

林産試 だより

ISSN 1349-3132



北海道森林管理局CLT実験棟見学の様子
（「林産試ニュース」より）

- 特集『平成31年北海道森づくり研究成果発表会』パートⅡ
 - ・木質バイオマス発電の経済性評価・・・・・・・・・・ 1
 - ・木質燃焼灰は融雪資材として使えるか？ ・・・・・・・・ 2
 - ・林地に放置された丸太の燃料品質を調べました ・・・・・・・・ 3
 - ・防腐薬剤処理木材の耐用年数は何年なの？ ・・・・・・・・ 4
 - ・銅を利用した塗装木材の耐候性向上処理の検討 ・・・・・・・・ 5
 - ・屋外用途での木製品の需要拡大に向けた
アセチル化木材による高耐久木製品の試作 ・・・・・・・・ 6
- 人口減少時代における持続可能な森林経営～資源、施業、利用の
視点における北海道の課題～（資源編その2） ・・・・・・・・ 7
- 行政の窓
 - 〔北海道植樹の日・育樹の日制定記念
「北海道・木育（もくいく）フェスタ2019」〕 ・・・・・・・・ 12
 - 林産試ニュース ・・・・・・・・ 13

6

2019

林産試験場

木質バイオマス発電の経済性評価

林産試験場 利用部 資源・システムG 古俣寛隆

本研究は、JSPS 科研費25450249の助成、森林総合研究所交付金プロジェクト研究201423のサポートを受けました

研究の背景・目的

再生可能エネルギーの固定価格買取制度（FIT）によりバイオマス発電の導入が進んでいます（図1）。これに伴い、未利用材、PKS（アブラヤシの核殻）の消費量が急増しています。ただし、FITは再エネ導入初期の市場創出のための措置であり、電力の買取価格は今後引き下げられる可能性があり、採算性に関する将来予測が必要不可欠です。林産試験場は、森林総合研究所と共同で、木質バイオマス発電および熱電併給事業の採算性を評価できるツールを開発しました。この評価ツールを用いて、今後の買取価格引き下げを想定し、5種類の木質バイオマス発電事業における40年間の採算性を評価しました。

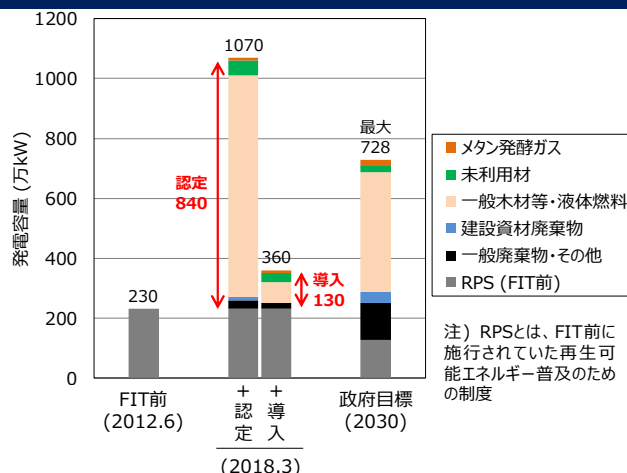


図1 製バイオマス発電のFIT認定量・導入量

研究の内容・成果

- ・ 小規模熱電から大規模発電まで5つの事業を設定（表1）
- ・ 小規模熱電では、152℃、5.3 t/hの飽和蒸気を製材乾燥に通年利用し、灯油ボイラーの3割安で40年間販売
- ・ FIT買取価格は21年目から3割引き下げになると仮定
- ・ 事業採算性の評価期間を40年間とし、各種評価指標は評価ツールを用いて算出

表1 各事業の主な条件

呼称	発電出力 (kW)	熱出力 (kW)	燃料		売電単価 (kWh)		売熱単価 (kWh)	
			種類	消費量 (万t/年)	単価 (円/t)	1-20年		21-40年
小熱電・未利用	1443	3998	未利用材	2.6	6334	40	28	6.5
小・未利用	1990	-	未利用材	-	-	-	-	-
中・未利用	5700	-	未利用材	6.0	7809	32	22	-
大・未利用	30000	-	未利用材	27.0	-	-	-	-
大・PKS	-	-	PKS	18.3	13748	20	14	-

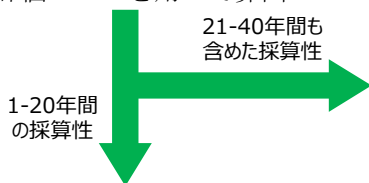


表2 IRR (内部収益率), 投資回収期間

呼称	IRR (%)	投資回収期間 (年)
小熱電・未利用	8.2	13
小・未利用	4.6	17
中・未利用	8.9	13
大・未利用	23.6	6
大・PKS	0.8	回収不能

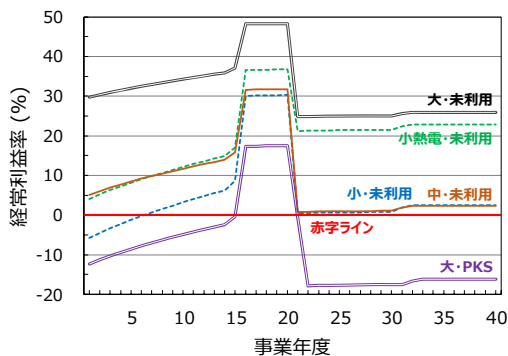


図2 経常利益率の推移

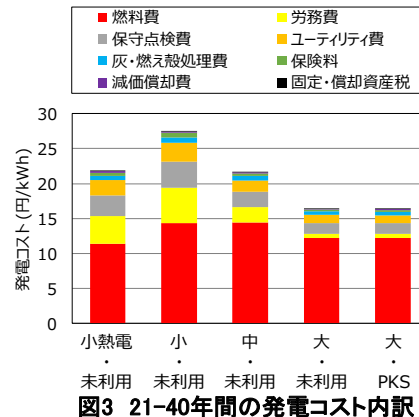


図3 21-40年間の発電コスト内訳

- ・ 1-20年間の採算性：「小熱電・未利用」、「中・未利用」、「大・未利用」事業は十分な採算性が見込め、特に、「大・未利用」の採算性は非常に高い（表2）
- ・ 21-40年間の採算性：買取価格引き下げ後も、「大・未利用」、「小熱電・未利用」事業は高い利益率を維持（図2）
- ・ 利益を上げていくためには、発電コストの5～8割を占める燃料費の削減が必要不可欠（図3）

今後の展開

利用材集荷リスクと現時点のFITを鑑みると、一般木材等の売電価格が高い1万kW未満発電において、未利用材の使用をメインに、不足分を一般木材等（PKSや製材端材）で補うのが現実的と考えられます。一方、「小熱電・未利用」の燃料消費量は少なく、採算性は高いのですが、大規模熱需要先との空間的・時間的適合が必要で、熱供給者と需要者をつなぐ取り組みが必要です。また、利益率確保のための燃料費削減の取り組みも不可欠です。

木質燃焼灰は融雪資材として使えるか？

林産試験場 利用部 バイオマスグループ 折橋 健

研究の背景・目的

- 近年、木質バイオマスのエネルギー利用が拡大傾向にあります。燃焼後に残る灰については、保管および処理にかかるコストや環境負荷の軽減が課題となっており、有効利用の推進が求められています。
- そこで本研究では、無垢材^{*1}由来の燃焼灰を対象に、融雪資材としての利用可能性を検討しました。

研究の内容・成果

^{*1} 薬剤、塗料等を含まない材

① **燃焼灰の性状分析** 道内でチップ（針葉樹）もしくは薪（広葉樹、針葉樹）を燃料とする複数のボイラー（200～1200kW）より無垢材由来の燃焼灰（主灰^{*2}、飛灰^{*3}）を採取し、分析しました。

^{*2} ボイラー燃焼室の底部から得られる灰 ^{*3} 排ガスから分離して得られる灰

表1 燃焼灰の粒度と燃焼灰水溶液のpH

項目	単位等	主灰（5試料）	飛灰（5試料）
粒度（250μm アンダー画分）	重量%，対乾物	56.6-79.9	96.3-99.6
pH	灰1：水10	12.0-12.7	12.3-13.1

表2 燃焼灰中の有害元素の溶出量，含有量および銅・亜鉛の含有量

項目	分析元素	主灰（5試料）	飛灰（5試料）
有害元素 溶出量	Cd, Cr ⁶⁺ , Hg, Se, Pb, As	金属等を含む産業廃棄物に係る判定基準 （廃掃法に係る基準）を クリア = 汚泥肥料（原料）の適合要件を クリア	
		= 汚泥肥料（原料）の適合要件を クリア	
有害元素 含有量	Cd, Cr ⁶⁺ , Hg, Se, Pb, As, B As, Cd, Hg, Ni, Cr, Pb	土壤汚染対策法に係る基準 （土壤含有量基準）を クリア	汚泥肥料の適合要件 を クリア
		汚泥肥料の適合要件 を クリア	汚泥肥料の適合要件 を クリアせず
銅・亜鉛 含有量	Cu, Zn	農用地での利用において把握が必要なレベル Cu 125-424, Zn 35-1522 (mg/kg)	

・ 燃焼灰は、粒度が細かい粉体です（表1）。既存の融雪資材（木炭、石炭灰等）と同様の方法で散布できると考えられますが、天候を選んで散布地外への飛散を防ぐ配慮が必要と示唆されました。

・ 燃焼灰水溶液は強いアルカリ性であり（表1），融雪水が土壌を介さずに直接河川や水路、池等に流入する恐れのある場所や、アルカリ性の土壌への散布は避ける方がよいと考えられました。

・ 燃焼灰中の有害元素の溶出量，含有量に関する管理基準や，農用地で利用する灰では銅，亜鉛の含有量把握が必要と考えられました（表2）。

② **融雪効果の検証（雪上散布試験）** 既存の融雪資材（木炭）の散布量を目安に積雪40～60cm時に散布し、積雪減少量を測定しました（図1）。

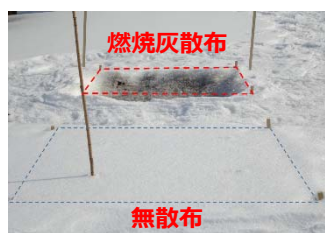


図1 雪上散布試験の様子

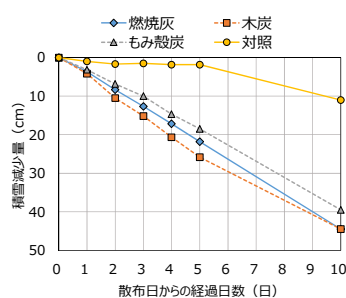


図2 木炭，もみ殻炭との融雪効果の比較

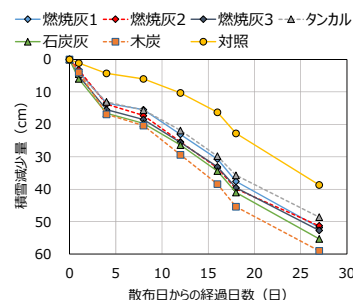


図3 タンカル^{*4}，石炭灰との融雪効果の比較

● 燃焼灰は、木炭、もみ殻炭、タンカル^{*4}、石炭灰等の既存の融雪資材と同程度の散布量で使用できることが分かりました（図2, 3）。

^{*4} 黒く着色した炭酸カルシウム

今後の展開

- 本成果をもとに「燃焼灰の融雪資材としての利用法」を取りまとめ、林産試験場ウェブサイトに掲載する予定です。燃焼灰利用を始める際には、道発行の「焼却灰（天然木由来）の利用の手引き」に沿って利用に向けた必要事項の事前整理をお勧めします。その際に本成果をご活用ください。
- 林産試験場では、融雪資材以外の燃焼灰利用についても、今後、検討を行いたいと考えています。

付記と謝辞

- 本研究は、道総研戦略研究「地域・産業特性に応じたエネルギーの分散型利用モデルの構築」の一環として、林産試験場、環境科学研究センターが実施しました。
- 本研究の実施にあたり、燃焼灰の提供、性状分析、雪上散布試験等においてご協力、ご助言いただきました皆様に厚くお礼申し上げます。

林地に放置された丸太の燃料品質を調べました

林産試験場 利用部 バイオマスグループ 山田 敦

研究の背景・目的

北海道では、H29年度に109万m³の木質バイオマス燃料を燃料利用しており、R8年度には128万m³にするという目標を掲げています。これらの木質バイオマスは伐採後、一定期間、林地や土場に放置される場合があります。本発表では、林地に長期間放置された丸太の燃料品質を調査したので報告します。

研究の内容・成果

- 調査は津別町の伐採跡地（15地点）に放置（0.9～9.0年）されたトドマツおよびカラマツを対象として実施しました（図1）。
- 任意に5本のサンプルを選び、中央部より厚さ20mmの円板を採取し、水分および絶乾時の密度・発熱量を測定しました（図2～7）。
- さらに、腐朽と発熱量の関係を検証するために定法によりリグニン含量を定量しました（図8、9）。



図1 林地に放置された丸太（トドマツ）

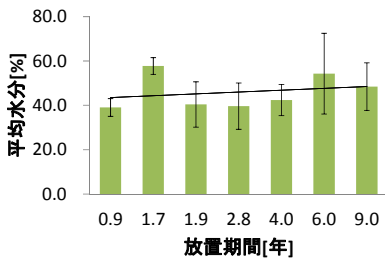


図2 水分の変化（トドマツ）

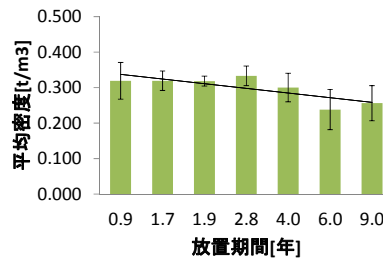


図3 密度の変化（トドマツ）

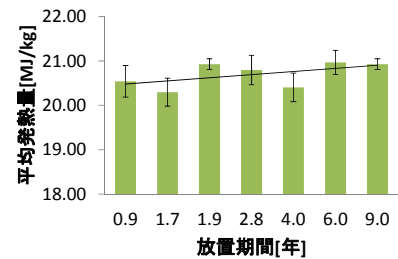


図4 発熱量の変化（トドマツ）

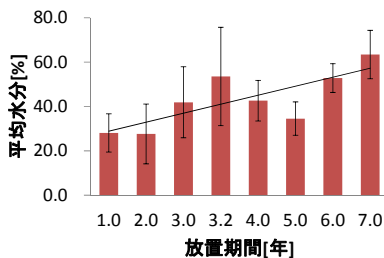


図5 水分の変化（カラマツ）

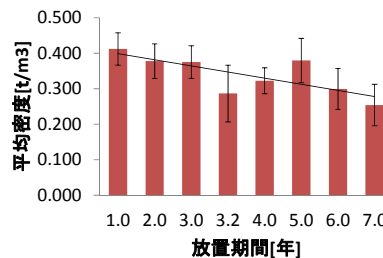


図6 密度の変化（カラマツ）

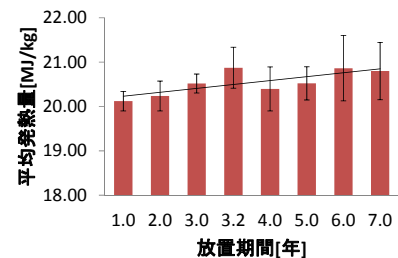


図7 発熱量の変化（カラマツ）

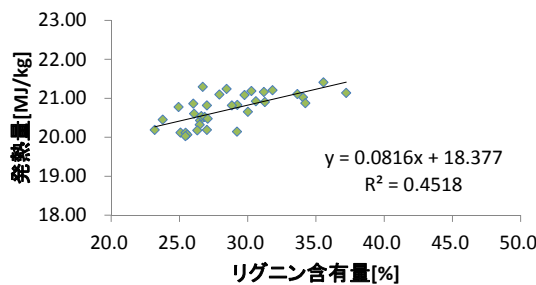


図8 発熱量とリグニン含有量の相関（トドマツ）

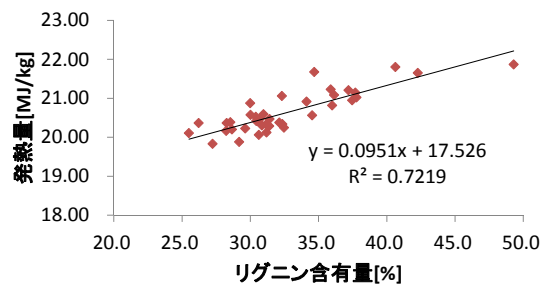


図9 発熱量とリグニン含有量の相関（カラマツ）

- 放置期間が長くなるに従い水分は増加する傾向にあり、密度は減少し、腐朽の影響が示唆されました。
- 重量あたりの発熱量はわずかに上昇する傾向が見られました。発熱量とリグニン含有量には有意な相関があり、腐朽により発熱量が高いリグニンの割合が増えたことが発熱量上昇の一因と考えられました。

今後の展開

- 燃料品質を確保するためには、速やかに林地から搬出し、はい積みすることが望ましいと考えます。
- 今後、燃料としての品質を向上させるため、より効果的な乾燥方法について検討します。

防腐薬剤処理木材の耐用年数は何年なの？

林産試験場 性能部 構造・環境グループ 小林 裕昇

研究の背景・目的

国や北海道は、公共工事による社会資本ストックに対して効果的な長寿命化を図るため、予防保全に基づいた維持管理計画の策定を進めています。

この予防保全の実施には、対象となる構造物の耐用年数を把握することが重要です。そこで屋外木質構造物の耐用年数を明らかにする目的で、防腐薬剤処理木材を使った道路構造物の劣化調査を行い、維持管理業務で求められる「耐用年数」を推定する式や維持管理フローの作成を行いました。

研究の内容・成果

【経年劣化と残存する強度および経過年数の関係から、耐用年数を推定】



木製立入防止柵



目視による被害度判定

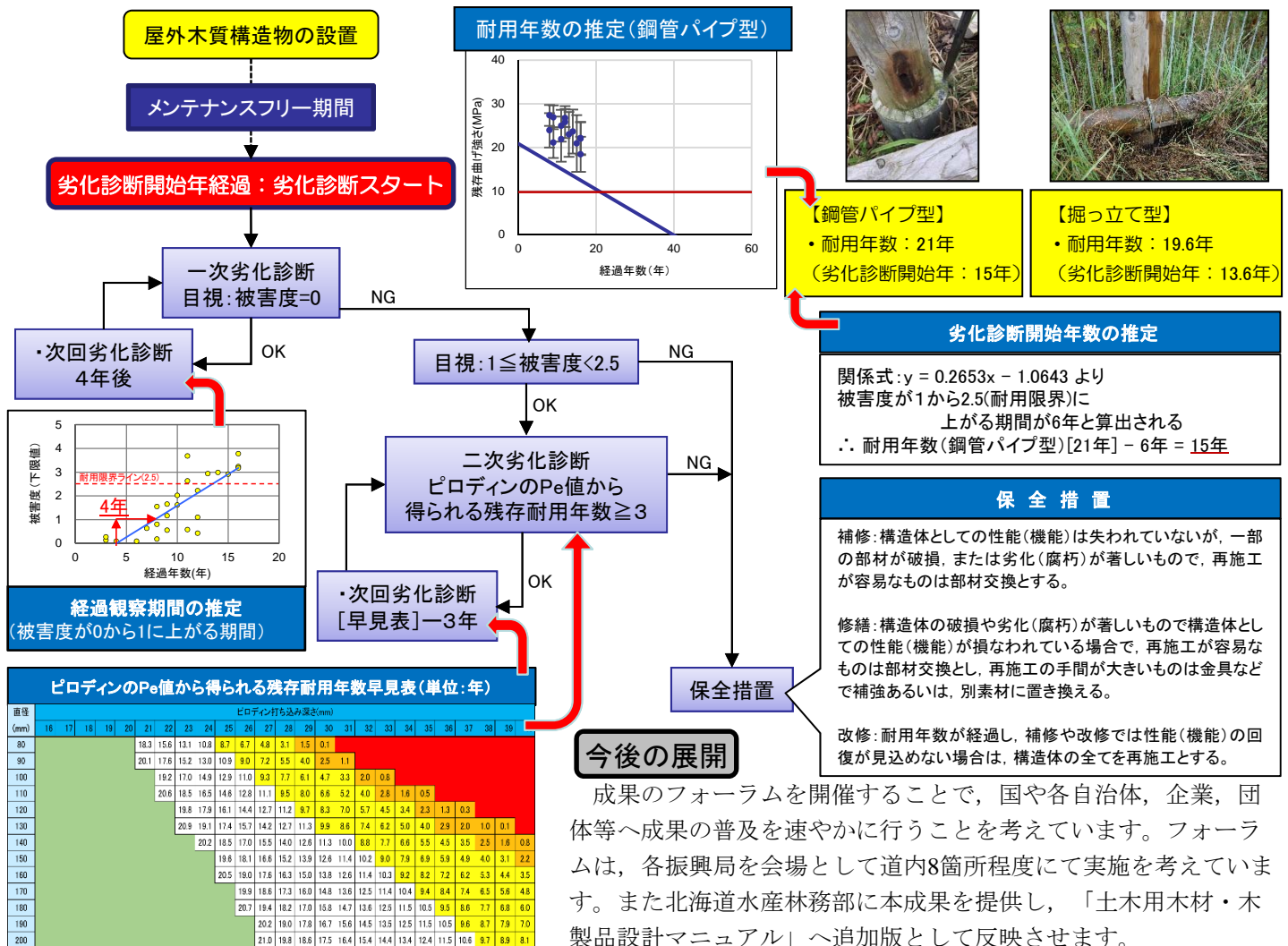


ピロディンの打ち込み
深さ(Pe値)の測定



回収した部材の強度試験

【測定データと耐用年数推定式から予防保全を行うための維持管理フローを作成】



銅を利用した塗装木材の耐候性向上処理の検討

林産試験場 性能部 保存グループ 伊佐治 信一

研究の背景・目的

- ・屋外向け木材で利用されている木材保護塗料の耐候性能は、他の建築材料（金属、窯業系材料など）で利用されている塗料と比較すると劣化が早く発生するため、耐候性能の向上が求められています。
- ・本研究では、銅を用いて木材表面の光安定性を高め、木材保護塗料の耐候性能を高める方法を検討しました。

研究の内容・成果

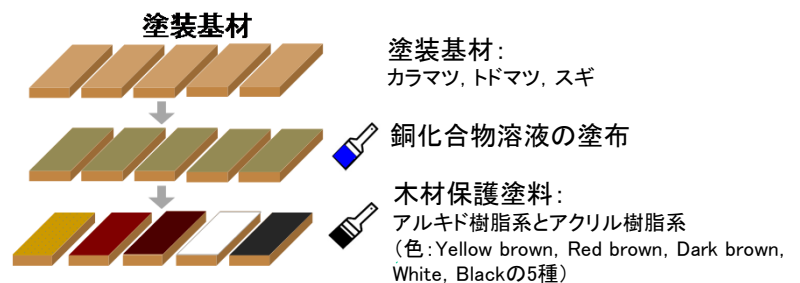
銅化合物処理の特徴

- ・光安定性の付与
- ・塗布による簡易な処理
- ・木質感を損なわない(木目を消さない)



試験体作製の概要

銅化合物処理の効果を検証するために、複数の樹種と塗料を用いて試験体を作製しました。

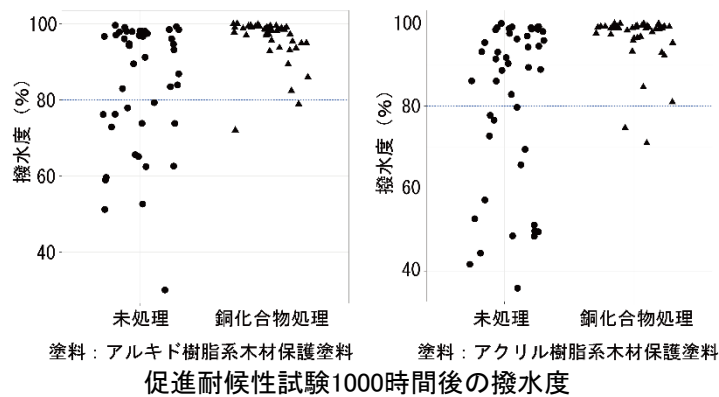


促進耐候性試験(JIS K 5600-7-7)

耐候性塗装木質建材 (AQ認証) の耐候型3種で要求される撥水度の基準 (80%以上) をクリアできる割合が大幅に高まることを明らかにしました。



促進耐候性試験機

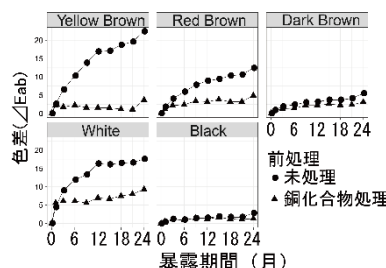


屋外暴露試験(JIS K 5600-7-6)

2年間の屋外暴露試験を実施し、実際に使用される屋外環境においても、色調変化を抑制し、塗装面の劣化（主に微細な割れ）を抑制する効果を有することを明らかにしました。



屋外暴露試験(南向き45度)



屋外暴露2年間の色差変化
(基材:トドマツ, 塗料:アルキド樹脂系木材保護塗料)



木材保護塗料のみ

銅化合物処理後に
木材保護塗料を塗布

屋外暴露2年経過後の塗装面の一例
(基材:トドマツ, 塗料:アルキド樹脂系木材保護塗料, 色:White)

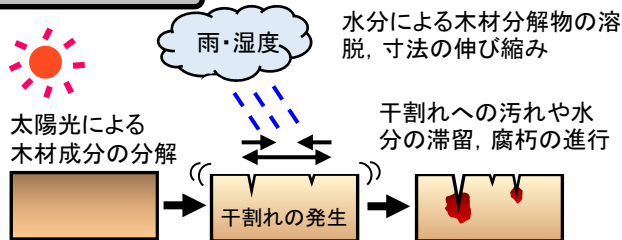
今後の展開

普及を図り、耐候性能の高い木製エクステリア製品の開発を進めていきます。

屋外用途での木製品の需要拡大に向けた アセチル化木材による高耐久木製品の試作

林産試験場 利用部 バイオマスグループ 長谷川 祐

研究の背景・目的



劣化の起点となる干割れと腐朽をいかに防止するかが、高耐久化のカギ！

図1 屋外における木材の劣化進行イメージ*

*片岡厚, 木口実, 大越誠: 塗装工学, 37(9), 305-315, (2002)を参考に作成

木材は、その温かみのある質感や、周辺環境との調和性から、屋外においてもベンチやデッキなどとして広く親しまれています。

一方で、屋外は太陽光や水分変化等の影響を受けるため、木材にとって干割れや腐朽などの劣化が発生しやすい過酷な環境です(図1)。

今回、屋外使用時に発生する干割れや腐朽の防止を目的として木材にアセチル化を施し、製品事例としてベンチを試作しました。

アセチル化とは？

アセチル化は、木材に酢酸を化学的に結合させる処理です(図2)。これにより木材の細胞壁は膨らんだ状態で固定化され、水分も入りにくくなります。

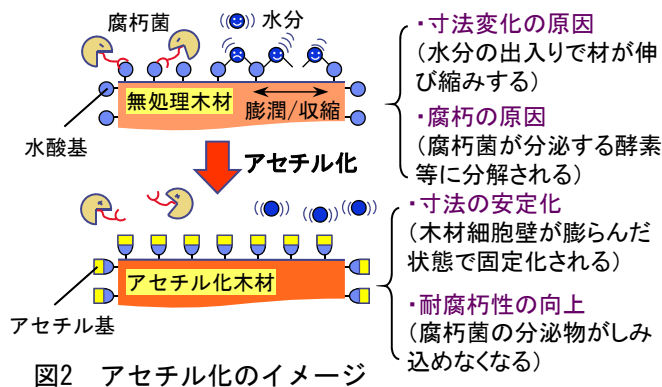
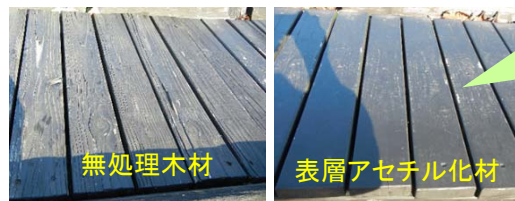


図2 アセチル化のイメージ

アセチル化木材の現況

海外製のアセチル化木材が国内でも市販され、その高い性能から認知度が年々高まっています。

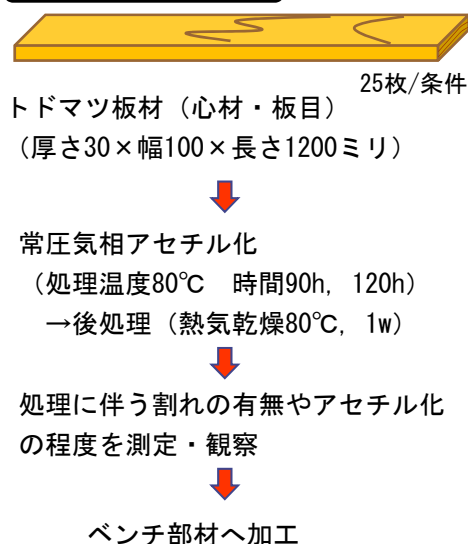
林産試験場では道産材のアセチル化に取り組み、木材表面の数mmがアセチル化されただけでも、相当な耐久性を示すことを見出しています(図3)。



7年5か月経過後も干割れや反り、腐れは見られない！

図3 表層5mmをアセチル化し、着色塗装したトドマツ板材の劣化状況(屋外暴露7年5か月後)

研究の内容・成果



アセチル化した板材は、表面から5~10ミリ程度アセチル化されていました。ただし、処理に伴い内部割れが発生する場合があります、解決すべき課題となりました(図4)。

試作したベンチは、見た目や質感、加工性とも、無処理木材とほとんど違いがありませんでした(図5)。

今後の展開

今回試作したベンチを屋外に設置し、劣化状況の経過観察を行うとともに、アセチル化木材の事業化を見据えた製造装置の開発に取り組む予定です。

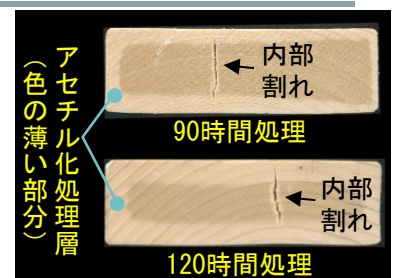


図4 木口断面の観察



図5 試作したベンチ

人口減少時代における持続可能な森林経営

～資源、施業、利用の視点における北海道の課題～（資源編その2）

林産試験場 八坂通泰, 林業試験場 滝谷美香, 津田高明, 竹内史郎

■はじめに

前報¹⁾では、戦後からの北海道における森林資源の変化について整理しました。今回は、充実した人工林資源と森林資源保続における課題について述べます。

現在の林業再生の大きな原動力は、我が国の利用期を迎えた豊富な人工林資源にあることは言うまでもありません。2015年の国連食糧農業機関（FAO）の統計によると1千万haを超える日本の人工林面積は、中国、米国、ロシア、カナダ、スウェーデン、インドに次いで世界第7位を誇っています。しかし、こうした莫大な面積を持つ人工林資源の循環利用は我が国において初めての経験であり、様々な問題が起こる可能性があります。北海道のカラマツ、トドマツは都府県から移入することは困難です。我々北海道で責任を持って管理しなければならないことは当然ですが、誤解を恐れずに言えば、北海道が資源を持続的に利用できるかどうかは、壮大な社会実験でもあるのです。

■人工林資源の充実

造林により蓄積が増加したトドマツ・カラマツ・アカエゾマツ・スギのうち、トドマツ・アカエゾマツは北海道の在来種ですが、カラマツ、スギは北海道には自生していません。本州では在来種であるスギ・ヒノキ中心に造林が進められた点は大きく異なります。カラマツについては、北海道では明治15年ぐらいから植林が始められある程度実績があったため²⁾、拡大造林時においても寒冷地である北海道への導入が進められたと考えられます。

過去70年間で急激に増加した北海道の主要造林樹種であるトドマツ、カラマツ、アカエゾマツ、スギの生育状況を比較しました（図1）。これらのデータは、北海道庁で実施された地位指数調査、森林資源モニタリング調査等を道総研林業試験場において集計したものです。上層高（上位100本/haの平均樹高）はカラマツ・スギ・トドマツ・アカエゾマツの順に高くなっています。

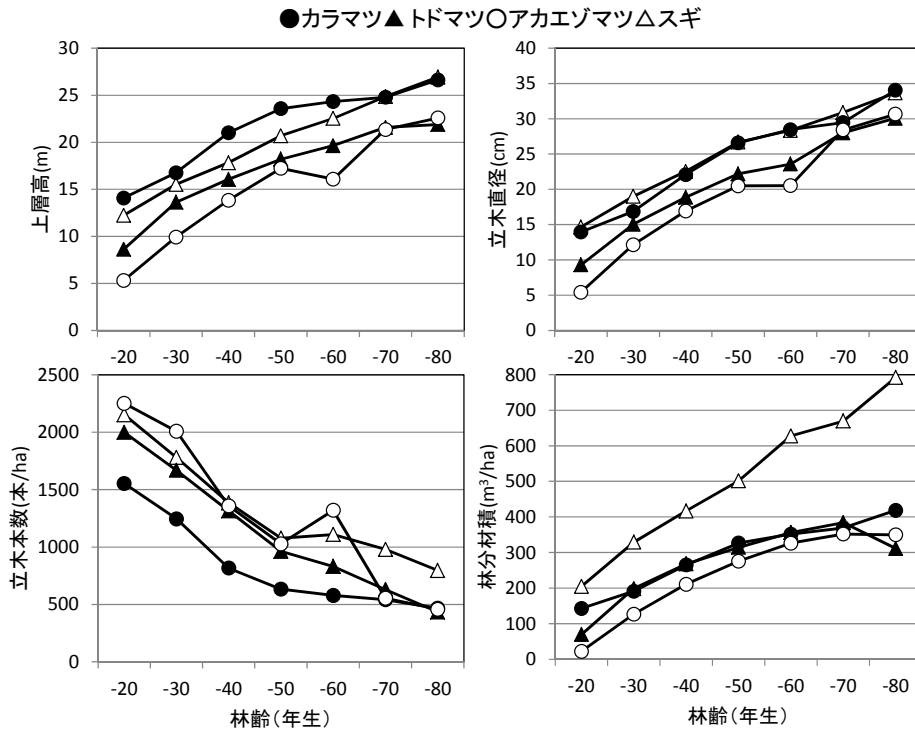


図1 主要造林樹種の生育状況

上層高は、立木密度の影響を受けにくいいため樹高成長の比較に適しています。カラマツ・スギは50年生までに20mを超えますが、トドマツは19m、アカエゾマツは18mに至りません。立木直径は、カラマツ・スギは50年生までに25cmを超えますが、トドマツは23cm、アカエゾマツは21cmと細くなっています。立木密度は、60年生でもアカエゾマツ・スギは1,000本/haを超えていますが、トドマツは830本/ha、カラマツは580本/haと少なくなっています。立木密度の違いは生存率などの樹種特性だけでなく、植栽密度や除間伐など施業実態の違いも反映していると考えられます。林分材積はスギが最も多く、カラマツ・トドマツが同等で、アカエゾマツはやや少なくなっています。特に、スギは60年生を超えると600m³/ha以上になり、他の樹種の約2倍になります。スギの林分材積が極端に多い理由は、4樹種の中ではカラマツと同等に樹高、直径成長が優れているにも関わらず、立木密度がアカエゾマツと同等に多いためです。おそらく、スギの成長の良さと耐陰性の高さに起因していると考えられます。

都府県の主要造林樹種であるスギとカラマツ・トドマツを比較すると、その造林樹種としての特徴が際立ちます。事業的な造林の北限である道南地方のスギの樹高成長を、本州と比較した結果、60年生程度までは極端な成長の違いはありません（滝谷未発表）。また、本州のスギ収穫予想表とカラマツ・トドマツの収穫表を比較してみても、カラマツ・トドマツの単位面積当たりの蓄積は少なくなっています。つまり、北海道のカラマツ・トドマツは樹高や直径などの成長は本州のスギと大差ありませんが、林分材積はかなり少ないと考えられます。林分材積が本州の主要造林樹種であるスギと比較し少ないことは、

素材生産効率などに大きな影響を与えるはずですが。また、スギと比較しカラマツは幹曲がりが多いことが知られており、一般材の造材歩留まりも低いと予想されます。これらの点については次回以降に議論します。

図2には、振興局を単位としてカラマツおよびトドマツの地位指数と人工林面積（一般民有林）の関係を示しました。地位指数とは40年生時の上層高で成長速度の指標となります。まず目に着くのが、カラマツとトドマツの地域間の成長速度の違いです。カラマツの最も成長が良い地域はオホーツクで、悪い地域は宗谷で1.5倍の差があります。一方、トドマツが最も成長が良い地域は十勝で、悪い地域は根室で、その差は1.2倍です。

もう一つ気づくことは、カラマツは成長の良い地域に資源が偏る傾向が強く、成長が良い十勝、オホーツク、上川で全体の59%を占めます。なお、これら3地域は一般民有林の森林面積が最も多い地域ですが3地域の森林面積は全体の37%です。一方、トドマツではカラマツのような資源が集中する傾向は弱く、成長が良い十勝、上川、日高で全体の24%を占めるに過ぎません。こうした結果が生まれた原因として、造林面積の地域的な偏りや人工林の成林状況の差などが予想されます。なお、今回の分析は一般民有林のみを対象としているので、国有林に人工林の約55%が分布するトドマツでは国有林も含めた検討が必要です。これら資源分布の地域差は、効率的な次世代人工林の整備方針や木材利用とも関係するので、次回以降に総合的に議論します。

トドマツ・カラマツ・エゾマツ・スギ人工林の年齢別面積割合を図3に示しました。年齢別のピークはカラマツとスギは10から11年齢級、トドマツはやや若く9

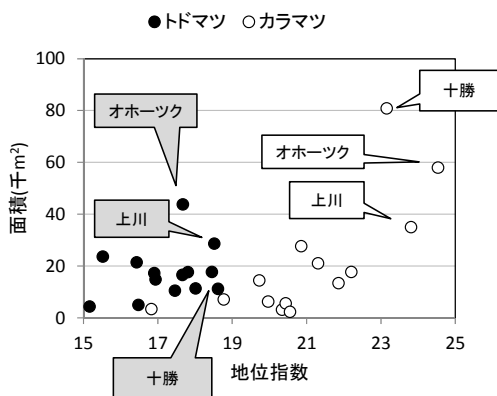


図2 振興局ごとの地位指数と人工林面積の関係

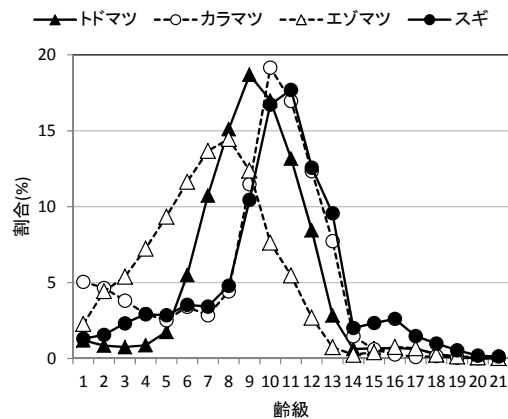


図3 主要造林樹種の年齢別面積割合

齢級，エゾマツはより若く8齢級となっています。これらの齢級構成と図1に示した各樹種の成長特性から判断すると，立木直径25cm以上を主伐可能時期とした場合，カラマツ・スギは40年生以上，トドマツ・アカエゾマツは60年生以上が対象になります。なお，北海道における標準伐期齢は，カラマツ30年，トドマツ40年，アカエゾマツ60年，スギ50年となっています。実際，齢級のピークが立木直径25cmを超えているカラマツは既に主伐更新が進んでおり3齢級以下の面積が増加しています。したがって，径級から主伐時期を判断するとカラマツと比べてトドマツは約25年，アカエゾマツは30年遅れると予想されます。なお，図3は民有林のデータで作成しているのでトドマツ人工林の半数以上が国有林にあり，民有林より気象条件の厳しい場所に位置する可能性が高いので，成長はより遅くなり主伐時期も遅れる可能性があります。

今後，これら人工林は順次主伐時期を迎えますが，木材需要や林業労働力などから判断すると，現在の齢級のピーク付近の林分をいっぺんに主伐することは困難なため，少しずつ齢級が進みながらピークの大きさが小さくなっていくと予想されます。図4はカラマツの例を示しました（予測値は津田未発表，造林面積，伐採量は現行を想定）。カラマツでは主伐更新が進んでおり，近年更新された林分が伐採対象となるには数十年かかるため，現在のピークをもつ齢級が高齢化，大径化しながら木材供給の中心を数十年は担うと考えられます。今後の人工林から供給される材の量や質を考えていくには，北海道では主要造林樹種の高齢人工林の十分な資料が少ないため，今後も高齢林における成長量や大径材生産などの特性について解明が必要です。

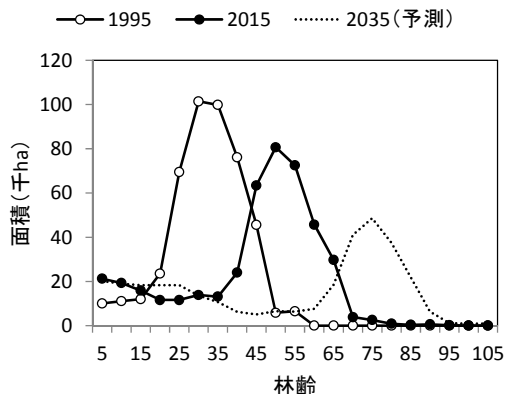


図4 カラマツ人工林の林齢別面積の推移

■森林資源保続における課題

これらの資源の現況や経年変化をどのように評価すべきかが非常に重要です。総合的な評価は，資源の保続，公益的機能の発揮，産業の持続性など多面的に考察する必要があるため次回以降に行います。また，資源の保続に関する課題だけでも，非常に多岐にわたるので，ここでは以下の3点について議論します。

(1) 森林資源情報の高度化

戦後GHQにより戦前の森林資源のデータは信頼性が低いとされたため，現在の森林資源評価のスタートは戦後の1947年となり，その後数回の全国的な森林資源調査が行われ，収穫表等が作成され森林簿システムによる資源管理の体制が整備されました³⁾。これまでの議論も現在の森林簿システムを前提としています。

前報りで述べたように，50年間で森林面積はほぼ変化していないし，森林蓄積については最大で5%減少した時期もありますが1990年以降は増加しています。1960年代において蓄積が減少したときは成長量を上回る伐採が行われていましたが（図5），統計値で全体の蓄積変化だけを見ると資源の保続において大きな問題があったのか？となるかもしれません。また，林相や樹種ごとの変化では，天然林面積は25%，蓄積は最大で広葉樹13%，針葉樹28%の減少です。これらの面積及び蓄積における10～30%の減少が，森林資源の詳細情報へ与える具体的な影響が不明なため，現在の統計値での保続性の評価を難しくしています。つまり，現在の森林簿システムにおいても，保続性の問題を早期に検知できない可能性があります。

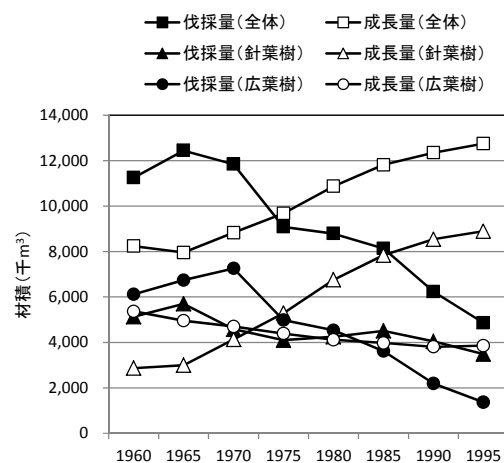


図5 1960～1995年の伐採量と成長量

過去の林業衰退の状況を語るときにいわれた「切る木がなくなった、切る場所がなくなった」という意味は、利用径級に達した立木が減少したことであり、傾斜等の立地条件から施業に適した林分が減少したことを指すと考えられます。つまり、蓄積だけでなく森林資源劣化に関係する各樹種の径級や収穫可能な林分の空間分布など具体的な情報と合わせて検討しなければ、保続性についての評価が難しいのです。これらは、現在の森林資源の取扱においても同様な問題を内包しています。

例えば、前報で見たように現在、天然林広葉樹の蓄積は1960年と同等に回復しています。また、天然林針葉樹も蓄積は1960年の約80%にはなっています。そうであれば、当時と同じような天然林での素材生産ができるかといえ、おそらくそうした状況ではないでしょう。さらにいえば、回復状況は樹種ごとにも異なるので、資源の保続を議論するには、立地、樹種、径級など詳細な情報が必要です。森林情報の高度化においては、準天頂衛星システム等による衛星情報の精度向上、小型衛星による衛星画像の利用可能性向上、航空機および地上ライダーの技術向上と低コスト化、ドローンの汎用化などのリモセン技術の多様化により利用可能性がより身近なものになり、森林資源管理への社会実装がようやく期待できる時代になっています。

(2)資源の林相転換と保続性

今後、拡大造林時代のような天然林から人工林への林相の大転換は起きないと予想されますが、人工林から天然林への転換は部分的に起きています。いち早く主伐時期を迎えているカラマツでは、面積が少しずつ減少しており最近10年間では年間2,000ha以上減少しています。減少分の多くは伐採後天然更新等により広葉樹林等へ移行したものと考えられます。その速度は拡大造林時代の天然林から人工林への置換速度の比較にはなりませんが、森林・林業基本計画においては「指向する森林の状態」として、単層林の面積を現在の1,030万haから660万haと見積もっています(表1)。ここでは単層林は35%減少し、育成複層林に誘導されると仮定しています。これは、拡大造林時に北海道において天然林面積の減少が25%だったことと比較すると非常に大きな割合です。

これまでは「指向状態(参考値)」の数字については、あくまで将来の参考値なので現実味に欠けるところもありました。しかし、今年度税の大枠が示された(仮)森林環境譲与税とセットで議論されている新たな森林管理システムと合わさると、「指向

状態(参考値)」が机上の数字でもない雰囲気が出てきます。新たな森林管理システムにおいては、持続的な林業経営が可能な森林と自然的条件等が不利な森林が区別され、前者は意欲的な事業体に経営が委ねられ、後者は市町村が主体となり公益的機能の維持を優先し広葉樹林等へ誘導されます。北海道では、造林補助金による支援の条件となる森林経営計画の樹立率は他府県と比較すると7割と高く、伐採後の再造林が保証されているように思えます。ただし、森林経営計画下においても植栽以外の天然更新を妨げるものではありません。

つまり、北海道においても将来持続的な林業経営が可能な人工林が現在の6割程度に減るというシナリオは非現実的な数字ではないのです。全国的にみると森林経営計画の樹立率は3割となっているので、より厳しい状況です。長期的な資源の保続においては、相当な割合で針葉樹人工林から天然性林へ林相転換が起きることも想定することが必要です。天然性林への転換は、天然更新の不確実さ等のため資源管理は、より複雑になると考えられます。

(3)資源の齢およびサイズ構成と保続性

林相を転換する場合だけでなく、資源の齢あるいはサイズ構成にも保続性は影響を受けます。各齢級の森林面積が一般的な法正林においては、伐期に達した林分を順次伐採し、再造林を繰り返すことで、将来にわたって均等な収穫量を得ることができます。一方、一山型の齢級構成を持つ現在の人工林は、団塊の資源が伐期を迎えてもいつ頃に団塊資源を伐採できないので、新規植栽林分が収穫可能になるまで現存する人工林を高齢化、大径化させながら生産林として維持しなければなりません。津田⁴⁾は、道内カラマツ人工林は現在の伐採量が継続すると蓄積は減少すると予想しています。白石⁵⁾は全国人工林のマクロな分析において、人工林の齢級構成から平均伐期齢70年で保続可能と予想しています。前述の伐採量制限と合わせて、これらの議論を各地域、各樹種において資源管理の実践にどのように応用するのか、さらなる検討が必要でしょう。

表1 森林・林業基本計画の森林の有する多面的機能発揮に関する目標(平成29年度林業白書より)

	森林面積(万ha)				指向する 森林の状 態(参考)
	2015年	2020年	2025年	2035年	
育成単層林	1,030	1,020	1,020	990	660
育成複層林	100	120	140	200	680
天然生林	1,380	1,360	1,350	1,320	1,170
合計	2,510	2,510	2,510	2,510	2,510

北海道の森林面積の7割以上を占め、近い将来の活用が期待される天然林においては、樹種が多様なので人工林よりも複雑です。図6に一般民有林の齢級別天然林面積を示したように、齢級構成は非常に歪で、20齢級以下では16齢級にモードがある資源構成となっています。また、図6は針葉樹林、針広混交林、広葉樹林別にはなっていますが、資源の空間的分布特性や、各樹種の更新特性など生態学的な類型、サイズ構成など有効利用からの類型などより詳細な類型化が必要です。おそらく天然林の場合は、齢級と樹高や直径などサイズとの相関は人工林に比べると相当低いと考えられます。そのため、人工林よりも複雑な齢級構成、多様な樹種構成と相まって資源の保続的な管理は課題が山積しています。そもそも天然林の資源状況を人工林と同様に齢級を主要パラメータに用いることの妥当性から検証する必要があるでしょう。

これら課題解決においても、まずは、樹種構成、サイズ構成など、より精度の高い資源の現況把握が第一歩となります。さらには、森林簿システムひいては資源管理の精度向上に資する天然林における径級分布等も含めた将来予測技術^{6,7)}の発展や実用化が必要でしょう。

■おわりに

今後検証が必要な点ではありますが、不十分な森林資源情報、極端な林相転換、偏った齢級構成などが、森林資源の保続を困難にすると考えられます。拡大造林時代には、これらの問題を抱えながら、高度経済成長期の木材需要に応えるため天然林資源の劣化を引き起こしたとはいえ、現在の約10倍の針葉樹造林を行い、その後は長期間に渡る保育作業を実施す

ることにより、蓄積だけで見ると人工林蓄積は大幅に増加し、現在は天然林も回復しつつあります。これらの点は、これまでの資源管理の大きな成果です。一方で、拡大造林時代に資源管理上課題となった点は、社会経済的な状況変化とも複合的に絡まって、今後も繰り返される可能性があります。

また、今回の議論の前提となっている森林簿システムの課題については以前から指摘されています⁸⁾。例えば、高齢人工林および天然林のデータ不足、地位区分の大まかさ（市町村単位）、生物多様性など公益的機能のデータ不足、地理情報との連携などです。現在実施されている森林資源モニタリング調査は、森林簿システムの精度向上にも活用できるはず

です。そのためには、森林資源モニタリング調査のような地べたの調査データと、リモートセンシングによるデータを、ビックデータ化し、AIなど新たな手法を用いて解析するなど、各地域で知恵を出していかなければならなりません。北海道には気象条件、面積、樹種とも他府県とは異なるため、特に責任を持った独自の資源管理の取組が必要です。

資源編として2回に分けて、北海道の森林資源の変化、充実した人工林資源、森林資源保続の課題について述べました。次回以降は、森林整備と原木供給を担う森林施業、そして社会経済的および資源的制約を原料や用途を変えながら柔軟に対応してきた木材利用について、資源・施業・利用の三者の相互作用の視点から持続可能な森林経営について議論していく予定です。

■参考文献

- 1) 八坂通泰ほか；林産試だより4月号，6-9（2019）。
- 2) 松井善吉；林業試験場報告，13，1-143（1965）。
- 3) 吉田茂二郎；日林誌，90，283-290（2008）。
- 4) 津田高明；北方林業，69，7-9（2018）。
- 5) 白石則彦ら；森林計画誌，40，267-276（2006）。
- 6) 菊沢喜八郎；北海道林業試験場報告，21，1-7（1983）。
- 7) 梅木清；「径級分布動態モデル」，広葉樹林育成マニュアル，北海道立林業普及協会編，北海道森と緑の会（2001）。
- 8) 白石則彦；森林科学，27，35-37（1999）。

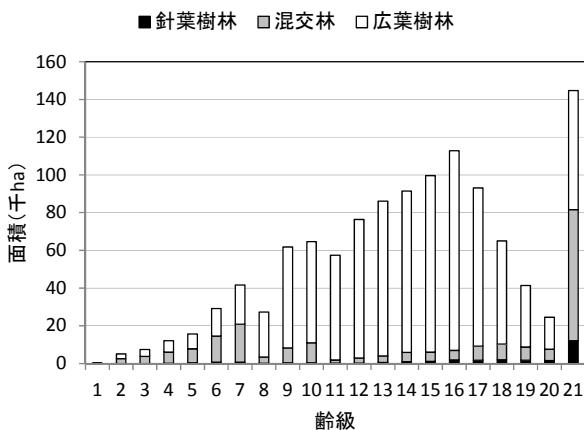


図6一般民有林の齢級別天然林面積 (H28北海道オープンデータから作成)

行政の窓

北海道植樹の日・育樹の日制定記念

「北海道・木育(もくいく)フェスタ2019」

「北海道・木育(もくいく)フェスタ」とは？

北海道、林野庁北海道森林管理局、公益社団法人北海道森と緑の会では、平成24年度から、関係市町村や団体と連携しながら、道民参加による協働の森林づくりを進めるため、「北海道植樹祭」や「道民森づくりの集い」など、「森づくり」や「木づかい」の一連のイベントを一体的に「北海道・木育(もくいく)フェスタ」として開催しています。

本年度は、従来の取組に加え、

- ①「北海道植樹の日・育樹の日条例」の制定を踏まえ、「植樹の日・育樹の日（植樹月間・育樹月間）」の普及PRを図ります。
 - ②第44回全国育樹祭（2020年秋）の開催に向けて、育樹活動の実践や木育が道民運動として定着を図るイベントを強化します。
- たくさんのおみなさまのご参加をお待ちしております。



◆北海道植樹の日・育樹の日制定記念「北海道・木育(もくいく)フェスタ2019」◆

中心的なイベント

開催日	行事名	概要
R元(2019). 5. 11 ※北海道植樹の日	フェスタ開会式及び 「緑の募金」街頭募金	場所：道庁赤れんが前庭ほか（札幌市） 内容：開会式、記念植樹、「緑の羽根」街頭募金など
R元(2019). 9. 8	道民森づくりの集い	場所：野幌森林公園（札幌市、江別市） 内容：森のテント村、木育ひろばなど
R元(2019). 10. 19 ※北海道育樹の日	【拡充】北海道植樹祭・育樹祭 ※H31から、従来の植樹に加え、育樹を合同実施	場所：苫東・和みの森（苫小牧市） 内容：式典、植樹、育樹、催事・協賛行事
R2(2020). 1. 下旬	木育ひろばinチ・カ・ホ	場所：札幌駅前地下歩行空間（札幌市） 内容：木製遊具設置、木工体験、地材地消展示など

合同育樹祭関連

開催日	行事名	概要
R元(2019). 10. 中～下旬	【新規】国民参加の森林づくりシンポジウム	場所：札幌市 内容：基調講演、パネルディスカッションなど

多様な主体と連携して取り組むイベント

開催日	行事名	主催等
R元(2019). 7. 下旬	木育フェアinアリオ札幌	北海道、株式会社イトーヨーカドー
R元(2019). 7. 下旬	緑の少年団全国交流大会	緑の少年団交流大会実行委員会 (北海道森と緑の会など)
R元(2019). 8. 下旬	北海道森林スポーツフェスタ	北海道スポーツフェスタ実行委員会 林野庁北海道森林管理局（後援）

そのほかのイベント

- 上記のほか、木育や全国育樹祭、植樹・育樹の日などをPRするイベントを全道各地で開催する予定です。森林活用課ホームページの「イベントカレンダー」に順次掲載しますので、ぜひご覧ください。

URL : <http://www.pref.hokkaido.lg.jp/sr/sky/fest/2019/sougou.htm>

(水産林務部森林環境局森林活用課木育グループ)

林産試ニュース

■北海道森林管理局長が訪れました

5月14日（火）、北海道森林管理局から、新島俊哉局長以下16名が来場されました。新設のCLT実験棟など、新しい木材利用技術の開発研究の状況を熱心に視察されていました。



【CLT実験棟視察の様子】

■北大演習林の皆さんが訪れました

5月22日（水）、北海道大学北方生物圏フィールド科学センター森林圏ステーション雨龍研究林から、中路達郎林長以下12名が、研究用原木の搬入と、今後の研究協力の打ち合わせを兼ねて視察に訪れました。



【演習林産ダケカンバの材質調査視察の様子】

■令和元年（2019年）林産試験場研究成果発表会を開催しました

5月24日（金）、林産試験場にて、主に旭川市と道北地域の方々を対象に、標記研究成果発表会を開催しました。全体で112名の参加者がありました。口頭、ポスター発表ともに、今後の研究につながる質問・意見交換が活発になされ、実りの多い発表会となりました。



【令和元年（2019年）林産試験場研究成果発表会の様子】

■木材加工技術賞を受賞しました

林産試験場技術部の澤田哲則研究主幹が、北海道産トドマツによる圧縮材フローリングの製造技術の開発の業績により、共同研究者の松原産業(株)山崎康弘氏と共に、(公社)日本木材加工技術協会から第64回木材加工技術賞を授与され、5月27日（月）、東京にて授賞式が行われました。



【左：山崎康弘氏、右：澤田哲則研究主幹】

■春の叙勲

5月21日（火）、木材加工の技術者として長年林産試験場の試験研究を支えてこられた元職員の長谷川優氏に、瑞宝単光章（地方自治功労）が発令されました。

林産試だより

2019年6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.hro.or.jp/fpri.html>

令和元年6月3日 発行
連絡先 企業支援部普及連携グループ
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