

林産試 だより

ISSN 1349-3132



ブナシメジ「マーブレ219」生産の様子（今月号Q&Aより）

林産試験場が製作した南極観測第1次越冬隊用の犬そり（後編）	1
資源作物「ヤナギ」の栽培収穫技術に関する道内の動向	4
北海道のカラマツ類の樹皮に含まれる樹脂成分の特性と有用性	8
Q&A先月の技術相談から 〔キノコの鮮度と保存方法〕	12
行政の窓 〔品質管理研究会 ～安全・安心な木材利用のために〕	13
林産試ニュース	

12
2013

林産試験場

林産試験場が製作した 南極観測第1次越冬隊用の犬そり（後編）

企業支援部 普及調整グループ 渡辺誠二

前号では、林産試験場（以下、林産試）が南極観測越冬隊用の犬そりを製作した経緯と、使用後の犬そりが国立極地研究所（以下、極地研）に残っていたことをご紹介します。以下、前号に引き続き、林産試に所蔵する犬そり関連のお話をご紹介します。

■ 稚内にも残っていたもう一つの犬そり

極地研を訪問して、思わぬ収穫がありました。訪問した時に極地研の広報の方にお話を伺うと、南極で使用したそりが「稚内市青少年科学館」にあるはずだと言うのです。稚内は第1次観測隊派遣に向け、稚内公園に樺太犬訓練所を設けて犬そりの訓練を行った地です。そこで、稚内を訪れてみました。

すると、写真1のそりがありました。写真2のとおりランナーとロングチューディナルは集成材で造ら

れ、ランナー幅を測定してみると8.5cm、また、写真3のとおりランナーにはスカーフジョイントでつなぎ合せたような跡が確認できました。このそりもまぎれもなく林業指導所で製作した大型そりと思われる



写真3 ランナーの接合部と思われる箇所の破損状況

ただ、写真4に写っているとおり、このそりの束材は7本となっており、木材と鋼材が交互に使われています。文献にある大型そりの束材は5本で、すべて木材となっているので、この点において稚内に現存しているこのそりは大きく異なっていました。



写真4 鉄と木材が使われている束材

■ 林産試に所蔵のそりはいかなるものか？

当時の林業指導所の文献では、所蔵している小型のそりに関する記述がなかったため、当時そりの製作に携わっていた林産試のOBに直接話を聞くことにしました。文献1～3を書かれた高見氏はすでにご逝去されていましたが、そりの製作や試験を補佐していた方がまだお元気で話を聞くことができました。



写真1 稚内市青少年科学館に残されている犬そり



写真2 ラミナを接着して造られた部材

かれこれ60年も前の話で、記憶を辿っていただくのも恐縮でしたが、その中のお一人から、小型のそりを製作し南極観測隊に引き渡したことを伺い、当場の資料にはありませんが、大型、中型以外に小型のそりも林業指導所で確かに造っていたことが分かりました。

■文献にあった同型のそりの発見

また、並行して極地関係の文献を調べていると、犬飼哲夫氏と芳賀良一氏が書かれた「日本南極地域観測隊犬橈関係報告(Ⅱ)」⁴⁾に突き当たりました。この報告は、犬そりに関して犬および装備、運用のすべてについて詳細に記述したもので、この中のp.42に、「小型犬ソリ」の記述があったのです。ここに記述されている小型そりは図3のとおりで、ランナー幅は6.0cm、全長2m、束材の本数は3本と記載されています。林産試に所蔵のそりも、ランナー幅は6.0cm、束材が3本です。全長こそ約2.5mで文献にある2.0mと異なり、また前方のハンドルパーもありませんが、基本構造は文献と同じです。「第1次南極地域観測輸送実施経過報告書」⁵⁾の中にも、小型そり4台を輸送していることが書かれているので、このタイプの小型そりも南極に持って行っているのは確かと思われる。

次に確認することは、林産試に所蔵のそりが南極で実際に使われたものかどうかということです。

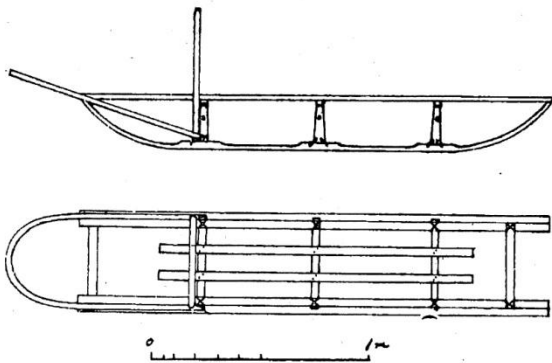


図3 「日本南極地域観測隊犬橈関係報告(Ⅱ)」にある「小型犬ソリ」⁴⁾

■南極へは持って行っていない

昭和33年(1958年)6月24日に当時の皇太子殿下(現在の今上天皇)が林業指導所を御来所になっており、この報告が同年7月発行の林業指導所月報⁶⁾に掲載されています。この中で殿下が南極観測用の犬そりを御覧になっている写真が載っています。白黒

の写真ですが、写真の中に写し出されているそりは、現在林産試に所蔵のそりと同型のもので、所蔵のそりそのものが写っていると思われます。

南極観測隊は、昭和32年2月より第1次越冬隊が越冬を開始し、翌昭和33年2月24日には、観測船「宗谷」が氷塊に阻まれ航海不能の危機にあったため、第2次越冬隊が越冬を断念し、犬たちも含め昭和基地のほとんどの物を残して観測隊は離極しました。そして、翌34年1月に第3次隊が再び南極を訪れ、タロとジロの生存を確認するとともに2月から観測が再開されたのです。

皇太子殿下が御来所された昭和33年6月時点では、南極観測隊において、そりを含む機材はまだ南極に残されたままでした。林業指導所において、この時期にすでにそりがあったということは、このそりは南極には持って行っていないということです。そのため、林産試に所蔵のそりは、南極では使っていないと断定してよさそうです。

■稚内-旭川間犬そり踏破で使用した可能性

また、「日本南極地域観測隊犬橈関係報告(Ⅱ)」⁴⁾(p.52-54)によれば、昭和32年2月21日から3月3日の11日間にわたり、第2次観測隊の冬期総合訓練として、稚内から旭川まで犬そりで踏破しています。この時は大型そりと小型そりを使用していました。この訓練のゴール地点が、当時の林業指導所からあまり遠くない旭川自衛隊前となっていたので、林産試に所蔵のそりはこの時に使用したそりの可能性はないかと考え、調べてみました。調べるにしても、南極観測隊の当時の関係者に聞く以外にはありません。

そこで、この冬期総合訓練に参加し、その後南極観測越冬隊に参加された安藤久男氏、木崎甲子郎氏、吉田栄夫氏に直接または間接にお話をお聞きしました。しかし、残念ながら分からないとお話で、結果的には、この稚内-旭川冬期総合訓練に使用したものと判断できませんでした。

■結論は展示用に造られた同型のそり

林産試に所蔵の犬そりの資料的価値を確保するため、今回調べて得られた情報は以上で、これらの情報を総合すると、林産試に現存するそりは、南極1次観測隊で使用した小型そりと同型のもので、展示用に残されたものと結論付けるのが一番妥当と考えられます。実際に使われたものではないと思われます

が、南極観測の初期の調査手段を物語る歴史的資料として、価値あるものに代わりないでしょう。

■おわりに

昭和20年に敗戦し復興の抛りどころを探していた日本は、南極観測を国際協力で実施している先進国に遅れまいとして、10年後の昭和30年11月に南極観測隊派遣を決定し、わずか1年の準備期間だけで翌31年11月に第1次隊を派遣しました。この南極観測隊派遣は、まさに敗戦の国民意識を払拭するための失敗の許されない国家的プロジェクトだったようです。

木材産業の興隆を通して国民生活に寄与するため、昭和25年に開設された林業指導所（林産試の前身）も、新しい日本のため職員が情熱をもって試験研究に取り組んでいたと感じられます。そして、その情熱が、製作期間が半年もない短期間で犬そりの製作を完成させ、国家プロジェクトの南極観測第1次越冬を間接的に成功に導きました。

製作過程では幾多の困難があったことと思われます。これを克服した林産試験場の先人の情熱と奮闘に対して、心から敬意を表したいと思います。

（追記）

1) このたび愛媛県総合科学博物館の依頼により、平成25年7月から9月に同館で開催された特別展「南極の自然 ～研究者による観測活動とその成果～」に、林産試所蔵のこの犬そりが展示されました。この特別展には35,346人の来場があり、多くの方の目に触れるところとなりました。

2) 文献7によると、犬そりは、第1次越冬隊用に大型5台、中型4台、小型4台を持って行きましたが、観測船「宗谷」から基地までの運搬のため一時的に定着氷の上に置いておいたものが、定着氷ごと海の彼方へ流出してしまい、最終的には、大型3台、小型1台のみが残ったとのこと。第1次隊は、この少数のそりで越冬しました。このため、越冬隊はそのデータのとれず、使用後のそりの情報が林業指導所に入らず、その後の林業指導所の文献に報告がなされなかったのだと思われます。

■参考文献

- 1) 高見勇：“南極観測用犬橇の試作について（1）：集成木材による試作の概要”，林業指導所月報，56号，p. 1-4，1956年。
- 2) 高見勇：“南極観測用犬橇の試作について：集成材による”，木材工業，12巻1号，p. 21-24，1957年。
- 3) 高見勇：“集成材に関する研究（第4報）：南極観測用犬橇材の耐寒性について（1）”，林業指導所研究報告，12号，p. 23-31，1958年。
- 4) 犬飼哲夫，芳賀良一：“日本南極地域観測隊犬橇関係報告(II)”，南極資料，No. 10，p. 38-60，1960年。
- 5) “第1次南極地域観測輸送実施経過報告書”，海上保安庁巡視船宗谷，海上保安庁発行，1958年。
- 6) “皇太子殿下をお迎えして”，林業指導所月報，78号，p. 1-2，1958年。
- 7) “南極の犬ぞり”，菊池徹，法政大学出版社，1959年11月。

資源作物「ヤナギ」の栽培収穫技術に関する道内の動向

利用部 バイオマスグループ 折橋 健

■はじめに

地球温暖化の抑止、資源の安定確保などの観点から、エネルギーや化学製品をバイオマスから生産する技術が検討されています¹⁻³⁾。原料として想定されているのは、産業活動により発生するバイオマスや、エネルギー等の原料として専用に栽培されるバイオマスです¹⁾。このうち後者は資源作物とも呼ばれ、バイオマス原料の安定確保のために導入が必要と考えられています^{1, 4)}。

資源作物には、サトウキビやススキといった多収量の草本植物や、ユーカリ、ポプラ、ヤナギといった早生の広葉樹が含まれます¹⁾。このうちヤナギは、寒冷な北海道においても生産でき、面積あたり、単年あたりの生産性が高く、再生産も容易なことから、北海道に適した有望な資源作物と考えられています^{2, 3)}。

遊休地活用や産業創出の観点から、道内でもヤナギの生産利用を検討する地域が出てきています。林産試験場では、ヤナギの利用技術について検討を行っており、「林産試だより」でもバイオエタノール⁵⁾やキシロオリゴ糖⁶⁾の製造技術をご紹介してきました。ヤナギへの関心の高まりとともに、利用技術だけでなく栽培収穫技術についても知りたいとのご要望をいただくことがあります。そこで、ここではヤナギの栽培収穫技術について概略をご紹介します。

■道内での栽培収穫技術に関する動向

○樹種

北海道には、ヤナギ科4属の樹木（ハコヤナギ属3種、ケショウヤナギ属1種、オオバヤナギ属1種、ヤナギ属18種）が自生しています⁷⁾。このうち、ヤナギ属に含まれる細葉ヤナギ類（9種）は挿し木による増殖が可能なグループで⁷⁾、1~2年生の若い枝が挿し穂になります（写真1）⁸⁾。資源作物としてのヤナギの栽培は、この挿し木増殖を活用するため、細葉ヤナギ類が対象となっています。挿し木増殖の利点は、苗畑での苗木生産が不要なこと、同一母樹由来する挿し穂によりクローン増殖ができること（＝優良クローン品種を作り出せること）です。バイオマス生産性⁹⁻¹¹⁾や栽培適地の広さ¹²⁾といった観点から、

今日では細葉ヤナギ類の中でもオノエヤナギ (*Salix sachalinensis*) とエゾノキヌヤナギ (*Salix pet-susu*) の2樹種を対象が絞られています^{2, 14)}。



写真1 ヤナギの挿し穂（左）と幼樹（右）

○栽培地

資源作物は、経済性の観点から消費地の近くで集中的に生産することが想定されています¹⁾。消費地に近く、可能な限りまとまった未利用地や遊休地が、ヤナギ栽培の候補地と考えられます^{4, 8)}。道内にはヤナギを栽培できる土地がどの程度あるのか、これを明らかにするためにGIS（地理情報システム）を活用した栽培可能エリアの検討も行われています¹³⁾。

○栽培収穫サイクル

ヤナギの栽培収穫サイクルとして、超短伐期（3年周期）での栽培収穫を7回前後繰り返す方式が検討されています（図1）^{3, 8, 14)}。この方式では、挿し木とともに萌芽更新が旺盛というヤナギの性質を活用します。すなわち、地上部を収穫した後の切り株から新芽が出てくる（＝萌芽する）ので、この芽を育てて

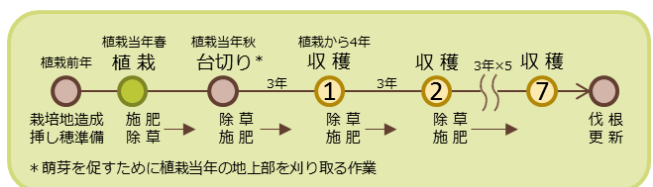


図1 道内で検討中のヤナギの栽培収穫サイクル

*文献3, 8を元に作成

収穫するということを繰り返します。収穫ごとに再植栽をする必要がないのが萌芽更新の利点です。1サイクルが7回前後とされているのは、ヤナギの株の寿命を考慮してのもです⁸⁾。また、1区画あたり3年に一度の収穫となるため、毎年収穫を得るためには、栽培地を3区画に分け、区画ごとに植栽年をずらす工夫が必要です⁸⁾。

○栽培地の管理

ヤナギの生産性を向上させるために、適切な植栽密度の設定が必要とされます^{3, 14)}。また、除草や施肥などの定期的な管理も重要となります^{3, 8, 14)}。よく管理され土壌条件のよい場合には、単年あたりの地上部生産量（絶乾）が20t/haを超えるとされます⁹⁾。ただし、手厚い管理はコストアップの要因となるので、現実的な地上部生産量（絶乾）として単年あたり10t/haを目標とした効率的な管理方法の検討が行われています^{3, 14)}。なお、栽培立地によっては、病虫害が発生する恐れもあることから、別途、留意検討が必要となります^{3, 8, 14)}。

○作業の機械化

資源作物としてのヤナギの栽培は、大規模栽培（5～10ha以上）が想定されるため、作業の機械化が必要とされています^{3, 8)}。欧米では、ヤナギの植え付けや収穫用の作業機械が開発されています^{2, 15)}が、日本にはありません²⁾。既存の農業機械を改良して利用することなどが提案されており、これまでにサトウキビ収穫機を使用した収穫試験が行われています（写真2）^{8, 16)}。作業の機械化のためには、ヤナギの植栽配置も設計する必要があります⁸⁾、機械化と並んで今後の検討課題となっています。

○ヤナギ優良クローン品種の育種

ヤナギの生産性を高める方法として、除草や施肥が必要であると述べましたが、別の方法として、優良クローン品種の育種も行われています。道内各地でオノエヤナギやエゾノキヌヤナギの挿し穂が採取され、バイオマス生産性の高いクローンの選抜、品種化が進められています^{9-11, 17, 18)}。またこの他にも、（エネルギーや化学製品の）用途にマッチした成分組成を持つクローン品種の選抜に関する検討も行われています¹⁹⁾。

○栽培コスト試算

栽培地の造成からヤナギの収穫、消費地までの運搬にかかるコストは、ヤナギ絶乾1tあたり11,000円前後と試算されています^{2, 3, 14)}。実際の利用にあたっては、チップ化やおが粉化、顧客への配送にかかる



写真2 サトウキビ収穫機によるヤナギ収穫試験の様子（上）と棒状（長さ20cm程度）の収穫物（下）

コストをさらに上乗せする必要があります。11,000円/tからのコストダウンに向けて栽培収穫システムの検討が行われており、当面は7,500円/tへのコストダウンが目標とされています^{3, 14)}。

○林産試験場がヤナギ畑だったとしたら・・・

開発が進められているヤナギの栽培収穫技術により、どんなことができるようになるのでしょうか？林産試験場の敷地をヤナギ畑だと仮定して、ちょっとした試算を行ってみます。

林産試験場の敷地は6haあり、条件（表1）に沿ってヤナギを栽培したとします。その結果、1区画1回あたりのヤナギ収穫量（絶乾）は、10（t/ha/年）×2（ha）×3（年）＝60tと試算されました。ヤナギの植栽後、4年目に初収穫を迎え、この時から毎年60t（絶乾）の収穫が23年間続くということになります。

表1 ヤナギ栽培収穫の試算条件

想定	林産試験場の敷地を使ってヤナギ畑を造成、図1のサイクルで栽培収穫
総面積	6 ha
区画	3 区画（1 区画は 2 ha）
植栽	収穫年をスライドさせるため、毎年1区画ずつ3年かけて植栽
単年あたり地上部生産量	10 t/ha（絶乾）
収穫	毎年1区画分を収穫（各区画は3年周期で収穫）
収穫回数	1区画につき7回

では、この60t（絶乾）のヤナギで何ができるのでしょうか？ここでは、灯油代替の家庭用暖房燃料として利用した場合と、菌床シイタケ栽培用の培地に用いた場合を考えてみます。試算条件は表2のとおりとしました。

表2 ヤナギの利用に関する試算条件

a) 家庭用暖房燃料としての利用		
想定	灯油FFストーブ使用世帯において、これをペレットFFストーブに置き換える	
暖房用灯油消費量（道内戸建）	1,299 ~ 1,638 L/世帯 *1	A
灯油低位発熱量	34.4 MJ/L *2	B
灯油FFストーブ燃焼効率	87 % *2	C
ヤナギ全木ペレット生産量	66.7 t *3	D
ヤナギ全木ペレット低位発熱量	15.7 MJ/kg *4	E
ペレットFFストーブ燃焼効率	77 % *2	F
林産試周辺（旭川市西神楽地区）世帯数	1,663 世帯 *5	
*1 平成 22 年度緊急雇用創出推進事業による北海道エネルギー問題関連調査業務報告書概要版掲載値、*2 文献 20 掲載値、*3 生産口スを考慮せず。絶乾 60 t、水分 10 % として計算、*4 林産試分析値、*5 旭川市の世帯・人口（H25.7 未現在）掲載値		
b) 菌床シイタケ栽培での利用		
想定	菌床シイタケ栽培の培地に使用する既存おが粉をヤナギの木部おが粉に置き換える	
ヤナギ木部おが粉生産量	絶乾 48 t *5	G
生シイタケ生産量	おが粉絶乾 1 t に対し、生重 1.0 ~ 1.2 t *6	H
生シイタケ生産量（道内）	生重 7,005 t *7	
*5 生産口スを考慮せず。樹皮率（重量）20 % として計算、*6 既存おが粉による林産試栽培実績より設定、*7 平成 23 年北海道特用林産統計掲載値		

その結果、年間60t（絶乾）のヤナギにより、灯油代替の家庭用暖房燃料は16～21世帯分（ $= D \times E \times F \times 1000 / A / B / C$ ），林産試周辺世帯数の0.96～1.3%を賄うことができ、生シイタケは48～58t（ $= G \times H$ ），道内生産量の0.69～0.83%を生産できることが分かりました。

■ヤナギの栽培収穫技術の研究に携わってきた機関

上述の栽培収穫技術は、道内の産学官の機関が過去数十年にわたって検討してきた成果が集約されたものです。参考として主な機関での検討内容を記します。

○王子製紙（株）林木育種研究所（のちに森林博物館へ名称変更、栗山町）

1980年代より、国主導の「バイオマス変換計画」や「新需要創出計画」に参画し、所内に生産試験林を設けて研究を展開しました（写真3）。ヤナギの栽培技術および優良クローン品種の選抜に関して数多くの成果を報告しています（例えば9-11）。同所は、道内でのヤナギバイオマスの生産研究における先駆的存

在でしたが、残念ながら2010年3月末に閉鎖されました。



写真3 王子製紙（株）林木育種研究所のヤナギ生産試験林（2008年当時）

○森林総合研究所北海道支所（札幌市）

1990年代後半より、所内に試験地を設けてヤナギの遺伝的特性²¹⁾や生理的特性²²⁾、萌芽再生力⁴⁾などについて調査を行っています。また2008年度から、下川町にフィールドを構え、実用的な栽培収穫システムの検討を行っており、これまでの成果が冊子³⁾として発行されている他、関連の報告例^{13, 14)}も発表されています。下川町での検討は現在も続いており、地上部生産量の向上とコストダウンの両立を目指しています。

○森林総合研究所林木育種センター北海道育種場（江別市）

2009年度より、ヤナギ栽培に適したバイオマス生産性の高いクローンの選抜、品種化に取り組んでいます（写真4）^{17, 18)}。また近年、用途にマッチした成分組成を持つクローンの育種についても検討しています¹⁹⁾。



写真4 挿し木材料（穂木）の採取（左）とクローン選抜試験用の採穂園（右）

*写真提供：林木育種センター北海道育種場

○北海道開発局開発調査課（札幌市）

2008年度から10年度にかけ、資源作物としてのヤ

ナギの栽培から利用における事業性の調査を行いました(写真5)。ヤナギ栽培に関するマニュアル⁸⁾や、栽培収穫および利用に至る経済性、環境性の評価結果²⁾について公表している他、関連の報告¹⁶⁾も発表されています。



写真5 ヤナギ栽培ほ場(上, 下川町; 下, 白糠町)

○北見工業大学(北見市)

2007年度より、生産性の高いヤナギ品種の選抜や集約的生産法の開発に取り組んでいます²³⁾。

■おわりに

道内におけるヤナギの栽培収穫技術の動向をご紹介しました。現状では、未解決の課題も残されている状況ですが、諸機関による今後の検討により徐々に解決されていくものと思います。また林産試験場でも、ヤナギの有効利用法について継続して検討を行っていく予定です。利用に関する要望等がございましたら、是非お寄せいただければと思います。最後に余談になりますが、早生かつ挿し木増殖が可能な細葉ヤナギ類は、資源作物として注目される以前より、治山、砂防などの防災分野に適する樹木として評価を受けていました(例えば¹²⁾)。木材利用の面ではあまり目立ちませんが、異なる分野で見出され、重宝されるユニークな存在は、さながら個性派俳優のように思われます。

■引用文献

- (1) バイオ燃料技術革新協議会: バイオ燃料技術革新計画, 89pp, 経済産業省資源エネルギー庁, 2008
- (2) 北海道開発局開発調査課: 北海道開発計画調査「北海道に適した新たなバイオマス資源の導入促進事業(平成20~22年度)の概要」, 13pp, 2011
- (3) 森林総合研究所北海道支所: ヤナギ畑からの利用—木質バイオマス資源作物の可能性—, 14pp, 2011
- (4) 丸山温: 季刊森林総研1, 7-8, 2008
- (5) 岸野正典: 林産試だより2011年2月号, 4-5, 2011
- (6) 関一人: 林産試だより2013年6月号, 6, 2013
- (7) 新田紀敏: 林産試だより2010年3月号, 9-14, 2010
- (8) 北海道開発局開発調査課: 北海道におけるヤナギ栽培マニュアル平成22年度版, 60pp, 2011
- (9) 千葉茂・永田義明・松平昇: バイオマス変換計画研究報告31, 57-79, 1991
- (10) 永田義明: 新需要創出関係資料集5, 19-25, 1996
- (11) 永田義明・竹田貴彦・戸巻邦男: 北方林業53(8), 187-190, 2001
- (12) 斎藤新一郎: 北海道林業技術研究発表大会論文集, 184-185, 1989
- (13) 伊藤江利子・高橋正義・松井哲哉・古家直行・上村章・宇都木玄: 北森研60, 17-20, 2012
- (14) 宇津木玄・上村章: 北の森だより7, 2-3, 2011
- (15) 佐々木尚三・ニルソン清水恵: 木材情報2010年3月号, 1-4, 2010
- (16) 吉岡拓如: 機械化林業696, 1-10, 2011
- (17) 田村明・生方正俊・那須仁弥・高倉康造: 北海道の林木育種52(2), 16-19, 2009
- (18) 矢野慶介・福田陽子・田村明・折橋健・安久津久: 北の国・森林づくり技術交流発表集2011, 174-177, 2012
- (19) 折橋健・安久津久・福田陽子・矢野慶介: 北海道の林木育種56(1), 29-33, 2013
- (20) 古俣寛隆: 林産試だより2008年11月号, 4-6, 2008
- (21) 松崎智徳: 北方林業53(6), 140-142, 2001
- (22) 丸山温・森茂太・北尾光俊・飛田博順・小池孝良: 森林立地44(2), 71-75, 2002
- (23) 三木康臣: 太陽/風力エネルギー講演論文集(2011), 421-424, 2011

北海道のカラマツ類の樹皮に含まれる 樹脂成分の特性と有用性

利用部 バイオマスグループ 関 一人

■北海道のカラマツ類

カラマツは寒冷地においても成長が早いことから、1890年代に当時の北海道庁により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¹⁾。現在では、北海道の人工林のなかでも、蓄積量、年間素材生産量、年間造林面積などが最も多く^{2,3)}、主力造林樹種となっています。

カラマツ類は容易に種間雑種を形成する特性があり、北海道では1940年代から優れた形質を有する林木の創出を目的とした林木育種が進んでいます。特に、サハリンや南千島から導入された北方系のカラマツ類である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、成長速度や材質に優れるとともに、病虫獣害に対する抵抗性が高いため、積極的な林木育種がなされてきました⁴⁾。

近年、林業試験場と林産試験場が共同で、材の強度と幹の通直性に優れる「スーパー F_1 」や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⁵⁻⁷⁾。これら F_1 類の年間造林面積も約540ha²⁾と年々増加しており、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。

ところで、一般的に木部と比較して樹皮は、抽出成分に富むことが知られています。カラマツ丸太1m³に対する樹皮量を40kg/m³と仮定すると⁸⁾、年間素材生産量約179万m³³⁾の製材過程では約7万tの樹皮が発生すると推定されますが、実際にはほとんどが燃料などの低位な利用にとどまっています。そのため、将来的にカラマツ類の樹皮の抽出成分を有効活用したのち、さらに燃料として利用することが可能ならば、北海道における林業・木材産業の振興に大きく貢献することが期待できます。

林産試験場では、樹木に含まれる成分の化学的な有効活用に関して、これまでに様々な研究を行っています。近年、北海道のカラマツ類の樹皮において、樹脂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、それらの化学的特徴や有用性について紹介します。

■樹皮の樹脂成分の同定

カラマツ、グイマツ、 F_1 のカラマツ類3種の樹皮に含まれている樹脂成分の組成を調べるためには、有機化学的手法を用いて、樹脂成分に含まれているそれぞれの主要化合物を単離してそれがなにかを調べる必要があります。

これまでに、これらカラマツ類3種の樹脂成分を含む樹皮の有機溶媒抽出物に関しては、グイマツの樹皮抽出物が最も多いことが分かっているため⁹⁾、これを原料として単離精製を行いました。

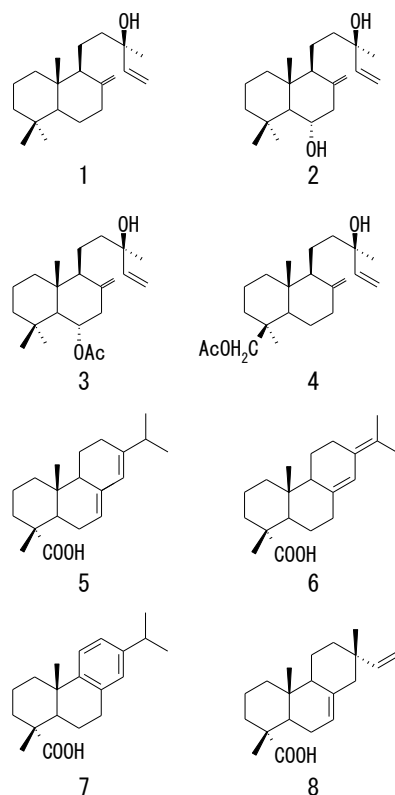


図1 グイマツ樹皮から得られた樹脂成分である
ジテルペノイドの化学構造

- 1: 13-エピマノール 2: ラリキソール 3: 酢酸ラリキソール
4: 酢酸-13-エピトルロソール 5: アビエチン酸
6: ネオアビエチン酸 7: デヒドロアビエチン酸
8: インビマール酸

グイマツの樹皮（約300g）の抽出物（約16g）から有機化学的手法により、約30~1400mgの8つの精製物を得ました。これらについて化学構造解析を行った

結果、図1に示すような化合物と同定されました¹⁰⁾。

これらは、いずれも炭素数が20で類似の基本的化学構造を有するジテルペノイドと呼ばれる化合物群です。また、この化合物群はマツ科植物の松ヤニに特徴的に含有する成分です。また、カラマツやF₁の樹皮の樹脂成分を分析したところ、これらのジテルペノイドの一部または全部が含まれていることが分かりました¹¹⁾。

従来より、マツ類の幹に傷を付けて採取された生松ヤニは接着剤の原料などとして手工業的に利用されてきました。生松ヤニを蒸留して精油を分離した残りの固形分はロジンと呼ばれ、この中にはカラマツの樹皮に含まれる化合物1~8(図1)のような樹脂成分が主要成分として含まれています。

現在ではマツ類を原料とした紙パルプ工業の副生物としてトール油ロジンが得られ、これらを原料として、塗料用樹脂、医薬品、製紙用サイズ剤、はんだ用剤などの様々な有用化成品が製造されています。

このように樹脂成分を原料とした一連の化学工業プロセスはパイン・ケミカル(マツの化学)とも呼ばれています。したがって、効率的な抽出法を開発すれば、カラマツ類の樹皮からも化成品工業の創出が可能であると考えられます。

■樹皮の樹脂成分の分布

樹皮の組織は、内樹皮(二次師部)と外樹皮(リチドーム)から構成されています(図2)。内樹皮は木部の外側の形成層から分化し、生きている組織であり、葉で光合成された糖類などの栄養分の輸送や貯蔵や、樹脂成分などの二次代謝物(≒抽出成分)の生合成などを行います。一方、外樹皮は不透水性のコルク形成層などからなる周皮によって、内樹皮の外部を取り込みながら発達する死滅した組織です。これまで、外樹皮の重要な機能は、最外部において樹体を外的要因から物理的に防御することと考えられており、化学的な検討はほとんどなされていませんでした。また、カラマツ類の樹皮はその外見から“うろこ状樹皮”とも呼ばれ、中高齢になると外樹皮の割合が多くなる傾向がありますが、樹皮を資源として考えた場合にその成分を精査することは重要なことと考えられます。

そこで、30年生のガイマツの枝(直径5cm, 枝齢10~15年)を用いて、内樹皮と外樹皮に含まれる樹脂成分の組成を調べました。その際、前項で単離精製した8種類のジテルペノイド(図1)と比較したとこ

ろ、内樹皮と外樹皮における各ジテルペノイドの存在比はほぼ同じでしたが、外樹皮の方が量的に多いことが分かりました¹⁰⁾。

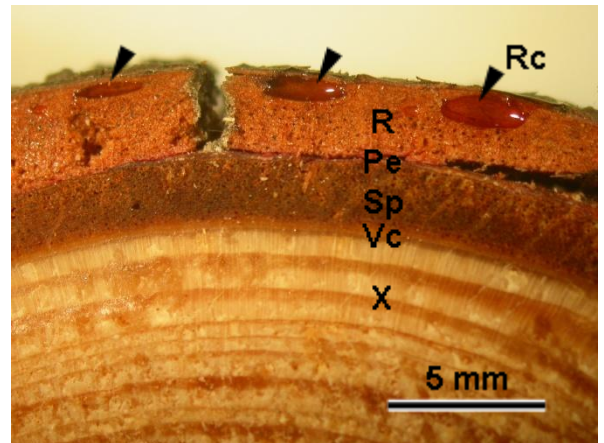


図2 ガイマツ枝の横断面*)

*) 引用文献¹⁰⁾ から一部改変

Rc: 樹脂嚢, R: 外樹皮(リチドーム), Pe: 周皮,
Sp: 内樹皮(二次師部), Vc: 形成層, X: 木部

この理由としては、①内樹皮に存在する樹脂成分を貯蔵する水平樹脂道が、内樹皮の外側では木部の肥大成長に伴って接線方向に広がり、その部位に樹脂成分が内樹皮の内側よりも多く貯蔵され、②内樹皮の外側において常に外樹皮が分化するから、と考えられています¹⁰⁾。

植物の生産する糖類、核酸、アミノ酸、タンパクなどは、生命維持活動に必要な不可欠であり、一次代謝物と呼ばれます。一方、樹脂成分やフェノール成分などの二次代謝物は、直接的に生命維持活動には不可欠ではありません。しかし、毒性や難消化性を有しているものが多く、一次代謝物などを搾取する植物病原菌や植食性昆虫・哺乳類などの外敵に対して化学的防御物質として働きます¹²⁾。

今回の分析結果では、コルク質で覆われた外樹皮中に樹脂成分が局在していました。このことは、外敵に対して化学的防御物質を最前線に配置するとともに、自己組織に対しても細胞毒性を有する樹脂成分を安全に貯蔵することになり、防御戦略上においてより適応的であることが示唆されています¹⁰⁾。

■樹脂成分を指標とした優良F₁苗木の判別

北海道に在来するユーラシア大陸系の野ネズミ(エゾヤチネズミ)によって、カラマツは導入当初から造林稚苗の重大な樹皮食害を受けてきました。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/年以上で特に1959年には11万ha/年という甚大な被害を記録しています¹³⁾。

北方系のカラマツ類であるグイマツは、野ネズミによる食害に対して高い抵抗性のあることが以前から知られていました。その子供であるF₁は、野ネズミに対する高い抵抗性に関する形質も受け継いでいます^{4,7)}。

優れた形質を有するF₁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⁷⁾。ところが、これらの種子はF₁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F₁を判別することができません。そのため、種子をまいたのち(図3)、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F₁の苗木を判別しなければなりません。



図3 F₁およびグイマツの2年生苗木の混在した苗床

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¹²⁾、遺伝すること¹⁴⁾が知られています。実際に、F₁の樹皮におけるジテルペノイド(図1)の組成や含有量を調べたところ、その両親であるカラマツとグイマツのほぼ中間の値を示す傾向があることから、量的遺伝を受けていることが考えられました¹¹⁾。

そこで現場では、苗木の樹皮における樹脂成分のジテルペノイドの量的な組成の違いを指標として、F₁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ました。

あらかじめDNA判別しておいたF₁とグイマツの2年生苗木(約200本)の枝の樹皮について、図1に示した8種のジテルペノイドの組成を統計解析した結果、高精度にF₁を判別できることが分かりました。このことから、苗木の枝の樹皮のジテルペノイドの組成

は、雑種判別の有効な指標になることが示されました^{11, 15, 16)}。これらの技術とメロンなどの果物の糖度測定に用いられている近赤外分光分析法を統合することにより、F₁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。

これまでに、カラマツ、グイマツ、F₁のカラマツ類において、野ネズミに対する抵抗性と樹脂成分には関連性が示唆されています。このことから、カラマツ類の林木育種において、これらの樹脂成分は化学的防御物質の指標成分として、病虫獣害に対する抵抗性を高める目的の成分育種への応用も期待されます¹¹⁾。

■おわりに

本稿では、北海道に導入されているカラマツ類であるカラマツ、グイマツ、F₁の樹皮に含まれる主要な樹脂成分であるジテルペノイドについて紹介しました。カラマツ類の樹脂成分は、有用な化成品の原料としての直接的利用や、優良雑種の苗木の判別や病虫獣害に対する高抵抗性を目指した林木育種における指標成分としての間接的利用が期待されます。

北海道では「北海道森づくり基本計画」(平成25年)を策定し、経済林ではカラマツなどの人工林を主体とした森林資源を循環利用することにより、林業・木材産業の振興と山村地域の活性化を目指しています¹⁷⁾。そのため、これまで述べてきた成果や知見が、このような政策や産業振興に活用されるよう、新たな展開を図る予定です。

本研究の一部は、(独)科学技術振興機構・地域イノベーション創出総合支援事業平成18年度シーズ発掘試験(課題番号01-089)および(独)日本学術振興会・科学研究費補助金(課題番号20580166, 25450221)の助成を受けて実施しました。

■引用文献

- 1) 高橋松尾: カラマツ林業総説, 第2版. 日本林業技術協会, 東京(1960)
- 2) 北海道水産林務部: 平成23年度北海道林業統計. 北海道, 札幌(2012)
- 3) 北海道水産林務部: 平成23年度北海道木材需給実績. 北海道, 札幌(2012)
- 4) 倉橋昭夫: 東大演報 79, 1-94(1988)
- 5) Fujimoto et al.: J. For. Res. 11, 343-349(2006).
- 6) Kita, K. et al.: J. Wood Sci. 55, 425-434(2009).
- 7) 林業試験場: 種苗の品種にこだわる時代がやって

- きた, グイマツ雑種F1の特定品種「クリーンラーチ」と「スーパーF1」. 林業試験場, 美唄 (2009).
- 8) 窪田 実: 林産試験場研究報告 79, 1-121 (1988).
- 9) Hayashi, E. et al.: J. For. Res. 3, 119-122 (1998).
- 10) Seki, K. et al.: J. Wood Sci. 58, 437-445 (2012).
- 11) Sato, M. et al.: J. Wood Sci. 55, 32-40 (2009).
- 12) Gershenzon, J.: Taiz, L., Zeiger, E. (eds.) Plant physiology, 4th edn. Sinauer Associates, Sunderland, pp 315-344 (2006).
- 13) Kaneko, Y. et al.: Res. Popul. Ecol. 40: 21-37 (1998).
- 14) Wink, M.: Theor. Appl. Genet. 75, 225-233 (1988).
- 15) 関 一人ほか: 特開2010-216993 (2010).
- 16) 佐藤真由美: 化学と生物 50, 82-85 (2012).
- 17) 北海道水産林務部: 北海道森づくり基本計画、北海道にふさわしい豊かな生態系をはぐくむ森林づくりに向けて. 北海道, 札幌 (2013).

Q&A 先月の技術相談から

キノコの鮮度と保存方法

Q: お店には、多くの種類のキノコが並んでいます。ヘルシーで新鮮なキノコを、料理にふんだんに使いたいと思っています。キノコの鮮度の変わり方やお店で購入したキノコの保存方法を教えてください。

A: お店に行くと、色とりどりにパッケージされたキノコを目にすることができます。これらは、施設栽培によるものが中心であることから、一年を通じて味わうことができます。生産量が多いのは、シイタケ、エノキタケ、ブナシメジ、マイタケ、ナメコです。他にも北海道らしいキノコで黄色の鮮やかなタモギタケ、茶色い野生型エノキタケであるエゾコキノシタがあります。

収穫したキノコは、加工・調理するまで生きた状態にあるので、呼吸、水分蒸散および酸化作用を保持しています。これらの作用により、キノコは時間経過とともに、傘が開いたり、柄が伸びたり、組織が軟らかくなったり、さらにはしなびたり、変色したりして、鮮度が落ちていきます。

このような鮮度変化をできるだけ抑えて、新鮮な状態で一般消費者に届けるため、生産、流通のさまざまな段階で対策がとられ、水分の少ないキノコ作り、低温保存、包装資材による呼吸・水分蒸散の制御が行なわれ、お店に並びます。

キノコを購入したら、その日のうちに調理して味わうのが一番ですが、たくさん買ってしまったり、すぐに調理しない場合には以下の保存方法があります。

(1) 冷蔵

冷蔵庫の低温保存は一般的ですが、キノコが生きたままの状態を維持するため鮮度低下が進みます。数日のうちに使い切ることをおすすめします。

(2) 冷凍

すぐに調理しない場合には、キノコの根元（石づき含む）を切り落としたり、株をほぐしたり、大きいキノコを一口大に切ったりしてから、密封可能なジッパー付きポリ袋に入れて冷凍庫で保存します。約3週間を目安にお使いください。

冷凍キノコを加熱すると、生キノコを加熱した場合より、うま味に関するグアニル酸が多く生成する¹⁾ようです。実際に冷凍キノコを調理して食べてみ

ると、表1のようにキノコの種類によって、香りが良く食感も残り美味しい¹⁾もの、雑味が出て評価が微妙なものがあるようです。好みもありますが、一度お試しください。

表1 生と冷凍キノコを用いて比較したキノコ飯の味

種類	香り	色	味	食感	総合
シイタケ	△	○	○		△
マツタケ	◎	△	△	△	△
ブナシメジ	○		◎		◎
マッシュルーム				△	△
エリンギ		△	△		△

◎：1%レベルの有意差で冷凍もの優位，○：5%レベルの有意差で冷凍もの優位，△：大きな違いなし，空欄：若干低下。文献1のデータを基に表を作成した。

(3) 乾燥

天気が良い日が続くのであれば、天日で干す（日照射）という方法もあります。干す場合には、冷凍保存の場合と同様に、一口大に切る等キノコを処理してから日当たりと風通しのよいところに並べます。数日で完成します。表2のように、天日で干したキノコはカルシウム吸収に関するビタミンDが増加する²⁾ことが報告されていますし、干したキノコを戻して調理すると、味や食感が良くなるようです。

表2 乾燥法によるビタミンD含量 (IU/g) の違い

	キノコの種類		
	シイタケ	ヒラタケ	エノキタケ
熱乾燥	0	0	0
日照射	192	473	—
UV照射	257	1,197	2,491

IU：ビタミンDの効力。文献2のデータを基に表を作成した。

参考文献

- 石黒弥生ら：冷凍した食用担子菌類の嗜好性，日本食生活学会誌，17，247-254（2006）
- 桐淵壽子：紫外線照射による各種キノコ中のビタミンD2含量に関する研究，日本家政学会誌，41，401-406（1990）

（利用部 微生物グループ 原田 陽）

行政の窓

品質管理研修会

～安全・安心な木材利用のために～

趣 旨

北海道林業・木材産業協議会では、住宅をはじめとする木造建築等において、安全・安心な木材利用のために、JAS制度や地域材の使用事例などを学ぶ「品質管理研修会」を「帯広市」及び「函館市」の2カ所で開催いたします。

木材加工工場から工務店や販売店まで、木材に携わる方の多数のご参加をお待ちしております。

【参加費用 無料】

日時・場所

【帯広会場】	日時	平成25年12月20日(金)	13:30～16:30
	場所	とかちプラザ講習室402	帯広市西4条南13丁目1番地
【函館会場】	日時	平成26年1月28日(火)	10:00～15:30
	場所	函館市民会館大会議室	函館市湯川町1-32-1

内 容

- | | | |
|--------------------|-----------------|--------|
| 1. JAS製材の最新の動向 | <講師：北海道林産物検査会 | 前井光秋氏> |
| 2. 木造公共建築物の事例紹介 | <講師：道水産林務部林業木材課 | 藤島 敦氏> |
| 3. 人工乾燥技術コアドライ | <講師：北海道立総合研究機構 | 中寫 厚氏> |
| 4. 品質を確保する情報システム | <講師：北海道立総合研究機構 | 石河周平氏> |
| 5. 木造公共建築物工事現場の見学※ | <函館市旭岡団地道営住宅> | |

※木造公共建築物の見学は函館会場のみです。現地への移動はバスを用意します。

申込方法

参加申込書に希望会場をご記入の上、各会場毎の申込期限までにFAXにてお申し込みください。参加申込書は北海道木材産業協同組合連合会ホームページより入手できます。

<http://www.woodplaza.or.jp/>

申込期限	帯広会場	平成25年12月13日(金)
	函館会場	平成26年 1月21日(火)
申込先	北海道林業・木材産業対策協議会 FAX 011-252-2660	

(水産林務部林務局林業木材課経営支援グループ)

林産試ニュース

■ 「木と暮らしの情報館」が冬季休館に入ります
林産試験場併設の「木と暮らしの情報館」が、11月30日から冬季休館に入ります。

今年は4月1日の開館から約7200人の方々にご入館いただきました。ありがとうございました。

今後とも多くの皆様にお越しいただけるよう展示内容の充実に向けてまいります。来シーズンは、4月1日(火)に開館の予定です。

■ セミナーを開催しました

上川地区の道総研(北方建築総合研究所, 上川農業試験場, 林産試験場)は、9~11月にそれぞれ1回、昼休み時間を利用し、旭川市国際交流センター(交流ラウンジ)で、市民向け講座「かみかわ知っ得セミナー」を開催しました。

11月6日(水)には、会場利用部の宜寿次主査が「森林からのおくりもの ~きのこ~」と題し、きのこの品種開発と栽培技術の研究等、最新のきのこ事情についてお話ししました。参加者は約30名でした。



■ ビジネスEXPOに出展しました

11月7日(木)~8日(金), 『北海道底チカラ!』をキーワードに「第27回ビジネスEXPO 北海道 技術・ビジネス交流会」が開催されました。林産試験場は、木製遊具やカラマツLVG(土台用単板集成材)の展示、新規栽培用きのこのトキイロヒラタケの展示およびその加工品(せんべい, 蒸しパン, チョコレート)の試食等を行いました。



■ コープさっぽろのイベントに出展しました

11月10日(日), 旭川地場産業振興センター(旭川市神楽4条6丁目)において、「コープさっぽろ 食べる・たいてつフェスティバル2013 in 旭川」にて「木のひみつ」と題した展示発表を行いました。

雨天にもかかわらず多くの来場者でにぎわい、たくさんの方々から木のダンベルや顕微鏡による樹木の組織観察等を体験してもらいました。

林業・木材関係のイベントとは異なり、普段木材に接する機会の少ない方にも木材にふれてもらえる良い機会になりました。

林産試だより

2013年12月号

編集人 林産試験場
HP・Web版林産試だより編集委員会
発行人 林産試験場
URL: <http://www.fpri.hro.or.jp/>

平成25年12月2日 発行
連絡先 企業支援部普及調整グループ
071-0198 北海道旭川市西神楽1線10号
電話 0166-75-4233 (代)
FAX 0166-75-3621