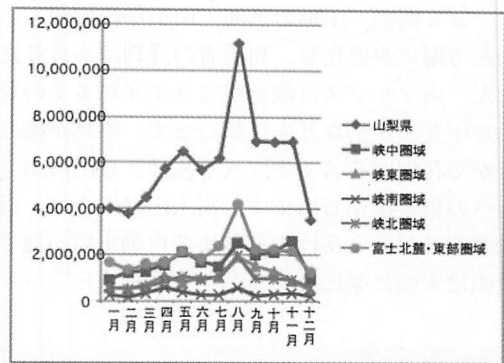


図8 山梨県の観光客の季節変動(出典:山梨県HP)

注:峡中は甲府盆地と金峰山, 峡東は甲府盆地の東側, 峡南は富士川の谷, 峡北は八ヶ岳・茅ヶ岳とそれらの山麓, 富士北麓・東部は富士・五湖と桂川流域

観光客数は集中してピークを迎え、次に4月~7月の新緑, 9月~11月の紅葉の季節には観光客数は減少しますがそれでも気候は良く、多くの人々が訪れます。冬季は寒冷ですが、冬は乾燥しているため雪がほとんど降りません。スキー場は人工雪での対応になりましたが、スキー人口の減少により厳しいのが現状です。富士北麓では、バブル崩壊(1992)後も客数は横這いを維持しています。アジアからの観光客の誘致が成功していることによります。八ヶ岳南麓では、昭和40年代(1970s)の「ディスカバー・ジャパン」キャンペーンの観光ブームの時代には、高根町清里だけで若年層中心に年間300万人以上が訪れました。今はブームが去って、客数がピークの1/3になり中高年層中心で落ち着きを取り戻しています。本来のリゾート地の姿かもしれません(写真2)。

(2)「高山」は南アルプス、八ヶ岳、富士山の高山帯が当てはまります。標高2000m~3000mで高山に属し、夏季に冷涼な気候で、天候も安定するために、8月に登山客数がピークとなります。富士山は日本一高い山で姿も良く、国際的な観光地となっています。世界自然遺産の指定は受けられませんでした。近年登山者が伸びて

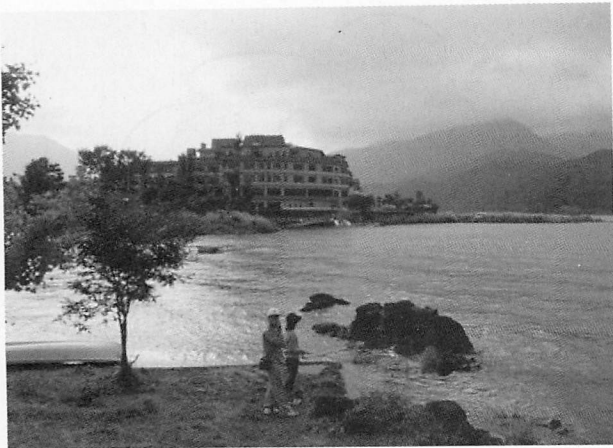


写真2 高原の観光地（河口湖湖畔）

います。ゴミ問題、山頂の渋滞、山小屋の飽和、水質の汚濁などで環境が悪化し、利用者の評判はあまり良くありません。南アルプスは縦走ができますが多くの登山客は北岳や甲斐駒ヶ岳などを目指します。雷鳥が棲み、植生が豊かで花畑が有名です。八ヶ岳は、登山の山で、北から南への縦走が楽しめます。富士山は五合目、南アルプスは北沢峠、八ヶ岳は麦草峠まで自動車道が通じており、登山は大幅に楽になりました（写真3）。



写真3 高山の観光地（富士山）

(3)「山地」は主に東部圏域、峡南圏域が当てはまります。高山ではありませんが、登山やトレッキング、渓谷でのキャンプや水遊び、温泉など夏季に賑わいます。夏季は都会の暑さからのがれて、レクリエーションに適しています（写真4）。

(4)「盆地」は峡中圏域、峡東圏域で、夏季に高温になりますが8月と、11月に同程度の客数になります。春夏秋はサクランボ、モモ、ブドウと果樹の収穫の季節です。夏季は暑いのですが、盆地周辺の山間の地域を訪れています。年間を通じて変動は小さいのは、美術館、石和温泉、恵林寺、武田神社など文化施設の魅力によるものと思われます（写真5）。

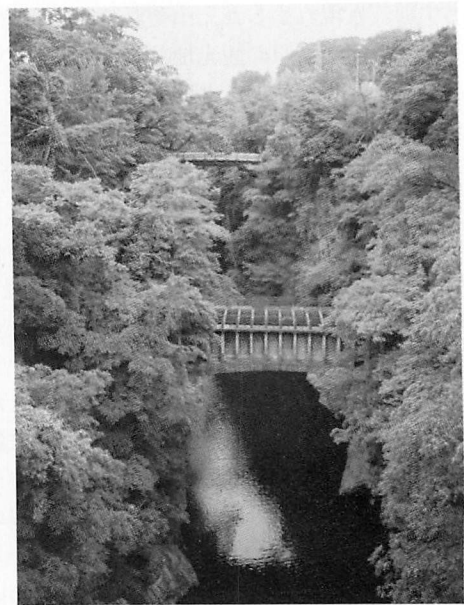


写真4 山地・渓谷の観光地（桂川の猿橋）

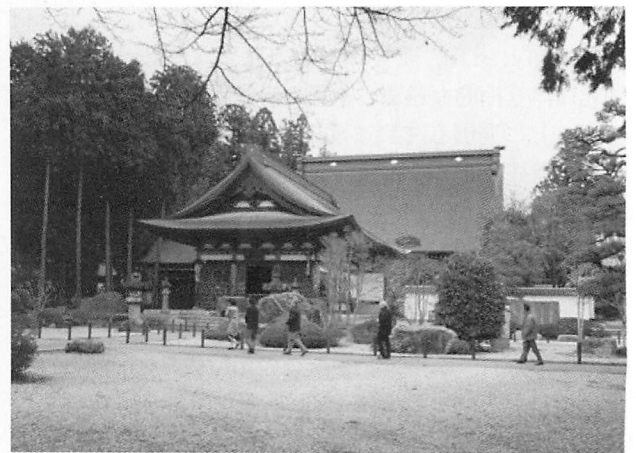


写真5 盆地の観光地（恵林寺）

### 3. 気候対応の戦略

多くの観光地は、繁忙期と閑散期があります。ホテルなど観光施設の経営では、限られた従業員で一定のサービスを提供するには、観光客の季節変動は少ない方がよいのですが、必ずしもそうはいきません。そこで変動をなるべく少なくするために、繁忙期の分散化と持続を図る一方、閑散期にイベントなどの戦略で対応することになります。ここでは、事例を見ながら、戦略について考察してみたいと思います。

#### (1) 閑散期の活用と観光客対策

夏季の暑さ対策としては、7月の盆地の暑さの中で行われる「京都祇園祭」があげられます。冬の寒さ対策としては、「札幌雪祭り」（2月）、「河口湖冬花火」（2月）、「北陸・山陰のマツバガニ」（11月－3月）、「リゾートホテルやペンションのクリスマス」（12月）、「河津桜」（2月に咲く桜）、「オホーツク流氷」（3月）、「スキー場の夏季の花畑（たとえば野沢温泉）」（8月）、があげられ

ます。一方で、閑散期には休養と研修を行う「妻籠」の冬場の寄り合いをはじめ、海外視察、他所視察などを行っている観光地があります。

## (2) 繁忙期の持続対策

「月山の山菜」、「吉野山の桜（上中下千本）」はいずれも山の標高差と気候の関係を利用し、山菜が麓から山頂までとれ、桜の開花が上中下と次々に開花することを利用して、ピークを持続させる工夫がされています。

<繁忙期にイベントを重ねて魅力をさらに高める、混雑での逆効果もあり得る>

甲府では桜の時期に「信玄公祭り」が行われ、富士五湖では夏のシーズンに「湖上祭」の花火があげられ、河口湖ではハーブの花の時期に「ハーブフェスティバル」紅葉の時期には「紅葉祭り」が、甲斐市勝沼では秋の収穫時期に「ワイン祭り」や「マラソン大会」が行われています。

こうしたイベントはピーク時の観光客を増加させ、良い時期に行くことで感動をつくりリピート効果をねらうという意味があります。しかしゴールデンウィークの本栖湖付近の「芝桜祭り」など、道路が渋滞でどうしようもない状況がおこるなど、必ずしも良い効果があるとはいえない場合があります。

## 参考文献

- 1) 国際地学協会 (1996) ユニオンマップ最新世界地図 国際地学協会
- 2) アーク・コミュニケーションズ (2005) なるほど日本知図帳 昭文社
- 3) 宮脇昭 (1977) 日本の植生 学習研究社,
- 4) 山梨日日新聞社 (1999) 空から見た山梨 山梨日日新聞社
- 5) 別冊太陽 (1980) 日本百景と土産品明治江戸IV 名所見物 平凡社
- 6) 国土交通省 (2007) 観光白書 財務省印刷局
- 7) ニュートン別冊 (2007) みるみる理解できる天気と気象—「気温」「気圧」「水蒸気」の三つがカギ ニュートンプレス
- 8) 安島博幸, 十代田朗 (1991) 日本別荘史ノート 星雲社
- 9) 板坂 耀子編 江戸温泉紀行 東洋文庫 平凡社 1987
- 10) 国際観光振興機構 (JNTO)・世界観光機関 (UNWTO)・各国政府観光局 (2008) ホームページ
- 11) 山梨県 (2008) 統計表ホームページ
- 12) 長野県 (2008) 統計表ホームページ
- 13) 北海道 (2008) 統計表ホームページ
- 14) 京都 (2008) 統計表ホームページ

## ヘルスツーリズムの生物気候学的背景——ポーランドの試み

クリシュトフ・ブラチェク (ワルシャワ大学地理学及び地域研究部、ポーランド)

要約：本論文では、保養地の持つさまざまな生物気候学上の特性を、ポーランドではどのような基準で評価しているかを紹介する。保養地の生物気候学的特性は、人々の健康指向を背景に注目度が増しているヘルスツーリズムの観点から評価されている。気象や気候、空気の質、音環境、土地利用の状況、その土地の癒し効果などが、地域の自然環境を評価するための要因となっている。これらの要因を基に、ポーランドで開発され現に使われている評価手法は、他の地域でも応用が可能である。

キーワード：ヘルスツーリズム、生物気候学的評価、保養地、ポーランド

### 1. はじめに

保養地療養は、疾病の治療と予防の両面でポーランドの保健システムの中に重要な位置を占めている。このような保養地療養は、ミネラルウォーター（治療効果のある）や温水、泥、気象現象などの特異な環境資源を利用

することで成り立っている。ポーランドでは、今日までに44カ所の保養地が法によって設立され、それぞれが療養活動と予防活動を共に継続させていくために必要な資源と環境を備えている（図1）。

保養地では、さまざまな来訪者に対して理学療法や水治療法、気候療法などが行なわれている。来訪者の中には、入院中の患者や病後療養中の人たちも含まれている。しかし、来訪者の30～50%は、保健休養の目的で保養地にやってくる健康な旅行者である。温泉療法を効果的に行なうためには、温泉中の有効成分への知識が欠かせないように、保養地療法ではその土地の生物気候学的条件を知っておくことが重要である。生物気候学的条件は、保養地における療養活動や予防活動をバックアップするものである一方で、それらの活動を制限する要因にもなる（Blazejczyk 2007a, Blazejczyk and Matzarakis 2008）。

気候療養は、疾病の治療と予防をめざしている。気候療養は、環境のもつさまざまな特性を利用して、体温調節や循環調節、免疫系などの体の働きを活性化させる。気候療養には4つのタイプがある（Kozłowska-Szczesna et al., 2004）。

- (a) 日光浴 (Heliotherapy または Sun Baths)：太陽光を利用する療法。
- (b) 大気浴 (Aerotherapy または Air Baths)：気候条件としての温度や湿度、機械的要素などを利用して体

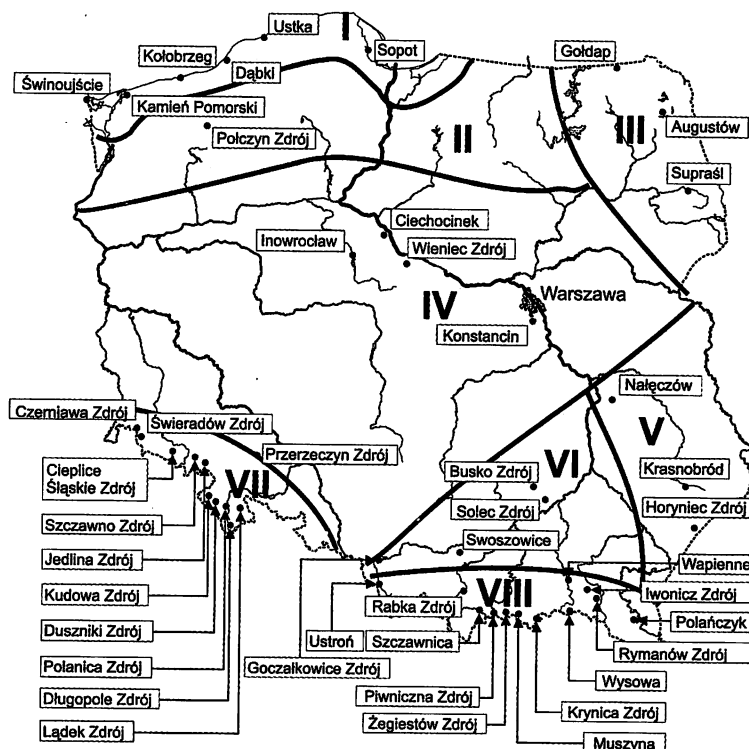


図1 ポーランドにおける保養地の分布

I から VIII は、生物気候学的分類される地域を示す。I 海岸地方、II 湖水地方、III 北東地方、IV 中央地方、V 南東地方、VI 内陸地方、VII スデーティ地方、VIII カルパチア地方 (Blazejczyk 2004, 2006)

表1 ポーランドの保養地に適応される気象要因の基準値

気象要素 (多年平均)	汚染状況 (濃度制限 $-\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	騒音レベル (dB(A))	電磁場
日照時間 1500時間/年	二酸化硫黄 1時間平均—350 24時間平均—125	道端 日中—50 夜間—45	電場
降雨日数 183日/年			50 Hz - 1 kW/m
霧日数 50日/年 (4~9月は152日以下)	二酸化窒素 1時間平均—200 1年平均—135	保養地および レクリエーションエリア 日中—45 夜間—40	3 MHz以下 - 20 V/m
風 まれに強い風の日 (風速8m/s以上)			磁場
湿度 まれに暑苦しい状況	粒子物質(PM10) 24時間平均—50 1年平均—40		50 Hz - 60 A/m
温度 極端な温度環境 ( $-10^{\circ}\text{C}$ 以下, $25^{\circ}\text{C}$ 以上)			3 MHz以下 - 3 A/m

まれとは10-12%を上限とする

の働きを活性化化する療養。

- (c) 運動療法 (Kinesitherapy または Moving Therapy) :  
野外的なさまざまな身体活動を介して体の働きを活性化する療法。
- (d) 海岸療法 (Thalassotherapy) : 気象要因に加え、海岸の空気や海砂を利用する療法。
- 本論分では、保養地の持っている生物気候学上のポテンシャルをヘルスツーリズムと保養地療法の観点から評価する基準について述べる。

## 2. 法的背景

ポーランドの法律では、ミネラルウォーター、温水、泥などの療養資源のある場所及び療養効果のある気候を備えている場所で保養地療養が認められている。その際、日照や気温、湿度、風、降雨といった基本的な気象条件に加え、空気の質や音環境、電磁場の強さなども考慮される。地域の環境要因に適応される基準を表1に示す。

## 3. 科学的背景

生物気候学的条件の評価は、気候療法に有効な環境要因を対象にするばかりでなく、利用者の健康も対象にしなければならない。このため、法的に規定された要因のみでなく、季節ごとの生物気候学的条件および気象条件も考慮にいれなくてはならない。生物気候学的条件の範疇には、人体に影響を与え、同時に適応反応を引き起こすさまざまな気象要因が含まれる。このような生物気候学的条件は、人の熱収支に基づいて評価される。その際、人間-環境間熱交換モデル (Man-Environment Heat Exchange Model, MENEX-2005) が用いられる

(Blazejczyk 2007a)。

一般に、人間と環境との熱交換は次の式で表される。

$$M+Q+C+E+Res=S$$

M : 代謝による熱産生 (基礎代謝率と活動による熱産生の両方を含む)

Q : 人の輻射収支

C : 対流による熱交換

E : 蒸散による熱放散

Res : 呼吸による熱放散

S : 正味の熱貯留 (体熱量の変化)

伝導 (Kd) による熱交換は、非常に小さいためこのモデルには含まれていない。すべての熱の動きは  $\text{W} \cdot \text{min}^{-2}$  の単位で表される。このモデルを図2に示している。

人の熱収支を計算するためには、2種類のデータが必要である。

- (1) 気象データ : 気温、風速、湿度、さらにオプションとして、太陽光の輻射、曇の量、平均輻射温度、視認性など。
- (2) 生理データ : 平均皮膚温、皮膚湿度、代謝性熱産生、被服による断熱度、被服による albedo、人の動きの速度。

このモデルからは、以下に示す熱の移動に関する数値や生体温度指標がアウトプットされる (Blazejczyk 2005)。主観的温度 (STI)、生理的ストレス (PhS)、生理的主観温度 (PST)、水分損失 (SW)、熱ストレス指標 (HIS)、脱水リスク (DhR)、過熱リスク (OhR)、過冷却リスク (OcR)、身体活動の許容レベル (MHR)。保養地での生体温度条件は、全体に以下のように定義さ

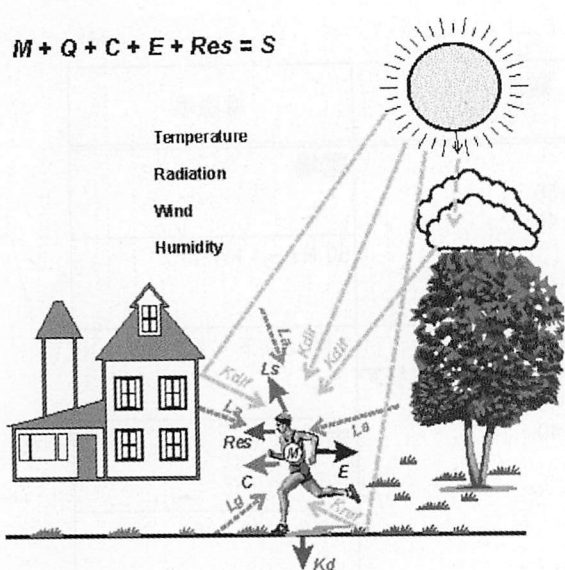


図2 人体の熱収支に影響する要因

太陽光による輻射：直接的輻射 (Kdir)、放散的輻射 (Kdif)、反射的輻射 (Kref) 熱の放射：地面から (Lg)、空から (La)、人体から (Ls) 熱流：代謝 (M)、対流 (C)、蒸発 (E)、呼吸 (Res)、伝導 (Kd)、正味の熱貯留 (S)、人体の放射バランス (Q)

れている。

- ・ソフト：高齢者や子供、疾病を持った人も含めて、ほとんどの人の熱平衡が保たれる場合
- ・ハード：生体の体温調節機構や他の調節機構が刺激を受け、高齢者や子供、疾病を持った人および気候療法を受けようとする人に医学的助言が必要となる場合
- ・負荷あり：健全な若者においても体温調節機構に負荷が生じる場合

ヘルスツーリズムに利用するに当たり、地域の気候は、気象適合指標 (Weather Suitability Index, WSI) により評価される。この指標は、日々の気象情報に基

づいている。生体温度分類がこの目的で使用される (Blazejczyk 2007b, Blazejczyk and Matzarakis 2007, 2008)。気象状況は、ソフトウェアパッケージBioKlima ©2.5 ([www.igipz.pan.pl/geoekoklimat/blaz/bioklima.htm](http://www.igipz.pan.pl/geoekoklimat/blaz/bioklima.htm)) を用いて分類される。

次のような気象情報が7点法で標記される。STI分類に基づく温度感覚、吸収率に基づく輻射強度、PhS値による生理的ストレス、HSI指標による不快度、気温の日較差、1 mm以上の雨または降雪、10 cm以上の積雪 (表2)。

気象適合指標 (WSI) は、それぞれの気象条件をリクリエーションの形態から評価する。リクリエーションの形態には、日光浴 (SB)、大気浴 (AB)、軽いリクリエーション活動 (ウォーキング、軽いゲーム、ショッピングなど、MR)、夏季に行う強度のリクリエーション (フットボール、自転車、登山、ジョギングなど、AR)、スキー (ST) などがあり、これらの活動に適した気候かどうか、気象適合指標 (WSI) により次の3段階に評価される。0：不適合、1：条件付で適合、2：条件なしに適合。気象適合指標 (WSI) はその性質上、計算式に基づくものではなく、一覧表が用いられている。一覧表では、リクリエーション活動の気象適合指標 (WSI) が、WSI-XX (XXの部分には、SB、AB、MR、AR、STが入る) の形でそれぞれの気候分類での値が示されている (BioKlima©2.5のヘルプファイル参照)。

気象適合指標 (WSI) で天候を評価することで、気象適合指標 (WSI) の値が異なる条件での日光浴や大気浴、運動療法などの持続時間を決めることができる。

#### 4. 主要な結果

3つの保養地を選んで生物気候学的条件の評価を行ってみる。これらの保養地は、海岸地方のコロブレグ、ズデーティ山地のラーデック、内陸部のプスコで、ポーランドの中での生物気候条件の違う地域を代表してい

表2 生体温度条件の分類表

	気象情報						
	気象タイプ	気象サブタイプ			気象クラス		
	湿度感覚	輻射強度	生理ストレス	汚染強度	日内温度差	降雨	積雪
気象指標の並び順	1	2	3	4	5	6	7
気象指標	-3 (たいへん寒い) -2 (寒い) -1 (涼しい) 0 (快適) 1 (暖かい) 2 (暑い) 3 (たいへん暑い)	1 (弱) 2 (中程度) 3 (強)	C (寒い) T (中性) H (暑い)	0 (なし) 1 (中程度) 2 (大)	0 (弱) 1 (あり)	0 (なし) 1 (1 mm以上)	0 (なし) 1 (10 cm以上)

(脚注)例えば、-2\_2C0\_011という表示は、次のことを表している。寒い気候(-2)、中程度の日差し(2)、対寒ストレスあり(C)、日内温度差は少ない(0)、降雨または降雪あり(1)、積雪あり(1)

る。表3は、これら3つの保養地の年平均気候を示している。日照条件は、海岸地方で最高である。ポーランドでは、特に夏期に、緯度と雲の少なさから日照が最長となる。また、海岸地方は、不快な日や極端な温度条件が少ないことを特徴としている。山地に位置する保養地では、霧や風の強い日が少ないのが特徴である。内陸部では雨の日の少ない一方で、夏期の暑熱日の多さが保養地での活動を制限することになっている。

ヘルスツーリズムの視点で生物気候学的特徴を詳しく見るためには、人の熱収支に基づいた生体温度指標を取り入れなくてはならない。この生体温度指標を使うことで、外気に曝された人の生理反応についての情報を得る

ことができる。二つの指標がある。ひとつは主観的温度 (STI)、もうひとつは生理的ストレス (PhS) である。主観的温度 (STI) は、ある環境の中での人の温度感覚を示す。生理的ストレス (PhS) は、生体の恒常性を維持するためにどのような適応過程がどのくらいの強さで求められるのかを示している。

比較対象とした3つの保養地の地理的環境が大きく違うので、主観的温度 (STI) も3地点で違っている (表4)。

全般には、主観的温度 (STI) で“涼しい (cool)”と評価されることが多い。年のうち38~40%がこの評価であるが、月によっては3地点の評価の差が際立つこともある。一方、主観的温度 (STI) で“暑い (hot)”と

表3 ポーランドの3つの保養地における気候の特徴

気候要素(複数年データ)	海岸地方	内陸部	スデーティ山地
日照時間(時間/年)	1640	1521	1547
降雨尾(日/年)	181	138	181
霧日(日/年または暖かい季節)	50 / 16	48 / 15	23 / 15
風(年間しばしば起こる風の日)	3.80%	9.00%	2.50%
温度(暖かい季節にしばしばある蒸し暑い日)	3.60%	9.40%	7.20%
温度(寒い日または暑い日の季節的頻度)	3.6% / 7.2%	11.6% / 17.2%	10.5% / 12.0%

表4 ポーランドの3つの保養地における人の温度感覚の頻度 (%)

温度感覚	地域	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
たいへん寒い	海岸地方	4.7	0.5										1.1	0.5
	内陸部	0.5	0.7										0.2	0.1
	スデーティ山地	5.9	0.9	0.1								0.1	3.1	0.8
寒い	海岸地方	72.9	57.9	42.6	10.5	0.5					8.9	51.3	77.9	26.8
	内陸部	55.3	47.8	32.7	8.4						4.9	36.0	57.6	19.6
	スデーティ山地	59.7	57.9	40.7	10.2	0.2				0.1	11.2	51.4	65.6	24.6
涼しい	海岸地方	22.4	40.7	43.7	56.2	37.3	37.5	35.7	31.3	48.7	63.4	47.7	21.0	40.4
	内陸部	33.4	39.2	42.6	43.1	34.0	30.4	32.3	29.9	38.4	51.2	42.9	32.9	37.5
	スデーティ山地	34.3	35.1	35.9	50.0	49.5	40.8	38.2	36.4	46.8	44.8	41.5	31.1	40.4
快適	海岸地方		0.7	11.9	25.0	20.0	11.3	9.5	9.0	22.3	17.6	1.0		10.7
	内陸部	9.7	9.9	15.5	18.7	12.3	12.0	8.8	7.5	12.4	13.5	12.4	7.6	11.7
	スデーティ山地	0.1	5.4	16.2	14.3	8.8	13.5	10.8	11.1	10.2	20.8	6.4	0.2	9.8
暖かい	海岸地方		0.2	1.8	7.3	34.2	38.5	35.0	40.5	23.8	9.8			16.0
	内陸部	1.2	2.4	9.0	26.9	32.9	31.6	25.8	29.7	30.9	24.1	8.8	1.6	19.0
	スデーティ山地		0.9	7.0	22.1	27.3	24.6	20.5	21.6	31.0	21.8	0.6		14.9
暑い	海岸地方				1.0	5.8	9.2	16.9	14.7	4.2	0.3			4.4
	内陸部			0.2	2.9	18.7	19.6	25.4	25.8	18.2	6.2			10.0
	スデーティ山地			0.1	3.3	13.0	16.4	19.3	20.8	11.1	1.3			7.1
たいへん暑い	海岸地方					2.2	3.5	2.9	4.5	1.0				1.2
	内陸部					2.2	6.4	7.7	7.1					2.0
	スデーティ山地					1.2	4.7	11.2	10.0	0.9				2.4

いう評価は、通年で見ても、月ごとに見ても地域差が出ている。“暑い (hot)” という評価は、内陸部で最も頻繁で、海岸地方で最も少ない。“寒い (cold)” という評価は、低温と強風に見舞われる海岸地方の冬で最高になり、78%にも達することがある。このような温度感覚の地域差と季節差は、冬期の海岸地方での高齢者や子供を対象としたヘルスツーリズムの制約となっている。一方、内陸部の保養地における、夏の“暑い (hot)” および“非常に暑い (very hot)” という評価の多さは、リズ

ム障害や喘息の患者のヘルスツーリズムへの制約となっている。

生体機能が適切に働くためには、体温一定に保たれることが必要である。異なる環境条件の下では、さまざまな適応過程が動員されて生体機能が保たれる。暑くもなく寒くもないという熱的中性環境では、生理反応は小さく、生体への負荷も小さい。やや暑いという環境では、発汗が起これ、心拍数が上昇する。大変暑いという環境では、発汗がさらに加速し、脱水の危険性が生じる。や

表 5 ポーランドの3つの保養地における生理的ストレスの頻度 (%)

生理的ストレス	地域	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
暑熱ストレス大	海岸地方					0.2	1.2	1.3	1.0	0.3				0.3
	内陸部					0.9	2.9	10.3	6.2					0.7
	スデーティ山地						0.7	1.7	2.0	0.1				0.4
暑熱ストレスあり	海岸地方				0.7	5.5	4.8	4.2	9.8	2.2	0.2			2.3
	内陸部				5.3	17.4	24.0	31.6	31.4	8.0	0.9			10.1
	スデーティ山地				1.4	4.6	12.0	20.2	18.8	4.6	0.1			5.2
中性	海岸地方			1.3	3.8	10.6	20.8	41.3	45.8	18.7	6.9			12.6
	内陸部			2.6	21.3	42.8	42.4	37.0	46.2	42.0	20.4	0.7		21.8
	スデーティ山地		0.2	2.0	12.5	35.0	44.6	45.9	49.7	36.8	12.1	0.2		20.0
寒冷ストレスあり	海岸地方	73.9	81.8	88.2	91.3	82.9	73.2	53.2	43.4	78.8	92.7	91.8	81.9	77.7
	内陸部	74.0	73.5	79.6	68.2	38.9	30.7	21.1	16.1	50.0	77.6	88.1	77.6	57.4
	スデーティ山地	81.2	84.4	91.9	84.8	60.3	42.7	32.3	29.5	58.5	87.1	94.0	87.3	69.4
寒冷ストレス大	海岸地方	26.1	18.2	10.2	4.2	0.5						8.2	18.1	7.1
	内陸部	26.0	26.5	17.8	5.1						1.1	11.2	22.4	8.9
	スデーティ山地	18.8	15.4	6.1	1.3	0.1					0.7	5.9	12.7	5.0

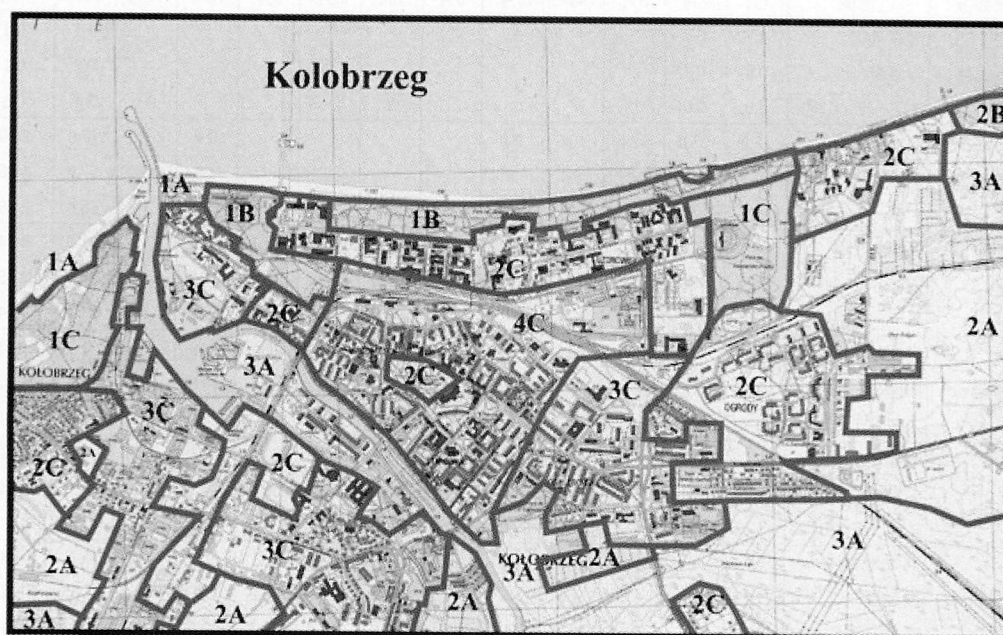


図 4 海岸地方の保養地 (コロブレグ) における生物気候学的条件の分布  
 1 (A-C) : 大変好ましい地域、2 (A-C) : 中程度に好ましい地域、3 (A-C) : やや好ましい地域、4 (A-C) : 好ましくない地域



や寒いという環境では血圧が軽度上昇し、大変寒いという環境ではふるえが起こる。手足や顔面の露出部が冷えすぎると、凍傷を起こす。このような生理的ストレス (PhS) は、季節や地域によって大きく異なる。海岸地方の生理的ストレス (PhS) は、一年中“やや寒い (moderate cold)”が多い。内陸部やズデーティ山地の夏の生理的ストレス (PhS) は、“熱的中性 (thermoneutral)”か“やや暑い (moderate hot)”が多い。大きな生理反応は夏期と冬期に見られる。夏期に生理的ストレス (PhS) が“大変暑い (great hot)”となるのは、海岸地方やズデーティ山地では日数の1~2%、海岸地方では3~10%である。一方、冬期の生理的ストレス (PhS) が“大変寒い (great cold)”となるのは、ズデーティ山地では日数の13~19%、海岸地方と内陸部では18~26%である (表5)。

どのような気象条件の下で、どのような気候療法ができるかを知ることは重要である。ポーランドにおける保養地の気象適合指標 (Weather Suitability Index, WSI) は、全体として似通っている。日光浴と大気浴には、晩春から初秋にかけてが適している。中程度や強度の運動療法は一年中できる。しかし、夏期の高温で不快な気候では、内陸部での運動療法が制約されることがある。ズデーティ山地の保養地では、夏期に雲が多いため日光浴の機会が減ってしまう (図3、口絵参照)。

最後に、同一の保養地内で行われる気候療法への生物気候学的条件をどう活かすかについての調査について述べる。生物気候学的条件として、一般的な気候の特徴や生体温度条件の空間分布、空気の質、音環境などが総合

的に組み込み、以下の4クラスの評価を行った。

#### 大変好ましい (1)

これに含まれる生物気候学的条件は、

- ・南向きの斜面 (1A) : 太陽光や温度条件
- ・海岸 (1A) : 海のエアロゾルや刺激的な微気候
- ・低湿度の森 (1B) と古い公園 (1C) : 適度な温湿度条件、きれいな空気、静かさ、フィトンチッドなどの作用

#### 中程度に好ましい (2)

- ・開けた平らな土地 (2A) : 日ごとに変化の大きい刺激的な微気候
- ・西向き、東向き、北向きの斜面 (2A) : 一日の内の時間によって変わる温度や日射量
- ・湿度の高い森 (2B) : 暑い日には湿度の増加が不快感を起こす
- ・密集していない住宅地 (2C) : 大気汚染や騒音レベルが高い

#### やや好ましい (3)

- ・谷底 (3A) : 霧の発生が多い、気温の急変、無風、高湿度
- ・立て込んだ市街地 (3C) : 日照や気温、湿度、風などの時間的空間的変化が大きいことで負荷を生じる微気候、大気汚染や騒音レベルが高い

#### 好ましくない (4)

- ・低湿地 (4A) と湿った森 (4B) : 高湿度が昆虫により媒介される病気のリスクを高める
- ・中心市街地と工業地帯 (4C) : 負荷を生じる微気候、大気汚染や騒音レベルの高さ

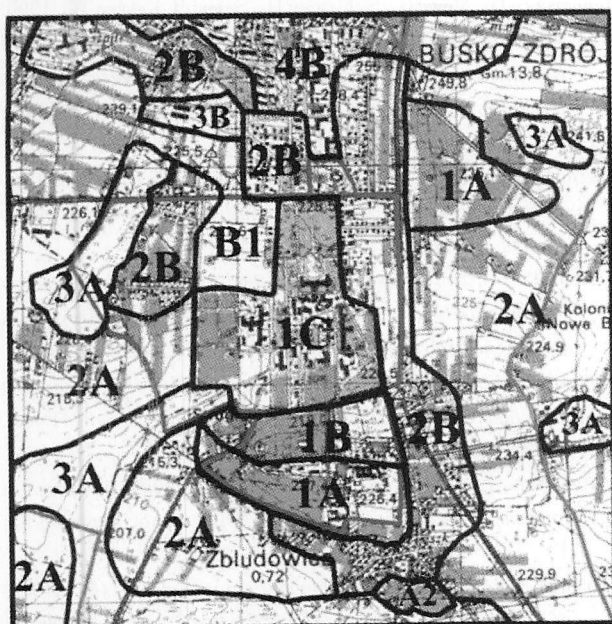


図5 内陸部の保養地 (ブスコ) における生物気候学的条件の分布  
記号は図4と同じ

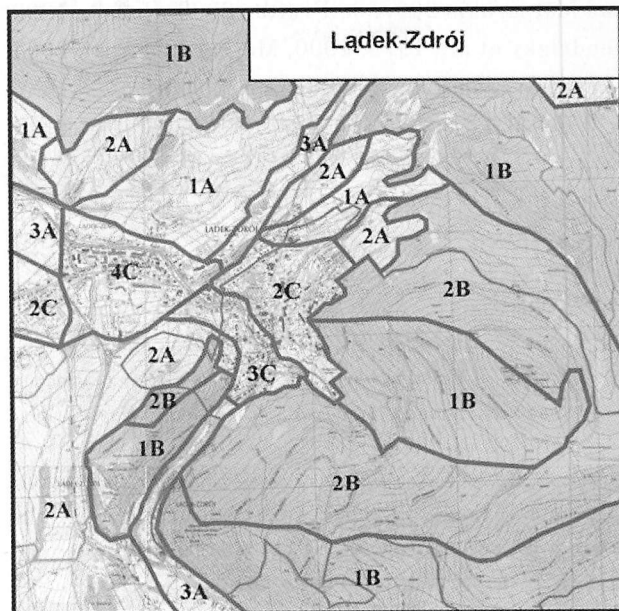


図6 スデーティ山地の保養地 (ラーデック) における生物気候学的条件の分布  
記号は図4と同じ

比較対象とした3つの保養地の生物気候学的特徴は、それぞれに独自のものであった。評価マップ(図4~6)から、小さい地域の中でもクラス分けされた生物気候学的条件が大きく異なることがわかる。さまざまに異なる生物気候学的条件が混在していると、ヘルスツーリズムには好都合である。生物気候学的条件がモザイク状に混在している地域では、さまざまな形態の気候療法を天候に制限されずに行うことができる。森や公園は、大気浴や運動療法に使える。海岸や開けた土地は、日光浴や運動療法に向いている。風の強い日や雨の日には、気候療法を森の中や公園でするのがいい。晴れて暑い日の海岸は、ヘルスツーリズムに最適である。

## 5. まとめ

地域の環境のもつ生物気候学的特徴は、あらゆる形の観光にとって重要な要素である。ヘルスツーリズムにとって、生物気候学的要因は景観の質に関わるだけでなく、保健休養や治療的な意味も持っている。保健休養や治療という目的のために、地域のさまざまな気象要因や生体温度条件が活用される。これらの気象要因や生体温度条件は、人の呼吸システムや体温調節、循環システム、神経機能、免疫機能、消化機能を活性化する(Kozłowska-Szczesna et al., 2004)。

さまざまな生体温度条件や気象要因が、どんな気候療法に活用できるのかを知ることが大変重要である。生体温度条件は、人の熱収支を基にして評価することができる。そこで得られた指標は、人の体の働きに与える大気環境の影響についての情報を与えてくれる(Blazejczyk 2007, Blazejczyk and Krawczyk 1991, Blazejczyk and Matzarakis 2007, de Freitas 2003, Hoeppe 1999, Jendritzky et al., 1979, 1990, Matzarakis et al. 2004, Matzarakis and Rutz, 2005, Parsons 2003)。

生物気候学的条件の空間分布を地域スケールで評価することも重要である。地域の気候の特徴や空気の質、音環境なども考慮に入れなくてはならない。

## REFERENCES

- Blazejczyk K., 2004, *Bioklimatyczne uwarunkowania rekreacji i turystyki w Polsce* (Bioclimatic principles of recreation and climate in Poland). (in Polish), *Prace Geograficzne IGIPZ PAN*, 192, pp. 291.
- Blazejczyk K., 2005, *New indices to assess thermal risks outdoors*. [in:] I. Holmer, K. Kuklane, Ch. Gao (eds), *Environmental Ergonomics XI*, Proc. Of the 11<sup>th</sup> International Conference, 22-26 May, 2005 Ystad, Sweden: 222-225.
- Blazejczyk K., 2006, *Climate and bioclimate of Poland*. [in:] M. Degorski (ed), *Natural and human environment of Poland. A geographical overview*. Polish Academy of Sciences Institute of Geography and Spatial Organization, Polish Geographical Society, Warsaw: 31-48.
- Blazejczyk K., 2007a, *Weather limitations for winter and summer tourism in Europe*. [in:] A. Matzarakis, C.R. de Freitas, D. Scott (eds), *Developments in Tourism Climatology*, Commission on Climate, Tourism and Recreation International Society of Biometeorology, Freiburg: 116-121.
- Blazejczyk K., 2007b, *Multiannual and seasonal weather fluctuations and tourism in Poland*. [in:] B. Amelung, K. Blazejczyk, A. Matzarakis (eds), *Climate Change and Tourism Assessment and Copying Strategies*, Maastricht. Warsaw. Freiburg: 69-90.
- Blazejczyk K., Matzarakis A., 2007, *Assessment of bioclimatic differentiation of Poland based on the human heat balance*. *Geographia Polonica*, 80, 1, Spring: 63-82.
- Blazejczyk K., Matzarakis A., 2008, *Evaluation of climate from the point of view of recreation and tourism*. 18<sup>th</sup> International Congress of Biometeorology ICB, Tokyo 22-26 Sept. 2008.
- Blazejczyk K., Krawczyk B., 1991, *The influence of climatic conditions on the heat balance of the human body*. *Int. J. Biometeorology*, 35, 2: 103-106.
- de Freitas C.R., 2003, *Tourism climatology: evaluating environmental information for decision making and business planning in the recreation and tourism sector*. *Int. J. Biometeorology* 48: 45-54.
- Höppe P., 1999, *The physiological equivalent temperature - a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment*. *Int. J. Biometeorology*, 43: 71-75.
- Jendritzky G., Sönnig W., Swantes H.J., 1979, *Ein objektives Bewertungsverfahren zur Beschreibung des thermischen Milieus in der Stadt- und Landschaftsplanung ("Klima-Michel-Modell")*. *Beiträge d. Akad. f. Raumforschung und Landesplanung*, 28, Hannover.
- Jendritzky G., Menz G., Schirmer H., Schmidt-Kessen W., 1990, *Methodik zur raumbezogenen Bewertung der thermischen Komponente im Bioklima des Menschen (Fortgeschriebenes Klima-Michel-Modell)*. *Beiträge d. Akad. f. Raumforschung und Landesplanung*, 114, Hannover.
- Kozłowska-Szczesna T., Krawczyk B., Blazejczyk K., 2004, *The main features of bioclimatic conditions at Polish health resorts*. *Geographia Polonica*, 77, 1: 45-61.
- Matzarakis A., 2007, *Assessment method for climate and tourism based on daily data*. [in:] A. Matzarakis, C. R. de Freitas, D. Scott (eds), *Developments in Tourism Climatology*: 52-58.
- Matzarakis A., Rutz F., 2005, *Application of RayMan for tourism and climate investigations*. *Annalen der Meteorologie* 41: Vol. 2, 631-636.
- Matzarakis A., de Freitas C., Scott D. (eds), 2004, *Advances in tourism climatology*. *Ber. Meteorol. Inst. Univ. Freiburg* Nr. 12.
- Parsons K.C., 2003, *Human thermal environments: the effects of hot, moderate, and cold environments on human health, comfort and performance*. Taylor & Francis, London, New York, 527pp.

# BIOCLIMATIC PRINCIPLES OF HEALTH TOURISM . POLISH EXPERIENCE

Krzysztof Blazejczyk

(University of Warsaw, Faculty of Geography and Regional Studies Krakowskie Przedmiescie 30, 00-927 Warszawa, Poland)

e-mail: kblazejczyk@uw.edu.pl

**Abstract:** The paper presents the principles of research dealing with evaluation of bioclimatic resources of health resorts in Poland. The resources are evaluated from the point of view of health tourism which is of increased interest in health prophylactic. Several features of local environment are taken into consideration

as: weather and climate components, aerosanitary conditions, acoustic climate as well as land relief and land

use. The evaluation methods developed and be in the use in Poland can be also applied for another areas.

**Key words:** health tourism, bioclimatic evaluation, health resorts, Poland

## I. INTRODUCTION

Health resort therapy is of great importance in

curative and prophylactic activities in Polish health care system. It bases on specific environmental resources, namely: mineral waters (with curative properties), thermal waters, mud and therapeutic features of climate. As of today there are 44 health resorts in Poland constituted by law, that have the necessary resources and environmental attributes to sustain engagement in treatment and recreational activities (Fig. 1). The resorts conducts different forms of therapy, e.g. physiotherapy, hydrotherapy and climate therapy for various groups of visitors. Some of them are hospital patients and convalescents. However, 30-50% of visitors are health tourists who come to the resorts in prophylactic purposes. The final effect of spa therapy depends on good recognition of the potential of particular curative components. The special role in this area play good knowledge of bioclimatic conditions. They can support therapeutic and prophylactic procedures. On the other hand they can also limit the possibility of health tourism and reduce effectiveness of patients' stay (Blazejczyk 2007a, Blazejczyk and Matzarakis 2008).

Climate therapy is one of the of curative and prophylactic procedures. It utilise specific features of atmosphere that stimulate various systems of an organism (thermoregulatory, circulatory, respiratory, immune etc.). Four types of procedures can be applied

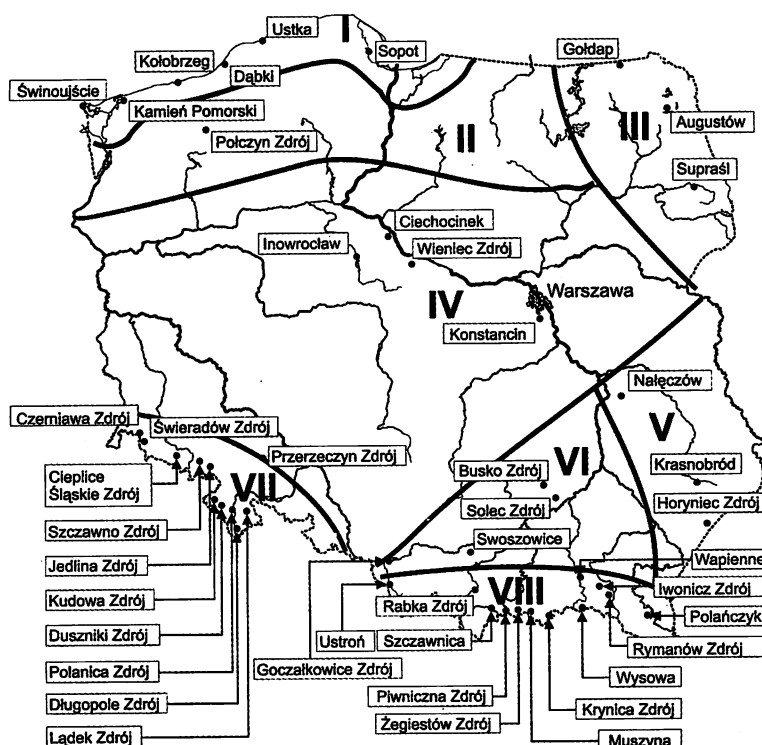


Fig. 1. Distribution of health resorts in Poland; I-VIII . bioclimatic regions of Poland: I . Coastal, II . Lakeland, III . North-Eastern, IV . Central, V . South-Eastern, VI . Upland, VII . Sudetic, VIII . Carpathians (Blazejczyk 2004, 2006)

Table 1. Norms of various climate components in Polish health resorts (due to Polish legislation acts)

Climate elements (Multiannual information)	Sanitary conditions (limits of concentration - $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Noise (limits in dB(A))	Electromagnetic fields
Sunshine duration – 1500 hours per year	Sulfur dioxide: 1 hour mean – 350 24 hours mean – 125	Roads borders: Day – 50 Night – 45	Electric component:
Rainy days – 183 days per year			At frequency of 50 Hz – 1 kW/m
Foggy days – 50 days per year (no more then 15 from April till September)	Nitrogen dioxide: 1 hour mean – 200 1 year mean – 35	Health resorts and recreation areas: Day – 45 Night – 40	At frequency < 3 MHz – 20 V/m
Wind – rare windy days (>8 m/s)			Magnetic component:
Humidity – rare sultry conditions	PM10 24 hours mean – 50 1 year mean – 40		At frequency of 50 Hz – 60 A/m
Temperature – no frequent extreme air temperatures (<-10°C, >25°C)			At frequency < 3 MHz – 3 A/m

(Kozłowska-Szczesna et al. 2004):

- Heliotherapy** named also sun baths . it uses solar radiation as treatment factor.
- Aerotherapy** (air baths) uses thermal, hygric and mechanical features of climate to stimulate physiological processes in an organism.
- Kinesitherapy** (moving therapy) uses various forms of physical activity indoors for stimulation of physiological processes.
- Thalassotherapy** uses combine effect of climatic factors, sea aerosols and sea sands in therapeutic procedures.

The aim of the present paper is to discuss principles of research dealing with evaluation of bioclimatic potential of health resorts from the point of view of health tourism and spa therapy.

## 2. LEGISLATIVE BACKGROUND

Due to Polish legislation acts the health resort activity can be conducted in sites that have sources of mineral/thermal water or mud as well as they are characterised by therapeutic properties of local climate. Among climatic features the essential climate elements (radiation, air temperature, humidity, wind, precipitation etc.) and also sanitary conditions of air, acoustic climate and intensity of electromagnetic fields are considered. Table 1 contains norms of particular components of local climate.

## 3. SCIENTIFIC BACKGROUND

The evaluation of bioclimatic conditions have to include all atmospheric factors that influence effectiveness of climate therapy as well as patients health and well being. Ina this purpose we consider not only legislative components of local climate but also we assess biothermal and weather conditions in particular seasons. The concept of biothermal conditions was taken to encompass a set of meteorological factors impacting upon the human body and inducing various adaptive (thermoregulatory) reactions for actual weather. The concept bases on human heat balance considerations. The Man-ENvironment heat EXchange model MENEX\_2005 is applied in this purpose (Blazejczyk 2007a).

General equation of man environment heat exchange has the following form:

$$M + Q + C + E + \text{Res} = S.$$

where: M is metabolic heat production (both, basic metabolic rate and metabolic energy production

due to activity and work load),

Q is radiation balance of man,

C is heat exchange by convection,

E is heat loss by evaporation,

Res is heat loss by respiration and

S is net heat storage, i.e. changes in body heat content.

The heat exchange by conduction (Kd) is not considered in the model due to its insignificant values. All fluxes are expressed in  $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ . The graphical presentation of man-environment heat exchange is done

on Figure 2.

To calculate human heat balance components two types of input data are necessary:

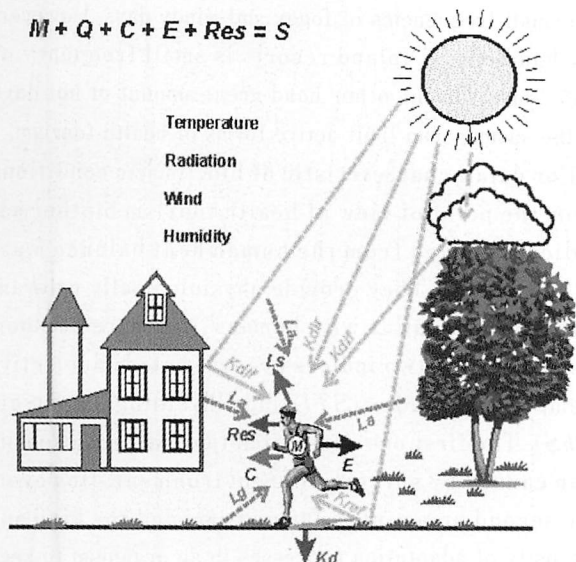


Fig. 2. Components of the human heat balance: Solar radiation: direct ( $K_{dir}$ ), diffuse ( $K_{dif}$ ), reflected ( $K_{ref}$ ), Thermal radiation: ground ( $L_g$ ), sky ( $L_a$ ), human body ( $L_s$ ), Heat fluxes: metabolism ( $M$ ), convection ( $C$ ), evaporation ( $E$ ), respiration ( $Res$ ), conduction ( $K_d$ ), net heat storage ( $S$ ), radiation balance in man ( $Q$ )

- (1) meteorological, i.e. air temperature, wind speed, air humidity, and optionally: solar radiation, cloudiness, mean radiant temperature or visibility,
- (2) physiological, i.e. mean skin temperature, skin

wettedness, metabolic heat production, clothing insulation, albedo of clothing and velocity of man motion.

As output data the model afford values of particular heat fluxes as well as some biothermal indices: Subjective Temperature ( $STI$ ), Physiological Strain ( $PhS$ ), Physiological Subjective Temperature ( $PST$ ), Water Loss ( $SW$ ), Heat Stress Index ( $HSI$ ), Dehydration Risk ( $DhR$ ), Overheating Risk ( $OhR$ ), Overcooling Risk ( $OcR$ ) and accepted level of physical activity ( $MHR$ ) (Blazejczyk 2005) The indices listed can be calculated with the use of BioKlima 2.5© software package (the software can be downloaded from [www.igipz.pan.pl/geokoklimat/blaz/bioklima.htm](http://www.igipz.pan.pl/geokoklimat/blaz/bioklima.htm)).

Biothermal conditions prevalent in given health resorts may be defined as:

- soft, when they favour to keep the thermal equilibrium in most people, including elderly, children and ill;
- hardening, if they activate thermoregulation and endurance mechanisms in an organism (such that they necessitate medical supervision when they involve children, elderly or those who are ill and making use of climate therapy procedures);
- loading, in as much as they can bring about major disturbances to an organism's heat system, including among those who are young and fit.

Applicability of local climate for health tourism is also assessed by Weather Suitability Index. It bases on daily meteorological information. The bio-thermal classification of weather is used in this purpose (Blazejczyk 2007b, Blazejczyk and Matzarakis 2007,

Table 2. The scheme of bio-thermal weather classification

	Weather component						
	Weather type	Weather subtype			Weather class		
	Thermal sensation	Radiation stimuli	Physiological strain:	Sultriness intensity	Daily thermal contrast	Precipitation	Snow cover
Site of weather indicator	1	2	3	4	5	6	7
Weather indicator	-3 (very cold) -2 (cold) -1 (cool) 0 (comfortable) 1 (warm) 2 (hot) 3 (very hot)	1 (weak) 2 (moderate) 3 (great)	C (cold) T (neutral) H (hot)	0 (non sultry) 1 (moderate) 2 (great)	0 (weak) 1 (significant)	0 (no precipitation) 1 (precipitation >1 mm)	0 (no snow) 1 (snow cover >10 cm)

For example, the code -2\_2C0\_011 indicates cold weather (-2) with moderate radiation stimuli (2), cold physiological strain (C), non sultry (0) with weak daily thermal contrast (0), rain(snow) fall (1) and snow cover (1).

Climate elements (Multiannual data)	Coastal	Upland	Sudetic
Sunshine duration (hours per year)	1640	1521	1547
Rainy days (days per year)	181	138	181
Foggy days (days per year / per warm season)	50 / 16	48 / 15	23 / 15
Wind (annual frequency of windy days)	3.8%	9.0%	2.5%
Humidity (frequency of sultry days in warm season)	3.6%	9.4%	7.2%
Temperature (seasonal frequency of frosty / hot days)	3.6% / 7.2%	11.6% / 17.2%	10.5% / 12.0%

Table 3. Mean values of climatic characteristics in selected bioclimatic regions of Poland

The Coastal area is also characterized by the smallest frequency of sultry days and extreme thermal conditions. For mountain health resorts the mostly characteristics are small frequencies of foggy and windy days. However, the handicap of upland resorts is small frequency of hot days rainy days. On the other hand great amount of hot days in the summer can limit active forms of health tourism. For detail characteristic of bioclimatic conditions from the point of view of health tourism biothermal indices derived from the human heat balance must be considered. They provide physiologically relevant information dealing with humans' exposure outdoor. As an example two indices are presented: Subjective Temperature Index (STI) and Physiological Strain (PhS). The first one illustrates thermal sensations in man caused by surrounding environment. However, the second bring information regarded the kind and intensity of adaptation processes in an organism to keep homeothermy. Because of great differences in geographical environment the compared regions differ significantly in the frequency of particular thermal sensations in man. In general, in all regions cool sensations predominate. Their annual frequency is 38-40%. However, in some months the regional variability is significant. On the other hand hot sensations are very differentiated both, in particular months and in the whole year. The hot sensations are the most frequent in Upland and the less frequent in Coastal region. The low air temperature and great wind speed in the seashore resorts cause also great predominance (up to 78%) of cold sensations in the winter months. The consequence of such seasonal and spatial distributions of thermal sensations are limitations in health tourism in winter in coastal areas especially in case of elderly and children. On the other hand significant frequency of hot and very hot sensations

As an example, the evaluation procedures of bioclimatic conditions are presented for three health resorts in Poland that represent different bioclimatic regions: Coastal (Kolobrzeg), Sudetic mountains (Ladek and Upland (Busko). Table 3 shows mean, multiannual characteristics of climate components. The best solar conditions are observed in Coastal resorts. The sunshine duration is there the longest in Poland (mainly in

#### 4. ESSENTIAL RESULTS

The particular weather features should be defined for every day of the studied period with the use of BioKlima2.5 software package (www.igipz.pan.pl/geoekeklima2/blaz/bioklima.htm). Weather information is described by seven digits: thermal sensations (due to STI class), radiation stimuli (due to absorbed portion of radiation), physiological strain (due to PhS value), sultriness (due to HSI index), daily thermal contrast (due to daily amplitude of temperature), rain(snow) fall (< 1 mm), snow cover (> 10 cm) (Table 2). WSI provides evaluation of each individual weather conditions from the point of view of particular forms of recreation: sun baths (SB), air baths (AB), mild recreational activity (e.g. walking, light plays, shopping . MR), intensive recreation and summer tourism (e.g. football, biking, climbing, jogging etc. . AR), ski tourism (ST). Every weather situation is assessed using WSI as follows: 0 . unfavourable, 1 . favourable with limitations, 3 . favourable without limitations. Because of its nature WSI is not calculated with a mathematical formula but using a lookup table. Such a table contains the WSI<sub>XX</sub> (XX = SB, AB, MR, AR, ST) values corresponding to every weather class (see BioKlima@2.5. help file). Weather evaluation by WSI allows to determine the lengths of periods of different degrees of suitability in the cases of heliotherapy, aerotherapy and kinesitherapy.

Table 4. Frequency (%) of various thermal sensations in man in selected bioclimatic regions of Poland

Thermal sensations	Region	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Year
Very cold	Coastal	4.7	0.5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	0.5
	Upland	0.5	0.7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0.2	0.1
	Sudetic	5.9	0.9	0.1	.	.	.	.	.	.	.	0.1	3.1	0.8
Cold	Coastal	72.9	57.9	42.6	10.5	0.5	.	.	.	.	8.9	51.3	77.9	26.8
	Upland	55.3	47.8	32.7	8.4	.	.	.	.	.	4.9	36.0	57.6	19.6
	Sudetic	59.7	57.9	40.7	10.2	0.2	.	.	.	0.1	11.2	51.4	65.6	24.6
Cool	Coastal	22.4	40.7	43.7	56.2	37.3	37.5	35.7	31.3	48.7	63.4	47.7	21.0	40.4
	Upland	33.4	39.2	42.6	43.1	34.0	30.4	32.3	29.9	38.4	51.2	42.9	32.9	37.5
	Sudetic	34.3	35.1	35.9	50.0	49.5	40.8	38.2	36.4	46.8	44.8	41.5	31.1	40.4
Comfortable	Coastal	.	0.7	11.9	25.0	20.0	11.3	9.5	9.0	22.3	17.6	1.0	.	10.7
	Upland	9.7	9.9	15.5	18.7	12.3	12.0	8.8	7.5	12.4	13.5	12.4	7.6	11.7
	Sudetic	0.1	5.4	16.2	14.3	8.8	13.5	10.8	11.1	10.2	20.8	6.4	0.2	9.8
Warm	Coastal	.	0.2	1.8	7.3	34.2	38.5	35.0	40.5	23.8	9.8	.	.	16.0
	Upland	1.2	2.4	9.0	26.9	32.9	31.6	25.8	29.7	30.9	24.1	8.8	1.6	19.0
	Sudetic	.	0.9	7.0	22.1	27.3	24.6	20.5	21.6	31.0	21.8	0.6	.	14.9
Hot	Coastal	.	.	.	1.0	5.8	9.2	16.9	14.7	4.2	0.3	.	.	4.4
	Upland	.	.	0.2	2.9	18.7	19.6	25.4	25.8	18.2	6.2	.	.	10.0
	Sudetic	.	.	0.1	3.3	13.0	16.4	19.3	20.8	11.1	1.3	.	.	7.1
Very hot	Coastal	.	.	.	.	2.2	3.5	2.9	4.5	1.0	.	.	.	1.2
	Upland	.	.	.	.	2.2	6.4	7.7	7.1	.	.	.	.	2.0
	Sudetic	.	.	.	.	1.2	4.7	11.2	10.0	0.9	.	.	.	2.4

in upland resorts limits summer health tourism in case of circadian and asthmatic patients (Table 4).

For the proper functioning of an organism the thermoregulatory system must keep homeothermy, i.e. constant internal temperature. Different ambient conditions provoke various acclimation processes. At thermoneutral conditions physiological reactions are weak and do not lead to overload of an organism. Moderate hot strain is manifested by increased sweating and heart rate. For great hot strain intensive sweating is typical and dehydration risk can occur. At moderate cold strain we observe significant increase in blood pressure. However at great cold strain intensive shivering. The local cooling of extremities that can lead to frostbite are noted as well. Physiological strain is very differentiated seasonally and regionally. At Coastal region during whole the year moderate cold strain predominates. However in Upland and Sudetic regions in summer months thermoneutral conditions or even moderate hot strain are very frequent. Extreme physiological reactions are observed in summer and winter. In summer great hot strain occurs at 1-2% of days in Coastal and Sudetic regions and at 3-10% of days at Coastal area. On the other hand great cold strain is observed at 13-19% of days in mountain resorts and at 18-26% of days in seashore and upland resorts (Table 5).

The evaluation of suitability of weather complex for climate therapy is of great importance in assessment procedures. The analysis of weather conditions provides information regarded possibility of the use of various climate therapy procedures. The general patterns of WSI indices in all regions of Poland are similar each other. Sun and air baths can be the best practice in late spring and in early autumn. However, kinesitherapy (both, mild and active) can be used whole year round. Some limitations for kinesitherapy, mainly in Upland region, due to hot and sultry weather are observed in summer season. However, in the mountain resorts great cloudiness in summer reduces the possibility of heliotherapy (Figure 3).

The final part of evaluation is to assess the usefulness of bioclimatic conditions for climate therapy in particular parts of each resort. The assessment bases on all components of bioclimate considered (i.e. general bioclimatic and weather features, local distribution of biothermal conditions, air pollution, acoustic climate).

In general, **very favourable** (1) bioclimatic conditions occur:

- at south exposed slopes (1A) . because of good solar and thermal conditions,
- on the seashore beaches (1A) . because of the presence of sea aerosol and stimulative microclimate,
- inside dry and fresh forests (1B) as well as old parks

Table 5. Frequency (%) of various physiological strain in man in selected bioclimatic regions of Poland

Physiological strain	Region	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Year
Great hot strain	Coastal	.	.	.	.	0.5	1.2	1.3	1.0	0.3	.	.	.	0.3
	Upland	.	.	.	.	0.9	2.9	10.3	6.2	.	.	.	.	1.7
	Sudetic	.	.	.	.	.	0.7	1.7	2.0	0.1	.	.	.	0.4
Moderate hot strain	Coastal	.	.	.	0.7	5.5	4.8	4.2	9.8	2.2	0.2	.	.	2.3
	Upland	.	.	.	5.3	17.4	24.0	31.6	31.4	8.0	0.9	.	.	10.1
	Sudetic	.	.	.	1.4	4.6	12.0	20.2	18.8	4.6	0.1	.	.	5.2
Thermoneutral	Coastal	.	.	1.3	3.8	10.6	20.8	41.3	45.8	18.7	6.9	.	.	12.6
	Upland	.	.	2.6	21.3	42.8	42.4	37.0	46.2	42.0	20.4	0.7	.	21.8
	Sudetic	.	0.2	2.0	12.5	35.0	44.6	45.9	49.7	36.8	12.1	0.2	.	20.0
Moderate cold strain	Coastal	73.9	81.8	88.2	91.3	82.9	73.2	53.2	43.4	78.8	92.7	91.8	81.9	77.7
	Upland	74.0	73.5	79.6	68.2	38.9	30.7	21.1	16.1	50.0	77.6	88.1	77.6	57.4
	Sudetic	81.2	84.4	91.9	84.8	60.3	42.7	32.3	29.5	58.5	87.1	94.0	87.3	69.4
Great cold strain	Coastal	26.1	18.2	10.2	4.2	0.5	.	.	.	.	.	8.2	18.1	7.1
	Upland	26.0	26.5	17.8	5.1	.	.	.	.	.	1.1	11.2	22.4	8.9
	Sudetic	18.8	15.4	6.1	1.3	0.1	.	.	.	.	0.7	5.9	12.7	5.0

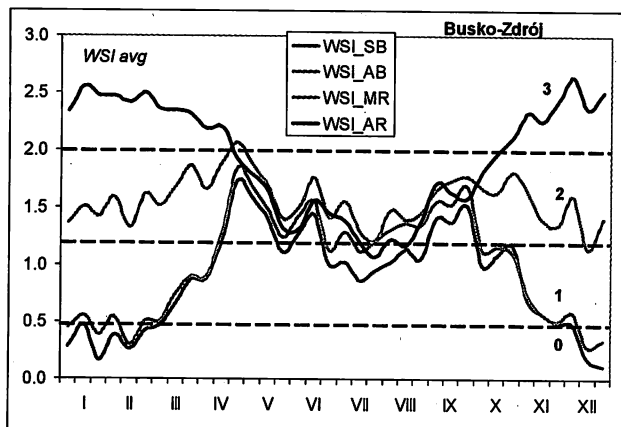
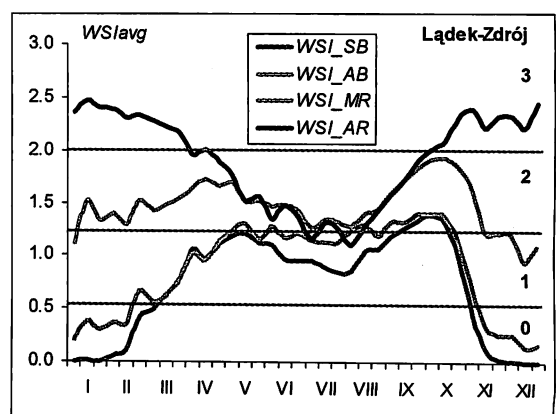
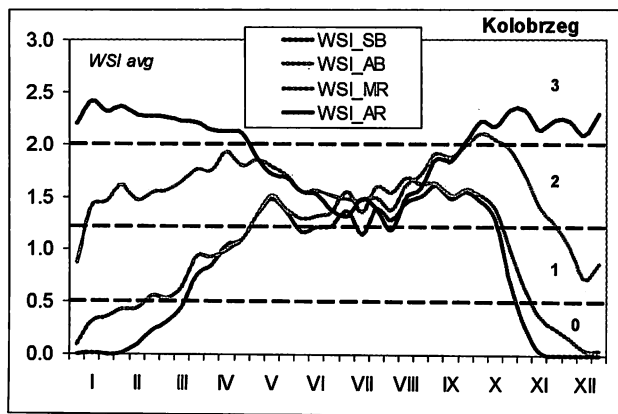


Fig. 3. 10-days values of Weather Suitability Index (WSIavg) in selected Polish health resorts: WSI\_SB . weather suitability for sun baths; WSI\_AB . weather suitability for air baths; WSI\_MR . weather suitability for mild kinesitherapy; WSI\_AR . weather suitability for active kinesitherapy 0 . unsuitable, 1 . less suitable, 2 - relatively suitable, 3 . very suitable conditions

(1C) . because of good thermal and hygric conditions, clean air, calm and presence of specific biological agents.

**Moderately favourable (2) areas refers to:**

- flat open areas (2A) . because of stimulative microclimate with great daily variability,
- west, east and north slopes (2A) . because of temporal fluctuations of thermal conditions and reduced income

of solar radiation,

- humid forests (2B) . due to increased air humidity that can provoke sultriness in hot days,
- no dense residential areas (2C) . because of increased air pollution and noise level.

**Slightly favourable (3) areas cover:**

- bottoms of valleys (3A) . because of frequent occurrence of local fogs, temperature inversion and



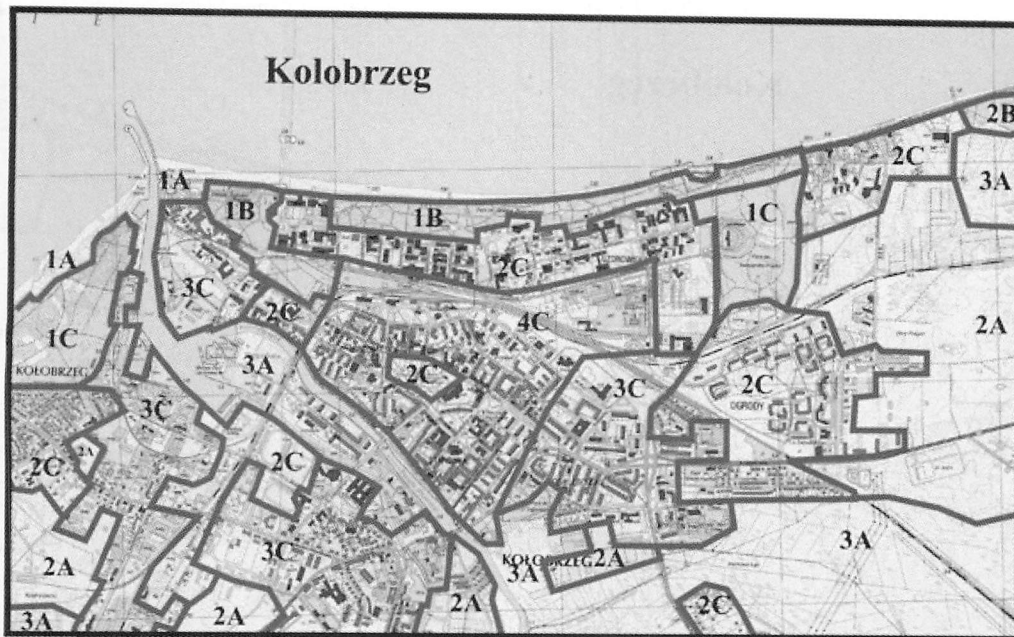


Figure 4. Spatial evaluation of bioclimatic conditions for climate therapy in coastal health resort;  
 Assessment units: 1 (A-C) . very favourable areas, 2 (A-C) . moderately favourable areas, 3 (A-C) . slightly favourable areas, 4 (A-C) . unfavourable areas.

non windy conditions as well as increased air humidity,  
 - dense build-up districts (3C) . because of loaded microclimate (great temporal and spatial variability of all climate elements, i.e. solar radiation, air temperature and humidity and wind), very increased air pollution and noise level.

Unfavourable (4) for climate therapy are areas of:

- swamps (4A) and wet forests (4B) . because of great air humidity and increased risk of vector born diseases,
- city downtowns and industrial districts (4C) . because of loaded microclimate, great air pollution and noise.

Each studied health resort has individual spatial features of bioclimate and can not be compared each other. The evaluation maps (Fig. 4-6) show only configuration of assessment units that illustrate great differentiation of bioclimatic conditions at small areas. Great spatial variability of bioclimatic conditions has positive input to health tourism. The mosaic of areas with different features of local bioclimate allow to practice various forms of climate therapy almost in every weather conditions. For example forests and parks can be especially used for air baths and kinesitherapy. However beaches and open areas are predestinated for helio- and kinesitherapy. During windy and rainy weather patients can harbour inside forests and parks. On the other hand beaches are the best places for health tourism during hot and sunny weather.

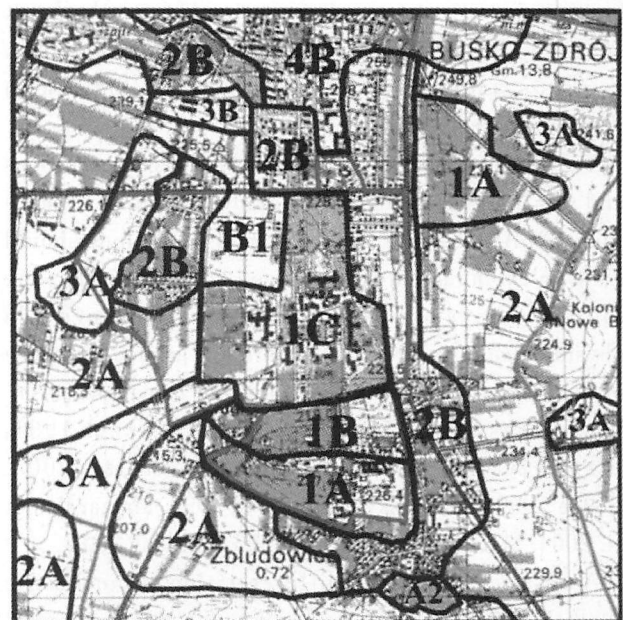


Figure 5. Spatial evaluation of bioclimatic conditions for climate therapy in upland health resort;  
 explanations as at Fig. 4.

## 5. CONCLUSIONS

Bioclimatic features of local environment are very important factor for all forms of tourism. In case of health tourism they play not only aesthetic function. They also must have therapeutic and prophylactic features. In this purpose various climate elements and biothermal characteristics must be apply. They should

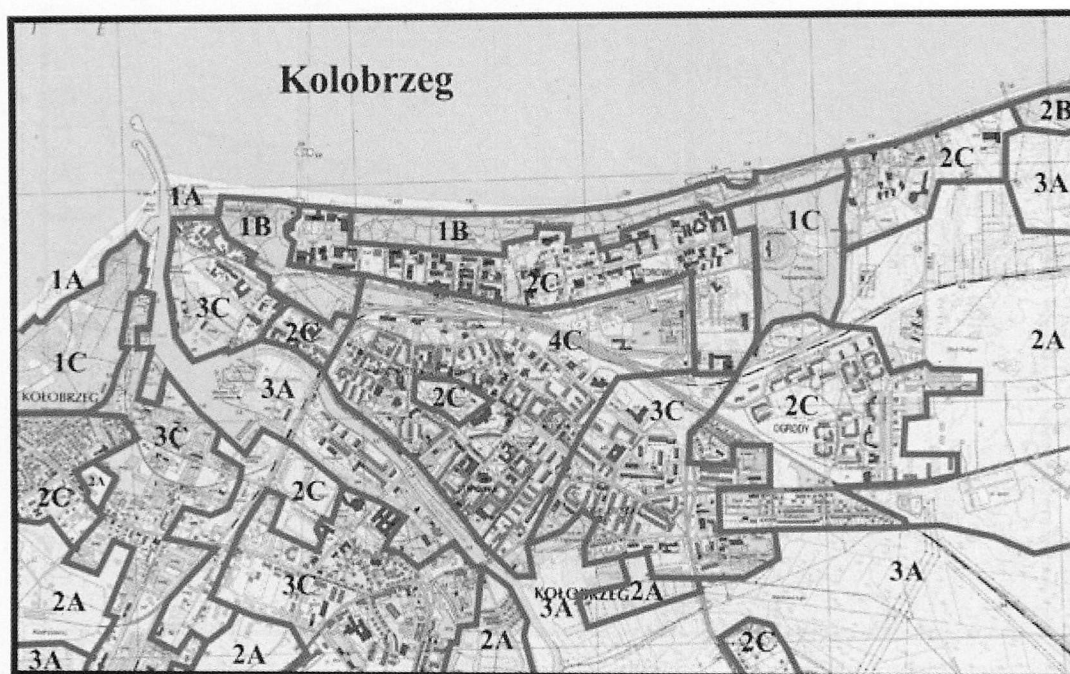


Figure 6. Spatial evaluation of bioclimatic conditions for climate therapy in mountain health resort; explanations as at Fig. 4.

be considered as atmospheric stimuli from the point of view of respiratory, thermoregulatory, circulatory, nervous, immune and digestive systems in man (Kozłowska-Szczesna et al. 2004).

Very important is an analysis of biothermal conditions and weather usefulness for various forms of climate therapy. Assessment of biothermal conditions should base on the human heat balance considerations. The indices derived from human heat balance provide physiologically relevant information regarded influence of the atmosphere on the functioning of human organism Blazejczyk 2007, Blazejczyk and Krawczyk 1991, Blazejczyk and Matzarakis 2007, de Freitas 2003, Hoppe 1999, Jendritzky et al. 1979, 1990, Matzarakis et al. 2004, Matzarakis and Rutz 2005, Parsons 2003).

Assessment of spatial differentiation of bioclimatic conditions in the local scale must also be an essential part of bioclimatic evaluation. Specific features of local climate, biological agents, air pollution and noise level should be taken into considerations.

#### REFERENCES

- Blazejczyk K., 2004, *Bioklimatyczne uwarunkowania rekreacji i turystyki w Polsce* (Bioclimatic principles of recreation and climate in Poland). (in polish), *Prace Geograficzne IGiPZ PAN*, 192, pp. 291.
- Blazejczyk K., 2005, *New indices to assess thermal risks outdoors*. [in:] I. Holmer, K. Kuklane, Ch. Gao (eds), *Environmental Ergonomics XI*, Proc. Of the 11<sup>th</sup> International Conference, 22-26 May, 2005 Ystad, Sweden: 222-225.
- Blazejczyk K., 2006, *Climate and bioclimate of Poland*. [in:] M. Degorski (ed), *Natural and human environment of Poland. A geographical overview*. Polish Academy of Sciences Institute of Geography and Spatial Organization, Polish Geographical Society, Warsaw: 31-48.
- Blazejczyk K., 2007a, *Weather limitations for winter and summer tourism in Europe*. [in:] A. Matzarakis, C.R. de Freitas, D. Scott (eds), *Developments in Tourism Climatology*, Commission on Climate, Tourism and Recreation International Society of Biometeorology, Freiburg: 116-121.
- Blazejczyk K., 2007b, *Multiannual and seasonal weather fluctuations and tourism in Poland*. [in:] B. Amelung, K. Blazejczyk, A. Matzarakis (eds), *Climate Change and Tourism Assessment and Copying Strategies*, Maastricht. Warsaw. Freiburg: 69-90.
- Blazejczyk K., Matzarakis A., 2007, *Assessment of bioclimatic differentiation of Poland based on the human heat balance*. *Geographia Polonica*, 80, 1, Spring: 63-82.
- Blazejczyk K., Matzarakis A., 2008, *Evaluation of climate from the point of view of recreation and tourism*. 18<sup>th</sup> International Congress of Biometeorology ICB, Tokyo 22-26 Sept. 2008.
- Blazejczyk K., Krawczyk B., 1991, *The influence of climatic conditions on the heat balance of the human body*. *Int. J. Biometeorology*, 35, 2: 103-106.
- de Freitas C.R., 2003: *Tourism climatology: evaluating environmental information for decision making and business planning in the recreation and tourism sector*. *Int. J. Biometeorology* 48: 45-54.

- Höppe P., 1999, *The physiological equivalent temperature - a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment*. Int. J. Biometeorology, 43: 71-75.
- Jendritzky G., Sönning W., Swantes H.J., 1979, *Ein objektives Bewertungsverfahren zur Beschreibung des thermischen Milieus in der Stadt- und Landschaftsplanung ("Klima-Michel-Modell")*. Beiträge d. Akad. f. Raumforschung und Landesplanung, 28, Hannover.
- Jendritzky G., Menz G., Schirmer H., Schmidt-Kessen W., 1990, *Methodik zur raumbezogenen Bewertung der thermischen Komponente im Bioklima des Menschen (Fortgeschriebenes Klima-Michel-Modell)*. Beiträge d. Akad. f. Raumforschung und Landesplanung, 114, Hannover.
- Kozłowska-Szczesna T., Krawczyk B., Blazejczyk K., 2004, *The main features of bioclimatic conditions at Polish health resorts*. Geographia Polonica, 77, 1: 45-61.
- Matzarakis A., 2007, *Assessment method for climate and tourism based on daily data*. [in:] A. Matzarakis, C. R. de Freitas, D. Scott (eds), *Developments in Tourism Climatology*: 52-58.
- Matzarakis A., Rutz F., 2005, *Application of RayMan for tourism and climate investigations*. Annalen der Meteorologie 41: Vol. 2, 631-636.
- Matzarakis A., de Freitas C., Scott D. (eds), 2004, *Advances in tourism climatology*. Ber. Meteorol. Inst. Univ. Freiburg Nr. 12.
- Parsons K.C., 2003, *Human thermal environments: the effects of hot, moderate, and cold environments on human health, comfort and performance*. Taylor & Francis, London, New York, 527pp.

## 森林の利用と健康

永井正則（山梨県環境科学研究所環境生理学研究室）

はじめに

環境科学研究所国際シンポジウム2008の午後の部では、観光気候学の中のヘルスツーリズムに的を絞りました。まず、ワルシャワ大学のブラチェク教授に、ポーランドの保養地において保養・休養や疾病の治癒を目的とした来訪者のために、どのような基準でどのような環境が提供されているかについてお話していただきました。私は、保養地に欠かせない森の環境が人の健康にどのような影響を与えるかについて、山梨県環境科学研究所が行なった研究を紹介します。

図1（口絵参照）は、人工衛星から見た山梨県です。富士山と環境科学研究所（YIES）、それから甲府市の位置を矢印で示してあります。甲府を中心とした盆地に人口の60%が集中しています。濃い色で見えるところは森林です。この写真を撮ったのが5月初めなので、まだ緑は浅いのですが県土の78%が森林で覆われています。山梨県では、このような森林の恵みを、県民や来訪者の保健・休養の目的で活用することを目指しています。そのためには、森林が人の健康に及ぼす影響をしっかりと科学的に示す必要があります。このような背景から、環境科学研究所では、これまで森林の環境が人の心と体を与える影響について研究してきました。今回のシンポジウムでは、特に森林環境の持つストレス軽減作用についての研究成果を紹介いたします。

### ストレスとストレス反応

一般に、ストレスは心臓の働きに影響を与えると言われます。2280名の人の健康状態を32年間追跡調査した報告があります（Kawachi et al., Circulation 90 : 2225-2229, 1994）。図2にその報告の内容をまとめました。2280名中402名が心臓の病気になり、その内131名が冠動脈疾患（心筋梗塞など）で死亡しました。その原因を調べてみると、一般に言われているような肥満や喫煙習慣、高コレステロールなどで説明できるのは全体の

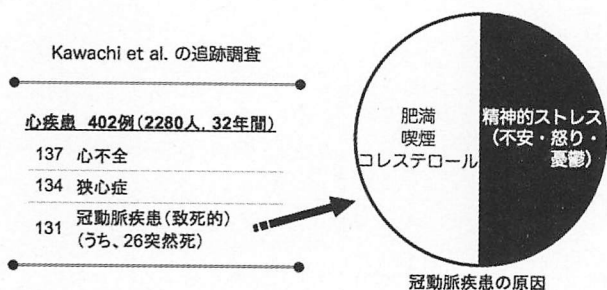


図2 ストレスと心疾患（Kawachi et al., Circulation 90 : 2225-2229, 1994より作成）

半数で、残りの半数では、ストレスによる不安や怒り、鬱などが真の原因になっていたことがわかりました。ストレスが人の心理面に与える悪影響が大きいことがわかります。

ストレスによる心理状態の変化は、心臓の働きや血圧に影響します。これは意識しても避けることはできません。図3は、私自身の血圧と心拍数を記録したデータです。ある年の3月7日の午前10時50分に測った血圧は124/81（最高血圧/最低血圧）で、心拍数は69回/分でした。この時は実験をしていました。午後2時25分はまだ実験中でしたが、少し眠くなりました。この時の血圧は115/64でした。午後5時47分には血圧が急に上がり144/90になっています。この時は実験を終えて実験記録を書いていたのですが、ある放送局から電話取材がありました。しかし、取材者の態度が悪く、電話を切った後も大変不愉快でした。それで、血圧が115/64から144/90になってしまいました。翌日（3月8日）の午前10時30分に測った血圧は133/87でまだ少し高いようでした。午後、私の原稿が載るはずの本の出版が遅れるという電話連絡が出版社からあり、また不愉快になりました。血圧を測ったら143/87と高くなっていました（午後2時40分）。土日はをさんで、月曜日（3月11日）の午前10時20分には、血圧は112/76になっていました。土日にリラックスできたのだと思います。このように、一日の内でも血圧は心理状態を反映して大きく変わります。特に、怒ったり不愉快になったりすると血圧は上がります。

日付	時刻	血圧	心拍数	メモ
3月7日	10:50	124/81	69	実験 実験、眠気 実験終了、書類作成、憤り、放送局
	14:25	115/64	71	
	17:47	144/90	66	
3月8日	10:30	133/87	60	書類作成 書類作成、憤り、出版社 うたた寝 排尿
	14:40	143/87	67	
	17:40	142/88	67	
		128/86	59	
3月11日	10:20	112/76	54	実験 実験 実験終了
	14:10	140/82	72	
	15:00	123/75	68	
	16:00	121/76	64	
3月12日	9:35	128/89	71	会議
		118/84	72	
	14:05	135/81	76	実験 実験 実験終了
	14:57	114/68	72	
	15:36	137/84	66	

図3 血圧・心拍数の記録

粘膜の免疫機能（図4）もストレスの影響を受けます。のどや気管などの呼吸器や胃腸、生殖器などは粘膜に覆われています。粘膜には粘膜免疫と呼ばれる働きがあります。粘膜は体外の環境と直接接するので、粘膜免疫はのどや気管、胃腸などを感染から守るために重要な働きをしています。粘膜の免疫機能を担っているのは分泌型免疫グロブリンA（sIgA）というタンパクです。分泌

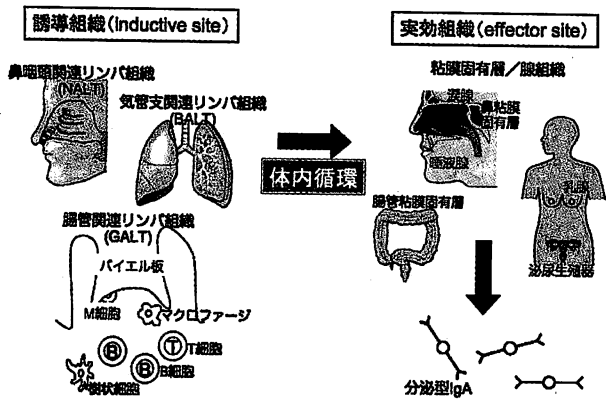


図4 粘膜免疫と分泌型免疫グロブリンA (sIgA)  
詳しい内容は、永井ほか：自律神経 41：347-349, 2004をご覧ください。

型免疫グロブリンA (sIgA) は、涙や唾液、母乳の中にも分泌されます。唾液と一緒に分泌される分泌型免疫グロブリンA (sIgA) は、鼻やのどの奥などの粘膜を感染から守る働きをしています。この免疫グロブリンA (sIgA) の分泌がストレスの影響を受けます。図5は、試験期間中のストレスが唾液中への免疫グロブリンA (sIgA) の分泌にどう影響するかを示しています。アメリカの歯学部の学生を被験者にしたデータです (Jemmott et al., Lancet 1 : 1400-1402, 1983)。

アメリカの大学では、秋の終わりから初夏にかけてが試験期間になります。この間には、学生のストレスが大きくなります。ストレスが大きくなると免疫グロブリンA (sIgA) の分泌が低下することがわかります。分泌型免疫グロブリンA (sIgA) は、鼻やのどの奥などの粘膜を感染から守る働きをしていますので、その分泌が低下した状態が続くと、のどや気管の感染症に罹患しやすくなります。つまり、ストレスは粘膜免疫機能を低下させるということになります。

図6は、環境科学研究所で行なった実験結果を示し

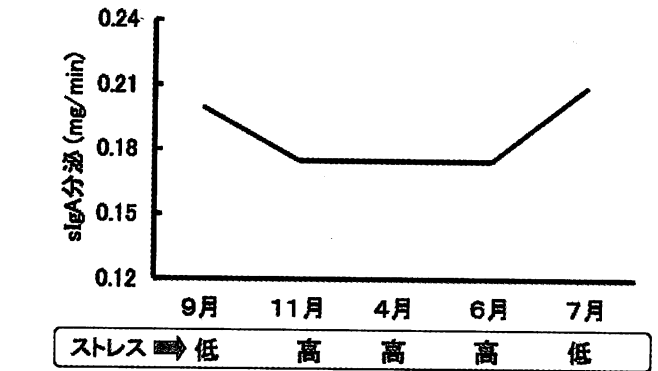
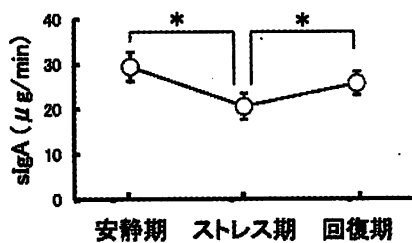


図5 歯学部生のストレスと分泌型免疫グロブリンA (sIgA) の分泌 (Jemmott et al., Lancet 1 : 1400-1402, 1983より作成)

ています。大学生を被験者として、実験的にストレスを与えた時の、免疫グロブリンA (sIgA) の分泌と心臓の働きを同時に記録しています。実験的にストレスを与えるために、口頭試問の形で文章完成テストを行ないました。図中にストレス期と表示したテスト中に、免疫グロブリンA (sIgA) の分泌が低下していることがわかります (図6左上)。図6右下は、心臓の拍動間隔を示しています。拍動間隔の数字が小さくなれば拍動が速くなり心拍数が増加し、数字が大きくなれば拍動がゆっくりになり心拍数が減少することを表します。ストレス期に高かった心拍数が、ストレス後に急に低下していることがわかります。図6右上は心拍変動係数で、心臓の拍動の規則性を表しています。数字が大きくなれば拍動が不規則になり、数字が小さくなれば拍動が規則的になったことを示します。ストレス期に高かった変動係数が、ストレス後に低下しています。ストレスが心臓の拍動を不規則にしたことがわかります。

これまで述べてきたように、ストレスは不安や怒り

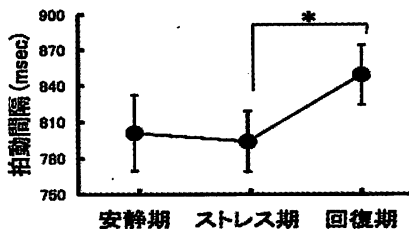
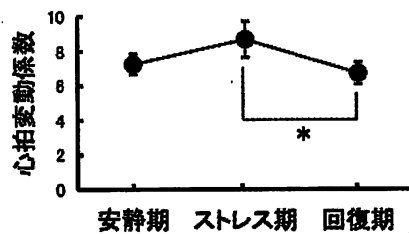


図6 分泌型免疫グロブリンA (sIgA) の分泌と心機能に及ぼすストレスの影響 平均値と標準誤差を示す (各々n=13, \* : P<0.05).

といった心理的にネガティブな感情を引き起こすと同時に、心臓の働きや粘膜免疫にも好ましくない影響を与えます。このようなストレスの影響を免れることはできません。

### 森林環境のストレス軽減効果

人はストレスの影響を免れることはできませんが、自然環境を利用してストレスの影響を軽くすることができないかと考えました。特に、県土の78%が森林で覆われている山梨県は、“森林県”として保健・休養を目的とした森林利用を推進しています。そこで、森林環境が人の心と体にどのような影響を与えるかを明らかにする

ための研究を行ないました。その中で今回は、森林環境の持つストレス軽減効果についての研究結果を紹介いたします。

図7は、今回紹介する実験を行なった東京大学富士演習林を示しています。場所は山中湖畔で山中湖村役場の近くです。演習林ですので、区画毎にさまざまな種類の樹木が植えられていて、実験に好都合でした。図中の①から⑫までは景観ポイントで、各ポイントで矢印の方向を向くとそれぞれ異なる森林景観を見ることが出来ます。例として、ポイント②と⑧の写真を図に示しました。

ポイント②で20分間安静に過ごした時のデータを図8に示します。安静の前後のデータを比較していま



ポイント2



ポイント8



図7 東京大学富士演習林 (山中湖村)

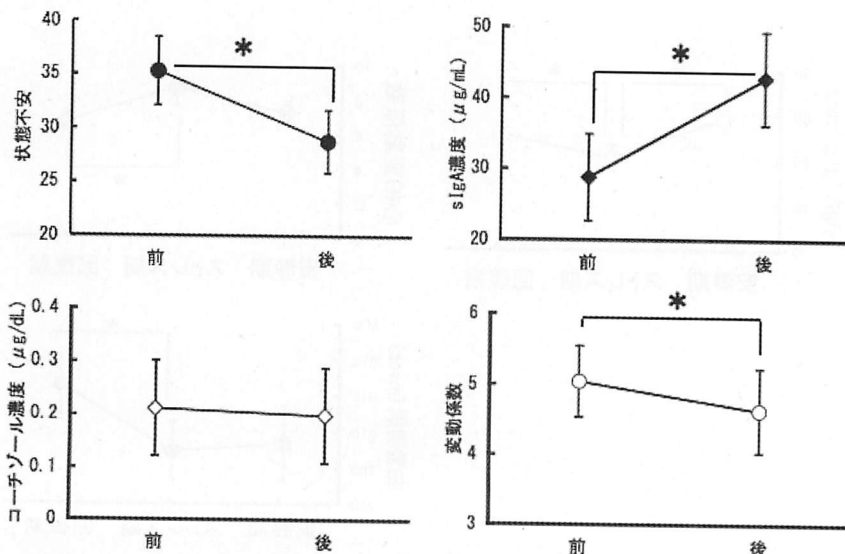


図8 森林での安静の効果 平均値と標準誤差を示す (各々n=13, \* : P<0.05).

す。9月中旬から下旬にかけての気象条件下でのデータです。心理調査用紙STAI (State- and Trait-Anxiety Inventory) を使って不安を得点化しました (図左上)。安静の前後で不安が低下していることがわかります。安静前の不安の得点35というのは、被験者とした大学生の平均的レベルにあります。平均レベルの不安が、森林環境の中で安静に過ごすことで、さらに7ポイント低下したことになります。

唾液中の分泌型免疫グロブリンA (sIgA) の濃度は、安静によって増加しています。心拍の変動係数は低下しています。先に述べたように、ストレスは免疫グロブリンA (sIgA) の分泌を低下させ (図5、6)、心拍の変動係数を増加させますので (図6)、森林で安静に過ごすことでストレスが粘膜免疫や心臓の機能に及ぼす影響を軽減できることがわかります。副腎皮質から分泌されるコーチゾールは、人がストレスを受けると分泌が盛んになることから、ストレスホルモンとも呼ばれています。唾液中のコーチゾール濃度に変化がなかったことは (図左下)、森林での安静がストレスとはなっていないことを示しています。

森林環境の中で安静に過ごすことで、粘膜免疫や心機能に現れるストレス反応を軽減できることがわかりました。次に、温度や湿度などを森林環境と同じにした実験室で同じことが起こるかどうかを調べました。環境科学研究所には、人工気象室と呼ばれる実験室があります。人工気象室内の気温、湿度、明るさを、図8のデータを取った時の森林内の条件とほぼ同じにして、実験してみました (図9)。9月中旬から下旬にかけての演習林内ポイント②の実験中の平均気温は25.3℃でした。相対湿度は67%、照度は1000ルクスでした。人工気象室内も同じ条件にしました。湿球黒球温度 (WBGT) は、気温や湿度に周囲からの輻射熱などの要素も加えて算出される温度で、人の体感温度に近いと言われています。気温と湿度を同じに設定しても、森林内と室内の湿球黒球温度は同一にはなりません、1℃以内の差に収める

森林での安静		東京大学富士演習林 ポイント2 海拔1005 m	
変動係数 ↓		気温	25.3℃
心拍数 ↓		相対湿度	67%
		WBGT	23.7℃
		照度	1000 lux
室内での安静		山梨県環境科学研究所 人工気象室 海拔1050 m	
変動係数 ⇨		気温	25.3℃
心拍数 ⇨		相対湿度	67%
		WBGT	22.9℃
		照度	1000 lux

図9 演習林内と人工気象室の環境

ことができました。

図10は、森林内の安静と実験室内の安静が不安に与える効果を比較しています。森林中では低下した不安が、実験室中では低下していません。図11は、心拍の変動係数と拍動間隔の変化を森林中と実験室中とで比較しています。森林中での安静によって変動係数は低下し、拍動間隔が増加しています。つまり、心臓の拍動がゆっくりと規則的になったことを示しています。一方、実験室内の安静では、このような効果は観察されませんでした。私たちは以前、好ましく感じる樹木の香りを嗅ぐことで不安が低下し、唾液中への免疫グロブリンA (sIgA)

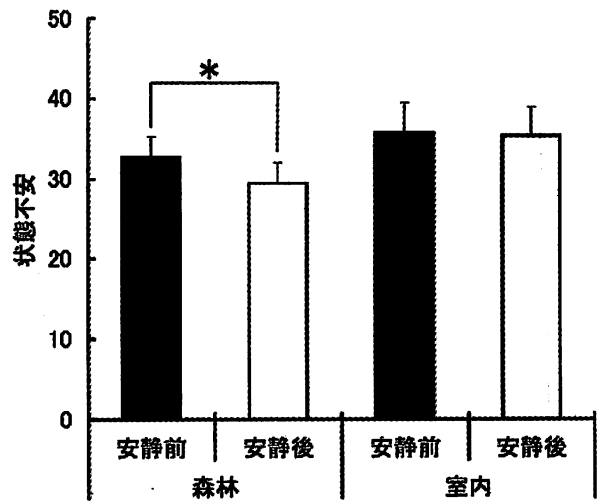


図10 森林内での安静と実験室内での安静が不安に及ぼす影響

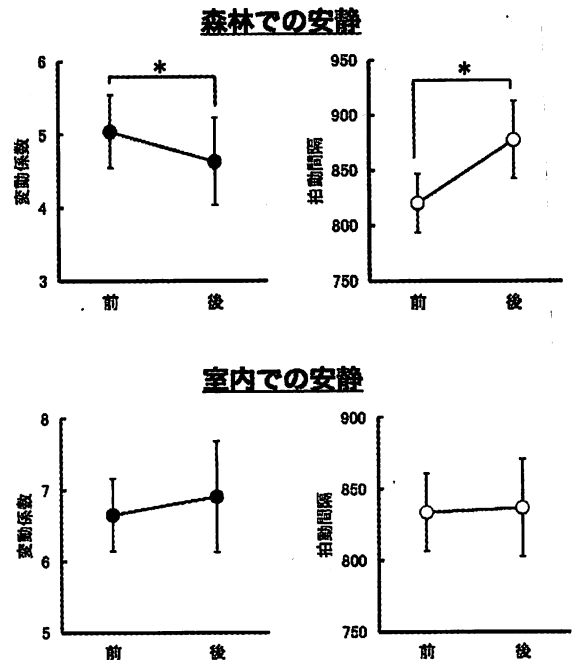


図11 森林内での安静と実験室内での安静が心機能に及ぼす影響

の分泌が盛んになることを報告しています（山梨県環境科学研究所研究報告所 第13号）。また、白色光のもとよりも、緑色を含む有色光ののどの方が、体の動揺が少なく、直立姿勢の安定性が高まることも報告しています（山梨県環境科学研究所研究報告所 第1号）。森林内の気温や湿度や明るさ気圧などの条件に加え、樹木の香りに代表される空気の質や緑などの視覚的要因が作用して、森林環境のストレス反応軽減効果が得られていると考えられます。

おわりに

今回の講演のまとめとして、図12に示すことを強調したいと思います。

### **結論**

- ・ ストレスの影響が心と体に及ぶことは避けがたい。
- ・ 森林の環境は、心と体に現れるストレス反応を軽減する力がある。
- ・ 森林環境を活用することで健康の維持向上を図ることができる。
- ・ このような森林環境を保全することは、社会の持続性を高める。

### **Conclusion**

- ・ Influences of stress on our mental and physical functions are unavoidable.
- ・ Forest environment has a potency to ameliorate stress responses in mental and physical functions.
- ・ Utilization of the forest environment serves to promote human health.
- ・ To preserve the forest environment improves sustainability of our society.

### **図12 まとめ**

付記：

今回の講演の内容は、以下の研究報告書に詳しく記載されています。報告書をご希望の方は、環境科学研究所総務課（TEL：0555-72-6211）までお申し出ください。

山梨県環境科学研究所研究報告書 第7号

「高原地域の環境が人の心と体に与える効果に関する研究」

山梨県環境科学研究所研究報告書 第13号

「山梨の自然がもたらす快適性に関する研究」

山梨県環境科学研究所研究報告書 第22号

「森林が人に与える快適性に関する研究」

今回の講演内容の一部は、「山梨県森林セラピー推進指針」（山梨県森林環境部）に取り入れられています。「推進指針」は県庁ホームページ <http://www.pref.yamanashi.jp> からダウンロードできます。



## 準高地における運動と健康

小山勝弘 (山梨大学教育人間科学部)

はじめに

わたしたちは、空気中の酸素に依存して命を保っています。呼吸によってわたしたちが体内に取り入れる空気の約20%は酸素です。酸素は体の働きを保つために欠かせませんが、体に取り込んだ酸素の内の何%かは、非常に酸化力の強い活性酸素に変わってしまいます(図1)。活性酸素は白血球が異物を攻撃する時などには有益ですが、細胞の膜を傷めたり、遺伝子に傷害を与えたりして、血管を老化させたり、癌の引き金を引いたりする可能性もあります。

活性酸素の害から身体を守るためには、図2に示すように身体の抗酸化機能を高めることが大切です。ちなみに、ワインには抗酸化物質のポリフェノールが豊富に含まれています。山梨大学は、全国で唯一ワイン研究センターを持ち、ワインを科学的に研究している大学です。

高原や高地の環境の特徴のひとつとして、低酸素であるということがあります(図3)。海拔3,000メートル超えると、体内で活性酸素がたくさん産生されるというデ

ーターがあります。しかし、人々がよく観光目的で利用する海拔2,000メートル以下の高地(準高地と言います)の酸素条件と体内で発生する活性酸素との関係はよくわかっていません。これに対して、私たちは図4に示すような考えを持っています。図5にフローチャートを示していますが、赤血球に由来するヘモグロビンが、グロビン(タンパク)とヘムとに分かれたあと、ヘムオキシゲナーゼ(HO-1)という酵素の働きでビリベルジンという物質に変わります。ビリベルジンは、酵素ビリベルジンレダクターゼの作用でビリルビンになります。ビリルビンには抗酸化作用があり、活性酸素を無毒かして、バイオピリンとして尿中に排泄されます。ヘモグロビンか

### 呼吸で使われる酸素

Generation of Reactive Oxygen Species

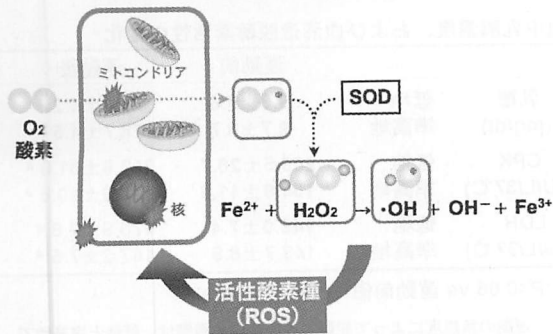


図1

### 活性酸素種(ROS)から身体を守る

→  
活性酸素種(ROS)の作用を打ち消す働き、つまり「抗酸化機能」を高めることが大切

- 抗酸化酵素 Preventive Antioxidant Enzymes  
SOD(スーパーオキシド・ジスムターゼ)  
カタラーゼ etc.
- 抗酸化物質 Antioxidants  
ビタミンC, ポリフェノール etc.
- 酸化損傷物質の除去・修復 Repair Enzymes  
DNA修復酵素 etc.

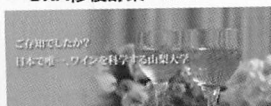


図2

### 高地, 高原の特性



図3

### 研究の背景

高地(低酸素)環境に曝露されると、生体内でヘムオキシゲナーゼ-1(HO-1)が誘導される。これは遊離ヘムからのビリベルジン合成を制御する、ストレス応答タンパク質である。

ビリベルジンはビリベルジンレダクターゼの作用により速やかにビリルビンに変換される。このビリルビンは抗酸化作用があると考えられ、活性酸素種(ROS)を無毒化して、バイオピリンとして尿中に排泄される。

図4

### 高地で抗酸化作用が促進される可能性

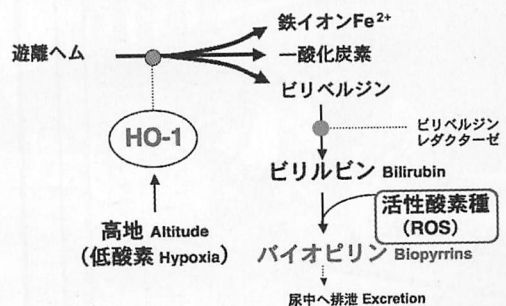


図5

ら遊離したヘムからビリベルジンを作る酵素ヘムオキシゲナーゼ (HO-1) が、準高地の酸素条件で活性化されるのではないかと、というのが私たちの考えです。つまり、準高地では、体内で発生する活性酸素によって身体の構成成分や遺伝子が受ける傷害が少なくなるという仮説を持っているわけです。

### 準高地における運動負荷実験

このことを確かめるために、準高地と低地で同じ強さの運動を行なった場合の酸化ストレスを比較することにしました (図6)。実験方法は、図7に示します。準高地での運動は清里キープ協会で行ない、低地での運動は山梨大学武田キャンパスで行ないました。図8は、清里キープ協会での実験風景です。

### ◆研究の目的◆

低地と準高地で、同一の運動 (絶対強度・時間が等しい) を行った場合の酸化ストレスレベルについて、ヒトを対象に比較検討することを目的とした。

図6

### ◆研究の方法◆

被験者：13名の健康な成人男性 (平均21.3±0.2歳)

実験条件:

- (1) 低地 (海拔300 m)
- (2) 準高地 (海拔1,300 m)

運動負荷:

- ・自転車エルゴメーターによる固定負荷運動
- ・70%心拍予備に相当する強度で60分間

測定項目:

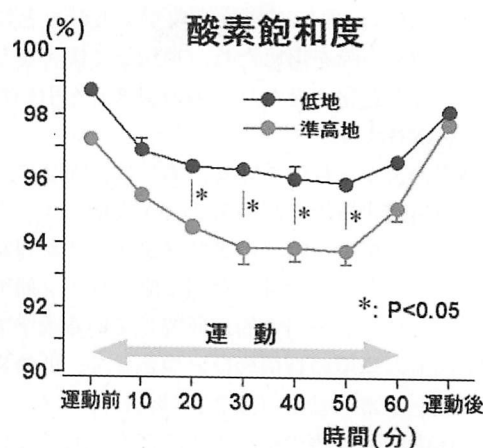
動脈血酸素飽和度、血中乳酸濃度、血清逸脱酵素活性 (CPK & LDH)、尿中過酸化脂質・バイオピリン・8OHdG

図7



図8

図9は、運動中の動脈血酸素飽和度を示しています。酸素飽和度は、準高地で低くなっていきます。準高地では、低地と比べ低酸素であることがわかります。図10は、運動負荷の程度を比較しています。乳酸やクレアチニンホスホカイネース (CPK)、乳酸脱水素酵素 (LDH) などは運動負荷が大きくなるにしたがい、血液中の濃度が増えて来ます。しかし、準高地と低地の間で大きな差はなく、運動負荷の程度は準高地でも低地でも同じであったことがわかります。



運動による酸素飽和度の低下は、準高地で顕著に現れる

図9

### 血中乳酸濃度、および血清逸脱酵素活性の変化

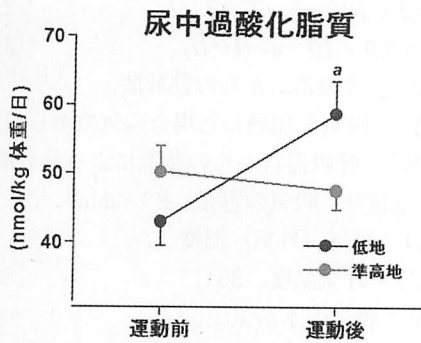
		運動前	運動後
乳酸 (mg/dl)	低地	9.6±0.6	25.8±4.2 <sup>a</sup>
	準高地	9.7±0.7	28.7±4.5 <sup>a</sup>
CPK (IU/L/37℃)	低地	208.5±26.7	253.9±31.6 <sup>a</sup>
	準高地	154.8±11.6	174.6±10.5 <sup>a</sup>
LDH (IU/L/37℃)	低地	148.0±7.4	170.8±7.6 <sup>a</sup>
	準高地	148.7±6.9	167.2±7.5 <sup>a</sup>

<sup>a</sup>: P<0.05 vs 運動前値

運動の負担度によって変動する血液中の指標は、低地と準高地で大きな差異は認められない。

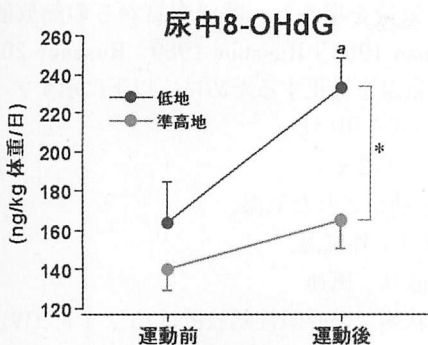
図10

酸化ストレスの指標となる尿中過酸化脂質の濃度を見えます (図11)。低地では、運動後の尿中過酸化脂質濃度が大きく増えるのに対し、準高地では運動によって尿中過酸化脂質濃度が増えることはありませんでした。次に、尿中の8-OHdGの濃度を見えます (図12)。8-OHdGは、活性酸素により傷ついた遺伝子が修復のため切り離されて尿中に出てくるもので、遺伝子への傷害の指標になります。低地での運動では8-OHdGがはつきり増えるのに対し、準高地での運動では8-OHdG濃度は低いまま増えることはありませんでした。これらのことから、準高地で運動した場合は、体内の脂質や遺伝子が酸化されにくいことがわかります。



過酸化脂質 (酸化ストレス指標) は、準高地における運動では変化が見られなかったが、低地では運動後に有意に増大した。

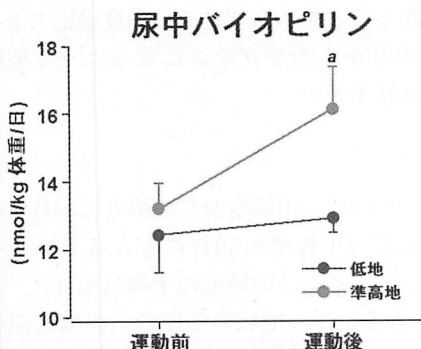
図11



8-OHdG (DNA酸化の指標) は、低地で行った運動後にのみ有意に増大した。さらに低地での運動後の排泄量は、準高地と比べて有意に高かった。

図12

図13は、尿中バイオピリン濃度を示しています。低地での運動では尿中バイオピリン濃度が増加することはありませんでした。一方、準高地での運動では、尿中バイオピリン濃度がはっきりと増加しています。図4と図5で説明したように、バイオピリンは活性酸素を無毒化する働きがあります。準高地での運動では、尿中過酸化脂質や8-OHdGが増加しない理由は、バイオピリンが増加したためであると考えられます。



準高地の運動前後で、ビリルビンがROSと反応して生じるバイオピリンの排泄量が有意に増大した。

図13

## 結論

以上のような実験から、私たちは図14に示す結論を得ました。図5に示したビリルビンの生成過程で、律速酵素となっているのはヘムオキシゲナーゼ (HO-1) です。そこで、私たちは今、準高地の低酸素条件がヘムオキシゲナーゼ (HO-1) 活性に与える効果を調べているところです。

県内や県外からの来訪者でにぎわう海拔800~1,500メートルの高原地域で保健休養活動を行なう場合の、好ましい影響の一端を示すことができたと考えています。

### 結論

準高地における運動後には、脂質の過酸化やDNA酸化損傷のバイオマーカーである8-OHdGの排泄亢進が、低地条件に比し低く抑えられ、さらにバイオピリン排泄の有意な増大も観察された。

↓

準高地 (適度な低酸素環境) はビリルビンによる抗酸化能を向上させ、運動によって生じるDNA等に対する酸化ストレスを軽減させる可能性がある。

図14

## 旅行者のための温度適応ストレス指標の応用 ——ロシア極東地域における応用例

エレナ・グリゴリエワ<sup>1</sup>、クリス・ド・フライタス<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ロシア科学アカデミー地域問題総合研究所、ピロピザン、ロシア

<sup>2</sup>オークランド大学、ニュージーランド

### はじめに

観光やリクリエーションでは、旅行者が住み慣れた土地とは全く違う気候条件をもつ場所へ移動していくということがよく起こる。旅行の目的地の気候条件が大きく違うような場合には、それが健康に与えるインパクトについて旅行を計画する際に考えておく必要がある。気候条件の中でも特に温度条件の違いは、それに適応するのに時間がかかるという点で、最も大きなインパクトとなる。温度条件の違いが体の働きに及ぼす影響は適応負荷、または“温度適応負荷”と呼ばれ、まず呼吸器官に現れてくる。体から逃げて行く熱（熱放散）の82%は皮膚からで、呼吸によって失われる熱は13%である（Rusanov, 2004）。しかし、冬季には皮膚が気候に合わせた服で覆われるのに対し、呼吸器官はそのまま外気に曝されるので、熱放散のメインストリートになってしまう。呼吸器官からの熱放散が大きく増えるような状況では、病原微生物が肺に侵入し易くなり、死亡率も上昇する。その理由は、呼吸器官からの熱放散は主に呼吸に伴う水分の蒸散によるので、過度な熱放散が起こると、呼吸粘膜の脱水が起こり、病原微生物が肺へ侵入するのを防ぐという呼吸粘膜の防御機能が損なわれるからである。

このような人とそれを取り巻く環境との熱交換システムを背景として、研究対象地域での旅行中の温度負荷をルサノフ（1989）の方法を用いて評価した。屋外で活動する時の呼吸器官への温度負荷を評価するために温度適応ストレス指標（ATSI）を作成した。対象としたのはロシア極東地域で、年間の温度差が極度に大きいモンスーン気候に属している。

### 方法

肺と外気との間に起こる呼吸性熱放散（ $Q_r$ ）を求める手法はいくつかある。ひとつはロシアのアイゼンシュタットとルサノフ（1989）の方法であり、他にはファンガー（1973）やド・フライタス（1985）などの方法がある。実際に使ってみると、どの方法でも、対流や蒸散による呼吸器官からの熱の移動量の算出結果に大きな違いはなかった。

わたしたちは、以下に示すルサノフ（1989）の計算式を用いた。

$$Q_r = P_i + LE, \quad (1)$$

$$P_i = 2 \times 10^{-5} w b (T_i - T), \quad (2)$$

$$LE = 2.9 \times 10^{-2} w (l_i - l), \quad (3)$$

$Q_r$  (W) : 呼吸器官からの熱放散、

$P_i$  (W) : 吸気を加熱した場合の気道からの熱放散、

$LE$  (W) : 呼吸器官からの蒸散による熱放散、

$w$  ( $l \cdot \text{min}^{-1}$ ) : 吸気の容量、 $8 l \cdot \text{min}^{-1}$

$T$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) : 吸気（外気）温度、

$T_i$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) : 呼気温度、 $35^{\circ}\text{C}$

$l$  (mb) : 吸気の水蒸気圧、

$l_i$  (mb) : 呼気の水蒸気圧、 $56.3 \text{ mb}$

$b$  (mb) : 大気圧、

人の体表面積は $1.5 \text{ m}^2$ とする。

風は換気量を増やし、呼吸器官からの熱放散を増やす（Assman 1963 ; Rusanov 1989 ; Rusanov 2004）。風速により気温を補正するために、以下に示すアーノルド（1962）の式を用いる。

$$T_A = T - 2 \times V \quad (3)$$

$T_A$  : 補正された気温、

$T$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) : 外気温、

$V$  ( $\text{ms}^{-1}$ ) : 風速

正常な状態での呼吸性熱放散は15ワット（W）程度である。これを超えるような呼吸性熱放散が起こるような条件、例えば気温 $5^{\circ}\text{C}$ 以下の場合には、相対湿度がどのように変わっても呼吸器官からの熱放散は不快感を呼び起こす（ルサノフ1989）。

来訪者は、新たな環境条件のもとで適応負荷を受ける（ルサノフ1989）。わたしたちは、適応負荷の指標として、次式のような温度適応ストレス指標（ATSI）を用いている。

$$\text{ATSI} = (Q_{rh} - Q_{r'}) / Q_{rh} \times 100 (\%) \quad (2)$$

$Q_r$  (W) : 居住地における呼吸性熱放散、

$Q_{r'}$  (W) : 旅行の目的地における呼吸性熱放散

温度適応ストレス指標（ATSI）の数値が0以下でマイナスとなる場合には、数値が大きくなるほど温度負荷が大きくなることを示している。温度適応ストレス指標（ATSI）が0からややプラスになるような条件が目的地としては好ましい。

### 対象地域

対象としたのは、中緯度から高緯度にかけての極東ロシアで、気温の年較差が $50^{\circ}\text{C}$ にもなるモンスーン気候を特徴としている。この地域の平均気温は、 $-13.2^{\circ}\text{C}$ から $5.7^{\circ}\text{C}$ である。この地域の冬期の気候は低温と風を特徴とするシベリアに類似し、夏期は高温多湿な熱帯に似て不快である。

この地域での呼吸性熱放散を評価するために、90箇所の気象観測ステーション（図1）の1951年から1980年までの、月平均気温（ $^{\circ}\text{C}$ ）と絶対湿度（mb）、風速（m

・s<sup>-1</sup>) のデータを利用した。

## 結果と考察

呼吸器への負荷を分析することで、気象条件の違いにより地域内での負荷が異なってくるのがわかった(図2)。冬期には、負荷に及ぼす温度の影響は南から北へ向かって小さくなっていく。山地では、冬期の熱放散は平地の2倍にも達する。また、山地では、安静時の呼吸性熱放散は夏期と比べて15W大きい。山地の低い気圧が肺の換気量を大きくしていることが、夏期と冬期の呼吸性熱放散の大きな差をもたらしたものと思える。

調査地域の南端にあるハバロフスクを基点として、ロシア極東地域のさまざまな場所へ旅行する時の影響を調べた(図3、4)。図3は、1月の呼吸性熱放散がすべての調査地区で15Wより大きくなることを示している。ハバロフスクから沿海地方、ユダヤ自治州へ行く場合、およびハバロフスク地方とマガダン州の海岸地帯に行く場合には、温度適応ストレス指標(ATSI)は0からややプラスになり、移動先での温度ストレスが少ないことがわかる。その他の地域に旅行する場合は、温度適応ストレス指標(ATSI)がマイナスの値となり、旅行者が温度ストレスを受けることが予測される。

7月には、沿海地方、アムールスク州、ユダヤ自治州やハバロフスク地方の中部から南部の呼吸性熱放散は15W以下となる(図4)。一方、マガダン州、チュクチ自治州やハバロフスク地方の北部での呼吸性熱放散は15Wより大きい値を示す。従って、旅行をするなら南西部へ向かうのが望ましい。南西部を除いた地域では、温度適応ストレス指標(ATSI)が0以下の数値となり、南西から北西に向かうにつれ数値が低下し、温度負荷が大きくなっていく。調査対象にした地域の北部は、エコツアーやハンティング、フィッシングなどの活動に適しているが、そこへ行こうとする人は、呼吸器への負荷が大きくなることを考慮に入れるべきである。体調が悪かったり疾病を持った人が、ハバロフスクから温度適応ストレス指標(ATSI)がマイナス10を下回るような場所に出かけて行くのは推奨できない。

居住地と旅行の目的地との差に加え、活動レベルについても考慮する必要がある。例えば、居住地での日常の活動レベルが低い人が、旅行先で休養を目的としてさらに活動レベルを下げるような場合のストレス度を、要因として組み込んで指標化していく必要がある。

## まとめ

今回の研究は、寒暖の差が極端に大きいロシア極東地域を対象として行なった。この地域を訪れる人々が野外活動をしようとする場合、この地域の厳しい気候条件に適応するのに長い時間が必要となる。今回は、ロシア極東地域の中心であるハバロフスクから、この地域内の別

の場所に旅行することを想定した。冬期の温度適応ストレス指標(ATSI)が大きくマイナスの値を示すのは、この地域の気温が極度に低いためであり、それを反映して温度負荷も15Wを超えている。

今回の研究では、温度適応ストレス指標(ATSI)の算出を簡便にするため、平均化された気候データを用いたが、一日単位または週単位の気候データを取り込んで指標化することも可能である。

今回の研究は、ロシア極東地域だけを対象にし、平均化された気候データを用いたものであったが、旅行者に加わる適応ストレスを評価するための温度適応ストレス指標(ATSI)の有効性を十分に示すことができた。今後は、気候条件や旅行形態がさまざまに異なる地域を対象とした研究を展開したい。

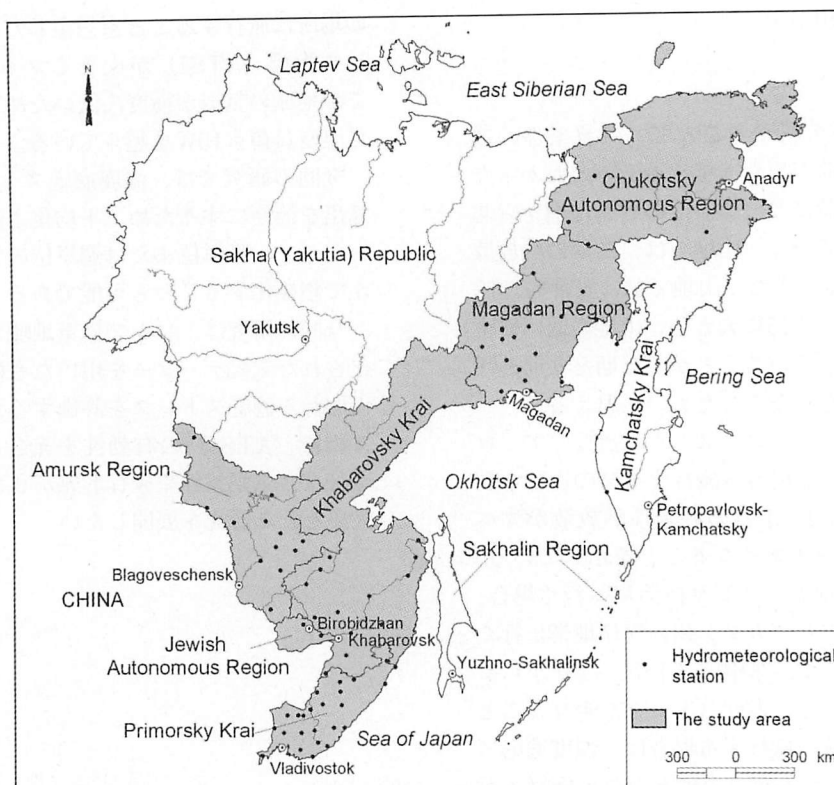


図1 ロシア極東地域

影をつけたのが今回の対象地域としたハバロフスク地方 (Khabarovsk Krai) と沿海地方 (Primorsky Krai)、北からチュクチ自治州 (Chukotsky Autonomous Region)、マガダン州 (Magadan Region)、アムールスク州 (Amursk Region)、ユダヤ自治州 (Jewish Autonomous Region) が示されている。黒丸は気象観測ステーションの位置を示す。

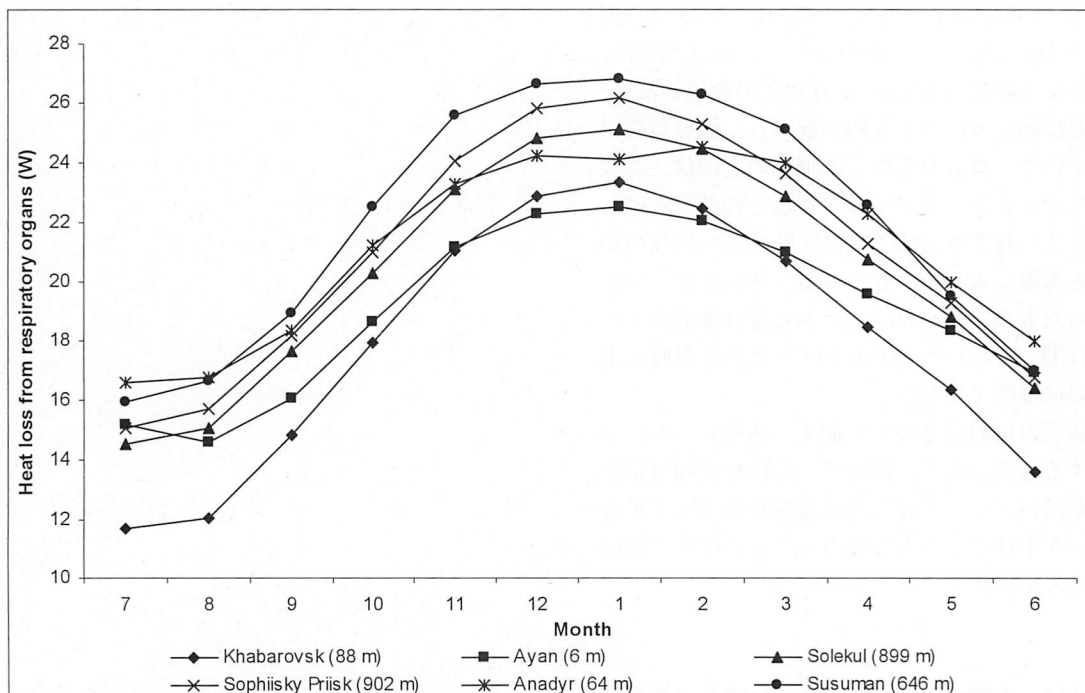


図2 ロシア極東地域における呼吸性熱放散の地域差

縦軸は呼吸性熱放散 (単位はワット)、横軸は月。地名の後の括弧内は標高を示す。

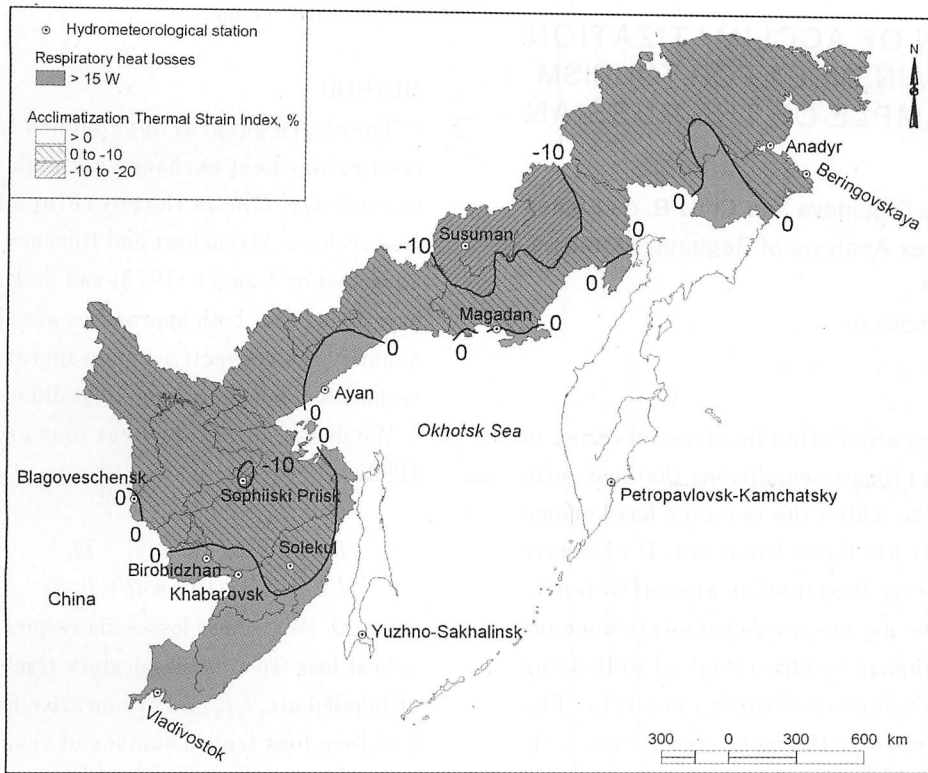


図3 1月にハバロフスクを起点として旅行する場合の温度適応ストレス指標 (ATSI) の分布

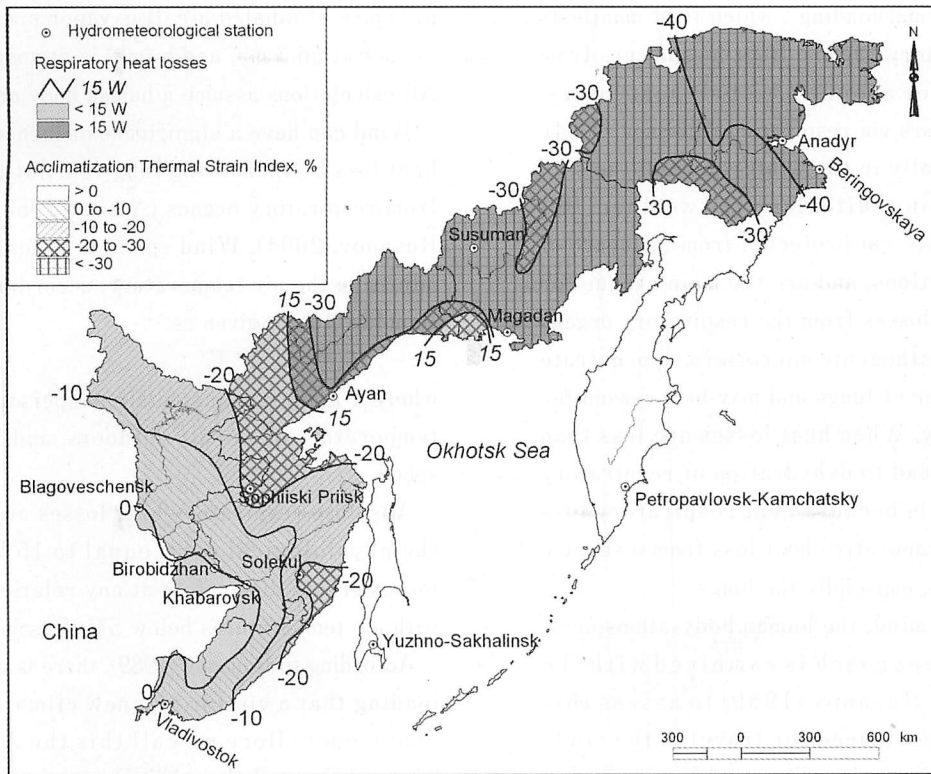


図4 7月にハバロフスクを起点として旅行する場合の温度適応ストレス指標 (ATSI) の分布

# APPLICATION OF ACCLIMATIZATION THERMAL STRAIN INDEX FOR TOURISM (ON THE EXAMPLE OF THE RUSSIAN FAR EAST)

Elena Grigorieva and Chris R. de Freitas  
 Institute for Complex Analysis of Regional Problems,  
 Birobidzhan, Russia  
 Email: eagrigor@yandex.ru

## INTRODUCTION

Tourism and recreation often involves traveling to distant places with climatic conditions that are quite different to those to which the traveler has become acclimatized to at his home location. If climatic conditions at the trip destination are sufficiently different, it may be necessary to take into account the impact of the change on physiological well-being and take it into account in planning the trip. The thermal impact is usually the most significant, as it takes some time for the body to acclimatize to changed environmental conditions. The physiological significance of this may be expressed as an adjustment loading, or "acclimatization thermal loading", which first manifests itself in the respiratory organs. Heat loss occurs from the skin accounts for about 82 % of all heat losses, while about 13% occurs via respiration (Rusanov, 2004). Usually, and especially in the winter period, the skin is covered by clothing suitable to the weather. But respiratory organs are not protected from influence of environmental conditions, and are the main avenue for heat loss. High heat losses from the respiratory organs make it easier for pathogenic microflora to penetrate the protective barrier of lungs and may be a reason for increased morbidity. When heat losses are less than the norm, they can lead to dehydration of respiratory mucous tunic. This is because heat respiratory loss consists mainly of evaporative heat loss from a surface of respiratory organs, especially the lungs.

With the above in mind, the human body-atmosphere energy exchange approach is combined with the method devised by Rusanov (1989) to assess this thermal loading experienced for travel in the study region. An Acclimatization Thermal Strain Index (ATSI) is estimated for assessment of acclimatization thermal loading on respiratory organs outdoors during recreational activity. The study area is the Far Eastern Russia region located in the temperate monsoon climatic zone characterized by an extreme continental annual

temperature regime.

## METHOD

There are several approaches to estimating the respiratory heat exchange between the lungs and the outside  $Q_r$ . One is that developed by the Russian researchers Aizenshtat and Rusanov (1989), the other advanced by Fanger (1973) and de Freitas (1985). We have found that both approaches are similar in that they quantify the convective and evaporative heat flux from respiration, but there are slight differences.

We use respiratory heat loss given by (Rusanov, 1989):

$$Q_r = P_l + LE, \quad (1)$$

$$P_l = 2 \times 10^5 w b (T_l - T), \quad (2)$$

$$LE = 2.9 \times 10^2 w (l_l - l), \quad (3)$$

where  $Q_r$  (W) is heat losses via respiratory organs,  $P_l$  (W) is heat loss from the respiratory track caused by heating of inhaled air,  $LE$  (W) evaporative heat loss caused on moisture loss from a surface of respiratory organs,  $w$  ( $\text{l min}^{-1}$ ) is the volume of inhaled air set at  $8 \text{ l min}^{-1}$ ,  $T$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) is temperature of inhaled (surrounding) air,  $T_l$  is temperature of exhaled air set at  $35^{\circ}\text{C}$ ;  $l$  (mb) is vapor pressure of inhaled air,  $l_l$  is vapor pressure of exhaled air set at 56.3 mb, and  $b$  (mb) is atmospheric pressure. All calculations assume a human body area of  $1.5 \text{ m}^2$ .

Wind can have a significant influence on respiratory heat loss by increasing lung ventilation and heat loss from respiratory organs (Assman 1963; Rusanov, 1989; Rusanov, 2004). Wind speed is taken into account by adjusting the air temperature, according to the work of Arnoldy (1962), given as

$$T_A = T - 2^* V, \quad (3)$$

where  $T_A$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) is adjusted air temperature,  $T$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) is the temperature of the air outdoors, and  $V$  ( $\text{m s}^{-1}$ ) is wind speed.

Absolute respiratory heat losses are compared with the physiological norm equal to 15 W. In this case, losses create discomfort at any relative humidity level with air temperatures below  $5^{\circ}\text{C}$  (Rusanov, 1989).

According to Rusanov (1989), there is an acclimatization loading that a visitor to a new climate condition will experience. Here we call this the Acclimatization Thermal Strain Index (ATSI) expressed as

$$ATSI = (Q_{rh} - Q_r') / Q_{rh} * 100 \%, \quad (2)$$

where  $Q_{rh}$  (W) is for heat losses by respiratory organs at the home location and  $Q_r'$  (W) is heat losses at the trip destination. An ATSI value less than zero indicates thermal strain increasing as the index value declines.



Favorable conditions are considered to exist at the trip destination when ATSI values are zero-to-slightly-positive.

### Study Area

The study area is the Far Eastern Russia region, which has mid-to-high latitude monsoon climate characterized by an extreme continental annual temperature regime (50°C). Here the mean annual temperatures vary between -13.2°C and 5.7°C. In winter conditions are considered to be similar to those in Siberia with low temperatures and wind; and in summer, like that of the warm, humid tropics with high relative humidity, creating an unpleasant, sultry feeling.

For generalized assessment of respiratory heat exchange, standard climatic data are used from 90 hydrometeorological stations in the Russian Far East (Figure 1). The data used are mean monthly air temperature (°C), absolute humidity (mb) and wind speed ( $\text{ms}^{-1}$ ) for the period 1951 to 1980.

### RESULTS AND DISCUSSION

Analysis of respiration organs loading shows that there is spatial variance caused by different climatic conditions (Figure 2). The results show that in winter, changes caused by temperature decrease steadily from south to north. In the mountainous locations, winter heat losses are in two times higher than at low level locations on the interior plains. In the mountains, respiratory heat strain at rest is greater than 15 W even in summer, which is due to increased lung ventilation from low air pressures.

The effects of travel from Khabarovsk, located in the centre of the far south study area, to all locations within the Russian Far East are evaluated (Figure 3-4). Figure 3 shows that in January heat losses by respiratory organs are higher than norm of 15 W for all the study area. Heat losses will be zero-to-slightly-positive when traveling from Khabarovsk to Primorsky Krai, Jewish Autonomous Region, and coastal parts of Khabarovsk Krai and Magadan Region. Travel to other locations will lead only to slight thermal strain.

In July respiratory heat losses are lower than the 15 W norm at all southern part of the study area, namely, Primorsky Krai, Amursk Region, Jewish Autonomous Region, and southern and central parts of Khabarovsk Krai, for people who live here (Figure 4). This contrasts with the results for the central and northern parts, including Magadan Region, Chukotka, and northern part

of Khabarovsk Krai where heat losses are high even in summer. Traveling is favorable only when the trip destination is in the very south-west. Except in this small part of the study area ATSI is less than zero, which indicates thermal strain increasing as the index value declines, with increasing strain from south-west to north-east. Due to its physical setting, the northern part of the study area is well suited to ecological tourism, hunting and fishing, but only a healthy person who is not put off by large changes in respiratory loading should go there. It is not advisable that weak or ill individuals from Khabarovsk visit this area as acclimatization loading is negative within all the year.

It is necessary to take into account differences due to activity levels and difference between home location and trip destination. For example, if a person is normally engaged in light activity at his or her home location but plans a more sedentary activity at the holiday or trip destination, this needs to be factored in to the assessment.

### CONCLUSION

The study focuses on the Russian Far East region, which experiences extended periods of extreme cold and heat. The climatic conditions found here means periods of adjustment to conditions can be traumatic for visitors who intend to participate in outdoor activities. The research focuses on the effects of travel from Khabarovsk - center of the Russian Far East to other places within the region. Generally, winter ATSI values are low for travel almost anywhere in the region, but this is against a backdrop of extreme cold for the Russian Far East as a whole. Thermal loadings reflect this, which are in excess of the 15 W threshold throughout the study area.

For ease of application, the index has been designed so that it can be used with standard climatic data. But a more detailed approach could use forecasts of weather at a daily or weekly resolution.

The main limitations of this study are the generalised nature of the data used and the restricted spatial coverage (only one region). However, this limitation is compensated for by the novel ability of the approach to explore the acclimatization impacts on tourists. Further research with a broader cross-cultural sample from more diverse climatic regions could be the subject of future investigations.



Figure 1. The Russian Far East Federal District. Showing the location of meteorological stations used in study.

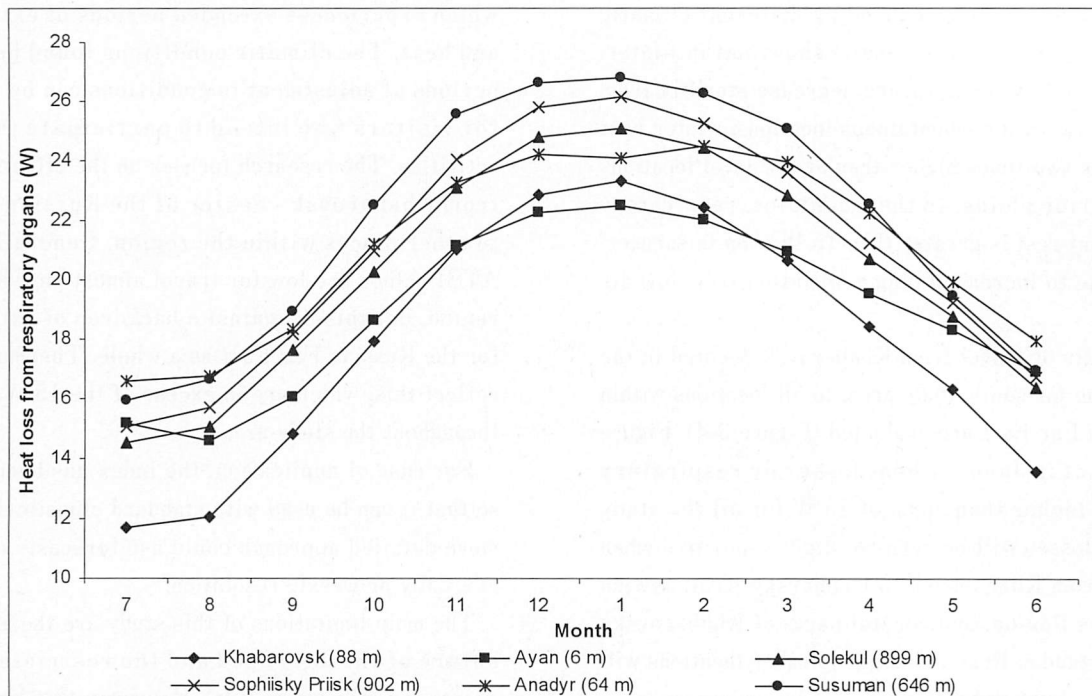


Figure 2. Regional differences in respiratory heat losses (W) in the Russian Far East.

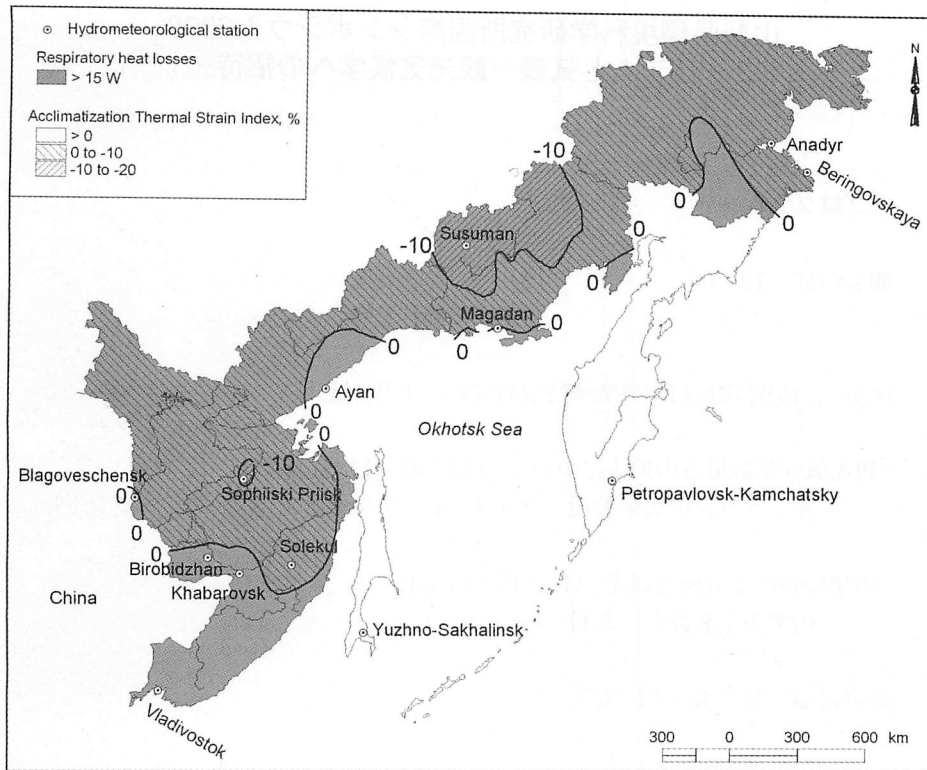


Figure 3. Spatial distribution of Acclimatization Thermal Strain Index within the Russian Far East region in January for travel from Khabarovsk, January.

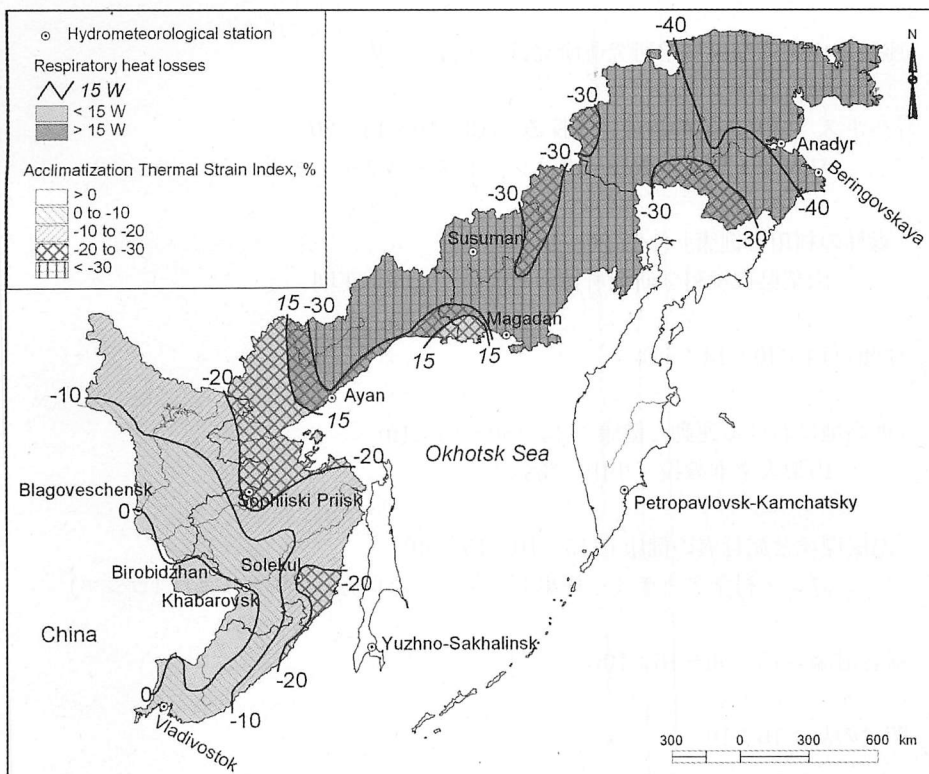


Figure 4. Spatial distribution of Acclimatization Thermal Strain Index within the Russian Far East region in July for travel from Khabarovsk.

山梨県環境科学研究所国際シンポジウム2008  
「ツーリズムと気候…観光気候学への招待…」

平成20年9月27日（土）

ープログラムー

開会の辞：10：00

【午前の部】

座長：山梨県環境科学研究所特別研究員 永井 正則

「観光気候学の最近の進歩について」(10：05～11：15)

オークランド大学教授 クリス・ド・フライタス (ニュージーランド)

「山梨における気候と観光」(11：15～11：45)

山梨大学教授 北村 眞一

総合討論 (11：45～12：05)

(昼食)

【午後の部】

座長：山梨県環境科学研究所研究員 宇野 忠

「ヘルスツーリズムの可能性を探る」(13：10～14：20)

ワルシャワ大学教授 クリシュトフ・ブラチェチク (ポーランド)

「森林の利用と健康」(14：20～14：40)

山梨県環境科学研究所特別研究員 永井 正則

休憩 (14：40～14：50)

「準高地における運動と健康」(14：50～15：10)

山梨大学准教授 小山 勝弘

「温度環境と旅行者の健康」(15：10～15：50)

ロシア科学アカデミー極東センター エレナ・グリゴリエワ (ロシア)

総合討論 (15：50～16：10)

閉会の辞：16：10

山梨県環境科学研究所国際シンポジウム2008実行委員会委員

所 属	職 名	氏 名	備 考
山梨県環境科学研究所	副 所 長	細田 久	委 員 長
山梨県環境科学研究所	特別研究員	永井 正則	副委員長
山梨県環境科学研究所	部長・主幹研究員	本郷 哲郎	委 員
山梨県環境科学研究所	研 究 員	宇野 忠	委 員
山梨県環境科学研究所	課 長	根本 豊	事務局長
山梨県環境科学研究所	非常勤嘱託	石田 光男	事務局員
山梨県環境科学研究所	非常勤嘱託	十二村佳樹	事務局員
山梨県環境科学研究所	臨時職員	齋藤 順子	事務局員
山梨県環境科学研究所	臨時職員	外川 雅子	事務局員

事務局

山梨県環境科学研究所

C-01-2009

---

---

山梨県環境科学研究所国際シンポジウム2008  
報告書

ツーリズムと気候—観光気候学への招待—

2009年3月発行

編集・発行

山梨県環境科学研究所

国際シンポジウム2008実行委員会

〒403-0005 山梨県富士吉田市上吉田字剣丸尾5597-1

電話：0555-72-6211

FAX：0555-72-6204

<http://www.yies.pref.yamanashi.jp/>

印刷 株式会社ヨネヤ

---

---



この印刷物は大豆油インキで印刷しました。

再生紙を使用しております。



