

スイス国立公園拡大化の意義と問題点

渡辺 悌二*・澤柿 教伸*・平川 一臣*・松岡 憲知**

キーワード：スイス国立公園，コア・ゾーン，バッファー・ゾーン，経済効果，生態系保全

I. はじめに

国立公園への指定は、自然をレクリエーションや学習の場として利用したり、生態系を保全しようという国民の側からは大きな意味がある。また地元市町村側からは、利用者増にともなう経済効果を期待するところが大きい。

山岳地域の国立公園は、世界的に拡大・増加の傾向にある。2000年8月1日には、スイスで国立公園の指定地が拡大された(写真1)。アルプスの



写真1 2000年8月1日に行われた、マクン地域の国立公園追加式典で、こびとに扮した子どもたちから国立公園のプレートを受け取る国立公園関係者(撮影：渡辺)。

中央に位置するスイスには、国立公園はただ一つしかなく、公式にスイス国立公園(Parc National Svizzer)と呼ばれている。この国立公園はイタリアとの国境地域に位置しており、1914年に設立された、ヨーロッパでもっとも古い国立公園のひとつである。

本稿では、まずスイス国立公園拡大化の概要を紹介する。次に統計データを用いて、国立公園周辺の主な町村の観光客について季節的の偏倚(依存度)を算出する。最後にその結果にもとづいて、周辺町村への国立公園拡大化の影響の可能性を考え、スイス国立公園の拡大化が持つ意義と問題点をまとめる。

II. スイス国立公園の拡大化

1. スイス国立公園の概要

スイス南東部にあるスイス国立公園(図1)は、標高1,400m以上の亜高山帯と高山帯からなる山岳国立公園である(写真2)。1914年の設立当初は138km²の地域が公園として指定され、1961年には168.7km²に拡大された。

ツェルネッツ(Zernez)村にはナショナルパークハウス(ビジターセンター)があり、さまざまな情報が公園利用者に提供されている。また、ス・チャール(S-charl)にある博物館では、公園内にブラウン・ベアーを再移入させる計画についての展示が行われている。さらに、公園から30 kmほど離れた観光リゾート地のサメーダン(Samedan)には、1999年に、新たに国立公園の展示室および関連品の販売所が設けられた。

* 北海道大学大学院地球環境科学研究科

** 筑波大学地球科学系

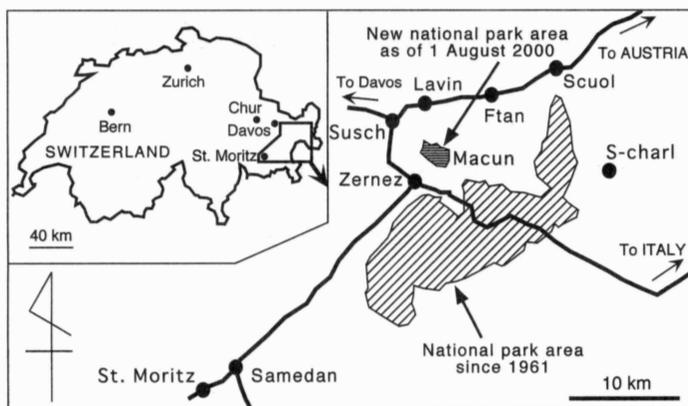


図1 スイス国立公園の位置。



写真2 スイス国立公園の景観。

谷底の集落がツェルネッツ村。写真の左側が国立公園
(撮影：渡辺)。

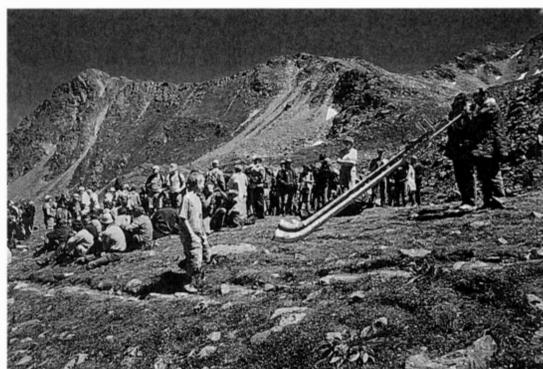


写真3 マックン地域の国立公園追加式典に参加する人々 (撮影：渡辺)。

2. 国立公園の拡大化の背景

1994～95年にかけて、スイス国立公園科学委員会のトーマス・ショイラー博士に何度か聞き取り調査を行った。その結果、スイス国立公園に拡大計画があることがわかった(渡辺, 1999a)。国立公園の拡大化が必要な理由としては、(1)動物生態系の維持には1995年時点での園地面積では小さすぎる、(2)当時の国立公園には氷河が含まれておらず、またカコウ岩やヘンマ岩からなる山域もほとんど含まれていないこと、(3)利用者密度をさらに低下させる必要があること、があげられた。

その後1996年になって、園地拡大に向けての具体的な作業が開始され、1999年には、ラビン(Lavin)村のマックン(Macun)地域(図1)が正式に国立公園に付け加えられることが決まった。

3. マックン地域の園地追加指定

8月1日に開催されたマックン地域(図1)を園地に拡大する式典¹⁾には、300人以上の地元住民、国立公園関係者、報道陣らが参加した(写真3)。

園地として追加指定されたマックン地域は、標高2,600-3,050mまでの面積3.6km²の高山地域で、北側のアルプ・ツェッツニーナ・ダダイン(Alp Zeznina Dadain)は指定対象外となっていて、そこでは従来通り牛の放牧が認められている。

マックン地域は、これまでの国立公園指定地域とは離れている(図1)。したがって、前述の国立公園拡大の必要理由のうち、(1)の野生動物、とくに大型野生動物の行動圏の拡大には直接的にはつながらない。また(2)の氷河および地質に関しては、マックン地域には氷河は現存していないものの、



写真4 国立公園に追加指定されたマクン地域。岩石氷河が発達している（撮影：渡辺）。

岩石氷河・永久凍土は分布しており（写真4）、景観要素の多様化の面でも国立公園追加指定はたいへん大きな意味を持っているといえる。また、カコウ岩やヘンマ岩からなる地域に生育する植物との関わり点からも追加指定は評価される。

さらに、マクン地域は(3)の利用の分散にとって意味を持つようになるかもしれない。これまでの国立公園指定地には、大きく20に区分されたハイキング道（トレイル）があって、利用者はトレイル上を歩くことが許されている。もっとも人気のあるトレイルは、公園南端のトゥルプチュン（Trupchun）の谷（標高2,040mのアルプ・トゥルプチュンに至るループ状のトレイルと、公園のほぼ中央のポツチュ（Botsch）谷からスタベルチョド（Stabelchod）の谷までのループ状のトレイルである（Ott, 1994）。いずれのトレイルでも、3～3時間半ほどの行程で出発地点に戻ることができる。こうしたトレイルでは、将来の過剰利用の可能性が懸念されていた。スイス国立公園における過剰利用のコントロール方法としては、駐車場の配置と面積決定にもとづく方法が使われているが（渡辺, 1999a）、マクン地域の園地追加指定は入り込み数を分散させて過剰利用をコントロールしようという方法である。

4. バッファー・ゾーン化による国立公園の拡大

マクン地域の園地指定と同時に、スイス国立公園では、バッファー・ゾーン（スイスではUmgebungszoneと呼ばれている）とコア・ゾーン（Kernzone）の指定化の方向性を公式に打ち出し

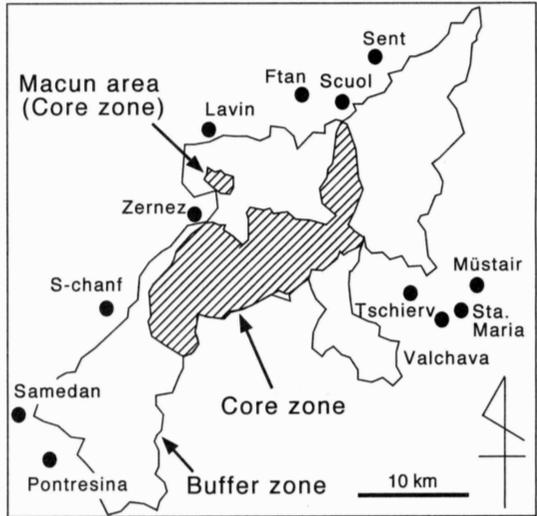


図2 2000年に拡大されたスイス国立公園（コア・ゾーン）とバッファー・ゾーン化の構想を示す図。

た（図2）。想定されているバッファー・ゾーンは、北東～南西方向に約60km、北西～南東方向には最大約30km、面積約300km²という広大な地域からなり、国際的なリゾート地であるサンモリッツ（St. Moritz）やポントレジーナ（Pontresina）の近くにまで広がっている。

バッファー・ゾーンおよびコア・ゾーン化の方針の予告は、1998年に国立公園が発行したパンフレットを通して行われていたが（渡辺, 1999a）、マクン地域の追加を含めた具体的なバッファー・ゾーン化が発表されたのは、2000年になってからのことであった（Lozza, 2000; Parc Nazional Svizzer, 2000）。先に紹介したスイス国立公園の展示室をサメーダンに設置したことは、バッファー・ゾーン化を考えに入れてのことであったにちがいない。

一方で、バッファー・ゾーン化の構想は、すでに広大なコア・ゾーンを確保できなくなっているための苦肉の策なのかもしれない。国立公園拡大の理由を考えに入れれば、当然できる限りコア・ゾーンを広く設定させるべきである。しかし、周辺地域で既存の農業や観光業を禁止させるには多くの困難があり、また現実的でない。むしろバッファー・ゾーンを設定することによって、森林を保護し、環境にやさしい農業とソフト・ツーリズム

ム(グリーン・ツーリズム)を許可する戦略をとったものと考えられる。

ここで最大の問題となることは、環境保全と観光および農業との間に生じうる摩擦であろう。マククン地域が国立公園に追加指定されるようになって、国立公園のコア・ゾーンに直接的に関与する町村は5つに増えた。バッファー・ゾーン化が認められて成功するには、20を越える町村の合意形成が不可欠となる。

III. 周辺町村の産業構造と観光形態の特徴

1. 周辺町村の産業構造

バッファー・ゾーン化構想に関係する周辺町村のなかで主要な11町村について、産業別人口の割合をまとめた(表1)。セント(Sent)とヴァルチャヴァ(Valchava)を除く9町村で、第三次産業に従事する人の割合が50%を超えている。その割合が最も低いヴァルチャヴァでも41.2%に達しており、スイス国立公園周辺地域では第三次産業への依存度が高いことがわかる。

一方、第一次産業に従事する人は、町村別にみると数人から最大でも47人(セント)までとなっていて、割合では0.4~33.8%にすぎない(表1)。しかしこれらの農業従事者の多くは、アルプでの牛の移牧に関連した酪農業を行っており²⁾、アルプスの観光資源として重要な牛の移牧の将来を考

えてゆくうえで、きわめて重要な位置を占めているといえる。

すでに述べたように、国立公園に追加指定されたマククン地域はラビン村に属する。Cantiene(私信)によると、ラビン村(1999年の人口は195人)で第一次産業に従事する人は9人であり、約90%が観光業に依存しているという。

2. 周辺町村の観光形態の季節的依存度区分

このように、調査地域では第三次産業従事者の割合が高い(表1)が、これらの人たちのほとんどは観光業にたずさわっている人たちである。スイス国立公園の年間利用者数は約15~20万人であるが、冬の利用者はほとんどいない。したがって、スイス国立公園の拡大化と観光産業との関係を議論する場合、観光の季節性に着目して考える必要がある。

バッファー・ゾーン化構想に関係する周辺町村の中で、観光宿泊者が多い5つの町村について、脇田(1989)の方法、すなわち宿泊客の季節的偏倚によって観光形態を区分すると、夏に観光客が集中する夏型の町村はツェルネッツとミュスタイアの2つで、残りは通年型に区分された(表2)。なお、スイス国立公園があるグラウビュンデン州内で観光協会をもつ30市町村について同様の計算をすると、ほとんどが通年型あるいは冬型になり、

表1 スイス国立公園周辺の11町村の産業別人口割合(1990年)

町村名 (Community)	就業者人口 (Work force)	従業者数の割合 (%)				不明 (Unknown)
		第一次産業 (Primary industries)	第二次産業 (Secondary industries)	第三次産業 (Tertiary industries)		
ツェルネッツ (Zernez)	416	7.5	34.1	58.2	0.2	
シュクオル (Scuol)	1060	2.6	25.8	71.3	0.2	
フタン (Ftan)	136	16.2	5.1	77.9	1.5	
セント (Sent)	238	19.7	33.6	46.6	0.0	
ポントレジーナ (Pontresina)	942	0.4	18.0	81.5	0.0	
サメーダン (Samedan)	1729	0.8	22.7	76.4	0.0	
ス・チャンフ (S-chanf)	141	9.2	22.0	68.8	7.8	
サンタマリア (Sta. Maria)	152	7.2	22.4	69.7	2.0	
チェルフ (Tschierf)	45	17.8	4.4	77.8	0.0	
ヴァルチャヴァ (Valchava)	68	33.8	25.0	41.2	0.0	
ミュスタイア (Müstair)	298	13.1	26.2	60.7	0.0	

データソース：BFS (1993a)

表2 スイス国立公園周辺の5町村における観光の季節的依存度
(1987/88-92/93年)

町村名 (Community)	季節的依存度 (Seasonal dependence)	
	季節的偏倚 (Deviation value)	タイプ (Type)
ツェルネッツ (Zernez)	57.3	夏型 (Summer type)
ミュスタイア (Müstair)	53.1	夏型 (Summer type)
ポントレジーナ (Pontresina)	-1.0	通年型 (Year-round type)
サメーダン (Samedan)	1.2	通年型 (Year-round type)
シュクオル (Scuol)	-6.1	通年型 (Year-round type)

BFS (1989,90,91,92,93b,94,95) のデータから計算した。

スイス国立公園周辺の町村のうち、人口がもっとも多い5つの町村について計算した。

集落の夏・冬型の分類は、(夏の宿泊人・泊-冬の宿泊人・泊)/年間の宿泊人・泊×100 (脇田, 1989) によって宿泊客の季節的編倚を算出し、夏に観光客が集中する夏型 (15.0≤編倚)、冬に観光客が集中する冬型 (編倚≤-15.0)、および中間の通年型 (-15.0<編倚<15.0) に区分した。

夏型の市町村はきわめて少ないことがわかる。

また、国立公園に追加指定されたマクン地域が属するラビン村では、Cantieni (私信) によると、夏に17,700人・泊、冬に9,200人・泊の宿泊客がおり(ただし1999年のデータ)、宿泊客の季節的偏倚は31.6となる。したがってラビン村は夏型の観光地として区分されることになる。

IV. 周辺町村にとってのスイス国立公園拡大の意義

1. コア・ゾーンの拡大

コア・ゾーンの拡大(マクン地域の追加指定)は、ツェルネッツ村とラビン村に直接的な影響を与えうる。利用者がマクン地域を訪れるには、ツェルネッツ村からラビン村へ歩くか、あるいはその逆のコースをたどることになり、利用者はこれらの2つの村を通過することになる。

これまで、スイス国立公園の直接的な経済効果は、ツェルネッツ村に集中していた(Elsasser et al., 1995)。年間を通じた雇用を考えると、ツェルネッツやラビン村では、冬の観光にも力を入れるべきであろうが、その一方で、Steiger (1993)や Elssesser et al. (1995)が指摘しているように、ツェルネッツ村は国立公園から多大の収入(土地の賃貸料)を得ている。スイスでは国立公園の土地は村の所有のままにしてある。国立公園指定によって地元の村の土地開発が制限されるので、そ

の補償として政府が土地賃貸料を支払っている(Elsasser et al., 1995)ためである。

2000年8月から、ラビン村がツェルネッツと同様に国立公園と土地賃貸借契約を結び、多大な収入を得ることになる。またラビン村にはこれまで、とくに大きな観光上の魅力はなかったが、マクン地域のコア・ゾーン化は、減少傾向にあるという宿泊客(Cantieni, 私信)を増加に転じさせるよい契機になるだろう。

2. バッファー・ゾーン化の構想

(1) 産業構造との関係

この地域のアルプでの牛の移牧は、オーストリア・アルプスなどで報告されているように(たとえば上野, 1997)、労働力不足から、牛所有者が労働者を雇用することによって行われている場合が多い。牛の移牧は、アルプスの重要な観光資源として位置づけられているが、バッファー・ゾーン化は、酪農業にたいして規制を強化し、その結果、負の影響を与えうる。その一方で、アルプ斜面をスキー場開発などの乱開発から守るというプラスの効果も持ちうる。

バッファー・ゾーン化構想では、周辺町村に環境にやさしい農業が要求されている。環境にやさしい農業を新たに展開するには、多大のコストが必要となる。しかし国立公園側が要求するように、環境にやさしい農業が実践されるとすれば、そこ

に付加価値を持つあらたな酪農産物を開発することも可能になる。農業の割合が相対的に高いヴァルチャヴァやセント、チェルフ、フタンでは、バッファー・ゾーン化をとくに積極的に活かしてゆく努力が必要になるだろう。

スイスの酪農業は、いずれEU統合の流れのなかで大きな方向転換を強いられる。しかしバッファー・ゾーン化は、第一次産業から第三次産業への容易な移行を許さないだろう。国立公園の拡大化は、この地域の今後の酪農業展開に重大な影響を与えてゆくことになると考えられる。

(2) 観光形態の季節的依存度との関係

表2のなかで、国立公園の玄関口にあたるツェルネッツ村は夏型の観光地に区分されたが、これはツェルネッツが国立公園に隣接していて、大規模なスキー場開発をしない方針だからであろう。ツェルネッツには、他の町村とはちがってハイキングコースは国立公園をのぞくとほとんどなく、観光客は、国立公園内に設けられたハイキングコースを歩くしかない。ツェルネッツの周辺にはリフトもゴンドラもないので、冬のスキー客を見込めないだけでなく、スイス国立公園内ではスキーが禁止されている。国立公園への夏季の訪問者の割合が高いことがツェルネッツの観光の最大の特徴といえる。マクン地域が園地に追加指定されたことは、ツェルネッツ村にとっても直接的にプラスの経済効果をもたらすであろう。

またミュスタイア村には、ツェルネッツ村と同様に大規模な観光施設はないが、Kaufmann (1991)によれば、拡大化される前の時点では、ミュスタイア村に対して国立公園がもたらす経済効果は小さかった。しかしミュスタイアは、イタリア国境に近いことから、国立公園訪問とイタリア・ツアーの組み合わせを商品として開発できるであろうし、さらには相対的に農業の割合が高い(表1)ことを活用できるだろう。そうすれば、国立公園拡大化(バッファー・ゾーン化)は、より大きな経済効果を生むことにつながると思われる。

またラビン村の場合は、国立公園にマクン地域が追加指定されたうえにその周辺地域がバッファー・ゾーンになれば、村全体の「ブランド化」がはかられようになる。ラビン村の観光形態は先

述のように夏型(季節的偏倚=31.6)であって、「ブランド化」は夏に集中する国立公園訪問者の誘致にとって大きなメリットとなる。すでに述べたように、ラビン村では最近、観光客数が減少の傾向にあるといい、バッファー・ゾーン化構想への期待はとくに大きいと考えられる。

一方、ポントレジーナとサメーダンでは、すでに年間を通じた観光産業が発達しており(表2)、国立公園のバッファー・ゾーン化が進んでも、はたしてこれらの町にどれだけの経済効果が生まれるのか疑問である。これらの町では夏の観光客の受け入れ体制は基本的にはほぼ整っていると考えられる。したがって、巨額の資本投資がなくてもバッファー・ゾーンという「ブランド」によって夏の環境客が増加するかもしれないが、コア・ゾーンから地理的に離れていることから、夏の集客力向上の効果はきわめて限定されるであろう。また、バッファー・ゾーン化によってスキーリフトの開発などの規制は強化される。したがってバッファー・ゾーン化構想は、冬の観光客の増加には大きな障害となる。結果的に通年型の町村にとっては、一年を通しての観光にたいするバッファー・ゾーン化構想のメリットは小さいだろう。

また古くから温泉の街として有名なシュクオルは、スキーリフトをはじめさまざまな観光開発が進んでいて、夏冬ともに観光客で賑わう通年型の観光地になっている(表2)。地理的には、シュクオルの宿泊客のうち国立公園訪問者はこれまではあまり多くなかったと考えられ、国立公園が存在していなくともシュクオルの観光産業は成立するであろう。バッファー・ゾーン化が進んでも、シュクオルにもたらされる経済効果はさほど大きくはないと考えられる。むしろ、公表はされていないが、国立公園関係者のなかにはシュクオルの南東部にコア・ゾーンを追加指定したいという考えがあり、新たなコア・ゾーン化が実現すれば、シュクオルの夏の宿泊者数の増加に大きな影響を与えることになるであろう。

3. 経済効果と生態学的意義

これまでは経済的影響を中心に議論をしてきたが、経済効果だけではなく生態学的な意義を同時に考えてゆく必要がある。

スイス国立公園は、科学的研究の役に立つ場であることを国立公園法第一条にあげており(渡辺, 1999a, b), 国立公園側が考えている公園拡大化の目的を達成させるために、周辺町村との調整を進めようとしている。すなわち、スイス国立公園の拡大化は、周辺町村から持ち上がった構想ではなく、経済活性化を第一に考えての国立公園拡大化ではない。

現時点では土地所有者との調整などの未解決問題があって、バッファー・ゾーン化は将来的な構想として位置づけられているにすぎない。しかしながら、バッファー・ゾーン化の方向性を打ち出すことによって、周辺地域の乱開発を抑制させ、大型野生動物の行動圏の拡大化を保証させようという、国立公園側の強い意志が表明されたといえるだろう。先述のように、マクン地域の拡大そのものは、直接的には国立公園拡大化の目的達成にはつながらない。しかしバッファー・ゾーンが機能するようになれば、コア・ゾーン(マクン地域)が“飛び地”であっても大きな意義が生じるようになる。マクン地域の国立公園追加指定は、バッファー・ゾーンがあってこそ有効になるはずである。

バッファー・ゾーン化が認められて成功するには、20を越える周辺町村の合意形成が不可欠となる。スイスでは市町村(Gemeinde)ごとの自治権がきわめて強く、市町村が政策決定の頂点に位置している(徳丸, 2000)。国立公園側が目的としている国立公園の拡大化の成否は、周辺町村のなかでもとくに通年型の観光形態を持つ町村の合意形成が得られるかどうかにかかっているといえるだろう。

V. まとめ

以上のように、統計資料から、スイス国立公園の周辺町村では、農業従事者が少なく、観光業に従事する人が多いことがわかった(表1)。しかしたとえ農業従事者は少なくとも、アルプスの景観構成要素であるアルプ農業を維持してゆくことは、この地域の観光産業を維持してゆくことと並んで、きわめて重要な社会的課題と考えられる。

また周辺町村のなかで、観光客数が多い5町村について観光客の季節的依存度を計算した結果、

ツェルネッツとミュスタイアが夏の宿泊客に依存する夏型であり、シュクオル、ポントレジーナ、サマーダンが通年型であることがわかった(表2)。

宿泊客の季節的偏倚に基づいた経済的な観点からは、国立公園拡大化がプラスになるであろう主要な町村としては、ツェルネッツとミュスタイアがあげられる。また人口が少なく宿泊施設が十分に整ってはいないが、国立公園に追加指定されたマクン地域を持つラビン村でも同様にプラスの効果を持つであろう。逆に国立公園拡大化が経済効果をもたらさないであろう主要な町村としては、通年型のシュクオル、ポントレジーナ、サマーダンがあげられる。

バッファー・ゾーン化構想の成功には、周辺町村の合意形成が不可欠となるが、国立公園側の目的達成のためには、周辺町村のなかでもとくに通年型の観光町村の合意形成が鍵になるだろう。

謝辞

スイス国立公園科学委員会のDr. Thomas Scheurer、ベルン州立統計局(Staatsarchiv des Kantons Bern)、スイス連邦統計局(Bundesamt für Statistik)のMr. Thomas Lüthi、ツェルネッツ役場(Comunita da Zernez)、ラビン村のMr. Robert Cantieni、ならびにエンガディン地方の多くの観光局の方々に感謝いたします。現地調査費用の一部には、福武科学文化財団(代表・渡辺悌二)ならびに住友財団(代表・松岡憲知)の研究助成金を使用しました。

注

- 1) マクン地域の湖には龍が棲み、山中には地中の宝を守るこびと(Zwerg)が住んでいると言い伝えられている。マクン地域の国立公園への追加指定の式典は、こびとに扮した子どもたちが“Parc Naziunal Svizzer”(スイス国立公園)と刻まれた金属プレートを国立公園関係者に手渡して(写真1)、はじめてこの地域が国立公園として認可されるというストーリーにそって進められた。
- 2) 移牧そのものは被雇用者にまかせ、自分は牧草管理を中心とする作業だけに携わっている雇い主を含む。

参考文献

- 上野福男(1997):『オーストリアにおけるアルム農業と観光』農林統計協会, 242ページ。
徳丸久衛(2000):スイス・ウェイ(1)。国立公園, No. 580,

- 22-26.
- 脇田武光(1989)：『アルプスの観光国スイス』古今書院，248ページ。
- 渡辺悌二(1999a)：スイス国立公園：学術データの不足。国立公園の問題群10。地理，44(1)，82-88。
- 渡辺悌二(1999b)：スイス国立公園：国立公園の魅力と役割。国立公園の問題群11。地理，44(2)，76-81。
- BFS (1989, 90, 91, 92): *Tourismus im Kanton Graubünden. 1987, 88, 89, 90.* Bundesamt für Statistik, Bern. S.28, 32, 29, 34.
- BFS (1993a): *Eidgenössische Volkszählung 1990. Erwerbsleben. Geographische Tabellen.* Bundesamt für Statistik, Bern. 3, S.529.
- BFS (1993b, 94): *Tourismus im Kanton Graubünden. Hotelrie und Parahotellerie Fremdenverkehrsjaahr 1991/92, 1992/92.* Bundesamt für Statistik, Bern. S. 36, 38.
- BFS (1995): *Data on "Hotelrie und Parahotellerie" in the communities of Graubünden, 1987/88-1992/93.* Bundesamt für Statistik, Bern.
- Cantieni, R. (私信): E-mail correspondence on 15 September 2000. Chancellor, Lavin, Switzerland.
- Elsesser, H., Seiler, C. and Scheurer, T. (1995): The regional economic impacts of the Swiss National Park. *Mountain Research and Development*, 15(1): 77-80.
- Kaufmann, K. (1991): *Umwelt- und sozialverträglicher Tourismus im Val Müstair.* Diplomarbeit Geogr. Inst., Univ. Zürich.
- Lozza, H. (2000): Geheimnisvolles Macun. Von Seen, Drachen und Zwergen. *Cratschla*, 1/2000, 18-25.
- Ott, M., 1994: Wer besucht wie, wo und weshalb den Nationalpark? *Cratschla*, 2(2): 20-31.
- Parc Naziunal Svizzer (2000): Die Erweiterung des Schweizerischen Nationalparks.
- Steiger, C., 1993: Der Nationalpark - ein Wirtschaftsfaktor? *Cratschla*, 1(2): 38-44.

Significance and Problems in the Enlargement of the Swiss National Park

Teiji WATANABE*, **Takanobu SAWAGAKI***, **Kazuomi HIRAKAWA***
and **Norikazu MATSUOKA****

* Graduate School of Environmental Earth Science, Hokkaido University

** Institute of Geoscience, Tsukuba University