

岐阜県のスキー場来客数の慢性的な減少と 気候変動に関する統計的解析

供田 豪¹・松尾 直哉²・森杉 雅史³

¹学生会員 名城大学大学院 都市情報学研究科 (〒461-0048 愛知県名古屋市中区矢田南4-102-9)

²非会員 Sky株式会社 技術部カーエレクトロニクス

(〒450-6339 名古屋市中村区名駅一丁目1番1号 JPタワー名古屋 39階)

³正会員 名城大学 都市情報学部 (〒461-0048 愛知県名古屋市中区矢田南4-102-9)

E-mail: morisugi@meijo-u.ac.jp

本研究では、近年のスキー場来客数の減少と温暖化との因果関係について考察することを目的とする。具体的には、2000年～2014年の岐阜県の各スキー場来客数を対象とした時系列データによって説明変数となる気象要因を抽出し、その後プーリングしたデータの下でパネル解析を図ることで、来客数の変化率を気象的要因とそれ以外の要因に分離した。その結果、対象期間における年あたりのスキー場来客数の全要因による変化率、気象的要因による変化率、気象以外の要因による変化率はそれぞれ、-4.24%、0.36%、-4.60%となった。すなわち、来客数の減少は主に社会的要因などの気象以外の要因に起因するものであり、気象的要因はこの期間むしろ来客数の減少をわずかながら軽減させていたことが知見として得られた。

Key Words : *climate change, global warming, skiing visitors, panel data analysis*

1. はじめに

近年、世界規模で地球温暖化の影響による気候変動が確認されている。IPCC (2014)¹⁾によると、1880年から2012年の期間で世界の平均気温は0.85℃上昇し、また、この100年あたりで約0.71℃上昇したと報告されている。日本においても、気象庁 (2014)²⁾によると、1900年から100年あたり年平均気温は約1.15℃上昇したと報告されており、将来に渡ってこのような気温の上昇、さらに降雨量の変化、雪氷の減少、異常気象などの気候変動が継続することが懸念されている。

気候変動の影響は社会経済においても顕著であり、スキーやスノーボードなどのアウトドアレジャーは、気象的要因に特に左右されやすい性質を持つ。例えば、気温の上昇に伴う降雪量の減少や雪氷の融解が生じた場合には、ゲレンデへの雪氷の定着が妨げられることが懸念される。この例で、降水量が維持された場合（つまり、単に降雪が降雨へと変化した場合）には、ゲレンデには“水”が供給されることとなる。したがって、そのコンディションがさらに悪化する可能性が高いことは、想像に難くない。

観光入込客統計調査³⁾によれば、岐阜県のスキー場の来客数はバブル崩壊以降年々減少傾向にあり、この15年

間で約3分の2まで落ち込んでいる。このようなスキー場来客数の減少に関して、既存研究では、気温や積雪深の変動などの気象的要因以外に、社会的な原因が考慮されているものがある。それらは、曜日変動による影響を勘案しており、土曜日・日曜日・祝日にはスキー場の駐車場利用台数が大きく増加するとされている。だが、こうした社会的要因などは、要素が多く特定が困難である。

そこで本研究では、岐阜県を対象にスキー場来客数の時系列的推移と気象状況の変遷について、重回帰分析と説明変数の取捨選択増減法を行い、これらの間の関係性を統計的に考察する。さらに、最大公約数的に抽出された説明変数を用いて、県全体・期間全体でのパネルデータ解析を図る。ここでは来客数の変動を、気象的要因によるものと気象以外の要因（社会的要因や地形的要因など）によるものに分離し、特に後者については、営業年度（同年11月～翌年3月）あたりの変化率として表現する。また、要因を特定しない場合の県全体・期間全体におけるスキー場来客数の営業年度あたり変化率も併せて算出する。これらの差分より、温暖化などの気象的要因によってもたらされた来客数の変動分を示す。

2. 既存研究

これまでスキー場への来客数の変動について、その要因を探る研究はいくつか行われており、気象的要因や社会的要因などについて言及されている。まず、気象的要因に関して、畑中ら(2000)⁶⁾は、1℃の気温上昇がスキー場の営業日数、入込客数にもたらす変化の大きさを予測している。営業日数の5、6日減は1つのスキー場当たり入込客数の1万人減を意味し、岐阜県のスキー場全体では70～85万人の減少が生じる。また、現状との比較は2～3%の減少であったと示している。吉田(2005)⁹⁾は、最寄りの気象台・測候所での観測値をベースとした都道府県別のマクロな傾向分析を行っている。ブームに隠れているものの、スキー場利用客数は降雪量と相関があり、温暖化による影響が無視できないとしている。土方(2013)⁹⁾は、年別・月別の積雪量を15年間にわたり観測し、12月の降雪期からスキーシーズン終了の4月10日までの期間において、標高430m、723m、960mの3地点で気温の変化が(無風で湿度を無視すれば0.6℃/100m)積雪量に大きく影響を及ぼすことを示した。このことから、地球温暖化による積雪量の減少について言及している。大田原ら(2014)⁷⁾は、富山県の3か所のスキー場を対象に、観測積雪量とGCM (Global Climate Model, 全球気候モデル) およびSVAT (Soil Vegetation Atmosphere Transfer, 地表面熱収支モデル) を用いて将来の積雪量の変化を推計している。また、各スキー場の来客数と観測された積雪量の関係を推定式として導出し、将来想定される雪の変化に伴う来客数および営業利益への影響について算定している。その結果、休日は積雪量が多くなれば来客数が増加する傾向にあると示された。また、対象のスキー場では現在から将来にかけ、約50cm程度の積雪量の減少が見込まれることが予測された。さらに、現在では1月～3月の期間で100～200cmの積雪量の増減差があるのに対して、将来は同期間において50～70cmの積雪量の増減差になるとされ、その差が小さくなるとしている。

一方で、スキー場来客数に影響を及ぼす社会的要因に言及するものとして、藤沼・青木(1998)⁸⁾は、平日と休日における気温、積雪といった気象的要因による影響比較を行っている。結果として1月、2月と日祝日、土曜日に利用が多くなることが示された。また、積雪や気温、湿度などの気象条件も有意に影響しているとされた。

上記のような既存研究において、スキー場来客数の変化に対する気温や積雪深などの気象的要因の影響は数多く研究されているものの、気象的要因とその他の要因など、それらの影響の大きさについて対比し、来客数の減少の主たる原因を論じたものは筆者が知る限り見ない。そこで本研究では、岐阜県において、各スキー場来客数の時系列データに対して、気温、降水量、積雪深と、既

存研究では考慮されていない日照時間、さらに営業年度を説明変数として、重回帰分析と説明変数の任意の取捨選択による説明変数の抽出を行う。さらに、抽出した説明変数を用いて、パネルデータ解析を行い、気象的要因と気象以外の要因の影響の分離を図り、要因別の年あたりの変化率を算定する。これらの結果から、スキー場来客数の減少に対する主となる要因を把握することを試みる。

3. データの収集

スキー場来客数については、岐阜県内スキー場連絡協議会加盟の21か所のスキー場のうち、岐阜県観光入込統計調査³⁾より値が入手可能な17か所を対象とした。当初は2000年～2014年を対象期間とし、同年11月～翌年3月における月別データの取得を試みることにした。しかし同調査は、2007年までは月別の集計値が掲載されていたにもかかわらず、2008年～2010年は年間の集計値のみ、さらに2011年～2014年は3か月ごとの集計値のみと、掲載される値が異なっていた。これについて、岐阜県観光企画課観光企画係に問い合わせたところ、関係自治体からの要望により、月別から年別、3か月ごとに変更したことが原因と判明した。一方で、スキー場来客数の変動を捉えるには、なるべく細かい時間区分による情報の入手が望ましい。よって基本的に本研究では、岐阜県観光入込客統計調査の公表している情報の最小単位期間、すなわち月別でデータセットを整備することとした。首尾良く情報が揃っている2000年～2007年は無条件で対象期間とした。また、2008年～2010年の年間で集計されているデータは使用しないこととした。さらに、2011年～2014年における3か月ごとの集計データについては、各月に等配分を施し使用することとした。ここで、高山市内の1か所のスキー場(市営)については、高山市から別途、2000年～2014年の期間において、月別のスキー場の来客数データの提供を受けることができたため、これを使用することとした。気象データについては、気象庁のアメダス⁹⁾の観測要素のうち、スキー場への来客数と関係があると考えられる、気温、降水量、日照時間、積雪深の、4項目の観測値を用いることとした。各スキー場に対応する、前記4項目の観測を行っているアメダス地点は、河合、神岡、樽見、長滝、高山の5か所であった。よって、各スキー場から最も近い位置にあるこれらのアメダス地点のデータを、以降に説明する重回帰分析における説明変数として使用することとした。各観測値は、時間ごとの値が利用可能であるので、まず時間ごとの観測値を取得し、それらを月ごとに平均し用いることとした。また、スキー場の営業時間はすべて9時～17時

と仮定し、気温のデータについてはこの時間帯における平均値を用いることとした。なお対象期間は、スキー場の来客数データと同様である。以上をまとめたものを表-1に示す。

表-1 分析対象地点と期間

スキー場	アメダス 地点	年	月
河合	河合	2000年～2007年 2011年～2014年	
神岡	神岡	2000年～2007年 2011年～2014年	
樽見	樽見	2000年～2005年 2011年～2013年	
長滝1	長滝	2000年～2007年 2011年～2014年	同年11月 ～ 翌年3月
長滝2			
長滝3			
長滝4			
長滝5			
長滝6			
長滝7			
長滝8			
長滝9			
長滝10			
高山1	高山	2000年～2007年 2011年～2014年	
高山2			
高山3			
高山4			

4. 重回帰分析・増減法による説明変数の抽出

(1) 重回帰分析の回帰モデルの設定

ここではスキー場の来客数に対する気象的要因と気象的要因以外の影響度合いを把握するため、前章で整備した各スキー場来客数の時系列データに対し、気象変数と営業年度変数を説明変数とした重回帰を実行する。気象変数間の非線形関係を考慮するために、すべての変数を対数で換算し、かつ、説明変数の2次項まで考慮するような、Trans-Log型の回帰モデルを以下のように定式化した。

$$\begin{aligned}
 \ln(Y_{it}) = & \alpha_i + \beta_{1i} \ln(A_{it}) + 273.15) \\
 & + \beta_{2i} \ln(B_{it}) + \beta_{3i} \ln(C_{it}) + \beta_{4i} \ln(D_{it}) \\
 & + \beta_{5i} \{ \ln(A_{it}) + 273.15) \ln(B_{it}) \} \\
 & + \beta_{6i} \{ \ln(A_{it}) + 273.15) \ln(C_{it}) \} \\
 & + \beta_{7i} \{ \ln(A_{it}) + 273.15) \ln(D_{it}) \} \\
 & + \beta_{8i} \{ \ln(B_{it}) \ln(D_{it}) \} \\
 & + \beta_{9i} \{ \ln(B_{it}) \ln(D_{it}) \} \\
 & + \beta_{10i} \{ \ln(C_{it}) \ln(D_{it}) \} + \eta_i T + \mu_i
 \end{aligned} \quad (1)$$

ただし、 Y ：スキー場の来客数、 A ：気温、 B ：降水量、 C ：積雪深、 D ：日照時間、 T ：営業年度（西暦の年次）、 i ：対象のスキー場、 t ：対象月ナンバー、 α 、 β 、 η ：未知の係数、 μ は誤差項である。 η はこれら気象説明変数の影響外で自発的に発生するスキー場来客数の各年増加率を表す。

なお、基本的にスキー場への訪問需要関数である(1)式は、積雪深に対し屈折需要曲線の形状を持つため、そのまま回帰を実行すれば推定値に歪みを生じうる。これに対処するため、被説明変数のスキー場来客数が0となる月はデータから除外した。

気象データは変数間の因果関係が強いことが想定されるため、ここでは、アメダス地点ごとに相関を算出した。説明変数間の相関係数を算出すると、値が1.0や0.9（または-0.9）、0.8（または-0.8）であるものは、変数間に多重共線性が発生し、パラメータ推定結果に深刻な影響を及ぼすことが危惧される。そのため、これらの変数は適宜分析から除外した。また、主に t 値から判断される有意性の低い説明変数から優先的にモデルから外し、そのプロセスを繰り返し、説明変数の取捨選択を行った。なお、自由度修正済み決定係数（補正 R^2 ）の推定値が、有意性の低い説明変数を外す前のモデルよりも、外した後のモデルのほうが低くなった場合、外す前のモデルを最終的なモデルと判断し、説明変数の取捨選択を終了した。

(2) 重回帰分析の結果

3章のデータと式(1)を用いて、各スキー場の時系列データに対し、気象変数と営業年度変数を説明変数とし、2次交差項まで考慮するTrans-Log型回帰モデルを構築し、また説明変数の取捨選択を実施した。その結果を表-2に示す。結果を整理すると、おおむね残存する説明変数は、気温、降水量、日照時間、積雪深、営業年度の5つの変数であり、気象説明変数の2次交差項については、ほぼ残らなかった。そのため、気象説明変数の2次交差項を除いた、気温、降水量、日照時間、降雪量、営業年度を、スキー場来客数と相関がある説明変数として抽出することとした。これらの抽出した説明変数を用いて、次章ではパネルデータ解析を行う。

表-2 岐阜県におけるスキー場別の重回帰分析の結果

スキー場名						2次交差項						E	補正 R^2	サンプル数
	A	B	C	D	A×B	A×C	A×D	B×C	B×D	C×D				
河合		●		○								●	0.35	58
神岡	●	●		○								●	0.79	51
樽見		●							○			●	0.58	33
長滝1	●	○	○	○				●	○			●	0.88	59
長滝2	●	●	○	○						●		●	0.74	44
長滝3	●	○	○					●				●	0.73	58
長滝4	●	○	○									●	0.71	59
長滝5	●	●		○					○				0.70	51
長滝6	●												0.38	58
長滝7	●		○	○						●		●	0.84	51
長滝8	●	●	○	○							●	○	0.68	54
長滝9	●		○									●	0.81	52
長滝10	●								○			●	0.83	59
高山1	●	●	○					○		●		○	0.91	27
高山2	●		○									○	0.77	28
高山3	●		○										0.45	35
高山4	●		○										0.37	31
有意となった スキー場数	15	10	11	7	0	0	0	3	4	4	13			

A：気温 B：降水量 C：日照時間 D：積雪深 E：営業年度

○：正に有意（95%信頼区間），●：負に有意（95%信頼区間）

5. パネルデータ解析による要因の分離

(1) パネルデータ解析の回帰モデル設定

前章にて重回帰分析と説明変数の取捨選択を行った結果、おおむね残存する説明変数は共通しており、気象説明変数の2次交差項はほぼ残らなかった。そのため、下記のようにパネルデータによる推定式を構築した。

$$\ln(Y_{it}) = \hat{\alpha} + \hat{\beta}_1 \ln(A_{it} + 273.15) + \hat{\beta}_2 \ln(B_{it}) + \hat{\beta}_3 \ln(C_{it}) + \hat{\beta}_4 \ln(D_{it}) + \hat{\eta}T + \hat{\gamma}_i + \hat{\mu}_{it} \quad (2)$$

ただし、Y：スキー場の来客数、A：気温、B：降水量、C：日照時間、D：積雪深、T：営業年度（西暦の年次）、i：対象のスキー場、t：対象月ナンバー、 α 、 β 、 η 、 γ ：未知の係数、 μ は残差である。 η_i はこれら気象説明変数の影響外で自発的に発生するスキー場来客数の各年の増加率を表す。また、 γ は固定効果を表し、スキー場ごとの固有の定数項にあたる。ここで、重回帰分析と同様に、基本的にスキー場への訪問需要関数である(2)式は、積雪深に対し屈折需要曲線の形状を持つため、推定値に歪みを生じうる。これに対処するため、被説明変数のスキー場来客数が0となる月は、データから除外した。

(2) 分析データの概要

3章にて記述した月別の来客数データを被説明変数に、気温、降水量、日照時間、積雪深の4つの気象データと営業年度変数を説明変数として用いる。前述したように月別来客数の時系列データが揃わない月が存在したため、バランスデータとなるようにパネルデータを作成した。具体的には、スキー場来客数の時系列データが極端に少ない計6か所（樽見、高山1～4、長滝2）のスキー場を除外し、11か所のスキー場を対象にパネルデータを作成した。また、多くのスキー場において月別データが存在しない2008年～2010年と、データ数の少ない各年の11月を除外した。そのため、分析期間は2000年～2007年および2011年～2014年の、同年12月～翌年3月が対象となった。

(3) パネルデータの分析結果

前述のデータと式(2)を用いて、パネルデータ解析を実施した。その結果を表-3に示す。F検定により個別効果を特定しないプーリング回帰モデルは棄却され、Hausman検定により、固定効果モデルより変量効果モデルが正しいとする仮説は有意水準1%で棄却され、固定効果モデルが採択された。

係数推定値95%信頼区間で有意であったものは、気温、

日照時間、営業年度変数であった。気温の負の有意性は、本研究のいかなる部分においても頑健性を示した。同パネルデータ解析でも同様であり、営業時間中において気温が低いほど来客数は増加する傾向があった。また、日照時間も気温に次いで恒常的に正に有意性を示す説明変数であった。日照時間が長くなることはスキー場において良好な環境を提供するものと思われる。積雪深はスキー場来客数を決定するに特に重要な変数と思われるが、本分析結果では有意ではなかった。積雪深が有意でなかった理由の一つとして、人工降雪機など温暖化への適応策の導入実績が挙げられる。筆者らが独自にスキー場へのヒアリングを行った際には、近年まとまった安定した積雪量が得られることが難しくなり、これらの人為的手段を用いてグレンデのコンディションを保つ例は決して少なくないことを拝聴している。また、気象庁(2017)¹⁰⁾によると、RCP8.5シナリオ下のシミュレーションでは、降雪深および積雪深は、特に日本海側で有意に大きく減少し、岐阜県においても降雪量、積雪深は共にほぼ全面的に減少すると予測されている。これらの結果から、気温が高ければ来客数は減少し、積雪が深ければ来客数は増加することが示唆され、温暖化の進展により気温の上昇、積雪深の減少が起きた場合、スキー場来客数がさらに減少していくことが推察された。

(4) 要因別の来客数の年あたり変化率

式(2)から、気温、降水量、日照時間、積雪深の説明変数により、気象的要因によるスキー場来客数の変動分は説明されていると考えると、営業年度変数の係数は、

気象以外の要因（主に社会的要因と呼ばれるものが多分に含まれる）による影響度合いであり、その営業年度あたりの変化率を表すものと解釈される。パネルデータ解析の結果、営業年度変数の係数から、気象以外の要因による対象期間内の営業年度あたりの変化率は4.60%となった。

またここでは、対象期間内におけるスキー場来客数の営業年度あたり変化率（以降、全要因変化率と呼ぶ）を算定した。具体的には、被説明変数はスキー場来客数、説明変数は営業年度のみとして、これまでと同様にパネルデータ解析を実施した。結果を表4に示す。営業年度の係数から、全要因変化率による対象期間内の営業年度あたりの変化率は4.24%となった。この値から営業年度あたりの気象以外の要因による変化率を差し引き、営業年度あたりの気象的要因の変化率を算出した。これらの項目ごとの算定値を整理したものを表5に示す。

気象以外の要因による変化率は全要因変化率を上回り、それらの差である気象的要因による変化率は正の値として算出されている。この結果から、対象期間におけるスキー場来客数の減少は、主に社会的要因などに基づくこと、また気象的要因は、むしろ、来客数の減少をわずかながら軽減させていたことがうかがわれる。この原因としては、本研究の分析対象期間（2000年～2014年）においては、アメダスの観測データでは気温の上昇や積雪深の減少といった変化は見受けられなかったこと、また近年、スキー場においては人工降雪機等が普及し、機器自体の技術進歩も著しいことなどが考えられる。

表3 岐阜県におけるスキー場来客数変動の要因に関する推定結果

変数	通常回帰	固定効果	変量効果
気温	1.18×10 ⁻¹ (1.43)	-6.54×10 ⁻¹ *** (-14.17)	-6.46×10 ⁻¹ *** (-14.04)
降水量	8.38×10 ⁻¹ (1.11)	5.52×10 ⁻¹ * (1.74)	5.52×10 ⁻¹ * (1.74)
積雪深	4.40×10 ⁻¹ *** (7.99)	-4.25×10 ⁻³ (-0.14)	2.60×10 ⁻⁴ (0.01)
日照時間	4.79 ** (2.51)	1.35×10 ⁻¹ *** (15.48)	1.34×10 ⁻¹ *** (15.40)
営業年度	-5.13×10 ⁻² *** (-5.10)	-4.60×10 ⁻² *** (-10.93)	-4.61×10 ⁻² *** (-10.94)
定数項	4.44×10 ⁻¹ (0.90)	4.66×10 ⁻² ～4.70×10 ⁻² *** (17.47～17.57)	4.64×10 ⁻² *** (17.41)
補正 R ²	0.17	0.85	0.04
Hausman 検定	-	-	0.26
Fixed model versus Plain OLS	-	F(10,490)=236.29	-

(サンプル数 : 11 × 46)

() : t値, *...p<0.1, **...p<0.05, ***...p<0.01

表4 岐阜県におけるスキー場来客数変動の全要因に関する推定結果

変数	通常回帰	固定効果	変量効果
営業年度	-4.24×10^{-2} *** (-4.04)	-4.24×10^{-2} *** (-7.30)	-4.24×10^{-2} *** (-7.30)
定数項	9.51×10 *** (4.52)	$9.34 \times 10 \sim 9.62 \times 10$ *** (8.02~8.25)	9.51×10 *** (8.15)
補正 R^2	0.03	0.70	0.03
Hausman 検定	-	-	1.00
Fixed model versus Plain OLS	-	F(10,494)=114.77	-
(サンプル数 : 11 × 46)			() : t値, ***... $p < 0.01$

表5 要因別の営業年度あたりのスキー場来客数の変化率

全要因	気象的要因	気象以外の要因
-4.24%	0.36%	-4.60%

6. 冬季の温暖化傾向の分析

(1) 分析対象の気象データ

ここでは、岐阜県における1985年～2016年の冬季期間（11月～3月）について、気象変数の推移を確認した。さらに、同期間において気象データを被説明変数、営業年度を説明変数としたパネルデータ解析を行い、スキー場の営業と関連する、冬季期間における温暖化の影響を分析した。

気象データについては、気象庁のアメダス¹³⁾の観測要素のうち、気温、降水量、日照時間、積雪深のデータを用いることとし、対象期間は1985年～2016年の冬季期間（11月～3月）とした。重回帰分析・パネルデータ解析に使用した同地点のアメダスから、1時間ごとのデータを取得した。なお気温のみ、重回帰分析・パネルデータ解析と同様に、スキー場の営業時間と仮定した9時～17時のデータを用いた。

ここで、気象データは、岐阜県の気象データは、長滝の1992年の積雪深、および、高山の1985年～1988年の日照時間、積雪深が欠測またはデータが存在しないため、除外した。

(2) 気象データの営業年度平均のグラフ

前述の気象データについて、それぞれ営業年度ごとに平均値を算出し、グラフにしたものを図-1から図-4に示す。あわせて、本研究の分析対象期間を、各図に網掛で示す。図-1より、2009年～2015年の冬季においては、日中の平均気温が低いことが読み取れる。すなわち、スキー場にとっては好ましい気象状況であったと判断できる。

この期間は、本研究においての分析対象期間内である。したがって、4章において推計された気象的要因によるスキー場来客数の変化率が、わずかながらも増加傾向になったものと考えられる。

(3) パネルデータ解析

次に、対象期間の気象データの年あたりの推移を分析するため、被説明変数をそれぞれ気温、降水量、日照時間、積雪深とし、説明変数を営業年度とした単純なパネルデータ解析を行った。その結果を表-6に示す。これらの結果として、降水量が係数推定値95%信頼区間で正で有意であった。また、日照時間については、係数推定値90%信頼区間で正で有意であった。

この結果から、岐阜県スキー場近辺の過去31年の短期間の冬季においては、温暖化が進行しているとは断定し得なかった。

7. まとめ

本研究では、岐阜県のスキー場を対象に来客数変化に相関のある気象要因の抽出、および、対象期間内における気象的要因と気象以外の要因による年あたりのスキー場来客数の変化率を算出した。また、分析対象として使用したアメダスの観測データから、1985年～2016年の、冬季の温暖化傾向についても分析した。得られた知見は以下の通りである。

- ① パネルデータ解析の結果、気温、日照時間、営業年度の説明変数が有意であった。特に気温は負に

有意、すなわち、温暖化の進行により気温の上昇が起きた場合、来客数が減少することが考えられる。このことは、気候変動に対して、人工降雪機などの適応策が必要であるということを示唆している。

- ② 対象期間内における年あたりのスキー場来客数の全要因変化率、気象的要因による変化率、気象以外の要因による変化率は、それぞれ、 -4.24% 、 0.36% 、 -4.60% となった。対象期間内の来客数の減少は、社会的要因など気象的要因以外に起因するものであることが示された。
- ③ 岐阜県のスキー場近辺における過去31年の冬季の気象の推移から温暖化の傾向を分析したが、温暖化が進行しているとは断定できなかった。

最後に、本研究の今後の課題について2点述べる。

第1に、より詳細なスキー場来客数データ、および、気象データの作成が挙げられる。来客数データは月別および3か月集計されたものを按分して用いている。また、気象データは近辺のアメダスからのデータであり、対象としたアメダスと実際のスキー場では標高、周辺環境などの影響により気象環境が異なる可能性がある。そのため、より精緻な分析を行うためには、各スキー場からの日別来客数データやスキー場が独自で観測している気象データを用いることなどが必要である。

第2に、本研究では、将来の気候変動に対する人工降雪機などによる適応策の影響は、同分析結果に埋没されてしまっている。そのため、分析結果から適応策の効果を分離し、評価することが必要である。

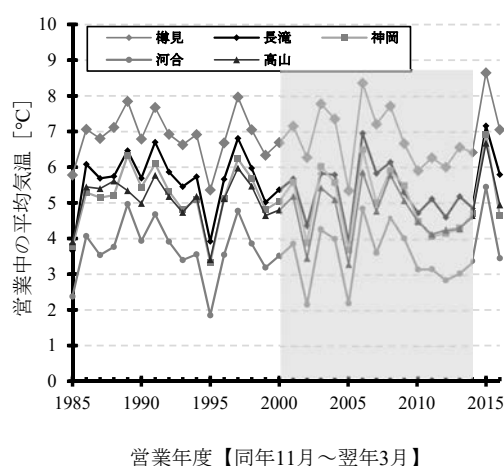


図-1 岐阜県のスキー場近辺における営業中の平均気温の年推移

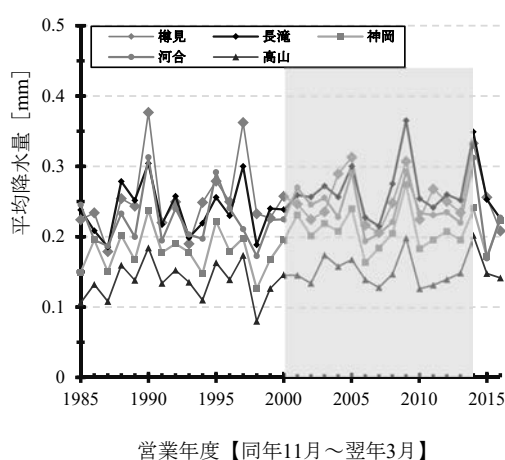


図-2 岐阜県のスキー場近辺における平均降水量の年推移

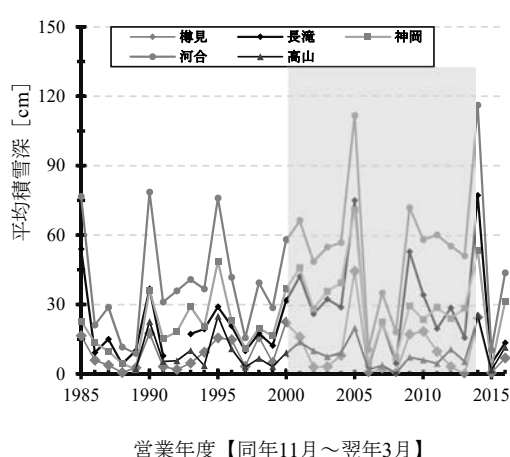
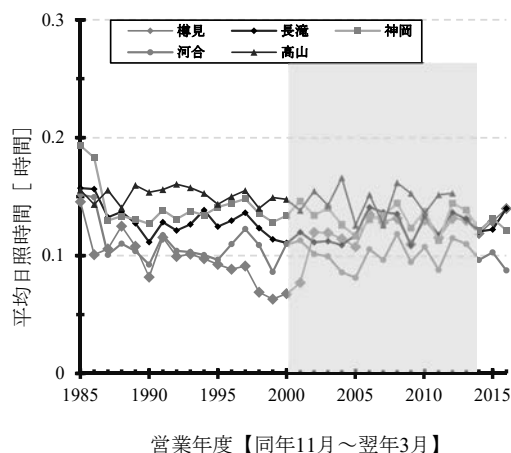


表-6 岐阜県の各気象の営業年度あたりの推移に関する固定効果モデルの推定結果

変数	気温	降水量	日照時間	積雪深
営業年度	-3.51×10^{-3} (-0.49)	9.02×10^{-4} ** (2.92)	2.31×10^{-4} * (1.67)	2.46×10^{-1} (1.32)
定数項	$1.07 \times 10 \sim 1.39 \times 10$ (0.75~0.98)	$-1.66 \sim -1.55$ (-2.69~-2.51)	$-3.60 \times 10^{-1} \sim -3.13 \times 10^{-1}$ (-1.30~-1.13)	$-4.84 \times 10^2 \sim -4.44 \times 10^2$ (-1.29~-1.19)
サンプル数	5×32	5×32	5×28	5×27
補正 R^2	0.61	0.57	0.63	0.41
Hausman検定	1.00	1.00	1.00	1.00
Fixed model versus Plain OLS	F(4,154)=63.15	F(4,154)=52.31	F(4,134)=58.71	F(4,129)=23.89

(): t値, *... $p < 0.1$, **... $p < 0.05$

謝辞：本研究は、文部科学省の平成29年度気候変動適応技術社会実装プログラム（研究課題名：気候変動の影響評価技術の開発、代表者：脇岡靖明）の助成を受けた研究成果の一部である。なお、高山市役所より、スキー場来客数のデータを一部提供していただいた。関連して、国立環境研究所元特別研究員の佐尾博志氏、名城大学都市情報学部卒業生の松尾直哉氏には、スキー場来客数のデータ収集等の作業にご協力いただいた。ここに記し、感謝の意を表したい。

参考文献

- 1) 文部科学省，経済産業省，気象庁，環境省：気候変動に関する政府間パネル 第5次評価報告書 統合報告書 政策決定者向け要約（和訳），http://www.env.go.jp/earth/ipcc/5th/pdf/ar5_syr_spmj.pdf，2015。（最終閲覧日：2018年8月24日）。
- 2) 気象庁：異常気象レポート 2014 本編，http://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/climate_change/2014/pdf/2014_full.pdf，2015。（最終閲覧日：2018年8月24日）。
- 3) 岐阜県：観光入込客統計調査，<http://www.pref.gifu.lg.jp/sangyo/kanko/kanko-tokei/>（最終閲覧日：2018年8月24日）。
- 4) 畑中賢一，ブライリンクマンハルト，佐藤洋平，カラムザパベル：地球温暖化がスキー場周辺地域の経済に及ぼす影響，農村計画学会誌，Vol.19，pp.67-72，2000。
- 5) 吉田肇：地域気象とスキー場利用客数との関係分析，日本オペレーションズ・リサーチ学会秋季研究発表会アブストラクト集 2005，pp.72-73，2005。
- 6) 土方幹夫：野外活動における温暖化傾向現象について—スキーゲレンデの積雪量変化から—，駿河台経済論集，Vol.22，No.2，pp.27-37，2013。
- 7) 大田原望海，大西暁生，佐藤嘉展，佐尾博志，森杉雅史：地球温暖化による積雪量の変化がスキー場の営業に及ぼす影響—富山県を対象として—，土木学会論文集G（環境），Vol.70，No.5，pp.I 21-I 29，2014。
- 8) 藤沼康実，青木陽二：曜日変動と気象条件が奥日光湯元スキー場の利用に及ぼす影響の分析，ランドスケープ研究，Vol.62，No.2，pp.181-183，1998。
- 9) 気象庁：過去の気象データ・ダウンロード，<http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php>（最終閲覧日：2018年8月24日）。
- 10) 気象庁：地球温暖化予測情報 第9巻，<http://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/GWP/>，2017（最終閲覧日：2018年8月24日）。

(2018.8.24 受付)

Statistical Examination of the Relationship between Recent Continuous Decrease of Skiing Visitors in Gifu Prefecture and Climate Change

Go TOMODA, Naoya MATSUO, Masafumi MORISUGI

This study examines the statistical causal relationship between recent chronic decreasing of skiing visitors and global warming. Concretely speaking, paying attention to the number of skiing visitors in Gifu Prefecture from 2000 to 2014, candidates of explanatory variables are extracted by usual OLS with time series data sets of several ski areas. Subsequently, with pooling data for each prefecture, we engage in panel data analysis and decompose it into the factor of climate change and the others. As the results, the annual change rate of skiing visitors due to total factor, the one due to climate change, and the one due to other reasons are -4.24%, 0.36%, and -4.60% respectively for Gifu. These findings show that decreasing of skiing visitors in this term stemmed largely from social reasons other than climate change and that the weather rather mitigated slightly the decline.