

〈研究ノート〉

# ALOS 画像から推定した中部山岳地域における常緑針葉樹林の分布

高岡 貞夫\*

## 1. はじめに

日本の亜高山帯では常緑針葉樹の優占する森林植生が広く分布しているが、日本海側の多雪山地などで常緑針葉樹林帯が部分的に欠落し、チシマザサや落葉低木からなる偽高山帯と呼ばれる植生が成立しているところもある（四手井，1952）。この偽高山帯を含む亜高山帯の植生構造の成因については、梶（1982）による研究以降、最終氷期から現在にかけての気候変化と関連付けて発達史的に論じられてきた。しかし最終氷期以降に変化してきたのは気候因子だけでなく、植生の成立基盤となる地表面もまた、さまざまな地形形成作用のもとに変化を遂げてきた歴史があるから、そのような観点からも植生成立史を見ていく必要もあるかもしれない。

本研究で対象とする飛驒山脈は全体として積雪の多い地域であるが、山脈内でも山域によって積雪深は異なり、概ね北部から南部に向かって積雪深が減少する。本稿では、衛星画像によって作成した亜高山帯常緑針葉樹林の分布図を、主として積雪の影響との関係において検討する。山地斜面の地形発達史との関係については予察的な検討にとどめるが、本地域には亜高山帯に相当する領域に氷河・周氷河作用、火山活動、マスマーブメン

---

\*専修大学文学部教授

トなどによる新旧の地形が存在し、亜高山帯の植生構造を積雪環境と地形発達史の両面から検討する上で興味深い地域の一つである。

本地域の亜高山帯植生の分布構造に関する分析は既にいくつかなされている（吉田，1987；横山，1992a, b；尾関，2001など）。また、オオシラビソ、シラビソ、コメツガ、トウヒなど、亜高山帯に出現する主要な常緑針葉樹は、標高や積雪環境の違いに応じて特徴的な分布形態を持つ（逢沢・梶，2003）が、本研究ではこれら優占種ごとの検討はできない。しかし、本研究では飛驒山脈全体の常緑針葉樹林の分布を同一の基準と精度で把握し、分布の特徴を統一的に検討する。

## 2. 対象地域の概要

対象地域は飛驒山脈の標高1500 m以上の地域とした（図1）。対象地域の北部から中部にかけては、積雪深が300 cm以上となる地域が広く占め、特に冬季北西季節風に対して最前面となる白馬岳周辺および立山から黒部川源流域にかけての地域で積雪が多くなる（図2）。

本地域の基盤の地質は、日本海側から飛驒帯、飛驒外縁帯、美濃帯の順に並ぶ帯状構造をなし、白亜紀から古第三紀にかけての深成岩類や堆積岩からなる（町田ほか，2006）。白馬、立山、雲ノ平、焼岳、乗鞍岳の周辺には中期更新世以降の火山岩が分布し（図2）、それらの地域を中心に緩傾斜地も見られるが、山脈全体としては起伏の大きい地域が卓越し、マッシュアップメントによる地形が散在する。

環境省の第三回自然環境保全基礎調査による1/50000植生図を分析した尾関（2001）によると、槍ヶ岳以北の飛驒山脈には1595 mから2405 mの範囲に亜高山帯植生が分布している。亜高山帯を構成する植生のうち、シラビソ-オオシラビソ群集は北緯36度付近まで連続的に分布するが、それ

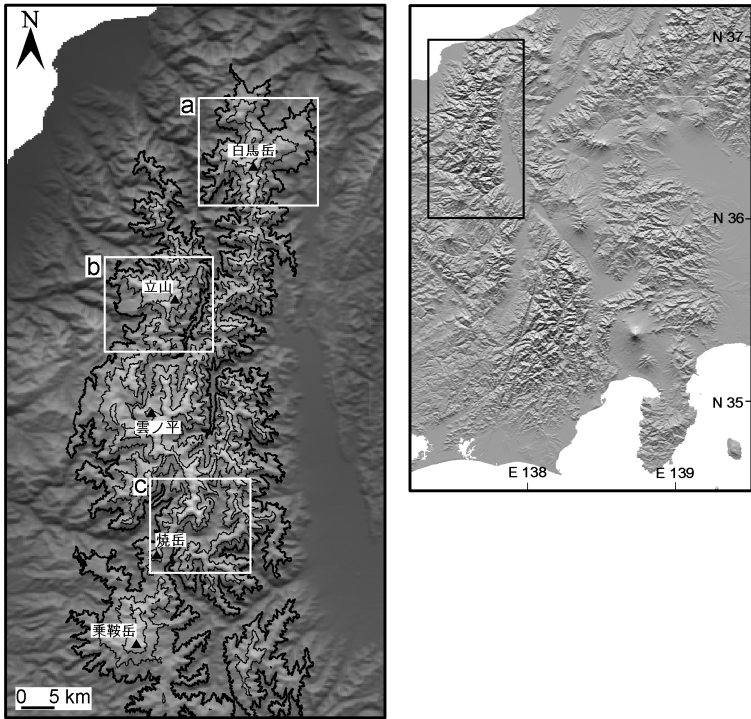


図1 調査地域

1500 m 以上の等高線が500 m 間隔で描かれている。方形枠 a~c は図 6~8 の範囲を示す。国土地理院による数値標高モデル10 m メッシュ (標高) および250 m メッシュ (標高) を使用した。

より北部では散在的な分布となり、代わりにダケカンバ群落が卓越するようになる。また北緯30度くらいより南では卓越する群落が標高によって異なり、亜高山帯上部ではシラビソ-オオシラビソ群集が、下部ではコメツガ群落がそれぞれ卓越する。

亜高山帯の分布上限にあたる森林限界は、積雪や強風の影響を受けて山域によって異なる優占種や植生構造を持つが、森林限界の高度は積雪深の大きな地域で低くなる傾向がある (横山, 1992a)。

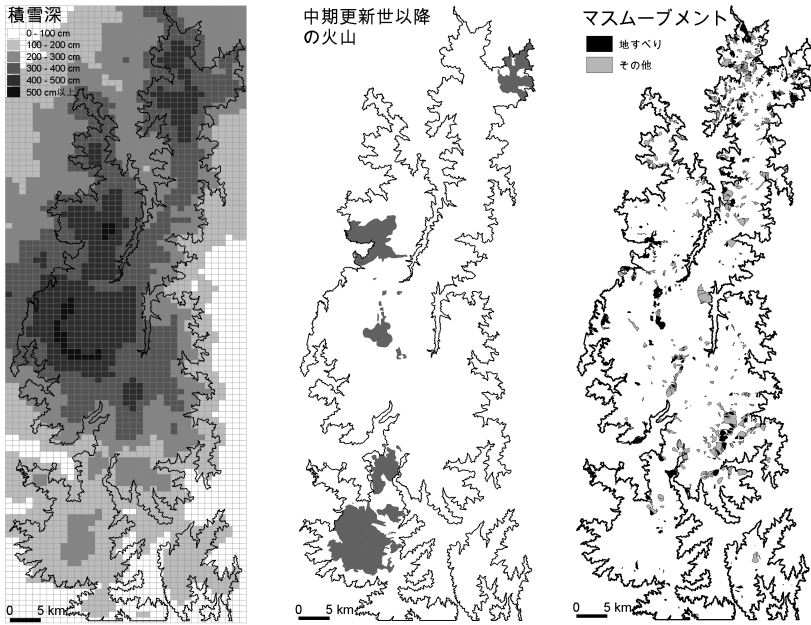


図2 対象地域の積雪深、中期更新世以降に噴出した火山岩、マスマーブメントによる地形の分布

積雪深はメッシュ気候値2000(気象庁)、火山岩の分布は1/200,000地質図(地質調査総合センター, 2009)、マスマーブメントによる地形の分布は防災科学技術研究所による地すべり地形分布図データベースをそれぞれ用いた。マスマーブメントによる地形の「その他」には崖錐、沖積錐、重力変形地形などを含む。曲線は1500 mの等高線。

### 3. 方法

常緑針葉樹林の分布図の作成には、2007年6月23日撮影のALOS AVNIR-2の画像を用いた。まず、飛騨山脈の1500 m以上の標高域をカバーする2シーンを対象に、RPCファイルを用いてオルソ化し、画像データを教師なし分類(ISODATAクラスタリング法)によって20クラスに分類した。

これを朝日岳周辺、白馬岳周辺、烏帽子岳周辺、上高地周辺における現地での観察結果および空中写真判読結果と比較を行い、常緑針葉樹高木林の分布域に相当するクラスを抽出・統合することにより、標高1500 m以上の地域の常緑針葉樹林分布図を作成した。また対象地域内の残雪域の分布についても、同様の手法で分布図を作成した。本研究で用いた ALOS 画像において、残雪に覆われるのは常緑針葉樹からなる高木林が成立しない斜面であり、残雪が常緑針葉樹林の分布域推定の妨げになることはなかった。

なお、本地域には近年の伐採の影響を受けた地域があり、特に南部の2000 m以下の標高域で卓越する。そこで、1970年代以降に撮影された空中写真の判読と現地での確認により、植林地および伐採跡地と推定される場所を抽出し、分析の対象から除外した。

常緑針葉樹林の分布の特徴を検討するため、国土地理院による数値標高モデル50 mメッシュ（標高）を用いて、対象地域における斜面傾斜と斜面方位を算出した。これを GIS で作成した500 mメッシュを用いて集計することによってメッシュごとの平均値を求め、常緑針葉樹林が各メッシュに占める面積割合と比較した。ここで、方位は Northwestness（方位角に45度を加えた値の余弦， $-1$ （南東）から $1$ （北西）の値をとる）に変換したものを平均した。

## 4. 結果と考察

### （1）飛驒山脈全体での分布の特徴

対象地域北部の白馬岳や立山周辺では常緑針葉樹林の発達が悪く、特に2000 m以上の標高域にはほとんどみられない（図3）。しかし中部から南部にかけて常緑針葉樹林の発達がよくなり、南部では標高2500 m付近ま

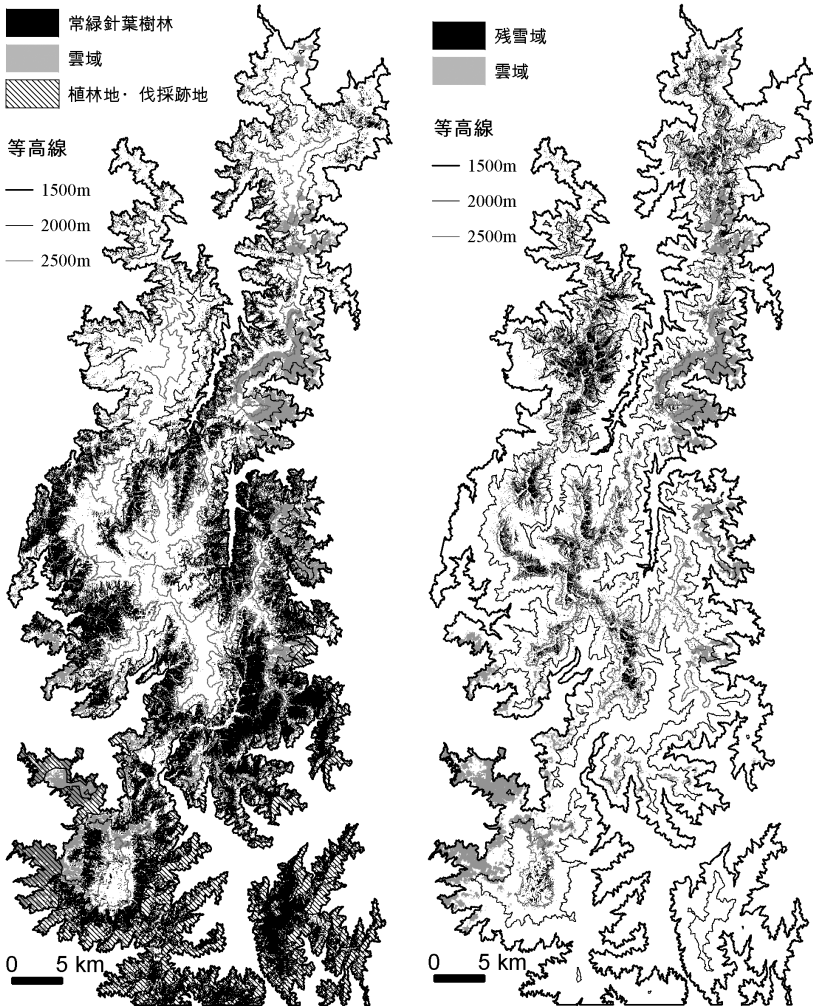


図3 飛騨山脈における常緑針葉樹林および残雪の分布域

2007年6月23日撮影のALOS AVNIR-2画像により推定した。

で連続的に常緑針葉樹林が発達するところが多い。一方、残雪域の分布は南部にいくほど乏しくなる。すなわち、北部では2000 m以上の標高域に占める割合が高いが、南部では2500 m以上の標高域に部分的に見られる

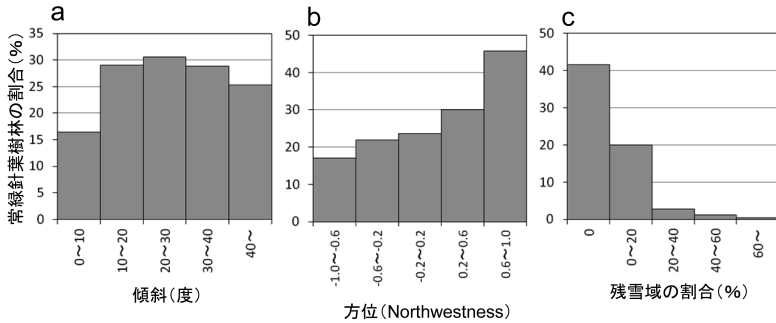


図4 常緑針葉樹林の分布と傾斜、方位、残雪との関係

程度である。

500 m メッシュで集計した常緑針葉樹林の分布の特徴をみると、斜面傾斜との間には明瞭な関係が認められないが、20～30度の階級で最も常緑針葉樹の割合が高い(図4 a)。0～10度の階級で常緑針葉樹林の割合が最も低く、他の階級の50～60%程度になっている。また、40度以上の階級が2番目に低い。これには、傾斜の緩い斜面では融雪水の排水不良などの影響で常緑針葉樹林が成立しにくい場所があることと、急傾斜地では雪圧によって常緑針葉樹林が成立しにくい場所があることが関係していると考えられるが、対象地域内で積雪深は一様でないので、詳細は地区別の検討が必要である。斜面方位との関係は明瞭で、北西向き斜面で常緑針葉樹林の面積割合が高く、南東向き斜面に向かうにつれて小さな値になる(図4 b)。対象地域を北部、中部、南部の3地区に分けて、斜面方位との関係を集計すると、積雪の影響の小さくなる南部も含めて、全ての地区で方位による常緑針葉樹林分布の偏りが認められた(図5)。

また、ALOS 画像から求めた残雪域が各500 m メッシュ内に占める面積割合を求め、これと常緑針葉樹林が占める割合と比較した(図4 c)。残雪域の割合が0%、すなわちALOS 画像の撮影日までに積雪の消えた場所では、常緑針葉樹林の占める割合が40%を超えるが、残雪域が広がるに

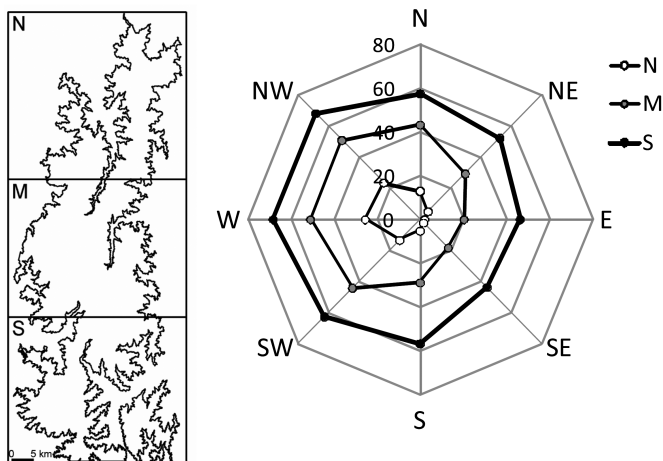


図5 地区別に見た斜面方位と常緑針葉樹林の分布との関係

常緑針葉樹林と推定されたセルを50 m メッシュにリサンプリングした上で、北部 (N)、中部 (M)、南部 (S) の別に方位分布を集計した。

つれて常緑針葉樹林の割合は小さくなっていった。特に残雪域が20%を超えるメッシュでは常緑針葉樹林が占める割合は5%を超えることはなく、積雪の影響が常緑針葉樹林の成立に大きく影響していることを示唆している。

なお、本研究では常緑針葉樹の高木林のみを図化対象とし、多雪山地の雪田草原周辺などにみられるオオシラビソ低木林 (Takaoka, 1999) は、図化していない。本地域で残雪域が20%を超えるメッシュに相当する場所においても、そのような低木林が分布する場所が存在する。

以上に述べた斜面の傾斜と方位および残雪分布が常緑針葉樹林の分布にどのように関わっているのかを検討するために、各500 m メッシュに占める常緑針葉樹林の面積割合を目的変数、各500 m メッシュにおける傾斜と方位 (Northwestness) のそれぞれの平均値、各500 m メッシュに占める残雪域の割合を説明変数とする重回帰分析を行った。その結果、説明変数はいずれも有意であったが、標準化係数の値を見ると、常緑針葉樹林の分



表1 常緑針葉樹林の占める割合に対する重回帰分析の結果

説明変数	非標準化係数	標準誤差	標準化係数	有意確率
定数	42.977	1.706		0.000
斜面傾斜	-0.282	0.051	-0.064	0.000
斜面方位	11.850	0.731	0.186	0.000
残雪域の占める割合	-0.728	0.023	-0.375	0.000

斜面方位は Northwestness に変換したものを投入した。

布に対する影響は、残雪、斜面方位、斜面傾斜の順に大きいことがわかる(表1)。すなわち、6月末まで残雪域が広くみられるような多雪地区で常緑針葉樹林の発達が悪く、斜面方位では北西向き斜面で発達が良い。斜面傾斜は残雪や斜面方位に比べて影響が小さいが、傾斜が急になるほど常緑針葉樹林の発達が悪くなる。消雪が遅れるところで常緑針葉樹林の発達が悪いことは、飛驒山脈北部で常緑針葉樹林の分布が局所的となり、代わりにダケカンバ群落が卓越すること(尾関, 2001)と対応している。また、南東向き斜面は積雪の移動量が他の方位の斜面に比べて大きく、積雪の移動圧が大きいと考えられ(相浦, 1993)、このような積雪の挙動の特徴が本地域の常緑針葉樹林分布の方位による違いに関わっていると考えられる。

## (2) 個々の山域での分布の特徴

以上に述べた常緑針葉樹林の分布の特徴は、飛驒山脈全体のスケールで見した場合のものであり、個々の山域ではそれぞれの地形に対応した分布の特徴を有する。北部(図6)では朝日岳-雪倉岳-白馬岳-鎗ヶ岳と続く主稜線より西側では、常緑針葉樹林の主要な分布域は標高2000 m以下の斜面に存在し、かつ、2000 m以下であっても支稜線の北西側の斜面に集中する傾向がある。このような支稜線を挟んだ非対称な植生構造は、支稜

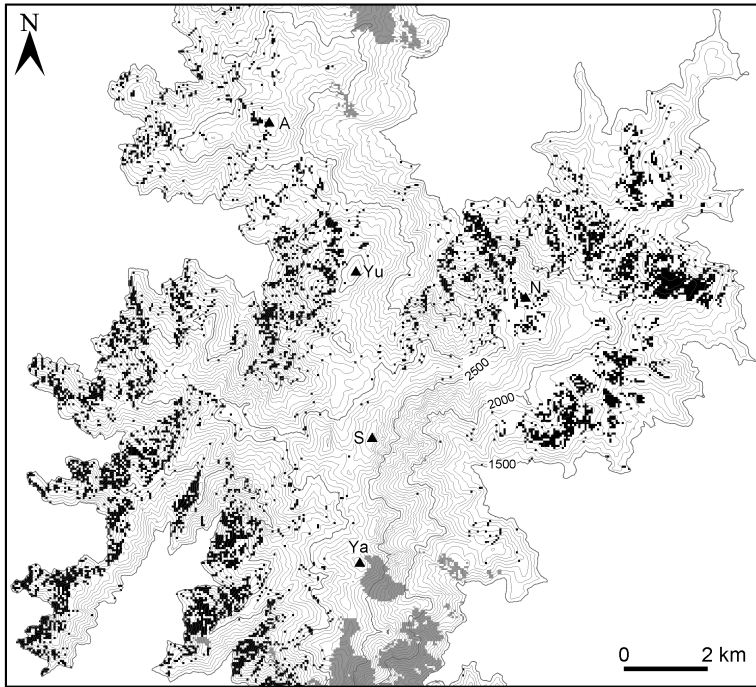


図6 白馬岳付近における常緑針葉樹林の分布

黒色：常緑針葉樹林、灰色：雲域（それぞれ50 mメッシュにリサンプリングしたものを示す）

等高線間隔は50 m。 A 朝日岳, Yu 雪倉岳, N 乗鞍岳, S 白馬岳, Ya 鑓ヶ岳

線が北東-南西方向にのびる、白馬岳西方や鑓ヶ岳西方で顕著である。

一方、主稜線の東側では、やはり標高2000 m以下の斜面に常緑針葉樹林の分布域の中心があるが、乗鞍岳北東側や南東側に広がる緩斜面にまとまった分布域が存在する。これらの緩斜面のうち前者は火山地形（図2：中期更新世以降の火山）によるものであり、後者は地すべりによるものである。地すべり地形との関係は図2に示したマスマーブメントによる地形の分布図との比較では判然としないが、常緑針葉樹林がまとまって分布す

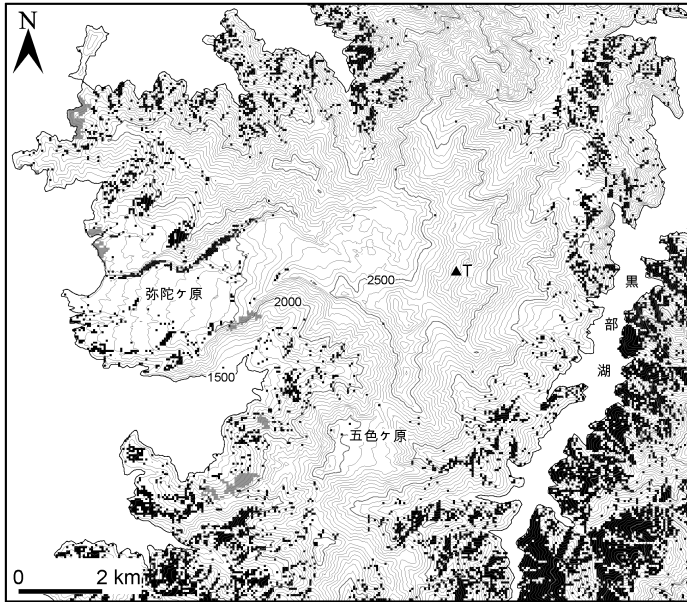


図7 立山付近における常緑針葉樹林の分布

黒色：常緑針葉樹林、灰色：雲域（それぞれ50 m メッシュにリサンプリングしたものを示す）

等高線間隔は50 m。 T 立山

る乗鞍岳南東の緩斜面は佐藤・刈谷（2008）が示した地すべり地形の分布域と一致する。

同じく冬季季節風に対して第一線の稜線にあたる立山周辺（図7）では、火砕流や溶岩流によって形成された斜面に弥陀ヶ原や五色ヶ原などの湿原や湿性草原が形成され、常緑針葉樹林が成立していない。これらの場所は標高2000 m を超えて積雪量が多いこと、傾斜の緩い平坦な斜面で融雪水の排水条件が良くないことなどが、常緑針葉樹林の未発達に関係していると考えられる。なお、黒部湖を挟んで東側は、冬季季節風に対して第二線に位置する、常緑針葉樹林の発達が相対的に良い山域となっている。

飛驒山脈南部では常緑針葉樹林の発達が概して良好であるが、上高地付

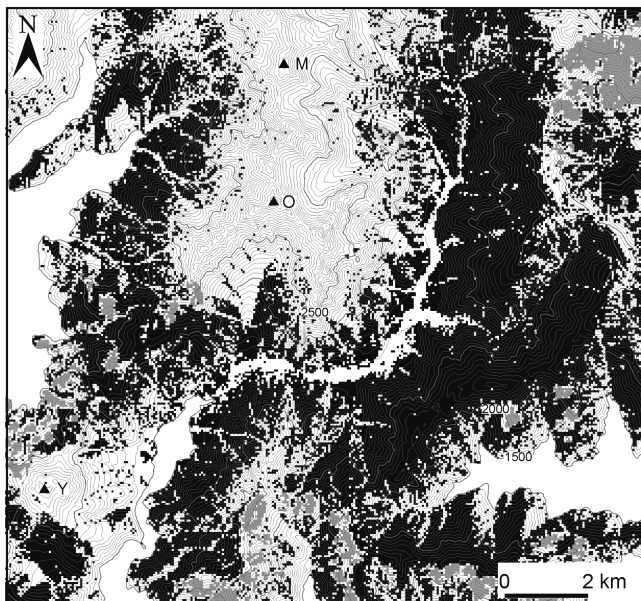


図8 上高地付近における常緑針葉樹林の分布

黒色：常緑針葉樹林、灰色：雲域（それぞれ50 mメッシュにリサンプリングしたものを示す）

等高線間隔は50 m。 M 南岳, O 奥穂高岳, Y 焼岳

近（図8）を見ると、奥穂高岳から南岳にかけての稜線部は水食地形や崖錐、多数の崩壊地からなる急峻な地形をなしており、常緑針葉樹林の発達が良い。また焼岳の山頂部から東斜面にかけての、大正期から昭和初期にかけて起きた噴火の影響が残る斜面では、ダケカンバやカラマツが優占する森林となっている。

## 5. おわりに

本研究では、飛驒山脈の亜高山帯に成立する常緑針葉樹林の分布を図化

し、その分布の特徴を検討した。本地域の常緑針葉樹林の分布を一義的に規定しているのは多雪環境であるが、火山活動や地すべりも影響していると考えられるところが散見された。これは、火山地形や地すべり地形が多雪の影響（雪圧や融雪水の排水条件）の違いを生み出す形で植生分布に関わる場合と、これらの地形が新たに形成した土地的条件（土壌発達や地表の安定性）を介して植生分布に関わる場合とがあるように見える。本研究のスケールでは、これらの問題を詳細に検討できないが、過去の火山活動や地すべり・崩壊などによる山地斜面の発達史との関係を含めて、多雪環境下で成立する植生景観の構造を明らかにすることが求められる。

また本研究では常緑針葉樹の低木林については図化の対象としていない。多雪地においては、偽高山帯の成因とも関連して、緩傾斜地の湿原周辺などにみられるオオシラビソ低木林の分布の特徴を理解することは重要である（Sugita, 1992）。今後は針葉樹低木林の分布も対象として検討を進めたい。

本研究を行うにあたり、上高地自然史研究会の皆様から有益な助言をいただいた。本稿は平成22年度専修大学研究助成「山地斜面における植生帯境界の構造」の研究成果の一部である。現地調査および GIS 分析には科研費 JSPS22500989, 21501004 を使用した。

#### 引用文献

- 相浦英春（1993）ブナ林の皆伐および針葉樹の造林が行われた多雪山地に発生した表層崩壊地の分布と地形要因の関係。日本林学会誌，75：208-215。
- 逢沢峰昭・梶 幹男（2003）：中部日本における亜高山性針葉樹の分布様式。東京大学農学部演習林報告，110：27-70。
- 地質調査総合センター（2009）『20万分の1日本シームレス地質図 DVD 版』，地質調査総合センター。
- 梶 幹男（1982）亜高山性針葉樹の生態地理学的研究——オオシラビソの分布パターンと温暖期気候の影響。東京大学農学部演習林報告，72：31-120。

- 町田 洋・松田時彦・梅津正倫・小泉武栄 (2006) 『日本の地形5 中部』, 東京大学出版会.
- 尾関雅章 (2001) 長野県中信地方の植生——飛驒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, 4 : 293-299.
- 佐藤 剛・荻谷愛彦 (2008) 『北部飛驒山脈の地すべり地形学図 (1 : 25, 000)』, 帝京平成大学.
- 四手井綱英 (1952) 奥羽地方の森林帯 (予報). 日本林学会東北支部会報, 2 (2) : 2-8.
- Sugita, H. (1992) : Ecological geography of the range of the *Abies mariesii* forest in northeast Honshu, Japan, with special reference to the physiographic conditions. *Ecological research*, 7 : 19-132.
- Takaoka, S. (1999) : Stability of subalpine forest-meadow boundary inferred from size and age structure of *Abies mariesii* thickets on a Japanese snowy mountain. *Journal of Forest Research*, 4 : 35-40.
- 横山秀司 (1992a) 飛驒山脈における森林限界の景観生態学的研究 (1). 宮崎産業経営大学研究紀要, 4 : 1-19.
- 横山秀司 (1992b) 飛驒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.
- 吉田直隆 (1987) 数値情報を利用した本州中部高山・亜高山の自然環境類型化の試み. 造園雑誌, 51 : 341-346.