

りんご剪定枝を原料としたバインダーレスボードの物性 —プレス温度の強度への影響—

Properties of binderless board made from apple pruned branches —Effect of press temperature on strength—

八島 光勇*・廣瀬 孝*,**

Mitsutoshi YASHIMA*・Takashi HIROSE**,**

要 旨

りんご剪定枝をチップ化、粉末化し、作製した粉末を用いてバインダーレスボードを作製、その物性を評価した。具体的には、大型チップパーを用いてチップを作製し、ワイレー粉砕機で粉砕したりんご剪定枝粉末の含水率を調整し、熱プレスを行った。その後、得られた粉末やバインダーレスボードの物性を調べた。その結果、作製したりんご剪定枝粉末は300 μ mのふるい上に残った粉末が最も多く、作製したバインダーレスボードの硬さは150°Cで作製したバインダーレスボードが最大となった、また、曲げ強度は175°Cで作製したバインダーレスボードが最も高かった。

キーワード：りんご剪定枝、粉末、バインダーレスボード、曲げ強度、デュロメータ硬さ

緒言

既往の研究において、佐藤は合成樹脂系接着剤を用いず製造されたボード類をバインダーレスボードと総称している¹⁾。その中で、バインダーレス接着機構は、多糖類とリグニンの関与を示している¹⁾。また、高村らは図1に示すように各種木材構成成分の含水率による熱軟化温度の測定を行っている²⁾。その結果、含水率の増加に対して、セルロースの軟化温度は約240°Cでほとんど変化が見られないが、全乾状態で、200°Cのヘミセルロース、150°Cのリグニンの軟化温度が、含水率の増加に伴い減少し、ヘミセルロースの軟化温度は含水率20%で100°Cまで低下し、リグニンの軟化温度は、含水率20%でおよそ60°Cに低下することを報告している²⁾。

この結果より、セルロースの熱軟化温度は含水率の増加によってほとんど変化しないのに対し、リグニンやヘミセルロースは含水率の増加により、軟化点が大

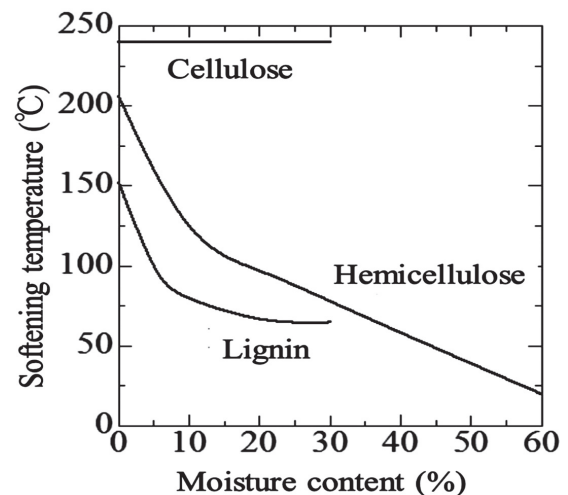


図1 含水率と構成成分の軟化の関係²⁾

きく減少していることが分かる。

この熱軟化がバインダーレスボードの接着機構に一要因として影響しているものと考えられている³⁾。

一方著者らは、既往の研究において、りんご剪定枝

* 弘前大学農学生命科学研究科農学生命科学専攻

* Department of Agriculture, Graduate School of Agriculture, Hirosaki University

** 弘前大学教育学部技術教育講座

** Department of Technology Education, Faculty of Education, Hirosaki University

を原料としたペレットを作製，成分分析を行った。その結果，成分含有率は，マトリクス多糖44.4%，結晶性セルロース36.5%，Klason リグニン19.2%であったことを報告している⁴⁾。これより，りんご剪定枝は含水率の増加によって軟化点が減少するリグニン及びヘミセルロースの含有率が全体の約6割を占めており，バインダーレスボードの原料として適性があると推察される。

そこで本研究では，りんご剪定枝を用いて，バインダーレスボードの強度等へ影響するとされる粉末の粒度，含水率及びプレス時の圧力条件を一定とし，プレス時の温度条件を変えながら，バインダーレスボードを作製，その物性を評価した。

実験方法

2.1 試料の作製

原料となるりんご剪定枝のチップは，図2に示す津軽バイオチップ社所有のチップパー機（MUS-MAX社製）を用いて作製した。また，図3に作製したチップを示した。チップ化後は，ウイレー粉砕機（株式会社吉田製作所製，1029-BS）を用いて図3に示すチップの粉末化を行い，2mmのスクリーンを通過後，再度1mmのスクリーンを通過させたりんご剪定枝粉末を実験に用いた。



図2 チップ化の様子

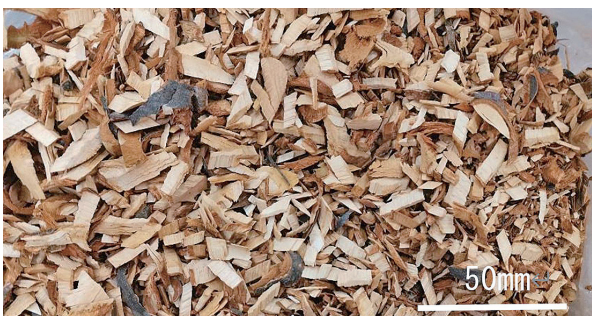


図3 作製したチップ

2.2 バインダーレスボードの作製

バインダーレスボードの作製は，初めに粉砕後の乾燥処理を行っていない木粉40gに対し，12gの水を混合，ミキサー（アズワン社製，PM-01）を用いて図4の状態です10分攪拌し，粉末の含水率を調整した。その後，小型熱プレス機（アズワン社製，H300-15）にPTFEシートで図5に示す金型を挟んだ状態でセットし，温度設定を100°C，125°C，150°C，175°C，200°Cの5条件で設定，1.5MPaを10分間維持して1条件で3枚ずつボード化を行った。



図4 攪拌中の様子

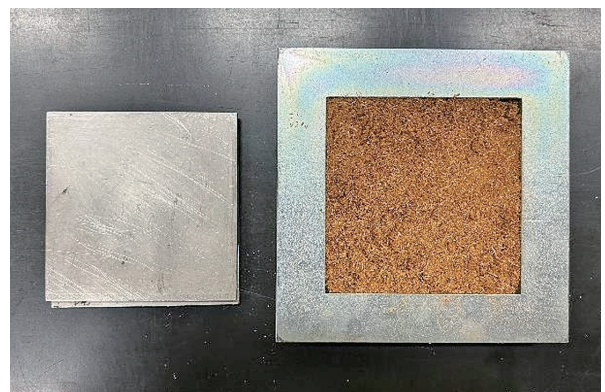


図5 使用した金型

2.3 物性評価

2.1で作製した粉末の物性評価として，粉末の含水率，粒度分布の測定を行った。含水率の測定は，はじめに，作製した粉末を100g程準備し，電子天びん（株式会社エー・アンド・デー社製，EK-410i）を用いて質量を測定後，定温乾燥器（アズワン社製，ONW-450S）を用いて103±2°Cで24時間乾燥後，質量を測定し，含水率を算出した。粒度分布の測定は，直径200mmのふるいを使用し，目開きは1mm，600μm，300μm，150μm，75μmの5段階とし，JIS Z 8815に準じて，手動ふるい分けを行った⁵⁾。ふるい上に分別した木粉の質量は，電子天びん（株式会社エー・ア

ンド・デー社製, EK-410i) により測定を行った。また, 2.2で作製したバインダーレスボードの物性評価として, 硬さ試験および曲げ試験を行った。デュロメータ硬さ試験は, D-type デュロメータ (コムテック社製・GS-702N) を用いて, 作製したボードの10点の硬さを測定し, その平均値を算出した。曲げ試験に用いた試験片は, 卓上バンドソー (京セラ社製, TBS-80) を用いて長さ100mm, 幅10mm となるように作製し, 作製した試験片を試験環境下で質量一定となるまで調湿を行った。その後, 卓上型引張圧縮試験機 (A&D 社製, MCT-1150) を用いて平均変形速度10mm/min で荷重を加え, その最大荷重及び試験間距離, 試験片の幅, 厚さから曲げ強度を算出した⁶⁾。

結果および考察

作製した木粉の含水率を測定したところ, 9.4%であった。

表1にりんご剪定枝より作製した粉末の粒度分布を示した。ウイレー粉碎機を用いて, 1mmスクリーンを通過させて作製した木粉の粒度分布を測定したところ, 300 μ mのふるい上に残った粉末が最も多く, ふるい上質量は35.08g, ふるい上百分率は70.8%と全体の7割を占めていることが分かった。また, 150 μ mのふるい上に残った粉末が次に多く, 全体の17.6%を占めていた。

表1 木粉の粒度分布

粒径範囲 (μ m)	ふるい上質量 (g)	ふるい上百分率 (%)
1000 < x	0	0
600 \leq x < 1000	0.37	0.7
300 \leq x < 600	35.08	70.8
150 \leq x < 300	8.72	17.6
75 \leq x < 150	4.28	4.3
x \leq 75	1.11	2.2

バインダーレスボードの作製を行ったところ, 図6に示すように, 100 $^{\circ}$ Cの条件では, 金型から離型する際に崩れたが, 125 $^{\circ}$ C~200 $^{\circ}$ Cの条件において, ボード化することができた。

図7に作製したバインダーレスボードのデュロメータ硬さ (HDD) を示した。デュロメータ硬さ (平均値 \pm 標準偏差) はプレス温度150 $^{\circ}$ Cで66.9 \pm 3.10と最も高く, 市販品のパーティクルボードと同程度であることが分かった。これらの値に対してt検定を行ったところ, $p < 0.05$ の有意差が125 $^{\circ}$ Cと150 $^{\circ}$ Cにおいて確認されたが, それ以外の条件で有意差は確認されな

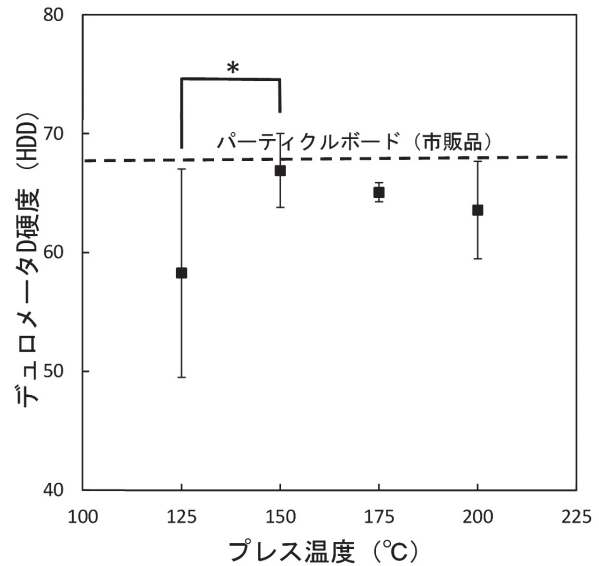


図7 プレス温度と硬さの関係
*: $p < 0.05$

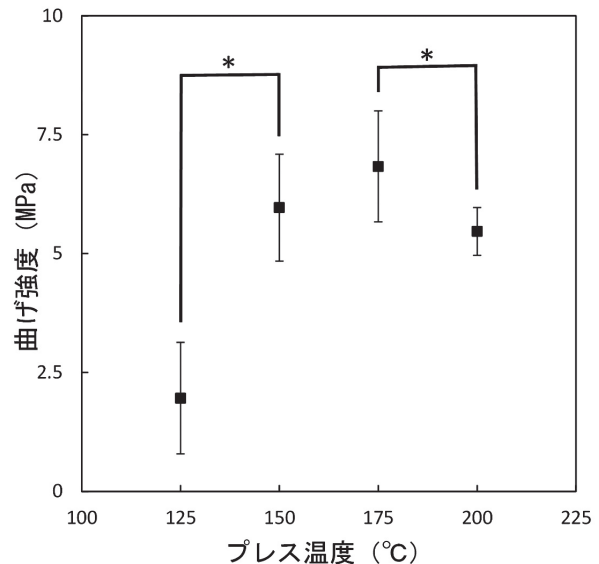


図8 プレス温度と曲げ強度の関係
*: $p < 0.05$

かったものの, 平均値はプレス温度150 $^{\circ}$ Cが最も高く, デュロメータ硬さはプレス温度150 $^{\circ}$ Cで最大値を取る可能性が示唆された。

図8に作製したバインダーレスボードの曲げ強度を示した。曲げ強度 (平均値 \pm 標準偏差) はプレス温度が高くなるにつれて高くなり, 175 $^{\circ}$ Cで6.8 \pm 1.17MPaと最大値をとり, その後は減少する傾向を示した。これらの値に対してt検定を行ったところ, $p < 0.05$ の有意差が150 $^{\circ}$ C及び175 $^{\circ}$ Cでは確認することができなかった。これらの結果から, 曲げ強度が最も高くなるプレス温度は150 $^{\circ}$ C~175 $^{\circ}$ Cの区間にあることが推察さ

れた。また、プレス温度が175°Cより高くなると、曲げ強度が低下した。栗山は、木材の主要成分の熱分解について言及しており、熱分解が最も盛んにおこなわれる温度範囲は、ヘミセルロースでは180~300°C、セルロースでは240°C~400°C、リグニンでは280~550°Cであると報告している⁷⁾。これより、175°C以降で曲げ強度が低下している原因として、りんご剪定枝の中で含有成分が最も多いヘミセルロースの熱分解が影響したためと考えられた。一方、JIS A 5908には、パーティクルボードの種類が定義されており、曲げ強さによる分類が記載されている⁶⁾。それによると、素地パーティクルボード及び化粧パーティクルボードの場合、曲げ強度が8 MPa以上の8タイプと呼ばれるもの、13MPa以上の13タイプと呼ばれるもの、18MPa以上の18タイプと呼ばれるものと三段階で分類されている⁸⁾。本稿で得られた結果では、175°Cで最大の曲げ強度 6.8 ± 1.17 MPaをとっているが、JIS A 5908に規定されている8タイプの85%程度の曲げ強度を有することが分かった。

結言

本稿では、りんご剪定枝の粉末化を行い、温度条件を変えながらバインダーレスボードを作製後、硬さは曲げ強度の物性評価を行った。その結果、以下の知見が得られた。

(1) 作製したりんご剪定枝粉末の粒度分布を測定したところ、300 μ mのふるい上に残った粉末が全体の約7割を占めていることが分かった。

(2) 作製したバインダーレスボードのデュロメータ硬さを測定したところ、プレス温度150°Cの条件で市販品のパーティクルボードと同程度の硬さを有することが分かった。

(3) 作製したバインダーレスボードの曲げ強度を測定したところ、プレス温度175°Cの条件で最も高く、その後は減少する傾向を示した。

引用文献

- 1) 佐藤雅俊：バインダーレスボード，日本接着学会誌，48巻，11号，pp. 413-420，2012
- 2) 高村憲男：ファイバーボードの熱圧乾固に関する研究（第3報）ファイバーマットの熱圧による主成分の塑性化，木材学会誌，14巻，2号，pp. 75-79，1968
- 3) Okuda,N,Hori, K., Sato,M. : Chemical changes of kenaf core binderless boards during hot pressing (I) : influence of the pressing temperature condition. Journal of wood science 52 (3), pp. 244-248, 2006
- 4) 廣瀬孝・菅原哲・園木和典・松崎正敏・張樹槐：りんご剪定枝活性炭の物性に与える賦活時間の影響，日本産業技術教育学会誌，Vol. 64, No. 1, pp. 75-82, 2022
- 5) 日本規格協会，日本産業規格：“JIS Z 8815：ふるい分け試験方法通則”（1994）
- 6) 日本規格協会，日本産業規格：“JIS A 5908：パーティクルボード”（2015）
- 7) 栗山旭：木材の200°Cまでの加熱処理による化学的変化について

(2024. 1. 11 受理)