

シラカンバ人工林におけるピスフレックの発生実態

—士別市の35年生林分での事例—

北海道立総合研究機構林業試験場
北海道立総合研究機構林業試験場道南支場
北海道立総合研究機構林業試験場
北海道立総合研究機構林産試験場

石濱 宣夫
八坂 通泰
大野 泰之・滝谷 美香・福地 稔・小野寺 賢介
安久津 久・大崎 久司

はじめに

カンバ類は北海道の森林蓄積の11.1% (83,249千m³)を占めており(9), 道産広葉樹の中では最も蓄積量が多い。中でも、道内に広く分布するシラカンバ *Betula platyphylla* var. *japonica* は、山火跡地等の攪乱条件下で一斉更新する先駆樹種であり、かつ初期成長が旺盛であることから、木質資源として非常に有望な樹種である。しかし、シラカンバは小径木が多いこと(15)や材質的な欠点が多いことから、現状では、主として木材チップ、きのこ菌床、割り箸、アイススプーン、爪楊枝等の比較的低単価の用途に利用されているにすぎない(17)。また、材面に頻発するピスフレック(形成層潜孔虫による食害跡に生じた傷害柔組織)は、単板・合板の品質等級を低下させるため(14, 16)、表装用材としての利用を困難にしている。

他方、道産広葉樹材の有効利用や低質・小径材の付加価値向上のための技術開発を促進するという観点から、資源量が多く、かつ更新・成長が旺盛なシラカンバを用いて高付加価値・高品質な内装材の生産・加工技術を開発することで(1), 今後、より多様な用途への資源利用の拡大を図り、北海道林業の活性化に貢献することも期待されている。したがって、内装用途への利用を進めていくに際して、単板・合板の品質等級を下げる最大の原因となっているピスフレックについて、その発生実態の詳細を明らかにしておくことは喫緊の重要な課題である。

シラカンバのピスフレック発生原因が、ミノドリタモグリガ *Opostegoides minodensis* (以下, *Om* と表記) とカンバミキモグリバエ(カバノモグリバエ) *Phytobia betulae* (以下, *Pb* と表記) の2種の昆虫によること、その生態およびピスフレックの樹幹内分布については、これまでに主として単木レベルで調査がなされてきた(5, 6, 7, 12, 20)。その結果、シラカンバのピスフレック発生原因と樹幹内分布についての基礎的知見はかなり明らかにされたが、ピスフレック発生頻度に地域間で違いがあるのか、樹齢や胸高直径等と発生頻度に何らかの関係があるのか、といった点については未だ不明である。

そこで、本研究では、前報(11)に引き続き、これまで単木レベルでの調査しか行われていなかったシラカンバ

のピスフレックの樹幹内での発生部位、発生数について、林分レベルで調査を行い、地域によるピスフレックの発生実態を明らかにすることを目的とした。今回は、道北部に位置する士別市の35年生林分での調査事例を報告する。

調査地と方法

調査地は士別市上士別 154-30 林小班(N44°05', E142°28')のシラカンバ人工林(林齢35年生, 面積4~5ha, 標高270m)である。この林分は1978年植栽で、1994年(17年生時)に除伐、2004年(27年生時)に定性間伐の施業履歴がある。2012年7月9日に20m×20mのプロットを2ヶ所設定して毎木調査(樹高1.3m以上の木を計測)を行い、樹種、樹高、胸高直径、枝下高を記録した。プロット1は約10°の傾斜の斜面上部、プロット2は約15°の傾斜の斜面下部に位置する(斜面方位はいずれも東向き)。円板試料採取用の供試木の選定は2012年8月9日に行い、胸高直径が平均値付近の個体、平均値より小さい個体、平均値より大きい個体を、ほぼ均等に各プロット周辺から10個体選んだ(表-1)。

表-1 供試木の概要

Plot	個体番号	胸高直径(cm)	樹高(m)	枝下高(m)	円板採取部位(m)
1	1	13.3	22.6	12.8	0.3~2.0
1	2	13.6	17.2	11.8	0.3~2.0
1	3	14.2	21.3	12.5	0.3~2.0
1	4	16.4	23.3	14.5	0.3~2.0
1	5	17.5	20.1	11.3	0.3~2.0
1	6	16.4	22.3	15.4	0.3~2.0
1	7	17.8	24.8	12.0	0.3~2.0
1	8	20.2	21.6	12.1	0.3~2.0
1	9	21.3	22.9	10.9	0.3~2.0
1	10	20.4	25.5	13.1	0.3~2.0
2	11	12.2	14.9	6.0	0.3~1.0
2	12	12.9	15.4	8.9	0.3~1.0
2	13	11.8	17.2	—*	0.3~1.0
2	14	14.7	16.8	8.6	0.3~1.0
2	15	14.6	20.1	12.9	0.3~1.0
2	16	13.7	16.4	9.2	0.3~1.0
2	17	14.7	16.4	10.2	0.3~2.0
2	18	18.1	19.2	9.8	0.3~1.0
2	19	17.9	19.3	10.3	0.3~1.0
2	20	16.9	19.2	11.0	0.3~1.0

*つる巻き付きのため、測定不能。

Nobuo ISHIHAMA (Forestry Research Institute, Hokkaido Research Organization, Bibai 079-0198), Michiyasu YASAKA (Donan Station, Forestry Research Institute, Hokkaido Research Organization, Hakodate 041-0801), Yasuyuki OHNO, Mika TAKIYA, Minoru FUKUCHI, Kensuke ONODERA (Forestry Research Institute, Hokkaido Research Organization, Bibai 079-0198), Hisashi AKUTSU, Hisashi OHSAKI (Forest Products Research Institute, Hokkaido Research Organization, Asahikawa 071-0198)
The occurrence of pith flecks on Japanese white birch plantations —A case study on a 35-years-old stand in Shibetsu, northern Hokkaido—

表-2 供試円板の直径

	最小	最大	平均
円板0.3m部位 (cm)	13.4	24.5	17.6
円板0.5m部位 (cm)	12.7	23.3	16.8
円板1.0m部位 (cm)	11.5	21.5	15.8
円板2.0m部位 (cm)	11.8	20.0	15.0

供試木 20 本が 2012 年 8 月 28 日に伐採され、地上高 0.3, 0.5, 1.0, 2.0m の部位で厚さ 2~3cm の円板 71 枚を採取した (うち 2.0m 部位のみ供試木 11 本から採取)。供試円板の直径を表-2 に示す。採取した円板は直径巻尺を用いて直径を計測した後、ベルトサンダーで表面を研磨し、市販の卓上型スキャナー (EPSON GT-S630) で画像を取り込んで拡大印刷した。このシートをみながら、木口面のピスフレック数 (接線方向に約 0.5mm 以上のピスフレック) を、原因となる昆虫別に、ピスフレック発生位置の髄からの距離 (半径方向に 2cm 間隔) ごとに記録した。なお、画像では判別し難いピスフレックもあることから、さらに円板表面をルーペや実体顕微鏡で詳細に確認した。

ピスフレック原因昆虫の種別については前報(II)に従い、木口面での形、1 年輪内での出現部位、出現パターン (*Om* ではピスフレックが対となって現れる傾向がある) に基づいて判別した(6, 7, 12, 20)。また、前報(II)同様に、ピスフレック数の計測については独立しているものを別個に数え、密度については、円板木口面 1cm²あたりの個数で記述した。

結果と考察

1) 林分状況

調査地の林分状況を、全立木 (表-3) とシラカンバ (表-4) に分けて示す。表-3, 4 から分かるように、この林分には他の広葉樹種が 6~7 種混交しており、全体として立木密度は過密 (約 1700~2000 本/ha) であった。シラカンバは本数比率で約 72~82%、胸高断面積比率で約 98% を占めていた。この結果を道内他地点のシラカンバ林での調査結果(8, 13, 18)と比較すると、林齢に比して特に樹高が高い傾向が顕著であった。また、シラカンバについて前報(II)の結果と比較すると、2 プロット平均の平均胸高直径は約 16cm と同じ値であったが、士別の方が、樹高が高く、かつ胸高断面積合計、胸高断面積比率とも美唄を大きく上回っていた。以上の結果から、今回の調査地は、道内のシラカンバ人工林の中では比較的成長が良好な林分であると推察された。また、美唄と士別

表-3 林分状況 (全立木)

Plot	樹種数	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	枝下高 (m)	立木本数 (本/ha)	胸高断面積合計 (m ² /ha)
1	7	14.7	16.6	10.3	1650	31.7
2	8	11.2	13.0	8.1	2025	25.3

表-4 林分状況 (シラカンバ)

Plot	胸高直径 (cm)			樹高 (m)			枝下高 (m)			立木本数 (本/ha)	胸高断面積合計 (m ² /ha)	シラカンバ比率 (%)	
	最小	最大	平均	最小	最大	平均	最小	最大	平均			本数	胸高断面積比率
1	10.4	26.8	16.8	15.3	22.7	19.1	7.7	16.4	12.1	1350	31.1	81.8	98.0
2	7.2	21.6	14.5	11.1	21.4	16.8	5.1	13.5	10.5	1450	24.9	71.6	98.3

でシラカンバの成長量、胸高断面積合計、胸高断面積比率に大きな違いがみられた原因は、植栽後の保育管理 (士別では除間伐の施業履歴あり。美唄では植栽後、施業履歴なし) の違いによると考えられた。

2) 供試木の胸高直径とピスフレック密度との関係

供試木の胸高直径とピスフレック密度との関係を図-1 に示した。*Om* のピスフレックでは、胸高直径の増加とともに密度が減少する傾向がみられ、採取部位が低いほど減少傾向は緩やかになった。*Pb* のピスフレックでは、胸高直径の増加にともなう密度の増減傾向は認められず、採取部位が低いほど密度が高くなった。ピスフレック全体の密度は *Pb* の結果とほぼ同様で、胸高直径の増加にともなう密度の増減傾向は認められなかった。この結果から、胸高直径の増加にともなうピスフレック全体の密度の変動は、*Pb* の影響を強く受けていると推察された。

Om と *Pb* のピスフレック密度の変動傾向は前報(II)の結果とほぼ同様であったが、ピスフレック全体の密度については、美唄では 0.5m 以上で *Om* の影響を強く受けていた点で、今回の士別の結果と異なっていた。士別では *Om* のピスフレック密度は非常に低く、最大でも 0.25 個/cm² であったのに対し、美唄では最大で 0.79 個/cm² に達しており、美唄の方が総体的に *Om* のピスフレック密度が高かったことが、ピスフレック全体の密度に反映されたとも考えられる。また、今回の方が、前回(II)よりも供試木の平均胸高直径が大きかったこと (士別; 15.9cm, 美唄; 11.6cm) も影響しているかもしれない。

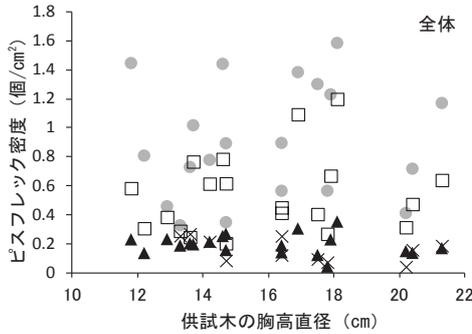
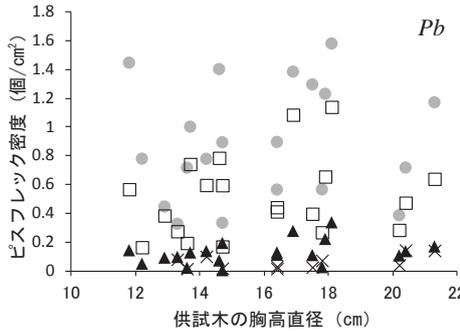
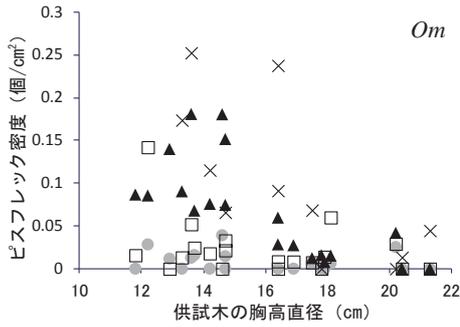
3) 円板採取部位とピスフレック数、ピスフレック密度との関係

円板採取部位とピスフレック数 (円板 1 枚あたり)、ピスフレック密度との関係を図-2 に示した。*Om* のピスフレックは、数・密度ともに採取部位が高くなるにつれて漸増したのに対して、*Pb* のピスフレックは、数・密度ともに採取部位が高くなるにつれて減少し、特に、0.3~1.0m の間で減少傾向が著しかった。また、ピスフレック全体で見ると、数・密度は採取部位が高くなるにつれて減少し、そのパターンは *Pb* の変動傾向とほぼ一致していた。この結果から、ピスフレック全体の数・密度の変化は、*Pb* による影響を強く受けていると推察された。

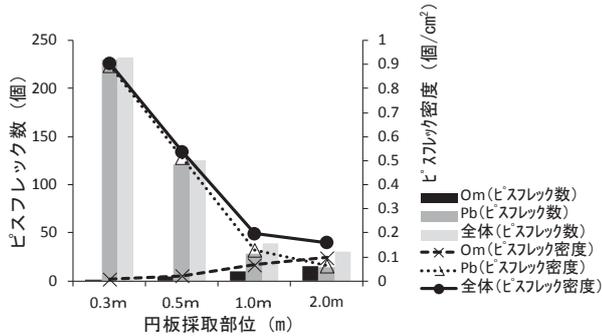
前報(II)の結果と比較すると、士別では 0.5m 以下の *Pb* のピスフレック密度が非常に高く、その一方で *Om* のピスフレック密度がどの高さでも顕著に低いことから、ピスフレック全体の密度が *Pb* に強く影響されていたのに対し、美唄では *Om* のピスフレック密度が総体的に高く、1.0m では *Om* の影響を強く受けていた点が大きく異なっていた。なお、*Om* および *Pb* のピスフレックの基本的な変動傾向は、前報(II)、および単木レベルで調査された過去の文献(6, 20)とほぼ同様であった。

4) 円板採取部位別にみた髄からの距離とピスフレック密度との関係

円板採取部位別にみた髄からの距離とピスフレック密度との関係を図-3 に示した。*Om* のピスフレック密度は、1.0m までの高さでは髄からの距離に近いほど高くなっていたが、高さ 2.0m では髄からの距離

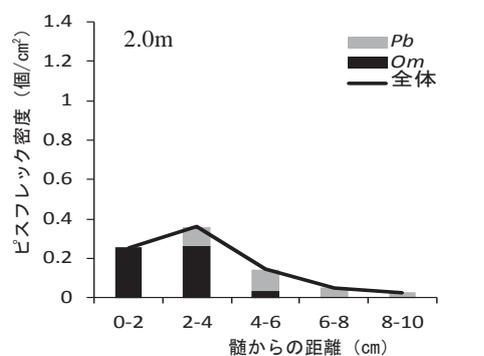
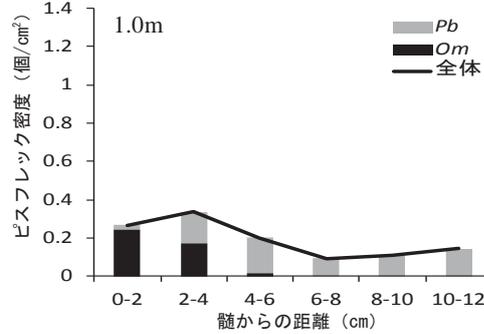
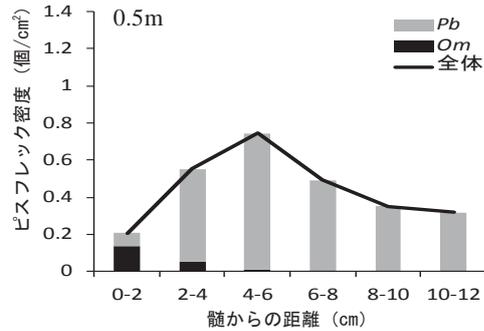
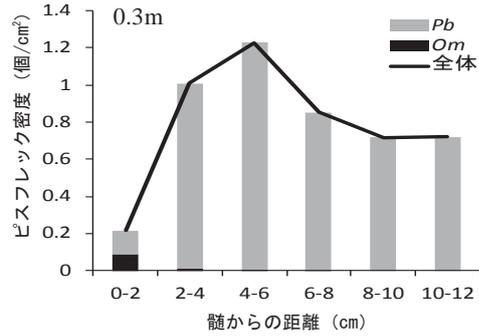


図一 供試木の胸高直径とピスフレック密度との関係



図二 円板採取部位とピスフレック数、ピスフレック密度との関係

0~2cm, 2~4cm でほぼ同等の値となった。また、採取部位が高いほど密度が高くなる傾向があったが、その最大値は高さ 1.0~2.0m で 0.25~0.26 個/cm² と非常に低い値であった。*Pb* のピスフレック密度は、高さ 0.3m, 0.5m では髓からの距離 0~2cm (最内層) で最小値をとり、2cm 以上で急激に増加して 4~6cm で最大となり、6cm 以上で漸減して 10~12cm (最外層) で低くなった。一方、高さ 1.0m, 2.0m では 0~2cm (最内層) で密度が最小となる点を除くと、髓からの距離とは明瞭な関係が認められなかった。*Pb* では、むしろ採取部位が低いほど密度が



図三 円板採取部位別にみた髓からの距離とピスフレック密度との関係

高くなる傾向の方が顕著であった。ピスフレック全体の密度は、最内層を除くと、0.3m では髓からどの距離でも 0.7 個/cm² 以上と非常に高いが、0.5m では髓から 8cm 以上で 0.4 個/cm² 以下に減少し、1.0m では髓から 6cm 以上、2.0m では髓から 4cm 以上で 0.15 個/cm² を下回った。

以上の結果のうち、*Om* のピスフレック密度には髓からの距離が、*Pb* のピスフレック密度には円板採取部位の高さが最も大きく影響している点は、前報(II)および単木レベルで調査された過去の文献(6, 20)と同様であった。また、*Pb* のピスフレックについて、0.5m 以下では最外

層で密度が低くなる点、および髓に近いほど数が増加する(21)という傾向がみられなかった点も前報(II)と同様であった。一方、今回の土別では美唄の結果(II)と比較して、髓から4cm未満でOmのピスフレック密度が極端に低いこと、Pbのピスフレック密度が0.5m以下で総体的に高く、かつ髓から4~6cmで最大となること、採取部位1.0m以上、髓からの距離4cm以上でピスフレック全体の密度が0.1個/cm²を越えている場合があること、等の諸点が異なっていた。このように、地点間でピスフレックの変動傾向はやや異なっていたが、今回の結果から、ピスフレック密度(ただし、接線径0.5mm以上のもの)が最も低い部位を選択して採材する際には、前報(II)同様に、地上高1.0m以上、髓からの距離6cm以上が最も妥当な目安になると考えられた。

5) 今後の課題

前報(II)および今回の結果から、美唄と土別ではピスフレック発生の基本的傾向はほぼ一致していると考えられたが、原因昆虫別のピスフレック密度は地点間でやや異なり、ピスフレック全体の密度の変動にも影響を及ぼしていることが明らかになった。美唄の林分は無施業で成長が悪かったのに対し、土別の林分は除間伐が行われて成長の良い林分であったことが原因昆虫の発生密度に影響していた可能性もあるが、この点については今後の検討課題である。林分状況の影響を調べるためには、材部にみられるピスフレックが、林分成立時以降の昆虫による過去の被害の蓄積であることからすれば、5~10年程度の間隔で定期的な毎木調査がなされている林分を調査するのが最も理想的であるが、現状では、他の地域、あるいは林分状況が異なる場所での調査事例を積み重ねて発生実態を明らかにしていくことが先決であろう。なお、石田(10)は、「この種のものには、地域性があるだろうから本道においても、もっと広い調査を行う必要がある」と述べているが、実際に、国外ではカンバ類やアメリカトネリコで、産地によってピスフレックが発生しない事例が稀ながら報告されており(2, 3, 4, 19)、道内においても、今後より広い地域で発生実態の調査がなされることを望みたい。

謝辞

調査地設定および供試木の伐採に際して種々便宜を図っていただいた土別地区森林組合の南條忠勝参事、試料調製に御協力いただいた北海道立総合研究機構林業試験場の大箭敏雄氏、早坂一文氏、データ集計作業を補助していただいた津嘉田昭美氏、斉藤有里氏、種々御助言いただき、文献収集でお世話になった北海道大学大学院農学研究院樹木生物学研究室の佐野雄三教授の諸氏に厚く御礼申し上げる。本研究は、農林水産技術会議・平成25年度農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業「ITにより低コストに人工林材から内装材を製造する生産・加工システムの開発」の一部である。

引用文献

- (1) 秋津裕志 (2012) シラカンバを用いた内装材の開発。林産試だより 2012年6月号: 6。
 (2) Barzen, M. (2010) Veneer: hidden in full sight. The

- Market Place. Summer 2010: 1, 3, 9.
 (http://files.dnr.state.mn.us/publications/forestry/marketplace/2010/marketplace_summer10.pdf)
 (3) Brown, H. P. (1913) Pith-ray flecks in wood. Forest Ser. U. S. Dept. Agr. Cir., **215**: 5-15.
 (4) Cassens, D. L. (2007) Hardwood lumber and veneer series, ash. Purdue Extension. FNR-272-W: 1-5.
 (<http://www.extension.purdue.edu/extmedia/FNR/FNR-272-W.pdf>)
 (5) 原 秀穂 (1994) シラカンバのピスフレック形成昆虫カバノモグリバエの生活史. 日林北支論 **42**: 162-164.
 (6) 原 秀穂・矢萩利雄 (1990) シラカンバのピスフレック. 北方林業 **42**: 219-224.
 (7) 原 秀穂・矢萩利雄 (1990) シラカンバの形成層潜孔虫ミノドヒラタモグリガの産卵部位および幼虫の潜孔習性について. 応動昆 **34**: 283-287.
 (8) 畠山末吉・横山八郎 (1962) カンバ類の林分調査と枝張り直線. 北海道光珠内林木育種場報告 **1**: 91-122.
 (9) 北海道水産林務部 (2013) 平成24年度北海道林業統計(平成25年11月). (<http://www.pref.hokkaido.lg.jp/sr/sum/kcs/rin-toukei/24rtk.htm>)
 (10) 石田茂雄 (1983) 木材の欠点の二・三について一. 北方林業 **35**: 87-90.
 (11) 石濱宣夫・八坂通泰・大野泰之・滝谷美香・小野寺賢介 (2013) シラカンバ人工林におけるピスフレックの発生実態—美唄市の44年生林分での事例—. 北森研 **61**: 77-80.
 (12) 久万田敏夫 (1984) 広葉樹のピスフレック形成昆虫. 北方林業 **36**: 120-129.
 (13) 松井善喜・篠原久夫・横田莊平 (1959) 天北地帯のカンバ二次林について. 日林北支論 **8**: 72-75.
 (14) 中道正徳・河原田洋三 (1963) シラカバ材による単板製造試験. 北海道立林業指導所月報 **138**: 9-14.
 (15) 佐藤真由美 (1992) 外材と道産材—材質による比較(広葉樹・散孔材)—. 林産試だより 1992年7月号: 1-9.
 (16) 瀬戸健一郎・野崎兼司 (1963) シラカバ材による合板の製造試験. 北海道立林業指導所月報 **138**: 15-17.
 (17) 嶋瀬拓也・天野智将・佐々木尚三・上村 巧 (2013) シラカンバ材の内装材利用に向けた課題と展望. 北森研 **61**: 29-30.
 (18) 高橋幸男・浅井達弘・菊沢喜八郎 (1974) 名寄のシラカンバ林の現存量について. 北林試報 **12**: 29-37.
 (19) Wiedenbeck, J., Wiemann, M., Alderman, D., Baumgras, J., and Luppold, W. (2004) Defining hardwood veneer log quality attributes. Gen. Tech. Rep. NE-313. USDA Forest Service, Northeastern Research Station, Newtown Square, PA, 36pp.
 (20) 矢萩利雄・原 秀穂 (1990) シラカンバにおける形成層潜孔虫ミノドヒラタモグリガによるピスフレックの発生部位. 日林誌 **72**: 508-512.
 (21) Ylioja, T., Saranpää, P., Roininen, H., and Rousi, M. (1998) Larval tunnels of *Phytobia betulae* (Diptera: Agromyzidae) in birch wood. J. Econ. Entomol. **91**: 175-181.