

論文

中山間地域におけるウィンターツーリズムの意義、
および地球温暖化による影響

畑中賢一¹⁾*, Meinhard BREILING²⁾, 佐藤洋平³⁾,
Pavel CHARAMZA⁴⁾

要旨

スキーに代表されるウィンターツーリズムは、積雪寒冷中山間地域の経済を支える有力な産業と見なされている。しかし地球温暖化が予想されており、中山間地域の経済に及ぶ影響が懸念される。まず、スキー場における消費額が地域内総生産に占める割合を調べた。前者が後者に占める比率は地域全体では0.15% (全国平均) に過ぎないが、中山間地域では0.78%、山間地域では3.6%になると推計された。次に、気温および降水量の変化シナリオを設定し、それがスキー場の売り上げに与える影響を予想した。1月の月平均気温が3°Cを超える「経営不可能なスキー場」の数は、北海道では皆無であり、東北および東日本の多くの地域でも、最大約10%である。しかし日本海側の地域や西南日本では、最大で約30~40% (対1995年比) に達する。その結果、スキー場現地における消費額は、日本全体で0.75兆円 (1995年) から0.65兆円 (2080年代) に減少することが予想される。消費額の日減りはスキー場の数の目減りに比して緩やかで、これは地球温暖化の影響下で、小規模スキー場の淘汰が進むことを示唆すると考えられる。

キーワード: 積雪寒冷中山間地域, ウィンターツーリズム, 地球温暖化, 影響予測

Key words: cold hilly and mountainous areas, winter tourism, global warming, impact assessment

1. はじめに

1.1 研究の背景

積雪寒冷中山間地域において、雇用の機会を提供してきた有力な産業の一つに、スキーがある。冬場の数少ない就業の場として、スキー場の存在

は貴重である。スキーをはじめとするウィンターツーリズムは、中山間地域 (定義は後述する) の経済を支える有力な産業と見なされている。

しかるに近年、地球温暖化が予想されている。気温の上昇、および積雪の減少を介して、ウィンターツーリズムにも影響が及ぶことが考えられる。気候変動に関する政府間パネル (Intergovernmental Panel on Climate Change; IPCC) が1998年に刊行した報告書 (IPCC, 1998) によれば、多くのスキー地域において営業日数が減少し、かつ、一部のスキー地域は経済的にたちゆかなくなることが予想される。中山間地域の経済振興の観点から、地球温暖化による影響の大きさを事前に予測し評価することが必要である。

1) 東京大学大学院農学生命科学研究科
〒113-8657 東京都文京区弥生 1-1-1

* 問い合わせ先住所

〒807-1143 福岡県北九州市八幡西区楠橋南 2-9-21

2) Department of Landscape Architecture, Technical University of Vienna, Karlsgasse 11, A-1040 Wien, Austria

3) 東京農業大学国際食料情報学部生物企業情報学科
〒156-8502 東京都世田谷区桜丘 1-1-1

4) Komerční Banka, Na Příkopě 33, 114 07 Praha 1, P.O. BOX 839, Czech Republic

1.2 既往の研究

地球温暖化によりスキー場がこうむる影響、および、スキー場がスキー場現地に及ぼす経済的寄与に関連する既往の研究には、Breiling (1993), Breiling and Charamza (1999), Canadian Climate Program Board (1988a, b), Davidson-Peterson Associates (1998), 畑中ら (2000), Johnston and Elsner (1972), 吳羽ら (2001), Lamothe and Periard (1988), McCollum *et al.* (1990), 宇治川 (1989), 宇治川・讃井 (1995), Waters and Somerset (1990), および、万木ら (1993) がある。既往の研究は、地球温暖化の影響把握、あるいはスキー場訪問客の消費行動特性の解明など、地球温暖化がスキー場現地におよぼす経済的インパクトに関する複数の側面の、いずれかに絞って解明を試みている。しかし両者を統合した分析は少ない。また、既往の研究はスキー場が立地する特定の地域について詳細に分析を行っているものが多く、スキー場の有する経済的意義を、中山間地域の経済と明確に関連させてマクロに捉えるものは少ない。またスキー場の中山間地域の経済に対する寄与の大きさおよび、それが地球温暖化によりこうむる影響の度合いは、北米およびヨーロッパにおいては広域的に推計された例があるが、同様の推計をアジアにおいて行った例は畑中ら (2000) を除いて皆無である。ウィンターツーリズムの産業規模が大きい日本で、スキー場が中山間地域に対してなす経済的寄与の大きさを把握し、それに地球温暖化が及ぼす影響の度合いを事前評価することは、意義があると考えられる。

2. 研究の目的及び方法

2.1 研究の目的

2.1.1 研究の目的

以上から、研究の目的を次の三点とする：

- 1) スキー場が日本の中山間地域全体に特殊に有する意義を、明示的に把握する
- 2) 予想されている地球温暖化の進行がスキー場の経営条件に及ぼす影響を評価する
- 3) スキー場の現地が上記2)の結果として、いかなる大きさの経済的影響をこうむるかを評価する。

2.1.2 スキー場の経営条件に関する、気象以外の要因の取り扱い

前項の2)において、スキー場の経営に影響を及ぼす要因として、地球温暖化の進行のみを挙げた。しかし、スキー場の経営に影響を及ぼす要因は、気象の変化以外にも考えられる。

たとえば、スキーに対する好みの変化(消費者サイド)や、経営主体の大規模な再編統合(供給者サイド)といった、スキーサービス市場における需要、及び供給の両面にわたる構造的な変化が、短期(10年程度)の間にも生じうる。また、中期(20~30年程度)には、人口構成の変化や社会情勢の劇的な変化が生じ、スキー場の経営に影響を及ぼすことも考えられる。

しかもこれらの要因は、地球温暖化の進行が及ぼすよりも甚大な影響を、より短期の間に、スキー場の経営に及ぼしうる。

そこで、地球温暖化による影響の顕在化に先んじてスキー場の経営に重大な影響を及ぼすことも予期される。これらの、気象条件以外の要因の取り扱いが問題になる。

本研究の前提として、次の考え方をとることにする：

(イ) スキーサービス市場から退出した後、市場に再参入する際のコストを無視する。つまり、需要がその時点において存在しさえすれば、スキーサービス市場が一旦完全に崩壊した後でも、スキーサービス市場にはすみやかに供給者が現れると考える。

(ロ) ある要因がスキー場の経営に影響を及ぼす度合いの潜在的な大きさと、その要因の実現にかかわる不確実性の大きさとの間には負の共変関係が成り立つとする。また、同じ要因がスキー場の経営に影響を及ぼす度合いの潜在的な大きさと、その要因がスキー場の経営に影響を及ぼすスピードとの間にも、負の共変関係が成り立つとする。

(ロ)の仮定を置く場合、スキー場の経営に大きな影響をおよぼす事象ほど、予見可能性は低く、また、より短い期間のあいだに実現することになる。この仮定は、地震や戦争などの事象を除けば、ほぼ一般化しうる。また仮定(イ)は、スキー場の整備ストックの蓄積が進展している日本国内においては、不合理ではないと考える。

仮定(イ)のもとでは、より短期の間に、スキー場の経営により大きな影響を及ぼしうる、気象以外の要因の扱いは、事象の予見しやすさと、その事象が及ぼす影響の大きさととの間のトレード・オフ関係のスペクトルのうちのどこに焦点を絞るかという問題に、ひとまずは還元できる。

そこで本研究では、気象条件以外のリスクファクターには目をつぶり、地球温暖化の進行がスキー場の経営に及ぼす影響のみを評価の対象とすることにす。

2.2 研究の方法

日本列島は細長く、南北に約25度の緯度の開きがある。気候の分析を、日本全体を一括りにして行うのは無理があり、いくつかの地域に分ける必要がある。そこでまず日本全体を、1)北海道、2)東北、3)東日本、4)西南日本の4つに区分した(以後、大気候地域またはLCRと記す)。区分は、緯度の違いと、スキー場の多寡とによる。次に、季節風による影響をカバーするために、大気候地域を分割し、1)日本海側、2)中央部、3)太平洋側の3つ(東北のみ2つ)に分けた(以後、中気候地域またはMCRと記す)。以上の地域区分の結果を、図1(次頁)に示す。

地域区分の最小単位(小気候地域)は、基本的には都道府県とした。都道府県を分割して小気候地域を設定する場合には、市町村界を用いた。

次にスキー場訪問客の数および消費金額を、小気候地域を単位として推計する。1)中山間地域のみ、および2)山間地域のみ、の推計も行い、スキー場が後者の経済活動全体に占める比重の大きさを明らかにする。

最後に、地球温暖化の進行下においてスキー場、およびスキー場現地がいかなる影響をこうむるかを、次の順に評価する：

(i) スキー場の数に及ぶ影響

(ii) スキー場の訪問客数に及ぶ影響、および訪問客による直接支出額の大きさに及ぶ影響

3. スキー場訪問客数、およびスキー場訪問客による消費

3.1 スキー場訪問客数

総合ユニコム(1996)より、1993-94、1994-95、1995-96年の各冬季におけるリフト輸送延べ人数

および、スキー場訪問客数を入手した。スキー場訪問客数はリフト輸送延べ人数に比してデータの欠落が多く、また正確さに欠ける^{*1}ため、リフト輸送延べ人数をもとに推定することにした。利用可能な他のデータと時点をあわせる必要上1994-95冬季の値を用いることにし、スキー場の訪問客数を被説明変数、リフト輸送延べ人数を説明変数として単回帰分析を行い、次の回帰式を得た(修正済 $R^2=0.792$):

$$\begin{aligned} (\text{スキー場訪問客数}) = & 20.4^{**} + 0.0876^{**} \\ & \times (\text{リフト輸送延べ人数}) \end{aligned} \quad (1)$$

ただし、係数の右の**は、1%有意を表す。

スキー場の訪問客数は、正確なデータが存在するスキー場については原データをそのまま用いたが、データが欠落しているスキー場、および、訪問客数の値が正確でないと思われるスキー場については式(1)を適用し、リフト輸送延べ人数をもとに、その値を推計した。

1994-95冬季におけるスキー場訪問客数を、図2(次頁)に示す。

訪問客数の合計は6700万人である。また、新潟、および長野の両小気候地域(SCR)において、ともに1000万人を超えている。

3.2 スキー場訪問客による消費

スキー場訪問客数に、スキー活動への参加に要する1回・1人当たりの平均金額である17910円を乗じて、スキー場訪問客による消費額を推計した。平均金額(17910円)は、1995年の全国平均値であり、レジャー白書(余暇開発センター)による。1995年の値を用いたのは、利用可能な他のデータと、データの時点をあわせるためである。

消費額の、1994-95冬季における推計値(小気候地域別)を、図3(次頁)に示す。

3.3 スキー場および関連施設で消費される金額

図3に示した金額(消費額)には、交通費が含まれている。交通費は、スキー場の現地においてそのまま収入になる訳ではなく、むしろ地域外の企業の収入になる場合が多い。そこで、スキー場

*1 スキー場訪問客数の数値がリフト輸送延べ人数と同じ値であったり、リフト輸送延べ人数の値を10で割った値であったりする場合が見られた。

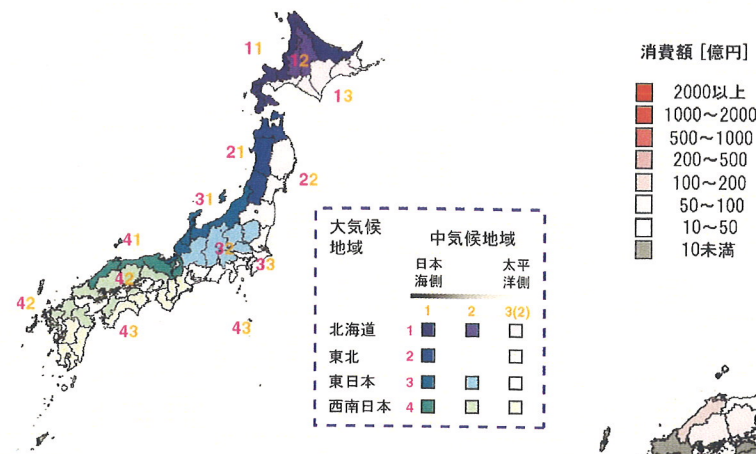


図 1 気候による地域区分

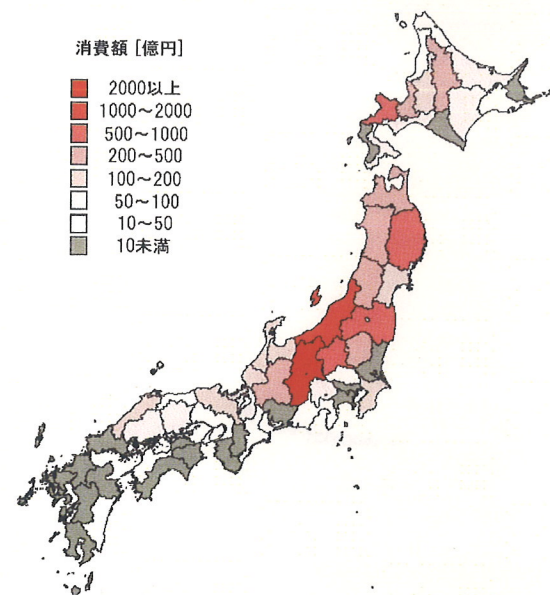


図 3 スキー場訪問客による消費額 (1994-95 冬季, 小気候地域別)

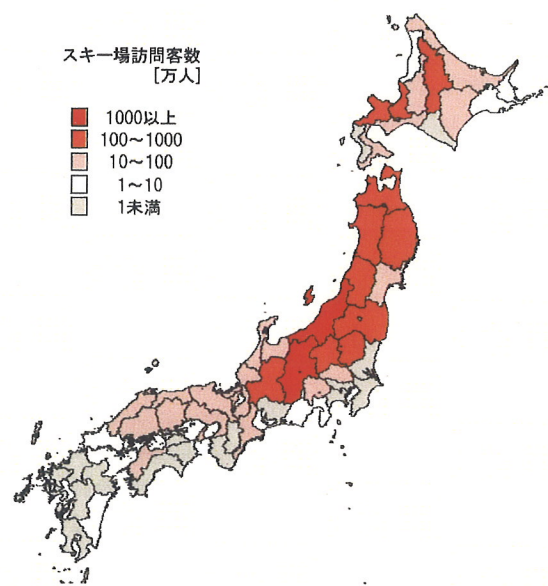


図 2 スキー場訪問客数 (1994-95 冬季, 小気候地域別)

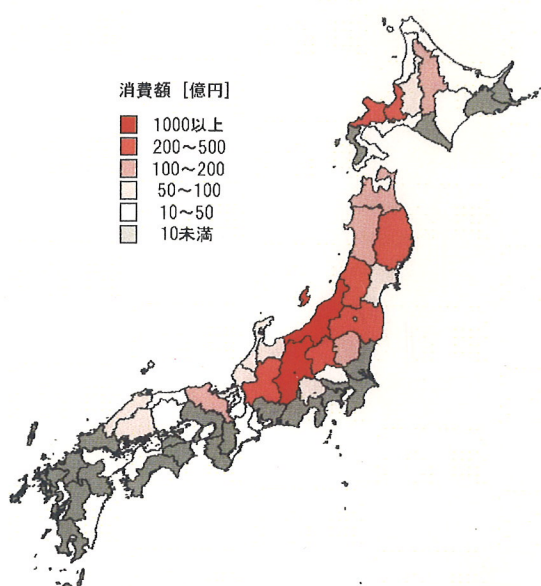


図 5 スキー場および関連施設で消費される金額 (1994-95 冬季, 小気候地域別)

訪問に要する平均の交通費を推計し, 平均スキー参加費用全体から差し引いて, スキー場および関連施設 (以後, 「スキー場現地」とも記す) で消費

される, 訪問客 1 人当たりの金額を推計した. スキー場訪問の所要交通費 (中気候地域別) を, 図 4 (次頁) に示す.

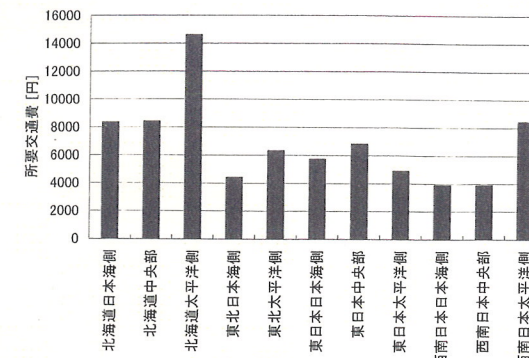


図 4 スキー場訪問に要する交通費 (中気候地域別)

次に, スキー場現地で消費される金額を推定した. まず, 訪問に要する平均交通費 (スキー場別) を, 各スキー場の訪問客数を重みとして加重平均し, 全国平均値を推計した. 次にそれを 1 回・1 人当たりの平均スキー参加費用から差し引き, スキー場の訪問客数を乗じて, スキー場現地における消費金額を推計した.

スキー場現地における消費額の, 1994-95 冬季における推計値 (小気候地域別) を, 図 5 (前頁) に示す. 日本全体の合計は, 7500 億円であった. 小気候地域別の消費額の最高は長野県で, 1900 億円である. また, 長野および新潟の各小気候地域で, それぞれ 1000 億円を超えている.

4. スキー場現地における消費が中山間地域の経済に占める比重

4.1 分析の手順および方法

スキー場現地における消費 (図 5) が, 中山間地域の経済活動に対して占める比重を推計する.

まず 47 都道府県の県内総生産を, 市区町村における課税対象所得 (自治省, 1999) の比に応じて市区町村に按分し, 小気候地域別の地域内総生産を推計する. スキー場および関連施設における消費金額を小気候地域別に集計し, 同一小気候地域の地域内総生産で割ると, スキー場現地における消費額の, 地域内総生産に対するシェア (小気候地域別) が得られる.

また, 市区町村を農林水産省の農業センサスで用いられる農業地域類型区分 (農林水産省統計情報部, 1995) にもとづいて 4 区分することで, 該

表 1 スキー場現地における消費が, 地域内総生産に対して占めるシェア

	全域	農村	山間地域
北海道日本海側	0.60%	1.5%	1.2%
北海道中央部	1.0%	1.7%	1.6%
北海道太平洋側	0.16%	0.19%	1.0%
東北日本海側	0.48%	0.54%	2.0%
東北太平洋側	0.42%	0.65%	3.7%
東日本日本海側	0.72%	1.6%	11%
東日本中央部	0.55%	2.1%	7.2%
東日本太平洋側	0.0%	0.0%	0.0%
西南日本日本海側	0.0%	0.40%	1.0%
西南日本中央部	0.0%	0.081%	0.77%
西南日本太平洋側	0.0%	0.0%	0.17%
日本全体	0.15%	0.78%	3.6%

当する農業地域のみ, 地域内総生産が計算できる. 農業地域類型区分は市区町村を a) 都市的地域, b) 平地農業地域, c) 中間農業地域, d) 山間農業地域, の 4 種類に分類するもので, 中間農業地域, および山間農業地域の, 各カテゴリを含む (図 6, 次頁). 対応する市区町村における消費金額を同一カテゴリに属する市区町村の地域内総生産の合計で割ると, 中間農業地域, あるいは山間農業地域のみ, 地域内総生産に対するシェアを計算できる.

中山間地域の定義にはいくつかの方法がある. 本研究では中山間地域を, 上述の中間農業地域と山間農業地域とを合わせた地域と定義する. また山間地域は, 上述の山間農業地域と定義する.

4.2 気候地域全体の経済に占める比重

スキー場現地における消費が小気候地域の地域内総生産に占めるシェアを, 図 7 (次頁) に示す.

スキー場現地における消費の地域内総生産に対するシェア (小気候地域別) の最大は, 5.2% (北海道・後志支庁) である. また同シェアは, 日本全体では, 0.15% であった.

スキー場現地における消費の地域内総生産に対するシェアは, 中気候地域別に計算すると, 表 1 のようになった.

4.3 中山間地域, および山間地域の経済のみに占める比重

スキー場現地における消費が地域内総生産に対して占めるシェアを, 中山間地域のみ, および山間地域のみについて, 計算した. 結果を図 8 (中山間地域) および図 9 (山間地域) に示す.

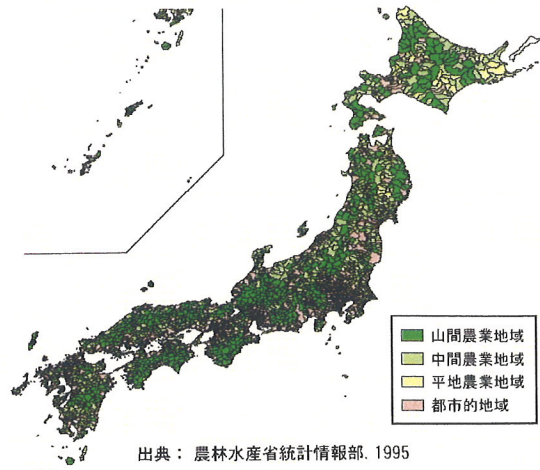


図 6 農業地域の分類 (中間・山間農業地域=中山間地域, 山間農業地域=山間地域)

出典: 農林水産省統計情報部, 1995

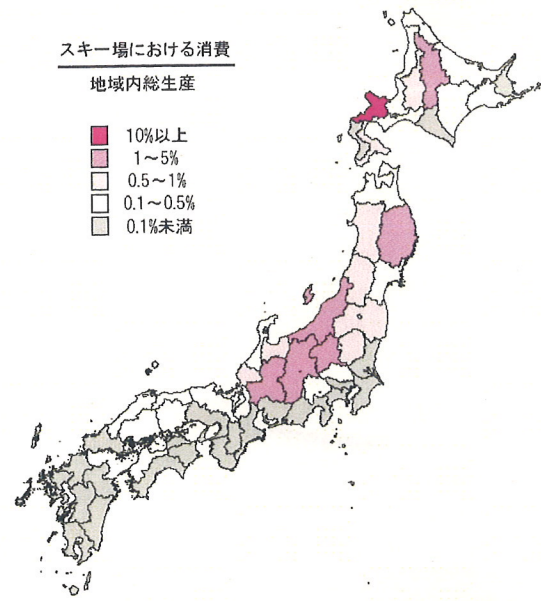


図 8 スキー場現地における消費の, 地域内総生産に対する比率 (中山間地域のみ, 1995 年)

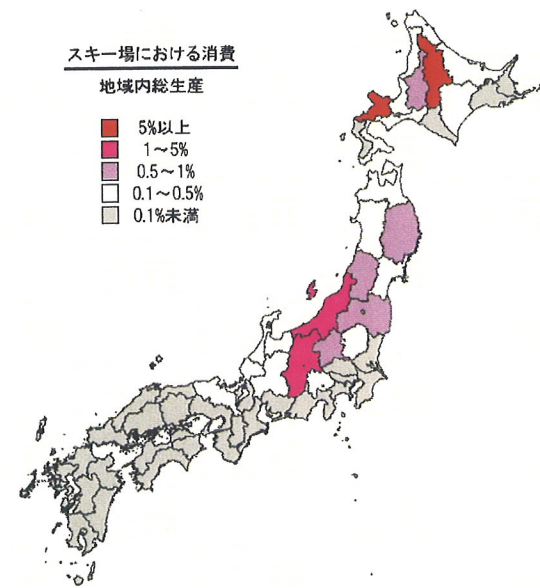


図 7 スキー場現地における消費の, 地域内総生産に対するシェア (小気候地域別, 1995 年)

スキー場現地における消費が地域内総生産に対して占めるシェアの, 中山間地域における最大値 (小気候地域別) は, 12% (北海道・後志支庁) で

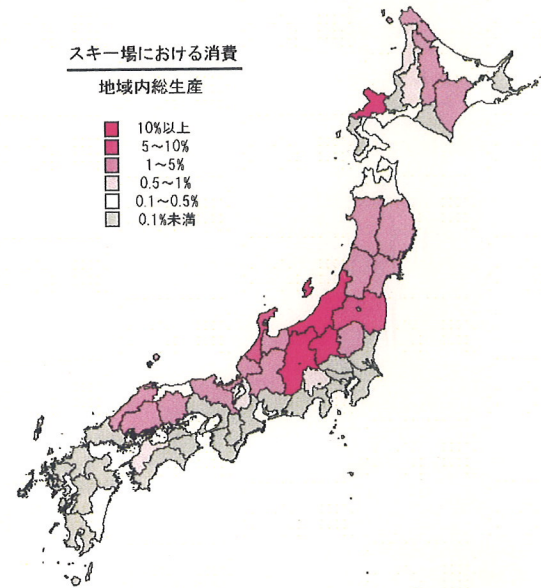


図 9 スキー場現地における消費の, 地域内総生産に対する比率 (山間地域のみ, 1995 年)

ある。また同シェアは, 中山間地域全体では, 0.78% だった。スキー場現地における消費が地域内総生産に対

表 2 本論文における気候 (地上気温及び降水量) 変化のシナリオ

1961-90年平均に 対する増加量(率)	2020年代 (2020-2029)	2050年代 (2050-2059)	2080年代 (2080-2089)
地上気温	1.5°C	3°C	4.5°C
降水量	2.5%	7%	14%

して占めるシェアの, 山間地域 (小気候地域別) における最大値 (小気候地域別) は, 36% (新潟県) である。また同シェアは, 山間地域全体では, 3.6% だった。

スキー場現地における消費が地域内総生産に対して占めるシェアは, 平均で, 中山間地域では地域全体の約 5 倍, 山間地域では地域全体の約 20 倍にのぼる。スキー場が中山間地域 (特に山間地域) の経済に対して, 大きな寄与をしていることがわかる。

5. 地球温暖化の影響下におけるウィンターツーリズム

5.1 気候変化シナリオの設定

IPCC 第 2 作業部会 (IPCC Working Group II, 2001) によれば, 地球温暖化に付随する気温上昇は, 冬季においては, 年平均以上に顕著に進む。IPCC 第 2 作業部会 (2001) によるアジア地域の分類において, 日本は全域 (沖縄県, および東京都の島嶼部を除く) が, 温帯アジアに分類されている。温帯アジアの冬季の地上気温について, IPCC 第 2 作業部会 (2001) は, IS92a 排出シナリオに基づく, CCSR/NIES (日本), CSIRO (豪州), ECHAM4 (ドイツ), HadCM2 (英国) の各研究機関における数値実験結果の全体をもとに, 1961-1990 年平均と比較して, 2020 年代に 1.7°C, 2050 年代に 3.3°C, 2080 年代に 5.1°C, 各々上昇する (エアロゾルの影響を考慮しない場合) と推測している。

また降水量は, 温帯アジアにおいては, 増加することが予想される。冬季の降水量は, 1961-1990 年の平均と比較して, 2020 年代に 4.2%, 2050 年代に 13%, 2080 年代に 20%, それぞれ増加することが推測される (エアロゾルの影響を考慮しない場合)。

本研究においては, 上記のシナリオを踏まえて地上気温および降水量の変化を設定する。増加の

程度については, エアロゾルによる影響は本研究の目的の射程外であることから, 1) エアロゾルの影響を考慮する場合および 2) 考慮しない場合の, 両方の平均をとることとした。具体的には, 時間の経過に対する, 値の変化の予測値のプロットが直線的である気象要素 (気温) については算術平均をとり, そうでない気象要素 (降水量) については, 倍率に直して幾何平均をとる。その上で, IPCC 第 2 作業部会 (2001) に示された値の精度を考慮して, 本研究において用いる各気象要素の変化の大きさを設定した。結果を, 表 2 に示す。

5.2 気象モデルの構築

5.2.1 利用するデータ

統計気象モデルの構築のため, 気象庁の気象官署およびアメダス観測点における観測データを使う。160 気象官署および 20 アメダス観測点で得られた 1965 年 10 月から 1995 年 4 月までの月別観測値を経験モデルの作成に利用した。データは気象庁年報 CD-ROM, 地域気象観測年報, 静岡県気象月報, および気象要覧によった。

160 ある気象官署のうち 3 つは山岳官署 (富士山, 伊吹山, および剣山) であり, 山岳官署のデータは欠測を含む。一方アメダス観測点は, 1976 年以降に整備拡張されたものである。それ以前は, 地域気象観測所と呼ばれる観測施設により日本列島がカバーされていた。アメダス観測点の一部には, 地域気象観測所からの移行の際, 所在位置が変わっている観測点がある。モデルの構築に用いるアメダス観測点は, アメダス以前から所在位置が変わっていないところを選んだ。

気象官署およびアメダス観測点で取られている月別値は, 気温および降水量に関しては共通だが, 雪については異なる。気象官署では降雪の深さと積雪の深さの階級別日数が整備されているのに対し, アメダス観測点では積雪の深さの月最大値のみが整理されている。ここで降雪の深さと, 降雪の深さの日合計値を一月にわたって足し

あわせたものである。降雪の深さの日合計とは、積雪深の測定値の1ステップ前の測定値との差を、正值の場合のみ足しあわせたものである。

5.2.2 月平均気温予測モデル^{*2}

日本国内の任意の地点 x における積雪の深さは地点 x の気温および降水量によって決まると考えられる。一方地点 x の気温は、緯度と標高、および大・中気候地域によって決まる(経度の影響は気候地域によってカバーされる)。そこで、地点 x の y 年 m 月の月平均気温を、地点 x の緯度、標高、および、大・中気候地域により推定するモデルを作る。

気温の推定式は、7種類の式形を仮定してパラメータ推定を行い、そのうちあてはまりのよい式(2)および式(3)を採用した。

月平均気温 (LCR, MCR) = a × 標高 + l × 緯度 + y × 西暦年 + 月の効果 + 定数 (2)

月平均気温 (LCR, MCR) = a × 標高 + l × 緯度 + y(月) × 西暦年 + 月の効果 + 定数 (3)

ただし a, l, y はパラメータ、「○の効果」は○に依存する定数であり、a (△) は△に依存して変化するパラメータである。西暦年の項には2000, 2005などを代入する。月はダミー変数である。

式(2)および式(3)を変形し、LCR および MCR を説明変数に取り込んだ次の形の式でパラメータ推定を行った。

月平均気温 = a × 標高 + l × 緯度 + y × 西暦年 + (LCR, MCR) の効果 + 月の効果 + 定数 (4)

月平均気温 = a × 標高 + l × 緯度 + y × 西暦年 + y(月) × 西暦年 + (LCR, MCR) の効果 + 月の効果 + [(LCR, MCR) × 月] の効果 + 定数 (5)

ただし (LCR, MCR) は一つのダミー変数として扱っている。また、[(LCR, MCR) × 月] は、ダ

*2 月平均気温予測モデルは、チェコ共和国から来日した Pavel CHARAMZA 氏 (現 Komerční Banka) の全面的な協力により構築された。

ミー変数 (LCR, MCR) および月の二者間の、相互作用を表す。パラメータ推定は一般化最小二乗法を用いて行った。決定係数は、式(4)が0.960、式(5)が0.977となった。

式(4)および式(5)の各モデルのうち、月(季節)の違いに応じて西暦年の係数が変化するのは、式(5)の方である。IPCC 第2作業部会(2001)は、年間を通して一様な気温の変化(上昇)ではなく、季節ごとに異なる気温の変化を予測している。IPCC 第2作業部会(2001)との整合性から、本研究では、式(5)によって地上気温の予測を行う。

式(5)において推定の結果得られた、西暦年にかかわる偏回帰係数(パラメータ“y”および、パラメータ“y(月)”)の平均は、IPCC 第2作業部会(2001)に見られる、予想される時間当たりの気温上昇の大きさと食い違う。時間当たりの気温上昇の大きさの差は、西暦年にかかわる基本的なパラメータである式(5)のパラメータ“y”に、差に相当する値を付け加えて補正した。

5.3 分析の前提

5.3.1 「経営可能なスキー場」の条件

スキー場の営業と関連づけると、1月および2月に自然の降積雪が存在することは、スキー場の経営を可能にする、ぎりぎりの条件であるとみなせる。さらに、1月から2月までの2ヶ月の間にまったく自然の降雪(より積極的には、積雪)がない場合を想定すると、そのための設備を設置していても、スキー場をオープンすることはきわめて困難である。

厳寒期である1月および2月の間に自然の降積雪が存在するか否かは、スキー場の営業環境にとって死活的な重要性を持つ。特に、オープン時期との関係上、1月における降積雪の存在が重要である。

そこで、以降の分析は、1月の平均地上気温があるしきい値を上回らないスキー場が何箇所存在するか、に焦点をあわせて行うことにする。

降水が固体(雪)で降らなくなる地上気温については、雪氷学や気象学、および関連分野で、研究が蓄積されている。日本海側に位置する地域においては、地上気温が3℃を超えていても雪が降る(降水が固体で降る)場合がある。ただし降水が固体(雪)で降らなくなる(0℃以上の)地上気

温の、確実なしきい値は、存在しない。

本研究では3℃を、降水が固体(雪)で降らなくなる地上気温のしきい値であると仮置きして、以降の分析を進めることにする。

なお本論文においてこれ以降便宜上、1月の月平均気温が3℃を上回らないスキー場のことを、場合により、「経営可能なスキー場」と呼ぶ。また、1月の月平均気温が3℃を上回るスキー場のことを、場合により、「経営不可能なスキー場」と呼ぶ。

5.3.2 2000年における、「経営可能なスキー場」の数

上述した通り、本論文における「経営可能なスキー場」の条件は、1月の月平均気温が3℃を上回らないことである。しかし1月の月平均気温が3℃を超えるスキー場が現に存在する場合、この想定は誤りであることになる。直近の時点における1月のスキー場の月平均気温を調べ、上の想定

の妥当性を検討しておく必要がある。2000年1月の月平均気温が3℃を超えるスキー場が存在するか否かを、まず、式(5)を用いて調べた。該当する「経営不可能なスキー場」の数は、西南日本の日本海側を除けば、スキー場全体の数の5%未満であった(図10)。

同様の検討を、次に、2000年1月における各スキー場の気温の推定値を用いて行った。推定値は、同一中気候地域で、かつ同一島嶼の上に立地する気象庁のアメダス観測点のうち、あるスキー場から最も近い観測点で観測された1994年1月の気温データを、標高および緯度、西暦年の差につき補正して求めた。

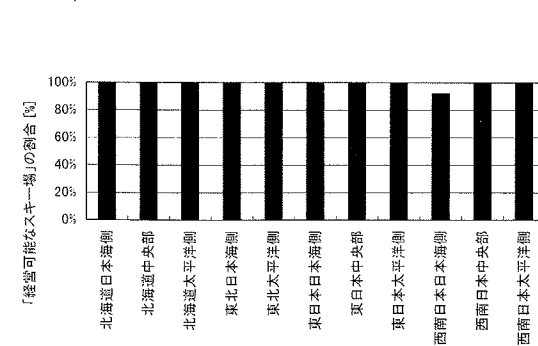


図10 全スキー場に占める「経営可能なスキー場」数の割合(2000年, 中気候地域別)

計算の結果、2000年1月における月平均気温のみなし実測値が3℃を超えるスキー場は、西南日本日本海側中気候地域の、一ヶ所のみであった。

以上の結果は、「しきい値=3℃」の仮定が、分析を進める上での作業仮説としては妥当であることを示すと考えられる。

そこで以降の分析は、前項で提示した、「しきい値=3℃」の仮定をそのまま前提したうえで、進めることにする。

5.4 地球温暖化による影響

5.4.1 「経営可能なスキー場」数の変化

1月の月平均気温が3℃を超えないスキー場(「経営可能なスキー場」)の数が、本研究の仮定した気温・降水量変化によってどれだけ変化するかを、2000年時点で現存するスキー場の全数に対する比率で示す(図11)。

北海道においては、2080年代にいたるまで、「経営不可能なスキー場」は出現しない。東日本(日本海側を除く)でも、2080年代にいたるまでの3時点すべてにおいて、「経営不可能なスキー場」の割合は少数(10%以内)にとどまる。

しかし残りの中気候地域においては、「経営不可能なスキー場」の割合は小さくない。「経営不可能なスキー場」の割合は、2020年代時点では10%以内にとどまるが、2050年代以降、急激に増大することが読み取れる。2050年代においては、最大で約40%(東日本日本海側)のスキー場が、また2080年代においては、最大で約70%(東日本日本海側)のスキー場が、経営可能でなくなる(気象条件上、きわめて困難な経営状態に追い込まれる)と予想される。

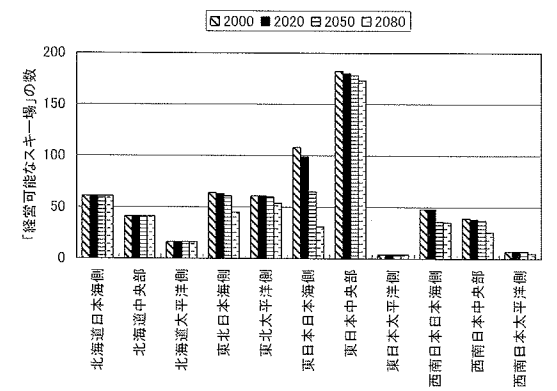


図11 「経営可能なスキー場」数の変化

スキー場現地における消費額 (2080年 / 1995年)

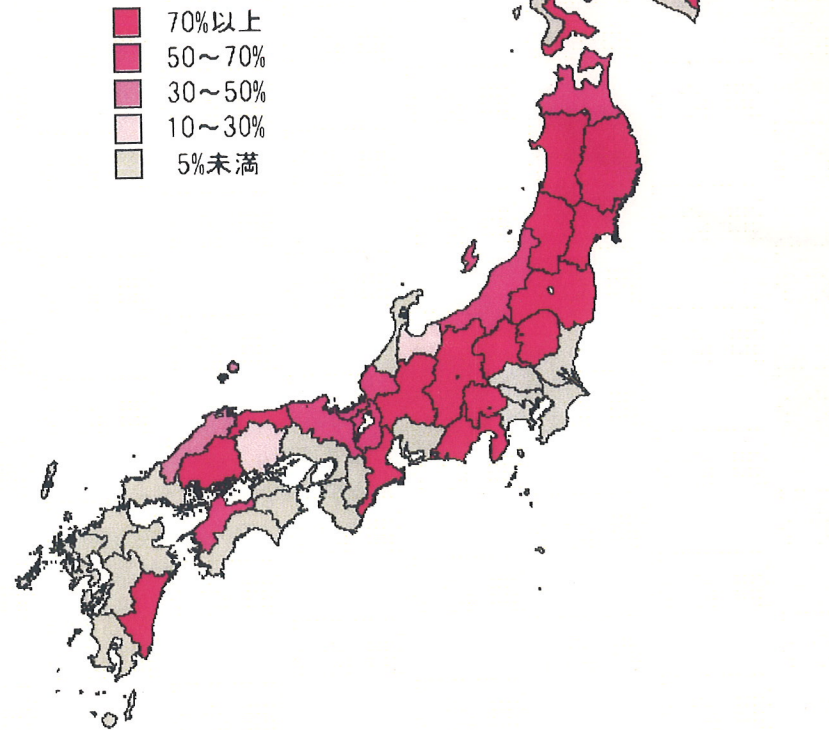


図 13 スキー場現地における消費額の 2080 年推計値の, 1995 年実績に対する比率

5.4.2 スキー場現地における消費金額の変化

スキーの現地における消費金額が本研究の仮定した気温・降水量変化によってどれだけ変化するかを, 中気候地域別に示す (図 12, 次頁).

消費金額 (図 12) は, 「経営可能なスキー場」のみの訪問客数を合計し, それに 1 人 1 回あたりの現地における平均消費金額を乗じて推計したものである. 経済環境や貨幣価値の変化 (下落の程度) は, 本研究で扱う時間スケールが合理的に予想をなす限度を超えるため, 1995 年時点の水準から変化しないものと想定する. したがって消費金額の変化の割合は, 訪問客数の変化の割合と同一になる.

スキー場の数の変化 (図 11) と比較すると, スキー場現地における消費額の変化 (図 12) は, 概

して緩やかである. しかし東北以南の日本海側を中心とする一部の中気候地域では, スキー場の売り上げは, 大きく減少すると予想される. 東日本の日本海側では, 2080 年代時点における消費金額は, 1995 年時点の約半分になると予想される.

次に小気候地域について, スキー現地における消費額の 2080 年代における推計値の, 1995 年に対する比率を示す (図 13). 2080 年代までの消費額の落ち込みは, ほとんどの地域で 1995 年の消費額の 30% 未満にとどまっている. しかし東北以南の日本海側の小気候地域では目減りが大きく, 1995 年の消費額の半分以上に達している.

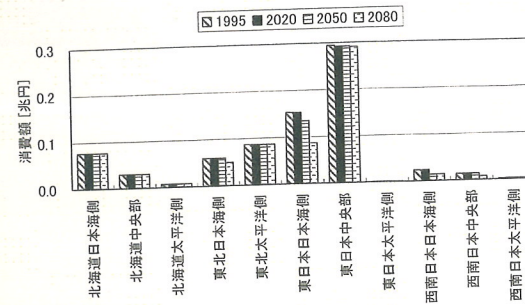


図 12 スキー場現地における消費の, 予測される変化

6. おわりに

6.1 推計された地球温暖化の影響について

「1 月の月平均気温が 3℃ を上回らない」条件をクリアできなかったスキー場 (「経営不可能なスキー場」) は, 日本海側に集中した. また, 「経営可能なスキー場」の数の減少の割合に比してスキー場現地における消費額の減少の割合は, 小さい. この理由について, 考察を加える.

「経営可能なスキー場」の平均標高 (北海道以外) を, 中気候地域別に示す (図 14). 日本海側の中気候地域のスキー場の平均標高は, 太平洋側に比べて低い. スキー場の平均標高はまた, 東北よりも東日本において, 東日本よりも西南日本において, 高くなっている. 「経営可能なスキー場」数の減少がもっとも顕著だった東日本の日本海側のスキー場の平均標高は, 東北の日本海側について, 二番目に低い.

「経営可能なスキー場」数の減少が日本海側の中, および小気候地域において顕著だったのは, 現存するスキー場の標高の低さが一因であると考えられる.

スキー場の平均訪問客数の変化を, 次に示す (図 15).

スキー場の訪問客数は, 推計の方法ゆえ, 本論文ではスキー場現地における消費額に比例する. 西南日本の日本海側および中央部以外の各中気候地域において, スキー場の平均訪問客数は, 地球温暖化の進行 (気温上昇, および降水量の増大) にともない, 増加していることがわかる. これは, 上記の各中気候地域においては, 地球温暖化の進行にともなってスキー場の選別・淘汰が進む (小規模スキー場が「経営不可能」になり, 大規模ス

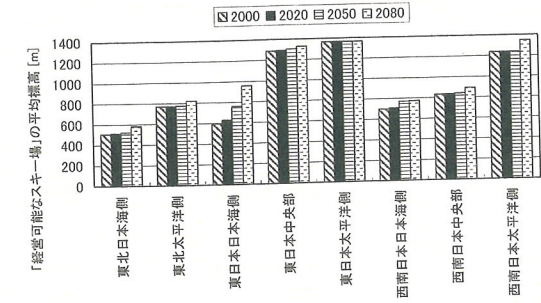


図 14 「経営可能なスキー場」の平均標高 (中気候地域別, 北海道は除く)

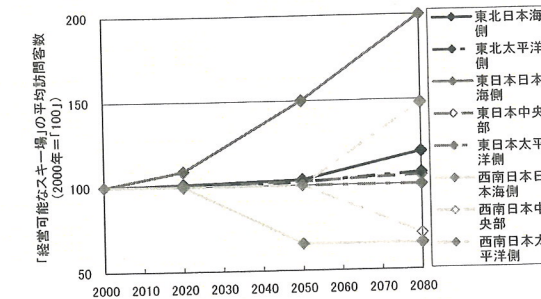


図 15 「経営可能なスキー場」の平均訪問客数 (中気候地域別, 北海道は除く)

キー場が生き残る) ことを表している.

西南日本の日本海側および中央部を除く, 東北以南の各中気候地域においては, 小規模スキー場は標高の低いスキー場でもあり, 地球温暖化の進行にともなって, 小規模スキー場から順に「経営不可能」な状態になることが読み取れる.

スキー場における来客の大多数は, 東日本・東北・および北海道のスキー場が占める. 地球温暖化がスキー場現地における消費額の大きさに目立った影響を及ぼさなかった (最大で 13% 減) 理由は, 地球温暖化が標高の低い地点に立地する小規模スキー場に対して, 選択的に, より強い淘汰圧を及ぼす点にあると考えられる.

西南日本の日本海側および西南日本中央部では, 地球温暖化が進行し, 「経営可能なスキー場」の平均標高が高くなるのと同時に, スキー場の平均訪問客数は減少している. この結果は, 地球温暖化の進行によって, 大規模スキー場が先に「経営不可能」になり, 地域 (中気候地域) のスキー場全体が急激に解体・消滅する可能性を示唆して

いる。

6.2 結論

スキー場現地における消費額が当該地域の地域内総生産に対して占める割合は0.15% (全国, 1995年) に過ぎないが, 中山間地域の地域内総生産に対して占める割合は0.78% (全国, 1995年) となり, さらに, 山間地域の地域内総生産に対して占める割合は, 3.6% (全国, 1995年) になることを, 推計により明らかにした。個別の小気候地域ごとに分けて見ると, スキー客による消費額の地域内総生産に対する比率は, 中山間地域および山間地域において特に大きく, 中山間地域においては最大で12% (北海道・石狩支庁) になる。また山間地域においては, 最大で36% (新潟県) にも上る。

次に, IPCC 第2作業部会 (2001) を参考に気温および降水量の変化シナリオを設定して, 予想される地球温暖化が, スキー場訪問客の数および消費金額に及ぼす影響を調べた。具体的には, 1961-90年平年値から, 地上気温が2020年代に1.5°C, 2050年代に3°C, 2080年代に4.5°C, それぞれ上昇し, また降水量が2.5% (2020年代), 7% (2050年代), および14% (2080年代), それぞれ増加すると仮定した。1月の月平均気温が3°Cを超え, 経営上きわめて困難な状況に追い込まれるスキー場 (「経営不可能なスキー場」) の数は, 2080年代までの全時点にわたって, 北海道では皆無であり, また東北および東日本の日本海側を除く各中気候地域でも, 少数 (最大約10%) にとどまる。しかし日本海側の地域・および西南日本では, 「経営不可能なスキー場」の数は, 2080年代までに, 最大で約30~40% (現存するスキー場の数に対する比率, 以下同様) に達する。中でも東日本の日本海側では, 「経営不可能なスキー場」の数は, 2050年代に40%, 2080年代には70%に達すると予想される。

スキー場現地における消費額は, 日本全体で0.75兆円 (1995年) から0.65兆円 (2080年代) に減少することが予想される。特に東日本日本海側においては, 1500億円 (1995年) から, 870億円 (2080年代) まで落ち込むことが予想される。ただし, 北海道においては, 消費額の減少はゼロと推計された。また, 東北および東日本の日本海側

を除く各中気候地域においても, 消費額の減少幅は小さい。

地球温暖化がスキー場に及ぼす影響は, 大・および中気候地域により異なることがわかった。北海道においては, 本論文が仮定した気温上昇および降水量増加による影響は, ゼロであると予想された。「経営可能なスキー場」の数, および, スキー場現地における消費額にマイナスの影響が及ぶのは, 東北以南の大気候地域においてであり, 中でも日本海側の地域 (中気候地域) においてであった。東北以南の日本海側の地域 (中気候地域) においてマイナスの影響が大きかった理由の一つはスキー場が, 他の中気候地域に比して, 標高の低い地点に立地していることだと推測された。

また地域 (中気候地域) によって, 地球温暖化がスキー場に影響を及ぼす仕方が異なることがわかった。西南日本の日本海側および中央部においては, 地球温暖化の進行によって大規模スキー場が先に「経営不可能」になる。他方, それ以外の中気候地域においては, 地球温暖化の進行は小規模なスキー場により強い淘汰圧を及ぼし, したがってスキー場現地における消費額の減少は, 「経営可能なスキー場」数の減少に比して軽微になることが予想された。

6.3 今後の課題

本研究の結論は, ごく単純な気象条件の変化を仮定した上, 気象条件の変化のみを想定して導き出されたもので, 気象上の仮定についても, スキー場の経営条件に影響を及ぼしうる気象以外の要因の考慮についても, 改善の余地が大きい。

まず, 気象上の仮定については, 高解像度のモデルによる地域気象シミュレーション実験の成果なども踏まえ, 大幅に改善する必要がある。

また, 2.1.2で述べたとおり, スキー場の経営には気象条件のみならず, 社会・経済状況の変化も影響を及ぼすと考えられる。ことに, 人口の変化や高齢化の進行, 日本国内における産業・雇用構造の変化など, ある程度確実に予測できる要因については, 今後の研究においては, 積極的に予測に取り入れる必要がある。これらの要因は, 本研究において予測のベースとした, 1990年代半ば以降に生じている, スキー場訪問者数の大幅な減少に関係している可能性がある。

謝 辞

本論文の作成に当たり有益な助言・指導をいただいた東京農業大学の佐藤洋平教授および東京大学の塩澤昌教授, 東京大学農学部農地環境工学研究室のみなさま, ならびに, 雪氷の査読委員の先生方に, 心より感謝いたします。

文 献

- Breiling, M., 1993: Die zukünftige Umwelt- und Wirtschaftssituation peripherer alpiner Gebiete. PhD thesis, Institut für Landschaftsgestaltung, Universität für Bodenkultur, Wien.
- Breiling, M. and Charamza, P., 1999: The impact of global warming on winter tourism and skiing: A regionalised model for Austrian snow conditions. *Regional Environmental Change*, 1, 4-14.
- Canadian Climate Program Board, 1988a: Implications of climate change for downhill skiing in Quebec. *Climate Change Digest Report*, CCD88-05, Downsview, Ontario.
- Canadian Climate Program Board, 1988b: Implications of climate change for tourism and recreation in Ontario. *Climate Change Digest Report*, CCD88-05, Downsview, Ontario.
- Davidson-Peterson Associates, 1998: <http://www.mainebusiness.com/tourism/ski/ski.htm>.
- 畑中賢一・マインハルトブライリンク・佐藤洋平・パベルカラムザ, 2000: 地球温暖化がスキー場周辺地域の経済に及ぼす影響. *農村計画学会論文集*, 2, 67-72.
- IPCC, 1998: The regional impacts of climate change: An assessment of vulnerability. Special Report of IPCC Working Group II, Cambridge University Press.

IPCC Working Group II, 2001: Climate change 2001 - impacts, adaptation, and vulnerability. Cambridge University Press, 540, 546.

自治省, 1999: 市町村税状況の調.

Johnston, W.E. and Elsner, G.H., 1972: Variability in use among ski areas: A statistical study of the California Market Region. *Journal of Leisure Research*, 4, 43-49.

呉羽正昭・佐藤淳・豊島健一, 2001: 乗鞍高原におけるスキー観光地域の構造的変容. *日本スキー学会誌*, 11, 61-72.

Lamothe and Periard, 1988: Implications of climate change for downhill skiing in Quebec. *Climate Change Digest*, 88-03, Environment Canada, Ottawa, Canada.

McCullum, D.W., Gilbert, A.H. and Peterson, G.L., 1990: The net economic value of day use cross country skiing in Vermont - a dichotomous choice contingent valuation Approach. *Journal of Leisure Research*, 22, 341-352.

農林水産省統計情報部, 1995: 農林統計に用いる地域区分.

総合ユニコム, 1996: スキーリゾート年鑑 1997.

宇治川正人, 1989: リゾート施設の魅力の構造. *オペレーションズ・リサーチ*, 1989年8月号, 396-401.

宇治川正人・讀井純一郎, 1995: スキーリゾート計画への部分効用関数の適用. *日本建築学会計画系論文集*, 477, 47-52.

Waters and Somerset, 1990: The travel industry world yearbook - the big picture. Madrid: World Tourism Organization.

余暇開発センター: レジャー白書.

万木孝雄・清水順一・窪谷順次, 1993: 大規模リゾート開発による地元経済への波及効果. *農村計画学会誌*, 12, 34-45.

Significance of winter tourism in hilly-and-mountainous areas in Japan

Ken-ichi HATANAKA^{1)*}, Meinhard BREILING²⁾, Yohei SATO³⁾ and Pavel CHARAMZA⁴⁾1) Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo
1-1-1 Yayoi, Bunkyo-ku, Tokyo, 113-8657

*Contacting Address:

2-9-21 Kusubashi Minami, Yahatanishi-ku,
Kitakyushu-shi, Fukuoka, 807-11432) Department of Landscape Architecture, Technical University of Vienna
Karlgasse 11, A-1040 Wien, Austria3) Faculty of International Agricultural and Food Studies, Tokyo University of Agriculture
1-1-1 Sakuragaoka, Setagaya-ku, Tokyo, 156-8502

4) Komerční Banka, Na Příkopě 33, Praha 1, P.O. BOX 839, Czech Republic

Abstract: Winter tourism, which typically focuses on skiing, is assumed to be one of the few viable industries that contribute to the economy of cold hilly and mountainous areas. Possible global warming, which is expected to occur and is currently a subject of discussion, can pose a major threat to the economy of hilly and mountainous areas by having an impact on skiing activities. Firstly, the onsite expenditure by ski visitors was compared with the gross regional products in Japan. On a nationwide average, the share of the expenditure compared with the gross regional product was 0.15%. However, for hilly and mountainous areas, the share increased to 0.78%. In mountainous areas, the share was assumed to be as high as 3.6%. Secondly, the impact of global warming on onsite expenditure by ski visitors was projected based on scenarios of temperature and precipitation variations. In Hokkaido, the number of skiing resorts, where the mean temperature in January exceeds 3°C and making them "non-viable resorts," remained zero; and in most regions of Tohoku and East Japan, it is estimated that this will remain less than 10% until 2080s. However, in Southwestern Japan and regions along the Japan Sea coast, the number of "non-viable resorts" amounted to 30-40% of the number of resorts in the year 1995. This decrease in the number of "viable resorts" is estimated to result in a decrease in the onsite expenditure by ski visitors from 0.75 trillion Yen in the 1995 to 0.65 trillion Yen in 2080s. The decrease in the onsite expenditure was estimated to be lesser than the decrease in the number of "viable resorts." This is considered to indicate that the number of small-scale skiing resorts would decrease more rapidly under the influence of possible global warming, compared with large-scale resorts.

(2005 年 1 月 17 日受付, 2005 年 7 月 20 日改稿受付, 2005 年 9 月 22 日再改稿受付, 2005 年 11 月 25 日受理,
討論期限 2006 年 7 月 15 日)

研究ノート

アイスシェル施工時の散水量に関する基礎的検討
—水平面上の(雪+水)→(氷)凍結実験—粉川 牧¹⁾

要 旨

散雪散水工法によるアイスシェルの施工において、構造体となる氷の質を保ちつつ凍結時間が最短となる散水量を定めることは施工合理性の向上を図る上で重要な検討課題である。この課題を解決する第一歩として、本研究は水平面上における(雪+水)層→(氷)層の凍結現象を定量的に解明することを目的としている。対流、蒸発及び大気放射による冷却熱量を考慮してその熱収支モデルを構築するとともに熱収支式中に現われる熱伝達率を評価するための簡易実験法を提案し、薄型木製シャーレを用いた(雪+水)→(氷)及び(水のみ)→(氷)の凍結実験を実施した。算定された(雪+水)→(氷)の凍結過程における(対流+蒸発)熱伝達率は平均で $8.95 \times 10^{-4} \text{ cal}/(\text{cm}^2 \text{ sec}^\circ\text{C})$ と(水のみ)→(氷)のそれを約 50% も上回った。この値を用いた水平面上の(雪+水)→(氷)凍結シミュレーション結果は、現行の散水方法に改良の余地があることや施工時間の短縮化が可能であることを示唆した。

キーワード: アイスシェル施工, 散雪散水工法, 最適散水量, 水平面上の凍結実験, 熱収支

Key words: ice shell construction, blowing snow and spraying water, optimum amount of spraying water, freezing experiment on horizontal plane, thermal process

1. はじめに

寒さ厳しく雪が多い北海道の内陸部において、氷を材料とする薄肉の曲面板構造、アイスシェルが冬期間限定の簡易構造物として実現されている(Kokawa, 2005)。その建設技法は二重平面膜と網目状カバーロープからなる型枠空気膜に散雪散水するというアイデアに基づくもので(Kokawa, 1985)、施工合理性に優れるのみならずシェルの力学的合理性にも裏付けられ、スパン 20~30 m 級の巨大アイスドームを正味 1 週間以内という驚異の短期間で建設施工し、且つ十分な耐久性を有していることが既往の実大フィールド実験(粉川ら, 2002; 粉川, 2002)で確かめられている。このように、北海道のフィールドを舞台として冬の自然環境のなかで、多種多様な実構造物への適用を模索する一方、実大モデルに対する構造工学的実

験が繰り返し行われ、アイスシェル研究は進められて来た。その結果、今日では、アイスシェルは厳寒多雪地域における冬のアクティビティーに対応できる実用的な氷構造物であることが広く認知されつつある。しかし、アイスシェルの研究蓄積は未だ不十分で、健全な氷建築構造物として実現に導くための設計・施工・維持安全管理に関わり、解決すべき工学的諸問題は依然として多く残されているのが現状である。その中の一つに、合理的な施工技術の確立に関わり、散雪散水過程における散水量の決定問題がある。この問題の解決には(雪+水)層→(氷)層の凍結現象における熱収支の解明が欠かせないが、過去に(雪+水)層→(氷)層の凍結問題を扱った研究は筆者の知る限り見当たらない。そこで、この問題の解決に向けた第一歩として、本研究は、水平面上における(雪+水)層→(氷)層凍結現象の解明を図ろうとするもので、本研究ノートでは、熱収支モデルの

1) 北海道東海大学芸術工学部

〒070-8601 旭川市神居町忠和 224