

はじめに

我が国の原木由来の木材チップは主に製紙原料などのマテリアル利用に仕向けられているが、近年、木材チップの需要は、製紙用を主体とするものだけでなく、バイオマス資源活用を旨としての燃料用、木質ボード向けの需要の台頭など構造的に変化の兆しが見られている。しかしながら木材チップにはこれらの需要を包含した規格がないため、需給者間での円滑なチップ流通に支障が出始めているとともに、これらの用途には製紙用とはやや異なり、木材チップの含水率が大きく関わり、木材チップの乾燥の必要性が高まっている。

そこで、本事業において木材チップの規格の策定及び乾燥手法の集約を行い、木材チップ需給者間で木材チップに関する情報を共有することが必要と考えられ、このため、木材チップに関する各界の識者からなる「木材チップ規格・乾燥検討委員会」を設置し、これらの問題点、課題を調査分析し、原材料供給可能性を各分野の総合的視点から十分検討し、その基本的な方向取りまとめることとした。具体的には、木材チップ生産、流通の専門家により、木材チップ専門部会を設け、専門家による現地調査、生産者へのアンケート聞き取り調査等を実施し、現在定めのない木材チップの規格、経費的に難しいとされる木材チップ乾燥手法等を検討し、問題点の摘出とその解決策を探った。特に木質ボード向けには繊維板専門部会を設け、木材チップの樹皮含有率の差による木質ボード製品の試験製作を行い、製造工程、製品性能を実際に検証したものである。これらにより、今後の木材チップ生産の方向性が明らかになったと思慮される。

本報告書はこれらの調査検討成果をまとめたものであり、これにより木材チップ流通の円滑化が図られるとともに、原木由来の木材チップの供給能力が向上し、地域材（国産材）の利用が促進され、木材自給率の向上に寄与することが可能となり、将来の国産材自給率5割を目指すための一助となり、貴重な再生産可能資源である我が国森林資源の有効な活用が図られることを期待している。

終わりに、本事業の計画・実施の実施に当たり、終始ご指導を賜った各委員並びに現地調査でご協力を頂いたチップ業界、チップ受入調査で情報提供頂いた関連業界の皆様に深く感謝するとともに、本報告書が関係各位の業務の指針として利用されることを期待するものである。

平成24年3月

全国木材チップ工業連合会

会長 岩切 好和

木材産業等活性化総合対策事業のうち 木材チップ等原料転換型事業 調査・分析報告書

目 次

はじめに

第1章 木材チップの品質

- 1. 国内のチップ原料とチップ生産の概況
- 2. チップ生産工場調査の概要
- 3. チップ利用工場調査の概要
- 4. チップ品質

第2章 木材チップの含水率

- 1. 調査目的及び調査方法
- 2. チップ生産使用工場
- 3. 含水率測定
- 4. 燃料チップとしての発熱量
- 5. 文献による発熱量
- 6. 高発熱量と低発熱量
- 7. 実効発熱量
- 8. 燃料用木材チップの乾燥処理
- 9. 乾燥施設も含めた木材チップ生産コストの試算
- 10. 乾燥時間と乾燥曲線
- 11. 含水率管理
- まとめ

第3章 木材チップの規格

- 1. 木材チップの規格提案

(付属資料)

- 1 協議会委員名簿
- 2 専門委員会名簿

3	23年度現地調査の概要
4	木材チップ原木の体積、重量の換算係数
5	原木換算係数円盤根拠
6	円盤測定法
7	原木換算係数計算シート計算結果
8	チップ換算係数 参考
9	都道府県別木材チップ生産量

第1章 木材チップの品質

1. 国内のチップ原料とチップ生産の概況

我が国の平成22年の木材チップの供給量は約1,800万BDT（BDT：絶乾重量トン）であった（表1.1）。木材チップの供給量は、平成20年までは約2,000万BDTでほぼ横ばいであったが、平成21年に大きく減少した。平成22年には回復傾向が見られたものの、平成20年以前の水準の約8割にとどまっている。木材チップの利用先は製紙原料が9割を占めており、このような供給量の増減は紙の生産量の増減に依るところが大きい。しかし近年では、化石燃料の代替として、バイオマスボイラーやチップの直接燃焼による発電、石炭との混焼による発電などの設備の導入が増えており、製紙用以外の用途への木材チップの有効利用も盛んである。

表 1.1 木材チップ供給量の推移

（単位：千BDT）

年次	総量	国産チップ	輸入チップ
平成18	19,675	5,899	13,776
平成19	20,231	5,894	14,337
平成20	20,519	5,797	14,722
平成21	15,607	5,129	10,478
平成22	17,524	5,406	12,118

資料：農林水産省「木材統計」、林野庁「木材輸入実績」

木材チップは、その製造方法と形状から、切削チップと破砕チップ（ピンチップ、クラッシャーチップ）の2つに分けられる。切削チップは、原木や製材背板などを原料として、刃物で切削加工することにより作られるチップであり、主としてディスクチッパーによって製造される。破砕チップは、建築解体材や梱包資材、廃パレットなどのいわゆる廃木材を原料として、シュレッダーやハンマーミルと呼ばれる破砕機を使用して製造されるチップである。

表1.2に原材料別、針葉樹・広葉樹別の国産チップの生産量を示す。生産量では原木チップが最も多く、次いで工場残材チップ、解体材・廃材チップ、林地残材チップの順になる。最近の傾向として、原木チップの占める割合が大きくなり、工場残材チップの割合が減少している。このことは、スギ等間伐材チップの利用促進のほか、工場残材チップ供給の主体である製材工場数の減少に起因していると考えられる。解体材チップも住宅着工数の落ち込みなどから減少傾向であるが、林地残材チップは少量ながら増加する傾向がある。針葉樹・広葉樹別では、針葉樹チップが多くなっているが、このことは、原木チップではスギ等間伐材や低質アカマツ丸太の利用が進んでいること、工場残材では製材工場ですギ

等針葉樹を原料としている工場が多いという実態を反映している。

表 1.2 国産チップの原材料別生産量の推移

(単位：千 BDT、かっこ内%)

年次	総量	原材料別				針葉樹・広葉樹別	
		原木	工場残材	林地残材	解体材	針葉樹	広葉樹
平成 18	5,899 (100.0)	2,276 (38.6)	2,275 (38.6)	66 (1.1)	1,282 (21.7)	3,004 (50.9)	1,613 (27.3)
平成 19	5,894 (100.0)	2,368 (40.2)	2,182 (37.0)	100 (1.7)	1,244 (21.1)	3,087 (52.4)	1,563 (26.5)
平成 20	5,797 (100.0)	2,676 (46.2)	1,913 (33.0)	104 (1.8)	1,104 (19.0)	2,918 (50.3)	1,775 (30.6)
平成 21	5,129 (100.0)	2,398 (46.8)	1,689 (32.9)	108 (2.1)	934 (18.2)	2,598 (50.7)	1,597 (31.1)
平成 22	5,406 (100.0)	2,409 (44.6)	1,837 (34.0)	133 (2.5)	1,027 (19.0)	2,784 (51.5)	1,595 (29.5)

資料：農林水産省「木材統計」

注：針葉樹・広葉樹別には解体材を含まない。

チップはその用途に応じて、使用されるチップの種類やチップに要求される品質が異なる。製紙用には主として切削チップが使用されるほか、板紙用として破砕チップも使用される。品質基準は、それぞれ取引先の製紙工場よりチップ工場へ提示されており、工場、製紙会社によって異なる。木質ボード用には切削チップのほか、破砕チップも多く使用される。品質基準は、受け入れ先のボード工場から提示されており、ボードの種類（パーティクルボード、ハードボード、MDF、インシュレーションボード）、チップ工場のチップの種類（原木チップ、工場残材チップ、解体材チップなど）などによって異なる。燃料用には破砕チップが主として使用されている。他の用途に使用されるチップに比べると品質への要求は厳しくないが、CCA 処理木材、金属類、プラスチック類、土砂等は含まないというのが一般的である。

2. チップ生産工場調査の概要

チップの生産の実態について、全国5地域7社の木材チップ工場、すなわち、三基開発(株)、(株)ニチモク林産北海道(以上、北海道)、亀井産業(株)(埼玉県)、静岡チップ工業(株)(静岡県)、山興緑化(株)(島根県)、木脇産業(株)、宮崎みどり製菓(株)(以上、宮崎県)において調査を行った。これらのうち、原木からチップを製造している工場が2箇所((株)ニチモク林産北海道、宮崎みどり製菓(株))、原木および背板からチップを製造している工場が1箇所(木脇産業(株))、原木および解体材・廃材からチップを製造している工場が1箇所(山興緑化(株))、解体材・廃材からチップを製造している工場が3箇所(三基開発(株)、亀井産業(株)、静岡チップ工業(株))であった。調査では、チップ工場の所有するチップ製造機械の種類と台数、チップ生産能力と生産実績、チップ取引条件、チップ販売単価等について回答をお願いした。以下にその結果の概要を記す。

チップ製造機械の種類や台数は、チップの原料によって異なっている。原木を原料とする2社では、どちらもディスクチッパー1台でチップを製造しており、平成22年の年間の木材チップ生産量は、(株)ニチモク林産北海道が9,210BDT、宮崎みどり製菓(株)が6,286BDT(製紙向けのみ)であった。原木チップおよび背板チップを製造している木脇産業(株)では、ディスクチッパーを原木用に1台、背板用に2台所有している。平成22年の年間の木材チップ生産量は原木由来が5,600BDT、背板由来が11,000BDTであった。原木および解体材からチップを製造している山興緑化(株)では、原木から製紙用チップを製造するためのディスクチッパーと、解体材や根株などから燃料用チップや堆肥用原料などを製造するための移動式チッパーを所有している。平成22年の年間の木材チップ生産量は製紙用チップで4,360BDTであった。解体材からチップを製造している3社では、3社ともハンマータイプの破砕機を所有しており、うち2社はディスクチッパーも所有していた。平成22年の年間の木材チップ生産量は、三基開発(株)においては切削チップ2,859BDT、破砕チップ14,833BDT、静岡チップ工業(株)においては切削チップ318BDT、破砕チップ4,367BDT、亀井産業(株)においては破砕チップ23,000BDTであった。なお、ディスクチッパーにかける解体材は、柱や梁など断面積の大きいもので、釘を手で抜いてから投入するということである。

チップの販売において、取引先から品質基準を示されることが多い。チップの品質基準にはサイズの許容範囲、樹皮の混入率、スリーバ(棒状の細長い木片)の混入率、節付きや腐れチップの混入率、ダストの混入率、異物混入(金属、プラスチック、ビニール、土砂など)等があり、それぞれ制限値が設定されている。表2.1は、今回調査対象とした工場への製紙用木材チップの提示品質基準である。調査対象としたチップの種類は、製紙用の切削チップで、亀井産業のみ板紙用の破砕チップである。木材チップの長さは工場により異なっているが、概ね6~45mm程度で、平均20mm程度である。樹皮については不可

とするものから4%、スリーバについては1%~18%、ダストについては1%~6%など、工場による差異が大きい。欠点についても、不可とするものから4%まで許容するものなど、工場や欠点の種類によって違いがある。このような違いは、納入先の製紙工場で製造している紙の品質に起因するものと考えられる。これらの基準は基本的にしきい値であり、これを超えた分については歩引きされるのが一般的である。異物の混入については、どの調査対象工場においても認められていない。

表 2.1 調査対象工場への製紙用木材チップの提示品質基準

		ニチモク林産	三基開発	静岡チップ工業	山興緑化
サイズ	長さ (mm)	9~(18)~25	17~(22)~27	6~()~40	9~(20)~25
	幅 (mm)	10~(15)~20		~()~30	~(20)~
	厚さ (mm)	3~(4)~5		6~()~12	3~(4)~5
樹皮	許容混入率		0.4%以内	4.0%以内	1.0%以内
スリーバ	許容混入率		2.0%以内	18.0%以内	2.0%以内
欠点	節				不可
	腐れ		0.5%以内	4.0%以内	不可
	その他欠点				不可
ダスト	許容混入率		1.0%以内	6.0%以内	
異物	混入		不可	不可	不可

		宮崎みどり製薬	木脇産業	亀井産業
サイズ	長さ (mm)	6~(22)~25	6~()~45	平均 22~25
	幅 (mm)	10~(22)~25		平均 23~35
	厚さ (mm)	2~(3)~6	2~()~8	平均 3~5
樹皮	許容混入率	不可	不可	不可
スリーバ	許容混入率	1.0%以内	2.0%以内	10.0%以内
欠点	節			
	腐れ			完全除去
	その他欠点			
ダスト	許容混入率	3.0%以内	2.0%以内	3%以内
異物	混入			不可

注1：サイズの表記は「最小～（平均）～最大」である。

注2：亀井産業のみ破碎チップ（他は切削チップ）

3. チップ利用工場調査の概要

木材チップ利用の実態について調査した概要を示す。調査対象工場は、A 工場（パーティクルボード工場）、B 工場（MDF 工場）、C 発電所（木質バイオマス混焼発電）である。それぞれの工場における平成 22 年の年間の木材チップ使用量は、A 工場が約 83,000 トン、B 工場が約 78,000 トン、C 発電所が約 30,000 トンであった。

A 工場におけるチップの取引条件は以下の通りである。

- ・チップ長さ：最大 150mm、平均 100mm
- ・チップ幅：最大 70mm、平均 50mm
- ・チップ厚さ：最大 7mm、平均 5mm
- ・異物混入：不可

その他についてはあまり厳しくないようである。

B 工場におけるチップの取引条件は以下の通りである。

- ・チップサイズ：6.7～25mm
- ・樹皮混入率：15%以内
- ・スリーバ混入率：3%以内
- ・ダスト混入率：3%以内
- ・異物混入：不可

A 工場と異なり、樹皮、スリーバ、ダストについて許容値が定められている。このことは、製造している木質ボード種類（A 工場：パーティクルボード、B 工場：MDF）の違いに起因する。

C 発電所におけるチップ取引条件は以下の通りである。

- ・チップサイズ：50mm 以下
- ・含水率：50%（湿量基準）以下
- ・異物混入：不可

A、B 工場とは異なりサーマル利用であるため、含水率の許容値を定めている。チップサイズは、チップを石炭と一緒に微粉炭機で砕くために設定された値（50mm より大きいとうまく砕けない）ということである。

4. チップ品質

チップを生産している調査対象工場 7 工場でチップを採取し、チップの品質、粒子径分布、大きさ、形状について調査した。

4.1 チップの採取

チップは1種あたり 3kg 程度を厚手のビニール袋に採取した。その際、サンプリングに偏りが生じないように、チップヤードの数カ所から採取した。ビニール袋の口は、森林総合研究所で測定を行う前にチップが乾燥しないように、ガムテープでしっかりと閉じた。採取したチップの種類は、製紙用、木質ボード用、燃料用など訪れた工場によって異なる。調査対象工場、採取したチップの用途、チップ原料の種類、樹種、チップの種類を表 4.1 にまとめた。

表 4.1 採取したチップの用途、原料種類、チップ種類

採取工場	用途	原料、樹種等	チップ種類
三基開発	製紙	アカマツ	切削チップ
	ボード	建築解体材	ピンチップ
ニチモク林産北海道	製紙	カラマツ	切削チップ
	製紙	広葉樹	切削チップ
亀井産業	製紙（板紙）	建築解体材	ピンチップ
	ボード	建築解体材	ピンチップ
	燃料	建築解体材	ピンチップ
静岡チップ工業	製紙	建築解体材	切削チップ
	製紙	建築解体材	ピンチップ
	燃料	建築解体材	ピンチップ
山興緑化	製紙	スギ・ヒノキ	切削チップ
	製紙	広葉樹	切削チップ
	燃料	根株	ピンチップ
宮崎みどり製薬	その他	スギ（皮入り）	切削チップ
	その他	広葉樹	切削チップ
木脇産業	製紙	丸太（スギ・ヒノキ）	切削チップ
	製紙	背板（スギ）	切削チップ

注：建築解体材には梱包資材、廃パレット、使用済み土木資材を含む

製紙用の切削チップが 8 サンプル（うち解体材由来が 1 サンプル）、製紙用の破碎チッ

チップが2サンプル、ボード用の破砕チップが2サンプル、燃料用の破砕チップが3サンプル、その他の用途が2サンプルであった。なお、その他の用途とは飼料・粗飼料および肥料用である。

4.2 チップの品質

採取したチップのうち、ボード用、燃料用のチップについて、チップの品質（無垢材チップ、樹皮、合板、パーティクルボード、MDF、ダストの占める割合、その他のものの占める割合）を測定した。測定するにあたって、チップなどの項目を以下のように定めた。

- 無垢材：無垢材のチップおよび集成材など接着剤の占める割合の小さいチップ
- 樹皮：樹皮および樹皮付きのチップ
- 合板：塗料の付着のない合板のチップ
- パーティクルボード：塗料の付着のないパーティクルボードのチップ
- MDF：塗料の付着のないMDFのチップ
- ダスト：目開き4mmのスクリーンをパスしたもの
- その他：金属、プラスチック、ビニール、繊維類、塗料の付着したチップなど

チップの品質の測定は、森林総合研究所の実験棟内で、次のような順序で行った。

- 1) チップが入っているビニール袋をよく振って攪拌し、袋内のチップに偏りがないようにする。
- 2) チップを1.0kg測り、採取する。
- 3) 目開きが4mmのスクリーン（写真4.2.1、4.2.2）を用いて少量ずつチップをふるい、スクリーンをパスしたものとスクリーンをパスしなかったものとに分ける。ここでスクリーンをパスしたものがダストとなる。
- 4) スクリーンをパスしなかったものを少量ずつバットに薄く広げ、樹皮、合板、パーティクルボード（PB）、MDF、その他を目視で探し、取り出す。
- 5) それぞれの重量を測定し、全体の重量に対する割合を求める。



写真 4.2.1 スクリーン



写真 4.2.2 ふるいの網目(目開き 4mm)

写真 4.2.3～4.2.9 に分別した無垢材、樹皮、合板、PB、MDF、ダスト、その他の一例を示す。これらは燃料用チップを分別したものである。



写真 4.2.3 無垢材



写真 4.2.4 樹皮



写真 4.2.5 合板



写真 4.2.6 パーティクルボード

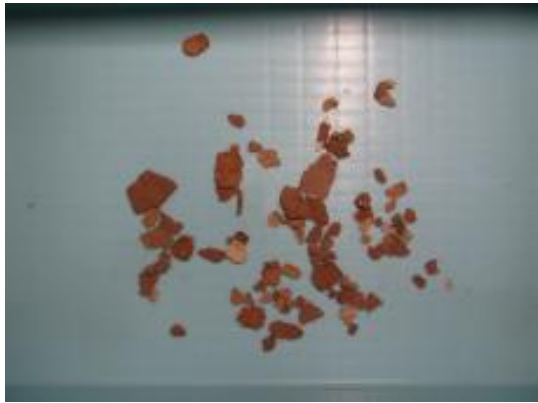


写真 4.2.7 MDF



写真 4.2.8 ダスト



写真 4.2.9 その他

表 4.2.1 および図 4.2.1 に今回の調査対象工場で採取した木質ボード用および燃料用チップの品質を示す。どのチップも無垢材のチップを最も多く含んでした。その割合は、燃料用（S 社）のみ約 4 割と低かったが、他の 3 つは約 6 割であった。次いで、合板あるいはダストの占める割合が高かった。合板の占める割合が高いのは、住宅に使用されている木質パネル類は合板が最も多いためであると考えられる。その他には、金属、ガラス、ビニール、接着剤、塗料付きの木材（無垢材、合板、PB、MDF）、繊維、紙などが含まれていた。

ボード用と燃料用を比較すると、「その他」の占める割合がボード用の方が低くなっていた。このことは、ボード用については原料を投入する段階で、塗料付きの木材、金属、ビニールなどのその他のものが混入しないように注意しているためであると考えられる。

表 4.2.1 採取したチップの品質

(単位：重量%)

	ボード用 (三基開発)	ボード用 (亀井産業)	燃料用 (静岡チップ工業)	燃料用 (亀井産業)
無垢材	62.7	61.4	38.9	60.1
樹皮	0.3	0.1	1.0	0.2
合板	20.1	22.8	21.7	19.5
PB	0.5	6.3	3.0	3.4
MDF	0.5	0.2	0.8	0.4
ダスト	16.9	8.9	30.0	14.5
その他	0.9	1.7	4.5	2.9

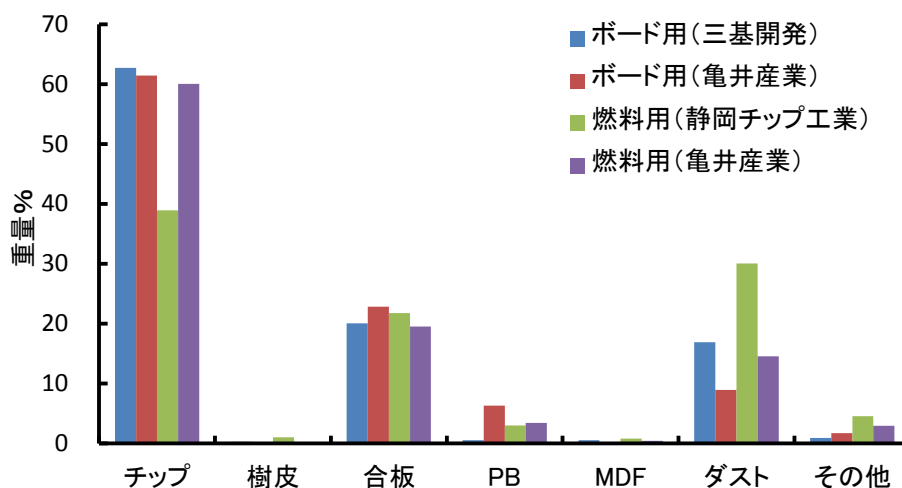


図 4.2.1 採取したチップの品質

4.3 チップの粒子径分布

チップの粒子径分布を電磁式ふるい振とう機を用いて測定した。使用したふるいの目開きは、切削チップで 31.5mm、16mm、8mm、4mm、2mm、1mm、0.5mm、ピンチップで 16mm、8mm、4mm、2mm、1mm、0.5mm、0.25mm とした。詳細な測定方法を以下に示す。

- 1) チップが入っているビニール袋をよく振って攪拌し、袋内のチップに偏りがないようにする。
- 2) 600ml のアルミ製容器にチップを採取する。(写真 4.3.1)
- 3) 測定前に空の各段のふるいおよび最下段の受け皿の重量を測定する。
- 4) ふるいを重ねて電磁式ふるい振とう機にしっかりと固定する。(写真 4.3.2)

- 5) 最上段からチップを投入する。
- 6) 10 分間振とうする。(写真 4.3.3)
- 7) 各段のふるいの重量を測定する。(写真 4.3.4)
- 8) 振とう後に測定した各段のふるいの重量から、空のふるい重量を引いて、各段のチップの重量を求める。
- 9) 1)~8)を 3 回繰り返す。
- 10) 測定した 3 回分の各段のチップの重量を合計し、全体の重量に対する各段のチップ重量が占める割合を求める。

粒子径分布を測定している様子を写真 4.3.1、4.3.2 に示す。



写真 4.3.1 電磁式ふるい振とう機



写真 4.3.2 振とう後ふるい重量の測定

図 4.3.1 に 5 箇所採取した製紙用の切削チップの粒子径分布を示す。三基開発のアカマツ、ニチモク林産のカラマツ、静岡チップ工業の解体材、山興緑化のスギ・ヒノキ、木脇産業の背板（スギ）では 8~16mm のチップの占める割合が最も高く、ニチモク林産の広葉樹、山興緑化の広葉樹、木脇産業の丸太（スギ・ヒノキ）では 16~31.5mm のチップの占める割合が高かった。したがって、ニチモク林産の広葉樹、山興緑化の広葉樹、木脇産業の丸太（スギ・ヒノキ）の方が、他の 5 つのチップよりもチップの大きさが大きいといえる。このことに最も大きな影響を及ぼしているのは、チップ製造ラインにあるスクリーンの径（オーバーサイズとアンダーサイズをふるい分けるスクリーンの径）と考えられるが、今回の調査ではスクリーン径について聴き取りを行っていないため詳細は不明である。ニチモク林産と山興緑化では、同じラインを使用して針葉樹と広葉樹の両方をチップ化しているため、広葉樹チップのほうが大きくなる傾向があると思われる。背板は丸太に比べて断面が小さいため、チップの大きさが小さくなる傾向があると考えられる。

切削チップの粒子径分布を後述する破碎チップと比べると、切削チップの方が 8~31.5mm にかかなり集中しているのがわかる。このことは、チップパーの破碎機構の違い（ディスクチップパーとハンマークラッシャー等の違い）によっている。

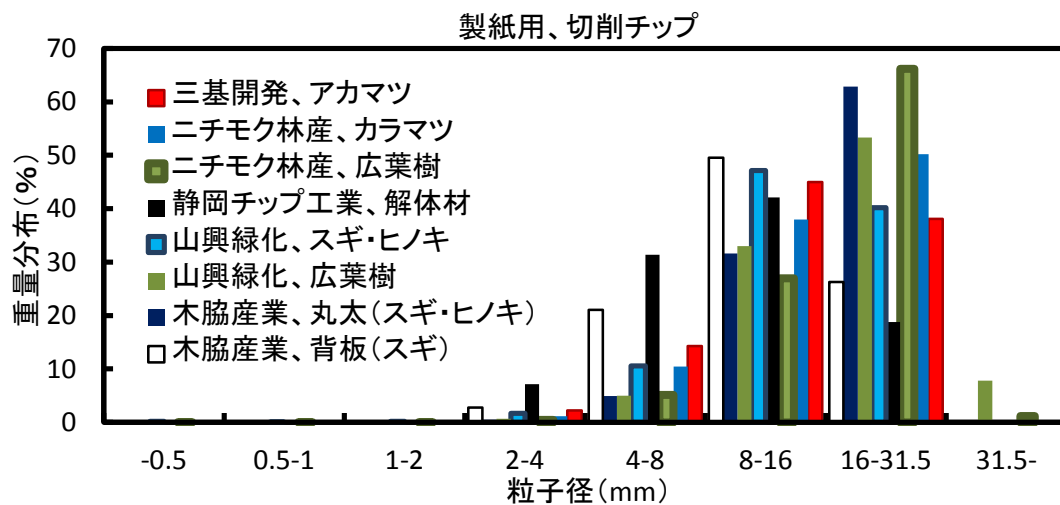


図 4.3.1 製紙用切削チップの粒子径分布

図 4.3.2 に製紙用の破碎チップの粒子径分布を示す。採取した工場によって粒子径分布は異なり、亀井産業のほうが大きなチップを多く含んでいる。投入した原料も、使用した破碎機も異なるので一概には言えないが、スクリーン径の影響を強く受けていると考えられる。

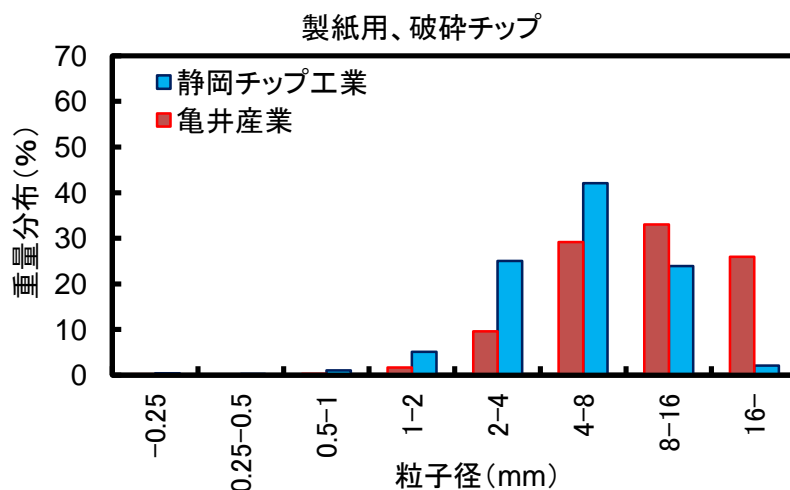


図 4.3.2 製紙用破碎チップの粒子径分布

図 4.3.3 にボード用の破碎チップのの粒子径分布を示す。採取した工場によって粒子径分布は異なり、三基開発に比べて亀井産業で採取したチップのほうが大きい傾向がある。このことは、投入した原料や使用した破碎機の違いもあるが、スクリーン径の影響を強く受けていると考えられる。

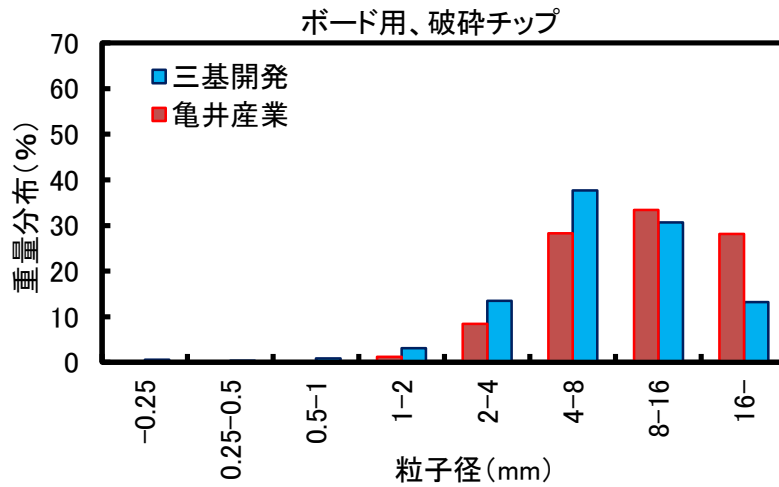


図 4.3.3 ボード用破碎チップの粒子径分布

図 4.3.4 に燃料用の破碎チップのの粒子径分布を示す。投入原料は、亀井産業と静岡チップ工業が解体材、山興緑化が根株である。採取した工場によって粒子径分布は異なり、16mm 以上、8~16mm のチップの占める割合から、チップの大きい順に、亀井産業、静岡チップ工業、山興緑化であったといえる。ここでも粒子径の違いは、使用した破碎機やスクリーン径の影響を受けていると考えられる。

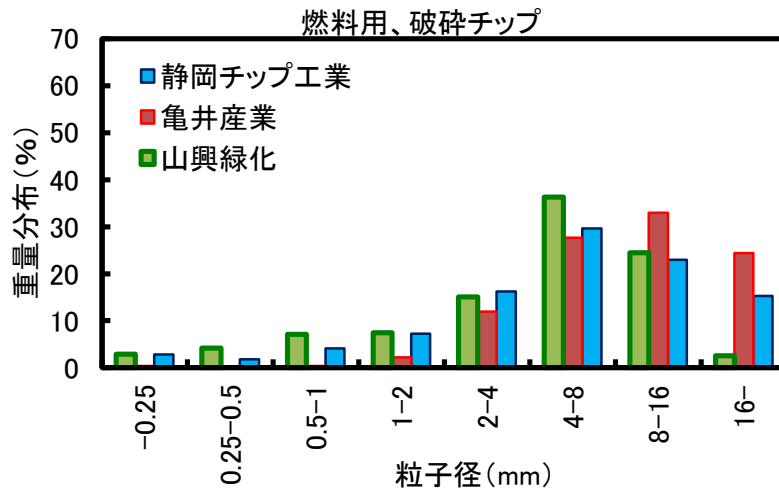


図 4.3.4 燃料用破碎チップの粒子径分布

図 4.3.5 にその他の用途向けの切削チップの粒子径分布を示す。広葉樹に比べて、皮入りのスギのチップのほうが大きい傾向があった。

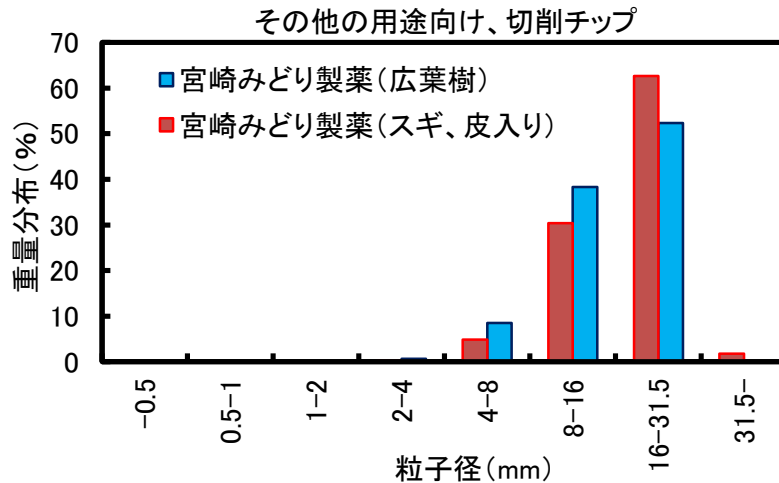


図 4.3.5. その他の用途向けチップの粒子径分布

また、一部の工場ではチップダストも採取したので、チップダストの粒子径分布も報告する。粒子径 0.5~4mm のものが多いが、工場間の差異が大きい。

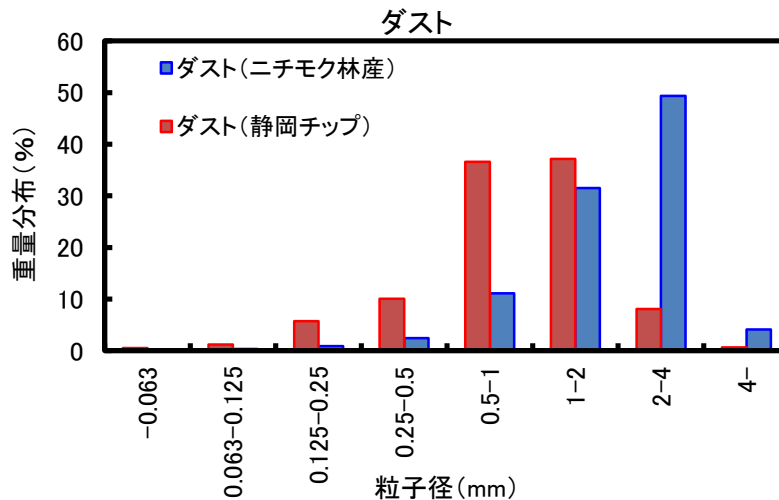


図 4.3.6 チップダストの粒子径分布

4.4 チップの大きさ、形状

チップの形状は球状ではなく複雑な形をしているため、粒子径分布の測定に使用したふるいの目開きとチップの大きさは必ずしも一致しない。そこで、目開き 4mm 以上のふるい上に残ったチップの長さ、幅、厚さを測定し、細長比 (長さ/幅) を求め、目開きと比較した。無垢材では、繊維方向をチップの長さ、接戦方向をチップの幅、半径方向をチップの厚さとした。合板、PB、MDF では、長辺を長さ、短辺を幅とした。測定にはノギスを使用した。測定するチップはそれぞれ 30 個ずつとした。

表 4.4.1 に燃料チップの測定結果例を示す。8mm のふるいに残ったチップであれば 16mm のふるいを、4mm のふるいに残ったチップであれば 8mm のふるいをパスして落ちてきたわけであるが、チップは縦向きにふるいをパスするため、チップの長さはパスしたふるいの目開きよりも大きい。したがって、チップの大きさと粒子径分布を結びつけるには注意が必要である。しかし、今回の調査からはチップの大きさとふるいの目開きを関連づけることはできないため、今後一層の調査が必要である。

表 4.4.1 燃料チップの長さ、幅、厚さと細長比の平均値

	長さ (mm)	幅 (mm)	厚さ (mm)	細長比 (長さ/幅)
--- 16mm のふるいに残ったチップ ---				
無垢材	62.72	15.40	9.87	4.40
合板	34.42	29.71	4.62	1.17
PB	39.18	23.83	7.04	1.65
--- 8mm のふるいに残ったチップ ---				
無垢材	54.21	9.90	5.37	5.78
合板	37.84	11.15	2.44	3.76
PB	17.78	16.89	5.21	1.05
MDF	16.17	15.01	1.41	1.07
--- 4mm のふるいに残ったチップ ---				
無垢材	47.43	4.63	2.97	11.01
合板	30.36	4.95	2.31	7.38
PB	11.15	8.30	2.58	1.67

図 4.4.1 に燃料用チップの細長比を示す。無垢材が 4.4~11.0 で最も大きく、次いで合板であった。無垢材と合板の細長比は、チップの大きさが小さくなるほど、大きくなる（細長くなる）傾向があったが、PB の細長比はチップの大きさに拘わらず、1 に近く、チップの大きさが小さくなくても四角形に近い形状をしている。

表 4.4.2 に製紙用の切削チップの測定結果例を示す。製紙用の切削チップは燃料用チップにくらべて細長比が小さく、より四角形に近い形状をしている。ただし、チップの大きさが小さくなると、燃料用チップと同様に細長比が大きくなる。

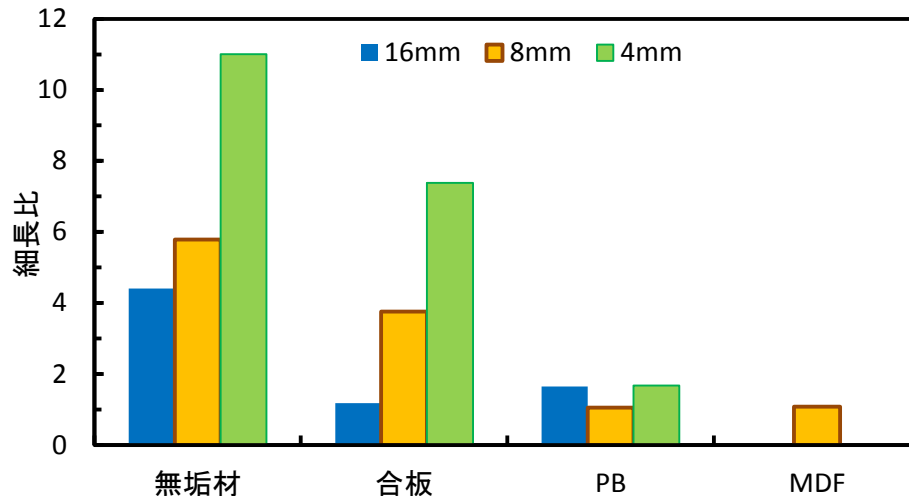


図 4.4.1 燃料用チップの細長比

表 4.4.2 製紙用チップの長さ、幅、厚さと細長比

ふるいの 目開き	長さ (mm)	幅 (mm)	厚さ (mm)	細長比 (長さ／幅)
16mm	22.86	27.15	4.89	0.89
8mm	20.76	15.22	3.32	1.41
4mm	15.69	7.95	2.35	2.28