

〈原著〉

風食による植被の破壊がもたらした
強風地植物群落の種の多様性
—飯豊山地の偽高山帯における事例—

小 泉 武 栄*

東京学芸大学地理学研究室

Plant species diversity caused by wind erosion in wind-exposed quasi-alpine
zone of Iide Mountains, northeastern Japan

Takeei KOIZUMI

Iide Mountains, situated in the southern part of the Tohoku district, consists of many peaks around 2000m a.s.l. including the highest peak, Dainichidake (2128m). Although these peaks are not very high in altitude, they are rich in snow banks and alpine plants. Some of the largest quasi-alpine meadows in Japan spread on the peaks, and they take pride of wide stretches of alpine landscape. On this mountain, bareland patches caused by wind erosion scatter along the main ridge. The author carried out a vegetation research on the windy area with bareland patches on the southern slope of Mt. Kitamata-dake, and found out that wind erosion produced a diversity of species in the plant community on the windy ground. Bareland patches caused by wind erosion lacks vegetation cover completely. Soon after, the patch is covered with debris brought by frost heaving and solifluction. Consequently, the surface of the patch gets stabilized. This condition allows pioneer plants such as *Festuca ovina* var. *alpina*, *Euphrasia matsumurae* and *Empetrum nigrum* var. *japonicum* to invade into the patch. Subsequently, *Campanula chamissonis*, *Leontopodium japonicum* etc. begin to mingle with them, and moreover, *Anemone narcissiflora* var. *nipponica* and *Carex doenitzii* are added. As mentioned above, the number of plant species increases rapidly according to the succession. On the other hand, in the windy meadows in the climax of succession, composed mainly of *Poaceae* herbaceous plants, the number of plant species is considerably small. From these facts, the author concludes that destruction of vegetation by wind erosion plays a crucial role in keeping the flora on windy areas rich.

Key words: plant species diversity, wind erosion, quasi-alpine zone, alpine windy meadow, Iide Mountains

I はじめに

日本アルプスや東北・北海道の高山では、稜線沿いの植被や土壌が強風によって削り取られ、地表に縞状、または円形の裸地が生じているのが各地で観察できる。これは、日本の高山が冬から春にかけての寒冷期に、標高3000m程度の山地としては世界で最も強い風にさらされているということに原因がある(小泉 1984)。

* 小泉武栄 〒184-8501 東京都小金井市貫井北町4-1-1

風食は、強風と土壌表層の凍結融解、霜柱の形成、あるいは豪雨時の雨滴などが、植被に複合的に作用することによって生じている(原田・小泉 1997)。

このような縞状の裸地の形成は、高山植物の群落が生食によって、現在まさに破壊されつつあるということの意味しているが、筆者は、飯豊山地西部にある北股岳での調査によって、植被や土壌の破壊が、結果的に強風地の植物群落に高い種の多様性をもたらしていることを見出した。風食は群落内にギャップの形成をもたらす、そこから新しい遷移が始まることを可能に

している。また遷移の進行に伴って新しい種がつけ加わるため、群落内の種数は増加し、逆に極相段階に達すると、種数は大幅に減少する。したがって風食による植被の破壊とその後の遷移の進行は、これまでブナ林などから報告されてきた、「ギャップ更新」(Watt 1947) とよく似た経過をたどるのではないかと考える。

生物多様性は一般的には、高温多雨な熱帯雨林でもっとも高く、寒冷な極地や乾燥した砂漠に向かって減少する。しかし一つの地域の森林なり草原なりを見た場合、生物多様性は極相群落ではむしろ小さくなり、何らかの攪乱によって群落中にギャップができると、逆に増加するということが知られている(鷲谷・矢原 1996)。これはギャップの形成によって新しい種が侵入できるようになるためで、生物多様性は、数種の先駆種がギャップに侵入する初期段階では低く、遷移の中期で最大に達し、極相段階では優占する種が他の種を排除するため、ふたたび低下するという(ペゴン他 2003)。

ギャップができる原因としては、台風や洪水、土石流、地滑りなどの他、火災、動物や人間による植生の破壊、あるいは優占種の枯死などが上げられているが、風食を取り上げた事例はまだない。

本稿は、風食が高山群落到の多様性をもたらすという、上で述べた仮説を実証することを目的とする。

本論文の作成にあたり、現地調査において今野珠美さん、河野寛子さん、栗下勝臣君の協力を得た。また英文要旨の作成に当たっては井上百百合子さんにご協力をいただいた。以上の方々に厚く御礼申し上げる。

II 研究方法

北股岳の稜線沿いの強風地に調査地域を設定し、最初に風食地形を始めとする微地形と、植物群落について詳細な観察を行った。次に、風食地形についての記載を行うとともに、分布する植物群落の違いによって地表面をいくつかのパッチに区分した。また風食によって生じた裸地では、後述するように、ソリフラクションによる表層砂礫の移動と集積が生じるので、砂礫の集積状況や土壌の発達程度を、パッチごとに調べた。そしてそれに基づいて、風食によって植被が破壊されてからの遷移の進行状況を推定した。さらにそれぞれのパッチにおいて代表的な区域を選んで植生調査を実施し、植被率、群落を構成する植物の種名、種ごとの被度、群落の高さを調べた。最後に、これらの調査結果をもとに、遷移の進行に伴う群落の発達や種数

の変化について考察を加えた。

III 調査地域について

1. 飯豊山地の地形・地質と植生・風の概況

飯豊山地は全体が飯豊山の名で呼ばれることが多いが、実際には、主峰・飯豊本山(2105m)のほか、最高峰である大日岳(2128m)、北股岳(2025m)、烏帽子岳(2018m)、御西岳(2013m)など、標高2000m前後のピークがいくつも集まった山岳地域である(図1)。主稜線は小さくうねりながら、北西から南東方向にのび、そこからいくつかの支稜を派生させている。稜線はほとんどの部分が、北東側が急で南西側がなだらかな非対称山稜となっている。地質は主に花崗閃緑岩からなり、一部に古生層が分布する(高橋ほか 1996)。

飯豊山地は日本アルプスの山々に比べれば1000m近く低い、日本海に面する第一線の山地であるため、典型的な多雪山地となっている。稜線付近には強風地を除いて残雪が広く分布し、中には越冬するものも少なくない。とくに稜線の北東側には大規模な残雪があり、沢筋にも大きな越冬性雪渓が多数みられる。また梅花皮沢の源流部など、主稜線の北側の谷頭には浅いカルル状の窪みとU字谷があって、最終氷期に氷河が発達していた可能性を示している(五百沢 1986)。

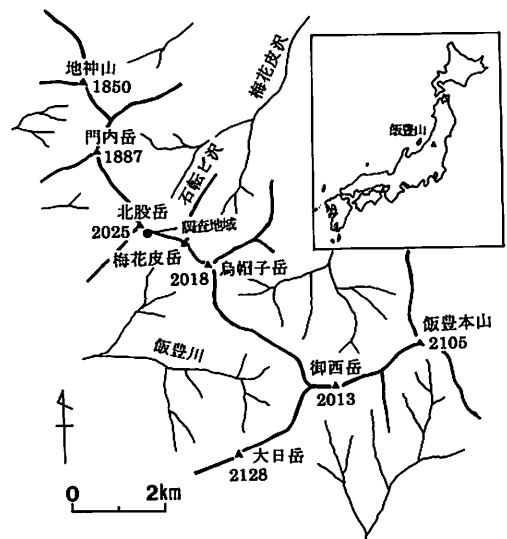


図1 飯豊山地の主要なピークと沢
太い実線は主稜線、細い実線は水系を示す。数字は標高。

檜垣 (1977) は、主稜線に沿って非対称山稜がよく発達することを指摘し、風上側の緩斜面は、氷期に凍結破砕で生産された岩屑がソリフラクションによって移動することによってできたのだらうと述べた。

現在形成中の地形については、米地ほか (1970) が、稜線に沿って各種の周水河地形が分布することを記載している。また檜垣 (1977, 1980, 1990) は、稜線沿いの強風砂礫地でソリフラクションの作用のあることを指摘した。

飯豊山地では亜高山帯の針葉樹林は発達せず、亜高山帯にあたる標高は、「偽高山帯」と呼ばれる草原や低木林になっている。とくに1800m以上の標高では典型的な偽高山帯の植生景観が卓越し、みごとなお花畑が広がる。ただしところによってはハイマツ群落やチシマザサ群落が現れ、風衝地や残雪周辺をさけて斑状に分布する (結城 1970; 平松・山本 1970)。飯豊山地の植生については、Kikuchi (1974) が群落レベルで詳細な報告を行っており、『日本植生誌 東北』 (宮脇昭編 1987) にも詳しい記載がある。偽高山帯の草本・矮低木群落については、清水 (1967) が植物社会学的な視点から報告している。

次に風について述べる。この地域の風については直接観測したデータはないため、ここでは東北地方の山岳全般の特色から述べる。冬季から早春にかけて日本の山岳地域では、北西からの季節風が吹き荒れるが、中でも東北日本から中部日本にかけての山岳地域は、世界最強の冬の季節風が吹き抜ける主軸の部分に当たっていて (岡 2000)、とくに風が強い。大丸 (2002) は気象庁の高層気象データを用いて秋田上空の風速の季節変化を推定し、それを図に示している。それによれば、海拔2000m弱に当たる800hPa付近では、11月から翌年の5月にかけて、10–15m/秒の強風がほぼ

恒常的に吹いている。したがって独立峰に近い飯豊山地でもほぼ同様な状況にあると考えられる。

2. 調査地域の設定

風食による植被と表層土壌の破壊は、北股岳付近のほかにも、梅花皮岳の北斜面、梅花皮岳の山頂付近、烏帽子岳の山頂付近、飯豊本山の北側など数か所で観察することができる。本稿ではそのうち現象が典型的に見られる北股岳に調査地域を設定した。

北股岳の南の鞍部、すなわち石転ビ沢をつめて稜線に出たところは、登山道が交差することから十文字鞍部と呼ばれている。その鞍部から斜面長にして50–70mほど北股岳に向かって登った、なだらかな斜面が調査地域である (図2)。ここは非対称山稜のなだらかな側に当たっていて、反対側は急な崖になっており、そこには梅花皮沢源頭のカール状地形がある。調査地域の標高はおおよそ1870mから1890mである。

調査地域は主稜線の南西側に当たる強風地にあり、タカネノガリヤスやムツノガリヤス、コタスキランなどのイネ科草本が草原をつくる。さらにミネズオウやミヤマウスユキソウなども分布する。このことから、この植物群落は、清水 (1967) のいうコメバツガザクラーミヤマウスユキソウ群集に該当するとみられる。

IV 調査結果と考察

1. 風食溝の形態と分布

十文字鞍部から北股岳に向かう登山道は、南東から北西方向に伸びる主稜線に沿うように続いているが、鞍部から50mほど登ると、風食によって植被や土壌がえぐられてできた溝 (以下、「風食溝」と仮称) や凹地が、稜線にはほぼ直交ないしわずかに斜行するような形に何列も伸びているのが見えてくる。離れたところからみると、縞状または階段状にみえる (図3)。こ



図2 調査地域の遠景
白抜き矢印の先が調査地域。背景は北股岳。



図3 風食溝と植被がつくる縞状パターン 1



図4 風食溝と植被がつくる縞状パターン2

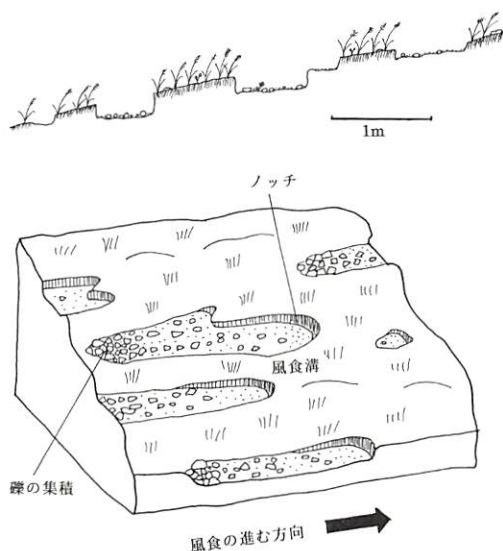


図5 風食でできた裸地の模式図と各部の名称 (原田・小泉 1997に加筆)

上は風食溝の最大傾斜方向の縦断面を示す。

この風食溝には長さ7—8m、深さ40—50cmに達するような規模の大きいものもある。

図4の写真に示したところは、図3の写真に示した部分のすぐ上方にあたる。ここは傾斜14°で南東に傾く斜面で、幅40—60cm、長さ1—2m、深さ20—30cmほどの風食溝が、数10cmから1—2m間隔で分布している。風食溝は南南西から北北東に向かってほぼ直線状に伸びている。溝の底の部分は砂礫地ないし礫地となっている。また溝の先端の部分と側面には、風食によってできた高さ20cmほどのノッチがあって、そこでは植物の根と土壌が露出している。

最初に、2つの写真に示した植生景観が、風による

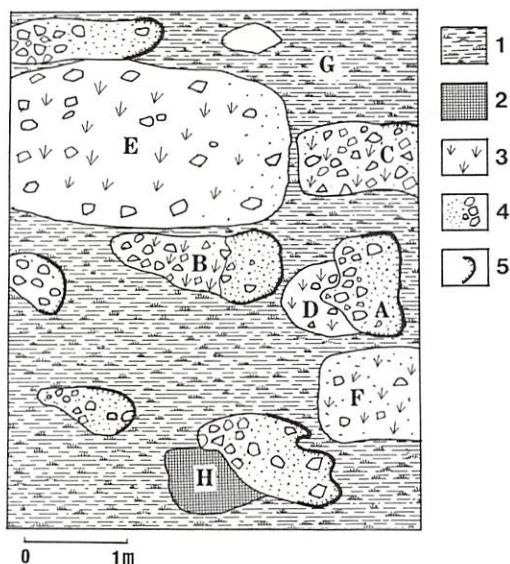


図6 植生調査地区における裸地と植物群落の分布

4m×5mの範囲について作成。図の上が斜面上部。1：イネ科の草本からなる風衝草原、2：ガンコウラン群落、3：遷移途上の群落、4：砂礫地と顕著な礫、5：風食ノッチの発達する部分。A～H：調査地点。

侵食でできたと判断した根拠から述べる。

植被と裸地がよく似た縞状の模様をつくるものに、階段状構造地がある。これは周水河地形の一つで、地形の原形が元々階段状を形づくるものである。しかしこの調査地域では斜面上に階段状の原地形は存在せず、礫の集積した小屋もみられない。裸地は植被や土壌を溝状に深くえぐるような形に生じており、風の強く当たる裸地の先端の部分には、高さ20cmほどのノッチがある。このことは現在でも侵食が活発に行われていることを示している。こうした特色は、原田・小泉(1997)が報告した、平標山の風食地形の特色と共通するものである。また檜垣(1990)は、飯豊山のすぐ南にある強風砂礫地での10年間にわたる調査に基づいて、風食によって生じたノッチが年間3—7cmの速さで後退していることを明らかにしている。この事実は、飯豊山地の強風地でみられる裸地は、風食によって形成されたという主張を裏づけるものである。なお本稿で用いる用語には一般的でないものが多いので、誤解を招かないように、風食によって生じた裸地と各部分の名称を図5に模式的に示した。

表1 調査枠ごとの群落の組成

種 名		調 査 枠							
		A	B	C	D	E	F	G	H
ミヤマウシノケグサ	<i>Festuca ovina</i> var. <i>alpina</i>	5	2	8	5	2			2
ホソバゴメクサ	<i>Euphrasia insignis</i> var. <i>japonica</i>	1	20	12	6	4			
ガンコウラン	<i>Empetrum nigrum</i> var. <i>japonicum</i>	1			25				75
チシマギキョウ	<i>Campanula chamissonis</i>			40	1	35	4	13	3
コタヌキラン	<i>Carex doenitzii</i>			5	40	3	4	70	
ミヤマウスユキソウ	<i>Leontopodium fauriei</i>		+	2	1	25		+	
タカネマツムシソウ	<i>Scabiosa japonica</i> var. <i>alpina</i>		1	1	3	15	6	4	
ミヤマキンバイ	<i>Potentilla matsumulae</i>			1	3		8		2
イイデリンドウ	<i>Gentiana jamesii</i>			1	1	1	+		
ハクサンイチゲ	<i>Anemone narcissiflora</i>						30	8	
タカネガリヤス	<i>Calamagrostis sachalinensis</i>							30	
ノガリヤス属の一種	<i>Calamagrostis</i> sp.		+	3		4			
コケモモ	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> var. <i>minus</i>			1			7		
ネバリノギラン	<i>Aletris foliata</i>					2	4		
シラネニンジン	<i>Tilingia ajanensis</i>					6	15		
コメバツガザクラ	<i>Arcterica nana</i>					3	1		
コイワカガミ	<i>Shortia soldaneloides</i> f. <i>alpina</i>					+	7		
ムカゴトラノオ	<i>Polygonum viviparum</i>						+	+	
キバナノコマノツメ	<i>Viola biflora</i>						1	+	
ミヤマヌカボ	<i>Agrostis borealis</i> var. <i>flaccida</i>	+							2
タカネアオヤギソウ	<i>Veratrum nigrum</i> ssp. <i>Maackii</i> f. <i>alpinum</i>				1				
コメススキ	<i>Deschampsia flexuosa</i>								1
クモマンバスケ	<i>Carex subumbellata</i> var. <i>verecunnda</i>								2
イタドリ	<i>Polygonum cuspidatum</i>		2						
出現種数		4	6	10	10	12	13	8	7
植被率(%)		6	25	70	80	90	80	100	85
群落の高さ(cm)		7	6	8	15	25	18	45	6

植生調査を行ったのは、図4に示した場所から、斜面長にしてさらに20mほど上がった地点である。ここでは風食溝はやや小規模になり、浅く短いものが多い。溝は長いものでも2m程度で、代わりに直径数10cmほどの円形に浅く凹んだ裸地や、楕円形をした皿状の裸地が草地の中に点在している。ただ全体としての植生景観は図4の写真によく似ている。

ところでこの辺りでは裸地の近辺に、植物がまばらに生えた礫地や、半ば植被に覆われたような礫地が存在する。これは風食で生じた裸地に礫が集積し、そこに植物が回復しつつあるもので、回復の程度に応じてそれぞれ生育する植物が異なっている。このため、全体としてモザイク状の植物群落の分布が生じている。そこで4m×5mの範囲について、裸地と、識別された植物群落の分布を調べ、図に示した(図6)。全体のおよそ半分は密生したイネ科草本からなる草原が占めるが、残りの半分はパッチ状の裸地とイネ科草原以外の植物群落が占めている。

2. 識別された植物群落とその成立環境

次にパッチ状に分布している植物群落とその成立環境について、遷移の初期段階にあると推定されるものから順番に記載する。群落の名称は優占する植物の名前で呼ぶことにし、群落を構成する種ごとの被度をパーセントで示した(表1)。なおこの遷移系列には属さないとみられる群落にガンコウラン群落がある。これは別系列の例外的な群落と考えられるので、記述は最後に回した。

調査枠の大きさは50cm×50cmである。ただし枠を正方形に作れない場合は、同面積の枠を設定した。この枠は正式の群落調査には狭すぎるが、分布域の小さい群落があるため、このサイズに統一せざるを得なかったものである。なお調査枠は各パッチを代表する部分に設置した。調査枠を設置した地点を図6に示す。図中のA—Hの記号は調査枠を置いた場所の中心を示している。

a. ミヤマウシノケグサ群落

これは稜線近くの裸地（図6のA）に生じた群落で、植被率は6%と低い。群落の高さは7cm。ミヤマウシノケグサのほか、ホソバコゴメグサとガンコウラン、ミヤマスカボの3種が現れるが、植被率が低いために、裸地にしかみえない。裸地の形成後、ソリフラクションによって礫が移動して集積し、土地の表層が安定し始めたところに、ようやく植物が入りつつある段階だと見られる。ミヤマウシノケグサやホソバコゴメグサは先駆植物だと考えられる。

b. ホソバコゴメグサ群落

ホソバコゴメグサが優占する群落で、図6のB付近に分布する。植被率は25%、出現種数は6種、群落の高さは6cmである。ホソバコゴメグサ以外ではミヤマウシノケグサとイタドリ、タカネマツムシソウが目立つ。群落の立地は拳大程度の礫が地表をびっしりと覆った礫地で、ホソバコゴメグサが礫の間に散在している。

c. チシマギキョウ群落

稜線近くの風食溝の底部（図6のC）で観察された群落。優占種はチシマギキョウだが、ほかにホソバコゴメグサやミヤマウシノケグサ、ミヤマウスユキソウ、コタヌキランなどが見られ、ホソバコゴメグサ群落に他の植物が何種類か付け加わったような組成を示す。植被率は70%、種数は10、群落の高さは8cmである。分布地は礫地で、長径10—20cmの角礫が群落の下の地表をほぼ覆いつくしている。

群落の組成から判断すると、この群落は、ミヤマウシノケグサやホソバコゴメグサを主とする遷移の初期段階の群落からやや進んで、強風地の極相である風衝草原に回復しつつある途中の群落だと考えられる。

d. コタヌキラン—ガンコウラン群落

図6のDを中心とするパッチに成立した草原で、コタヌキランとガンコウランを優占種としている。植被率は80%、種数は10、群落の高さは15cmである。コタヌキランなどの他、タカネマツムシソウやイイデリンドウ、ミヤマウスユキソウなどもみられるから、組成からはほとんど風衝草原（コメバツガザクラ—ミヤマウスユキソウ群集）といってもいいような群落である。しかし先駆植物とみられるホソバコゴメグサやミヤマウシノケグサが残存し、土壌もほとんど発達していないことから、極相への遷移途上の群落であると推定した。立地はCのパッチとはほぼ同じで、径10—20cmの角礫が群落の下の地表面を覆っている。

なおパッチの広がりから考えて、先に述べたaの群

落の分布地は、この遷移途上の群落の分布地が、風によって再度侵食されてできたものとみられる。

e. チシマギキョウ—ミヤマウスユキソウ群落

チシマギキョウとミヤマウスユキソウを優占種とする群落で、他にタカネマツムシソウやシラネニンジン、ネバリノギランなどが現れる。図6のE付近を広く覆う。植被率は90%、種数は12、群落の高さは25cmである。立地はよく締まった礫地で、礫を覆って厚さ6cm程度の褐色のシルトからなる、薄い高山草原土壌ができています。この草原土壌は、風食を受けた他の場所から飛ばされてきたシルトや砂が、植物に捕捉されて堆積し、植物から有機物の供給を受けて土壌化したものだと思える。

薄くても草原土壌ができつつあることから考えると、この群落はdの群落よりさらに遷移の進んだ段階にあり、風衝草原の極相により近いと見られる。しかし先駆植物のホソバコゴメグサやミヤマウシノケグサが残存していることから考えると、まだ極相には達しておらず、その手前の段階にある群落だと想定できる。

f. ハクサンイチゲ群落

図6のF付近に分布する群落である。ハクサンイチゲのほか、シラネニンジン、ミヤマキンバイ、タカネマツムシソウなどの草本が優勢で、これにコケモモやコイワカガミが加わる。植被率は80%、種数は13、群落の高さは18cmである。この群落ではハクサンイチゲやミヤマキンバイが上層、コケモモやキバナノコマノツメが下層というように、階層構造が生じている。土壌は礫混じりの高山草原土壌である。草原土壌が発達し、ホソバコゴメグサなどの先駆植物がもはや見られないことから、この群落は風衝草原の極相の一步手前に当たるものとみなすことができる。

g. コタヌキラン—タカネノガリヤス群落

これはコタヌキランやタカネノガリヤス、ムツノガリヤスなどのイネ科草本が密生した背の高い群落で、調査した4m×5mの範囲内のほぼ半分の面積を占めている。G地点での調査によれば、植被率は100%で、イネ科草本が上層を構成し、その下にハクサンイチゲ、チシマギキョウ、タカネマツムシソウ、キバナノコマノツメなどが生育している。群落の高さは45cmと、他の群落に比べてかなり高くなっている。しかし出現種数は8種と少ない。この群落は、厚さ20cmほどの高山草原土壌が分布するところに成立しており、風衝草原の極相に当たるもっとも発達した群落と考えられる。

なお表には示さないが、同じgの群落内でも、調査枠に隣接する地点ではムツノガリヤスが優勢で、その下にコケモモ、コイワカガミ、マイヅルソウなどが見られた。主要なイネ科草本はそれぞれがカタマリを作って分布しており、イネ科草本からなる草原自体がモザイク状の構造をもっていることがわかる。

h. ガンコウラン群落

ガンコウランを主体とする群落で、図6のHで観察された。ガンコウランが窪んだ地表をびっしりと覆い、密生した群落を作っている。他にミヤマキンバイとミヤマウシノケグサ、ミヤマスカボ、クモマシバ、ゲ、コメススキなどのイネ科の草本が分布する。植被率は85%、種数は7、群落の高さは6 cmである。

この群落の立地は、径20cmほどの礫の間を褐色の砂やシルトが充填するよくなった土壌で、植被が削り取られて裸地ができた後、高山草原土壌の下層がまだ残存している時点で、隣接する削り残しの植被地からガンコウランが急速に分布を拡大したものと思われる(図7)。したがって植被率は高いが、一種の先駆植生と考えられる。

ただこの群落はガンコウランが地表を密に覆ってしまうことから、以後、イネ科草本を中心とする極相の草原に移行するとは考えにくく、再度風食によって植被が削り取られるまではこの状態を保つだろうと予想される。

3. 遷移の進行に伴う種の多様性の変化

上で述べた各群落の植被率、出現種数、群落の高さを図8にまとめて示した。また種数と植被率の関係を図9に示した。

図9のように、ここの群落は大きく、5つに分けることができる。aの先駆的な群落、それに続くbの群落、遷移途上のc、dの群落、極相の手前のe、fの群落、それに極相と見なすことができるgの群落である。hは例外的な群落と見られる。種数は先駆的な群落では4~6程度と少なく、遷移途上と極相の手前の群落で10~13に増加し、極相群落では逆に8と減少する。植被率は先駆的な群落では低く、遷移途上の群落で80%前後に高まり、極相群落では100%となる。群落の高さは先駆的な群落では6~7 cm程度と低いが、遷移途上の群落では20 cm前後に達し、極相群落では急激に上昇して45 cmに達する。

このように、遷移の進行に伴う変化はたいへん大きいものであるが、その基礎には土地環境の変化があると考えられる。土地環境の変化に伴う遷移の進行は、次の



図7 風食溝に入り込んだガンコウラン

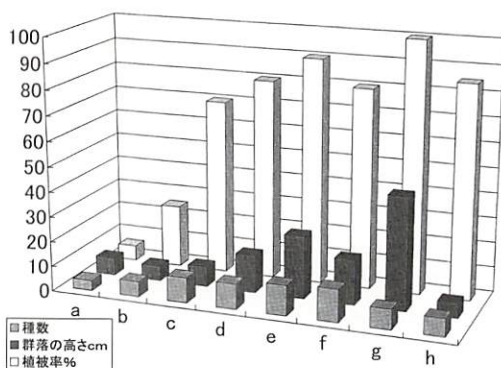


図8 調査地点ごとの出現種数、群落高、植被率

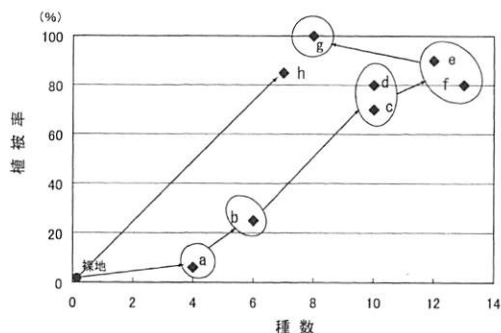


図9 調査地点ごとの種数と植被率の関係

ようなものだと推定される。

まず風食によって風衝草原の植被や土壌の一部が破壊され、地表に風食溝や凹みができる。これまでの研究で、風食がもっとも進むのは、消雪直後から梅雨期にかけての時期であることが明らかになっており(原田・小泉 1997, 福井・小泉 2001)、飯豊山の場合もおそらく同じ時期に侵食がすすむと考えられる。春先には、冬季にできた季節的凍土が融解することによって礫が緩み、ノッチに露出した土壌や植物の根も、

霜柱の発生などによってほぐされて、剥がされやすくなっている。こうした状態のときに、強い風が当たったり、雨滴まじりの強風が当たったりすると、ノッチの侵食が進み、その跡に裸地が形成される。

裸地は最初はまったくの無植生で、高山草原土壌の下層や、その下の礫混じり土層が露出している。しかし土地表層における凍結融解の繰り返しなどによって地表に礫が放出される結果、裸地の表面は次第に礫に覆われ始める。そしてそこにソリフラクションの作用が働くため、礫は次第に移動して裸地の末端付近に集積し、そこで安定化する。このようなプロセスは、筆者らがすでに木曾駒ヶ岳や越後山脈の平標山で確認している（小泉 1974, 原田・小泉 1997）。

植物の侵入はこの時点でようやく可能になり、ミヤマウシノケグサやコバノコゴメグサなどの先駆植物が生育し始める。a, bの両群落はこの段階にあると考える。またところによっては、h群落のように、隣接する植被地からガンコウランが直接裸地に侵入して拡大することもある。

これに続く段階では、チシマギキョウやミヤマウスユキソウ、タカネマツムシソウなどが、ミヤマウシノケグサなどの先駆的な植物群落に侵入して混生し、さらにハクサンイチゲやコタヌキランなどが加わって遷移途上ないし極相の一手手前の群落ができる。c, d, e, fの群落がこれに当たる。この段階ではイネ科以外の草本植物が多数生育し、植物相を著しく豊かにしているのが特徴的である。

次の極相段階では、背の高いイネ科草本（とくにノガリヤス類）が優勢になり、他の植物はその陰になることによって、生育が困難になり、植物相はむしろ貧弱化してしまう。したがって遷移途中の段階で広葉草本が多数現れるということは、風食に始まる植生遷移が、この地点の強風地の植物相を豊かにする上で、大きな役割を果たしているということを示している。植被の破壊という植物にとってはマイナスの要因が、逆にさまざまな植物の分布を可能にしているのである。

それゆえ、もしも風食の働きがなかったとしたら、先駆植物や遷移の途中で出現する植物群の大半は姿を消してしまい、強風地の植物相は現在よりはるかに単純化していたに違いない。したがって飯豊山地全体についても植物相の劣化をもたらした可能性が高いと考える。

ただ本稿で調査したのはわずか1地点に過ぎず、ここで述べたような現象が、飯豊山地全体の植物相を豊

かにする上でどの程度の役割を果たしているのかは、十分に検討できなかった。関心のある方はぜひ本稿に続く調査を行っていただきたい。

ま と め

東北地方南部に位置する飯豊山地は、海拔2100mをわずかに越す程度のそれほど高くない山岳地域だが、残雪と高山植物に恵まれ、本邦屈指の偽高山帯の草原が広がる。この山地では主稜線に沿うところどころで、強風によって植被や土壌の一部が縞状に削り取られ、地表に細長い裸地や溝ができていたのが観察できる。筆者は北股岳の南斜面を例として、縞状の裸地とその周辺の植生調査を行い、風食が強風地の植物群落を破壊することによって、そこの群落に植物相の豊かさをもたらししていることを見出した。裸地は最初無植生だが、ソリフラクションなどの働きで礫が集積し、安定化すると、ミヤマウシノケグサやホソバコゴメグサなどの先駆植物が侵入する。それに続いてチシマギキョウやミヤマウスユキソウなどが混生し、さらにハクサンイチゲやコタヌキランが加わるなど、遷移の進行に伴って植物の種類は急速に増加する。これに対し、強風地で広い面積を占め、極相に達していると考えられるイネ科の草本を主体とする風衝草原では、植物の種類は大幅に減少してしまう。このことから風食による植被の破壊が、強風地の豊かな植物相の維持に大きな役割を果たしていると考えられる。

引用文献

- 五百沢智ほか（1986）飯豊・朝日連峰の水河地形．岳人，468：42-45．
- 岡 秀一（2000）東アジア周辺地域の風分布．青山高義・小川 肇・岡 秀一・梅本 亨編「日本の気候景観」，pp.16-17，古今書院．
- Kikuchi, T. (1974) Vegetation of Mt. Iide. Ecological Review, 18: 65-91.
- 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（1984）日本の高山帯の自然地理的特性．福田正己・小嶋 尚・野上道男編「寒冷地域の自然環境」，pp.161-181，北海道大学図書刊行会．
- 清水寛厚（1967）飯豊山地の高山帯における草本、矮低木群落の植物社会学的研究．日本生態学会誌，17：149-157．

- 大丸裕武 (2002) 世界に誇る多雪山地. 梶本卓也・大丸裕武・杉田久志編著「雪山の生態学」, pp.13-26. 東海大学出版会.
- 高橋 浩・山元孝広・柳沢幸夫 (1996) 飯豊山地地域の地質. 地質調査所.
- 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.
- 檜垣大助 (1977) 飯豊山地山稜部の地形について. 東北地理, 29:212-220.
- 檜垣大助 (1980) 飯豊山地山稜部における斜面物質移動の観察. 西村嘉助先生退官記念地理学論文集, pp.141-146.
- 檜垣大助 (1990) 飯豊山地山稜部における斜面物質移動の観察. 東北地理, 42:20-21.
- 平松計之助・山本光男 (1970) 飯豊連峰の植生. 山形県総合学術調査会編「飯豊連峰」, pp.277-284, 山形県総合学術調査会.
- 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, 110:355-361.
- ベゴン, M・ハーバー, J・タウンゼント, C. (堀通雄監訳) (2003) 生態学—個体・個体群・群集の科学. 京都大学学術出版会.
- 宮脇 昭編 (1987) 日本植生誌 東北. 至文堂.
- 米地文夫・木村喜代志・菊地寛治 (1970) 飯豊連峰の地形. 山形県総合学術調査会編「飯豊連峰」, pp.34-48, 山形県総合学術調査会.
- 結城嘉美 (1970) 飯豊連峰の植物. 山形県総合学術調査会編「飯豊連峰」, pp.23-228, 山形県総合学術調査会.
- 鷺谷いづみ・矢原徹一 (1996) 保全生態学入門. 文一総合出版.
- Watt, A. S. (1947) Pattern and process in the plant community. *Journal of Ecology*, 35: 1-22.