

# どう進むか、これからの林産業— 森林資源との関連において

(社) 北方林業会会長 宮 島 寛

## はじめに

人類の先祖は森のなかに育ち、森とともに生きてきた。人口が増えるにつれて、食糧確保のため森を焼き、薪をつくる農耕民族が誕生した。森林資源の豊富な地域では、森林を伐採し、丸太を材料にして住居を建てる技術を修得し、さらに鋸の出現により、角材、板材を用いて本格的な木造建築を建てる技術へと進歩し、今日に至っている。そしてこれらの材料はすべて天然林から伐り出されたものであった。この木材資源の保続を図ろうという考えは非常に古くからあり、すでに神話においてスサノオノミコトが自分の毛を抜いてスギ、ヒノキ、マキ、クスノキをつくり、スギとクスは舟材に、ヒノキは建築材に、マキは棺材にせよ、と教えたという話がある。ここに木を植えるということと樹種別の用途を考えていることがうかがえる。吉野地方では、すでに千年も前からスギ、ヒノキの植栽が行われ、今日の密植、除、間伐、技打ちによる200年にもおよぶ長伐期育成林業が確立されている。吉野スギは非常に高価である。しかしこれから新たに吉野林業を始めることはできないであろう。木を植えてから、できるだけ早く利用価値の高いものを収穫するのが、これから林業であり、天然林の伐採は可能な限り少なくしなければならないであろう。森林資源と木材産業について考えてみたい。

## 北海道における木材利用のはじまり

北海道の場合、天然資源に恵まれ、針葉樹では直径1m以上のアカエゾマツ、広葉樹ではミズナ

ラ、ヤチダモ、マカバ、セン、カツラなどの大径木があり、平地のこれら広葉樹は開拓の邪魔物として焼き払われた時代もあった。エゾマツ、トドマツは建築材料として使われ、またヤチダモは直であったので、大きな建物の梁として利用されたが、そのほかの広葉樹としては薪として使われる程度であったナラ材の用途は、明治30年代に当時の帝政ロシヤの利権のもとに始められたウラジオストックからハルピンを経由するシベリア鉄道の敷設工事に、枕木として大量に輸出されたことに始まった。大径木から製材したナラの枕木はきっとほとんど無節の素晴らしいものであったろう。これを見たイギリス人が、道産ナラ枕木を大量に買い付け、本国へ送った。当時、鉄道敷設をそれほどしていないイギリスでなぜ大量の枕木が必要なのか、不思議に思った人が、イギリスまで調べに行き、枕木が再び製材されて家具材となっていることがわかり、以後イギリスの希望寸法に、こちらで挽いて送ることにした。この寸法がインチであったので、インチ材と呼ばれるようになった。

## 北海道における建築材料としての木材資源

森林資源は、日本全体として、ここ20年ほどの間に約10億m<sup>3</sup>増え、29億m<sup>3</sup>という数値になっている。これはスギ、ヒノキを主とする全森林面積の40%を占める人工林の蓄積が増え、14億m<sup>3</sup>近くになっているためである。しかし最近の年間伐採量は3,700万m<sup>3</sup>、出材3,100万m<sup>3</sup>程度で推移し、その2倍以上に相当する7,500万m<sup>3</sup>もの木材が輸入されている。この伐採量は総蓄積の1.3%程度

で、人工林が40%も占めるという条件では非常に少ないといえよう。これは木造住宅の柱材を主な目的に育林しているスギ、ヒノキ林業に大きな問題があると考えられる。柱だけで家は建たない。土台、梁、桁、もやなど見えないところに使用する材料の方がはるかに多い。これらに枝打ちして育てた値の高い柱材を使用するわけにはいかないので、輸入材を沢山使うことになる。

北海道における森林資源量は統計では、かなり昔からほとんど変わっていない。これは北海道における人工林面積は150万haで、全森林の26%に相当し、全国平均より少ないと主要造林木のトドマツの生長量が全体的には良くないことによると思われる。カラマツの蓄積は次第に増え、6,400万m<sup>3</sup>となり、エゾマツ類の合計5,700万m<sup>3</sup>より多くなっている。しかしカラマツの樹齢の高いものにおいても間伐があまりなされていないので、太いものは非常に少ない。したがってカラマツを建築構造材とするには資源的に無理である。カラマツ心材の赤みを生かして内・外装パネル材、集成材として階段、窓外枠材料、テーブル天板などとして使用するのがよいと思われる。無節の赤みの強いものであれば、高級家具・建具材となる。したがって、心材の赤みが強いカラマツを除・間伐と枝打ちを徹底して太く育てると利用価値が増すであろう。

トドマツ造林木には材密度が低く、針打ち接合に問題のあるものがある。これらは接着パネルの芯材のうち、特に力学的に重要でない部材として使用するか、天井、壁などの内装材とするのがよいであろう。このトドマツの場合、構造材として使用するには材密度か曲げヤング係数の検査が必要であろう。

現在、天然林材、人工林材を含め道産材のみで、軸組の在来工法で家を建てることは極めてむずかしいであろう。エゾマツの柱、長押などの良質材は山元か、製材業者との特別のルートがなければ入手できない。これらには一般に北米のシトカスプルース材が使われている。

## 建築用材の現状

住宅において高気密、高断熱、かつ快適なベンチレーションが望まれるようになった。高気密を維持するには使用される建築材料の高い寸法安定性が必要である。当然、未乾燥の木材を使用した場合、乾燥により収縮し、透き間ができる気密性は落ちる。北海道立寒地住宅都市研究所の調査で、この気密性は建築直後に比べ、1年後に若干落ち、以後はあまり変わらない、という一般的な傾向が出ている。このように建築直後の気密性を維持するには十分乾燥した材料を使用しなければならない。エゾマツとトドマツの場合、含水率1%減少による収縮率は板目方向でそれぞれ0.29および0.35%，まさ目方向で0.16および0.14%（木材工業ハンドブック）という数値が出ている。木材の状態から冬の暖房使用時の平衡含水率10%前後になると、木材が収縮を始める含水率約25%から15%も乾燥したことになり、トドマツの板目では5.25%，エゾマツでも4.35%収縮することになる。10cm幅の板目材はトドマツで5mm、エゾマツで4mmの収縮、まさ目ではともに2mmである。収縮とともに腐朽防止にも15%程度まで乾燥した木材を用いることが望ましい。

木材の乾燥は断面が大きくなると、むずかしくなり時間がかかる。乾燥時間は厚さの自乗に比例すると思っていれば良い。厚さが2倍になれば乾燥時間は4倍、3倍になれば9倍ということになる。枠組壁工法（2×4工法）では主要枠組材の厚さは乾燥後38mmであるので、特に乾燥による狂いの大きい材でなければ、乾燥は易しい。これに對して在来工法の柱は一般に10.5～12cm角であるので、乾燥時間は枠組材の7～10倍もかかることになり、乾燥室で枠組材が3日で乾燥できることすれば、在来工法の柱を同じ条件で乾燥すれば20～30日も要することになり、乾燥コストが枠組材よりも高くなる。このため在来工法用の乾燥材はなかなか普及しない。

一方、構造材には設計上必要なヤング係数と強度値または許容応力度が明示されているのが理想である。我が国では、建築基準法施行令に極めて

大ざっぱに許容応力度とその3倍の強度値が与えられている。この値が適用されるのは、製材の日本農林規格に基づく1等材にはほぼ相当する材以上の品質のものである。北米の規格では、このような視覚検査に基づく等級区分も非常に細かくなされ、同一樹種でも比重の高いものと低いものに分けられている場合もあり、それぞれ許容応力度とヤング係数が与えられている。また、視覚検査で、上級材と判断されたものについて、グレーディング・マシン（ヤング係数を自動測定）を通し、ヤング係数と曲げ許容応力度を材面に刷り込んだMSR（Machine Stress Rated）Lumber（機械的応力区分材）も市販されている。例えば、1500Fb-1.4Eは、数値はpsiで示され、曲げ許容応力度は、単独に使用するとき $105\text{kg/cm}^2$ 、部材を60cm以内の間隔で3体以上平行に並べて枠組として使用するときは15%増の $121\text{kg/cm}^2$ 、ヤング係数は $98 \times 10^3 \text{kg/cm}^2$ という表示である。材に刷り込みの数値をそのまま計算に用いることができ、もちろん人工乾燥材である。枠組材は未乾燥材と人工乾燥材が売られている。

木材の乾燥を考えると、在来工法材の断面寸法は、枠組材に比べ、相当に不利であり、強度区分においては、わが国は全く立ち遅れている、といわねばならない。

## 世界の森林資源と林産物の生産、輸出および消費

先に述べたように、わが国は木材需要量の7割を輸入している。この輸入がいつまで続けられるだろうか。世界の森林資源を調べて見よう。以下の表1はカナダ林野庁発行のForestry Facts(1990.5改訂版)に記載されているものである。

この表によれば、世界の生産林の1/4以上が南米とソ連にあり、北米16%，アジア14%で、蓄積は31%が中南米に広葉樹として、28%がソ連に大部分が針葉樹としてある。北米は15%で、針葉樹が7割ぐらいである。このなかで中南米の広葉樹資源の大部分はアマゾン河流域にあり、現在その大量面積の消滅が問題になっている。北米の場合は、特に針葉樹の宝庫である西海岸地域においてマダラフクロウの保護のため原生林の伐採を禁止させようという運動が強く進められており、今後の推移が注目されるところである。

つぎに現在の主要国における林産物の生産高を表2に、輸出高を表3に、消費量を表4に示す。

主要国の林産物生産高について、まず針葉樹素材ではアメリカが最も多く、3.2億m<sup>3</sup>で、世界の28%，ついでソ連が2.7億m<sup>3</sup>で24%，3位がカナダで14%であり、これら3国で世界の66%を生産している。針葉樹製材生産高もほぼ同様で、これら3国で2.4億m<sup>3</sup>、63%を占めているが、わが国は、輸入素材の製材により生産高2,616万m<sup>3</sup>で4位となっている。合板、パーティクルボード、ファ

表1 世界の森林資源

地域 (国) 名	全森林面積 (百万ha) A	生産林面積(B/A) B(百万ha)	蓄積(%) (百万m <sup>3</sup> )
世界	4,336	100.0	310,654 100.0
カナダ	453	10.4	23,154 7.4
アメリカ	296	6.8	23,600 7.6
中南米	988	22.8	97,000 31.2
アフリカ	744	17.2	25,000 8.1
ヨーロッパ	159	3.7	12,000 3.9
ソ連	929	21.4	85,900 27.6
アジアオセアニア	767	17.7	44,000 14.2

どう進むか、これから林産業—森林資源との関連において

表2 主要国林産物生産高 (1988)

国名	針葉樹素材		針葉樹製材		木質ボード		木材パルプ		新聞紙		他紙製品	
	(1000m³)	(%)	(1000m³)	(%)	(1000m³)	(%)	(1000t)	(%)	(1000t)	(%)	(1000t)	(%)
世界	1,146,110	100.0	378,582	100.0	125,877	100.0	151,183	100.0	32,108	100.0	192,221	100.0
カナダ	162,662	14.2	59,611	15.7	6,499	5.2	23,550	15.6	9,969	31.0	6,669	3.5
アメリカ	322,207	28.1	88,264	23.3	36,177	28.7	55,530	36.7	5,427	16.9	64,160	33.4
スウェーデン	42,567	3.7	11,031	2.9	1,319	1.0	10,074	6.7	2,064	6.4	6,097	3.2
フィンランド	38,140	3.3	7,720	2.0	1,456	1.2	9,001	5.9	1,400	4.4	7,252	3.8
ソ連	270,800	23.6	90,300	23.9	14,239	11.3	10,374	6.9	1,750	5.5	8,466	4.4
日本	19,133	1.7	26,164	6.9	9,366	7.4	10,407	6.9	3,067	9.6	21,588	11.2

表3 主要国の林産物輸出 (1988)

国名	針葉樹製材		木材パルプ		新聞紙		全林産物 輸出額 (百万CA\$)
	輸出額 (百万CA\$)	生産高 の %	輸出額 (百万CA\$)	生産高 の %	輸出額 (百万CA\$)	生産高 の %	
世界	13,105	21	18,129	17	10,425	45	104,626
カナダ	5,242	68	6,475	36	6,195	86	22,562
アメリカ	1,396	9	3,566	9	363	7	13,198
スウェーデン	1,306	62	2,042	31	1,246	87	9,114
フィンランド	1,259	65	1,297	18	890	86	10,073
ソ連	1,254	9	576	11	190	21	3,743

CA \$ : カナダドル

表4 主要国の林産物消費量 (1988)

国名	針葉樹製材		木質ボード		パルプ		新聞紙		他紙製品	
	(1,000m³)	(%)	(1,000m³)	(%)	(1,000t)	(%)	(1,000t)	(%)	(1,000t)	(%)
世界	374,677	100.0	125,644	100.0	151,390	100.0	33,474	100.0	190,212	100.0
カナダ	19,942	5.3	4,836	3.8	15,435	10.2	1,333	4.0	4,643	2.4
アメリカ	113,181	30.2	38,135	30.4	54,903	36.3	12,843	38.4	63,680	33.5
ソ連	82,319	22.0	13,270	10.6	9,511	6.3	1,398	4.2	8,121	4.3
日本	32,704	8.7	11,977	9.5	13,453	8.9	3,337	10.0	21,827	11.5
西ドイツ	11,358	3.0	8,286	6.6	5,449	3.6	1,542	4.6	10,425	5.5

イバーボード、ウェハーボードなどの木質ボード類の生産はアメリカが抜群に多く、世界の29%を占め、ついでソ連の11%、日本の7%，カナダの5%となっている。木材パルプはアメリカで世界の37%，カナダで16%で、合わせて62%となり、新聞用紙もカナダ31%，アメリカ17%の生産である。その他の板紙、書籍、筆記用紙などの生産高はアメリカが特に多く、33%を占め、ついで日本が11%である。

主要国の林産物輸出額は、針葉樹製材ではカナダが最も多く生産高の68%に相当する52億カナダ

ドルで、他のアメリカ、スウェーデン、フィンランド、ソ連の12~14億ドルを大きく離している。木材パルプは同じくカナダが生産高の36%の65億ドルを輸出している。この内訳はアメリカ45%，EEC28%，日本15%，イギリス4%となってい。ついでアメリカは36億ドル近い額を輸出しているが、同時にカナダから29億ドルも輸入している。新聞用紙は、カナダは生産高の実に86%に相当する62億ドルを輸出しているが、この85%はアメリカである。林産物輸出高合計では、カナダが1位で225億ドル、ついでアメリカの132億ド

ル、フィンランド101億ドル、スウェーデン91億ドル、ソ連37億ドルとなっている。ただし、ここでアメリカは輸出と同時に、大量の輸入も行っている。

主要国の林産物消費量については考えさせられることが多い。まず針葉樹製材はアメリカで世界の30%の1.13億m<sup>3</sup>、ソ連が22%の8.23千万m<sup>3</sup>、つぎが日本で8.7%の3.27千万m<sup>3</sup>である。木質ボード類はアメリカ30%，ソ連10.6%，日本9.5%。木材パルプはアメリカ36%，カナダ10.2%，日本8.9%。新聞用紙はアメリカ38%，日本10%で、つぎが西ドイツ、ソ連、カナダの

4.6~4.0%である。板紙、書籍、筆記用紙などもアメリカ33.5%ついで日本が11.5%で2位である。以上のようにアメリカは生産物全体について、世界の生産量の30%以上を消費している。特に新聞用紙は38%という数値である。そして我が国は、各項目について世界2~3位の消費国である。木材業界、紙、パルプ産業としてはもっとも生産を上げ、製品を消費させたいところであろうが、森林資源との対比において考えると、この資源はいつまで続くのだろうか、という疑問が出てくる。

### カナダの森林資源、育林業績および林産物価格

現在世界一の林産物輸出国のカナダの森林資源

表6 育林業績

	1984-86平均	1986	1987	1988
地ごしらえ (ha)	316,896	396,616	478,875	450,590
植栽面積 (ha)	266,830	299,518	370,245	413,291
本数 (千本)	466,735	540,857	656,468	731,332
人工播種 (ha)	28,629	25,954	37,318	37,726
母樹更新 (ha)	217,063	245,531	275,487	269,309
州別植栽実績-1988	面積(ha)	苗木数(千本)	(本)/(ha)	
カナダ全土	413,291	731,332	1,770	
大西洋側州	35,803	87,538	2,445	
ケベック州	99,055	226,200	2,284	
オンタリオ州	81,025	171,579	2,118	
草原地帯州	32,548	51,234	1,574	
ブリティッシュ・コロンビア州	164,860	194,781	1,181	

の状況と育林業績を表5、6に示す。

表5に見られるように、総蓄積は針葉樹183億m<sup>3</sup>、広葉樹56億m<sup>3</sup>で、合計239億m<sup>3</sup>。両者の比は76:24である。この総蓄積量は我が国の28.6億m<sup>3</sup>の8.4倍に相当する。蓄積の多いのはブリティッシュ・コロンビア38%，ケベック17%，オンタリオ15%の3州である。針葉樹のうち構造材として最良の質を誇るダグラス・ファーの蓄積が全針葉樹の3.9%の7億m<sup>3</sup>であるのが、意外な感じである。最も多いのがトウヒ類で40%，73億m<sup>3</sup>である。このトウヒ類の内訳が記載されていないので、詳細は分からぬが、次の育林業績では植栽樹種がホワイトスプルース35%，ブラックスプルース19%となっているので、これらの樹種が主体と思われる蓄積の多い3樹種グループspruce-pine-fir

がS-P-Fとして扱われ、2×4工法の枠組材のなかで大きな割合を占めている。これらの蓄積は全針葉樹の79%，144億m<sup>3</sup>となっている。ただしこのなかのモミ属のうち材密度が高いアマビリスファーなどはつぎのヘムロック(ベイツガ)と一緒にし、Hem-Fir グル

表5 カナダにおける主要樹種の蓄積

針葉樹		広葉樹	
樹種	(百万m <sup>3</sup> ) (%)	樹種	(百万m <sup>3</sup> ) (%)
Spruce (トウヒ)	7,339 40.2	Poplar/aspen (ヤマナラシ)	3,199 56.6
Pine (マツ)	4,227 23.1	Birch (カバ)	1,160 20.5
Fir (モミ)	2,877 15.7	Maple (カエデ)	685 12.1
Hemlock(ベイツガ)	1,298 7.1	Other (そのた)	253 4.5
Cedar (ベイスギ)	897 4.9	Unspecified (非分類)	350 6.2
Douglas fir(ベイマツ)	715 3.9		
Larch (カラマツ)	108 0.6		
Unspecified(非分類)	812 4.4		
計	18,273 100.0		5,647 100.0

カナダ森林調査1986による

ープとされ、枠組材として主要な樹種グループとなっている。広葉樹の57%がポプラとアスペンの *Populus* (ハコヤナギ属) で、これはアメリカとの国境地帯に東西に帶状に分布し、蓄積32億m<sup>3</sup>と多いが、低密度材のため利用価値が少なくウェハーボードの原料となっている。ほかに、樹種(属)名があるのはカバとカエデで、それぞれ20%, 11.6億m<sup>3</sup>と12%, 6.85億m<sup>3</sup>である。このなかで、材質が優れているのはハードメープルといわれ、その葉がカナダの国旗に赤く描かれているサトウカエデぐらいと思われる。また、カナダ全土の森林バイオマスは全乾重量で260億トンと見積もられている。

カナダの育林事業は近年拡大されている。表6によれば植栽面積は1984—86年の平均が27万haであったものが、1988年には45万haと増えている。育林事業全体では1988年の業績は1975年の3倍になっている、と記載されている。植栽樹種は前述のホワイトスプルース (*Picea glauca*) とブラックスプルース (*P. mariana*) のほかバンクスマツ (*Jack pine, Pinus banksiana*) 13%で、これら3樹種で67%となっている。この育林樹種を見ると、将来カナダ材の主体は現在と同じS-P-Fであると思われる。1988年の育林経費は7.05億ドル(850億円)で、母樹更新が行われ、別に天

然更新もある、と書かれている。9年前にアメリカ・ワシントン州のウェアハウザー社の森林を見せてもらったことがあるが、そこでは皆伐後、ヘリコプターから焼夷弾のようなものを落し、林地残材を焼却する。この時の熱で、ダグラス・ファーの残された枝に付いていたコーンがはじけ、種子が落ちて、ダグラス・ファーのみが生えて、その一斉林になる、という説明であった。西海岸ではこのような天然更新も行われていると思われる。この表におけるhaあたりの植栽本数の違いも興味のあるところで、カナダ全土ではhaあたり1770本であるが、大西洋岸州の2445本からブリティッシュ・コロンビア州の1181本まで変化している。植栽本数をできるだけ最終収穫本数に近づけるのが育林技術の進歩ともいえるが、この州による植栽本数の差についての説明はない。西海岸地帯は林木の生長の良いところであるので、植栽本数が少なくてよいとも思われる。

カナダ林産物の価格の例を表7に示す。このうち、北米東部地域における未乾燥の樹種群がS-P-F、規格がスタンダード以上の2×4材が、1984—86年の平均が1.47万円/m<sup>3</sup>、翌87年は1.69万円に上がり、以後値下がりして89年は1.42万円となっている。同じ寸法、規格の人工乾燥材は1984—86年の平均のみが未乾燥材よりわずかに高くなっている。

表7 林産物価格例

	1984-86平均	1987	1988	1989
木材パルプ・晒し針葉樹クラフト(アメリカ北部、トンUS\$)	467	578	713	823
新聞紙(ニューヨーク、トンUS\$)	532	590	650	650
製材・東部未乾燥スタンダード以上S-P-F2×4(MBF CA \$)	290	333	295	280
同 (1 CA \$ = 120円とすれば m <sup>3</sup> 円)	14,748	16,935	15,002	14,239
東部人乾材スタンダード以上S-P-F2×4 (MBF US \$)	247	293	277	273
同 (1 US \$ = 140円とすれば m <sup>3</sup> 円)	14,655	17,384	16,435	16,198
西部人乾材スタンダード以上S-P-F2×4 (MBF CA \$)	163	200	186	184
同 (m <sup>3</sup> 円)	9,246	12,345	10,551	10,437
シングル・18" perfections #1 (roof square US\$)	54	69	90	86
同 (m <sup>2</sup> 円)	814	1,040	1,356	1,296
シェイク・½" ×24" (roof square US\$)	43	55	67	59
同 (m <sup>2</sup> 円)	648	828	1,009	889

シングル：製材による薄い(10~12mm)矩形の板で、厚さ方向にテーパーがついており、屋根、壁を葺くまさ。シェイク：この手割りによるもの。MBF：100万平方フィート(厚さ1in換算)

表8 カナダ林産工業上位10社 (1988)

順位	社名	売上高 (百万CA \$)	資産	従業員数
1	Abitibi-Price	3,305.5	2,630.6	13,374
2	MacMillan Bloedel	3,273.5	2,779.2	12,000
3	Canadian Pacific Forest Products	3,005.9	2,774.4	15,158
4	Domtar	2,703.0	3,186.0	14,250
5	Consolidated-Bathurst	2,372.1	2,332.6	10,987
6	Fletcher	1,471.5	1,665.4	5,600
7	Canfor	1,084.2	1,159.9	4,393
8	Pepap Enterprises	1,028.3	2,264.9	2,390
9	Weldwood of Canada	894.6	707.0	4,675
10	Donohue	648.3	907.1	3,500

かに安いという理解できない現象となっているが、以後は乾燥材の方が $m^3$ あたり1,100~1,950円程度高い。北米東部において $2 \times 4$ 乾燥材が14,250円/ $m^3$ で入手できるのである。この値は生産地の西部ではさらに安く、同人乾材が1万円程度である。

つぎにカナダにおける林産工業上位10社を表8に示す。

1位のAbitibi-Price社の売上高と資産を、1 CA \$ = 120円(1990, 10)として換算すれば、それぞれ3967億円と3157億円となる。従業員1人あたりの売上高は2966万円である。

以上カナダの森林資源と林産工業に関するこことを述べてきた。簡単にまとめると、つぎのようになる。

1986年に102万haの森林が伐採され、1.77億 $m^3$ の素材が生産されている。造材歩留りを0.8とすれば、伐採された立木材積は2.2億 $m^3$ となり、伐採面積2.44億haの1/239に、伐採量は総蓄積239億 $m^3$ の1/109に相当する。haあたりの伐採量は216 $m^3$ となるが、造材歩留りが0.7であれば246 $m^3$ となるこれらの数値が、カナダ林業における木材の生産を持続させるために妥当であることを期待したい。

### 育成林業—ラジアータパインの場合

これから木材資源の育成は、その主体を人工林に置かねばならないであろう。人工林といって

も、それは畑のように整地されたところに、列状に整然と苗木を植え、育成する場合から、天然林のうち国公立公園、防炎保護林、天然更新のむずかしいところなどを除く生産林において、良質材の生産と生長促進のため手を入れるものまでも含めての話である。後者

を林野庁では育成天然林と呼んでいる。

前者の整地したところに苗木を植栽し、育成する本格的な造林の成功例としては、ニュージーランドのラジアータパイン林業を挙げねばならない。その歴史は90年ぐらいであるが、初期はhaあたり3,000本植栽、除・間伐、枝打ちなし、自然淘汰による45~50年育成の林業であった。これは病虫害に弱く、輪生枝による集中節があり、広年輪幅のものは低密度材であった。これを現在old cropと呼んでいる。この経験から植栽本数をhaあたり1,500本以下、除伐で最終収穫本数の220本にし、3回に分けて樹高6mまでの細いうちに枝打ちを行う育林技術の開発と年輪幅が広くても材密度があまり低下しない材質改良を行い、25~30年で、胸高直径50cm程度に生長させるnew cropを開発し、1970年代の後半から本格的な植栽を始めた。このnew crop材が大量に出始めるのは2005年以降で、その時は、130万haの造林地から毎年3,000万 $m^3$ の素材が生産される予定である。ニュージーランド国内の消費は600万 $m^3$ 程度であるので、生産量の8割を素材と製品で輸出する計画である。我が国の素材生産量は前述のように2,500万haの森林から3,100万 $m^3$ である。生産性の大きな違いが分かると思う。用途は、1番玉の無節材が合板、家具、建具、その上の太い部分が一般建築材となり、さらに上部の細い部分はパルプ材である。このニュージーランドのラジアータパイン育成林業の技術は、南米のチリ、アフリカのケニア、ス

ペインにも導入され、いずれも早期育成に成功している。チリの現状はつぎのとおりである (G. Cotelli & W. G. Kauman 1990)。

1988年におけるラジアータペインの植栽面積は150万ha, 蕎穀は1.31億m<sup>3</sup>で、同年の生産高は、製材原木566万m<sup>3</sup>, パルプ材358万m<sup>3</sup>, 合板およびパネル原木54万m<sup>3</sup>, 輸出丸太280万m<sup>3</sup>で、合計1,258万m<sup>3</sup>となっている。最近は製材量も多くなり、現在271万m<sup>3</sup>で、その38%が輸出されている。毎年22年伐期として5.7万haずつ植栽を進め、2000年には2,700万m<sup>3</sup>の出材を予定している。

このように新しい木材資源が現れ始めている。

一方、未利用材、工場廃材を使った品質の安定した製品も生産されるようになった。

### これからの木質構造材料、エンジニアード・ウッド (Engineered wood)

最近エンジニアード・ウッドという言葉が、木材、建材関係の新聞、雑誌によく見られるようになった。これは材料の力学的性質の評価が明確になされ、その評価数値による構造計算が高い信頼性をもって行うことができる木質材料といってよいであろう。

木材の強度は、樹種はもちろん、同一樹種でも産地により、また天然林、人工林、さらに同一樹木内の位置によっても異なるものである。したがって、ある材の強度は、試験によって破壊してしまわなければ分からぬ。これでは木材を構造材として使えないことになるので、これまでの試験結果を参考にして許容応力度がきめられている。わが国の建築基準法施行令には、4樹種群の針葉樹材と2樹種群の広葉樹材について、長期の縦圧縮、縦引張、曲げおよびせん断応力に対する許容応力度がそれぞれ与えられている。日本建築学会の木構造計算規準では、さらに品質の優れたものを上級構造材として施行令の値より約2割高い値を与えている。しかしこれでも、まだ相当におおざっぱといわねばならないし、エンジニアード・ウッドとは言われない。先に述べたMSR—Lumberであれば、エンジニアード・ウッドとな

る。

このほか製材ではフィンガー・ジョイントしたものとMSR材をさらに信頼性を高めるために、設定する許容応力度の数値の2.5倍程度の曲げ応力になるような荷重を材料にかけて、ここで破壊したものを除外するproof-loading(保証荷重法)といわれる方法による構造材のチェックもある。この負荷をパスしたものは全て許容応力度の2.5倍以上の曲げ強度があることが保証されているので、構造材料としての信頼性が非常に高いものになる。許容応力度の数値を高く取り過ぎて、多数の材料が破壊されるようでは、はなはだ不経済であり、また低過ぎて破壊するものがないのでは、この荷重をかけた意味がない。2～5%の範囲で破壊する荷重を選択するのが理想である。

つぎに、これらのほかエンジニアード・ウッドに入るものを挙げて見よう。

【構造用集成材】MSR—Lumberをラミナとして集成梁を作製すれば、ラミナのヤング係数Eから梁の曲げ剛性が求められ、設計荷重時のそのたわみが計算される。ラミナの曲げ許容応力度からは梁の耐力が求められる。

【LVL, Laminated Veneer Lumber—単板平行積層材】北海道では内装用や家具材として使用されているが、北米での主な用途は構造材料である。これは同一樹種の製材に比べ、強度のばらつきがずっと少くなり、材料としての信頼性を増すのがエンジニアード・ウッドに入る理由であると説明されている。

【Paral lam パラルラム】カナダの会社の製品名で、ダグラス・ファーの単板を長さ20cm程度の細長いストランドにしたものをおよそ平行に積み重ね、フェノール樹脂接着剤を用いて梁状に成型、圧縮、接着したもので、幅28cm、せい35cm、長さ20m程度までの大きさの梁がつくれる。大きなものを鋸断して使用する。これも強度性能が安定しており、許容応力度はダグラス・ファー特級材より高く与えられている。

【OSB, Oriented Strand Board—配向性パーティクルボード】長さ数cmの細長い木材のストラ

ンドをボードの表裏面で、その長さ方向にほぼ平行に、中芯部では直交するように並べて接着成型したボード。パーティクルボードの1種であるが、力学的な性能は合板に近づき、構造用平面材として使用できる。

【ウェハーボード、Waferboard】アメリカとカナダの国境地帯に東西に帶状に分布し、膨大な量がある低密度材のポプラ類を原料とするもので、その長さ数cm、幅3cm程度の薄片（ウェハー）を接着成型したボードで、一般にフェノール系粉末接着剤が使用され、耐水性も実用上十分である。これも構造用合板の代わりに使用される。LVLをフランジに、このウェハーボードをウェブとしたI型梁も市販されている。

【エンジニア・ボード】アメリカのウェアハウザー社が開発したもので、ウェハーをOSBのように配向性を持たせて接着成型したパーティクルボードで、力学的性能はウェハーボードよりも合板に近づき、性能的にほとんど合板の代わりに使用できる。

【複合梁】MSR—Lumber、集成材、LVLを上下のフランジとし、合板、OSB、ウェハーボー

ドなどをウェブとしたI型梁やウェブを二重にしたダブルI型梁、2枚のウェブを外側に配置した箱型梁などがある。

これらのほか、MSR—Lumberを使用し、合板ガセットまたはメタルプレートで接合したトラス（Trussed rafter ト拉斯の形にしたたるき）、平行弦トラス、ラチス梁なども広い意味で、エンジニアード・ウッドといえよう。

### あとがき

以上、世界の森林資源の現状、新しく育成される木材資源、工学的に取り扱える木材、木材の有効利用などを述べてきたが、木材はわれわれの生活において住居、家具、建具、生活用具、紙類、さらに燃料として必要なもので、現在、開発途上国といわれている国においても将来は、木材の需要が増すと考えられ、木材資源の育成が全世界に要望されるところで、とくに効率の良い人工林の造成が望まれる。

（この本稿は、平成2年度加速事業講演会の内容を集録したものです）

社団法人 北海道林産技術普及協会では機関誌ウッディエイジ（B5版）の特集号を頒布していますのでご利用下さい。

価格はいずれも実費（）内は送料

・特 集 号

カラマツを使ってみませんか	(昭和56年)	25頁	400円	(175円)
Theおがこ	(昭和58年)	26頁	400円	(175円)
窓（木製サッシの実用例集つき）※	(昭和59年1月号)	35頁	700円	(250円)
木材工業とマイコン※	(昭和59年11月号)	17頁	340円	(175円)
木製軽量トラス※	(昭和59年12月号)	16頁	320円	(175円)
木の良さ再発見	(昭和60年1月号)	22頁	300円	(46円)
今なぜ広葉樹か※	(昭和60年3月号)	22頁	440円	(175円)
カラマツ・セメントボード※	(昭和60年10月号)	43頁	860円	(250円)
単板積層材※	(昭和60年11月号)	30頁	600円	(250円)
キノコ（その1）	(昭和61年3月号)	29頁	500円	(46円)
木材の農畜産業への利用※	(昭和61年5月号)	27頁	540円	(250円)
「木の家」百年持たせます※	(昭和61年9月号)	23頁	460円	(175円)
キノコ（その2）	(昭和61年11月号)	23頁	600円	(46円)
林産試験場の成果※	(昭和62年1月号)	43頁	860円	(250円)
林産試験場移転整備※	(昭和62年5月号)	25頁	500円	(175円)
日曜大工のすすめ※	(昭和62年6月号)	24頁	480円	(175円)
木造住宅の保守管理※	(昭和62年12月号)	23頁	460円	(175円)
木の良さ・木の香りを教室へ※	(昭和63年7月号)	33頁	660円	(250円)
木質飼料※	(昭和63年10月号)	17頁	340円	(175円)
第38回木材学会大会の概要※	(昭和63年11月号)	33頁	660円	(250円)
最近の木工機械と刃物	(昭和63年)	47頁	500円	(51円)
わかりやすい木材乾燥	(平成元年)	38頁	1,500円	(51円)
木造住宅の良さ	(平成元年2月号)	26頁	800円	(46円)
林産試験場の試験研究各部・科の紹介	(平成元年7月号)	26頁	600円	(46円)

註：品切れの場合はコピーになります。※印はコピー。