

パーティクルボードと廃材

斉藤 藤 市

パーティクルボード工業の黎明期（1941～1943年）に、ドイツの合板工場が自家廃材からパーティクルボードを製造していたり、この工業と廃材の密接な関係は今日までうけつがれて来ている。

第1表は我国のせんい板、パーティクルボードの主原料の利用内訳を示すものである¹⁾。この7年間に木材素材は横ばい状態で推移しているのに対し、製材・合板工場残材、木材チップの使用量は順調にのび、初期の2.7倍になっている。この傾向は今後も続くものと思われる。

パーティクルボードは原則として、あらゆる種類の木材、木質化した農産物等から製造出来るが、ボード品質、経済性からみて、原料の選択が必要になる。

今日パーティクルボード原料の対象となる材料は次のとおりである。

小径木

林地残廃材（未木・枝条材、低質材等）

工場残廃材（背板、廃単板、剥心、鉋削片等）

その他（亜麻ガラ、バガス、根曲り竹等）

これらの原料内訳は、パーティクルボードの製造方法（ボード品質）と工場の立地条件に左右され、工場毎に当然違っている。例えば3層ボード、多層ボードの表層小片には高品質の切削片が用いられるが、このためには、長さ300～500mm、径10～20cmの小径木が必要となる。一方心層小片や単層ボード小片にはハンマーミル破砕片が用いられ、これは小形原料からの製造が可能である。この結果、全消費原料のうち小径木の占める割合が90%以上のところもあれば、合板工

場に附属しているパーティクルボード工場に見られる如く、100%が自家廃材でまかなわれる場合もある。この関係をプラントサイズで見ると大略次のようになる。

日産20トン位までは自家廃材と購入廃材、

日産20トン以上では自家廃材と小径木、

日産100トン以上では主として小径木、

即ち、大型プラントでは小径木の利用が多くなっている。これは廃材の入取量におのずから経済的な制限があって、多量の廃材を一ヶ所に集めることが困難であると同時に、大規模工場では生産工程が全てオートメ化されており、作業能率が良いこと、原料にバラツキが少ないこと、さらにボード品質が高いこと等の理由から小径木の利用が優勢である。

しかし小径木は他の紙・パルプ工業、せんい板工業にとっても有用な原料であり、競争による原料価格の値上りが避けられないため、安価な代替材料を求める必要にせまられている。これらが林地、工場残廃材等の材料である。この種の残廃材の使われ方は、この材料のみでパーティクルボードを製造する場合と、小径木切削片の充てん材として使用される2通りの方法があって、これはケースバイケースで決定されている。

1. 林地残廃材

未木・枝条等の林地残廃材は集荷、運搬の問題があって、パルプ、ボード原料としての利用は現在非常に限られている。一例として第2表に原料別の木材チップの生産量を示した²⁾。これによれば、木材資源として、現在の林地残廃材が占める比重は工場残廃材には

るかにおよばないことがわかる。

しかし今日の逼迫した木材事情を打解するために

第1表 せんい板、パーティクルボードの主原料の入荷量¹⁾

原料の種類	年 度	35	36	37	38	39	40	41
素 材 (1,000m ³)		174	192	227	213	256	171	193
製材・合板の残材 (ク)		119	150	155	130	160	157	195
木 材 チ ッ プ (ク)		116	195	229	261	374	368	436
鋸 屑 (トン)		14,131	17,103	16,975	18,215	17,180	8,755	9,990
稲, 麦 わ ら (ク)		12,639	21,995	22,989	20,255	29,195	18,726	14,126
そ の 他 (ク)		15,069	48,432	57,036	36,659	29,489	32,424	37,206

第2表 入手区分別木材チップ生産量²⁾

年 度	1,000m ³			
	総 数	工 場 残 材	林 地 残 材	素 材
40	8,427 (100)	4,307 (51.1)	841 (10.0)	3,279 (38.9)
41	9,640 (100)	4,794 (49.7)	812 (8.4)	4,034 (41.9)

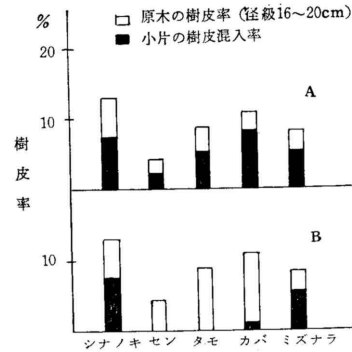
注 ()内は構成比を示す。

は、山元に遺棄されているこれらの林地残廃材の利用を無視することは出来ない。今後の林道網の整備拡充、運搬方法の開発によっては、未木・枝条材も工業材料になる可能性をもっている。

最近のボード製造機械、製造技術には著るしい進歩があり、とりわけ遠心力を利用したナイフミルの出現は、木材チップからのコアー用の切削片の製造が可能となり、木材資源の合理的利用に大きな貢献をした。すなわち、未木・枝条材等のかさばる原料は、現地でチップ化し、ボード工場に搬入後精砕する方法が採用できて、原料の集荷が経済的に容易になった。

一般にパーティクルボード製造では、表層小片以外は未剥皮原料が用いられるが、これは皮剥ぎの手間をはぶくとともに、樹皮を充てん材として利用しようとする考えである。小径の未木・枝条材の樹皮率は樹種にもよるが径級10cm前後で20~30%に達する³⁾から、この種の材料を利用する場合、樹皮の存在を無視することはできない。

3層ボードのコアーに樹皮を混入した試験結果によると⁴⁾、ボード材質が低下しない樹皮混入の限界量は、コアーに使用した小片形状によって異なるが、0.5mm厚の切削片ではコアーに対し30%、また切削片と破砕片の中間的性状を示す0.5mm厚パールマンチッパー小片では50%附近である。この結果からみて、上記の小径原料に含まれる樹皮量はほとんどボード材質に影響しないといえる。また小片の製造方法によっては、製造過程で樹皮が細化され、ダストになって除かれるため、実際の樹皮混入率はさらに小さくなる。第1図は2種類の方法で皮付材をそのまま小片化した場合、小片中に混入する樹皮量を推定したものである⁴⁾。これによると、パールマンチッパー小片には原木時の約半数以上の樹皮が存在すると思われるのに



第1図 小片製造方法と樹皮混入率の関係⁴⁾
 A パールマンチッパー+遠心リング型チッパー
 B シェービングマシン+ハンマーミル

$$\text{樹皮率} = \frac{\text{樹皮重量}}{\text{木材(小片)重量}} \times 100$$

対し、ハンマーミルの精砕処理を伴う、シェービング小片では、靱皮せんいを有するシナノキ、ナラ樹皮は存在するが、脆いタモ、カバ樹皮は小片製造工程中にほとんどが除かれる。

未木・枝条材を木材チップに粗砕し、これを遠心リング型チッパーで精砕した結果によると³⁾、針葉樹エゾ・トド枝条材はアテが存在し、また樹皮率が大きいため、小片歩留りが他の広葉樹材に比べて低い傾向がみられた他には、特にボード原料として問題はなかった。

2. 工場残廃材

工場残廃材は集荷が林地残廃材に較べて容易であるため、ボード原料としての重要性は非常に高い。工場残廃材は小片化を必要とする大型片(背板, 耳材, 剥心, 廃単板等)と切削工程の不要な小型片(鉋削片, 鋸屑, 樹皮等)に分類できる。

工場残廃材のうちでパーティクルボード原料として、最も利用されているのは、製材工場から排出される大型片である。これは主としてせんい長さが問題となる他のせんい工業の場合と異なり、小片形状、サイズが重要視されるためである。この原料は小径木に較べて安価である反面、樹種、形状、含水率等に変動があり、これが作業性の低下、ボード品質のバラツキに

第3表 工場残廃材の実績率⁶⁾

種 類	実 績 率
1. 製材工場残廃材	
端切材 (堆積)	0.37
背板	0.51~0.58~0.64
耳材 (1m長さ)	
中厚	0.47~0.56~0.63
薄物	0.47~0.52~0.57
鋸屑	0.33
2. 鉋削工場残廃材	
鉋削片、フライス片	0.18~0.20~0.25
3. 合板工場残廃材	
ロータリー単板屑	0.45
スライス単板屑	0.55
剥心	0.78~0.91
剥心 (2分割)	0.69~0.70~0.71

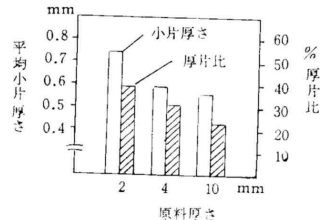
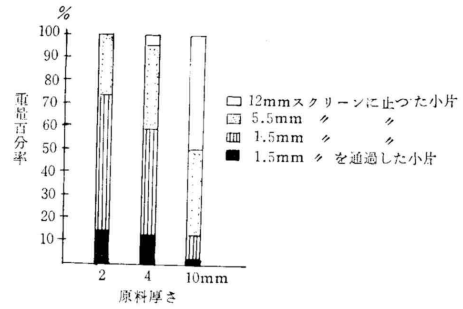
つながるため、樹種別、等しい長さに結束されたものがパーティクルボード工業にとって望ましいといえる。

背板等の工場残廃材を利用する場合、取引上は勿論のこと、自家消費でもそれから得られる大略の小片収量を掴むために、実績率を知っておく必要がある。Kollmann による工場残廃材の実績率の一部を第3表に示す⁵⁾。我国の広葉樹材の背板実績率としては、この表に近い0.5~0.6の値が得られている⁶⁾。

合板工場から排出される単板屑は我国ではもっぱら単板貼りパーティクルボードの原料になっている。この材料からボード用の原料小片を製造する最も簡単な方法ほ、ハンマーミル等の打撃による破砕品の製造である。しかしハンマーミルでは厚さ方向の細化は期待できず、厚さ2mm以上の単板では小片厚さが厚くなり、また異なる厚さの単板を使用すれば小片厚さの不同が生じる。現在この方法は比較的破砕しやすいラワン薄物単板に限られている。

普通の円盤型、円筒型のシェーピングマシンを使用すれば、原料厚さの問題は解決できるが、原料供給の面で作業能率が低下し、また切残し片が多量生ずるため好ましくない。

単板厚さが比較的厚い場合には、前述の遠心リング型チップャーによる処理が適当と思われる。この切削機は20~30mm長さにプリカットした木材チップを遠心

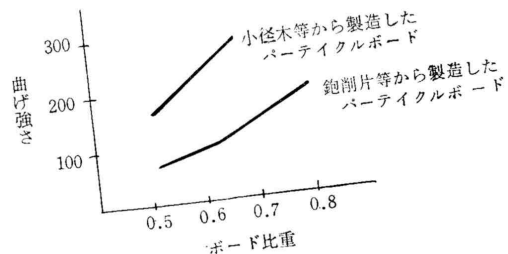


第2図 遠心リング型チップャーにおける原料厚さと小片形状の関係⁷⁾

ナイフ刃出し量 : 0.5~0.6mm
 原料 : シナノキ 巾 10mm×長さ 25mm
 厚片比 = $\frac{\text{刃出し厚さより厚い小片数}}{\text{全小片数}} \times 100$

力で外局のナイフリングにおしつけて切削を行なうもので、普通の切削形式のチップャーと異なり、原料サイズに制限がないこと、処理能力が高い特色をもっている。

第2図は遠心リング型チップャーにおける原料厚さが小片形状におよぼす影響を示したものである⁷⁾。薄い原料から得られる小片は小形になり、また切残し片が多く、平均厚さは導くなるから薄物原料に対しては効果的でない。ナイフ刃出し量を小さくすれば小片厚さは薄くなり、厚さのバラツキは減少するが、原料片のチップャー滞留時間が長いいため、ローター破砕によるダスト量が増大する。また摩擦熱によりナイフの切削性



第3図 原料別パーティクルボードの曲げ強さ⁸⁾

能が低下する。一般には0.5~0.6mmの刃出し量で単層ボード小片、或いは3層ボードの心層小片が製造されている。

小型工場残廃材として代表的なものは鉋削片である。従来この材料はアメリカでもっぱら建築用のボードの製造に利用されていただけで、パーティクルボードの本場ヨーロッパではほとんど使用されなかった。すでに細化されていて小片化工程が容易な鉋削片がきらわれた理由は、小片がカールしている、斜行木理で破壊しやすい、厚さが比較的厚いため、これから製造したパーティクルボードの曲げ強さ、寸度安定性が木材切削片ボードに較べて劣るためである。(第3図)

Heebinkら⁹⁾は鋸屑がそのまま木材チップとして利用できるように丸鋸を改良する方法と同一の考え方から、ダグラスファー材のプレナーセッティングの条件を種々変え、パーティクルボードに適する鉋削片を求める実験を行なった。それによるとボード材質を高めるフレックタイプに近い鉋削片を得る主な切削条件(被削材が生材、カッターヘッド直径大、カッター軸と材送り方向の角度小、掬い角大)の一部は不幸にも被削材面の品質(カッター軸と材送り方向の角度大、掬い角小が望ましい)を低下せしめる結果になり、この方法の実現の可能性は少ないようである。

しかし鉋削片は単体での利用は無理でも、他の正規小片への充てん材の形で用いれば充分利用できる。Klauditz¹⁰⁾によれば、鉋削片を精砕して正規小片に近づけることにより、3層ボードの心層に20~30%混入することが可能であるという。

年間多量排出される鋸屑の利用は木材加工業にとって永年の懸案であり、技術的、経済的見地から多くの研究がなされてきたが、未だ決定的な方法は見出されていない。鋸屑からパーティクルボードを製造する試みもかつてドイツで行なわれたことがある。製品は石炭酸レジン8~10%用いた薄物高比重ボードで、主として建築用、特殊家具に向けられた。しかし採算が合わず戦後は生産を中止している。

その後の研究で、鋸屑はせんい強度と小片間の接着性に劣るため、パーティクルボード原料には不適當で

あることが明らかにされ、ボード原料から一時はずされていた。しかし近年再び鋸屑の利用開発に関する研究がKlauditzら^{11),12)}により行なわれ、鋸屑より間仕切り壁を目的とする比量0.3~0.4、厚さ30~60mmの軽量、厚物ボードの製造、および表層に切削片、心層に鋸屑を用いた中密度3層ボードの製造が報告されている。

鋸屑と同様に製材工場等から多量排出される樹皮は、前述のように、一般に材質がもろく、細粉になりやすいため、ボード原料には適さず、現在樹皮のみのパーティクルボードの製造は実際に行なわれていない。

3. その他

木材以外のパーティクルボード原料としては、農産物廃材、その他の植物せんいがあり、代表的なものに亜麻ガラ、バガス、日本では根曲り竹がある。その他、棉の茎、シュロの葉筋、ココナツせんい等も考えられる。これに対して稲ワラ、もみガラ、ピーナツ外皮等は良い結果が得られていない。

亜麻からせんい質をとった残渣の亜麻がらからのパーティクルボードの製造は、亜麻が栽培され、しかも森林資源にめぐまれない所で経済的に行なわれている。パーティクルボード製造上、亜麻がらが木材と違う点を挙げると次のとおりである¹³⁾。(1)小片化工程を省略できるが、原料中の不適當な成分(微粉、せんい、根部)を除去する篩分工程が必要である。(2)亜麻がらの含水率は11~14%で、木材に較べ熱量消費が少ない。(3)小片含水率が材質に敏感に影響するため、含水率の正確な規制(±0.5%以内)が必要である。(4)亜麻小片はレジン塗付後、温度40~45℃で予備乾燥が行なわれる。(5)マット成型が容易である。

現在亜麻パーティクルボードはベルギー、フランス、ドイツ、オランダ、ポーランド等で製造され、ボードは大部分建築材料、主として内装材、または家具材料に利用されている。

砂糖のしぼり滓であるバガスは長年製糖工場のボイラー燃料として用いられてきたが、最近ではセルロース

第4表 マツ、亜麻がらおよびバガスから製造したパーティクルボードの材質¹⁾

強度性質 ボード比重	曲げ強さ (kg/cm ²)		はく離抵抗 (kg/cm ²)		吸水厚さ膨脹率 24hrs (%)	
	0.30	0.58	0.30	0.58	0.30	0.58
マ ツ	70.0	349	0.9	7.9	6.4	11.5
亜 麻 が ら	36.0	160	1.4	5.5	8.8	12.5
バ ガ ス	45.0	173	1.7	6.2	6.4	2.7

注 1) 小片形状
 マツ切削片：厚さ 0.2~0.3mm, 巾0.8mm, 長さ20mm
 バガス小片：厚さ 0.3mm, 巾0.3mm, 長さ10~15~25mm
 2) レジン添加率 8%

、せんい板、パーティクルボードの原料として使用されるに至った。前述の亜麻がらも含めてこの種の材料を工業原料として使用するには、短期間に1年分の材料を確保し、変敗しないように貯蔵する必要がある。特にバガスには未だ1~2%の糖分が含まれているから、原料の醗酵、変質に対する保護策が重要であり、バガスパーティクルボードの品質はこの原料の貯蔵中の保護、管理状態にかかっているといえる。

バガス小片の製造はナイフミルで簡単に行なうことができる。またこの後のプロセスは木材小片の場合と同一である。バガスボードの品質は、実験室データによると¹⁴⁾ 亜麻ボードに匹敵する。特に高比重ボードは表面、端面がよくしまっていて、吸水厚さ膨脹は小さい特色がある。(第4表) 現在バガスパーティクルボードはキューバー、ドミニカ、U.S.A、台湾、沖縄等で製造されている。

根曲り竹を原料とするパーティクルボードの製造はかつて本道で行なわれたことがあるが、現在は休止している。この主な理由は、原料の工場入取価格が木材の場合より高くなったためと考えられる。従って将来この原料の集荷技術、方法が開発されれば、根曲り竹が再び脚光をあびることも可能であろう。

以下パーティクルボード原料としての根曲り竹について簡単に述べる。根曲り竹は冬期間には深い雪にうづもれているため、夏期の数ヶ月がこの材料の集荷期になる。従ってバガスの場合と同様に原料の貯蔵が大きな問題である。小片化は先づ30mm長さ程度に粗砕したものを遠心リング型チップパーで精砕する方法がとられる。この場合、根曲り竹は木材に較べ硬質であるためナイフ磨耗が早く、また貯蔵中に原料含水率が

低下するとダストの発生量が多くなる。

切削した小片は変質しやすいため直ちに乾燥しなければならぬ。根曲り竹から製造したパーティクルボードは原料比重が高い(d=0.70前後)ため、木材パーティクルボードと同等の強度、表面性質を得るためには、ボード比重を高くしなければならず、従って製品の用途が限定されるきらいがある。

参考文献

- 1) 農林省統計調査部：合板統計 Vol.3 No.6 (1966)
- 2) 農林省統計調査部：農林水産統計速報42 - 65
- 3) 斉藤藤市ら：林産誌月報または木材の研究と普及1月号 (1965)
- 4) 斉藤藤市ら：林産誌研究報告 第26号 (1962)
- 6) 河島 弘ら：林産誌月報または木材の研究と普及3月号 (1967)
- 7) 斉藤藤市ら：林産誌研究報告 第32号 (1963)

- 林産誌改良木材材料 -