

カラマツ類の樹皮・針葉の化学成分 ～林木育種に有用な成分～

利用部 バイオマスグループ 関 一人

■はじめに

カラマツは寒冷地においても成長が早いことから、1890年代に自生地である長野県から道内へ造林木として導入されています。しかしながら、導入当初よりカラマツは、北海道に在来する野ネズミ（エゾヤチネズミ）によって、造林された稚幼樹がおもに積雪下において多大な樹皮食害を受けてきました（図1a）。とりわけ拡大造林政策期における1953-1970年の間、カラマツを主体とする針葉樹人工林の野ネズミ被害は2万ha/年以上を記録しています。一方、近年の被害は1千ha/年程度で推移していますが、中高齢林分の被害が潜在化しているとの指摘もあります（図1b）。

サハリンや南千島から導入されたグイマツを母樹とし、カラマツを花粉親として創出されたグイマツ雑種 F_1 （♀グイマツ×♂カラマツ、以下 F_1 という）は、初期成長速度、幹の通直性、材質に優れるとともに、野ネズミに対する抵抗性が高いため、1960年代から積極的な林木育種がなされてきました。

近年では林業試験場と林産試験場が共同で、材の強度、幹の通直性、炭素の固定能力に優れる「クリーンラーチ」を特定品種として開発しています。これら F_1 類の年間造林面積も年々増加しており、北海道における次世代の優良な森林資源として期待されています。

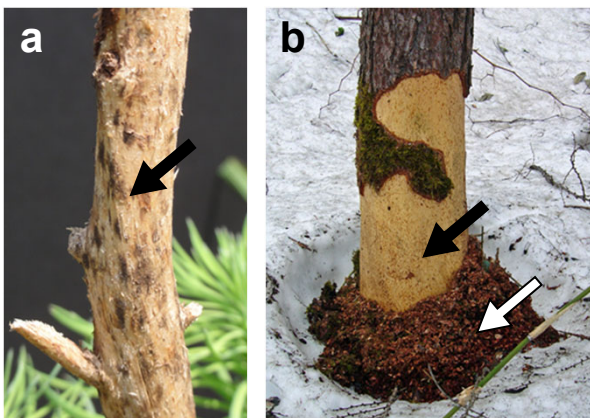


図1 野ネズミによって樹皮食害された4年生カラマツ (a) および40年生カラマツ (b) (参考資料⁸⁾より一部編集)

黒矢印：食害箇所、白矢印：食害に際して残された外樹皮、
a：2014年7月撮影 深川市、b：2006年4月撮影 当麻町

これまでに林産試験場では北海道のカラマツ類の樹皮や針葉における化学成分を精査するとともに、その利用に関して取り組んできました。ここでは、それらのうち、カラマツ類の林木育種に有用な化学成分について紹介します。

■ F_1 の苗木の判別に有用な樹皮・針葉の化学成分

優良な形質を数多く有する F_1 ですが、その種子はグイマツとカラマツが混植された採取園において自然受粉させ、グイマツから採取されています。しかし、これらの種子は F_1 とグイマツの両方の種子が混在しており、現在のところ種子段階では F_1 を判別することができません。そのため、種子を苗床に播種したのち、熟練者によって、苗木の形態や黄葉時期などのフェノロジー（生物季節）の違いから本来必要である F_1 の苗木を判別しなければなりません。

我々の研究グループでは、苗木の樹皮中の樹脂成分（ヤニ成分）の1群である「ジテルペノイド」や、針葉中の「脂肪酸」類の遺伝的な量的組成の違いに着目して、 F_1 とグイマツの苗木を判別できるのではないかと考え、より高精度な判別方法の開発を試みてきました。

あらかじめDNA判別しておいたグイマツと F_1 の2年生苗木（約200本）の枝について、樹皮中の8種のジテルペノイドおよび針葉中の21種の脂肪酸の量的組成を統計解析した結果、 F_1 を高精度に判別できることが分かりました¹⁻⁵⁾。このことから、苗木の枝における樹皮のジテルペノイドや針葉の脂肪酸の量的組成は、雑種判別の有効な指標になることが示されました。今後、これらの技術と野菜・果物の糖度などの測定に用いられている近赤外分光分析法を応用することにより、 F_1 苗木の非破壊かつ瞬時の高精度判別が可能になると考えています。

■野ネズミの樹皮食害に対して抵抗性を示すと考えられる化学成分

北海道におけるカラマツ類の野ネズミに対する抵抗性は、グイマツ> F_1 >>カラマツの順に高いことが多数の報告によって示されています。また、これらの抵抗性の違いは、樹皮中の化学組成の違いに起

因することが多数の報告の中で推定されています。

樹木をはじめとする植物は、動物などからの被食に対して逃走・移動などの手段を持たないことから、硬皮や棘皮などによって物理的に、または消化抵抗性や毒性のある成分（二次代謝物）によって化学的に自身を防御することを進化の過程で獲得したことが学術的にも認められています。また、二次代謝物は植物系統や種によって特徴的な組成を示すとともに、それらが遺伝することが知られています。これらのことから、グイマツ（G1家系）、カラマツ（K1家系）、F₁（G1×K1家系）それぞれの樹皮の化学成分を詳細に検討することにより、野ネズミに対する「化学的防御物質」が明らかになると考えました。

野ネズミによる樹皮食害が多い冬期間（1月）の樹皮試料の化学分析の結果、栄養物質（果糖・ブドウ糖などの可溶性糖、デンプン、タンパク質）の含有量はグイマツ≒F₁≒カラマツ、二次代謝物であるフェノール成分（カテキンなどのフラボノイド、タンニン）はグイマツ<F₁<カラマツ、同代謝物で樹脂成分であるテルペノイドはグイマツ>F₁>カラマツの順であることが認められました。とりわけ、テルペノイドの中でも揮発（精油）成分である「3-カレン」、不揮発成分である「13-エピマノオール」および「ラリキソール」の含有量はグイマツ>F₁>>カラマツの順となり、野ネズミの抵抗性と一致したため、これらの成分が化学的防御の候補物質であると

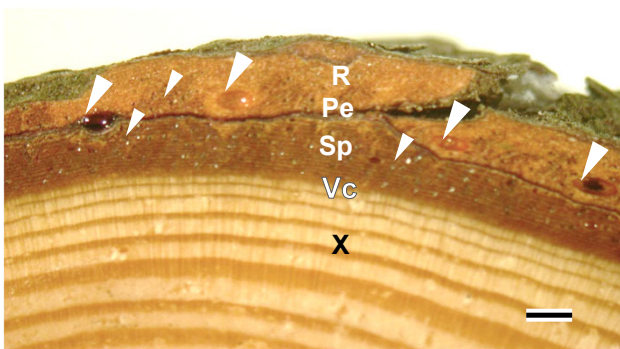


図2 ギイマツの枝横断面の実体顕微鏡写真
(参考資料⁸⁾より一部編集)

R: 外樹皮, Pe: 周皮, Sp: 内樹皮, Vc: 形成層, X: 木部, 小矢尻: 樹脂道, 大矢尻: 樹脂嚢, スケールバー: 1 mm

推定されました^{2,6-8)}。

グイマツやF₁の葉、樹皮、材はカラマツと比較して強い香りを呈しますが、それらに含有する揮発成分である3-カレンに起因していると考えられます。さらに、樹脂成分であるテルペノイドは、針葉樹の樹皮中（図2）において、樹脂道や樹脂嚢に蓄積されていることが一般的に知られています。

■おわりに

これまで述べてきたカラマツ、グイマツ、F₁の樹皮や針葉における化学成分の情報については、今後、北海道における病虫獣害防止に関する林木育種への応用が期待されます。また、今回、化学的防御物質として推定された成分は、さらに動物操作実験を通じての検証や防御物質としての作用や機能の検討を行う必要があると考えています。

■謝辞

本研究の一部は、（独）日本学術振興会・科学研究費補助金（課題番号 JP20580166, JP25450221）の助成を受けて実施されました。

■参考資料

- 1) Sato *et al.* : Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry, 72, pp.2895–2902 (2008) .
- 2) Sato *et al.* : Journal of Wood Science, 55, pp.32–40 (2009) .
- 3) 関一人ほか：特開2010-216993 (2010).
- 4) 佐藤真由美：化学と生物 50, pp.82–85 (2012) .
- 5) 関一人：林産試だより 2013年12月号, pp.8–11 (2013) .
- 6) Seki *et al.* : Journal of Wood Science, 58, pp.437–445 (2012) .
- 7) Seki *et al.* : Journal of Forest Research, 24, pp.292–302 (2019) .
- 8) 関一人：北方林業 71, pp.71–74 (2020) .

（事務局より：本稿は「山づくり」2020年7月号に寄稿した記事を再編集したものです。）