

2 試験研究業務

2-1 資源の循環利用システムの確立

2-1-1 県産スギ精油の効果的利活用に関する研究

※須原弘登、堂籠究

【諸言】

宮崎県は県土の76%を森林が占め、スギ素材生産量が平成3年以降連続して日本一となっており、全国有数の林業県である。このため県内では製材業も盛んであり、県内には大型の製材乾燥機が多く導入され連日稼働している。製材乾燥時に排出される蒸気にはスギの匂い、いわゆる精油成分が含まれている。この精油には様々なテルペン類やアルコール類などの成分が含まれており、未だ未発見の機能性成分の存在も示唆されている。この乾燥蒸気に含まれる精油成分を効果的に回収することが、精油を利用した様々な製品の開発用途が生まれ、製材業者、林産業者の所得向上が期待できる。そこで当センターでは乾燥蒸気中に含まれる精油の効率的回収方法の開発に取り組み、高効率な回収装置を開発、導入してきたが、当該装置は初期導入コストが高いという難点があり、導入が進まなかった。そのため本研究では精油回収装置の低コスト化(企業局支援事業)に取り組み、精油回収量の拡大を目指す。また、スギ精油の機能性解明及び付加価値向上のため、スギ精油に含まれる生理活性物質の探索とその機能解明をおこなう。

【製作・試験方法など】

・精油回収装置の試作: 昨年度までの検討をもとに製造した、精油回収の実証機を県内製材業者が所有する木材乾燥機(SK式超省エネ全自動木材乾燥機実証機 SKD90HTY、新柴設備製; 庫内容量 93 m³) に導入した。本乾燥機ではスギ板材のみを入れ、中温(60℃)乾燥で稼働することとした。毎月月初めに精油の回収作業を行い、回収された精油の量を測定した。

・精油成分分析: 回収した精油は HP-5MS カラム(長さ 30m、内径 0.25 mm、膜厚 0.25μm、アジレント社製)を装着した GC-MS (GC 部 7890B; MS 部 5977msd、アジレント社製) で分析を行い、アロマオフィス ver. 5 (西川計測機器社製) 及び Identification of essential oil components by gas chromatography / mass spectroscopy 4th ed. (Allured Books 社版) を組み込んだライブラリーで検索を行い、含まれる成分を同定した。

【研究成果】

この実証機を用いた精油回収試験の結果を表1に示す。昨年度の検討結果より、当初精油の回収量を 100~200 ml/m³ と想定していたが、実際回収された精油量はこれより相当低い値となった。冷却部を通過した油液分離槽入口の排気温度は手を触れても温かく感じる事が無い程度まで冷却されており、冷却能力は充分であると考えられた。精油回収量が低かった理由としては、乾燥温度が低い事、乾燥に供したスギ材が板材であるため、心材(樹木の材の中心に近い赤く濃い色の部分)の割合が少なかったことが考えられた。スギ精油の多くは心材に含まれており、多くの場合、板材は辺材(木材の外側に近い部分)から取るため、乾燥に供した材に精油があまり含まれておらず、回収率に影響を与えたと考えられた。

回収した精油は GC-MS 分析を行い、含まれる成分の変動などを検証した(表2)。回収した精油の成分比に大きな変動はなく、回収装置の回収能力は安定していると考えられた。回収された精油の成分では δ -Cadinene が最も多く平均で 37.3% 含まれていた。そのほかの成分では、 α -Muurolene、1-epi-Cubenol、Cubenol の3つが平均含有率 5% 以上であった。このほかの化合物平均含有量は数% 以下であった。抗菌活性が報告されている Ferruginol については検出できな

かった。Ferruginol はジテルペンであり、融点が 162~165℃と高く、今回の中温乾燥の温度ではほとんど揮発していないと考えられた。このため、中温乾燥で得られる精油については成分として多く含まれるセスキテルペン類の特性を生かした用途が必要となると考えられた。

中温の木材乾燥機での精油回収量が想定より少なかったため、今年度新たに同型の空冷式精油回収装置を高温乾燥で使用している木材乾燥機に導入した。今後はこの装置と合わせて精油回収量や成分の比較検討を行い、コストパフォーマンスに優れた精油回収方法を確認したい。

回収された精油の機能性を検討するために、ハウスダストアレルギーの原因となるカビ（子囊菌類）に対する生育抑制試験（ハローテスト）を行った。供試菌には *Alternaria alternata*（高湿性）、*Cladosporium sphaerospermum*（中湿性）、*Eurotium herbariorum*（好乾性）の3種を用いた。試験の結果、残念ながらこれらのカビに対する抑制効果は見られなかった。今後はこれ以外の機能性についても評価を検討し、回収した精油の付加価値向上を図りたい。

表1 精油回収装置による精油回収量

	材積(m ³)	精油回収量 (ml)	材積あたり収量 (ml/m ³)*
4月	68.124	580	17.0
5月	50.464	600	23.8
6月	74.812	405	10.8
7月	49.984	350	14.0
8月	62.352	250	8.0
9月	69.596	180	5.2
10月	62.957	470	14.9
11月	72.488	500	13.8
12月	46.581	620	26.6
1月	64.112	450	14.0
2月	67.539	635	18.8
3月	66.474	510	15.3
平均収量			15.2

* 精油回収装置は乾燥機に2つある蒸気排出口の内1つのみに接続しており、排気蒸気の50%しか回収していないため、100%回収した場合の理論値として算出した。

表2 回収された精油の成分

化合物名*	ピーク面積(%)												
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	平均
(E)-Caryophyllene	1.8	1.8	1.3	1.0	0.8	0.7	1.5	2.0	1.9	1.9	2.3	1.9	1.6
cis-Thujopsene	1.6	1.6	1.1	0.9	0.8	1.0	1.6	2.0	1.8	1.5	1.7	1.5	1.4
alpha-Humulene	1.4	1.3	1.1	1.0	0.6	0.7	1.1	1.5	1.4	1.5	1.7	1.5	1.2
trans-Cadina-1(6),4-diene	3.2	3.7	2.1	1.6	0.5	0.7	2.7	3.7	4.2	4.3	5.0	4.3	3.0
trans-Muuro-4(14),5-diene?	3.9	3.9	3.0	2.2	1.5	1.5	3.2	4.0	4.2	4.2	4.6	4.2	3.4
trans-Muuro-4(14),5-diene?	1.7	1.8	1.8	1.5	1.5	1.9	1.8	1.3	1.4	1.5	1.3	1.5	1.6
alpha-Muuro-4(14),5-diene?	9.0	8.5	8.3	8.2	9.9	8.2	9.3	9.0	10.3	10.1	9.4	9.8	9.2
gamma-Cadinene	2.3	2.3	2.3	2.0	2.0	2.3	2.0	1.7	1.5	1.7	1.7	1.7	2.0
delta-Cadinene	34.7	31.7	31.4	31.8	37.5	36.0	40.8	35.0	46.9	43.3	36.5	41.9	37.3
trans-Cadina-1,4-diene?	1.2	1.3	0.9	0.7	0.3	0.4	1.0	1.2	1.3	1.3	1.6	1.3	1.0
alpha-Calacorene?	1.3	1.2	1.0	1.3	1.2	0.3	0.9	1.3	0.8	1.0	1.1	1.0	1.0
Gleenol	1.3	1.8	1.7	1.9	1.9	1.6	1.3	1.4	0.8	1.0	1.4	1.2	1.4
Cedrol	2.1	2.2	2.5	2.7	3.5	3.6	2.5	2.7	1.7	1.6	1.8	1.6	2.4
1-epi-Cubenol	7.4	7.5	9.0	10.1	13.2	10.8	8.3	7.7	6.5	7.2	7.1	6.9	8.5
Cubenol	5.9	6.2	7.3	8.0	9.4	8.6	6.4	6.0	4.9	5.6	5.5	5.4	6.6
alpha-Muuro-4(14),5-diene?	1.6	1.5	2.1	2.2	3.1	2.6	1.7	1.6	1.2	1.4	1.4	1.4	1.8
Pimaradiene	1.2	1.2	1.9	2.1	2.3	2.2	1.4	1.1	0.5	0.8	1.0	1.0	1.4
Abieta-7,13-diene	1.8	1.8	2.5	2.2	1.5	1.8	1.9	1.5	0.8	1.1	1.7	1.3	1.6

* 平均回収量が1%(ピーク面積)以上の成分のみ記載

【参考文献】

1 大平辰朗 (2009) 木質材料の乾燥工程で排出する凝縮液の有効利用。におい・かおり環境学会誌 40:400-411

【緒言】

樹木の構成成分のうち、セルロース、ヘミセルロース及びリグニンといった主要成分は、樹種ごとに構成比率に差はほとんどない。一方で微量成分である抽出成分は、樹種ごとに量や成分構成が大きく異なり^{*1}、同一樹種であっても品種や生育地域により変化が見られる^{*2}。これら抽出成分は樹木の香りや耐久性に大きな影響を与え、医薬・工業原料として価値の高い物質も含まれる^{*3}。

本研究は、県産オビスギと他地域産スギの抽出成分について、成分量及び成分構成比の比較を行い、宮崎県の代表的な品種群であるオビスギの特性を把握することを目的とした。

【実験方法】

宮崎県飫肥地方、近畿地方及び東北地方の3地域より、各地の同一流域内で2015年7月～9月にかけて伐採したスギ(樹齢40～60年)の地際から50cmまでの部分から円盤(厚さ10cm)を作製し試験に用いた。林地に偏りが出ないように各地域5林地を選び、さらに各林地から3本の木を伐採し、各地域15枚の円盤を作製した。

作製した円盤を心材と辺材に分け、それぞれを粉碎し3mmメッシュのふるいを通したものを、60℃のオーブンで1昼夜風乾し、*n*-ヘキサンを溶媒に6時間のソックスレー抽出を行った。抽出物は重量測定後、再溶解させ、GC/MS分析を行った。

【結果及び考察】

各地域のスギに含まれるヘキサン抽出物回収率(試験体絶乾重量に対する抽出物重量の比率)をFig.1に示す。辺材からの回収率は、全地域においてそれぞれ平均0.3%となり、差が見られなかった。一方で心材に含まれる抽出物の

回収率は、オビスギ平均3.7%(2.9～5.0%)、東北地方1.6%(0.9～2.5%)、近畿地方2.9%(1.5～4.3%)と地域差が見られ、オビスギは他地方と比べ高い値を示した。

また、抽出物のGC/MS分析によると、ジテルペンであるフェルギノールが、各地域の試験体からの抽出物すべてにおいて高い値を示した。高い抽出成分量を示したオビスギには、抗菌などの生理活性が報告^{*4}されているフェルギノールが、一定の乾燥後においても、多量に残存していたと考えられた。

今回の実験によるとオビスギ心材に含まれる抽出成分量は他地域と比べ多い結果となったが、伐採時期や生育林地などにより量の変動することも考えられる。今後はサンプル数を増やし、さらに他の地域産のスギについても調査を行う予定である。

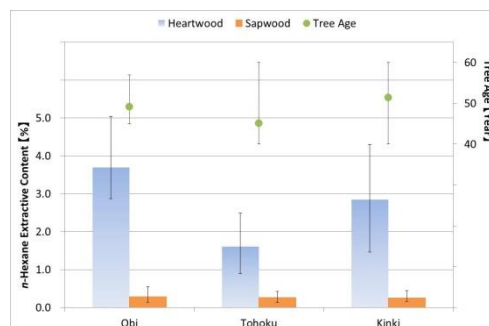


Fig.1. スギ抽出成分の回収率.

【参考文献】

- *1 城代進・鮫島一彦, 木質科学講座4 化学 (1993)
- *2 長濱静男・田崎 正人, スギ材油のテルペノイド成分-オビスギの特異性について-, 木材学会誌 Vol. 39, p. 1077-1083 (1993)
- *3 今村博之他, 木材利用の化学 (1983)
- *4 Yoh-ichi Matsushita et al., Antimicrobial activity of heartwood components of sugi (*Cryptomeria japonica*) against several fungi and bacteria, Journal of Wood Science, Vol. 52, p. 552-556 (2006)

【はじめに】

木炭製造の副産物である木タールはクレゾール等の有効成分が多く含まれているが、ほとんど効果的利用がされずに廃棄されている。そこで未利用となっている木タールの鳥獣等に対する忌避効果を明らかにするとともに、その使用方法について検討する。

【実験方法】

- (1) 水による希釈可能性について乳化剤（食品用粉体、第3・第4石油類、合計7種類）を添加した木タールの水による低粘度化の試験を行った。
- (2) 乳化剤は取り扱い、安全性、希釈性等を考慮し食品用粉体乳化剤を選定した。
- (3) 使用方法として板へのハケ塗りとオイル・有機溶剤吸収材への含浸について検討を行った。
- (4) 忌避剤の効果を検証するため3地域（都城市、宮崎市、西米良村）で鳥獣等忌避効果試験（摂食阻害試験、林道法面鹿忌避試験等）を行っている。

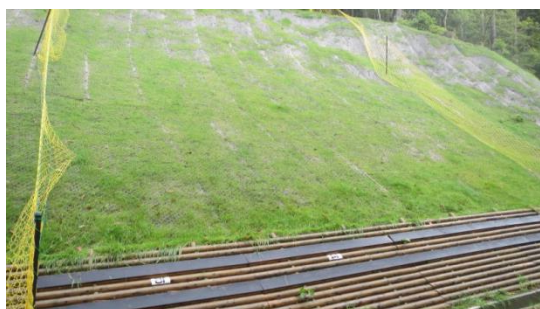


写真1 林道法面の鹿忌避効果試験（西米良村）



写真2 鳥摂食阻害試験（黒い部分が木タールを含浸させたオイル・有機溶剤吸収材）

【結 果】

- (1) 木タールは食品用粉体乳化剤1%水溶液を添加することにより、塗料のハケ塗りと同程度の低粘度（粘度カップで約20秒）が可能となった。
- (2) 木タールの板へのハケ塗りは、高粘度でも可能であるが、食品用粉体乳化剤で希釈することにより、アセトンと同程度に作業性が向上した。
- (3) 鳥獣等への忌避効果は、はっきりと確認されなかった。

※須原 弘登、中谷 誠

京都大学生存圏研究所 森 拓郎

奈良県森林技術センター 伊藤貴文

【諸言】

日本の林業においてスギの利用に伴い多量に産出される林地残材の処理は大きな課題の一つである。これらの未利用資源の有効利用に関しては様々な検討がされているが、日本では急峻な山の斜面や主要幹線道から大きく離れた場所に植林地がある場合も多く、林地残材を搬出し利用するには大きな労力とコストを要する場合も多く、これ見合う有効な利用方法は見いだせていない。このような林地残材の速やかな生分解が可能になれば、利用が困難な場所にある林地残材が短期間で土壌に換わり、森林の健全化、林業サイクルの促進が図れると考える。

そこで、本研究はこれらの林地残材、特に切り捨て間伐材などの材部について、シロアリ食害促進効果のある物質を探索し、スギ材の食害を誘発し、劣化・腐朽を促すことを目的とし、野外での劣化促進試験を実施した

【実験方法】

林地残材モデルとしてスギ小径木（末口径 100–180 mm、長さ 500 mm）を 60℃で 1–2 週間乾燥したものを用いた。この小径木の丸太 5 本 1 組を 1 試験体とした。

過去の研究¹⁻⁴⁾を基に、シロアリ食害の促進が期待される化合物を用いた（表 1）。リン酸カルシウム（以下、CaP とする）は鶏糞飛灰を原料として試験年度ごとに合成した。キチリメンタケは NBRC6430 株を用いた。

試験体は生活・森林圏シミュレーションフィールド（鹿児島県日置市；吹上浜）内の直径 200 m 程度の範囲内に設置した。試験は年度ごとに 4 試験区を設定し、表 1 に示す各種の処理を行った試験体が 1 試験体ずつ含まれるよう設定した。試験体は 5 本の試験体を平行に地面に並べ、ブルーシートで被った。キチリメンタケ処理した試験体には落ち葉などを厚さ 20–30 mm 程度被せて保湿した。蟻害の評価は目視でおこない、各丸太に「食痕」

「虫体」「蟻道形成」が見られた場合をそれぞれ 1 点とした。さらに「虫体数が多い（およそ 100 頭以上）」、「食痕が材内部にまで及ぶ」、「蟻道が接地面と反対の試験体上部に登上している」場合はそれぞれ 1 点を加算した。蟻害の観察は、およそ月 1 回の頻度で冬季まで行い、各月の調査結果を累積したものを「蟻害累積点数」として評価した。1 試験体（5 本 1 組）の 1 回の調査での最大得点は 30 点となる。

【試験結果】

いずれの年度も蟻害は試験区の間で大きくばらつき、ほとんど蟻害の見られない試験区もあった。隣接する試験区の間でも同じ処理を行った試験体の蟻害の程度が大きく異なる場合が多かった。このことから、本研究で用いた処理には、遠く離れた場所からシロアリの誘引する効果を持つものは無いと考えられた。

図 1 に 3 年度分の食害促進試験の設置 1 年目の結果を示す。蟻害の程度は年度ごとにばらつき、2014 年設置の試験体では無処理区にも大きな食害が見られた。検討の結果、2013 年合成の CaP 及び HAp を用いた処理で蟻害の増大がみられた。一方、2014 年合成の CaP 及び骨灰では蟻害の増大が見られなかった。キチリメンタケ処理においても食害の増大が見られたが、試験体ごとの

表1 丸太の食害促進試験に用いた処理

処理	処理量(本)	処理方法
2013年度		
合成リン酸カルシウム(CaP) + 5% (v/v)酢酸	4 g + 100 ml	懸濁後刷毛塗り
CaP	4 g	水懸濁後刷毛塗り
5%(v/v) 酢酸	100 ml	噴霧
クエン酸	5 g	水溶後噴霧
スポーツドリンク	4.8 g	水溶後噴霧
ラーテエクストラクト	3.9 g	水溶後噴霧
クスノキ精油	20 ml	噴霧
キチリメンタケ	20駒	駒打ち
無処理		
2014年度		
CaP	4 g	水懸濁後刷毛塗り
市販ハイドロキシアパタイト(HAp)	4 g	水懸濁後刷毛塗り
タケ粉末	4 g	散布
タケ粉末 + CaP	4 g + 4 g	散布
キチリメンタケ	20駒	駒打ち
無処理		
2015年度		
HAp	4 g	散布
焼成骨灰	4 g	散布
タケ粉末	4 g	散布
タケ粉末 + HAp	4 g + 4 g	散布
リン酸2水素カリウム	4 g	水溶後噴霧
クエン酸カルシウム4水和物	4 g	散布
無処理		

ばらつきが大きく Ohmura ⁴⁾の報告にある (Z,Z,E) - 3,6,8-dodecatrien- 1-ol の誘引効果がどの程度あったかは判断できなかった。また、タケ粉末処理では高頻度で無処理区より食害の程度が大きくなっていった。タケ粉末は増田ら ²⁾による実験室レベルの選択摂食試験でも食害の増大効果が示されており、タケ粉末の食害増大効果は再現性が高いと考えられる。タケ粉末は今回検討した処理の中では最も安価であり、実用性が高いと言える。

本研究成果の一部を「木材保存」誌に報告した ⁵⁾。

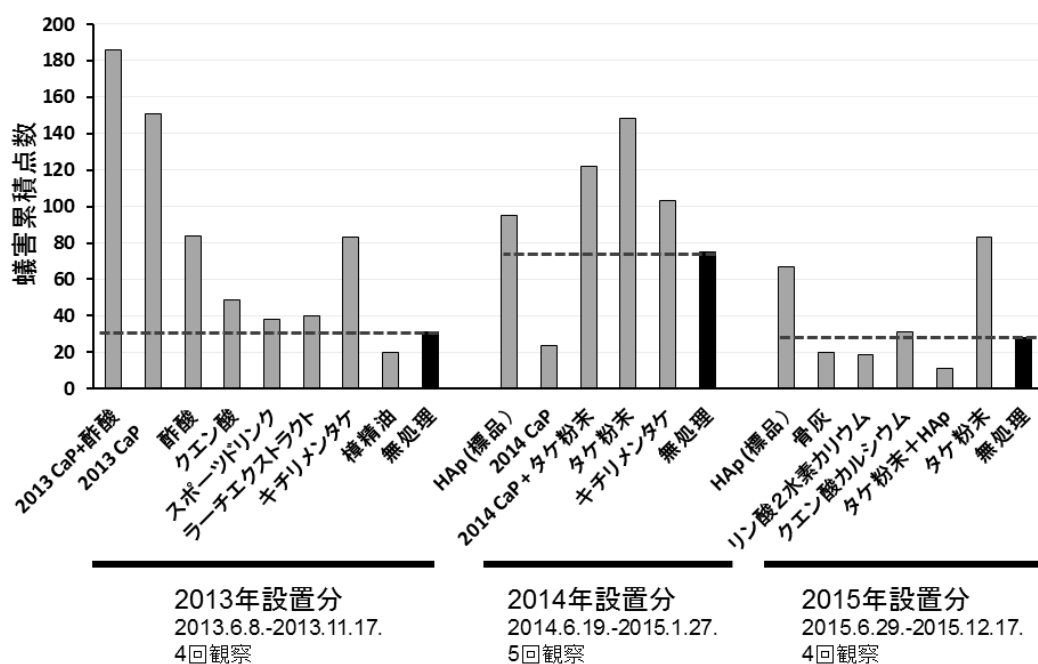


図 1 処理ごとの蟻害累積点数

【参考文献】

- 1) 須原弘登, 中谷誠, 森拓郎 (2014) 第 247 回生存圏シンポジウム「DOL/LSF に関する全国共同利用研究成果発表会」, 京都大学生存圏研究所, 17-18
- 2) 増田勝則, 伊藤貴文, 酒井温子, 染川さおり, 吉村剛 (2014) 第 247 回生存圏シンポジウム「DOL/LSF に関する全国共同利用研究成果発表会」, 京都大学生存圏研究所, 7-8
- 3) 土手裕(2009) リン研究部会ニュース 6: 6-8
- 4) Ohmura W.: 京都大学博士学位論文(2000)
- 5) 須原弘登, 中谷誠, 森拓郎, 伊藤貴文(2015) 切り捨て間伐材のシロアリによる生物劣化促進 MOKUZAI HOZON (Wood Protection) 41: 119-128

【結果及び考察】

1. 含水率の推移

天然乾燥は、人工乾燥後の仕上がり含水率のばらつきを抑制する人工乾燥前処理として実施し、重量区分に応じて乾燥期間を変えた。この設定で得られた天然乾燥経過日毎の平均含水率(%)の推移及び乾燥速度(天然乾燥前後の含水率差を経過日数で除した値)を求めた。

また、人工乾燥は散水处理を施した後、乾燥機に投入し、乾燥初期は正角24時間(h)、平角48(h)の蒸煮処理を行い、その後、乾湿球温度差を7℃、10℃、15℃、20℃、25℃と段階的に広げた。なお、乾燥期間は表2に示す。これらの設定により得られた人工乾燥前後の含水率分布、人工乾燥後含水率の相対度数分布、人工乾燥前後の含水率及び乾燥速度(人工乾燥前後の含水率差を人工乾燥日数で除した値)を求めた。

天然乾燥速度及び人工乾燥速度ともに、重量区分毎の数値に示すとおり乾燥速度の違いが明らかであることから、仕上げ含水率を視野に入れた、重量区分閾値の設定や人工乾燥期間及び天然乾燥期間の設定が必要となる。

2. 製材歩増量の検討

製材から人工乾燥後までに発生した曲がり、収縮についてまとめた。曲がりには正角、平角を問わず全数で発生した。なお、曲がり発生面(面別曲がり発生割合)は、正角で木表側(幅及び厚方向)が凹む形で曲がり、平角で4面がそれぞれ同程度の割合で曲がる傾向にあった。また、曲がり量は平角に比べ正角が大きく現れた。収縮は全収縮率から正角、平角ともに厚方向に対して幅方向の収縮がやや大きく現れた。

正角(幅135mm×厚さ125mm)、平角(幅270mm×厚125mm)の全本数について、製材から人工乾燥後までに発生した曲がり量及び収縮量から、幅方向と厚方向の歩増量を検討するため整理を行った。なお、各図に積み上げた曲がり量は、実際に生じた厚方向の曲がり量を幅方向の歩増量検討図に記載し、同じく、実際に生じた幅方向の曲がり量を厚方向の歩増量検討図に記載した。収縮量は幅方向、厚方向それぞれ2面の平均値を用いた。この結果から、最終仕上げ寸法に必要な歩増量は異常値を除外して考えると、正角で幅方向15mm、厚方向18mm、平角で幅方向及び厚方向15mmである。

3. 表面割れ

仕上げ加工(モルダー加工)後に測定した表面割れについてまとめた。正角の発生は確認されず、平角は木表側の幅広面のみで発生し、1本当たりの割れ長さは1m未満、割れ幅は0.01mm～2mmの範囲であった。また、割れ幅量は0.5mm以下のものが大半を占める結果であった。

4. 内部割れ

人工乾燥後に試験体両木口から500mmの箇所から20mm厚の小片を採取した際、両木口面に現れる割れについて観察し、正角、平角の全試験体において内部割れは確認されなかった。

5. 乾燥スケジュールの組み立て

仕上がり含水率が15%を超える心去り材(正角)は、その後の乾燥過程で曲がりが発生する傾向にあることから、目標とする仕上がり含水率を15%未満に設定し、また、人工乾燥期間は心持ち材と同等程度と考え、中温乾燥条件で行う人工乾燥日数を正角10日、平角14日と設定した。

これらの条件を満たす人工乾燥前平均含水率、人工乾燥前含水率に必要な天然乾燥期間をまとめた。

【まとめ】

今回の心去り構造材に係る一連の試験は、品質の確保に焦点を当てて実施した。天然乾燥は人工乾燥後の仕上がり含水率のばらつきを抑制するとともに人工乾燥期間を減じる目的で実施し、人工乾燥は中温乾燥を条件とした。内部割れの発生は正角、平角ともに確認されず、表面割れは平角のみで確認されたが、利用上支障を来す範疇のものではない。しかし、この方法で乾燥スケジュールを組む場合、今後、天然乾燥土場の確保や天然乾燥期間の長短を考慮した生産体制の整備が必要となる。

2-3 多様な需要に対応した加工連携等の製品流通体制の整備

2-3-1 生育環境に適した畜舎用スギ床材等の開発

岩崎新二

【はじめに】

木質バイオマス発電所の稼働が相次ぎ、C・D材等は発電所の燃料として需要が高まり畜産飼料用おが粉の不足及び価格の高騰が深刻化している。このため木材の断熱性、調湿性を利用し、畜舎のコンクリート床にスギ材を用いることで、保湿性、消臭効果等を高め、おが粉の使用量を軽減させるスギ床材等の開発を行う。

【牛舎用スギ床材製作】

牛舎の床は、コンクリート床のため硬い、滑る、敷料不足等の問題点が考えられる。硬い牛床は、牛の立ち座りの際に身体を痛めかねず、危険となりかねない。滑る牛床は、膝や飛節の擦りむけ、腫れや蹄の故障につながりかねない。また敷料不足の牛床は、硬く、滑りやすく、糞尿の湿気の吸い取りが減り、保湿性の低下につながりかねない。

これらのことを考慮し、牛舎用スギ床材の製作を行った。

【結 果】

製作した牛舎用スギ床材は、子牛舎用床材、繁殖牛舎用床材の2種類とした。

- (1) 牛舎用スギ板材は幅 155mm×厚さ 45mm とし、高断熱性と成牛の重量に耐えうるものとした。

滑り止め効果、弾力性、清掃作業性が高まると思われる 20mm のスリットを縦に 2 本入れ、裏面にも同様にスリットを入れ、排水性が高まると思われる加工を行った。

- (2) 子牛用床材：幅 155×長 2480mm×厚さ 45mm, 繁殖牛用床材：幅 155×長 3000mm×厚さ 45mm とそれぞれの牛舎用床の長さ寸法にあわせた。

- (3) スギ床材は、写真 1 のように重ねずに並べて設置した。このことにより、コンクリート床の凹凸に対応でき、床材の交換や清掃作業性の向上が期待される。

- (4) スギ床材設置後の牛は、スギに対しての拒否反応はみられなかった。

- (5) 製作した牛舎用スギ床材の単価は、約 5200 円/㎡であった。



写真 1 スギ床材設置状況



写真 2 牛の様子

2-3-2

製材を用いた木製構造物の開発 —スギ大径材を利用した法面パネルの開発—

※蛭原啓文、岩崎新二

【緒言】

本県では、スギ大径材の割合が増加傾向にある中、製材歩止りや強度等に対する課題等から大径材の価格や需要が低迷しており、建築用材としてはもとより、土木用材としての新たな利用促進が喫緊の課題となっている。このため、スギ大径材から製材される板材や角材を用いた土木構造物等の開発を目的に、スギ大径材を利用した林道の法面パネルの開発を試みた。

【試作】

林道の法面パネルは、カーブ区間の視距の確保や法面の防草を目的として、これまで小径木を利用した丸太法面パネルが施工されてきた。近年、スギ大径材の割合が増加しているため、価格と需要が低迷しているスギ大径材から製材される板材や角材を用いた、小径木に代わる新たな法面パネルの開発を試みた。

今年度は、南那珂森林組合の協力を得て、支柱に横板等をはめ込み、くぎの使用を最小限に抑えることにより、環境に優しい法面パネルとする方向で検討した。

【経過観察】

昨年度林道長谷・児原線（1工区）の西米良村内に試験施工した法面パネルについて、平成27年7月と平成28年3月に経過観察を行った。

なお、試験区の設定状況は表－1のとおり。

【結果】

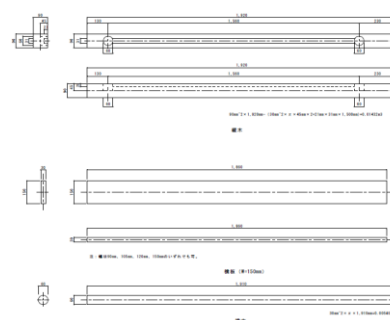
1 試作

今回試作した法面パネルの特徴は以下のとおり。

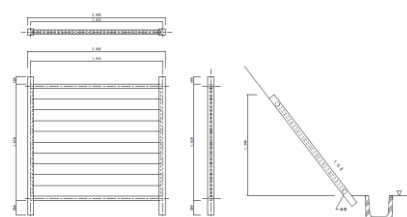
- (1) 図－1の部品図に示すとおり、90×90×1,920 mmの角材（支柱用）とφ60×1,910 mmの丸棒（横棒用）、厚さ30 mmの板材（横板用）を用いるとともに、丸棒の使用をパネル1枚当たり2本にとどめることにより、パネル本体の軽量化と材料費の低減を図った。
- (2) 図－2の組立図や写真－1・2に示すとおり、支柱に横棒（最上段と最下段のみ）と横板をはめ込んだのち、横棒を木ダボで接合することにより、パネル本体のくぎの使用をなくした。

表－1 試験区の設定状況

No.	パネルの概要	備考
①－1	板材によるパネル（高さ1.5m）	本実加工有
①－2		本実加工無
②－1	板材によるパネル（高さ1.8m）	本実加工有
②－2		本実加工無
③－1	板材によるパネル（高さ2.3m）	本実加工有
③－2		本実加工無
④	従来型パネル上部に忍び返し設置	
⑤	従来型パネルに木タール塗布板設置	



図－1 部品図



図－2 組立図

- (3) 従来型パネルや昨年度試作した板材パネルにおいて、カーブ区間等の施工で行っていたパネル本体の幅補正に代えて、パネル間の地山側に板材を差し込むことにより、施工の省力化と低コスト化を図った。



写真－１ 試作品

写真－２ 接合状況

そのため、くぎを板材の仮止めのため使用することとなるが、板材パネルと比較してくぎの使用量を抑えた。

2 経過観察

経過観察の結果は以下のとおりだが、試験施工して日が浅いことから、今後も関係機関と連携し、経過観察を継続する必要がある。

(1) シカによる食害防止効果

シカによる食害の発生状況については、法面下部のパネルと接している箇所の目視による観察結果の比較により行った。

①従来型パネルとの比較

従来型パネルを試験施工箇所に隣接して設置しているが、食害の発生状況については、従来型パネルと比較して①－１～④は少なかった。

また、⑤は木タールの降雨による流出が確認され、食害の発生状況も従来型パネルと同程度であった。

一方、④は忍び返しの一部に落石によると思われる破損が確認されたことから、施工後の維持管理を考えると、板材によるパネルが有利ではないかと思われる。

②パネル高による比較

①－１～③－２の食害発生状況については、差は見られなかった。

そのため、加工や現場での施工に要する手間等を考慮すると、高さ 1.5m でも問題はないものと思われた。

(2) 耐腐朽性について

①－１～③－２については、カビによる横板の変色が見られたが、④・⑤と従来型パネルについては、横木間にコケが確認されていることから、長期間にわたり水分が滞留していることが考えられるため、今後耐腐朽性の差が出てくるのではないかと思われた。

(3) 本実加工の有無による比較

本実加工のないタイプについては、横板端部に若干の反りが確認されたものがあったが、明確な差は見られなかった。

【謝辞】 御協力を頂いた南那珂森林組合に厚くお礼申し上げます。

2-3-3 テーパーねじを用いた製品開発—スギ中量ラックの開発—

※森田秀樹

(株)メタル・テクノ 山中安志、野間昌記

【緒言】

県産スギ需要拡大のために、CLT 等の構造的利用と共に、造作的利用の拡大を図っている。本研究では、スギに適した接合具であるテーパーねじを用いて、スギ中量ラックの開発を行った。一般的なラック(物品棚)は、棚 1 段あたりの耐荷重により軽量、中量及び重量に分類され、大手オフィスメーカーではほぼスチール製のみが販売されている。地場企業が自治体向け等に木製の軽量ラックを供給している例はあるが、スチールラックのように明確な耐荷重保証はなく、大きな耐荷重を保証する木製ラックの例はほとんどない。ここでは、性能保証されたスギ中量ラック(棚 1 段あたりの耐荷重 300~500kgf)の実現を目指すとともに、大きな接合部応力を負担可能な新たな金物を開発した。

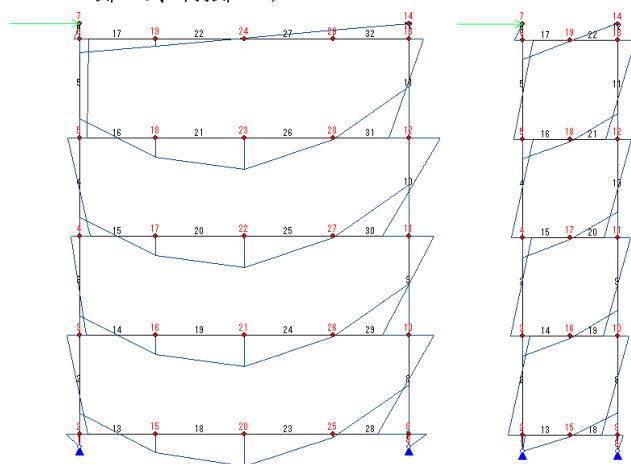
【実験方法】

物品棚の JIS 規格として JIS S 1039 書架・物品棚が規定され、「支柱、棚板、棚板支持具などの主要部材を組み合わせて構成し、かつ、自立し、分解することができ再組立可能な構造で、図書、事務用品、業務用品の保管などに用いるもの」と定義されている。本研究では、スギの柱と梁を金具で連結してフレームとし、これに構造用合板(表層ヒノキ、内層スギ)をテーパーねじで留めることで棚とした。なお、連結にはテーパーねじと金具を固定する構造用ねじの 2 種類のねじを用い、接着剤を使用しない乾式工法とした。

中量ラックの最大寸法は、合板サイズを考慮し、幅 1800mm、奥行 900mm、高さ 2200mm とした。また、棚 4 段の耐荷重は 400kgf(棚 1 段あたり)を目標とし、フレーム解析により接合部に要求される応力(軸力、せん断力、モーメント)を求めた。特にモーメント負担が課題となるため、要求性能を確保できる金具(以下、造作用金具)を新たに開発し、接合部試験を実施した。最終的に、実大のスギ中量ラックを試作し、JIS に基づく試験を行った。

【結果】

JIS の強度試験として、棚板のたわみ試験及び水平荷重試験が定められている。棚板のたわみ試験は、規定のおもりを棚に載荷し、1 週間後のたわみを計測する。一方、水平荷重試験は、規定のおもりを載荷した状態で水平力を 50 回加え、残留変形を計測する。ここでは、より負担の大きい水平荷重試験が要求性能となる。図 1 にフレーム解析と耐荷重ごとの要求性能を示す。今回は棚 1 段あたり 400kgf(3920N)を目指しているため、接合部に必要なモーメントは 302N・m となる。なお、フレーム解析時の接合部の剛性係数は、接合部試験の結果から 0.36 を入力した。(ピン節=0、剛節=1)



(1) フレーム解析 —モーメント図—

等分布荷重		水平力		応 力(最大値)		
耐荷重 (棚1段あたり) N	kgf	水平力		軸 力 N	せん断力 N	曲げモーメント N・m
		N	kgf			
980	100	251	26	1002	449	84
1470	150	349	36	1442	646	121
1960	200	447	46	1884	845	157
2450	250	545	56	2323	1042	193
2940	300	643	66	2765	1241	229
3430	350	741	76	3207	1439	265
3920	400	839	86	3647	1637	302
4410	450	937	96	4089	1835	338
4900	500	1035	106	4528	2033	374

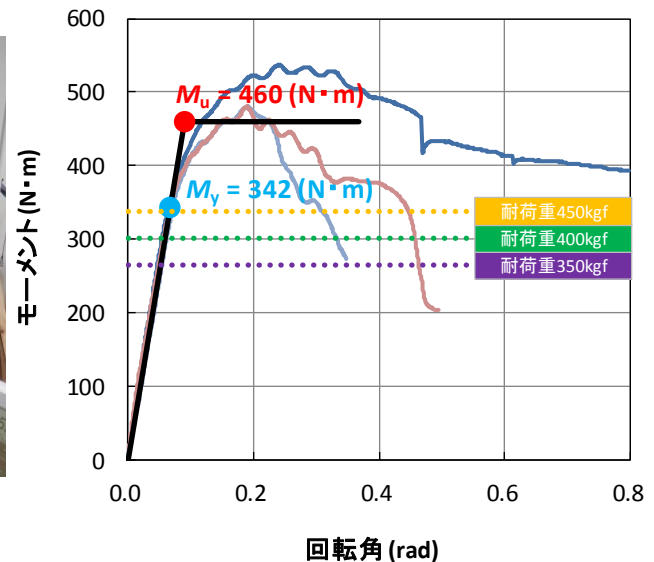
(2) 耐荷重ごとの要求性能

図 1 フレーム解析と要求性能

図 2 に造作用金具による L 型接合部の試験風景及び試験結果を示す。得られたデータを完全弾塑性変換し、接合部の降伏モーメント M_y 及び終局モーメント M_u を求めたところ、 $M_y=342\text{N}\cdot\text{m}$ 、 $M_u=460\text{N}\cdot\text{m}$ が得られた。降伏モーメント M_y を下回るように耐荷重を設定すると、今回の接合部は目標とする 400kgf 耐荷重を上回り、450kgf 耐荷重も満足すると推察された。したがって、今回新たに開発した造作用金具は、幅 1800mm という比較的大きな間口でも中量ラックの接合部として十分な性能を有することが明らかになった。



(1) 試験風景



(2) モーメントー回転角の関係

図 2 接合部試験結果

図 3 に試作したスギ中量ラックと水平荷重試験風景を示す。水平力 50 回負荷後の残留変形は最上部で 1.2mm と小さく、JIS の基準(全高の 100 分の 1 以下)を十分に満足した。また、接合部の破損、変形、外れ等もなく、造作用金具についても問題ないことが明らかになった。



(1) 試作した中量ラック



(2) 水平荷重試験風景



(3) 負荷時の変形

図 3 スギ中量ラックの試作と水平荷重試験

【結論】

要求性能を満足するスギに適した造作用金具を開発し、性能保証されたスギ中量ラックを実現した。部材及び接合部の性能を数値化することで合理的な設計を可能とし、耐荷重を担保しながら比較的大きな間口を確保するなど、ユーザーにとっての使いやすさを実現したことが大きな特徴である。現在、県内企業と実用化に向けて開発を進めており、今後もスギの利用拡大のために構造的及び造作的利用を進めていくことにしている。

2-4 県産材の需要・販路等の拡大

2-4-1 宮崎県産スギを用いた新たな CLT の開発—強度性能評価—

※森田秀樹、深田学、兒玉了一

【緒言】

構造用面材の直交集成板(CLT)の研究開発が進み、今後、スギ CLT の非住宅分野への利用が進むものと予想される。ヨーロッパではラミナの幅はぎをしていないタイプの CLT が主流であるが、製造や強度性能を考慮すると、幅はぎあり CLT が有利であると予想される。そこで本研究では、幅はぎあり CLT を試作してその強度性能を明らかにし、幅はぎなし CLT との比較を行った。

【実験方法】

(1) 曲げ試験

面外曲げ及び面内曲げ試験を実施した。面外曲げ試験は、実大強度試験機を用いて、幅 300mm、厚さ 175mm、長さ 4000mm の試験体寸法で、スパン 3150mm、ロードスパン 1050mm の 3 等分点 4 点荷重方式で実施した。また、面内曲げ試験は、幅 200mm、厚さ 175mm、長さ 4000mm の試験体寸法で、スパン 3600mm、ロードスパン 1200mm の 3 等分点 4 点荷重方式で実施した。いずれも、加力速度は毎分 10mm とした。

(2) セン断試験

面外せん断及び面内せん断試験を実施した。面外せん断試験は、幅 300mm、厚さ 175mm、長さ 1225mm の試験体寸法で、スパン 875mm の中央集中荷重方式で実施した。一方、面内せん断試験は、幅 200mm、厚さ 175mm、長さ 1400mm の試験体寸法で、スパン 1000mm の中央集中荷重方式で実施した。いずれも、加力速度は毎分 3mm とした。

(3) 短柱縦圧縮試験

縦圧縮試験は、実大圧縮試験機を用いて、手動加力で実施した。試験体の断面は幅 200mm、厚さ 175mm とし、長さは短辺の 5 倍の 875mm とした。

【結果】

(1) 曲げ性能

CLT の適正製造基準では、初期試験及び抜き取り試験として、CLT の曲げ試験が規定されている。強度等級 Mx60、7 層 7 プライ CLT では、曲げヤング係数が平均値で 3.6kN/mm² 以上、下限値で 3.0kN/mm² 以上、曲げ強さで 8.2N/mm² 以上と定められている。なお、JAS でも同様の基準値である。図 1 に面外曲げ試験における曲げヤング係数(E_m)と曲げ強さ(f_b)の関係を示す。全試験体で基準値を上回り、特に強軸試験体は基準値の 2 倍程度の曲げ強さを示した。なお、今回の試験では幅はぎの有無による違いは認められなかった。以上のことから、本県産スギ CLT の面外曲げ性能は、幅はぎの有無にかかわらず JAS 基準値を十分上回ることが明らかになった。

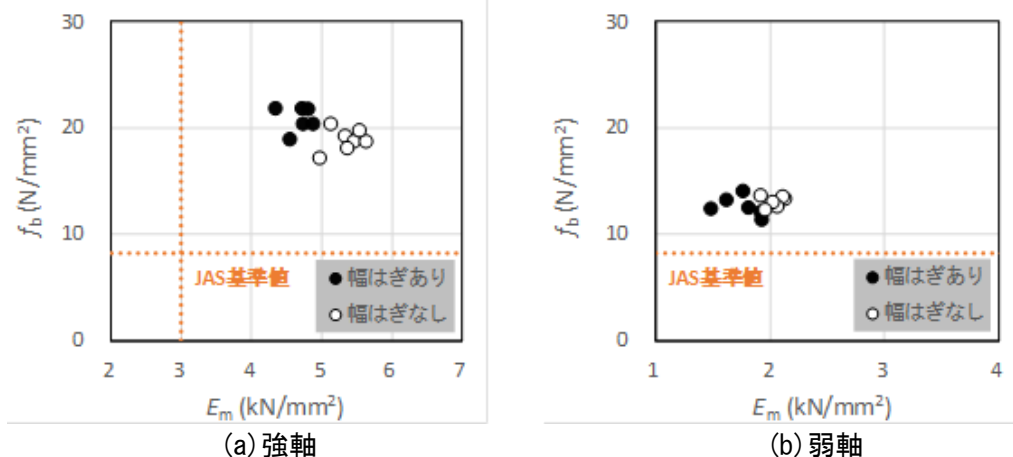


図 1 曲げヤング係数と曲げ強さの関係(面外曲げ試験)

(2)せん断性能

CLT の適正製造基準では、初期試験及び抜き取り試験として CLT のせん断試験が規定されており、強度等級にかかわらず、せん断強さ 1.5N/mm^2 以上が適合基準として定められている。図 2 に面外せん断試験におけるせん断弾性係数(G)とせん断強さ(f_s)の関係を示す。幅はぎあり及び幅はぎなし試験体ともに、全て基準値を上回った。なお、幅はぎあり試験体のせん断強さが幅はぎなし試験体より大きい傾向を示したが、有意な差は認められなかった。

以上のことから、本県産スギ CLT の面外せん断性能は、幅はぎの有無にかかわらず JAS 基準値を十分上回ることが明らかになった。

(3)縦圧縮性能

図 3 に縦圧縮ヤング係数(E_c)と縦圧縮強さ(σ_c)の関係を示す。CLT の縦圧縮強さの基準値は存在しないため、既存材料の JAS 基準値との比較を行うと、無等級製材の縦圧縮強さ 17.7N/mm^2 に対しては、強軸試験体の全てがこれを上回った。また、E55-F200 集成材の縦圧縮強さ 13.3N/mm^2 に対しては、弱軸試験体を含む全試験体で上回った。

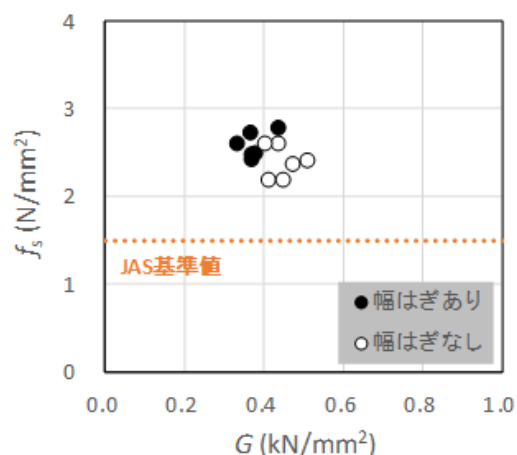


図 2 せん断弾性係数とせん断強さの関係(面外せん断試験)

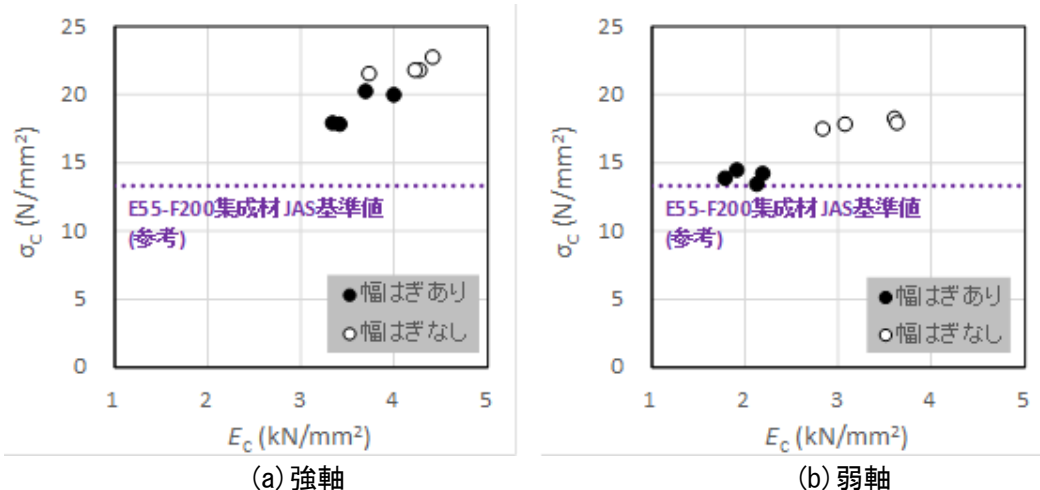


図 3 縦圧縮ヤング係数と縦圧縮強さの関係

(注) 参考の JAS 基準値は、E55-F200 集成材

【結論】

本研究では、幅はぎなし CLT に対する幅はぎあり CLT の強度性能の優位性は明確ではなかった。しかしながら、全ての試験を通じて、本県産スギ CLT の強度特性値は基準を満足し、十分な強度性能を有することが明らかになった。今後は、県内企業の CLT JAS 取得への支援、並びに公共建築物への CLT 利用の推進を行うことで、県産スギの利用拡大に寄与していくことにしている。

【文献】

- 1) 北海道立総合研究機構森林研究本部林産試験場：平成 26 年度受託研究報告書、道産 CLT の材料性能と接合性能の検討、1-91(2015)

本研究は、林野庁委託事業 平成 26 年度森林整備加速化・林業再生総合対策事業「宮崎県産スギを用いた新たな CLT の開発」により実施した。

2-4-2

宮崎県産スギを用いた CLT の長期性能(その 1) —曲げクリープ試験と曲げクリープ破壊試験の経過—

※荒武 志朗、深田 学、森田 秀樹、百井 舞子

【はじめに】

CLT (Cross laminated timber)の実用化に向けた取り組みが全国的に進められている中で、当県でも CLT 建築物の建設の動きが次第に活発化しつつある。この様な中、当センターでは、宮崎県産スギ CLT の設計資料整備の一環として、幅はぎラミナと幅はぎを行わないラミナによる CLT を供試し、様々な性能試験を実施している。ここでは、主として曲げクリープ試験及び曲げクリープ破壊試験(以下、クリープ試験、DOL 試験、両者を示す場合は長期試験)の経過を報告する。

【試験体】

CLT のラミナには全て宮崎県産スギを供試し、長期試験、負荷荷重を決めるための短期試験ともに同一仕様とした。具体的には、ラミナ構成を異等級構成 Mx60、B 種構成とし、表層ラミナの繊維方向が長さ方向となる強軸仕様とした。接着剤には、ラミナの積層方向、幅方向、縦継ぎともに水性高分子イソシアネート系接着剤を用いた。ただし、幅方向については、実用上の比較をするために接着しない場合についても検討した(以下、幅はぎあり、幅はぎなし)。クリープ試験体は 7 層 7 プライ(幅 120、厚さ 175、長さ 4000 mm)とし、幅はぎありでは 2 枚の CLT パネル(短辺 2000、長辺 4000 mm)から 10 体、幅はぎなしでは 1 枚の CLT パネル(短辺 2232、長辺 4030 mm)から 10 体を採取した(何れも長期試験用、短期試験用各 5 体)。DOL 試験体は 5 層 5 プライ(幅 100、厚さ 150、長さ 2400 mm)とし、幅はぎありでは 3 枚の CLT パネル(短辺 2000、長辺 3000 mm)から 42 体、幅はぎなしでは 2 枚の CLT パネル(短辺 1860、長辺 6030 mm)から 42 体を採取した(何れも長期試験用 30 体、短期試験用 12 体)。

【実験方法】

① クリープ試験

クリープ試験は、幅はぎありと幅はぎなし各 5 体の試験体に対し、スパン 3675 mm、荷重点間 1225 mm の 3 等分点 4 点荷重の条件で実施している(図 1 参照)。この場合、たわみ量は、梁背の収縮や支点めり込みの影響を除去するため、中央たわみから 2 カ所の支点変位の平均値を差し引いた値とした。また、荷重レベルは、マッチング試験体(各 5 体)に対して実施した短期試験(同一条件における曲げ試験)で得られた各破壊荷重の 37%(55%×2/3)とした。なお、短期試験体の曲げ強さは、幅はぎありで 21.5N/mm²、幅はぎなしで 18.9 N/mm²、全乾法による含水率は、幅はぎありで 12.5%、幅はぎなしで 10.6%であった(何れも 5 体の平均値)。試験は、温湿度無調整の試験棟内で 2015 年 12 月 3 日に開始し、現在も継続中である(5 週間経過までの温度は 8.6～16.4℃、相対湿度は 39.4～67.7%)。

② DOL 試験

DOL 試験は、スパン 2000 mm の中央集中荷重下で実施している(図 2 参照)。ここでは、ひずみゲージ式変換器(ストローク 50mm)を試験体中央付近の上面にセットし、変位が急激に増加するまでの時間を破壊時間とした。この場合、荷重レベルは、事前に実施した短期試験(同一条件における曲げ試験)で得られた平均破壊荷重の 90%、85%、80%と

し、試験体数は各 10 体とした(幅はぎあり、幅はぎなし各 30 体)。なお、短期試験体の曲げ強さは、幅はぎありで 26.3N/mm²、幅はぎなしで 28.3 N/mm²、全乾法による含水率は、幅はぎありで 11.1%、幅はぎなしで 10.9%であった(何れも 12 体の平均値)。試験は、温湿度無調整の試験棟内で 2015



図 1 クリープ試験の状況



図 2 DOL 試験の状況

年 10 月 19 日に開始し、現在も継続中である(2016 年 1 月 12 日までの温度は 6.7～23.2℃、相対湿度は 30.4～67.8%)。

【結果および考察】

① クリープ試験

図 3 に幅はぎありと幅はぎなしの相対クリープ(全たわみ/初期たわみ)の変動を示す(負荷 5 週間まで)。同図を見ると、何れも一般的な木材の傾向と同様に 1 次クリープと 2 次クリープが看取されるが、幅はぎなしの方が全体に試験体による差異が大きい。この現象については、まだ試験期間が短いこともあり明確な考察は避けるべきであるが、主として弱軸面での幅方向の接着の有無が影響しているものと考えられる。

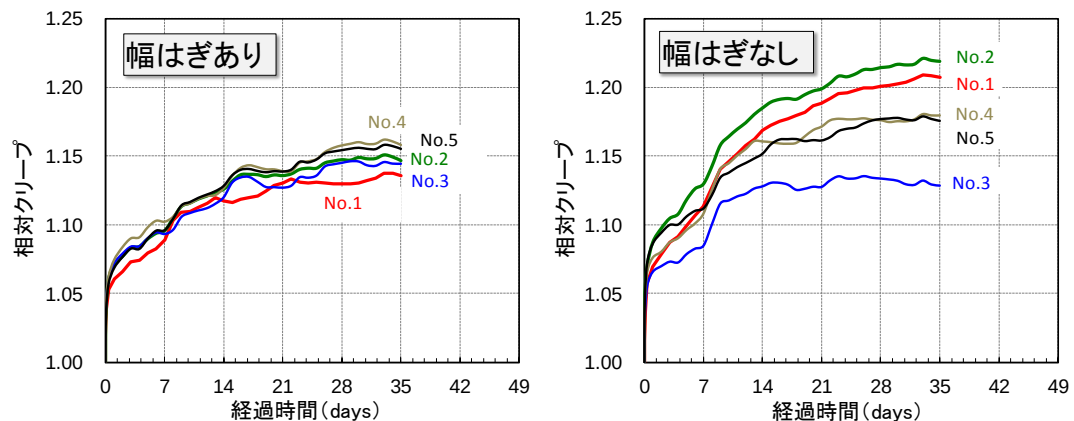


図 3 相対クリープの変動

建設省告示第 1446 号に示されている評価法(告示法)により、経過時間 t 分毎に測定されたたわみに対する負荷 1 分後のたわみの比(δ_{1min}/δ_t)の常用対数と経過時間の常用対数との相関からクリープ調整係数を算出した。結果の一部を Power 則による解析結果と併せて図 4 に示す(何れも負荷 24 時間以内のデータを除外して解析¹⁾)。同図を見ると、明らかに Power 則よりも告示法の方が実測値に良くフィットしている¹⁾。この結果を受けて、告示法による 50 年後のクリープ調整係数を算出した結果、幅はぎありで 1.31, 1.34, 1.32, 1.36, 1.37(平均値 1.34)、幅はぎなしで 1.58, 1.57, 1.31, 1.46, 1.41(平均値 1.47)となり、何れも、負荷 5 週間のデータから算出した限りでは、建設省告示 1459 号に示される変形増大係数 2.0 の範囲内に収まった。

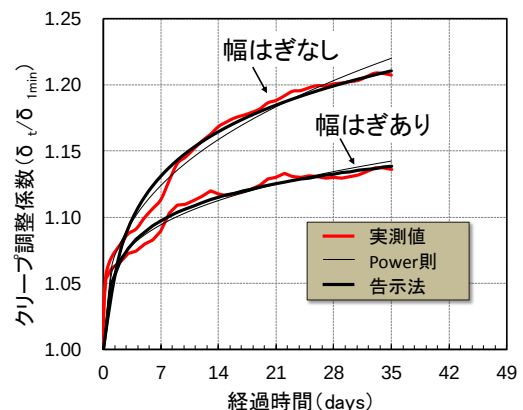


図 4 クリープ調整係数の変動

② DOL 試験

図 5 に DOL 試験の結果を示す(幅はぎありの荷重レベル 90%と 85%のみ終了)。同図を見ると、全体に大きなバラツキが見られるが、荷重レベル 90%、85%ともに現行の木質構造設計法における木材の荷重継続設計値(現行値)やマジソンカーブに対し、概ね安全側の値を示している(何れも 1/10 体のみ短時間側で破壊)。また、荷重継続時間の常用対数の平均値で比較すると(図中の記号◇)、現行値、マジソンカーブの何れに対しても安全側の値を示している。

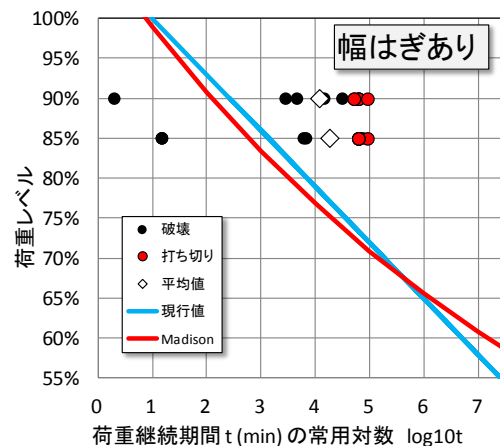


図 5 DOL 試験の結果(幅はぎありのみ)

【文献】

- 1) 大橋義徳ほか: 木材学会誌 55(4), 217-225 (2009).

【緒言】宮崎県木材利用技術センターでは、スギ CLT を用いたパネル工法に適した接合形式として、大型のネジ型接合具であるラグスクリーボルト(以下、LSB)を用いた接合部の開発を行っている。これまでの研究により、幅はぎ無し CLT を用いた LSB 単体の引抜き性能を明らかにしている¹⁾。

CLT の接合部において、ラミナ横方向の繋ぎ目に接合部が配置される場合、幅はぎの有無そしてラミナ横方向の繋ぎ目の透き間が耐力へ及ぼす影響が懸念される。日本農林規格(以下、JAS 規格)において“ラミナの横方向の接合の透き間”として、原則ないこととされているが、局所的なものであれば 6mm 以下、明らかに接合部となる部分においても 3mm 以下であれば良いものとされている²⁾。そこで、本研究では、LSB 接合について幅はぎの有無、そしてラミナの横方向の繋ぎ目の透き間が LSB の引抜き性能に及ぼす影響を考察した。

【試験方法】供試 CLT は、宮崎県産スギラミナによる Mx60 の 5 層 5 プライとし、寸法は幅 100mm、厚さ 150mm、長さ 580mm とした。LSB はネジ山の外径 25mm、ネジ谷径 20mm、ネジ山ピッチ 10mm、ネジ有効長さ 140mm(全長 200mm)とした。供試 CLT への LSB の埋め込み位置は、試験体断面の中央部に配置した幅はぎ位置とした。試験条件は、幅はぎ有りとし、そしてラミナの横方向の繋ぎ目に透き間(最大 3.5mm までランダム)が有るもの 3 条件とした。試験体数は幅はぎ有り 5 体、幅はぎ無し(透き間無し) 5 体、ラミナの横方向の繋ぎ目に透き間有り 15 体とした。図 1 にラミナの横方向の繋ぎ目に透き間の有る試験体の断面を示す。図中において赤丸が LSB の埋め込んだ位置である。

試験は CLT に埋め込んだ LSB を下方にし、LSB の雌ネジと接合したハイテンションボルトを専用治具により試験機に緊結し、反力側を 3 本のボルト留めとして、上方に加力することで LSB に引張力を負荷した。図 2 に試験方法の概要を示す。LSB の引抜き量は CLT と LSB の相対変位とし、CLT 試験体の両側面に取り付けた一対の変位計(東京測器研究所 CDP50、容量 50mm)の測定結果の平均値とした。試験は万能試験機(島津製作所 オートグラフ、容量 100kN)を用い、加力スピードは 1mm/min.の単調加力とした。



図1 ラミナ幅方向透き間有り試験体断面

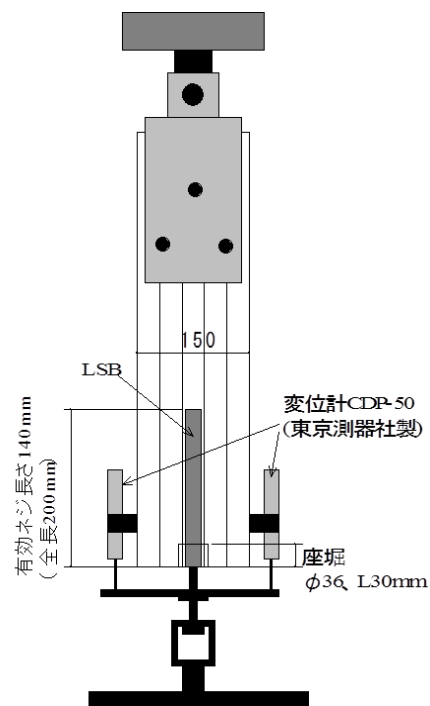


図2 試験方法の概要

【試験結果】破壊性状は、全ての試験体が LSB の引抜き破壊であった。ラミナ横方向の繋ぎ目に透き間のある試験体も、他の試験体と同様にネジ山と木材の間の縦せん断により破壊に至った。また、引張荷重と LSB の引抜き変位の挙動に試験条件による違いは認められなかった。全試験体の最大引抜き荷重と幅はぎ及び透き間の関係を図 3 に、すべり係数と幅はぎ及び透き間の関係を図 4 に示す。試験結果に幅はぎの有無による違いは見られず、ラミナ横方向の透き間が広くなるほど最大荷重とすべり係数は低下する傾向が見られた。

【推定値】ラミナ横方向の繋ぎ目の透き間が大きいほど LSB の引抜き性能が低減するのは、ネジ山と CLT 間のせん断面積がラミナ間の透き間により低減したためであると仮定できることから、透き間によるせん断面積の低減を考慮した引抜き性能の推定値を算出した。この推定値を図 3 と図 4 に実線で示す。ここで、基準となる透き間ゼロの値は、幅はぎ有りとしの試験結果の平均値とした。図 3 より推定値は最大引抜き荷重の実験値を推定できており、図 4 よりすべり係数においてもその傾向を推定できていると考える。この推定方法より、JAS で規定されている最大の透き間 3mm の場合、透き間の無い CLT と比較して、本試験に用いた直径 25mm の LSB では、引抜き性能の値は 7.6%程度低下すると推定された。

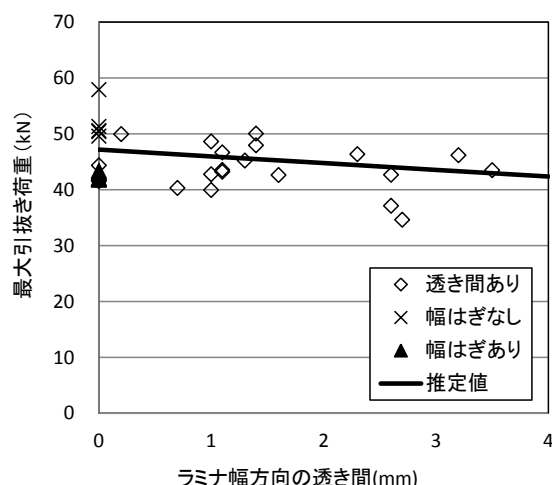


図 3 最大荷重と幅はぎ及び透き間の影響

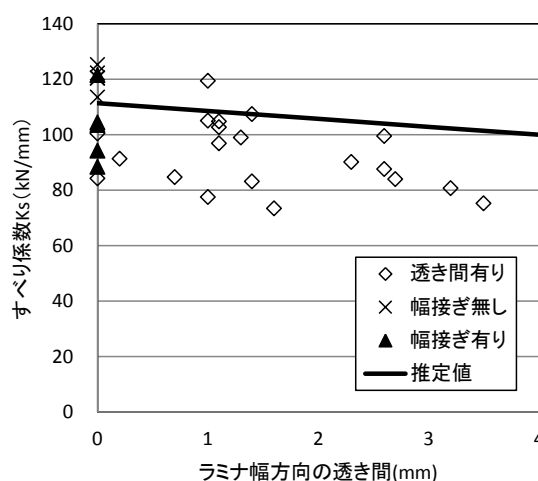


図 4 すべり係数と幅はぎ及び透き間の影響

【まとめ】本試験結果より、ラミナ横方向の繋ぎ目に LSB を埋め込み使用する場合、幅はぎの有無による LSB の引抜き性能への影響は無いと考えられた。しかしながら、ラミナ横方向の繋ぎ目の透き間に埋め込まれた場合、その透き間の大きさに応じて引抜き性能が低下することが分かった。そして、その透き間の大きさに応じて LSB のネジ山と CLT の間のせん断面積が低減すると仮定することで、試験結果の傾向を推定できることを提案した。この推定結果より、JAS で規定されている最大の透き間 3mm の場合、直径 25mm の LSB では引抜き性能が 7.6%程度低下すると推測され、またこの低減率は使用する LSB の直径が細くなるほど大きくなると推測される。

【文献】1)中谷誠、森拓郎、鈴木圭：CLT からのラグスクリューボルトの引抜き性能 縁端距離、埋め込み深さと繊維方向の影響、構造工学論文集 61B、pp.223-228、2015
2)直交集成板の日本農林規格：農林水産省告示第 3079 号

※下温湯盛久、川崎茂樹

【はじめに】

平成 22 年に「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」が施行され、国や地方公共団体が整備する公共建築物等（庁舎、学校、病院等）については可能な限り木造化又は内装等の木質化を図るとの考え方が示されました。宮崎県木材利用技術センターにおいては、これまでに様々な公共建築物等の設計に関する技術支援を行ってきましたが、今後ますますこのような技術支援が必要になってくるものと考え、公共建築物等の木造化や内装等の木質化を支援するため平成 25 年度に「木構造相談室」を設置し、綾中学校（木造 2 階建て約 3,200 m²）や美郷北学園（木造平家建て約 1,066 m²）の木造化について技術支援を行ってきました。



（綾町立綾中学校）



（美郷町立美郷北学園）

【木構造相談室の業務】

大規模木造建築物の設計にあたっては、一定以上の品質が確保された木材が事業期間内に予算内で確保される事が必要となることから、発注者や設計者は一般的な設計業務の他に、木材の調達や調達場所、加工方法、期間、コスト要件等様々な課題への対応を行わなければならない業務が多くなります。このため、その他の構造（RC 造や鉄骨造）と比べると行わなければならない業務が多くなります。また、発注者と設計者でこれらの業務への対応をどのように分担して解決して行くかも問題となり大規模建築物の木造化を進める上でネックとなります。そこで、これらの課題を解決するために発注者と木材供給者・設計者等が情報の共有を行い、課題を解決するために意見交換・調整をするワーキングを開催し設計や建設を進めて行く組織を構築し、それぞれの課題に対する責任の所在をはっきりさせる事により大規模木造建築物の建設を推進することとしました。特に事業期間や予算等制約が厳しい公共的建築物の建設においては、補助金や交付金を助成するだけでは課題の解決に至りませんので、このような課題を解決するために技術的裏付けのある公的試験研究機関が事業初期の段階で公正・中立な立場で調整を行う事は大変重要です。さらに、大規模木造建築物では、新たな工法を採用する場合、構造計算上実証実験が必要な場合もあります。このような面からも木材利用技術センター（木構造相談室）は積極的に協力を行っています。



(日向市立日向中学校)



(小林市立小林南小学校)

【成果】

以上の結果、木構造相談室の実績として、本年度は小林市立小林南小学校（木造平屋建て約 510 ㎡）や日向市立日向中学校（木造 2 階建て約 2,660 ㎡）が竣工しました。また、三股町西部地区体育館（木造平屋建て約 898 ㎡）や集成材加工工場事務所（CLT3 階建て約 1,000 ㎡）の設計への協力や、小林市新庁舎を始めとする数多くの公共建築物や民間事業者が建設する公共建築物の木造化・木質化への協力を行っています。今後の課題として早急な結果だけを追わずに、各事業者が木造化等を検討する際に、木構造相談室への相談を行って頂けるような信頼のあるシステム作りが必要であると考えています。



木造 3 階建議会棟（小林市新庁舎 出典：小林市 HP）内外装木質化（日向市新庁舎 出典：日向市 HP）



耐力壁に CLT を採用予定

(宮崎県防災拠点庁舎 出典：宮崎県防災拠点庁舎基本設計概要版)

※中谷 誠、須原弘登
京都大学生存圏研究所 森 拓郎

【はじめに】

学校校舎や庁舎、体育館などの公共建築物が地域材を利用して建築されるなど、中・大規模建築物を木造で建設される事例が増加している。一方、木造建築物を長期間安全に使用するための研究は数多く取り組まれているが、中・大規模木造建築物の接合部に注目した研究はほとんど行われていない。非破壊による劣化診断機器の測定結果と接合部の残存強度の関係が明らかになれば、建物を安全に使用するための重要な指標になると考えられる。本研究では、中・大規模木造建築物に使用されるドリフトピン接合について、京都大学の施設であるファンガスセラーを利用して生物劣化させ、その腐朽進行ごとの超音波伝播速度と残存強度の関係を測定している。本研究により、中・大規模木造建築物に用いられる接合部に適用可能な生物劣化の試験方法を提案し、建築物の補修計画において、残存強度を指標とした診断方法の確立を目的とする。また同時にファンガスセラー内部環境の最適化を検討し、接合部劣化試験方法の提案を目的としている。

【供試体と試験方法】

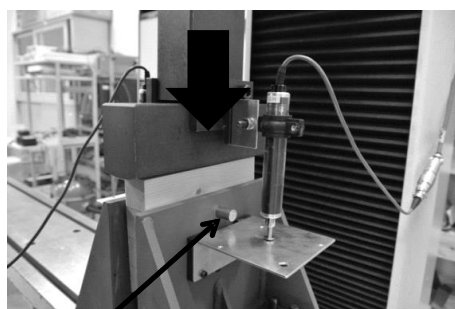
室内温度28度、湿度80%に設定したファンガスセラー内の腐朽菌を含んだ土壌で満たされたコンクリート槽に、ドリフトピン接合試験体を設置して試験を実施している。本年度はファンガスセラー内部環境の検討のため、7月にキカイガラタケとキチリメンタケ、10月にナミダタケ、キカイガラタケそしてトラメテスパボニアを落ち葉と共にファンガスセラーの土壌に投入した。

試験体は、支圧試験用の小試験体、ドリフトピン1本の単体試験体そして実大接合部の3種類、そして支圧試験体と単体試験体はドリフトピンの加力方向と木材の繊維方向が平行方向と直交方向の2種類とした。試験体数は支圧試験体を72体、単体試験体を28体、実大試験体を9体とした。試験体はドリフトピンが打ち込まれた位置より48mm下部までを土中に埋め込み設置することで、接合部付近に生物劣化を発生させた。定期測定は10月(試験開始後22ヶ月目)に超音波伝播速度、重量、含水率を測定した。また支圧試験体12体、単体試験体7体をファンガスセラーから取り出し、気乾状態になるよう室内に約60日間養生した後に残存強度を測定した。試験開始後22ヶ月目の試験体を図1に示す。試験体は地中に埋め込まれた部分で変色と欠損が認められ、ファンガスセラー内部環境の検討に若干の成果が出たと考えられる。残存強度試験は万能試験機(島津 オートグラフ、容量100kN)により実施した。

支圧試験は試験体を上部から圧縮することでドリフトピンにめり込み力を作用させ(図2参照)、単体試験は試験体上部をボルトで緊結して引張することで下方のドリフトピンに引張力を作用させた(図3参照)。試験荷重は試験機上方のロードセルにより、ドリフトピンと試験体との相対変形量は一対の変位計(東京測器CDP50、容量50mm)により測定した。



図1 支圧試験体



ドリフトピン

図2 支圧試験方法

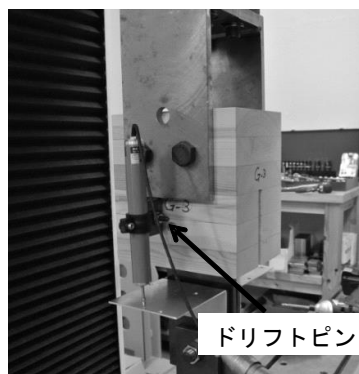


図3 単体試験方法

【試験結果及び考察】

破壊性状を支圧試験は図4、単体試験は図5に示す。支圧試験体はドリフトピンの木材へのめり込み破壊、単体試験体の繊維平行方向はドリフトピンの曲げ変形を含む木材への大きなめり込みそして一部試験体では木材の割裂破壊、単体試験体の繊維直交方向ではドリフトピンの木材への若干のめり込みから割裂破壊を生じた。腐朽期間と接合部付近の地際で測定した超音波伝播速度の関係を図6に示す。各プロットは平均値である。各期間の養生後の値は9ヶ月目（昨年度結果）では低下せず、22ヶ月目で若干の低下が見られた。また、無処理試験体と腐朽試験体の降伏強度の関係を図7に示す。各期間とも明確な降伏強度の変化が認められない結果となった。このことから、目視による腐朽診断では正確に腐朽程度を見分けることが困難であり、超音波伝播速度などにより内部の腐朽の程度を推定することの重要性が明らかとなった。今後、更に腐朽が進んだ試験体を測定し、データの蓄積と考察が必要であると考えられる。



図4 支圧試験破壊性状

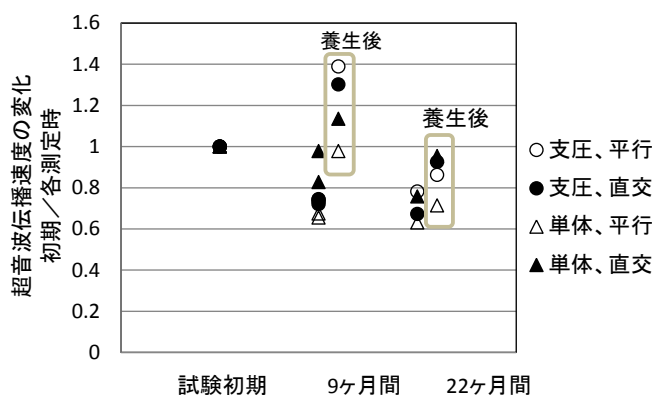


図6 超音波伝播速度と腐朽期間の関係



図5 単体試験体破壊性状

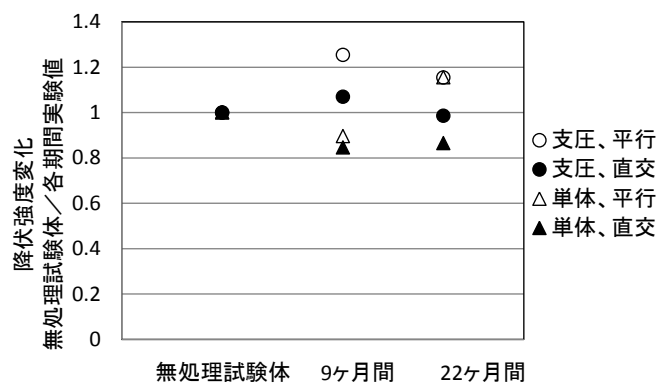


図7 降伏残存強度と腐朽期間の関係

2-5 大径材を活用した家づくりなど住宅産業等との連携の促進

2-5-1 宮崎県産スギ大径材等の地域別材質特性（Ⅱ）

※深田学、荒武志朗

【緒言】

本県では、スギを中心とする人工林資源が充実し、大径材の取扱量が年々増加傾向にある。このような中、平成 22 年に公共建築物等木材利用促進法が施行され、公共建築物等における木材利用の方向性が示された。これを受けて、部材供給側の情報の一部として、前報¹⁾に続き、県産スギ大径材の強度特性を明らかにする。

【実験方法】

小林市新庁舎建設に使用する小林市有林の丸太（材長 4m、末口径 31.5～54.3cm、密度 0.44～0.779g/cm³）について、計 100 本の縦振動ヤング係数を計測した。

丸太の縦振動ヤング係数（Ef）は、FFT アナライザーを用いて固有振動数を測定し、次式から算出した。Ef = (2Lf)²ρ / 10⁹

L：材長（m） f：固有振動数（Hz）

ρ：見かけの密度（Kg/m³）

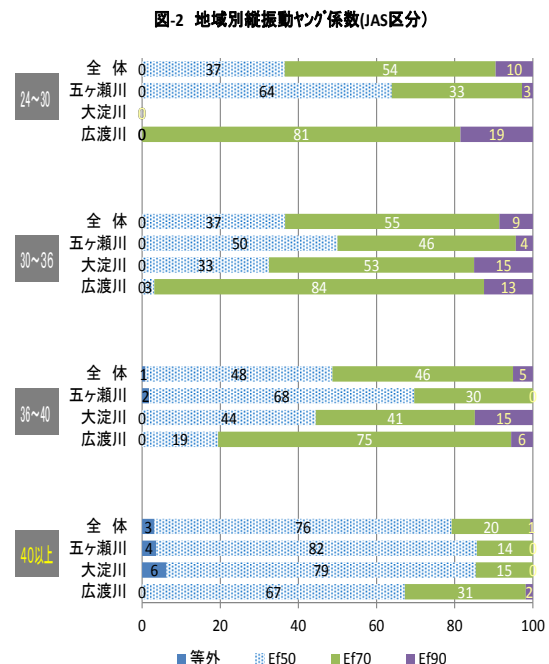
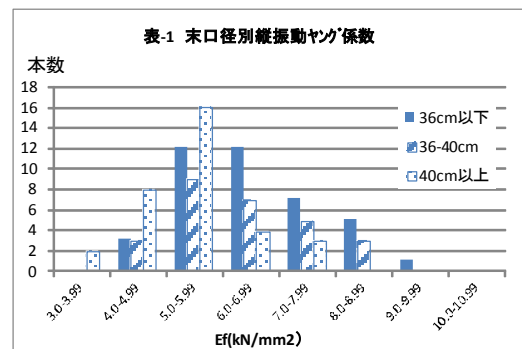
【結果および考察】

末口径級が 30cm 以上～36cm 未満、36cm 以上～40cm 未満、40cm 以上で区分した測定結果を図-1 に示す。Ef は 3.70～9.14kN/mm² に分布しており、平均値が 6.11kN/mm² で、結果として素材の日本農林規格に規定されている Ef70 以上が約 5 割を占めた。径級別の Ef の平均値は、30cm 以上～36cm 未満が 6.60kN/mm²、36cm 以上～40cm 未満が 6.31kN/mm²、40cm 以上が 5.33kN/mm² であり、径級が大きくなる程、Ef が低下する傾向を示した。

ここで、当センターにおいてこれまで蓄積した県内の他流域丸太データ（材長 4m、末口径 26.3～59.1cm）計 500 本の Ef を流域別に比較した結果を図-2 に示す。同図を見ると、大径材において 40cm 以下では各流域がそれぞれバラツキの見られる分布を示す場合においても、40cm 以上になるとすべての地域で Ef50 以下のものが 2/3 以上の割合で多数を占めている。この結果からとくに 40cm 以上の大径材においては、Ef70 以上のものは地域にかかわらず多くを得ることが期待できないものと考えらる。一般的にスギの高さ方向における力学的性質は 1 番丸太に比べて 2 番丸太、3 番丸太のほうが高いことが知られている。とりわけ、雫子谷らは、オビスギ品種は他品種よりも高さ方向の変動が大きいことを報告している²⁾。このことから、大径化が進むことにより、40cm 未満では 2 番玉の割合が多くなるものの、40cm 上では当分の間は 1 番玉主体の状況が続くものと推察される。この様な背景の中で、この種の低品質材の効果的な利用についての研究が極めて重要な意味を持つてくるであろう。

【文献】 1) 平郡雄二,荒武志郎(2015)宮崎県産スギ大径材の地域別特性（Ⅰ）－県南地域について－第 65 回日本木材学会大会（東京）研究発表要旨集 D17-P-S07

2) 雫子谷佳男,北原龍士(2009)オビスギ品種における木材材質の高さ方向の変動,木材学会誌,55,198-206



2-6 木質バイオマスの利用拡大

2-6-1

木質ペレットの含水率変化

堂 籠 究

【緒言】

近年宮崎県において、施設園芸用の熱源として木質ペレットを燃料とする木質焚きボイラの導入が進められている*1。施設園芸用ボイラは、低気温期におけるハウス内の温度管理を主な目的とするため、木質ペレットの使用時期は冬期に限られる。そのため、夏期に製造したペレットは工場内での長期保管が想定され、また購入後もボイラ使用時期を過ぎ、使用しなかったペレットは年単位の保管が予想される。

木質ペレットの燃焼効率は、その含水率に影響を受けるが、含水率は保管に伴い変化することが考えられる。本研究では実際に木材利用技術センター内で木質ペレットの長期保管を行い、含水率の変化を調査した。

【実験方法】

県内において、製造・一般販売を行っているペレット工場から3種類のペレット(それぞれ、ペレット A, B, C とする。)を購入し、100L サイズのフレコンバック(ポリプロピレン製、500mmΦ×500mmH)に20kg ずつペレットを入れ、2014年5月より2年間、①木材利用技術センター材料実験棟長期性能試験室、②同加工実験棟機械制御室外軒下の2ヶ所で保管を行った。保管場所①は建屋内で保管するケースを、保管場所②は屋外(屋根あり)で保管するケースを想定した。保管後それぞれ(ペレット3種類×保管場所2ヶ所=6条件)について1月毎に含水率を測定した。

また、木質バイオマスの高性能燃料化技術として注目される*2半炭化(Torrefaction)処理を行ったペレットの含水率変化についても調査を行った。2015年5月より1年間、3種類のペレットそれぞれを250℃で3時間の真空熱処理(半炭化)を行い、保管場所②で保管し2ヶ月おきに含水率を測定した。さらに、3種類のペレットを等量で混合し、250℃、300℃及び350℃で3時間の半炭化処理を行った後、ペレットを恒温恒湿機の中に入れ、室温を固定し、相対湿度を7日ごとに、50%→70%→90%→70%→50%と変化させ、それぞれにおける含水率を測定した。



Fig.1. 保管場所①.



Fig.2. 保管場所②.

【結果及び考察】

Tab.1 及び Fig.3 に含水率変化を示す。含水率の上昇率、変化率ともに建屋内保管の方が小さく、建屋内保管が望ましいと考えられた。

ペレットの種類ごとに差はあるもの、含水率は3種類すべてのペレットでほぼ同じ挙動を示し、保管後半年程度は上昇を続け、その後は上下を繰り返した。半年経過後、上昇はなだらかとなったが、湿度の高い夏期に入ると上昇が続き、再び湿度が下がる冬期には下降傾向が見られた。

Tab.1. 各保管場所における、ペレット(3種平均)の半年平均含水率【%(WB)】。

	(Initial)	2014. 6~ 11	12~ 2015. 5	6~ 11	12~ 2016. 5
Point①	9.6	10.4	10.5	10.7	10.5
Point②		10.9	11.3	11.5	11.3

都城市に設置されたアメダス*3が計測した気温及び相対湿度から Tetens の計算式*4 を参考に算出した絶対湿度(測定前10日間平均)と、ペレットの含水率を比較すると、1年目と比べ、2年目は相関係数が高く(保管場所① 1年目: -0.14, 2年目: 0.55, 保管場所② 1年目: -0.40, 2年目: 0.50.) になっており、1年程度保管することで、ペレットの含水率が平衡含水率に近づき、湿度に影響を受け変動していると考えられた。

250℃で半炭化処理を行ったペレットは、保管から2ヶ月後の時点でそれぞれ無処理のペレットとほぼ同じ含水率となった(Fig.4)。その後も無処理のものと同様の変化を示したことから、250℃での半炭化処理では、湿度に対する耐性はあまり変化しないと考えられた。そこで、250℃、300℃及び350℃の3条件で半炭化処理したペレットについて、恒温恒湿機内で湿度を変えた際の、含水率変化を測定した(Fig.5)。250℃及び300℃で処理したペ

レットは湿度を変化させる度に無処理の含水率に近づき、最終的には無処理との差が1%以下になった。350℃で処理したものは同じような傾向は見られるものの、他2条件と比べて含水率変化は小さかった(350℃処理物の含水率変化の標準偏差: 2.28, 250℃処理物: 2.65, 300℃処理: 2.82)。

これらの結果から、300℃よりも高い温度で処理すれば、湿度に対する一定の耐性が生じる可能性が示唆されたものの、250~300℃程度の半炭化処理では湿度耐性を持たせることは難しいと考えられた。

【まとめ】

- ・ 軒下よりも建屋内保管が望ましい。
- ・ 保管から半年経過後は、含水率の変動がなだらかとなるため、含水率の上昇により損失する熱量は、保管から半年の間に損失するものと比べ小さくなる。しかし、長期的には上昇傾向がみられるため、なるべく早期の使用が望ましい。
- ・ 低温(250℃~300℃)半炭化処理により、湿度耐性を持たせることは難しい。

【参考文献】

- *1 宮崎県山村・木材振興課, 宮崎県の林業・木材産業の動向 (2013)
- *2 吉田貴紘ほか, トレファクションによる高性能ペレット「ハイパー木質ペレット」の技術開発, 木材工業, Vol. 67, p.560-565 (2012)
- *3 気象庁 ホームページ <http://www.jma.go.jp/jma/menu/menureport.htm>
- *4 O. Tetens, Uder einige meteorologische Begriffe, Zeitschrift fur Geophysik, Vol. 6, p.297-309 (1930)

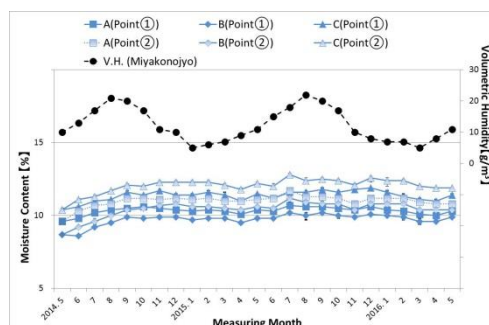


Fig.3. ペレット含水率及び都城市の絶対湿度(各月の観測前10日間平均)。

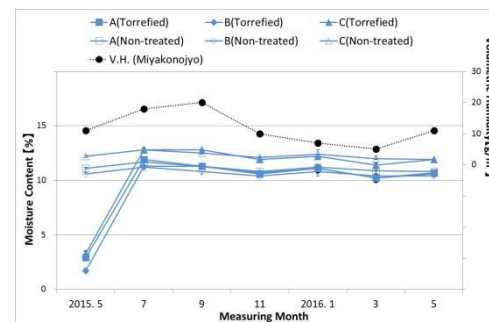


Fig.4. 250℃半炭化処理ペレット及び無処理ペレットの含水率変化。

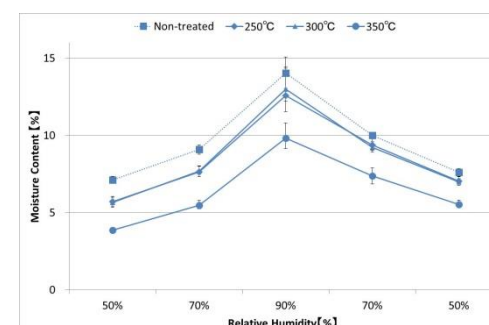


Fig.5. 恒温恒湿機内における、半炭化処理ペレット(3条件)及び無処理ペレットの含水率変化。

【諸言】

未利用木質資源である林地残材や樹皮の有効利用のため、低温炭化処理による半炭化物を作成し再生可能エネルギーとしての利用を検討する。これまでの検討でスギの各部位（材、樹皮、枝葉）を用いて炭化処理した際の物性を評価しており、**300℃以下**で処理することでペレットよりも発熱量当たりのコストが**6-18 %**程度向上することが予想され、特に針葉、樹皮を用いることが経済的に有利であることが示された。

昨年までの検討を基に、未利用木質資源の燃料利用の実用化を図るため、本年度は、

- 1: 中型のロータリーキルン式電気炉にて、タケチップの半炭化処理を連続的に行い、焼成条件の調整を行い、連続処理における消費電力量を測定した。
- 2: 移動式の炭化炉を用いて、実用スケールでの半炭化処理試験を行った。
- 3: 作成したタケの半炭化物を用いて民間の野菜工場が所有する温水ボイラーでの燃焼試験を行った。

【試験方法】

ロータリーキルンによる炭化試験: 材料にはタケの棹部を移動式のウッドチップパー（大橋 GS92G）で粉砕し、風乾（含水率 12~13 % ; 湿量基準）したものを篩で選別し、3~7.5mm の画分を用いた。10kg の竹を当センター所有のロータリーキルン（中央化工機株式会社 JCE-125-1 型 ; 加熱出力 8.4 kW、加熱温度~1000℃）に連続的に投入し、温度モニタで品温が 260~275℃になるように出力を調整しながら、炭化処理を行った。炭化処理後、回収量と消費電力を求めた。作成した炭化物は発熱量の測定と嵩比重の計測を行い 1m³ 当たりの発熱量に換算した（ $n = 8$ ）。

消費電力測定: 消費電力はクランプ電力計（クランプオンパワーハイテスタ HIOKI 3166）を用いて測定した。

発熱量測定: 炭化物をアブソリュートミル（Osaka Chemical Co., LTD. ABS-W）で粉砕し、粒径 250μm（60mesh）以下の粉末を用い、ボンベ式熱量計（Shimadzu CA-4PJ）で発熱量を測定した。

嵩比重の測定: 嵩比重の測定は 5000ml 容のビーカーを用いて JIS Z 7302-9 に従い行った。

移動式炭化炉での半炭化処理: 材料としてスギ切削チップ及び剪定枝（園田産業より購入）を用いて、Carbo X-II（図 1 : 処理能力 7.356 m³/day、SUMIDA 社）にて炭化処理試験を行った。

バイオマスボイラーでの燃焼試験: ロータリーキルンで製造したタケ半炭化物 50 kg を用いて、県内の野菜工場が所有するハウス用温水ボイラー（タンク水量 3000L）で燃焼試験を行った。



図1 移動式炭化炉

【結果・考察】

1. ロータリーキルンを用いた炭化処理: ロータリーキルンで製造したタケの半炭化物は、高位発熱量が 22.4 MJ/kg (5361 kcal/kg) であり、重量回収率は 65.2 % であった。この際に消費した電力は 4.19 KWh で、炭化処理にかかる電気料金は、電力単価を ￥10.8 /KWh（H27.10~H28.4 月ま

での当センター実績)とすると、炭化物 1kg あたり 7 円(予熱に必要な電力は除く)であった。県内の大手の木質ペレット工場の製造コストはおおよそ¥8.6/kg(生産能力、設備の電気容量、使用燃料代の聞き取り調査より試算;設備の減価償却費、保守点検費を除き、稼働率を 100%とした場合)と推定され、この価格よりやや安価であった。重量当たりの発熱量は木質ペレット(>17.6 MJ/kg^{文献1};高位発熱量)より高くなっているため、熱量当たりの価格では十分なメリットがあるといえる。今回は炭化処理をするための装置減価償却費、保守点検費や人件費を勘案していないが、炭化処理装置をスケールアップする事などでコストメリットを生み出すことができれば、これらの費用を含めても、木質ペレットより安価な燃料となると考えられる。

製造した半炭化物の嵩密度は 262 kg/m³であった。原料として用いたタケチップ(風乾)は 317 kg/m³であったが、絶乾換算では 277 kg/m³となるので炭化処理では嵩密度の大きな変化は無かったと考えられる。これを輸送して利用することを考えると、タケの半炭化物の容積当たり低位発熱量は 5771 MJ/m³と試算され、風乾タケチップの 4975 MJ/m³に比べて 16% 高くなったが、木質ペレットの 10400 MJ/m³(低位発熱量 16.0 MJ/kg、嵩密度 650kg/m³として試算^{文献1})と比較すると 55.4% に留まった。このことから、輸送コストで木質ペレットに対する競争力を持たせるためには、嵩密度(または体積)を半分程度まで圧縮する必要があることが示唆された。

2. 移動式炭化炉での半炭化処理試験: スギの切削チップ、剪定枝などを用いて、実用スケールでの炭化処理を行った。今回は炭化処理の条件(温度・工程)を設定するための検討であったため、単位(m³)当たりの回収率や 1 バッチの処理コストなどについての検証はできなかったが、3 回試験を行い 26.1~34.2 MJ/kg (6242~ 8181 kcal/kg)の炭化物を得た。炭化物の発熱量からは焼成温度が高く(300~600℃)なっていることが推定され、さらなる焼成条件の検討が必要であることが示唆された。

3. バイオマスボイラーでの燃焼試験: 製造した半炭化物を用いて、実稼働中の野菜工場用温水ボイラー(図 1)で燃焼試験を行った。このボイラーでは通常パレット廃材などの端材を燃料として用いており、1 回あたり 150~200 kg の燃料を投入しているとのことであったが、今回は試験的にタケの半炭化物を 50kg 投入して燃焼試験を行った。試験の結果、半炭化物は着火性に優れており、問題なく燃焼した。燃焼持続時間は 1 時間程度であった。今回の試験では、この燃料を継続的に用いた場合に発生する懸念のあるクリンカーなどの問題については検証できなかったが、半炭化物はボイラー等でも利用可能であることが示された。



図2 野菜工場用温水ボイラー

文献 1: 木質ペレット品質規格 (2011) 一般社団法人 日本木質ペレット協会

2-7 研究発表(誌上)

発行年月	書籍名	氏名	題名	掲載項
2015年4月	住宅と木材 4月号 vol.38 No.448	小田久人、兒玉了一、森田秀樹	スギ大径材活用に向けた宮崎県の取り組み	p.16-25
2015年4月	住宅と木材 4月号 vol.38 No.448	中谷誠	M-WEシステム-スギを利用した宮崎式工法-	p.6-9
2015年5月	木材保存 2015 vol.41 No.3	須原弘登、中谷誠、森拓郎、伊藤貴文	切り捨て間伐材のシロアリによる生物劣化促進	p.119-128
2015年6月	Mycological Progress	Hiroto Suhara, Shuichi Kurogi	<i>Cantharellus cyphelloides</i> (Cantharellales), a new and unusual species from a Japanese evergreen broad-leaved forest	-
2015年6月	都城地区木材青壮年会 会報誌 共育 -共に学ぼう、共に成長しよう- 2015年6月号	小田久人	ご挨拶	p.3
2015年6月	林業みやざき 4・5・6月号 No.538	荒武志朗	スギ大径材から得られた心去り平角材の曲げクリープ -梁背面を追い柱取りとした場合-	p.6-7
2015年8月	住宅と木材 8月号 vol.38 No.452	小田久人	大径化する宮崎スギの活用を	p.2-3
2015年8月	林業みやざき 7・8月号 No.539	川崎茂樹	ドイツ・オーストリアにおけるCLT製造、加工について	p.12-13
2015年8月	みやざき農業と生活 7・8月号 第50巻 第2号	下温湯盛久	公共建築物の木造化について-小林市新庁舎建設設計-	p.36-37
2015年10月	木材工業 10月号 vol.70 No.10	小田久人	巻頭言 木材利用と公設試験場	p.417
2015年10月	林業みやざき 9・10月号 No.540	岩崎新二	木材保護塗料の屋外耐候性レベルアップの研究	p.12-13
2015年11月	全国林業試験研究機関協議会 会誌 第49号	荒武志朗	宮崎県木材利用技術センター	p.48-49
2015年12月	林業新技術 2015	下温湯盛久	宮崎モデルによる大規模建築物の木造化に関する研究	p.17-18
2015年12月	林業みやざき 11・12月号 No.541	森田秀樹	スギに適した家具金物の開発とテーブルの実用化	p.12-13
2015年12月	International Journal of Advanced Structural Engineering Volume 7	Takuro Mori, Makoto Nakatani, Solomon Tesfamariam	Performance of semi-rigid timber frame with Lagscrewbolt connections: Experimental, analytical and numerical model results	p.387-403
2016年2月	林業みやざき 1・2・3月号 No.542	蛸原啓文	製材を用いた土木構造物の開発	p.12-13
2016年2月	林業改良普及双書 No.181 林地残材を集めるしくみ	岩崎新二	林地残材の丸太乾燥試験	p.150-170
2016年2月	日本建築学会技術報告集 第22巻 第50号	中谷誠、森拓郎	木ネジによるモーメント抵抗接合部におけるパネルゾーンのせん断補強方法の開発	p.77-80
2016年3月	公立林業試験研究機関 研究成果選集No.13(平成27年度)	兒玉了一	スギ大径材利用に向けた取り組み	p.87-88

注1 学会等要旨集は除く

注2 共同研究者の所属は省略しています。

2-8 研究発表(口頭)

開催年月	学会名	場 所	氏 名	題 名	要旨集
2015年4月	第61回構造工学シンポジウム	東京都	中谷誠、森拓郎、鈴木圭	CLTからのラグスクリューボルトの引き抜き性能 縁端距離、埋め込み深さと繊維方向の影響	p.223-228
2015年8月	第32回木質の利用シンポジウム	京都府	小田久人	心去り構造材の乾燥性について	p.41-50
2015年9月	2015年日本建築学会大会(関東)	神奈川県	黒澤祐、中谷誠、森拓郎、秋山信彦、渡部博、田守伸一郎、五十田博	CLTに埋め込まれたLSBの引き抜き性能に関する実験的研究 その1 1本引き抜き試験	p.113-114
			中谷誠、黒澤祐、森拓郎、秋山信彦、渡部博、五十田博	CLTに埋め込まれたLSBの引き抜き性能に関する実験的研究 その2 2本引き抜き試験	p.115-116
2015年10月	第22回日本木材学会九州支部大会	大分県	森田秀樹、兒玉了一、飯村豊、本間智子、原野康夫、寺澤正広	スギに適したテーパードネジと専用金物による製品開発 I -異業種連携によるテーブル開発-	p.20-21
2015年10月	第71回九州森林学会大会	大分県	田島遊、光田靖、須原弘登、田中優哉、釜稔、後藤寿也	計測データに基づく16種の常緑広葉樹在来種におけるバイオマス造林への適性比較	HP掲載
2015年12月	25th Annual Meeting of MRS-Japan 2015	神奈川県	荒武志朗、松元明弘、椎葉淳	スギ大径材から得られた心去り材の力学的性質	CD-ROM
2016年2月	第305回生存圏シンポジウム 平成27年度DOL/LSFに関する全国・国際共同利用研究成果発表会	京都府	中谷誠、須原弘登、森拓郎	大型木造の接合部における生物劣化を評価するための基礎的研究	p.15-16
			須原弘登、中谷誠、森拓郎	間伐材等林地残材のシロアリによる劣化促進	p.17-18
2016年3月	第307回生存圏シンポジウム 生存圏ミッションシンポジウム	京都府	須原弘登、中谷誠、森拓郎、伊藤貴文	間伐材等林地残材のシロアリによる生物劣化促進	p.183-184
2016年3月	第309回生存圏シンポジウム 平成27年度木質材料実験棟全国共同利用研究成果報告会	京都府	中谷誠、森拓郎	CLT (Cross laminated timber)を用いた中・大規模木造建築物の開発	p.33-38
2016年3月	第66回日本木材学会大会	愛知県	中谷誠、森拓郎	CLTの幅はぎおよびラミナ横方向の透き間がラグスクリューボルトの引抜き性能に与える影響	CD-ROM
			荒武志朗、深田学、森田秀樹、百井舞子	宮崎県産スギを用いたCLTの長期性能(その1) -曲げクリープ試験と曲げクリープ破壊試験の経過-	
			須原弘登、中谷誠、森拓郎、伊藤貴文	間伐材などの林地残材のシロアリによる劣化促進	

注 1 共同研究者の所属は省略しています。

2-9 研究発表(展示)

開催年月	学会名	場 所	氏 名	題 名	要旨集
2016年3月	第66回日本木材学会大会	愛知県	岩崎新二	林地残材の丸太乾燥試験Ⅱ	CD-R OM
			堂籠究、須原弘登	スギエダタケ(<i>Strobilurus ohshimae</i>)を用いたスギ針葉成分の生物変換	
			Sonam TAMRAKAR, Hai Bang TRAN, Marina NISHIDA, Hiroto SUHARA, Katsumi DOI, Katsuya FUKAMI, Gopal PARAJULI, Kuniyoshi SHIMIZU	Biological activities and Chemical Characterization of some Wild Mushrooms of Nepal	

注1 共同研究者の所属は省略しています。