

“製材の材積歩留まり”を 動かしている基本的な要因は何か？

鎌田 昭吉 石河 周平

プロローグ

ここ30年余りの統計数値を分析することにより、製材技術指標として重要な“製材の材積歩留まり”の推移（年間ベース）が、どのような因子によって動かされているか、その基本的な変動要因を明らかにすることを試みました。

このことに取り組んだきっかけは、ここ十数年来、北海道でのカラマツ製材の歩留まりが急激に低下し続けていますので、その原因を明らかにしてみたいということからスタートしたものです。したがって、カラマツ以外の一般の針葉樹や広葉樹の場合についても併せて検討しましたが、ポイントはカラマツ製材の方に重きを置いています。

いずれにしても、この調査分析の狙いは、製材木取り法や工場運営のあり方などを考える際の基

礎的な情報を得ることにあります。なお、歩留まり（結果）とその要因（原因）の相互関係については、もっぱら相関分析の手法に基づいて追究を試みました。

全国と北海道の製材歩留まりの推移をみる

全国と北海道の製材歩留まりと、道内製材生産量の推移は、図1に示すとおりです。統計資料の制約から、全国的には針葉樹・広葉樹（国産・外材）込みの数値によって、北海道についてはカラマツとそれ以外の一般の針葉樹・広葉樹の三通りに分けて検討しました。

この図から、製材歩留まりは全国ベースに比べて、北海道の方が低いことが明かです。また傾向として、全国・北海道ともに1970年頃までは歩留まりの向上がみられましたが、それ以降特に1975年頃からは歩留まりの低下の傾向がはっきり認められます。

このような製材歩留まりの変動は、一般に挽立樹粗 原木の形質、製材機械や鋸（のこ）、木取り法、あるいは製品需要、地域性、経営環境などといった様々な要因、製材工場の内部的・外部的条件によって動かされていると考えられます。そこで、その中で、特に強く働いている因子は何であるかを、探し出すことに努めました。

一般の針葉樹と広葉樹の製材歩留まりの変動要因を探す

通常、製材歩留まりに影響を及ぼすといわれている因子の中から、特に直接的に強く働く因子と

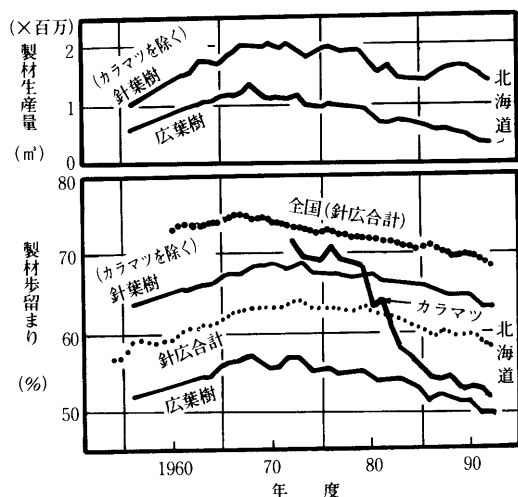


図1 製材生産量（北海道）と製材歩留まり（全国と北海道）の推移

して、帯鋸の厚さ、採材する製材の材種構成、製材の需要量の三つを取りあげ、それらの因果関係について調べてみました。

(1) 帯鋸の厚さとの関係は？

製材工場が使っている帯鋸の厚さが、直接各工場の製材歩留まりに影響を及ぼしているものと考えられます（厳密に言えば、帯鋸歯のアサリ幅が直接的に挽材の歩減り量に影響を及ぼすが、アサリ幅は、鋸の厚さにほぼ比例する）。

そこでまず、これまで道内のほぼ全製材工場を対象にして、送材車付き帯鋸盤とテーブル帯鋸盤に使われてきた帯鋸の厚さを調べました。その結果は、それぞれ図2-1と図2-2に示すとおりです。

例えば、1957年当時には、テーブル帯鋸盤666台のうち、20B. W. G.（バーミンガム・ワイヤー・ゲージ）の鋸が最も多いですが、21B. W. G. よりも薄い鋸も相当使われており、それらの平均厚さは0.90mmでした。それが、88年には全体の約76%が19B. W. G. の鋸に集中するようになり、平均厚さは1.05mmと厚くなっています。このような傾向は、送材車付き帯鋸盤の場合にもみられます。

次に、鋸の平均厚さと、図1に示した針広合計（北海道）の製材歩留まりとの関係を対比すると、図3の結果が得られました。1954～57年にかけては、送材車付きおよびテーブル帯鋸盤ともに鋸は全体的に薄くなって、歩留まりは上がっています。しかしその後、1957～65～77年にかけては、鋸は

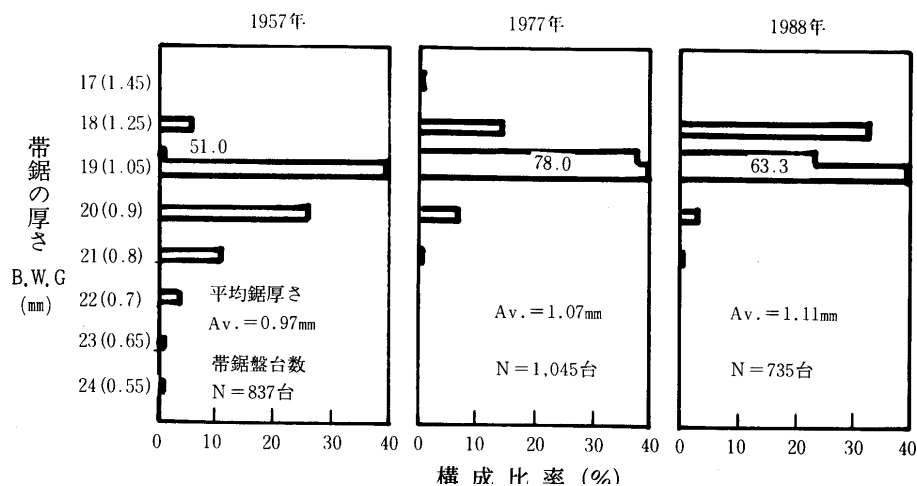


図2-1 送材車付き帯鋸盤の使用鋸厚さの分布とその推移

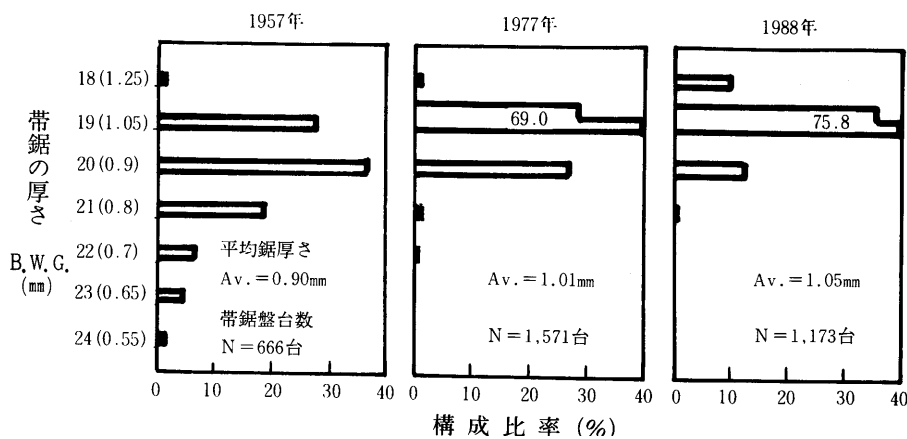


図2-2 テーブル帯鋸盤の使用鋸厚さの分布とその推移

“製材の材積歩留まり”を動かしている基本的な要因は何か？

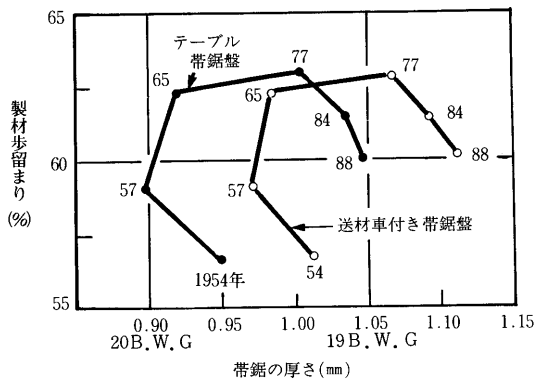


図3 帯鋸の厚さと製材歩留まりの関係（北海道）

厚くなっているにもかかわらず、歩留まりも上がっていますが、1977～84～88年にかけては、逆に鋸の厚さとともに歩留まりは下がっています。

このように、統計的にみた場合、鋸の厚さと歩留まりの関係は単純な直線的な関係にはなっていないということが分かりました。つまり、歩留まりの年次変動を鋸厚の違いだけでは説明づけられず、鋸の厚さ以外のもっと大きく歩留まりを左右する諸因子が存在していることを意味しているものと考えられます。

(2) 製材の材種構成との関係は？

次に表1に示す、製材の用途や、板・割・角類

といった材種の構成割合と歩留まりとの間の相関性を検討してみましたが、両者の間に有意な関係をみつけだすことはできませんでした。一般に、鋸びき回数（鋸の通し回数）の多い板類の挽材ではそれだけ歩減り量が多く、したがって歩留まりが下がり、反対に鋸びき回数の少なくてすみ割角類の挽材では歩減り量も少なく、歩留まりは相対的に高くなるといわれていますが、統計的な分析ではこのような単純な傾向は認められませんでした。

また、このことは全国ベースの場合にも、同じように当てはまります。

(3) 製材の需要量との関係は？

さらに、製材の需要の増加・減少傾向、好不況感などが、製材工場側に刺激を与え、そのことが製材歩留まりに反映してくるのではないかと考え、製材生産量と歩留まりの関係について調べてみました。

① 全国ペースの場合

1960～92年次の数値をプロットしたものが、図4です。相関係数は0.57という結果が得られました。この程度の値では、両者の間にはっきりとした（有意な）相関性があるとはいいきれません。

製材歩留まりは1967年の75%をピークに低下傾向を続けています。その理由として、まず、使用原木の中小径化と低質化があげられます。このほ

表1 北海道における用途別製材出荷量（針広合計）の推移

単位：％

年次	総数	建築用材				土木建設用材	木箱梱包用材	家具建具用材	造船車両ほか
		小計	板類	割類	角類				
1960	100	65 (100)	32 (49)	14 (21)	19 (30)	4	10	9	12
70	100	66 (100)	26 (39)	18 (28)	22 (33)	5	8	10	11
80	100	65 (100)	20 (31)	22 (34)	23 (35)	4	9	12	10
90	100	60 (100)	15 (24)	25 (41)	21 (35)	3	18	11	8
92	100	60 (100)	15 (24)	24 (41)	21 (35)	3	19	9	9

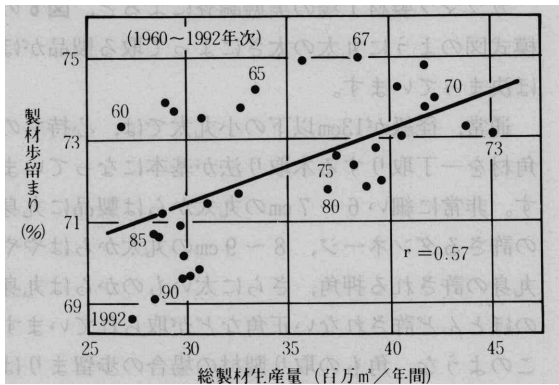


図4 総製材生産量と製材歩留まりの関係（全国）



写真1 画像処理装置付きツイン
帯鋸盤による大割り作業

か、外材製材を中心とした生産設備の省力化、特に、近年のツインバンドソーの急速な普及やコンピュータ制御の自動化製材を中心とした、比較的単純な木取りの量産化工場の増加などもその理由と考えられます（写真1）。しかし、資料の制約から、これらの諸因子を数値的にとらえて分析することはできず、したがってこの理由は一般論として考えられているに過ぎないといわざるを得ません。

② 北海道ベースの場合

カラマツを除く一般針葉樹と広葉樹およびその

合計の3グループに分けてプロットしてみると、図5のとおり、それぞれのグループに直線的な比例関係のあることが認められます。

図に示したように、カラマツを除く一般針葉樹、広葉樹およびカラマツを除く針広合計の相関係数はそれぞれ0.81、0.94、0.92とかなり高い値が得られました。

これらの結果から、北海道では、年々の製材需要量の増減が各製材工場の木取り密度に刺激を与

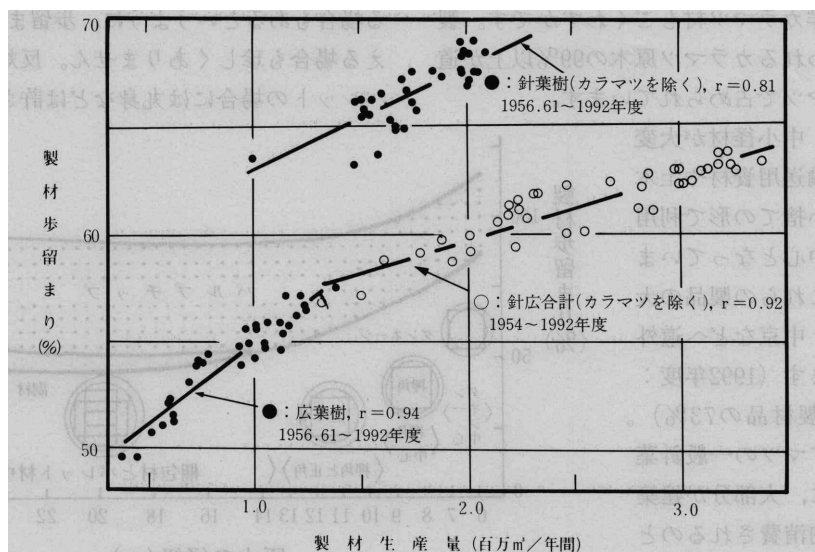


図5 カラマツを除く製材生産量と製材歩留まりの関係（北海道）

え、それが歩留まりの変動に反映したものと考えられます。

つまり、製材需要が増加の傾向にある時には製材価格も向上するため、製材工場側としては、一本の原木からできるだけ多くの製品を取るよう努めたためと思われます。反対に、製材の需要が減って価格も下がる時には、手間のかかる割に価格の安い短尺小幅板などの小物製品はあまり取らず、背板や工場残材としてチップ生産の方に多く流すという、いわゆる粗い木取りとなるため、結果として製材歩留まりは下がるものと考えられます。このような現象が起こるのは、北海道内が比較的木材資源の豊かな地域で、外材の輸入や他府県との木材の交流も少ない、いわば自給消費完結型の地域であることが理由として挙げられます。しかも、規模の大きいパルプ工場が多いため、製材工程において生ずる背板チップの需要も大きく、チップ価格も比較的安定しているためと思われます。つまり、同一原材料から連産される製材品と背板チップの生産の間には、少なからず互換性のあることが認められます。

カラマツ製材歩留まりの変動要因を探す

本道のカラマツの蓄積と素材生産量は全国一で、輸入される北洋カラマツ材もごくわずかです。製材用として使われるカラマツ原木の99%以上が道産の造林カラマツで占められています。

したがって、中小径材が大変多く、製材も輸送用資材や土木用材などの使い捨ての形で利用されるものが中心となっています。そして、これらの製品の大部分が、京浜・中京などへ道外移出されています（1992年度：全道カラマツ製材品の73%）。エゾマツ・トドマツの一般針葉樹製材のように、大部分が建築用材として道内消費されるのとはまったく異なった生産・流通・消費特性をもっています。

(1) 製品の種類との関係は？

カラマツ製材工場の実態調査によると、図6の模式図のように丸太の太さによって取る製品がほぼ決まっています。

通常、径級が13cm以下の小丸太では、心持ちの角材を一丁取りする木取り法が基本になっています。非常に細い6～7cmの丸太からは製品に丸身の許さるダンネージ、8～9cmの丸太からはやや丸身の許される押角、さらに太いものからは丸身のほとんど許されない正角などが取られています。このような、角もの取り製材の場合の歩留まりは比較的高くなりますが、製品に許される丸身の程度により、図6にみられるように丸太の径が大きくなるにつれて歩留まりが下がる傾向があります。

さらに径級が14cm以上の中大径の丸太からは、材質が良く、寸法精度の高いことが要求される梱包材やパレット材になどが取られます。この場合には、これらの製品の価格は比較的高いのですが、歩留まりの方は50%台に下がることを余儀なくされます。

参考までに、ダンネージや梱包材、パレットなどのカラマツ製品を写真2に示します。

ダンネージの場合には、例えば、末口径が7cmの丸太から正方形の辺の長さが7.2cmの製品が取れる場合もあるというように、歩留まりが100%を超える場合も珍しくありません。反対に、梱包材やパレットの場合には丸身などは許されませんので、

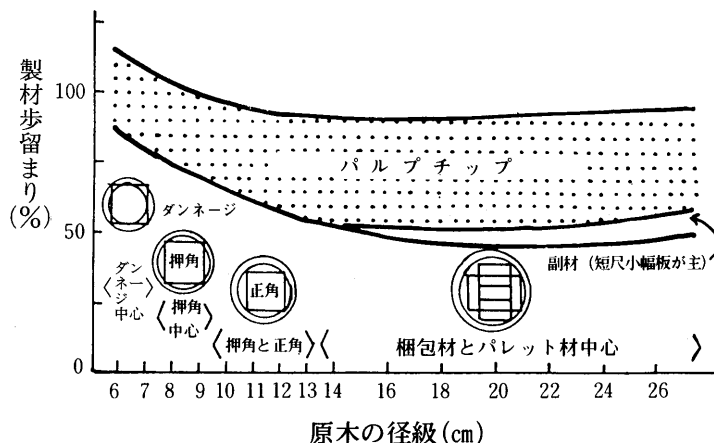
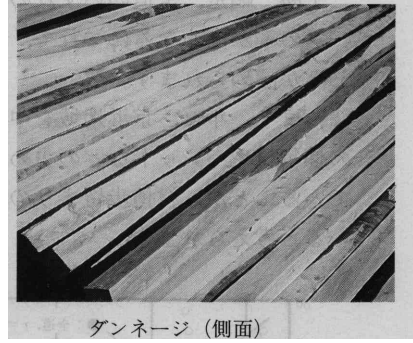


図6 カラマツの原木径級と製品材種・歩留まりの関係（模式図）

“製材の材積歩留まり” を動かしている基本的な要因は何か？

丸身の許容度のゆるい製品類



品質と寸法精度の要求される製品類

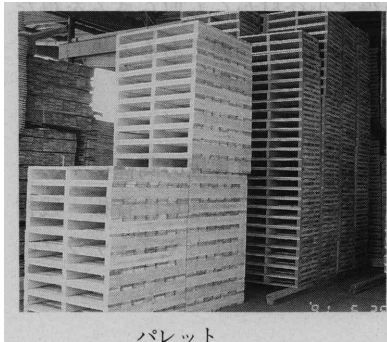


写真2 各種のカラマツ製材品

どうしても歩留まりの方は低くなりがちです。そこで、梱包材、建築用材、パレットなど品質が良く寸法精度が要求され、したがって歩留まりが低くならざるを得ないものをAグループ、反対に押角などの土木用材、ダンネージなど品質や寸法精度がゆるく歩留まりの上がるラフなものをBグループとして検討することにしました。図7に示すように年々Aグループの占める割合が高くなっていく傾向が認められます。

(2) 木取りの精粗(品質・寸法精度などの要求度)との関係は？

A・Bのグループ分け、つまり木取り方の精粗と歩留まりとの相関性を、全道合計と、カラマツ製材の盛んな十勝、網走両支庁(両支庁で全道の60～70%を占める)について、調べてみました。

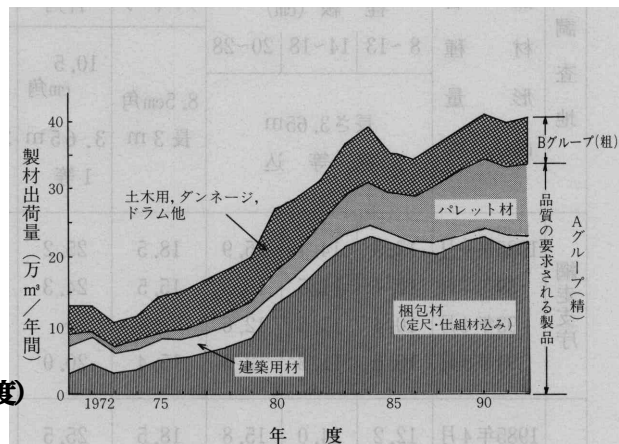


図7 カラマツ製材品の用途別出荷量の推移

その結果は、図8に示すとおりです。

十勝、網走、全道のいずれの場合にも、Aグループの率が高くなるにつれて、歩留まりが下がることが認められます。

つまり、年々、京浜地域を中心にした本州向けの梱包材やパレットなどの占める割合が増えてきていることが、材積歩留まりの低下につながっていると考えられます。

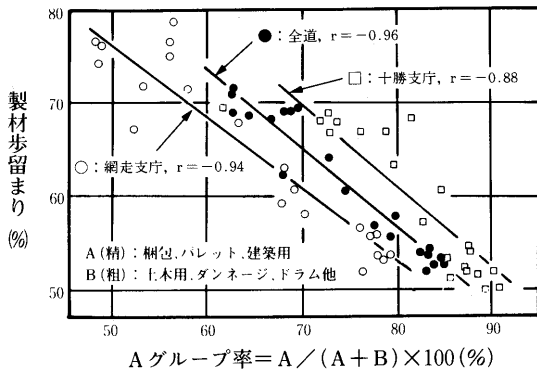


図8 カラマツ製材採取の精粗と製材歩留まりの関係 (1972～1992年度)

当然のことですが、表2に示すようにAグループの製品はBグループのものに比べて、概して高く売れるので、価値歩留まりという面では、必ずしも年々下がっているとはいえません。むしろ、高く売れるものを多く取ろうという方向を目指し、価値収入を追求した結果として、材積歩留まりが低下しているものと断定できます。

また、推測の範囲を出ませんが、表3に示すように挽き立てするカラマツ原木の径級構成は10～20年前に比べると小径材が減って、中大径材の割合が増えてきていますが、それでもなお、梱包材やパレットなどに通した中大径材が相対的に少ないために、やむを得ず小径材からも取らざるを得ないことも、歩留まり低下の一因であると思われます。

(3) 製材歩留まりとチップ用背板の関係は？

製材歩留まりが下がれば、それだけ背板・残材などが多く生じ、その大部分はパルプ・チップに向けられるものと推定されます。

表2 カラマツ材の価格

単位：千円／m³

調 査 地	品 材 形 品 名 種 量 等	素 材			製 材 品						パルプ材	チ ッ プ	
		径 級 (cm)			ダンネージ	押角	正角	梱包材		パレット	形量込 品等込	背板	山棒
		8～13	14～18	20～28	8.5cm角 長 3 m	10.5 cm角 3.65 m 1 等	10.5 cm角 3.65 m 品等込	定尺	仕組	スタン ダード 長さ 1.1, 1.2m		(剥 皮)	
		長さ3.65m 品 等 込				2 cm厚 7 cm幅 3.65m	1 セッ トの込						
網 走 支 庁	1985年 4 月	12.3	14.1	15.9	18.5	25.2	31.0	31.0	－	－	8.0	7.0	10.8
	89年 4 月	10.1	11.5	13.3	15.5	24.3	32.4	28.2	－	－	6.0	5.6	8.0
	93年 4 月	10.4	11.5	12.6	－	－	34.8	27.6	30.3	32.8	6.2	6.0	8.4
	94年 6 月	10.0	11.3	12.3	15.4	20.0	34.8	26.3	29.6	31.7	4.5	5.9	8.2
十 勝 支 庁	1985年 4 月	12.2	14.0	15.8	18.5	25.5	30.5	30.5	－	－	8.0	7.8	－
	89年 4 月	10.8	12.6	14.4	15.2	26.0	33.4	28.0	－	－	6.5	6.7	－
	93年 4 月	10.1	11.9	13.3	－	－	35.0	29.0	30.0	32.0	6.0	7.2	9.0
	94年 6 月	10.4	12.2	13.6	17.0	26.2	35.0	28.5	29.5	30.5	4.5	6.2	8.4
仕切場所		工 場 着			工 場 渡						工場着	チップサイロ下	

“製材の材積歩留まり”を動かしている基本的な要因は何か？

表3 カラマツの挽立原木径級別割合の推移

支 庁	年 度	径 級 区 分 (cm)				
		～7	8～13	14～18	20～28	30～
総 数	1975	9.7	42.5	34.5	11.9	1.4
	85	4.9	34.1	44.0	15.4	1.6
	92	2.0	28.0	48.2	20.2	1.6
十 勝	1975	6.2	37.7	42.4	12.8	0.9
	85	4.3	33.2	42.4	17.7	2.4
	92	0.6	24.0	49.8	24.1	1.5
網 走	1975	5.9	38.2	47.1	8.8	0
	85	5.8	37.2	43.0	13.2	0.8
	92	3.5	34.8	48.0	12.8	0.9

全道合計の背板の発生率と製材歩留まりの関係を調べてみた結果、図9のとおり、Aグループ率が高まって製材の歩留まりが下がるにつれて、背板チップの割合が増えていく傾向が認められました。

なお、このような関係は、エゾ・トドマツを中心とした一般の針葉樹や広葉樹の場合にはカラマツの場合ほどは明確ではありません。これらの背板類はチップ用のほかに、エゾ・トドマツは高級割りばしや目串の原料として、広葉樹は棒材やアイススティックや薪などにも多く向けられているからです。

エピソード

今まで述べてきた内容をまとめると、次のよう

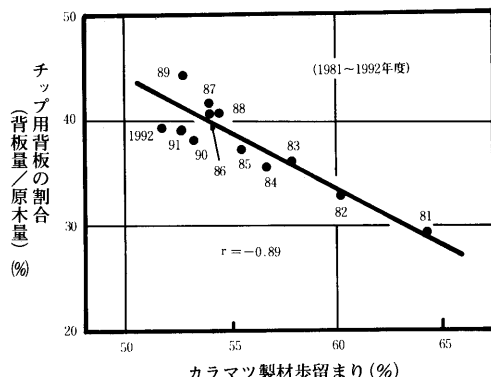


図9 カラマツの製材歩留まりとチップ用背板の割合の関係

林産試だより 1994年9月号

になります。

- 1) 帯鋸の厚さと製材歩留まりの間の相関はない。
- 2) 全国ベース（針広込み）では製材歩留まりに影響を及ぼす確たる要因を見いだすことはできなかった。
- 3) 道内のカラマツを除く製材歩留まりと生産量との間に明確な相関がある。これは需要増により製品価格も上昇するため、木取り密度を高めることに起因する。
- 4) カラマツ製材の歩留まりは製材品の種類、すなわち木取りの精粗（品質・寸法精度などの要求度）によって決まる。近年のカラマツ製材歩留まりの急激な低下は、基本的には木取り精度や品質の要求される梱包材やパレット材を取る割合が多くなってきていることによる。価値歩留まりの追求が材積歩留まりの低下につながっている。

参考資料

- 1) 鎌田昭吉：木材工業，Vol. 34，No. 385，39～41（1979）
- 2) （財）北海道地域技術振興センター，北海道電力株式会社：カラマツ間伐材の現状と課題（1987）
- 3) 中田欣作・平川幸二：林産試験場報，1巻4号，12～20（1987）
- 4) 竹生脩二・鎌田昭吉：林産試だより，3月号，1～12（1989）
- 5) 社団法人 全国木材組合連合会：製材業をベースとした木材加工業の技術戦略化ビジョン 21世紀の生き生き企業に向けて（1990）
- 6) 加納 博：北海道カラマツ対策協議会季報，No. 62（1991）
- 7) 秋元紀幸：ウッドイエジ，1月号，2A～9A（1994）

（林産試験場 主任林業専門技術員）
（ 同上 経営科 ）