# 平成25年度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

# 広葉樹チップ調査・分析報告書 (落葉広葉樹編)

目 次

	はじめに		
1.	木材チップの需給動向	• • • •	1
2.	広葉樹チップの生産と取引実態	~チップ工場の事例調査から~・・・・・	
	2.1 三津橋産業株式会社	<北海道>	
	2.2 岩見沢林産工業株式会社	<北海道>	
	2.3 高谷林業株式会社	<秋田県>	
	2.4 北日本索道株式会社	<秋田県>	
	2.5 新誠木材株式会社	<宮城県>	
	2.6 宮城十條林産株式会社	<宮城県>	
3.	木材チップの含水率計測についる		
	3.1 はじめに		
	3.2 含水率計		
	3.3 含水率計による測定値と全乾	法による測定値の比較	

4.1 はじめに

4. チップ用原木の形質

- 4.2 調查対象樹種、測定項目、測定方法
- 4.3 結果
- 4.4 広葉樹の辺・心材の容積密度と含水率の測定方法と結果
- 5. チップ品質
  - 5.1 チップの採取
  - 5.2 チップの品質
  - 5.3 チップの粒子径分布
- 6. 附属参考資料(用語、調査表)
- 7. 電力固定価格買取制度について
  - I 附属資料
  - Ⅱ 統計資料

### 1. 木材チップの需給動向

平成24年の我が国の木材チップの供給量は約1,700万BDT(BDT:絶乾重量トン)であった。平成20年までは約2,000万BDTを超えていたが、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が、平成23年は平成22年と同程度、平成24年には再び減少した(表1.1)。木材需給表の換算係数を用いてBDT単位に換算した製紙用チップの需要量(消費量)を合わせて示した。当然のことながら、木材チップ供給量の増減は紙の需要量の増減と連動している。木材チップの供給量全体としては減少傾向にあるものの、国産チップの供給量は平成21年から24年まで増加傾向にある。

表 1.1 木材チップ供給量と製紙用チップの需要量の推移

/T.\m	<u>(</u> :	需要量(千BDT)		
年次	総量	国産チップ	輸入チップ	製紙用
平成 19	20,231	5,894	14,337	18,712
平成 20	20,519	5,797	14,722	18,215
平成 21	15,607	5,129	10,478	14,605
平成 22	17,524	5,406	12,118	16,326
平成 23	17,425	5,638	11,787	15,673
平成 24	16,997	5,861	11,136	-

資料:農林水産省「木材統計」、林野庁「木材輸入実績」、経済産業省「紙・印刷・プラスチック・ゴム製品統計年報」

\*需要量は m³ 単位の統計値から木材需給表の換算係数(針葉樹 1t=2.2m³、広葉樹 1t=1.7m³)を用いて BDT に換算した。

パルプ原材料消費量の推移を図 1.1 に示す。輸入チップは広葉樹の割合が高く、国産チップは針葉樹の割合が高い。パルプ消費量の変動に対して、国産広葉樹チップの消費量の変動は比較的小さい。

国産チップの原材料別生産量の推移を表 1.2 に示す。原木チップの割合が最も多く、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である。工場残材チップの割合が減少しているのは、平成 19 年には 11,632 千  $m^3$  であった製材品出荷量が、平成 22 年には 9,415 千  $m^3$ 、平成 24 年には 9,302 千  $m^3$  まで減少していることの影響であると考えられる。林地残材チップの割合は、わずかではあるが増加傾向である。

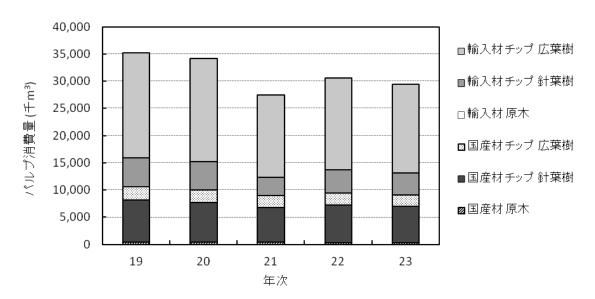


図 1.1 パルプ原材料消費量の推移 資料:経済産業省「紙・パルプ統計(原材料統計)」

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%)

左为	₩ <del>星</del>		原材	針葉樹·	広葉樹別		
年次	総量	原木	工場残材	林地残材	解体材	針葉樹	広葉樹
ਲ ⇔ 10	5,894	2,368	2,182	100	1,244	3,087	1,563
平成 19	(100.0)	(40.2)	(37.0)	(1.7)	(21.1)	(52.4)	(26.5)
亚류 20	5,797	2,676	1,913	104	1,104	2,918	1,775
平成 20	(100.0)	(46.2)	(33.0)	(1.8)	(19.0)	(50.3)	(30.6)
ਲ ਛੇ 01	5,129	2,398	1,689	108	934	2,598	1,597
平成 21	(100.0)	(46.8)	(32.9)	(2.1)	(18.2)	(50.7)	(31.1)
₩# 00	5,406	2,409	1,837	133	1,027	2,784	1,595
平成 22	(100.0)	(44.6)	(34.0)	(2.5)	(19.0)	(51.5)	(29.5)
₩ <b>☆</b> 00	5,638	2,376	1,727	145	1,390	2,787	1,461
平成 23	(100.0)	(42.1)	(30.6)	(2.6)	(24.7)	(49.4)	(25.9)
₩ 24	5,861	2,554	1,663	193	1,451	2,877	1,533
平成 24	(100.0)	(43.6)	(28.4)	(3.3)	(24.8)	(49.1)	(26.2)

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。

木材チップ工場数および従業員数の推移を表 1.3 に示す。木材チップ工場は昭和 46 年の 7,941 工場をピークに昭和 49 年までは横ばいで推移し、以降はずっと減少傾向である。昭和 62 年に 5,000 工場を下回り、平成 10 年には 2,962 工場、平成 20 年には 1,744 工場となり、平成 24 年の工場数は 1,536 工場であった。これを専門工場と兼営工場の区分別にみると、全チップ工場のうち約 75%が製材または合単板工場との兼営工場であり、木材チップ専門工場は約 25%である。専門工場は平成 22 年に比べて平成 23 年、24 年には増加している。平成 23 年の 1 工場当たりの従業員数は 1.9 人であり、平成 23 年より若干増加した。

(参考)「木材需給と木材工業の現況」(昭和 52 年版、昭和 63 年版、平成 5 年版、平成 13 年版、平成 22 年版)

表 1.3 木材チップ工場の工場数、従業員数、1 工場当たりの従業員数

		工場数		1 丁担业+-11			
年次	=L	製材または合単板	木材チップ	従業員数	1工場当たり		
	計	工場との兼営工場	専門工場		(大業員数 (大学員数)		
平成 19	1,857	1,491	366	3,426	1.8		
平成 20	1,744	1,375	369	3,034	1.7		
平成 21	1,663	1,310	353	2,847	1.7		
平成 22	1,578	1,226	352	2,850	1.8		
平成 23	1,545	1,165	380	2,843	1.8		
平成 24	1,536	1,147	389	2,880	1.9		

資料: 平成 24 年木材統計

## 2. 広葉樹チップの生産と取引実態 ~チップ工場の事例調査から~

広葉樹チップの生産と取引実態について、東日本のチップ工場 6 工場においてアンケートおよび聴き取りによる調査を行った。以下に概要を示す。

## 2.1 三津橋産業株式会社 <北海道>

三津橋産業株式会社幌加内工場は北海道雨竜郡幌加内町に所在する木材チップの専門工場である。三津橋産業株式会社幌加内工場では、チップ生産設備としてチッパー1台(190kW)、バーカー1台(どちらも富士鉱業製)を所有している。従業員数は専任が3人である。平成24年度の生産実績は原木由来の広葉樹チップが10,777絶乾重量トンである。設備の生産能力は19,000絶乾重量トンであり、これに対して稼働率は約57%である。

表 2.1.1 は、平成 24 年度における三津橋産業株式会社幌加内工場の原木購入量と購入単価である。運搬費混みの価格である。

立木·素材別	素材別は針・広別は取引単位は購入量		購入平均単価	均単価	
立个: 条例 別	亚  * 儿公力!	ず・込別   取り単位	<b>押八里</b>	4~9 月	10~3月
<b>≢</b> ₩豐八	針葉樹	-	-	-	-
素材買い	広葉樹	m³	19,896	7,900	7,700

表 2.1.1 三津橋産業(株)幌加内工場の原木購入量と購入単価(平成 24 年度)

広葉樹はすべて素材買いによりチップ用原木を購入している。取引単位はすべて m³であり、トラックスケールで測った重量 (生重量トン) から材積 (m³) に換算し、取引を行っている。重量からの換算係数は 0.68 である。平成 24 年度の原木購入量は広葉樹原木が19,896m³である。購入先は森林管理局・森林管理署が 40%、素材生産業者が 50%、森林組合が 10%である。素材生産業者は 5~6 社と取引があるとのことである。また、集荷範囲は 50~100km 圏内とのことである。取り扱っている広葉樹の樹種はミズナラ、タモ、シラカバが主で、その他にハンノキ、セン、ニレ、シナ、ヤナギなどがある。なお、針葉樹の取引はエゾマツ、トドマツの背板のみであり、広葉樹原木より小さな係数を用いている。

三津橋産業株式会社幌加内工場からの製紙用チップ出荷先は旭川の日本製紙木材(株) 単価の仕切り場所は自社サイロ下渡しで、単価の契約は随時行っている。契約量と納入数 量について規定があり、契約量に満たない場合や全うした場合や超えた場合には特段措置 がないが、契約量を超えた場合には後に納入制限を受けるとのことである。なお、納入量 は平成24、25年で比較すれば大きな変化はないが、それ以前にくらべれば減っている。 三津橋産業株式会社幌加内工場は、納入先の日本製木材(株)によって木材チップの品質基準を示されている。その品質基準を表 2.1.2 に示す。チップの長さおよび幅は 18mm以下、厚さ 3~5mm となっている。スリーバの許容混入率は 1%以内であり、樹皮、腐れ、異物の混入は不可である。許容範囲を超えると、歩引きあるいは値引きとなる。

表 2.1.2 三津橋産業株式会社幌加内工場 製紙用木材チップの品質基準

項目		許容範囲	概 要
	長さ (mm)	最長(18) 平均( ) 最小( )	
サイズ	幅 (mm)	最長(18) 平均( ) 最小( )	
	厚さ (mm)	最大厚(5) 平均( ) 最小(3)	
樹皮	許容混入率	混入率(0%)以内	
倒汉	(重量%)	此八平(0/0)以內	
スリーバ	許容混入率	   混入率(1.0%)以内	
X-9-71	(重量%)	此八 <del>年</del> (1.070)以内	
	節		
節等欠点	腐れ	不可	
	その他		
ダスト	許容混入率	混入率(0%)以内	
メヘト	(重量%)	此八平(0/0)以內	
異物	異物混入	不可	

近隣におけるバイオマス発電施設計画については詳細はまだ明らかでないが、今後燃料 チップの取引の可能性を考え、今般、木質バイオマスの供給事業者の認定を北海道木材産 業協同組合連合会によって受けた。

三津橋産業株式会社は製材工場を所有しており、チップ用原木の中に良材が含まれる場合は製材工場で家具用原板として加工・販売を行っている。たとえばシラカバなどは家具あるいは学用机用材などに利用することがある。用材として出荷する際、関連会社で乾燥して出荷する。製材時に得られる広葉樹背板もチップとして出荷する。

チップから得られる樹皮は乾燥機用の蒸気を製造する燃料として自社で利用するか、あるいは日本製紙(株) 〜燃料として販売している。乾燥機用の木質燃料はほぼ自社でまかなっており、重油を使う必要はほとんどない。

チッパーの刃は1日に1回交換している。石を切ってしまうと刃が欠けてチップにならなくなってしまうため、2~3回の交換になることもあるとのことである。



写真 2.1.1 トラックスケール



写真 2.1.2 チップ化施設全景



写真 2.1.3 広葉樹原木



写真 2.1.4 広葉樹原木



写真 2.1.5 ディスクチッパー



写真 2.1.6 スクリーン

### 2.2 岩見沢林産工業(株) <北海道>

岩見沢林産工業株式会社は北海道三笠市に所在する木材チップ工場である。岩見沢林産工業株式会社では、チップ生産設備としてチッパー1台 (190kW)、ローリングバーカー1台を所有している。従業員数は工場専任が2人、兼任が2人の計4人である。平成24年度の生産実績は原木由来の広葉樹チップが9,160絶乾重量トン、針葉樹が7,712絶乾重量トン、合計16,872絶乾重量トンである。針葉樹のうち、カラマツが4,839絶乾重量トン、エゾ・トドマツは2,873絶乾重量トンである。設備の生産能力は20,400絶乾重量トンであり、これに対して稼働率は約83%である。カラマツは製紙工場で新聞紙を作る際に有効で、需要があるとのことである。

表 2.2.1 は、平成 24 年度における岩見沢林産工業株式会社の原木購入量と購入単価である。岩見沢林産工業株式会社では、針葉樹、広葉樹とも素材買いでチップ用原木を購入しており、原木取引の単位は材積  $(m^3)$  で行っている。平成 24 年度の原木購入量は  $32,121m^3$  で、針葉樹が 17,926  $m^3$ 、広葉樹が 14,825  $m^3$  の計 32,121  $m^3$  である。購入平均単価は、 $4\sim9$  月期では針葉樹が 4,736 円 $/m^3$ 、広葉樹が 7,800 円 $/m^3$  であり、 $10\sim3$  月期は針葉樹が 4,670 円 $/m^3$ 、広葉樹が 7,500 円 $/m^3$  である。針葉樹では 66 円 $/m^3$ 、広葉樹では 300 円 $/m^3$ の購入単価の下落が見られる。

購入時には、重量から材積へ換算して取引している。ただし、丸太の材積を算出する換算ではなく、最終的に生産されるチップの量を推定する換算方法を採用している。まず、トラックの幅はほとんどの場合同じであり、材長を 2.4m と考えて、トラックに積まれた丸太の高さを測定して、トラックに積まれた丸太のかさを算出する。これに一定の係数をかけて、製紙工場へ納めるチップの量 (m³) を推定し、これをもとに取引を行うとのことである。

立木・素材別	針・広別	取引	購入量	購入平均単価	
		単位		4~9 月	10~3 月
素材買い	針葉樹	m³	17,926	4,736	4,670
	広葉樹	m³	14,825	7,800	7,500
슬탉			32 121		

表 2.2.1 岩見沢林産工業(株)の原木購入量と購入単価(平成 24 年度)

購入先は森林管理局・森林管理署が 10%、素材業者が 90%である。広葉樹の樹種はミズナラ、シラカバ、イタヤカエデが多く、その他にはアカシア、ニレ、ヤナギ、タモ、ハンノキ、コブシなどが入る。素材業者からの購入だが、ときには公園や民家の周囲からの搬出もある。原木の購入は一年単位で行っており、年にによって原木の購入量とチップの販売量に差が生じる場合がある。購入が多い場合はその分が在庫となる。また、原木価格の見直しは随時であり、時期を決めて行っているわけではない。

岩見沢林産工業株式会社は納入先である製紙工場より木材チップの品質基準を示されている。その品質基準を表 2.2.2 に示す。チップのサイズは長さが 17~27mm、幅が 17~27mm となっている。樹皮の許容混入率は 0.4%以内、スリーバの許容混入率は 2.0%以内、腐れは 0.5%、ダストの許容混入率は 1.0%以内である。金属等の異物の混入は認められない。納入されたチップが製紙工場のラインに入ってからでも、樹皮などが見つかればクレームがくる、厳しい品質管理体制が敷かれているとのことである。

表 2.2.2 岩見沢林産工業(株) 製紙用木材チップの品質基準(カラマツ)

項目		許容範囲	概 要
	長さ(mm)	最長(27) 平均(22) 最小(17)	
サイズ	幅(mm)	最長(27) 平均(22) 最小(17)	
	厚さ(mm)	最長( ) 平均( ) 最小( )	
樹皮	許容混入率	混入率(0.4%)以内	
倒及 (重量%)		此八平(0.4/0)以內	
スリーバ	許容混入率	混入率(2.0%)以内	36mm 以下
X-)—/\	(重量%)	此八平(2.0/0)以內	
	節		
節等欠点	腐れ	0.5%	
	その他		
ダスト	許容混入率	混入率(1.0%)以内	5mm 未満
3/1	(重量%)	此八平(1.070)以內	JIIIII <b>个</b> 個
異物	異物混入	不可	

岩見沢林産工業株式会社と納入先製紙工場との間には、製紙用木材チップの契約量と納入数量についての規定があるが、契約量を全うしても、契約量を超えた場合も特段の措置はないとのことである。また、製紙用木材チップの検量方法および納入単価については取引先との協議で決定しており、内容も熟知しているとのことである。

電力固定価格買取制度(FIT)のチップ取引について、FIT の発電所計画が近隣にあり、その規模は木材チップの使用量が年間 20 万トン程度とのことである。岩見沢林産工業株式会社では、この発電所に木材チップを月 300 生重量トン程度、納品する計画があるとのことである。



写真 2.2.1 原木のストックヤード



写真 2.2.2 広葉樹原木



写真 2.2.3 ドラムバーカー



写真 2.2.4 チッパー



写真 2.2.5 測定した原木



写真 2.2.6 円盤の採取

### 2.3 高谷林業株式会社 <秋田県>

高谷林業株式会社の田沢湖工場は、秋田県仙北市に所在し、製紙用チップとシイタケ菌 床用おが粉を生産している。チップ生産設備として、ドラムバーカー1 台と原木用チッパ ー1 台を所有している。従業員は専任が 3 人である。平成 24 年度の生産実績は原木由来の 広葉樹チップが 1,884 絶乾重量トン、針葉樹チップが 1,992 絶乾重量トン、合計 3,816 絶 乾重量トンである。設備の生産能力に対して、稼働率は 50%以下である。

表 2.3.1 に、平成 24 年度の原木購入量と購入単価を示す。

立木·素材別	針・広別	取引	購入量	購入平	均単価
		単位		4~9 月	10~3 月
素材買い	針葉樹	m <sup>3</sup>	5,365	4,000	4,000
	広葉樹	m <sup>3</sup>	12,931	9,200	9,200
合計			18,296		

表 2.3.1 高谷林業株式会社の原木購入量と購入単価(平成 24 年度)

針葉樹、広葉樹とも全て素材買いによりチップ用原木を購入している。取引単位は m³であり、重量から材積に換算している。重量からの換算係数は、針葉樹・広葉樹の別なく 0.7である。平成 24 年度の原木購入量は、針葉樹が 5,365m³、広葉樹が 12,931m³である。 購入先は素材業者が 20%、森林組合が 80%である。原木の入荷に関しては、入ってくるものは全量受け入れており、在庫は約 2 ヶ月分である。

広葉樹の樹種はナラ(ミズナラ)、クリが主で、ハンノキ、ヤシ(割り箸の原料になるような材、ヤナギ?)など。針葉樹はほとんどがスギの間伐材である。

製紙用チップの出荷先は、日本製紙(株)の秋田工場である。日本製紙木材を通して納入している。もとは東北製紙に納めていたが合併して日本製紙になった。単価の仕切り場所は納入先工場渡しで、四半期毎に単価契約している。東北製紙は背板チップ専門の工場であったため、現在も製材工場からの背板チップは全量受け入れ、原木チップの量で調整している。契約量と納入数量について規定があり、契約量を全うした場合や超えた場合には特段措置がないが、契約量に満たなかった場合には、後で納入制限を受けるとのことである。納入量については製紙会社からの要請どおりであり、製材工場からの背板チップ納入量が減った時には高谷林業株式会社からの原木チップの受入量が増え、背板チップが多い時には原木チップの納入量を制限される。納入量が最も多かった時に比べると、現在の納入量は半分以下である。

高谷林業株式会社は、納入先の日本製紙株式会社からチップの品質基準を示されている。 その品質基準を表 2.3.2 に示す。広葉樹チップのサイズは長さ 18~20mm、幅 17~22mm、 厚さ 4mm を許容範囲とし、樹皮の混入は 1%以内、スリーバは 3%以内、ダストは 1%以内となっている。樹皮、スリーバ、ダストの異物の混入率については 300g の試料によって検査され、許容範囲を超えた場合はチップの単価を値引きされる。検量方法は取引先の方法に従っており、内容については熟知していないとのことである。

表 2.3.2 高谷林業株式会社 製紙用木材チップの品質基準

項目		許容範囲	概要
	長さ(mm)	最長(20 ) 平均( ) 最小(18 )	
サイズ	幅(mm)	最長(22 ) 平均( ) 最小(17 )	
	厚さ(mm)	最長(4) 平均(4) 最小()	
樹皮	許容混入率	試料(0.3 kg)中の混入率(1 %)以内	
スリーバ	許容混入率	試料(0.3 kg)中の混入率(3 %)以内	
	節		
節等欠点	腐れ		
	その他		
ダスト	許容混入率	試料(0.3 kg)中の混入率(1 %)以内	
	(重量%)	試得(U.O Ng)中の此八率(1 70)以内	
異物	異物混入		

ドラムバーカーで剥皮したバークは、粉砕して畜産敷料用としてトラック一台数万円で 販売している(運賃は自社負担)。土場に落ちたバークは土砂等も混じっているので、粗バ ークのまま燃料用として製紙工場に納入している。

仙北市の秋田スギバイオエネルギーセンターでバイオマス発電が稼働しており、針葉樹チップを納入している。今のところ間伐材の証明は付けていないとのことである。市の施設へ熱と電気を供給してエネルギーコストを削減することを目的として始まった事業で、電気の販売や利益優先が主目的ではないため、地元で協力体制を取っている。発足当初は、単価の安い製材工場からの背板チップも使用する予定であったが、含水率が高いため機械が不調となり、比較的含水率の低い原木チップを納入することとなった。当初の計画では300生トン/月を納入する予定だったが、現在150生トン/月強の納入量とのことである。燃料用チップ用のスギ原木は、含水率を下げるために半年間ほど土場に置いている。風が通りやすいように積み方を工夫し、乾燥しやすくしている。製紙用チップと同様に、ドラ

ムバーカーで剥皮し、チップ化している。ラインの構成上、直接チッパーに投入することは不可能であり、皮付きでチッパーにかけると刃が痛むと考えられる。納入先ではチップの含水率を測定しているが、それによって値段が変わるわけではない。

また、キノコ菌床用のおが粉も生産している。シイタケ用で、樹種はミズナラである。 近隣の兼業・専業の農家へ販売しており、自社でもキノコの栽培・販売を行っているとの ことである。販売単位は基本的に m³ であるが、kg 単位の場合もある。おが粉の方がチッ プより単価が高い。2011 年の震災以降は、放射性物質濃度を測定しないと出荷できない。 おが粉にした状態で測定し、結果を添付して販売している。

平成 24 年度の製紙用チップの販売単価は、針葉樹(スギ)は一年を通して 17.3 円/絶乾 kg、広葉樹は  $4\sim12$  月は 18.1 円/絶乾 kg、 $1\sim3$  月は 17.8 円/絶乾 kg であった。



写真 2.3.1 広葉樹原木



写真 2.3.2 広葉樹原木



写真 2.3.3 原木の入荷(トラックスケール)



写真 2.3.4 針葉樹チップ



写真 2.3.5 チップダスト



写真 2.3.6 チップの積み込み

### 2.4 北日本索道株式会社 <秋田県>

北日本索道株式会社は秋田県湯沢市に所在し、素材生産業を主体として、製材工場、チップ工場の他、広葉樹原木市場や造林業も行っている。湯沢市駒形町の稲川チップ工場は、平成22年に新設した工場である。総工費は約3億円で、土地購入には市の支援を受けた。チップ生産設備として、CKS製のバーカーおよび原木用チッパー(150kW)1台と秋木機械製の廃材用チッパー(55kW)1台を所有している。従業員は専任が5人(工場作業4人、運転手1人)である。平成24年度の生産実績は、原木由来の広葉樹チップが11,730絶乾重量トン、針葉樹チップが5,460絶乾重量トン、合計17,190絶乾重量トン、廃材由来の針葉樹チップが1,360絶乾重量トンである。設備の生産能力は、原木用は70絶乾重量トン/日、廃材用は5.5絶乾重量トン/日である。

表 2.4.1 に、平成 24 年度の原木購入量と購入単価を示す。

公之····································					
立木・素材別	針・広別	取引	購入量	購入平均単価	
		単位	<b>ハ里</b>	4~9 月	10~3月
立木買い	針葉樹	m <sup>3</sup>	4,000	500	500
	広葉樹	m <sup>3</sup>	8,500	1,500	1,500
素材買い	針葉樹	m <sup>3</sup>	4,000	4,000	4,000
	広葉樹	m³	5,600	9,100	9,100
合計			22,100		

表 241 北日本索道株式会社の原木購入量と購入単価(平成 24 年度)

針葉樹は立木買いと素材買いが 4,000m³ ずつ、広葉樹は立木買いの方が多く 8,500m³、素材買いが 5,600m³である。取引単位は m³であり、トラックで入荷した原木の重量を測定し、体積に換算している。重量から体積への換算係数は、広葉樹・針葉樹とも 0.65 である。冬場に丸太に雪が付いている場合等にも雪の重さごと重量を量ることもあり、以前は季節によって調整していたが、現在は年間の平均値として小さめの係数としている。自社内での生産量等の管理も全て体積単位で行うため、原木購入時に体積に換算しておくと都合が良いとのことである。立木は林家から直接購入、素材は素材生産業者から 48%、森林局署から 31%、森林組合から 21%であった。集荷範囲は本庄、湯沢、仙北など県南地域の50~100km 圏内である。広葉樹の立木は自社の素材生産部門と、協力関係にある森林組合で伐採している。年間原木消費量の約半分を自社で生産している。

広葉樹の樹種はナラが多く、その他ホオ、クリ、ブナ等である。もともと鉱山があり、 炭焼き用のナラの二次林、三次林の多い地域である。広葉樹林は 50~60 年生で伐採し、 天然(萌芽) 更新している。針葉樹はスギで国有林の間伐材が多い。 また、原料として廃材(製材背板・端材)も使用しており、廃材の入手先は、自社の製材工場および近隣の他社製材工場である。自社の背板は年間 300 東程度を無償で入荷し、他社からは年間 3,150 束を 150 円/束で購入している。

製紙用チップの出荷先は、広葉樹チップは北菱林産の北上工場、針葉樹チップは日本製紙の秋田工場である。単価の仕切り場所はどちらも納入先工場渡しで、四半期毎に単価契約している。また、日本製紙秋田工場への針葉樹チップについては、集荷業者である秋田十條化成へ販売する場合もあり、単価の契約方法等については同様の扱いである。

北日本索道株式会社は、納入先の製紙工場からチップの品質基準を示されている。2 社に納入しているが、品質基準に違いはない。その品質基準を表 2.4.2 に示す。

表 2.4.2 北日本索道株式会社 製紙用木材チップの品質基準

項目		許容範囲	概要
	長さ(mm)	最長( ) 平均(18) 最小( )	
サイズ	幅(mm)	最長( ) 平均(20) 最小( )	
	厚さ(mm)	最長( ) 平均(3.5) 最小( )	
樹皮	許容混入率 (重量%)	試料( kg)中の混入率(0 %)以内	
スリーバ	許容混入率	試料( kg)中の混入率(0 %)以内	
	節		
節等欠点	腐れ	腐れ付不可	
	その他		
ダスト	許容混入率	試料( kg)中の混入率(0.6 %)以内	
異物	異物混入	不可	

チップの平均サイズは長さ 18mm、幅 20mm、厚さ 3.5mm を許容範囲とし、樹皮、スリーバ、腐れ、異物の混入は認められない。ダストは 0.6%以内が許容範囲となっている。この範囲を超えた場合は、納入重量からその分を差し引かれるとのことである。検量方法や納入単価の決定方法は取引先の方法に従っており、内容については熟知していないとのことである。サイズ、品質について、特に注意を受けた事はない。

契約量と納入数量について規定があるが、契約量に満たない場合や超えた場合にも特段の措置はないとのことである。

針葉樹のダストは畜産敷料用(牛)、広葉樹ダストはキノコ菌床用として販売しており、 採算としては黒字である。バーカーから出るバークは、燃料用としてチップ納入先の製紙 工場へ販売している。量は北陵製紙へ月にトラック 33 台、日本製紙へ月に9 台程度であ る。運賃が自社負担なので、ほとんど収入にはなっていない。



写真 2.4.1 スギ原木



写真 2.4.2 原木の投入



写真 2.4.3 バーカー



写真 2.4.4 チッパー



写真 2.4.5 スクリーン



写真 2.4.6 広葉樹ダスト(キノコ菌床)

### 2.5 新誠木材株式会社 〈宮城県〉

新誠木材株式会社は宮城県刈谷郡に位置し、昭和 40 年からチップ生産を行っている。機械設備はこれまでに 4 回更新されており、現在のラインは 18 年前に導入したものである。CKS 製のローリングバーカーとチッパー(110kW)1 台のラインである。従業員は専任 3 人、兼任 3 人の計 6 人である。平成 24 年度の生産実績は、原木由来の広葉樹チップが 9,366 絶乾重量トン、針葉樹チップが 5,055 絶乾重量トン、合計 14,421 絶乾重量トンである。設備の生産能力としては、年間 21,500 絶乾重量トン程度であり、現在の稼働率は  $60\sim70\%$ である。

表 2.5.1 に、平成 24 年度の原木購入量と購入単価を示す。

立木・素材別	針・広別	取引	購入量	購入平均単価	
		単位	<b>押八里</b>	4~9 月	10~3 月
立木買い	針葉樹	m <sup>3</sup>	1,443	500	
	広葉樹	m <sup>3</sup>	7,959	1,000	
素材買い	針葉樹	m <sup>3</sup>	3,441	4,260	
	広葉樹	m <sup>3</sup>	2,515	6,389	
合計					

表 2.5.1 新誠木材株式会社の原木購入量と購入単価(平成 24 年度)

針葉樹は立木買いが 1,443m³、素材買いが 3,441m³で、広葉樹は立木買いの方が多く 7,959m³、素材買いが 2,515m³である。取引単位は m³で、丸太の重量から換算している。 重量から体積への換算係数は、針葉樹、広葉樹ともに 0.68 である。スギについてはこの係数では過小と考えているとのことである。チップの売買は重量単位だが、素材生産や運賃は m³単位なので、換算が必要になる。立木の購入先は、林家からの直接購入が 70%、森林局署からが 30%である(民有林が 70%、国有林が 30%)。素材の購入先は、素材生産業者が 67%、森林組合が 29%、原木市場が 4%である。立木については、全て自社の作業班で伐採している。平成 24 年度はシステム販売でかなりの量を購入したため、素材買いの割合が高かった。県南地域では素材生産業者が減っており、特に 2011 年の震災以降はほだ木の生産ができなくなったので素材生産量自体も減っているとのことである。自社の素材生産部門では年間 32,000m³の素材生産を行っている。針葉樹は 3000~4000m³規模の皆伐が多い。針葉樹林の場合、曲がりが大きい材や径 13cm 以下の丸太が C 材で、その割合は約 25%であり、C 材は全て自社チップ工場へ納入する。残り 75%はほとんどが B 材(合板用)で、そのうち 10%程度は A 材(製材用)として出荷している。合板用材 1,000m³ /月を石巻合板に納入している。

広葉樹の樹種はミズナラ、サクラが多い。針葉樹はアカマツとスギである。カラマツ、 ヒノキはチップの種類としてはスギ(針葉樹)に含める。アカマツチップは少し単価が高い。サクラの原木は、秋田の桜皮細工用やスモークチップ用として販売もしている。

製紙用チップの出荷先は、日本製紙の石巻工場と岩沼工場である。アカマツを原木の材長を  $1.75\sim2.15$ m に揃え、剥皮して GP 用原木として日本製紙石巻工場に納入している。納入量は  $150\sim200$  生トン( $300\sim400$ m³)/月である。材長を揃えるので、端材が大量に出る(写真 2.5.2)。単価の仕切り場所はどちらも納入先工場渡しで、半年毎に単価契約している。

新誠木材株式会社は、納入先の日本製紙よりチップの品質基準を示されている。その品質基準を表 2.5.2 に示す。

表 2.5.2 新誠木材株式会社 製紙用木材チップの品質基準

項目		許容範囲	概要
サイズ	長さ(mm)	最長( ) 平均( ) 最小( )	DMX,DLC→ 22mm DMR→15mm
	幅(mm)	最長( ) 平均( ) 最小( )	
	厚さ(mm)	最長( ) 平均( ) 最小( )	
樹皮	許容混入率(重量%)	試料(kg)中の混入率(%)以内	3%以下(全種種)
スリーバ	許容混入率(重量%)	試料(kg)中の混入率(%)以内	9%以下(全樹種)
	節		
節等欠点	腐れ	5%以下(全樹種)	
	その他		
ダスト	許容混入率	試料(kg)中の混入率(%)以内	9%以下(全樹種)
異物	異物混入	不可	

チップの平均サイズは、針葉樹混合(スギ、ヒノキ、カラマツ)(DMX) および広葉樹 (DLC) は22mm、アカマツ (DMR) は15mm と指定されている。樹皮の混入率は3%以下、スリーバの混入率は9%以下、腐れの混入率は5%以下、ダストは9%以下が許容範 囲となっている。異物の混入は不可である。この範囲を超えた場合は、単価を値引きされるとのことである。検量方法や納入単価の決定方法は取引先との協議により決定しており、内容についても熟知しているとのことである。

納入先におけるチップの品質検査の結果と絶乾率が示され、正味重量が決定されている。 資料として提供いただいた平成 25 年 10 月の納入実績を見ると、広葉樹チップ、針葉樹チップともに、樹皮、腐れの混入はほとんど無く、スリーバは多い場合でも 1%程度、ダストについても 0.5~1%程度の割合であり、チップ品質による単価値引きは実質的にはほとんどされないようである。絶乾率については、広葉樹チップで 56.1~62.5%、針葉樹チップで 47.2~60.2%であった。絶乾率については、季節変動があるとのことである。

バークは針葉樹と広葉樹を混ぜ、鶏糞を発酵剤としてバーク堆肥を製造している(写真 2.5.5)。ほとんど自社で発生するバークだが、他工場からも受け入れている。バーク堆肥は完成までに1年半くらいかかる。緑化工事の吹きつけ用が主で、小袋ではなくフレコン(1000 リットル、0.5 トン)単位で販売している。販売先としては福島県が多い。一部はホームセンターにも卸している。放射性物質の証明書の添付が求められるので、市町村の検査機関(七ヶ宿町役場)に出している。基準は 400 ベクレル/kg 以下であり、問題はない。

チップダストは畜産敷料としておが粉流通業者に販売している。

平成 24 年度の製紙用チップの販売単価は、針葉樹 (スギ) は 17.0 円/絶乾 kg、アカマツは 18.5 円/絶乾 kg、広葉樹は 18.0 円/絶乾 kg であった。



写真 2.5.1 広葉樹原木



写真 2.5.2 GP 材(アカマツ)の端材



写真 2.5.3 バーカー



写真 2.5.4 チッパー



写真 2.5.5 バーク堆肥



写真 2.5.6 広葉樹チップ

### 2.6 宮城十條林産株式会社 <宮城県>

宮城十條林産株式会社栗駒工場は宮城県栗原市所在する木材チップ製造・販売を行っており、操業開始は昭和44年8月である。宮城十條林産株式会社栗駒工場は、動力110kWの製紙用チッパー(CKS製)、12mのバーカーを有している。従業員は工場専任が2人、兼任が1人の計3人である。宮城十條林産株式会社栗駒工場のチップ生産能力は13,000絶乾重量トン/年である。平成24年度の製紙用木材チップの生産実績は、広葉樹雑として4,900絶乾重量トン、針葉樹は3,100絶乾重量トンである。

表 2.6.1 は平成 24 年度における原木購入量と購入単価である。木材チップの原料は、立木と素材である。取引単位は m³であり、重量から材積に換算している。重量からの換算係数は、針葉樹が 0.65、広葉樹が 0.7 である。平成 24 年度の原木購入量は、立木買いの針葉樹が 2,500m³、広葉樹が 11,600m³である。素材買いの針葉樹が 350m³、広葉樹が500m³である。購入先は森林局署が15%、素材業者が5%、森林組合が60%、林家などが20%である。

立木・素材別	針・広別	取引	購入量	購入平均単価(円)	
		単位		4~9月	10~3月
立木買い	針葉樹	m <sup>3</sup>	2,500	100	100
	広葉樹	m <sup>3</sup>	11,600	1,200	1,200
素材買い	Al <del>英</del> 母	m³	350	スギ 4,000	スギ 4,000
	針葉樹			アカマツ 5,000	アカマツ 5,000
	広葉樹	m <sup>3</sup>	500	7,000	4,500
合計			14,950		

表 2.6.1 宮城十條林産(株)栗駒工場の原木購入量と購入単価(平成 24 年度)

広葉樹チップの樹種はミズナラ、サクラが主であり、他にはクリ、ホオノキ、ケヤキ、クヌギ、ニセアカシアなどが入る。

製紙用チップの出荷先は、日本製紙(株)の石巻工場、岩沼工場である。日本製紙木材 (株)を通して納入している。単価の仕切り場所は納入先工場渡しで、単価契約は随時行っている。契約量と納入数量について規定があり、契約量に満たない場合および全うした場合は特段措置がないが、契約量を超えた場合は、後に納入制限をうけるとのことである。納入量については製紙会社からの要請どおりである。

宮城十條林産株式会社は、納入先の日本製紙株式会社からチップの品質基準を示されている。その品質基準を表 2.6.2 に示す。広葉樹チップのサイズは幅 5~40mm、厚さ 5mmを許容範囲とし、樹皮の混入は 3%以内、スリーバは 9%以内、腐朽材は 2.1%以上は不可、

ダストは 3%以内となっている。異物の混入は不可である。異物混入があると、除去費用の負担が求められる。検量方法は取引先との協議で決定しているが、内容については熟知していないとのことである。

表 2.6.2 宮城十條林産株式会社 製紙用木材チップの品質基準)

項目		許容範囲	概要
	長さ(mm)	最長( ) 平均( ) 最小( )	
サイズ	幅(mm)	最長(40) 平均(22) 最小(5)	
	厚さ(mm)	最長(5) 平均() 最小(3)	
樹皮	許容混入率	混入率(3.0%)以内	
	(重量%)	此八平(3.070)以內	
スリーバ	許容混入率	混入率(9.0%)以内	
	(重量%)	此八平(3.0 /0)以內	
	節		
節等欠点	腐れ	腐朽材 2.1%以上不可	
	その他	混在不可	
ダスト	許容混入率	混入率(3.0%)以内	
	(重量%)	此八午(0.0/0)以刊	
異物	異物混入	不可	

チッパーの刃の交換は1日1回、樹種を切り替える際にも行う。また、針葉樹と広葉樹では設定を変えて行うとのことである。

平成 24 年度の製紙用チップの販売単価は、針葉樹(スギ、マツ)は 19.0 円/絶乾 kg、広葉樹は 18.5~18.8 円/絶乾 kg であった。

電力固定買取制度(FIT)にかかわる取引としては、現状では近隣に発電所の計画がないため、取引の計画等はないとのことである。今後もし発電所の計画が持ち上がったとすれば、現有取引先との関係や原料確保の問題が生じると予想されるとのことである。



写真 2.6.1 原木のストックヤード



写真 2.6.2 バーカー



写真 2.6.3 チップ



写真 2.6.4 調査した原木



写真 2.6.5 円盤の採取



写真 2.6.6 バークの出荷の様子

### 3. 木材チップの含水率計測について(静電容量式含水率計)

#### 3.1 はじめに

チップ工場で生産された木材チップの含水率は製紙工場に納入される際に測定され、その結果を基に木材チップの全乾重量が求められ、全乾重量に相当する分の対価が製紙工場から木材チップ工場へ支払われる。つまり、木材チップ工場にとって、チップの含水率はチップの代金に大きく影響を与えることになる。しかし、これまで含水率計測は製紙工場にすべて任されており、チップ工場が測定することはなかった。

2012 年度の林野庁補助事業「木材チップ等原料転換型事業」では、チップヤードにあるチップの山に直接センサーを差し込んで測定する抵抗式の含水率計(商品名: Humimeter BLL、Schaller 社(オーストリア)製)をとりあげ、測定値と全乾法による含水率との関係について調査した。今年度、2013 年度の事業では同じ Schaller 社製の静電容量式含水率計(Humimeter BM1)をとりあげ、同様に国産広葉樹チップの含水率を測定し、全乾法(JIS Z 2101)による含水率との比較を行ったので、その結果を示す。

#### 3.2 静電容量式含水率計

木材用の含水率計には様々なものがあるが、今回は静電容量式の含水率計(オーストリア Schaller 社製、商品名 Humimeter BM1)について、国産広葉樹チップの含水率計測試験を行った。写真 3.2.1 に示すようにチップを容量 13 リットルの専用バケツに確保し、これを四角い本体容器(測定器)に投入する。容器には秤りが組み込まれており、投入したチップの重量が読み取れる。この投入したチップの重量をもとに、取扱説明書にしたがってチップの量を調整した後、チップの大きさと重量とによって適切なモードを設定して含水率測定値を読み取る。測定値は湿量基準含水率で表示される。木材チップの含水率測定用のチップの大きさによるモードは、以下の表に示す4種類が用意されている。それぞれについてチップ重量と組み合わせて、適切なモードを選択するようになっている。選択したモードごとに校正曲線が用意されており、これによって含水率計は容器に入っている木材チップの含水率を算出し、表示する。

本体容器重量は約5kg あり持ち運ぶにはやや難があるが、現場に設置して用いるには問題ないと思われる。表示は0.5%きざみ、測定可能範囲は $5\sim60$ %(湿量基準含水率)、使用温度範囲は $0\sim40$ °C、測定可能なチップの温度は $-20\sim60$ °Cである。温度補正は自動で行われる。電源は1.5Vのアルカリ単三乾電池4個で、取扱説明書によると900回の測定が可能とのことである。

#### 表 3.2.1 含水率計で用いるモード

大きさによるモード	内容
Wood chips	全重量の 75%以上が長さ 3.15~45mm の範囲にある木
	材チップ (EU-NORM CEN/TS 14961* P16 および P45)
Course wood chips P45 のうち、細かいチップが wood chips より少な	
Industrial was ad abine	全重量の 75%以上が長さ 8~65mm の範囲にあり、樹皮
Industrial wood chips	と 3.15mm 以下のダストを含まないもの。
P100 wood chips	全重量の 75%以上が長さ 16~100mm の範囲にあり、樹
	皮と 3.15mm 以下のダストが 4%以下のもの。

#### (\*) European Standard EN 14961



写真 3.2.1 含水率計と付属の専用バケツ Schaller 社製、Humimeter BM1

## 3.3 含水率計による測定値と全乾法による測定値の比較

今回使用した含水率計による測定結果を検証するため、木材チップ工場で採取した木材チップを試料として、含水率計による測定値と全乾法による測定値とを比較した。手順を以下に示す。

- ① 木材チップ工場にて木材チップ約 10kg を採取し、ビニール袋に入れてできるだけ 空気の出入りがないよう粘着テープで封をし、森林総研へ送付する。
- ② 森林総研で開封した木材チップの重量を電子天秤で、含水率を含水率計で測定する。
- ③ 木材チップをメッシュのかごに移し、恒温恒湿室に静置する(写真3.3.1)。
- ④ 1~2 日毎に、木材チップの重量と含水率計による含水率を測定する(写真 3.3.2)。
- ⑤ 含水率計の読み取り値が 15%を下回ったところで終了し、チップを恒温器へ入れて 温度を 105℃として乾燥し (写真 3.3.3)、いわゆる全乾法 (JIS Z 2101) によって含 水率を求める。
- ⑥ ここで得られた全乾重量により、恒温恒湿室における乾燥途中の全乾法による含水

率も算出し、含水率計の表示との関係をグラフ化し、検討を行う。

含水率測定試験は製紙用広葉樹チップ(シラカバ、タモ、ミズナラ等の混合)を中心に 行った。製紙用スギチップと菌床用広葉樹チップ (写真 3.3.4) も少量だが入手できたので、 試験を行った。

なお、含水率測定時には表の4つのモード全てを試みたが、木材チップの重量によって 選択できないモードがあるため、モードごとに測定点の数に違いがある。製紙用チップは 「Wood chips」モードに適した大きさなので、このモードの測定点数が最も多くなったと 思われる。



写真 3.3.1 恒温恒湿室のチップ



写真 3.3.3 恒温機で全乾に



写真 3.3.2 含水率の測定



写真 3.3.4 菌床用広葉樹チップ

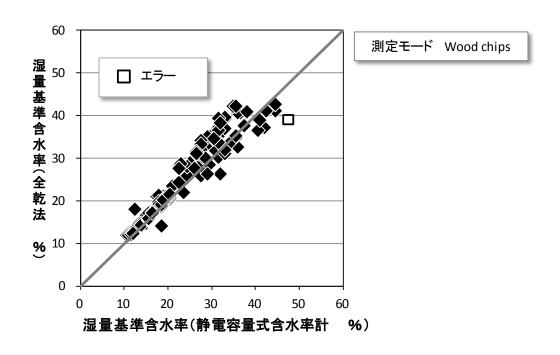
得られた結果を図3.3.1~3.3.6 に示す。図3.3.1、図3.3.2 が製紙用広葉樹チップ、図3.3.3、図3.3.4 が製紙用スギチップ、図3.3.5、図3.3.6 が菌床用広葉樹チップの測定結果である。 横軸は含水率計による測定値、縦軸は全乾法によって求めた含水率であり、どちらも含水率は湿量基準で表した。含水率計のモードごとに結果を示してある。◆は正常に測定された結果、□は、数値は表示されたが同時にエラーであるというサインが表示された場合で ある。取扱説明書には最大 60%まで測定できるが測定対象によって異なる旨が書かれていたため、エラー表示となることに規則性があるかどうか、エラーとなった場合に全乾法の値と大きく異なるかどうか確認するため、エラー表示されたデータもグラフに示した。

製紙用チップ(広葉樹)は「Wood chips」モードが最も適切と思われた。試験に用いた製紙用チップの大きさは、表に示した「Wood chips」モードの内容に近く、取扱説明書の通りと考えられる。また、エラー表示はおおむね含水率 50%を超えると現れるようである。ただし、モードがあまりにも適切でないと(たとえば、P100 の場合)、より低い含水率であってもエラーとなる。また、たとえば含水率計で 35%と表示された場合、全乾法による含水率は 27~37%の範囲にばらついている。より多くの試料をについて試験を行えばこのばらつきは変化するかも知れないが、おおむねこの程度の精度であると考えてよいだろうと思われる。

製紙用チップ (スギ) も広葉樹と同様、「Wood chips」モードが最も適切と思われたが、 含水率が 35%以上では、全乾法とのずれが大きくなった。エラー表示も 35%以上で多く 現れた。また、モード「P100」では測定できなかった。

菌床用の広葉樹チップは「Corse WC」モードが最も合っているように見受けられた。菌床用チップは製紙用に比べて小さいにもかかわらず、大きなサイズのチップを扱うはずの「Corse WC」モードが最も全乾法による含水率と近い値であった。本装置は、静電容量式であり、木材の密度によって校正曲線を変えなくてはならない。おそらく、本装置の内部ではチップの大きさと重量、体積から空隙を含めた容器内の木材の密度を推定し、適切な校正曲線を選択していると考えられる。菌床チップは、本装置が想定していない要因を持っているため、適切な校正曲線が選択できないのではないかと推測される。菌床用チップに本装置を適用するには、今回の「Course WC」モードでの測定結果が全乾法による含水率と近かった理由を明らかにする必要があり、そのためには試料を増やしてより多くのデータから検証する必要があると思われる。

# 広葉樹チップ(製紙用)



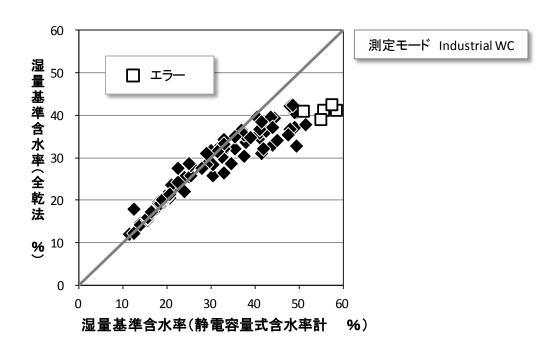
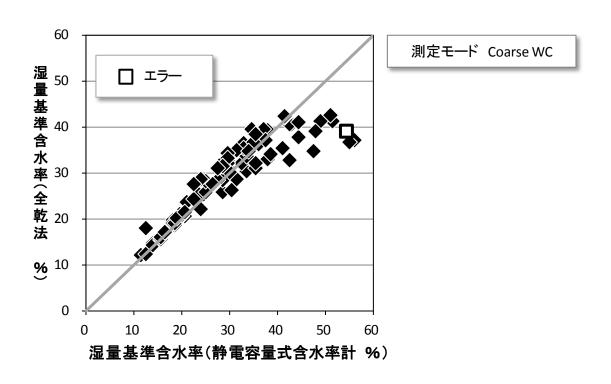


図 3.3.1 静電容量式含水率計と全乾法との比較 広葉樹(製紙用)、測定モード:上段 Wood chips、下段 Industrial 含水率計: Humimeter BM1 (オーストリア Schaller 社)

# 広葉樹チップ(製紙用)



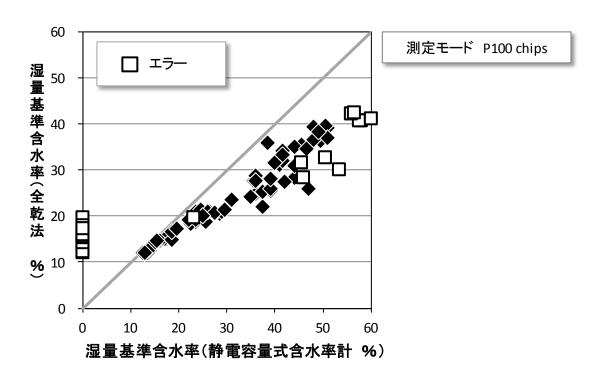
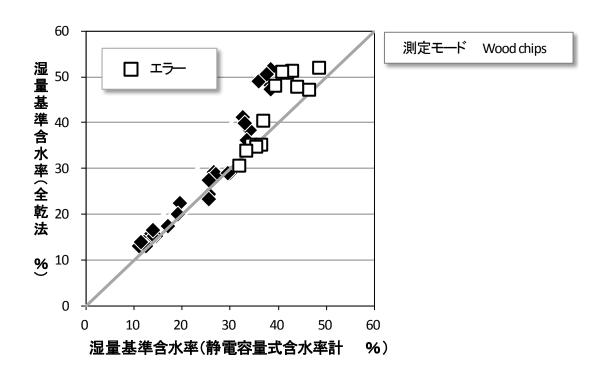


図 3.3.2 静電容量式含水率計と全乾法との比較 広葉樹(製紙用)、測定モード:上段 CourseWC、下段 P100 含水率計: Humimeter BM1 (オーストリア Schaller 社)

# 針葉樹チップ(スギ 製紙用)



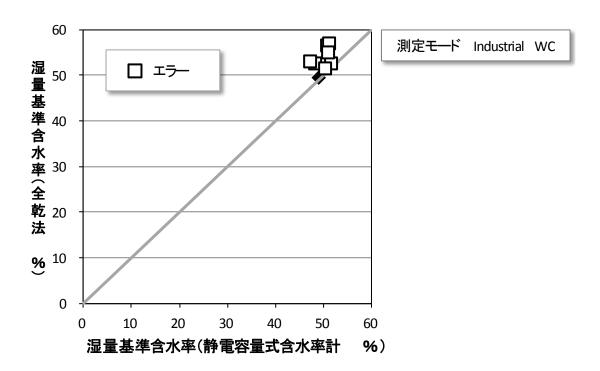


図 3.3.3 静電容量式含水率計と全乾法との比較 スギ(製紙用)、測定モード:上段 Wood chips 、下段 Industrial 含水率計: Humimeter BM1 (オーストリア Schaller 社)

# 針葉樹チップ(スギ 製紙用)

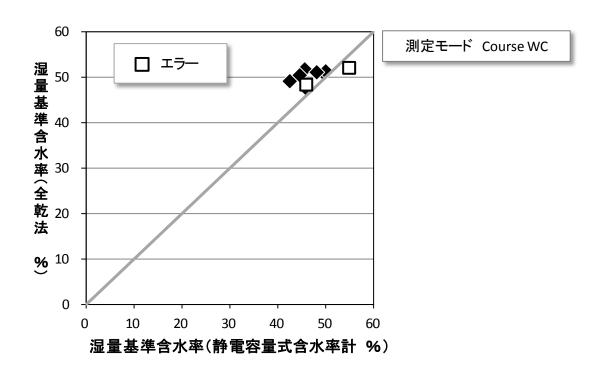
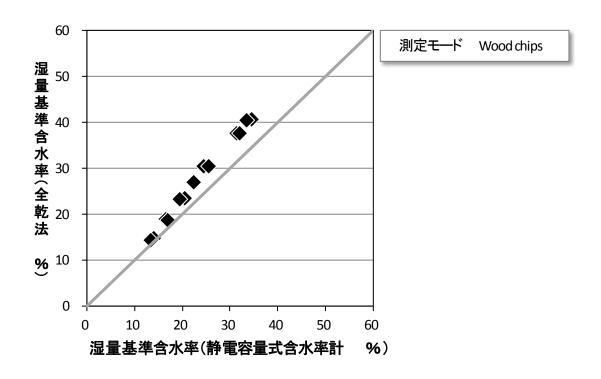


図 3.3.4 静電容量式含水率計と全乾法との比較 スギ(製紙用)、測定モード:Course

含水率計: Humimeter BM1 (オーストリア Schaller 社)

# 広葉樹チップ(菌床用)



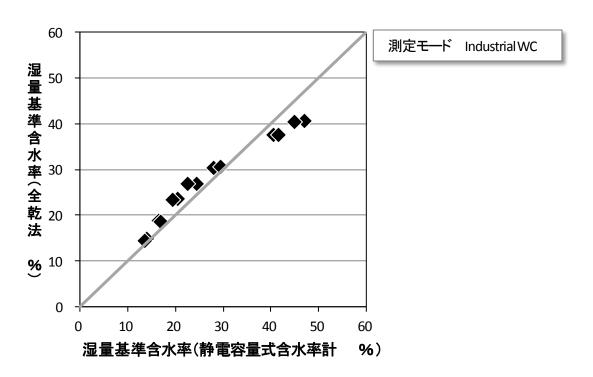
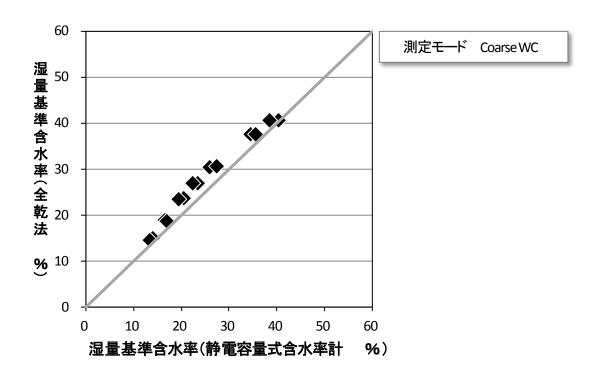


図 3.3.5 静電容量式含水率計と全乾法との比較 広葉樹(菌床用)、測定モード:上段 Wood chips 、下段 Industrial 含水率計: Humimeter BM1 (オーストリア Schaller 社)

# 広葉樹チップ(菌床用)



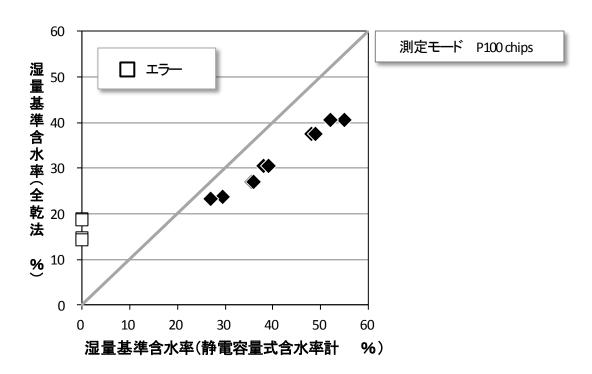


図 3.3.6 静電容量式含水率計と全乾法との比較 広葉樹(菌床用)、測定モード:上段 CourseWC、下段 P100 含水率計: Humimeter BM1 (オーストリア Schaller 社)

# 4. チップ用原木の形質

#### 4.1 はじめに

チップ用原木の形質を調査するため、5 つのチップ工場においてチップへ加工する前の原木を樹種ごとに10~30 本ずつ確保し調査を行った。その結果を報告する。

#### 4.2 調查対象樹種、測定項目、測定方法

調査対象が広葉樹なので、樹種が多岐にわたることが予想された。そこで、各調査対象 工場には、もっとも使用量の多い樹種について測定を申し込み、上位にあまり量の変わら ない複数の樹種がある場合は、最も多い2~3 樹種を調査対象樹種とした。

測定した項目と方法について以下に述べる。

#### 4.2.1 短径、樹皮厚さ、長さ、樹皮の体積比(原木)

調査対象の樹種について、チップ工場の土場でチップに加工するために保管してある原木丸太から 10~30 本程度ずつ確保し、短径、樹皮厚さ、長さを測定した(写真 4.2.1)。 短径および樹皮厚さは、丸太の末口および元口側の切断面においてコンベックスを用いて 測定した。短径は、末口、元口それぞれについてもっとも短い箇所を目測によって選んで 径を測定し、短径とした。測定精度は 1mm である。樹皮厚さは、目測によっておおむね 平均的と見られる箇所をコンベックスで測定した。精度は 1mm である。樹皮がはがれている場合は測定不能とし、平均値の算出にあたっては測定不能箇所を含めずに算出した。 長さは、末口から元口までの長さをコンベックスによって測定した。 精度は 1mm である。



写真 4.2.1 チップ工場の土場に並べた調査原木

また、このようにして求めた短径、樹皮厚、材長から樹皮の体積比を試算した。 計算の考え方は、丸太を円錐の途中を切断した両木口断面の面積が異なる円柱と考えて、 樹皮つきの体積から樹皮なしの体積を引き、樹皮付きの体積との比を百分率で表示した。 短径と樹皮厚の樹種ごとの平均値を用いて算出し、樹種ごとの樹皮の体積比とした (表 4.3.12)。

ただし、実際の樹皮は一定の厚さではないし、樹皮の凹凸の程度は樹種、個体によって 異なる。木口付近で測定した樹皮厚の平均値をもって適切に樹皮の体積を表現しうるかど うかなお議論の余地がある。今回の試算はあくまでも参考としてとらえていただきたい。

# 4.2.2 含水率、容積密度(円盤)

5つのチップ工場それぞれにおいて、樹種ごとに、径級の異なる5~7本の丸太を選定し、各丸太から円盤を3枚ずつ採取した(図4.2.1、写真4.2.2)。これを持ち帰って、樹皮をむき、重量と体積を測定して含水率と容積密度を測定した。含水率測定は全乾法(JIS Z 2101)によって行った(写真4.2.3、4.2.4)。

試験片の湿潤重量を精度 0.01g の電子天秤 ((株) メトラー製、PM4400) にて測定し、送風式恒温器 ((株) ヤマト製、DKM600) を用いて 105℃で重量が恒量に達するまで乾燥し、この時点の木材重量を全乾重量として、含水率 (乾量基準含水率) を算出した。

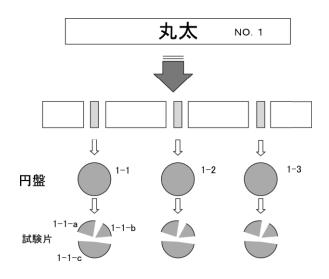


図 4.2.1 円盤の採取

乾量基準含水率を M とすると計算式は以下の通りである。(JIS Z 2101)

 $M = (W - W_0) \div W_0 \times 100$  (%)

W : 湿潤質量(g)

Wo:全乾質量(g)

容積密度 (R) は、生材体積を浮力法 (図 4.2.2、写真 4.2.6) によって測定した。容積密度は、生材体積を V として、以下の式によって算出した。

 $R = Wo \div V \quad (g/cm^3)$ 

V: 生材体積



写真 4.2.2 含水率、密度測定用円盤の採取



写真 4.2.3 含水率、密度測定用の円盤



写真 4.2.4 恒温器

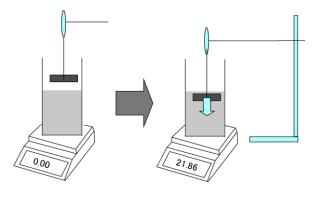




図 4.2.2 浮力法による体積の測定方法

写真 4.2.5 生材体積測定システム

浮力法とは、アルキメデスの原理を利用した体積の測定法である。図 4.2.2 に概略を示す。測定手順は、まず水を入れたビーカーを電子天秤の上に乗せ、ゼロバランスをとる。そののち、針にさした試験片を上から水中へ投入し、水面より上に浮かないように治具で押さえる。水中に没した木材は、木材が押しのけた水分の重量に相当する上向きの浮力を受ける。このため、放置状態では浮力と木材に作用する重力とが釣り合う位置までしか沈まないが、木材を強制的に水中に埋没させることによって、木材の体積に相当する浮力に相当する反力が下向きに加えられることとなり、電子天秤に数値として表れる。電子天秤の読み取りを Ww(g)水の密度を Rw(g/cm³)とすれば、木材の生材体積 V は以下の式で与えられる。

 $V = Ww \div Rw \quad (cm^3)$ 

Ww:電子天秤の読み取り (g)

Rw:水の密度 (g/cm<sup>3</sup>)

水の密度は 20°C、101325Pa(1 気圧)で 0.99820g/cm³ である。今回の測定精度の範囲では 1.0g/cm³ として問題ないと判断して木材の生材体積を算出した。なお、木材を水没させる際に木材が十分に水を含んでいないと、ビーカー内の水分が木材に吸収されてしまい、吸収された水分の分だけ体積が過小評価される。このため、測定前に木材を一定時間水中に静置し、十分に水を含ませてから測定した。

### 4.2.3 チップ用原木の容積換算係数について

広葉樹について、チップ工場で採取した円盤から得られた容積密度および含水率を用いて、生材重量から生材体積を求める容積換算係数を算出し、検討した。この換算係数は一般に「チップ用原木の容積換算係数」と呼ばれる。

チップをチップ工場から購入する製紙工場では、全乾重量によって算出する含水率(乾量基準含水率)ではなく、木材に含まれる水分の重量を、水分を含んだ木材の重量(湿潤

重量)で除して算出する湿量基準含水率を用いるのが一般的である。この、湿量基準含水率は、乾量基準含水率と区別するため、現場では「水分率」と呼ばれることがある。このため、湿量基準含水率と水分率を併記しておく。湿量基準含水率は乾量基準含水率から以下の式によって算出される。

 $Cw = Co \div (Co + 100) \times 100$  (%)

Co: 乾量基準含水率

Cw:湿量基準含水率(水分率)

そして、生材重量から生材体積を求める容積換算係数は、以下の式によって算出される。

 $Kw = (1-Cw \div 100) \times (1/R)$ 

Kw:容積換算係数

Cw:湿量基準含水率(水分率 %)

R:容積密度(トン/m³)

また、生材重量に樹皮が 10%含まれている場合の係数は、以下の式によって算出される。 Kw10= (1-Cw $\div 100) × (1/R) × 0.9$ 

Kw10:容積換算係数 (樹皮が10%の場合)

Cw:水分率(湿量基準含水率)(%)

R : 容積密度(トン/m³)

#### 4.3 結果

#### 4.3.1 原木の形質

表 4.3.1~4.3.11 は調査工場ごとに得られたデータをとりまとめた表である。これらのうち、表 4.3.1 は調査工場ごとの原木の短径、樹皮厚、材長、末口二乗法によって算出した材積である。表 4.3.2~表 4.3.11 は持ち帰った円盤を測定して得られた含水率と容積密度、これらから算出した湿量基準含水率(水分率)と換算係数である。換算係数は樹皮付き丸太の生材重量(トン)にこの係数を乗じて、樹皮をむいた丸太の生材体積(m³)を推定するためのものである。なお、樹皮の重量を生材丸太重量の 10%と仮定して算出してある。各調査工場の土場で原木を測定して得られた短径、樹皮厚、材長、材積、樹皮の体積比を樹種ごとににまとめたものが表 4.3.12 であり、持ち帰った円盤から得られた含水率と容積密度を樹種ごとにまとめたのが表 4.3.13 である。また、これらのデータを用いて図 4.3.1~図 4.3.8に原木の短径分布を、図 4.3.9~図 4.3.15に原木の樹皮厚分布を示した。図 4.3.17、図 4.3.19、図 4.3.21 には、それぞれ樹種ごとの乾量基準含水率、質量基準含水率、容積密度を示す。なお、図 4.3.16、図 4.3.18、図 4.3.20 には、昨年 2012 年度に西日本で調査した結果を比較のため示してある。

最も多くの工場でチップ用材の主たる樹種として用いられていたのはミズナラで、すべての工場で主たる樹種として取り扱われていた。ついでがシラカバ、サクラが2工場であった。このほか、タモ、イタヤカエデ、ハンノキなどが用いられており、今回の調査ではこれらについても少量のデータを採取した。なお、昨年度行った西日本の8工場での調査同様、使用量は少ないものの、今回採取しなかった樹種がこれらのほかにも多く存在した。

短径分布は、末口、元口ともに、だいたい  $10\sim25$ cm 程度の範囲に分布し、平均は末口が  $12\sim20$ cm 程度、元口が  $12\sim21$ cm 程度である。ハンノキは分布が特殊な形になっていた。 樹皮厚の分布はおおむね  $4\sim8$ mm 程度の範囲にあり、平均は末口で  $3\sim6$ mm、元口で  $4\sim$ mm 程度であった。また、短径、樹皮厚、材長から推定した樹皮の体積比は、 $3.5\sim7.0\%$ であった。

乾量基準含水率の分布は、図 4.3.17 のようにおおむね 60%前後と見てよいと思われる。 ただし、シラカバとクリは本数が少なくまた 1 カ所のみの測定であり、偏った結果であった可能性がある。

容積密度分布は図 4.3.21 のようにおおむね  $0.4 \sim 0.6 \text{g/cm}^3$  の範囲であった。

## 4.3.2 容積換算係数

図 4.3.22~ 図 4.3.25 に樹種ごとの容積密度と含水率、水分率と係数との関係を示す。 表 4.3.14 には換算係数のまとめを、樹種ごとに示した。この図 4.3.22~25 と表 4.3.14 によって、今回採取したサンプルについてもとめた容積換算係数の樹種ごとの最大値と最小値がわかるようになっている。

丸太を市場で売った場合は、末口二乗法で算出した材積が明らかになるので補助金申請書類に書き込める。しかし、直接チップ業者へ販売した場合など重量で取引きをすると、伐採業者や林家に材積の結果が残らないケースがある。このため、チップ業者への納入時に測定した重量(皮付きの生材丸太重量)から生材体積(樹皮を取り除いた木材の材積)を求められると便利である。2012 年度に調査で得られた西日本のデータと、今回得られたミズナラ、サクラ、シラカバ、クリのデータを表 4.3.14 にまとめた。これによると、樹皮付きの生材丸太重量から樹皮を取り除いた木材の体積に換算する係数は、ミズナラが 0.79~2.05、サクラが 0.98~1.25、シラカバが 1.04~1.53、クリが 0.93~1.58 であった。今回の聞き取り調査をした範囲では、広葉樹チップ用原木の換算係数として 0.68~0.75 が用いれていたことを鑑みれば、材積を過小評価されているケースが多いと予想され、改善の余地があるように思われた。

表 4.3.1 チップ用原木の測定データのまとめ(原木)

測定場所	樹種		短径(0	cm)	樹皮厚	(mm)	材長	材積(*)
測定日	本数		末口	元口	末口	元口	m	m³
		最小	10.5	7.6	0.0	0.0	260.0	0.0288
	タモ	最大	36.6	38.5	10.0	10.0	282.0	0.3536
	32本	平均	20.1	19.7	5.6	5.0	267.1	0.1181
		標準偏差	6.1	6.4	2.4	2.7	5.9	0.0738
		最小	5.7	5.7	0.0	3.0	226.0	0.0081
	ミズナラ	最大	22.8	20.4	10.0	13.0	299.0	0.1430
三津橋産業	32本	平均	12.2	11.8	5.0	6.0	254.7	0.0426
(株)		標準偏差	4.1	4.1	2.4	2.3	15.4	0.0286
		最小	6.3	6.2	0.0	2.0	258.0	0.0104
2013/9/5	シラカバ	最大	21.4	21.5	4.0	5.0	276.0	0.1223
	32本	平均	14.1	13.8	3.0	3.5	264.5	0.0567
		標準偏差	3.9	4.3	1.3	0.7	3.6	0.0298
		最小	10.2	10.1	0.0	2.0	253.0	0.0278
	ハンノキ	最大	33.0	28.0	5.0	6.0	273.0	0.2940
	29 本	平均	16.4	16.1	2.6	3.3	265.4	0.0784
		標準偏差	5.3	4.2	1.1	0.9	5.5	0.0571
		最小	12.0	13.1	3.0	3.0	239.0	0.0361
	イタヤ カエデ	最大	21.1	33.0	5.0	8.0	255.0	0.1091
	10本	平均	17.9	21.3	4.3	4.6	245.4	0.0805
		標準偏差	2.8	6.3	0.7	1.3	5.9	0.0240
岩見沢林産		最小	11.2	14.5	0.0	0.0	245.0	0.0307
工業(株)	ミズナラ	最大	22.0	25.8	8.0	10.0	260.0	0.1210
	10本	平均	17.7	19.9	4.7	5.2	251.9	0.0812
2013/9/6		標準偏差	3.4	3.5	2.8	3.3	4.3	0.0296
		最小	18.3	15.8	3.0	3.0	236.0	0.0790
	シラカバ	<del></del> 最大	25.4	24.0	7.0	5.0	254.0	0.1581
	10本	平均	21.3	19.6	4.6	4.3	243.7	0.1113
		標準偏差	2.5	2.2	1.3	0.8	5.4	0.0257

表 4.3.1 つづき

測定場所	樹種		短径(	cm)	樹皮厚	(mm)	材長	材積(*)
測定日	本数		末口	元口	末口	元口	m	m³
		最小	6.2	5.2	0.0	3.0	213.0	0.0085
	クリ	最大	17.5	19.2	7.0	9.0	228.0	0.0677
高谷林業	31本	平均	11.9	12.3	4.4	4.9	222.0	0.0333
(株)		標準偏差	3.0	3.5	1.8	1.7	3.4	0.0157
•		最小	6.7	5.3	2.0	3.0	137.0	0.0077
2013/10/15	ミズナラ	最大	16.3	18.5	10.0	10.0	229.0	0.0598
	31本	平均	10.5	10.9	5.1	5.5	215.2	0.0254
		標準偏差	2.8	3.3	2.0	1.7	18.1	0.0140
		最小	12.1	11.4	2.0	4.0	165.0	0.0290
	ミズナラ	最大	35.0	30.0	10.0	10.0	208.0	0.2352
新誠木材	30本	平均	20.2	18.3	6.2	6.3	188.6	0.0817
(株)		標準偏差	5.9	4.8	1.6	1.5	11.1	0.0505
•		最小	11.0	8.7	2.0	2.0	163.0	0.0243
2013/11/19	サクラ	最大	30.3	32.0	8.0	7.0	217.0	0.1910
	30本	平均	18.5	18.9	4.1	3.8	198.0	0.0734
		標準偏差	5.5	5.8	1.2	1.2	11.4	0.0442
		最小	4.8	6.6	3.0	3.0	202.0	0.0047
	ミズナラ	最大	27.9	24.0	12.0	10.0	233.0	0.1728
宮城十條林	30本	平均	16.0	15.3	6.0	6.7	209.7	0.0633
産(株)		標準偏差	6.9	5.2	2.1	2.1	6.9	0.0474
		最小	8.2	6.4	2.0	2.0	191.0	0.0136
2013/11/20	サクラ	<del>最</del> 大	29.5	23.1	5.0	5.0	224.0	0.1732
	30本	平均	15.3	14.9	3.4	3.3	211.0	0.0543
		標準偏差	5.2	4.9	0.8	0.8	7.3	0.0380

(\*)材積は、末口二乗法によって算出した(参考:JAS 「素材の日本農林規格」)

表 4.3.2 チップ用原木のデータまとめ(円盤、北海道、タモ、シラカバ)

	採取場	所		採取	日	樹種	原木	円盤
三津橋	産業(株	朱)		2013	/9/5	タモ	3本	9枚
						シラカバ	3本	9枚
			円	盤		原木推定値	Ī	
樹種	原木	円盤	乾量基準 含水率	容積密度	乾量基準 含水率	湿量基準 含水率 (水分率)	容積密度	換算 係数 <sup>(*2)</sup>
	No.	No.	%	g/cm <sup>3</sup>	%	% <sup>(*1)</sup>	g/cm³	
		8-1	57.2	0.522		 	 	
タモ	8	8-2	59.1	0.536	57.2	36.4	0.531	1.08
		8-3	55.6	0.534		: ! ! !	 	
		13-1	47.3	0.590		 	! ! !	
タモ	13	13-2	48.1	0.593	47.4	32.2	0.590	1.03
		13-3	46.6	0.587		1 	1 1 1 1 1	
		23-1	41.8	0.620		1	1	
タモ	23	23-2	43.6	0.598	43.1	30.1	0.594	1.06
		23-3	43.4	0.573		! ! !	 	
		75-1	37.6	0.515		 	 	
シラカバ	75	75-2	41.1	0.541	38.3	27.7	0.525	1.24
		75-3	35.8	0.520		i 	i 	
		77-1	55.9	0.509		 	 	
シラカバ	77	77-2	68.0	0.517	56.8	36.2	0.513	1.12
		77-3	45.9	0.513		1 	1 	
		83-1	59.6	0.521		 	 	
シラカバ	83	83-2	75.6	0.484	62.7	38.5	0.495	1.12
						1	!	

<sup>(\*1)</sup>チップ取り引きの商習慣の中で、湿量基準含水率を「水分率」と呼ぶ場合があるため、併記した。

52.5 0.476

83-3

<sup>(\*2)</sup>現場で測定される原木の重量のうち、10%が樹皮であるという仮定によって算出。

表 4.3.3 チップ用原木のデータまとめ(円盤、北海道、ミズナラ)

円盤	<b>紧</b> 採取場所	沂		採取日	3	樹種	原木	円盤	
北海道雨音	<b></b>	内町		2013/9	9/5	ミズナラ	3本	9 枚	
三津橋産業	業(株)								
			円	盤	原木推定値				
樹種	原木	円盤	含水率	容積密度	含水率	湿量基準 含水率	容積密度	換算 係数	
	No.	No.	%	g/cm³	%	(水分率) %	g/cm³		
		43-1	57.6	0.637					
ミズナラ	43	43-2	58.0	0.636	57.4	36.4	0.369	1.55	
		43-3	56.6	0.628					
		48-1	60.8	0.591					
ミズナラ	48	48-2	60.0	0.599	61.5	38.1	0.337	1.65	
		48-3	63.0	0.606					
		62-1	59.6	0.619					
ミズナラ		62-2	59.4	0.635	5 59.8	37.4	0.381	1.48	
		02	7 9 02	62-3	62-3	60.2	0.645		! ! !

表 4.3.4 チップ用原木のデータまとめ(円盤、北海道、ミズナラ、イタヤカエデ)

円盤採取	場所		採	取日		樹種	原木	円盤	
北海道三	笠市		201	3/9/6	ミズナラ		3 本	9 枚	
岩見沢林	産工業(村	朱)			イタヤカエ	デ	3本	9枚	
			Р	9盤	Л	原木推定值	原木推定値		
	原木	円盤				湿量基準	容積	換算	
樹種	WK/K	1 1	含水率	容積密度	含水率	含水率	密度	係数	
						(水分率)		1/1/32	
	No.	No.	%	g/cm³	%	%	g/cm³		
		11-1	45.8	0.641		! ! !	! ! !		
ミズナラ	11	11-2	44.0	0.636	45.0	31.0	0.641	0.97	
		11-3	44.6	0.646		1 1 1 1			
		15-1	58.4	0.542		! ! !	:		
ミズナラ	15	15-2	60.6	0.544	57.0	36.3	0.563	1.02	
	•	15-3	48.8	0.576		 	: : :		
		17-1	44.8	0.608					
ミズナラ	17	17-2	45.6	0.606	46.5	31.7	0.625	0.98	
	•	17-3	48.6	0.656		! ! !			
		2-1	44.4	0.564		 	1 1 1 1		
イタヤ	2	2-2	48.3	0.549	45.9	31.5	0.561	1.10	
カエデ	•	2-3	45.2	0.560		 	i ! ! !		
		4-1	37.7	0.578					
イタヤ	4	4-2	37.9	0.562	38.4	27.8	0.583	1.11	
カエデ	•	4-3	39.6	0.603		! ! !	: ! !		
		8-1	40.9	0.569		 	 		
イタヤ	8	8-2	43.3	0.556	41.8	29.5	0.567	1.12	
カエデ		8-3	41.4	0.576		! ! !	1 1 1 1		

表 4.3.5 チップ用原木のデータまとめ(円盤、北海道、シラカバ)

円盤採取:	場所		採		樹種	原木	円盤	
北海道三	笠市		201	3/9/6	シラカバ		3本	9 枚
岩見沢林産工業(株)								
			F	9盤	Л	原木推定値		
樹種	原木	円盤	含水率	容積密度	含水率	湿量基準 含水率 (水分率)	容積密度	換算 係数
	No.	No.	%	g/cm³	%	%	g/cm³	
シラカバ	26	26-1 26-2 26-3	41.0 35.6 36.0	0.578	37.8	27.4	0.583	1.12
シラカバ	27	27-1 27-2 27-3	43.4 47.8 44.2	0.518	45.1	31.1	0.520	1.19
シラカバ	30	30-1 30-2 30-3	69.3 73.0 53.7	 	64.8	39.3	0.475	1.15

表 4.3.6 チップ用原木のデータまとめ(円盤、秋田県、クリ)

円盤採即	区場所		採取日			樹種	原木	円盤
秋田県個	山北市		2013	3/10/15	クリ		5本	15 枚
高屋林美	業株(株)							
			F	円盤	J	原木推定位	直	
樹種	原木	円盤	含水率	容積密度	含水率	湿量基準 含水率 (水分率)	容積 密度	換算 係数
	No.	No.	%	g/cm <sup>3</sup>	%	%	g/cm³	
クリ	1	1-1 1-2 1-3	98.6 100.6 95.2	0.452 0.447 0.442	98.2	49.5	0.446	1.02
クリ	4	4-1 4-2 4-3	73.5 69.2 65.2	0.455 0.491 0.483	69.6	41.0	0.477	1.11
クリ	12	12-1 12-2 12-3	82.1 82.3 83.4	0.456 0.456 0.418	82.6	45.2	0.442	1.11
クリ	24	24-1 24-2 24-3	126.5 114.9 90.0	0.374 0.373 0.371	109.1	52.2	0.373	1.16
クリ	28	28-1 28-2 28-3	74.3 67.7 78.8	0.531 0.516 0.483	70.7	41.4	0.513	1.03

表 4.3.7 チップ用原木のデータまとめ(円盤、秋田県、ミズナラ)

円盤採取り	場所		採取日			樹種	原木	円盤
秋田県仙	北市		2013	/10/15	ミズナラ		7本	21 枚
高屋林業権	侏(株)							
			F	円盤	Л	原木推定值	直	
	原木	円盤		! ! ! !		湿量基準	容積	換算
樹樹種種			含水率	容積密度	含水率	含水率	密度	係数
	NI.	NI.	0/	/ 3	0/	(水分率) 0/	/ 3	
	No.	No.	%	g/cm <sup>3</sup>	%	%	g/cm <sup>3</sup>	
	30-1	62.7	0.647					
ミズナラ	30	30-2	65.3	0.649	64.7	39.3	0.648	0.84
		30-3	65.8	0.650				
		43-1	47.4	0.595	_			
ミズナラ	43	43-2	51.7	0.577	52.3	34.3	0.592	1.00
		43-3	56.6	0.602		 		
		44-1	49.3	0.535				
ミズナラ	44	44-2	64.6	0.561	57.1	36.3	0.551	1.04
		44-3	56.5	0.556				
		52-1	56.7	0.539		 		
ミズナラ	52	52-2	67.6	0.591	59.1	37.2	0.578	0.98
	•	52-3	54.8	0.593		 		
		59-1	57.6	0.538				
ミズナラ	59	59-2	63.9	0.545	63.1	38.7	0.557	0.99
		59-3	65.4	0.590				
		66-1	55.1	0.603				
ミズナラ	66	66-2	50.6	0.638	55.4	35.7	0.617	0.94
		66-3	59.6	0.611		 		
		67-1	53.8	0.642				
ミズナラ	67	67-2	57.6	0.645	55.7	35.8	0.644	0.90
		67-3	55.8	0.644		! ! ! !		

表 4.3.8 チップ用原木のデータまとめ(円盤、宮城県、ミズナラ)

円盤採取	円盤採取場所採取日						原木	円盤
宮城県刈	田郡七ケ	宿町	2013	3/11/19	ミズナラ		6本	18 枚
新誠木材	(株)							
			F	 円盤	Л	原木推定値		
樹種	原木	円盤	含水率	容積密度	含水率	湿量基準 含水率 (水分率)	容積密度	換算 係数
	No.	No.	%	g/cm <sup>3</sup>	%	%	g/cm³	
		2-1	67.3	0.630				
ミズナラ	2	2-2	67.0	0.642	66.8	40.1	0.646	0.84
		2-3	66.2	0.659				
		7–1	64.1	0.682				
ミズナラ	7	7-2	63.8	0.684	64.0	39.0	0.679	0.81
		7-3	64.1	0.673		 		
		16-1	66.7	0.643				
ミズナラ	16	16-2	66.4	0.659	66.8	40.0	0.657	0.82
		16-3	67.4	0.665				
		20-1	68.9	0.646				
ミズナラ	20	20-2	68.9	0.640	68.8	40.8	0.643	0.83
		20-3	68.6	0.642				
		24-1	66.2	0.650				
ミズナラ	24	24-2	64.9	0.671	65.5	39.6	0.661	0.82
	•	24-3	65.2	0.662			! ! !	
		30-1	63.6	0.663			  -  -  -	
ミズナラ	30	30-2	64.9	0.671	64.5	39.2	0.671	0.82
		30-3	65.0	0.677			 	

表 4.3.9 チップ用原木のデータまとめ(円盤、宮城県、サクラ)

円盤採取	以場所		採取日			樹種	原木	円盤
宮城県メ	川田郡七ケ	宿町	2013	3/11/19	サクラ		7本	21 枚
新誠木材	(株)							
			円盤			原木推定值		
樹種	原木	円盤	含水率	容積密度	含水率	温量基準含水率	容積 密度	換算 係数
	No.	No.	%	g/cm³	%	(水分率) %	g/cm³	
		33-1	62.9	0.540		<u> </u> 	<u> </u> 	
サクラ	33	33-2	63.5	0.513	64.0	39.0	0.532	1.03
		33-3	65.3	0.543		! ! ! !		
		34-1	66.7	0.554		i !		
サクラ	34	34-2	68.8	0.503	68.3	40.6	0.529	1.01
		34-3	69.6	0.521		! ! ! !	0.529 0.537	
		40-1	66.1	0.544		1		
サクラ	40	40-2	67.4	0.527	67.0	40.1	0.537	1.00
		40-3	67.8	0.540		! ! ! ! !		
		41-1	69.9	0.570		1 1 1 1		
サクラ	41	41-2	67.9	0.547	68.2	40.6	0.556	0.96
		41-3	67.1	0.552		 	 	
		44-1	67.5	0.520		; ; ; ;	 	
サクラ	44	44-2	67.2	0.497	67.2	40.2	0.502	1.07
		44-3	67.0	0.488		1 1 1 1	1 1 1 1	
		47-1	77.2	0.507		! ! ! ! !		
サクラ	47	47-2	78.7	0.494	79.1	44.2	0.503	1.00
		47-3	81.2	0.505		; ; ; ;	 	
		49-1	64.4	0.559		1 1 1 1 1		
サクラ	49	49-2	66.5	0.558	66.4	39.9	0.559	0.97
		49-3	68.8	0.561		! ! ! !	 	

表 4.3.10 チップ用原木のデータまとめ(円盤、宮城県、ミズナラ)

円盤採取	場所			樹種	原木	円盤		
宮城県栗	原市		2013	3/11/20	ミズナラ		6本	18 枚
宮城十條	林産(株)	)						
			ſ	円盤	Л	原木推定值	直	
樹種	原木	円盤	含水率	容積密度	含水率	湿量基準 含水率 (水分率)	容積密度	換算 係数
	No.	No.	%	g/cm³	%	%	g/cm³	
		1-1	82.9	0.571		1 1 1 1	- - - - -	
ミズナラ	1	1-2	82.7	0.579	82.4	45.2	0.579	0.85
		1-3	81.5	0.586				
		2-1	70.8	0.637				
ミズナラ	2	2-2	70.7	0.624	71.1	41.6	0.625	0.84
		2-3	72.1	0.611		 		
		6-1	71.9	0.648			 	
ミズナラ	6	6-2	68.6	0.635	70.1	41.2	0.636	0.83
		6-3	69.4	0.621			 	
		13-1	66.2	0.682				
ミズナラ	13	13-2	64.7	0.670	65.8	39.7	0.675	0.80
		13-3	67.3	0.673		 	  -  -  -	
		23-1	68.5	0.619		! ! !		
ミズナラ	23	23-2	68.6	0.607	68.8	40.7	0.614	0.87
		23-3	69.2	0.618				
		29-1	82.2	0.630				
ミズナラ	29	29-2	86.4	0.600	85.2	46.0	0.615	0.79
		29-3	87.1	0.615		 	! ! ! !	

表 4.3.11 チップ用原木のデータまとめ(円盤、宮城県、サクラ)

円盤採取	以場所		捋	取日	樹種	原木	円盤	
宮城県栗	原市		2013	3/11/20	サクラ		6本	18 枚
宮城十條	森林産(株	)						
			F	 円盤	J	原木推定值		
	原木	円盤		! ! ! !		湿量基準	容積	換算
樹種	冰小	l Júffi	含水率	容積密度	含水率	含水率	密度	<del>恢昇</del> 係数
				 		(水分率)	山及	I/N 3X
	No.	No.	%	g/cm³	%	%	g/cm³	
		34-1	65.3	0.523		! ! !		
サクラ	34	34-2	65.6	0.514	65.1	39.4	0.517	1.05
		34-3	64.6	0.514		 	- - - -	
		37-1	63.8	0.538		! ! !		
サクラ	37	37-2	64.9	0.538	64.8	39.3	0.539	1.01
		37-3	65.7	0.541			:	
		39-1	64.5	0.504				
サクラ	39	39-2	64.7	0.505	64.4	39.2	0.498	1.10
		39-3	64.1	0.485		 		
		44-1	80.2	0.540		 	- - - - -	
サクラ	44	44-2	79.8	0.550	80.7	44.7	0.544	0.92
		44-3	82.3	0.542		! ! ! !		
		51-1	84.9	0.514		! !		
サクラ	51	51-2	84.5	0.519	82.4	45.2	0.525	0.94
		51-3	79.0	0.539		! ! !		
		59-1	59.9	0.503		 		
サクラ	59	59-2	60.0	0.508	60.3	60.3 37.6	0.545	1.03
		59-3	60.8	0.612		1 1 1 1 1	! ! !	

表 4.3.12 樹種別チップ用原木のデータまとめ(原木)

樹種		短径		樹皮厚		材長	材積	樹皮の 体積比
	-	cm		mm				
本数		末口	元口	末口	元口	cm	m <sup>3</sup>	%
	最小	4.8	5.3	0.0	0.0	137.0	0.005	
ミズナラ	最大	35.0	30.0	12.0	13.0	299.0	0.235	
133本	平均	14.9	14.5	5.5	6.0	220.3	0.055	7.4
	標準偏差	6.2	5.3	2.2	2.1	28.2	0.043	
	最小	8.2	6.4	2.0	2.0	163.0	0.014	
サクラ	最大	30.3	32.0	8.0	7.0	224.0	0.191	
60本	平均	16.9	16.9	3.8	3.6	204.5	0.064	4.2
	標準偏差	5.6	5.7	1.1	1.1	11.5	0.042	
	最小	6.3	6.2	0.0	2.0	236.0	0.010	
シラカバ	最大	25.4	24.0	7.0	5.0	276.0	0.158	
42本	平均	16.0	15.4	3.4	3.7	259.6	0.071	4.4
	標準偏差	4.7	4.5	1.4	0.8	9.8	0.037	
	最小	6.2	5.2	0.0	3.0	213.0	0.009	
クリ	最大	17.5	19.2	7.0	9.0	228.0	0.068	7.2
31本	平均	11.9	12.3	4.4	4.9	222.0	0.033	
	標準偏差	3.0	3.5	1.8	1.7	3.4	0.016	
	最小	10.5	7.6	0.0	0.0	260.0	0.029	
タモ	最大	36.6	38.5	10.0	10.0	282.0	0.354	
30本	平均	20.1	19.7	5.6	5.0	267.1	0.118	5.1
	標準偏差	6.1	6.4	2.4	2.7	5.9	0.074	
イタヤカエ・	最小	12.0	13.1	3.0	3.0	239.0	0.036	
	最大	21.1	33.0	5.0	8.0	255.0	0.109	
デ 10 本	平均	17.9	21.3	4.3	4.6	245.4	0.081	4.4
10 本	標準偏差	2.8	6.3	0.7	1.3	5.9	0.024	
	最小	10.2	10.1	0.0	2.0	253.0	0.028	
ハンノキ	最大	33.0	28.0	5.0	6.0	273.0	0.294	
29 本	平均	16.4	16.1	2.6	3.3	265.4	0.078	3.5
	標準偏差	5.3	4.2	1.1	0.9	5.5	0.057	

表 4.3.13 樹種別チップ用原木のデータまとめ(円盤)

樹種		乾量基準含水率 (含水率)	湿量基準含水率 (水分率)	容積密度	
本数		%	%	g/cm³	
~~! -	最小	45.0	31.0	0.337	
ミズナラ -	最大	85.2	46.0	0.679	
25 本 -	平均	63.0	38.5	0.592	
サクラ -	最小	60.3	37.6	0.498	
	最大	82.4	45.2	0.559	
13 本 -	平均	69.1	40.8	0.530	
2.=4.0	最小	37.8	27.4	0.475	
シラカバー	最大	64.8	39.3	0.583	
6本 -	平均	50.9	33.4	0.519	
<b>5</b> 11	最小	69.6	41.0	0.373	
クリ - s <del>+</del>	最大	109.1	52.2	0.513	
6本 -	平均	86.0	45.9	0.450	
hт	最小	43.1	30.1	0.531	
タモ - 3 本 -	最大	57.2	36.4	0.594	
3 A -	平均	49.2	32.9	0.572	
<i>//1/1/1/1/1/1/1/1/1</i>	最小	38.4	27.8	0.561	
イタヤカエデ -	最大	45.9	31.5	0.583	
3 本 <del>-</del>	平均	42.1	29.6	0.571	

表 4.3.14 生材重量から生材体積を得るための換算係数

樹種		測定した結果	4	   換算係数		
	乾量基準 含水率	温量基準 含水率 (水分率)	容積密度	樹皮付き丸太の 生量量から*)	樹皮なし丸太の 生重量から	
	%	% g/cm³				
カシ	49.8~67.2	33.2~40.2	0.656~0.760	0.71~0.91	0.79~1.01	
コナラ	49.6~76.5	35.3~59.3	0.570~0.698	0.73~1.05	0.81~1.17	
シイ	54.5~ 145.6	33.1~43.3	0.653~0.726	0.69~1.71	0.77~1.90	
クヌギ	55.9~67.7	35.9~40.4	0.653~0.726	0.74~0.88	0.82~0.98	
ミズナラ	45.0~85.2	31.0~46.0	0.377~0.679	0.79~2.05	0.72~1.84	
サクラ	60.3~82.4	37.6~45.2	0.498~0.679	0.98~1.25	0.88~1.13	
シラカバ	37.8~64.8	27.4~39.3	0.475~0.583	1.04~1.53	0.94~1.37	
クリ	69.6~ 109.1	41.0~52.2	0.373~0513	0.93~1.58	084~1.42	

\*) 樹皮付き丸太の生重量から: 生材丸太に付いている樹皮の重量が、樹皮を含む 生材丸太全体の重量の 10%と仮定して、

生材丸太全体の重量から、皮をのぞいた丸太の体積を

推定する換算係数

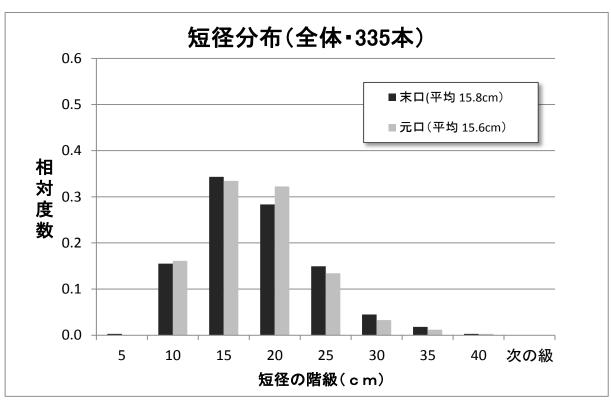


図 4.3.1 短径分布 (すべての原木)

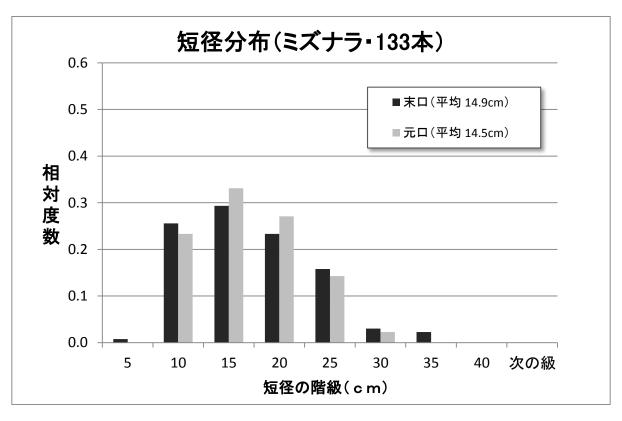


図 4.3.2 短径分布 (ミズナラ)

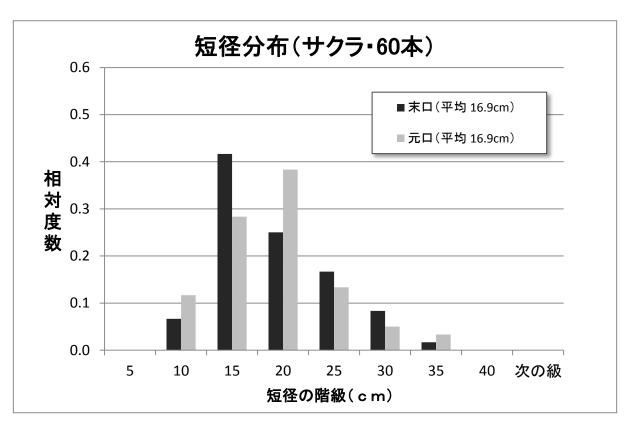


図 4.3.3 短径分布 (サクラ)

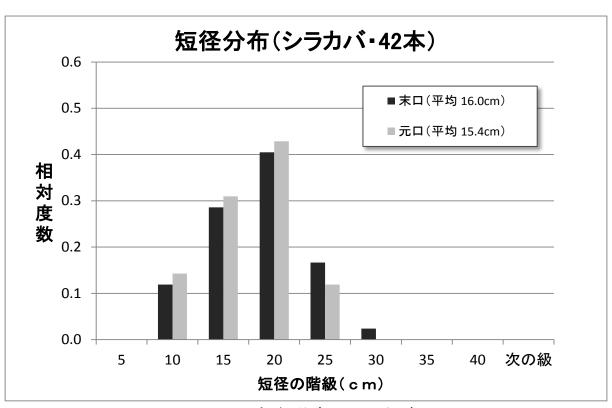


図 4.3.4 短径分布 (シラカバ)

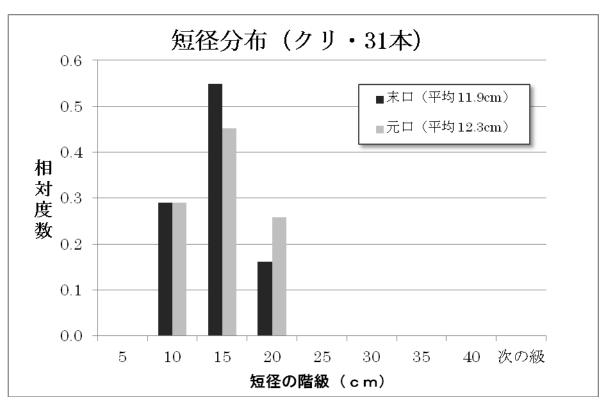


図 4.3.5 短径分布 (クリ)

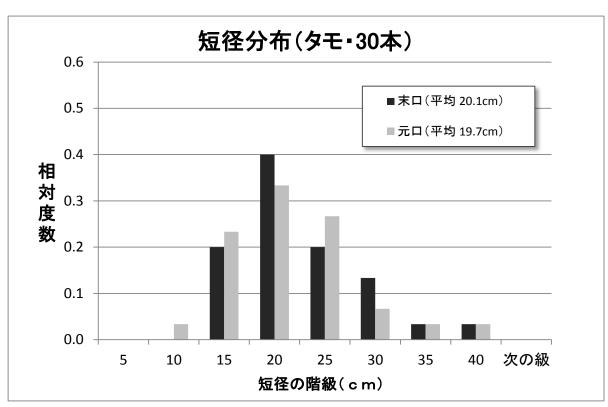


図 4.3.6 短径分布 (タモ)

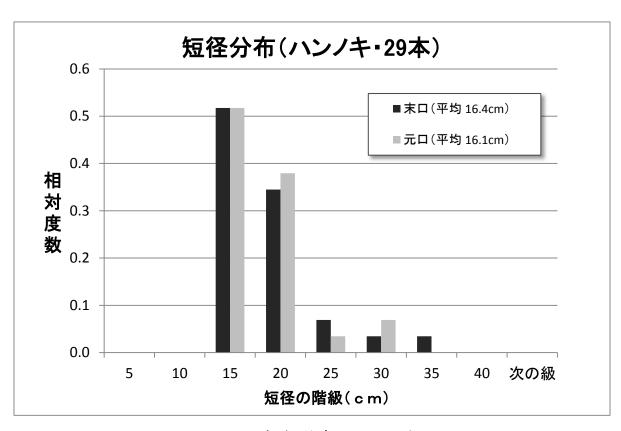


図 4.3.7 短径分布 (ハンノキ)

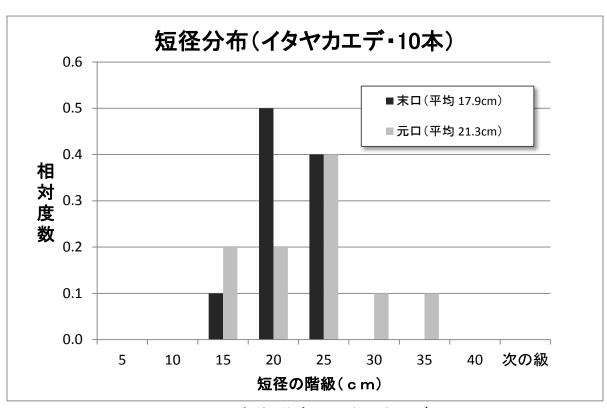


図 4.3.8 短径分布 (イタヤカエデ)

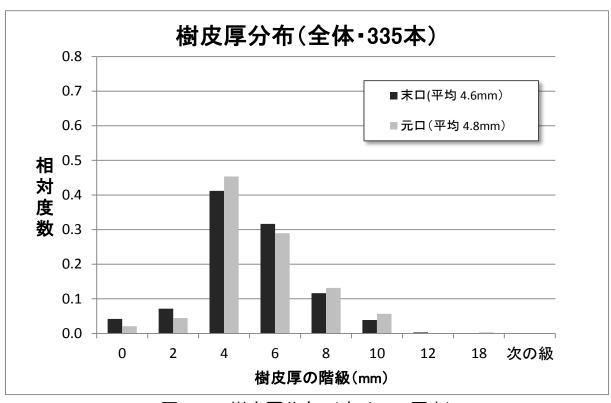


図 4.3.9 樹皮厚分布 (すべての原木)

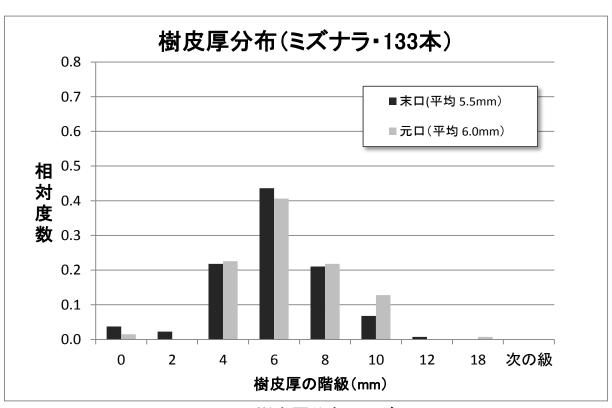


図 4.3.10 樹皮厚分布 (ミズナラ)

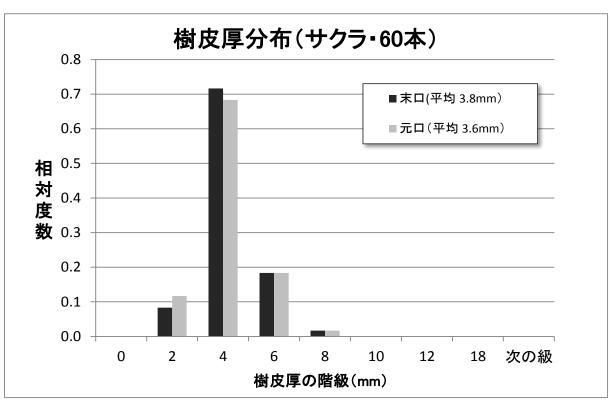


図 4.3.10 樹皮厚分布 (サクラ)

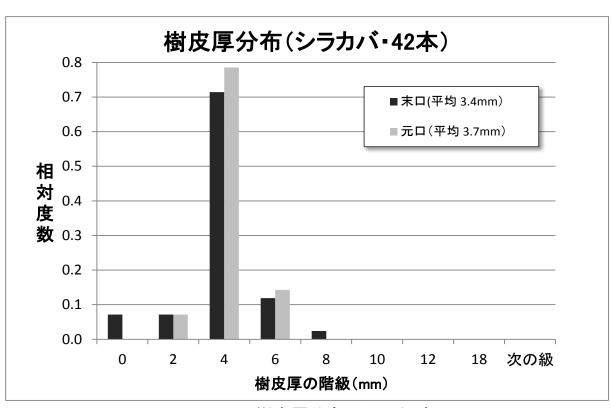


図 4.3.11 樹皮厚分布 (シラカバ)

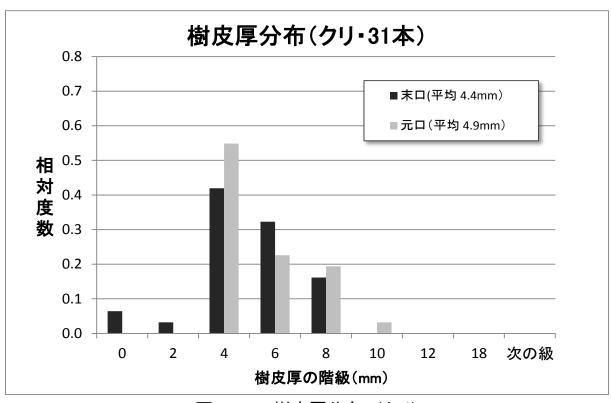


図 4.3.12 樹皮厚分布 (クリ)

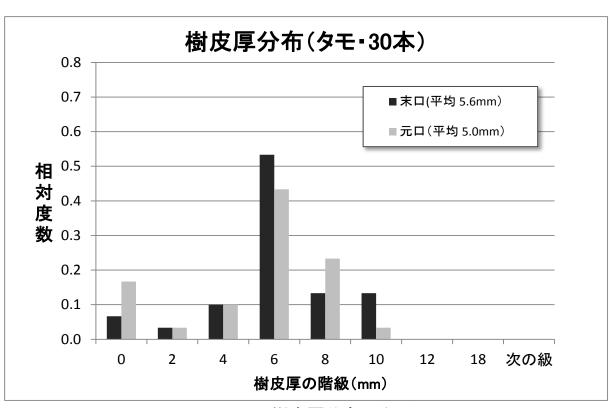


図 4.3.13 樹皮厚分布 (タモ)

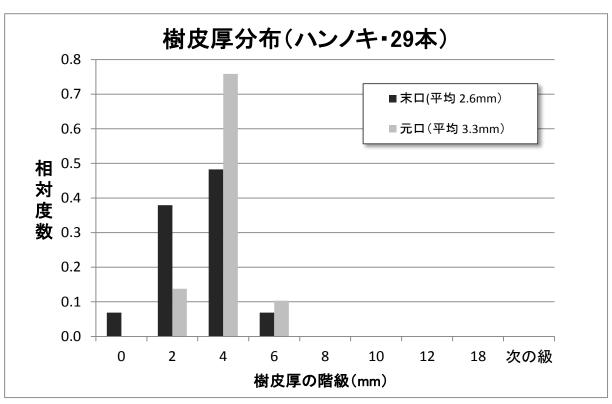


図 4.3.14 樹皮厚分布 (ハンノキ)

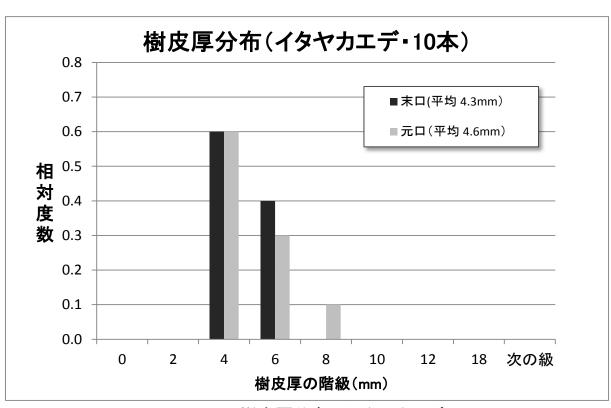


図 4.3.15 樹皮厚分布 (イタヤカエデ)

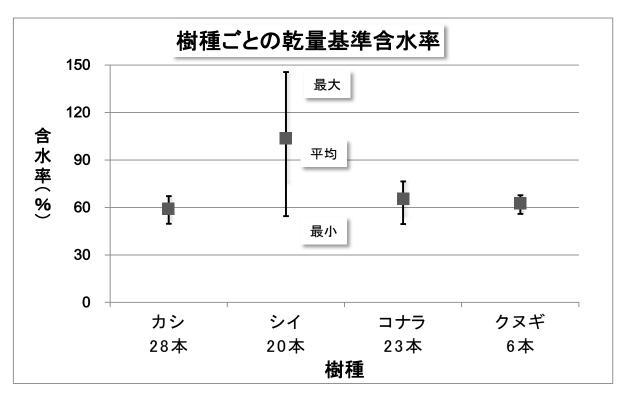


図 4.3.16 樹種ごとの乾量基準含水率(2012 年測定、西日本)

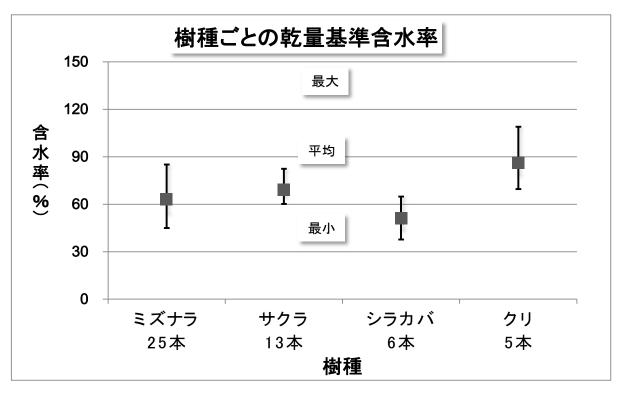


図 4.3.17 樹種ごとの乾量基準含水率(2013年測定、東日本)

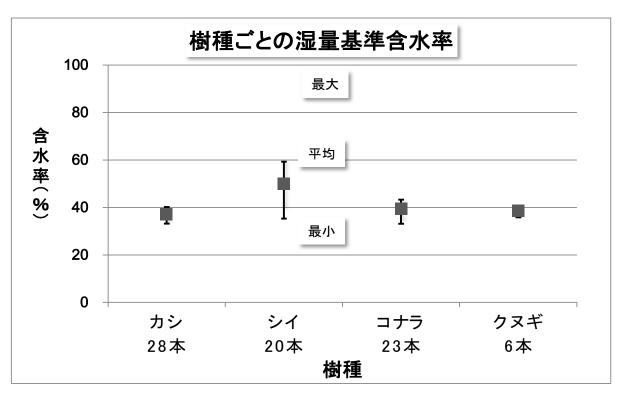


図 4.3.18 樹種ごとの湿量基準含水率(2012 年測定、西日本)

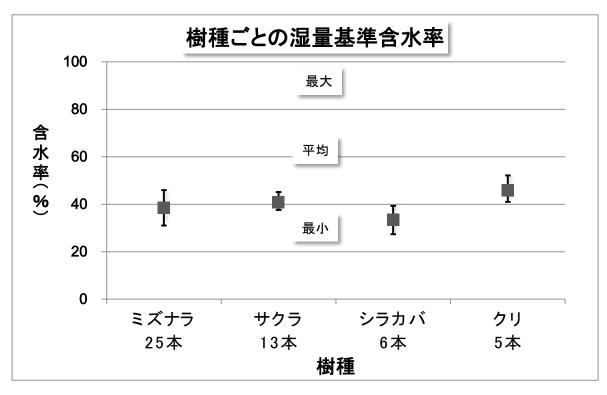


図 4.3.19 樹種ごとの湿量基準含水率(2013年測定、東日本)

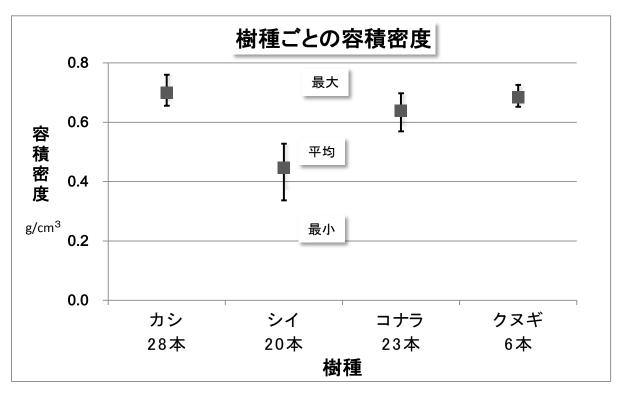


図 4.3.20 樹種ごとの容積密度(2012年測定、西日本)

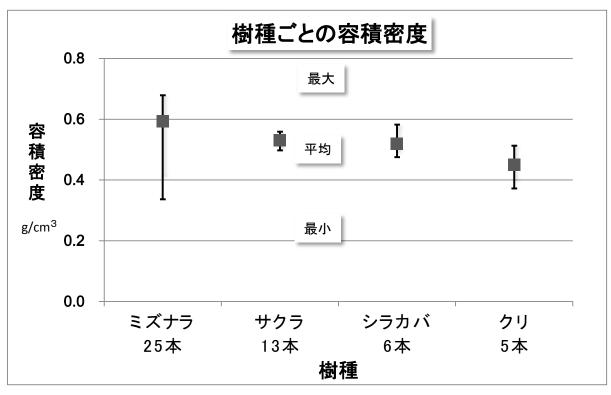


図 4.3.21 樹種ごとの容積密度(2013年測定、東日本)

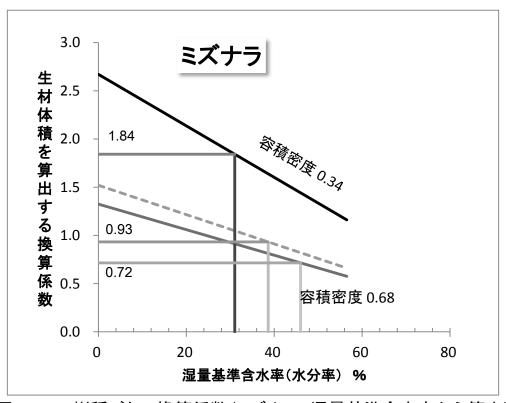


図 4.3.22 樹種ごとの換算係数(ミズナラ、湿量基準含水率から算出)

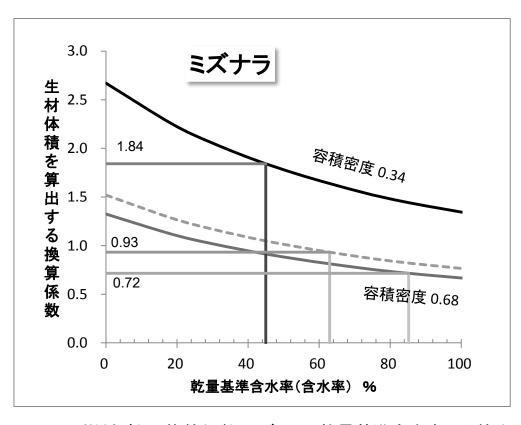


図 4.3.23 樹種ごとの換算係数(ミズナラ、乾量基準含水率から算出)

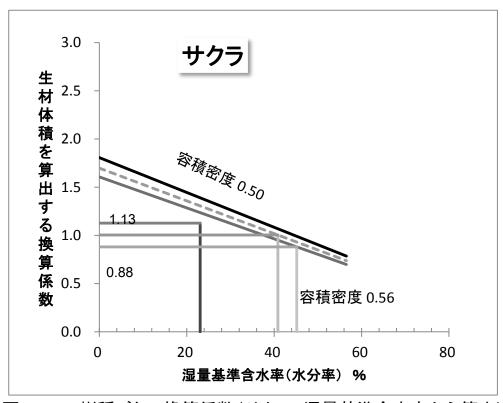


図 4.3.24 樹種ごとの換算係数(サクラ、湿量基準含水率から算出)

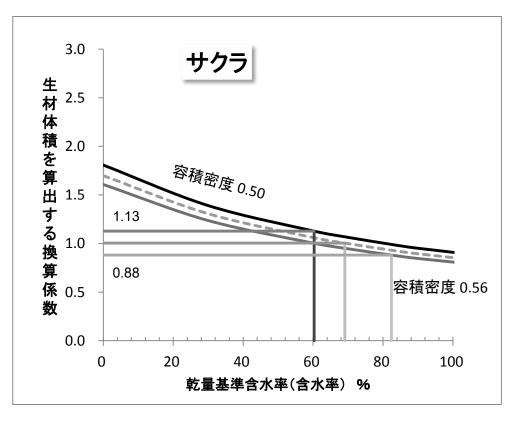


図 4.3.25 樹種ごとの換算係数(サクラ、乾量基準含水率から算出)

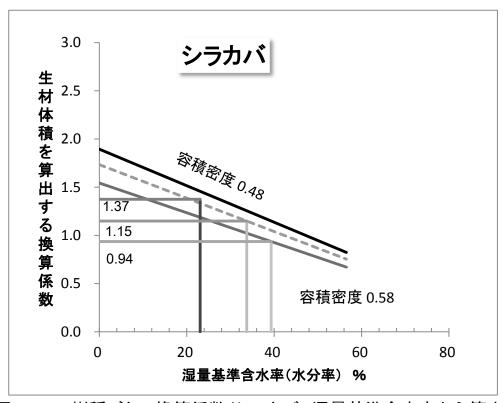


図 4.3.26 樹種ごとの換算係数(シラカバ、湿量基準含水率から算出)

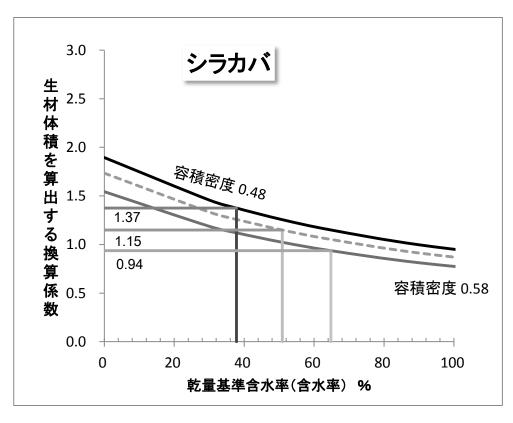


図 4.3.27 樹種ごとの換算係数(シラカバ、乾量基準含水率から算出)

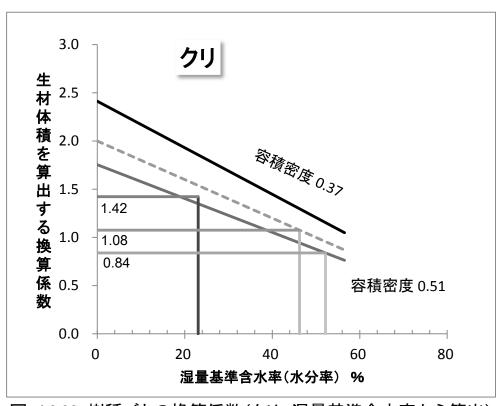


図 4.3.28 樹種ごとの換算係数(クリ、湿量基準含水率から算出)

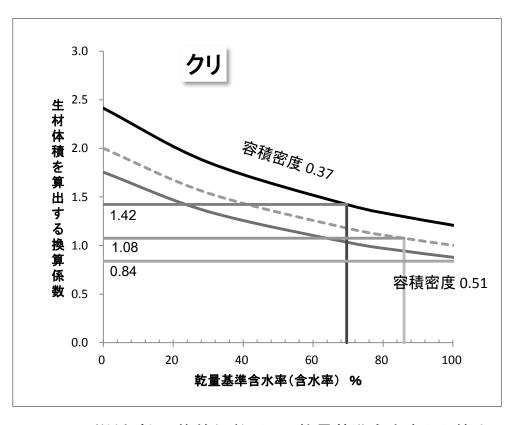


図 4.3.29 樹種ごとの換算係数(クリ、乾量基準含水率から算出)

4.4 広葉樹の辺・心材の容積密度と含水率の測定方法と結果

広葉樹は、チップ用原木として重要な資源であると同時に、用材としての利用拡大の可能性についても検討され始めている。利用においては、密度や含水率等の基礎的材質の情報が重要であるが、近年生産されている広葉樹素材について、心材と辺材の密度や含水率を測定した例は少ない。そこで、チップ用原木の形質調査を目的として採取した広葉樹原木のうち、伐採後からの経過時間が比較的短いと推測されたミズナラとサクラについて、辺・心材の容積密度と含水率を測定した。供試原木は宮城県のチップ工場2社において採取したミズナラ5本、サクラ9本の計14本である。

供試原木から厚さ約 2cm の円盤を採取し、髄を含む幅約 4cm のストリップを取った。 辺材と心材の境界で年輪の曲率に沿ってノミで分割し、試験片を作成した(写真 4.4.1~3)。 サクラについては、辺材と心材の間に明らかに材色の異なる部分が存在する円盤があったので、その場合にはその箇所を白線帯として分割した(写真 4.4.4)。円盤で数えた年輪数は、ミズナラが 35~39、サクラが 28~30 であった。

容積密度と含水率の測定方法は、チップ用原木の円盤の測定方法と同様である。



写真 4.4.1 ミズナラ試験片(No.7)



写真 4.4.2 ミズナラ試験片(No.29)





表 4.4.1 にミズナラの辺・心材の容積密度と含水率を示す。容積密度は、No.29 のみ 0.59g/cm³ と低めだが、その他は  $0.64\sim0.68$ g/cm³ で、辺材と心材で大きな違いは見られなかった。含水率については、平均 65%程度で、辺材と心材の差は見られなかったが、No.29 は全体の含水率が高く、心材の材色は黒く辺材よりも含水率が高かった。

表 4.4.1 ミズナラの辺・心材の容積密度と	'含水率
-------------------------	------

++1±			容積密度	含水率
樹種	円板No.		g/cm³	%
ミズナラ	29–2	心材	0. 597	95. 4
= ×, , ,	29-2	辺材	0. 593	83. 3
ミズナラ	7–3	心材	0. 688	65. 5
ミヘナノ	7-3	辺材	0. 677	61. 2
ミズナラ	30–3	心材	0. 685	65. 5
ミスノブ	30-3	辺材	0. 673	62. 7
ミズナラ	7.0	心材	0. 673	65. 1
ミスノブ	7–2	辺材	0. 670	65. 4
- ブナニ	16.2	心材	0. 640	64. 7
ミズナラ	16–3	辺材	0. 646	65. 7

表 4.4.2 にサクラの辺・心材および白線帯の容積密度と含水率を示す。容積密度は平均  $0.53 \mathrm{g/cm^3}$  で、辺材の方が心材より低い傾向が見られた。含水率は心材で  $50\sim60\%$ 、辺材で  $66\sim95\%$ で、どの試験片においても辺材の方が心材よりも高く、白線帯はその中間の値を示した。

表 4.4.2 サクラの辺・心材の容積密度と含水率

樹種	円板No.		容積密度 g/cm³	含水率 %
サクラ	40-2	心材 白線帯	0.544 —	50.1 —

		辺材	0.512	72.3
			0.520	49.6
<b>44</b>	47 0	心材		
サクラ	47–2	白線帯	0.509	63.5
		辺材	0.486	95.5
		心材	0.523	52.9
サクラ	34-2	白線帯	0.509	63.6
		辺材	0.489	81.7
		心材	0.543	50.9
サクラ	33-2	白線帯	0.554	56.2
		辺材	0.524	66.0
		心材	0.566	51.5
サクラ	49-2	白線帯	0.565	55.8
		辺材	0.528	73.6
		心材	0.604	51.3
サクラ	41-3	白線帯	0.576	61.1
		辺材	0.555	73.5
		心材	0.531	54.1
サクラ	44-2	白線帯	_	_
		辺材	0.456	78.4
		心材	0.534	52.1
サクラ	59-2	白線帯	_	_
		辺材	0.465	74.8
		心材	0.552	60.9
サクラ	37-2	白線帯	_	_
		辺材	0.494	73.7

# 5. チップ品質

### 5.1 チップの採取

広葉樹チップを生産している調査対象工場6工場でチップを採取し、チップの品質、粒子径分布を測定した。チップを採取した会社名、工場名を以下に示す。

- ●三津橋産業株式会社 幌加内工場(北海道雨竜郡幌加内町)
- ●岩見沢林産工業(株)(北海道三笠市)
- ●高谷林業(株)(秋田県仙北市)
- ●北日本索道株式会社(秋田県湯沢市)
- ●新誠木材(株)(宮城県刈田郡七ヶ宿町)
- ●宮城十條林産(株) 栗駒工場(宮城県栗原市)

各チップ工場のチップヤード(写真 5.1.1)、またはスクリーン通過後に搬送中のコンベヤ上(写真 5.1.2)から、広葉樹チップ約 10kg 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、チップヤードおよびコンベヤの数カ所から採取するようにした。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、密封した。採取したチップはその当日に宅配便で森林総合研究所宛に発送し、1~3日後までに森林総合研究所で受け取れるようにした。採取したチップを用いて、チップの品質(製紙工場の受け入れ品質に適合したチップ、ダスト、スリーバ・樹皮・節など欠点の占める割合)および粒子径分布を測定した。その測定方法および結果を以下に示す。





### 5.2 チップの品質

採取したチップの品質(製紙工場の受け入れ基準に適合したチップの占める割合、基準外のチップや欠点、異物の占める割合)を測定した。測定するにあたって、受け入れ基準に適合したチップ、基準外のチップ、欠点、異物などの項目を昨年度の測定方法に倣って以下のように定めた。スリーバおよびダストのサイズは、聴き取り調査の結果から判断して決定した。

●チップ:以下の基準外チップや欠点等を含まないチップ

●樹皮:樹皮および樹皮付きのチップ

●スリーバ:チップの長さ(繊維長)が45mmより大きいもの

●節:節および節を含んだチップ

●腐れ:腐朽した部分のあるチップ

●ダスト:目開き 4mm のスクリーンをパスしたもの

●異物:金属、プラスチック、ビニール、陶器類、塗料や接着剤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(写真 5.2.1) をよく振って撹拌し、袋内のチップに偏りがないようにする。
- 2) チップを 1.5kg 測り取る (写真 5.2.2)。
- 3) 目開きが 4mm のスクリーン (写真 5.2.3) 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、<u>樹皮、スリーバ、節、腐れ、異物</u>を目視で探し、取り出す。スリーバの長さ(繊維長 45mm 以上)はメジャーで測って確認する。
- 5) スリーバ、ダスト、欠点などを取り出した残りの<u>チップ</u>の重量、ふるい分けしたダストの重量、目視で取り出した樹皮、スリーバ、節、腐れ、異物の重量を測定し、全体の重量に対する割合を求める(写真 5.2.4)。
- 6) 上記の 1)~5)の作業を 2 人で行い、合計 3kg のチップを測定する。

チップの測定は2人で行ったのは、測定者が1人であると目視での判断に誤りが発生する恐れがあるためである。また、工場間、サンプル間の誤差を極力小さくするために、全工場全サンプルを同じ2人で測定した。

金属、ガラス等の異物は、今回採取した木材チップからは検出されなかった。

分別した<u>ダスト、樹皮、スリーバ、節、腐れ</u>、欠点などを取り除いた残りの<u>チップ</u>の一例を示す(写真  $5.2.5\sim10$ )。



写真 5.2.1 ビニール袋に入ったチップ



写真 5.2.2 1.5kg のチップ



写真 5.2.3 目開き 4mm のスクリーン



写真 5.2.4 仕分け後のチップと欠点等



写真 5.2.5 ダスト



写真 5.2.6 樹皮



写真 5.2.7 スリーバ



写真 5.2.8 節



写真 5.2.9 腐れ



写真 5.2.10 チップ

表 5.2.1 および図 5.2.1 に三津橋産業(株)で採取した広葉樹チップの品質を、図 5.2.2 に三津橋産業(株)で採取したチップの欠点等混入割合を示す。サンプリングしたチップの全重量のうちダストおよび欠点等を除いたチップの占める割合は、95.08%であった。 3.0kg のサンプルにおける欠点などの混入率は、スリーバが 1.84%で最も高く、次いで節の 1.71%、腐れの 0.96%であった。

三津橋産業(株)の広葉樹チップ原木の主な樹種は、タモ、ミズナラ、シラカバ、ハン ノキである。

表 5.2.1 三津橋産業(株)で採取した広葉樹チップの品質

	<u>重量</u> (kg)	割合(%)
測定サンプル	3.000	100
チップ	2.784	95.08
樹皮	0.012	0.41
スリーバ	0.054	1.84
節	0.050	1.71
腐れ	0.028	0.96
ダスト	0.000	0.00
異物	0.000	0.00

採取日: 2013/9/5

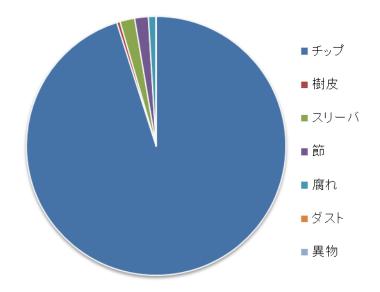


図 5.2.1 三津橋産業(株)で採取した広葉樹チップの品質

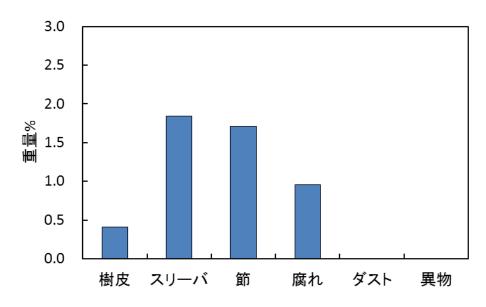


図 5.2.2 三津橋産業(株)で採取した広葉樹チップの欠点等混入割合

表 5.2.2 および図 5.2.3 に岩見沢林産工業(株)で採取した広葉樹チップの品質を、図 5.2.4 に岩見沢林産工業(株)で採取したチップの欠点等混入割合を示す。サンプリングしたチップの全重量のうちダストおよび欠点等を除いたチップの占める割合は、95.52%であった。3.0kg のサンプルにおける欠点などの混入率は、節が 2.15%で最も高く、次いでスリーバの 1.66%、樹皮の 0.39%であった。

岩見沢林産工業(株)の広葉樹チップ原木の主な樹種はイタヤカエデ、ミズナラ、シラカバである。

表 5.2.2 岩見沢林産工業(株)で採取した広葉樹チップの品質

	重量(kg)	割合(%)
測定サンプル	3.000	100
チップ	2.775	95.52
樹皮	0.011	0.39
スリーバ	0.048	1.66
節	0.062	2.15
腐れ	0.002	0.08
ダスト	0.006	0.21
異物	0.000	0.00

採取日: 2013/9/6

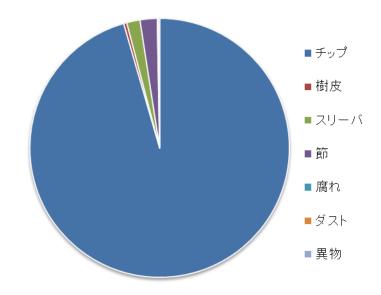


図 5.2.3 岩見沢林産工業(株)で採取した広葉樹チップの品質

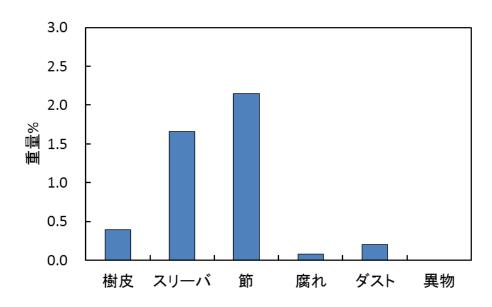


図 5.2.4 岩見沢林産工業(株)で採取した広葉樹チップの欠点等混入割合

表 5.2.3 および図 5.2.5 に高谷林業 (株) で採取した広葉樹チップの品質を、図 5.2.6 に高谷林業 (株) で採取したチップの欠点等混入割合を示す。サンプリングしたチップの全重量のうちダストおよび欠点等を除いたチップの占める割合は、95.97%であった。3.0kg のサンプルおける欠点などの混入率は、スリーバが 1.78%で最も高く、次いで節の 1.01%、腐れの 0.84%であった。

高谷林業(株)の広葉樹チップ原木の主な樹種は、ミズナラ、クリである。

表 5.2.3 高谷林業(株)で採取した広葉樹チップの品質

	重量(kg)	割合(%)
測定サンプル	3.000	100
チップ	2.859	95.97
樹皮	0.005	0.17
スリーバ	0.053	1.78
節	0.030	1.01
腐れ	0.025	0.84
ダスト	0.007	0.23
異物	0.000	0.00

採取日: 2013/10/15

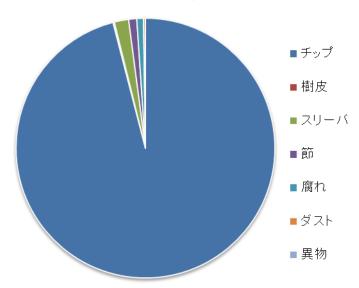


図 5.2.5 高谷林業(株)で採取した広葉樹チップの品質

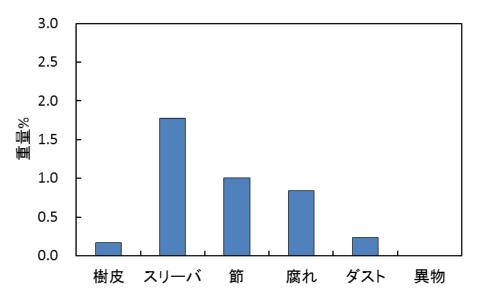


図 5.2.6 高谷林業(株)で採取したチップの欠点等混入割合

表 5.2.4 および図 5.2.7 に北日本索道株式会社で採取した広葉樹チップの品質を、図 5.2.8 に北日本索道株式会社で採取したチップの欠点等混入割合を示す。サンプリングしたチップの全重量のうちダストおよび欠点等を除いたチップの占める割合は、95.81%であった。 3.0kg のサンプルおける欠点などの混入率は、スリーバが 2.16%で最も高く、次いで樹皮の 1.05%であった。

北日本索道株式会社の広葉樹チップ原木の主な樹種は、ミズナラ、ホオ、クリ、ブナである。

表 5.2.4 北日本索道株式会社で採取した広葉樹チップの品質

	重量(kg)	割合(%)
測定サンプル	3.000	100
チップ	2.836	95.81
樹皮	0.031	1.05
スリーバ	0.064	2.16
節	0.010	0.34
腐れ	0.014	0.47
ダスト	0.005	0.17
異物	0.000	0.00

採取日: 2013/10/16

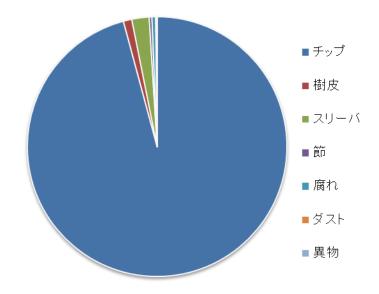


図 5.2.7 北日本索道株式会社で採取した広葉樹チップの品質

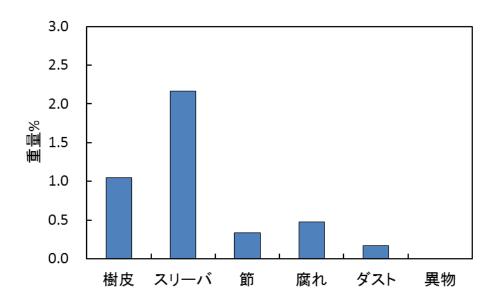


図 5.2.8 北日本索道株式会社で採取した広葉樹チップの欠点等混入割合

表 5.2.5 および図 5.2.9 に新誠木材 (株) で採取した広葉樹チップの品質を、図 5.2.10 に新誠木材 (株) で採取したチップの欠点等混入割合を示す。サンプリングしたチップの全重量のうちダストおよび欠点等を除いたチップの占める割合は、96.88%であった。3.0kg のサンプルおける欠点などの混入率は、節が 1.53%で最も高かった。

新誠木材(株)の広葉樹チップ原木の主な樹種は、ミズナラ、サクラである。

表 5.2.5 新誠木材(株)で採取した広葉樹チップの品質

	重量(kg)	割合(%)
測定サンプル	3.000	100
チップ	2.853	96.88
樹皮	0.006	0.20
スリーバ	0.010	0.34
節	0.045	1.53
腐れ	0.015	0.51
ダスト	0.016	0.54
異物	0.000	0.00

採取日: 2013/11/19

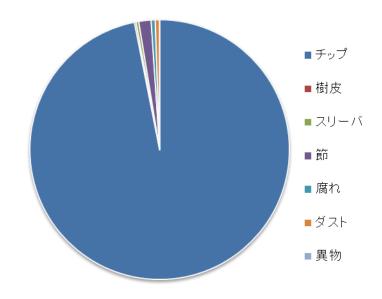


図 5.2.9 新誠木材(株)で採取した広葉樹チップの品質

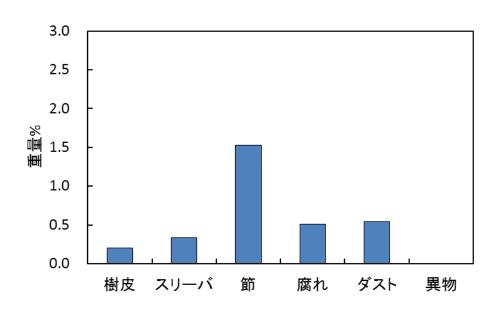


図 5.2.10 新誠木材(株)で採取した広葉樹チップの欠点等混入割合

表5.2.6および図5.2.11に宮城十條林産(株)で採取した広葉樹チップの品質を、図5.2.12に宮城十條林産(株)で採取したチップの欠点等混入割合を示す。サンプリングしたチップの全重量のうちダストおよび欠点等を除いたチップの占める割合は、96.88%であった。3.0kg のサンプルおける欠点などの混入率は、節が1.53%で最も高かった。

宮城十條林産(株)の広葉樹チップ原木の主な樹種は、ミズナラ、サクラである。

表 5.2.6 宮城十條林産(株)で採取した広葉樹チップの品質

	重量(kg)	割合(%)
測定サンプル	3.000	100
チップ	2.736	93.41
樹皮	0.010	0.34
スリーバ	0.085	2.90
節	0.088	3.00
腐れ	0.002	0.07
ダスト	0.008	0.27
異物	0.000	0.00

採取日: 2013/11/20

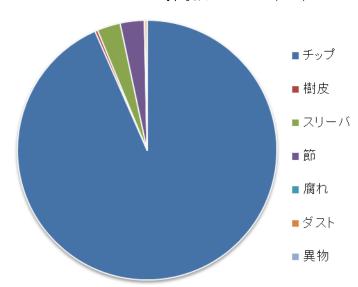


図 5.2.11 宮城十條林産(株)で採取した広葉樹チップの品質

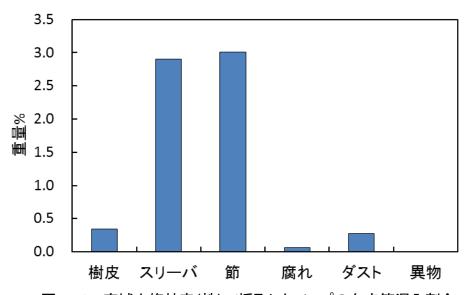


図 5.2.12 宮城十條林産(株)で採取したチップの欠点等混入割合

各工場で採取した広葉樹チップにおける欠点等の混入率を図 5.2.13 に示す。今回採取した広葉樹チップにおいて、金属、ガラス等の異物はどのサンプルからも検出されなかった。 採取した工場によって欠点等の混入率にはばらつきが見られるが、欠点の種類としては、 スリーバ、節の割合が大きかった。スリーバは1つの体積・重量が大きいため、混入した 場合には、重量割合が大きくなる。また、節についても、節の部分は切削しにくいことか ら1つのチップの体積が大きくなることが多く、密度も周りの材部に比べて高いことがあ るため、重量割合として大きくなると考えられる。

今回調査した工場において製紙工場から示されている品質基準の中で、スリーバの混入率の許容範囲は 0~9%以下であり、工場によっては基準を上回る場合もあるようである。歩引きや値引きの対象となる場合には、チッパーの刃の設定やスクリーンの性能等に注意する必要がある。一方、節については、製紙工場から示された品質基準の中で混入率に関する規定はなく、含まれない方が望ましいものの、特に歩引きや値引きの対象となることはないようである。大きな節があってチッパーでうまく切削できなかった場合には、スリーバとしてスクリーンで除外されている可能性があり、製品としての標準サイズのチップに含まれる程度の大きさの節であれば、あまり問題にならないのかもしれない。

樹皮の混入率の許容範囲は 0~3%以下で、基準を上回っている工場はなかった。樹皮に関しては製紙工場からの基準も厳しめに設定されており、どの工場でも、バーカーの出口で目視により剥皮の状態を確認しており、剥皮が不十分な場合には再度バーカーを通すようにしていた。

ダストの混入率の許容範囲は 0~3% (9%の工場も有り)以下であり、スクリーンを通したチップにおいては、歩引き・値引きの対象となる程の量のダストが含まれることはないようである、ダストについては、畜産敷料やキノコ菌床用として別ルートで販売される製品でもあることから、分別は徹底されていると推測される。

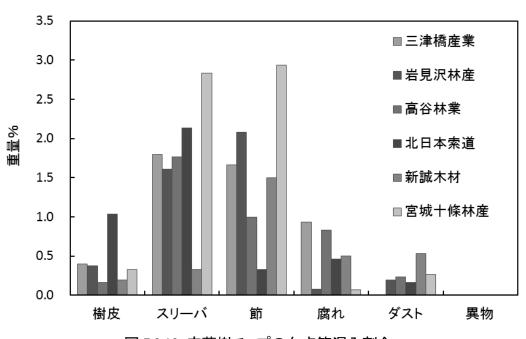


図 5.2.13 広葉樹チップの欠点等混入割合

## 5.3 チップの粒子径分布

チップのサイズを測定するため、チップの粒子径分布を測定した。昨年度の測定方法に倣い、電磁式ふるい振とう機を用いて、目開き 31.5mm、16mm、8mm、4mm、2mm、1mm、0.5mm のふるいを重ねて振とうした。なお、粒子径分布を表す際には、横軸にふるいの目開き寸法を対数目盛で取ることが一般的であることから、昨年度同様、上記のふるいの構成で測定を行っている。

粒子径分布の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撹拌し、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 5.3.1)
- 3) 測定前に空の各段 (31.5mm、16mm、8mm、4mm、2mm、1mm、0.5mm) のふる いおよび最下段の受け皿 (0.5m 以下のチップが残る) の重量を測定する。
- 4) ふるいを下段から受け皿、0.5mm、1mm、2mm、4mm、8mm、16mm、31.5mm の 順序で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 5.3.2)
- 5) 最上段からチップを投入する。
- 6) 10 分間振とうする。
- 7) 各段のふるいの重量を測定する。(写真 5.3.3~10)
- 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。



写真 5.3.1 粒子径分布測定用サンプル



写真 5.3.2 電磁式ふるい振とう機



写真 5.3.3 振とう後の測定(31.5mm)



写真 5.3.4 振とう後の測定(16mm)



写真 5.3.5 振とう後の測定(8mm)



写真 5.3.6 振とう後の測定(4mm)



写真 5.3.7 振とう後の測定(2mm)



写真 5.3.8 振とう後の測定(1mm)





写真 5.3.9 振とう後の測定(0.5mm)

写真 5.3.10 振とう後の測定(受け皿)

図 5.3.1 に三津橋産業(株)で採取した広葉樹チップの粒子径分布を示す。三津橋産業(株)で採取した広葉樹チップは  $16\sim31.5$ mm のチップの占める割合が最も高く、次いで  $8\sim16$ mm のチップの占める割合が高かった。

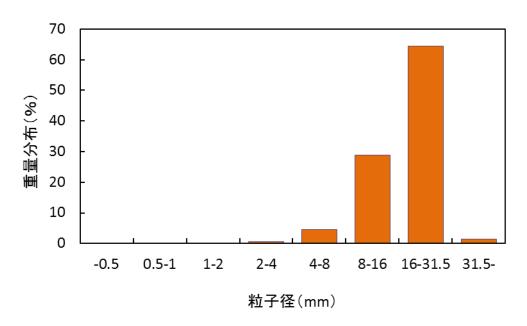


図 5.3.1 三津橋産業(株)で採取した広葉樹チップの粒子径分布

図 5.3.2 に岩見沢林産 (株) で採取した広葉樹チップの粒子径分布を示す。16~31.5mm のチップを最も多く含んでいた。また、31.5mm 以上のチップの重量割合が 9.25%であった。

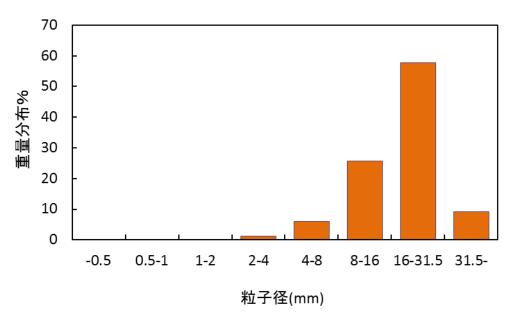


図 5.3.2 岩見沢林産(株)で採取した広葉樹チップの粒子径分布

図 5.3.3 に高谷林業 (株) で採取した広葉樹チップの粒子径分布を示す。 $16\sim31.5$ mm のチップの占める割合が最も高く、次いで  $8\sim16$ mm のチップの占める割合が高かった。31.5mm 以上のチップの重量割合は6.28%であった。

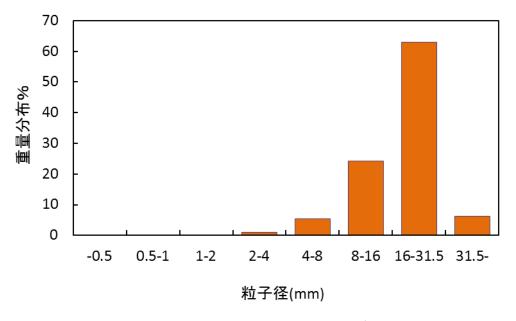


図 5.3.3 高谷林業(株)で採取した広葉樹チップの粒子径分布

図 5.3.4 に北日本索道 (株) で採取した広葉樹チップの粒子径分布を示す。16~31.5mm のチップを最も多く含んでいた。31.5mm 以上のチップは含まれなかった。

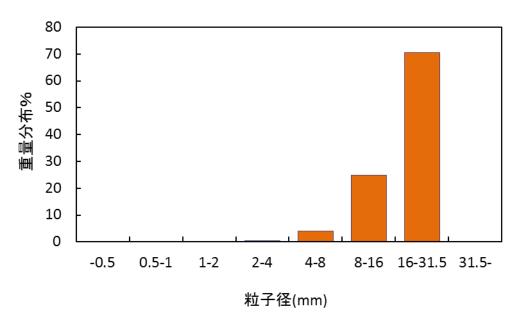


図 5.3.4 北日本索道(株)で採取した広葉樹チップの粒子径分布

図 5.3.5 に新誠木材 (株) で採取した広葉樹チップの粒子径分布を示す。8~16mm のチップを最も多く含んでおり、次いで 16~31.5mm のチップを多く含んでいた。31.5mm 以上のチップは含まれていなかった。

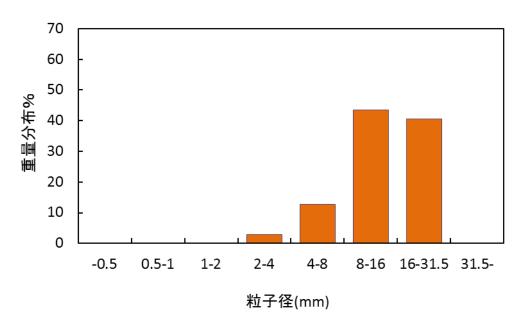


図 5.3.5 新誠木材(株)で採取した広葉樹チップの粒子径分布

図 5.3.6 に宮城十條林産(株)で採取した広葉樹チップの粒子径分布を示す。16~31.5mmのチップを最も多く含んでおり、次いで 8~16mm のチップを多く含んでいた。

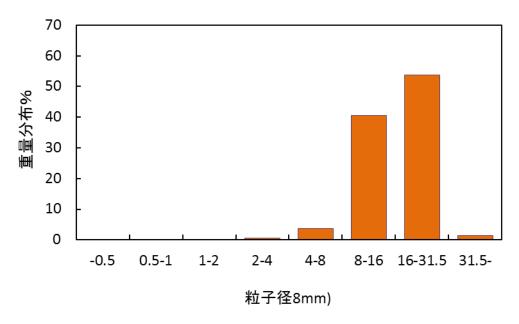


図 5.3.6 宮城十條林産(株)で採取した広葉樹チップの粒子径分布

各工場で採取した広葉樹チップの粒子径分布を図 5.3.7 に示す。各工場において製紙工場から示されている品質基準では、チップの標準サイズは、概ね平均 22mm(最小 17mm~最大 40mm)と規定されている。そのため、どの工場でもその範囲を含む 16~31.5mmの重量分布が最も大きくなっていた。宮城十條林産(株)のチップは 8~16mm の分布も大きくなっていたが、これは、マツチップの標準サイズが平均 15mm と小さめに規定されているため、チッパーの刃の設定を調整してあることが影響していると推測される。

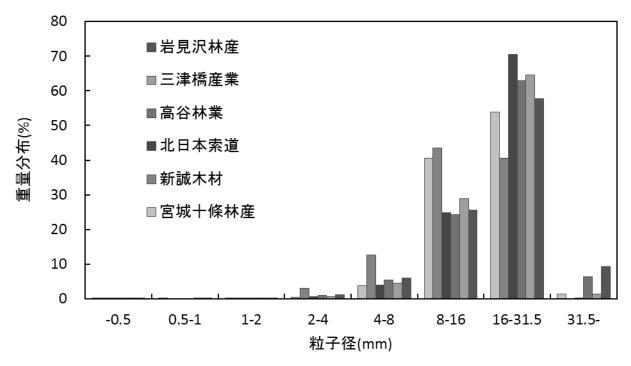


図 5.3.7 各工場で採取した広葉樹チップの粒子径分布

### 6. 付属参考資料

- 6.1 用語について
- 6.1.1「含水率」と「水分率」

本来、木材の含水率は「含水率」であり、水分率と言う用語は使わない。しかし、工場 現場では、「水分率」という言葉が用いられる場合がある。その用いられ方は曖昧だが、「湿 量基準含水率」のことを「水分率」と呼んでいる場合が見受けられた。

「JIS 工業用語大辞典(第5版) 2001 年発行 ISBN4-542-20128-7」では、水分率と言う用語は繊維工業および窯業分野の項目で用語説明がなされている。これによると、湿量基準の場合と乾量基準の場合があり、したがって「水分率」と言って湿量基準含水率を示すと決まっているわけではないと思われる。しかしながら、現場で上記のように使われる事例があるのであれば、読者の便宜を図るため湿量基準含水率に水分率を併記することが妥当と判断し、本報告の中ではそのように記した。

## 6.1.2「全乾」と「絶乾」

どちらも対象物を 100℃以上の温度で乾燥し、水分を取り除いた状態を示す言葉である。 これらは JIS Z 2101「木材の試験方法」および「JIS 工業用語大辞典」によると、

- ・木材の項目では「全乾」
- ・パルプ工業、繊維工業、窯業の項目では「絶乾」

が用いられている。

本報告書の中で、取引に関する調査結果報告の部分では現場で用いられている用語を優先しており、絶乾という表記が多い。また、含水率測定方法の解説など、木材科学用語として用いる場面では木材分野の習慣にならって全乾と表記している。

#### 6.1.3 用語の解説

・全乾重量(質量)(JIS Z 2101 より)

換気良好な乾燥装置により、温度  $103\pm2$  で重量が一定になるまで乾燥させた後に得られる重量。

6時間の間隔を置いて質量変化が0.5%以下であれば、質量一定と見なしてよい。

### • 絶乾重量 (質量)

全乾重量とほぼ同じ意味で、パルプ工業、繊維工業、窯業などで使われる。繊維工業、パルプ工業などでは105±2~3℃の加熱によって水分を取り除いた重量。

#### • 乾量基準含水率

木材が含む水分の質量を、水分を取り除いた木材実質の質量で除した値に100をかけて得られる。

製材工場など木材産業で使われている。

### • 湿量基準含水率

木材が含む水分の質量を、水分を含む木材の質量で除して算出する。 パルプ工業などで使われ、現場では水分率と呼ばれる場合があるので、本報告では 水分率と併記している。

### ・質量と重量

JIS Z 2101「木材の試験方法」では、試験体の重さのことを「質量」で表現しており、「重量」は使われていない。本報告では含水率測定法の説明の箇所では、JIS での表記通り、「質量」とした。その他の箇所では、「重量」と表記した。

### 7. 再生可能エネルギーの固定価格買取制度について

表1 固定価格買取制度での電力調達価格及び調達期間

I 平成 24 年 7 月に、電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別 措置法(平成23年法律第108号)が施行され、木質バイオマスによる発電もこの法律の対 象になった。

バイオマス資源については、平成24年6月18日経済産業省告示第139号(以下「告示」 という。) において、再生可能エネルギー発電設備の区分ごとの調達価格等が下表の通り定 められている。

単位・1kWb 当たり

<b>双1</b> 压			主画作及U帧连列	H  +-	$\underline{x}$ , $\underline{1}$ $\underline{K}$ $\underline{V}$ $\underline{H}$ $\underline{H}$ $\underline{H}$	- )
買取区分	メタン発酵	未利用木材	一般木材 (含パ	廃棄物系	リサイクル	

買取区分	メタン発酵	未利用木材	一般木材 (含パ	廃棄物系	リサイクル
	ガス化		ーム椰子殻)	(木材以	木材
				外)	
調達価格	39 円	32 円	24 円	17 円	13 円
(税抜					
き)					
調達期間	20年	20年	20年	20年	20年

このように木質バイオマスについては、木材チップの製造原料により、未利用木材、一 般木材、リサイクル木材と3種類に分けられている。

平成24年6月経済産業省告示第139号及び林野庁の「発電利用に供する木質バイオマ スの証明のためのガイドライン」(平成24年6月)によれば、

1 未利用木材とは、経済産業省告示の表第 12 号に掲げる「森林における立木竹の伐採又は間伐により 発生する未利用の木質バイオマス(輸入されたものを除く。)」(以下「間伐材等由来の木質バイオマ ス」という。) と定義され、具体的には

#### (1)間伐材等由来の木質バイオマス

間伐材等由来の木質バイオマスとは、次のいずれかに由来するバイオマスをいう。

#### ① 間伐材

森林の健全な育成のため、うっ閉し立木間の競争が生じ始めた森林において、材積に係る伐 採率が35%以下であり、かつ、伐採年度から起算しておおむね5年後において再びうっ閉する ことが確実であると認められる範囲内で行われる伐採により発生する木材を間伐材といい、除 伐(うっ閉する前の森林において目的樹種の成長を阻害する樹木等を除去し目的樹種の健全な 成長を図るために行う伐採をいう。) によるものを含む。

### ② ①以外の方法により伐採された木材

①以外の方法により次のいずれかの森林(伐採後の土地が引き続き森林であるものに限る。)

から、森林に関する法令に基づき適切に設定された施業規範等に従い、伐採、生産される木材をいう。

- ア 森林法 (昭和 26 年法律第 249 号) 第 11 条第 5 項の認定を受けた森林経営計画 (森林法の 一部を改正する法律 (平成 23 年法律第 20 号) 附則第 8 条の規定によりなお従前の例によ ることとされた森林施業計画を含む。以下「森林経営計画」という。) の対象森林
- イ 森林法第 25 条又は第 25 条の 2 の規定により指定された保安林及び同法第 41 条の規定により指定された保安施設地区の区域内の森林(以下「保安林等」という。)
- ウ 国有林野管理経営規程(平成 11 年農林水産省訓令第2号)第12条第1項の国有林野施業 実施計画及び公有林野等官行造林法施行手続(昭和30年農林省訓令第11号)第6条第1 項の公有林野等官行造林地施業計画の対象森林

となっている。

同様に一般木材についても林野庁ガイドラインに

#### (2) 一般木質バイオマス

一般木質バイオマスとは、間伐材等由来の木質バイオマス及び建設資材廃棄物以外の木質バイオマスであって、次の木材等に由来するバイオマスをいう。

① 製材等残材

木材の加工時等に発生する、端材、おがくず、樹皮等の残材

② その他由来の証明が可能な木材

製材等残材以外の木材であって、由来の証明が可能なもの

と定義されている。

また、リサイクル木材は経済産業省告示の表第 12 号第 14 号に掲げる「建設資材廃棄物」(以下「建設資材廃棄物」という。)を指し、林野庁ガイドラインでも同様に

#### (3)建設資材廃棄物

建設資材廃棄物とは、告示の表第14号の建設資材廃棄物をいう。とされている。

このように木質バイオマス(木材チップ)が3区分に分けられたため、これら木材チップの適切な識別・証明を伐採段階、加工・流通段階で行う必要が生じてきており、林野庁ガイドラインにおいてその具体的な識別・証明の方法が掲げられている。また、木質バイオマスを供給する事業者の団体等は発電事業者の判断に必要な情報を提供する観点から、証明のなされた間伐材等由来の木質バイオマス及び一般木質バイオマスの分別管理や書類管理の方針についての自主行動規範を策定することとされ、木材チップの加工、流通業者についてもそれら所属する団体等の評価・認定を受けて木材チップの生産、流通を行うよう指導されている。

Ⅱ 平成 26 年 1 月の林野庁資料によれば、現在稼働中の木質バイオマス発電施設は約

100施設であり、このうち固定価格買取制により売電を行っているものは37施設となってる。今後主に未利用間伐材等を利用する発電所は約40施設ほどが新設される見込みであり、これら以外にも構想段階のものが多数あるとみられている。

新聞記事や聞き取りなどで必ずしも正確なものではないが、現時点で把握されている固 定価格買取制での発電所計画概要等は次表2の通りである。