

巻機山（上越地方）における 植生復元工後の植生動態

桑山直子*・鈴木貢次郎**・麻生 恵**・根本正之**

(平成 16 年 5 月 24 日受付/平成 16 年 9 月 17 日受理)

要約：1980 年から植生復元工が行われてきた巻機山の山頂付近（標高 1,700～1,967 m）に調査区を設け、植生復元工後の植生動態について調査した。その結果、施工時の播種工（法）や株移植に用いた植物材料に関わりなく、植生復元工後の植生は、1. 御機山からニセ巻機周辺（標高 1,800～1,900 m）に多くみられたショウジョウスゲ-ヌマガヤ群落、2. 池塘等の湿地付近に多くみられたミヤマヌノハナヒゲ-ヌマガヤ群落、3. 標高 1,900 m 以上の山頂付近に多くみられたヌマガヤ-ヒロハノコメスキ群落の 3 タイプに分けることができた。またショウジョウスゲ-ヌマガヤ群落ではショウジョウスゲが年数を経過した区で増加する等、自然植生の構成種が植生復元工の成否の指標となるべく知見を得た。

キーワード：巻機山, ヌマガヤ, 雪田植生, 植生復元工, 植生調査, ヤチカワズスゲ

1. はじめに

日本百名山の指定や登山ブームなどによって、山岳地の利用者が年々増大している。それに伴い、登山道の崩壊などによる植生破壊が問題となっており、植生復元や登山道整備が全国各地の山岳地で実施されている。本調査研究の対象地である新潟県と群馬県の県境に位置する巻機山（標高 1,967 m）でも、登山道整備、池塘復元、植生復元などが 1980 年から継続して行われてきた¹⁻³⁾。

特に植生復元工は 1980 年より毎年行われているが、高山であるためにその後の追跡調査を行うための労力や時間に制限があり、今だ植生の回復度合いや周辺部の自然植生構成種の侵入時期等は明らかにされていない。そこで、本調査研究では今後の植生復元工の成否の目安となる知見を得るべく、今までに行われた植生復元工後の植生を調査・解析した。

2. 調査地の概要

巻機山は、新潟県塩沢町および六日町と群馬県水上町の県境にあたる三国山脈（いわゆる上越国境）の稜線上に位置し、上信越高原国立公園に属する谷川連峰と越後三山只見国立公園に属する利根川水源の大水上山・丹後山などと結ばれている。巻機山は、牛ヶ岳（1,961 m）・割引岳（1,930 m）・ニセ巻機（1,861 m）などで構成された山塊の総称であり、最高点（本山）の標高は 1,967 m である³⁾。

多くの登山道が通っているが、本研究では井戸尾根コース沿いの、ニセ巻機から巻機小屋（1,800 m）、竜ノ池、御機屋（1,930 m）、本山（巻機山最高点、1,967 m）、牛ヶ岳（1,961 m）にわたる総延長 3 km の区間で、植生復元工が行

われた場所²⁾に調査区を設置した（図 1）。

八合目付近では登山道の南東面にかけて雪田草原が、また付近のやや乾燥化の進んだところではチシマザサ草原が成立している。そして、山頂付近のうち、尾根上の風衝地ではハイマツ低木林となり、その中でもより風の強い所では風衝矮性低木となる。

また、冬期の風下斜面では積雪が多くなるために雪田植生となり、その中でもやや乾燥化の進んだ場所はチシマザサが優占する。一方、地形が平坦で表面排水の悪いところに池塘が発達している³⁾。

1980 年から毎年 7 月上旬～9 月上旬にかけて現地において行われてきた植生復元工は、播種工（法）と株を移植する方法である（表 1）。播種工（法）と株移植に用いる植物材料は、復元工を行った現地で生育しているヤチカワズスゲ、ヌマガヤ、エソホソイの 3 種から採取した。また播種した後、ネット（黄麻製土壌保護ネット）、コモで土壌表面を保護したり、シース（光合成バクテリア、共生菌、（株）南部製）を施用することもあった。

3. 調査方法

調査区は、植生復元工が行われた場所に 34 区を設定したほか、比較対照として自然回復区（植生復元工を行っていないが一度裸地化した後、登山道整備による踏み込みがないようにした場所）の 6 区と、自然植生区（かつて裸地化したこともなく、人為的影響が全くない区）の 5 区を設定した。植生調査は、植被率（調査区を覆っている全植物の面積比）、出現種、およびその被度・群度を記録した。被度は、ペンファウンドラによる被度階級（各種地上部の地表面に対する投影面積の、ワク面積に対する百分率、5：

* 東京農業大学地域環境科学部造園科学科（現 JA アグリタウン 株式会社げんきの郷）

** 東京農業大学地域環境科学部造園科学科

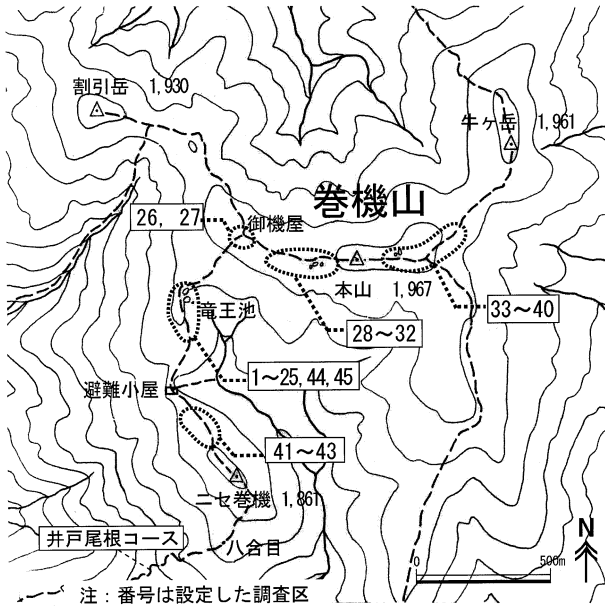


図1 調査地および設定した調査区

76%以上; 4: 51~75%; 3: 26~50%; 2: 6~25%; 1: 1~5%; +: 1%以下) によって判定した。群度は、ブラウン・ブランケによる群度階級 (1: 単独生育をなすもの; 2: 群または叢状に生育するもの; 3: 小斑, クッション状に生育するもの; 4: 小集団, 広斑, 毛せん状をなすもの; 5: 大集団でカーペット状に広がるもの) によって判定した。植生復元工を行った各施工箇所の面積は狭く (最大で約 100 m²), また各植生調査において希少種を見落とさないようにするため, 方形区の大きさは全調査区とも 1×1 m (1 m²) とした (写真1)。

各調査区を設定する際 GPS (Garmin 社) を用い, 緯度, 経度, 標高を測定し, 同時に調査区の位置を写真に記録して, 今後も同一地点で継続して調査ができるようにした。

植生調査は, 年間で植物が最も成長していると思われる 2003 年 8 月 22~24 日に行った。

植生調査を行う際, 地形, 海拔高度, 設置した各調査区の方角 (傾斜方位), 傾斜度 (法勾配器), 登山道からの距離, 土壌 (土壌厚, 土性, 土色, 密度, 粘性, 乾湿) についても調べた。

土壌調査は特に高山であることから多くの器材を持ち込むことが難しいため, 簡易な土壌診断法を用いた。土壌厚は径約 1.5 cm の先が尖っている金属棒を地表面に差し込んで土壌に入る長さを計測した。土性は触感によって砂土 (S); 砂壤土 (SL); 壤土 (L); 埴壤土 (CL); 埴土 (C) に分けた。土色は標準土色帖 (農林省農林水産技術会議事務局及び財団法人日本色彩研究所色票監修) に従った。土壌密度は土壌表面を指で押した時の抵抗度合いによって極疎; 疎; 中; 密; 極疎に分けた。粘性は指に土壌が付着しない程度の水分状態で棒状にのばした時の伸び方によって 0; 弱; 中; 強; 極強に分けた。乾湿は土壌塊を手で掘った時の湿り気によって乾; 半乾; 湿; 多湿に分けた。

表1 植生復元に用いた植物材料とその工法

| 種類 | 工法 | 資材 | 内容 |
|---|-------|--|---|
| A: ヤチカワズスゲ (<i>Carex omiana</i>) | a: 播種 | ①: コモ (Aa①) ②: ネット (Aa②) ③: シーズ (Aa③) ④: なし (Aa④) | 種子採取直後に播種し (8月下旬), その上からコモ, ネット (1cm目) で覆う。また, 光合成細菌資材 (商品名: シーズ, 有限会社宮崎光合成研究所製) を施用する。 |
| | b: 移植 | ②: ネット (Ab②) ④: なし (Ab④) | 池塘の, 土砂が堆積した場所に生育したヤチカワズスゲの 3, 4 年生苗をポット状に掘り出し移植する。 |
| B: エゾホソイ (<i>Juncus filiformis</i>) | b: 移植 | ④: なし (Bb④) | 池塘から掘り出したエゾホソイを池塘の土壌ごと表土流出地に客土状に被覆する。 |
| C: ヌマガヤ (<i>Moliniopsis japonica</i>) | a: 播種 | ④: なし (Ca④) | 種子採取直後に播種する (9月上旬)。 |
| | b: 移植 | ②: ネット (Cb②) ④: なし (Cb④) | 周辺からポット状に切り出し移植する。 |

括弧は, 省略記号 (表-2, 3, 4 参照)。

播種とは, 現地の土壌に種子を混ぜ込み, 団子状にしたものを地表面に埋込む工法のこと。移植の時の植栽間隔は約 20cm。



写真1 調査区 22 (ミヤマイヌノハナヒゲ-ヌマガヤ区) の全景

4. 結 果

調査地の植生は ① ショウジョウスゲ-ヌマガヤ群落, ② ミヤマイヌノハナヒゲ-ヌマガヤ群落, および ③ ヌマガヤ-ヒロハノコムススキ群落に分けることができた。

種組成表と各区の立地特性を, 各植生単位でまとめ, 表 2, 3, 4 に示す。

ショウジョウスゲ-ヌマガヤ群落 (表 2), ミヤマイヌノハナヒゲ-ヌマガヤ群落 (表 3) では, 施工時に用いたヤチカワズスゲが調査時にはみられず, また確認されてもわずかなことが多かった。具体的には, ヤチカワズスゲを施工に用いた場所の調査区 (表 2 の 26, 15, 1, 3, 12, 2 区,

表 3 ミヤマイスノハナヒゲヌマガヤ群落

| 調査区番号 | 植生復元工区 | | | | 自然回復区 | | | | 自然植生区 | | | |
|--|---------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 22 | 23 | 24 | 45 | 20 | 1860 | 25 | 41 | 17 | 9 | 43 | 21 |
| 標高 | 1856 | 1858 | 1853 | 1861 | 1860 | 1850 | 1855 | 1818 | 1853 | 1850 | 1815 | 1858 |
| 傾斜方位 | - | - | - | - | - | - | - | ENE | - | E | ENE | - |
| 傾斜度(°) | 0 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 12 | 0 | - | 30 | 0 |
| 復元方法 1) | Aa④ | Aa④ | Ob④ | Aa② | Ab④ | - | N | N | N | G | G | G |
| 登山道からの距離(m) | 0~2 | 0~2 | 4~ | 4~ | 4~ | - | 0~2 | 0~2 | 0~2 | 4~ | 4~ | 4~ |
| 復元後経過年数 | 21 | 21 | 16 | 18 | 21 | - | 23 | 23 | 19 | - | - | - |
| 土壌厚(cm) | 45 | 50 | 50 | 50 | 50 | - | 45 | 40 | 20 | 50 | 50 | 50 |
| 植被率(%) | 85 | 100 | 95 | 50 | 90 | - | 100 | 75 | 65 | 100 | 100 | 100 |
| コケ植被率(%) | + | 75 | 20 | 4 | 60 | - | 75 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 土色 2) | 2.5YR | 7.5YR | 2.5YR | 7.5YR | 7.5YR | - | 7.5YR | 7.5YR | 7.5YR | 7.5YR | 7.5YR | 7.5YR |
| 密度 | 1.7/1 | 2/2 | 1.7/1 | 2/2 | 2/2 | - | 2/2 | 2/2 | 2/2 | 2/2 | 2/2 | 2/2 |
| 乾湿 | 密多湿 | 密多湿 | 中多湿 | 密多湿 | 密多湿 | - | 密多湿 | 密多湿 | 中多湿 | 密多湿 | 密多湿 | 密多湿 |
| 出現種数 | 8 | 8 | 10 | 11 | 9 | - | 5 | 9 | 12 | 13 | 9 | 7 |
| 種名 | 各種の出現区数 | | | | | | | | | | | |
| <i>Molinopsis japonica</i> | 4・3 | 4・4 | 4・4 | 3・3 | 4・3 | 4・3 | 4・3 | 4・3 | 3・3 | 4・4 | 5・4 | 5・5 |
| <i>Rhynchospora yasudana</i> | 3・3 | 5・4 | 3・3 | 2・4 | 4・4 | 4・4 | 4・4 | 3・3 | 1・2 | 3・3 | 2・3 | 2・3 |
| <i>Drosera rotundifolia</i> | 1・2 | 1・1 | + | 1・1 | 1・2 | + | + | 2・2 | + | 3・3 | 2・2 | 1・1 |
| <i>Gentiana thunbergii</i> f. <i>minor</i> | 1・2 | 2・2 | 1・1 | . | 1・1 | . | . | + | 2・1 | + | + | 1・2 |
| <i>Carex omiana</i> | 3・3 | . | 3・3 | 1・2 | . | . | 2・3 | 2・2 | 1・1 | . | 2・3 | . |
| <i>Tofieldia japonica</i> | . | 1・2 | 2・2 | + | 2・2 | . | . | 1・1 | . | 1・1 | 2・1 | . |
| 下位単位区分種: | | | | | | | | | | | | |
| <i>Carex blepharicarpa</i> | 2・3 | 1・2 | 2・3 | 2・3 | . | . | . | . | 2・3 | 3・3 | . | . |
| <i>Muscis</i> sp. | + | 1 | 3 | + | 1 | + | + | 2 | + | + | + | + |
| <i>Sphagnum</i> sp. | . | 3 | 4 | 2 | 3 | 1 | 5 | + | + | . | . | . |
| <i>Narthecium asiaticum</i> | . | . | . | . | . | . | . | + | 2 | 4 | 4 | 4 |
| <i>Eriophorum vaginatum</i> | . | . | . | 1 | 1 | . | . | . | 1 | . | 2 | 3 |
| <i>Fauria crista-galli</i> | . | . | . | + | + | . | . | . | . | . | 3 | 3 |
| <i>Schizocodon soldanelloides</i> f. <i>alpinus</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 3 | 3 |
| <i>Heloniopsis orientalis</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 4 | 4 |
| <i>Deschampsia caespitosa</i> var. <i>festucaeifolia</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | + |
| <i>Sasa kurilensis</i> | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 1 | . | . | . |
| <i>Vaccinium microcarpum</i> | . | . | . | 1 | 1 | . | . | . | 1 | . | . | . |
| <i>Juncus filiformis</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Gentiana makinoi</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Menziesia pentandra</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . |
| <i>Coptis trifoliolata</i> | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Copitis trifoliolata</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Gaultheria adenothrix</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . |
| <i>Trientalis europaea</i> var. <i>arctica</i> | . | . | . | + | + | . | . | . | . | . | . | . |
| コツマトリンウ | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |

土壌の粘性は全区とも強;土性は植土。
 1) 植生復元(播種)工に用いた種 A:ヤチカワズスゲ;C:ヌマガヤ, 植生復元の工法 a:播種;b:移植, 植生復元工後の地表の保護に用いた材料 ②:ネット;④:なし, .G:自然植生区;N:自然回復区。
 2) value/chroma値(農林省農林水産技術会議事務局監修,財団法人日本色彩研究所色票監修 標準土色帖)による。

表 4 スマガヤ-ヒロハノコメスキ群落

| 種名 | 植生復元工区 | | | | | | | | | | | | | | 自然回復区 | | | |
|---------|-----------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 調査区番号 | 31 | 28 | 8 | 39 | 36 | 30 | 7 | 35 | 40 | 37 | 38 | 6 | 44 | 33 | 27 | 29 | 34 |
| 立地の環境条件 | 標高 | 1950 | 1941 | 1857 | 1960 | 1960 | 1944 | 1860 | 1962 | 1960 | 1960 | 1960 | 1856 | 1861 | 1960 | 1937 | 1946 | 1959 |
| | 傾斜度(°) | - | 5 | 15 | 26 | 13.5 | 27 | 15 | 15 | - | 13.5 | 15.5 | 5 | 8 | 18 | 0 | 27 | 10 |
| | 復元方法 1) | Ab④ | Ab④ | Aa② | Aa② | Aa②③ | Ab④ | Aa② | Aa② | Aa② | Aa② | Cs② | Bb④ | Bb④ | Aa① | Ab④ | N | N |
| | 登山道からの距離(m) | 0~2 | 0~2 | 0~2 | 2~4 | 2~4 | 0~2 | 2~4 | 0~2 | 2~4 | 2~4 | 2~4 | 0~2 | 0~2 | 0~2 | 0~2 | 0~2 | 0~2 |
| | 復元後経過年数 | 21 | 19 | 7 | 7 | 8 | 23 | 8 | 10 | 9 | 8 | 7 | 9 | 8 | 10 | 7 | 19 | 19 |
| | 土壌厚(cm) | 20 | 19 | 5 | 2~5 | 20 | 25 | 20 | 20 | 5~10 | 20 | 15 | 5 | 20 | 7 | 3 | 25 | 4 |
| | 植被率(%) | 80 | 95 | 40 | 75 | 95 | 80 | 60 | 7 | 50 | 95 | 60 | 100 | 100 | 60 | 70 | 25 | 80 |
| | コケ植被率(%) | 3 | 30 | 6 | 40 | 65 | 4 | 0 | 0 | 5 | 35 | 8 | 5 | 10 | 5 | 50 | 4 | 25 |
| | 土色 2) | 7.5YR 2.5YR | 1.7/1 | 1.7/1 | 1.7/1 | 1.7/1 | 1.7/1 | 1.7/1 | 2.5YR | 7.5YR | 7.5YR | 7.5YR | 7.5YR | 7.5YR | 2.5YR | 2.5YR | 7.5YR | 7.5YR |
| | 密度 | 2/2 | 1.7/1 | 1.7/1 | 1.7/1 | 1.7/1 | 1.7/1 | 1.7/1 | 2/2 | 1.7/1 | 2/2 | 7/1 | 2/2 | 2/2 | 2/2 | 1.7/1 | 1.7/1 | 2/2 |
| | 乾湿 | 密湿 | 密湿 | 密湿 | 密湿 | 密湿 | 中乾 | 密湿 | 密乾 | 密湿 | 密湿 | 密湿 | 密湿 | 密湿 | 密乾 | 密乾 | 密乾 | 密湿 |
| | 出現種数 | 14 | 10 | 9 | 9 | 8 | 12 | 11 | 4 | 6 | 6 | 5 | 9 | 12 | 7 | 6 | 6 | 8 |
| | ヒロハノコメスキ | 3・3 | 3・3 | 3・3 | 3・3 | 2・2 | 2・2 | 2・2 | 3・3 | 2・2 | 3・3 | 1・1 | 1・2 | 2・2 | 2・3 | 4・3 | 2・2 | 4・4 |
| | スマガヤ | 2・3 | 2・2 | 1・2 | ・ | 2・2 | 1・1 | 2・3 | ・ | 1・2 | 2・2 | 3・3 | 5・4 | 4・4 | 1・1 | 1・1 | 1・1 | 1・2 |
| | ヤチカワズスゲ | 2・2 | 2・2 | 2・3 | 3・4 | 4・4 | 2・3 | 1・2 | 1・2 | 2・4 | 5・4 | 1・1 | 1・1 | ・ | ・ | ・ | + | + |
| | イフシヨウブ | 1・2 | 1・2 | 1・1 | 1・1 | 1・1 | 1・1 | 1・1 | ・ | ・ | + | + | + | 2・2 | + | + | + | + |
| | タテヤマリンドウ | 1・2 | 1・2 | 1・1 | 1・2 | 1・2 | + | 1・2 | + | + | ・ | ・ | ・ | 1・1 | 2・2 | ・ | 2・3 | 11 |
| | チシマザサ | 1・2 | 2・3 | ・ | 2・4 | ・ | 2・2 | 1・1 | ・ | 1・2 | ・ | 2・4 | 3・3 | ・ | 2・2 | ・ | 2・3 | 10 |
| | コケの一種 | 1・1 | 2・4 | ・ | 3・4 | ・ | 1・1 | ・ | ・ | ・ | 2・2 | ・ | ・ | ・ | 4・4 | 2・2 | 1・1 | 8 |
| | スギゴケ属の一種 | ・ | ・ | ・ | 4・4 | ・ | ・ | ・ | ・ | 2・3 | 3・3 | 2・2 | 2・2 | 1・2 | 2・2 | ・ | 3・3 | 8 |
| | シヨウジョウスゲ | 2・3 | 2・2 | ・ | ・ | ・ | 2・3 | 1・2 | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | 1・1 | 2・2 | ・ | 6 |
| | オヤマリンドウ | 1・2 | ・ | ・ | ・ | ・ | 2・2 | + | + | + | + | + | + | + | + | 1・1 | ・ | 6 |
| | エゾホソイ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | 1・2 | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | 3・3 | 2・3 | 1・1 | ・ | ・ | 4 |
| | モウセンゴケ | 1・1 | ・ | + | + | + | + | 1・2 | ・ | ・ | ・ | ・ | + | + | ・ | ・ | ・ | 4 |
| | キンコウカ | 1・1 | ・ | 1・2 | ・ | ・ | ・ | 1・1 | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | 3 |
| | ネバリノギラン | + | + | ・ | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | 3 |
| | コイワカガミ | ・ | ・ | ・ | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | 3 |
| | ミズゴケ属の一種 | 1・1 | 2・4 | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | 2・3 | ・ | ・ | ・ | 3 |
| | コヨウラクツツジ | ・ | 2・2 | ・ | + | + | 1・1 | ・ | ・ | + | + | + | + | + | + | + | + | 3 |
| | ヒメスイバ | ・ | ・ | ・ | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | 2 |
| | ミヤマアキノキリンソウ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | + | + | + | + | + | + | + | + | + | 2 |
| | イワイチヨウ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | 1 |
| | ワタスゲ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | 1・1 | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | 1 |
| | ミツバノバイカオウレン | ・ | ・ | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | 1 |
| | ニガナ属の一種 | ・ | ・ | 1・1 | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | 1 |
| | ミヤマスカボシソウ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | 1・2 | ・ | ・ | 1 |
| | ミヤマウイキョウ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | 1 |
| | ベニサラサドウダン | + | + | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | 1 |
| | シダ属の一種 | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | 1・1 | ・ | ・ | ・ | ・ | 1 |
| | No confirmation | ・ | ・ | ・ | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | 1 |
| | 不明種 | ・ | ・ | ・ | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | 1 |

土壌の粘性は全区とも強、土性は36区のみ適壌土、その他は植土。
 1) 植生復元(播種)工に用いた種 A:ヤチカワズスゲ; B:エゾホソイ; C:スマガヤ、植生復元工後の地表の保護に用いた材料 ①:コモ; ②:ネット; ③:シート; ④:なし、N:自然回復区。
 2) value/chroma値(農林省農林水産技術会議事務局監修、財団法人日本色彩研究所色票監修 標準土色帖)による。

表3の23, 45, 20区)では、本調査時にほとんどヤチカワズスゲがみられなかった。また、ヌマガヤ-ヒロハノコメススキ群落でも植生復元工の当初は38, 6, 44区を除く調査区でヤチカワズスゲを播種したのに、本調査時点ではヒロハノコメススキの方が多く優占していた(表4)。

地表面を保護するために用いた資材の種類(麻袋, ネット, コモ)の違いと植生との関係に一定の傾向はみられなかった。

植生復元工を行った調査区のほか、自然回復区、自然植生区を含む全調査区に共通して、被度・群度が高い種に、ヌマガヤ, ショウジョウスゲ, ヒロハノコメススキ, ミヤマヌノハナヒゲ, ヤチカワズスゲなどのイネ科やカヤツリグサ科をあげることができた。

また、タテヤマリンドウとイワショウブは被度・群度は小さいながらほぼ全調査区において出現した。

今回の植生調査に基づいて、抽出された3つの植生単位の特徴は次の通りである。

(1) ショウジョウスゲ-ヌマガヤ群落(表2)

御機屋からニセ巻機周辺(標高1,800~1,900m)に多くみられた。

ヌマガヤ, ショウジョウスゲ, タテヤマリンドウ, ヒロハノコメススキ, イワショウブ, コイワカガミ, キンコウカ, モウセンゴケなどが多く生育していた。そのうち、復元経過年数が11年以下の区(11, 32, 5, 26区)では、ショウジョウスゲは、被度・群度が低いことが多かった。しかし、植生復元後16年以上の調査区(15, 1, 3, 12, 14, 16, 18, 19, 2区)でショウジョウスゲが増える傾向を示した。自然植生区(13, 4区)では、ヌマガヤ, ショウジョウスゲの他、コイワカガミ, キンコウカ, イワイチョウの被度・群度が高い数値でみられた。

(2) ミヤマヌノハナヒゲ-ヌマガヤ群落(表3)

この植生単位は、平坦地(傾斜度7°以下)で、土壌が多湿の池塘周辺(竜王ノ池)で多くみられた。

他区ではほとんどみられないミヤマヌノハナヒゲが多いという特徴を示す。また、モウセンゴケが被度・群度も低いながらも全調査区でみられるという特徴もあった。

(3) ヌマガヤ-ヒロハノコメススキ群落(表4)

この植生単位は8, 7, 6, 44区を除いて、標高が1,900m以上の山頂付近でしかも南斜面に多くみられ、植生率も低かった。ヒロハノコメススキのほか、ヌマガヤ, ヤチカワズスゲ, イワショウブなどが多くみられた。他のショウジョウスゲ-ヌマガヤ群落や、ミヤマヌノハナヒゲ-ヌマガヤ群落に比べ、ヌマガヤの被度が低く、代わりにヒロハノコメススキの被度・群度が高くなる傾向がみられた。

5. 考 察

(1) 植生復元工に用いた植物材料と調査時点の植生との関係

ショウジョウスゲ-ヌマガヤ群落(表2), ミヤマヌノ

ハナヒゲ-ヌマガヤ群落(表3)のうち、植生復元工時にヤチカワズスゲを用いた場所で、ヤチカワズスゲが残ることは少なかった(15, 2, 22, 45区を除く)。今後、周辺植生との関りも調べる必要があると思われるが、いずれにしても標高1,800~1,900m,あるいは池塘周辺ではヤチカワズスゲは残りにくい植物材料であると考えられる。

(2) 全調査区に共通してみられる種

タテヤマリンドウとイワショウブは、被度・群度が小さいながらもほぼ全調査区に共通して出現した。登山者による踏み込み等によって裸地化がすすんでいる長野県小谷村天狗原湿原においても、登山道周辺の植生で、タテヤマリンドウ, イワショウブの出現頻度が高いとの報告がある⁴⁾。本調査でもこれらの種は植生復元を行った多くの場所で認められた。

また植生復元工区,自然植生区,自然回復区的全調査区に共通して、ヌマガヤ, ショウジョウスゲ, ヒロハノコメススキ, ミヤマヌノハナヒゲなどのイネ科やカヤツリグサ科の被度・群度が高かった。中村⁵⁾によれば、中部山岳以西の亜高山性植生および高山性植生において退行が進むと、コメススキなどのグラミノイド植物,コケ類の優占植分が形成されるという。また、人為的な破壊による基盤の露出が進み、礫の移動が激しくなると、コメススキなどのグラミノイド植物が多いという。さらに、踏圧により裸地化した後には、カワズスゲ植分,エゾホソイ植分などカヤツリグサ科の二次植生が発達しやすいという。本調査地は、これらのいずれかの状態に該当すると思われる。

(3) 植生復元工後の主な植生単位とその特徴

巻機山山頂付近における植生復元工後の植生は、ショウジョウスゲ-ヌマガヤ群落, ミヤマヌノハナヒゲ-ヌマガヤ群落, ヌマガヤ-ヒロハノコメススキ群落の3つに分けることができた。それぞれ次のような特徴がみられ、今後の植生復元工のために重要となる二,三の知見を得た。

a) ショウジョウスゲ-ヌマガヤ群落

標高1,800~1,900mに多くみられた植生単位である。群落構成種のうちショウジョウスゲの被度・群度は、植生復元工後16~23年を経過した調査区,または自然植生区で特に多くみられた。さらにこの群落のうち、植分の破壊に伴って増えるといわれているヒロハノコメススキやイワショウブ,コケ類,エゾホソイ,ヤチカワズスゲは⁵⁾、自然植生区では観察できなかった。しかしこれらの種は経過年数11年以下の植生復元工区で多く見られた。またイワイチョウは、高層湿原の周縁部に多いというが⁶⁾、自然植生区でみられ、植生復元工区ではみられなかった。

これらの種の被度・群度の値の高低かつ当該群落が、自然植生に近づいたか否かの判断を行うための指標になるのではないかと考える。

b) ミヤマヌノハナヒゲ-ヌマガヤ群落

他の群落ではほとんどみられないミヤマヌノハナヒゲが多く観察できた。中村⁵⁾によれば、ミヤマヌノハナヒゲは植分の破壊が著しく、新鮮な泥炭が露出した立地に形

成されることが多いという。本調査でみられたミヤマイヌノハナヒゲのある調査区も、土壌が泥炭土である池塘周辺に多く²⁾、またかつて登山者により植生が破壊された場所に多かった。

そして植生復元工区と自然回復区にはショウジョウスゲやコケの一種、ミズゴケ属の一種が観察され、植生の回復は比較的速いと考えられた。中でも調査区 20 区は自然植生区に近い組成で、かなり回復しているものと判断できた。しかし、自然植生区で観察されたキンコウカ、ワタスゲ、イワイチョウ、コイワカガミ、ショウジョウバカマが植生復元工区、自然回復区ではほとんどみられなかった。特にこれらの種のうちキンコウカ、イワイチョウと、コイワカガミに極近縁のイワカガミは、泥炭形成もみられる立地を指標しているといわれており⁵⁾、これらの種の生育が今後の課題になると考える。

e) ヌマガヤ-ヒロハノコメススキ群落

ショウジョウスゲ-ヌマガヤ群落、ミヤマイヌノハナヒゲ-ヌマガヤ群落に比べ、特にヒロハノコメススキが多かった。この植生単位は、1,900 m 以上の山頂付近の風衝の厳しい場所でも多くみられた。また土壌も「半乾」が多く、チシマザサが多く観察された（但し、キンコウカ、モウセンゴケのある土壌は「湿」が多かった）。

このような植生単位は、中村⁵⁾が述べているように、踏圧により裸地化した後の、ヒロハノコメススキなどのグラミノイド植物が叢生した植分を形成する段階にあると思われる。特に、1,960 m を超える巻機山山頂付近（35, 40, 29 区）では、他区に比べ植生率も低くなる傾向を示した。今後山頂付近では、今までの播種工（法）や株移植とは異なる植生復元工を考える必要がある。その一環として現在、ヒロハノコメススキの播種（とり播き）による植生復元工やヤシ繊維マットに雪田植生の構成種を育てたもの（植生マット）を平地で生産し現地に張り付けていく方法等も検討されているので、その有効性を今後確認したい。

6. おわりに

本研究は、気象環境等により極めて制限要因の多い高山において、45 区の調査区を設け植生調査を行った。高山では植物の生育期間が限られるので、調査日数が少なくても正確なデータを得やすいという利点がある。また、高山において直接地面に調査区の印をつけることは植生破壊の原因にもなりかねないが、本調査においては GPS を用いた緯度、経度、標高の確認によって調査区を定点化し（誤差は約 15 m あるが写真判定等によって調査区を確定できる）、今後の調査の継続を可能とした。今後、植生復元工後の二次遷移と周辺植生との関係についてさらに明らかにしていきたい。

謝辞：本研究の一部は東京農業大学地域環境科学研究所プロジェクト研究費で行われた。また本研究で用いた GPS 機器は同大学地域環境科学部高橋新平助教より借用したものである。植生調査にあたっては木村江里氏、松本 清（巻機山景観ボランティアーズ代表）氏にご協力を得た。さらに本報の校閲時に有益な御指摘を多く賜った。ここに記して謝意を表します。

引用文献

- 1) 栗田和弥・麻生 恵, 1995. 多雪山岳地における雪田植生の復元方法に関する研究, 日本緑化工学会誌 20 (4), 223-233.
- 2) 松本 清, 2000. よみがえれ 池塘よ 草原よ, 山と溪谷社, 285 p.
- 3) 松本 清・麻生 恵・栗田和弥, 1994. よみがえれ! 巻機山の自然-景観保全ボランティア 17 年の軌跡-, 財団法人日本ナショナルトラスト, 95 p.
- 4) 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.
- 5) 中村幸人, 1986. 中部山岳以西の亜高山性植生および高山性植生の植物社会学的研究 I 群落区分とその体系化, 横浜国立大学環境科学研究センター紀要 13 (1), 151-206.

Vegetation Dynamics in the Process of Revegetation on Mt. Makihata in Joetsu

By

Naoko KUWAYAMA*, Kojiro SUZUKI**, Megumi Aso** and Masayuki NEMOTO**

(Received May 24, 2004/Accepted September 17, 2004)

Summary : We investigated the changes in vegetation at the top of Mt. Makihata, bordering Niigata and Gunma Prefectures (altitude : 1,800–1,967 m), where revegetation has been in progress since 1980. Vegetation profiles after revegetation were found to be divided into three types : 1. *Carex blepharicarpa-Moliniposis japonica* community located at 1,800–1,900 m, 2. *Rhynchospora yasudana-Moliniposis japonica* community located around ponds and marshy places, and 3. *Moliniposis japonica-Deschampsia caespitosa* var. *festucaefolia* community located on the peak of the mountain (1,900 m). Classification results were not related to revegetation methods or the plants which had been used for revegetation. Particularly in the *Carex blepharicarpa-Moliniposis japonica* community, many *Carex blepharicarpa*, *Narthecium asiaticum*, and *Schizocodon soldanelloides* form. *alpinus* were observed after a certain period. These plants are used as indicators in order to assess the situation of revegetation.

Key words : *Carex omiana*, *Moliniopsis japonica*, Mt. Makihata, revegetation, snow patch vegetation, vegetation survey

* JA Agri-town, Genki-no Sato, Ltd.

** Department of Landscape Architecture Science, Faculty of Regional Environment Science, Tokyo University of Agriculture