



ISSN 0913-2430

道総研

光珠内季報

- ・ 岩盤地すべりで発生した裸地斜面におけるカラマツ
植栽木の初期成長-ケヤマハンノキとの比較-

ミヤママタタビ (雄株)

蓮井 聡 1

- ・ カラマツヤツバキクイムシ被害の間伐による防除方法

サルナシ (雄株)

中川昌彦 6

ベニイタヤ

サルナシ (雌株)

地方独立行政法人

北海道立総合研究機構

森林研究本部 林業試験場

NO. 214

2025. 03

イタヤカエデ

岩盤地すべりで発生した裸地斜面におけるカラマツ植栽木の初期成長 ーケヤマハンノキとの比較ー

蓮井 聡

岩盤地すべりで発生した裸地斜面におけるカラマツ植栽木の初期成長は、荒廃地に育つとされるケヤマハンノキと比べても、生存率は有意に高く、樹高成長は同等でした。このため、カラマツは当地における森林再生に役立つ植栽樹種の一つであると考えられました。

カラマツヤツバキクイムシ被害の間伐による防除方法

中川昌彦

実施後に虫害を受けにくい間伐方法として、被圧木や衰弱木、傾斜木、折損木、病虫害木を伐採すること、列状間伐でなく定性間伐とすること、列状間伐や強度間伐は若齢林でのみ行うこと、食葉性害虫発生林分や過密林分では弱度の間伐とすることを提案します。

岩盤地すべりで発生した裸地斜面におけるカラマツ植栽木の初期成長 —ケヤマハンノキとの比較—

蓮井聡・阿部友幸

はじめに

2018年に発生した北海道胆振東部地震の被災地では、日高幌内川流域や厚真町高丘地区などの一部の地域の固結した地盤において「岩盤地すべり」が発生したとされています（地震による地すべり災害刊行委員会 2020）。岩盤地すべりで発生した裸地斜面は、母岩が部分的に裸出した荒廃地であるため植物の生育には劣悪な環境であり、そのまま放置していても自然回復が進まず、山腹上部からの土砂流出などの二次被害の発生や、長期的な景観の悪化が懸念されます。このため、植栽を行うなど積極的に森林再生に取り組む必要があると考えられます。

岩盤地すべりで発生した裸地斜面における植栽樹種の有力候補の一つとして、窒素固定を行う肥料木で荒廃地に育つ先駆樹種であり、これまで多くの治山事業で植栽されているケヤマハンノキ（斎藤・成田 1988）が考えられます。しかし、当該被災地のように被災面積が広範囲である場合には、苗木供給量が多い樹種の検討も必要です。

カラマツは、自生地ではない北海道においても、鉾物質土壌の裸出地や火山地域の大規模攪乱地で天然更新が数多く報告されている樹種であり（笹岡ら 1999）、苗木供給量が多い一般造林樹種であることから、広範囲な荒廃地での森林再生における植栽樹種候補として期待できます。しかしながら、当該裸地斜面のような荒廃地における成長についての既往研究は見当たりません。そこで、岩盤地すべりで発生した裸地斜面においてカラマツ植栽による森林再生を試みた一事例として、カラマツ植栽木の初期成長をケヤマハンノキと比較したので報告します。

方法

植栽試験地の概要

2019年11月、岩盤地すべりで発生した裸地斜面内に植栽試験地を設定しました。試験地の概要を表-1に、遠景を写真-1に示しました。最寄りのアメダス観測地点である胆振地方厚真では、植栽木の初期成長を調査した2019年12月1日から2022年9月30日までにおいて、月平均気温の最高値は2020年8月の21.6℃、最低値は2021年1月の-7.5℃であり、2020年から2022年の6月1日から9月30日までの夏季降水量の平均値は443.0mmでした。

表-1 植栽試験地の概要

地区	厚真町幌内
緯度	N42°45'39"
経度	E141°59'10"
地質	新第三紀砂岩泥岩互層
方向	南向き
傾斜	32°



写真-1 植栽試験地の遠景（2019年8月撮影）

植栽試験地の土壌硬度および透水性の評価

植栽試験地（岩盤地すべりで発生した裸地斜面）では、現地踏査の結果、植栽木の主な生育阻害要因として地表の硬さおよび透水性の低さが懸念されました。土壌硬度が高い（硬い）場合は、根の伸長に対する物理的抵抗が大きくなり林木生育が不良になります（北村・野田坂 1975；森本・増田 1975；寺田 1980；山寺 1990）。土壌の透水性が低い（水はけが悪い）場合は、地中に水が溜ることにより通気が抑制され酸素不足になるため、根が呼吸できなくなり根腐れが発生します（日本造園学会緑化環境工学研究委員会 2000）。土壌が酸素不足の場合、林木生育が不良になることは過湿土壌ではよく知られており（川名 1969）、苗木を用いた実験でも確かめられています（高樋ら 1956）。このため、当地の地表の土壌硬度および透水性について、植栽基盤としての評価を行うこととしました。評価のための調査は、2019 年 11 月、試験地中央付近の 3 地点×2 深度の計 6 箇所で行いました。2 深度は、植栽木の初期成長に早期に影響を及ぼすと考えられる植穴（深さ 30 cm）付近とし、深度 10～15 cm、20～25 cm としました。なお、深度 0～10 cm は乱れていたため調査対象外としました。土壌硬度は長谷川式土壌貫入計により S 値（cm drop⁻¹）を求めました。透水性は、100 cc 採土円筒により該当する深さの土を採取し、変位透水性測定器（DIK-4050）により飽和透水係数 Ks 値（m s⁻¹）を求めました。

植栽試験地の土壌硬度 S 値および飽和透水係数 Ks 値を表-2 に示しました。また、試験地の地表の様子を写真-2 に示しました。土壌硬度 S 値の評価は、6 箇所の平均値で行いました。飽和透水係数 Ks 値の評価は、土の採取が可能であった深度 10～15 cm の 3 箇所について個別に行いました。日本造園学会緑化環境工学研究委員会（2000）に従いこれらの値を評価しますと、土壌硬度 S 値の平均値 0.23 cm drop⁻¹ は「多くの根が侵入困難（S 値≤0.7）」に該当しました。飽和透水係数 Ks 値の ① 1.54×10^{-5} m s⁻¹ および ② 1.34×10^{-5} m s⁻¹ は「良（ $1.0\times10^{-5}<Ks\text{ 値}<1.0\times10^{-4}$ ）」に該当しました。また、③ 1.39×10^{-8} m s⁻¹ は「極不良（Ks 値< 1.0×10^{-6} ）」に該当しました。

このことから、当地の地表は、岩や礫が認められるため硬いものの、透水性は良好な箇所と不良な箇所が混在していると考えられました。

表-2 植栽試験地の土壌硬度 S 値および飽和透水係数 Ks 値

深度 (cm)	土壌硬度 S 値 (cm drop ⁻¹)				飽和透水係数 Ks 値 (m s ⁻¹)		
	①	②	③	平均値	①	②	③
10-15	0.56	0.19	0.31	0.23	1.54×10^{-5}	1.34×10^{-5}	1.39×10^{-8}
20-25	0.10	0.10	0.10		-	-	-

- ・ ①：試験地の中心部から 10 m 上部，②：試験地の中心部，③：試験地の中心部から 10 m 下部。
- ・ 飽和透水係数 Ks 値は、深度 20～25 cm では礫質で硬く採土円筒による採取ができなかったため、欠測とした。



写真-2 試験地の地表の様子
(2019 年 8 月撮影)

野外調査および解析方法

2019年11月、カラマツ（苗長35 cm上、根元径7 mm上）、ケヤマハンノキ（苗長30 cm上、根元径6 mm上）を秋植えしました。植栽本数はカラマツが39本、ケヤマハンノキが41本、列間1.0 m、苗間1.0 mでランダム配植とし、試験地の周囲には、シカ食害の影響を排除するためのシカ侵入防止柵を設置しました。2019年11月、2020年11月、2021年9月、2022年9月の4回、各植栽木の樹高（cm）、直径（mm）を調査しました。樹高は、斜立の影響を評価するため鉛直方向の高さを測定しました。直径は、地際から10 cmの高さを測定しました。なお、試験地では下草の繁茂がほとんど認められなかったため、下刈りは行いませんでした。上記4つの測定時点間の3つの成長期間について、樹高成長量と直径成長量を求めました。生存率の樹種間比較にはFisherの正確確率検定を、その他の数値の比較にはWelchのt検定を用いました。統計処理には統計パッケージR 4.1.2（R Core Team 2021）を使用しました。

結果

カラマツおよびケヤマハンノキ植栽木について、植栽から3年目までの4つの測定時点の生存率、樹高、直径を図-1に、成長期間ごとの樹高成長量および直径成長量を表-3に示しました。カラマツ、ケヤマハンノキ各々の生存率は、2020年11月では樹種間に有意差はありませんでしたが、2021年9月では85%、61%、2022年9月では82%、61%となり、2021年9月以降、カラマツの生存率はケヤマハンノキより有意に高くなりました（図-1）。植栽から3年目（2022年8月）の植栽木の様子を写真-3に示しました。各樹種の樹勢は良好でした。各々の樹高は、樹種間に有意差はなく（図-1）、また、各々の樹高成長量も、3つの成長期間それぞれにおいて樹種間に有意差はありませんでした（表-3）。なお、2019年11月から2020年11月の期間のケヤマハンノキの樹高成長量は、斜立木が多く鉛直方向の高さが前回調査時よりも小さくなったため、マイナスの値となりました。カラマツ、ケヤマハンノキの各々の直径は、2019年11月（植栽時）、2020年11月では樹種間に有意差はありませんでしたが、2021年9月では 10.6 ± 1.9 mm、 12.9 ± 3.0 mm、2022年9月では 16.6 ± 3.5 mm、 19.0 ± 5.0 mmとなり、カラマツよりケヤマハンノキの方が有意に大きくなりました（図-1）。直径成長量は、3つの成長期間全てにおいてケヤマハンノキの方が有意に大きくなりました（表-3）。

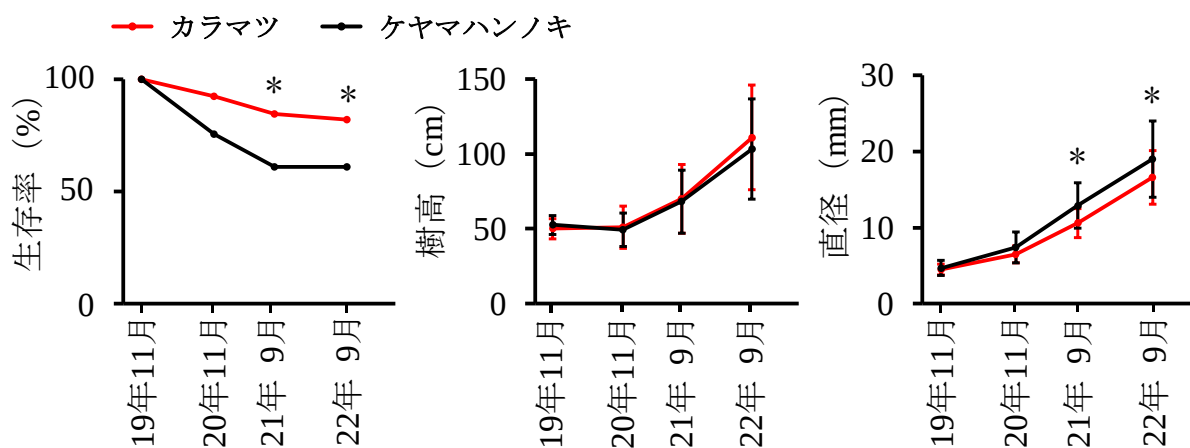


図-1 カラマツおよびケヤマハンノキ植栽木の植栽から3年目までの4つの測定時点の生存率、樹高、直径

- ・エラーバー は標準偏差。
- ・図中のアスタリスクは、同じ測定時点における樹種間に有意差があることを示す（生存率はFisherの正確確率検定、* $p < 0.05$ 。直径はWelchのt検定、* $p < 0.05$ ）。

表－3 成長期間ごとの樹高成長量および直径成長量

測定期間	区分	樹種	
		カラマツ	ケヤマハンノキ
2019 年 11 月～2020 年 11 月	樹高成長量 (cm)	1.1 ± 13.0	-2.6 ± 13.9
	直径成長量 (mm)	2.0 ± 0.7	3.1 ± 2.4*
2020 年 11 月～2021 年 9 月	樹高成長量 (cm)	17.1 ± 15.8	15.9 ± 18.6
	直径成長量 (mm)	4.1 ± 1.5	5.2 ± 2.4*
2021 年 9 月～2022 年 9 月	樹高成長量 (cm)	39.8 ± 20.1	35.2 ± 16.1
	直径成長量 (mm)	6.0 ± 1.9	6.1 ± 2.9*

・ 平均値±標準偏差。

・ *は同じ測定期間の各区分における樹種間に有意差があることを示す (Welch の t 検定, $p < 0.05$)。



写真－3 植栽から3年目（2022年8月）
の植栽木の様子

考察

今回の結果から、岩盤地すべりで発生した裸地斜面におけるカラマツ植栽木の植栽から3年目（2022年9月）までの初期成長は、荒廃地に育つとされるケヤマハンノキ植栽木と比べると、直径および直径成長量は有意に小さいものの（図－1、表－3）、植栽から2年目、3年目の生存率は有意に高くなること（図－1）、樹高および樹高成長量は同等であること（図－1、表－3）、斜立による樹高成長量低下は生じないこと（表－3）が分かりました。なお、斜立木がケヤマハンノキのみに生じた一因としては、ケヤマハンノキの苗木は購入時には水平根や主根が太く強く発達しているものが多く認められたことから、植付け時に根系を植穴に十分に収めることができず、土の締固めが不十分となり、強風や積雪スライドの影響を受けやすかったことが考えられました。

以上のことから、カラマツは、岩盤地すべりで発生した裸地斜面や、同様の広範囲な荒廃地における森林再生に役立つ可能性がある植栽樹種であると考えられました。少なくとも本調査地のように、地表が硬くても透水性が良好な箇所が部分的に認められる場合（表－2）には、深刻な根の伸長阻害や通気不良による酸素欠乏などの初期成長阻害は生じないと考えられました。今後、ケヤマハンノキに加えてカラマツの植栽により上木層を早期に形成することができれば、裸地斜面の過酷な生育環境が改善され、多様な植生の回復にも繋がる可能性があると考えられました。

引用文献

- 川名 明 (1969) 堤列海岸平野の低地過湿林の改良に関する研究. 日本林学会誌 51(10) : 287-292
- 北村文雄・野田坂伸也 (1975) 造園樹木の生長におよぼす土壌硬度の影響. 造園雑誌 38(4) : 32-37
- 森本幸裕・増田拓朗 (1975) 踏圧による土壌の圧密と樹木の生育状態について. 造園雑誌 39(2) : 34-42
- 日本造園学会緑化環境工学研究委員会 (2000) ランドスケープ研究 63 : 224-241
- 地震による地すべり災害刊行委員会 (2020) 地震による地すべり災害—2018 年北海道胆振東部地震
一. 北海道大学出版会, 370 pp.
- 斎藤新一郎・成田俊司 (1988) 日本林学会北海道支部論文集 36 : 187-189
- 笹岡英二・矢島 崇・渋谷正人・高橋邦秀・中村太士・清水 収 (1999) 日本林学会誌 81 : 22-28
- 高樋 勇・蔵本正義・豊岡 洪 (1956) 泥炭地におけるカラマツ造林の不成績について. 日本林学会北海道支部講演集 5 : 6-7
- 寺田正男 (1980) 土壌の堅密度と樹木の根系生長. 日本林学会誌 62(4) : 153-155
- 山寺喜成 (1990) 急勾配斜面における緑化工技術の改善に関する研究. 全国特定法面保護協会, 東京,
347pp

カラマツヤツバキクイムシ被害の間伐による防除方法

中川昌彦

はじめに

カラマツヤツバキクイムシはカラマツ人工林における最も重要な害虫のひとつであり、被害が大きい場合には林分のほとんどが枯死することがあります。この穿孔虫は、形成層や師部などの内樹皮を食害します。森林害虫は、健全な木を食害する一次性害虫と、枯死木や樹勢の衰えた木を食害する二次性害虫に大別されますが、カラマツヤツバキクイムシは基本的には二次性であり、衰弱木、伐倒木、風倒木などを好んで食害します。

道内では 2015 年～2019 年にかけて陸別町や足寄町、浦幌町、池田町、津別町を中心に大きな被害が発生しましたが、当初は雪害やカラマツハラアカハバチによる食害などが誘因と考えられていました。しかし、2019 年 4 月に北海道水産林務部森林整備課より「前年までに気象による被害やハバチの被害を受けた森林は（被害地全体の）55%程度しかなく、被災森林とカラマツヤツバキクイムシの因果関係は不明な点が多い。今後、カラマツヤツバキクイムシの大発生に備えるためにはカラマツヤツバキクイムシが発生する要因を把握することが重要。」との研究要望があり、林業試験場の研究でも、本数被害率と林齢、間伐回数、標高、雪害やハバチ被害の程度などは無関係でした（徳田ら 2021）。

そうした中、2018 年 12 月と 2019 年 4 月に北海道水産林務部林務局森林整備課から、「2018 年の一般民有林におけるカラマツヤツバキクイムシ被害 144ha のうち足寄町と浦幌町における被害約 100ha は、間伐後に枯れたと報告されている。」との情報をいただきました。また南富良野町の林業関係者からも 2019 年までに、間伐後にカラマツヤツバキクイムシの被害が発生することが多いとの情報提供がありました。陸別町や足寄町などの国有林においても 2015 年頃から、「立木販売箇所、素材生産（請負）箇所」でカラマツヤツバキクイムシ被害がみられるようになったことが 2020 年に報告されましたが（今野ら 2020）、著者の 1 人によると立木販売箇所や素材生産箇所では列状間伐や帯状皆伐を実施していることから、国有林においても間伐後に被害が発生していた箇所があったと推定されます。さらに当麻町での被害林分について（図－1）、2021 年に当該林分の森林所有者から、2012 年に行った強度の上層間伐後に継続的な被害を受けるようになったとの技術相談がありました。



図－1 強度の上層間伐後の継続的被害
（当麻町，2019 年 7 月撮影）

間伐材や風倒木、雪害木はカラマツヤツバキクイムシにとって抵抗力の低い良好な餌なので、これらが林内に放置されているとカラマツヤツバキクイムシが大量に増殖します。良好な餌を食べ尽くした大量のカラマツヤツバキクイムシは、周囲の健全な木を攻撃して枯らしてしまいます（マスアタックという）。そこで、間伐材や風倒木、雪害木のうち概ね直径 8cm 以上のものは速やかに搬出、または剥皮、薬剤処理をすることが勧められています。このことは既に広く普及されており、カラマツ人工林に関わる技術者の間ではよく知られています。それでも林業試験場に対して技術相談や情報提供があるのは、間伐材が適正に処理されているにもかかわらず、間伐後

にカラマツヤツバキクイムシ被害が発生している箇所があるためと想定されます。

そこで、カラマツヤツバキクイムシ被害の防除について文献を調査しましたが、近年の主要文献（小

泉 1990, 小泉 1994, 北海道立林業試験場 2007, 北海道立総合研究機構林業試験場 2018) では, 間伐材や風倒木, 雪害木の搬出または剥皮, 薬剤散布が強調されており, 間伐材を速やかに搬出しているにもかかわらず間伐後に被害が発生する要因や対策は, 記載されていませんでした。しかしキクイムシ類全般について, 伐採によって環境を激変させると被害を受けやすくなると解説しているものがあり (山口 1968, 山口 1977, 中島 1986), カラマツヤツバキクイムシについても, 1970 年代後半と 2010 年代以降に, いずれも間伐材は搬出されていたのに, 24 年生カラマツ人工林における強度の全層間伐後に発生した被害事例 (鈴木・新田 1981, 吉田 1982) と, 強度の上層間伐後に継続的に発生した虫害の事例 (中川 2022) がありました。

これらのことから筆者は, 強度間伐等による環境の激変によってキクイムシ被害が発生する場合があると考え, 過去に遡って可能な限り多くの文献を収集して間伐後に被害が発生する要因を読み解き, それに基づいてカラマツヤツバキクイムシ被害を受けにくい間伐方法を提案しました (中川 2024)。本稿ではその内容をわかりやすく説明します。

カラマツヤツバキクイムシ被害対策としての間伐の必要性



図-2 樹脂の樹幹外への漏出(立木の樹皮を剥がずに撮影)



図-3 産卵用の母孔への樹脂の分泌(樹皮を剥いで内側を撮影)

多くの針葉樹はキクイムシ類が穿孔しようとするすると樹脂を樹幹の外に漏出させて (図-2) キクイムシが穿孔できないように抵抗し, たとえ穿孔されてもキクイムシが産卵のために掘った母孔に防御物質の入った樹脂を分泌して産卵のための孔を掘りにくくしたり, 幼虫が成長できなくしたりする防御機構を備えています。図-3 では, 産卵のために掘られた母孔が, 分泌された樹脂で光っている様子がみえます。カラマツヤツバキクイムシが大発生するということは, 何らかの要因によって樹脂による抵抗力が急激に失われることがあることを意味します。

その要因の 1 つとして間伐遅れがあげられます。間伐が遅れて過密になった林分ではキクイムシ類の被害を受けやすくなりますが, 陸別町のカラマツヤツバキクイムシ被害林分も本数密度が高かったと報告されています (滝谷ら 2020)。筆者も占冠村 (2012 年 9 月), 浦幌町 (図-4) および陸別町 (いずれも 2018 年 6 月), 富良野市 (同年 7 月), 岩見沢市 (2021 年 9 月) で間伐が遅れて形状比が高いカラマツ人工林での被害を確認しています。被害発生要因は, 過密な林分では個々の林木に対して日光, 養分, 水分等が不十分なため, 光合成産物のうちキクイムシ類への防御物質

への分配が少なくなるからと考えられています。実際に, カラマツヤツバキクイムシが運んでいる青変菌を, 摘葉して光合成を減少させたカラマツと無処理の個体に接種した実験では, 摘葉した個体で病徴の進行が早くなっていました (山口 1996)。

もう 1 つ間伐遅れで被害が発生すると考えられる要因に, 風による揺さぶりがあります。樹木が風で激しく揺さぶられると, たとえ倒れなくても細根が傷んで, キクイムシ類の被害を受けやすくなると考えられています。特に台風は大雨を伴うので, 土壌が緩んで細根が切れやすくなるとされています。また, 風で樹幹が激しく揺さぶられると, 樹幹内の樹液の流れが阻害されたり, 水分通導機能がほとんど

ない組織ができたりするため樹脂を生産できなくなるとも考えられています（上田・柴田 2005）。

風によって揺さぶられた後にキクイムシ類の被害が発生することは、実験的に証明はされていませんが、経験的に知られています。北海道では、カラマツヤツバキクイムシと近縁で、形態や生態がよく似ており、エゾマツやアカエゾマツ、ヨーロッパトウヒを食害するヤツバキクイムシの被害について、虫害は主風の方に長径を描いた楕円形や長楕円形状に広がることや、ヨーロッパトウヒ人工林におけるヤツバキクイムシの被害は風の通過した方向に並ぶことが多いことが知られています。1954年の洞爺丸台風の後では、風倒木が出ていなくても林縁や風衝地など風によって揺さぶられやすいところにあった林分ではヤツバキクイムシの被害を受けた木があったことが報告されています（日塔 1957）。

過密なカラマツ人工林は風倒被害に弱く、間伐によって直径が太くなった林分ほど風害に強いことが報告されています。それは、過密な状態では立木根系の成長が阻害される反面、間伐が行われると根系が太くなるからと言われています。カラマツは日本で人工林に植栽される樹種の中では最も風害に弱い樹種のひとつですが、適期に間伐を実施して根系の成長を促すことで、風倒だけでなく風による揺さぶりから発生するカラマツヤツバキクイムシ被害にも強い林分を仕立てることが可能と考えられます。



図一４ 間伐遅れのカラマツ人工林での被害
（浦幌町，2018年6月撮影）

間伐後のカラマツヤツバキクイムシ被害の発生要因

間伐もまた、被害を誘発する場合があります。間伐後は、間伐によって空いた林冠から風が吹き込んで林内風速が増大するので、林内に残された立木が強風で揺さぶられやすくなります。カラマツ人工林は間伐後に風害を受けやすく、特に間伐後5年間は風倒被害が多くなる（北海道立林業試験場 2007）ので、間伐後には倒れないまでも風で揺さぶられたカラマツが虫害を受けやすくなると考えられます。

伐採によって林冠が空くと林内の日射量が増加し、林内気温が上昇して空中湿度が低下し、残存木が乾燥状態におかれやすくなります。そうすると水分が欠乏して樹脂の生産量が減少すると考えられます。実際に、エゾマツやアカエゾマツを食害するヤツバキクイムシの被害は、伐採後に太陽光がよく当たるようになったところで多く発生していたことが知られており、1954年の洞爺丸台風で風害が発生した亜寒帯天然林では、風倒被害木を搬出しても、日射を強く受ける林縁部分でヤツバキクイムシによる被害が続発しました。カラマツヤツバキクイムシについても、調査はされていないものの、林内が急激に開放され日射を強く受けることや、比較的陽光量の多いところで集中して被害が発生する傾向があると記載されています（鈴木・石黒 1973, 今野ら 1980）。

カラマツヤツバキクイムシ被害を受けにくい間伐方法

間伐は、中長期ではカラマツの活力を向上させ、カラマツヤツバキクイムシへの抵抗力を持たせることにつながりますが、これまで述べてきたように、間伐直後はカラマツが一時的に衰弱して虫害を受けやすくなります。したがって、カラマツヤツバキクイムシ被害を受けにくい間伐方法を実施する必要があります。以下にその方法を述べます。

1) 衰弱木や被圧木の伐採（衛生間伐の実施）

間伐時には被害を受けやすい木を優先的に収穫することが重要です。病虫害により著しく衰弱している木や被圧木、折損木、傾斜木など樹勢が低下している木は被害を受けやすいので、間伐時に伐倒搬出

することが奨励されます。このように林分を健全に保つために病虫害を受けやすい衰弱木を伐採することを「衛生間伐」または「衛生伐」と言い、アメリカのキクイムシ対策で大きな成果をあげています（小林 1964, Fettig et al. 2007）。

また、被圧によって枝があまり伸びていないカラマツは間伐後の旺盛な成長を期待することができないので、間伐時にこのような木を取り除くことで、被圧されていない残存木の成長を促すことが望ましいと考えられます。被圧木を間伐対象にすると自ずと下層間伐になり、上層の競争は緩和できないので上層木に対する間伐効果はほとんどありませんが、残存木の中でも直径の細い木の肥大成長には有効です（対馬 1994）。小池（2021）は、病虫害被害防止や気象害防止の基本は保育管理であるとし、穿孔虫被害防止と気象害防止のために「除伐・衛生伐」を行って形状比を 70 以下とすることを勧めています。形状比の高い被圧木を除去して残存木の肥大成長を促すことで林分の形状比を下げる可以考虑されます。同じ林分内では比較的小さな木がカラマツヤツバキクイムシの被害を受けやすいので（滝谷ら 2020）、間伐後に最も虫害を受けやすいのは残存木の中でも細い木と思われませんが、そのような木が肥大成長すれば、根系が発達して風によって揺さぶられにくくなると同時に、光合成産物を防御物質の生産に回せるようになると考えられます。一方で、被圧木や劣勢木、衰弱木がほとんどない林分では、優勢木や準優勢木の競争も緩和できる全層間伐に近い間伐を適期に行って過密林分とならないようにすることで、カラマツヤツバキクイムシに抵抗力のある人工林を仕立てることが可能と考えられます。

2) 食葉性害虫の発生している林分での間伐

食葉性害虫による被害を受けている林分で間伐を行う場合には、強度間伐など林分が弱る施業は避けて（原 2001）、弱度の間伐とすることが勧められています（佐々木 1995）。実際に、ニホンカラマツヒラタハバチとミスジツマキリエダシャクという食葉性害虫の激害を受けているカラマツ林で、本数間伐率 20%、材積間伐率 17%の弱度の下層間伐を試行した試験では、間伐後のカラマツヤツバキクイムシ被害は見られませんでした（福地ら 2003）。

3) 定性間伐と列状間伐

列状間伐は定性間伐よりも作業能率が高いのですが、定性間伐よりも間伐後に林内に風が吹き込みやすくなり、風倒被害が発生しやすくなります（水井・畠山 1984）。倒れないまでも風によって激しく揺さぶられればカラマツヤツバキクイムシ被害が発生しやすくなるので、列状間伐後は虫害が発生しやすいと考えられます。さらに劣勢木や被圧木、傾斜木など虫害を受けやすい木は間伐時に取り除くことが望ましいのですが、列状間伐だけでは保残列内の衰弱木を取り除くことができません。加えて、間伐前の林分の中でも太くて形状比が低い優勢木や準優勢木は、樹冠面積が大きいことから林内に風が吹き込むことを防止する上で重要ですが、間伐列内にあればこのような木も列状間伐では収穫しなければなりません。実際に列状間伐後に約 20%の木にカラマツヤツバキクイムシ被害を受けた事例があります（徳田ら 2021）。これらのことから、間伐後に林内風速が増大しにくく、また衰弱木を取り除くことができる定性間伐のほうが、カラマツヤツバキクイムシ被害防除の観点からは望ましいと言えます。

4) 若齢林における間伐 ―予防的管理として―

カラマツヤツバキクイムシ被害は若齢林ではほとんどみられません。このことから、「カラマツ人工林施業の手引き」（北海道立林業試験場 2007）に示されているような施業体系にしたがって若齢時より間伐を適期に行って、強風によって揺さぶられにくいように根系の発達を促すことが望ましいと考えられます。また、もし列状間伐や強度間伐を行うのであれば、若齢林に限ることが望ましいと考えられます。

5) 過密林分における間伐

現在はカラマツ材が利用されるようになりましたが、過去にはカラマツ間伐材の利用が進まなかった時期が長く続き、現在でも間伐が遅れた過密なカラマツ人工林が存在しています。林分を急激に疎開するとカラマツヤツバキクイムシ被害が発生しやすくなるので、過密な林分では樹勢の衰えをもたらさない程度の弱度の間伐を繰り返すことが勧められています。被圧木や衰弱木は樹冠面積が小さいので、間

伐で取り除いても林冠が大きく空くことはなく、間伐後でも林内風速や林内に到達する日射量は大きくは増えません（井上 1971）。過密なカラマツ人工林でも個々の木の胸高直径の差が大きい場合には、被圧木を間伐対象とした弱度な間伐を繰り返すことで、徐々に残存木の肥大成長を促し、健全なカラマツ林を仕立てることができると考えられます。

おわりに

間伐遅れの林分だけでなく、間伐を実施している林分でもカラマツヤツバキクイムシ被害の発生が報告されていたことから、間伐による被害の軽減効果について様々な議論がありましたが、その後の文献調査から被害を受けにくい間伐方法を提案することができました。本稿をきっかけに、実施後にカラマツヤツバキクイムシ被害を受けにくい間伐が推進されることを期待しています。

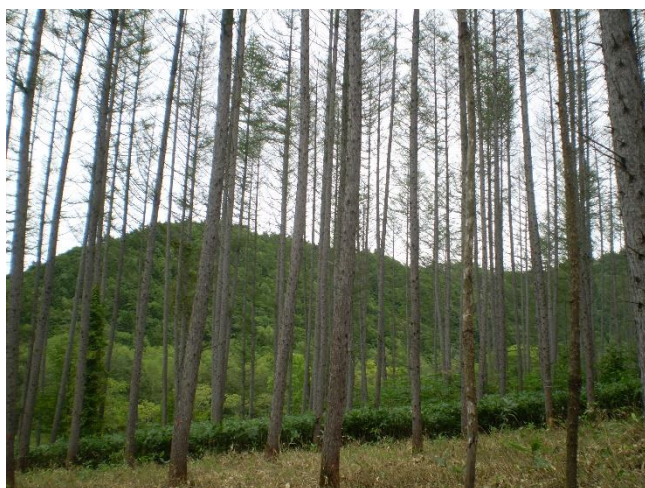


図-5 過密で枝がほとんど伸びていないカラマツ
(占冠村, 2012 年 9 月撮影)

今後は間伐後にカラマツヤツバキクイムシ被害が多数箇所発生している地域内で、被害林分と同じ年に間伐が行われたカラマツ人工林を被害の有無にかかわらずできるだけ多く調査し、どのような林分状況でどのような間伐を行った場合に間伐後の被害が発生しにくいについて、実証的な研究を行うことが望ましいと考えています。また、カラマツは初期成長が早く植栽木同士の競争による排除が起こりやすく、高密度になると他の樹種よりも直径分布の範囲が狭い、いわゆる「共倒れ型」の林分になりやすい樹種と言われています。過密で胸高直径の差が小さく枝がほとんど伸びていないカラマツばかりの林分（図-5）では、全

ての木が間伐後の旺盛な成長を期待できません。間伐後の旺盛な成長が期待できなければ、長期間にわたって、林内に風が吹き込みやすくなかつ根系が発達しないために風によって揺さぶられやすいままの林分になってしまうことが予想されます。このような林分では皆伐を選択せざるを得ない可能性があります。過密なカラマツ人工林で間伐と皆伐のどちらを選択するべきかについては、形状比や収量比数といった林分の基本的な情報から判断できるような施業指針を作成していく必要があると考えています。

（保護種苗木部育苗グループ）

引用文献・参考文献

- Fettig C, Klepzig K, Billings R, Munson S, Nebeker E, Negrón J, Nowak J (2007) The effectiveness of vegetation management practices for prevention and control of bark beetle infestations in coniferous forest of the western and southern United States. *Forest Ecology and Management* 238: 24-53
- 福地稔・赤川修・木下明美 (2003) 食葉性害虫の発生したカラマツ林における間伐の試み. *森林保護* 289: 6-8
- 原秀穂 (2001) カラマツヤツバキクイムシ. 北海道立林業試験場, 美唄
<https://www.hro.or.jp/forest/research/fri/kanko/fukyu/jumoku/konchu/data/kochu/kikui/karayu/kaisetu.pdf> (2024 年 8 月 27 日確認)
- 北海道立林業試験場 (2007) カラマツ人工林施業の手引き. 北海道立林業試験場, 美唄.
- 北海道立総合研究機構林業試験場 (2018) カラマツヤツバキクイムシ. 北海道立総合研究機構林業試験

場, 美唄

<https://www.hro.or.jp/forest/research/fri/database/zukanf/00top/kochu/kikui/karayatu/note.html> (2025 年 2 月 5 日確認)

井上元則 (1971) 間伐と虫害. 森林防疫 20: 155-161

小林富士雄 (1964) 米国の森林昆虫見聞録ー米国における松くい虫の防除ー. 森林防疫ニュース 13: 127-130

小池孝良 (2021) 森林被害の特徴と保護の課題. 小池孝良・中村誠宏・宮本敏澄編著, 森林保護学の基礎, 29-32. 農山漁村文化協会, 東京

小泉力 (1990) カラマツヤツバキクイムシ. 林業と薬剤 111: 1-11

小泉力 (1994) カラマツヤツバキクイムシ. 小林富士雄・竹谷昭彦編著, 森林昆虫総論・各論, 183-184. 養賢堂, 東京

今野智之・久保拓士・遠藤憧 (2020) ドローンを活用したカラマツヤツバキクイムシによる被害状況の把握と対策について. 北方林業 71: 24-27

今野幸夫・梅本正照・中村英二 (1980) カラマツヤツバキクイの防除試験について. 昭和 54 年度帯広営林支局業務研究発表集: 112-115

水井憲雄・畠山末吉 (1984) カラマツ人工林の台風被害と耐風性. 北海道林業試験場研究報告 22: 1-9

中川昌彦 (2022) 施業やエゾヤチネズミ食害による傷がカラマツヤツバキクイムシによるカラマツ枯死被害に与える影響ー北海道当麻町での一例ー. 樹木医学研究 26: 1-4

中川昌彦 (2024) 間伐に伴うカラマツヤツバキクイムシ被害の林業的防除法. 樹木医学研究 28: 14-21

中島敏夫 (1986) 森林害虫. 斎藤哲夫ら, 新応用昆虫学, 218-236. 朝倉書店, 東京

日塔正俊 (1957) 虫害. 日本林業技術協会編, 北海道の風害森林に関する総合調査報告書, 3-1~47. 日本林業技術協会, 東京

佐々木満 (1995) カラマツヤツバキクイムシの被害から守るには. 山づくり 359: 16

鈴木重孝・新田季利 (1981) 北見地方におけるカラマツヤツバキクイの被害と防除試験. 北方林業 33: 61-66

鈴木照夫・石黒定行 (1973) カラマツヤツバキクイの被害と防除. 昭和 47 年度帯広営林局林業技術発表集: 92-98

滝谷美香・竹内史郎・徳田佐和子・石濱宣夫・和田尚之・新田紀敏・中川昌彦・小野寺賢介・対馬俊之 (2020) カラマツヤツバキクイムシ被害林分状況と管理方法について. 光珠内季報 195: 20

徳田佐和子・小野寺賢介・和田尚之・滝谷美香・竹内史郎 (2021) カラマツヤツバキクイムシ被害拡大抑制技術の開発. 令和 2 年度北の国・森林づくり技術交流発表集: 94-99

対馬俊之 (1994) 長伐期施業をめざした 52 年生カラマツ林の成長. 日本林学会北海道支部論文集 42: 226-228

上田正文・柴田叡弼 (2005) なぜ樹木は台風通過後に衰退・枯死するのか?ー強風にさらされたヒノキの水分状態からの説明ー. 樹木医学研究 9: 9-14

山口博昭 (1968) 林木の害虫と防除法. 北方林業会編, 北方林業叢書第 39 集 北海道の育林ハンドブック (後編), 109-142. 北方林業会, 札幌

山口博昭 (1977) 虫害. 北方林業会編, 北方林業叢書第 56 集 北海道の森林保護. 84-133. 北方林業会, 札幌

山口岳広 (1996) カラマツヤツバキクイムシに関与する青変菌 (*Ophiostoma piceae* (MÜNCH) H. and P. SYDOW) に対するカラマツの樹体反応と萎凋枯死に関する研究. 北海道大学博士論文乙第 4978 号

吉田成章 (1982) カラマツヤツバキクイ. 林業科学技術振興所編, 森林病虫獣害防除技術ー森林防疫事業三十周年記念出版ー, 134-138. 全国森林病虫獣害防除協会, 東京

光珠内季報 NO. 214

発行年月 令和7年3月

編 集 林業試験場刊行物編集委員会

発 行 地方独立行政法人北海道立総合研究機構
森林研究本部 林業試験場

〒079-0198

北海道美唄市光珠内町東山

TEL (0126) 63-4164 FAX (0126) 63-4166

URL <https://www.hro.or.jp/forest/research/fri/index.html>
