

平成25年度戦略的基盤技術高度化支援事業

「天然接着剤および国産材を主原料とする環境配慮型MDFの開発」

研究開発成果等報告

平成26年 3月

委託者 近畿経済産業局

委託先 ホクシン株式会社

目 次

第1章 研究開発の概要	1
1.1 研究開発の背景・研究目的及び目標	1
1.2 研究体制 (研究組織・管理体制、研究者氏名、協力者)	2
1.3 成果概要	5
1.4 当該研究開発の連絡窓口	6
第2章 研究開発の成果	7
2.1 商業ラインでのMDF生産におけるクエン酸の反応機構解析・応用による生産性改善	7
2.2 国産材・未利用材(竹・農産廃棄物)を活用したレスケミカルMDFの試作	14
2.2.1 国産材・未利用材を活用したMDFの試作	14
2.2.2 天然接着剤を使用したレスケミカルMDFの開発	17
2.3 天然接着剤と国産材・未利用材を利用したMDFの用途別性能評価	20
2.3.1 天然接着剤を用いたMDFの耐朽性評価	20
2.3.2 MDFの耐朽性評価の効率化に関する検討	23
第3章 全体総括	26

第1章 研究開発の概要

1.1 研究開発の背景・研究目的及び目標

有限な化石資源に代替する資源として、木材を代表とする再生可能なバイオマスの利用が注目されている。

本研究は、プラスチックなどの代替材としての用途が見込まれる MDF（JIS A 5905 に規定される繊維板；木チップを蒸煮解繊し、得られた木質ファイバーに熱硬化性接着剤を添加し熱圧成形した材料）に関する研究である。現在生産されている MDF の原料接着剤はユリア・メラミンホルムアルデヒド共縮合型接着剤、すなわち、ユリア樹脂接着剤（汎用タイプ；以下、UF 接着剤、もしくは UF）およびメラミン・ユリア共縮合樹脂接着剤（耐水タイプ；以下 MUF 接着剤、もしくは MUF）が主であるため、遊離ホルムアルデヒドの放散による健康影響や原料の化石資源の有限性などが懸念され、建材・住宅メーカーは MDF に「人と環境への安全性」、「供給量・価格の安定性」を求めている。そこで、世界的にも商業生産の行われていない、再生産可能な天然物を原料とする天然接着剤を用いた MDF の大量生産方法を確立することで、建材・住宅メーカーの求める安全性に応え、国際的な展開も可能となる。

また、MDF の主原料は木質チップ、特に輸入木材チップが中心であるが、国内の木質資源や製材廃材、未利用の竹材などを MDF の原料として活用すれば木材利用促進法、森林・林業再生プランなどで進められている「国産材の活用と用途展開」に貢献できる。

さらに、MDF には住宅構造材用・エクステリア用など未開拓の分野も残っている。従来、国産 MDF の高温多湿環境下での耐朽性は海外産 MDF と比較して優位であると考えられており、評価時間を短縮した耐朽性評価方法が確立されれば、短期間で更なる高耐朽性設計の進行が可能となり、国産 MDF の評価向上につながる。

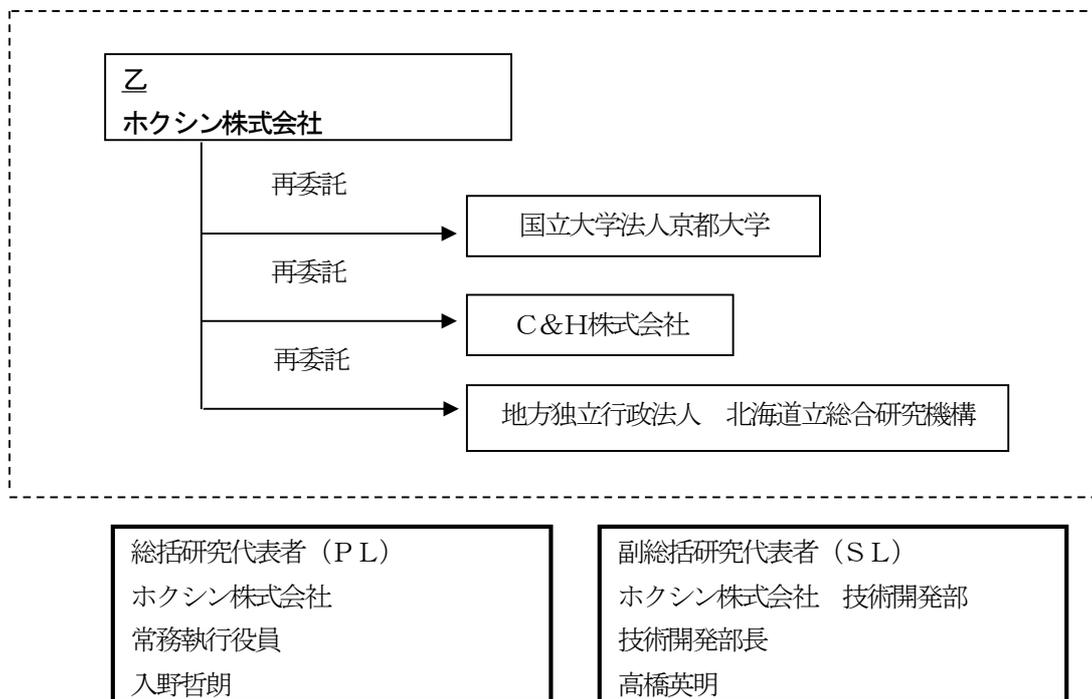
これらの背景から本事業では、天然接着剤と国産材を主原料とする環境配慮型 MDF の製造技術開発と性能評価を行うことを目的とし、具体的には以下の項目を実施した。

- ・天然物を MDF 接着剤の硬化剤として利用することによる、石化接着剤使用量の削減の理論的解析と応用
- ・安全安心の向上を目指したノンホルム（ホルムアルデヒド無使用の）天然接着剤 MDF の製造条件の探索
- ・MDF 原料としての未利用材（竹）のマテリアル利用
- ・耐朽性について MDF の用途・使用環境に適した性能評価・促進劣化の手法の探索

1.2 研究体制

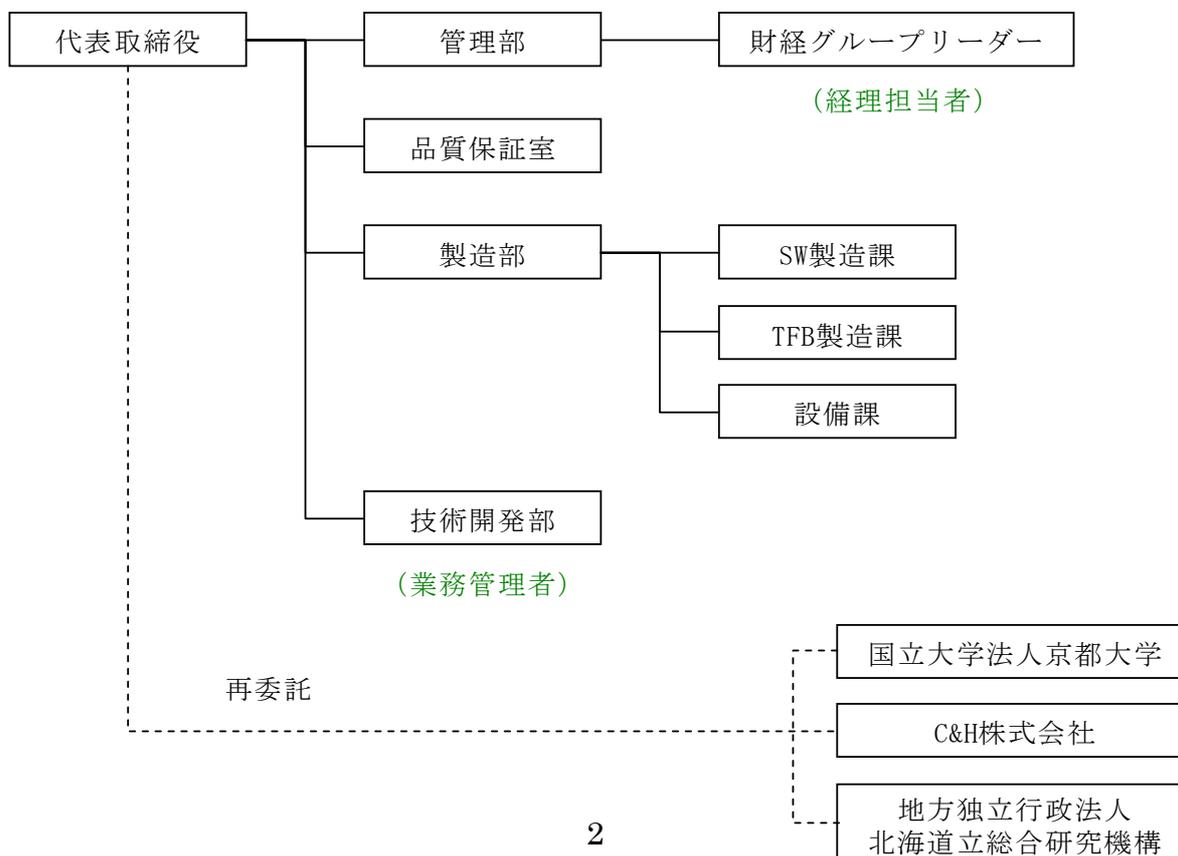
1.2.1 研究組織及び管理体制

1.2.1.1 研究組織(全体)

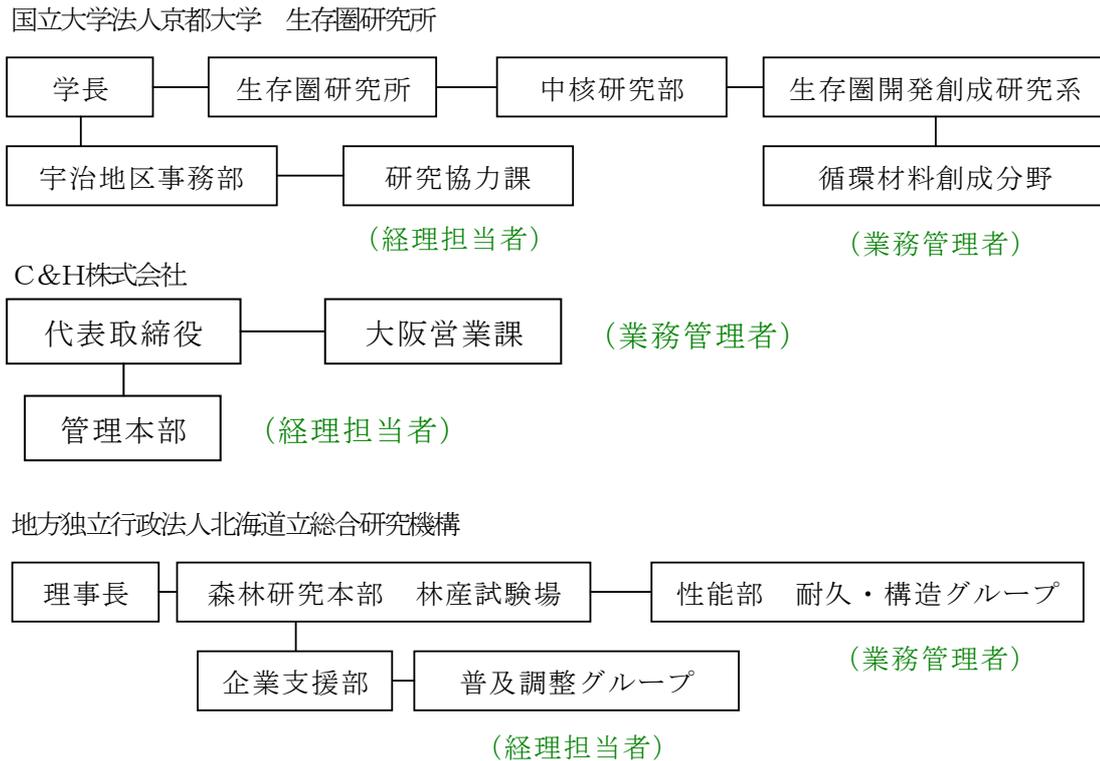


1.2.1.2 管理体制 (事業管理機関)

[ホクシン株式会社]



1.2.1.3 管理体制（再委託先）



1.2.2 管理員及び研究員

【事業管理機関】 ホクシン株式会社

管理員

氏名	所属・役職
入野 哲朗	常務執行役員
高橋 英明	技術開発部長
西川 嘉文	技術開発部長補佐
池本 輝男	管理部 経理グループリーダー
山中 美香	品質保証室

研究員

氏名	所属・役職
入野 哲朗	常務執行役員
高橋 英明	技術開発部長
西川 嘉文	技術開発部長補佐
高瀬 秀夫	技術開発部員
佐藤 光正	技術開発部員
上野 真義	技術開発部員
中新 絵里	技術開発部員
西川 卓郎	品質保証室長
狩俣 隆史	品質保証室 室長補佐
福元 早紀	品質保証室
廣田 昌俊	製造部 SW 製造課長
松川 英司	製造部 TFB 製造課長
高木 智	製造部 SW 製造課
林本 光雄	製造部 TFB 製造課
赤沢 光彦	製造部 部長補佐

加藤 州一	製造部 設備課長補佐
-------	------------

【再委託先(研究員)】

C&H 株式会社

氏 名	所属・役職
西山 直秀	営業部 大阪営業課
中筋 健博	営業部 大阪営業課

国立大学法人京都大学 生存圏研究所

氏 名	所属・役職
梅村 研二	生存圏開発創成研究系 循環材料創成分野 准教授

地方独立行政法人北海道総合研究機構 森林研究本部林産試験場

氏 名	所属・役職
東 智則	性能部 耐久・構造グループ 主査 (劣化制御)
森 満範	企業支援部 研究主幹 (普及調整 G リーダー)
戸田 正彦	性能部 耐久・構造グループ 研究主任

1.2.3 経理担当者及び業務管理者の所属、氏名

【事業管理機関】

ホクシン株式会社

(経理担当者)	管理部 財経グループリーダー	池本 輝男
(業務管理者)	技術開発部長	高橋 英明

【再委託先】

国立大学法人京都大学

(経理担当者)	京都大学宇治地区事務部研究協力課 外部資金執行係長	治岡 淳一郎
(業務管理者)	生存圏開発創成研究系 循環材料創成分野 准教授	梅村 研二

C&H 株式会社

(経理担当者)	管理本部長	生山 文彦
(業務管理者)	営業部 大阪営業課 構造用 MDF チームリーダー	西山 直秀

地方独立行政法人北海道立総合研究機構

(経理担当者)	企業支援部 普及調整グループ 主任	林 直樹
(業務管理者)	性能部 耐久・構造グループ 主査	東 智則

1.2.4 アドバイザー

株式会社 LIXIL プロダクツカンパニー 技術研究本部 野田研究所
関西ティー・エル・オー株式会社

1.3 成果概要

①MDF 生産におけるクエン酸の反応機構解析・応用による生産性改善

現行 UF 接着剤および MUF 接着剤を凍結乾燥させ、熱分析を行い、硬化剤（クエン酸）の濃度（UF 接着剤に対するクエン酸の添加率）によって、発熱・吸熱温度のピークが変化することを確認した。また、この結果を基に試作を行い、商業生産ラインでの試作では、接着剤を削減しても、クエン酸を使用することで、削減前と同等の物性を維持することが確認できた。

②国産材・未利用材（竹・農産廃棄物）を活用したレスケミカル MDF の試作

②-1：国産材・未利用材を活用した MDF の試作

商業生産ラインでの試作を行い、木材チップと同様の方法で商業生産ラインで製造でき、木材チップを用いるときよりもリテンションタイム（蒸煮時間）を伸ばすことにより長さ変化率が改善されることがわかった。

②-2：天然接着剤を使用したレスケミカル MDF の試作

クエン酸：タンニン：スクロースを用いて接着剤とする際、その配合割合については、1:3:3 もしくは 1:4:2 がもっとも MDF の強度と寸法安定性のバランスが良い結果を得た。また、条件の中から、クエン酸：タンニン：スクロース=1：3：3 について商業生産ラインでの試作を行った。

③天然接着剤と国産材・未利用材を利用した MDF の用途別性能評価

③-1：天然接着剤を用いた MDF の耐朽性評価

天然接着剤を用いて商業生産ラインにて試作を行った MDF（天然接着剤 MDF）および現行 UF 接着剤を用いた製品（UF-MDF）等を用いて、腐朽処理を行った。カワラタケを用いた耐朽性試験では、両 MDF ともに腐朽が認められたが、UF-MDF の方が高い質量減少率が認められ、オオウズラタケによる腐朽の結果では逆の傾向が見られた。

③-2：MDF の耐朽性評価の効率化に関する検討

腐朽試験の際にオガ粉で覆う（以下、オガ粉法）ことで、普及の促進を行い、試験期間の短縮について模索した。オガ粉法は MUF を用いた MDF のように通常の試験方法ではほとんど腐朽しない高い耐朽性を有する MDF の腐朽は著しく促進した。スギ辺材、天然接着剤 MDF のように、オガ粉を用いない試験方法による 12 週間の腐朽処理でも高い質量減少が認められるような耐朽性の低い試験体の腐朽は抑制する傾向があることが示された。

1.4 当該研究開発の連絡窓口

所属：ホクシン株式会社

役職：技術開発部長

氏名：西川 嘉文

電話：072-438-5475

FAX：072-438-0508

E-mail：y-nishikawa@hokushinmdf.co.jp

第2章 研究開発の成果

2.1 商業ラインでのMDF生産におけるクエン酸の反応機構解析・応用による生産性改善

(国立大学法人京都大学、ホクシン株式会社)

石化接着剤を削減する方法として、硬化剤を使用することにより、効果的に接着剤を硬化させることが挙げられ、この硬化剤としては一般的に塩化アンモニウムがあげられる。ただし、塩化アンモニウムを使用すると最終的に生産されたMDFに塩化物が残る可能性があり、それが原因の不具合も起こることから、本事業では天然物であるクエン酸に着目し、その反応機構を解析することによって、商業ラインで効果的に接着剤を反応させる方法を模索した。

2.1.1 UF接着剤硬化物の分析

現行UF接着剤の硬化剤としてクエン酸を使用した場合の効果について、UF接着剤硬化物の構造の違いを観測するためFT-IR分析^{*}を行った。硬化剤(クエン酸、塩化アンモニウム)を添加したときと、硬化剤を添加しないときの計3種類の硬化物をサンプルとして用いた。

サンプルは、現行UF接着剤をアルミカップに液体重量5g量り取り、硬化剤として塩化アンモニウム、クエン酸(いずれも10%水溶液)を0.5g加え、160°Cの乾燥器で30分乾燥させ、この硬化物を乳鉢で粉碎し、100メッシュの篩にかけ、60°Cの真空乾燥機で15時間乾燥したものをを用いた。

このサンプルについて、日本分光製(FT-IR 4200, 図1-1)を用い、KBr法によりFT-IR測定を行った。分解能は4cm⁻¹、測定回数は32回とした。



図1-1 FT-IR測定装置

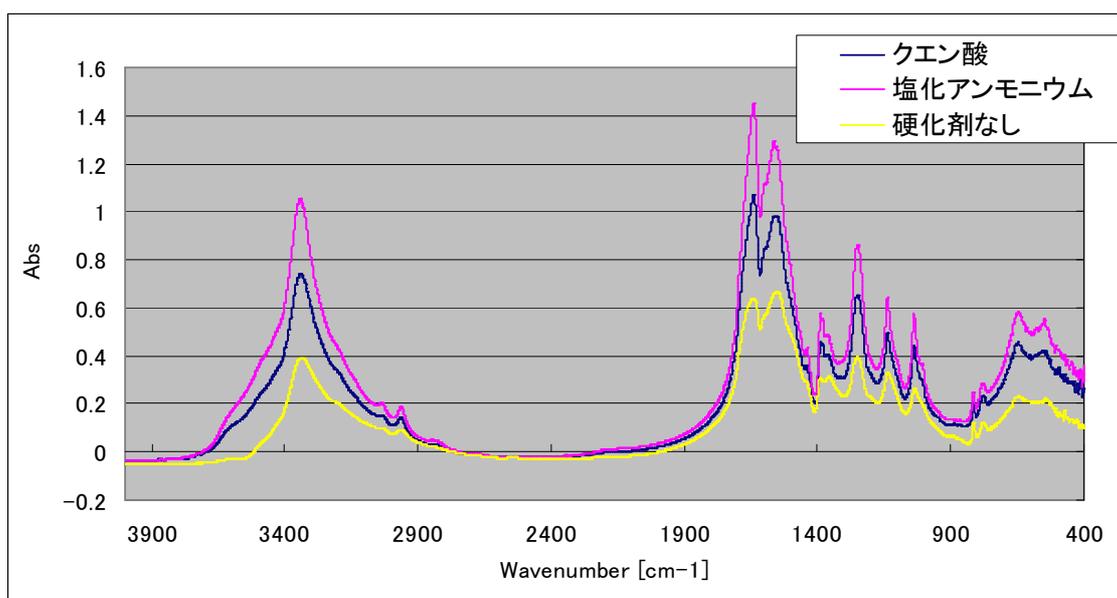


図1-2 UF接着剤の硬化物のFT-IRスペクトル

図 1-2 に UF 接着剤の硬化物の FT-IR スペクトルを示す。3つの硬化物のスペクトルを見ると 3390cm⁻¹ 付近の N-H 伸縮振動、1640cm⁻¹ 付近の C=O 伸縮振動、1560cm⁻¹ 付近の 2 級 N-H 変角振動のピークが観測された¹⁾。硬化剤（クエン酸、塩化アンモニウム）の違いによるスペクトルの変化は見られなかった。硬化剤を添加したものと硬化剤なしのものを比較すると、硬化剤なしは 1640cm⁻¹ の吸収ピーク(C=O 伸縮振動)に比べ 1560cm⁻¹ のピーク(N-H 変角振動)が大きいことが観察された。これは、硬化剤なしのものは 2 級の N-H が多く残っていると考えられる。このことから硬化剤を添加した硬化物は三次元的架橋構造が多く、硬化剤なしの硬化物は直鎖状構造が多いことが推察できた。

2.1.2 UF 接着剤凍結乾燥物の熱分析

硬化挙動を観測するために UF 接着剤凍結乾燥物（未硬化の接着剤）の熱分析を行った。硬化剤としてクエン酸、塩化アンモニウムを添加した場合と、硬化剤を添加しない場合の熱重量変化、熱履歴を比較することで、硬化剤を使用した時の硬化挙動の違いを確認した。

試料調製は、まず、UF 接着剤 10g をサンプル管に測り取り、硬化剤として塩化アンモニウム、クエン酸（いずれも 10%水溶液）を 1g 加え、サンプル管を液体窒素に 30 分間浸漬させ凍結させた後、凍結乾燥機で 15 時間真空乾燥することで行った。この凍結乾燥物について、TGA^{*}、DSC^{**}を用いて分析を行った。

2.1.2.1 TGA による測定

図 1-3, 1-4, および表 1-1 に UF 接着剤凍結乾燥物の熱重量変化、微分重量変化、変曲点の温度を示す。硬化剤としてクエン酸、塩化アンモニウムを添加した試料は 110~140°C で、急激な重量減少が生じた。また、硬化剤なしの試料は 90~160°C にかけて緩やかな重量減少が見られた。

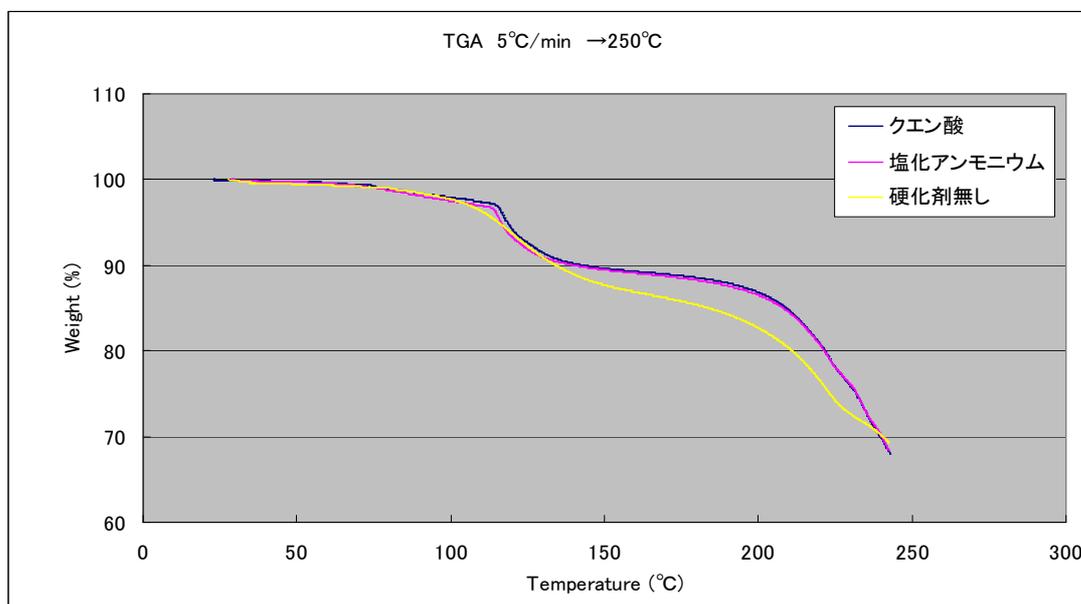


図 1-3 5°C/min での UF 接着剤の熱重量変化

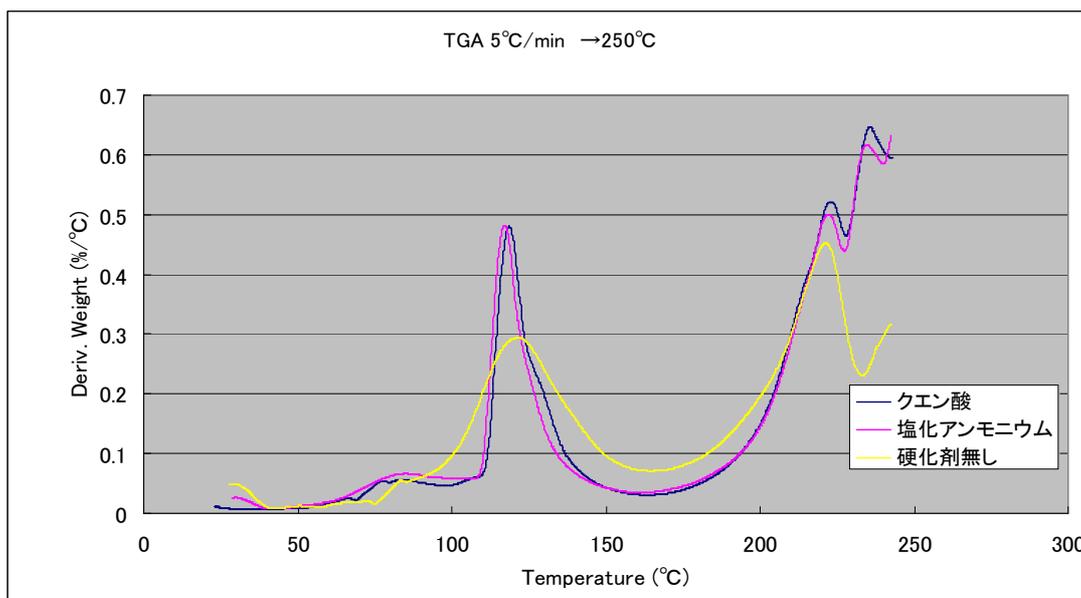


図 1-4 5°C/min での UF 接着剤の微分重量変化

表 1-1 変曲点の温度

	極大の温度(°C)
クエン酸	118
塩化アンモニウム	117
硬化剤なし	121

2.1.2.2 DSC による測定

図 1-5、および表 1-2 に UF 接着剤凍結乾燥物の DSC 測定結果、発熱・吸熱ピーク温度と熱量を示す。硬化剤としてクエン酸、塩化アンモニウムを添加した試料は 90°C で発熱ピークが生じ、120~140°C に吸熱ピークが観測された。また、硬化剤なしの試料は 136°C 発熱ピークが見られ、155°C に吸熱ピークが観測された。発熱反応を比較してみるとクエン酸、塩化アンモニウムの違いは見られないが、硬化剤ありのサンプルは硬化剤なしサンプルに比べ、低温で発熱、吸熱反応が観測された。

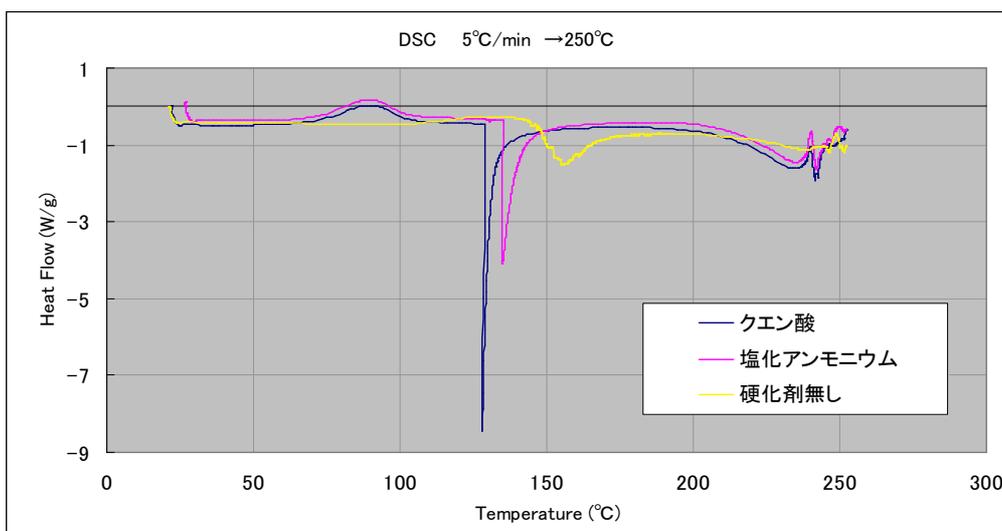


図 1-5 5°C/min での UF 接着剤の DSC 測定

表 1-2 発熱・吸熱ピーク温度と熱量

	発熱ピーク		吸熱ピーク	
	温度(°C)	熱量(J/g)	温度(°C)	熱量(J/g)
クエン酸	90	129	128	242
塩化アンモニウム	90	134	135	245
硬化剤なし	136	72	155	169

TGA, DSC 測定の結果、発熱ピークはユリア樹脂の付加・縮合反応（メチロール・メチレン化）に由来し、熱重量変化の変曲点、吸熱ピークは縮合反応で発生した水の揮発に由来するピークと考えられる²⁾。硬化剤を使用すると付加・縮合反応が低温で起こるため硬化が速くなると考えられる。

2.1.3 硬化剤添加率の違いによる硬化挙動の変化

接着剤に対する硬化剤の添加量の違いによる硬化挙動の変化を確認するため、硬化剤の濃度を変えて凍結乾燥樹脂を調整し DSC 測定を行った。

2.1.3.1 UF 接着剤

サンプル調整は、UF 接着剤 10g をサンプル管に測り取り、硬化剤としてクエン酸水溶液（2, 5, 10, 13, 17%水溶液）を 1g 加え、サンプル管を液体窒素に 30 分間浸漬させ凍結し、凍結乾燥機で 15 時間真空乾燥を行い、測定に供した。DSC 測定は、各サンプルにつき 3 回ずつ測定を行い、ピーク温度、熱量について、平均値を算出した。

図 1-6、および表 1-3 にクエン酸水溶液の濃度を変えて調整した UF 接着剤凍結乾燥物の DSC 測定結果、発熱・吸熱ピーク温度と熱量を示す。クエン酸濃度（添加率）を変えると発熱、吸熱ピーク温度が変化していることが観測された。また、クエン酸濃度を高くすると発熱、吸熱ピーク温度が低くなる結果となった。

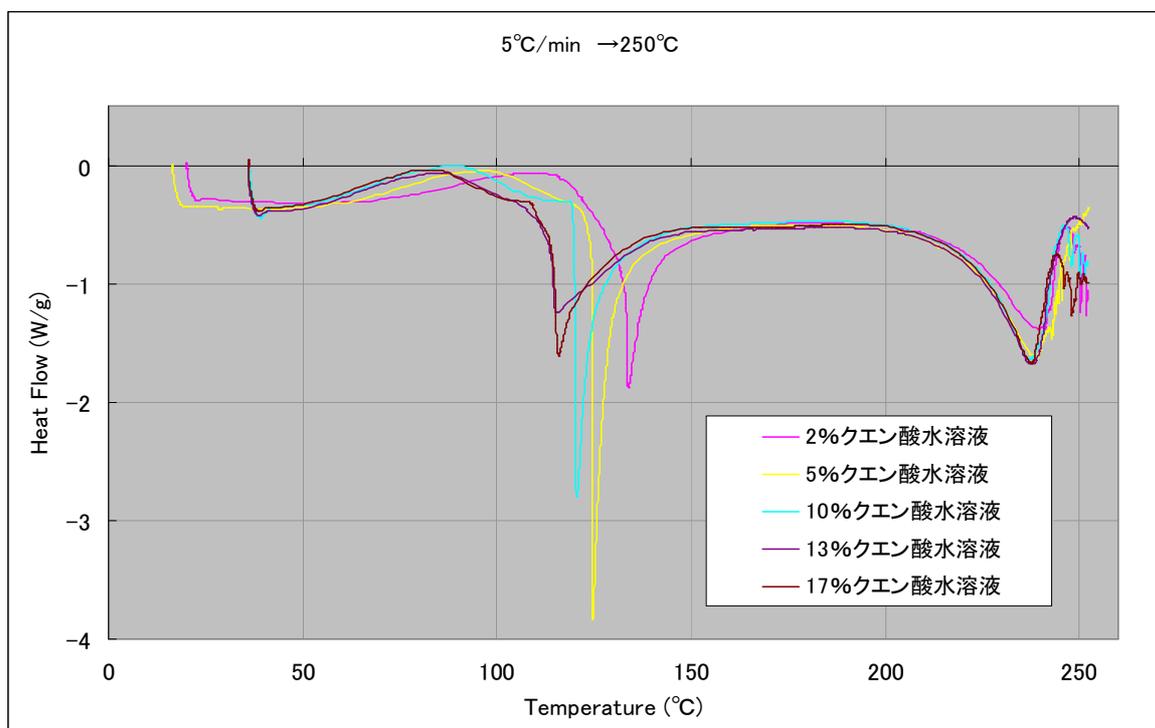


図 1-6 5°C/min での UF 接着剤の DSC 測定(硬化剤の濃度の違い)

表 1-3 発熱・吸熱ピーク温度と熱量

クエン酸濃度 %	添加率 ¹⁾ %	発熱温度 °C	発熱量 J/g	吸熱温度 °C	吸熱量 J/g
2	0.35	110	123	130	167
5	0.87	96	133	125	202
10	1.72	88	121	120	213
13	2.23	85	122	120	152
17	2.90	82	103	115	164

i) UF 接着剤の固形分に対するクエン酸固形分の添加率

図 1-7 にクエン酸濃度の違いによる発熱、吸熱ピーク温度の変化を示す。クエン酸濃度（添加率）を高くすると発熱ピーク温度が 110°C から 80°C まで低下し、吸熱ピーク温度が 130°C から 115°C まで低下する結果となった。また、クエン酸濃度、ピーク温度プロットの累乗近似曲線からクエン酸濃度 20%（添加率 3%）程度で、発熱ピークは 80°C、吸熱ピークは 115°C まで低下することが推察できる。

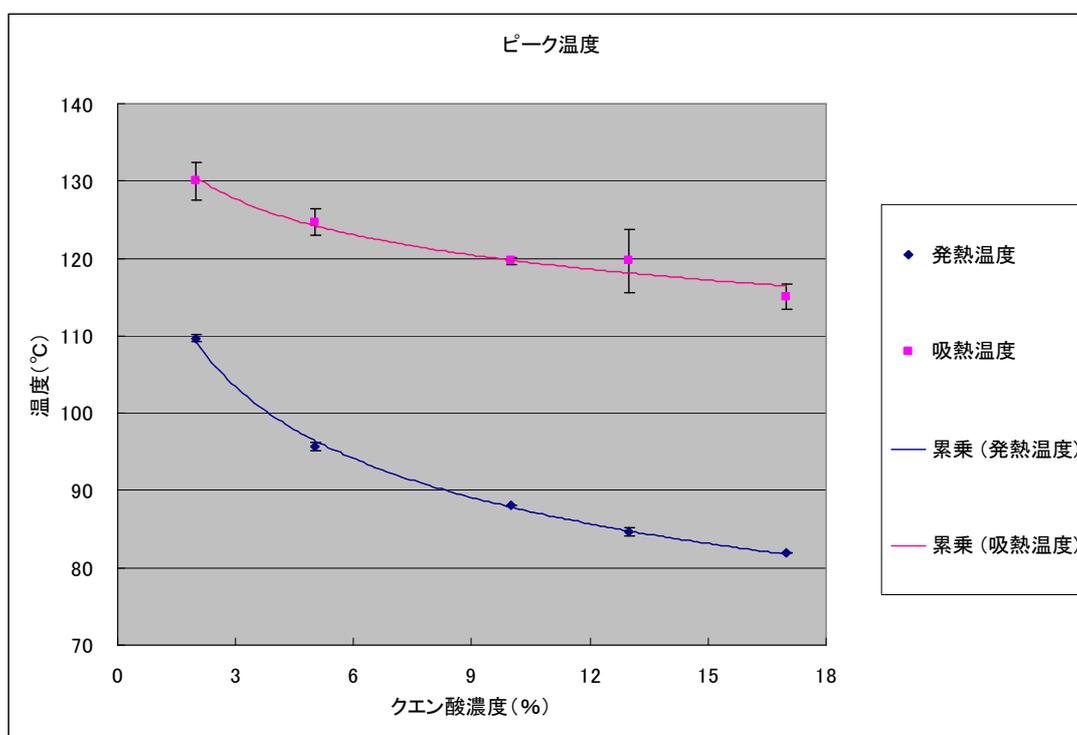


図 1-7 クエン酸濃度の違いによるピーク温度の変化

2.1.3.2 MUF 接着剤

サンプル調製は、MUF 接着剤 10g をサンプル管に量り取り、硬化剤として濃度 2, 5, 13, 20% のクエン酸水溶液を 4 種類、それぞれ 1g 添加し、(対照として水 (以下 0% と表記) を 1g 添加したものも用意) サンプル管を液体窒素に 30 分間浸漬させ凍結させた後、凍結乾燥機で 15 時間真空乾燥して、測定に供した。DSC 測定 (室温~220°C、昇温速度 5°C/mm) は、各サンプルにつき 3 回ずつ測定を行い、発熱・吸熱ピーク温度、熱量について、平均値を算出した。

図1-8 および表1-4にクエン酸水溶液濃度（添加率）を変えて調整した MUF 接着剤凍結乾燥物の DSC 測定結果、発熱・吸熱ピーク温度と熱量を示す。クエン酸添加率を上げると発熱、吸熱ピーク温度が低くなる結果となった。ここで、発熱、吸熱ピークの変化は物質の変化（硬化反応）を意味しており、クエン酸の添加率を上げることによって硬化が低温で起こる（硬化が速くなる）ことが示唆される。これは、2.1.3.1のUF接着剤と同様の傾向であった。

図1-9にクエン酸添加率の違いによる発熱、吸熱ピーク温度の変化を示す。クエン酸添加率を高くすると発熱ピーク温度が110°Cから90°Cまで、吸熱ピーク温度が130°Cから110°Cまで低下する結果となった。

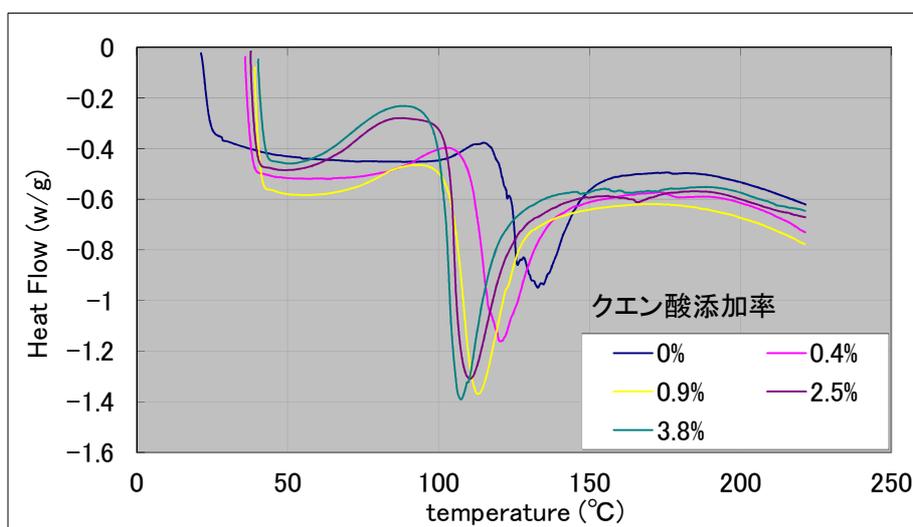


図1-8 MUF 接着剤の DSC 測定結果

表1-4 発熱・吸熱ピーク温度と熱量

クエン酸濃度 %	クエン酸添加率 ⁱ⁾ %	発熱温度 °C	発熱量 J/g	吸熱温度 °C	吸熱量 J/g
0	0	114	18	134	99
2	0.4	103	35	120	121
5	0.9	94	36	114	151
13	2.5	89	80	109	151
20	3.8	89	82	108	135

i) MUF 接着剤の固形分に対するクエン酸固形分の添加率

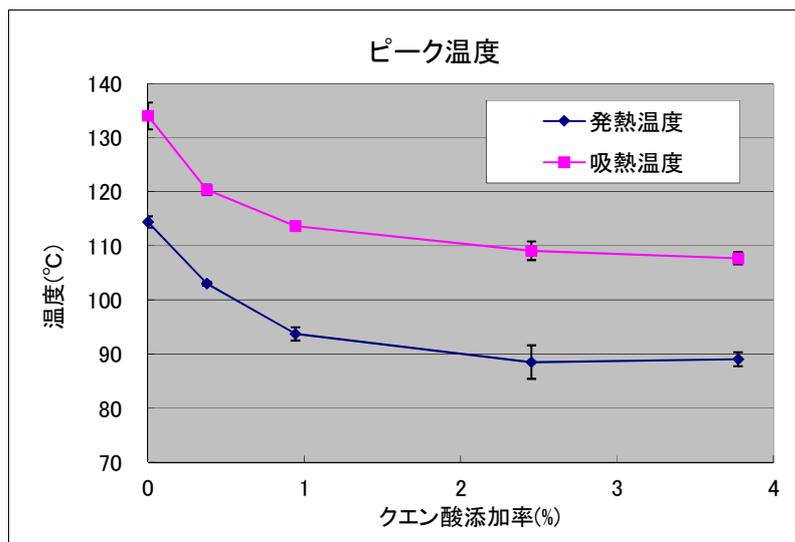


図 1-9 クエン酸添加率の違いによるピーク温度の変化

2.1.4 商業生産ラインでの結果

これらの結果を基に、MDF 製造において、クエン酸を硬化剤として用いることで接着剤添加率を削減した条件を模索し、商業生産ラインでの試作テストを行った。その結果、石化接着剤を削減しても、削減前と同等の物性を示すことが確認された。

表 1-9 商業生産ラインでの試作 MDF の物性

	密度 g/cm ³	曲げ強さ N/mm ²	剥離強さ N/mm ²	吸水厚さ 膨張率 %	ホルム アルデヒド 放散量 mg/l
テスト条件	0.82	36.1	1.15	13.6	0.11
通常条件	0.82	38.1	1.43	13.9	0.11
JIS A 5905 25タイプ	0.35 以上	25 以上	0.4 以上	17 以下	0.3 以下

【用語の解説】

※FT-IR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy)・・・フーリエ変換赤外分光法

化合物分子の赤外線吸収スペクトルを利用して化合物を定性・定量する。

※TGA (Thermogravimetric analysis)・・・熱重量測定

試料を加熱しながら重量の変化を測定し、試料の熱安定性を評価する。

※DSC (Differential scanning calorimetry)・・・示差走査熱量測定

測定試料と基準物質との間の熱量の差を計測することで、融点やガラス転移点などを測定する。

測定試料が相転移・融解など熱の収支を伴う変化が起こった時の標準試料との熱流の差を検出する。

2.2 国産材・未利用材（竹・農産廃棄物）を活用したレスケミカルMDFの試作

（ホクシン株式会社、国立大学法人京都大学）

2.2.1. 国産材・未利用材を活用したMDFの試作

MDFの原料として用いる国産材・未利用材を検討するにあたり、様々な材料が考えられる中、成長が速く持続可能な植物であること、近隣からも調達できること、放置竹林による森林への侵食という環境問題の改善につながることで、更に、木材にはない付加価値が期待できるという理由から、竹に注目し、竹を用いたMDFの開発を本開発テーマとすることにした。竹を使用したMDFの作製や品質に関しては「モウソウチクを原料としたファイバーボードの作製と材質」³⁾を参考にした。

2.2.1.1. 木材と同条件での試作

まず、ラボ設備にて、竹チップの解繊及びMDFの試作を行ったところ、木材との性能の違いは認められるものの、製造に関しては問題ないと判断した。そこで、商業生産ラインを用いて少量生産を実施した。竹チップの生産設備への搬入は、テストチップ投入機を用いた。試験の様子を図2-1-1に示す。生産条件は既存の製品（曲げ区分：25、接着剤区分：P、厚さ9mm、ホルムアルデヒド放散量に区分：F☆☆☆☆）と同じとし接着剤はMUF接着剤とMDIの併用とした。

検証試験はJISA 5905に準じて実施した。結果を表2-1-1及び表2-1-2に示す。



図2-1-1 竹MDFのライン試作時の様子

表 2-1-1 竹MDF 品質検証試験結果

	密度	曲げ強さ	曲げヤング係数	はく離強さ	吸水率試験		含水率	EOF
					吸水率	厚さ膨張率		
	g/cm ³	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	%	%	%	mg/?
竹MDF	0.73	28.9	2798	2.0	33.5	6.0	4.3	0.17
木材MDF (既存製品)	0.71	40.9	3117	1.3	30.8	6.7	6.3	0.27
JIS規格	0.35 以上	25 以上	(2000以上)	0.5 以上	-	12以下	5以上 13以下	0.3以下

表 2-1-2 竹MDF 品質検証試験結果

	密度	湿潤時曲げ強さ試験（湿潤A）			湿潤時曲げ強さ試験（湿潤B）		
		曲げ強さ	厚さ膨張率	長さ変化率	曲げ強さ	厚さ膨張率	長さ変化率
	g/cm ³	N/mm ²	%	%	N/mm ²	%	%
竹MDF	0.75	13.6	9.5	0.37	10.0	16.2	0.48
木材MDF (既存製品)	0.74	19.7	12.5	0.22	16.8	19.6	0.21
JIS規格	0.35以上	12.5以上	-	-	12.5以上	-	-

このライン試作では、竹MDFを約10t生産することができ、生産中には大きな問題は生じなかった。ただし、既存の製品と同じ条件では、湿潤時B曲げ試験が規格値を満たすことが出来なかった。規格値を満たすためには密度を既存製品よりも高く設定しなければならないと考えられる。

2.2.1.2. 改良条件での試作

上記試作の後、ラボでの検証を進めた結果、“竹MDFの長さ変化率は木材MDFと比較し大きい”という欠点は、リテンションタイムの延長すなわち蒸煮時間を長くすることにより改善できる可能性があることがわかった。

そこで、商業生産ラインを用いて竹MDFを試作した。竹チップは3～5年生のモウソウチクを用い、生産ライン設備への搬入も前回同様にテストチップ投入機を使用した。竹MDFの生産条件は基本的には2.2.1.1と同様、既存製品の条件と同じとしたが、リテンションタイムは既存製品の1.3倍まで延長した。仕上げ厚さは9mmとし、品質のターゲットは湿潤時B曲げ試験の規格を満たすために密度を上げ、JISA5905(2003)「繊維板」のミディアムデンシティファイバーボードに規定される、曲げ強さ区分：30タイプ、接着剤区分：Pタイプ、ホルムアルデヒド放散量(EOF)による区分：F☆☆☆☆等級とし接着剤はMUF接着剤とMDIの併用とした。

品質の検証試験は同 JIS 規格に準じて実施した。結果を表 2-1-3、表 2-1-4 に示す。

表 2-1-3 竹MDF 品質検証試験結果

	密度	曲げ強さ	曲げヤング 係数	はく離強さ	吸水率試験		含水率	EOF
					吸水率	厚さ膨張率		
	g/cm ³	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	%	%	%	mg/ℓ
竹MDF	0.80	34.5	3261	1.9	23.2	4.4	5.0	0.01
木材MDF (既存製品)	0.80	49.7	3659	1.5	21.5	5.1	5.9	-
JIS規格	0.35 以上	30 以上	(2500以上)	0.5 以上	-	12以下	5以上 13以下	0.3以下

表 2-1-4 竹MDF 品質検証試験結果

	密度	湿潤時A曲げ強さ試験			湿潤時B曲げ強さ試験		
		曲げ強さ	厚さ膨張率	長さ変化率	曲げ強さ	厚さ膨張率	長さ変化率
	g/cm ³	N/mm ²	%	%	N/mm ²	%	%
竹MDF	0.80	18.5	8.1	0.27	15.0	13.9	0.32
木材MDF (既存製品)	0.80	23.3	10.8	0.19	20.0	19.2	0.18
JIS規格	0.35以上	15以上	-	-	15以上	-	-

ライン試作において、本条件によるトラブル等の不具合は生じなかった。

品質面では、表 2-1-4 に示す通り、湿潤時曲げ強さ試験（湿潤 B）の基準値には届いたものの、余裕を持って満たす結果ではなく、他のサンプルでは 15N/mm² を下回るものもあった。ただし、湿潤 A では余裕を持って基準値を満たしていることから、今回の条件では接着剤区分：M タイプは達成できると判断した。P タイプを満たすためには、常態曲げ強さの向上や、接着剤条件の見直しが必要と考えられる。

課題であった長さ変化率についてはリテンションタイムの延長による改善傾向が確認できた。ただし、木材 MDF と比べるとまだ悪い。これ以上のリテンションタイムの延長は、量産をするには難しいと考えられるため、別の改善方法を模索する必要がある。

総括としては、曲げ強さや長さ変化率などの課題は残っているものの、一般的に使用されている MDF の品質（曲げ強さ区分：25 タイプ、接着剤区分：M タイプ、ホルムアルデヒド放散量による区分：F☆☆☆☆等級）は満たしているため、汎用製品の生産は可能と考えられる。

2.2.2. 天然接着剤を使用したMDFの開発

本事業のMDFを開発するにあたり、天然接着剤の候補として、ポリカルボン酸（クエン酸）と糖を用いた発明⁴ および糖とタンニンを用いた発明⁵ を参考とした。

クエン酸単独、もしくはクエン酸と糖のみでは、構成する分子の大きさから、完成品のMDFが脆く、また、クエン酸の割合も高く酸性であることから、鉄釘などを使用した際の錆の懸念も考えられた。一方、クエン酸にタンニンを混合することで曲げ強さが向上し（脆さが緩和し）、また、タンニンとスクロースの混合物を加熱することで、沸騰水に不溶な物質に変化する結果が得られており、さらに、3種類を混合することによってクエン酸の添加量の絶対量を減らすことにより、酸による錆びを改善できる可能性が考えられた。このため、クエン酸、タンニン、スクロース（糖）の混合溶液を接着剤としたとき、また、これらの配合割合を変化させたときの物性への影響を、ラボ設備にて厚さ9mmのMDFを作製し、調査した。

クエン酸とタンニン、スクロースの配合条件は表2-2-1に示す9条件である。これらはすべて50%水溶液の状態をもって接着剤とした。

表2-2-1 クエン酸・タンニン・スクロースの配合割合

	クエン酸	タンニン	スクロース
条件①	1	0	0
条件②	1	1	1
条件③	1	2	4
条件④	1	3	3
条件⑤	1	4	2
条件⑥	2	2	1
条件⑦	3	1	1
条件⑧	3	1	2
条件⑨	3	1	3

上記条件で作製したボードはJISA 5905 : 2003「繊維板」における試験方法に準拠し、曲げ強さ試験、剥離強さ試験、吸水厚さ膨張率試験等の物性試験（以下、これらをまとめて一般物性試験と表記）を行った。すなわち、曲げ強さに関してはスパン20cmで支えている試験片の中央1点に荷重をかけたときの破壊荷重から算出、剥離強さに関しては5cm×5cmの試験片の表裏面にアタッチメントを接着し、これらを引き剥がす荷重をかけて試験片の厚みの中央付近で剥離した際のボードの芯層の接着強さの値を算出、吸水厚さ膨張率については5cm×5cmの試験片を20℃の水中に24時間浸漬したときのその試験片の厚みの変化をそれぞれ算出した。

結果を表2-2-2に示す。表中のボードpHとは、5cm×5cm×9mm（厚み）の大きさのボードを200mlの精製水中に48hr浸漬し、その液をpHメータによって測定したものである。

表 2-2-2 配合割合検証のラボボード物性試験結果

クエン酸:タンニン:スクロース	曲げ強さ(N/mm ²)		剥離強さ(N/mm ²)		吸水厚さ膨張率(%)		ボード pH
		標準偏差		標準偏差		標準偏差	
1:0:0	25.5	2.482	0.52	0.109	12.0	2.729	2.60
1:1:1	30.7	0.977	0.76	0.104	10.8	2.288	3.05
1:2:4	37.7	1.618	0.64	0.052	13.5	7.592	3.67
1:3:3	35.7	5.453	0.67	0.105	12.4	4.223	3.61
1:4:2	45.1	2.874	0.73	0.134	13.2	4.678	3.77
2:2:1	34.8	1.340	0.64	0.097	11.2	2.891	3.10
3:1:1	31.5	1.423	0.59	0.085	7.9	0.485	2.88
3:1:2	29.9	1.435	0.62	0.080	12.1	1.453	2.88
3:1:3	33.7	1.196	0.73	0.104	8.5	1.713	3.09

表 2-2-2 に示すとおり、タンニンの配合割合が多いものについて曲げ強さが向上しており、逆にクエン酸の割合が多いものについては吸水厚さ膨張率が良好な結果となっている。ただし、クエン酸の割合の多い条件については、ボード pH が低く、3 を切っているものが多い。pH が低いということは、ボード中に残留しているクエン酸がより多いと考えられ、これが製品として鉄釘などを使われた場合、錆びを引き起こす可能性がより高くなると考えられる。本検討の結果からはクエン酸：タンニン：スクロースの割合が 1：3：3、もしくは 1：4：2 がもっともバランスが良いと考えられる。

ライン試作・サンプル生産

前出の結果から、9mm 厚さのラボ試作 MDF において、曲げ強さ・はく離強さが JISA 5905 における 25 タイプをクリアする段階まで到達したため、商業生産ラインにての量産テストを行うこととした。まず、商業生産ラインにて天然接着剤 MDF を生産することが可能かを確認するために、小ロットでのテストを行った。これまでの検証に用いて、良好な結果であった条件の pH は 3.0 を超えていないが、今回は商業生産ラインの設備に腐食対策を行うことでテストを行った。

テストは多段プレスと連続プレスの 2 種類のラインのうち、多段プレスでのテストを行った。これは熱盤が直接マットに触れ、熱量を与えやすいと考えたためである。テストの条件の詳細は下記の通りとした。

○接着剤；クエン酸：タンニン：グラニュー糖＝1：3：3 50%水溶液

(pH；2.12 粘度；51.1Pa・s)

(接着剤はテスト前日までに約 2300L 調合し、テスト当日の朝に 60℃以上まで加温)

○接着剤添加率； 絶乾ファイバーに対して 20% (固形分重量)

○設定厚み； 9mm

○設定密度； 0.78～0.80 g/cm³

○プレス温度； 195℃

テストは合計5回のプレスを行ったが、1回目のプレスの際に全20段あるうちの10段でパンク（主に接着剤の硬化不足が原因で内部蒸気圧に接着剤が負け、ボードの芯層部分に空隙ができる現象）が発生した。また1回目のプレスではプレス後のボードが熱板盤に付着し、人力ではがす作業が必要となった。パンク発生には熱盤付着によってプレス開放時に引き剥がし外力が加わったことも影響したと考えられる。2回目以降のプレスでは熱盤付着は治まった。

テスト品の物性結果を表2-2-3、2-2-4、2-2-5に示す。表に示すとおり、含水率と吸水厚さ膨張率でJIS A 5905の基準を下回る。これは、プレス後の調湿（プレス後の含水率は低いため、プレスが終わってから高湿度の環境で養生を行う）の時間が短かったためと考えられる。調湿を長く取り、含水率が上がれば、吸水厚さ膨張率も改善されると考えられるが、JIS A 5905を余裕を持って満たすには、更なる改善が必要である。なお、ライン試作時の製造条件および検証を終えた条件を中心として特許出願中である。

表2-2-3 天然接着剤ラインテスト品物性試験結果
(密度・曲げ試験・湿潤時曲げ試験)

	密度 (g/cm ³)	曲げ試験		湿潤時A曲げ強さ試験				
		曲げ強さ (N/mm ²)	MOE (N/mm ²)	曲げ強さ (N/mm ²)	吸水率 (%)	厚さ膨張 率(%)	長さ変化 率(%)	残存率 (%)
テスト品	0.785	32.5	4011	13.9	71.5	16.3	0.17	42.6
JIS A 5905 25Mタイプ	0.35 以上	25 以上	2000 以上	12.5 以上	-	-	-	-

表2-2-4 天然接着剤ラインテスト品物性試験結果
(はく離試験・含水率・吸水試験・EOF・ピーリング強度測定・pH)

	剥離試験	含水率 (%)	吸水試験		EOF (mg/L)	ピーリング 強度 (N/25mm)	ボード pH
	剥離強さ (N/mm ²)		吸水率 (%)	厚さ膨張 率(%)			
テスト品	0.83	3.3	44.8	12.4	0.112	39.9	3.56
JIS A 5905 25Mタイプ	0.4 以上	5~ 13	-	12 以下	0.3以下 (F4☆)	-	-

表2-2-5 天然接着剤ラインテスト品物性試験結果
(吸湿・放湿試験)

	吸湿試験			放湿試験		
	吸湿率 (%)	厚さ変化 率(%)	長さ変化 率(%)	放湿率 (%)	厚さ変化 率(%)	長さ変化 率(%)
テスト品	11.9	8.2	0.25	0.76	1.71	-0.08
JIS A 5905 25Mタイプ	-	-	-	-	-	-

2.3 天然接着剤と国産材・未利用材を利用したMDFの用途別性能評価

(ホクシン株式会社、地方独立行政法人北海道立総合研究機構、C&H株式会社)

2.3.1. 天然接着剤を用いたMDFの耐朽性評価

これまでに行った試験により、石化接着剤を用いたMDFは高い耐朽性能を有する木質面材料であることが知られている。しかし天然接着剤であるクエン酸などを用いて作製したMDF（以下、天然接着剤MDF）の耐朽性についての知見はほとんど無い。本節では天然接着剤を用いて作製したMDFの耐朽性評価を行った。

○試験材料および方法

天然接着剤を用いて作製したMDFについては、2.2.2で製造した商業生産ラインでの試作品を用いた。比較する製品としては、ライン生産した汎用タイプ製品（ファイバー：ラワン、接着剤：UF；以下UF-MDF）を用い、同様に試験を行った。

耐朽性試験は、2013年度までは公益社団法人日本木材保存協会（JWPA）の旧規格第3号「木質材料の耐朽性試験」に準じて行ったが、2014年度は2011年に改正された新たな規格であるJWPAS-FE(2011)「高耐久木質材料の防腐性能基準及びその試験方法」にほぼ準じて行った。試験方法の変更により、試験体の大きさは9×30×30mmから9×10×45mmに変更し、設置方法はこれまでは表層面を底面としたが、切断面を底面とした（図3-1-1）。



図3-1-1 耐朽性試験の様子

また、耐候操作（試験体を蒸留水中に浸漬し8時間攪拌する「溶脱操作」、60℃で16時間静置する「揮散操作」、この両操作を交互に10回繰り返す）を行った（対照用試料のスギ辺材は耐候操作を省いた）。カルチャーボトルで培養したオオウズラタケ、カワラタケに滅菌処理した試験体を3体入れ、26℃の恒温室で12週間静置した。

○試験結果

耐候操作を行ったところ、天然接着剤MDFに割れが発生した（図3-1-2）。割れによる影響を考慮し、耐候操作を行わないMDFについても耐朽性試験を行った。

また耐候操作の溶脱操作において、天然接着剤MDFを浸漬した水が褐色化し（図3-1-3）、成分の顕著な溶脱が考えられたことから、耐候操作後の試験体の質量減少率を求めた。その結果天然接着剤MDFは9.7%、UF-MDFは2.6%であった。このことから、天然接着剤MDFはUF-MDFと比べ、耐候操作により溶脱する成分が多いことが示唆された。



図 3-1-2 耐候操作による天然接着剤 MDF の割れの様子
(上：耐候操作無し、下：耐候操作後)



図 3-1-3 溶脱操作後の水
(上：UF-MDF、下：天然接着剤 MDF)

耐朽性試験の結果を表 3-1-1 に示す。オオウズラタケを用いた試験では、UF-MDF の質量減少率が耐候操作有りで 3.7%、耐候操作無しで 5.6%であったのに対し、天然 MDF の質量減少率は耐候操作有りで 45.0%、耐候操作無しで 49.0%と顕著な腐朽が認められた。

一方、カワラタケを用いた耐朽性試験では、両 MDF とともに腐朽が認められたが、UF-MDF の方が高い質量減少率が認められ、オオウズラタケによる腐朽の結果と逆の傾向が見られた。平成 23～24 年度に行った耐朽性試験においても、接着剤に UF を用いた MDF (ファイバーは針葉樹) は、オオウズラタケよりもカワラタケで腐朽した方が高い質量減少率を示した。UF を用いた MDF はオオウズラタケよりカワラタケにより腐朽しやすい傾向があると考えられた。

表 3-1-1 各種 MDF の質量減少率(%)

		耐候操作有り		耐候操作無し		スギ辺材
		天然接着剤	UF	天然接着剤	UF	
オオウズラタケ	平均	45.0	3.7	49.0	5.6	61.4
	標準偏差	1.2	0.5	1.6	0.1	0.5
カワラタケ	平均	25.9	29.9	17.4	35.1	25.5
	標準偏差	2.6	3.1	10.9	4.5	1.2

耐候操作の有無で比較すると、全体的には耐候操作を行った試験体の質量減少率は、行わなかった場合に比べ低い傾向が見られた。これは耐候操作により、水溶性の成分が溶脱して腐朽前の試験体の重量が減少することにより、質量減少率の値が見かけ上低下したことも一因と考えられた。

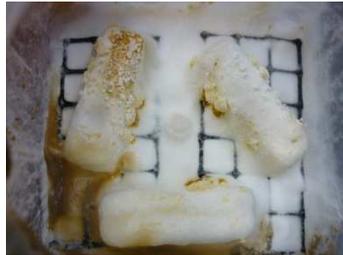
一方、カワラタケで腐朽した天然接着剤 MDF は、耐候操作を行った試験体の質量減少率が、行わなかった試験体に比べ明らかに高かった。このことから、耐候操作により、カワラタケによる腐朽を阻害する何らかの成分が溶脱した可能性が考えられた。



天然接着剤MDF（耐候操作有り）



UF-MDF（耐候操作有り）

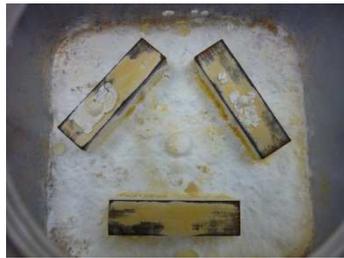


天然接着剤MDF（耐候操作無し）



UF-MDF（耐候操作無し）

図3-1-4 腐朽処理12週経過時のMDF（オオウズラタケ）



天然接着剤MDF（耐候操作有り）



UF-MDF（耐候操作有り）



天然接着剤MDF（耐候操作無し）



UF-MDF（耐候操作無し）

図3-1-5 腐朽処理12週経過時のMDF（カワラタケ）

2.3.2. MDF の耐朽性評価の効率化に関する検討

木質材料の耐朽性は、一般的には（社）日本木材保存協会規格で定められた試験方法を適用し、8週間の強制腐朽処理後の質量減少率等を比較することにより評価する。しかしMDFは耐朽性が高く、過去に行った試験では、種々の異なる条件で製造したMDFの腐朽による釘せん断性能の劣化の差が確認されるまでに約9ヶ月間を要した。今後、住宅構造用面材、あるいはエクステリア用など高い耐朽性能が求められる場所におけるMDFの利用拡大も期待されるが、より高耐朽なMDFの開発を進めていくに当たり、耐朽性能の評価に長期間を要することは製品の開発速度の点において大きな足かせとなる。本節では、MDFの耐朽性評価に要する期間の短縮を検討した。

まず、MDFに煮沸、凍結などの促進劣化処理を行うことにより腐朽が促進され、耐朽性の評価に要する期間の短縮化が可能か検討を行った。耐朽性試験開始から8週経過時の試験体を回収したが腐朽は認められず、促進劣化処理の効果は確認できなかった。

次に、菌叢の上に設置したMDFをエゾマツオガ粉（2.2mmパス、気乾）で被覆して耐朽性試験（以下、オガ粉法）を行うと、腐朽が促進されることが示された。また前処理として煮沸処理を行うと、無処理MDFで認められた腐朽の進行程度の大きなバラツキが抑えられ、腐朽もより促進されることが明らかになった。しかし、煮沸のような強い処理を行うことで、本来は耐朽性能に差があるMDFでも、耐朽性に差をつけていた因子（防腐薬剤の添加、密度等）が、溶脱、膨潤等により消失あるいは減少することで、耐朽性の差が認められなくなる可能性も考えられた。

そこで、耐候操作等、熱を加えないより穏やかな前処理でも腐朽が促進され、腐朽進行程度のバラツキを抑えられるか検討した。前処理の方法としては①耐候操作（試験体を蒸留水中に浸漬し8時間攪拌する「溶脱操作」、60℃で16時間静置する「揮散操作」、この両操作を交互に10回繰り返す）、②吸水・凍結処理（ISO 16987「Wood-based panels（木質パネル）」（2003）の「Determination of moisture resistance under cyclic test conditions（繰り返し耐水性試験）」で規定されている吸水、低温、乾燥処理；MDFを20±1℃の蒸留水中に70時間浸漬後、-20℃環境下に24時間置き、70±1℃で70時間乾燥）、③浸水処理（MDFを20±1℃の蒸留水中に70時間浸漬）で行ったが、いずれの前処理も、無処理と同様に腐朽進行程度のバラツキが大きく、質量減少率も同程度であった。

これまでのオガ粉法では、カルチャーボトルに3個の試験体を入れて試験を行ったため、各試験体を覆うオガ粉の量が均一では無かった。そこで図3-1-6に示すように、450mLのガラス容器に設置する試験体を1個にすることで、試験体を覆うオガ粉の量を揃え、かつ試験体1体を覆うオガ粉の量を増やした。また、試験体の形状、設置法はJWPAS-FE(2011)に準じた。（以下、改良オガ粉法）



図3-1-6 オガ粉法の改良

試験体としてファイバーにラワンと古材、接着剤にMDIとMUFを用いた以下の材料を用いた。

- ①低密度・硬化剤無し、ラボ製品
- ②高密度・硬化剤有り、ラボ製品
- ③通常構造用MDF製品
- ④竹MDF：ライン製品

各MDFを、450mLガラス容器に作製したPDA培地（100ml）で培養したオオウズラタケに1体設置し、20g（約3cm厚さ相当量）のオガ粉で被覆した。26°Cの恒温室で12週間静置した。①②③は無処理の場合と耐朽性の傾向を比較するため、2時間煮沸した試験体も用いた。煮沸試験体は従来通りカルチャーボトルに3試験体で行った。また、オガ粉を用いない試験も同時に行った。

試験開始から8週間（2時間煮沸処理サンプルのみ回収）、12週間経過後の質量減少率の平均値を表3-1-2に示す。オガ粉を用いないで耐朽性試験を行った結果、①、②、③の質量減少率はいずれも4%程度で、外見、触感からは腐朽は認められなかった。④竹MDFの質量減少率は9.2%で、①～③と比較し耐朽性は低いと考えられた。

オガ粉を用いた試験では、改良前の試験方法では③通常構造用MDFの12週目の質量減少率が9.3%であったのに対し、改良後の試験方法では27.0%と、今回試みた試験方法の改良により腐朽が促進されることが示された。また図3-1-7に示すように、腐朽の進行程度も、改良前は目視では腐朽が認められない質量減少率数%のものから約20%の顕著に腐朽しているものまで、腐朽の進行程度に大きなバラツキが見られたが、改良後は全ての試験体において顕著な腐朽が認められ、バラツキも小さくなることが確認された。製造条件間で比較すると、①、②はほとんど差が認められなかった。③は①②と比べ質量減少率が低いことから耐朽性が高いと考えられた。これはラボ製品を製造する際、物性および寸法安定性がライン製品とほぼ同等となるように、ライン製品よりも接着剤の量が低めに調整されていることによると推測された。2時間煮沸した試験体においても同様の傾向が認められた。竹MDFは①②③より若干質量減少率が高かったが、オガ粉無しで行った試験ほどの顕著な差は見られなかった。またスギ辺材は「オガ粉無し」と比べ質量減少率は低かった。

表 3-1-2 各種MDFの質量減少率

			無処理				2hr煮沸			スギ 辺材
			① 低密度 ・硬無し	② 高密度 ・硬有り	③ 通常	④ 竹	① 低密度 ・硬無し	② 高密度 ・硬有り	③ 通常	
オガ粉 無し	12w	平均 標準偏差	4.6 0.5	3.8 0.4	4.2 0.3	9.2 0.3				60.9 3.2
オガ粉 有り	8w	平均 標準偏差					25.1 3.0	26.7 4.5	22.2 5.6	
	12w	平均 標準偏差	33.9 2.9	33.7 3.9	27.0 5.8	36.5 4.0	43.8 4.2	42.0 4.1	38.6 4.5	42.8 7.8

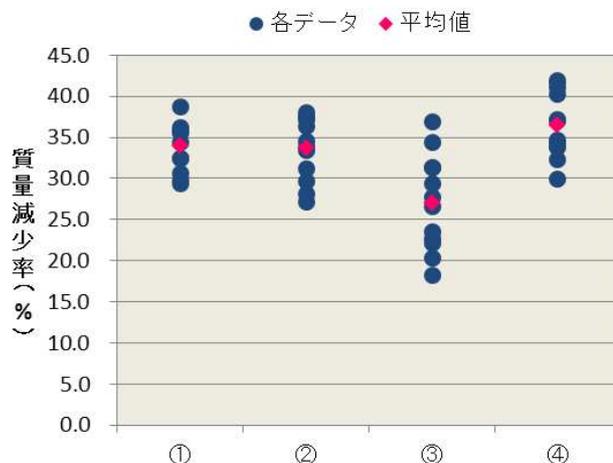


図 3-1-7 無処理、オガ粉有りで行った各種MDFの質量減少率 (%)

また、この改良オガ粉法を用いた、天然接着剤 MDF と UF-MDF の試験結果を表 3-1-3 に示す。比較のため、2.3.1.1 で行ったオガ粉を用いない試験方法による結果も併せて示した。

試験の結果、オガ粉を用いない試験方法において高い耐朽性を示した UF-MDF の腐朽が促進され、顕著に腐朽した天然接着剤 MDF の腐朽が抑制される結果が得られた。

表 3-1-3 天然接着剤を用いた MDF の質量減少率 (%)

		オガ粉有り		オガ粉無し	
		天然改接着剤	UF	天然改接着剤	UF
8w	平均	22.7	5.0		
	標準偏差	1.4	0.8		
12w	平均	29.7	22.7	49.0	5.6
	標準偏差	2.8	3.4	1.6	0.1

以上の結果から、オガ粉法は MUF を用いた MDF のように通常の試験方法ではほとんど腐朽しない高い耐朽性を有する MDF の腐朽は著しく促進するが、スギ辺材、天然接着剤 MDF のように、オガ粉を用いない試験方法による 12 週間の腐朽処理でも高い質量減少が認められるような耐朽性の低い試験体の腐朽は抑制する傾向があることが示された。このような特性が認められたことから、MDF の耐朽性を評価する際には、オガ粉有り、無しの両法により試験を行い、オガ粉を用いない試験方法では腐朽が認められず、耐朽性の優劣の評価ができないような試験体間の耐朽性の評価は、オガ粉法の結果から判断するのが妥当であると考えられた。

第3章 全体総括

本事業では、天然接着剤と国産材を主原料とする環境配慮型 MDF の製造・供給及び高耐朽性の MDF に対して用途・使用環境に適した性能評価を行うことを目的とし、技術開発を進めてきた。

その結果、天然物であるクエン酸を MDF 用接着剤の硬化剤として利用することにより、接着剤がより低い温度で硬化を開始することが DSC 測定によって示唆された。クエン酸を硬化剤として使用することにより効率的に硬化を進められるため、これまで熱量が十分でなく未硬化で存在した石化接着剤も十分硬化させることが確認され、結果的に石化接着剤使用量の削減が可能となった。今後、この方法を進めることにより、化石資源の使用量が削減でき、環境負荷の削減と MDF 供給量の安定を進めることが出来ると考えられる。

国産材・未利用材の使用については、本事業では主に竹について検討を進め、竹チップのみでの商業生産ラインで試作を行ったところ、一般的に使用されている MDF の品質（曲げ強さ区分：25 タイプ、接着剤区分：M タイプ、ホルムアルデヒド放散量による区分：F☆☆☆☆等級）を満たし、汎用製品の生産は可能と考えられた。また、木材と比べて劣る長さ変化率についてはリテンションタイムの延長によって改善することが出来たが、木材チップを使用した MDF と比べるとまだ悪く、今後はさらなる改善方法を模索する必要がある。

天然接着剤については、クエン酸・タンニン・糖をベースにした研究により、ラボレベルから商業生産用の設備を用いての生産を行うことが出来、将来の供給に向けてのデータを採取することが出来た。ただし、この天然接着剤については未だ多量の熱量を必要としており、より低温で硬化する材料と、効率よく熱量を供給する方法の開発が今後の課題となっている。また、連続生産においては設備の維持管理のため、より天然接着剤の pH が中性になるような配合を探索することが継続課題となっている。

MDF の用途・使用環境に適した耐朽性についての性能評価・促進劣化の手法については、JWPAS-FE(2011)「高耐久木質材料の防錆性能基準及びその試験方法」を基に、1 容器中に 1 試験体、試験体をオガ粉で被覆する方法を検討したところ、通常の試験方法ではほとんど腐朽しない高い耐朽性を有する MDF の腐朽を著しく促進することが出来、高耐朽性の MDF 同士の劣化の差の度合いを推測する方法となりうると考えられた。ただし、通常の試験方法で 12 週間の腐朽処理でも高い質量減少が認められるような耐朽性の低い試験体は、改良オガ粉法で試験を行うと、腐朽が抑制する傾向があることが示されたため、MDF の耐朽性を評価する際には、オガ粉有り、無し両法により試験を行い、オガ粉を用いない試験方法では腐朽が認められず、耐朽性の優劣の評価ができないような試験体間の耐朽性の評価は、オガ粉法の結果から判断するのが妥当であると考えられた。今後はオガ粉の種類など、改良オガ粉法についての更なる知見を得る必要がある。

【参考文献】

- 1) R. M. Silverstein, F. X. Webster, D. J. Kiemle: 有機化合物のスペクトルによる同定法 (第7版)・東京化学同人(2006)
- 2) Siimer, K., Kaljuvee, T., Christjanson, P. 2003. Thermal behaviour of urea-formaldehyde resins during curing. *J. Therm. Anal. Calorim.*, 72: 607~617
- 3) 松本久美子、山内秀文、山田雅章、滝欽二、吉田弥明: 木材学会誌 Vol.47, No.2, p.111-119 (2001)
- 4) WO 2010/001988 加熱・加圧により硬化する組成物 (出願人; 国立大学法人京都大学 発明者; 梅村研二)
- 5) WO 2013/018707 加熱・加圧により硬化する縮合型タンニン含有組成物 (出願人; 国立大学法人京都大学 発明者; 梅村研二)