

海外における製材工場の動向

山崎 亨 史

はじめに

我々の住む住宅には多くの木材が使われています。特に木造住宅では針葉樹が構造材として使われています。これにはいろいろな理由がありますが、その一つとしてあげられるのは価格の面で比較的安いことです。しかし工業が発達し、代りとなる工業製品が安く造られるようになってきています。実際、構法としては木造として発展してきたツーバイフォー工法の分野に、木材によるたて枠（スタッド）の代りに鉄を用いたスチールハウスなる構法まで登場してきました（ただしこの場合は、木材の供給不足から生まれたようです）。木造住宅のシェア（戸数木造率）は昭和63年の41%台から平成4年には47.5%まで回復しましたが、その後また減少し、平成8年には45.9%¹⁾となっています。さらには、平成9年度の消費税率の引き上げで住宅着工数は極端に落ち込み、木材産業への影響が深刻になっています。木材産業の活性化のためには木造住宅のシェアならびに住宅における木材使用量を増加させることが重要です。

製材価格は輸入材との競合が激しいことも影響しており、ほぼ横ばい状態にあります。反面、人件費の上昇、週40時間労働制の導入、輸送費の上昇など製材品のコスト上昇要因は多く、製材工場の経営状態は悪化するばかりです。

また、輸入材の価格は為替相場にもよりますが、日本への輸送費を含めても国産材より安めであり、平成10年10月現在で、2×4材は人工乾燥4面プレーナー仕上げ8フィート材で1m³当たり5万円弱です。これに対し、エゾマツ・トドマツ10.5cm正角乾燥材は6万円台²⁾となっています。このように輸入材の価格が低いのは原木価格、電気料等の安さもありますが、そのほかに高能率化された生産方法に起因していると考えられます。

1997年の5月から6月にかけて、海外の情勢を見聞きし、これらの要因を把握する機会を得ました。そこ

で、それらを簡単に紹介します。

リグナ・ハノーバー

リグナ・ハノーバーは2年に1度、ドイツ、ハノーバー市で開かれている世界一大きな国際木工機械展覧会です。木質材料・合板製造、製材技術、木材加工、木工、家具工業などの部門からなっています。今回（1997年5月5～10日）はドイツを含む34か国が出展しており、日本からも数社出展していました。また、同時開催としてインターホルツ（国際木材展）が開かれており、林業関係、種々の木材製品、木造建築用ソフトなどが展示されていました。会場は16ホールと屋外展示場で、すべてを見て回るには最低2日は必要です。このうち製材部門は1ホールを使い、のこ研磨機、バーカー、チップパーを含め、約160社が出展していました（写真1）。また、他のホールにも丸太や背板等の木取り決定や集成材製造のための測定（スキャニング）技術の開発・実用化を行っているメーカーの出展も見られました。

製材関係の傾向として、のこ目立て用研磨機は丸のこだけではなく帯のこにも湿式を採用しているメーカーが多く見られました。また、自動腰入れ機も2社から



写真1 リグナ・ハノーバー製材部門会場

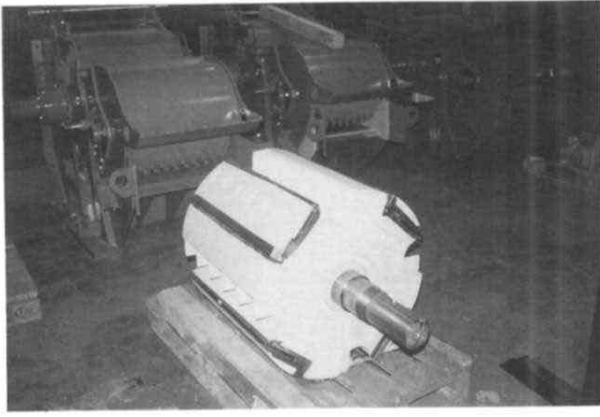


写真2 ドラム型チップパー

出展されており、実演も行われていました。

帯のご盤ではこの車面に溝が数本入れられたものがあり、理由を尋ねたところ、緊張力、冷却、この後退防止等に効果があるとのことでした。

帯のご盤のセリについてはどこも押しぜりとなっています。

日本では受け入れにくいおさのこ（frame-saw）も目立ちました。この身の改善やのご交換方法の改善、送材装置の改良、開発などにより需要も絶えないようです。

カーブソーイング(曲がり挽き)を採用するメーカーも数社出展していました。この曲がり挽きについては後で詳しく紹介します。

チップパーはディスク型よりもドラム型(写真2)が多く見られました。このドラム型チップパーは動力が大きい割には、処理能力がディスク型より多少低いようです。しかし、送り装置によって一定の速度で材料を送り込むため、チップの品質が高いようです。また、送り口が広く、50cm程度の幅の広い板でもそのまま送り込めます。さらに、スクリーンは組み込みになっており、結果としてコンパクトにまとまっています。

屋外展示には移動式帯のご盤（ディーゼルエンジン駆動）が多く見られました。また、薪割り機など珍しいものの展示もありました。

スウェーデン・フィンランド

スウェーデン・フィンランドでは、製材機械メーカー間の競争、技術革新が激しく、結果的に合併が進んでいるそうです。また、提携を組むことで対応している場合もあります。スウェーデンでは原木選別機械のインターログ社、製材機械(本機)のアリ社、エッジャー

(耳摺り機)のカテック社、製品選別機械(ソーター)のレンホルメン社が提携を組み、トロボノールグループとして、製材ラインを一貫して設計、提供できるようになっています。また、このグループにはフィンランドのヘイノラ社(前アールストロム社)も加入しており、技術提携によってより良いものを提供しているようです。

スウェーデンではトロボノールグループ主催のリグナ製材工場ツアーとして4工場を訪問しました。また、フィンランドではバーカーのメーカーであるヴァロンコーネ(VK)社、ヘイノラ社、そしてヘイノラ社の案内により4工場を見学しました。

数年前、ニュージーランドやカナダの製材工場を紹介した^{3,4)}ときには、タイコ材が機械の外側を回って再びデッキに戻されるメリーゴーランド(リターン)方式が一般的でした。しかし、今回見学した8工場の中でメリーゴーランド方式を採用しているのはフィンランドの1工場だけでした。

メリーゴーランド方式に替り、大勢を占めているのが直線送り方式です。この方式はそれぞれの役を持った機械を直列に配置し、連続的に丸太を送り込むと製品が連続的に出てくる方式で、ところてんを作るように製材を行います。

ただし、メリーゴーランド方式と直線送り方式には生産規模の差があります。メリーゴーランド方式では年間生産量4~5万m³に射し、直線送り方式では10~12.5m³となります⁵⁾。この差は1本の丸太をメリーゴーランド方式では2回通すのに対し、直線送り方式は1回であることによります。したがって、どちらがよいというものではなく、生産規模によってラインの構成を選択することになります。図1は代表的なラインです。いずれの方式も機械の空転時間はほとんどありません。

これらのラインのすべてにチップパーキャンターが採用されています。また、工場によってはプロファイリングカッターを採用しているところもあります。このプロファイリングカッターとは、丸太の径によってチップパーキャンターと組み合わせ、チップパーキャンターで残った丸身の部分を図2のようにチップとして削り取るものです。このあと、この部分にのこが入られることにより板が得られます。したがって、このプロファイリングカッターを採用することで、エッジャーによる耳摺り工程を省くことができます。

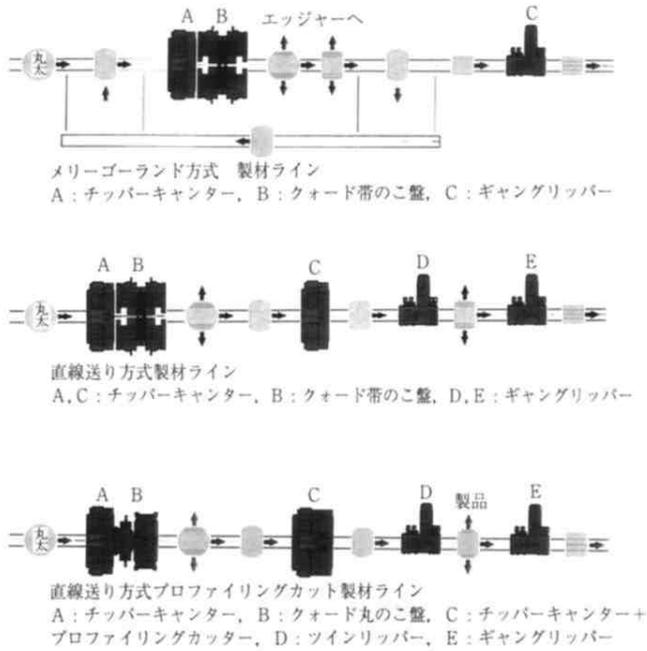


図1 代表的な製材ライン⁶⁾

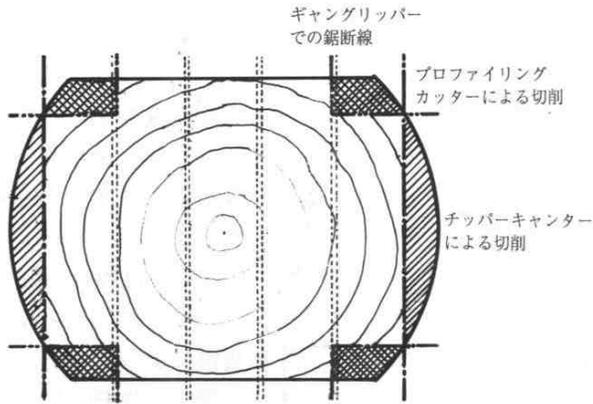


図2 プロファイリングカッターによる切削

もう一つ特筆すべきは、カーブソーイングなる曲がり挽きをほとんどの工場では採用していることです。曲がり挽きとは原木の曲がりに沿って製材する方法です。具体的にはまず、オペレーターの手動操作、あるいはセンサーを用いた自動操作により、原木の曲がりや上下方向としてチップパーキャンター(左右のカッターヘッド)に投入します。そして、チップパーキャンターは曲がりやと平行した面を切削します。これにより、曲がりやを持ったタイコ材がつくれます。次にこのタイコ材は横倒しされ、安定する切削面を水平にした状態で曲

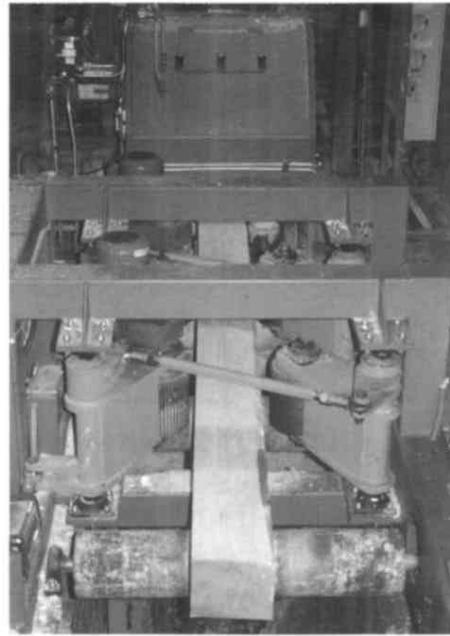


写真3 曲がり挽きされた角材

がり挽きのチップパーキャンターに投入されます。チップパーキャンターは丸身を削り落して左右方向に曲がりやを持つ角材を排出します(写真3)。続いて曲がり挽き丸のこ盤(ギャングリッパー)に投入され、曲がりやに合わせて鋸断されて、多少弓反りのある板として排出されます。

曲がり挽き自体の仕組みを簡単に説明すると、材料の中央は常に機械の中央を通る、すなわち、材料の中心線に対し、刃物の距離が一定になるよう刃物の直前のサイドローラーが材料の位置を制御(センタリング)しながら送り込みます。したがって、材料は弧を描くように通過していきます(図3)。このように曲がり材を曲がりなりに送りながら切削するため、チップパーキャンターとギャングリッパーを1か所に近づけると、刃物間の距離が長く、機械への負荷や製品の精度・歩留まりなどの不都合が起こります。そのため、両者は別々に設置しなければならず、それらの間に原木長さ以上の間隔が必要となります。チップパーキャンターとプロファイリングカッターはヘッドの間隔を小さくできるため、1台の機械とされています。

この曲がり挽きの利点として、曲がりなりに製材するため歩留まりが向上すること、製品の目切れが少なくなることがあげられます。これに対し、製材直後の製品は曲がりやに合わせて製材しているため弓反りを持っています。この点が問題になると考えられます。しかし、

乾燥によってこの反りは押えられるようです。

これらの直線送りに組み込まれた機械のすべてが送材速度毎分100m程度の能力を持っています。

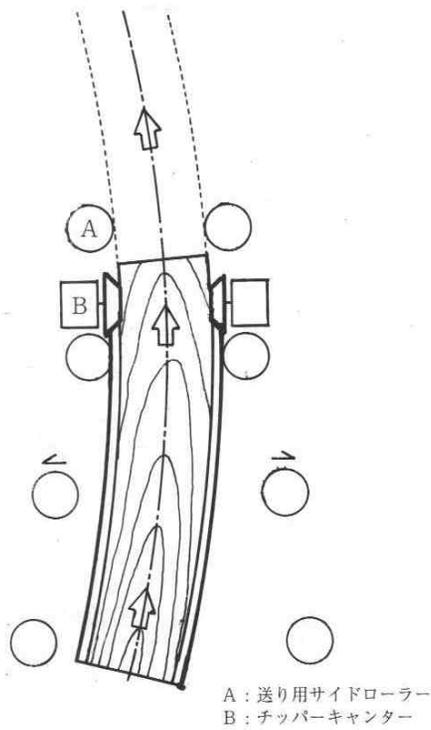


図3 曲がり挽きにおける材料の流れ

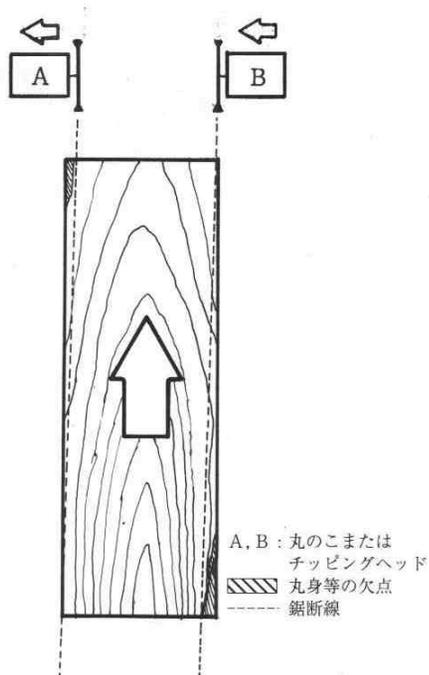


図4 オプティマイザーによる斜走木取り

プロファイルカッターを採用していない工場ではエッジャーが必要となります。このエッジャーによる耳付き材や丸身の残っている板類の処理を行う工程も合理化され、センサーを用いた無人の機械で丸身を測定してコンピューターにより材幅等の木取りを決めています(オプティマイザー:最適化装置)。驚いたのは、この際材料はセンタリングされ、真っ直ぐに送り込まれますが、コンピューターに連動したエッジャーの2枚の丸のこ(あるいはチップングカッター)が平行のまま左右にシフトすることにより、図4のような木取りを行っています(斜走木取り)。送材速度は毎分200m以上であり、材料は飛ぶように送り込まれます。

さらには、かつて林産試験場でも研究を行っていた「自動小割り指示装置」⁶⁾と同様、欠点を画像処理により検出し、木取りを決定する装置が実用化されており、「ボードマスター」という製品名で製材工場で使用されていました。当時は3.65m材1枚当たり約20秒の処理速度を要していましたが、ここでは横送り方式を用い、途中で材料を反転させることにより、裏と表をそれぞれのカメラ(長さ方向に3分割)で撮影し、数秒で計算を終えていました。この装置は幅決め、長さ決め、ソーティング等に利用されます。

材料の長さ決め工程は、材料がコンベアー上を連続的に横送りされる間に行われます。まず、丸身の出にくい元口側を一定長さに切った後、コンベアーの送り方向に直交して材料を移動し、末口側の位置をそろえます。末口側にはブースが設けられていて、その中の作業者が反転される材料を見ながら(写真4)、規定長さごとに切り替わるレーザー光を当て、丸身や節等の欠点を除去するための切断位置を決めます。レーザー光の切替は、旧式はボタン式でしたが、最新式は光セ

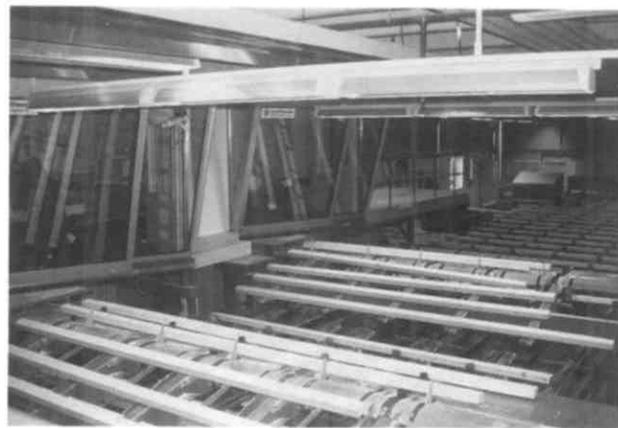


写真4 長さ決めラインと作業者ブース

ンサー上に手を置き、手の位置によってレーザー光が切り替わる(写真5)方式が開発され、作業者への負担軽減や能率向上に寄与しているようです。切断位置が決まった材料は、切断位置に応じて元口側に出現するストッパーに押し付けられた状態で横送り(写真6)され、固定された丸のこで横切りされます。

製品の仕分けにはソーターが用いられ、40種類程度に分類されます。その際、幅30cm程度のブースに数十cm程度の高さから落され、底が随時下がりながら2m以上の高さになるまで積み重ねられます。このため損傷が起こることもあり、日本の針葉樹一般製材における板類の分類には向かないと思われます。

北欧の製材工場

次に見学した製材工場をいくつか紹介します(以下、

・工場名、(国名、所在地)の順で表記)。

・Heby, Malarskog (スウェーデン, Heby)

1993~1995年の設備で、能力は1シフト半で年間製品14万 m^3 (1シフト9万3千 m^3)となっています。機

械の構成は工程順にログスキャナー、木取り決定用自動丸太回転装置、チップャーキャンター、プロファイリングカッター、ツインリッパー、タイコ材横倒し装置、チップャーキャンター、プロファイリングカッター、ギャングリッパーとなっています(写真7)。プロファイリングカットのため、エッジャーは設置されていません。

・Langshyttan, Mellanskog(スウェーデン, Langshyttan)

1995年の設備で能力は9万 m^3 (1シフト)です。機械の構成はログスキャナー、木取り決定用自動丸太回転装置、チップャーキャンター、クォードリッパー、背板用オプティマイザー付きエッジャー、チップャーキャンター、プロファイリングカッター、ギャングリッパーとなっています(写真8)。また、形状測定装置ボードマスター、グリーンソーター、棧積み装置などの製品管理の自動化も充実していました。

ここは集成材の製造も行っており、ドイツ向けの大断面集成材を製造しています(写真9)。また、見学時には日本向けの^{くたばしら}管柱用と思われる集成材を製造していました。各所に自動化が図られたインとなっています。

・ER-Saha(フィンランド, Viittasaari)

今回見学した内、唯一メリーゴーランド方式を採用していた工場です(写真10)。機械の構成はログスキャ

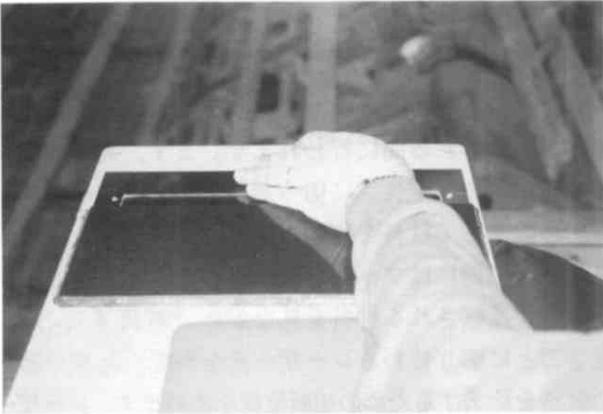


写真5 手の位置センサー(長さ決め用)

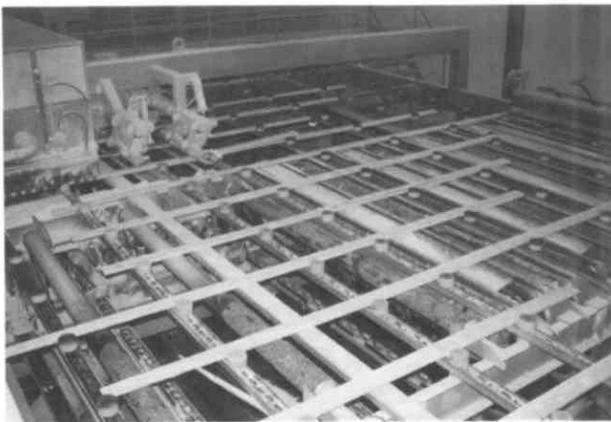


写真6 長さ決めラインの位置決めコンベアー



写真7 Heby製材工場の直線送りライン

ナーによる自動木取り装置、チップャーキャンター、ツインバンドソー、トリプルバンド、オプティマイザー付きエッジャーとなっています。ツインバンドとトリプルバンドの間にリターン用コンベヤーが設けられており、タイコ材は機械の外側を通過して手前にもどされます。丸太はリターン用コンベヤーにタイコ材がいっぱいになるまで投入され、いっぱいになった段階で丸太の投入をストップし、タイコ材を続けて投入し、リ



写真8 Langshyttan製材工場、手前側にログスキャナー



写真9 Langshyttan集成材工場



写真10 ER-Saha製材工場のメリーゴーランドライン

ターン用コンベヤーを空にします。今回はトリプルバンドの中央用のこ（後側のこ車）は使用していませんでした。生産量については見学資料に記載されていないためカタログによる推定ですが、1シフト5万^m3程度と思われます。

冬期は工場内を暖房しており、熱損失の面から集塵機は装備されていないとのことでした。

のこはステライト無しのばちアサリです。のこ厚16ゲージ、ピッチは46mmです。目立て室には湿式の研磨機、サイド研磨機が設置されていました。

・United Sawmills Ltd. Korkeakoski Sawmill (フィンランド, Tampere)

この工場は最近大手資本の United Sawmills (フィンランドNo.1) の傘下に入りました。生産量は23万^m3 (2シフト)となっています。

剥皮は2系列で、製材機械の構成はチップャーキャンター、クォードバンド、チップャーキャンター、ギャングリッパー、3台のオプティマイザー付きエッジャーです。オプティマイザーは形状を測定し、斜走木取りを行います。この工場にはカメラ3台式とカメラ1台式のオプティマイザーが導入されていました。工場のレイアウトの関係で、カメラからのこまでの距離が短い場合に3台式となります。どちらも価格は同じということです。

主材はボードマスターにより、両面品質検査、長さ決めされ、九つに仕分けられます。また、副材(板)も同様に、両面品質検査を受けて長さ決めされ、40種類に仕分けられます。

カナダ

カナダも北欧と並んで製材機械開発の進んでいるところです。そして、曲がり挽き機械の開発も進んでいます。'92年に訪問したソークイップ社(ケベック州)でも、当時から曲がり挽き機械を開発中で、その翌年に発売する話を社長から聞いていました。また、カタログは株式会社関木材工業(新得町)から頂いていました。機械の開発はさらに進み、リグナ木工機械展でも曲がり挽きを中心とした出展を行っていました。

1997年6月17~20日にかけて、カナダで国際木工機械セミナー(IWMS-13)が開かれ、そのうち木工機械に関する研究発表が三日間行われました。また、セミナーの各種ツアーも企画され、筆者は製材工場2か所、窓枠工場、ログハウスなどを見学しました。

デニコマクト社（ケベック州）はIWMS-13のスポンサーとしてパンフレットを配布していましたが、曲がり挽きによる直線送り方式のラインの提案が記載されていました。

また、セミナーの発表にニューネス機械社の曲がり挽きに関する発表がありました⁷⁾。このシステムは北欧が軸固定式なのに対し、2軸式の丸のこはチップーキャンターと共に丸太の曲がりに対応して、送り方向に対して±6°回転する機構を持つそうです。チップーキャンターとのこを1台の機械に組み込んでいるため、他社の曲がり挽き機械に比べて敷地面積を小さくすることができます。

次に見学した製材工場を紹介します（以下、・工場名（所在地）の順で表記）。

・MacMillan Bloedel社Cheminus工場（バンクーバー島Cheminus）

良質大径材（平均径級55cm）のダグラスファー（ベイマツ）やウェスタンヘムロック（ベイツガ）からフリッチや造作用材を製材しています。従業員は175人で3シフトによる24時間操業です。生産力は製品で2300BM/人・日（5.4m³/人・日）以上ということですが、年間に換算すると22万8千m³（1シフト7万6千m³）であり大径木工場の生産量としてはそれほど大きくありません。しかし、価値歩留まりを重視しており、選別・横切りの工程に多くの人を配置し、流れも複雑になっています。表1は1996年の輸出先とその割合を示しています。表を見ると輸出の約半分が日本向けですが、取り引き金額では6割強であり、日本が良いものを多く買っていることがわかります。

丸太は水中貯木され、剥皮後再び貯木場である水にもどされます（写真11）。丸太の整理や移動にはポートが使われています。材長はまちまちで製材の際、工場に入れる段階で長さを決めています。

機械の構成は往復挽き帯のこ盤本機（スラバー：背



写真11 MacMillan Bloedel社Cheminus工場の貯木場

板落しチップー無し、背板処理は従来どおりのチップー)に、クォードテーブル帯のこ盤、エッジャーの構成になっています。造作用材が主であるため、横切りや選別工程が複雑になっており、再挽き割り用のテーブル帯のこ盤も組み込まれています。

・Interfor社Western WhiteWood製材工場（New Westminster, バンクーバーから15km）

小径木製材工場として見学しましたが、30cm程度まで小径木と呼んでおり、日本における間伐材より径が大きいものを製材していました。ヘムロックとバルサムファー主体（Hem-Fir）で、生産量は2シフトで年間製品1億3500万BM（約32万m³）となっています。製品はディメンション材（206, 208材主体）で乾燥材を生産しています。乾燥は高温乾燥とのことでした。

このウェスタンホワイトウッド工場はヨーロッパ的だとの説明を受けましたが、ここの製材方式は直線送り方式であり、北欧で見た工場とほぼ同じです。また、プロファイリングカッターを採用し、エッジャー等の耳摺り機械による工程をなくしています。

選別方法は'92年にカナダで見学したNorthWood社のUpper Fraser製材工場同様に、目視によって等級付けして材面に蛍光チョークで書き込んだ情報を画像処理してトリミングし、ソーターによる仕分けを行っていました（写真12）。この方法がカナダの主流かどうかはわかりませんが、北欧の材面の画像処理による選別（ボードマスター）との違いを感じます。我々の研究から考えると画像処理による欠点認識は難しいものですが、人の目視による判別も体調や気分などでばらつきがあり、正確さではどちらがよいか一概には言えないと思われます。しかし、同じ画像処理を行うのであれば、人手のいない方が有利と考えられます。

表1 MacMillan Bloedel社Cheminus工場の輸出先とその比率

輸 出 先	出荷材積 (%)	出荷額 (%)
日 本	48	63
U S A	23	12
イ タ リ ア	8	10
オーストラリア	10	8
ヨーロッパ	5	6
中東・環太平洋地域	6	1

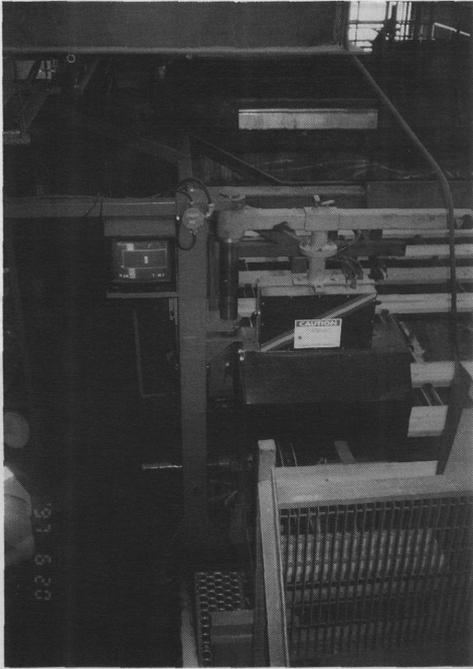


写真12 蛍光チョーク式画像処理による仕分け

ただし、その経済性はシステムの価格にも大きく左右されるでしょう。

おわりに

最近になって輸入機械（北欧あるいはカナダ）を導入した工場が道内にいくつか建設されています。それらはツーバイフォー工場、あるいは梱包材工場です。いずれも輸入材との競合できびしい部門です。そして、梱包材工場は生き残りのためになんらかの手を打たなければならなくなっている状況です。

製材工場の設計を手掛ける株式会社コーエキの野田社長は、「週休2日制などは欧米から取り入れたもの

であるが、生産方式が日本式のままであればひずみが起こる。週休2日制を取り入れるには生産方式も取り入れるべき」と語っています。日本には日本の事情があり、生産方式すべてを取り入れるべきとは思いませんが、私も一部共感を持っています。

日本もようやく生活にゆとりが持てる時代になり、また、労働についても自動化が進み、より安全な作業へと移り変わってきています。そういう中、製材業だけが取り残されるようでは、後継者がいなくなってしまいます。そのためにも合理化された生産方式が必要となってきています。

国内はもとより、海外における新しい技術については、林産試験場はその有効性について検討していく必要があります。まずは曲がり挽きについて検討を開始しています。

参考資料

- 1) 林野庁監修：木材需給と木材工業の現状，平成9年版。
- 2) 北海道水産林務部：木材市況調査月報，平成10年10月。
- 3) 山崎亨史：林産試だより，2月号，16-23(1993)。
- 4) 山崎亨史：林産試だより，6月号，12-19(1993)。
- 5) Ari社：カタログ「Efficient saw systems」。
- 6) 山崎亨史，窪田純一，中田欣作：日本木材学会北海道支部講演集，第23号，10-14(1991)。
- 7) Brian Stroud：Proceedings of the 13th International Wood Machining Seminar, Vol.2, 853-861(1997)。

(林産試験場 企画課)