

北海道立林産試験場創立50周年記念講演

## 建築材料としての木材

— 林産試験場50年の木材研究から考える —

宮 島 寛 氏



このたび北海道立林産試験場の創立50周年を記念する事業のなかで、現役職員、OBの皆様にお話できることをたいへん光栄に存じます。まず創立当時のことを思い出しながらお話し、つぎに木材の資源と利用のあり方、とくに建築材料として理想的な利用のあり方について私見を述べて見たいと思います。

### 北海道立林業指導所の創設

戦前の北海道の森林は、国有林、御料林、道有林、私有林などに分けられ、国有林は道庁の林政部、御料林は皇室林野局が管理・経営しており、それぞれが林業試験場を持っていた。戦後に林政統一があり、国有林と御料林がいっしょになって林野庁が管理・経営することになり、林業試験場も両者を合併、さらに林産部門が北海道から引き上げられ、目黒の試験場に統合された。野幌と豊平にあった両試験場の林産部門には戦後の林産関係学会をリードした満久崇磨、小倉武夫、平井信二、加納孟、蕪木自輔、澤田稔、榊原彰、横田徳郎先輩らがおられた。

道内の国立林業試験場から林産部門の撤去に対処して道立の試験場を作ろうということになり、道有林の資金で「北海道立林産指導所」が旭川に創設され、ここで林産部門の研究と工業化の中間試験が行われることとなった。当初は、所長は国立の林業試験場北海道支場長の兼務となり、事実上の専属の所長は、次長と呼ばれ、初代は小林庸秀さんで、後の林産試験場長の黒田一郎さんとともに私が特にお世話になった方である。この開所式は1950年8月19日、翌20日には、旭川市中央公民館で次の記念講演が行われた。

合板製作の二、三の考察 九州大学教授 小出重治  
製材技術の諸問題 林産試験場木材部長 斎藤美鶯  
北海道木材工業の将来 東京大学教授 三好東一  
ブナ材のパルプ化の二、三の問題

東京大学教授 右田伸彦

木材工業の発展策

京都大学教授 梶田 茂

当時の研究員は若い人ばかりで、活気にあふれ、よく研究もやり、よく飲んだ。当時は、北海道の木材資源は、石炭とともに戦後の日本を復興するための重要な役割を持つもので、その有効な利用の研究に皆頑張ったのである。当時の研究の最重点は、田中敏文知事の選挙公約であった木材糖化であった。繊維板、ナラ・インチ材の乾燥、ニレ材の家具、凍結材の製材、接着剤の増量、ロータリーレースによる単板切削、ロールコア合板なども重要なテーマであったと思う。私は1951年4月に道庁林務部林産課へ勤務となり、翌年1月末から3月はじめにかけての厳寒期に木材工業実地研修ということで、指導所の製材、合板、乾燥の部門で実習したが、乾燥に長くおり、ナラ・インチ材の乾燥前後の重量差を実感した。

### 森林資源国の住居のはじめは竪穴式住居

最近、埼玉県秩父市田村の山林内の小鹿坂遺跡で50万年前の原人の生活跡が発見された。ここでは柱の跡と見られる直径約10cmの穴が5つずつひとかたまりにあり、貴重な歴史資料であるという。これは北京原人とほぼ同じ時代で、人間の骨が発掘されれば大発見となろう。5つの穴に柱が立てられたとすると、上部をまとめて植物繊維でしばり、周囲に萱を取りつけて住まいとしたのではないかと想像され、わが国における最初の住居となるかもしれない。

縄文時代は今から1万年ほど前から始まっており、この時代の縄文人が建てたのが竪穴式住居といわれている。図1に示すように地面を長円形に数十cm掘り下げ、その土を雨水の流入を防ぐために穴の周辺に盛り上げ、穴のなかに方形に柱を4本掘建て式に立て、柱の上端には桁と梁を渡して、その方形の周辺に細い斜め材を立て、それに垂木と横木を植物繊維で作った縄

で結び、さらに萱で葺いた竪穴式住居が最初の家らしい住居で合ったと思われる。床が地面を掘り下げた位置にあり、壁と屋根が萱葺きであるので、冬は温かく、夏も地面を床とした生活はそれほど暑くなかったと思われる。この床で焚き火をし、燻煙により構造材と萱を防腐、防虫処理し、耐朽性を向上させていた。

この竪穴式住居の構造は柱、梁、桁、棟木、斜め材、垂木などで構成され、現在木造の在来工法といわれているものの原型である。初期には細い丸太材が使われていたが、弥生時代には太い長い丸太を使い、復元

された吉野ヶ里の櫓のような大きく高い建物が建てられるようになり、さらに大きな丸太を割って角材や板材として建築に用いるようになった。スギ、ヒノキの木目通直、無節の良材に恵まれていたため、鋸は横切りのみで、あとは楔を入れて割っていたのである。

### 良材の減少による縦挽き鋸の出現

村松貞次郎氏（大工道具の歴史，岩波新書1973）によると、わが国で確認されている鋸で切ったあとが残っている最も古い建物は法隆寺であるが、その痕跡はすべて横切り鋸によるもので、その他の道具としてはオノ、ノミ、チョウナ、ヤリガンナ、キリのように多種類が使われた跡があるが、縦挽き鋸の跡は見られないという。この縦挽き鋸がわが国で使われはじめられたのは13世紀であるといわれている。特上品のスギ・ヒノキが減り、丸太を割って角材や板材を採ることがむずかしくなり、寺院の建築にケヤキが使われるようになったころから縦挽き鋸が使われるようになり、木挽きという作業がでてきた。しかしこの木挽きも人力で行うので節の多いものや木目があまり通直でない丸太は使えなかった。このため神社・仏閣などの大きな建物を建てるときには棟梁は山林に行き、適切な立木を選んだ。このようにしてわが国では木材資源を活かして神社、寺、御所、城、大名屋敷などの豪華な木造の建物が建てられた。

### 木構造における技術の進歩

現在、木造在来工法といわれている基礎の上の土台

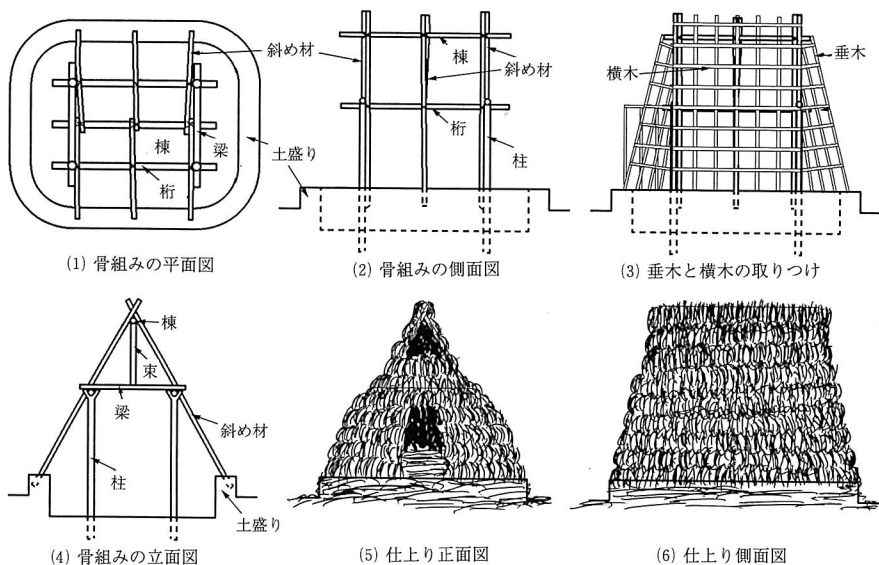


図1 竪穴式住居の想像図

に柱、梁、桁、棟…と組上げていく軸組構法では出入り口、窓などの開口部を取りやすく、わが国のように森林資源に恵まれ、夏が高温多湿の国に適した工法であった。木材は長い間建築構造材として使われてきた材料であるため、材料の断面と材料の接合は構造計算によらず経験によってきめてきた。これで不都合はあまり生じなかったため、西欧のように構造力学はわが国では発達しなかった。一方、建物を建てていく時に必要な構造材をつなぎ合わせていく接合技術は、昔中国から朝鮮半島を経てわが国に伝えられたものであったが、わが国において大きく進歩し、明治以前に数多くの接合方法が完成された。明治以降は欧米の釘、ボルト、各種金物を使う接合工法が木構造に取り入れられるようになり、古来の接合工法の進歩は止まり、現在では一般に用いられているのは数種類に過ぎない。

1940年代には合成樹脂接着剤が開発され、接着技術が急速に進歩した。特に戦時中は木製飛行機、上陸用舟艇、各種軍需品の材料となる合板や積層材の製造が急務となり、接着技術は大きな進歩を遂げ、戦後の集成材、削片板、合板などの性能向上となった。

### 木の適材適所の使い方

わが国の木製品には木材の性質を熟知してその性質を十分活かすように作られたものが多い。例えば、樽にはスギ板目材、桶にはそのまき目材が使われた。樽は酒、醤油などの液体、漬物のように水分を含むものを貯蔵するためのもので、水分が漏れないように作らねばならない。1年輪内の密度が高い晩材部が円周上

に配置されるように板目材を用い、桶は水を汲み出す時のように一時的に使い、使っていない時には乾燥されるので、乾湿繰り返しの利用となり、乾燥時に収縮するので、収縮の少ないまさ目材が使われる。

わが国では針葉樹が建築材として貴重な材であり、広葉樹は雑木といわれてきた。寺院の柱や梁にケヤキが使われ、什器、器具、家具などにケヤキ、トチなど、かなな台、ハンマーや各種道具の柄にシラカシが使われてきたが、その量は多くなかった。北海道でナラ家具を最初に作らせたのは、大正時代の北大教授であると思う。ヨーロッパ留学中にナラのまさ目の虎斑が出ている家具を見て、同様な家具を作らせたのである。現在このような虎斑の出ている古いナラ家具は北大農学部畜産学教室にある。1969年に札幌で行われた日本木材学会大会のシンポジウムのテーマをきめるにあたっての木材業界の意見は、道産ナラ材はヨーロッパへ行けば銘木であるが、道内ではまだ雑木として扱われているので、その品質を明かにし、正しく評価したいということであった。この意見に基づきそのテーマを「道産ナラ材の在り方」とした。皮肉にもこのシンポジウムの準備をしている間に、ナラの評価が変わりシンポジウム以前にその効果が現れてしまった。多くの人がナラの良さに気づいて利用しようとしたときにはもう資源は激減していた。

### 石の文化と構造力学の発達

フランスやイタリアなどのヨーロッパ諸国では、飲料に適す水が少なく、相当に古い時代に飲料水を遠くからもってくるための水道橋が造られた。南フランスにあるポン・ドゥ・ガール（Pont du Gard, 写真1）もその一つである。これは紀元前19年にニームの町へ飲料水を供給するために造られた組積造の3段アーチで、最上部までの高さ40m、最上部の長さ275mである。2000年以上も昔に石を積んだ構造で、アーチ型にすると開口部をつくれることを知っており、この時代に高度な構造力学が発達していたと考えられる。

エジプトには今から3600~4700年前に石で造られたピラミッドがある。古代エジプト人は5千年も前に高度な石造技術を持っていたのである。建築・土木・彫刻・絵画・航海・工芸・科学・天文学など多くの分野にも優れた技術があり、当時の天文学者たちがはじめて1年を365日とする太陽暦をつくりだし、医師たちは、生理学・手術・身体の循環系・消毒についておど



写真1 紀元前19年につくられた南フランスのポン・ドゥ・ガール

ろくほどの知識をもっていたという。

イタリアを旅行すると各地に巨大な石造りの大聖堂（Duomo）が見られる。見たなかで最大であると感じたのはミラノ・ドゥオモ（写真2）で、建築に適した大理石を産するこの国ならではの見る人を圧倒する白い大理石の建築である。



写真2 イタリア・ミラノ・ドゥオモ

1385年に着工されたゴシック建築で、1572年に西ファサード（建物の飾り正面）を残して工事が中断されていたが、ナポレオンの命により1805~09年の工事で完成された。東西148m、翼廊部の南北幅90m、屋根を支える積柱52本、最高の天井高さ54m、同尖塔の高さ108m、とりつけられた尖塔135基、彫像約2千という建物である。現在はエレベーターで屋上まで上がることができ、そこからの展望は異様という感じである。

ピサには白い大理石によるファサードが美しい大聖堂、円形ドームの洗礼堂、8階建ての鐘楼（斜塔）が集まるドゥオモ広場（写真3）がある。訪れたときは

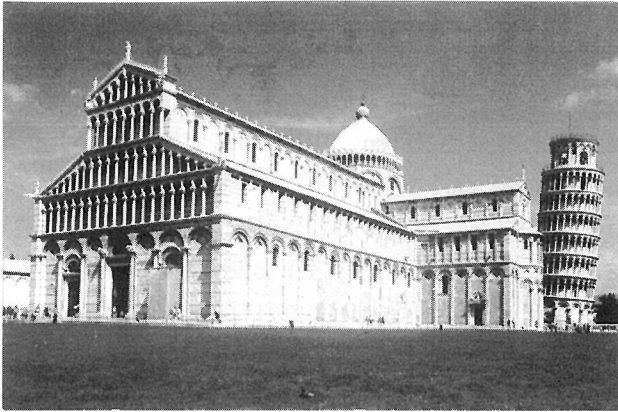


写真3 イタリア・ピサの大聖堂と鐘楼（斜塔）



写真4 ドイツ・ローテンブルグの石+木の市庁舎

快晴の空に白く輝くこれらの建物に感動を覚えた。

この他イタリアには中世時代を思わせるシエナとオルビエートの大聖堂などがある。

### 理想の家は木と石の組合せ

森林資源に恵まれているわが国では、伊勢神宮のような純粹の木造建築の技術が進歩し、高さ50mぐらいあったといわれる出雲大社や法隆寺の五重塔のような高い建物、在来工法の木造では規模は世界最大級の奈良の大仏殿も造られた。一方、木と石の建築が両方とも建てられてきたヨーロッパでは、地階、地階と1階、あるいは2階までを石造として、その上に木造の3～5層を建てたものがよく見られる。このような建物はドイツやスイスに多い。ドイツの有名なロマンチック街道の中心的な都市ローテンブルグは市庁舎（写真4）、ホテルなどを含め、町全体がこのような木組みの家で構成されている。木造部分の筋交いが美しい幾何学的な模様になっている（写真5）。

地上の高い位置から木材が使用されているので、木材の耐用年数が高く、ドイツでは数百年使用されている建物が多かった。昼食によったシュバルツバルト林内にある小さな湖ティティゼーの湖畔にある純木造のホテル兼レストラン（写真6）は素晴らしかった。



写真5 ドイツ・ローテンブルグの木組みの家



写真6 ドイツ・シュバルツバルト内  
ティティゼー湖畔の木造ホテル

### 集成材構造の多様化

1950年代からわが国でも集成材による体育館、工場、倉庫などが建てられるようになった。湾曲集成材による三こう節山形ラーメン構造で、1960年からの数年間がこの形状の集成材構造のブームであった。形状が単一であったことや鉄骨造が安くなったことなどが原因で、このような集成材構造は1970年代の初めには急減

した。欧米では集成材構造の大型構造物とともに優れた設計の建物ができ、注目された。ヨーロッパ、とくにフランスでは独特な形状の集成材の構造物が多く、米国では1980年代初めに直径162mのタコマ・ドームが建てられた。

当初は大断面の集成材構造が主役であったが、1994年

にノルウェイ・リレハンメルで行われた冬季オリンピックのスピード・スケート競技場の屋根を支える梁はトラス梁であったように木材使用量を減じた方法も用いられるようになった。

やがてわが国でもこのような建物が計画されるようになった。

### 大型構造物では木と鋼鉄の組合せも

**出雲ドーム**：わが国における最初の超大型集成材構造物は、1992年に完成した出雲ドームであろう。直径143m、中央部の高さ48.9mで、表面のテフロン幕、主構造材のベイマツ集成材と内部に張った鋼棒による張弦材の3つによるハイブリッド構造である。建物の表面に生ずる引張り力にはテフロン幕が、その内面には鋼棒の張弦材が、そして大きな圧縮力にはベイマツ集成材が耐えるという複合構造である。

**松本グローバル・ドーム**：信州産カラマツの構造用集成材への利用の一つとして1993年に開催された信州博覧会の会場として造られた。長野県では集成材メーカーの齋藤木材工業(株)が地元産カラマツを使った大断面集成材構造の工場、事務所、学校、体育館、水泳プール、ゲートボール場、音楽ホール、木橋などを造ってきた実績を持っている。その実績を生かし、鹿島建設(株)と共同で設計・施工に当たった直径103m、最高高さ40.5mのドームで、構造材は15度ごとに配置された24本のカラマツ集成材アーチである。この材料にカラマツ丸太約4,000m<sup>3</sup>、屋根野地兼天井構成材としてのスギ野地角材にはスギ小丸太約1,200m<sup>3</sup>、造作用集成材にはカラマツ丸太約400m<sup>3</sup>が使用されている。構造材も内装材も造林木を使ったドームである。

**大館樹海ドーム**：秋田県産の造林スギを使って雪国に架ける世界最大級の木造架構ドームを造ろうというのが目的であった。設計コンペで伊東豊雄建築設計事務所・竹中工務店設計共同企業体案が入選した。秋田スギ集成材とスチールによる2方向アーチで構成する直径180m、短径160mの卵形ドームで、長辺方向の梁せい5mの複層トラスアーチ(間隔3.7~6.0m)と短辺方向の単層アーチ(間隔6m)がほぼ直交する2方向格子構造である。このドームは秋田スギを使い卵型にしたところに問題がある。単純に木造ドームを造るというのであれば、出雲ドームのようにベイマツが、国産材使用という条件であればカラマツが最適である。これらよりスギ材は強度的な性質が劣るので断面設計

が不利で、かつ心材含水率が高いため材の乾燥に手間がかかり、さらに卵形のため集成材の形状が1本ずつ異なるので、集成材製造はコスト高になる。そして野球場としては両翼90m、中央120mで両翼が不足、かつ観客席が5,000と少なく、プロ野球には使えない。

外形や材料にこだわると建築コストや利用に問題が生ずる。地元で秋田造林スギを使ったし、外観は大館の風景に合って満足といわれれば、それでよいと思われるが。

**長野オリンピック・エムウエーブ**：清水宏保選手の金メダルにわいたスピード・スケート競技場は非常に合理的な設計である。

外観は図2に示すように屋根は中央部が両端より5m下がったスパン80mの湾曲梁で構成された吊り屋根構造で、高さの異なるM型の架構で構成されている。この架構の1単位は幅18mで、図3に示す幅12mm、高さ200mmのスチールプレートを幅125mm、高さ300mmのカラマツ集成材2個ではさみ、ボルト留めした複合梁を600mm間隔に並べて構成されている。さらにこの梁を支える鉄骨造ポストとステイおよびRC(鉄筋コンクリート)下部構造の高さを変えて架構の1単位ごとに3mの段差をつけ、競技場の中央部を最も高く、広くした構造である。ここに使用された上記断面の長さ10mのカラマツ集成材は総数7,000本におよぶ。

カラマツ集成材に圧縮力を、スチールに引張り力を負担させた複合梁で構成される建物で、長さ223m、最大幅153m、高さ40.5m、収容人員1万人の世界に誇れるスピード・スケート競技場である。

### むすび

人間国宝の宮大工西岡常一さんは「千年かかって育った木を使えば千年、百年なら百年もつ建物をつくれる」といわれたが、これからの時代では、30年育てても百年もつ家を建てねばならないと思う。既にニュージーランドのラジアータパイン林業では、建築材料として適した材質の木を25年で胸高直径45cm程度に育てている。わずか100万haの造林地から年間2,500万m<sup>3</sup>以上の丸太が生産され、自国の消費量を差し引いた2,000万m<sup>3</sup>以上の丸太を輸出できるという。地上高6m少し上までの細い時期の枝打ちにより、1番玉は長さ6m無節材で、家具、建具、合板材となり、その上の節の少ない部分は建築用構造材に、さらにその上の節の多い部分は有節の内装材に、細い丸太はパルプ

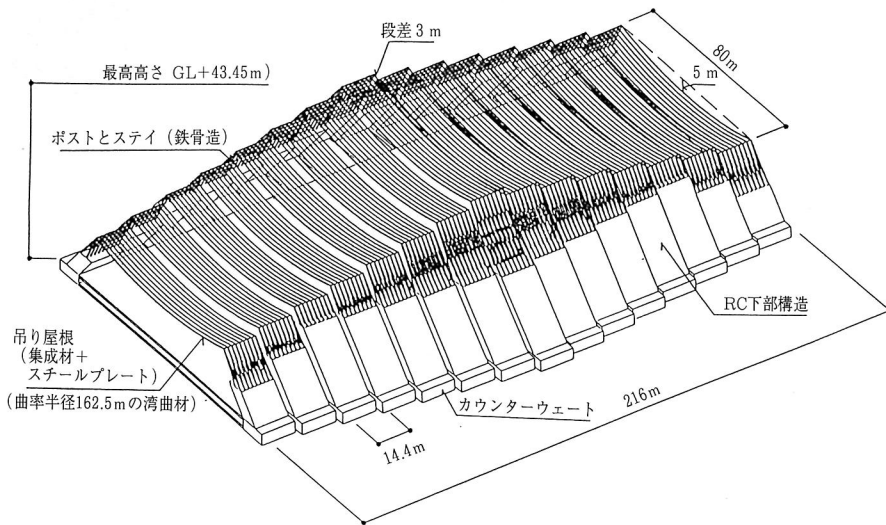


図2 Mウェーブの構造

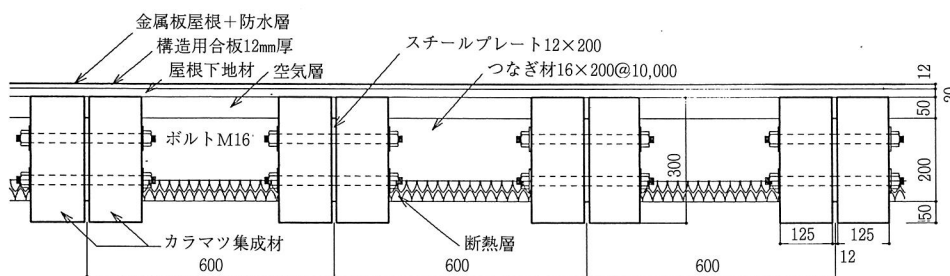


図3 長野オリンピック・スケート競技場Mウェーブの屋根を支える梁の構成

凍結して膨張し、樹幹に凍裂が生ずる。これはある程度太くなってから起こるので被害は甚大である。材の強度的な性質もカラマツに劣る。北海道のトドマツもスギと似た問題があるが、道立林業試験場で開発されたグイマツF<sub>1</sub>のグリームに大きく期待している。ニュージーランドのラジャータパインに生長がおよばなくとも年輪幅5～6mmで生長すれば40年で、胸高直径40cm以上に達するであろう。そしてこの材に最も適した方法で製材、乾燥、加工し、鉄筋コンクリートやブロックとうまく組合せ、防腐剤をあまり使わずに耐久性の高い、高断熱、高气密の建物を建てるのがこれ

材となる。収入の多くの部分は1番玉の無節材で得られるという。30m<sup>3</sup>/ha・年の生長量である。わが国には1千万haの造林地があり、天然林と合わせて年間7千万m<sup>3</sup>の生長量がありながら、木材総需要量の80%以上を輸入している。この輸入量は年々多くなる傾向にある。国産造林木が輸入材より小径で材質劣り、心材含水率が高く、かつ価格も高いのであればいくら国産材を使いたくても、商売に負けてしまうので、輸入材を使ってしまうことになる。

わが国の木の文化を保持し、さらに発展させるには造林樹種と育成方法を根本的に考え直す必要がある。スギは心材含水率が非常に高く、冬期間に寒さにより

からの課題である。

木質建材にわずかに残留する接着剤、塗料、防腐剤などの成分により健康を害する人が増えており、建築材料も製材を乾燥、かんながけし、植物油系の塗料で仕上げたものが好まれるようになった。木材はこのような使えるものを育成しなければならない。1956年頃に「木材工業が進歩したので、これからは“質”は問わない、“量”だけあればよい。“質より量”の時代である。」といわれたが、これは全くの誤りであったことを反省し、質も量も重要であるという考えにたって林木の育成にあたってもらいたい。(完)