

研究プロジェクト成果報告 3

研究プロジェクト成果報告 3

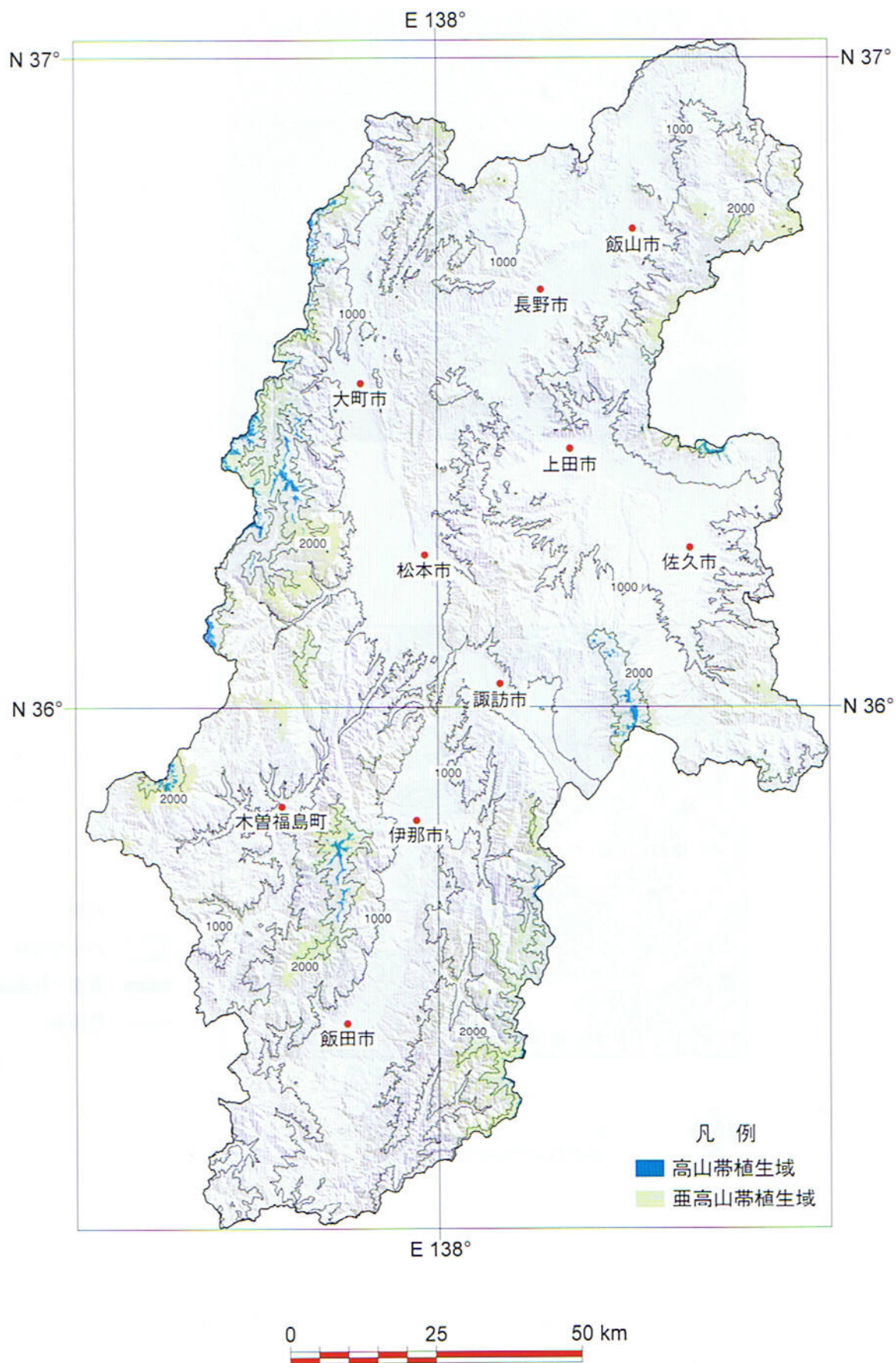
高山帯における植生の荒廃と 再生に関する調査研究

(平成13～15年度)

平成16年

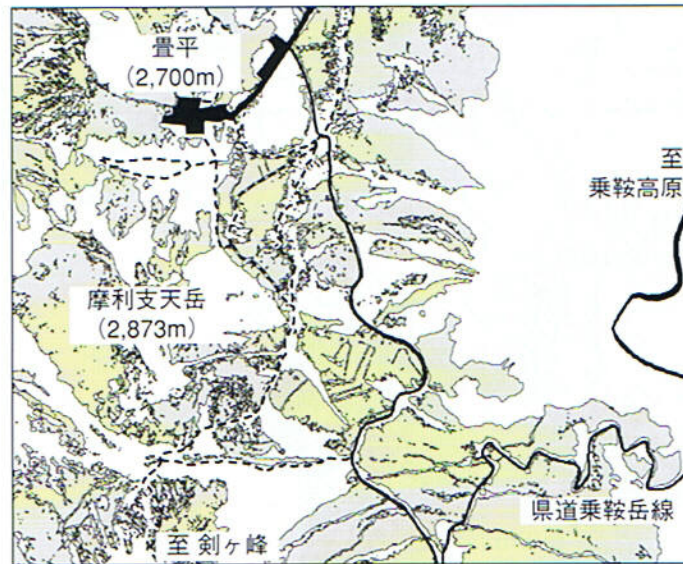
長野県環境保全研究所

(旧 長野県自然保護研究所)



口絵1 長野県における高山帯植生・亜高山帯植生分布域

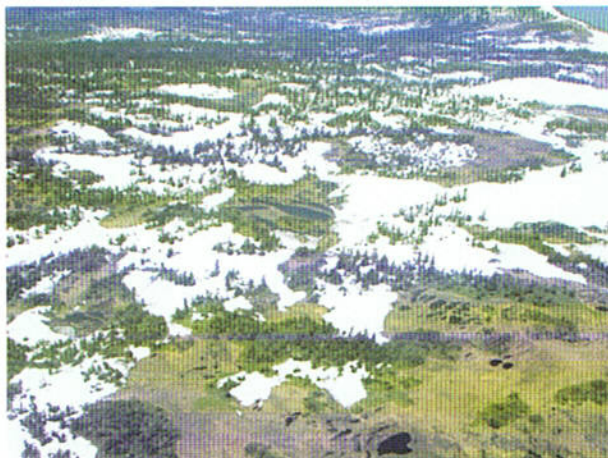
作図にあたっては、第3回自然環境保全基礎調査に基づく現存植生図（環境庁 1985-1988, GISデータは自然環境情報GIS（環境庁 1999）に拠った）、国土地理院発行数値地図50mメッシュ（標高）を用いた。



口絵2 乗鞍岳畳平周辺におけるオルソ空中写真画像（上段）およびハイマツ林分布図（下段）
 オルソ空中写真画像と重ね合わせた地形図は、国土地理院発行数値地図25000（地図画像）-乗鞍岳-を用いた。



口絵3-1 山頂湿原周辺の残雪分布
(2003年6月5日)



口絵3-2 山頂湿原周辺の残雪分布
(2003年6月5日)



口絵3-3 山頂湿原周辺の残雪分布
(2003年6月20日)



口絵3-4 山頂湿原周辺の残雪分布
(2003年6月20日)



口絵3-5 登山道(木道)周辺の植生荒廃
(2003年7月2日)



口絵3-6 池塘付近の植生荒廃(2003年7月3日)

口絵3 苗場山(上信越高原国立公園)の植生景観および登山道周辺の植生荒廃状況

はじめに

長野県の植生分布では、県の最南部に丘陵帯常緑広葉樹林が分布するものの、内陸部の大部分は冷温帯域に相当し、山地帯夏緑広葉樹林が卓越している。飛騨山脈、木曾山脈をはじめとする本州中部山岳を中心として、山地帯より上部には亜高山帯常緑針葉樹林や落葉広葉樹林、さらに標高約2,400m付近に位置する森林限界より上部には、ハイマツ林やコマクサなどのお花畑が広がる高山帯植生が発達している。

長野県では、高山帯域は県下のわずか約0.6%、亜高山帯域は約10.9%の面積を占めるにすぎない。しかし、多くの山岳を抱える長野県にとって、山岳地特有の生態系である高山帯や亜高山帯は、長野県の特徴的な自然環境である。また同時に、低山帯から山地帯域にかけては、人間の生活圏とほぼ重複するため、その植生の大部分は代償植生となっており、高山帯および亜高山帯は自然植生の残存域としての貴重性も非常に高い。

これら山岳地の登山・観光利用の歴史は古く、現在も登山者をはじめ、山岳景観や高山植物を楽しむなど多くの方が山岳地を訪れているが、近年、登山者の増加や高標高に及ぶ開発にともない、高山植物や野生動物への影響が懸念されることとなった。そのなかでも、登山道や高地に達する車道周辺部での高山植生の荒廃は、各地の山岳から報告され、これら荒廃地の植生の再生に関する関心も高まりつつある。登山道や歩道を歩くことは、山岳地の自然を楽しむにあたって、多くの場合最も基本的な行動であり、登山道は山岳地において最低限必要な利用施設の一つと考えることもできる。そのため、登山道周辺の植生保全やそれらに配慮した登山道整備は、山岳地のワイズ・ユース（賢明な利用）において重要な課題でもある。折しも、2002年は国連の定めた「国際山岳年」および「国際エコツーリズム年」となり、長野県のみならず国際的にも山岳環境の保全と利用のあり方に対する取り組みが行われた。そのなかにあつて、山の適正利用に向けた登山道のあり方に関する検討は、国内外でとりあげられるなど、各地域共通の課題であることが示された。

本報告書は、そのような山岳環境保全に関する研究の一環として、登山道周辺の高山植生の保全を目的として実施した研究プロジェクト「高山帯における植生の荒廃と再生に関する調査研究」における調査研究成果を集約したものである。当プロジェクトでは、長野県内の山岳のなかから集中利用の発生している地域などを事例として、登山道周辺等で生じている植生荒廃について、その現状を把握するとともに、荒廃後の植生の再生や復元に関する基礎的な調査研究を行った。また、亜高山帯の山地湿原を事例として、その登山道整備のあり方に関する検討を行った。調査研究の結果では、登山道や車道周辺での植生荒廃や植生変化が現在も各地で進行していることを示し、またそのような荒廃の発生する環境要因や植生再生事例についてもふれた。一度荒廃した高山植生の再生は決して容易ではなく、山岳環境の保全や再生には、長期的な調査研究の蓄積が欠かせない。山岳環境の保全に関する継続的な調査を今後展開する上において、今回の研究はその端緒として寄与するものとなることを願う。

なお、本研究の実施にあたっては、自然公園に関する各種の情報を提供いただいた長野県生活環境自然保護課、ヘリコプターによる調査の機会を与えていただいた長野県警航空隊をはじめ、中部森林管理局、環境省中部地区自然保護事務所など関係機関のご協力をいただいた。これらご協力をいただいた方々にたいし、深く感謝を申し上げます。

プロジェクトを代表して 尾関 雅章

目次

口絵	
はじめに	i
1章 研究プロジェクトの概要	
1-1 長野県の山岳環境の概要	3
1-2 山岳観光利用現状の概要	4
1-3 調査研究の概要	5
2章 高山帯における植生の荒廃と再生に関する調査研究	
2-1 植生荒廃の現状について	9
2-1-1 乗鞍岳における車道沿いのハイマツ林後退状況	9
2-1-2 乗鞍岳における登山道周辺の植生荒廃状況	13
2-1-3 苗場山における登山道周辺の植生荒廃状況	17
2-2 植生保全にむけた登山道のあり方	21
3章 総括－山岳環境の保全にむけて－	25
引用文献	29
資料	31

1章

研究プロジェクトの概要

1-1 長野県の山岳環境の概要

長野県では、日本アルプスとも称される標高3,000m級の飛騨山地（北アルプス）、木曾山地（中央アルプス）、赤石山地（南アルプス）が県の北西部から南部にかけて連なるほか、八ヶ岳や浅間山、御岳山などの火山が2,000~3,000m級の峰を形成している（口絵1）。県内の最高地点は、飛騨山地の奥穂高岳の3,190mであるが、最低地点は小谷村姫川の約170mで、県内の標高差は、3,000mに達する。この標高差のため、長野県では高度の変化にともなう気候の変化により、低山帯から高山帯までの植生帯の発達がみられる。県最南部に低山帯常緑広葉樹林が分布するものの、内陸部の大部分は冷温帯域に相当し、山地帯夏緑広葉樹林が卓越している。そして、飛騨山地、木曾山地をはじめとする本州中部山岳を中心として、山地帯より上部にはシラビソ、オオシラビソ、トウヒなどからなる亜高山帯常緑針葉樹林、さらに標高約2,500m付近に位置する森林限界より上部には、ハイマツの低木林などが広がる高山帯植生が発達している（図1-1-1）。長野県を含む日本の高山帯植生では、森林限界の上部にハイマツ林が発達しており、風衝地や融雪の遅い雪田周辺に風衝草原や雪田草原が形成される。

一般に、気温の通減率として標高が100m上がるごとに0.6℃低下することが知られており、亜高山帯・高山帯の年平均気温はおおよそ1~5℃となる。また、植物の生育に必要な温度環境に注目した温量指数（暖かさの指数（吉良 1949））では、高山帯は0~15℃・月、亜高山帯は15~45℃・月に相当する

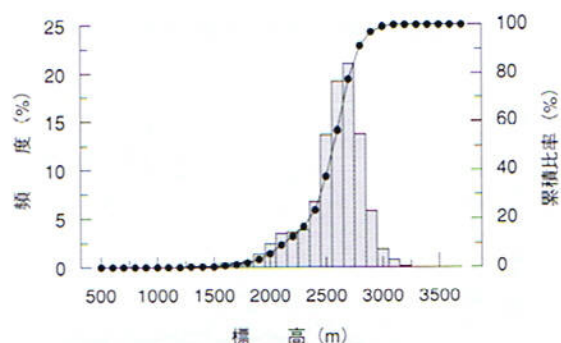


図1-1-1 長野県における高山帯植生の分布標高ヒストグラム

第3回自然環境保全基礎調査に基づく現存植生図（環境庁 1985-1988, GISデータは自然環境情報GIS（環境庁 1999）に拠った）から、高山帯植生域を抽出し、同植生域内の標高値を集計した。標高値には、国土地理院発行の数値地図50mメッシュ（標高）を用いた。

といわれる。亜高山帯植生については、県南部から北部にかけての寡雪-多雪という環境傾度にしたがって漸次的に針葉樹林の分布が縮小し、ダケカンバ林を主体とする落葉広葉樹林が卓越することが知られる（尾関 2001）。また、高山帯植生は、県内ではほぼ標高約2,500m以上高にみられるが、局地的な要因により亜高山帯森林植生の発達が妨げられる場合（特殊岩石地、火山等）には、標高2,000m以下まで分布高度が低下することが知られる。また、県南部から北部にかけて、高山帯植生の分布下限高度は漸次低下する（図1-1-2）。また高山帯は、低温、多雪、強風、強紫外線、土壌の未発達、短い生育期間など環境ストレスが強く、またそれら物理的環境のわずかな違いに、高山植物の分布が規定される。特に多雪地では、積雪分布の不均一性が高山植物の分布に強く影響する。

高山帯には、高山植物のみならず、ライチョウや高山蝶をはじめとする特有の動物や昆虫が生息しており、その厳しい環境のもとに特異的な生態系が成立している。長野県では、高山帯域は県下のわずかに約0.6%、亜高山帯域は約10.9%の面積を占めるにすぎないが、多くの山岳を抱える長野県にとって、山岳地特有の生態系である高山帯や亜高山帯は、長野県の特徴的な自然環境である。同時に、低山帯から山地帯域にかけては、人間の生活圏とほぼ重複するため、その植生の大部分は代償植生となっており、高山帯および亜高山帯は自然植生の残存域としての貴重性が非常に高い生態系である。

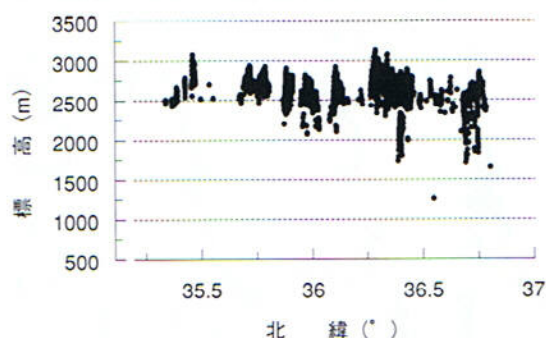


図1-1-2 長野県における高山帯植生の分布標高と緯度（北緯）の関係

利用データは、図1-1と同様。

1-2 山岳地の保護と利用の概要

長野県下の山岳地域は、その景観的特性や自然環境の学術的重要性から、現在までに国立公園、国定公園、県立自然公園などの自然公園や長野県自然環境保全地域、また国・県・市町村の天然記念物に指定されるなど、その多くの地域で保護が図られている(図1-2-1)。このような山岳地の利用を考えると、世界的には、高山帯域の農用利用(放牧など)がすすみ、山岳地の草原が農用利用によって維持されている地域もあるが、日本・長野県ではこうした山岳地の農用利用はまれで、現在では登山や観光利用が主な利用形態となっている。

元来、山岳地の多くは信仰登山や一般の登山の対象となり、自然公園等により保護される以前から、多くの登山者が訪れてきた。さらに近年では、山岳道路やロープウェイなどの交通手段の整備により、人がより容易に高山帯に達することが可能な山岳地もみられるようになってきた。長野県内の登山者の推移では、1955年(昭和30年)には、約165,000人であったものが、その後増加し、1978年(昭和53年)に約1,137,000人とピークを迎えた(図1-2-2a)。その後は、徐々に低下し、1987年(昭和62年)から現在まで、およそ600,000人程度で推移しており、1993年(平成5年)には約517,000人まで低下した。

主な山域別の登山者数では、近年では総登山者数の約50%が北アルプスに集中しており、以下、八ヶ岳、中央アルプス、南アルプスの順となっている(図1-2-2b)。登山者数の推移では、総登山者数がほぼ一定している1987年~2003年に、北アルプスがやや増加傾向、八ヶ岳はやや減少傾向、中央アルプス、南アルプスはほぼ横ばいとなっている。また、

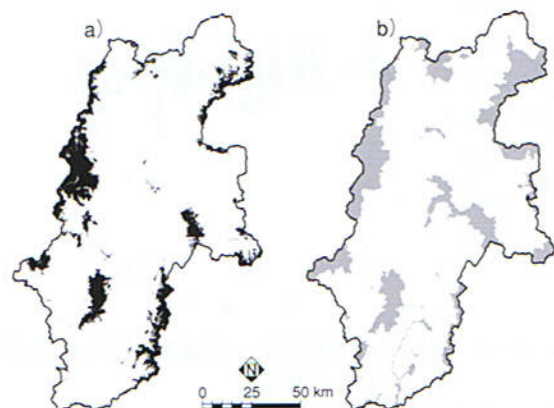


図1-2-1 長野県内の高山帯植生分布域(a; 黒色)と自然公園(b; 灰色)

高山帯植生分布域は、第3回自然環境保全基礎調査に基づく現存植生図(環境庁 1985-1988, GISデータは自然環境情報GIS(環境庁 1999)に拠った)から抽出した。

近年の登山・観光利用では、日本百名山など一部の山岳地の集中利用が特徴的に知られる。そのため、多くの登山者が訪れる山岳地では、登山道の浸食、周辺植生の破壊、利用者のし尿およびゴミ処理など様々な問題が顕著となりつつある。

これら登山・観光利用にともなう問題に対して、県では現在までに、「信州山岳環境保全のあり方研究会」を設けるなどして、その対応方法の検討を進めてきた。その結果、たとえば山岳地でのし尿処理方法について、今後おおむね10年をめどに環境への負荷の大きい「自然浸透処理」トイレをなくすことを目標とすることなどの提言がなされたほか、山小屋でのトイレ整備にたいする補助制度の活用がすすめられた。また、登山・観光利用において不可欠な登山道についても、同研究会での検討課題としているほか、登山道整備に関する補助制度の活用が行われてきた。さらに、2003年(平成15年)以降、乗鞍岳や中信高原において山岳道路が無料開放化されたことから、入山者数の増加や自然環境への影響が懸念され、マイカー規制、シャトルバス運行などの対応が図られ、沿線の保護と利用のあり方に関する検討がすすめられた。

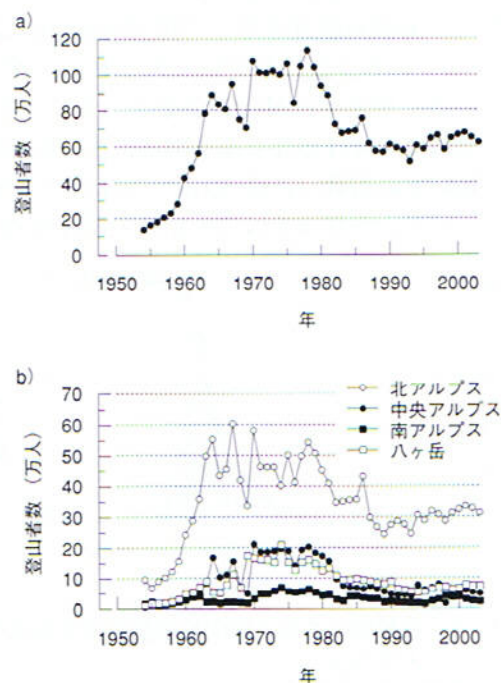


図1-2-2 登山者数の推移(長野県警察本部地域課調べ)

a: 総登山者数, b: 主要山岳地域別の登山者数。

1-3 研究の概要

はじめに

高山帯は長野県の自然環境を特徴づける重要な地域であるが、近年の登山者の増加や高標高に及ぶ開発にともない、高山植物・植生ならびに野生動物の分布や生態に従来にない変化が生じていると考えられる。とくに、登山道や車道周辺部では高山植生の荒廃がすでに報告され、またこれら荒廃地の植生の再生や植生復元対策に関する関心も高い。そこで、この研究プロジェクトでは、中部山岳の高山植生の保全に資することを目的として、中部山岳高山帯の登山道周辺等で生じている植生荒廃について、その現状を把握するとともに、荒廃後の植生の再生や復元手法に関する基礎的な調査研究を行った。

研究経過

平成13年度：飛騨山脈乗鞍岳および木曾山脈駒ヶ岳において、登山道・車道周辺の植生変化に関する調査、高山帯における植生荒廃・再生事例に関する既往研究についての調査をすすめた。乗鞍岳では、車道際のハイマツ林縁部が裸地化している区間の植生変化を追跡調査する調査区を設定し、裸地部におけるハイマツ実生の分布状況を把握したほか、車道際の裸地からハイマツ林内にかけての地温観測を行った。駒ヶ岳では、千畳敷～駒ヶ岳山頂にかけての範囲において、登山道周辺の植生変化を追跡調査する調査区の設定を行うための予備調査を実施した。

平成14年度：乗鞍岳および駒ヶ岳において、登山道・車道周辺の植生変化および植生回復工後の植生再生に関する現地調査を行った。乗鞍岳では、車道際裸地部におけるハイマツ実生の分布状況を把握したほか、植生の再生に影響すると考えられる残雪の消雪過程を計測した。駒ヶ岳では、平成13年度に施工された植生回復工施工区と周辺域の植生調査を行った。また、リモートセンシング技術やGISを用い

た高山植生分布と環境要因との相互関連に関する研究に着手し、飛騨山脈乗鞍岳のハイマツ林分布域の抽出・分布特性の解析を行った。

平成15年度：上信越高原国立公園内に位置する苗場山において、山頂部の湿原を通過する木道周辺の植生荒廃状況等の調査および、苗場山における適正な登山道ルートに関する検討を行った。また、苗場山や乗鞍岳において、空中写真とGISを用いたデジタルオルソ画像の作成および同画像を利用した高山植生分布に関する研究を行った。

また、これら研究計画にもとづく調査研究のほか、本研究プロジェクトに関連した社会的活動として、山岳地を含む自然公園等でボランティア活動を行う長野県自然保護レンジャー研修や長野県山岳総合センターでの講義を担当した。そのほか、群馬県が平成15年度に実施した、日光国立公園内の尾瀬・至仏山における至仏山環境共生推進計画調査に参加し、至仏山登山道周辺における植生荒廃の現況および荒廃の経過や要因に関する分析、植生再生に関する検討に加わった。この尾瀬・至仏山の事例では、植生だけでなく、地形地質や登山道の利用動態を含めて検討しており、山岳地における登山道整備に関する多角的な検討のあり方として、注目されるものである。

研究業績

1) 学会発表等演題

- 尾関雅章・土田勝義 (2001) 乗鞍岳高山帯の車道沿道の植物相とハイマツ群落の変化. 長野県高山生態系保全研究会シンポジウム「山を知り山を守る - 信州の高山帯は今」, 9月, 松本市勤労者福祉センター.
- 尾関雅章 (2002) 乗鞍岳車道際のハイマツ林は後退をまぬがれるか. 信州生態研究会平成14年度研究発表会, 12月, 信州大学.

- Tsuchida, K. & Ozeki, M. (2002) Disturbance and restoration of alpine vegetation in Japanese Alps. PROCEEDINGS of the VIII INTECOL, pp. 271-272.
- 尾関雅章・土田勝義 (2003) 乗鞍岳における車道際ハイマツの年枝成長とハイマツ林縁植生の変化. 第50回日本生態学会大会, 3月, つくば市.
- 尾関雅章 (2003) ハイマツの生長量変動と気象要因の関係について. 長野県環境科学技術者協議会第29回研究発表会, 6月, 長野市.
- 尾関雅章 (2003) 登山道荒廃地の植生復元-北アルプス八方尾根蛇紋岩地を事例として-. 第17回環境研究発表会, 11月, 日本大学会館.
- 尾関雅章 (2003) 苗場山頂湿原における植生分布と残雪分布の関係. 信州生態研究会平成15年度研究発表会, 12月, 長野市.
- 2) 掲載論文等
- 土田勝義・尾関雅章 (2003) 登山道荒廃地の植生復元-北アルプス八方尾根蛇紋岩地を事例として-. 環境情報科学論文集17:17-22.
- 3) その他
- 尾関雅章・岸元良輔 (2002) 長野県の山岳地における自然保護問題. みどりのこえ22:4-5.
- 尾関雅章 (2003) 山岳自然保護の現場から. 「平成15年度版環境白書」(長野県生活環境部環境自然保護課編), pp. 9-10. 長野県.
- 尾関雅章 (2003) 山岳地の自然保護にむけて~山の登山道整備と自然保護レンジャーへの支援~. みどりのこえ27:3.
- 4) 普及・啓発活動
- 尾関雅章 (2001) 乗鞍岳の高山植物・高山植生について安曇村生涯学習講座, 7月, 安曇村.
- 尾関雅章 (2001) 山岳自然保護講座現地研修長野県山岳総合センター山岳自然保護講座, 7月, 白馬村.
- 尾関雅章 (2002) 高山山岳の生態系長野県勤労者山岳連盟自然保護講演会, 5月, 岡谷市.
- 尾関雅章・土田勝義・松田行雄 (2002) 登山道による地形・景観への影響. 山と自然のシンポジウム: 山と自然を愛する私たちの歩む道, 10月, 松本市.
- 土田勝義・尾関雅章 (2002) 踏みつけによる高山植生・お花畑の荒廃. 山と自然のシンポジウム: 山と自然を愛する私たちの歩む道, 10月, 松本市.
- 尾関雅章 (2003) 希少動植物の保護について 長野県自然保護レンジャー上伊那地区研修会, 2月, 伊那市.
- 尾関雅章 (2003) 山の自然を楽しむために-山岳地の生態系と自然保護-長野県自然保護レンジャー北信地域研修会, 6月, 中野市.
- 尾関雅章 (2003) 梅池天狗原湿原における登山道周辺の植生変化梅池高山湿原性植物の観察と自然管理・実施事例研修会, 7月, 小谷村.
- 尾関雅章 (2003) 梅池自然園の自然・天狗原湿原の植生変化梅池観光連盟研修会, 7月, 小谷村.
- 尾関雅章 (2003) 山岳地域の生態系と自然保護長野県山岳総合センター山岳自然保護センター, 9月, 大町市.
- 尾関雅章 (2003) 自然現象や登山の影響による異変長野県山岳総合センター山岳自然保護講座, 9月, 大町市.
- 尾関雅章 (2004) 山岳地域の生態系と自然保護-登山道沿線の植生荒廃とその保全について長野県自然保護レンジャー諏訪地域研修会, 1月, 諏訪市.
- 尾関雅章 (2004) 信州の絶滅危惧植物と希少野生動物保護条例について長野県自然保護レンジャー上伊那地区研修会, 2月, 伊那市.
- 尾関雅章 (2004) 草原の植生荒廃とその保全について美ヶ原自然保護センター冬季講座, 3月, 松本市.

2章

高山帯における植生の荒廃と再生に関する調査研究

2-1 植生荒廃の現状について

2-1-1 乗鞍岳における車道沿いのハイマツ林後退状況

(1) はじめに

ハイマツ *Pinus pumila* Regel は、日本では本州中部山岳から北海道に分布する常緑低木で、中部山岳の森林限界以上の植生における優占種となっている。乗鞍岳の高山帯においても同様に、ハイマツが優占種となっており、山腹斜面を覆うハイマツの様子は、“ハイマツの海” と称されることもある。

乗鞍岳では、標高約2700mの畳平付近にいたる車道の開通後、車道建設による植生の直接的な破壊のほか、車道開設の間接的影響により、車道沿いの植物分布、植物群落に変化が生じることが予見され、1970年前後以降に車道開設を中心とした人為的環境変化が高山帯の生物環境にもたらす影響に関する研究が先駆的に行われてきた。そのなかで、氏原ほか(1974)は、一生育期間に一節ずつ伸長し、節目状に残る年枝跡間の長さから年枝の伸長成長量の年次変動を知ることができるハイマツの年枝成長の特性に着目して、乗鞍岳の高山帯に開設された車道際におけるハイマツの年枝伸長量を車道敷設前後で比較し、車道敷設直後の年枝伸長量が敷設直前に比べて車道際の上側で悪く、下側では良好になっていたことを示唆した。また、車道沿いの植生については、土田(1973, 1974)が、乗鞍岳亜高山帯のオオシラビソ林およびハイマツ群落において、車道の山側と谷側にまたがる調査区を設け植生調査を行い、車道沿いの植物群落の改変状況を報告した。

しかし、これらの調査で報告された車道周辺に及んだ植物の生態に関する影響については、車道開設後35年以上を経た現在までにどのような変化が生じたのか、必ずしも明らかではない。また近年、高標高地を通過する車道の利用形態が、自然環境保全の

観点から議論されるなかにあつて、車道開設後の高山植物の生育状況の変化を長期的な観察によって明らかにすることは、今後の高山植生域の保全対策を検討する上で重要な課題である。そこで、乗鞍岳高山帯に卓越し、その植生を特徴づけているハイマツに注目し、車道際のハイマツ群落において、車道際のハイマツ群落の植生と近年のハイマツ年枝の伸長量の推移を把握し、車道際ハイマツ林の維持に関する検討を行った。

(2) 調査地と方法

乗鞍岳の東斜面のハイマツ群落中を通過する車道付近(標高約2550m、北緯36度6分37秒、東経137度34分0秒)で、土田(1973, 1974)により過去に車道周辺の植生調査が行われた場所と同一地点を調査地とした(図2-1-1-1)。調査地付近の車道は位ヶ原と称される緩斜面を横切っており、幅員約5mの車道際の谷側には車道開設時にハイマツが伐採されたために生じた裸地が現在もみられる。

車道際のハイマツ林の植生及びハイマツ実生分布調査は、車道谷側にみられる裸地およびハイマツ林縁部において行った。植生調査は、車道から0m、5m、10m、15m、20mの地点で1㎡の方形区を5箇所設置し、方形区内の出現種とその被度(%)および高さを計測した。ハイマツ実生については、車道から山側・谷側0~10mの範囲に、1m×5mの調査区を設け、調査区内に出現する実生個体について、その個体数を計測した。

ハイマツ年枝長の計測にあたっては、調査地において、年枝長を計測する調査区として、車道際の山側のハイマツ林縁部(Upper区:U区)と谷側のハイマツ林縁部(Lower区:L区)に設けたほか、斜面谷側に約20m離れた鬱閉した群落の林冠部を、車道による攪乱の影響を直接受けていない対照区(Closed区:C区)を設けた。各調査区から損傷の

ない主幹を対象とし、各調査区において20本を選定し行った。ハイマツの年間の伸長量は年枝跡間の長さで表されていることから、年枝跡間長の測定によって年枝伸長の推移を把握した。また、ハイマツの年枝を正確に判断できるのは通常20年前後とされることから（沖津 1987）、年枝跡が明瞭に残されている1981年から2000年までの20年間を測定対象とした。ハイマツの年枝伸長には、前年夏季（6～8月）の温度条件が関与していることが、これまでに報告されていることから（Sano et al. 1977など）、1980年から1999年までの6～8月の3ヶ月平均気温とハイマツ年枝長の年次変動の対応関係を検討した。気温観測資料は、調査地から東北東約1.1kmの摩利支天岳山頂部に位置する国立天文台乗鞍コロナ観測所

による気温観測値を使用させていただいた。

調査資料の分析にあたり、各立地間の地際直径の比較にはKruskal-Wallis検定を用いた。平均気温と年枝伸長量の関係および各調査区間の伸長成長推移の同調性の検討には、Spearmanの順位相関係数を用いた。

（3）結果および考察

車道谷側の道路至近部では、ハイマツ林が欠如しており、オンタデがわずかに点在する裸地がみられた。また、道路から5m付近に位置するハイマツ林縁部の草本植生内では低木層は欠如するが、シナノザサを優占種とする草本層の植生の発達がみられ

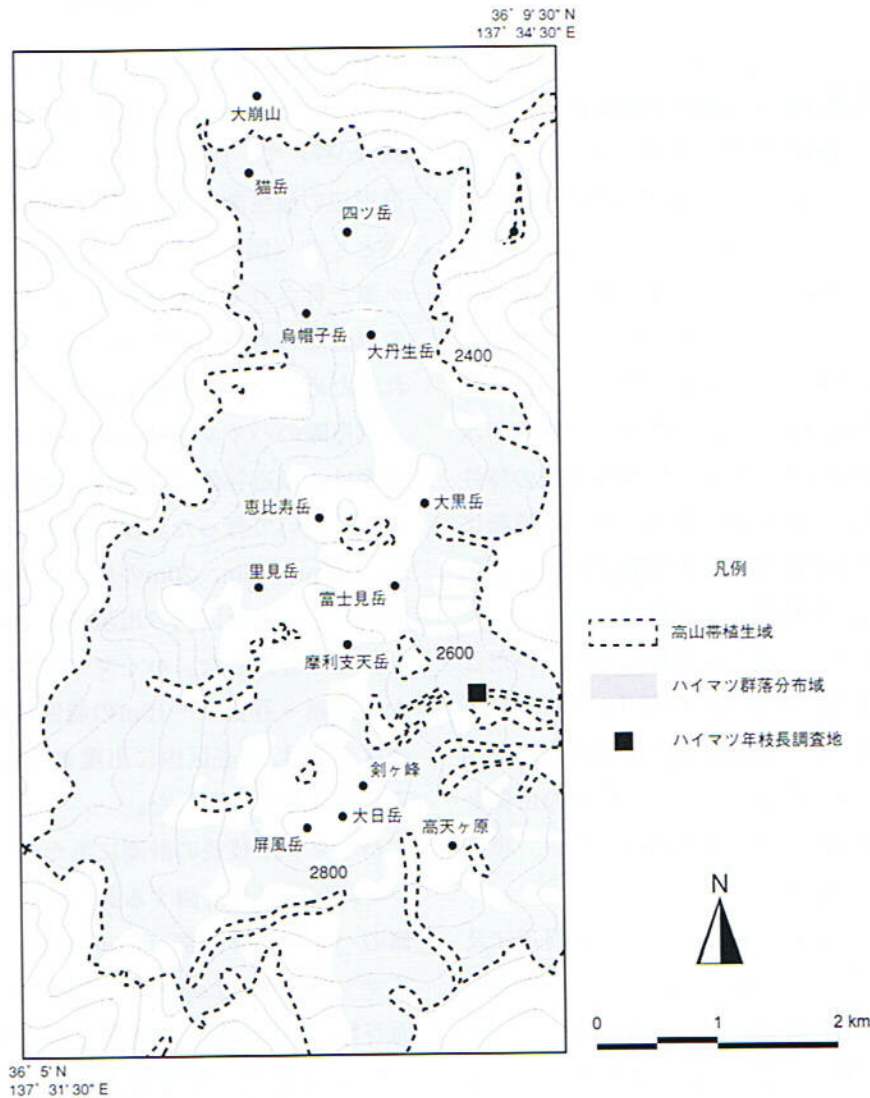


図 2-1-1-1 乗鞍岳におけるハイマツ群落の分布と調査地の位置

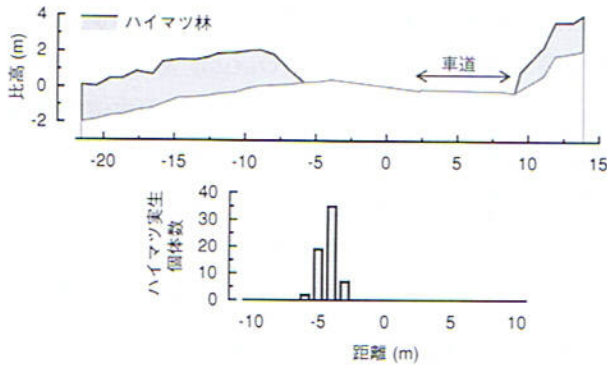


図2-1-1-2 道路際ハイマツ林の断面とハイマツ実生個体数の分布

た。道路から10m, 15m, 20mについては、ハイマツの優占する低木層が発達しており、道路開設時の伐採による影響は明らかではなかった。ハイマツ実生は、ハイマツ林縁部の、車道から4~6m付近にのみ集中して確認され、車道近傍の裸地やハイマツ林内には確認されなかった(図2-1-1-2)。

各調査区のハイマツ年枝長の経年変化では、各年の年枝長は、U区とC区はほぼ同長となる年もみられたが、L区はいずれの年においてもU区、C区を下回った(図2-1-1-3b)。各調査区において、複数の年(1982年, 1991年, 1997年など)において、同調して年枝長が前年より増加する傾向がみられ、各調査区間の年枝長の同調性を検討すると、U区、L区、C区のいずれの組み合わせにおいても、有意に正の相関関係が認められ、ハイマツの年枝成長は同所的な群落では同調する傾向にあることが確認さ

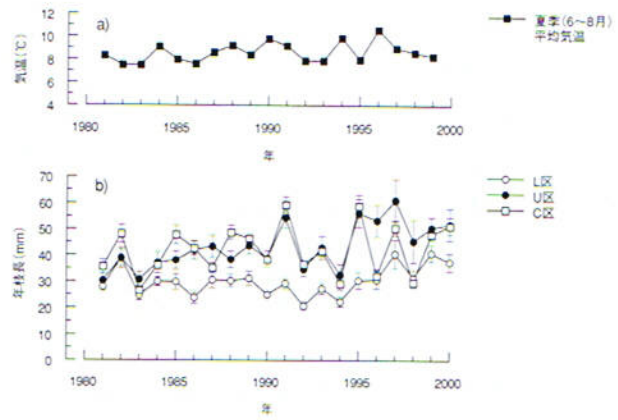


図2-1-1-3 各調査区のハイマツ年枝長の推移(1981~2000年)(a)と、夏季(6~8月)の平均気温(b)

れた(表2-1-1-1)。

また、年枝長と前年夏季の気温との関係では、夏季(6~8月)平均気温の年変動(図2-1-1-3a)から、平均気温8.6℃以上の比較的高温であった1984年, 1988年, 1996年などの翌年に、年枝の平均伸長量が増加する傾向がみられた(図2-1-1-3b)。

各年次での年枝の年平均伸長量と前年の夏季平均気温との関係を検討すると(図2-1-1-4)、車道山側林縁のU区と群落内部のC区ではいずれも前年夏季の気温と正の相関関係が認められたが($P < 0.01$)、車道谷側林縁のL区では、有意な相関関係は認められなかった。L区では、前年の6月, 7月, 8月それぞれの平均気温との関係を検討すると、前年7月の平均気温と弱い正の相関関係が認められた($P < 0.05$)が、他の月の平均気温とは有意な相関

	L区	U区
車道谷側林縁(L区)		
車道山側林縁(U区)	0.536*	
群落内部(C区)	0.587*	0.638**

* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$

表2-1-1-1 各調査区の年枝長変動の相関関係(Spearmanの順位相関係数)

関係は認められなかった。

ハイマツ年枝成長と気温条件の関係について、Sano et al. (1977) は、東日本の5山岳地で1953年から1972年までの20年間ハイマツ年枝の伸長成長を比較し、年枝伸長量と前年の夏季(6~8月)の平均気温と正の相関関係が成り立つことを示し、さらに、5山岳地の年次変動が同調性を示すことを報告した。今調査結果においても、調査区間で年枝成長の同調が認められ、年枝伸長と前年夏の気温との相関が比較的高いことが支持されたが、車道際谷側の林縁部では、年枝伸長と前年夏季気温との間に明瞭な対応関係は認められなかった。沖津(1988)は、同一山岳地内の場合、ハイマツ年枝伸長に影響をおよぼす立地環境の差異は、各地の山岳地間での環境の差異ほど大きくなく、ハイマツの年枝伸長に対して温度条件は単独では大きな影響をおよぼしていないと指摘している。これらのことから、車道際ではマクロな環境条件よりも、局所的な環境条件が年枝伸長により強く影響を与えている可能性があることが推察される。

局地的な環境条件として、ハイマツは積雪深と消雪時期によってその群落高や伸長成長が異なるため(小泉 1974)、車道谷側では、融雪期に行われる車道の除雪作業により雪が積み上げられ、林縁部の消雪時期が変化することによりハイマツの伸長成長量に変化する可能性が考えられる。また、ハイマツは伏条更新をしていると推察されており(Kajimoto 1992)、斜面に分布する林分では、風よりも冬季の

積雪圧の影響で斜面下方へ伏条更新による移動が進行すると考えられている(Okitsu & Ito 1984; Kajimoto 1992)。したがって今調査地の車道谷側林縁部のハイマツの根は、林縁より斜面上方の車道際に位置することが推察されるが、車道際は車道開設の際のハイマツ伐採、盛土等による裸地となっており、裸地部分の土壤の乾燥化により車道谷側林縁部のハイマツの成長量が低下している可能性も考えられる。

(4) おわりに

車道沿道では、過去20年間をとおして車道の谷側林縁部の年枝伸長成長量、主幹の直径成長量が、車道山側林縁部や車道から離れた群落内部に対して下回っていることが示された。車道によりハイマツ群落が分断されているため、斜面上方からの車道谷側への伏条更新によるハイマツの移動が絶えており、今後林縁のハイマツの成長量がさらに低下し、枯死に至った場合には、車道際において裸地がさらに拡大する可能性が懸念される。

このような高山帯の裸地では、凍結融解作用による土壤の移動が激しいことなどから、ハイマツの実生を含む高山植物の定着が困難なため、その植生回復は容易ではない。今後は、ハイマツ群落の保全を考える上においても、現在すでに発生している裸地をふくむ、裸地の高山植生の回復に関する取り組みが課題となろう。

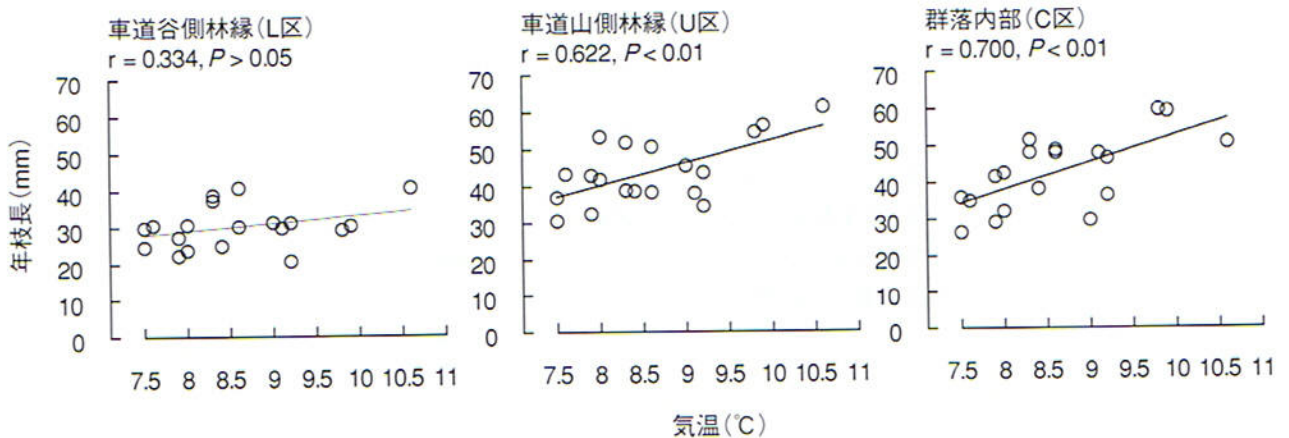


図2-1-1-4 ハイマツ年枝長と前年夏季(6~8月)平均気温との関係

2-1-2 乗鞍岳における登山道周辺の植生荒廃状況 —オルソ空中写真画像によるハイマツ林後退状況の把握—

(1) はじめに

乗鞍岳では、標高約2700mの壘平付近にいたる車道の開通後、車道建設による植物生態の変化が予見され、ハイマツについては、車道の谷側林縁部の年枝伸長成長量が、車道山側林縁部や車道から離れた群落内部に対して下回っていることが認められている(2-1-2参照)。一方、乗鞍岳壘平周辺には、最高峰の剣ヶ峰への登頂ルートをはじめとして、複数の歩道が設けられており、車道利用により容易に高山帯を訪れることが可能なため、多くの歩道利用者がある。この歩道周辺では、利用者の踏み込みによる踏圧や表流水の侵食などにより、高山植生の裸地

化(荒廃)が認められる。山岳地における歩道周辺の植生荒廃は、現在各地で報告があるが、その保全や高山植生復元の検討においては、植生荒廃地の空間的な分布を含む植生荒廃状況の把握が必要となる(土田・尾関 2003)。

植生荒廃地や植物群落の分布図(植生図)は、通常、空中写真をもとに作成されるが、空中写真の判読、移写には技術・経験が必要とされ、判読者による技術差が精度に反映しやすい。しかし、近年、空中写真のデジタル画像化が容易となり、またパーソナルコンピュータ上で、空中写真の幾何学的歪みを補正し、他の地理情報との重ね合わせが可能となるオルソ(正射投影)画像の作成が可能となったことから、このオルソ空中写真画像を用いて、同一精度でより詳細に、空中写真を利用することが可能となった。

ここでは、オルソ空中写真画像を用いた山岳地に

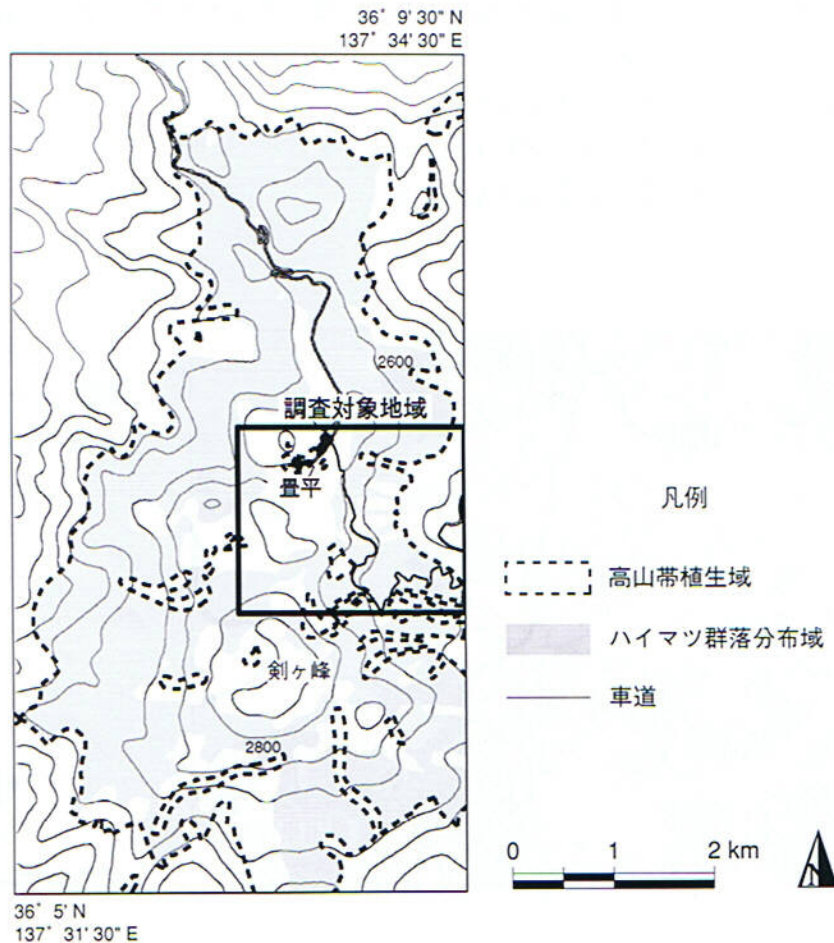


図2-1-2-1 調査対象地の位置

における植生荒廃状況の把握の試みとして、乗鞍岳高山帯に卓越し、その植生を特徴づけているハイマツ林に注目し、その分布と歩道周辺でのハイマツ林後退状況の把握を行った。

(2) 調査地と方法

調査対象地域は、乗鞍岳を訪れる自然公園利用者・登山者が集中する、畳平、大黒岳、富士見岳、肩ノ小屋などを含む地域とした(面積:4.2km²) (図2-1-2-1)。空中写真は、国土地理院により1977年に撮影されたカラー空中写真(写真番号CB77-10 C12-22)を使用した。空中写真をスキャナ(ES-8000, EPSON製)によりデジタル画像化し(解像度:360dpi)、地形図(国土地理院発行 数値地図25000(地図画像))を用いて、地上基準点(GCP)の地理座標を与えた(GCP点数:102)。オルソ画像の作成では地表面の標高情報を必要とするが、ここでは国土地理院発行の数値地図50mメッシュ(標高)をDEM(デジタル標高モデル)として用いてオルソ補正を行った。なお、単写真と既存のDEMを用いたオルソ空中写真画像の作成は、その作業量と精度のバランスから効率性が高い方法とさ

れている(光田ほか2000, 小林1998)。作成されたオルソ空中写真画像の位置精度を示す指標として、小林(1998)と同様にオルソ変換後のGCP残差の平均を算出した。

上記により作成されたオルソ空中写真画像を用いて、カラー画像の輝度による画像分類と目視により調査対象地域のハイマツ林を判読し、現地調査において判読結果を修正し、ハイマツ林分布図を作成した。また、同画像より、調査対象地域の歩道、車道を判読した。

ついで、歩道周辺のハイマツ林後退状況を確認するため、歩道の両側0.5m~30mの範囲内のハイマツ林面積をもとめた。面積算出にあたっては、歩道中心線から0.5mまでは幅0.5mで、1~10mまでは幅1mごとに、10m~30mまでは幅5mごとに、歩道中心線から帯状区(バッファ)を設け、帯状区内のハイマツ林面積の比(%)をもとめた。

これら、オルソ空中写真画像の作成および地理情報の重ね合わせ・分析には、GISソフトウェアTNTmips Ver.6.8(MicroImages, Inc.)を用いた。

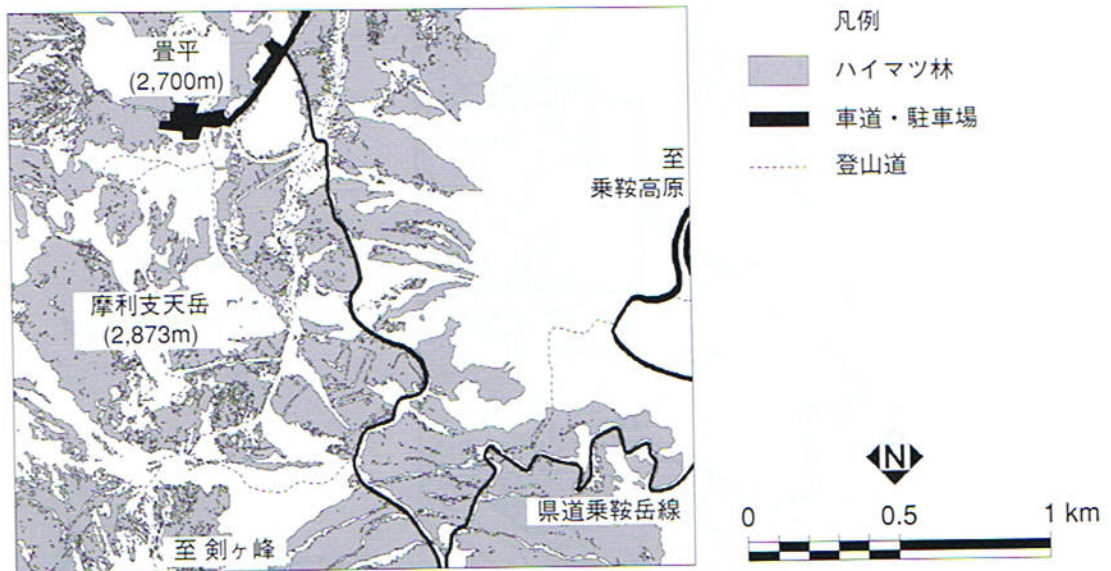


図2-1-2-2 乗鞍岳畳平周辺の歩道・車道利用とハイマツ林分布状況

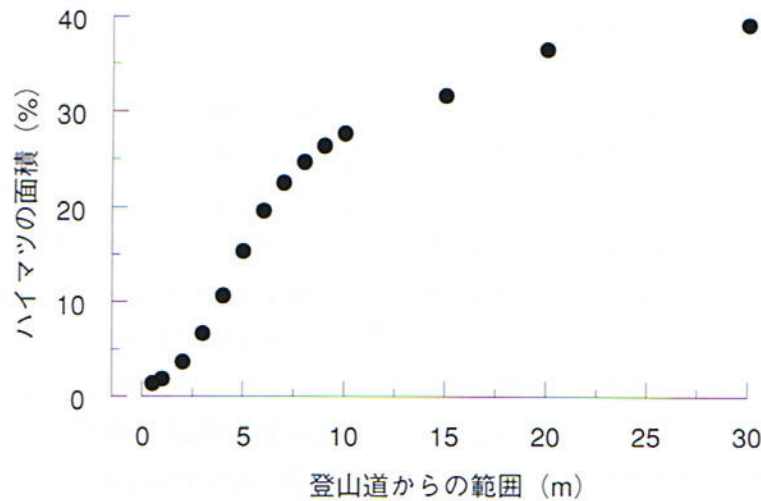


図2-1-2-3 乗鞍岳畳平周辺の歩道周辺に分布するハイマツ林の面積

歩道中心線から0.5mまでは幅0.5mで、1~10mまでは幅1mごとに、10m~30mまでは幅5mごとに、歩道中心線から帯状区(バッファ)を設け、帯状区内のハイマツ林面積の比(%)をもとめた。

(3) 結果および考察

オルソ空中写真画像

作成されたオルソ空中写真画像(口絵2)は、一部に画像の乱れが認められるものの、概ね地形図上の道路や構造物と一致していることが確認される。このオルソ空中写真画像では、オルソ変換後のGCP残差の平均は11.4mで、縮尺1/25,000程度での地表地物の判読には十分な精度のものと考えられた。なお、対象地域が山岳地であることから、GCPとなる位置の明かな目標地物は山腹斜面に少なく、登山道、車道等の周辺に集中する傾向にあった。また、オルソ空中写真画像にみられる画像の乱れ(画像左上部分など)は、主に空中写真において中心投影による歪みが大きい部分(中心投影上背面にあたる山腹斜面など)に発生したことが考えられた。

ハイマツ林分布

オルソ空中写真画像により作成したハイマツ林分布図を図2-1-2-2(口絵2参照)に示した。ハイマツ林は、調査対象地域のほぼ全域に分布し、その総面積は、1.7km²であった。調査対象地では、ハイマツ林は、標高約2500mより上部に分布しており、その下端部分は亜高山帯性の落葉高木林であるダケ

カンバ林や亜高山帯性の針葉高木林であるシラビソ-オオシラビソ林に接しているため、図中右半部にはハイマツ林が分布していない。

また、ハイマツ林分布域内では、ハイマツ林は桔梗ヶ原などの緩斜面では卓越し、斜面を連続的に覆う一方、大黒岳、魔王岳などの山頂付近の稜線部では風衝作用により連続した林分が分断され、パッチ状の林分を形成することが確認される。鶴ヶ池、亀ヶ池、不消ヶ池などの凹地にみられる池沼の周辺や、摩利支天岳南方の凹型の斜面では、積雪量が多く融雪期が遅いためハイマツの定着がみられず、雪田性の植物群落が発達している。また、富士見岳東斜面などでは、沢状地の周囲で帯状にハイマツ林が欠如しており、これらにはミヤマハンノキ、ウラジロナナカマドなどからなる落葉低木林が発達していると考えられる。

歩道周辺のハイマツ林後退状況

ハイマツ林分布図(図2-1-2-2)では、畳平に達する車道周辺や歩道周辺において、ハイマツ林の分断が確認される。車道については、長野県側を通過する車道の谷側(車道東側)において、ハイマツ林の欠除がみられ、車道建設時のハイマツ伐採および盛土等により、ハイマツ林縁の後退が発生したと考えられる。乗鞍岳では、車道周辺のハイマツ林に

において、車道谷側林縁部の年枝伸長成長量が、車道山側林縁部や車道から離れた群落内部に対して下回っていることが認められており、今後の道路近傍におけるハイマツ林縁の後退が懸念される（2-1-2参照）。

歩道については、ハイマツ林分布図から歩道の周囲30mの範囲でハイマツ林面積を算定した結果（図2-1-2-3）、歩道中心から10m以上離れると、ほぼ一定の面積比となるが（30~40%）、歩道近傍ではハイマツ林の面積比が小さく、歩道中心から離れるに従い漸次増加する様子が確認された。調査対象地域では、ハイマツ林の面積比の減少範囲が歩道中心から約10mに達していたが、本地域では一部の歩道区間で自動車道路を利用しており、その歩道幅員が比較的広いこと、また、歩道がハイマツ林の少ない稜線・尾根上を通過する場合のあることなどから、ハイマツ林の減少域が踏圧など歩道利用によるハイマツ林の後退を過大に評価した可能性も考えられる。

（4） おわりに

1977年に撮影された空中写真を用いてハイマツ林分布および歩道・車道との地理情報を詳細に把握することができた。近年、人工衛星によるリモートセンシングデータの高解像度化がすすんだ結果、現在では地上分解能約1mのデータも入手可能となっており、植生に関する空間情報の取得にも活用がはじめられている。しかし、空中写真は1940年代後半より現在まで画像が蓄積されており、経年的な自然環境の空間的な変化をとらえる上では不可欠の資料である。また、そのデジタルオルソ画像を用いることにより、複数の年次の空中写真から変化領域の抽出や、他の地理情報との相互関連的な分析も可能となる。ここでは、1977年に撮影された空中写真を用いたが、この画像をもとに近年撮影された空中写真との比較や、ハイマツ林以外の植生判読、他の生物の生息環境としての評価などへの利用が期待される。また、今後は、山岳地域の自然環境把握手法の一つとして、より広範囲のオルソ空中写真画像の作成・整備およびその画像分析が望まれる。

2-1-3 苗場山における登山道周辺の植生荒廃状況

(1) はじめに

苗場山は、その山頂付近の緩斜面上に山地湿原や亜高山帯針葉樹林が発達している。その特異的な景観は、古くより知られ、江戸時代後期に鈴木牧之が著した『北越雪譜』においても、「絶頂に天然の苗田あり、依て昔より山の名に呼なり…山の名によぶ苗場という所ここかしこにあり…」と記録されている。現在、苗場山山頂部は、上信越高原国立公園の特別保護地区に含まれているほか、日本の重要湿地500（環境省 2001）においても、その選定基準1（生物の生育・生息地として典型的または相当の規模の面積を有している場合）に相当するものとして選定されている。また、苗場山の植生は、「植物群落レッドデータ・ブック」（我が国における保護上重要な植物種および植物群落研究委員会 1996）において、ランク2（将来の破壊が危惧される）に相当する植物群落として取り上げられているなど、苗場山の学術的また自然保護上の評価は高い。

しかし、この苗場山を訪れる登山者は現在年間約3万人程度と推定され、その登山利用による登山道周辺の植生荒廃が懸念されることから、苗場山登山道周辺の植生分布および植生荒廃の現状について明らかにした。なお、植生分布に関わる立地環境では、多雪地での登山道（木道）設置と利用にあたって、周辺植生の保全上重要な要素とされる（渡辺ほか

2002）、消雪時期について取り上げた。

(2) 調査地の概要

苗場山は、長野県と新潟県の県境に位置する（ $36^{\circ} 50' N$, $138^{\circ} 41' E$ ）、標高2,145mの成層火山である（図2-1-3-1）。現在の山頂付近には、山頂から南西方向に、安山岩溶岩により台地状の緩斜面が形成されている（標高約1,800m以高）。この緩斜面上に発達する山地湿原の泥炭層の厚さは約50cm程度で（関口ほか 1995；辻 1975）、14C年代測定値から湿原形成開始時期は、およそ4,000年前と推定されている（小泉 2002）。

苗場山頂付近の推定気候値（3次メッシュコード：55382515、統計期間：1971年～2000年）（気象庁 2002）は、年平均気温 $2.5^{\circ}C$ 、月平均気温の最低値（2月） $-10.1^{\circ}C$ 、最高値（8月） $15.8^{\circ}C$ 、年降水量 $2,211mm$ 、最深積雪（3月） $235cm$ である。

苗場山の山麓から山腹下部はチシマザサ-ブナ群団域で、山腹上部にはオオシラビソ林、ダケカンバ林が分布する。山頂部の緩斜面上には森林植生ではハイマツ林、オオシラビソ林がみられるほか、チシマザサ草原、中間湿原性のヌマガヤ-ショウジョウスケ群落、シラネニンジン-イボミズゴケ群集などからなる高層湿原植生（松田・市村 1993）が発達している。

苗場山山頂へ至る登山道は、湿原群を通過しており、その登山道は、近年では長野県において1994年（平成6年）に湿原中を通過している旧道の上に木道が整備されている。

(3) 方法

相観植生図の作成

調査対象範囲は、苗場山山頂付近で湿原植生が発達する標高2,000m以上の地域とした（ $1.9km^2$ ）（図2-1-3-1）。対象地域のほぼ全域を撮影した、（社）日本林業技術協会発行の1998年9月撮影カラー空中写真（写真番号 C98-37 C1A-5）を相観植生図作成の基礎情報として用いた。植生図作成に先立ち、

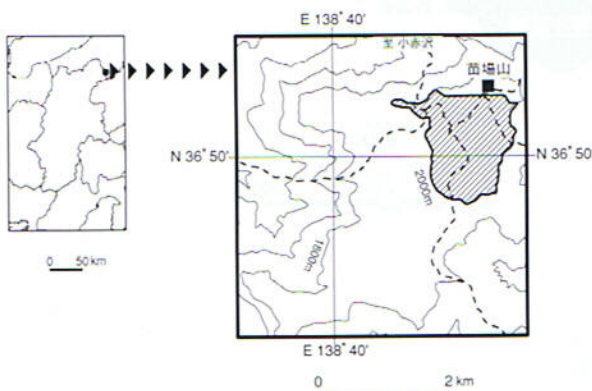


図2-1-3-1 調査地の位置

この空中写真をスキャナによってコンピュータに取り込み、10m間隔のDEM（デジタル標高モデル）（GISMAP Terrain、北海道地図株式会社）を用いてオルソ空中写真画像を作成した（オルソ空中写真画像の詳細については2-1-2参照）。

現地調査として、同空中写真上で判読できる植生界を確認し写真上に記録したほか、代表的な地点で植生調査を行い、出現種とその被度および群度を測定した。植生調査結果および苗場山頂湿原の植生に関する既往研究（松田・市村 1993；信州大学教育学部植物生態研究グループ 1969）を参考として相観植生図の凡例を定めた。オルソ空中写真画像をも

とに、現地調査時の記録および写真判読される相観植生界をトレースし、相観植生図を作成した。

残雪分布図の作成

苗場山頂湿原の残雪分布状況を把握するために、融雪期にあたる2003年6月5日と6月30日に、ヘリコプターからデジタルカメラ（COOLPIX990、Nikon）を用いて、斜め空中写真の撮影を行った。撮影時には、調査地域上空を複数回旋回することにより、調査対象範囲全域をカバーできるように留意した。撮影した写真をもとに、調査対象範囲のデジタルオルソ画像上で、撮影時の残雪部分を描画し、

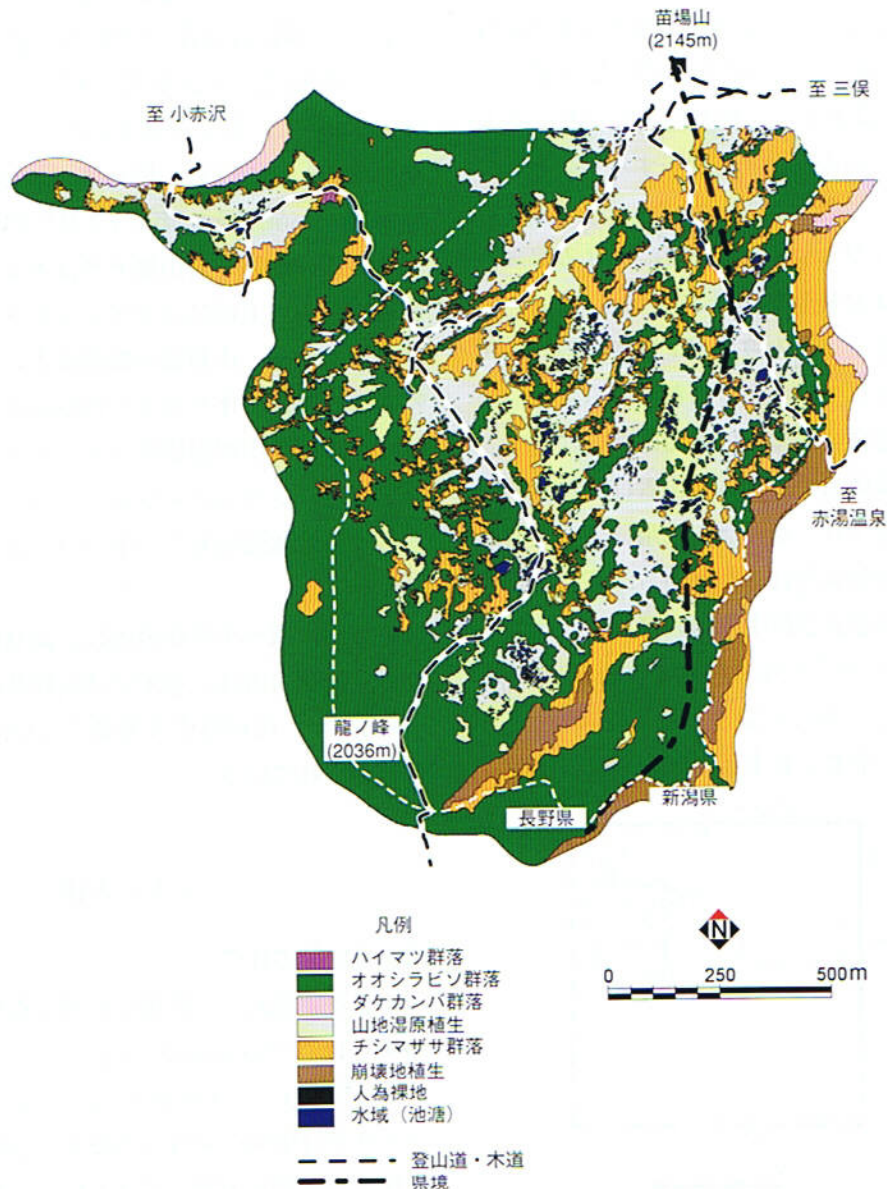


図2-1-3-2 苗場山頂周辺の相観植生図 図中の白点線は、残雪分布図作成範囲を示す。

残雪分布図を作成した。

分析

植生分布と残雪分布の対応関係について、植生図と残雪分布図のオーバーレイ分析により、消雪時期（6月5日以前、6月5日以降、6月30日以降）ごとに、各植生単位の露出している面積を計測し、植生単位ごとに百分率を計算した。

(4) 結果および考察

相観植生図

相観植生図(図2-1-3-2)の作成にあたっては、空中写真および現地調査で識別された高山低木林のハイマツ群落、亜高山針葉高木林のオオシラビソ群落、亜高山落葉高木林のダケカンバ群落、亜高山草原植生のチシマザサ群落、山地湿原植生、崩壊地植生と、自然裸地、人為裸地および水域(池塘)を凡例として定めた。苗場山山頂湿原の植生は、スマガヤ、ショウジョウスゲ、ワタスゲ、タテヤマリンドウ、シラネニンジンなどからなる中間湿原性のスマガヤーショウジョウスゲ群落と、ミズゴケ類、ヒメシクナゲ、モウセンゴケ、ワタスゲ、ツルコケモモなどからなる高層湿原植生を含むが、これらの植

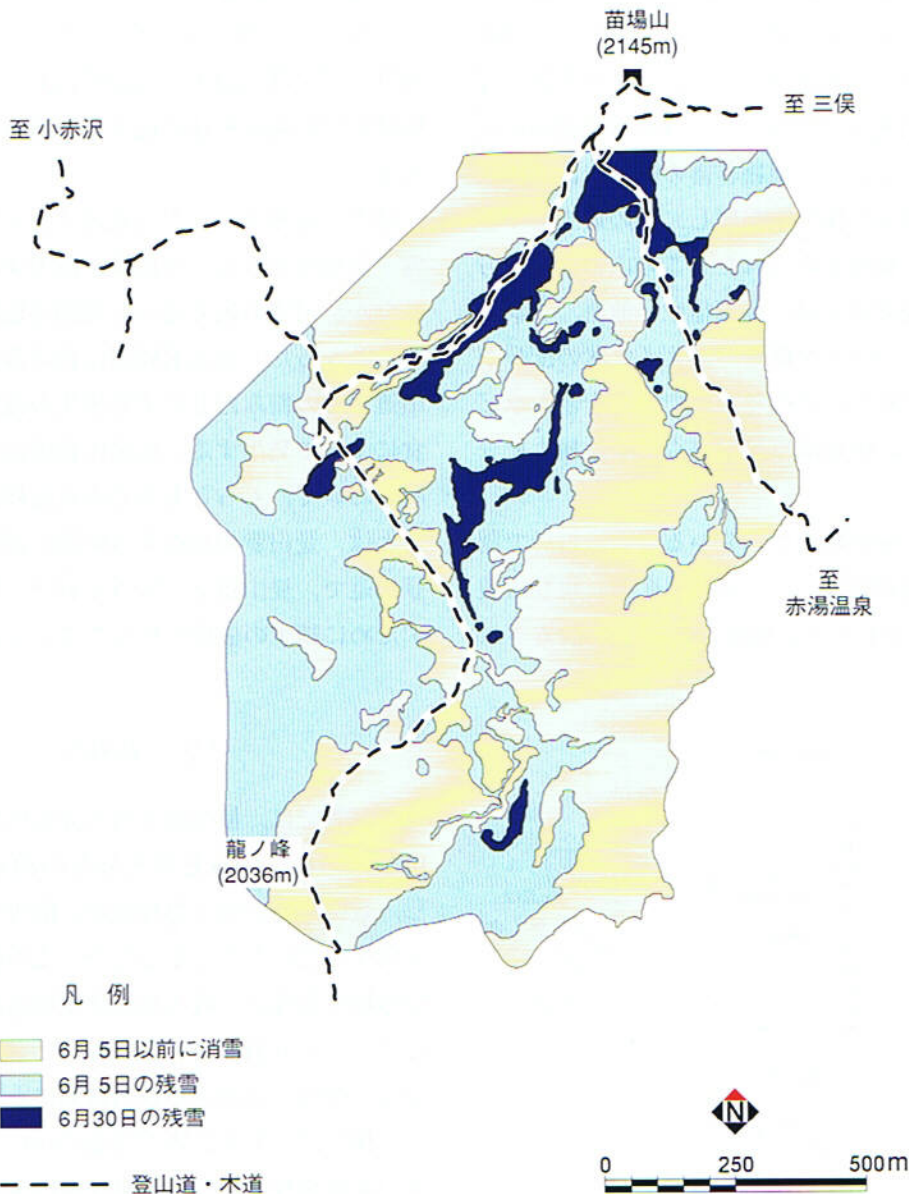


図2-1-3-3 苗場山頂周辺の残雪分布図

物群落の配分は緩斜面上で非常に入り組んでおり、その分布の詳細を把握することが困難であったことから、今調査では山地湿原植生として包含的に示した。また、山頂の台地状の地形の縁にみられる急崖部分に分布する亜高山高茎草本群落や砂礫地上の植物群落は崩壊地植生として示した。そのほか、小面積にみられた針葉低木林のクロベ群落はオオシラビソ群落に、湿性高茎草本群落のコバイケイソウ群落、ショウジョウスゲ、イワイチョウ、チングルマなどからなる雪田性のショウジョウスゲイワイチョウ群落は山地湿原植生にそれぞれ含めた。

調査対象範囲である標高2,000m以上では、亜高山針葉高木林のオオシラビソ群落をもっとも卓越しており、面積比で50%を占めた。このオオシラビソ群落と山地湿原植生（同26%）、チシマザサ群落（同17%）および池塘（同2%）で、調査対象範囲の面積の95%を占めていた。植物群落の配分では、山頂部から南に山地湿原植生が展開し、その周囲にオオシラビソ群落の発達が見られた。この山頂から南方に展開する山地湿原では、湿原植生、池塘、チシマザサ群落、オオシラビソ群落のモザイク状の配分が顕著であるのに対し、その周辺部では、オオシラビソ群落が卓越し、山地湿原植生が点在する植生配分を示した。

人為裸地は、現在使用されている登山道沿いで認められた。裸地の幅は、4～10m程度で、現登山道（木道）は裸地中もしくは裸地に隣接して設置されていた。

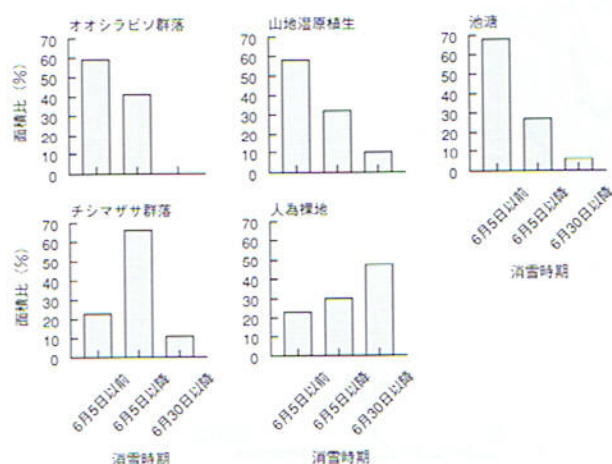


図2-1-3-4 植生と残雪分布（消雪時期）の対応関係

植生と消雪時期の対応関係

2003年6月5日と30日に観察された残雪分布域を図2-1-3-3に示した。調査対象範囲中で、この残雪分布図では、両観察日ともに観察することのできた範囲の残雪分布のみを示しており、その範囲は調査対象範囲の70%である。6月5日から6月30日にかけて、残雪の面積は0.6km²から0.1km²に減少していた。

この残雪分布図および相観植生図から示される、調査対象範囲内の植物群落と消雪時期の対応関係は、図2-1-3-4にまとめられる。

分析の結果、オオシラビソ群落、山地湿原植生、池塘はともに、消雪が6月5日以前と早い場所にもっとも多く立地していた。またチシマザサ群落は、6月5日以降に消雪する場所にもっとも多く、消雪時期の早い場所や逆に最も遅く消雪する場所では少なかった。

植生荒廃地を示す人為裸地は、6月5日以前に消雪する場所や6月5日以降に消雪する場所にもみられたが、消雪の最も遅い6月30日以降の場所でもっとも多かった。登山道周辺における人為裸地は、登山道からの踏みだしによる植生の荒廃や表流水の侵食によって発生する。苗場山頂周辺で消雪の遅い場所において、もっとも多くの人為裸地が生じていたことは、登山者の通行する時期と消雪時期が重なる登山道で、登山道上の残雪を避けて周囲への踏み出すために植生の破壊が生じたことが示唆される。

(5) おわりに

本調査では、植生図と残雪分布図を用いて苗場山山頂部の植生分布と残雪分布の相互関連性を分析し、登山道沿いの人為裸地が、消雪の遅い場所で多く発生していたことを示した。この消雪の遅い場所での植生荒廃が、残雪を避けて周辺植生上を歩行することにより引き起こされることが考えられることから、苗場山における登山道利用を考える上において、植生図とともに残雪分布についても、植生保全上の基礎資料としての活用が期待される。

2-2 植生保全にむけた登山道のあり方

環境省の行った「国立・国定公園における登山道のあり方検討調査」では、登山道について、以下のような成り立ちをもち、利用・整備上の特性があるとしている（環境省自然環境局・財団法人 自然環境研究センター 2002）。

○登山道の成り立ちについて

- ・旧来から信仰などで利用されてきた、自然発生的な山道。
- ・陸軍参謀本部陸地測量部（現国土地理院）が三角点を設置するための測量や気象観測のために設けたもの。
- ・林野庁（森林管理署）が本来は森林管理のために作った道が登山に使われてきたもの。
- ・山小屋などの山岳関連事業者が造った道。
- ・自然公園の公園計画の中で歩道（登山道タイプ）として位置づけられ、国（環境省）・県が整備しているもの。
- ・登山者がルートを切り開いて作った道。

○登山道の特性

- ・人と自然との距離が最も近い地域（山岳）における施設
- ・安全性、快適性を確保するには限界がある
- ・登山道整備は、維持管理が基本
- ・利用は登山者の自己責任

このような登山道について、その整備上の課題としては、周囲の景観への配慮や侵食対策などの工法上の問題、整備および維持管理主体が不明確であること、維持管理費の確保などの維持管理上の問題、整備者の責任範囲が不明確である問題などの指摘があるが、周辺植生の保全や植生荒廃の防止の観点から考えられる課題には、登山道の設定や整備に先立ち、現行の登山道の多くで、周辺植生の保全に配慮した路線計画検討がなされていないことがある。

苗場山（上信越高原国立公園）の植生荒廃地の分布と残雪分布の関連では、消雪の遅い場所を通過する登山道の周囲において、植生荒廃が生じており、登山者の通行する時期と消雪時期が重なる登山道付近で、周辺植生の破壊が生じたことが示唆された（2-1-3参照）。このことは、苗場山と同様に多雪山地の湿原植生付近を通過する登山道の影響について検討した事例においても（渡辺ほか 2002）、同様の報告があり、本来、残雪分布を考慮して、登山道の路線を検討することが望ましい。

また、苗場山では、その山頂湿原において、踏圧による破壊が生じやすい植生として、池溏縁などにみられる高層湿原植生が知られ、登山道（木道）から20m以内では、池溏縁の植生の破壊と池溏の消失が報告されている（松田・市村 1993）。残雪分布同様、本来、このような破壊をうけやすい植生分布にも配慮した登山道の路線検討が望まれる。

そこで、苗場山における登山道適地選定の試みとして、オルソ空中写真画像から作成した植生図をもとに、すべての池溏縁から20mのバッファ（干渉帯域）を作成した（図2-2-1）。一方、自然公園内の登山道においては、その優れた風景地や自然環境を体験する機能も求められることから、DEMを用いて風景地（ここでは湿原中の池溏）の推定展望可能域を算出した（図2-2-1）。この適地選定図では、現在の登山道の一部で、池溏のバッファ内の連続的な通過がみられることから、高層湿原植生や池溏の破壊が危惧され、このような登山道の迂回や利用制限などの対応の必要性も考えられる。山地の湿原では、踏圧による植生荒廃が発生した場合、自然条件下では容易に植生が回復せず、裸地化が周囲へと進行することが知られており（尾関・松田 1999）、登山道の設置にあたっては、その設置箇所について、空中写真画像や植生図等の主題図を用いた地理情報分析の積極的な活用が望まれる。

さらに、登山道整備においては、原則として、湿

原植生や木道利用の場合に限らず、周辺植生や立地環境の十分な調査と路線検討が、植生荒廃の防止に重要な役割を果たすことを認識し、登山道整備計画

を検討する場合には、そうした調査検討体制を構築することも求められよう。

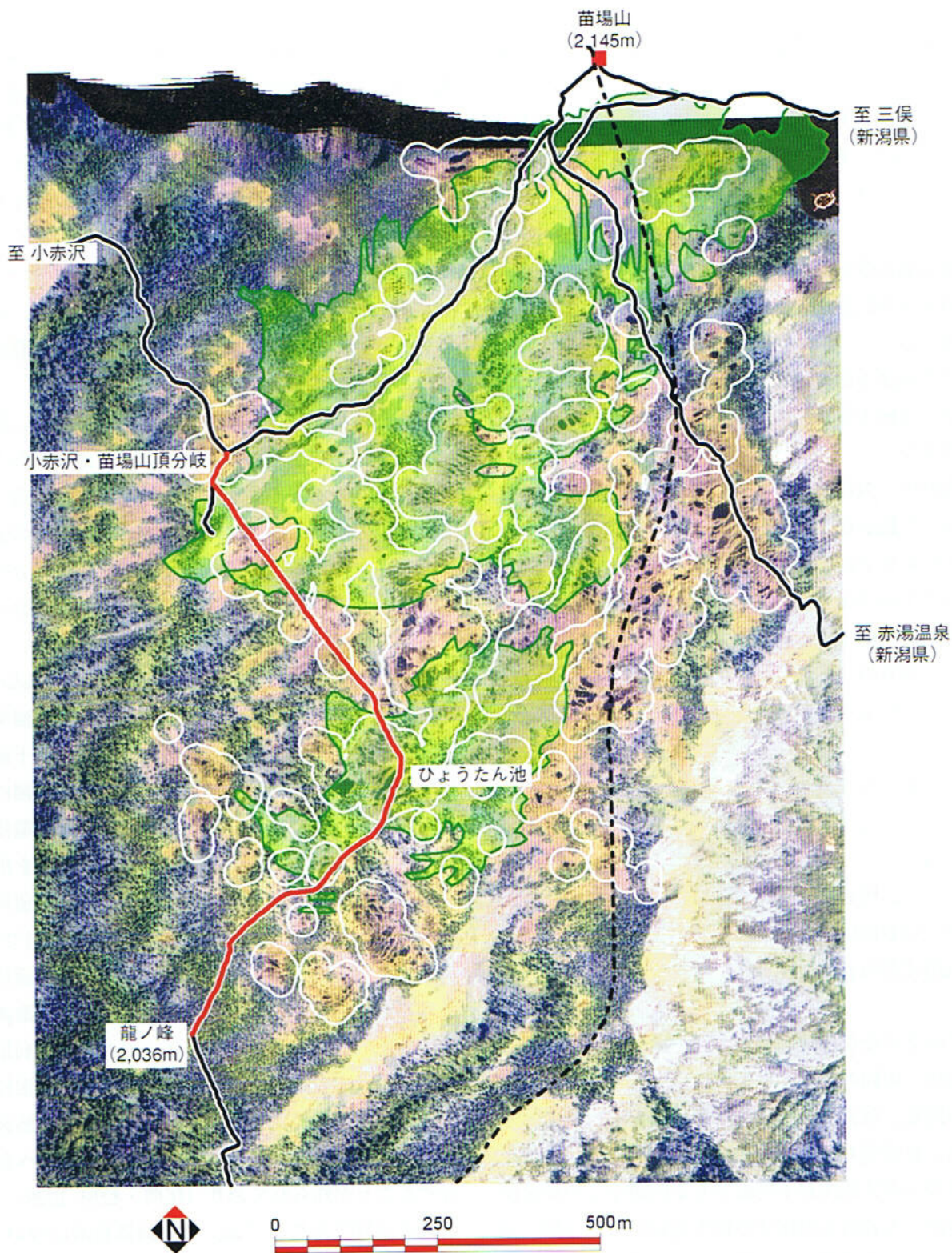


図2-2-1 苗場山頂湿原周辺の登山道ルート適地検討図

画像中の黒色および赤色実線は登山道、一点破線は県境を示す。白実線で囲まれた範囲は、湿原内の池塘縁から20m以内、緑色部分は、ひょうたん池の推定可視範囲を示す。

3章

総括

総括—山岳環境の保全にむけて—

このプロジェクト研究では、長野県内の山岳のなかから集中利用の発生している地域などを事例として、登山道や車道周辺で生じている植生荒廃について、その現状を把握やオルソ空中写真画像による植生荒廃の把握手法に関する基礎的な調査研究を行った。また、その調査結果をふまえ、亜高山帯の山地湿原を事例として、その登山道整備のあり方に関する検討を行った。調査研究の結果では、登山道や車道周辺での植生荒廃や植生変化が進行している現状や今後懸念されることを示し、またそのような荒廃の発生する環境要因についてもふれた。

山岳地の自然を楽しむにあたって、登山道や歩道を歩くことは、多くの場合、最も基本的な行動である。そのため、登山道の設置や整備は、山岳地において最低限必要な施設整備の一つと考えることができる。しかし、その登山道も、集中的な利用がすすむことにより、植生の荒廃や登山道を流れる地表流水による侵食が生じる。一方、登山道の路面をコンクリートなどで固めた場合には、登山道そのものの侵食はみられなくなるが、地表流水による登山道の周囲への影響や、そのような登山道と山岳地の自然環境や景観の保全との親和性も課題となるため、登山道の整備と周辺環境の保全においては、事前に十分な検討が求められる。

「はじめに」でふれたように、2002年の国連「国際山岳年」および「国際エコツーリズム年」を契機として、日本のみならず国際的に山岳環境保全の取り組みに関心が集まる中、山岳地の適正利用に向けた登山道のあり方に関する検討は、国内外でとりあげられ、各地域共通の課題であることが示された。「造営物制」の自然公園として、山岳地を含む国立公園の管理に先進的に行っている北米の国立公園などでは、自然公園内の生物に与える公園利用者の影響を軽減するため、公園利用者数を制限する場合もあるが、そのような公園であっても、歩道（登山道）周辺の植生荒廃は発生し、荒廃地への植生復元の試みも日本と同様にみられる（Conlin & Ebersole 2001）。また、日本では知られないが、登山道周辺

での植生荒廃を、自然公園のオーバーユースの指標としてとらえ、植生の回復から利用規制まで、自然公園の特性にあわせた対策をとるとするオーバーユース対策のマニュアルが整備される例もある（Anderson et al 1998）。なお、この「オーバーユース」概念は、山岳地の適正利用の検討においてしばしば取り上げられ、その基本にある、山岳地の自然環境の環境容量（適正収容力）についての研究事例も知られる（環境庁 1973）。しかし、登山など山岳地の利用者の行動やそれぞれの行動が自然環境に与える影響の把握の困難さなどから、山岳地において環境容量を算出し、利用者数の検討に資することは容易ではない。

多くの山岳や山岳性自然公園を有する長野県においては、登山道整備を含む山岳地の自然保護は、その自然環境の貴重性において、また、山岳地にみられる観光資源の維持において、常に重要な自然保護課題の一つである。現在長野県では、「信州山岳環境保全のあり方研究会」を組織し、山のトイレ問題や登山道について課題整理や施策展開の検討をすすめており、長野県自然保護研究所においては、この研究会に参加すると同時に、本プロジェクト研究により登山道周辺の植生荒廃の把握や植生保全などに関する調査研究事例の蓄積を進めてきた。前述のオーバーユース対策マニュアルにおいては、まず環境容量を超えたインパクトとその影響を明らかにすることが重要とされているが、本プロジェクト研究において取り扱った、GISを活用したオルソ空中写真画像、残雪分布図などの各種主題図の作成、データベース化および分析は、そのような山岳地に発生している自然環境の変異の把握に有効な手法を試みたものとして位置づけられよう。

今後の登山道周辺の植生荒廃防止に向けた調査研究の展望では、まず、歩道利用にともなう植生荒廃の発生過程・要因を明らかにするため、山岳地での人間活動を定量的に把握する必要があると考えられる（牧田・後藤 1990、後藤・牧田 1990）。中部山岳をはじめとして、県内の山岳地においては、その入山者数や入山者の動態の把握が不十分であり、その把握手法や入山者の動態と自然環境へのインパクトの相

互関係を明らかにすることが必要とされよう。

そのような入山者の動態が把握できた上で、植生荒廃をはじめとする歩道周辺への利用者によるインパクトに関するモニタリング調査を実施することにより、植生荒廃の悪化等の環境影響が生じた場合には、その発生前の利用動態への変更の検討が可能となる。

また、過度の植生荒廃が進行した地域については、現在各地の山岳で行われている植生回復手法についての検証や効果的な手法の確立に関する調査研究の必要性も高い。

最後に、登山道のあり方や周辺植生の保全については、これまで述べた、その現状把握をはじめとする調査研究や登山道の整備技術・手法の確立も望まれる一方で、実際の整備の担い手や、山岳地を訪れ

る人への登山道外への踏みつけによって引き起こされる植生荒廃やその回復の困難さを伝える、環境教育の担い手の育成の重要性は極めて高い。

現在、長野県では登山道に限らず、山岳地の自然保護・環境教育の担い手の一つとして、約600名の方を長野県自然保護レンジャーとして委嘱している。自然保護レンジャーは、ボランティアとして県内の主に自然公園・自然環境保全地域などを巡回し、訪れる利用者への指導や、自然環境に関する情報を行うほか、その研修会などが開催されている。今後、こうした自然保護レンジャーの研修等において調査研究成果を活用し、山岳自然環境保護の担い手育成に取り組むとともに、ボランティアやNPOの参加による山岳地の植生荒廃に関するモニタリング調査体制の構築も考えられよう。

引用文献
& 資料

引用文献

1章

- 吉良竜夫 (1949) 日本の森林帯. 日本林業技術協会, 東京.
- 尾関雅章 (2001) 長野県中信地方の植生－飛騨山脈東側山腹における亜高山帯植生の分布－. 長野県自然保護研究所紀要第4巻 別冊3: 293-299.

2章

2-1-1 乗鞍岳における車道沿いのハイマツ林後退状況

- Kajimoto, T. (1992) Dynamics and dry matter production of belowground woody organs of *Pinus pumila* trees growing on the Kiso mountain range in central Japan. *Ecological Research* 7: 333-339.
- 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.
- 名取 陽・松田行雄 (1966) 乗鞍岳ハイマツの樹令および幹の肥大生長. 日本生態学会誌 16: 247-251.
- Sano, Y, Matano, T. & Ujihara, A. (1977) Growth of *Pinus pumila* and climate fluctuation in Japan. *Nature* 266: 159-161.
- Okitsu, S. & Ito, K. (1984) Vegetation dynamics of the Siberian dwarf pine (*Pinus pumila* Regel) in the Taisetsu mountain range, Hokkaido, Japan. *Vegetatio* 58: 105-113.
- 沖津 進 (1987) ハイマツ地上部の年輪推定. 日本林学会誌69: 195-197.
- 沖津 進 (1988) ハイマツ年枝生長の地理変異. 日本生態学会誌38: 177-183
- 土田勝義 (1973) 乗鞍岳車道沿道の植生 (1). 文部省特定研究, 「人間の生存にかかわる自然環境に関する基礎的研究」, 中部山岳地帯における生物環境の破壊とその復元に関する基礎的研究第1号 (清水建美編), pp. 26-35. 信州大学, 松本.
- 土田勝義 (1974) 乗鞍岳車道沿道の植生 (2). 文部省特定研究, 「人間の生存にかかわる自然環境に関する基礎的研究」, 中部山岳地帯における生物環境の破壊とその復元に関する基礎的研究第2号 (清水建美編), pp. 18-25. 信州大学, 松本.
- 氏原暉男・佐野 泰・俣野敏子・羽柴保夫 (1974) 乗鞍位ヶ原における車道開設がハイマツの生長におよぼす影響. 文部省特定研究, 「人間の生存にかかわる自然環境に関する基礎的研究」, 中部山岳地帯における生物環境の破壊とその復元に関する基礎的研究第2号 (清水建美編), pp. 2-5. 信州大学, 松本.

2-1-2 乗鞍岳における登山道周辺の植生荒廃状況－オルソ空中写真画像によるハイマツ林後退状況の把握－

- 小林裕之 (1998) 自分で作るオルソフォト－パソコンと市販ソフトによる作成例－. 森林航測185: 1-8.
- 光田 靖・高田佳夏・溝上展也・吉田茂二郎・今田盛生 (2000) 作成方法の違いによるデジタルオルソフォトの位置精度の比較TNTmipsを用いた事例研究. 九州大学農学部演習林報告81: 1-11.
- 土田勝義・尾関雅章 (2003) 登山道荒廃地の植生復元－北アルプス八方尾根蛇紋岩地を事例として－. 環境情報科学論文集17: 17-22.

2-1-3 苗場山における登山道周辺の植生荒廃状況

環境省 (2001) 日本の重要湿地500.

(ウェブサイトを参照：<http://www.sizenken.biodic.go.jp/wetland/>).

吉良竜夫 (1949) 日本の森林帯. 日本林業技術協会, 東京.

気象庁 (2002) メッシュ気候値2000統計期間1971~2000年. 気象庁.

小林 詢 (1966) 上越平標山頂付近における残雪の分布と凹地形との関係. 地理学評論39: 75-83.

小泉武栄 (2002) 北越のテーブルマウンテン苗場山. 「百名山の自然学-東日本編-」(清水長正編), pp. 94-95. 古今書院, 東京.

松田行雄・市村明彦 (1993) 苗場山高山植物植生調査報告書. 長野県.

関口千穂・嶋田繁・叶内敦子・杉原重夫 (1995) 苗場山湿原の堆積物と花粉分析. 日本第四紀学会講演要旨集25: 48-49.

島津光夫・立石雅昭 (1993) 苗場山地域の地質. 地域地質研究報告 (五万分ノ一地質図幅), 地質調査所.

信州大学教育学部植物生態研究グループ (1969) 苗場山頂湿原を主とした植物社会学的研究および苗場山の保護と利用に関する考察. 長野営林局.

辻誠一郎 (1975) 新潟県苗場山山頂部の傾斜地泥炭地の花粉分析. 地学研究26: 361-364.

我が国における保護上重要な植物種および植物群落研究委員会植物群落分科会 (1996) 植物群落レッドデータ・ブック. 財団法人自然保護協会・財団世界自然保護基金日本委員会.

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59: 404-425.

2-2 植生保全にむけた登山道のあり方

環境省自然環境局・財団法人自然環境研究センター (2002) 平成13年度国立・国定公園における登山道のあり方検討調査報告書. 環境省.

松田行雄・市村明彦 (1993) 苗場山高山植物植生調査報告書. 長野県.

尾関雅章・松田行雄 (1999) 天狗原湿原における19年間の植生変化. 長野県自然保護研究所紀要2: 13-21.

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. 「景観の分析と保護のための地生態学入門」(横山秀司編), pp. 204-215. 古今書院, 東京.

3章

Anderson, D.H., Lime, D.W. & Wang, T.L. (1998) Maintaining the Quality of Park Resource and Visitor Experiences - A Handbook for Managers. University of Minnesota Extension Service.

Conlin, D.B. & Ebersole, J.J. (2001) Restoration of an alpine disturbance: differential success of species in turf transplants, Colorado, USA. Arctic, Antarctic, and Alpine Research33: 340-347.

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」, pp. 89-141. : 弘前大学.

環境庁 (1973) 自然公園の収容力に関する研究. 環境庁.

牧田 肇・後藤忠志 (1990) アンケート調査による青森県の「学校登山」の現状と北八甲田山地. 特定研究「北八甲田山地の自然と開発」, pp. 145-175. 弘前大学.

資料 1. VIII International Congress of Ecology (2002年8月, ソウル)

Disturbance and restoration of alpine vegetation in Japanese Alps

Katsuyoshi Tsuchida* & Masaaki Ozeki**

*: Shinshu Univ., Matsumoto, Japan
(namaste@gipmc.shinshu-u.ac.jp)

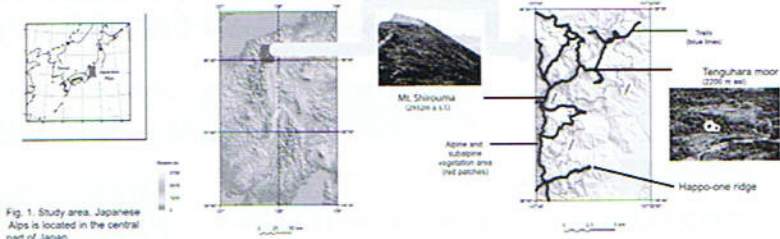
**: Nagano Nature Conservation Research Institute, Nagano 381-0075, Japan
(mozeki@nacri.pref.nagano.jp)

1. Introduction

The restoring alpine vegetation is important due to increasing human impacts on Japanese Alps (included in Chubu-Sangaku National Park). We studied disturbance on vegetation and restoration methods in alpine and subalpine area disturbed by human trampling in northern part of Japanese Alps (Fig. 1).

About disturbance on vegetation, we investigated the vegetation changes by trampling along the trails in Tenguvara moor (2200 m asl), Happo-one

2. Study area



3. Disturbance - Devastation by trampling

Mt. Shirouma

Many people have climbed since 1900 by the charms of beautiful landscape and alpine plants in this mountain. In 1970's, the number of visitors was reached the maximum of about 200,000 a year. So, the vegetation and alpine plants along the mountain trails were disturbed by the human activities such as trampling. We studied vegetation

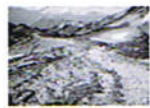


Fig. 2. Denivelation snow along trails in Mt.

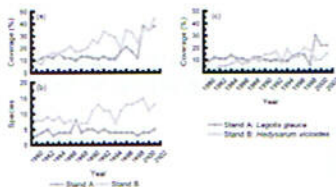


Fig. 3. Change of vegetation coverage (a), number of appearance species (b) and coverage of dominant species (c) in two permanent plots. Stand A: 1m X 3m, Stand B: 1m X 2m.

Happo-one ridge

Happo-one Ridge is formed by the serpentine rocks, and it has special flora and vegetation. This area was also disturbed by human impacts such as trampling, ski field construction and skiing.

We surveyed vegetation nearby bare area, and made a vegetation



Fig. 4. Air photo of Happo-one ridge (1480 - 1850m asl).

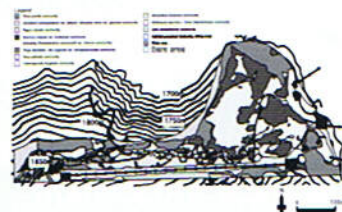


Fig. 5. Vegetation map of Happo-one ridge (1480 - 1850m asl). Bare and erosion areas (white patches) have a

Tenguvara moor

Mountaineering trails pass through a part of this moor. So, the devastation of vegetation occurred by step into the moor from the trail.

We made a comparative study used permanent belt transect in 1979, 1991, 1998, to getting the natural pattern



Fig. 6. Landscape around the permanent belt transect in Tenguvara moor (in year 1979, 1991 and 1998).

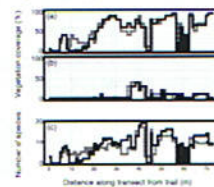


Fig. 7. Change of vegetation coverage of herbaceous layer (a) and moss layer (b), and change in number of occurrence species (c).

4. Restoration experiment

Mt. Shirouma

Restoration experiment of the devastated area along the trails started from 1978. Main work was the seeding, the covering by the vinyl or jute net (Fig. 8) and the transplantation of native plants into the bare ground.

For transplants area, seeded area, and controls, we followed vegetation changes in survey plots (ca. 1 m X 1m) since 1988. Coverage of alpine vegetation gradual increased in each plots, but then restorations didn't much develop with



Fig. 8. Jute net covering bare ground. The nets have effect on prevention

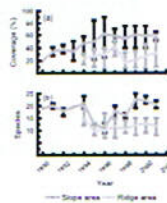


Fig. 9. Change of vegetation coverage (a) and number of appearance species (b) in

Happo-one ridge

The restoration of devastated areas was started from lower part (1750m asl.) in 1999. The jute net covered the devastated areas, which is able to rot. The restoration is difficult due to the serpentine areas and the recover of vegetation makes



Fig. 10. Jute net covering bare

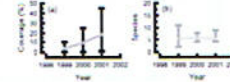


Fig. 11. Change of vegetation coverage (a), number of appearance species (b) in five plots with in restoration area. Each

5. Conclusion

The alpine area in the Japanese Alps is mostly covered by natural vegetation, and has not been disturbed by the cattle grazing and human activities except for the mountaineering and tourism. We have to conserve this natural alpine vegetation and to restore the areas devastated by human activities especially mountaineering.

It was shown in Mt. Shirouma, Happo-one ridge and Tenguvara moor, the vanishing of the alpine vegetation causes the soil erosion and leads to vicious circle of devastation. We attempt restoration of alpine vegetation used seeding, covering by the vinyl or jute net and the transplantation of native plants in Mt. Shirouma and Happo-one ridge, but it takes a long time to achieve the restoration.

踏みつけによる高山植生・お花畑の荒廃

日本アルプスの各地で、登山者の踏みつけによる高山植生やお花畑の荒廃が問題となっています。

登山者の集中や登山道の整備内容によっては、登山道の土壌浸食が生じる場合があります。登山道の浸食が進行すると、浸食された登山道をさける利用者によって登山道の拡幅や周辺植生の荒廃が連鎖的に発生します。

厳しい自然環境下にある高山帯では、いったん荒廃してしまった高山植生は容易には回復しないため、周辺植生の回復を誘導する植生復元工が施される場合もあります。

高山植生・お花畑の荒廃

北アルプス白馬岳(シラネオドリ)では・・・

北アルプス白馬岳(図 1)には、その美しい高山帯の景色と豊富な高山植物にひかれるように、多くの登山者が訪れます。1970年代の最も多いときで、2000,000人の登山者が1年間で白馬岳に登ったこともありました。そのため、登山道沿いの高山植生やお花畑の高山植物は踏みつけなどのために荒廃してしまいました(図2)。このように一度荒廃してしまった高山植生やお花畑は、自然条件下では容易に回復しないことが長期の調査により明らかとなっています(図3)。



図 2. 白馬岳の登山道沿い(標高約2800m)にみられる植生荒廃地(裸地)。

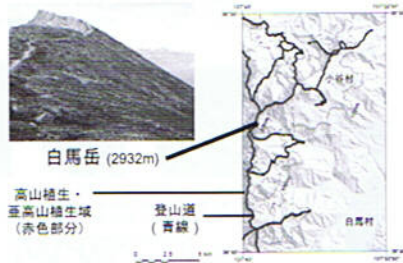


図 1. 北アルプス白馬岳の位置。白馬岳は、北アルプスの北端近くに位置している。

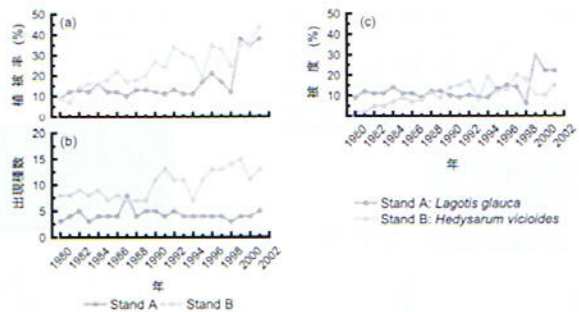


図 3. 高山帯の荒廃地に設置した定置枠内の植被率(a)、出現種数(b)、優占種の被度(c)の変化。Stand Aの大きさは1m X 3m、Stand Bの大きさは1m X 2m。

高山植生・お花畑の復元

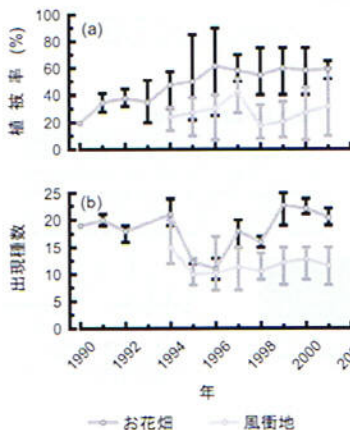


図 5. 植生復元実験地の植被率(a)と出現種数(b)の変化。植生復元実験は、白馬岳の主稜線風衝地とお花畑で行われている。



図 4. 植生復元工の例。裸地を麻製のネットで覆っている。ネットには、土壌の移動や流出を防ぐ効果があり、植生回復が促進される。

お花畑の回復を目指して・・・

白馬岳の登山道沿いの植生荒廃地では、1978年から植生復元のための実験が続けられています。植生を復元するため、高山植物の種子をまいたり、麻製のネットを貼り付けたり(図4)、周囲から高山植物を移植したりしています。

1988年から植生復元の様子を追跡調査してみると、どの場所でも植被率が増加していました。しかし、お花畑に比べて、より環境の厳しい稜線上の風衝地では、その回復は遅く、植生の回復は十分ではありませんでした。

より効果的な、植生復元方法やこれ以上の植生荒廃を防ぐための手だてを考えるために、今後も引き続き調査を続けることが大切です。

土田勝義 (信州大学農学部植物・地域生態学研究室)
・尾関雅章 (長野県自然保護研究所)



登山道による地形・景観への影響

登山道や歩道を“歩く”ことは、山岳地を利用するにあたって、多くの場合最も基本的な行為といえるでしょう。

もちろん、登山道・歩道を“歩く”ことは避けられませんが、登山者の集中する山や登山道の整備内容によっては、その自然景観に大きな変化をもたらす場合もあります。また、登山道や周辺での土壌浸食がいったん生じると、連鎖的に土壌の流出が進行し、裸地が拡大することとなります。わずかな土壌（泥炭層）によって成り立つ湿原では、土壌浸食が進行し、泥炭層が失われると二度と元にもどることはありません。



中央アルプス県立公園・千畳敷カールを通過する登山道。登山道の周囲に裸地がひろがる。



中部山岳国立公園・立山室堂。多くの観光客が訪れる室堂では、歩道路面がコンクリートで固められた石畳となっている。

湿原景観・土壌層の変化

北アルプス北部亜高山帯に位置する、天狗原湿原（標高約2200m）では、白馬乗鞍岳にいたる登山道が湿原の端部を木道として通過しています。以前は湿原への立ち入りを防止するためのロープもなかったことから、湿原への立ち入り、踏みつけにより、裸地が発生しました（図1）。



天狗原湿原（2200m）

この天狗原湿原において、湿原内を通過する木道から湿原内にかけての裸地の広がりや植生を追跡調査してみると、木道付近の裸地が徐々に拡大している様子が明らかとなりました（図2、3）。



図1. 天狗原湿原での調査地周辺の植生景観の変遷（撮影：1979年、1991年、1998年）。

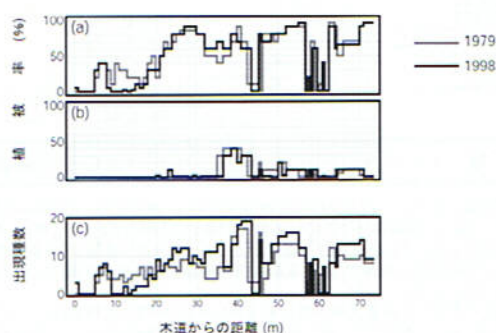


図2. 1979年と1998年時の草本層の植被率(a)、コケ層の植被率(b)、出現種数(c)。赤：1979年、黒：1998年。

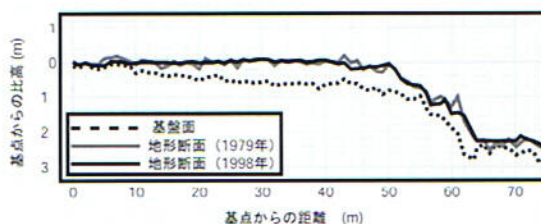


図3. 調査区内の基盤面と地形断面。

裸地が一度発生すると、その裸地からは土壌（泥炭）が流出し、木道に近い場所では、泥炭層の下の基盤が露出し始めています。

湿原の基盤である泥炭層は、長い時間をかけて形成されており、一度失われると二度と復元することはできません。



尾関雅章（長野県自然保護研究所）

・土田勝義（信州大学農学部植物・地域生態学研究室）・松田行雄（長野県植物研究会）

乗鞍岳における車道際ハイマツの年枝成長とハイマツ林縁植生の変化
Alpine vegetation and annual stem elongation of *Pinus pumila* along the road in Mt. Norikura

尾関雅章*・土田勝義**

Masaaki Ozeki* & Katsuyoshi Tsuchida**

*長野県自然保護研究所

**信州大学農学部

* Nagano Nature Conservation Research Institute

** Shinshu Univ.

はじめに

本州中部、飛騨山脈南端部に位置する乗鞍岳高山帯では、広くハイマツ林が卓越している。この乗鞍岳には、山麓部から標高2,700mに達する自動車道が開設されており、道路建設後の沿道の高山植生・植物相およびハイマツの生育状況の変化が、これまでに危惧されてきた。



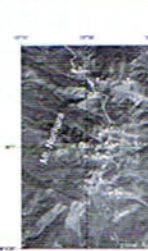
Introduction



そこで、人為的な影響を受ける高山植生の保全の観点から、まず乗鞍岳のハイマツ林の現況とその立地特性(地形分布特性)の把握を、GISおよびリモートセンシングデータを用いてすすめた。さらに車道際に生育するハイマツの年枝成長およびハイマツ林縁植生の現況について調査し、沿道ハイマツ林の維持・更新について検討した。

調査地

乗鞍岳は、最高峰の剣ヶ峰(標高3,026m)のほか、摩利支天岳、富士見岳など複数の峰からなるコニーデ型の火山とされる。この乗鞍岳には、現在東西山麓より標高2,700m地点まで自動車道路が開通しており、日本の山岳自然公園では、もともと高所まで自動車が通行可能な地域となっている。植生・年枝成長調査区を設けた。東側山麓を通過する自動車道路は、1963年に開通し、その後1979年に全線舗装化されている。



Location (above) and false color image of study area (right). False color image is generated by ASTER NVIR BAND 3, 2, 1 (RGB). Vegetation increases in reflectance to ASTER NVIR BAND 3. This ASTER data is distributed by ERSDAC. The highest peak of Mt. Norikura is Kengamine (3026m in a.s.l.) The yellow solid line indicate roads and parking area (right).

Study area

方法

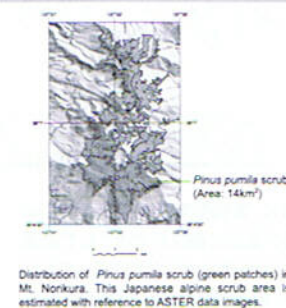


Placement of vegetation and annual stem elongation survey plots in *Pinus pumila* stand along the road. The yellow square: Vegetation survey plots (1m² X 5 plots); red circle: annual stem elongation survey plots of *Pinus pumila* (20 stems). Characters with red circle means: C, closed stand, L, lower edge of road, U, upper edge of road. Seedlings of *Pinus pumila* was surveyed from road to scrub edge.

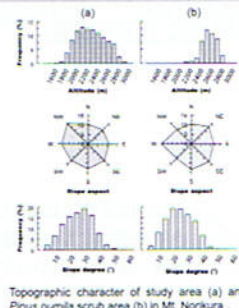
Methods

- ハイマツ林の地形分布特性
 - 2000年10月5日に撮像されたASTERデータ(データ提供: ERSDAC)等をもとに、調査地域内のハイマツ林分布域を推定
 - ハイマツ林域内の、地形特性-標高、斜面方位、斜面傾斜(国土地理院発行の数値地図50mメッシュ(標高)による)を算出
 - リモートセンシング・GISデータの処理には、TNTmips (MicroImages, Inc. USA)を使用
- ハイマツ林および林縁植生
 - リモートセンシングデータを用いた植生指標NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)によるハイマツ林の現況把握
 - 標高2,550mに設けた調査区(左図)でハイマツ林内~ハイマツ林縁部の植生およびハイマツ実生分布・樹齢を調査
- ハイマツ年枝成長
 - 標高2,550mに設けた調査区(左図)で、車道山側林縁部(U)、車道谷側林縁部(L)、群内(C)のそれぞれで、主幹20本を選定し、1981年から2000年までの年枝長を計測

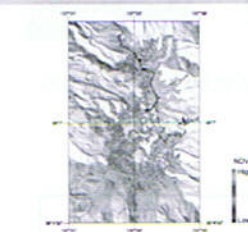
ハイマツ林の地形分布特性



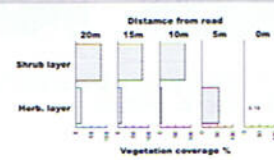
Topographic distribution



ハイマツ林および林縁植生



NDVI from ASTER data of *Pinus pumila* scrub in Mt. Norikura. NDVI has been in use to measure and monitor plant growth, vegetation cover and biomass production from multispectral satellite data.



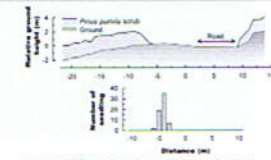
Change of vegetation layer from lower side of road to closed stand (0m, 5m, 10m, 15m and 20m from road).

車道谷側の道路至近部では、オンタデがわずかに点在する裸地が発達していた。また、ハイマツ林縁部の草本植生内ではハイマツ実生が確認された。

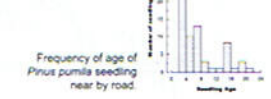
Vegetation of *Pinus pumila* scrub along road

Average of plant species cover (%) in plots (1m² X 5 plots) from lower side of road to closed stand (0m, 5m, 10, 15m and 20m from road). Each of "S" and "H" in Layer represents the shrub layer and herbaceous layer.

Layer	Site	Distance from road (m)
S	Pinus pumila	77.0, 60.0, 62.0, 71.0
S	Salix helvetica	7.0, 7.0
S	Salix glauca	10.0, 10.0
H	Vaccinium myrtillus	1.0, 2.0, 11.2, 11.2
H	Andromeda polifolia	1.0, 2.0, 2.0, 2.0
H	Chamaenerion laniatum	2.0, 2.0, 2.0, 2.0
H	Maianthemum bifidum	2.0, 2.0, 2.0, 2.0
H	Carex flacca	1.2, 2.1, 2.1, 2.1
H	Vaccinium vitis-idaea	2.0, 1.0, 2.0, 2.0
H	Rubus idaeus	2.0, 1.2, 1.0, 2.0
H	Urtica dioica	2.0, 1.0, 2.0, 2.0
H	Galium saxatile	10.0, 4.1, 1.0, 17.0
H	Urtica dioica	1.0, 1.0, 1.0, 2.0
H	Salix helvetica	1.0, 1.0, 4.0, 4.0
H	Phacelia sibirica	1.0, 1.0, 1.0, 1.0
H	Schistocarpus sibiricus	1.0, 1.0, 1.0, 1.0
H	Urtica dioica	1.0, 1.0, 1.0, 1.0
H	Carex flacca	1.0, 1.0, 1.0, 1.0
H	Urtica dioica	1.0, 1.0, 1.0, 1.0
H	Salix glauca	1.0, 1.0, 1.0, 1.0
H	Salix glauca	1.0, 1.0, 1.0, 1.0



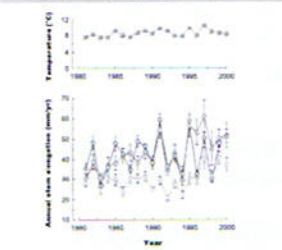
Number of *Pinus pumila* seedling near by road.



Frequency of age of *Pinus pumila* seedling near by road.

ハイマツ年枝成長

Annual stem elongation



Changes of the air temperature (mean of Jun, Jul, and Aug. in previous year) and of the annual stem elongation of *Pinus pumila* for each stand.

Correlation matrix of annual stem elongation shown by Spearman's correlation coefficient among the *Pinus pumila* stands.

	L	U
Lower edge of road (L)	1	0.936*
Upper edge of road (U)	0.936*	1
Closed stand (C)	0.547**	0.634**

* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$

各調査区間の年枝成長の同調性は、いずれの組み合わせにおいても高かったが、L区(道路谷側林縁部)は、他の調査区に比較して、過去20年間を通して、年枝成長が下回っていた。
なお、年枝成長と前年夏季気温との関係では、L区を除いて、有意な正の相関が認められた。

考察

conclusion

乗鞍岳における、ハイマツ群落の地形分布では、標高2,500~2,600m付近、傾斜15~20°の緩傾斜地でその分布頻度が高いことが示された。しかし、そのような立地においても車道際では裸地が生じているほか、道路山側・谷側でハイマツの年枝成長に差異が生じ、道路谷側林縁部で年枝成長が低下していることが明らかとなった。
斜面上方からの車道谷側への伏条更新によるハイマツの移動は、ハイマツ林が車道により分断されているため絶えており、今後林縁のハイマツの成長量がさらに低下し、枯死に至った場合には、車道際において裸地がさらに拡大する(ハイマツ林が後退する)可能性が懸念される。また、このような高山帯の裸地では、凍結融解作用による土壌の移動が激しいことなどから、ハイマツの実生を含む高山植物の定着が困難なため、その植生回復は容易ではないことも考えられる。
今後は、ハイマツ群落の保全を考える上においても、現在すでに発生している裸地をふくむ、裸地の高山植生の回復に関する取り組みが課題となろう。



研究プロジェクト成果報告 3
高山帯における植生の荒廃と再生に関する調査研究
(平成13～15年度)

2004年（平成16年）発行

編集・発行

長野県環境保全研究所
(旧 長野県自然保護研究所)

〒381-0075 長野市北郷 2054-120

Tel 026-239-1031

Fax 026-239-2929

E-mail kanken@pref.nagano.jp

印刷

葛友印刷株式会社

〒381-8511 長野市平林 280