

令和4年度
立山植生モニタリング調査
成果報告書

令和5年3月
立山植生研究会

目 次

第 1 章 本調査の目的と経緯	4
第 2 章 現地調査	8
2.1 植生調査 (石田仁)	8
2.1.1 調査区の概要と方法	8
2.1.2.1 [07]松尾峠調査区	10
2.1.2.2 [08]鏡石調査区	12
2.2 森林動態調査 (中島春樹)	15
2.2.1 調査対象と調査経過	15
2.2.2 調査方法	15
2.2.3 材積の算出	16
2.3 気象観測	18
2.3.1 気温	18
2.3.2 最深積雪深	20
2.3.3 地表面温度 (根雪日数)	20
2.4 年輪年代学的成長解析 (加藤輝隆)	22
2.4.1 デンドロメータを用いたスギの肥大成長の記録	22
2.4.2 ブナ平調査区のスギの年輪解析	23
2.5 外来植物モニタリング調査(太田道人・吉田めぐみ・山下寿之)	25
2.5.1 調査区および方法	25
第 3 章 調査結果	27
3.1 植生調査 (石田仁)	27
3.1.1 [07]松尾峠調査区	27
3.1.2 [08]鏡石調査区	32
3.2 森林動態調査 (中島春樹)	36
3.2.1 松尾峠	36
3.2.2 鏡石	40
3.2.3 全調査区における全樹種胸高断面積合計の推移	44
3.2.4 主要樹種の個体群動態	44
3.3 気象観測	46
3.3.1 気温	46
3.3.2 最深積雪深	47
3.3.3 地表面温度 (根雪日数)	48
3.4 年輪年代学的成長解析 (加藤輝隆)	51

3.4.1 デンドロメータを用いたスギの肥大成長の記録	51
3.4.2 ブナ平調査区のブナの年輪解析	59
3.5 外来植物モニタリング調査(太田道人・吉田めぐみ・山下寿之)	63
3.5.1 各調査区における外来植物の出現状況	63
参考文献 【全般】	93
付表(電子媒体)	97

(電子媒体)

植物目録

毎木調査資料

植生調査野帳

年輪解析

外来植物

気象観測資料

※モニタリング、報告書作成の基礎となるすべての野帳資料を原則テキスト形式で富山県および調査関係者が共有する。本資料は非公開とし、調査担当者の許可なく利用できないものとする。

第1章 本調査の目的と経緯



図 1.1 立山植生モニタリング調査地点（植生調査）

わが国では、1960～70 年代の観光開発ブームに乗って、富士スバルライン、乗鞍スカイライン、石鎚スカイラインなど多くの観光道路が山岳地域に開設されたが、開発に伴う自然環境の破壊も社会問題化した(横山 1998, 浅香・山村 1974)。立山もまた、北アルプス的一大山岳観光地として自動車道路の建設が 1953 年（昭和 28 年）に美女平から始まり、1955 年（昭和 30 年）に弘法まで開通した。その後、追分（1957 年）、弥陀ヶ原（1958 年）、天狗平（1963 年）、室堂（1964 年）とバスの運行区間が延伸するにつれて利用者数は次第に増加した。1970 年（昭和 45 年）には桂台～美女平間の自動車道路が完成し、標高 663m の桂台と 2,450m の室堂が 1 本の車道で結ばれた。1971 年には立山黒部アルペンルートが全線開通し、利用者数は前年の 10 万人台後半から 65 万 6 千人へと一挙に増加し（日本自然保護協会・富山県自然保護協会 1976）、その後も毎年約 80～150 万人の観光客の入込みが維持されている。立山の自然環境を正確に把握し、また、保全していくためには、道路沿線、その対照地として道路から離れた道路・観光客の入りの影響の少ない地点での植生を、客観的な手法で長期にモニタリングしていくことが必要である。

立山植生モニタリング調査（立山植生研究会 1998 年発足、表 1.1）は、平成 10 年度より、富山県によって実施されてきた立山地域の主なモニタリング調査(参考文献参照)を引き継ぎ、立山地域の植生、樹木、気象、立地環境等の自然生態系の構成要素について定量的に長期観測することを目的として始められた。アルペンルート沿線の主要な植生タイプにおいて、人為的な影響を強く受けている地点と、ほぼ同標高帯で道路から離れた人為的影響の少ない地点に対照区をとり調査を行っている。本調査は第Ⅰ期(立山植生研究会 1998 年開始)、Ⅱ期(2002 年開始)、Ⅲ期(2008 年開始)、Ⅳ期(2014 年開始)、Ⅴ期(同 2020 年開始)を経て現在に至っている。

・第Ⅰ期（1998年4月～2002年3月 代表 小島 覚）

平成10年度から3年間にわたる現地調査を通じて10箇所において調査区が設定された（図1.1）。調査結果は、平成14年3月に総括報告書（立山植生研究会, 2002）として刊行されている。

・第Ⅱ期（2002年4月～2008年3月 代表 小島 覚）

平成14年度から6カ年、第Ⅰ期計画において設定された10箇所の調査区を順次再訪し、第Ⅰ期と同様の手法で、第Ⅰ期からの変化検出を行った（立山植生研究会, 2008）。

表 1.1 立山植生モニタリング調査第Ⅰ・Ⅱ期調査担当者

調査項目	責任者	所属
植生調査	小島 覚（代表者）	富山大学、東京女子大学
林分調査	石田 仁	林業技術センター富山県林業試験場、岐阜大学
土壤調査	折谷 隆	富山県立大学
年輪年代学的解析	加藤 輝隆	富山医科薬科大学、富山大学

・第Ⅲ期（2008年4月～2014年3月 代表 石田 仁）

平成20～25年度の6年間、基本的にⅠ・Ⅱ期の手法を踏襲、一部追加修正し調査を実施した。平成22年度より、土壤調査を終了し、新たに、1.「外来種の最新の生育状況を長期的にモニタリングし除去活動にすみやかに反映させていくこと」、2.「人為的攪乱を強く受けて衰退したブナ林の復元」、を目的とし次の2課題が本モニタリング調査に加えられた。森林調査手法において、活力度が林木の成長や枯死を予測する指標として有効であることが示された(Nakashima *et al.* 2011)。2012年には立山弥陀ヶ原・大日平がラムサール条約登録簿に掲載され、弥陀ヶ原湿原の池塘の分布と航空写真と現地測量に基づいた動態に関する調査が行われた。

1. 立山アルペングルート外来植物モニタリング調査（略称：外来植物調査）

1970年に立山黒部アルペングルートが全線開通して以来、車両や観光客の増加とともに沿線に侵入した外来植物種が多数記載されてきた（大田ほか1983, 立山ルート緑化研究委員会専門委員会2000, 2008, 2009, 吉田ほか2002, 太田2006, 山下ほか2008, 2009, 立山ルート緑化研究委員会事務局2010, 2011, 2012, 2014, 2015, 2016, 2020, 2021, 2022, 岩坪ほか2012）。外来植物の侵入・繁茂・除去活動等の経緯については、松久（2005）と長井（2006）が詳しくまとめており、太田（2006）では62種の外来植物が除去対象とされた。富山県生活環境部自然保護課は、平成20年度～21年度にかけて「立山外来植物除去対策検討会」を設置し、沿線の外来植物の侵入状況を46の定点調査に基づいて除去対象種の再検討と侵入防止策・除去体制の構築等を行った（立山外来植物除去対策検討会2010）。

この中で、外来種の生育状況を除去活動にすみやかに反映させていくため、モニタリングを継続させていくことが望まれており、本調査はこれを受け継いで平成 22 年度から実施しているものである（立山植生研究会 2011, 2012, 2013, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2021, 2022, 石田編 2014, 2020）。

2. ブナ林保全事業追跡調査（略称：ブナ林保全事業）

平成 22 年度より立山植生モニタリング調査の項目に加えられた。平成 8～12 年度、富山県林業試験場（当時）が自然保護課の委託を受け、立山ルート沿線の衰退もしくは枯損が顕著なブナ林において、ブナの人工更新作業が実施された。実施個所は美女平からブナ平に至るルート沿線の林冠ギャップ下 5 地点で（100～300 m²），ササが密生し森林更新が遅滞していた。基本方針は、最小限の施業で植栽後の保育作業は基本的に実施せずにギャップ更新を行うというものであった。刈り払いによって確保できる光量とブナの伸長成長速度から、現場の状況に合せてササの刈り払いの方法を決定した。植栽苗は、平成 5 年に現地で採取した種子から育苗した苗が使用された（石田 2002）。事業後、植栽された苗は一部雪害や落枝によって枯死したが、その後高い生存率(87%)と順調な成長を示し、苗高は最大 6m、平均 3m を超えるまでに成長した（大宮 2014）。

・第IV期（2014年4月～2020年3月 代表 石田 仁）

基本的にIII期調査を踏襲し 2014 年 4 月に第IV期が発足した。この調査報告書は、第IV期五年目（表 1.3）の調査結果をとりまとめたものである。

表 1.2 立山植生モニタリング調査第III・IV期調査担当者

調査項目	責任者	所属
植生調査	石田 仁（代表者）	岐阜大学
森林動態調査	中島春樹	富山県農林水産総合技術センター森林研究所
年輪年代学的解析	加藤輝隆	横浜薬科大学
外来植物調査	太田道人	富山市科学博物館
	山下寿之	富山県中央植物園
ブナ林保全事業	大宮 徹	富山県農林水産総合技術センター森林研究所

・第V期（2020年4月～現在 代表 石田 仁）

基本的にIV期調査を踏襲し 2020 年 4 月に第V期が発足した。ただし、第III・IV期に実施されていたブナ林保全事業は、植栽されたブナの成林の見込みがたったためIV期調査をもって終了した。また、森林動態、植生調査に関しては、第 I 期（1998 年 4 月）からの調査資料が集積し調査継続のための基礎資料が整ったこと、新たに検討すべき課題ができ解析および集中的な調査の必要性が生じてきていることから定期調査の頻度を減らした。なお、

この調査報告書は、第V期三年目(表1.3)の調査結果をとりまとめたものである。本年は新型コロナウィルスの感染拡大対策が緩和され過去2年間制限されていた野外調査の制限もほぼなくなった。欠測のあった年輪年代学のデンドロメーターの計測などが再開され、調査項目は計画通りに実施できた。植生調査では、松尾峠、鏡石に関して特に大きな変化はなかった。森林調査では、美松調査区を除くすべての調査区で胸高断面積の成長が続いている。最大積雪深は平年並み、根雪期間は平年より長い傾向が見とめられた。畑地雑草の合計被度は公用車や社用車、作業車等が頻繁に入り出する場所で高い値を示すことが明らかとなった。

表 1.2 立山植生モニタリング調査第V期調査担当者

調査項目	責任者	所属
植生調査	石田 仁 (代表者)	岐阜大学
森林動態調査	中島春樹	富山県農林水産総合技術センター森林研究所
年輪年代学的解析	加藤輝隆	元横浜薬科大学
外来植物調査	太田道人	富山市科学博物館
	吉田めぐみ	富山県中央植物園

※本報告書の掲載内容および調査資料の無断転載を禁じます Copyright©ToyamaPrefecture

第2章 現地調査

2.1 植生調査（石田仁）

2.1.1 調査区の概要と方法

令和4年度の植生調査は、松尾峠、および鏡石の調査区で実施した(表 2.1.1.1)。I～IV期に続き第5回目の調査となる。

表 2.1.1.1 2020年植生調査の調査地

コード	調査区	標高(m)	優占樹種	調査面積	過去の調査年
1. [07]	松尾峠	1970	オオシラビソ・ダケカンバ	100m×50m	1998–2004–2010–2016–2022
[08]	鏡石	2250	オオシラビソ	25m×25m	1999–2004–2010–2016–2022

表 2.1.1.2 植物群落の階層区分

階層	内 容
B2層（低木層）	高さ2m以下の木本植物より構成される層。ただしイワナシ、コケモモ、ガンコウラン、チングルマなどの矮生低木は除く。高木の幼稚樹もこの層に含まれる。
S層（ササ植物層）	すべてのササ植物により構成される層。
C層（草本層）	高さに関わらず、すべての草本植物により構成される層。 <u>B2層において除外された矮生低木はこの層に含まれる。</u>

表 2.1.1.3 被度階級

被度階級 Domin-Krajina	Braun-Blanquet	内容
10	5	100%の面積を占める
9	5	75%以上 100%未満の面積を占める
8	4	50%以上 75%未満の面積を占める
7	3	33%以上 50%未満の面積を占める
6	3,2	20%以上 33%未満の面積を占める
5	2	10%以上 20%未満の面積を占める
4	2	5%以上 10%未満の面積を占める
3	1	3%以上 5%未満の面積を占める
2	1	2%の面積を占める
1	1	1%の面積を占める
+	+	1%未満の面積を占める

頻度 = $n_{(a)}/N$

$n_{(a)}$: 種 a が出現しているサブコドラート数

(この場合、被度の大きさには無関係)

N : 全サブコドラート数 (通常は 25)

$$\text{平均被度} = \Sigma_{(a)}/N$$

$\Sigma_{(a)}$: 方形区に出現した種 a の被度階級合計

N : 全サブコドラート数 (通常は 25)

$$\text{総合優占度} = (\sqrt{(n_{(a)}/N)} \times (\Sigma_{(a)}/N) / \sqrt{10}) \times 100 \quad (\text{式 1})$$

なお、植生組成表においては、これらの数値を計算する場合、被度階級の+は 0.5 として数値化する。

表 2.1.1.4 頻度階級表

頻度階級	内 容
V	80%以上のサブコドラートに出現
IV	60%以上 80%未満に出現
III	40%以上 60%未満に出現
II	20%以上 40%未満に出現
I	頻度 20%未満

調査地のサブプロットにおいて、階層別(表 2.2.1.2)に出現植物(維管束植物)の被度を記録する。出現種の被度を Domin-Krajina の被度階級に変換し、種とサブプロットの集計表(植生組成表)を作成した後、出現種の総合優占度と頻度を算出する。本調査では、基本的に IV 期の方法を踏襲する。

2.1.2.1 [07]松尾峠調査区

当調査区(50m×100m)は、緯度 経度 36.561895,137.552649, 標高 1970m 地点に位置する(写真)

2.1.2.1, 図 2.1.2.1)。料金所手前の弥陀ヶ原の駐車場から徒歩で 30 分程度、弥陀ヶ原湿原を経てカルデラ向背斜面を登ったところに位置している。アルペンルートから離れたオオシラビソ林として調査枠が設置された。調査枠下部は平坦なチシマザサが密生する湿地で、斜面にオオシラビソとダケカンバが混交する林分が発達している。調査枠上部の 20m 程度背後には、立山カルデラの崖が迫っている。

過去、1998, 2004, 2010 年、2016 年に植生調査が実施されている。今年度の調査は 2022 年 9 月 6, 7 日に石田, 大宮, 杉田が行った。

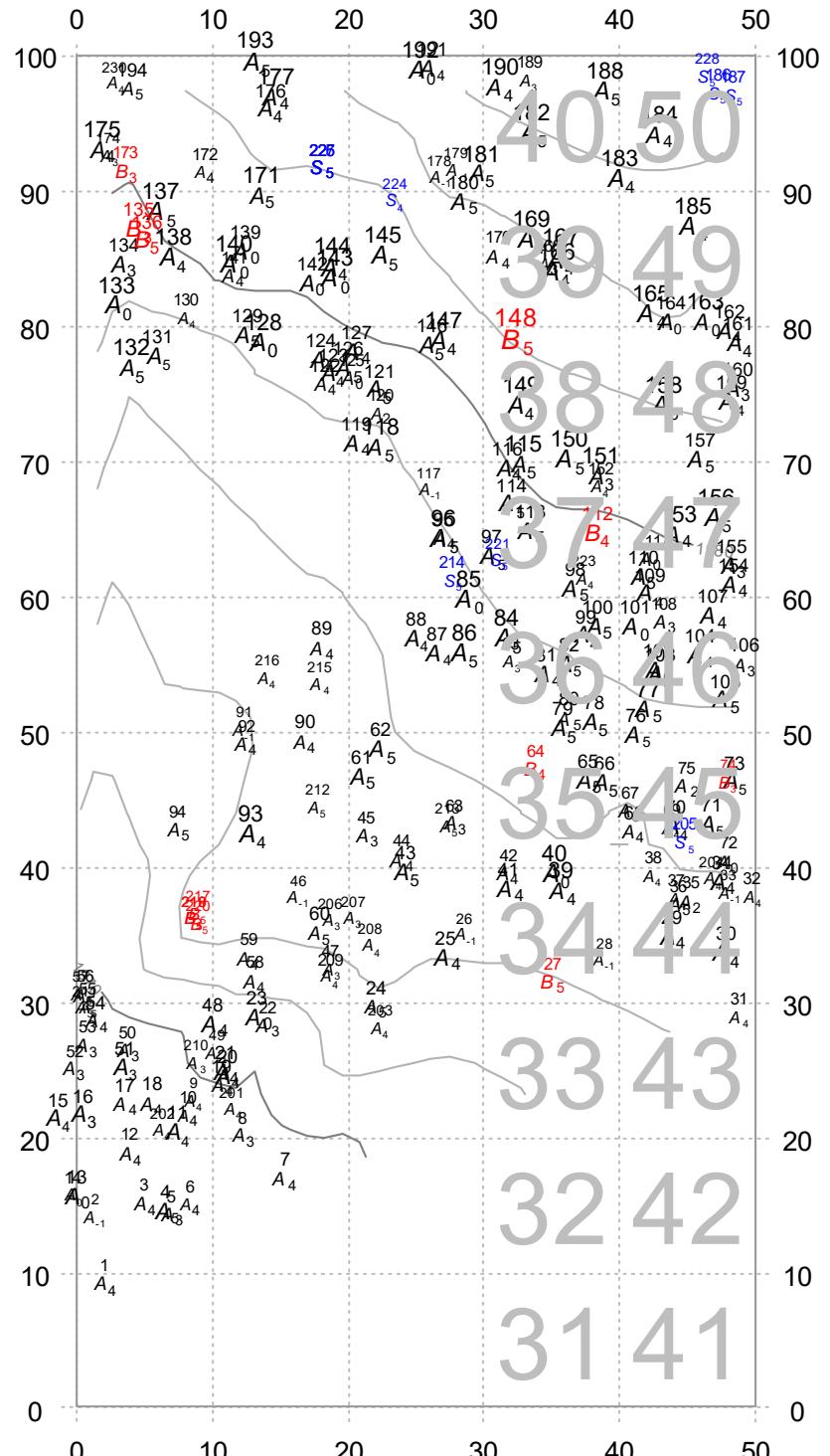


図 2.1.2.1 松尾峠調査区サブプロット位置図

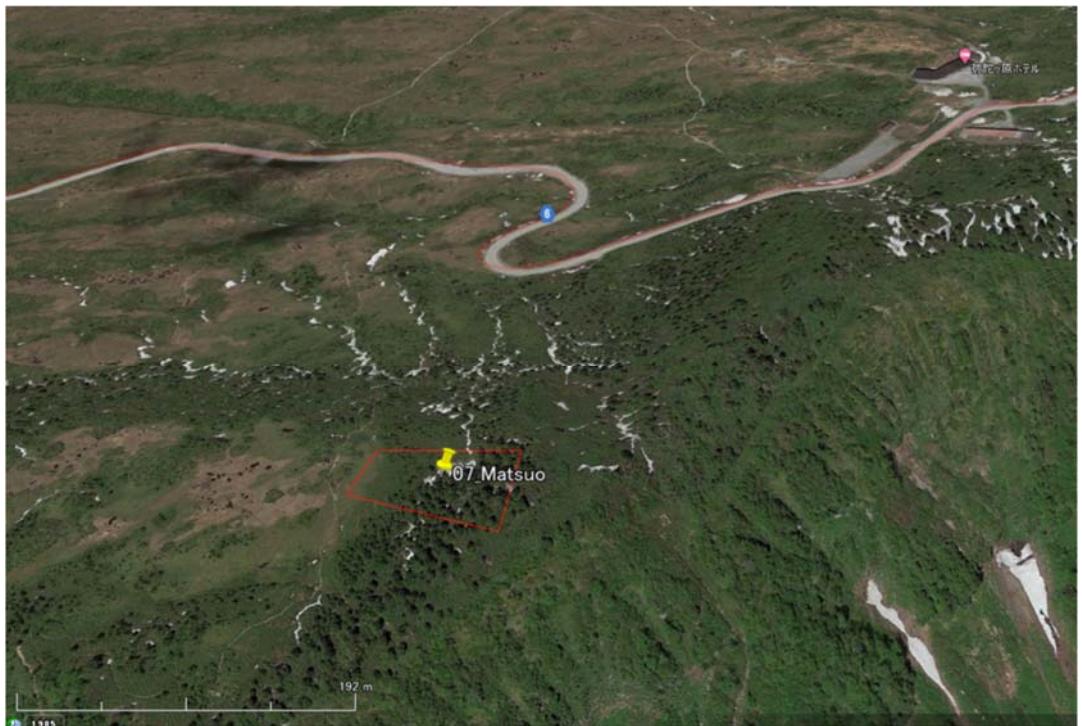


写真 2.1.2.1.1 松尾峠調査区



写真 2.1.2.1.2. 松尾峠調査区

2.1.2.2 [08]鏡石調査区

当調査区(25m×25m)は、緯度、経度 36.582018, 137.575497、標高 2250m 地点に位置する(写真 2.1.2.2.1-4、図 2.1.2.2.1)。本調査枠は森林限界付近に位置しており、矮性化したオオシラビソ林とハイマツが混交した状態となっている。

過去、1999、2004、2010 年に植生調査が実施されている。今年度の調査は 2022 年 9 月 7, 8 日に石田、中島、大宮、杉田が行った。

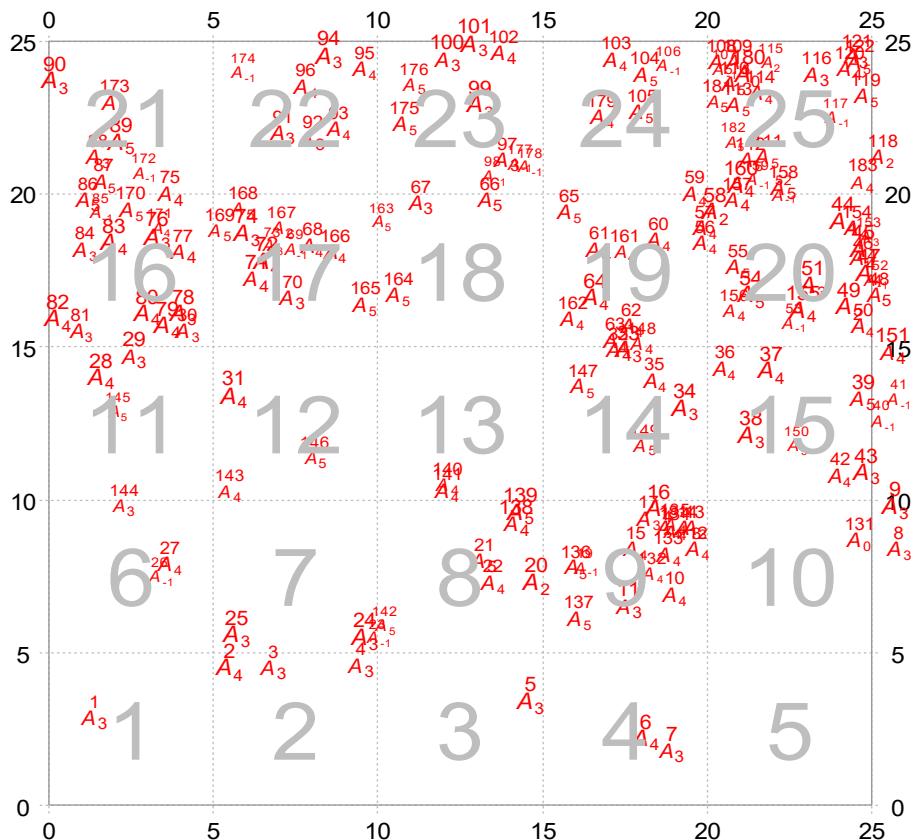


図 2.1.2.2.1 鏡石調査区サブプロット位置図



写真 2.1.2.2.1. 鏡石調査区



写真 2.1.2.2.2. 鏡石調査区



写真 2.1.2.2.3 鏡石調査区 (ハイマツ)



写真 2.1.2.2.4 鏡石調査区 (オオシラビソ)

2.2 森林動態調査（中島春樹）

2.2.1 調査対象と調査経過

森林動態調査は、本モニタリングで設定した 10 調査区のうち、弥陀ヶ原と浄土山を除く 8 調査区で実施している（表 2.2.1.1）。調査対象は胸高直径 10cm 以上の立木であり、胸高直径の計測および活力度の目視評価を行っている。ただし、森林限界付近に位置する鏡石では樹高 130cm 以上のオオシラビソを調査対象とするとともに樹高の計測も行っている。

1998～2000 年に 1 回目の調査を行い、2019 年までに 6 回目の調査を完了した。2022 年は松尾峠と鏡石で 7 回目の調査を行った。

表 2.2.1.1 調査区の概要

調査区	標高 (m)	優占樹種	方形区 形状(m)	面積 (ha)	調査対象	調査年月						
						1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目
美女平	1040	スギ(人工林)	100×100	1	D≥10cm	1998.9	2003.10	2006.9	2009.9	2012.9	2016.9	2021.9
ブナ坂	1090	スギ・ブナ	100×100	1	D≥10cm	1998.9	2002.6	2005.6	2008.6	2011.6	2015.6	2020.6
ブナ平	1190	ブナ・スギ	100×100	1	D≥10cm	1999.10	2003.10	2006.9	2009.8	2012.9	2017.9	
上ノ小平	1430	スギ・キタゴヨウ	100×100	1	D≥10cm	2000.9	2004.5-6	2007.6	2010.6	2013.6	2018.6	
美松	1960	オオシラビソ	100×50	0.5	D≥10cm	1999.10	2003.10	2007.6-7	2010.6-7	2014.6-7	2019.7	
松尾峠	1970	オオシラビソ	100×50	0.5	D≥10cm	1998.10	2002.5	2005.6	2008.6	2011.6	2016.5	2022.7
鏡石	2250	オオシラビソ	25×25	0.0625	H≥1.3m	1999.9	2004.6	2007.8	2009.9	2012.7	2017.9	2022.8
有峰	1350	ブナ	100×100	1	D≥10cm	2000.9	2004.6	2007.9	2010.9	2014.10	2019.9	

D : 胸高直径、H : 樹高

2.2.2 調査方法

通し番号を打ったアルミラベルを 1 回目の調査期間に全調査木に付けた。2 回目以降の調査で胸高直径 10cm（鏡石は樹高 130cm）を超えて新たに調査対象となった加入木についても、アルミラベルを追加して付けた。ラベルは胸高部位に付けることを基本としたが、人工林の美女平調査区では地際に付けるとともに胸高部位をペンキでマーキングした。立木の位置座標を 1 回目の調査期間に測量した。この期間に測量できなかった一部の調査木および加入木はその後に追加して測量した。ラベルおよび位置座標によって個々の立木を識別した。

胸高直径を直径巻尺によって mm 単位で計測した。ただし、主としてスギにみられる、基部は大径であるものの地上 2m 前後から分岐幹が株立ちする立木については、分岐幹ごとにその基部付近で計測した。計測はアルミラベルの下端もしくは計測位置の幹に付けたペンキを基準として毎回同じ部位で行った。鏡石では、測竿によって cm 単位で樹高も計測した。また、人工林の美女平のスギについては、胸高直径と樹高の関係式を作成して材

積算出に利用するため、2012年に先折れのないスギ 214 本についてトゥルーパルスによって 0.1m 単位で樹高を計測した。

活力度を調査木ごとに目視で評価した。生存木については直径に見合った葉量であるかを基準として 1~5 の 5 段階、枯死木については立枯木の 0 と倒伏木の -1 の 2 段階で評価した (表 2.2.2.1 ; Nakajima et al. 2011) 。

表 2.2.2.1 活力度

活力度	状態
5	直径に対し最大程度の葉量がある健全木
4	枝枯れ、隣接個体との競争等により葉量がやや少ない健全木
3	幹や大枝の折損、枝枯れ、被陰等により葉量が少ない立木
2	幹や大枝の折損、枝枯れ、被陰等により葉量がかなり少ない衰弱木
1	直径に対し葉量が著しく少なく、枯死寸前の衰弱木
0	枯死木のうち立枯木 (胸高部位以上での折損を含む)
-1	枯死木のうち倒伏木 (胸高部位未満での折損を含む)

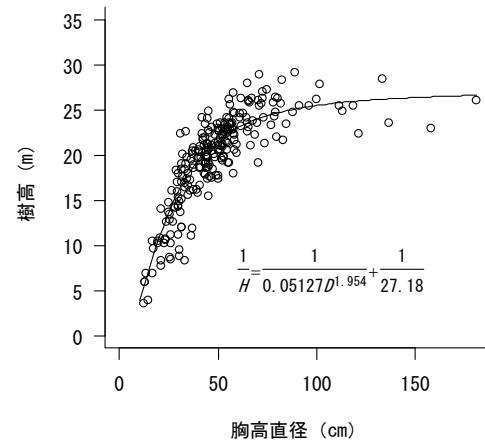


図 2.2.3.1 美女平調査区のスギの胸高直径と樹高の関係

2.2.3 材積の算出

富山県の広葉樹の毎木調査資料 (石田 2004) を用いて、横井 (1998) の方法に準じ、次の胸高直径 1 変数材積式を調整した。

$$V=0.00007901D^{2.674}0.9905^D \quad (1)$$

ここで、 V : 単木材積(m^3) 、 D : 胸高直径 (cm) である。

針葉樹についても(1)式を用いてよいか検討するため、2012 年の美女平調査区のスギ材積を、樹高調査結果から得た胸高直径と樹高の関係式 ((2)式 ; 図 2.2.3.1 ; 拡張相対成長関係式) と、胸高直径と樹高による 2 変数材積式 ((3)式 ; 林野庁計画課 1970 ; 富山・岐阜・愛知地方スギ人工林) から算出し、1 変数材積式による算出結果と比較した。

$$1/H=1/(0.05127D^{1.954})+1/27.18 \quad (2)$$

$$\left. \begin{array}{ll} D \leq 10 & \log V = 1.967735 \log D + 0.874649 \log H - 4.229266 \\ 10 < D \leq 30 & \log V = 1.864665 \log D + 1.023757 \log H - 4.265222 \\ 30 < D \leq 40 & \log V = 1.687367 \log D + 1.079349 \log H - 4.068185 \\ 40 < D & \log V = 1.728859 \log D + 0.927572 \log H - 3.923549 \end{array} \right\} (3)$$

ここで、 H : 樹高(m) 、 D : 胸高直径 (cm) 、 V : 材積 (m^3) である。

その結果、2変数材積式では $693.2 \text{ m}^3/\text{ha}$ 、1変数材積式では $666.0\text{m}^3/\text{ha}$ と算出され、大きな誤差はなかった。このことから、針葉樹についても(1)式を用いて材積を算出することとした。

2.3 気象観測

植生との関係が深い温度、積雪環境について、標高による違いや長期的な推移傾向を明らかにするため、気温、最深積雪深、地表面温度の観測を行っている（表 2.3.1.1）。地表面温度については、根雪日数を推定すること（石田 2006）を目的としている。

表 2.3.1.1 観測の概要

No	調査区	標高	気温	最深積雪深	地表面温度 (根雪日数)
1	美女平	1040		◎2004～	
2	ブナ坂	1090	○1998～	○2004～	◎1999～
3	ブナ平	1190		◎2004～	○2004～
4	上ノ小平	1430		◎2004～	◎2004～
5	弥陀ヶ原	1890			
6	美松	1960		▲2006～2016	○2004～
7	松尾峠	1970	○1998～	◎2004～	◎1999～
8	鏡石	2250	▲1999～2014		◎2000～
9	浄土山	2830	▲2000～2010		◎2001～
10	有峰	1350			○2004～

◎: 繼続中、欠測なし ○: 繼続中、欠測あり ▲: 休止
最深積雪深、地表面温度の観測開始年の表記には寒候期の越年後
の年を示いる。例えば「2004～」とあるものは、「2003～2004年寒候
期から開始」を表す

表 2.3.1.2 気温の観測経過

調査区	事項	ロガー	日時	測定高	測定位置
ブナ坂	観測開始	ログ電子	1998/09/04 16:00	3~4m	No.33ウワミズザクラ
	ロガー変更	おんどとり	2006/10/31 17:00	3m	"
	位置移動	"	2009/05/21 16:00	7m	No.125スギ
松尾峠	観測開始	ログ電子	1998/09/04 16:00	3~4m	No.161オオシラビソ
	ロガー変更	おんどとり	2006/10/31 17:00	4m	"
	位置移動	"	2009/06/25 13:00	7m	No.156オオシラビソ
鏡石	観測開始	ログ電子	1999/09/04 16:00	3~4m	No.25オオシラビソ
	ロガー変更	おんどとり	2006/10/31 17:00	4m	No.25オオシラビソ
	観測終了		2014/07/23 12:00		
浄土山	観測開始	ログ電子	2000/09/07 16:00	5m	富大立山施設やぐら
	ロガー変更	おんどとり	2007/10/03 13:00	5m	"
	観測終了		2010/06/28 11:00		

2.3.1 気温

ブナ坂、松尾峠、鏡石、浄土山の 4 調査区で 1998～2000 年に気温の観測を開始した（表 2.3.1.2、図 2.3.1.1）。観測は 1 時間間隔で行った。データロガーは、当初ログ電子社製温度測定用 B-5（センサー外付）を用いたが、5～6 年経過後から不具合が生じ欠測が相次いだため、2006～2007 年にティアンドディ社製おんどとり TR51S（センサー内蔵）に切り替えた。ブナ坂、松尾峠、鏡石では立木の地上高 3～4m に、浄土山では富山大学の立山施設のやぐらの地上高約 5m に、ログ電子の外付けセンサーを設置するか、簡易シェルターで被覆したおんどとりを設置した。

冬期間の観測データには、いずれの調査区でも気温の日変動が不明瞭もしくは消失している期間があり（図 2.3.1.1）、積雪に埋まることがあったためだと考えられた（第 III 期報告書 p21-22）。そこで、観測データを、調査区の間もしくは周辺地域で観測した他事業のデータと比較することにより、日変動が消失した期間を特定して埋雪期間を推定した（図 2.3.1.1）。ブナ坂、松尾峠、浄土山では積雪に埋まらない年もあったが、鏡石ではいずれの年も積雪に埋まっていた。鏡石はオオシラビソの疎林であるが、森林限界に近く最大樹高は約 5m に過ぎないため、立木にセンサーを設置する方法では冬期に積雪に埋まることを避けられず、気温の通年観測は不可能と考えられた。このため、2014 年に観測を中止した。また、浄土山では、環境省のモニタリング 1000 の一環として富山大学のグループが気温を観測しているため、2010 年から観測を休止した。

ブナ坂と松尾峠では冬期にセンサー部が積雪に埋まる場合があったこと、これに加えて松尾峠では直射日光の影響を受け夏期に異常な高温がパルス状に観測されることがあったため（図 2.3.1.1、第 III 期報告書 p21-23）、2009 年に設置木を変更するとともに設置高を地上高 7m と高くした。この際に、落葉期がなく日射の影響を受けにくい常緑針葉樹の樹冠内にロガー（おんどとり）を設置することとし、ブナ坂ではスギ、松尾峠ではオオシラビソの樹幹の北側に設置した。また、枝にかけたロープにロガーを固定し、つるべ式に地表から 7m まで移動できるようにして、木に登らずにロガーの維持管理を行えるようにした。ブナ坂、松尾峠では、センサー設置位置を地上高 7m へ高くした 2009 年以降、積雪に埋まることや夏期に異常な高温が観測されることはなくなった（図 2.3.1.1）。

以上より、推定された埋雪期間のデータおよび直射日光の影響が大きいと考えられる松尾峠の 2009 年のロガー移動前までのデータについては集計から除いた。その結果、通年の観測データはブナ坂で 17 年、松尾峠で 12 年、浄土山で 5 年分得られたが、鏡石では得られなかった。通年観測できた年にについて年平均気温を算出し、さらに調査区ごとに平均して年平均気温の平年値とした。欠測がない月について月平均気温を算出し、得られた各年の月平均気温を平均して平年値とした。この値から温量指数（月平均気温が 5°C 以上の月について、月平均気温から 5°C を引いた値の合計）を求めた。

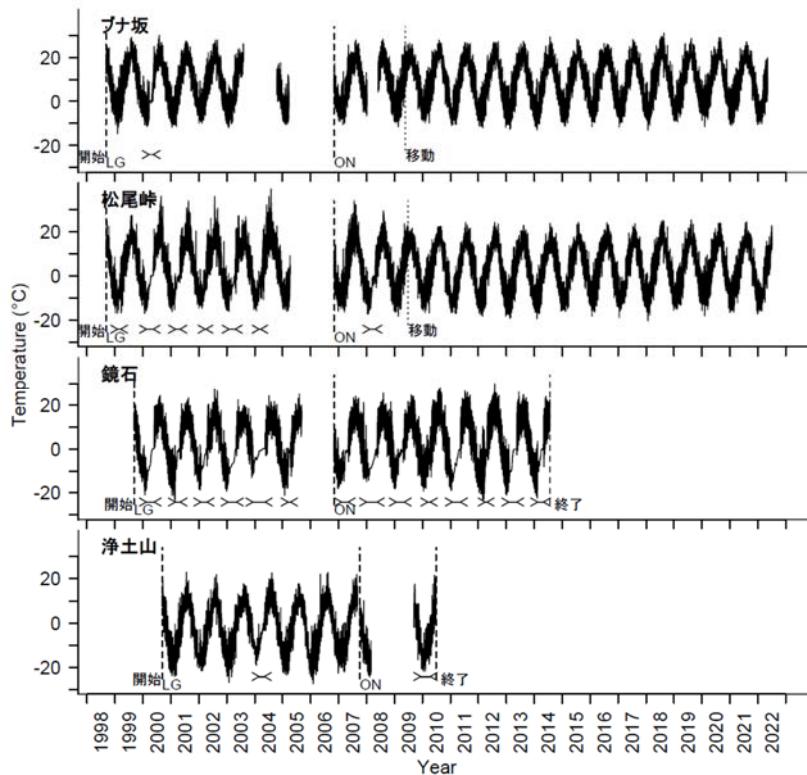


図 2.3.1.1 気温の経時変化（ロガーに記録された 1 時間間隔の全データ）

破線は測定開始、測定終了、ロガー種別変更日時を表し、下端の英字記号はロガー種別を表す（LG: ログ電子、ON: おんどとり）。開始から終了の間のデータがない期間はロガーの不具合等による欠測。

点線は調査区内での測定位置の移動日時を表す。

Y-Y は推定した埋雪期間。

2.3.2 最深積雪深

美女平、ブナ坂、ブナ平、上ノ小平、松尾峠で 2004 年（2003～2004 年寒候期を指す、以下同様に越年後の年で表記）から、美松で 2006 年から、最深積雪深を高橋（1968）の最深積雪指示計に準じる方法で観測した（表 2.3.1.1）。最深積雪時にも埋まらないと推測される立枯木上部の分枝部に滑車を固定し、径 2.5mm のワイヤーを通して地表まで垂らした。径 2.5mm 長さ 25cm のアルミ線をワイヤーに 20cm 間隔でスリーブを用いて固定し、ワイヤーの両側へ水平にアルミ線が約 10cm ずつ伸びる状態とした（写真 2.3.2.1）。アルミ線が積雪下となると、沈降圧によりアルミ線が下向きに曲がるので、寒候期終了後にアルミ線が曲がった最大の高さを測定して最深積雪深とした。また、曲がったアルミ線を次の寒候期の観測のため水平に戻した。なお、美女平では立枯木に電動ドリルを用いてアルミ線を 20cm 間隔で直接設置する方法での観測も行った。ブナ坂では 2005 年はワイヤーが寒候期に脱落したため欠測となった。美松ではワイヤーの脱落のため、2017 年以降観測を休止した。ワイヤー設置木の倒伏のため、美松以外の調査区ではワイヤー設置木の変更があった。このうち、松尾峠については、当初設置木の観測期間は 2004～2017 年（倒伏のため 2018 年に中止）、2 番目の設置木

の観測期間は 2007 年以降であるが、両者の観測値のある 2007～2017 年の値は、当初設置木の方が平均値で 154cm 大きく、有意な差があった

（対応のある t 検定、 $p < 0.001$ ）。このため、2017 年までは当初設置木の観測値を用い、2018 年以降は 2 番目の設置木の観測値に 150cm 加算した値を用いることとした。観測年数は 11～19 年と調査区により異なるが、それぞれの平均値を平年値とした。平野部との比較のため、富山地方気象台（標高 9m）の最深積雪深の観測値（気象庁 HP）を利用した。



写真 2.3.2.1 最深積雪深観測用のワイヤーに設置したアルミ線

2.3.3 地表面温度（根雪日数）

ブナ坂、松尾峠、鏡石、浄土山では 1999～2001 年に、ブナ平、上ノ小平、美松、有峰では 2004 年に地表面温度の観測を開始した（表 2.3.1.1）。地表面の落葉層に外付けセンサーもしくはセンサー内蔵型データロガーを設置し、1 時間間隔で温度を観測した。データロガーは 1998～2000 年の開始時はログ電子社製温度測定用 B-5（センサー外付）を用いたが、2004 年以降、onset 社製 stowaway、ティアンドデイ社製おんどとり TR51A または TR51S、オンセット社製ティドビッド v2 へと順次移行した。2013 年 7 月以降はすべてティドビッド v2 を用いて観測している。根雪期間の推定を目的としているため、積雪

のない夏期は必ずしもロガーを設置していない。なお、ブナ平、美松、有峰ではロガーの不具合等による欠測年がある。

冬期はいずれの調査区でも 0°C 付近でほぼ安定する期間があり、地表が積雪に覆われていたことを示していた。そこで、石田（2006）の方法に準じ、観測した 1 時間ごとに、地表温度 3.2°C 以下で前後 5 時間の標準偏差が $\pm 0.22^{\circ}\text{C}$ 以下のとき積雪ありと判定した。そのうえで、24 時間のうち 1 時間でも積雪ありと判定された日を積雪日とした。積雪日が最も長く継続する期間を根雪期間とし、その始まる日を根雪初日、終わる日を根雪終日、期間日数を根雪日数とした。観測年数は 16~24 年と調査区により異なるが、それぞれの平均値を平年値とした。平野部との比較のため、富山地方気象台（標高 9m）において日最深積雪深の観測値（気象庁 HP）が 1cm 以上となる日を積雪日とし、積雪日が最も長く連続する期間を根雪期間として根雪日数を算出した。

2.4 年輪年代学的成長解析（加藤輝隆）

2.4.1 デンドロメータを用いたスギの肥大成長の記録

年輪年代学的な研究を進める上では十分な数の試料を集めることが重要であり、20～30以上の個体について2方向以上の年輪幅を測定するというのが国際的に奨励されている。しかしながら、国立公園内で行う本調査では採取可能な試料数には限界がある。また、長期モニタリング調査の中で同一個体から繰り返して試料を採取することもできない。そこで、1998年11月に調査区[01]（美女平）で13個体のスギの樹幹にアルミ薄板製のデンドロメータ（写真2-4-1-1）を2本ずつ設置し、翌年の春以降、胸高直径の変化を記録してきた。デンドロメータの主尺に刻まれている3.14mmごとの目盛りは、直径1.00mmに対応する。一方、副尺側には主尺の9目盛り分を10等分する目盛りが記されており、両方の目盛りが一致する位置の値を読み取ることにより、直径0.1mm（半径方向では0.05mm）の変化を検出できるようになっている。

1個体に2本以上のデンドロメータを設置することによって、デンドロメータの破断による記録の中斷を防ぐとともに、測定の信頼性を上げるように努めてきたが、測定を始めて数年が経過したところで、デンドロメータが破断する頻度が高くなってきた。そこで、2009年以降はUMS社（ドイツ）のプラスチック（Astralon）製デンドロメータ（写真2-4-1-2）を新たに設置し、従来品と並べて測定を続けている（写真2-4-1-1）。UMS社のプラスチック製デンドロメータ（<https://www.upgmbh.com/fileadmin/produkte/pdf/1270B.pdf>）はアルミ製より耐久性が高いことが現在までに示されている。また、このデンドロメータの副尺は主尺の先端に付いているので、測定値は相対的な値ではなく、直径を直読できるので好都合である。さらに、金属光沢がなく、林内では目立ちにくいという点も国立公園内で使うには有利である。

2022年には19個体のスギに設置したデンドロメータの読み取りを6月3日、7月13日、8月9日、8月23日、10月3日、10月15日、10月31日、11月11日の8回実施した。



写真 2-4-1-1 アルミ製デンドロメータ（上）と
プラスチック製デンドロメータ

写真 2-4-1-2 プラスチック製デンドロメータ

2.4.2 ブナ平調査区のスギの年輪解析

試料の採取と前処理

2022年10月13日および10月31日にブナ平調査区（調査区[03]）に生育する13個体のスギの胸高部位から直径5mmのコアを採取し、過去に同調査区内で採取したコアや円盤試料などの測定データと併せて年輪解析を行った。

試料を自然乾燥した後に、木口面をサンドペーパー（#60～#1000）で研磨し、実体顕微鏡下で個々の細胞を認識できる状態に仕上げた。

年輪幅の測定

研磨された試料の木口面画像を、1600～2400 dpiの解像度でスキャナーから取り込み、樹木年輪解析用の画像解析ソフトWinDENDRO 2002 (Regent Instruments Inc., Canada)を用いて年輪幅を測定した。WinDENDROでは設定した測線に沿って年輪幅が自動的に測定されるが、すべての年輪境界について目視で確認し、問題があれば手作業で修正した。

試料の年輪年代決定

年輪幅の推移を片対数グラフとして表示し、同一個体の他の測線の年輪幅パターンと異なる場合には、問題のある年代の前後について年輪境界の見落としや、偽年輪・不連続年輪の可能性を再確認した。円盤試料については、2本の測線付近の画像を確認しても問題が解決しない場合には両者の間に新たな測線を設定して、偽年輪や不連続年輪の存在を確認した。

過去の解析で年輪年代が決定された個体の年輪幅のデータを用いて、年輪年代決定用の解析プログラム(COFECHA)で統計処理し、問題点のあるデータを検出した(Holmes *et al.* 1986)。この解析結果にもとづいてWinDENDROで画像やグラフを再検討し、各年の年輪幅のデータを確定し、年輪幅標準曲線を作成した。なお、未成熟材は環境の指標として用いるには問題があるので、髓を含む試料の場合

には髓側の約 10 年分の年輪幅のデータを除いて解析し、髓を含まない試料については必要があれば数年分のデータを除いて解析した。

年輪指数の計算

樹木の年輪幅は生育環境に大きな変化がなければ、一般に加齢とともに狭くなる。そこで、樹齢の影響を除くために Fritts (1976) の方法に従って年輪幅の推移を指數曲線で近似して期待値に対する実測値の比を計算し、さらに個体特有の変動の影響を補正するためにフィルター長 32 年のスプライン曲線をあてはめて標準化し、年輪指数を計算した (Holmes *et al.* 1986)。

2.5 外来植物モニタリング調査(太田道人・吉田めぐみ・山下寿之)

2.5.1 調査区および方法

対象区域は「立山外来植物除去対策検討会」で実施した弘法（標高 1610m）から室堂（標高 2457m）の 46 調査区とした（表 2-5-1a）。各年の調査対象区域は全体を 3 分割した 1 区域ずつとした（表 2-5-1b）。令和 4 年度は弘法第 1 駐車場から弥陀ヶ原カルデラ展望台入口までの 13 調査区に加え、毎年実施している弥陀ヶ原遊歩道沿いの 5 調査区の外来植物出現状況を調査した。

表 2-5-1a 立山黒部アルペンルート沿線外来植物種調査対象エリア

No.	エリア		標高	No.	エリア		標高
1	弘法	弘法第1駐車場	1610	29	室堂ロータリー		2418
2		弘法第2駐車場	1620		立山センター車道		2428
3	追分	追分駐車場(立土)	1810	30	立山センター周囲		2470
4		追分駐車場(松尾峠入口)	1840		室堂ターミナル園地		2430
5		追分料金所緑化帯	1860	31	室堂平広場遊歩道		2431
6	弥陀ヶ原	弥陀ヶ原駐車場	1900		室堂平広場遊歩道		2437
7		六甲学院前(緑化復元地)	1900	32	供養塔広場		2437
8		弥陀ヶ原バス停周囲	1950		みくりが池遊歩道		2434
9		弥陀ヶ原ホテル駐車場	1940	33	みくりが池遊歩道		2420
10		弥陀ヶ原散策路入口	1932		地獄谷への道		2390
11		弥陀ヶ原ホテル裏	1940	34	室堂山莊遊歩道		2438
12		弥陀ヶ原立山莊入口	1955		室堂山莊遊歩道		2449
13		弥陀ヶ原カルデラ展望台入口	1980	35	室堂山莊横		2457
14	美松	美松駐車場	2090		玉殿岩屋への道		2450
15	天狗	天狗の鼻第1駐車場下	2125		エンマ台		2413
16		天狗の鼻第2駐車場	2130	36	ミドリガ池遊歩道		2420
17		立山高原ホテル浄化槽	2300		ミドリガ池遊歩道		2435
18		立山高原ホテル周囲	2300	37	ミドリガ池広場		2435
19		立山高原ホテル～天狗平山莊	2305				
20		天狗平山莊周囲	2305	38			
21		天狗平駐車場	2310				
22		天狗平休憩所跡地	2315	39	弥陀ヶ原遊歩道 ホテルと休憩所の中間点	1930	
23		天狗平歩道起点	2320		弥陀ヶ原遊歩道ガキの広場上部	1920	
24	国見	国見第1駐車場	2360	40	弥陀ヶ原遊歩道ガキの広場下部	1910	
25		国見第2駐車場	2370		弥陀ヶ原遊歩道内回り分岐点から各5m	1895	
26		大谷待避所	2390	41	弥陀ヶ原遊歩道外回り分岐点各10m	1863	
28		室堂第2駐車場	2410				
				51	弥陀ヶ原遊歩道 ホテルと休憩所の中間点	1930	
				52	弥陀ヶ原遊歩道ガキの広場上部	1920	
				53	弥陀ヶ原遊歩道ガキの広場下部	1910	
				54	弥陀ヶ原遊歩道内回り分岐点から各5m	1895	
				55	弥陀ヶ原遊歩道外回り分岐点各10m	1863	

表 2-5-1b. 調査対象区域とその調査年

調査対象区域	H 22	23	24	25	26	27	28	29	30	R 1	2	3	4
No.1～13 弘法～弥陀ヶ原	○			○			○			○			●
No.14～28 美松～室堂第2駐車場		○			○			○			○		
No.29～46 室堂平			○			○			○			○	
No.51～55 弥陀ヶ原遊歩道				○	○	○	○	○	○	○	○	○	●

令和4年8月23日・25日に各調査区において、出現種ならびに出現状況を「立山外来植物除去対策検討会」（表2-5-1c）にしたがって判定した。判定基準が視覚的でゆるやかなものになっているのは、もともと各調査区が道路や駐車場等、人為の影響の強く及んだ地点に設定されたもので、植生の均質性を欠き植物社会学的な優占度（被度）の推定にはなじまないためであり、また、大まかな量的变化をとらえることを目的としているためである。

表 2-5-1c. 外来植物の生育状況判定基準

階級	生育状況
5	びっしり面的に広がっている
4	かたまりがいくつか存在する
3	かたまりがある
2	捜さなくても目に入る
1	捜せば目に入る

第3章 調査結果

3.1 植生調査(石田仁)

3.1.1 [07]松尾峠調査区

今回の調査では階層別でB2層17種,C層32種,S層1種,広葉樹高木2種(コシアブラ,ダケカンバ),広葉樹低木13種(アカミノイヌツゲ,ウラジロハナヒリノキ,オオカメノキ,オオバスノキ,クロウスゴ,コヨウラクツツジ,ナナカマド,ハナヒリノキ,ハリブキ,ヒメウスノキ,ミネカエデ,ミヤマホツツジ,ムラサキヤシオツツジ),針葉樹高木2種(オオシラビソ,キタゴヨウ),矮性低木6種(アカモノ,イワナシ,シラタマノキ,ヒメゴヨウイチゴ,ヒメモチ,ミヤマシキミ),シダ類5種(オオバショリマ,シノブカグマ,シラネワラビ,ホソバトウゲシバ,ヤマソテツ),草本21種(イワイチョウ,イワカガミ,オオバユキザサ,ゴゼンタチバナ,コバイケイソウ,コミヤマカタバミ,ショウジョウスグ,ショウジョウバカマ,タケシマラン,ツクバネソウ,ツマトリソウ,ツルリンドウ,ニッコウキスゲ,マイヅルソウ,ミズバショウ,ミツバオウレン,ミヤマカンスグ,ミヤマセンキュウ,モミジカラマツ,ヤチカワズスグ,ユキザサ),ササ類1種(チシマザサ)を記録した(表3.1.1.1, 2, 図3.1.1.1~4)。

過去に記録して、今回記録されなかった種は、B2層ナツハゼ,ハクサンシャクナゲ, C層イワウチワ,エンレイソウ,オオバタケシマラン,キソチドリ,コイチョウラン,サンカヨウ,チゴユリ,チングルマ,ツルアリドオシ,ヌマガヤ,ハクモウイノデ,ヒメカシアオイ,ヒメノガリヤス,フタバラン,ミヤマシケシダ,ミヤマメシダ,メシダ,ヤマドリゼンマイ,でいずれも被度と出現頻度が小さい値を示す種であった(表3.1.1.2 赤字表示)。

出現頻度が高かった上位10種は、マイヅルソウ(100.0%),ミヤマカンスグ(100.0%),チシマザサ(100.0%),オオシラビソ(90.0%),ミネカエデ(90.0%),ミツバオウレン(90.0%),オオバスノキ(85.0%),ゴゼンタチバナ(85.0%),ショウジョウバカマ(85.0%),タケシマラン(85.0%)であった。

林床にチシマササが密生し、階層的に他の植生も発達していたため全サブプロットの被度合計の平均値は116.95%に達していた。

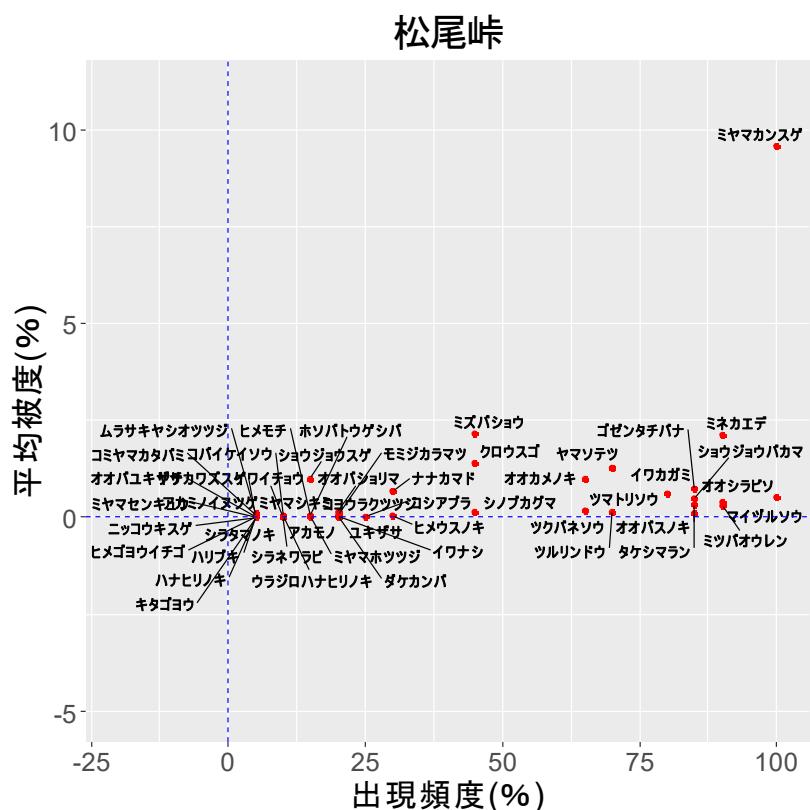
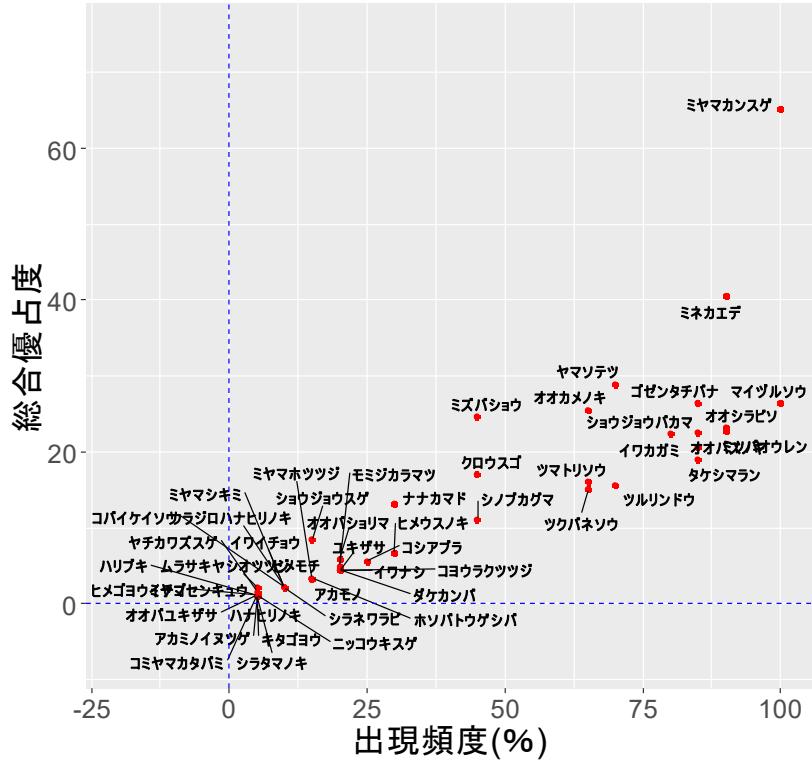


図3.1.1.1 (松尾峠 2022) 出現種の出現頻度と平均被度の関係
(チシマザサを除く)

松尾峠



松尾峠

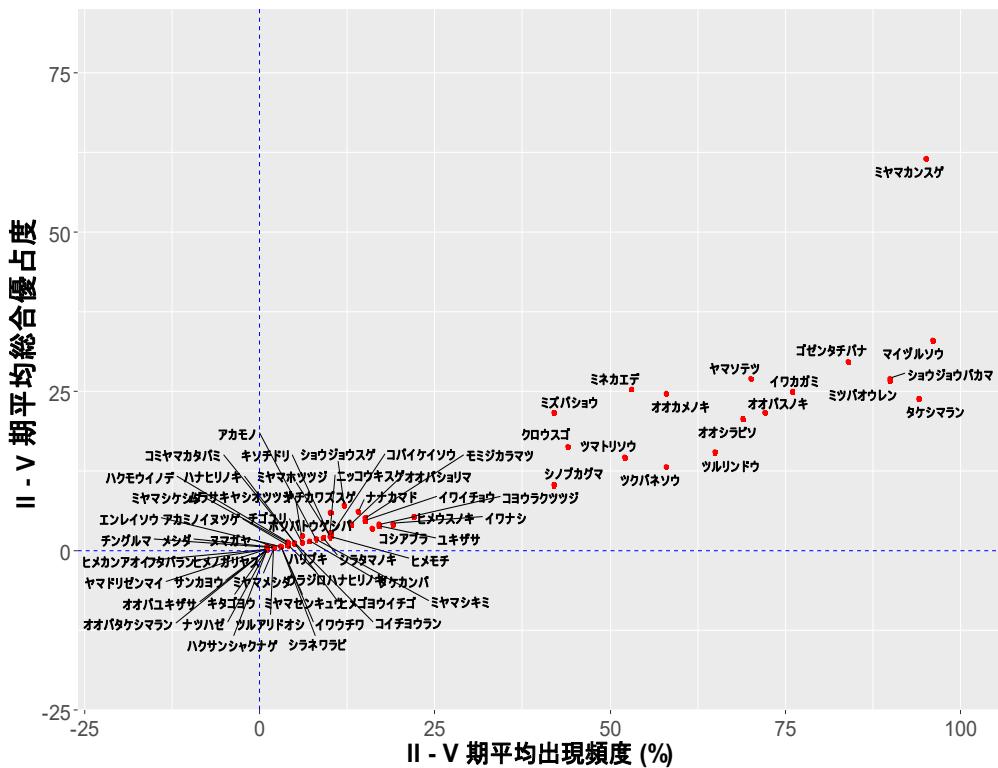


図 3.1.1.2 (松尾峠 上 2022 年, 下 II~IV 期)

出現種の出現頻度と総合優占度の関係 (チシマザサは除く)

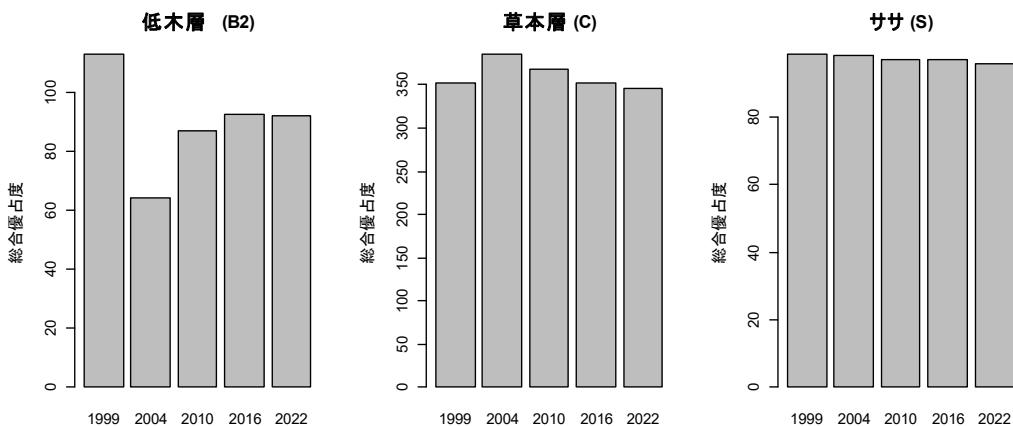


図 3.1.1.3 総合優占度の経年変化 (松尾峠)

出現種の生活型別にみると、各調査区で認められているササの減少傾向が本調査区でも緩やかに認められた。しかし、チシマザサの出現頻度は 100%、平均被度は 92.8%であり、調査区全的で密生している状況は基本的に第一期より変化がない。B2 層は 2004 年に低くなつたが、ほぼ安定した値を維持している。草本層は調査期首よりほぼ安定した値を維持している。ササの減少が関与すると推測される他の植生の増加は認められていない。

本調査区は亜寒帯気候下にあり、立山カルデラ辺縁部からチシマザサが密生する湿原に移行する立地に位置している。オオシラビソが優占し、ダケカンバ混交する典型的な亜高山帶針葉樹林が発達している。立山地域では温暖化傾向が認められているが (Wada et al. 2004) 、亜寒帯と温帯域の移行帯に出現するキタゴヨウ(ハッコウダゴヨウ?)が今回初めて記録された。今期、林冠木 2 本が風倒し、根がえりのマウンドと林冠ギャップが形成された(写真 3.1.1.1)。林内光環境の改善と林床土壤の鉱質土層の裸出により、マウンド上にはダケカンバの稚樹が定着していた。今後、当ギャップ内にはササの被陰によって侵入できない稚樹の定着や草本類が侵入してくるものと推測される。

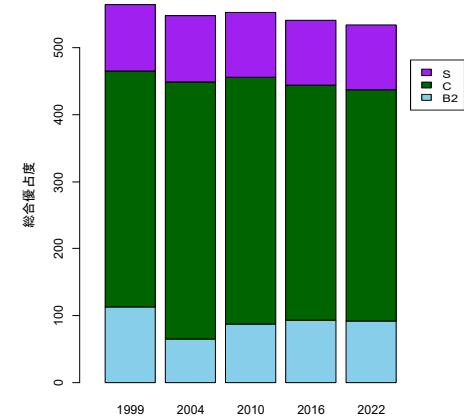


図 3.1.1.4 総合優占度の経年変化 (松尾峠)



写真 3.1.1.3 林冠木が風倒し、根がえりのマウンドと林冠ギャップが形成された(松尾峠)

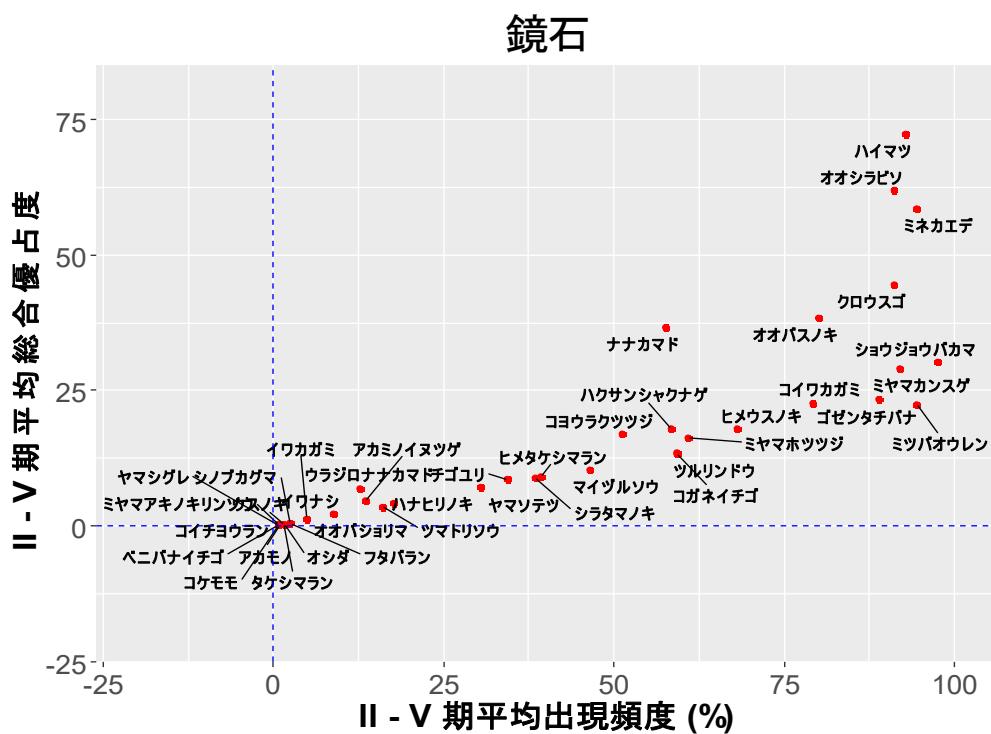
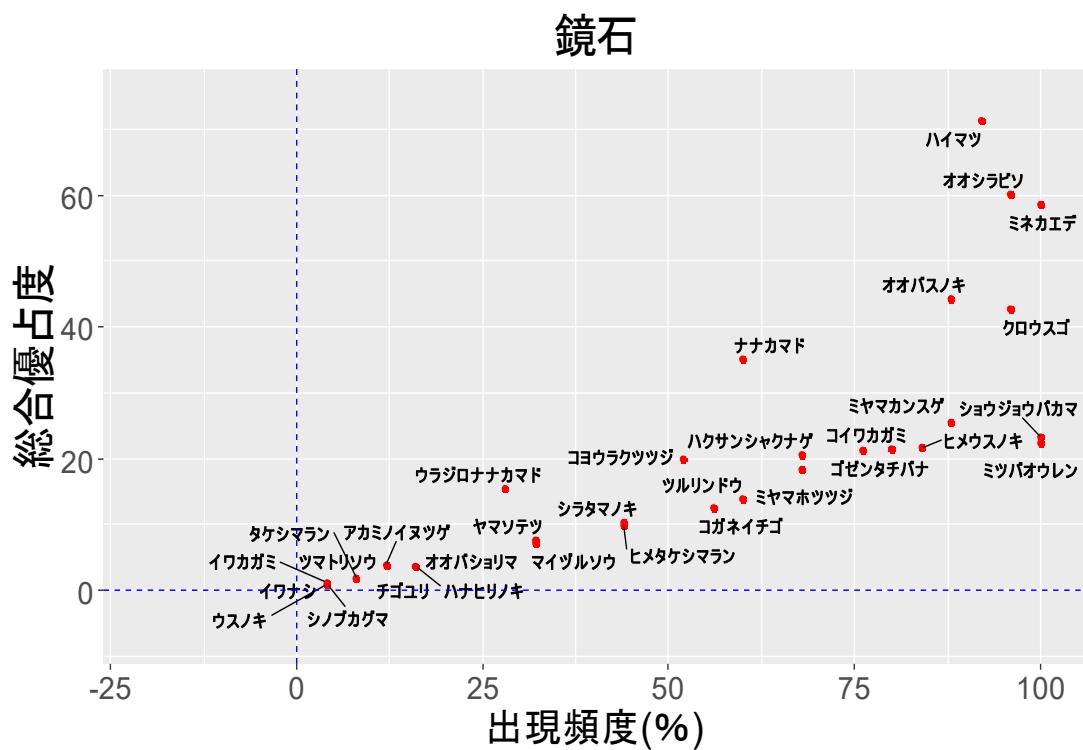


図 3.1.2.2 (鏡石 上 2022年, 下 II~IV 期)

出現種の出現頻度と総合優占度の関係 (チシマザサは除く)

I ~ V 期の合計総合優占度はほぼ一定の値を示していた(図 3.1.2.2,3,4)。出現種の生活型別にみると(図 3.1.2.5)、低木層(B2)が漸増傾向にあるのに対して、草本層(C)はやや安定な値を示していた。今回、チゴユリ、イチョウラン、フタバラン、ミヤマアキノキリンソウ等が少ないか、記録されなかつたが、調査時期が 9 月下旬になり地上部が枯れていた可能性もある。ササは最近二期わずかに減少しているがほとんど無視できるレベルである。本調査区は、1999 年の初回調査から今回の 2022 年の調査期間を通じ、植生はほぼ安定した状態を維持している。

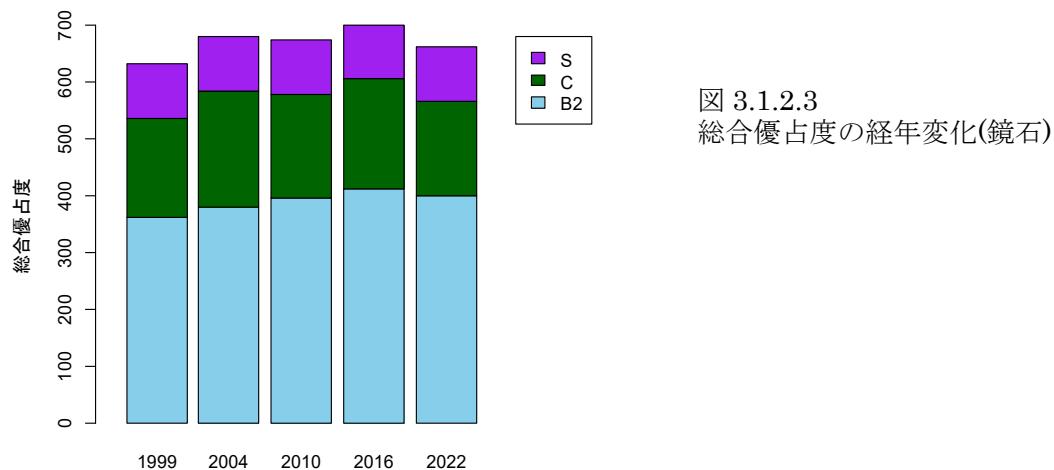


図 3.1.2.3
総合優占度の経年変化(鏡石)

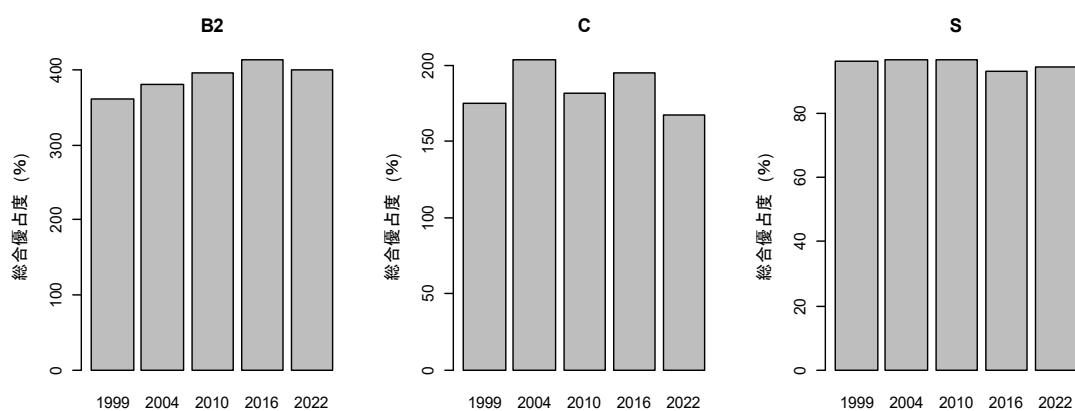


図 3.1.2.4 総合優占度の経年変化 (鏡石 2022)

3.2 森林動態調査 (中島春樹)

3.2.1 松尾峠

調査概要

松尾峠調査区は、松尾峠の北東約250mに位置し標高1970mでオオシラビソが優占する。調査面積は0.5ha (100m×50m) で(図3.2.1.1)、胸高直径10cm以上の立木を対象として胸高直径と活力度の追跡調査を行っている。1998、2002、2005、2008、2011、2016、2022年に1~7回目の調査を行った。以下、1回目から24年後の2022年に行った7回目の調査結果に基づき述べる。

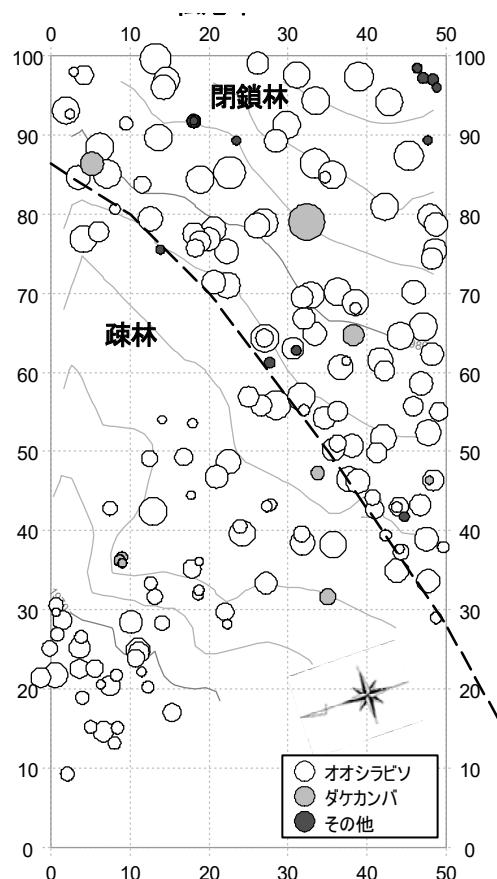


図3.2.1.1 松尾峠調査区の立木の空間分布 (2022年)
 円の大きさは胸高直径と相対関係にある
 生存木のみを表示、等高線間隔2m
 点線は閉鎖林と疎林の境
 y軸正方向方位109度、座標軸の単位はm

表3.2.1.1 樹種組成 (2022年)

樹種	本数	本数 (/ha)	胸高断面積 合計(m ² /ha)	優占率	材積 (m ³ /ha)
1 オオシラビソ	148	296	22.27	93.0%	175.0
2 ダケカンバ	11	22	1.28	5.3%	10.2
3 ナナカマド	14	28	0.36	1.5%	1.8
4 ミネカエデ	2	4	0.04	0.2%	0.2
計	175	350	23.94	100.0%	187.2

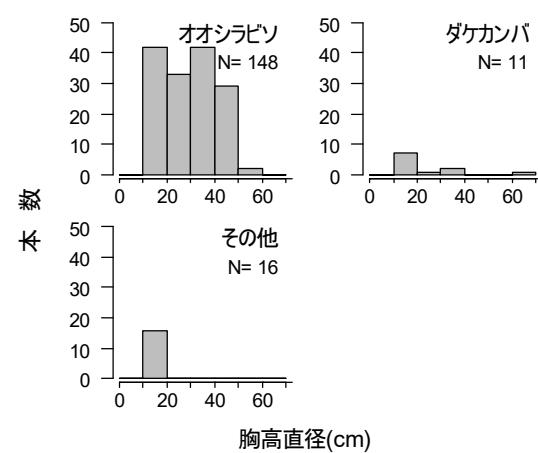


図3.2.1.2 直径分布 (2022年)

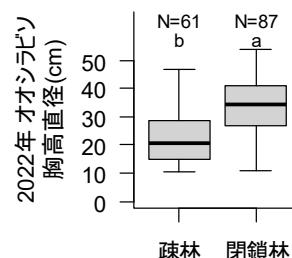


図3.2.1.3 オオシラビソ直径分布
 アルファベットはU検定 ($\alpha=0.05$) 結果

2022年の森林構造

出現樹種はオオシラビソ、ダケカンバ、ナナカマド、ミネカエデの4種、本数は350本/ha、胸高断面積合計は23.94m²/haだった（表3.2.1.1）。胸高断面積割合はオオシラビソが93.0%だった。

直径分布をみると（図3.2.1.2）、オオシラビソは10~20、20~30、30~40cmクラスとも同程度の本数があった。最大は54.0cmだった。ダケカンバは20cm未満の小さい立木が多かったが、最大は66.7cmだった。ナナカマドとミネカエデはすべて20cm未満だった。

立木の空間分布図で(x,y)=(0m,85m)から(50m,30m)に至るラインより右上（南東側）の斜面上部はおおむね閉鎖した森林だった（図3.2.1.1、以下、閉鎖林）。ただし、(x,y)=(40m,75m), (38m,90m), (23m,94m)付近はギャップとなっていた（図3.2.1.1）。ラインより斜面下部では、緩やかな尾根上に疎林を形成するほかはおおむねチシマザサが密生していた（以下、疎林）。オオシラビソの直径は閉鎖林が疎林を上回っていた（図3.2.1.3）。

森林動態

1回目に調査した1998年から2022年までの枯死木は33本で、うちオオシラビソが31本だった（表3.2.1.2）。オオシラビソ枯死木の直径は（図3.2.1.4）、相対的に小径の30cm未満が19本と過半を占めた。直径30cm以上の枯死木は12本で、6本は2016~2022年の間に枯死した。うち、(x,y)=(38m,58m), (43m,54m)に位置する2本は（図3.2.1.5）、2018年9月4日の台風21号通過時の強風による根返りで枯死したもので、直径は32cm、36cmだった。オオシラビソ枯死木のうち直径上位2本は2008~2011年の間に枯死した59cmと、2005~2008年の間に枯死した57cmだった。これらは調査開始時点のオオシラビソ生存木の直径上位2本であり、閉鎖林内の(x,y)=(14m,79m)と(43m,74m)に位置していた（図3.2.1.5）。直径30cm以上のオオシラビソ枯死木12本のうち10本は閉鎖林内に位置しており（図3.2.1.5）、現在認められるギャップの形成に寄与した。

1回目に調査した1998年から2022年までの加入木は31本で、うちオオシラビソは15本だった（表3.2.1.2）。

オオシラビソの動態を閉鎖林と疎林に分けて見ると、枯死木31本のうち閉鎖林内は19本、疎林内は12本だったのに対し、加入木15本のうち、閉鎖林内は3本、疎林内は12本であり（図3.2.1.5）、加入木は相対的に疎林で多かった。その結果、枯死率は閉鎖林（0.85%/yr）と疎林（0.91%/yr）の間に差はなかったが、加入率は閉鎖林（0.15%/yr）より疎林（0.91%/yr）で高かつた（表3.2.1.3）。個体群成長率は、閉鎖林で-0.70%/yr、疎林で0.00%/yrだった。つまり、疎林では枯死率と加入率が同値で、個体が入れ替わりながら本数が維持されていた。加入率が閉鎖林より疎林で高かつたことには、疎林ではチシマザサが濃密に繁茂しているものの、ササ層を抜けければ光条件が良好であることが関係していると思われる。一方、疎林では閉鎖林と同等の枯死率であったものの、閉鎖林より小サイズでの枯死が多かったことから（図3.2.1.6）、枯死の主因の多くは最大サイズに達したことによるものではないと考えられる。また、調査対象の直径10cm以上の立木はササ層を抜け出しており、枯死の主因が被陰にあるとも考えにくい。疎林内は風圧や雪圧などの物理的ストレスがかかりやすい環境にあるため、幹折れなどの雪害が

表3.2.1.2 枯死木と加入

樹種	枯死木本数	加入木本数
オオシラビソ	31 <12> (12)	15 (3)
ダケカンバ	2	5 (1)
ナナカマド		9 (2)
ミネカエデ		2 (2)
計	33 <12> (12)	31 (8)

「枯死木」とは1回目調査時に直径10cm以上だった生存木のうち、最新調査回に枯死していた木

「加入木」とは1回目調査時以降に直径10cm以上に成長し、最新調査回に生存していた木

裸数字：枯死木と加入木の本数

<>数字：裸数字の枯死木のうち直径30cm以上（生存時の最終の調査回時点）の本数

()数字：裸数字の枯死木と加入木のうち前回調査時以降に枯死または加入した本数

発生しやすく、このことが、閉鎖林よりも小サイズでの枯死が多く、結果として閉鎖林と同等の枯死率をもたらした要因かもしれない。

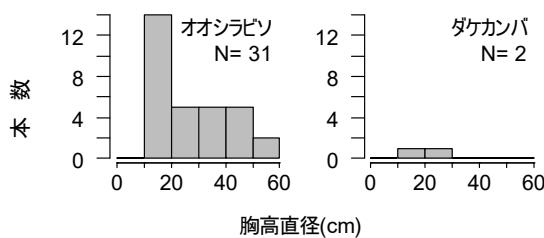


図 3.2.1.4 枯死木（1998-2022）の直径分布

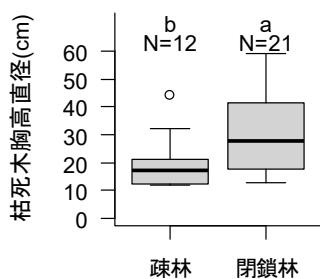


図 3.2.1.6 オオシラビソ枯死木直径分布
アルファベットは U 検定 ($\alpha=0.05$) 結果

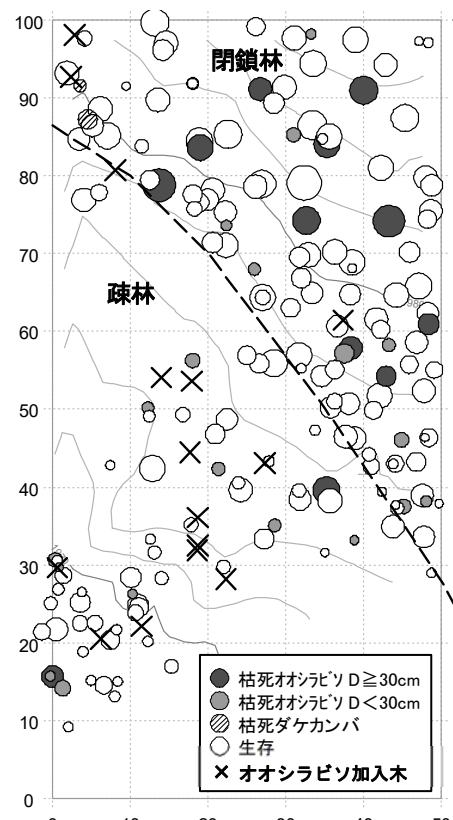


図 3.2.1.5 1998 年から 2022 年の枯死木とオオシラビソ加入木

表 3.2.1.3 閉鎖林と疎林別のオオシラビソ個体群成長率、枯死率、加入率

樹種	個体群成長率		枯死率		加入率		本数		
	p	(m+r)/2	m	95%信頼区間	r	95%信頼区間	1回目 N0	最新 N1	生存 Ns
	(%/yr)	(%/yr)	(%/yr)		(%/yr)				
閉鎖林	-0.70	0.50	0.85	(0.51 - 1.33)	0.15	(0.03 - 0.43)	103	87	84
疎林	0.00	0.91	0.91	(0.47 - 1.60)	0.91	(0.47 - 1.60)	61	61	49

1回目または最新調査時に10本以上の樹種を対象とする

N0:1回目調査時の生存木本数、N1:最新調査時の生存木本数、

Ns:1回目調査時の生存木のうち最新調査時の生存本数、t:期間年数

個体群成長率、枯死率、加入率は次式で算出(Condit et al. 1999) $p=\ln(N1/N0)/t$, $m=\ln(N0/Ns)/t$, $r=\ln(N1/Ns)/t$

枯死率と加入率の95%信頼区間は二項分布から算出(Condit et al. 1995)

胸高断面積合計の推移をみると（図 3.2.1.7）、2022 年の値は 1998 年に対しオオシラビソで 1.03 倍、その他樹種で 1.31 倍、全樹種で 1.04 倍だった。オオシラビソの胸高断面積合計は、おむね横ばいで推移しており、この 24 年間に大きな変動はなかった。

活力度

オオシラビソの調査年ごとの活力度のモードは 3 または 4 だった（図 3.2.1.8）。1998～2005 年と 2022 年の活力度分布には差があり（Fisher's exact test、 $p < 0.05$ ）、2022 年の活力度の方が高かったが、2008～2016 年と 2022 年の間には差はなく（ $p > 0.05$ ）、近年は安定していた。

直径成長

オオシラビソについて 1998 年の胸高直径と 2022 年までの直径成長量の関係をみると（図 3.2.1.9）、有意な相関はなく、直径に関わらずほとんど成長しない立木から 0.3cm/yr 程度成長する立木があった。

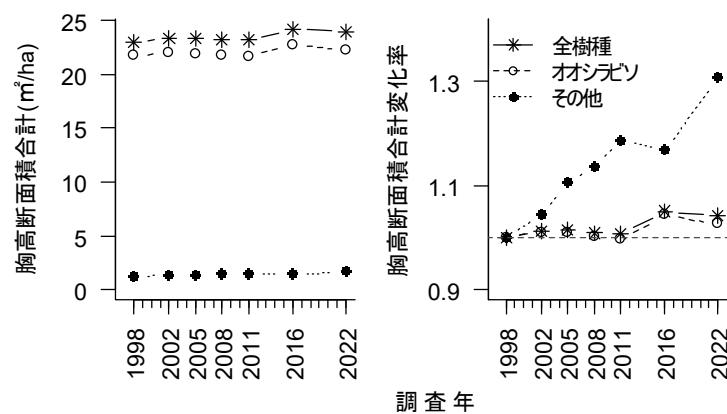


図 3.2.1.7 胸高断面積合計の年次推移（左図）と
1998 年に対する変化率（右図）

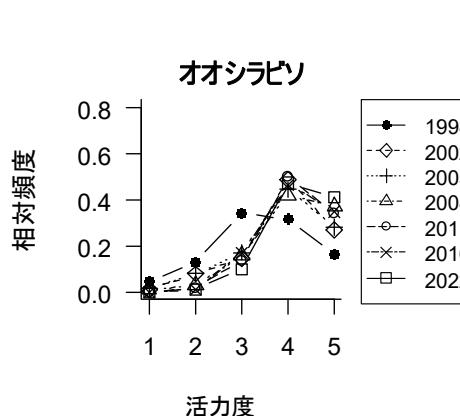


図 3.2.1.8

活力度別本数相対頻度分布

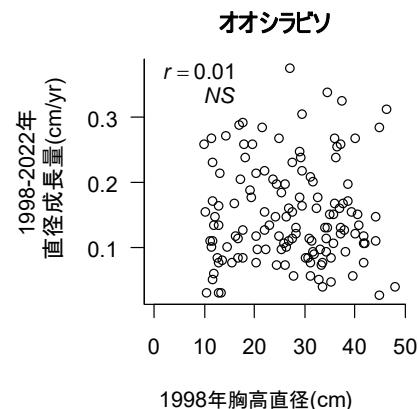


図 3.2.1.9

初期直径と年平均直径成長量の関係

3.2.2 鏡石

調査概要

鏡石調査区は、亜高山帯から高山帯に移行する森林限界付近の標高 2250m に位置し、傾斜は約 15 度と緩い。調査面積は 0.0625ha (25m×25m) で、樹高 1.3m 以上のオオシラビソを対象として胸高直径、樹高、活力度の追跡調査を行っている。ハイマツやミネカエデなども混交するがこれらの樹幹が直立しない樹種は計測対象としていない。1999、2004、2007、2009、2012、2017、2022 年に 1~7 回目の調査を行った。以下、1 回目から 23 年後の 2022 年に行った 7 回目の調査結果に基づき述べる。なお、2022 年の生存木の立木位置を図 3.2.2.4 に示した。

2022 年の森林構造

オオシラビソの本数は 2384 本/ha、胸高断面積合計は 14.74m²/ha だった（表 3.2.2.1）。直径は 5 ~10cm クラスにモードがある一山型の分布、樹高は小さい木ほど多い分布で、最大直径は 22.7cm、最大樹高は 550cm だった（図 3.2.2.1）。本調査区より約 300m 低い標高 1970m に位置する松尾峠調査区においては、オオシラビソの最大直径は 50cm を超えている（図 3.2.1.2）。これに対し、森林限界に近く、特に冬期はより厳しい気象環境となる本調査区では、直径 20cm、樹高 5m 程度以上に成長することはできないようである。本調査区では最深積雪深の観測は行っていないものの、美松調査区では 5m 前後の最深積雪深を記録していることから（図 3.3.2.1）、本調査区では 5m 以上の積雪深があるものと推定される。従って、樹高が 5m 程度以上となると、梢端が冬期間に積雪下に埋まることなく強風と低温にさらされ続ける状態となり、枝葉が維持できないのかもしれない。つまり、最大樹高は積雪深により制限されている可能性がある。

表 3.2.2.1 樹種組成（2022 年）

樹種	本数	本数 (/ha)	胸高断面積 合計(m ² /ha)	優占率	材積 (m ³ /ha)
1 オオシラビソ	149	2384	14.74	100.0%	72.8
計	149	2384	14.74	100.0%	72.8

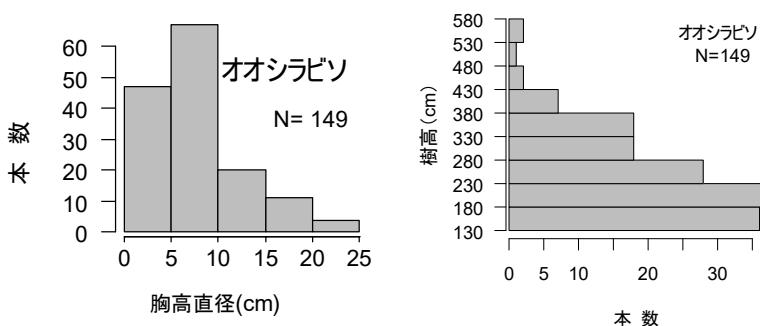


図 3.2.2.1 (左) 直径分布 (2022 年) (右) 樹高分布 (2022 年)

森林動態

1回目に調査した1999年から2022年までの枯死木は19本だった（表3.2.2.2）。その直径分布をみると（図3.2.2.2）、小サイズの10cm以下が13本、大サイズの10cm超が6本だった。最大は2007～2009年の間に枯死した直径24.7cmのもので、これは調査開始時に最大直径のオオシラビソだった。1回目に調査した1999年から2022年までの加入木は43本だった。枯死率は0.72%/yr、加入率は1.48%/yrで、個体群成長率は0.76%/yrだった。

胸高断面積合計は、2009年までは増減しながら1999年に近い値で推移したが、2009～2022年は増加し続け、2022年は1999年に対して1.22倍の値となった（図3.2.2.3）。これは、直径10cm以上の6本の枯死（図3.2.2.2）がすべて2009年までに発生していたことと関係していた。本数密度は期間を通して増加し続けた（図3.2.2.3）

表3.2.2.2 枯死木と加入木

樹種	枯死木本数	加入木本数
オオシラビソ	19 (5)	43 (7)
計	19 (5)	43 (7)

「枯死木」とは1回目調査時に樹高130cm以上だった生存木のうち、最新調査回に枯死していた木

「加入木」とは1回目調査時以降に樹高130cm以上に成長し、最新調査回に生存していた木

裸数字：枯死木と加入木の本数

()数字：裸数字の枯死木と加入木のうち前回調査時以降に枯死または加入した本数

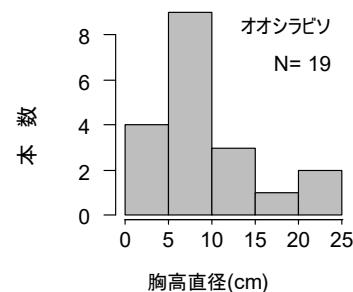


図3.2.2.2 枯死木(1999-2022)
の直径分布

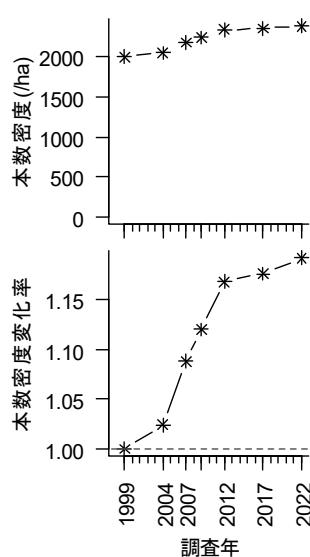
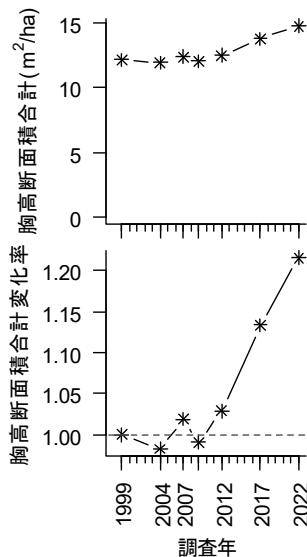


図3.2.2.3 胸高断面積合
計および本数密度の年次推
移（上図）と1999年に対
する変化率（下図）

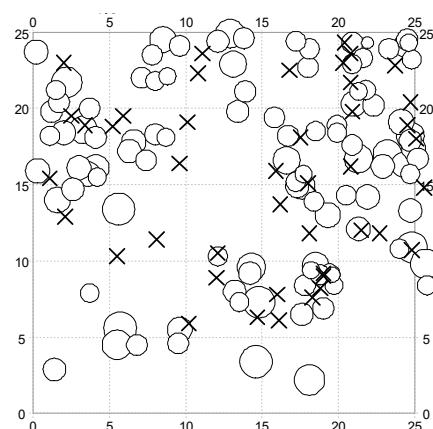


図3.2.2.4 1999～2022年の加入木
(×)と既存木(○、加入木を除く
2017年生存木)の空間分布

加入木と既存木の空間分布

更新に影響する要因を立木の空間分布（図 3.2.2.4）から探るため、1999～2022 年の加入木（N=43）と加入木を除く 2022 年の生存木（以下、既存木、N=106）に分けて、Morisita (1959) の $I\delta$ 指数を用いて分布様式を、Iwao (1977) の ω 指数を用いて分布相関を調べた（図 3.2.2.5）。両指數は、調査区を 2^1 、 2^2 、 2^3 、……、 2^6 個の同面積の区画に分割した場合についてそれぞれ算出した。すなわち区画面積（以下、S）は $10 \sim 313 \text{ m}^2$ となる。

加入木は $S=20 \sim 78 \text{ m}^2$ の場合に $I\delta$ が有意に 1 を上回り集中分布していた。その他の S では有意ではないものの、 $I\delta$ の算出値は 1 より大きく集中分布の傾向があった。既存木は S に関わらず集中分布していた。次に、S と $I\delta(S)/I\delta(2S)$ （区画面積 $2S$ で算出した $I\delta$ に対する S で算出した $I\delta$ の比）の関係をみると、加入木では $S=78 \text{ m}^2$ に極大値があることから、その集中斑（Morisita 1959）の平均的な大きさは 80 m^2 程度と推定された。加入木と既存木間の ω 指数は S に関わらず正の値となり、加入木の集中斑が検出された $S=78 \text{ m}^2$ での ω 指数は 0.75 だった。

これらのことから、加入木は既存木の集中分布するところに同所的に集中分布する傾向があることが明らかとなった。これはブナ平で小径ブナが中大径ブナとスギを避けるようにしてギャップに分布しているのと対照的である。本調査区においては、光条件はよいものの既存木による風圧や雪圧からの庇護効果がないギャップよりも、既存木の周囲の方が多少被陰されても更新しやすい環境なのだろう。つまり、高山帯に近い森林限界の厳しい環境条件が更新の主要な制限要因となっている可能性がある。ただし、調査開始時にギャップとなっていた(x,y)=(5m,10m)付近でも加入木が発生しているので、今後はこれらの成長についても注目していく必要がある。

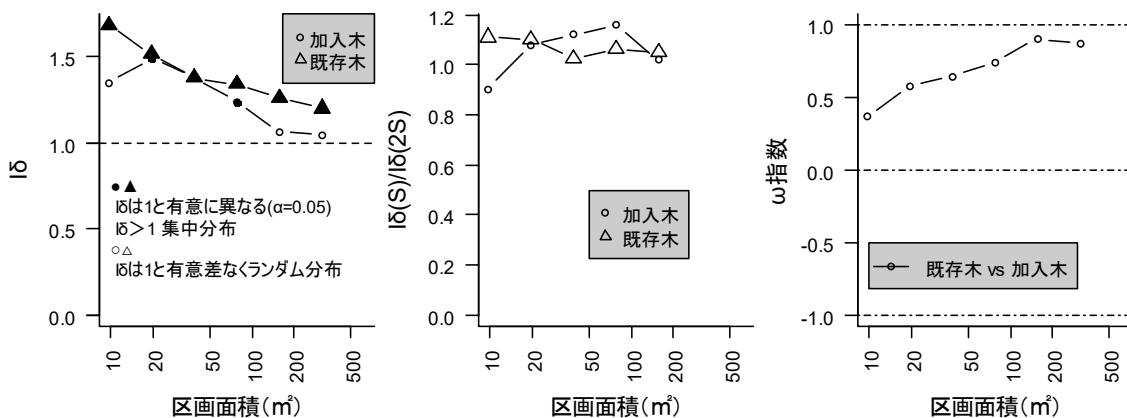


図 3.2.2.5 (左) 既存木と加入木の区画面積と $I\delta$ 指数の関係
 (中) 既存木と加入木の区画面積と $I\delta(S)/I\delta(2S)$ の関係
 (右) 既存木と加入木間の区画面積と ω 指数の関係

活力度

2022年の活力度と胸高直径の関係をみると（図 3.2.2.6）、活力度が低いほど直径が太い傾向があつた。このことには、サイズが大きくなるほど、雪圧や風圧などの物理的な成長阻害要因が増し、樹冠の健全度が失われていくことが関係しているものと推測される。

活力度別本数の相対頻度分布をみると（図 3.2.2.7）、最も頻度が高い活力度は、1999年は3、2017年は5だったが、その他の年は4だった。1999年と2022年の分布には差があり（Fisher's exact test、 $p<0.001$ ）、2022年の活力度の方が高かった。このことには、1999年から2022年にかけて加入木が多数発生したために、活力度が相対的に高い直径10cm以下の小サイズの立木が94本から114本へと増加したのに対し、直径10cm超の大サイズの立木は31本から35本への増加にとどまったことが関係していると考えられた。

直径成長

1999年の胸高直径と2022年までの直径成長量の関係をみると（図 3.2.2.8）、有意な負の相関があった。直径5cm未満では0.20cm/yr程度の成長を示す立木も多かったが、直径10cm以上では2本を除き0.15cm/yr以下しか成長していなかった。これらのことにも、サイズが大きくなると成長阻害要因が増していることが関係していると考えられた。

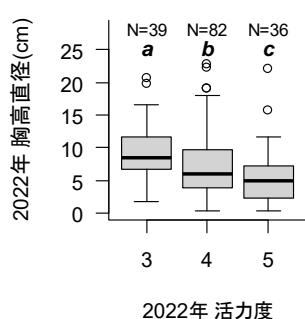


図 3.2.2.6 2022年の活
力度と胸高直径の関係

活力度2は3に統合。活
力度1はなし。同じアルファベ
ットは5%水準で有意差がな
いことを示す（U検定多重比
較、Holm補正）

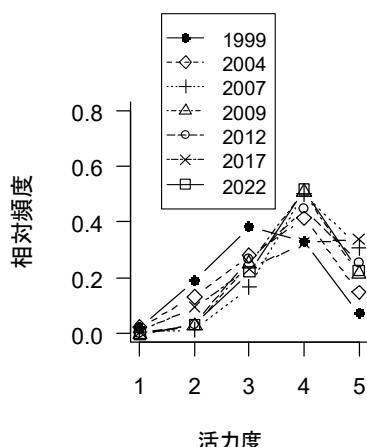


図 3.2.2.7 活力度別本
数相対頻度分布

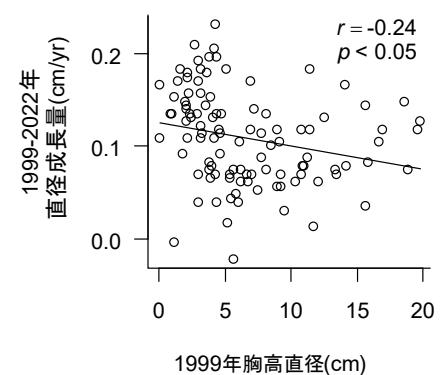


図 3.2.2.8 期首直径と年平均
直径成長量の関係

主幹が枯死し直径測定位置が側
枝に交代したことによる直径が減
少した立木を除く

3.2.3 全調査区における全樹種胸高断面積合計の推移

調査区ごとの全樹種の胸高断面積合計の年次推移は（図 3.2.3.1）、亜高山帯の松尾峠と美松ではおむね横ばいかやや増加で、1回目の調査年の 1.00~1.04 倍となった。亜高山帯の鏡石と山地帯のブナ平、有峰では、減少する期間もあったが、1回目の調査年より増加して 1.08~1.22 倍となった。その他の山地帯に位置する 2箇所（美女平、ブナ坂）と山地帯から亜高山帯への移行帯に位置する上ノ小平では一貫して増加し、1回目の調査年の 1.19~1.22 倍となった。

調査を実施した 1998~2022 年間には、全樹種合計の森林レベルでは、現存量が大きく減少するような大規模な攪乱は発生せず、現存量が減少しつづけるような衰退傾向も検出されなかった。この期間の立山地域の森林を全体としてみると、安定した状態を保ち、現存量が増加する傾向にあったといえる。

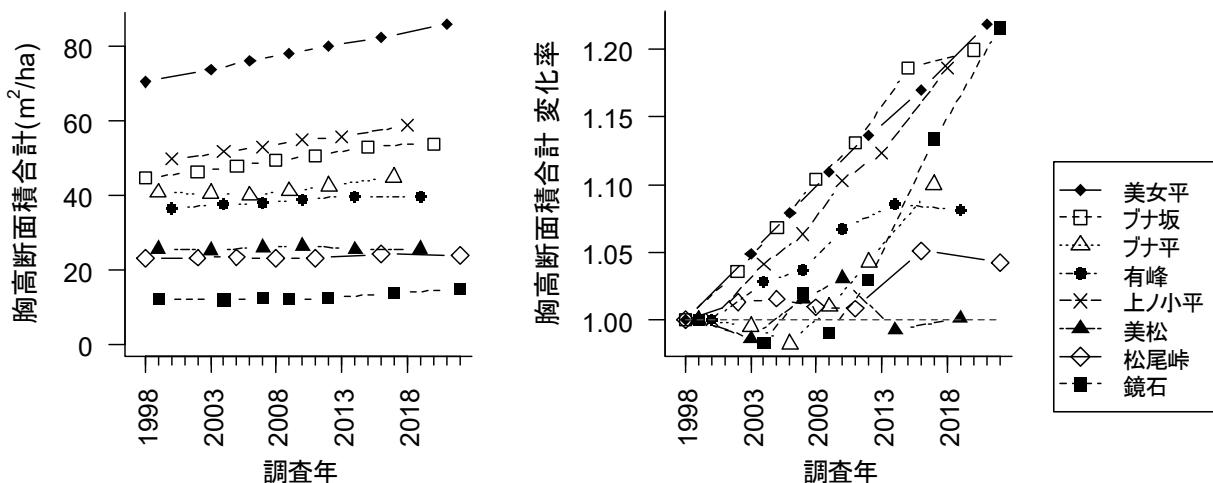


図 3.2.3.1 胸高断面積合計の年次推移（左図）と調査開始年に対する変化率（右図）

3.2.4 主要樹種の個体群動態

主要樹種（オオシラビソ、キタゴヨウ、スギ、ブナ）について、人工林の美女平調査区をのぞき、出現調査区ごとに枯死率、加入率、胸高断面積（BA）変化率を算出した（図 3.2.4.1）。枯死率は 0.31~1.28%/yr、加入率は 0.05~2.17%/yr、胸高断面積変化率は -0.35~4.15%/yr だった。

オオシラビソについて、出現した 4 調査区で比較すると、鏡石で加入率が高く枯死率が低い傾向があり、BA 変化率は鏡石が 0.93%/yr と最も高かった。一方、美松と上ノ小平では枯死率がそれぞれ 1.28、1.24%/yr と高い傾向があり、BA 変化率はいずれも -0.35%/yr で、他樹種も含めこれらのみ負値だった。

ブナについて、出現した 4 調査区で比較すると、上ノ小平とブナ坂で加入率がそれぞれ 2.17、1.80%/yr と高い傾向があり、このうち上ノ小平では BA 変化率も 4.15%/yr と顕著に高い値だった。

キタゴヨウとスギについては、枯死率、加入率はオオシラビソとブナより低い傾向があり、BA 変化率は 0.81~1.01%/yr と中庸な値だった。

オオシラビソとブナは、立山溶岩台地上におけるそれぞれの分布上限に近い鏡石と上ノ小平において、加入率と BA 変化率が低標高の調査区より高い傾向があった。また、オオシラビソは分布下限に近い上ノ小平において、枯死率が高い傾向があり BA 変化率が負値だった。これらのことには、近年

の温暖化 (Wada et al. 2004) による分布適地の上昇が関係しているかもしれない。美松においてオオシラビソの枯死率が高く、BA 変化率が負値となつたことには、車道に隣接する調査区上端において、除雪作業の影響が疑われるオオシラビソの衰退枯死が発生したこと（第 4 期報告書）が関係している可能性がある。

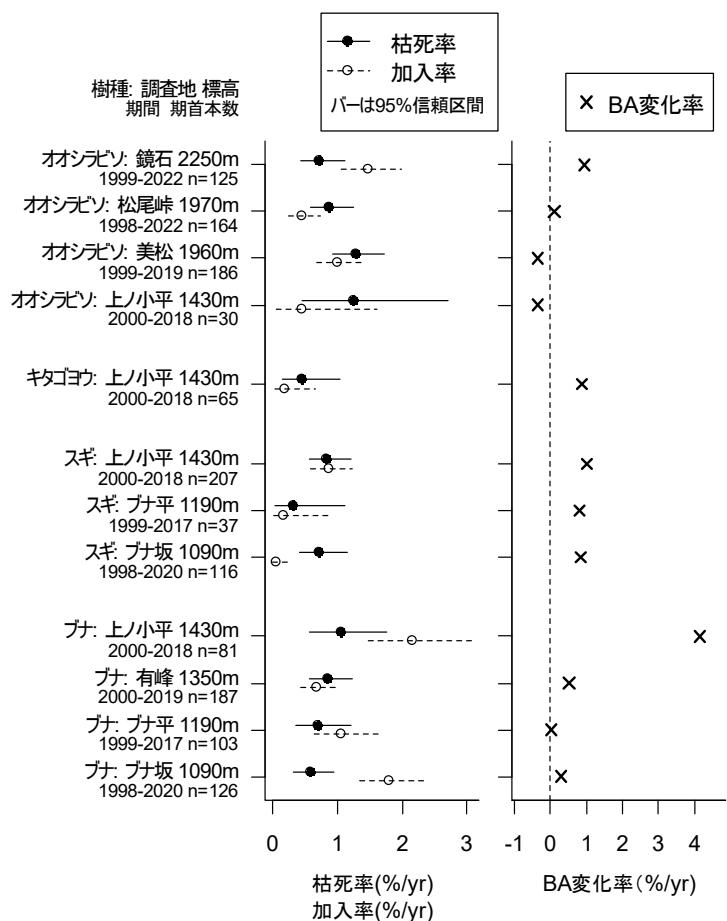


図 3.2.4.1

主要樹種の加入率、枯死率、
胸高断面積変化率

枯死率と加入率は次式で算出
(Condit et al. 1995; 1999)

$$M = \ln(N_0 / N_s) / t$$

$$R = \ln(N_1 / N_s) / t$$

M: 枯死率、R: 加入率

N₀: 期首生存本数

N₁: 期末生存本数、

N_s: 期首生存木のうち期末生存本数

t: 期間年数

95%信頼区間は二項分布を用い算出

胸高断面積変化率は次式で算出
(Miura et al. 2001)

$$\lambda = ((BA_1 - BA_0) / BA_0) / t$$

λ : 胸高断面積(BA)変化率

BA₀: 期首 BA

BA₁: 期末 BA

t: 期間年数

3.3 気象観測

3.3.1 気温

年平均気温の平年値はブナ坂で8.5°C、松尾峠で3.2°C、浄土山で-2.5°Cだった（表3.3.1.1）。富山地方気象台（標高9m）における年平均気温平年値（1991～2020年）の14.5°C（気象庁HP）を基準として、標高100mあたりの気温の遞減率を求めるに、ブナ坂、松尾峠、浄土山それぞれ0.56、0.58、0.60°Cであり、一般に知られている0.55°Cに近い値だった。月平均気温も標高に応じた温度差があった（表3.3.1.2、図3.3.1.1）。吉良の森林帯区分では、温帶落葉樹林帯と常緑針葉樹林帯は温量指数45で、常緑針葉樹林帯と高山帯は温量指数15で区分されているが、月平均気温の平年値から求めた温量指数はブナ坂で67.6、松尾峠で36.4、鏡石で28.7、浄土山で14.0となり（表3.3.1.2）、ブナ坂は温帶落葉広葉樹林帯（山地帯）、松尾峠と鏡石は常緑針葉樹林帯（亜高山帯）、浄土山は高山帯に対応し、実際の植生と一致していた。最高気温と最低気温の極値も標高に応じた温度差があった（表3.3.1.3）。

表3.3.1.1 年平均気温

年	年平均気温(°C)			
	ブナ坂	松尾峠	鏡石	浄土山
1998	-	-	-	-
1999	8.6	-	-	-
2000	-	-	-	-
2001	8.0	-	-	-2.9
2002	8.3	-	-	-2.6
2003	-	-	-	-1.6
2004	-	-	-	-
2005	-	-	-	-3.2
2006	-	-	-	-2.1
2007	8.1	-	-	-
2008	-	-	-	-
2009	8.6	-	-	-
2010	8.6	3.5	-	-
2011	8.0	2.6	-	-
2012	7.8	2.4	-	-
2013	8.2	2.7	-	-
2014	7.9	2.4	-	-
2015	8.7	3.5	-	-
2016	9.1	4.0	-	-
2017	8.3	2.3	-	-
2018	9.4	3.8	-	-
2019	9.0	3.7	-	-
2020	8.8	3.7	-	-
2021	8.9	3.7	-	-
平年値	8.5	3.2	-	-2.5

-は欠測等により通年観測していない年

表3.3.1.2 月平均気温平年値と温量指数

月	ブナ坂		松尾峠		鏡石		浄土山	
	気温	N	気温	N	気温	N	気温	N
1	-3.6	(21)	-9.7	(13)	-11.2	(8)	-15.2	(8)
2	-3.1	(21)	-8.8	(13)	-10.1	(3)	-14.6	(7)
3	0.9	(19)	-4.4	(13)	(0)	-12.2	(6)	
4	6.5	(19)	0.9	(13)	(0)	-4.9	(6)	
5	12.6	(18)	6.7	(13)	4.8	(6)	1.0	(7)
6	15.7	(20)	10.6	(13)	9.7	(14)	6.0	(7)
7	19.7	(20)	15.0	(13)	13.5	(13)	9.8	(7)
8	20.6	(19)	16.0	(13)	14.4	(13)	10.9	(7)
9	16.6	(19)	12.0	(13)	11.1	(12)	7.4	(6)
10	10.9	(20)	6.2	(13)	4.7	(13)	1.0	(8)
11	5.0	(22)	-0.2	(13)	-1.8	(14)	-5.6	(9)
12	-0.7	(22)	-6.6	(13)	-8.0	(13)	-12.3	(8)
温量指数	67.6		36.4		28.7		14.0	

気温：月平均気温平年値(°C) N: 観測年数

温量指数：月平均気温が5°C以上の月について、月平均気温から5°Cを引いた値の合計

鏡石の3月、4月は埋雪のため観測データは得られなかった。

鏡石の温量指数算出において、3月、4月の月平均気温は5°C未満と推定

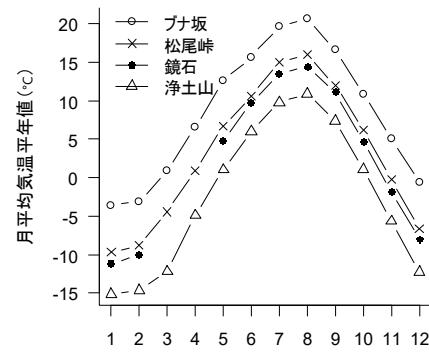


図3.3.1.1 月平均気温平年値

表3.3.1.3 最高気温と最低気温の極値

調査区	最高気温		最低気温	
	極値(°C)	観測日時	極値(°C)	観測日時
ブナ坂	31.0	2018/8/22 13:00	-14.5	1999/2/4 1:00
松尾峠	25.4	2019/8/13 13:00	-20.3	2018/1/25 0:00
浄土山	22.9	2001/7/21 14:00	-27.4	2006/2/4 1:00

鏡石は通年観測できなかったため極値の集計は行わない

3.3.2 最深積雪深

最深積雪深は年により大きく異なり、山地帯の美女平、ブナ坂、ブナ平ではおおむね 200～400cm、山地帯から亜高山帯への移行帯の上ノ小平ではおおむね 250～450cm、亜高山帯の美松と松尾峠ではおおむね 400～550cm のレンジで変動した（図 3.3.2.1）。山地帯と亜高山帯で 200cm 程度の差がある年が多かったが（例えば 2007 年は美女平 160cm、美松 420cm で 260cm 差）、2005 年や 2010 年のように両者の差が小さい年もあった（例えば 2005 年は美女平 350cm、松尾峠 400cm で 50cm 差）。平年値は最も少ない美女平で 258cm、最も多い美松で 465cm となり、標高差約 900m で約 200cm の差があった（表 3.3.2.1）。最大値は 2006 年、最小値は 2016 年に観測された調査区が多く、調査区ごとの最大値と最小値の差は 240～340cm だった。2022 年の最深積雪深は、標高の高い方から順に松尾峠 460cm、上ノ小平 460cm、ブナ平 420cm、ブナ坂 370cm、美女平 300cm であり、平年より多かった（図 3.3.2.1）。

最深積雪深の年次変動が調査区間でどの程度同調するのか検討するため、調査区間の相関を調べたところ、標高が近いほど高い相関を示す傾向があった（表 3.3.2.2）。例えば山地帯の美女平、ブナ坂、ブナ平の間では $r = 0.89 \sim 0.95$ の、亜高山帯の美松と松尾峠の間では $r = 0.92$ の高い相関があつたが、山地帯の 3 調査区と亜高山帯の 2 調査区間の 6 組合せの相関係数は $r = 0.60 \sim 0.81$ とやや低かった。各調査区と富山地方気象台との相関をみると、有意な相関があったのはブナ平のみで（ $r = 0.47$ ）、他の 5 調査区は有意な相関がなかった（ $r = -0.05 \sim 0.45$ ）。

表 3.3.2.1 最深積雪深の平年値と極

調査区	標高 (m)	観測 年数	最深積雪深			極値記録年 最大 最小
			平年	最大	最小	
松尾峠	1970	19	452	580	300	'06 '16
美松	1960	11	465	600	360	'06 '09,'16
上ノ小平	1430	19	358	500	160	'06 '16
ブナ平	1190	19	316	420	160	'22 '16
ブナ坂	1090	18	282	420	130	'06 '16,20
美女平	1040	19	258	360	120	'06,'15 '16,20

極値記録年は西暦下2桁で表示。'06であれば2005-2006年寒候期

表 3.3.2.2 最深積雪深の調査区間相関行列

	美松	上ノ小平	ブナ平	ブナ坂	美女平	富山
松尾峠	0.92 ***	0.70 ***	0.63 **	0.72 ***	0.60 **	-0.05 NS
美松		0.81 **	0.78 **	0.81 **	0.79 **	0.32 NS
上ノ小平			0.94 ***	0.95 ***	0.89 ***	0.41 NS
ブナ平				0.94 ***	0.89 ***	0.47 *
ブナ坂					0.95 ***	0.45 NS
美女平						0.43 NS

ピアソンの積率相関係数 *** p<0.001, ** p<0.01, * p<0.05

富山は富山地方気象台（標高9m）

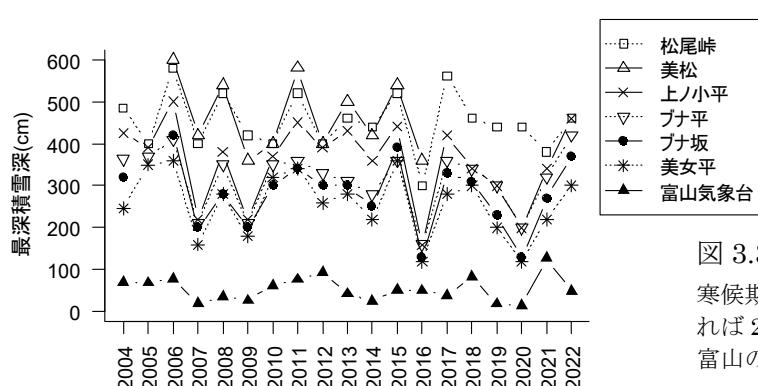


図 3.3.2.1 最深積雪深の年次推移

寒候期の越年後の年で示し、2004 であれば 2003-2004 年寒候期を表す

富山の値は富山地方気象台の観測値

3.3.3 地表面温度（根雪日数）

根雪日数は年により大きな変動があり、標高 1090m のブナ坂でおおむね 120~170 日、標高 1190~1430m のブナ平、有峰、上ノ小平でおおむね 150~190 日、標高 1960~2830m の美松、松尾峠、鏡石、浄土山でおおむね 200~240 日のレンジで変動した（図 3.3.3.1）。最深積雪深と根雪日数とも観測している、ブナ坂、ブナ平、上ノ小平、美松、松尾峠のデータをプールして両者の関係をみると（図 3.3.3.2）、有意な正の相関があった。回帰直線から推定すると、最深積雪深 300、500cm の時の根雪日数はそれぞれ 171、217 日だった。

平年値をみると（表 3.3.3.1、図 3.3.3.3）、ブナ坂から上ノ小平までの調査区では標高が高くなるほど根雪初日が早く、根雪終日が遅く、根雪日数は長くなる傾向があり、ブナ坂では 12 月上旬～5 月上旬の 150 日、上ノ小平では 11 月下旬～5 月下旬の 179 日だった。亜高山帯の美松、松尾峠、鏡石では、調査区間差は少なく、11 月上旬～6 月中旬の 223～225 日だった。高山帯の浄土山では 10 月中旬～6 月上旬の 226 日であり、根雪初日、終日ともに亜高山帯の調査区より早かった。浄土山をのぞく調査区では、根雪日数の最小値と根雪終日の最早値は 2016 年に観測された。最深積雪深の最小値も 2016 年に観測されたので（表 3.3.2.1）、2016 年は広い標高帯で寡雪年だったと考えられた。

2021 年 7 月～2022 年 7 月の地温変動（図 3.3.3.4）から算出した 2022 年の根雪日数は、標高の高い方から順に鏡石 247 日、松尾峠 229 日、美松 245 日、上ノ小平 188 日、有峰 170 日、ブナ平 172 日、ブナ坂 161 日だった。

根雪日数の年次変動が調査区間でどの程度同調するのか検討するため、調査区間の相関を調べたところ、標高が近いほど高い相関を示す傾向があった（表 3.3.3.2）。例えば山地帯のブナ坂、ブナ平、有峰の間では $r = 0.80 \sim 0.94$ の、亜高山帯の美松、松尾峠、鏡石の間では $r = 0.68 \sim 0.82$ の有意な高い相関があったが、山地帯の 3 調査区と亜高山帯の 3 調査区の間の 9 組合せについてみると 6 組合せで $r < 0.75$ だった。高山帯の浄土山はいずれの調査区とも有意な相関はなかった。また、浄土山では積雪深の観測は行っていないものの、亜高山帯以下の調査区で比較的最深積雪深が少なかった 2007 年（図 3.3.2.1）に根雪日数が最も長くなるなど（図 3.3.3.1）、根雪日数と積雪深の対応は明瞭でなかった。浄土山の調査区は冬期間季節風にさらされる北アルプス主稜線の風上側斜面にあるため、雪は吹き溜まらず飛散しやすい。つまり、降雪に応じて積雪深が深くなり続けるわけではないと推測される。浄土山の根雪日数は、亜高山帯以下の最深積雪深から類推される降雪の多寡よりも、初冬の寒気の入るタイミングや春先の気温の影響をより大きく受けているのだろう。

表 3.3.3.1 根雪日数、根雪初日、根雪終日の平年値と極値

調査区 (m)	標高 観測 年数	根雪日数			根雪初日			根雪終日			極値記録年						
		平年	最大	最小	平年	最早	最遅	平年	最早	最遅	根雪日数	根雪初日	根雪終日				
		(日)	(日)	(日)							最大	最小	最早	最遅			
浄土山	2830	21	226	255	202	10/20	10/4	11/15	6/1	5/7	6/18	'07	'04	'16	'12	'03	'07
鏡石	2250	23	225	252	188	11/6	10/20	11/22	6/18	5/25	6/30	'06	'16	'22	'04	'16	'06
松尾峠	1970	24	223	245	183	11/7	10/20	11/25	6/17	5/25	7/1	'13	'16	'22	'16	'16	'00
美松	1960	18	225	245	184	11/6	10/20	11/25	6/18	5/26	6/29	'22	'16	'22	'16	'16	'06, '17
上ノ小平	1430	19	179	200	147	11/25	11/11	12/13	5/21	4/21	6/11	'14	'16	'14	'10	'16	'17
有峰	1350	16	171	192	143	11/25	11/12	12/8	5/13	4/17	5/25	'13, '14	'16	'08	'19	'16	'11
ブナ平	1190	18	168	197	143	11/26	11/15	12/13	5/13	4/16	5/31	'06	'16	'18	'10	'16	'06
ブナ坂	1090	24	150	176	114	12/3	11/16	12/20	5/1	4/8	5/21	'06	'16	'18	'99, '05	'16	'06

極値記録年は西暦下2桁で表示。'06であれば2005-2006年寒候期

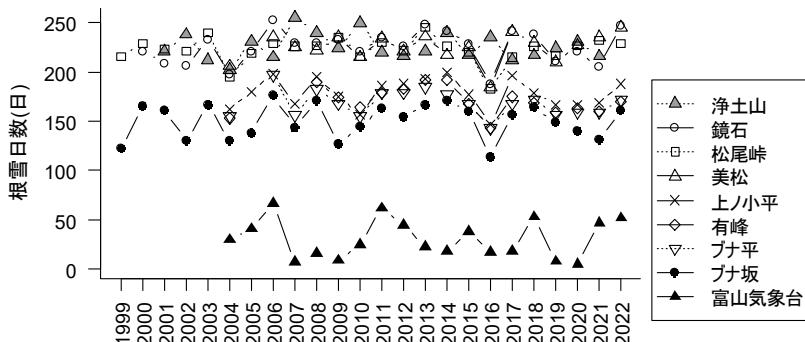


図 3.3.3.1 根雪日数の年次推移

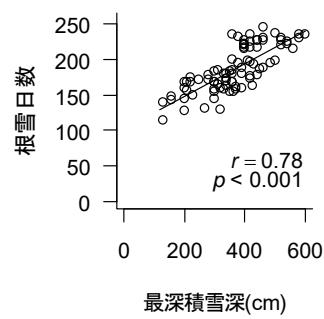


図 3.3.3.2
最深積雪深と根
雪日数の関係

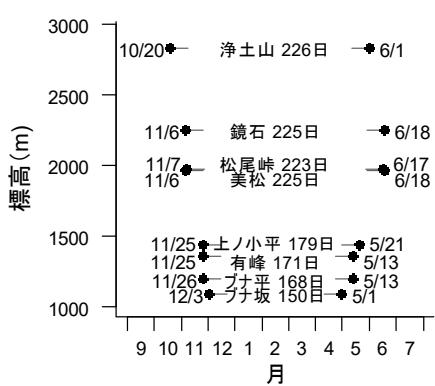


図 3.3.3.3 根雪期間平年

表 3.3.3.2 根雪日数の調査区間相関行列

	鏡石	松尾峠	美松	上ノ小平	有峰	ブナ平	ブナ坂	富山
鏡石	-0.07 NS	-0.04 NS	-0.26 NS	-0.21 NS	0.15 NS	-0.25 NS	-0.16 NS	-0.46 *
松尾峠	0.68 ***	0.77 ***	0.83 ***	0.81 ***	0.81 ***	0.75 ***	0.75 ***	0.27 NS
美松	0.82 ***	0.61 **	0.71 **	0.65 **	0.57 **	0.57 **	0.57 **	0.12 NS
上ノ小平			0.64 **	0.53 *	0.59 *	0.51 *	0.37 NS	
有峰				0.91 ***	0.90 ***	0.83 ***	0.33 NS	
ブナ平					0.94 ***	0.80 ***	0.06 NS	
ブナ坂						0.84 ***	0.50 *	0.35 NS

ピアソンの積率相関係数 *** p<0.001, ** p<0.01, * p<0.05

富山は富山地方気象台(標高9m)

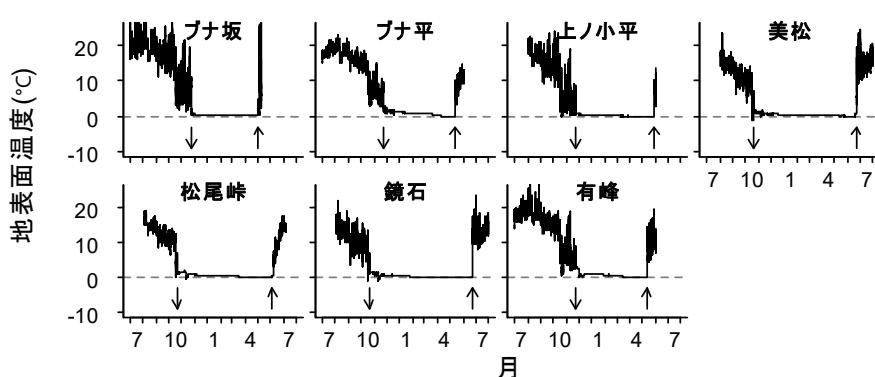


図 3.3.3.4 2021年7月～2022年7月の地表面温度

点線は0°C、↓は根雪初日、↑は根雪終日

引用文献

- Condit R, Hubbell SP, Foster RB (1995) Mortality rates of 205 neotropical tree and shrub species and the impact of a severe drought. *Ecol. Monogr.* 65:419-439
- Condit R, Ashton PS, Manokaran N, LaFrankie JV, Hubbell SP, Foster RB (1999) Dynamics of the forest communities at Pasoh and Barro Colorado: comparing two 50-ha plots. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* 354:1739-1748
- 石田仁 (2004) 富山県の天然林とその管理—基礎偏— 富山林技セ研報 17(別冊):1-146
- 石田仁 (2006) 富山県の森林帶における年間積雪期間の標高傾度—林床地表面温度からの推定—. 雪氷 68:489-496
- Iwao S (1977) Analysis of spatial association between two species based on the interspecies mean crowding. *Res. Popul. Ecol.* 18:243-260
- Miura M, Manabe T, Nishimura N, Yamamoto S (2001) Forest canopy and community dynamics in a temperate old-growth evergreen broad-leaved forest, south-western Japan: a 7-year study of a 4-ha plot. *J. Ecol.* 89:841-849
- Morisita M (1959) Measuring of the dispersion of individuals and analysis of the distributional patterns. *Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ. Ser. E (Biol.)* 2:215-235
- Nakajima H, Kume A, Ishida M, Ohmiya T, Mizoue N (2011) Evaluation of estimates of crown condition in forest monitoring: comparison between visual estimation and automated crown image analysis. *Ann For Sci* 68:1333-1340
- 林野庁計画課 (1970) 立木幹材積表 西日本編. pp.319 日本林業調査会
- 高橋喜平 (1968) 最深積雪指示計について. 雪氷 30:111-114
- Wada N, Kawada K, Kawamura R, Aoki K, Kume A (2004) Increasing winter runoff due to climatic change in a middlelatitude mountain area of central Japan. *J Meteorol Soc Jpn* 82:1589–1597
- 横井秀一 (1998) 岐阜県飛騨地方における広葉樹の1変数材積式. 岐阜寒林試研報 14:1-11.

3.4 年輪年代学的成長解析（加藤輝隆）

3.4.1 デンドロメータを用いたスギの肥大成長の記録

2022年の肥大成長の記録

表3-4-1-1には調査区[01]（美女平）におけるスギの胸高直径の変化について、2022年の測定値をデンドロメータごとにmm単位で示した。アルミ製のデンドロメータによる測定値の場合には、基準点からの相対的な位置を示すにすぎないが、プラスチック製のデンドロメータによる測定値は胸高直径に相当する。

表3-4-1-1 調査区[01]（美女平）のスギの肥大成長（デンドロメータの

個体番号	測定日	2022年								備考
		6月3日	7月13日	8月9日	8月23日	10月3日	10月15日	10月31日	11月11日	
No.647 (上)*		559.5	560.5	561.2	561.5	561.9	562.1	562.2	562.2	
No.648 (上)*		-	425.6	425.6	425.8	426.0	426.1	426.1	426.1	
No.648 (下)*		426.2	426.6	426.6	426.8	427.0	427.1	427.2	427.1	
No.652 (上)*		772.4	772.9	773.1	773.1	773.2	773.3	773.4	773.3	
No.652 (下)*		778.7	779.5	779.7	779.8	780.1	780.2	780.3	780.3	
No.656 (上)		-	6.2	6.2	6.3	6.4	6.4	6.4	6.4	被陰
No.656 (下)		-	4.4	4.4	4.5	4.4	4.5	4.5	4.6	
No.656 (上)*		300.1	300.1	300.1	300.1	300.1	300.2	300.2	300.2	
No.656 (下)*		300.6	300.7	300.7	300.7	300.7	300.7	300.7	300.7	
No.657 (上)*		393.5	394.0	394.4	394.4	394.5	394.6	394.6	394.6	被陰
No.657 (下)*		393.1	393.6	393.8	393.9	394.3	394.4	394.4	394.4	
No.658 (下)*		695.3	697.0	697.1	697.1	697.5	697.7	697.7	697.7	
No.658 (上)*		695.9	696.8	697.2	697.3	697.8	697.9	698.0	698.0	
No.660 (上)		58.3	59.4	59.55	59.7	59.9	60.0	60.0	60.0	
No.660 (下)*		832.8	833.8	834.0	834.2	834.5	834.6	834.8	834.8	
No.683 (下)*		617.7	618.0	618.4	618.6	618.8	618.9	619.0	619.0	
No.724 (上)*		-	-	-	-	379.5	379.5	379.5	379.5	枯死
No.725 (上)*		-	-	-	-	353.5	353.5	353.5	353.5	コブ病
No.728 (下)*		676.6	677.1	677.6	677.8	678.3	678.4	678.5	678.5	更新
No.730 (上)*		712.2	712.3	712.6	712.8	713.1	713.2	713.2	713.2	
No.731 (上)*		784.7	785.5	787.0	787.0	787.1	787.2	787.2	787.2	
No.731 (下)		785.8	786.5	788.8	788.9	788.9	789.0	789.0	789.0	
No.735 (下)*		559.4	560.3	560.7	560.9	561.2	561.3	561.4	561.3	
No.780 (上)*		843.4	843.6	843.8	843.8	844.0	844.1	844.3	844.3	
No.780 (上)		43.7	44.4	44.5	44.8	44.95	45.0	45.0	45.0	
No.780 (下)		41.7	42.4	42.5	42.6	42.8	42.9	42.9	42.9	
No.831 (上)*		1347.8	1350.0	1350.0	1350.0	1350.0	1350.0	1350.0	1350.0	
No.831 (下)*		-	1348.1	1348.5	1348.6	1349.2	1349.4	1349.6	1349.6	
No.838 (下)*		720.4	721.7	722.3	722.5	723.1	723.2	723.4	723.4	
No.958 (上)*		-	-	724.2	724.4	724.7	725.0	725.0	725.0	
No.958 (下)*		724.3	725.3	725.6	725.8	726.0	726.3	726.2	726.2	
No.980 (上)*		1013.4	1013.9	1014.4	1014.6	1015.3	1015.4	1015.6	1015.6	
No.980 (下)*		1015.6	1016.4	1017.3	1017.4	1018.1	1018.3	1018.4	1018.4	

数値の単位はmm。測定値の増加分は胸高直径の増大分に相当する。

* : プラスチック(Astralon)製デンドロメータによる測定値(直径の実測値)

- : 積雪などによる欠測

表3-4-1-2には観察期間ごとの胸高直径の変化を生データで示し、表3-4-1-3には期間別の肥大成長の個体平均を直径換算で示した。

表3-4-1-4および図3-4-1-1には個体ごとに2021年11月18日以降の累積成長量を示した。

道路沿いのNo.728のスギは肥大成長が旺盛で上位となることが多く、2022年も最も旺盛な成長を示した（図3-4-1-1）。ただし自動車道路から約3mという至近距離に位置するので、春先の除雪時には除雪車から吹き飛ばされる雪の圧力によって破損することが多い。除雪時のダメージを防ぐために例年秋の最後の測定時には荷造り用のポリエチレンテープなどで保護しているが、2022年6月3日にはデンドロメータが2本ともダメージを受けていた（写真3-4-1-1）。同日、新たなデンドロメータを再設置したので、測定値は7月13日から得られている。No.980のスギは2021年にはNo.728と並んで最も旺盛な成長を示したが、2022年には上位グループの中では低い位置となった。



写真3-4-1-1 除雪時の雪圧によって破損したデンドロメータ（No.728）

No.658のスギは小さな沢沿いで日当たりの良い南側斜面に立っており、良好な成長を示すことが多く、2022年も第3位の肥大成長を示した。この個体に隣接するNo.657とNo.656のスギは南側斜面に位置するが、No.658に被圧されている。中でもNo.656の個体はNo.658とNo.657に二重の被圧を受けてるので長年にわたって成長が停滞しており、2022年の直径成長は

0.35mmにとどまった。No.657の個体はNo.658に被圧されているので2006年までは成長が抑制されていたが、上部の枝がNo.656の個体の南から立ち上がって幹のような形状になり、徐々に旺盛な成長を示すようになった。なお、2022年には3.40mmの肥大成長を示しNo.658の個体に匹敵するまでになっている。

表 3-4-1-2 調査区[01]（美女平）のスギの期間別直径成長（実測値）

測定日 個体番号	2022年								備考
	(11月18日) ~6月3日	6月3日 ~7月13日	7月13日 ~8月9日	8月9日 ~8月23日	8月23日 ~10月3日	10月3日 ~10月15日	10月15日 ~10月31日	10月31日 ~11月11日	
No.647 (上)*	0.90	1.00	0.70	0.30	0.40	0.20	0.10	0.00	
No.648 (上)*	-	1.50	0.00	0.20	0.20	0.10	0.00	0.00	
(下)*	0.80	0.40	0.00	0.20	0.20	0.10	0.10	-0.10	
No.652 (上)	1.30	0.50	0.20	0.00	0.10	0.10	0.10	-0.10	
(下)*	1.40	0.80	0.20	0.10	0.30	0.10	0.10	0.00	
(上)	-	0.20	0.00	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00	
No.656 (下)	-	0.20	0.00	0.10	-0.10	0.10	0.00	0.10	
(上)*	0.20	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	被陰
(下)*	0.20	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
No.657 (上)*	1.80	0.50	0.40	0.00	0.10	0.10	0.00	0.00	被陰
(下)*	2.60	0.50	0.20	0.10	0.40	0.10	0.00	0.00	
No.658 (下)*	1.40	1.70	0.10	0.00	0.40	0.20	0.00	0.00	
(上)*	1.60	0.90	0.40	0.10	0.50	0.10	0.10	0.00	
No.660 (上)	0.10	1.10	0.15	0.15	0.20	0.10	0.00	0.00	
(下)*	0.30	1.00	0.20	0.20	0.30	0.10	0.20	0.00	
No.683 (下)*	1.40	0.30	0.40	0.20	0.20	0.10	0.10	0.00	
No.724 (上)*	-	-	-	-	-	0.00	0.00	0.00	枯死
No.725 (上)*	-	-	-	-	-	0.00	0.00	0.00	コブ病
No.728 (下)*	-	4.40	0.50	0.20	0.50	0.10	0.10	0.00	更新
No.730 (上)*	0.50	0.10	0.30	0.20	0.30	0.10	0.00	0.00	
(上)* No.731 (下)	1.10	0.80	1.50	0.00	0.10	0.10	0.00	0.00	
(下)	1.30	0.70	2.30	0.10	0.00	0.10	0.00	0.00	
No.735 (下)*	1.60	0.90	0.40	0.40	0.20	0.30	0.10	0.10	
(上)* No.780 (上)	0.80	0.20	0.20	0.20	0.00	0.20	0.10	0.20	
(下)	0.40	0.70	0.10	0.10	0.30	0.15	0.05	0.00	
No.780 (下)	0.30	0.70	0.10	0.10	0.10	0.20	0.10	0.00	
(上)* No.831 (下)*	0.90	2.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
(下)	-	2.50	0.40	0.10	0.60	0.20	0.20	0.00	
No.838 (下)*	1.00	1.30	0.60	0.60	0.20	0.60	0.10	0.20	
(上)* No.958 (下)*	-	-	1.00	0.20	0.30	0.30	0.00	0.00	
(下)	0.00	1.00	0.30	0.20	0.20	0.30	-0.10	0.00	
No.980 (上)*	1.50	0.50	0.50	0.20	0.70	0.10	0.20	0.00	
(下)*	0.60	0.80	0.90	0.10	0.70	0.20	0.10	0.00	

数値の単位はmm。測定値の增加分は胸高直径の増大分に相当する。

* : プラスチック(Astralon)製デンドロメータによる測定値(直径の実測値)

- : 積雪などによる欠測

表 3-4-1-3 調査区[01]（美女平）のスギの期間別直径成長（平均値）

測定日 個体番号	2022年								備考
	(11月18日) ～6月3日	6月3日 ～7月13日	7月13日 ～8月9日	8月9日 ～8月23日	8月23日 ～10月3日	10月3日 ～10月15日	10月15日 ～10月31日	10月31日 ～11月11日	
No.647	0.90	1.00	0.70	0.30	0.40	0.20	0.10	0.00	
No.648	0.80	0.95	0.00	0.20	0.20	0.10	0.05	-0.05	
No.652	1.35	0.65	0.20	0.05	0.20	0.10	0.10	-0.05	
No.656	0.20	0.12	0.00	0.05	0.00	0.05	0.00	0.02	被陰
No.657	2.20	0.50	0.30	0.05	0.25	0.10	0.00	0.00	被陰
No.658	1.50	1.30	0.25	0.05	0.45	0.15	0.05	0.00	
No.660	0.20	1.05	0.18	0.18	0.25	0.10	0.10	0.00	
No.683	1.40	0.30	0.40	0.20	0.20	0.10	0.10	0.00	
No.724	—	—	—	—	—	0.00	0.00	0.00	枯死
No.725	—	—	—	—	—	0.00	0.00	0.00	コブ病
No.728	—	4.40	0.50	0.20	0.50	0.10	0.10	0.00	更新
No.730	0.50	0.10	0.30	0.20	0.30	0.10	0.00	0.00	
No.731	—	0.75	1.90	0.05	0.05	0.10	0.00	0.00	
No.735	1.60	0.90	0.40	0.40	0.20	0.30	0.10	0.10	
No.780	0.50	0.53	0.13	0.13	0.13	0.18	0.08	0.07	
No.831	0.90	2.35	0.20	0.05	0.30	0.10	0.10	0.00	
No.838	1.00	1.30	0.60	0.60	0.20	0.60	0.10	0.20	
No.958	0.00	1.00	0.65	0.20	0.25	0.30	-0.05	0.00	
No.980	1.05	0.65	0.70	0.15	0.70	0.15	0.15	0.00	

数値の単位はmm。測定値の増加分は胸高直径の増大分に相当する。

— : 積雪などによる欠測

No. 656～No. 658 と同じ南側斜面に位置する No. 647 の個体は約 3.60 mm と例年のように旺盛な直径成長を示しているが、隣接する No. 648 のスギは着葉量が著しく少ないので成長が遅いが、2022 年には 1.85 mm という比較的大きな肥大成長を示した。

コブ病に罹患して着葉量が極めて少ない No. 724 と No. 725 のスギの胸高直径は 1999 年の測定開始時より停滞～微減の傾向が続いていたが、2018 年には No. 724 のスギが枯死した。これらのスギは根系の機能が低下し、土壤水分を十分に吸収できなくなって樹幹の含水率が徐々に低下したと推定される。No. 725 の個体は 2019 年に胸高直径が 1.1 mm 縮小した後は横ばいとなっているので近い将来には枯死する可能性が高い。

表 3-4-1-4 調査区[01]（美女平）のスギの肥大成長（前年 11 月 18 日以降の累積増加量）

測定日 個体番号	2022年								備考
	6月3日	7月13日	8月9日	8月23日	10月3日	10月15日	10月31日	11月11日	
No.647	1.05	1.90	2.60	2.90	3.30	3.50	3.60	3.60	
No.648	0.80	1.35	1.35	1.55	1.75	1.85	1.90	1.85	
No.652	1.35	2.00	2.20	2.25	2.45	2.55	2.65	2.60	
No.656	0.20	0.23	0.23	0.28	0.28	0.33	0.33	0.35	被陰
No.657	2.20	2.70	3.00	3.05	3.30	3.40	3.40	3.40	被陰
No.658	1.50	2.80	3.05	3.10	3.55	3.70	3.75	3.75	
No.660	0.20	1.25	1.43	1.60	1.85	1.95	2.05	2.05	
No.683	1.40	1.70	2.10	2.30	2.50	2.60	2.70	2.70	
No.724	—	—	—	—	0.00	0.00	0.00	0.00	枯死
No.725	—	—	—	—	0.00	0.00	0.00	0.00	コブ病
No.728	—	4.40	4.90	5.10	5.60	5.70	5.80	5.80	更新
No.730	0.50	0.60	0.90	1.10	1.40	1.50	1.50	1.50	
No.731	1.20	1.95	3.85	3.90	3.95	4.05	4.05	4.05	
No.735	1.60	2.50	2.90	3.10	3.40	3.50	3.60	3.50	
No.780	0.50	1.03	1.17	1.30	1.48	1.57	1.63	1.63	
No.831	0.90	2.80	3.00	3.05	3.35	3.45	3.55	3.55	
No.838	1.00	1.60	1.80	1.95	2.10	2.15	2.15	2.08	
No.958	0.00	1.00	1.15	1.35	1.60	1.90	1.85	1.85	
No.980	1.05	1.70	2.40	2.55	3.25	3.40	3.55	3.55	

数値の単位はmm。測定値の増加分は胸高直径の増大分に相当する。

— : 積雪などによる欠測

No. 724 と No. 725 のスギは道路から約 8 m の距離に位置しており、2022 年の春先の除雪によりデンドロメータがダメージを受けた（写真 3-4-1-2）。一般的にはデンドロメータは胸高部位に設置されるが立山の道路近傍で長年にわたって測定を続けるためには、除雪の時点で雪の中に隠れる地上約 50 cm の高さに設置するなどの工夫が必要となる。

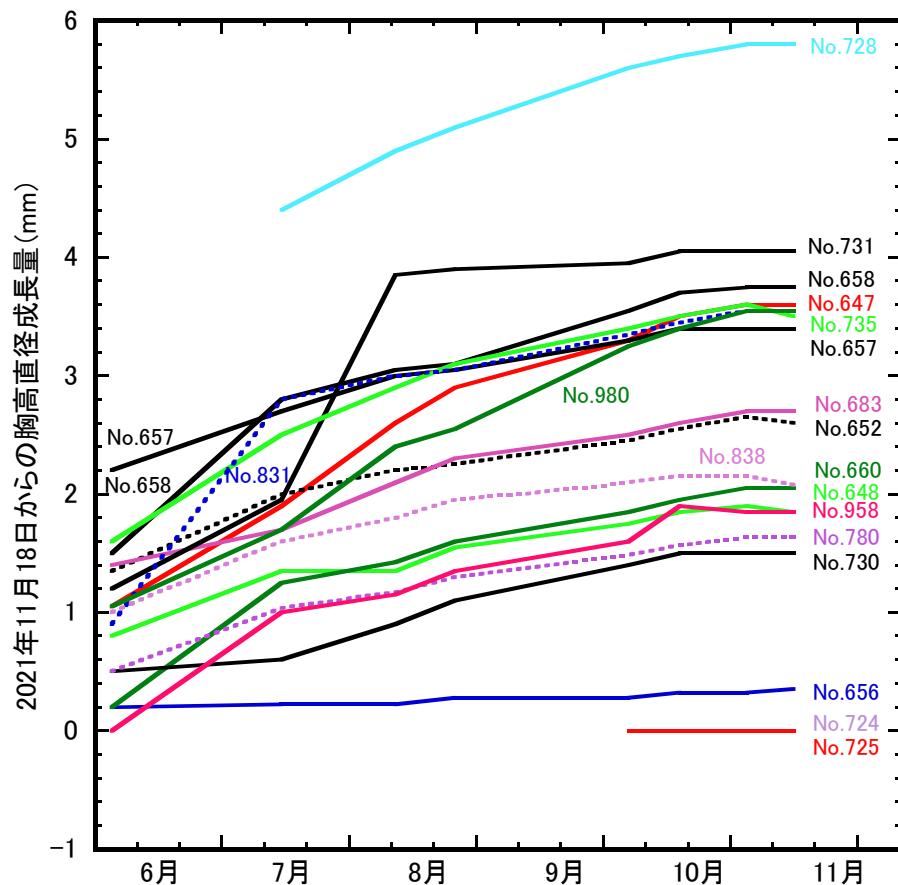


図 3-4-1-1 調査区〔01〕（美女平）のスギの胸高直径成長（2022 年）



写真 3-4-1-2 除雪時に破損したデンドロメータ No.725（左）と No.724（右）

過去 24 年間のスギの肥大成長の記録

図 3-4-1-2 には過去 24 年間のデータが得られた 6 個体のほか、欠測期間のある 2 個体 (No. 657 および No. 658) について肥大成長の経年変化を示した。24 年間にわたって一貫して最も旺盛な肥大成長を示したのは、南向きの斜面に位置し日照条件に恵まれた No. 647 の個体である。No. 652 の個体は最初の数年間は No. 647 のスギと同程度の肥大成長を示していたが、2004 年頃から成長速度が少し遅くなり、2010 年頃からは No. 683 のスギと同じような成長パターンを描くようになり、2017 年以降は No. 683 より成長速度が遅くなっている。No. 658 のスギは No. 683 の個体と同様に 2017 年以降は成長速度が少し増加している。2 本のスギによって被陰されている No. 656 の個体はほとんど肥大成長を示さず、24 年間の累積直徑成長は 3.65mm (平均年輪幅としては約 0.08 mm) であり、1999 年から記録が取られている 8 個体の中では最も成長が遅い (図 3-4-1-2)。

なお、No.657 のスギに設置されたデンドロメータは断裂しており当初からの継続したデータは得られていないが、図 3-4-1-2 では中断期間 (2006 年 6 月 6 日～2009 年 11 月 15 日) の直徑成長を 5.0 mm と仮定して図示した。この個体は斜面の真上に生育する No.658 のスギに被圧されており 2002 年～2006 年には成長が停滞していたが、写真 3-4-1-2 に見られるように No.656 のスギの南側に伸びた 2 本の枝を立ち上げて日光を確保しているので、2010 年頃より順調な成長を示している。

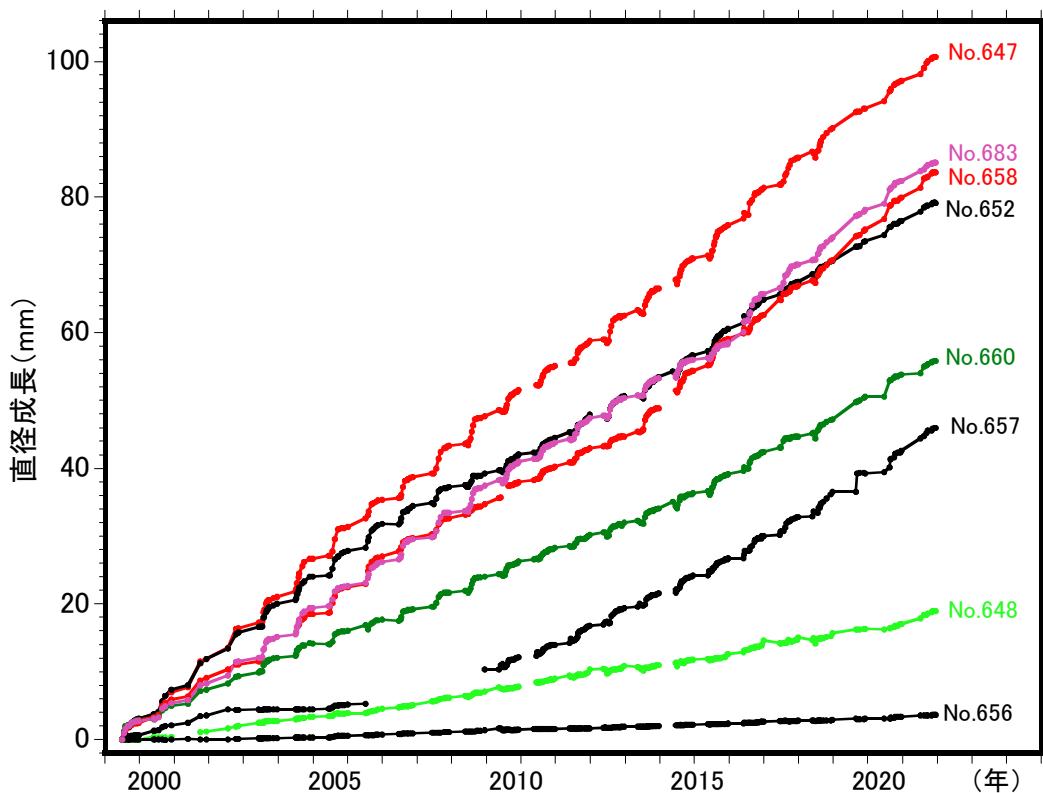


図 3-4-1-2 調査区 [01] (美女平) のスギの胸高直徑成長 (1999～2022 年)

No.657 については中断期間の直徑成長を 5.0 mm と仮定して図示した

No.648 のスギは着葉量が著しく少ない衰退木で成長が遅く、2013 年以降の肥大成長は $0.50 \text{ mm} \Rightarrow 0.10 \text{ mm} \Rightarrow 0.85 \text{ mm} \Rightarrow 0.80 \text{ mm} \Rightarrow 1.70 \text{ mm} \Rightarrow 0.45 \text{ mm} \Rightarrow 0.60 \text{ mm} \Rightarrow 0.70 \text{ mm} \Rightarrow 0.70 \text{ mm}$ と推移して 1 mm 未満の年が多かったが、2022 年には 5 年ぶりに 1 mm を超え 1.85 mm の肥大成長を示した。

過去 24 年間の肥大成長のパターンは以下のように区分することができる。

- (A) 一貫して旺盛な成長を示すもの. No.647、No.683
- (B) 比較的旺盛な成長を示し近年では成長速度が上昇したもの. No.658
- (C) 比較的旺盛な成長を示すが近年では成長速度がわずかに低下したもの. . . No.652
- (D) 安定して中等度の成長を示すもの. No.660
- (E) 当初は成長が抑制されていたが途中から急激に成長速度が上昇したもの. . No.657
- (F) 成長速度は遅いが、ほぼ一貫して安定的な成長を示すもの. No.648
- (G) 一貫してほとんど成長しないもの. No.647

このようなパターンに分かれた理由としては、上述したように光環境、他個体との競合、着葉量や樹勢のほかに樹齢の影響もあると推定される。

3.4.2 ブナ平調査区のブナの年輪解析

2022年に試料を採取したスギの概要

2022年10月にブナ平調査区（調査区[03]）でコアサンプルを採取したスギの大部分は老齢の大径木であり、台風など強風の影響を繰り返し受けているので、年輪に沿った割れ目（目廻り）ができるものが多く、13個体のうち8個体から採取したコアは複数の断片となっていた。このうち3個体から得られた長さ約40cmのコアはそれぞれ9~10個の断片に分かれており、しかも各断片の間が欠損している可能性もあるので年輪年代の決定は慎重に行う必要があった。目廻りのみならず樹幹の内部が腐る「心腐れ」も多くみられ、4個体では樹幹の空洞に溜まった雨水がコアの採取後に噴出した（写真3-4-2-1）。

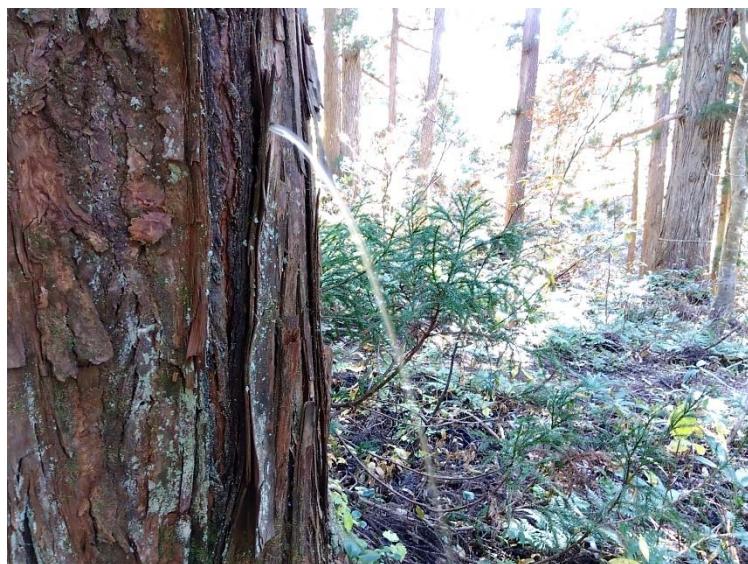


写真 3-4-2-1 No.151 (年輪解析のコード番号 BND082) のスギの幹から噴出する水

年輪幅の推移

図3-4-2-1にはブナ平調査区（調査区[03]）のスギの年輪幅の推移を個体ごとに示した。折れ線は概ね1~4mmの範囲で推移するグループと約0.1~1mmの範囲で推移するグループに大別されるが、前者は胸高部位から採取したコアサンプル、後者は落枝円盤のデータである。落枝の年輪幅は1950年代の中頃以降は減衰傾向が示されている。一方、胸高部位のコアについては1960年頃より約30年間は年輪幅が減衰傾向を示し、その後の約30年間は回復傾向となっている。2000年以降は落枝のデータ数が極めて少ないので現時点で断定できないが、2000年前後に強風や雪の重みで枝が折れたスギには比較的衰退していた個体が多かったものと推定される。

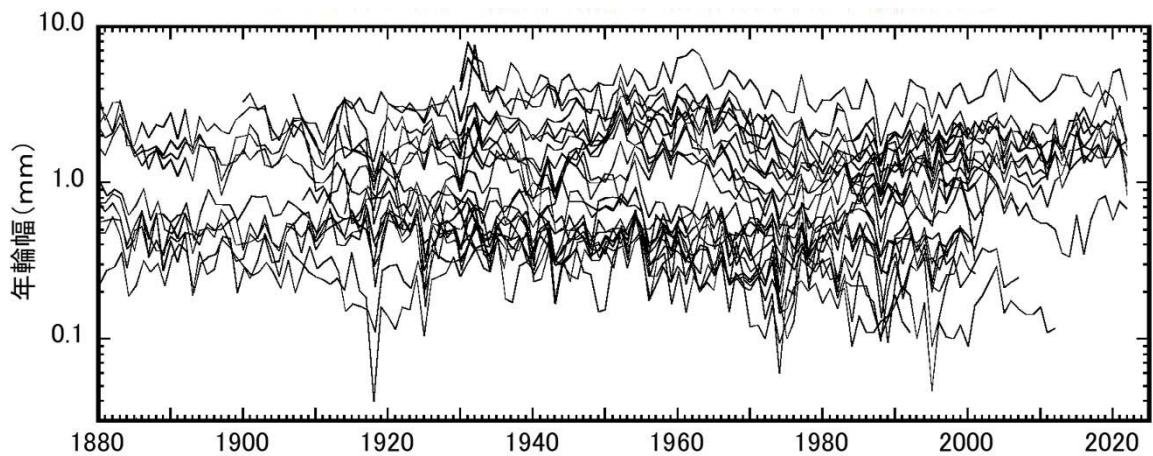


図 3-4-2-1 ブナ平調査区（調査区[03]）のスギの年輪幅の推移

図 3-4-2-2 にはブナ平調査区（調査区[03]）のスギの年輪指数の推移を個体ごとに示した。年輪指数では樹齢の影響や個体に特有の変動が取り除かれているので、年輪幅に比べると変動範囲は小さく、大部分のデータは 1.0 ± 0.6 の範囲に入っている。1918 年、1974 年、1995 年などには著しく小さな年輪指数を示す個体が多く、1954 年、1977 年、1999 年などには著しく大きな年輪指数を示す個体が多い。

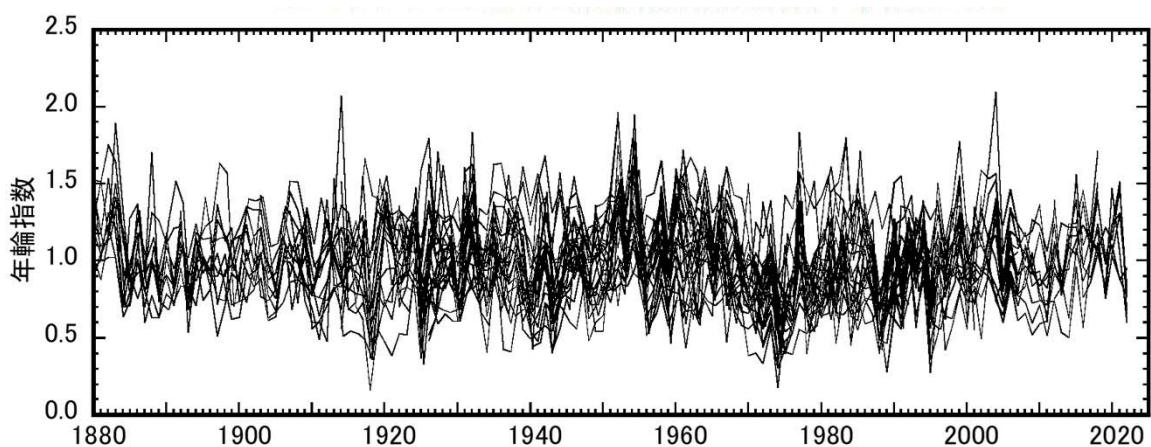


図 3-4-2-2 ブナ平調査区（調査区[03]）のスギの年輪指数の推移

図 3-4-2-3 にはブナ平調査区（調査区[03]）のスギの平均年輪指数と個体数の推移を示した。平均年輪指数は大部分の年で 1.0 ± 0.3 の範囲内に入っているが、1960 年代の半ば以降の約 10 年間は急激に低下し 1974 年には 0.64 という最低値を記録した。その後の約 10 年間で急激に回復し、1980 年代の前半以降の約 40 年間は緩やかな上昇を示し 2021 年には 1954 年の 1.43 に次ぐ値（1.33）となった。1954 年

には年輪指数が突出して大きな値となっているが、この年には福井平野のスギについても非常に幅広い年輪幅を示す個体が多くみられている（加藤ほか 1988a）。したがって 1954 年の北陸地方の気象条件

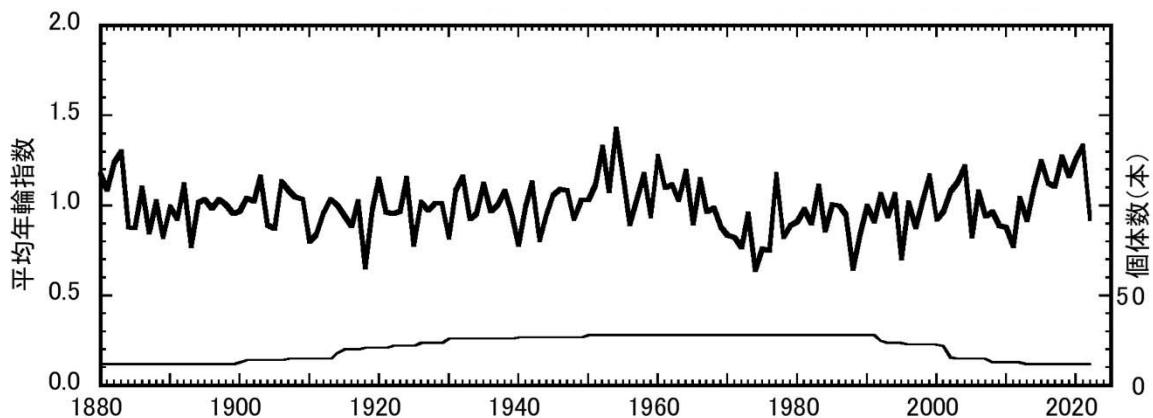


図 3-4-2-3 ブナ平調査区（調査区[03]）のスギの平均年輪指数と個体数の推移

件は、平野部と山地帯で共通してスギの肥大成長を促すものであったと推定される。なお、2014～2021 年には 8 年連続で平均年輪指数が 1.1 を超えているが、1880 年以降では他に 3 年以上連続で 1.1 を超える部分はない。したがって、近年では極めて旺盛な肥大成長を示しているといえる。

2014 年度の調査報告書では美女平上部の道路沿いに生育していたスギ大径木（BJD093）の伐根について年輪幅を解析している（加藤 2014）。この伐根は地上約 70 cm の位置で直径は約 1.2 m であり、361 層の年輪が確認された。1850～2010 年頃は基本的には加齢に伴って年輪幅が徐々に減衰しているが、1960 年代の半ば以降の約 10 年間は急激に低下し立山黒部アルペンルート全線開通の翌年にあたる 1972 年には平均年輪幅が 0.96 mm で極小値となった。その後の約 10 年間で急激に回復し、ブナ平のスギの平均年輪指数の推移（図 3-4-2-3）と同様の推移を示した。2014 年度の調査報告書では BJD093 のスギの 1960 年代の半ば以降の約 10 年間の生育阻害について 11 種類の要因を検討し、以下の 3 要因が影響している可能性が高いと推定した。

- ①未舗装道路を通行する自動車が巻き上げる土壤粉塵による気孔閉塞
- ②スギドクガの幼虫による食害
- ③病原体の感染による衰退

3 つの要因の中でもセメント粉塵による葉の遮光や気孔閉塞の影響を示した報告（Singh *et al.* 1981）などを参考に「未舗装道路由来の土壤粉塵による気孔閉塞」の可能性が最も高いと推定したが、1 個体のデータのみにもとづく考察なので多数の個体について解析する必要があると考えていた。

1960 年代の半ば以降のブナ平調査区（調査区[03]）の約 20 年間の推移は図 3-4-2-2 や図 3-4-2-2 のとおり調査区内で共通性が高い。しかしながら、スギドクガ幼虫による食害や感染症の影響が長期間にわたって持続したという可能性は低いと考えられる。2014 年度の調査報告書では美女平上部の道路脇の 1 個体のスギ（BJD093）について解析したので「未舗装道路由来の土壤粉塵による気孔閉塞」に注目し、「富山平野から拡散・移流する大気汚染物質による影響」の可能性は低いと考えていた。しかしながら、2022 年度の解析では自動車道路から約 100 m 離れた地点に生育する個体も多く含まれるので、気孔閉塞のみで説明するのは無理があると考えられる。一方、富山県内で硫黄酸化物排出量が多かった 1970 年代前半には富山平野のスギの年輪幅が著しく低下したこと（Taniguchi *et al.*, 1995）や、福井平野では年平均硫黄酸化物濃度が 0.01 ppm 以下の地域でも大気汚染のレベルに応じてスギの年輪

幅が低下していること（加藤ほか 1988b）から、富山平野を発生源とする大気汚染物質による影響も複合していたものと推定される。

参考文献

- Fritts H. C. (1976) Tree-ring and Climate. Academic Press, London
- Holmes R. L., Adams R.K., Fritts H.C. (1986) Tree-ring chronologies of Western North America: California, eastern Oregon and northern Great Basin with procedures used in the chronology development work including users manuals for computer programs COFECHA and ARSTAN. Chronology Series VI., Laboratory of Tree-Ring Research, University of Arizona, Tucson
- 加藤輝隆, 加須屋 実, 鏡森定信, 河野昭一, 狐塚 寛 (1988a) スギの年輪幅に及ぼす大気汚染の影響評価（I）－火力発電所の操業と標準化年輪指数の推移－. 大気汚染学会誌, **23** : 311-319
- 加藤輝隆, 加須屋 実, 鏡森定信, 河野昭一, 狐塚 寛 (1988b) スギの年輪幅に及ぼす大気汚染の影響評価（II）－大気中 SO₂, NO₂濃度との関連－. 大気汚染学会誌, **23** : 320-328
- 加藤輝隆 (2014) スギの肥大成長におよぼす道路の影響に関する年輪年代学的解析（予備調査）. 平成 26 年度立山植生モニタリング調査成果報告書, 17-21, 66-73
- Singh S. N., Rao D. N. (1981) Certain responses of wheat plants to cement dust pollution. *Environ. Pollut.*, **24**: 75-81
- Taniguchi N., Katoh T., Kasuya M., and Kozuka H. (1995) Combined effects of air pollution on ring-width of Sugi (*Cryptomeria japonica*) in a sub-urban area of Central Japan. *Arch. Complex Environ. Studies*, **7**:59-64

3.5 外来植物モニタリング調査(太田道人・吉田めぐみ・山下寿之)

3.5.1 各調査区における外来植物の出現状況

今回の調査区全体で見ると(表3-5-1-1)、外来植物は53種記録され、出現頻度が大きかったのはゴマナ(16ヶ所)、オオバコ(15)、雑種ヨモギ(15)、イタドリ(14)、スズメノカタビラ(14)、シロツメクサ(13)であった。

弘法から弥陀ヶ原の13調査区におけるH20年以降の外来植物出現頻度の経年変化を表3-5-25aに示した。R4年の調査で、新たにセイヨウウツボグサ(大・白花)、*Juncus* sp.、イヌトウバナ、ノミノフスマ、ヒヨウタンゴケの5種が確認された。出現種数は50種で、R1年より1種減少した。H20年からR4年までの14年間に記録された外来種は、全部で65種となった。

H20以降継続的に出現している種は20種あり、このうち出現頻度7(約54%)以上を記録したことのある種はイタドリ、エゾノギシギシ、オオバコ、オノエヤナギ、クサイ、シロツメクサ、スズメノカタビラ、フキなど14種であった。イタドリ、ススキ等は除去作業が行われているが、植物量を減少させるほどには至っていない。オオバコ、シロツメクサ、スズメノカタビラ等は砂利敷きに大面積で生育しており、効果的な除去作業を行うことが困難である。

上記と重複する種が多いが、重点除去対象としている13種では、これまで重点的に除去されてきたフランスギク、ススキを除き、出現頻度にはほとんど変化がなく、旺盛に繁茂している状況が継続していた。

H30(2018)年以降、在来種の可能性もあるとして立山外来植物から除外していたノアザミを今回、再び立山外来植物として扱い、各調査区で記録した。ノアザミは、アルペンルートの開発、延伸に伴って、ススキやヨモギ、オノエヤナギなどと共に弥陀ヶ原の路傍まで上がってきたことが観察されている(折谷隆志氏私信)こと、1988年より前の分布記録のない室堂平~天狗平で、近年急速に増加していることが再掲載の理由である。

弥陀ヶ原ホテル周囲の調査区では、ホテルがコロナ禍でR2年、R3年の2年間休業していたことで除去作業が行われず外来種が増加しており、特にホテル裏など人目に付かない場所が外来種の温床となっていると考えられる。ホテル前のセイヨウタンポポは8月初めに地上部を除去したが、約20日後の外来種調査時にはすでにロゼットを再生しており、繁殖能力の高い種は継続的に除去を行っていく必要がある。

H28年以降にヨモギと雑種ヨモギ(ヨモギとオオヨモギの雑種)を識別しているが、いずれも出現頻度は増加しており、重点的に除去していく必要がある。

また、以前から調査区No.6弥陀ヶ原駐車場等で記録されてきたウツボグサ属については、ウツボグサとしていたものをセイヨウウツボグサ(大・紫花)に、セイヨウウツボグサをセイヨウウツボグサ(小・白花)に改め、さらに、白花で背の高いものも確認され、これをセイヨウウツボグサ(大・白花)とした結果、「セイヨウウツボグサ」は3種類あることがわかった。

表 3-5-25 a 弘法～弥陀ヶ原における外来植物出現頻度の経年変化（13カ所）

種名	H20	H22	H25	H28	R1	R4	頻度	コメント
イタドリ	5	9	11	12	11	12	6	定着・除去実施
エゾノギシギシ	9	7	6	7	9	9	6	定着
エゾノミツモソウ	1	1	1	1	1	1	6	定着
オオバコ	11	11	11	12	12	13	6	定着
オニウシノケグサ	1	10	4	4	1	2	6	減少
オノエヤナギ	7	12	12	12	11	10	6	定着・除去実施
クサイ	2	7	5	7	9	10	6	定着・増加
シロツメクサ	6	9	11	11	13	12	6	定着
スギナ	9	8	10	10	9	9	6	定着
ススキ	2	3	6	6	9	7	6	定着・除去実施
スズメノカタビラ	9	10	11	10	11	12	6	定着
セイヨウタンポポ	5	3	7	6	7	9	6	定着・再生
タチオランダゲンゲ	3	3	2	1	2	2	6	定着
タニウツギ	2	2	4	5	5	2	6	定着・除去実施
タニソバ	1	4	2	5	5	4	6	定着
ノコンギク	3	6	5	4	6	9	6	定着・増加
ヒメジョオン	5	3	3	3	4	3	6	定着
フキ	6	7	9	11	11	10	6	定着
ヨモギ	11	12	11	5	5	7	6	定着・増加
外来ミナガサ	4	4	3	6	9	9	6	定着
イスコリヤナギ		3	3	3	5	5	5	定着
コップアメリカヤガミスゲ		2	2	2	2	2	5	定着
コナスピ		2	3	1	4	3	5	定着
ササガヤ		2	2	2	3	2	5	定着
セイヨウウツボグサ(小・白花)		3	4	4	3	4	5	定着・増加
セイヨウウツボグサ(大・紫花)		1	1	3	5	2	5	定着・増加 R4ウツボ グサより変更
ニワゼキショウ	2	1	1	1		2	5	除去実施
ネジバナ	2	2		4	3	2	5	定着
ノアザミ	3	7	8	9	—	8	5	定着・増加
雑種ヨモギ		1	2	11	12	13	5	定着・増加
Poa sp.		2		2	1	2	4	定着 R4スマイチゴツ ナギより変更
アイイタドリ			1	4	8	10	4	定着・増加
アイバソウ			1	2	3	1	4	定着・減少
イ		4	3	6	3	4	定着・増加	
イスガラシ		1	1	1	3	3	4	定着・増加
オオイタドリ		8	7	8	8	8	4	定着
ゴマナ		12	13	13	12		4	定着・除去実施
スカシタゴボウ	1	1	1	1			4	除去実施？
ツボスミレ		2	4	4	5		4	定着・除去実施
トウバナ		1	2	3	1		4	減少
ドロノキ		2	5	6	6		4	定着・増加
バッコヤナギ		1	2	2	1		4	定着・除去実施？
フランスギク	3	1	2	1			4	除去実施
ホソイ	1	1	5	2			4	
ホッスガヤ			1	1	2	2	4	定着
ミスジナガハグサ		2	2	2	2		4	定着
キバナカワラマツバ			1	2	4		3	除去実施？
ツメクサ	2	2		1			3	自然消滅か
ハルジョン		1	1	2			3	
アカメヤナギ				1	1		2	除去実施？
アライドツメクサ					1	2	2	定着・増加
エゾノタカネヤナギ	1	1					2	除去実施
オオウシノケグサ					3	3	2	定着
コガネスゲ					1	1	2	定着
ヤマホタルブクロ				1	1		2	除去実施？
Juncus sp.						1	1	新規
イヌトウバナ						1	1	新規
カモガヤ					1		1	減少
ケキツネノボタン		1					1	自然消滅か
セイヨウウツボグサ(大・白花)						3	1	新規
ノボロギク					1		1	
ノミノフスマ						1	1	新規
ヒヨウタンゴケ						1	1	新規
ヤマハギ	1						1	自然消滅か
種数	28	37	47	51	51	51		

今回の調査区域には、No.8 弥陀ヶ原バス停周囲、No.9 弥陀ヶ原ホテル駐車場、No.12 弥陀ヶ原立山荘入口などに 10~20 m²程度の畑または花壇が設けられており、これらの場所には、スギナ、エゾノギシギシ、シロツメクサ、スズメノカタビラといった、いわゆる広分布外来植物が高密度に生育することに加え、イヌガラシ、スカシタゴボウ、コナスビ、タニソバ、ノボロギクなど、畑や花壇によく見られる畑地雑草（浅井 2015）が入り込んでいる。これらは、低地から車で直接運ばれてきている可能性があることから、各調査区における畑地雑草の「見つけやすさ」を比較することで、畑地化が進んでいる調査区を見出し、低地由来の外来植物増加の一因を推定してみた。

表 3-5-1-1 の中で、畑地雑草としたものは次のとおり。

イヌガラシ	エゾノギシギシ	オオバコ	外来ミミナグサ
コナスビ	スカシタゴボウ	スギナ	スズメノカタビラ
タニソバ	ツメクサ	ノボロギク	ハルジオン
ヒメジョオン	フキ		

なお、（浅井 2015）では、ヨモギとイタドリなども畑地雑草に区分されているが、両種は既に調査区域全体の道路法面や路肩に多く存在し、各調査区内の植生と連続的に生育する状態になっていることから、今回は対象からはずした。

この調査における外来植物の生育状況の判定（表 2-5-1c. ）は、見つけやすさや広がり具合を 5 階級で表現しているため、量的な比較を行うためには、これらを植被率に相当する値に変換する必要がある。今回は、一般的な植生調査における被度と植被率の関係に準じ、表 3-5-26 のように変換した。変換値は厳密には植被率とは呼べないので、本稿では準植被率と呼ぶこととする。

表 3-5-26

階級	生育状況	一般的な植生調査における 被度と植被率の関係		変換値 -準植被率-
		被度	植被率	
5	びっしり面的に広がっている	5	75-100%	85
4	かたまりがいくつか存在する	4	50-75%	65
3	かたまりがある	3	25-50%	40
2	搜さなくても目に入る	2	5-25%	15
1	搜せば目に入る	1	5%以下で個体多い	5

各調査区に存在する畠地雑草の生育状況の階級データには下記の表を用いた。

No. 1-13 (2019年調査) は、立山植生研究会 (2019) の表 3-5-1-1、
No.14-28 (2020年調査) は、立山植生研究会 (2020) の表 3-5-1-1、
No.29-46 (2021年調査) は、立山植生研究会 (2021) の表 3-5-1-1、
No. 1-13 (2022年調査) は、表 3-5-1-1。

2021年のデータは立山植生研究会 (2021) の表 3-5-1-1 を用いた。

各調査区の畠地雑草の準植被率の値の合計値を「畠地雑草の見つけやすさ」とし、図 3-5-1-24、3-5-1-25 にグラフ化した。図 3-5-1-25 は、図 3-5-1-24 の No.1-13 部分が更新されたもので、この区域の 3 年間の変化を比較できる。

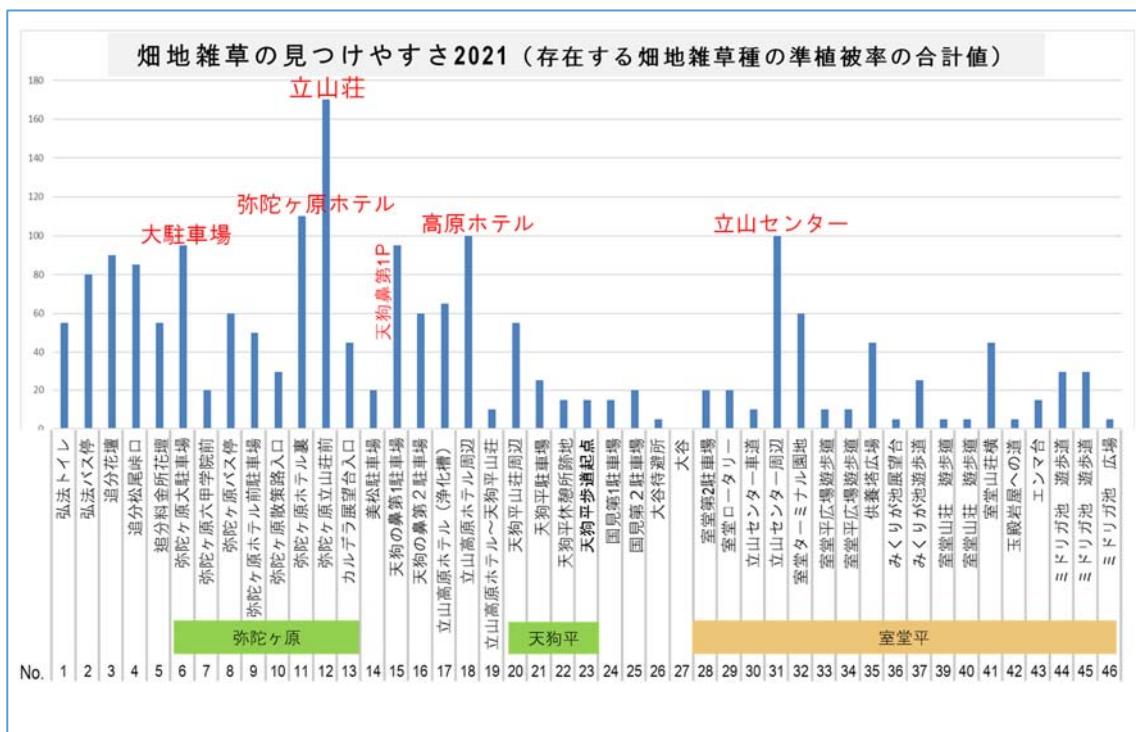


図 3-5-1-24. 畠地雑草の見つけやすさ 2021 調査年は、No.1-13 が 2019 年、No.14-28 が 2020 年、No.29-46 が 2021 年である。

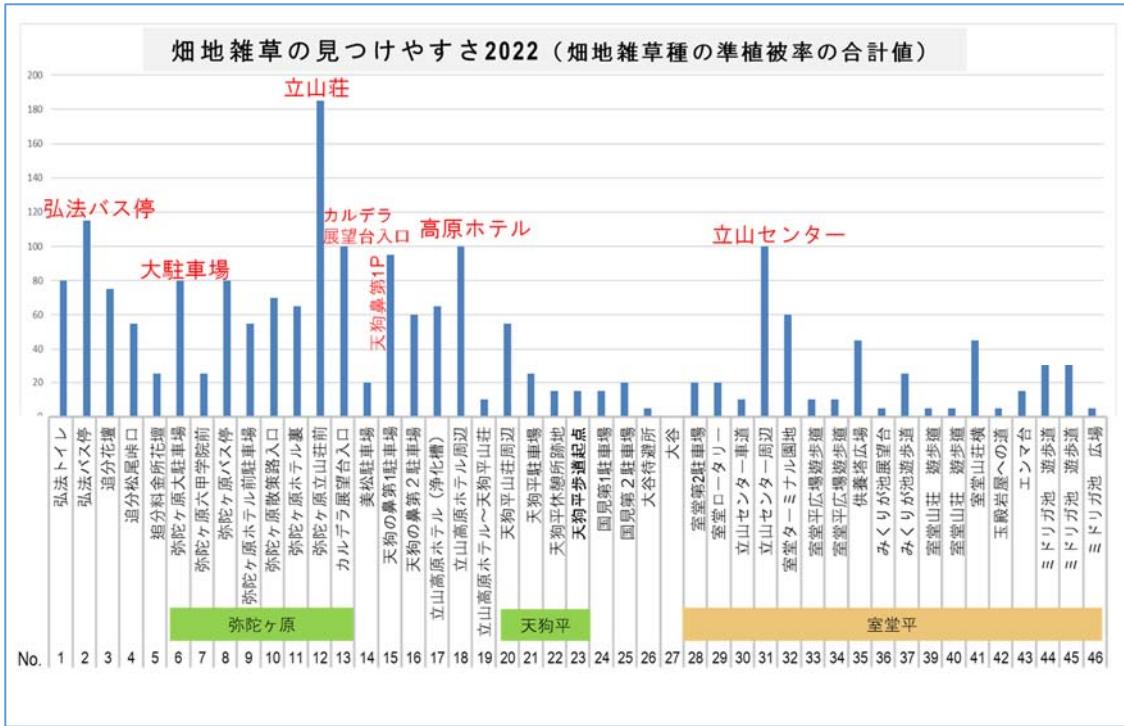


図 3-5-1-25. 畑地雑草種のみつけやすさ 2022 調査年は、No.1-13 が 2022 年、No.14-46 は図 3-5-1-24 と同じもの。

図 3-5-1-24、3-5-1-25 から、全調査区を通して畑地雑草の見つかりやすい区域は、弘法から弥陀ヶ原であった。天狗平では比較的値が小さく、室堂平では立山センターが高い値を示した。

2021 年に高い値を示した調査区のトップ 5 は、No.6 弥陀ヶ原大駐車場、No.11 弥陀ヶ原ホテル裏、No.12 弥陀ヶ原立山莊前、No.18 立山高原ホテル周辺、No.31 立山センター周囲、2022 年のトップ 5 は、No.2 弘法バス停、No.12 弥陀ヶ原立山莊前、No.13 カルデラ展望台入口、No.18 立山高原ホテル周辺、No.31 立山センター周囲であった。

畑地雑草の見つかりやすい調査区にはほぼ共通していることは、それぞれの施設に関する公用車や社用車、作業車等が頻繁に入り出する場所であることがある。低地から乗車してくる関係者の多くは、直接目的地に入ることから、靴底や荷物に付着した畑地雑草が、意図せずに運び込まれ続けているものと考えられる。一方で、No.20 天狗平山莊は、社用車がよく出入りする場所にも関わらず値が低いのは、外来植物の除去活動が行き届いているためであると考えられる。また、No.11 弥陀ヶ原ホテル裏の 2022 年の値の低下は、直前に行われた除去作業の効果の表れである。なお、図 3-5-1-25 には反映されていないが、立山センターでは、2022 年 8 月に除去活動が行われた。

2 期連続で群を抜いて高い値を示した No.12 弥陀ヶ原立山莊前では、薬草のダイオウの試験育成のため、ほぼ毎年、畑の耕起、土入れ、施肥などの手が加えられていることが畑地雑草の持ち込みと増殖を招いていると考えられる。外来植物除去活動が体系的に行われている一方で、畑地雑草を増殖させる場所が存在することについては、関係機関間で調整が行われるべきである。

弥陀ヶ原遊歩道の 5 調査区における H25 年以降の外来植物出現頻度の経年変化を表 3-5-1-25b に示した。

表 3-5-25b. 弥陀ヶ原遊歩道における外来植物出現頻度の経年変化

種名	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2	R3	R4	頻度	コメント
イタドリ	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	10	定着
オオバコ	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	10	定着
ゴマナ	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	10	定着・増加
スズメノカタビラ	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	9	定着
ゼニゴケ	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	9	定着・減少
アイタドリ	1	1	1		1	1	1	1	1	2	8	定着・増加
エゾノギシギシ	2	1	1		1	1	1	1	1	1	8	定着
スギナ		1	1	1	1	1	1	1	1	1	8	定着
ヒヨウタンゴケ		2	3	2	2	2	2	2	2	2	8	定着
雑種ヨモギ	2		2	2	2	2	2	2	2	2	8	定着
イ			1	1	1	1	1	1	1	1	7	定着
オノエヤナギ				1	1	1	1	1	1	2	7	定着・増加
タニウツギ			1	1	1	1	1		2	2	7	定着・除去実施
ツボスミレ	1				1	1	2	2	1	1	7	定着
外来ミニナグサ				1	1	1	1	2	2	2	7	定着
オオイタドリ	1	1	1	1	1	1					6	除去実施
シロツメクサ				1	1	1	1		1	1	6	定着
ススキ					1	1	1			1	4	定着
バッコオノエヤナギ							2	2	2		3	定着・除去実施
キバナカラマツバ							1	1	1		3	定着
ハルジオン							1	1	1		3	定着
アカメヤナギ				1	2						2	除去実施
ドロノキ							1		2		2	
バッコヤナギ							2		1		2	
クサイ							1				1	
ヒメムカシヨモギ	1										1	自然消滅
ヨモギ										1	1	
種数	3	11	11	16	15	19	19	21	19	23		

出現種数は 23 種で、木道更新及びガキの広場整備後から 10 年間、増加し続けている。特に調査区 No.52・53 のガキの広場で著しい。

R3 年に確認されなかったバッコヤナギ、ドロノキが再確認された。ゴマナ、イタドリ、オオバコは全調査区で確認され、特にゴマナの生育が目立つ。ゴマナは昨年と同様に、調査区 No.52, 53 のガキの広場で 7 月 10 日の外来種除去指導者研修で木道沿いの株の地上部を刈り取ったが、8 月 23 日の調査時には萌芽した個体が多くみられ、株が衰退するまで何年にもわたって地上部刈り取りを行う必要がある。

木本のタニウツギ、オノエヤナギは研修時に地際から刈り取ったが、生育調査時には萌芽しており、根絶はなかなか難しいが継続して除去作業を行うべきである。

調査区 No.55 とその付近の木道で、H28 から確認されているイグサが増加し、株が徐々に生長している。

依然として外来種の侵入、定着、生長が続いていることから、これ以上の増殖を阻止し、他地域への拡散を防ぐために早急に除去しておくことが望まれる。

令和 4 年度の外来植物の出現状況を調査区ごとに表 3-5-1-2~24 にそれぞれ示した。

調査区 No. 1 弘法第一駐車場 標高 1610m



図 3-5-1-1a. 調査区全景



図 3-5-1-1b. 駐車場のバッコヤナギ

表 3-5-1-2. 調査区 No.1 の外来植物の出現状況

調査年	H20	H22	H25	H28	R1	R4
種類数	10	12	25	22	26	25
オオバコ	2	4	2	2	2	2
ヨモギ	1	3	2	1	2	1
スズメノカタビラ	1	2	1	1	1	3
ノコンギク	2	2	1	2	3	1
ヒメジヨオン	1	2	1	1	1	1
オノエヤナギ	2	2	2	1		1
スギナ	3	1	2	2	2	2
ススキ	4	1	4	4	3	2
フキ	2	1	1	1	1	1
シロツメクサ	2		1	1	1	
オニウシノケグサ		2	1	1	1	1
ハルジオン		1	1	1		
コナスピ		1	1		1	1
ツボスミレ			1	1	2	1
タニウツギ			1	1	1	1
イタドリ			3	2	1	1
ゴマナ			1	2	2	1
ササガヤ			2	1	1	1
オオイタドリ			1	3	1	1
バッコヤナギ			1	1	1	1
雑種ヨモギ			1	2	1	1
トウバナ			1	1	2	1
ホツスガヤ			1		1	
イ			1		1	
セイヨウタンポポ			1			
ネジバナ				1	1	1
ドロノキ					1	1
外来ミニナグサ					1	
アイイタドリ					1	1
セイヨウウツボグサ						1
クサイ						1

【概要】H22年に光ファイバーケーブル埋設工事に伴う表土の仮置き場として使用された後、碎石を敷き均して再整備された。その後、外来種数は大幅に増加し、増加傾向は続いている。

前回と同様に刈り払いにより、イタドリ、オオイタドリ、ススキなどは減少し、ホツスガヤ、イ、シロツメクサ、外来ミニナグサは見られなくなった。しかしススキやオオイタドリなどは駐車場背後の自然植生との隣接域に出現し、除去されずに大型化している。またセイヨウウツボグサ、クサイが新たに確認された。

工事、施設・設備維持関係者が主に利用する駐車場であり、トイレの周囲には特に多くの外来植物が生育する。比較的標高が低く、低地由来の外来植物が定着しやすいことから、より標高の高い場所への足がかり地点になる可能性がある。

調査区 No. 2 弘法第2駐車場 標高 1620m



図 3-5-1-2a. 調査区全景（弘法バス停）



図 3-5-1-2b. オオバコが面的に増加

表 3-5-1-3. 調査区 No.2 の外来植物の出現状況

調査年	H20	H22	H25	H28	R1	R4
種類数	9	14	21	25	25	26
オオバコ	2	2	2	3	3	4
スズメノカタビラ	1	2	2	2	1	2
ヨモギ	3	2	3	1	1	1
ヒメジョオン	1	1	1	1	1	1
シロツメクサ	2	1	1	1	2	2
ススキ	4		2	2	2	2
ネジバナ	1	1		1	1	1
スキナ	2		1	1	2	2
タニウツギ	1		1	1	1	1
イタドリ		1	3	1	1	1
コナスピ		1	1	1	1	1
クサイ		1	1	1	2	2
オノエヤナギ		1	1	1	1	
ササガヤ		1	1	1	1	1
オニウシノケグサ		1	1	1		
フキ		1	1	1	1	1
ノコンギク		1	1	1	1	1
オオイタドリ			4	4	4	2
ゴマナ			1	3	1	1
外来ミミナグサ			1	1	1	1
ミスジナガハグサ			1			
ヌカボ→ヤマヌカボ			1	1	1	
バッコヤナギ				1	1	
雑種ヨモギ				2	2	1
ドロノキ				1	1	1
ハルジオン				1		
イヌコリヤナギ					1	1
ツボスマリ					1	1
アイイタドリ						2
イヌトウバナ						1
ノミノフスマ						1
セイヨウウツボグサ (ウツボグサとの中間型)						1

【概要】道路工事用車両の駐車場として、また除雪作業用資材置き場として利用されている（図 3-5-1-2a）。

イタドリ、オオイタドリは減少し、オノエヤナギ、オニウシノケグサ、ミスジナガハグサ、バッコヤナギは見られなくなり、除去作業の効果と考えられる。しかし、資材置き場前の砂利敷きにオオバコ、スズメノカタビラが広がっている。またアイイタドリ、イヌトウバナ、ノミノフスマ、セイヨウウツボグサ（ウツボグサとの中間型）が新たに出現した。

調査区 No. 3 追分駐車場（立土）標高 1810m



図 3-5-1-3a. 調査区の全景



図 3-5-1-3b. 道路沿いに繁茂するゴマナ

表 3-5-1-4. 調査区 No.3 の外来植物の出現状況

調査年	H20	H22	H25	H28	R1	R4
種類数	8	10	16	20	20	16
オオバコ	5	4	3	4	4	4
クサイ	2	3	1	2	2	2
ヨモギ	2	2	2	1	2	1
オノエヤナギ	3	1	1	1	1	1
イタドリ	3	1	2	2	2	1
シロツメクサ	1		1	1	1	1
ノアザミ	1	1	1	1	-*	1
ヒメジョオン	1			1	1	
イヌコリヤナギ		1	1	1	1	1
スズメノカタビラ		1	1	3	2	1
タニウツギ		1	1	1	1	
ネジバナ		2		1	1	
ゴマナ			1	2	2	2
ススキ			1	1	1	1
ドロノキ			1	1	1	1
ノコンギク			1		1	1
フキ			1	1	1	1
雑種ヨモギ				1	1	2
ミスジナガハグサ				1	1	
ホツスガヤ				1	1	1

*H30 年～R3 年の期間、ノアザミを調査対象外としていたことから、データの無い調査年の欄には「-」を表示した（以下同様）。

【概要】 H25 年以降、辺縁部の植生遷移が進んでおり、ヒゲノガリヤス、イワショウブ、テガタチドリ等の在来種とイタドリ、ゴマナ等の外来種が混在する草丈 0.5～1m 前後の草本群落となっている。調査区西端でニッコウキスゲを育成していた花壇の跡は、一面チマキザサに覆われている。砂利敷きにはオオバコ、スズメノカタビラなどが広がっている。ヒメジョオン、タニウツギ、ネジバナ、ミスジナガハグサが見られなくなり、除去の効果と考えられる。

調査区 No. 4 追分駐車場（松尾峠入口）標高 1840m



図 3-5-1-4a. 調査区全景



図 3-5-1-4b. 松尾峠までの木道更新工事中

表 3-5-1-5. 調査区 No.4 の外来植物の出現状況

調査年	H20	H22	H25	H28	R1	R4
種類数	12	15	17	21	21	20
オオバコ	2	3	2	3	3	2
ノコンギク	1	2	1	1	1	1
イタドリ	2	1	1	1	1	2
スズメノカタビラ	1	1	1	2	2	2
シロツメクサ	1	1	1	1	1	1
スギナ	2	1	1	2	1	1
エゾノギシギシ	1	1	1	1	1	1
オニウシノケグサ	1	1	1	1		
ヨモギ	2	2	2			1
ノアザミ	1	3	1	2	-	2
ツメクサ	1					
フランスギク	1					
イヌコリヤナギ		2	2	3	2	1
オノエヤナギ		1	1	2	1	
クサイ		1			1	1
オランダミニナグサ		1				
ヒメジョオン		1				1
外来ミニナグサ			1	1	1	
ススキ			1	1	1	
オオイタドリ			1	2	1	1
ゴマナ			2	2	2	3
イ			1			
フキ				1	1	1
アイイタドリ				1	1	1
雑種ヨモギ				1	2	2
セイヨウタンポポ				1	1	1
ドロノキ				1	1	1
ネジバナ				1		
オオウシノケグサ					1	
コナスビ					1	1

【概要】オノエヤナギ、外来ミニナグサ、オオウシノケグサが見られなくなり、またセイヨウタンポポとエゾノギシギシも目立たない状態に抑えられており、除去の効果が表れている。フランスギクは H20 年の調査でのみ記録されているが、R2 年と R4 年 7 月の外来植物除去指導者研修で生育が確認され除去した。今後この一方で、駐車場の辺縁で育つイタドリ、ゴマナには除去の手が及んでいない。

今年度は松尾峠までの木道更新工事に伴い、調査区には約 2 カ月間、資材運搬用モノレールが設置され、作業後には、設備の撤去と地表面の整地が行われたことにより、オオバコが減少した。工事関係者の出入りが多くあったため、今後新規外来種の出現に留意すべきと考えられる。

調査区 No. 5 追分駐車場緑化帯 標高 1860m



図 3-5-1-5a. 調査区景観（上り車線路肩）



図 3-5-1-5b. 調査区景観（下り車線路肩）

表 3-5-1-6. 調査区 No.5 の外来植物の出現状況

外来種	H20	H22	H25	H28	R1	R4
種類数	10	14	18	18	23	20
オオバコ	1	2	1	1	1	1
ノコンギク	1	1	1	1	1	1
ホソイ	1	2	1			
ヨモギ	2	1	1			
フキ	1				1	
ススキ		1	1	1	2	2
オノエヤナギ		1	2	1	1	1
イヌコリヤナギ		1	1	1	1	1
スギナ	1	2	2	4	3	2
ノアザミ	1	1	1	1	—	1
イタドリ		2	2	1	1	1
オニウシノケグサ		2	1	1		1
アイバソウ			1	1	1	1
タニウツギ			1	1	1	
ゴマナ			1	1	1	2
クサイ			1	1	1	1
雑種ヨモギ				1	2	2
イ	1			1	1	
キバナノカワラマツバ				1	1	
シロツメクサ		1			1	1
オオイタドリ			1		1	
セイヨウタンポポ	2					1
ヒメジヨオン	1					
ヤマハギ	1					
エゾノギシギシ	1				1	1
ササガヤ		1				
ドロノキ			1			1
セイヨウウツボグサ					1	2
アイイタドリ					1	1
ホツスガヤ						1

【概要】毎年7月に外来植物除去指導者研修で除去作業が行われる地点。フキ、タニウツギ、イ、キバナノカワラマツバ、オオイタドリが見られなくなり、除去の効果が認められるが、路肩のススキ、スギナ、ゴマナは除去が追いつかず、増加している。前回から確認されているセイヨウウツボグサは資材庫周辺で広がっており、早めの除去が求められる。

調査区 No. 6 弥陀ヶ原駐車場 標高 1900m



図 3-5-1-6a. 調査区全景。六甲学院外壁修繕中



図 3-5-1-6b. セイヨウウツボグサ（大・紫花）

表 3-5-1-7. 調査区 No.6 の外来植物の出現状況

調査年	H20	H22	H25	H28	R1	R4
種類数	14	24	17	26	27	33
シロツメクサ	3	3	3	3	3	2
スズメノカタビラ	2	2	1	2	2	2
スギナ	3	2	3	2	3	2
エゾノミツモトソウ	1	1	1	1	2	2
エゾノギシギシ	2	1	1	1	1	1
フキ	2	1	1	1	1	1
オオバコ	3	1	1	2	2	2
タチオランダゲンゲ	1	1			1	1
セイヨウタンポポ	2		1	1		1
ニワゼキショウ	1	1				2
オランダミミナグサ	1	1				
エゾノタカネヤナギ	1	1				
タニウツギ	1	1				
フランスギク	1					
オノエヤナギ		3	3	1	1	1
イタドリ		2	1	1	2	1
セイヨウウツボグサ（小・白花）		2	2	2	3	3
セイヨウウツボグサ（大・白花）						1
セイヨウウツボグサ（大・紫花）		2	2	2	2	2
コツブアメリカヤガミスゲ		1	1	1	2	2
タニソバ		1		2	1	1
ススキ		1		1	1	1
クサイ		1		1	1	1
*Poa sp.		1		1		1
ヨモギ		2	1			
ノアザミ		1		1	—	1
オニウシノケグサ		2				1

ゴマナ			3	3	3	2
オオイタドリ			1	1	1	1
ホソイ			1	1		
外来ミミナグサ				1	1	2
ドロノキ				1	1	1
雑種ヨモギ				1	1	1
ツボスミレ				2	2	1
ヤマホタルブクロ				1		
イグサ					2	2
アイイタドリ					1	1
オオウシノケグサ					1	
ノボロギク					1	
コガネスゲ					1	1
Juncus sp.						1
アライドツメクサ						1

【概要】種類数は33種となり、今年度の全調査区中で最も多くなった。工事車輛や団体バスの駐車場として頻繁に利用されているため、外来種が入り込む機会が多いいためと考えられる。今年は六甲学院の外壁修繕が行われていた。

結実したニワゼキショウが調査区No.7との境及び西側の遊歩道入口付近に多数確認され、大部分の個体（150株程度）を除去した。以前からこの場所で記録されてきたウツボグサ属について、ウツボグサとしていたものはセイヨウウツボグサ（大・紫花）に、セイヨウウツボグサはセイヨウウツボグサ（小・白花）に改めた。また白花で背の高いものも確認され、セイヨウウツボグサ（大・白花）とした。この地点には「セイヨウウツボグサ」は3種類あることがわかった。また、No.7との境には以前からコツブアメリカヤガミスゲ、前回コガネスゲが確認されている。今回はJuncus sp.が初見である。駐車場進入路の舗装面でアライドツメクサが確認された。

また前回アイバソウとしたものは在来のタヌキランと同定されたことにより、表から削除した。

シロツメクサやゴマナ、ツボスミレは前回よりも減少し、オオウシノケグサ、ノボロギクは確認されず除去活動の効果と考えられる。多数の外来植物が生育しているため、継続して除去を行う必要がある。

調査区 No. 7 六甲学院前（緑化復元地）標高 1900m



図 3-5-1-7a. 調査区全景



図 3-5-1-7b. セイヨウウツボグサ、シロツメクサコツブ
アメリカヤガミスゲなど

表 3-5-1-8. 調査区 No.7 の外来植物の出現状況

調査年	H20	H22	H25	H28	R1	R4
種類数	6	11	14	16	17	22
タチオランダゲンゲ	5	5	5	4	4	3
シロツメクサ	2	4	4	4	3	3
イタドリ	1	1	1	1		1
ヨモギ	2	2	1			
エゾノギシギシ	1	1			1	
オランダミニナグサ	1	1				
コツブアメリカヤガミスゲ		1	1	1	2	1
オノエヤナギ		4	4	2	1	1
Poa sp.		3		3	3	2
ノコンギク		1				1
ノアザミ		1	1	1	—	1
アイイタドリ			1	1	1	1
オオイタドリ			1	1	1	1
ゴマナ			1	2	3	2
キバナノカワラマツバ			1		1	
フキ			1		1	1
セイヨウタンポポ			1			1
スズメノカタビラ			1			1
雑種ヨモギ				1	1	1
外来ミニナグサ				2	1	1
タニソバ				1	1	1
ミスジナガハグサ				1		
ホソイ				1		
イ					1	1
オオウシノケグサ					2	1
セイヨウウツボグサ（大・紫花）					1	1
バッコヤナギ					1	1
オオバコ						1

【概要】出現種類数の増加が続いている。調査区の下半部には植栽されたミネヤナギが高さ 2m 程に生長している。全域に、緑化当事の資材に付着していた種子から増殖した外来植物が多く残存している。ほぼ毎年判別の容易な外来種の除去活動が行われているが、依然としてタチオランダゲンゲやシロツメクサが全面的に生育している。なお、両種の生育量は R1 年頃から減少に転じているようである。密集して生長したヤナギ類に被陰されたことが影響したものと思われる。

前回確認されなかったイタドリ、ノコンギク、セイヨウタンポポ、スズメノカタビラが再び見られた。今回新たにオオバコが確認された。

調査区 No. 8 弥陀ヶ原バス停周囲 標高 1950m



図 3-5-1-8a. 調査区全景。



図 3-5-1-8b. 調査区上部（バス停周囲）

表 3-5-1-9. 調査区 No.8 の外来植物の出現状況

調査年	H20	H22	H25	H28	R1	R4
種類数	8	12	15	19	20	22
スギナ	3	3	2	2	2	2
フキ	1	2	1	2	2	1
スズメノカタビラ	2	2	1	1	1	1
オオバコ	3	2	2	2	2	3
オノエヤナギ	3	2	2	2	2	2
ヨモギ	2	2	2	1		1
エゾノギシギシ	1	1		1	1	2
シロツメクサ		2	1	2	2	1
セイヨウタンポポ		1	1	1	1	1
タニソバ		1			1	
オニウシノケグサ		2				
ノコンギク		1				1
イタドリ			1	1	1	1
オオイタドリ			1	1	1	1
ゴマナ			1	2	2	2
セイヨウウツボグサ（小・白花）			1	1		1
ホソイ			1			
ケキツネノボタン			1			
セイヨウウツボグサ（大・紫花）				1	1	
トウバナ				1	1	
キバナノカラマツバ				1	1	
アイバソウ				1	1	
ノアザミ			1	1	—	1
イ				1		1
イヌコリヤナギ					1	1
雑種ヨモギ					2	2
クサイ					1	1
ススキ					1	2
アイイタドリ						1
外来ミミナグサ						1

【概要】前回確認されて今回見られなかった種が 5 種あったが、新たにアイイタドリ、外来ミミナグサが確認されたことに加え、ヨモギ、ノコンギク、セイヨウウツボグサ（小・白花）、イが再確認され、ノアザミを再度対象種としたことにより、確認種数は 2 種増加し 22 種となった。

バス停駅舎周囲と駅舎横の放置状態の花壇には依然として外来種が多く生育しており、オノエヤナギ、エゾノギシギシ、オオイタドリ、スギナなどが目立ち、またオオバコは面的に増加、道路沿いにススキが増加している。バス停で常に人の出入りが多い場所であり、外来種が侵入しやすい状況であることから、恒常的な対応が求められる。

調査区 No. 9 弥陀ヶ原ホテル駐車場 標高 1940m



図 3-5-1-9a. ホテル駐車場全景。



図 3-5-1-9b. ホテル前花壇にはフキ、ゴマナなど多くの外来種が生育している。

表 3-5-1-10. 調査区 No.9 の外来植物の出現状況

調査年	H20	H22	H25	H28	R1	R4
種類数	17	11	14	17	17	19
スギナ	3	3	3	3	2	2
スズメノカタビラ	2	2	2	2	1	2
オオバコ	2	2	2	2	1	1
シロツメクサ	3	2	1	2	2	2
エゾノギシギシ	3	1	1	2	2	1
セイヨウタンポポ	1	1	1	1	1	1
フキ	2	2	1	1		1
オノエヤナギ	2	2	1		1	1
ヨモギ	2	1	2		1	1
ノアザミ	1	2	1	1		1
イヌガラシ	1		1	1	1	1
ツメクサ	1	1				
クサイ	1		1			
オランダミミナグサ	1					
ネジバナ	1					
ヒメジョオン	1				1	1
フランスギク	1					
ゴマナ			2	2	1	2
スキ			1		1	1
外来ミニナグサ				1	1	1
雑種ヨモギ				2	2	2
ツボスミレ				1		
タニソバ				1		
ドロノキ				1		
タニウツギ				1		
バッコヤナギ				1		
セイヨウツボグサ (大・紫花)					1	
ノコンギク					1	1
ヤマホタルブクロ					1	
アイイタドリ						1
セイヨウツボグサ (小・白花)						1

【概要】ホテルへの進入路の路肩や駐車場の辺縁部は完全には舗装されていないことにより、周囲の自然植生が徐々に進出してきているが、未舗装部で人に踏まれやすい場所には、小型のスズメノカタビラやオオバコ、セイヨウツボグサなどが定着している。また、玄関横の花壇などに依然として外来種が見られ、シロツメクサやエゾノギシギシ、ゴマナなどが多く生育している（図 3-5-1-9b）。

弥陀ヶ原ホテルは R2、R3 の 2 年間休業していたことにより、施設周囲の外来種が増加、生長していた。R4 年 8 月 5 日には、立山黒部貫光(株)によって玄関前の花壇から施設背後の浄化槽にかけての外来種除去が行われた結果、今回調査時の各種の生育状況の値が例年並みのものになっている。

なお、玄関前の地上部を除去されたセイヨウタンポポは、わずか 20 日間で直径 10cm 程のロゼット状に再生していた。

調査区 No. 10 弥陀ヶ原散策路入口 標高 1932m



図 3-5-1-10a. 散策路入口の砂利敷きにスギナや
雑種ヨモギが生育。



図 3-5-1-10b. ホテル建物沿い

表 3-5-1-10. 調査区 No.10 の外来植物の出現状況

調査年	H20	H22	H25	H28	R1	R4
種類数	4	5	9	7	15	18
スギナ	3	2	1	2	2	2
ニワゼキショウ	2		1	1	1	1
雑種ヨモギ			2	2	1	2
セイヨウウツボグサ（小・白花）		1	1	1	1	1
フランスギク		1				
オニウシノケグサ		1				
ゴマナ			2	2	3	2
イ			1		1	
オノエヤナギ			1			1
ツボスミレ			1			1
セイヨウウツボグサ（大・紫花）			1			
イタドリ	1			1	1	1
オオバコ				1	1	2
外来ミミナグサ					1	1
カモガヤ					1	
ドロノキ					1	
シロツメクサ					1	1
エゾノギシギシ					1	1
アイイタドリ					1	1
スズメノカタビラ					2	3
オオイタドリ						1
ミスジナガハグサ						1
ノコンギク						1
イヌガラシ						1

【概要】前回、外来ミミナグサ、カモガヤなど新たな確認種が多く種数が増加した。今回はカモガヤ、ドロノキは見られなかったが、オオイタドリ、ミスジナガハグサ、石垣にノコンギクとイヌガラシが確認され、種数は 18 種と増加した。木道に入ってすぐのニワゼキショウは R4 年 7 月 10 日の外来種除去指導者研修で確認できる限り除去を行ったが、まだ残存していた。自然植生と砂利敷きの境界付近にスギナや雑種ヨモギ、ゴマナが多く生育しており、早めの対策が必要である

調査区 No.11 弥陀ヶ原ホテル裏 標高 1940m



図 3-5-1-11a. ホテル南東側通路



図 3-5-1-11b. ホテル東側の路肩のオオイタドリ等

表 3-5-1-11. 調査区 No.11 の外来植物の出現状況

調査年	H20	H22	H25	H28	R1	R4
種類数	7	9	16	21	23	20
オオバコ	3	3	3	3	3	2
スズメノカタビラ	4	4	3	3	2	1
エゾノギシギシ	3		1	1	2	2
ヨモギ	3	3	1		1	1
オノエヤナギ	2	1		2	2	1
スギナ	1		1	3	2	1
オランダミミナグサ	2					
イタドリ		1	2	2	2	2
オニウシノケグサ		1				
クサイ		1		1	1	1
セイヨウツボグサ（小・白花）		1	1	1	2	2
タニソバ		1	1	2	2	2
ゴマナ			1	3	2	2
オオイタドリ			2	1	1	3
シロツメクサ			2	3	3	4
セイヨウタンポポ			1	2	1	1
イ			1	2		
フランスギク			1	1		
ヒメジョオン			1			
ミスジナガハグサ			1			
アイイタドリ				1	1	1
ツボスミレ				1	1	1
雑種ヨモギ				2	2	2
外来ミミナグサ				1	1	1
フキ				1	1	1
セイヨウツボグサ(大・紫花)				1	1	1
セイヨウツボグサ(大・白花)						1

トウバナ				1	
タニウツギ				1	
アライドツメクサ				1	1

【概要】一般者の立ち入りが制限されているエリアで、前回の調査からホテル裏側部分を除いたエリアを対象としている。前回同様、オオバコ、エゾノギシギシ、イタドリ、ゴマナ、雑種ヨモギの生育が目立ち、シロツメクサは判定4と増加していた。路肩には2m以上にもなるオオイタドリが多数繁茂していた。

碎石敷き部分では、スズメノカタビラ、シロツメクサ、外来ミミナグサ、アライドツメクサの小株が多く確認された。R4年8月5日にホテル休業期間中に増えてしまったエゾノギシギシ、ゴマナ、セイヨウウツボグサ類が集中的に除去されたが、セイヨウウツボグサ（小・白花）は依然として広く生育していた。人目につかない場所が外来種の温床となっているものと考えられ、除去作業を強化する必要がある。

調査区 No. 12 弥陀ヶ原立山荘入口 標高 1955m



図 3-5-1-12a. 立山荘前全景。



図 3-5-1-12b. ダイオウ試験地内にはエゾノギシギシ、オオバコ、シロツメクサなどが旺盛に生育



図 3-5-1-12c. 立山荘建物際のフキ、ゴマナ



図 3-5-1-12d. 建物際のヒヨウタンゴケ

表 3-5-1-12. 調査区 No.12 の外来植物の出現状況

調査年	H20	H22	H25	H28	R1	R4
種類数	10	17	18	17	17	17
イタドリ	3	1	1	1	1	1
エゾノギシギシ	3	2	2	2	3	2
オオバコ	2	3	3	3	3	4
オノエヤナギ	1	1	1	1	1	1
スギナ	3	2	2	2	2	3
スズメノカタビラ	4	3	2	3	3	3
タニソバ	2	3	1	2	1	1
セイヨウタンポポ	2	1	1		1	1
タチオランダゲンゲ	1	1	1			
ヨモギ	2	1				
クサイ		2	1	1	2	1
シロツメクサ		2	2	2	2	3
スカシタゴボウ		1	1	1	1	
フキ		1	1	1	1	1
外来ミミナグサ		1	1	2	2	2
ツメクサ		1		1		
オニウシノケグサ		2				
ノアザミ			1	1	—	2
コナスビ			1		1	
フランスギク			1			
ホソイ			1			

ゴマナ				2	2	3
雑種ヨモギ				1		2
イ					2	2
キバナノカワラマツバ (カノコソウ)					1	
ヒヨウタンゴケ						1

【概要】立山荘への砂利敷き道路際には、雑種ヨモギ、イタドリ、ゴマナ、ノアザミなどが繁茂している。建物周辺部には、シロツメクサ、フキ、ゴマナ等が繁茂し、新たにヒヨウタンゴケが確認された。さらに、県の薬用植物栽培試験地には依然としてエゾノギシギシ、オオバコ、スギナ、シロツメクサ、タニソバなど多数の畠地雜草等が肥料を得て旺盛に繁茂していた（図3-5-1-12b）。

また、敷地内花壇にはヤナギラン、ヤチトリカブトなども栽培されているが、これらがもともと立山産であるか疑わしく、ヤナギランは他の地点への種子の供給源となっている。

R4年7月の外来種除去指導者研修時には、生育していたエゾノギシギシ、シロツメクサ、イタドリ。ゴマナ、セイヨウタンポポなどの約半分量が除去された。

前回確認されたスカシタゴボウ、コナスビ、キバナノカワラマツバは今回見られず、このように除去されてなくなった種もあるが、まだ多くの外来植物が繁茂して、周辺への種子の供給源となっている恐れがあるため、早急に除去が望まれる。

調査区 No. 13 弥陀ヶ原カルデラ展望台入口 標高 1980m



図 3-5-1-13a. 調査区全景. 碎石敷き部分と左奥へ
続く散策路の一部が範囲。



図 3-5-1-13b. 在来種植生の縁に繁茂するシロ
ツメクサ、オオバコ等

表 3-5-1-13. 調査区 No.13 の外来植物の出現状況

調査年	H20	H22	H25	H28	R1	R4
種類数	8	11	11	12	11	15
イタドリ	2	1	1	1	1	1
オノエヤナギ	1	1	1	1	1	
オオバコ	2	3	2	2	2	3
スズメノカタビラ	3	3	3	2	2	3
エゾノギシギシ	1	1	1	1		2
セイヨウタンポポ	1		1	1	1	1
ヨモギ	3	2	1			
クサイ		1		1	1	2
シロツメクサ		2	2	2	2	2
オニウシノケグサ		2				
ノアザミ		1	1	1		
ゴマナ			1	2	2	2
ホソイ			1			
雑種ヨモギ				1	1	1
アイイタドリ				1	1	1
ミスジナガハグサ					1	1
フキ	2	1				2
オオイタドリ						1
オオウシノケグサ						1
スギナ						1

【概要】自然植生との境界付近や散策路の石畳の目地など除去が困難な場所には、スズメノカタビラ、オオバコ、シロツメクサ、ゴマナ、クサイなどが定着している。またカルデラ登山道入口付近にフキ、ゴマナが旺盛に生育していた。新たに、オオイタドリ、オオウシノケグサ、スギナが記録された一方で、オノエヤナギは確認されず、除去の効果と考えられる。

調査区 No. 51 弥陀ヶ原遊歩道 ホテルと休憩所の中間点 標高 1920m



図 3-5-1-19a. 調査区全景



図 3-5-1-19b. 2回伐採後に萌芽したタニウツギ



図 3-5-1-19c. 木道脇にみられるゴマナ

表 3-5-1-20. 調査区 No.51 の外来植物の出現状況

調査年	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2	R3	R4
種類数	1	1	2	2	2	2	2	1	2	2
ゴマナ	3	2	1	1	2	2	1	1	2	1
タニウツギ (バッコヤナギ)			1	1	1	1	1		1	1

【概要】タニウツギは R3 年と R4 年 7 月の外来種除去指導者研修時に地際から伐採したが、今回の調査時には再び萌芽がみられた。また調査区より数 m ホテル側（調査範囲外）にあって R3 年に伐採したバッコヤナギは確認されなかった。

調査区 No. 52 弥陀ヶ原遊歩道 ガキの広場上部 標高 1915m



図 3-5-1-20a. 調査区休憩所付近



図 3-5-1-20b. イタドリ、ゴマナの繁茂状況

表 3-5-1-21. 調査区 No.52 の外来植物の出現状況

調査年	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2	R3	R4
種類数	2	10	10	10	9	10	12	16	16	17
ゴマナ	1	3	2	2	2	3	3	2	3	3
イタドリ	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2
オオイタドリ		1	1	1	1	1				
ゼニゴケ		4	4	3	2	2	2	1	1	
オオバコ		1	1	1	1	1	1	1	1	1
スズメノカタビラ		1	1	1	1		1	1	1	1
アイイタドリ		1	1	1		1	1	1	1	1
雑種ヨモギ		1		1	1	1	1	2	2	1
エゾノギシギシ		1	1					2	1	1
スギナ			1	1	1	1	1	1	1	1
ヒヨウタンゴケ			2	2	2	2	3	2	1	1
ツボスミレ		1					2	2	1	1
オノエバッコヤナギ						1	2	2	1	1
外来ミミナグサ								2	1	1
オノエヤナギ								1		1
タニウツギ								1	1	1
シロツメクサ								1	1	1
セイヨウウツボグサ									1	
ヨモギ										1
ドロノキ										1

【概要】調査開始以来種類数の増加が続いている。R4 年 7 月 10 日の外来種除去指導者研修でゴマナ、イタドリ、雑種ヨモギ、ツボスミレ、エゾノギシギシなどを集中して除去し、タニウツギも地際から伐採したが、ゴマナ、タニウツギは背丈の低い状態で繁茂し、エゾノギシギシ、ツボスミレもわずかに残っていた。またコンクリートの隙間にドロノキが確認された。

調査区 No. 53 弥陀ヶ原遊歩道 ガキの広場下部 標高 1910m



図 3-5-1-21a. 全景



図 3-5-1-21b. マット状に広がるゼニゴケ



図 3-5-1-21c. 木道沿いのキバナカワラマツバ



図 3-5-1-21d. 砂利の隙間に生育する外来ミミナグサ

表 3-5-1-22. 調査区 No.53 の外来植物の出現状況

調査年	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2	R3	R4
種類数	3	8	6	11	11	13	16	18	12	14
イタドリ	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2
ゴマナ	1	3	4	2	2	3	3	3	2	2
オオバコ	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1
エゾノギシギシ		1		2		1	1			
スズメノカタビラ		1	1	1	1	1	1	1	1	1
雑種ヨモギ		1		1	1	1	1	1	1	1
ヒメムカシヨモギ		1								
ゼニゴケ		4	4	3	3	2	2	1	1	1
ヒヨウタンゴケ				3	2	1	1	2	1	1
外来ミミナグサ					3	2	2	1	1	1
シロツメクサ					2	1	1	2		
オノエヤナギ					1	1	1	1	2	1
ツボスミレ						1	1	1		
スキ							1	1	1	1
バッコオノエヤナギ							2	2	1	1
ドロノキ							1	1		1
バッコヤナギ							1	1		
クサイ								1		
アイイタドリ								1		
ハルジオン								1	1	1
キバナカワラマツバ								1	1	1

【概要】 No.52 と同様にゴマナ、雑種ヨモギ、イタドリなどが旺盛に繁茂している。木道沿いに繁茂していたゴマナは、R3 年 7 月と R3、R4 年 7 月の外来種除去指導者研修での際に、地際で刈りとられているが、調査時には背丈の低い状態の小群落となっていた。何年も継続して刈り取つて除去していく必要がある。ゼニゴケは、全体的には明らかに衰退したが、緑化地下部では、まだ小マット状に残存しており、早めの除去が望まれる。バッコオノエヤナギは以前よりは減少しているが 2 株が見られた。また前回見られなかったススキ、ドロノキが復活していた。

調査区 No. 54 弥陀ヶ原遊歩道内回り分岐点から各 5 m 標高 1895m



図 3-5-1-22a. 調査区全景



図 3-5-1-22b. 今回も確認されたゴマナ



図 3-5-1-22c. 付近の木道で確認されたイ

表 3-5-1-23. 調査区 No.54 の外来植物の出現状況

調査年	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2	R3	R4
種類数	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1
イタドリ	2	1	1	1	1	1	1			
ゴマナ						1	1	1	1	1

【概要】イタドリは R2 年 7 月のナチュラリスト研修時に除去したのち再生していない。ゴマナは今年も小さい個体が確認された。また調査範囲外であるが近くではイが確認された。

なお、調査区 No. 54-No. 55 間の木道では、R1 年頃からイが点在することが確認されており、今回はそれらの株が大きく生長して木道の一部に覆い被さりはじめていることが確認された。個体数が増えると景観に影響する恐れがあり、注意が必要である。

調査区 No. 55 弥陀ヶ原遊歩道外回り分岐点各 10m 標高 1863m



図 3-5-1-23a. 全景



図 3-5-1-23b. 木道沿いにも点在しているイ

表 3-5-1-24. 調査区 No.55 の外来植物の出現状況

調査年	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2	R3	R4
種類数	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
イ					2	2	3	2	2	2

【概要】今回もイのみが確認された。元から見られた場所では在来種にまみれてやや減少し、新しい木道の木枠沿いにやや増加していた。イは根茎が発達しており、除去が難しいため除去方法を検討する必要がある。

参考文献

- 浅井元朗 (2015) 植調 雜草大鑑. 357pp. 全国農村教育協会.
- 石田仁編 (2014) 環境変動と立山の自然 (III) —立山植生モニタリング調査成果報告書—. 195pp. 富山県.
- 石田仁編 (2020) 環境変動と立山の自然 (IV) —立山植生モニタリング調査成果報告書—. 203pp. 富山県.
- 岩坪美兼・新田雅志・宮下啓子・上田有美・太田道人・城賀津樹 (2012) 立山ルート沿線のオオヨモギの多様性と雑種の分布. 立山ルート緑化研究委員会年報 (平成 23 年度) 13 : 14-16.
- 松久卓 (2005) アルペンルートにおける帰化植物等の現況と除去. 立山ルート緑化研究委員会年報 (平成 15 年度) 6 : 1-5.
- 長井真隆 (2006) 立山に外来植物が侵入してきた背景. 立山黒部アルペンルート外来植物現況報告書. pp.1-8. 環境省中部地方環境事務所・富山県・立山ルート緑化研究委員会専門調査部会.
- 大田弘・小路・長井 (1983) 富山県植物誌. 広文堂. 富山. 430pp.
- 太田道人 (2006) . 外来植物除去の優先順位. 立山黒部アルペンルート外来植物現況報告書. pp.16-21. 環境省中部地方環境事務所・富山県・立山ルート緑化研究委員会専門調査部会.
- 立山外来植物除去対策検討会 (2010) 立山外来植物除去対策検討会報告書. 153pp. 富山県.
- 立山植生研究会 (2011) 平成 22 年度立山植生モニタリング調査成果報告書. 112pp. 立山植生研究会.
- 立山植生研究会 (2012) 平成 23 年度立山植生モニタリング調査成果報告書. 110pp. 立山植生研究会.

立山植生研究会 (2013) 平成 24 年度立山植生モニタリング調査成果報告書. 110pp. 立山植生研究会.

立山植生研究会 (2015) 平成 26 年度立山植生モニタリング調査成果報告書. 107pp. 立山植生研究会.

立山植生研究会 (2016) 平成 27 年度立山植生モニタリング調査成果報告書. 91pp. 立山植生研究会.

立山植生研究会 (2017) 平成 28 年度立山植生モニタリング調査成果報告書. 116pp. 立山植生研究会.

立山植生研究会 (2018) 平成 29 年度立山植生モニタリング調査成果報告書. 110pp. 立山植生研究会.

立山植生研究会 (2019) 平成 30 年度立山植生モニタリング調査成果報告書. 140pp. 立山植生研究会.

立山植生研究会 (2021) 令和 2 年度立山植生モニタリング調査成果報告書. 91pp. 立山植生研究会.

立山植生研究会 (2022) 令和 3 年度立山植生モニタリング調査成果報告書. 112pp. 立山植生研究会.

立山ルート緑化研究委員会専門委員会 (2000) 弥陀ヶ原～室堂 立山ルート沿線植生復元状況調査. 立山ルート緑化研究委員会年報 (平成 11 年度) 1 : 6-9.

立山ルート緑化研究委員会専門委員会 (2008) 弥陀ヶ原～室堂 立山ルート沿線植生復元状況調査 7 および室堂平アルペンルート建設工事用道路跡緑化試験報告 2. 立山ルート緑化研究委員会年報 (平成 19 年度) 9 : 23-30.

立山ルート緑化研究委員会専門委員会 (2009) 弥陀ヶ原～室堂 立山ルート沿線植生復元状況調査 8 および室堂平アルペンルート建設工事用道路跡緑化試験報告 3. 立山ルート緑化研究委員会年報 (平成 20 年度) 10 : 9-14.

立山ルート緑化研究委員会専門委員会 (2011) 弥陀ヶ原～室堂 立山ルート沿線植生復元状況調査 9 および室堂平アルペンルート建設工事用道路跡緑化試験報告 4. 立山ルート緑化研究委員会年報 (平成 22 年度) 12 : 14-20.

立山ルート緑化研究委員会事務局 (2010) アルペンルート沿線施設外来植物除去報告. 立山ルート緑化研究委員会年報 (平成 21 年度) 11 : 30-33.

立山ルート緑化研究委員会事務局 (2011) アルペンルート沿線施設外来植物除去報告. 立山ルート緑化研究委員会年報 (平成 22 年度) 12 : 21-24.

立山ルート緑化研究委員会事務局 (2012) アルペンルート沿線施設外来植物除去報告. 立山ルート緑化研究委員会年報 (平成 23 年度) 13 : 17-19.

立山ルート緑化研究委員会事務局 (2013) アルペンルート沿線施設外来植物除去報告. 立山ルート緑化研究委員会年報 (平成 24 年度) 14 : 22-24.

立山ルート緑化研究委員会事務局 (2014) アルペンルート沿線施設外来植物除去報告. 立山ルート緑化研究委員会年報 (平成 25 年度) 15 : 35-37.

立山ルート緑化研究委員会事務局 (2015) アルペンルート沿線施設外来植物除去報告. 立山ルート緑化研究委員会年報 (平成 26 年度) 16 : 27-29.

立山ルート緑化研究委員会事務局 (2016) アルペンルート沿線施設外来植物除去報告. 立山ルート緑化研究委員会年報 (平成 27 年度) 17 : 11-13.

立山ルート緑化研究委員会事務局 (2020) アルペンルート沿線施設外来植物除去報告. 立山ルート緑化研究委員会年報 (令和元年度) 18 : 25-32.

立山ルート緑化研究委員会事務局 (2021) アルペンルート沿線施設外来植物除去報告. 立山ルート緑化研究委員会年報 (令和 2 年度) 19 : 15-17.

立山ルート緑化研究委員会事務局 (2022) アルペンルート沿線施設外来植物除去報告. 立山ルート緑化研究委員会年報 (令和 2 年度) 20 : 7-9.

山下寿之・太田道人（2018）立山アルペンルート沿線における外来種除去の経緯と実績. 立山ルート
緑化研究報告書第4報 pp.101-116. 立山黒部貫光・立山ルート緑化研究委員会.

山下寿之・吉田めぐみ・大沼進（2008）立山自然保護センターで採取した靴底土から発芽した植物. 立
山ルート緑化研究委員会年報（平成19年度）9：1-4.

山下寿之・吉田めぐみ・富永宣宏（2009）室堂平における外来植物種の侵入状況と除去効果. 立山ル
ート緑化研究委員会年報（平成20年度）10：6-8.

吉田めぐみ・高橋一臣・加藤治好(2002)立山室堂平の維管束植物相.立山室堂平周辺植物調査報告書-
1999-2000.富山県立山センター.

参考文献 【全般】

- 浅香幸雄, 山村順次(1974)観光地理学. 大明堂,234pp
- 大丸裕武・塙田宏 (2004) 東北日本亜高山帯のオオシラビソ林の分布における雪圧の影響. 農業気象 60: 253-261
- Forman, R. T. T., 1995: Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions. Cambridge University Press. 632 pp.
- 深井三郎 (1975) 北アルプスにおけるガキ田の気候地形学的考察. 富山大学教育学部紀要 23: 107-121
- Henry J. D. Swan J. M. A. (1974) Reconstructing forest history from live and dead plants material-An approach to the study of forest succession in southern New Hampshire. Ecology 55: 772-783
- 東野外志男・小川弘司・野上達也 (1998) 白山高山帯の室堂平における気温, 地温の通年変化. 日本雪氷学会誌 60: 157-165
- 本多啓七 (1964) 日本北アルプスにおけるガキ田の生態. 富山大学学術調査団編; 『北アルプスの自然』, 古今書院, 173-192
- Huggard D. J. (1999) Static life-table analysis of fall rates of subalpine fir snags. Ecological Applications 9: 1009-1016
- 石田仁 (1991) 富山県における気候値メッシュファイル (気温・降水・積雪深) の特性. 日本雪氷学会誌 53: 45-51
- 石田仁 (2001) 北アルプス立山の冷温帶一亜高山帯移行域に位置する森林の林分構造. 第 112 回日本林学会大会学術講演集 p.469
- 石田仁 (2002) 平成 8~13 年度 立山ブナ林保全対策事業報告書. 富山県林業技術センター・林業試験場, 富山県, 33pp.
- 石田仁 (2003) 富山県におけるブナ林の分布と動態. 統計数理 51: 59-71
- 石田仁・大宮徹 (1996-) 立山ブナ林保全対策事業. 富山県林業技術センター林業試験場・富山県農林水産総合技術センター森林研究所業務報告, 富山県
- 石田仁 (2004) 立山アルペンルート沿線におけるブナの植栽と事後経過. 日本緑化工学会誌 29(4): 503-506
- 石田仁 (2004) 富山県の天然林とその管理－基礎編－. 富山県林業技術センター研究報告 17 (別冊) 146pp.
- 石田仁 (2006) 富山県の森林帯における年間積雪期間の標高傾度—林床地表面温度からの推定—. 日本雪氷学会誌 68(5): 489-496
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2007) IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007. (Internet Version), URL: (<http://www.ipcc.ch/ipccreports/assessments-reports.htm>)
- 河野昭一 (1999) 北アルプス立山における自然環境の破壊と保全－長期モニタリング調査結果の評価－. 日本生態学会誌 49: 313-320
- 河野昭一 (1981) 立山の植生と植物. 立山連峰の自然を守る会編, 「立山の自然」立山連峰の自然を守る会結成 10 周年記念誌 16-40

河野昭一 (1981) 立山の自然・植生破壊の元凶. 立山連峰の自然を守る会編, 立山連峰の自然を守る会結成 10 周年記念誌 41-63

北日本新聞 (2008) 減る「がきの田」巨大化. 北日本新聞 平成 20 年 7 月 21 日付

小島覚 (2008) 環境変動と立山の自然(II) 植生. 富山県立山植生モニタリング第 II 期調査成果報告書: 37-86

環境庁自然保護局 (1982) 日本の自然環境. 大蔵省印刷局 249 pp.

Kitao M. Löwb M., Heerdt C., Gramsb T.E.E., Häberle K.. and Matyssek R. (2009) Effects of chronic elevated ozone exposure on gas exchange responses of adult beech trees (*Fagus sylvatica*) as related to the within-canopy light gradient. Environmental Pollution 157: 537-544

小島覚 (1996) 気候温暖化と北陸地方の植生. J. Phytogeogr. & Taxon 44: 9-18

Kume A. Numata S. Watanabe K. Honoki H. Nakajima H. Ishida M. (2008) Influence of air pollution on the mountain forests along the Tateyama-Kurobe Alpine route Ecological Research: DOI10.1007/s11284-008-0557-2:

丸田恵美子・中野隆志 (1999) 中部山岳地域の亜高山帯針葉樹と環境ストレス(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: 293-300

丸山幸平 (1991) —ブナの生活史—. ブナ林の自然環境と保全 (村井ほか編), ソフトサイエンス社, 83-89

松本繁樹・竹田次夫 (1986) 空中写真の画像解析による池塘の判読の有効性と限界—立山・弥陀ヶ原を例として—. 地理科学 41(2) : 85-98

長井真隆 (1988) TKK の観測による立山・室堂平の気象. 富山市科学文化センター研究報告 12: 109-138

Nagaoka T(2003) Edge Effects on Stand Structure and Regeneration in a Subalpine Coniferous Forest on Mt. Fuji, Japan, 30 Years after Road Construction. Edge Effects on Stand Structure and Regeneration in a Subalpine Coniferous Forest on Mt. Fuji, Japan, 30 Years after Road Construction. Arctic, Antarctic, and Alpine Research:35: 454-459

中川正之・川田邦夫・岡部俊夫・清水弘・秋田谷英次 (1976) 立山の積雪の性質の研究. 雪氷 38:1-8.

Nakajima H., Kume A., Ishida M., Omiya T & Mizoue N. (2011) Evaluation of estimates of crown condition in forest monitoring: comparison between visual estimation and automated crown image analysis. Annals of Forest Science 68: 1333-1340

中静透 (1991) —ブナ林の空間的構造—. ブナ林の自然環境と保全 (村井ほか編): ソフトサイエンス社, 83-92

日本林業技術協会 (1998) 立山道路沿線自然生物定点調査報告書. 富山県, 20: 130pp.

小笠原和夫 (1969) 山と水の自然. 古今書院, 318pp, 東京

Oliver C.D. & Larson B. C. (1990) Forest stand dynamics. McGraw-Hill Newyork, 467pp.

折谷隆志 (2008) 環境変動と立山の自然(II) 弥陀ヶ原湿原. 富山県立山植生モニタリング第 II 期調査成果報告書 95-109

Osada K, Kido M, Iida H, Matsunaga K, Iwasaka Y, Nagatani M, Nakada H (2003) Seasonal variation of free tropospheric aerosol particles at Mt. Tateyama, central Japan. J Geophys Res 108 (D23): 8667.doi: 10.1029/2003JD003544

十代田朗・野崎哲矢. (1999). 観光地としての立山黒部アルペンルートの形成過程と富山県側での論議.

ランドスケープ研究, 63(5), 743-748.

鈴木時夫 (1964) 奥黒部地方の高山および亜高山植生の植物社会学的研究. 富山大学学術総合調査団

「北アルプスの自然」 219-254

鈴木時夫・梅津幸夫 (1965) 奥黒部・立山および白山のハイマツ低木林と高山ハイデ. 日本生態学会誌

15: 113-124

鈴木時夫・二村昭八 (1966) 積雪と植生—立山平, 東斜面の帶状測定. 日本生態学会誌 16: 191-199

平英彰・沢田隆司 (1977) 立山・剣岳地方 (海拔高 2500m) に分布する天然スギについて. 日本林学会誌 59: 449-452

平英彰 (1985) 北アルプス北部におけるタテヤマスギの天然分布について. 森林立地 27: 1-7

立山植生研究会 (1998) 平成 10 年度立山植生モニタリング調査成果報告書. 富山県, 104pp.

立山植生研究会 (1999) 平成 11 年度立山植生モニタリング調査成果報告書. 富山県, 118pp.

立山植生研究会 (2000) 平成 12 年度立山植生モニタリング調査成果報告書. 富山県, 112pp.

立山植生研究会 (2002) 環境変動と立山の自然(I) —立山植生モニタリング第 I 期調査成果報告書—.

富山県, 148pp

立山植生研究会 (2003) 平成 14 年度立山植生モニタリング調査成果報告書. 富山県, 62pp.

立山植生研究会 (2004) 平成 15 年度立山植生モニタリング調査成果報告書. 富山県, 77pp.

立山植生研究会 (2005) 平成 16 年度立山植生モニタリング調査成果報告書. 富山県, 88pp.

立山植生研究会 (2006) 平成 17 年度立山植生モニタリング調査成果報告書. 富山県, 80pp.

立山植生研究会 (2007) 平成 18 年度立山植生モニタリング調査成果報告書. 富山県, 51pp.

立山植生研究会 (2008) 環境変動と立山の自然(II) —立山植生モニタリング第 II 期調査成果報告書—.

富山県, 219pp.

立山植生研究会 (2014) 環境変動と立山の自然(III) —立山植生モニタリング第 III 期調査成果報告書—.

富山県, 195pp.

立山植生研究会 (2008) 平成 21 年度立山植生モニタリング調査成果報告書. 富山県, 124pp.

立山植生研究会 (2008) 平成 22 年度立山植生モニタリング調査成果報告書. 富山県, 113pp.

富山県 (1977) 立山池塘保護対策調査報告書(第 1 報). 立山池塘保護対策調査報告書, 37pp.

富山県 (1978) 立山池塘保護対策調査報告書(第 2 報). 立山池塘保護対策調査報告書, 44pp.

富山県 (1979) 立山池塘保護対策調査報告書(第 3 報). 立山池塘保護対策調査報告書, 74pp.

富山県 (1979) 立山道路沿線自然生物定点調査報告書(第 1 報). 181pp.

富山県 (1980) 立山道路沿線自然生物定点調査報告書(第 2 報). 147pp.

富山県 (1993) 富山県自然環境指針—人間と自然との共存を目指して—. 87pp.

富山県 (1996) 立山道路沿線自然生物定点調査報告書(第 18 報). 143pp.

富山県 (2002) 富山県の絶滅のおそれのある野生生物—レッドデータブックとやま—. 富山県生活環境部自然保護課, 352pp.

富山森林管理署 (2004) 立山スギ巨木調査報告書. 富山森林管理署, 36pp.

遠山大和・鈴木悟郎・佐竹洋・川田邦夫・飯田肇 (2005) 酸素同位対比を用いた山岳地積雪の積雪時期推定. 日本雪氷学会誌 67: 319-330

Wada N, Kawada K, Kawamura R, Aoki K, Kume A (2004) Increasing winter runoff due to climatic change in a middle latitude mountain area of central Japan. *J Meteorol Soc Jpn* 82: 1589-1597.
doi: 10.2151/jmsj.82. 1589

渡辺幸一・朴木英治・吉久真弘・西野幹・柳瀬友治 (2006) 立山・美女平におけるオゾン、窒素酸化物および二酸化硫黄濃度の測定. *大気環境学会誌* 41: 268-278

山崎直方 (1902) 氷河果して本邦に存在せざりしか. *地質学雑誌* 110: 390-398

横山秀司 (1998). 北アルプス, 立山・室堂における観光と景観収支. *商経論叢* 39:3:181-204

吉井亮一・藤井昭二 (1981) 立山弥陀ヶ原台地における湿原堆積物についての花粉分析（予報）. *植物地理・分類研究* 29: 40-50

吉井亮一・折谷隆志 (1987) 立山天狗平における湿原堆積物についての花粉分析. *植物地理・分類研究* 35 : 127-136

吉井亮一 (1988) 立山室堂平における立山弥陀ヶ原台地における湿原堆積物についての花粉分析. *日本花粉学会誌* 34: 43-53

付表(電子媒体)

毎木調査資料

植生調査野帳

年輪解析

外来植物

気象観測資料

※モニタリング、報告書作成の基礎となるすべての野帳資料を原則テキスト形式で富山県および調査関係者が共有する。本資料は非公開とし、調査担当者の許可なく利用できないものとする。