

大雪山緑岳周辺における植被階状土の形成過程

メタデータ	言語: jpn 出版者: 明治大学大学院 公開日: 2010-03-09 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 小山, 拓志 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10291/7370

大雪山緑岳周辺における植被階状土の形成過程

Formation process of Turf-banked Terraces around Mt. Midoridake in Daisetuzan, Central Hokkaido, Japan

博士前期過程 地理学専攻 2005年度入学

小 山 拓 志

KOYAMA Takushi

【論文要旨】

北海道中央部、大雪山緑岳周辺で、植被階状土の形成過程と冬季卓越風との関係を明らかにすることを目的として、現地調査を主体とする研究をおこなった。植被階状土とは土壌の凍結融解作用によって形成される構造土の一つであるが、形成過程は未だ明らかになってはいない。植被階状土の形成過程は植生の生育に左右されるが、過去の研究においてそれらを支配すると考えられる、冬季卓越風と関連させた調査は少ない。

現地調査では、冬季卓越風向の指標としてしっぽ状植生を利用し、その分布と発達方向から、とくに等高線に対し斜行して発達している植被階状土の形成過程と、冬季卓越風との関係に着目した。その結果、傾斜が 10° 以上の斜面に分布しているしっぽ状植生と植被階状土は、等高線に対し斜行して発達していることが分かった。これらは冬季卓越風向が地形の影響を受け、狭い範囲で変化し、植生の生育に影響を及ぼすからだとみなされる。その後斜面上に発達した植生が、ソリフラクションによる礫の移動を制限し、階段状の地形が等高線に対し斜行する形で形成されたと判断できる。以上のように、植被階状土の形成過程には、冬季卓越風が強く影響しているという結果を得た。

【キーワード】 植被階状土, しっぽ状植生, 冬季卓越風, 斜面の物質移動, 大雪山

1. はじめに

植被階状土は、土壌の凍結融解作用によって形成される構造土の一つであり、その形態から二つのタイプに分類することができる。一つはソリフラクションロウプの先端部が植被され鱗状の平面形態を成すもの、もう一つは直線的に発達するものである。本研究では、とくに直線的に発達する

植被階状土を研究対象とし、形成・発達過程について考察した。

日本における植被階状土の研究は、霧ヶ峰（たとえば羽田野・馬部，1963；奥舎，1970；田淵，1974；松本ほか，1987；松本ほか，1993）や、御霊櫃峠（小疇ほか，1985；田村ほか，2004），大雪山（小疇，1965；松本，1998），白馬岳（高山研究グループ，1978）などでおこなわれてきた。それらの研究によると、植被階状土は規模や形態が多様で、形成・発達過程については、以下のようによまとめることができる。

植被階状土はソリフラクションによって移動する斜面物質が、植生に阻止されることで形成されるといわれている。その後、植被階状土の前面には、冬季に小さな吹き溜まりが形成され、さらに矮生低木群落が生育範囲を広げる。一方階状土の上面は風食によって平らとなり、ますます形の整った植被階状土へと成長する。また等高線に対し斜行して発達している階状土は、階状土の規模に比較して前面の植生が貧弱であるか、斜面の傾斜が 10° 以上のところに多いとされている（小疇，1965）。

植被階状土は、前述したように、斜面傾斜や植生種によって規模や形態が異なる特異な構造土であり、少なくとも過去の研究結果だけでは、全ての植被階状土の形成過程を説明することはできないと考えられる。とくに直線的に発達する植被階状土の形成過程については、研究例も少なく未だ不明な点も多い。

ところで、植被階状土の形成過程は、ソリフラクションによる斜面物質移動と、植生の生育過程や発達状況が重要といわれている。高山地域において、植生の発達状況を決定付けるのは冬季の積雪状況であり、それは冬季卓越風の強い影響を受けている。そのため、植生の生育や発達状況に左右される植被階状土の形成過程は、冬季卓越風との関係が強いと考えられる。

そこで本研究では、等高線に対し斜行して発達する植被階状土に着目した。現地調査では冬季卓越風の指標としてしっぽ状植生を利用し、その分布や発達方向から、直線的に発達する植被階状土の形成・発達過程と、冬季卓越風向との関係を考察した。

大雪山の南部に位置する緑岳周辺には、なだらかな稜線沿いの風衝側斜面に、周氷河性平滑斜面が広がり、様々なタイプの構造土が分布している。とくに傾斜が大きい場所では、規模や形態の異なった植被階状土が形成されており、冬季卓越風と植被階状土の形成過程との関係を検討するのに適した地域である。以上のことから大雪山緑岳周辺を、調査地域に選定した。なお本論では、植被階状土の砂礫部を上面、植生部を前面と記す。

2. 調査地域の概要と調査方法

2-1 大雪山の概要

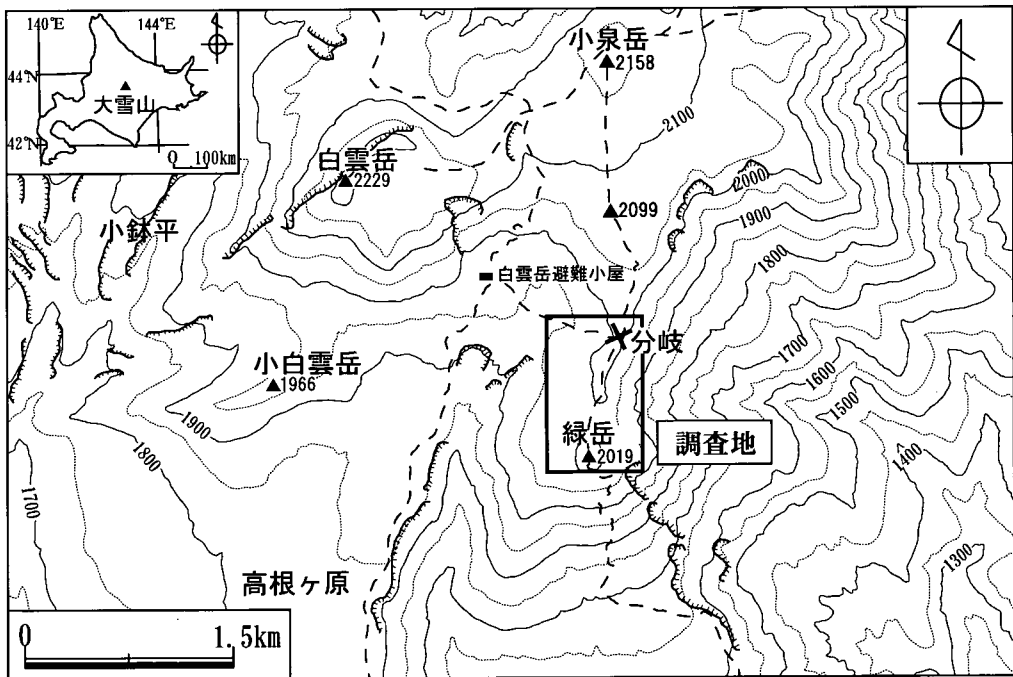
大雪山は更新世初期から完新世にかけて形成された火山群で、安山岩質溶岩からなる起伏の小さな山稜が連なる。稜線部の平坦地には周氷河性平滑斜面が広がり、多様な構造土が分布している。一般に森林限界は1850 m、ハイマツ分布の上限限界は1650～2100 mで、尾根すじや風上側山腹斜

面では低く、積雪の多い谷間や風下側の山腹斜面では高くなる傾向を示している（小疇，1965）。

また東斜面の森林限界付近における温量指数は $18.3^{\circ}\text{C}\cdot\text{月}$ であるとされ（高橋，1998a），その結果，森林限界以上に広い面積を持つ大雪山の山稜部には，日本で最も広い高山帯が形成されている（小疇ほか，2003）。

大雪山の高山帯は，広いハイマツ帯と風衝地を中心に分布する多種多様な周氷河現象によって特徴付けられるが，周氷河現象の出現には，温度条件や地形条件に加え，冬季卓越風とそれに伴う積雪分布，春季の融雪状況，夏季の残雪分布，植生条件，日射・降水条件，さらに表層物質条件などが相互に影響し合いながら複合的に関与しているといわれている（小疇ほか，2003）。

日本の代表的な周氷河地域である大雪山地域では，これまで数多くの周氷河現象の研究がおこなわれてきた（たとえば若生，1957；酒匂ほか，1958；小疇，1965）。大雪山の構造土はハイマツ限界以上の風上側頂部斜面に全体の8割程度が集中し，とくに凹地や平坦地で発達が良いとされ，通年の地温観測やボーリング調査により小泉岳周辺（2150 m 付近），北海平（2070 m 付近）および平ヶ岳南方湿原（パルサ湿原；1720 m 付近）の風衝地において，永久凍土の存在が確認されている（福田・木下，1974；Sone *et al.*, 1988；高橋・曾根，1988）。



第1図 調査地域

2-2 調査地域周辺の気候環境（気象観測）

本研究の調査地域に程近い白雲小屋では、1985年より気象観測がおこなわれ、1985年には年平均地上気温 -3.8°C （高橋・曾根，1988），1987年，1988年にはそれぞれ -4.9°C ， -5.2°C が記録されている（曾根・仲山，1992）。

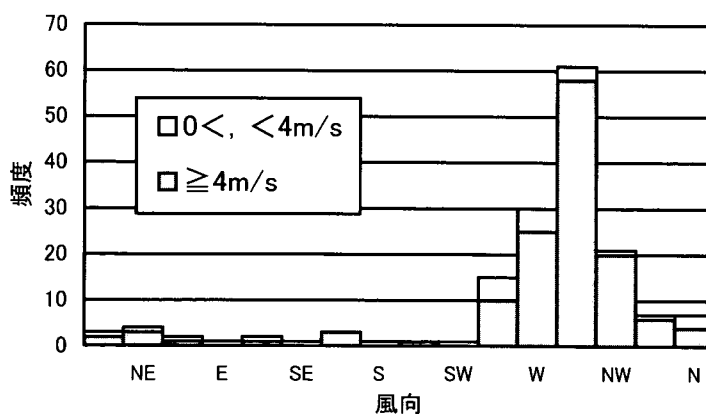
白雲小屋での風向・風速の観測は、1985年1～2月の期間に合計162回おこなわれており、この期間の平均風速は 9.1 m/s であった（高橋・曾根，1988）。高山帯では、降雪後の積雪の再移動・再堆積をもたらす地吹雪の役割も重要であるが、一般に地吹雪の発生する風速は、 $4\sim 7\text{ m/s}$ と考えられている（日本建設機械化協会，1977）。白雲小屋での観測では、1985年1～2月の期間中に、 4 m/s 以上の風速が136回（84.0%）記録され、風向は西北西（61回，37.7%）を中心に西南西～北（143回，88.3%）に分布していた。このうち125回の観測で 4 m/s 以上の風速が記録され、全観測回数の77.2%が西南西～北の風向をもった風速 4 m/s 以上の風であった（高橋・曾根，1994）（第2図）。

以上のように、緑岳西方の白雲小屋周辺では、冬季に西北西を中心とした風速 4 m/s 以上の風が卓越するといえる。

2-3 大雪山の風衝地に生育する高山植物

群落レベルでは、大雪山においても風衝の度合いと群落構成種との対応が知られており、コメバツガザクラ・ミネズオウ群集、ウラシマツツジ・クロマメノキ群集、コケモモ・ハイマツ群集の順序で、風衝の度合いと積雪深の増加に応じて配列している（伊藤・佐藤，1981；中村，1988）。

高山環境として重要なことは、低温であることだけでなく、冬季卓越風と地形に応じた積雪状況であるとされるが、風衝地では積雪深が極端に少なくなり、そこに成育する植物にとっては冬の低温に直接さらされ、乾燥するという厳しい環境となる。風衝地では、その厳しい環境に耐えること



第2図 大雪山白雲小屋における風向別出現頻度（1985年1月及び2月）高橋・佐藤（1994）のデータによる。

第1表 高山の風衝地における生息環境と植生の関係

植 生	生息環境
イワウメ (コメバツガザクラ-ミネズオウ群集)	風衝度が高く、積雪深が小さい
チシマツガザクラ, ミネズオウ (コメバツガザクラ-ミネズオウ群集)	風衝度がやや高く、比較的積雪深が小さい
ウラシマツツジ (ウラシマツツジ-クロマメノキ群集) ガンコウラン (コメバツガザクラ-ミネズオウ群集) (ウラシマツツジ-クロマメノキ群集)	風衝度が小さく、比較的積雪深が大きい
コケモモ, ハイマツ (コケモモ-ハイマツ群集)	風衝度が最も小さく、積雪深が大きい

ができるミネズオウ、チシマツガザクラ、コメバツガザクラなどツツジ科の常緑矮小低木（高さ2～5 cm 位）の生育地となる。また風衝の度合いや積雪深の増加に応じて、ウラシマツツジ、クロマメノキ、エゾオヤマノエンドウ、ヒダカゲンゲ、マシケゲンゲ、リシリゲンゲなどの落葉矮小低木や多年草が多く生育する場合もある（第1表）。

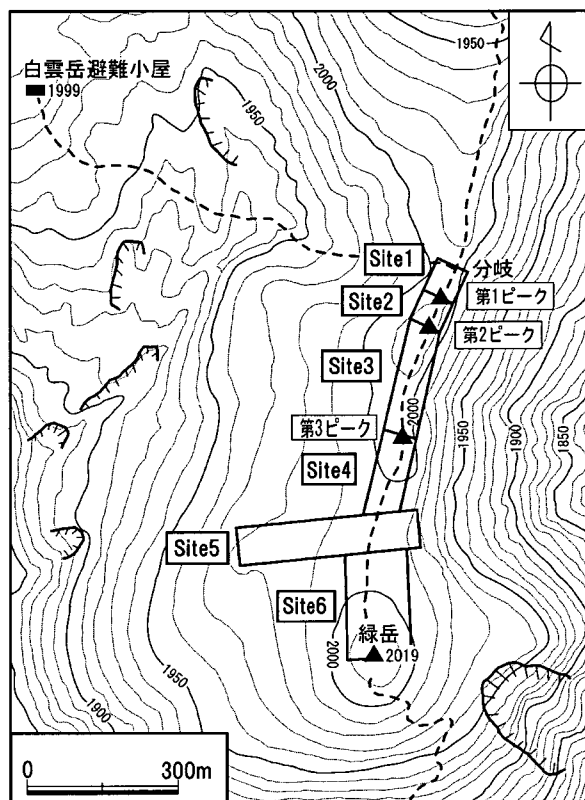
風衝地の中でとくに土壌の凍結融解の著しいところでは、凍結融解作用による砂礫の移動が大きくなり、植物の根が付きにくくなる。そのような風衝砂礫地には、コマクサ、タカネスミレ、エゾイワツメクサ、オオイワツメクサ、ヒメイワタデ、シレットコスミレ、メアカンフスマ、メアカンキンバイなどの草本植物がまばらに生育する。

調査地域における冬季の積雪状況は、上記の表に示した対応関係を利用し判断した。

2-4 調査地 (Site) の選定と調査方法

小泉岳と白雲岳避難小屋との分岐地点（2000 m）、以下分岐から、緑岳山頂（2019 m）に至る、長さ570 m、幅20 m の範囲において、植被階状土の形成状況の異なる6つの調査地（以下 Site と表記）を設けた（第3図）。分岐から緑岳に向かう稜線上には、3つの小さなピークが存在する。ここではこれらのピークを、分岐側から順に、第1ピーク、第2ピーク、第3ピークと呼ぶことにする。また Site 5 に選定した、第3ピークから、緑岳直下までの風衝砂礫地には決まった名称がないため、本論では便宜上「緑平」と名付けた（第3図）。

植被階状土は、斜面方位や傾斜、前面の植生種などによって規模や形態が異なるため、各 Site に発達する複数の植被階状土を研究対象とし、冬季卓越風との関係を考察した。また植被階状土の有無に関わらず、冬季卓越風の指標となるしっぽ状植生が顕著に発達している区域も調査対象とした。各 Site の概要は以下のとおりである。



第3図 調査 Site 分布図

• Site 1

Site 1 は、分岐から10 m ほど高い第1ピークまでの北向き斜面に選定した。ここには顕著な植被階状土は分布していないが、傾斜40°の北向き斜面に形成されたしっぽ状植生は、等高線に対し斜行して発達していた。

• Site 2

Site 2 は、第1ピークから第2ピークまでに選定した。第2ピークは第1ピークから南に20 m の地点に位置し、第1ピークより7 m ほど標高が高い。ここには、しっぽ状植生の植被部によって礫が止められ、階状土状の段差地形を呈する場所が認められた。

• Site 3

Site 3 は、第2ピークから第3ピークまでに選定した。第3ピークは第2ピークから約150 m 南に位置する。ここには顕著な植被階状土は分布していないが、複数のしっぽ状植生が発達しており、冬季卓越風向を推定することができるため、第3ピーク付近を Site 3 と定めた。

• Site 4

Site 4 は、第3ピークから緑平までの南向き斜面に選定した。南向き斜面には、大型な植被階状土が10段ほど等高線に対し斜行して発達している。

• Site 5

Site 5 は、緑岳の北側に位置する風衝砂礫地に選定した。Site 4 には植被階状土は分布していないが、Site 3 同様、大型なしっぽ状植生が多く発達している。

• Site 6

Site 6 は、緑平から20 m ほど標高が高い緑岳山頂までの北向き斜面に選定した。ここには多くの植被階状土が発達している。

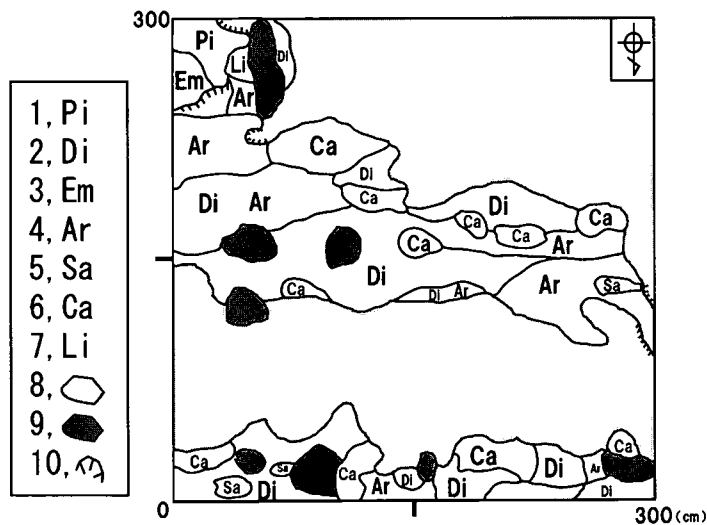
以上の各 Site で、植被階状土上面のスケッチ、斜面傾斜、発達方向の計測、植生の記載を主な調査内容とし、現地調査をおこなった。またしっぽ状植生の発達方向の計測をおこない、冬季卓越風向の指標とした。なお植被階状土及びしっぽ状植生は、風下側を発達方向とする。

3. 植被階状土分布 Site の調査結果

• Site 1

Site 1 は分岐から第1ピークまでに選定し、分岐付近は小規模な鞍部で緩斜面となっているが、第1ピーク直下は40°前後の急斜面となっている。この急傾斜部には、4段の植被階状土が発達している。しっぽ状植生は小さいものも含め20~30個程度分布しており、礫の長径は数 cm~1 m 程度である。

植被階状土の計測結果は、上面の傾斜5°、前面の傾斜20~60°、上面幅平均1 m、前面幅平均45 cm、発達方向 S70°E であった(第4図)。植被階状土の発達方向は、付近に分布するしっぽ状植



第4図 Site 1 植被階状土上面図

1. ハイマツ (*Pinus pumila*) 2. イワウメ (*Diapensia lapponica* v. *obovata*) 3. ガンコウラン (*Empetrum nigrum* v. *japonicum*) 4. ウラシマツツジ (*Arctous alpinus* v. *japonicus*) 5. ウスユキトウヒレン (*Saussurea yanagisawae*) 6. スゲ類 (*Carex*) 7. 地衣類 (*Lichen*) 8. 上面(砂礫部) 9. 巨礫 10. 風食ノッチ

生の発達方向とはほぼ同じであり、前面の植生は主にイワウメとスゲ類で構成されていた。

しっぽ状植生は、礫の長径が1 m、植被部は主にハイマツで、長さが3 m 30 cmの大型なものも分布しており、発達方向はS80°Eであった。第2ピークの北向き斜面は傾斜40°で、しっぽ状植生の発達方向はS55°Eであった。

Site 1 に分布する主な植生は、ハイマツ、イワウメ、ガンコウラン、ウラシマツツジなどである。

• Site 2

Site 2 は第1ピークから南に向かう緩斜面に選定し、傾斜15°の斜面に大小合わせて50個近いしっぽ状植生が分布している。植被階状土は数段形成されているだけで、顕著な発達は見られない。

植被階状土の計測結果は、上面幅平均60 cm、前面幅平均45 cmであった。緩斜面のせいか上面幅も前面幅も広く、全体として大型である。また長径30~80 cmの礫の風下側に発達したしっぽ状植生の植被部が、小規模な階状土状の段差地形を呈する場所が認められる。しっぽ状植生の植被部は主にウラシマツツジからなり、斜面物質はウラシマツツジの上面で停止しているように見える(第5図)。

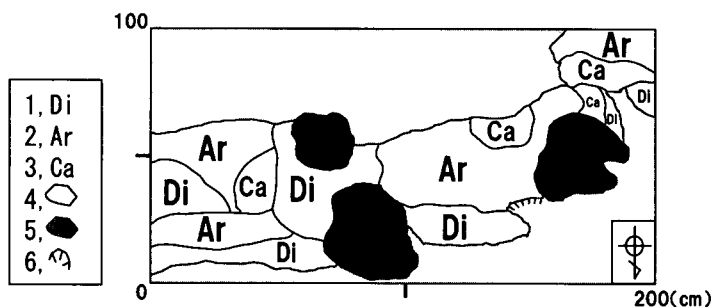
Site 2 に分布する主な植生は、ハイマツ、イワウメ、ウラシマツツジなどで、東側の急崖の縁にはハイマツが多く生育していた。

• Site 3

Site 3 は第2ピークから第3ピークに至る稜線沿いに選定し、植被階状土は第2ピーク北向き斜面において、5段程度発達している。植被階状土の計測結果は、上面幅平均1 m、前面幅平均20 cmであり、上面幅が前面幅より広域である。

第3ピークは緩傾斜で植被に乏しく、植被階状土の顕著なものは発達していない。しかし長径が1 mを超える礫が多数点在しており、その風下側にはしっぽ状植生が発達している。

Site 3 では大小合わせて200個ほどのしっぽ状植生が分布している。しっぽ状植生は、礫の長径と植被部を合わせて大きいもので3 m、小さいもので20 cm程度であった。しっぽ状植生の発達方向から、この付近では西よりの冬季卓越風が吹き付けるとみなされる。



第5図 しっぽ状植生による礫の移動の制限

1. イワウメ (*Diapensia lapponica* v. *obovata*) 2. ウラシマツツジ (*Arctous alpinus* v. *japonicus*) 3. スゲ類 (*Carex*) 4. 上面 (砂礫部) 5. 巨礫 6. 風食ノッチ

Site 3 に分布する主な植生は、ハイマツ、イワウメ、ウラシマツツジ、エゾハハコヨモギ、ガンコウランなどであった。Site 3 は風衝地であるため、イワウメやスゲ類、エゾハハコヨモギが多く生育しているが、Site 2 と同様、東側の急崖の縁にはハイマツやウラシマツツジが多く生育している。

• Site 4

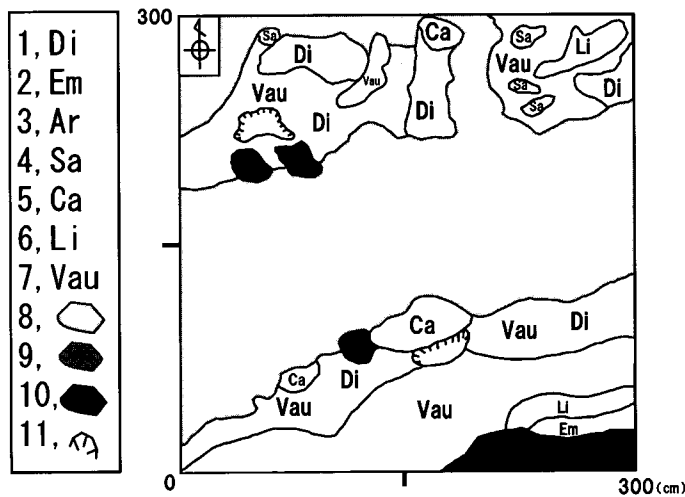
Site 4 は第3ピークから緑平までの南向き斜面に選定し、傾斜約20°の斜面に植被階状土が10段程度発達している。植被階状土の計測結果は、上面幅平均1 m、前面幅平均1 m 20 cm、発達方向は、S85°E、S65°E、S75°E、S80°E、S70°Eであった。植被階状土は比較的大型で、場所によっては上面が裸地化しているのが認められる(第6図)。

Site 4 のしっぽ状植生は、礫の長径平均1 m、植被部は平均1 m 20 cm と比較的大きい。発達方向は緩斜面ではほぼ真東を向いているが、植被階状土が形成している斜面上のものは、植被階状土と平行に発達している。

Site 4 に分布する主な植生は、ウラシマツツジ、ハイマツ、イワウメ、クロマメノキなどであった。東側に位置する急崖の縁にはハイマツが多く生育しており、植被階状土の前面はクロマメノキが主体となっていた。

• Site 5

Site 5 は緑平に選定したが、ほとんど平坦なため植被階状土の発達は見られない。しっぽ状植生は、緑岳北向き斜面付近に15個程度分布しており、大きさは礫の長径1 m、植被部1 m 50 cm と大型で、植被部のほとんどはハイマツであった。緑平のしっぽ状植生の発達方向はいずれも東向き



第6図 Site 4 植被階状土上面図

1. イワウメ (*Diapensia lapponica* v. *obovata*) 2. ガンコウラン (*Empetrum nigrum* v. *japonicum*) 3. ウラシマツツジ (*Arctous alpinus* v. *japonicus*) 4. ウスユキトウヒレン (*Saussurea yanagisawae*) 5. スゲ類 (*Carex*) 6. 地衣類 (*Lichen*) 7. クロマメノキ (*Vaccinium uliginosum*) 8. 上面 (砂礫部) 9. 巨礫 10. 裸地 11. 風食ノッチ

で、この付近の冬季卓越風は西よりであることがわかる。緑岳北向き斜面付近のしっぽ状植生は、斜面に対して斜行して発達していた。

Site 5 に分布する主な植生は、ハイマツ、イワウメ、エゾオヤマノエンドウなどで、風衝地に生育するものが多く見られる。また Site 4 同様、東側に位置する急崖の縁にハイマツが広く生育していた。

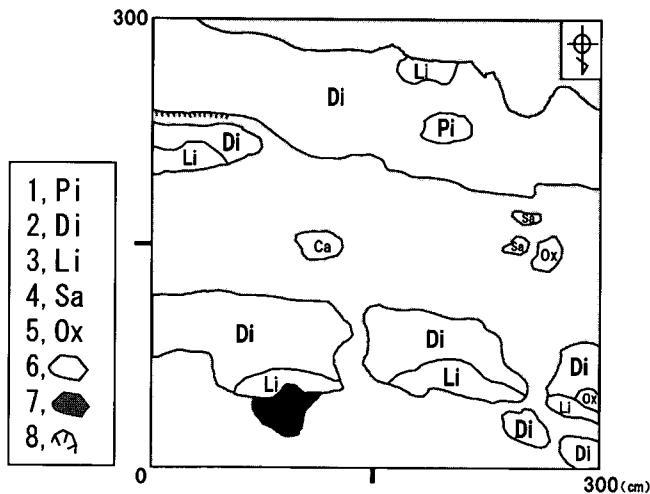
• Site 6

Site 6 は、緑平から緑岳山頂までの北向き斜面に選定し、植被階状土は傾斜25°の斜面に、20段から30段程度発達していた。植被階状土の計測結果は、上面幅平均30 cm、前面幅平均60 cm、発達方向は S70°E で、等高線に対し斜行して発達している。

Site 6 に分布する植被階状土の前面には、イワウメやチシマツガザクラなどの矮小低木が生育しているが、東側に発達する植被階状土の前面には、ウラシマツツジやガンコウランが生育していた。しかしソリフラクションによって移動した礫に前面が破壊され、階状土の現地形を留めていない箇所も存在する (第7図)。

しっぽ状植生は、植被階状土の中に礫の長径20 cm、植被部の長さ40 cm 程度の小さなものが分布しているのみに留まるが、Site 6 では Site 2 同様、しっぽ状植生の植被部が、小規模な階状土状の段差地形を呈する場所が認められる。

Site 6 に分布する主な植生は、ハイマツ、イワウメ、エゾオヤマノエンドウなどであった。



第7図 Site 6 植被階状土上面図

1. ハイマツ (*Pinus pumila*) 2. イワウメ (*Diapensia lapponica* v. *obovata*) 3. 地衣類 (*Lichen*) 4. ウスユキトウヒレン (*Saussurea yanagisawae*) 5. エゾオヤマノエンドウ (*Oxytropis japonica* v. *sericea*) 6. 上面 (砂礫部) 7. 巨礫 8. 風食ノッチ

4. 考 察

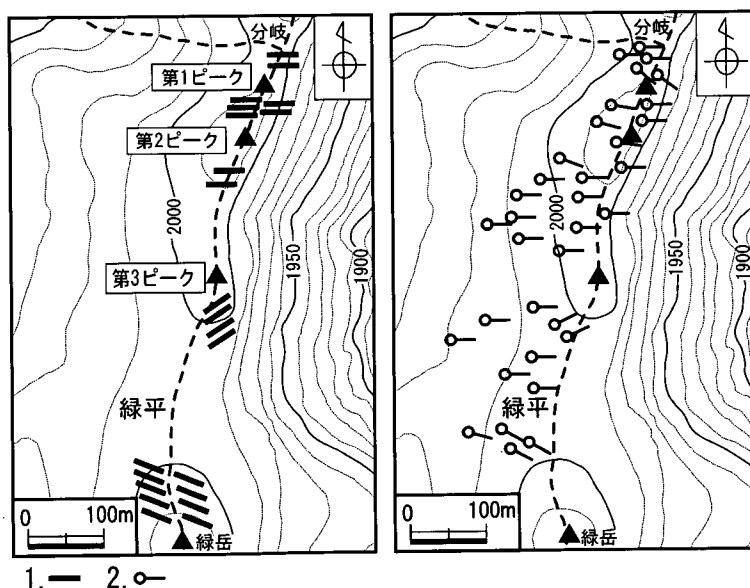
4-1 冬季卓越風と植被階状土との関係

大雪山緑岳周辺の冬季卓越風向は、曾根・高橋（1988）による風向別出現頻度のデータによると、西～西北西である。しかし現地調査で計測したしっぽ状植生の発達方向より、緑岳周辺における実際の冬季卓越風向は、斜面方位や斜面傾斜に規定され多様である。

現地調査の結果から、緑岳周辺に分布する植被階状土は、しっぽ状植生の発達方向とほぼ平行に発達することが明らかとなった（第8図）。冬季卓越風向によって発達方向が決定付けられるしっぽ状植生とのこうした関係は、植被階状土の形成過程に冬季卓越風が強く影響していることを示している。

Site 1では、鞍部に形成されたしっぽ状植生の発達方向が東であったのに対し、傾斜が40°の斜面上に形成されたしっぽ状植生の発達方向は南東で、等高線に対し斜行するように発達していた。Site 1は、植生の分布状況から見ると、冬季の積雪深や積雪分布が不規則であるとみなされる。しっぽ状植生の発達方向より推定される Site 1 付近の冬季卓越風向は、鞍部では西、第1ピークの北向き斜面では北西である。これは地形の影響を受け、狭い範囲で冬季卓越風向が変化しているためであるとみなされる。

Site 4の第3ピーク南向き斜面では、大型の植被階状土が分布しており、発達方向は北東で、しっぽ状植生の発達方向と平行であった。また Site 5の緑平に分布しているしっぽ状植生の発達方



第8図 調査地域における植被階状土及びしっぽ状植生の分布模式図
1. 植被階状土 2. しっぽ状植生

向が東であったのに対し、Site 6 緑岳北向き斜面直下に分布しているしっぽ状植生の発達方向は、南東であった。上述した発達方向の相違は、Site 1 同様、地形が冬季卓越風向を変化させていることで起こるとみなされる（第8図）。

また冬季卓越風は植物の生育へ強い影響を及ぼすため、植被階状土の規模や形態を決定する要因になりうる。Site 3～6 では、東側の急崖にハイマツが多く生育していたが、西側の風衝地では、しっぽ状植生の植被部意外にハイマツの侵入が見られないことから、西側の風衝地近辺の積雪を、強い冬季卓越風が急崖付近まで吹き飛ばしたと考えられる。そのため急崖付近では植生が著しく発達し、大型な植被階状土が形成されたとみなされ、植被階状土の上面部の植被も、ウラシマツツジやクロマメノキなど積雪地を好む植生種が占めている。

上述したように、冬季卓越風は斜面方位や斜面傾斜によって、狭い範囲で不規則な変化を起こし、冬季の積雪深や積雪分布に大きな影響を及ぼすとみなされる。積雪深や積雪分布は、植物の生育に影響を及ぼすため、植物の生育が重要な要素となる植被階状土の形成・発達過程は、冬季卓越風向に、強い影響を受けると判断できる。

4-2 植被階状土の形成過程

以上のように、植被階状土の形成・発達過程は、冬季卓越風の影響を強く受けるという結果が得られた。高山地域では、冬季に障害物や地形条件などの影響で、雪が吹き溜まる地点があるが、そのような場所では積雪の断熱効果の影響で、冬季に植物が生き残り易くなる。雪が吹き溜まるのは、大きな障害物の風下側だけでなく、僅かな凹凸や小さな礫でも障害物と成りえるため、その風下側にはしっぽ状の積雪域が分布する。そのため一度植生が付き始めると、その凹凸で更に積雪域が増加していき、植生の生育規模が拡大していく。これはしっぽ状植生の形成過程と同様で、冬季卓越風向の影響を強く受ける。そのため植被階状土の原型は、Site 2 で認められる、しっぽ状植生の植被部によって形成された、小規模な階状土状の段差地形であると判断できる。以上の結果を受け、Site 6 の植被階状土の形成過程を以下に示す。

Site 6 緑岳北向き斜面に吹き付ける冬季卓越風は、地形の影響を受け、等高線に対し斜行するような北西の風となる。そのため緑平から吹き飛ばされた雪も、緑岳北向き斜面上では、僅かな凹凸や小さな礫などの障害物の風下側に、冬季卓越風向に平行して吹き溜まるとみなされる。雪が吹き溜まった場所では、冬季に植物が生き残り易くなるため、斜面上に生育した植生は、ソリフラクションによる礫の移動を制限し、植被階状土の上面を形成するとみなされる。その後は植生がもたらす僅かな凹凸によって積雪域が増加し、植生の生育規模が拡大することで、植被階状土が発達していったと考えられる。

以上の考察から、傾斜 10° 以上の斜面で、植被階状土が等高線に対し斜行して発達する理由は、冬季卓越風向が地形の影響を受け狭い範囲で変化し、植生の発達に影響を与えるからだと考えられる。

4-3 植被階状土の破壊過程

一度形成された植被階状土が破壊される過程は、以下(①~④)のように推定される。

- ①冬季卓越風向が大きな変化を起こすと、斜面上の積雪分布・積雪量が減少し、礫の移動を制限していた植生の生育環境が悪化する。その結果、ソリフラクションによる礫の移動を制限しきれなくなり、礫質の斜面となる。
- ②なんらかの理由により、ソリフラクションによる礫の移動量が著しく大きくなる。その結果厳しい環境下で生育する貧弱な植生では礫の移動を制限しきれなくなり、礫質の斜面となる。
- ③強い冬季卓越風の風食によって前面が削られていくことで(風食ノッチ)斜面が礫質となり、斜面上に裸地が形成される。
- ④ソリフラクションによる礫の移動量が著しく小さくなるか(もしくは停止)、冬季卓越風向が大きな変化を起こし斜面上の植生の生育が著しく増すことで、上面に植生が侵入し植被斜面となる。

緑岳北向き斜面の植被階状土は、前述したように全体的に破壊されているが、その理由は上述した①と②が成因になっているのではないかと考えられる。実際緑岳北向き斜面に分布する植被階状土は、前面が破壊されはじめており、その破壊された隙間に礫が存在していた(第7図)。

またSite 4の南向き斜面に形成された植被階状土の前面には、風食による小さな崖状のものが形成されており、その下部には裸地が現れていた(第6図)。このような風食によって形成された小さな崖状のものは風食ノッチと呼ばれ(小泉, 1984)、冬季卓越風が強まる冬季に、後退が進むと推測されていたが(原田・小泉, 1997)、その後の研究で、降雨強風時に最も後退することが分かった(苅谷ほか, 1997; 福井・小泉, 2001)。その結果、植被階状土の前面に風食ノッチが形成され裸地が現れると、その後は冬季卓越風や降雨によって後退していき、礫質斜面や裸地になる可能性が考えられる。

5. まとめ

北海道大雪山緑岳周辺において、植被階状土の形成・発達過程と冬季卓越風の風向・風速との関係について検討した。とくに等高線に対し斜行して発達している植被階状土と、しっぽ状植生を指標とした冬季卓越風向との関係に着目した。

調査結果として、以下の①~④を得るに至った。

- ①大雪山緑岳周辺には西よりの冬季卓越風が吹きつけ、冬季の積雪分布・積雪量を決定し、植生の生育・発達に大きな影響を及ぼす。
- ②しっぽ状植生の発達方向より、緑平の冬季卓越風向は西であったのに対し、緑岳北向き斜面では斜面傾斜の影響を受け、等高線に対し斜行するような北西の風向に変化するとみなされる。
- ③冬季卓越風向より、等高線に斜行する形で冬季の積雪域が分布し、それに沿って生育した植生によって、ソリフラクションによる礫の移動が制限され、植被階状土が形成される。
- ④斜面上の障害物の風下側にしっぽ状植生が形成された場合には、しっぽ状植生の植被部分によっ

て礫の移動が制限されるため、しっぽ状植生から植被階状土が形成されるパターンもありえる。

以上の結果から、植被階状土の形成・発達を決める要素は、冬季卓越風向であると考えられる。

謝辞

本研究を進めるにあたり、指導教員である梅本亨教授には終始ご指導頂いた。北海学園大学の高橋伸幸教授、明治大学の長谷川裕彦先生には、本論作成の上で貴重なご助言を頂いただけでなく、多くのフィールドで格別のご指導とご援助を賜った。また明治大学院生の天井澤暁裕氏には常日頃からご指導を賜っている。

大雪山における現地調査の際には、上川中部森林管理署の村上雅典氏に大変お世話になった。以上の方々に対し、ここに深く感謝の意を表します。

参考文献

- 伊藤浩司・佐藤 謙 (1981)：大雪山系現存植生図および概説。北海道
奥舎憲雄 (1970)：霧ヶ峰高原の構造土。地理学評論。43, 407-408
荻谷愛彦・佐々木明彦・鈴木啓助 (1997)：月山の強風砂礫斜面における通年気象観測と地形形成環境。地理学評論。70, 676-692
小崎 尚 (1965)：大雪山火山群の構造土。地理学評論。38, 179-199
小崎 尚・清水長正・長谷川裕彦・鈴木聡樹・平井昌行・高橋俊浩 (1985)：郡山盆地西方・御霊櫃峠周辺の周水河現象。日本地理学会予稿集。28, 84
小崎 尚・野上道男・小野・有五・平川一臣編 (2003)：『日本の地形2 北海道』東京大学出版会。132-139
小泉武栄 (1984)：日本の高山帯の自然景観—とくにその自然景観の多様性について—。福田正己・小崎 尚・野上道男編：寒冷地域の自然環境。北海道大学図書刊行会。161-181
高山地形研究グループ (1978)：『白馬岳高山帯の地形と植生』。163
酒匂純俊・河内晋平・藤木忠美・小林国夫・稲垣益次・千野光芳 (1958)：トムラウシ山の見事な構造土をめぐる。地球科学。36, 1-4
曾根敏雄・高橋伸幸 (1988)：1985年通年気象観測値からみた大雪山の気候環境。東北地理。40, 237-246
曾根敏雄・仲山智子 (1992)：大雪山白雲小屋における1987-1989年の気温観測資料。低温科学物理編。51, 31-48
高橋伸幸 (1998)：大雪山北部東斜面の森林限界高度における気温状況。地理学評論。71, 588-599
高橋伸幸・佐藤 謙 (1994)：高山風衝砂礫地にみられる冬季卓越風指標としての“しっぽ状”植生。季刊地理学。46, 136-146
高橋伸幸・曾根敏雄 (1988)：北海道中央高地、大雪山平ヶ岳南方湿原のパルサ。地理学評論。61, 665-684
田淵 洋 (1974)：亜高山帯の周水河地形—霧ヶ峰を例にとって—。地理。19, 40-50
田村俊和・石田 武・西 克幸・瀬戸真之・栗下勝臣 (2004)：奥羽山脈南部、御霊櫃峠にみられる植被階状礫稿の形態。日本地理学会発表要旨集。65, 202
中村幸人 (1988)：『高山風衝矮性低木群落』宮脇 昭編著：日本植生誌北海道。至文堂。327-330
日本建設機械化協会 (1977)：新防雪工学ハンドブック。森北出版
羽田野誠一・馬部正久 (1963)：霧ヶ峰の周水河地形について。地理学評論。36, 744
原田経子・小泉武栄 (1997)：三国山脈平標山におけるパッチ状裸地の形成プロセスと侵食速度。季刊地理学。49, 1-14
福井幸太郎・小泉武栄 (2001)：木曾駒ヶ岳高山帯での風食ノッチの後退とパッチ状裸地の拡大。地学雑誌。110, 335-361

- 福田正己・木下誠一 (1974) : 大雪山の永久凍土と気候環境. 第四紀研究. 12, 192-202
- 若生達夫 (1957) : 大雪山の構造土. 北海道大学紀要 (第2部) 8, 135-139
- 松本繁樹・菊池勝義・岡本正彦 1993. 霧ヶ峰の階状土とその形成に関する若干の考察. 静岡大学教育学部研究報告. 43, 29-52
- 松本繁樹・山田裕美・飯野 優・菊池勝義 (1987) : 霧ヶ峰の階状土に関する1・2の知見—空中写真の画像解析による判読を中心として—. 静岡大学教育学部研究報告 (人文・社会科学). 38, 1-14
- 松本穂高 (1998) : 大雪山における階段状地形の形成. 日本地理学会発表要旨集. 54, 286-287
- Sone, T., Takahasi, N., and Fukuda, M. (1988): Alpine permafrost occurrence at Mt. Taisetsu, central Hokkaido, in Northern Japan. *Proceedings of Fifth International Conference on Permafrost*. Tapir Publishers, Trondheim, 1, 253-258