

# 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 (1) — 粒度と強度の関係 —

## Properties of Binderless Board Made From Apple Pruned Branches (1)

### — Relationship Between Particle and Strength —

八島 光勇<sup>\*</sup>，廣瀬 孝<sup>\*, \*\*</sup>

Mitsutoshi YASHIMA<sup>\*</sup>，Takashi HIROSE<sup>\*, \*\*</sup>

#### 要 旨

りんご剪定枝から作製した粉末を用いて異なる粒度のバインダーレスボードを試作，その物性を評価した。具体的には，大型チップperを用いてチップを作製し，ウ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，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，バインダーレスボードの硬さは粒度1.0mm で作製したバインダーレスボードが最大となった。また，曲げ強度は粒度0.5mm 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，黒河内はイナワラを原料としてバインダーレスボードを製造，その性能評価を行うとともに，ボードの性能に影響を与える各種条件の検討を行っている<sup>1)</sup>。その条件の一つにパーティクルサイズが挙げられ，イナワラの場合，パーティクルサイズを小さくすることによって，その機械的強度が向上したことを報告している<sup>1)</sup>。バインダーレスボードは接着剤を使用しないため，その機械的強度はパーティクル同士の接着面積が増加することによって高まると考えられる。一方，著者らはりんご剪定枝を用いて，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し，その強度を測定した<sup>2)</sup>。前述した通りパーティクルサイズはバインダーレスボードの強度に影響をおよぼす重要なファクターと考えられるが，りんご剪定枝を用いたバインダーレスボードにおいて，粒度が性能に及ぼす影響は未検討である。

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プレス時の温度，圧力条件，含水率を一定とし，種々の粒度条件で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1に示す津軽バイオチップ社所有のチップper機（MUS-MAX 社製）を用いて作製した。また，図2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，①2mmのスクリーンを通過させたりんご剪定枝粉末，②2mm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，③2mmのスクリーンを通過後，再度0.5mm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。

\* 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



図1 チップ化の様子

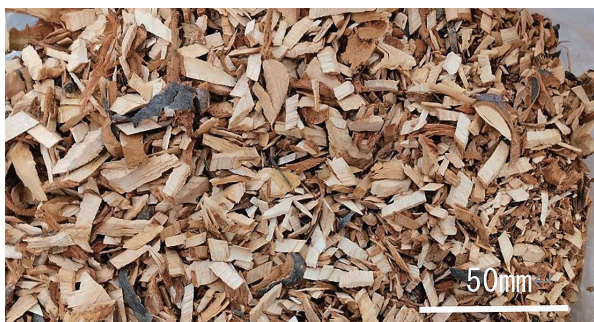


図2 作製したチップ

## 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、初めに粉碎後の風乾処理を行っていない木粉30gに対し、9gの水を混合後、図3に示す小型熱プレス機（アズワン社製、H300-15）にPTFEシートで図4に示す金型を挟んだ状態でセットした。次に温度設定を150℃の条件で設定、1.5MPaを10分間維持してボード化を行った。

## 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 $103 \pm 2^\circ\text{C}$ で24時間乾燥後、質量を測定し、含水率を算出した。粒度分布の測定はそれぞれの粒度の粉末50gを用いて行い、直径200mmのふるいを使用した。目開きは1mm、 $600\mu\text{m}$ 、 $300\mu\text{m}$ 、 $150\mu\text{m}$ 、 $75\mu\text{m}$ の5段階とし、JIS Z 8815に準じて、手動ふるい分けを行った<sup>3)</sup>。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、密度の測定、硬さ試験および曲げ試験を行った。密度の測定は作製したバインダーレスボードを試験環境下で質



図3 使用した小型熱プレス機

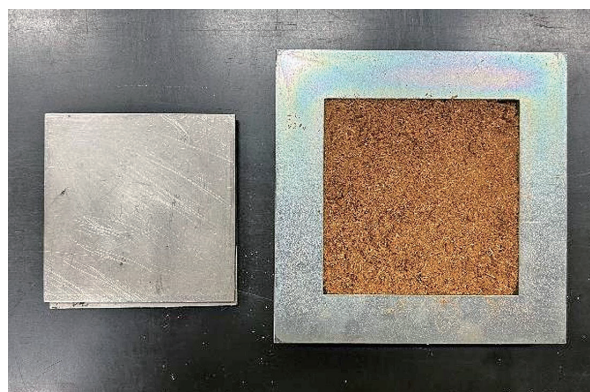


図4 使用した金型

量一定となるまで調湿を行った後、電子天びん（株式会社エー・アンド・デー社製、EK-410i）によって質量を測定、鋼尺（新潟精機社製、SD-300S）を用いてボードの寸法を測定後、密度を算出した。

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<sup>4)</sup>。

## 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、2.0mm スクリーンを通させた粉末が11.3%、1.0mm スクリーンを通させた粉末が10.7%、0.5mm スクリーンを通させた粉末が9.9%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。ワイレー粉砕機を用いて、2mm スクリーンを通させて作製した木粉の粒度分布を測定したところ、600 $\mu$ m のふるい上に残った粉末が最も多く、ふるい上質量は24.99g、ふるい上百分率は50.4%と全体の5割を占めていることが分かった。また、300 $\mu$ m のふるい上に残った粉末が次に多く、全体の22.3%を占めていた。

表1 木粉（2mm スクリーン）の粒度分布

粒径範囲 ( $\mu$ m)	ふるい上質量 (g)	ふるい上百分率 (%)
1000 < x	7.7	15.5
600 $\leq$ x < 1000	24.99	50.4
300 $\leq$ x < 600	11.06	22.3
150 $\leq$ x < 300	3.86	7.8
75 $\leq$ x < 150	1.76	3.6
x $\leq$ 75	0.18	0.4

表2にりんご剪定枝より作製した粉末の粒度分布を示した。ワイレー粉砕機を用いて、1mm スクリーンを通させて作製した木粉の粒度分布を測定したところ、300 $\mu$ m のふるい上に残った粉末が最も多く、ふるい上質量は36.07g、ふるい上百分率は72.7%と全体の7割を占めていることが分かった。また、150 $\mu$ m のふるい上に残った粉末が次に多く、全体の12.6%を占めていた。

表2 木粉（1mm スクリーン）の粒度分布

粒径範囲 ( $\mu$ m)	ふるい上質量 (g)	ふるい上百分率 (%)
1000 < x	0	0
600 $\leq$ x < 1000	3.71	7.5
300 $\leq$ x < 600	36.07	72.7
150 $\leq$ x < 300	6.24	12.6
75 $\leq$ x < 150	2.95	5.9
x $\leq$ 75	0.67	1.3

表3にりんご剪定枝より作製した粉末の粒度分布を示した。ワイレー粉砕機を用いて、0.5mm スクリーンを通させて作製した木粉の粒度分布を測定したところ、300 $\mu$ m のふるい上に残った粉末が最も多く、ふるい上質量は37.41g、ふるい上百分率は75.3%と

1mm スクリーンを通させて作製した木粉と同程度であり、全体の7割を占めていることが分かった。また、150 $\mu$ m のふるい上に残った粉末が次に多く、全体の8.58%を占めていた。

表3 木粉（0.5mm スクリーン）の粒度分布

粒径範囲 ( $\mu$ m)	ふるい上質量 (g)	ふるい上百分率 (%)
1000 < x	0	0
600 $\leq$ x < 1000	0	0
300 $\leq$ x < 600	37.41	75.3
150 $\leq$ x < 300	8.58	17.3
75 $\leq$ x < 150	3.26	6.6
x $\leq$ 75	0.42	0.8

バインダーレスボードの作製を行ったところ、図5に示すように、粒度0.5mm、1.0mm、2.0mm のすべての条件においてボード化することができた。



図5 作製したバインダーレスボード  
左から粒度0.5mm、1.0mm、2.0mm

図6に作製したバインダーレスボードの厚さを示した。ボードの厚さは粒度が大きくなるに従って増加した。

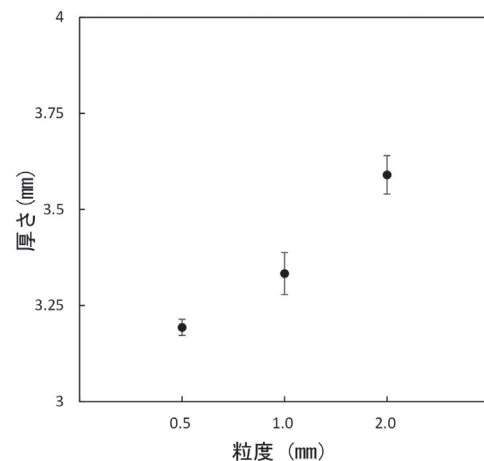


図6 厚さと粒度の関係

図7に作製したバインダーレスボードの密度を示した。密度は粒度が小さくなるに従って減少することが分かった。また、この結果より、粒度が小さくなることによって密度が増加し、パーティクル同士の接着面積が増加している可能性が示唆された。



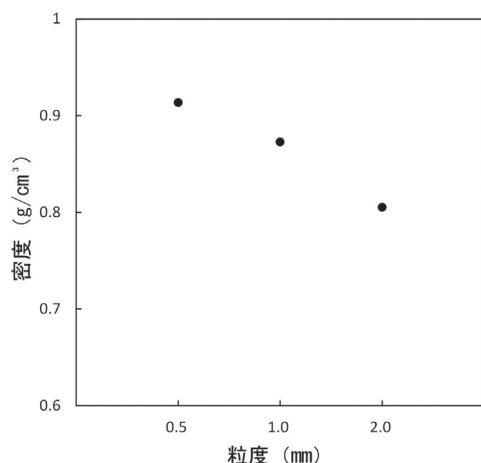


図7 密度と粒度の関係

図8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±標準偏差)は1.0mmスクリーンを通過させた粉末で $70.1 \pm 2.38$ 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。

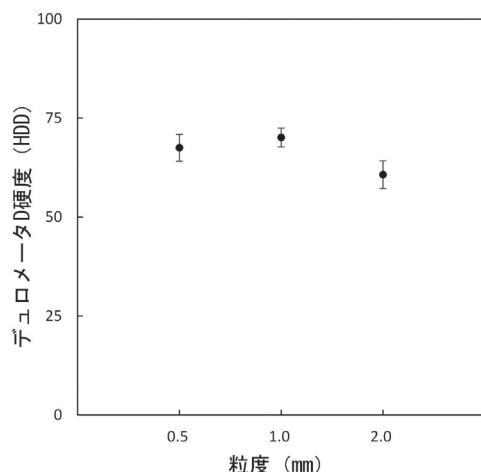


図8 硬さと粒度の関係

図9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±標準偏差)は粒度が小さくなるにつれて高くなり、0.5mmスクリーンを通過させて作製した粉末で $8.6 \pm 0.46$ MPaと最大値を示した。既往の研究において、中山らはスギ間伐材および解体材チップを原料とし、パーティクルサイズを①9.5mm～4.0mm, ②4.0mm～2.0mm, ③2.0mm～0.5mm, ④0.5mm以下の4条件に設定し、粒度と曲げ強度の関係について調べた結果、粒度0.5mm以下の条件で曲げ強度が最も高くなったことを報告している<sup>5)</sup>。本稿で検討したりんご剪定枝由来の粉末も既往の研究と同様の傾向を示すことが分かった。ま

た, 図8に示した密度と粒度の関係および図10に示した曲げ強度と粒度の関係より, 粒度が小さくなることで, 曲げ強度が向上したのは, パーティクル同士の接着面積が増加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<sup>4)</sup>。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8MPa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<sup>4)</sup>。本稿で得られた結果では, 粒度0.5mmのバインダーレスボードで曲げ強度 $8.6 \pm 0.46$ MPaと最大値を示したが, JIS A 5908に規定されている8タイプに匹敵する曲げ強度を有することが分かった。

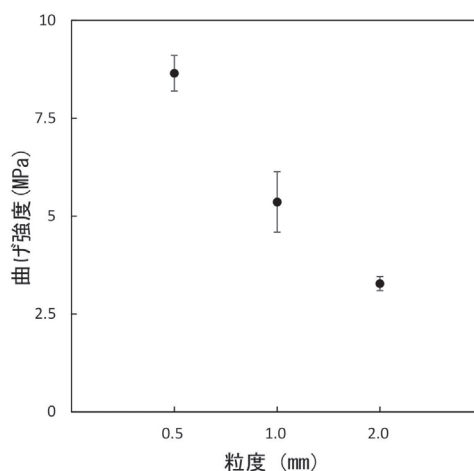


図9 曲げ強度と粒度の関係

## 結言

本稿では, りんご剪定枝の粉末化を行い, 粒度条件を変えながらバインダーレスボードを作製後, 硬さや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) 粒度が小さくなるほどボードの密度が高くなることが分かった。
- (2) デュロメータ硬さは粒度1.0mm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) 曲げ強度は粒度0.5mmの条件で最も高く, 8タイプのパーティクルボードと同程度の強度を有することが分かった。

## 引用文献

- 1) 黒河内葉子：バインダーレスボード接着を適用したイナワラボードの開発，博士学位論文，東京大学，2016
- 2) 八島光勇，廣瀬孝：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－，弘前大学教育学部紀要，131巻，pp97-100 (2024)
- 3) 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)
- 4) 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)
- 5) 中山信吾，岸久雄：爆砕処理剤を用いた木質ボードの開発，三重県科学技術振興センター林業研究部研究報告，Vol. 16，pp. 1-8，2004

(2025. 1. 14 受理)