

林地廃材を原料とするパーティクルボードの製造試験

齋藤 藤市 穴沢 忠
北 沢 政 幸 光 永 隆一

近年急速に増加しつつある木材の需要をみたすためには、森林の生産力を増強することは勿論、伐採後地に残される林地廃材および工場廃材等の木材資源の合理的利用を積極的に計らねばならない。最近国有林では、一部末木、枝条材をつけたままの伐倒木を集材する全乾集材が行われるようになり、こわら末木、枝条材の有効な利用の可能性が考えられるようになった。

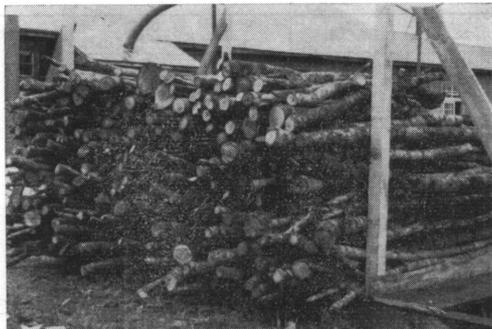
末木・枝条材を原料とする、パルプおよびファイバーボードに関しては既に報告例¹⁾、²⁾があるが、パーティクルボードについては未だ報告がない。この試験は、末木・枝条材等の林地廃材をパーティクルボード原料として利用するにあたっての、経済的、技術的問題を検討するために行ったものである。

1. 試験方法

1) 供試材料

旭川営林署管内で、昭和38年7月下旬伐倒した、エゾ・トドマツ混材、ミズナラ、雑カバおよびシナノキ

の四樹種の末木、枝条を元口部分より順次2m長さに玉切り採取した。(第1図)各樹種の末木・枝条約2.78m³(層積)を採取した伐倒木の本数並びに胸高直径は第1表のとおりである。



(エゾ・トドマツ)



(雑カバ)



(ミズナラ)



(シナノキ)

第1図 供試末木、枝条材

第1表 供試材を採取した伐倒原木

樹種	本数(本)	胸高直径 (cm)					
エゾマツ	1	48					
トドマツ	3	30	36	46			
ミズナラ	5	32	38	38	40	40	
雑カバ	3	38	48	50			
シナノキ	6	28	32	34	46	48	48

2) ボード削片の製造

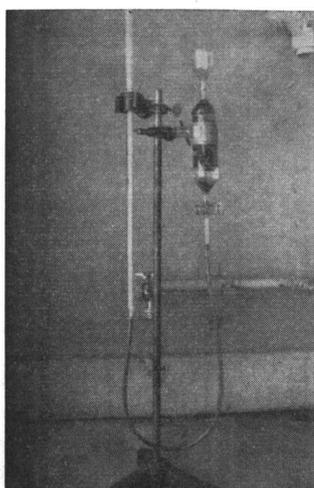
予じめ、チップスペースウト(210×180mm)に入る大きさに調木した1m長さの末木・枝条材を42 ディスクチップパーで、長さ約13mm、巾約20mm、厚さ約3.0mmの粗碎片(パルプチップ)を製造し、このパルプチップをパールマンチップパーにかけて、厚さ約0.5mmの削片を製造した。

(イ) 粗碎片充てん率

底面積50cm×50cm、高さ100cmのシナ合板製容器に、予じめ用意した粗碎片を1回の操作で上部より落下させ、比較的粗く充てんした場合³⁾の見掛け比重を求め、これを生材比重で除して、粗碎片充てん率を算出した。

(ロ) 粗碎片容積密度数

実験室キシロメーター(第2図)で飽水時の木質粗碎片、樹皮片の容積を測定して、各容積密度数を算出した。



第2図 粗碎片の容積測定に使用したキシロメーター

3) ボード材質試験

樹皮混入削片および、剥皮削片より、ボード比重0.6、ボードサイズ20mm×50cm×40cmの単層ボードを、尿素樹脂添加率8%、レジン塗布後の削片含水率18%、プレス閉鎖時間1分、初期圧縮圧26kg/cm²、熱圧温度140℃、熱圧時間20分の条件で製板した。

(イ) ボード厚さ方向の比重分布

5cm×35cmの試片の表と裏側からプレーナー研削を行い、重量、厚さの減少からボード各層の比重を測定した。

(ロ) 強度試験

日本工業規格(JIS A 5908 - 61)に準じて、500kg オルゼン型万能試験機により曲げ強さ、剥離抵抗および木ねじ保持力の試験を行った。

2. 試験結果および考察

1) 供試末木・枝条材の形量と品質

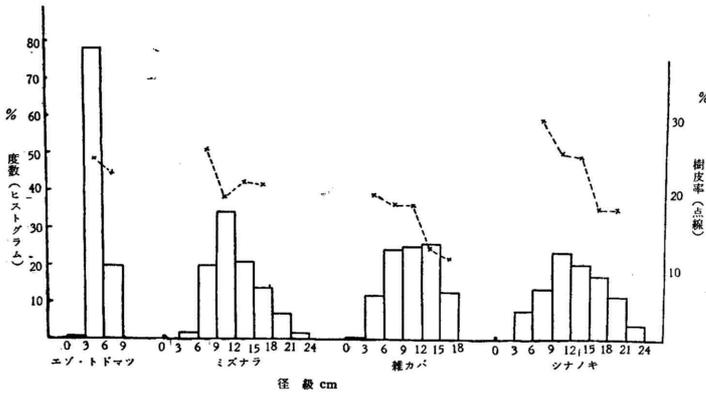
2m長さの末木・枝条材を巾2mに推積した際の実績率を第2表に挙げる。エゾ・トドマツ末木・枝条材

第2表 末木、枝条材の実績率

樹種	平均直径 (cm)	実容積 (m ³)	層積 (m ³)	実績率
エゾ・トドマツ	5.2	1.178	3.68	0.315
ミズナラ	12.0	1.743	3.48	0.500
雑カバ	10.6	1.411	3.84	0.367
シナノキ	12.5	1.873	4.44	0.421

は他の広葉樹に較べて、径扱が小さく、又彎曲しているため実績率は最小である。雑カバ末木・枝条材は、分岐、彎曲したものが多く、エゾ・トドマツに次いで実績率は小さい。これに対し、ミズナラは比較的通直で、大きな実績率を示している。

第3図は、1m長さの末木・枝条材を元口径級により分類した径級度数分布および樹皮率を示す。エゾ・トドマツ末木・枝条材は比較的径級が細く、径級範囲が狭いが他の広葉樹では径級が太く、従って分布巾が広い。樹皮率は一般に径級の増大とともに減少する。樹種別に見ると、ミズナラ、シナノキ樹皮が、内皮、外皮の発達著しく、同径のエゾ・トドマツ、雑カバより樹皮量が多い。



第3図 末木・枝条材の径級度数分布および樹皮率
 (樹皮率 = $\frac{\text{樹皮重量}}{\text{皮つき末木・枝条重量}} \times 100$)

第3表 末木・枝条材の調木歩止り

樹種	末木・枝条重量		調木歩止り (%)
	全量 (kg)	除去量 (kg)	
エゾ・トドマツ	922	0	100
ミズナラ	1603	106	93.4
雑カバ	1204	288	76.0
シナノキ	1270	145	88.7

第4表 末木・枝条材の径級別粗砕歩止り

樹種	径級範囲 (cm)	* 粗砕片サイズ		
		大型片 (%)	合格片 (%)	ダスト (%)
エゾ・トドマツ	3-5.9	1.2	96.3	2.5
	6-8.9	1.4	96.4	2.2
ミズナラ	3-5.9	2.1	96.1	1.8
	6-8.9	3.1	95.9	1.0
	9-11.9	2.9	96.0	1.1
	12-14.9	4.6	94.2	1.2
	15-17.9	2.5	96.3	1.2
	18-20.9	2.4	96.3	1.3
雑カバ	3-5.9	4.0	91.5	4.4
	6-8.9	4.6	92.2	3.2
	9-11.9	6.1	91.1	2.8
	12-14.9	4.5	93.4	2.1
	15-17.9	8.0	89.8	2.2
シナノキ	3-5.9	3.9	95.2	0.9
	6-8.9	4.4	94.9	0.7
	9-11.9	5.4	93.9	0.7
	12-14.9	6.5	92.8	0.7
	15-17.9	6.7	92.7	0.6
	18-20.9	4.4	94.4	1.2

* 粗砕片の分級は、上綱25mm×35mm、下綱2.0×2.0mmの二段振動篩で行った。

2) 末木・枝条材の粗砕 (パルプチップ化)

粗砕化に先立って、チェーンソー、丸鋸、スプリッターで末木・枝条材をディスクチップパーに供給出来る大

きさに切断、割木した。その調木歩止りは第3表のとおりである。エゾ・トドマツ末木・枝条材は彎曲はしているが小径であるため、100%消化可能である。しかしその他の広葉樹は、彎曲、分岐、節コブが多く、調木歩止りは低下し、特に実積率の小さい雑カバでは76%であった。

第4表は末木・枝条材の径級別粗砕歩止りを示す。原料径級と歩止りの間には顕著な関係は認められないが、大体径級の小なる場合はダスト

の発生が多く、径級の大きなものは大型片の発生が大きい傾向にある。又ダストの発生には当然樹皮質も関係し 例えば雑カバ、エゾ・トドマツのように比重が高く、脆いもの(第8表参照)はダストの量が多い。

第5表は、末木・枝条材を径級別に粗砕した際の、粗砕片の形状を示す。(粗砕片巾、および厚さは省略)粗砕片の長さは、原料径級の小さい方が、原料径級の大きいものより小さいようである。又長さのバラツキは、各樹種とも最小径級のとき最大値を示している。これは軽量の原料が、切削中にスパウト内ではずみ、正規の切込み深さで切削されない為である。山元粗砕で、末木・枝条を先端の細い所まで利用しようとする場合には、大型チップーのみでは不充分で、小型チップーの併用が、粗砕片長さの規制上望ましいと考えられる。原料径級と粗砕片の巾、厚さの間には顕著な関係は認められなかった。

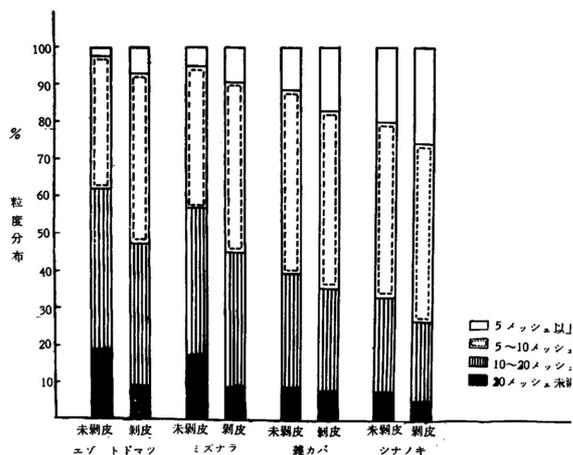
粗砕片を底面積50cm×50cm、高さ100cmの木製の容器に、比較的粗く詰めた場合の充てん率を第6表に示す。各樹種とも、0.3前後でいずれも粗砕前の末木・枝条材の実積率よりも低い値になっている。従って林地廃材を直接工場土場まで運び込むか、或いは現地で一度粗砕化し、粗砕片で運搬するのが有利かについて考えて見なければならない。

第7表は5トン積みトラックで、末木・枝条材および同粗砕片を運搬する場合の、両者の積載量を試算したものである。末木・枝条材および同粗砕片の積載量

第9表 パールマンチッパーによる精砕歩止り

樹種	処理	精砕片サイズ		
		合格片* (%)	小形片** (%)	微粉*** (%)
エゾ・トドマツ	未剥皮	74.8	21.4	3.8
	剥皮	76.5	18.8	4.7
ミズナラ	未剥皮	76.6	18.4	5.0
	剥皮	77.6	17.2	5.2
雑カバ	未剥皮	81.0	15.6	3.4
	剥皮	84.5	11.7	3.8
シナノキ	未剥皮	79.3	14.5	6.2
	剥皮	85.9	8.6	5.5

* 1.5mmの振動篩に止ったもの
 ** 同上スクリーンを通過したもの
 *** ドライヤーのサイクロンに捕集されたもの

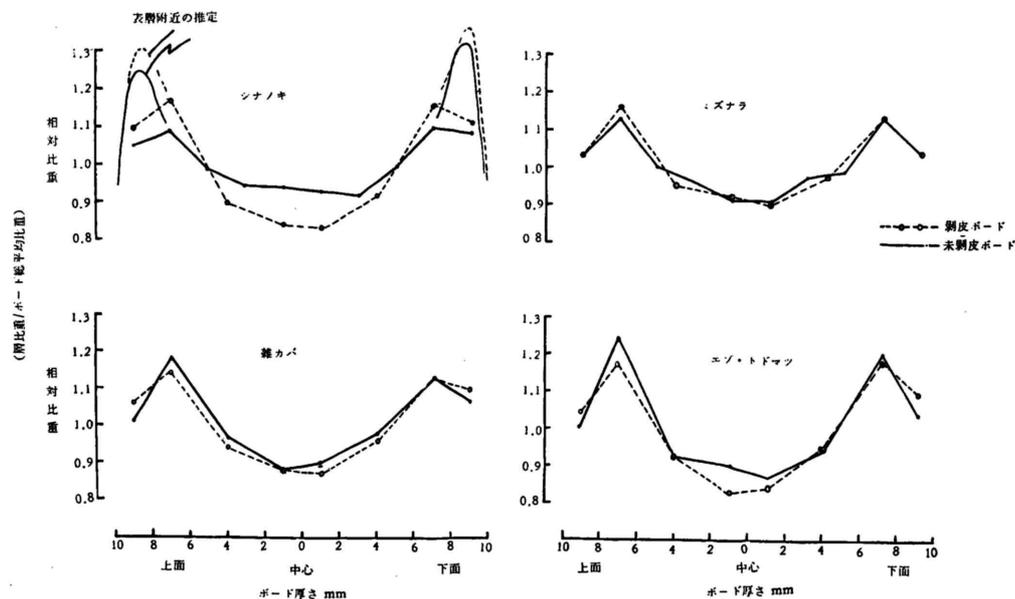


第4図 精砕合格削片の粒度分布

削片のパールマンチッパーによる精砕歩止りと削片の粒度分布を示す。未剥皮材からの削片収率は75~80%の値で、剥皮原料に較べて数%低い。又削片の粒度分布では、樹種混入削片のほうが小形片の割合が多くなっている。樹種別ではエゾ・トドマツが削片収率最低で、削片形状も小形片が多い。

4) ボード材質試験

第5図は、表面未研削ボードの厚さ方向の比重分布を示す。表層、芯層に同一削片を使用した単層成型ボードでも、ホットプレス熱板からの温度伝達が厚さ方向に対し、ズレるため、ボード各層の圧縮度が異なり、ボード比重は、ボード内部で多層になっている。熱板に接触する最表層はプリキュア（前硬化）を生じ、比重は低いが、表面から僅か入った所で比重は最大を示し、そこからボード中心に向かって漸減する。この表層附近の最大比重と、内部の芯層比重には、マットの圧縮性（ボード見掛け比重/原料真比重）が、関係する。原料に低比重材を用いると（或は高比重ボードでは）ボード内部空隙が減少し、マット芯層がつぶれにくく、表層が比較的硬いボードになる。反対に高比重原料（或は低比重ボード）では、マットの芯層がつぶれ易く、芯層比重は高



第5図 ボード厚さ方向の比重分布（表面未研削）

第5表 粗 碎 片 の 形 状

樹 種	粗 碎 片 長 さ	径 級 (cm)					
		3.0-5.9	6.0-8.9	9.0-11.9	12.0-14.9	15.0-17.9	18.0-20.9
エゾ・トドマツ	平均値 (mm)	12.6	12.6				
	標準偏差 (mm)	2.5	2.1				
	変動係数 (%)	19.8	16.7				
ミズナラ	平均値 (mm)	13.2	13.2	13.9	13.5	13.0	13.6
	標準偏差 (mm)	2.9	1.9	2.0	2.2	2.2	2.5
	変動係数 (%)	22.0	14.4	14.4	16.3	16.9	18.3
雑カバ	平均値 (mm)	11.9	12.1	12.7	13.7	14.7	
	標準偏差 (mm)	2.4	2.1	1.8	2.2	2.7	
	変動係数 (%)	20.1	17.3	14.2	16.0	18.4	
シナノキ	平均値 (mm)	13.4	14.2	14.2	13.0	13.8	14.8
	標準偏差 (mm)	2.7	2.0	2.2	2.4	1.8	2.0
	変動係数 (%)	20.1	14.4	15.5	18.4	13.0	13.5

(測定個数は各径級範囲で100片)

第6表 粗 碎 片 充 て ん 率

樹 種	含水率 (%)	粗 碎 片 見 掛 比 重	末 木 枝 条 比 重	粗 碎 片 充 て ん 率
エゾ・トドマツ	52	0.241	0.782	0.308
ミズナラ	64	0.290	0.920	0.315
雑カバ	45	0.251	0.853	0.294
シナノキ	56	0.103	0.647	0.314

(粗 碎 片 充 て ん 率 = $\frac{\text{粗 碎 片 見 掛 比 重}}{\text{末 木 枝 条 比 重}}$)

第7表 末 木 ・ 枝 条 材 ， 同 粗 碎 片 の ト ラ ッ ク 積 載 量

樹 種	重量制限積載量 (m³)	* かさ制限積載量		最大積載量		正味積載量末木・枝条材 (m³)
		末木・枝条材 (m³)	粗 碎 片 (m³)	末木・枝条材 (m³)	粗 碎 片 (m³)	
エゾ・トドマツ	6.40	6.11	6.34	6.11	6.34	5.88
ミズナラ	5.43	9.70	6.48	5.43	5.43	4.87
雑カバ	5.87	7.12	6.05	5.87	5.87	4.10
シナノキ	7.37	8.17	6.46	7.37	6.46	6.11

* 末木、枝条材の積載容積は、2 m 材をトラック荷台に対して、横手方向に積載するものとして、 $2.00 \times 4.22 \times 2.30 = 19.41$ (m³)、粗 碎 片 の 積 載 容 積 は、 $2.12 \times 4.22 \times 2.30 = 20.58$ (m³) として算出した。

第8表 末 木 ， 枝 条 材 の 容 積 密 度 数

樹 種	木材質容積密度数 (kg/m³)						樹皮質容積密度数 (kg/m³)
	径 級 (cm)						
	3.0-5.9	6.0-8.9	9.0-11.9	12.0-14.9	15.0-17.9	18.0-20.9	
エゾ・トドマツ	446	471					503
ミズナラ	533	549	594	553	552	524	457
雑カバ	542	544	548	526	581		575
シナノキ	299	325	365	360	381	357	384

を枝条実積率、粗 碎 片 充 て ん 率 からみた、かさ制限で比較すると、枝条実積率の特に低いエゾ・トドマツ以外は、末木・枝条材の方が大きい。一方トラック重量制限から積載量をみると、ナラ、カバの硬材は末木・枝条、粗 碎 片 と も に か さ 制 限 以 下 であるため、材と粗 碎 片 の 積 載 量 (最大積載量) の差はなくなる。末木・枝条材については、更に調木、粗 碎 歩 止 り を 加 味 せ ね ば な ら ない から、結局末木・枝条材の正味積載量(得られる粗 碎 片 としての積載量)は、粗 碎 片 としての運搬する場合の95~70%になる。従って、末木・枝条材の運搬は、立地条件にもよるが、一般には現地で粗 碎 し、粗 碎 片 で 運 搬 する 方 が 有 利 と 判 定 さ れ る。

第3表は末木・枝条材の粗 碎 片 にて測定した、木材質ならびに樹皮質の容積密度数を示す。ミズナラ、雑カバ枝条材は、径級と容積密度数との間に明らかな傾向は認められないが、エゾ・トドマツ、シナノキは、径級の小なる方が、容積密度数は小さいようである。これらの値を、幹材から製造した市販のプルプチップの容積密度数⁴⁾と比較すると、ミズナラ、雑カバ、シナノキ末木・枝条材の容積密度数は、幹材のそれと大差ないが、エゾ・トドマツ枝条はア

テが存在しかなり高密度である。又内皮、外皮混みの平均樹皮容積密度数は、ミズナラの場合のみ、木材質より小さいが、他の樹種では、木材質より5~10%大きな値を示している。

3) 末木・枝条材の精碎

第9表、第4図に末木・枝条粗

第10表 *単層パーティクルボードの材質試験結果

樹種	比重	曲げ強さ (kg/cm ²)	剥離抵抗 (kg/cm ²)	木ねじ保持力 (kg)
エゾ・トドマツ	未剥皮	134	3.9	47
	剥皮	158	2.8	51
ミズナラ	未剥皮	132	3.2	50
	剥皮	141	3.8	53
雑カバ	未剥皮	122	3.3	46
	剥皮	159	2.6	52
シナノキ	未剥皮	165	3.3	47
	剥皮	141	2.6	42

* 表面未研削 20mm 厚ボード

いが、表層比重は比較的低いボードになる。

木質削片に樹皮（ミズナラ樹皮以外は木材質より高比重）を加えると、マットの圧縮性が低下し、未剥皮ボードは、剥皮ボードに較べて、表層が低比重、芯層が高比重の傾向になる。

第10表は単層パーティクルボードの材質試験結果を示す。未剥皮ボードの曲げ強さは122～165kg/cm²で剥皮ボードに較べて低い。（シナノキの例外は剥皮ボードが低比重のためと考えられる。）これは前者の表面性質が後者より劣り、いわゆるサンドウィッチ構造の効果が小さいためである。未剥皮ボードのはく離抵抗は3.0kg/cm²以上で剥皮ボードに劣らない値を示すか、これは未剥皮ボードの芯層比重が逆に高い為である。又未剥皮ボードの表面木ねじ保持力は50kg前後の値を示し、曲げ強度の場合と同様な傾向にある。

以上単層ボードの材質から判定して、未剥皮の末木枝条材は、パーティクルボードの芯層原料として充分使用出来ると考えられる。

3. 摘要

末木・枝条等の林地廃材をパーティクルボード原料として利用するにあたっての経済的、技術的問題を検討し大要次の結果を得た。

1. 末木・枝条材および同粗砕片（パルプチップ）のトラック積載量を、枝条実績率、調木歩止り、粗砕片歩止り、粗砕片充てん率から比較考察すると、現地で粗砕し、粗砕片で運搬する方が、積載量が5～30%多く有利である。

2. 径級範囲の大きな林地廃材の粗砕には、大型チップパーのみでは不十分で、小径材および調木の際生ずる短尺材も処理可能な小型チップパーの併用が望ましい。

3. 針葉樹エゾ・トドマツ枝条材は、あてが存在し、又樹皮率が大きい為、精砕（パールマンチップパー）歩止りは小さく、削片粒度分布も、多樹種に較べて小形片が多い。

4. 樹皮混入ボードの層比重は、表層は比較的軽比重、芯層高比重の傾向にある。

5. 単層ボード材質から判定して、未剥皮の末木、枝条材はパーティクルボードの芯層原料として、充分使用出来る。

文 献

- 1) 米沢保正ら：パルプおよびファイバーボード原料としての末木、および枝条材について 林産試験報 113, 145, (1959)
- 2) 米沢保正ら：同第2報 林産試験報 146, 119, (1962)
- 3) 米沢保正ら：廃材のチップ化と計量問題 木材工業 12 459 (1957)
- 4) 米沢保正：木材チップ 地球出版 (1963) P. 121