

白山室堂平における植生復元工事後の回復状況

山崎 純治*¹・八神 徳彦*²・柳井 清治*¹

*¹石川県立大学, *²石川県白山自然保護センター

Recovery of alpine vegetation after rehabilitation works performed several decades ago at Murododaira in Hakusan, Central Japan

Junji YAMAZAKI*¹, Tokuhiko YAGAMI*², Seiji YANAI*¹

*¹Department of Environmental Science, Ishikawa Prefectural University,

*²Hakusan Nature Conservation Centre

はじめに

日本では、近年登山者が増加し、登山者の踏圧によって高山帯の植生が衰退、減少するという問題が全国的な問題になっている（小林, 1997; 渡辺・深澤, 1998）。それに対して、衰退した植生を人工的に復元する作業が全国的に行われてきた。白馬岳や巻機山で行われた事業がその例として挙げられる（土田, 1999; 土田・尾関, 2003; 桑山・鈴木ら, 2004）。しかし、日本の高山帯の気候環境は非常に厳しく、一度裸地と化した高山帯の植生が自然に回復するには長い年月を要する。特に多雪環境にある高山では、一年のうち大半の時期は雪に覆われており、そこで生きる植物に与えられている生育期間は2~3ヵ月程度になることがあるほか、大量の雪が雪解け水となって流下することで裸地の土壌を侵食するため、失われた植生の回復をより困難にさせることもある（八神・野崎, 1986; 山田, 1993）。そのため、どの高山においても、人為を加えながら復元事業が行われている。

石川県・岐阜県・福井県にまたがって位置する白山においても、40年以上前から高山帯植生の復元事業が行われてきた（八神, 1985）。白山の最高峰、御前峰（2702m）の南側に位置する緩斜面地である室堂平（標高約2450m）では、登山道からはみ出しての歩行、テントを張って宿泊などをする登山者が

増加したため、室堂周辺の植生、特に室堂センターの周辺の植生が衰退し、裸地化が進んできた。そこで、1973年より、石川県の白山自然保護センターによって復元事業が開始された。

施工した場所の植生が、事業後にどのような状態になっているかを追跡した調査・研究が、菅沼・辰巳（1980, 1984, 1989）、八神（1985）、石川県白山自然保護センター（1990）、木本ら（1993）、菅沼（1996）などによって1973年から約20年間行われてきた。しかし、1993年から現在に至るまでの約25年間はこれに関する調査・研究が行われていない。先にも述べたが、高山帯の植生は低地の植生と比べて長い時間を掛けて形成されていくため、施工後20年間の調査研究のみでは、復元後の動態を十分に解明したとは言いがたい。そこで、2018年に植生復元工事後の植生についての調査・研究を実施した。

本研究では、先行研究と同様に施工区の植生の回復状況を把握することが第一の目的である。また本研究では、過去の研究にはなかった角度から施工区の植生を評価していく。具体的には、過去の植生調査のデータや、復元工が行われていない自然植生区との比較を行う。そして施工区の植生を評価・検討し、高山植物種や施工区の植生の特徴や傾向をまとめ、今後の白山ならびに他の高山における植生復元に役立てるためのデータ・知見を提供することを目的としている。

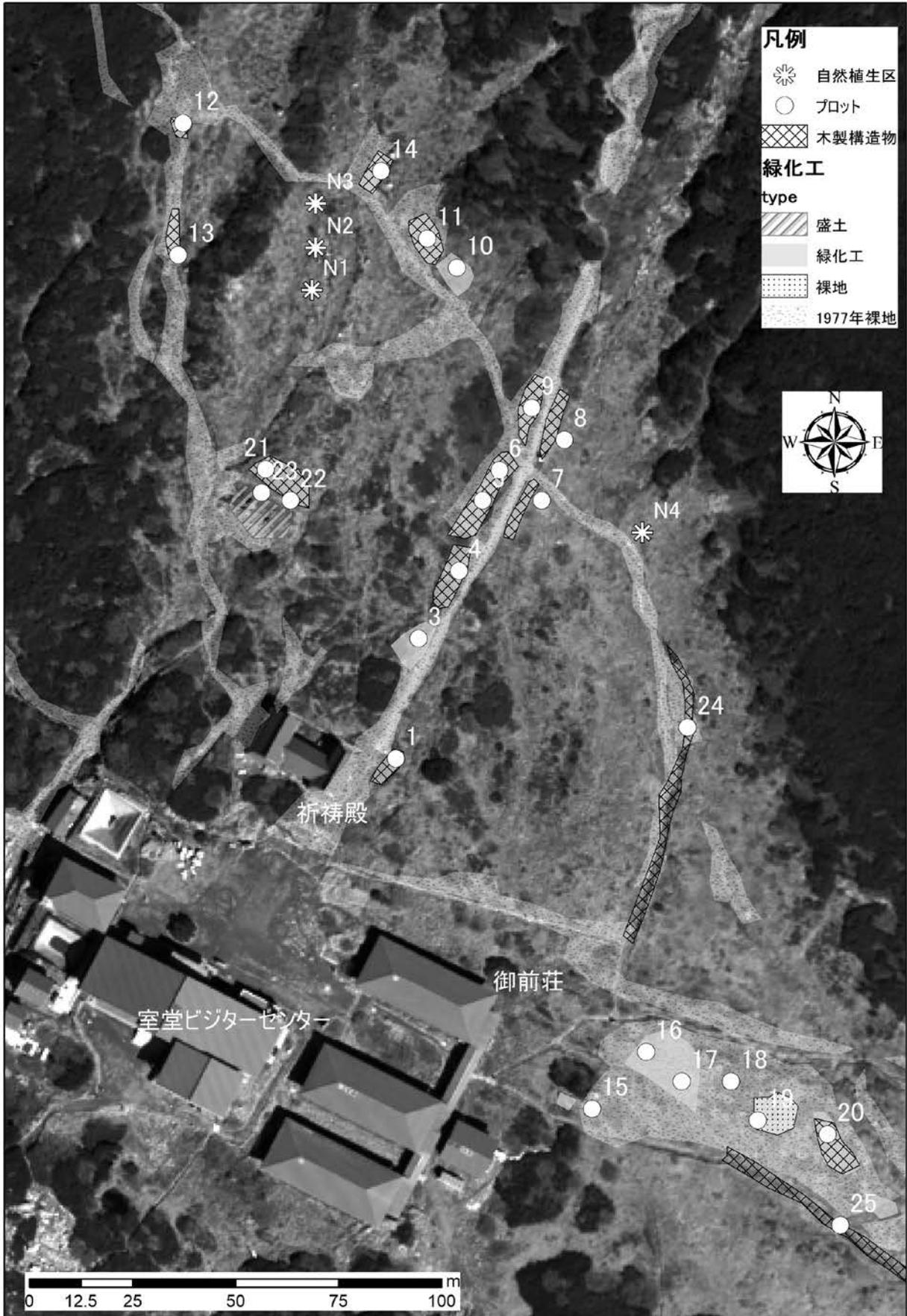


図1 白山室堂平周辺の緑化工施工地と2018年の調査プロット位置

調査区

石川県白山の最高峰・御前峰（2702m）の南側に広がる（約3.0ha）緩斜面地（傾斜度0～20°）である室堂平（2450m）において行った（図1）。中心部には白山室堂センターや白山比咩神社の祈祷殿がある。ここでは、室堂から御前峰へ向かうための登山道が北側に伸びているほか、御池巡りへ向かう道が東側に、トンビ岩・南竜山荘へ向かう登山道が御前荘から東に伸びている。室堂センターや宿泊棟、祈祷殿の他は、風を遮る障害物は点在して生えるナナカマド類や巨岩の他には目立って見られない。

周囲にはハイマツの低木林が広がっており、それらに囲まれるようにして高さ50cmにも満たない、主に高山性の多年生広葉草本（クロユリ、ハクサンコザクラ、ミヤマキンバイ、オンタデ等）、グラミノイド植物（ヒロノハノコメススキ、コメススキ等）や低木類（アオノツガザクラ、クロマメノキ、ガンコウラン等）の他、シダ植物やコケ植物から成る高山草原が広がっている（石川県白山自然保護センター、1990）。毎年、雪解けが進んだ7月下旬から8月下旬にかけては白山を代表するクロユリをはじめ

め、多くの高山植物が開花し（畑中ほか、2008）、訪れる観光客の注目を集める。そのような高山植物が広がる、いわゆる「お花畑」に登山道から登山者が踏み込まないように、どこもロープと丸太で作られたロープ柵が張り巡らされている。

冬季の積雪高は4m以上におよび、室堂センターや白山比咩神社の祈祷殿がほぼ完全に埋もれる程である。年によって変動はあるものの、7月中旬には雪は解け、ほとんど見られなくなる。

山頂付近は火山噴出物からなる、水はけの良い砂礫地であるが、特に人為が比較的加わっていない自然植生区では腐植した植物体などがその上に薄く堆積することで、湿潤な土壤環境を作り出し、ハクサンコザクラ等を含む湿性の高山植物群落を構成している。また、室堂は離れてみるとなだらかな斜面が一様に広がっているように見えるが、周囲よりも盛り上がった部分、侵食を受けくぼんだ部分が局所的に点在し、そのような微地形によって積雪や土壤の侵食形態が微妙に異なるため、それに応じて様々な植物が交互に出現している。

表1 植生復元の工種と施工経過年

調査区 no.	木本ら (1993) の調査区	八神 (1985) による 調査区	施工 経過年	工 種	導入植生	備 考
1	1		27	播種ムシロ+丸太土留	ヒロハノコメススキ、ハクサンボ ウフウ、オンタデ、コバイケイソ ウ	祈祷殿の横
3	3		27	播種ムシロ	ヒロハノコメススキ	
4	4	12	35	移植+丸太土留	ヒロハノコメススキ	
5	5		35	移植+丸太土留+施肥	ヒロハノコメススキ	複数回施肥試験実施
6	6		35	移植+丸太土留+施肥	ヒロハノコメススキ	1回のみ施肥
7	7		25	移植+丸太土留め	ヒロハノコメススキ	
8	8		35	移植+丸太土留め	ヒロハノコメススキ	
9	9	17	36	移植+丸太土留+施肥	ヒロハノコメススキ	施工回数が多い
10	10	15	36	移植+ムシロ(痕跡あり)		雪田群落
11	11	6	35	移植+丸太土留	ヒロハノコメススキ	微高地、風衝地
12	14		45	移植石積+丸太土留	ヒロハノコメススキ	ハイマツに囲まれる
13	13		45	移植+丸太土留+タデこも +施肥	オンタデ、ヒロハノコメススキ	オンタデの移植試験地
14	26		27	丸太土留+移植	ヒロハノコメススキ	微高地、風衝地
15	15		35	播種ムシロ+移植	ヒロハノコメススキ	巨石の背後 風下
16	16	16	25	播種ムシロ+移植	ヒロハノコメススキ	御前荘から東に50mの平地
17	17	13	25	播種ムシロ+移植	ヒロハノコメススキ	水はけが悪く、苔が多い
18	18	11	37	播種ムシロ+移植	ヒロハノコメススキ	水はけが悪く、苔が多い
19	19		35	播種ムシロ+移植	ヒロハノコメススキ	水はけが悪く、苔が多い
20	18		45	移植+丸太土留	ヒロハノコメススキ	
21			25	移植+丸太土留	ヒロハノコメススキ	貯水タンクの切土
22			25	移植+丸太土留	ヒロハノコメススキ	貯水タンクの切土
23			25	盛土+移植+ムシロ+播種	ヒロハノコメススキ、オンタデ	盛土斜面の緑化工施工地
24	28		45	丸太土留+移植	ヒロハノコメススキ	木製谷止め工横植栽地
25			25	丸太積護岸		

過去に施工された緑化工と基礎工

復元工の施工法は数種類あり、それぞれの工法についてここで記載する。まず播種工は、復元に用いる植物種の種子を裸地へ播くという手法である（写真 1A）。この播種工は、他の高山帯でも実施されており、高山帯の厳しい風雨や、冬季の土壤凍結・凍



写真 1 植生復元工事の種類

A：播種・ムシロ張工，B：ヒロハノコメススキ移植，C：丸太土留工

上の外的要因から芽生えて間もない植物を保護するために、ワラやムシロを地表面に敷く措置がなされてきた。室堂においても同様の処置がなされており、播種に用いられた記録が残っている植物種として、ヒロハノコメススキ、コバイケイソウ、オンタデ、ハクサンボウフウが挙げられる。

次に移植工は、周辺の自然植生に生育している個体を根ごと掘り出し、等間隔で裸地へ移植するという工法である。室堂では、この移植工はヒロハノコメススキという草本を用いて行われていた。この種を使用する理由は、裸地のような乾燥し、栄養状態も良好でない土壌においても生育が可能な先駆植物であること、室堂平における在来種であること、また、地下茎などの発達した根系を持っていないため、移植の際に掘り出すのが容易であることなどが挙げられる。また、ヒロハノコメススキの他にコメススキ、ショウジョウスゲなど他種の草本が混入していることもあったという。

また、雪解け水による土壌の侵食が激しい箇所では、まず丸太を用いて土壌の侵食を緩和するための丸太土留工が施されている（写真 1C）。これによって、人為的あるいは自然に入ってきた施工区内の植生が定着しやすくなることが期待されるため、丸太土留工と合わせて播種工や、移植工が行われている施工区もいくつか見られる。

調査方法

本研究の植生調査は雪解け後、最も植生が繁茂している2018年8月19～21日にかけて行った。それから2ヵ月後の10月14～15日にも、施工区の写真撮影をした。調査区は全部で28地点（復元工24か所、自然植生4か所）、室堂センターの北東から西側にかけて、遠くても室堂センターからおよそ150mの範囲内に全ての調査区が含まれている。

まず、八神（1985）、木本ら（1993）のまとめた各施工区的位置を示す地図をArcGIS Pro2.0を用いて国土交通省提供の航空写真に重ねた。これをArcGIS Pro2.0からWeb上に共有を行った。これによってスマートフォンアプリExplorer ArcGISで各施工区的位置をGPSにより現地で確認した上で、調査を行った。復元工24箇所の調査区の施工年度、施工法などの基本情報に関しては表1にまとめて示した。これらは八神（1985）、木本ら（1993）の資料を参考にして整理したものである。施工年度は1981～1993年の間で、施工区によっては同じ場所で異

なる手法の施工法が複数回実施されている箇所もあった。過去の施工前の写真，施工直後の写真も存在したため，特有の景観（岩や人工構造物）に注目し，過去の写真と同じ角度から写真を撮影するなどして，現在の植生と比較するための資料とした。

植生調査はそれぞれの調査区において，折り尺を用いて1×1 mの方形枠（プロット）を3つ以上，極力分散させて1ヶ所に集中しないように設けた。

面積の大きな調査区では，より広く植生を観察するために5つのプロットを設けることもあったが，調査の時間と都合上，原則として3つのプロットを設けた。方形枠における植被率，出現植物種とその被度・群度，群落高と出現種数といった植物群落を表すデータのほかに，土壤硬度，斜面の傾斜度といった無機的环境要素についても測定を行った。植物種の被度・群度および植被率の判定は全て，3日間を

表2 植生工施工地における出現種

科	属	種名	学名	形態	復元工での利用
アカバナ科	—	アカバナ科sp.	Onagraceae sp.	草本	—
アブラナ科	タネツケバナ属	ミヤマタネツケバナ	<i>Cardamine nipponica</i>	草本	—
イネ科	コメススキ属	ヒロハコメススキ	<i>Deschampsia cespitosa</i>	草本	○（移植，播種）
イネ科	コメススキ属	コメススキ	<i>Deschampsia flexuosa</i>	草本	○（播種）
イネ科	アワガエリ属	ミヤマアワガエリ	<i>Phleum alpinum</i>	草本	—
イワウメ科	イワカガミ属	コイワカガミ	<i>Schizocodon soldanelloides f. alpinus</i>	草本	—
オオバコ科	ルリトラノオ属	ミヤマクワガタ	<i>Pseudolysimachion schmidtianum</i>	草本	—
オトギリソウ科	オトギリソウ属	シナノオトギリ	<i>Hypericum kamtschaticum var. senanense</i>	草本	—
オトギリソウ科	オトギリソウ属	イワオトギリ	<i>Hypericum kamtschaticum var. hondoense</i>	草本	—
カヤツリグサ科	スゲ属	イトキンスゲ	<i>Carex hakkodensis</i>	草本	—
キキョウ科	ホタルブクロ属	イワギキョウ	<i>Campanula lasiocarpa</i>	草本	—
キク科	ヤナギタンポポ属	ミヤマコウゾリナ	<i>Hieracium japonicum</i>	草本	—
キク科	アキノキリンソウ属	ミヤマアキノキリンソウ	<i>Solidago virgaurea subsp. leiocarpa</i>	草本	—
キク科	—	キク科sp.	Asteraceae sp.	草本	—
キジカクシ科	マイヅルソウ属	マイヅルソウ	<i>Maianthemum dilatatum</i>	草本	—
キンコウカ科	ソクシンラン属	ネバリノギラン	<i>Aletris foliata</i>	草本	—
バラ科	キジムシロ属	ミヤマキンバイ	<i>Potentilla matsumurae</i>	草本	—
キンポウゲ科	キンポウゲ属	ミヤマキンポウゲ	<i>Ranunculus acris var. nipponicus</i>	草本	—
キンポウゲ科	オウレン属	ミツババイカオウレン	<i>Coptis quinquefolia</i>	草本	—
キンポウゲ科	トリカブト属	トリカブト属sp.	<i>Aconitum sp.</i>	草本	—
ゴマノハグサ科	シオガマギク属	ヨツバシオガマ	<i>Pedicularis chamissonis var. japonica</i>	草本	—
サクラソウ科	サクラソウ属	ハクサンコザクラ	<i>Primula cuneifolia var. hakusanensis</i>	草本	—
シュロソウ科	シュロソウ属	コバイケイソウ	<i>Veratrum stamineum</i>	草本	○（播種）
スギゴケ科	—	スギゴケ科sp.	Polytrichaceae sp.	コケ植物	—
スギゴケ科	—	スギゴケ科sp2.	Polytrichaceae sp2.	コケ植物	—
セリ科	ミヤマセンキュウ属	ミヤマセンキュウ	<i>Conioselinum filicinum</i>	草本	—
セリ科	カワラボウフウ属	ハクサンボウフウ	<i>Peucedanum multivittatum</i>	草本	○（播種）
セリ科	—	セリ科sp.	Apiaceae sp.	草本	—
タデ科	オンタデ属	オンタデ	<i>Aconogonon weyrichii var. alpinum</i>	草本	○（播種）
タデ科	イブキトラノオ属	イブキトラノオ	<i>Bistorta officinalis subsp. japonica</i>	草本	—
タデ科	ギシギシ属	タカネスイバ	<i>Rumex montanus</i>	草本	—
ツツジ科	アオノツガザクラ属	アオノツガザクラ	<i>Phyllodoce aleutica</i>	矮性低木	—
ツツジ科	スノキ属	クロマメノキ	<i>Vaccinium uliginosum</i>	矮性低木	—
ツツジ科	ガンコウラン属	ガンコウラン	<i>Empetrum nigrum var. japonicum</i>	矮性低木	—
ツツジ科	スノキ属	クロウスゴ	<i>Vaccinium ovalifolium</i>	矮性低木	—
ツツジ科	シラタマノキ属	アカモノ	<i>Gaultheria adenostrix</i>	矮性低木	—
ツツジ科	スノキ属	コケモモ	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	矮性低木	—
バラ科	ダイコンソウ属	ミヤマダイコンソウ	<i>Geum calthaefolium var. nipponicum</i>	草本	—
バラ科	ダイコンソウ属	チングルマ	<i>Geum pentapetalum</i>	矮性低木	—
ヒカゲノカズラ科	—	ヒカゲノカズラ科sp.	Lycopodiaceae sp.	シダ植物	—
フウロソウ科	フウロソウ属	ハクサンフウロ	<i>Geranium yesoense var. nipponicum</i>	草本	—
マツ科	マツ属	ハイマツ	<i>Pinus pumila (Pall.) Rege</i>	低木	—
ユリ科	バイモ属	クロユリ	<i>Fritillaria camtschaticensis</i>	草本	—
リンドウ科	リンドウ属	ミヤマリンドウ	<i>Gentiana nipponica Maxim</i>	草本	—
—	—	コケsp.	Bryophyta sp.	コケ植物	—
—	—	グラミノイドsp4.	Graminoid sp4.	草本	—
—	—	グラミノイドsp2.	Graminoid sp2.	草本	—
—	—	グラミノイドsp3.	Graminoid sp3.	草本	—
—	—	シダsp.	Pteridopsida sp.	シダ植物	—
—	—	グラミノイドsp.	Graminoid sp.	草本	—

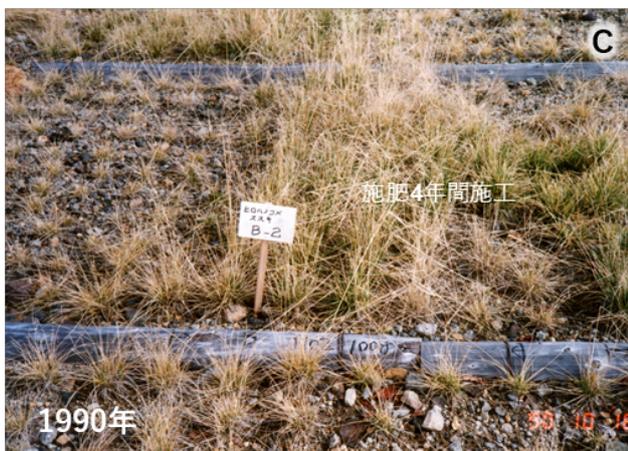


写真2 調査区 5, 6 における1990年と2018年の植生比較

A: ヒロハノコメスキ移植+施肥, B: 同地点の28年後の現況, C: 施肥区のヒロハノコメスキ生育状況, D: 同区の28年後の現況

通して同一人物が目視によって行った。群落高はプロットの平均と思われる高さ（最も多くの植物が含まれる）を群落高とみなして計測した。被度，群度の判定法はBraun-Blanquet (1964) の方法に従った。その他，土壤硬度は山中式土壤硬度計を用いて行い，斜面の傾斜度の測定にはレーザー距離計（True Pulse 360° B）を用いた。さらに高山植生は積雪と大きく関係していることから，地形的に見て積雪が遅く残る凹地形と早く雪解けがあり，露出する凸地形，またはその中間に分けて記載した。また，種の同定が困難な植物に関しては，その場で地上部のみを採取し，採取場所を記録して写真撮影をし，持ち帰って同定を行った。その上でも同定ができない種に関してはsp.と表記して，データの整理に用いた。

結果と考察

1. 出現種とその被度

植生調査における出現種を表2，附表1に示した。

植生調査で確認された種は計49種であった。過去の植生調査（菅沼・辰巳，1980，1984，1989）で確認されたダイヤモンドソウ，ミヤマウイキョウ，イワアカバナは今回確認されなかったが，本調査において室堂平で確認できる種をほぼ確認できたと判断した。

2. 調査区ごとの植生現況と環境的特徴

施工後の写真に残されていた工事写真と木本ら（1993）の記載に基づき，施工区ごとに植生の回復状況を述べる。なお現況は過去の写真と見比べて，同地点と確認できたものに限り述べてゆく。

2.1 登山道周辺のヒロハノコメスキ導入工

施工地は奥宮祈禱殿の約200m上部，標高2461mにあり，千蛇ヶ池への登山路分岐の下部にある50m区間である。1987年当時は丸太土留工が幅3m，1m間隔で施工され，その間にヒロハノコメスキが



写真3 調査区9における1983年と2018年の比較

矢印は同じ岩を指す

株で移植されていた。斜面下部の調査区4は移植のみだが、調査区6は施肥を1988年、調査区5は1988～91年の4カ年にわたって行われている（写真2A）。そして、施工後5年間追跡調査が行われている（石川県白山自然保護センター未公表資料）。

2018年で植生率が最も高いのが施工区下部の調査区4であり、83%と高く、ミヤマキンバイやハクサンボウフウなど自生種の草本が多く、ガンコウランやアオノツガザクラなど周辺から匍匐性の木本類が侵入していた。その上部の調査区5、6はヒロハノコメススキの施肥試験が行われている地点である（写真2B）。

1991年には、施肥をしたコドラートではヒロハノコメススキが密に生育しており、草丈も施肥を毎年したところでは60cmを越えるものが多いことが記録されていた（写真2C）。現在、植生率が40%前後であり、裸地が半分以上を占める。コメススキが最も優占しており、ついでコケ類、ハクサンボウフウ、ミヤマキンバイなどの自生種の侵入が見られた（写真2D）。しかし施肥を単年度のみと4年継続した効果の違いは、約30年後は見られなかった。現在はヒロハノコメススキが衰退しており、しかも根株が孤立していた。丸太間の周辺には植生が密に生育しているが、丸太間の中央部には裸地が目立つ。また周辺からガンコウランやアオノツガザクラなど匍匐性の木本類が徐々に伸張しており、写真2A、2Bの比較から、その伸張量は2～3cm/年程度とみられ、これらが成長して完全に施工地を覆うにはまだ時間を要するとみられる。

調査区4と5、6の植生率の違いの原因の一つと

しては、雪解け時の流水の影響もあると考えられる。斜面上部から流下してきた雪解け水は調査区6、5を通過し、その後と登山道を通れる。しかし調査区4には流下しないため侵食作用を受けず、安定していることが周辺からの植生が容易に侵入している要因と考えられた。

2.2 登山路周辺の施肥施工区

調査区9は標高2466mに位置し、施工区の中で最も多くの人為的影響が加えられた場所である。1982年に丸太土留・ヒロハノコメススキ移植工を施工後、1983年まで播種や施肥による復元工が施されている。さらに1991年にも緑化工と施肥工が行われた。写真3Aは1983年に撮影された写真である。御前ヶ峰に向かう登山道に追って木柵が設置され、荒廃地には丸太土留工とその間にはヒロハノコメススキが移植されており、周辺にはオンタデなどが生育している様子が窺える。

次に現在の植生を比較してみると（中央の矢印が同地点を指す）、周囲よりもやや盛り上がった地形になっていた（写真3B）。全体の植生率はあまり高いわけではなく、まだ裸地が目立つ。施工時に播種・移植されたヒロハノコメススキやオンタデが定着しており、周囲からアオノツガザクラやガンコウラン等の低木類が侵入していた。一方、この場所の自然植生種であるミヤマキンバイやクロユリの被度は低かった。

2.3 風衝地に施工された丸太土留工・緑化工

調査区11は1983年に丸太土留・むしろ張り・移植



写真4 調査区11（風衝地）と調査区13（谷地形）における植生状況の比較

A：調査区11に設置された丸太土留と移植（1991年施工），B：同地点（2018年），C：調査区13に施工された丸太土留と移植，D：同地点（2018年），矢印は同じ地点を指す

工による施工区である。今回の調査区の中では最も高い標高（2470m）に位置し、やや尾根状地形となっているため、風当たりが強く、雪も早く解けて露出している場所とみられる。1985年には植被率は4.9%、平均種数は2.4種しかなく、木本ほか（1993）においても植被率は20%、ヒロハノコメススキに限ってみると植被率は3%となっていた。1991年当時の様子を写真4Aに示す。丸太土留めの間にヒロハノコメススキが散生している様子が窺える。

次に2018年の植生現況を写真4Bに示す。丸太土留は腐朽が進んでいるが残存していた。植生はあまり発達しておらず、裸地が目立っていた。移植に使われたヒロハノコメススキの株が点在し、そこにオンタデやハクサンボウフウ、アオノツガザクラが侵入し始めていた。周囲よりもやや盛り上がった地形になっており、斜面上部には流水により土砂が新たに堆積した痕跡があった。植被率は28%と今回の調

査区の中で最も低く、種数も4.3種と少なく木本の報告（1993）と比べてもあまり大きな変化はなかった。コメススキ類が最も優占するが、アオノツガザクラなど木本類もパッチ上に生育していた。その他ミヤマキンバイ、オンタデ、ミヤマアキノキリンソウなどがわずかに生育していた。

2.4 谷地形内オンタデ導入試験地

同じ標高で谷地形内にある調査区13は丸太土留工による復元工事が行われた場所で、周囲を自然植生に囲まれていた（標高2465m）。1977年に撮影された航空写真には、千蛇ヶ池から来た登山者が直接室堂センターに向うように斜めの登山路が沢地形に沿って作られており、その周辺が荒廃地であったことが判読された。復元工事として1991年以前にすでに丸太土留工が設置されていたが、植生が殆どみられなかったことから、ヒロハノコメススキの株の移植が

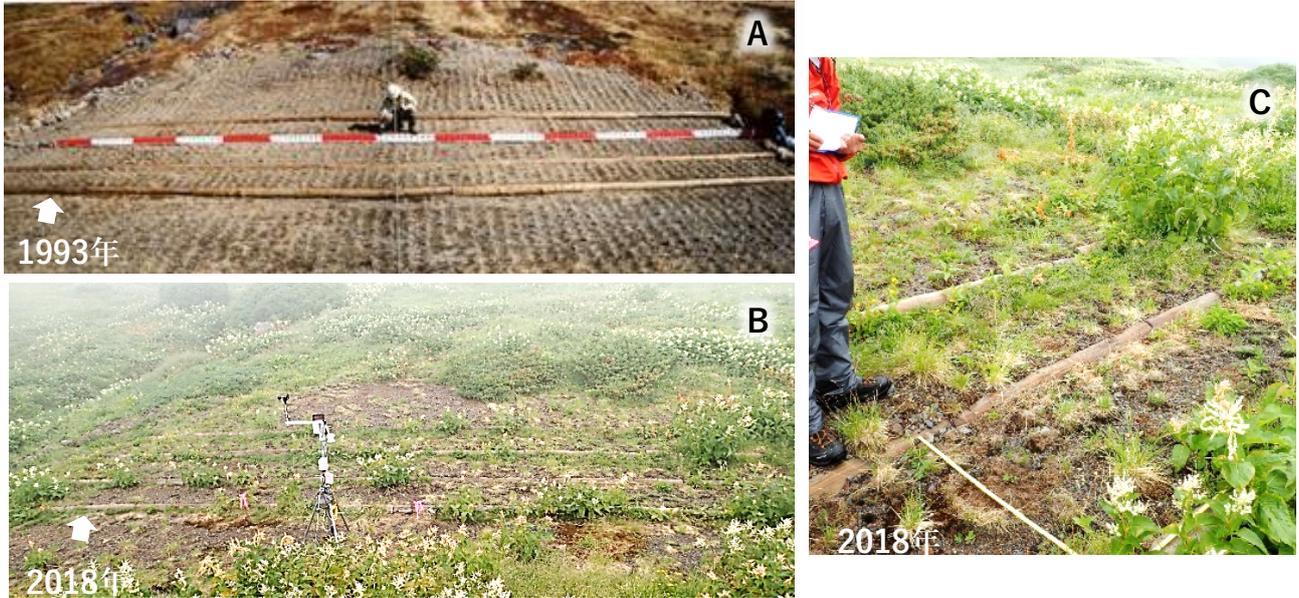


写真5 調査区21, 22 (人工的な切り取り法面)における植生回復状況

A：丸太土留と移植（1993年施工），B：2018年の現況，C：丸太土留施工区内の植生現況 矢印は同じ丸太を指す

行われた(写真 4C)。また1988年の自然保護センターの資料によれば、調査区 5, 6 のヒロハノコメススキ導入+施肥試験と同時に、この場所においてもオンタデ播種+施肥の有無による成長量調査が行われたようである。木本ら（1993）によれば、植被率は10%、オンタデの株が20株前後みられ、その生育が旺盛であった。

2018年の現況を写真 4D及び附表1に示す。写真右の岩（矢印）が同じ場所を指す。植被率は73%前後と高くなっており、周辺からの植生が伸長しており、裸地の面積が少なくなっている。主な植生としてヒロハノコメススキ、オンタデが最も優勢であり、これは谷地形に沿って旺盛に生育している。ついでイトキンスゲ、ハクサンボウフウやミヤマキンバイなどであるが、アオノツガザクラなどの低木類も周辺から伸張しつつあった。流水の発生した痕跡が認められ、そこが侵食され、小規模な裸地が形成されていた。丸太土留もあまり腐朽しておらず、流水に対する侵食防止機能を果たしているとみられる。

2.5 人工的な切土・盛土斜面の緑化工

調査区21, 22は標高2456m付近にある、室堂センターの貯水タンクの北側、長さ約15m、幅 5 m傾斜10°ほどの緩い切土斜面に設定した。1993年に、丸太土留工が水平に1 m間隔で4列、そしてその間にヒロハノコメススキを移植した場所である（写真

5A)。その周辺で、八神（1985）に行った調査では、植被率が4.5～11%、種数も2以下と低かった。その後、1993年に植栽したヒロハノコメススキの生育が顕著であった。2018年においては、オンタデやヒロハノコメススキなど、導入した植生が顕著に残存していた（写真 5B)。植被率全体は57～100%と高かった。またアオノツガザクラ、ハクサンボウフウ、ミヤマキンバイ等の常緑低木類、広葉草本の芽生えが多く確認できた（写真 5C)。

一方、同地点の調査区23は、調査区21, 22の対面に位置し、北側に面する長さ20mほどの盛土斜面である。盛土がむき出しであったが、1993年にヒロハノコメススキの移植・ムシロ張・播種などが行われた（写真 6A)。斜面長が2 m程度で短いことから、丸太土留は行われていない。東向きの斜面では、ムシロ張と播種（配合率：ヒロハノコメススキ75%、オンタデ10%、コバイケイソウ10%、ハクサンボウフウ5%）が行われた。

2018年にはオンタデが周辺よりも密集し、高さ90 cmほどの発達した群落を形成していた（写真 6B)。植被率は100%であり、約6割をオンタデが占めていた。そしてその林床には、導入したヒロハノコメススキも残存しているが、被圧傾向が顕著である。またミヤマキンバイやハクサンボウフウなども混生しているのが観察された。この斜面は今回の調査区の中では唯一北向きの斜面である。一般的に北向き



写真6 貯水槽盛土（調査区23）の植生回復状況

A：施工直後（1993年），B：25年後（2018年）

斜面は、乾燥被害を受けにくく水分が保持されているため、高山植物の活着が良いとされる（栗田・麻生，1994）。こうした地形的な影響が活着の良さに影響したと考えられる。

2.6 ビジターセンター周辺の植生復元施工地

室堂ビジターセンターと宿泊施設である御前荘の東側に位置する平坦地（標高2440m）は、かつて登山者たちのテントサイトとして利用され、縦横に登山路がつけられ資材置き場になるなど、荒廃が進んだ場所となっていた（写真 7A）。そこで、1984年から緑化工が施工された（写真 7B）。調査区15は傾斜の少ない平坦な地形で流水跡は見られず、高さ約 2 mほどの巨岩の背後に位置する。播種工（ムシロあり）による施工区で、木本ら（1993）の調査では、植被率はヒロハノコメススキが30%、侵入種は5種である。2018年の調査では、植被率100%で侵入種も16種あり、コメススキのほか、オンタデ、イトキンスゲとともにハクサンボウフウ、ミヤマキンバイ、クロユリ、コイワカガミなどの草本類、そしてアオノツガザクラなどの木本類も確認された。1983年の施工区の中で最も高い植被率、多様性を記録した。

調査区16、17、18はいずれも1983年の播種（ムシロ掛けあり）による復元工区であり、3つの調査区は室堂南東部の平坦地にあったが、木本ら（1993）の報告によれば水はけが悪く、コケが多い場所であり、植被率が63～100%とばらつく。植生に覆われた場所もあるが、現在も裸地状態の場所も多い。播種に用いられたコメススキ類、ハクサンボウフウは3つの調査区点で定着しており、ある程度の被度が

あった。また、調査区17（写真 7C）では自然侵入した、コバイケイソウ、ミヤマキンバイにより100%の植被率があった。調査区19においては施工当時に見られた裸地が、35年後の2018年になっても裸地のままであった（写真 7D）。ここは周囲に風を遮る障害物ではなく、地形的にも不安定であった。一方、植被率の高い部分にはイトキンスゲ、コバイケイソウ、ハクサンボウフウ、クロユリ・アオノツガザクラ等の自然植生種が見られた。またその林床・表土内にはビニールの紐が多数観察され（写真 7E）、これは施工時に設置されたムシロの残骸とみられた。当時に移植・播種した植生から次の植生へと遷移が進んでいることが分かった。

調査区20は調査区19に隣接し、丸太土留工・移植工による工事がなされた場所である（写真 7F）。周囲が開けており、ゆるやかな斜面が広がっており、調査区16、17、18、19と類似した環境下にある。裸地は依然として見られるが（植被率60%、侵入種は10.7種）、似たような環境で数十メートル離れた調査区19よりも種類は多かった。植栽種であるヒロハノコメススキなど、遷移初期の植物種が目立つが、アオノツガザクラや、ネバリノギラン、シナノオトギリ等の広葉草本の芽生えが全体に広がっていた。こうした平坦～緩斜面においても、表土の移動は周水河作用により発生するとみられる（小川・山本，2007）。平坦面であってもこうした丸太土留めは表土を安定化させ、植生の侵入を図る上で、ある程度有効とみられた。

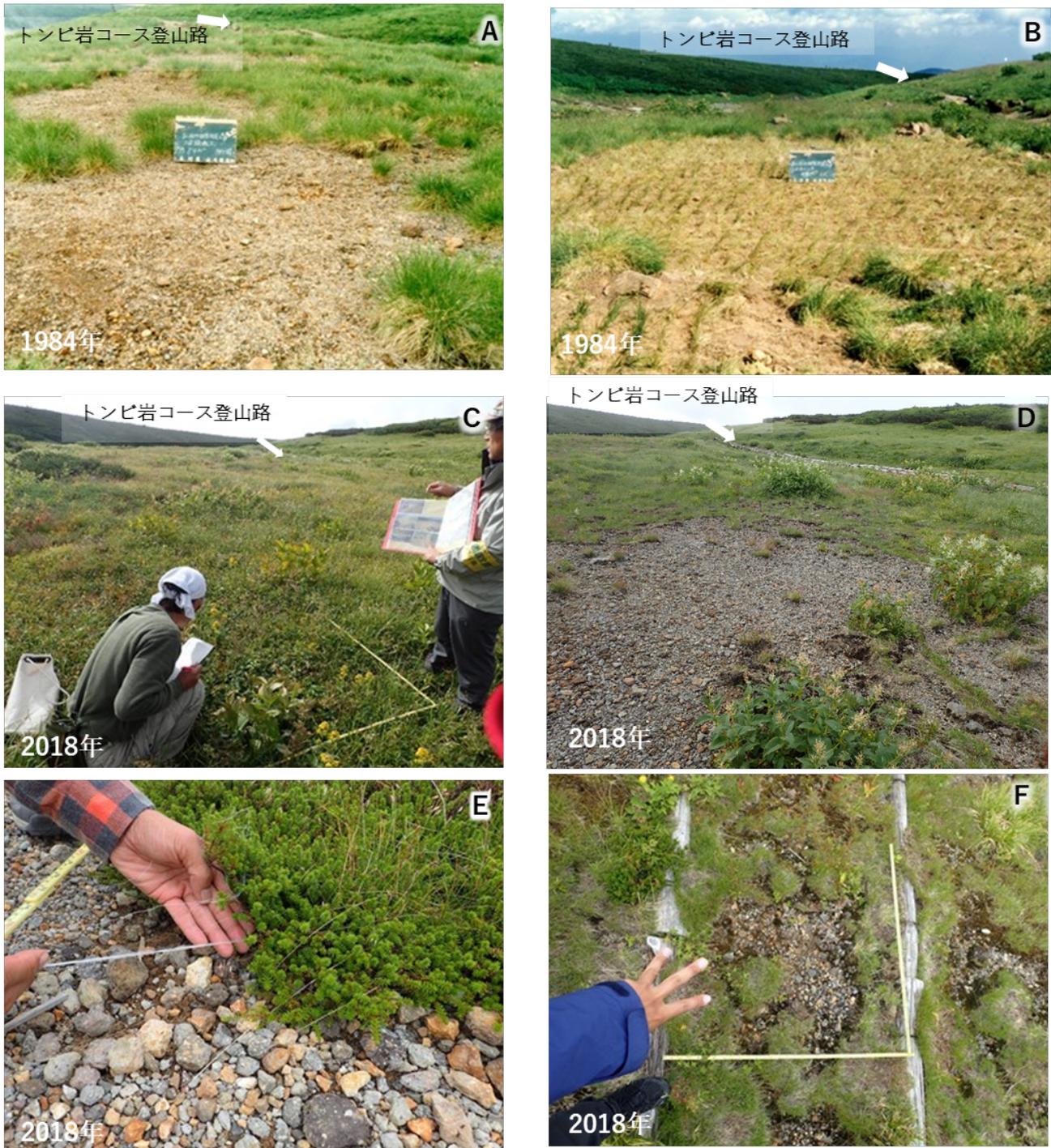


写真7 調査区16～20（平地）における植生回復状況

A：施工前の荒廃状況，B：ヒロハノコマススキの移植，C：回復の良い調査区17の状況，D：裸地の残る調査区19の状況，E：侵入したアオノツガザクラ下に残るムシロの残渣，F：丸太土留工内のコマススキ類と侵入植生

2.7 木製土留工群の機能

登山路の修復と共に、裸地から流下してくる雨水対策が問題となる。地面に浸透しないで流下する水は溪流を削り、さらに土砂を下流に運ぶこととなる。そこで室堂平周辺では1973年から継続的に木柱土留工、丸太積護岸工などが溪流に沿って施工されてい

る。木柱土留工は直径12cm、長さ1.25mの先端をとがらせたカラマツ丸太を20本カスガイで組み、中央部を下げて水通しとした小規模な谷止工的な構造物である。約15年間に54基設置された。また丸太積み護岸工は直径20cmの丸太を4本積みにして流水方向に溪岸侵食を抑制するために設置され、1973～



図8 調査区24, 25における木製構造物による溪流の荒廃修復状況

A：丸太積護岸工と木柱土留工（1983年施工），B：2018年の現況，C：丸太積護岸工（1993年施工），D：2018年の現況

1988年までの15年間に330m区間に設置されている。

写真 8Aは調査区24において、1984年当時に施工された、木製土留工と丸太積護岸工の施工完了時の景観である。登山路に沿った溪流内を木製土留工が連続的に配置されている様子が示される。そして写真 8Bは2018年現在の様子である。木材は腐朽が進んでいるが、構造そのものは維持されている。とくに木製土留め工は溪流の安定化に寄与しており、侵食が少ないため、植生に覆われ、堤体の大部分が見えなくなっている。調査区24は護岸工横の植生を調べたものだが、植被率は100%であり、ミヤマキンバイやハクサンボウフウなど自然植生の植被度が高かった。また写真 8Cは調査区25における1993年の丸太積護岸工の施工の様子である。ここでもかつて流路内には砂礫が露出して侵食が激しかったが、現在はオンタデやミヤマキンバイなどによっておおわれており（写真 8D）、ここでもこうした木製構造物

が溪流の安定性に大きく寄与していると考えられた。またこうした人工構造物は景観的には問題が多いが、腐朽が進んでおり時間を経ると消失すると予測される。また、植生により表土が被覆され侵食がなくなれば、撤去することも検討してゆくべきであろう。

3. 調査区全体で見られた植被率・種数変化

3.1 植被率・侵入種数の時間的な変化

図2は本本ほか（1993）で計測された植被率と同じ場所で計測された2018年時における植被率の関係を示した。1993年当時は植被率50%を超える場所は少なかったが、2018年では100%に達している場所が1/3程度見られる。また1993年には5%以下の場所であっても、100%になった調査区もあれば、逆に1993年には15～20%と相対的に高かったが、2018年でも60～80%と中庸の植被率にしか達していな

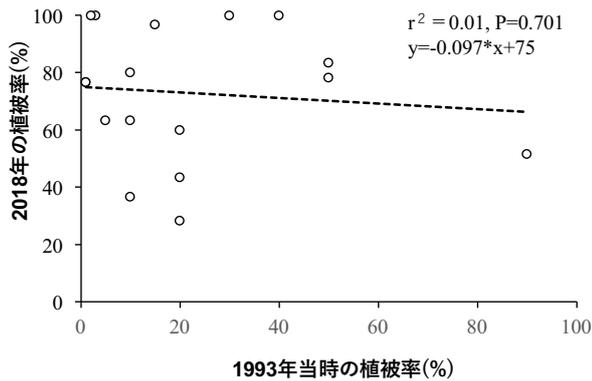


図2 木本ほか（1993）と2018年の植被率の比較

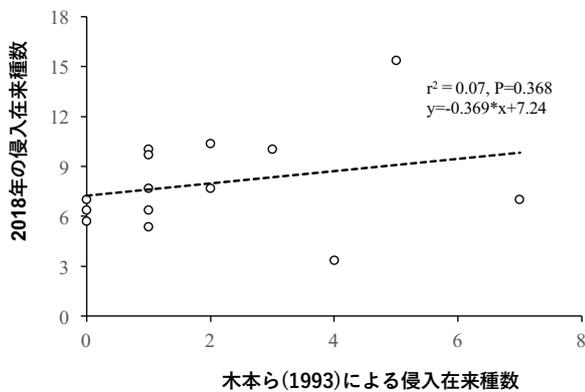


図3 木本ら（1993）と2018年時における侵入在来種数の比較

い場所など、調査区によって大きなばらつきがあり、一定の傾向はみられなかった。

図3は同様に1993年当時の施工区に侵入した在来種数と2018年に施工区で見られた在来種数の関係を示したものである。2018年の種数は移植したヒロハノコメスキ以外の種とした。1993年には在来種の侵入は7種が最高で0～2種が多かった。しかし2018年には、最大16種でほとんど6～10種程度と大きく増加していた。図から弱い正の相関がみられ、1993年に種数が多かった場所では、2018年にも多くの種が侵入する傾向が認められる。しかし1993年に例外的に7種と多かった場所でも、その数はほとんど変化していない場所もあり、その場所の固有の環境が影響を与えたものと考えられる。

3.2 植被率・種数と環境諸条件の関係

図4は植被率と、経過年・傾斜・土壤硬度との関係を示したものである。施工からの経過年は25～

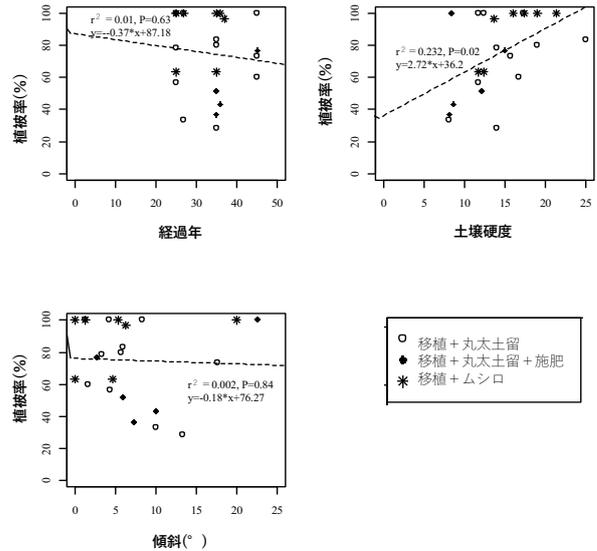


図4 植被率と経過年・斜面勾配・土壤硬度の関係

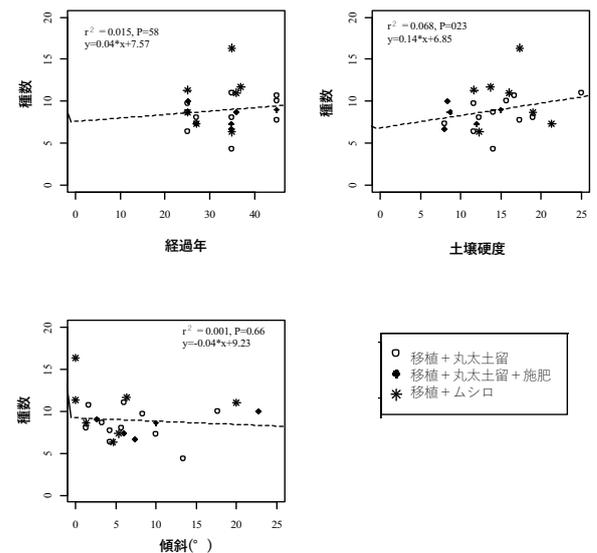


図5 侵入種数と経過年・斜面勾配・土壤硬度の関係

45年の間に含まれるが、植被率との明瞭な関係は認められない。同様に斜面勾配は0～20°までの範囲に含まれ、部分的には勾配と植被率に負の相関がみられる。しかし100%の植被率のプロット中には、急勾配の地点もいくつかある。最後に土壤硬度と植被率には緩やかな正の相関 ($r^2=0.23$) があり、土壤硬度が大きく（固くなる）なるほど、植被率が上がる傾向があった。逆に土壤硬度が小さい場所は砂礫の移動が激しく、土壤粒子同士が密着しておらず、ルーズであった。これは土壤移動が継続しており、

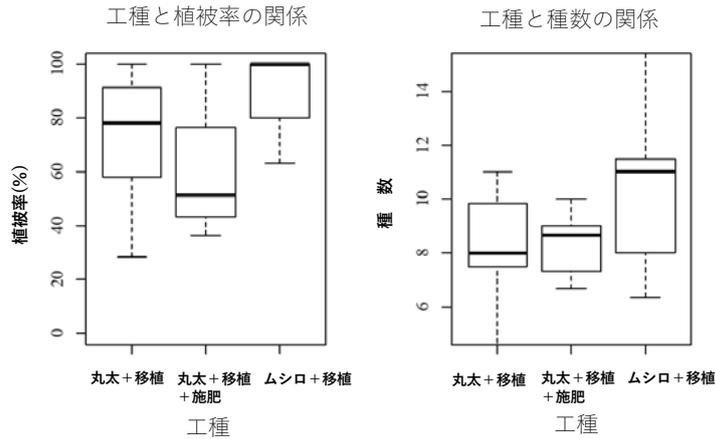


図6 工種による植被率・侵入種数の違い

植物が定着できない環境であるとみられた。

図5は侵入種数と経過年や環境条件との関係を示したものである。植被率に比べて種数と経過年、勾配そして土壌硬度との関係は明確で不明瞭で、一定の傾向は見いだせなかった。この原因として周辺環境（積雪）・植生状況（種子散布）との関係があり、さらに詳細な解析が必要となる。

3.3 植被率・種数と工種との関係

図6は工種ごとの植被率・種数の比較を行った。工種は大まかに丸太土留施工区+移植を行った区、さらにそれに施肥を行った区、播種・ムシロ張に移植を行った区の3区分で比較した。植被率に関しては、ムシロ張の植被率が高い傾向にある。しかし丸太土留め+移植とさらに施肥を行った区において差はみられず、中央値は丸太+移植区が高く、施肥の効果は認められなかった。侵入種数に関しては、同様にムシロ張+移植区で高く、その他の2つでは明確な差はなく施肥による効果は明確には見いだせなかった。八神（1996）は施肥の有無がヒロハコメス

スキの初期成長に著しい差異があることを報告し、高山植生を復元するために、適度な肥料を与えることが重要であると述べている。しかし25年以上経過した時点では、施肥区と非施肥区ではほとんど差異が見られなかった。施肥の効果がどのように継続するか、他地域の事例も見ながら検討してゆく必要がある。

3.4 施工区の植被率・種数に与える要因

以上の結果をもとに、植被率・侵入種数を目的変数、説明変数として施工からの経過年 (year), 工種 (method), 斜面勾配 (slope), 土壌硬度 (soil) そして積雪などによる被陰 (snow_cover) の5因子で一般化線形モデルを構築し、AICを元にモデル選択を行い、有意な説明変数を求めた。その結果が表3である。植被率に関しては全要因ではなく工種、経過年、土壌硬度、そして被陰が要因として挙げられた。また侵入種数も工種と被陰がAICの小さいモデルがベストモデルとして採用された。

これらのことから施工区の植被率、種類に影響を

表3 一般化線形モデルによる説明要因の選択

目的変数	説明要因	AIC
植被率	Null model	215.6
	method + year + slope + soil + snow_cover	205.6
	method + year + soil + snow_cover	203.7
侵入種数	Null model	109.7
	method + year + slope + soil + snow_cover	113.0
	method + year + soil + snow_cover	111.1
	method + soil + snow_cover	109.3
	method + snow_cover	108.8
	method	108.7

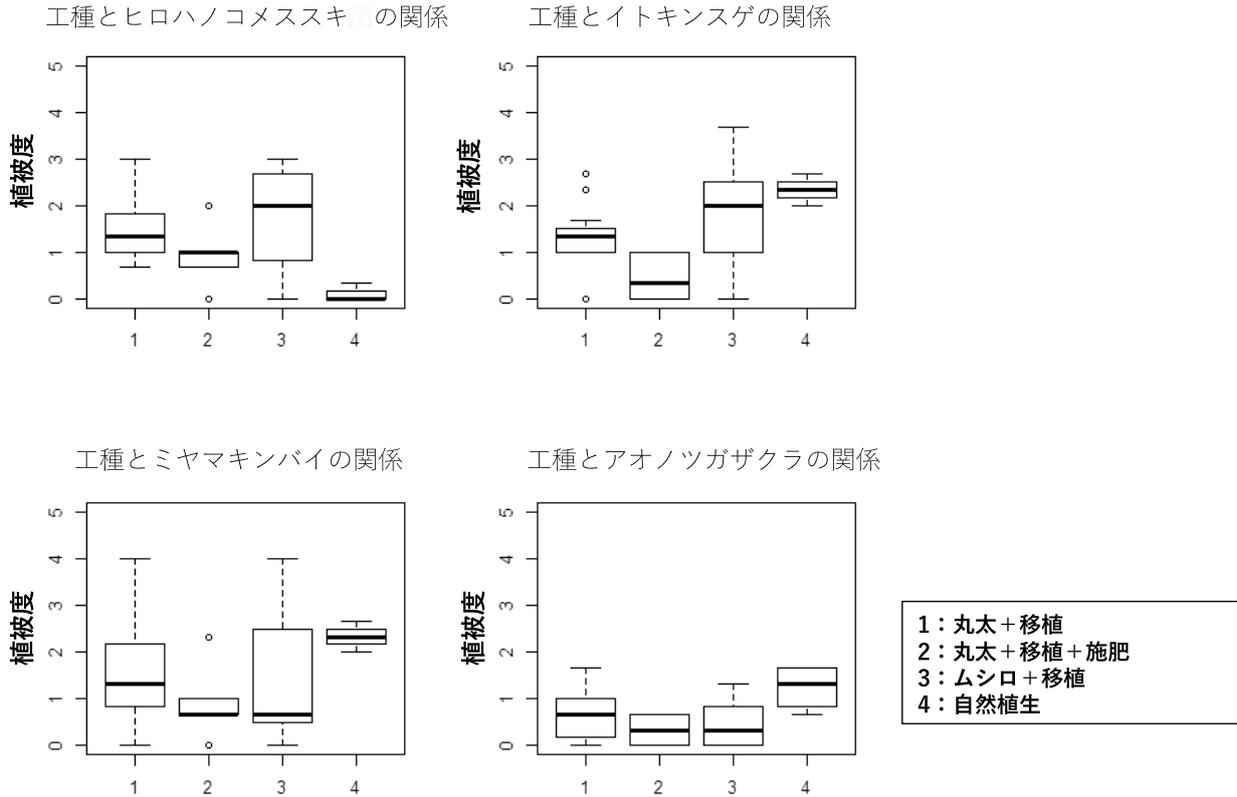


図7 工種タイプごとの優占植生の植被度の比較

与える要因として、まず周辺の障害物の有無が考えられる。近くに約2mの巨岩がある調査区15では、隣接する調査区16に比べて植被率、種数とも大きな値を示している。逆に微高地にあり、周辺に障害物の無い開けた場所にある調査区11, 14では、他の復元工施工区に比べて植被率が著しく低い値を示した。また、貯水タンクの背後の斜面にある調査区23ではオンタデが周囲には見られないほど密集し、高く生育していた。このため、風を遮る障害物の有無は、裸地化・衰退した後の高山帯植生の成立に大きく関わる要因の1つであると考えられる。

さらに、高山帯の植生は雪解けの早い場所では低木類が、雪解けの遅い箇所になるにつれ広葉草本、禾本類(グラミノイド)、蘚苔類と優占植物種が変化するなど、雪解けの早さ(雪解け傾度)によって優占する植物の機能型が異なることとされている(増沢, 2009)。今回の調査で見られた、同じ施工年・施工法の施工区間での種数、植被率の差には冬季の積雪深、雪解けの程度も関わっていると推察できる。

その他、今回説明要因として入れなかったが、流水作用の有無が考えられる。その理由として、調査区4, 5, 6のような同じ施工法、施工年の施工区で

も、流水跡が見られた調査区5, 6が調査区4よりも低い植被率を記録していることが挙げられる。そのため、高山帯の復元の際には、水の流れの遮断・分散が重要であることが示唆された。

3.5 復元植生の今後の遷移

図7は工種ごとの植被度を示したものである。すべての調査区の中で比較的出現頻度が高く、かつ植被度も相対的に大きい4種を選んだ。また周辺の自然植生(図1, プロットN1~N4)も調査を行い、その植被度も比較のために示した。ヒロハノコメススキ類は25年以上前に殆どの調査区で移植されており、かつては優占種であったが、現在はムシロ張区で最大3前後であり、その他は1前後と低かった。周辺の自然植生では0に近かった。イトキンスゲもヒロハノコメススキの次に出現する種類であるといわれているが(菅沼・辰巳, 1989)、ヒロハノコメススキに比べて植被度が高い傾向にあり、特に自然植生とムシロ張区で高く、施肥区では有意に低かった。在来草本として室堂平周辺では出現頻度の大きいミヤマキンバイは自然植生区に比べて低い傾向にあるが、すべての工種で1程度の植被度がみられた。さ

らに成長が遅いアオノツガザクラの侵入もわずかにみられた。自然植生区では植被度1前後であるが、丸太土留区で次いで大きい植被度だった。しかし工種間では明瞭な差異はみられなかった。これらの施工区では徐々ではあるが、周辺からアオノツガザクラ、ガンコウラン、クロマメノキなどの木本類の枝条が伸長していた(写真 2B, 3B, 4B, 7E)。菅沼ら(1976)によれば、室堂平周辺はアオノツガザクラが標徴種となる高山植物群集となっている。これらの侵入は、そうした本来の植生に戻る段階に入りつつあることを示している。そしてこうした木本群落に覆われると土壤侵食が抑えられ、最終的には安定した周辺の自然植生に近づいていくが、前述したとおり成長は年間数cmの割合で遅く、施工地が完全に被覆されるにはまだ多くの時間を要するであろう。

謝 辞

本調査で用いた航空写真は北陸地方整備局金沢河川国道事務所から提供いただいた。記して謝意を表す。

ま と め

1. 1983年から1993年までに施工された緑化工、基礎工施工地において、方形区を設定し、Braun-Blanquet(1964)の方法により、被度・群度を調査し、1993年データとの比較により植生の回復状況を評価した。その際、過去の施工時に撮影された写真から目印になる景観を見出し、現在地点を特定して、比較を行った。
2. 丸太土留にヒロハノコメススキを移植した区、さらにそれらに施肥をした区、平地でムシロ張に移植など大まかには3種類の工種で被度、侵入種数を比較したが、植被率・種数ともムシロ張区で大きく、施肥を行った区では値が小さくなった。施肥の効果が明瞭には表れなかった。
3. 木本ら(1993)の調査データと2018年調査の植被率、侵入種数を比較した。この結果、1993年当時には20%以下の植被率であったが、2018年には100%を超えるものも1/3程度見られ、着実に回復していることが示された。また侵入種数も1993年には3種前後が多かった2018年には6~10種に増えており、倍以上に増加していた。
4. 植生回復に影響を与える要因として、経過年、斜度や土壤硬度ごとに植被率と種数の関係を解析

したが、土壤硬度と植被率に弱い相関がみられたが、そのほかの要因との関係は見られなかった。すべての要因を含めて一般化線形モデルによる解析を行ったところ、種数と工種または積雪などによる被陰が影響していることが示された。

5. 施工区で移植されたヒロハノコメススキは被度3以下であり衰退傾向がみられた。それとは逆にイトキンスゲやミヤマキンバイなど由来種の被度が増加しており、自然植生の被度に近くなっていた。また低木種であるアオノツガザクラも被度は低い周辺から徐々に侵入し植被度を増している。
6. 過去に設置された基礎工である木製構造物は侵食を抑制し、溪流や表土の安定化を図るうえで有効とみられた。これらは腐朽が進んでいるが機能は維持されている。将来的に植生により被覆されていくと予測される。

引用文献

- Braun Blanquet (1964) Pflanzensozologie, 3 aufl. 865pp. Springer.
- 畑中康郎・野上達也・木下栄一郎(2008) 白山におけるクロユリ集団の動態(〈特集〉中部山岳地域の高山植生と地球温暖化). 日本生態学会誌58(3). 213-218.
- 石川県白山自然保護センター(1990) 中部白山地域(別当出合~白山山頂) 植生調査報告書.
- 木本光秀・永吉 興・水野昭憲(1993) 白山室堂平の植生復元区画の植被率. 白山自然保護センター研究報告. 13-17.
- 小林昭裕(1997) 高山帯における登山道やその周辺の踏みつけによる被害への対応. ランドスケープ研究, 61: 653-658.
- 桑山直子・鈴木貢次郎・麻生恵・根本正之(2004) 巻機山(上越地方)における植生復元後の植生動態 東京農大農学集報, 49(3). 105-112.
- 栗田和弥・麻生恵(1994) 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. 年; 20(4): 223-33.
- 増沢武弘編著(2009) 高山植物学—高山環境と植物の総合科学—. 共立出版, 東京.
- 小川弘司・山本 憲志郎(2007) 白山山頂部における階状土・ロウブ状地形の分布特性. 地理学論集, 82. 1-8.
- 菅沼孝之・芳賀真理子・四手井英一・小松晶子(1976) 白山室堂平および弥陀ヶ原の植生. 白山自然保護センター研究報告, 第3集. 31-47.
- 菅沼孝之・辰巳博史(1980) 白山室道平の高山雪田植生の回復状況(1). 石川県白山自然保護センター研究報告, 6. 23-36.
- 菅沼孝之・辰巳博史(1984) 白山室道平の高山雪田植生の回復状況(2). 石川県白山自然保護センター研究報告, 10.

49-61.

菅沼孝之・辰巳博史（1989）白山室堂平の高山雪田植生の回復状況（3）. 石川県白山自然保護センター研究報告, 16. 9-22.

菅沼孝之（1996）白山室堂平の高山植物-23カ年の継続観察結果より-. 石川県白山自然保護センター普及誌 はくさん, 24(1). 2-7.

土田勝義（1999）北アルプス白馬岳における高山植生の復元（〈特集〉中部山岳地域の高山・亜高山帯における植物群落の現状と将来）. 日本生態学会誌, 49(3). 321-328.

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.

八神徳彦（1985）白山高山帯における緑化工事. 白山高山帯

自然史調査報告書, 82-91.

八神徳彦・野崎英吉（1986）白山弥陀ヶ原における登山道の荒廃状況. 白山自然保護センター研究報告, 13. 89-94.

八神徳彦（1996）高山植物の復元と肥料. 石川県白山自然保護センター普及誌 はくさん, 24(1). 8-12.

山田周二（1993）白山における登山道のひろがりとその速さ. 筑波大学水理実験センター報告, 17. 65-72.

渡辺悌二・深澤京子（1998）大雪山国立公園, 黒岳七合目から山頂区間における過去7年間の登山道の荒廃とその軽減のための対策. 地理学評論 Ser A.71(10). 753-764.

附表1 白山室堂平植生工程施工地における植被率・種数及び主な出現植生の植被度

調査区	平均種数	平均植被率 (%)	ヒロハノ コマスス キ	ヒロハノ コマスス キ	Deschampsia cespitosa	オンタテ アコングモン ウヱイチ	ハクサン ボウアウ	コバイケ イソウ	コメスス キ	イトキン スゲ	ミヤマキ ンバイ	ミヤマ キノキ	シナノオ トギリ	コケsp.	クロユリ	コイワカ ガミ	ハクサン フウロ	ネバノ ギラン	ミヤマ ドウ	ミヤマセ ンキユウ	アオノツ ガザクラ	ガンコウ ラン	クロマメ ノキ	クロウス ゴ	
			<i>Deschampsia cespitosa</i>	<i>Veratrum stamineum</i>	<i>Deschampsia flexuosa</i>	<i>Carex hakkodensis</i>	<i>Potentilla maksurame</i>	<i>Solidago virgaurea</i>	<i>Hypnum kamishibicam</i>	<i>Bryophyta sp.</i>	<i>Frillaria amblyanthus</i>	<i>Schizocodon solanilloides</i>	<i>Geranium yessoense</i>	<i>Aktris foliata</i>	<i>Gentiana niphonica</i>	<i>Coniselinum flicum</i>	<i>Phyllodoce aleutica</i>	<i>Eriophorum nigrum</i>	<i>Vaccinium uliginosum</i>	<i>Vaccinium onodifolium</i>					
1	8.0	100.0	0.0	0.0	0.0	1.3	1.3	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.7	2.3	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0		
3	7.3	100.0	0.0	0.0	0.3	0.0	2.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.3	0.7	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	2.7		
4	11.0	83.3	0.0	0.7	1.0	2.3	1.7	1.7	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.3	0.3	0.3	0.0	0.0	1.3	0.0	1.0		
5	7.3	51.7	0.2	0.0	0.4	0.6	0.4	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.4	0.2	0.0	0.0		
6	6.7	36.7	0.0	0.0	0.7	0.0	0.7	1.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.3		
7	8.7	78.3	0.0	0.0	2.7	0.0	2.7	0.7	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	0.7	1.0	0.3	0.0	0.3	0.0	0.0		
8	8.0	80.0	0.0	2.0	2.3	0.3	0.7	1.3	1.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0		
9	8.7	43.3	0.7	1.0	0.7	0.0	0.0	0.7	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	0.7	0.0	0.0		
10	11.0	100.0	0.7	0.3	1.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
11	4.3	28.3	1.3	1.0	0.3	0.0	0.0	0.7	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
12	7.7	100.0	2.7	2.0	2.0	0.0	0.0	1.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.7	0.0	0.0		
13	10.0	73.3	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	1.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
14	7.3	33.3	1.0	0.3	0.7	0.3	1.0	0.3	0.0	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
15	16.3	100.0	0.0	2.0	1.0	0.3	2.7	0.7	1.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
16	11.3	63.3	0.3	0.3	1.3	0.0	3.0	2.3	0.7	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
17	8.7	100.0	0.7	0.0	2.3	1.7	0.0	0.0	0.0	3.7	4.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
18	11.7	96.7	3.0	0.0	1.0	0.0	2.0	1.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
19	6.3	63.3	0.0	1.0	1.0	0.0	2.7	0.7	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
20	10.7	60.0	0.7	0.0	1.0	0.3	3.0	0.3	0.7	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
21	6.3	56.7	1.7	0.7	1.3	0.0	1.7	0.0	0.3	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
22	10.0	100.0	1.0	3.3	1.3	0.0	0.0	1.0	2.3	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
23	9.7	100.0	2.0	2.7	1.7	0.0	2.0	1.3	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
24	7.7	100.0	2.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.3	2.7	4.0	0.7	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
N1	12.3	100.0	0.0	0.0	1.0	0.0	2.7	2.0	0.0	2.7	0.0	1.3	0.3	0.7	0.3	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
N2	11.0	100.0	0.0	1.7	1.0	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
N3	10.3	100.0	0.0	0.0	1.3	0.7	0.0	2.3	2.3	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
N4	9.0	100.0	0.8	0.0	2.3	1.8	0.0	2.0	0.0	2.0	3.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.5	0.5	0.3	1.3	0.0	0.0		