

山岳地生態系の脆弱性と地生態学研究の現状・課題

渡 辺 悌 二*

Fragility of Mountain Geoecosystem and Present Situation and Agendas of Geoecological Studies

Teiji WATANABE *

Abstract

Japanese geographers have conducted geoecological studies in mountain areas at least since the 1960s. These studies can be classified into two major streams: traditional geoecological studies focusing on natural environments and applied geoecological studies including human impact on the natural environment. Three major agendas of post-IYM (International Year of Mountains) geoecological research for the next decade were discussed, which include (1) conservation of biodiversity and environmental assessment, (2) sustainable development and conservation, and (3) evaluation of global warming. Although the number of published papers of such studies and of symposia/fora have increased especially since the 1990s, the methodological development incorporating GIS into geoecological research still lags. Training and encouraging capable persons with knowledge of fragile mountain geoecosystem and/or with special talents in geoecosystem conservation are urgently needed in individuals and various institutions such as local governments, mountain communities, environmental assessment and engineering companies, travel agencies, mountain guide groups, and NGOs.

Key words : Mountain geoecosystem, fragility, sustainable development, environmental conservation, geoecology

キーワード : 山岳地生態系, 脆弱性, 持続的開発, 環境保全, 地生態学

I. はじめに

国際山岳年 2002 年およびその後の活動のターゲットとなっている 10 年間の課題の一つに山岳地域の(地)生態系の脆弱性がある。山岳生態系が脆弱であることは、すでに広く知られている(たとえば, Messerli and Ives, 1997; Beniston, 2000)。しかし山岳環境下では、地形・地質の変動や土壌侵食が著しく、山岳生態系の成立は、生

物の住みかとしての地形・地質・土壌と大きな関係を持っており、これらを含めた地生態系(Leser, 1984)が脆弱であるという認識が重要になる。地生態系の認識の重要性は、これまでも小泉(1992)らによって強調されてきている。小泉(1992)は、自然の理解には地形・地質・植生を一連の系として把握することが重要だと述べるなかで、こうした考え方がすでに 1930 年代から 50 年代にかけて、小出(1952)や山田(1955)らに

* 北海道大学地球環境科学研究科

* Graduate School of Environmental Earth Science, Hokkaido University

よって提唱されていたと述べている。また同様に日置(1993)は、自然保護区(保全地域)の保護・保全の対象を非生物的自然(地形・地質・水など)と生物的自然(動物・植物)に大別したうえで、これらが相互に密接な関係を持っていると述べており、彼の考え方に従えば、自然保護区や国立公園における保護・保全は、地生態系の保護・保全をすすめることだと言い換えることができるだろう。

自然環境の成り立ちや変化の解明への地生態学的なアプローチが地理学の一領域として広く知られるようになったのは、カール・トロールが1938年に景観生態学を提唱したことに始まる。その後1968年に、トロールは景観生態学の名称を地生態学と改めた(渡辺, 1992; 横山, 1995)が、トロールの研究を含めた地生態学的研究の多くは、伝統的に山岳地域で行われてきた。その主な原因は山岳地域が植生帯の高度分布を明瞭に示していることにあるが、近年、山岳地生態系の脆弱性が重要視されるようになって、自然環境とそれへの人為的影響を全体的・総合的に明らかにしようという地生態学的アプローチは、ますます重要な研究領域の一つになってきている。現在では地生態学は、とくにドイツ語圏で学会や大学の学部を構成し「地生態学士」を社会に輩出するまでに至っている(横山, 2002a)。

景観に関する日本における研究は、1920年代に盛んになった(岡田, 2002, 168-182)ものの、地理学には直接的な影響を与えなかった(小泉, 2002)とみなされている。景観生態学はむしろ造園学や生態学と結びついて発展し(横山, 1995, p. 2)、地生態学はとくに1990年代になって、環境変動や環境破壊などの解明と強く結びつきながら地理学のなかで広がってきた。もちろん、地生態学的なアプローチがほとんどの山岳環境問題の解決に有効だというわけではない。しかし、日本地理学会のなかにも地生態学研究グループが設立されるなど、その重要性が大きくなっていることは確かである。

日本では、脆弱性の高い山岳地域の多くが国立公園や国定公園に指定され、観光開発・利用が進

み、各地でオーバーユースが問題視されるようになってきている。その結果、高山植物の踏みつけ・盗掘や土壌侵食、過剰整備などの環境問題が顕在化するようになってきている。またその一方で、亜高山帯では、1960年の木材輸入自由化以降の林業の衰退に関連して、森林の荒廃が問題視されるようになってきている。亜高山帯の森林荒廃と同様に、高山帯の登山道・植生の荒廃は、地元コミュニティが山岳地域に関心を示してこなかった、あるいは地元コミュニティの関心が山岳地域から離れてしまったことと大きく関係している。要するに日本の脆弱な山岳地生態系は、過剰な利用や開発といった外圧と、内部での管理欠如・放棄の両者の影響を受けていることが問題なのである。

本稿では、山岳地生態系の脆弱性に関連して、日本の地生態学的研究の現状をかたんにまとめ、国際山岳年を越えた今後10年間の主要課題を示し、その課題への取り組み上の問題点について考えてみたい。

II. 山岳地域の地生態学研究の現状

日本における地生態学的な野外研究の始まりは、トロールが地生態学を提唱した1968年以前にさかのぼる必要がある。たとえば吉野は、1960年代に、1868-1965年の期間の日本の海外研究を日本ならびにドイツ語圏に紹介している(吉野, 1967; Yoshino, 1968)が、そのなかには地生態学的な研究が多数含まれている。また吉野は、霧島の植生パターンと気候の関係を調査し、その結果をドイツ語圏に発表しており(Yoshino und Yoshino, 1963)、自らを地生態学者と意識することはなかったかもしれないが、1960年代にすでに地生態学的な研究活動を盛んに行っていたと言える。

その後1970年代以降に、小泉(1974, 1979a, b, 1980a, bなど)やIwata(1983)、横山(1983, 1992)、水野(1984, 1986, 1990)、渡辺(1986)らによって山岳地域における地生態学研究が広がりをもせるようになった。この時期の研究に関しては小泉(1996, 2002)がすでにまとめているので、ここでは詳しくは述べないが、これらの研究の特徴は、自然環境を対象としていることで、ト

ロールが提唱した初期の地生態学の特徴を持っている。また、こうした地生態学的研究が増加したのは、ちょうど吉野やアイブスらが1980年の第24回国際地理学会議（つくば市）で、高山地生態学コミッション（Commission on High Mountain Geocology）のシンポジウムを開き（Yoshino *et al.*, 1980）、吉野・牧田（1988）が1987年に日本地理学会で地生態学に関するシンポジウムを主催した時期と一致している。

一方、牧田らのグループは、1980年代の最後に、北八甲田山において、より応用的な地生態学的研究を行った。そのなかで後藤・牧田（1990）は、自然景観分布と自然環境破壊に関するメッシュ分析の結果から裸地化防止と植生復元への提言を行っており、すでに自然科学と社会科学の境界領域に踏み込んだ研究を行っている。同様の研究は、大雪山において小野と浅川（造園学）を中心とする北大グループによって実施された（小野ほか、1990；朴・浅川、1993など）。また、横山（1991）は、霧島山系北部のえびの高原地域において、景観生態学（地生態学）的な観点から自然的観光資源を分析し、観光客の行動と関係づけながら自然資源を評価しようとした。その後、白山（山田、1993）、大雪山（渡辺・深澤、1998；Yoda and Watanabe, 2000）、丹沢（中村、2000）、夕張岳（渡辺ほか、2002）、立山（横山、2002b）など、各地で自然環境・景観への人為的影響に関連した、応用的な地生態学的研究が実施されるようになった。

このように、地理学の一領域としての日本の地生態学は、現在までに二つの大きな流れを形成していると言える。その一つは、より自然地理学的なドイツの伝統的地生態学（横山、1995、2002c）の流れをくんでおり、これに対して、北米の広義の地生態学（渡辺、1992）やドイツ地生態学連合（Verband für Geoökologie in Deutschland）を中心とする応用的な地生態学（横山、2002a）がもう一つの流れとして増加する傾向にあると言える。

III．山岳地生態学の三つの課題

以下では、日本の山岳地生態系の脆弱性に関連

した課題について議論する。これらの課題はいずれも互いに関連し合った側面を持っているが、ここでは三つに区分して述べることにする。

1) 生物多様性の保全と地生態系の保全・再生における環境アセスメント

環境影響評価法が1997年に交付され、1999年から全面施行されたことによって、環境アセスメント分野で地生態学的手法の適用が急速に重要視されるようになってきている（小泉、2002）。

環境庁（2000）は、環境影響評価法の改正において、生物多様性の保全および人と自然とのふれあい確保の二つの視点を重視している。ここでもっとも重要なことは、生物多様性分野の評価対象である「植物」「動物」項目とならんでこれらと関連の深い「地形・地質」項目が扱われるようになった点である。すなわち、地形図、地質図、植生図などの重ね合わせによって、地生態学図（環境省は、累計区分図と呼んでいる）を作成する重要性が強調されているのである。ここでは、たとえば事業実施の際に、どのような地形・地質、水環境などの変化が生じ、その結果、注目している生物種・群集にどのような影響が生じるのか、さらにその結果、他の生物（生態系）にどのような影響が生じるのかを予測する。この目的のために、地生態学的な重ね合わせ作業が行われる。とくに従来のように、開発容認を前提としたアセスメントデータをとるのではなく、重ね合わせを通して客観性を持たせる作業の意義が強調されている点が重要と言える。

環境省（2002）の新生物多様性国家戦略のターゲットは、日本国内に限定されておらずアジア諸国をも含んでいる。ネパール・ヒマラヤ東部、カンチェンジュンガ自然保全地域では、絶滅危惧種であるスノーレパードの保全のために、餌となるブルーシープ（図1）に関する研究が行われている（Otaki, 2002；Watanabe and Otaki, 2003）。ここでは、地表面被覆、標高、斜面方位、傾斜が重ね合わされ、ブルーシープの生息域の季節変動が明らかにされたうえで、トレッカー（Otaki, 2002）あるいは家畜のヤク（Watanabe and Otaki, 2003）との関係が考察されている。生物多



図 1 ネパール、カンチェンジュンガ自然保全地域のブルーシープ。
エコツーリズム導入にとっては重要な自然資源として位置づけられ、またスノーレバードの維持に不可欠な存在であるが、家畜のヤクやトレッカーとの関係についても調査が必要である。

Fig. 1 Blue sheep in the Kangchenjunga (Kanchanjunga) Conservation Area, eastern Nepal.

They are positioned as an important natural resource in ecotourism development, and are indispensable for conserving snow leopards. On the other hand, their relations with domesticated animals and trekkers should be examined carefully.

様性の保全には、生物の専門家だけではなく、地形や地質、気象などの自然科学分野ならびに社会科学分野の専門家が協力して取り組むことが重要である。

生物多様性 (biodiversity) の保全に加えて、岩石、堆積物、土壌、化石、地形、これらの形成プロセスの多様性を扱う geodiversity (Winiger, 1997; Gray, 2003 など) の保全も、今後、議論されるようになるであろう。この概念では、これら地質・地形の多様性と生物多様性の相互関係や、地質・地形の多様性の保全、社会にとっての地質・地形の多様性の意義などが重要視されており、地生態学的なアプローチは、生物多様性だけではなく、地質・地形の多様性の分野でも役割を果たすようになると期待される。

開発が進行してしまった場所では、自然再生も

重要な課題となる。自然再生は、新生物多様性国家戦略の大きな柱の一つとして位置づけられている (環境省, 2002)。丹沢大山国定公園では、人為的影響の結果生じた自然環境問題に対して、科学的調査が行われ、自然資源の保全と再生の取り組みが行われている (羽山, 2003)。さまざまな専門分野から研究者が集まったが、それゆえそこで生じた問題は、とりまとめの手法であった。生物多様性の保全や自然・地生態系の再生に、結果を図化することに長けている地生態学的手法が取り入れられれば、成果をまとめやすいが、現実にはまだこの分野で地生態学図の作成がじゅうぶんに浸透しているとは言えない。

2) 持続的開発と環境・地生態系の保全

持続的開発に関しては、開発途上国に対する国際共同プロジェクトといった大スケールのもから、ある区間の登山道荒廃の軽減まで、さまざまなスケールの課題が考えられるが、ここでは国立公園や単一の山域のような、日本の山岳地域に重要なスケールに焦点を絞ることにする。このスケールで最近とくに盛んに研究されている課題の一つに登山道荒廃があげられる。一般に、登山道荒廃の問題は、登山道がほとんどの山岳の保護・保全地域における唯一の移動経路であることに基礎をおいている。したがって登山道管理は、エコツーリズム開発を含めた地域開発保全のなかに位置づけて議論される必要がある。

自然公園法の2002年の改正と2003年の施行によって、国立公園の維持管理にNGO団体や個人が参画することが期待されており、またそうなりつつある (渡辺, 2002b, 2003)。これまでの登山道荒廃の研究 (小野ほか, 1990; 山田, 1993; 渡辺・深澤, 1998; 中村, 2000; Yoda and Watanabe, 2000; 渡辺・依田, 2003) では、土壌侵食や裸地の拡幅の速度の見積りに関心の主体があった。しかし現場では、ボランティアによる登山道修復がすでに始まっているにも関わらず、その科学的評価はなされていない (図2)。しかもこうした“善意”の活動が、国立公園全体の管理計画・利用計画のなかに位置づけられることなしに行われるのは、本来は問題視すべきことでさえある。彼らの

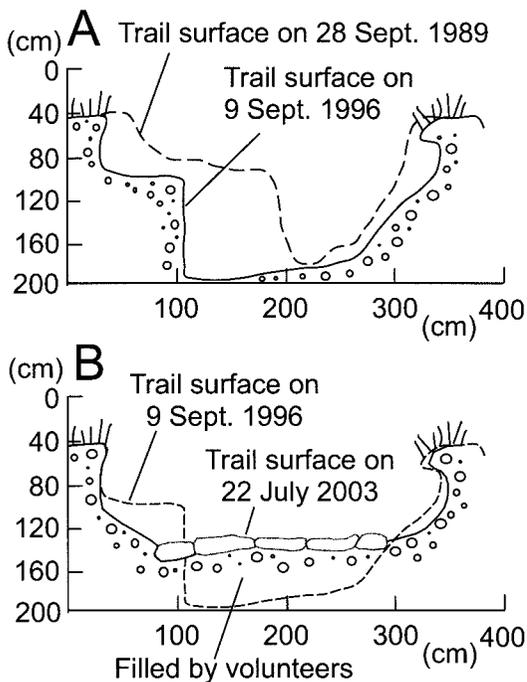


図 2 ボランティアによって修復された、大雪山国立公園、黒岳石室付近の登山道の断面図。A: 修復前(1989年1996年)の断面, B: 修復後の2003年の断面。2003年にはボランティアによって土嚢が積まれている。人が登山道の補修のために土砂や土嚢を積むことも景観収支を変えることであり、評価が必要。

Fig. 2 Cross-sections of a deteriorated trail in Daisetsuzan National Park, northern Japan. A: Changes to trail surface due to severe soil erosion from 1989 to 1996, B: Trail surface after repairs by volunteers in 2003. Sandbagging and piling sand and gravel on the deteriorated trail change the so-called landscape mass balance, so an evaluation of human maintenance is important.

作業を将来にわたって継続させるため、作業結果をモニタリングする必要がある、さらにそれ以上に、こうしたその場しのぎの対症療法によらない、持続的開発と保全のビジョン形成につながる研究が必要だと言える。

3) 地球温暖化の影響評価

温暖化に関連した現在および将来の植生帯変動

に関する研究は、生態学分野だけではなく地理学分野でも進められている(水野, 1994, 2003など)。一般的には、植生の高度帯の変化は主として気温と二酸化炭素の変化によって生じると考えられている。しかし、植物の生息環境は、温度や二酸化炭素だけではなく、地形や地表面の安定性によっても大きく規定される。地理学をベースとする地生態学では、地表面の安定性の観測結果と植物群落の侵入・成立についての議論が行われている(渡辺, 2000)。

また、温暖化の結果生じると考えられる山岳永久凍土や山岳氷河の融解(岩田, 2002; Iwata *et al.*, 2002; 渡辺, 2002cなど)に関する研究は、災害発生の予測や防止だけではなく、動植物の生息域変化、集落の存続への直接的影響などの予測にもつながる。ここで、カンチェンジュンガ自然保全地域における山岳エコツーリズムの導入に向けての基礎調査の枠組みを見てみよう(図3)。温暖化によって落石や土石流などが頻発し災害を発生させるが、災害は地元住民の生活だけでなくツーリズムの発展に直接的な影響を与える。また、氷河の融解は氷河湖の形成を通して氷河湖決壊災害をもたらすだけではない。斜面上の小氷河が消失すると、その融け水に依存する動植物ならびに集落の成立が維持できなくなってしまうことになる。永久凍土の融解は、地表面を不安定にして植物侵入を妨げる。さらに温暖化が進行して永久凍土が消失してしまい乾燥化が進むと、動植物が影響を受けることになる。前述のブルーシープの保全に関する研究もこの枠組みのなかに位置づけられている。

このように、山岳エコツーリズム開発を導入する場合には、一般的に実施される社会的・経済的効果に関する調査だけではなく、自然科学をも含めた総合的・全体的なアプローチが重要となる。同様のことは、山岳地域における他の持続的開発にも適用されるが、とくに永久凍土や氷河を有する山岳地域では、温暖化が災害発生に与える影響についても評価する必要がある。

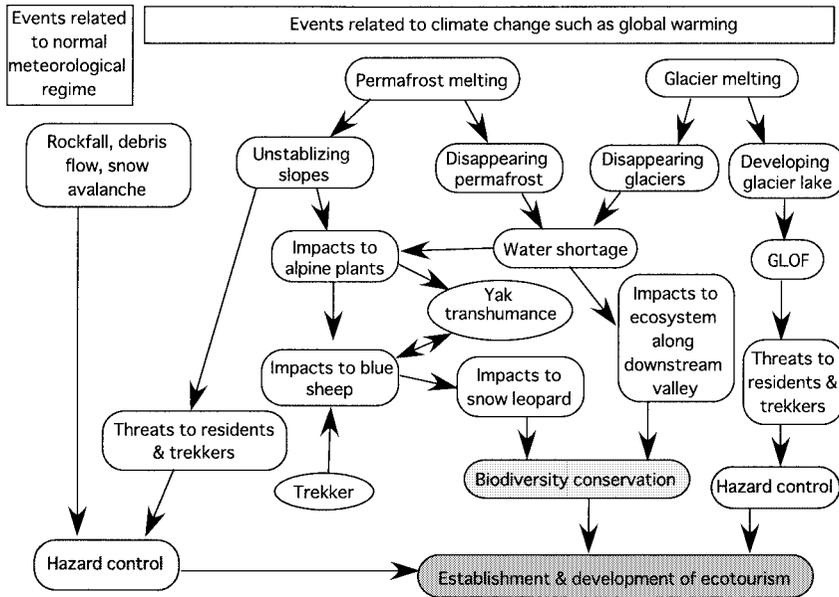


図 3 ヒマラヤ, カンチェンジュンガ自然保全地域への山岳エコツーリズム導入のための地生態学的研究の枠組み。

Fig. 3 Framework of geocological studies for introducing mountain ecotourism to Kangchenjunga (Kanchanjunga) Conservation Area, eastern Nepal. Note that not only social/economic aspects but also natural aspects are important for establishing ecotourism.

IV. 重要課題への取り組み上の問題点

1) 手法上の問題点

前述のように日本の地生態学研究には、二つの大きな流れがあり、今後三つの重要課題に取り組むには、二つの研究の流れがいずれもバランス良く進展する必要がある。これらは、いずれも同じ手法上の問題を持っていると考えられる。

さまざまな環境要因の重ね合わせ作業は、造園学分野では少なくとも1960年代には行われていた(たとえば、塩田ほか, 1967a, b, c)。また、たとえば日置(1983)の中部山岳国立公園乗鞍高原の管理計画(ゾーニング図作成)や、斐・井手(1982)の明治の森高尾国定公園の保護計画(保護区域区分図作成)のように、造園学分野の研究は、明確な目的を持っていた。一方、地理学の一領域としての地生態学では、1990年代中頃になってようやく、横山が多くの景観(地)生態学図を

紹介し(横山, 1995), 1998年に日本地理学会に地生態学研究グループができて、その成果が出版物(横山, 2002d)になった。1970年代以降に、地生態学的研究の成果は、シンポジウムやフォーラムで議論され(Yoshino *et al.*, 1980; 吉野・牧田, 1988; Yokoyama and Watanabe, 2003), 多数の論文として出版されてきたが、実質的に地生態学における方法論は大きく進展してこなかった。

方法論の展開における最大の問題の一つはGISの導入の遅れであろう(渡辺, 2000, 2002a)。地理学をベースとする日本の地生態学においてはGISの導入は著しく遅れており、むしろ造園学や生態学の一領域としての景観生態学において進んでいる(たとえば、中越, 1995; 田中, 1995; 原, 1996)。Iwata(1983), 水野(1984, 1986, 1990), 渡辺(1986)らの研究は、重ね合わせの方法(客観性)に問題を持つ可能性があり、GISを用いた客観的な図化・解析方法の提示が急務と言える。

小泉は、一連の研究のうちとくに初期の研究（小泉，1974 など）において、ある特定の要因が重要な個々の小地域でシャープな問題設定をして調査することに成功した。しかしこのアプローチでは、与えられた任意の地域（より広い地域）での地生態学図の作成は難しい。環境問題解決に対応するには、研究者が対象地域やそのスケールを選ぶことができない。それゆえ、地生態学の今後の課題に取り組むには、多くの場合、考えられるすべての要因に関する基本図を作成して、GISを用いて基本図の重ね合わせをしなければならない。

また先述の三つの重要課題に取り組む際には、数年間隔で繰り返して調査を行い、時系列的变化を把握する意義が大きいことが多い。実際に環境省（2002）は、新生物多様性国家戦略のなかでこの点を強調しており、GISベースの地生態学図作成はこの点で役立つはずである。

さらに、環境問題解決を目的とする際には、地生態学図を従来からある平面図や断面図として作成するだけでなく、目的に応じた多様な表現方法を開発する必要がある。これには横山（2002c）が強調する景観収支や、小泉（1995）や尾方（2003）などによる地形発達過程と植物分布の関係を説明できる表現方法、さらには環境教育に有効な表現が含まれるべきである。

2) 人材不足の問題と人材育成の問題点

もう一つの問題点は、山岳地生態系の特徴や脆弱性を理解できる人材がきわめて少ないことである。人材不足と人材育成に関連して、(1) 大学・大学院レベルでの環境教育・専門教育、(2) 市民への啓発活動・環境教育、(3) 研究者・学会からの研究成果のフィードバック、の三つの視点が重要であろう。

まず、大学・大学院レベルでの環境教育に関しては、野間（1997）がすでに実習などで地（景観）生態学を意識した環境教育カリキュラムの必要性を述べている。より高度な専門教育を受けた人が増加することによって、不要・不適切な開発や利用、すなわち山岳環境への外圧を軽減することにつながる。山岳地域の関係機関、すなわち地方自治体、アセスメント・コンサルタント会社、土木

建設・造園会社、旅行業界、山岳ガイド協会、NGOなどが、山岳地生態系の脆弱性に関する高度の教育を受けた専門家をそれぞれの組織内に配置できるようにすべきである。

地生態系のアセスメントができる人材はきわめて少なく、小泉（2002）は「地生態系診断士」といった資格の創設が、近い将来必要になるのではないかと考えている。さらに、山岳地域で再生事業や自然環境の維持管理に関わる人材育成も必要となる。たとえば、大雪山国立公園の湿原域に関して過去の写真解析を行うと、木道設置工事そのものが湿原植生破壊を引き起こしていることがわかる。これは、作業者が山岳環境の脆弱性を理解できていなかったために生じたことである。彼らは都市公園の整備と同じように高山帯で作業を行っており、こうした知識不足に起因する問題は、規模の違いはあるが世界中の山岳地域の国際援助プログラムにおいても発生している（Jansky *et al.*, 2002）。現場の作業員への技術的なトレーニングはもちろんのこと、作業員や作業監督者は、山岳環境についての基礎を学んだ職業人であるべきだろう。

次に、子どもを含めた市民や地元コミュニティへの啓発活動・環境教育に関しては、山岳会などを通じて一部でゴミやトイレなどの問題についての啓発活動が盛んになってきているものの、ほとんどすべての対象者が系統的な環境教育を受けるにいたっていない。日本の小中高等学校では環境教育がほとんど実施されていないが、教師およびプロの自然・山岳ガイドに対しても環境教育ができる人材育成が重要だと言える。また旅行者や自然公園利用者の質の向上も重要であり、さらに地元コミュニティが山岳環境について理解を深め、山に対して強い関心を示すような仕組み作りが重要となる。

小泉は、2003年に信州大学で開かれた第2回山岳フォーラムで、学校登山にも自然保護や自然環境の成り立ち・脆弱性に詳しいプロのガイドをつけることを義務化すべきだと提唱している。そうすれば、たんなる「山に登る」という行為から自然観察への移行が可能となり、子どもたちが山岳



図 4 スイス・アルプスにおいて実施された東京地学協会海外巡検のようす (2002年7月21日)。

Fig. 4 Field study trip to Swiss Alps by Tokyo Geographical Society (21 July 2002).

環境保全について学ぶことができるようになる。このことは、さらに自然・山岳ガイドの職業を地元で発展させることにもつながる。

最後に、研究者や学会が政策提言を行ったり、地元コミュニティへ研究成果を巡検や研修会の形でフィードバックするなど、これまでの研究の枠を越えたサービスも求められるようになっていくと考えられる。東京地学協会が実施している海外巡検(たとえば、井上ほか, 2003; 図4)のように、学会が市民を対象に行う地生態学的な環境教育活動は、さらに重要となるであろう。

3) 問題解決への動き

こうした問題解決に向けて、先述のように、1998年に、日本地理学会に地生態学研究グループ

(代表:横山秀司)ができた。この研究グループでは、山岳に対象地域を限定してはいなかったものの、主として山岳地域の問題が扱われることになった。シンポジウムや研究集会、現地討論会が開かれ、地生態学の現状整理や、興味を持つ学生数の増大化など、一定の効果をもたらした。しかし、この研究グループの活動は、本質的な問題解決にはいたらなかった。

一方、「地生態系診断士」のような資格制度を提案し、地生態学の普及を進めたいと考えていた小泉は、環境コンサルティングのなかで環境情報を扱うGISがあまり重視されていないことに問題意識を持っていた増澤直、井本郁子(ともに景観生態学)らと一緒に、2002年12月に、NPO法人地域自然情報ネットワーク(Geocological Conservation Network)を設立した。先に景観生態学分野ではGISの導入が進んでいると述べたが、現実には、実務レベルであっても、GISで重ね合わせできるデジタル化された主題図(植生図、地質図、地形図、地形学図、積雪分布図など)が少ないことや、使用する主題図の種類や縮尺に関する議論が不足していること、さらにGISを用いた地図化の手法が確立していないことなど、多くの課題が残されているのである。

このネットワークは、(1)技術開発・調査、および(2)一般市民への啓発活動・環境教育を活動の目的としているが、当面は後者の啓発活動が中心的な活動となっている。このネットワークの特徴の一つは、市民および学生を主対象として活動していることで、GISを用いた地生態学的研究の推進につなげようとしている。将来的には、ここで興味を持った学生が大学・大学院で系統的な教育・研究を続けてゆけるシステム作りが必要となる時期がやってくることを期待したい。

V. おわりに

地理学の一領域としての地生態学は、空間分布の図化を最大の特徴としている。また小泉らの研究に見られるように時間変化をとらえることにも長けている。にもかかわらず、先述のようにとくに地理学の一領域としての地生態学は、GISの導

入に遅れをとっている。日本の山岳地生態学は、従来の枠組みよりもさらに大きな枠組みのなかで進展を必要としているのかもしれない。

かつて小泉（1993）は、地生態学が未分化の（自然）地理学であると述べたが、もしも将来にわたってもそうであるとするならば、地生態学などまったく不要だと言える。地生態学の基本的な考え方は、地理学の原点である多様な対象を、実際にこの目で見て確かめ、分析し、総合しようとする姿勢への回帰（野間, 1997）にすぎない。地形学や生態学が細分化・専門化しながら発展してゆくことは当然の流れであるものの、その一方で、細分化・専門化だけが重要なわけではない。もちろん地生態学のような総合的な学問領域がよりすぐれているということではなく、その研究方法が発展してこそ、地生態学は山岳地生態系の脆弱性に関連した環境問題を扱う中心的な役割を果たすようになり得るであろう。またそのためには、できるだけ多くの人に山岳地生態系を理解してもらえるような努力が必要とされる。

謝 辞

最近のNPO法人の動向について情報をくださった青木賢人さん（金沢大学）に感謝いたします。

文 献

- Beniston, M. (2000) *Environmental Change in Mountains and Uplands*. Arnold.
- 後藤忠志・牧田 肇（1990）北八甲田山地の自然破壊と登山。特定研究 北八甲田山地の自然と開発, 弘前大学, 87 141.
- Gray, M. (2003) *Geovidersity: Valuing and Conserving Abiotic Nature*. Wiley.
- 原 慶太郎（1996）GISによる景観解析。沼田 眞編：景相生態学。ランドスケープ・エコロジー入門。朝倉出版, 20 25.
- 羽山伸一（2003）神奈川県丹沢山地における自然環境問題と保全・再生。鷲谷いづみ・草刈秀紀編：自然再生事業 生物多様性の回復をめざして。築地書館, 250 277.
- 日置佳之（1983）自然風景地の景域保全に関する研究。応用植物社会学研究, 12, 1 22.
- 日置佳之（1993）自然保護区の計画。井手久登・亀山章編：ランドスケープ・エコロジー緑地生態学。朝倉書店, 18 41.
- 井上 明・遠藤和雄・荒川和子・水山栄子・長谷野慎一・鈴木晴江（2003）東京地学協会第6回海外巡検「スイスアルプスを歩く」報告。地学雑誌, 112, 171 179.
- Iwata, S. (1983) Physiographic conditions for the rubble slope formation on Mt. Shirouma-dake, the Japan Alps. *Geogr. Repts. Tokyo Metropol. Univ.*, 18, 1 51.
- 岩田修二（2002）ヒマラヤの環境変動と多発する自然災害。科学, 72, 1233 1236.
- Iwata, S., Ageta, Y., Naito, N., Sakai, A., Narama, C. and Karma (2002) Glacial lakes and their outburst flood assessment in the Bhutan Himalaya. *Global Environmental Research*, 6, 3 17.
- Jansky, L., Ives, J.D., Furuyashiki, K. and Watanabe, T. (2002) Global mountain research for sustainable development. *Global Environmental Change*, 12, 231 239.
- 環境庁編（2000）自然環境のアセスメント技術（ ）。環境庁環境影響評価技術検討委員会中間報告書。
- 環境省編（2002）新生物多様性国家戦略 自然の保全と再生のための基本計画。
- 小出 博（1952）応用地質（1）岩石の風化と森林の立地。古今書院。
- 小泉武栄（1974）木曾駒ヶ岳高山帯の自然景観 とくに植生と構造土について。日本生態学会誌, 24, 78 91.
- 小泉武栄（1979a）高山の寒冷気候下における岩屑の生産。日本生態学会誌, 29, 71 81.
- 小泉武栄（1979b）高山の寒冷気候下における岩屑の生産。日本生態学会誌, 29, 281 287.
- 小泉武栄（1980a）高山の寒冷気候下における岩屑の生産。日本生態学会誌, 30, 173 181.
- 小泉武栄（1980b）高山の寒冷気候下における岩屑の生産。日本生態学会誌, 30, 245 249.
- 小泉武栄（1992）地形学と生態学の接点。地形, 13, 333 339.
- 小泉武栄（1993）「自然」の学としての地生態学。地理学評論, 66A, 778 797.
- 小泉武栄（1995）白馬岳高山帯「節理岩」における植生遷移と斜面発達。地学雑誌, 104, 503 514.
- 小泉武栄（1996）日本における地生態学の最近の進歩。生物科学, 48, 113 122.
- 小泉武栄（2002）日本における地生態学研究。横山秀司編：景観の分析と保護のための地生態学入門。古今書院, 39 50.
- Leser, H. (1984) Zum Ökologie-, Ökosystem- und Ökotypbegriff. *Natur und Landschaft*, 59, 351 357.
- Messerli, B. and Ives, J.D. eds. (1997) *Mountains of the World: A Global Priority*. The Parthenon Publishing Group.
- 水野一晴（1984）赤石山脈における「お花畑」の成立条件。地理学評論, 57A, 384 402.
- 水野一晴（1986）大雪山南部・トムラウシ山周辺の溶岩台地上における高山植物群落の立地条件。地理学評論, 59A, 449 469.
- 水野一晴（1990）北アルプスのカールにおける植物群

- 落の分布と環境要因の関係．地理学評論，**63A**，127-153.
- 水野一晴（1994）ケニア山，Tyndall 氷河の後退過程と植生の遷移およびその立地条件．地学雑誌，**103**，16-29.
- 水野一晴（2003）ケニア山における氷河の後退と植生の遷移．特に1997年から2002年において．地学雑誌，**112**，608-619.
- 中越信和編（1995）景観のランドデザイン．共立出版．
- 中村洋介（2000）自然公園における登山道荒廃．これまでの研究と課題．駒澤大学地理学研究，**28**，53-62.
- 野間晴雄（1997）景観生態学の新たな展開と環境思想的背景に関するノート．奈良女子大学大学院人間文化研究科年報，**12**，27-40.
- 尾方隆幸（2003）奥日光，戦場ヶ原の扇状地扇端における湿原の縮小と地表面プロセス．地理学評論，**76**，1025-1039.
- 岡田俊裕（2002）日本地理学史論 個人的研究．古今書院．
- 小野有五・依田明実・後藤忠志（1990）登山道の侵食について．森林航測，**161**，15-19.
- Otaki, Y. (2002) *Conservation of Blue Sheep (Pseudois nayaur) in the Kanchanjunga Conservation Area, Eastern Nepal*. Master's Thesis submitted to Hokkaido University.
- 朴相獻・浅川昭一郎（1993）大雪山国立公園における登山道に関する研究．環境情報科学，**22**(4)，52-61.
- 塩田敏志・子島通雅・前田 豪・布施六郎（1967a）自然風景地計画のための景観解析．観光，**15**，58-64.
- 塩田敏志・子島通雅・前田 豪・布施六郎（1967b）自然風景地計画のための景観解析．観光，**16**，63-69.
- 塩田敏志・子島通雅・前田 豪・布施六郎（1967c）自然風景地計画のための景観解析．観光，**17**，58-64.
- 田中章司郎（1995）景観の情報処理．中越信和編：景観のランドデザイン．共立出版，27-51.
- 渡辺悌二（1986）立山，内蔵助カールの植生景観と環境要因．地理学評論，**59A**，404-425.
- 渡辺悌二（1992）アメリカ合衆国における「山岳の地生態学（ジオエコロジー）」の最近の発展．地学雑誌，**101**，539-555.
- 渡辺悌二（2000）高山植物群落と立地環境．工藤 岳編：高山植物の自然史 お花畑の生態学．北海道大学図書刊行会，67-83．
- 渡辺悌二（2002a）北米を中心とした地生態学の研究．横山秀司編：景観の分析と保護のための地生態学入門．古今書院，32-38.
- 渡辺悌二（2002b）荒廃が進む登山道．これからのあり方，作り方．モーリー，No. 7，68-71.
- 渡辺悌二（2002c）山岳地域の観光開発と温暖化：スイス・アルプスとネパール・ヒマラヤの例．科学，**72**，1271-1275.
- 渡辺悌二（2003）日本の山岳国立公園におけるツーリズムと自然環境保全：ヒマラヤから学ぶこと．地理科学，**58**，146-156.
- 渡辺悌二・深澤京子（1998）大雪山国立公園，黒岳七合目から山頂区間における過去7年間の登山道荒廃とその軽減のための対策．地理学評論，**71A**，753-764.
- Watanabe, T. and Otaki, Y. (2003) Study for conservation of blue sheep (*Pseudois nayaur*) in the Kanchanjunga Conservation Area, eastern Nepal: Interaction between blue sheep and other animals. *Proceedings of the International Seminar on Mountains, March 6-8, 2002 Kathmandu*. Royal Nepal Academy of Science and Technology, 69-78.
- 渡辺悌二・依田明実（2003）大雪山における登山道の地形変化 物理探査法の適用による土壌侵食予測．小嶋 尚・野上道男・小野有五・平川一臣編：日本の地形2 北海道．東京大学出版会，151.
- 渡辺悌二・林 恭子・小野 理（2002）夕張岳，前岳湿原の保全・管理のための地生態学的研究．横山秀司編：景観の分析と保護のための地生態学入門．古今書院，204-215.
- Winiger, M. (1997) Mountains of the World The focal point of global biodiversity. In Messerli, B. and Ives, J.D. eds.: *Mountains A Global Priority*. Parthenon Publishing, 234-235.
- 山田昌一（1955）微細地形解析に関する森林立地学的研究．林野共済会．
- 山田周二（1993）白山における登山道のひろがりとその速さ．筑波大学水理実験センター報告，**17**，65-72.
- 裴秉鎬・井手久登（1982）自然公園における保護計画のための植生学的研究（1） 植生自然度と保護計画．造園雑誌，**45**，173-183.
- Yoda, A. and Watanabe, T. (2000) Erosion of mountain hiking trail over a seven-year period in Daisetsuzan National Park, central Hokkaido, Japan. In Cole, David N. and McCool, Stephen F. eds.: *Wilderness Science in a Time of Change*. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, 172-178.
- 横山秀司（1983）山地の森林限界と地因子の関係について．地理学評論，**56**，639-652.
- 横山秀司（1991）景観生態学的に見た宮崎県えびの高原の観光資源．宮崎産業経営大学経済学部設立記念論文集，121-140.
- 横山秀司（1992）飛騨山脈における森林限界の景観生態学的研究（2）．宮崎産業経営大学研究紀要，**4**，45-57.
- 横山秀司（1995）景観生態学．古今書院．
- 横山秀司（2002a）ドイツにおける地生態学的研究．横山秀司編：景観の分析と保護のための地生態学入門．古今書院，10-18.
- 横山秀司（2002b）北アルプス，室堂平における観光と景観収支．横山秀司編：景観の分析と保護のための地生態学入門．古今書院，216-232.
- 横山秀司（2002c）景観生態学・地生態学とは．横山秀司編：景観の分析と保護のための地生態学入門．古今書院，2-9.
- 横山秀司編（2002d）景観の分析と保護のための地生態学入門．古今書院．

- Yokoyama, H. and Watanabe, T. (2003) Present situation and problems of the geoecological studies on Japanese mountains. *Geogr. Rev. Japan*, **76**, 381-385.
- 吉野正敏 (1967) 昭和時代の日本における探検と海外調査の歴史. 東京教育大学地理学研究報告, **XI**, 159-178.
- Yoshino, M.M. (1968) Geographische Untersuchungen japanischer Forscher im südasiatischen Raum seit der Meiji-Restauration. *Jahrbuch des Sudasien-Instituts der Universität Heidelberg*, **Band II**, 52-69.
- 吉野正敏・牧田 肇 (1988) 熱帯中国の課題 特に気候・地生態・土地利用・農業について. 地理学評論, **61A**, 258-263.
- Yoshino, M.M. und Yoshino, M. (1963) Lokalklima und Vegetation im Kirishima-Gebirge im südlichen Kyushu, Japan. *Erdkunde*, **XVII**, 148-165.
- Yoshino, M., Makita, H., Kai, K., Kobayashi, M., and Ono, Y. eds. (1980) Bibliography on Mountain Geoecology in Japan. *Climatological Notes (Institute of Geoscience, University of Tsukuba)*, No.25, pp. 111.

(2004年2月16日受付, 2004年3月13日受理)