

# 製材用原木の剥皮機械の能率（1）

- エノ式バーカーによる針葉樹材の剥皮事例 -

鎌田 昭吉\* 河島 弘\*\*  
桜井 努\*\*\*

## まえがき

最近、本道の製材工場では、木材チップ市場の拡大化にともない、また労務者の不足の面からも、能率的な剥皮機械を導入する機運が高まってきた。従前の型式の改良とともに多くの新しい機械が開発されているが、それぞれ特徴があり、製材工場の生産規模、扱う材の種類、形状、用途、剥皮時期などによって、適合した機械を選択しなければならない。

そこで、今回は機械の性能と適用性についての実用的資料を得ることを目的として、定置式バーカー5機種エノ式、弓野式、岩谷式、富士FB104C、HEPKEを対象に、製材用エゾマツ・トドマツ原木の剥皮作業について現地調査をおこない、主として現場作業的観点から、能率と剥皮状態および電力消費量について検討した。

ここに第1報として、エノ式バーカーについての調査結果の概要を記し、参考に供する。

## 調査の概要

### 1. 機械

調査の対象となったエノ式バーカーは、従来のシングルチェーン・カッターを2本並列に改良した自走車型式のものである（写真1参照）。

主な諸元はつぎのとおりである。

型 式：2R-5型

カッター：並列チェーン式ナイフ、刃数18ヶ×2列、カッターヘッドの直径155mm  
回転数960回/min、チェーン長2,050mm

運 転 台 車：自走式、無負荷時の走行速度、前進後退ともに0~60m/min、無段変速

原木回転台：原木回転ローラ直径、ライブ型350mm、デッド型250mm、回転数4回/min。



写真1 エノ式バーカーによる剥皮作業状況。

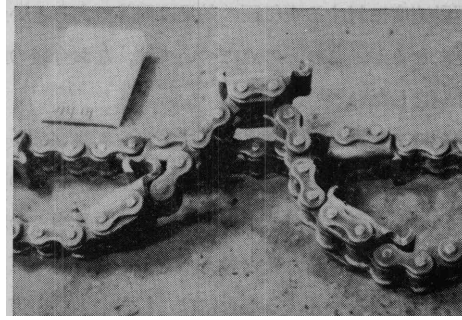


写真3 チェーンカッターの一部

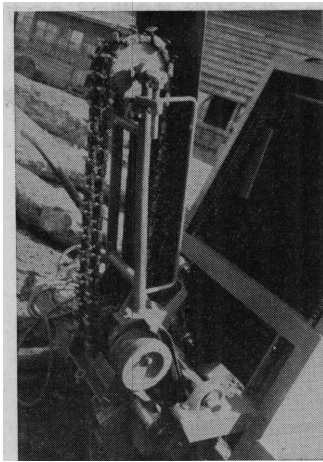


写真2 運転台車およびチェーンカッター

使用動力：運転台車走行用0.75KW，カッター  
 駆動用3.75KW，カッター昇降用0.4  
 KW，原木回転用2.2KW，原木はね  
 出し2.2KW，各1台総計9.30KW  
 皮つき丸太を原木回転台にのせ、皮むきが終ると剥  
 皮材をおろす、という一連の作業はすべて運転台車上

の1人の作業員によって、押しボ  
 タン操作、足踏みペダル操作、お  
 よび人力によるチェーンカッター  
 用ハンドル操作によっておこなわ  
 れる。

小型刃を一定間隔で取り付けた  
 ローラチェーン(写真2参照)を、  
 押しボタンによって始動回転させ  
 る。ハンドルを手にして、回転台

上の丸太の一端から他の端まで剥皮しながら前進した  
 のち、適宜丸太を押しボタン操作により回転させ、再  
 び後退しながら剥皮する。これらの反覆作業を繰かえ  
 して丸太の全面を剥皮するものである。材面に対する  
 カッターの削り方向は、前進後退とも丸太の長さ方向  
 に直角方向で、かつアップ・カット(up-cut)タイ  
 プである。

なお、機械による剥皮材の残皮量については、1日  
 の剥皮材をプールしてみた場合に、一応、材表面積の  
 5%を越えないことを目標に作業を進めている。

## 2. 調査方法

調査は、第1表のとおり、道産針葉樹(エゾマツ、  
 トドマツ)、同一機械を対象に冬期(1969年1月)と  
 夏期(1969年7月)の2回にわたっておこなった。

冬期に測定した丸太は、前年11月以降に伐採された  
 凍結材、夏期の測定丸太は、当年1月以降に伐採され  
 たもの(いわゆる冬山造材木)で伐採後3~5ヶ月を  
 経過したものが大部分であるが、比較的水分の多い材  
 である。

測定は、原則として通常の作業開始(午前7時30分  
 )から作業終了(午後4時30分)までの1日間とし、

第1表 調査時期・丸太・気温

調査時期	樹種	測定丸太*		含水率(%) 平均±σ(n)	測定年・月・日 (日数)	測定時の気温(°C)		
		本数	材積 (m³)			最高	平均	最低
夏期	エゾマツ	138	46.39	171.5±49.9 (20)	1969・7・1~5 (5)	22	17.1	14
	トドマツ	335	65.38					
	計	473	111.77					
冬期	エゾマツ	128	47.90	200.8±24.2 (18)	1969・1・20~22 (3)	-4	-5.7	-10
	トドマツ	423	89.43					
	計	551	137.33					

\*：材長 3.65m  
 :含水率の標準偏差(%) (n) ; 含水率の測定丸太本数

各丸太ごとに、末口径、節、曲り、割皮材に残った樹皮部面積および皮むき作業の時間的経過を測定することにより、丸太の径および形状別の剥皮時間、残皮率などを求めた。

電力消費量は、各測定日ごとに消費実績を調べ、剥皮時間あたりに換算した。

また丸太の乾燥程度を知るため、標本的に剥皮した後の材の木部の外層(表面より約6mm深さまで)から試験片をとり、含水率を求め、これを第1表に示した。

た。

作業場の気温については、各測定日の8, 10, 12, 15, 17時の5回測定し、測定期間中の最高・最低・平均値を求め、これも同表に示した。

なお、樹種によって剥皮能率や剥皮材面の状態(残皮率により判断する)、電力消費量などの点で差が認められなかったため、以下、エゾマツとトドマツを込にして整理することにした。

## 調査結果

### 1. 剥皮能率について

#### 1.1 測定丸太の形状

直径については末口径により、第2表のごとく径級グループを4区分した。測定丸太の末口径の範囲は、夏期調査では最小11cm～最大68cm、冬期は14cm～58cmである。ここで、平均径とは丸太の末口径の単純平均値である。

節については、節の直径または高さが5cm以上のものにかぎってその個数をかぞえ、節の直径および高さが5cm未満のものは、節とみなさないことになっている。

曲りについては、矢高5cm以上のものにかぎってその矢高を測り、矢高5cm未満のものは曲りのないものとみなしている。

第2表 調査時期・丸太形状別の剥皮能率

調査時期	測定丸太					剥皮能率		木直しを加味した剥皮能率		
	形状		末口径 (cm)	平均径 (cm)	本数	丸太1本当り 剥皮時間 (sec)	剥皮時間当り 丸太材積 (m <sup>3</sup> /hr)	木直し 丸太本数	木直し時間 (sec)	木直し時間を 加味した能率 (m <sup>3</sup> /hr)
	節・曲り	丸太1本当り 節数・一曲り (ヶ) (cm)								
夏期	無   無	—	～18	15.7	140	101.6	3.24	9	11.7	3.22
		—	20～28	23.1	114	106.4	6.67			6.67
		—	30～38	33.1	46	137.8	10.54	1	30.0	10.49
		—	40～	45.3	16	260.7	10.47			10.47
	有   無	19.7—	～18	15.3	34	145.6	2.14	10	14.0	2.08
		22.7—	20～28	24.3	63	168.1	4.69	5	15.0	4.66
		18.6—	30～38	33.6	29	190.4	7.84	1	15.0	7.82
		19.0—	40～	48.5	15	289.0	11.03			
無   有	—10.7	～18	15.6	7	103.4	3.12	1	10.0	3.08	
	—10.0	20～28	23.2	5	111.1	6.44	1	10.0	6.33	
	—10.0	30～38	36.0	3	154.0	11.08			11.08	
	—10.0	40～	44.0	1	330.0	7.71			7.71	
冬期	無   無	—	～18	16.0	147	93.1	3.66	23	15.9	3.56
		—	20～28	23.3	180	108.4	6.68	16	13.1	6.61
		—	30～38	32.7	47	128.9	10.99			10.99
		—	40～	44.8	19	164.2	16.33			16.33
	有   無	13.7—	～18	14.7	19	127.9	2.93	4	16.3	2.85
		10.2—	20～28	24.8	36	148.9	5.45	5	12.0	5.39
		14.1—	30～38	34.1	41	171.9	8.99	2	12.5	8.95
		13.5—	40～	45.7	26	232.1	11.92			11.92
無   有	—13.2	～18	16.6	17	97.0	3.73	3	13.3	3.64	
	—11.5	20～28	22.4	13	102.0	6.58	2	15.0	6.44	
	—17.0	30～38	34.0	5	177.1	8.60			8.60	
	—10.0	40～	42.0	1	132.0	17.56			17.56	

以下、丸太の形状についてはつぎの3種類に区分した。

通直材：節無し - 曲り無し

節材：節有り - 曲り無し

曲り材：節無し - 曲り有り

なお、節有り、曲り有りの材は測定数が少なく、除くことにした。

### 1.2 作業時間

皮むき作業にかかわる動作をつぎのように区分して、各動作に要する時間を丸太1本ごとに求めた。

#### 皮むき作業の動作区分

##### 動作 動作の内容

つみ：皮つき丸太を原木回転台につむ  
おろし：剥皮した丸太を原木回転台よりおろす

剥皮：台車が前進・後退をくりかえして剥皮する  
木直し：剥皮時中に原木回転台からはずれた丸太を所定の位置に正すなど偶発的に発生するロス

### 1.3 剥皮能率

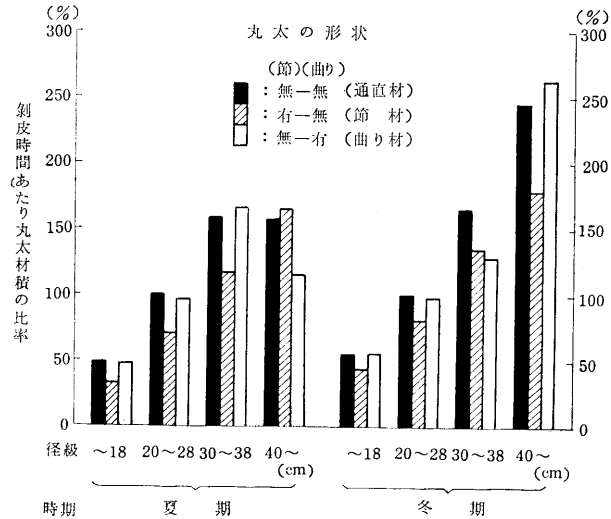
丸太のつみ・おろし時間を除いて、機械が直接有効に皮むきするに要した時間（剥皮時間）を、未口径・形状別に求め、またこれを1時間あたり丸太材積に換算した値を求め、第2表に示した。

また、夏期の通直丸太・未口径20～28cmの剥皮能率（剥皮時間あたり丸太材積6.67m<sup>3</sup>/hr）を100とした場合の能率比を第1図に示した。

なお、剥皮速度に関連する材面の剥皮状態については、第4表に示した。

同図表によれば、丸太1本を剥皮するのに要する時間は、太い材ほど長くなるが、剥皮時間あたり材積で見ると、全般的に能率が高くなる傾向が認められる。

剥皮能率を丸太の形状別に比べると、おおよそ、通直材>曲り材>節材の順になっている。この機械は、丸太の長さ方向に前進・後退移動しながら、丸太の長さ方向に直角にカッター削りし、また材面に対し



第1図 剥皮能率の比較  
注) 夏期20～28, 通直材6.67m<sup>3</sup>/hrを100とする。

てアップ・カット方向で、剥皮するタイプのものであって、突出した節や曲りによって前進・後退の速度が低下し、また原木回転台上の丸太のスムーズな回転がさまたげられることなどによるものである。

たまたま剥皮最中に、原木回転台から丸太がとび出した場合には、それを元の位置にセットしてから剥皮をつづけなければならないが、この木直し回数は、通直材にくらべて形状の不規則な材に多いことは、原木回転台上の材の安定度からみて当然のことである。

つぎに、調査時期別に比べてみると、夏・冬の差は明らかではない。冬期の測定丸太はすべて凍結した材であるが、剥皮速度という観点からは、凍結による能率低下はまったく認められない。

後述のごとく、材面の剥皮状態（残皮率の程度）についても季節差異は認められなかった。

### 1.4 標準作業の能率

皮むき作業の能率は、機械への材の供給、積載方法、剥皮原木の搬出方法などの違いによって、大きく変わってくる。

そこで、この種タイプの機械に適応する原木搬送設備を配置し、ローダーやフリッパーなどによって丸太のつみ・おろしが自動的になされ、原木回転台に材がスムーズに供給されるという標準的な状態を想定し、

原木のつみ・おろし時間についてはそれぞれ12.0秒，8.0秒をあてはめて，主作業時間を算定することにした。

剥皮時間については，季節性が認められなかったもので，夏・冬の測定値を込みにして，末口径と剥皮時間の関係を傾向値として算出し，これにつみ・おろし時間を加算して，丸太1本あたり主作業時間を求め，第3表に示した。さらに，主作業時間あたり剥皮丸太本数・材積を求め，これも同表に示した。

皮むき作業は，主作業のみでなく，準備や余裕時間なども含まれるので，実際の能率は，第3表の数値より低下する。しかし，準備や余裕時間は工場の作業分担や段取りなどによって増減するので，主作業時間を基準にして能率を比較した。

同表によれば，機械が直接有効に稼働している時間（剥皮時間）の割合は，末口径40cm以上の太い材では約90～93%，24cm以下の丸太では約83～86%となり，細い材ほど機械の稼働効率が低下する。

また，作業能率については，上掲第2表，剥皮能率とほぼ同様の傾向を示している。通直材>曲り材>節材の順となっているが，その差は比較的小さい。

しかし，原木の太さによる能率の増減は非常に大きい。

第3表 標準作業の能率

丸太の形状	末口径 平均 (cm)	丸太1本あたり主作業時間(sec)			作業能率	
		つみ・ おろし*	剥皮	合計	本/hr	m <sup>3</sup> /h
無一 無	16	20.0	96.8	116.8	30.8	2.87
	24	〃	108.0	128.0	28.1	5.91
	32	〃	130.0	150.0	24.0	8.98
	40	〃	171.0	191.0	18.8	11.01
	48	〃	238.0	258.0	14.0	11.73
有一 無	16	20.0	136.0	156.0	23.1	2.15
	24	〃	154.0	174.0	20.7	4.34
	32	〃	175.0	195.0	18.5	6.90
	40	〃	214.0	234.0	15.4	8.98
	48	〃	263.0	283.0	12.7	10.70
無一 有	16	20.0	100.0	120.0	30.0	2.79
	24	〃	110.0	130.0	27.7	5.82
	32	〃	146.0	166.0	21.7	8.11
	40	〃	200.0	220.0	16.4	9.56
	48	〃	280.0	300.0	12.0	10.09

\* つみ時間：12.0秒，おろし時間：8.0秒  
注）材長3.65m

## 2. 残皮率について

残皮率は，皮むき後の丸太に残った樹皮面積を丸太の全表面積で除した概算値であるが，ここでは，この値がう%未満のものは完全に剥皮されたものとみなしている。つまり，残皮率が5%を越えるものを残皮丸太として，その平均値および測定全数に対する残皮丸太本数の比率を求め，第4表に示した。

第4表 調査時期・丸太形状別の残皮率

調査時期	測定丸太			残皮の程度		
	形状		本数 (A)	残皮丸太		残皮丸太 本数比率 (B/A) (%)
	節一 曲り	丸太1 本当り 節数 (ヶ)		本数 (B)	1本当り 残皮率 (%)	
夏 期	無一 無	—	316	3	8.8	1.0
	有一 無	20.7—	141	22	7.5	15.6
	無一 有	—10.3	16	0	0	0
	計	6.2— 0.3	473	25	7.7	5.3
冬 期	無一 無	—	393	5	12.0	1.3
	有一 無	12.8—	122	10	9.8	8.2
	無一 有	—13.1	36	0	0	0
	計	2.8— 0.9	551	15	10.5	2.7
合 計	無一 無	—	709	8	10.8	1.1
	有一 無	17.0—	263	32	8.2	12.2
	無一 有	—12.2	52	0	0	0
	計	4.4— 0.6	1,024	40	8.7	3.9

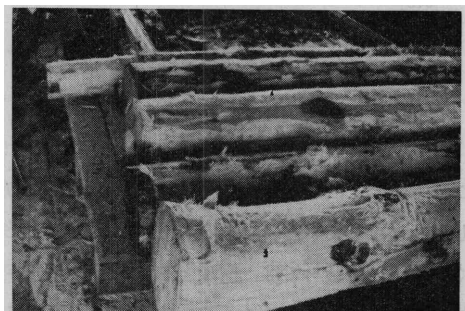


写真4 針葉樹の剥皮材面（夏期）

なお，残皮丸太のうち，残皮率の最小は5%，最大は25%である。

同表から，通直材や曲り材にくらべて節材の残皮率が若干高いと考えられる。カッター付チェーンが節の凸部によって，材面から押しはなされる形になり，節部の周辺をこすらずに通過してしまつたためである。

しかし，季節的な差異も認められず，全般的にみて大節を除けば良好な剥皮状態を呈している。

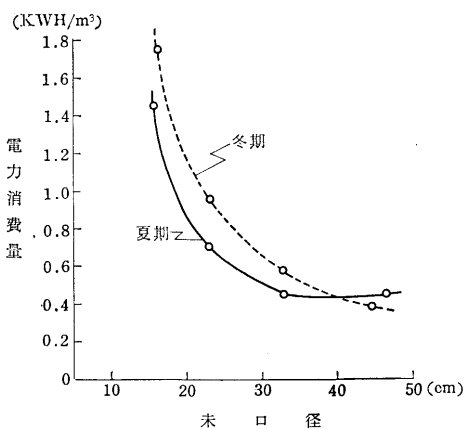
### 3. 電力消費量について

電力は、運転台車走行用0.75KW、カッター駆動用3.75KW、カッター昇降用0.4KW、原木回転用2.2KW、原木はね出し2.2KW各1台 総計9.30KWに対して消費されたものであるが、剥皮時間あたりに換算して求めるとつぎのとおりである。

夏期：4.70KWH/hr

冬期：6.41KWH/hr

つぎに、通直材を1m<sup>3</sup>剥皮するに要する値を求め、第2図に示した(第2表通直材の径級グループの材積にもとづく)。



第2図 通直丸太1m<sup>3</sup>あたり電力消費量

これによると、冬期の電力消費量は、夏期の約30%増し程度となっている。夏期のかなり水分を含んだ材にくらべて、凍結材では、樹皮と木部との結合が非常に強くなっているため、チェーンのこする作用を強く働かせるためである。

なお、材の太さによる電力消費量の差異は、剥皮時間あたりの剥皮能率に対応して、たがいに反比例の関係にある。太い材ほど剥皮能率は高く、電力消費量の点でも有利である。

#### まとめ

夏・冬各1回、エノ式バーカーによる針葉樹エゾマツ・トドマツ丸太の剥皮作業の能率・剥皮状態・電力消費量等の調査をおこない、これらの事項について、

夏期普通材と冬期凍結材の比較、丸太の径または形状による比較をおこなった。実際工場の日常作業観察であるため、作業条件や供試材など諸々の条件をあらかじめ設定することができず、調査の精度、丸太の径級、形状別測定本数の不均一、調査の対象範囲など不満足な点もあったが、機械選択の実用的資料としては、概略的な傾向はつかめたと思う。

比較結果の概略はつぎのとおりである。

(1) 凍結して樹皮の硬くなった材についても、夏期の普通材と同じ程度の剥皮能率が得られ、また剥皮状態もきわめて良好である。電力は凍結材の方が約30%ほど余計かかる。

(2) 細い材よりも太い材の方が丸太1本あたりの剥皮時間および作業時間は余計かかるが、時間あたりの能率は高くなる。電力消費量の点でも上記と同様の傾向を示し、太い材ほど有利である。

(3) 形状の不規則な材は、通直材にくらべて能率が若干低下する。曲りよりも節の影響を強くうける。また、節材では、通直材や曲り材にくらべて、節部周辺に樹皮が残りやすく、残皮率5%以上の材も比較的多く現われる。

なお、この機械の主な利点をあげれば、凍結材に対しても能率が低下しないこと、曲りや節に対しても割合影響されないこと、細い材から太い材まで剥皮可能な寸法範囲が広いこと、剥皮状態が良好であること、カッターによる材の喰い込みが少なく材の歩止りが良いこと、工具の交換が簡単で、設備費が少なくてすむことなどがあげられる。

調査に際して御協力を頂いた、エノ産業株式会社ならびに北日本木材株式会社の関係各位に、また調査を進めるにあたり、鈴木試験部長、北沢指導部長、小杉経営科長、山内動力科長、大川技師ほか関係の方々から種々御指導を頂いた。厚く謝意を表します。

\*試験部 製材試験科

\*\*同上 経営科

\*\*\*指導部 動力科

(原稿受理 45.3.9)