

技術情報

令和元年度カラマツ林業等研究会特集

No.164
2020.3

長野県林業総合センター



カラマツ林業等研究会設立 40 周年シンポジウム

もくじ

基調講演

北海道におけるカラマツの川上から川下までの取組

- 1 北海道の地域特性を活かしたカラマツ主伐システムの検証 2
- 2 付加価値の高い木材利用をめざして 4

パネルディスカッション

パネラーからの報告

- 1 カラマツの明るい未来 6
- 2 高付加価値カラマツの可能性 10
- 3 県内カラマツの利用 12

カラマツ林業等研究会 40 周年記念シンポジウムについて 16

北海道の地域特性を活かしたカラマツ主伐システムの検証

—資源循環と低コスト化の両立を目指して—

(独) 北海道立総合研究機構林産試験場 酒井 明香

1. はじめに

明治期に長野県より導入され戦後に大量に植えられた北海道のカラマツ資源が成熟し、近年では年間伐採量が 200 万 m³ を超え、その材積の 6 割は主伐由来となっている¹⁾。梱包材・合板向け等のカラマツ需要拡大から森林所有者の主伐傾向が高まる一方で、北海道の再造林率は低く、民有林に関しては 6 割程度に留まっている。このような状況から、主伐を再造林につなげ、カラマツ資源を維持するための仕組みや、大径化に対応した用途開発等が模索されているのは長野県と同様である。

筆者らは北海道のカラマツの持続的な利用や大径材の用途開発を念頭に置き、再造林の効率や北海道の地域特性を踏まえた主伐システムの見直しと実証可能性調査を行ったので報告する。

2. 地域的な背景

北海道では、長野県と異なり標高の低い民有林にカラマツ林業地帯が集中しており、比較的傾斜が緩いことが地域特性として挙げられる。北海道のカラマツ間伐において多く採用されてきた生産システムはチェーンソー伐採、トラクタ全幹集材、プロセッサ造材、グラップル巻立てを 1 セットとする車両系の仕組みである(図-1 上段)。おおむね重機 3~4 台、作業班員 5~7 名で構成されていた。これを改善するにあたり、カラマツの梱包材需要 (200cm, 210cm など



図-1 北海道においてカラマツ間伐で多く採用された生産システム(上段)と今回試した生産システム(下段)

長さが 10cm 刻みで多品種なのが特徴) に対応した採材を行うためには、全幹集材はそのまま残す方が良くと考えられた。つまり、ハーベスタ・フォワーダシステムに代表される短幹集材とは異なる、カラマツ林業地帯向けの新たな生産システムを検討する必要がある。また、カラマツの大径化に対応した機械の導入や、建築用材向けの選木工程も取り入れることが望ましかった。そこで、先駆的な取組を実施している素材生産事業体や北海道庁の普及指導員に相談の上、直径 40cm に対応した北欧製アタッチメントのハーベスタとグラップル 2 台 2 名の生産体制を提案することとした。主伐木の重量を考慮しグラップルは 0.6m³ バケットサイズのベースマシンを採用した (北海道では 0.5m³ 級が標準)。

3. 試験方法

上記の生産システムを用いて 4 箇所の実験地で伐出を行い、大径化に対応した新たな用途としてカラマツ“心持ち梁”向けに通直無偏心の大径材(末口 26-32cm)の選木を合わせて実施した。全生産工程をデジタルビデオにて記録し、労働生産性分析に基づくコスト試算を実施した。

労務単価は国土交通省²⁾における北海道の平均的労務単価 14,200 円/人日を採用し、林業機械基礎価格は(一社)北海道林業機械化協会からの聞き取りにより北欧製アタッチメント付ハーベスタが 2,800 万円、グラップルローダは 1,800 万円とした。また間接費は直接費の 2 割と計上した。

4. 結果

新たな生産システムで、4箇所の試験地で実施した試験の労働生産性は主伐区で20.1~31.9m³/人日、間伐区15.6~17.3m³/人日となり、主伐・間伐ともに高い生産性を記録した。一例として50年生主伐の実施状況と生産コストは図-2のとおりであり、当時のカラマツ主伐費（北海道平均）に比較して18%低いという結果になった。

一方、カラマツは落枝しやすく、主伐跡の林内に多くの枝が残る。北海道では枝の集積地がエゾヤチネズミの巣になりやすく、獣害を誘発するという課題がある。本試験地では、林地の枝も集荷し販売することで収支が好転し、再生林に向けた地ごしらえ効率も向上した。2014年当時はバーク堆肥向けに販売していたが、2016年以降はバイオマス発電所への販売が拡大している。

なお主伐に地ごしらえや植栽を含めた一貫作業は、既に長野県でも大矢ほか³⁾の詳細な実証が進められており、カラマツ林業地域の将来像は北海道と重なる部分が多いのではないかと考える。

今回試行したハーベスタ・グラップルシステムは、2014年当時は林野庁⁴⁾の北海道事例の1%に過ぎなかったが、2016年の同調査では12%に拡大した。一方で、短い集材距離（100~300m程度）と緩傾斜（0~14度程度）が必要条件となるため、どこでも可能というわけではない。2019年現在では、ハーベスタ・フォワーダ・グラップルの3台3名の生産システムも合板など定尺材の生産現場で併せて増加中で、北海道全体として徐々に間伐時代のシステムからの脱却が進行している。



図-2 カラマツ50年生主伐の実施状況と生産コスト北海道平均との比較

5. 今後に向けて

資源循環は奥深いテーマであり育林・利用・再生の全てのバランスが追及されなければならない。喫緊の課題として北海道ではカラマツ原木の需給が逼迫し、主伐の増加に苗木供給量が追いつかない状況で、かつ植栽に携わる労働者の減少も著しい。北海道カラマツのルーツである長野県のカラマツ林業と共通の課題は多いと思われ、ぜひ今後とも情報交換をさせていただきたいと考える。

最後に、カラマツ林業等研究会40周年という記念すべき年に、県外の筆者らにこのような情報提供の機会を与えていただいたことに対し、この場を借りて長野県の皆様に深く御礼申し上げます。

【参考文献】

- 1) 北海道水産林務部 (2019) 平成29年度北海道林業統計.
- 2) 国土交通省 (2014) 公共工事設計労務単価.
- 3) 大矢信次郎ほか(2016) 長野県の緩傾斜地における車両系伐出作業システムによる伐採・造林一貫作業の生産性. 日林誌 98(5) : 233-240
- 4) 林野庁 (2014~2016) 平成24~26年次 素材生産費等調査報告書.

北海道のカラマツの川上から川下までの取組

—付加価値の高い木材利用を目指して—

(地独) 北海道立総合研究機構 林産試験場 大橋義徳

1 はじめに

国内森林面積の約 1/4 に相当する森林を有する北海道ではカラマツ・トドマツを中心とした人工林資源が成熟し、蓄積量¹⁾の増加とともに資源価値と利用可能性が高まっている(図1)。道内の木材自給率は50%を超えるものの、産業資材やパルプ用途が主体であり、原木や未乾燥製材など低次加工での道外移出も多い。その背景には、造林樹種の材質特性、冬季の過乾燥な室内環境、板類中心の生産品目と供給体制など、本州とは異なる需給構造があり、持続可能な林業経営と木材産業の振興に向けて課題は少なくない。本発表では北海道における人工林材の利用状況と価値向上に向けた開発事例を紹介する。

2 北海道の人工林材の利用状況

道内の主な木材関連工場の概要を図2に示す。森林蓄積が多く、素材生産量も多い3地域(オホーツク・十勝・上川)に多くの工場が集積している。製材については、原木消費量が年間5万m³を超える大規模工場が9社あり、特にカラマツで多いが、主製品は産業資材で小中径原木を利用している。合板については、針葉樹主体では1社しかないが、年間約18万m³もの製造を行っており、径級24cm以上の中大径原木を利用している。集成材については、構造用工場が5社あるが、いずれも小規模であり、全道合計でも年間生産量は約3万m³である。

道産人工林材の利用状況²⁾を図3に示す。トドマツでは、製材用途の39%が建築用途であるが、本州のスギ柱のような構造材は少なく、未乾燥の羽柄材が多い。また、仮設資材や梱包材も多く、乾燥割れが入りやすい・水食い材が多いという材質特性により未乾燥の板材利用が主体である。カラマツでは、製材用途の82%が梱包・パレット材であり、建築用途はわずか2%しかなく、集成材原板を含めても16%と少ない。カラマツは、国産針葉樹のなかでは密度とヤング係数が高いが、繊維傾斜が顕著に大きく、特に未成熟材(髓から10~15年輪)を多く含む心持ち製材では乾燥時のねじれが極めて大きい(図4)。そのために構造材には不向きとされ、小径間伐木が主流であった1970年代に未乾燥でも支障のない土木資材や梱包材の市場が形成された。間伐材の需要確保の面では重要な貢献を続けてきたが、付加価値の向上、乾燥材の

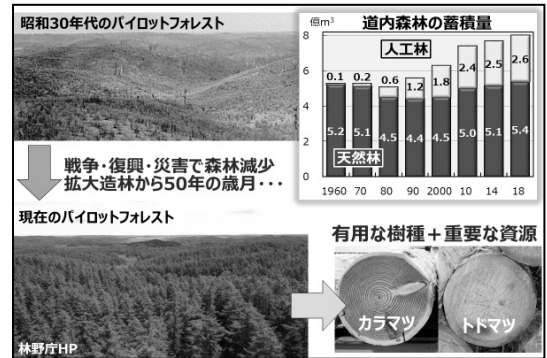


図1 成熟期を迎えた道内人工林資源

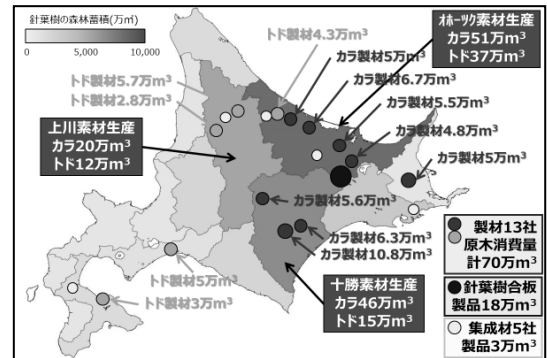


図2 道内木材工業の概要

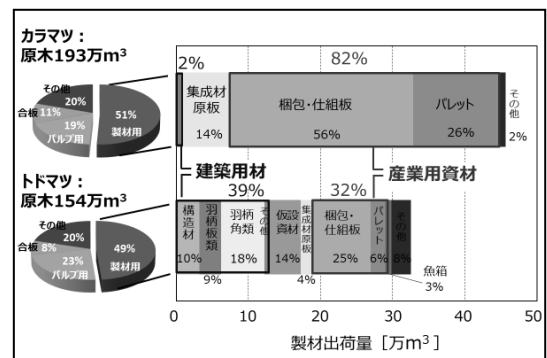


図3 道産人工林材の利用状況

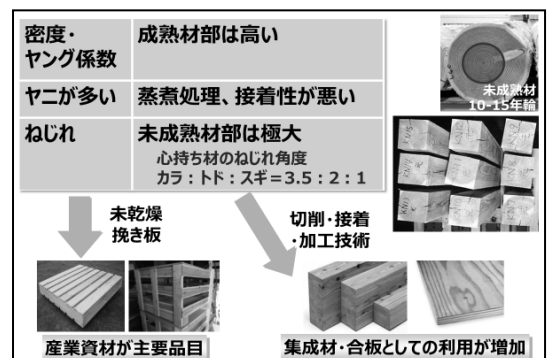


図4 道産カラマツの材質特性

需要開拓と供給力強化が課題となっている。2000年代には、切削・加工・接着技術の進歩により集成材や合板の需要創出と供給体制の整備が進められたが、集成材の生産量が少なく、原板の過半数が道外に移出され、道内の建築需要にも十分に対応できておらず、供給力強化が課題となっている。

3. 価値向上に向けた開発事例

道産材の価値向上と建築利用拡大のためには、人工林材の欠点を克服できる高次加工技術をベースに、冬季室内の過乾燥な環境に対応できる、強度や寸法安定性に優れた材料が求められる。当場での開発事例を紹介する。

【カラマツ製材「コアドライ」】中小径カラマツから心持ち正角材を製材し、長野県林業総合センターが開発した高温セット法をベースに、二次乾燥期間を長くして内部まで十分に乾燥することでカラマツ特有のねじれを抑えている（図5）。断面全体の含水率を11%以下とすることで冬季室内の乾燥環境でも集成材と同程度の寸法安定性を実現している。「コアドライ」と称して道内3工場で実用化され、平角材にも展開が進んでいる。建築関係者からも従来のカラマツのイメージを払拭する無垢材として評価され、普及しつつある。

【カラマツ高性能集成材】中大径カラマツの成熟材部から選択的に高性能ラミナを採材することで、従来のカラマツ構造用集成材の標準等級E95より2ランク上の等級E120の製造を可能とした（図6）。側取りから高性能ラミナ、タイコ材から産業資材を採材する複合木取り法の実用化を進めており、輸入材に対抗できる集成材として、横架材の自給率向上につながるものと期待されている。

【道産 CLT】多雪寒冷地の実施工条件における道産 CLT の材料・構造・環境性能を検証するために、実験棟を構内に建設した。両方向に大きくはね出した屋根底、大きくオーバーハングした床テラス、高耐力壁を利用した開口部の多い間取り、屋根逆梁 CLT によるフラットな天井面とまぐさのない全開口サッシなどが特徴であり、従来の木造では得られないダイナミックな建築物が実現した。検証実験結果をもとに道産 CLT の新たな利用法の提案と普及を図る予定である。

4. 今後に向けて

北海道のカラマツ人工林材は、生育環境の良さから初期成長が大きく、長野県産カラマツよりも未成熟材が多く含まれ、強度やねじれなどの利用材質は低いと考えられるが、それぞれの地域特性や地場産業の強みを活かして、市場や用途を役割分担しながら、カラマツ固有の問題解決に共同で取り組み、図7に示すような資源循環を長野県の皆様とともに実現していければ幸いである。

【文献】1)北海道水産林務部：北海道林業統計(2019), 2)北海道水産林務部：北海道木材需給実績(2016)

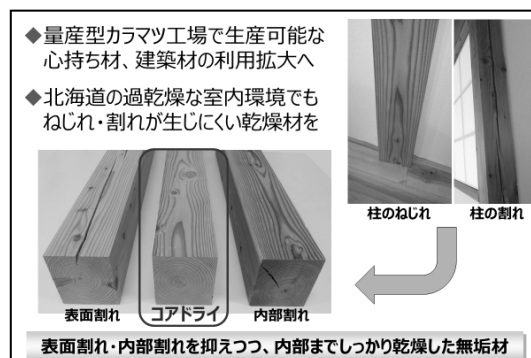


図5 カラマツ製材「コアドライ」

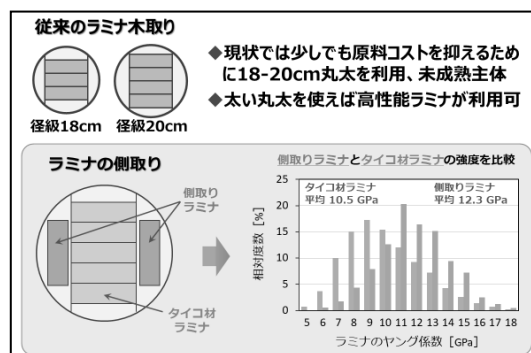


図6 カラマツ高性能集成材



図6 北海道産 CLT 実験棟

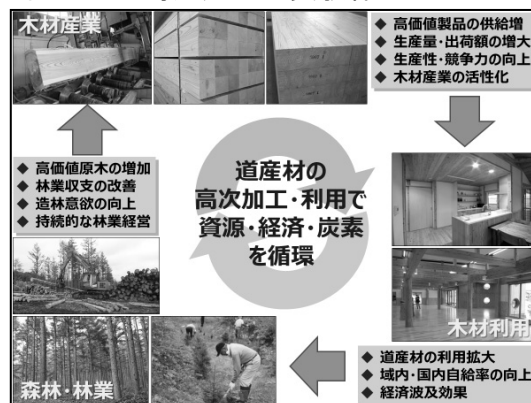


図7 カラマツ利用と資源循環

カラマツの明るい未来

ヒルデブランド株式会社 代表取締役 印出 晃

1 はじめに

カラマツは若い頃はねじれながら成長するという特徴があり、木材として使う時には乾燥をしっかりとしないと曲がったり反ったりしやすいという性質がある。

カラマツは戦後、特に土木用材や電柱用材として植林されたが、時代とともに用途は変わってきている。

かつては杭木、土木用材、梱包材等の付加価値の低い用途が主であったが、脱脂・乾燥・集成材技術等の発達により、建築・家具用材として利用されるようになってきた。さらに近年では針葉樹合板として用途を拡大している。

また、樹齢を重ねたカラマツはねじれにくくなるという性質があり、材質が安定してくる。時々、天然のカラマツ林から100年を超える天然カラマツが収穫される事があるが、とても重厚感があり落ちついた材質となっていて、高級材として扱われている。

そして今日、戦後植林された人工林から、ようやく天然カラマツに近い樹齢を重ねたカラマツが収穫されるようになってきた。駄木と称されていたカラマツだが、今後は高級材としての未来が開かれる事になる。

2 圧力式木材乾燥機 スーパーハイドライヤー

2.1 若齢材と比較して乾燥の際にねじれにくくなったとはいえ、梁材や桁材などの断面の大きな木材の乾燥は非常に困難である。そこで今回紹介させて頂くのは、弊社が開発した圧力式木材乾燥機である。圧力式木材乾燥機は、風と温度の他、過熱水蒸気雰囲気下で圧力を制御する等の特殊な技術を用いて、大きな断面の芯持ち木材を割れやねじれを抑制しつつ短時間で内部まで乾燥させる事ができる乾燥機である。乾燥時間は、蒸気式乾燥の1/2～1/3である。

2.2 圧力式木材乾燥の芯持ち材用の標準的な乾燥工程は下記の通りである。

1. 加圧減圧前処理
2. 高温・減圧乾燥
3. 中温・真空乾燥

2.3 圧力式木材乾燥機「スーパーハイドライヤー」のそれぞれの工程の効果は下記の通りである。

2.3.1 加圧減圧前処理の効果 1 バラツキを抑えて割れを防ぐ

高温セット法は割れの抑制に有効であるが、初期含水率の範囲に応じて適切な乾燥スケジュールが異なる。このため、乾燥前に重量選別を行い、それぞれに適した乾燥スケジュールで乾燥させる必要がある。圧力式乾燥では、初期含水率のバラツキが120%～50%の範囲であれば、前処理工程で含水率をおよそ80%～40%の範囲に揃えてしまうため、最適な乾燥スケジュールで高温セットを行う事ができ、表面割れ、内部割れ共に抑制できる。このため乾燥機投入前の重量選別がほとんどの場合不要となり、更に仕上り含水率のバラツキも小さくなる。

2.3.2 加圧減圧前処理の効果2 反り、ねじれが減少

反り、ねじれの原因は主に成長応力によるものだが、乾燥工程の前に高圧高温で蒸煮を行う事により、木材の成分であるリグニンを軟化させ、成長応力を緩和する事ができる。効果は高温高湿になればなるほど現れるが、一般的な蒸気式高温乾燥機の機内は大気圧なので水の沸点は100℃である。このため蒸煮も100℃が限界である。圧力式乾燥では120℃の高圧高温蒸煮ができるため、成長応力が大幅に緩和され、反り、ねじれ、曲がり等が抑制され歩留まりが向上する。

2.3.3 加圧減圧前処理の効果3 乾燥時間の大幅短縮

一般的な蒸気式高温乾燥の昇温・蒸煮時間よりも短時間で前処理が終了する。この時点ですでに含水率のバラツキ、水分傾斜が減少しており、通水性も向上しているため、乾燥時間を大幅に短縮できる。

2.3.4 加圧減圧前処理の効果4 芯まで乾燥できる

圧力式乾燥では、前処理により初期の段階で木材の水分傾斜が大幅に除去され、加えて通水性が向上しているため、乾燥後の木材の水分傾斜を大幅に抑制する事ができる。更に乾燥工程においては、圧力制御により内部沸騰と表層沸騰を同時に行い乾燥させるため、より短時間で水分傾斜を抑えた急速乾燥が可能となった。

2.3.5 加圧減圧前処理の効果5 進化した脱脂効果

圧力式乾燥では、高温高圧蒸気で木材の内部まで加水と加熱を行う。これにより、木材樹脂道内のヤニの流動性を大幅に上昇させる。ヤニは水分が多く共存すると100℃前後で水と一緒に共沸する性質がある。そこで加圧状態から真空状態に切り替える事により、木材内部での沸騰が一気に起こり、圧力差によって水蒸気と共に気化したヤニが木材の外部に噴出する。前処理の段階でかなりの脱脂効果があるが、後工程の真空乾燥によって更に内部までの脱脂が可能となった。

2.3.6 加圧減圧前処理の効果6 過熱水蒸気による乾燥

圧力式乾燥は前処理によって機内を過熱水蒸気で満たす事ができる。蒸気式高温乾燥機の場合、熱媒体は只の湿った空気となるが、圧力式乾燥は過熱水蒸気による乾燥となるため、高レベルな乾燥が可能となる。過熱水蒸気は優れた伝熱特性を持つため短時間で木材の芯まで加熱する事ができ、温度ムラが発生しにくく均一な乾燥が可能である。また、無酸素環境下での乾燥となるため、木材の酸化による劣化、変色等を防ぐ事ができる。

2.3.7 高温乾燥の効果1 表面割れを抑える

高温セット法により、木材表層部にドライグセットをかけ、表面割れを抑える事ができる。一般的な蒸気式高温乾燥機では、初期含水率の高いものは高温セットによる効果が不十分であるため、乾燥が進むにつれて表面割れが発生し、反対に初期含水率の低いものは高温セット処理中に木材内部まで高温条件下で乾燥が進むため、内部割れが発生する。圧力式乾燥機では、前処理工程で初期含水率のバラツキを緩和し、更に圧力制御が可能のため、内部、表面共により割れが発生しにくい状態でドライグセットをかける事ができ、不良率が減少する。

2.3.8 高温乾燥の効果2 高温劣化の抑制

圧力式乾燥における高温乾燥では、無酸素・減圧・過熱水蒸気の3つの要素を取り入れ、木材の酸化や変色、強度劣化、乾燥ムラを抑えた高温セットが可能となった。

2.3.9 真空乾燥の効果 1 内部割れを抑えて乾燥時間を大幅に短縮

木材乾燥において最も時間を要するのが内部の乾燥である。内部割れを抑制するために温度を下げると、柱材の場合内部乾燥だけで9日間もの長時間を必要とする。梁・桁材に至っては2~3週間かけても乾燥が困難である。圧力式乾燥では、乾燥工程において圧力制御をする事により、内部割れが発生しにくい状態で内部沸騰と表面沸騰が起こり、急速乾燥が可能となるため、内部乾燥工程に要する時間を約1/3に短縮できる。

2.3.10 真空乾燥の効果 2 木材内外から同時乾燥

前処理と真空乾燥の相乗効果により、木材の中心と表面を同時に中低温域で沸騰乾燥させる事ができる。このため乾燥時間が短縮されるだけでなく、水分傾斜が小さくなり、割れも発生しにくくなる。

2.3.11 真空乾燥の効果 3 強度劣化を抑制

木材を高温に長く晒すと強度劣化が起こるが、中低温域での沸騰乾燥により強度劣化を抑える事ができる。

2.3.12 真空乾燥の効果 4 変色を抑制

強度と同様、木材を高温に長く晒すと変色が起こるが、中低温域での沸騰乾燥により変色を抑える事ができる。

3 木材改質処理装置 スーパーヒートコンディショナー

3.1 木材改質処理装置は、無酸素・加圧状態で木材を200℃近辺で熟処理する事により、薬品等を一切用いずに耐久性、寸法安定性、断熱性等の性能を付加する事のできる装置である。改質した木材は、床暖房用のフローリング、高気密高断熱木製サッシ、ウッドデッキ等に利用する事ができる。

3.2 木材改質処理装置「スーパーヒートコンディショナー」の効果は下記の通りである。

3.2.1 改質処理の効果 1 寸法安定性が向上

改質処理を行っていない人工乾燥材と比較した場合、改質処理木材「ヒートウッド」は膨張収縮率が1/4~1/5に減少し、環境変化に伴う寸法安定性が飛躍的に向上した。(長野県林業総合センター測定)また、処理の効果が一番低い190℃処理の杉のフローリングで、ガス会社統一基準法式 熱耐久試験(80℃温水—1100時間)を実施した。隙間の寸法変化量の基準値が0.5mm以下で、1箇所でもこの基準を超えたらNGという非常に厳しい試験であり、無垢の木材では達成不可能と言われているものである。しかし、ヒートウッドは数十箇所測定して最大値が0.1mmであった。平均値に至っては0.005mmと、非常に高い寸法安定性を示した。(財)ベターリビング測定)

3.2.2 改質処理の効果 2 内部までの均一な着色

木材は高い温度環境に晒すと、材色が茶褐色化する。ヒートウッドは精度の高い制御により、好みの濃さに全体の色調を整える事ができる。また、内部と表層近くの処理条件の差も緩和するため、内部まで均一に色を変える事ができる。

3.2.3 改質処理の効果 3 熱伝導率の減少

処理をしていない乾燥材に比べて、同じ温湿度環境であっても平衡含水率が低く、木材組成も軽量化しているため、比重が小さく熱伝導率も小さくなる。このため、寒い冬であっても人が触れた時のヒヤッとした感じは緩和され、逆にサウナの壁等の高温環境で使用しても触れた時の熱さが緩和される。

3.2.4 改質処理の効果 4 内部応力の除去

改質処理木材はリグニンの軟化点よりも高い温度で処理をするため、その処理工程で一度内部応力が緩和する。その後冷却されて固定されるため、内部応力が除去できる。このため、処理後の加工時に内部応力による反りがほとんど発生しない。

3.2.5 改質処理の効果 5 耐腐食性の向上

木材の腐食の要因は、腐朽菌と水と温度である。この内一つでも不十分であると腐食しない。改質処理木材は平衡含水率が低く保有している水分が少ないため、腐りにくい状態を維持している。

3.2.6 改質処理の効果 6 臭いとの除去と中性化

既存の改質処理方法では、改質した木材は異臭を放つ。処理から一年以上大気中で放置しても臭いはなかなか消えない。屋外でこの改質木材を使う分には問題ないが、屋内でしかも壁や床等に用いようとしても、日本人には受け入れがたいものである。スーパーヒートコンディショナーでは、臭いの原因である酸性画分の発生を抑制する。このためには、装置内の温度・圧力・分圧等、環境条件を非常に高精度でコントロールすることが必要不可欠であるが、それを可能にするのがスーパーヒートコンディショナーの装置と制御方式である。

3.2.7 改質処理の効果 7 艶が出る

既存の改質処理木材では、有効成分であるロジンという油脂をも溶出させてしまうが、スーパーヒートコンディショナーでは精油成分のみを選択的に除去する手法をとるため、ロジンは残留する。このため、パサパサにならずに光沢のある高級感あふれる改質処理木材となる。

3.2.8 改質処理の効果 8 粉っぽくならない

既存の改質処理木材では、高温処理により本来必要な木材の組織までも分解してしまうため、結合が断ち切れて粉っぽくなってしまう。このため、塗装をしてもその下の結合が切れた層で剥離が起こってしまう。また同様の理由から強度劣化も大きくなってしまいが、スーパーヒートコンディショナーでは木材の組織は保たれるため、強度劣化を極力抑制できる。

3.2.9 改質処理の効果 9 内部割れの抑制

既存の改質処理木材では、20 mmの薄い板材であっても頻繁に内部割れが発生する。これは内部割れを抑制しながら全乾状態にできる乾燥技術が伴っていないためである。スーパーヒートコンディショナーでは、圧力式乾燥の技術を十分に発揮することによって、内部割れを抑制しながら全乾状態にする事ができるため、板材においては内部割れがほとんどない。

4 今後の課題

今では天然カラマツの良さを知る人は少ない。今後は高付加価値な用途開発を進めるとともに、更に品質の高いカラマツ製品を安定供給することにより、駄木のイメージを払拭して、高級材としての活路を見出しなくてはならない。一方で、持続可能な循環型社会形成のため、バークや端材をエネルギー利用するなどして、付加価値を高めていく必要性を感じる。

高付加価値カラマツの可能性

アトリエ・エムフォオ株式会社代表取締役・一般社団法人ソマミチ理事 前田大作

1. はじめに

明治34年に創業した江戸指物の工房として銘木などを扱う一方、地場産木材の利用に興味をわき15年ほど前からカラマツを試作的に加工するようになった。1970年代、2000年代ごろのカラマツ材利用はそれぞれ樹齢10年～30年の材、樹齢40年～60年の材が中心であったと推察されるが、それらの成果を参考にしながら樹齢60年～80年、あるいは80年以上のカラマツ材はどのように利用できるかを探求している。

2. これまでの試作制作概要

2-1 幅100mm以下の原板による小木工品利用（2005年～）

カラマツ材の利用を始めようとした当初はカラマツの人工乾燥材の購入ルートがなく、取引のある会社からのつてをたどって長和町の木材会社から原板20mm厚の材料を購入するところから始まった。製材幅100mmに満たない2m材ばかりだったが、それが弊社のカラマツ家具のスタートとなった。幅が狭いためはじめは手慣れた箸、また耐水性が高いという評価があったため水回りの用品を開発したいと考え、これも100mm幅材から加工が可能なソーブディッシュを試作した。ねじれ、ソリなどが心配されたが箸は問題なく加工ができ、数ヶ月の使用においても目立った変形が認められなかったため、1ロット100膳での機械加工をはじめ現在も継続して販売している。ソーブディッシュについても加工性に問題なく独特の木目と色を活かしたデザインが実現したが、石鹸とふれることによる材の変色、また石鹸への色移りの問題があり、ケミカルな塗装でしか対応ができなかったため、カラマツの質を活かすという製品開発のコンセプトに合致しないとして制作を断念、現在はヒノキ材で製造をしている。

2-2 幅200mm程度の柾目材による木工利用（2008年～）

カラマツ材での小木工品制作がはじまると同時に、どのような材が自社ブランドにとって最適かを検討するために様々なカラマツ材を比較し、できるかぎり高齢級、産地は標高1000メートル以上の高地、幅狭であっても柾目挽き、挽き歩は仕上がり寸法+3～5mm程度、乾燥については家具用のプログラムを組み木味がのこることを重視することを方針とした。結果として材の幅は平均して120mm程度、90mm～200mmの幅の柾目材、板厚は30mm、48mm、66mm製材のストックを確保してどのような木工が展開できるかを模索した。小木工としては幅180mm以上の材をつかってカラマツ材の丸皿を旋盤加工に着手。美しい柾目が特徴となり、地場木材利用の実演やワークショップで注目が集まった。幅の狭いものは巾接ぎ材としてキャビネット、テーブル、椅子、ソファなどかなり多くの種類の家具へ利用した。柾目材を良材とするのはセオリーではあるものの、カラマツの特徴であるはっきりとした木目と色合いを活かすことにもつながる期待がもてた。その中で京都の寝具メーカーに協力を得て開発したベッドは、スノコには節なども多い低年齢級のカラマツ、フレームやヘッドボードには高齢級のカラマツをつかいわけてデザイン。販売価格で40万円を超えるため制作数は少ないが、京都や銀座のショールームで展示され海外の富裕層がもつ日本の別荘などへの納入があり現在も制作を続けている。

2-3 樹齢80年以上を中心にした木工利用（2010年～）

様々なカラマツ材の確保と試作がすすみ、高齢級のカラマツ材については木目の目詰みが強く、結果として早材の割合が減ると同時に質としても固く加工性が良くなるため指物への利用、薄造の挽物への利用へ挑戦をした。指物として数種類のホヅ組にとりくんだが板厚(分)の薄い江戸指物の雰囲気を実現するにはどうしても強度がたりず、結果として指物への利用には不向きと現時点では結論づけた。作例としては小引き出し、印籠蓋箱、鯉節削り

など。一方挽物についても照葉樹材と比べれば加工性は著しくおちるものの、脂のもつ艶や黒さを帯びた風格を感じる紅色には独特の魅力があることも確認。これは今後カラマツ材が高齢級材でも普及することになれば改めて検討するに値するものだと感じる。

2-4 カラマツの魅力を最大限にひきだすための家具利用（2015年～）

カラマツ材の家具材としての利用の実績が増え、評価の高い材の特徴、通常のルートで無理なく入手できる材の性質などを整理して、そのようなカラマツ材を中心に考えた家具シリーズの開発に着手。サイズや形状、フレームの素材違いで30種類程のスタイルが選べるダイニングテーブル専門ブランド「paddle」をリリースした。カラマツの中接ぎ材の美しさ、ステンレス材と組み合わせることで得たモダンなスタイル、機械加工では加工が難しい形状や質感を自社の手加工技術を活かして実現するなどしてカラマツ材でしか作れない魅力を訴えている。伊那を本社とする工務店がもつ県内6箇所（長野2箇所、松本、諏訪、上田、伊那2箇所）のモデルハウスの展示家具として採用された。これにあわせてステンレスフレームとレザーシートを組み合わせたチェアシリーズ「md401」もリリース。カラマツ材の家具を「オールカラマツ」ではなく「適所利用」とするコンセプトで、カラマツ材利用の動機を「余剰する地場木材の利用」から「唯一無二の魅力をもつ木材としての利用」へシフトすることで家具用カラマツ材のステータスを引き上げることを目指した。md401のスツールは信濃毎日新聞のノベルティグッズとして採用された。

2-5 カラマツ利用による製品やサービスへ付加価値をつける取り組み（2018年～）

家具用として魅力的な木材であれば、いわゆる化粧材としても利用できる。カラマツ材を地場木材の有効利用という領域から一気にひきあげるために、現在は自社のオーダーキッチン製作の化粧パネルや幕板などにカラマツ材及び、松枯れ被害にあった青変アカマツ材を採用している。2020年2月現在のバックオーダーにはすべて地元のカラマツ材が採用されている。また地元材をつかう取り組みは観光業（宿泊、飲食施設）にとっても魅力的なコンテンツとして捉えてもらう機会が増え、家具製作から空間設計、内装材の開発へとカラマツの利用拡大とともに自社事業の領域も広がってきている。

3. 課題

カラマツ材利用についての環境は、弊社がこの事業に本格的に取り組み始めた2007年から13年を経て大きく変化した。材の価格は他の国産針葉樹材にくらべてカラマツ材だけが安定し、合板材としての利用だけでなく建築用材としても利用が増え、さらに今後はCLTなど新たな活用の可能性が広がる予測がある。一方で高付加価値の家具用材としての開発はそれほどのもりあがりはないように見受けられる。高価格で素材を購入することは山主や林業、製材業へ対する我々加工業者の使命ではあるものの、「高級カラマツ材」としての一定量程度の消費を目指さないことには普遍性をえることは難しく、問題の解決には至らない懸念が大きい。そもそも木材利用の低迷については社会的要因も多く、カラマツ林業、加工業を結ぶ垂直連携を根幹とした一般社団法人ソマミチに理事として参加し、この問題には多面的に考察したいと考えている。



県内カラマツの利用

長野県林業総合センター 春日 嘉広

1 はじめに

カラマツは、県内森林総面積 1,058 千 ha の 23%、民有林人工林面積の 53%を占める本県の主要樹種である。その多くは戦後集中的に造林されており、現在の林齢のピークは 60 年生前後で、51 年生以上の割合 77%と資源は着実に充実してきている（図-1）。

本県林業におけるカラマツの重要性は高く、林業総合センター（以下「当センター」という。）ではカラマツ材の「ヤニが出る」「ねじれる」「割れる」（写真-1）といった欠点の克服と一層の利用促進に向け、関係者と連携し試験研究と技術開発を進めている。

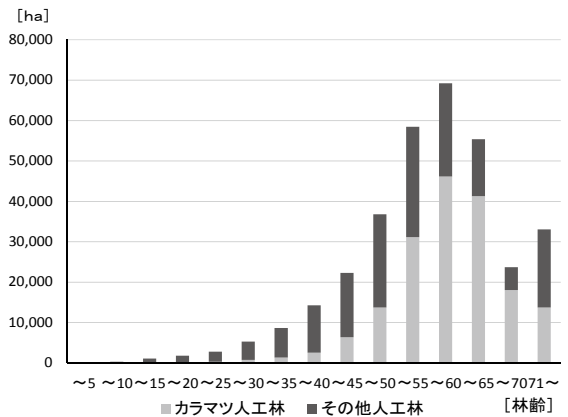
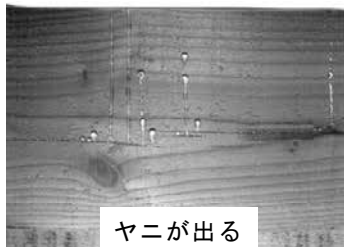


図-1 県内民有林人工林の林齢構成 (長野県林務部 2018)

2 これまでの取組と成果

2.1 過去のカラマツ利用

昭和 40 年代までカラマツ材は、杭、矢板、足場板等の土木仮設資材、リンゴ箱やパレット等の製函資材に主に使用された（写真-2）。建築材については天然カラマツなど一部の優良材を除き前述の 3 つの欠点がネックとなり利用は進まなかった。



ヤニが出る



ねじれる



割れる

写真-1 カラマツ材の 3 つの欠点

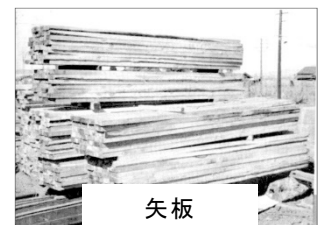
土木用



貨車輸送



基礎杭・炭鉤杭



矢板

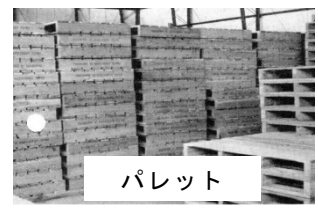
製函用



リンゴ箱用板



ビール箱



パレット

写真-2 昭和 40 年代のカラマツ材の主な用途

2.2 欠点を克服する技術開発と利用拡大

当時の長野県林業指導所（当センターの前身）等においてカラマツ材の利用開発に向けた試験研究を進め、人工乾燥工程における「蒸煮処理」によりヤニ滲出防止に一定の効果が得られる技術を開発した。これにより壁板や集成材のラミナ等の板材への利用が可能となり、昭和57年に県立高校体育館の壁板として使用され、以降、内装壁板や、やまびこドーム・エムウェーブにも使用された大断面集成材等にからまつが利用されるに至った（写真-3）。

柱材については、当センターにおいて新たな乾燥法として表面割れを抑える「高温セット乾燥法」を開発し、柱材へ利用を広げた（写真-4）。さらに最近では、断面の大きな梁・桁材への利用を進めるため、無垢材に近い質感を持った「信州型接着重ね梁」を信州木材製品認証センターと共同で開発し、平成28・30年に日本農林規格（JAS）同等の扱いとなる建築基準法37条認定を国土交通大臣から取得した（写真-5）。

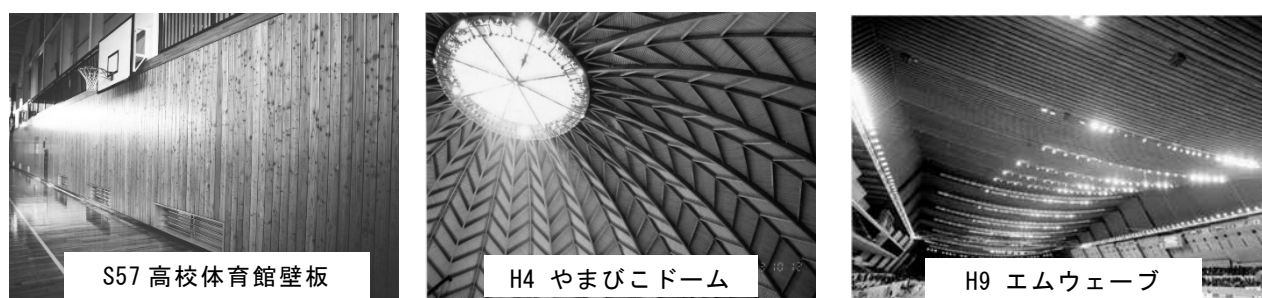


写真-3 蒸煮処理技術により板・集成材利用が進む

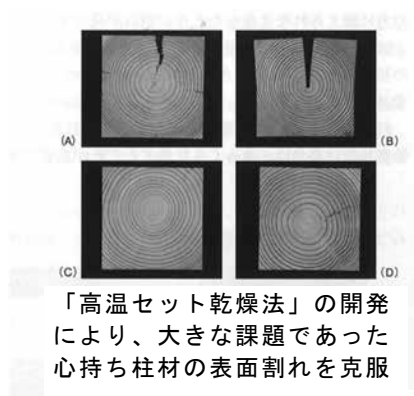


写真-4 技術開発により柱材への利用も可能に

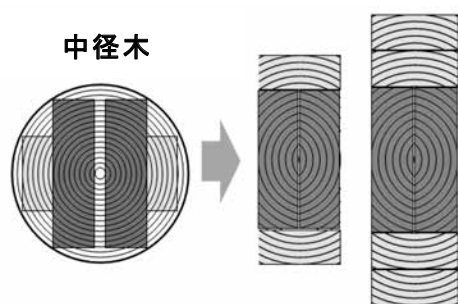


写真-5 梁・桁材用「信州型接着重ね梁」(C型)

3 今後のカラマツ利用に向けた方向性と期待

3.1 カラマツの評価が急上昇

これまでの技術開発や関係者の取組等の成果により、近年は、カラマツ材の需要先が大きく広がりつつある。平成15年まで減少傾向にあった県内カラマツの素材生産量はその後増加に転じ、平成30年の素材生産量は平成17年の2.5倍となっている(図-2)。

しかし、県内カラマツ人工林における年間成長量が約75万m³あること、林齢構成が60年生前後に集中していること、高齢化に伴うカラマツ腐心病増加への懸念等を考えると、今後一層の利用拡大が必要な状況と考える(図-3)。

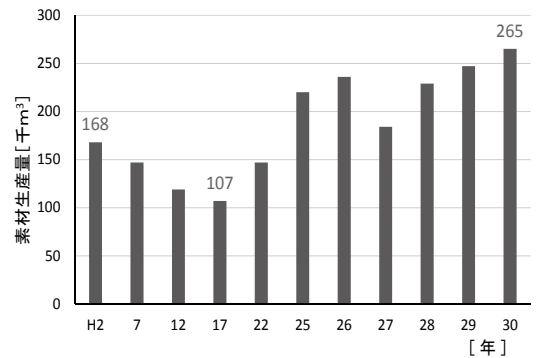


図-2 県内カラマツ素材生産量の推移
(農林水産省「木材統計」)

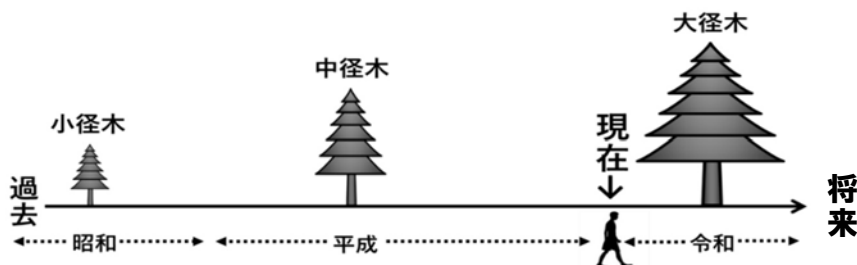


図-3 カラマツ林の歩み

3.2 カラマツの持つ強みを活かす

カラマツは、①木材の強度性能が優れていること、②高齢・大径化とともに材質が安定すること、③独特な木目や色合いの美しさなど、他の樹種に優る特性を有している。

優れた強度性能については、従来使用されていた輸入丸太を代替する国産材として、合板(写真-6)、LVL等の分野で高い評価を受け大量に使用され、カラマツ材の利用に大きく貢献している。今後は国が全国への普及を進められているCLT(Cross Laminated Timber)(写真-7)にも優位性が発揮できるものと考えられる。



写真-6 合板工場



写真-7 CLT

高齢・大径化については、大径材の生産量増大が今後見込まれる中、その利用を進めることが課題である。これまでの試験研究結果では、カラマツは大径化に伴い強度が高く材質が安定した成熟材の割合が増加することがわかってきており、林齢15~20年輪以降は、強度やねじれといった材質の安定性が得られる傾向にある(写真-8)。



写真-8 未成熟材と成熟材

(独) 森林総合研究所の試験結果からも、カラマツは丸太の髄から外側に向かって、木材の強度を示す指標である「曲げヤング係数」が上昇し、外側の成熟材になると曲げヤング係数は 15 kN/mm^2 前後と高位で安定する結果となっている (図-4)。

一方、スギについては髄と外側の数値の差は比較的小さく曲げヤング係数の平均は 6 kN/mm^2 程度で、スギに比べカラマツ成熟材の強度が大きく上回っている。

これまでの技術開発や製品開発に加え、国産材の利用が進んでいなかったツーバイフォー208・210材や高強度集成材など、カラマツ大径材の強みを活かせる研究を木材関係者と共同で進め、利用の可能性を広げていきたい。

また、材質の安定と木目や色合いの美しいカラマツ材は、建築用材だけでなく家具用材としての一層の活用も期待されるところである (写真-9)。

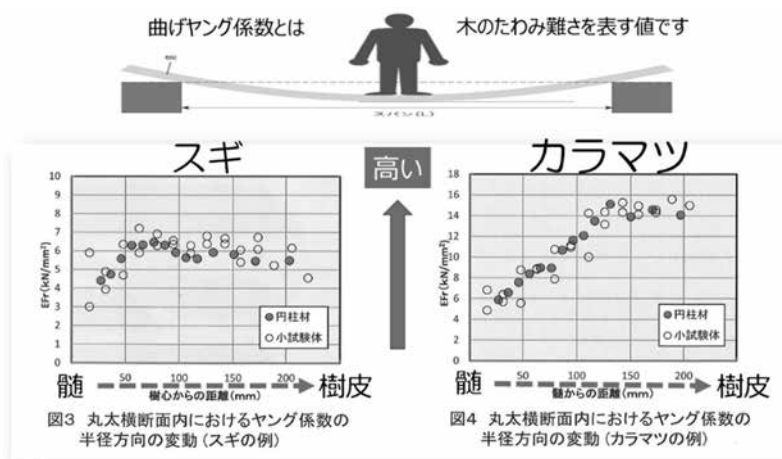


図-4 スギ・カラマツの丸太横断面内におけるヤング係数 (森林総合研究所資料)



写真-9 カラマツ大径材の美しい木目・木肌

成熟してきたカラマツの強みを活かす

- ① 優れた強度性能
- ② 大径化に伴う材質の安定
- ③ 木目や色合いの美しさ

4 最後に

今後、カラマツの持つ強みを十分に活かす技術開発や関係者の連携した取組が進むことで、カラマツの利用拡大と本県林業の振興に寄与することが大いに期待される。一方で前述のとおり本県のカラマツ林は林齢構成に大きな偏りがあり、将来にわたるカラマツ材利用や森林づくりを考えると心配な状況であり、そのためには、「植えて～育てて～伐って～また植える」サイクルを推進し、林齢の平準化による持続可能なカラマツ林づくりが大切と考える。

カラマツ林業等研究会 40 周年記念シンポジウム

林業総合センター 指導部

カラマツ林業研究会の歴史

長野県で最も多く植栽されたカラマツは、戦後復興資材等の需要を担う目的で植栽しましたが、高度経済成長期以降に利用用途が減少してしまいました。この対策として昭和 45 年には行政と関係団体で構成する信州カラマツ対策協議会が発足しました。さらに、カラマツの利用拡大に向けた技術開発の必要性が高まったことから、県林務部の提案で、昭和 54 年にカラマツ林業研究会が発足しました。本会は、県林務部や長野営林局などの行政機関と、信州大学や当センターなどの試験研究機関が共同して、新たなカラマツ材の利用開発に向けた研究をすすめることを目的として、カラマツ林の間伐技術や人工乾燥に向けた技術開発をはじめました。こうした結果を広く紹介することを目的として、発足から 3 年後の昭和 57 年 1 月 27 日に第 1 回の研究発表会を開催しました。

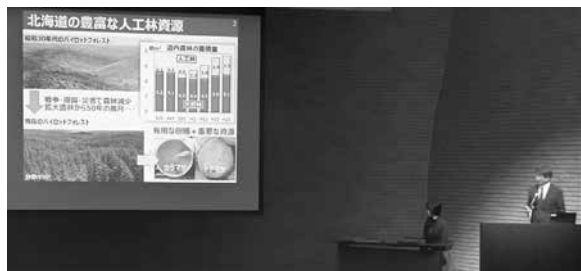
以来、新年早々の 1 月に、カラマツに関する技術開発や普及啓発をすすめた成果の発表会を、毎年開催してきました。平成 17 年度からは、カラマツを中軸に据えつつも、多様化する県内の森林・林業にまつわる課題解決に向けて、カラマツ林業等研究会に改称し、カラマツを中心とした県内の森林・林業全般にまたがる研究会として今日まで取り組んできています。

40 周年記念シンポジウム

元号が変わった令和の元年は、研究会の発足から 40 年を迎えるということで、本会が取り組んできたカラマツ林業の現状を理解するとともに、これからのカラマツ林業が持続的に発展していくことをめざし、「信州カラマツの SDGs 環境との調和を目指した持続可能な資源活用」とテーマに掲げました。当日は、本県由来であるカラマツを積極的に利用している北海道から 2 名の研究者をお招きして、「北海道のカラマツの川上から川下までの取組み」として、基調講演をいただきました。

その後、県内の取組として、3 名のパネラーから報告があり、基調講演をいただいた 2 名と、3 名のパネラーを交えたパネルディスカッションを開催しました。パネルディスカッションでは、本会の幹事でもある信州大学農学部の小林准教授のコーディネートで、基調講演者やパネリストへ会場からの質問に答える形で進行了。県内では 60 年を超える成熟したカラマツ林が増加しており、より付加価値の高い木材として利用していく方策や、その後の更新技術について意見が交わし、持続可能な林業をどのように展開していけば良いのかを検討しました。

こうした課題解決に向けて、これからもカラマツ林業等研究会では活動を続けていく予定です。



基調講演



パネルディスカッション