

技術情報

No.151
2015.7

平成26年度カラマツ林業等研究会特集

長野県林業総合センター



平成26年度カラマツ林業等研究会会場の状況

もくじ

| | |
|-----------------------|----|
| 製材業界から見る国産材の動向と発展 | 2 |
| 芯持ち平角材の人工乾燥技術 | 8 |
| コンテナ苗木の普及に向けた取り組みについて | 12 |
| カラマツ耐火集成材 | 18 |
| 長野県における木製遮音壁の開発と施工 | 20 |
| おしらせ | 28 |

製材業界から見る国産材の動向と発展

長野県林業大学校 1年 高見澤 大樹

1 はじめに

日本の木材自給率は戦後ほぼ一定して減少しており、2002年には過去最低の18.2%を記録し、最近の2013年は28.6%と未だ低水準で推移している。森林率66%で森林大国である我が国がこのような状態にあるのはなぜだろうか。その点で国産材が辿ってきた歴史的背景を知ることは、今後の木材自給率の向上と国産材利用促進を図るうえで重要であると考えた。

今回は、木材自給率に大きく関わる外材輸入の本格化する前後の時代から、近年に至るまでの国産材の動向について、製材業界を中心に調べてみた。また、併せて、今後の課題として安定供給に向けた需給バランスについて考察した。

2 これまでの国産材の動向

2.1 木材輸入自由化以前(～1964年)

外材輸入が盛んになる以前から近年までの国産材の動向について見ていく。

日本の木材需要(用材)は1973年まで住宅着工戸数が大きく増えたことなどから、増加傾向にあった。1973年には1億1,758万 m^3 の木材需要があり、直近の2012(平成24)年の7,063万 m^3 と比べると約1.7倍の木材需要があったわけである。そのため、日本の木材需要は慢性的な供給不足にあった。

そんな中で起こったとされるのが材積のごまかしの問題である。荻大陸さんの「国産材はなぜ売れなかったのか」(2009)によると、材積のごまかしとして「空気売り」と「歩切れ」の問題が発生していたとしている。「空気売り」は製材業者が特に細い丸太で挽いた丸身付製材品の丸身部分を空気として売り、利益を上げていたこと、「歩切れ」は間屋など製材品の買い手業者が材積をごまかして売っていたとされることである。

このことは当時の日刊木材新聞でも取り上げられていた。例えば「歩切れを無くす方法 行き着く所まで行かせるか」(昭和31年10月27日)や「決め手は空気売り 悲しい悪循環をどうするか」(昭和34年9月13日)など昭和30年代だけでも10数回の記事があった。また、昭和45・昭和46年

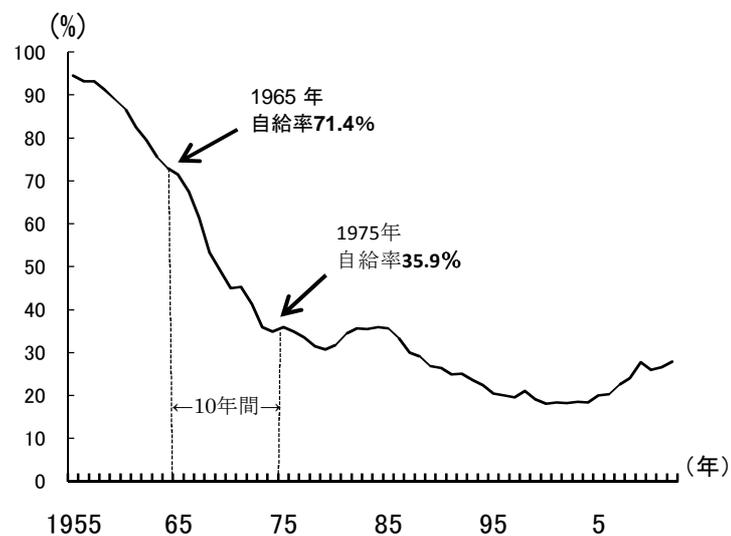


図1 木材(用材)自給率推移 (林業白書)

には問題を重く見た公正取引委員会が全国木材組合連合会に事情調査に至ったことや昭和47年の林業白書にも取り上げられるなど材積のごまかしは国内製材品の品質低下と信頼の低下を招いていた。

2.2 木材輸入自由化とニーズの変化(1964年～1973年)

そのような状況下で1964年に木材の全面自由化が行われた。木材輸入の増加によって木材自給率の下落は加速して、図1でわかるように、自由化が始まってすぐの1965年は71%だったものが、わずか10年間で約半分の36%まで低下した。加えて1973年には従来の固定相場制から、現在と同じような変動相場制に移行し、円高が進んだことで輸入量も増加した。これらのことから空気売り・歩切れによる国内の製材品・丸太に対するイメージの低下により、国産材から外材にニーズが移っていったと考えられる。

2.3 役物時代(1965年～1980年代)

外材の輸入増加に対する対応は大規模製材工場と中小製材工場では違ったものであった。大規模製材工場では生産量が多いことから効率化を図る必要があり、安定的に供給される外材丸太にシフトしていく。一方、中小製材工場は資金面などから生産量、効率化に限界があるため、輸入自由化が始まった1965年頃から東濃檜などに代表されるような製材品のブランド化を行い、単価を上げるなどして外材に対抗した。また、中小製材工場は役物柱を挽くことで利益を上げていた。役物柱は木造住宅の見え掛り部分などに使われる造作用柱で節が少ない良質材として単価が高かったためである。

1980年頃までは住宅需要が高水準であったことから、構造材は外材を使っても和室などの柱は国産の役物柱を使うことが多かったが、1980年以降は住宅着工戸数が減少していったことや洋室・コンクリート住宅の増加、化粧張り集成材の増加によって役物柱需要は減少していった。また、1990年からは図2のように役物柱の主役であったヒノキの素材価格が下落していったことから役物柱需要が減少していったことが分かる。

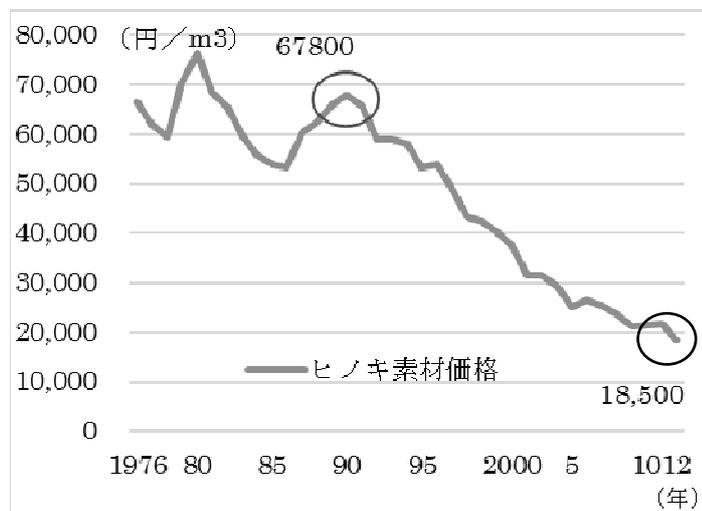


図2 ヒノキ素材価格 (農林水産省木材価格)

2.4 集成材時代(1980年代後半～)

役物需要の衰退に合わせるように需要が増えてきたのが集成材である。役物柱などの無垢材は住宅を建てる際現場での調整が不可欠であった。それに対して集成材はプレカット工法の普及などによって現場での調整がほとんどいらなくなったことや、割

れや狂いが少ないことから、無垢材より多少単価が高くても、トータルコスト的に安くなりこれにより無垢材離れが進んだ。

1990年までには構造用柱の70%が集成材となり、図3で分かるような1990年代からの集成材供給量の急激な増大から、競合の無垢材を挽く製材工場は大打撃を受けた。また、製材工場では従来の製材機械に加え人工乾燥設備とモルダー・プレーナー設備が必要となり、工場の規模は拡大していく。加えて外材の主流は今までの米材・カナダ材から集成材の製材・乾燥技術が高い欧州材に変わっていくとともに木材輸入は丸太輸入から製材品輸入が増えていく。

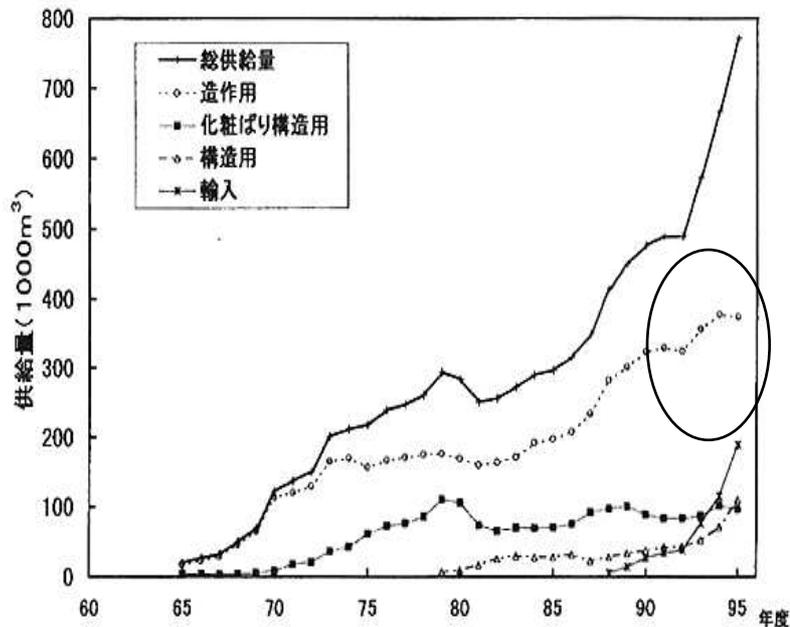


図3 集成材供給量 (日本木材総合情報センター)

2.5 外材の揺らぎと国産材復活の兆し(2000年～)

2000年に入ると丸太輸出関税の引き上げと中国の急激な経済成長でロシア材輸入が大きく減少する。このことなどから外材の売りだった安定供給が揺らぎ、消費者の環境意識の高まりも合わさって国産材にシフトする製材工場が増えてくる。特に合板による新規需要によって国産材利用率は徐々に増加した。また、1990年代の国内製材工場は乾燥技術の遅れから外材製材品に対抗することが出来なかったが、2000年に入り、国産材製材工場の規模拡大とスギの人工乾燥技術普及と高温乾燥技術の開発によって国産材製材品と外材製材品が価格・品質ともに肩を並べられるようになっていった。

3 国産材の抱える課題

3.1 外因

ここまで国産材の歴史的背景を調べていく中で国産材が外材に押されていた時代から国産材製材品の価格・質が技術向上などによって、外材製材品と競合できるようになっていったことが分かった。

しかし、一方で近年の国産材が抱える課題も見えてきた。今回は2012年の木材価格の低下を外因と内因(川上・川下)の要因に分けて見ていく。

2012年の木材価格の下落の外因としてはリーマンショック、ギリシャ危機などによる世界経済の落ち込みがある。これらの影響が少なく、アメリカや欧州などに比べ金

融緩和政策をあまりとらなかった日本は安全とみられ、円が買われて円高が進んだ。2012年1月には1ドル76円台、1ユーロは100円切り、外材が安くなったことで競合していた国産材製材品は需要が伸び悩んだ。

3.2 内因(川下)

木材価格下落の内因(川下)の要因としては1つ目に入って進んだ製材工場の大規模化が供給能力を押し上げたことがある。デメリットとして外材が安くなると売り先のハウスメーカーなどが外材に切り替えてしまうことがあり、在庫量が多くなってしまふ。在庫が多くなると在庫製品を安く売らざるをえなくなり、材料の丸太価格もつられて下落する傾向がある。

2つ目は合板工場である。2011年の東日本大震災の住宅復興計画の遅れから、図4のように同じく在庫が増え、製品・丸太価格が下落した。

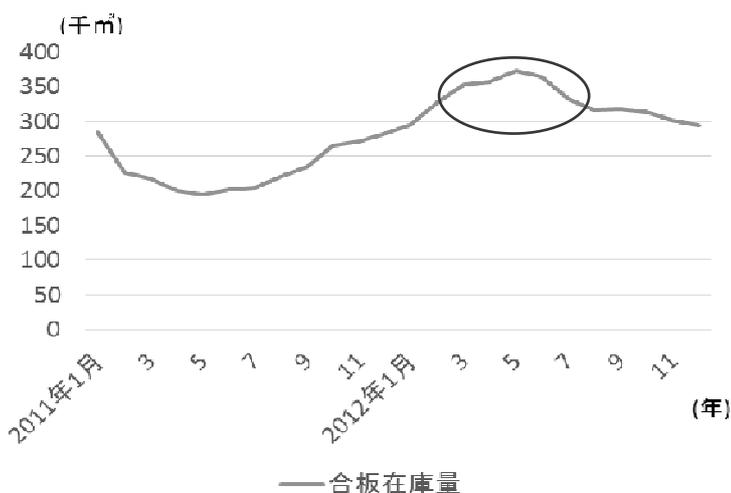


図4 合板在庫量 (農林水産省製材統計)

3.3 内因(川上)

内因(川上)の要因としては1つ目に2012年から始まった搬出間伐材制度がある。

施業集約化を進めるために施行された制度だが、間伐材の搬出量を多くした方が補助金の補助率が高くなるため、弾力的な素材生産調節を難しくしていると考える。

2つ目は高性能林業機械の導入促進がある。素材生産の安全性を高め、作業の効率化を図るためには必要不可欠ともいえるが、高価な高性能林業機械は減価償却費を考え、稼働率が高くなる傾向があるためこちらも弾力的な素材生産が難しくしている要因だと考える。

このように外因だけではなく製材業などの在庫の抱えやすさや素材生産側の供給過多など、需給調節機能の働きにくさが製品・丸太価格を下落させる原因ともいえると考える。

4 安定供給に向けた需給バランス

4.1 プロダクトアウト体質

2012年の木材価格下落を調べて分かった課題は需給調節機能の不十分さである。課題の1つの解決策としてプロダクトアウトとマーケットインの考え方を中心に考えた。

需給調節機能の働きにくさや価格変動の大きい原因の1つにプロダクトアウトという考え方がある。プロダクトアウトはマーケティング用語で作り手の意向を優先するという考え方である。林業ではまだプロダクトアウトの考え方が残っていると考えて

おり、理由としては先ほど 2012 年を例に見てきたような大きな価格変動や妻財品の在庫過剰、原木の供給過多などが発生しているからである。

そこには「売ったらおしまい」という考え方があり、例としては、森林所有者が素材生産者とのやりとりにしか注目せず、どこに行きどんな商品になるかは無頓着であることなど情報が 1 つの工程で完結してしまっていることがあると考える。林業におけるプロダクトアウトを考えてみると、モノの流れが先行しており、それぞれの段階で情報の流れが分断している。これにより川上では需要情報・市場動向が伝わらない中での見込み生産の発生や短期的な市況に左右されやすい価格形成が発生する。川下では安定供給が保証されないことや価格が不安定なことで長期的な需要計画が組みにくいなどの問題がはっせいする。これでは需給のミスマッチが起きても仕方がないように思える。図 5 はプロダクトアウトの流れである。

4.2 考え方をマーケットインへ

プロダクトアウトの反対の考え方がマーケットインである。マーケットインは売り先の意向を優先して考えるものである。これにより、素材生産側は長期的見通しによる安定生産の実現やムダのない効率生産などが可能になる。また需要側は価格が安定し、安定供給が保証される。

4.3 マーケットインに基づくサプライチェーンの構築

具体的にマーケットインの考え方のメリットを発揮させるにはサプライチェーンと組み合わせる必要がある。サプライチェーンは供給連鎖のことであるが、サプライチェーンで重要なことは生産者からの直接購入、透明性に基づき長期的・協力的な関係を結ぶことである。

また最も重要なのは生産者に市場の情報を与えることである。プロダクトアウトでは分裂していた情報をつなげる必要があるからだ。プロダクトアウトではモノの流れのみであったがモノの流れより先に市場・需要情報を生産者まで伝えることで安定的で無駄のないモノの流れができると考える。図 6 はマーケットインに基づくサプライチェーンの流れである。

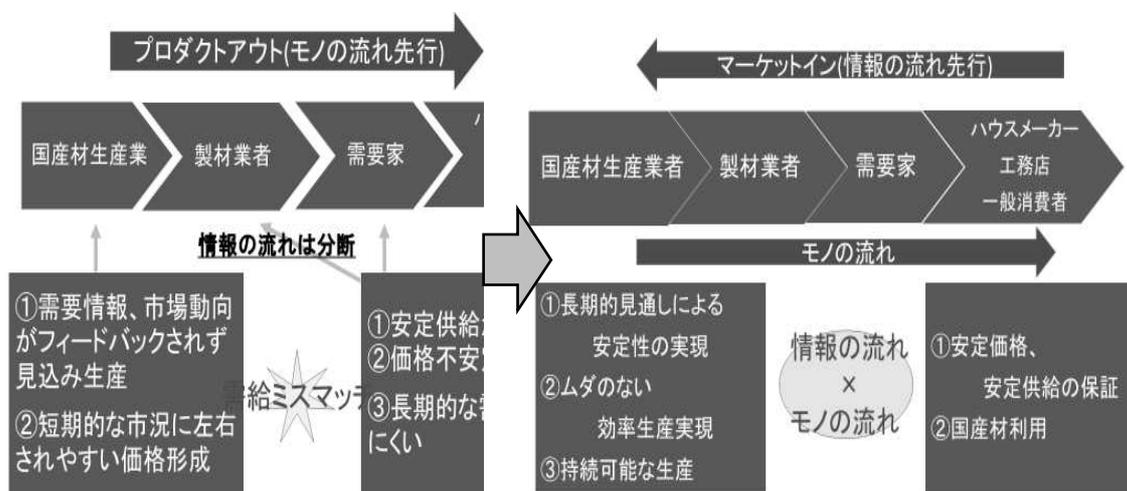


図 5 プロダクトアウトの流れ

図 6 マーケットインに基づくサプライチェーンの流れ

4.4 まとめ

課題である需給ギャップをなくすためにはプロダクトアウト体質の下での個々の業者がそれぞれ利益を求めていたものをマーケットインの考え方に変えてサプライチェーンと組み合わせて考えることで川上から川下までが利益を上げられる WIN-WIN の関係を築くことが必要だと知った。

そのなかで重要なのが情報の共有であり、それが出来れば在庫過剰や売れ残りを小さくでき、価格の安定や森林所有者への還元もできると考える。今回の調べでは具体的なサプライチェーンの仕組みやサプライチェーンの問題点などは調べる事が出来なかった。また、現場など外部での聞き取り調査があまり出来なかったことなどが今後の課題である。

<参考・引用文献>

「森林・林業白書」 財団法人農林統計協会

「改定 現代森林政策学」 (2012) 遠藤日雄 J-F I C

「改定・林業・木材産業の将来予測」 (2011) 森林総合研究所 J-F I C

「国産材はなぜ売れなかったのか」 (2009) 荻大陸 J-F I C

「丸太価格の暴落はなぜ起こるか」 (2013) 遠藤日雄 全国林業改良普及協会

針葉樹心持ち平角材の高温乾燥技術の開発

岩手県林業技術センター 中嶋 康

1 はじめに

古来より、針葉樹心持ち平角材は木造軸組工法住宅の横架材として用いられており、岩手県内の人工林の長伐期化に伴い年々増加している針葉樹大径材の有効活用方法の一つとして、その利用促進が期待されている。また、平成12年に住宅の品質確保の促進等に関する法律が施行されて以降、木造軸組工法住宅に使われる構造材は含水率・強度・材面割れ等の品質表示が求められるようになったため、針葉樹心持ち平角材の利用促進には、人工乾燥技術の確立が不可欠とされている。

しかし、針葉樹心持ち平角材は、正角材と比較して断面が大きいため、人工乾燥時の含水率のバラツキや割れ・狂い等の損傷が発生しやすく、大手住宅メーカーや工務店が要求する品質への対応が難しいため、安定的な供給が問題視されている現状にある。

このような背景から、岩手県林業技術センターでは、針葉樹大断面製材品の人工乾燥による品質の安定をテーマとして、スギ、アカマツおよびカラマツ心持ち平角材の高温セット処理による人工乾燥技術の開発に取り組んでいる。今回は、材面および内部割れを抑制した高温セット処理条件、高温セット処理後の適正な中温乾燥時間について検討した結果を紹介する。さらに、開発した高温セット処理による人工乾燥スケジュールの実証を目的として、実際の現場の人工乾燥機を使用して平角材を人工乾燥し、品質を評価した結果も報告する。

2 研究の方法

2.1 材面および内部割れを抑制した高温セット処理条件の検討

材面および内部割れを抑制した高温セット処理条件の検討を目的として、アカマツ・カラマツ・スギ心持ち平角材（長さ2m、長辺の長さ265mm、短辺の長さ135、155、185mm）に、処理温度を100℃、110℃、120℃、130℃とし、処理時間を8、24、48時間とした高温セット処理試験を行った（写真1）。高温セット処理した心持ち平角材は、半年間の養生後、それぞれの内部および材面割れの発生を比較した（図1）。

2.2 高温セット処理後の適正な中温乾燥時間の検討

高温セット処理直後の含水率が、高温セット処理後の中温乾燥時間に及ぼす影響について検討する



写真1. 針葉樹心持ち平角材の高温セット処理試験

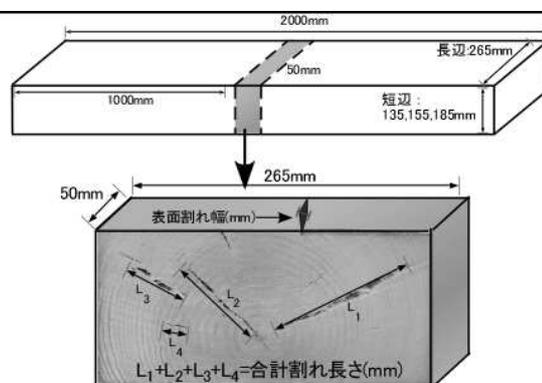


図1. 心持ち平角材の表面割れおよび内部割れの測定

ため、アカマツ・カラマツ・スギ心持ち平角材（長さ 2m、長辺の長さ 265mm、短辺の長さ 155mm）を、処理温度 100℃、110℃、120℃、処理時間 16、32 時間で高温セット処理し、その後、乾燥温度 80℃で中温乾燥試験を行った。高温セット処理後の中温乾燥時間は、高温セット処理直後の含水率から仕上がり含水率（15%）までの乾燥日数として、高温セット処理後の適正な中温乾燥時間を樹種別および高温セット処理条件別に検討した。

2.3 開発した技術の実証試験

開発した人工乾燥技術による心持ち平角材の仕上がり品質評価を目的として、岩手県内の企業の木材乾燥機を使用して、高温セット処理法を用いた人工乾燥スケジュール（表 1）でアカマツ・カラマツ・スギ心持ち平角材の人工乾燥試験を行った（写真 2）。平角材の断面寸法は 135×265 mm、長さは 4m の実大材である。乾燥した平角材は、仕上がり含水率、材面割れ、内部割れを測定した。さらに、高温セット処理による人工乾燥が、横架材としての強度性能に及ぼす影響を検討するため、平角材の曲げ強度試験を実施した（写真 3）。

表 1 樹種別の心持ち平角材の高温セット処理法による人工乾燥スケジュール

| アカマツ | | | | | カラマツ | | | | | スギ | | | | | | | | | |
|------|----|--------------|-------|-------|-------|-----|----|--------------|-------|-------|-------|-----|----|--------------|-------|-------|-------|----|----|
| 乾球 | 湿球 | 短辺の寸法 | | | 備考 | 乾球 | 湿球 | 短辺の寸法 | | | 備考 | 乾球 | 湿球 | 短辺の寸法 | | | 備考 | | |
| | | 135mm | 155mm | 185mm | | | | 135mm | 155mm | 185mm | | | | 135mm | 155mm | 185mm | | | |
| ℃ | ℃ | 時間 | 時間 | 時間 | ℃ | ℃ | 時間 | 時間 | 時間 | ℃ | ℃ | 時間 | 時間 | 時間 | ℃ | ℃ | 時間 | 時間 | 時間 |
| 0 | 95 | 10+ α | | | 蒸煮 | 0 | 95 | 10+ α | | | 蒸煮 | 0 | 95 | 10+ α | | | 蒸煮 | | |
| 110 | 80 | 48 | | | 高温セット | 110 | 80 | 48 | | | 高温セット | 110 | 80 | 48 | | | 高温セット | | |
| 90 | 60 | 144 | | | 中温乾燥 | 90 | 60 | 204 | 240 | | 中温乾燥 | 90 | 60 | 204 | 240 | 264 | 中温乾燥 | | |

目標含水率は20%以下、 α は設置温度に到達するまでの時間、終了後は直ちに乾燥機内の温度を常温まで低下させ、かつ湿度の上昇は避けること



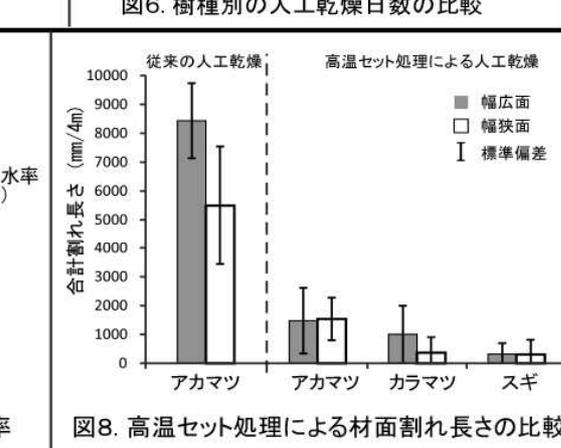
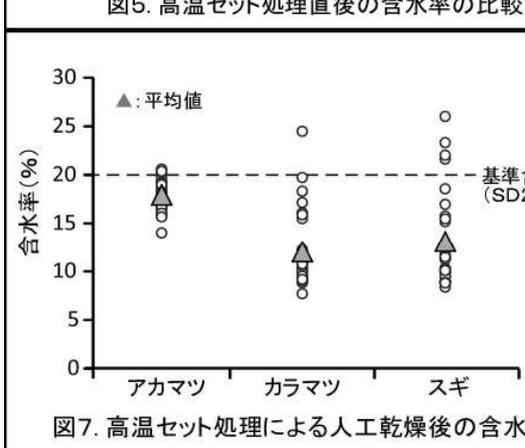
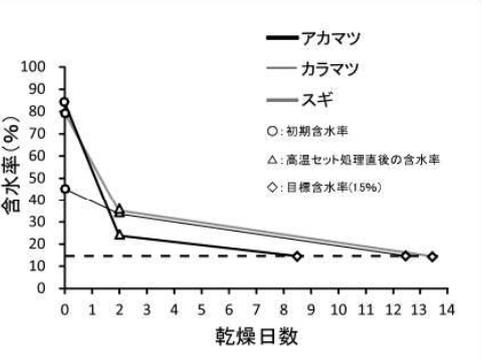
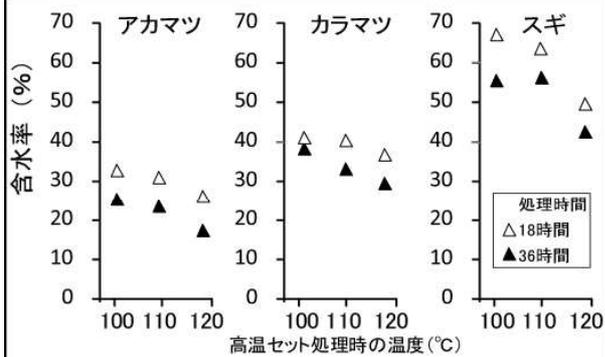
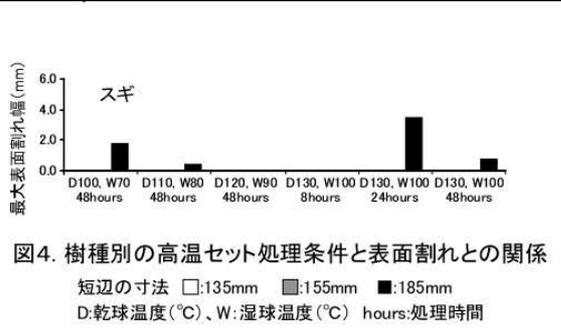
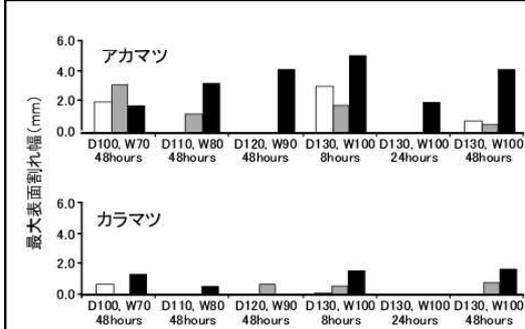
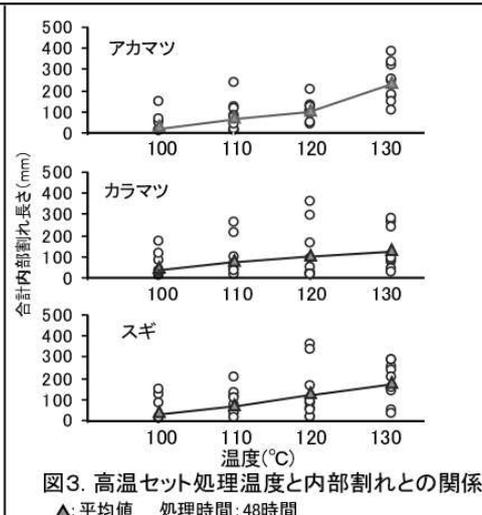
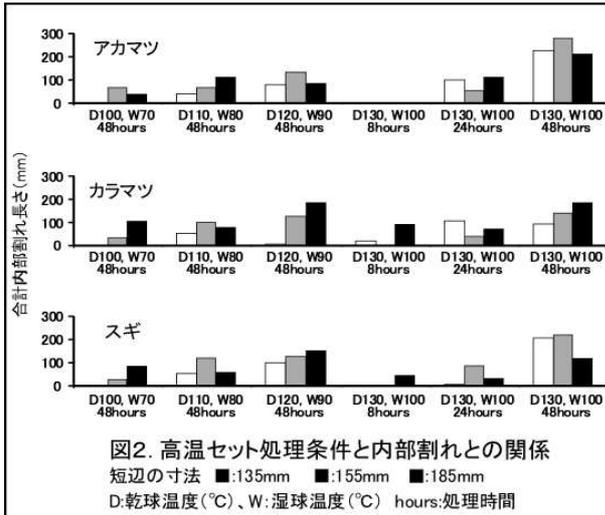
3 結果

3.1 材面および内部割れを抑制した高温セット処理条件

全ての樹種で、内部割れ長さ合計は、高温セット処理温度が高いほどまたは処理時間が長いほど増加する傾向を示した（図 2）。一方、断面寸法と内部割れの発生量との間に明確な関係は見られなかった。そこで、断面寸法を全て含めた場合の高温セット処理温度 100℃による内部割れ長さ合計について、他の温度による内部割れ長さ合計と差の検定を行った結果、アカマツおよびスギは 120℃と 130℃で有意な差が認められ、カラマツは全ての処理温度間で有意な差が見られず、高温セット処理温度と内部割れ発生との関係は樹種による違いが現れたと考えられた（図 3）。また、内部割れと比較して材面割れの発生は、高温セット処理時の温度および処理時間で明確な差異は見られなかったが、アカマツはカラマツおよびスギと比較して材面割れが大きくなる傾向が見られた（図 4）。

3.2 高温セット処理後の適正な中温乾燥時間の検討

アカマツおよびカラマツの高温セット処理直後の含水率は、高温セット処理温度が高いほど低くなった（図 5）。さらに、高温セット処理直後の含水率は、全ての樹種および高温セット処理条件で、高



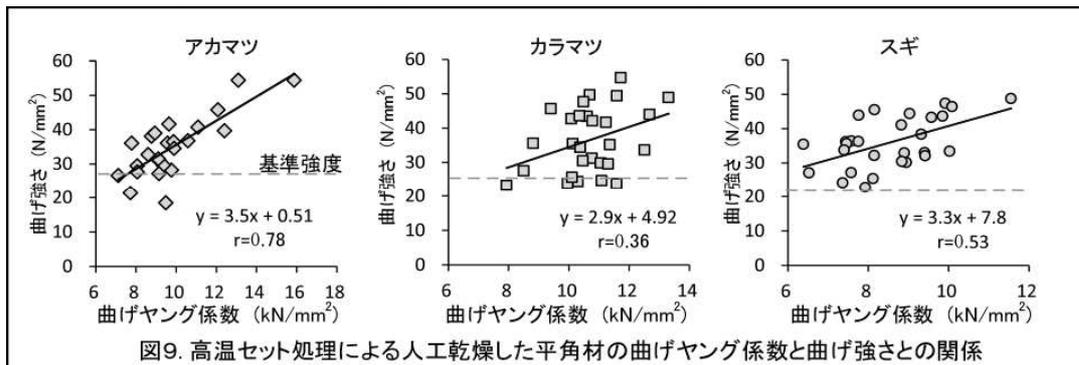
温セット処理時間 18 時間と比較して 36 時間で低くなった。

また、高温セット処理直後から含水率 15%までの中温乾燥時間を推定した結果、全ての樹種で高温セット処理直後の含水率が高いほど、中温乾燥時間も長くなることが示された(図6)。したがって、高温セット処理直後の含水率を把握することで、中温乾燥時間の推測は可能と考えられた。

3.3 開発した技術の実証試験

開発した高温セット処理法による人工乾燥スケジュールを用いて人工乾燥したアカマツ、カラマツ平角材の含水率は、すべて20%以下となった(図7)。一方、スギ平角材は乾燥後の仕上がり含水率のバラツキが大きいため、乾燥前に重量選別等で初期含水率を揃えることにより、仕上がり含水率の均一化を図る必要が示された。また、平角材の内部割れ長さ合計は100mm以下と、実験で行った結果と同様の傾向となった。さらに、アカマツ平角材の材面割れについて、中温乾燥したアカマツ平角材の材面割れと比較した結果、高温セット処理した平角材の材面割れ長さは1/3~1/6に減少することが示された(図8)。

平角材の曲げ強度試験の結果、全ての樹種で曲げヤング係数と曲げ強さには正の相関が見られた(図9)。また国土交通省告示第1524号による無等級材の基準強度を満たす平角材の出現割合は、アカマツが79%、カラマツが79%、スギが100%であった。



4 まとめ

今回開発した高温セット処理法による人工乾燥技術は、材面割れの少ない心持ち平角材の乾燥材生産が可能であることが明らかとなった。また、本研究の試験結果を取り纏め、心持ち平角材の人工乾燥技術のマニュアル(岩手県林業技術センター発行、技術解説シリーズ)を発刊することとしている(図10)。さらに、現在は県庁担当課、地方振興局と連携した乾燥講習会を通じて、県内の製材所等へ技術情報の積極的発信および製材所と工務店を交えた対話型の普及促進にも取り組んでいる(写真4)。

今後、開発した人工乾燥技術を活用し、針葉樹心持ち平角材の乾燥材生産技術の向上と需要拡大が促進されることを期待する。



コンテナ苗の普及に向けた取り組みについて

中部森林管理局 木曾森林管理署南木曾支署 阿寺森林事務所 森林官 谷脇 雅博
森林技術・支援センター 業務係長 千村 知博

1 はじめに

近年、全国で林業再生に向けた取り組みとして、植付作業の負担軽減や地拵・下刈の省力化による低コスト造林に向け、マルチキャビティコンテナ苗（以下「コンテナ苗」という）の導入促進が図られている。しかし、中部局管内の国有林では、平成20年度～24年度までの5年間に、僅か1,900本の植栽実績となっており導入促進に向けた取り組みが必要となっている。そこで、平成25年度に当支署管内の新植箇所にはノキコンテナ苗を植栽する計画を立て、試験地を設定し、普及に向けた取り組みを開始した。

2 コンテナ苗について

コンテナ苗とは、マルチキャビティコンテナで育成される鉢付き苗の総称を言い、根鉢はヤシ殻ピートを主とする培地に根が伸張・充満することでコルク栓状に成型される。成形された根鉢のまま植栽するため毛細根が保護され、苗畑で作られ掘り取った通常の裸苗（以下「普通苗」という）よりも活着が良いと言われている。重量はポット苗より軽く、長野県内における現状の生産可能本数は約20万本で、価格においては普通苗に比べ約1.7倍となっている。

3 植栽地の概要

植栽地は、木曾郡大桑村の阿寺溪谷入口から西へ3km入った、阿寺国有林1230か林小班とした。この箇所は平成23年度に3.45ha伐採した箇所であり、標高680～960m、林地傾斜約35°、斜面方位北東となっており、8,700本（2,500本/ha）を植栽した。その内コンテナ苗は1.15haの面積に2,900本を植栽した（図1）。

4 目的と試験地の設定

今回は、普通苗とコンテナ苗の植付工程調査を主目的とした。また区域毎の成育状況等の比較については途中経過を報告する。

試験地は、幅10m、長さ60mを基本とした①普通苗植栽地（以下「普通苗区」という）、②コンテナ苗植栽地（以下「コンテナ苗区」という）、③コンテナ苗植栽後、下刈を実施しない省力施業地（以下「コンテナ苗省力区」という）として設定した。なお、コンテナ苗省力区については刈払部分との光環境を考慮し、幅15mとした（図2）。また植栽は5月に実施

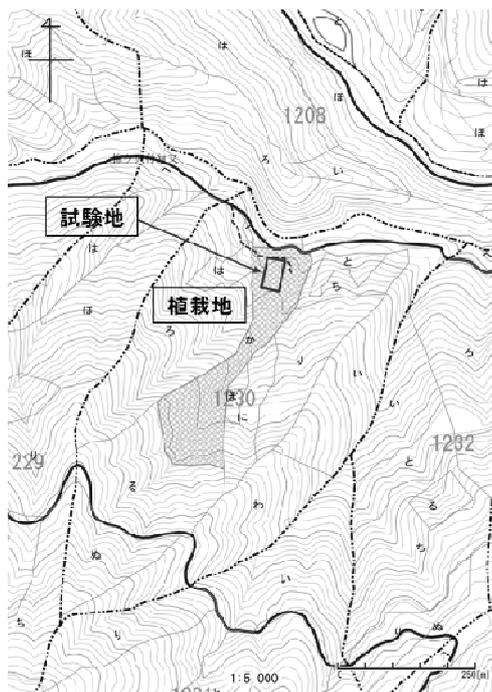


図1：試験地位置図

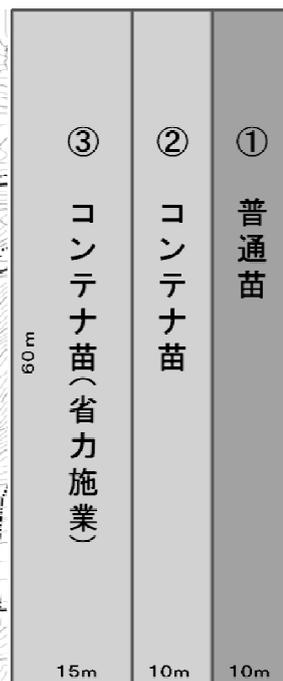


図2：試験地の略図

した。

5 現地見学会の開催

試験地設定後の5月に、コンテナ苗を実際に「見て」「触れて」「植えて」を目的に、木曾郡内の地方公共団体や林業事業体等を対象とした現地見学会を開催した。参加者にコンテナ苗の特徴等を説明した後、実際に専用の道具等を使い、コンテナ苗の植栽を体験した。この見学会は木曾谷におけるコンテナ苗普及に向けた取組の第一歩となった。



写真1：説明の様子



写真2：植栽の様子

6 調査方法と結果

6.1 工程調査

工程調査は、植付作業における個人差を排除するため、作業者を1人とし、今回は植付作業経験年数7年の54歳男性に依頼し、普通苗とコンテナ苗の各100本の植付時間を測定した。植付器具は、普通苗は鍬を使用し、コンテナ苗については、急傾斜地及び石礫地であったため、今回専用の道具は使用せずバールを用いることとした。また同一条件となるよう普通苗、コンテナ苗の植付作業日を変え、どちらも朝から作業を開始し、時間測定を実施した。なお運搬については林道から試験地までの150mの距離について、1回に運搬できる量と時間について調査した。

100本当たりの植付時間は、普通苗が1.14時間、コンテナ苗が0.64時間掛かった。この差の要因は、コンテナ苗は穴掘作業をバールで行い、苗を差し込むだけで埋め戻し作業が少ない事に対し、普通苗は穴掘作業を鍬で行うため、堀取った土の埋め戻しに手間が掛かったものと考えられた。

100本当たりの植付付帯時間は、普通苗が0.87時間、コンテナ苗が0.43時間となり、この差の要因としては、作業地

表1：植付作業 工程調査結果

| | 普通苗 | コンテナ苗 |
|----------------------------------|-------------|-------------|
| 100本当り 植付時間(h/100本) | 1.14 | 0.64 |
| 100本当り 植付付帯時間(h/100本) | 0.87 | 0.43 |
| 100本当り 植付総時間(h/100本) | 2.01 | 1.07 |
| 1回の運搬本数(本) | 200 | 70 |
| 苗木運搬距離(km) | 0.15 | |
| 苗木運搬時間(分) | 15 | |
| 移動速度(km/h) | 0.6 | |

が石礫地のため埋め戻しの土が十分でなかったことから、客土を集める時間を要したことが考えられた。

このことから、石礫地のように土量が少ない場所にはコンテナ苗が適している可能性が示唆された。今回の試験地における 100 本当たりの植付総時間は、普通苗が 2.01 時間、コンテナ苗が 1.07 時間で、コンテナ苗の工程は普通苗に比べ 2 分の 1 程度となる結果となった。

苗木の運搬結果においては、苗木の一回に運搬できる本数は、普通苗が 200 本（CTM 段ボール箱 100 本入り 2 箱）コンテナ苗が 70 本（段ボール 1 箱）で、運搬に係わる移動時間は共に約 15 分であったことから移動速度は 0.6km となった（表 1）。

これらの調査を基に、次の計算式により試算した。

総時間 = (運搬総時間 (運搬回数 × 往復距離) ÷ 移動速度)

+ (100 本当たり植付総時間 × 植付本数)

今回の植栽箇所においては、2,500 本/ha 植付、運搬距離 150m となるので、この場合、運搬回数 (13) × 往復距離 (0.3) ÷ 移動速度 (0.6) で運搬総時間の 6.5 時間となる。

100 本当たり植付総時間 (2.01) のため、2,500 本では、50.25 時間となり、合計の総時間は 56.8 時間となる。同様にコンテナ苗についても試算を行った。

それを元に、植付本数を 1,000~4,000 本までと想定し、運搬距離を 100~500m までと想定した試算表を作製した（表 2）。

表 2：移動距離別総時間

| 植付本数 | 移動距離別総時間 (h) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|--------------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 100m | | 150m | | 200m | | 250m | | 300m | | 350m | | 400m | | 450m | | 500m | |
| | 普通苗 | コンテナ苗 | 普通苗 | コンテナ苗 | 普通苗 | コンテナ苗 | 普通苗 | コンテナ苗 | 普通苗 | コンテナ苗 | 普通苗 | コンテナ苗 | 普通苗 | コンテナ苗 | 普通苗 | コンテナ苗 | 普通苗 | コンテナ苗 |
| 1,000 | 21.8 | 15.7 | 22.0 | 18.2 | 23.4 | 20.7 | 24.3 | 23.2 | 25.1 | 25.7 | 25.9 | 28.2 | 26.8 | 30.7 | 27.6 | 33.2 | 28.4 | 35.7 |
| 1,500 | 32.8 | 23.4 | 34.2 | 27.1 | 35.5 | 30.7 | 36.8 | 34.4 | 38.2 | 38.1 | 39.5 | 41.7 | 40.8 | 45.4 | 42.2 | 49.1 | 43.5 | 52.7 |
| 2,000 | 43.5 | 31.1 | 45.2 | 35.9 | 46.9 | 40.7 | 48.5 | 45.6 | 50.2 | 50.4 | 51.9 | 55.2 | 53.5 | 60.1 | 55.2 | 64.9 | 56.9 | 69.7 |
| 2,500 | 54.6 | 38.8 | 56.8 | 44.8 | 58.9 | 50.8 | 61.1 | 56.8 | 63.3 | 62.8 | 65.4 | 68.8 | 67.6 | 74.8 | 69.8 | 80.8 | 71.9 | 86.8 |
| 3,000 | 65.3 | 46.4 | 67.8 | 53.6 | 70.3 | 60.8 | 72.8 | 67.9 | 75.3 | 75.1 | 77.8 | 82.3 | 80.3 | 89.4 | 82.8 | 96.6 | 85.3 | 103.8 |
| 3,500 | 76.4 | 54.1 | 79.4 | 62.5 | 82.4 | 70.8 | 85.4 | 79.1 | 88.4 | 87.5 | 91.4 | 95.8 | 94.4 | 104.1 | 97.4 | 112.5 | 100.4 | 120.8 |
| 4,000 | 87.1 | 62.1 | 90.4 | 71.8 | 93.7 | 81.5 | 97.1 | 91.1 | 100.4 | 100.8 | 103.7 | 110.5 | 107.1 | 120.1 | 110.4 | 129.8 | 113.7 | 139.5 |

さらに（表2）を基に 2,500 本/ha 植えにおける総時間と運搬距離の関係を図に表した（図3）。その結果、運搬距離が 100m では、コンテナ苗が 38.8 時間、普通苗では、54.6 時間掛かる結果が示され、運搬距離の影響を受けにくい普通苗が穏やかな傾きとなった。運搬距離 300m の場合に約 63 時間でコンテナ苗と等しくなり、500m では普通苗が 71.9 時間で、コンテナ苗は 86.8 時間となった。

最後に普通苗とコンテナ苗の運搬時間を割合で表した（図4）。

100m ではコンテナ苗で 4 割ほど時間が少なくなっており、500m では 2 割ほど多くなっていた。この結果は、一回に運搬できる苗木本数がコンテナ苗は普通苗に比べ 3 分の 1 程度であることが運搬距離に大きく影響していると考えられた。

以上のことから、今回の調査においては、植付工程でコンテナ苗が有利となるのは運搬距離が 300m 未満であることが示唆された。

6.2 成育状況調査

成育状況調査については、普通苗区・コンテナ苗区・コンテナ苗省力区に各 20 本の調査木を設定し、活着率、苗高成長量、及び、根元径成長量の調査を行った。

植栽後 2 ヶ月経過後の 7 月に実施した調査では、活着率は全ての試験地で 100% となった。ところが、ニホンカモシカ等による食害がコンテナ苗を中心に発生しており、11 月に行った調査後の成育状況の分析においては食害を受けマイナス成長となった個体については比較対象外とした（表3、写真3）。

表3：食害の状況

食害調査

| | 植栽本数 | H26.11 調査まで | 食害率 |
|-----------------|------|----------------|-----|
| 普通苗 | 20本 | 1本 | 5% |
| コンテナ苗 (通常施業) | 20本 | 10本 | 50% |
| コンテナ苗 (省力施業) | 20本 | 4本 | 20% |

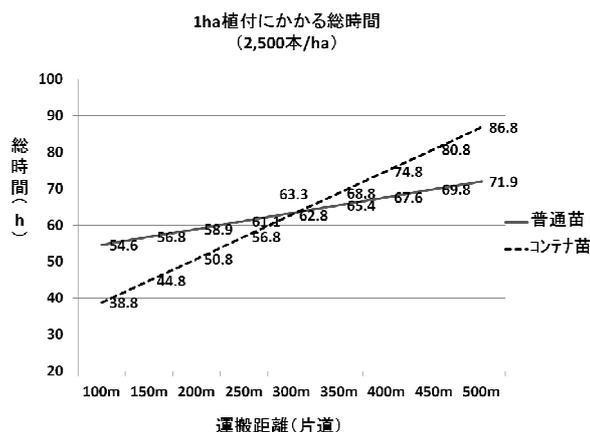


図3：植付にかかる総時間

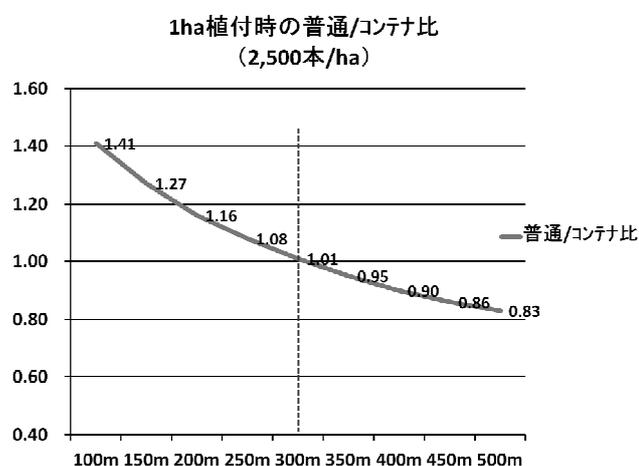


図4：植付時の普通/コンテナ比



写真3：食害の状況

6.2.1 苗高成長

成長量では、コンテナ苗区は普通苗区及びコンテナ苗省力区よりも成長量が少ない結果となった（図5）。

ところが割合で見ると、普通苗区は植栽時の平均苗高48.0 cmから同年11月調査では111%の成長率となり、1年後の平成26年11月の調査では157%の成長率となった。コンテナ苗区は植栽時平均苗高が45.5 cmであり、11月調査時には106%、1年後の平成26年11月調査においては149%の成長率となった。コンテナ苗省力区は植栽時平均苗高が56.5 cmであり、11月の調査では106%の成長率、1年後の平成26年11月では154%の成長率となる結果が得られた。成長率の結果から、どの試験区も1年目より2年目の方が高く、どの試験区も同様な成長率となっていることから、コンテナ苗区の成長量が少ないのは初期個体差の違いではないかと推察した。（図6）。

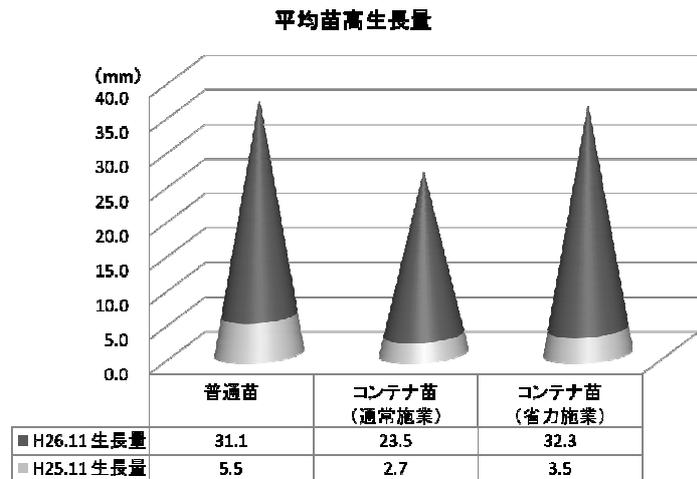


図5：平均苗高成長量

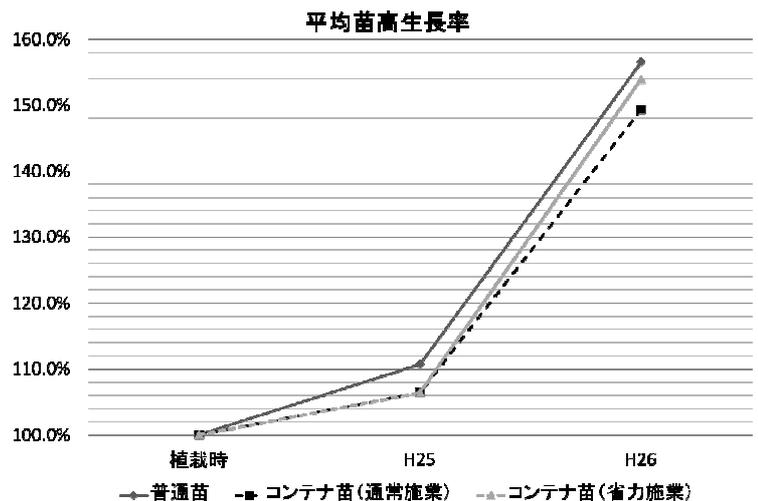


図6：平均苗高成長率

6.2.2 根元径成長量

根元径の成長量では、1年目にコンテナ苗区及びコンテナ苗省力区の成長量が多い傾向であったが、2年目には普通苗区のほうが多く生長していることがわかった（図7）。

割合で確認した結果、普通苗区は、植栽時平均根元径6.9mm、同年11月の成長率は107%となり、平成26年11月には162%となった。コンテナ苗区は植栽時平均根元径が3.8mm、同年11月に122%の成長率となり、平成26年11月には166%となった。コンテナ苗省力区は植栽時平均苗高5.4mm、11月には115%の成長率、平成26年11月では134%という結果が得られた。

成長率にしても、1年目はコンテナ苗の方が割合は高く、2年目は普通苗の成長率が高くなっていることが確認された。またコンテナ苗省力施業区においては他の試験区に比べ低い成長率となっていたことから、下刈の有無が与える影響との関係も今後観察していき、苗木の成長を阻害せず、施業の省力化がどの程度可能なのか、試験地の状況も踏まえ、今後も引き続き調査を行っていく事

としている（図8）。

7 考察

今回の植付工程調査では、コンテナ苗の工程は普通苗に比べ苗木運搬距離に大きく左右されることが示唆され、その運搬距離は300m以内が効率的であったという結果を得ることができた。また、活着調査においては特殊な道具、技術を要しなくても活着率は高かった。

樹高成長では初期の個体差はあっても、各施業区とも同様な成長割合であった。

根元成長では普通苗施業区が2年目に顕著な肥大成長をし、コンテナ苗の省力施業区は下刈りをしない影響か、成長割合が他に比べて少なかった。

おわりにコンテナ苗を推進するためには、契約方法の一つとなる、伐採から植付までの一貫契約をはじめ、低コスト・高効率森林作業道などの路網密度が高い事業地への導入事例の検証、架線集材地における集材架線を活用した苗木の運搬方法の確立などがコンテナ苗普及の鍵と考えられる。今後もこれらを、数値等をもって説明ができれば、コンテナ苗の需要が拡大し、普通苗と比べ高価であるコンテナ苗のデメリット面が相殺されるのではないかと考える。

今回は植栽工程と初期成長についてまとめたが、引き続きの

成育状況等の調査を継続し、トータルコストでの分析をしていく必要があると考えている。

今後も低コスト造林の施業体系構築に向けて、取り組みを続けて行きたいと考えている。

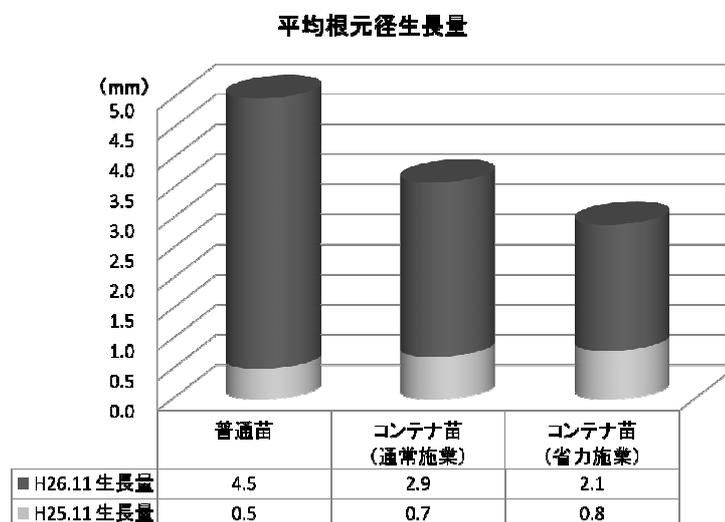


図7：平均根元径成長量

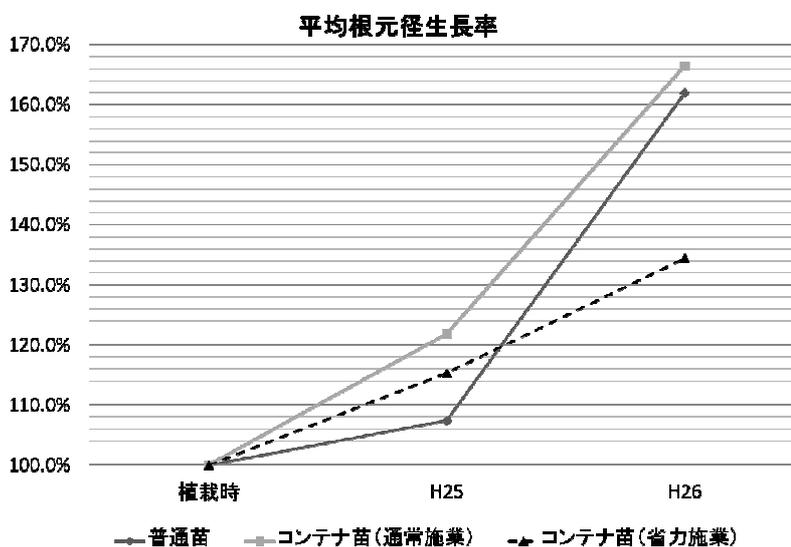


図8：平均根元径成長率

カラマツ耐火集成材

齋藤木材工業(株) 専務取締役ナガト工場長 齋藤 健
 建築事業部次長 齋藤 潔

1 はじめに

当社は創業以来、木材が持つ可能性に挑戦し、木材のより優れた特性を見いだして、木材加工・施工技術に力を注ぎ、「信州カラマツ」をメインブランドに皆様方により良い商品を提供すべく邁進している。近年では、「都市に森をつくろう」を合言葉に、カラマツ耐火集成材の開発を行い、今まで使用出来なかった中層建物等、木材の利用範囲を広げている。

2 鋼材内蔵型耐火集成材の開発について

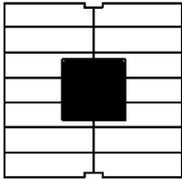
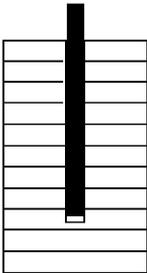
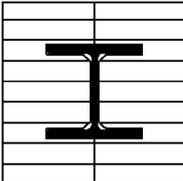
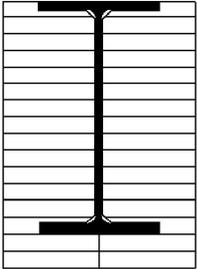
当社が所属する日本集成材工業協同組合（以下、日集協）は、集成材の製造・施工をする業界として一時間耐火性能を有する部材の大臣認定取得を行った。

開発の目標は、構造用集成材が構造としての役割をもち、さらに集成材が室内から見えることが理想的な木質ハイブリッド部材であることとした。耐火性能を確保する様々な方法が検討されたが鋼材内蔵型が実用化の至近距離にあると判断し開発を進めた。構造的な木質ハイブリッド部材の開発は時間的、技術的な制約から断念し、耐火性能のみに絞って開発することとした。

開発当時は、性能評価試験も木質系材料を想定していないため、評価基準も確定していない状況にあった。また、実験データも鉄鋼系と比べると非常に少なく、耐火構造の認定も鉄骨系と異なるため、手探りでの開発であった。その中で、2006年に1時間耐火構造部材としての国土交通大臣認定を取得することに至った。認定の概要は表1となる。

鋼材内蔵型カラマツ耐火集成材を用いたプロジェクトは現時点で採用予定も含めて6棟あり、今後も多くのプロジェクトでの利用が期待される。しかしながら、認定された樹種は、カラマツとベイマツに限定されており、他の樹種を使用する場合は別途認定取得が必要であることや、現状の認定の範囲では、集成材被覆の構造耐力の評価は出来ずに構造耐力は鋼材のみの評価となる事、設備配管用の梁貫通孔が設けられないなど課題も残している。今後も更なる研究・開発が必要である。

表1 鋼材内蔵型耐火集成材 大臣認定取得の状況

| 名称 | 角鋼内蔵型 柱 | 平鋼内蔵型 梁 | H鋼内蔵型 柱 | H鋼内蔵型 梁 |
|-------|---|---|--|---|
| 断面図 |  |  |  |  |
| 認定番号 | FP060CN-0174 | FP060CN-0121 | FP060CN-0179 | FP060CN-0155 |
| 鋼材サイズ | 65角の鋼材限定 | 22×250の鋼材限定 | H125×125 ～H400×400 | H150×75 ～H600×200 |
| 木材サイズ | 200角の限定 | 200×330の限定 | 250×250 ～520×520 | 200×212.5 ～325×662.5 |
| 認定樹種 | カラマツ・ベイマツ | カラマツ・ベイマツ | カラマツ・ベイマツ | カラマツ・ベイマツ |

3 燃え止まり型耐火集成材（燃エンウッド）の開発について

燃え止まり型耐火集成材（以下、燃エンウッド）は(株)竹中工務店・齋藤木材工業(株)にて開発・実用化した1時間耐火部材である。燃エンウッドは図1に示すとおり三つの層から構成され、外側から「燃え代層」と「燃え止まり層」と「荷重支持部」と呼んでいる。荷重支持部は、建物を支える構造部分である。燃え代層は木材であり、火災時には燃え代として炭化するが、炭化することにより熱や酸素を遮断する層として機能する部分である。燃え止まり層は、部材内部に進入する熱を吸収し、荷重支持部への熱の伝達を抑制する部分である。燃え止まり層にはモルタルを配置し熱吸収材料としての機能を持たせている。

2011年に1時間耐火構造部材としての国土交通大臣認定を取得している。認定の概要は表2となる。

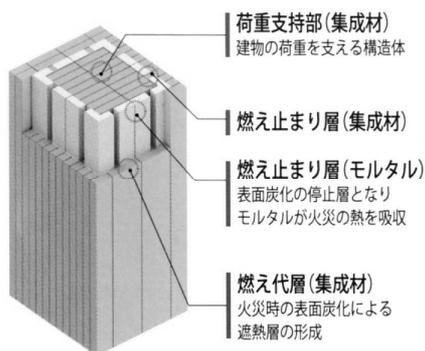


表2 燃エンウッド 大臣認定概要

| 材質 | 心材 | | カラマツ構造用集成材 |
|----|------------|--------------|------------------|
| | 燃え止まり層 | カラマツ集成材+モルタル | |
| | 燃え代層 | | カラマツ集成材 |
| 柱 | 寸法 (mm) | 心材 | 300～500×300～1050 |
| | | 外寸 | 470～670×470～1220 |
| 梁 | 寸法 (mm) | 心材 | 150～500×450～1050 |
| | | 外寸 | 320～670×515～1135 |

「燃エンウッド®」は株式会社 竹中工務店の登録商標です。

図1 燃エンウッド構成図

4 燃え止まり型耐火集成材（燃エンウッド）の実例

燃エンウッドが採用されたプロジェクトは現時点で3件あり、その中で、当社が製造・建方を行った「サウスウッド」の概要を紹介する。

サウスウッドは、横浜駅から地下鉄で20分程度のセンター南駅の駅前に建設された。広場に面した敷地で地域交流の場を提供することも目的とした商業施設である。環境配慮型施設として、地域冷暖房システムに加えて森林資源循環への寄与・貢献のために、木造部材である燃エンウッドが採用された。

建物は、木造+鉄筋コンクリート造の地下1階+地上4階建てで延べ床面積は10,874.33㎡となる。平面規模は、約81m×43mで、柱グリッドを9m×9mとしている。地下及び1階はすべて鉄筋コンクリート造で、2～4階の公園・駅に面した外周3方において燃エンウッドの柱・梁架構が設けられている。2～4階の各階の約50%が木造範囲となっている。使用された信州カラマツ燃エンウッドは487㎡になる。

燃エンウッドの架構は梁端部および柱脚をピン接合扱いとしていることから、地震力を負担せず、長期荷重のみ支持する。地震力は、鉄筋コンクリート造床などを介して鉄筋コンクリート造のラーメン架構もしくは耐震壁に伝達される。

5 終わりに

当社は、常にカラマツの持つ可能性に挑戦しより優れた特性を見出して、高品質の製品を提供すべく、木材加工に取り組んできた。今まで築き上げてきた信頼を基に、さらに製品の品質管理・技術の向上を目指し、お客様に喜ばれる製品をお届けする所存である。木材の高度利用開発は、木材の価値を高め、山に利益を還元し、緑豊かな山を育て次の世代に大切な緑の山を伝えることが出来ると信じている。

長野県における木製遮音壁の開発と施工

長野県林業総合センター 柴田直明

1 はじめに

長野県では、全国に先駆け、1980年代の半ばにカラマツ製遮音壁を開発した。そして、産官の連携の下、日本道路公団（当時）のご理解・ご協力を得て、1985年度末には中央自動車道の飯田IC南に延長200mの試験施工を行った^{1,2,10,13}。このカラマツ製遮音壁はわが国の高速道路における木製遮音壁の第1号ではないかと言われており、約30年経過となる現在も補修なしで使われている。

その後しばらくの間、長野県内では木製遮音壁の新設はなかった。しかし、1997年には京都議定書が採択され、地球温暖化防止への取組が本格化した。そして、2009年公表の「森林・林業再生プラン」では、「10年後の木材自給率50%以上」を目指すことになった。

2010年施行の「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」では、第18条において「ガードレール、高速道路の遮音壁、公園の柵その他の公共施設に係る工作物」を例に挙げ、土木分野への木材利用の促進も明示された。

日本森林学会・日本木材学会・土木学会が2007年に発足させた「土木における木材の利用拡大に関する横断的研究会」では、今後10年間を目途に、遮音壁を含む木材の土木利用を4倍にするという目標を立てて種々の取組を進めている。2013年度末には提言「土木分野における木材利用の拡大へ向けて」をとりまとめ、国土交通省技監と林野庁長官に直接手渡し、快く受理された。

また、上記の横断的研究会と連動して活動している土木学会 木材工学委員会でも木製遮音壁に注目し、2014年の秋には長野県内で公開シンポジウム「これからの遮音壁について考える」と現地見学会等を開催した。このシンポジウムでは、中日本高速道路㈱やJRの関係者の講演もあった。

このような大きな動きの中で、2012年度には中日本高速道路㈱からの発注により、伊那IC南に延長48mのカラマツ製遮音壁が施工された^{9,10,13}。

そして、2013～2014年度には長野県内の企業グループが県の補助事業を受けて、新たな木製遮音壁の開発に取組んだ¹¹⁻¹³。本事業では最終的にカラマツ製遮音板（コンクリート製と同様の「反射タイプ」）2種類とスギ製遮音板（アルミニウム製等と同様の「吸音タイプ」）2種類を開発した。2014年7月には、中日本高速道路㈱のご理解・ご協力を得て、延長64mの試験施工も行った。施工箇所は、中央自動車道 伊那ICのランプ部（本線と料金所を結ぶループ状の傾斜路）であった。

そこで、本報では長野県内に施工された1985、2012、2014年度の木製遮音壁について報告する。

なお、中日本高速道路㈱の「遮音壁設計要領」等によると、高速道路に設置する木製遮音壁に求められる諸性能等は表-1のようになる。表中の遮音性能と吸音性能は正確には音響透過損失と残響室法吸音率と書くべきであるが、本報では遮音・吸音性能という表現を用いる。

表-1 木製遮音壁の主たる試験・測定項目と基準値等

| 試験・測定項目 | 基準値等 |
|---------|--|
| 遮音性能 | JIS A 1416に基づく音響透過損失が、400Hzで25dB以上、1000Hzで30dB以上であること |
| 吸音性能 | JIS A 1409に基づく残響室法吸音率が、400 Hzで0.70以上、1000 Hzで0.80以上であること |
| 曲げ強度 | 1.5 kN/m ² の風荷重に耐えること。また、その際に支柱のH形鋼から脱落しないこと |
| 反狂性 | 所定の乾湿繰返し試験の前後で寸法・反り・隙間を測定。有害な狂いが生じないこと |
| 含水率 | 保存処理（ACQやCUAZ等の加圧注入）前及び納品時の含水率が20%以下であること |
| 保存処理関連 | 注入量は200 kg/m ³ 以上（水溶性薬液）、浸潤度・吸収量は構造用製材のJASのK4を満たすこと |
| 寸法管理 | 設計寸法に対し、長さ±5mm、高さ±5mm（高さ500mmの場合）、厚さ±3mm以内であること |

2 1985年度施工の木製遮音壁

2.1 開発と試験施工^{1,2)}

長野県林業指導所（現 長野県林業総合センター）では、農林水産省（現 独立行政法人）森林総合研究所が中心になって実施した大型プロジェクト「農林水産業用資材等農山漁村地域における国産材の需要開発に関する総合研究」（1984～1988年度）に参加し、その一部として日本道路公団（当時）が定めた遮音性能等を満たすカラマツ製遮音壁（反射タイプ）を開発した。

当時の記録によると、開発を試みたカラマツ製遮音板の部材断面は、図-1の3種類であった。

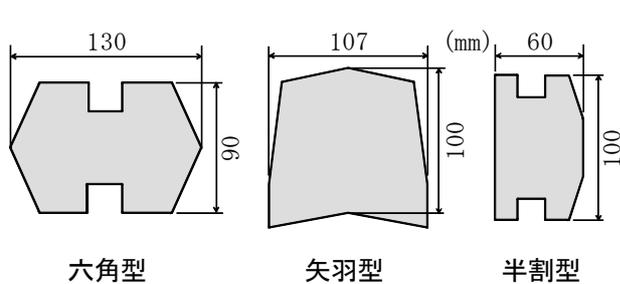


図-1 開発を試みたカラマツ製部材の断面

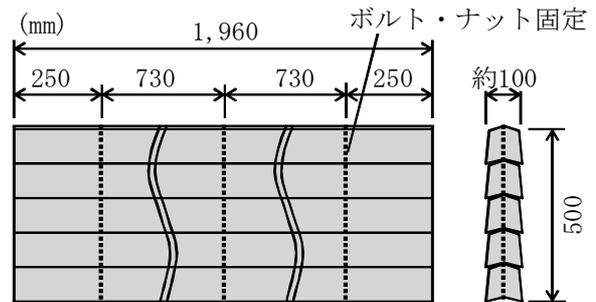


図-2 カラマツ製遮音板の概要

そして、これらのカラマツ製部材5本を積み重ねてボルトで固定し、1体の遮音板とした。矢羽型の例を、図-2に示す。当時は支柱のH形鋼を2m間隔で立てる計画であったので、いずれの場合も遮音板の長さは1,960 mmであった。

これらの製造単価は六角型>矢羽型>半割型の順であり、矢羽型と半割型については(財)小林理化学研究所（東京都）で遮音性能と吸音性能の試験を受けた。その結果、矢羽型、半割型とも遮音性能の基準値（表-1）を満たした。

なお、中央自動車道沿いに試験施工されたのは矢羽型であり、半割型はその後に更なる低コスト化を目指して試作したものであった。

試験施工は、1985年度末に、飯田ICの南約1.5 km地点において実施された（図-3）。

現場では2m間隔に立てたH型鋼の下部にコンクリート製遮音板を2～3枚入れ、その上にカラマツ製遮音板を5枚ずつ設置した（写真-1）。

設置延長は、200m（100スパン）であった。



写真-1 1985年度末の遮音壁の試験施工

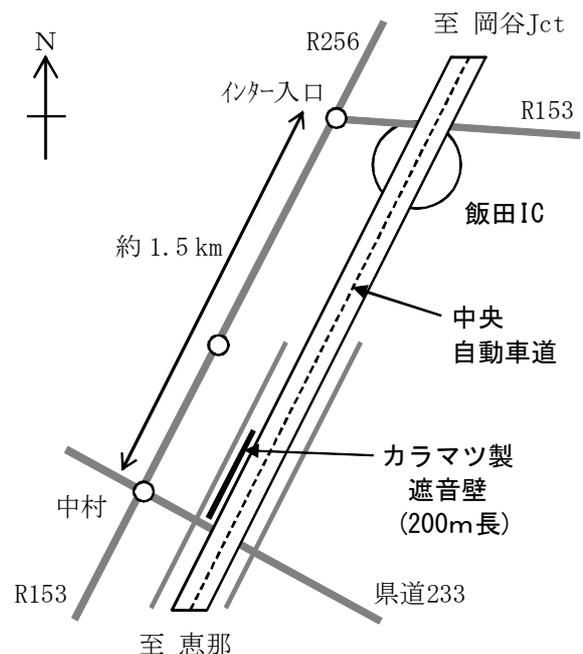


図-3 1985年度の試験施工現場

なお、カラマツ製部材にはインサイジング加工をせず、保存処理はPF3の加圧注入であった。

この試験施工に用いられたカラマツ製部材は2500本、カラマツ製遮音板で500枚であった。部材1本当たりの材積を $0.1 \times 0.1 \times 2 = 0.02 \text{ m}^3$ とみなすと、カラマツ製部材の総使用量は 50 m^3 になる。試験施工に向けては、県や県内企業から多くの協力・支援を得たと聞く。当時はモルダー等の機械がなかったため、図-1の矢羽型の部材2500本を、すべてテーブル傾斜丸鋸盤で加工したそうである。関係者の意気込みが伝わってくる遮音壁である。

2.2 施工後の経時変化の調査・試験^{3-8,10,13)}

上記のカラマツ製遮音壁の経時変化に関する本格的な調査・試験は、先端技術を活用した農林水産研究高度化事業「木製道路施設の耐久設計・維持管理指針策定のための技術開発」（2004～2008年度、中核機関：(独)森林総合研究所）の中で実施した。

この際には、現場での目視調査(写真-2)等の他、施工後20年となる2005年度に3スパン分(飯田IC側から数えて10～12スパン部分)のカラマツ製遮音板を取り外し(写真-3)、各種の性能試験を実施した。交換のために新たに作製したカラマツ製遮音板は、当初と同様の仕様とした。ただし、部材下面に背割りを追加し、ACQを加圧注入した(インサイジング加工はなし)。



写真-2 設置後20年経過の状態（自動車道側）



写真-3 カラマツ製遮音板の交換

音響性能試験では、隣室の光が漏れてくるような木製部材間の大きな隙間を油粘土でシールすると、表-1の遮音性能の基準値を満たした。木製部材間のすべての隙間をシールすると遮音性能はさらに向上し、新品のコンクリート製遮音壁(断面寸法 $90 \times 500 \text{ mm}$ 、カタログ値で密度約 $2,380 \text{ kg/m}^3$)とほぼ同等の性能を示した。

このことは、個々の木製部材自体は十分な遮音性能を維持していたことを示している。これらの木製部材に、隙間対策として実(さね)加工をしたり、コンクリート製遮音板に使われている遮音シートを挿入したり、通しボルトを用いて増し締めができるようにしたりしておけば、木製でも十分な遮音性能を維持しつつ、長期の使用に耐え得るものと思われた。これらの知見は、長野県内における以後の木製遮音壁の開発・施工時に活かされた。

なお、本試験に用いた遮音板は、現場での取り外し時(写真-3)や試験室への設置時に吊り上げたり揺らしたりした。そのため、木製部材間の隙間は施工現場に設置されていた状態よりも拡大していたと思われる(ボルトは錆びていて、締め直しができなかった)。

次に、カラマツ製部材50本を試験対象とし、部材1本ごとの曲げ強度試験を実施した。試験条件は、スパン $1,875 \text{ mm}$ の3等分点4点荷重方式とした。その結果、破壊時の最大荷重は平均で 19.23 kN となり、最小でも 9.37 kN であった。

遮音板の強度性能としては、 1.5 kN/m^2 (150 kgf/m^2)の風荷重に耐えることが求められている(表

-1)。木製部材 1 本当たりの側面積は約 0.2 m²となるので、約 0.3 kN の荷重に耐えればよい。よって、曲げ強度性能の面では全く問題のない状態であることが確認された。

遮音板の鋸断面の観察等でも、局所的に部材表層部に軽度の劣化が認められた程度で、激しい腐朽等は観察されなかった（写真-4 左）。

本遮音板がメンテナンスなしで現在まで約 29 年間の使用に耐えている主たる要因は、日当たりや風通しがよく、かつ地面から高く離れた位置に設置されていたことにあると思われる。辺材の存在が少なく、かつ保存処理がされていたことも有利に働いたと思われる。また、らせん木理の影響で材側面の割れが斜めになり、雨水が滞留しにくい傾向にあった（写真-4 右）ことも、多少は関係していたかと思われる。

なお、この現場ではカラマツ製遮音板の下部に設置されたコンクリート製遮音板において、鉄筋が錆び、コンクリート部分が剥がれ落ちる現象が 2005 年以前から徐々に見られるようになった。そして、2008 年度にはコンクリート製遮音板の部分のみを対象に、側道側から補修（被覆）工事が行われた（写真-5 参照）。コンクリート製遮音板の劣化原因は不明であるが、当地は冬期に融雪剤を多量に散布するので、塩害の影響もあるかと思われる。



写真-4 20年経過時の最上段の木製遮音板断面
（左）とカラマツ製部材表面の割れ（右）

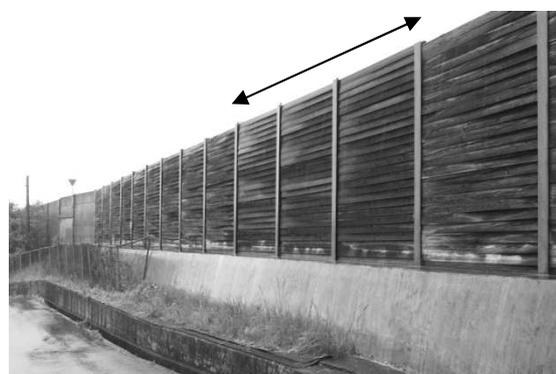


写真-5 2012年調査時の遮音板の状態
矢印部分の3スパンが2005年の交換部

3 2012年度施工の木製遮音壁^{9,10,13)}

2012年度になって、今度は中日本高速道路㈱から県内企業にカラマツ製遮音板の発注があった。カラマツ製部材の断面形状はログハウス部材の応用で、図-4のようにした。そして、この部材5本を1セットとし、ステンレス製ボルト5本で緊結して、高さ500mmのカラマツ製遮音板（反射タイプ）を作製した。なお、現場施工時における各スパンの最上段の木製部材のみは、上面をサネ加工とせず、上に凸の曲面とした。

また、この時以降、遮音板の長さは通常コンクリート製遮音板等と同様の3,960mmに変更した。

保存処理はACQの加圧注入とし、モルダー等による加工・穿孔後に行った（インサイジング加工はなし）。この遮音板についても、当センターにて表-1の曲げ強度、反狂性、含水率、保存処理関連、寸法管理等の試験・測定を実施した。

2012年度の施工現場は、中央自動車道の伊那ICから南に約600mの地点で、施工延長は48mであった（図-5）。施工現場では、4mスパンで建てたH形鋼に数枚のコンクリート製土留板・遮音板を落とし込み、その上にカラマツ製遮音板4枚を設置した（写真-6）。2012年度のカラマツ製遮音壁は総延長が48m（12スパン）であったので、使用したカラマツ製部材は240本、カラマツ製遮音板で48枚となり、使用材積は11m³弱であった。

なお、この現場では除草等の手間を省略するため、木製遮音壁と自動車道間の路肩部分にコンクリートの打設を試みた（写真-6参照）。

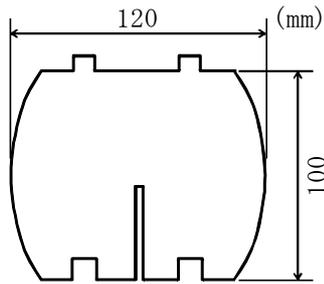


図-4 2012年度のカラマツ製部材の断面形状



写真-6 2012年度のカラマツ製遮音板の施工

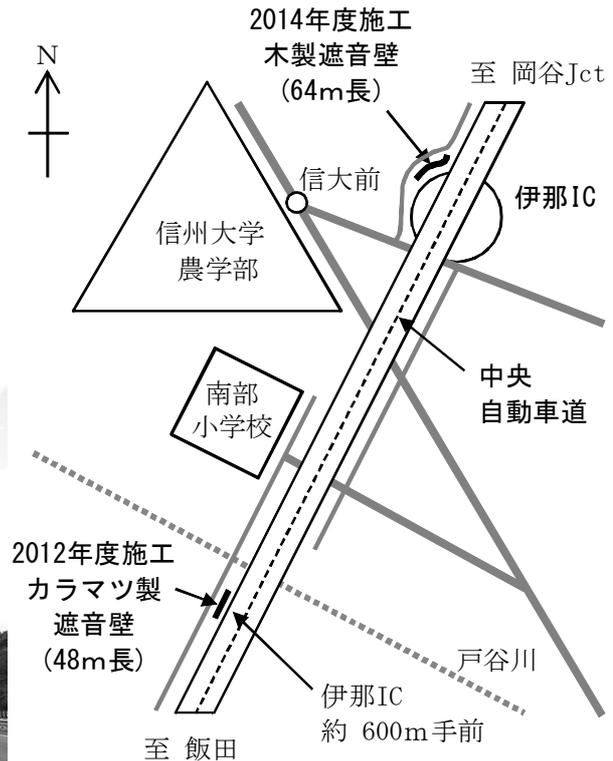


図-5 2012年度と2014年度の施工現場

4 2014年度施工の木製遮音壁

4.1 木製遮音板の開発（開発事例の少ない吸音タイプを含む）¹¹⁻¹³⁾

2013～2014年度には、信州の木先進的利用加速化事業「県産材による高性能・低コスト木製遮音板開発事業」（事業実施主体：長野県産材販路開拓協議会）として、新たな木製遮音板（吸音タイプを含む）の開発が行われた。筆者らも、同協議会との技術協力等として開発に協力した。

4.1.1 木製遮音板の仕様

反射タイプの木製遮音板は、カラマツ製とした。その構成部材は、予備的な曲げ強度試験の結果を踏まえ、円柱材と角材の2種類とした（図-6、いずれも心持ち材）。人工乾燥後、モルダーで所定の断面形状に仕上げ、図-2と同様に、5本を積み重ねて遮音板とした（ボルトは5本で、すべてステンレス製）。長さは、通常のコクリート製遮音板と同様、3,960 mmとした。

吸音タイプの木製遮音板は種々の仕様で音響性能試験を受けたが、最終的な断面構成を図-7に示す。長さは、上記と同様に、3,960 mmとした。吸音タイプの場合は側面からの風荷重を主として上下の枠材2本で支える必要があるため、保存処理（加圧注入）の比較的容易なスギ材を使用した。

4.1.2 音響性能試験

音響性能試験は、建材試験センター 中央試験所 第1音響試験棟（草加市）で実施した。反射タイプは遮音性能試験のみを、吸音タイプは遮音性能試験と吸音性能試験の双方を行った。木製遮音板の試験体長は、遮音性能試験室の開口部（幅 3,680×高 2,730 mm）に合わせ、すべて 3,600 mmとした。遮音性能試験では遮音板5枚を、吸音性能試験では遮音板6枚を通しボルトで緊結して、供試体とした（供試体は各仕様とも1体、吸音タイプの通しボルトは3本）。

反射タイプのカラマツ製遮音板は、図-6の仕様E・Kとも、表-1の遮音性能の基準値を満たした（図-8左）。

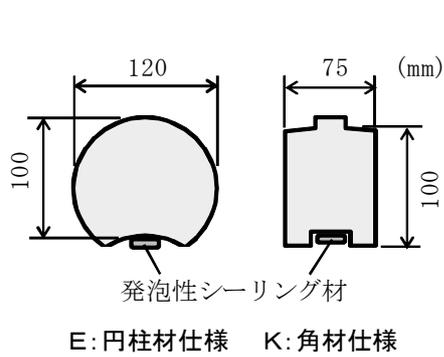


図-6 カラマツ製遮音板（反射タイプ）の構成要素（断面図）

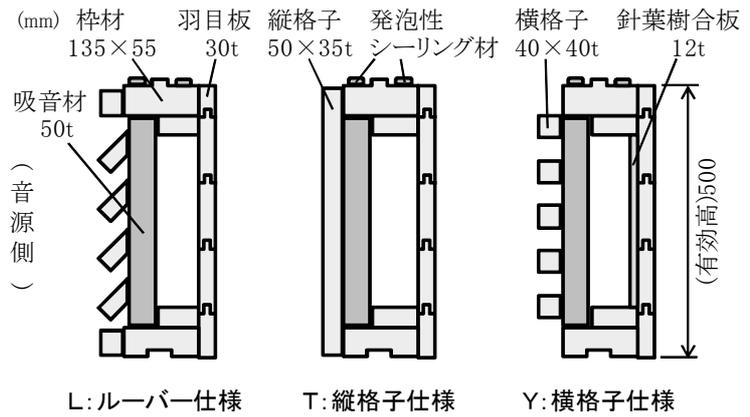


図-7 スギ製遮音板（吸音タイプ）の断面構造

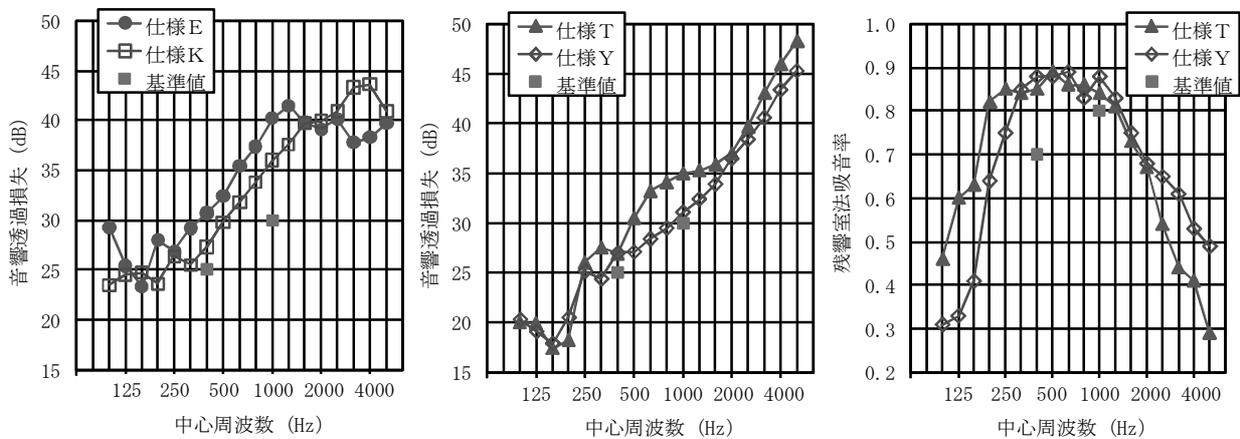


図-8 音響性能試験の結果（左・中央：遮音性能、右：吸音性能）

仕様Tの吸音材：グラスウールシート、仕様Yの吸音材：ポリエステル繊維シート

吸音タイプのスギ製遮音板は最初に吸音性能試験を受けたが、なかなか表-1の基準値を満たせなかった。最終的に吸音・遮音性能とも合格したのは、図-7の仕様TとYであった（図-8中央・右）。

4.1.3 曲げ強度試験

試験体は、上記4.1.2で音響性能試験に合格した4仕様の遮音板とした。試験体長はすべて3,960 mmで、試験体数は各仕様とも4体とした。カラマツ製となる仕様E・Kはインサイジング加工をし、それぞれ計5本のボルト（通しボルトを含む）で緊結した。

曲げ強度試験は、これらの遮音板1体ずつを試験体とし、現場施工時の側方（風荷重の方向）から载荷した。曲げ強度試験の条件は、支柱のH形鋼（H-150×150等）を4,000 mmスパンで設置することを想定し、下部支点間距離（スパン）3,850 mm、上部载荷点間距離 約1,283 mmの3等分点4点荷重方式とした。

荷重と変位の関係は、荷重と载荷開始後の载荷点下降量（ストローク）の関係として、図-9に示す。仕様E・T・Yとも、最大荷重に至るまで、端部の切欠き部から割裂することはなかった。また、仕様T・Yとも、最大荷重に至るまで、格子や背面の羽目板が剥がれることもなかった。

これらの試験体の風を受ける面積は約 $0.5 \times 4 = 2.0$ (m²)であるから、表-1の風荷重1.5 kN/m²に相当する荷重は約3 kNとなる。最大荷重が最も小さかった仕様Kでも最小値は11.6 kNであり（図-9）、この3 kNの4倍近くあった。従って、木製遮音板が腐朽等で多少劣化したとしても、直ちに破損する危険性はないことが確認された。

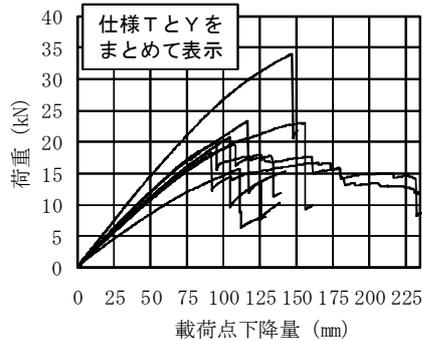
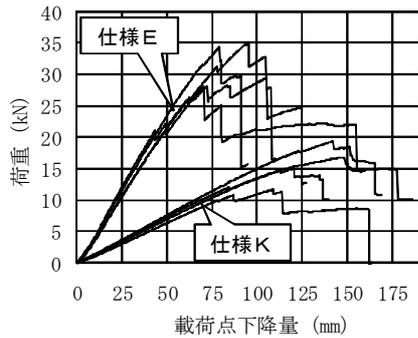


図-9 曲げ強度試験の結果

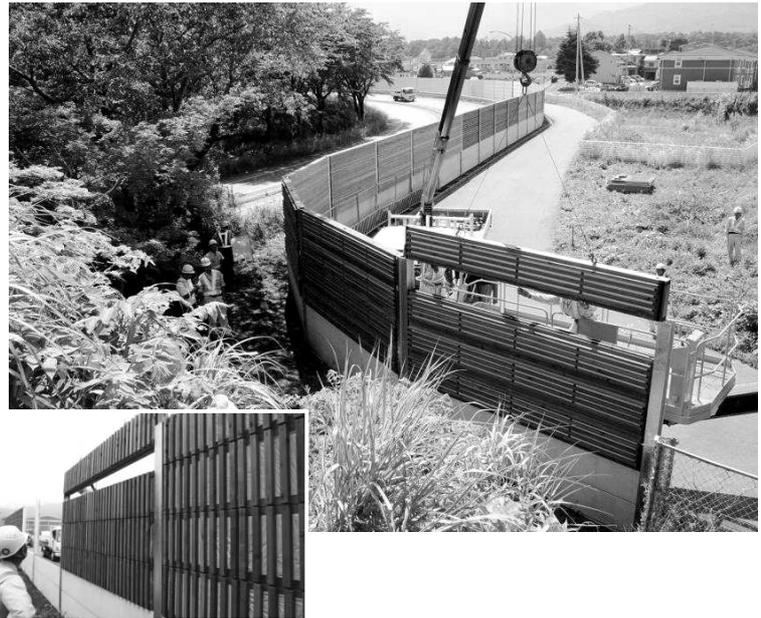


写真-7 2014年度の試験施工（総延長64m）

右上：全景（手前が仕様Y）、左下：仕様T

表-2 2014年度施工の木製遮音板の材積

| 木製遮音板の種類 | | 3,960mm長の | 1スパン(4m) | 4スパン(16m) |
|-------------------------|-----|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| | | 遮音板1体 の材積(m ³) | 遮音板4体 の材積(m ³) | 遮音板16体 の材積(m ³) |
| カラマツ製遮音板 [反射(遮音)タイプ] | 仕様E | 0.206 | 0.824 | 3.30 |
| | 仕様K | 0.143 | 0.572 | 2.29 |
| スギ製遮音板 [吸音タイプ] | 仕様T | 0.184 | 0.737 | 2.95 |
| | 仕様Y | 0.201 | 0.805 | 3.22 |

4.2 木製遮音板の試験施工¹³⁾

表-1の試験・測定等を終えたカラマツ製遮音板とスギ製遮音板の計4仕様は、2014年7月に中央自動車道伊那ICランプに試験施工された(図-5、写真-7、各仕様とも4スパンずつの施工)。

支柱のH形鋼は4mスパンで立てられ、下部にコンクリート製土留板等を入れた後、各仕様の木製遮音板を4枚ずつ落とし込んだ。遮音板最上端の地上高は、これまでと同様、3.0mであった。

各仕様の材積等を、表-2に示す。4スパン(16m長)当たりの間伐丸太(4m長)使用量は、カラマツ製遮音板の仕様E・Kとも、80本ずつであった。

なお、今回施工した反射タイプのカラマツ製遮音板(仕様E・K)は、部材段階でインサイジング加工をした後、CUAZの加圧注入をした。注入後の乾燥は、天然乾燥とした。吸音タイプのスギ製遮音板(仕様T・Y)はACQを加圧注入し、1ヶ月程度の天然乾燥後、人工乾燥を実施した。人工乾燥時の乾球温度は、ACQの性能に影響しないよう、60℃とした。

5 おわりに

1985年度と2014年度施工の木製遮音壁は、側道から間近に見ることができる。また、2014年度の木製遮音壁4仕様は、長野森林組合更埴支所(千曲市寂蒔500-1)にも展示施工をした。当センター本館横にも、簡単な展示がある。ぜひ、実物を見ていただきたい。また、2014年度の木製遮音壁4仕様については、可搬式(組立式)展示サンプルもある。イベント等でご活用いただきたい。

木製遮音壁（反射タイプ・吸音タイプ）の特徴としては、主として次の点が挙げられる。

- ・遮音壁を毎日見て暮らす近隣住民や通行者にとって、景観的に優れている。（欧米では既に多用）
- ・設置距離当たりの木材使用量（炭素固定量）が多い。（地域の活性化と地球温暖化防止に寄与）
- ・1.5 kN/m²（150 kgf/m²）の風荷重に耐えればよいので、強度的には高い安全率の確保が可能である。維持管理も、主として目視による観察で対応可能である。（腐朽の可能性が認められたら二次診断に進めばよい）
- ・木製遮音板の重量はコンクリート製の1/4～1/6と軽いので、運搬等の取り回しに有利である。
- ・最近の木製遮音板は4 mスパンの支柱に設置できるので、コンクリート製遮音板等の更新時にも採用可能である。
- ・防腐処理をした上で日当たりや風通しが良好な地上部に設置されるので、耐用年数が長い。
- ・木材は融雪剤等の塩害にも強いので、コンクリート製より長期に使用できている例もある。
- ・遮音壁設置費の内、遮音板費の占める割合は比較的小さいので、木製遮音板の単価が多少高くなっても、総額での上乗せは限られている。
- ・木製遮音板自体が景観的に優れているので、一般道等へ設置する場合は、前背面への植栽の省略も可能である。（枝打ち・落葉回収・草刈り等の維持管理費が軽減できるので、長期にわたって使用すればトータルコストでも不利にならないと期待される）

ここで、最後の項目については、木材は乾燥している方が腐朽しにくいので、木製遮音壁を覆うような植栽はあまり好ましくないとする報告¹⁴⁾にも留意する必要があると思われる。

わが国の高速道路における遮音壁の総延長は3000km程度で、毎年、新設・更新されている。

住宅地の一般道・鉄道沿いや、工場・駐車場さらには保育園・幼稚園等の外周も含め、今後、遮音壁の新設・更新が必要とされる箇所は相当量あると思われる。最近は吸音性能を有する木製遮音板も開発されているので、その設置可能箇所はさらに広がると思われる。

一定量の木製遮音壁が毎年新設・更新されるようになれば、木材加工業者もそれに対応した効率的な製造システムを組めるので、さらなる低コスト化も可能である。

以上のことから、木製遮音壁は土木分野での木材利用として、有望な用途の一つと考えられる。

謝辞

長野県内では、筆者が長野県林業総合センターに配属された1988年度以前から、木製遮音壁の開発・施工・経時変化の観察等が進められて来た。この間、県内外の実に多くの方々から、ご指導・ご支援・ご協力をいただいた。関係各位には、改めて、厚く御礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 武井富喜雄ら：長野県林業総合センター研究報告，第5号，39-59（1989）
- 2) 武井富喜雄ら：木材工業，46(1)，17-22（1991）
- 3) 柴田直明ら：日本木材学会大会 研究発表要旨集，76 [CD版：N18-1400]（2008）
- 4) 末吉修三ら：日本木材学会大会 研究発表要旨集，76 [CD版：N18-1415]（2008）
- 5) 末吉修三ら：森林総合研究所研究報告，11(4)，243-248（2012）
- 6) 柴田直明ら：日本木材学会大会 研究発表要旨集，156 [CD版：PN017]（2009）
- 7) 柴田直明ら：長野県林業総合センター研究報告，第24号，213-227（2010）
- 8) 森林総合研究所 第2期中期計画成果10 林業・木材利用-3，26-30（2010）
- 9) 柴田直明ら：土木学会 木材利用研究論文報告集，12，23-30（2013）
- 10) 柴田直明：木材保存，39(5)，256-260（2013）
- 11) 柴田直明ら：土木学会 木材利用研究論文報告集，13，7-12（2014）
- 12) 柴田直明ら：土木学会 第69回年次学術講演会 講演概要集，V-396，791-792（2014）
- 13) 柴田直明：公開シンポジウム「これからの遮音壁について考える」テキスト（土木学会木材工学委員会），62-75（2014）
- 14) 町田初男ら：木材保存，36(2)，59-64（2010）

お知らせ 林業総合センター研究成果発表会が開催されました

林業総合センターでは、試験研究の結果やそこで得られた成果を広く県民の皆様に理解していただくため、平成17年度から研究成果発表会を開催しております。

今年度も6月11日に塩尻市のレザンホールで「研究成果発表会」を開催し、県下各地から約100名が参加しました。

今年度は、「木を活かし未来へつなぐ森づくり」と題し、林業の幅広い分野で喫緊の課題でもある5つの研究課題について、担当した職員が発表を行い、会場の質疑に答えました。

今回の発表課題の多くは、平成26年度に研究が終了した内容であり、詳しい研究結果については、今後発行される研究報告の中でまとめられる予定となっています。

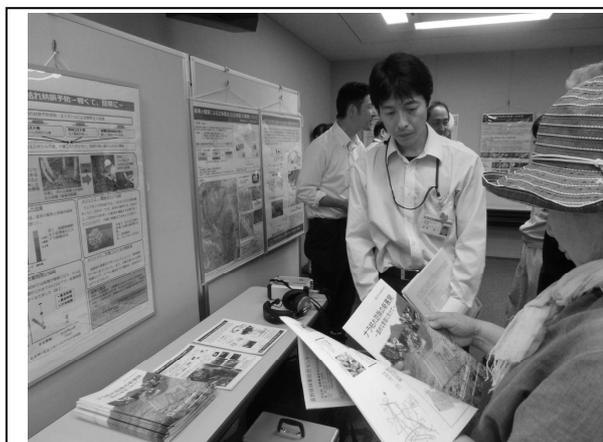
研究発表

- 1) 山地災害危険地の抽出 (育林部 戸田研究員)
- 2) 被害跡地や広葉樹の更新 (育林部 清水研究員)
- 3) 小面積皆伐跡地の切株を利用したきのこ栽培 (特産部 増野部長)
- 4) カラマツ製治山施設の劣化調査 (木材部 山内主任研究員)
- 5) 未利用木材生産システム (指導部 間島林業専門技術員)

ホールでの研究発表終了後には、地下1階のギャラリーで当センターが現在進めている研究内容についてポスターでの展示が行われ、ポスターの脇では担当の研究員が立ち、参加者との意見交換を行っていました。なお、ポスター発表では、当センターとの共同研究を行った信州大学農学部などからも発表して頂いたほか、本県と連携している岐阜県森林研究所からも研究員が訪れ、意見交換を行いました。



発表会の様子



ギャラリーでのポスター発表



岐阜県森林研究所の展示発表

掲載記事に関する詳しい問合せ等は、長野県林業総合センター指導部までお気軽にどうぞ。

郵便番号 〒399-0711

所在地 長野県塩尻市大字片丘5739

TEL 0263-52-0600 FAX 0263-51-1311

URL <http://www.pref.nagano.lg.jp/xrinmu/ringyosen/>

E-mail ringyosogo@pref.nagano.lg.jp