

# 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—

石田 仁 編



平成 26 年 3 月  
富山県

Toyama Prefecture (2014) Report of Mt. Tateyama Vegetation Monitoring Program (III).

Toyama Prefectural Government, Toyama

発刊にあたって

## 目 次

第1章	調査の目的と経緯（石田 仁）	2
第2章	植生・森林動態固定調査区の概要（石田 仁・中島春樹）	8
2.1	全固定調査区一覧	8
2.2	各固定調査区	12
第3章	気象観測（中島春樹）	21
3.1	気温	21
3.2	最深積雪深	24
3.3	地表面温度（根雪期間）	25
第4章	植生調査（石田 仁）	28
4.1	方法	28
4.2	結果と考察	33
第5章	森林動態調査（中島春樹）	80
5.1	方法	80
5.2	結果と考察	82
5.3	目視による活力度評価と樹冠画像解析による評価の比較検証	108
第6章	年輪年代学的成長解析（加藤 輝隆）	116
6.1	デンドロメータを用いたスギの肥大成長の記録	116
6.2	年輪年代学的成長解析	118
第7章	外来植物調査（太田道人・山下寿之）	143
7.1	調査区および方法	143
7.2	各調査区における外来植物の出現状況	146
第8章	ブナ林保全対策事業（大宮 徹）	161
8.1	事業の目的	161
8.2	対象地と植栽方法	161
8.3	調査方法	164
8.4	調査結果	165
第9章	要 約	176
	植物目録	181
	付 表（電子媒体）	195

## 第 1 章 調査の目的と経緯 (石田 仁)

富山県は、自然植生に覆われた面積割合が高く、本州都府県の中で最も自然度が高いとされる(環境省 1982)。このことは、県東南部に位置する立山連峰、通称北アルプスの存在に負うところが大きい(富山県 1993、石田 2004)。立山連峰は剣岳、立山、浄土山、薬師岳等 2000～3000m 級の山岳を擁し、圏谷やU字谷といった氷河地形を残している(小笠原 1969)。立山西斜面には約 22 万年前の火山活動によって形成された立山カルデラが展開し、傍らに溶岩台地が舌状に広がっている。世界でも有数の豪雪地であり、標高 2000m 以上では積雪深が 5m、場所によっては 20m を超え、年間の根雪期間は 200 日以上に達する(中川ら 1976、長井 1988、立山植生研究会 1998～2008)。立山山頂直下の山崎カールは日本で最初に発見された氷河の痕跡であり、立山周辺ではこれまでに多くの雪氷学および地史・植生史の成果が報告されてきた(山崎 1902、小笠原 1969、中川ら 1976、吉井・藤井 1981、吉井・折谷 1987、吉井 1988 など)。高山帯を中心として原生的な自然環境がよく保存されており、希少な動植物および群落が多く分布している(鈴木 1964、鈴木・梅津 1965、鈴木・二村 1966、平・沢田 1977、平 1985、富山県 2002、富山森林管理署 2004 など)。2012 年には立山弥陀ヶ原・大日平が国際的に重要な湿地としてラムサール条約登録簿に掲載された。また、立山は、古く山岳宗教の巡礼地であり、スポーツ登山発祥の地でもある。

立山連峰一帯は、昭和 9 年、後立山連峰、穂高連峰とともに中部山岳国立公園に指定された。さらに昭和 46 年、桂台から室堂に至る立山黒部アルペンルートが開設され、多くの人々が温帯林から高山帯へ連なる自然景観を容易に観光できるようになった。当ルートは、開設当時から今日に至るまで、毎年 100 万人以上の人々が訪れる全国有数の観光地となっている。一方、立山黒部アルペンルートの開設は富山および立山地域の振興に大きく貢献した反面、ルート沿線の自然環境に対する影響も少なくなかった。富山県は、立山黒部アルペンルート沿線の自然環境の変化を把握するため、昭和 52 年以降、立山植生活力度調査、道路沿線自然生物定点調査等の各種モニタリング調査や保全事業を実施してきている(立山池漕保護対策調査報告書 1977、1978、1979、立山道路沿線自然生物定点調査報告書 1979 など)。



図 1.1 立山植生モニタリング調査地点 (植生調査)

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、それまでの立山地域の主なモニタリング調査地を引き継ぎ、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ものである。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。

・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。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ヵ年、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
土壌調査	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ヵ年，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，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。

### 1. 立山アルペンルート外来植物モニタリング調査（略称：外来植物調査）

立山黒部アルペン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いる（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）。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。その後、富山県生活環境文化部自然保護課で平成20年度～21年度にかけて、「立山外来植物除去対策検討会」が設置され、沿線の外来植物の侵入状況定点調査に基づき、除去対象種の再検討と侵入防止策・除去体制の構築等が行われた（立山外来植物除去対策検討会2010）。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ため平成 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。

## 2. ブナ林保全事業追跡調査 (略称:ブナ林保全事業)

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。実施箇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 m<sup>2</sup>)、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、現場の状況に合わ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、高い生存率で順調な成長を示し、2003 年の時点で平均苗高 160 cm 程度にまで成長した(石田 2004)。2003 年以降も、毎年の植栽苗の成長に関する追跡調査が現在まで継続されてきている。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。

この調査報告書は、従来の植生調査、森林動態調査、年輪年代学的解析に新たに外来植物とブナ林保全事業の二課題を加えた立山植生モニタリング調査第Ⅲ期(表 1. 2)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 山下寿之	富山市科学博物館 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

## 関連文献

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

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 :第60巻 第2号: p157-165.

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

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・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 ー基礎編ー. 富山県林業技術センター研究報告17(別冊):146pp.
- 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 ー長期モニタリング調査結果の評価ー 日生態会誌: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.
- 環境庁自然保護局(1982)日本の自然. 大蔵省印刷局:p. 249.
- 小島覚(1996)気候温暖化と北陸地方の植生 J. Phytogeogr. & Taxon:44:9-18
- Kojima S(2006)Vegetation of *Alnus sinuata* thicket of the Chugach Mountains, southeastern Alaska-Its classification and ecogeographical interpretations. Vegetation of *Alnus sinuata* thicket of the Chugach Mountains, southeastern Alaska-Its classification and ecogeographical interpretations. Polar Biosci:19:96-114
- 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: DOI 10.1007/s11284-008-0557-2:
- 丸山幸平 (1991) ーブナの生活史ー. 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:89-92
- 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 ー立山・弥陀ヶ原を例としてー. 地理科学41(2):85-98.
- 長井真隆 (1988) T K K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.
- 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
- 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
- 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、東斜面の帯状測定. 日本生態学会誌 16:191-199
- 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(2009)平成20年度立山植生モニタリング調査成果報告書. 富山県:131pp.
- 立山植生研究会(2010)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:123pp.
- 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. 富山県:112pp.
- 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. 富山県:110pp.
- 立山植生研究会(2013)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:123pp.
- 富山県(1977)立山池瀆保護対策調査報告書(第1報). 立山池瀆保護対策調査報告書:37pp
- 富山県(1978)立山池瀆保護対策調査報告書(第2報). 立山池瀆保護対策調査報告書:44pp
- 富山県(1979)立山池瀆保護対策調査報告書(第3報). 立山池瀆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(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(1996)立山道路沿線自然生物定点調査報告書. 18:143
- 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 :第67巻 第4号: p. 319-330.
- 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 Jpn82:1589-1597. 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. 日本地質学会:110:390-398
- 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 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



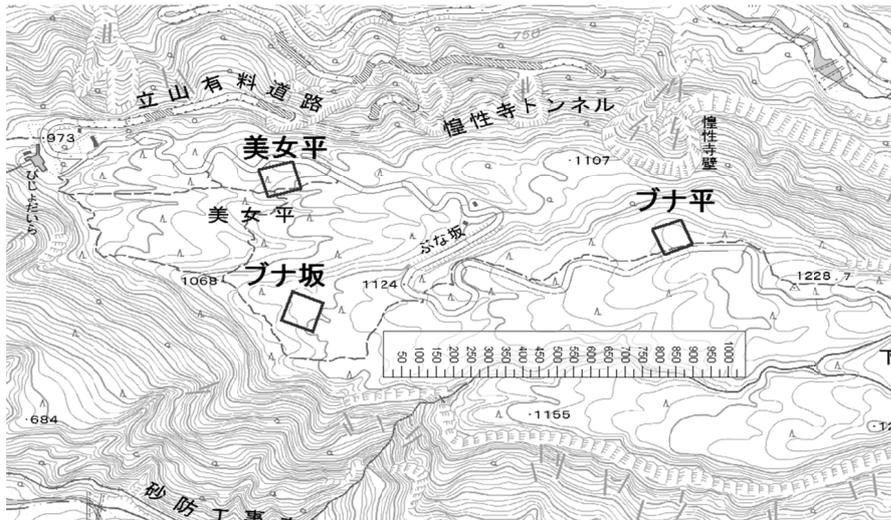


図 2.1.2.1 固定調査区位置図  
(美女平, ブナ坂, ブナ平)

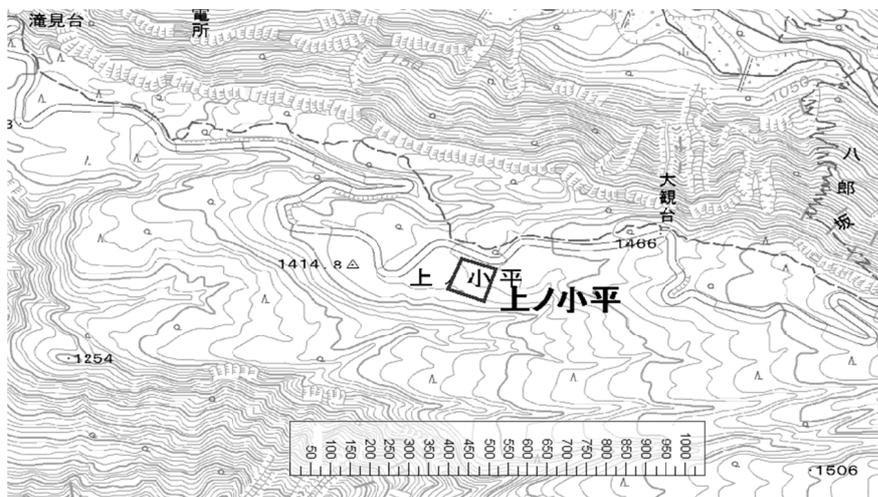


図 2.1.2.2 固定調査区位置図  
(上ノ小平)



図 2.1.2.3 固定調査区位置図  
(弥陀ヶ原, 美松, 松尾峠)



図 2.1.2.4 固定調査区位置図  
(鏡石)



図 2.1.2.5 固定調査区位置図  
(浄土山)

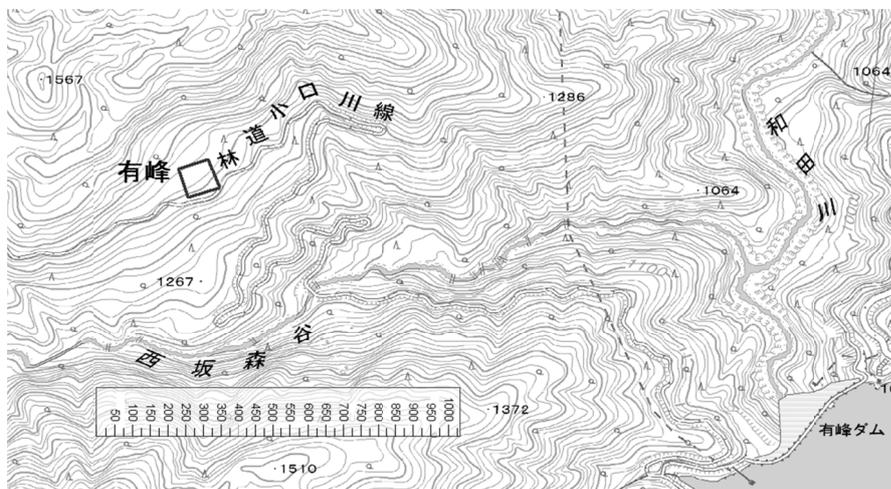


図 2.1.2.6 固定調査区位置図  
(有峰)

表 2.1.1 立山植生モニタリング固定調査区

プロット名	[01] 美女平	[02] ブナ坂	[03] ブナ平	[04] 上ノ小平	[05] 弥陀ヶ原
旧名称	A	B	E	H	D
緯度_wgs84	36.582854	36.578568	36.580857	36.571317	36.5739972
経度_wgs84	137.466717	137.467562	137.47948	137.506773	137.554075
平均標高(m)	1040	1090	1190	1430	1890
プロット(m)	100*100	100*100	100*100	100*100	5*100
プロット面積(ha)	1	1	1	1	0.05
植生調査枠(m)	50*50	40*70	50*50	50*50	5*100
サブプロット数	10*10	10*10	10*10	10*10	5*5
サブプロット(m)	25	28	25	25	20
平均気温(°C) ※1	8.1	8.1	7.9	6.4	2.2
温量指数(°C・月) ※1	63.3	64.4	61.9	53.2	27.2
寒さの指数(°C・月) ※1	-26.3	-27.8	-26.9	-35.9	-61.3
年降水量(mm) ※1	3570	3352	3440	3557	4100
積雪深(cm) ※1	284	256	273	323	323
立木調査 ※2	DBH10cm 以上	DBH10cm 以上	DBH10cm 以上	DBH10cm 以上	
優占樹種	スギ	スギ・ブナ	ブナ・スギ	スギ・キタゴヨウ	湿性草原
森林調査 1 回目	199809	199809	199910	200009	
森林調査 2 回目	200310	20020613	200310	20040531-0601	
森林調査 3 回目	20060925	20050614	20060926	20070605-06	
森林調査 4 回目	20090903	20080602-03	20090831	20100615	
森林調査 5 回目	20120903	20110607-08	20120904	20130625-27	
植生調査 I 期	19980711-12	19980709-20	19990816-17	20000905	19990903
植生調査 II 期	20020820	20020821	20050821	20030804	20050905
植生調査 III 期	20080908	20080909-10	20110905	20090901-02	20100901-02

プロット名	[06] 美松	[07] 松尾峠	[08] 鏡石	[09] 浄土山	[10] 有峰
旧名称	F	C	G	I	J
緯度_wgs84	36.570683	36.561895	36.582018	36.566646	36.496705
経度_wgs84	137.559582	137.552649	137.575497	137.605328	137.429293
平均標高(m)	1960	1970	2250	2830	1350
プロット(m)	50*100	50*100	25*25	15*15	100*100
プロット面積(ha)	0.5	0.5	0.0625	0.0225	1
植生調査枠(m)	50*50	100*50	25*25	15*15	50*50
サブプロット数	10*10	10*10	5*5	3*3	10*10
サブプロット(m)	25	50	25	25	25
平均気温(°C) ※1	3.7	3.4	2	-0.9	6
温量指数(°C・月) ※1	40	36.6	27.6	17.7	51.6
寒さの指数(°C・月) ※1	-54.4	-55.2	-63.8	-88.4	-39.2
年降水量(mm) ※1	3633	3459	3725	3620	3047
積雪深(cm) ※1	461	411	474	501	397
立木調査 ※2	DBH10cm 以上	DBH10cm 以上	樹高 1.3m 以上		DBH10cm 以上
優占樹種	オオシラビソ	オオシラビソ	オオシラビソ	ハイマツ	ブナ
森林調査 1 回目	199910	199810	19990904-05		200009
森林調査 2 回目	20031008	20020524	20040617		200406
森林調査 3 回目	20070605-0713	20050613	20070806		20070910
森林調査 4 回目	20100614-0707	20080602	20090902		20100928
森林調査 5 回目		20110606	20120724		
植生調査 I 期	19990818-19	19980718-20	19990904-05	20000906	20000911-12
植生調査 II 期	20060905	20040902	20040901	20060907	20070905
植生調査 III 期	20120822	20100826-0902	20100823-25	20120820	20131002-03

※1 気象庁気候値メッシュ, ※2 DBH: 胸高直径

## 2.2 各固定調査区

### 2.2.1 美女平調査区

当調査区は、舌状の立山溶岩台地の先端部にある美女平駅から 0.7km のアルペンルート沿線、緯度経度 36.582854,137.466717 (wgs84 , Google map 検索用書式, 以下同じ), 標高 1040m に位置するスギ人工林(明治 41 年植栽)である(図 2.1.1, 図 2.1.2.1, 写真 2.2.1.1,2, 図 2.2.1.1)。調査区中央に沢地形が発達し、融雪期にも遅くまで残雪が残るが通常流水は認められない。調査区内 (100m×100m)の地形はほぼ平坦であるが、調査区の近隣には風穴もあり、水はけは良好で滞水している場所はない。造林木であるスギが主要構成樹種であり、一部前生林分由来と思われる大径のスギが混交し、広葉樹が天然更新している。

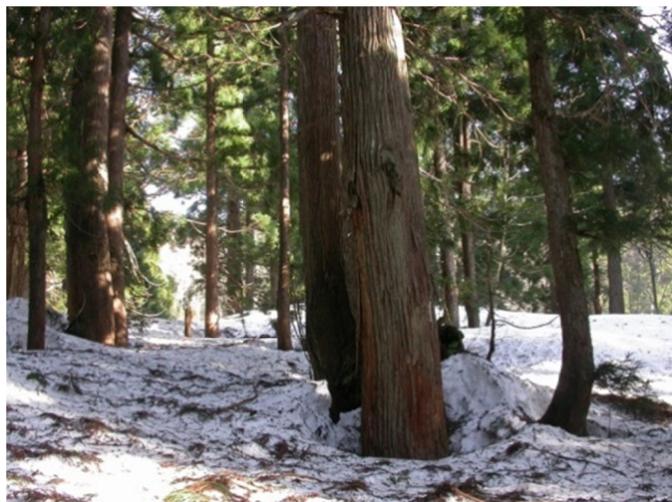


写真 2.2.1.1 林内写真(美女平)  
スギ造林木



写真 2.2.1.2 林内写真(美女平)  
前生林分に由来するスギあがりこ

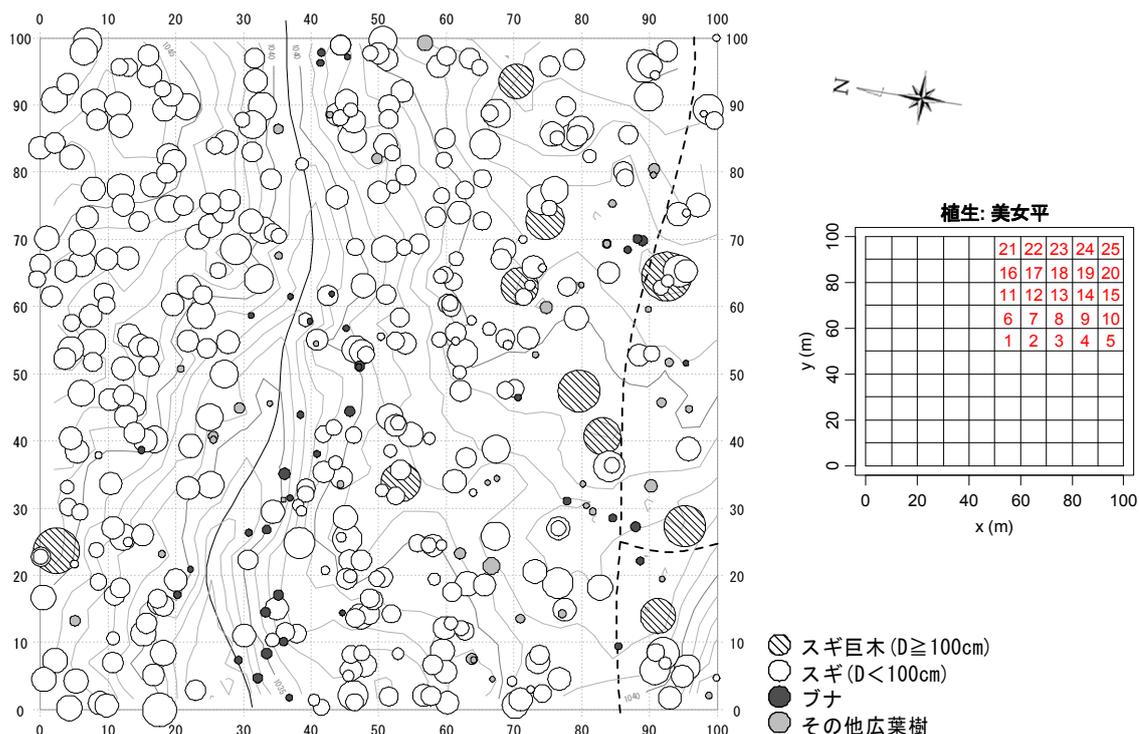


図 2.2.1.1 美女平調査区の立木の空間分布と植生サブプロット

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 1m、点線は歩道、実線は谷

y 軸正方向方位 81 度、座標軸の単位は m

## 2.2.2 ブナ坂調査区

当調査区(100m×100m)は、美女平駅から約0.9km、室堂方向にあがった緯度経度36.578568,137.467562、標高1090m地点に位置している(写真2.2.2.1,図2.2.2.1)。アルペンルートからは、300m以上の距離があり、人為的攪乱の影響は少ない。台地上にあり明瞭な傾斜方向は認められないが、沢による浸食によって起伏は認められる。スギとブナが優占する。



写真 2.2.2.1 林内写真(ブナ坂)  
スギの巨木とブナ

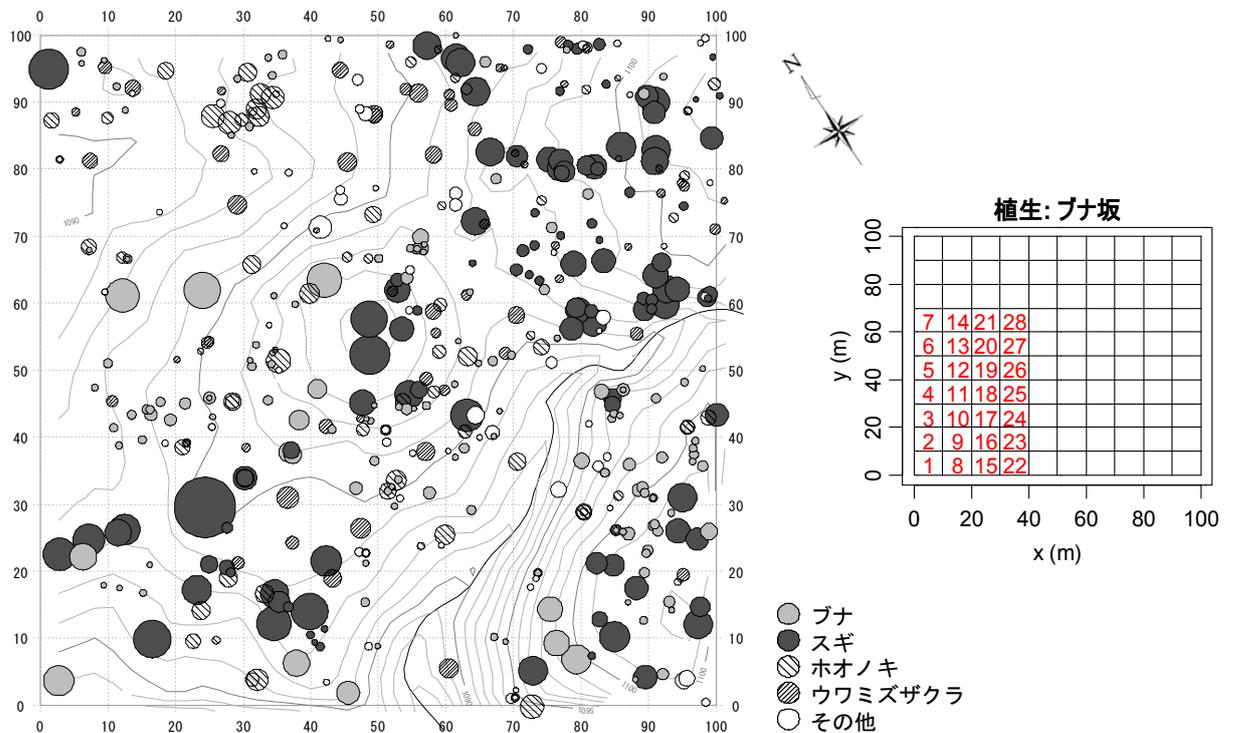


図 2.2.2.1 ブナ坂調査区の立木の空間分布と植生サブプロット

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 1m、実線は谷  
y 軸正方向方位 34.5 度、座標軸の単位は m

### 2.2.3 ブナ平調査区

当調査区(100m×100m)は、美女平駅から直線で1.9km、緯度経度36.580857, 137.47948、標高1190m地点に位置する(写真2.2.3.1, 図2.2.3.1)。調査枠の南辺がアルペンルートに接している。地形は平坦であり、明瞭な沢地形は認められないが、緩やかな凹凸地形が観察され、窪地には滞水地が認められる。スギおよびブナが優占する森林である。調査区内には枯死もしくは樹勢の衰えた大木が比較的多く認められている。



写真 2.2.3.1 林内写真(ブナ平)  
林内は平坦でスギとブナが優占する。一部のブナ大径木の衰退が認められる。

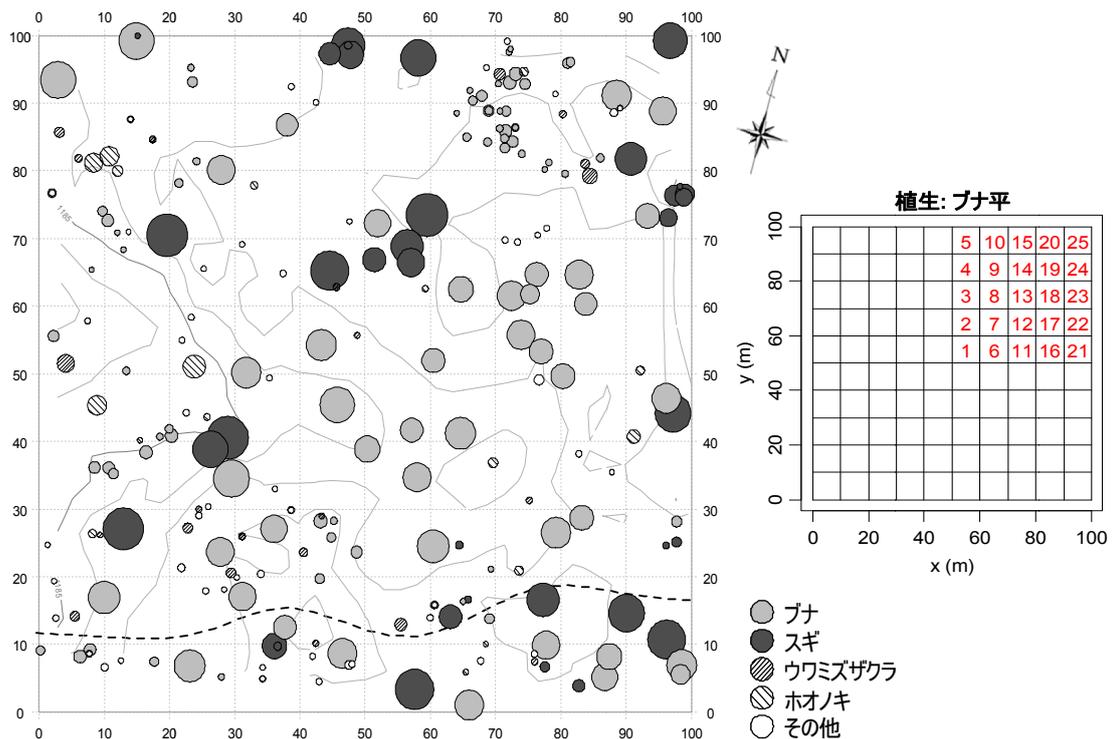


図 2.2.3.1 ブナ平調査区の立木の空間分布と植生サブプロット  
 円の大きさは胸高直径と相対関係にある  
 生存木のみを表示、等高線間隔1m、点線は歩道  
 y 軸正方向方位 346.5 度、座標軸の単位は m

## 2.2.4 上ノ小平調査区

当調査区(100m×100m)は、美女平駅から4.4km、緯度経度 36.571317,137.506773、標高 1430m 地点に位置する(写真 2.2.4.1, 図 2.2.4.1)。調査枠の北辺がアルペンルートに接している。アルペンルート付近は平坦だが、南半分が常願寺川の谷に向かって傾斜している。温帯と亜寒帯の移行帯に位置し、スギ、キタゴヨウ、ネズコ、オオシラビソ、ブナ等が混交している。オオシラビソでは立ち枯れしている個体が多く認められる。

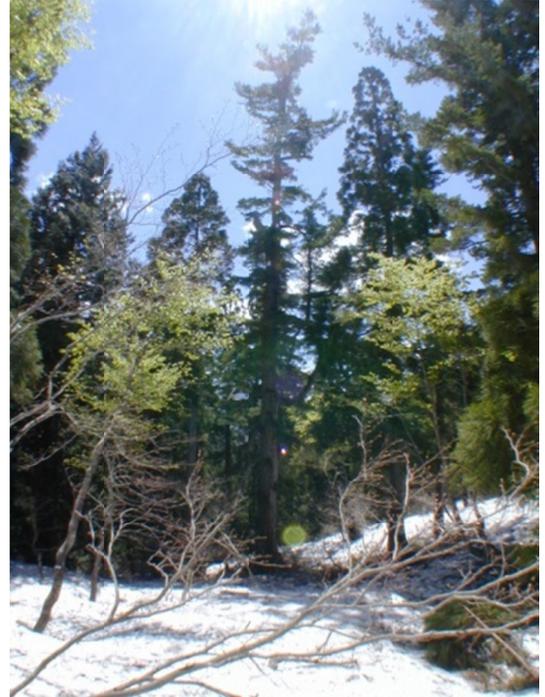


写真 2.2.4.1 林内写真(上ノ平)  
温帯と亜寒帯の移行帯。ブナとオオシラビソが混交する

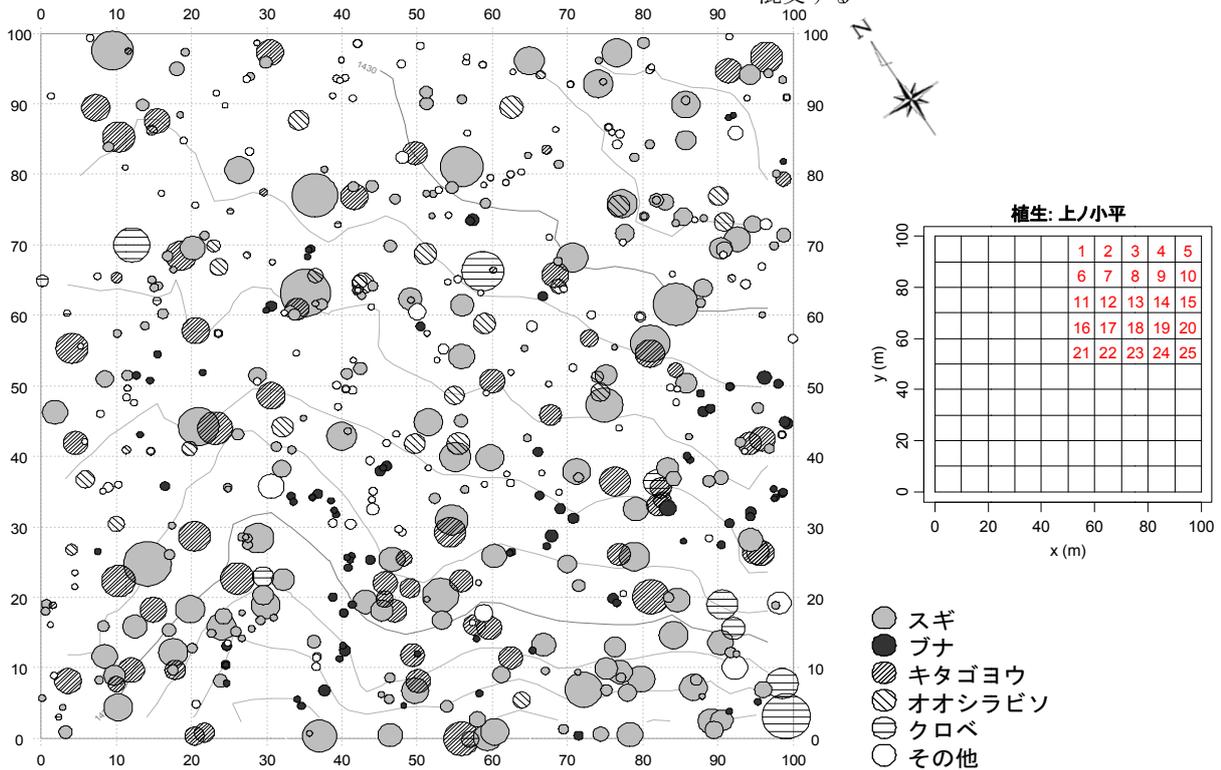


図 2.2.4.1 上ノ小平調査区の立木の空間分布と植生サブプロット

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  
y 軸正方向方位 34.3 度、座標軸の単位は m

## 2.2.5 弥陀ヶ原調査区

美女平駅から 8.5km, 緯度経度 36.5739972,137.554075, 標高 1890m, アルペンルートに接する美松固定調査区の下方向約 600m に位置している(写真 2.2.5.1, 図 2.2.5.1)。立山弥陀ヶ原・大日平ラムサール条約(2012)の保護地区には含まれていない。周辺の山腹斜面にはオオシラビソを主要構成樹種とする亜高山帯針葉樹林が発達しているが, 平坦地では高木林が発達せず池塘を多く含む湿性草原が発達している。1999 年に 5m×100m のベルト状調査区を設置し, そのベルト状調査区を 20 個の 5m×5m の方形区に分割しサブプロットで出現種の被度を記録してきている。

2011~2012 年に, 池塘の形状変化を明らかにする目的で, 松本・竹田(1986)の調査枠内の全池塘, および最大クラスの三個の池塘の周囲測量を実施した。大型池塘の名称については面積の大きい順に A, B, C とした。



写真 2.2.5.1 調査区(弥陀ヶ原)  
湿性草原内に多くの池塘が分布している。



図 2.2.5.1 調査区(弥陀ヶ原)  
植生調査用ベルト状調査区(点線, 図 2.2.5.2 参照)  
池塘形状調査 方形区(実線枠内 松本・竹田 1986), 大池塘 ABC

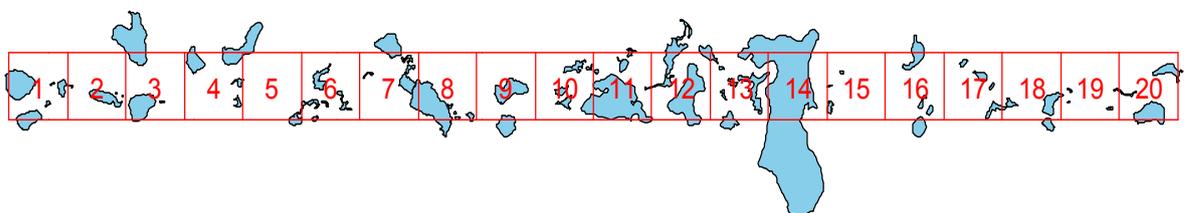


図 2.2.5.2 植生調査用サブプロット(図 2.2.5.1 の点線調査区内)

## 2.2.6 美松調査区

当調査区(50m×100m)は、美女平駅から9km、緯度経度 36.570683,137.559582、標高 1960m、弥陀ヶ原バス停から室堂方向に約 500 m 進んだ地点に位置している。調査区は立山アルペンルート斜面下部、湿原の方向に向かって設置している（写真 2.2.6.1, 図 2.2.6.1）。オオシラビソが優占する。調査区の上部 20m 程度は、除雪の影響を受け、林縁部のオオシラビソの衰退が認められる。



写真 2.2.6.1 美松調査区

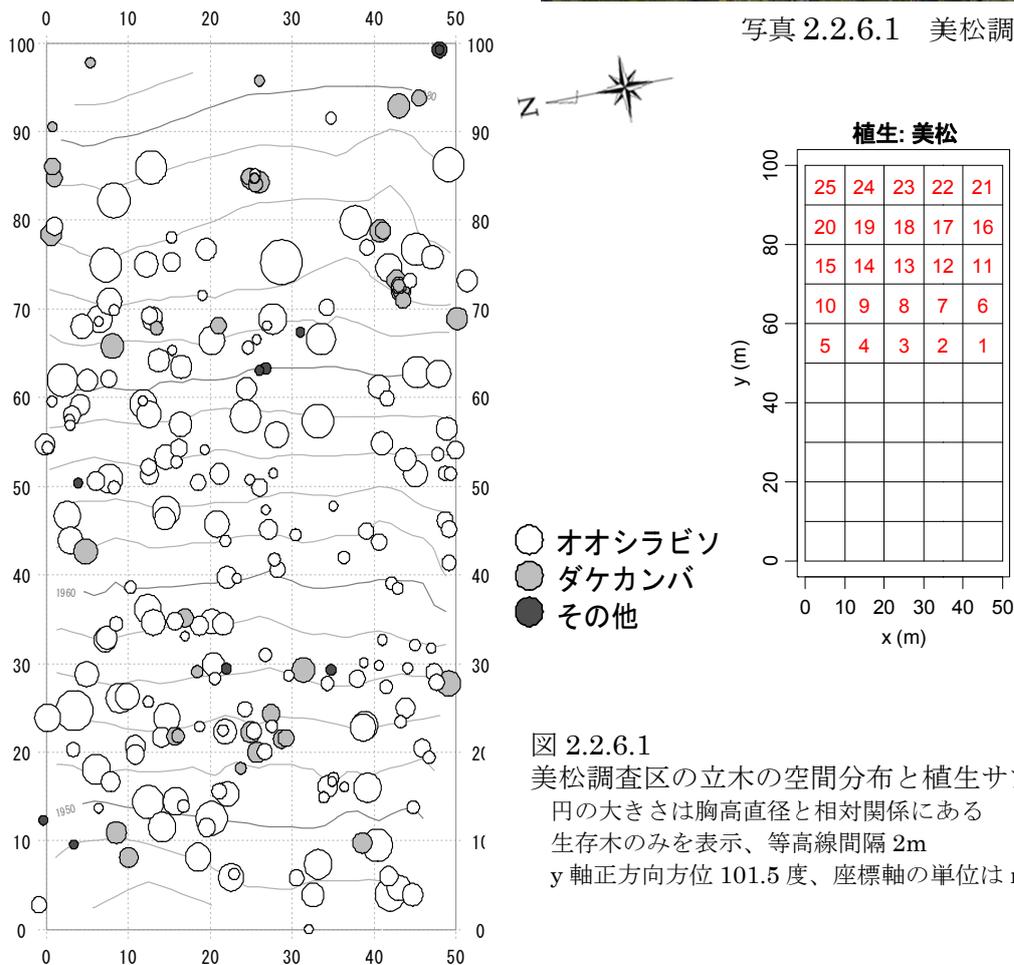


図 2.2.6.1  
 美松調査区の立木の空間分布と植生サブプロット  
 円の大きさは胸高直径と相対関係にある  
 生存木のみを表示、等高線間隔 2m  
 y 軸正方向方位 101.5 度、座標軸の単位は m

## 2.2.7 松尾峠調査区

当調査区(50m×100m)は、美女平駅から8.7km、緯度経度 36.561895,137.552649、標高 1970m、松尾峠の北東約 250mの地点に位置している(写真 2.2.7.1, 図 2.2.7.1)。アルペンルートからは 0.4km、美松固定調査区から 1.2km 離れている。人為的攪乱の影響は少ない。調査枠の上辺は立山カルデラ辺縁部となっており、斜面上部にはオオシラビソの優占する森林が発達している。調査枠の下部では森林は発達せず、矮性化したチシマザサが密生している。



写真 2.2.7.1 松尾峠調査区  
調査区下端部からの撮影

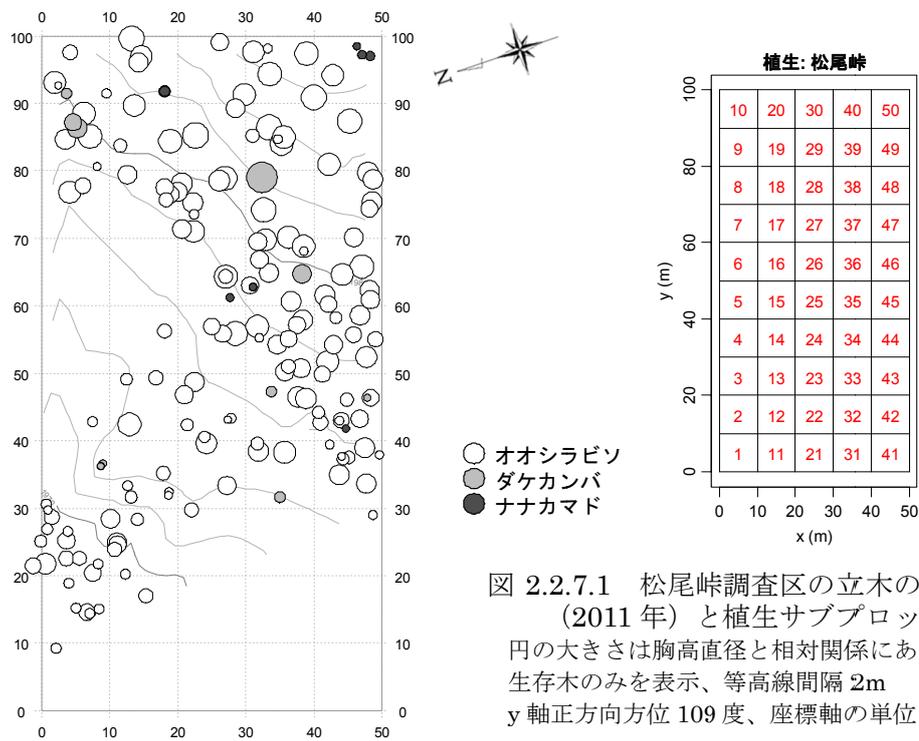


図 2.2.7.1 松尾峠調査区の立木の空間分布  
(2011年)と植生サブプロット

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  
y 軸正方向方位 109 度、座標軸の単位は m

## 2.2.8 鏡石調査区

本調査区(25m×25m)は、美女平駅から10.3km、緯度経度 36.582018, 137.575497, 標高 2250m、亜高山帯と高山帯の境界となる森林限界付近に位置している(写真 2.2.8.1, 図 2.2.8.1)。矮生化したオオシラビソとハイマツの混交する低木林となっている。



図 2.8.1 鏡石調査区

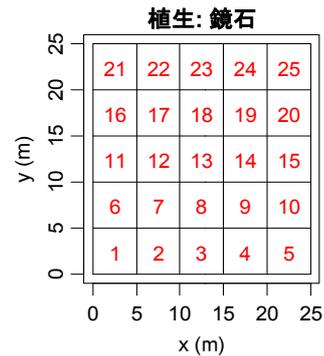
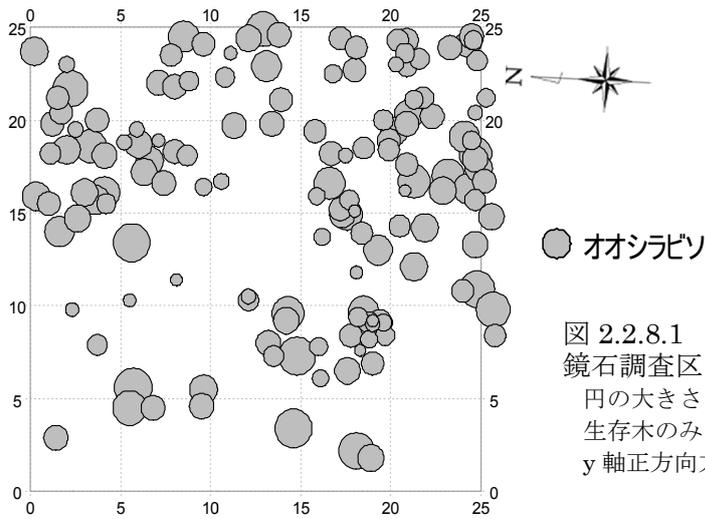


図 2.2.8.1  
鏡石調査区の立木の空間分布と植生サブプロット  
円の大きさは胸高直径と相対関係にある  
生存木のみを表示  
y 軸正方向方位 87 度、座標軸の単位は m

## 2.2.9 浄土山調査区

本調査区(15m×15m)は、美女平駅から13.2km、緯度経度 36.566646, 137.605328, 標高 2830m の浄土山山頂付近に位置し、ハイマツが優占している(写真 2.2.9.1, 図 2.2.9.1)。調査枠内を 3 m×3 m サブコードラート 25 個に分割し、植生調査を実施している。

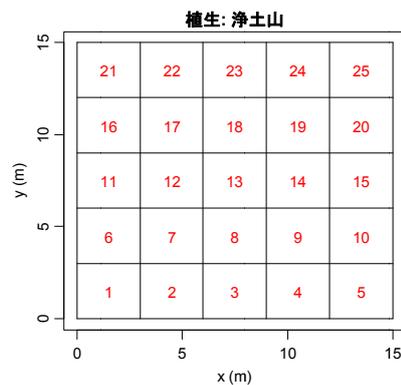


図 2.2.9.1  
浄土山調査区の  
植生サブプロット



写真 2.2.9.1 浄土山調査区

## 2.2.10 有峰調査区

立山溶岩台地と異なる山塊のブナ林として、富山市有峰のブナ林を調査に加えている(写真 2.2.10.1, 図 2.2.10.1)。当調査区(100m×100m)は、緯度経度 36.496705, 137.429293, 標高 1350m, 美女平駅の南西南 9.9km の地点に位置している。ブナ、ウダイカンバ、ホオノキ、トチノキ等の温帯落葉広葉樹が混交する。ブナ坂、ブナ平の調査区と同様にブナが優占種となっているが、スギは分布していない。



写真 2.2.10.1 林内写真(有峰)  
ブナ林。立山の調査区と異なりスギは分布していない。

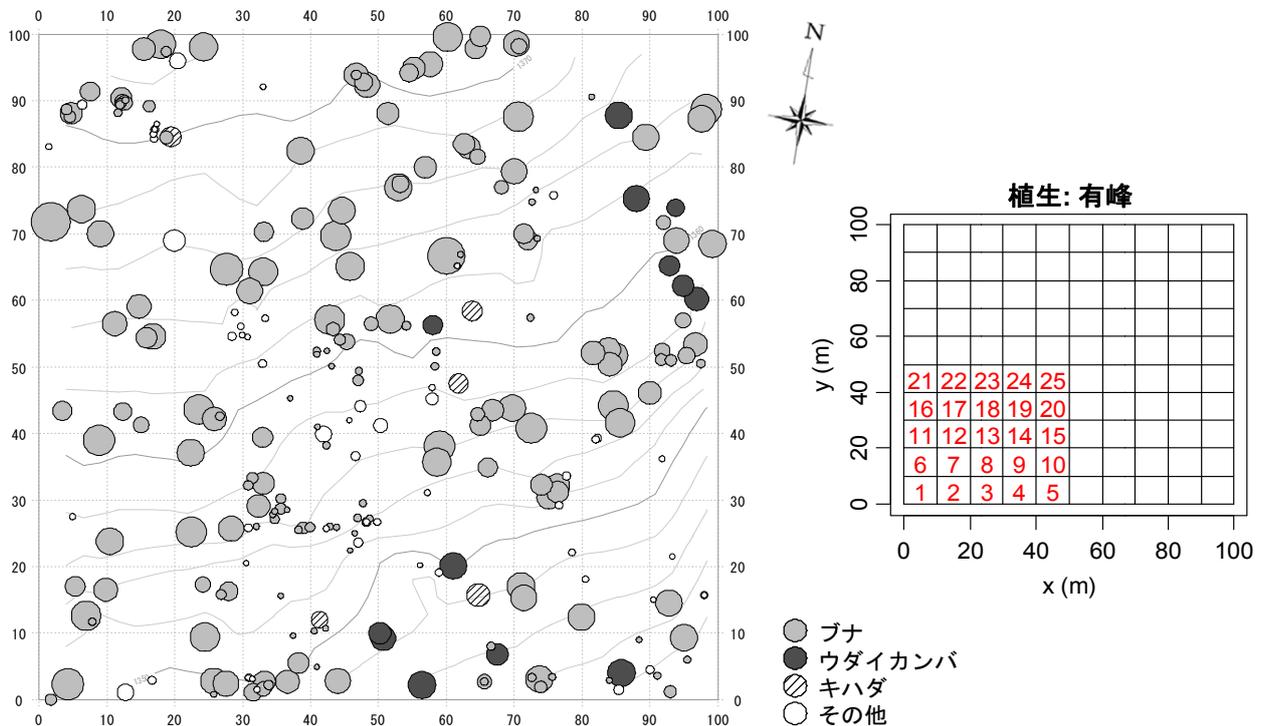


図 2.2.10.1 有峰調査区の立木の空間分布と植生サブプロット

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  
y 軸正方向方位 351 度、座標軸の単位は m

### 第3章 気象観測 (中島春樹)

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 3.1.1)。地表面温度については、根雪期間を推定すること(石田 2006)を目的としている。

表 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 (根雪期間)
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~	○2004~
7	松尾峠	1970	○1998~	◎2004~	◎1999~
8	鏡石	2250	○1999~		◎2000~
9	浄土山	2830	▲2000~2010		◎2001~
10	有峰	1350			◎2004~

◎: 継続中, 欠測なし ○: 継続中, 欠測あり ▲: 休止  
 地表面温度(根雪期間), 最深積雪深については観測開始寒候期の越年後の年を示し、例えば「2004~」とあるものは「2003~2004寒候期から開始」を表す

表 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	測定開始	ログ電子	1998/09/04 16:00	3-4m	No.33ウミズザクラ
	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	測定開始	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	測定開始	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
	測定終了		2010/06/28 11:00		
浄土山	測定開始	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	"

### 3.1 気温

#### 方法

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 3.1.2)。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年にティアンドデイ社製おんどとり 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。下に述べるとおり、ブナ坂と松尾峠では冬期にセンサー部が積雪に埋まることや、観測値が直射日光の影響を受けることがあったため、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。この際にロガー (おんどとり) は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。なお、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。

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った(図 3.1.1)。最深積雪深はブナ坂で 4m、松尾峠で 5m を超えることがあるので(図 3.2.1)、ブナ坂、松尾峠、鏡石では、地上高 3~4m にセンサーを設置した場合は、積雪に埋まることがあったためだと考えられた。浄土山については、やぐら全体が積雪に埋まったか、やぐら上の積雪に埋まったためと考えられた。そこで、観測データを調査区間もしくは周辺地域で観測

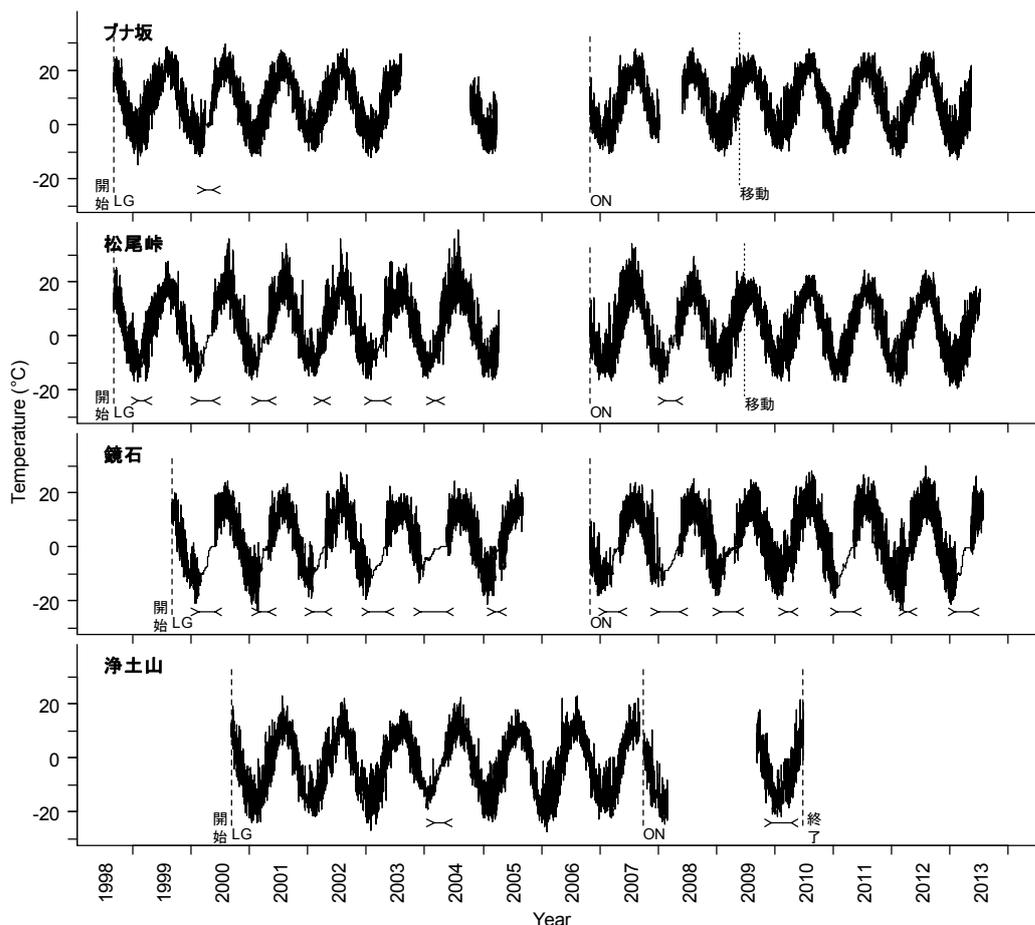


図 3.1.1 気温の経時変化（ログガーに記録された 1 時間間隔の全データ）

破線は測定開始、測定終了、ログガー種別変更日時を表し、下端の英字記号はログガー種別を表す（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グ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  
 —> は推定した埋雪期間

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。ブナ坂、松尾峠、鏡石、浄土山それぞれ 1、7、13、2 冬期において埋雪期間があったと推定された。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はなくなった。鏡石では観測した全ての冬期において埋雪期間が生じた。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（図 5.2.7.1）、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ることはできず、気温の通年観測は不可能である。

松尾峠の 2005 年までのログ電子ログガーによる観測データを見ると（図 3.1.1）、夏期に異常な高温がパルス状に観測されており、その極値は 2004 年に 39.1℃まで達した。これは、センサー部分に直射日光があたった影響と考えられた（第Ⅱ期報告書 p133）。また、2006 年以降の簡易シェルターで被覆したおんどとりによる観測データでも、やや改善はされたものの 2007 年には 33.9℃を観測するなど 2008 年までは同様のパルス状の高温が観測されており、これについても、直射日光の影響を受けやすい位置に設置したためだと推測される。一方、設置位置を移動した 2009 年以後は異常な高温は観測されておらず、年最高気温を比較すると、移動前は 27.4～39.1℃

だったのに対し、移動後は22.5～24.3℃と低い値となった（図3.1.2）。

以上より、推定した埋雪期間および、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、集計から控除した。その結果、通年の観測データが得られたのは、ブナ坂で8年、松尾峠で3年、浄土山で5年となった。これらの各年について年平均気温を算出し、調査区ごとに平均して年平均気温の平年値とした。鏡石では通年観測できた年はなかった。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℃以上の月について、月平均気温から5℃を引いた値の合計）を求めた。

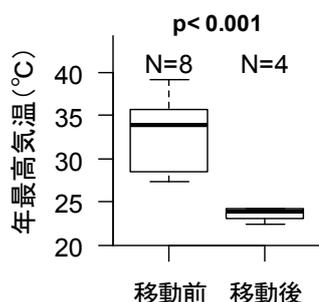


図 3.1.2 松尾峠の年最高気温のロガー移動前後の比較

p 値は t 検定による。2009 年は移動後に含める。通年で欠測のない年のみ（12 年）を対象とする

表 3.1.3 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	—	—
平年値	8.3	2.9	—	-2.5

—は欠測等により通年観測していない年

表 3.1.4 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	-3.8	(12)	-10.6	(4)	-11.1	(7)	-15.2	(8)
2	-3.1	(12)	-8.5	(4)	-10.1	(3)	-14.6	(7)
3	0.3	(10)	-5.4	(4)	—	(0)	-12.2	(6)
4	6.1	(10)	-0.3	(4)	—	(0)	-4.9	(6)
5	12.0	(9)	5.8	(4)	4.7	(5)	1.0	(7)
6	15.5	(11)	10.7	(4)	9.7	(13)	6.0	(7)
7	19.5	(11)	15.1	(4)	13.6	(12)	9.8	(7)
8	20.5	(10)	16.0	(4)	14.4	(12)	10.9	(7)
9	16.8	(10)	12.3	(4)	11.0	(11)	7.4	(6)
10	10.8	(11)	5.8	(4)	4.6	(12)	1.0	(8)
11	4.7	(13)	-0.6	(4)	-1.7	(13)	-5.6	(9)
12	-0.7	(13)	-6.9	(4)	-7.9	(12)	-12.3	(8)
温量指数	66.2		35.6		28.6		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℃以上の月について、月平均気温から5℃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℃未満と推定

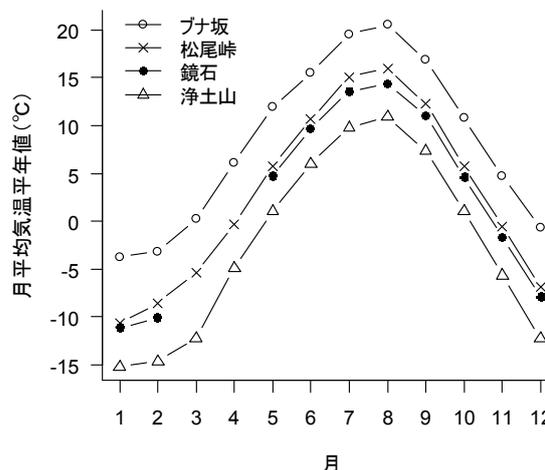


図 3.1.3 月平均気温平年値

表 3.1.5 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	30.0	2000/7/31 13:00	-14.5	1999/2/4 1:00
松尾峠	24.3	2012/8/3 14:00	-19.2	2013/2/17 5:00
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

## 結果

年平均気温の平年値はブナ坂で 8.3℃、松尾峠で 2.9℃、浄土山で-2.5℃だった（表 3.1.3）。富山地方気象台（標高 9m）における年平均気温平年値（1981～2010 年）の 14.1℃（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と、ブナ坂、松尾峠、浄土山それぞれ 0.54、0.57、0.59℃であり、一般に知られている 0.55℃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 3.1.4、図 3.1.3）。吉良の森林帯区分では、温帯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 66.2、松尾峠で 35.6、鏡石で 28.6、浄土山で 14.0 となり（表 3.1.4）、ブナ坂は温帯落葉広葉樹林帯（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 3.1.5）。

## 3.2 最深積雪深

### 方法

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 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 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 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。観測年数は 8～10 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。

### 結果

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、移行帯の上ノ小平では 200～500cm、亜高山帯の美松と松尾峠ではおおむね 400～600cm のレンジで変動した（図 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）。調査区間の相関をみると、標高に近いほど高い相関を示す傾向があった（表 3.2.1）。例えば山地帯の美女平、ブナ坂、ブナ平の間では  $r=0.90\sim 0.93$  の、亜高山帯の美松と松尾峠の間では  $r=0.94$  の高い相関があったが、山地帯の 3 調査区と亜高山帯の 2 調査区間の 6 組合せのうち有意な相関があったの



写真 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

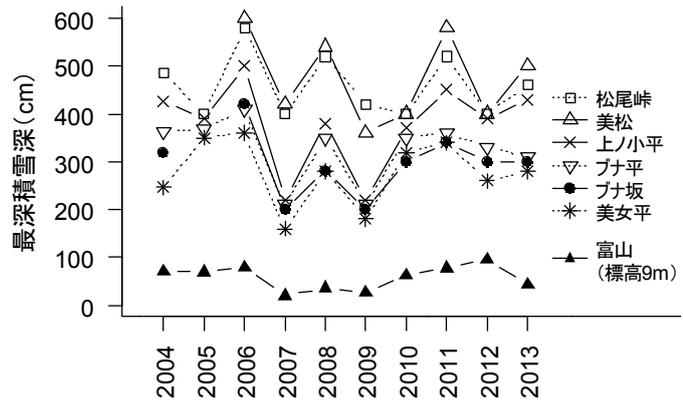


図 3.2.1 最深積雪深の年次推移

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

表 3.2.1 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	0.94 ***	0.65 *	0.56 NS	0.74 *	0.45 NS	0.20 NS
美松		0.78 *	0.71 *	0.76 *	0.71 *	0.30 NS
上ノ小平			0.93 ***	0.95 ***	0.84 **	0.74 *
ブナ平				0.93 ***	0.90 ***	0.76 *
ブナ坂					0.90 ***	0.77 *
美女平						0.67 *

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)

表 3.2.2 最深積雪深の平年値

調査区	最大積雪深 平年値(cm)	観測年数
松尾峠	459	10
美松	475	8
上ノ小平	378	10
ブナ平	326	10
ブナ坂	295	9
美女平	278	10

は 4 組合せだった ( $r=0.71\sim 0.76$ )。各調査区と富山地方気象台との相関をみると、美女平から上ノ小平までの下部 4 調査区は有意な相関があったが ( $r=0.67\sim 0.77$ )、亜高山帯の美松と松尾峠は有意な相関はなかった ( $p<0.05$ )。以上より、亜高山帯の最深積雪深の年次推移パターンは、平野部や山地帯と必ずしも同調的ではないことがわかった。平年値は最も少ない美女平で 278cm、最も多い美松で 475cm となり、標高差約 900m で約 200cm の差があった (表 3.2.2)。

### 3.3 地表面温度 (根雪期間)

#### 方法

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 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 年現在で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。

2012 年 7 月~2013 年 7 月の観測データで例示すると (図 3.3.1)、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

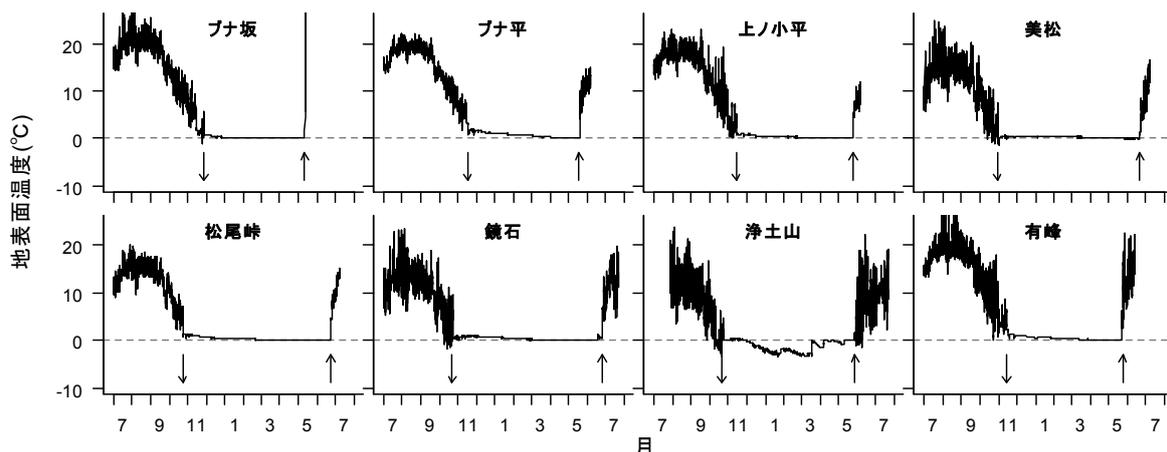


図 3.3.1 2012 年 7 月～2013 年 7 月の地表面温度  
点線は 0°C、↓は根雪初日、↑は根雪終日

±0.22°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。根雪期間の観測年数は 7～15 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。

## 結果

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 200～250 日のレンジで変動した（図 3.3.2）。

最深積雪深と根雪日数の観測データのあるブナ坂、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）、有意な正の相関があり、最深積雪深 300、500cm の時の根雪日数はそれぞれ 170、215 日程度だった。

調査区間の相関をみると、標高に近いほど高い相関を示す傾向があった（表 3.3.1）。例えば山地帯のブナ坂、ブナ平、有峰の間では  $r=0.80\sim0.96$  の、亜高山帯の美松、松尾峠、鏡石の間では  $r=0.74\sim0.92$  の高い相関があったが、山地帯の 3 調査区と亜高山帯の 3 調査区との 9 組合せのうち有意な相関があったのは 5 組合せだった（ $r=0.57\sim0.85$ ）。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 3.2.1）に根雪日数が最も長くなるなど（図 3.3.2）、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可能性がある。富山地方気象台の根雪日数はいずれの調査区とも相関はなかった。

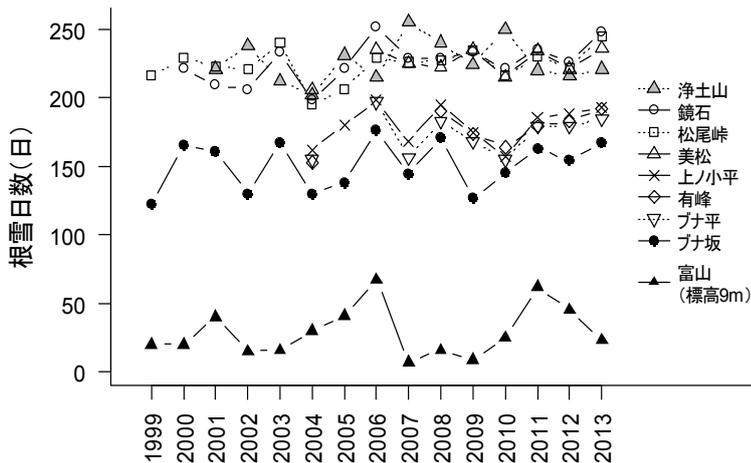


図 3.3.2 根雪日数の年次推移

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

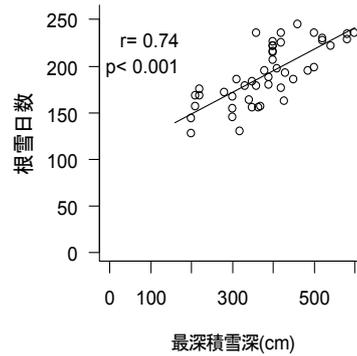


図 3.3.3

最深積雪深と根雪日数の関係

表 3.3.1 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
浄土山	-0.02 NS	0.02 NS	-0.02 NS	-0.29 NS	0.22 NS	-0.36 NS	-0.18 NS	-0.46 NS
鏡石		0.74 **	0.92 ***	0.72 *	0.85 *	0.78 *	0.60 *	0.24 NS
松尾峠			0.92 ***	0.57 NS	0.84 *	0.59 NS	0.57 *	-0.14 NS
美松				0.64 NS	0.70 NS	0.66 NS	0.45 NS	0.22 NS
上ノ小平					0.94 **	0.97 ***	0.80 **	0.44 NS
有峰						0.96 ***	0.80 *	0.00 NS
ブナ平							0.84 **	0.57 NS
ブナ坂								0.40 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)

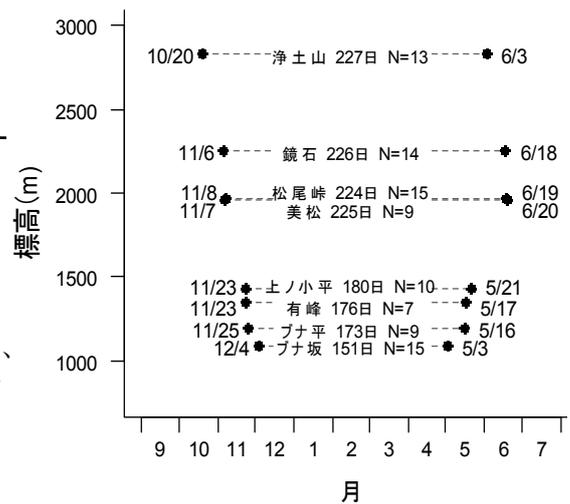


図 3.3.4 根雪初日、根雪終日、根雪日数平年値 (N は観測年数)

根雪初日、根雪終日、根雪日数の平年値をみると(図 3.3.4)、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、ブナ坂では根雪期間は 12 月上旬～5 月上旬、根雪日数は 151 日、上ノ小平では根雪期間は 11 月下旬～5 月下旬、根雪日数は 180 日だった。亜高山帯の美松、松尾峠、鏡石では、根雪期間はほぼ同じ 11 月上旬～6 月中旬で、根雪日数は 224～226 日だった。高山帯の浄土山では根雪期間は 10 月中旬～6 月上旬、根雪日数は 227 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。根雪終日が早くなるのは、上述のように積雪深は下部山腹ほどとまらないため、気温上昇後、比較的短期に融雪するためだと推測される。

### 引用文献

- 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-. 雪氷 68:489-496
- 高橋喜平 (1968) 最深積雪指示計について. 雪氷 30:111-114

## 第4章 植生調査 (石田 仁)

### 4.1 方法

#### 4.1.1 総合優占度

各調査区のサブプロット(第2章 植生・森林動態固定調査区の概要 参照)において、階層別(表 4.1.1.1)に出現植物(維管束植物)の被度を記録した。出現種の被度を Domin-Krajina の被度階級(表 4.1.1.2, 図 4.1.1.1)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(Kojima 2006)と頻度を算出した(表 4.1.1.2、式 1)。被度階級の+は0.5として計算した。なお、第I期については、元資料が Domin-Krajina の被度階級の植生組成表のみで被度の資料はない。

表 4.1.1.1 植物群落の階層区分

階層	内 容
A1層 (高高木層)	林冠の最上層部を構成する層。
A2層 (亜高木層)	A1層の下にあるが樹高5m以上の樹木より構成される層。
B1層 (高低木層)	高さ2m以上、5m以下の木本植物より構成される層。高木の幼稚樹もこの層に含まれる。
B2層 (低低木層)	高さ2m以下の木本植物より構成される層。ただしイワナンシ、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。B2層において除外された矮生低木はこの層に含まれる。
L層 (つる植物層)	ツルアジサイ、ヤマブドウなどすべての木本性つる植物により構成される層。

$$\text{頻度} = n(a)/N$$

$n(a)$ : 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

$$\text{平均被度} = \Sigma(a)/N$$

$\Sigma(a)$ : 方形区に出現した種  $a$  の被度階級合計

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

表 4.1.1.2 被度階級

被度階級		内 容
Domin-Krajina	Braun-Blanquet	
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

植生を構成する植物の個体の現存量は、種によって1トンを超える樹木から、1グラムに満たない微小な草本までが混在しており大きな差がある。総合優占度は、サイズの大きく異なる植生構成種の変動を評価する目的で小島(第I期報告書)によって考案されたものである。サブプロットにおける出現種の出現頻度(表4.1.3)と Domin-Krajina の被度階級(表4.1.2, 図4.1.1)の積算値の積の平方根を用い(式1), 小さいサイズの種のウェイトを大きくしている。調査対象となっている群落構成種の被度や頻度が大きく変化した場合、種毎の総合優占度や調査区全体総合優占度の合計値も変化する。限られた労力で、大きな植生の変化をとらえる上で有効な指標である。一方、この総合優占度は種の被度と頻度を便宜的に一元化し重みづけしたものとも言える。例えば、出現頻度が1、平均被度が0.5の種と、頻度が0.5で平均被度が1の種の総合優占度は等しい。このIII期報告書においても、I・II期にならぬ調査区全体の植生変化を構成種の総合優占度の合計値によって評価する。ただし、総合優占度の増減は多様な要因が関与しており、この値は同定種数が増えた場合や、出現種を階層に細かく配分した場合にも増加する点は総合優占度の変化から植生動態を考察する上で考慮する必要がある。

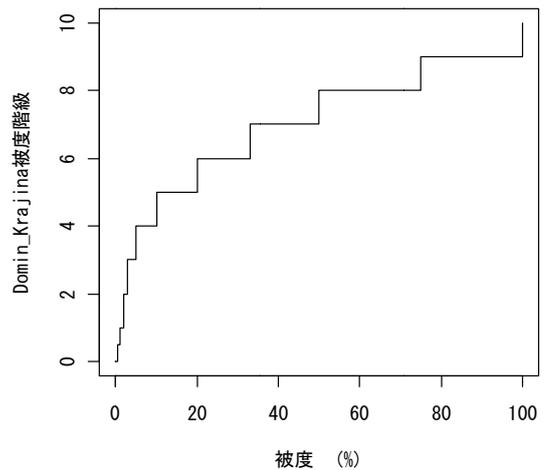


図 4.1.1 被度と Domin-Krajina の被度階級の関係

なお、この報告書を取りまとめるに当たり、過去の植生調査に関するすべての野帳のデータを一つのデータファイルにとりまとめ、一つの計算プログラムによってすべての調査地の被度表および総合優占度の計算処理を行った(電算資料参照)。一部の総合優占度の計算結果が、I期およびII期の報告書の結果と異なったが、この報告では今回新たに計算した値を用いた。

表 4.1.3 頻度階級表

被度階級	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

#### 4.1.2 弥陀ヶ原湿原の池塘と植生

2010年と2011年にベルト状調査区(5m×100m), 松本・竹田(1986)の調査枠に含まれる全池塘, および最大クラスの大型池塘(A,B,C)において、トータルステーションを使用し湛水面形状の測量を行った(写真 4.1.2.1)。



写真 4.1.2.1 池塘の周囲測量風景

また、池塘の微地形と植物群落の関係を明らかにする目的で、池塘の断面の測量と植生調査を行った(写真 4.1.2.2, 3)。測量と植生調査は池塘の縦断方向(池塘を含む斜面の上部から下部への方向)と横断方向(縦断方向とほぼ直交する等高線に平行する方向)で実施した。測量の始点と終点にポールを立て、その間に水平距離を測るためのメジャーを水平に張った(水平測量線)。水平測量線から池塘水面までの距離を記録し、その距離が常に等距離となるようアンカー杭に固定したゴムバンドで張引した。始点から水平距離 20 cm毎に水平測量線から地表面までの距離を小型のレベル・スタッフで計測した。また、池塘内では 10 cm刻みで赤白の塗り分けた鉄製の測量杭を棒(通常は 2m 測量ポール、大きな池塘の場合は 5m のレベル・スタッフを使用)の先端に紐で吊るし垂直にした状態で水平測量線から水底面までの距離を計測した。水平測量線に沿って始点から水平距離 20 cm毎に 20cm×20cm の小方形枠を移動させながら、枠内に出現した維管束植物の被度を記録した。プロファイル調査の始点と終点の位置にペグを打ち、位置の測量を行った。



写真 4.1.2.2 池塘のプロファイル調査



写真 4.1.2.3 植生調査用方形枠(20cm×20cm)

植生調査では、20cm×20cm の調査枠内に出現した維管束主植物およびミズゴケの被度を記録した。なお、水深および水際の植生調査では、植生や水底面の踏込による攪乱を軽減するため一部ゴムボートを使用した(写真 4.1.2.4)。



写真 4.1.2.4

調査時の攪乱を軽減するためゴムボートを使用した

### 写真測量

大型池塘の湛水面形状の経年変化を明らかにする目的で、大型池塘 A(写真 2.1.1.5)と、その近隣の二池塘(B、C)を合わせた大型三池塘の現地測量結果と、1953 年から 2006 年の期間の写真測量結果の比較を行った。

写真測量は調査地点上空で 1953 年から 2006 年の期間に撮影された空中写真(国土地理院および富山県自然保護課、解像度 10 μm、2540dpi、1953、1967、1977、1985、1988、1994、1995、2000、

2006年)を使用した。GISソフトのQgis(<http://www.qgis.org/>)によって幾何補正(変換タイプ: 投影変換、再サンプリング法: キュービック・スプライン)した後、池塘湛水面の輪郭座標をデジタイジングした。輪郭座標をshapeファイルによって保存した後、科学計算ソフトRで読み込み池塘形状の図化と面積計算を行った。



写真 4.1.2.5 大型池塘 A 全景

### 弥陀ヶ原ホテル周辺域の池塘群

弥陀ヶ原ホテル周辺地域で、池塘の分布の現状を明らかにすることを目的として実施した(面積 25ha, 図 4.1.2.1)。当地域は、ラムサール条約登録地とアルペンルートに挟まれた弥陀ヶ原湿原の中でも観光客がよく訪れる区域で人為的攪乱が大きい場所とされている(河野 1980)。美松調査区の直下でもある。

弥陀ヶ原湿原(草原)の植生は、概ね矮性化したオオシラビソやチシマザサが生育する微高地(hummock)と、池塘(pool)およびその間の草地によって構成

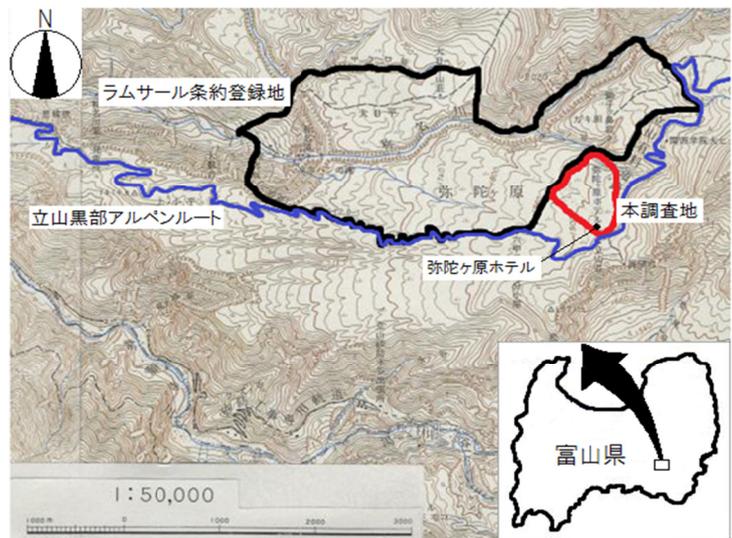


図 4.1.2.1 2012年度弥陀ヶ原調査区位置図

されている。草地の微凸地形では乾燥しておりチシマザサ、ショウジョウスゲ、チングルマ、コイワカガミ等が、微凹地形では湿潤もしくは滞水しておりミヤマイヌノハナヒゲ、ヤチカワガサゲ、ミズキグサ等が生育している。池塘の周辺には、ミズゴケとモウセンゴケ、カヤツリグサ科の植物が生育しており、特にミズゴケは水際で垂直方向に成長して池塘の堤体(dike)を形成し

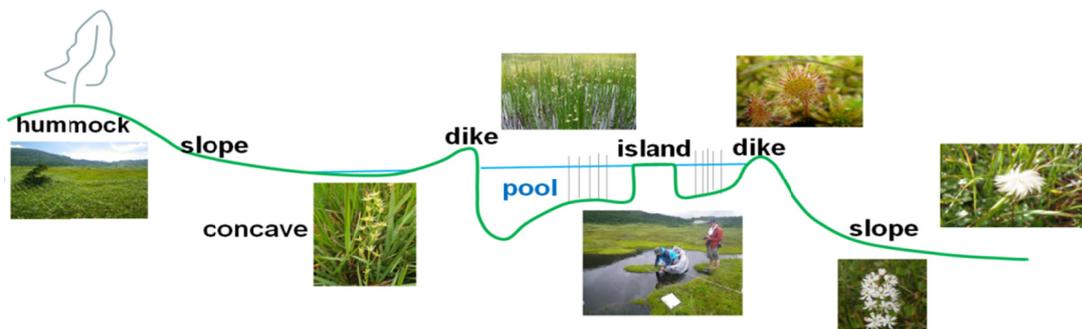


図 4.1.2.2 池塘植生の概念図

ている。池塘の内部の水深 30cm 以下の部分にはミヤマホタルイが生育している。

航空写真の判読と現地調査によって、おおよそ 1 m<sup>2</sup>以上の池塘の分布状況を調査した。1995 年に富山県生活環境部自然保護課によって撮影された赤外線航空写真を幾何補正し、各池塘の水面形状を GIS ソフト(Qgis)によって手入力によってポリゴンデータにした(図 2.1.1.3)。本赤外線航空写真は、植生のある地域が赤、湛水部が黒に撮影されており、通常の空中写真より池塘の形状が良く判別できる。

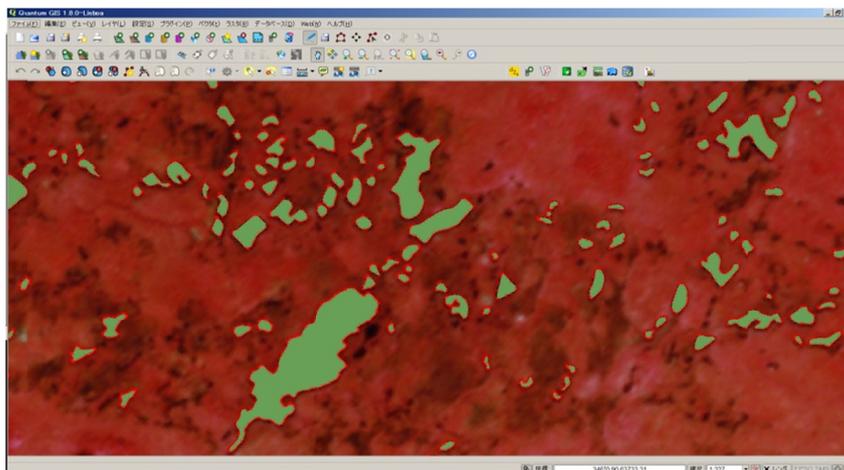


図 4.1.2.3 池塘の輪郭形状の入力

航空写真の判読から池塘と推測される地点に行き、現地でその状態の写真撮影を行った後、次の 4 タイプに分類し記録した(図 4.1.2.4)。

- I. 湛水しており典型的な池塘の植生を有する(ミヤマホタルイ無)
- II. 湛水しており典型的な池塘の植生を有する(ミヤマホタルイ有)
- III. 湛水していない
- IV. 湛水しておらず植生が侵入している



図 4.1.2.4 池塘と植生の状態に基づく分類

## 4.2 結果と考察

### 4.2.1 美女平

I・II・III期を通して7階層, 129種の維管束植物を記録した(A1層2種,A2層10種,B1層19種,B2層51種,C層69種(未同定2種含む),L層11種,S層2種)。

林冠層(A1層)はスギ1種が優占しており, I・II・III期の平均頻度は4.0, 平均優占度は81であった。その多くは造林木であるが, 一部大径木に天然生のもも含まれる(写真2.2.1.1, 2)。また, 亜高木層から低木層(A2, B1, B2層)ではホオノキ, ブナ, ウリハダカエデ, コシアブラ, ウワミズザクラ, リョウブ, コミネカエデ, キハダ, ミズキ等の落葉広葉樹が天然更新している。当調査区ではブナは林冠層(A1)に到達していない。しかし, 中下層には多く分布しており, 調査後期になるに従い若干, 優占度を増加させていた。スギは最優占種ではあるが, 亜高木層では, ブナと同程度で, 下層には殆んど分布していない。スギの優占度は大きな変化はないがIII期でA1層がわずかに増加している。

低木層(B2層)では, オオカメノキ, オオバクロモジ, ヤマウルシ, サワフタギ, ヤマウルシの平均出現頻度(3.7~4.0)が高かった。また, 草本層(C層)ではヤマソテツ, シノブカグマの平均被度が5.0と頻出していた。チシマザサも被度はそれほど高くないが(平均総合優占度48), 平均被度は4.7で高頻度に出現していた。I期では蔓植物が調査対象となっていなかった。

I期, II期, III期において, 種数は71種, 87種, 114種, 総合優占度は1091, 1317, 1526であり, とともに後期ほど高い値を示した。

表 4.2.1.1 美女平 植生組成表 (2008年)

種名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	頻度	総合優占度	
A1 スギ	8	8	8	8	8	9	8	8	8	8	8	8	9	9	8	8	6	・	8	8	8	9	6	6	7	V	85.2	
A1 ホオノキ	・	・	・	・	6	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	I	3.1	
A2 ウリハダカエデ	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	3	4	・	4	・	2	・	・	・	2	I	11.0	
A2 ウワミズザクラ	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	4	・	・	・	・	2	4	・	I	6.9
A2 キハダ	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	4	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	I	2.5	
A2 コシアブラ	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	3	I	2.2	
A2 コミネカエデ	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	
A2 スギ	・	・	・	6	・	4	・	・	・	5	・	4	3	5	・	・	・	6	・	・	・	・	3	・	4	II	24.0	
A2 ブナ	・	4	・	・	4	・	・	・	・	3	・	・	3	3	・	・	6	3	・	5	・	・	・	・	・	II	19.9	
A2 ホオノキ	・	・	・	・	・	・	4	・	・	・	6	・	・	・	・	4	4	2	3	4	・	4	4	・	・	II	22.4	
A2 ミズキ	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	4	・	・	I	2.5	
A2 メイゲツカエデ	4	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	I	2.5	

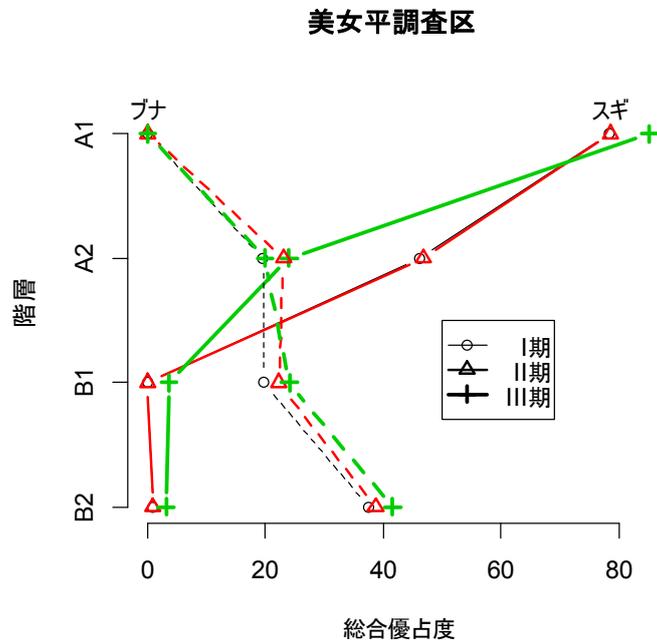


図 4.2.1.1 主要樹種の各層における総合優占度の変化





表 4.2.1.2 美女平調査区 1998～2008年における総合優占度の変化

階層	種名	頻度	1998年 総合 優占度	頻度	2002年 総合 優占度	頻度	2008年 総合 優占度								
A1	スギ	V	78.5	V	78.7	V	85.2	C	ヤマソテツ	V	66.0	V	66.9	V	68.2
A1	ホオノキ	-	0.0	I	3.1	I	3.1	C	シノブカグマ	V	54.1	V	59.8	V	57.3
A2	スギ	IV	46.1	IV	46.9	II	24.0	C	ミヤマシゲシダ	-	0.0	II	10.3	IV	42.1
A2	ホオノキ	III	25.5	III	27.4	II	22.4	C	ツルアリドオシ	II	7.1	II	12.6	III	21.1
A2	ブナ	II	19.6	II	23.1	II	19.9	C	イヌガンソク	I	7.2	I	7.2	II	19.2
A2	ウリハダカエデ	II	13.5	II	16.7	I	11.0	C	カメハヒキオコシ	II	7.5	II	14.1	III	17.0
A2	ウツミスズクラ	I	9.5	I	10.1	I	6.9	C	イワウチワ	III	25.4	II	21.5	II	15.7
A2	キハダ	I	2.5	I	2.5	I	2.5	C	イワハリガネワラビ	-	0.0	-	0.0	II	15.5
A2	ミズキ	I	2.2	I	2.2	I	2.5	C	ヤマイヌワラビ	-	0.0	-	0.0	II	11.1
A2	メイゲツカエデ	-	0.0	I	2.2	I	2.5	C	ゼンマイ	II	11.7	II	11.0	II	11.0
A2	コシアブラ	I	1.8	I	2.2	I	2.2	C	モミジハグマ	-	0.0	II	13.0	II	10.8
A2	コミネカエデ	I	2.2	-	0.0	-	0.0	C	ツルリンドウ	I	0.9	II	8.9	III	10.7
B1	オオカメノキ	II	11.2	II	13.4	III	26.2	C	シシガシラ	II	6.7	II	7.6	II	9.4
B1	ブナ	II	19.7	II	22.3	III	24.1	C	キンミズヒキ	I	1.8	I	2.7	II	7.8
B1	ホオノキ	II	16.4	II	14.6	I	11.0	C	ヒメカンアオイ	I	3.6	I	4.4	II	7.6
B1	オオバクロモジ	I	9.1	I	8.8	I	8.8	C	ユキザサ	II	8.0	III	12.1	II	7.2
B1	サワフタギ	-	0.0	I	2.8	I	7.3	C	オオバコ	I	0.9	I	3.1	I	6.3
B1	リョウブ	I	3.1	I	1.3	I	6.9	C	チゴユリ	I	2.2	I	4.0	I	6.3
B1	コシアブラ	I	4.0	I	4.4	I	6.6	C	ホソバトウゲシバ	I	3.3	II	7.9	II	6.2
B1	ノリウツギ	I	3.6	I	3.6	I	4.4	C	コブナグサ	I	0.9	I	0.9	II	5.8
B1	ミズキ	-	0.0	I	1.8	I	4.1	C	ツクバネソウ	II	9.4	III	13.4	II	5.8
B1	スギ	-	0.0	-	0.0	I	3.6	C	コイワカガミ	-	0.0	I	4.9	I	5.7
B1	ウリハダカエデ	I	1.8	I	1.8	I	2.5	C	シュスラン	-	0.0	-	0.0	II	5.4
B1	タカノツメ	-	0.0	I	2.2	I	2.5	C	ツルニンジン	I	4.0	I	5.3	I	4.9
B1	メイゲツカエデ	-	0.0	I	2.2	I	2.5	C	トチバニンジン	I	0.9	I	2.7	I	4.5
B1	ウツミスズクラ	I	5.4	I	8.0	I	2.2	C	トクワカソウ	-	0.0	-	0.0	I	4.4
B1	ツノハシバミ	-	0.0	-	0.0	I	1.8	C	コナズビ	-	0.0	-	0.0	I	4.0
B1	ヤマウルシ	-	0.0	-	0.0	I	1.3	C	ミヤマカンスゲ	I	4.0	I	0.9	I	4.0
B1	タムシバ	I	3.6	I	1.8	-	0.0	C	イワナンシ	I	0.9	I	1.8	I	3.6
B1	ミズナラ	I	2.5	I	1.3	-	0.0	C	ジュウモンジシダ	-	0.0	-	0.0	I	3.6
B1	ヤマモミジ	I	1.8	-	0.0	-	0.0	C	ベニシダ	-	0.0	I	1.8	I	3.6
B2	オオカメノキ	V	60.3	V	59.7	V	65.7	C	オシダ	-	0.0	-	0.0	I	3.1
B2	オオバクロモジ	V	54.4	V	54.0	V	62.9	C	ミヤマズラ	I	0.9	I	1.8	I	2.7
B2	リョウブ	V	38.2	IV	38.8	V	46.8	C	シラネウラボ	-	0.0	II	20.1	I	2.5
B2	ブナ	IV	37.6	IV	38.7	IV	41.6	C	シケチシダ	-	0.0	-	0.0	I	1.8
B2	ノリウツギ	IV	35.8	IV	38.4	IV	39.6	C	タチシオデ	-	0.0	I	0.9	I	1.8
B2	ウリハダカエデ	III	19.9	III	20.9	V	33.8	C	トウバナ	-	0.0	I	0.9	I	1.8
B2	サワフタギ	III	27.0	IV	30.4	IV	32.9	C	フタバラン	-	0.0	I	1.8	I	1.8
B2	コシアブラ	IV	18.6	V	25.6	IV	24.7	C	マムシグサ	I	0.9	I	1.8	I	1.8
B2	コミネカエデ	III	14.1	III	13.3	V	24.6	C	ミヤマアキノキリンソ	-	0.0	-	0.0	I	1.8
B2	ヤマウルシ	III	17.0	IV	23.1	V	24.1	C	ミヤマベニシダ	I	3.6	-	0.0	I	1.8
B2	アオダモ	II	7.2	III	11.2	IV	21.2	C	ヒメカンスゲ	-	0.0	-	0.0	I	1.3
B2	ホオノキ	III	14.8	II	13.1	IV	21.2	C	Goodyera	-	0.0	-	0.0	I	0.9
B2	ウツミスズクラ	III	17.3	II	17.7	III	18.0	C	Hypericum	-	0.0	-	0.0	I	0.9
B2	タムシバ	III	10.7	III	13.7	IV	17.9	C	イワカガミ	-	0.0	-	0.0	I	0.9
B2	ハイイヌツゲ	II	7.2	II	9.4	IV	16.5	C	エビヅル	-	0.0	-	0.0	I	0.9
B2	ミズキ	II	13.6	II	13.1	III	13.4	C	オオカメモヅル	-	0.0	-	0.0	I	0.9
B2	メイゲツカエデ	-	0.0	II	10.2	III	12.9	C	オオバユキザサ	-	0.0	-	0.0	I	0.9
B2	ハナヒリノキ	I	3.5	I	5.3	II	9.5	C	カニコウモリ	I	0.9	I	0.9	I	0.9
B2	ヒメモチ	II	5.4	II	5.4	II	9.4	C	キジノオシダ	-	0.0	-	0.0	I	0.9
B2	ナナカマド	II	5.8	II	5.8	II	8.8	C	サイハイラン	I	0.9	I	1.8	I	0.9
B2	ヒメアオキ	II	8.9	II	8.9	II	8.5	C	サカゲイノデ	-	0.0	-	0.0	I	0.9
B2	ヤマモミジ	I	3.1	I	4.4	I	8.5	C	チヂミザサ	-	0.0	I	3.1	I	0.9
B2	ハリギリ	I	0.9	I	1.8	II	8.0	C	トンボソウ	-	0.0	-	0.0	I	0.9
B2	アクシバ	I	3.1	I	0.9	I	6.6	C	ナライシダ	-	0.0	I	6.9	I	0.9
B2	ホツツジ	-	0.0	I	2.5	I	4.9	C	ヌスビトハギ	-	0.0	-	0.0	I	0.9
B2	エゾユズリハ	I	4.4	I	3.6	I	4.0	C	ハリガネワラビ	-	0.0	-	0.0	I	0.9
B2	ツノハシバミ	I	3.5	I	2.8	I	4.0	C	ホウチャクソウ	-	0.0	I	0.9	I	0.9
B2	ミズナラ	-	0.0	I	1.8	I	3.6	C	ヤブコウジ	I	1.3	I	0.9	I	0.9
B2	スギ	I	0.9	I	0.9	I	3.1	C	オクモミジハグマ	I	9.8	-	0.0	-	0.0
B2	ミズメ	I	0.9	I	1.8	I	3.1	C	コフタバラン	I	0.9	-	0.0	-	0.0
B2	ミヤマホツツジ	-	0.0	-	0.0	I	3.1	C	ササユリ	I	2.7	I	0.9	-	0.0
B2	イワナンシ	-	0.0	-	0.0	I	2.7	C	タニギキョウ	I	2.7	I	2.2	-	0.0
B2	アカミイヌツゲ	I	2.7	I	1.8	I	1.8	C	ナルコユリ	-	0.0	I	1.8	-	0.0
B2	キハダ	-	0.0	-	0.0	I	1.8	C	ハクモウイノデ	II	15.6	I	4.0	-	0.0
B2	コハウチワカエデ	II	8.5	I	1.3	I	1.8	C	ミヤマタニタデ	I	1.8	I	3.8	-	0.0
B2	タカノツメ	-	0.0	-	0.0	I	1.8	C	ヤマドリゼンマイ	-	0.0	I	2.8	-	0.0
B2	ツリバナ	-	0.0	-	0.0	I	1.3	C	ヤウラダ	III	29.0	-	0.0	-	0.0
B2	イタヤカエデ	-	0.0	-	0.0	I	0.9	C	ヨツバヒヨドリ	I	0.9	I	0.9	-	0.0
B2	オオバスノキ	-	0.0	-	0.0	I	0.9	L	ツタウルシ	-	0.0	V	49.8	V	39.3
B2	コナラ	-	0.0	-	0.0	I	0.9	L	ツルアジサイ	-	0.0	V	62.2	IV	38.5
B2	タラノキ	-	0.0	-	0.0	I	0.9	L	イワガラミ	-	0.0	-	0.0	III	23.7
B2	トチノキ	I	0.9	I	0.9	I	0.9	L	ヤマブドウ	-	0.0	I	4.4	II	13.6
B2	ナツハゼ	-	0.0	-	0.0	I	0.9	L	エビヅル	-	0.0	I	0.9	I	3.1
B2	ハナイカダ	-	0.0	-	0.0	I	0.9	L	チシマザサ	-	0.0	I	2.5	I	1.8
B2	ヒトツバカエデ	-	0.0	-	0.0	I	0.9	L	ミヤマタタビ	-	0.0	-	0.0	I	1.8
B2	ヒメウスノキ	-	0.0	-	0.0	I	0.9	L	ノブドウ	-	0.0	-	0.0	I	0.9
B2	ヤブコウジ	-	0.0	-	0.0	I	0.9	L	マタタビ	-	0.0	-	0.0	I	0.9
B2	エゾアジサイ	I	4.7	-	0.0	-	0.0	L	マツブサ	-	0.0	-	0.0	I	0.9
B2	ニワトコ	I	0.9	-	0.0	-	0.0	L	サルナシ	-	0.0	I	0.9	-	0.0
B2	ハイイヌガヤ	-	0.0	I	1.8	-	0.0	S	チシマザサ	V	56.8	V	50.7	IV	36.5
B2	マユミ	I	0.9	-	0.0	-	0.0	S	クマイザサ	-	0.0	I	0.9	I	1.8
									合計		1090.9		1317.1		1526.5

## 4.2.2 ブナ坂

I・II・III期を通して7階層、90種の維管束植物を記録した(A1層5種,A2層11種,B1層19種,B2層45種,C層39種,L層6種,S層2種)。

林冠層(A1層)はブナ(平均頻度3.0, 平均優占度45, 以下同じ), スギ(2.3, 34), ホオノキ(1.7, 21)が優占している。スギは天然生で, 一部大径木が含まれる(写真2.2.2.1)。ブナは, B1層での出現頻度がやや低いものの, 高木層から低木層に至る各階層に多く天然更新している。スギは, ブナとは, 異なり林の中下層(A2層以下)では少ない。こうしたブナとスギの階層分布の傾向は, 美女平においても認められた。

スギには美女平と同様, 「あがりこ」(写真

2.2.1.2)のスギが生育しており, 過去積雪期

に伐採を受けた可能性が示唆される。亜高木層から低木層(A2, B1, B2層)では, メイゲツカエデ(A2, 2.3, 21, B2, 4.0, 31), オオカメノキ(B1, 3.7, 34), オオバクロモジ(B1, 2.7, 26, B2, 5.0, 60), オオカメノキ(B2, 5.0, 63), リョウブ(B2, 4.3, 39)等の小高木, 大木種が多く分布している。また, 草本層(C層)ではヤマソテツ(5.0, 64), シノブカグマ(5.0, 49), ツルアリドオシ(5.0, 34), オオバユキザサ(3.3, 24)が期間を通じて多く分布していた。ツタ植物(L層)では美女平調査区同様I期では調査対象となっていないが, ツタウルシ(4.7, 38)も多い。チシマザサは頻度(5.0), 総合優占度(81)ともに高く, 林床をかなり密に覆っている。

I期, II期, III期において, 種数は57種, 53種, 77種, 総合優占度は1125, 1246, 1584であり, とともに後期ほど高い値を示した。

ブナ坂調査区

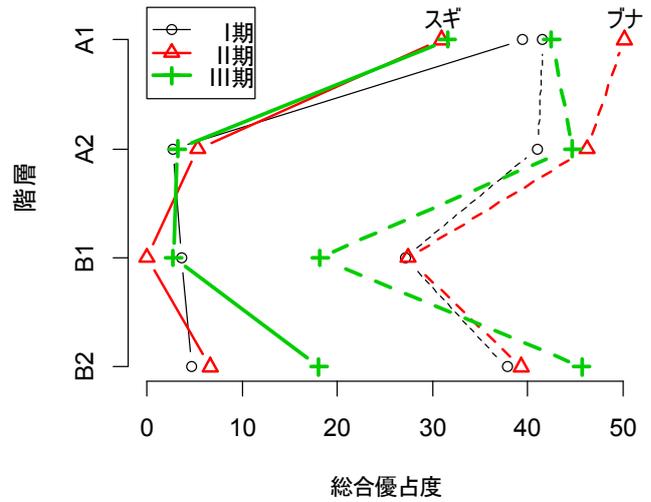


図 4.2.2.1 主要樹種の各層における総合優占度の変化

表 4.2.3.1 調査区 [02] ブナ坂 植生組成表 (2008年)

種名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	頻度	総合優占度	
A1 ウワミズザクラ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	3.2	
A1 スギ	.	.	8	.	.	.	.	7	6	9	.	.	.	.	6	8	9	8	.	.	.	9	.	8	.	.	.	.	II	31.5	
A1 トチノキ	.	.	.	.	.	.	6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	2.8	
A1 ブナ	9	8	6	.	7	8	6	.	.	.	.	.	7	8	.	.	.	.	6	6	7	8	.	.	7	8	.	.	III	42.5	
A1 ホオノキ	.	.	.	.	.	.	6	.	6	.	.	.	.	5	5	7	.	.	8	.	4	6	4	.	.	.	8	8	II	30.7	
A2 ウリハダカエデ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-	.
A2 ウワミズザクラ	.	.	.	.	5	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.	.	2	4	.	7	.	.	3	.	.	.	.	.	II	13.8	
A2 オオバクロモジ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	I	3.9	
A2 キハダ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-	.	
A2 コシアブラ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	I	2.0	
A2 コミネカエデ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-	.	
A2 スギ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	I	3.2	
A2 ナナカマド	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	I	2.0	
A2 ハリギリ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	1.6	
A2 ブナ	.	5	.	4	4	5	.	.	8	4	3	9	4	4	4	.	.	.	5	4	.	3	.	4	.	5	7	5	IV	44.7	
A2 ホオノキ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7	3	3	.	4	.	.	4	.	5	.	5	.	.	.	.	1	.	II	18.1	
A2 ミズキ	.	.	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	2.3	
A2 メイゲツカエデ	.	4	.	3	.	.	6	.	.	.	6	3	.	.	.	.	2	.	5	4	.	.	.	6	4	3	3	III	27.4		
A2 ヤマモモジ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	I	2.3	
B1 アオダモ	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	3.9	
B1 ウリハダカエデ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-	.	
B1 ウワミズザクラ	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	2	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	4.8	
B1 オオカメノキ	6	3	3	4	2	3	5	4	4	1	.	.	3	4	5	3	3	2	3	.	3	4	.	2	3	.	1	2	V	46.3	
B1 オオバクロモジ	4	.	.	4	3	5	4	2	4	.	4	3	1	5	.	.	4	3	.	4	.	+	.	3	.	3	.	IV	35.0		
B1 クロモジ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	2.3	
B1 コシアブラ	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	2.5	





### 4.2.3 ブナ平

I・II・III期を通して7階層、75種の維管束植物を記録した(A1層4種,A2層13種,B1層20種,B2層40種,C層31種,L層5種,S層1種,表4.2.3.1,2)。

林冠層(A1層)は、ブナ坂調査区と同様にブナ(平均頻度4.0,平均優占度65,以下同じ),スギ(2.7,37)が優占している。林冠層(A1)のブナの優占度は時間の経過とともにわずかに減少しているが、林冠ギャップ下のブナの若木の成長は良好で中下層以下で優占度の増加が認められた(図4.2.3.1)。本調査区は、道路に近く、排気ガスの影響によってブナの衰退が認められるとする報告がある(河野

1999)。しかし、本調査の結果からは、全体的に明瞭なブナの衰退は認められなかった。スギは、いずれの階層でもブナよりも優占度が低く、3期を通じて大きな変化が認められなかったが、ほぼすべての階層で、後期ほど優占度が大きくなる傾向が認められた。

亜高木層から低木層(A2, B1, B2層)では、オオカメノキ(B1層, 3.0, 32; B2層, 5.0, 69)

リョウブ(B1層, 1.7, 15; B2層, 5.0, 59), オオバクロモジ(B2層, 5.0, 58), ノリウツギ(B2層, 5.0, 54), ヤマウルシ(B2層, 5.0, 39), サワフタギ(B2, 3.0, 25), タムシバ(B2, 3.3, 24), ウリハダカエデ(B2, 4.0, 28), コシアブラ(B2, 4.0, 21)の総合優占度が大きかった。草本層(C層)では、シダ植物のヤマソテツ(5.0, 66), シノブカグマ(5.0, 55), 小型の匍匐植物であるツルアリドオン(4.3, 29)が高頻度に出現していた。蔓植物ではツタウルシ(4.7, 45)の出現頻度が高かった。ササ類では、チシマザサ(5.0, 79)が高頻度に分布しており、特に林冠ギャップ下、孔状裸地では林床を密に覆っていた。ただし、III期ではI期83%から72%へと減少し漸減傾向が認められた。I期, II期, III期において、種数は41種, 61種, 56種であり、II期の記録種数が多かったが、総合優占度は1170, 1224, 1346であり、後期ほど高い値を示した。

ブナ平調査区

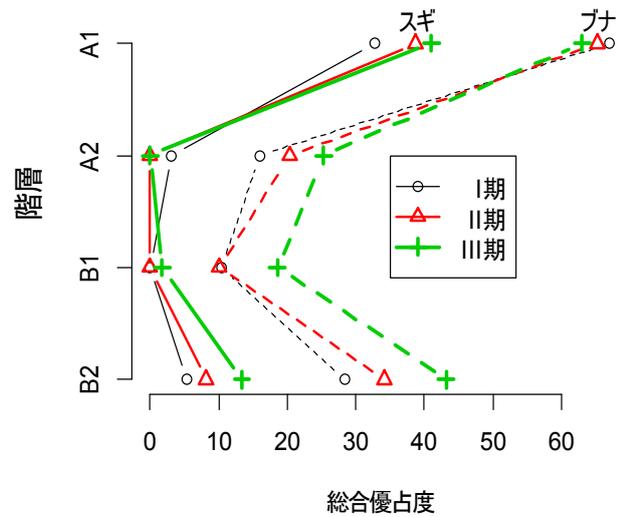


図 4.2.3.1 主要樹種の各層における総合優占度の変化

表 4.2.3.1 調査区 [03] ブナ平 植生組成表 (2011年)

種名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	頻度	総合優占度	
A1 ウリハダカエデ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-	0.0
A1 ウワミズザクラ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-	0.0
A1 スギ	.	8	8	6	7	.	6	8	5	5	.	.	.	.	.	.	.	5	4	.	.	.	.	8	5	6	III	41.0
A1 ブナ	8	6	6	.	5	9	8	.	.	.	10	9	6	.	.	8	10	7	7	8	8	8	7	8	.	IV	63.0	
A2 ウリハダカエデ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-	0.0
A2 ウワミズザクラ	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	.	.	.	.	.	.	.	6	.	.	.	.	.	.	I	11.0	
A2 コハウチワカエデ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-	0.0
A2 コミネカエデ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	.	.	.	.	.	I	2.8
A2 スギ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-	0.0
A2 タムシバ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-	0.0
A2 ナナカマド	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-	0.0
A2 ハウチワカエデ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.	I	2.5
A2 ブナ	.	.	.	.	.	.	.	.	4	7	7	.	.	4	9	8	.	.	.	5	6	.	.	.	.	II	25.3	
A2 ホオノキ	2	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	I	8.4	
A2 ミネカエデ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-	0.0
A2 ヤマモミジ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	.	5	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	I	8.2	
A2 リョウブ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.	.	I	2.5



C	ヤマソテツ	4	4	4	6	3	4	4	4	3	3	4	5	5	4	4	4	4	5	5	4	4	3	6	5	6	V	65.4	
C	ヤマドリゼンマイ	.	.	.	3	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	3.3
C	ユキザサ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-	0.0
C	リョウメンシダ	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	0.9
L	イワガラミ	+	+	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	III	12.5	
L	ツタウルシ	4	3	.	2	1	1	3	3	1	2	2	2	+	+	1	3	4	4	+	1	4	3	2	3	2	V	44.9	
L	ツルアジサイ	+	+	.	2	1	+	1	2	.	.	.	1	+	+	+	+	+	+	+	1	4	.	2	3	1	IV	23.2	
L	ヤマブドウ	.	.	.	.	.	.	.	4	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	3	I	7.4	
S	チシマザサ	4	6	6	8	8	6	6	7	8	6	5	5	6	5	5	5	6	6	4	6	3	.	5	5	5	V	72.3	

表 4.2.2.2 ブナ平 1999～2011年における総合優占度の変化

階層	種名	頻度	1999年 総合 優占度	頻度	2005年 総合 優占度	頻度	2011年 総合 優占度																							
A1	ブナ	IV	66.9	IV	65.2	IV	63.0	B2	コハウチワカエデ	II	8.5	I	5.1	I	6.6															
A1	スギ	II	32.7	III	38.7	III	41.0	B2	ハナヒリノキ	I	3.1	I	4.9	I	6.3															
A1	ウリハダカエデ	I	2.5	I	2.8	-	0.0	B2	ヒメウスノキ	III	12.9	II	8.5	I	4.9															
A1	ウワミズザクラ	I	3.1	-	0.0	-	0.0	B2	トチノキ	-	0.0	I	0.9	I	2.7															
A2	ブナ	I	16.0	II	20.4	II	25.3	B2	ミズキ	-	0.0	I	1.8	I	1.8															
A2	ウワミズザクラ	I	5.1	I	5.4	I	11.0	B2	タラノキ	-	0.0	I	0.9	I	1.3															
A2	ホオノキ	I	10.1	I	9.8	I	8.4	B2	ヒメアオキ	-	0.0	-	0.0	I	0.9															
A2	ヤマモミジ	-	0.0	I	3.3	I	8.2	B2	ホツツジ	-	0.0	I	0.9	I	0.9															
A2	コミネカエデ	-	0.0	I	11.9	I	2.8	B2	アカミノイヌツゲ	-	0.0	I	0.9	-	0.0															
A2	ハウチワカエデ	-	0.0	I	5.7	I	2.5	B2	イボタノキ	I	1.3	-	0.0	-	0.0															
A2	リョウブ	I	2.5	I	2.5	I	2.5	B2	エゾアジサイ	-	0.0	I	0.9	-	0.0															
A2	ウリハダカエデ	I	2.8	I	2.8	-	0.0	B2	オオバスのノキ	I	0.9	-	0.0	-	0.0															
A2	コハウチワカエデ	-	0.0	I	2.8	-	0.0	B2	ハリギリ	-	0.0	I	0.9	-	0.0															
A2	スギ	I	3.1	-	0.0	-	0.0	B2	ミズナラ	I	0.9	-	0.0	-	0.0															
A2	タムシバ	I	2.5	I	2.5	-	0.0	B2	ミネカエデ	IV	33.3	-	0.0	-	0.0															
A2	ナナカマド	I	2.5	I	2.8	-	0.0	B2	ミヤマイボタ	-	0.0	I	2.2	-	0.0															
A2	ミネカエデ	I	14.7	-	0.0	-	0.0	B2	ムラサキヤシオツツジ	-	0.0	I	0.9	-	0.0															
B1	オオカメノキ	II	18.6	II	21.8	V	54.6	C	ヤマソテツ	V	64.5	V	66.6	V	65.4															
B1	リョウブ	I	10.1	I	10.4	III	25.2	C	シノブカグマ	V	49.1	V	56.1	V	58.3															
B1	ブナ	I	10.4	I	10.1	II	18.6	C	ツルアジサイ	IV	25.3	IV	36.4	V	26.6															
B1	ヤマモミジ	I	1.8	I	2.8	I	15.0	C	ホソバトウゲシバ	II	12.4	II	19.0	III	23.3															
B1	ハウチワカエデ	I	1.8	I	6.9	II	13.5	C	ハリガネワラビ	-	0.0	I	10.4	II	17.0															
B1	タムシバ	I	2.5	I	2.5	I	8.4	C	オオバユキザサ	-	0.0	III	15.5	III	11.6															
B1	ウワミズザクラ	I	5.1	-	0.0	I	7.3	C	ミヤマベニシダ	I	8.5	I	6.9	I	7.3															
B1	オオバクロモジ	I	2.8	I	6.9	I	6.6	C	オオバシヨリマ	-	0.0	I	6.8	I	6.8															
B1	コミネカエデ	-	0.0	I	7.6	I	5.1	C	シシガシラ	I	2.8	I	2.7	II	6.7															
B1	ウリハダカエデ	I	2.2	I	2.2	I	4.4	C	イワハリガネワラビ	-	0.0	I	0.9	I	6.6															
B1	ノリウツギ	-	0.0	-	0.0	I	4.0	C	ミヤマシシガシラ	-	0.0	-	0.0	I	5.1															
B1	ホオノキ	I	4.4	I	6.9	I	3.1	C	カマヒキオコシ	I	4.4	I	5.1	I	4.4															
B1	コハウチワカエデ	I	10.2	I	8.5	I	2.5	C	ミヤマカンスゲ	I	4.9	I	5.9	I	4.4															
B1	サワフタギ	-	0.0	I	1.8	I	2.2	C	ツクバネソウ	I	2.7	II	5.4	I	4.0															
B1	ナナカマド	I	2.2	I	2.5	I	2.2	C	シラネウラボ	-	0.0	I	2.2	I	3.6															
B1	スギ	-	0.0	-	0.0	I	1.8	C	ヤマドリゼンマイ	I	1.8	I	2.8	I	3.3															
B1	ヤマウルシ	-	0.0	-	0.0	I	1.8	C	ノキシノブ	-	0.0	-	0.0	I	1.8															
B1	アクシバ	-	0.0	-	0.0	I	0.9	C	ミヤマイタチシダ	-	0.0	-	0.0	I	1.8															
B1	ミネカエデ	II	14.9	-	0.0	-	0.0	C	オンダ	-	0.0	I	0.9	I	1.3															
B2	オオカメノキ	V	70.1	V	70.7	V	67.5	C	タニギキョウ	-	0.0	-	0.0	I	1.3															
B2	リョウブ	V	57.2	V	60.0	V	60.0	C	ミサキカグマ	-	0.0	-	0.0	I	1.3															
B2	オオバクロモジ	V	57.5	V	59.0	V	57.1	C	タチシオデ	-	0.0	I	0.9	I	0.9															
B2	ノリウツギ	V	58.5	V	53.7	V	50.2	C	ヒメカンアオイ	-	0.0	I	1.8	I	0.9															
B2	ブナ	IV	28.4	IV	34.2	V	43.2	C	ホノバナライシダ	-	0.0	-	0.0	I	0.9															
B2	ヤマウルシ	V	46.2	V	37.3	V	33.2	C	リョウメンシダ	-	0.0	-	0.0	I	0.9															
B2	サワフタギ	III	20.8	III	26.8	III	28.2	C	イチヤクソウ	-	0.0	I	1.8	-	0.0															
B2	タムシバ	III	22.9	III	21.6	IV	28.1	C	ウメガサソウ	-	0.0	I	0.9	-	0.0															
B2	ウリハダカエデ	IV	27.3	IV	29.4	IV	27.4	C	タケシマラン	-	0.0	I	0.9	-	0.0															
B2	コシアブラ	III	16.0	IV	20.3	V	26.2	C	チゴユリ	I	3.1	-	0.0	-	0.0															
B2	ハイイヌツゲ	V	40.2	V	38.0	V	24.6	C	ツルリンドウ	-	0.0	I	0.9	-	0.0															
B2	コミネカエデ	-	0.0	II	17.0	IV	19.9	C	ハクモウイノデ	II	20.2	-	0.0	-	0.0															
B2	ハウチワカエデ	-	0.0	II	12.3	II	15.2	C	ホウチャクソウ	-	0.0	I	2.2	-	0.0															
B2	スギ	I	5.4	II	8.2	II	13.4	C	ミヤマノキシノブ	-	0.0	I	0.9	-	0.0															
B2	ヒメモチ	II	8.5	I	3.6	III	12.5	C	ユキザサ	II	9.1	-	0.0	-	0.0															
B2	ヤマモミジ	-	0.0	I	1.3	II	11.8	L	ツタウルシ	V	48.0	IV	43.2	V	44.9															
B2	ホオノキ	I	5.4	I	5.9	II	11.6	L	ツルアジサイ	III	20.8	III	21.4	IV	23.2															
B2	ナナカマド	II	11.3	III	12.9	II	10.0	L	イワガラミ	-	0.0	I	5.7	III	14.3															
B2	ウワミズザクラ	I	9.2	I	2.2	II	8.2	L	ヤマブドウ	I	2.2	I	2.2	I	7.4															
B2	アクシバ	I	2.7	I	2.7	II	6.7	L	チシマザサ	V	83.4	V	79.8	V	72.3															
B2	エゾユズリハ	I	4.4	I	6.7	I	6.6	S	チシマザサ	V	83.4	V	79.8	V	72.3															
									合計		1167.7		1226.3		1356.1															

#### 4.2.4 上ノ小平

I・II・III期を通して7階層, 106種の維管束植物を記録した(A1層7種,A2層15種,B1層44種,B2層79種,C層57種,L層11種,S層2種, 表4.2.4.1,2)。本調査区は温帯落葉広葉樹林帯と亜高山帯常緑針葉樹林帯の移行帯に位置し, 出現種数が多く調査区全体の総合優占度も他の調査区と比較して高い値を示している(図4.2.11.1)。林冠層(A1層)は, スギ(3.00, 43.71), キタゴヨウ(1.33, 14.18), オオシラビソ(1.00, 12.79), クロベ(1.00, 4.02), ブナ(0.33, 1.03), ウワミズザクラ(0.33, 0.84), ナナカマド(0.33, 0.60)の7種によって構成されている。第I期の調査報告においてオオシラビソの多くが立枯れた状態であることが報告されているが, その後オオシ

ラビソの衰退は顕著に進行しておらず，I～III期の階層別総合優占度には大きな変化がなかった(図 4.2.4.1)。

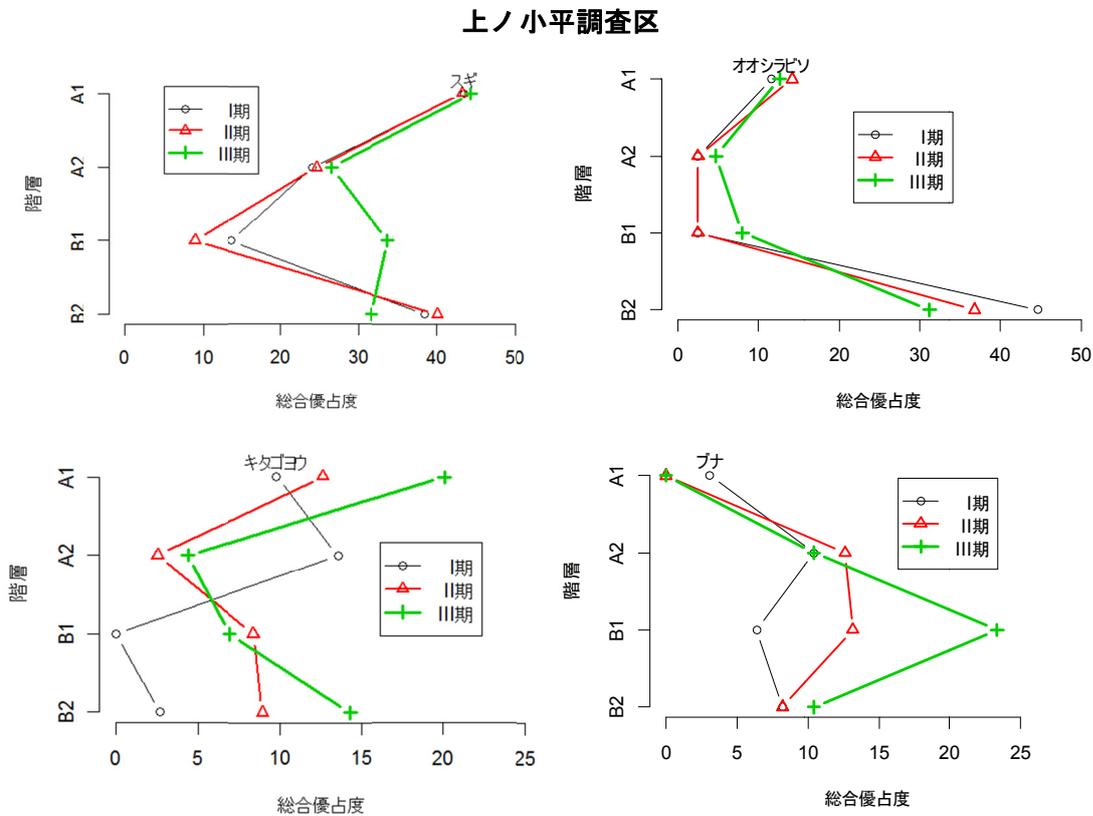


図 4.2.4.1  
主要樹種の各層における総合優占度の変化

林分の中下層では，オオカメノキ(B1層，2.7，28; B2層，4.7，53)，タムシバ(B1層，3.0，34; B2層，4.0，40)，スギ(B1層，2.3，19; B2層，4.0，37)，マルバマンサク(B1層，2.3，21)，ノリウツギ(B2層，4.3，42)，ムラサキヤシオツツジ(B2層，3.3，21)，ヤマウルシ(B2層，4.3，31)，リョウブ(B2層，3.3，28)，オオシラビソ(B2層，4.7，38)，(コシアブラ(B2層，4.0，27)が高頻度に分布していた。スギの林分の下層での総合優占度は，他の調査区と比較して高かった(図 4.2.4.1，美女平 図 4.2.1.1，ブナ坂 図 4.2.2.1，ブナ平図 4.2.3.1)。当調査区内には，スギの実生の発生床となるコケの生えた切株が多くあることが一因となっている。草本層(C層)では，ヤマソテツ(5.0，65)，マイヅルソウ(4.3，40)，ミツバオウレン(4.7，46)，ゴゼンタチバナ(4.3，40)，シノブカグマ(3.0，21)が高頻度に出現していた。特に，道路に近い斜面上部では，チシマザサ(3.3，52)が密生している。I～III期の総合優占度(1483，1621，1861)，種数(60，74，94)はともに後期ほど大きな値を示していた。

表 4.2.4.1 調査区 [04] 上ノ平 植生組成表 (2009年)

	種名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	頻度	総合優占度	
A1	ウダイカンバ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-	.
A1	ウワミズザクラ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-	2.5
A1	オオシラビン	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	4	.	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	4	I	12.6
A1	キタゴヨウ	8	.	.	.	.	5	.	.	.	.	5	.	.	.	.	.	.	.	.	5	.	.	5	4	4	.	II	20.1
A1	クロベ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	4	.	.	.	.	I	5.4
A1	スギ	.	4	8	6	.	4	6	.	.	5	4	.	.	.	5	5	5	6	5	.	.	8	6	.	5	III	44.4	
A1	ナナカマド	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-	.
A1	フナ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-	.
A2	イタヤカエデ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-	.
A2	オオシラビン	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.	3	.	.	I	4.7
A2	キタゴヨウ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.	I	4.4
A2	コシアブラ	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	2.5
A2	コミネカエデ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	2.5
A2	スギ	5	.	4	.	.	.	5	.	.	3	4	6	5	.	4	.	3	5	.	.	.	.	.	.	.	II	26.5	
A2	ダケカンバ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	I	2.5
A2	タムシバ	.	.	1	4	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	I	8.4	
A2	トチノキ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-	.
A2	ナナカマド	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	2.2
A2	ネコシデ	.	.	.	4	.	.	.	.	.	4	.	.	.	7	3	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	I	13.3	
A2	ハナヒリノキ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	0.9
A2	フナ	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.	.	4	.	.	.	4	.	5	.	.	.	.	.	I	10.4	
A2	ホオノキ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-	.
A2	マルバマンサク	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-	.
A2	ミズナラ	4	.	.	.	.	.	.	7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	5.9
A2	ミネカエデ	.	.	5	.	.	.	.	6	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	I	11.0
A2	メイゲツカエデ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	I	2.2
A2	ヤマモミジ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-	.
B1	アカミノイヌツゲ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	I	2.2
B1	イヌガンソク	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	I	1.8
B1	イワウチワ	.	.	7	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	I	8.8	
B1	イワナシ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	0.9
B1	ウワミズザクラ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	3	2	.	.	.	I	6.2
B1	オオカメノキ	.	3	5	3	.	4	3	4	3	6	4	.	.	.	4	4	2	2	4	3	2	4	.	.	5	IV	43.3	
B1	オオシラビン	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	2	.	3	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	I	8.0
B1	キタゴヨウ	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	1	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	II	8.8
B1	クロベ	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	3.6
B1	コゴメスゲ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	1.8
B1	コシアブラ	.	.	.	1	.	1	.	.	1	4	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	2	2	1	.	.	3	II	16.5
B1	ゴゼンタチバナ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	0.9
B1	コミネカエデ	.	6	5	3	.	3	.	5	.	5	2	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.	II	22.8	
B1	コヨウラクツツジ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	1.3
B1	シノブカグマ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	I	1.3
B1	ショウジョウバカマ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	0.9
B1	スギ	.	.	.	.	.	4	.	4	2	3	2	6	4	2	2	.	.	.	2	2	3	4	2	2	+	IV	33.8	
B1	ダケカンバ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	1.8
B1	タムシバ	4	4	4	4	4	5	.	3	3	.	.	4	4	.	4	5	3	3	5	.	.	1	1	1	.	IV	42.3	
B1	チゴユリ	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	2.2
B1	ツクバネソウ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	1.8
B1	ツノハシバミ	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	2.5
B1	ツルシキミ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	0.9
B1	ツルリンドウ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	0.9
B1	ナナカマド	.	.	4	.	6	.	.	4	3	5	.	.	.	.	3	3	.	4	2	.	.	.	4	.	3	III	26.9	
B1	ネコシデ	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	1	.	I	8.8	
B1	ノリウツギ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	4	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	I	6.9	
B1	ハイヌツゲ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	0.9
B1	ハウチワカエデ	5	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	1	.	.	.	.	.	4	I	11.7	
B1	ハクサンシャクナゲ	.	.	2	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	I	4.4
B1	ハナヒリノキ	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	2.8
B1	フナ	.	.	.	3	.	4	3	.	.	2	.	4	.	.	5	.	1	.	.	3	4	5	.	.	.	II	23.3	
B1	ホソバトウゲシバ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	I	1.8
B1	ホツツジ	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	1.3
B1	マルバマンサク	.	4	.	3	4	.	.	4	2	.	.	.	.	6	.	.	.	4	.	3	4	3	1	4	4	III	30.9	
B1	ミズキ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-	.
B1	ミズナラ	.	.	.	3	.	5	5	.	1	.	.	.	.	.	.	1	1	6	.	.	4	.	.	3	2	II	22.3	
B1	ミツバオウレン	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	0.9
B1	ミツバノバイカオウレン	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	I	1.8
B1	ミネカエデ	.	.	.	.	5	.	1	.	.	.	.	.	.	5	.	2	.	.	.	3	3	.	1	3	1	II	18.6	
B1	ムラサキヤシオツツジ	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	2.2
B1	メイゲツカエデ	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	3	.	.	.	.	.	3	.	.	I	8.0
B1	ヤマウルシ	.	.	.	.	.	3	1	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	I	7.2
B1	ヤマハンノキ	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	I	6.6
B1	リョウブ	.	.	5	.	.	1	.	.	3	.	.	.	.	4	.	1	1	.	2	3	4	.	.	.	.	II	18.6	
B2	アオダモ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	4.5
B2	アカミノイヌツゲ	1	+	+	.	.	.	.	1	.	.	2	.	.	1	+	+	+	+	+	3	.	+	1	+	.	IV	19.9	
B2	アカモノ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	4.5
B2	アキノキリンソウ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	0.9
B2	アケシバ	1	+	+	+	2	+	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	IV	19.1	
B2	イタヤカエデ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-	.
B2	イヌガンソク	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	I	2.2
B2	イワウチワ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	I	4.7	
B2	イワガラミ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	I	1.8
B2	イワナシ	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	2.8	
B2	ウスノキ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-	.
B2	ウラジロヨウラク	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	5.4
B2	ウリハダカエデ	.	+	.</																									







#### 4.2.5 弥陀ヶ原

当調査区では、ササの優占する層やオオシラビソなどの高木性樹種も出現するので厳密な階層分類に従えば、S層やB層が存在するがI・II期（1999年・2005年）よりC層一括で扱われているためIII期（2010年）も従来の方法に従った（表4.2.5.1）。I、II、III期ともに9月1～5日の期間に調査が実施されてきている。これまでに27種の維管束植物が記録されており、I、II、III期での記録種数は25、25、24種である。ショウジョウスゲ、チングルマ、イワイチョウ、ミヤマイヌノハナヒゲ、ヌマガヤI、II、III期を通じ頻度V、総合優占度が約60%からそれ以上である（表4.2.5.1,2）。コイワカガミも総合優占度は約40%であるが頻度は3期続けて頻度Vを維持している。I→II→III期の総合優占度は664→665→666でありほとんど変化がない。しかし、種毎の内訳をみると年によって大きく変動している種も認められた（表4.2.5.2）。

タテヤマリンドウの総合優占度は24→10→3へと減少して来ている。頻度についてもV→III→Iと同様に減少している。今回の調査では本種は結実期にあり、植物体は花期と比較し目立ちにくい（写真4.2.5.1）。しかし、本種に似た種は当地では他になく同定の誤りや、見落とす可能性はそれほど高くないと思われる。I、II、III期とも9月上旬に実施されていることから、生育段階の違いで発見率が異なり分布が過小に評価されたとも考えにくい。1年生草本のタテヤマリンドウはIII期には実際に減少傾向にあった可能性が高い。

ネバリノギランは0→27.6→2.2とII期にのみ高い値をとった。イワショウブの総合優占度はI期（38）でたかくII期とIII期（16、16）でほぼ同等の値を示した。イワショウブとネバリノギランが混同して同定されていたかもしれない。ネバリノギランの存在を確認する必要がある。本調査区に分布するワレモコウ属の植物はワレモコウとして同定されてきているが、雄蕊が花弁から突出するという特徴からミヤマワレモコウ（写真4.2.5.2）であると考えられる。



写真 4.2.5.1 タテヤマリンドウ



写真 4.2.5.2 ミヤマワレモコウ

表 4.2.5.1 調査区 [05] 弥陀ヶ原 植生組成表 (2010年9月1~2日)

種名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	頻度	総合 優占度
ショウジョウスゲ	5	8	5	7	7	7	8	8	6	5	4	4	5	.	6	5	4	7	5	6	V	72.9
チングルマ	5	3	5	5	5	5	6	6	4	4	5	4	4	+	6	3	4	4	4	5	V	66.1
イワイチヨウ	5	5	5	6	6	4	5	4	4	4	3	4	.	1	5	5	7	5	7	5	V	65.4
ミヤマイヌノハナヒゲ	5	4	3	4	4	4	6	3	7	7	5	5	8	4	.	2	3	.	7	5	V	62.2
ヌマガヤ	4	4	4	3	5	4	4	3	5	4	3	4	4	3	4	1	3	2	2	4	V	59.2
コイワカガミ	2	1	3	3	1	2	3	3	1	3	4	.	+	.	5	4	4	4	3	4	V	47.7
ミヤマホタルイ	4	2	3	2	+	.	+	4	5	1	6	3	2	2	.	.	.	1	.	3	IV	38.2
モウセンゴケ	4	4	2	.	+	+	1	1	3	3	2	.	4	2	.	1	+	1	+	3	V	37.4
クロマメノキ	+	+	1	1	1	+	+	+	.	+	+	+	.	.	2	4	4	1	3	1	V	31.8
チシマザサ	.	3	5	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	3	5	7	6	5	III	30.7
ワレモコウ	2	3	2	2	1	.	+	.	1	+	+	1	.	+	1	+	2	1	2	1	V	30.2
ヤチカワズスゲ	6	+	1	2	+	+	1	.	+	.	3	4	1	.	.	.	.	.	+	4	IV	28.2
キンコウカ	3	+	+	.	+	1	3	+	3	1	2	+	+	.	.	.	.	+	3	+	IV	27.4
ミカヅキグサ	.	.	1	3	+	+	4	1	4	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	18.7
イワショウブ	1	+	1	.	.	1	+	+	.	.	1	+	+	+	+	+	+	+	+	.	IV	16.6
ワタスゲ	.	3	+	2	.	.	+	.	+	.	.	+	3	1	.	.	.	.	+	.	III	16.1
ショウジョウバカマ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	.	I	3.4
タテヤマリンドウ	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	I	3.4
アカモノ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	I	2.2
ツマトリソウ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	I	2.2
ネバリノギラン	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	2.2
ヤチスゲ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	I	1.6
オオシラビソ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	I	1.1
コバノトンボソウ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	1.1
ニッコウキスゲ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-	0.0
ミネカエデ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-	0.0
ミヤマカンスゲ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-	0.0

表 4.2.5.2 調査区[05] 弥陀ヶ原 1999~2010年における総合優占度の変化

階層	種名	頻度	1999年	2005年	2010年		
			9/3 総合 優占度	9/5 総合 優占度	9/1-2 総合 優占度		
C	ショウジョウスゲ	V	75.8	V	70.8	V	72.9
C	チングルマ	V	60.4	V	69.8	V	66.1
C	イワイチヨウ	V	61.5	V	59.0	V	65.4
C	ミヤマイヌノハナヒゲ	V	68.7	V	58.7	V	62.2
C	ヌマガヤ	V	65.6	V	63.6	V	59.2
C	コイワカガミ	V	38.8	V	44.2	V	47.7
C	ミヤマホタルイ	III	26.7	IV	32.2	IV	38.2
C	モウセンゴケ	IV	26.0	IV	31.6	V	37.4
C	クロマメノキ	IV	30.5	IV	32.4	V	31.8
C	チシマザサ	III	39.5	III	36.7	III	30.7
C	ワレモコウ	IV	32.5	IV	31.8	V	30.2
C	ヤチカワズスゲ	III	16.2	IV	25.8	IV	28.2
C	キンコウカ	IV	28.2	IV	25.4	IV	27.4
C	ミカヅキグサ	II	7.1	II	7.1	III	18.7
C	イワショウブ	V	38.4	II	16.4	IV	16.6
C	ワタスゲ	I	8.4	II	6.6	III	16.1
C	ショウジョウバカマ	I	3.4	II	5.6	I	3.4
C	タテヤマリンドウ	V	24.2	III	10.6	I	3.4
C	アカモノ	I	1.1	-	0.0	I	2.2
C	ツマトリソウ	I	3.4	I	2.2	I	2.2
C	ネバリノギラン	-	0.0	IV	27.6	I	2.2
C	ヤチスゲ	I	1.6	I	1.6	I	1.6
C	オオシラビソ	I	1.1	I	1.1	I	1.1
C	コバノトンボソウ	-	0.0	-	0.0	I	1.1
C	ニッコウキスゲ	I	1.6	I	1.6	-	0.0
C	ミネカエデ	I	1.1	I	1.1	-	0.0
C	ミヤマカンスゲ	I	2.2	I	1.6	-	0.0
			663.8		665.4		666.2

【測量結果】

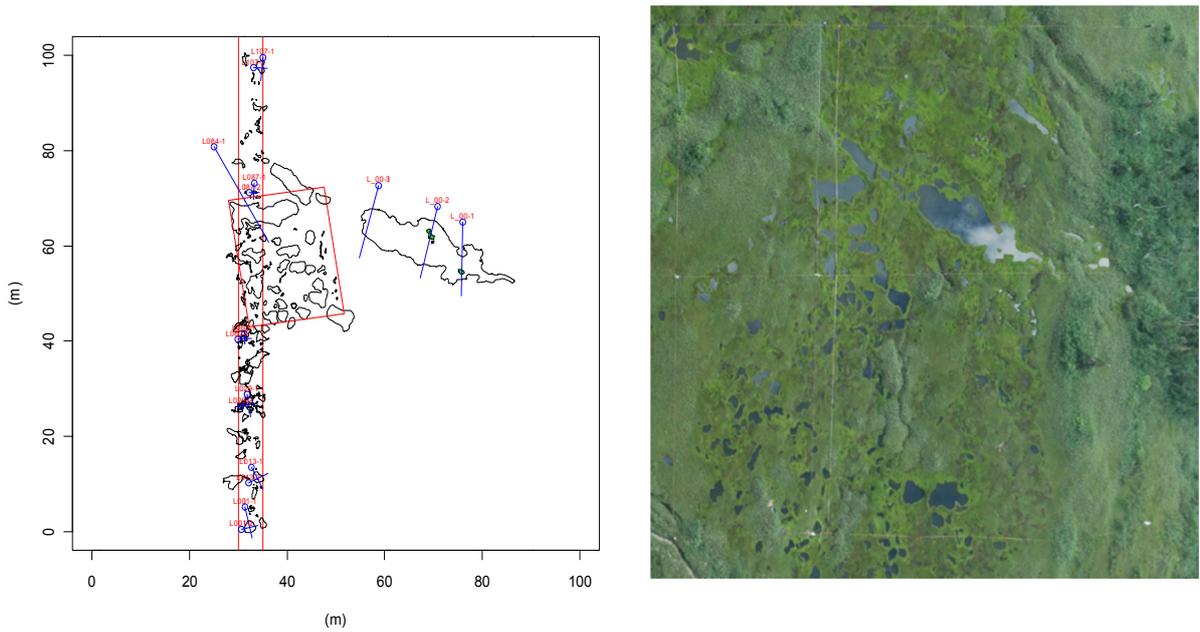


図 4.2.5.1 2010~2011 年測量結果と同地点の空中写真  
立山植生モニタリング植生調査ベルト状調査区(赤枠 x:30-35,y:0-100)、松本・竹田 (1986) 調査区、微地形・植生プロファイルを示す。

5m×100m のベルト状調査区内に 68 個の池塘が含まれていた(図 4.2.5.1)。湿原の傾斜方向に沿って設置された本調査区の斜面上部と下部の標高差は約 8m であり、平均傾斜角は 4.6 度であった。測量された池塘の面積は 0.0055~51.0 m<sup>2</sup>、水深は 4~50 cm の範囲で、大きい面積を持つ池塘ほど深い傾向が認められた(図 4.2.5.2)。

【池塘プロファイル調査】

池塘の断面測量線に沿って実施された植生プロファイル調査(4 池塘 4 縦断面、3 横断面、図 4.2.5.3)では、19 種(木本 4 種、草本 15 種)を記録した。

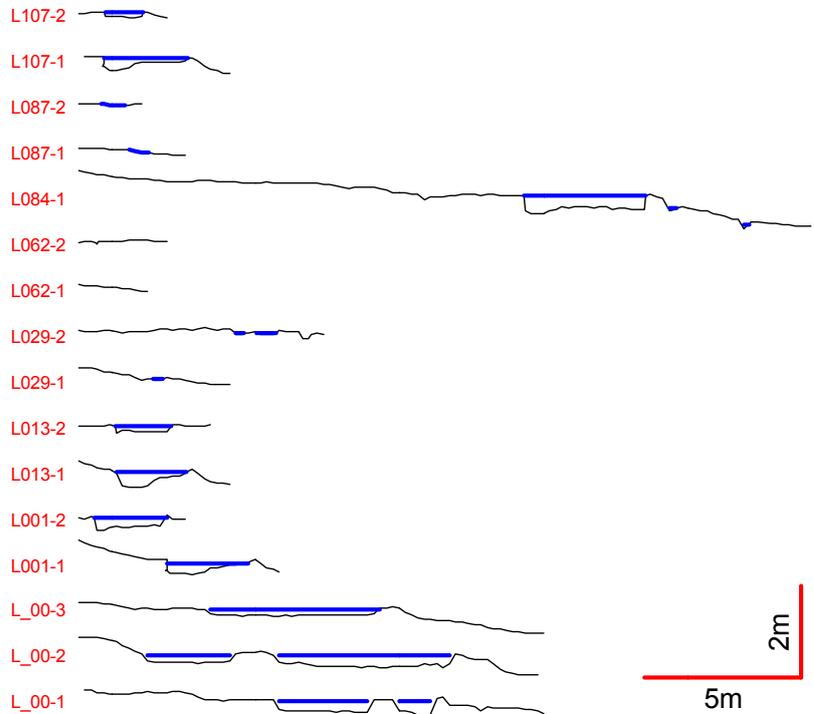


図 4.2.5.2 池塘の断面形状  
各断面図の調査位置を図 3.1.2.2 に示す。

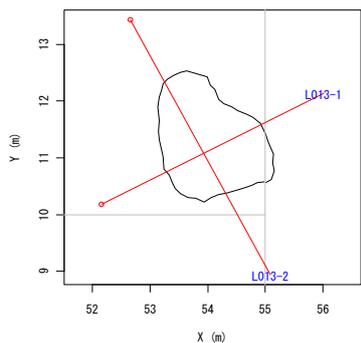
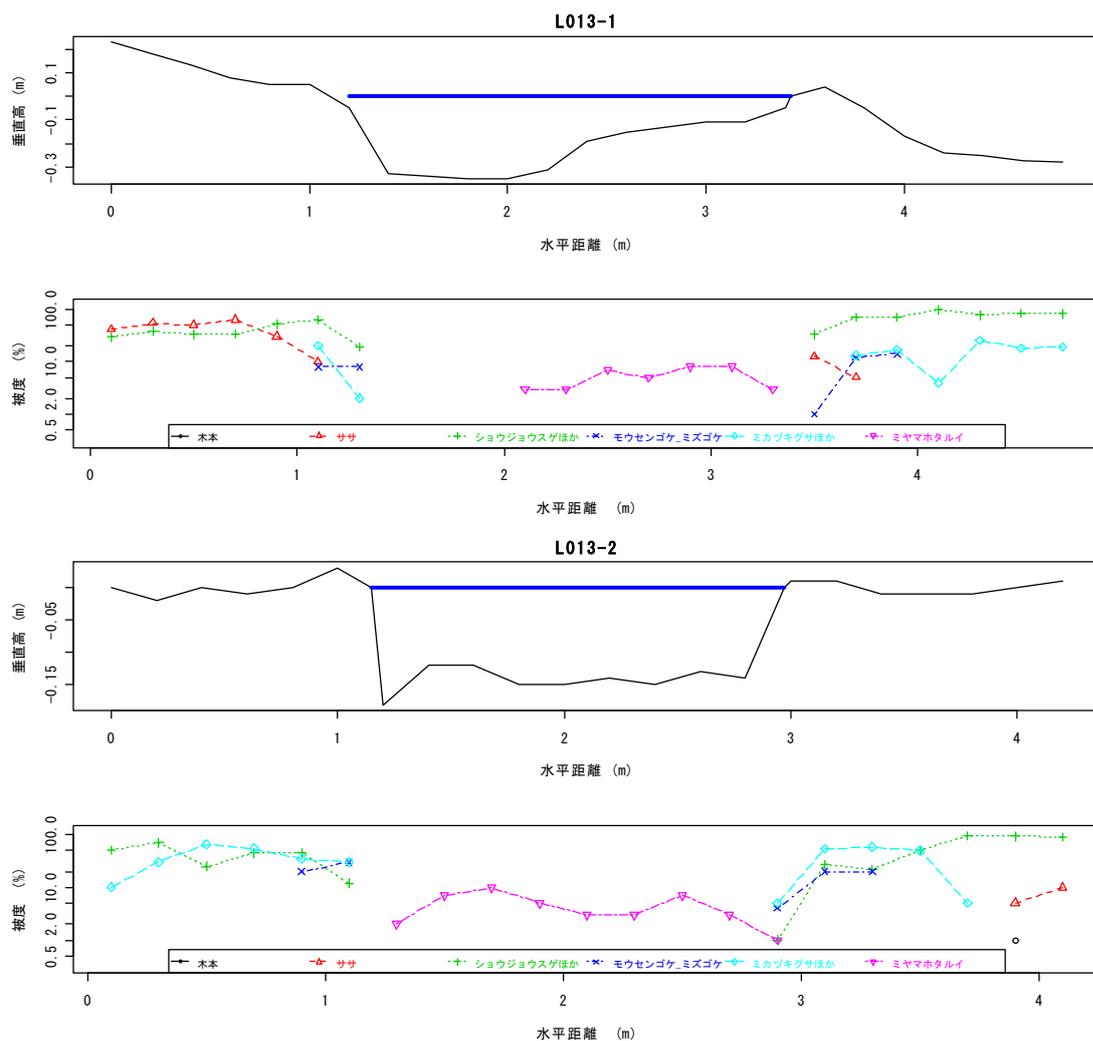


図 4.2.5.3 (池塘番号 13)  
 池塘断面図と植生プロファイル  
 池塘の位置については図 4.2.5.1 参照



種もしくは種群の分布は湿原の微環境との対応関係が認められ、以下のように大別された。

1. ミヤマホタルイ

ミヤマホタルイは、ほとんどが水深 30 cm 以下の湛水面にのみ出現し、その他の種と分布傾向が異なっていた(図 3.1.1.9-10)。池塘湛水面斜面上部側の水深が深くなっている場所には分布していなかった。

2. ミズゴケ・モウセンゴケ

ミズゴケ(未同定)は池塘の辺縁部で堤を形成し、池塘の水面を地表面レベルより高い位置に維持していた(図 4.2.5.2)。ミズゴケの生育する池塘堤では水分がよく保持されており、また、生育する植物も比較的に少ないため被陰の影響が少なかった。こうした環境にモウセンゴケが高頻度に出現していた。

### 3. ミヤマイヌノハナヒゲほか

池塘辺縁、低湿地にヤチカワズスゲ、ミカヅキグサ、ミヤマイヌノハナヒゲ、キンコウカが出現した。これらの種は、ミヤマホタルイのように水深の深い場所には生育していなかったが、数cm程度の水深の浅い場所では、一部沈水して生育していた。

### 4. ショウジョウスゲほか

ヌマガヤ、ショウジョウスゲ、チングルマ、コイワカガミ、ワタスゲ、イワイチョウ、ワレモコウは湛水面や低湿地に少なく、池塘湛水面から離れた土壌の比較的乾燥した場所に分布していた。

### 5. チシマザサ

ショウジョウスゲやヌマガヤなどよりもさらに乾燥した地表面レベルの高い場所で密に分布していた。

### 6. 木本

オオシラビソ、クロマメノキ、ヒメウスノキ、アカモノで乾燥した地表面レベルの高い場所に生育していた。

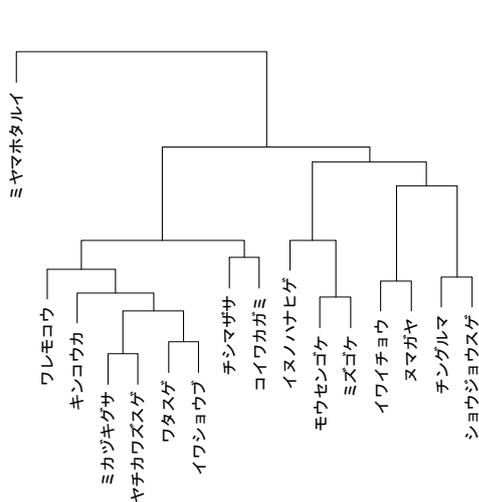


図 4.2.5.4 種の出現パターンもとづくクラスター分析結果

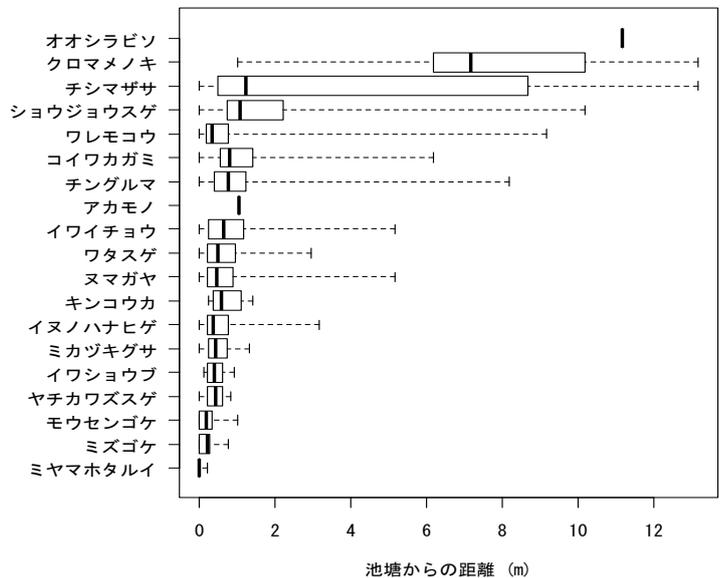


図 4.2.5.5 池塘からの距離と種の分布の関係  
水平バー:最小-最大、ボックス左端 下位四分の一位、中縦線中央値、右端 上位四分の一位

池塘湛水面輪郭の形状および面積の経年変化

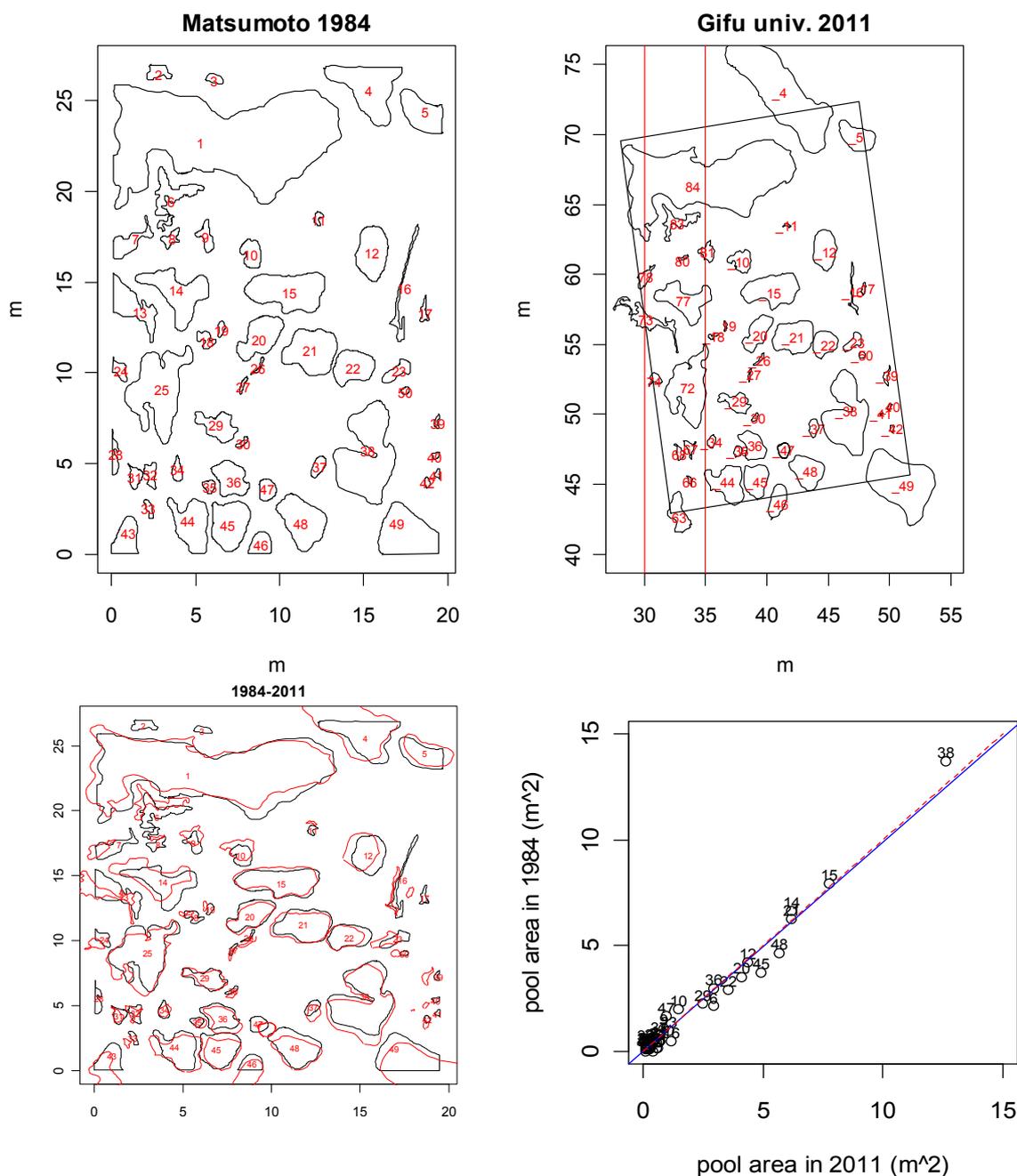


図 4.2.5.6 池塘形状の1984年(松本・竹田1986)と2011年の比較と相関図

静岡大学の松本・竹田(1986)によって1984年に測量された池塘50個について再測を試みた(図4.2.5.6)。50個の内、46個の池塘を同一地点で確認した。面積0.1~0.8 m<sup>2</sup>、溝型3、短円型1として分類された4個については測量されなかった(池塘番号2,3,28,41)。また、二つの池塘(池塘番号6、7 面積2.1、1.0 m<sup>2</sup>)については分裂していた。小さい池塘や形の複雑な池塘で消失と分裂が認められた。しかし、基本的に両測量結果は非常によく一致し両者間の池塘の形状にはほとんど変化がないといえた。調査枠内に完全に含まれる池塘37個(面積0.1~14.1 m<sup>2</sup>)の1984年と2011年時点の面積は、非常に高い相関が認められた( $r=0.992$ ,  $p<0.001$ )、切片0の回帰式の傾きは0.99であり、傾き1と異なるとする帰無仮説は棄却された( $F=0.847$ ,  $p=0.363$ )。

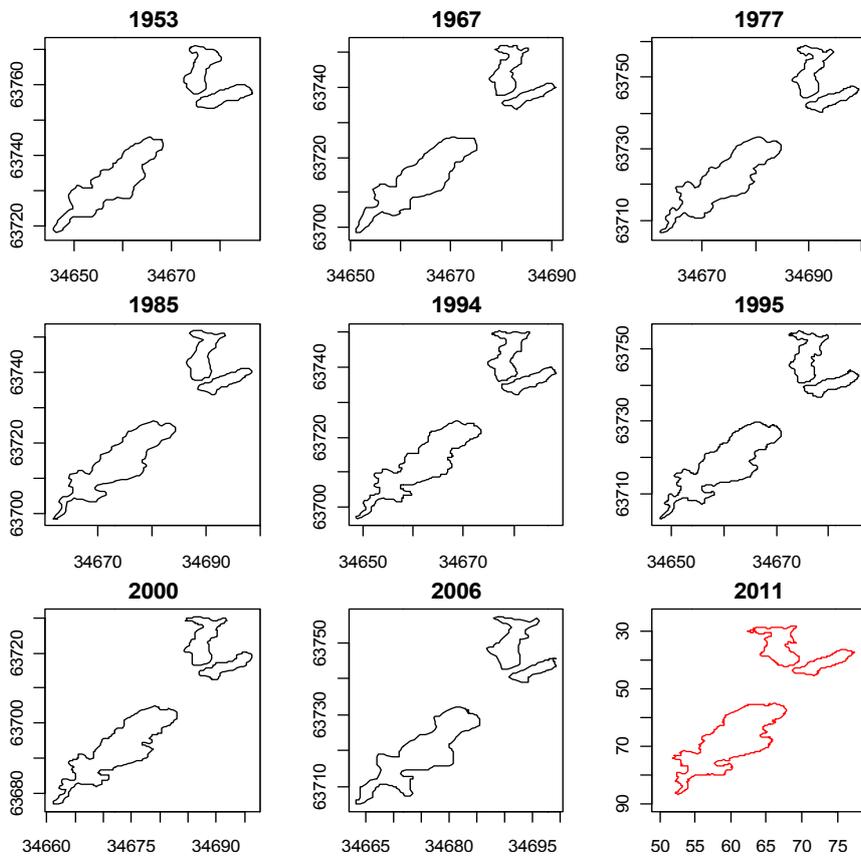
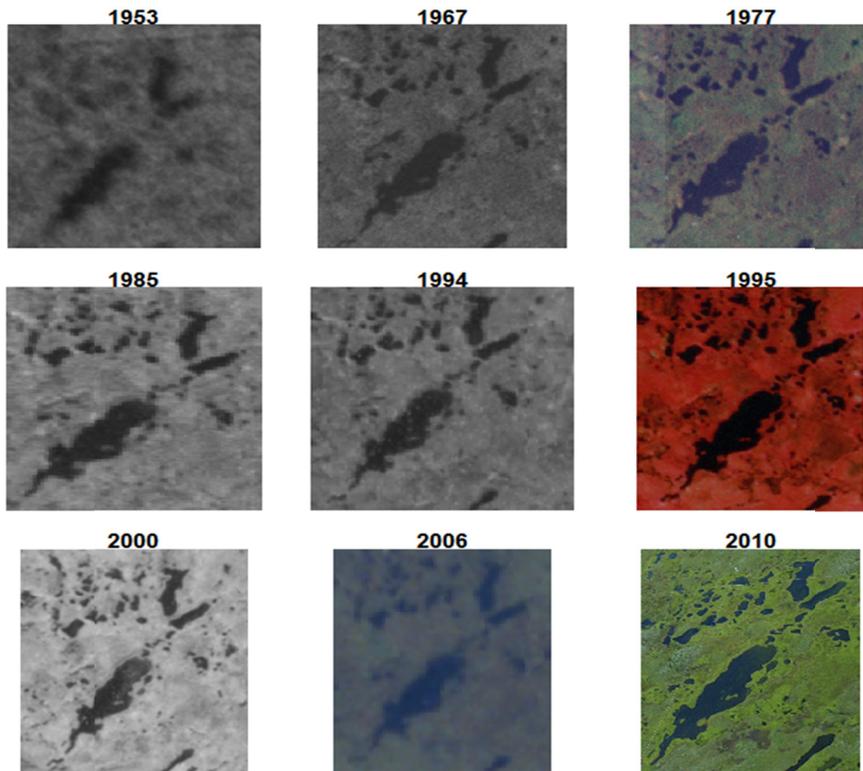


図 4.2.5.7 大池塘 A,B,C の空中写真とポリゴン  
 1953-2006年: 写真測量、2011年:現地測量

1953年から2006年にいたる53年間の大池塘A、B、Cの面積は、それぞれ変動係数4.0%、5.6%、16.6%の範囲で変動した。しかし、2010、2011年のトータルステーションを使用した現地測量結果と写真測量結果の平均値の差は、同順で0.3 m<sup>2</sup>（実測面積比0.1%）、-1.8 m<sup>2</sup>（3.6%）、-0.5 m<sup>2</sup>（1.8%）であり差は少なかった。西暦年と各池塘面積の間には相関関係がなく（大池塘A,B,C; p=0.639, 0.406, 0.102）年数経過に伴う池塘面積の増減傾向は認められなかった。

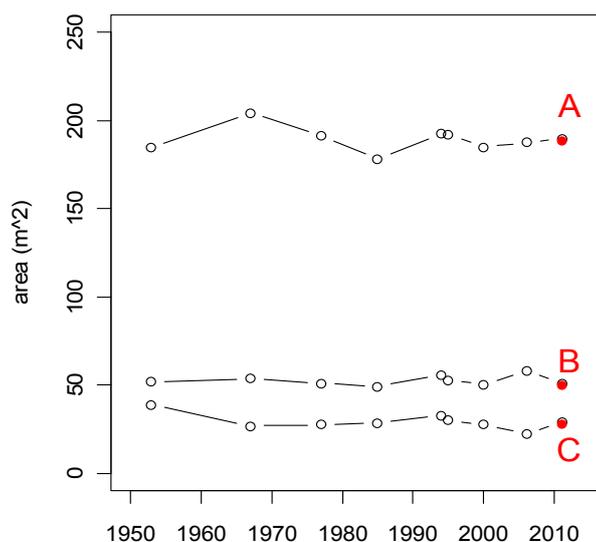


図 4.2.5.8 3大池塘の面積の経年変化

本多は立山が観光地化される以前の

1964年にすでに、「実地踏査によると標高2,350mの極楽平を境にして、低標高地帯のガキ田は顕著な縮小（ミズゴケ）過程をたどりつつある」と述べている。深井（1975）もまた、現在のガキ田は一般的に乾燥化の方向をたどっているとした。近年においても、折谷（2008）によって、40年前弥陀ヶ原の池塘は3000以上あったが現在は3分の一の1000個程度にまでに激減したとされている。立山地域の池塘の減少は、道路工事によって流入した大量の土砂によるものであるとする見解もある（河野 1999）。また、小島（2008）は、1999年から2005年のスケッチに基づき「湛水池はその大きさや形が常に変動しており出現と消失を繰り返している」と述べている。

これまでの弥陀ヶ原の池塘群に関する研究報告では、池塘の形状は比較的短期間に変化すること、また、温暖化や人為的攪乱によって衰退・縮小傾向にあるとした報告が多い。しかし、これらの研究は現地観察やスケッチにもとづくもので、池塘湛水面の輪郭形状を厳密に測量した事例は近年までに松本・竹田（1984）のみであった。今回、松本・竹田（1986）によって1984年に測量された池塘の一部をトータルステーションによって再測したところ、両者の測量結果は池塘形状の細部に至るまで非常に一致した。

緩斜面に発達する弥陀ヶ原湿原は、湿原全体にミズゴケが分布し湿原の中央部がレンズ状に盛り上がる典型的な高層湿原とは形態的に異なる。弥陀ヶ原湿原ではミズゴケは基本的に池塘の水際に分布し池塘の堤体部を形成する。堤体部は幅、地表面レベルからの高さともに1m以下であることがほとんどで水分を多く含み柔軟で池塘の水位を地表面レベル以上に維持している。こうした池塘の構造は強度的に弱く、不安定なものとも考えられる。しかし、今回の調査では、小池塘群では少なくとも26年間、大池塘群では少なくとも57年間池塘の輪郭形状および面積に大きな変化はなかった。弥陀ヶ原湿原の池塘は形態的に繊細であるにもかかわらず、その湛水面の輪郭形状は長年月の間に安定していたことが明らかとなった。

国土地理院の空中写真ライブラリでは弥陀ヶ原地点で撮影された空中写真では終戦直後1947年にGHQによって撮影されたものが最も古い。この写真は画質が不鮮明で解析に使用しなかつ

たがそれでも今回解析した3つ大池塘が確認できる。今回解析に使用した1953年の写真も同様にGHQによって撮影されたもので、比較的明瞭に撮影されたもっとも古いものではないかと考えられる。この1953年の空中写真において、ほぼ現在と同様の池塘の形状が確認できる。そして、それ以降近年に至るまで3大池塘の輪郭形状および面積には大きな変化がなかった。

池塘は道路建設に伴う水脈系の攪乱の影響を敏感に受けるとされている(河野1999)。しかし、今回の調査では池塘の密度、形状、面積に関し明らかな変化は認められていない。

### 弥陀ヶ原ホテル周辺域の池塘群

1995年の航空写真を用いて池塘と判別された地点について、1174地点の現地調査を行った(図4.2.5.9,10,11)。調査地点のタイプ別の内訳は、タイプI 468地点(39.9%)、タイプII 590地点(50.3%)、タイプIII 90地点(7.7%)、タイプIV地点 26(2.2%)であった。1995年時点の航空写真上で池塘と判別されたもののうち、航空写真撮影から17年後に相当する今回の調査において、1058地点、約9割が湛水しており典型的な池塘の植生を有していた。

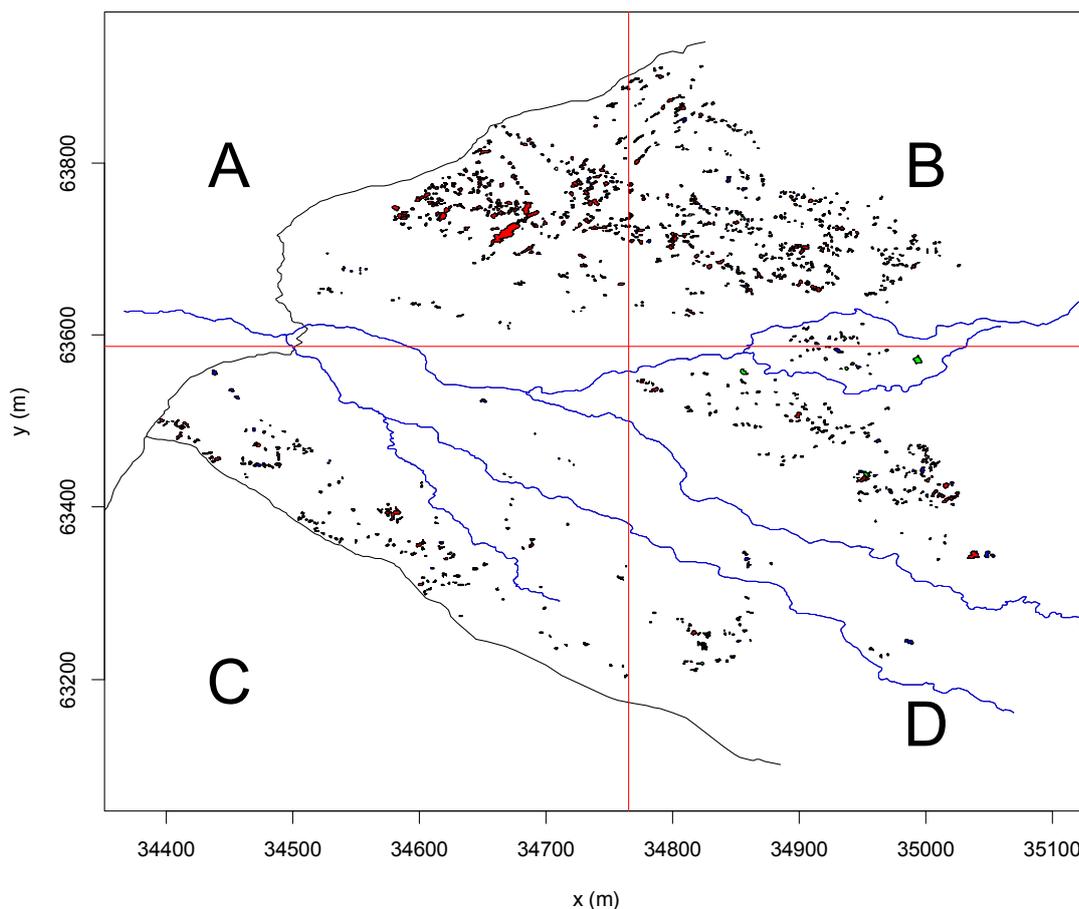


図 4.2.5.9 弥陀ヶ原ホテル周辺域における池塘の分布状況  
座標軸は国土地理院 第7系平面直角座標系(以下同じ)。図 3.1.1.2 で各ブロック(A,B,C,D)別の拡大図を示す。(黒線) 歩道、(青線) 沢

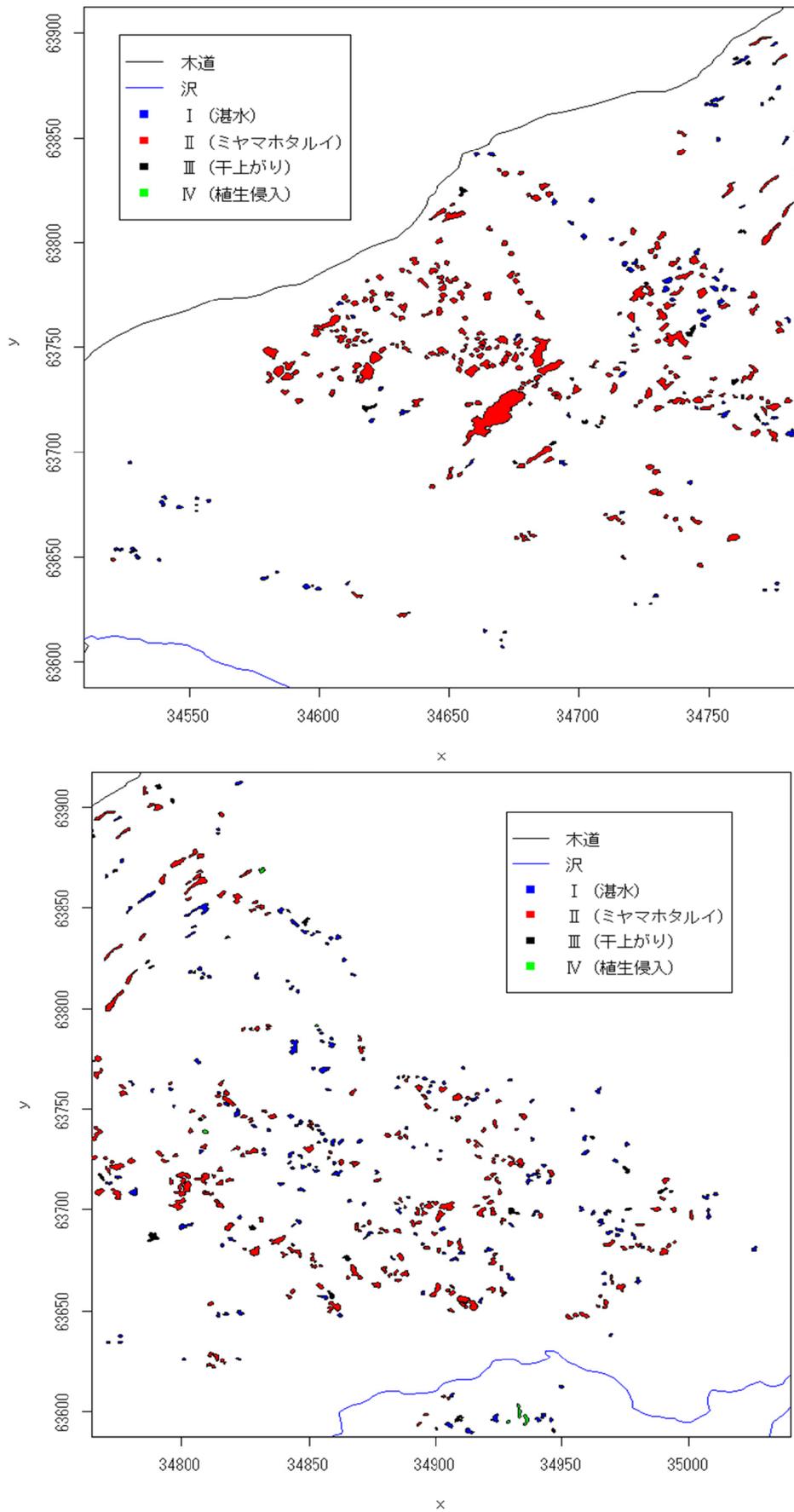


図 4.2.5.10 弥陀ヶ原ホテル周辺域における池塘の分布状況  
(上段 Aブロック、下段 Bブロック)

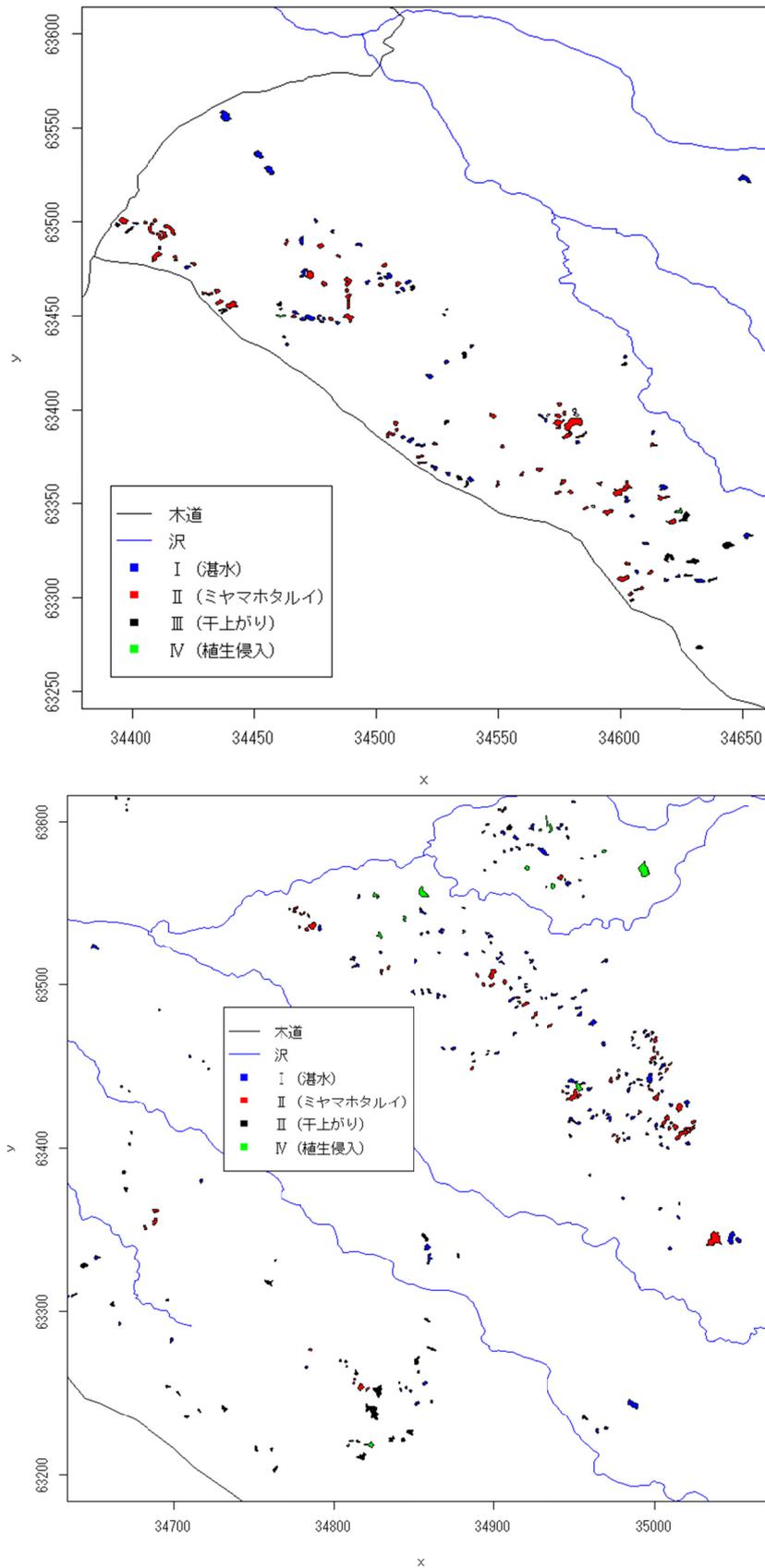


図 4.2.5.11 弥陀ヶ原ホテル周辺域における池塘の分布状況  
(上段 Cブロック、下段 Dブロック)

1995年に撮影された赤外線空中写真で池塘として判別された地点の、約10%はタイプⅢ、Ⅳとして分類され、湛水しておらず池塘としての特徴が認められなかった。この結果は、弥陀ヶ原ホテル周辺の池塘が人為的な攪乱の影響を受けて減少傾向にあるという指摘(河野 1980)と矛盾しない。しかし、河野によって消失したとされた池塘(死んでいるガキの田)の多くは今回の調査ではⅠやⅡとして分類された(図 4.2.5.12)。人為的攪乱による自然環境の悪化によって当地域の池塘が壊滅的に減少しているとする河野の見解は再検討の余地がある。

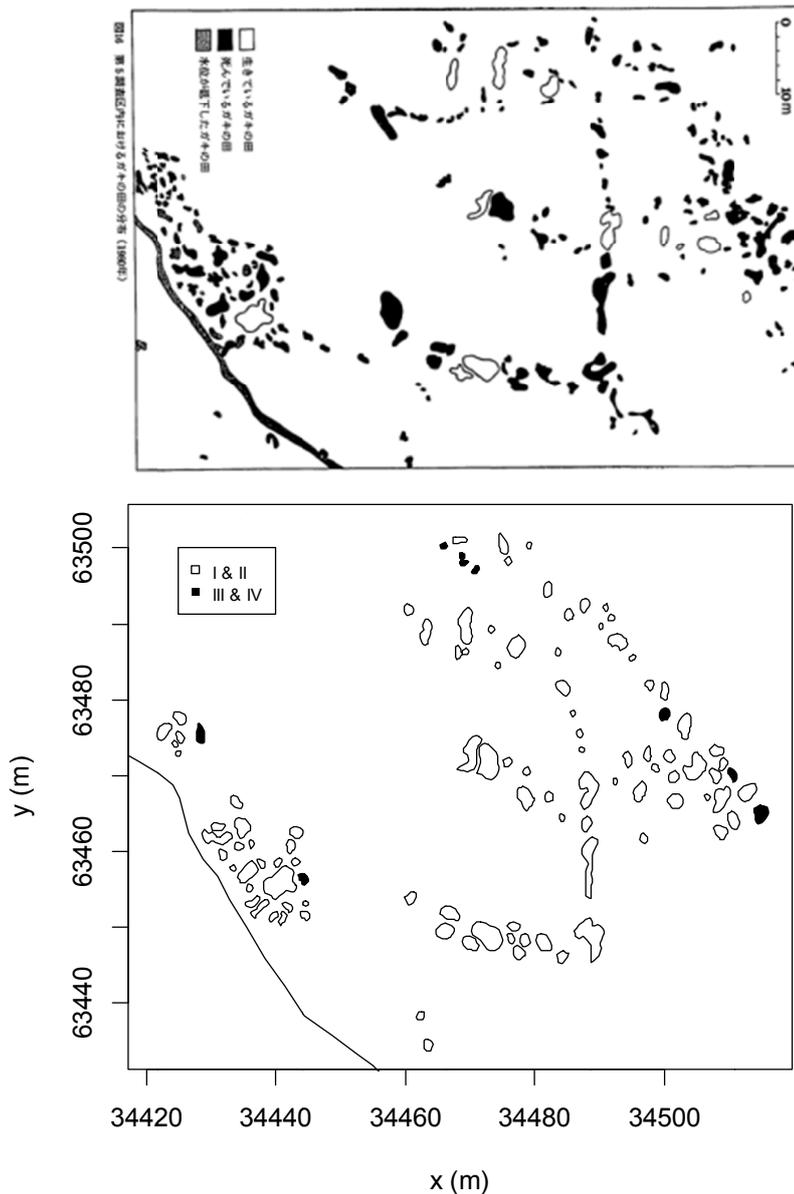


図 4.2.5.12

河野(1980、上段)と今回の調査の結果(下段)の比較。河野は、弥陀ヶ原の観光地化に伴い池塘が大幅に減少したとした。しかし、今回の調査では、河野が死んだとした池塘の多くは湛水し、自然状態の池塘としての典型的な植生を保有していた。

調査対象地域の湿性草原内で滞水している環境には、明瞭な池塘の他に窪地(concave)がある(図 4.1.2.2)。堤が発達しておらずに降雨時に水の流れが確認できる場合もある。調査時点で滞水していても、底部にひび割れたコロイド状の泥が沈積し、季節的に滞水したり干上がったたりしていると推測される場所も少なくなかった。ミズゴケの堤が発達していない窪地においても、ミズゴケやモウセンゴケが多く出現し、それらが部分的に微凸地を形成していることがある。弥陀ヶ原湿原(草原)の植生は、おおよそ微凸地、斜面、窪地、池塘に大別できるが、窪地と池塘には様々な状態が存在し、両者の判別が難しい場合がある。赤外線空中写真では、植生が赤、池塘は明瞭な黒、滞水している場所は黒みがかかった赤色として区別できるが、池塘と窪地が高密度に分布している場所では判読が困難な場合がある。一時的に滞水する窪地を池塘として判断し、調査時点で干上がっているためにⅢに分類されるケースも少なくないと予想される。降雨時に表層流のあるようなところでは、浸食による堤の崩壊や滞水などが比較的頻繁に起き、池塘形成作用と攪乱が拮抗する不安定な状態にあるのかもしれない。航空写真による池塘の判別は主観的判断に依存する部分があり、池塘の増減に関する厳密な考察をすることは現状では難しい。また、本調査手法では池塘とみなされた地点を調査するという手順であるため、新たに形成された池塘があった場合にも調査対象には含まれない。1995年の航空写真で池塘と判別された地点のうち10%が滞水していなかったが、この結果からこの地域の池塘が減少傾向にあると判断することは現状ではできない。

今回の手法は、広範囲の池塘の分布の概要を把握する上では有効である。人為的な攪乱を強く受け池塘が減少したとされ、ラムサール条約登録地域から除外された今回の調査地域においても自然状態の形態と植生を有する池塘(約1㎡以上)が1000面以上存在することは明らかといえた(図 4.2.5.13)。

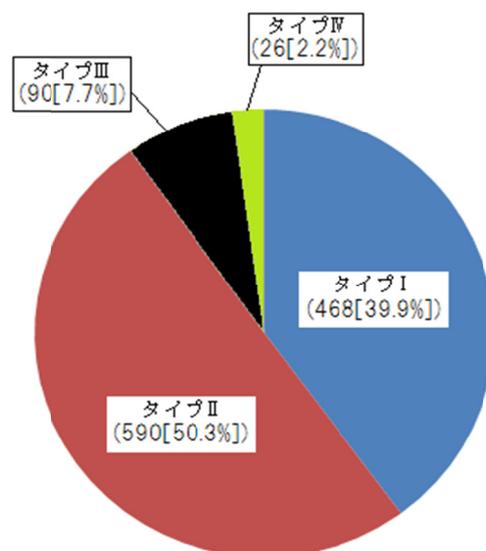


図 4.2.5.13  
本調査地における池塘の  
4タイプの割合

## 4.2.6 美松

I・II・III期を通して6階層、104種の維管束植物を記録した(A1層2種,A2層4種,B1層11種,B2層22種,C層84種,S層1種,表4.2.6.1,2)。つる植物(L層)は記録されなかった。高木種はオオシラビソ(A1層,3期平均頻度3.7,平均総合優占度52)とダケカンバ(A1,0.3,0.9)の二種のみである。小高木および低木はナナカマド(B1層,2.3,27),ミネカエデ(B1層,2.0,21),ミヤマハンノキ(B1層,1.3,13),オガラバナ(B2層,3.0,29),オオバスノキ(B2層,3.7,34)等が記録されている。道路沿線に位置しており,道路に面した林縁のオオシラビソは除雪の影響により衰退している(写真4.2.6.1)。特に,林冠層(A1層)の

オオシラビソは,I期以降衰退が進んでおり総合優占度が低下している(図4.2.6.1)。しかしながら,林床(B2層)にはオオシラビソの更新稚樹が比較的によく分布している。草本層では,ミヤマカンスゲ(5.0,71),ミズバショウ(3.7,34),ヤマソテツ(3.7,35),シラネワラビ(3.3,24),コミヤマカタバミ(2.7,23),ゴゼンタチバナ(3.7,27)の総合優占度が高かった。また,調査区内の林床には,ほぼ全域で背丈を超えるチシマザサ(5.0,92)が密生している。I~III期の総合優占度(1190,1263,1236),種数(70,72,89)はともに後期ほど大きな値を示していた。

オオシラビソ林が後退しつつある道路に沿った場所に,外来植物の侵入が多くみられる。現在,立山アルペンルートでは不明種2種を含み63種が外来植物とみなされているが,その内の12種(イタドリ,オオイタドリ,オオバコ,オノエヤナギ,コナスビ,ゴマナ,スギナ,セイヨウタンポポ,タニウツギ,ノコンギク,フキ,ヨモギ)が立山のモニタリング調査プロットに出現しており,コナスビとタニウツギを除く10種が美松プロットに出現している。他に美女(3種)とブナ坂(4種),上の小平(1種)で外来種が記録されているが,出現種数の多さでは美松プロットが最も多い。オオシラビソの明らかな衰退の現状や外来種の侵入の状況から,人為的攪乱の影響が最も顕著に表れているモニタリング調査区であるといえる。

美松調査区

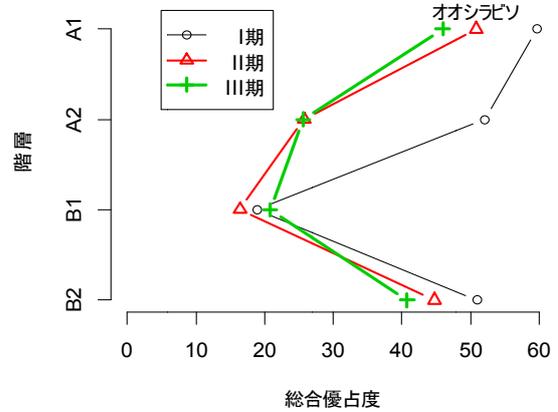


図 4.2.6.1 主要樹種の各層における総合優占度の変化



写真 4.2.6.1 美松調査区 2010年6月



写真 4.2.6.2 オオシラビソ林

弥陀ヶ原から鏡石付近にかけて、山腹斜面にはオオシラビソ林が発達している。当地域の年最大積雪深は4~6mに達する。



写真 4.2.6.3 雪の壁

「雪の壁」は立山観光の目玉でもあり、ゴールデンウィーク前にはアルペンルートの除雪が行われる。



写真 4.2.6.2 沈降圧による枝の折損

除雪の際、自然状態を越えた量の雪が道路沿いに堆積する。これらの積雪が融雪する際、沈降圧によって林縁木の枝が折損する。



写真 4.2.6.3 道路側の枝葉の消失

写真右上をアルペンルートが走る。道路側の枝葉が消失している。



写真 4.2.6.4 残雪期に樹木下で観察される枝葉の落下  
枝葉の落下は道路から約 60m 付近まで観察される。



写真 4.2.6.5 根元からおれたオオシラビソ  
道路に面した場所に生育していたオオシラビソ。樹勢が衰退すると幹が腐りやすくなり、強度が低下して折れる。その背後にも、幹折れした木が見える。



写真 4.2.6.6 融雪後の状態

アルペンルートから道路沿いのオオシラビソが衰退しているのが観察できる。林縁木の衰退折損は、さらに林の奥へと進行していく可能性がある。積雪深が多く、道路が斜面を横断するような森林では同様の現象が認められる。

表 4.2.6.1 調査区 [06] 美松 植生組成表 (2012 年)

種名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	頻度	総合優占度	
A1 オオシラビソ	6	6	6	6	6	6	5	5	8	7	7	5	.	.	5	.	.	.	5	5	.	.	.	.	.	III	46.0	
A1 ダケカンバ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-	.
A2 オオシラビソ	6	.	4	5	.	5	.	.	1	.	4	.	4	.	4	5	.	.	.	.	.	3	.	.	.	II	25.6	
A2 ダケカンバ	.	.	.	.	.	4	6	.	4	6	.	9	4	.	5	6	.	5	.	5	.	.	.	.	.	II	29.4	
A2 ナナカマド	.	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	2.8	
A2 ミヤマハンノキ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-	.	
B1 オオシラビソ	.	.	2	.	.	.	.	4	1	2	3	3	3	4	2	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	II	20.8	
B1 オオハナウド	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	I	2.2	
B1 オガラバナ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	5	3	.	4	.	.	4	4	4	4	.	.	2	.	II	18.9	
B1 オニシモツケ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	I	2.2	
B1 オノエヤナギ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6	.	1	.	4	I	7.3
B1 ダケカンバ	.	.	.	.	.	6	.	.	.	.	5	5	5	.	4	.	6	.	.	.	.	6	7	5	5	III	32.2	
B1 ナナカマド	.	5	4	4	7	1	6	.	5	4	.	.	.	4	3	3	.	.	.	.	5	.	.	.	.	III	31.3	
B1 バッコヤナギ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-	.	
B1 ベニバナイチゴ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	I	1.3	
B1 ミネカエデ	.	3	.	3	5	.	.	4	1	4	.	.	.	4	5	4	.	2	.	.	.	.	.	.	.	II	23.7	
B1 ミヤマハンノキ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	4	2	.	.	.	3	.	.	4	5	4	5	6	.	II	23.1	
B2 アクシバ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	0.9	
B2 ウラジロナナカマド	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	1.8	
B2 ウラジロヨウラク	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	0.9	
B2 オオカメキ	+	+	+	+	.	.	2	1	1	.	.	3	2	+	.	+	.	+	1	4	.	.	.	.	III	18.8		
B2 オオシラビソ	+	7	+	+	+	3	2	+	1	.	3	1	2	3	2	2	4	6	.	3	2	1	.	.	5	V	40.8	
B2 オオバスキ	3	+	3	1	+	5	+	1	1	+	4	2	3	5	3	1	2	1	.	1	.	.	.	.	IV	34.0		
B2 オガラバナ	+	+	.	.	.	.	4	.	.	.	.	5	4	.	+	2	5	4	1	4	1	1	3	.	.	III	28.2	
B2 オノエヤナギ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	1	.	4	4	I	9.1
B2 クマイチゴ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-	.	
B2 クロウソゴ	.	+	+	.	.	2	1	+	.	.	2	1	2	+	+	+	.	+	+	+	.	.	.	.	.	III	16.7	
B2 クロツリバナ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8	+	3	.	.	1	1	3	.	.	.	.	.	3	.	II	14.8	
B2 タカネナナカマド	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-	.	
B2 ダケカンバ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	2	.	.	2	.	1	.	3	3	+	4	.	3	II	16.5	
B2 ナナカマド	.	.	.	.	+	3	1	+	.	.	.	2	4	3	+	.	2	1	.	+	5	3	.	.	4	III	25.9	
B2 バッコヤナギ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	.	.	+	I	4.2	
B2 ハリブキ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	1	+	+	+	.	.	.	.	.	.	II	5.8	
B2 ヒメウスノキ	+	.	.	.	.	4	.	+	+	.	2	.	+	+	+	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	II	12.0	
B2 ベニバナイチゴ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	I	1.8	
B2 ミネカエデ	6	.	3	+	2	4	3	.	1	+	+	1	2	4	4	4	4	4	4	4	3	1	1	+	.	4	V	44.8
B2 ミヤマハンノキ	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	4	.	.	4	3	4	1	+	.	II	15.4	
B2 ミヤマホツツジ	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	0.9
B2 ムラサキヤシオツツジ	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	1.8
C アカシヨウマ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	I	1.8
C アキカラマツ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	I	2.5
C イタドリ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	+	.	I	3.3
C イヌワラビ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	I	1.8
C イワウメ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	0.9
C イワカガミ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	I	1.3
C イワナン	+	+	+	+	.	+	+	+	.	.	.	.	1	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	9.4	
C ウラジロタデ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	I	0.9
C エンレイソウ	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	.	+	+	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	IV	15.2	
C オオイタドリ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	5	6	4	5	I	13.3
C オオシラビソ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	0.9
C オオハコ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	0.9
C オオバショリマ	.	.	.	+	.	.	.	+	.	+	.	1	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	2	II	10.6	
C オオバタケシマラン	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	0.9
C オオハナウド	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	I	2.2
C オオバノツバムグラ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	+	.	.	.	.	I	4.5	
C オオバユキザサ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	0.9
C オシダ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	I	1.8
C オニシモツケ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	I	2.2
C カニコウモリ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	1	.	I	3.1	
C キオン	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-	.
C キンチドリ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-	.
C キヌガサソウ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	2.7
C クロツリバナ	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	0.9
C コイワカガミ	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	13.9	
C コウゾリナ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-	.
C コガネギク	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-	.
C コゴメグサ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-	.
C ゴゼンタチバナ	2	+	1	1	1	+	1	3	1	1	3	+	1	+	+	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	IV	23.7	
C コバイケイソウ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	0.9
C ゴマナ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.	I	4.0
C コミヤマカタバミ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	3	+	.	4	+	3	3	2	.	2	3	4	3	III	23.6	
C サカゲイノデ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	I	1.8
C サンカヨウ	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	II	8.9	
C シノブカグマ	+	+	.	.	.	+	.	.	.	.	+	+	+	1	2	1	+	.	.	+	.	.	.	.	.	III	11.9	
C シモツケソウ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	0.9
C ショウジョウバカマ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	IV	15.2	
C シラネセンキュウ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	+	.	.	.	.	.	.	.	I	2.2
C シラネワラビ	.	.	.	.	+	+	.	.	+	+	1	2	4	+	2	1	3	4	3	2	1	.	.	+	.	IV	25.8	
C スギナ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	I	1.8
C セイヨウタンポポ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-	.
C タケシマラン	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	4.9
C タテヤマアザミ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	4	I	12.6



C	マイヅルソウ	IV	26.3	III	17.5	IV	16.8	C	ミヤマセンキュウ	-	0.0	-	0.0	I	0.9
C	ヒメタケシマラン	-	0.0	IV	22.8	IV	16.5	C	ヨモギ	I	12.6	I	12.3	I	0.9
C	エンレイソウ	II	8.0	IV	17.9	IV	15.2	C	キオン	I	0.9	-	0.0	-	0.0
C	ショウジョウバカマ	IV	24.5	IV	25.0	IV	15.2	C	キソチドリ	I	1.8	-	0.0	-	0.0
C	コイワカガミ	III	13.3	III	15.1	III	13.9	C	コウゾリナ	I	3.8	I	0.9	-	0.0
C	オオイタドリ	I	11.3	I	12.1	I	13.3	C	コガネキク	-	0.0	II	7.6	-	0.0
C	タケヤマアザミ	I	9.8	II	18.1	I	12.6	C	コメグサ	I	0.9	-	0.0	-	0.0
C	フキ	I	11.1	II	14.7	II	12.6	C	セイウタンボボ	I	1.8	-	0.0	-	0.0
C	ヒロハユキザサ	-	0.0	II	7.6	III	12.0	C	タケヤマオウギ	I	6.2	-	0.0	-	0.0
C	シノブカグマ	I	8.0	II	9.8	III	11.9	C	タニギキョウ	I	0.9	I	2.5	-	0.0
C	オオバショリマ	-	0.0	II	11.3	II	10.6	C	ノコンギク	I	10.1	-	0.0	-	0.0
C	ミヤマメシダ	-	0.0	II	9.5	II	10.5	C	ハクモウイノデ	I	2.8	-	0.0	-	0.0
C	ツルリンドウ	III	18.0	III	14.5	III	9.8	C	ホソバトウゲシバ	-	0.0	I	0.9	-	0.0
C	ミツバオウレン	II	7.8	II	8.5	III	9.8	C	メシダ	I	6.9	-	0.0	-	0.0
C	イワナシ	II	8.4	II	8.5	II	9.4	C	ヤマハハコ	I	1.8	I	1.8	-	0.0
C	サンカヨウ	I	4.5	II	6.3	II	8.9	S	チシマザサ	V	94.9	V	88.3	V	94.0
									合計		1189.6		1263.1		1236.3

## 4.2.7 松尾峠

I・II・III期を通して6階層、82種の維管束植物を記録した(A1層2種,A2層4種,B1層5種,B2層24種,C層60種,S層1種,表4.2.7.1,2)。つる植物(L層)は美松調査区同様に記録されなかった。林冠層はオオシラビソ(A1層,3期平均頻度3.0,平均総合優占度41)によって優占されている。I期までダケカンバもA1層(1.0,2.8)に含まれていたが倒木し,II期以降A2層以下での分布となった。林分の中下層では,ミネカエデ(B1層,2.7,28;B2層,2.0,18),ナナカマド(B1層,2.3,24),オオシラビソ(B1層,2.3,16;B2層,3.3,24),ミネカエデ,オオバスキ(B2層,4.0,24),オオカメノキ(B2層,2.7,21),クロウソゴ(B2層,2.3,15)等の木本種が多く分布していた。調査区の優占種であるオオシラビソの階層別総合優占度は,I~III期で特に大きな変化がないが,I期ではA2に記録されていなかった。草本層(C層)では,ミヤマカンスゲ(5.0,62),ヤマソテツ(3.7,24),ゴゼンタチバナ(4.3,26),マイヅルソウ(5.0,33),イワカガミ(3.7,23),ショウジョウバカマ(4.0,23),タケシマラン(5.0,27),ミズバショウ(2.0,17),ミツバオウレン(4.3,23)等の総合優占度が高かった。チシマザサの稈高は,森林が発達する調査区上部で2mを越え,調査区下部の泥炭度の発達する場所では1m以下となり環境によって群落高が異なっていたが,美松調査区と同様に平均被度5.0,平均優占度は98と非常に密に林床を覆っていた。I~III期の総合優占度(699,748,849),種数(52,59,71)はともに後期ほど大きな値を示していた。

### 松尾峠調査区

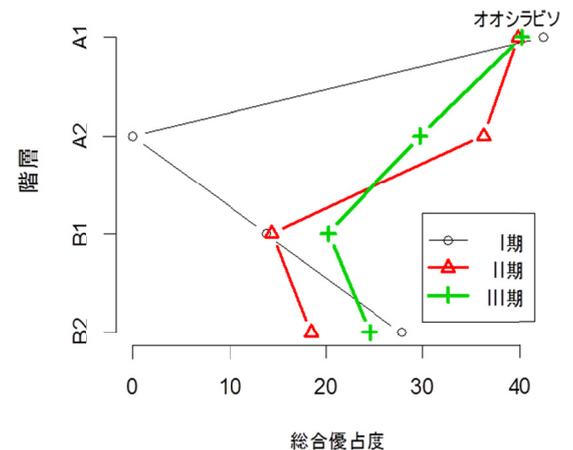


図 4.2.7.1  
主要樹種の各層における総合優占度の変化

表 4.2.7.1 調査区 [07] 松尾峠 植生組成表 (サブプロット 1~25)

種名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
A1層																										
オオシラビソ	.	.	.	.	.	.	.	4	7	6	.	.	5	.	.	.	.	6	7	6	.	.	.	.	.	.
ダケカンバ	.	.	.	.	.	.	.	.	6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
A2層																										
オオシラビソ	.	3	5	.	.	.	.	3	.	5	.	3	4	3	4	.	.	4	4	.	.	.	.	2	5	5
ダケカンバ	.	.	.	5	.	.	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ナナカマド	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.
ミネカエデ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
B1層																										
ミネカエデ	.	.	.	2	4	2	2	2	.	4	.	.	2	1	4	4	5	4	.	5	.	.	3	4	3	
ナナカマド	3	2	.	4	4	.	.	.	.	.	.	.	4	5	3	.	.	4	4	.	.	.	4	.	1	
オオシラビソ	3	3	4	2	.	.	.	.	.	.	.	.	3	3	3	4	.	.	.	.	.	.	1	.	4	
ダケカンバ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	
オオカメノキ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.
B2層																										
ミネカエデ	+	2	4	+	1	1	2	3	3	2	.	+	+	+	1	5	4	4	1	+	.	2	+	3	+	
オオシラビソ	1	.	4	4	+	+	.	.	+	+	+	+	2	.	1	1	+	1	2	.	.	+	1	+	.	
オオバスのノキ	+	1	+	+	1	+	+	+	+	+	.	+	1	+	1	+	2	+	+	+	.	.	.	2	3	1
オオカメノキ	.	.	.	.	.	.	.	3	4	+	.	.	.	.	.	.	+	2	3	1	.	.	.	.	.	.
クロウソゴ	1	1	+	+	1	+	.	+	.	.	3	1	+	+	+	.	.	.	.	+	2	2	+	.	.	
ナナカマド	.	3	.	+	.	.	.	.	.	.	.	3	.	1	+	.	.	+	+	+	.	.	+	.	.	
ヒメモチ	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.	.	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	
ミヤマホツツジ	+	.	.	+	.	.	.	.	1	.	.	+	+	+	+	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	
ヒメウスノキ	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	
ヨヨウラクツツジ	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
コシアブラ	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
ダケカンバ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	.	.	.	+	+	.	
ミヤマシキミ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ムラサキヤシオツツジ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
オガラバナ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.
アカミノイヌツゲ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ウラジロハナヒリノキ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
キタゴヨウ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
クロマメノキ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
ハリブキ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
ベニバナイチゴ	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ナツハゼ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ハクサンシャクナゲ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ハナヒリノキ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
S層																										
チシマザサ	10	10	10	10	9	10	10	10	9	9	10	10	10	10	10	10	9	9	9	10	10	10	9	9	10	
C層																										
ミヤマカンスゲ	5	2	3	6	5	6	6	5	4	4	3	3	3	6	5	5	5	1	5	4	3	5	5	5	6	
ヤマソテツ	.	+	+	.	.	.	.	2	4	4	.	.	.	.	.	+	+	2	1	+	.	.	.	+	+	
ゴゼンタチバナ	+	+	+	+	+	+	+	+	3	3	.	1	+	+	+	+	+	+	1	+	+	+	+	+	+	
マイヅルソウ	+	+	+	+	+	+	+	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
イワカガミ	.	+	+	+	+	.	+	+	.	1	3	1	+	+	+	.	.	+	.	+	4	+	+	+	+	
ショウジョウバカマ	+	+	.	+	+	.	+	+	+	2	+	+	+	+	+	.	+	+	+	+	+	+	+	+	.	
タケシマラン	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	1	.	+	+	
ミスバショウ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	2	+	2	.	.	.	+	4
ミツバオウレン	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
ツクバネソウ	.	.	.	+	+	1	+	+	+	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	.	+	+	.	+	
ツルリンドウ	.	+	+	.	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	.	.	.	+	
モミジカラマツ	1	.	.	.	5	5	3	+	.	.	+	.	.	.	.	1	4	+	.	.	+	+	.	.	.	
ツマトリソウ	+	1	.	.	+	+	+	.	.	.	3	.	.	.	.	+	+	+	+	.	2	+	.	.	.	
オオバショリマ	3	.	.	.	.	1	1	+	.	+	+	.	.	.	.	.	5	.	+	.	.	1	.	.	.	
シノブカグマ	.	.	.	.	.	.	1	+	3	1	.	.	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.	+	
ユキザサ	.	.	.	.	+	2	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	.	.	.	.	
イワナシ	.	+	+	.	.	.	.	.	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	
イワイチヨウ	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	.	.	.	
ヤチカワズスゲ	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	+	.	.	.	
シラネウラボ	.	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	
ショウジョウスゲ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
コバイケイソウ	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	
ヒメゴヨウイチゴ	.	.	.	.	.	.	+	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
シラタマノキ	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
ニッコウキスゲ	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	
ミヤマシケシダ	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	+	.	.	+	.	.	
ホソバトウゲシバ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	
ミヤマセンキュウ	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	



S層																												
チシマザサ		9	9	9	9	9	10	10	10	10	9	9	9	10	9	9	10	10	10	10	9	9	9	9	9	9	V	97.6
C層																												
ミヤマカンスゲ	5	6	6	4	5	2	2	5	4	6	5	4	4	4	4	4	5	5	4	5	5	5	5	5	4	V	66.8	
ヤマソテツ	4	4	3	3	2	.	.	.	+	1	1	2	4	1	5	.	.	+	+	3	2	3	2	3	1	IV	28.2	
ゴゼンタチバナ	+	+	1	1	+	.	.	+	+	+	+	1	2	2	4	.	+	+	1	1	2	2	1	1	+	V	26.9	
マイヅルソウ	+	+	+	+	+	+	1	+	+	+	+	1	+	1	+	+	+	+	+	+	1	1	1	+	V	23.9		
イワカガミ	+	+	.	+	+	4	2	+	+	+	+	.	.	+	3	+	+	+	1	2	+	.	.	+	IV	23.7		
ショウジョウバカマ	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	2	+	+	+	+	+	1	3	1	+	+	V	23.5		
タケシマラン	1	+	+	+	+	1	1	+	+	+	+	+	+	+	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	V	23.2		
ミスバショウ	3	.	5	3	2	.	.	.	.	3	5	1	+	.	.	.	.	+	2	4	5	3	3	.	II	20.2		
ミツバオウレン	+	+	+	.	+	+	+	+	+	+	+	+	.	+	+	+	+	+	1	+	1	+	+	+	V	19.7		
ツクバネソウ	+	+	+	+	+	.	+	+	+	+	+	+	.	+	.	.	.	+	.	1	+	+	+	+	IV	15.2		
ツルリンドウ	+	+	+	+	+	.	.	.	+	+	+	+	+	+	.	.	.	+	+	1	+	+	+	+	IV	15.0		
モミジカラマツ	.	1	1	4	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	14.4		
ツマトリソウ	.	.	.	.	+	2	+	+	+	+	+	.	.	.	3	+	.	.	.	+	+	.	.	.	III	13.6		
オオバショリマ	.	+	.	+	.	4	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	II	11.3		
シノブカグマ	+	+	+	+	.	.	+	.	+	+	1	+	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	III	11.2		
ユキザサ	.	+	+	+	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	II	7.1		
イワナン	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	II	5.8		
イワイチヨウ	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	I	4.6		
ヤチカワズスゲ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	4.0		
シラネウラボ	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	3.8		
ショウジョウスゲ	.	.	.	.	.	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	1	.	.	.	.	.	.	.	I	3.6		
コバイケイソウ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	I	3.3		
ヒメゴヨウイチゴ	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	3.3		
シラタマノキ	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	I	3.1		
ニッコウキスゲ	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	2.6		
ミヤマシケシダ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	2.4		
ホソトウゲシバ	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	2.2		
ミヤマセンキュウ	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	2.2		
イワウチウ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	1.8		
エンレイソウ	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	1.8		
ミヤマイタチシダ	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	1.8		
ハクモウイノデ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	1.7		
メシダ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	1.5		
ハナヒリノキ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	1.3		
アカモノ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	0.9		
オオバタケシマラン	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	0.9		
キノチドリ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	0.9		
コイワカガミ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	0.9		
チゴユリ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	0.9		
ハリブキ	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	0.9		
ミヤマメシダ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	0.9		
ムラサキヤシオツツジ	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	0.9		
ギンリョウソウ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	0.4		
コイチヨウラン	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	0.4		
コミヤマカタバミ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	0.4		
シュロソウ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	0.4		
タカネイバラ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	0.4		
ヒメイチゲ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	0.4		
ヒメスギラン	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	0.4		
ミヤマカタバミ	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	0.4		
サンカヨウ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-	0.0		
チングルマ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-	0.0		
ツバメオモト	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-	0.0		
ツルアリドオシ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-	0.0		
ヌマガヤ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-	0.0		
ヒメノガリヤス	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-	0.0		
フタバラン	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-	0.0		
ヤマドリゼンマイ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-	0.0		
シダ1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	0.4		
シダ2	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	0.4		

表 4.2.7.2 調査区 [07] 松尾峠 1998～2010 年における総合優占度の変化

階層	種名	頻度	1998年 7/18-20		2004年 9/2		2010年 8/26-9/2		C	オオバショリマ	シノブカグマ	ユキザサ	イワナン	イワイチヨウ	ヤチカワズスゲ	シラネウラボ	ショウジョウスゲ	コバイケイソウ	ヒメゴヨウイチゴ	シラタマノキ	ニッコウキスゲ	ミヤマシケシダ	ホソトウゲシバ	ミヤマセンキュウ	総合優占度		
			総合優占度	頻度	総合優占度	頻度	総合優占度	頻度																			
A1	オオシラビソ	III	42.4	III	39.8	III	40.2																				
A1	ダケカンバ	-	0.0	I	3.1	I	5.8	C			II	7.0	II	10.2	III	11.2											
A2	オオシラビソ	-	0.0	III	36.3	III	29.7	C			II	9.0	I	6.6	II	7.1											
A2	ダケカンバ	I	6.9	I	5.7	I	6.3	C			I	1.8	I	3.1	II	5.8											
A2	ナナカマド	I	3.9	I	6.9	I	1.8	C			I	6.7	I	4.4	I	4.6											
A2	ミネカエデ	I	3.1	I	3.1	-	0.0	C			I	12.8	I	3.5	I	4.0											
B1	ミネカエデ	II	23.7	II	23.4	IV	36.6	C			I	4.5	I	6.7	I	3.8											
B1	ナナカマド	II	21.2	II	21.2	III	29.0	C			I	1.3	I	4.7	I	3.6											
B1	オオシラビソ	II	13.8	II	14.4	III	20.2	C			I	2.7	I	3.1	I	3.3											
B1	ダケカンバ	I	3.3	I	3.3	I	4.2	C			I	2.4	I	3.3	I	3.3											
B1	オオカメノキ	-	0.0	I	1.1	I	2.2	C			-	0.0	I	1.3	I	3.1											
B2	ミネカエデ	I	5.8	I	5.8	V	37.8	C			I	5.3	I	2.8	I	2.6											
B2	オオシラビソ	III	27.4	III	18.4	IV	23.8	C			I	1.7	I	0.4	I	2.4											
B2	オオバノキ	IV	29.1	III	19.1	V	23.3	C			-	0.0	I	2.2	I	2.2											
B2	オオカメノキ	III	24.7	II	18.1	III	19.7	C			-	0.0	I	0.4	I	2.2											

B2	クロウソゴ	II	11.9	II	13.8	III	18.5	C	イワウチフ	-	0.0	-	0.0	I	1.8
B2	ナナカマド	I	4.5	I	3.3	II	9.3	C	エンレイソウ	I	1.3	I	0.9	I	1.8
B2	ヒメモチ	I	0.4	I	3.0	II	6.0	C	ミヤマイチヂク	-	0.0	-	0.0	I	1.8
B2	ミヤマホツツジ	-	0.0	I	2.7	II	6.0	C	ハクモウイノデ	-	0.0	I	3.2	I	1.7
B2	ヒメウスノキ	-	0.0	I	4.0	II	5.6	C	メシダ	I	0.4	I	3.5	I	1.5
B2	コヨウラクツツジ	II	7.3	I	5.2	I	4.0	C	ハナヒリノキ	-	0.0	I	0.4	I	1.3
B2	コシアブラ	-	0.0	-	0.0	I	3.6	C	アカモノ	-	0.0	I	0.4	I	0.9
B2	ダケカンバ	I	1.3	I	1.3	I	3.1	C	トオバタケシマラン	-	0.0	-	0.0	I	0.9
B2	ミヤマシキミ	-	0.0	I	0.9	I	2.2	C	キソチドリ	I	2.7	I	1.3	I	0.9
B2	ムラサキヤシオツツジ	-	0.0	I	1.5	I	2.2	C	コイワカガミ	-	0.0	I	0.9	I	0.9
B2	オガラバナ	I	0.6	I	0.6	I	0.9	C	チゴユリ	I	0.9	-	0.0	I	0.9
B2	アカミノイヌツゲ	I	1.3	-	0.0	I	0.4	C	ハリブキ	-	0.0	I	0.4	I	0.9
B2	ウラジロハナヒリノキ	-	0.0	-	0.0	I	0.4	C	ミヤマメシダ	-	0.0	-	0.0	I	0.9
B2	キタゴヨウ	-	0.0	-	0.0	I	0.4	C	サキヤシオツツジ	-	0.0	-	0.0	I	0.9
B2	クロマメノキ	-	0.0	-	0.0	I	0.4	C	ギンリョウソウ	-	0.0	-	0.0	I	0.4
B2	ハリブキ	I	0.9	I	0.9	I	0.4	C	コイチヨウラン	I	3.1	I	0.4	I	0.4
B2	ベニバナイチゴ	I	0.9	I	0.4	I	0.4	C	コミヤマカタバミ	I	0.4	I	0.4	I	0.4
B2	ナツハゼ	I	0.4	-	0.0	-	0.0	C	シダ1	-	0.0	-	0.0	I	0.4
B2	ハクサンシャクナゲ	I	0.4	-	0.0	-	0.0	C	シダ2	-	0.0	-	0.0	I	0.4
B2	ハナヒリノキ	I	0.9	I	1.8	-	0.0	C	シュロソウ	-	0.0	-	0.0	I	0.4
C	ミヤマカンスゲ	V	54.5	V	64.1	V	66.8	C	タカネイバラ	-	0.0	-	0.0	I	0.4
C	ヤマソテツ	III	20.4	IV	23.1	IV	28.2	C	ヒメイチゲ	-	0.0	-	0.0	I	0.4
C	ゴゼンタチバナ	IV	24.6	IV	28.0	V	26.9	C	ヒメスギラン	-	0.0	-	0.0	I	0.4
C	マイヅルソウ	V	38.5	V	36.8	V	23.9	C	ミヤマカタバミ	-	0.0	-	0.0	I	0.4
C	イワカガミ	III	20.9	IV	24.2	IV	23.7	C	サンカヨウ	-	0.0	I	0.4	-	0.0
C	ショウジョウバカマ	III	19.9	IV	24.2	V	23.5	C	チングルマ	I	0.4	I	0.4	-	0.0
C	タケシマラン	V	28.8	V	27.7	V	23.2	C	ツバオモト	I	0.4	-	0.0	-	0.0
C	ミスバショウ	II	15.2	II	14.6	II	20.2	C	ツルアリドオン	-	0.0	I	0.9	-	0.0
C	ミツバオウレン	IV	25.4	IV	24.8	V	19.7	C	ヌマガヤ	I	2.8	-	0.0	-	0.0
C	ツクバネソウ	III	11.9	III	13.6	IV	15.2	C	ヒメガリヤス	-	0.0	I	0.4	-	0.0
C	ツルリンドウ	II	8.0	III	13.7	IV	15.0	C	フタバラン	I	0.4	-	0.0	-	0.0
C	モミジカラマツ	II	12.4	II	15.7	II	14.4	C	ヤマドリゼンマイ	I	4.9	I	0.4	-	0.0
C	ツマトリソウ	II	11.2	II	11.4	III	13.6	S	チシマザサ	V	98.1	V	98.5	V	97.6
									合計		699.4		747.6		849.0

## 4.2.8 鏡石

I・II・III期を通して4階層、37種の維管束植物を記録した(B1層3種,B2層14種,C層24種,S層1種,表4.2.8.1,2)。当調査区は森林限界付近に位置しており,最上層のB1層では,矮性化したオオシラビソ(平均頻度4.0,平均優占度50),ナナカマド(1.0,8)、ミネカエデ(10,2)の3種が記録されている。B2層では高山性のハイマツが優占し(5.0,74),他にミネカエデ(5.0,57),オオシラビソ(5.0,62),クロウソゴ(5.0,45),オオバスノキ(4.3,34),ナナカマド(3.0,36),コヨウラクツツジ(2.7,15),ハクサンシャクナゲ(3.0,16),ヒメウスノキ(3.3,16),ミヤマホツツジ(3.0,13)等が分布していた。また,C層では,ミヤマカンスゲ(5.0,30),ショウジョウバカマ(5.0,32),ゴゼンタチバナ(5.0,23),ミツバオウレン(5.0,21),コイワカガミ(4.3,23),マイヅルソウ(3.3,12),ヒメタケシマラン(2.3,10),コガネイチゴ(3.3,14)等の頻度および総合優占度が高かった。また,チシマザサ(5.0,96)も高密度に分布していた。頻度の高い種の総合優占度は安定している傾向があった。優占種であるオオシラビソとハイマツの階層別総合優占度はI~III期の間,大きな変化は認められなかった。

## 鏡石調査区

総合優占度-08鏡石.csv

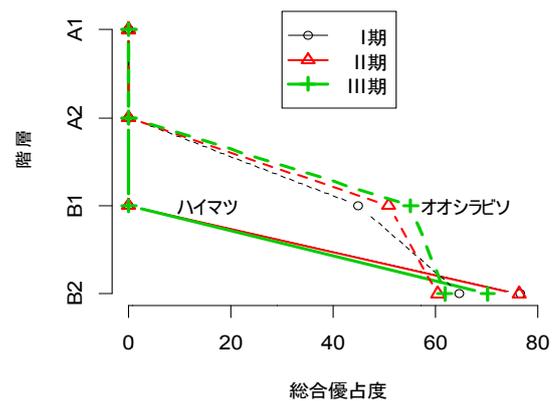


図 4.2.8.1  
主要樹種の各層における総合優占度の変化



写真 4.2.8.1  
ナナカマド (左) とウラジロナナカマド (右)

I~III期を通じ全層集計で合計 37 種 (B1 3種、B2 14種、C 21種、S 1種) の維管束植物を記録した。調査期ごとの全層集計の記録種数は後の調査期ほど多かった (I期 26種、II期 31種、III期 33種)。総合優占度もまた、後の調査ほど増加する傾向が認められた (I期 704.0、II期 759.6、III期 789.1)。I期で記録されなかった新記録種の総合優占度の合計は、II期で 21.0、III期で 38.9であった。第I期において記録されず、第III期で記録した 10種の頻度は9種がIで、ヒメタケシマランがII期と頻度IIIでそれぞれ頻度IIIとIVであった。

I~III期の期間、調査区全体の総合優占度(704,760,789)、および記録種数(26,31,33)は後期ほど高い値を示した。ちなみに、I期とII期で記録の無かったウラジロナナカマド (写真 4.2.8.1) の総合優占度は 8.4 であった。

表 4.2.8.1 調査区[08] 鏡石 植生組成表 (2010年)

種名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	11	12	13	14	15	16	17	18	19	2	21	22	23	24	25	頻度	総合優占度
B1層																											
オオシラビソ	・	2	5	6	・	4	6	5	4	4	5	6	3	5	6	6	5	3	6	5	5	・	・	・	4	IV	55.1
ナナカマド	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	3	・	3	・	・	5	・	1	・	・	・	・	I	8.8
ミネカエデ	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	4	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	I	2.5
B2層																											
ハイマツ	8	8	4	6	5	7	6	5	4	6	5	5	8	6	5	・	6	6	5	・	8	6	6	7	2	V	70.2
ミネカエデ	6	6	5	4	4	6	4	6	5	6	5	4	2	1	5	4	4	3	3	4	4	3	1	3	4	V	63.9
オオシラビソ	4	・	+	+	・	4	5	6	6	4	4	2	3	4	5	1	6	4	5	8	4	5	8	5	7	V	61.0
クロウスゴ	+	+	1	1	・	2	2	2	4	1	1	2	3	3	4	・	4	4	2	3	4	4	2	1	2	V	44.2
オオバスノキ	1	+	+	・	1	+	1	1	・	4	+	・	3	3	4	1	4	2	5	3	4	3	2	3	V	39.7	
ナナカマド	・	1	8	3	5	4	6	2	6	6	・	・	・	・	4	5	・	・	2	・	5	4	・	・	・	III	37.0
ヨコウラクツツジ	+	・	・	・	・	・	+	・	+	・	1	・	・	・	+	+	1	・	1	・	2	1	1	4	III	16.1	
ハクサンシャクナゲ	・	・	・	・	・	・	・	・	・	+	・	・	1	+	+	1	+	+	2	1	2	+	1	+	III	15.5	
ヒメウスノキ	・	・	・	+	・	1	・	+	1	・	1	+	・	1	+	・	・	・	+	+	1	1	+	1	III	15.3	
ミヤマホツツジ	・	+	・	・	・	+	+	+	+	+	1	1	1	2	・	+	+	・	+	・	+	+	+	+	III	15.0	
ウラジロナナカマド	・	・	・	・	4	・	・	・	・	1	5	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	I	8.4	
アカミノイヌツゲ	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	+	+	・	・	+	+	+	+	3	1	II	7.6	
ハナヒリノキ	+	・	・	・	・	・	・	・	・	1	・	・	・	・	+	・	・	+	1	+	+	・	・	・	II	7.1	
ヤマシグレ	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	+	・	I	0.9	
S層																											
チシマザサ	9	9	10	9	10	10	10	10	9	10	10	9	10	10	9	9	9	10	9	9	9	9	8	8	9	V	96.5
C層																											
ミヤマカンスゲ	・	+	+	1	+	1	+	1	+	+	+	1	+	+	+	+	2	+	1	+	+	3	+	+	+	V	26.7
ショウジョウバカマ	+	+	・	+	・	+	1	1	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	2	+	+	+	+	V	23.5	
ゴゼンタチバナ	+	+	+	・	・	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+	1	+	1	1	+	+	+	V	23.2	
ミツバオウレン	+	+	+	+	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	V	21.0	
コイワカガミ	・	・	・	+	・	1	+	+	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	2	+	+	1	+	IV	20.4	
マイヅルソウ	+	+	+	・	+	+	+	+	・	・	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	V	18.8	
ヒメタケシマラン	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	IV	16.5	
コガネイチゴ	+	・	+	・	・	・	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	IV	14.3	
チゴユリ	・	・	+	+	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	・	・	・	・	・	・	+	+	・	III	13.0	
ツルリンドウ	+	・	+	・	・	+	・	・	+	・	+	+	+	+	+	・	・	・	+	+	+	+	+	+	III	12.5	
ヤマソテツ	・	・	・	・	+	+	・	・	・	+	+	+	+	+	1	+	+	1	+	+	・	・	・	・	II	9.8	
シラタマノキ	・	・	・	・	・	+	・	+	+	+	+	+	+	+	+	・	・	・	・	+	+	・	・	・	II	8.0	
ツマトリソウ	・	・	・	・	・	・	・	+	・	+	+	+	+	+	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	I	3.6	
イワカガミ	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	+	・	2	・	・	・	・	・	I	2.8	
オオバシヨリマ	・	・	・	・	+	・	・	・	・	・	・	・	・	+	・	・	・	+	・	・	・	・	・	・	I	2.7	
イワナシ	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	1	・	+	・	・	I	2.2	
フタバラン	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	+	+	+	・	・	I	1.8	
ミヤマホツツジ	・	・	・	・	+	・	・	・	・	・	・	・	・	・	+	・	・	・	・	・	・	・	・	・	I	1.8	
シノブカグマ	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	+	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	I	0.9	
ヒメウスノキ	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	+	・	・	・	・	・	・	・	・	・	I	0.9	
アカモノ	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	-	0.0	
オシダ	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	-	0.0	
コイチヨウラン	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	-	0.0	
ミヤマアキノキリンソウ	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	-	0.0	

表 4.2.8.2 調査区[08] 鏡石 1999～2010年における総合優占度の変化

階層	種名	頻度	1999年	頻度	2004年	頻度	2010年
			9/4-5 総合優占度		9/1 総合優占度		8/23-25 総合優占度
B1	オオシラビソ	IV	45.0	IV	50.9	IV	55.1
B1	ナナカマド	I	7.9	I	7.9	I	8.8
B1	ミネカエデ	I	2.5	I	2.2	I	2.5
B2	ハイマツ	V	76.6	V	76.4	V	70.2
B2	ミネカエデ	V	53.7	V	54.1	V	63.9
B2	オオシラビソ	V	63.0	IV	57.4	V	61.0
B2	クロウスゴ	V	45.1	V	45.6	V	44.2
B2	オオバスノキ	IV	32.2	IV	31.5	V	39.7
B2	ナナカマド	III	35.7	III	35.7	III	37.0
B2	コヨウラクツツジ	II	13.3	III	16.6	III	16.1
B2	ハクサンシャクナゲ	III	14.9	III	18.3	III	15.5
B2	ヒメウスノキ	III	12.6	IV	18.6	III	15.3
B2	ミヤマホツツジ	II	8.4	IV	16.5	III	15.0
B2	ウラジロナナカマド	-	0.0	-	0.0	I	8.4
B2	アカミノイヌツゲ	I	2.8	I	4.4	II	7.6
B2	ハナヒリノキ	I	1.8	I	2.7	II	7.1
B2	ヤマシグレ	-	0.0	-	0.0	I	0.9
C	ミヤマカンスゲ	V	30.1	V	32.4	V	26.7
C	ショウジョウバカマ	V	35.6	V	36.6	V	23.5
C	ゴゼンタチバナ	V	23.9	V	23.0	V	23.2
C	ミツバオウレン	V	19.2	V	23.2	V	21.0
C	コイワカガミ	IV	23.7	V	24.6	IV	20.4
C	マイヅルソウ	II	8.0	III	9.8	V	18.8
C	ヒメタケシマラン	-	0.0	III	13.9	IV	16.5
C	コガネイチゴ	II	8.5	IV	18.3	IV	14.3
C	チゴユリ	IV	15.6	-	0.0	III	13.0
C	ツルリンドウ	III	12.5	III	13.9	III	12.5
C	ヤマソテツ	I	2.7	II	6.3	II	9.8
C	シラタマノキ	I	3.5	III	10.7	II	8.0
C	ツマトリソウ	II	7.2	I	4.5	I	3.6
C	イワカガミ	-	0.0	-	0.0	I	2.8
C	オオバショリマ	-	0.0	-	0.0	I	2.7
C	イワナシ	-	0.0	I	2.7	I	2.2
C	フタバラン	-	0.0	I	0.9	I	1.8
C	ミヤマホツツジ	-	0.0	-	0.0	I	1.8
C	シノブカグマ	-	0.0	I	0.9	I	0.9
C	ヒメウスノキ	-	0.0	-	0.0	I	0.9
C	アカモノ	-	0.0	I	0.9	-	0.0
C	オンダ	I	1.8	-	0.0	-	0.0
C	コイチヨウラン	-	0.0	I	0.9	-	0.0
C	ヤマアキノキリンソウ	-	0.0	I	0.9	-	0.0
S	チシマザサ	V	96.1	V	96.5	V	96.5
			704.0		759.6		789.1

### 4.2.9 浄土山

I・II・III期を通して2階層、17種の維管束植物を記録した(B2層5種,C層12種,表4.2.9.1,2)。当調査区は高山帯に位置しており,最上層のB2層にハイマツ(平均頻度5.0,平均総合優占度95)が優占している(図4.2.9.1)。B2層では,その他キバナシャクナゲ(5.0,46),ナナカマド(1.0,5.0),ウラジロナナカマド(0.7,1.0),クロウスゴ(1.0,2.0)が生育している。また,C層には,コガネイチゴ(5.0,60),コケモモ(5.0,56),コメススキ(4.7,42),コイワカガミ(4.7,43),ゴゼンタチバナ(4.7,34),ミツバオ

### 浄土山調査区

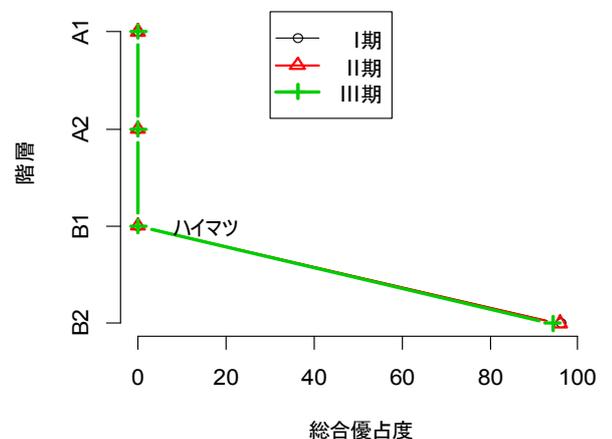


図 4.2.9.1 主要樹種の各層における総合優占度の変化

ウレン(1.3, 11), ガンコウラン(2.7, 20), アオノツガザクラ(0.3, 2), マイヅルソウ(1.0, 2), ツマトリソウ(1.0, 1), ミヤマアキノキリンソウ(0.7, 1), イワスゲ(1.0, 1.3)が記録されている。I~III期の期間, および記録種数(15,15,18)は後期ほど高い値を示した。しかし, 調査区全体の総合優占度は, 出現頻度が高いキバナシャクナゲ, コガネイチゴ, コケモモ(IV~V)において従来よりも被度がひくく見積もられたため若干III期で下がった(I期 425, II期 444, III期 398)。植生の衰退等は特に観察されなかった。

表 4.2.9.1 調査区 [09] 浄土山 植生組成表 (2012年)

種名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	頻度	総合優占度	
B2 ウラジロナナカマド	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	1.8
B2 キバナシャクナゲ	3	4	+	+	1	.	2	4	4	1	.	.	+	3	.	1	2	1	2	+	6	3	4	2	3	V	40.2	
B2 クロウソゴ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	I	1.8
B2 ナナカマド	.	.	.	.	.	1	+	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	4.1
B2 ハイマツ	7	9	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	V	94.2	
C アオノツガザクラ	.	.	.	.	3	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	I	4.6
C イワスゲ	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	1.3
C ガンコウラン	.	.	.	1	.	.	.	2	2	.	.	1	+	+	+	.	+	+	+	+	1	.	.	+	+	III	15.1	
C キバナシャクナゲ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	1.3
C コイワカガミ	.	4	4	2	4	+	+	4	3	1	+	+	1	1	1	1	1	3	1	1	1	+	1	+	1	V	38.2	
C コガネイチゴ	9	4	4	3	3	2	3	1	3	2	2	2	3	2	1	2	2	3	1	2	1	1	1	3	3	V	50.2	
C コケモモ	6	5	2	3	2	+	+	3	1	1	3	+	2	+	+	1	2	2	+	1	3	3	4	1	1	V	44.3	
C ゴゼンタチバナ	4	1	+	5	3	+	1	2	1	2	1	+	1	.	4	+	+	+	+	1	.	+	+	+	+	V	34.0	
C コメススキ	4	4	4	3	3	+	2	3	4	2	1	+	2	3	2	+	2	3	.	1	1	+	.	+	3	V	42.7	
C ツマトリソウ	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	2.2
C ナナカマド	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	1.3
C マイヅルソウ	.	.	.	.	+	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	2.2
C マイヅルソウ	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	0.9
C ミツバオウレン	.	.	.	4	4	.	.	.	3	.	+	.	.	3	3	.	.	+	.	2	.	+	.	.	+	II	18.3	
C ミヤマアキノキリンソウ	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	1.8

表 4.2.9.2 調査区 [09] 浄土山 2000~2012年における総合優占度の変化

階層	種名	頻度	2000年 総合優占度	頻度	2006年 総合優占度	頻度	2012年 総合優占度
B2	ハイマツ	V	96.1	V	95.9	V	94.2
B2	キバナシャクナゲ	V	48.7	V	50.2	V	40.2
B2	ナナカマド	I	6.4	I	4.4	I	4.1
B2	ウラジロナナカマド	-	0.0	I	1.3	I	1.8
B2	クロウソゴ	I	2.8	I	1.3	I	1.8
C	コガネイチゴ	V	66.9	V	64.2	V	50.2
C	コケモモ	V	60.7	V	61.7	V	44.3
C	コメススキ	IV	38.4	V	44.6	V	42.7
C	コイワカガミ	IV	40.3	V	49.3	V	38.2
C	ゴゼンタチバナ	IV	33.8	V	34.8	V	34.0
C	ミツバオウレン	I	6.4	I	7.8	II	18.3
C	ガンコウラン	II	20.8	III	23.4	III	15.1
C	アオノツガザクラ	-	0.0	-	0.0	I	4.6
C	ツマトリソウ	I	0.9	I	1.3	I	2.2
C	マイヅルソウ	I	0.9	-	0.0	I	2.2
C	ミヤマアキノキリンソウ	I	0.9	-	0.0	I	1.8
C	イワスゲ	I	0.9	I	1.8	I	1.3
C	マイヅルソウ	-	0.0	I	1.8	I	0.9
	合計		425.0		443.6		397.9

#### 4.2.10 有峰

I・II・III期を通して 91 種の維管束植物を記録した(A1層 4種,A2層 8種,B1層 26種,B2層 39種,C層 48種,L層 6種,S層 1種)。最優占種はブナであり、高木層、亜高木層、低木層のいずれにおいても多く分布していた(3期平均, A1層:頻度 5.0, 総合優占度 87, A2層:頻度 4.0, 総合優占度 58, B2層:頻度 4.0, 総合優占度 60, B2層, 頻度 4.0, 総合優占度 48)。低木種では, オオカメノキ(総合優占度), オオバクロモジの B2層における 3期平均頻度が 5.0 であり高頻度に出現していた。また, チシマザザの平均頻度も 5.0 と高く, 平均総合優占度は 81 とブナに次いで高い値を示した。当調査区ではスギが分布しないが, それ以外の種構成では立山のブナ坂, ブナ平の調査区の構成種と類似していた。

総合優占度は, I期 1284, II期 1522, III期 1535 であり後期ほど高い値を示した。I, II, III期の記録種数は, それぞれ 47種, 74種, 79種で総合優占度と同様後期になるほど高くなった。林冠層優占種のブナの総合優占度は低層に行くほど低くなる傾向があり, III期の B2層で低やや低い値をとったものの, I・II・III期を通じて大きな変化がなかった。

有峰調査区

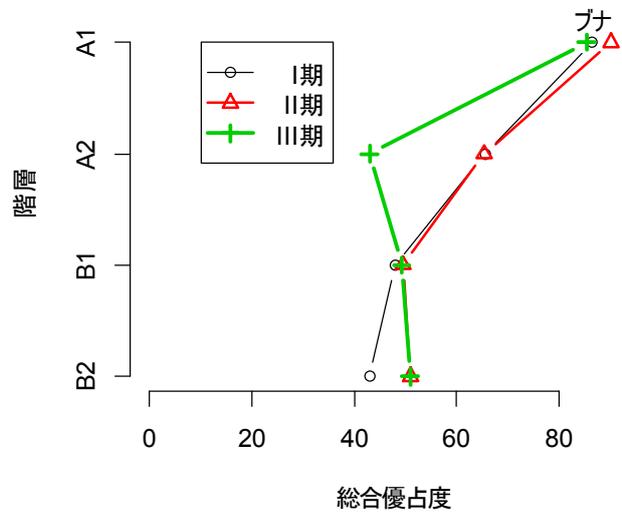


図 4.2.10.1 主要樹種の各層における総合優占度の変化

表 4.2.10.1 調査区 [10] 有峰 植生組成表 (2013年)

種名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	頻度	総合優占度	
A1 イタヤカエデ	・	6	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	I	3.1
A1 ウダイカンバ	・	・	・	・	6	・	・	・	・	・	8	・	・	・	8	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	I	10.3
A1 キハダ	・	・	・	・	・	・	・	・	6	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	I	3.1
A1 ブナ	9	8	9	9	8	9	9	9	7	5	9	9	・	6	4	9	9	8	8	6	9	8	9	8	6	V	85.4	
A2 イタヤカエデ	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	3	・	・	・	・	・	・	・	・	・	6	I	5.4	
A2 キハダ	・	・	・	・	・	・	・	・	・	5	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	I	2.8
A2 コシアブラ	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	-	・
A2 トチノキ	・	・	・	・	・	・	・	・	・	3	4	・	・	・	5	・	・	・	・	・	・	・	・	・	6	I	10.7	
A2 ブナ	・	2	6	6	6	4	・	6	6	5	・	1	3	9	6	・	・	6	6	・	・	・	・	・	5	III	43.0	
A2 ホオノキ	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	I	1.3
A2 メイゲツカエデ	・	・	5	・	・	・	・	・	・	・	・	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	I	4.4
A2 ヤマモミジ	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	3	3	・	・	・	3	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	I	6.6
B1 アオダモ	・	3	・	・	・	・	・	・	+	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	4	・	・	・	I	6.0	
B1 アオハダ	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	-	・
B1 イタヤカエデ	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	-	・
B1 イワガラミ	・	・	・	・	5	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	I	2.8
B1 ウリハダカエデ	・	・	・	2	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	2	・	4	・	・	・	・	・	・	I	6.2
B1 ウワミズザクラ	・	・	1	・	3	・	・	・	2	4	・	1	・	・	・	・	・	・	・	・	4	・	4	・	3	II	16.8	
B1 オオカメノキ	・	5	3	4	5	・	・	・	・	・	・	3	・	5	・	2	・	2	3	4	・	4	2	4	6	III	34.1	
B1 オオバクロモジ	・	3	1	・	・	・	・	・	・	・	・	3	・	・	・	・	・	3	・	・	・	・	4	・	・	・	I	10.6
B1 コシアブラ	・	2	1	・	・	1	・	・	・	・	・	・	3	5	・	・	・	・	・	・	・	1	3	・	・	II	13.4	
B1 コハウチワカエデ	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	-	・
B1 コマユミ	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	I	0.9
B1 サワフタギ	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	3	・	・	3	2	・	I	6.2
B1 チゴユリ	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	I	1.3
B1 ツリバナ	・	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	+	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	3	2	I	6.4	
B1 トチノキ	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	2	4	・	・	・	2	・	I	6.2	
B1 ナナカマド	・	2	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	I	1.8
B1 ノリウツギ	・	+	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	I	0.9





#### 4.2.11 総合評価

「総合優占度」は Domin - Krajina の被度階級の合計と頻度の積の平方根として与えられ、被度は小さいが頻度が高い植物のウェイトが高くなるよう算出され、記録種数や階層を細分すると増加する。

本植生調査ではⅠ～Ⅲ期を通じ、美松と浄土山の調査区を除き、総合優占度が後期ほど増加していた(図 4.2.11.1)。後期の調査では、過去に記録された種が未記録の場合、本当にその種が分布していないか確認するため、頻度の低い種の発見率が高くなる。また、確認作業中に他の植物を見つけることも多い。このような理由から、後の調査ほど同定種が増加する傾向がある。後期に向かっての総合優占度の増加は、主に後期の調査ほど記録種数が増加する本調査の性質に起因するものと考えられる。

現地調査では階層ごとに被度を記録するが、植物をどの階層に属させるかその判断は容易ではない。特に木本層(A層とB層)については、見通しが悪く混み合ったサブプロットの中で個々の樹木の樹高を正確に目測することが難しい。松尾峠では第Ⅰ期1998年ではA1層とA2層は一括して扱われており、第Ⅱ期以降分離して扱われている。これは階層の変化を反映したというより観測者の判断によるものと思われる。階層の定義に厳密に従えば、現在の調査野帳はより細分される場合もある。A1層に該当する林冠層を湿原前線の低木林にまで適用すればさらに記録値はさらに変化する。種の被度を各階層に分割すると、植物の被度は各階層に小分けに配分され結果として総合優占度の増加を招く。

弥陀ヶ原湿原では、松尾峠や鏡石と異なり調査区全体の総合優占度の合計値に大きな変化がなかった。このことには、

- ・調査区内の見通しがよく他の調査区と比較して精度の高い調査が可能であること、
  - ・出現種が少なく新たに同定される種も少ないこと、
  - ・慣例的にササ層や木本の階層が分類されずC層で一括して記録されてきていること、
- も少なからず影響していると考えられる。

長期的な植生の動態を観察する場合、階層を単純化し、その判断基準は調査区ごとのオプションを認めて踏襲していくことも必要であろう。調査対象の植物がどの階層に属するかを判断する場合、調査者の階層についての理解の仕方によってかなり結果が異なるので、複数人で調査をする場合は意思統一が必要である。総合優占度の精度を高めるためには、調査対象種を出現頻度の高い種に限定し階層分類をより分かりやすく整理することも今後検討すべきであろう。

浄土山のⅢ期における総合優占度の減少は、構成種が少ない当調査区において出現頻度の高かった種の被度が過去よりも小さく見積もられたため、調査者の被度の評価の個人差による可能性が大きい。美松では、Ⅲ期で外来種の侵入等によって種数が大きく増加したにもかかわらず総合優占度が減少している。これは林縁部分のオオシラビソの衰退に起因するものであった。

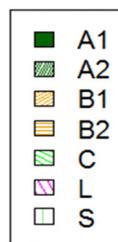
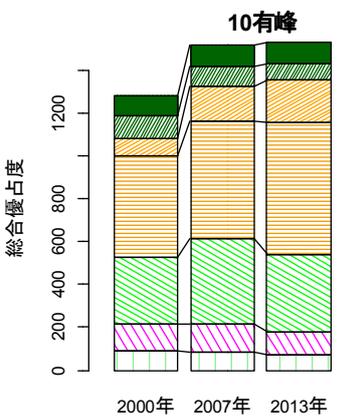
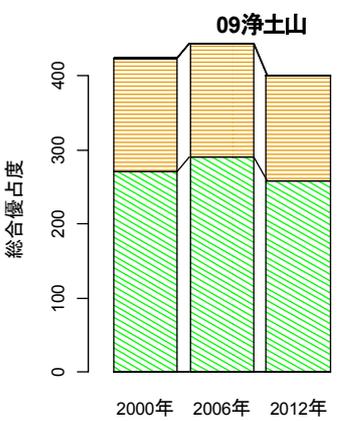
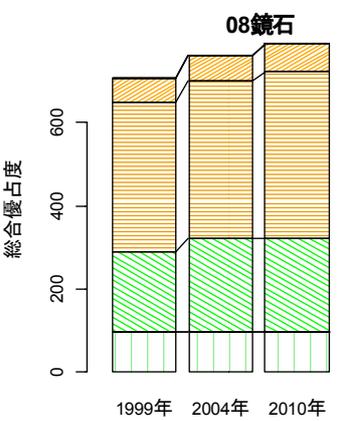
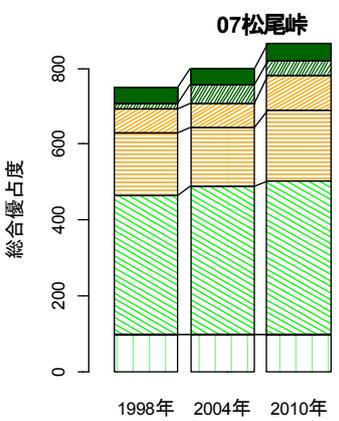
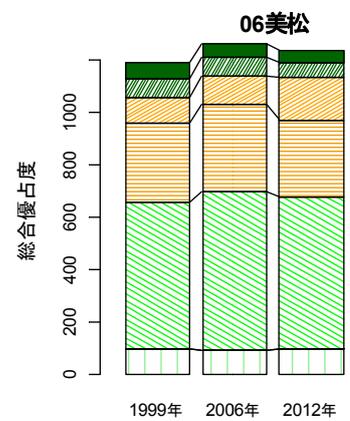
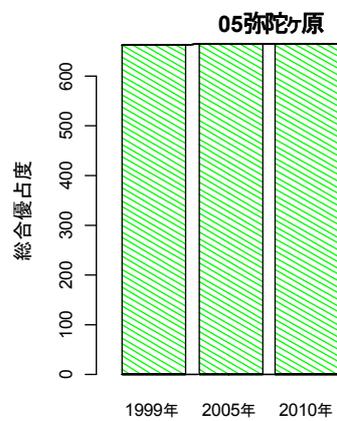
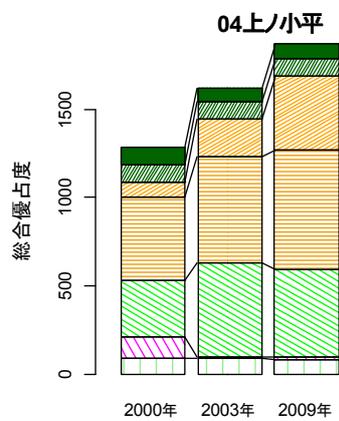
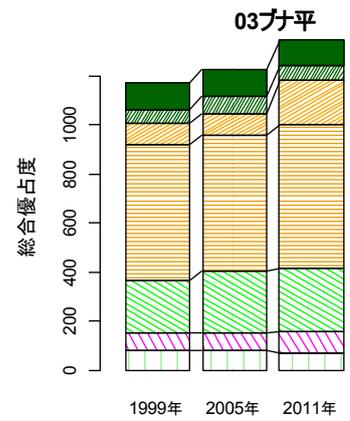
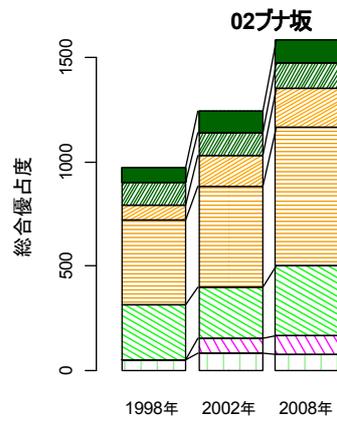
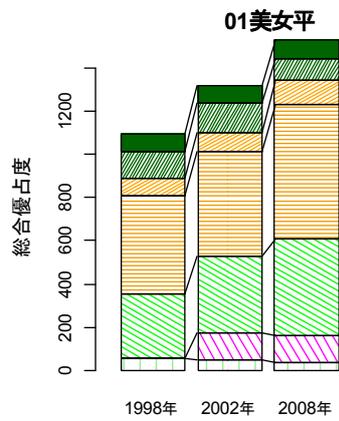


図 4.2.11.1 各調査区各層における総合優占度の変化

#### 4.2.12 その他 (地獄谷周辺域での植生の衰退)

東日本大震災以降、地獄谷の火山性ガスの噴出量が増加しており、地獄谷周辺で、常緑植物のハイマツ、ハクサンシャクナゲ、ガンコウラン等の植物が衰退している(写真 3.1.4.1~3)。6月の残雪期の観察では、特に雷鳥荘南側約 2 ha の範囲内で、被害植物の多くで葉の褐変、落葉が観察された(図 3.1.4.1)。植物の衰退が顕著に認められる付近では、残雪の表面が黄色く変色していた。融雪期に調査していないので植生が被害を受けている範囲全体は不明だが地獄谷を含む数十 ha の規模と推測される。



写真 4.2.12.1  
葉が褐変・落葉しているハイマツ(雷鳥荘南)



写真 4.2.12.2  
葉の枯損・衰退が認められるハイマツ・ガンコウラン・ハクサンシャクナゲ (雷鳥荘付近)



図 4.2.12.3 植生の衰退が顕著に認められる地域(点線内)  
雪面が黄色く変色している(2012年6月28日)。右: おおよその植生の範囲

## 第 5 章 森林動態調査 (中島春樹)

### 5.1 方法

#### 5.1.1 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 5.1.1）。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、その 4～5 年後の 2002～2004 年に 2 回目の調査を行った。その後は 3 年間隔を基本として 3～5 回目の調査を行った。このうち第Ⅲ期に実施したのは 4～5 回目の調査であり、2013 年までに美松および有峰調査区では 4 回目まで、その他の 6 調査区では 5 回目までの調査を完了した。

表 5.1.1 調査対象と調査経過

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
美女平	1040	スギ(人工林)	100×100	1	D≥10cm	1998.9	2003.10	2006.9	2009.9	2012.9
ブナ坂	1090	スギ・ブナ	100×100	1	D≥10cm	1998.9	2002.6	2005.6	2008.6	2011.6
ブナ平	1190	ブナ・スギ	100×100	1	D≥10cm	1999.10	2003.10	2006.9	2009.8	2012.9
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
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	
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
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
有峰	1350	ブナ	100×100	1	D≥10cm	2000.9	2004.6	2007.9	2010.9	

D: 胸高直径、H: 樹高

#### 5.1.2 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 5.1.2 ; Nakajima et al. 2011)。

表 5.1.2 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	死亡のうち立枯木 (胸高部位以上での折損を含む)
-1	死亡のうち倒伏木 (胸高部位未満での折損を含む)

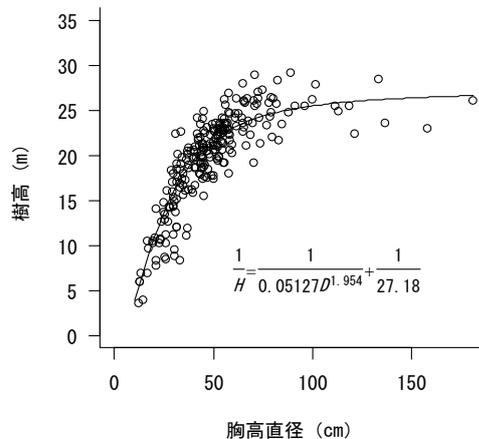


図 5.1.3 美女平調査区のスギの胸高直径と樹高の関係

### 5.1.3 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。

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

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 5.1.3; 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。

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

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

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  $693.2 m^3/ha$ 、1変数材積式では  $666.0 m^3/ha$  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。

## 5.2 結果と考察

### 5.2.1 美女平

#### 調査概要

標高は 1040m、調査面積は 1ha (100m×100m) で、胸高直径 10 cm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 (表 5.1.1)。1998、2003、2006、2009、2012 年に 1～5 回目の調査を行った。以下、1 回目から 14 年後の 2012 年に行った 5 回目の調査結果に基づき述べる。なお、2012 年の生存木の立木位置を図 2.2.1.1 に示した。

#### 2012 年の森林構造

出現樹種は 12 種、本数は 438 本/ha、胸高断面積合計は 80.10m<sup>2</sup>/ha、材積は 674.2m<sup>3</sup>/ha だった (表 5.2.1.1)。スギは 358 本/ha で優占率 (胸高断面積割合) は 98.2%だった。その他はブナ、ホオノキなどの広葉樹だった。

スギの直径分布 (図 5.2.1.1) は 50～60cm クラスにモードがあったが、直径 100cm 以上に達する巨木 (100.1～181.6cm) が 10 本あった。富山森林管理署の施業図によると本調査区は明治 41 年に植栽されたスギ人工林内となっているが、少なくともこれらの巨木の一部は明治 41 年の植栽前から生存していた立木と推定される。その他 (広葉樹) の直径分布は 10～20cm クラスに集中する L 字型だった。

スギは立木の空間分布図 (図 2.2.1.1) で上 (東) から下 (西) に縦断する谷の両岸に広く生育し、巨木 10 本のうち 9 本はこの谷の左岸 (図の右側) 台地上にあった。広葉樹は谷沿いや歩道沿いのスギの密度が低いところに主に分布していた。

表 5.2.1.1 樹種組成 (2012 年)

樹種	本数	本数 (/ha)	胸高断面積 合計(m <sup>2</sup> /ha)	優占率	材積 (m <sup>3</sup> /ha)
1 スギ	358	358	78.68	98.2%	666.0
2 ブナ	38	38	0.59	0.7%	3.2
3 ホオノキ	14	14	0.41	0.5%	2.7
4 ウリハダカエデ	10	10	0.12	0.1%	0.6
5 ウワミズザクラ	6	6	0.10	0.1%	0.5
6 トチノキ	5	5	0.10	0.1%	0.6
7 コシアブラ	2	2	0.06	0.1%	0.3
8 アオダモ	1	1	0.01	0.0%	0.1
9 ミズナラ	1	1	0.01	0.0%	0.1
10 ヤマモミジ	1	1	0.01	0.0%	0.1
11 キハダ	1	1	0.01	0.0%	0.1
12 ハウチワカエデ	1	1	0.01	0.0%	0.0
計	438	438	80.10	100.0%	674.2

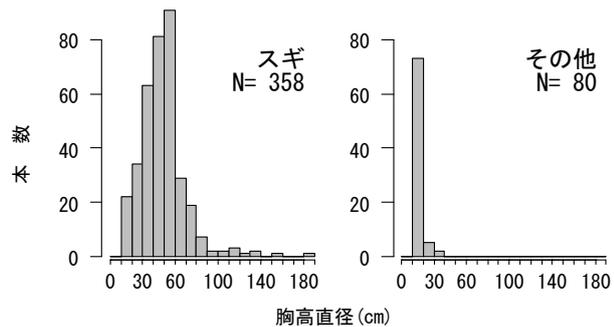


図 5.2.1.1 直径分布 (2012 年)

#### 森林動態

1 回目に調査した 1998 年から 2012 年までの枯死木は 8 種 26 本だった (表 5.2.1.2)。うち本数が多かったのはスギの 12 本だった。枯死木の直径をみると (図 5.2.1.2)、直径 42cm のキハダ 1 本を除きすべて 30cm 未満で小サイズ階に集中しており、主に被圧により衰退して枯死に至ったものと推測された。このことから、この 14 年間は新たなギャップの形成はほとんどなく森林は安定した状態を保っているといえる。

表 5.2.1.2 枯死木と加入木

樹種	枯死木 本数	加入木 本数
スギ	12	1
ウリハダカエデ	3	5
ホオノキ	3	3
フナ	2	15
キハダ	2 (1)	1
コシアブラ	2	
ミズナラ	1	1
ウワミズザクラ	1	
トチノキ		1
ハウチワカエデ		1
アオダモ		1
ヤマモミジ		1
計	26 (1)	30

「枯死木」とは1回目調査時に生存していたが最新調査回では枯死していた木  
 ( )数字は直径30cm以上の枯死木  
 「加入木」とは1回目調査時に胸高直径10cm以上に成長して新たに調査対象となり、最新調査回でも生存している立木

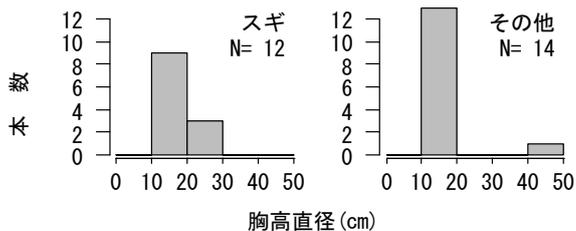


図 5.2.1.2 枯死木 (1998-2012) の直径分布

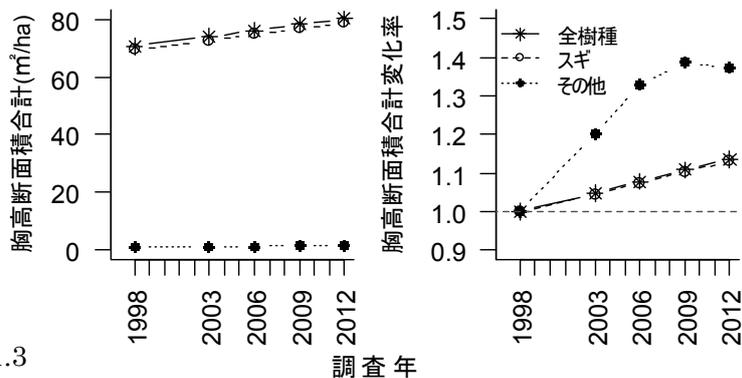


図 5.2.1.3 胸高断面積合計の年次推移 (左図) と 1998 年に対する変化率 (右図)

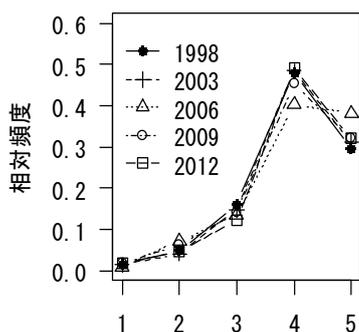


図 5.2.1.4 スギの活力度別本数相対頻度分布

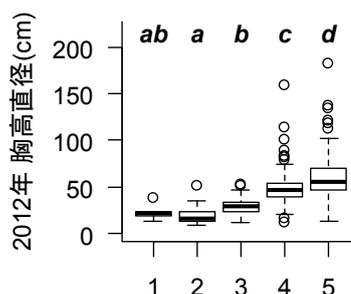


図 5.2.1.5 スギの 2012 年の活力度と胸高直径の関係  
 同じアルファベットは 5%水準で有意差がないことを示す (U 検定多重比較、Holm 補正)

1 回目に調査した 1998 年から 2012 年までの加入木は 10 種 30 本だった (表 5.2.1.2)。うちフナが 15 本と半数を占め、スギは 1 本のみだった。

胸高断面積合計の推移をみると (図 5.2.1.3)、スギ、その他 (広葉樹) とも増加傾向であり、全樹種では 1.13 倍となっていた。その他が 2009~2012 年に減少したのは、この期間に前述の直径 42cm のキハダが枯死したためである。

### 活力度

優占するスギの活力度別本数の相対頻度分布をみると (図 5.2.1.4)、いずれの調査年も活力度 4 が最も多かった。調査年間で比較すると、1998 年と 2012 年の分布には差がなく (Fisher's exact test、 $p > 0.05$ ) 活力度に変化はみられなかった。

2012 年の活力度と胸高直径の関係をみると (図 5.2.1.5)、活力度が高いほど直径が太かった。活力度 1~3 の最大直径は 52.1cm であり、これを超えるスギはすべて活力度 4 か 5 だった。森林

内で相対的にサイズが大きいスギは、巨木を含め少なくとも外見上樹冠状態は健全であり、衰退の兆しは認められない。

## 直径成長

スギのうち胸高直径 100cm 以上の巨木を除き、1998 年の胸高直径と 2012 年までの直径成長量の関係をみると (図 5.2.1.6)、有意な正の相関があった。直径約 30cm 未満のスギは 0.15cm/yr 程度以下の成長しかしていなかったが、それ以上のサイズでは 0.2~0.4cm/yr 程度の成長を示すスギが多かった。このことには、直径 30cm 未満のスギには林冠木がないことが関係しているのだろう。

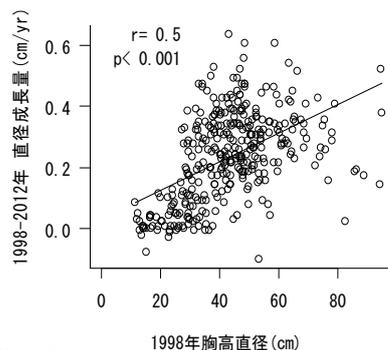


図 5.2.1.6

スギの期首直径と年平均直径成長量の関係

胸高直径 100cm 以上の巨木はのぞく

表 5.2.1.3 スギの年平均胸高直径成長量推定モデル

モデル	説明変数	調整済R <sup>2</sup>	AIC	備考
1	胸高直径	0.167	-485	単回帰
2	活力度	0.298	-551	重回帰、活力度をダミー変数化
3	胸高直径+活力度	0.338	-574	重回帰、活力度をダミー変数化

モデル3	説明変数	偏回帰係数	標準化偏回帰係数
	胸高直径	0.002 ***	0.225
	活力度1,2	-0.222 ***	-0.328
	活力度3	-0.175 ***	-0.429
	活力度4	-0.046 ***	-0.161

活力度5の回帰係数を0とする、\*\*\* p<0.001

## 直径成長と活力度

スギのうち胸高直径 100cm 以上の巨木を除き、1998 年の胸高直径および 1998 年の活力度 (ダミー変数に変換) を説明変数として 14 年間の年平均直径成長量を推定するモデルを検討した。説明変数として、胸高直径のみ、活力度のみ、両者ともを用いたモデル 1~3 を作成した (表 5.2.1.3)。その結果、最も AIC が低く説明力の高かったのはモデル 3 の両者とも用いたモデルだった。

活力度はその直径に見合った葉量であるか評価したものである (表 5.1.2)。例えば幹折れなどで樹冠が失われている立木は活力度が低く評価されるが、同じ直径の健全な立木に比べれば成長量は小さくなるだろう。この様に活力度は直径データのみではわからない樹冠の状態に関する情報を表せるため、胸高直径と活力度の両者を説明変数として用いたモデルが最も説明力が高くなったと考えられる。活力度は定性的な評価手法であるものの、成長を占う指標として有効である。

## 5.2.2 ブナ坂

### 調査概要

標高は 1090m、調査面積は 1ha (100m×100m) で、胸高直径 10 cm 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 (表 5.1.1)。1998、2002、2005、2008、2011 年に 1~5 回目の調査を行った。以下、1 回目から 13 年後の 2011 年に行った 5 回目の調査結果に基づき述べる。なお、2011 年の生存木の立木位置を図 2.2.2.1 に示した。

表 5.2.2.1 樹種組成 (2011 年)

樹種	本数	本数	胸高断面積合計	優占率	材積
		(/ha)	(m <sup>2</sup> /ha)		(m <sup>3</sup> /ha)
1 スギ	116	116	32.74	64.7%	254.1
2 ブナ	153	153	8.18	16.2%	63.5
3 ホオノキ	72	72	5.05	10.0%	39.8
4 ウワミズザクラ	60	60	2.88	5.7%	21.1
5 キハダ	7	7	0.34	0.7%	2.4
6 ウリハダカエデ	17	17	0.28	0.6%	1.5
7 ミズナラ	3	3	0.27	0.5%	2.1
8 ハウチワカエデ	21	21	0.23	0.4%	1.1
9 トチノキ	2	2	0.22	0.4%	1.8
10 ヤマモミジ	15	15	0.18	0.4%	0.9
11 ウダイカンバ	2	2	0.09	0.2%	0.6
12 イタヤカエデ	2	2	0.06	0.1%	0.4
13 コシアブラ	3	3	0.03	0.1%	0.1
14 ナナカマド	2	2	0.02	0.0%	0.1
15 ミズキ	1	1	0.02	0.0%	0.1
計	476	476	50.60	100.0%	389.7

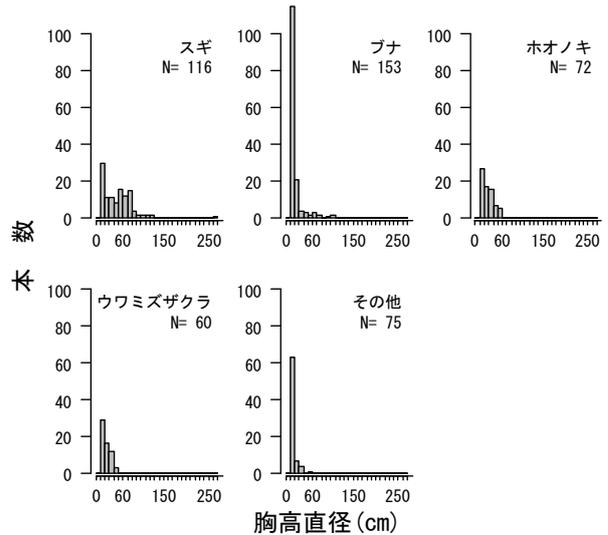


図 5.2.2.1 直径分布 (2011 年)

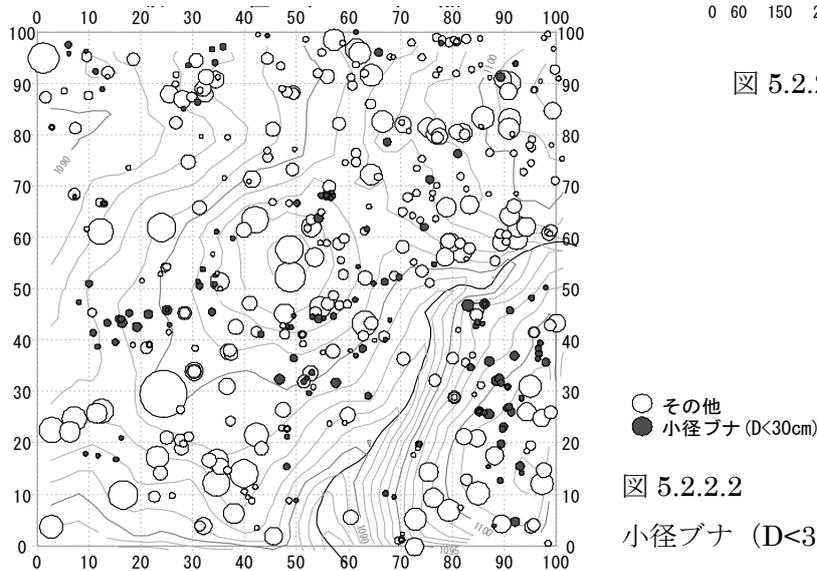


図 5.2.2.2 小径ブナ (D<30cm) の空間分布

### 2011 年の森林構造

出現樹種は 15 種、本数は 476 本/ha、胸高断面積合計は 50.60 m<sup>2</sup>/ha だった (表 5.2.2.1)。優占率 (胸高断面積割合) はスギが 64.7%、ブナが 16.2% であり、この 2 種で約 80% を占め優占していた。次いでホオノキが 10.0%、ウワミズザクラが 5.7% を占めた。本数ではブナが 153 本/ha と最も多かった。スギは主に立木の空間分布図 (図 2.2.2.1) で右上 (東) から左下 (西) に伸びる尾根上および谷を隔てた右下 (南側) の尾根上に生育し、ブナはその尾根をとりまくように分布する傾向があった。

直径分布 (図 5.2.2.1) は各樹種ともに小さい木ほど多い L 字型の分布を示したが、ブナは最低直径階の 10~20cm の本数が特に多かった。小径のブナ (直径 30cm 未満) は立木の空間分布図で (x,y)=(20m,45m), (90m,30m) 付近などの周囲に大サイズの立木がないギャップに集中して分布する傾向があり (図 5.2.2.2)、今後の森林の更新に寄与する可能性が高いものと考えられた。調査区の最大直径はスギの 263.7cm だったが、その他の立木はスギを含め 130cm 未満だった。直径 60cm を超える大径木があるのはスギ、ブナの 2 種のみだった。

表 5.2.2.2 枯死木と加入木

樹種	枯死木 本数	加入木 本数
スギ	13	3
ウリハダカエデ	10	5
ウワミズザクラ	7	3
ブナ	6 (1)	35
キハダ	4 (1)	
ホオノキ	3	3
ミズナラ	2	
トチノキ	2	
ハリギリ	2	
ミズキ	2	
コシアブラ	1 (1)	2
シナノキ	1	
ナナカマド	1	
ハウチワカエデ		7
ヤマモミジ		6
計	54 (3)	64

「枯死木」とは1回目調査時に生存していたが最新調査回では枯死していた木  
 ( ) 数字は直径30cm以上の枯死木  
 「加入木」とは1回目調査時に既に胸高直径10cm以上に成長して新たに調査対象となり、最新調査回でも生存している立木

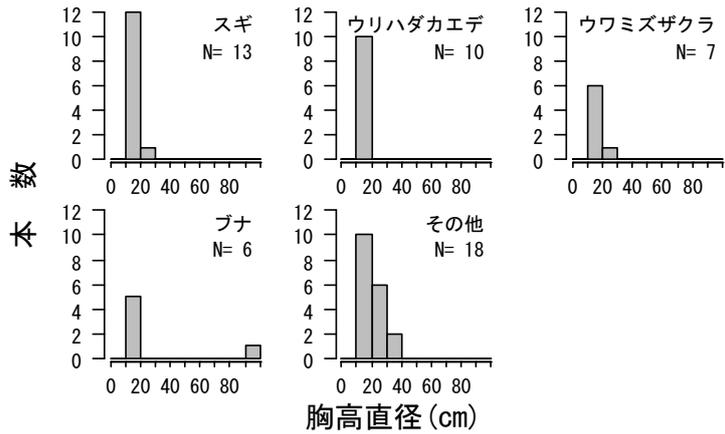


図 5.2.2.3 枯死木 (1998-2011) の直径分布

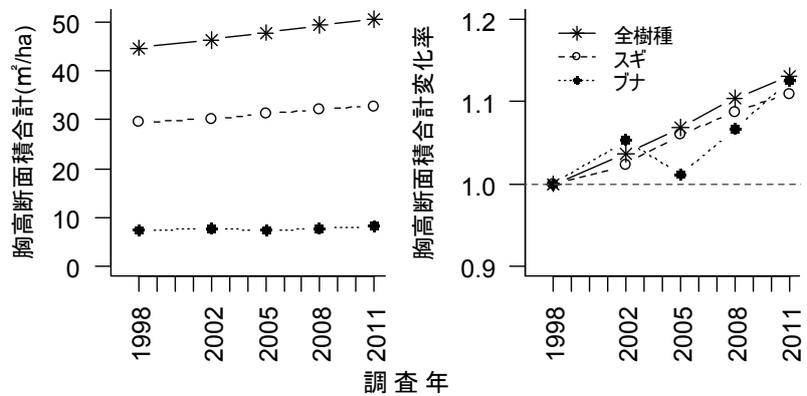


図 5.2.2.4 胸高断面積合計の年次推移 (左図) と 1998 年に対する変化率 (右図)

### 森林動態

1 回目に調査した 1998 年から 2011 年までの枯死木は 13 種 54 本だった (表 5.2.2.2)。うち本数が多かった樹種は、スギ 13 本、ウリハダカエデ 10 本、ウワミズザクラ 7 本、ブナ 6 本であり、組成の本数 (表 5.2.2.1) と比較するとウリハダカエデの枯死が顕著だった。ミズナラは 2008 年まで 5 本生育していたが、うち 2 本は 2011 年までに枯死していた。美女平より上部のアルペンルート沿線では、2009 年に美女平から滝見台にかけて初めてカシノナガキクイムシによるミズナラの枯損被害が確認されているが、調査区内で枯死したこの 2 本も、カシノナガキクイムシによると推定される穿入孔が確認された。

直径 30cm 以上の枯死木は 3 本で (表 5.2.2.2、図 5.2.2.3)、93cm のブナ、32cm のコシアブラ、31cm のキハダだった。この大径木のブナは (x,y)=(59m,22m) の溪流沿いに位置し、2002～2005 年の間に枯死した。今後どのように更新していくのか注目する必要がある。ただし、本調査区の約 1km 東方に位置し、同様にスギとブナが優占するブナ平調査区においては、1999～2009 年の 10 年間に直径 30cm 以上のブナが 9 本も枯死している (図 5.2.3.4)、本調査区における大サイズの枯死木は比較的少なかったと言える。その他の枯死木 51 本は直径 30cm 未満であり、カシノナガキクイムシによる被害で枯死したと考えられるミズナラを除いては、主に被圧により衰退して枯死に至ったものと推測された。

1 回目に調査した 1998 年から 2011 年までの加入木は 8 種 64 本だった (表 5.2.2.2)。樹種別

にみるとブナが半数以上の35本を占め、次いでハウチワカエデの7本だった。このことから、小径のブナの空間分布に加え（図5.2.2.2）、次々と加入木が発生していることから、本調査区におけるブナの森林更新への寄与は大きいものと推察される。スギは調査区で最も優占率が高いものの、加入木はブナの1割以下の3本だった。スギはより大きな攪乱を契機として更新することが多いのかもしれない、長期的に調査を継続していく必要がある。

胸高断面積合計の推移をみると（図5.2.2.4）、スギ、ブナとも1998年より2011年の方が多く、全樹種では1.13倍となっていた。ブナが2002～2005年に減少したのは、前述のとおりこの期間に大径木が1本枯死したためである。

## 活力度

1998年に生存していた立木について1998年から2011年の活力度の推移をみると（図5.2.2.5）、1998年の活力度が低いほど2011年に枯死している割合が高かった。また、1998年の活力度が高いほど2011年の活力度も高かった。

次に、1998～2011年までの直径成長量を1998年の活力度別にみたところ、活力度が高いほどよく成長していた（図5.2.2.6左）。1998年の胸高直径に活力度による差は認められなかったことから（図5.2.2.6右）、活力度の違いにより直径成長に差が現れたのは、直径の差異に起因するものではないと考えられた。これらから、目視による活力度の評価は、定性的な基準によってはいるものの、立木の成長、衰退、枯死を占う指標として有効なものであることが示唆される。

活力度別本数の相対頻度分布をみると（図5.2.2.7）、調査年ごとの活力度のモードはスギでは3または4だったが、ブナでは4または5だった。調査年間でみると、いずれも1998年と2011年の分布に差があり（Fisher's exact test、スギ  $p < 0.001$ 、ブナ  $p < 0.05$ ）、2011年の活力度の方が高かった。森林が衰退傾向にある場合、まず樹冠にその兆候が現れ、活力度の評価値も低下すると考えられるが、本調査区については、この13年間にはそのような傾向は現れていない。

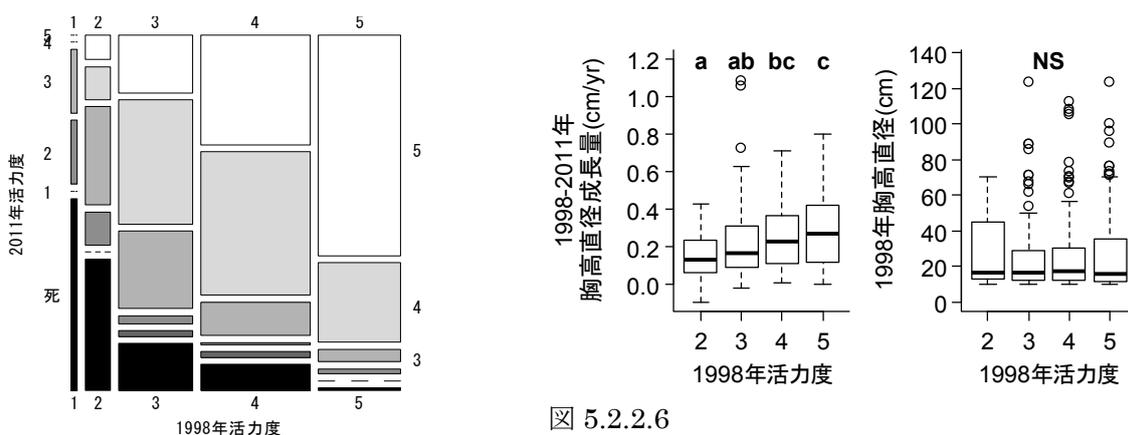


図 5.2.2.5

### 1998年生存木の活力度の推移

図内のボックスは1998年の活力度と2011年の活力度との対応を分割表とした場合の各要素であり、サイズはそれぞれの頻度に対応する

図 5.2.2.6

(左) 1998年の活力度と直径成長量の関係

(右) 1998年の活力度と胸高直径の関係

直径260cm超のスギ1個体を除く  
活力度1は少ないため2に統合  
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)

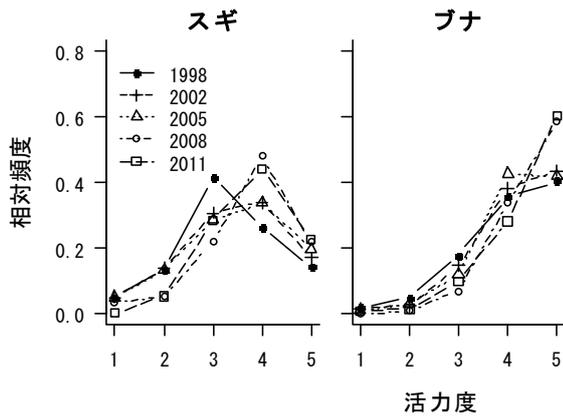


図 5.2.2.7 活力度別本数相対頻度分布

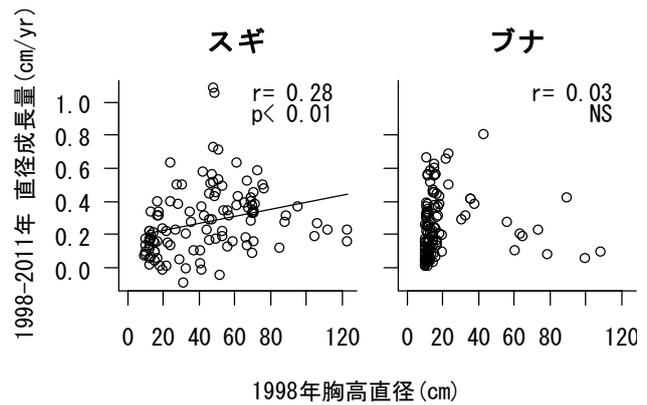


図 5.2.2.8 期首直径と年平均直径成長量の関係

スギの直径 260cm 超の 1 個体は外れ値となるため除いた

### 直径成長

優占するスギとブナについて 1998 年の胸高直径と 2011 年までの直径成長量の関係を見ると (図 5.2.2.8)、ブナは有意な相関はなかったが、スギは有意な正の相関があった。ブナは直径 20cm 未満の小サイズ階では、ほとんど成長しない立木から 0.5cm/yr を超える旺盛な成長を示す立木までである一方で、直径 60cm を越えると 1 本を除き 0.1~0.2cm/yr 程度の成長しかしていなかった。一方、スギは直径 60cm を越えても 0.4cm/yr 前後の成長をする立木が多かった。スギは本調査区でも最大直径が 260cm に達するなど、ブナに比べ寿命が長くより大径木となる性質がある。このことが、大サイズ階での直径成長の衰えがブナに比べ明らかとならない一因かもしれない。

## 5.2.3 ブナ平

### 調査概要

標高は 1190m、調査面積は 1ha (100m×100m) で、胸高直径 10 cm 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 (表 5.1.1)。1999、2003、2006、2009、2012 年に 1~5 回目の調査を行った。以下、1 回目から 13 年後の 2012 年に行った 5 回目の調査結果に基づき述べる。なお、2012 年の生存木の立木位置を図 2.2.3.1 に示した。

### 2012 年の森林構造

出現樹種は 14 種、本数は 241 本/ha、胸高断面積合計は 42.44 m<sup>2</sup>/ha だった (表 5.2.3.1)。優占率 (胸高断面積割合) はブナが 48.5%、スギが 46.7%であり、この 2 種で約 95%を占めていた。本数ではブナが 105 本/ha とスギの 36 本/ha を大きく上回っていた。その他の樹種では、ホオノキ、ウワミズザクラの優占率が比較的高かった。

直径分布を見ると (図 5.2.3.1)、ブナは 10~20cm の最小クラスが特に多く、最大直径は 111.2cm だった。また、直径 30~40cm 階の立木がなく、これを境として小サイズの集団 (以下、小径ブナ) と大サイズの集団 (以下、中大径ブナ) に分かれていた。スギは 10~20cm の最小クラスにモードがあり、最大直径は 142.9cm だった。ホオノキ、ウワミズザクラの最大直径は 53.0cm、36.4cm で、その他の広葉樹はすべて 20cm 未満だった。

表 5.2.3.1 樹種組成 (2012 年)

樹種	本数	本数 (/ha)	胸高断面積 合計(m <sup>2</sup> /ha)	優占率	材積 (m <sup>3</sup> /ha)
1 ブナ	105	105	20.60	48.5%	178.2
2 スギ	36	36	19.81	46.7%	159.6
3 ホオノキ	17	17	0.86	2.0%	6.7
4 ウワミズザクラ	24	24	0.54	1.3%	3.4
5 ウリハダカエデ	12	12	0.15	0.3%	0.7
6 ハウチワカエデ	12	12	0.14	0.3%	0.7
7 ヤマモミジ	14	14	0.14	0.3%	0.6
8 ナナカマド	8	8	0.08	0.2%	0.4
9 コミネカエデ	4	4	0.04	0.1%	0.2
10 ミズキ	3	3	0.03	0.1%	0.1
11 タムシバ	3	3	0.03	0.1%	0.1
12 リョウブ	1	1	0.01	0.0%	0.0
13 キハダ	1	1	0.01	0.0%	0.0
14 ウダイカンバ	1	1	0.01	0.0%	0.0
計	241	241	42.44	100.0%	350.8

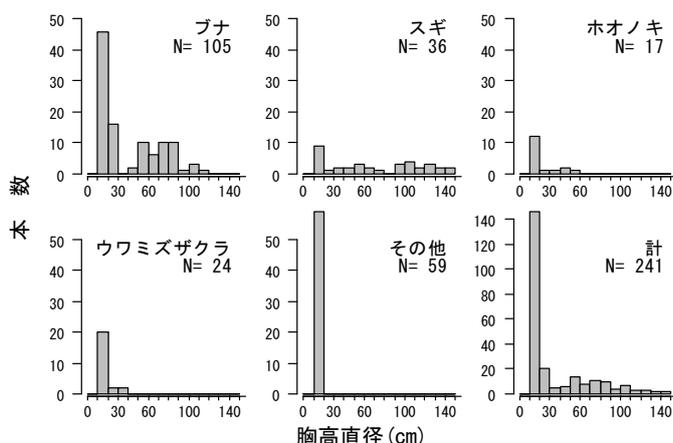


図 5.2.3.1 直径分布 (2012 年)

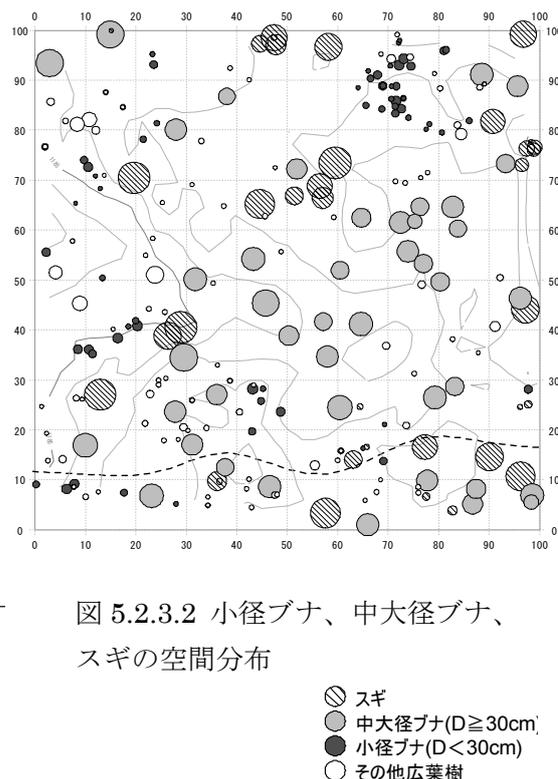


図 5.2.3.2 小径ブナ、中大径ブナ、スギの空間分布

### 小径ブナの空間分布

小径ブナ (N=62) は本数も多く、大径木へと成長して優勢木となりうるため、調査区の今後の森林動態を左右する重要な存在である。そこで小径ブナの空間分布 (図 5.2.3.2) の特性を明らかにするため、中大径ブナ (N=43) およびスギ (N=36) とあわせ、Morisita (1959) の  $I\delta$  指数を用いて分布様式を、Iwao (1977) の  $\omega$  指数を用いて分布相関を検討した (図 5.2.3.3)。両指数は、調査区を 2<sup>1</sup>、2<sup>2</sup>、2<sup>3</sup>、…、2<sup>9</sup> 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 19.5~5000 m<sup>2</sup> となる。

小径ブナは S に関わらず  $I\delta$  が有意に 1 を上回り、顕著に集中分布していた。一方中大径ブナは S に関わらず  $I\delta$  は 1 と有意差なくランダム分布だった。スギは  $S \leq 313$  m<sup>2</sup> の場合に有意に 1 を上回り集中分布していた。次に、S と  $I\delta(S)/I\delta(2S)$  (区画面積 2S で算出した  $I\delta$  に対し S で算出した  $I\delta$  の比) の関係を見ると、小径ブナでは  $S=156$  m<sup>2</sup> 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 100~200 m<sup>2</sup> 程度と推定された。

小径ブナと中大径ブナ間の  $\omega$  指数は  $S \leq 1250$  m<sup>2</sup> で負の値となり、小径ブナとスギ間では  $S \leq 625$  m<sup>2</sup> で負の値だった。小径ブナの集中斑が検出された  $S=156$  m<sup>2</sup> でのそれぞれの  $\omega$  指数は -0.88、-0.57 となり強い負の相関があった。

これらのことから、小径ブナは周囲に中大径ブナやスギがないギャップに 100~200 m<sup>2</sup> 程度の集中斑として分布していることが明らかであり、いわゆるギャップ更新が進行していると言える。

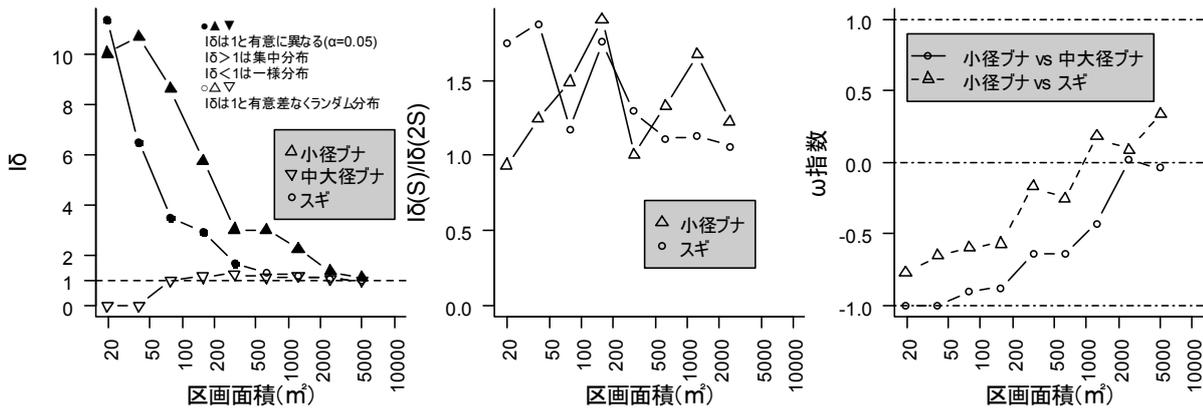


図 5.2.3.3

(左) 小径ブナ、中大径ブナ、スギの区画面積と  $I\delta$  指数の関係

(中)  $I\delta$  指数で集中分布が検出された小径ブナとスギの区画面積と  $I\delta(S)/I\delta(2S)$  の関係

(右) 小径ブナと中大径ブナ間、小径ブナとスギ間の区画面積と  $\omega$  指数の関係

表 5.2.3.2 枯死木と加入木

樹種	枯死木 本数	加入木 本数
ブナ	12 (9)	17
ウリハダカエデ	4	8
スギ	2	2
ウワミズザクラ	1	12
ホオノキ	1	7
タムシバ	1	3
ヤマモミジ		10
ハウチワカエデ		8
ナナカマド		6
コミネカエデ		4
ミズキ		3
ウダイカンバ		1
キハダ		1
リョウブ		1
計	21 (9)	83

「枯死木」とは1回目調査時に生存していたが最新調査回では枯死していた木  
 ( ) 数字は直径30cm以上の枯死木  
 「加入木」とは1回目調査時以降に胸高直径10cm以上に成長して新たに調査対象となり、最新調査回でも生存している立木

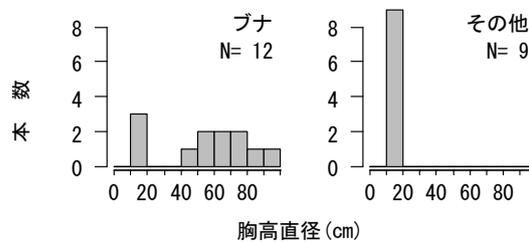


図 5.2.3.4 枯死木 (1999-2012) の直径分布

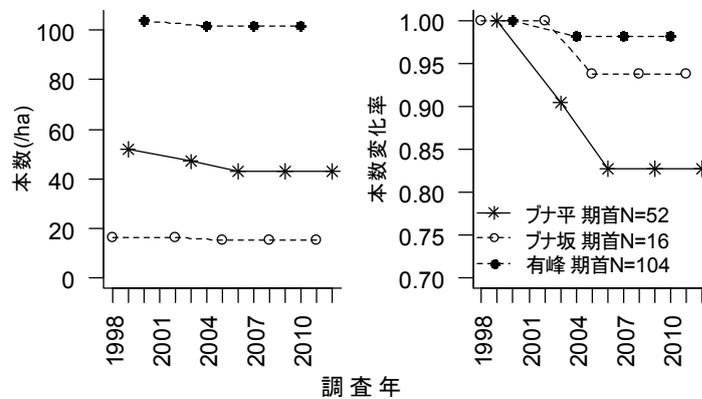


図 5.2.3.5 ブナ平、ブナ坂、有峰調査区における中大径ブナの本数密度の年次推移 (左図) と期首年に対する変化率 (右図)

期首 (1 回目調査) における中大径木 (直径 30cm 以上) を対象とし、2 回目調査以後に胸高直径 30cm 以上に成長した木は含まない

## 森林動態

1 回目に調査した 1999 年から 2012 年までの枯死木は 6 種 21 本だった (表 5.2.3.2)。うち本数が多かったのはブナの 12 本で、ともに優占するスギは 2 本だった。枯死木の直径をみると (図 5.2.3.4)、ブナを除く 5 種 9 本は全て 20cm 未満であり、主に被圧により衰退して枯死したものと推測された。一方ブナは枯死した 12 本のうち 20cm 未満は 3 本に過ぎず、9 本もの中大径ブナが枯死した。中大径ブナは 1999 年に 52 本生存していたので、うち 17% が枯死したこととなる (図

5.2.3.5)。

これに対し、他調査区における中大径ブナの1回目調査からの枯死は、ブナ坂と有峰調査区でそれぞれ16本のうち1本(6%)、104本のうち2本(2%)にとどまっていた(図5.2.3.5)。道路沿線やブナ平におけるブナ大径木の枯死要因として、道路工事による水脈の切断(河野1999)、排気ガスによる局地的な大気汚染(河野1999)、オゾンなどによる広域的な大気汚染(Kume et al. 2009)があげられている。ブナ平における中大径ブナの相次ぐ枯死には複数の要因が複合的に作用している可能性もあり、他調査区における森林動態も注視しながら、今後検討を加える必要がある。

1回目に調査した1999年から2012年までの加入木は14種83本だった(表5.2.3.2)。樹種別にみるとブナが17本と最も多く、次いでウワミズザクラの12本、ヤマモミジの10本だった。スギの加入木は2本だった。2009年から2012年の間に、調査開始時から大きなギャップとなっていた(x,y)=(10m,65m),(30m,65m)付近にも加入木が発生した(図5.2.3.6)。

ブナは先に見たようにギャップ更新している小径ブナの集団があるうえ、加入木も多数発生しており、次代への更新は着実に進行していると考えられる。従って、中大径ブナは相次いで枯死したものの、個体群あるいは森林として衰退傾向にあると判断するには尚早であろう。

ただし、調査区内にも立木密度が特に低く現時点では更新の進行が確認できない部分も認められる。図5.2.3.6の(x,y)=(50m,85m)付近では調査開始以降に2本の中大径ブナが枯死し、大きなギャップが形成されたが、ここには調査開始時から直径10cm以上の立木がなく加入木もない。そして丈の高いチシマザサが密集している部分も観察され、ササが更新を阻害している可能性もあり、今後注視していく必要がある。

胸高断面積合計の推移をみると(図5.2.3.7)、ブナは1999年から2006年にかけて中大径木が枯死した影響で減少したが、2006~2012年は中大径ブナの枯死はなかったため増加に転じた。しかし1999年に対して0.95倍の値にとどまっている。スギの枯死木は直径20cm未満の2本に過ぎないため順調に増加しており、1999年の1.10倍に達している。全樹種では1999年の1.05倍の値だった。

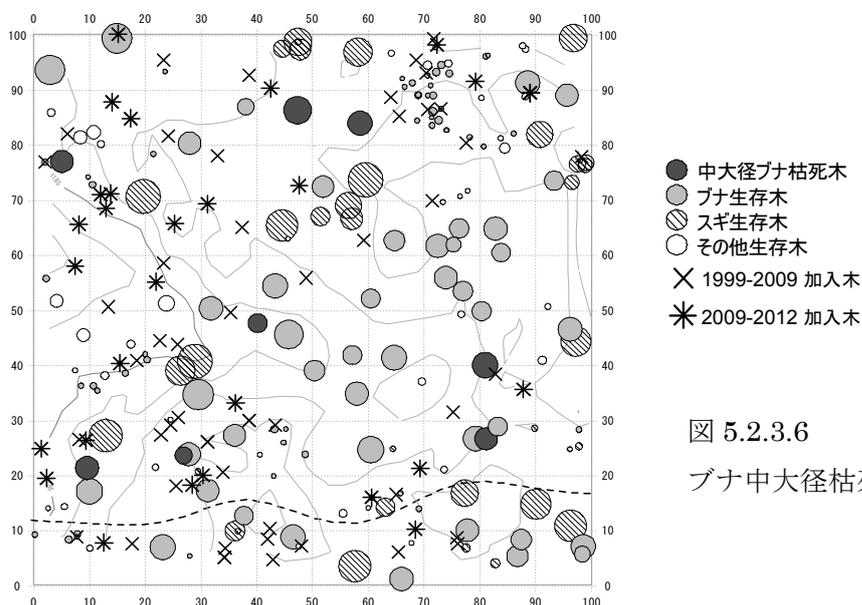


図 5.2.3.6  
ブナ中大径枯死木と全樹種加入木の空間分布

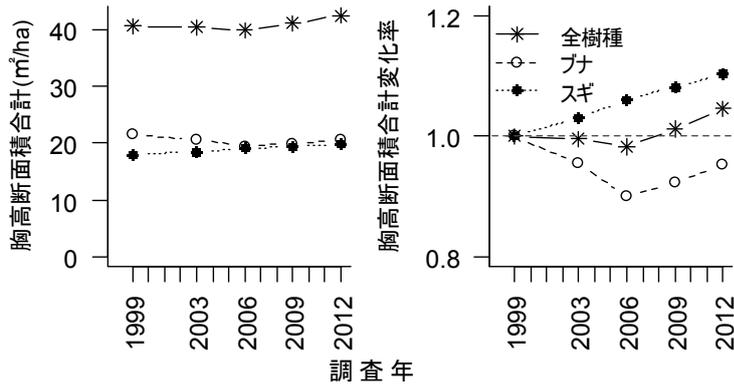


図 5.2.3.7 胸高断面積合計の年次推移 (左図) と 1999 年に対する変化率 (右図)

### 活力度

ブナとスギの活力度別本数の相対頻度分布を、データに不備がある 1999 年を除いてみると (図 5.2.3.8)、両樹種ともいずれの調査年も活力度 5 が最も多かった。調査年間で比較すると、2003 年と 2012 年の分布には差がなく (Fisher's exact test,  $p > 0.05$ ) 活力度に変化はみられなかった。

相次ぐ枯死のあった中大径ブナが小径ブナより衰退傾向であるか検討するため、両者の 2012 年の活力度分布を比較したところ (図 5.2.3.9)、差はあったが ( $p < 0.05$ )、中大径ブナの方が活力度は高かった。これは、小径ブナには他個体との競争のため十分な樹冠サイズを確保できていない個体が相当数含まれ、これらは活力度が低く評価されていることが一因だと考えられる。

本調査区の中大径ブナが他調査区より衰退傾向であるか検討するため、最新調査年の活力度分布についてブナ坂および有峰調査区と比較したが (図 5.2.3.10)、いずれの調査区とも差はなかった ( $p < 0.05$ )。

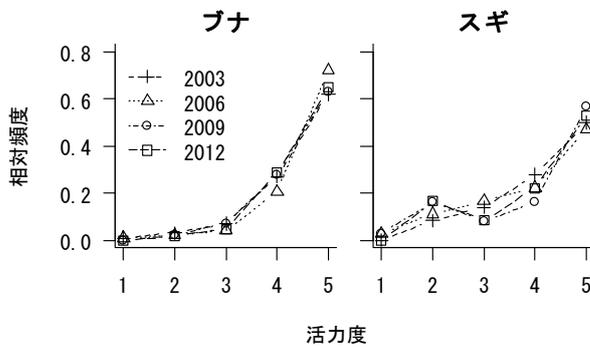


図 5.2.3.8 ブナとスギの活力度別本数相対頻度

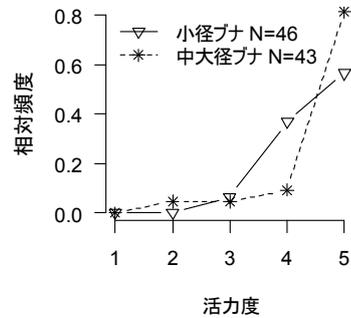


図 5.2.3.9 小径ブナと中大径ブナの活力度別本数相対頻度分布 (2012 年)

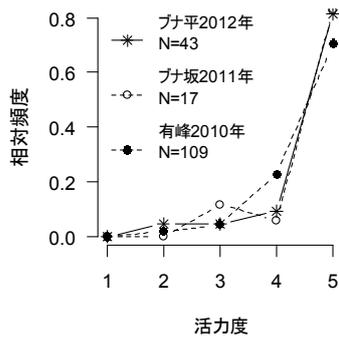


図 5.2.3.10 ブナ平、ブナ坂、有峰調査区の中大径ブナの活力度別本数相対頻度分布

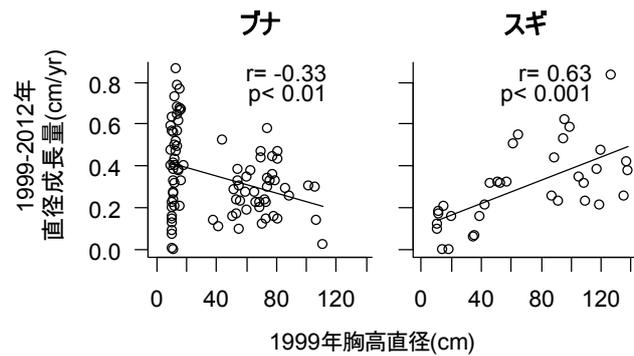


図 5.2.3.11 期首直径と年平均直径成長量の関係

### 直径成長

ブナとスギについて 1999 年の胸高直径と 2012 年までの直径成長量の関係をみると（図 5.2.3.11）、ブナは有意な負の相関があった。直径 30cm 未満の小径ブナは、ほとんど成長しない立木もあったが、0.5cm/yr を超える旺盛な成長を示す立木が多数あった。一方、直径 30cm 以上の中大径ブナは 0.5cm/yr を超える成長をした立木は 2 本だけだった。スギは有意な正の相関があり、0.5cm/yr を超える成長を示した立木はいずれも直径 60cm 以上の大径木だった。つまり、ブナはスギよりも大径木の成長が悪い傾向があり、このことは、中大径ブナは相次いで枯死したのに対し、スギの中大径木には枯死木がなかったことと対応していた。

## 5.2.4 上ノ小平

### 調査概要

標高は 1430m、調査面積は 1ha（100m×100m）で、胸高直径 10 cm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（表 5.1.1）。2000、2004、2007、2010、2013 年に 1～5 回目の調査を行った。以下、1 回目から 13 年後の 2013 年に行った 5 回目の調査結果に基づき述べる。なお、2013 年の生存木の立木位置を図 2.2.4.1 に示した。

### 2013 年の森林構造

出現樹種は 17 種、本数は 561 本/ha、胸高断面積合計は 55.85 m<sup>2</sup>/ha だった（表 5.2.4.1）。優占率（胸高断面積割合）はスギが 55.6%、キタゴヨウが 24.6%であり、この 2 種で約 80%を占め優占していた。本調査区より標高が高く亜高山帯に属する美松調査区(1960m)と松尾峠調査区(1970m)ではオオシラビソが第 1 優占種となっており、標高が低く山地帯に属するブナ平調査区(1190m)ではブナが第 1 優占種となっている。これに対し、本調査区は両樹林帯を代表するオオシラビソ、ブナとも優占できず、スギとキタゴヨウが優占する森林となっているのが特徴である。優占率は、スギ、キタゴヨウに次いでクロベが 8.8%、オオシラビソが 4.2%、ブナが 2.4%を占めた。本数ではスギの 214 本/ha に次いでブナが 89 本/ha と多かった。

直径分布をみると（図 5.2.4.1）、スギ、キタゴヨウ、クロベの 3 種のみ直径 60cm を超える大

表 5.2.4.1 樹種組成 (2013 年)

樹種	本数	本数 (/ha)	胸高断面積 合計(m <sup>2</sup> /ha)	優占率	材積 (m <sup>3</sup> /ha)
1 スギ	214	214	31.03	55.6%	253.9
2 キタゴヨウ	62	62	13.72	24.6%	120.3
3 クロベ	16	16	4.89	8.8%	39.6
4 オオシラビソ	28	28	2.33	4.2%	18.5
5 ブナ	89	89	1.36	2.4%	7.3
6 ネコシデ	32	32	0.50	0.9%	2.8
7 コメツガ	2	2	0.40	0.7%	3.5
8 ミズナラ	29	29	0.40	0.7%	2.1
9 タムシバ	28	28	0.29	0.5%	1.4
10 ケヤマハンノキ	4	4	0.24	0.4%	2.0
11 ナナカマド	18	18	0.21	0.4%	1.0
12 ミネカエデ	20	20	0.19	0.3%	0.8
13 ハウチワカエデ	11	11	0.12	0.2%	0.6
14 ダケカンバ	2	2	0.11	0.2%	0.8
15 コシアブラ	4	4	0.04	0.1%	0.2
16 ウワミズザクラ	1	1	0.02	0.0%	0.1
17 シナノキ	1	1	0.01	0.0%	0.1
計	561	561	55.85	100.0%	454.9

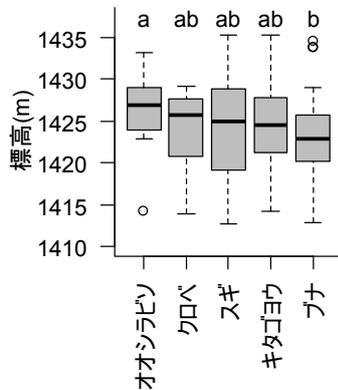
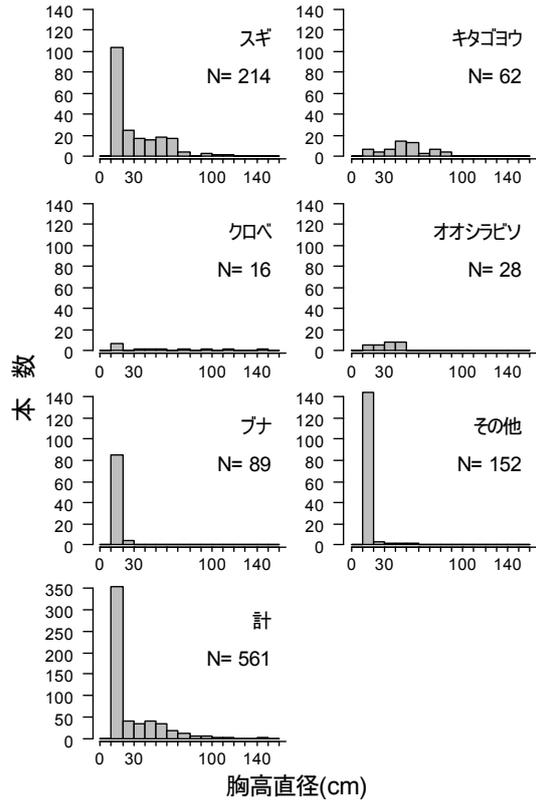


図 5.2.4.2

主要 5 種の標高分布

同ジアルファベットは 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 5.2.4.1 直径分布 (2013 年)

径木があり、最大直径はスギ 155.9cm、キタゴヨウ 92.4cm、クロベ 144.4cm だった。オオシラビソは亜高山帯の美松調査区で直径 78.9cm、松尾峠調査区で 59.6cm (枯死木含む) に達する立木があったが、本調査区の最大直径は 46.2cm だった。ブナは山地帯のブナ坂調査区で 109.5cm、ブナ平調査区で 111.2cm、有峰調査区で 120.6cm に達する立木があったが、本調査区の最大直径は 28.8cm に過ぎなかった。

優占率上位 5 種の標高分布をみると、スギ、キタゴヨウ、クロベは他樹種と差がなかったが、オオシラビソはブナより高標高に分布していた (図 5.2.4.2)。立木の空間分布図 (図 2.2.4.1) で見ると、ブナは  $y < 50m$  (図の下半分) の低標高側に主に分布したのに対し、オオシラビソは  $y > 40m$  (図の上半分) の高標高側に主に分布した。この分布特性は、本調査区がオオシラビソの分布域下限付近でかつブナの分布域上限付近に位置することを強く示唆している。つまり、本調査区は両種にとって成育に最適な温度環境とは言えず、このことが、両種の最大直径が他調査区より小さかったことと、優占率が高くないことに関係しているのだろう。

## 森林動態

1 回目に調査した 2000 年から 2013 年までの枯死木は 8 種 42 本だった (表 5.2.4.2)。うち本数が多かったのはスギの 16 本、ブナの 13 本だった。直径 30cm 以上の枯死木は 4 本で (表 5.2.4.2、図 5.2.4.3)、108cm のスギと 48、40、32cm のオオシラビソであり、オオシラビソの枯死が顕

表 5.2.4.2 枯死木と加入木

樹種	枯死木 本数	加入木 本数
スギ	16 (1)	24
ブナ	13	22
キタゴヨウ	4	1
クロベ	3	3
オオシラビソ	3 (3)	1
ミズナラ	1	11
タムシバ	1	10
ケヤマハンノキ	1	2
ネコシデ		16
ミネカエデ		16
ナナカマド		10
ハウチワカエデ		7
コシアブラ		3
計	42 (4)	126

「枯死木」とは1回目調査時に生存していたが最新調査回では枯死していた木  
 ( )数字は直径30cm以上の枯死木  
 「加入木」とは1回目調査時以降に胸高直径10cm以上に成長して新たに調査対象となり、最新調査回でも生存している立木

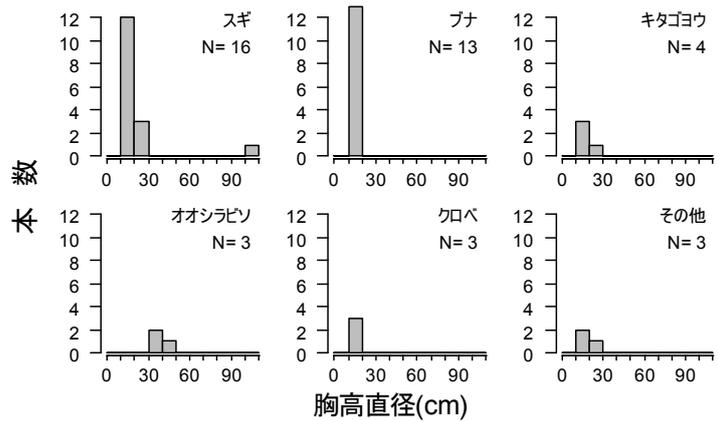


図 5.2.4.3 枯死木 (2000-2013) の直径分布

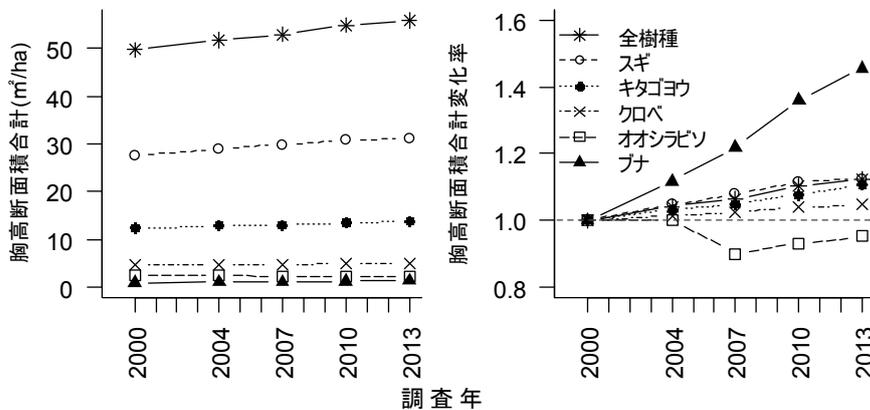


図 5.2.4.4 胸高断面積合計の年次推移 (左図) と 2000 年に対する変化率 (右図)

著だった。この枯死したスギ大径木は(x,y)=(45m,5m)に位置し、2007年調査で根返りが確認され、2013年調査で枯死が確認された。その他の枯死木 38 本は 30cm 未満であり、主に被圧により衰退して枯死に至ったものと推測された。

1 回目に調査した 2000 年から 2013 年までの加入木は 13 種 126 本だった (表 5.2.4.2)。この 1 回目から最新調査回までの加入木の本数密度は、胸高直径 10cm 以上を調査対象とする 7 調査区の中で最も多かった。加入木のうち多かった樹種はスギが 24 本、ブナが 22 本、ネコシデとミネカエデがそれぞれ 16 本だった。加入木が枯死木より少なかった樹種はキタゴヨウとオオシラビソの 2 種のみだった。

胸高断面積合計の推移を、優占率上位 5 種で区分してみると (図 5.2.4.4)、2000 年と比べ 0.95 倍に減少したオオシラビソを除くと増加し続けており、特にブナは 1.46 倍に増加していた。全樹種では 1.13 倍となっていた。

標高による分布の上下限などの分布限界に生育する樹木は、環境変動の影響を受けやすいと考えられる。そこで、本調査区が分布下限域に相当するオオシラビソと、分布上限域に相当するブナについて動態を比較すると、オオシラビソは直径 30cm 以上の比較的大サイズの枯死木があって胸高断面積合計が増加せず、加入木も 13 年間に 1 本に過ぎなかったのに対し、ブナは胸高断面

積合計が増加して加入木も 24 本と多いことから、この 13 年間はオオシラビソが衰退する一方でブナの勢力が拡大したと言える。本調査区から水平距離で約 14km 離れ、標高が 1459m とほぼ同じ黒部ダムでは、2001 年までの 37 年間の気温が上昇傾向にある (Wada et al. 2004)。従って、調査地の温度環境もこの期間に亜高山帯と山地帯の移行帯の中でもより山地帯に近い環境へ、つまりオオシラビソよりもブナの成育に適した環境へと変動したと考えられ、このことがオオシラビソとブナとの動態の違いに関係した可能性がある。また、ブナの最大直径が 30cm にも満たないことは、温度環境の変動に伴って近年にブナが侵入定着したことを示しているのかもしれない。

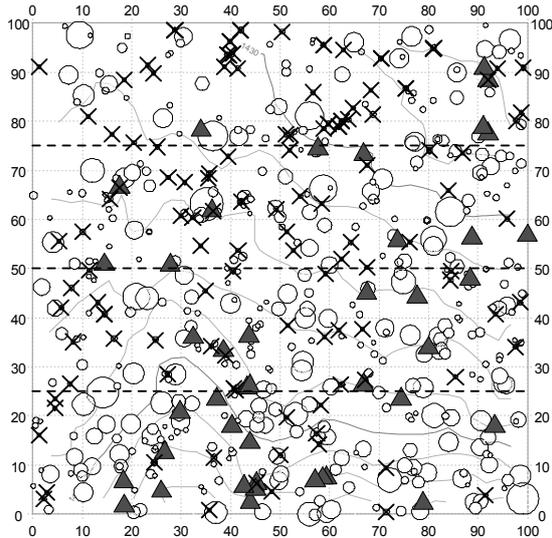


図 5.2.4.5 2000 年から 2013 年の枯死木 (▲) と加入木 (×)  
点線は x 軸からの距離 25、50、75m

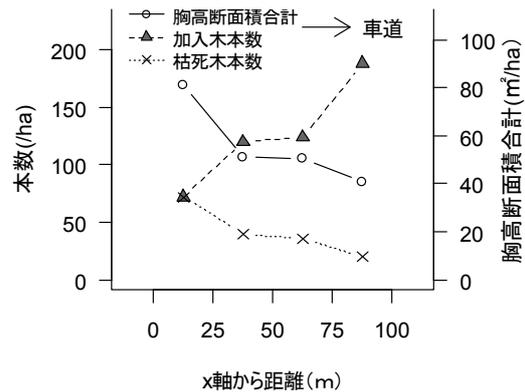


図 5.2.4.6 x 軸からの距離別にみた 2013 年の胸高断面積合計、枯死木本数、加入木本数

### 森林構造と空間分布

調査区を x 軸からの距離別に 25m ごとに区切って 4 ゾーンに分け (図 5.2.4.5) 胸高断面積合計をみると (図 5.2.4.6)、x 軸に最も近いゾーンは 81 m<sup>2</sup>/ha と多く、大部分で林冠は閉鎖していた。これは、このゾーンが約 25 度の南向き斜面であり、10 度未満と緩い他のゾーンと地形条件が異なっていることに関係している可能性がある。一方、他の 3 ゾーンは x 軸から離れるほど (車道に近いほど、標高が高いほど) 胸高断面積合計は少なくなり、最も離れたゾーンでは 41m<sup>2</sup>/ha で疎林となっていた。また、x 軸から離れるほど枯死木が少なく、逆に加入木は多かった (図 5.2.4.5、5.2.4.6)。従って、x 軸から離れ疎林となっているところほど更新が進んでいると言える。

### 活力度

優占率上位 5 種について、活力度別本数の相対頻度分布をみると (図 5.2.4.7)、活力度 4 または 5 が最も多かった。調査年間で比較すると、いずれの樹種も 2000 年と 2013 年の分布に差はなく (Fisher's exact test,  $p > 0.05$ ) 活力度に変化はみられなかった。

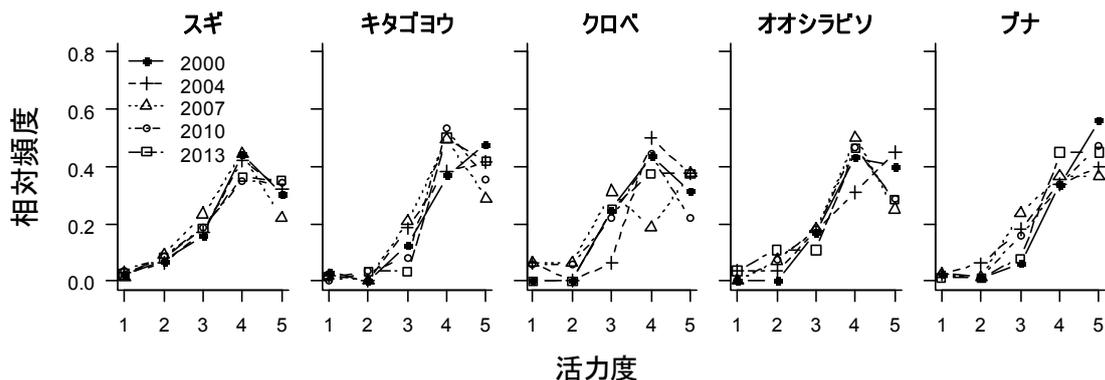


図 5.2.4.7 活力度別本数相対頻度分布

### 直径成長

優占率上位 5 種について 2000 年の胸高直径と 2013 年までの直径成長量の関係を見ると (図 5.2.4.8)、スギとブナには有意な正の相関があった。スギは 0.5cm/yr 以上の旺盛な成長を示す立木が特に多かった。クロバとオオシラビソには 0.5cm/yr 以上の成長をした立木はなく、特にオオシラビソについては、ほとんどの立木が 0.2cm/yr 以下しか成長しなかった。垂高山帯の美松と松尾峠調査区では 0.2cm/yr 以上成長するオオシラビソも多数みられたこと (図 5.2.5.6、図 5.2.6.6) も考え合わせると、本調査区のオオシラビソの樹勢は直径成長の面から見て低いレベルにあると言え、上述のオオシラビソの衰退傾向と関係しているのかもしれない。

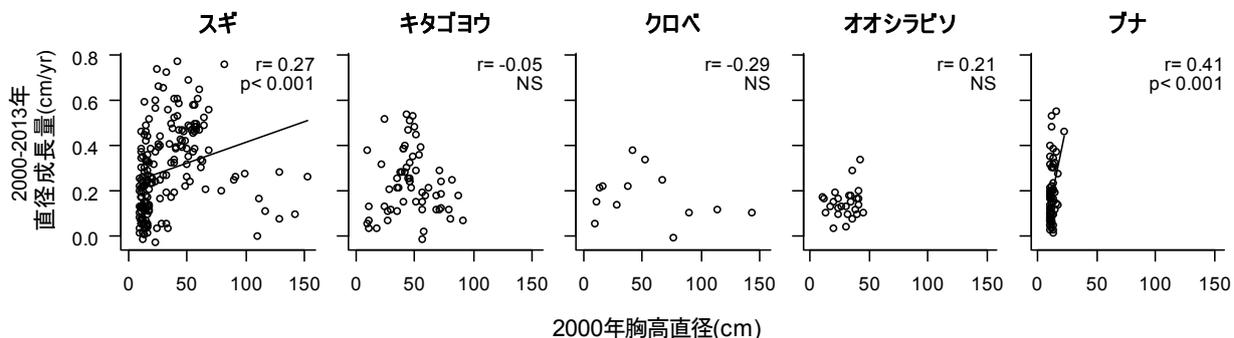


図 5.2.4.8 期首直径と年平均直径成長量の関係

## 5.2.5 美松

### 調査概要

標高は 1960m、調査面積は 0.5ha (100m×50m) で、胸高直径 10 cm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 (表 5.1.1)。1999、2003、2007、2010 年に 1~4 回目の調査を行った。以下、1 回目から 11 年後の 2010 年に行った 4 回目の調査結果に基づき述べる。なお、2010 年の生存木の立木位置を図 2.2.6.1 に示した。

### 2010 年の森林構造

出現樹種は 5 種、本数は 474 本/ha、胸高断面積合計は 26.35 m<sup>2</sup>/ha だった (表 5.2.5.1)。優

占率（胸高断面積割合）はオオシラビソが 86.9%、ダケカンバが 12.3%であり、この 2 種で 99%以上を占めていた。その他、ナナカマド、オノエヤナギ、ミヤマハンノキが出現した。

直径分布をみると（図 5.2.5.1）、オオシラビソは小さい木ほど多い L 字型の分布で最大直径は 78.9cm だった。ダケカンバの最大直径は 33.1cm で、その他の樹種はすべて 20cm 未満だった。

表 5.2.5.1 樹種組成（2010 年）

樹種	本数	本数 (/ha)	胸高断面積合計 (m <sup>2</sup> /ha)	優占率	材積 (m <sup>3</sup> /ha)
1 オオシラビソ	185	370	22.89	86.9%	177.7
2 ダケカンバ	42	84	3.24	12.3%	22.1
3 ナナカマド	7	14	0.14	0.5%	0.6
4 オノエヤナギ	2	4	0.07	0.3%	0.4
5 ミヤマハンノキ	1	2	0.02	0.1%	0.1
計	237	474	26.35	100.0%	200.9

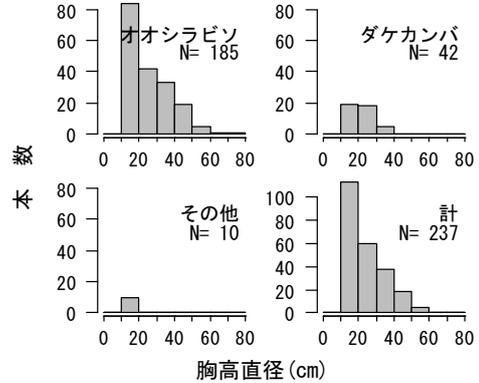


図 5.2.5.1 直径分布（2010 年）

表 5.2.5.2 枯死木と加入木

樹種	枯死木	加入木
	本数	本数
オオシラビソ	22 (8)	22
ダケカンバ		5
ナナカマド		5
オノエヤナギ		2
ミヤマハンノキ		1
計	22 (8)	35

「枯死木」とは1回目調査時に生存していたが最新調査回では枯死していた木  
 ( ) 数字は 直径30cm以上の枯死木  
 「加入木」とは1回目調査時に胸高直径10cm以上に成長して新たに調査対象となり、最新調査回でも生存している立木

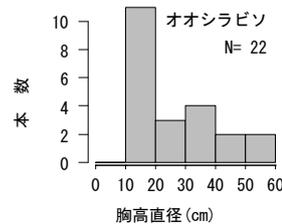


図 5.2.5.2 枯死木（1999-2010）の直径分布

## 森林動態

1 回目に調査した 1999 年から 2010 年までの枯死木は 22 本ですべてオオシラビソだった（表 5.2.5.2）。その直径をみると（図 5.2.5.2）、20cm 未満が 11 本と半分を占めたが、30cm 以上の相対的に大サイズの木も 8 本枯死していた。

1 回目に調査した 1999 年から 2010 年までの加入木は 5 種 35 本だった（表 5.2.5.2）。オオシラビソは枯死木と同じ 22 本が加入した。オノエヤナギ、ミヤマハンノキはこれら加入木の発生によって 1999 年以降に初めて出現した。枯死木と加入木の分布をみると（図 5.2.5.3）、上ノ小平で見られたような、道路（図の上辺）からの距離に対する一定の傾向は認められなかった。

胸高断面積合計の推移を見ると（図 5.2.5.4）、オオシラビソは大サイズの立木の枯死があったものの、生存木の成長と加入木により 2010 年は 1999 年とほぼ同じ 0.997 倍の値となった。ダケカンバは 1.25 倍に増加し、全樹種では 1.03 倍となっていた。

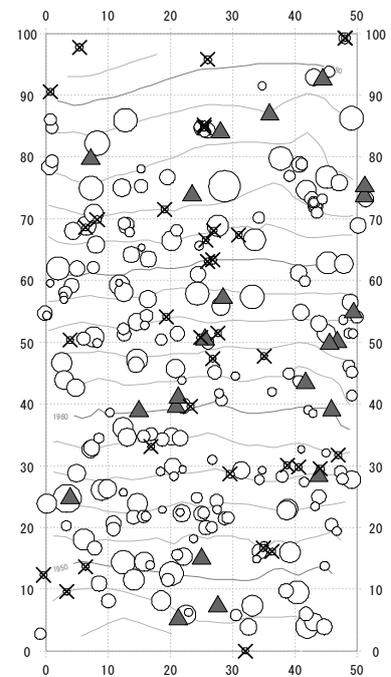


図 5.2.5.3 1999～2010 年の枯死木（▲）と加入木（×）

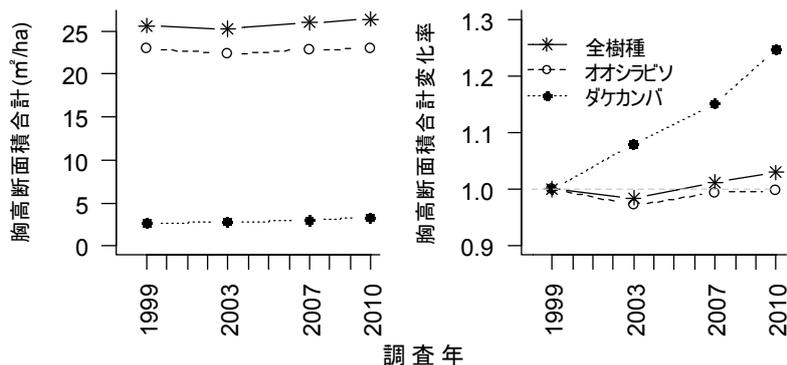


図 5.2.5.4 胸高断面積合計の年次推移（左図）と1999年に対する変化率（右図）

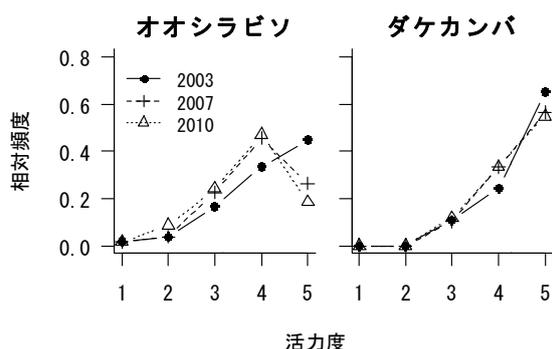


図 5.2.5.5 活力度別本数相対頻度分布



写真 5.2.5.1 オオシラビソ樹冠下に堆積する枝葉（2010.6.15 撮影）



写真 5.2.5.2 4月中旬の美松調査区（2006.4.18 撮影）

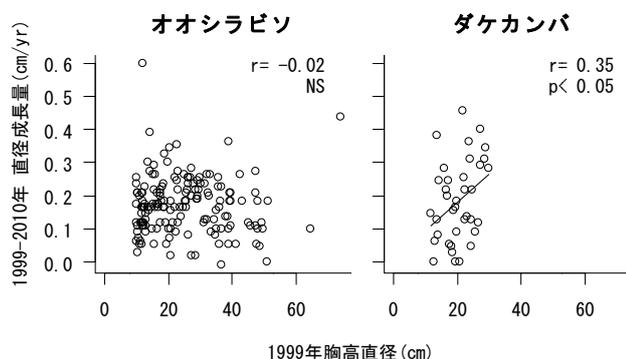


図 5.2.5.6 期首直径と年平均直径成長量の関係

### 活力度

オオシラビソとダケカンバの活力度別本数の相対頻度分布を、データに不備がある1999年を除いてみると（図 5.2.5.5）、オオシラビソは2003年は活力度5が最も多かったが、2007、2010年は活力度4が最も多かった。ダケカンバはいずれの年も活力度5が最も多かった。調査年間で比較すると、2003年と2010年の分布にオオシラビソは差があったが（Fisher's exact test、 $p < 0.001$ ）、ダケカンバは差がなかった（ $p > 0.05$ ）。本調査区では2010年の残雪期に道路に近いオオシラビソの樹冠下において、落下した枝葉が大量に堆積しているのが観察されている（写真 5.2.5.1）。その原因は明らかではないが、春のルート開通前の除雪作業で吹き飛ばされた雪氷片が樹冠を損傷した可能性がある。本調査区は最深積雪深が5m前後に達するので（図 3.2.1）、幹が斜立あるいは匍匐するダケカンバは樹冠全体が積雪に埋もれるのに対し、直立するオオシラビ

ソの樹冠上部は積雪に埋もれない（写真 5.2.5.2）。従って、除雪作業による樹冠の損傷は、積雪下にあるダケカンバには生じず、オオシラビソにのみ発生している可能性があり、このことが、オオシラビソのみ活力度の低下が認められたことに関係しているかもしれない。

## 直径成長

オオシラビソとダケカンバについて 1999 年の胸高直径と 2010 年までの直径成長量の関係を見ると（図 5.2.5.6）、オオシラビソは 0.3cm/yr 未満の成長を示す立木が多かった。0.5cm/yr を超えたのは 1 本のみで、これは図 2.2.6.1 で(x,y)=(0m,3m) の大きなギャップ内に生育する立木であり、1999 年の 11.9cm から 2010 年に 18.5cm まで成長した。ダケカンバも 0.3cm/yr 未満の成長を示す立木が多く、0.5cm/yr を超えるものはなかった。

## 5.2.6 松尾峠

### 調査概要

標高は 1970m、調査面積は 0.5ha（100m×50m）で、胸高直径 10 cm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（表 5.1.1）。1998、2002、2005、2008、2011 年に 1～5 回目の調査を行った。以下、1 回目から 13 年後の 2011 年に行った 5 回目の調査結果に基づき述べる。なお、2011 年の生存木の立木位置を図 2.2.7.1 に示した。

### 2011 年の森林構造

出現樹種はオオシラビソ、ダケカンバ、ナナカマドの 3 種、本数は 350 本/ha、胸高断面積合計は 23.17 m<sup>2</sup>/ha だった（表 5.2.6.1）。優占率（胸高断面積割合）はオオシラビソが 93.4%だった。

直径分布をみると（図 5.2.6.1）、オオシラビソは 10～20、20～30、30～40cm クラスとも同

表 5.2.6.1 樹種組成（2011 年）

樹種	本数	本数胸高断面積合計 (/ha)	優占率 (%)	材積 (m <sup>3</sup> /ha)
1 オオシラビソ	154	308	93.4%	167.9
2 ダケカンバ	11	22	5.5%	10.1
3 ナナカマド	10	20	1.1%	1.2
計	175	350	100.0%	179.3

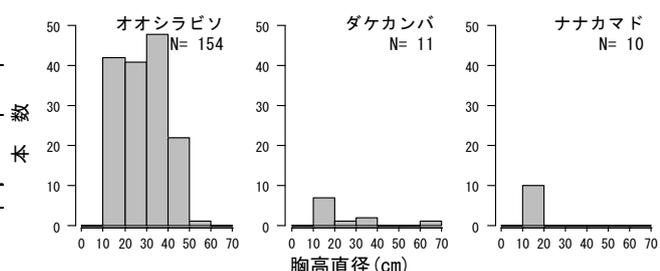


図 5.2.6.1 直径分布（2011 年）

表 5.2.6.2 枯死木と加入木

樹種	枯死木		加入木	
	本数	本数	本数	本数
オオシラビソ	15	(6)	5	
ナナカマド			5	
ダケカンバ			3	
計	15	(6)	13	

「枯死木」とは1回目調査時に生存していたが最新調査回では枯死していた木  
 ( ) 数字は直径30cm以上の枯死木  
 「加入木」とは1回目調査時以降に胸高直径10cm以上に成長して新たに調査対象となり、最新調査回でも生存している立木

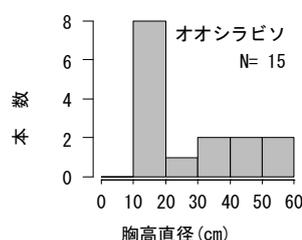


図 5.2.6.2 枯死木（1998-2011）の直径分布

程度の本数があった。最大は 50.0cm だった。ダケカンバは 20cm 未満の小さい木が多かったが、最大は 64.6cm だった。ナナカマドはすべて 20cm 未満だった。

立木の空間分布図で (x,y)=(0m,85m) から(45m,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 5.2.6.3)。ただし、(x,y)=(43m,74m),(25m,90m) 付近にはギャップが形成されていた(図 2.2.7.1)。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。

### 森林動態

1 回目に調査した 1998 年から 2011 年までの枯死木は 15 本で、いずれもオオシラビソだった(表 5.2.6.2)。その直径をみると(図 5.2.6.2)、相対的に小径の 30cm 未満が 9 本と過半を占めた。直径 30cm 以上の枯死木は 6 本で、最大は 2008~2011 年の間に枯死した 59cm、2 番目は 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の中で 1 番目と 2 番目に太い木であり、(x,y)=(14m,79m)の林縁と(43m,74m)の閉鎖林内に位置していた(図 5.2.6.3)。後者の位置は先に立木の空間分布図(図 2.2.7.1)でみたようにギャップとなった。

枯死した 15 本のうち閉鎖林内にあったのは 6 本で、残り 9 本は疎林内で枯死した(図 5.2.6.3)。疎林内は光条件が比較的良好であるため、枯死の主因が被陰にある可能性は低い。その一方で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、枝折れなどが生じて、それが枯死の要因となった可能性がある。

1 回目に調査した 1998 年から 2011 年までの加入木は 13 本だった(表 5.2.6.2)。うちオオシラビソは 5 本で閉鎖林の林縁に 2 本、疎林内に 3 本であり(図 5.2.6.3)、いずれも光条件が比較的良好なところだった。今後、閉鎖林

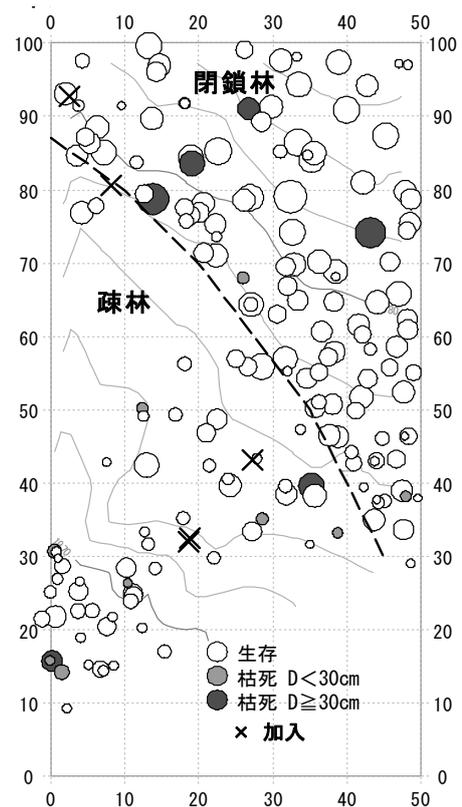


図 5.2.6.3  
1998 年から 2011 年のオオシラビソの枯死木と加入木

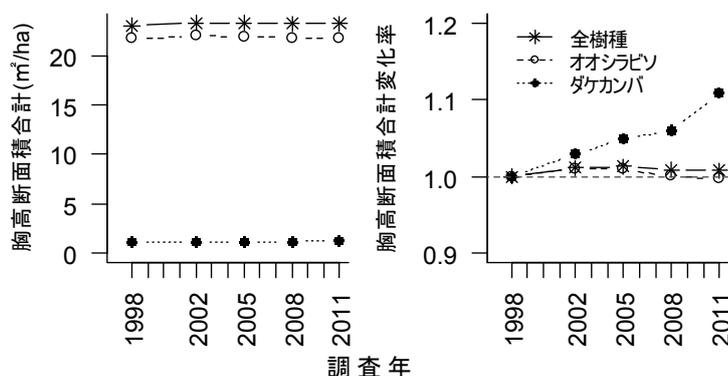


図 5.2.6.4 胸高断面積合計の年次推移(左図)と 1998 年に対する変化率(右図)

内に生じたギャップの更新、疎林内の立木の衰退と更新に注目して長期的に調査を継続する必要がある。

胸高断面積合計の推移をみると（図 5.2.6.4）、2011 年の値は 1998 年に対しオオシラビソで 0.997 倍、全樹種で 1.008 倍とほぼ横ばいだった。

### 活力度

活力度別本数の相対頻度分布をオオシラビソについてみると（図 5.2.6.5）、調査年ごとの活力度のモードは 3 または 4 だった。1998 年と 2011 年の分布には差があり（Fisher's exact test、 $p < 0.001$ ）、2011 年の活力度の方が高かった。従って、活力度からみると、この 13 年間に衰退傾向は現れていない。

### 直径成長

優占するオオシラビソについて 1998 年の胸高直径と 2011 年までの直径成長量の関係をみると（図 5.2.6.6）、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。

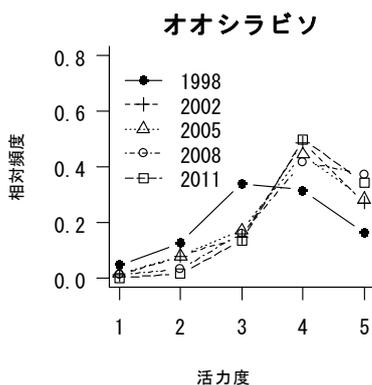


図 5.2.6.5 活力度別本数相対頻度分布

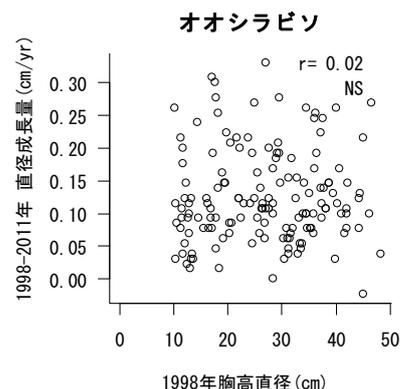


図 5.2.6.6 期首直径と年平均直径成長量の関係

## 5.2.7 鏡石

### 調査概要

標高は 2250m、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（表 5.1.1）。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 年に 1～5 回目の調査を行った。以下、1 回目から 13 年後の 2012 年に行った 5 回目の調査結果に基づき述べる。なお、2012 年の生存木の立木位置を図 2.2.8.1 に示した。

### 2012 年の森林構造

オオシラビソの本数は 2320 本/ha、胸高断面積合計は 12.47 m<sup>2</sup>/ha だった（表 5.2.7.1）。直径分布と樹高分布（図 5.2.7.1）は小さい木ほど多い L 字型で、最大直径は 21.2cm、最大樹高は 531cm

だった。

標高 1960m に位置する美松調査区においては、オオシラビソの最大直径は 70cm を超えているが、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。本調査区は美松調査区より約 300m 標高が高く、森林限界に近い為、特に冬期はより厳しい気象環境となる。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 3.2.1）、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。

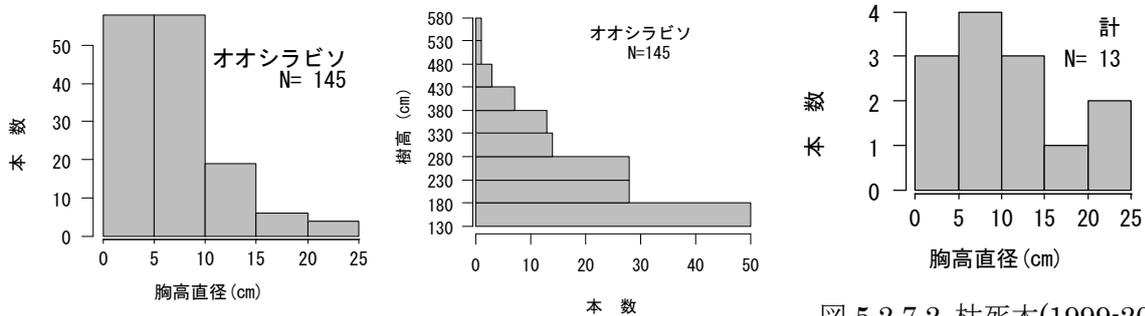


図 5.2.7.1 (左) 直径分布 (2012 年) (右) 樹高分布 (2012 年)

図 5.2.7.2 枯死木(1999-2012)の直径分布

表 5.2.7.1 樹種組成 (2012 年)

樹種	本数	本数 (/ha)	胸高断面積合計 (m <sup>2</sup> /ha)	優占率	材積 (m <sup>3</sup> /ha)
1 オオシラビソ	145	2320	12.47	100.0%	60.2
計	145	2320	12.47	100.0%	60.2

表 5.2.7.2 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	13	33

「枯死木」とは1回目調査時に生存していたが最新調査回では枯死していた木  
 「加入木」とは1回目調査時以降に樹高 130cm 以上に成長して新たに調査対象となり、最新調査回でも生存している立木

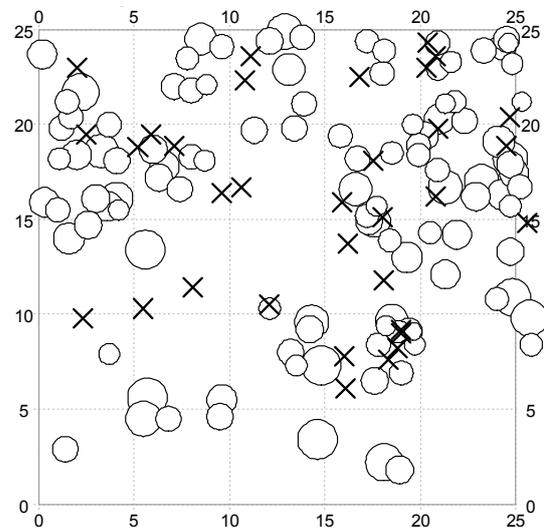


図 5.2.7.4 既存木 (○、加入木を除く 2012 年生存木) と 1999~2012 年の加入木 (×) の空間分布

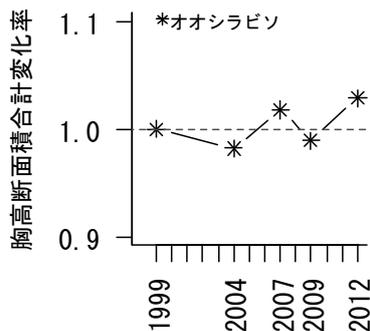


図 5.2.7.3 胸高断面積合計の 1999 年 に対する変化率

## 森林動態

1 回目に調査した 1999 年から 2012 年までの枯死木は 13 本だった（表 5.2.7.2）。その直径分布をみると（図 5.2.7.2）、L 字型を示した生存木の直径分布（図 5.2.7.1 上）と比べ一様分布に近かった。つまり、大サイズの立木ほど枯死率が高い傾向があった。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ているものと推測される。

一方、1 回目に調査した 1999 年から 2012 年までの加入木は 33 本あった。

胸高断面積合計の推移をみると（図 5.2.7.3）、多少の増減はあるものの大きな変化はなく 2012 年は 1999 年に対して 1.03 倍の値となっていた。

## 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 5.2.7.4）から探るため、加入木（N=33）と加入木を除く生存木（以下、既存木、N=112）に分けて、Morisita（1959）の  $I\delta$  指数を用いて分布様式を、Iwao（1977）の  $\omega$  指数を用いて分布相関を調べた（図 5.2.7.5）。両指数は、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  $S=39 \text{ m}^2$  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  $I\delta$  に対し S で算出した  $I\delta$  の比）の関係を見ると、加入木では  $S=39 \text{ m}^2$  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  $40 \text{ m}^2$  程度と推定された。

加入木と既存木間の  $\omega$  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  $S=39 \text{ m}^2$  での  $\omega$  指数は 0.44 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やスギを避けるようにしてギャッ

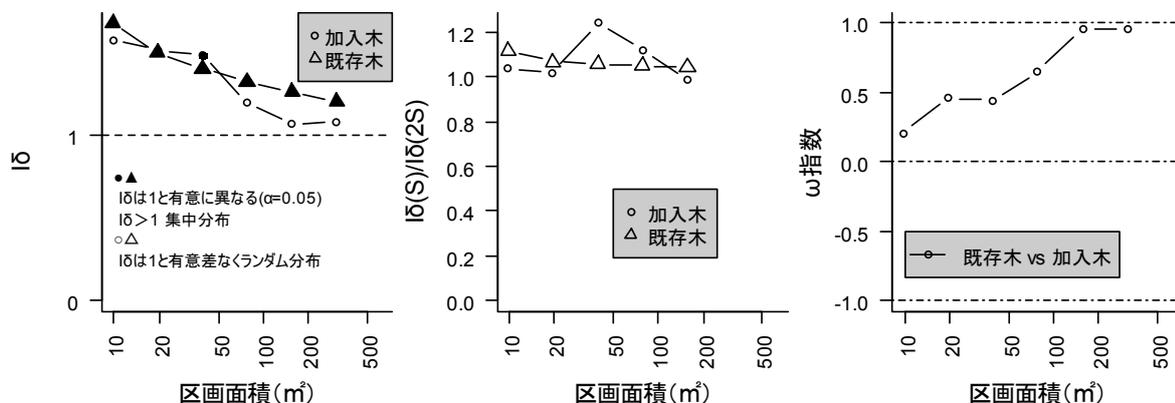


図 5.2.7.5

- (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  $\omega$  指数の関係

プに分布していた（図 5.2.3.2、図 5.2.3.3）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。

## 活力度

活力度別本数の相対頻度分布をみると（図 5.2.7.6）、最も頻度が高い活力度は 1999 年は 3 だったが、2004 年以降は 4 だった。1999 年と 2012 年の分布には差があり（Fisher's exact test、 $p < 0.001$ ）、2012 年の活力度の方が高かった。従って、活力度からみると、この 13 年間に衰退傾向は現れていない。

2012 年の活力度と胸高直径の関係をみると（図 5.2.7.7）、活力度が低いほど直径が太い傾向があった。このことには、先にも述べたように、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。

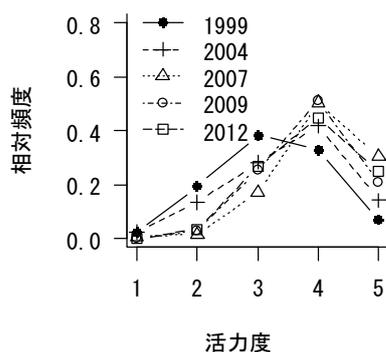


図 5.2.7.6 活力度別本数相対頻度分布

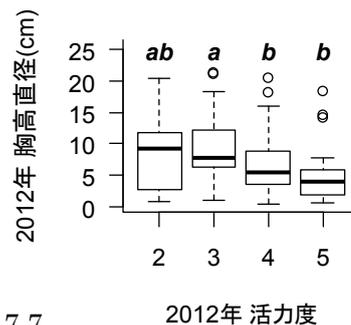


図 5.2.7.7

### 2012 年の活力度と胸高直径の関係

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）

## 直径成長

1999 年の胸高直径と 2012 年までの直径成長量の関係をみると（図 5.2.7.8）、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。

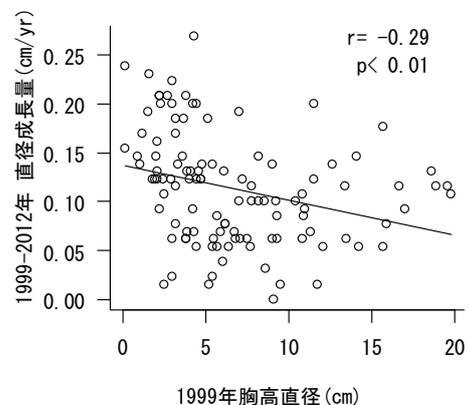


図 5.2.7.8

期首直径と年平均直径成長量の関係

## 5.2.8 有峰

### 調査概要

標高は 1350m、調査面積は 1ha (100m×100m) で、胸高直径 10 cm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 (表 5.1.1)。2000、2004、2007、2010 年に 1~4 回目の調査を行った。以下、1 回目から 10 年後の 2010 年に行った 4 回目の調査結果に基づき述べる。なお、2010 年の生存木の立木位置を図 2.2.10.1 に示した。

### 2010 年の森林構造

出現樹種は 15 種、本数は 264 本/ha、胸高断面積合計は 38.96 m<sup>2</sup>/ha だった (表 5.2.8.1)。優占率 (胸高断面積割合) はブナが 86.6%を占め優占していた。次いでウダイカンバが 8.4%、キハダが 1.9%を占めた。

直径分布 (図 5.2.8.1) をみるとブナ、ウダイカンバの 2 種のみ直径 60cm を超える大径木があり、最大直径はブナ 120.6cm、ウダイカンバ 70.1cm だった。ブナは 20cm 未満の小径木が多い L 字型の分布だった。一方、ウダイカンバは 30cm 未満の立木がなく一山型の分布で、今後に新たな林冠木となりうる小径木が存在しなかった。ウダイカンバはブナと異なり耐陰性が低い陽樹であるため、現在形成されている規模のギャップでは直径 10cm 以上まで成長することが難しいのかもしれない。

表 5.2.8.1 樹種組成 (2010 年)

樹種	本数	本数 (/ha)	胸高断面積合計 (m <sup>2</sup> /ha)	優占率	材積 (m <sup>3</sup> /ha)
1 ブナ	189	189	33.75	86.6%	293.0
2 ウダイカンバ	13	13	3.27	8.4%	29.0
3 キハダ	5	5	0.75	1.9%	6.3
4 イタヤカエデ	13	13	0.35	0.9%	2.3
5 トチノキ	8	8	0.26	0.7%	1.7
6 ダケカンバ	1	1	0.19	0.5%	1.6
7 ハウチワカエデ	14	14	0.16	0.4%	0.8
8 ヤマモミジ	11	11	0.11	0.3%	0.5
9 ウワミズザクラ	3	3	0.03	0.1%	0.2
10 ハリギリ	2	2	0.03	0.1%	0.1
11 コシアブラ	1	1	0.02	0.0%	0.1
12 ウリハダカエデ	1	1	0.01	0.0%	0.1
13 ホオノキ	1	1	0.01	0.0%	0.1
14 ヤマウルシ	1	1	0.01	0.0%	0.0
15 ミズキ	1	1	0.01	0.0%	0.0
計	264	264	38.96	100.0%	335.9

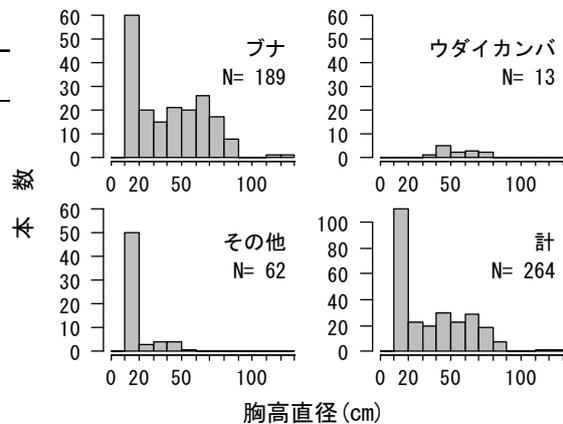


図 5.2.8.1 直径分布 (2010 年)

### 森林動態

1 回目に調査した 2000 年から 2010 年までの枯死木は 6 種 20 本だった (表 5.2.8.2)。うちブナが 13 本を占めた。枯死木の直径をみると (図 5.2.8.2)、30cm 未満が多くこれらは主に被圧により衰退して枯死に至ったものと推測された。30cm 以上の林冠木と考えられる枯死木は、ブナ 2 本、ハリギリ 1 本だった。1 回目に調査した 2000 年から 2010 年までの加入木は 7 種 26 本だった (表 5.2.8.2)。うちブナが 15 本を占めた。1 回目から最新調査回までの枯死木および加入木の本数密度は、胸高直径 10cm 以上を調査対象とする 7 調査区の中で最も少なく、変動の少ない調査区だった。

表 5.2.8.2 枯死木と加入木

樹種	枯死木 本数	加入木 本数
ブナ	13 (2)	15
イタヤカエデ	2	2
アオダモ	2	
トチノキ	1	1
コシアブラ	1	
ハリギリ	1 (1)	
ヤマモミジ		4
ウワミズザクラ		2
ミズキ		1
ヤマウルシ		1
計	20 (3)	26

「枯死木」とは1回目調査時に生存していたが最新調査回では枯死していた木  
 ( ) 数字は直径30cm以上の枯死木  
 「加入木」とは1回目調査時に胸高直径10cm以上に成長して新たに調査対象となり、最新調査回でも生存している立木

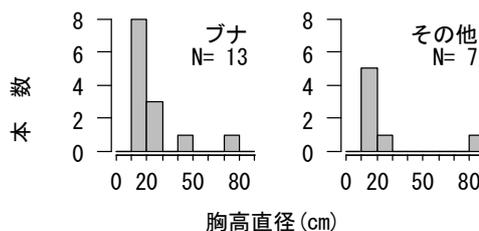


図 5.2.8.2 枯死木 (2000-2010) の直径分布

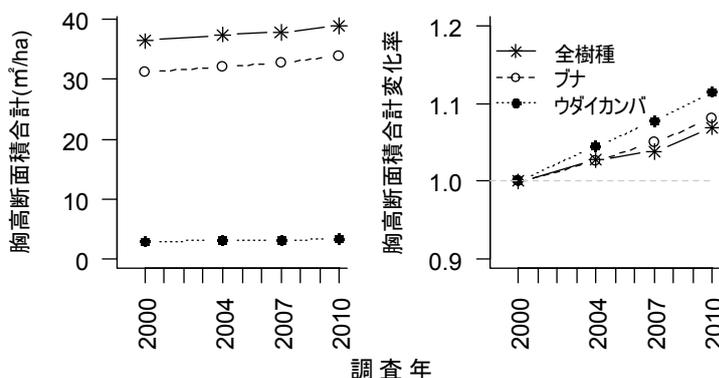


図 5.2.8.3 胸高断面積合計の年次推移 (左図) と 2000 年に対する変化率 (右図)

胸高断面積合計の推移を見ると (図 5.2.8.3)、ブナは林冠木の枯死があったものの増加し続けており、2010 年は 2000 年の 1.08 倍となっていた。枯死木のなかったウダイカンバは 1.11 倍となり、全樹種では 1.07 倍となっていた。

### 活力度

ブナの活力度別本数の相対頻度分布を見ると (図 5.2.8.4)、いずれの年も最も樹勢の良い活力度 5 が最も多かった。調査年間で比較すると、2000 年と 2010 年の分布に差があったが (Fisher's exact test、 $p < 0.01$ )、2004、2007 年と 2010 年の間には差がなかった ( $p > 0.05$ )。2000 年と比べ 2010 年は活力度 5 の割合が減っており、今後の推移を見守る必要がある。

### 直径成長

ブナについて 2000 年の胸高直径と 2010 年までの直径成長量の関係を見ると (図 5.2.8.5)、有意な正の相関があった。0.5cm/yr 以上の旺盛な成長を示す立木もみられた。

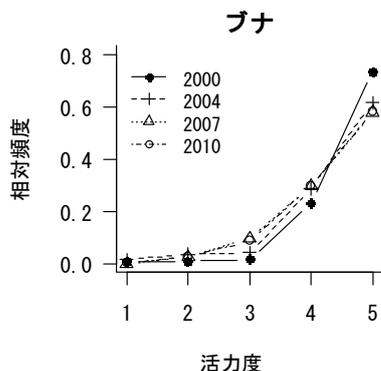


図 5.2.8.4 活力度別本数相対頻度分布

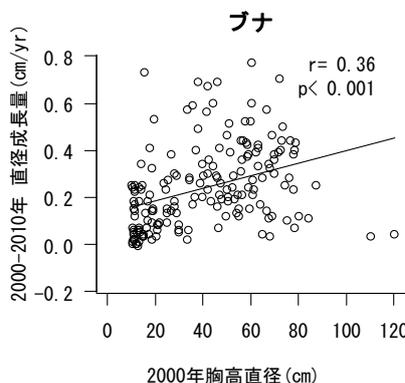


図 5.2.8.5 期首直径と年平均直径成長量の関係

### 5.2.9 全調査区の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について年次推移をまとめてみると（図 5.2.9.1）、亜高山帯の 3 箇所（美松、松尾峠、鏡石）と山地帯のブナ平では期間により増減があるもののおおむね横ばいで、1 回目の調査年の 1.01~1.05 倍となった。その他の山地帯に位置する 3 箇所（美女平、ブナ坂、有峰）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傾向で 1 回目の調査年の 1.07~1.13 倍となった。これまでのところ、胸高断面積合計の推移からみて調査区レベルで衰退が明らかな森林はない。

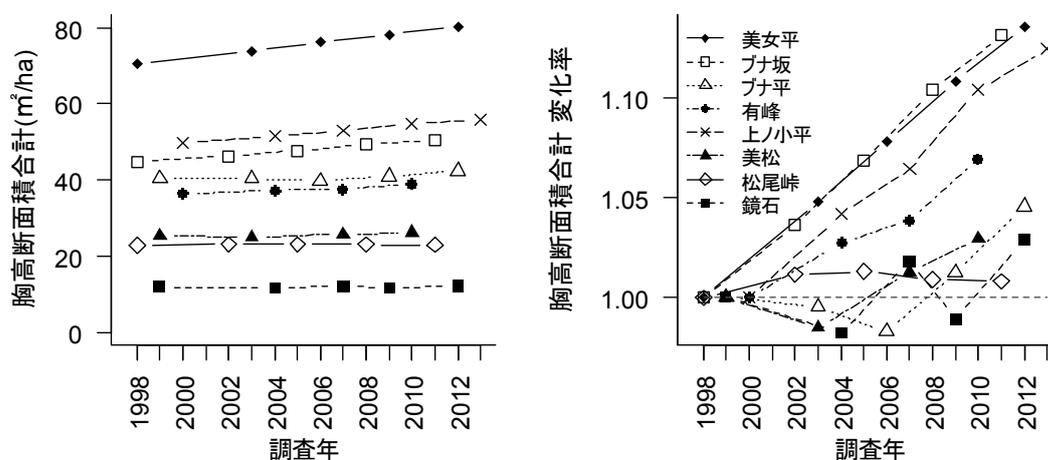


図 5.2.9.1 胸高断面積合計の年次推移（左図）と調査開始年に対する変化率（右図）

## 5.3 目視による活力度評価と樹冠画像解析による評価の比較検証

美松調査区のオオシラビソの調査結果を用い、目視により評価している活力度（表 5.1.2）を、樹冠画像解析システム CROCO による評価で検証した。また、両評価の特徴を直径成長との関係の解析から明らかにした。なお、本節は九州大学の久米篤准教授、溝上展也准教授との共同研究の成果である（Nakajima et al. 2011）。

### 5.3.1 序文

生態系の動態を長期間にわたって把握することは、生態系を理解するためだけではなく、地球環境変動の影響評価を行う上でも重要であることが広く認識されている。生態系の変化や生物多様性の低下をとらえるためには、継続した調査、観測が不可欠であり、森林においては世界的に継続的なモニタリングが行われている。

北アルプスの立山では、1971 年に開通した立山黒部アルペンルートが沿線の樹木に与える影響を把握するため、モニタリング調査が実施されてきた（富山県 1986；河野 1999）。1998 年からは代表的な森林植生ごとに固定調査区が設けられ、本モニタリングが実施されている。

森林の長期モニタリングにおいて最も広く行われているのが固定調査区における毎木調査であ

り、その繰り返しによって個体の枯死や新規個体の加入、胸高直径成長速度、種組成の変化などを把握することが出来る。これらの測定値は定量的であり、測定者によらず高い精度でデータを取得することが可能であるが、基本的に幹の数や量の変化のみを捉えるものである。これに対し、樹木や森林の健全度を評価するために、樹冠の状態についてのモニタリングも行われている。たとえば、大気汚染による森林被害が疑われたヨーロッパでは、樹冠の状態から森林の健全度を評価する試みが 1980 年代から大規模に行われている (ICP Forests 2009)。同様のモニタリングは日本においても行われている (林野庁 2003; 環境省 2009)。

樹冠の状態のモニタリングにおいて、欧州および北米では落葉率 (defoliation、crown transparency) の評価が最も重要な調査項目とされている (Dobbertin et al. 2004; ICP Forests 2009)。日本では、衰退度 (林野庁 2003; 環境省 2009)、活力度 (河野 1999; 河野・加藤 2000)、健全度 (吉田・溝上 2003) などが用いられている。これらは、いずれも樹形、梢端の枯損、枝葉の密度、葉量などを目視により評価するものであり、多くの場合段階別に記録されている。例えば、落葉率は 5% 刻み (Ferretti 1998; Dobbertin et al. 2004)、衰退度は 5 段階で評価されている。これらの目視評価を広域あるいは長期モニタリングにおいて行う場合、1 人の調査者のみで評価することは不可能であり、多数の調査者、調査グループが参画することになる。しかし、目視評価は、ある程度の訓練を積んだ調査グループ間でも誤差が生じることがあるため (Innes 1988; Ghosh et al. 1995; Mizoue and Dobbertin 2003, 2004)、データの信頼性や互換性が損なわれかねない。従って、目視評価は何らかの客観的な基準により検証しておく必要がある。

一方、Mizoue (2002) は目視評価を客観的に検証することを目的として、地上から樹冠部を撮影した画像を用いて、DSO と呼ばれる値を定量的に算出するシステム、CROCO を開発した。DSO は樹冠のフラクタル次元 (溝上・増谷 1994) から算出される値で、葉群密度と高い正の相関があり (Mizoue and Masutani 2003)、欧州では目視評価した落葉率の客観的検証に利用されている (Mizoue and Dobbertin 2003, 2004; Dobbertin et al. 2005; Martin-Garcia et al. 2009)。しかし、日本で実施されている目視評価は、DSO のような客観的な値で検証された事例がない。

樹冠の状態の評価は樹勢の指標として用いられることが多く、直径成長と関連づけた研究は多い (Innes and Cook 1989; Solberg 1999; 吉田・溝上 2003; Dobbertin 2005; Drobyshev et al. 2007)。しかし、CROCO による評価値を直径成長と関連づけた研究は少なく (Mizoue and Masutani 2003)、目視評価と CROCO による評価を同時に行って、直径成長との関係を解析し相互比較した例はない。このような研究により、目視評価と CROCO などの画像解析による評価双方の特性や得失を明らかにすることができ、両者をどのように実際のモニタリングに適用すべきか検討することもできるだろう。

そこで、本研究では、立山植生モニタリング調査の美松調査区において、オオシラビソを対象として樹冠の状態を目視により活力度で評価するとともに、CROCO により DSO を算出した。第 1 に、活力度と DSO の関係を調べ、目視評価を客観的に検証した。第 2 に、活力度と DSO のそれぞれについて直径成長との関係を解析し比較した。最後に、目視評価と画像解析を用いた評価の得失と、森林モニタリングへの適用について考察した。

### 5.3.2 方法

#### 解析対象個体

調査区的美松は標高 1960mにある。胸高直径 10cm 以上の立木について、1999 年と 2007 年に胸高直径を計測した。2008 年 6 月に調査区内からオオシラビソ 40 個体を選び、解析対象とした。対象個体は、CROCO による画像解析に供するため、少なくとも樹冠上部の大部分は背後に他個体の樹冠が重ならない画像が得られる個体とした。調査区は林冠が閉鎖していない部分が多いため、このような画像解析に適した個体の選定は容易だった。対象個体の 1999 年の胸高直径は  $35.3 \pm 9.7\text{cm}$  (平均±sd) で、最小は 11.9cm、最大は 51.3cm だった。1999~2007 年の直径成長量は  $1.6 \pm 0.9\text{cm}$  (平均±sd) だった。

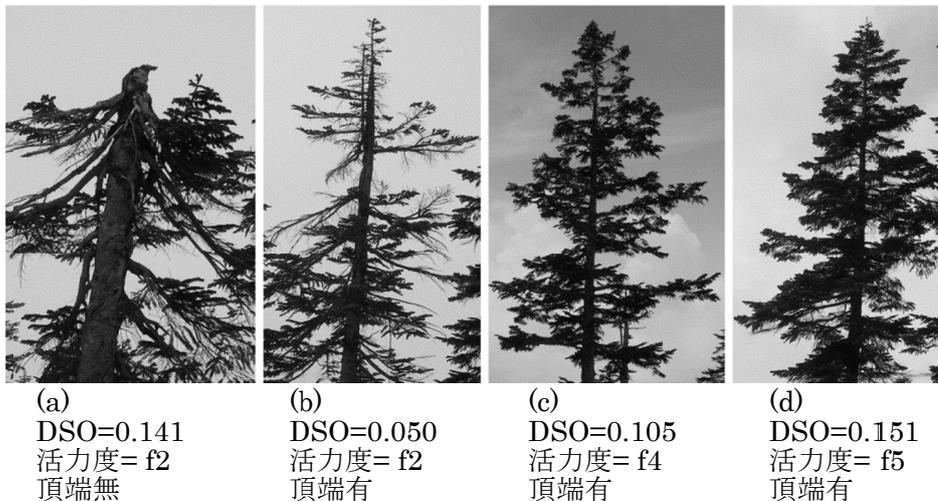


図 5.3.1 CROCO による解析に使用した画像の例

CROCO により算出した DSO、目視による活力度の評価、樹冠頂端有無の判別結果を付記

#### CROCO による DSO の算出

調査区はチシマザサが密生する部分が多く画像撮影の妨げとなるため、林床植生がまだ残雪に埋まっていた 2008 年 6 月 9 日に樹冠部を撮影し、解析用の画像とした (例、図 5.3.1)。撮影にはコンパクトデジタルカメラ 2 機種、カメラ A (PENTAX Optio W10) およびカメラ B (OLYMPUS  $\mu$  710) を使い、1 個体につきそれぞれの機種で 3 枚ずつ、計 6 枚撮影した。6 枚の撮影はいずれも同位置から行い、露出やピントは全て自動で設定した。画像サイズはカメラ A で  $2816 \times 2112$  ピクセル (約 600 万画素)、カメラ B で  $3072 \times 2304$  ピクセル (約 700 万画素) とした。カメラから樹冠の頂端までの仰角は、DSO 値が安定するとされる 45 度未満 (Mizoue 2002) とした。

得られた画像を CROCO (Mizoue 2002) により解析し、DSO を算出した。対象樹冠の背後に他個体が一部重複した

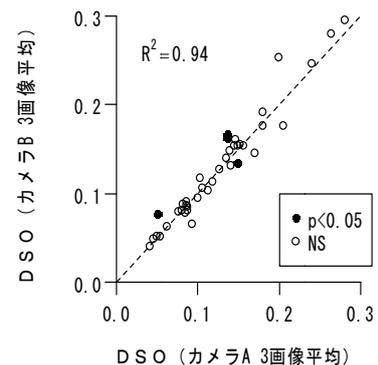


図 5.3.2 カメラ 2 機種 of 画像から算出した DSO の比較。点線は原点を通る傾き 1 の直線。シンボルは t 検定の結果

場合は、Mizoue (2002) に基づき補正した。同じ個体の 6 画像から得た DSO をカメラ間で比較すると (図 5.3.2)、40 個体中 4 個体で有意差 (t 検定、 $p < 0.05$ ) が認められたが、一方が過大あるいは過小になる傾向はなかった。そこで、6 画像から得た DSO の平均値をその個体の DSO とした (例、図 5.3.1)。この値は 0.040~0.288 で、95%信頼区間の幅は  $0.029 \pm 0.023$  (平均  $\pm$  sd) だった。

### 目視による活力度の評価

樹冠の状態の目視による評価は、表 5.3.1 に示す活力度を用い、胸高直径の計測とともに 2~3 人の合議により行った。活力度は f1~f5 の 5 段階とし、直径に見合った葉量であるかを定性的に評価した (例、図 5.3.1)。活力度は欧州で広く用いられている落葉率 (defoliation) と同様に葉量の損失度を表す指標である。ただし、活力度は 5 段階で評価するのに対し、落葉率は一般に 5% 段階で評価する点異なる。解析した 40 個体の 2007 年の活力度は f2~f5 で f1 はなかった (表 5.3.1)。f2 と f3 は個体数が少なかったため、まとめて f23 として解析した。

表 5.3.1 活力度区分と解析個体数

活力度	状 態	解析 個体数	解析上の 活力度区分	樹冠頂端有無別個体数	
				頂端有	頂端無
f 5	直径に対し最大程度の葉量がある健全木	13	f 5	13	0
f 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	14	f 4	13	1
f 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	8	f 23	6	7
f 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	5			
f 1	直径に対し葉量が著しく少なく、枯死寸前の衰弱木	—	—	—	—

### 樹冠頂端の有無

対象個体の中には雪害によると推定される主幹折れによる樹冠の頂端部の欠損が生じているものがあり、同じ活力度でも頂端部が欠損しているものと (図 5.3.1(a))、欠損していないもの (図 5.3.1(b)) があつた。このことを加味して解析するため、樹冠頂端の有無を DSO を算出した画像を用いて判別した。40 個体中 8 個体が頂端無と判別され、その活力度は 1 個体を除き f23 だった (表 5.3.1)。

### 統計解析

活力度による分類間で Kruskal-Wallis test を用いて DSO を比較し、差があつた場合は、Mann-Whitney の U-test により多重比較した。ここで、樹冠頂端が無い個体を多く含む f23 は、頂端の有無で f23 有と f23 無に区分し、f23 無、f23 有、f4、f5 の 4 分類間で比較した。有意水準は 5% とした。

1999~2007 年の胸高直径成長量を目的変数とする線形回帰分析を行った。説明変数の異なる次の 4 つのモデルを作成し、AIC (赤池情報量基準) を用いて説明力を比較した。

モデル A : 胸高直径

モデル B : 胸高直径、活力度

モデル C : 胸高直径、DSO

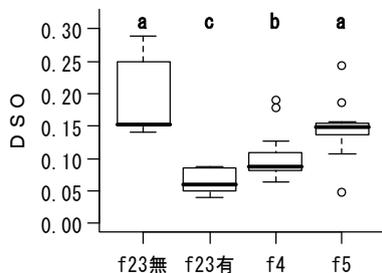
モデル D：胸高直径、DSO、樹冠頂端有無

胸高直径および活力度は 2007 年の値を用い、活力度および樹冠頂端有無はダミー変数に変換して解析した。

### 5.3.3 結果

#### 活力度と DSO の関係

f23 無、f23 有、f4、f5 の 4 分類間で DSO を比較したところ差があった(図 5.3.3、Kruskal-Wallis test)。f23 無の DSO は f5 と差がなく高い値だった (U-test)。f23 無を除くと、活力度が f23 有、f4、f5 と高くなるほど DSO も高い値だった (U-test)。このため、活力度を DSO で区分する閾値を誤判別が最も少なくなるように決めたところ、f23 有と f4 間は 0.07、f4 と f5 間は 0.13 となり、f23 無を除いた誤判別率は 24% だった。



活力度と頂端有無による分類

図 5.3.3

#### 活力度と樹冠頂端有無による分類ごとの DSO

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)。箱内の太線は中央値、箱の両端は第 1・第 3 四分位点、ひげの先端は最小値・最大値を表す。ただしひげの長さは箱の長さの 1.5 倍を限度とし、外れる値は○でプロットした。

#### 活力度および DSO と直径成長の関係

胸高直径成長量を目的変数として作成した 4 モデルを表 5.3.2 に示す。いずれのモデルでも胸高直径は有意な負の係数を持った。AIC の最も低い、すなわち説明力の最も高いモデルは、胸高直径と活力度を説明変数とするモデル B だった。このモデルでは、活力度 f23 と f4 の係数は負となり、活力度の最も高い f5 と比べ成長が悪いことを表していた。胸高直径と DSO を説明変数に用いたモデル C では、DSO は有意な変数とならなかった。うえ、胸高直径のみを用いたモデル A より AIC が高く説明力は低下した。一方、モデル C に樹冠頂端有無を加えたモデル D では頂端有無とともに DSO も有意な変数となり、モデル A よりも説明力は向上した。そして、DSO が高い、つまり葉群密度が高いほど成長が良く、頂端が無いと成長が悪いことを表していた。

表 5.3.2 胸高直径成長量を目的変数とする線形回帰分析結果

	AIC	R <sup>2</sup>	説明変数	標準化 偏回帰係数
モデルA	99.0	0.188	胸高直径	-0.434 **
モデルB	92.4	0.377	胸高直径 活力度f23 活力度f4	-0.327 * -0.416 * -0.480 **
モデルC	99.5	0.218	胸高直径 DSO	-0.434 ** 0.173 NS
モデルD	95.3	0.331	胸高直径 DSO 頂端無	-0.327 * 0.377 * -0.407 *

\*\*は $p < 0.01$ , \*は $p < 0.05$ , NSは有意な変数でないことを表す

(1) 活力度f5の回帰係数を0とする

(2) 頂端有の回帰係数を0とする

### 5.3.4 考察

#### 活力度と DSO の関係

目視による活力度の評価は、直径に見合った葉量であるかを基準にしており（表 5.3.1）、具体的には次の 2 点に着目している。1 点は枝枯れなどがなく葉が密に着生しているかであり、もう 1 点は樹冠頂端の欠損などの樹形の崩れがなく直径に見合った樹冠サイズであるかである。一方、CROCO により算出した DSO はその前者に相当する葉群密度を評価する値であり（Mizoue and Masutani 2003）、樹冠サイズの評価は含まない。つまり、活力度と DSO は評価範囲に違いがある。このことが、f23 無と f23 有が同じ活力度であるにも関わらず DSO に差があった（図 5.3.3）理由だと考えられる。

樹冠頂端が無い個体の DSO は活力度が f3 以下と低くとも高い値となり、活力度が高い f5 と差がなかった（図 5.3.3）。これは、実際に頂端が無い個体で葉群密度が高かったためかもしれない。オオシラビソのシュートは形態的な可塑性が高いことが知られており（Mori and Hasegawa 2007 ; Mori and Mizumachi 2009）、樹冠の損傷に対する補償的な成長や自己被陰がなくなったことへの反応として、葉群密度が増加していた可能性がある。もう 1 点考えられる理由として、図 5.3.1(a)のような頂端が無い樹冠の場合、画像内で幹が占める割合が相対的に高くなることがあげられる。このような幹の部分は、CROCO による解析では葉群密度が高い部分と同様に扱われ、DSO が高く評価されることになると考えられる。

樹冠頂端が無い個体を除くと、活力度が高いほど DSO は高い値だった（図 5.3.3）。また、DSO により活力度を定量的に区分することができた。その誤判別率は 24%とやや高かったが、活力度の評価の主観性によるものと考えられる。このように CROCO を用いることで目視評価を客観的に検証することができ、欧州ではすでにいくつかの実施例がある（Mizoue and Dobbertin 2003, 2004 ; Dobbertin et al. 2005 ; Martin-Garcia et al. 2009）。ただし、本研究で用いた活力度のように、目視評価が葉群密度に加え樹冠サイズの評価も含む場合は、樹冠頂端の有無などの情報を加味して解析しないと、目視評価と DSO が対応するとは限らないことに留意する必要がある。目視評価と CROCO による評価の対応を良くするためには、目視評価を DSO に相当する葉群密度の評価と、主幹折れなどを表す樹冠サイズの評価の 2 つに分けて行うことも有効だろう。

#### 直径成長の指標としての有効性

樹冠の状態の目視評価と直径成長との間に関係があることは多くの研究で示されている（Innes and Cook 1989 ; Solberg 1999 ; 吉田・溝上 2003 ; Dobbertin 2005 ; Drobyshev et al. 2007）。同様に、目視評価で得た活力度は、モデル B（表 5.3.2）において直径成長量の有意な説明変数となり、活力度が低いと成長が悪いことを示していた。

直径成長量を目的変数とする 4 モデルのうち、活力度を用いたモデル B が DSO を用いたモデル C,D よりも説明力の高いモデルだった（表 5.3.2）。従って、樹冠の状態に頂端の有無など大きな違いがある場合でも、活力度は DSO と比較して直径成長の指標として安定的であるといえる。

このことは、表 5.3.1 の定義からも明らかなように、活力度は樹冠の形、樹冠のサイズ、葉群密度など直径成長に影響しうる要因を包含した総合的な指標であることを示唆している。

DSO を説明変数に用いたモデル C では DSO は有意な変数とならなかったのに対し、これに樹冠頂端の有無を説明変数として加えたモデル D では DSO は有意な変数となった (表 5.3.2)。つまり、葉群密度を評価する DSO (Mizoue and Masutani 2003) のみでは直径成長の指標とならなかったが、DSO に樹冠サイズに関する情報を付加することで、直径成長の指標になりうるということがわかった。ヒノキ人工林においては、DSO と樹冠表面積の積は葉量および直径成長量と高い正の相関があることが示されている (Mizoue and Masutani 2003)。従って、本研究では樹冠頂端の有無を用いたが、樹冠の表面積や樹高と枝下高など定量的な測定値を DSO とともに用いれば、より直径成長の指標としての有効性が高まると考えられる。

### 目視評価と画像解析による評価の得失とモニタリングへの適用

樹冠の状態の目視評価は、特別な機材も必要なく短時間で実施できるのが利点である。また、上述のとおり目視評価は直径成長の指標として安定的であることが実証された (表 5.3.2)。さらに、目視評価は個体の死亡率の 1 指標となることも示されている (Dobbertin and Brang 2001)。しかし、目視評価は主観的で定性的なのが欠点である。一方、画像解析を用いると、異なるカメラによる画像間でも CROCO による評価がよく一致したこと (図 5.3.2) から明らかなとおり、客観的かつ定量的な評価が得られる。従って、画像解析は目視評価の検証に用いることができる (図 5.3.3)。ただし、上述のように樹冠サイズに関する情報を加味しないと、葉群密度を表す DSO のみでは、目視評価との対応が悪くなったり、直径成長の指標にならなかったりすることがある。

目視評価と画像解析による評価のもう 1 つの大きな違いは、目視評価は閉鎖した森林など樹冠の視認性が悪くとも実施できる (Ferretti 1997) のに対し、画像解析の実施可否は樹冠の視認性に制限されることである。CROCO では対象個体の樹冠部の画像から他個体の樹冠が重複する部分を取り除いた画像を作成し解析するが、この重複する部分の率が樹冠幅の 50% を越える画像は精度が保たれないため利用すべきでないと言われる (Mizoue 2002)。

以上より、森林のモニタリングにおける樹冠の状態の評価に画像解析を用いる場合も、毎木について行うのはあくまで目視評価となるだろう。そのうえで、一部の個体について画像解析による評価を行うことで、目視評価の客観的検証や、異なる調査チーム間や異なる年次間で目視評価を比較することが可能となる (Mizoue and Dobbertin 2003)。たとえ画像解析を行わない場合でも、将来的な検証を可能とするため、目視評価と対応させて樹冠の画像を保存しておくことも重要だろう。

### 引用文献 【森林動態】

- Dobbertin M (2005) Tree growth as indicator of tree vitality and of tree reaction to environmental stress: a review. *Eur J For Res* 124:319-333  
Dobbertin M, Brang P (2001) Crown defoliation improves tree mortality models. *For Ecol Manage* 141:271-284.  
Dobbertin M, Hug C, Mizoue N (2004) Using slides to test for changes in crown defoliation

- assessment methods. Part I: Visual assessment of slides. *Environ Monit Assess* 98:295-306
- Dobbertin M, Hug C, Mizoue N (2005) Using slides to test for changes in crown defoliation assessment methods part II: Application of the image analysis system CROCO. *Environ Monit Assess* 102:167-178
- Drobyshev I, Linderson H, Sonesson K (2007) Relationship between crown condition and tree diameter growth in southern Swedish oaks. *Environ Monit Assess* 128:61-73
- Ferretti M (1997) Forest health assessment and monitoring - issues for consideration. *Environ Monit Assess* 48:45-72
- Ferretti M (1998) Potential and limitation of visual indices of tree condition. *Chemosphere* 36:1031-1036
- Ghosh S, Innes JL, Hoffmann C (1995) Observer variation as a source of error in assessments of crown condition through time. *For Sci* 41:235-254
- ICP Forests (2009) The condition of forests in Europe. 2009 executive report.
- Innes JL (1988) Forest health surveys: problems in assessing observer objectivity. *Can J For Res* 18:560-565
- Innes JL, Cook ER (1989) Tree-ring analysis as an aid to evaluating the effects of pollution on tree growth. *Can J For Res* 19:1174-1189
- 石田仁 (2004) 富山県の天然林とその管理—基礎編— 富山林技セ研報 17(別冊):1-146
- Iwao S (1977) Analysis of spatial association between two species based on the interspecies mean crowding. *Res. Popul. Ecol.* 18:243-260
- 環境省 (2009) 酸性雨長期モニタリング報告書(平成 15~19 年度). 環境省地球環境局, 東京.
- 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. *日本生態学会誌* 49:313-320
- 河野昭一・加藤輝隆 (2000) 植物活力度の長期モニタリング調査と大気環境影響評価. *日本生態学会誌* 50:289-295
- Kume A, Numata S, Watanabe K, Honoki H, Nakajima H, Ishida M (2009) Influence of air pollution on the mountain forests along the Tateyama-Kurobe Alpine route. *Ecol Res* 24:821-830
- Martin-Garcia J, Diez JJ, Jactel H (2009) Towards standardised crown condition assessment in poplar plantations. *Ann For Sci* 66:308
- Mizoue N (2002) CROCO: Semi-automatic image analysis system for crown condition assessment in forest health monitoring. *J For Plann* 8:17-24
- Mizoue N, Dobbertin M (2003) Detecting differences in crown transparency assessments between countries using the image analysis system CROCO. *Environ Monit Assess* 89:179-195
- Mizoue N, Dobbertin M (2004) Within country accuracy of tree crown transparency estimates using the image analysis system CROCO: a case study from Switzerland. *Environ Model Software* 19:1089-1095
- 溝上展也・増谷利博 (1994) 樹冠縦断面形のフラクタル性について. *日本林学会誌* 76:242-248
- Mizoue N, Masutani T (2003) Image analysis measure of crown condition, foliage biomass and stem growth relationships of *Chamaecyparis obtusa*. *For Ecol Manage* 172:79-88
- Mori A, Hasegawa SF (2007) Structural characteristics of *Abies mariesii* saplings in a snowy subalpine parkland in central Japan. *Tree Physiol* 27:141-148
- Mori AS, Mizumachi E (2009) Within-crown structural variability of dwarfed mature *Abies mariesii* in snowy subalpine parkland in central Japan. *J For Res* 14:155-166
- 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
- 林野庁 (2003) 第2期酸性雨等森林衰退モニタリング事業報告書. 林野庁, 東京
- Solberg S (1999) Crown condition and growth relationships within stands of *Picea abies*. *Scand J For Res* 14:320-327
- 富山県 (1986) 立山植生活力度調査報告書. 富山県自然保護課, 富山
- 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
- 吉田茂二郎・溝上展也 (2003) 霧島国立公園内の老齢木の樹勢モニタリング(IV)—設定後6年目の結果—. *九州森林研究* 56:161-164

## 第6章 年輪年代学的成長解析 (加藤 輝隆)

### 6.1 デンドロメータを用いたスギの肥大成長の記録

#### 6.1.1 デンドロメータを用いた成長記録の意義と限界

年輪年代学では、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ことが奨励されている。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試料を採取することもできない。

デンドロメータを用いれば、肥大成長の状況を非侵襲的に、週単位で測定することが可能であり、気象条件と肥大成長の関係を示すこともできる。一方、デンドロメータの読み取り値は形成層活動による肥大成長のほかに樹幹の水分含有量の影響も受けるので、長雨や雪解け時には過大な値となり、逆に早魃時には過小に評価されるという限界もある。

#### 6.1.2 対象と方法

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6.1.2.1)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た。デンドロメータの主尺に刻んだ3.14 mmごとの目盛りは、直径1.00 mmに対応する。一方、副尺側には主尺の9目盛り分を10等分する目盛りが刻まれており、両方の目盛りが一致する位置の値を読み取ることで、直径0.1 mm(半径方向では0.05 mm)の変化を検出できる。

1個体に2本のデンドロメータを設置することによって、記録の中断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、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6.1.2.2)を新たに設置し、従来品と並べて測定を続けている。UMS社のプラスチック製デンドロメータはアルミ製より耐久性が高いことが期待される。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、直径を直読できる。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好都合である。



写真 6.1.2.1 アルミ製デンドロメータ (上)



写真 6.1.2.2 プラスチック製デンドロメータ

### 6.1.3 2013年の測定結果

図 6.1.3.1 には、調査区〔01〕美女平のスギの 2013 年の胸高直径成長を示した。値は前年の最後の測定値（2012 年 11 月 25 日の測定値）との差である。2013 年の 4 月には大部分の個体がプラスの値を示しているが、これは冬期の休眠中にスギが肥大成長したことを示すわけではない。雪解け時には土壤水分が過飽和状態で、樹幹の水分含有量も多いので膨潤した状態となっている。5 月は降水量が比較的少ないので、5 月下旬に最低値を示し、その後は値が急増する個体が多い。11 月の下旬は降水量が多いことが一般的なので、5 月の最低値は前年 11 月の値を下回り、4 月～7 月の間は“J 字型”のパターンを示すことが多い。

南向きの斜面に位置して、日照条件に恵まれた No.647 のスギは最も旺盛な成長を示した。直径換算で 4 mm 近い成長なので、年輪幅としては約 2 mm ということになる。No.647 の隣に位置する No.648 は、日照条件には恵まれているが着葉量の少ない衰退木で、わずかな肥大成長を示した。コブ病に罹患している 2 個体（No.724 と No.725）や、被陰を受けている No.656 のスギは、ほとんど成長していない。No.725 スギの場合には 1 年間で直径が明らかに減少している。

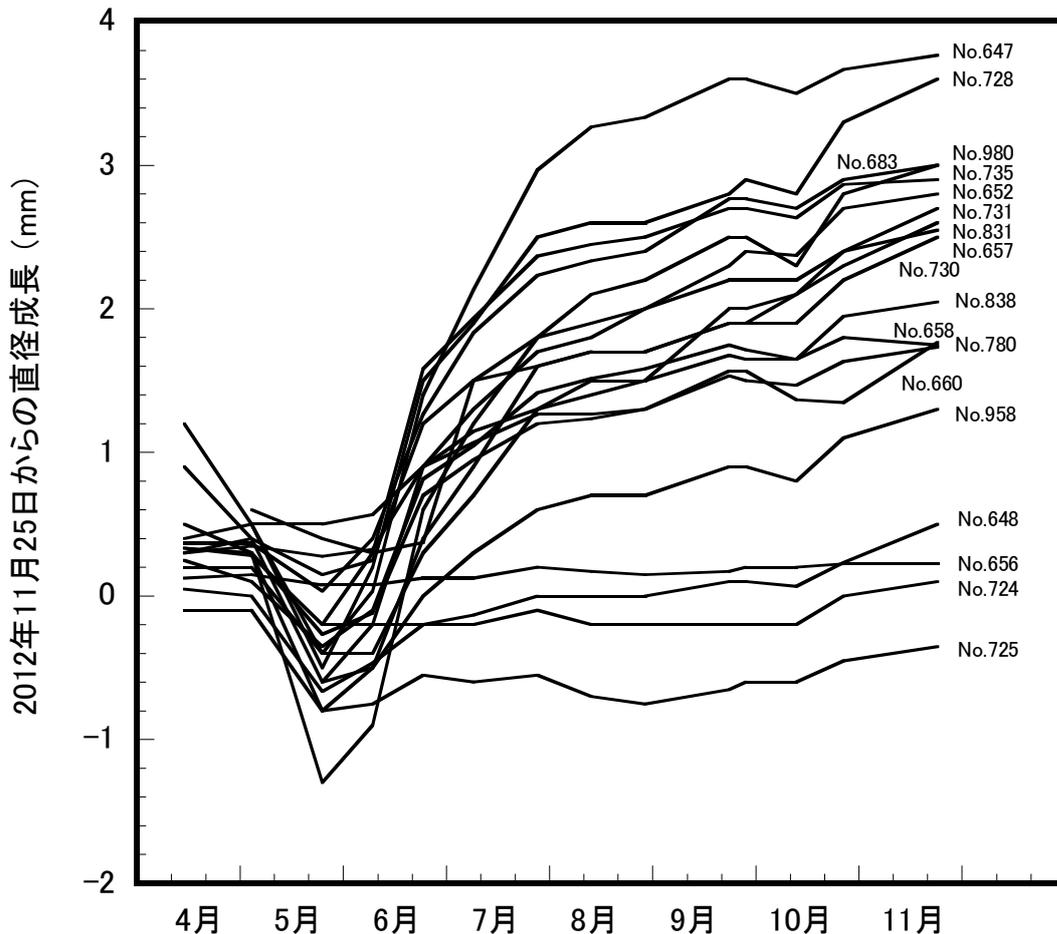


図 6.1.3.1 調査区〔01〕美女平のスギの胸高直径成長（2013年）

### 6.1.4 1999年以降の15年間の測定結果

図 6.1.3.2 には、1999～2013 年間の胸高直径の変化を示した。なお、No.735、No.780、No.838 の 3 個体は、2005 年に測定を開始したものである。初期には No.652 のスギが最も旺盛な成長を示していたが、2002 年以降は前述の No.647 の成長量のほうが大きくなっている。No.652 のスギは 2008 年頃より肥大生長速度が徐々に鈍化しているのに対し、No.683 の個体は安定した成長を示しているため、2012 年 11 月以降は両者の累積成長量がほぼ等しくなった。近い将来、両者の関係は逆転するものと思われる。

No.656～No.658 は南向きの斜面に 3 本並んで生育している。No.658 は 3 本の中では最も北側に位置するが、樹高が高いので南側の No.656、657 を被陰している。中央に位置する No.657 のスギは、上部を No.658 に被陰され、南側は No.656 によって被陰されていたので、梢の成長が極めて悪い。No.657 の上部で南側に伸びた枝は、No.656 の幹を巻き込んだ状態で立ち上がり、代償的に幹となっている。その結果、最も南側に位置し、本来なら側面からの光を受けることができた No.656 のスギが、現在では最も被陰されており、ほとんど成長できない状態が続いている。一方、No.657 のスギは 2003～2004 年頃には成長が停滞していたが、近年は比較的順調な肥大成長を示している。

前述したとおり、No.724 と No.725 はコブ病に罹患した衰退木である。No.725 はほぼ横ばい状態であるが、No.724 は 2009 年 11 月以降の 4 年間で胸高直径が 0.5 mm 減少した。根系の活性が低下して水分を十分に吸い上げることができないため、樹幹が全体として乾燥化しているものと推定される。この状態が続けば、近い将来、枯死する可能性が高い。

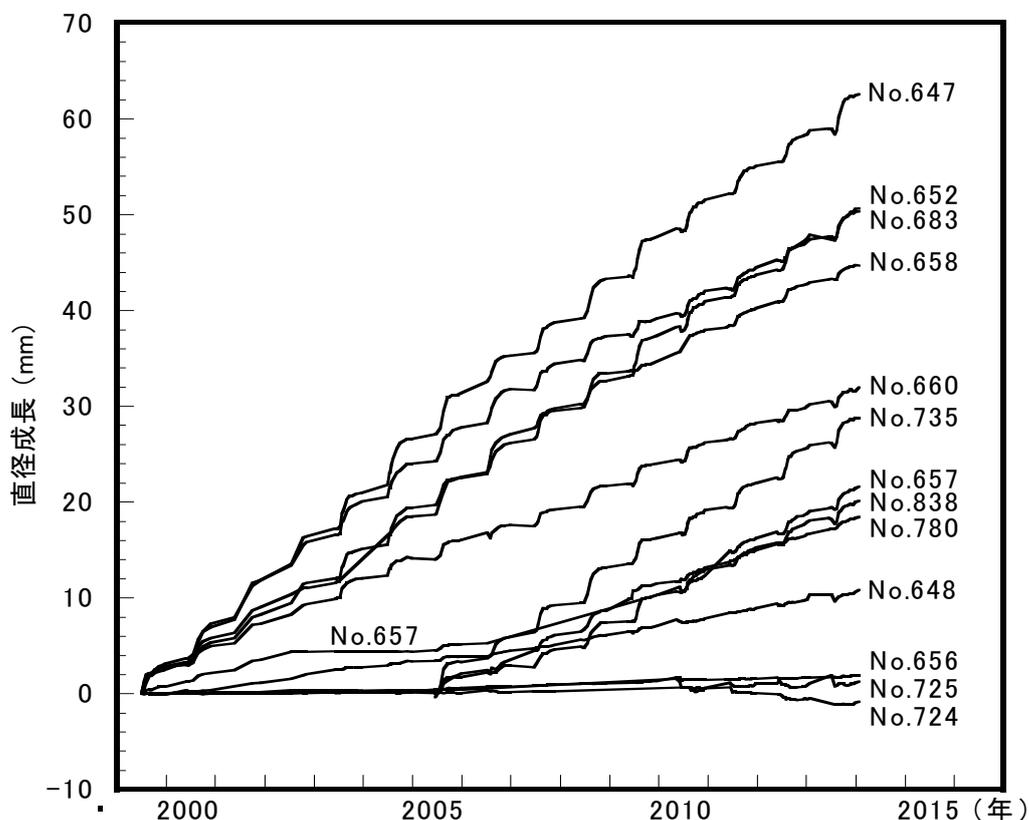


図 6.1.3.2 調査区【01】美女平のスギの胸高直径成長（1999～2013年）

## 6.2 年輪年代学的成長解析

### 6.2.1 対象と方法

#### 6.2.1.1 試料の採取と前処理

成長錐を用いて年輪解析用の試料を採取する場合には、基本的には胸高部位から採取した。ただし、調査区[08] 鏡石に生育するオオシラビソの場合には、樹高が2~3m程度の矮小木が多い。このような個体の場合、胸高部位から採取すると十分な年輪数が得られないので、根張りの影響が少ないと推定される方向を選び、地上20~70cm程度の高さから2方向の試料を採取した。斜面に生育する樹木の場合、針葉樹では斜面の下側、広葉樹の場合には斜面の上側に年輪幅が異常に広いアテ材が形成されるので、アテ材が形成される方向を避けてコアを採取した。生立木の樹幹から得られたコアのほか、倒木の幹や支幹、落枝などから円盤試料を採取した。

コアサンプルについては木口面を上にして木製の試料台の上に置き、木工用接着剤で固定した。コアサンプルや円盤試料を自然乾燥した後に、ベルトグラインダーで木口面を削り、さらにサンドペーパー(#1500~#2000)を用いて、実体顕微鏡下で個々の細胞が明瞭に確認できる状態になるまで磨き上げた。

#### 6.2.1.2 年輪幅の測定

スキャナを用いて、円盤試料やコアサンプルの木口面の画像を2400~4800 dpiの解像度で取り込んだ。4800 dpiの解像度でも鮮明な画像が得られない試料の場合には、CCDカメラで撮影した実体顕微鏡写真を解析に用いた。コアの試料の場合には、2~4方向の年輪幅を測定した。円盤試料の場合、通常は6~8方向の年輪幅を測定したが、調査区[08] 鏡石のオオシラビソのように年輪幅が極めて狭い上に不連続年輪の頻度が非常に高い試料の場合には、PhotoShopを用いて円盤試料の画像を18個の扇型に切り分け、各扇型の画像について2方向以上(1枚の円盤試料について36方向以上)の測定を行った(図6.2.1.1)。

年輪幅は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、すべての年輪境界を目視で確認した上で、問題があれば手作業で修正した。

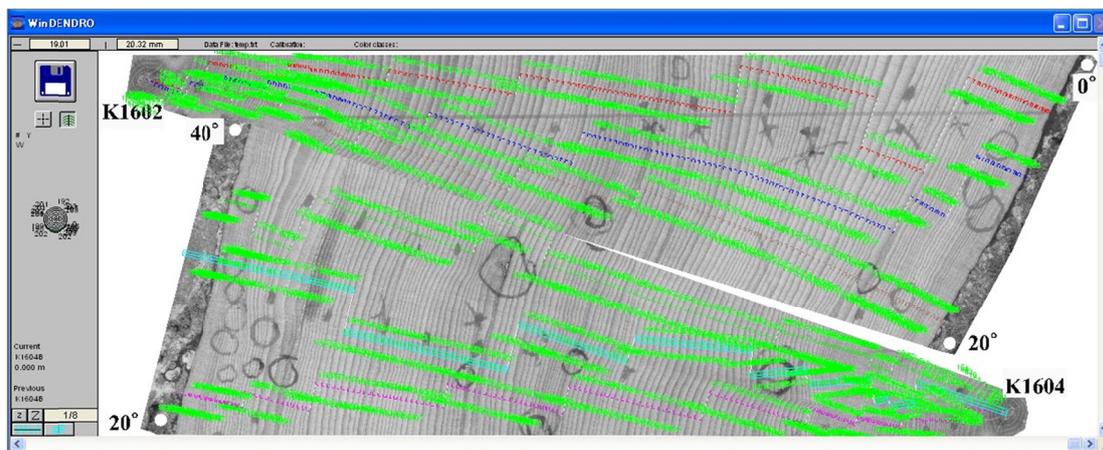


図 6.2.2.1 円盤試料の年輪幅測定

### 6.2.1.3 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、隣接する測線の年輪幅パターンが一致しない場合には、問題のある年代の前後について年輪境界の見落とし、偽年輪や不連続年輪の可能性を再確認した。

扇型に切り出した円盤画像の隣接する測線でパターンが部分的にずれている場合には、不連続年輪の存在を確認するために、中間に3本目の測線を設定し、必要な場合には1つの扇型について4本目、5本目．．．の測線を追加した。

すべての個体について年輪幅測定を終えた段階で折れ線グラフを重ね合わせ、年輪幅が狭い特徴的な部分に注目して異常な部分の検出を試みた。以前に解析した試料の年輪幅のデータと併せて、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 1986)。この解析結果にもとづいて、画像やグラフを再検討した上で、信頼性の高い試料を用いて年輪幅標準曲線を作成した。

### 6.2.1.4 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、Fritts (1976) の方法に従って年輪幅の推移を指数曲線で近似し、Holmes (1986)の解析プログラム ARSTANL を用いて、年輪幅期待値に対する実測値の比として年輪指数を計算した。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、髄を含む試料の場合には髄側の約10年分の年輪幅のデータを除いて解析した。髄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。

### 6.2.1.5 肥大成長に及ぼす気象要因の影響の検討 (応答関数の算出)

各調査区の近くでは長期間にわたる気象観測は行われていないので、伏木測候所 (富山県高岡市) における1886~2013年の気象観測値を用いて、樹木の肥大成長に及ぼす気象要因の影響を検討した。なお、伏木と各調査区の間には1000~2700 mの標高差があるので、標高2350 mの天狗平におけるアメダスによる降水量のデータ (1976~2008年の7~9月) および関西電力 (株) 北陸支社に提供いただいた黒部ダム (標高1470 m) における月平均気温と月間降水量のデータ (1967~2013年) も参考にした。

毎年の年輪指数の値に対して月平均気温と月間降水量がどのような影響を及ぼしているかという点を明らかにするため、30変数 (2因子×15か月) の気象データについて主成分分析を行ない、30の独立した主成分に変換した。30の主成分のうち、寄与率の小さい主成分を除いた後に、主成分得点を独立変数として重回帰分析を実施し、応答関数を求めた (Fritts 1976)。なお、気象観測データとしては、前年7月~当年9月または前年6月~当年8月の15か月分を用いた。

月平均気温や月降水量は互いに相関関係にある場合が多いので、通常重回帰分析では多重共線性のために解析精度が落ちるが、主成分分析を併用する上記の方法では問題が回避される。この解析には、アリゾナ大学樹木年輪研究所のホームページからダウンロードしたプログラム

(RESPO) を用いた。なお、前述の COFECHA や ARSTAN も同プログラムライブラリーに収録されている。

## 6.2.2 スギの成長解析

### 6.2.2.1 調査区〔01〕美女平のスギの成長解析

調査区〔01〕美女平では 15 個体のスギから樹幹のコアサンプルを採取したほか、14 個体の落枝から円盤試料を切り出した。これらの 29 個体のうち、5 個体分のコアサンプルと 11 枚の円盤試料は年輪年代が決定した。図 6.2.2.1 には各個体の年輪指数の推移を示したが 1995 年、1988 年、1959 年、1943 年、1925 年、1918 年などには大部分の個体の年輪幅が狭くなっている。一方、1994 年、1990 年、1977 年、1946 年、1917 年などには旺盛な肥大成長が示された。16 個体のスギの平均年輪指数は 1950 年代の中頃に大きな値を示す一方、1960 年代の後半には比較的低い値が数年間続いた（図 6.2.2.2）。

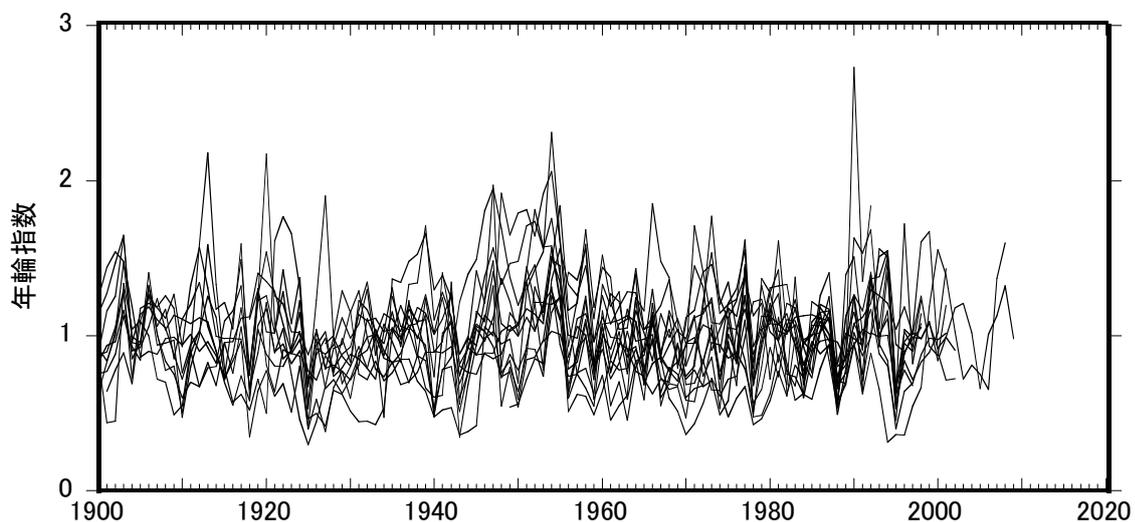


図 6.2.2.1 調査区〔01〕美女平のスギの年輪指数の推移

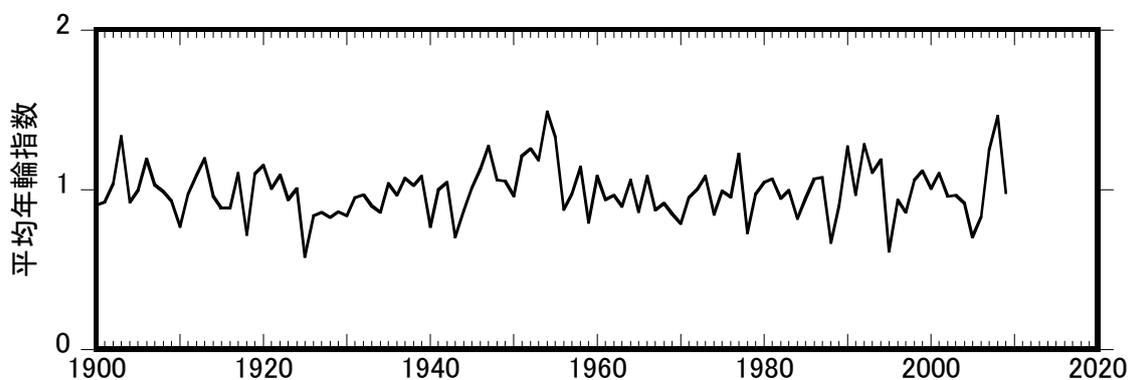


図 6.2.2.2 調査区〔01〕美女平のスギの平均年輪指数の推移

### 6.2.2.2 調査区〔02〕ブナ坂のスギの成長解析

図 6.2.2.3 には調査区〔02〕ブナ坂で採取された 18 個体のスギ（7 個体のコアサンプルと 11 個体の落枝円盤）について年輪指数の推移を示した。1995 年、1988 年、1925 年、1918 年などには大部分の個体が小さな値を示している。一方、1994 年、1977 年、1954 年、1924 年などには共通して旺盛な肥大成長が示された。1960 年代の後半以降の約 10 年間には平均年輪指数が全般的に小さな値となったが、1970 年代の後半以降は長期的な変動に注目すると、漸増傾向が示されている（図 6.2.2.4）。福井平野（加藤ほか 1988a）や富山平野（Taniguchi *et al.*, 1995）のスギについても同様の傾向であり、当時、国内で排出量が多かった硫黄酸化物の影響が指摘されている。調査区〔02〕のスギの場合にも富山平野などから排出された硫黄酸化物が影響を及ぼしたという可能性は否定できない。

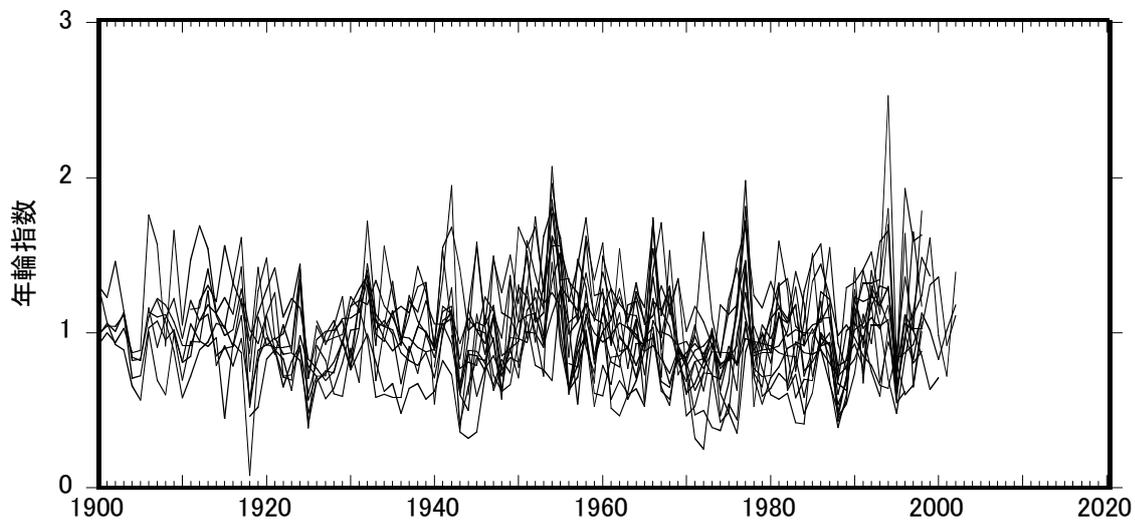


図 6.2.2.3 調査区〔02〕ブナ坂のスギの年輪指数の推移

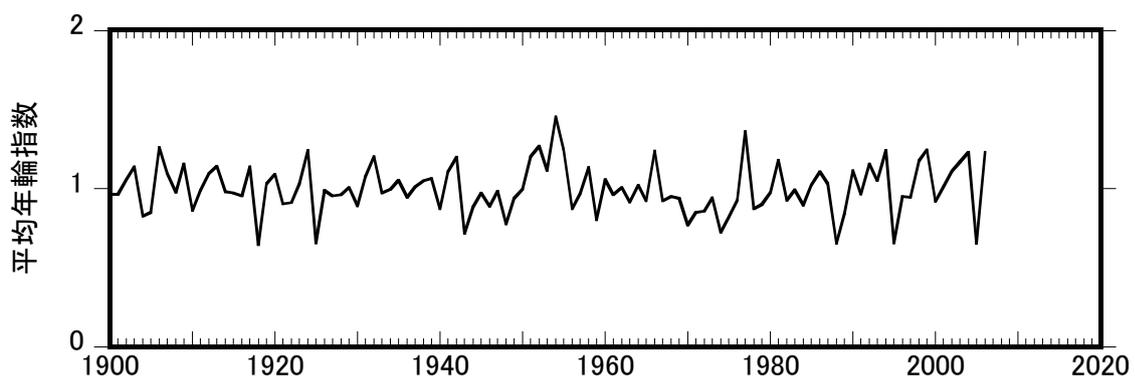


図 6.2.2.4 調査区〔02〕ブナ坂のスギの平均年輪指数の推移

### 6.2.2.3 調査区〔03〕ブナ平のスギの成長解析

調査区〔03〕ブナ平では17個体のスギの落枝を試料とした。これらの試料のうち15個体については、他の調査区におけるスギの年輪幅の推移にもとづいて年代決定が可能であった。図6.2.2.5に個体ごとの年輪指数の推移を示し、図6.2.2.6には平均年輪指数の推移を示した。調査区〔01〕や調査区〔02〕と同様に1950年代前半は生育が良く、1970年頃の値が小さくなっている。1995年、1988年、1925年などの年輪指数が小さく1977年、1954年などに大きな値となっているのも先の2つの調査区と同様である。

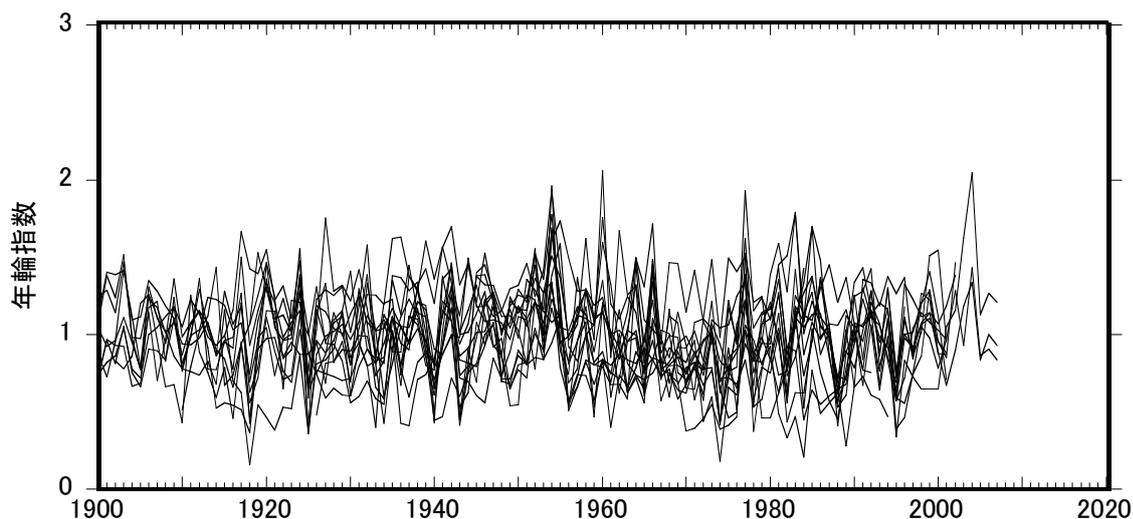


図 6.2.2.5 調査区〔03〕ブナ平のスギの年輪指数の推移

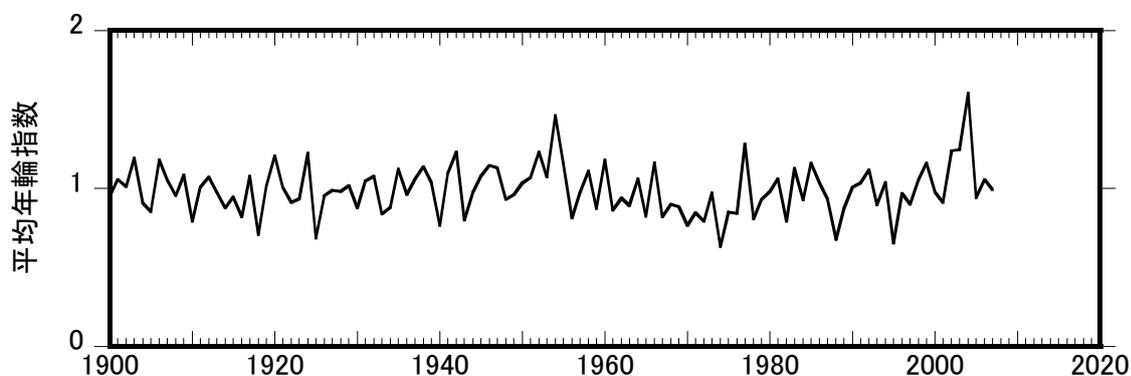


図 6.2.2.6 調査区〔03〕ブナ平のスギの平均年輪指数の推移

## 6.2.3 ブナの成長解析

### 6.2.3.1 調査区〔02〕ブナ坂のブナの成長解析

調査区〔02〕ブナ坂で採取した22個体の試料のうち、16個体の年代を決定することができた。1900～1970年頃には大部分のブナの年輪幅が加齢ともなって漸減した。その後、1970～1990年頃には年輪幅の低下傾向が加速したが、1990年代以降は回復傾向を示す個体もある(図6.2.3.1)。これらのブナの個体ごとの年輪幅と年輪指数の推移を、図6.2.3.2に示し、16個体の平均年輪指数の推移を図6.2.3.3に示した。ブナの場合、大量結実する豊作年には年輪幅が著しく狭くなり、短周期で年輪指数の値が大きく変動するので、中長期的な傾向を把握し難いが、1970年代の半ばに一時的に急減した後、年輪指数としては回復基調にあるということが出来る。1958年、1976

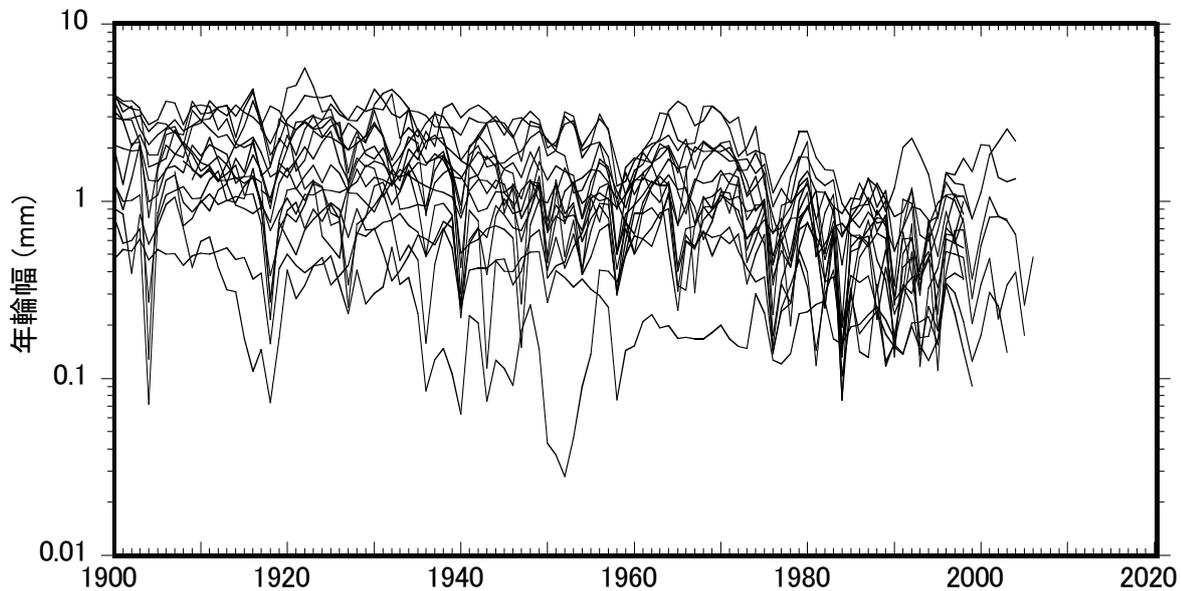


図 6.2.3.1 調査区〔02〕ブナ坂のブナの年輪幅の推移

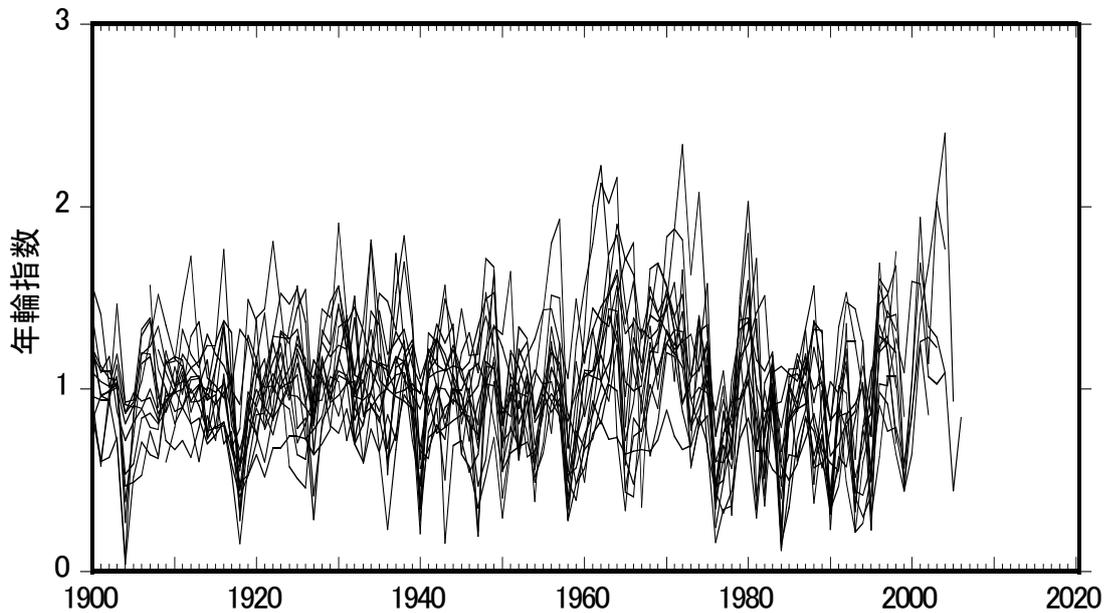


図 6.2.3.2 調査区〔02〕 ブナ坂のブナの年輪指数の推移

年、1984年、1990年、1995年などには年輪指数が大きく落ち込む個体が多いが、これらの年には東北地方や北陸地方で広範囲にブナが大量結実した（Nobori *et al.* 1995）。1999年や2005年も豊作年であったが、これらの年には平均年輪指数が直前の3年間の平均値の半分以下となっている（図 6.2.3.3）。

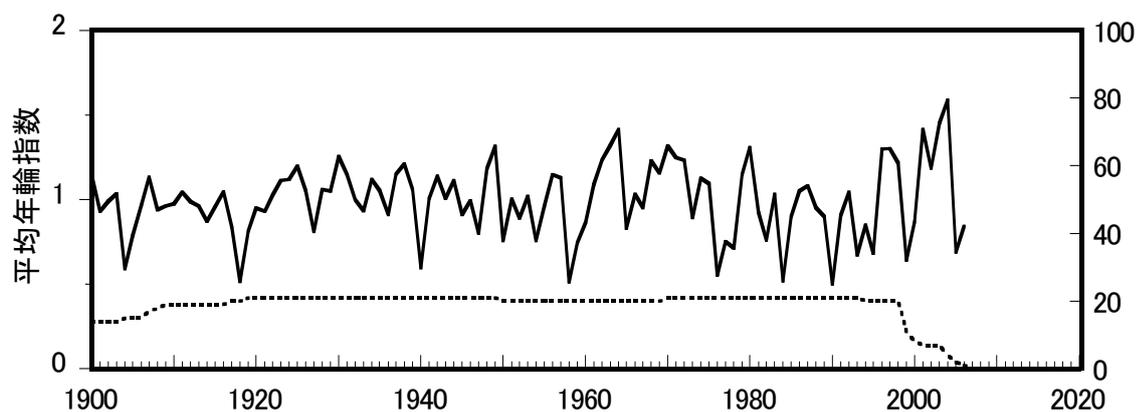


図 6.2.3.3 調査区〔02〕 ブナ坂のブナの平均年輪指数の推移 破線は個体数（右側の目盛）

### 6.2.3.2 調査区〔03〕 ブナ平のブナの成長解析

調査区〔03〕ブナ平では、倒木の樹幹や落枝から得られた10枚の円盤ならびに6個体分のコアサンプル、合計16個体のブナのうち、2枚の円盤を除く14個体分の試料については年代の決定が可能であった。1900～1990年頃には大部分のブナの年輪幅が加齢ともなって漸減し、その後は、年輪幅に回復傾向がみられる個体が多い（図 6.2.3.4）。図 6.2.3.5 には、年輪幅と年輪

指数の推移を個体ごとに示し、図 6.2.3.6 には平均年輪指数の推移を示した。1970 年代半ばの平均年輪指数の低下傾向は、調査区〔02〕のブナ坂ほどには顕著でない。1990 年代以降は、年輪指数としては回復基調にある。1999 年、1990 年、1984 年、1976 年、1958 年などブナの豊作年にはブナ坂のブナと同様に年輪幅が著しく狭くなっている。豊作年には光合成産物の多くが種子生産に向けられる結果、年輪幅が極端に狭くなり、年輪が部分的に形成されない不連続年輪となることもある。不連続年輪は幹では比較的少ないが、年輪幅の狭い枝の部分では頻繁に見られる。

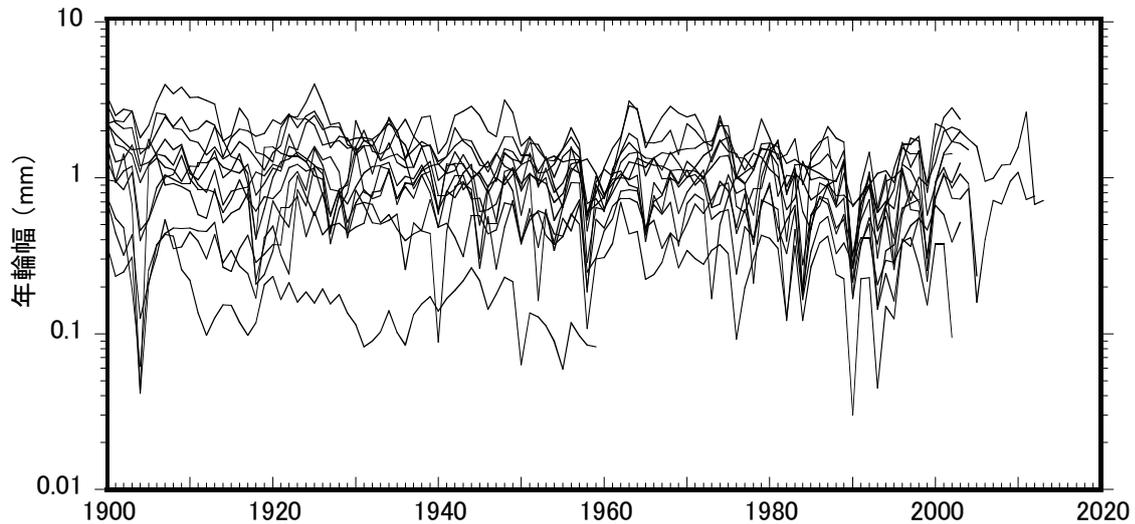


図 6.2.3.4 調査区〔03〕ブナ平のブナの年輪幅の推移

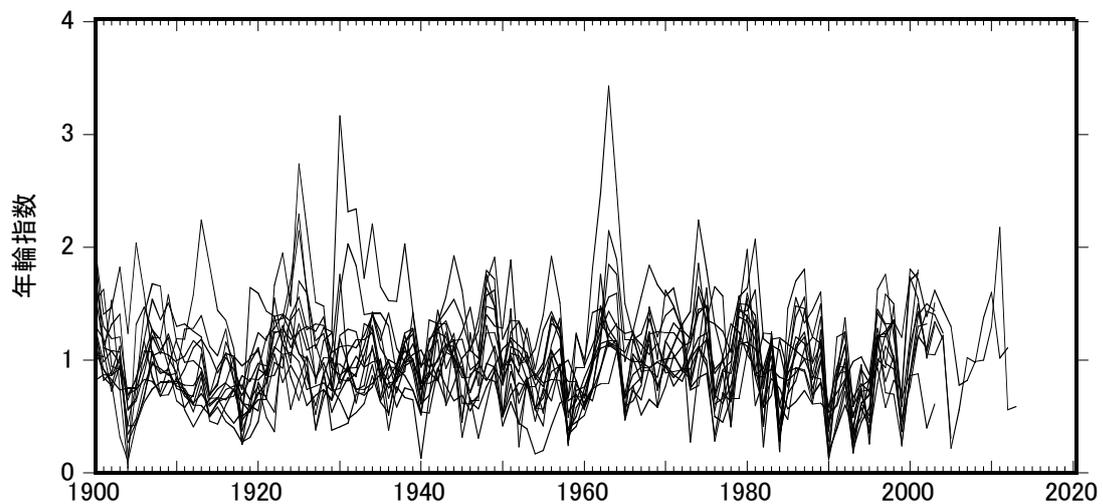


図 6.2.3.5 調査区〔03〕ブナ平のブナの年輪指数の推移

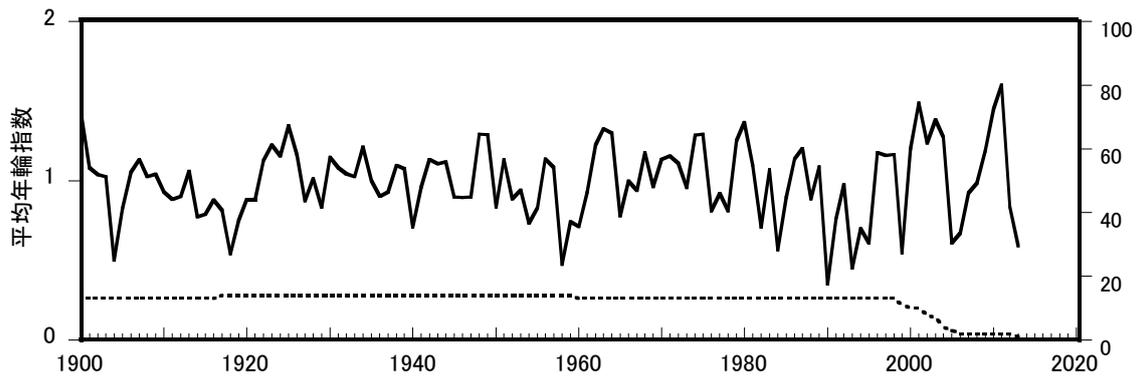


図 6.2.3.6 調査区〔03〕ブナ平のブナの平均年輪指数の推移 破線は個体数（右側の目盛）

### 6.2.3.3 調査区〔10〕有峰のブナの成長解析

調査区〔10〕有峰で採取された18個体のブナのうち、11個体は年代を決定できた。多くの個体で1995年、1990年、1976年などブナの大量結実年の年輪幅は著しく狭い。1960年代の半ばまで、年輪幅は比較的狭い範囲内で変動していたが、1960年代の後半以降は年輪幅が急減し、その後、回復傾向を示す個体が多い（図6.2.3.7、図6.2.3.8）。平均年輪指数は、1960年頃より急減し1993年に最低値を示したが、その後は急速な回復傾向を示しており、その傾きは調査区〔02〕のブナ坂や調査区〔03〕のブナ平より大きい（図6.2.3.9）。

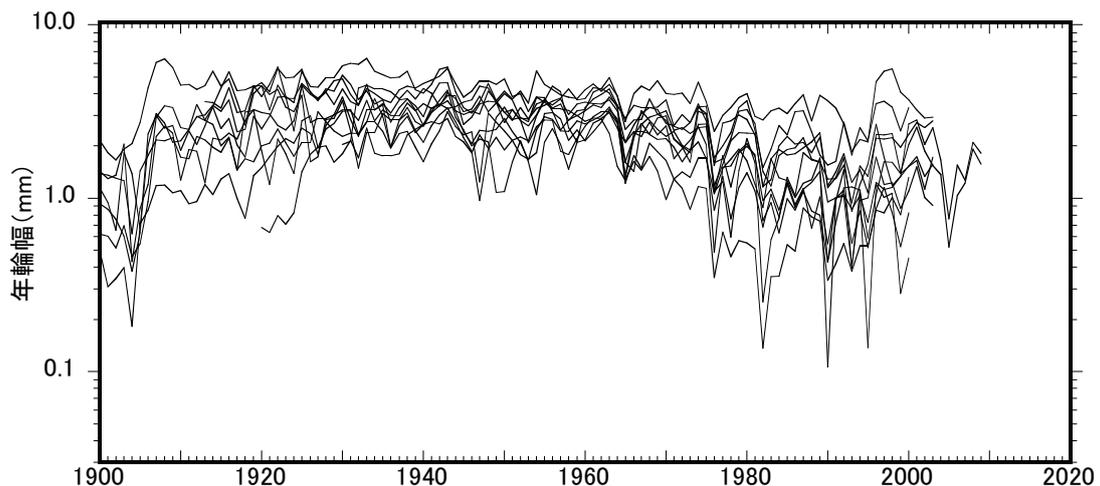


図 6.2.3.7 調査区〔10〕有峰のブナの年輪幅の推移

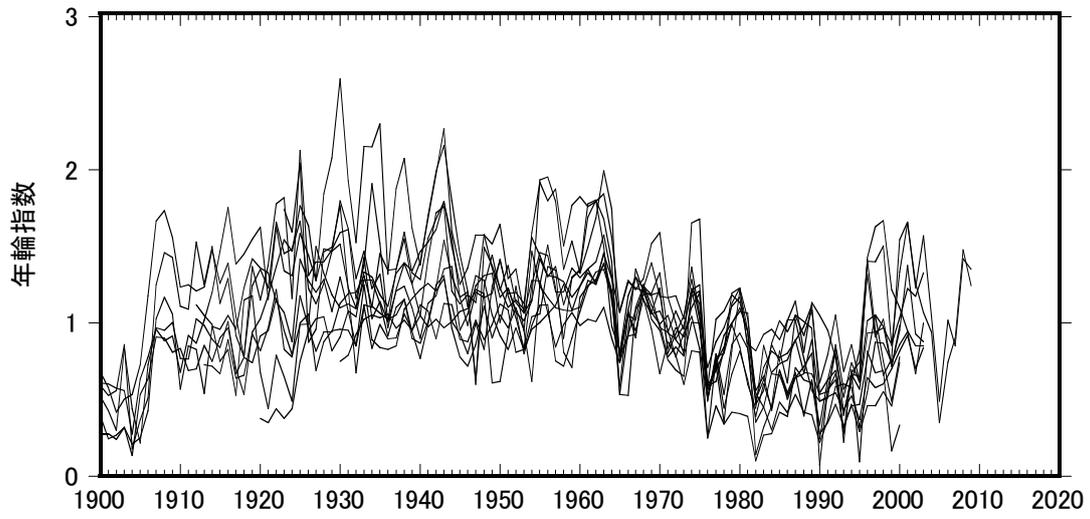


図 6.2.3.8 調査区〔10〕有峰のブナの年輪指数の推移

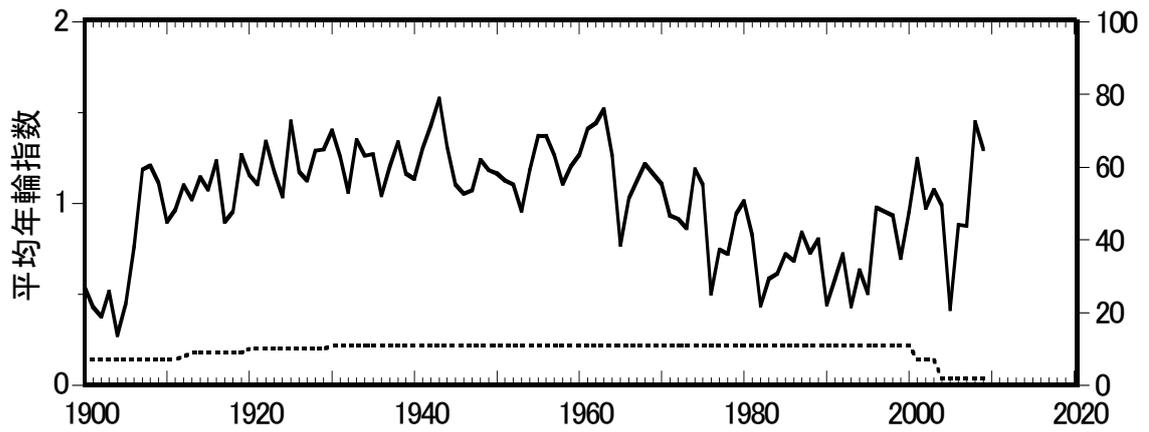


図 6.2.3.9 調査区〔10〕有峰のブナの平均年輪指数の推移 破線は個体数（右側の目盛）

## 6.2.4 オオシラビソの成長解析

### 6.2.4.1 調査区〔06〕美松のオオシラビソの成長解析

調査区〔06〕美松で採取した22個体のオオシラビソのコアサンプルのうち18個体、5個体の円盤試料のうち4個体、合計22個体については年代決定が可能であった。1940年代の前半に年輪幅が一時的に減少している個体が多いが、この期間を除けば1900～1950年代後半は概ね横ばい状態で推移していた。1960年頃から1990年頃にかけて年輪幅が減少し、その後は回復傾向にある個体が多い(図6-2-4-1)。図6-2-4-2には年輪指数の推移を示したが、1930年代と1950年代は大きな値を示す個体が多い。1905年、1925年、1989年などには多くの個体が著しく小さな年輪指数を示した。No.221、No.224、No.277は、高木のオオシラビソとしては最も道路の近くに位置し、道路からの距離は約20mである。No.277の年輪幅は1850～1958年には0.8～1.5mmであり、この調査区の中では平均的な肥大成長を示していた。ところが、弥陀ヶ原～天狗平間の道路工事が始まった1959年以降は年輪幅が激減し、1995年まで一貫して0.5mm以下の年輪幅が続いた。その後、1996年以降はわずかながら回復傾向を示している。No.224も平均的な肥大

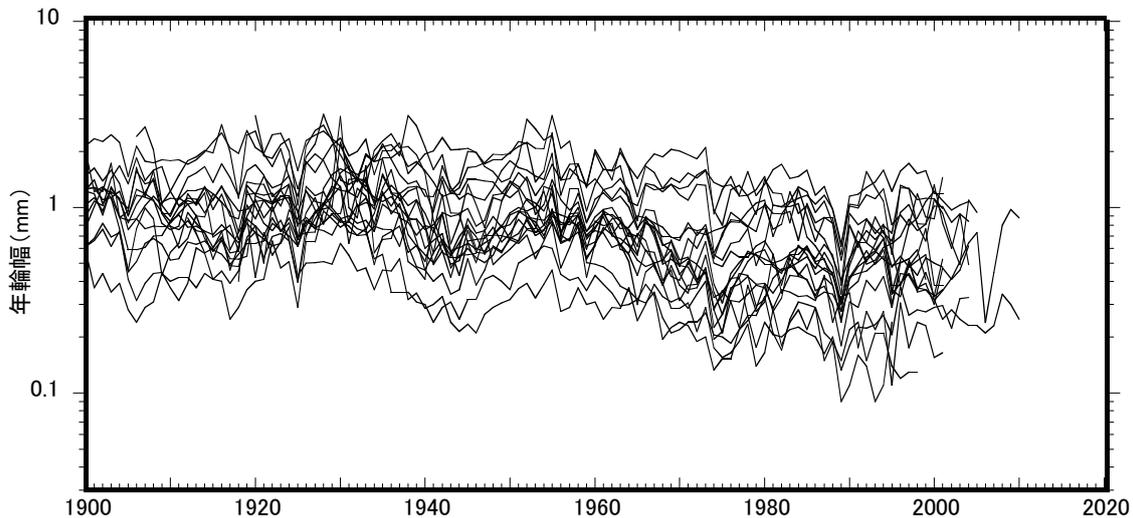


図 6.2.4.1 調査区〔06〕美松のオオシラビソの年輪幅の推移

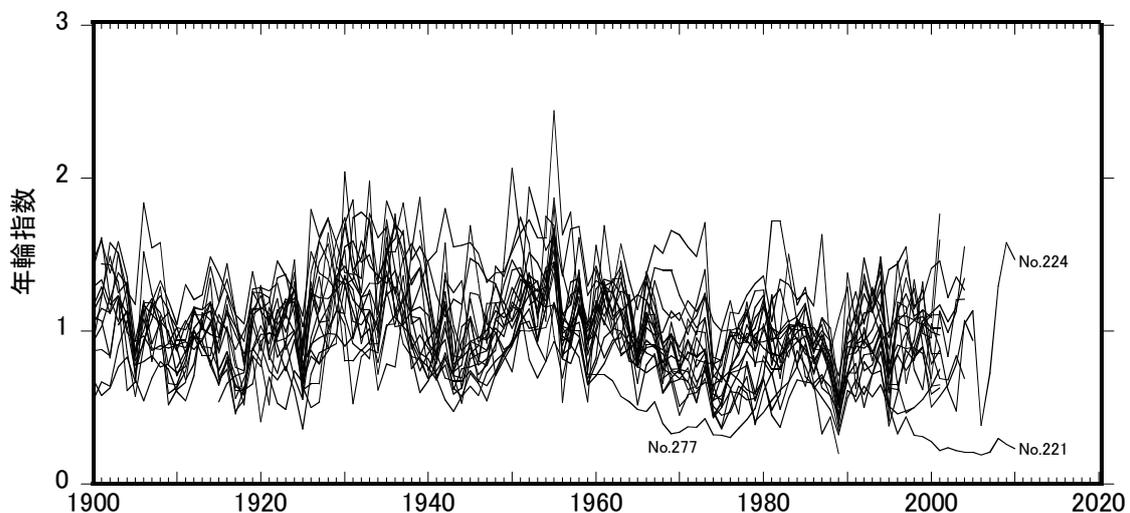


図 6.2.4.2 調査区〔06〕美松のオオシラビソの年輪指数の推移

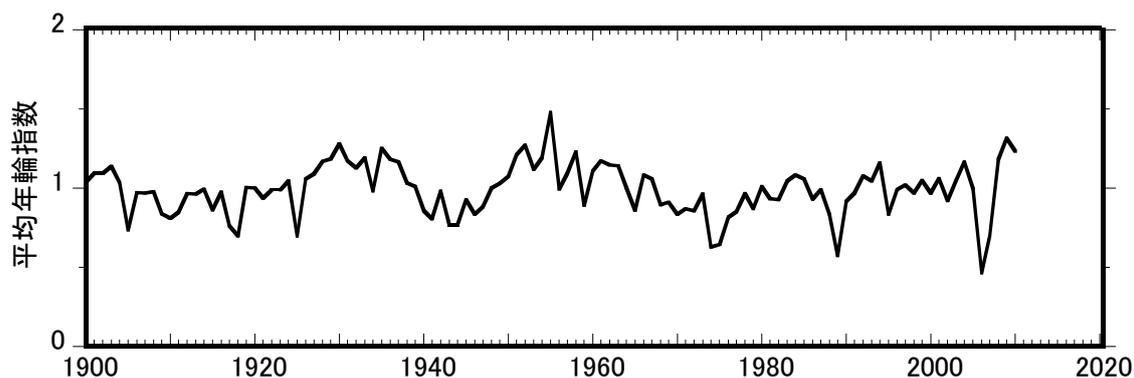


図 6.2.4.3 調査区〔06〕美松のオオシラビソの平均年輪指数の推移

成長を示す個体であったが、1965～1980年頃の年輪幅は著しく狭い。近年はわずかながら回復傾向にあるので、2004年以降は年輪指数が1.0を超える年が多い。No.221は1895年以降、ほぼ一貫して年輪幅が1.0 mmを超えており、調査区〔06〕の中では最も旺盛な肥大成長を示すオオシラビソのひとつであった。この個体の場合、道路工事の直後には顕著な変化を示さず、1973年までは1～2 mmの年輪幅で安定していた。しかしながら、1974年以降は年輪幅が急に狭くなり、1988年以降は一貫して1.0 mm以下となっている。年輪指数は1986年に1.0を下回り、その後は急激に低下した。No.277およびNo.224のオオシラビソについては、道路工事の際に樹幹や根系が直接的なダメージを受けた可能性が考えられる。No.221の個体の年輪幅が狭くなったのは、1974年以降なので道路工事によって直接的な影響を受けた可能性は低い。この調査区の道路際のオオシラビソは、春先の除雪車が吹き飛ばす雪の圧力によって枝葉が落とされることが多い（大宮 2010）。No.221のオオシラビソの場合、長年にわたって春先の除雪によるダメージを受けて徐々に衰退した可能性が考えられる。

#### 6.2.4.2 調査区〔07〕松尾峠のオオシラビソの成長解析

調査区〔07〕松尾峠では、18個体のオオシラビソの胸高部位からコアサンプルを採取したほか、4本の倒木の樹幹から円盤試料を採取した。このうち19個体は年輪幅の変動パターンにもとづいて統計学的に年代決定が可能であった。年輪幅の推移をみると、1900～1940年頃には加齢にと

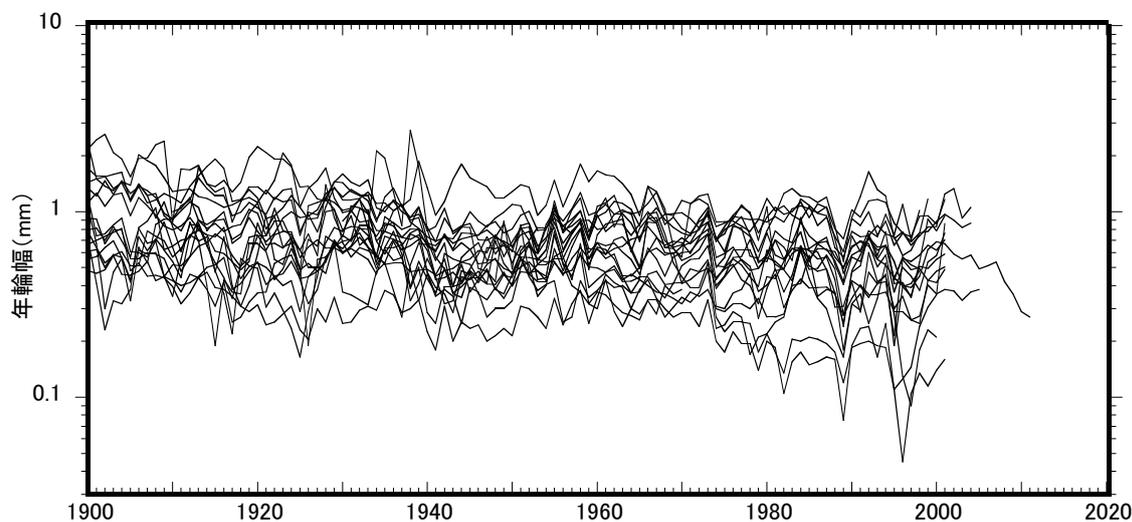


図 6.2.4.4 調査区〔07〕松尾峠のオオシラビソの年輪幅の推移

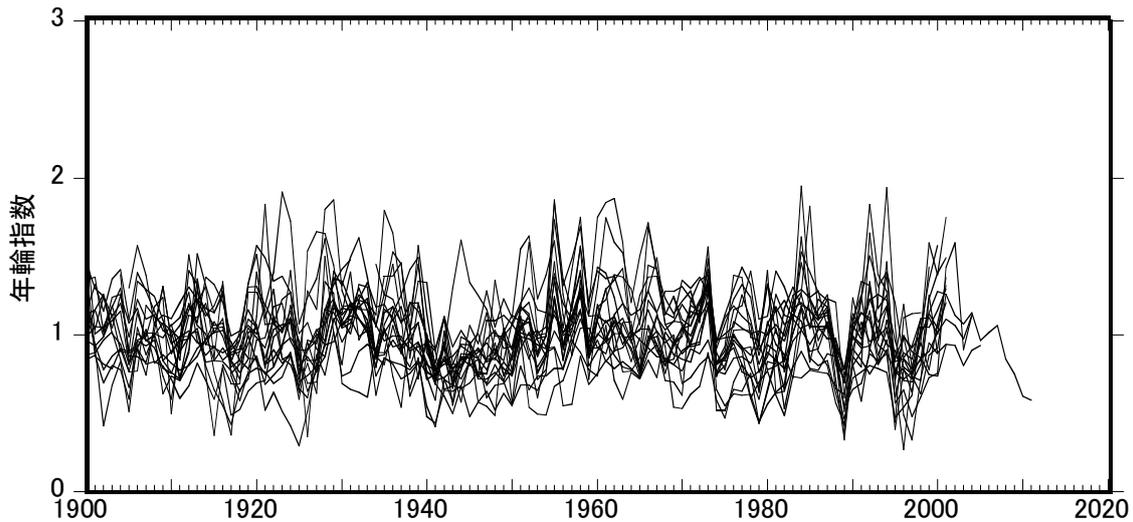


図 6.2.4.5 調査区〔07〕松尾峠のオオシラビソの年輪指数の推移

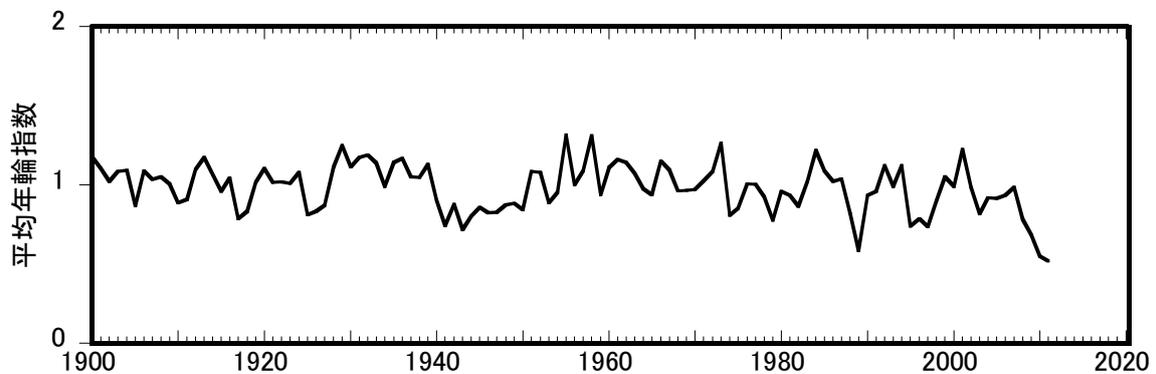


図 6.2.4.6 調査区〔07〕松尾峠のオオシラビソの平均年輪指数の推移

もなって年輪幅が徐々に狭くなる傾向を示している。その後の約 30 年間は、逆にわずかながら年輪幅が広がる個体が多い。1970 年代以降の年輪幅は、ほぼ横ばい状態となっている個体が多いが、2 本のオオシラビソについては、この間に年輪幅が低下傾向を示した（図 6.2.4.4）。年輪指数の値は調査区〔06〕の美松（図 6.2.4.2）と同様に、1940 年代は比較的小さな値となっている。1905 年、1925 年、1989 年などに多くの個体が著しく小さな年輪指数を示すのも調査区〔06〕と同じであった。（図 6.2.4.6）。

### 6.2.4.3 調査区〔08〕鏡石のオオシラビソの成長解析

調査区〔08〕鏡石ではオオシラビソ樹幹のコアサンプル（8 個体分）のほか、倒木から採取した樹幹の円盤（14 個体分）について解析し、5 個体分のコアサンプルと 12 枚の円盤試料については年代決定が可能であったが、調査区〔06〕美松や調査区〔07〕松尾峠に比べると年輪幅の同調性は低い（図 6.2.4.7）。年輪指数の推移でみると、1930 年、1958 年、1983 年のような年輪幅が広い年は比較的良好に同調しているが、年輪幅の狭い年の同調性は低いという傾向が見られた（図 6.2.4.8）。平均年輪指数の推移については、顕著に小さい年輪指数を示す年や、逆に著しく

大きな値を示す年は調査区〔07〕の松尾峠の結果と概ね一致したが、一部で一致しない部分もある（図 6.2.4.9）。

調査区〔08〕の鏡石はオオシラビソの森林限界に近く、矮小化した個体が多い。また、この地区は標高が高いので、樹高が最大積雪深を超えると冬期間には寒風害を受けるようになり、梢が傷害される。このために個体間の相関が低くなっている可能性がある。写真 6.2.4.1～写真 6.2.4.4

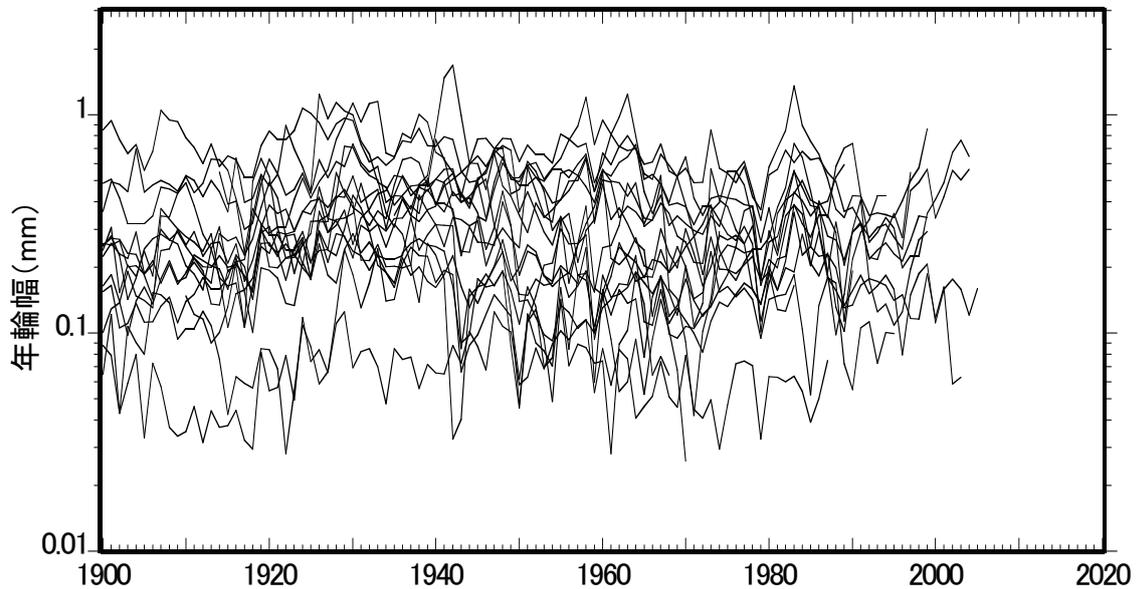


図 6.2.4.7 調査区〔08〕鏡石のオオシラビソの年輪幅の推移

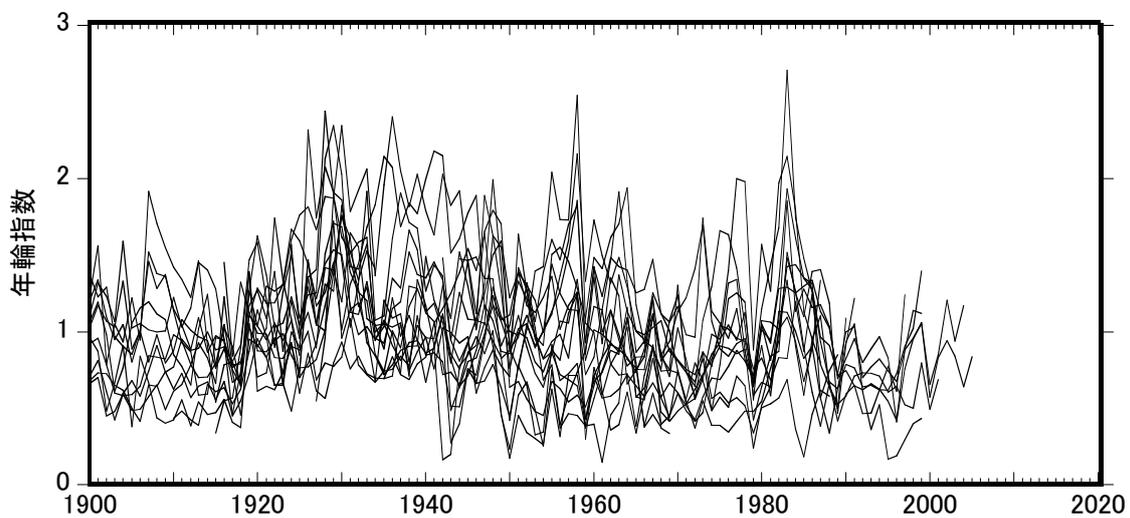


図 6.2.4.8 調査区〔08〕鏡石のオオシラビソの年輪指数の推移

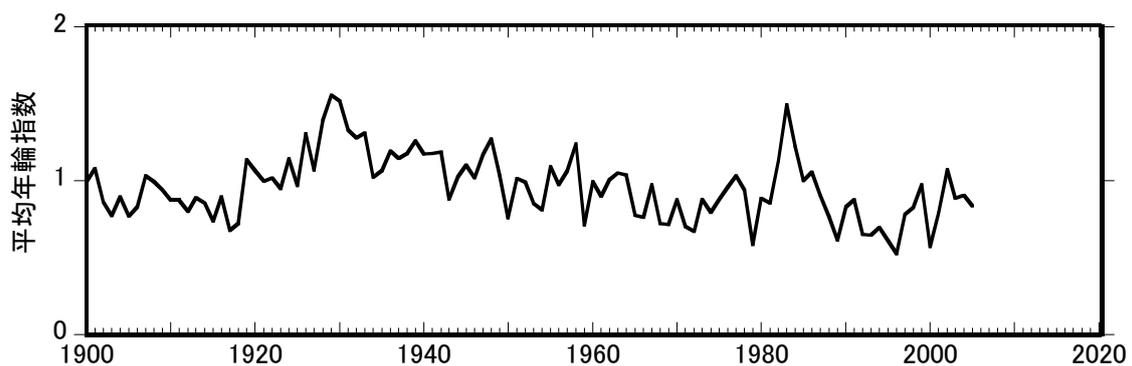


図 6.2.4.9 調査区〔06〕鏡石のオオシラビソの平均年輪指数の推移



写真 6.2.4.2 樹冠付近の変形や落葉が目立つオオシラビソ



写真 6.2.4.3 風上側の枝が落ちて旗竿状の樹型になったオオシラビソ



写真 6.2.4.4 幹の下部で折れたオオシラビソ

は 2013 年 6 月 24 日に調査区〔08〕鏡石のオオシラビソを撮影したものである。若木は雪の圧力を受けて、斜面の下側に大きく傾き、厳冬期には雪の中に埋まっている（写真 6.2.4.1）。樹高が平均的な最深積雪深を超えるようになると、厳冬期に寒風に曝される樹冠部分は樹型が変形し、着葉量も少なくなる（写真 6.2.4.2）。著しい場合には、冬の季節風の風上側の枝がほとんどすべて落ちてしまい、旗竿状の樹型となる（写真 6.2.4.3）。さらに強いダメージを受けると、幹の途中で折れた折損木となる（写真 6.2.4.4）。樹高が最深積雪を超えた時点から、寒風害を受けやすくなるので、一斉更新した林分を除けば、周囲の個体と同調して上記のようなダメージを受けることは少ないと考えられる。

## 6.2.5 ハイマツの成長解析

### 6.2.5.1 調査区〔09〕浄土山のハイマツの成長解析

調査区〔09〕浄土山からおよそ 100 m 以内の範囲で、23 個体のハイマツからコアサンプルを採取し、そのうち 18 個体については年代決定が可能であった。1908～1909 年に著しく年輪幅が狭くなり、その後の約 10 年間で急速に回復した個体が多い。また、多くの個体の年輪幅は 1920～1940 年頃に漸減し、1940 年代の前半には一段と狭くなっている（図 6.2.5.1）。年輪指数で示すと、1908 年頃の落ち込みは明瞭ではないが、逆に 1940 年代の中頃に年輪指数が一時的に著しく小さな値となっている（図 6.2.5.2）。平均年輪指数は概ね 0.8～1.3 の範囲内で推移しているが、1940 年代の中頃には数年連続して 0.7 以下の値となっている（図 6.2.5.3）。なお、コアサンプルを採取したハイマツの中で樹齢が最も大きいと推測される個体では、194 層の年輪を確認することができた。厳しい環境の中で、樹齢 200 年クラスのハイマツが生育していることになる。

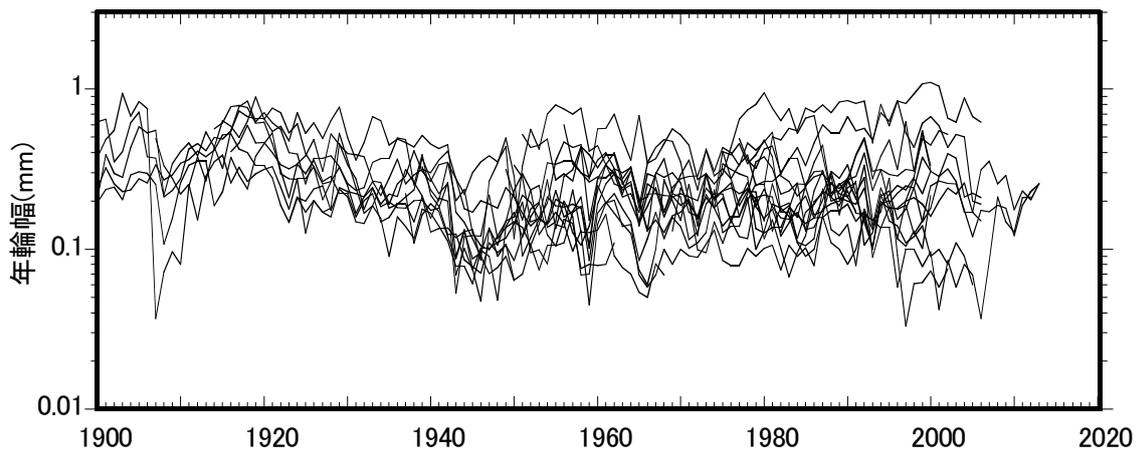


図 6.2.5.1 調査区〔09〕 浄土山のハイマツの年輪幅の推移

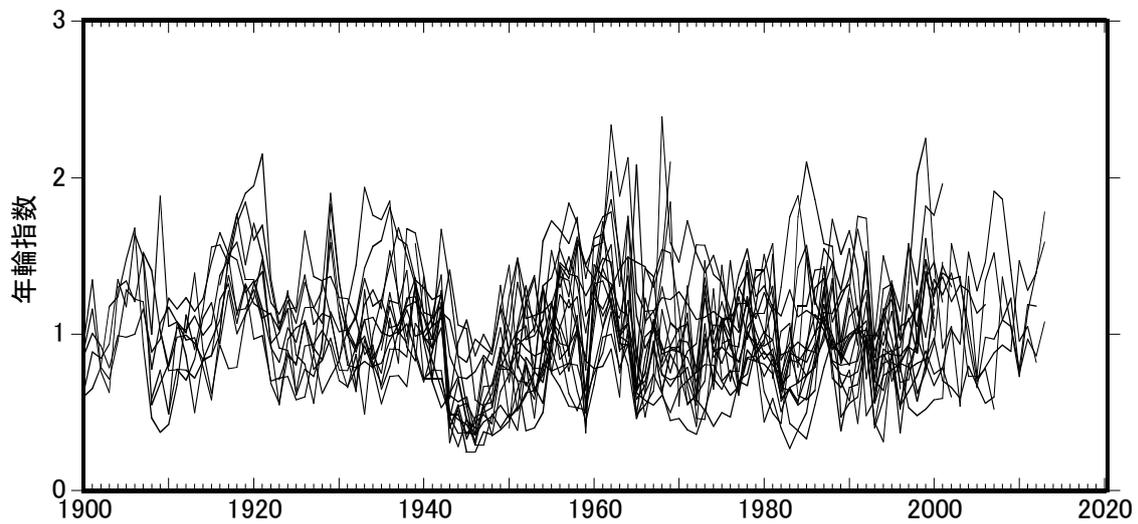


図 6.2.5.2 調査区〔09〕 浄土山のハイマツの年輪指数の推移

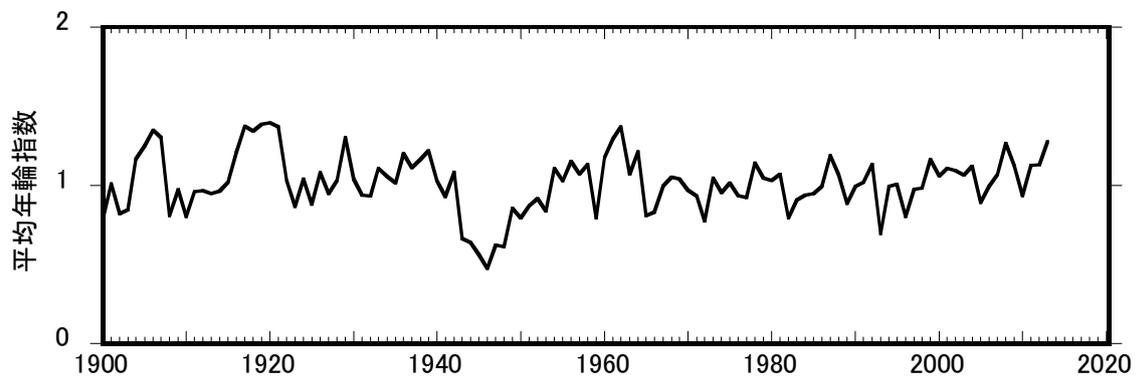


図 6.2.5.3 調査区〔09〕 浄土山のハイマツの平均年輪指数の推移

## 6.2.6 樹木の肥大成長におよぼす気象条件の影響についての解析

### 6.2.6.1 解析に利用可能な気象データについての検討

立山地域の樹木の肥大成長と気象条件との関連性を考える場合には、1886年に観測が始まって富山県内で最も歴史が長い伏木測候所(富山県高岡市)の観測値を用いざるを得ないが、標高12mの伏木測候所と各調査区の間には約1000~2850mの標高差がある。したがって、伏木測候所の観測値を代替データとして利用する際の限界について、把握しておく必要がある。立山地域では1967年以降、関西電力(株)によって黒部ダムで通年の気象観測が行なわれてきたので、このデータを用いて上記の検討を行うことが可能となる。

表6.2.6.1には、1967~2013年の期間の伏木測候所と黒部ダムにおける月別の気象観測値間の相関係数とt値を示した。月平均気温については各月とも強い相関( $p < 0.001$ )を示し、6月と11月以外はt値が7.0を超えている。一方、月間降水量の場合には、2月以外は有意水準0.1%で相関がみられているが月平均気温と比べると全般的に相関性が弱く、t値が8.0を超えるのは5月と7月のみである。2月については、5%の有意水準でも相関性が認められない。この理由としては、気温の時間・空間的変動は緩やかなのに対し、降水現象は局地的で時間的にも急変することがあげられる。さらに、冬期間の降水(降雪)の場合、里雪型の豪雪と山雪型の豪雪があることにも留意しなければならない。相関係数やt値が冬期間に特に低くなっているのは、このためと考えられる。

伏木の観測値を用いて気象と肥大成長との間の関連性を検討する際には、月平均気温については概ね問題はないが、月間降水量(特に冬の月間降水量)については注意を払う必要がある。

表 6.2.6.1 伏木測候所と黒部ダムにおける月別の気象観測値の相関性 (1967~2013年\*)

気象要素		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
月平均気温	相関係数	0.88	0.92	0.84	0.76	0.83	0.68	0.73	0.77	0.78	0.86	0.72	0.90
	t 値	12.7	15.9	10.2	7.9	10.0	6.2	7.2	8.0	8.4	11.3	6.9	13.6
	有意水準	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
月間降水量	相関係数	0.58	0.28	0.57	0.64	0.82	0.63	0.86	0.63	0.73	0.66	0.60	0.49
	t 値	4.8	1.9	4.6	5.6	9.4	5.4	11.4	5.5	7.1	5.8	5.0	3.7
	有意水準	***		***	***	***	***	***	***	***	***	***	***

\* 1月については1968~2013年、11月と12月については1967~2012年のデータ

### 6.2.6.1 スギの肥大成長におよぼす気象条件の影響についての解析

#### 6.2.6.1.1 調査区〔02〕ブナ坂のスギ

図6.2.6.1には伏木測候所における月平均気温、月間降水量と調査区〔02〕ブナ坂のスギの平均年輪指数との関連を示した。当年7~8月の平均気温が有意な負の寄与を示す一方、前年7月の平均気温は有意な正の寄与を示した。京都大学芦生演習林の標高650~840mで採取したスギの解析結果(Kojo 1987)によれば、前年9月および当年の5月と7月の平均気温が有意な負の寄与を示し、前年7月や当年6月の平均気温などが有意な正の寄与となっている。

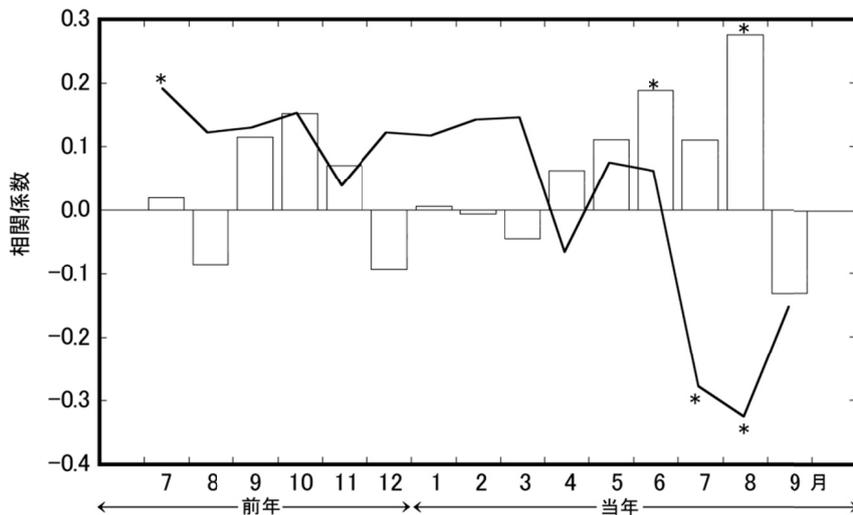


図 6.2.6.1 スギの肥大成長と気象条件の関係（調査区〔02〕ブナ坂）  
折れ線グラフ：月平均気温、柱状グラフ：月間降水量

月間降水量との関係では当年の6月と8月が有意な正の寄与を示している。当年8月の降水量が有意な正の寄与となっているのは、8月の少雨による水分ストレスが晩材形成を抑制するためと考えられる。1999年の7月下旬～8月上旬は厳しい早魃で、富山地方気象台における降水量は3mmであった。調査区〔01〕の美女平ではスギの胸高直径をデンドロメータで記録しているが、著しい水分ストレスの結果、同年8月上旬には多くの個体の胸高直径が一時的に縮小した。

#### 6.2.6.1.2 調査区〔01〕美女平および調査区〔03〕ブナ平のスギ

調査区〔01〕美女平のスギの場合は、当年7月の平均気温が有意な負の寄与を示し、月間降水量については、当年1月が有意な負の寄与で、当年7月が有意な正の寄与となった。調査区〔03〕ブナ平のスギの場合も、当年7～8月の平均気温が有意な負の寄与を示し、前年10月と当年6～8月の月間降水量が有意な正の寄与となった。

23年生の樹高約16mのスギ成木を用いて高温ストレスを解析した実験の結果(松本ら 2000)によれば、スギの光合成速度の最適温度は25℃であり、それ以上では急激に光合成速度が低下している。調査区〔01〕～調査区〔03〕の標高は1050～1190mなので、伏木の気温が30～31℃を超える条件下では、光合成速度が低下すると推定される。調査区〔01〕～調査区〔03〕のスギでは共通して当年夏の月平均気温が負の寄与を示していることより、夏の高温は高温ストレスを引き起こしている可能性が高い。また、当年夏の月間降水量が正の寄与となっていることから、少雨による水分ストレスが晩材の成長を阻害すると考えられる。なお、調査区〔01〕では当年1月の月間降水量が有意な負の寄与を示したほか、調査区〔02〕と調査区〔03〕でも、当年2月の月間降水量が有意ではないが負の寄与を示している。これは、1月～2月の降雪量が多いと、雪解けが遅れる結果、成長期間が短くなり、年輪幅が狭くなることを示すものと考えられる。

#### 6.2.6.2 ブナの肥大成長におよぼす気象条件の影響についての解析

##### 6.2.6.2.1 調査区〔10〕有峰のブナ

調査区〔10〕有峰のブナの場合にはスギと逆で、当年7～8月の平均気温が有意な正の寄与を示している。月間降水量については、当年3月と当年6月が有意な正の寄与であった(図6.2.6.2)。

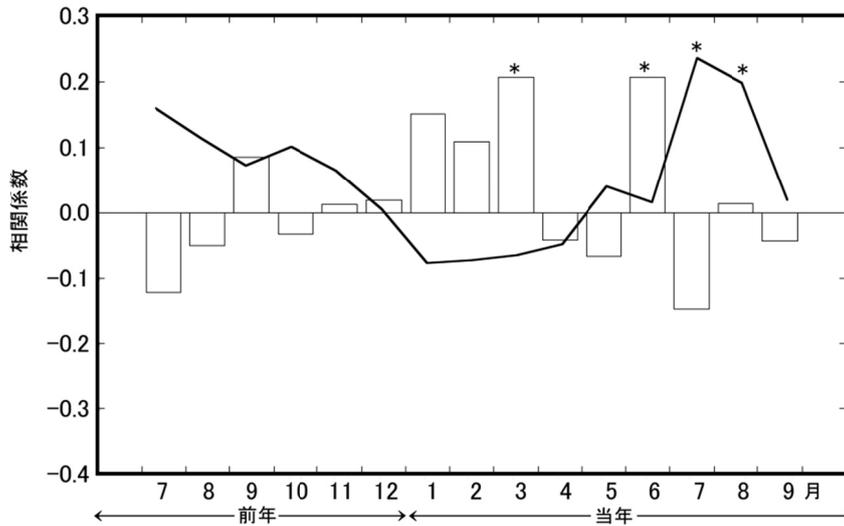


図 6.2.6.2 ブナの肥大成長と気象条件の関係 (調査区〔10〕有峰)  
折れ線グラフ：月平均気温、 柱状グラフ：月間降水量

#### 6.2.6.2.2 調査区〔02〕ブナ坂および調査区〔03〕ブナ平のブナ

調査区〔02〕ブナ坂のブナの場合には、当年7月の平均気温が有意な正の寄与を示し、当年8月の平均気温は有意ではないが比較的大きな正の寄与を示した。調査区〔03〕ブナ平のブナも、当年7～8月の月平均気温は有意ではないが比較的大きな正の寄与を示した。1～4月の月平均気温は有意ではないが負の寄与を示すのも、3つの調査区で共通していた。

### 6.2.6.3 オオシラビソの肥大成長におよぼす気象条件の影響についての解析

#### 6.2.6.3.1 調査区〔06〕美松のオオシラビソ

調査区〔06〕美松のオオシラビソは、当年6～8月の月平均気温が有意な負の寄与を示したほか、当年9月の月間降水量が負の寄与を示した(図6.2.6.3)。夏期の月平均気温が負の寄与を示し、高温ストレスの可能性を示しているという意味では、調査区〔01〕～調査区〔03〕のスギと同様のパターンである。

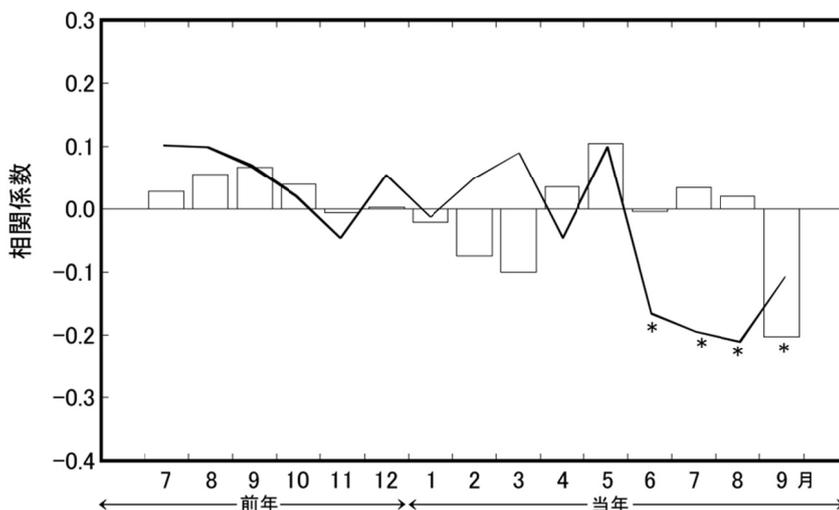


図 6.2.6.3 オオシラビソとの肥大成長と気象条件の関係 (調査区〔06〕美松)  
折れ線グラフ：月平均気温、 柱状グラフ：月間降水量

### 6.2.6.3.2 調査区〔07〕松尾峠のオオシラビソ

調査区〔07〕松尾峠のオオシラビソは、当年7月の月平均気温が有意な負の寄与を示したほか、当年1月の月間降水量が有意な負の寄与を示しており、調査区〔06〕美松と類似したパターンとなっている（図6.2.6.4）。当年夏の気温が負の寄与を示すという傾向は調査区〔01〕～調査区〔03〕のスキのほか、後述する調査区〔09〕浄土山のハイマツでも示されている。

松本らは秩父山系の天然林内でオオシラビソの近縁種であるシラベの稚樹について、光合成速度を測定している。その結果によれば、15～18℃の温度範囲では光合成速度が最大値の90%以上となるが、それより高温の条件では光合成速度が低下している（松本、根岸 1982）。富山平野の気温が約30℃以上の場合には、標高約1970mの松尾峠の気温が18℃を超える可能性が高く、夏期には実際にデータロガーによって18℃以上の気温が頻繁に記録されている（平成16年度立山植生モニタリング調査成果報告書）。したがって、調査区〔07〕松尾峠および標高約1960mに位置する調査区〔06〕美松では、夏季の日中の晴天時には高温ストレスを受けることが多いものと推定される。

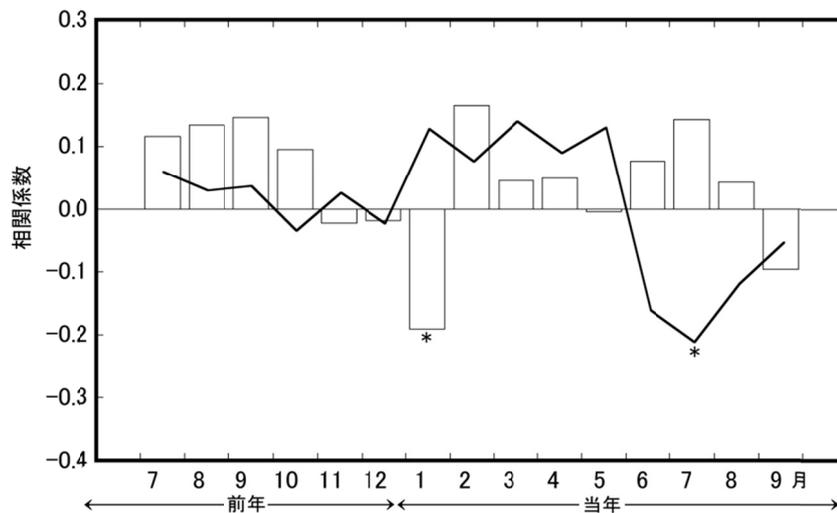


図 6.2.6.4 オオシラビソの肥大成長と気象条件の関係（調査区〔07〕松尾峠）  
折れ線グラフ：月平均気温、柱状グラフ：月間降水量

### 6.2.6.3.3 調査区〔08〕鏡石のオオシラビソ

調査区〔08〕鏡石のオオシラビソは、調査区〔06〕美松および調査区〔07〕松尾峠のオオシラビソとは反対に当年7月の月平均気温が、有意ではないものの正の寄与を示した（図6.2.6.5）。美松や松尾峠より約300m高い標高2250mに位置する鏡石では、夏季の高温ストレスではなく低い気温が制限要因となっている可能性が高い。

また、前年の11～12月の月間降水量は有意な値ではないが、比較的大きな正の寄与を示している。この調査区では矮小化した個体が多いことを考慮すると、この事実は注目し得る。6.2.4.2で記載したように鏡石のオオシラビソの多くは寒風害を受けているが、矮小木の場合には11～12月の積雪が多いと厳冬期の1～2月を迎える前に深い雪の中に埋まり、結果的に寒風害から守られるという可能性が高い。6.2.4.8に示したように、調査区〔08〕鏡石のオオシラビソは年輪幅が著

しく広い年は個体間で比較的良好に同調しているのに対し、年輪幅が著しく狭い年は調査区〔06〕美松や調査区〔07〕松尾峠ほど高くないのは、寒風害の受け方の個体差を反映している可能性が

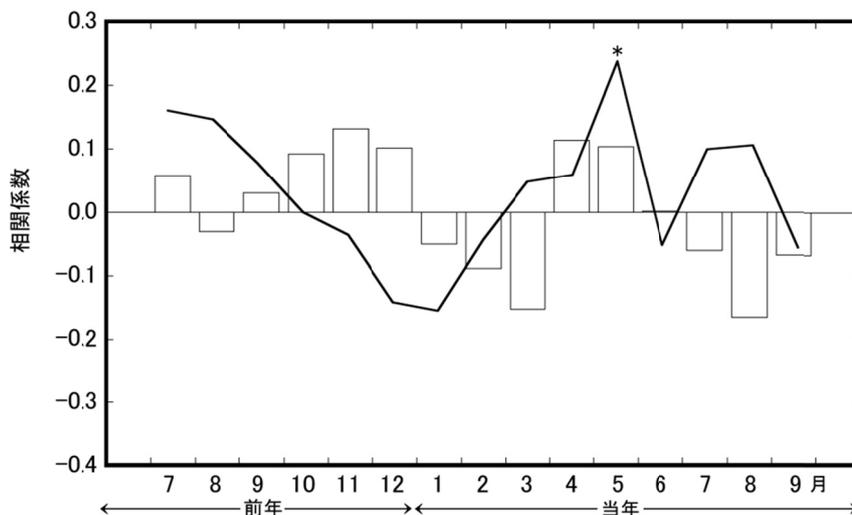


図 6.2.6.5 オオシラビソの肥大成長と気象条件の関係 (調査区〔08〕鏡石)  
折れ線グラフ：月平均気温、 柱状グラフ：月間降水量

ある。この点を確認するには、矮小木の試料を追加した上で、樹高あるいは直径によって2~3群に分けて解析を行うような試みが必要である。

#### 6.2.6.4 ハイマツの肥大成長におよぼす気象条件の影響についての解析

##### 6.2.6.4.1 調査区〔09〕浄土山のハイマツ

図 6.2.6.6 には調査区〔09〕浄土山のハイマツの平均年輪指数と伏木測候所における気象観測値との関係を示した。有意な寄与を示すものはないが、月平均気温については当年8月が比較的大きな負の値を示している。安田 (2007) は群馬・新潟・福島3県の境界に位置する平ヶ岳のハイマツの年輪幅について検討し、夏の気温との間に負の相関を示している。また、永野ら (2007) は乗鞍岳の風衝地で、夏季に晴天が続くと木部の水収支に不均衡が生じるため、気孔が閉鎖して光合成速度が低下することを示している。図 6.2.6.6 では当年8月の気温が負の寄与を示しているが、これは長い日照時間と土壤水分の低下を間接的に反映している可能性がある。

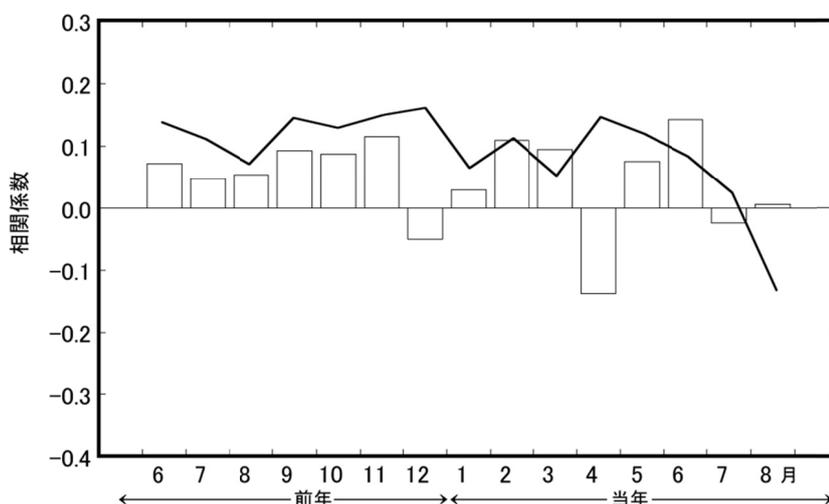


図 6.2.6.6 ハイマツの肥大成長と気象条件の関係 (調査区〔09〕浄土山)  
折れ線グラフ：月平均気温、 柱状グラフ：月間降水量

## 謝辞

関西電力株式会社北陸支社より、黒部ダムにおける昭和 47 年～平成 25 年（1967～2013 年）の通年にわたる貴重な気象観測データを提供いただき、調査区周辺地域の気象に関して基礎的な検討を行うことができました。気象観測データを提供いただいたことに対し、ここに深謝いたします。

## 参考文献

- 大丸裕武, 埴田 宏 : 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 (2004)
- Fritts H.C.: Tree-ring and Climate. Academic Press, London (1976)
- Gansert D., Backes K., Ozaki T. and Kakubari Y.: Seasonal variation of branch respiration of a treeline forming (*Betula ermanii* Cham.) and a montane (*Fagus crenata* Blume) deciduous broad-leaved tree species on Mt. Fuji, Japan. Flora 197:186-202 (2002)
- Holmes R.L.: Computer-assisted quality control in the tree-ring analysis related to environment. Tree-Ring Bull. 43: 69-78 (1983)
- Holmes R.L., Adams R.K. and Fritts H.C.: 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 (1986)
- Holmes R.L.: Dendrochronology Program Library., Laboratory of Tree-Ring Research, University of Arizona, Tucson (1994)
- Hoshino Y., Yonenobu H., Yasue K., Nobori Y., and Mitsutani T.: On the radial-growth variations of Japanese beech (*Fagus crenata* Bl) on the northernmost part of Honshu Island, Japan. J. Wood Sci. (電子版) doi:10.1007/s10086-007-0935-3 (2008)
- 角張嘉孝: ブナ天然林における上限・下限付近の光合成同化能力について. 第 84 回日林講 163-165, (1973)
- 加藤輝隆, 加須屋 実, 鏡森定信, 河野昭一, 狐塚 寛 : 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 (1988a)
- 加藤輝隆, 加須屋 実, 鏡森定信, 河野昭一, 狐塚 寛 : スギの年輪幅に及ぼす大気汚染の影響評価 (II) -大気中 SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> 濃度との関連-. 大気汚染学会誌, 23 : 320-328 (1988b)

- 加藤輝隆, 加須屋 実, 鏡森定信, 狐塚 寛, 河野昭一: 低濃度大気汚染の植物指標についての化学生態学的研究, 日本化学会誌 **1991**: 656-666 (1991)
- Katoh T.: Tree-ring width of *Cryptomeria japonica* growing in Central Japan with special reference to snowfall pattern. in Proceedings of the International Dendrochronological Symposium pp.25-32, Independent Administrative Institution Nara National Research Institute for Cultural Properties, Nara (2000)
- 加藤輝隆, 長井幸雄, 増田準三, 和田直也, 柳川朋美, 元木博人, 牧野 敦, 北畠琢郎, 河野昭一: 奥黒部の森林樹木の年輪解析. 読売新聞北陸発刊 40 周年記念事業『奥黒部自然総合学術調査報告書』, 和田直也 (監修), 立山連峰の自然を守る会 (編集), pp.60-71, 読売新聞北陸支社, 高岡 (2002)
- Koike T.: Ecophysiological response of deciduous broadleaved trees species in Japan to elevated CO<sub>2</sub> concentration and temperature. In: First IGBP Symposium, Waseda Univ. (Ed. By Oshima Y.), pp.425-430. Japan Society for Promotion of Science, Tokyo (1993)
- Kojo Y.: A dendrochronological study of *Cryptomeria japonica* in Japan. Tree-Ring Bull., **47**: 1-21 (1987)
- 永野聡一郎, 中野隆志, 久保田光政, 池田武文, 丸田恵美子: 乗鞍岳におけるハイマツの光合成の制限要因. 第 54 回日本生態学会全国大会講演要旨, 一般講演 P1-233 (2007)
- 松本陽介, 鋤柄直純, 角張嘉孝, 根岸 賢一郎: 立木の光合成・呼吸速度の計測システムとブナ林での計測例. 日本林學會誌. **64**: 149-154 (1982)
- 松本陽介, 根岸賢一郎: 林内および伐採跡地に生育するシラベ前生稚樹の光合成・呼吸. 日本林學會誌. **64**: 165-176 (1982)
- 松本陽介ほか: 「地球温暖化による生物圏の脆弱性の評価に関する研究」国立環境研究所, pp.101-119 (2000) <http://www.env.go.jp/air/report/h16-04/mat02g-i.pdf>
- Nobori Y., Ogata T. and Takahashi N.: The relationship between El Nino, mast years and tree ring fluctuation of *Fagus crenata*. In "Paleoclimate and Environmental Variability in Austral-Asian Transect during the Past 2000 Years", Abstracts of the IGBP-PAGES/PEP-II Symposium. pp.45, Nagoya University, Nagoya (1995)
- 沖井英里香, 玉泉幸一郎: 成長休止期におけるスギの幹直径と幹呼吸速度の関係. 日本森林学会大会発表データベース. **118**, 485 (2007)
- 大宮 徹: オオシラビソの樹冠の損傷. 平成 22 年度 立山植生モニタリング調査成果報告書, 立山植生研究会 (編), 富山県 pp.56-59 (2010)
- 重永英年, 長倉淳子, 赤間亮夫: スギ成木針葉の光合成特性におよぼす温度の影響. 日本林学会大会学術講演集 **112**: 344 (2001)

Suzuki W., Osumi K. and Masaki T.: Mast seeding and its spatial scale in *Fagus crenata* in northern Japan. *Forest Ecology and Management* **205**:105-116 (2005)

平 英彰：東芦見尾根に発生したスギ実生の消長. 富山県林業技術センター研究報告 No.8, 14-18 (1994)

平 英彰：照度が異なる林分に植栽したスギ稚樹の消長. 富山県林業技術センター研究報告 No.10, 54-58 (1997)

Taniguchi N., Katoh T., Kasuya M. and Kozuka H.: 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**(1-2): 59-64 (1995)

安田正次：山地湿原におけるハイマツの年輪幅変動. 日本地理学会発表要旨集, Vol. 2007s, pp.110, (2007)

## 第7章 外来植物調査 (太田道人・山下寿之)

### 7.1 調査区および方法

調査区域は、平成 20・21 年度に「立山外来植物除去対策検討会」で設定された弘法(標高 1620m)から室堂平(標高 2450m)の 47 調査区(No. 11B 弥陀ヶ原ホテル焼却炉跡は 22 年度追加)及び平成 25 年度に弥陀ヶ原遊歩道に新設した 5 調査区の全 52 調査区からなる(表 7-1、図 7-1)。これらを 3 区域に分け、1 年に 1 区域ずつ調査対象とすることで、3 年で全区を一巡するものとした(表 7-2)。

平成 25 年度は弘法—弥陀ヶ原間の 13 調査区に加え、新設した弥陀ヶ原遊歩道沿いの 5 調査区において外来植物出現状況を記録した。調査区新設は、弥陀ヶ原の一部がラムサール条約登録湿地となったことにあわせて改修された遊歩道沿い植生の変化をモニタリングすることを目的とするものである。

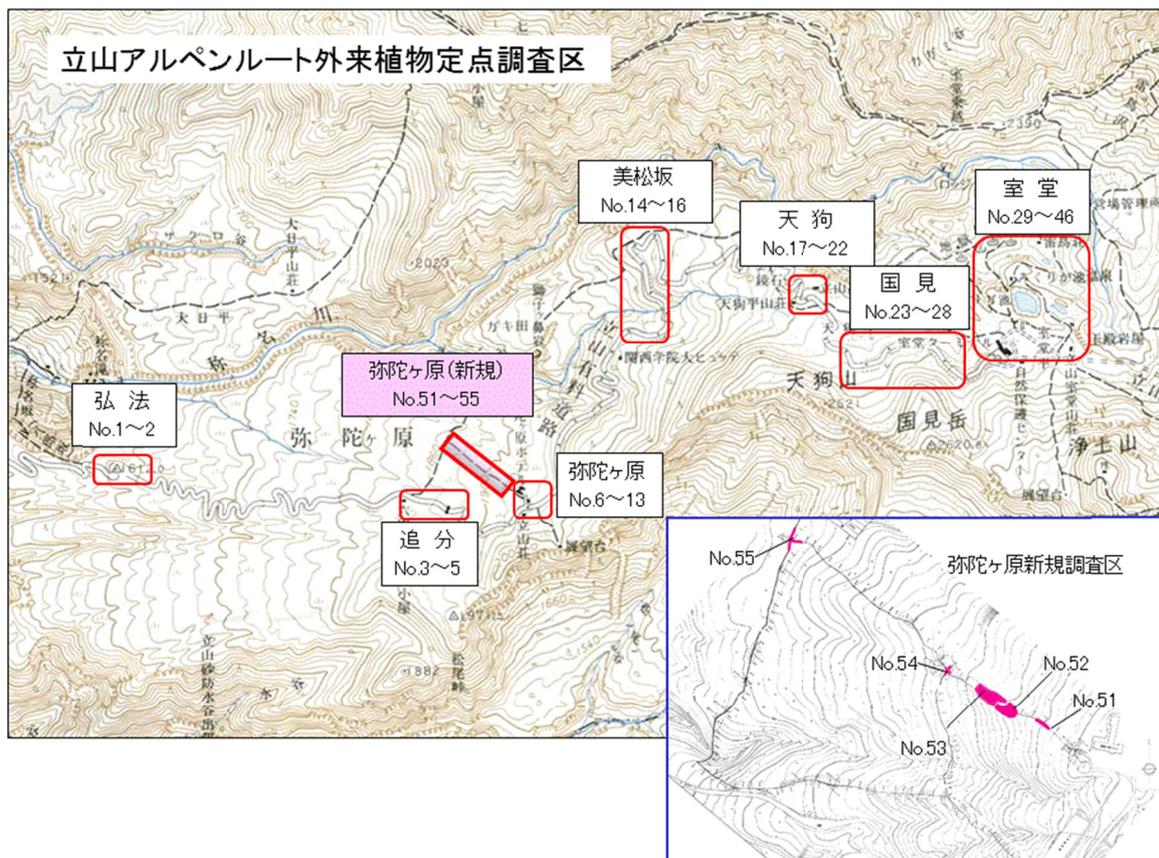


図 7-1. 立山アルペンルート外来植物定点調査区位置図

表 7-1. 立山黒部アルペンルート沿線外来植物種調査の調査区（定点）名

No.	地区	調査区名	標高(m)
1	弘法	弘法駐車場（トイレ付）	1610
2		弘法駐車場（バス停）	1620
3	追分	追分駐車場	1810
4		追分駐車場（松尾峠入口）	1840
5		追分料金所緑化帯	1860
6	弥陀ヶ原	弥陀ヶ原駐車場（大）	1900
7		六甲学院前緑化復元地	1900
8		弥陀ヶ原バス停駅舎周囲	1950
9		弥陀ヶ原ホテル駐車場	1940
10		弥陀ヶ原散策路入口	1932
11A		弥陀ヶ原ホテル裏緑地	1940
11B		弥陀ヶ原ホテル焼却炉跡地	1932
12		立山荘正面	1955
13		カルデラ展望台入口	1980
14	美松坂	美松駐車場	2090
15		天狗の鼻第一駐車場下	2125
16		天狗の鼻第二駐車場	2135
17	天 狗	立山高原ホテル浄化槽	2280
18		立山高原ホテル周囲	2290
19		立山高原ホテル～天狗平山荘	2305
20		天狗平山荘周囲	2305
21		天狗平駐車場	2310
22		天狗平休憩所跡地	2315
23		天狗平歩道起点	2320
24	国見	国見第二駐車場	2360
25		国見第一駐車場	2370
26		大谷第二待避所上端～国見待避所	2390
27		大谷	2410
28		室堂第二駐車場	2410
29	室堂	室堂ロータリー	2418
30		立山センター車道	2428
31		立山センター周囲	2440

32		ターミナル園地	2430
33	室堂	室堂平広場 遊歩道	2461
34		室堂平広場 遊歩道	2437
35		供養塔広場	2437
36		みくりが池遊歩道・展望台	2434
37		みくりが池 遊歩道	2420
38		地獄谷への道	2390
39		室堂山荘 遊歩道	2438
40		室堂山荘 遊歩道	2449
41		室堂山荘横	2457
42		玉殿岩屋への道	2444
43		エンマ台	2413
44		みくりが池山荘 遊歩道	2420
45		ミドリガ池遊歩道	2435
46		ミドリガ池広場	2435

51	弥陀ヶ原	弥陀ヶ原ホテルと休憩所の間地点	1930
52		休憩所上部	1910
53		休憩所下部	1910
54		弥陀ヶ原遊歩道分岐点	1900
55		弥陀ヶ原遊歩道 T 字路	1870

No. 38 は地獄谷の火山ガス噴出量の増加による歩道通行止めのため H24 年度欠測。

No. 51～55 は H25 年度新たに設置。

表 7-2. 調査対象区域とその調査年

調査区域	H22	H23	H24	H25
弘法～弥陀ヶ原 (No.1～13)	○			○
弥陀ヶ原遊歩道 (No.51～55)	—	—	—	○新設
美松～室堂第 2 駐車場 (No.14～28)		○		
室堂平 (No.29～46)			○	

各調査区において、外来種の生育状況を「立山外来植物除去対策検討会」にしたがって判定した（表 7-3）。判定基準が視覚的でゆるやかなものになっているのは、大きな量的変化を調査者が変わってもとらえ続けていくことを目的としているためである。もともと各調査区は道路、歩道等の土地利用にあわせて機械的に設定されるもので、植生の均質性を欠き、植物社会学的な優占度（被度）の推定は困難でもある。

表 7-3. 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

## 7.2 各調査区における外来植物の出現状況

平成 22 年度～25 年度の外来植物の出現状況を表 7-4-1～7-4-8 に示した。なお、これらの表には平成 20 年・21 年に立山外来植物除去対策検討会で実施された調査結果（富山県 2010）も合わせて掲載し、調査期間中のそれぞれの種の推移を比較検討した。

全調査区で平成 20 年から 25 年までに出現した外来種は 68 種（雑種を含む）であった。これらのうち、平成 22 年以降に新たに記録された種は、平成 22 年度 5 種、23 年度 6 種、24 年度 3 種、25 年度 10 種の合計 24 種であった。すでにゴマナ、オオイタドリ、バイカウツギ、キバナカワラマツバ、外来ミミナグサ（*Cerastium fontanum* Baumg.）の 5 種については、除去対象種として除去マニュアルも追加されており、実際に除去も行われている。今後はこれら 5 種以外の種類についても除去対象種とすべきか、モニタリング対象種とするべきか再検討する必要がある。

一方、平成 20 年・21 年の調査で一度は出現したものの、除去または自然消滅によってその後の調査で確認されなかった種は、タガラシとヤマハギの 2 種だけであった。

全調査区を通じて出現頻度がもっとも大きかったのはスズメノカタビラで（82 回）、次いでイタドリ（79 回）、ヨモギ（72 回）の順であった。平成 22 年度には車道沿いに光ファイバーケーブル埋設工事が実施され、掘削した土壌を埋め戻した際に、残存していた根からのヨモギやフキなどの外来植物の再生、繁茂が顕著であった。以下、概要を地域別に示す。

### 弘法～追分（表 7-4-1）

調査区 No. 1～5 では 3 回の調査で通算 42 種（雑種を含む）が記録された。いずれの調査区とも調査回数が増えるとともに出現種数も増加していた。特に弘法と追分料金所花壇において、平成 25 年には平成 20 年の調査時の 2 倍以上の種類が出現した。このことはこの調査区が全体のな

かで最も標高が低く、低地からの影響を受けやすいことや温度環境も低地の植物にとって上部より良好であることが影響していると考えられる。この区間で最も出現頻度が大きかったのはオオバコとヨモギ（15回）で、それに次いでオノエヤナギとノコンギク（12回）であった。一方、平成20年度調査時に記録された種のうち、クロコヌカグサ、ツメクサ、フランスギク、ヤマハギはその後の2回の調査では確認されなかった。

平成22年度調査時は光ファイバーケーブル埋設工事にともなう道路沿いの掘削土壌の仮置き場として駐車場の一部が利用され、工事後に埋め戻された。土壌仮置き場としての利用後碎石を敷均す際に、周囲のススキなどが刈り取られ、低い出現状況を示したものもあった。また、オオバコなどは碎石に埋もれたことや除去活動により、平成25年の調査時には激減したところもあった。

一方、イタドリ、ササガヤは平成22年度調査時よりも増大している場所が多かった。イヌコリヤナギは平成22年調査以降に追分で、コナスビは同じく弘法で確認されるようになった。

平成25年度にこれらの調査区で新たに確認された種は、アイバソウ、イ、オオイタドリ、カリヤス、ゴマナ、ツボスミレ、ドロノキ、ナガハグサ、ヌカボ、バッコヤナギ、ホッスガヤ、ヨツバヒヨドリ、ヨモギ雑種（ヨモギ×オオヨモギ）の13種であった。これらのうちドロノキはカルデラ側に自生地があり、風散布種子であることから、自然に分布を広げたものと考えられる。



写真. 光ケーブル埋設工事にともなう掘削土砂の仮置き場（弘法駐車場）。フキが見えており、この土砂を埋め戻すことで、フキは新たな場所で生育することになる（2010年撮影）。

表 7-4-1

調査区No.	1			2			3			4			5			頻度
地点名	弘法トイレ			弘法バス停			追分花壇			追分松尾峠口			追分料金所 花壇			
調査年	H20	H22	H25	H20	H22	H25	H20	H22	H25	H20	H22	H25	H20	H22	H25	
種数	9	12	24	9	14	23	9	10	16	12	16	19	9	14	20	42
アイバソウ															1	1
イ			1									1				2
イタドリ			3		1	3	3	1	2	2	1	1		2	2	11
イヌコリヤナギ								1	1		2	2		1	1	6
エソノギシギシ										1	1	1	1			4
オオイタドリ			1			4						1			1	4
オオバコ	2	4	2	2	2	2	5	4	3	2	3	2	1	2	1	15
オニウシノケグサ		2	1		1	1				1	1	1		2	1	9
オノエヤナギ	2	2	2		1	1	3	1	1		1	1		1	2	12
外来ミミナグサ						1					1	1				3
カリヤス						1						1			1	3
クサイ					1	1	2	3	1		1				1	7
クロコヌカグサ							1									1
コナスビ		1	1		1	1										4
コヌカグサ						1			1		2	1		1	1	6
ゴマナ			1			1			1			2			1	5
ササガヤ			2		1	1								1		4
シロツメクサ			1	2	1	1	1		1	1	1	1		1		10
スギナ	3	1	2	2		1				2	1	1		2	2	10
ススキ	4	1	4	4		2			1			1		1	1	9
スズメノカタビラ	1	2	1	1	2	2		1	1	1	1	1				11
セイヨウタンポポ			1										2			2
タニウツギ			1	1		1		1	1						1	6
ツメクサ										1						1
ツボスミレ			1													1
ドロノキ									1						1	2
ナガハグサ						1										1
ヌカボ						1										1
ネジバナ				1	1			2								3
ノアザミ							1	1	1	1	3	1	1	1	1	9
ノコンギク	2	2	1		1	1			1	1	2	1	1	1	1	12
バッコヤナギ			1													1
ハルジオン		1	1													2
ヒメジョオン	1	2	1	1	1	1	1				1		1			9
フキ	2	1	1		1	1			1							6
フランスギク										1						1
ホソイ													1	2	1	3
ホッスガヤ			1													1
ヤマハギ													1			1
ヨツパヒヨドリ															1	1
ヨモギ	1	3	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	1	1	15
ヨモギ雑種			1													1

## 弥陀ヶ原大駐車場～ホテル前駐車場（表 7-4-2）

弥陀ヶ原大駐車場から弥陀ヶ原ホテル前駐車場にかけての4調査区(No.6～9)の平成20年度、22年度、25年度の調査で出現頻度が最も大きかったのはヨモギとシロツメクサ(各11回)で、エゾノギシギシ、オノエヤナギ、スズメノカタビラ、フキが出現頻度10回でつづいた。これらの調査区のうち、六甲学院前(No.7)の区画は立山センター改築時に床掘りした土砂を盛って緑化したところで、緑化資材に混入していたシロツメクサやタチオランダゲンゲなどが繁茂し続けている。また、弥陀ヶ原大駐車場(No.6)は、春先には除雪時の雪捨て場になっているほか、平成22年には光ファイバーケーブル埋設工事の掘削土砂仮置き場として、平成24年には遊歩道の木道の架け替え工事資材置き場として利用されるなど重機の出入りがあって、外来植物の持込まれる機会が多い場所である。一方、弥陀ヶ原バス停(No.8)から弥陀ヶ原ホテル駐車場の一部、散策路入口にかけては、当初碎石の敷き均しであったが、平成22年秋に舗装されて外来植物の生育場所が制限されるようになった。ただしバス待合所横の花壇は、セイヨウタンポポ、スギナ、ヨモギなどの発生源になっている可能性がある。

平成20年度の調査時にこの区間で出現した種のうち、その後の調査で確認されなかったのはクロコヌカグサ、タガラシ、ネジバナ、ヒメジョオンとフランスギクの5種であった。また、エゾノタカネヤナギは平成20年調査時に地上部を除去、22年度調査時に萌芽しているのが確認されたが、25年調査時には萌芽枝はみられず、完全に除去できたものと思われる。そのほかエゾノギシギシ、セイヨウタンポポなどは平成25年度調査時にはそれまでよりも生育が減少傾向を示しており、除去活動の効果がでたものと思われる。



写真. 弥陀ヶ原バス停待合室周辺花壇.  
この中にもゴマナなどの外来種が混ざっている。

それに対して平成 25 年度の調査で新たに確認されたのは、イヌガラシ、オオイタドリ、キバナカワラマツバ、ケキツネノボタン、ゴマナ、セイヨウウツボグサ、ツボスミレ、ナガハグサ、ヌカボ、ホソイ、ヨツバヒヨドリ、ヨモギ雑種の 13 種であった。

これまでクシロヤガミスゲとして記録してきたものは、再同定の結果コツブアメリカヤガミスゲ (*Carex bebbi* (L.H.Bailey) Olney ex Fernald (E) Bebb's sedge) として今回記載した。

なお、平成 25 年 10 月に大駐車場から弥陀ヶ原ホテル裏にかけて生育していたオノエヤナギの一斉除去が実施された。

表 7-4-2

No.	6			7			8			9			頻度
	弥陀ヶ原 大駐車場			弥陀ヶ原 六甲学院前			弥陀ヶ原 バス停			弥陀ヶ原ホテル前 駐車場			
地点名	H20	H22	H25	H20	H22	H25	H20	H22	H25	H20	H22	H25	
種数	15	25	18	7	11	16	7	12	15	17	12	14	40
イタドリ		2	1	1	1	1			1				6
イタドリ雑種						1							1
イチゴツナギ属 sp.		1	1		3	1							4
イヌガラシ												1	1
ウツボグサ		2											1
エゾノギンギン	2	1	1	1	1		1	1		3	1	1	10
エゾノタカネヤナギ	1	1											2
エゾノミツモトソウ	1	1	1										3
オオイタドリ			1			1			1				3
オオバコ	3	1	1				3	2	2	2	2	2	9
オニウシノケグサ		2						2					2
オノエヤナギ		3	3		4	4	3	2	2	2	2	1	10
外来ミミナグサ	1	1		1	1	1				1			6
キバナカワラマツバ						1							1
クサイ		1								1		1	3
コツブアメリカヤガミスゲ		1	1		1	1							4
クロコヌカグサ	1			1									2
ケキツネノボタン									1				1
コヌカグサ		1	1			1					1		4
ゴマナ			3			1			1			2	4
シロツメクサ	3	3	3	2	4	4		2	1	3	2	1	11
シロバナウツボグサ		1	2						1				3
スギナ	3	2	3				3	3	2	3	3	3	9
ススキ		1										1	2
スズメノカタビラ	2	2	1			1	2	2	1	2	2	2	10
セイヨウタンポポ	2		1					1	1	1	1	1	7
タガラシ										1			1
タチオランダゲンゲ	1	1		5	5	5							5
タニウツギ	1	1											2
タニソバ		1						1					2
ツメクサ										1	1		2
ニワゼキショウ	1	1											2
ネジバナ										1			1
ノアザミ		1			1	1			1	1	2	1	7
ノコンギク					1			1					2
ヒメジョオン										1			1
フキ	2	1	1			1	1	2	1	2	2	1	10
フランスギク	1									1			2
ホソイ			1						1				2
ヨモギ		2	1	2	2	1	2	2	2	2	1	2	11

### 弥陀ヶ原散策路口～カルデラ展望台入口（表 7-4-3）

5 調査区において平成 20 年度、22 年度、25 年度の調査で出現頻度が最も大きかったのはヨモギ（12 回）で、オオバコ（11 回）、エゾノギシギシ、オノエヤナギ、スズメノカタビラが出現頻度 10 回で続いた。

散策路入口（No.10）付近ではホテル敷地に接した自然植生（イワイチョウ・ショウジョウソコ群集）の一角にまでスギナが侵入しているのが平成 22 年度調査時に確認された。その後除去活動が続けられ幾分減少したが、25 年度調査時にはまだ残存している。また、小面積ながらニワゼキショウが定着しており、たびたび除去されるにもかかわらず徐々に拡散しているようである。

弥陀ヶ原ホテル焼却炉跡（No.11B）や立山荘前（No.12）の薬用植物栽培試験地ではタニソバやフランスギク、エゾノギシギシなどの外来植物が定着・繁茂し、盛んに種子散布を行っている。外来植物拡大の発生源になっている可能性があり、早急に対処する必要がある。

平成 20 年度の調査時にこの区間で出現した種のうち、その後の調査で確認されなかった種はないが、エゾノギシギシ、オオバコ、スギナ、ヨモギなどの除去対象種は減少しており、除去効果があったと考えられる。

それに対して平成 25 年度の調査で新たに確認されたのは、イ、オオイタドリ、ゴマナ、セイヨウウツボグサ、ツボスミレ、ナガハグサ、ヌカボ、ホソイ、ヨツバヒヨドリ、ヨモギ雑種の 10 種であった。これは、弥陀ヶ原地区が宿泊施設やバス停など人や物の出入りの多い施設が集中しているために表土が裸地状態になっている面積が大きいことから、新たな外来種が定着しやすいエリアとなっていることを示しているものと考えられる。また、調査区が互いに近接していることから、出現種の構成が均質化していく可能性もある。



写真．木道架け替え前の弥陀ヶ原散策路入口付近。スギナがかなり繁茂していた（2008 年撮影）。

表 7-4-3

No.	10			11A			11B		12			13			頻度
	弥陀ヶ原 散策路入口			弥陀ヶ原 ホテル裏			弥陀ヶ原 焼却炉跡		弥陀ヶ原 立山荘前			カルデラ 展望台入口			
種数	H20	H22	H25	H20	H22	H25	H22	H25	H20	H22	H25	H20	H22	H25	
イ			1			1		1							3
イタドリ					1	2		1	3	1	1	2	1	1	9
イタドリ雑種							1								1
イヌガラシ								1							1
エゾノギシギシ				3		1	2	1	3	2	2	1	1	1	10
オオイタドリ						2		3							2
オオバコ				3	3	3	2	1	2	3	3	2	3	2	11
オニウシノケグサ		1			1					2			2		4
オノエヤナギ			1	2	1			1	1	1	1	1	1	1	10
外来ミミナグサ				2						1	1				3
クサイ					1					2	1		1		4
クロコヌカグサ					1										1
コナスビ											1				1
コヌカグサ			1	1	3	1	3	1		2			1		8
ゴマナ			2			1		3						1	4
シロツメクサ						2		1		2	2		2	2	6
シロバナウツボグサ		1	1		1	1									4
スカシタゴボウ										1	1				2
スギナ	3	2	1	1		1	2		3	2	2				9
スズメノカタビラ				4	4	3		1	4	3	2	3	3	3	10
セイヨウウツボグサ			1												1
セイヨウタンポポ						1			2	1	1	1		1	6
タチオランダゲンゲ									1	1	1				3
タニソバ					1	1	2		2	3	1				6
ツメクサ										1					1
ツボスミレ			1												1
ナガハグサ						1									1
ニワゼキショウ	2		1												2
ヌカボ						1									1
ノアザミ											1		1	1	3
ヒメヌカボ							2								1
ヒメジョオン						1									1
フキ										1	1	2	1	1	5
フランスギク		1				1	1	1			1				5
ホソイ											1			1	2
ヨツバヒヨドリ											1				1
ヨモギ		2	2	3	3	1	2	1	2	1		3	2	1	12
ヨモギ雑種								1							1

## 美松（表 7-4-4）

美松ならびに天狗の鼻駐車場の3ヵ所（No. 14～16）の平成21年度と23年度の調査では通算20種が出現し、イタドリが最も出現頻度が高く6回、次いでオオバコ、オノエヤナギ、シロツメクサ、スズメノカタビラが5回とつづいた。

平成21年調査時に出現した種で、23年調査時に確認されなかった種はススキとノコンギク（いずれも天狗の鼻第1駐車場）であった。これらは21年度調査時にかなりの株数があったが、その後光ケーブル埋設工事が行われており、23年度の調査までの間に掘削部が舗装され、また、美松

駐車場は23年度に全面舗装された。そのためこれらの場所では外来種を含む植生が消滅したものと考えられる。

一方、23年調査時に新たに確認されたのは、イヌコリヤナギ、オオイタドリ、オニウシノケグサ、クサイ、コヌカグサ、ゴマナ、ツボスミレ、ツメクサ、ホッスガヤの9種であった。

天狗の鼻第1駐車場は弥陀ヶ原を一望できる見晴らしの良い場所であることから、かつてはベンチを備えた展望所であったが、平成24年時点では樹高5mに達するダケカンバ等に視界が遮られていた。平成24年に弥陀ヶ原がラムサール条約湿地に登録されたことから、バスの車窓から展望できるよう、ダケカンバ等の伐採と駐車場の全面舗装を行う整備が平成25年秋に行われた。今後の植生変化と外来種の侵入状況を注視していく必要がある。

表 7-4-4

No.	14		15		16		頻度
	美松駐車場		天狗の鼻 第1駐車場		天狗の鼻 第2駐車場		
地点名	H21	H23	H21	H23	H21	H23	
種数	6	10	10	13	7	11	20
イタドリ	1	2	3	3	4	2	6
イヌコリヤナギ						1	1
オオイタドリ				2			1
オオバコ	1		3	3	2	1	5
オニウシノケグサ		1					1
オノエヤナギ	2	1	3	2		2	5
クサイ		1				1	2
コヌカグサ		1		2		1	3
ゴマナ		2		3		1	3
シロツメクサ	2		2	2	5	1	5
スギナ	1		2	3	3		4
ススキ			2				1
スズメノカタビラ		1	3	2	4	2	5
セイヨウタンポポ			1	1	1		3
ツボスミレ						1	1
ツメクサ				1			1
ノコンギク			4				1
フキ		1	1	2		2	4
ホッスガヤ		1					1
ヨモギ	4	2		3	3		4

天狗平（表 7-4-5）

天狗平の7カ所（No. 17～23）の平成21年と平成23年の調査で、通算19種の外来種が記録された。これらのうち最も出現頻度が大きかったのはイタドリとスズメノカタビラ（頻度11回）で、シロツメクサとヨモギ（頻度9回）が続いた。

平成21年度に出現した種で23年度に確認されなかった種はスイバとヒメジョオンでいずれも除去されたものと思われる。天狗平山荘では従業員が施設周辺のヨモギなどを毎年除去しているとのことである。一方、23年度調査時に新たに確認された種はオオイタドリ、オオウシノケグサ、コヌカグサ、ゴマナ、ミスジナガハグサの5種であった。これらのうちオオウシノケグサは施設

周辺の資材置き場に集中して見られた。また、ゴマナは光ケーブル敷設後埋め戻された場所に大量に繁茂しているのが確認された。

立山高原ホテルから天狗平山荘にかけてのセイヨウタンポポ、天狗平山荘周辺、天狗平駐車場、休憩所跡地のスズメノカタビラは23年度に生育状況が大幅に低下、あるいは生育が確認されなかったことから、除去の効果があったものと考えられる。また、立山高原ホテルの浄化槽敷設場所において、シロツメクサが調査開始当初から繁茂していたが、平成23年度調査時には在来種のアシボソグサとヒゲノガリヤスが生育しており、拡大する傾向にあると思われた。また、この場所のミミナグサ sp.（平成22年）は外来ミミナグサ（*Cerastium fontanum* Baumg.）とは異なった形態であったため別種として記録した。

表 7-4-5

No.	17		18		19		20		21		22		23		頻度
	立山高原ホテル (浄化槽)		立山高原ホテル周辺		立山高原ホテル～天狗平山荘		天狗平山荘周辺		天狗平駐車場		天狗平休憩所跡地		天狗平歩道起点		
地点名	H21	H23	H21	H23	H21	H23	H21	H23	H21	H23	H21	H23	H21	H23	
種数	8	8	6	7	4	4	9	7	4	8	4	3	8	9	20
イタドリ	4	4	3	3	3	3			3	2	3		1	1	11
エゾノギシギシ			3				2								2
オオイタドリ										2					1
オオバコ	1					1	2	1							4
オオウシノケグサ								2							1
オノエヤナギ			1	1			1				1		1	1	6
外来ミミナグサ	3			1											2
クサイ	1	1							1	1	1				5
コヌカグサ				1											1
ゴマナ		3				2		3		2				1	5
シロツメクサ	5	5	5	2			1	3				1	1	2	9
スイバ													1		1
スギナ				2			3	3		1					4
スズメノカタビラ	5	3	3	3			2	1	3	1	3		1	1	11
セイヨウタンポポ	1	1			3		1					1	1	1	7
ヒメジョオン													3		1
フキ					1	1	1			1		2	1	2	7
ミスジナガハグサ														2	1
ミミナグサ sp.		1													1
ヨモギ	3	1	3		1		1	1	1	1				1	9

国見～大谷（表 7-4-6）

国見第1駐車場から室堂第2駐車場にかけての5ヵ所の調査区で、平成21年度と23年度に調査を実施し、通算17種の外来種が記録された。これらのうち出現頻度が大きかったのはイタドリで各調査区に毎回出現しており（頻度10回）、ヨモギがそれに次いだ（頻度9回）。両種とも平成21年度の調査時には各調査区で生育状況3以上であったのに対して、23年度にはいずれの調査区でもその値よりも大きく下回っていた。また、平成21年度に生育が記録された種のうち、23年度に確認されなかったのは、スイバ、ノアザミ、ノコンギクの3種であった。これらのことから、この区域でも外来植物除去の効果があったことが伺える。

一方、23年度新たに生育が確認された種は、オオウシノケグサ、オオバコ、ゴマナの3種であった。国見第1駐車場のアライドツメクサは舗装の目地部分に生育しており、平成23年調査時には除去作業によりいったん減少したが、25年にこの場所に寄った際には、生育状況が回復している上に、周囲の側溝にまで拡散しはじめているのが確認された。

また、室堂第2駐車場は平成23年度調査でも若干生育状況は低下しているものの、依然としてイタドリ、ヨモギ、スズメノカタビラ、セイヨウタンポポといった主要な外来植物が繁茂しており、新たに確認された種も記録された。これはこの場所が除雪の雪捨て場となっており、道路及び駐車場から持込まれる雪とともに種子が運ばれていることが推察される。

表 7-4-6

No.	24		25		26		27		28		頻度
	国見 第1駐車場		国見 第2駐車場		大谷待避所		大谷		室堂 第2駐車場		
地点名	H21	H23	H21	H23	H21	H23	H21	H23	H21	H23	
種数	8	7	5	6	7	5	4	2	7	8	17
アライドツメクサ	3	1									2
イタドリ	5	3	4	3	4	1	5	2	4	3	10
エソノギシギシ									2	1	2
オオウシノケグサ				1							1
オオバコ						1					1
オノエヤナギ					1				1	1	3
クサイ	1	1									2
ゴマナ							2			1	2
シロツメクサ	1	2								1	3
スイバ	1										1
スギナ			3	2							2
スズメノカタビラ	1	1						1	3	2	5
セイヨウタンポポ	2	1	3	1	1		1		2	2	8
ノアザミ					1						1
ノコンギク					1				1		2
フキ			1	1	1	1	1				5
ヨモギ	4	3	1	3	3	1	4		3	3	9



写真.  
立山高原ホテル  
浄化槽表土に繁  
茂するシロツメ  
クサ（2011年撮  
影）

### 室堂園地西側（表 7-4-7）

室堂ターミナルロータリーからみくりが池展望台を経て地獄谷へ至る遊歩道までの区間の 10 調査区（No. 29～38）において調査したが、地獄谷への遊歩道は地獄谷の火山ガスの噴出が活発化したため、平成 24 年度遊歩道の閉鎖に伴い欠測となった。そのほかの調査区では平成 21 年度と 24 年度の調査で、通算 25 種が記録された。これらの調査区で最も出現頻度が大きかったのはセイヨウタンポポで（頻度 17 回）、次いでスズメノカタビラ（頻度 15 回）、イタドリ（頻度 14 回）であった。平成 21 年度調査時に確認され、24 年度に記録されなかった種は、クロコヌカグサ、スカシタゴボウ、ヒメジョオン、フランスギクの 4 種で、ヒメジョオンとフランスギクについては除去されたが、それ以外の 2 種については自然消滅した可能性がある。

一方、24 年度に新たに確認された種は、オオイタドリ、オオウシノケグサ、オニウシノケグサ、外来ミミナグサ、キバナカワラマツバ、コヌカグサ、ゴマナ、スイバとタカネスイバの雑種、ノコンギク、ミスジナガハグサ、ヨモギの 11 種であった。これらのうちオオイタドリとヨモギはこれまでも目撃されていたが、雑種等の区別で不明な点があったためリストアップされてこなかった。

セイヨウタンポポ、スズメノカタビラなどは 21 年度と比べると 24 年度の方が生育状況のランクが下がっているところが多く、これらの種については除去効果がみられる。しかし、セイヨウタンポポについては、一旦除去した場所において残存している根茎から出芽しているものもあり、地上部除去を繰り返すことで根絶するしか方法はないと思われる。

室堂平は過去には工事資材や緑化資材に混入した種子に由来するものが多かったと思われるが、ターミナル付近は観光客の往来が最も多い場所であり、近年は観光客に付着した種子由来のものが増加していると考えられる。また、ヨモギやスイバなどの外来種と近縁な在来種（ex. タカネスイバ）との交雑種が確認されるようになり、単に生育場所の奪取だけではなく、遺伝子攪乱にまで拡大し始めている。



写真．観光客が多数訪れる室堂広場には、スズメノカタビラが繁茂している。

表 7-4-7

No.	29		30		31		32		33		34		35		36		37		38		頻度
	室堂ロータリー	立山センター車道	立山センター周辺	室堂ターミナル園地	室堂平広場遊歩道	室堂平広場遊歩道	供養塔広場	みくりが池展望台	みくりが池遊歩道	地獄谷への遊歩道											
種数	9	14	5	8	5	9	6	8	8	8	4	7	3	5	5	4	6	6	2	0	26
イタドリ	3	3	3	4	1	3	3	3	3	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
エゾノギンギシ	1	1					1				1										4
オオイタドリ								1		1											2
オオウシノケサ			1							1									1		3
オオバコ	3						3	1	1										1	1	6
オノウシノケサ		1																			1
オノエヤナギ	1		2	2	1			1	2	1				1							8
外来ミミナグサ		1				1													1	1	4
キバナカワラマツバ		1																			1
クロコスカグサ														1							1
コヌカグサ		1																			1
ゴマナ		1		1		1				2		1		2		1					7
シロツメクサ		1				2			2												3
スイバ			1		1				1		2		1		1		1				7
スイバ×タカネスイバ												1									1
スカシタゴボウ										1											1
スギナ							3	3			3	1		1							5
スズメノカタビラ	4	2			3	3	3	2	2	1			2	3	3	2	3	2	1		15
セイヨウタンポポ	3	1	1	1	2	1	1	1	3	1	1	1	1	1	2	1	3	1			17
ノコンギク		1																			1
ヒメジョオン	3																				1
フキ	2	2	1	1	2	3															6
フランスギク	1																				1
ミスジナガハグサ		2		2		2															3
ヤマホタルブクロ															1						1
ヨモギ		3		3		2		3		2		1		1						1	8
備考	イタドリは除去後の出芽, No.38 歩道閉鎖のため欠測																				

室堂園地東側室堂山荘～ミドリガ池 (表 7-4-8)

室堂山荘前遊歩道からミドリガ池広場、エンマ台に至る区間の8調査区 (No. 39~46) で、平成21年度と24年度に調査を実施して、通算17種の外来植物が記録された。これらのうち出現頻度が大きかったのはスズメノカタビラで頻度15回、それにつづきイタドリ (9回)、ノアザミ (7回)、セイヨウタンポポ (6回) であった。平成21年度の調査時に記録された種のうち、24年度に確認されなかった種はエゾノギンギシ、エゾノミツモトソウ、オオバコ、スイバ、セイヨウオダマキの5種で、いずれも除去されたものと推察される。

一方、平成24年度調査時に新たに生育が確認されたのは、ゴマナ、ハンゴンソウ、ヨモギの3種であった。これらのうちヨモギについては、21年度の調査でオオヨモギと誤同定されていたためである。これらのほかエンマ台ではカノコソウが21年度、24年度とも記録されているが (今回の表からは除外)、山地帯では在来種として生育しており、室堂平での分布が本来あるべきか再検討する必要がある。

さらに、24年度に生育が初めて確認されたハンゴンソウは、天狗平で群落を形成しており (調査区外)、ここから拡大してきたものと考えられる。ハンゴンソウは本来ブナ帯のやや湿った草地に生育する種であることから、これについても早急に除去対象種とするか検討する必要がある。

表 7-4-8

No.	39		40		41		42		43		44		45		46		頻度
地点名	室堂山荘 遊歩道		室堂山荘 遊歩道		室堂山荘 横		玉殿岩屋 への道		エンマ台		ミドリガ池 遊歩道		ミドリガ池 遊歩道		ミドリガ池 広場		
	H21	H24	H21	H24	H21	H24	H21	H24	H21	H24	H21	H24	H21	H24	H21	H24	
種数	3	7	6	6	4	3	2	1	5	3	8	8	9	4	4	3	17
イタドリ		1	2	2	1	1			3	2	2	1					9
エゾノギシギシ													1		1		2
エゾノミツモトソウ											1						1
オオウシノケグサ		1		1							2	2					4
オオバコ					1						1		1				3
オノエヤナギ			1									3	1		1	1	5
外来ミミナグサ									2		2	1		1			4
ゴマナ		1														1	2
スイバ	2		2		1								1				4
スギナ			1	1			2										3
スズメノカタビラ	2	2	3	1	3	3		1	3	3	2	2	2	2	2	2	15
セイヨウオダマキ			1										1				2
セイヨウタンポポ	1	1		1			3		1				1				6
ノアザミ									3	1	3	1	1	1	1		7
ハンゴンソウ		1															1
フキ											1	1	2	1			4
ヨモギ		1		1		1						3					4
備考	カノコソウ増加																

弥陀ヶ原ホテル～遊歩道分岐点（表 7-4-9）

平成 24 年度に弥陀ヶ原から大日平にかけての湿地がラムサール条約登録湿地に指定されたことにもない、同年秋に弥陀ヶ原散策路の木道の架け替え、ならびに休憩場所の改修、一部歩道の付け替え工事が実施された。平成 25 年度にはこのルートを利用するガイドツアーも実施されるようになり、今まで以上に観光客が利用するようになった。観光客等によって持ち込まれる外来植物のモニタリングを行うために、平成 25 年度新たに 5 ヶ所調査区を設けた（No. 51～55）。



写真．整備された弥陀ヶ原散策路の休憩所



写真. 弥陀ヶ原 25 年度休憩所を整備したことによって、麻布で覆われた休憩所跡地



写真. 木道架け替え前の弥陀ヶ原散策路入口付近。スギナがかなり繁茂していた（2008 年撮影）。

この区間全体の外来種の出現種数は 4 種で、これらのうちイタドリとゴマナの出現頻度が最も多く 3 ヲ所で確認された。ホテルから最も離れている No. 55 の木道 T 字路では、外来種は確認されなかった。 No. 52、53 の休憩所はこれまで表土が流されて地面が露出していたが、石畳に改修された。そのためこれまで遊歩道の一部として使われていた場所を植生回復させる試みがなされ、表土流出防止の麻布が敷かれていたが、施工前まで繁茂していたイタドリが麻布を突き破り多数出芽していた。このほか在来種のクモニガナとシロバナクモニガナが多数生育していた。

今回の調査では外来種が 4 種しか確認されなかったが、今後これらがどのように推移するかモニタリングを継続するとともに、ラムサール条約登録湿地へのアプローチとして広がる湿原であるので、外来植物を拡散させないためにも早めに除去していくことが望まれる。



写真. 碎石の駐車場で繁茂するオオバコ

表 7-4-9

No.	51	52	53	54	55	頻度
地点名	弥陀ヶ原 ホテルと 休憩所 の中間 地点	弥陀ヶ原 休憩所 上部	弥陀ヶ原 休憩所 下部	弥陀ヶ原 遊歩道 分岐点	弥陀ヶ原 遊歩道 T 字路	
	H25	H25	H25	H25	H25	
種数	2	2	3	1	0	4
イタドリ		2	2	2		3
オオバコ			1			1
コヌカグサ	1					1
ゴマナ	3	1	1			3

## 参考文献

- 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.
- 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.
- 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.
- 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. 138pp. 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専門委員会（2013）弥陀ヶ原～室堂 立山ルート沿線植生復元状況調査 10 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 5. 立山ルート緑化研究委員会年報（平成 24 年度）14 : 16-21.
- 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.
- 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.

## 第 8 章      ブナ林保全対策事業      (大宮 徹)

### 8.1 事業の目的

立山黒部アルペンルートは中部山岳国立公園を横断して富山県中新川郡立山町と長野県大町市を結ぶ山岳観光ルートで、例年 100 万人前後の利用者がある(長野県大町市・富山県立山町, 2010)。その富山県側の車道区間は標高 666m の桂台と 2450m の室堂とを結んで 1971 年(昭和 46 年)に全線開通した。これに先立ち 1955 年(昭和 30 年)にルートの一部である立山ケーブルカー(昭和 29 年開通) 終点の美女平(標高 973m) と室堂までのほぼ中間地点となる弘法(標高 1600m) を結ぶ自動車道路が開通し、高原バスの運行も開始された。アルペンルートの全線開通直後、利用者数は前年の 10 万人台後半から一挙に 65 万 6 千人に増加し(日本自然保護協会・富山県自然保護協会, 1976)、通行車輛による植生への影響が懸念されるようになった。美女平からブナ平(標高 1190m) に広がるスギ-ブナ群落(宮脇, 1977) は、この車道をはさんだ幅 700m 前後の台地上にあり、道路際にも見られるスギの巨木とならんで、ブナの大径木も多く、アルペンルートの利用者に立山の自然を最初に印象づける景観といえる。この区間が未舗装であった時期には砂塵によってスギの樹勢が衰退していることが報告された(林試造林プロジェクトチーム, 1972; 清水充, 1973; 清水充, 1974; 澤田ほか, 1976)。ブナについては、アルペンルート全線開通後しばらく、この区間の車道沿線での衰退は報告されていなかったが(富山県・日本林業技術協会, 1975; 河野, 1979)、1980 年を過ぎてから一部のブナ大径木の活力が低下し(河野, 1981)、はじめは美女平およびブナ平において(河野, 1982)、ついでブナ坂で(河野, 1984) 枯損が目立つようになった。その後さらに車道沿線で枯死する大径木が出はじめ、それらの林床の多くでササなどが繁茂し、天然更新が妨げられていると指摘された(谷本, 1991; 富山県・日本林業技術協会, 1993a) ことから、富山県はブナ苗を植栽することにより、森林更新を促す「立山ブナ林保全対策事業」を平成 8 年(1996 年)に開始した(石田, 2002)。

### 8.2 対象地と植栽方法

植栽地は、すでに人為的攪乱を強く受けている車道沿線に限定し、ブナ苗の植栽は、アルペンルート沿線の標高 970m(美女平) から 1,194m(ブナ平)にかけて、5 箇所(面積 104~302 m<sup>2</sup>)で実施された(表 8-1, 図 8-1)。いずれも 1~数本のブナ大径木が枯損した箇所で、ササ類などが林床を覆って森林の更新を遅滞させていた。各地点の事業前の状況と植生方法は以下のとおりであった(石田, 2002)。

#### 【ブナ坂 A(標高 1096m)】1996 年度(平成 8 年度)植栽

アルペンルートと愛鳥荘の間で大径木 2 本が立ち枯れした箇所で、植栽前、一帯は高さ 0.6~1 m のクマイザサに覆われて地表付近は暗く、3 年生のブナの稚樹はあったものの、まったく成長

していなかった。植栽にあたっては、ブナ苗1個体ごと林床に1m×1mの坪刈りを行い、クマイザサの根茎を除去し、合板で囲うことによりクマイザサ根茎の侵入を防止した。樹高53±8cmの苗33個体が植栽された。

【ブナ平（標高1194m）】1997年度（平成9年度）植栽（図8-2）

アルペンルート沿いの「ブナ平」の標識から車道をはさんだ対面の林内で、大径木1本が枯死して倒れていた箇所。一帯は平均2mの高さのチシマザサに覆われ、他にヤマブドウなども繁茂し森林の更新を遅滞させていた。ブナの稚樹は倒木上でわずかに更新しているだけであった。植栽にあたっては、林床植生全体を刈払い、チシマザサの根茎を除去して合板によるチシマザサ侵入の防止も行った。当初56本が植栽されたが、そのうち7本は滞水地に植えられて枯死したため、集計からは外している。残りの49本の苗は植栽当初、樹高55±16cmであった。

【美女平B（標高970m）】1998年度（平成10年度）植栽

美女平給油所の裏手の林内で、大径木2本が枯死して倒れていた箇所で、一帯は高さ2～3mのチシマザサが密生していた。他に低木性樹種も森林の更新を阻害していた。植栽にあたっては、チシマザサや低木層を除去した。樹高76±36cmの苗34個体が植栽された。

【美女平A（標高970m）】1999年度（平成11年度）植栽

美女平Bの植栽地に連続した林内で、大径木1本が枯死して倒れていた箇所で、一帯はチシマザサが密生し、低木性樹種とともに森林の更新を阻害していた。植栽にあたっては、チシマザサや低木層を除去した。樹高78±27cmの苗36個体が植栽された。

【ブナ坂B（標高1103m）】2000年度（平成12年度）植栽

アルペンルート沿いブナ坂のカーブ内側で、1998年の台風の際、大径木が数本倒れた台地状の林内で、チシマザサが密生し、ブナの稚樹はほとんど見られなかった。植栽にあたっては、チシマザサ、クマイザサ、オオイタドリ等の草本に限定して刈り取りを行い、ブナ苗1個体ごとに50cm×50cmのササ類根茎を除去した。当初43本が植栽されたが、そのうち2本は道路沿線の刈払いで折損したため、集計からは外している。残りの41本の植栽当初の樹高は113±20.1cmであった。

表8-1 植栽の概要（測地系：WGS 84）

地点名	北緯	東経	標高 (m)	着手前		面積 (㎡)	植栽年度	解析対象 (本)
				ブナ大径木	優占ササ類			
ブナ坂A	36° 34' 54"	137° 28' 23"	1096	2本枯死	クマイザサ	104	1996	33
ブナ平	36° 34' 46"	137° 28' 44"	1194	1本枯死・倒木	チシマザサ	302	1997	49
美女平B	36° 35' 03"	137° 27' 32"	970	2本枯死・倒木	チシマザサ	143	1998	34
美女平A	36° 35' 03"	137° 27' 32"	970	1本枯死・倒木	チシマザサ	287	1999	36
ブナ坂B	36° 34' 54"	137° 28' 23"	1103	数本枯死・倒木	チシマザサ	207	2000	41
							合計	193

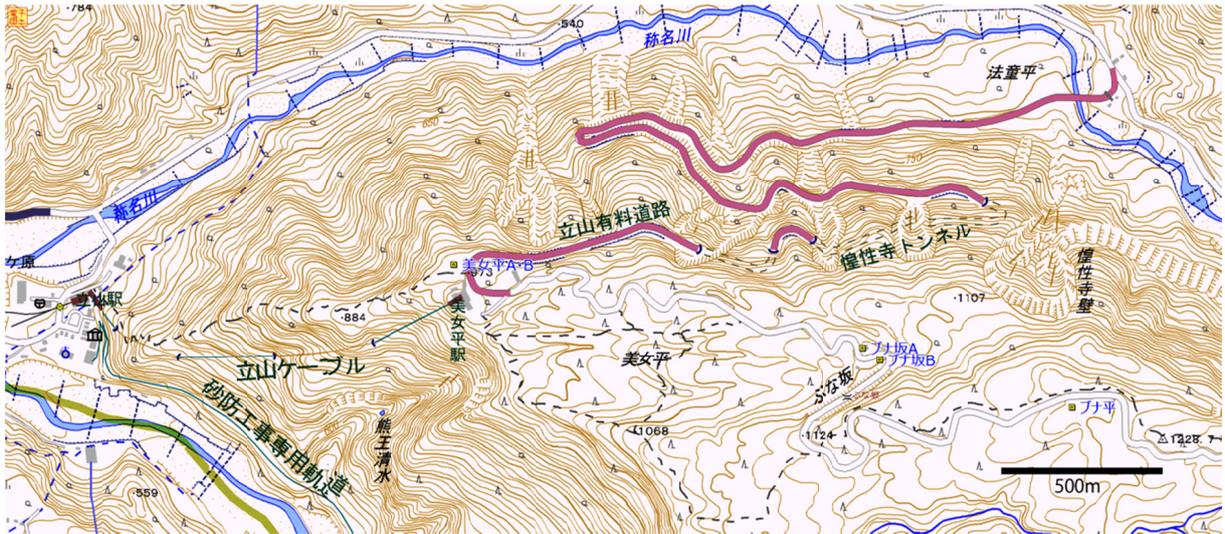


図 8-1 植栽地 (『地理院地図 レベル16』国土地理院)



図 8-2 植栽地 (ブナ平 2012年5月28日)

### 8.3 調査方法

#### 【個体ラベル】

個体番号を刻印したアルミラベルをブナ苗植栽時に付した。

#### 【樹高（1996年から計測）】

測竿によりcm単位で樹高を計測した。

#### 【胸高直径（2006年から計測）】

樹高が1.3mを越えた個体は胸高直径を計測し、計測位置をペンキでマークし、翌年からも同じ位置で計測した。はじめはノギスを使用してmm単位で計測し、成長によりノギスによる計測が不正確となった時点からは直径巻尺を使った計測に切り替えた。

樹高と胸高直径は毎年ブナの成長が休止期に入る秋に調査し、同時に各種被害状況を記録した。

#### 【被害の類別】

各個体は以下のように定義する被害状況で類別して集計した。

雪害：積雪による幹割れまたは枝折れなど

食害：野生動物による幹や枝などの食害

落枝下：上層木の枝落ちなどによる下敷き

ツル被覆：蔓性植物による被覆、倒伏など

被害なし：上記のような被害の経験がこれまでないこと

#### 【調査日】

2008年（平成20年）10月1日

2009年（平成21年）10月19日

2010年（平成22年）10月18日

2011年（平成23年）10月12日

2012年（平成24年）10月12日

2013年（平成25年）10月22日，24日

## 8.4. 調査結果

### 8.4.1. 植栽木の現況

2008年10月の時点で193個体中181個体が生存していたが、その後2013年10月までに11個体が枯死し、生存している植栽木は170個体、生存率は88.1%となった(表8-2)。全生存個体の平均樹高は2008年の234.1cm±72.0cmから2013年は299.3cm±108.9cmに、また樹高130cmを超えた個体の平均胸高直径は2008年の14.5mm±8.7mmから2013年は23.1mm±14.6mmへとそれぞれ増加していた。植栽木の中で樹高と胸高直径ともに最大の個体はブナ坂Bに植栽したNo.145の個体で、2013年には樹高が609cm、胸高直径は66.0mmに達していた(図8-3、最も右上の○)。植栽後の第一段階の目標は、更新を妨げていたササ類の被圧を逃れることであったが、すでに植栽木全体の71.5%(生存個体の81.2%)にあたる138個体の樹高がササ類の群落高である2mを越えた(図8-3)。

表8-2 各植栽地での各種被害および枯死数

植栽地	被害なし	ツル被覆	落枝下	食害	食害+雪害	雪害	2008年以前に枯死	2009年以降に枯死	小計	枯死率(%)
ブナ坂A (1996年植栽)	2	10	6	6	1	5	3	0	33	9.1
ブナ平 (1997年植栽)	17	12	0	1	0	10	3	6	49	18.4
美女平B (1998年植栽)	5	1	4	8	6	8	0	2	34	5.9
美女平A (1999年植栽)	11	2	3	12	1	4	1	2	36	8.3
ブナ坂B (2000年植栽)	19	1	0	3	1	11	5	1	41	14.6
小計	54	26	13	30	9	38	12	11	193	
全植栽木に対する割合(%)	28.0	13.5	6.7	15.5	4.7	19.7	6.2	5.7	100	11.9

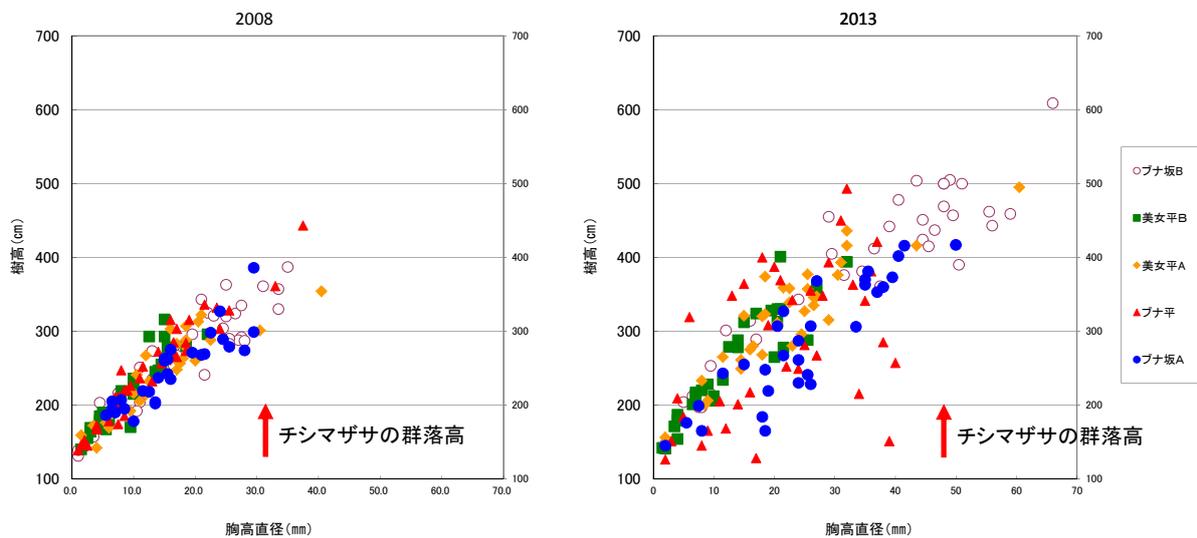


図8-3 2008年秋と2013年秋における植栽木(H≥130cm)の樹高と胸高直径

一方、2013年までに枯死した植栽木23個体について、枯死に至る主なきっかけになったと考えられる被害を比べると、雪害が最も多い17個体、次いで雪害と食害の双方を受けたものが3

個体，そして食害のみが2個体，落枝下によるものが1個体であった（表8-3）。

表8-3 各植栽地での枯死の主なきっかけと各個体の枯死年

	落枝下	雪害	雪害+食害	食害
美女平A	2008			
		2013	2013	
美女平B			2012	
			2013	
ブナ坂A		2000		
		2000		
		2004		
ブナ坂B		2004		
		2005		
		2005		
		2005		
		2007		
		2009		
ブナ平		2000		
		2004		
		2005		
		2010		
		2012		2012
				2012
		2013		
	2013			

植栽地別の生育・成長の状況は以下のとおりであった（図8-4）。

【ブナ坂A】1996年度（平成8年度）植栽

解析対象としている植栽木33個体のうち2008年から2013年までの期間，30個体が生存していた。2000年に2個体が枯死し，2004年にさらに1個体が枯死した。枯死原因はいずれも雪害によって主軸が折れたためであった。植栽3年後の1999年には半数以上の個体がこの地点の林床を優占していたクマイザサの群落高を超える樹高1m以上に成長した。

2013年秋の時点で生存する30個体の樹高は $285.4 \pm 81.8\text{cm}$ ，胸高直径は $25.0 \pm 11.8\text{mm}$ で，2008年以降2013年までの各年の樹高の変化率は1.84～8.47%の増加であった。2008年前後から半数以上の個体にヤマブドウやマタタビの蔓が覆い被さるようになり，主幹が傾いている植栽木も見られた。今のところ平均樹高などに大きな影響は見られないが，今後注意して経過を観察する必要がある。

【ブナ平】1997年度（平成9年度）植栽

2001年，2003年，そして2005年にそれぞれ1個体ずつ雪害による折損で枯死し，その後2010年に1個体，2012年に3個体，そして2013年に2個体が雪害および食害と雪害により枯死した。これにより，解析対象とする植栽木49個体のうち2013秋年の段階で生存しているのは40個体となった。植栽10年後の2007年に半数を超える26個体の樹高がチシマザサの群落高である2mを越えた。

2013年に生存する個体の樹高は $263 \pm 115.2\text{cm}$ ，胸高直径は $18.9 \pm 12.6\text{mm}$ で，2008年以降2013年までの各年の樹高の変化率は2.0～4.0%の増加であった。2007年頃からヤマブドウの蔓が覆い被さるようになり，2013年には10個体が被覆されていた。今後注意して経過を観察する

必要がある。

#### 【美女平 B】1998 年度（平成 10 年度）植栽

解析対象としている 33 個体のうち、2013 年に雪害で損傷を受けていた 2 個体が枯死した（受傷は 2001 年と 2009 年）。半数以上の個体がチシマザサの群落高 2m を越えたのは 2011 年秋であった。

2013 年に生存する 31 個体の樹高は  $240.2 \pm 88.8\text{cm}$ ，胸高直径  $13.4 \pm 8.2\text{mm}$  で、2008 年以降 2013 年までの各年の樹高の変化率は 0.5～9.1% の増加であった。

#### 【美女平 A】1999 年度（平成 11 年度）植栽

解析対象としている 36 個体のうち 1 個体が 2008 年に落枝の下敷きになったことが原因で枯死した。落枝の下敷きになって枯死した唯一の例である。2013 年には雪害で損傷を受けていた 2 個体が枯死した（受傷は 2002 年と 2006 年）。また、多くの個体がウサギ類の食害を受けてきた。植栽 8 年後の 2007 年に半数を越える 19 個体がチシマザサの群落高 2m を越えた。

2013 年に生存していた 33 個体の樹高は  $321.5 \pm 71.9\text{cm}$ ，胸高直径  $22.3 \pm 10.9\text{mm}$  で、2008 年以降 2013 年までの各年の樹高の変化率は 3.1～9.8% の増加であった。

#### 【ブナ坂 B】2000 年度（平成 12 年度）植栽

解析対象とする 41 個体のうち 1 個体が 2004 年に、3 個体が 2005 年に、そして 1 個体が 2007 年に、いずれも雪害による折損が原因で枯死した。その後 2009 年に 1 個体が雪害による折損が原因で枯死した（受傷は 2003 年）。半数を越える 21 個体の樹高がチシマザサの群落高である 2m を越えたのは植栽 6 年後の 2006 年であった。

2013 年の時点で生存する 35 個体の樹高は  $385.9 \pm 112.8\text{cm}$ ，胸高直径は  $34.3 \pm 18.3\text{mm}$  と、全植栽地の中で最も高かった。最大の個体（No.145）は樹高 609 cm，胸高直径 66.0 mm に達し、全植栽地の中でも最大であった。2008 年以降 2013 年までの各年の樹高の変化率は 6.5～8.3% の増加であった。

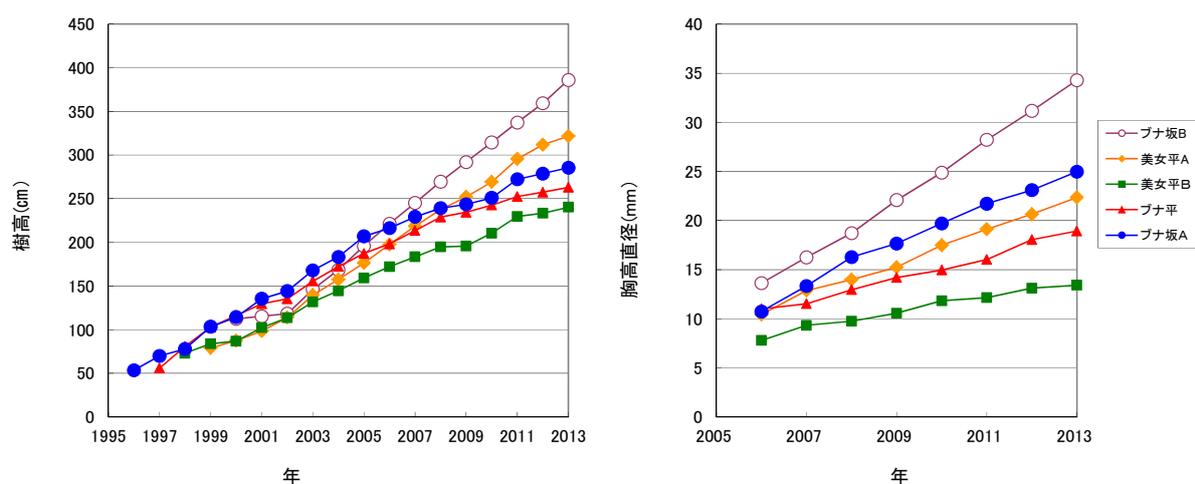


図 8-4 植栽地ごとの平均樹高と平均胸高直径の推移

### 8.4.2. 各種被害と成長の推移

これまで枯死が最も少ない植栽地は美女平 B で、植栽後これまでに枯死したのは 2 個体である (表 8-2, 8-3)。一方、これまでに受けた被害を個体の割合で比較すると、最も少ない植栽地はブナ坂 B で、最も多いのはブナ坂 A であった (図 8-5)。

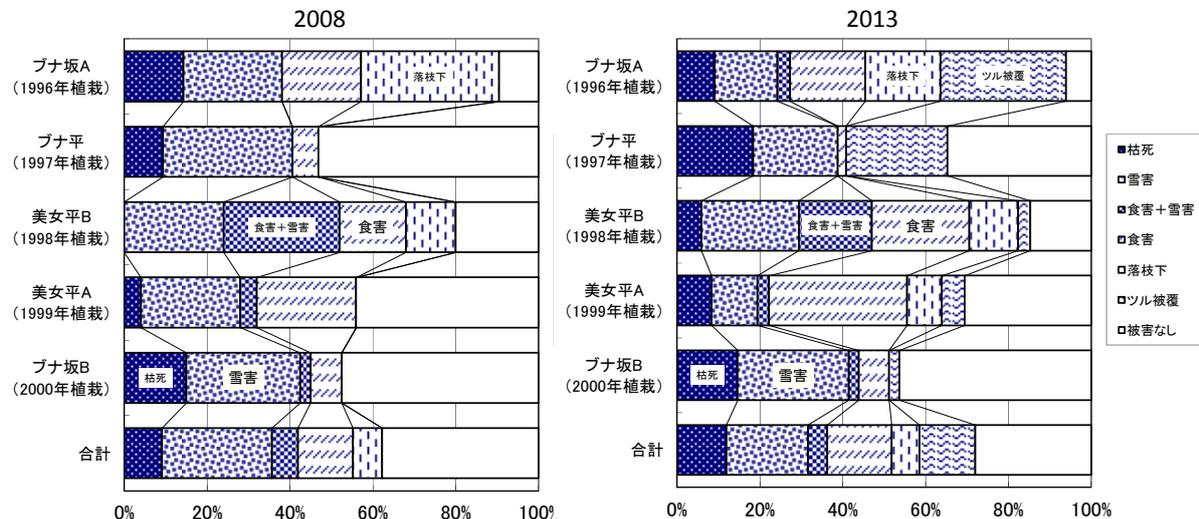


図 8-5 植栽地ごとの被害発生状況

2008 年と 2013 年で植栽木がそれまでに受けた被害の種類を比較すると、2008 年の段階では観測されていなかったツル被覆が 2013 年にはすべての植栽地に拡大していたことが目につく。2013 年 10 月時点で生存している植栽木がこれまでに受けてきた被害は雪害 (47 個体), 食害 (39 個体), ツル被覆 (26 個体), そして落枝下 (13 個体) という順であった (雪害と食害は食害+雪害で 9 個体が重複している; 表 8-2)。食害は噛み跡の形状からウサギ類によるものと思われる, ツル被覆は主にヤマブドウ, 他にマタタビによるものもあった。各種被害のうち, 落枝下以外はすべての植栽地で発生している。一方, このような被害の記録がこれまでまったくない植栽木が 2013 年 10 月の時点では全体で 54 個体あった (表 8-2)。

これらの被害と植栽木の成長との関係を知るために, 被害ごとの樹高および胸高直径の推移を見ると, 食害+雪害と雪害は他の被害区分と比べ低い樹高で推移する傾向があった (図 8-6)。

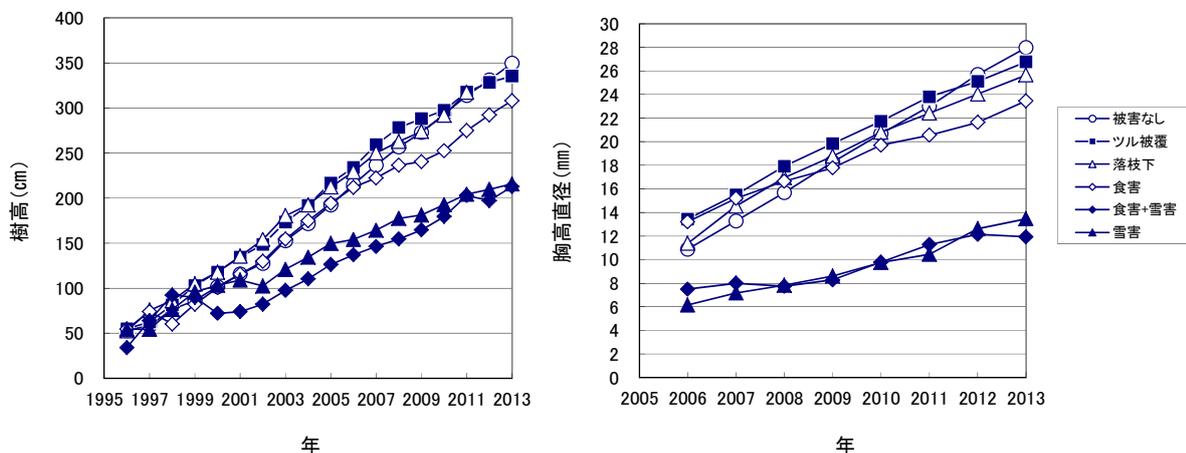


図 8-6 被害区分別の平均樹高と平均胸高直径の推移

そこで食害+雪害が食害または雪害と統合して解析できるか検討するため、2013年の樹高と胸高直径を食害+雪害、食害、雪害の3区分間で比較した。樹高データおよび胸高直径データはKolmogorov-Smirnov検定により、いずれの区分も正規分布( $p > 0.05$ )であると判定された。TukeyのHSD検定により比較した結果(図8-7)、食害+雪害は、雪害とは差がなかったが、食害より有意に低かった( $p < 0.05$ )。このことから、以下では食害+雪害は雪害に統合して解析することとした。

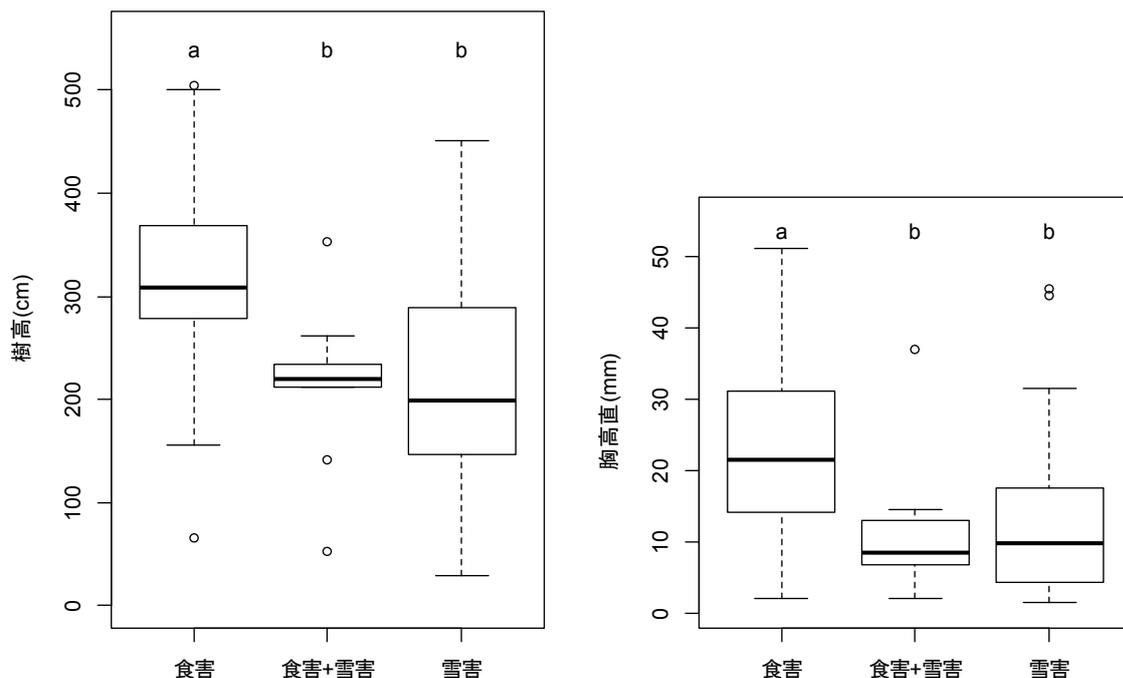


図 8-7 食害・雪害・食害+雪害間での 2013 年の樹高と胸高直径の比較。

異なったアルファベットは有意差 ( $p < 0.05$ ) があることを示す。

2013年の全生存個体の樹高と胸高直径を、ツル被覆、食害、雪害、被害なし、落枝下の5区分間で比較した。被害別の樹高データおよび胸高直径データはKolmogorov-Smirnov検定により、いずれも正規分布( $p > 0.05$ )であると判定された。TukeyのHSD検定による多重比較を行った結果、雪害の樹高( $215.1 \pm 95.4$  cm)は他の被害区分の樹高(被害なしの $349.5 \pm 97.6$  cm, ツル被覆の $335.3 \pm 96.6$  cm, 落枝下の $303.0 \pm 60.5$  cm, 食害の $308.1 \pm 101.2$  cm)のいずれよりも有意に低く( $p < 0.05$ )、一方、雪害以外の被害区分間では差はなかった(図8-8)。また、雪害の胸高直径( $13.2 \pm 11.6$  mm)も他の被害区分の樹高(被害なしの $28.0 \pm 16.3$  mm, ツル被覆の $26.8 \pm 12.3$  mm, 落枝下の $25.7 \pm 6.3$  cm, 食害の $23.5 \pm 13.6$  cm)のいずれよりも有意に低く( $p < 0.05$ )、一方、雪害以外の被害区分間では差はなかった(図8-8)。

このことから、雪害は樹高および胸高直径成長に対する阻害要因となっていると考えられる。これまでの枯死の原因でも、雪害がきっかけとなったと考えられるものが最多であった(表8-3)。

これに対し、食害単独で枯死のきっかけとなったと考えられるものは2個体で、2013年時点での生存個体の成長には影響が見られなかった(図8-6, 8-8)。

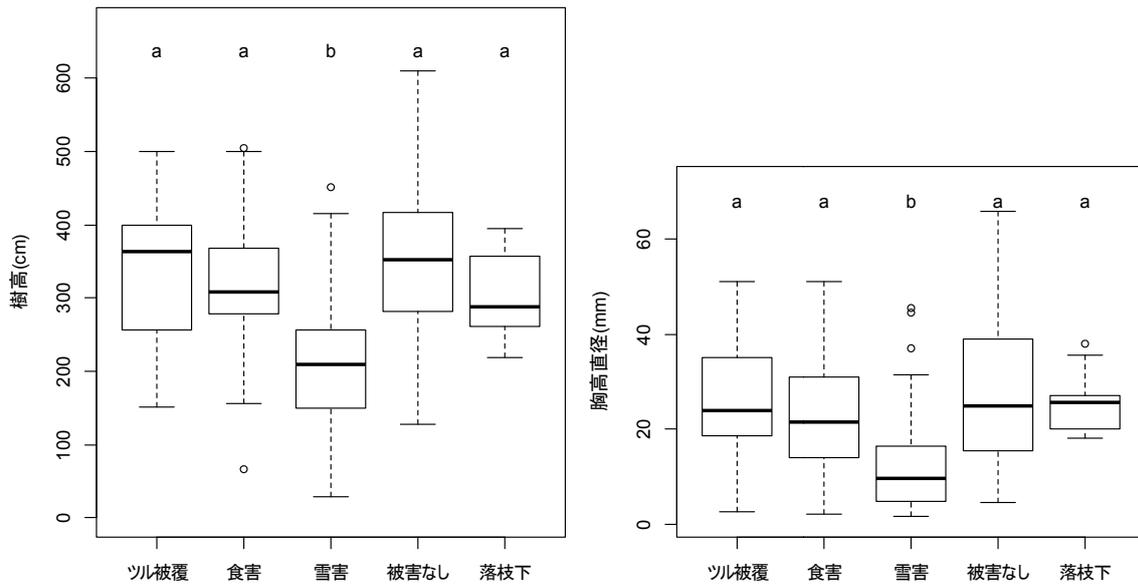


図 8-8 各被害別での 2013 年の樹高と胸高直径の比較。

異なったアルファベットは有意差 ( $p < 0.05$ ) があることを示す。

米田ら (2010) は植栽したブナに対するカモシカの食害が、苗の産地による生理特性の不適合と並んで成長阻害要因となっていたと報告している。本事業地で食害の影響が軽微であったのは、より小型のウサギ類によることが大きな違いであると考えられる。よって本事業地ではとりたて

て食害防止対策を施す必要ないと思われる。

落枝下 (可能な限り復旧) の被害は、樹高成長にも影響が見られなかった (図 8-6, 8-8)。落枝を防止することはほとんど不可能であるが、救出できれば問題は少ないと考えられる。植栽後の管理として、落枝からの救出は不可欠となるが、2013 年に美女平 A の 3 個体と美女平 B の 2 個体を巻き込んだ落枝は、元の直径が 139mm、長さ 4.6m に及ぶブナの枝で、救出に手間取った。植栽にあたっては、将来的にこのような落枝の直撃を受ける可能性のある位置を避けることが必要かと思われる。

ツル被覆については、今のところ樹高成長に対する影響が見られない (図 8-6, 8-8)。しかし、蔓植物による枝葉が覆われる面積は大きく、重さで幹が引き倒されるなどして光条件が悪化する可能性もあり、今後ツル植物の繁茂とともに、植栽木に対する影響を注意して観察する必要がある (図 8-9)。



図 8-9 ヤマブドウに絡まれたブナ植栽木 (ブナ坂 A 2011 年 7 月 8 日)

### 8.4.3. 植栽地間での成長の比較

植栽地間での成長の推移を比較すると、樹高、胸高直径ともにブナ坂 B の植栽木が他の植栽地より上回っている傾向が見られる（図 8-4）。そこで、各植栽地における成長の違いを見るため、2013 年時点での生存個体のうち成長に大きな影響を及ぼしている雪害を受けた個体を除いた樹高と胸高直径を植栽地間で比較した。各植栽地の樹高データおよび胸高直径データは Kolmogorov-Smirnov 検定により、いずれも正規分布 ( $p > 0.05$ ) であると判定された。Tukey の HSD 検定による多重比較を行った結果、ブナ坂 B の植栽地における樹高 ( $436.3 \pm 82.2 \text{cm}$ ) は他のすべての植栽地の樹高（ブナ坂 A の  $296.8 \pm 79.9 \text{cm}$ 、ブナ平の  $308.5 \pm 91.1 \text{cm}$ 、美女平 A の  $326.1 \pm 76.0 \text{cm}$ 、美女平 B の  $290.4 \pm 78.0 \text{cm}$ ）に比べて有意に大きい ( $p < 0.05$ ) ことが分かった（図 3-6-7）。また、ブナ坂 B の植栽地における胸高直径 ( $42.3 \pm 14.3 \text{mm}$ ) は他のすべての植栽地の樹高（ブナ坂 A の  $26.6 \pm 11.1 \text{mm}$ 、ブナ平の  $21.3 \pm 12.0 \text{mm}$ 、美女平 A の  $23.2 \pm 11.5 \text{mm}$ 、美女平 B の  $18.35 \pm 6.9 \text{mm}$ ）に比べて有意に大きい ( $p < 0.05$ ) ことが分かった（図 8-10）。

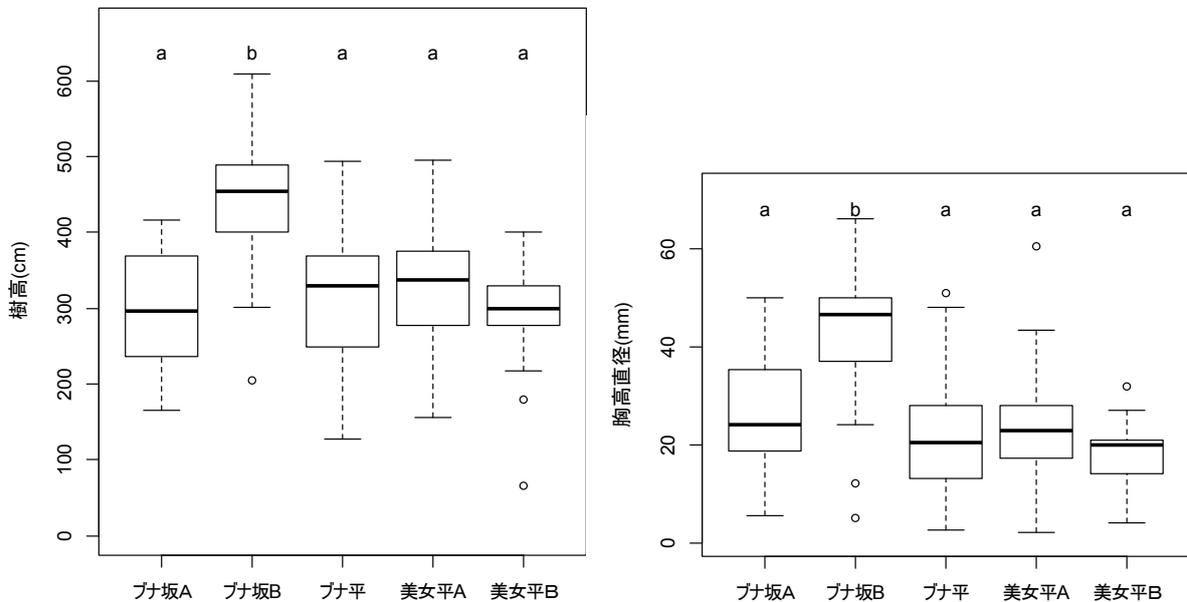


図 8-10 各植栽地間での 2013 年の樹高と胸高直径の比較。  
異なったアルファベットは有意差 ( $p < 0.05$ ) があることを示す。

ブナ坂 B の植栽木の成長と他の植栽地での成長の違いは、2008 年以降、徐々に顕著になってきた（図 8-4）。この成長の差は、ブナ坂 B の植栽地が車道のカーブに切り取られた小さな台地上の  $6 \sim 7^\circ$  程度の傾斜地にあり、他の比較的平坦な植栽地に比べて水はけがよいこと、また植栽当時のササ類の上での相対散乱光が 64%あり（石田, 2001）、他の植栽地の 30~40%（石田, 2004）に比べて明るかったことも関与しているのではないかと思われる。

### 8.4.4. 他の植栽例との比較

ブナの植栽は明治初期のガルトネル・ブナ林（函館営林局, 1985）にはじまって、多くの例が

あるが（阿部, 1963; 中沢, 1982; 橋詰・福富, 1983; 池田ら, 1997; 塚原, 2001; 石田ら, 2004; 長坂ら, 2006; 長谷川ら, 2007; 長谷川, 2009; 長谷川・相浦, 2009), 植栽したブナの成長を10年以上連続して調べた研究は少ない（橋詰・黒井, 1989; 清水, 2004; 米山ら, 2010）。

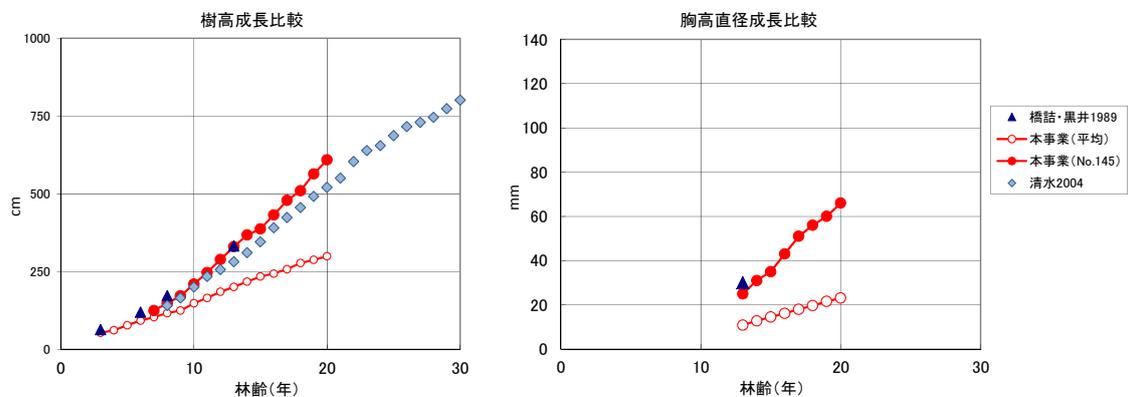


図 8-11 植栽されたブナの初期成長の比較

橋詰・黒井（1989）は岡山県真庭郡川上村（現真庭市）においてブナの3年生苗を植栽し、3年生、6年生、8年生、13年生の段階で樹高を、13年生の段階で胸高直径をそれぞれ計測しているが、その平均値は本事業における最大の個体（ブナ坂 B に植栽された No.145）の成長とほぼ重なっている（図 8-11）。また、清水（2004）は長野県下高井郡野沢温泉村に8年生のブナ苗を植栽し、25年にわたって樹高を計測しているが、その平均値は本事業における最大の個体と平均値との間を推移している（図 8-11）。

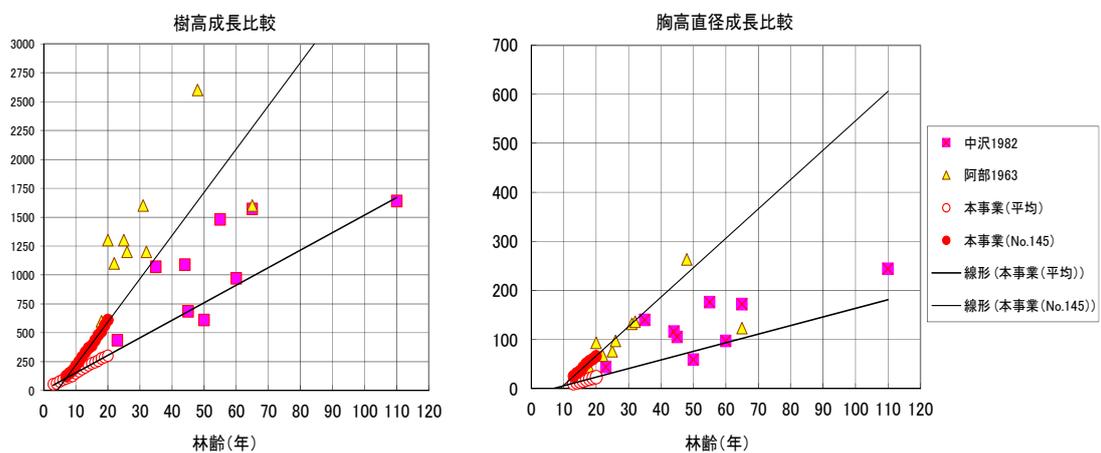


図 8-12 成長の予測と壮齢のブナ人工林との比較

一方、阿部（1963）は新潟県において、林齢18年～70年のブナ人工林について9段階の林齢の個体の樹高と胸高直径を計測している。また、中沢（1982）も新潟県において林齢23～約110年の林分について9段階の林齢で樹高および直径を計測している（図 8-12）。本事業による植栽木の樹高および胸高直径の推移から今後の成長を線形回帰によって予測すると、樹高においては概ね阿部（1963）の値を下回るが、中沢（1982）の値の大半は本事業の最大個体と平均値との間

に入り、胸高直径においては本事業の最大個体と平均値の間に阿部（1963）と中沢（1982）の値がほぼ収まる（図 8-12）。これらのことから、本事業によるブナの初期成長は、全体としてやや低い傾向にあると思えるが、今後、大きな阻害要因が新たに発生しないかぎり、標準的なブナ人工林に達するのではないかと予想される。

#### 8.4.5.今後の課題

本事業では植栽地の設定は、新たに自然状態を攪乱することを避けるため、すでに人為的攪乱を強く受けている車道沿線に限定した。ブナの枯損は森林内部にも拡大しつつあると指摘されるようになっていたが（富山県・日本林業技術協会，1993b），大径木が枯死しても天然更新している箇所は対象外としている。また林内ではブナを含む立山の森林の動態を長期間モニタリングすることにより，地球規模での環境変動の影響を解明する研究も行われている（富山県，2002，2008）。立山の学術参考林としての価値を考慮するならば，車道沿線や園地などの人工的構造物を除いて，ブナ林の消長に人為的な影響を与えることは避けなければならない。立山黒部アルペンルートの観光的価値としてのブナ林再生は，今後も車道に隣接して，明らかに人為的攪乱の見られる範囲に限定するべきであろう。

本事業が目標とするブナ林再生までの第一段階は，更新を妨げていたササ類の高さを越えることで，すでに，植栽木の7割以上がその高さに達したことから，再生への過程は次の段階に入っている。ブナが稚樹から若木に達する段階で周囲の植物も成長しており，ブナの植栽時に確保された光環境等が失われつつあると考えられる。全国いくつかのブナ林天然更新施業地で，一度は更新完了の目安を満たしたと評価されたものの，そのうち他の広葉樹に被圧され，ブナの生育が停滞している例が報告されている（正木・他，2003，正木・他，2012）。今後は他の樹木との競合についても注視していく必要がある。また，ヤマブドウ等のツル植物による植栽木の被覆も植栽木の生育に影響を及ぼすと思われる。場合によってはツル植物を外すなどの作業が必要となるかもしれない。ひきつづきブナ林再生が完了するまでの期間をいくつかの段階に分けて検証可能な目標を設定し，成長過程の解析と，必要な保育管理について検討を加えなければならないと考える。

#### 引用文献

- 阿部正博（1963） ブナ人工植栽地の成長について．新潟県林業試験場研究報告 9：111-130.
- 函館営林局・計画課（1985） 北海道営林局の森林施業 100 選より ガルトネル・ブナ林．北方林業 37（12）：21-23.
- 橋詰隼人・福富章（1983） ブナの人工造林について．94回 日本林学会大会論文集：461-462.
- 橋詰隼人・黒井大（1989） ブナの人工造林に関する研究（Ⅰ） 植栽後 10 年間の成績と造林地内への他樹種侵入状況．広葉樹研究 5：1-12.
- 長谷川幹夫・平英彰・吉田俊也（2007） 積雪寒冷地のブナ人工林における下刈り期間の違いが林分構造に及ぼす影響．日林誌 89(1):14-20.
- 長谷川幹夫（2009） 下刈り期間を変えたブナ人工林の若齢期における下層植物群落の構造とそ

- の変化. 富山県森林研究所研究報告 1 : 1-9.
- 長谷川幹夫・相浦英春 (2009) 豪雪地のブナ人工林における若齢期の霜害と群落構造との関係. 富山県森林研究所研究報告 1 : 10-15.
- 池田裕行・西山教雄・千島茂・大橋邦夫・井出雄二 (1997) 東京大学富士演習林ブナ植栽試験地の成長過程. 東大農学部演習林報告 97 : 1-9.
- 石田 仁 (2001) 立山ブナ保全対策事業. 富山県林業技術センター業務報告. 平成 12 年度 : 47
- 石田 仁 (2002) 平成 8~13 年立山ブナ林保全対策事業報告書, 富山県, 42pp
- 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. 日緑工誌 29 (4) : 503-506
- 石田仁・長谷川幹夫・西村正史 (2004) 暖温帯ブナ・イヌブナ人工林の 28 年時の林分構造と生育状況. 富山県林業技術センター研究報告 17 : 14-21.
- 河野昭一 (1979) 植生調査. (立山道路沿線自然生物定点調査, 富山県・日本林業技術協会). 12-132
- 河野昭一 (1981) 植生調査. (立山道路沿線自然生物定点調査, 第三報, 富山県・日本林業技術協会). 12-89
- 河野昭一 (1982) 植生調査. (立山道路沿線自然生物定点調査, 第四報, 富山県・日本林業技術協会). 12-113
- 河野昭一 (1984) 植生調査. (立山道路沿線自然生物定点調査, 第六報, 富山県・日本林業技術協会) 13-81
- 正木 隆・杉田久志・金指達郎・長池卓男・太田敬之・櫃間 岳・酒井暁子・新井伸昌・市栄智明・上迫正人・神林友広・畑田 彩・松井 淳・沢田信一・中静 透 (2003) 東北地方のブナ林天然更新施業地の現状 ―二つの事例と生態プロセス―. 日林誌, 85(3) : 259-264.
- 正木 隆・佐藤保・杉田久志・田中信行・八木橋勉・小川みふゆ・田内裕之・田中浩 (2012) 広葉樹の天然更新完了基準に関する一考察―苗場山ブナ天然更新試験地のデータから―. 日林誌, 94(1) : 17-23.
- 宮脇 昭 編著 (1977) 富山県の植生, 富山県, 289pp.
- 長野県大町市・富山県立山町 (2010) 立山黒部アルペンルート広域観光圏整備計画書. <http://www.mlit.go.jp/common/000114562.pdf> (最終アクセス日 : 2011 年 12 月 1 日)
- 長坂晶子・長坂有・今博計・小野寺賢介 (2006) 道南地方におけるブナの植栽事例. 北海道林業試験場研究報告 43, 54-60.
- 中沢迪夫 (1982) 広葉樹林の育成に関する研究 (I) ―ブナ人工林の生長について―. 新潟県林業試験場研究報告 25 : 45-64.
- 日本自然保護協会・富山県自然保護協会 (1976) 中部山岳国立公園立山黒部地区公園計画. 中部山岳国立公園 立山黒部地区学術調査報告. 富山県
- 林試造林プロジェクトチーム (1972) 立山ルート大気汚染植生調査. 富山県林業試験場昭和 46 年度業務報告 (第 7 号). 258-272.
- 澤田隆司・安田洋・西村正史 (1976) 立山ルート植生推移調査 (第 4 報). 富山県林業試験場昭

- 和 50 年度業務報告（第 11 号別冊）. 10-14.
- 清水充（1973）立山ルート植生推移調査（第 2 報）. 富山県林業試験場昭和 47 年度業務報告（第 8 号）. 295-303.
- 清水充（1974）立山ルート植生推移調査（第 3 報）. 富山県林業試験場昭和 48 年度業務報告（第 9 号別冊）. 18-22.
- 清水悟（2004）ブナ伐採跡地に植樹したブナ苗木の成長. 筑波大学技術報告 24 : 133-136.
- 谷本丈夫（1991）更新・再生環境調査.（立山ブナ林保全調査報告書, 平成 3 年 3 月, 富山県・日本林業技術協会）90-114
- 富山県（2002）環境変動と立山の自然 一立山植生モニタリング調査報告書一, 小島覚（編）, 富山県
- 富山県（2008）環境変動と立山の自然（Ⅱ）一立山植生モニタリング第Ⅱ期調査成果報告書一, 小島覚（編）, 富山県
- 富山県・日本林業技術協会（1975）立山植生活力度調査報告書
- 富山県・日本林業技術協会（1993a）立山ブナ林保全調査報告書
- 富山県・日本林業技術協会（1993b）立山道路沿線自然生物定点調査（第十五報）
- 塚原雅美（2001）新潟県における既存広葉樹造林地とその経過報告. 新潟県森林研究所研究報告 43 : 9-16.
- 米山ひかる・城田徹央・岡野哲郎（2010）信州大学西駒演習林におけるブナ植栽木の 15 年間の成長過程. 信州大学 AFC 報告 8 : 17-28

## 第9章 要約

### 植生調査

【美女平】林冠層を造林木のスギ，林分の中下層をブナ等の天然更新木が構成している。種数，総合優占度ともに後期ほど増加する傾向が認められた。

【ブナ坂】道路から離れたスギ・ブナ林で，種数，総合優占度ともに後期ほど増加する傾向が認められた。

【ブナ平】道路に接したスギ・ブナ林で，排ガスの影響を受けて森林，植生が衰退しているとも言われている(河野 1999 など)。しかし，本調査では，調査区内の植生の目立った衰退は認められず，他の調査区と同様に後期ほど総合優占度が増加する傾向が認められた。

【上ノ小平】種数，総合優占度ともに後期ほど増加する傾向が認められた。

【弥陀ヶ原】Ⅰ～Ⅲ期の総合優占度はほとんど変化がなかった。池塘湛水面の輪郭形状の経年変化について，小池塘群について松本・竹田(1986)による1984年の測量結果の再測，最大クラスのサイズを持つ3個の大型の池塘について1953年以降の空中写真による写真測量によって検討した。小池塘に関しては少なくとも26年間，大池塘に関しては少なくとも57年間池塘の形状および面積ともに明瞭な変化は認められなかった。ラムサール条約登録地から除外された弥陀ヶ原ホテル周辺域の池塘群においても典型的な自然状態の植生を保有する池塘(約1 m<sup>2</sup>以上)が1000面以上存在していた。

【美松】調査区全体では種数，総合優占度ともに後期ほど増加する傾向が認められた。ただし，道路沿いの林冠層(A1,A2層)のオオシラビソの衰退は顕著で，総合優占度は後期ほど減少していた。オオシラビソの後退した道路沿いに多くの外来種が侵入していた。

【松尾峠】調査区全体では種数，総合優占度ともに後期ほど増加する傾向が認められた。

【鏡石】調査区全体では種数，総合優占度ともに後期ほど増加する傾向が認められた。

【浄土山】本調査区では種数、出現頻度、総合優占度とも変化量が小さく基本的に第Ⅰ期からⅢ期を通し大きな変化は認められない。

【有峰】調査区全体では種数，総合優占度ともに後期ほど増加する傾向が認められた。

【総合評価】ほとんどの調査区で種数，総合優占度ともに後期ほど増加する傾向が認められた。

しかし，これは実際の植生変化を反映したものではなく，以前の野帳を参照しながら調査を行う調査手法に起因するものと考えられた。基本的に，本モニタリング調査の固定調査区内の植生は大きく変化していない。ただし，除雪の影響を強く受けている美松調査区では道路沿いのオオシラビソの衰退枯損が顕著である。

### 気象観測

Ⅰ～Ⅲ期の利用可能な全資料を用い集計した。

#### 【気温】

温量指数はブナ坂で66.2、松尾峠で35.6、鏡石で28.6、浄土山で14.0となり、ブナ坂は温帯落葉広葉樹林帯(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。標高 100m あたりの気温の遞減率を求めると、ブナ坂、松尾峠、浄土山それぞれ 0.54、0.57、0.59℃であり、一般に知られている 0.55℃に近い値だった。

#### 【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、移行帯の上ノ小平では 200～500cm、亜高山帯の美松と松尾峠ではおおむね 400～600cm のレンジで変動した。

#### 【地表面温度（根雪期間）】

ブナ坂ではおおむね 120～170 日、標高 1190～1430m のブナ平、有峰、上ノ小平ではおおむね 150～190 日、標高 1960～2830m の美松、松尾峠、鏡石、浄土山ではおおむね 200～250 日のレンジで変動した。最深積雪深と根雪日数の間には有意な正の相関があった。

### 森林動態調査

#### 【美女平】

胸高直径 100cm 以上の巨木を除き、1998 年の胸高直径と 2012 年までの 14 年間の年平均直径成長量の関係を見ると、有意な正の相関があった。森林の衰退の兆しは認められない。

#### 【ブナ坂】

ミズナラ 2 本でナラ枯れが確認されたが、この 13 年間活力度の低下は認められなかった。ブナとスギの個体サイズと直径成長を比較すると、スギでは大きい個体が依然としてより大きな成長量を維持する傾向が認められた。

#### 【ブナ平】

1999～2006 年の間に中大径ブナ 52 本のうち 9 本が枯死した。枯死木は車道沿いに集中せず調査区内に広く分布する。大径ブナは相次いで枯死したものの、林冠ギャップ下に生育する後継樹の生育は良い。

#### 【上ノ小平】

I 期以来、オオシラビソが衰退する一方でブナの勢力が拡大した。車道に近いほど、胸高断面積合計は小さく疎林で、この 10 年間の枯死木が少なく逆に進階木は多い傾向が認められた。

#### 【美松】

残雪期に、道路に近いオオシラビソの樹冠下に落下した枝葉が大量に堆積している様子が観察される。枝葉の落下は、除雪により吹き飛ばされた雪氷片がオオシラビソの樹冠に当たり損傷したことにより生じた可能性がある。オオシラビソは 2003 年に活力度 5 が最も多かったが、2007、2010 年は活力度 4 が最も多かった。

#### 【松尾峠】

I 期以来、成長、活力度の面から森林の衰退傾向は認められない。

#### 【鏡石】

大サイズの立木ほど枯死率が高い傾向があった。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ているものと推測される。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ことが示唆された。

### 【有峰】

2000年から2010年までの期間で、林分全体で胸高断面積合計が1.07倍となっていた。

### 【全調査区の林分胸高断面積合計の年次推移】

調査区ごとの林分胸高断面積合計の年次推移をみると、I期1回目の調査年の1.01~1.05倍となった。これまでのところ、調査区レベルで衰退が明らかな森林はない。

### 【目視による活力度評価と樹冠画像解析による評価の比較検証】

目視評価による活力度は樹木の直径成長とも関係のある総合的な樹木の生育状態を示す指標となることが示された。DSO(樹冠画像解析)は特定の個体の客観的なモニタリングとして有効であるといえた。

## 年輪年代学的解析

### 【デンドロメータを用いたスギの肥大成長の記録】

調査区〔01〕美女平のスギでは、前年11月の胸高直径に対し、翌年4月には大部分の個体がプラスの値を示していた。これは冬期の休眠中に肥大成長したことを示すわけではなく、雪解けによって生じた土壌水分過飽和による樹幹の膨潤と考えられる。5月の最低値は前年11月の値を下回り、4月~7月の間は成長パターンが“J字型”を示すことが多い。最も成長量の大きかった個体の年輪幅は約2mmであった。コブ病に罹患した衰退木の胸高直径は横ばいもしくは減少していた。

### 【年輪年代学的成長解析】

**スギ** 調査区〔01〕美女平では1995年、1988年、1959年、1943年、1925年、1918年などに大部分のスギの年輪幅が狭くなっていた。一方、1994年、1990年、1977年、1946年、1917年などには旺盛な肥大成長が示された。16個体のスギの平均年輪指数は1950年代の中頃に大きな値を示す一方、1960年代の後半には比較的低い値が数年間続いた。

**ブナ** 調査区〔02〕ブナ坂では1900~1970年頃には大部分のブナの年輪幅が加齢にともなって漸減した。その後、1970~1990年頃には年輪幅の低下傾向が加速したが、1990年代以降は回復傾向を示す個体もあった。1958年、1976年、1984年、1990年、1995年、1999年、2005年などには年輪指数が大きく落ち込み、結実豊作年に年輪幅が著しく狭くなる傾向が認められた。調査区〔03〕ブナ平では、1900~1990年頃に大部分のブナの年輪幅が漸減し、その後、回復傾向がみられる。1999年、1990年、1984年、1976年、1958年などブナの豊作年にはブナ坂のブナと同様に年輪幅が著しく狭くなっていた。調査区〔10〕有峰では、多くの個体で1995年、1990年、1976年などブナの大量結実年の年輪幅が著しく狭い。平均年輪指数は、1960年頃より急減し1993年に最低値を示したが、その後は急速な回復傾向を示した。

**オオシラビソ** 調査区〔06〕美松のオオシラビソは1940年代の前半に年輪幅が一時的に減少していたが、この期間を除けば1900~1950年代後半は概ね横ばい状態で推移していた。1960年頃から1990年頃にかけて年輪幅が減少し、その後は回復傾向にある個体が多い。しかし、道路に近い地点に生育する個体では、弥陀ヶ原~天狗平間の道路工事が始まった1959年以降は年輪幅が激

減っていた。調査区〔07〕松尾峠では、1970年代以降の年輪幅は、ほぼ横ばい状態となっている個体が多かった。調査区〔08〕鏡石では、年輪幅の個体間の相関が低かった。

**ハイマツ** 平均年輪指数は概ね0.8～1.3の範囲内で推移していた。最大で194層の年輪を確認することができた。

【樹木の肥大成長におよぼす気象条件の影響についての解析】

**スギ** 調査区〔02〕ブナ坂では当年7～8月の平均気温が有意な負の寄与を示す一方、前年7月の平均気温は有意な正の寄与を示した。調査区〔01〕美女平では、当年7月の平均気温が有意な負の寄与を示し、月間降水量については、当年1月が有意な負の寄与で、当年7月が有意な正の寄与となった。

**ブナ** 調査区〔10〕有峰のブナの場合にはスギと逆で、当年7～8月の平均気温が有意な正の寄与を示していた。月間降水量については、当年3月と当年6月が有意な正の寄与であった。調査区〔02〕ブナ坂のブナの場合には、当年7月の平均気温が有意な正の寄与を示した。

**オオシラビソ** 調査区〔06〕美松のオオシラビソは、当年6～8月の月平均気温が有意な負の寄与を示したほか、当年9月の月間降水量が負の寄与を示した。調査区〔07〕松尾峠では、当年7月の月平均気温が有意な負の寄与を示し、当年1月の月間降水量が有意な負の寄与を示していた。

## 外来植物調査

平成20～25年に68種（雑種を含む）の外来種を記録した。

### 弘法～追分(調査地点 No. 1～5)

オオバコ、ヨモギ、オノエヤナギとノコンギクの出現頻度が高かった。仮置きされている表土にはフキの発芽が見られた。

### 弥陀ヶ原 (調査地点 No. 6～9, 51～55)

六甲学院前 (No.7) では、緑化資材に混入していたシロツメクサやタチオランダゲンゲなどが繁茂し続けている。除去活動によってエゾノタカネヤナギは完全に除去され、エゾノギシギシ、セイヨウタンポポなどは減少傾向にあると判断される。ラムサール条約登録湿地のアプローチとなる散策路ではイタドリとゴマナの出現頻度が高かった。

### 弥陀ヶ原散策路入口～カルデラ展望台入口(調査地点 No. 10～13)

平成22年度に弥陀ヶ原ホテル敷地(散策路入口, No.10)にスギナが侵入しているのが確認された。弥陀ヶ原ホテル焼却炉跡(No.11B)や立山荘前(No.12)の薬用植物栽培試験地ではタニソバやフランスギク、エゾノギシギシなどの外来植物が定着・繁茂し、外来植物拡大の発生源になっている可能性があることから、早急な対処を要する。エゾノギシギシ、オオバコ、スギナ、ヨモギなどの除去対象種は減少しており、除去効果があったと考えられる

### 美松(調査地点 No. 14～16)

イタドリ、オオバコ、オノエヤナギ、シロツメクサ、スズメノカタビラの出現頻度が高かった。23年度、ススキとノコンギクは、光ケーブル埋設工事にともなう舗装によって消滅した。イヌコリヤナギ、オオイタドリ、オニウシノケグサ等の9種が新たに確認された。

### 国見～大谷(調査地点 No. 17～23)

7 地点において平成 21, 23 年度の 2 回調査を実施した。23 年度の調査において出現頻度が高かったイタドリ、ヨモギは減少傾向にあり、スイバ、ノアザミ、ノコンギクは消滅した。除去活動の効果が表れているものと考えられる。

#### **室堂(調査地点 No. 24~28, 39~46)**

セイヨウタンポポ、スズメノカタビラ、イタドリの頻度が高い。セイヨウタンポポ、スズメノカタビラについては除去効果がみられる。

#### **ブナ林保全**

1996~2000 年、富山県林業試験場(当時)が自然保護課の委託を受け、立山黒部アルペンルート沿線のブナ衰退地の直下で、現地産苗(1993 年生)を用いたブナの人工更新作業を実施した。2013 年 10 月の時点で植栽された 193 個体中 170 個体が生存していた(生存率 88%)。2008 年から 2013 年の期間で、生存個体の平均樹高は 234cm から 299cm に増加した。最大の個体はブナ坂 B に植栽した個体で、2013 年に樹高 6m に達した。植栽後の第一段階の目標は、更新を妨げていたササ類の被圧を逃れることであったが、生存個体の 81%の樹高がササ類の群落高である 2m を越えた。雪害は樹高成長に対する阻害要因となっている。食害単独では成長に大きな影響が見られなかった。落枝を防止することはほとんど不可能であるが、救出できれば問題は少ない。植栽後の管理として、落枝からの救出は不可欠となる。植栽区の別ではブナ坂 B の植栽木の成長が最もよくなっており、その原因として植栽地の水はけがよく明るいことが考えられる。本事業によるブナの初期成長は、他の報告事例と比較しやや低い傾向にあると思えるが、今後、大きな阻害要因が新たに発生しないかぎり、標準的なブナ人工林に達するのではないかと予想される。

# 植物目録

## 立山植生モニタリング調査第Ⅲ期 2008～2013 年度

78 科 201 属 約 340 種（亜種および変種を含む）

### 分布コード

#### 森林調査

階級	胸高断面積合計
0	0
1	0< & =<10%
2	10< & =<20%
3	20< & =<30%
4	30< & =<40%
5	40< & =<50%
6	50< & =<60%
7	60< & =<70%
8	70< & =<80%
9	80< & =<90%
A	90< & =<100%

#### 植生調査

階級	出現頻度
0	0
1	0< & =<10%
2	10< & =<20%
3	20< & =<30%
4	30< & =<40%
5	40< & =<50%
6	50< & =<60%
7	60< & =<70%
8	70< & =<80%
9	80< & =<90%
A	90< & =<100%

#### 外来植物調査

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

桁	調査地
1	美女平
2	ブナ坂
3	ブナ平
4	上の子平
5	美松
6	松尾峠
7	鏡石
8	有峰

桁	調査地
1	美女平
2	ブナ坂
3	ブナ平
4	上の子平
5	弥陀ヶ原
6	美松
7	松尾峠
8	鏡石
9	浄土山
10	有峰

桁	調査地
弘道	
1	弘法トイレ
2	弘法バス停
3	追分花壇
4	追分松尾峠口
5	追分料金所花壇
弥美	
6	弥陀ヶ原 大駐車場
7	弥陀ヶ原 六甲学院前
8	弥陀ヶ原 バス停
9	弥陀ヶ原 ホテル前駐車場
10	弥陀ヶ原 散策路入口
11	弥陀ヶ原 ホテル裏
12	弥陀ヶ原 焼却炉跡
13	弥陀ヶ原 立山荘前
14	カルデラ展望台入口
15	美松駐車場
天大	
16	天狗の鼻第1駐車場
17	天狗の鼻第2駐車場
18	立山高原ホテル(浄化槽)
19	立山高原ホテル周辺
20	立山高原ホテル～天狗平山荘
21	天狗平山荘周辺
22	天狗平駐車場
23	天狗平休憩所跡地
24	天狗平歩道起点
25	国見第1駐車場
26	国見第2駐車場
27	大谷待避所
28	大谷
室	
29	室堂第2駐車場
30	室堂ロータリー
31	立山センター車道
32	立山センター周囲
33	室堂ターミナル園地
34	室堂平広場遊歩道
35	室堂平広場遊歩道
36	供養塔広場
37	みくりが池展望台
38	みくりが池遊歩道
39	地獄谷への道
40	室堂山荘遊歩道
41	室堂山荘遊歩道
42	室堂山荘横
43	玉殿岩屋への道
44	エンマ台
45	ミドリガ池遊歩道
46	ミドリガ池遊歩道
47	ミドリガ池広場
弥	
51	弥陀ヶ原ホテルと休憩所の間地点
52	弥陀ヶ原休憩所上部
53	弥陀ヶ原休憩所下部
54	弥陀ヶ原遊歩道分岐点
55	弥陀ヶ原遊歩道T字路

<b>ヒカゲノカズラ科</b>	<b>LCYPODIACEAE</b>	
ヒメスギラン	<i>Lycopodium chinense</i> Christ	/0000-0-0100-0/
マンネンスギ	<i>Lycopodium obscurum</i> L.	/0002-0-0000-0/
トウゲシバ	<i>Lycopodium serratum</i> Thunb.	/0001-0-0000-0/
ホソバトウゲシバ	<i>Lycopodium serratum</i> Thunb. var. <i>serratum</i>	/4369-0-1200-0/
<b>トクサ科</b>	<b>EQUISETACEAE</b>	
スギナ	<i>Equisetum arvense</i> L.	
	//0000-0-1000-0/弘追 10012-弥美 2033202200-天大 3002031000200-室 0000301100001000000-弥 00000	
<b>ゼンマイ科</b>	<b>OSMUNDACEAE</b>	
ヤマドリゼンマイ	<i>Osmunda chinnamomea</i> L.	/1138-0-4100-2/
ゼンマイ	<i>Osmunda japonica</i> Thunb.	/5402-0-0000-0/
<b>キジノオシダ科</b>	<b>PLAGIOGYRIACEAE</b>	
キジノオシダ	<i>Plagiogyria japonica</i> Nakai	/1000-0-0000-0/
ヤマソテツ	<i>Plagiogyria matsumureana</i> Makino	/AAAA-0-9750-A/
<b>チャセンシダ科</b>	<b>ASPLENIACEAE</b>	
コタニワタリ	<i>Asplenium scolopendrium</i> L.	
	//弘追 00000-弥美 00000000000-天大 000000000000000-室 01000000000000000000-弥 00000	
<b>イワデンダ科</b>	<b>WOODSIACEAE</b>	
メシダ	<i>Athyrium filix-foemina</i> (L.) Roth	/0000-0-2200-0/
ミヤマメシダ	<i>Athyrium melanolepis</i> (Franch. et Savat.) Christ	/0000-0-3100-0/
イヌワラビ	<i>Athyrium niponicum</i> (Mett.) Hance	/0000-0-3000-0/
ヤマイヌワラビ	<i>Athyrium vidalii</i> (Franch. et Savat.) Nakai	/4000-0-1000-7/
シケチシダ	<i>Cornopteris decurrenti-alata</i> (Hook.) Nakai	/1000-0-0000-0/
ハクモウイノデ	<i>Deparia pycnosora</i> (Christ) M. Kato	/4340-0-1200-0/
ミヤマシケシダ	<i>Deparia pycnosora</i> (Christ) M. Kato	/8201-0-0200-0/
イヌガンソク	<i>Onoclea orientalis</i> (Hook.) Hook.	/5307-0-0000-0/
<b>ヒメシダ科</b>	<b>THELYPTERIDACEAE</b>	
ハリガネワラビ	<i>Thelypteris japonica</i> (Bak.) Ching	/1030-0-0000-0/
イワハリガネワラビ	<i>Thelypteris japonica</i> (Bak.) Ching var. <i>glabrata</i> Ching	/4320-0-0000-0/
ヤワラシダ	<i>Thelypteris laxa</i> (Franch. et Savat.) Ching	/6500-0-0000-0/
ミヤマワラビ	<i>Thelypteris phegopteris</i> (L.) Slosson ex Rydb.	/0000-0-5000-0/
オオバショリマ	<i>Thelypteris quepaertensis</i> (Christ) Ching	/0020-0-6420-0/
ヒメワラビ	<i>Thelypteris torresiana</i> (Gaud.) Alston var. <i>calvata</i> (Bak.) Holtt.	/0000-0-1000-0/
<b>シシガシラ科</b>	<b>BLECHNACEAE</b>	
シシガシラ	<i>Blechnum niponicum</i> (Kunze) Makino	/6322-0-0000-0/
<b>オシダ科</b>	<b>DRYOPTERIDACEAE</b>	
ナライシダ	<i>Arachnioides borealis</i> Serizawa	/2100-0-0000-4/

シノブカグマ	<i>Arachnioides mutica</i> (Franch. et Savat.) Ohwi	/AAA9-0-6610-3/
リョウメンシダ	<i>Arachnioides standishii</i> (Moore) Ohwi	/0210-0-0000-0/
ヤブソテツ	<i>Cyrtomium foutunei</i> J. Sm.	/0001-0-0000-0/
ヤマヤブソテツ	<i>Cyrtomium foutunei</i> J. Sm. var. <i>clivicola</i> (Makino) Tagawa	

//弘追 00000-弥美 0000000000-天大 0000000000000-室 01000000000000000000-弥 00000

ミサキカグマ	<i>Dryopteris chinensis</i> (Bak.) Koidz.	/0010-0-0000-0/
オシダ	<i>Dryopteris crassirhizoma</i> Nakai	/2112-0-2010-4/
ベニシダ	<i>Dryopteris erythrosora</i> (Eaton) O. Ktze.	/2100-0-0000-0/
シラネワラビ	<i>Dryopteris expansa</i> (Pr.) Fr.-Jenkins et Jermy	/421A-0-8200-A/
ミヤマベニシダ	<i>Dryopteris monticola</i> (Makino) C. Chr.	/2200-0-1000-0/
ミヤマイタチシダ	<i>Dryopteris sabaei</i> (Franch. et Savat.) C. Chr.	/0001-0-1100-0/
サカゲイノデ	<i>Polystichum retroso-paleaceum</i> (Kodama) Tagawa	/1000-0-1000-1/
ジュウモンジシダ	<i>Polystichum tripterum</i> (Kunze) Presl	/2000-0-0000-1/

## ウラボシ科

## POLYPODIACEAE

ミヤマノキシノブ	<i>Lepisorus ussuriensis</i> (Regel et Maack) Ching var. <i>distans</i> (Makino) Tagawa	/0010-0-0000-0/
----------	---	-----------------

## マツ科

## PINACEAE

オオシラビソ	<i>Abies mariesii</i> Masters	0001-A9A-0/000A-1-AAA0-0/
キタゴヨウ	<i>Pinus parviflora</i> Sieb. et Zucc. var. <i>pentaphylla</i> (Mayr) Henry	0003-000-0/0009-0-0100-0/
ハイマツ	<i>Pinus pumila</i> (Pallas) Regel	/0000-0-00AA-0/
コメツガ	<i>Tsuga diversifolia</i> (Maxim.) Masters	0001-000-0/0001-0-0000-0/

## イヌガヤ科

## CEPHALOTAXACEAE

ハイイヌガヤ	<i>Cephalotaxus harringtonia</i> (Knight) K. Koch var. <i>nana</i> (Nakai) Rehder	/1005-0-0000-8/
--------	---	-----------------

## ヒノキ科

## CUPRESSACEAE

クロベ	<i>Thuja standishii</i> (Gord.) Carr.	0001-000-0/0005-0-0000-0/
ネズコ	<i>Thuja standishii</i> (Gord.) Carr.	/0001-0-0000-0/

## スギ科

## TAXODIACEAE

スギ	<i>Cryptomeria japonica</i> (L. fil.) D. Don	A756-000-0/AA8A-0-0000-0/
----	--	---------------------------

## モクレン科

## MAGNOLIACEAE

ホオノキ	<i>Magnolia obovata</i> Thunb.	1110-000-1/A962-0-0000-4/
タムシバ	<i>Magnolia salicifolia</i> (Sieb. et Zucc.) Maxim.	0011-000-0/8A9A-0-0000-2/

## クスノキ科

## LAURACEAE

クロモジ	<i>Lindera umbellata</i> Thunberg	/0100-0-0000-0/
オオバクロモジ	<i>Lindera umbellata</i> Thunberg var. <i>mambranacea</i> (Maxim.) Momiyama	/AAAA-0-0000-A/

## ウマノスズクサ科

## ARISTOLOCHIACEAE

ヒメカンアオイ	<i>Heterotropa takaoi</i> (F. Maek.) F. Maek.	/391A-0-0000-4/
---------	---	-----------------

## マツブサ科

## SCHISANDRACEAE

マツブサ	<i>Schisandra nigra</i> Maxim.	/1000-0-0000-0/
<b>キンポウゲ科</b>	<b>RANUNCULACEAE</b>	
ヒメイチゲ	<i>Anemone debilis</i> Fisch.	/0000-0-0100-0/
セイヨウオダマキ	<i>Aquilegia vulgaris</i> L.	
	//弘追 00000-弥美 0000000000-天大 00000000000000-室 00000000000000000000-弥 00000	
サラシナショウマ	<i>Cimicifuga simplex</i> Wormsk.	/0000-0-0000-1/
バイカオウレン	<i>Coptis quinquefolia</i> Miq.	/0001-0-0000-0/
ミツバオウレン	<i>Coptis trifolia</i> (L.) Salisb.	/0009-0-5AA4-0/
ミツバノバイカオウレン	<i>Coptis trifoliolata</i> (Makino) Makino	/0001-0-0000-0/
シラネアオイ	<i>Glaucidium palmatum</i> Sieb. et Zucc.	/0000-0-0000-1/
アキカラマツ	<i>Thalictrum minus</i> L. var. <i>hypoleucum</i> (Sieb. et Zucc.) Miq.	/0000-0-1000-0/
モミジカラマツ	<i>Trautvetteria carolinensis</i> (Walt.) Vail var. <i>japonica</i> (Sieb. et Zucc.) T. Shimizu	/0000-0-2400-0/
<b>メギ科</b>	<b>BERBERIDACEAE</b>	
アカミノルイヨウショウマ	<i>Actaea erythrocarpa</i> Fisch.	/0001-0-0000-1/
サンカヨウ	<i>Diphylleia grayi</i> Fr. Schm.	/0000-0-6100-1/
<b>マンサク科</b>	<b>HAMAMELIDACEAE</b>	
マルバマンサク	<i>Hamamelis japonica</i> Sieb. et Zucc. subsp. <i>obtusata</i> Matsumura	/0208-0-0000-0/
<b>ユズリハ科</b>	<b>DAPHNIPHYLLACEAE</b>	
エゾユズリハ	<i>Daphniphyllum humile</i> Maxim.	/3A21-0-0000-2/
<b>ブナ科</b>	<b>FAGACEAE</b>	
ブナ	<i>Fagus crenata</i> Blume	1261-000-9/AAAA-0-0000-A/
ミズナラ	<i>Quercus crispula</i> Blume	1101-000-0/2217-0-0000-0/
コナラ	<i>Quercus serrata</i> Thunb. ex. Muuray	/1000-0-0000-0/
<b>カバノキ科</b>	<b>BETULACEAE</b>	
ミヤマハンノキ	<i>Alnus crispa</i> (Aiton) Pursh subsp. <i>maximowiczii</i> (Call.) Hult.	0000-010-0/0000-0-6000-0/
ケヤマハンノキ	<i>Alnus hirsuta</i> (Spach) Rupr.	0001-000-0//
ヤマハンノキ	<i>Alnus hirsuta</i> Turcz. var. <i>sibirica</i> (Fischer) C. K. Schn.	/0004-0-0000-0/
ネコシデ	<i>Betula corylifolia</i> Regel et Maxim.	0001-000-0/0004-0-0000-0/
ダケカンバ	<i>Betula ermanii</i> Cham.	0001-120-1/0001-0-8500-0/
ミズメ	<i>Betula grossa</i> Sieb. et Zucc.	/2100-0-0000-0/
ウダイカンバ	<i>Betula maximowicziana</i> Regel	0110-000-1/0002-0-0000-2/
ツノハシバミ	<i>Corylus sieboldiana</i> Bl.	/3205-0-0000-6/
<b>ナデシコ科</b>	<b>CARYOPHYLLACEAE</b>	
オランダミミナグサ	<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill.	
	//弘追 00010-弥美 1100000100-天大 00000000000000-室 00000000000000000000-弥 00000	
ツメクサ	<i>Sagina japonica</i> (Sw.) Ohwi	
	//弘追 00000-弥美 0001000100-天大 10000000000000-室 00000000000000000000-弥 00000	

アライドツメクサ	<i>Sagina procumbens</i> L. //弘追 00000-弥美 0000000000-天大 0000000001000-室 00000000000000000000-弥 00000
<b>タデ科</b>	<b>POLYGONACEAE</b>
タニソバ	<i>Persicaria nepalensis</i> (Meisn.) H. Gross //弘追 00000-弥美 1010012300-天大 00000000000000-室 00000000000000000000-弥 00000
ウラジロタデ	<i>Pleuropteropyrum weyrichii</i> (Fr. Schm.) H. Gross /0000-0-1000-0/
イタドリ	<i>Reynoutria japonica</i> Houtt. /0000-0-2000-0/弘追 01112-弥美 2100010112-天大 3243302013312-室 3341332100012102100-弥 02220
オオイタドリ	<i>Reynoutria sachalinensis</i> (Fr. Schm.) Nakai /0000-0-2000-0/弘追 00000-弥美 0000000000-天大 2000002000000-室 02001100000000000000-弥 00000
エゾノギシギシ	<i>Rumex obtusifolius</i> L. //弘追 00010-弥美 1111002210-天大 00000000000000-室 11000010000000000000-弥 00000
<b>マタタビ科</b>	<b>ACTINIDIACEAE</b>
サルナシ	<i>Actinidia arguta</i> (Sieb. et Zucc.) Planchon ex Miquel /1000-0-0000-0/
ミヤママタタビ	<i>Actinidia kolomikta</i> (Maxim. et Rupr.) Maxim. /1100-0-0000-1/
マタタビ	<i>Actinidia polygama</i> (Sieb. et Zucc.) Planch. ex Maxim. /1000-0-0000-0/
<b>シナノキ科</b>	<b>TILIACEAE</b>
シナノキ	<i>Tilia japonica</i> (Miq.) Simonkai 0101-000-0/0100-0-0000-0/
<b>モウセンゴケ科</b>	<b>DROSERACEAE</b>
モウセンゴケ	<i>Drosera rotundifolia</i> L. /0000-9-0000-0/
<b>スミレ科</b>	<b>VIOLACEAE</b>
スミレサイシン	<i>Viola vaginata</i> Maxim. /0000-0-0000-1/
ツボスミレ	<i>Viola verecunda</i> A. Gray //弘追 00000-弥美 0000000000-天大 01000000000000-室 00000000000000000000-弥 00000
<b>ヤナギ科</b>	<b>SALICACEAE</b>
バッコヤナギ	<i>Salix bakko</i> Kimura /0000-0-2000-0/
イヌコリヤナギ	<i>Salix integra</i> Thunberg //弘追 00121-弥美 0000000000-天大 01000000000000-室 00000000000000000000-弥 00000
オノエヤナギ	<i>Salix sachalinensis</i> Fr. Schmidt 0000-010-0/0000-0-3000-0/弘追 21111-弥美 3422010111-天大 2201000010000-室 10201100000000000301-弥 00000
エゾノタカネヤナギ	<i>Salix yezoalpina</i> Koidz. //弘追 00000-弥美 1000000000-天大 00000000000000-室 00000000000000000000-弥 00000
<b>アブラナ科</b>	<b>BRASSICACEAE</b>
イヌガラシ	<i>Rorippa indica</i> (L.) Hiern //弘追 00000-弥美 0000001000-天大 00000000000000-室 00000000000000000000-弥 00000
スカシタゴボウ	<i>Rorippa islandica</i> (Oeder) Borb kg //弘追 00000-弥美 0000000100-天大 00000000000000-室 00000000000000000000-弥 00000

<b>リョウブ科</b>	<b>CLETHRACEAE</b>	
リョウブ	<i>Clethra barbinervis</i> Sieb. et Zucc.	0010-000-0/AAA9-0-0000-0/
<b>ガンコウラン科</b>	<b>EMPETRACEAE</b>	
ガンコウラン	<i>Empetrum nigrum</i> L. var. <i>japonicum</i> K. Koch	/0000-0-0006-0/
<b>ツツジ科</b>	<b>ERICACEAE</b>	
ミヤマホツツジ	<i>Cladothamnus bracteatus</i> (Maxim.) Yamazaki	/1000-0-1380-0/
ホツツジ	<i>Elliottia paniculata</i> (Sieb. et Zucc.) Benth. et Hook.	/2117-0-0000-0/
イワナシ	<i>Epigaea asiatica</i> Maxim.	/4109-0-6320-0/
アカモノ	<i>Gaultheria adenothrix</i> (Miq.) Maxim.	/0003-2-0110-0/
ハリガネカズラ	<i>Gaultheria japonica</i> (A. Gray) Sleumer	/0001-0-0000-0/
シラタマノキ	<i>Gaultheria miqueliana</i> Takeda	/0000-0-0260-0/
ハナヒリノキ	<i>Leucothoe grayana</i> Maxim.	/4348-0-0240-0/
ウラジロハナヒリノキ	<i>Leucothoe grayana</i> Maxim. var. <i>glaucina</i> Koidzumi et Nakai	/0000-0-0100-0/
ウラジロヨウラク	<i>Menziesia multiflora</i> Maxim.	/0002-0-1000-0/
コヨウラクツツジ	<i>Menziesia pentandra</i> Maxim.	/0018-0-0360-0/
ヨウラクツツジ	<i>Menziesia purpurea</i> Maxim.	/0001-0-0000-0/
アオノツガザクラ	<i>Phyllodoce aleutica</i> (Spreng.) A. Heller	/0000-0-0002-0/
ムラサキヤシオツツジ	<i>Rhododendron albrechtii</i> Maxim.	/0019-0-2200-0/
キバナシャクナゲ	<i>Rhododendron aureum</i> Georgi	/0000-0-000A-0/
ハクサンシャクナゲ	<i>Rhododendron brachycarpum</i> G. Don	/0006-0-0160-0/
ミツバツツジ	<i>Rhododendron dilatatum</i> Miquel	/0001-0-0000-0/
ウスノキ	<i>Vaccinium hirtum</i> Thunberg	/0101-0-0000-0/
アクシバ	<i>Vaccinium japonicum</i> Miq.	/3759-0-1000-1/
ナツハゼ	<i>Vaccinium oldhamii</i> Miquel	/1000-0-0100-0/
クロウスゴ	<i>Vaccinium ovalifolium</i> J. E. Smith	/0001-0-76A2-1/
オオバスノキ	<i>Vaccinium smallii</i> A. Gray	/1014-0-89A0-0/
スノキ	<i>Vaccinium smallii</i> A. Gray	/0000-0-0000-1/
クロマメノキ	<i>Vaccinium uliginosum</i> L.	/0001-A-0100-0/
コケモモ	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	/0000-0-000A-0/
ヒメウスノキ	<i>Vaccinium yatabei</i> Makino	/1160-0-4480-0/
<b>イチヤクソウ科</b>	<b>PYROLACEAE</b>	
ウメガサソウ	<i>Chimaphila japonica</i> Miq.	/0010-0-0000-1/
イチヤクソウ	<i>Pyrola japonica</i> Klenz	/0010-0-0000-0/
<b>シャクジョウソウ科</b>	<b>MONOTROPACEAE</b>	
ギンリョウソウ	<i>Monotropastrum globosum</i> H. Andres	/0000-0-0100-1/
<b>イワウメ科</b>	<b>DIAPENSIACEAE</b>	
イワウメ	<i>Diapensia lapponica</i> L. subsp. <i>obovata</i> (Fr. Schm.) Hult.	/0000-0-1000-0/

イワカガミ	<i>Schizocodon soldanelloides</i> Sieb. et Zucc.	/1009-0-1910-0/
コイワカガミ	<i>Schizocodon soldanelloides</i> Sieb. et Zucc. f. <i>alpinus</i> Maxim.	/2002-A-719A-2/
イワウチウ	<i>Shortia uniflora</i> (Maxim.) Maxim.	/650A-0-0100-0/
トクワカソウ	<i>Shortia uniflora</i> (Maxim.) Maxim. var. <i>orbicularis</i> Honda	/1000-0-0000-0/
<b>ハイノキ科</b>	<b>SYMPLOCACEAE</b>	
サワフタギ	<i>Symplocos chinensis</i> (Lour.) Druce var. <i>leucocarpa</i> (Nakai) Ohwi	/9873-0-0000-4/
<b>ヤブコウジ科</b>	<b>MYRSINACEAE</b>	
ヤブコウジ	<i>Ardisia japonica</i> (Thunb.) Blume	/1500-0-0000-0/
<b>サクラソウ科</b>	<b>PRIMULACEAE</b>	
コナスビ	<i>Lysimachia japonica</i> Thunb.	
	/2201-0-0000-0/弘追 11000-弥美 0000000000-天大 00000000000000-室 00000000000000000000-弥 00000	
ツマトリソウ	<i>Trientalis europaea</i> L.	/0003-2-4661-0/
<b>アジサイ科</b>	<b>HYDRANGEACEAE</b>	
クサアジサイ	<i>Cardiandra alternifolia</i> Sieb. et Zucc.	/0001-0-0000-2/
ヤマアジサイ	<i>Hydrangea macrophylla</i> (Thunb. ex Murray) Ser. subsp. <i>serrata</i> (Thunb. ex Murray) Makino	/0000-0-0000-1/
ノリウツギ	<i>Hydrangea paniculata</i> Sieb. et Zucc.	/AAAA-0-0000-6/
ツルアジサイ	<i>Hydrangea petiolaris</i> Sieb. et Zucc.	/A98A-0-0000-A/
エゾアジサイ	<i>Hydrangea serrata</i> (Thunb. ex Murray) Ser. var. <i>megacarpa</i> (Ohwi) H. Ohba	/1110-0-0000-0/
イワガラミ	<i>Schizophragma hydrangeoides</i> Sieb. et Zucc.	/5462-0-0000-A/
<b>ベンケイソウ科</b>	<b>CRASSULACEAE</b>	
キリンソウ	<i>Sedum aizoon</i> L. subsp. <i>kamtschaticum</i> (Fisher) Fr.erstr.	/0001-0-0000-0/
<b>ユキノシタ科</b>	<b>SAXIFRAGACEAE</b>	
アカシヨウマ	<i>Astilbe thunbergii</i> (Sieb. et Zucc.) Miq.	/0000-0-1000-0/
ヤグルマソウ	<i>Rodgersia podophylla</i> A. Gray	/0000-0-2000-0/
<b>バラ科</b>	<b>ROSACEAE</b>	
キンミズヒキ	<i>Agrimonia pilosa</i> Ledeb. var. <i>japonica</i> (Miq.) Nakai	/3100-0-0000-0/
ヤマブキシヨウマ	<i>Aruncus dioicus</i> (Walt.) Fern. var. <i>tenuifolius</i> (Nakai) Hara	/0000-0-4000-0/
オニシモツケ	<i>Filipendula kamtschatica</i> (Pall.) Maxim.	/0000-0-2000-0/
シモツケソウ	<i>Filipendula multijuga</i> Maxim.	/0000-0-1000-0/
チングルマ	<i>Geum pentapetalum</i> (L.) Makino	/0000-A-0100-0/
エゾノミツモトソウ	<i>Potentilla norvegica</i> L.	
	//弘追 00000-弥美 1000000000-天大 00000000000000-室 00000000000000000000-弥 00000	
ウワミズザクラ	<i>Prunus grayana</i> Maxim.	1111-000-1/6A69-0-0000-A/
タカネバラ	<i>Rosa nipponensis</i> Cr.	/0000-0-0100-0/
クマイチゴ	<i>Rubus crataegifolius</i> Bunge	/0100-0-1000-0/

コガネイチゴ	<i>Rubus pedatus</i> Smith	/0000-0-008A-0/
ヒメゴヨウイチゴ	<i>Rubus pseudo-japonicus</i> Koidzumi	/0000-0-7200-0/
ベニバナイチゴ	<i>Rubus vernus</i> (Focke) Nakai	/0000-0-2100-0/
ワレモコウ	<i>Sanguisorba officinalis</i> L.	/0000-9-0000-0/
ナナカマド	<i>Sorbus americana</i> Marsh. subsp. <i>japonica</i> (Maxim.) Kitamura var. <i>rufo-ferruginea</i> (C. K. Schneid.) Kitamura	0111-110-0/4987-0-8783-6/
ウラジロナナカマド	<i>Sorbus matsumurana</i> (Makino) Koehne	/0000-0-1021-0/
タカネナナカマド	<i>Sorbus sambuchifolia</i> (Cham. et Schldtl.) Roemer	/0000-0-1000-0/
<b>マメ科</b>	<b>FABACEAE</b>	
ヌスビトハギ	<i>Desmodium oxyphyllum</i> DC.	/1000-0-0000-0/
タテヤマオウギ	<i>Hedysarum vicioides</i> Turvz.	/0000-0-2000-0/
タチオランダゲンゲ	<i>Trifolium hybridum</i> L.	
	//弘追 00000-弥美 1500000100-天大 00000000000000-室 00000000000000000000-弥 00000	
シロツメクサ	<i>Trifolium repens</i> L.	
	//弘追 01011-弥美 3422000220-天大 2152030122000-室 11020000000000000000-弥 00000	
<b>アカバナ科</b>	<b>ONAGRACEAE</b>	
ミヤマタニタデ	<i>Circaea alpina</i> L.	/2100-0-0000-0/
<b>ミズキ科</b>	<b>CORNACEAE</b>	
ヒメアオキ	<i>Aucuba japonica</i> Thunb. var. <i>borealis</i> Miyabe et Kudo	/5715-0-0000-9/
ゴゼンタチバナ	<i>Chamaepericlymenum canadense</i> (L.) Aschers. et Graebn.	/000A-0-89AA-0/
ミズキ	<i>Cornus controversa</i> Hemsley	0110-000-1/852A-0-0000-A/
ハナイカダ	<i>Helwingia japonica</i> (Thunb.) F. G. Dietrich	/1000-0-0000-0/
<b>ニシキギ科</b>	<b>CELASTRACEAE</b>	
コマユミ	<i>Euonymus alatus</i> (Thunb.) Sieb. f. <i>ciliatodentatus</i> (Franch. et Savat.) Hiyama	/0006-0-0000-8/
マユミ	<i>Euonymus hamiltonianus</i> Wall. subsp. <i>sieboldianus</i> Hara	/1106-0-0000-6/
サワダツ	<i>Euonymus melananthus</i> Franch. et Savat.	/0000-0-0000-2/
ツリバナ	<i>Euonymus oxyphyllus</i> Miq.	0000-000-1/1000-0-0000-6/
クロツリバナ	<i>Euonymus sachalinensis</i> (Fr. Schmidt) Maxim. var. <i>tricarpos</i> (Koidz.) Kudo	/0000-0-5000-0/
<b>モチノキ科</b>	<b>AQUIFOLIACEAE</b>	
ハイイヌツゲ	<i>Ilex crenata</i> Thunb. var. <i>paludosa</i> (Nakai) Hara	/87AA-0-0000-9/
ヒメモチ	<i>Ilex leucoclada</i> (Maxim.) Makino	/6A63-0-0300-A/
アオハダ	<i>Ilex macropoda</i> Miq.	/0000-0-0000-1/
ツルツゲ	<i>Ilex rugosa</i> Fr. Schm.	/0002-0-0000-0/
アカミノイヌツゲ	<i>Ilex sugeroki</i> Maxim. var. <i>brevipedunculata</i> (Maxim.) S. Y. Hu	/2318-0-0130-0/
<b>ブドウ科</b>	<b>VITACEAE</b>	

ノブドウ	<i>Ampelopsis brevipedunculata</i> (Maxim.) Trautv.	/1000-0-0000-0/
ヤマブドウ	<i>Vitis coignetiae</i> Pulliat ex Planch.	/4321-0-0000-4/
エビヅル	<i>Vitis ficifolia</i> Bunge	/2200-0-0000-0/
<b>トチノキ科</b>	<b>HIPPOCASTANACEAE</b>	
トチノキ	<i>Aesculus turbinata</i> Blume	1100-000-1/1722-0-0000-8/
<b>カエデ科</b>	<b>ACERACEAE</b>	
ヤマモミジ	<i>Acer amoenum</i> Carr. var. <i>matsumurae</i> (Koidz.) Ogata	1110-000-1/3441-0-0000-5/
ヒトツバカエデ	<i>Acer distylum</i> Sieb. et Zucc.	/1000-0-0000-0/
ハウチワカエデ	<i>Acer japonicum</i> Thunb.	1111-000-1/0024-0-0000-0/
メイゲツカエデ	<i>Acer japonicum</i> Thunb.	/6A65-0-0000-8/
コミネカエデ	<i>Acer micranthum</i> Sieb. et Zucc.	0010-000-0/9698-0-0000-0/
イタヤカエデ	<i>Acer mono</i> Maxim. subsp. <i>marmoratum</i> (Nicholson) Kitamura	0100-000-1/1003-0-0000-8/
ウリハダカエデ	<i>Acer rufinerve</i> Sieb. et Zucc.	1110-000-1/AA95-0-0000-A/
オオイタヤメイゲツ	<i>Acer shirasawanum</i> Koidz.	/0000-0-0000-2/
コハウチワカエデ	<i>Acer sieboldianum</i> Miq.	/5460-0-0000-1/
ミネカエデ	<i>Acer tschonoskii</i> Maxim.	0001-000-0/0087-1-AAA0-0/
オガラバナ	<i>Acer ukurunduense</i> Trautv. et Meyer	0000-010-0/0000-0-8100-0/
<b>ウルシ科</b>	<b>ANACARDIACEAE</b>	
ツタウルシ	<i>Rhus ambigua</i> Lavall ex Dippel	/AAAA-0-0000-A/
ヤマウルシ	<i>Rhus trichocarpa</i> Miquel	0000-000-1/A9AA-0-0000-8/
<b>ミカン科</b>	<b>RUTACEAE</b>	
キハダ	<i>Phellodendron amurense</i> Ruprecht	1110-000-1/2100-0-0000-1/
ミヤマシキミ	<i>Skimmia japonica</i> Thunberg	/0301-0-0200-3/
ツルシキミ	<i>Skimmia japonica</i> Thunberg f. <i>repens</i> (Nakai) Hara	/000A-0-0000-0/
<b>カタバミ科</b>	<b>OXALIDACEAE</b>	
コミヤマカタバミ	<i>Oxalis acetosella</i> L.	/0000-0-5100-0/
ミヤマカタバミ	<i>Oxalis griffithii</i> Edgew. et Hook. fil.	/0000-0-1100-0/
<b>ウコギ科</b>	<b>ARALIACEAE</b>	
コシアブラ	<i>Acanthopanax sciadophylloides</i> Franch. et Savat.	1101-000-1/AA9A-0-0200-A/
ウド	<i>Aralia cordata</i> Thunb.	/0000-0-0000-1/
タラノキ	<i>Aralia elata</i> (Miq.) Seemann	/1010-0-0000-0/
タカノツメ	<i>Evodiopanax innovans</i> (Sieb. et Zucc.) Nakai	/1000-0-0000-1/
ハリギリ	<i>Kalopanax pictus</i> (Thunb.) Nakai	0100-000-1/4410-0-0000-1/
ハリブキ	<i>Oplopanax japonicus</i> (Nakai) Nakai	/0000-0-4100-0/
トチパニンジン	<i>Panax japonicus</i> C. A. Meyer	/3100-0-0000-2/
<b>セリ科</b>	<b>APIACEAE</b>	
ミヤマシシウド	<i>Angelica matsumurae</i> Yabe	/0000-0-3000-0/

シラネセンキュウ *Angelica polymorpha* Maxim. /0000-0-1000-0/

ミヤマセンキュウ *Conioselinum filicinum* (Wolff) Hara /0000-0-1100-0/

オオハナウド *Heracleum dulce* Fisch. /0000-0-1000-0/

**リンドウ科** GENTIANACEAE

タテヤマリンドウ *Gentiana thunbergii* (G. Don) Griseb. var. *minor* Maxim. /0000-9-0000-0/

ツルリンドウ *Tripterospermum japonicum* (Sieb. et Zucc.) Maxim. /6514-0-7880-4/

**ガガイモ科** ASCLEPIADACEAE

オオカモメヅル *Tylophora aristolochioides* Miq. /1000-0-0000-0/

**ミツガシワ科** MENYANTHACEAE

イワイチョウ *Fauria crista-galli* (Menz.) Makino /0000-A-0200-0/

**シソ科** LAMIACEAE

トウバナ *Clinopodium gracile* (Benth.) O. Kuntze /1100-0-0000-0/

テンニンソウ *Comanthosphace japonica* /0000-0-0000-2/

カメバヒキオコシ *Isodon kameba* Okuyama /6312-0-0000-3/

ウツボグサ *Prunella vulgaris* L. subsp. *asiatica* (Nakai) Hara

//弘追 00000-弥美 2000000000-天大 0000000000000-室 00000000000000000000-弥 00000

**オオバコ科** PLANTAGINACEAE

オオバコ *Plantago asiatica* L.

/2100-0-1000-0/弘追 42432-弥美 1022032330-天大 3100110000010-室 01001000010000000000-弥 00100

**モクセイ科** OLEACEAE

アオダモ *Fraxinus lanuginosa* Koidz. f. *serrata* (Nakai) Murata 1000-000-1/8902-0-0000-A/

イボタノキ *Ligustrum obtusifolium* Sieb. et Zucc. /0010-0-0000-1/

ミヤマイボタ *Ligustrum tschonoskii* Decne. /0010-0-0000-1/

**ゴマノハグサ科** SCROPHULARIACEAE

コゴメグサ *Euphrasia insignis* Wettst. subsp. *iinumai* (Takeda) Yamazaki var. *iinumai* /0000-0-1000-0/

**キキョウ科** CAMPANULACEAE

ヤマホタルブクロ *Campanula punctata* Lam. var. *hondoensis* (Kitam.) Ohwi

//弘追 00000-弥美 0000000000-天大 0000000000000-室 00000000100000000000-弥 00000

ツルニンジン *Codonopsis lanceolata* (Sieb. et Zucc.) Trautv. /4200-0-0000-0/

タニギキョウ *Peracarpa carnosus* (Wall.) Hook. fil. et Thomson var. *circaeoides* (Fr. Schm.) Makino /2312-0-2000-5/

**アカネ科** RUBIACEAE

クルマバソウ *Asperula odorata* L. /0000-0-0000-1/

オオバノヨツバムグラ *Galium kamschaticum* Steller var. *acutifolium* Hara /0000-0-4000-0/

キバナカワラマツバ *Galium verum* L. var. *asiatica* Nakai

//弘追 00000-弥美 0000000000-天大 0000000000000-室 01000000000000000000-弥 00000

ツルアリドオシ *Mitchella undulata* Sieb. et Zucc. /6A9A-0-0100-8/

**スイカズラ科****CAPRIFOLIACEAE**

ニワトコ	<i>Sambucus racemosa</i> L. subsp. <i>sieboldiana</i> (Miq.) Hara	/1100-0-0000-0/
オオカメノキ	<i>Viburnum furcatum</i> Blume ex Maxim.	/AAAA-0-6600-A/
ミヤマシグレ	<i>Viburnum uceolatum</i> Sieb. et Zucc. f. <i>procumbens</i> (Nakai) Hara	/0200-0-0000-0/
ヤマシグレ	<i>Viburnum urceolatum</i> Sieb. et Zucc.	/0000-0-0010-0/
タニウツギ	<i>Weigela hortensis</i> (Sieb. et Zucc.) Koch.	
	/0100-0-0000-1/弘追 00100-弥美 1000000000-天大 00000000000000-室 00000000000000000000-弥 00000	

**オミナエシ科****VALERIANACEAE**

カノコソウ	<i>Valeriana fauriei</i> Briq.	
	//弘追 00000-弥美 0000000000-天大 00000000000000-室 00000000000000001000-弥 00000	

**キク科****ASTERACEAE**

モミジハグマ	<i>Ainsliaea acerifolia</i> Sch. Bip.	/3200-0-0000-0/
オクモミジハグマ	<i>Ainsliaea acerifolia</i> Sch. Bip. var. <i>subapoda</i> Nakai	/2200-0-0000-0/
ヤマハハコ	<i>Anaphalis margaritacea</i> (L.) Benth. et Hook. fil.	/0000-0-2000-0/
ヨモギ	<i>Artemisia indica</i> Willd.	
	/0000-0-2000-0/弘追 32221-弥美 2221232122-天大 3010011013310-室 3332321101011101301-弥 00000	
オオヨモギ	<i>Artemisia montana</i> (Nakai) Pamp.	
	//弘追 00000-弥美 0000000000-天大 00000000000000-室 00000000000000000000-弥 00000	
ノコンギク	<i>Aster ageratoides</i> Turcz. subsp. <i>ovatus</i> (Franch. et Savat.) Kitam.	
	/0000-0-2000-0/弘追 21021-弥美 0110000000-天大 00000000000000-室 01000000000000000000-弥 00000	
ゴマナ	<i>Aster glehni</i> Fr. Schm. var. <i>hondoensis</i> Kitam.	
	/0100-0-2000-0/弘追 00000-弥美 0000000002-天大 3130232010020-室 11110212100300000001-弥 31100	
カニコウモリ	<i>Cacalia adenostyloides</i> (Franch. et Savat.) Matsum.	/1100-0-2000-0/
フランスギク	<i>Chrysanthemum leucanthemum</i> L.	
	//弘追 00000-弥美 0000101000-天大 00000000000000-室 00000000000000000000-弥 00000	
タテヤマアザミ	<i>Cirsium babanum</i> Koidz. var. <i>otayae</i> (Kitam.) Kitam.	/0000-0-4000-0/
ノアザミ	<i>Cirsium japonicum</i> DC.	
	//弘追 00131-弥美 1102000010-天大 00000000000000-室 00000000000000001110-弥 00000	
ヒメジョオン	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	
	//弘追 21010-弥美 0000000000-天大 00000000000000-室 00000000000000000000-弥 00000	
ハルジオン	<i>Erigeron philadelphicus</i> L.	
	//弘追 10000-弥美 0000000000-天大 00000000000000-室 00000000000000000000-弥 00000	
ヨツバヒヨドリ	<i>Eupatorium chinense</i> L. subsp. <i>sachalinense</i> (Fr. Schm.) Kitam.	/1100-0-1000-0/
ニガナ	<i>Ixeris dentata</i> (Thunb.) Nakai	
	//弘追 00000-弥美 0000000000-天大 00000000000000-室 00000000000100000000-弥 00000	
ハナニガナ	<i>Ixeris dentata</i> (Thunb.) Nakai var. <i>albiflora</i> (Makino) Nakai	
	//弘追 00000-弥美 0000000000-天大 00000000000000-室 02000000000000000000-弥 00000	

クルマバハグマ	<i>Pertya rigidula</i> (Miq.) Makino	/0000-0-0000-1/
フキ	<i>Petasites japonicus</i> (Sieb. et Zucc.) Maxim.	
	/0000-0-3000-0/弘追 11000-弥美 1022000111-天大 2200101220110-室 0213000000000000110-弥 00000	
コウゾリナ	<i>Picris hieracioides</i> L. subsp. <i>japonica</i> (Thunb.) Krylov	/0000-0-2000-0/
ハンゴンソウ	<i>Senecio cannabifolius</i> Less.	
	//弘追 00000-弥美 0000000000-天大 0000000000000-室 0000000000010000000-弥 00000	
キオン	<i>Senecio nemorensis</i> L.	/0000-0-1000-0/
アキノキリンソウ	<i>Solidago virgaurea</i> L. subsp. <i>asiatica</i> Kitam.	/0003-0-0000-0/
コガネギク	<i>Solidago virgaurea</i> L. subsp. <i>leiocarpa</i> (Benth.) Halt. f. <i>japonalpestris</i> Kitam.	/0000-0-3000-0/
ミヤマアキノキリンソウ	<i>Solidago virgaurea</i> L. subsp. <i>leiocarpa</i> (Benth.) Halt. f. <i>japonalpestris</i> Kitam.	/1000-0-4011-0/
セイヨウタンポポ	<i>Taraxacum officinale</i> Weber	
	/0000-0-1000-0/弘追 00000-弥美 0011000100-天大 1010000111100-室 2111111011011000000-弥 00000	

## サトイモ科

## ARACEAE

マムシグサ	<i>Arisaema japonica</i> (Thunb.) Schott	/2100-0-0000-0/
ミズバショウ	<i>Lysichiton camtschatcense</i> (L.) Schott	/0001-0-8500-0/

## イグサ科

## JUNCACEAE

ホソイ	<i>Juncus setchuensis</i> Buchen. var. <i>effusoides</i> Buchen.	
	//弘追 00002-弥美 0000000000-天大 0000000000000-室 00000000000000000000-弥 00000	
クサイ	<i>Juncus tenuis</i> Willden.	
	//弘追 01310-弥美 1000010211-天大 0110001001000-室 00000000000000000000-弥 00000	

## カヤツリグサ科

## CYPERACEAE

ミノボロスゲ	<i>Carex albata</i> Boott.	
	//弘追 00000-弥美 0000000000-天大 0000000000000-室 00000000000000000000-弥 00000	
ショウジョウスゲ	<i>Carex blepharicarpa</i> Franch.	/0000-A-0100-0/
コゴメスゲ	<i>Carex brunnea</i> Thunb.	/0001-0-0000-0/
ヒメカンスゲ	<i>Carex conica</i> Boott	/1000-0-0000-0/
ミヤマカンスゲ	<i>Carex dolichostachya</i> Hayata var. <i>glaberrima</i> (Ohwi) T. Koyama	/3428-1-AAA0-A/
ヒロバスゲ	<i>Carex insanae</i> Koidz. var. <i>insanae</i>	/0000-0-0000-1/
ヤチスゲ	<i>Carex limosa</i> L.	/0000-1-0000-0/
ヤチカワズスゲ	<i>Carex omiana</i> Franch. et Savat.	/0000-7-0300-0/
コカンスゲ	<i>Carex reinii</i> Franch. et Savat.	/000A-0-0000-A/
イワスゲ	<i>Carex stenantha</i> Franch. et Savat.	/0000-0-0001-0/
ワタスゲ	<i>Eriophorum vaginatum</i> L.	/0000-5-0000-0/
ミカヅキグサ	<i>Rhynchospora alba</i> (L.) Vahl	/0000-6-0000-0/
ミヤマイヌノハナヒゲ	<i>Rhynchospora yasudana</i> Makino	/0000-A-0000-0/

ミヤマホタルイ	<i>Scirpus hondoensis</i> Ohwi	/0000-8-0000-0/
<b>イネ科</b>	<b>POACEAE</b>	
コスカグサ	<i>Agrostis alba</i> L.	
	//弘追 00021-弥美 1001033211-天大 2101000000000-室 0100000000000000000-弥 10000	
クロコスカグサ	<i>Agrostis nigra</i> With.	
	//弘追 00000-弥美 0000010000-天大 0000000000000-室 0000000000000000000-弥 00000	
コブナグサ	<i>Arthraxon hispidus</i> (Thunb.) Makino	/3100-0-0000-0/
ヒメノガリヤス	<i>Calamagrostis hakonensis</i> Franch. et Savat.	/0000-0-2100-0/
ヒゲノガリヤス	<i>Calamagrostis longiseta</i> Hack.	/0000-0-2000-0/
ホッスガヤ	<i>Calamagrostis pseudo-phragmites</i> (Haller fil.) Koeler	
	//弘追 00000-弥美 0000000001-天大 0000000000000-室 0000000000000000000-弥 00000	
コメススキ	<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.	/0000-0-000A-0/
オノウシノケグサ	<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.	
	//弘追 21012-弥美 2020110221-天大 0000020000000-室 0100000000000000000-弥 00000	
オオウシノケグサ	<i>Festuca rubra</i> L.	
	//弘追 00000-弥美 0000000000-天大 0000000000100-室 0010010001011000200-弥 00000	
ササガヤ	<i>Microstegium japonicum</i> (Miq.) Koidz.	
	//弘追 01001-弥美 0000000000-天大 0000000000000-室 0000000000000000000-弥 00000	
ススキ	<i>Miscanthus sinensis</i> Anderss.	
	//弘追 10001-弥美 1000000000-天大 0000000000000-室 0000000000000000000-弥 00000	
ヌマガヤ	<i>Molinia japonica</i> Hack.	/0000-A-0100-0/
コシノネズミガヤ	<i>Muhlenbergia curvيارistata</i> (Ohwi) Ohwi	
	//弘追 00011-弥美 0000010000-天大 0000000000000-室 0000000000000000000-弥 00000	
チヂミザサ	<i>Oplismenus undulatifolius</i> (Ard.) Roem. et Schult. var. <i>japonicus</i> (Steud.) Koidz.	/2000-0-0000-0/
スズメノカタビラ	<i>Poa annua</i> L.	
	//弘追 22110-弥美 2022040331-天大 2233011011001-室 2203211322021313222-弥 00000	
ミスジナガハグサ	<i>Poa subcaerulea</i> Sm.	
	//弘追 00000-弥美 0000000000-天大 0000000020000-室 0222000000000000000-弥 00000	
オオスズメノカタビラ	<i>Poa trivialis</i> L.	
	//弘追 00000-弥美 0000002000-天大 0000000000000-室 0000000000000000000-弥 00000	
チシマザサ	<i>Sasa kurilensis</i> (Rupr.) Makino et Shibata	/AAAA-6-AAA0-A/
クマイザサ	<i>Sasa senanensis</i> (Franch. et Savat.) Rehder	/1101-0-0000-0/
<b>ユリ科</b>	<b>LILIACEAE</b>	
ネバリノギラン	<i>Aletris foliata</i> (Maxim.) Bureau et Franch.	/0000-8-0000-0/
ツバメオモト	<i>Clintonia udensis</i> Trautv. et Mey.	/0009-0-0100-0/
ホウチャクソウ	<i>Disporum sessile</i> Don	/1013-0-0000-3/
チゴユリ	<i>Disporum smilacinum</i> A. Gray	/4618-0-A190-7/

ショウジョウバカマ	<i>Heloniopsis orientalis</i> (Thunb.) C. Tanaka	/000A-3-8AA0-0/
ニッコウキスゲ	<i>Hemerocallis dumortieri</i> Morr. var. <i>esculenta</i> (Koidz.) Kitamura	/0001-1-0200-0/
オオバギボウシ	<i>Hosta montana</i> F. Maek.	/0001-0-0000-0/
ササユリ	<i>Lilium japonicum</i> Thunb.	/2200-0-0000-0/
マイヅルソウ	<i>Maianthemum dilatatum</i> (Wood) Nels. et Macbr.	/000A-0-9A92-2/
キンコウカ	<i>Narhegium asiaticum</i> Maxim.	/0000-8-0000-0/
キヌガサソウ	<i>Paris japonica</i> (Franch. et Savat.) Franch.	/0000-0-2000-0/
ツクバネソウ	<i>Paris tetraphylla</i> A. Gray	/773A-0-6700-4/
ナルコユリ	<i>Polygonatum falcatum</i> A. Gray	/1000-0-0000-0/
オオナルコユリ	<i>Polygonatum macranthum</i> (Maxim.) Koidz.	/0100-0-0000-0/
オオバユキザサ	<i>Smilacina hondoensis</i> Ohwi	/1A60-0-1000-1/
ユキザサ	<i>Smilacina japonica</i> A. Gray	/744A-0-4500-A/
ヒロハユキザサ	<i>Smilacina yesoensis</i> Franch. et Savat.	/0001-0-5000-2/
オオバタケシマラン	<i>Streptopus amplexifolius</i> (L.) DC. var. <i>papillatus</i> Ohwi	/0000-0-2100-0/
タケシマラン	<i>Streptopus streptopoides</i> (Ledeb.) Frye et Rigg. var. <i>japonicus</i> (Maxim.) Fassett	/001A-0-2A00-4/
ヒメタケシマラン	<i>Streptopus streptopoides</i> (Ledeb.) Frye et Rigg. var. <i>streptopoides</i>	/0000-0-8090-0/
イワショウブ	<i>Tofieldia japonica</i> Miq.	/0000-A-0000-0/
エンレイソウ	<i>Trillium smallii</i> Maxim.	/0000-0-9200-2/
シュロソウ	<i>Veratrum maackii</i> Regel var. <i>japonicum</i> (Baker) T. Simizu	/0000-0-0100-0/
コバイケイソウ	<i>Veratrum stamineum</i> Maxim.	/0005-0-2300-0/

## アヤメ科

## IRIDACEAE

ニワゼキショウ

*Sisyrinchium atlanticum* Bicknell

//弘追 00000-弥美 10000000000-天大 0000000000000-室 00000000000000000000-弥 00000

## サルトリイバラ科

## SMILACACEAE

タチシオデ

*Smilax nipponica* Miq.

/1012-0-0000-5/

## ラン科

## ORCHIDACEAE

サイハイラン

*Cremastra appendiculata* (D.Don) Makino

/1100-0-0000-0/

イチヨウラン

*Dactyloctenium ringens* Reichb. fil.

/0001-0-0000-0/

コイチヨウラン

*Ephippianthus schmidtii* Reichb. fil.

/0001-0-0210-0/

ミヤマウズラ

*Goodyera schlechterdaliana* Reichb. fil.

/2102-0-0000-4/

シュスラン

*Goodyera velutina* Maxim.

/3800-0-0000-0/

テガタチドリ

*Gymnadenia conopsea* R. Br.

/0000-0-1000-0/

コフタバラン

*Listera cordata* (L.) R. Br. var. *japonica* Hara

/1100-0-0000-0/

フタバラン

*Listera cordata* (L.) R. Br. var. *japonica* Hara

/2000-0-0110-0/

キソチドリ

*Platanthera ophrydioides* Fr. Schm. var. *monophylla* Honda

/0001-0-1200-0/

コバノトンボソウ

*Platanthera tipuloides* Lindl. var. *nipponica* (Makino) Ohwi

/0000-1-0000-0/

ネジバナ

*Spiranthes sinensis* (Pers.) Ames var. *amoena* (M. Bieberson) Hara

//弘追 00200-弥美 00000000000-天大 0000000000000-室 00000000000000000000-弥 00000

トンボソウ

*Tulotis ussuriensis* (Regel) Hara

/1000-0-0000-0/

## 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

ブナ林保全事業

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。