地域密着型研究

小径広葉樹材の有効利用技術の開発

生物系特定産業技術研究支援センター
イノベーション創出強化研究推進事業（JPJ007097）　委託試験研究
【04012B2】「早生樹等の国産未活用広葉樹材を家具・内装材として利用拡大するための技術開発」
分担課題

○村田明宏、長谷川良一、今西祐志、沼澤洋子

はじめに｜研究の背景

木製家具メーカー

従来

使用する原材料である広葉樹材の
80％近くを輸入材に依存

ウッドショック
価格の乱高下

国産広葉樹材が使用したい
国内資源への転換を模索

これまで用材として活用されてこなかった
国産の早生広葉樹や地域の小径広葉樹などの活用

将来

使用する原材料広葉樹木材の
50％以上を国産材にしたい

世界的な資源減少や新興国の購買力の向上、
ウクライナ情勢の影響などで
輸入広葉樹材の流通量や価格は不安定

国内では針葉樹に比べ、
広葉樹材の基本データが
あまりないのが現状

国内の家具・内装材製造業において
国産未活用広葉樹材を原料として
有効活用するための加工・利用技術を
開発する。

生物系特定産業技術研究支援センター
イノベーション創出強化研究推進事業
研究コンソーシアム
（国研）森林研究・整備機構、山形県、
岐阜県、福岡県、飛騨産業（株）

課題と目標｜解決すべき課題と目標

Andrew Neel, https://unsplash.com

国産小径広葉樹材を利用する上での課題

〇小径材接着

- 小径材であるがゆえに、未成熟材が多く、割れや狂いが発生しやすい？

異樹種集成する上での課題

〇異樹種接着

- 樹種により、強度や比重、接着剤の濡れが異なるため、接着剥離が発生しやすい？
- 乾湿など温湿度環境に伴う反り変形、割れが発生しやすい？防止するためどうする？

目標

対象樹種であるセンダン、コナラ、及び 飛騨地域の**小径広葉樹材**について
異樹種複合による家具・内装材への有効利用技術を開発する。

実験方法｜研究内容

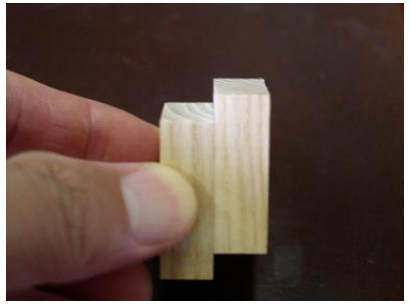
異樹種集成板の反り評価

・環境試験において、反り　狂いを計測
（40℃20%・48hr ⇔ 40℃90%48hr）　２サイクル

接着層のせん断試験

・異樹種接着層のせん断試験
→　同一樹種接着との比較
→　木部破断率の計測

接着層せん断試験


せん断試験片

飛騨地域の森林から搬出される広葉樹種の調査

・家具・内装材の今後の原料となる
小径広葉樹を選定

試験木材｜センダン・コナラ

試験材　センダン（福岡産）

センダン（上段丸太、下段板材）
平均含水率：10.9％

コナラ（岐阜産）

コナラ（上段丸太、下段板材）
平均含水率：12.8％

反り変形の評価｜異樹種集成接着による試験体の作成

板材を幅100,75,50,25mmに調整 、 幅はぎ接着→幅はぎ板材

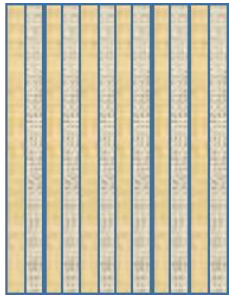
4パターンを作成

コナラとセンダンを交互に接着し異樹種板を製作

幅100mm

幅75mm

幅50mm



幅25mm

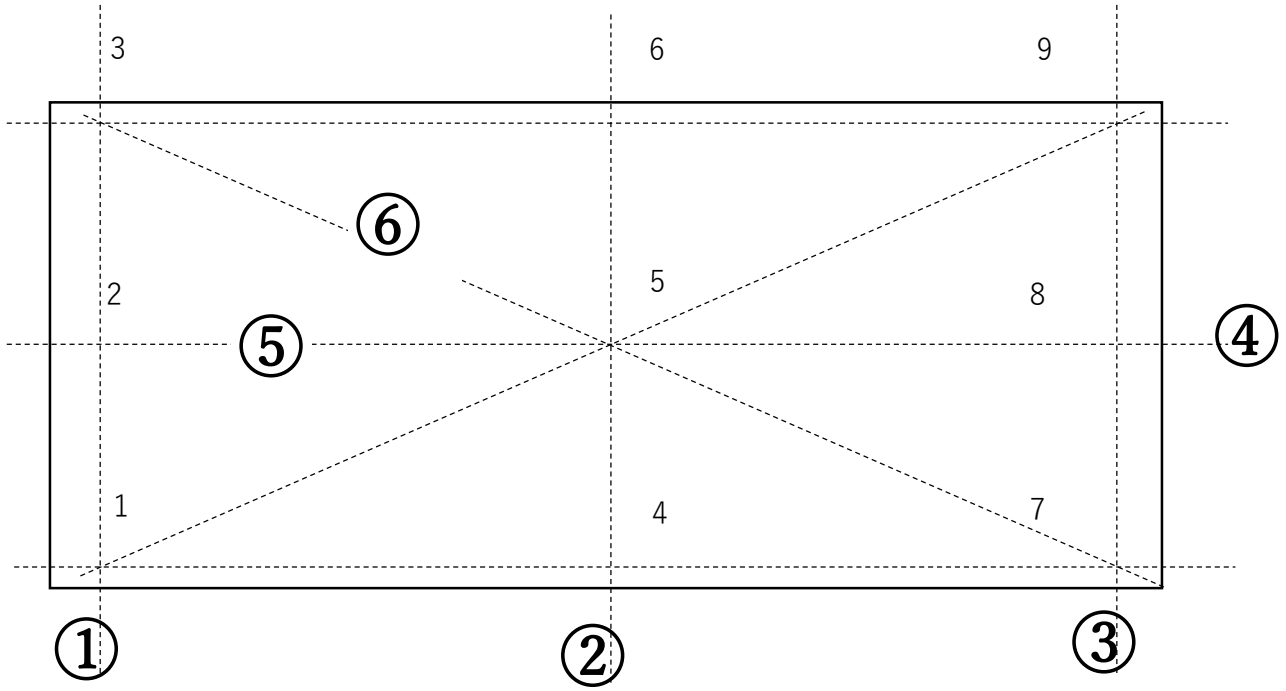
長さ900mm、厚さ20mmに調製

試験体名	材巾（㎜）	枚数	コナラ＋センダンを交互に接着
100-1	100	3	コナラ＋センダン＋コナラ
100-2	100	3	センダン＋コナラ＋センダン
75	75	4	（コナラ＋センダン）×2
50	50	6	（コナラ＋センダン）×3
25	25	12	（コナラ＋センダン）×6

反り変形の評価｜反りの測定方向、寸法安定性の測定

異樹種集成板の反り評価　測定位置

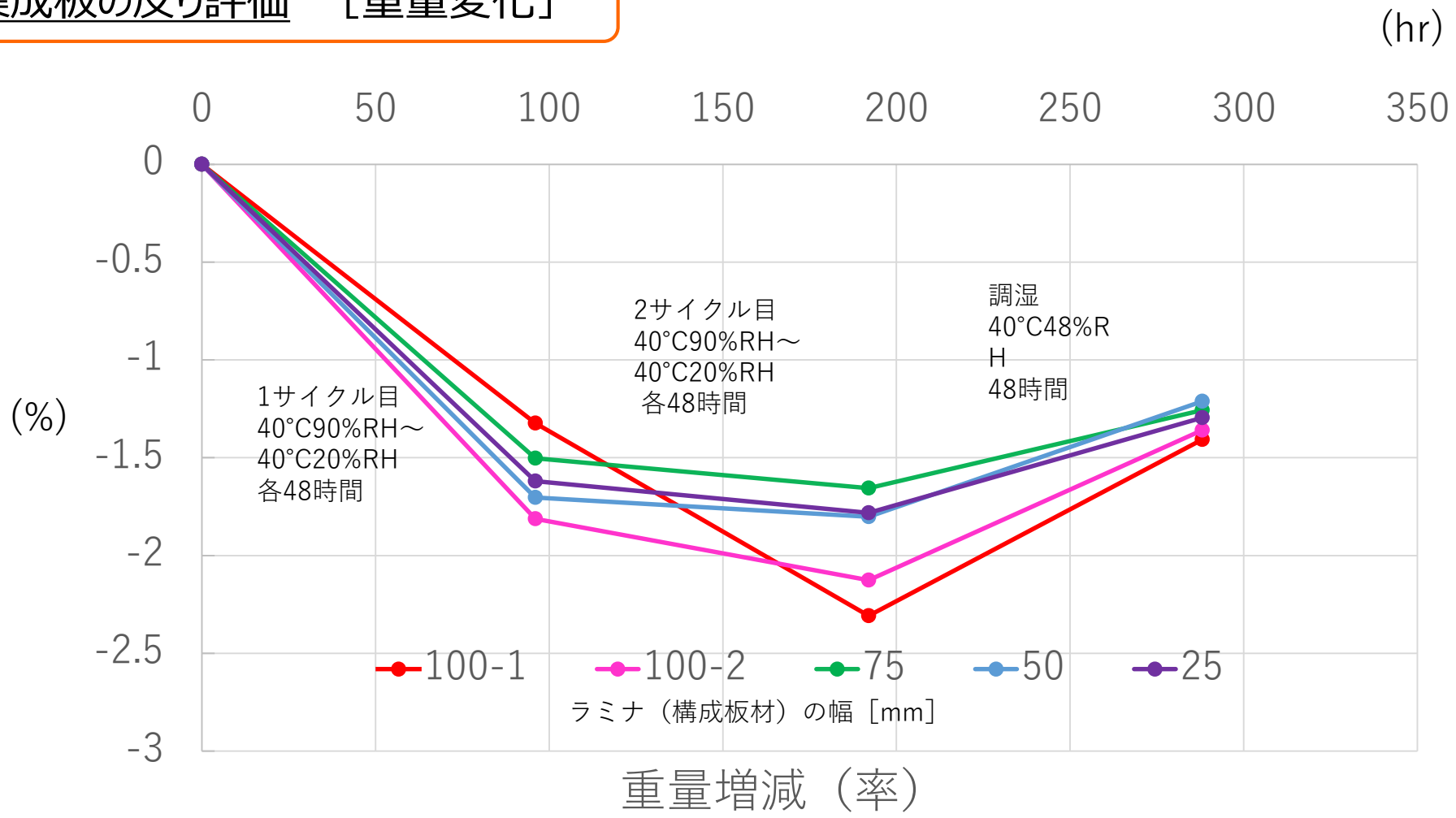
乾湿繰り返しによる反り、割れ、寸法安定性を評価した。
乾湿繰り返し条件は、40°C,90％［48時間］ → 40°C,20％［48時間］を1サイクルとして2サイクル行った。測定は、各サイクル実施後と40°C,48％［48時間］後に計測



試験体計測位置　①,②,③,④：寸法、反り、⑤,⑥：反り）

反り変形の評価｜環境に伴う重量変化

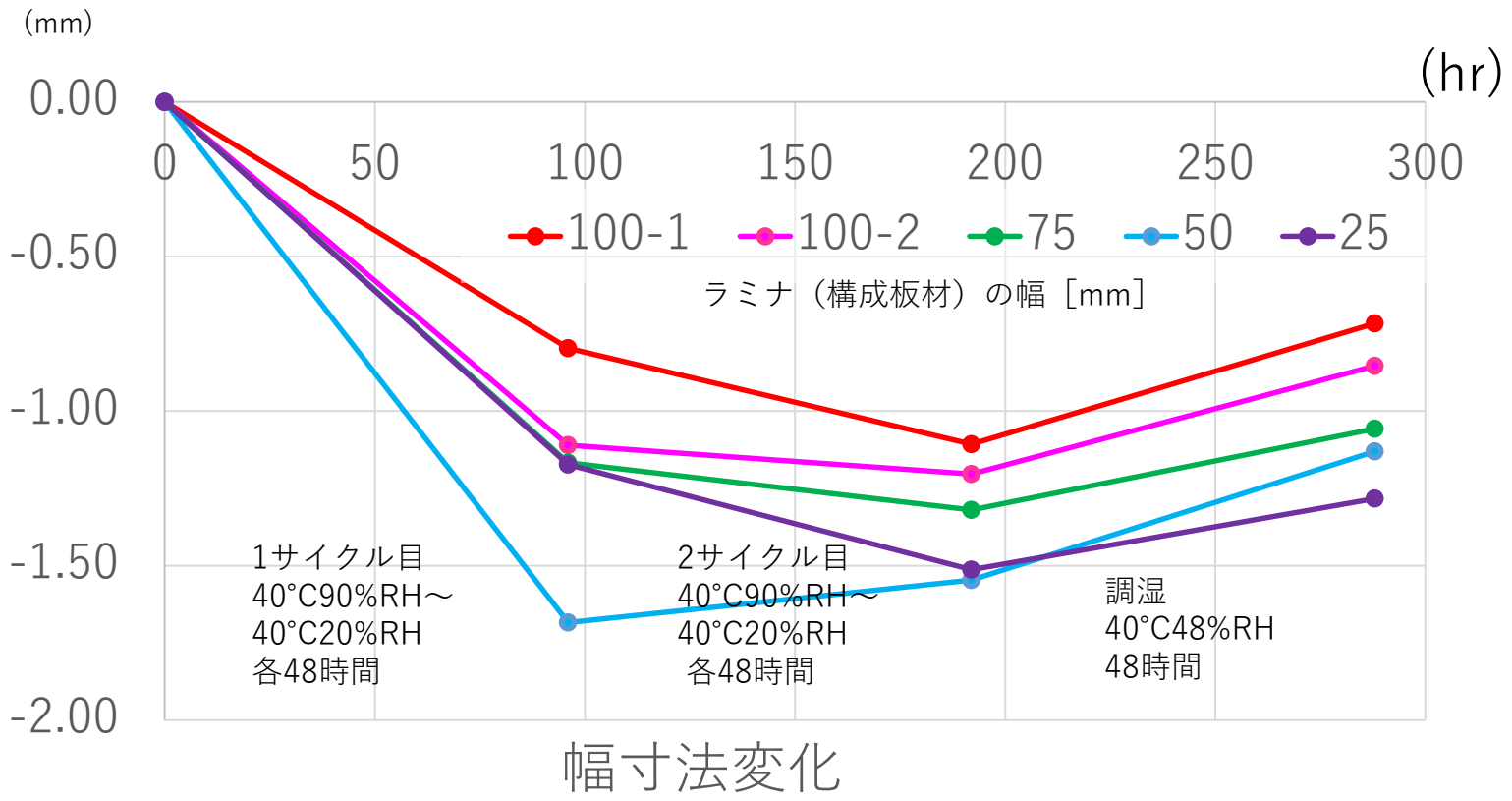
異樹種集成板の反り評価　［重量変化］



重量増減は、幅が広いラミナの異樹種板のほうが大きい

反り変形の評価｜環境に伴う幅方向の寸法変化

異樹種集成板の反り評価　［幅寸法変化］

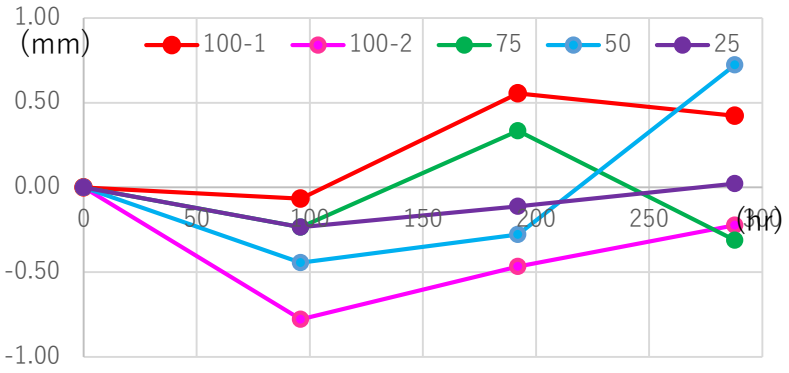


幅方向の寸法変化は少なく、ラミナ幅の大小に大きな差はない
ラミナ幅が大きい方が、寸法変化が少ない傾向にある。

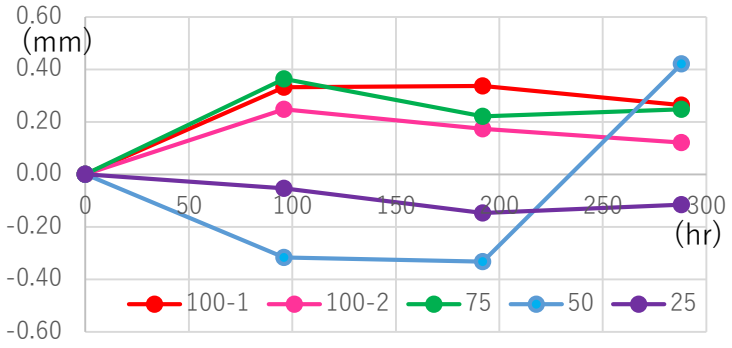
反り変形の評価｜環境に伴う各方向の矢高の変化

異樹種集成板の反り評価　［矢高の変化1000mmスパンに換算］

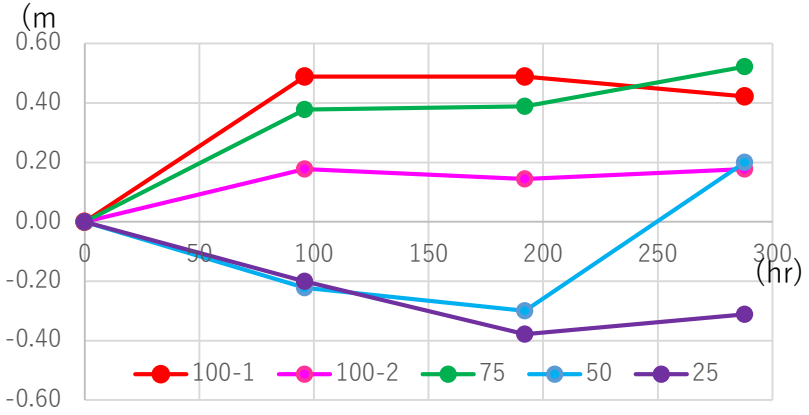
ラミナ（構成板材）の幅［mm］



幅方向の矢高変化



対角線方向の矢高変化



長手方向の矢高変化

異種材集成板に**大きな反りや変形、接着層の剥離は確認されなかった**。
しかし、
一部の材で木口割れがあった。

接着強度｜接着圧縮せん断試験

接着層のせん断試験

●通常材のセンダン，ナラ、小径材のセンダン，コナラについて、異樹種・同樹種を接着し剪断試験を実施した。

■接着圧縮せん断

〇異樹種・同樹種巾はぎ接着面のせん断試験

［通常材］

A　：センダン×ナラ、B　：センダン×センダン、C　：ナラ×ナラ

［小径材］

A-s：センダン×ナラ、B-s：センダン×センダン、C-s：ナラ×ナラ

〇試験方法

接着剤：水性高分子イソシアネート系接着剤［ピーアイボンド：オーシカ製］

試験体は高周波コンパクト加熱接着機で加熱接着後に充分な養生期間を置き、切削成形後は、室温約20°C，湿度約50％RHの環境で7日間養生した。

接着面25×25㎜、万能試験機　試験速度：２㎜/min

木材破断率は、試験体破断面に任意の網を乗せ、目視により木材破断部分のマス目数を数え算定した。

圧縮せん断試験の様子

試験後　破断の様子（A-1）

試験後　木破率測定（A-2）

接着強度｜通常材（大径）と小径材の違いは？

同樹種／異樹種の接着力試験（接着層のせん断試験）　試験結果

樹　種	構　成	径　級	接着強さ [N/mm²]	木部破断率 [%]
ナラ×センダン	異樹種	通常材	11.9	100%
センダン×センダン	同樹種		10.8	100%
ナラ×ナラ	同樹種		18.7	100%
コナラ×センダン	異樹種	小径材	11.5	91%
センダン×センダン	同樹種		9.9	92%
コナラ×コナラ	同樹種		16.5	93%

〇異樹種接着の木部破断は、いずれもセンダンが木破

通常材（大径）材と比較し、小径材も木部破断率は90％以上、せん断接着強さは約10Ｎ／ｍｍ^{2}以上であり**小径材であることに由来する問題はなかった**。

コナラ×センダン 試験後 木破状況

地域広葉樹材｜飛騨市産出の広葉樹樹種

飛騨地域の広葉樹種

対象樹種以外の有用小径広葉樹の選定

●協力機関である飛騨市広葉樹活用コンソーシアムの傘下の団体による聞き取り調査より抜粋

〇飛騨地域から産出される広葉樹　２６樹種

アズキナシ	イタヤカエデ	イヌシデ	ウダイカンバ	ウリハダカエデ
ウワミズザクラ	オニグルミ	クマシデ	クリ	ケヤキ
ケンポナシ	コシアブラ	コナラ	コハウチワカエデ	シナノキ
シラカンバ	セン	トチノキ	ハウチワカエデ	ハンノキ
ブナ	ホオノキ	ミズキ	ミズナラ	ミズメ
ヤマザクラ				

搬出量が多く、利用が期待できる９樹種

環孔材：コナラ、クリ、ミズナラ

散孔材：ホオノキ、イタヤカエデ、シラカンバ、トチノキ、ブナ、ミズメ

異樹種接着｜試験に用いた地域広葉樹の樹種

飛騨地域の対象樹種以外の有用小径広葉樹の異種材接着

●協力機関である飛騨市広葉樹活用コンソーシアムの傘下の団体による聞き取り調査より樹種を選択

材入手の容易さの観点からコナラ、ホオノキに加えて以下の８樹種を選定し、６組の異樹種接着を試みた。

環孔材：クリ、ケヤキ、セン

散孔材：ウダイカンバ、オニグルミ、トチノキ、ミズメ、ヤマザクラ（以下サクラ）

クリと、＋ケヤキ、＋セン、＋クルミの３組

ウダイカンバと、＋サクラ、＋ミズメ、＋トチノキの３組

異種材接着の目標

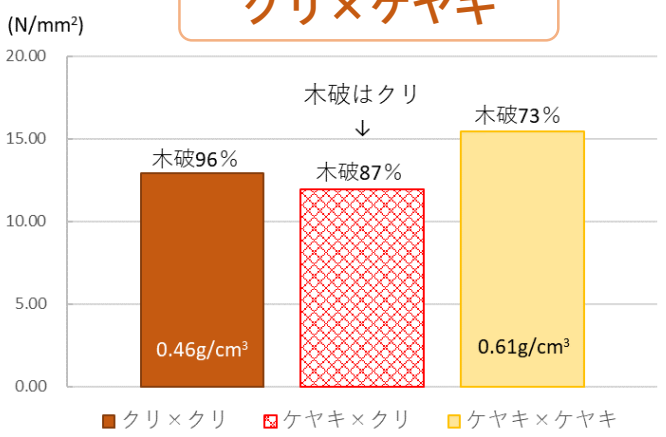
木部破断率70％以上、

せん断接着強さ１０Ｎ／ｍｍ^2

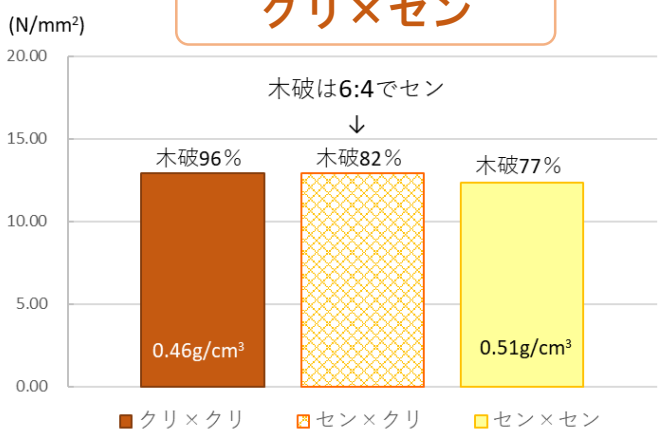
異樹種接着｜同樹種接着と異樹種接着の違い

飛騨産小径広葉樹の異種材接着　性能試験

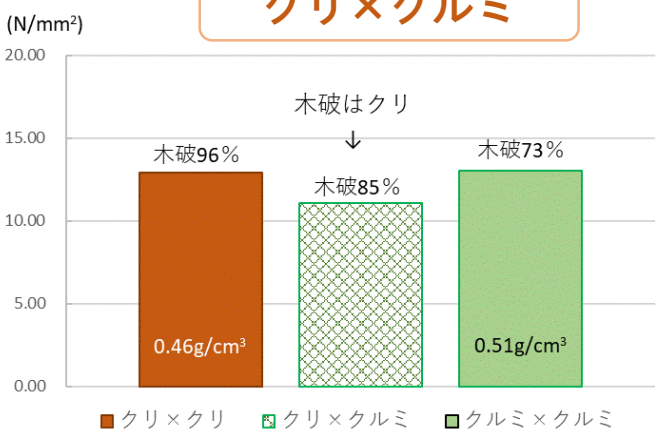
クリ×ケヤキ



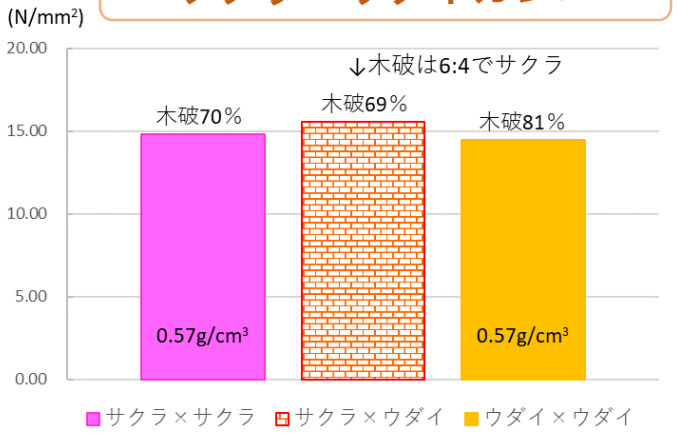
クリ×セン



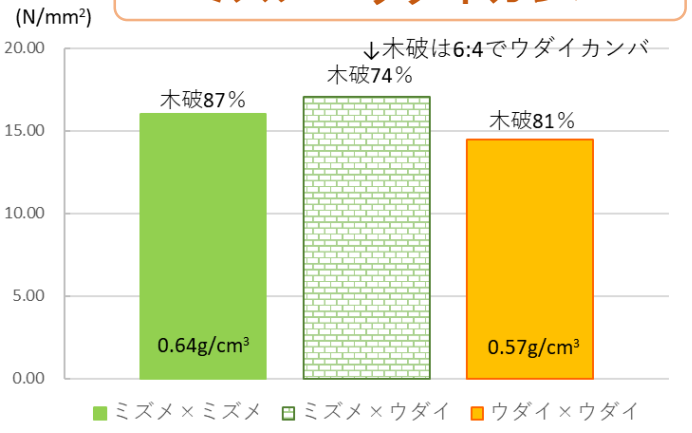
クリ×クルミ



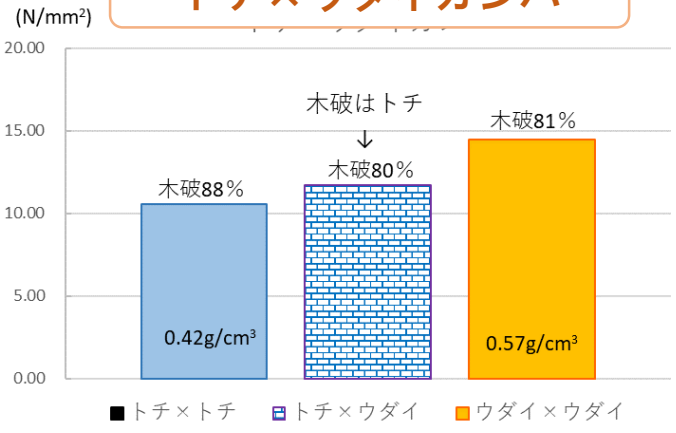
サクラ×ウダイカンバ



ミズメ×ウダイカンバ



トチ×ウダイカンバ



異樹種接着｜接着強さと木部破断率　まとめ

小径広葉樹材の異種材接着　性能試験結果　まとめ

樹　種		接着強さ (N/mm²)	木部破断率	異樹種接着 木部破断面樹種
コナラ	センダン	11.49	90%	センダン
クリ	ケヤキ	11.94	85%	クリ
クリ	セン	12.90	80%	6:4 でセン
クリ	クルミ	11.07	85%	クリ
サクラ	ウダイカンバ	15.55	70%	6:4 でサクラ
ミズメ	ウダイカンバ	17.03	75%	6:4 でウダイカンバ
トチ	ウダイカンバ	11.69	80%	トチ

試験に用いた木材の性状

樹　種	密度 [g／cm³]	含水率 [%]
コナラ	0.74	12.9
センダン	0.42	11.8
クリ	0.46	9.5
ケヤキ	0.61	11.0
セン	0.51	11.5
クルミ	0.51	11.0
ウダイカンバ	0.57	11.0
サクラ	0.57	10.5
ミズメ	0.64	11.5
トチ	0.42	12.0

異種材接着において、木部破断率は70％以上、せん断接着強さは11Ｎ／ｍｍ²以上であり
異樹種であることに由来する問題はなかった。

小径広葉樹材の乾燥試験｜地域広葉樹の温水低温人工乾燥

小径広葉樹材等の人工乾燥試験

飛騨市広葉樹活用推進コンソーシアム（協力機関）
における人工乾燥プロジェクトにより実施。

飛騨地域から産出された広葉樹丸太を対象に板目材を製材し、
初期乾球温度４８℃として低温スケジュールを用い人工乾燥を６回実施。
目標含水率を８％とし、樹種毎の割れ、反り変形を計測した。

小径広葉樹材の乾燥試験｜地域広葉樹の温水低温人工乾燥

小径広葉樹材等の人工乾燥試験

協力機関である飛騨市広葉樹活用コンソーシアムと協働で実施

乾燥試験No.	単位	1	2	3	4	5	6
乾燥時間	day hr	38day 13hrs	30day 19hrs	34day 15hrs	47day 13hrs	20day 0.5hrs	24day 19hrs
乾燥材積	㎥	4.2	5.1	4.1	4.9	6.2	5.3
含水率平均	%	7.5	10.5	9.2	8.8	8.7	9.4
木口割れ平均（左）	mm	230	41	81	69	39	84
木口割れ平均（右）	mm	284	34	99	50	54	120
有効長	%	71.6	91.6	86.9	91.1	91.7	87.3
カップ反り平均	mm	1.8	1.1	0.9	0.8	0.7	0.8
乾燥樹種	種	ブナのみ	5種以上	5種以上	5種以上	ブナのみ	5種以上

目標とした含水率８±２％に仕上がる
○コナラ材を主体に木口割れが発生
→ 初期蒸煮などの対策が必要
○カップ反りも発生
→ 乾燥時に錘等による矯正などの対策が必要

通常広葉樹材の乾燥は、製材後、天然乾燥を1年行い、その後、蒸気人工乾燥をするため
１年以上必要である。

今回の木くずボイラー焚き
温水低温人工乾燥では、最長でも
50日以内の短期間で乾燥できる。

まとめ｜研究成果のまとめ

小径広葉樹を有効に利用するために、異樹種間の接着を試み、家具・内装材の原料として利用できるかどうかの適性を検証した。

1 環孔材であるコナラ、センダンについては、異樹種集成接着による反りや変形は少なく、異樹種接着の接着性能も良好であることから、材料の選別が必要であるが、家具・内装材の原料として利用可能である。また、通常材との比較でも小径材に起因する問題はなかった。

2 飛騨地域産の小径広葉樹材についても、８樹種６組の異樹種接着を試みた。いずれの組み合わせでも接着性能に問題はなかった。

3 飛騨地域産広葉樹材の低温乾燥を試みたところ、一部に木口割れが発生したが、短期間で目標含水率である８％に乾燥することができた。

以上のとおり、これまでチップ材として搬出されていた小径広葉樹材について、異樹種接着でも接着強度には問題がなく家具・内装材として利用できることがわかった。

謝辞｜感謝

　本研究は、令和４年度　生物系特定産業技術研究支援センターイノベーション創出強化研究推進事業（JPJ007097）【課題番号04012B2】「早生樹等の国産未活用広葉樹材を家具・内装材として利用拡大するための技術開発」の委託研究により実施しました。
　研究遂行にあたり、ご助言いただきました研究コンソーシアム参加の国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所、山形県工業技術センター、福岡県農林業総合研究所、飛騨産業株式会社のメンバー、その他関係者の方々に深く感謝いたします
　また、地域材の乾燥、材料入手については協力機関である飛騨市広葉樹活用コンソーシアムとの共同研究で実施したものです。