

石狩川源流森林総合調査（第4次） 報告書

REPORT OF FORTH COMPREHENSIVE FOREST INVESTIGATIONS
IN HEADWATERS OF THE ISHIKARI RIVER, HOKKAIDO, JAPAN

平成 27 年 3 月

2015

北海道森林管理局

HOKKAIDO REGIONAL FOREST OFFICE

序

石狩川源流森林総合調査は、大雪山国立公園の中核を成す層雲峡地区（上川中部森林管理署管内）の森林約 3,500ha を対象に、洞爺丸台風（昭和 29 年 9 月）により被害を受けた国有林の 60 年間の植生の遷移を中心に、森林施業後の経過や菌類の分析等を行い、今後の森林施業の参考とすることとしたものであり、この度、5 回目の調査を実施し、取りまとめたものである。

今回の調査と同一地域を対象として、過去、4 回総合調査が実施されている。

第 1 回目は、洞爺丸台風直前の昭和 27 年から昭和 29 年にかけて。

第 2 回目は、台風直後の昭和 30 年から昭和 32 年にかけて。

第 3 回目は、台風被害 20 年後の昭和 48 年度から昭和 50 年度にかけて。

第 4 回目は、台風被害 40 年後の平成 4 年度から平成 6 年度にかけて。

今回は台風被害後 60 年目に当たる平成 26 年度の調査である。

森林に関する調査研究は継続して行っていくことが重要であるが、台風により壊滅的打撃を受けた風害跡地の 60 年間にわたる植生の遷移（森林の復旧過程）を詳細にとらえた本調査結果は大変貴重なものであり、今後、風倒被害が発生した後に復旧方法を検討する際や亜寒帯地域における森林の取扱いを検討する際の重要な資料となることが期待される。

本調査の実施にあたっては、北海道森林管理局及び森林総合研究所北海道支所が中心となり実施してきたが、本報告書の作成並びに現地調査を担当された森林環境リアライズ及び報告書の執筆並びに現地調査を担当された森林総合研究所北海道支所の面々の熱意と献身的な努力により、このような大きな成果をあげることができ、また、この度報告書を取りまとめることができたことに対し、深く敬意を表する次第である。

平成 27 年 3 月

北海道森林管理局長

古久保 英嗣

は し が き

動かざること山の如し。不動不変の代名詞のような森林だが、もちろん森林は個々の木々の生長や死亡、新たな個体の加入等によって日々変化している。私たち人間に備わった知覚からすれば、しかし、その変化速度はあまりに緩慢で、通常はほとんど実感できない。自然による大規模な攪乱と、それに引き続く再生の過程は、森林が変化するものであること、そうした変化の繰り返しの産物が現在私たちの目にする森林であることを目の当たりにし、改めて体感できる機会と言えるかもしれない。

1954年5月と9月、立て続けに北海道を襲った風倒被害は膨大な森林蓄積の消失や、倒木処理等に要した多大な労力の点から、確かに未曾有の大被害であったが、他方、大規模攪乱を受けた森林の復元力（レジリエンス）の実態を知る、きわめて得がたい材料が提供されたと言える。森林の動態を知るためには、長期にわたる調査研究が必要であることは言うまでもないが、この石狩川源流森林総合調査のように何十年にもわたるモニタリングが、単に植生だけではなく森林内の様々な構成要素を対象にしながら定期的に行われている例は世界的にも決して多くないだろう。そして、広く認識されているように、大規模な風倒被害から20年毎に行われてきたこのモニタリングをとりわけ貴重にしているのは、被害の直前の状態がつぶさに記録されていることである。

1954年の大規模風倒被害後60年に当たる、今回の第4次調査でも、長期変動を知るためのデータをつけ加えることができた。森林総合研究所北海道支所はこの貴重な企てに当初から貢献してきたことを誇りに思うと同時に、事業を継続して主導してきた北海道森林管理局に敬意を表したいと思う。また今回の現地調査および報告書作成においては株式会社森林環境リアライズの尽力も大きい。この事業が、亜寒帯針葉樹林の動態研究のみならず、大規模攪乱後の森林施業・管理に大いに資することを確信している。

平成27年3月

独立行政法人森林総合研究所北海道支所長
牧野 俊一

執筆担当者

調査目的と風害林調査小史		田中信行
森 林 植 生		飯田滋生 倉本恵生 阿部 真 関 剛 津山幾太郎 松井哲哉
土 壤		相澤州平 伊藤江利子 橋本 徹
森 林 施 業		石橋 聰 古家直行
腐 朽 被 害		山口岳広

石狩川源流森林総合調査（第4次） 関係者一覧

担 当	氏 名	所 属・役 職 名
森林植生	飯田 滋生	森林総合研究所北海道支所 森林育成研究グループ長
	阿部 真	森林総合研究所北海道支所 森林育成研究グループ主任研究員
	宇都木 玄	森林総合研究所北海道支所 森林育成研究グループ主任研究員
	倉本 恵生	森林総合研究所北海道支所 森林育成研究グループ主任研究員
	関 剛	森林総合研究所北海道支所 森林育成研究グループ主任研究員
	高澤 亜紀子	森林総合研究所北海道支所 非常勤職員
	田内 裕之	森林総合研究所北海道支所 森林育成研究グループ長
	津山 幾太郎	森林総合研究所北海道支所 森林育成研究グループ主任研究員
	豊岡 洪	元森林総合研究所北海道支所 実験林室長
	生川 淑子	名古屋大学 大学院生
	深澤 晋作	筑波大学 大学院生
	松井 哲哉	森林総合研究所北海道支所 森林育成研究グループ主任研究員
	山下 直子	森林総合研究所北海道支所 森林育成研究グループ主任研究員
土 壌	相澤 州平	森林総合研究所北海道支所 植物土壌系研究グループ長
	石塚 成宏	森林総合研究所北海道支所 植物土壌系研究グループ主任研究員
	伊藤 江利子	森林総合研究所北海道支所 植物土壌系研究グループ主任研究員
	大友 玲子	森林総合研究所北海道支所 土壌研究室主任研究員
	酒井 寿夫	森林総合研究所北海道支所 植物土壌系研究グループ主任研究員
	酒井 佳美	森林総合研究所北海道支所 植物土壌系研究グループ主任研究員
	阪田 匡司	森林総合研究所北海道支所 植物土壌系研究グループ主任研究員
	眞田 悦子	森林総合研究所北海道支所 土壌研究室主任研究員
	眞田 勝	森林総合研究所北海道支所 土壌研究室主任研究員
	塩崎 正雄	元森林総合研究所北海道支所 土壌研究室主任研究員
	高橋 正通	森林総合研究所北海道支所 土壌研究室長
	田中 永晴	森林総合研究所北海道支所 植物土壌系研究グループ長
	橋本 徹	森林総合研究所北海道支所 植物土壌系研究グループ主任研究員
	松浦 陽次郎	森林総合研究所北海道支所 土壌研究室主任研究員
森林施業	石橋 聡	森林総合研究所北海道支所 チーム長（北方林施業管理担当）
	猪瀬 光雄	森林総合研究所北海道支所 地域研究官
	小野 英樹	森林総合研究所北海道支所 連絡調整室係員
	神田 光紀	森林総合研究所北海道支所 庶務課会計係長
	佐々木 尚三	森林総合研究所北海道支所 北方林管理研究グループ主任研究員
	佐々木 秀喜	森林総合研究所北海道支所 連絡調整室研究情報専門官
	鷹尾 元	森林総合研究所北海道支所 北方林管理研究グループ主任研究員
	高橋 正義	森林総合研究所北海道支所 北方林管理研究グループ主任研究員
	立花 敏	森林総合研究所北海道支所 チーム長（北方林経営担当）
	古家 直行	森林総合研究所北海道支所 北方林管理研究グループ主任研究員
腐朽被害	渡邊 謙一	森林総合研究所北海道支所 庶務課長補佐
	山口 岳広	森林総合研究所北海道支所 チーム長（森林健全性評価担当）
	坂本 泰明	森林総合研究所北海道支所 研究官
事 務 局	佐々木 克彦	森林総合研究所北海道支所 樹病研究室長
	古久保 英嗣	北海道森林管理局長
	中村 毅	北海道森林管理局 計画保全部長
	中野 亨	北海道森林管理局 計画課長
	成田 康博	北海道森林管理局 計画課 森林施業調整官
	藤嶋 辰昇	北海道森林管理局 計画課 計画調整官
	国沢 修	上川中部森林管理署 総括森林整備官
	三上 敬一	上川中部森林管理署 主任森林整備官（経営・森林ふれあい）
	佐々木 真理子	上川中部森林管理署 森林整備官（資源活用）
	浅沼 慶次郎	上川中部森林管理署 首席森林官（大函・石狩）
	瓜田 元美	上川中部森林管理署 森林官（層雲峡）
	堀東 恭弘	株式会社森林環境リアライズ 代表取締役
	谷津 繁芳	株式会社森林環境リアライズ 環境課長
	杉山 裕	株式会社森林環境リアライズ 環境課長代理
	和田 寛也	株式会社森林環境リアライズ 技術員
	小野寺 崇彬	株式会社森林環境リアライズ
	向井 正剛	株式会社森林環境リアライズ

（所属と役職は調査従事期間中のもの）



石狩川源流森林総合調査(第4次)現地検討会参加メンバー

2014.7.1

目 次

1. 調査目的と風害林調査小史

1-1. 調査目的	7
1-2. 風害林調査小史	8
1-2-1. 石狩川源流原生林総合調査（第1次）	8
1-2-2. 北海道風害森林総合調査	9
1-2-3. 石狩川源流森林総合調査（第2次）	11
1-2-4. 石狩川源流森林総合調査（第3次）	11
1-2-5. 今回（2014年）の調査（第4次）	11
1-2-6. 引用文献	11

2. 調査結果と考察（解説）

2-1. 森林植生	12
2-1-1. 要旨	12
2-1-2. はじめに	12
2-1-3. 調査地と調査方法	12
2-1-4. 調査結果	13
2-1-5. まとめ	27
2-1-6. 引用文献	28
2-2. 土壌	29
2-2-1. 要旨	29
2-2-2. 2014年度の調査概要	29
2-2-3. 林冠破壊による土壌の変化試験地の位置	29
2-2-4. 土壌断面の変遷	29
2-2-5. 引用文献	32
2-3. 森林施業	33
2-3-1. 要旨	33
2-3-2. 人工林施業の解析	33
2-3-3. 天然林施業の解析	36
2-3-4. 引用文献	39
2-4. 腐朽被害	40
2-4-1. 要旨	40
2-4-2. 調査の目的	40
2-4-3. 調査地と調査方法	41
2-4-4. 天然生林・人工林の腐朽被害調査結果	45
2-4-5. 原生保護林でのストレス波計測後15年間の腐朽折損木・衰退木の発生推移	51
2-4-6. まとめ	54
2-4-7. 引用文献	55

3. 資料編

3-1. 森林植生	56
3-2. 土壌	69
3-3. 森林施業	83
3-4. 腐朽被害	122

1. 調査目的と風害林調査小史

1-1. 調査目的

人間は森林生態系から木材や水の供給、土砂流出防止や観光など多くの生態系サービスを受けており、この機能を高め持続的に利用できるようにすることが森林管理者に求められている。そのために、森林生態学などの科学を通して森林の炭素・水・生物多様性などの変化の予測に基づいた適切な管理が必要である。しかし、森林生態系は多様な生物と物理環境が構成する複雑なシステムであり、その変化を予測することは容易ではない。森林の変化を予測し検証するには、森林の各側面のデータが必要である。異なる発達段階の森林を調べて、データをつなぎ合わせて森林変化を予測することがこれまで一般的に行われてきた手法であるが、異なる場所のデータであるため誤った判断をする可能性がある。同一場所を長期間測定するモニタリングは、現実の森林変化であり、得られるデータは予測や検証に利用できる。しかし、長期モニタリングは、長期間にわたる継続性の点から多くの困難を伴い、実行された例は多くない。

大雪山系の東側に位置する石狩川源流域はかつて材積の大きい原生の亜寒帯針葉樹林が広がっていた(写真 1-1-1)。1954 年に北海道に來襲した洞爺丸台風は、北海道の森林に大きな風害をもたらした、特に石狩川源流域の森林の被害は甚大で、全材積の半分を失った。この森林において、風害前の 1952～1953 年に調査が行われており、1955 年の風害調査を経て、おおむね 20 年ごとに調査が行われ、今回は風害 60 年後(写真 1-1-2)の調査が行われた。これは 60 年以上にわたる長期の経年的調査であり、たぐいまれな長期モニタリングになっている。

平時の森林は植物の物質生産と多様な動物・微生物の生物間相互作用を通して物質が循環する生態系

で、その変化はゆっくりとしている。しかし、時に台風などの大規模攪乱によって急激な変化が森林に起こるが、これも重要な森林の変化の一部であり、森林動態の上で必ず考慮しなければならない。石狩川源流域の森林モニタリングは、大規模攪乱を含む森林動態を示す貴重なデータを提供している。本モニタリング調査は、森林被害の原因の把握と、適切な施業の開発を目的に行われており、調査プロットには人為を加えない原生林や二次林のほか、施業(択伐、漸伐、植栽)を行った林分が含まれている(表 1-1-1)。得られたデータは、適切な施業法の開発に役立つ。

一方、森林を取り囲む物理環境は、地球環境変化の影響を受けて以前にも増して変化している。地球表面の温度は、過去 132 年間に 0.85°C の上昇が観測され、今後 100 年間でさらに $0.3\sim 4.8^{\circ}\text{C}$ の上昇が予測されている(IPCC 2013)。地球環境変化が進んでいる現在においては、その影響が森林生態系にすでに現れていると想定される。気候や CO_2 濃度の変化の森林への影響は、モニタリング開始時の調査目的には入っていなかったが、今後、集められたデータから地球環境変化の影響の検出も期待される。

今回の調査は、継続調査している固定プロットにおいて、森林施業、植生、土壌、木材の腐朽被害の分野について実施した。対象森林は、風害の程度、立地条件、施業などの点で異なる林分を含んでいる(表 1-1-1、図 1-1-1)。調査は、2014 年だけでなく、前回(1994 年)以降 20 年間に時々一部のプロットで調査が行われており、それらのデータも含めて解析を行った。調査結果を過去の結果と比較することにより、これまでの変化が明らかになるとともに、その原因について検討が可能となる。このような点から、今回の調査の目的は、風害後 60 年間の森林変化を把握し、その変化の特徴や原因について検討することである。本報告書では、今回の調査とともに

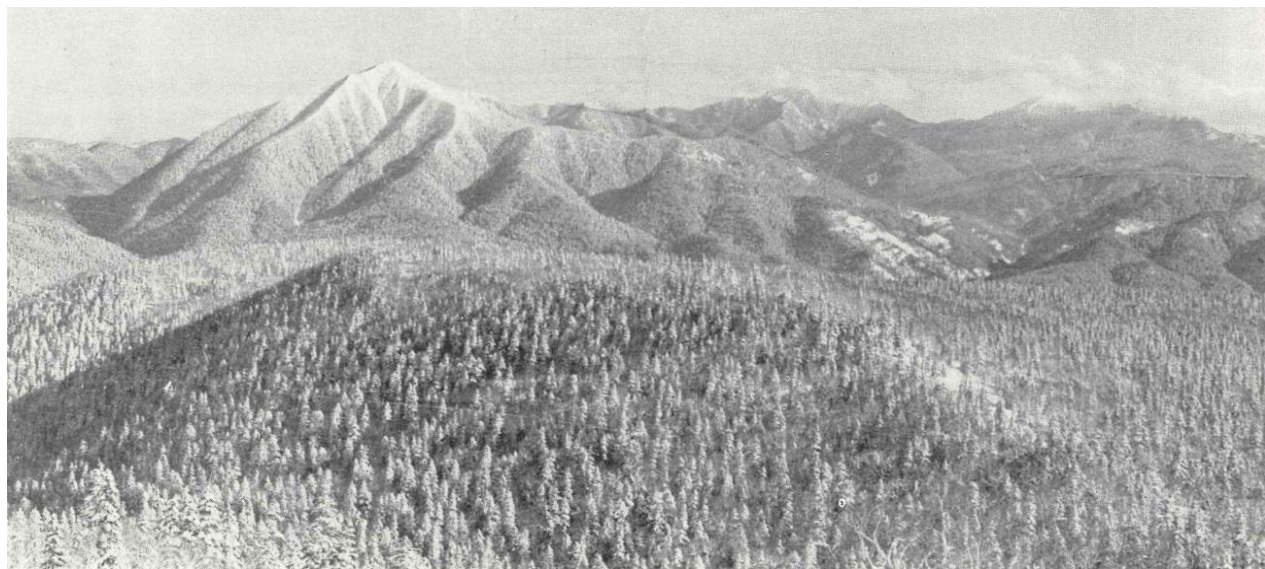


写真 1-1-1 風害前の石狩川源流域の亜寒帯針葉樹林(1954 年 1 月 28 日の赤岳から東方の景観)(石狩川源流原生林総合調査団 1955)



写真 1-1-2 現在の石狩川源流域の亜寒帯針葉樹林（2013 年 9 月 22 日の赤岳-銀泉台から東方の景観）

過去の調査の結果や履歴および調査関係者をできるだけ記載するように努力した。このような整理を通して、将来のモニタリング継続と解析に貢献すると確信する。

1-2. 風害林調査小史

1954 年 9 月に北海道に來襲した洞爺丸台風は、北海道の森林に大きな風害をもたらした。特に大雪山系石狩川源流域の森林は壊滅的被害を受けた。この地域の森林では、台風被害直前の 1952～1953 年の総合調査が行われていた。台風被害を契機に、1955 年の風害調査が実施され、その後おおむね 20 年毎に調査が行われ、今回(2014 年)は風害 60 年後の調査が行われた。調査対象森林は、北海道上川郡上川町層雲峡に所在する北海道森林管理局の管理する国有林で、標高 650m～1,600m の亜寒帯針葉樹林を主体とする森林である。このような森林の経年的調査は、近年は森林モニタリングと呼ばれており、この地域の調査はすでに 60 年のデータが蓄積された点で、国内的にも国際的にも貴重な長期森林モニタリングである。調査の歴史は、これまでの報告書(下記)や石橋(2014)で紹介されているが、今一度これまでの調査の概要と今回の調査内容について紹介する。

1-2-1. 石狩川源流原生林総合調査（第 1 次）

第 1 次調査は、石狩川源流原生林総合調査報告書 1952～1954(石狩川源流原生林総合調査団 1955)として報告された。

本調査は、奥地国有林に社会的要請により開発が及ぼうとしている時期に当たり、ほとんど人為が入っていない石狩川源流域(層雲峡一帯)の国宝的の原生林を自然科学的見地から総合的に解明し、森林施業の万全を期するとともに、原生林の記録を確保して学術上の参考に資することを目的に実施された。現地調査は、松川恭佐を団長とし、主に 1952 年から翌年にかけて行われた。調査内容は気候、地質、虫害、菌害など多岐にわたるが、なかでも館脇操らによって 54 箇所設定された帯状調査区における植生、土壌の調査結果は詳細である。直後に襲った風害を予見するかのよう実施された本調査は、風害前の針葉樹原生林の記録として極めて貴重なものである。

表 1-1-1 調査プロット一覧表

調査区分	プロット名称	林小班	標高	プロット 形状	プロット 面積 (ha)	林 況	備 考
森林施業	人工林 1	2247 い	870m	25×20m	0.05	トドマツ, エゾマツ林	
	人工林 2	2251 め	990m	25×20m	0.05	トドマツ, エゾマツ, アカエゾマツ林	
	人工林 3	2276 ほ	870m	25×20m	0.05	グイマツ林	
	人工林 4	2260 へ	850m	25×20m	0.05	アカエゾマツ林	
	人工林 5	2320 ほ	820m	25×20m	0.05	シラカンバ, エゾマツ, アカエゾマツ林	
	人工林 6	2320 つ	880m	25×20m	0.05	エゾマツ, トドマツ, シラカンバ林	
	人工林 7	2328 ほ	900m	25×20m	0.05	アカエゾマツ, シラカンバ林	
	人工林 8	2328 ら	900m	25×20m	0.05	シラカンバ林	
	天然林 1	2320 こ	870m	40×25m	0.1	トドマツ, エゾマツ, シラカンバ林	同一地点①
	天然林 2	2259 リ	840m	25×20m	0.05	トドマツ, エゾマツ, ケヤマハンノキ林	
	天然林 3	2320 た	870m	40×25m	0.1	トドマツ, シラカンバ林	
	択伐施業 指標林	2330 れ	930m	—	0.75	トドマツ, エゾマツ, ダケカンバ林	近傍地点①
	漸伐施業 指標林	2240 は	1,180m	—	0.56	トドマツ, エゾマツ, アカエゾマツ林	
森林植生・土壌	原生保護林	2254 い	1,000m	100×50m	0.5	アカエゾマツ, エゾマツ, トドマツ林	同一地点②
	Plot27	2320 ろ	910m	38×10m 38×2m(植生調査区)	0.038	トドマツ, シラカンバ林	
	Plot30	2320 い	905m	36×10m 36×2m(植生調査区)	0.036	トドマツ, シラカンバ林	
	Plot35	2290 い	900m	38×10m 38×2m(植生調査区)	0.038	トドマツ, アカエゾマツ林	
	Plot36	2290 ろ	965m	30×10m 30×2m(植生調査区)	0.03	トドマツ, エゾマツ, シラカンバ林	
	Plot46	2276 い	900m	50×10m 50×2m(植生調査区)	0.05	シラカンバ, トドマツ, エゾマツ林	
	Plot54	2260 ろ	870m	50×10m 50×2m(植生調査区)	0.05	シラカンバ, エゾノバッコヤナギ林	
腐朽被害	原生保護林 [4-1]	2254 い	940m	—	—	アカエゾマツ, エゾマツ, トドマツ林	
	原生保護林 [9]	2254 い	1,000m	—	—	アカエゾマツ, エゾマツ, トドマツ林	同一地点②
	ホロカイシカリ 天然再生林	2328 ほ	870m	—	—	トドマツ, シラカンバ林	
	ヤンベタツ 天然再生林	2316 わ	880m	—	—	トドマツ, エゾマツ林	
	施業指標林	2330 れ	930m	—	—	トドマツ, エゾマツ, ダケカンバ林	近傍地点①
	2320 林班 択伐林	2320 こ	870m	—	—	トドマツ, エゾマツ, シラカンバ林	同一地点①
	トドマツ人工林	2265 い	890m	—	—	トドマツ林	
	アカエゾマツ人工林	2260 へ	860m	—	—	アカエゾマツ林	
	グイマツ人工林	2276 よ	820m	—	—	グイマツ林	

1-2-2. 北海道風害森林総合調査

1954 年は、5 月の低気圧の暴風と 9 月の洞爺丸台風により大きな風害が発生した。当時、立木被害量は北海道全体で 2,200 万 m³とされ、各地で倒木の搬出処理が行われた。これらの被害状況の実態を把握してその原因の探究を行うとともに、風倒木の処理法や今後の施業方法を検討するため、松川恭佐を団長として本調査が 1955 年から 3 年間にわたり行われた(日本林業技術協会 1959)。

本調査は石狩川源流域のみならず北海道全域を対象としており、風害の全貌が克明に記録されている。石狩川源流域森林については、特に詳しく調査され、原生林総合調査時に設定した一部調査地の被害状況が報告された。本報告書は、風害後の実態を示しており、風害前の原生林総合調査報告書の姉妹編と言えるものである。

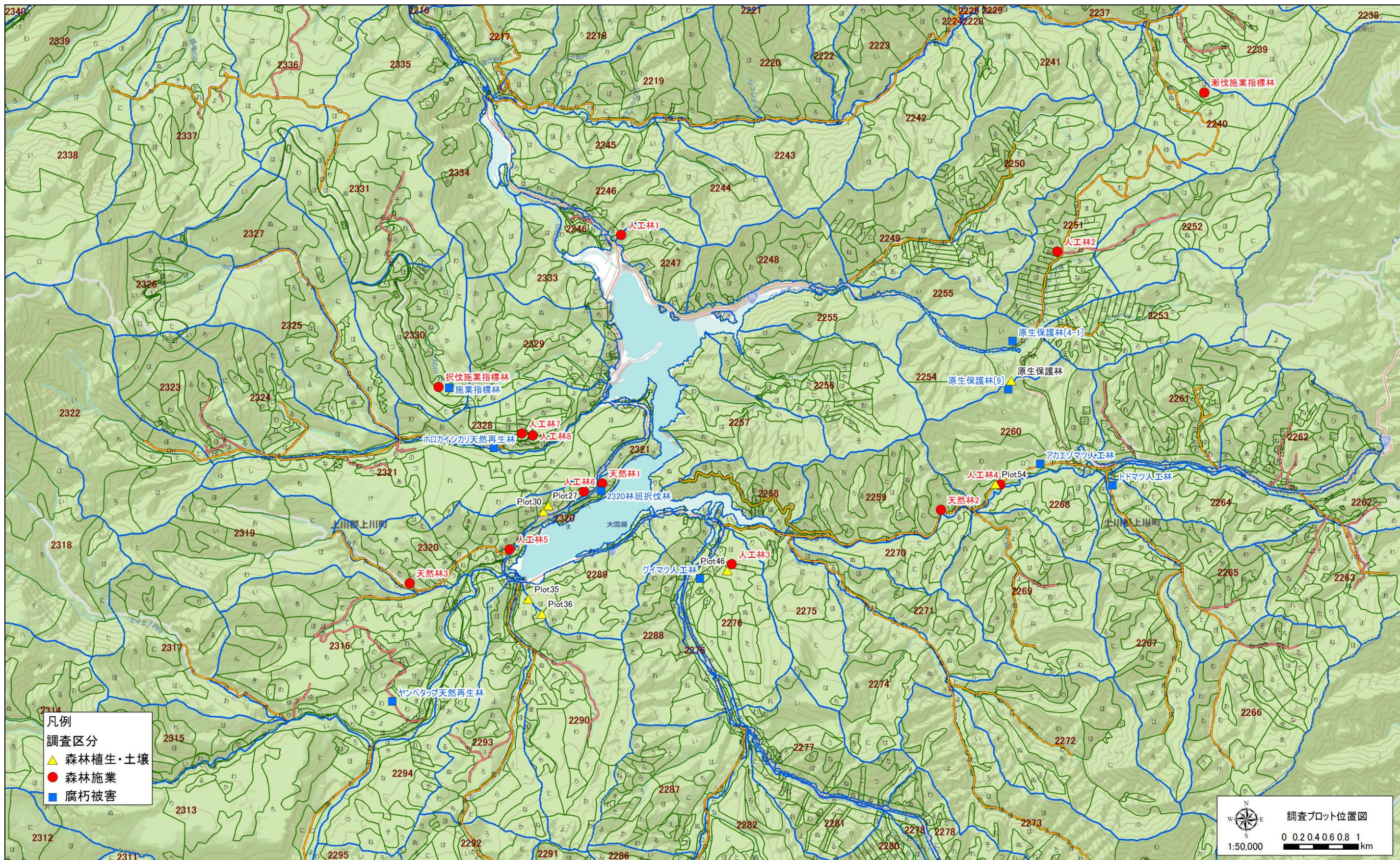


図 1-1-1 調査プロット位置図

1-2-3. 石狩川源流森林総合調査（第2次）

本調査は石狩川源流森林が風害後20年を経て、被害を免れた森林、二次林、試行錯誤のもと進められた人工林など多様となった林分の動態を把握、森林科学および林業技術発展に寄与することを目的として、坂口勝美を団長として1973年から3年間にわたり実施された(日本林業技術協会 1977)。

本調査では各分野の調査の他、原生林総合調査で設定された調査区のうち、風害後復元された帯状調査区の一部において、植生、土壌の継続調査が行われた。その結果、風害20年後の林分状況としては、被害木搬出後散生する上層木の下層でササが繁茂し樹木の天然更新状態が不良であること、植栽木は寒害や鼠害によって不成績であることなどが報告された。

1-2-4. 石狩川源流森林総合調査（第3次）

本調査は、前回調査から20年が経過し、風害後40年となった森林の再生過程を明らかにして、今後の森林管理に資することを目的に、小林富士雄を座長とする委員会の指導のもと1992年から3年間にわたり実施された(日本林業技術協会 1995)。

過去の調査に比べ規模を縮小したものの、継続調査されている帯状調査区に加え、風害を免れた原生保護林、択伐林、人工林などの現況が調査された。その結果、自然の推移に任せた被害地は、20年後の状態と大きくは変わらないものの、徐々に発達しつつあることが明らかとなった。一方、人工造林地は一部を除いて成績不良で、気象条件が厳しい高寒地における大面積造林の困難性が示された。そのため、植栽に代わり地がきによってカンバ林を成林させることが推奨された。この調査においては、これまで一時的な調査区における調査が主体だったが、それを変更して、将来の調査に備えるため固定調査区(プロット)を整備したことが特筆される。

1-2-5. 今回（2014年）の調査（第4次）

今回の調査は、過去実施されてきた調査結果を基盤に風害60年後の森林再生状況を明らかにして、亜寒帯針葉樹林の森林管理へ資することを目的に、北海道森林管理局が森林総合研究所北海道支所の協力のもと実施した。

これまでの調査に比べ規模はさらに縮小したが、固定プロットにおける樹木サイズ・植生・土壌・木材腐朽について、今回再測を行うか、あるいは第3次調査後20年間の再測について整理し、森林再生過程の評価を行った。

1-2-6. 引用文献

- 石狩川源流原生林総合調査団（1955）石狩川源流原生林総合調査報告 1952～1954. 旭川営林局. 393pp.
- 北海道風害森林調査団（1959）北海道風害森林総合調査報告. 日本林業技術協会. 535pp.
- 日本林業技術協会（1977）石狩川源流森林総合調査報告(第2次)昭和48～50年度. 旭川営林局. 349pp.
- 日本林業技術協会（1995）石狩川源流森林総合調査報告書(植生の遷移に関する調査研究). 旭川営林局. 357pp.
- IPCC（2013）Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the IPCC.
- 石橋聡（2014）洞爺丸台風風倒被害森林の長期モニタリング. 森林技術 872: 30-31.

(田中信行)

2. 調査結果と考察（解説）

2-1. 森林植生

2-1-1. 要旨

風倒後に設定した6箇所の試験地における植生変化(1957～2009年)と森林構造の変化(1993～2009年)、および原生保護林試験地における植生変化(1993～2014年)と森林構造の変化(1993～2014年)に関して、これまでの調査データにもとづき解析を行った。風倒前にはエゾマツやアカエゾマツが優占し、トドマツを伴う針葉樹の純林が成立していたが、風倒によって無立木地となった。風倒後の林床植生は、風倒直後にエゾイチゴが急激に増加し、風倒6～8年後くらいまで高い優占度を維持した後に急激に減少した。その後は、風倒前にササが生育していない岩礫地のところはイワノガリヤスが優占する植生からコメガヤが優占する植生に推移したが、ササが生育していなかった他のところは、イワノガリヤスやゴンゲンスゲが優占する植生からクマイザサが優占する植生に推移した。また、風倒前からササが優占していたところでは、エゾイチゴ優占型の植生からササが優占する植生へと直接に推移した。風倒後の森林の成立には、カンバ類やヤナギ類などの先駆性の落葉広葉樹が、風倒後6年目ぐらいまでの間に侵入した。風倒後の針葉樹の後継樹は、風倒前からの前生稚樹が成長したもので、風倒前の更新状態が針葉樹林の成立に大きく影響していた。これらの風倒跡に成立した林は、1993年から2009年にかけての調査では、ヤナギ類の減少を伴いつつ、樹高および材積が増加していた。それらの林はトドマツが優占する林分やカンバ類やヤナギ類が優占する林分となっており、風倒前の組成とは大きく異なっていた。一方、原生保護林における植生は1993～2014年の間でほとんど変化はなかった。また、森林構造も1993～2014年の間でほとんど変化は無く、材積の年間成長量は $0.74\text{m}^3/\text{ha} \cdot \text{年}$ と低い値を示し、枯死量と成長量が釣り合っていた。

2-1-2. はじめに

1952年から1953年にかけ石狩川源流の原生林について、残された数少ない北方針葉樹原生林を科学的に解明し、正確な記録を残すために第1次の総合調査が行われ、その詳細な記録は『石狩川源流原生林総合調査報告』として1955年に刊行された。しかしながら、調査が終了した翌年の1954年の5月の温帯性低気圧による暴風雨とそれに続く9月の15号台風(洞爺丸台風)によって北海道の森林の広い面積が風倒被害を受け、なかでも石狩川源流域地域での被害は甚大を極めた。

この大規模風倒被害を契機とし、亜寒帯性針葉樹林における風倒後の森林植生の遷移を明らかにすることと、天然林と人工林施業に対する指針を得ることを目的として、林業試験場北海道支場(現森林総合

研究所北海道支所)は1956年に旭川営林支局と共同で試験地を設置し、翌年の1957年より森林植生の変化を継続調査して来た。風倒跡の調査地は、風倒前の森林植生を詳細に知ることができ、風倒後の調査によってこれらの変化を比較できるようにするため、風倒前の第1次調査で館脇ほか(1955)により、エゾマツを主としてアカエゾマツ、トドマツを伴う針葉樹純林である山地林に区分されたところに位置する帯状調査区のうち位置が確認されたものから、林床植生の状態や斜面方位などを考慮して選定した。当初は9箇所の帯状調査区を選定したが、その後の大雪ダムの建設のための伐採(1968年)や山火事(1972年)により3箇所が失われたため、現在継続調査を行っているのは6箇所である。これらの試験区は、 $2\text{m} \times 2\text{m}$ 調査枠を連続的に設置した細長い形状($2\text{m} \times 30\text{m} \sim 2\text{m} \times 50\text{m}$)で継続的に植生調査を行ってきたが、更新木の成長に伴い1993年に2m幅の調査枠を片側に10m拡大し、その後は毎木調査も併せて調査を行っている。これらの植生調査の経緯と計画は、風倒後3～4年目までの調査を含めて内田ほか(1960)により報告されており、風倒後26年目までの調査結果は林ほか(1982)により、風倒後34年目までの結果は豊岡ほか(1992)およびIshizuka *et al.*(1997)により、そして風倒後39年までの結果は、第3次の石狩川源流森林総合調査(旭川営林支局 1995)によって報告されている。

また、風倒跡地との対照のため、1993年の第3次の石狩川源流森林総合調査時に、1954年の風倒被害を免れた原生保護林内に $50\text{m} \times 100\text{m}$ の固定調査地を新たに設定し、毎木調査と植生調査を行い、その後、毎木調査を定期的に行っている。1993年の植生調査の結果は石狩川源流森林総合調査(旭川営林支局 1995)によって報告されている。

ここでは、上記の風倒後に設定した植生試験地6箇所における植生変化(1957～2009年)と森林構造の変化(1993～2009年)、および原生保護林試験地における植生変化(1993～2014年)と森林構造の変化(1993～2014年)に関して報告する。

2-1-3. 調査地と調査方法

(1) 風倒跡植生試験地

1) 植生調査

6箇所の調査区(Plot27、Plot30、Plot35、Plot36、Plot46、Plot54)(表 1-1-1、図 1-1-1)は、風倒前の帯状試験区($5\text{m} \times 25\text{m} \sim 5\text{m} \times 70\text{m}$)の中央長軸の方向に $2\text{m} \times 2\text{m}$ 調査枠を連続的に設置し帯状の固定調査地とした。これらの固定調査地は場所によって長さの長短($30\text{m} \sim 50\text{m}$)があり、傾斜のあるところでは傾斜に沿って設置した。調査区の番号は、風倒前の調査時の番号をそのまま用いた。植生調査は $2\text{m} \times 2\text{m}$ 枠ごとに行い、高木(樹高8m以上)、亜高木(樹高2m以上8m未満)、低木(実生を含む樹高2m未満の本木種およびササ)、草本(シダを含む草本植物)、ツル(草本

および木本のツル植物)毎に分けて、それぞれに出現する植物名と被度を記録した。被度は5段階に分けて、5: 75~100%、4: 50~75%、3: 25~50%、2: 10~25%、1: 1~10%、+: 1%以下の基準によって記載した。また、この被度階級から種毎の総合優占度を計算した。総合優占度は、各調査区の被度を百分率の中央値(5: 87.5、4: 62.5、3: 37.5、2: 17.5、1: 5、+: 0.1)に換えて積算し、全調査枠数で割った値に100を乗じたものである。調査は各年とも7月下旬~9月上旬に行った。また、同時に種毎に出現頻度(全調査枠数に対してある種が出現する枠数の割合)も求めた。調査は風倒後3年目の1957年から始め、1968年までは毎年実施した。以降、1988年までは4年毎に行い、その後1993年、1998年、2002年、2009年に行った。

2) 毎木調査

各植生調査区において、1993年に2m幅の調査枠を片側に10m拡大し、調査区全体の面積は10m×30m~10m×50mとした。調査区全体に生育する胸高直径5cm以上の個体を対象に胸高周囲長と樹高を測定した。胸高位置以下で株分れしている場合は、それぞれの直径と樹高を測定した。樹高データが欠損しているものは、樹種毎に作成した胸高直径と樹高との関係を示す樹高曲線より樹高を推定した。各幹の材積は、胸高直径と樹高を用いて旭川地区に対応した材積式より計算した。調査は1993年、1998年、2002年、2009年に行ったが、ここでは1993年と2009年の森林構造の比較を報告する。

(2) 原生保護林試験地

1993年に50m×100mの試験地を、標高約995mを最高点とするほぼ均一な北西の山頂緩斜面で、傾斜7~8°ないし平坦な地形に設定した(図1-1-1、図3-1-11)。土壌は適潤性褐色森林土である。試験地は1954年の風倒をまぬがれ、1970年に植物群落保護林に指定されている地域内にあるが、以前は何回か抜き切りがされたようで、林内には古い伐根が残っている。

1) 植生調査

1993年の調査では、試験地を10m×10mに分け、この区画を単位として全50区画の植生調査を行った。この結果は、第3次の石狩川源流森林総合調査(旭川営林支局1995)によって報告されている。この植生調査における階層区分の定義が不明であり、一つの調査区画が10m×10mと大きいため再調査に大きな労力を要することから、2014年に行った2回目の調査では方法を変えて調査を行った。2014年は10m×10mメッシュの各格子点を一つの頂点として設置された66箇所の2m×2m調査枠において調査を行った(図3-1-12)。また、階層区分は1993年時と同じであるが、各階層の定義を植生高により高木層(8m

以上)、亜高木層(5m以上8m未満)、低木層1(2m以上5m未満)、低木層2(0.5m以上2m未満)、草本層(50cm未満)、コケ層(コケ植物)とし、高木層から草本層においてはそれぞれの階層に出現するシダ植物以上の維管束植物を対象に出現する植物名と被度を記録し、コケ層に関しては全体の被度のみ記載した。亜高木層(5m以上8m未満)は、成熟した林分としては低いが、風倒跡植生試験地の亜高木と高木の境が8mであり、これと揃えるためにこの値とした。また、総合優占度と出現頻度も求めた。被度区分の基準、総合優占度および出現頻度の求め方は、前述の風倒跡植生試験地における方法と同じである。1993年と2014年とは調査方法が異なり、結果を単純に比較することはできないため、ここでは2014年の結果について主に報告する。

2) 毎木調査

胸高直径5cm以上の個体を対象に林尺を用いて胸高直径を2方向で測定し、その平均値を胸高直径として用いた。毎木調査は1993年8月、1998年9月、2004年6月、2008年9月、2014年6月に行った。当試験地で作成した、胸高直径と樹高との関係式(樹高曲線)を用いて、胸高直径から樹高を推定し、風倒跡地植生試験地と同様の方法で材積を計算した。本調査では、1993年と2014年の森林構造の変化について報告する。

2-1-4. 調査結果

(1) Plot27

1) 試験地

試験地は、標高約910mの傾斜17°の南面傾斜地で、岩礫の多い林分である(図1-1-1、図3-1-1)。風倒前の植生型は、エゾマツ-(トドマツ)-オクヤマシダ基群集(館脇ほか1955)で、直径1mに達するエゾマツ大径木が上層を占有し、中層以下にトドマツ中小径木が混生する複層林型の天然林であった。低木層にはコヨウラクツツジとオガラバナが散生し、林床はオクヤマシダが優占するほか、ゴンゲンスゲ、ゴゼンタチバナ、ヒメマイヅルソウ、コミヤマカタバミ、スギカズラ、イワツツジ、蘚類などが高い出現頻度を示しており、風倒前の林床はオクヤマシダで代表される典型的なシダ型の林床であった。トドマツ、エゾマツ、アカエゾマツの稚幼樹の更新がみられ、トドマツの出現頻度が高かった。風倒による被害は100%に及び、完全な無立木地となった。

2) 植生変化(表3-1-1)

調査は19箇所の2m×2m枠(2×38m)で行った(図3-1-2)。風倒後に最初に侵入した高木性の木本種は、エゾノバコヤナギ、シラカンバ、ダケカンバの落葉広葉樹であり、いずれも風倒4~6年目までに発生していた(図2-1-1)。成長の早いエゾノバコヤナギ

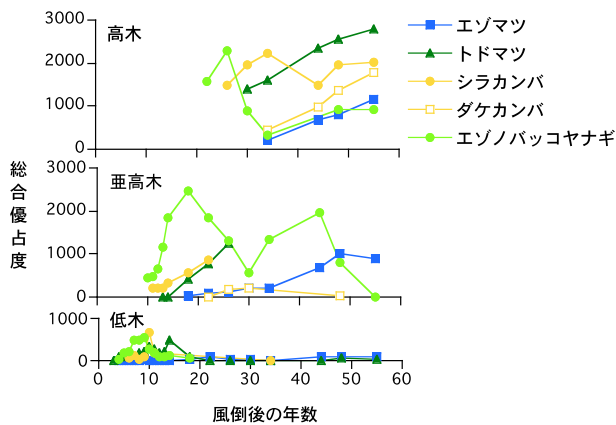


図 2-1-1 Plot27 における上層林冠構成種の推移

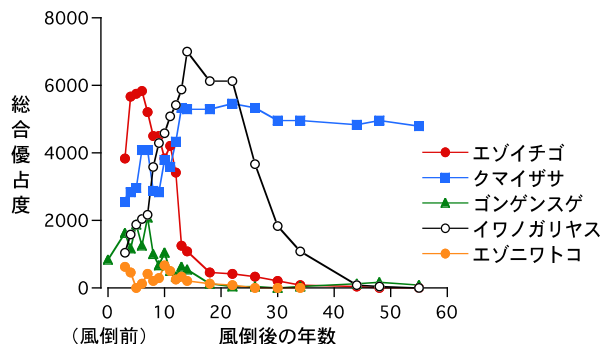


図 2-1-2 Plot27 における林床植生優占種の推移

は、風倒 10 年後には低木層から亜高木層に進界し、風倒 22 年後には高木層に達したが、風倒 26～30 年後を境に衰退し枯死木が現われ始めた。シラカンバはエゾノバッコヤナギが衰退する頃から成長が旺盛となり、エゾノバッコヤナギに代わって高木層を優占したが、その後はシラカンバに代わって成長が旺盛となったトドマツが高木層を優占した。風倒前の林床に生育していたトドマツ、エゾマツ、アカエゾマツの稚幼樹は、風倒後はトドマツ、エゾマツがわずかに残るほかは大半が枯死した。生存したトドマツ、エゾマツ稚幼樹の亜高木層への進界は、トドマツで風倒 13 年後、エゾマツは風倒 18 年後であり、さらに高木層への進界は、トドマツは風倒 30 年後、エゾマツは風倒 34 年後であった。

林床植生は、風倒前に優占していたオクヤマシダ、イワツツジ、マルバノチャルメルソウ、エゾデンダ、

レンプクソウや蘚類は風倒 3 年目までに消失しており、他の種も優占度を減少させていた。代わりに、エゾイチゴ、クマイザサが急激に発達し、風倒 3 年目ぐらいまでに林床植生は大きく変化した(図 2-1-2)。エゾイチゴは風倒後 5～6 年目をピークに、風倒後 8～9 年目頃まで高い優占度を示したが、その後急速に減少した。代わってイワノガリヤス、クマイザサが発達し、イワノガリヤスは風倒後 17 年目をピークに減少し、風倒後 26 年目からはクマイザサが優占するササ型林床が現在まで続いている。風倒前から生育していたゴンゲンスゲは、風倒後は増減を繰り返して風倒 7 年後に最も高い優占度を示した後には衰退していったが、すべての調査時に出現していた。エゾニワトコは風倒 3 年後に侵入し、風倒 10 年後に最も高い優占度を示した後に徐々に衰退して行き、風倒 34 年後を最後にそれ以降の生育は認められなかった。

3) 森林構造の変化

調査は 10m×38m の固定試験地で行った(図 3-1-2)。1993 年の調査に基づく第 3 次報告書によると、林況はトドマツ(エゾマツ)-シラカンバ(エゾノバッコヤナギ・ダケカンバ)二次林で、やや疎林とされている。2009 年時では各個体サイズは大きくなり、樹種による本数密度等の増減はあるものの、1993 年時と同様の林況を呈しており、トドマツが優占する針葉樹の成立本数の多い林となっている。

1993 年から 2009 年にかけて全体の森林構造の変化をみると、本数密度は 1,947 本/ha から 1,790 本/ha に減少しているが、胸高断面積合計は 26.6m³/ha から 41.8m³/ha に増加し、また材積は 151.4m³/ha から 301.8m³/ha へと倍増した(表 2-1-1)。樹種毎に変化をみると、エゾマツとトドマツは進界によって本数密度が増加した。また、同様に胸高断面積合計と材積が増加し、特にトドマツの材積の増加が顕著であり、林分全体の材積にトドマツの材積が占める割合は 1993 年の 55.2%から 2009 年には 65.6%へと増加した。一方、エゾノバッコヤナギ、ダケカンバは本数密度を減少させており、特にエゾノバッコヤナギの減少が顕著であった。

胸高直径階別の本数分布をみると、全体では 1993

表 2-1-1 Plot27 の森林組成の変化 (1993-2009)

樹 種	1993			2009			1993-2009の変化		
	本数 (本/ha)	胸高断面積 (m ² /ha)	材積 (m ³ /ha)	本数 (本/ha)	胸高断面積 (m ² /ha)	材積 (m ³ /ha)	本数 (本/ha)	胸高断面積 (m ² /ha)	材積 (m ³ /ha)
エゾマツ	447.4	2.9	13.7	500.0	4.7	26.8	+52.6	+1.8	+13.1
トドマツ	578.9	12.3	83.6	605.3	23.1	197.9	+26.3	+10.8	+114.4
シラカンバ	210.5	4.3	22.1	210.5	6.4	39.0	0.0	+2.2	+16.9
ダケカンバ	263.2	2.8	13.7	210.5	3.8	20.8	-52.6	+0.9	+7.1
エゾノバッコヤナギ	447.4	4.4	18.3	263.2	3.8	17.3	-184.2	-0.6	-1.0
合 計	1947.4	26.6	151.4	1789.5	41.8	301.8	-157.9	+15.1	+150.5

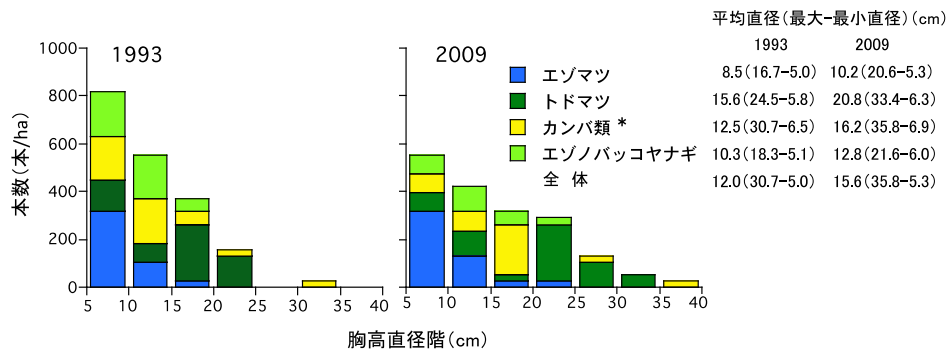


図 2-1-3 Plot27 における胸高直径階別本数の変化

*カンバ類：シラカンバ、ダケカンバ

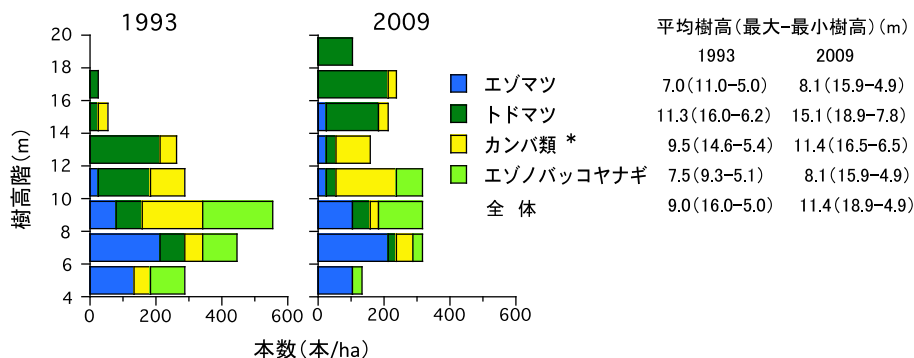


図 2-1-4 Plot27 における樹高階別本数の変化

*カンバ類：シラカンバ、ダケカンバ

年および 2009 年ともに L 字型を示し、小さなサイズクラスではエゾマツが多く生育していた(図 2-1-3)。シラカンバが当試験地で最も大きな胸高直径を示し、1993 年は 30.7cm、2009 年では 35.8cm であった。トドマツは、1993 年は 15-20cm クラスに、2009 年は 20-25cm クラスにモードを持つ一山形を示し、平均胸高直径は 1993 年で 15.6cm、2009 年では 20.8cm であり、4 樹種区分で最も大きな値を示した。

樹高階別本数分布をみると、1993 年、2009 年ともに上層は主にトドマツが、中層は主にカンバ類とエゾノバッコヤナギが、そして下層は主にエゾマツによって構成されていた(図 2-1-4)。トドマツが当試験地における最大樹高を示し、1993 年は 16.0m、2009 年では 18.9m であった。

立木の分布はムラがあり、針葉樹は調査地の中部付近に多く生育していた。針葉樹 2 種はトドマツの下にエゾマツが生育している階層構造を示している。これらの針葉樹は前生稚樹由来であり、成長速度の違いが生じさせたと考えられる。また、広葉樹は針葉樹の少ないところに生育している傾向があり、針葉樹による被圧の影響は比較的少ないと考えられた。

(2) Plot30

1) 試験地

試験地は、標高約 905m の傾斜 23° の南面傾斜地で、岩礫地である(図 1-1-1、図 3-1-1)。風倒前の植生型は、アカエゾマツ-(トドマツ)-蘚類基群集(館脇ほか 1955)であり、上層林冠にはアカエゾマツの大径木が占有し、まれにエゾマツの大径木が生育し、中下層木はアカエゾマツ、トドマツが占めていた。林床には蘚類が優占する典型的な蘚類型の林分で、このほかコミヤマカタバミ、スギカズラなどが高い頻度で出現していた。その他の草本としてゴンゲンズゲ、シラネワラビ、マイズルソウ、ヒカゲノカズラ、ゴゼンタチバナ、オクヤマシダ、ジンヨウイチヤクソウなども見られた。トドマツとアカエゾマツ稚幼樹の更新が認められていた。風倒による被害は 100%であり、林冠は完全に破壊された。

2) 植生変化(表 3-1-1)

調査は 1964 年までは 19 箇所の 2m×2m 枠(2m×38m)で行い、1965 年からは 18 箇所の 2m×2m 枠(2m×36m)で行った(図 3-1-3)。風倒前はトドマツとアカエゾマツ稚幼樹が更新していたが、風倒後には完全に消失した。風倒 3 年後にダケカンバの発生がみられたが翌年には枯死し、その後は風倒 18 年後にシラカンバの樹冠が調査枠外から張り出してくるまで、

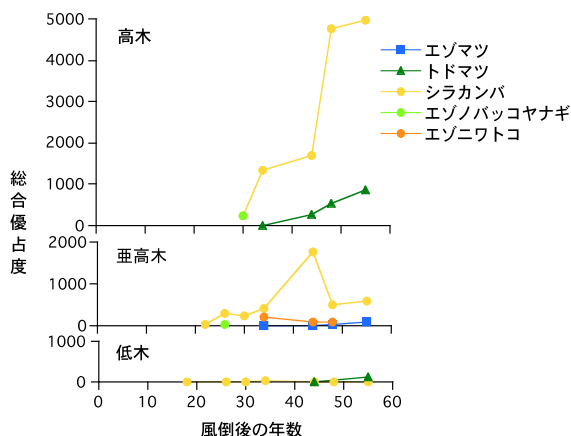


図 2-1-5 Plot30 における上層林冠構成種の推移

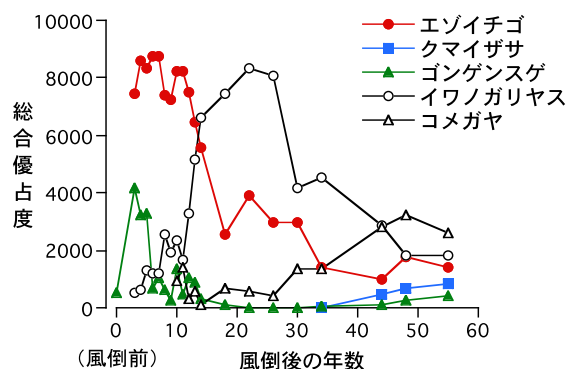


図 2-1-6 Plot30 における林床植物優占種の推移

高木構成種の出現は認められなかった(図 2-1-5)。植生調査枠外に生じていたシラカンバの樹冠の一部は、風倒 22 年後に亜高木層へ、30 年後には高木層に達し、風倒 40 年後以降に急激に優占度を増した。調査枠外には本数は少ないながらトドマツ、エゾマツの更新があり、トドマツは風倒 34 年後に高木層に達した。

林床植生に関しては、風倒前に優占していた藓類は風倒 3 年後には完全に消失していた。ほかにオクヤマシダ、ジンヨウイチヤクソウ、ヒカゲノカズラなどが風倒によって消失した。風倒によって新たに出現したのは、イワノガリヤス、アキノキリンソウ、キツリフネ、オシダなどで、このうちイワノガリヤ

ス、アキノキリンソウは風倒後の初回の調査から毎調査時に出現していた(図 2-1-6)。また、風倒前から生育していたゴンゲンスゲは、風倒 3 年後に優占度を増加させ、その後は徐々に優占度を低下させたが毎調査時に生育が確認されている。

風倒後に急速に増加したエゾイチゴは、風倒 4 年後には全体の約 90%を被覆するまで繁茂したが、その後は、増加して来たイワノガリヤスに押され、風倒 14 年後には優占種を交代した(図 2-1-6)。しかしながら、イワノガリヤスの優占度は風倒 26 年後から低下を始め、風倒 48 年後には徐々に増加して来たコメガヤによって優占種が交代した。ここでのクマイザサの生育は、風倒 34 年後からみられ、徐々に増加しているが優占度は低い。

ここの植生調査区内における木本類の更新は不良であり、ササは未発達であるが、その理由として豊岡ほか(1992)は、試験地は岩礫地であり、斜面方位が南に位置するため、トドマツ、エゾマツ前生稚樹が乾燥によると思われる原因で全滅し、先駆性広葉樹類の更新も妨げられたこと、またササの少ないことも岩礫地である影響を受けていることを指摘している。しかしながら、風倒 44 年後から低木層にトドマツの実生・稚樹が生育しており(図 2-1-5)、これは土壌の発進が進んできたこと、ササによる被圧がないこと、毎木調査区に生育するトドマツが種子生産を行うサイズに達して来たためであると考えられる。

3) 森林構造の変化

調査は 10m×36m の固定試験地で行った(図 3-1-3)。1993 年に調査を行った第 3 次報告書によると、林況はトドマツ-シラカンバ疎林で、立木は極端に偏在するとされており、2009 年時においても同様の林況を示している。

1993 年から 2009 年にかけて全体の森林構造の変化をみると、本数密度は 778 本/ha のままで変化はなかったが、胸高断面積合計は 13.7m²/ha から 28.4m²/ha へと倍増し、また材積は 83.3m³/ha から 214.3m³/ha へと大きく増加した(表 2-1-2)。樹種毎の変化をみると、エゾマツとシラカンバは進界によって本数密度

表 2-1-2 Plot30 の森林組成の変化 (1993-2009)

樹 種	1993			2009			1993-2009の変化		
	本数 (本/ha)	胸高断面積 (m ² /ha)	材積 (m ³ /ha)	本数 (本/ha)	胸高断面積 (m ² /ha)	材積 (m ³ /ha)	本数 (本/ha)	胸高断面積 (m ² /ha)	材積 (m ³ /ha)
エゾマツ	0.0	0.0	0.0	27.8	0.3	1.0	+27.8	+0.3	+1.0
トドマツ	333.3	9.2	63.8	333.3	18.1	156.4	0.0	+9.0	+92.5
シラカンバ	222.2	2.5	10.8	250.0	7.0	41.5	+27.8	+4.5	+30.8
エゾノバッコヤナギ	166.7	1.5	6.3	138.9	2.0	9.8	-27.8	+0.5	+3.5
ドロノキ	27.8	0.5	2.3	27.8	1.0	5.7	0.0	+0.5	+3.4
エゾニワトコ	27.8	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	-27.8	-0.1	-0.1
合 計	777.8	13.7	83.3	777.8	28.4	214.3	0.0	+14.7	+131.1

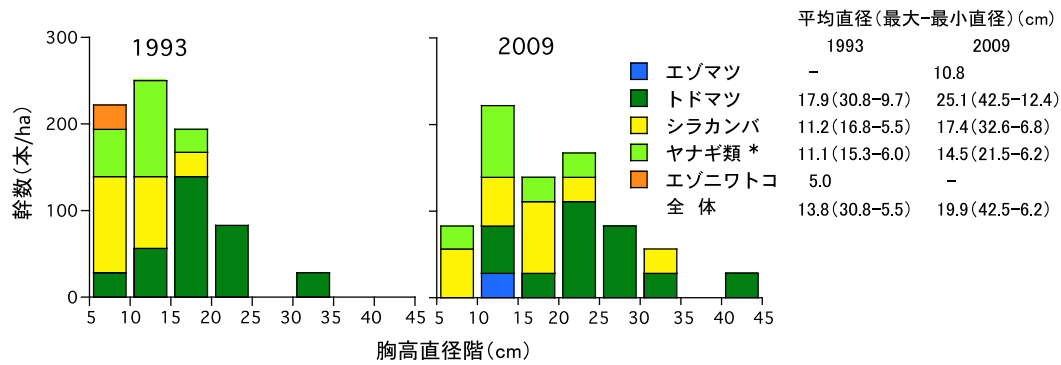


図 2-1-7 Plot30 における胸高直径階別本数の変化

*ヤナギ類：エゾノバッコヤナギ、ドロノキ

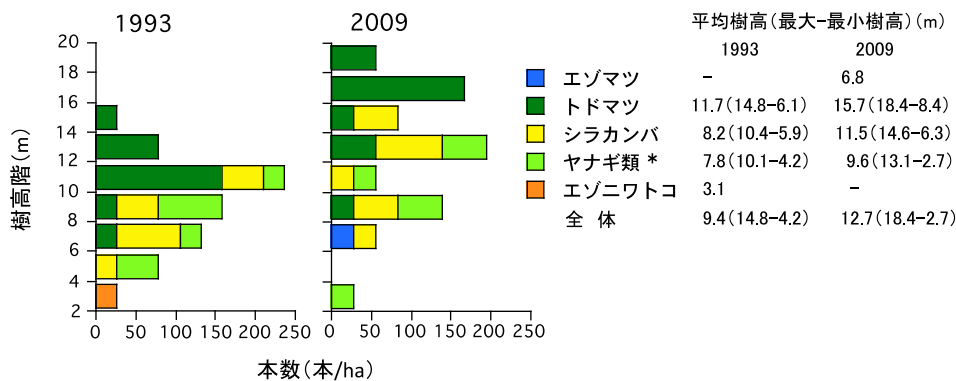


図 2-1-8 Plot30 における樹高階別本数の変化

*ヤナギ類：エゾノバッコヤナギ、ドロノキ

が増加したのに対し、エゾノバッコヤナギとエゾニワトコは本数密度が減少し、エゾニワトコは消失した。また、胸高断面積合計および材積の増加が大きかったのはトドマツとシラカンバであった。林分全体の材積にトドマツの材積が占める割合は、1993 年は 76.6%、2009 年は 73.0%であり、トドマツが優占していた。

胸高直径階別の本数分布をみると、全体では 1993 年、2009 年ともに 10-15cm クラスにモードを持つ一山型の分布を示した(図 2-1-7)。トドマツは、1993 年は 15-20cm クラスに、2009 年は 20-25cm クラスにモードを持つ一山形を示し、平均胸高直径は 1993 年で 17.9cm、2009 年では 25.1cm であり、4 樹種区分で最も大きな値を示した。また、トドマツが当試験地で最も大きな胸高直径を示し、1993 年で 30.8cm、2009 年では 42.5cm であった。

樹高階別本数分布をみると、1993 年、2009 年ともに上層には主にトドマツが生育し、その下には主にシラカンバとヤナギ類が生育していた(図 2-1-8)。トドマツが当試験地における最大樹高を示しており、1993 年で 14.8m、2009 年では 18.4m であった。

(3) Plot35

1) 試験地

試験地は、標高約 900m で傾斜 28° の北面傾斜地にある(図 1-1-1、図 3-1-4)。風倒前の植生型は、ア

カエゾマツ-(トドマツ)-ゴンゲンスゲ基群集(館脇ほか 1955)で、上層はアカエゾマツの大径木が散生し、中層にはトドマツ中小径木がかなりの密度で混交しており、ダケカンバが稀に生育していた。低木層にはオガラバナ、コヨウラクツツジが高い頻度で出現し、シロバナシャクナゲやウスノキなども生育していた。林床はゴンゲンスゲが優占し、フジノマンネングケ、セイタカスギゴケなどの蘚類がこれに次ぐ被度を示していた。また、シノブカグマ、ゴゼンタチバナ、コミヤマカタバミ、ミツバオウレン、スギカズラなどが高い出現頻度を示し、クマイザサは僅かに生育していた。トドマツ、エゾマツの稚幼樹の更新は比較的良好な所であった。風倒被害は 100%であった。

2) 植生変化 (表 3-1-1)

調査は 19 箇所 2m×2m 枠(2m×38m)で行った(図 3-1-5)。高木性の木本種についてみると、調査枠内には風倒後にカンバ類やヤナギ類の侵入はみられず、風倒後に出現する後継樹のすべては風倒後に生き残ったトドマツ、アカエゾマツの稚幼樹であった。トドマツは風倒 12 年後には低木層から亜高木層に進界し、風倒 22 年後には高木層に進界し、その後は優占度を高め、トドマツを中心に林冠の回復が進んでいる(図 2-1-9)。アカエゾマツは、トドマツに比較すると成長は遅く、低木層から亜高木層に進界す

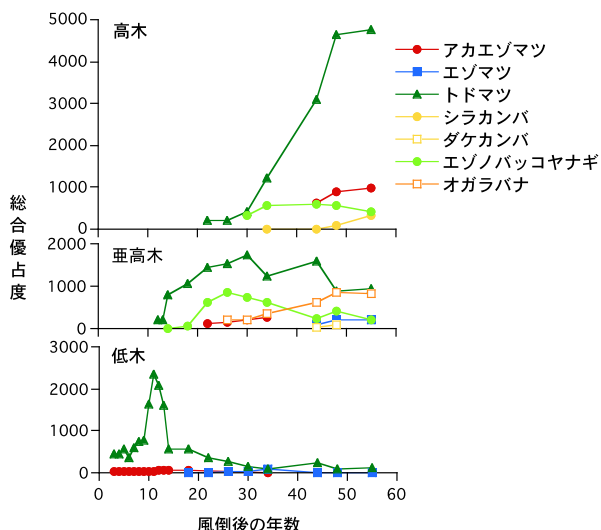


図 2-1-9 Plot35 における上層林冠構成種の推移

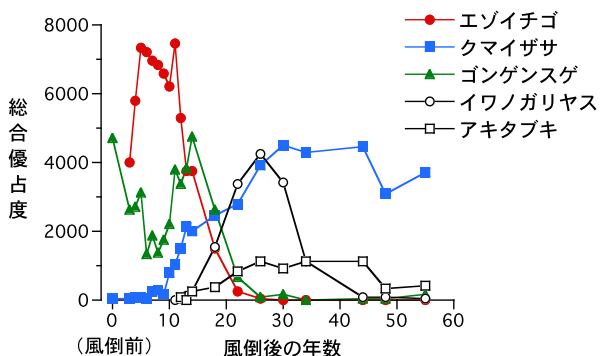


図 2-1-10 Plot35 における林床植物優占種の推移

るのは風倒 22 年後であり、亜高木層から高木層への進界は風倒 44 年後であった。調査区外にはエゾノバッコヤナギ、シラカンバが生育し、これらの林冠の一部が調査区に懸かっており、エゾノバッコヤナギは風倒 14 年後に亜高木層に達し、風倒 30 年後に高木層に進界した。

林床についてみると、風倒前に生育していたシノブカグマ、オクヤマシダ、ヤマドリゼンマイなどの

シダ類は風倒によって消失した。また、風倒前に優占していたゴンゲンスゲは、風倒後には優占度が減少したが、風倒 9 年後から増加を始め、風倒 14 年後には優占種となった。その後は、再び優占度を減少させたが、毎調査時に生育が確認されている(図 2-1-10)。エゾイチゴは風倒直後に侵入し優占種となったが、風倒 11 年後から急速に衰退した。風倒 22 年後からは、増加してきたイワノガリヤスとクマイザサの優占度が高くなったが、イワノガリヤスは風倒 26 年後から急速に減少し、風倒 30 年後にクマイザサが優占種となり、以降はササが優占する林床となっている。風倒後に侵入したものは、アキタブキ、イワノガリヤス、エゾノヨツバムグラ、アキノキリンソウなどがある。

3) 森林構造の変化

調査は 10m×38m の固定試験地で行った(図 3-1-5)。1993 年に調査を行った第 3 次報告書によると、林況は中層にアカエゾマツを伴うトドマツ二次林でトドマツの立木が多いとされている。2009 年時においてもほぼ同様の林況を示しており、アカエゾマツを伴うトドマツの立木密度および材積の高い林分となっている。

1993 年から 2009 年にかけて全体の森林構造の変化をみると、本数密度は 3,500 本/ha から 3,447 本/ha とわずかに減少したが、胸高断面積合計は 28.3m²/ha から 48.1m²/ha と増加し、また材積は 152.8m³/ha から 338.5m³/ha と倍増した(表 2-1-3)。樹種毎の変化をみると、アカエゾマツ、エゾマツ、オガラバナは本数密度、胸高断面積合計、材積は増加しているものの、その値は小さい。一方、エゾノバッコヤナギ、トドマツ、シラカンバは本数密度を減少させており、特にエゾノバッコヤナギの減少が顕著であった。トドマツは、本数密度を減少させているが、材積の増加は 152m³/ha と大きな値を示した。林分全体の材積にトドマツの材積が占める割合は、1993 年で 83.2%、2009 年では 82.5%であり、トドマツが優占する林分となっている。また、風倒前はアカエゾマツの大径

表 2-1-3 Plot35 の森林組成の変化 (1993-2009)

樹 種	1993			2009			1993-2009の変化		
	本数 (本/ha)	胸高断面積 (m ² /ha)	材積 (m ³ /ha)	本数 (本/ha)	胸高断面積 (m ² /ha)	材積 (m ³ /ha)	本数 (本/ha)	胸高断面積 (m ² /ha)	材積 (m ³ /ha)
アカエゾマツ	263.2	2.7	13.2	289.5	5.4	38.7	+26.3	+2.7	+25.5
エゾマツ	52.6	0.4	1.8	78.9	0.5	2.7	+26.3	+0.1	+0.9
トドマツ	2842.1	22.9	127.2	2815.8	39.2	279.2	-26.3	+16.2	+152.0
シラカンバ	105.3	1.0	5.5	78.9	1.8	12.0	-26.3	+0.8	+6.5
エゾノバッコヤナギ	157.9	1.1	4.5	52.6	0.8	4.1	-105.3	-0.3	-0.5
オガラバナ	0.0	0.0	0.0	52.6	0.2	0.6	+52.6	+0.2	+0.6
ツリバナ	52.6	0.1	0.4	52.6	0.2	0.7	0.0	+0.0	+0.3
ヒロハツリバナ	26.3	0.1	0.2	26.3	0.1	0.5	0.0	+0.1	+0.3
合 計	3500.0	28.3	152.8	3447.4	48.1	338.5	-52.6	+19.8	+185.7

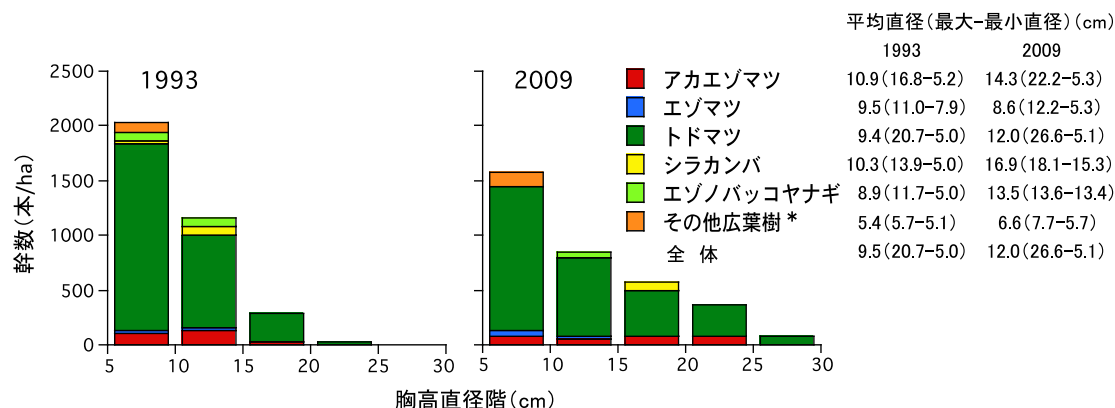


図 2-1-11 Plot35 における胸高直径階別本数の変化

*その他広葉樹：オガラバナ、ツリバナ、ヒロハツリバナ

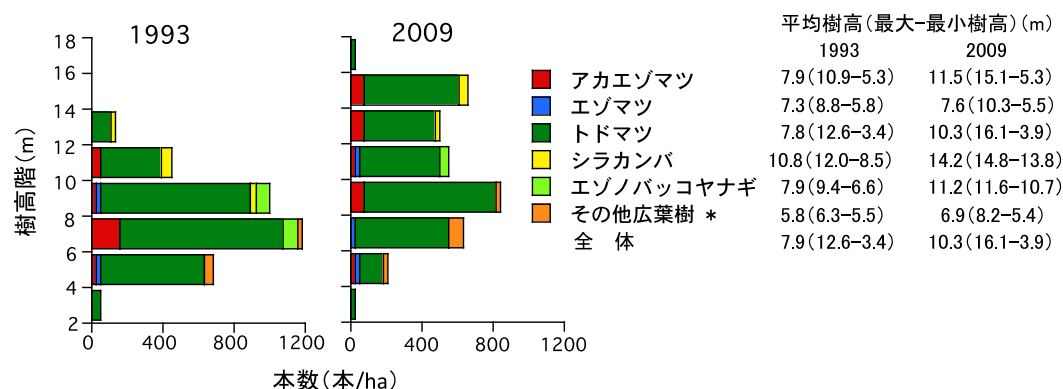


図 2-1-12 Plot35 における樹高階別本数の変化

*その他広葉樹：オガラバナ、ツリバナ、ヒロハツリバナ

木が散生しており、他の風倒跡試験地と比べてアカエゾマツが比較的多く生育しており、林分全体の材積にアカエゾマツの材積が占める割合は、1993 年で 8.6%、2009 年では 11.4%であった。

胸高直径階別の本数分布をみると、全体およびトドマツは 1993 年および 2009 年ともに L 字型を示していた(図 2-1-11)。トドマツが当試験地で最も大きな胸高直径を示し、その値は 1993 年で 20.7cm、2009 年では 26.6cm であった。また、アカエゾマツの最も大きな胸高直径は、1993 年で 16.8cm、2009 年では 22.2cm であった。

樹高階別の本数分布をみると、1993 年時のアカエゾマツは中層に多いが、2009 年時では全体的に上層に移行し、一部は林冠の構成種となっていた(図 2-1-12)。トドマツが当試験地における最大樹高を示しており、1993 年で 12.6m、2009 年では 16.1m であった。また、アカエゾマツの最大樹高は、1993 年で 10.9m、2009 年では 15.1m であった。

(4) Plot36

1) 試験地

試験地は、Plot35 の尾根上部にあり、標高 965m で広い台地上の平坦地にある(図 1-1-1、図 3-1-4)。風倒前の植生型は、エゾマツ-トドマツ-クマイザサ

基群集(館脇ほか 1955)で、上層林冠はエゾマツ、トドマツにより占められ、中下層は大部分がトドマツからなり、ほかに若干のダケカンバとごく少数のアカエゾマツを混生していた。林床には稈高 60~80cm のクマイザサが優占し、林冠の開いた所ではクマイザサの密度が高いところと、ミヤマカタバミの多いところがあった。低木層は貧弱で、クロミノハリスグリ、トガスグリ等が生育し、わずかにエゾイチゴも生育していた。クマイザサについてゴンゲンスゲが被度、出現頻度とも高く、他にコミヤマカタバミ、シラネワラビ、ゴゼンタチバナなどが見られた。また、トドマツ、エゾマツ、ダケカンバの稚幼樹の更新も認められた。風倒による被害は 100%で、残存する立木は一本もなかった。

2) 植生変化(表 3-1-1)

調査は 15 箇所の 2m×2m 枠(2m×30m)で行った(図 3-1-6)。風倒直後に侵入したダケカンバのうち生き残ったものは、風倒 9 年後には亜高木層に進界し、さらに風倒 22 年後には高木層に進界した(図 2-1-13)。風倒前の林床に生育していたトドマツ、エゾマツの稚幼樹は、風倒による環境の変化と風倒木処理による林床の攪乱によってほとんどが消失しており、生き残ったエゾマツは風倒 4 年後に、トドマ

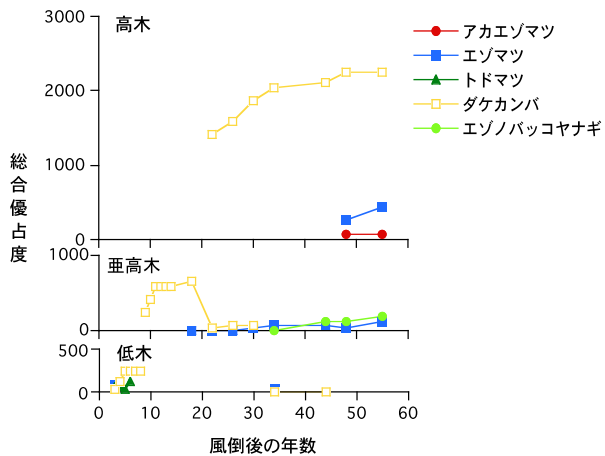


図 2-1-13 Plot36 における上層林冠構成種の推移

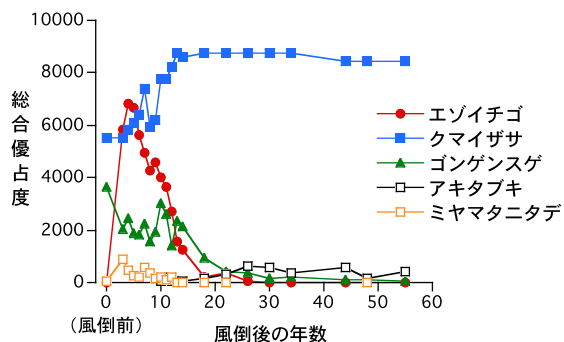


図 2-1-14 Plot36 における林床植物優占種の推移

ツでは風倒 9 年後にはすべて枯死した(豊岡ほか 1992)。風倒被害を逃れたエゾマツが調査区内に樹冠を張り出し、風倒 18 年後に亜高木層に、風倒 44 年後に高木層に達した。2009 年時の高木層のダケカンバ、エゾマツ、アカエゾマツは調査区外からの樹冠の張り出しによるものである。

林床植生についてみると、ヒメマイズルソウ、ヒメゴヨウイチゴなどが風倒によって消失した。また、風倒前から繁茂していたクマイザサは、風倒後も大きな衰退を示すことなく増加し、風倒 13 年後頃から高い優占度を維持してきている(図 2-1-14)。エゾイチゴは風倒 3 年後には急速に優占度を増加させており、風倒 5 年後くらいまでは優占度を高めていたが、その後急速に衰退し 2009 年時ではごくわずかに出現していた。風倒前から生育していたゴンゲンスゲは、風倒後の変化は少なかったが、クマイザサが急激に増加するとエゾイチゴと同様に衰退した。しかしながら、2009 年時でもごくわずかに出現していた。アキタブキは風倒 10 年後から侵入し、風倒 26 年目からクマイザサに次ぐ優占種となっているが優占度は低い。ミヤマタニタデは風倒前から生育しており、風倒後 12 年後までは比較的多く生育していたが徐々に衰退していった。

3) 森林構造の変化

調査は 10m×30m の固定試験地で行った(図 3-1-6)。1993 年に調査を行った第 3 次報告書による

表 2-1-4 Plot36 の森林組成の変化 (1993-2009)

樹 種	1993			2009			1993-2009の変化		
	本数 (本/ha)	胸高断面積 (m ² /ha)	材積 (m ³ /ha)	本数 (本/ha)	胸高断面積 (m ² /ha)	材積 (m ³ /ha)	本数 (本/ha)	胸高断面積 (m ² /ha)	材積 (m ³ /ha)
アカエゾマツ	0.0	0.0	0.0	33.3	0.1	0.3	+33.3	+0.1	+0.3
エゾマツ	300.0	4.3	20.5	300.0	9.2	55.6	0.0	+4.9	+35.0
トドマツ	133.3	3.1	17.8	133.3	7.3	55.9	0.0	+4.2	+38.2
シラカンバ	166.7	7.0	34.3	166.7	8.9	55.6	0.0	+1.9	+21.3
ダケカンバ	33.3	1.6	8.4	0.0	0.0	0.0	-33.3	-1.6	-8.4
エゾノバッコヤナギ	33.3	1.6	5.6	33.3	1.4	7.0	0.0	-0.2	+1.4
合 計	666.7	17.6	86.6	666.7	27.0	174.3	0.0	+9.4	+87.8

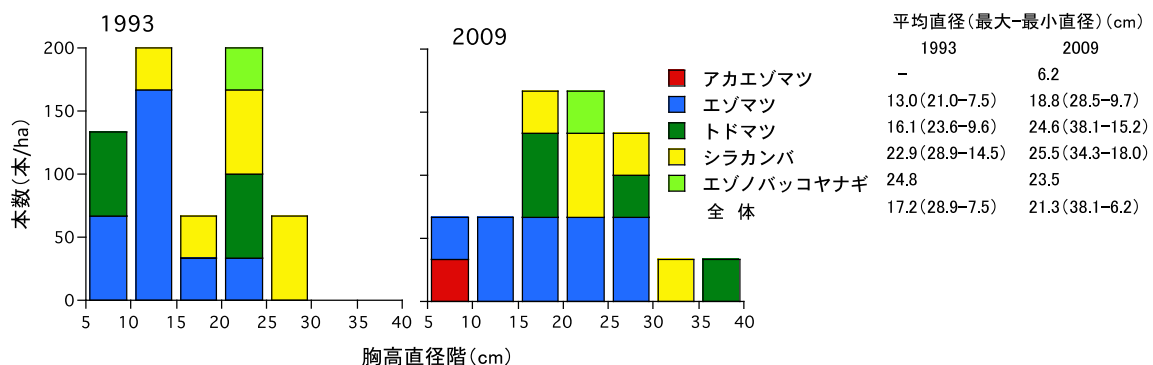


図 2-1-15 Plot36 における胸高直径階別本数の変化

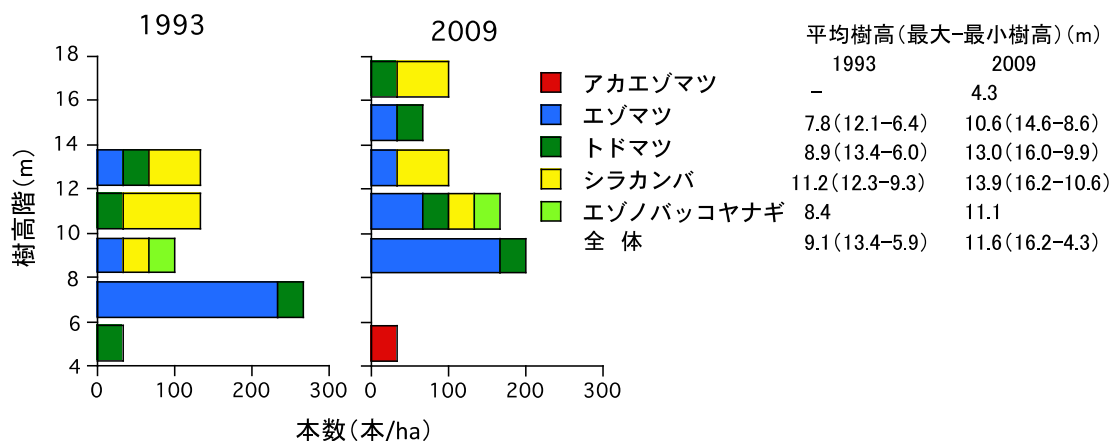


図 2-1-16 Plot36 における樹高階別本数の変化

と、林況はトドマツ・エゾマツ-シラカンバ疎林で成
立木は散生状で偏在し無立木地に近いとされてお
り、2009 年時においても同様の林況を呈している。

1993 年から 2009 年にかけて全体の森林構造の変
化をみると、本数密度は 667 本/ha のまま変化せず、
胸高断面積合計は 17.6m²/ha から 27.0m²/ha へと増加
し、また材積は 86.6m³/ha から 174.3m³/ha へと倍増
した(表 2-1-4)が、2009 年時の材積は 6 箇所の風倒跡
地の中では Plot54 に次いで 2 番目に低い値であった
(図 2-1-26)。樹種毎の変化をみると、本数密度はア
カエゾマツが進界による増加を示したのに対して、
ダケカンバは減少を示し、他の樹種では増減はなか
った。ダケカンバを除いた他の樹種では材積の増加
が認められ、トドマツ、エゾマツ、シラカンバの増
加が比較的大きかった。2009 年時で本数密度が多か
ったのは、エゾマツ、シラカンバ、トドマツであり、
各樹種の材積(55.6~55.9m³/ha)はほぼ同じであった。

胸高直径階別の本数分布(図 2-1-15)と樹高階別
の本数分布(図 2-1-16)をみると、エゾマツ、トドマツ、
シラカンバはそれぞれ、より大きなサイズクラスに
移行しており、2009 年時ではトドマツ、シラカンバ
は上層を、エゾマツは主に中層を構成していた。最
大の胸高直径を示したものは、1993 年はシラカンバ
の 28.9cm、2009 年はトドマツの 38.1cm であった。
また、最大の樹高を示したものは、1993 年はトドマ
ツの 13.4m、2009 年はシラカンバの 16.2m であった。

(5) Plot46

1) 試験地

試験地は、標高約 900m の高位段丘面の平坦に近い
西北西に向けた緩傾斜地にある(図 1-1-1、図
3-1-7)。風倒前の植生型は、エゾマツ-(トドマツ)-ク
マイザサ基群集(館脇ほか 1955)で、上層林冠はエゾ
マツ大径木で占有され、中層以下にトドマツ中小径
木が生育した。低木は種類が多く、オオバスノキ、
オガラバナの他にクロミノハリスグリ、クロツリバ
ナなどが生育し、エゾイチゴの生育も僅かに認めら
れた。林床はクマイザサが優占するが、出現頻度は

高かったが被度はそれほど高くなかった。ゴンゲン
スゲが部分的に優占するところがみられた。他にゴ
ゼンタチバナ、ズダヤクシュ、コミヤマカタバミ、
ホソバトウゲシバの出現頻度が高く、蘚類の多い所
もみられた。トドマツ、エゾマツの稚幼樹の更新が
みられ、トドマツ稚幼樹の出現頻度が高かった。風
害は 100%に及び、周囲一体は完全な無立木地となっ
た。

2) 植生変化(表 3-1-1)

調査は 25 箇所の 2m×2m 枠(2m×50m)で行った
(図 3-1-8)。風倒前に更新していたトドマツ、エゾマ
ツの稚幼樹は、風倒 3 年後にも相当数が残存してい
たが、その後の晩霜害のためほとんどが枯死し、生
き残ったものは成長が遅滞した(豊岡ほか 1992)。そ
のため、トドマツは低木層から亜高木層に達するま
でに風倒後 18 年を要し、高木層に進界するのは風倒
34 年後であった(図 2-1-17)。エゾマツの低木層から
亜高木層への進界はトドマツよりも遅く風倒後 26
年を要し、亜高木層から高木層への進界は風倒 34

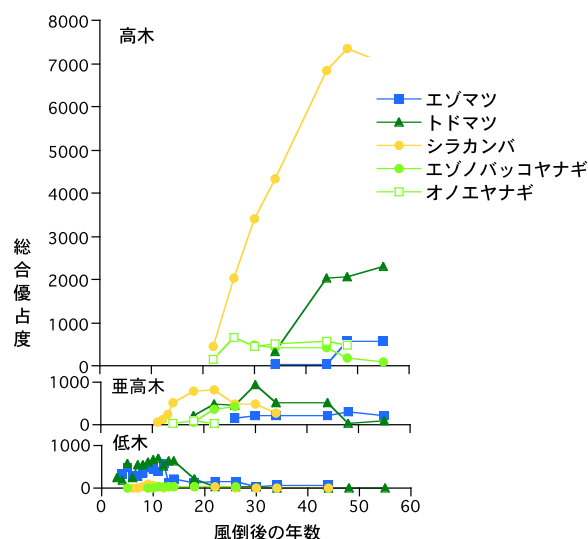


図 2-1-17 Plot46 における上層林冠構成種の推移

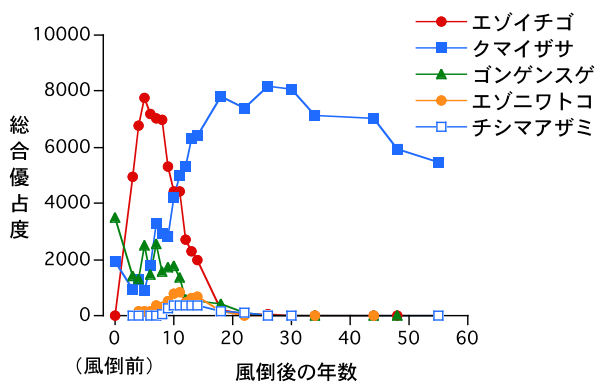


図 2-1-18 Plot46 における林床植物優占種の推移

年後であった。広葉樹に関してみると、シラカンバは風倒 6 年後に侵入した。エゾノバッコヤナギは風倒 5 年後に侵入したが翌年には消失し、風倒 9 年後に改めて侵入した。亜高木層への進界は、シラカンバは風倒 12 年後、エゾノバッコヤナギは風倒 18 年後であった。調査区外のオノエヤナギが樹冠を調査区内へ張り出し、風倒 14 年後に亜高木層に達した。これらの高木層への進界は、シラカンバ、オノエヤナギは風倒 22 年後であり、エゾノバッコヤナギは風倒 30 年後であった。この植生調査区内では、シラカンバが風倒 26 年後頃から、調査区外からの樹冠の張り出しを含めて成長が盛んになり、上層はシラカンバが優占した。

風倒前に優占していたクマイザサ、ゴンゲンスゲは、急激な環境変化によって風倒後は優占度を減少

させた(図 2-1-18)。風倒前から生育するエゾイチゴはこれらに代わって急速に増加し、風倒 5 年後に優占度が最大になり、風倒 8 年後まで高い優占度を維持していたが、その後は急速に減少し、風倒 11 年後には急速に増加してきたクマイザサの優占度が上回るようになった。クマイザサの優占度は風倒 18 年後まで増加し、その後はクマイザサの優占するササ型林床が維持されて来ている。風倒前に優占していたゴンゲンスゲは、風倒後も比較的高い優占度を示していたが、クマイザサの発達とともにエゾイチゴと同様に衰退した。風倒前に生育していたエゾデング、ホソバトウゲシバ、ヒメゴヨウイチゴ、シノブカグマなどが風倒後に消失した。また、風倒後に侵入したものは、エゾニワトコ、チシマアザミなどがあり、エゾニワトコは風倒後 7 年目から 14 年目にかけて、チシマアザミは風倒後 9 年目から 14 年目にかけて一時的に優勢な生育をみせた。

3) 森林構造の変化

調査は 10m×50m の固定試験地で行った(図 3-1-8)。1993 年に調査を行った第 3 次報告書によると、林況はシラカンバ・トドマツ(エゾマツ)疎林で、針葉樹とシラカンバはそれぞれ別れて成立し、特に針葉樹の偏在が目立つとされており、2009 年時においても同様の林況を呈していた。

1993 年から 2009 年にかけて全体の森林構造の変化をみると、本数密度は 1,200 本/ha から 1,040 本/ha へとわずかに減少したが、胸高断面積合計は

表 2-1-5 Plot46 の森林組成の変化 (1993-2009)

樹 種	1993			2009			1993-2009の変化		
	本数 (本/ha)	胸高断面積 (m ² /ha)	材積 (m ³ /ha)	本数 (本/ha)	胸高断面積 (m ² /ha)	材積 (m ³ /ha)	本数 (本/ha)	胸高断面積 (m ² /ha)	材積 (m ³ /ha)
アカエゾマツ	40.0	0.6	2.5	40.0	0.9	4.5	0.0	+0.3	+2.0
エゾマツ	260.0	1.7	6.9	240.0	3.3	19.0	-20.0	+1.7	+12.1
トドマツ	260.0	3.3	17.5	280.0	6.6	49.2	+20.0	+3.3	+31.7
シラカンバ	400.0	14.5	103.6	400.0	22.0	191.8	0.0	+7.4	+88.2
エゾノバッコヤナギ	220.0	2.1	10.5	80.0	1.5	8.0	-140.0	-0.6	-2.5
ホソバヤナギ	20.0	0.5	2.9	0.0	0.0	0.0	-20.0	-0.5	-2.9
合 計	1200.0	22.6	143.9	1040.0	34.2	272.5	-160.0	+11.6	+128.5

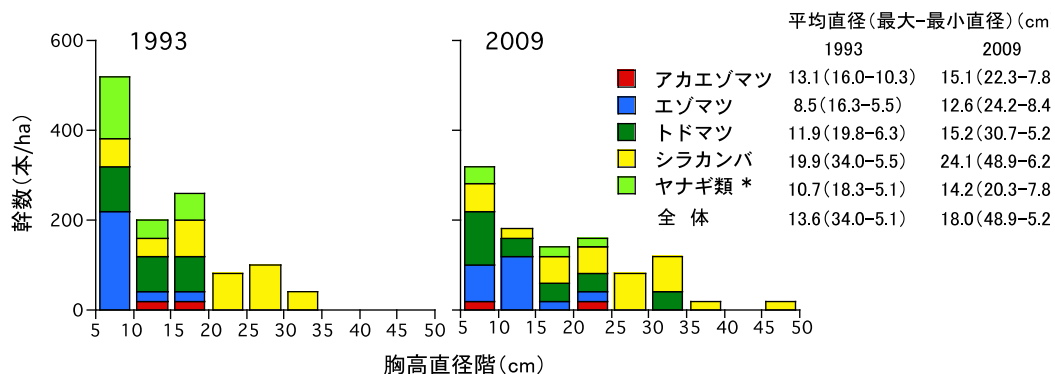


図 2-1-19 Plot46 における胸高直径階別本数の変化

*ヤナギ類：エゾノバッコヤナギ、ホソバヤナギ

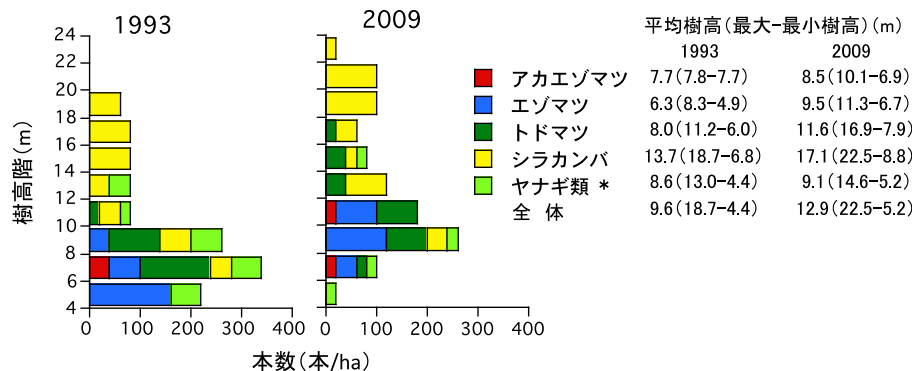


図 2-1-20 Plot46 における樹高階別本数の変化

*ヤナギ類：エゾノバッコヤナギ、ホソバヤナギ

22.6m²/ha から 34.2m²/ha と増加し、また材積は 143.9m³/ha から 272.5m³/ha と倍増した(表 2-1-5)。樹種毎の変化をみると、エゾノバッコヤナギの本数密度は 220 本/ha から 80 本/ha へと大きく減少したが、他の樹種の変化は小さかった。シラカンバ、トドマツの材積の増加は他の樹種に比べて比較的大きかった。林分全体の材積にシラカンバの材積が占める割合は、1993 年で 72.0%、2009 年では 70.4%であり、シラカンバが優占する林分となっている。また、林分全体の材積にトドマツの材積が占める割合は、1993 年で 12.2%、2009 年では 18.1%であり、トドマツの優占度が増加した。

胸高直径階別の本数分布(図 2-1-19)と樹高階別の本数分布(図 2-1-20)を見ると、シラカンバの直径および樹高は他の針葉樹 3 種とヤナギ類よりも明瞭に大きい。しかしながら、偏在している針葉樹はシラカンバとはそれぞれ別れて生育しており、シラカンバの樹冠下に針葉樹が生育しているのではない。針葉樹 3 種で樹高階別の本数分布をみると、トドマツの下にエゾマツとアカエゾマツが生育している(図 2-1-20)。試験地内で最大の胸高直径を示したのはシラカンバで、1993 年で 34.0cm、2009 年では 48.9cm であった。また、最大の樹高を示したのもシラカンバで、1993 年で 18.7m、2009 年では 22.5m であった。

(6) Plot54

1) 試験地

試験地は、標高約 870m で、ユーニシカリ川の支流ルベシナイ川の右岸の低位段丘面上の平坦地にある(図 1-1-1、図 3-1-9)。風倒前の植生型はエゾマツ-(トドマツ)-クマイザサ基群集(館脇ほか 1955)で、上層林冠はエゾマツ大径木と点在するアカエゾマツ大径木からなり、中層以下にはトドマツ中小径木が生育していた。林冠の鬱閉度は疎で、林床はクマイザサが優占し、他に低い被度でゴンゲンスゲ、ミヤマタニタデ、コミヤマカタバミなどと、クロミノハリスグリ、トガスグリなどの低木類が生育していた。針葉樹の稚幼樹の更新はみられなかった。風倒による被害は 100%であるが、山腹よりの傾斜地に原型を

とどめている林分がわずかに残存していた。

2) 植生変化 (表 3-1-1)

調査は 25 箇所の 2m×2m 枠(2m×50m)で行った(図 3-1-10)。最初に侵入した高木性落葉広葉樹は、エゾノバッコヤナギであり、風倒 4 年後に侵入がみられた(図 2-1-21)。これよりやや遅れてオノエヤナギは風倒 7 年後に侵入がみられた。エゾノバッコヤナギの低木層から亜高木層への進界は風倒 10 年後であり、高木層への進界は風倒 26 年後であった。植生調査区外にもエゾノバッコヤナギは散生し、その樹冠の一部は植生調査区内にも張り出しているが、風倒後 22~26 年頃(樹齢 20~25 年頃)を境に、樹勢が衰え枯死木が目立ってきた。この原因は寒さの被害であると推定され、標高 900~1,000m がヤナギ類の生育限界であることが示唆された(豊岡ほか 1992)。植生調査枠外からケヤマハンノキの樹冠が張り出しており、風倒 14 年後に亜高木層に達し、風倒 22 年後には高木層に達した。

針葉樹をみると、前生稚樹であったエゾマツは風倒 5 年後までに消失した。これらの前生稚樹の多くは倒木更新個体であり、林床の乾燥による枯死と考えられる(豊岡ほか 1992)。調査枠内ではエゾマツは風倒 8 年後に更新がみられるが、連年の晩霜害による成長の遅滞とササによる被圧によって(豊岡ほか

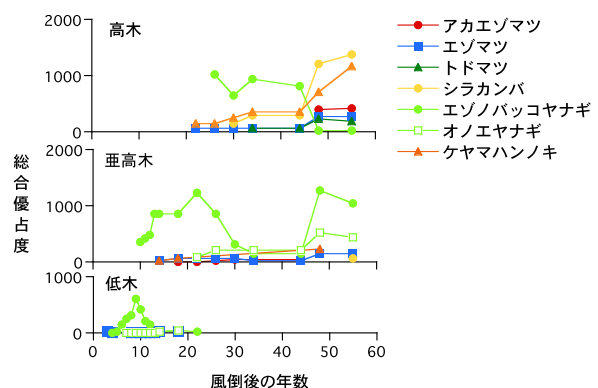


図 2-1-21 Plot54 における上層林冠構成種の推移

1992)、風倒 22 年後には消失した(図 2-1-21)。風倒後にエゾマツの更新があったのは、比較的近くに種子供給源となる原型をとどめた林分が残っていたためと考えられる。植生調査枠外から枠内にかかるエゾマツの樹冠が風倒 14 年後に亜高木層に達し、風倒 22 年後には高木層に達したが、立木数は少ない。調査区外から樹冠の張り出しているアカエゾマツは、風倒 18 年後に亜高木層に達し、風倒 48 年後に高木層に達した。また、調査区外から樹冠の張り出しているトドマツも、風倒 34 年後に高木層に達した。

林床についてみると、風倒前から優占していたクマイザサは、林冠の疎開による急激な環境の変化のために、風倒 3 年後には優占度を急激に減少させているが、その後は回復傾向にあった(図 2-1-22)。しかしながら、風倒 8、9 年後には寒風害によって地上部が枯死した(豊岡ほか 1992)ため優占度を再び減少させている。エゾイチゴは風倒 3 年後には侵入し、クマイザサの増減に伴い優占度を変化させている

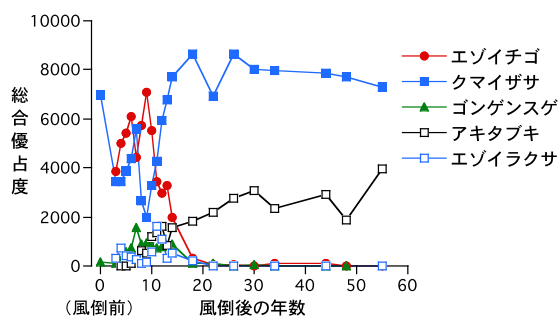


図 2-1-22 Plot54 における林床植物優占種の推移

が、風倒 9 年後をピークに急激に優占度を低下させた。風倒 11 年後以降はクマイザサが優占するササ型林床が維持されている。風倒前から生育するゴンゲンスゲは風倒後に増加し、風倒 5 年後から 14 年後まで比較的高い優占度を維持したのち優占度は減少していき、風倒 55 年後には消失した。風倒直後は、蘚類の全てと、エゾデンダ、ヒメマイズルソウなどが消失した。風倒後に侵入した種として、アキタブキ、エゾイラクサ、キツリフネ、チシマアザミなどがある。これらのうち、アキタブキは風倒 6 年後に侵入したのち、徐々に優占度を高め、風倒 18 年後以降はクマイザサに次いで高い優占度を維持している。エゾイラクサは風倒 3 年後に侵入し、風倒 11 年後に優占度のピークを示したのちに減少し、低い優占度を維持している。

3) 森林構造の変化

調査は 10m×50m の固定試験地で行った(図 3-1-10)。1993 年に調査を行った第 3 次報告書によると、林況はシラカンバ・エゾノバッコヤナギ・ケヤマハンノキ・オノエヤナギ疎林で、立木は散生状で無立木地に近いとされており、2009 年時においても同様の林況を呈しており、針葉樹の成立本数は少ない。

1993 年から 2009 年にかけて全体の森林構造の変化をみると、本数密度は 740 本/ha から 600 本/ha に減少した。一方、胸高断面積合計は 15.2m²/ha から 19.3m²/ha と増加し、また材積は 73.5m³/ha から 124.0m³/ha と増加した(表 2-1-6)が、2009 年時の材積は 6 箇所の風倒跡試験地の中で最も低い値であった

表 2-1-6 Plot54 の森林組成の変化 (1993-2009)

樹種	1993			2009			1993-2009の変化		
	本数 (本/ha)	胸高断面積 (m ² /ha)	材積 (m ³ /ha)	本数 (本/ha)	胸高断面積 (m ² /ha)	材積 (m ³ /ha)	本数 (本/ha)	胸高断面積 (m ² /ha)	材積 (m ³ /ha)
エゾマツ	20.0	0.3	1.3	40.0	0.9	4.8	+20.0	+0.6	+3.5
トドマツ	0.0	0.0	0.0	20.0	0.1	0.1	+20.0	+0.1	+0.1
シラカンバ	80.0	3.3	23.0	160.0	7.0	59.4	+80.0	+3.7	+36.3
<i>Betula</i> sp.	0.0	0.0	0.0	20.0	0.1	0.3	+20.0	+0.1	+0.3
エゾノバッコヤナギ	360.0	5.4	22.3	220.0	5.4	26.2	-140.0	+0.0	+3.8
オノエヤナギ	140.0	3.8	16.8	80.0	3.3	17.6	-60.0	-0.5	+0.8
<i>Salix</i> sp.	20.0	0.3	1.0	0.0	0.0	0.0	-20.0	-0.3	-1.0
ケヤマハンノキ	120.0	2.1	9.1	60.0	2.6	15.7	-60.0	+0.5	+6.6
合 計	740.0	15.2	73.5	600.0	19.3	124.0	-140.0	+4.1	+50.4

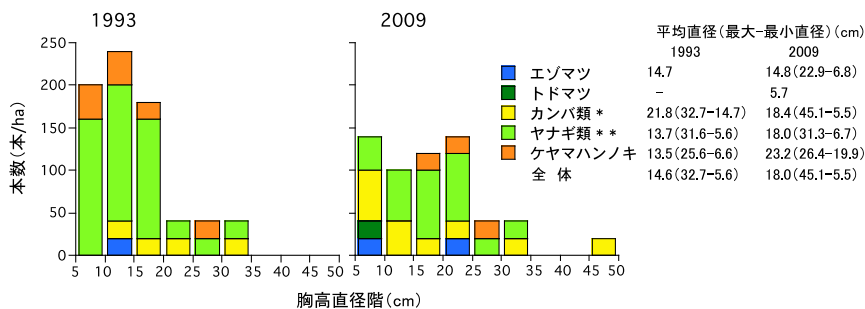


図 2-1-23 Plot54 における胸高直径階別本数の変化

*カンバ類：シラカンバ、*Betula* sp.；**ヤナギ類：エゾノバッコヤナギ、オノエヤナギ、*Salix* sp.

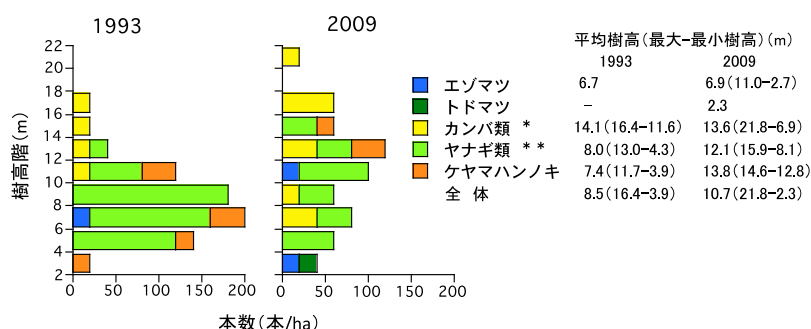


図 2-1-24 Plot54 における樹高階別本数の変化 (DBH≥5cm)

*カンバ類：シラカンバ、*Betula* sp.；**ヤナギ類：エゾノバッコヤナギ、オノエヤナギ、*Salix* sp.

(図 2-1-26)。

樹種毎の変化をみると、本数密度の減少が大きかったのは、エゾノバッコヤナギ(- 140 本/ha)、オノエヤナギ(- 60 本/ha)、ケヤマハンノキ(- 60 本/ha)で、2009 年の本数は 1993 年の本数に比べてそれぞれ 61.4%、57.1%、50.0%となっていた。それに伴い、1993 年と 2009 年における林分全体の材積にそれぞれの種の材積が占める割合は、エゾノバッコヤナギは 30.3%から 21.1%、オノエヤナギは 22.9%から 14.2%へ減少したが、ケヤマハンノキは残存木の成長が良好であったため 12.4%と 12.7%で変化はなかった。一方、シラカンバの本数密度は 80 本/ha から 160 本/ha と増加すると同時に、材積も 23.0m³/ha から 59.4m³/ha と増加し、林分全体の材積にシラカンバの材積が占める割合は、1993 年の 31.3%から 2009 年の 47.9%と増加した。

胸高直径階別の本数分布(図 2-1-23)と樹高階別の本数分布(図 2-1-24)をみると、1993 年から 2009 年にかけて、シラカンバは進界した個体によって小さいサイズの本数が増加している。また、ケヤマハンノキは成長により、全体的により大きなクラスに移行しており、ヤナギ類は比較的小さなクラスにおける減少が目立った。試験地内で最大の胸高直径を示したのはシラカンバで、1993 年で 32.7cm、2009 年では 45.1cm であった。また、最大の樹高を示したのもシラカンバで、1993 年で 16.4m、2009 年では 21.8m であった。

(7) 原生保護林

1) 植生

2014 年の植生調査の結果では、高木層(8m 以上)から亜高木層(5m 以上 8m 未満)にかけてはツル植物を除くとアカエゾマツ、エゾマツ、トドマツによって占められていた(表 2-1-7)。2014 年の毎木調査(DBH≥5cm)では、ダケカンバ、オガラバナ、ナナカマドの広葉樹がわずかに生育するが(表 2-1-8、図 2-1-25)、ほぼ針葉樹からなる純林状態を呈していた。低木層 1(2m 以上 5m 未満)では、トドマツが優占度、出現頻度ともに最も大きな値を示し、総合優占度の上位 3 種は針葉樹 3 種が占めていた。他に低木種で

あるコウラクツツジ、エゾヒョウタンボク、ハクサンシャクナゲや亜高木種のオガラバナが出現した。低木層 2(0.5m 以上 2m 未満)では、クマイザサとチシマザサの優占度および出現頻度が高かった。これら 2 種は混生しており、全調査枠(66 枠)の 85%において両種が同時に出現した。針葉樹 3 種はクマイザサとチシマザサに次いで優占度が高く、他にはコウラクツツジ、オオバスノキ、ハクサンシャクナゲなどのツツジ科の低木やエゾヒョウタンボク、クロミノハリスグリなどが出現した。草本層(50cm 未満)ではゴンゲンスゲ、ゴゼンタチバナの優占度および出現頻度が高かった。ゴンゲンスゲは、風倒跡試験地の風倒前および風倒後にも出現しており、この地域の標高 900~1,000m の植生帯では最も普遍的に出現する種である。これらに次いで優占度が高かったのはシノブカグマ、シラネワラビ、タニギキョウなどであった。他に出現頻度が高かったのは、コミヤマカタバミ(0.91)、マイズルソウ(0.88)などであった。針葉樹 3 種も出現しており、トドマツの出現頻度(0.82)は、エゾマツ(0.26)やアカエゾマツ(0.20)の出現頻度と比べて高かった。

1993 年と 2014 年の調査では、調査面積が大きく異なるため単純な比較は困難であるが、草本層における優占度の高い上位 4 種(ゴンゲンスゲ、ゴゼンタチバナ、シノブカグマ、シラネワラビ)の順位は、1993 年と 2014 年では変わっていないため、この期間に林床植生の大きな変化はなかったと考えられる。しかしながら、1993 年には出現していたが、2014 年には出現が確認されなかった種として、ヒメマイズルソウとクロウスゴがあった。また反対に、1993 年時には出現が確認されなかったが、2014 年に出現が確認された種は、アキノキリンソウ、エゾイチゴ、オククルマムグラ、ダケカンバ、イソツツジ、ツクバネソウ、ツルアジサイ、ミヤマチドリがあった。

当試験地における 2014 年の植生調査の結果(表 2-1-7)と、6 箇所の風倒跡試験地における 2009 年時の植生調査の結果(表 3-1-1)を比較すると、原生保護林で出現していたが、風倒跡試験地には出現していない種は、シノブカグマ、ホソバトウゲシバ、エゾデング、タニギキョウ、クロミノハリスグリなどであった。これらは、風倒跡試験地の風倒前にも出現

表 2-1-7 保護林における階層別の出現種の総合優占度と出現頻度 (2014)

階層		総合優占度	(出現頻度)
高木層	アカエゾマツ	2458.3	(0.47)
	トドマツ	2322.3	(0.59)
	エゾマツ	1606.2	(0.36)
	ミヤママタタビ	90.9	(0.05)
	ツルアジサイ	26.5	(0.02)
亜高木層	トドマツ	500.3	(0.26)
	アカエゾマツ	212.4	(0.11)
	エゾマツ	64.4	(0.03)
低木層1	トドマツ	518.9	(0.18)
	エゾマツ	56.8	(0.02)
	アカエゾマツ	49.4	(0.08)
	コヨウラクツツジ	26.5	(0.02)
	エゾヒョウタンボク	7.6	(0.02)
	オガラバナ	0.2	(0.02)
	ハクサンシャクナゲ	0.2	(0.02)
低木層2	クマイザサ	3488.9	(0.98)
	チシマザサ	942.4	(0.86)
	トドマツ	542.1	(0.39)
	エゾマツ	325.9	(0.18)
	アカエゾマツ	110.0	(0.12)
	コヨウラクツツジ	73.9	(0.30)
	オオバスノキ	42.7	(0.15)
	ハクサンシャクナゲ	42.1	(0.09)
	ウスノキ	15.8	(0.09)
	エゾヒョウタンボク	7.6	(0.02)
	イソツツジ	0.2	(0.02)
	オガラバナ	0.2	(0.02)
	クロミノハリスグリ	0.2	(0.02)
	ヒロハツリバナ	0.2	(0.02)
草本層	ゴンゲンスゲ	2043.9	(0.97)
	ゴゼンタチバナ	1226.4	(0.88)
	シノブカグマ	42.7	(0.56)
	シラネウラボ	30.8	(0.44)
	タニギキョウ	17.1	(0.23)
	トドマツ	15.6	(0.82)
	エゾデンド	15.3	(0.05)
	ズダヤクシュ	12.3	(0.48)
	コヨウラクツツジ	12.0	(0.45)
	オオバスノキ	10.3	(0.29)
	エゾマツ	10.0	(0.26)
	ミヤマタニタデ	9.4	(0.20)
	アカエゾマツ	9.4	(0.20)
	コミヤマカタバミ	9.1	(0.91)
	ウスノキ	8.9	(0.15)
	クロミノハリスグリ	8.8	(0.14)
	マイヅルソウ	8.8	(0.88)
	エゾイチゴ	8.6	(0.12)
	ヒメゴウイチゴ	8.2	(0.08)
	イワウサギシダ	8.0	(0.06)
	アキノキリンソウ	7.7	(0.03)
	オガラバナ	5.0	(0.50)
	ミヤママタタビ	3.9	(0.39)
	ホソバトウゲシバ	3.6	(0.36)
	ミツバオウレン	3.3	(0.33)
	エゾノヨツバムグラ	3.0	(0.30)
	ミヤマチドリ	1.2	(0.12)
	ラン科sp.	1.1	(0.11)
	イワツツジ	0.8	(0.08)
	スミレsp.	0.8	(0.08)
	ナナカマド	0.6	(0.06)
	ヒメイチゲ	0.6	(0.06)
	マンネンシギ	0.5	(0.05)
	ミヤマウラボ	0.5	(0.05)
	エゾヒョウタンボク	0.3	(0.03)
	エンレイソウ	0.3	(0.03)
	ダケカンバ	0.3	(0.03)
	ツクバネソウ	0.3	(0.03)
	ヒロハツリバナ	0.3	(0.03)
	オククルマムグラ	0.2	(0.02)
	チシマザサ	0.2	(0.02)
	ツルアジサイ	0.2	(0.02)
	ハクサンシャクナゲ	0.2	(0.02)
コケ層	コケsp.	1433.2	(0.88)

しており、林冠の攪乱によって生じる乾燥化や、攪乱後に発達したエゾイチゴやササなどによる被圧の影響を受けやすいことを示唆している。アカエゾマツ、エゾマツ、トドマツは、優占度と出現頻度に差があるが、どの階層にも生育しており(表 2-1-7)、後継樹の更新が連続的に行われていることを示している。倒木上の稚樹密度は、倒木の腐朽の程度や樹種によって異なっているが、これらの樹種のほとんどが倒木上で更新している(Takahashi *et al.* 2000 ; Narukawa *et al.* 2003)。当試験地では、倒木は林床面積の 4.4%(Narukawa *et al.* 2003)を占め、かなり腐朽の進んだ倒木まで含めると 26.6%を占めており(飯田ほか 2000)、更新適地である倒木量が多いことが針葉樹の連続的な更新を可能にしていると考えられる。

2) 森林構造の変化

当試験地に生育する広葉樹はごくわずかで、アカエゾマツ、エゾマツ、トドマツからなる針葉樹の純林状態を呈しており、アカエゾマツとトドマツは胸高直径 1m に達する個体が生育している。

1993 年から 2014 年にかけての全体の森林構造の変化をみると、本数密度は 680 本/ha から 588 本/ha に減少したが、胸高断面面積合計は 52.4m²/ha と 52.3m²/ha でほぼ変化がなかった(表 2-1-8)。また、材積は 605.0m³/ha から 619.8m³/ha と 14.8m³/ha の増加を示したが、材積の年間成長量は 0.74m³/ha・年と低い値を示した(2014 年の調査は 6 月であり、その年の生育期間が終わっていないので、材積は前年の 2013 年の値として計算した)。したがって、この林分は本数を減らしつつあるが、枯死量と成長量がほぼ同一である状態であると考えられる。

1993 年から 2014 年にかけての各針葉樹の本数密度は、樹種により多少の多寡はあるが 3 種ともに減少した(表 2-1-8)。しかしながら、1993 年と 2014 年における林分全体の本数に占める各針葉樹の本数の割合は、アカエゾマツは 27.6%と 28.2%、エゾマツは 17.4%と 18.7%、そしてトドマツは 52.9%と 51.4%と変化は極めて小さい。また、1993 年から 2014 年にかけての各針葉樹の材積は、アカエゾマツとトドマツはわずかに減少したのに対して、エゾマツは 26.6m³/ha の増加を示した(表 2-1-8)。しかしながら、1993 年と 2014 年における林分全体の材積に占める各針葉樹の材積の割合をみると、アカエゾマツは 43.9%と 42.1%、エゾマツは 30.2%と 33.7%、トドマツは 25.9%と 24.2%と変化は小さく、この林分における各針葉樹の位置づけは、過去 20 年間でほとんど変化はないと考えられた。

胸高直径階別の本数分布(図 2-1-25)をみると、全体ではより小さなサイズクラスの本数が多い L 字型を示しており、1993 年と 2014 年との間では、本数分布の形にほとんど違いはない。樹種毎にみると、

表 2-1-8 原生保護林における森林組成の変化

樹種	1993.8					2014.6					1993-2014の変化		
	本数 (本/ha)	胸高断面積 (m ² /ha)	材積 (m ³ /ha)	平均直径 (cm)	平均樹高 (m)	本数 (本/ha)	胸高断面積 (m ² /ha)	材積 (m ³ /ha)	平均直径 (cm)	平均樹高 (m)	本数 (本/ha)	胸高断面積 (m ² /ha)	材積 (m ³ /ha)
アカエゾマツ	188	21.8	265.3	30.1	16.4	166	21.1	260.7	31.4	16.8	-22	-0.7	-4.6
エゾマツ	118	15.2	182.4	34.4	19.1	110	17.0	209.0	37.3	19.8	-8	+1.8	+26.6
トドマツ	360	15.3	156.8	20.1	14.0	302	14.2	149.8	20.9	14.3	-58	-1.1	-7.0
針葉樹計	666	52.3	604.5	25.5	15.6	578	52.3	619.5	27.0	16.1	-88	+0.0	+15.0
ダケカンバ	8	0.05	0.27	8.8	9.2	4	0.02	0.08	7.6	8.3	-4	-0.03	-0.19
オガラバナ	2	0.01	0.07	9.6	10.0	2	0.00	0.02	5.2	6.0	0	-0.01	-0.06
ナナカマド	2	0.01	0.05	8.3	8.9	4	0.03	0.16	9.4	9.6	+2	+0.02	+0.11
ツリバナsp.	2	0.01	0.04	7.3	8.0						-2	-0.01	-0.04
広葉樹計	14	0.09	0.44	8.6	9.1	10	0.05	0.26	7.8	8.3	-4	-0.03	-0.18
合計	680	52.4	605.0	25.1	15.5	588	52.3	619.8	26.7	15.9	-92	-0.02	+14.8

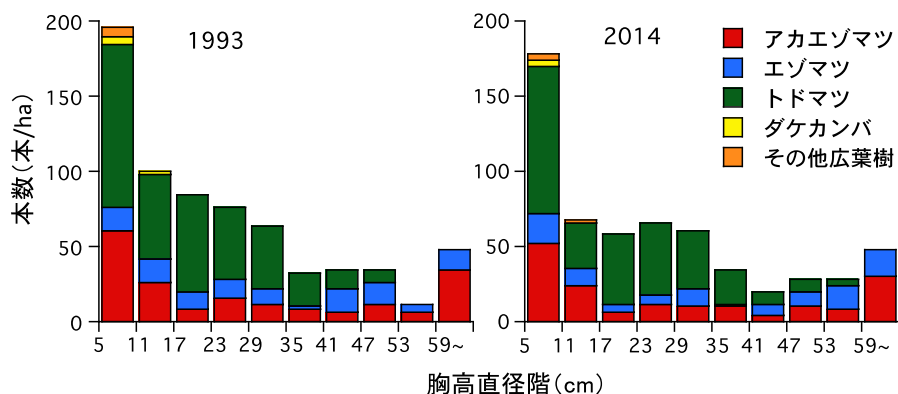


図 2-1-25 原生保護林固定調査地における胸高直径階別本数の変化

両年ともにアカエゾマツとトドマツはL型を示したが、エゾマツの分布型は明瞭ではなかった。

2-1-5. まとめ

風倒前の調査地には林冠にエゾマツやアカエゾマツが優占し、その下にトドマツを伴う針葉樹の純林が生育していた。これらの林分は風倒によって無立木地となり、林床は風倒木の根返りとその後の風倒木の搬出作業によって攪乱された。

風倒によって、林床のオクヤマシダなどのシダ類や蘚類が消失した。どの調査区も風倒直後にエゾイチゴが急激に増加し、風倒6～8年後くらいまで高い優占度を維持した後に急激に減少した。その後の推移は、風倒前にササが生育していなかった所では、Plot30のように、表土のほとんどない岩礫地であるところはイワノガリヤスが優占する植生からコメガヤが優占する植生に推移したが、Plot27やPlot35では、イワノガリヤスやゴンゲンズゲが優占する植生からクマイザサが優占する植生に推移した。一方、Plot36、Plot46、Plot54のように、風倒前からササが優占していた所では、エゾイチゴ優占型の植生からササが優占する植生へと直接に推移した。このように、特殊な立地を除いて、途中相は異なるが最終的にはササ型の林床に推移し、ササが優占する状態が長期間続いている。

風倒後の森林の成立には、シラカンバ、ダケカンバのカンバ類、エゾノバッコヤナギ、オノエヤナギなどのヤナギ類、ケヤマハンノキなどの陽性の落葉

広葉樹が先駆的な役割を果たしていた。これらの樹種の侵入は、風倒後6年目ぐらいまでの間に生じ、林床植生の回復にしたがって新たな侵入はほとんどなかった。これらの樹種の高木層への到達は、ヤナギ類は風倒20年後頃、そしてカンバ類はヤナギ類よりも少し遅れて風倒25～30年後頃であった。針葉樹の成立は、風倒前から生育していた前生稚樹の生き残りによるものであった。したがって、風倒前の更新状態が針葉樹林の成立に大きく影響している。針葉樹が高木層へ到達するまでの年数は調査地および樹種によって差があり、トドマツで22～34年、エゾマツは22～48年、アカエゾマツは44～48年であった。

これらの風倒跡に成立した林は、1993年から2009年にかけてヤナギ類の減少を伴いつつ発達し、樹高および材積が増加している。しかしながら、その種組成をみると風倒前とは大きく異なり、風倒前の優占種であったエゾマツやアカエゾマツに代わり、トドマツが優占する林分やカンバ類やヤナギ類が優占する林分となっている。また、材積も調査地によって大きく異なっており(124～339m³/ha)、これらの値は風倒被害を受けていない原生保護林の材積(620m³/ha)と比べて20～55%と低い値であった(図2-1-26)。

2009年時では、最大胸高直径が40cmを超えるトドマツや30cm近いエゾマツの生育がみられ、種子生産が可能なサイズに達してきており、一部の試験地では種子由来のトドマツの実生が観察されてい

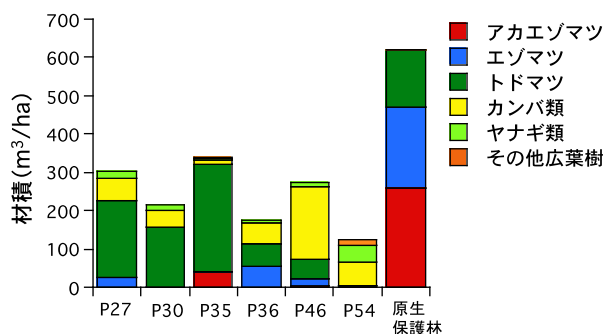


図 2-1-26 各調査地における材積の比較

Plot27～54 は 2009 年、原生保護林は 2014 年のデータによる

る。今後、林分の発達とともにこれらの針葉樹は本格的に種子生産を行うようになるであろう。しかしながら、林床で優占しているササや、風倒木の搬出による定着適地である倒木の不在によって、針葉樹の更新が期待できない状況が続くと考えられる。太さ 20cm 以下の倒木は、それより大きなサイズの倒木と比較すると更新適地としては劣っている (Takahashi 1994)。したがって、これらの風倒跡の林分で針葉樹の更新が活発に行われるようになるには、現在生育している針葉樹が更に生育し、太さ 20cm 以上の倒木が林内に供給されるようになるまで待つ必要があると考えられる。風倒による倒木の搬出は、定着適地となる倒木を林外に搬出するとともに、その作業によって物理的に前生稚樹に損傷を与えて死亡率を高める。したがって、風倒木の搬出を行っていないければ、現在の林況や針葉樹の更新状況は変わっていた可能性が高いと考えられる。風倒後 60 年を経過した風倒跡地は、成林状況にムラがあるものの、針葉樹では前生稚樹によりトドマツを主にしてエゾマツやアカエゾマツを伴う林分になっている傾向があった。しかしながら、これらの林分が風倒前のようなエゾマツやアカエゾマツが優占する森林に復元するかどうかは不確定であり、復元するにしてもかなりの長期間を要すると思われる。

2-1-6. 引用文献

- 旭川営林支局 (1995) 石狩川源流森林総合調査報告書. 日本林業技術協会
- 林敬太・豊岡洪・佐藤明・石塚森吉 (1982) 大雪営林署管内層雲峡地区風倒地の植生変化. 森林総合研究所研究報告 317: 191-206
- 飯田滋生・阿部真・田内裕之 (2000) 大雪山系針葉樹天然林における倒木更新. 森林総合研究所北海道支所研究レポート 52: 1-4
- Ishizuka M, Toyooka H, Osawa A, Kushima H, Kanazawa Y, Sato A (1997) Secondary succession following catastrophic windthrow in a boreal forest in Hokkaido, Japan. Journal of Sustainable Forestry 6(1-3):367-388
- Narukawa Y, Iida S, Tanouchi H, Abe S, Yamamoto S (2003) State of fallen logs and the occurrence of

conifer seedlings and saplings in boreal and subalpine old-growth forests in Japan. Ecological Research 18:267-277

Takahashi K (1994) Effect of size structure, forest floor type and disturbance regime on tree species composition in a coniferous forest in Japan. Journal of Ecology 82: 769-773

Takahashi M, Sakai Y, Ootomo R, Shiozaki M (2000) Establishment of tree seedlings and water-soluble nutrients in coarse woody debris in an old-growth *Picea-Abies* forest in Hokkaido, northern Japan. Canadian Journal of Forest Research 30(7): 1148-1155

館脇操・内田丈夫・石川俊夫・鈴木兵二・楠 宏・勝井義雄・高橋啓二 (1955) I-5 带状区調査. (石狩川源流原生林総合調査報告書. 石狩川源流原生林総合調査団編、日本林業技術協会). 31-153

豊岡洪・石塚森吉・大沢晃・九島宏通・金澤洋一・佐藤明 (1992) 石狩川源流域における風倒後 34 年間の森林植生の変化. 森林総合研究所研究報告 363: 59-151

内田丈夫・中野実・成田孝一 (1960) 層雲峡地区における林冠破壊による植生、土壌の変化 (1). 旭川営林局

(飯田滋生、関 剛、倉本恵生、津山幾太郎、阿部真、松井哲哉)

2-2. 土壌

2-2-1. 要旨

第3次の石狩川源流森林総合調査以降の固定試験地における土壌調査の経過を記録した。調査地点の位置情報を記録するとともに、これまで公表されていなかった土壌断面スケッチと断面記載を過去の調査野帳から選んで掲載した。また、最新の調査である2009年の土壌断面写真を掲載した。土壌調査は1954年の風倒以前に設定された調査地点のうちNo.27、30、35、36、46、54の6地点で継続し、各試験地1箇所の土壌断面を掘り進めて断面記載と土壌試料採取を行った。層位区分は調査年次により異なっていた。土色が明瞭に異なるA層とB層の層界は比較的一致していたが、土色の変化が不明瞭な断面では層位区分が年によって大幅に異なるものがあった。また、特に傾斜地の土壌では土壌型の判定が年により異なっていた。層位区分の年による差異は地形の影響を受け、急傾斜地にあり大礫を含む場合は差異が大きかった。これは調査毎に断面を斜面上方に掘り進んでいくという調査方法に起因していると考えられる。堆積有機物層の厚さは林冠破壊とその後の回復過程を反映していると考えられ、第3次調査の報告書にまとめられた堆積腐植の質的变化に対応していた。土壌断面形態と土壌型の判定は調査毎の断面位置の移動と調査者の判断により異なるため、経時的な変化は検出されないと考えられた。長期にわたる調査の記録を残すためには、調査方法も含めた詳細な記録を保管することに加えて、断面写真を保管することが重要と考えられる。

2-2-2. 2014 年度の調査概要

第2次、第3次の総合調査では新規に設定された試験地での土壌調査を行っている(塩崎ら 1977; 高橋ら 1995)。しかし、今回の総合調査は第3次調査で設定された試験地の追跡調査が中心であったため、土壌の再調査あるいは新規の試験地設定の必要性は高くないと判断し、土壌調査は行わなかった。今後の調査継続のために研究室での情報共有を図るため、調査未経験者を交えて全試験地の視察を行い、到達経路、土壌断面位置の確認と携帯式GPS受信機による位置の測定を行った。

風害跡の土壌は第1次調査で設定した帯状区のうちNo.27、30、35、36、46、54の6箇所(林冠破壊による土壌の変化試験地)で継続して調査している。この6地点での調査は第3次調査の1993年以降は1998年、2002年、2009年に行われた。2002年以降は帯状区の植生調査と年次を合わせて7年毎に行うこととしており、次の調査は2016年の予定である。過去の調査により得られた知見は逐次公表されてきたが、最近では林冠破壊による土壌の変化試験地での第3次調査までの調査結果をまとめたもの(真田ら

1996)が最後であり、それより後のデータは公表されていない。また、各調査地点の位置図や土壌断面スケッチも公表されていない。これまでに集積したデータを有効に活用するためには、調査地点の位置図や断面スケッチも含めて野帳に記載されたデータを保管しておく必要がある。本報告書ではこれまでに記述されていなかった調査地点の見取り図、断面スケッチ、断面記載をできる限り正確に記録することを目的とする。

本報告書では林冠破壊による土壌の変化試験地6箇所の経過を記述することを目的とした。第2次調査で対象とした海拔高別植栽試験地および大雪原生保護林の土壌調査結果(塩崎ら 1977)、第3次調査で対象とした施業タイプ別の試験地の土壌調査結果(高橋ら 1995)については当該報告書で記述済みであるので言及しなかった。また、第3次調査で設定された原生保護林の試験地を使用して森林土壌に関するいくつかの研究課題が遂行されてきたが、それらの調査結果は個々に発表されているため本報告書では言及せず、調査者を調査関係者名簿に掲載した。

2-2-3. 林冠破壊による土壌の変化試験地の位置

6箇所の固定試験地の位置を図1-1-1に、各試験地の位置する小班名、林況等を表1-1-1に示した。各試験地での土壌調査地点の植生調査プロットとの相対的な位置関係を図3-1-2、図3-1-3、図3-1-5、図3-1-6、図3-1-8、図3-1-10に示した。今回の調査で携帯式GPS受信機により測定した各土壌断面の位置を表3-2-1に示した。このうちNo.54は調査日程の関係で断面の確認を行わなかったため、2009年9月の土壌調査時の測定値を用いた。なお、表3-2-1は土壌断面の位置の情報であるため、植生調査プロット全体の情報である調査プロット一覧表とは標高が異なっている地点がある。

2-2-4. 土壌断面の変遷

(1) 使用した断面調査野帳

風倒後の固定試験地での土壌調査は当初はほぼ毎年行われ、1964年以降は1988年まで4年毎に行われた。その後は1993年の第3次石狩川源流森林総合調査時と、1998年、2002年、2009年に行われた。2002年以降は7年毎(固定試験地での植生調査と同じ年)に行うこととしている。各試験地では植生調査プロット内または近傍に1箇所作成した土壌断面を調査毎に掘り進めて断面記載と試料採取を行っている。当初はNo.7、10、14などでも調査していたが、山火事や大雪ダムの建設による消滅(塩崎ら 1977)、倒木等により減少して1976年から現在の6地点となった。森林総合研究所北海道支所植物土壌系研究グループ(旧土壌研究室)では風倒後に調査を開始した1956年以降の野帳を保管している。現在の6箇所の固定試験地の記述が確認できたのは1957年が最初であった。本報告書ではこれを風倒直後の状態とし、

風倒後 20 年目、40 年目に近く断面スケッチのあるものとして 1976 年、1993 年の野帳を使用した。第 3 次調査より後では保管されている 2002 年および 2009 年の野帳を使用した。各調査地点の年毎の断面スケッチと断面記載を図 3-2-1～図 3-2-6 に示した。調査年毎の層位区分と層位深を表 3-2-4 に示した。このほか、土壌型の記載がある野帳を使用して調査年毎の土壌型を表 3-2-2 に示した。最新の調査である 2009 年の土壌断面と林相の写真を写真 3-2-1～写真 3-2-6 に示した。本文中では図に載せなかった野帳の記載も参照している。現在保管している野帳と野帳に記載されている調査者を表 3-2-3 に示した。

(2) 各断面の概要

6 箇所の固定試験地は 1952～1953 年の調査時にはエゾマツを主とする針葉樹林であったが、1954 年の風害により破壊され無立木地となった(塩崎ら 1977)。No.27、30、35 の 3 箇所は斜面上のプロット、No.36、46、54 の 3 箇所は平坦地か緩傾斜地のプロットである。回復過程は試験地により異なっているが、1993 年調査時にはクマイザサカイワノガリヤスの優占する疎林となっている場所が多いとされている(高橋ら 1995)。2014 年現在の林況も大きく変わっていないと考えられる。各試験地の土壌断面調査結果の時間的な経過は以下の通りである。

➤ No.27

急斜面に位置し、林床はクマイザサが優占している。土壌調査地点はトドマツやシラカンバが比較的多いが、林冠は閉鎖していない。巨礫の間を火山灰の混じった細土が埋めている。1957 年以前は礫より上の層位のみを記述しており、土壌深は 1952 年では 7cm、1957 年では 2cm であった。1976 年以降は、深さは 65～75cm 程度まで記載している。堆積腐植は、風倒前は糊状モダーであったが、1956 年以降は粒状モダー、1960 年からは粒状ムルへと変化している(眞田ら 1996)。1957 年は H 層の記載があるが 1976 年以降は F 層のみまたは L 層および F 層となっているのは、腐植の形態の変化を反映したものと考えられる。1980 年以降は根網ムルとなり堆積腐植層がやや厚くなったとされている。断面記載では 1993 年の F 層の厚さは 1976 年と同様の 3cm であるが、2cm の L 層が加わっている。2002 年以降は F 層の厚さが大幅に増大しているが、断面スケッチに現れる礫の形状が 1993 年以前と異なることから、堆積有機物層が発達して厚くなったのではなく、断面を掘り進んで位置がずれることにより断面形態が異なるようになったためと考えられる。なお、No.27 の土壌断面は、1968 年の野帳では植生プロットの 2m 四方の小方形区 12 番と 13 番の境の横に描かれているが、2009 年調査時には带状区の上端付近に位置していた。傾斜は 1964 年の記載では 20° で植生調査プロットの傾斜 17° (舘脇ら 1955) と近いが、1968 年の記載では

27°、1993 年では 30° と増加しており、より急傾斜の斜面上方へ移動してきた可能性がある。土壌型は、風倒前は P_{DIII} と判断され(眞田ら 1996)、1968 年以降は B_D と記載されている。1988 年と 1993 年は P_{DIII}、2002 年は B_D と記載されている。2009 年の調査では細土部分が少ないため層位区分が難しく、P_{DIII} と判定する特徴は認められなかった。

➤ No.30

No.27 に近く、同様に岩礫地である。傾斜はやや緩い。林床にササは少なく、イワノガリヤスが優占している。土壌調査地点は林冠が大きく疎開して草原のような景観である。この地点も 1957 年以前は 13cm 程度までの調査であったが、1976 年以降は 55～75cm 程度まで記載している。堆積腐植は、風倒前は糊状モダーであったものが風倒後は根網ムルを経由して 1960 年には粒状ムルになっている(眞田ら 1996)。No.27 と同様に 1980 年以降は堆積腐植層がやや厚くなったとされている。風倒前は F1 層 4cm、F2 層 7.5cm と、堆積有機物層が非常に厚かったが、1957 年には 3～5cm、1976 年には 3cm と減少した。F 層の厚さはその後 1993 年には 5cm、2002 年には 7cm と増加したが、2009 年には 1cm に減少した。1976 年以降の断面形態は年によって異なることから、No.27 程ではないにしても調査毎の断面の移動は大きいと考えられ、堆積有機物層の変化が経時的なものか平面的な差異を反映したものかは不明であった。土壌型は、風倒前は P_{DII} と判断され(眞田ら 1996)、1968 年以降は B_{D(d)}、B_D、P_{DIII} の記述がみられ、P_{DIII} または B_D という記述もある。2009 年の調査時には鉄の集積など P_{DIII} と判定する特徴は認められなかった。

➤ No.35

尾根の中腹の急斜面に位置し、礫が多い土壌である。風倒前のアカエゾマツ林が完全に破壊された後トドマツが更新し(塩崎ら 1977)、固定試験地 6 地点のうち唯一鬱閉した針葉樹林となっている。林床はクマイザサが優占しているが密度は低い。1957 年以前は深さ 25cm 程度まで、1976 年以降は 50～65cm 程度まで記載している。堆積腐植は No.30 と類似した経過をたどり、1993 年には風倒前と同じ粒状モダーに戻ったとされている(眞田ら 1996)。堆積有機物層は、風倒前は F 層 4cm、H 層 5cm と非常に厚かったものが、1957 年は F 層 3～5cm、1976 年は F 層 3cm と減少したが、1993 年は L 層 3cm、FH 層 3cm と増加するとともにやや H 層の生成が始まっているとの記載があり、堆積腐植の質的变化を反映していると考えられる。2002 年には L 層 3cm、FH 層 4cm、2009 年には L 層 3cm、FH 層 5cm と増加傾向にあることが示唆される。林冠が閉鎖していることにより堆積有機物層が復元しつつあるのかもしれない。急斜面であることと大礫が多いことのため、この断面も移動が大きいと考えられ、断面形態は調査年により異

なる。しかし 30cm 前後に鉄の集積層がみられることは共通している。土壌型は、風倒前は P_{DIII} 型と判定され(舘脇ら 1955)、1964 年には P_{DIII} 、1968 年と 1976 年には P_{DII} としている。1980 年、1988 年、1993 年は $P_{W(h)III}$ 、2002 年は P_{DIII} と、年により判定が異なっている。2009 年の調査では、H 層は明瞭には認められないこと、表層に還元的な兆候がないこと、腐植の集積は見られるもののその下層には鉄さび色の集積層が比較的明瞭に認められること等を勘案すると P_{DIII} が適当と考えられる。

➤ No.36

平坦な広い尾根(高位段丘面)に位置する。クマイザサが繁茂する中に針葉樹やカンバが点在する。土壌調査地点の近くにはやや大径のアカエゾマツやカンバがある。平坦で礫が少ないため調査年による断面形態の変化は少なく、おおそ 20~30cm の深さに鉄さび色の集積層が認められる。風倒前の堆積腐植は粒状ムルで、風倒後も変化していない(眞田ら 1996)。堆積有機物層は、風倒前は F 層 3cm、1957 年は F 層 2~3.5cm、1976 年は厚さの記載がなく、1993 年は F 層 3cm と変わらないが L 層 3.5cm が加わっている。2002 年は L 層 3cm、FH 層 7cm、2009 年は L 層 2cm、FH 層 6cm と、2002 年以降若干厚くなっている。土壌型は、風倒前は B_D と判断され(眞田ら 1996)、1972 年までは B_D と記載されているが、1980 年と 1993 年に $P_{W(h)III}$ 、2002 年に $P_{W(h)II}$ との記載がある。2009 年の調査では A 層には火山灰の混入と考えられる灰色の部分があるが溶脱斑は認められず、B 層上部が腐植に富みその下層に鉄の集積が認められることから、平坦な地形であることも考慮して $P_{W(h)III}$ が適当と考えられる。

➤ No.46

平坦な広い尾根(高位段丘面)に位置する。林床にクマイザサが優占するシラカンバとトドマツ、エゾマツの疎林である。1957 年以前は 30cm 程度まで記載し、1976 年以降は 55~75cm 程度まで記載している。1957 年以降はいずれも A 層と B 層の境が 20cm 程度であるが、風倒前は 12cm となっていた。No.36 と同様に風倒前の堆積腐植は粒状ムルで、風倒により変化しなかったが、1988 年から粒状モダーとなった(眞田ら 1996)。堆積有機物層は風倒前が F 層 1cm と薄く、1957 年は F 層 2~3cm (部分的に H 層あり)、1976 年は L 層 3cm、F 層 4cm と厚くなっている。1993 年は L 層 2cm、F 層 2cm、H 層 1cm とあり、H 層が生成しつつありとの記述があるが、2002 年以降は H 層の記載はみられない。1976 年と 2002 年には 50cm 以下の層に斑鉄が記載されている。2009 年には 20cm 以下の B 層全域に細かな赤色の斑紋が記載されている。平坦な地形のため、季節的な還元が起こっている可能性がある。土壌型は、風倒前は B_D と判断され(眞田ら 1996)、1968 年以降 1988 年まで B_D と記載されているが、1993 年と 2002 年は dB_D となっている。

立地条件は dB 亜群の分布域に合致し、F 層の発達と A 層への腐植の浸透は認められるが、H 層は認められなかった。1993 年は H 層の記載があり、2002 年は B1 層の土色が 10YR3/3 と暗色であるが、2009 年の調査では B1 層の土色は 10YR4/3 と明るく、 dB 亜群の特徴は認められなかったため、 B_D が適当と考えられる。

➤ No.54

低位段丘面の平坦地に位置する。クマイザサが繁茂しフキが混じる中にエゾマツやシラカンバが群状に生えている。土壌調査地点は開空地にあり、近くにエゾマツがある。調査年による断面形態の差は比較的小さく、A 層と B 層または AB 層の境は 15cm 程度である。風倒前の堆積腐植は粒状ムルで、風倒後も変化していない(眞田ら 1996)。堆積有機物層は、風倒前は F 層が薄いと記載され、1957 年は F 層 2~3cm、1976 年は L 層 4cm、F 層 2cm、その後 L 層が多少減るが F 層は変化せず、2009 年で L 層 2cm、F 層 2cm であった。2002 年には 36~45cm の B1 層に滞水の跡ありとの記述があり、2009 年には 10~20cm に灰色の斑紋が見られ、50cm 付近の B_s 層は鉄さび色を帯びていた。平坦で川との比高が小さいこともあり、季節的な滞水が起こっていると考えられる。土壌型は、風倒前は B_D と判断され(眞田ら 1996)、1968 年以降は B_D または B_E とされている。A 層が腐植に富み、B 層の土色が鈍く、還元的ではないが一時的な滞水の兆候がみられることから、 B_D より湿潤な環境にあると考えられるため、 B_E が適当と考えられる。

(3) 層位区分、層厚の変化と調査方法の問題点

層位区分は調査年により異なっていた。土色が明瞭に異なる A 層と B 層の層界は比較的一致していたが、土色の変化が不明瞭な断面では層位区分が年によって大幅に異なるものがあつた。層位区分の年による差異は、断面の位置する地形に影響を受けていた。平坦地で河川堆積物や火山灰を母材としている No.54 や No.46 は A 層と B 層の層界が明瞭で、深さも年による差異が小さかったが、急傾斜地にあり大礫を含む No.27、30、35 では層位区分、A 層の深さも年による差異が大きかった。これは調査者による判断の差異のほか、調査毎に断面を斜面上方に掘り進んでいくことにも起因していると考えられる。平坦地であれば断面が移動しても層位の変化は少ないが、急傾斜地で大礫を含んでいる場合は土壌の層位自体が場所により異なり、断面が移動することによって断面形態が異なってしまうと考えられる。さらにこのような斜面では礫等を避けるために移動距離が大きくなる傾向があると考えられる。

第 3 次報告書までの土壌調査結果をとりまとめた眞田ら(1996)の論文では、堆積腐植の形態を重視して土壌の変化を考察している。林冠破壊の影響は堆

積有機物層の分解を促進するため、風倒前に有機物の蓄積量が大きかったモル型やモダー型で変化が大きかったとしている。堆積有機物層の変化とそれに影響を受ける土壌化学性の変化に比べると、断面形態の変化は小さいと考えられる。一つの穴を掘り進めるという手法では場所の移動に伴う形態の変化が大きいため、土壌断面形態の変化は検出されないと考えられる。この手法では経時変化と空間的変異を分離できないという点は眞田らも課題として挙げており、多点採取と統計処理による評価が必要としている。1980年の野帳には『土壌調査は従来の基準点に加えて坑点から左右に各 3m 離れた地点の 2 点を加え合計 3 箇所土壌試料を採取するよう変更した。』と書かれている。保管試料リストによると、1980年は鉦質土層最表層の土壌試料を 3 点採取しており、この方法で採取したことがわかる。1988 年以外は 2002 年まで最表層の試料は 3 点ずつ採取している(2002 年は 2 点)。ただし、2009 年の調査ではこの方法が引き継がれなかったため複数地点での採取は行わなかった。また、左右 2 点の採取地点の位置は記述のない試験地がある。今後複数地点での採取を行う場合は採取方法を明示する必要がある。変化を受けやすい表層近くのみを対象とするならば多点調査により平均的な試料を採取するのが有効であると考えられるが、同一地点を掘り進める調査を継続する場合は、時間変化に対する空間変異の影響を小さくするために調査間隔を長くすることも必要ではないかと思われる。

断面記載は時代や調査者によって記号や区分の基準が異なることがあるため、野帳への記載は記号での記入以外に特徴的な層位は文章で記述しておくことが有効である。この調査での断面写真はほとんど残されていないが、2009 年の調査では断面写真が残されているため、断面記載と合わせて有力な情報となった。調査野帳とともに写真を保存しておくことが重要であると考えられる。

2-2-5. 引用文献

- 眞田悦子・塩崎正雄・高橋正通（1996）大雪山における 1954 年台風被害地の土壌変化モニタリング．森林立地 38(1):20-27
- 塩崎正雄・久保哲茂・原田洸（1977）土壌．（石狩川源流森林総合調査報告―第 2 次―．日本林業技術協会編，旭川営林局）． 89-105
- 高橋正通・塩崎正雄・眞田勝・松浦陽次郎・大友玲子・眞田悦子（1995）土壌．（石狩川源流森林総合調査（植生の遷移に関する調査研究）報告書．石狩川源流森林総合調査団（第 3 次）編，旭川営林局）． 89-105
- 舘脇操・内田丈夫・石川俊夫・鈴木兵二・楠宏・勝井義雄・高橋啓二（1955）带状区調査．（石狩川源流原生林総合調査報告．石狩川源流原生林総合調査団編，旭川営林局）． 31-154

内田丈夫（1955）土壌．（石狩川源流原生林総合調査報告．石狩川源流原生林総合調査団編，旭川営林局）． 22-30

（相澤州平・橋本徹・伊藤江利子）

2-3. 森林施業

2-3-1. 要旨

石狩川源流域森林について、前回第3次調査時に新設された調査地および天然林施業指標林において今回実施された再調査結果をもとに、調査時点間の林分状況の変化や成長を中心に解析し、当地域における森林施業について人工林施業、天然林施業別にとりまとめた。

[人工林施業] 今回の調査の結果、当地域のような厳しい環境条件下にありながらも、保護木や保護樹帯などの保護効果により前回調査時に成林していた林分は、その後も順調に生育していることがわかった。このことは、当地域のような高寒地では植栽時の活着や初期成長段階の成否が人工造林にとって大きなポイントとなることを示している。また、植栽後の造林成績は不良だったが、その後上層シラカンバー下層針葉樹(カラマツ、グイマツを除く)型の林型となっている調査林分がみられた。これは、霜害等により植栽木がほとんど育たなかった風倒被害跡地においても、地表の攪乱によってカンバ類などの先駆樹種が天然更新する可能性があり、また針葉樹がその上木の保護下で生存、成長できることを示したといえる。これらの結果から、当地域のような高寒地において風倒などにより裸地が生じた場合は、まず地がきによってカンバ林を造成し、成林後針葉樹を植栽することが早期の森林再生のために適当と考えられる。なお、大型機械が利用できない傾斜地においては、保護木を活用することが必要である。

[天然林施業] 調査地および施業指標林の調査結果から、風倒被害木搬出後や伐採後に林分材積が順調に再生、回復している林分がみられた。しかし、当地域が風倒被害前はほぼ原生状態だったことから、原生林時代の遺産、すなわち倒木更新などによる前生樹の存在がこのような結果をもたらしている可能性があることに注意する必要がある。また、天然林施業における最も重要な条件は、伐採後確実な天然更新を得て、長期にわたって循環的な木材生産(保続生

産)を維持することであるが、その観点からみると調査林分は伐採開始後最長 60 年間で伐採が 1~2 回行われた程度であり、現時点で施業が成功であると判断することは早計であると思われる。さらに、風倒被害木の搬出や伐採後に更新が得られず、森林再生が進んでいない林分がみられたことは、当地域における木材生産を目的とした施業実施の困難性の一端を示していると思われる。そのため当地域においては、技術的、コスト的に更新補助作業による更新が保証されない限り、木材生産を主目的とした施業の実施は慎重に対応するべきと考えられる。仮に木材生産を行うとしても、原生林に類似した環境をできるだけ壊さないような施業、すなわち低い伐採率での単木的な抜き伐り程度にとどめることが望ましい。

2-3-2. 人工林施業の解析

1954 年 5 月と 9 月の暴風によって石狩川源流域の森林は、ほぼ半分の面積が風倒被害を受けた。風倒被害木を搬出した被害跡地では、1956 年から人工造林が開始されたが、当初植栽されたトドマツ、エゾマツは主に霜害によって、カラマツは主に野鼠食害によって大きな被害を受け、その結果初期の造林地は大部分が不成績となった。その後、これらの結果を教訓として高寒地造林法が検討され、保護木、保護樹帯の活用と諸被害に比較的強いアカエゾマツやグイマツへの改植などが進められた。なお、保護木とは植栽木を諸被害から回避させるため、植栽木の上方もしくは側方に配置された立木のことで、保護樹帯とは同様の目的で側方に立木を帯状に配置したものをいう。

ここでは上述したような過去の人工林施業についての詳しい経過と考察は前回までの報告書(第2次、第3次)に譲ることとし、前回第3次調査時に新設された人工林調査地において今回実施された再調査結果をもとに、調査時点間の林分状況の変化や成長を中心に解析し、人工林施業について評価した。なお、各調査地における調査結果の詳細は資料編3-3を参照されたい。

表 2-3-1 森林施業調査地一覧

調査地名	林小班	形状	面積(ha)	調査内容	林況等
人工林1	2247林班い	25m×20m	0.05	直径、樹高	トドマツ、エゾマツ人工林
人工林2	2251林班ぬ	25m×20m	0.05	直径、樹高	アカエゾマツ人工林
人工林3	2276林班ほ	25m×20m	0.05	直径、樹高	グイマツ人工林
人工林4	2260林班へ	25m×20m	0.05	直径、樹高	アカエゾマツ人工林
人工林5	2320林班ほ	25m×20m	0.05	直径、樹高	エゾマツ人工林(シラカンバ林)
人工林6	2320林班つ	25m×20m	0.05	直径、樹高	エゾマツ人工林
人工林7	2328林班ほ	25m×20m	0.05	直径、樹高	アカエゾマツ人工林(シラカンバ林)
人工林8	2328林班ら	25m×20m	0.05	直径、樹高	地がき(シラカンバ林)
天然林1	2320林班こ	40m×25m	0.10	直径	トドマツ、エゾマツ、シラカンバ林
天然林2	2259林班り	25m×20m	0.05	直径	トドマツ、エゾマツ、ケヤマハンノキ林
天然林3	2320林班た	40m×25m	0.10	直径	トドマツ、シラカンバ林
択伐施業指標林	2330林班れ		0.75	直径	トドマツ、エゾマツ、ダケカンバ林
漸伐施業指標林	2240林班は		0.56	直径	トドマツ、エゾマツ、アカエゾマツ林

(1) 人工林調査地

調査地は 1993 年 6～7 月かけ 8 箇所設定された(表 2-3-1)。人工林 2 を除き、風倒木を搬出した被害跡に植栽が行われた林分に設けられている。なお、調査、集計対象を胸高直径 5cm 以上の立木としたこと、新たに樹高曲線を作成したことなどの見直しにより、今回の報告書における前回数値と前報告書(第 3 次)における数値とは異なっている。

a) 人工林 1 (2247 林班い小班)

風倒被害跡に 1959 年植栽された林齢 55 年生のトドマツ、エゾマツの混植人工林で、植栽時前生樹は残された。現在の林分材積は $646.9\text{m}^3/\text{ha}$ で、前回調査時の 1.6 倍となった。一方、立木本数は $1,160$ 本/ha で前回の約半分程度に減少しており、広葉樹や形質不良木を伐採した 2011 年の本数調整伐の影響もあるが、それまでの過密な立木間の競争による枯死木発生の影響が大きいとみられる。また、樹種構成の変化をみると、前回調査時に下層に存在したエゾマツは減少し、現況はほぼトドマツの純林となっており、両樹種の成長スピードの差が現れたと考えられる。優占木であるトドマツの上層樹高(樹高を高いものから 250 本/ha 並べた平均値)を算出すると 21.6m であり、地位指数曲線(石橋ら 2008)から地位は中程度と判断され、高寒地にあるにもかかわらず低い水準ではない。本林分は混植したエゾマツは少なくなっているが、人工林造成としては成功したといえ、前生樹を残した保護効果があらわれたと考えられる。

b) 人工林 2 (2251 林班ぬ小班)

調査地がある林班では、高寒地における施業法を検討するため、風倒被害を免れた天然林を $60\sim 80\text{m}$ 幅の帯状に皆伐し、隣接地に同じの幅の保護樹帯を設け、これらを交互に繰り返す区画帯状皆伐が適用された。伐採は 1966 年秋に行われ、伐採帯には 1968 年にアカエゾマツが植栽された。その際、伐採帯では植栽木と前生稚樹を保護するため、胸高直径 18cm 以下の立木を保全した。本調査地はこの皆伐帯内に設定された。

現況の林分は立木本数 $1,160$ 本/ha、林分材積は $411.1\text{m}^3/\text{ha}$ で成林している。上層は前生樹のトドマツ、エゾマツが優占し、植栽された林齢 46 年生のアカエゾマツは上層に達している個体は少なく、また前回の林分状況と比較すると本数が減少しており、トドマツを主体とした上層優占木からの被圧を受けているとみられる。本林分において実施された施業法は、後継樹保護の観点からその効果があらわれたといえるが、晩霜害には強い一方で、成長において光要求度が大きいアカエゾマツの植栽については、上木からの被圧の可能性の少ない場所を選ぶといった配慮が必要であると考えられる。

c) 人工林 3 (2276 林班ほ小班)

風倒による壊滅的被害跡にカラマツが植栽されたが、野鼠害、霜害等によって不成績となり、1959 年にグイマツに改植された林分である。なお、前回調査時の 1993 年に設定した調査地は皆伐されたため、今回隣接地に新たに調査地を設定した。林齢は 55 年生で、立木本数 $1,080$ 本/ha、林分材積 $301.9\text{m}^3/\text{ha}$ となっており成林している。既存のグイマツ人工林の成長調査例は少ないが、野幌国有林内にある人工林(石橋ら 2010)の林齢 47 年生時の上層樹高と比較すると、野幌は 19.8m であり当人工林の今回の調査結果と同じであるが、林齢差 8 年を考慮すると当人工林の方が野幌より成長が劣っているといえる。しかしながら、高寒地(標高 870m)にもかかわらず人工林として成林しており、グイマツはカラマツに比べ当地域に適した樹種と考えられる。ただし、野鼠食害に強いとされるグイマツであるが、野鼠食害が発生し防除が必要だったことに注意が必要である。

d) 人工林 4 (2260 林班へ小班)

風倒による壊滅的被害跡に 1960 年植栽された林齢 54 年生のアカエゾマツ人工林である。現況は立木本数 420 本/ha、林分材積 $232.6\text{m}^3/\text{ha}$ であり、立木本数が少ない。本調査地は河岸段丘上のほぼ平坦地にあり、植栽木のほとんどは霜害によって消失したとみられている。前回調査時にはクマイザサ密生地の中にアカエゾマツが疎生する林分状況のため不成績人工林とされたが、前回生存していた立木は枯死せず全て残り、これらが成長して疎開地面積は小さくなった。ただし、アカエゾマツは疎生状態で成長したため、幹は梢殺で下枝が多く太い。今回調査時のアカエゾマツ植栽木の上層樹高は 16.4m であり、アカエゾマツ人工林地位指数曲線(石橋ら 2013)から地位は中の下程度と判断される。現在の林分状況を見ると、面積は小さくなったものの疎開地のクマイザサは密生しており、他樹種の侵入等により林冠が閉鎖するのには、まだかなりの時間を要すると考えられる。

e) 人工林 5 (2320 林班ほ小班)

風倒による壊滅的被害跡にエゾマツが植栽されたが、ほとんどの植栽木は消失して下層にわずかに残る程度となり、現況はシラカンバを主体とした二次林の林相を示している。エゾマツ消失の主な要因は霜害とされている。現況は立木本数 $1,340$ 本/ha、林分材積 $247.6\text{m}^3/\text{ha}$ であり、上層を優占するシラカンバは前回調査時に比べ、本数は減少したが材積は増加しており、立木間の競争により枯死木が発生したとみられる。一方、今回の調査結果をみるとエゾマツの進界木がみられ、林床で生き残っていた個体が徐々に成長していることがうかがえる。このように、シラカンバ林の下層に針葉樹が増加する傾向がみられ、今後シラカンバ-針葉樹の混交林へ移行していくと予想される。本林分の結果は、シラカンバ林冠

下の針葉樹はクマイザサの被覆下を脱すれば、生存し成長できる可能性があることを示している。

f) 人工林 6 (2320 林班つ小班)

風倒による壊滅的被害跡に 1956 年にエゾマツが植栽された林分である。不成績となったエゾマツ人工林が多い中で、本調査地は比較的エゾマツが残存している。林齢は 58 年生で立木本数 1,380 本/ha、林分材積 350.6m³/ha であるが、シラカンバが材積の半分を占めており、林相は針広混交林といえる。前回調査時に比べ立木本数が減少しており、立木間の競争によって枯死木が発生していることがわかる。本林分においてエゾマツが比較的残った要因としては、隣接地に立木が残った天然林があったことと、侵入したシラカンバによる保護効果が考えられる。

g) 人工林 7 (2328 林班ほ小班)

本調査地は前回と今回の調査時点間に 2 回調査を行っており、それらをあわせ報告する。なお、前回報告書(第 3 次)の小班名は誤りである(に小班→ほ小班)。

八方台と称される台地上のほぼ平坦地に設定された調査地である。当小班を含む八方台は大面積にわたって壊滅的な風倒被害を受けた場所で、風倒木搬出後行われた植栽による人工林は、霜害や野鼠食害等によって不成績となり改植が繰り返された。林分現況はシラカンバを主体とする広葉樹を上層として、下層に補植したアカエゾマツが成立している。シラカンバは風倒木の搬出時の地表攪乱跡や地拵時など造林作業時に天然更新によって侵入したとみられる。立木本数は 1120 本/ha、林分材積は 246.2m³/ha で、成長期間 20 年の年平均林分成長量は 5.4m³/ha だった。樹種別の直径階別本数の推移(図 3-3-7)から、補植されたアカエゾマツが多数進界したことがわかる。また、図 2-3-1 には樹種別林分材積の推移を示した。これをみると林分材積は増加傾向にあり、樹種別では徐々にアカエゾマツの材積が増加し、シラカンバも材積が増えていることがわかる。本調査地を含む八方台周辺には同様の林相を示す林分が多く、さまざまな作業による地表の攪乱が結果的に広

葉樹の天然更新を導き、森林の再生に寄与したといえる。

h) 人工林 8 (2328 林班ら小班)

人工林 7 の近隣地で同じ八方台に設定された調査地である。当小班では人工林 7 と同様に植栽木の不成績により改植を繰り返したものの成林が見込めなかったため、1983 年にブルドーザーによって筋状の地がきを実施された。1993 年の調査では、地がき筋にカンバ類の天然更新稚樹が 7,000 本/ha 程度みられたが、まだ 5cm 以上の進界に達しておらず、植栽木がわずかに残る林分材積 13.3m³/ha のほぼ裸地状態の林分だった。今回の調査による地がき後 31 年目の林況は、地がき筋に天然更新したシラカンバを主体とした多数の広葉樹進界木によって、立木本数 1,380 本/ha、林分材積 93.3m³/ha となってほぼ成林していた。今後は二次林の林相を示しつつ、立木間の競争によって本数が減少する一方、林分材積は増加していくと予想される。本林分の結果は、高寒地の厳しい環境条件下における更新補助作業としての地がきの有効性を示している。

(2) 人工林施業のまとめ

前回報告書(第 3 次)ですでに指摘されているように、当地域のような厳しい環境条件下の高寒地における造林作業においては、保護木、保護樹帯などの植栽木の保護が重要である。そして、このような保護効果によって前回調査時既に成林していた林分は順調に生育し、林冠の閉鎖と成長に伴って立木本数が減少し、林分材積が増加するという共通の現象があらわれていた。このような林分では、除伐、間伐といった密度調整が必要な段階にあるといえる。また、これら林分の成長状況は、上木の被圧下にある場合を除き必ずしも悪いとはいえず、各樹種とも中～中の下程度の地位を示していた。このことは、当地域のような高寒地では植栽時の活着や初期成長段階の成否が人工造林にとって大きなポイントであり、この段階を脱すれば比較的良好な林分成長が得られる可能性があることを示している。一方、ササ地が介在するような不成績の人工造林地では、残った植栽木は成長しているものの、ササ密生地はそのまま残っており、このまま放置しても早期に森林を再生することは難しく、何らかの更新作業が必要であると思われる。

また、植栽後の造林成績は不良だったが、その後上層シラカンバ下層針葉樹(カラマツ、グイマツを除く)型の林型となっている調査林分がみられた。これは、霜害等により植栽木がほとんど育たなかった風倒被害跡地においても、搬出作業などの地表の攪乱によってカンバ類などの先駆樹種が天然更新する可能性があること、そして生き残った針葉樹植栽木がその上木の保護のもと生存、成長できることを示しており、当地域での施業方法への示唆に富む。そ

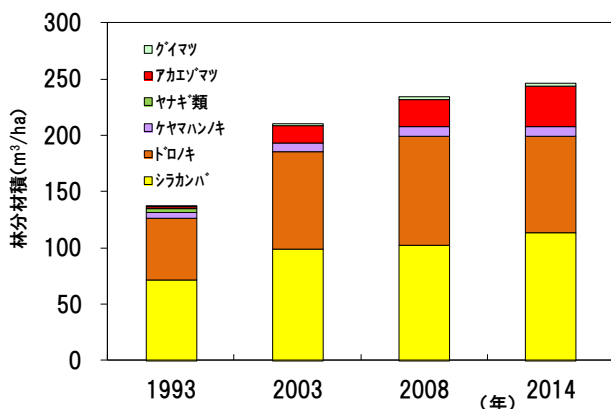


図 2-3-1 樹種別林分材積の推移(人工林 7)

して、先駆性広葉樹が地表攪乱によって更新することについては、人工林8での地がきによる更新成功事例からも実証されたといえる。

今後、木材生産を目的として当地域のような高寒地で大面積の皆伐新植を行う可能性は小さいと思われる。しかしながら、再び暴風によって風倒被害が発生して風倒木搬出後皆伐状の裸地が発生した場合や、当地域に限らず北海道内の高寒地に広く分布する疎林において、潜在植生の亜寒帯針葉樹林に復元させるための施業を行う場合などは、以下の施業方法が適当と考えられる。

【平坦地～緩傾斜地（20° 程度まで）】

- ① 大面積の裸地に針葉樹の植栽は行わず、まず大型機械による地がきによってカンバ類を更新させ成林させる。
- ② カンバ類によって成林したのち、エゾマツ、アカエゾマツ、トドマツをカンバ類林内に植栽する。この場合、初期の光環境に留意し、上木のカンバ類の林冠が閉鎖する前に植栽するか、閉鎖後の場合は植栽時に上木の間引きを行う。
- ③ 一般的に地がきは筋状に行うので、残し幅のササ地を地拵して、エゾマツ、アカエゾマツ、トドマツを植栽することが作業として容易である。
- ④ 以後、可能であれば生育状況により上木のカンバ類を間伐し、下層のエゾマツ、アカエゾマツ、トドマツ植栽木の成長を促進させる。
- ⑤ 植栽をせずカンバ類の二次林をそのまま推移させ、針葉樹が侵入するのを待つことも一案であるが、かなりの長期間を要すると考えられる。また、林内に倒木がない場合は、更新を倒木更新に依存するエゾマツ、アカエゾマツの更新は見込めず、トドマツのみが期待樹種となる。
- ⑥ カラマツは野鼠食害や霜害により成林の見込みがないので植栽しない。

【中～急傾斜地】

- ① 大型機械が使用できない傾斜地では、霜害を受ける可能性は比較的小さいと考えられるが、植栽する場合は厳しい環境条件を考慮し、可能な限り前生樹を保全し、保護木として活用する。
- ② ただし保護木を配置する場合は、エゾマツは成長が遅く、アカエゾマツは成長が遅いうえに明るさを要求するので、植栽場所の選択に注意する。
- ③ 平坦地～緩傾斜地と同様にカラマツは植栽しない。

2-3-3. 天然林施業の解析

石狩川源流域の森林は、奥地のため交通が不便だったこともあって、エゾマツ、トドマツを主体とした亜寒帯針葉樹林の原生林として長い間残されてき

た。伐採は戦前に始まったが、粗放な単木伐採が行われていただけであり、1954年の風倒被害まではほとんど手つかずだった。風倒被害は石狩川源流域森林のほぼ半分の面積に及び、被害林では風倒木搬出後、約3割の林分で人工造林が行われたが、残りの林分は自然の推移に委ねられた。一方、風倒被害を免れた天然林では、一部を原生保護林として保存したが、それ以外については択伐や漸伐による天然林施業が行われてきた。

ここでは前回第3次調査時に新設された天然林調査地と再設定を行った施業指標林において今回実施された再調査結果をもとに、調査時点間の林分状況の変化や成長を中心に解析し、天然林施業について評価した。なお、各調査地および施業指標林における調査結果の詳細は資料編3-3を参照されたい。

(1) 天然林調査地

調査地は1993年9月に3箇所設定された(表2-3-1)。天然林1と3は風倒被害を受けているが、天然林2の被害程度は小さかった。3箇所とも小班単位では風倒木の搬出を除く伐採の記録があるが、天然林1は調査地内に伐採の痕跡は認められなかった。なお、調査、集計対象を胸高直径5cm以上の立木としたこと、新たに樹高曲線を作成したことなどの見直しにより、今回の報告書における前回数値と前報告書(第3次)における数値は異なっている。

a) 天然林1（2320 林班こ小班）

本調査地は前回と今回の調査時点間に2回毎木調査を行っており、それらをあわせて報告する。

本調査地は風倒被害を受け風倒木は搬出されたが、比較的前生樹が残っていた林分である。小班内では1990年に伐採の記録があるが、本調査地内にはその痕跡はみられない。現況はエゾマツを主体にトドマツとシラカンバが混交する林分で、立木本数は860本/ha、林分材積は509m³/haとなっており、1993年調査時と比較すると、立木本数は約7割に減少したが、林分材積は1.5倍となった。20年間の年平均林分成長量は8.7m³/haである。図2-3-2には樹種別林分材積の推移を示したが、これをみるとこの20年間エゾマツの材積が増加しており、林分材積増加の主な要因となっていることがわかる。

一方、立木本数は減少したが、直径階別本数の分布型が逆J字型の複層林型から単峰型の単層林型に移行しつつあり(図3-3-9)、上層木間の競争と下層木の被圧によって枯死木が発生したとみられ、これらは再生林分に特徴的な推移傾向である。本調査地内の林床には、風倒による根返り跡のマウンドが多数みられ、立木の多くはこのマウンド上に更新している。したがって、本林分が順調に再生しているのは、前生樹の存在とマウンド更新によるところが大きいと考えられ、この林分では風倒木の搬出による前生樹の損壊などの影響が小さかったとみられる。

なお、風倒木の幹部分は搬出されたため、倒木上の更新はみられない。

b) 天然林 2 (2259 林班り小班)

本調査地は風倒被害をほとんど受けていないが、その後 2 回の伐採が行われた。そのため、調査地内の大径木は少ない。現況はトドマツを主体にエゾマ

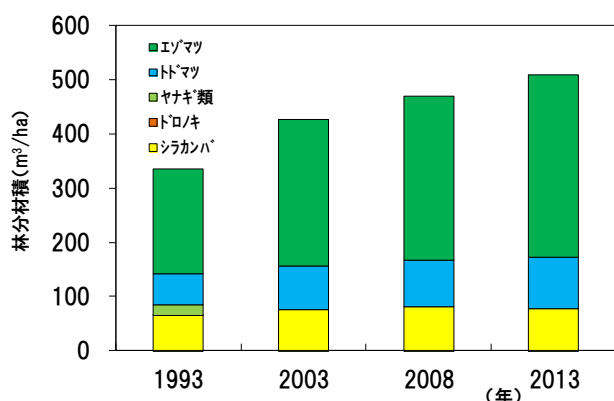


図 2-3-2 樹種別林分材積の推移(天然林 1)

ツ、ケヤマハンノキ、ヤナギ類が混交する林分で、立木本数は 1,920 本/ha、林分材積は 500.2m³/ha となっており、1993 年調査時と比較すると、立木本数は約 7 割に大きく減少したが、林分材積は 2.1 倍となった。調査時点間の年平均林分成長量は 13.3m³/ha でかなり大きく、優占樹種であるトドマツの旺盛な成長が特徴といえる。立木本数の減少傾向と直径階別本数の変化の傾向は前述の天然林 1 と類似しており、本林分も再生林分特有の推移傾向を示している。本林分は原生状態にあった伐採前にトドマツを主体とした前生樹が多数存在し、これらが伐採による上木疎開によって成長したため、現在の大きい林分材積になったと考えられる。

c) 天然林 3 (2320 林班り小班)

本調査地は風倒被害を受け、その後残存木が強度の伐採を受けたとみられる林分である。隣接地に土場のある平坦地で、現在は歩行困難なほどクマイザサが密生している。現況はトドマツ、シラカンバなどがわずかに群生する疎林で、立木本数は 410 本/ha、林分材積は 130.2m³/ha である。1993 年調査時と比較すると、立木本数はやや減少し、林分材積は 1.4 倍となったが、調査時点間の年平均林分成長量は 1.7m³/ha でかなり小さい。本林分はもともと前生樹が少なかったか、もしくは風倒被害木や伐採木の搬出作業によって損壊したうえに、林床のクマイザサが密生化して天然更新が不良となったため、疎林化したとみられる。本林分では今後地がきなどの更新補助作業を実施しない限り、早期の森林再生は困難であると考えられる。

(2) 施業指標林

大雪施業指標林は、大雪山系に広く分布しているエゾマツを主とした亜寒帯針葉樹林地帯における木材生産と、森林の更新・保全・自然環境の維持等のため慎重な配慮が必要な施業法についての指標とするため、1974 年に設定された。施業指標林の毎木調査は 1974 年に開始されたが、その後毎木データは散逸し、個体番号も不明となっていたため、1993 年の前回調査時に新たに個体番号を付して再設定した。ここでは、施業指標林の詳細と初期の結果は既存の報告書(旭川営林局計画課 1978)に譲り、再設定した施業指標林の択伐区、漸伐区の林分状況について、前回と今回調査時の調査時点間の変化や成長を中心に解析する。なお、調査、集計対象を胸高直径 5cm 以上の立木としたこと、新たに樹高曲線を作成したことなどの見直しにより、今回の報告書における前回数値と前報告書(第 3 次)における数値は異なっている。

a) 択伐施業指標林 (2330 林班り小班)

調査対象は施業指標林の択伐区 4.24ha を A～D に 4 区分されたうちの B 区(0.75ha)である。なお、本調査地では 1993 年の再設定後、5 年おきに今回の調査まで毎木調査を行った。

本指標林はほとんど風倒被害を受けていない天然林に択伐施業が適用された事例である。択伐施業とは回帰年という繰り返し期間毎に、林分を単木もしくは群状に伐採し、更新を図る施業方法であり、本指標林では 1975 年および 1997 年の 2 回伐採が実施された。報告書(旭川営林局計画課 1978)によると、1 回目の伐採前の林況は立木本数 720 本/ha、林分材積は 416m³/ha で、伐採率は本数率 26%、材積率 46% だった(但し、胸高直径 3.0cm 以上の数値)。選木は心材腐朽木、成長衰退木を優先したが、B 区だけで見ると択伐としては伐採率が高い(指標林全体では材積率で 28%)。1997 年の 2 回目の伐採は、本数率 16%、材積率 26% だった。現況の林分はエゾマツを主体にトドマツ、アカエゾマツ、ダケカンバなどが混交する典型的な亜寒帯針葉樹林で、立木本数 607 本/ha、林分材積 385.1m³/ha となっており、1993 年調査時と比較すると、期間内に伐採を経ているが立木本数は増加し、林分材積はほぼ同じ水準だった。立木本数が増加したのは、前生樹の進界のほか近年植込み木が進界し始めたことがその要因である。最近 5 年間の年平均林分成長量は 7.0m³/ha だった。以下、同様に調査を継続してきた 2254 林班り小生の原生林保護林(2-1.森林植生参照)と比較する。

択伐指標林の林分材積は、当初設定 23 年後の 2 回目伐採前にはほぼ 1 回目伐採前の水準に戻っていた。これは伐採率は高かったものの、残存木が順調に成長したことおよび成長衰退木等を選木したことによって枯死木が減少したためと考えられる。また、図 2-3-3 には原生林と択伐指標林における 1993 年以

後 20 年間の林分材積の推移を比較した。これを見ると、択伐指標林の林分材積は伐採による減少をはさんで緩やかに増加する傾向を示している。これはプラスの純成長量が得られていることを示しており、1 回目伐採後と同様の択伐による成長量の増加と枯死量の減少がその要因と考えられる。一方、原生林の林分材積は横這い傾向を示しており、その純成長量をみると 20 年間トータルでは $0.7\text{m}^3/\text{ha} \cdot \text{年}$ でほぼ 0 に近かった。これは期間内に林分成長量とほぼ同量の枯死量が発生していることを示している。以上の調査結果から、この択伐施業指標林においては、択伐によって木材収穫を得た上に林分材積は回復しており、択伐施業は成功しているように見える。しかしながら、今回の結果は指標林設定後 38 年間 2 回の択伐の結果であり、長期にわたる保続性については今後の施業結果を長期にわたって観察し検証する必要がある。

b) 漸伐施業指標林 (2240 林班は小班)

対象とする調査地は、施業指標林の漸伐区 5.00ha を A~F に 6 区分されたうちの B 区(0.56ha)である。

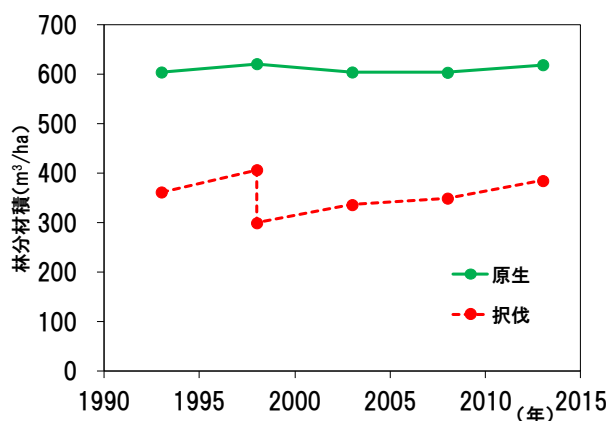


図 2-3-3 林分材積の推移

本調査地は比較的前生樹が多かった天然林に漸伐施業が適用された事例である。漸伐施業とは林分に更新期間を設け、予備伐、下種伐、後伐に分けて伐採し、一斉更新を図る施業方法であるが、本指標林ではトドマツ前生樹の多い二段林型を呈し、ほぼ更新が完了していると判断されたため、上層木に対し後伐に準ずる伐採を 1975 年に行った。選木は被害木、不健全木、老大径木を優先した。報告書 (旭川営林局計画課 1978) によると、伐採前の林況は立木本数 1339 本/ha、林分材積は $300\text{m}^3/\text{ha}$ で、伐採率は本数率 11%、材積率 48% だった (但し、胸高直径 3.0cm 以上の数値)。現在の林況はトドマツ、エゾマツ、アカエゾマツの針葉樹にダケカンバを主体とする広葉樹が混交した林分で、立木本数 1,411 本/ha、林分材積 $396.9\text{m}^3/\text{ha}$ となっており、21 年間で立木本数はやや減少したが、林分材積は 1.3 倍となった。21 年間の年平均林分成長量は $4.5\text{m}^3/\text{ha}$ である。当林分では

1975 年の伐採後伐採が行われておらず、大径木の枯死がみられるが、林分材積は当初の値を超えている。過去北海道内で行われた漸伐施業では、高い伐採率のため前生樹が環境の変化に適応できず枯死して失敗した例がみられた。しかし、本林分では漸伐としているものの、全体の材積伐採率は 44%にとどまり、上木も一部は残されたことから前生樹が生存し、現在の林分に至ったと考えられる。

(3) 天然林施業のまとめ

石狩川源流域の森林は、風倒被害を受けた 60 年前以前はほぼ原生状態であり、風倒被害林や風倒被害を免れた天然林内に、原生林時代の天然更新木 (倒木更新由来などの前生樹) が遺産として存在していたとみられる。今回の天然林調査地における調査結果をみると、これらの前生樹が天然林 1 では風倒被害後の再生、天然林 2 では伐採後の林分内容の回復に大きく寄与していた。一方、天然林 3 では前生樹が少なかったか、もしくは風倒被害木搬出時や伐採時の作業によって損壊されたため、森林の再生が進まなかった可能性が大きい。石狩川源流域全体を眺めると、風倒被害後 60 年経過した現在でもササ地が介在している林分がみられ、天然林 3 が必ずしも特異な例とはいえない。亜寒帯針葉樹林ではその更新のほとんどを倒木更新に依存している (Narukawa 2003) が、1954 年の風倒木はそのほとんどが搬出されており、被害林分では今後当分の間倒木更新は期待できないと思われる。したがって、ササ地における森林の再生には人工林施業の項で示したような何らかの更新作業が必要であると考えられる。

また、風倒被害を免れた亜寒帯針葉樹林において択伐施業および漸伐施業を行った施業指標林では、伐採後残存木の成長によって林分材積が順調に回復していた。そして、これら施業指標林においても前述した前生樹の存在が林分の維持、回復に大きく寄与していた。一方で、天然林施業とは更新に天然更新を活用して木材を保続的に生産する伐倒搬出から更新に至る一連の作業といえ、最も重要な条件は伐採後更新を常に確保し、長期にわたって保続的生産が可能な林分を維持することである。その観点からみると、施業指標林では施業開始後ほぼ 40 年間で伐採が 1~2 回行われたのみで、木材の保続的生産の段階には至っておらず、現時点で施業が成功していると判断することは早計であると思われる。

日高地域ですでに示されている (石橋 2002) ように、亜寒帯針葉樹林における伐採は、倒木の減少による倒木更新の減少によって更新の不良を招き、加えて伐採後の環境の変化による枯死木の発生など寒冷多雪の厳しい環境条件の下で施業管理上困難な点が多い。そのため、当地域においても技術的、コスト的に更新補助作業による更新が保証されない限り、木材生産を主目的とした施業の実施は慎重に対応するべきと考えられる。仮に木材生産を行うとし

ても、原生林に類似した環境をできるだけ壊さないような施業、すなわち低い伐採率での単木的な抜き伐り程度にとどめることが望ましい。

2-3-4. 引用文献

- 旭川営林局計画課（1978）大雪施業指標林説明書。
60pp.
- 石橋聡（2002）北海道森林管理局（本局）管内の天然林施業実験林（Ⅳ）－日高亜寒帯針葉樹林施業指標林－. 北方林業 54(11):282-285
- 石橋聡・佐々木尚三・高橋正義・鷹尾元・佐野真（2008）長期観察データによるトドマツ人工林の成長予測. 日林北支論 56:111-113
- 石橋聡・高橋正義・佐々木尚三（2013）エゾマツ人工林とアカエゾマツ人工林の成長比較（予報）. 北方森林研究 61:113-114
- 石橋聡・高橋正義・鷹尾元・佐野真琴（2010）野幌国有林における 86 年生グイマツ人工林の成長経過. 北方林業 62(6):141-143
- Narukawa, Y., Iida, S., Tanouchi, H., Abe, S. and Yamamoto, S. (2003) State of fallen logs and the occurrence of conifer seedlings and saplings in boreal and subalpine old-growth forests in Japan. Ecol. Res. 18: 267-277

（石橋聡・古家直行）

2-4. 腐朽被害

2-4-1. 要旨

石狩川源流域において、60 年前の壊滅的な風倒被害から再生した森林(天然再生林)や被害を免れた森林(原生保護林・択伐施業林)、あるいは人工林を対象に、風倒後の次世代の森林で生立木の根株腐朽被害が発生・拡大していくのか、長期にわたる腐朽被害の動向の一端を明らかにすることを目的として腐朽被害調査を実施した。また幹内部に腐朽を有すると想定される生立木が、将来折損する可能性を推定できるかどうか検証を試みた。

原生保護林では全体的に腐朽被害の本数被害率が高く、心材腐朽では 30～40%に達していた。トドマツでは直径階が増大すると心材腐朽の本数被害率は増加する傾向にあった。風倒後の天然再生林は、原生林ほどの腐朽被害は生じていないが、心材腐朽の本数被害率も高く、特にトドマツの心材腐朽被害率が高い傾向があった。過去に腐朽被害が激しかった調査地では再生林であっても腐朽被害が進展していると推測された。

択伐施業が行われている天然生林では、心材腐朽・辺材腐朽ともに全体の本数被害率が低い特徴がみられた。林齢 50 年前後の人工林でもトドマツ・アカエゾマツ林でわずかではあるが心材腐朽が発生していることが認められた。正確な比較は難しいが第 2 次・第 3 次調査の結果と今回の調査を比較したところほとんどの調査地で腐朽被害率の上昇傾向がみられた。

1998 年に原生保護林においてストレス波速度を測定し、その後 15 年間に発生した折損木・立枯木の

発生動向を調査し、またこれらの幹内部における腐朽被害をレジストグラフで判定した。径級別のストレス波速度の頻度分布やストレス波速度の平面分布には樹種間で違いがあった。1997～2012 年までの 15 年間に、プロット内調査当初本数の 1 割強が折損木・立枯木・根返り木となり、折損木より立枯木が多く生じていた。いずれの樹種でも事前測定したストレス波速度が低いほど折損木・立枯木になる比率が高かった。立枯木の多く、特にストレス波速度が $600\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 未満の立枯木は、生立木の時点で樹幹内に腐朽があった可能性が高いと考えられた。ストレス波速度の低い折損木は折損高が低く、折損部に腐朽を有していた。逆に、速度の高い個体は折損高が高く、折損部に腐朽はみられなかった。以上の結果から、ストレス波速度が極端に低い個体の将来の折損あるいは枯死に至る可能性が示唆された。

2-4-2. 調査の目的

本調査の対象地域である石狩川源流域の森林は、60 年前の 1954 年 5 月の低気圧および 9 月の洞爺丸台風によって、壊滅的な風倒被害を生じた。特に原生林における風倒被害では、すでに立木の多くが腐朽菌に侵され根株腐朽被害を生じており、これが誘因となって風倒被害を増大させていたことが、第 1 次調査の結果から明らかになっている(今関・青島 1955ab; 今関ほか 1955; 今関 1958)。また、石狩川源流域の森林はユーラシアおよび北アメリカ大陸の亜寒帯林と共通する点も多く、生立木の腐朽被害を起こす腐朽菌についても共通性があることが判明している。特に、この地域の根株腐朽被害を特徴づけている代表的な腐朽菌であるエゾノサビイロアナタケ (*Phellinus sulphurascens*) とマツノネクチタケ



図 2-4-1 腐朽被害調査地位置図

表 2-4-1 調査地と調査木の概要

調査地	林班・小班	土壌型 ^{c)}	標高 m	樹 種	調査 本数	胸高直径 cm			調査年月日
						平均	最小	最大	
原生保護林 [9] ^{a)}	2254 い	B ₀ ~ B ₀ (d)	990	トドマツ	30	20.3	5.1	54.7	2014 年 7 月 3 日
				エゾマツ	13	41.6	8.2	79.9	
				アカエゾマツ	8	29.1	7.7	59.5	
				計	51	27.1	5.1	79.9	
原生保護林 [4-1]	2254 い	B ₀ ~P _{DII}	940	トドマツ	12	18.6	6.2	44.2	" 8 月 27 日
				エゾマツ	10	38.7	13.1	74.3	
				アカエゾマツ	17	32.2	6.3	63.0	
				計	39	29.6	6.2	74.3	
ホロカイシカリ 天然再生林	2328 は	B ₀	870	トドマツ	20	15.6	7.2	35.1	" 7 月 2 日
				エゾマツ	13	16.8	6.0	53.8	
				アカエゾマツ	2	24.5	13.0	35.9	
				計	35	16.5	6.0	53.8	
ヤンベタツ 天然再生林	2316 わ	B ₀	880	トドマツ	24	21.0	5.2	54.6	" 6 月 26 日
				エゾマツ	7	23.9	7.3	48.8	
				アカエゾマツ	0	-	-	-	
				計	31	21.7	5.2	54.6	
施業指標林 ^{b)}	2330 れ	B ₀ ~B _E	930	トドマツ	19	19.9	5.5	44.1	" 7 月 2 日
				エゾマツ	15	35.4	11.1	64.3	
				アカエゾマツ	1	7.6	7.6	7.6	
				計	35	26.0	5.5	64.3	
択伐天然林 ^{b)}	2320 こ	B ₀	870	トドマツ	3	31.4	16.5	49.7	" 8 月 26 日
				エゾマツ	26	27.4	10.5	47.1	
				アカエゾマツ	1	53.7	53.7	53.7	
				計	30	28.7	10.5	53.7	
トドマツ人工林	2265 い	B ₀	890	トドマツ	31	13.9	6.8	34.6	" 8 月 28 日
アカエゾマツ人工林	2260 へ	B ₀	860	アカエゾマツ	30	16.5	8.5	27.0	" 8 月 27 日
グイマツ人工林	2276 よ	B ₀	820	グイマツ	30	21.5	8.9	29.4	" 6 月 26 日
				人工林 計	91				
総 計					312				

注：調査地の a) は「森林植生」、b) は「森林施業」の調査地と一部重複あるいは近傍に位置する。

c) の土壌型は、林野庁・旭川営林局（1971）、塩崎正雄・久保哲茂・原田洸（1977）の文献・図表から推定

(*Heterobasidion parviporum*) という 2 種の根株腐朽菌が存在していることが、第 1 次調査の結果明らかになっている(今関・青島 1955; 今関ほか 1955)。この 2 種は根系伝染により被害を拡大させるため(Korhonen, & Stenlid 1998; Thies & Sturrock 1995)、次世代の林木に被害が継承される可能性が高い。そのため、第 1 次調査以降 20 年間隔の調査においては、今後再生してくる森林において生立木の根株腐朽被害が受け継がれて発生していくのかどうか、また、新たに作られた人工林にも被害が広がるのか、といった観点から調査が行われてきた(青島ほか 1977; 田中ほか 1995)。今回の調査も基本的にその点を継承して重点的に調査を行なった。また、第 1 次調査から 60 年を経過したことで、長期にわたる腐朽被害の動向の一端を明らかにすることも目的の一つとした。

一方で、天然林の生態系においては、立木の腐朽あるいはその結果として生ずる倒木は次世代の後継樹の成長促進、倒木更新の場の提供、天然林内に生息する動植物・菌類などの生物多様性の維持に重要な要素となっている。このような理由から、枯死木や折損木の管理は天然林施業において重要であるとされる。しかし、生立木の衰退や枯死を客観的に予

測したり、腐朽被害を生じている立木が将来折損する可能性を判定することは非常に困難である。また、生立木幹の内部にある腐朽を探索することも技術的にはまだ完全に確立されていない。できるだけ非破壊で生立木の腐朽を判定する手法はいくつか試みられているが、その中で比較的手軽であり生立木にあまり損傷を与えない方法として、ストレス波速度計測による探索手法(図 2-4-3)がある。そこで、石狩川源流域の原生保護林内の立木でストレス波速度を測定して、幹内部に腐朽を有すると想定される生立木が、将来折損する可能性を推定できるかどうか検証を試みた。この内容は既に報告されているが(山口 2013; 山口 2014)、その内容を紹介する。

2-4-3. 調査地と調査方法

(1) 生立木の腐朽被害調査

1) 調査地

今回の調査では、調査期間が 1 年間と短かったこともあり、調査箇所は基本的に第 2 次・第 3 次調査を行なった箇所の中からいくつか選んで継続的な調査を行なった。ただし先回の調査木は 20 年を経て不明なものが多く、またこの間に地形が変わったことにより過去の調査地林分そのものが確認できなかった

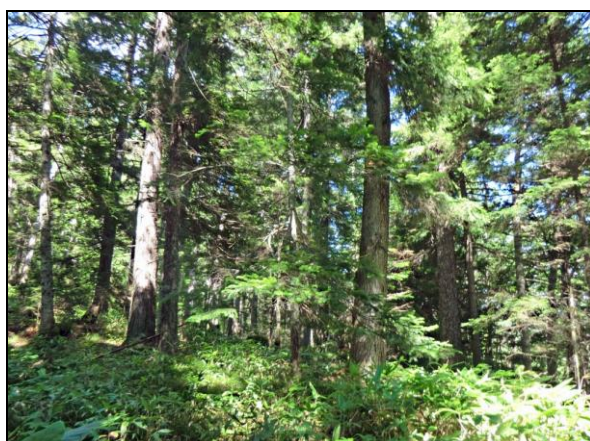


写真 2-4-1 原生保護林[9] (左)、原生保護林[4-1] (右) の林況



写真 2-4-2 ホロカイシカリ天然再生林 (左)、ヤンベタツ天然再生林 (右) の林況

た箇所もあるため、前回の調査に近いと思われるところに調査地を設定した。

第2次・第3次調査で行なった箇所のうち、風倒を免れ現在も原生状態として残っている林分を2箇所、風倒後放置されて天然林として再生しつつある林分を2箇所、また、択伐施業が行われている林分を2箇所選択した。さらに、風倒後に人工植栽が行われた林分で、グイマツ、トドマツ、アカエゾマツの人工林林分を各1箇所、合計で9箇所の林分を対象とした。以下に各調査地の概要を記す(表 2-4-1、図 2-4-1、資料編の図表を参照)。

a) 原生状態の林分 (写真 2-4-1)

第2次調査で天然林の調査地として加えられ第3次調査でも調査を行なった箇所のうち [4-1]、[9](いずれも第2次・第3次報告での共同調査地番号)の2箇所を対象とした。これらのうち[9]の調査地は、旧無華トンネルの上、2254 林班小班にある緩やかな尾根上～緩斜面の地形である。なお、この調査地は『森林植生』の『原生林プロット』調査地と一部重複している。[4-1]も 2254 林班小班に属し旧国道 39 号線沿い(現在は林道)にあって、緩傾斜の段丘状の地形となっている。どちらも洞爺丸台風の風倒を免

れたため針葉樹高木が残存していわゆる典型的な亜寒帯性常緑針葉樹林となっており、現在『大雪原生林』として保護林となっている。

b) 風倒後の天然再生林 (写真 2-4-2)

第1次調査で共同調査地として菌類班が調査を行ない、その後林道建設や大雪湖(人造湖)造成といった消滅を免れ第2次・第3次調査でも継続調査が行われた箇所の中から、ホロカイシカリ川左岸(第2次・第3次報告では[55B]：以下ホロカイシカリ)、ヤンベタツ川左岸(第2次・第3次報告では[Ya]：以下ヤンベタツ)、の2箇所を選択した。これらの調査地は第1次の調査前後に、1954 年 5 月の低気圧と 9 月の洞爺丸台風による壊滅的な被害を受け、調査地内の高木はほとんど倒れてしまい、その下の稚幼樹が生育してきて現在に至っている状況である。ホロカイシカリは第3次調査地が川の流路変更により消失してしまった可能性が高いため、その近くの森林が成立している地点(2328 林班小班)で調査を行った。ヤンベタツは河岸段丘上の平坦地で、現在は新しい作業道が作られており、第3次調査の箇所は不明であったことから、その調査地の近くと思



写真 2-4-3 択伐施業指標林（左）、2320 林班択伐林（右）の林況



われる箇所(2316 林班わ小班に位置する)で調査を行った。

c) 択伐施業林（写真 2-4-3）

第3次調査において新たに調査地として加えた択伐施業指標林 D 区(2330 林班わ小班内)と 2320 林班(第3次報告当時では 120 林班)こ小班内の択伐施業林（以下 2320 林班択伐林）を、前回に引き続いて調査した。両調査地ともに『森林施業』の調査地と一部重複あるいは近傍に位置している。択伐施業指標林はシンパク沢の右岸の谷間にあるため、原生保護林と同様に風倒を免れて天然生の針葉樹林が成立している箇所である。2320 林班択伐林は大雪湖畔にあるが、この湖ができる前は石狩川本流左岸の段丘に当たるといわれ、比較的平坦な段丘面と段丘崖のやや急な斜面からなっている。なお、この林分は第3次調査の3年前、1990 年に択伐が行われている。

d) 人工林（写真 2-4-4）

石狩川源流域の人工林は洞爺丸台風による風倒跡地に造成された。そのため前回の調査ではほとんどの人工林が若齢のため、グイマツ人工林 1 箇所での調査にとどまったが、今回の調査では樹種を増やし



写真 2-4-4 トドマツ人工林（左上）、アカエゾマツ人工林（右上）、グイマツ人工林（右下）の林況

て、トドマツ、アカエゾマツ、グイマツの人工林各 1 箇所において調査を行った。トドマツ人工林は 2265 林班い小班で 1962 年植栽、ポシルベシナイ沢沿いであるが急傾斜の地形となっていて、やや密な林分であるが比較的細い立木が多い。アカエゾマツ人工林はルベシナイ川沿いにある 1960 年植栽の林分(2260 林班へ小班)で、ほとんど平坦な地形に立地しており、やや密な林分である。グイマツ人工林は



写真 2-4-5 レジストグラフの装置、右の赤円はドリル

第 3 次で調査した箇所(2276 林班ほ小班)とは違う林分(2276 林班よ小班)で、1964 年植栽である。由仁石狩川と国道 237 号線沿いの緩やかな丘陵状の頂部にあたり、ほぼ平坦な地形となっている。

2) 腐朽探査方法

第 3 次調査までは、生立木の腐朽調査に成長錐を用いてきたが、この方法は立木へのダメージが大きい。そこで、今回の調査では成長錐を用いずに腐朽探査を行なうために、非破壊腐朽探査装置の一種であるレジストグラフ(IML 社製 IML-RESI-B400)を用いて腐朽木の判定を行った(写真 2-4-5、図 2-4-2)。本装置は極細の特殊なドリルを材に貫入させ、その時に生じる抵抗を測定・図化する機器である。材内に腐朽が存在すると抵抗値が急激に低下することで腐朽が判定できる(図 2-4-2)。

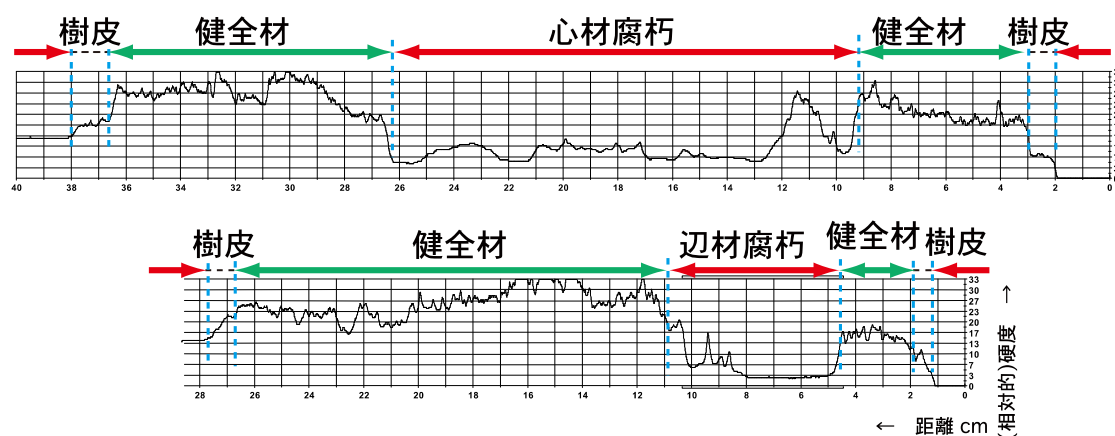
本調査では、各調査地で 30 本から 51 本の針葉樹を対象に探査を行なった。測定する各立木の地上高 30～50cm 程度の根元付近において 1 方向を探査した。当該機器は探査する深さが最大 40cm と限定さ

れるため、それ以上の根元径を持つ調査木は、反対方向からも探査を行った。調査対象木は胸高直径および探査位置の根元径を測定した。本調査では、腐朽形態を便宜的に心材腐朽、辺材腐朽の 2 つに区分した(図 2-4-2 参照)。根元径の中央から樹皮方向へ直径の 1/4 の範囲内、つまり根元径中央部で直径の 1/2 の範囲内にある腐朽を心材腐朽、その範囲よりも外側(樹皮側)にある腐朽を辺材腐朽とした。ドリルを入れた孔にはトップジンペーストを塗布して腐朽菌の侵入を防いだ。

腐朽被害程度を評価するため、本数被害率と直径腐朽率を以下のように求めた。

本数被害率(%)=腐朽被害のある本数/全体の本数×100

直径腐朽率(%: 図 2-4-2 参照)=個々の調査木における腐朽径/調査木の材直径(=腐朽径+健全材部径)×100



腐朽径比率(%)=腐朽径/材直径(健全部+腐朽径)×100

図 2-4-2 レジストグラフにより出力されたグラフ波形の一例

ストレス波速度計測装置（エレクトロニックハンマー）の概念図

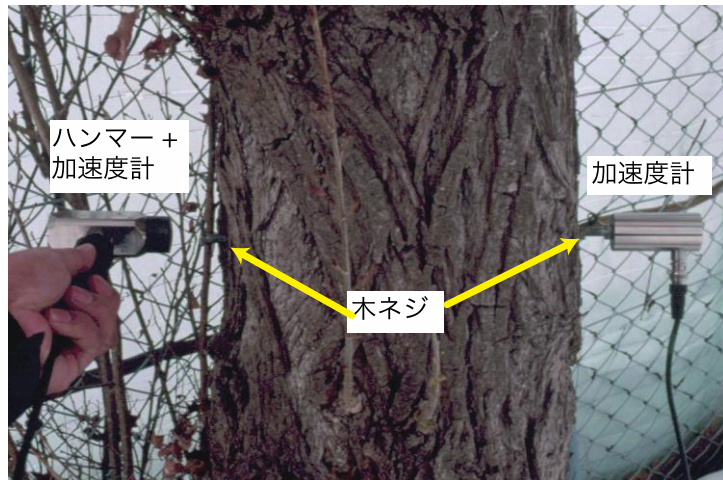
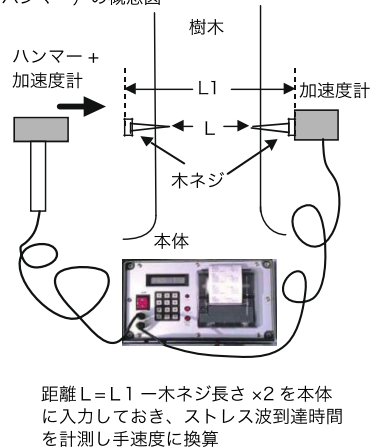


図 2-4-3 ストレス波速度計測装置の概要と測定方法

本数被害率は調査地ごとに算出される値で、(樹種別、心材腐朽・辺材腐朽別も含めて)各調査地における腐朽被害を表現する指標であるのに対し、直径腐朽率は個々の調査木における腐朽被害の程度を表現する指標となっている。

(2) 原生保護林でのストレス波計測後 15 年間の腐朽折損木・衰退木の発生推移の調査方法

1) ストレス波速度の計測

調査は腐朽木調査と同じ旧武華トンネル上の原生保護林内[9](上川中部森林管理署管内 2254 林班い小班内:写真 2-4-1 左)に設けられた 100m×50m のプロットを利用して実施した。

前述したようにストレス波速度測定は非破壊腐朽探査手法の一種で、材内に腐朽や空洞などがあると速度が低下することを利用して腐朽探査を行う手法である(図 2-4-3)。ストレス波とは、弾性波、弾性応力波、弾性ひずみ波とも呼ばれ、弾性体(ここでは樹木の幹)をハンマーなどで打撃した時に幹を伝わる波動である。この手法についてはカラムツやカンパ類で検証された事例がある(Yamaguchi *et al.* 2000 ; 山口 2001)。

測定方法は、まず幹の直径方向に相対するように 2 本の木ネジを木部までねじ込む。片方のネジに加速度センサーを付け、反対側から別の加速度計付きハンマーで木ネジを打撃してストレス波の到達時間を計測する(図 2-4-3)。あらかじめ木ネジ間の距離を測定・入力しておき、速度が算出される仕組みである。そして、2 つの木ネジ間の直線上に腐朽や空洞が存在すると到達時間が長くなる(速度が低下する)ことを利用して探査する。本調査ではエレクトロニック・ハンマー(Walesch Electronic 社製)という装置を用いて、1996 年秋と 1997 年春にプロット内の針葉樹(トドマツ 108 本、エゾマツ 41 本、アカエゾマ

ツ 55 本)のストレス波速度を測定した。なお、測定高は地上 30～50cm で、測定方向は 1 方向であった。1 本につき 5 回のハンマー打撃を行なって計測された速度の平均値を代表値とした。

2) 折損木・立枯れ木の発生動向調査

ストレス波調査から 6 年後の 2003 年に行われたプロット内の成長量調査で、折損木・立枯木個体が記録されていたので、このデータを 2003 年までに生じた折損木・枯損木とした。また、ストレス波調査から 9 年後の 2008 年と 15 年後の 2012 年には、プロット内を実際に踏査して、同様に折損木・立枯木等となった個体を記録した。折損木については折損部位の地上高も記録した。

ストレス波速度計測後に調査地内に生じた折損木や立枯木の内部に実際に腐朽があるかどうかの判定を 2012 年に行った。ここでは前述のレジストグラフ(写真 2-4-5)を用いた。立枯木では、このレジストグラフを 2 直交方向に用いて、地上高 30～50cm 程度の根元付近で判定した。なお、折損木では、腐朽の判定は折損部分を目視、またはレジストグラフを用いて行った。

2-4-4. 天然生林・人工林の腐朽被害調査結果

(1) 原生保護林

原生保護林 2 箇所での腐朽被害の結果を図 2-4-4～図 2-4-7 に示す。他の調査地に比較して全体的に腐朽被害の本数被害率が高く、心材腐朽では 30～40%に達していた。特に、調査地[9]におけるトドマツの心材腐朽被害率が高いのが特徴である(図 2-4-4)。第 1 次調査における針葉樹原生林の腐朽被害調査では、おおそトドマツで 50%、エゾマツで約 30%の根株腐朽被害が生じていたとされている。(今関・青島 1955ab;今関ほか 1955)今回の調査における原生林 2 箇所の結果は、それよりやや低い値ではあ

るが、おおよそ原生林としては平均的な腐朽被害を生じていると考えられる。

胸高直径別に腐朽被害の違いをみると（図 2-4-5、図 2-4-6）、どちらの調査地でもトドマツでは直径階が大きくなると心材腐朽の本数被害率は増加する傾向にある。エゾマツ・アカエゾマツでも同様の傾向はみられるが、本数が少ないため、あまり明確ではない。辺材腐朽ではその傾向はあまりはっきりしな

いようである(図 2-4-6)。一方で、胸高直径と心材腐朽・辺材腐朽の直径腐朽率(根元直径に対する腐朽部分の径の割合)の関係をみると(図 2-4-7)、調査地[9]では、トドマツの直径が小さくても、直径腐朽率が高い被害木が多い傾向がある。つまり、この調査地では比較的若い(直径の小さい)時点で腐朽が進行していることを示している。一般的に天然林のトドマツは、小径木でも高い比率で腐朽があるとされてい

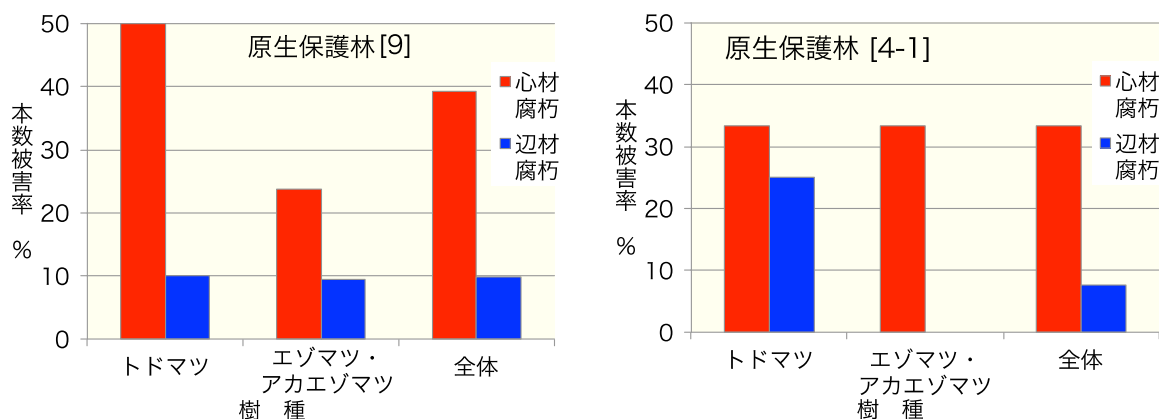


図 2-4-4 原生保護林[9]（左）、[4-1]（右）における心材腐朽・辺材腐朽別の本数被害率

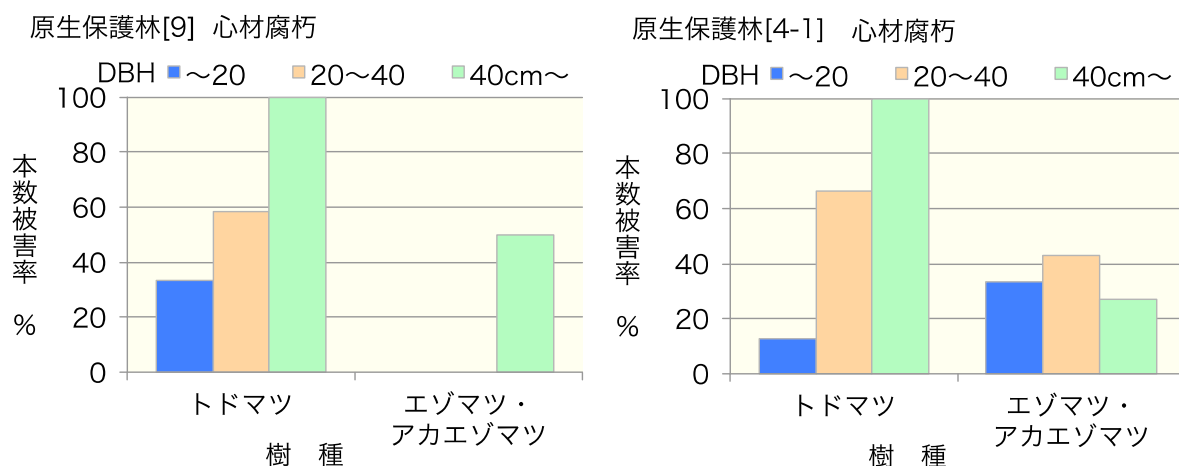


図 2-4-5 原生保護林[9]（左）、[4-1]（右）における径級別の心材腐朽本数被害率

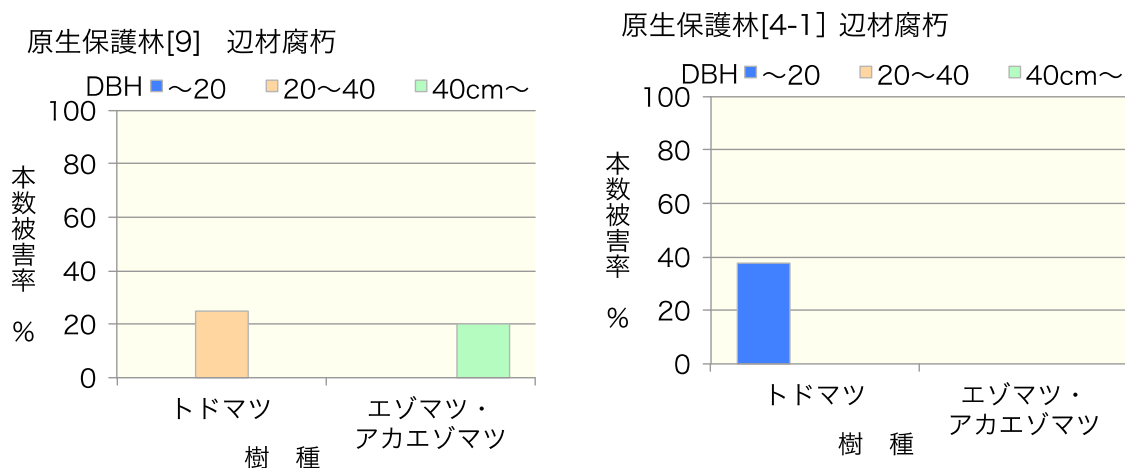


図 2-4-6 原生保護林[9]（左）、[4-1]（右）における径級別の辺材腐朽本数被害率

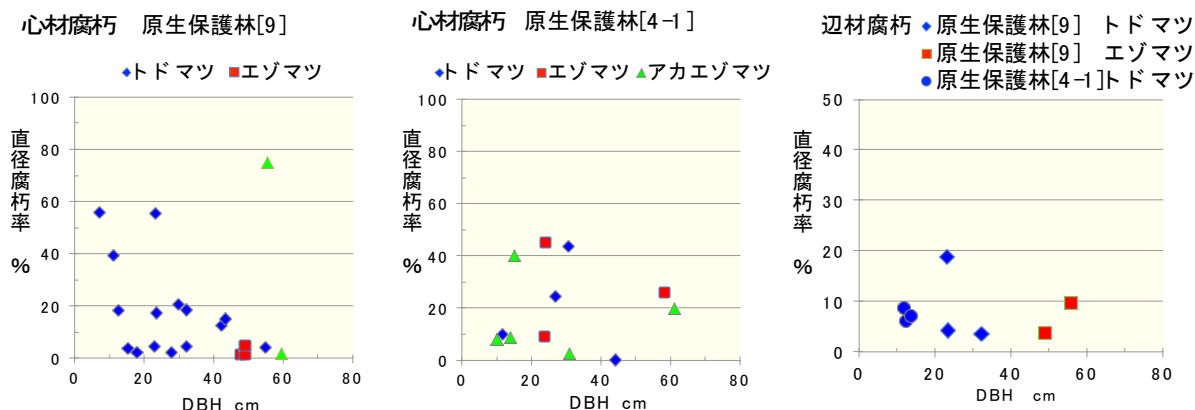


図 2-4-7 原生保護林[9]（左）、[4-1]（中）における胸高直径（DBH）と心材腐朽の直径腐朽率との関係。右は両調査地での胸高直径（DBH）と辺材腐朽の直径腐朽率との関係

る(五十嵐 1968;今関・青島 1955;佐々木・横田 1955)。一方の[4-1]の調査地では、そのような傾向は明瞭ではない。エゾマツに関しては、調査地[9]では直径腐朽率は非常に低い、アカエゾマツに関しては直径腐朽率の高い個体と低い個体がみられ明瞭な傾向はなかった。調査地[4-1]のエゾマツとアカエゾマツも同様であった。このように同じ原生保護林であっても調査地によってかなり腐朽被害の傾向が違っていることが示唆される。

(2) 風倒後の天然再生林

天然再生林は、風倒によって失われた上木の下に育っていた小高木や稚幼樹が成長して再生した林である。調査したホロカイシカリとヤンベタツの 2 箇所での腐朽被害の状況を図 2-4-8～図 2-4-11に示す。いずれも前生樹での腐朽被害が多発していたとされる地域である(今関・青島 1955; 今関ほか 1955)。原生林ほどの腐朽被害は生じていなかったが、風倒

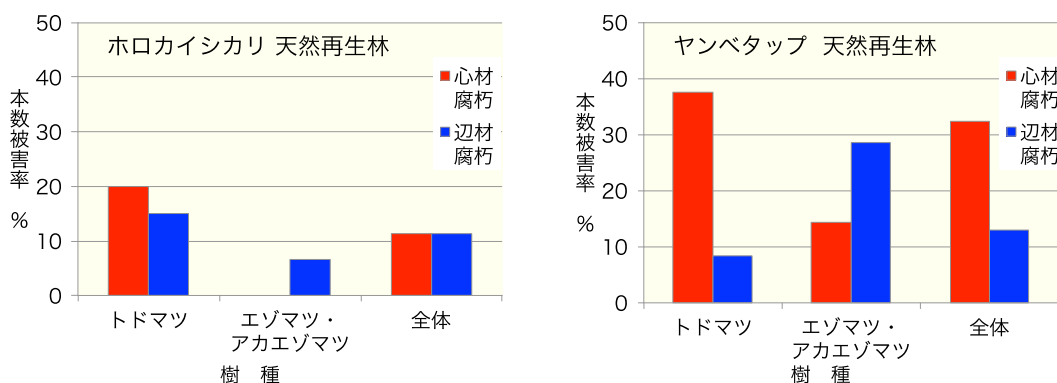


図 2-4-8 天然再生林[ホロカイシカリ]（左）、[ヤンベタツ]（右）における心材腐朽・辺材腐朽別の本数被害率

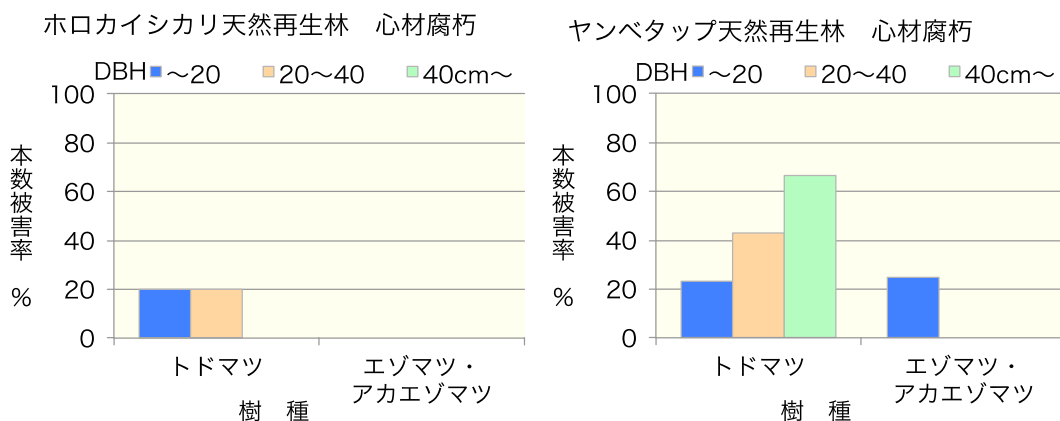


図 2-4-9 天然再生林[ホロカイシカリ]（左）、[ヤンベタツ]（右）における径級別の心材腐朽本数被害率

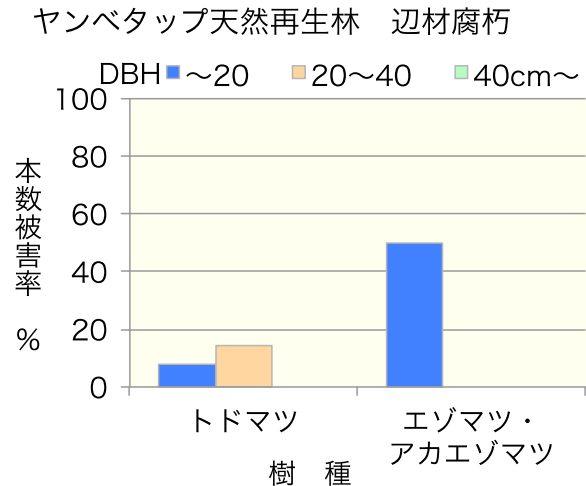
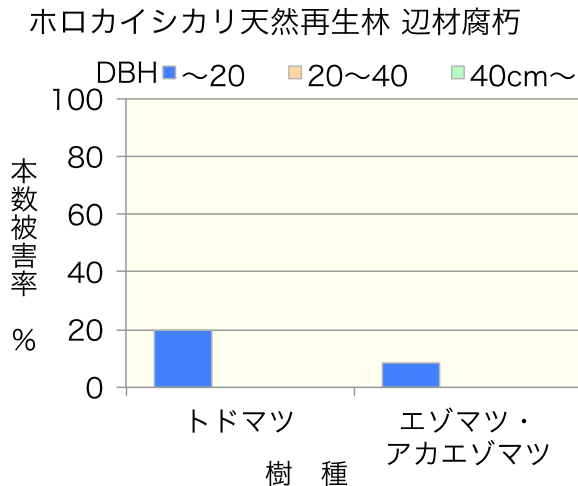


図 2-4-10 天然再生林[ホロカイシカリ] (左)、[ヤンベタツプ] (右)における径級別の辺材腐朽本数被害率

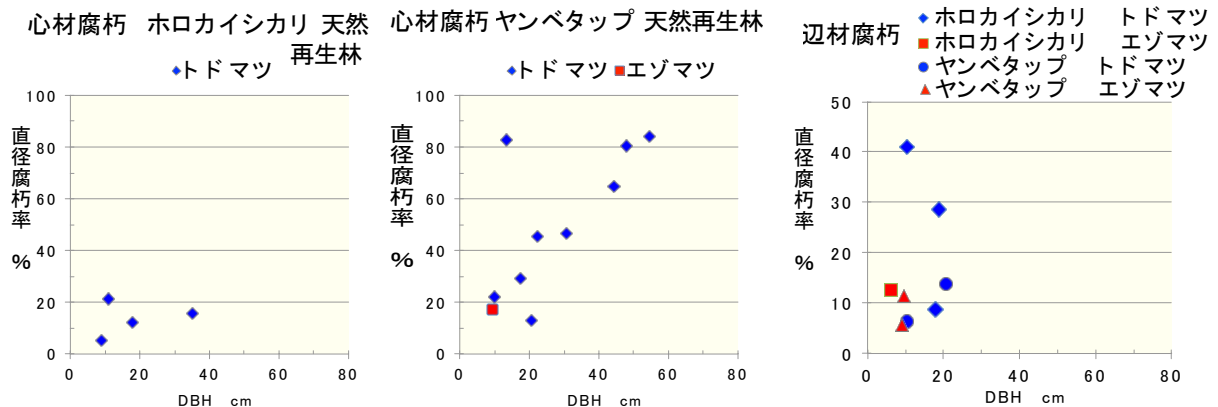


図 2-4-11 天然再生林[ホロカイシカリ] (左)、[ヤンベタツプ] (右)における胸高直径 (DBH) と心材腐朽の直径腐朽率との関係。右は両調査地での胸高直径 (DBH) と辺材腐朽の直径腐朽率との関係

から 60 年を経て心材腐朽の本数被害率も高くなっていた(図 2-4-8)。どちらの調査地でもトドマツの心材腐朽被害率が高く、特にヤンベタツプでの被害率が高かった。また、ヤンベタツプではエゾマツも心材腐朽・辺材腐朽ともに 10%を超えるなど、この調査地では腐朽被害がやや進展していることがうかがえる結果となった。

直径階と腐朽本数被害率の関係については(図 2-4-9、図 2-4-10)、ホロカイシカリでは、直径階の大きな針葉樹がなく直径階 40cm 以下の小さなトドマツでしか腐朽被害がなかったが、ヤンベタツプでは調査木のサイズが大きいこともあって、ホロカイシカリに比べて大きな直径階での腐朽被害率が高くなっていた。胸高直径と直径腐朽率の関係でも(図 2-4-11)、ホロカイシカリのトドマツでは直径腐朽率が最大 20%程度であるのに対し、ヤンベタツプのトドマツでは腐朽木の胸高直径が大きいと心材腐朽の直径腐朽率が大きくなる傾向があり、最大で 80%を超えていた。また直径 20cm 以下でも直径腐朽率 80%に達する調査木があることを考慮すると、ヤンベタツプでは腐朽被害が進展していると推察される。

辺材腐朽については、全体では本数被害率は 10%前後とそれほど高くないが、ヤンベタツプのエゾマツ・アカエゾマツ類では 50%と高い数値となった(図 2-4-10)。元々の調査対象木が少なかった(4 本中 2 本)なので偶然比率が高くなる可能性もあって判断が難しいが、胸高直径と直径腐朽率の関係においてもエゾマツ・アカエゾマツにおける辺材腐朽の直径腐朽率が比較的高い数値を示していることから、辺材腐朽被害もヤンベタツプでは進行していることが推察される。

(3) 択伐天然林

択伐施業が行われている施業指標林と 2320 林班択伐林での結果を図 2-4-12～図 2-4-15に示す。どちらの調査地においても、心材腐朽・辺材腐朽ともに全体の本数被害率が低いのが特徴である(図 2-4-12)。特に施業指標林ではトドマツの腐朽本数被害率が心材腐朽で約 10%、辺材腐朽が約 5%と、天然林では最も低かった。また、エゾマツ・アカエゾマツでは心材・辺材腐朽ともに探査されなかったことから、腐朽被害の少ない調査地であると考えられ

る。

2320 林班択伐林では全体の本数被害率は低い、トドマツの心材腐朽が 33%と高く(図 2-4-12)、特に胸高直径 20cm 以下のトドマツ小径木における心材腐朽の本数被害率が 100%と異常に高い数値を示した(図 2-4-13)。これは、調査対象木となったトドマツの本数が全部で 3 本と少なく、さらに 20cm 以下のトドマツ小径木は 1 本で、その立木にたまたま心材腐朽があったこと(表 3-4-3参照)が原因である。こ

の調査地ではトドマツのサンプル数が少なかったもので、上記の結果だけではこの樹種に関して腐朽の多寡を判断するのは難しい。しかし、エゾマツ・アカエゾマツでは心材・辺材腐朽ともに本数被害率は一桁台で低いことから、この調査地も基本的に腐朽被害の少ない箇所ではないかと推察される。トドマツの心材腐朽の直径腐朽率(図 2-4-15)は、どちらの調査地でも 20%前後でそれほど大きくなく、また各樹種の辺材腐朽の直径腐朽率も低いことから、この両

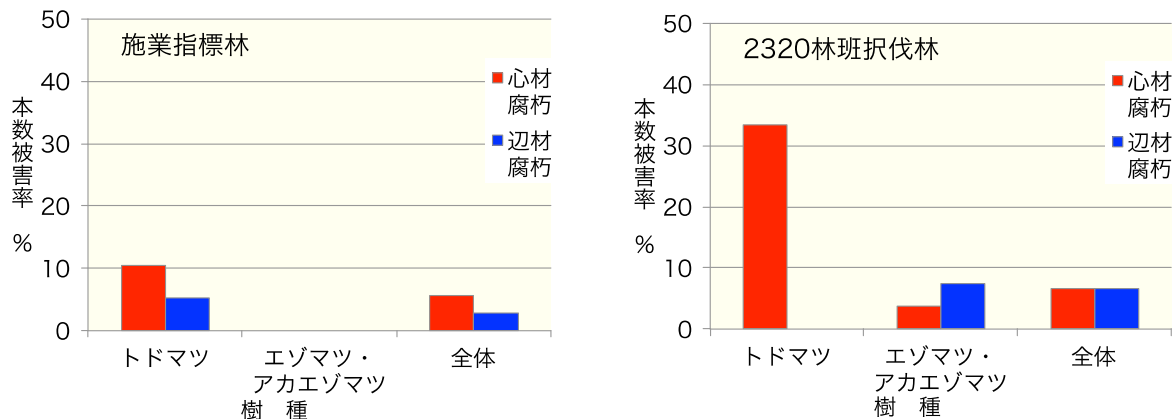


図 2-4-12 施業指標林 (左)、2320 林班択伐林 (右) における心材腐朽・辺材腐朽別の本数被害率

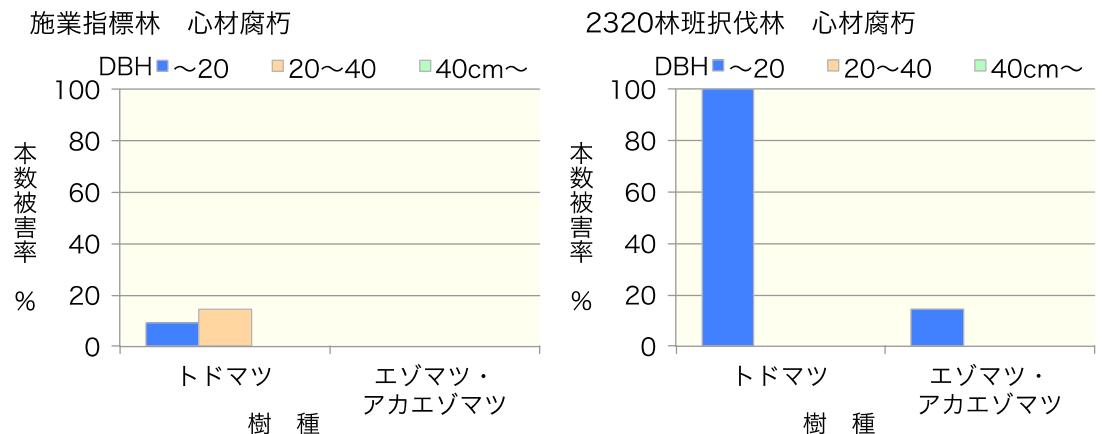


図 2-4-13 施業指標林 (左)、2320 林班択伐林 (右) における径級別の心材腐朽本数被害率

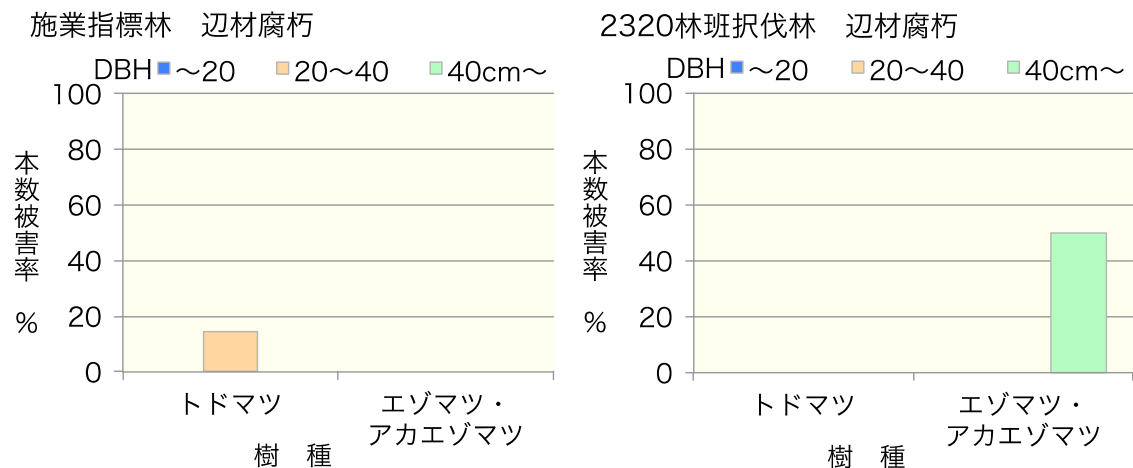


図 2-4-14 施業指標林 (左)、2320 林班択伐林 (右) における径級別の辺材腐朽本数被害率

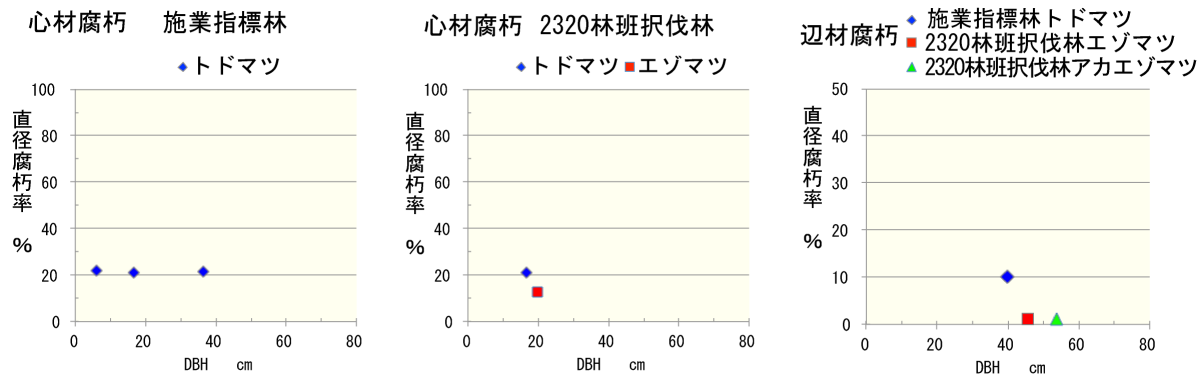


図 2-4-15 施業指標林（左）、2320 林班択伐林（中）における胸高直径（DBH）と心材腐朽の直径腐朽率との関係。右は両調査地での胸高直径（DBH）と辺材腐朽の直径腐朽率との関係

調査地では腐朽被害は軽微であると考えられる。

(4) 人工林

トドマツ・アカエゾマツ・グイマツの各人工林における腐朽被害の結果を図 2-4-16～図 2-4-19 に示す。調査対象とした人工林は風倒被害後に造成され、いずれも植栽年が昭和 30 年代後半で林齢は 50 年生前後ということになる。調査の結果、トドマツとアカエゾマツの人工林で心材腐朽が発生していることが認められた(図 2-4-16)。グイマツの人工林では 30 本の調査木で腐朽被害がみられた立木はなかった。ただし、エゾヤチネズミによる樹皮食害をかなり激しく受けた個体がみられた。調査木 30 本中にはこの被害から腐朽が進展している例はなかったが、食害痕から腐朽が侵入している可能性は否定できないと考えられる。

心材腐朽の本数被害率はトドマツが 12.9%、アカエゾマツが 6.7%であった。辺材腐朽はいずれの樹種にも認められなかった(図 2-4-16、図 2-4-18)。トドマツは天然林でも人工林でも腐朽被害を受けやすいと言われており(五十嵐 1968; 今関・青島 1955; 佐々木・横田 1955; 佐々木ほか 1983; Tokuda *et al.* 2007)、アカエゾマツに比して本数被害率も高くなったようである。直径階別の腐朽率の違いでも(図 2-4-16)、

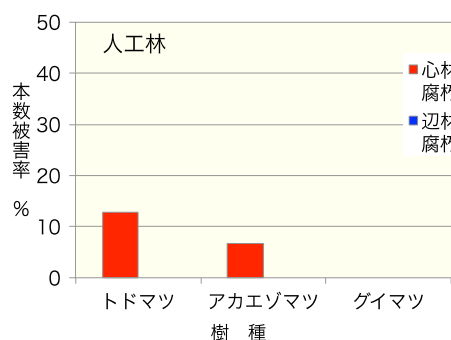


図 2-4-16 トドマツ・アカエゾマツ・グイマツ人工林における心材腐朽・辺材腐朽別の本数被害率

トドマツではどの直径階においても心材腐朽が同じ程度発生していた。アカエゾマツではほぼ同じ径級の調査木 2 本に心材腐朽がみられたが、それぞれの直径腐朽率はかなり違い(図 2-4-17)、そのうちの 1 本は直径腐朽率が 70%を超える高い値であった。

今回の調査では、グイマツ人工林での腐朽が全くみられなかったが、第 3 次のグイマツ人工林調査では本数被害率で 11.3%(ただし伐根の調査による)に達していることから(田中ほか 1995)、立地によって被害の状況が大きく違うことが予想され、今後検証していくが必要になるだろう。以上のように風倒後造成された人工林においても、約 50 年を経ることで次世代の林分にもわずかなではあるが腐朽被害が受け継がれつつあることが示唆される。

(5) 第 2 次・第 3 次調査の結果との比較

第 2 次・第 3 次の調査箇所と今回の調査箇所あるいは調査木は全く同一ではないことから、正確な比較はできないが、ほぼ同様の調査箇所で行われていることから、以前の腐朽調査結果(青島ほか 1977; 田中ほか 1995)と今回の調査結果の比較を試みた(図 2-4-20)。ここでの本数腐朽率は、心材腐朽・辺材腐朽も含めた腐朽被害の本数被害率の推移を表

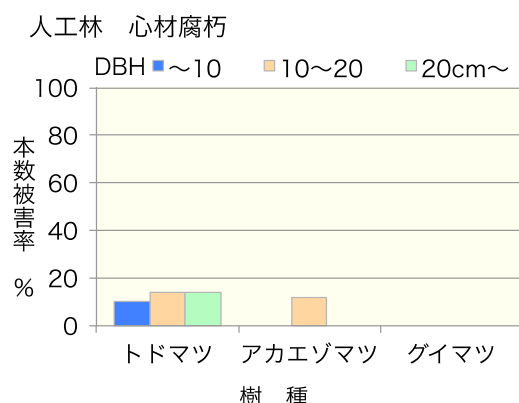


図 2-4-17 トドマツ・アカエゾマツ・グイマツ人工林における径級別の心材腐朽本数被害率



図 2-4-18 トドマツ・アカエゾマツ・グイマツ人工林における径級別の辺材腐朽本数被害率すべての樹種で本数被害率は 0%であった。

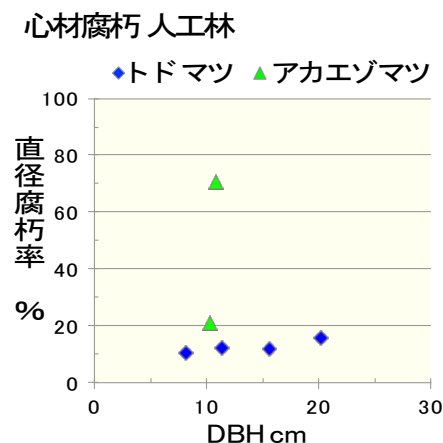


図 2-4-19 トドマツ・アカエゾマツ人工林における胸高直径 (DBH) と心材腐朽の直径腐朽率との関係

している。

その結果、40 年前と比べて腐朽被害率は「施業指標林」以外で上昇している傾向がみられた。特に原生保護林の 2 箇所とヤンベタツの調査地ではこの 40 年間の間に被害率が 40%前後までに上がっていることが特徴である。またホロカイシカリ、2320 林班択伐林の調査地でも微増傾向がみられた。施業指標林で被害率の低下がみられた理由は明確ではないが、この林分では第 3 次と今回の期間中に択伐が行われていることから、腐朽被害木が択伐によって除去されることで被害率が減少した可能性も考えられる。

腐朽被害は一般的に林齢の増加に伴って増大する傾向は知られていることから、原生保護林では老齢化に伴って腐朽被害を受けた樹木も増加しているとみられる。ヤンベタツの調査地は第 1 次調査時に、

エゾノサビイロアナタケによる根株腐朽被害が特異的に多かった場所であることから、このような根系伝染性の腐朽菌の被害が拡大している可能性もある。ただし今回は腐朽菌の種類までは調査を行っていないので、今後被害を起こしている腐朽菌種類等も明らかにしていく必要がある。

2-4-5. 原生保護林でのストレス波計測後 15 年間の腐朽折損木・衰退木の発生推移

(1) ストレス波速度と胸高直径の関係

図 2-4-21に示すように、胸高直径の径級別のストレス波速度の頻度分布には樹種間で違いがみられた。トドマツでは速度の低い個体から高い個体までがほぼ一山型で連続的に分布していた。エゾマツとアカエゾマツではおおよそ $600\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 前後を境とし

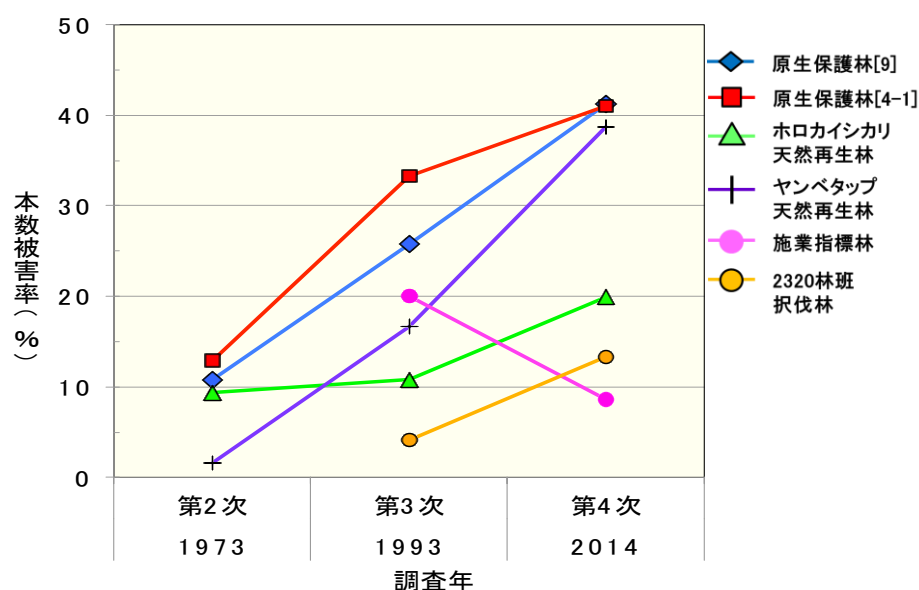


図 2-4-20 第 2 次調査から約 20 年ごとの腐朽被害率の推移

て、速度の高い多くの個体と、速度の低い少数の個体の二山型になる傾向があった(図 2-4-21)。また、トドマツはエゾマツ・アカエゾマツより小径木でのストレス波速度が低い傾向が示された。一般的に天然林のトドマツは、小径木でも高い比率で腐朽があるとされている(五十嵐 1968; 今関・青島 1955;

佐々木・横田 1955)。したがって、この調査地でも同様に小径木のトドマツには腐朽が侵入し始めていると推測され、そのため、トドマツ小径木での速度が低い傾向を示したのではないかと考えられる。

アカエゾマツでは小径級で速度の低い個体があったものの、一般的にエゾマツとアカエゾマツは、径

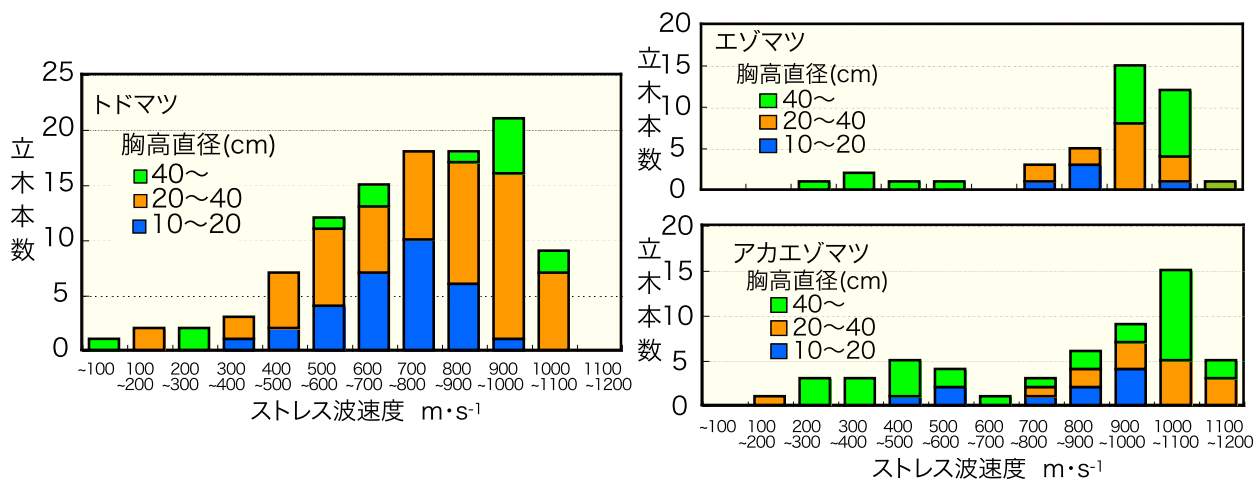


図 2-4-21 樹種別・径級別のストレス波速度の頻度分布 (山口 (2013) を改変)

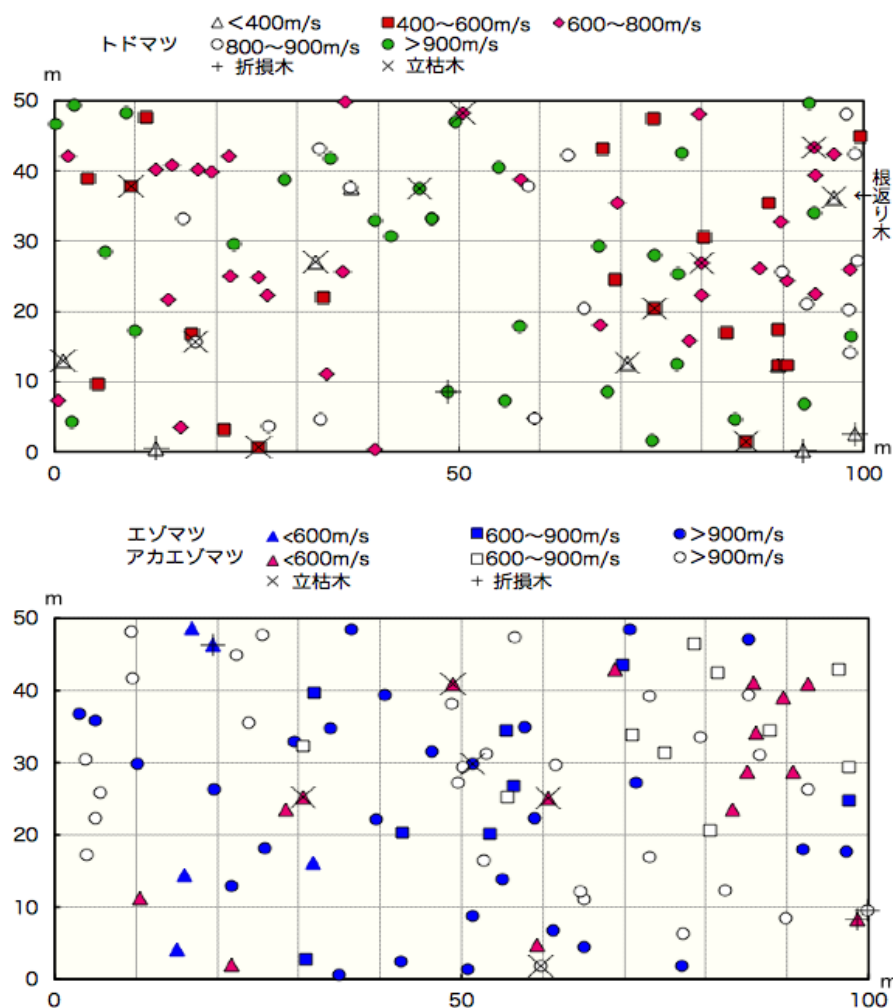


図 2-4-22 トドマツ (上) とエゾマツ・アカエゾマツ (下) におけるストレス波速度測定木の速度階級別平面分布と、測定後 15 年間の立枯れ木・折損木・根返り木の平面分布 (山口 (2013) を改変)

級が小さいと速度は高い値を示す傾向があり、径級が大きくなっても高い個体が多かったが、大径級でも低速度の個体もいくつか存在していた。アカエゾマツでは、径級が大きくなるとエゾマツよりも速度の低い個体が多くなっていた。この二山型頻度分布の速度が低い部分はおそらく腐朽等の欠点を有している確率が高いと考えられる。

(2) ストレス波速度の平面分布

これも樹種によりやや違いがみられ、トドマツでは低速度個体でやや集中する傾向があるが、明確な集中分布はみられなかった(図 2-4-22上)。エゾマツでは、低速度個体の集中分布はみられなかったが、アカエゾマツでは速度 $600\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以下の個体が集中する箇所があった(図 2-4-22下)。この調査地域はマツノネクチタケ・エゾノサビイロアナタケなど根系を通じて感染する腐朽菌が分布することから(今関・青島 1955ab; 今関ほか 1955; 青島ほか 1977; 田中ほか 1995)、これらの腐朽菌による腐朽が疑われるが、さらに詳細な調査を行って明らかにする必要があると考えられる。

(3) 15 年間で折損木・枯損木の発生動向

1997 年から 2012 年までの 15 年間にプロット内では全体で折損木が 10 本、立枯木が 14 本、根返り木が 1 本、計 25 本の発生があった(表 2-4-2)。これは 15 年前のストレス波速度調査木本数の 1 割強にあたる。腐朽があると推測される(つまりストレス波速度の低い)個体は折損するのではないかと当初は予想したのだが、意外にも折損木より立枯木が多く生じていた。また、15 年間で発生した折損木・立枯木等

表 2-4-2 速度測定後 15 年間に折損木・立枯木等の発生推移とそれらの腐朽の有無

樹 種		枯死木の状態	調 査 年			計
			2003	2008	2012	
全 体	折 損	腐朽あり	5	1	0	6
		腐朽なし	2	1	1	4
	根 返 り	腐朽あり	1	0	0	1
		腐朽なし	0	0	0	0
	立 枯 れ	腐朽あり	6	3	2	11
		腐朽なし	2	1	0	3
	合 計	16	6	3	25	
トドマツ	折 損	腐朽あり	3	1	0	4
		腐朽なし	1	0	0	1
	根 返 り	腐朽あり	1	0	0	1
		腐朽なし	0	0	0	0
	立 枯 れ	腐朽あり	6	1	2	9
		腐朽なし	1	1	0	2
	小 計	12	3	2	17	
エゾマツ・ アカエゾマツ	折 損	腐朽あり	2	0	0	2
		腐朽なし	1	1	1	3
	根 返 り	腐朽あり	0	0	0	0
		腐朽なし	0	0	0	0
	立 枯 れ	腐朽あり	0	2	0	2
		腐朽なし	1	0	0	1
	小 計	4	3	1	8	

25 本の 64%にあたる 16 本が 2003 年までの 5 年間に生じていた。レジストグラフによる探査からは、折損木・立枯木・根返り木 25 本中 18 本(72%という高い割合)で内部に腐朽を有していたことが判明した(表 2-4-2)。

樹種別では、折損木・立枯木はトドマツが 16 本、エゾマツ・アカエゾマツが 8 本と、トドマツが多かった(表 2-4-2)。腐朽のある折損木の割合は、トドマツとエゾマツ・アカエゾマツどちらも折損木・立枯木全体の 1/4 程度と、ほぼ同じであった(表 2-4-2)。トドマツでは折損木・立枯木ともにおよそ 8 割に腐朽があった。一方、エゾマツ・アカエゾマツでは折損木の 4 割、立枯木の 2/3 が腐朽を有し、樹種により違いがみられた。

(4) 折損木・立枯木とストレス波速度との関係

いずれの樹種でも事前に測定したストレス波速度が低いほど折損木・立枯木になる比率が高かった。トドマツでは腐朽を有する折損木のストレス波速度が特に低い傾向がみられた(図 2-4-23)。一方で速度が高くて立枯れを生じた個体もあった。エゾマツ・アカエゾマツでは立枯木で速度が特に低い傾向があり、速度の高い個体では腐朽がなかった。

立枯木の多く、特にストレス波速度が $600\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ よりも低い立枯木は、トドマツ・エゾマツ・アカエゾマツ共に 100%が腐朽を有していたことから(図

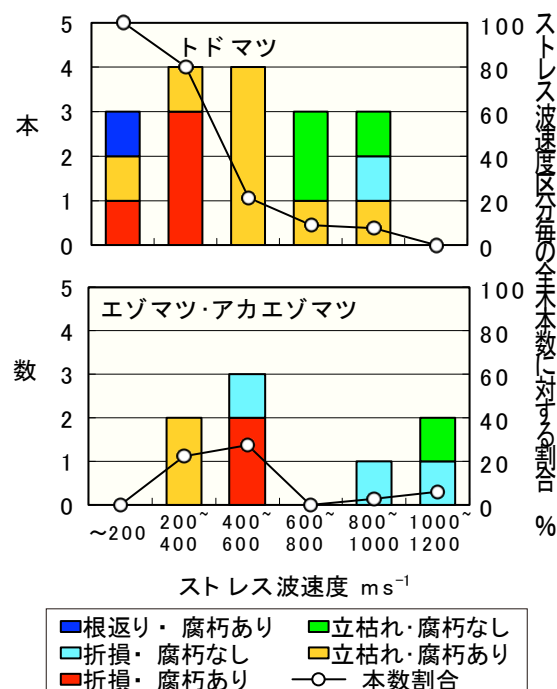


図 2-4-23 トドマツとエゾマツ・アカエゾマツにおける事前に記録されたストレス波速度の階級別示した折損・立枯れ等本数と、速度の各階級総本数(図 2-4-21)に対する折損・立枯等本数の割合(山口(2013)を改変)

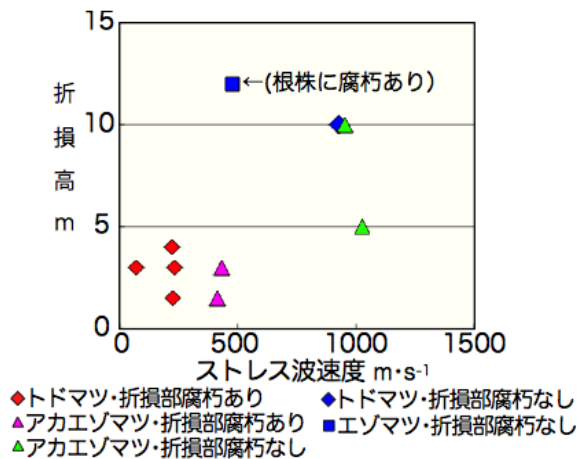


図 2-4-24 折損木におけるストレス波速度計測値と折損高、折損部位の腐朽の有無の関係(山口(2013)を改変)

2-4-23)、これらの個体は、生立木の時点で樹幹内に腐朽があった可能性は高いと考えられる。海外ではマツノネクチタケやエゾノサビイロアナタケなどの根株腐朽菌によって生立木の枯死が生ずる例が報告されているが(Korhonen & Stenlid 1998; Thies & Sturrock 1995)、我が国においては腐朽菌が原因となって枯死が生じたという例はこれまでにない。したがって、腐朽が枯死の原因となっているかどうかは現時点では結論づけられず、さらに慎重に検討しなければならないだろう。

一方、ストレス波速度が $600\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ よりも高い立枯木では、腐朽が認められない個体も存在した(図 2-4-23)。また、立枯木の多くはトドマツであり、ストレス波速度の高かったトドマツでも立枯れが生じていた。北海道の天然林では一般的にトドマツはエゾマツ・アカエゾマツに比べて寿命が短いことが指摘されている(石塚 1987; 石塚ほか 1988)。これには腐朽による折損も含まれていると考えられるが、何らかの原因でトドマツが生理的に衰退して立枯れに至った可能性もあるのではないかと推測される。

ストレス波速度の低い折損木は折損高が低く、折損部に腐朽を有していた(図 2-4-24)。速度の高い個体は折損高が高く、折損部に腐朽はみられなかった。折損高が高くて折損部位に腐朽のない個体の折損原因は特定できなかった。なお、速度が低く高い位置で折損していたエゾマツの 1 本は、根株付近には腐朽を有していたことが、レジストグラフから判明した。今回のストレス波速度計測は根株付近で行っており、地上から高い位置で発生している幹腐朽の判定は困難であった。したがって、特に地上から高い位置での幹腐朽発生を判定するという点で、この手法には限界がある。

以上の結果から、ストレス波速度が極端に低い個体の将来の折損あるいは枯死に至る可能性が示唆された。地上から高位置での幹腐朽判定に限界はあるが、ストレス波速度測定により折損または立枯れの

将来予測がある程度可能であると考えられる。なお、本研究は亜高山帯針葉樹林の調査事例であるため、北海道の代表的な天然林である針広混交林においても検証を行い、事例を増やしていく必要がある。

2-4-6. まとめ

石狩川源流域における第 1 次の調査から既に 60 年が経過した。今回の調査から風倒被害を免れた原生状態に近い針葉樹天然林はもとより、風倒後に再生してきた天然林内の針葉樹、また、風倒後に植栽された人工林においても、徐々にではあるが腐朽被害は増えつつある傾向が明らかになってきた。この地域の天然生針葉樹林においては、前述したように根系伝染性の根株腐朽菌であるエゾノサビイロアナタケとマツノネクチタケが分布していることが大きな特徴の一つである。これらの腐朽菌を中心に針葉樹の根株腐朽被害が発生するとともに、腐朽菌が根系の接触を通じて次世代の針葉樹に感染して被害が受け継がれていることが、これまでの 20 年間隔の調査によって次第に明らかになっている。また前生樹の腐朽被害の多寡が後継樹への腐朽被害に影響を与えることは前回・今回の調査でも示唆されている。一方で、調査地点によっては、腐朽被害の比較的小ない調査地も存在している。このように腐朽病害は、一般に言われるような単に林齢の違い(老齢化・成熟化)だけでなく、各林分の立地要因によっても大きく影響されていると考えられる。腐朽病害、特に根系から幹へ腐朽が進展する根株腐朽病害はその土地に根ざしたものであり、直接的な防除は難しいことから(今関 1958)、今後も「うまくつきあっていく」手法を考えていくことが必要であろう。

今回の調査では、天然林のうち択伐作業を行った林分での腐朽被害が比較的少なかった。もともと腐朽被害の少ない立地条件であるのか、あるいは択伐により腐朽のある立木が伐採により除去されたことが影響しているのか、その原因は明らかではない。今後もこれらの林分で択伐施業が行われるのであれば、択伐施業による腐朽被害の抑制効果を長期的に検証していくことも考えられる。

人工林については、まだ林齢が 40～50 年程度で成長も遅いが、今回の調査で腐朽被害が発生し始めている徴候が現れている。最終伐期までにはまだ時間があるが、間伐時に腐朽被害の発生状況から腐朽が発生しやすい箇所であるかどうかを見極めた上で今後の林分の扱いを考える必要がある。

原生状態の天然林では、腐朽被害率は増加していることが示されたが、外見上風倒木の発生はそれほど多くなく、劇的に変化している状況ではなかった。今回 15 年間の経過観察調査によって、腐朽があると推測された立木が立枯木となりやすい傾向が示唆された。腐朽菌が立木を枯死させる例は我が国ではこれまで報告されていないので、今後長期的に観

察を続けて、腐朽菌の影響を慎重に検討していくことが必要かもしれない。

一方で、立木の腐朽は特に老齢木の倒木化を促し、それにより次世代の後継樹の成長促進、あるいは針葉樹、特にエゾマツの更新に必要な「倒木更新」の素材として重要である。また、倒木自体が天然林に生息する動植物・菌類など多様な生物の生活に必要な場を提供しており、天然林の生態系における生物多様性の維持という点でも重要な存在となっている。したがって、原生保全を基本とする天然林においては、立木腐朽に対しても施業林とは異なった扱いが必要になると考えられる。こうしたいわゆる老齢林では当然腐朽被害を受けた立木も増加してくるが、原則的には何も手を加えずにおくことが基本となろう。今後このような天然林が、腐朽被害も含めどのように変化していくか、その動態を継続してモニタリングすることで興味ある結果が得られるかもしれない。

今回の調査では、時間的な制約もあり生立木に腐朽を引き起こす菌類についての調査は行わなかった。これについては、過去にも調査が行われていることから、それほど大きな変化はないのではないかと考えられる。ただ、まだ未知の腐朽菌が存在する可能性もあるので、今後の調査に期待したい。

本調査では、前回までの成長錐による調査から、より立木にダメージの少ない(準非破壊的な)レジストグラフを用いた手法で行なうことができた。ただし、この手法では材内の腐朽の存在は把握できるが、腐朽菌の種類を知るための腐朽材の採取などができないなどの短所があり、生立木の腐朽あるいは腐朽菌の生態を理解するためにはまだ不十分である。今後新たな手法が開発されることを望んでいる。

最後に調査プロット内における 2003 年の立木および折損木・枯死木データを提供して頂いた石橋聰氏と、プロット内の立木位置データを提供して頂いた飯田滋生氏に深く感謝申し上げる。

2-4-7. 引用文献

- 青島清雄・林康夫・魚住正(1977) 菌害。(石狩川源流森林総合調査報告―第2次―, 日本林業技術協会編, 旭川営林局) . 141-147
- 五十嵐恒夫(1968) 北海道における森林病害の問題点。(北海道林業の諸問題. 三島教授退職記念事業会編, 日本林業調査会) .190-198
- 今関六也・青島清雄(1955a) 菌害。(石狩川源流原生林総合調査報告. 石狩川源流原生林総合調査団編, 旭川営林局) . 239-271
- 今関六也・青島清雄(1955b) 風害を誘致する立木の根株腐朽. 日林誌 37(9): 413-416
- 今関六也・青島清雄・小野馨(1955) 北海道エゾマツ・トドマツの菌害, 特に根株腐朽について―風害から学ぶもの―. 森林防疫ニュース 5(8): 194-197

- 今関六也(1958) 北海道林業と菌害対策. 北方林業 10(11): 320-325
- 石塚森吉(1987) 天然林におけるトドマツの生態. 昭和 61 年度林業試験場北海道支場年報: 53-54
- 石塚森吉ほか(1988) 樹種別の寿命と有利な伐期は? (天然林施業 Q&A. 「天然林 Q&A」編集委員会編, 北方林業会) . 107-108
- Korhonen K, Stenlid J (1998) Biology of *Heterobasidion annosum*. In: *Heterobasidion annosum: Biology, Ecology, Impact and Control*. Woodward S, Stenlid J, Karjalainen R, Hüttermann A (eds) CAB International, 43-70
- 林野庁・旭川営林局(1971) 大雪事業区土壌図[全2葉](林野土壌調査報告 旭川営林局土壌調査報告書第 13 報 大雪事業区. 林野庁・旭川営林局編, 附図)
- 佐々木敏雄・横田俊一(1955) 北海道演習林におけるトドマツ生立木の材質腐朽について. 演習林 10: 15-20
- 佐々木克彦・松崎清一・林康夫(1983) トドマツ間伐試験地における腐朽菌害. 第 94 回日林論: 543
- 塩崎正雄・久保哲茂・原田洸(1977) 土壌。(石狩川源流森林総合調査報告―第2次―. 日本林業技術協会編, 旭川営林局) . 87-105
- 田中潔ほか(1995) 菌類と腐朽被害(石狩川源流森林総合調査(植生の遷移に関する調査研究)報告書. 石狩川源流森林総合調査団(第3次)編, 旭川営林局日本林業技術協会) . 279-313
- Thies W. G, Sturrock R.N (1995) Laminated root rot in Western North America. USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station General Technical Report PNW-GTR-349. 32pp.
- Tokuda S, Ota Y, Hattori T (2007) Root and butt rot of Todo fir (*Abies sachalinensis*) caused by *Heterobasidion annosum* s.l. in Hokkaido, Japan. For. Path. 37:155-166.
- Yamaguchi, T. *et al.* (2000) Evaluation of a stress-wave timer for the minimally destructive detect of decay in living trees in northern Japanese forests. J. For. Res. 6(2): 117-120.
- 山口岳広(2001) 特集「新需要創出」カンバ類の腐朽・変色被害. 北方林業 53(5):104-107.
- 山口岳広(2013) ストレス波速度計測による天然林での腐朽折損木・衰退枯死木の推定は可能か? ―亜寒帯針葉樹天然林でのストレス波計測事例と 15 年後の腐朽・衰退木の発生推移―. 北方森林研究 61: 19-22.
- 山口岳広(2014) 亜寒帯針葉樹天然林でのストレス波速度計測による腐朽木推定とその後 15 年間の腐朽・衰退木の発生推移. 北方林業 66(8): 242-245.

(山口岳広)

3. 資料編

3-1. 森林植生

表 3-1-1 風倒跡植生試験地における階層別の出現種の総合優占度と出現頻度（2009）

階層		Plot27	Plot30	Plot35	Plot36	Plot46	Plot54
		総合優占度（出現頻度）	総合優占度（出現頻度）	総合優占度（出現頻度）	総合優占度（出現頻度）	総合優占度（出現頻度）	総合優占度（出現頻度）
高 木	アカエゾマツ			973.7 (0.26)	66.7 (0.13)		420.0 (0.12)
	エゾノバッコヤナギ	908.4 (0.26)		421.1 (0.16)		90 (0.08)	20.0 (0.04)
	エゾマツ	1171.1 (0.26)			433.3 (0.27)	580.4 (0.32)	270.0 (0.08)
	ケヤマハンノキ						1160.0 (0.28)
	シラカンバ	2026.3 (0.37)	4986.7 (0.83)	315.8 (0.16)		7030 (1.00)	1380.0 (0.36)
	ダケカンバ	1776.3 (0.47)			2250.0 (0.33)		
	トドマツ	2803.2 (0.58)	861.7 (0.28)	4764.2 (0.84)		2300.8 (0.60)	190.0 (0.12)
亜高木	エゾノバッコヤナギ	0.5 (0.05)		210.5 (0.16)	183.3 (0.20)		1040.4 (0.32)
	ケヤマハンノキ	882.1 (0.32)	97.2 (0.06)	197.9 (0.11)	117.3 (0.13)	220.4 (0.12)	150.0 (0.04)
	オガラバナ	118.9 (0.16)		828.9 (0.37)			
	オノエヤナギ						440.0 (0.16)
	シラカンバ		583.9 (0.22)				70.0 (0.04)
	トドマツ			947.9 (0.47)		100 (0.20)	
低 木	ウスノキ			1.1 (0.11)			
	エゾイチゴ	5.3 (0.53)	1431.1 (0.94)	1.1 (0.11)	4.0 (0.40)	1.2 (0.12)	0.4 (0.04)
	エソスグリ		125.0 (0.11)				
	エゾニワトコ		1.7 (0.17)	0.5 (0.05)			
	エゾヒョウタンボク			0.5 (0.05)			
	エゾマツ	92.1 (0.05)		1.1 (0.11)	0.7 (0.07)		
	オオバスノキ			27.9 (0.21)			
	オガラバナ			7.4 (0.74)			
	クマイザサ	4777.4 (1.00)	833.9 (0.17)	3723.7 (1.00)	8416.7 (1.00)	5450.8 (1.00)	7270.0 (1.00)
	クロツリバナ	28.4 (0.26)	0.6 (0.06)	0.5 (0.05)		0.4 (0.04)	
	コヨウラクツツジ			30.5 (0.47)			
	シラカンバ		2.8 (0.28)				0.4 (0.04)
	チシマヒョウタンボク	79.5 (0.21)					
	ツルシキミ			28.4 (0.26)			
	ツルツゲ	0.5 (0.05)		5.3 (0.53)			
	トドマツ	29.5 (0.37)	115.6 (0.67)	134.2 (0.53)		3.6 (0.36)	0.4 (0.04)
	ヒロハツリバナ			1.6 (0.16)		0.8 (0.08)	
	ホザキナナカマド	27.9 (0.21)		0.5 (0.05)			
草 本	アカミノリュウウショウマ	1.6 (0.16)					
	アキカラマツ					1.6 (0.16)	
	アキタブキ			407.9 (0.21)	417.3 (0.40)		3970.0 (0.92)
	アキノキリンソウ	2.6 (0.26)	5.6 (0.56)	3.7 (0.37)		0.8 (0.08)	
	イチゴツナギ		56.7 (0.22)				
	イネ科 sp.		0.6 (0.06)				
	イワノガリヤス	6.3 (0.63)	1807.8 (0.94)	32.6 (0.68)	34.0 (0.13)	21.2 (0.16)	281.2 (0.32)
	エノイラクサ						22.4 (0.28)
	エゾノヨツバムグラ			31.1 (0.53)			
	エゾヨモギ		446.1 (0.78)				0.4 (0.04)
	オククルマムグラ		1.7 (0.17)				
	キオン	1.6 (0.16)	323.3 (0.89)				
	キツリフネ						40.8 (0.16)
	クルマバソウ	0.5 (0.05)	1.1 (0.11)				
	クルマユリ	0.5 (0.05)		0.5 (0.05)			
	コウゾリナ		0.6 (0.06)				
	ゴゼンタチバナ	108.9 (0.58)		110.0 (0.68)		1.6 (0.16)	
	コミヤマカタバミ	1.1 (0.11)		3.2 (0.32)		2.4 (0.24)	
	コメガヤ		2612.8 (0.94)				
	ゴンゲンスゲ	80.5 (0.32)	435.6 (0.72)	149.5 (0.63)	35.3 (0.27)	0.4 (0.04)	
	コンロンソウ						0.8 (0.08)
	シダ sp.		0.6 (0.06)				
	シラネウラボ	1.6 (0.16)	0.6 (0.06)	4.2 (0.42)		0.8 (0.08)	
	スギカズラ	0.5 (0.05)		2.6 (0.26)			
	ズダヤクシュ	1.1 (0.11)	1.1 (0.11)				
	タケシマラン				0.7 (0.07)	0.4 (0.04)	
	チシマアザミ	0.5 (0.05)	142.2 (0.61)	3.2 (0.32)		0.8 (0.08)	40.0 (0.08)
	ツリバナ					0.4 (0.04)	
	ハンゴンソウ		431.1 (0.50)		0.7 (0.07)		20.0 (0.04)
	ヒメイチゲ		1.1 (0.11)	2.6 (0.26)		0.8 (0.08)	0.4 (0.04)
	マイズルソウ	5.3 (0.53)	143.9 (0.78)	8.9 (0.89)	1.3 (0.13)	3.2 (0.32)	20.8 (0.12)
	マンネンスギ	1.1 (0.11)		1.6 (0.16)			
	ミツバオウレン		0.6 (0.06)	6.8 (0.68)			
	ミミコウモリ		0.6 (0.06)				
	ミヤマスミレ	4.7 (0.47)	3.9 (0.39)				0.8 (0.08)
	ミヤマタニタデ	0.5 (0.05)					
	ミヤマトウバナ		56.1 (0.17)				
	ミヤマヌカボ		1.1 (0.11)				
	ミヤマワラビ	1.1 (0.11)		2.1 (0.21)			
	ムカゴイラクサ			0.5 (0.05)	2.0 (0.20)		
	ヤマハハコ		1.1 (0.11)				
	ヨツバムグラ	1.1 (0.11)					
ツル	チョウセンゴミシ	27.9 (0.21)					
	ミヤマタタビ	27.4 (0.16)	1.1 (0.11)	2.1 (0.21)	34.7 (0.20)	0.4 (0.04)	
藓類	コケ sp.	1368.9 (0.89)	711.1 (0.83)	963.2 (0.89)	103.3 (0.53)	175.2 (0.76)	2.4 (0.20)

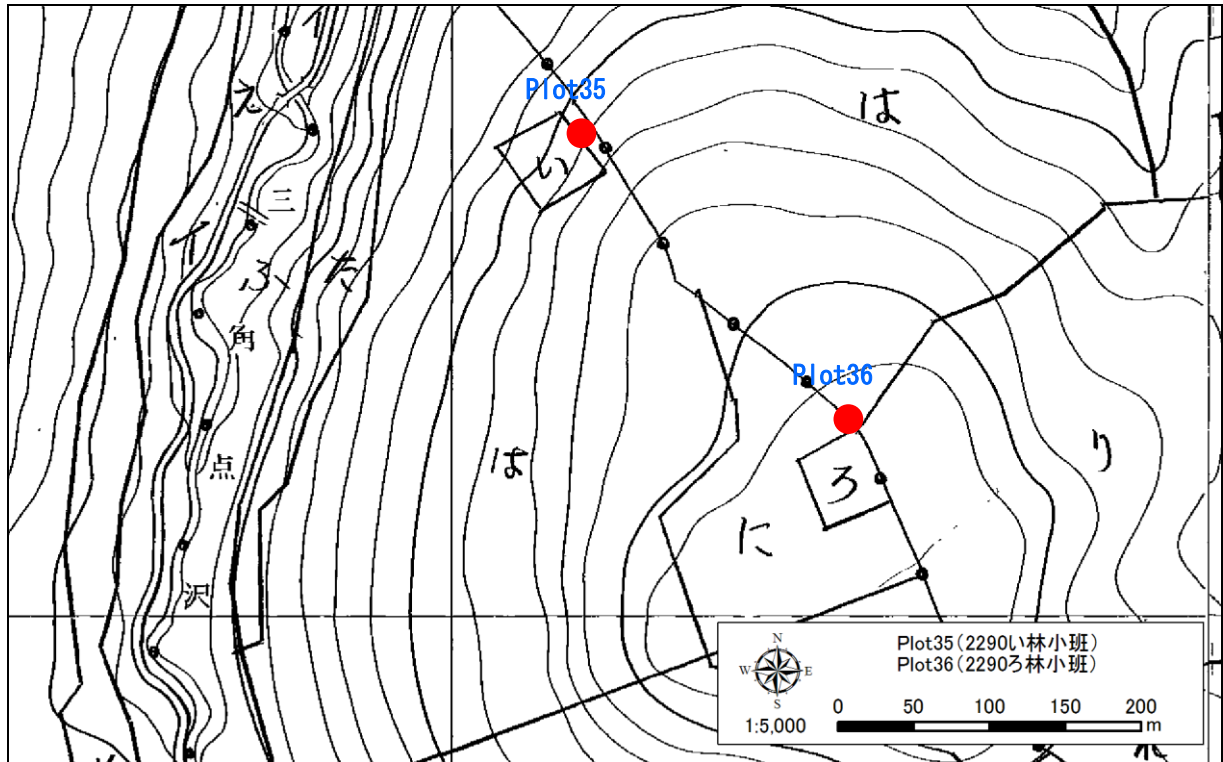


図 3-1-4 Plot35 と Plot36 の位置

Plot35 (N43° 38' 17"、E143° 01' 19")

Plot36 (N43° 38' 11"、E143° 01' 26")

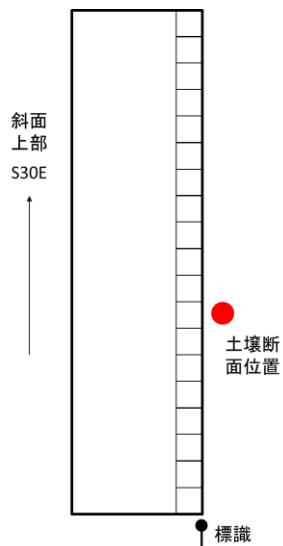


図 3-1-5 Plot35 (10m×38m) の概要

□ : 2m×2m 植生調査枠

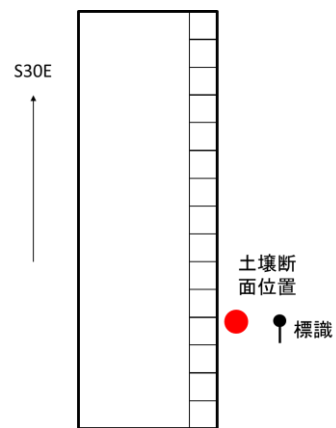


図 3-1-6 Plot36 (10m×30m) の概要

□ : 2m×2m 植生調査枠

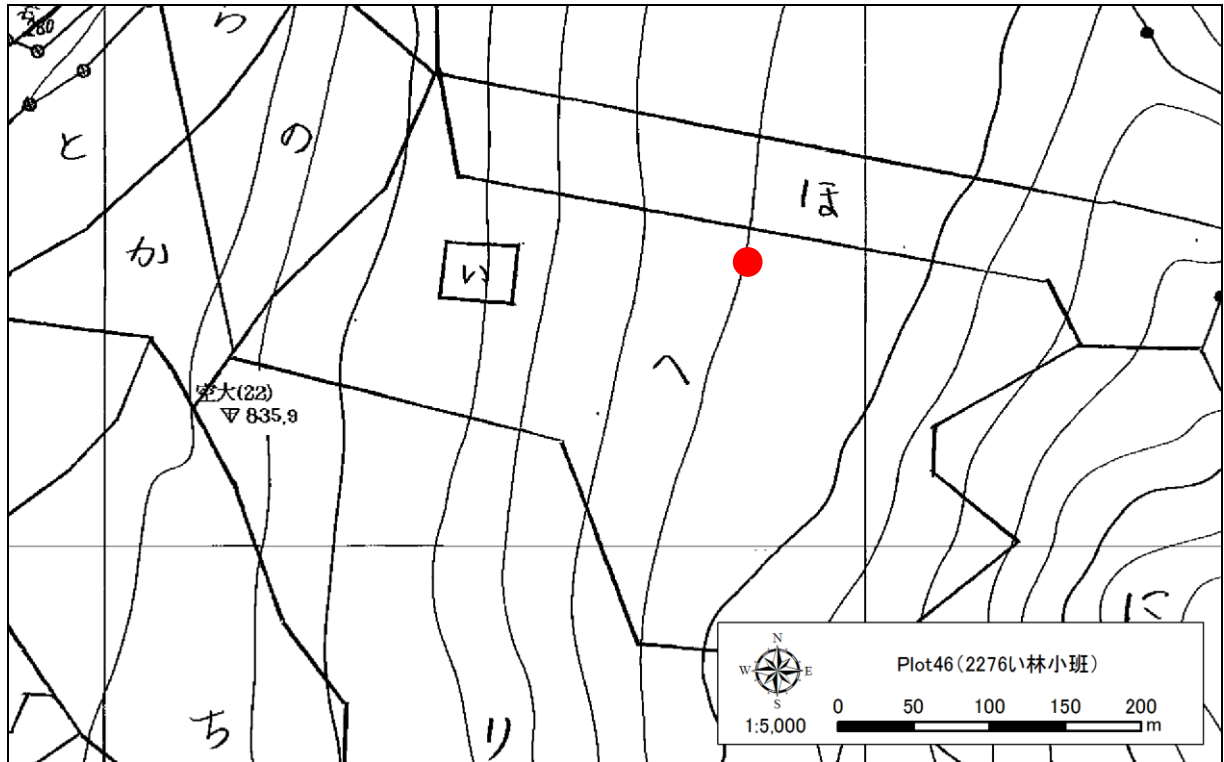


図 3-1-7 Plot46 の位置

Plot46 (N43° 38' 28"、E143° 03' 25")

実際のプロット位置は図面上の位置 (い小班) とは異なる

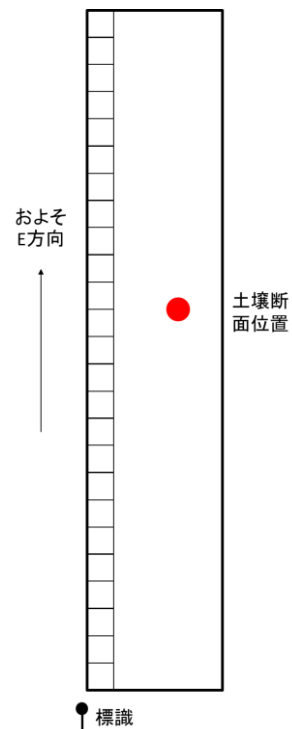


図 3-1-8 Plot46 (10m×50m) の概要

□ : 2m×2m 植生調査枠

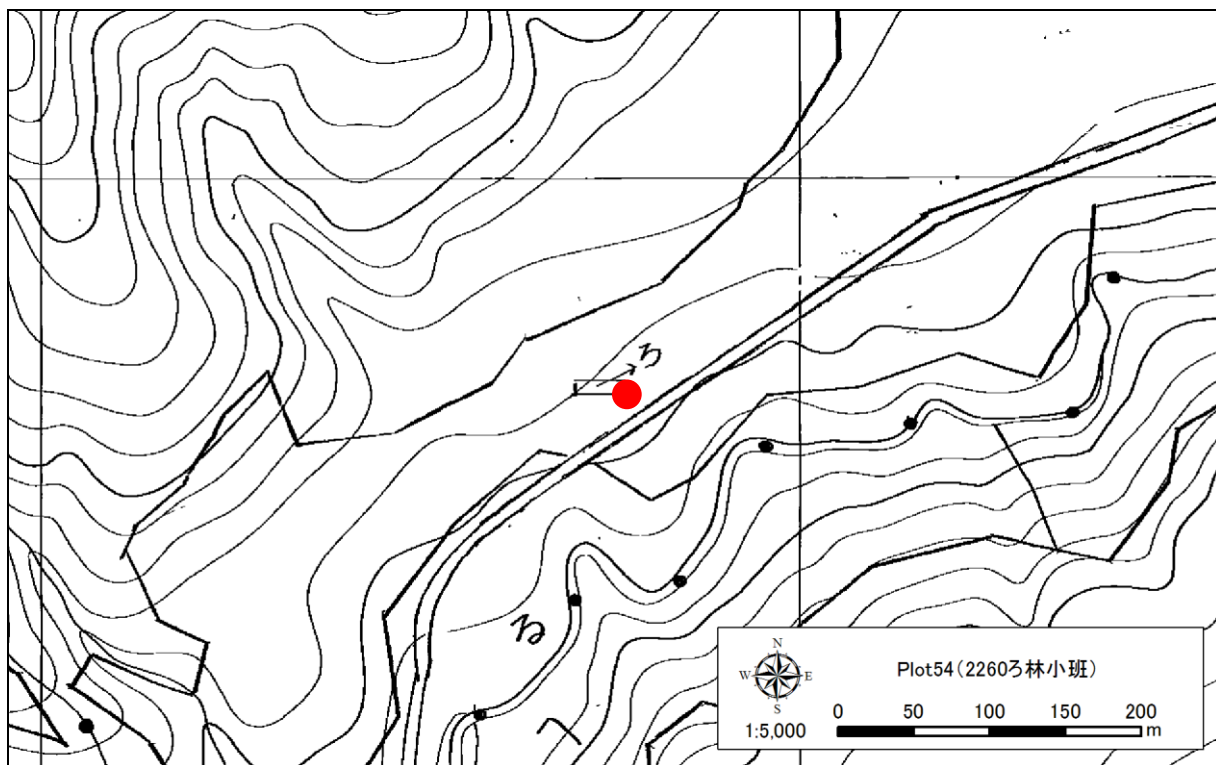


図 3-1-9 Plot54 の位置
Plot54 (N43° 39' 05"、E143° 06' 00")

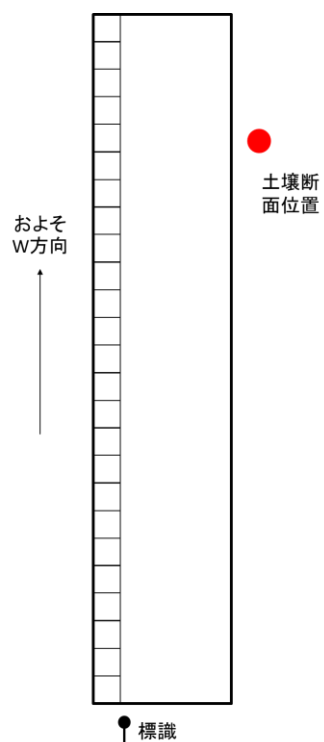


図 3-1-10 Plot54 (10m×50m) の概要
□ : 2m×2m 植生調査枠

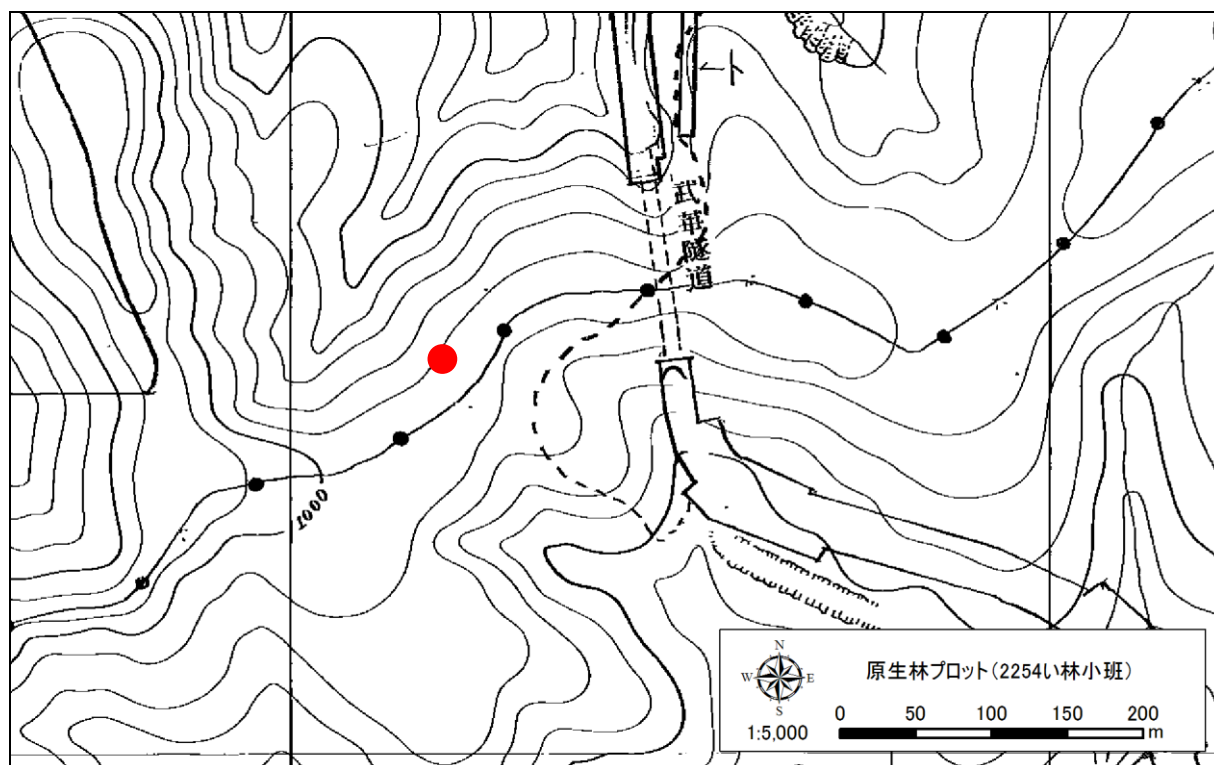


図 3-1-11 原生保護林の位置
($N43^{\circ} 39' 50''$ 、 $E143^{\circ} 06' 10''$)

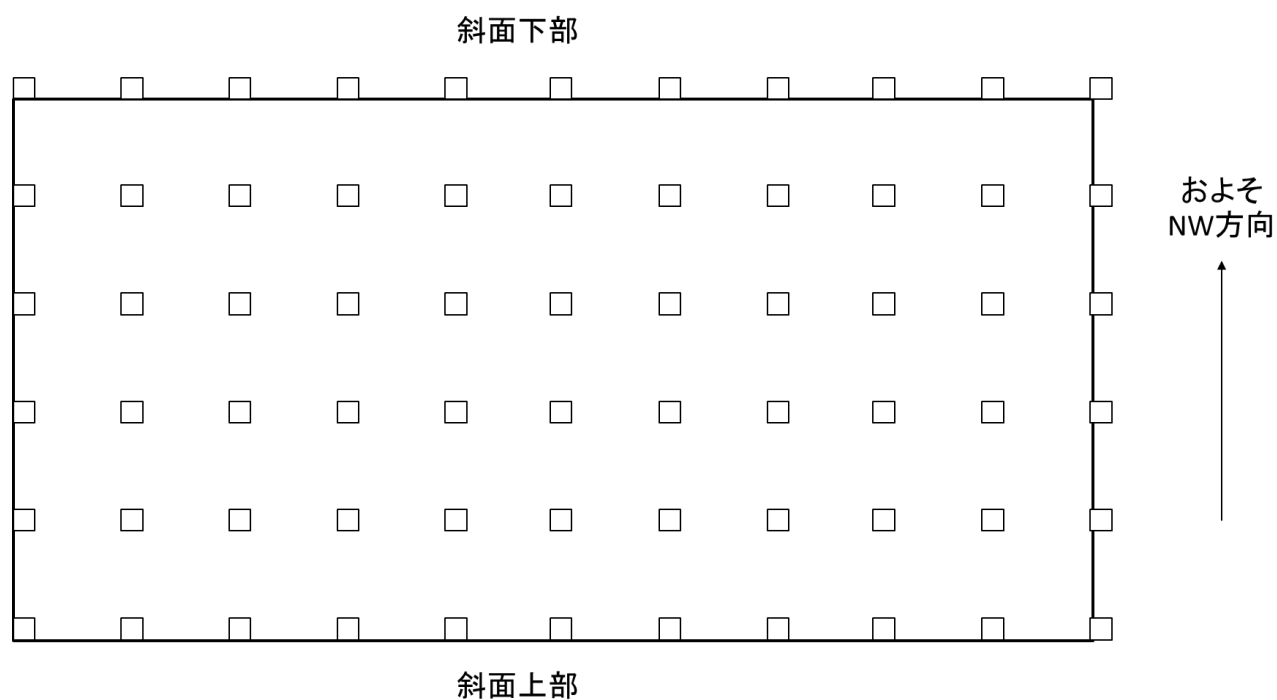


図 3-1-12 原生保護林固定調査地 (50m×100m) の概要
□ : 2m×2m 植生調査枠



写真 3-1-1 Plot27 の外観
標識の上部が試験地



写真 3-1-2 Plot27 の林況



写真 3-1-3 Plot30 の外観
手前の開けた所と奥の林とからなる。



写真 3-1-4 Plot30 の林床
コメガヤ、イワノガリヤスが優占している。



写真 3-1-5 Plot35 の林況
傾斜地でトドマツが多く生育している。



写真 3-1-6 Plot35 の植生調査区
植生調査区（塩ビパイプ）を斜面下から上方向に撮影。



写真 3-1-7 Plot36 の外観
標識の左側奥が試験地にあたる。



写真 3-1-8 Plot36 の林況
林床はクマイザサが優占している。



写真 3-1-9 Plot46 の林況

針葉樹の多い部分で、植生調査区（塩ビパイプ）より右側が試験地内にあたる。



写真 3-1-10 Plot46 の林況

疎林部分はクマイザサが優占している。



写真 3-1-11 Plot54 の外観

林道から Plot54 方向を望む。手前の標識は図 3-1-10 の標識とは異なる。



写真 3-1-12 Plot54 の林況

シラカンバ、エゾノバッコヤナギ疎林で林床はクマイザサが優占し、アキタブキが混ざる。



写真 3-1-13 原生保護林の林況
林床にクマイザサ、チシマザサが生育している。



写真 3-1-14 原生保護林での倒木更新

3-2. 土壌

3-2-1. 林冠破壊による土壌の変化試験地の位置と野帳の記載

表 3-2-1 土壌断面の位置と標高、斜面方位、傾斜

断面	北緯			東経			標高 m	斜面方位	傾斜 °
	度	分	秒	度	分	秒			
27	43	38	58.0	143	1	30.5	920	S 60°E	30
30	43	38	54.8	143	1	27.7	900	S 30°E	27
35	43	38	17.9	143	1	17.4	880	N 50°W	35
36	43	38	10.9	143	1	26.5	965	N 70°E	2
46	43	38	28.0	143	3	25.9	900	平坦	0
54	43	39	5.7	143	5	58.7	870	S 54°E	5

緯度経度は2014年7月(No.54は2009年9月)に測定

緯度経度の測定は携帯式GPS受信機 Garmin eTrex Legend HCx を使用

標高は地形図上でGPS測定結果の位置の標高を読み取り

斜面方位、傾斜は1993年の野帳記載

表 3-2-2 調査年毎の土壌型記載

断面	風倒前	1964年	1968年	1972年	1976年	1980年	1988年	1993年	2002年	2009年
27	P _{DIII}		B _D	B _D	B _D	B _D	P _{DIII}	P _{DIII}	B _D	B _D
30	P _{DII}		B _{D(d)}		P _{DIII} B _D	B _D	P _{DIII} (B _D)	P _{DIII} (B _D)	B _D	B _D
35	P _{DIII}	P _{DIII}	P _{DII}		P _{DII}	P _{W(h)III}	P _{W(h)III}	P _{W(h)III}	P _{DIII}	P _{DIII}
36	B _D		B _D	B _D		P _{W(h)III}		P _{W(h)III}	P _{W(h)II}	P _{W(h)III}
46	B _D		B _D	B _D	B _D	B _D	B _D	dB _D	dB _D	B _D
54	B _D		B _D ~B _E	B _D	B _D	B _E ~B _D	B _E	B _E (B _D)	B _E	B _E

風倒前の土壌型は、No.35は第1次報告書の記載、それ以外は眞田ら(1996)による

表 3-2-3 林冠破壊による土壌の調査試験地での土壌断面が記録されている野帳と調査者

調査年	調査者	調査地点
1956	内田丈夫、成田孝一、西山孝英	27, 30, 35, 36, 46, 7, 10, 14, 23
1957	内田丈夫他	27, 30, 36-1, 36-2, 46, 54, 7, 10, 14, 14-2
1959	内田丈夫、成田孝一、長谷川	27, 30, 35, 36-1, 36-2, 46, 54, 7-2, 10, 14-1, 14-2
1960	内田丈夫、塩崎正雄、成田孝一	27, 30, 35, 36-1, 36-2, 46, 54, 7, 10, 14-1, 14-2 36-2は前年の穴の表面が傷められているので場所を変更した
1961	内田丈夫、塩崎正雄、成田孝一、中野実、末武	27, 30, 36-1, 36-2, 46, 54, 7, 10, 14-1, 14-2
1962	内田丈夫、塩崎正雄、成田孝一、中野実	27, 30, 35, 36-1, 36-2, 46, 54, 10, 14-1, 14-2
1963		27, 30, 35, 36-1, 36-2, 46, 54, 10, 14-1, 14-2
1964		27, 30, 35, 36-1, 36-2, 46, 54, 10, 14-1, 14-2
1968		27, 30, 35, 36-1, 36-2, 46, 54, 10
1972	久保哲茂、塩崎正雄、成田孝一	27, 30, 35, 36-1, 36-2, 46, 54
1976	西本哲昭、塩崎正雄	27, 30, 35, 36-2, 46, 54
1980		27, 30, 35, 36, 46, 54
1988		27, 30, 35, 46, 54
1993	高橋正通、塩崎正雄、眞田勝、大友玲子、金澤洋一、大澤晃、大澤奈保子	27, 30, 35, 36, 46, 54
2002	田中永晴、酒井寿夫、酒井佳美、塩崎正雄、眞田勝	27, 30, 35, 36, 46, 54
2009	相澤州平、阪田匡司、伊藤江利子	27, 30, 35, 36, 46, 54

36-1はクマイザサ、36-2はエゾイチゴが優占する場所。1976年以降は36-2のみ調査。

調査者は野帳に書かれていた名前。名字のみの記載のため、氏は文献等から推測したものもある。

表 3-2-4 各土壌断面の層位区分

厚さ、深さの単位はcm

断面	風倒前 層位 深さ*1 色	1957年 層位 厚さ 深さ*2 色	1976年 層位 厚さ 深さ*3 色	1993年 層位 深さ*3 色	2002年 層位 深さ 色	2009年 層位 深さ 色
27	F 2 茶褐色 H 3 黒紫色 I 2.5 黒褐色 II 7 黄褐色	F 1.5~2.5 2 灰褐色 H 1.5~3 2 黒紫色 A1 1~2 1.5 黒褐色	F 3 A1 4~6 6 7.5YR2/3 A2 14~17 24 7.5YR4/4 AB 20~23 52 7.5YR4/6 B 12+ 64+ 10YR5/8	L 2 F 3 A 8 7.5YR2/3 IIAB 30 10YR3/3 IIAB 58 10YR4/4 IIAB 73+ 10YR5/6	L 3 F 7 Hわずか Ah 10 7.5YR2/3 IIABh 30 10(7.5)YR3/3 IIAB 50 7.5YR4/3 IIAB 70 10YR4/4	L 1 FH 8 Ah 20 10YR2/3 AB 38 10YR3/3 B1 50 10YR4/4 B2 75 10YR4/6
30	F1 4 灰褐色 F2 7.5 黒褐色 I 5 茶褐色 II 13 黒色	F 3~5 4 灰褐色 A1 4~5 4.5 暗黒褐色 V.a 5~5.5 11 青茶褐色 A2 11+ 灰黒褐色	F 3 A1 6~9 8 7.5YR3/2 A2 7~11 24 10YR4/4 AB 33+ 57+ 7.5YR3/4	L 2 F 5 A1 10 7.5YR3/2 A2 16 10YR3/4 IIAB 34 10YR4/4 IIAB 54+ 10YR4/6	L 2 F 6.5 Hわずか Ah1 10 7.5YR3/2 Ah2 16 7.5YR3/4 IIAB 35 7.5(10)YR3/4 IIAB 60 10YR3/4	L 2 F 1 Hわずか Ah1 13 10YR2/3 Ah2 22 10YR3/4 2AB 36 10YR4/4 2B 75 10YR3/3
35	F 4 H 5 黒褐色 I 3 灰白色 A 13 黒褐色 B 18 淡赤褐色 C 18+ 淡茶褐色	F 3~5 4 灰褐色 A1 5~7.5 6.5 黒紫色 A2 12~17 20.5 暗黒褐色 B 4~6 25.5 茶褐色	F 3 IA 8 7 7.5YR3/3 IAC 5 12 5YR4/6 IIA 10 26 5YR2/4 IIB 30+ 56+ 2.5YR3/4	L 3 FH 3 IA 5 7.5YR3/2 IB 12 5YR4/6 IIA 26 5YR2/4 IIB1 56+ 2.5YR3/4	L 3 FH 4 IAh 6.5 7.5YR3/3 IIAh 9 7.5YR2/2 IIBhs 30 5YR2/3 IIBs 50 7.5YR3/4	L 3 FH 5 Ah1 9 7.5YR3/3 Ah2 16 7.5YR2/2 Bh 24 5YR2/2 Bs 30 5YR3/4 B 65 7.5YR4/4
36	F 3 A1 4 黒褐色 A2 22 茶褐色 B 44 黄褐色 C 44+ 淡黄褐色	F 2~3.5 3 A1 4~5 4.5 黒紫色 A2 14~16 19.5 暗茶褐色 B 19~21 39.5 暗黄褐色 C 39.5+ 黄褐色	F A1 6 6 10YR3/2 A2 13 22 10YR3/3 B1 16 46 10YR3/4 B2 10+ 56+ 10YR4/6	L 3.5 F 3 A 8 10YR3/2 B1 22 10YR4/6 B2 36 10YR5/6 BC 61 10YR5/8 C 81+ 10YR6/8	L 3 FH 7 IAh 4 10YR3/2 IIAg 16 10YR3/3 IIBs1 27 7.5YR3/4 IIBs2 50 10YR4/4	L 2 FH 6 Ah1 12 7.5YR2/3 Ah2 16.5 7.5YR3/3 Bh 21.5 7.5YR2/3 Bs 32.5 7.5YR3/4 B 50 10YR4/6 BC 60 10YR4/4
46	F 1 A1 2 黒茶褐色 A2 12 黄茶褐色 BC 29.5 黄褐色 B2 29.5+ 黄褐色	F 2~3 2.5 暗茶褐色 A1 1.5~2 2 黒褐色 A2 13~19 18.5 暗茶褐色 B 7~8 26 C 26+ 茶褐色	L 3 F 4 A1 7 6 10YR2/3 A2 13 20 10YR3/3 B1 13 34 10YR5/6 B2 20+ 54+ 10YR5/6	L 2 F 2 H 1 A1 5 10YR2/3 A2 20 10YR3/4 B1 35 10YR4/4 B2 52 10YR5/6 C 67+ 10YR5/8	L 2 F 2 Ah1 10 10YR2/3 Ah2 20 10YR3/3 B1 35 10YR3/3 B2 50 10YR4/4 B3 70 10YR4/6	L 2 F 3 Ah1 10 10YR2/3 Ah2 20 10YR3/2 B1 40 10YR4/3 B2 57.5 10YR4/4 B3 75 10YR4/4
54	F 薄い A1 5 黒褐色 A2 21 黒茶褐色 B 34 褐色 C 56 淡褐色 (青み帯びる)	F 2~3 3 A1 3~4 3.5 暗黒褐色 A2 10~11 14.5 暗茶褐色 B 7~9 22.5 茶褐色 C 22.5+ 茶褐色	L 4 F 2 A1 5 5 10YR2/2 A2 17 16 10YR3/3 AB 27 10YR3/3 B 20 48 10YR5/8 C 5+ 53+ 10YR6/4	L 2.5 F 2 A1 6 10YR2/3 A2 16 10YR3/4 B1 37 10YR4/4 B2 56 10YR5/6 C 82+ 10YR5/4	L 2 F 2 Ah1 5 10YR2/3 Ah2 12 10YR3/3.5 B1 36 10YR4/4 B2 45 10YR4/4 C 72 10YR5/4	L 2 F 2 Ah1 5 10YR2/2 Ah2 13 10YR3/3 B1 30 10YR4/4 B2 48 10YR4/4 Bs 52 10YR4/4 C 75 10YR5/4

*1:第1次調査報告書から

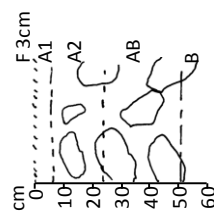
*2:厚さ平均値の積算

*3:野帳断面図からの読み取り

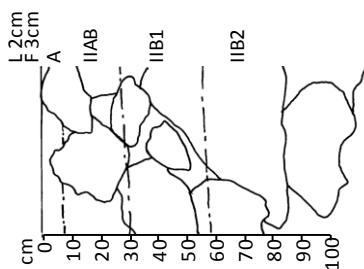
断面スケッチ

- 層界
 — 明、Abrupt
 - - - 判、Clear
 - - - 漸、Gradual、Diffuse

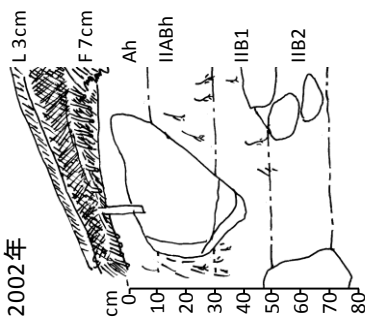
1976年



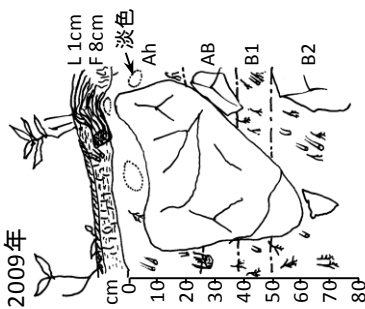
1993年



2002年



2009年



3-2-2. 林冠破壊による土壌の調査試験地の土壌断面スケッチと土壌断面記載

断面記載

1957年

風倒前
 F: 2cm, 茶褐色
 H: 3cm, 黒紫色
 ほとんどH層に分布
 I: 2.5cm, 黒褐色, 火山
 灰よりなり軽鬆、堅密
 度
 II: 7cm, 黄褐色, 無構造
 であるが軟弱

1976年

F: 3cm
 A1: 6cm, 7.5YR2/3, 腐植すこぶる
 含む, SL, 石礫なし, 団粒状構造,
 堅密度軟, 小根含む, 潤
 A2: 24cm, 7.5YR4/4, 腐植富
 む, SL, 角礫15×20cm 70%, 粒
 状(堅果状)構造, 堅密度軟, 小
 根含む, 潤
 AB: 52cm, 7.5YR4/6, 腐植富
 む, SL, 角礫15×20cm 70%, 粒
 状(堅果状)構造, 堅密度軟, 細
 根含む, 潤
 B: 64+cm, 10YR5/8, 腐植含む, L
 角礫15×20cm 70%, 無構造, 堅
 密度軟, 細根含む, 潤

1993年

L: 2cm
 F: 3cm
 A: 8cm, 7.5YR2/3, 腐植含む, SL,
 大角礫40×50cm 80%, 団粒状
 構造, 堅密度13, 中・細根多, 潤
 IIAB: 30cm, 10YR3/3, 腐植富
 む, SL, 大角礫40×50cm 80%,
 粒状(堅果状)構造, 堅密度10,
 細根多, 潤
 IIB1: 58cm, 10YR4/4, 腐植含む, L
 大角礫40×50cm 80%, 無構造,
 堅密度13, 細根あり, 潤
 IIB2: 73+cm, 10YR5/6, L, 大角礫
 40×50cm 80%, 無構造, 堅密度
 13, 根なし, 潤

2002年

L: 3cm
 F: 7cm
 H: わずか
 Ah: 10cm, 7.5YR2/3, SL, 風化巨
 角礫含む, 弱度の細団粒状構
 造, 堅密度8, 中・細根あり, 小根
 含む
 IIABh: 30cm, 10(7.5)YR3/3, L, 風
 化大・巨・大巨角礫含む, 中度
 の中粒状構造, 堅密度4, 小根
 あり, 細根含む
 IIB1: 50cm, 7.5YR4/3, L, 風化大・
 巨・大巨角礫含む, 非常に弱
 度の亜角塊状構造, 堅密度8,
 小・細根あり
 IIB2: 70cm, 10YR4/4, L, 風化大・
 巨・大巨角礫含む, 無構造, 堅
 密度12, 小根あり, 細根なし

2009年

L: 1cm
 FH: 8cm
 Ah: 20cm, 10YR2/3, SL, 風化角大
 巨礫含む, 弱度の細亜角塊状
 構造, 堅密度9, 細根なし, 小・中
 根あり, 腐朽根あり
 AB: 38cm, 10YR3/3, L, 風化角大
 巨礫含む, 大礫多, 中度の極細
 亜角塊状構造, 堅密度10, 細根
 含む, 小・中・大根なし
 B1: 50cm, 10YR4/4, CL, 風化角
 大巨礫含む, 中度の極細亜角
 および角塊状構造, 堅密度12,
 細根あり, 小・中根なし
 B2: 75cm, 10YR4/6, CL, 風化角
 巨礫多, 大巨礫・大礫含む, 中
 度の極細亜角および角塊状
 構造, 堅密度14, 細・小・中・大
 根なし

○ 2002、2009年はFAO準拠、1993年以前は国有林林野土壌調査方法書準拠。

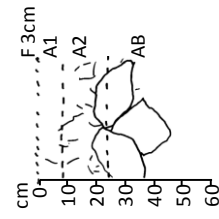
○ 断面記載は深さ(A0層は各層の厚さ)cm, 色, 斑紋等, 土性, 石礫, 構造, 堅密度(山中式硬度計読み平均値または
 指での評価), 根, 水湿状態(1993年以前), 生物痕等の順であるが、1957年以前は表現が統一されていない。

図 3-2-1 No. 27 の調査年毎の土壌断面スケッチおよび土壌断面記載

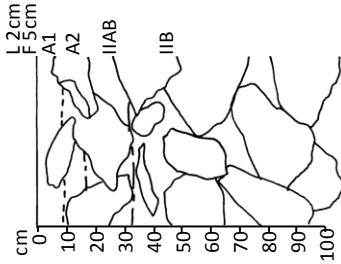
断面スケッチ

- 層界
- 明、Abrupt
- 判、Clear
- 漸、Gradual、Diffuse

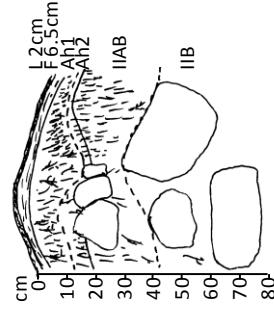
1976年



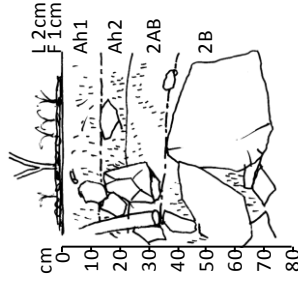
1993年



2002年



2009年



断面記載

1957年

1976年

風倒前

F1: 4cm, 灰褐色

F2: 7.5cm, 黒褐色

I: 5cm, 茶褐色, 軽鬆な火山砂, 白色火山灰斑を含む, 粗粒状を呈し粘性を帯びる根なし

II: 13cm, 黒色粘性に富む, 無定型の有機物よりなる湿潤な層, 根富む

F: 4cm, 灰褐色

A1: 4.5cm, 暗黒褐色, 火山砂を含む, 軽鬆な団粒状構造, 堅密度膨軟, 根富む

Va: 11cm, 青茶褐色, 無構造, 堅密度軽鬆, 根あり

A2: 11+cm, 灰黒褐色, 火山砂を含む, 粒状堅密度膨軟, 根富む

F: 3cm

A1: 8cm, 7.5YR3/2, 腐植富む, SL, 石礫なし, 団粒状構造, 堅密度軟, 小・細根富む

A2: 24cm, 10YR4/4, 腐植富む, SL, 角礫25×20cm 70%, 粒状・堅果状構造, 堅密度軟, 小・細根富む, 潤

AB: 57+cm, 7.5YR3/4, 腐植富む, SL, 角礫25×20cm 70%, 粒状構造, 堅密度軟, 小根富む, 潤

1993年

L: 2cm

F: 5cm

A1: 10cm, 7.5YR3/2, 腐植富む, SL, 大角礫30×40cm 80%, 団粒状構造, 堅密度10, 細根富む, 乾

A2: 16cm, 10YR3/4, 腐植富む, L, 大角礫30×40cm 80%, 団粒状・粒状構造, 堅密度10, 根なし, 乾

IIAB: 34cm, 10YR4/4, 腐植富む, SL, 大角礫30×40cm 80%, 粒状構造, 堅密度9, 根なし, 乾

IIB: 54+cm, 10YR4/6, 腐植富む, L, 大角礫30×40cm 80%, 無構造, 堅密度9, 根なし, 潤

2002年

L: 2cm

F: 6.5cm

H: わずか

Ah1: 10cm, 7.5YR3/2, SL, 石礫なし, 中度の細団粒状構造, 堅密度9, 小・細根富む

Ah2: 16cm, 7.5YR3/4, SL, 風化大・巨・大巨角礫富む, 中度の中団粒・粒状構造, 堅密度7, 小・細根富む

IIAB: 35cm, 7.5(10)YR3/4, L(SiL), 風化大・巨・大巨角礫富む, 中程度の中粒状構造, 堅密度8, 小・細根含む

IIB: 60cm, 10YR3/4, L(SiL), 風化大・巨・大巨角礫富む, 無構造, 堅密度6, 小・細根あり

2009年

L: 2cm

F: 1cm

H: わずか

Ah1: 13cm, 10YR2/3, L, 角大礫含む, 非常に弱度の中団粒状構造, 堅密度8, 細根富む, 小根含む, 中・大根乏し

Ah2: 22cm, 10YR3/4, L, 角大礫含む, 弱度の中粒状構造, 堅密度7, 細根富む, 小根あり, 大根乏し

2AB: 36cm, 10YR4/4, L, 角大礫含む, 角巨礫多, 弱度の細亜角塊状構造, 堅密度9, 細根含む, 小根あり, 大根乏し

2B: 75cm, 10YR3/3, CL, 角大礫富む, 巨礫多, 大礫含む, 弱度の細亜角塊状構造, 堅密度10, 細根含む, 小根あり, 中根乏し

○ 2002、2009年はFAO準拠、1993年以前は国有林野土壌調査方法書準拠。

○ 断面記載は深さ(A0層は各層の厚さ)cm、色、斑紋等、土性、石礫、構造、堅密度(山中式硬度計読み平均値または指での評価)、根、水湿状態(1993年以前)、生物痕等の順であるが、1957年以前は表現が統一されていない。

図 3-2-2 No. 30 の調査年毎の土壌断面スケッチおよび土壌断面記載

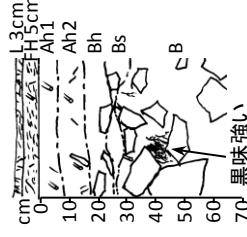
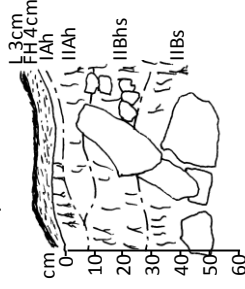
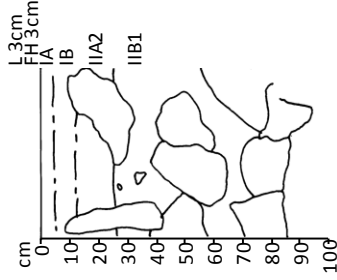
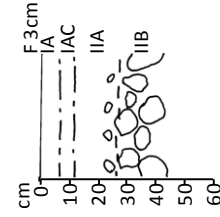
断面スケッチ

1976年

1993年

2002年

2009年



○ 層界

—— 明、Abrupt

--- 判、Clear

----- 漸、Gradual、Diffuse

断面記載

風倒前

1957年

1976年

1993年

2002年

2009年

F: 4cm, 灰褐色
H: 5cm, 黒褐色
I: 3cm, 灰白色, 軽鬆根
乏し
A: 13cm, 黒褐色, 小型
の堅果状構造, やや
緊密で堅い
B: 18cm, 淡赤褐色, 小
型の堅果状構造, 緊
密で堅い
C: 18+cm, 淡茶褐色, 小
型の堅果状構造な
いし無構造, 堅い

F: 3cm
IA: 7cm, 7.5YR3/3, 腐植すこぶる
富むSL, 石礫なし, 団粒状構造,
堅密度軟, 小根すこぶる富む,
潤
IAC: 12cm, 5YR4/6, 腐植富む, S,
石礫なし, 無構造, 堅密度軟, 小
根すこぶる富む, 潤
IIA: 26cm, 5YR2/4, 腐植すこぶる
富む, 弱い溶脱, L, 角礫
15×20cm, 70% 粒状構造, 堅密
度軟, 小根すこぶる富む, 潤
IIB: 56+cm, 2.5YR3/4, 腐植富む,
集積層, L, 角礫15×20cm, 90%,
無構造, 堅密度軟, 小根すこぶる
富む, 潤

L: 3cm
FH: 3cm
IA: 5cm, 7.5YR3/2, 腐植すこぶる
富む, CL, 角礫7×20cm, 20%, 団
粒状構造, 堅密度10, 細根多,
潤
IB: 12cm, 5YR4/6, 腐植富む, S, 石
礫なし, 無構造, 堅密度10, 小・
細根あり, 潤
IIA2: 26cm, 5YR2/4, 腐植すこぶる
富む, L, 角礫15×20cm, 70%,
粒状構造, 堅密度12, 小・細根
多, 潤
IIB1: 56+cm, 2.5YR3/4, 腐植富
む, L, 角礫15×20cm, 70%, 無構
造, 堅密度13, 細根あり, 湿

L: 3cm
FH: 5cm
Ah1: 9cm, 7.5YR3/3, SL, 弱度の
細団粒状・極細歪角塊状構
造, 堅密度9, 細・小根含む, 中・
大根乏し, 菌糸あり
Ah2: 16cm, 7.5YR2/2, L, 礫なし, 弱
度の細・極細歪角塊状構造,
堅密度10, 細根含む, 小根あり,
中・大根乏し, 菌糸あり
Bh: 24cm, 5YR2/2, L, 風化角大礫
多, 巨・中礫含む, 弱度の極細
歪角塊状構造, 堅密度9, 細根
あり, 小根乏し
Bs: 30cm, 5YR3/4, L, 風化角中礫
多, 無構造, 堅密度7, 細・中根
乏し
B: 65cm, 7.5YR4/4, CL, 風化角
巨・大礫多, 中礫含む, 無構造,
堅密度11, 細・小・中根乏し

○ 2002、2009年はFAO準拠、1993年以前は国有林林野土壌調査方法書準拠。

○ 断面記載は深さ(A0層は各層の厚さ)cm, 色, 斑紋等, 土性, 石礫, 構造, 堅密度(山中式硬度計読み平均値または
指での評価), 根, 水湿状態(1993年以前), 生物痕等の順であるが、1957年以前は表現が統一されていない。

図 3-2-3 No. 35 の調査年毎の土壌断面スケッチおよび土壌断面記載

断面スケッチ

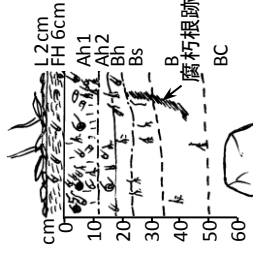
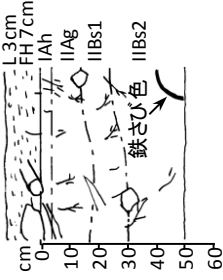
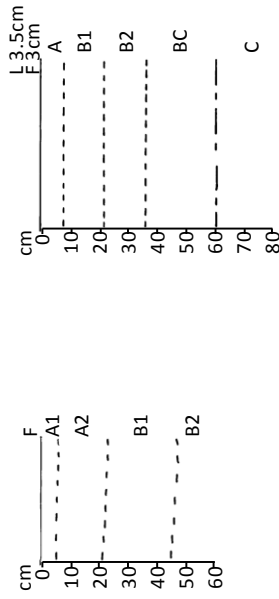
1976年

1993年

2002年

2009年

○ 層界
—— 明、Abrupt
----- 判、Clear
----- 漸、Gradual、Diffuse



断面記載

風倒前
F: 3cm
A1: 4cm, 黒褐色, 団粒状構造, 膨軟, 根含む
A2: 22cm, 茶褐色, 堅果状, 緊密で堅い, 根乏し
B: 44cm, 黄褐色, 無構造, 緊密で堅い
C: 44+cm, 淡黄褐色, よりさらに緊密で堅い
1957年
F: 3cm
A1: 4.5cm, 黒紫色, 石礫なし, 団粒状構造, 堅密度軟, 根含む
A2: 19.5cm, 暗茶褐色, 火山灰含む, 石礫含む, 堅果状 (一部粒状) 構造, 堅密度軟, 根含む
B: 39.5cm, 暗黄褐色, 石礫含む, 無構造 (一部堅果状構造), 堅密度軟, 根乏し
C: 39.5+cm, 黄褐色, 石礫なし, 無構造, 堅密度堅

1976年
F
A1: 6cm, 10YR3/2, 腐植すこぶる含む, SL, 石礫なし, 団粒状構造, 堅密度軟, 小根含む, 潤
A2: 22cm, 10YR3/3, 腐植すこぶる含む, SL, 石礫なし, 粒状構造, 堅密度やや堅, 小根含む, 潤
B1: 46cm, 10YR3/4, 腐植含む, CL, 石礫なし, 弱度の粒状 (堅果状) 構造, 堅密度堅, 小根あり, 潤
B2: 56+cm, 10YR4/6, 腐植含む, CL, 角礫10×7cm, 10% 無構造, 堅密度堅, 小根あり, 潤
1993年
L: 3.5cm
F: 3cm
A: 8cm, 10YR3/2, 腐植含む, L, 石礫なし, 団粒状 (粒状) 構造, 堅密度16, 細根多, 中根乏し, 潤
B1: 22cm, 10YR4/6, 腐植含む, L, 石礫なし, 粒状構造, 堅密度20, 細根あり, 潤
B2: 36cm, 10YR5/6, 腐植乏し, L, 角礫20×25cm, 10% 粒状構造, 堅密度22, 細根あり, 潤
BC: 61cm, 10YR5/8, CL, 角礫10×10cm, 10% 弱度の塊状構造, 堅密度26, 細根乏し, やや湿
C: 81+cm, 10YR6/8, CL, 角礫10×10cm, 10% 無構造, 堅密度26, 細根乏し, やや湿

2002年
L: 3cm
FH: 7cm
IAh: 4cm, 10YR3/2, L, 風化大角礫含む, 団粒状構造, 堅密度4, 中根あり, 小根含む, 細根含む
IAg: 16cm, 10YR3/3, 脱色斑あり, CL, 風化大角礫含む, 粒状 (亜角塊状) 構造, 堅密度17, 中・小根あり, 細根含む
IIBs1: 27cm, 7.5YR3/4, CL, 風化大角礫少, 風化中角礫含む, 粒状構造, 堅密度20, 小・細根あり
IIBs2: 50cm, 10YR4/4, CL, 風化大角礫少, 風化中角礫含む, 弱度の亜角塊状構造, 堅密度19, 小・細根あり
2009年
L: 2cm
FH: 6cm
Ah1: 12cm, 7.5YR2/3, SL, 礫なし, 弱度の中団粒状・極細亜角塊状構造, 堅密度11, 細根含む, 小根あり, 中・大根乏し
Ah2: 16.5cm, 7.5YR3/3, L, 礫なし, 中度の細・極細亜角塊状構造, 堅密度16, 細根含む, 小・中・大根乏し
Bh: 21.5cm, 7.5YR2/3, CL, 礫なし, 中度の細・極細亜角塊状構造, 堅密度18, 細根あり, 小根乏し
Bs: 32.5cm, 7.5YR3/4, CL, 礫なし, 中度の極細亜角塊状構造, 堅密度20, 細根あり, 小・中根乏し
B: 50cm, 10YR4/6, CL, 礫なし, 弱度の極細亜角塊状構造, 堅密度20, 細根あり, 小・中根乏し
BC: 60cm, 10YR4/4, SiC, 亜円巨礫多, 弱度の細・極細亜角塊状構造, 堅密度23, 細根乏し

○ 2002、2009年はFAO準拠、1993年以前は国有林分野土壌調査方法書準拠。

○ 断面記載は深さ(A0層は各層の厚さ) cm, 色, 斑紋等, 土性, 石礫, 構造, 堅密度 (山中式硬度計読み平均値または指での評価), 根, 水湿状態 (1993年以前), 生物痕等の順であるが、1957年以前は表現が統一されていない。

図 3-2-4 No. 36 の調査年毎の土壌断面スケッチおよび土壌断面記載

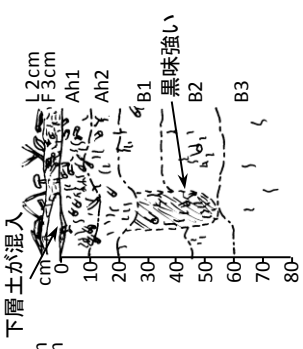
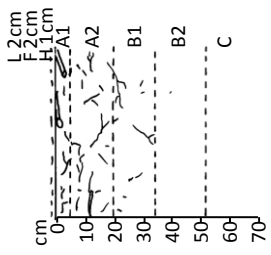
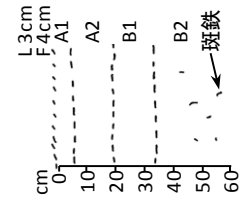
断面スケッチ

1976年

1993年

2002年

2009年



- 層界
- 明、Abrupt
- - - 判、Clear
- - - 漸、Gradual、Diffuse

断面記載

風倒前

1957年

F: 2.5cm, 暗茶褐色

A1: 2cm, 黒茶褐色, 火
山灰よりなる団粒
状構造, 膨軟根富む

A2: 12cm, 黄茶褐色, 粗
粒状構造, やや軟根
あり

BC: 29.5cm, 黄褐色, 粗
粒状構造, やや堅い

B2: 29.5+cm, 黄褐色,
無構造, 堅硬

C: 26+cm, 茶褐色, 無構
造, 堅密度軟根乏し

1976年

L: 3cm

F: 4cm

A1: 6cm, 10YR2/3, 腐植すこぶる
富む, L, 石礫なし, 団粒状構造,
堅密度軟, 小・細根すこぶる富
む, 潤

A2: 20cm, 10YR3/3, 腐植富む, L
石礫なし, 粒状構造, 堅密度や
や堅, 小・細根すこぶる富む,
潤

B1: 34cm, 10YR5/6, 腐植含
む, CL, 石礫なし, 粒状構造, 堅
密度やや堅, 小・細根富む, 潤

B2: 54+cm, 10YR5/6, 斑鉄あ
り, CL, 石礫なし, 無構造, 堅密
度堅, 小・細根あり, 潤, 融雪期
に還元が起きているようだ

1993年

L: 2cm

F: 2cm

H: 1cm

A1: 5cm, 10YR2/3, 腐植すこぶる
富む, L, 石礫なし, 団粒状構造,
堅密度5, 大根乏し, 中・細根多,
潤, 菌糸あり

A2: 20cm, 10YR3/4, 腐植富む, L
石礫なし, 粒状構造, 堅密度15,
小・細根あり, 潤

B1: 35cm, 10YR4/4, 腐植含む, L
石礫なし, 弱度の塊状構造, 堅
密度19, 細根あり, 潤

B2: 52cm, 10YR5/6, 腐植乏し, CL,
石礫なし, 無構造, 堅密度20, 根
なし, 湿

C: 67+cm, 10YR5/8, CL, 石礫なし,
無構造, 堅密度22, 根なし, 湿

2002年

L: 2cm

F: 2cm

Ah1: 10cm, 10YR2/3, SL, 石礫な
し, 強度の細団粒状構造, 堅密
度9, 小根含む, 細根富む

Ah2: 20cm, 10YR3/3, SL, 石礫な
し, 中度の中粒状構造, 堅密度
13, 小根あり, 細根含む

B1: 35cm, 10YR3/3, CL, 石礫なし,
非常に弱度の中亜角塊状構
造, 堅密度15, 小・細根あり

B2: 50cm, 10YR4/4, CL, 石礫なし,
無構造, 堅密度20, 小・細根あ
り

B3: 70cm, 10YR4/6, 赤みがかつ
た層, 界明の鮮明な中斑紋あ
り, CL, 風化小角礫乏し, 無構造,
堅密度23, 根なし

2009年

L: 2cm

F: 3cm

Ah1: 10cm, 10YR2/3, SL, 礫なし,
中度の中粒状弱度の細亜角
塊状構造, 堅密度9, 細根含む,
小根あり, 中根乏し

Ah2: 20cm, 10YR3/2, SL, 礫なし,
中度の極細亜角塊状構造, 堅
密度15, 細根あり, 小・中根乏し

B1: 40cm, 10YR4/3, CL, 礫なし, 弱
度の細亜角塊状構造, 堅密度
19, 細・小・中根乏し

B2: 57.5cm, 10YR4/4, CL, 風化亜
円小礫乏し, 非常に弱度の細
亜角塊状構造, 堅密度19, 細・
小・中根乏し

B3: 75cm, 10YR4/4, CL, 風化亜
円小礫乏し, 無構造, 堅密度22,
細・小根乏し

○ 2002、2009年はFAO準拠、1993年以前は国有林分野土壌調査方法書準拠。

○ 断面記載は深さ(A0層は各層の厚さ)cm、色、斑紋等、土性、石礫、構造、堅密度(山中式硬度計読み平均値または
指での評価)、根、水湿状態(1993年以前)、生物痕等の順であるが、1957年以前は表現が統一されていない。

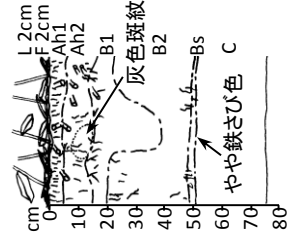
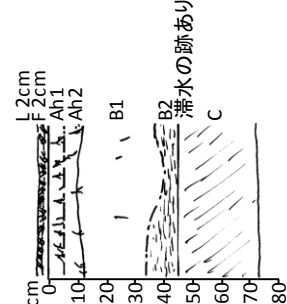
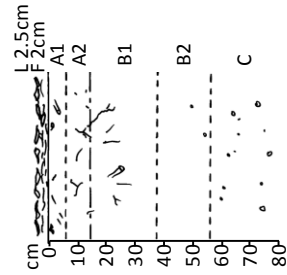
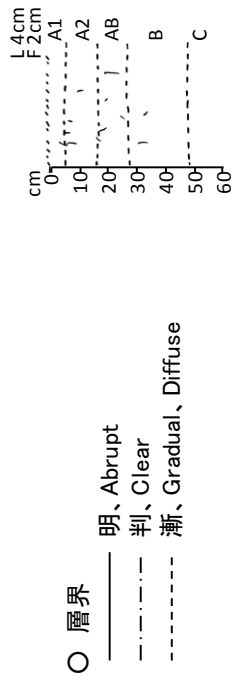
断面スケッチ

1976年

1993年

2002年

2009年



断面記載

風倒前 1957年

1976年

1993年

2002年

2009年

F: 3cm
 A1: 5cm, 黒褐色, 団粒状構造, 多孔質膨軟
 A2: 21cm, 黒茶褐色, 団粒状構造, 堅密度膨軟, 根量に含む, 膨軟, 根量に含む
 B: 34cm, 褐色, 団粒状構造, 亜角礫多量に含む, 膨軟
 C: 56cm, 青みを帯びた淡褐色, 団粒状構造, 亜角礫多量に含む, やや緊密でB層より硬い

L: 4cm
 F: 2cm
 A1: 5cm, 10YR2/2, 腐植すこぶる
 A2: 16cm, 10YR3/3, 腐植すこぶる
 B: 48cm, 10YR5/8, 腐植すこぶる
 C: 53+cm, 10YR6/4, 腐植すこぶる

L: 2.5cm
 F: 2cm
 A1: 6cm, 10YR2/3, 腐植すこぶる
 A2: 16cm, 10YR3/4, 腐植すこぶる
 B1: 37cm, 10YR4/4, 腐植すこぶる
 B2: 56cm, 10YR5/6, 腐植すこぶる
 C: 82+cm, 10YR5/4, SL角礫 3×3cm 20%, 無構造, 堅密度22, 根なし, 湿

L: 2cm
 F: 2cm
 Ah1: 5cm, 10YR2/3, L(SiL), 石礫なし, 中度～強度の細団粒状構造, 堅密度7, 小・細根含む
 Ah2: 12cm, 10YR3/3.5, L(SiL), 石礫なし, 中度の中粒状構造, 堅密度11, 小・細根あり
 B1: 36cm, 10YR4/4, SCL, 小角礫あり, 非常に弱度の中亜角塊状構造, 堅密度13, 小・細根なし
 B2: 45cm, 10YR4/4, 滞水の跡あり, SCL, 小角礫あり, 非常に弱度の中亜角塊状構造, 堅密度17, 根なし
 C: 72cm, 10YR5/4, SCL, 小角礫あり, 無構造, 堅密度22, 根なし

○ 2002、2009年はFAO準拠、1993年以前は国有森林野土壌調査方法書準拠。
 ○ 断面記載は深さ(A0層は各層の厚さ)cm, 色, 斑紋等, 土性, 石礫, 構造, 堅密度(山中式硬度計読み平均値または指での評価), 根, 水湿状態(1993年以前), 生物痕等の順であるが、1957年以前は表現が統一されていない。

図 3-2-6 No. 54 の調査年毎の土壌断面スケッチおよび土壌断面記載

3-2-3. 2009 年調査時の林冠破壊による土壌の調査試験地の林相および土壌断面写真

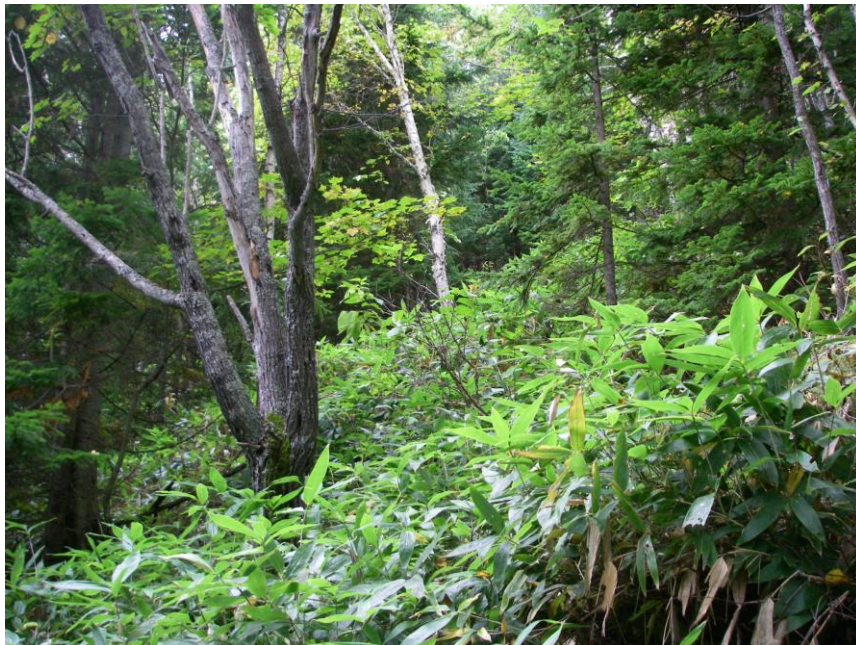


写真 3-2-1 No. 27 の林相と土壌断面（2009 年）



写真 3-2-2 No. 30 の林相と土壌断面（2009 年）



写真 3-2-3 No. 35 の林相と土壌断面（2009 年）



写真 3-2-4 No. 36 の林相と土壌断面（2009 年）



写真 3-2-5 No. 46 の林相と土壌断面（2009 年）



写真 3-2-6 No. 54 の林相と土壌断面（2009 年）

3-3. 森林施業

人工林 No.1

■調査地概要

- ・林小班： 2247 林班い小班
- ・緯度 / 経度： N 43° 40' 55.43" / E 143° 02' 14.69"
- ・面積： 0.05ha (25×20m)
- ・標高： 870m
- ・斜面傾斜： 17°
- ・斜面方位： S
- ・土壌型： B_D 型
- ・主な林床植生： クマイザサ、スゲ類

■施業履歴

1954 年に発生した大風害の影響を受けているが、一部に前生樹が残っていた。
 1959 年にトドマツ、エゾマツを 3,000 本/ha 植栽。
 1960 年にトドマツを 500 本/ha 植栽。
 1960～1965 年にかけて年 1 回下刈りを実施。
 2011 年に本数調整伐を実施。伐採木は存置。

■林分現況

トドマツを中心にエゾマツが混交した人工林林相を示している。林床は樹冠が閉鎖傾向にあることから、林床植生は乏しい状態となっている。林床には一部本数調整伐により明るくなった部分はスゲ類が繁茂し、クマイザサが散生している程度であり、林床植生は乏しい。

表 3-3-1 林分調査データ

樹種	1993.6					2014.9				
	本数 (本/ha)	胸高断面積 (m ² /ha)	材積 (m ³ /ha)	平均直径 (cm)	平均樹高 (m)	本数 (本/ha)	胸高断面積 (m ² /ha)	材積 (m ³ /ha)	平均直径 (cm)	平均樹高 (m)
トドマツ	1780	39.5	341.6	15.4	13.3	980	58.2	595.5	26.7	19.1
エゾマツ	660	6.9	47.8	10.9	10.5	180	5.3	51.4	18.7	17.0
アカエゾマツ	20	0.6	5.2	20.1	15.2					
針葉樹計	2460	47.0	394.6	14.2	14.2	1160	63.5	646.9	25.5	18.8
ダケカンバ	20	0.1	0.5	7.3	10.1					
広葉樹計	20	0.1	0.5	7.3	10.1					
合計	2480	47.1	395.0	14.2	12.6	1160	63.5	646.9	25.5	18.8

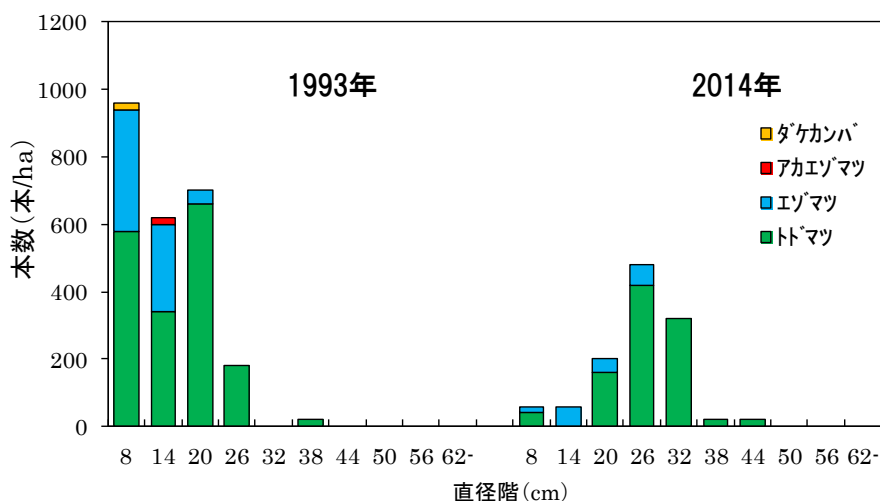
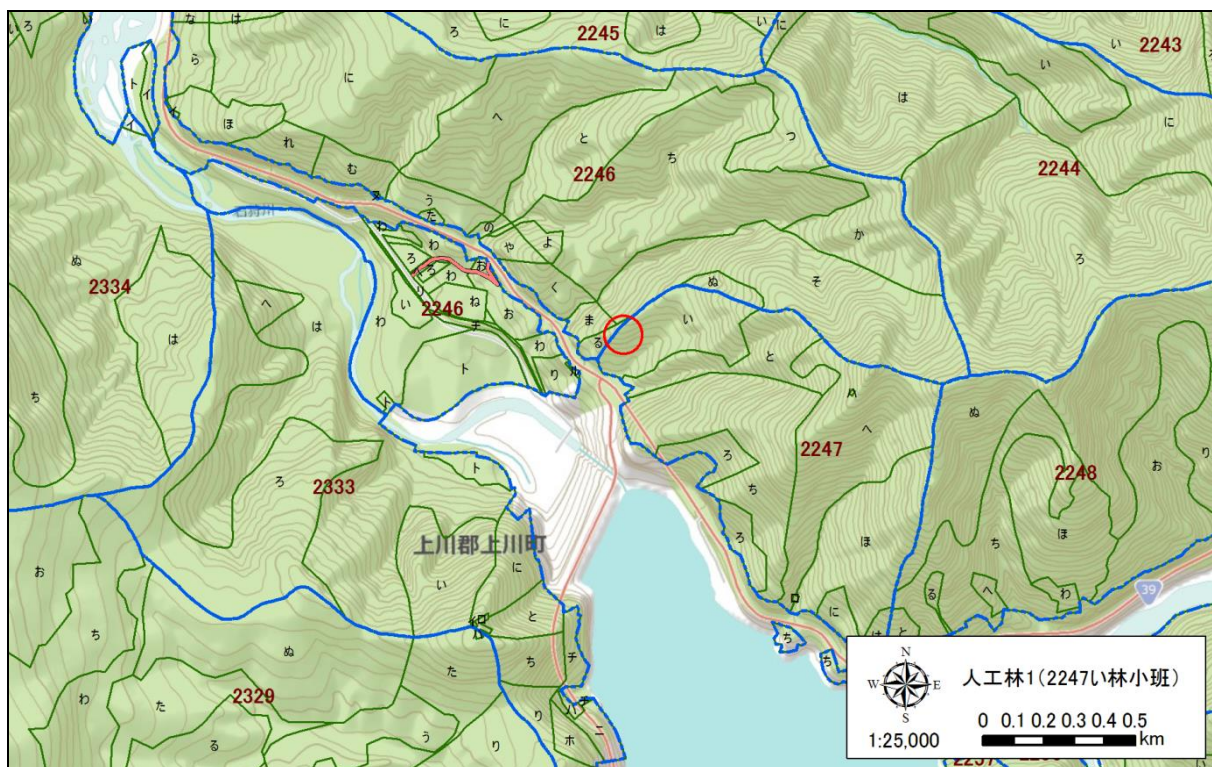
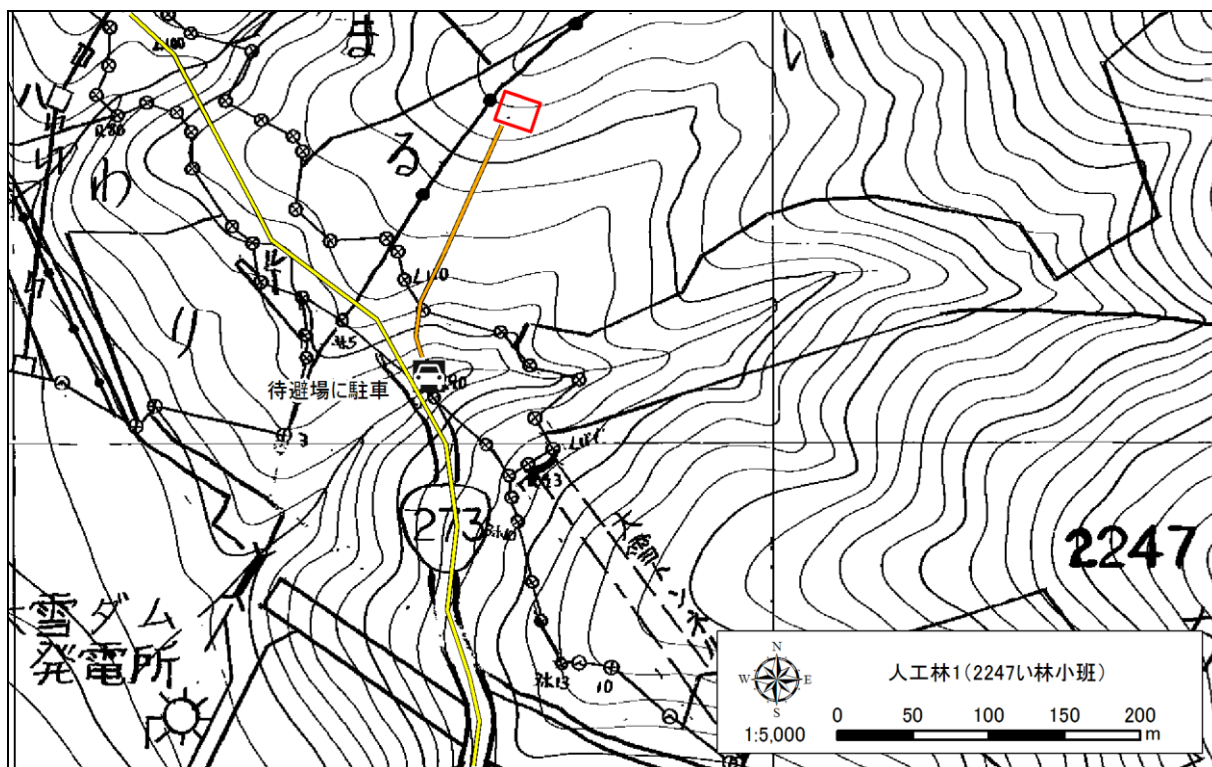


図 3-3-1 直径階別本数

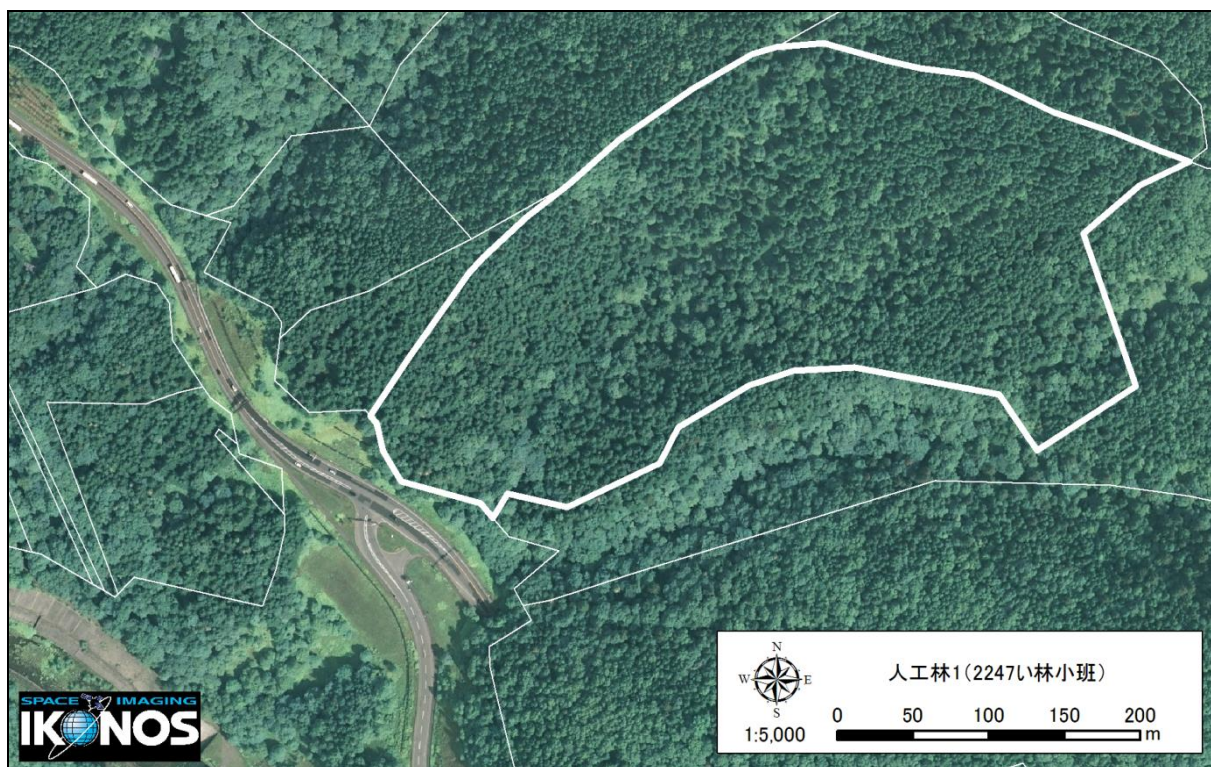
■位置図



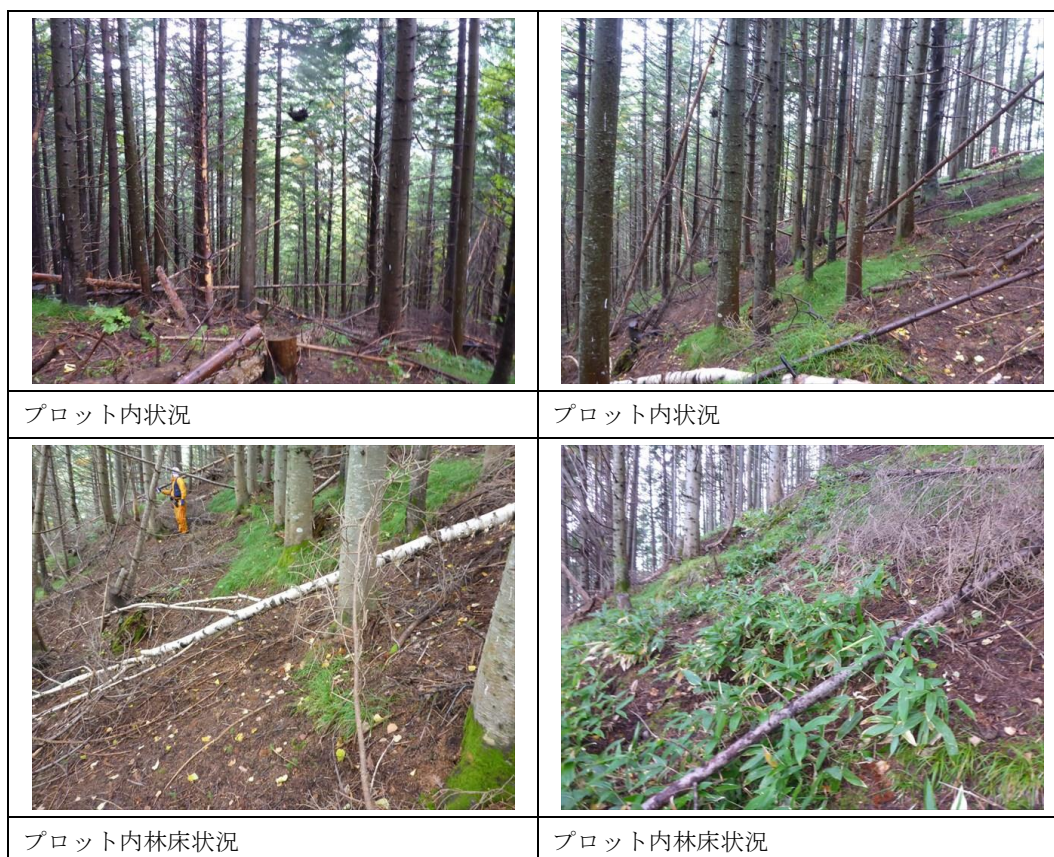
■経路図



■空中写真（2012 年撮影）



■現況写真（2014 年 9 月 19 日撮影）



人工林 No.2

■調査地概要

- ・林小班： 2251 林班ぬ小班
- ・緯度 / 経度： N 43° 40' 45.80" / E 143° 06' 38.19"
- ・面積： 0.05ha (25×20m)
- ・標高： 990m
- ・斜面方位： E
- ・斜面傾斜： 11°
- ・土壌型： B_D 型
- ・主な林床植生： クマイザサ

■施業履歴

1954 年の風倒被害を受けていない。

風倒を免れた老齢過熟な天然林を若い健全な林分へ誘導するために、1966 年秋に区画帯状皆伐を実施し、1968 年にアカエゾマツ 3,000 本/ha を植栽。

伐採帯内には前生樹を保護木として残存し、その間にアカエゾマツを植栽。

■林分現況

前生樹のトドマツ、エゾマツを上層に、中下層に植栽されたアカエゾマツが成立する林分である。林床は樹冠が閉鎖傾向にあることから、全体的に稈高の低いクマイザサが疎生している。

表 3-3-2 林分調査データ

樹種	1993.7					2014.9				
	本数 (本/ha)	胸高断面積 (m ² /ha)	材積 (m ³ /ha)	平均直径 (cm)	平均樹高 (m)	本数 (本/ha)	胸高断面積 (m ² /ha)	材積 (m ³ /ha)	平均直径 (cm)	平均樹高 (m)
トドマツ	460	14.1	130.8	17.3	13.8	420	26.2	252.5	25.4	16.7
エゾマツ	160	3.3	26.5	14.8	12.3	380	12.2	104.7	16.8	12.0
アカエゾマツ	300	1.2	6.7	7.1	8.0	260	4.5	35.0	14.0	12.3
針葉樹計	920	18.7	164.1	13.5	11.6	1060	43.0	392.3	19.5	13.9
ダケカンパ	80	1.4	10.4	13.0	13.0	80	2.0	12.1	16.2	10.6
ケヤマハンノキ	20	0.3	1.8	13.0	14.0	20	1.0	6.7	24.6	15.5
広葉樹計	100	1.6	12.2	13.0	13.2	100	2.9	18.8	17.9	11.6
合計	1020	20.3	176.3	13.5	11.8	1160	45.9	411.1	19.4	13.7

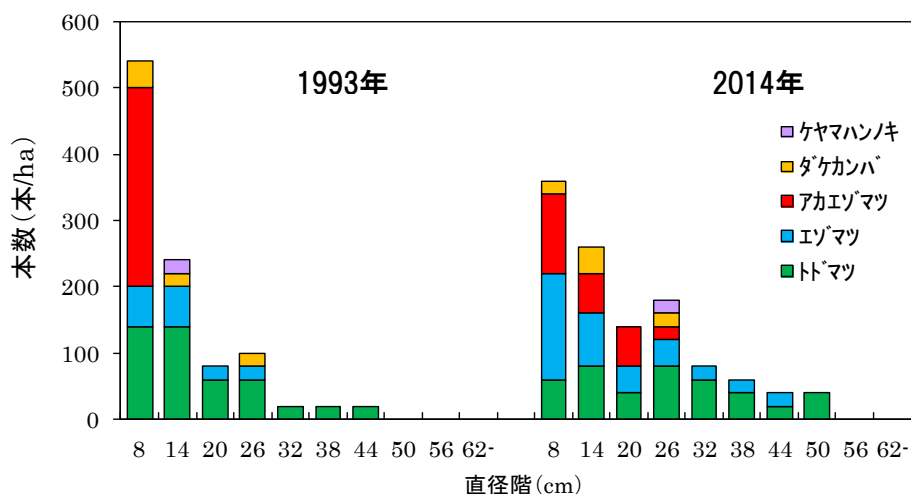
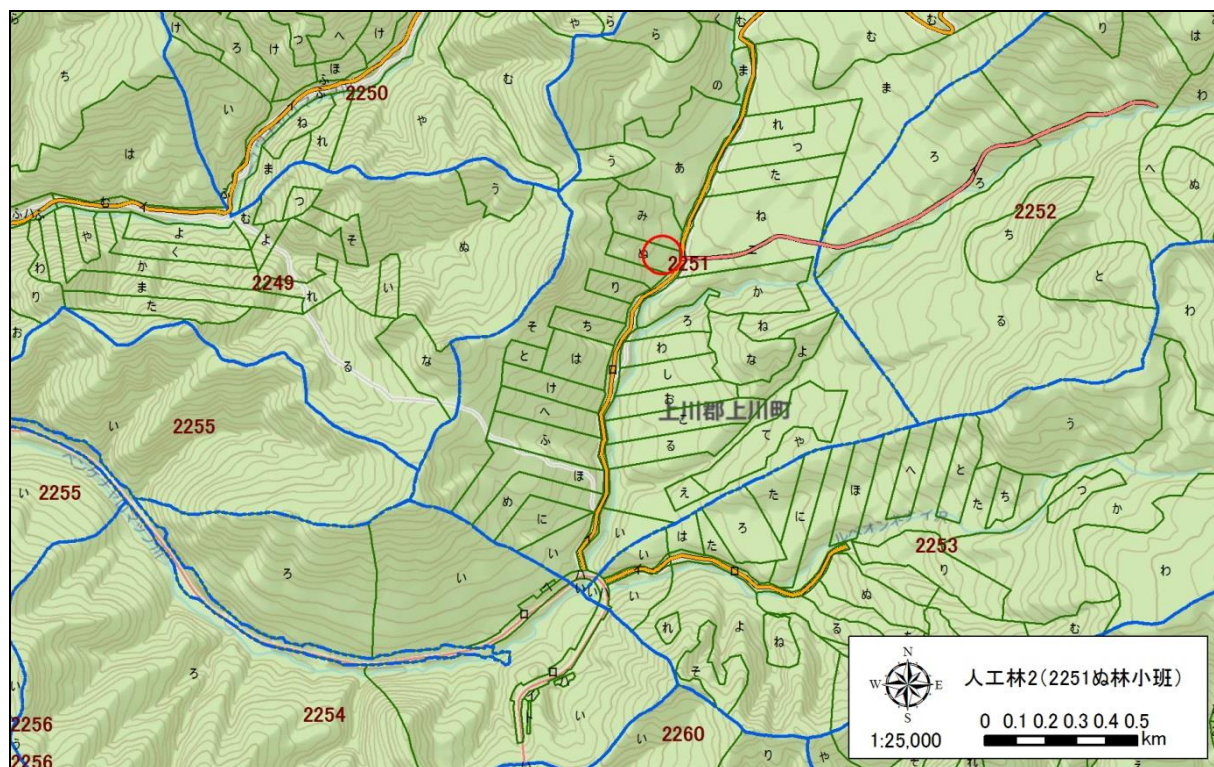
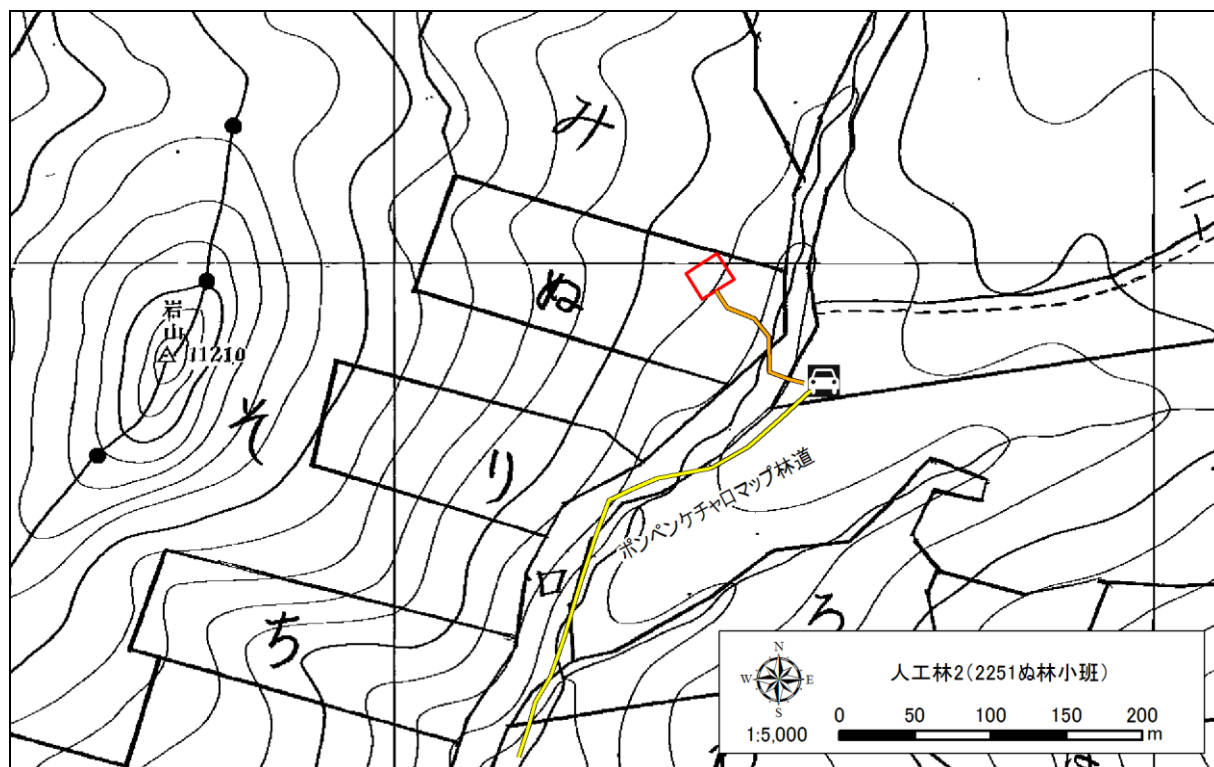


図 3-3-2 直径階別本数

■位置図



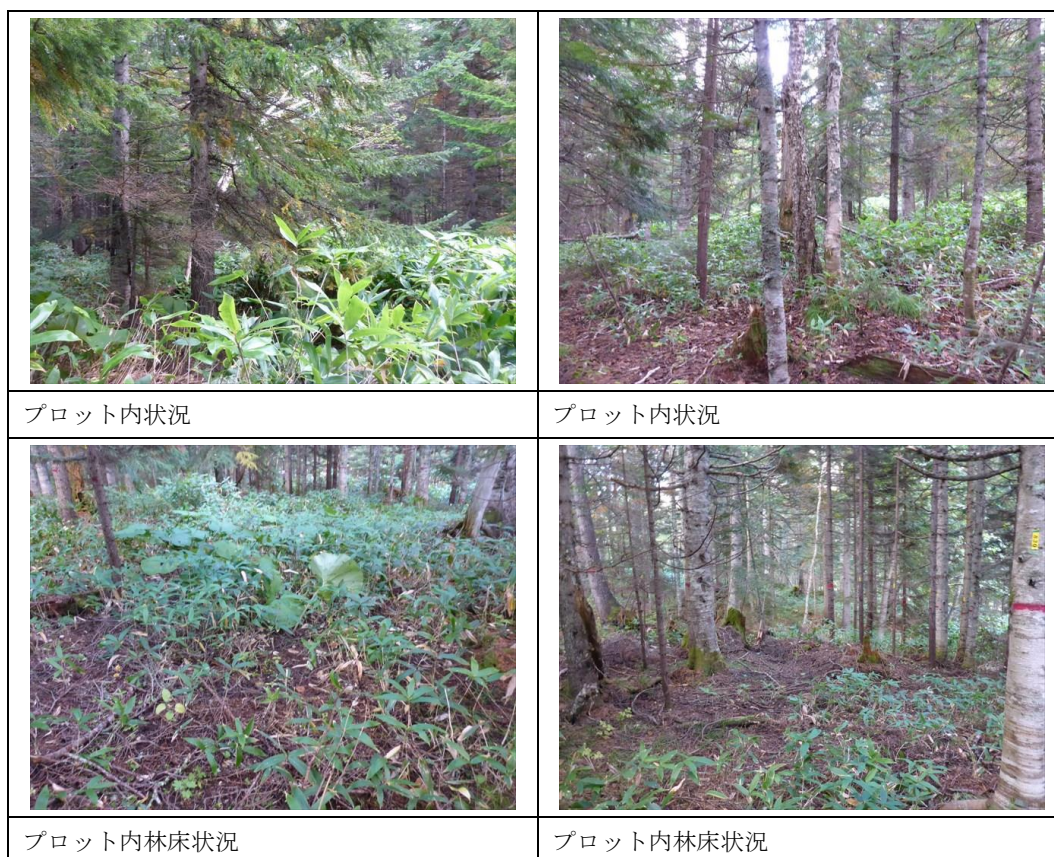
■経路図



■空中写真（2012 年撮影）



■現況写真（2014 年 9 月 18 日撮影）



人工林 No.3

■調査地概要

- ・林小班： 2276 林班ほ小班
- ・緯度 / 経度： N 43° 38' 31.17" / E 143° 03' 20.44"
- ・面積： 0.05ha (25×20m)
- ・標高： 870m
- ・斜面方位： W
- ・斜面傾斜： 11°
- ・土壌型： B_D 型
- ・主な林床植生： クマイザサ

■施業履歴

1954 年の風倒被害で一面壊滅的な被害を受けた。
 1958 年にカラマツを植栽したが、野鼠被害や晩霜害により不成績となった。
 1959 年にグイマツに改植。
 1960～1963 年に下刈り、殺鼠剤を毎年散布など、野鼠対策を徹底。
 1993 年に間伐を実施後、伐採等は行われていない。

■林分現況

上層にはグイマツを中心とした林分となっている。林床は全面的に稈高 1.3m 程度のクマイザサが繁茂している状態である。

なお、1993 年に設定した調査地は皆伐されたため、同小班の隣接林分に調査地を新たに設定した。そのため、調査データは継続していない。

表 3-3-3 林分調査データ

樹種	1993.6					2014.9				
	本数 (本/ha)	胸高断面積 (m ² /ha)	材積 (m ³ /ha)	平均直径 (cm)	平均樹高 (m)	本数 (本/ha)	胸高断面積 (m ² /ha)	材積 (m ³ /ha)	平均直径 (cm)	平均樹高 (m)
トマツ	40	0.3	2.1	10.0	10.4	180	2.8	16.4	13.5	9.2
エゾマツ	40	0.4	2.8	11.5	11.2					
グイマツ	1200	30.6	250.8	17.4	16.0	840	30.1	253.9	20.8	17.0
針葉樹計	1280	31.4	255.7	17.0	15.7	1020	32.9	270.3	34.2	26.2
シラカンバ	40	0.8	5.5	15.5	15.1	40	2.2	17.3	26.5	17.2
ダケカンバ						20	1.6	14.2	31.8	19.6
ヤナギ類	20	0.1	0.5	7.4	10.2					
広葉樹計	60	0.8	6.0	12.8	13.5	60	3.8	31.5	28.2	18.0
合計	1340	32.2	261.7	16.8	15.6	1080	36.7	301.9	20.0	15.7

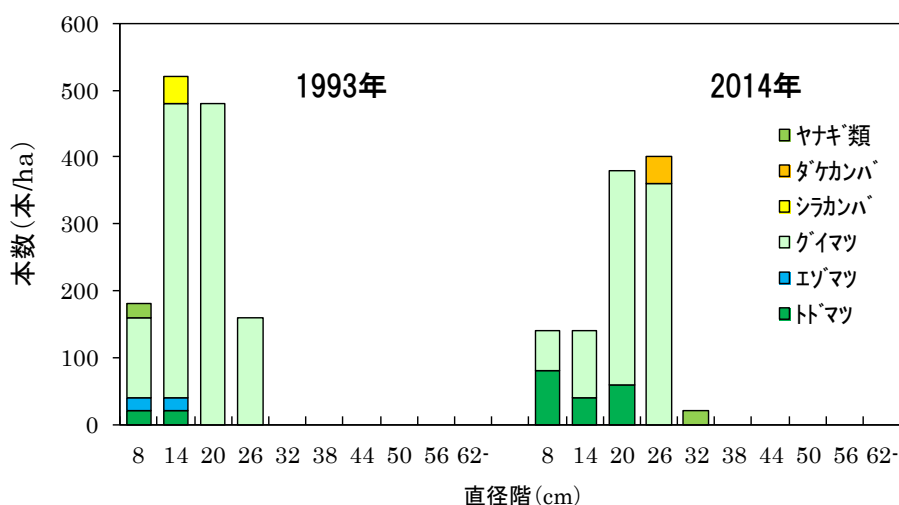
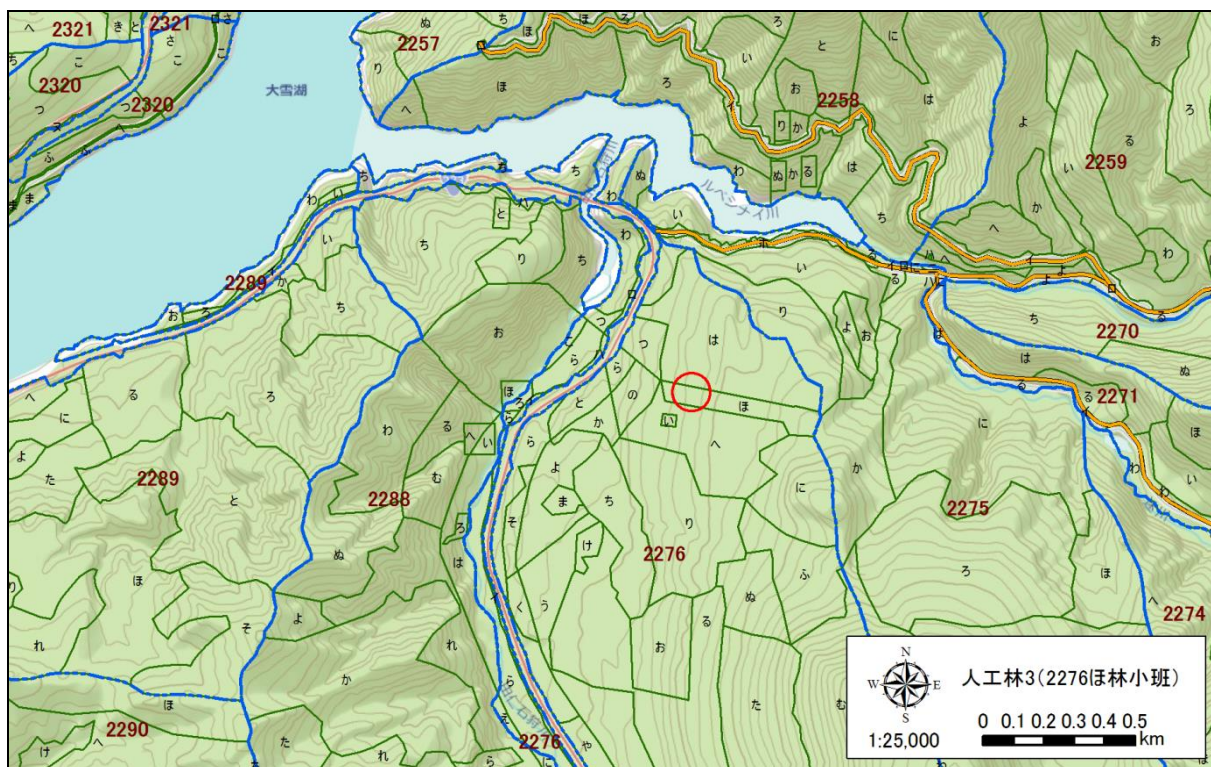
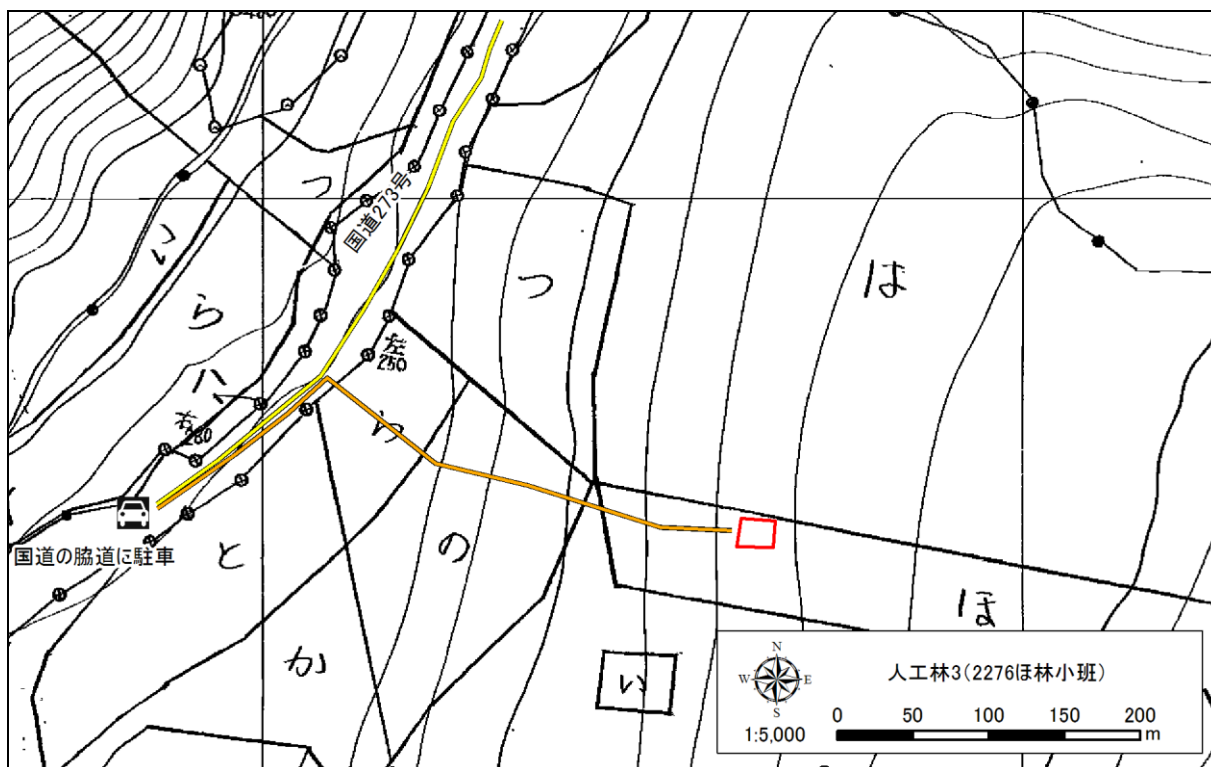


図 3-3-3 直径階別本数

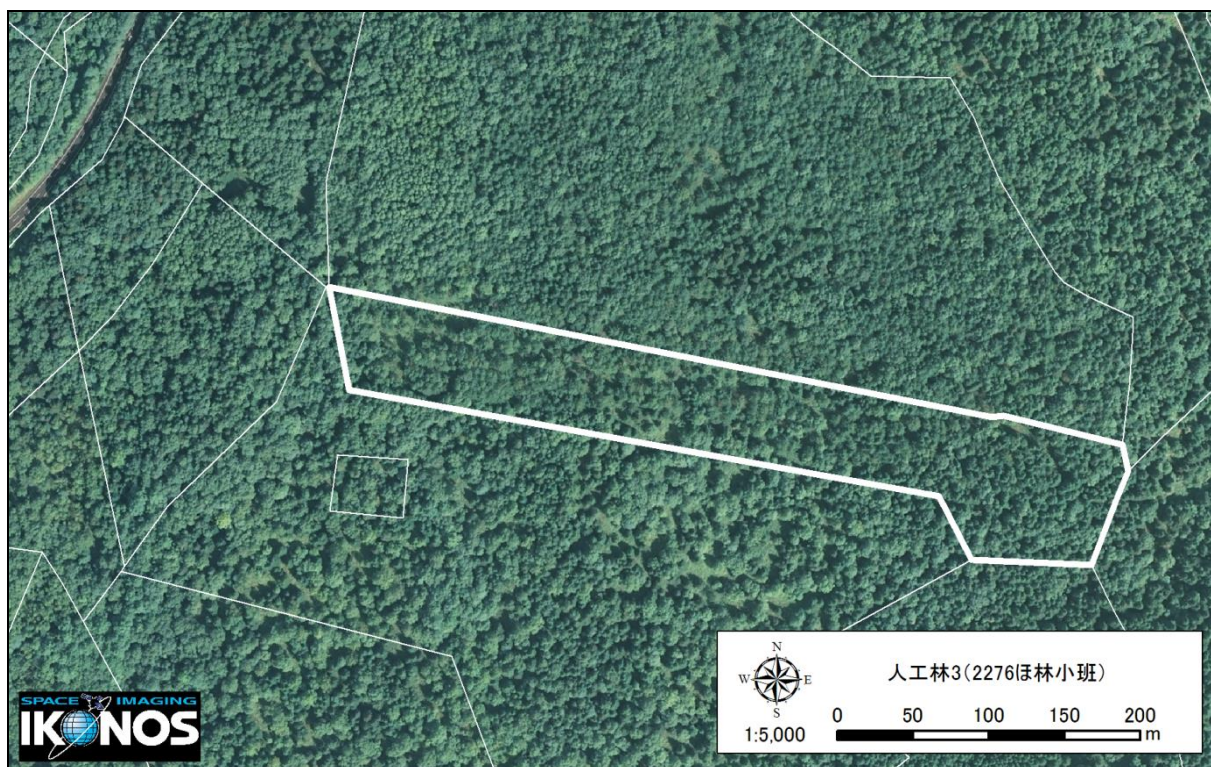
■位置図



■経路図



■空中写真（2012 年撮影）



■現況写真（2014 年 9 月 19 日撮影）



人工林 No.4

■調査地概要

- ・林小班： 2260 林班へ小班
- ・緯度 / 経度： N 43° 39' 05.13" / E 143° 06' 02.84"
- ・面積： 0.05ha (25×20m)
- ・標高： 850m
- ・斜面方位： SE
- ・斜面傾斜： 3°
- ・土壌型： B_D 型
- ・主な林床植生： クマイザサ、アキタブキ

■施業履歴

1954 年の風倒被害により壊滅的な被害を受けた。

1960 年にアカエゾマツを 3,000 本/ha 植栽。

■林分現況

植栽したアカエゾマツの樹冠が閉鎖している部分とクマイザサが密生している疎開地が混在している。

表 3-3-4 林分調査データ

樹種	1993.6					2014.9				
	本数 (本/ha)	胸高断面積 (m ² /ha)	材積 (m ³ /ha)	平均直径 (cm)	平均樹高 (m)	本数 (本/ha)	胸高断面積 (m ² /ha)	材積 (m ³ /ha)	平均直径 (cm)	平均樹高 (m)
トマツ	20	0.4	3.0	15.5	14.2	20	1.5	13.7	30.9	17.4
エゾマツ	20	0.1	0.3	5.9	6.9	40	0.3	1.7	10.3	8.7
アカエゾマツ	360	5.6	40.9	13.6	12.3	360	26.1	217.2	29.9	16.9
針葉樹計	400	6.0	44.2	13.3	12.1	420	27.9	232.6	28.1	16.1
ヤナギ類	20	0.1	0.4	6.7	9.6					
広葉樹計	20	0.1	0.4	6.7	9.6					
合計	420	6.1	44.6	13.0	12.0	420	27.9	232.6	28.1	16.1

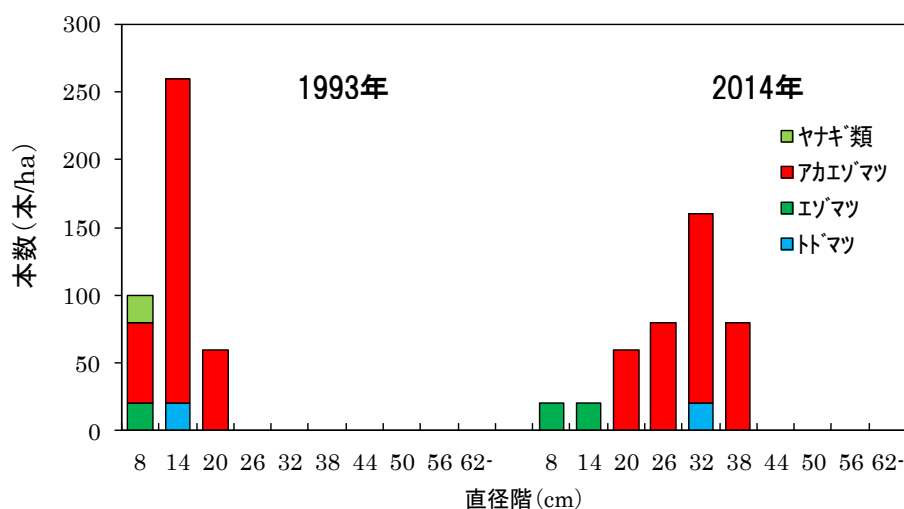
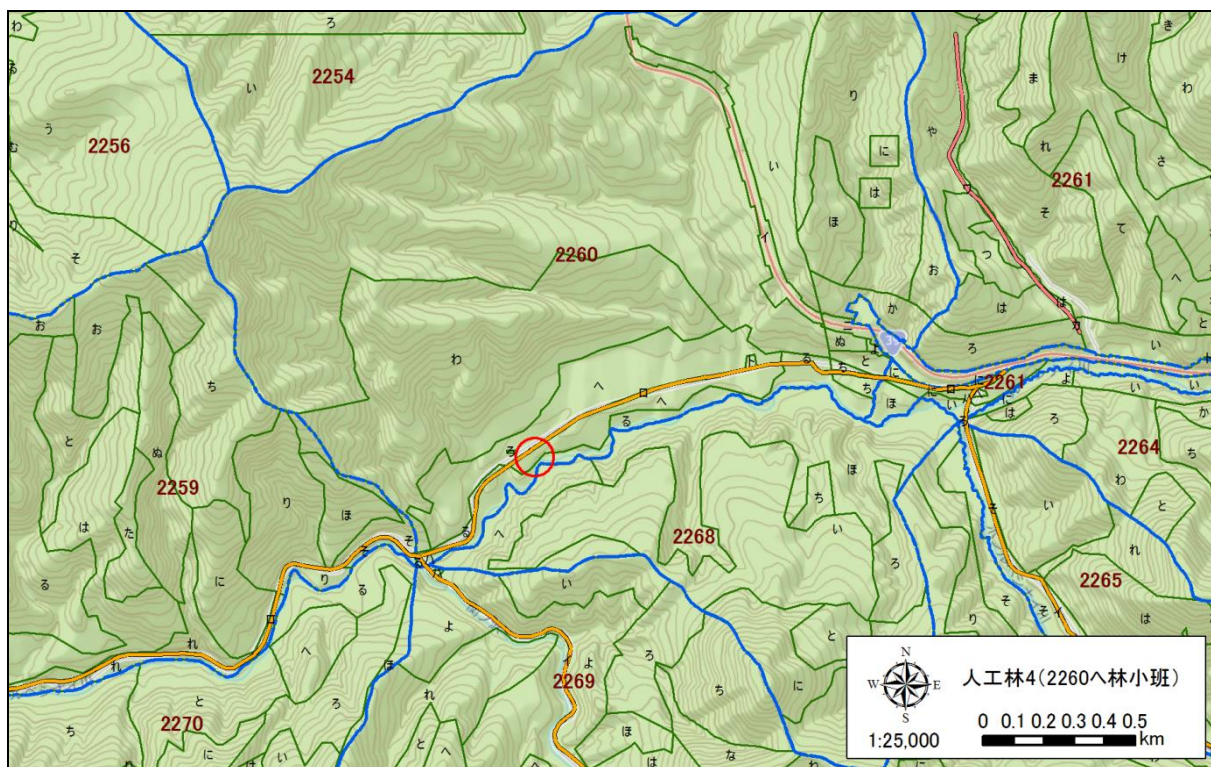
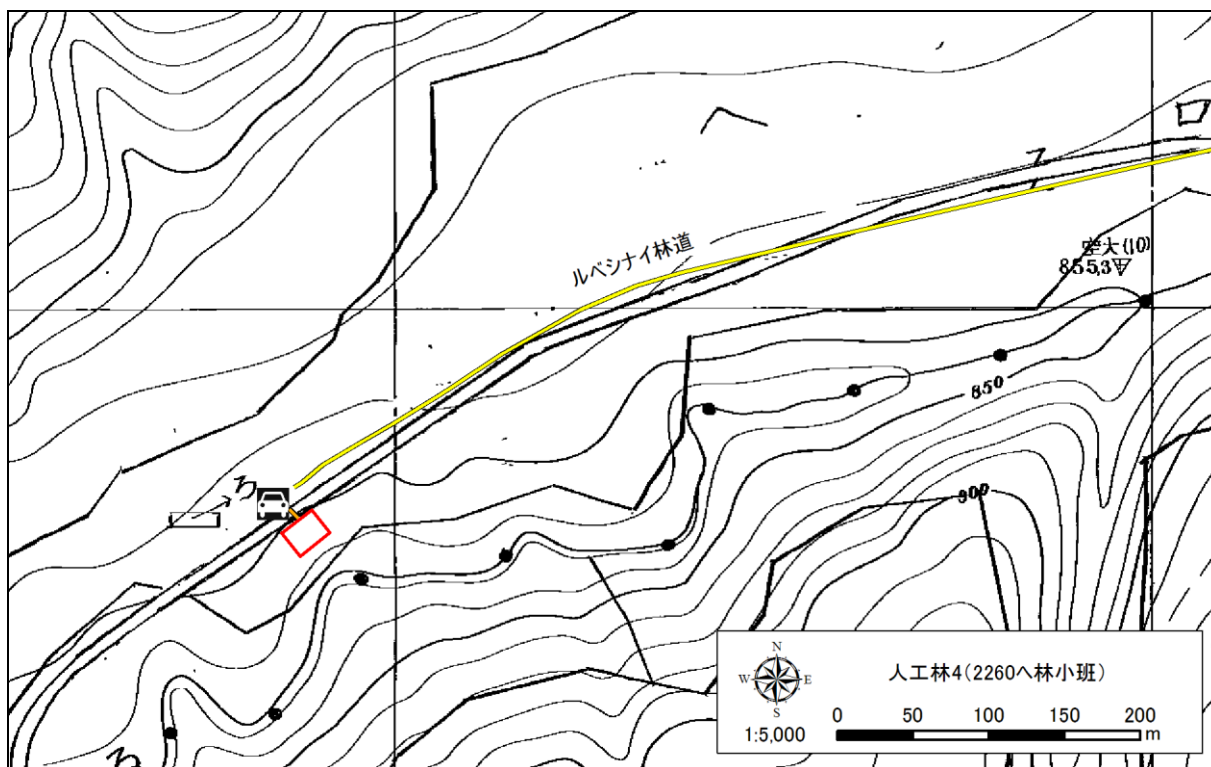


図 3-3-4 直径階別本数

■位置図



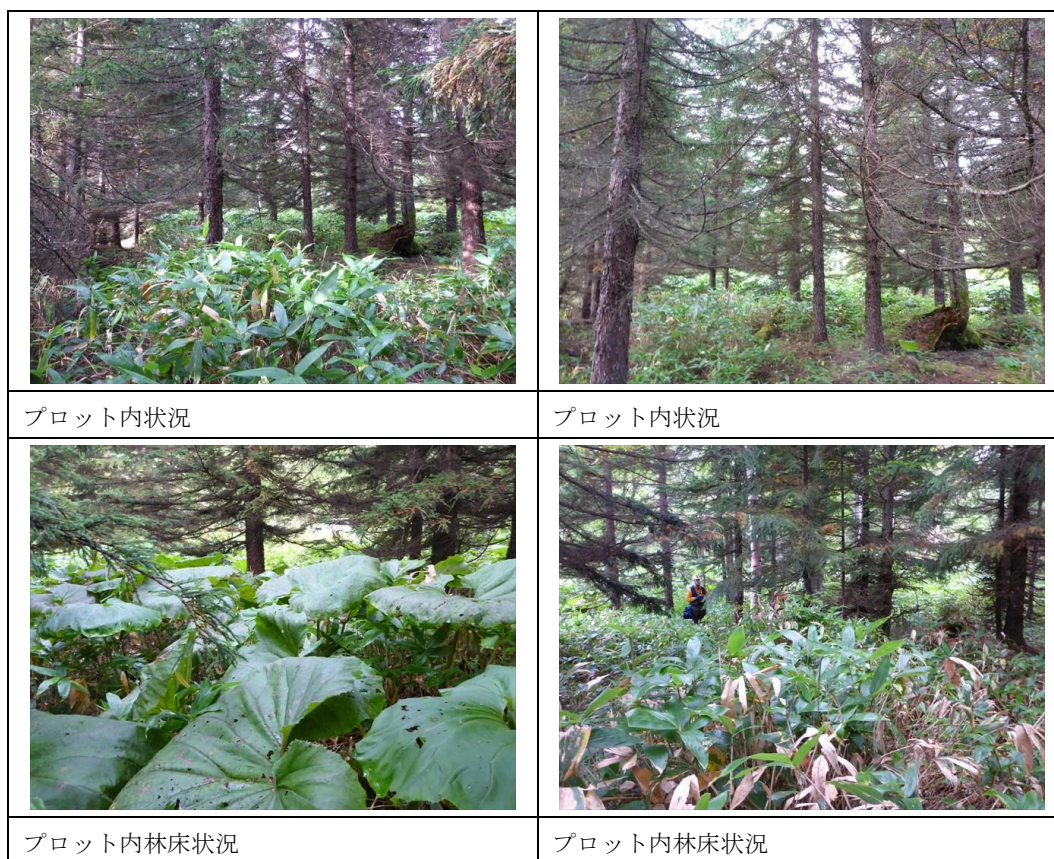
■経路図



■空中写真（2012 年撮影）



■現況写真（2014 年 9 月 19 日撮影）



人工林 No.5

■調査地概要

- ・林小班： 2320 林班ほ小班
- ・緯度 / 経度： N 43° 38' 38.59" / E 143° 01' 08.19"
- ・面積： 0.05ha (25×20m)
- ・標高： 820m
- ・斜面傾斜： 7°
- ・斜面方位： SE
- ・土壌型： B_D 型
- ・主な林床植生： クマイザサ

■施業履歴

1954 年の風倒被害により壊滅的な被害を受けた。
1956 年にエゾマツを植栽。

■林分現況

上層にシラカンバが優占する二次林の林相となっており、下層にエゾマツ、アカエゾマツが点在している。
林床はクマイザサが密生している。

表 3-3-5 林分調査データ

樹種	1993.7					2014.9				
	本数 (本/ha)	胸高断面積 (m ² /ha)	材積 (m ³ /ha)	平均直径 (cm)	平均樹高 (m)	本数 (本/ha)	胸高断面積 (m ² /ha)	材積 (m ³ /ha)	平均直径 (cm)	平均樹高 (m)
エゾマツ	20	0.0	0.2	5.3	6.3	200	0.8	3.4	6.9	6.3
アカエゾマツ	120	0.6	3.6	7.9	8.5	140	2.4	14.4	14.3	10.0
針葉樹計	140	0.7	3.8	7.5	8.2	340	3.2	17.7	9.9	7.8
シラカンバ	1580	23.8	173.9	12.9	13.3	980	28.1	228.7	18.4	16.0
ドロノキ	20	0.1	0.6	8.2	10.9	20	0.2	1.2	11.9	10.6
ヤナギ類	60	0.8	5.9	13.0	13.8					
広葉樹計	1660	24.7	180.4	12.8	13.3	1000	28.4	229.9	18.3	15.9
合計	1800	25.4	184.2	12.4	12.9	1340	31.5	247.6	16.2	13.9

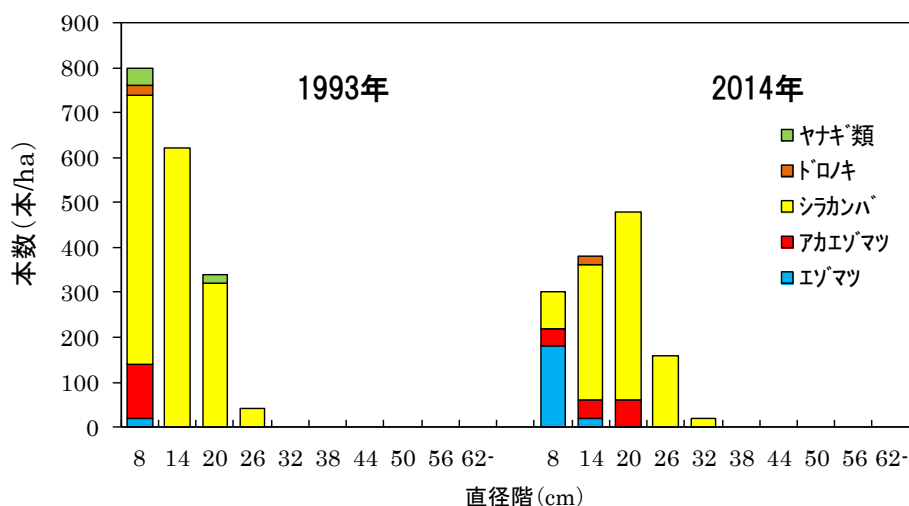
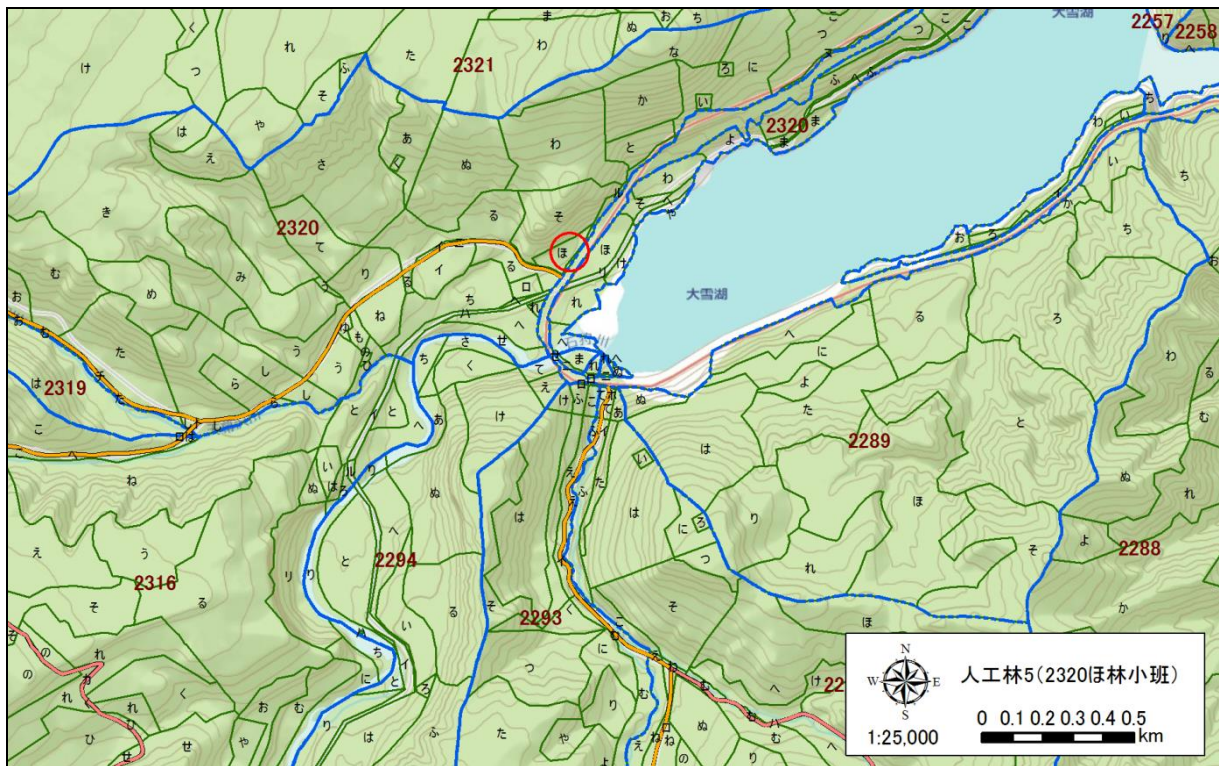
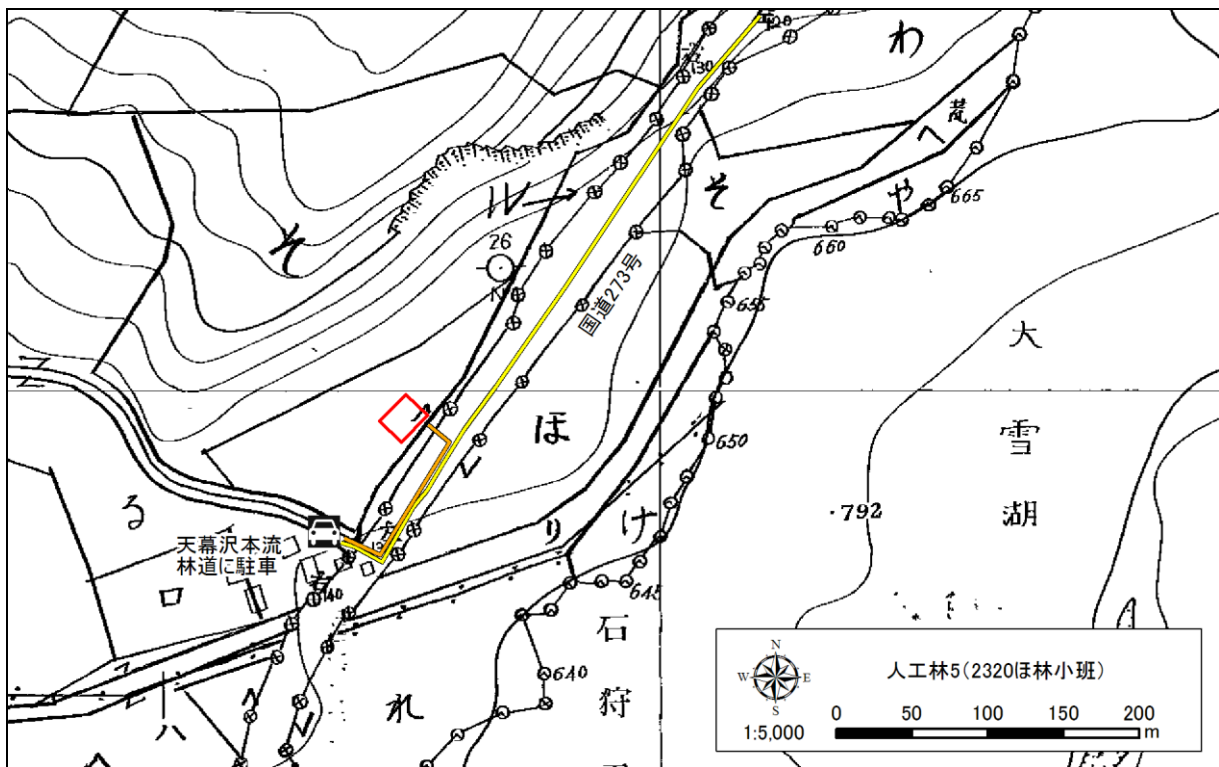


図 3-3-5 直径階別本数

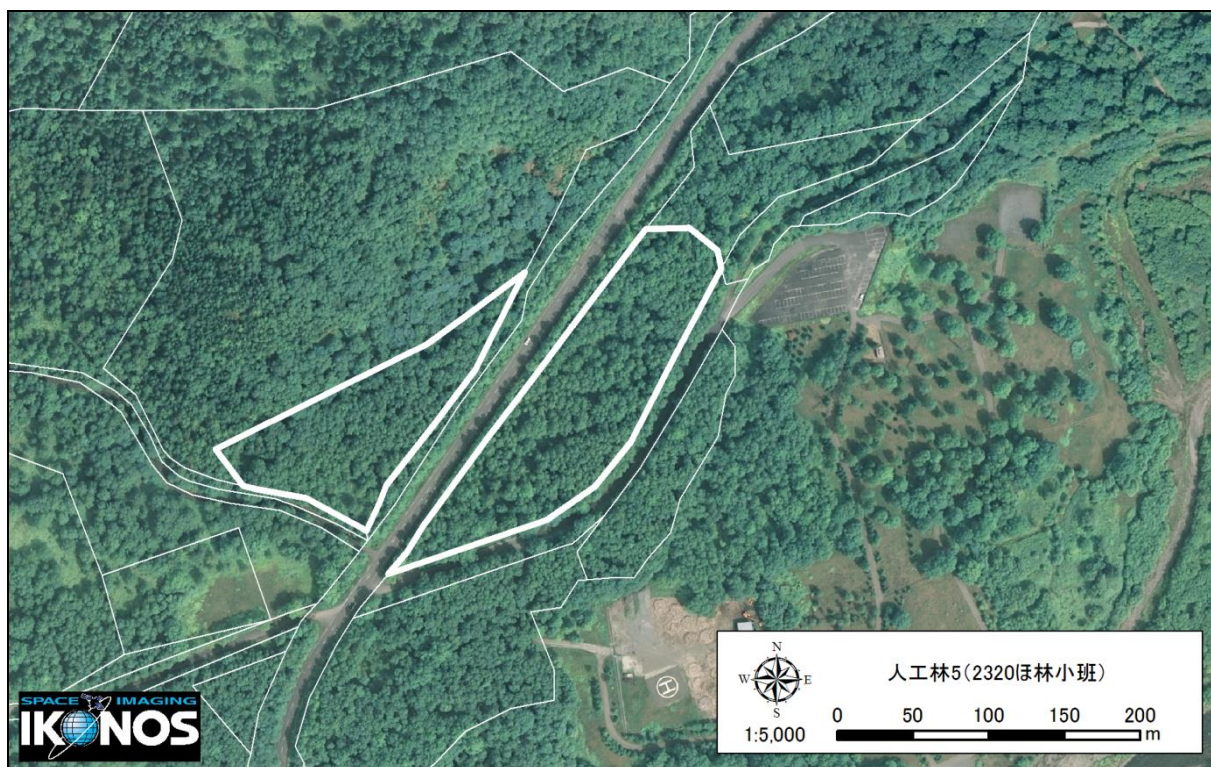
■位置図



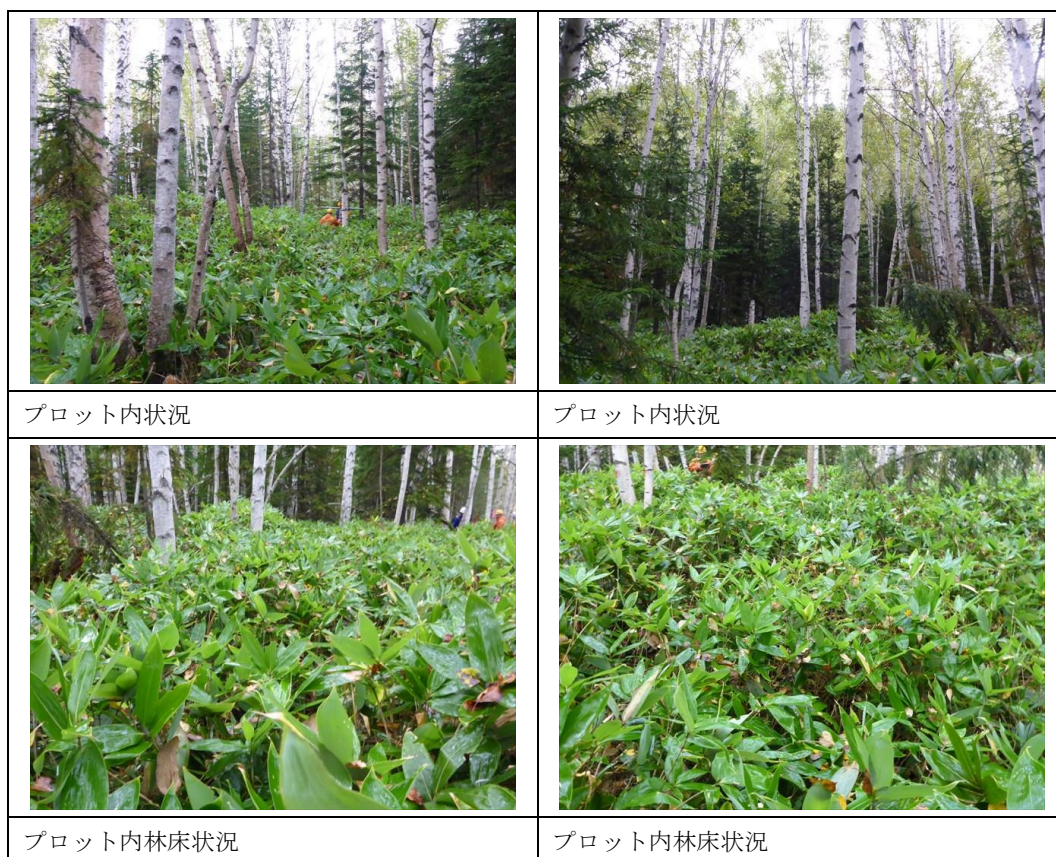
■経路図



■空中写真（2012 年撮影）



■現況写真（2014 年 9 月 19 日撮影）



人工林 No.6

■調査地概要

- ・林小班： 2320 林班つ小班
- ・緯度 / 経度： N 43° 39' 03.16" / E 143° 01' 52.01"
- ・面積： 0.05ha (25×20m)
- ・標高： 880m
- ・斜面傾斜： 9°
- ・斜面方位： SE
- ・土壌型： B_D 型
- ・主な林床植生： スゲ類

■施業履歴

1954 年の風倒被害で壊滅的な被害を受けた。

1956 年にエゾマツを植栽。翌年の 1957 年に補植を実施。

下刈りは 1957～1962 年まで年 1 回実施。1979 年に除伐を実施。

■林分現況

エゾマツ、トドマツとシラカンバが混交した林分となっている。林床はスゲ類が繁茂し、クマイザサが疎生している。

表 3-3-6 林分調査データ

樹種	1993.7					2014.9				
	本数 (本/ha)	胸高断面積 (m ² /ha)	材積 (m ³ /ha)	平均直径 (cm)	平均樹高 (m)	本数 (本/ha)	胸高断面積 (m ² /ha)	材積 (m ³ /ha)	平均直径 (cm)	平均樹高 (m)
トドマツ	200	3.2	27.3	12.3	12.3	140	5.7	46.5	20.2	13.6
エゾマツ	980	9.7	69.3	9.9	9.9	640	14.4	116.2	15.4	13.1
針葉樹計	1180	12.9	96.6	10.3	9.9	780	20.1	162.8	16.2	13.2
シラカンバ	640	16.5	127.2	17.7	17.7	600	24.5	187.9	22.4	16.4
トドロキ	40	0.3	1.7	9.2	9.2					
広葉樹計	680	16.7	128.9	17.2	15.5	600	24.5	187.9	22.4	16.4
合計	1860	29.6	225.6	12.8	12.8	1380	44.6	350.6	18.9	14.6

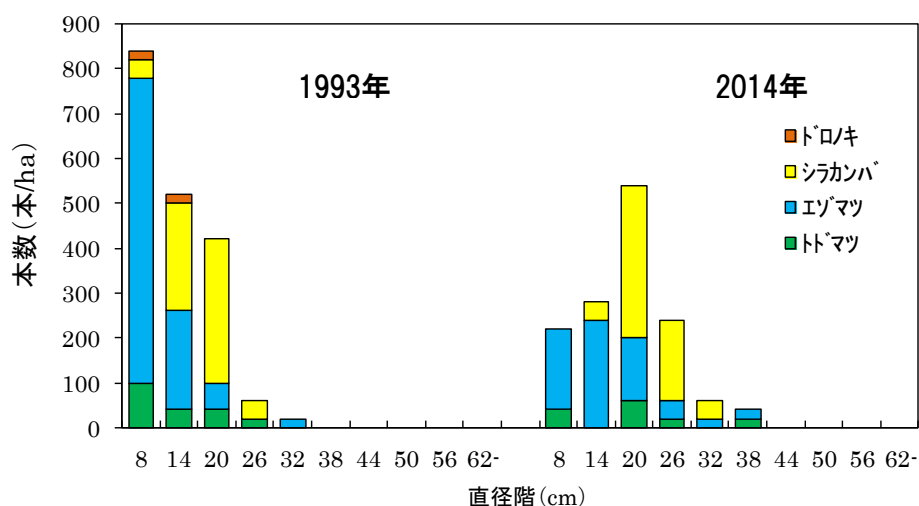
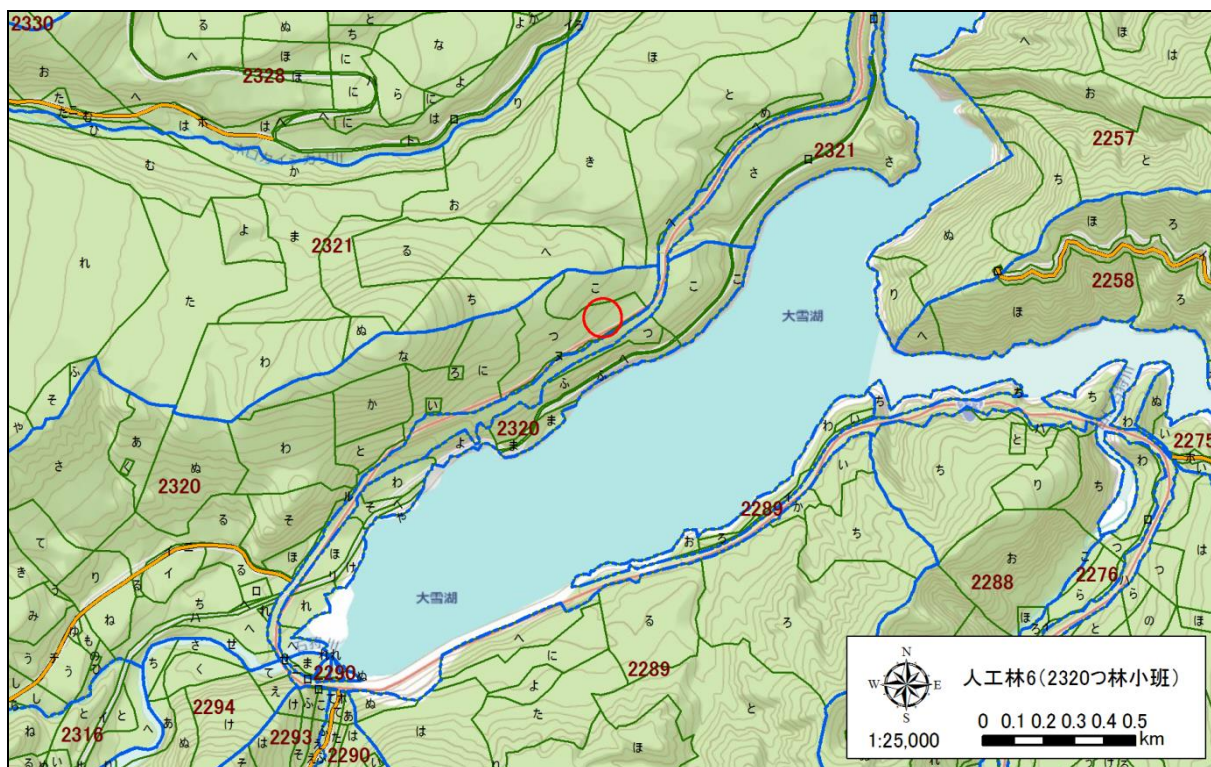
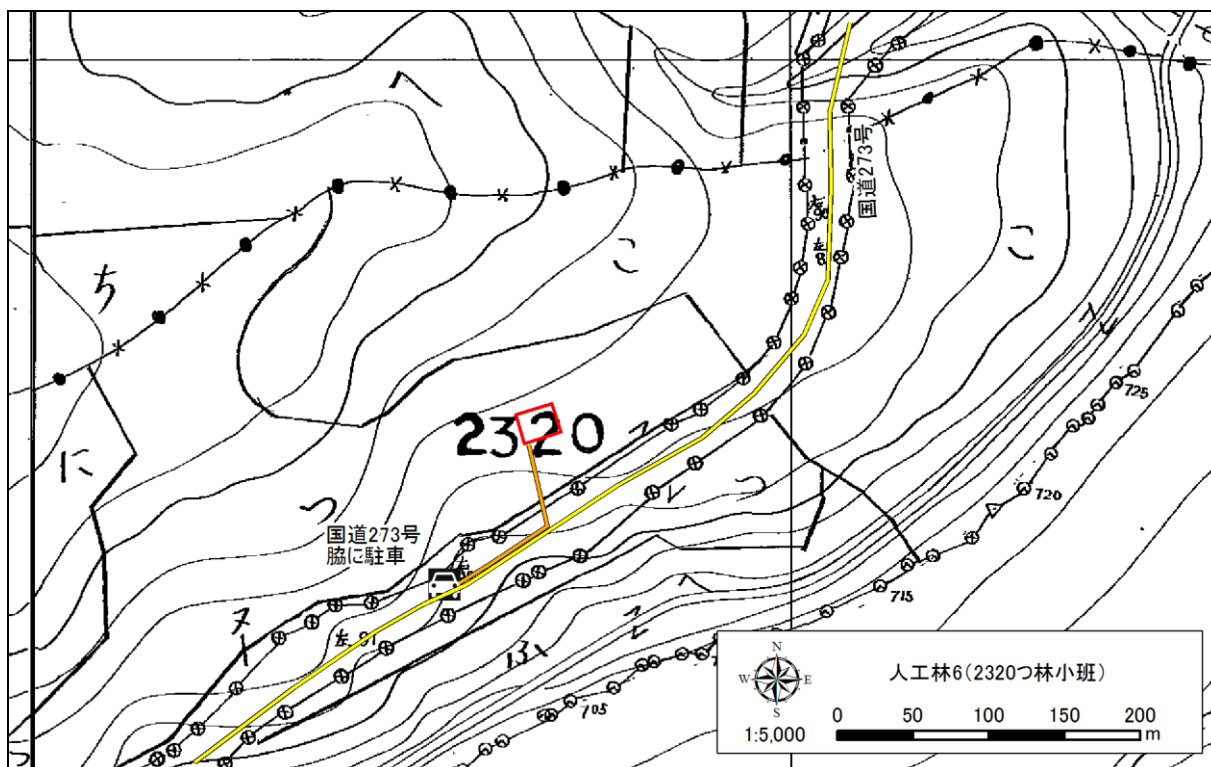


図 3-3-6 直径階別本数

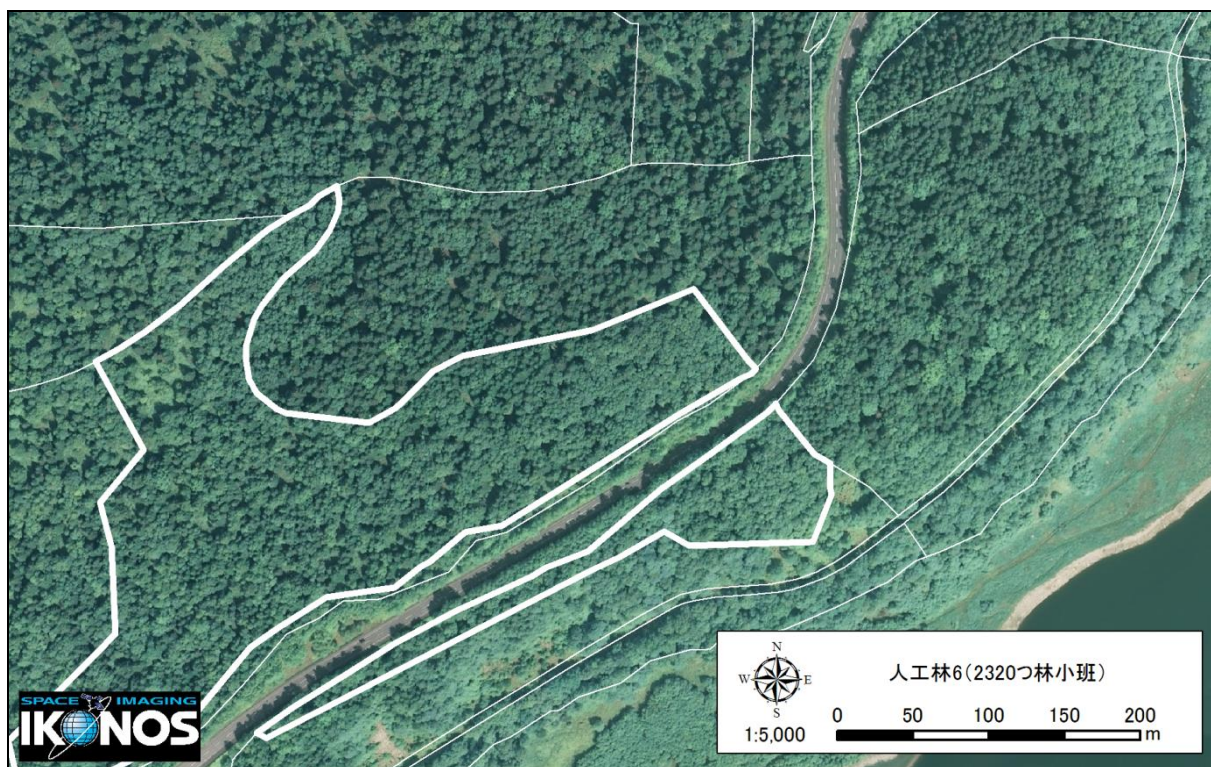
■位置図



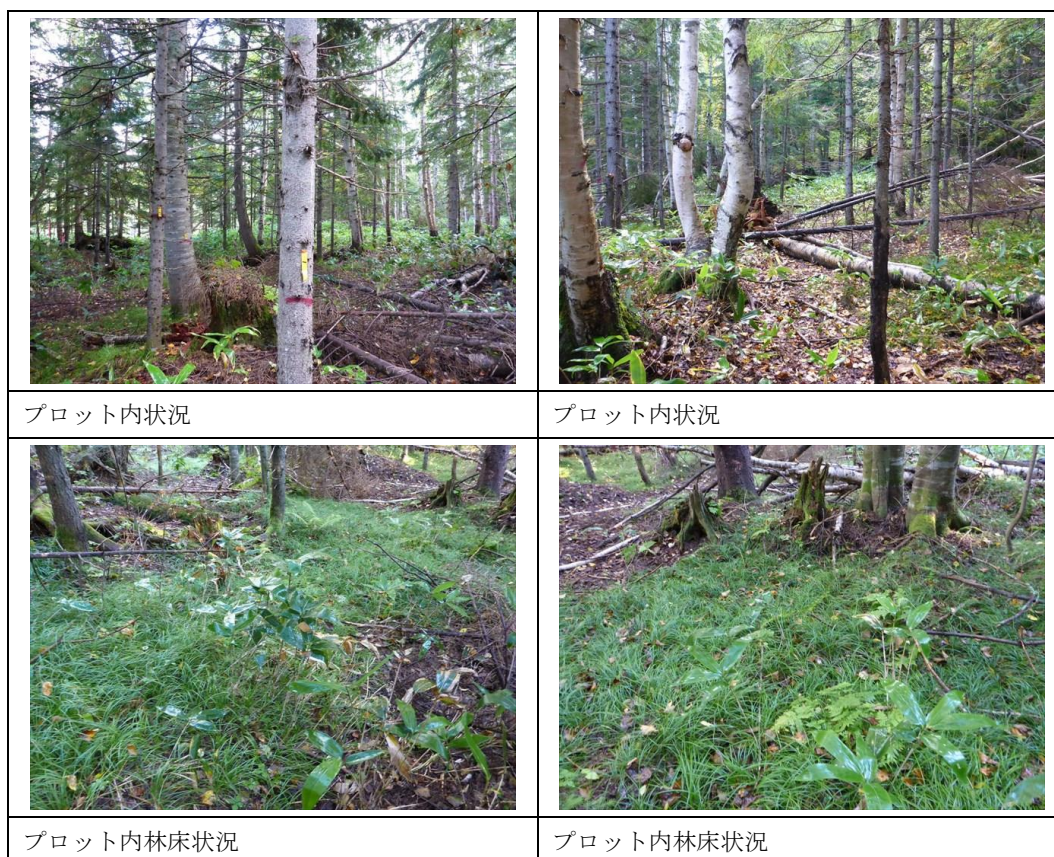
■経路図



■空中写真（2012 年撮影）



■現況写真（2014 年 9 月 16 日撮影）



人工林 No.7

■調査地概要

- ・林小班： 2328 林班ほ小班
- ・緯度 / 経度： N 43° 39' 28.98" / E 143° 1' 9.71"
- ・面積： 0.05ha (20m×25m)
- ・標高： 900m
- ・斜面方位： SE
- ・斜面傾斜： 5°
- ・土壌型： B_D 型
- ・主な林床植生： クマイザサ

■施業履歴

1954 年に壊滅的な風倒被害を受け、風倒木は搬出された。

最終更新年 1961 年春。改植、補植経過は不明である。

ドロノキ、ゲイマツ、アカエゾマツは植栽木である。

■林分現況

上層にシラカンバ、ドロノキなどの広葉樹、下層に補植したアカエゾマツが成立する二段林となっている。
ほぼ平坦地であり、林床植生のクマイザサは密生している。

表 3-3-7 林分調査データ

樹種	1993.6					2014.6				
	本数 (本/ha)	胸高断面積 (m ² /ha)	材積 (m ³ /ha)	平均直径 (cm)	平均樹高 (m)	本数 (本/ha)	胸高断面積 (m ² /ha)	材積 (m ³ /ha)	平均直径 (cm)	平均樹高 (m)
アカエゾマツ	120	0.4	2.1	6.6	7.4	660	5.5	36.2	9.8	9.8
ゲイマツ	20	0.2	1.2	10.9	12.5	20	0.3	2.2	14.1	14.6
針葉樹計	140	0.6	3.3	7.2	8.2	680	5.8	38.5	9.9	10.0
シラカンバ	500	9.6	72.0	14.9	14.5	360	13.9	113.4	21.6	16.8
ドロノキ	80	6.3	54.6	30.5	18.5	60	9.7	85.6	43.2	19.8
ケヤマハンノキ	20	0.6	4.8	19.8	16.6	20	1.0	8.6	25.7	18.0
ヤナギ類	40	0.5	3.4	12.6	13.8					
広葉樹計	640	17.1	134.8	16.9	15.0	440	24.7	207.7	24.7	17.3
合計	780	17.7	138.1	15.1	13.8	1120	30.5	246.2	15.7	12.9

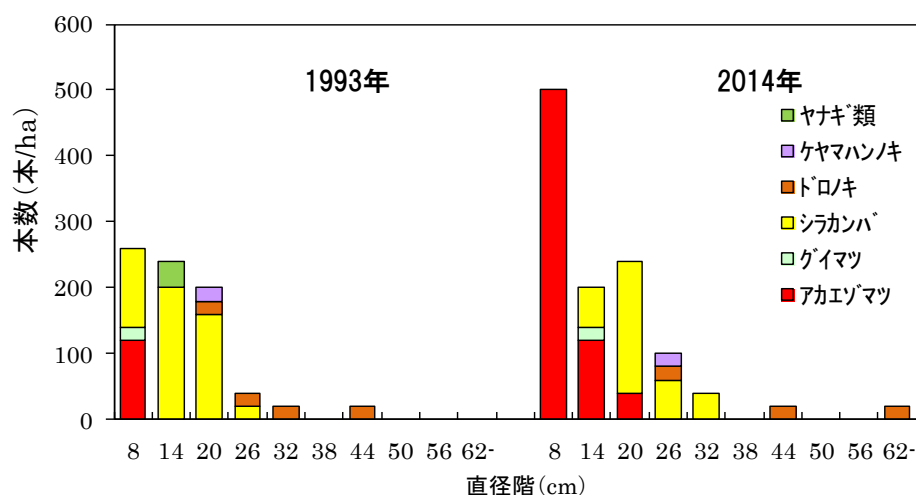
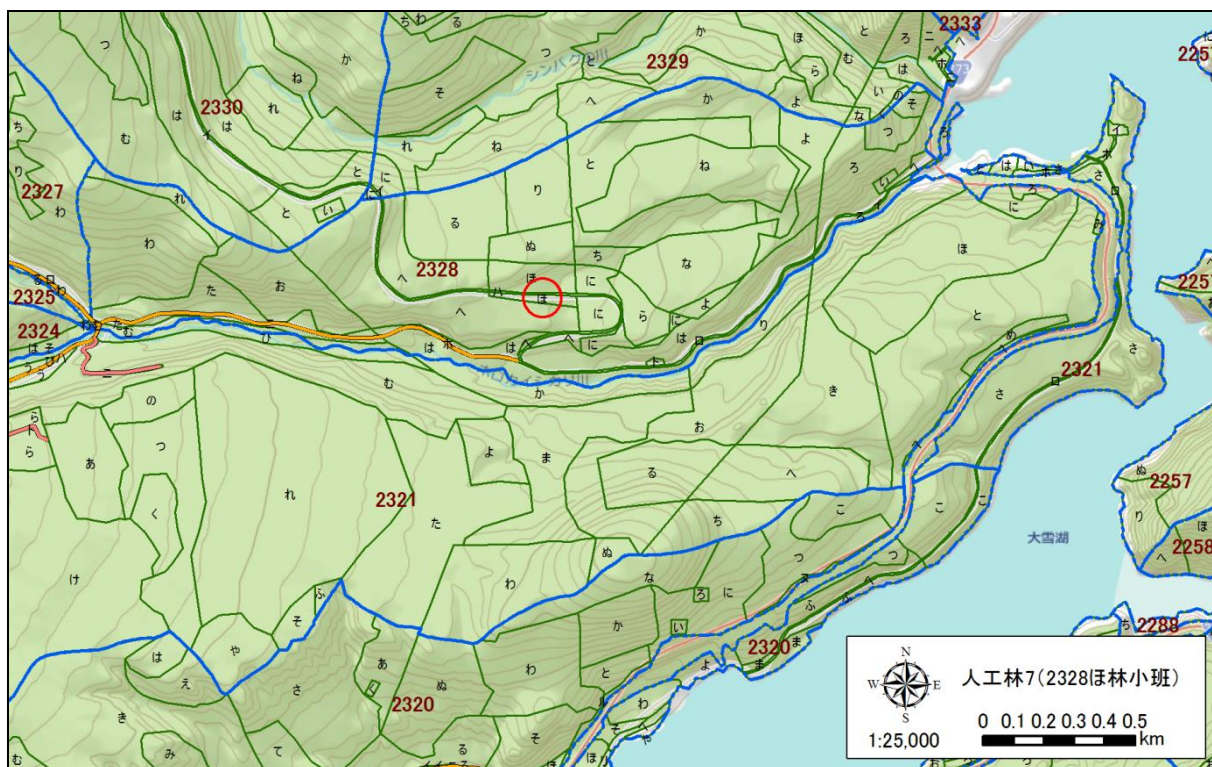
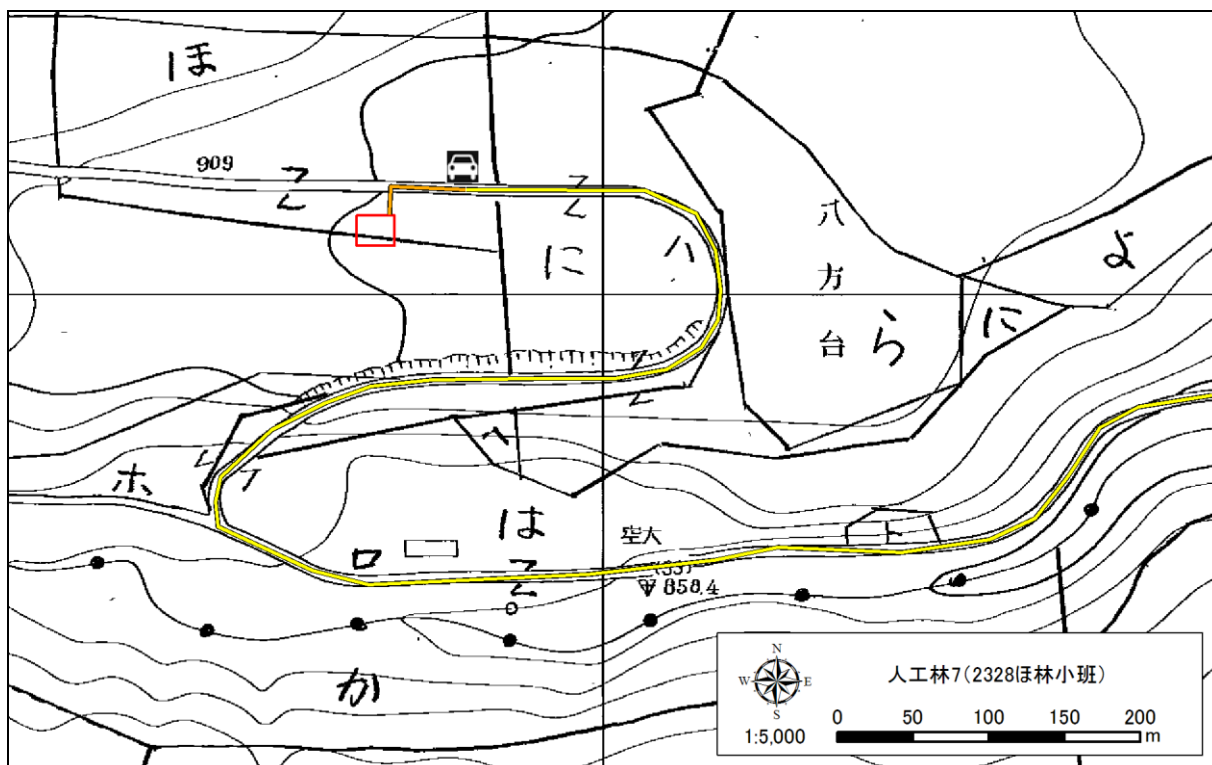


図 3-3-7 直径階別本数

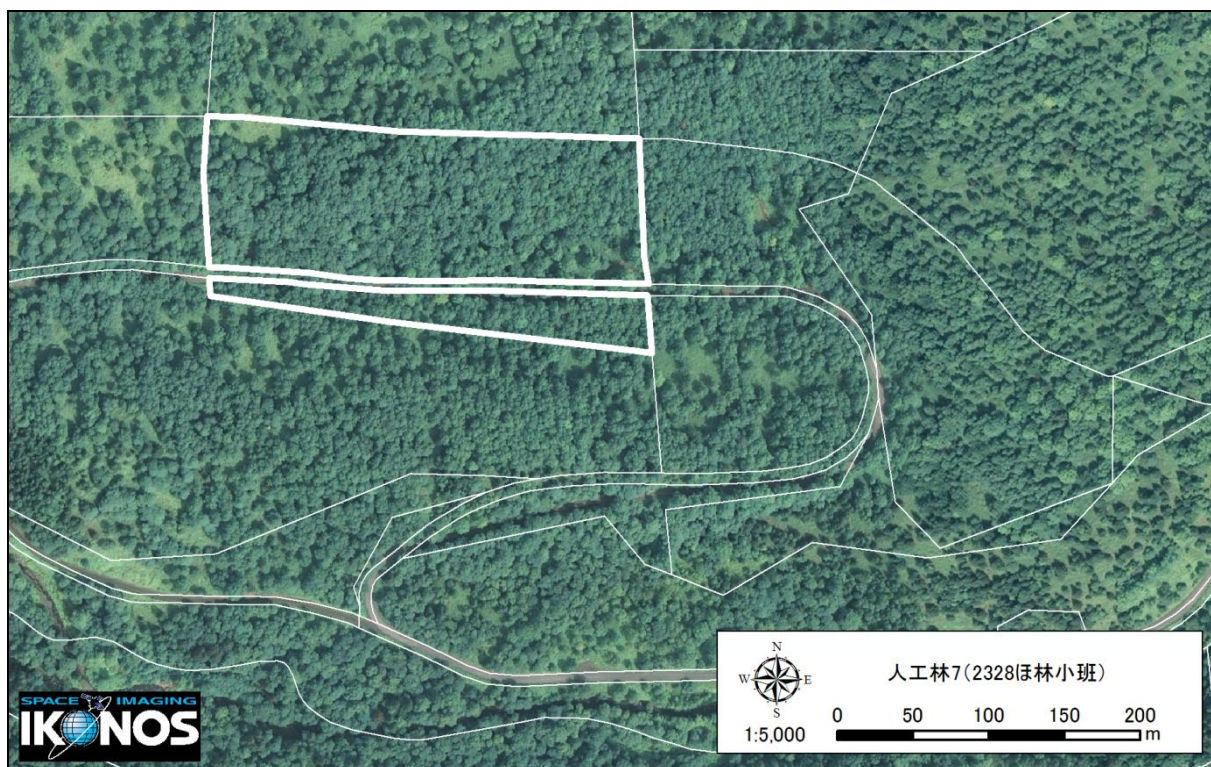
■位置図



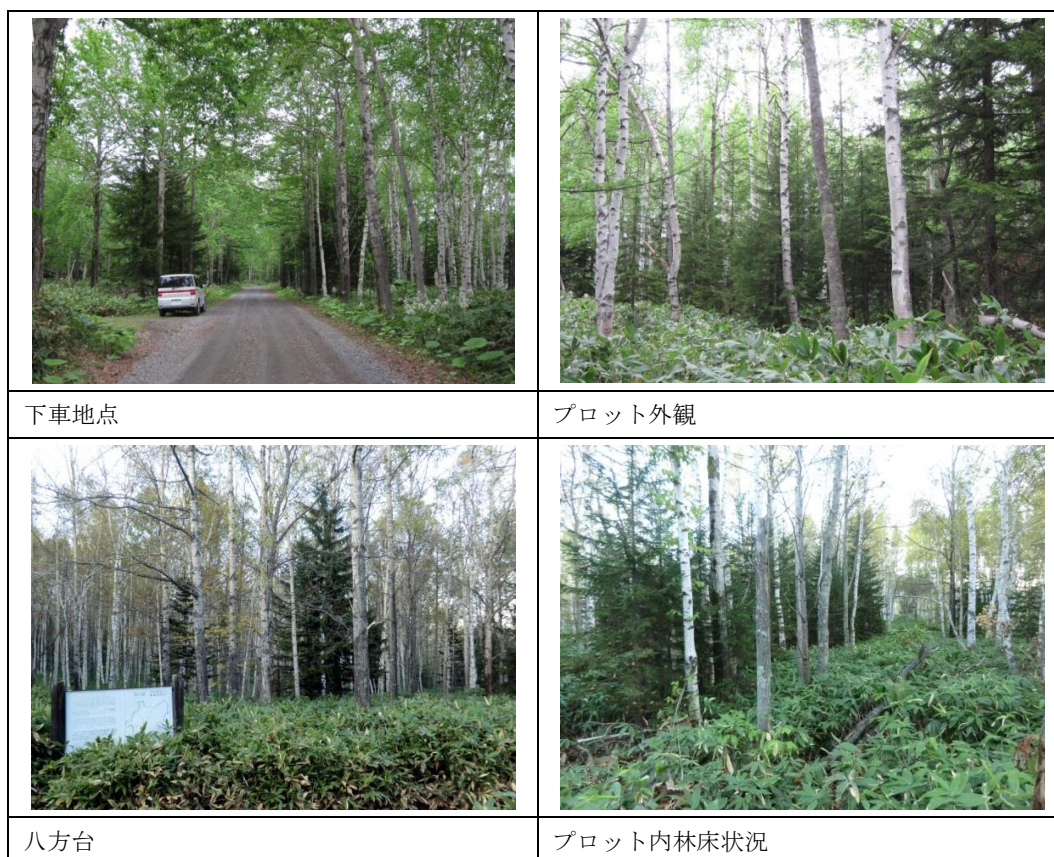
■経路図



■空中写真（2012 年撮影）



■現況写真（2013 年 6 月 11 日（上段）、2014 年 10 月 8 日（下段）撮影）



人工林 No.8

■調査地概要

- ・林小班： 2328 林班ら小班
- ・緯度 / 経度： N 43° 39' 27.82" / E 143° 01' 21.72"
- ・面積： 0.05ha (25×20m)
- ・標高： 900m
- ・斜面方位： SE
- ・斜面傾斜： 2°
- ・土壌型： B_D 型
- ・主な林床植生： クマイザサ

■施業履歴

1954 年の風倒被害により壊滅的な被害を受けた。
グイマツ、トドマツ、エゾマツ、広葉樹の植栽を実施したが、霜害で不成績となった。
1983 年にブルドーザーで地がき処理を実施。

■林分現況

地がき後、シラカンバを中心に広葉樹が更新した。現在はシラカンバを中心とした二次林の林相を示しており、一部に植栽木が残存している。林床は稈高 1.5m 程度のクマイザサが密生している。

表 3-3-8 林分調査データ

樹種	1993.6					2014.9				
	本数 (本/ha)	胸高断面面積 (m ² /ha)	材積 (m ³ /ha)	平均直径 (cm)	平均樹高 (m)	本数 (本/ha)	胸高断面面積 (m ² /ha)	材積 (m ³ /ha)	平均直径 (cm)	平均樹高 (m)
トドマツ	40	0.8	5.5	8.9	11.2	80	3.1	21.1	9.1	8.4
エゾマツ	80	0.3	1.7	11.0	9.3	80	0.6	3.0	22.2	12.4
グイマツ	60	0.9	6.1	13.3	14.0	60	3.6	24.5	27.1	15.4
針葉樹計	180	1.9	13.3	11.3	11.7	220	7.3	48.6	18.8	11.7
シラカンバ						1080	7.7	42.0	9.0	10.1
ダケカンバ						40	0.4	2.0	11.7	9.1
ヤナキ類						40	0.2	0.7	8.5	5.4
広葉樹計						1160	8.4	44.7	9.1	9.9
合計	180	1.9	13.3	11.3	11.7	1380	15.6	93.3	10.7	10.2

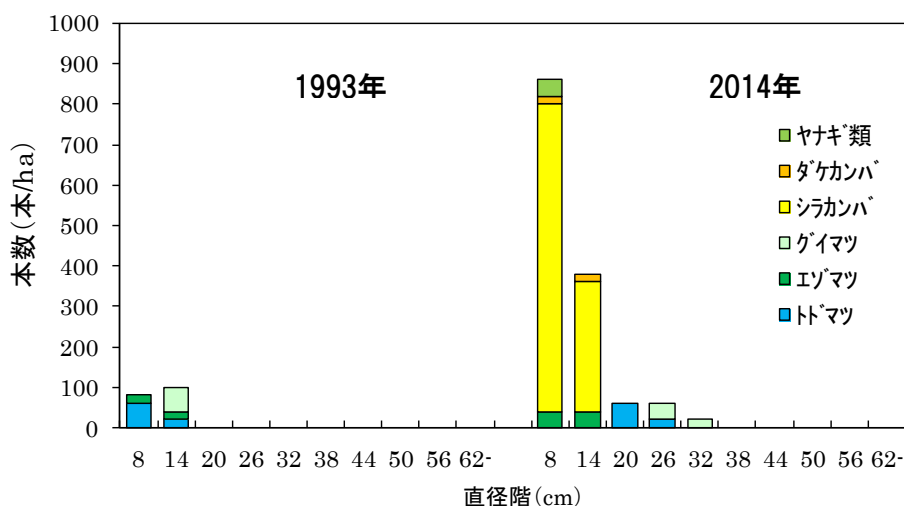
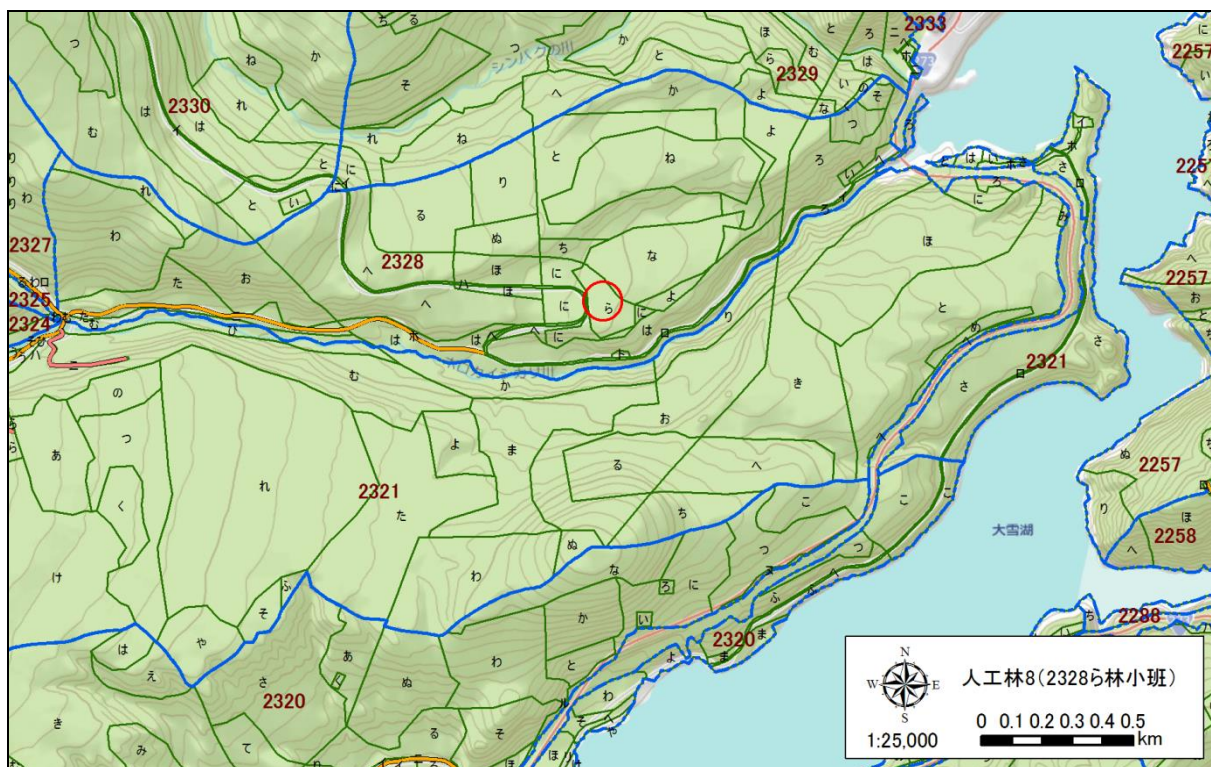
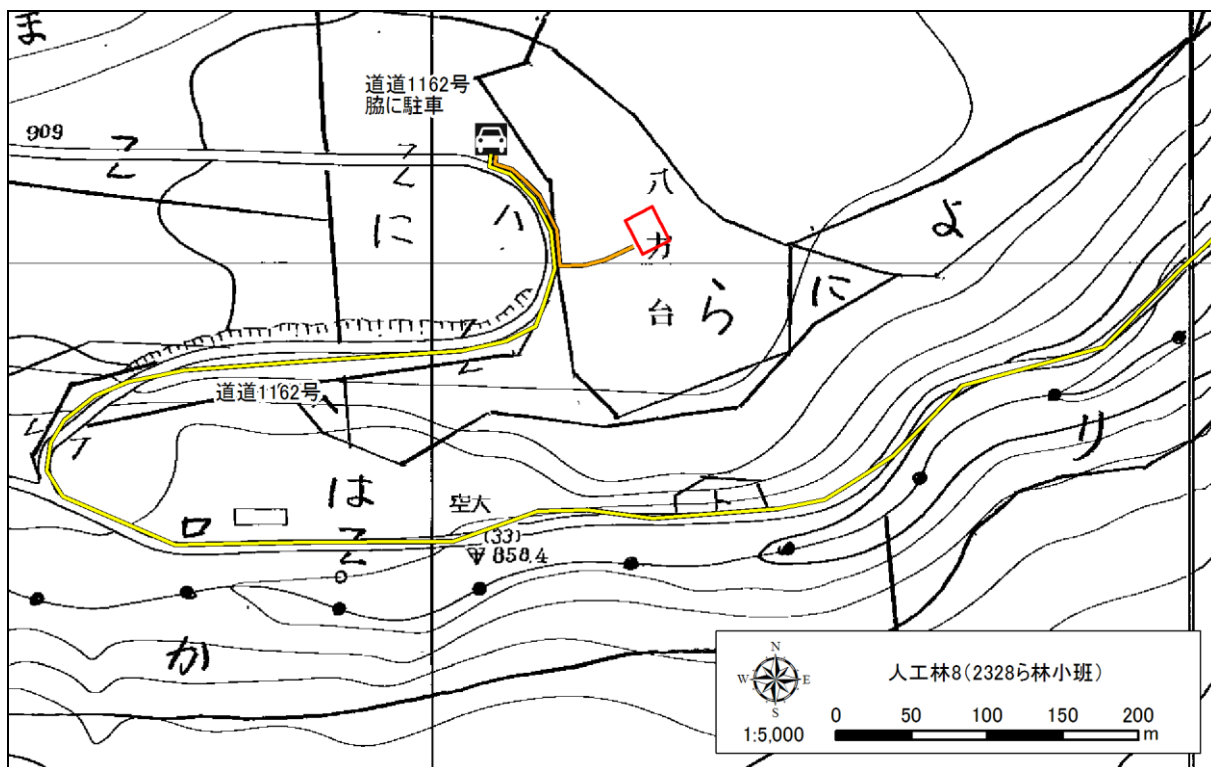


図 3-3-8 直径階別本数

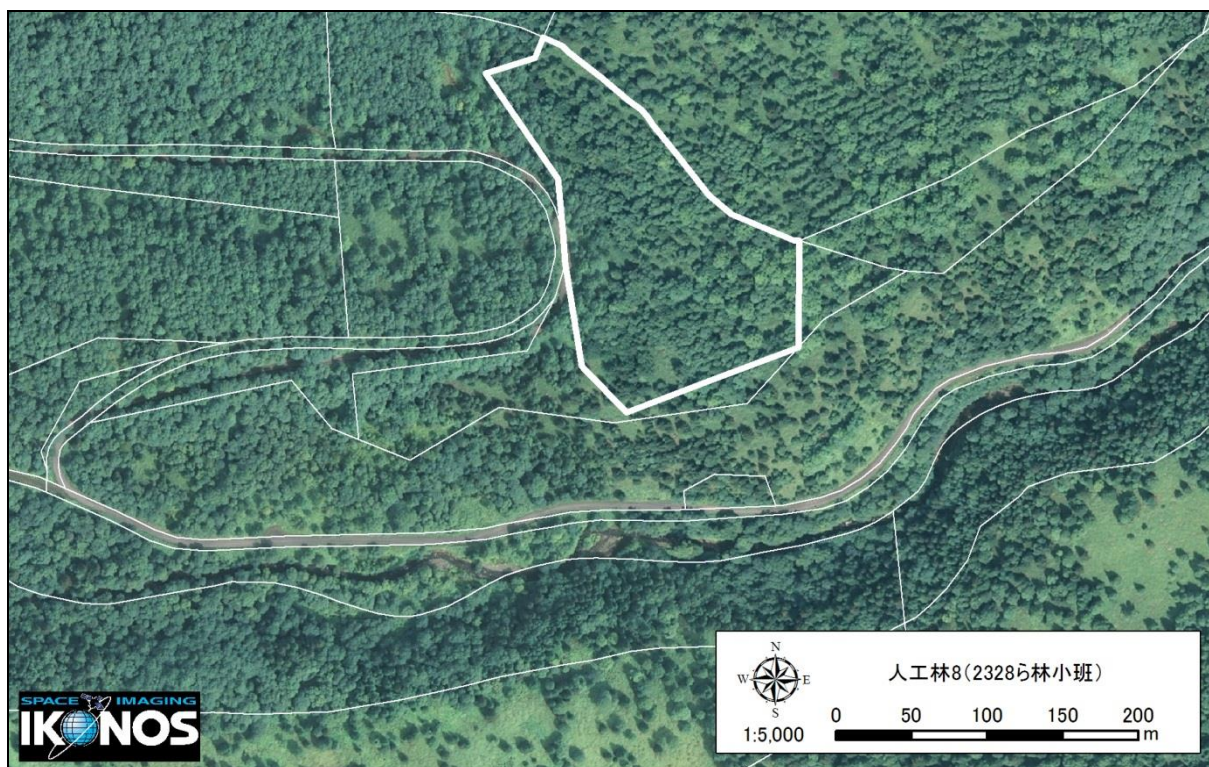
■位置図



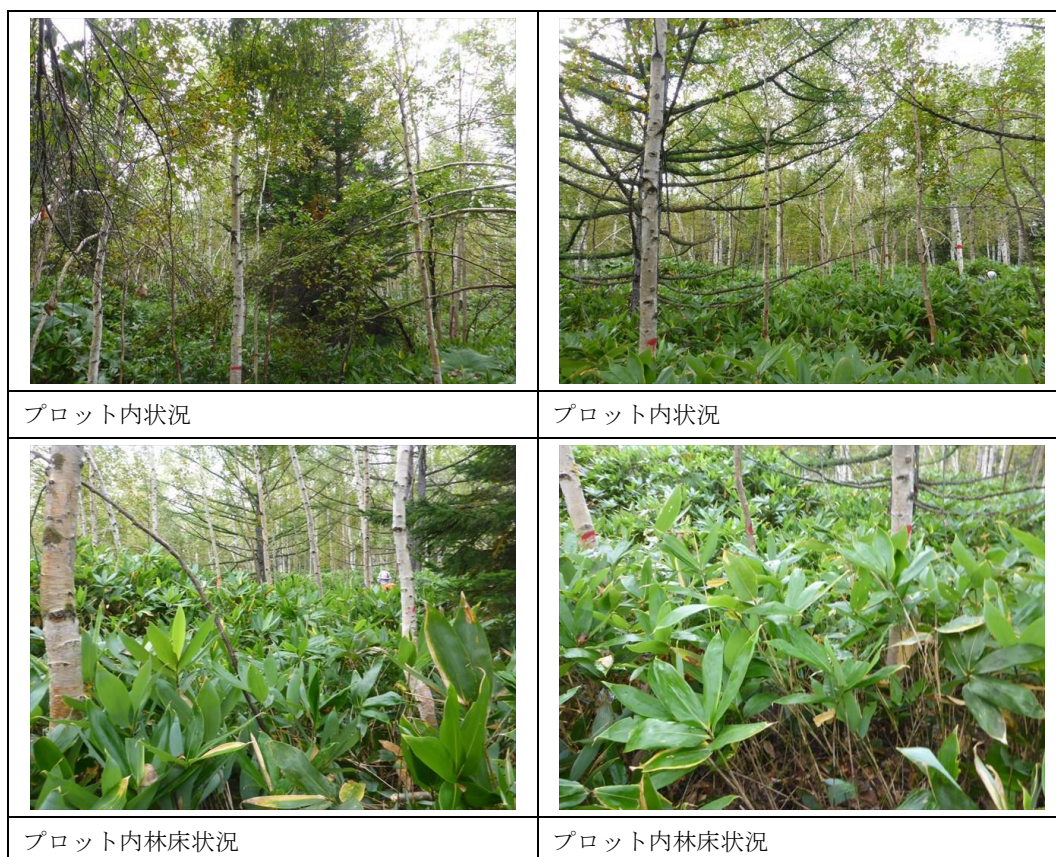
■経路図



■空中写真（2012 年撮影）



■現況写真（2014 年 9 月 18 日撮影）



天然林 No.1

■調査地概要

- ・林小班： 2320 林班こ小班
- ・緯度 / 経度： N 43° 39' 6.32" / E 143° 2' 2.02"
- ・面積： 0.1ha (25m×40m)
- ・標高： 870m
- ・斜面傾斜： 5°
- ・斜面方位： SE
- ・土壌型： B_D 型
- ・主な林床植生： クマイザサ

■施業履歴

1954 年の風倒被害を受け、風倒木は搬出された。
1990 年当該小班では伐採が行われたが、調査地内に痕跡はみられない。

■林分現況

上層にはエゾマツ中径木を主体にトドマツ、シラカンバが混交する林分である。林分内には風倒被害木由来のマウンドが多くみられ、多くの立木がマウンド上で更新している。なお、幹部分は搬出されている。林分内は強く閉鎖されており、下層植生はスゲ類の他、一部のクマイザサは疎生である。

表 3-3-9 林分調査データ

樹種	1993.8					2014.6				
	本数 (本/ha)	胸高断面積 (m ² /ha)	材積 (m ³ /ha)	平均直径 (cm)	平均樹高 (m)	本数 (本/ha)	胸高断面積 (m ² /ha)	材積 (m ³ /ha)	平均直径 (cm)	平均樹高 (m)
トドマツ	180	5.6	58.6	15.6	10.9	160	8.5	95.3	20.9	13.8
エゾマツ	760	22.5	192.8	17.4	12.0	490	33.0	336.7	27.1	17.4
針葉樹計	940	28.2	251.3	17.1	11.8	650	41.5	432.1	25.6	16.5
シラカンバ	300	8.4	64.6	17.0	13.5	210	9.4	77.0	22.0	15.5
ドロノキ	10	0.0	0.2	7.9	8.6					
ヤナギ類	20	2.2	19.5	36.2	19.5					
広葉樹計	330	10.6	84.4	17.9	13.7	210	9.4	77.0	22.0	15.5
合計	1270	38.8	335.7	17.3	12.3	860	50.9	509.0	24.7	16.2

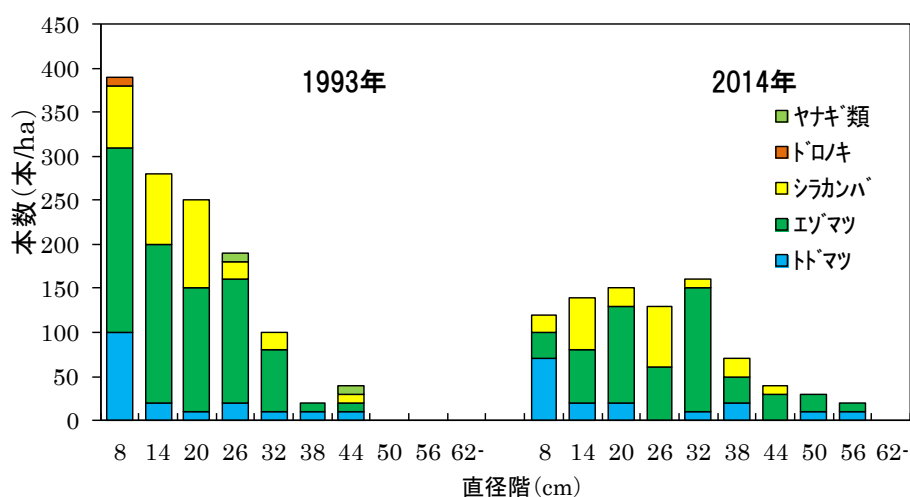
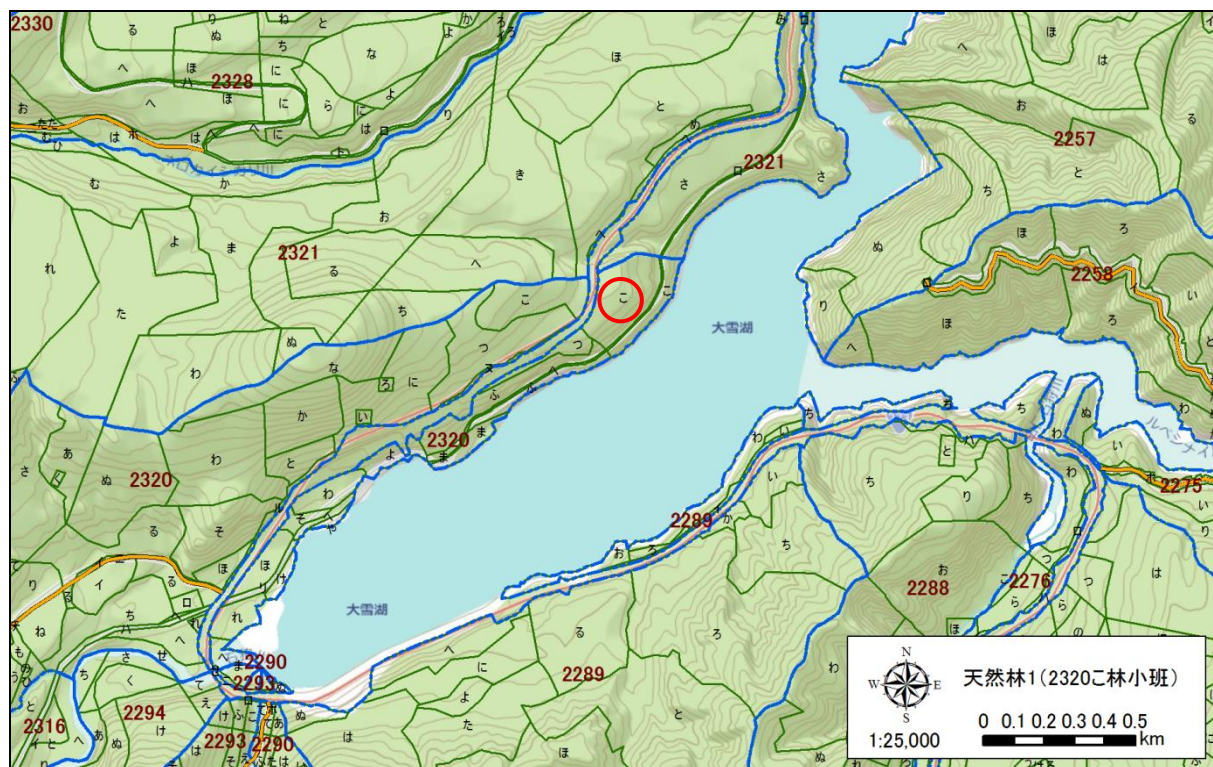
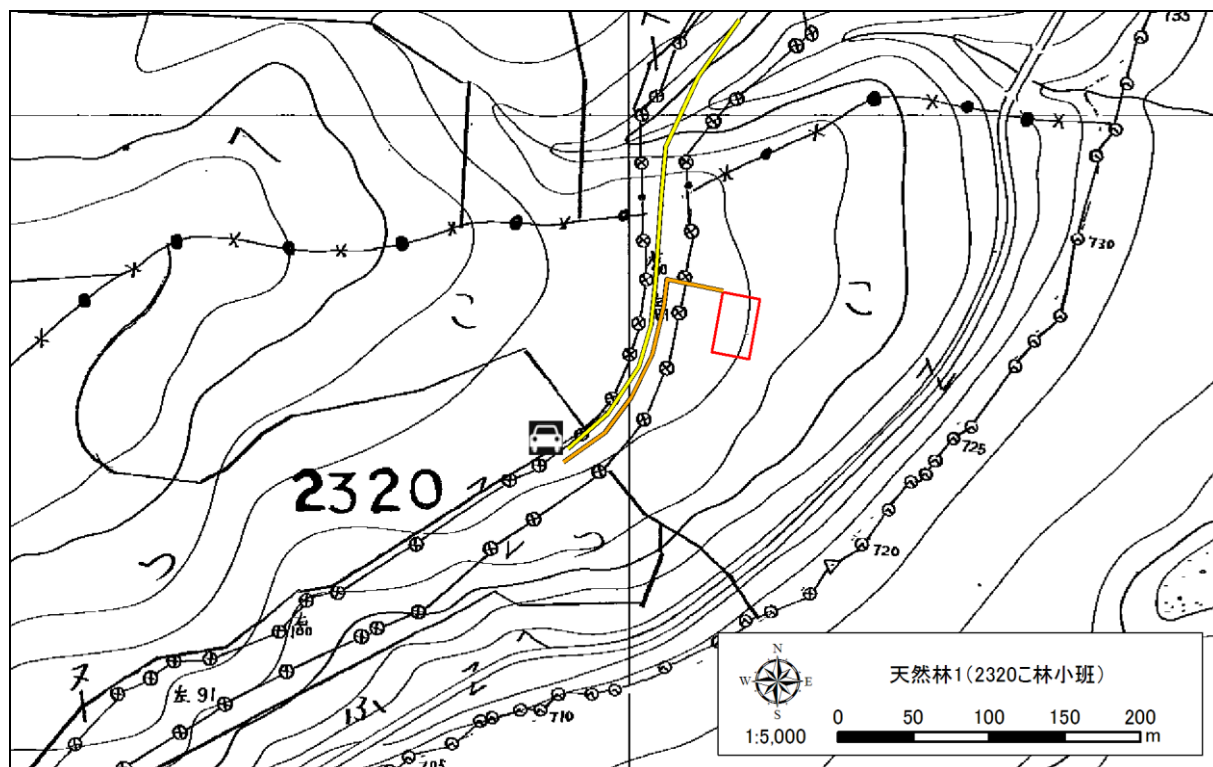


図 3-3-9 直径階別本数

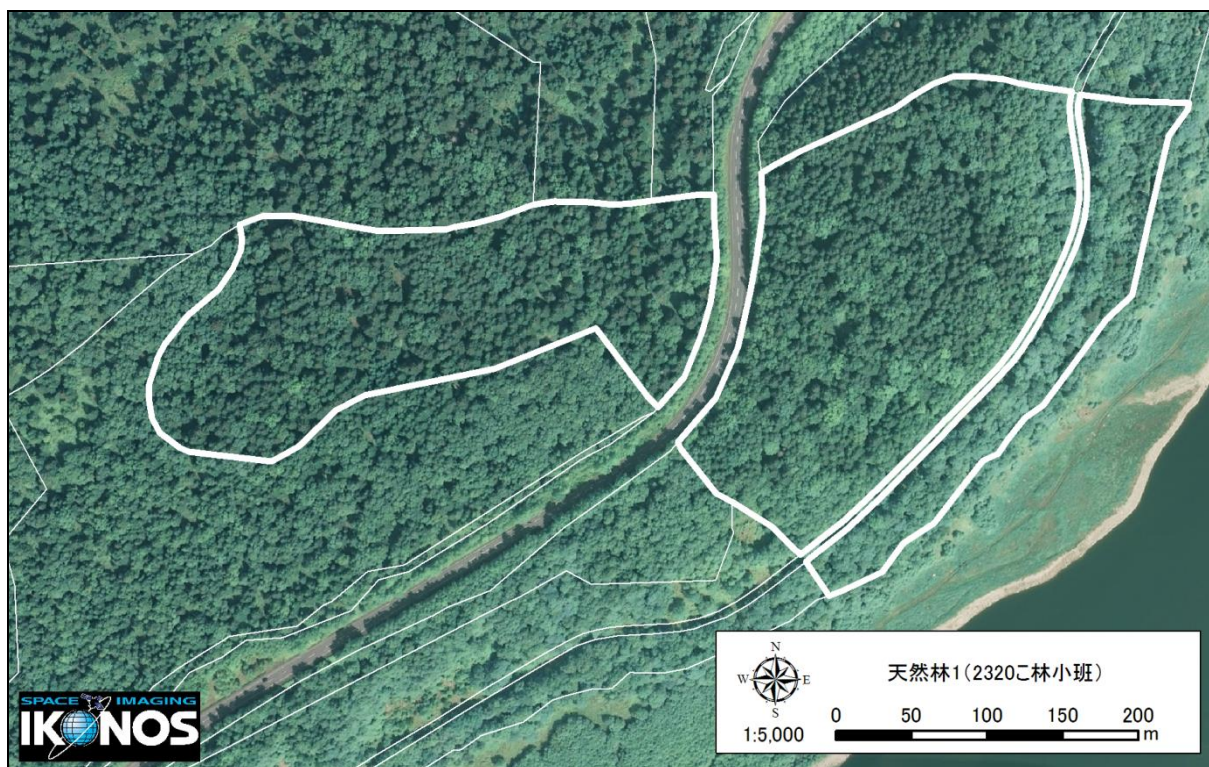
■位置図



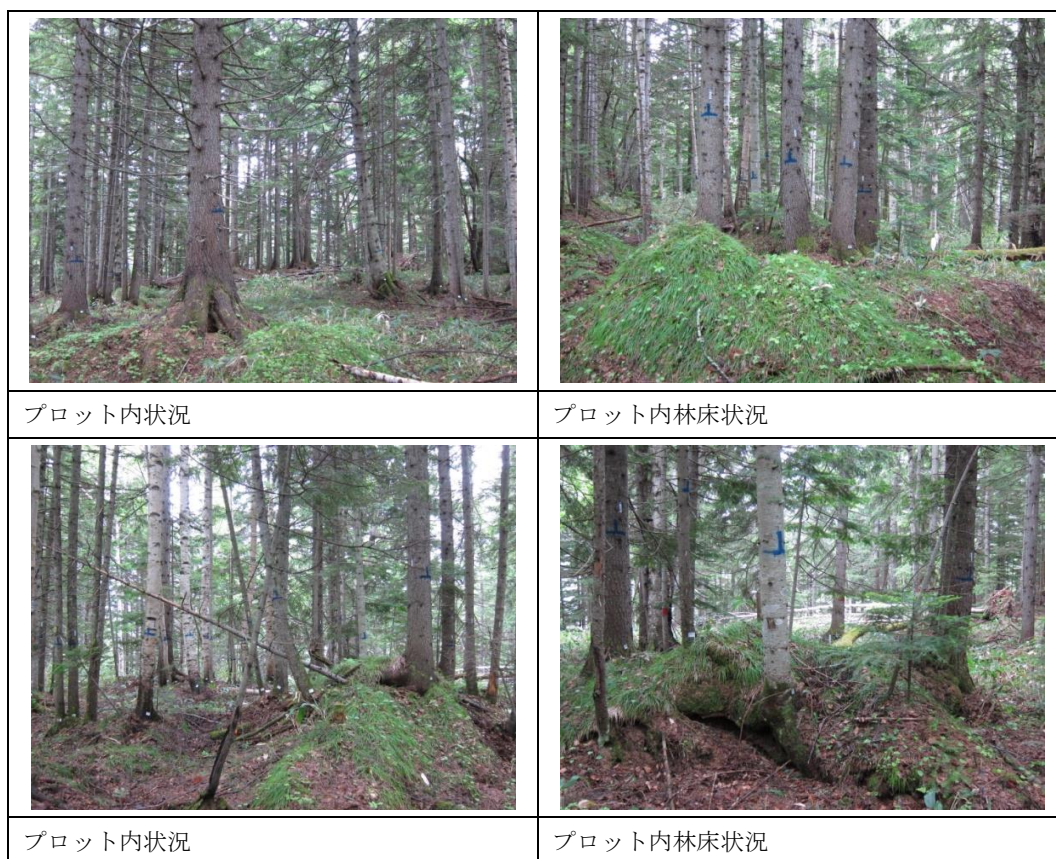
■経路図



■空中写真（2012 年撮影）



■現況写真（2014 年 6 月 11 日撮影）



天然林 No.2

■調査地概要

- ・林小班： 2259 林班り小班
- ・緯度 / 経度： N 43° 38' 53.48" / E 143° 05' 27.08"
- ・面積： 0.05ha (25×20m)
- ・標高： 840m
- ・斜面方位： SE
- ・斜面傾斜： 24°
- ・土壌型： B_D 型
- ・主な林床植生： シダ類

■施業履歴

調査地周辺は 1954 年の風倒被害により団地状に裸地化した林分とほとんど被害を受けなかった林分が混在しているが、調査地はほとんど被害を受けなかった場所に設定した。

1972～1974 年にかけて択伐を実施。

1990 年に択伐が実施されて以降、伐採は行われていない。

■林分現況

上層にはトドマツを主体にエゾマツ、広葉樹が混交した林分となっている。林床は樹冠が閉鎖傾向にあることから、林床植生は乏しく、部分的にシダ類が繁茂している程度である。

表 3-3-10 林分調査データ

樹種	1993.9					2014.9				
	本数 (本/ha)	胸高断面積 (m ² /ha)	材積 (m ³ /ha)	平均直径 (cm)	平均樹高 (m)	本数 (本/ha)	胸高断面積 (m ² /ha)	材積 (m ³ /ha)	平均直径 (cm)	平均樹高 (m)
トドマツ	1860	21.8	169.8	10.4	8.0	1300	38.3	354.4	17.2	12.7
エゾマツ	520	5.3	35.2	9.9	7.0	420	10.8	95.3	15.2	10.4
アカエゾマツ	140	1.3	7.1	10.0	7.3					
針葉樹計	2520	28.4	212.1	10.3	7.8	1720	49.0	449.7	16.7	12.1
ドロノキ	20	0.1	0.5	8.3	8.9					
ケヤマハンノキ	200	3.1	20.3	13.5	12.3	140	5.3	41.1	21.0	15.7
ヤナギ類	20	0.3	1.9	14.0	12.9	60	1.3	9.4	16.2	13.7
広葉樹計	240	3.5	22.7	13.1	12.0	200	6.6	50.5	19.6	15.1
合計	2760	31.9	234.8	10.5	8.2	1920	55.6	500.2	17.0	12.4

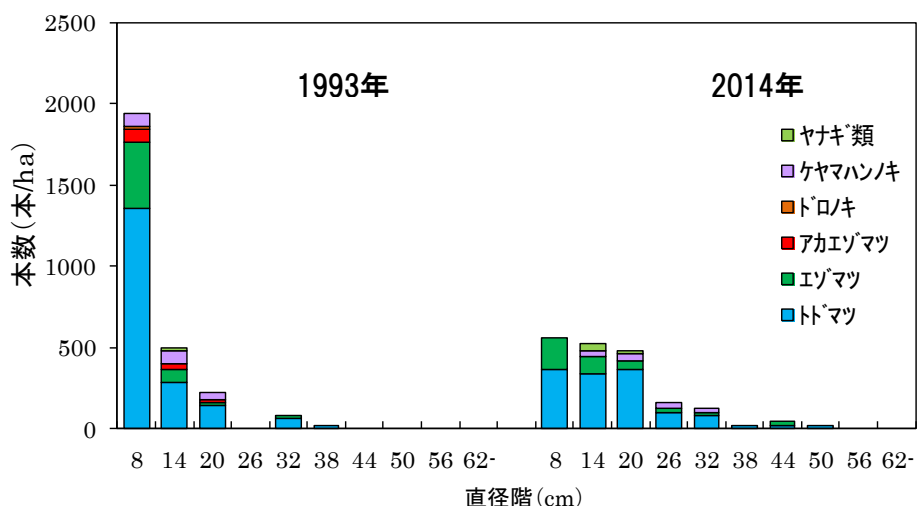
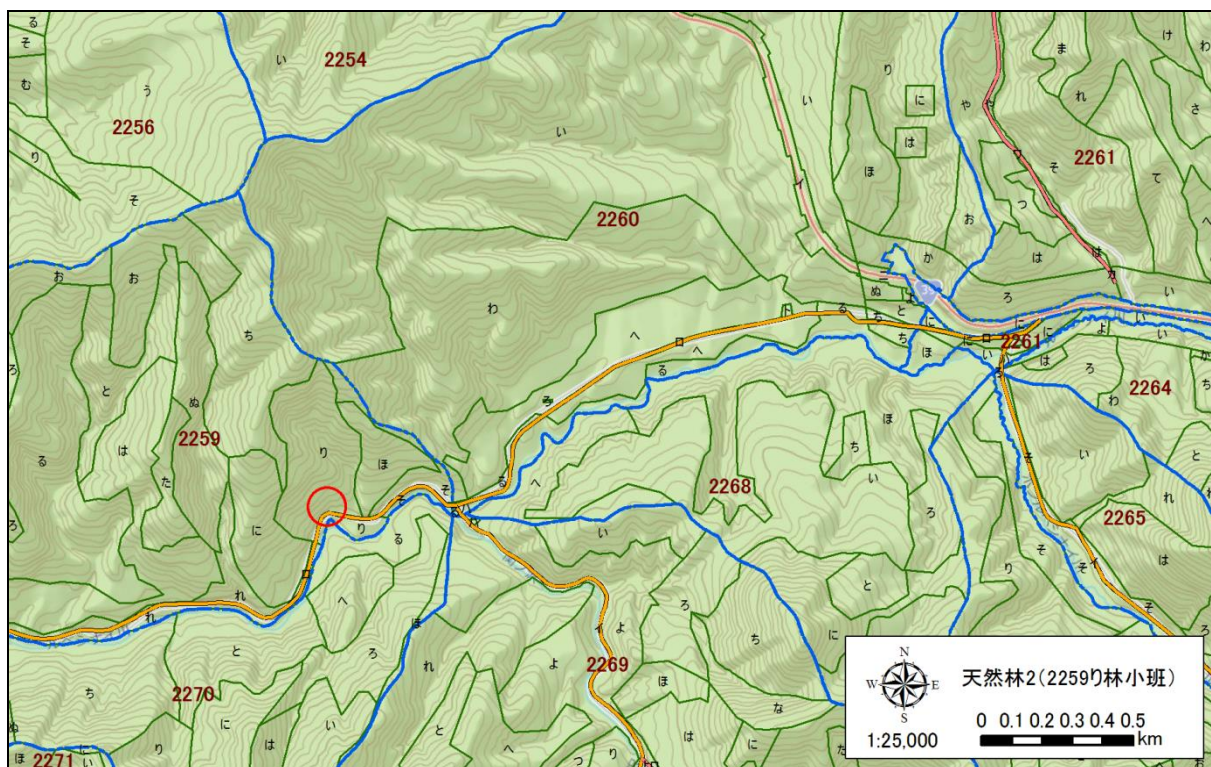
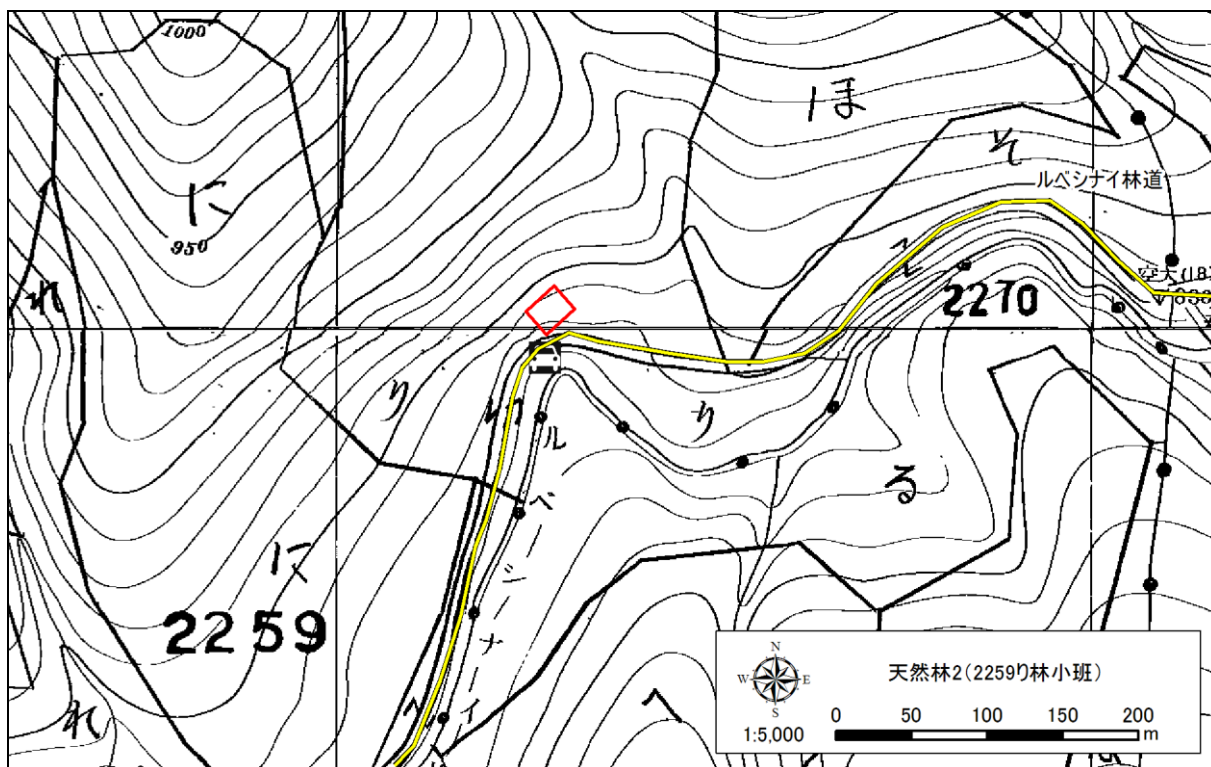


図 3-3-10 直径階別本数

■位置図



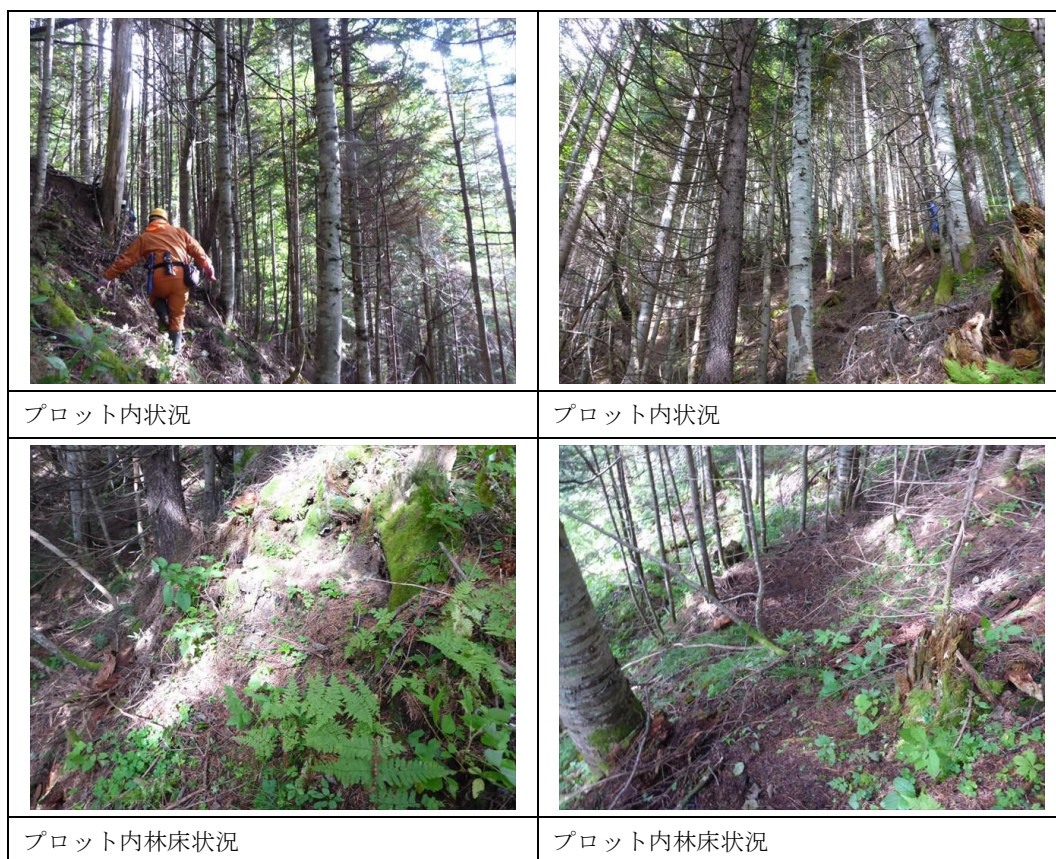
■経路図



■空中写真（2012 年撮影）



■現況写真（2014 年 9 月 19 日撮影）



天然林 No.3

■調査地概要

- ・林小班： 2320 林班た小班
- ・緯度 / 経度： N 43° 38' 23.78" / E 143° 00' 09.26"
- ・面積： 0.1ha (40×25m)
- ・標高： 870m
- ・斜面方位： S
- ・斜面傾斜： 14°
- ・土壌型： B_D 型
- ・主な林床植生： クマイザサ

■施業履歴

調査地周辺は 1954 年の風倒被害により団地状に裸地化した林分とほとんど被害を受けなかった林分が混在しているが、調査地はやや被害を受けた場所に設定した。

1991 年に択伐施業を実施。

1999 年に小班内で間伐が行われているが、調査地内に痕跡はみられない。

■林分現況

土場に隣接した疎林。伐倒搬出作業の影響を大きく受けている。林床は稈高 1.5～2.0m のクマイザサが密生しており、天然更新木は全くみられない。

表 3-3-11 林分調査データ

樹種	1993.9					2014.9				
	本数 (本/ha)	胸高断面積 (m ² /ha)	材積 (m ³ /ha)	平均直径 (cm)	平均樹高 (m)	本数 (本/ha)	胸高断面積 (m ² /ha)	材積 (m ³ /ha)	平均直径 (cm)	平均樹高 (m)
トマツ	240	4.2	34.1	13.1	10.1	260	9.1	88.4	18.6	13.4
エゾマツ	30	1.6	16.5	21.4	13.5	10	0.1	0.8	13.5	9.9
アカエゾマツ	30	0.1	0.4	7.0	5.0	40	0.3	1.5	9.6	7.0
針葉樹計	300	5.9	51.1	13.4	9.9	310	9.6	90.7	17.2	12.4
シラカンバ	90	3.0	24.3	18.1	13.8	60	2.4	19.5	21.2	15.5
ダケカンバ	70	2.4	18.7	19.4	14.7	40	2.4	20.0	26.9	17.6
広葉樹計	160	5.4	43.0	18.7	14.2	100	4.8	39.5	23.5	16.4
合計	460	11.3	94.1	15.2	11.4	410	14.4	130.2	18.8	13.4

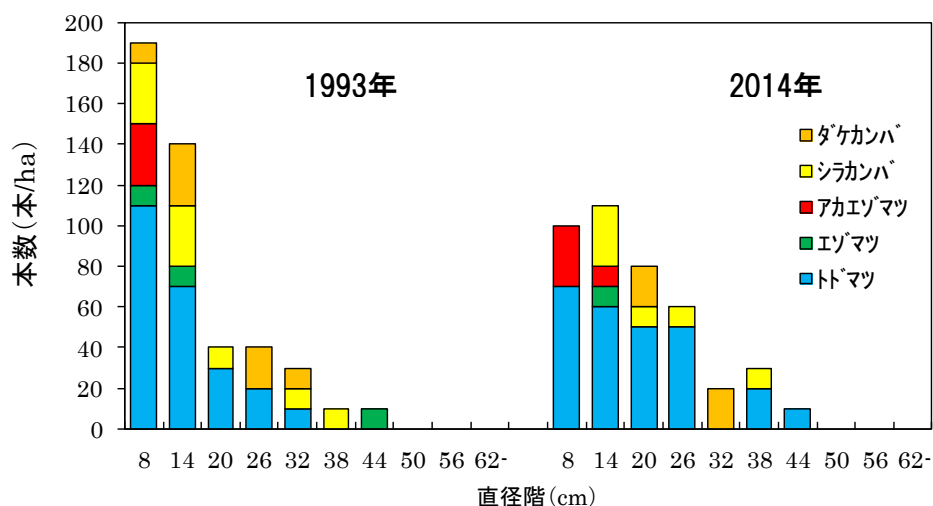
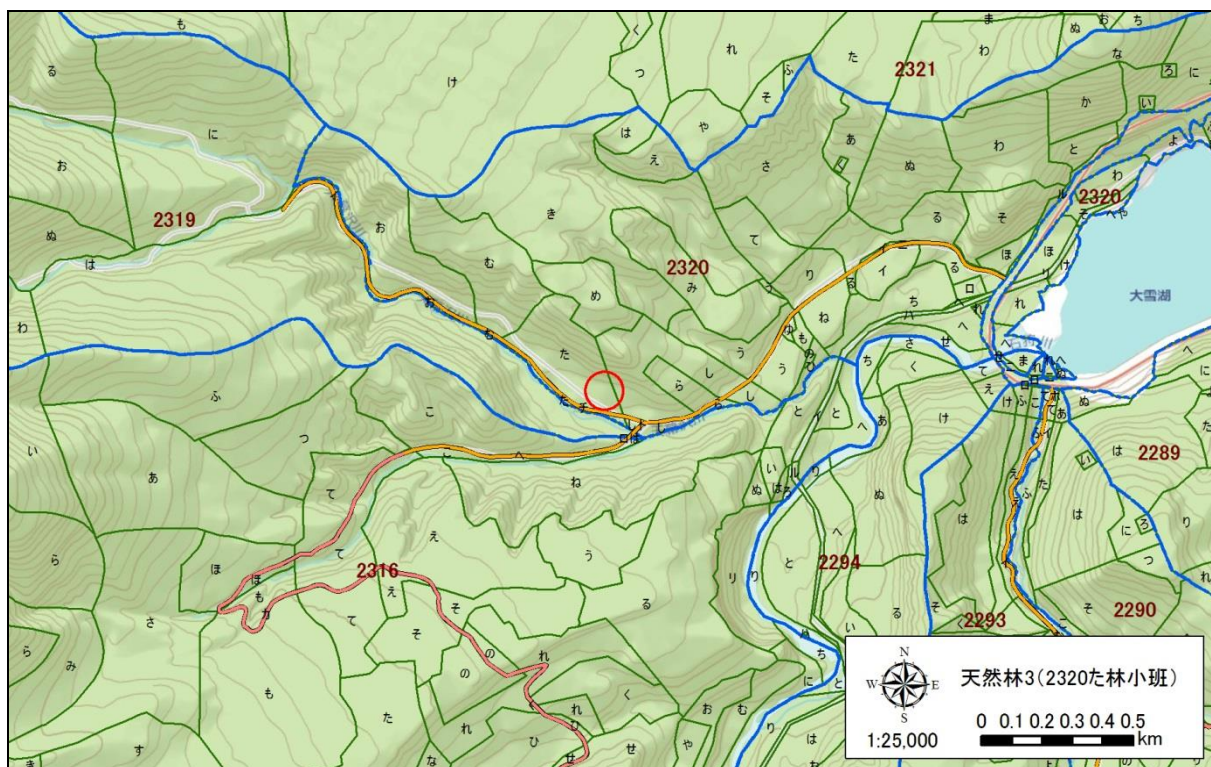
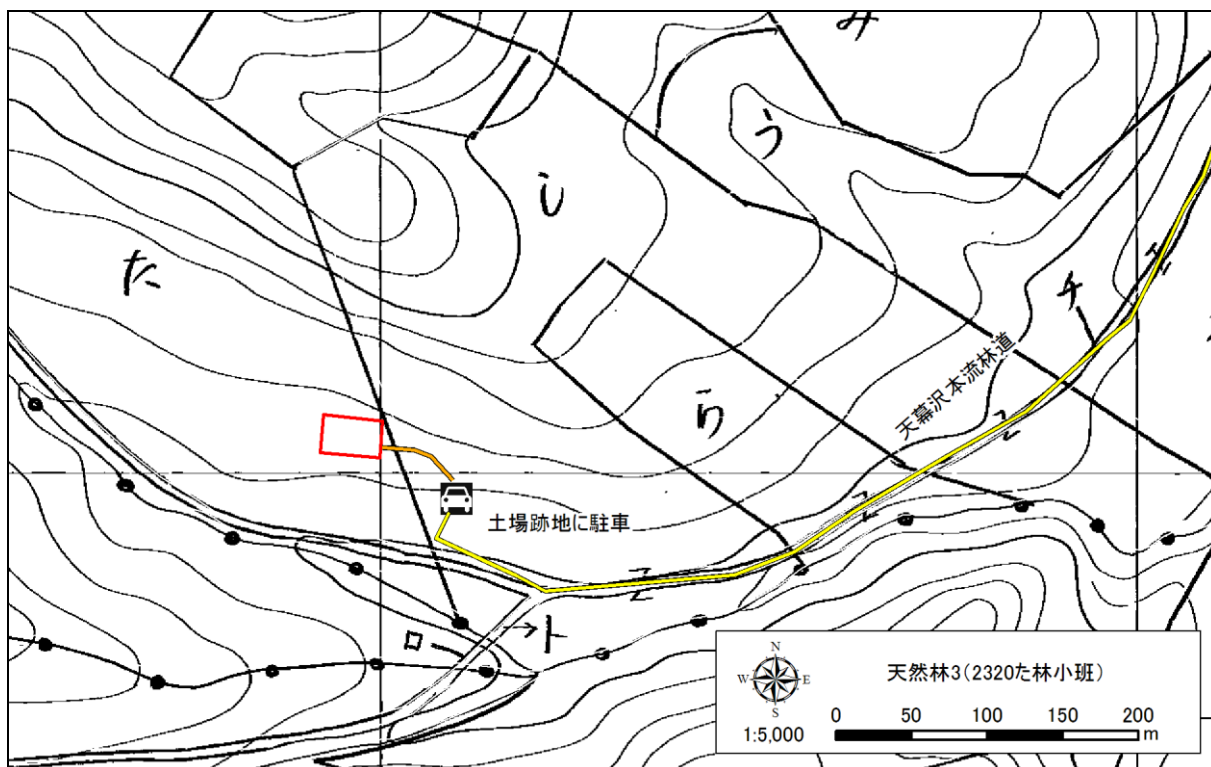


図 3-3-11 直径階別本数

■位置図



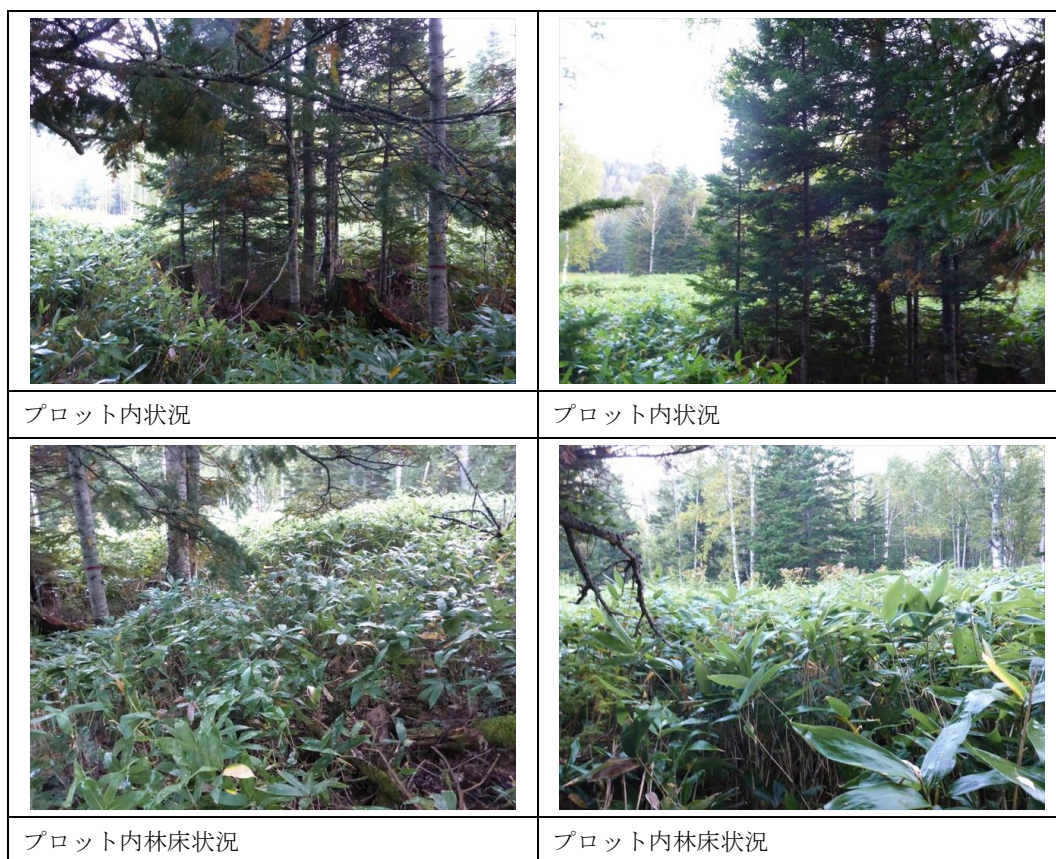
■経路図



■空中写真（2012 年撮影）



■現況写真（2014 年 9 月 16 日撮影）



択伐施業指標林

■調査地概要

- ・林小班： 2330 林班れ小班
- ・緯度 / 経度： N 43° 39' 47.50" / E 143° 00' 28.50"
- ・面積： 0.75ha
- ・標高： 930m
- ・斜面傾斜： 10°
- ・斜面方位： NE
- ・土壌型： B_D、B_E 型
- ・主な林床植生： クマイザサ、ゴンゲンスゲ

■施業履歴

1954 年の風倒被害はほとんど受けていない。

1974 年大雪施業指標林択伐区として設定(全体の面積は 4.24ha、本調査地はそのうち B 区)、同年林分調査等を実施の後、1975 年 8～9 月に材積率 46%の伐採を実施。

1976 年 10 月にトドマツ、エゾマツの交互混植を全面に実施。植栽本数はトドマツ 759 本、エゾマツ 800 本(0.75ha)。

1997 年 4～5 月に材積率 26%の伐採を実施。

■林分現況

上層にはエゾマツ大径木を主体にトドマツ、ダケカンバが混交する林分である。下層には植込んだトドマツ、エゾマツがみられるが、樹冠下を中心に消失しているものも多い。林床植生はクマイザサがほとんどを占め、密生している。プロット内を幹線集材路が通過している。

(参考文献)大雪施業指標林説明書、旭川営林支局計画課、1978.3

表 3-3-12 林分調査データ

樹種	1993.8					2014.6				
	本数 (本/ha)	胸高断面積 (m ² /ha)	材積 (m ³ /ha)	平均直径 (cm)	平均樹高 (m)	本数 (本/ha)	胸高断面積 (m ² /ha)	材積 (m ³ /ha)	平均直径 (cm)	平均樹高 (m)
トドマツ	211	6.2	60.2	16.1	11.6	307	9.4	96.5	15.7	11.1
エゾマツ	237	24.2	282.7	30.1	17.3	219	23.0	270.2	30.6	17.4
アカエゾマツ	3	0.2	2.6	30.0	18.0	3	0.3	3.3	34.9	20.5
針葉樹計	451	30.6	345.5	23.6	14.6	528	32.8	370.0	22.0	13.8
オガラハナ	8	0.1	0.6	10.6	10.1	5	0.1	0.9	13.9	11.4
ダケカンバ	109	2.1	16.0	12.4	10.6	73	1.8	14.2	14.8	12.0
ナナカマド	1	0.0	0.0	5.1	5.9					
ヤナギ類	1	0.0	0.0	6.8	7.6					
不明	1	0.0	0.0	7.3	8.0					
広葉樹計	121	2.2	16.6	12.1	10.5	79	1.9	15.1	14.7	12.0
合計	572	32.8	362.1	21.1	13.8	607	34.7	385.1	21.0	13.5

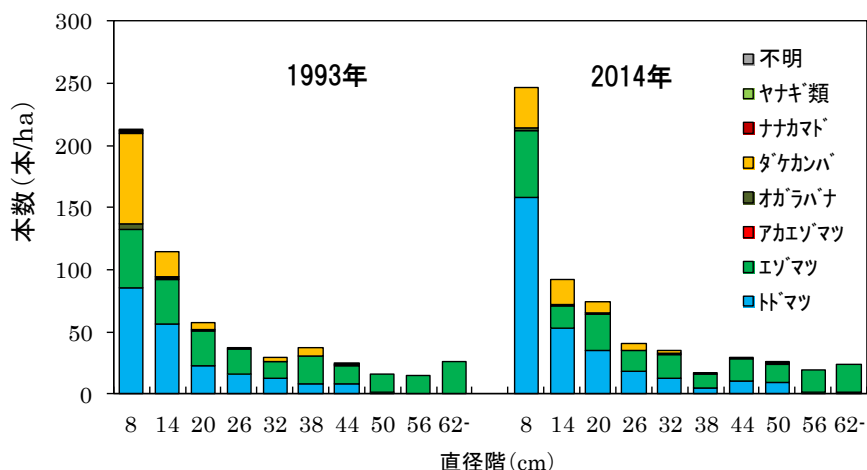
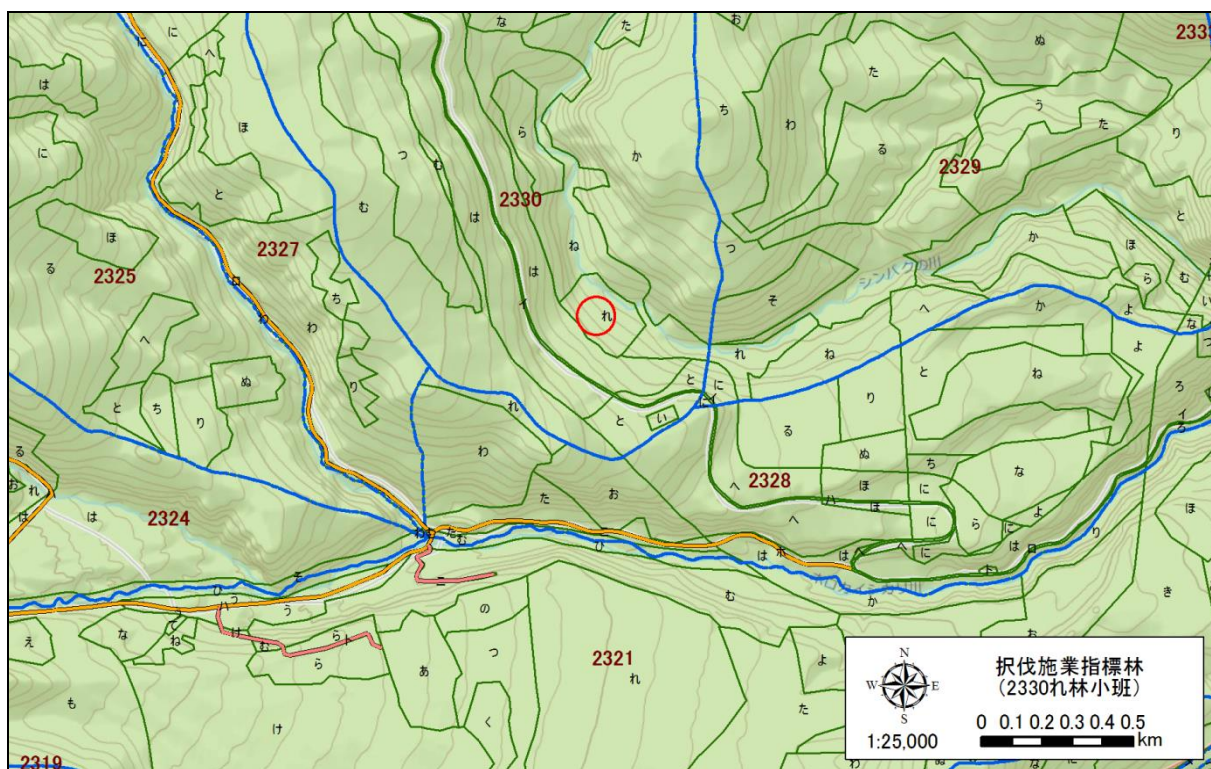
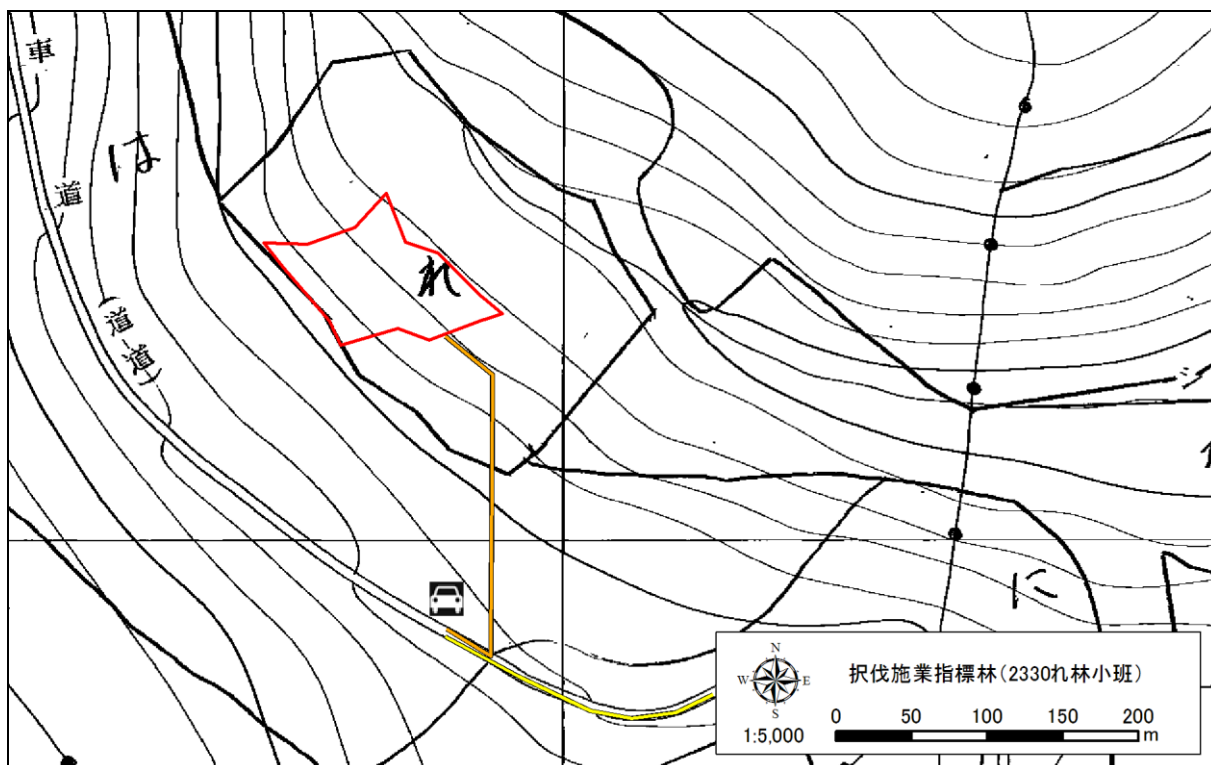


図 3-3-12 直径階別本数

■位置図



■経路図



■空中写真（2012 年撮影）



■現況写真（2014 年 6 月 11 日、7 月 1 日（下段右）撮影）

下車地点	指標林説明板（小班内）
プロット内状況	プロット内状況

漸伐施業指標林

■調査地概要

- ・林小班： 2240 林班は小班
- ・緯度 / 経度： N 43° 41' 56.71" / E 143° 08' 01.90"
- ・面積： 0.56ha
- ・標高： 1,180m
- ・斜面傾斜： 23°
- ・斜面方位： SW
- ・土壌型： B_D、P_{DIII} 型
- ・主な林床植生： クマイザサ、シダ類

■施業履歴

1954 年の風倒被害を若干受けている。

1974 年大雪施業指標林漸伐区として設定(全体の面積は 5ha、本調査地はそのうち B 区)、同年林分調査等を実施の後、1975 年 9～10 月に材積率 48%の伐採を実施。

1975 年の伐採以降、施業は行われていない。

■林分現況

上層にはトドマツ、エゾマツ、アカエゾマツ、ダケカンバ、下層にはオガラバナ、ハクサンシャクナゲが分布する。斜面はやや急傾斜で、プロット内には幹線集材路が入っており、その周辺での樹木枯損がやや目立つ。林床は樹冠がほぼ閉鎖しており、稈高が低いクマイザサやシダ類が分布している。

(参考文献)大雪施業指標林説明書。旭川営林支局計画課、1978.3

表 3-3-13 林分調査データ

樹種	1993.8					2014.9				
	本数 (本/ha)	胸高断面積 (m ² /ha)	材積 (m ³ /ha)	平均直径 (cm)	平均樹高 (m)	本数 (本/ha)	胸高断面積 (m ² /ha)	材積 (m ³ /ha)	平均直径 (cm)	平均樹高 (m)
トドマツ	804	13.4	114.5	12.3	9.3	734	19.0	178.2	15.3	11.3
エゾマツ	263	9.1	92.6	16.1	10.4	284	10.4	107.1	16.5	10.6
アカエゾマツ	171	6.2	62.3	16.7	10.9	120	6.3	66.6	21.3	13.5
針葉樹計	1238	28.7	269.5	13.7	9.8	1138	35.7	351.9	16.2	11.3
シラカンバ	7	0.1	0.8	14.2	12.9	11	0.2	1.5	13.9	11.8
オガラバナ	18	0.1	0.3	7.1	7.8	16	0.1	0.5	8.8	9.2
ダケカンバ	202	2.9	20.4	11.9	10.8	211	4.8	35.8	14.9	12.4
ナナカマド	21	0.4	3.0	15.4	13.2	27	0.8	5.7	17.5	13.8
ヤナギ類	9	0.2	1.2	15.2	13.1	7	0.2	1.5	17.4	13.8
ハクサンシャクナゲ	2	0.0	0.0	5.5	6.3	2	0.0	0.0	6.1	6.9
広葉樹計	259	3.7	25.8	12.0	10.9	273	6.0	45.0	14.7	12.3
合計	1496	32.5	295.2	13.4	10.0	1411	41.7	396.9	16.0	11.5

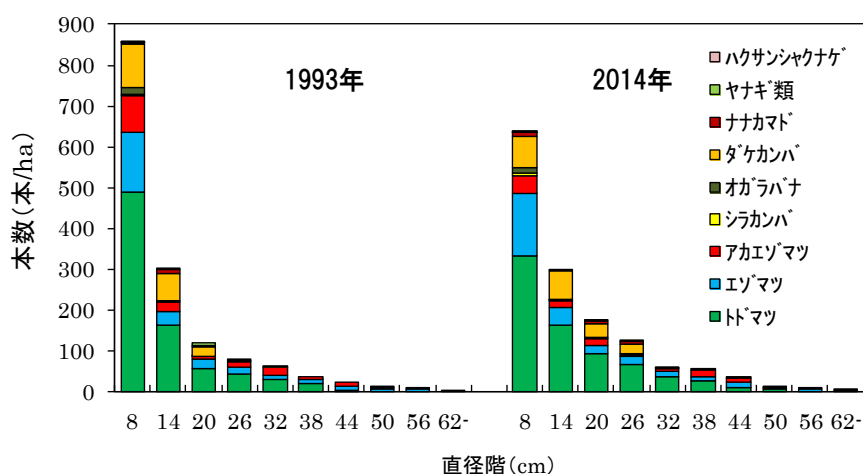
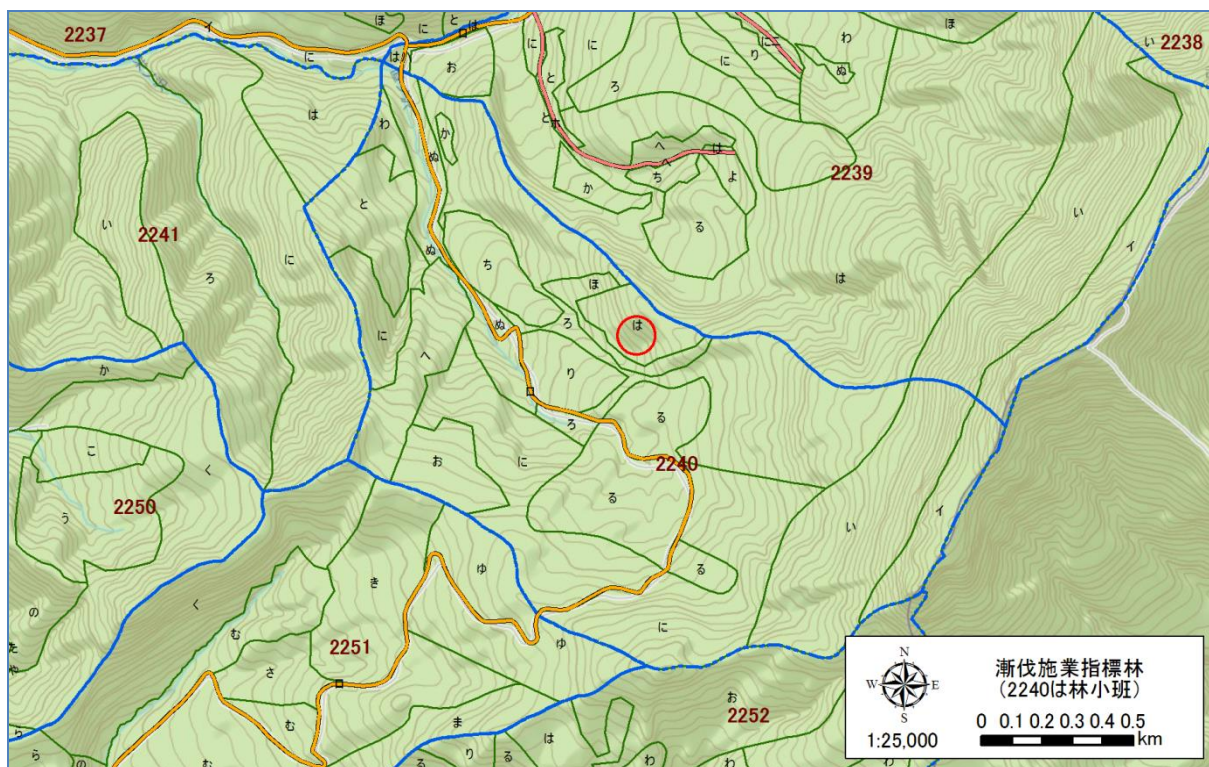
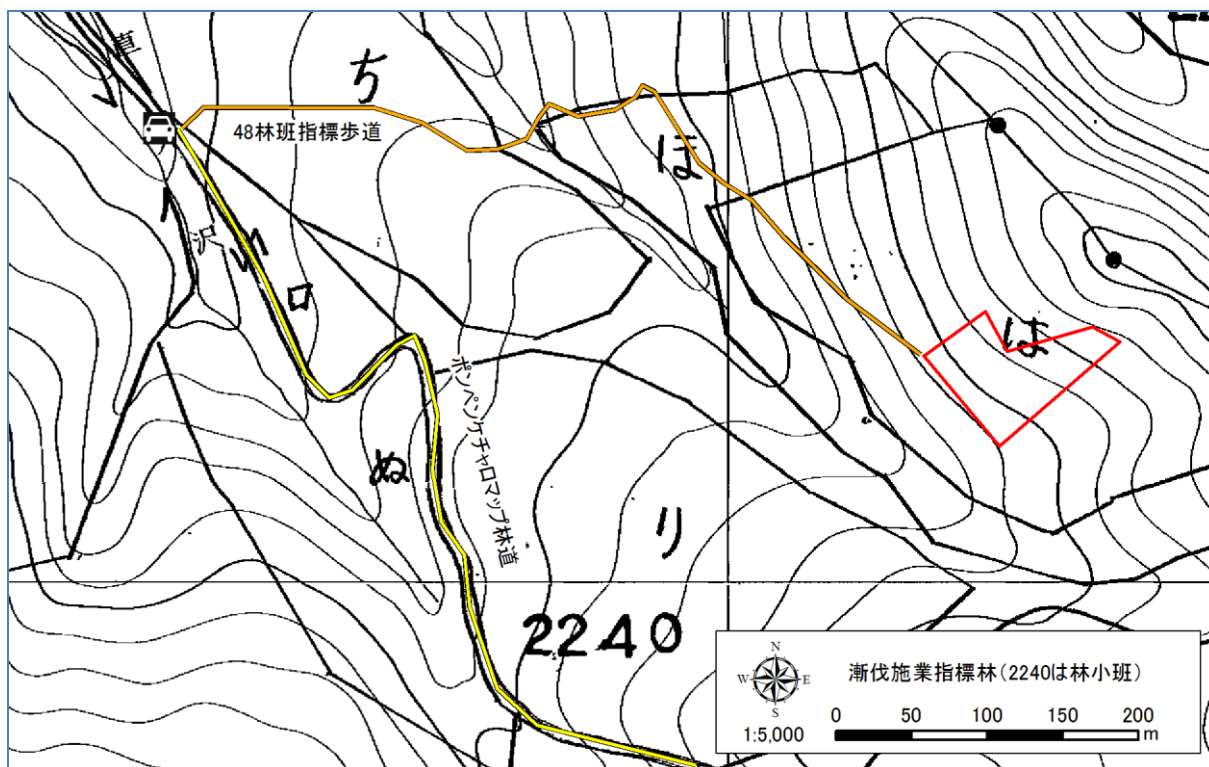


図 3-3-13 直径階別本数

■位置図



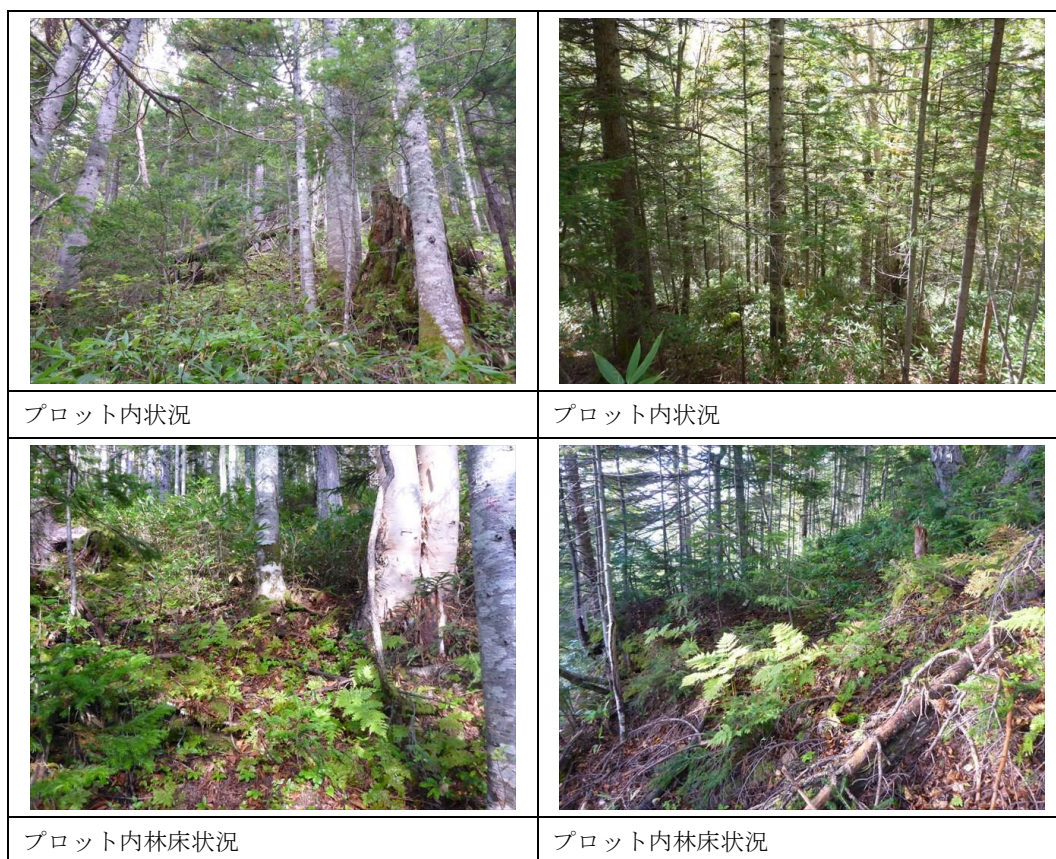
■経路図



■空中写真（2012 年撮影）



■現況写真（2014 年 9 月 17 日撮影）



3-4. 腐朽被害

表 3-4-1 調査地の概要（本文 表 2-4-1 の再掲）

調査地	林班・小班	土壌型 ^{c)}	標高 m	樹 種	調査 本数	胸高直径 cm			調査年月日
						平均	最小	最大	
原生保護林 [9] ^{a)}	2254 い	B _D ～ B _D (d)	990	トドマツ	30	20.3	5.1	54.7	2014 年 7 月 3 日
				エゾマツ	13	41.6	8.2	79.9	
				アカエゾマツ	8	29.1	7.7	59.5	
				計	51	27.1	5.1	79.9	
原生保護林 [4-1]	2254 い	B _D ～P _{DII}	940	トドマツ	12	18.6	6.2	44.2	" 8 月 27 日
				エゾマツ	10	38.7	13.1	74.3	
				アカエゾマツ	17	32.2	6.3	63.0	
				計	39	29.6	6.2	74.3	
ホロカイシカリ 天然再生林	2328 は	B _D	870	トドマツ	20	15.6	7.2	35.1	" 7 月 2 日
				エゾマツ	13	16.8	6.0	53.8	
				アカエゾマツ	2	24.5	13.0	35.9	
				計	35	16.5	6.0	53.8	
ヤンベタツプ 天然再生林	2316 わ	B _D	880	トドマツ	24	21.0	5.2	54.6	" 6 月 26 日
				エゾマツ	7	23.9	7.3	48.8	
				アカエゾマツ	0	-	-	-	
				計	31	21.7	5.2	54.6	
施業指標林 ^{b)}	2330 れ	B _D ～B _E	930	トドマツ	19	19.9	5.5	44.1	" 7 月 2 日
				エゾマツ	15	35.4	11.1	64.3	
				アカエゾマツ	1	7.6	7.6	7.6	
				計	35	26.0	5.5	64.3	
択伐天然林 ^{b)}	2320 こ	B _D	870	トドマツ	3	31.4	16.5	49.7	" 8 月 26 日
				エゾマツ	26	27.4	10.5	47.1	
				アカエゾマツ	1	53.7	53.7	53.7	
				計	30	28.7	10.5	53.7	
トドマツ人工林	2265 い	B _D	890	トドマツ	31	13.9	6.8	34.6	" 8 月 28 日
アカエゾマツ人工林	2260 へ	B _D	860	アカエゾマツ	30	16.5	8.5	27.0	" 8 月 27 日
グイマツ人工林	2276 よ	B _D	820	グイマツ	30	21.5	8.9	29.4	" 6 月 26 日
				人工林 計	91				
総 計					312				

注：調査地の a) は「森林植生」、b) は「森林施業」の調査地と一部重複あるいは近傍に位置する。

c) の土壌型は、林野庁・旭川営林局（1971）、塩崎正雄・久保哲茂・原田洸（1977）の文献・図表から推定

表 3-4-2 調査地の緯度・経度 (Google マップ (<https://www.google.co.jp/maps/>) より取得)

調査地	林班・小班	緯度(北緯)		経度(東経)	
原生保護林 [9]	2254 い	43° 39′ 50.4″	(N43.663991)	143° 6′ 8.8″	(E143.102458)
原生保護林 [4-1]	2254 い	43° 40′ 8.9″	(N43.669142)	143° 6′ 15.3″	(E143.104257)
ホロカイシカリ 天然再生林	2328 は	43° 39′ 23.8″	(N43.656599)	143° 0′ 59.3″	(E143.01647)
ヤンベタツプ 天然再生林	2316 わ	43° 37′ 35.3″	(N43.626486)	142° 59′ 57.7″	(E142.999372)
施業指標林	2330 れ	43° 39′ 47.2″	(N43.663099)	143° 0′ 32.7″	(E143.009078)
択伐天然林	2320 こ	43° 39′ 5.2″	(N43.651441)	143° 2′ 1.7″	(E143.033813)
トドマツ人工林	2265 い	43° 39′ 6″	(N43.651655)	143° 7′ 8.9″	(E143.119152)
アカエゾマツ人工林	2260 へ	43° 39′ 14.5″	(N43.65403)	143° 6′ 31.9″	(E143.108874)
グイマツ人工林	2276 よ	43° 38′ 25.7″	(N43.640465)	143° 3′ 1.3″	(E143.050369)

表 3-4-3 調査地別・樹種別の腐朽木本数と胸高直径階別の腐朽木本数

調査地	樹種	調査 本数	腐朽木本数				胸高直径階別本数								
			心 材 腐 朽	辺 材 腐 朽	両 方	腐 朽 な し	心材腐朽			辺材腐朽			全本数		
							0~20cm	20~40cm	40cm~	0~20cm	20~40cm	40cm~	0~20cm	20~40cm	40cm~
原生保護林[9]	トドマツ	30	15	3	3	15	5	7	3	0	3	0	15	12	3
	エゾマツ	13	3	2	1	9	0	0	3	0	0	2	2	3	8
	アカエゾマツ	8	2	0	0	6	0	0	2	0	0	0	3	3	2
	計	51	20	5	4	30	5	7	8	0	3	2	20	18	13
原生保護林[4-1]	トドマツ	12	4	3	0	5	1	2	1	3	0	0	8	3	1
	エゾマツ	10	4	0	0	6	0	2	2	0	0	0	1	5	4
	アカエゾマツ	17	5	0	0	12	3	1	1	0	0	0	8	2	7
	計	39	13	3	0	23	4	5	4	3	0	0	17	10	12
ホロカイシカリ 天然再生林	トドマツ	20	4	3	1	14	3	1	0	3	0	0	15	5	0
	エゾマツ	13	0	1	0	12	0	0	0	1	0	0	11	1	1
	アカエゾマツ	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0
	計	35	4	4	1	28	3	1	0	4	0	0	27	7	1
ヤンベタツプ 天然再生林	トドマツ	24	9	2	1	14	3	3	2	1	1	0	13	7	3
	エゾマツ	7	1	2	1	5	1	0	0	2	0	0	4	1	2
	アカエゾマツ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	計	31	10	4	2	19	4	3	2	3	1	0	17	8	5
施業指標林	トドマツ	19	2	1	0	16	1	1	0	0	1	0	11	7	1
	エゾマツ	15	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	3	6	6
	アカエゾマツ	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	計	35	2	1	0	32	1	1	0	0	1	0	15	13	7
2320 林班 択伐天然林	トドマツ	3	1	0	0	2	1	0	0	0	0	0	1	1	1
	エゾマツ	26	1	1	0	24	1	0	0	0	0	1	7	16	3
	アカエゾマツ	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
	計	30	2	2	0	26	2	0	0	0	0	2	8	17	5

調査地	樹種	調査 本数	腐朽木本数				胸高直径階別本数								
			心 材 腐 朽	辺 材 腐 朽	両 方	腐 朽 な し	心材腐朽			辺材腐朽			全本数		
							0~10cm	10~20cm	20cm~	0~10cm	10~20cm	20cm~	0~10cm	10~20cm	20cm~
トドマツ人工林	トドマツ	31	4	0	0	27	1	2	1	0	0	0	10	14	7
アカエゾマツ人工林	アカエゾマツ	30	2	0	0	28	0	2	0	0	0	0	4	17	9
グイマツ人工林	グイマツ	30	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	2	7	21

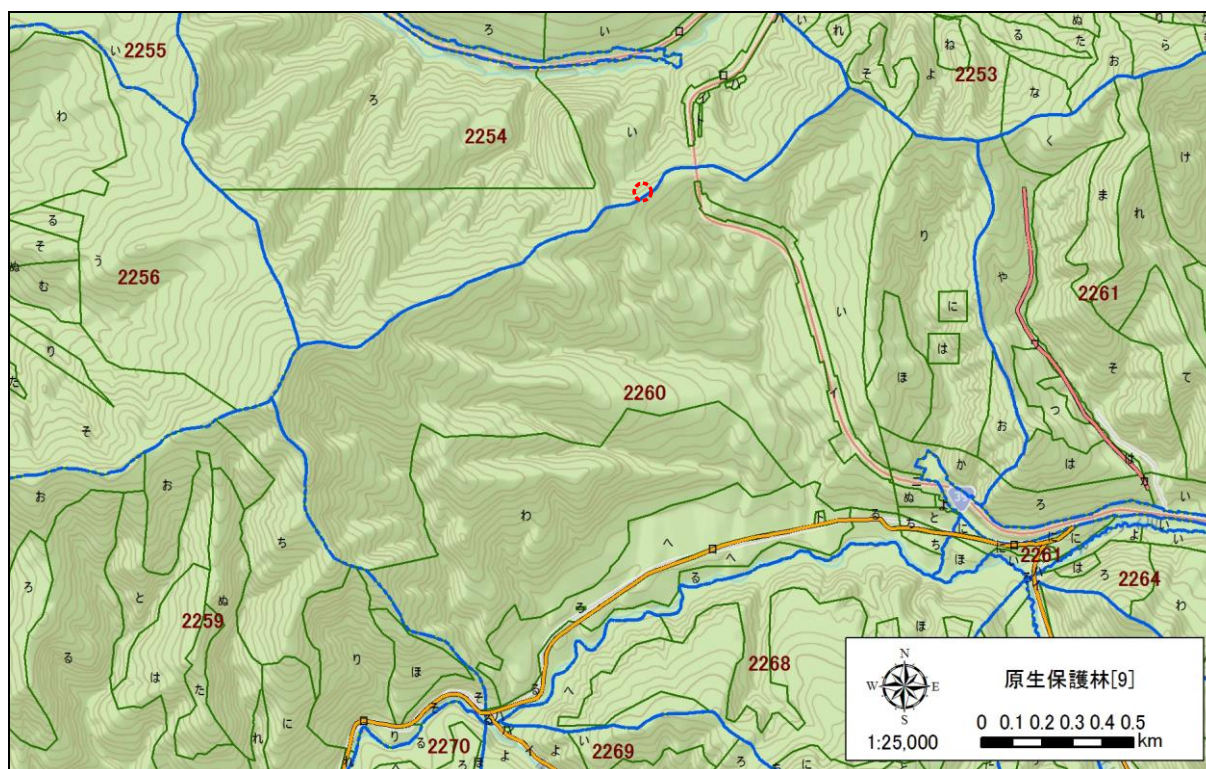


図 3-4-1 調査地【原生保護林[9]】

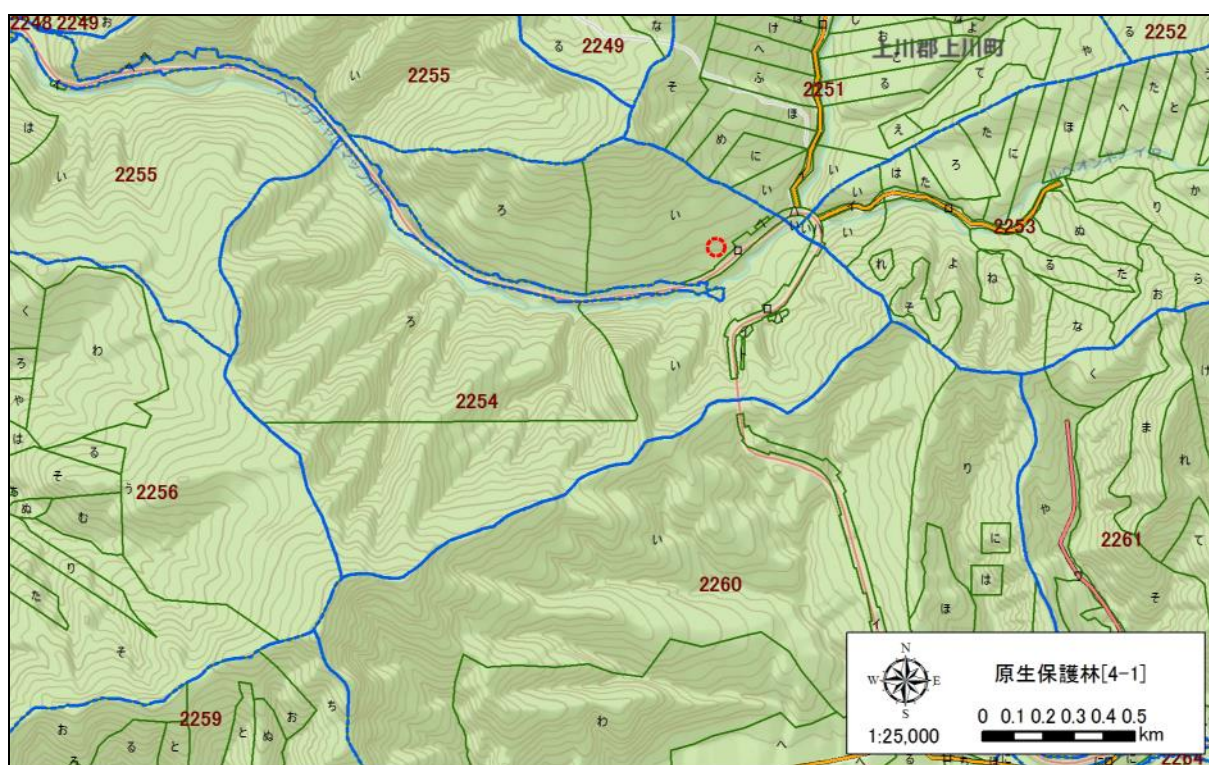


図 3-4-2 調査地【原生保護林[4-1]】

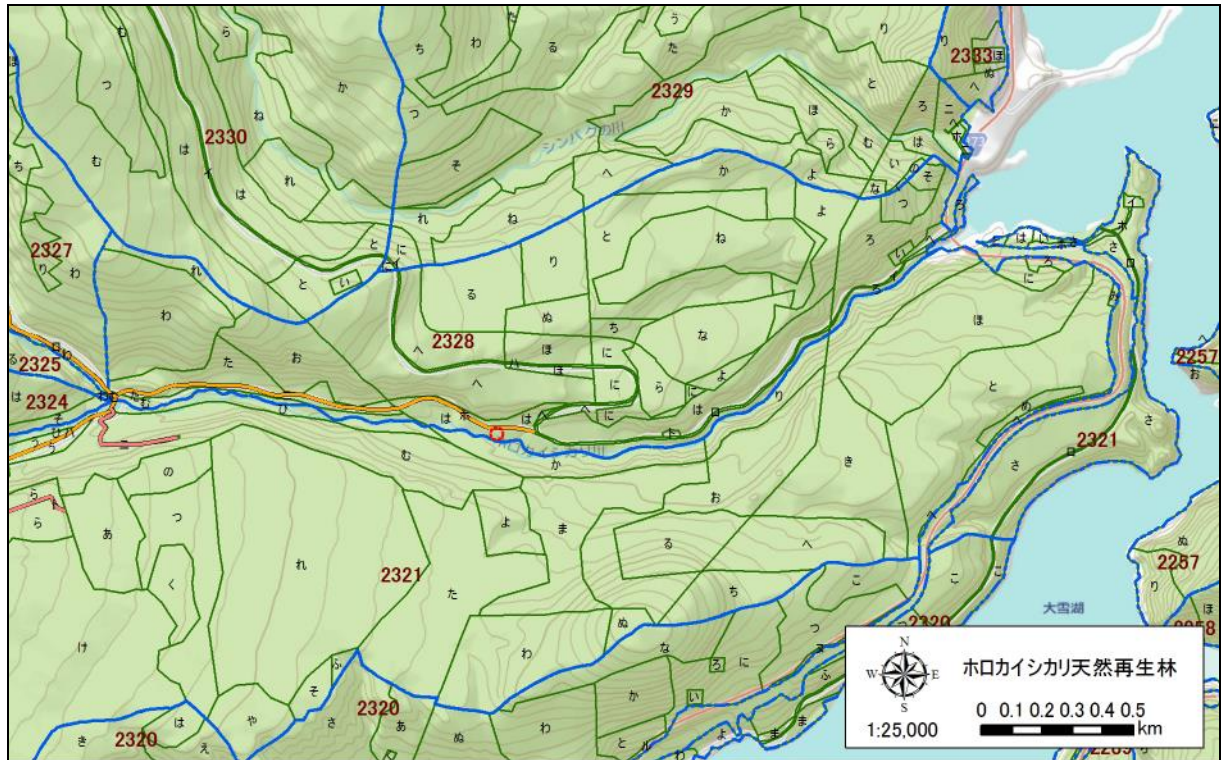


図 3-4-3 調査地【ホロカイシカリ天然再生林】

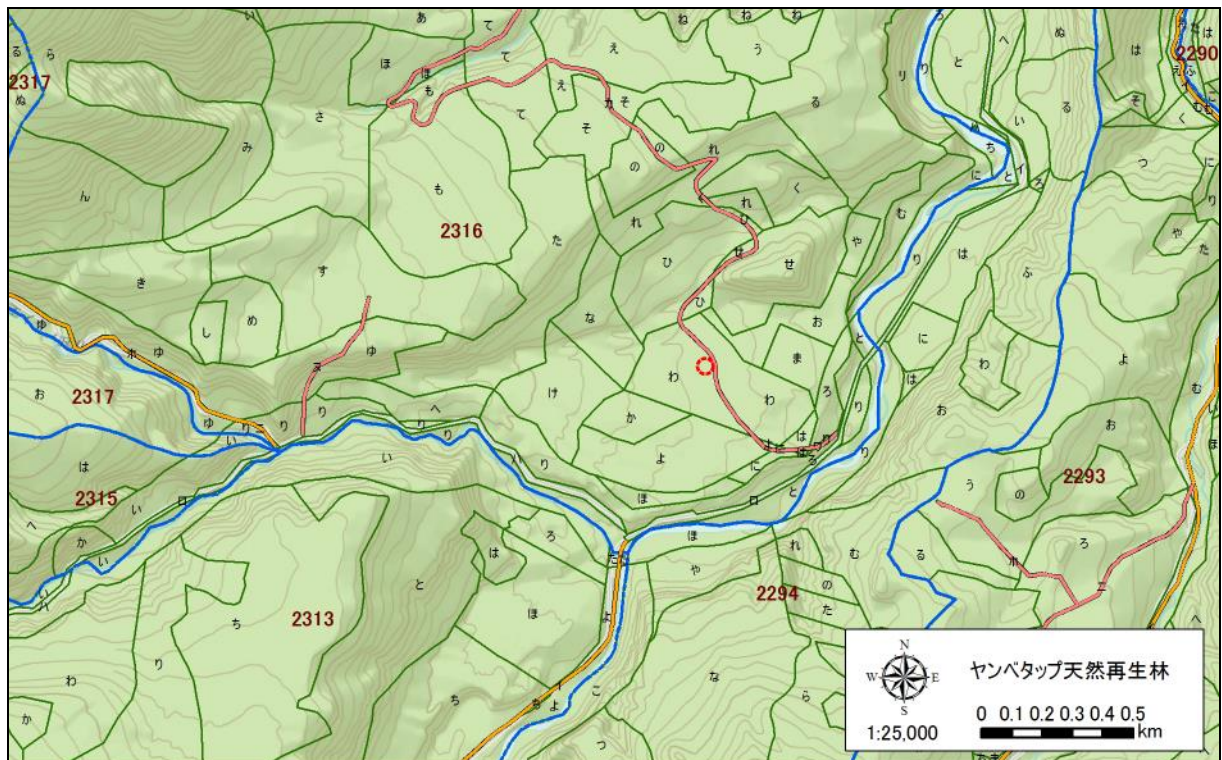


図 3-4-4 調査地【ヤンベタップ天然再生林】

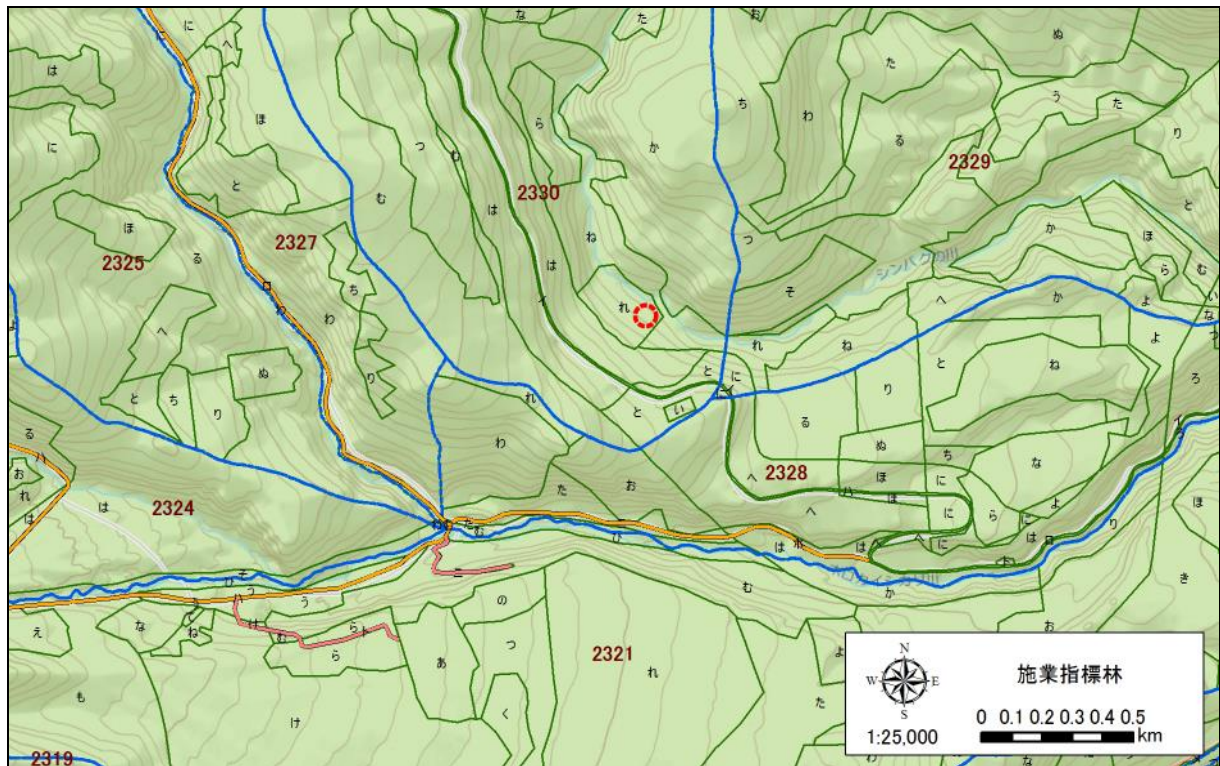


図 3-4-5 調査地【施業指標林林】

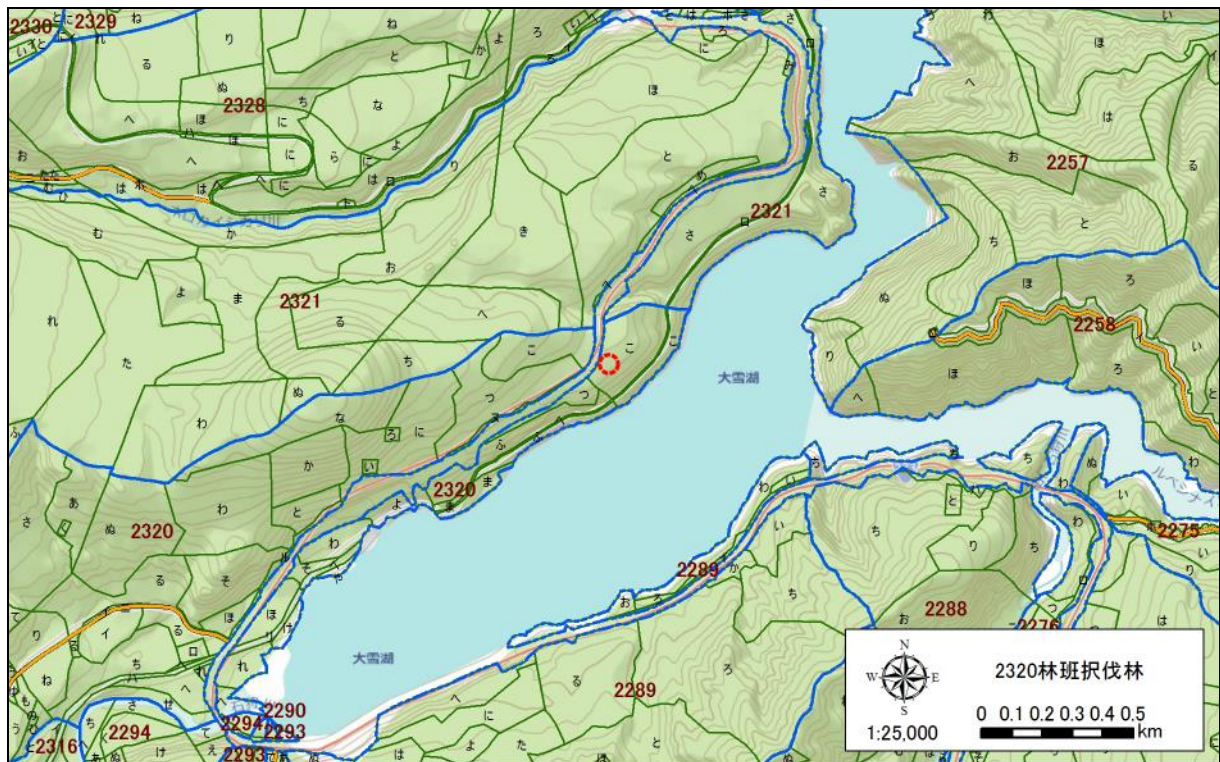


図 3-4-6 調査地【2320 林班択伐林】

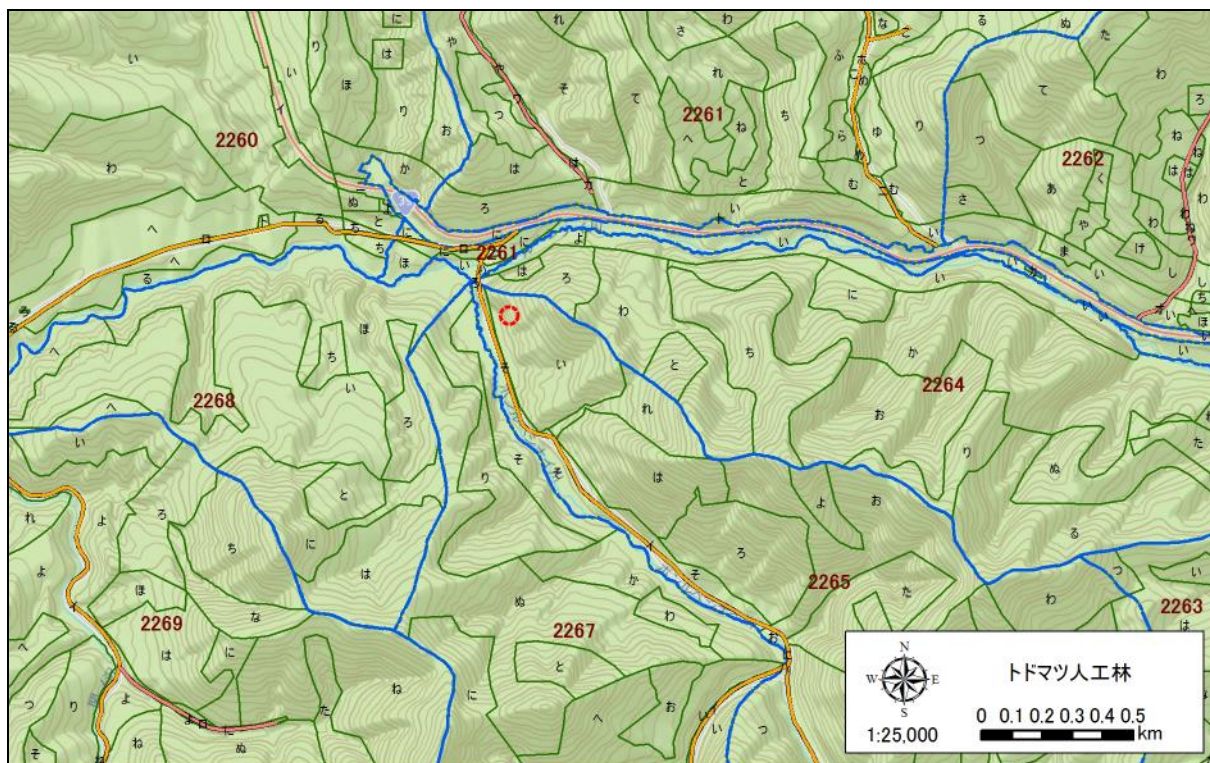


図 3-4-7 調査地【トドマツ人工林】

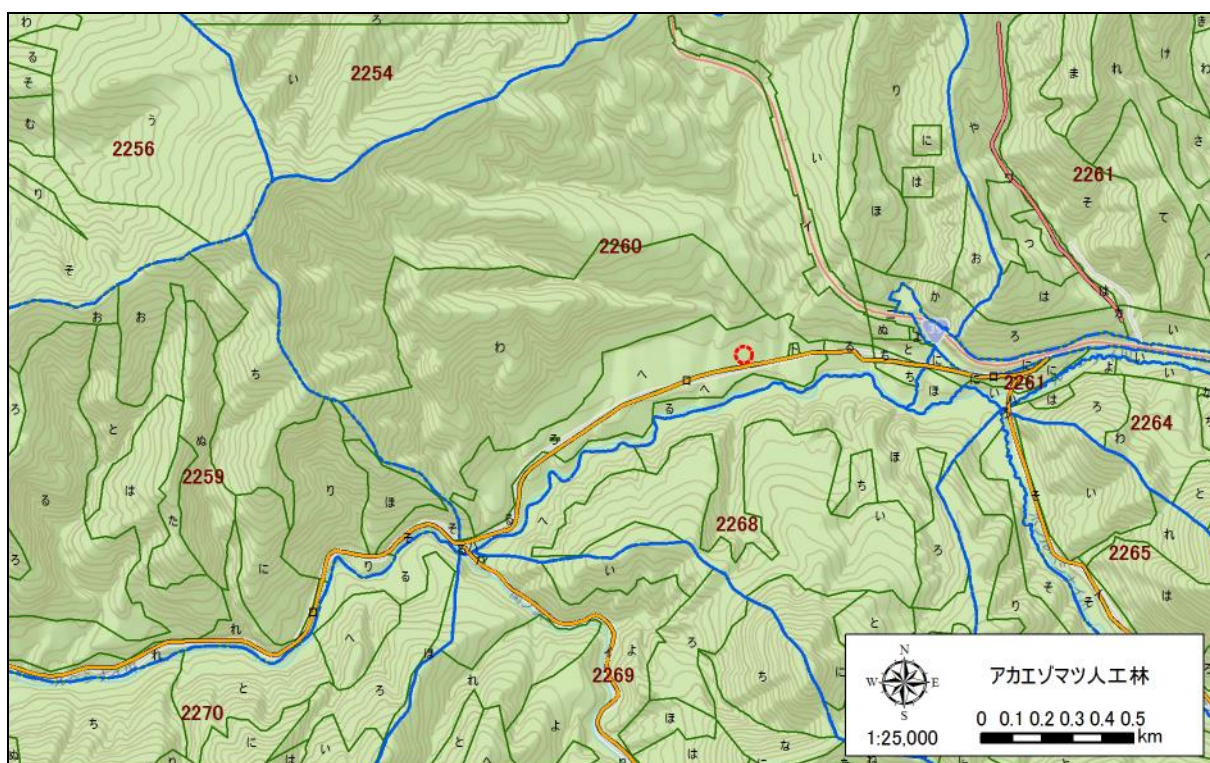


図 3-4-8 調査地【アカエゾマツ人工林】

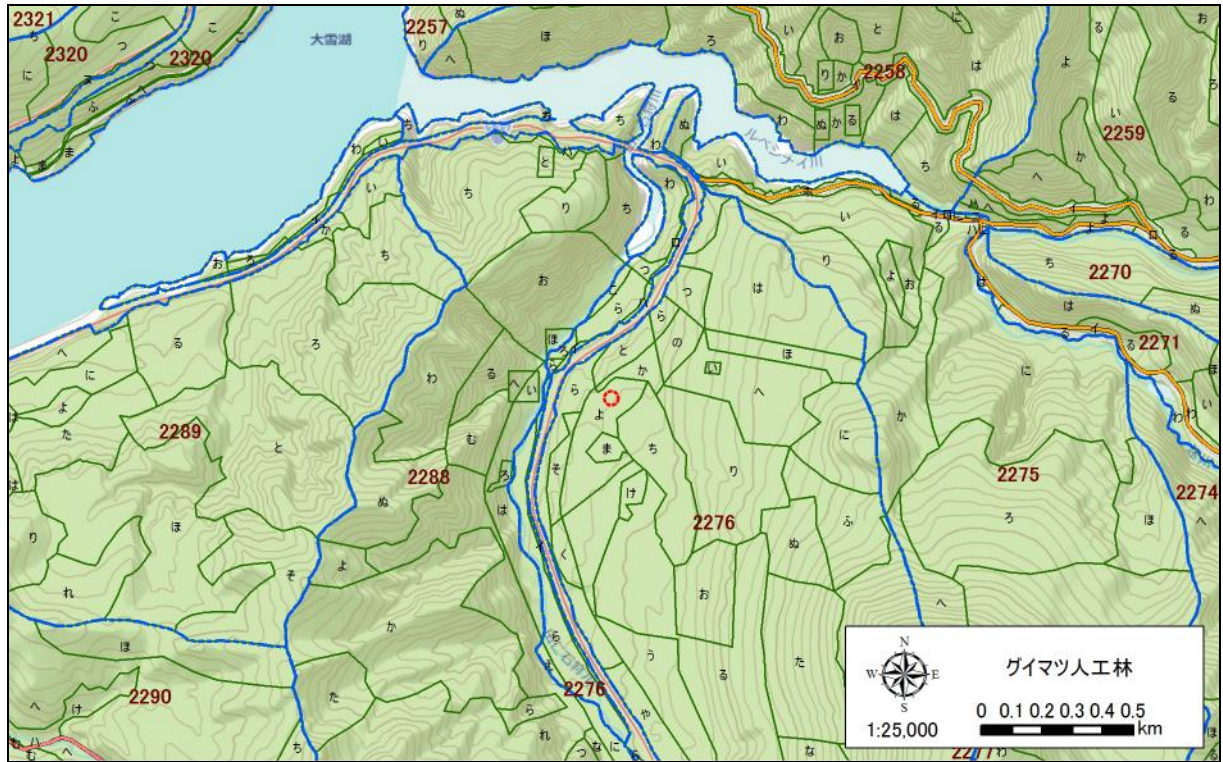


図 3-4-9 調査地【グイマツ人工林】

石狩川源流森林総合調査（第４次）
報 告 書

平成 27 年 3 月 13 日 発行

編 集 株式会社 森林環境リアライズ
北海道札幌市中央区北 1 条西 21 丁目 3-35
発 行 北 海 道 森 林 管 理 局
北海道札幌市中央区宮の森 3 条 7 丁目 70 番