

## 枠組壁工法住宅市場におけるスギの活用

細萱恵子\*<sup>1</sup>・相馬智明\*<sup>2</sup>・安藤直人\*<sup>3</sup>

### Utilization and Marketing of Sugi (Japanese cedar) in Light Frame Construction

Keiko HOSOGAYA \*<sup>1</sup>, Tomoaki SOMA \*<sup>2</sup> and Naoto ANDO \*<sup>3</sup>

#### 目 次

序章	本研究の背景, 目的と方法
第1節	本研究の背景
第2節	本研究の目的と方法
注	引用文献
第1章	枠組壁工法導入の歴史的経緯
第1節	枠組壁工法導入のパイオニア達
第2節	枠組壁工法の特長
第3節	工法の輸入・システムの輸入・木材の輸入
第4節	2×4材の丸ごと直輸入
注	引用文献
第2章	枠組壁工法における国産材活用の試み
第1節	ウッドショック
第2節	緊急：国産材2×4の検討
第3節	宮崎県の試み
(1)	2×4材の製造試験
(2)	2×4材の性能試験
(3)	2×4材の安定供給体制
第4節	2×4材の使用部位及び要求性能
第5節	枠組壁工法におけるスギの適用
注	引用文献
第3章	供給者サイドへの市場調査
第1節	スギ2×4材生産の可能性
第2節	九州・宮崎のスギ産地
(1)	都城大規模製材工場

---

\*<sup>1</sup> 東京大学農学生命科学研究科生物材料科学専攻木質材料科学研究室 博士課程

\*<sup>2</sup> 東京大学農学生命科学研究科生物材料科学専攻木質材料科学研究室 助教

\*<sup>3</sup> 東京大学農学生命科学研究科生物材料科学専攻木質材料科学研究室 教授

Lab. of Wood Based Materials & Timber Engineering., Department of Biomaterials Sciences, Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo

(2) 南部地区スギ集成材工場

第3節 四国・高知と徳島の板製品工場

(1) 高知板製品工場の多角的生産

(2) 徳島県足場板生産工場

第4節 国産スギ集成材メーカーの新しい方向性

第5節 北九州大規模集成材工場

第6節 北海道トドマツ2×4材商品化の試みと現状

(1) 商品化の背景

(2) 径級13cm～材の活用として

第7節 供給者サイドのヒアリングの結果と考察

注・引用文献

第4章 流通・需要者サイドからの視点 ―スギ2×4材導入の障害―

第1節 2×4ランバーの輸入と流通

第2節 コンポーネント会社の中核的役割

(1) 流通・加工・施工管理センター

(2) 材の最終価格を押し上げるランバーはね率

(3) コストアップの合わせ柱加工

(4) コンポーネント会社の合理化の可能性

第3節 木材商社

(1) グレーディング

(2) 価格, 相場

(3) 受発注・契約

(4) 決済条件

第4節 ツーバイフォー住宅メーカー・ビルダーの立場 ―始動した2013年問題への対応―

(1) ロジポールバインビートル問題

(2) 代替材模索の動き

(3) スギ2×4材の導入の可能性

注・引用文献

第5章 枠組壁工法におけるスギ2×4の技術的検証

第1節 スギ2×4材の材料物性

第2節 スギ2×4材のJAS区分割合

第3節 耐力壁の面内せん断試験

(1) 試験体の作製と試験方法

(2) 結果と考察

第6章 スギ2×4の事業経済性の検証

第1節 ツーバイフォー工法の根強い人気

第2節 2×4材の潜在需要

第3節 スギ2×4の安定的供給の可能性

(1) 生産システム実現可能性

(2) 新生産システムと素材供給の安定性

第4節 スギ2×4の価格

- (1) スギの方向性
- (2) スギ2×4材のコスト
- (3) 決済・契約条件と安定受注・安定供給

注・引用文献

第7章 枠組壁工法におけるスギ活用の要件

第1節 スギをめぐる風向きの変化

第2節 KEY BUYING FACTOR

第3節 DRIVING FACTOR —スギ2×4の優位性—

- (1) オペレーションメリット
- (2) セールスメリット
- (3) 加工作業上のメリット

第4節 枠組壁工法における法的規制および規定

第5節 スギ2×4の戦略的マーケティングの必要性

注・引用文献

参考資料

## 序章 本研究の背景、目的と方法

## 第1節 本研究の背景

わが国は国土面積の67%に当る2,515万ヘクタールの森林面積を持つ世界でも有数の森林資源国である。この森林の40%に当る約1,000万ヘクタールが人工林で、第二次世界大戦後の復興に伴う住宅建設の必要性から植林されたスギ、ヒノキの山である。戦後60年を超え、9齢級（41年～45年生）10齢級（46年～50年生）以上の主伐期を迎えた人工林面積は全体の30%に達し、2002年の日本の人工林蓄積量は2,330,644千 $m^3$ に上っている。

1980年の人工林に占める9齢級以上の森林資源の割合は24%であったが、2001年には33%、現状のまま推移した場合、10年後には62%に上る見込みである<sup>1)</sup>。

人工林の年間森林蓄積量は6,400万 $m^3$ に達している一方、国内産木材の需給は1,600万 $m^3$ にとどまっている。このような現状の中で、国内木材需要量に占める国産材の自給率は図-2に示されているように、1966年67.4%にピークを付けた後、1975年35.9%、2002年に18.2%にまで一貫して減少している。2005年20%と少し持ち直しているものの、世界の丸太輸入量に占める日本の割合は38.4%と世界第一の輸入大国である。

なぜここまで国産材の需要が低下してしまったのだろうか。空前の住宅建設ブームといわれた昭和40年代（1965年～1974年）、伐採可能な森林蓄積面積はまだ少なく、輸入材に頼らざるを得ない状況であった。しかし、日本の森林資源が十分活用できる状態になっても、この輸入材中心の市場の需給を変えることができないでいる。

第一に理由として挙げられるのは、日本経済の発展によって対外的経済力が向上し、国産材を生産するよりも外材の輸入のほうがコストが安い、という状況が長らく続いていることである。また、住宅建築産業の中で、熟練大工の減少を補い、なおかつ着工から3～4ヶ月で竣工して資金を回収したいという経営的見地から、乾燥材を用いるプレカット工法が一般化してきたことが挙げられる。

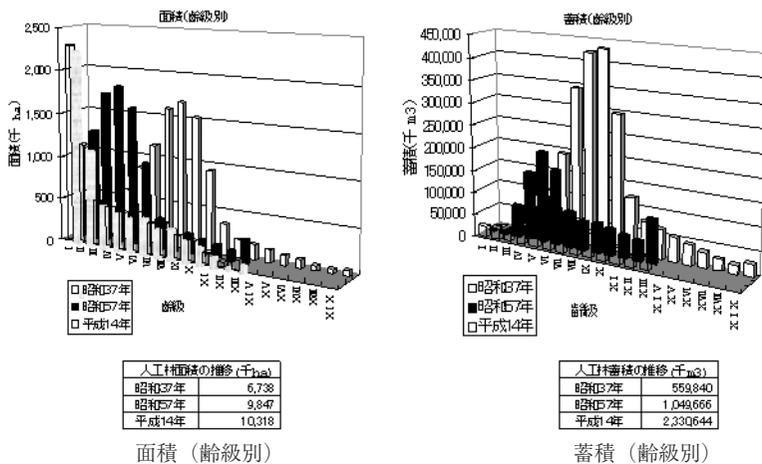


図-1 わが国の人工林資源量の推移  
Fig. 1. Changes in the Area of Man-made Forest in Japan  
出典: 林野庁

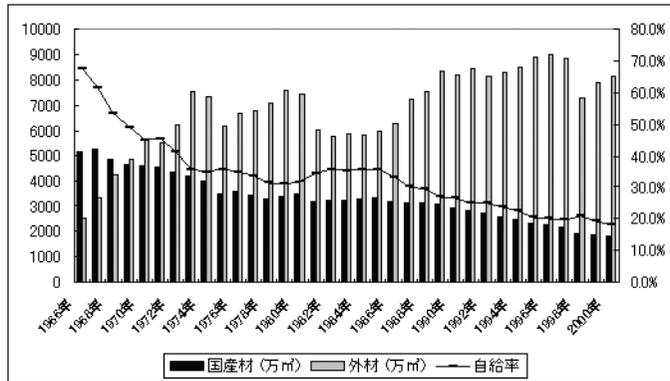


図-2 木材(用材)需要量と国産材自給率  
 Fig. 2. Demand for Timber and the Self-sufficiency Ratio  
 出典:木材需給表

プレカット工法で要求される許容精度によって、木材のKD化を促進し、乾燥ラミナを加工した集成材などのエンジニアードウッドが主流となってきた。このような流れの中で、従来の国産スギ、ヒノキの柱の建築材としての評価、地位が急激に下がってしまっている。スギ、ヒノキのKD化もまだまだ進んでいない。国産材スギ集成材の方向性も今ようやくきざしが見え始めたところである。

実のところ、東京大学大学院農学生命科学研究科木造建築コースに入るまで、日本の森林、木材をめぐるこのような厳しい状況については認識していなかった。またペーパーレス社会が目指すのは資源である木を切らないためであり、割り箸も資源の無駄使いで、なるべく木は切らないことが良いことだと思っていた。外材を輸入するといっても、その国の資源を枯渇させるようなことは問題だろうが、日本の森林資源を守ることはなっているのか、というくらいの認識であったのが事実である。

ところが、地球温暖化の問題がクローズアップされてくることにより、森林の二酸化炭素吸収のメカニズムを有効化するためには、適度な伐採と手入れによって健全な森林経営が必要であることを知ることとなった。それには国産材の需要を喚起しなければいけないということ、つまり国産材を使用して、木造住宅を建築することが都市の二酸化炭素の固定化に役立ち、ひいては環境問題に寄与することなどを知ることになった。

2005年に京都議定書が発効され、二酸化炭素削減6%のうち、3.9%は森林吸収で確保することを達成目標としている。森林吸収の算定対象となる森林は、1990年以降に間伐など適切な管理がされていることが条件となる<sup>2)</sup>。

それでは日本の森林資源を守っていくにはどうしたらよいかと考えると、スギの問題を避けて通るわけには行かない。特に樹種別森林資源の割合ではスギが全体の44%を占め、スギを在来工法のみではなく、集成材を含め、枠組壁工法など多角的に活用することを考えなくてはならないと考える。前述したように10年以内に伐採する必要性がある伐期の到来しているスギ資源は60%を越えているという意味では、その対策は早急にされるべきであると考えられる。

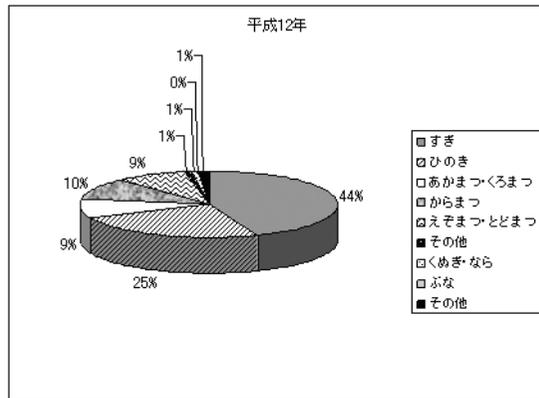


図-3 人工林樹種別森林面積割合  
Fig. 3. Proportions of Afforested Area by Species  
出典:林野庁

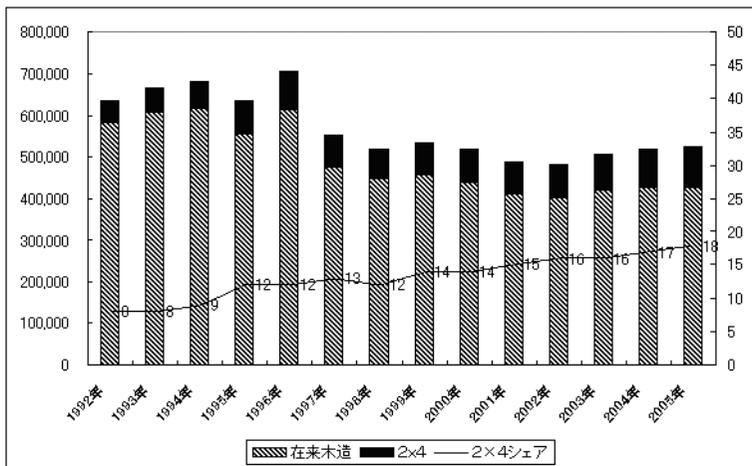


図-4 棟組壁工法および在来工法住宅着工数および2×4シェア  
Fig. 4. Building Starts of Traditional and 2 by 4 Construction  
出典:国土交通省

ヒノキは一般ユーザーにとってはまだまだブランドであり、総ヒノキ造りの家、などこだわりの家としてのセールスポイントになる材である。一方、スギはヒノキほどのブランド性もない。究極的にはスギのエンジニアードウッド化に向けて、何をすることができるのか、ということになると思う。

在来軸組み工法においてはまだまだ使用されているスギが、棟組壁工法においては100%が外材で占められ、全く使用されていない状況である。国産材率0%である。一方棟組壁工法によるツーバイフォー住宅は木造住宅全体が建築戸数を減少させている中で、唯一建築戸数を伸ばして

いる工法であり、2006年度には10万戸を超えようという勢いである。木造住宅着工数に占める枠組壁工法の割合は徐々に増加し、この10年でその割合を2倍にしている。

そこで、枠組壁工法のSPFディメンションランバーの代わりにスギが使えないのか、という素朴な問題意識から所々調べて歩いたところ、

「ツーバイフォー建築にスギは無理だろう」

「スギはヤング率が低いからとてもだめだよ」

とまず、頭から問題にならない印象であった。それはユーザー（建築メーカー）サイドのみならず、製材メーカー自身がスギは使えないと思っていることであり、スギとはここまで信頼性が低い材なのか、と愕然とする思いであった。

そのような中で、2005年11月、国産スギ集成材メーカーのY氏とビッグサイトの展示ブースで出会い、同じ質問をぶつけてみると、

「スギはSPFと遜色がないはずだ」と明快。

「スギ集成材ができるのでしたら、スギ2×4材はラミナサイズを変えるだけですよ？」

「そうだ。すぐ作れる」

「価格はm<sup>3</sup>当りいくらくらいになりますか？」

「40,000円でできると思う」

と初めて前向き、かつ具体的な話ができる人と出会った。

そして、スギの新しい需要を開拓する、という少し身に余る大きな目標を持って、なぜスギの2×4材が商流に流れてこないのか、その障害となっているものは何なのか、を考察することとなった。

## 第2節 本研究の目的と方法

### 【目的】

10年以上前から宮崎県、徳島県、宮城県などにおいてスギの2×4材の可能性についていくつかの研究、実験が行われてきた。そのような研究を基にスギ材を枠組壁工法に用いることにおける問題点はあるのか、あるとすれば何なのか、つまり、製造上の問題なのか、コストの問題なのか、材の性能など技術的問題点があるとすれば何なのかを検証したいと考える。

またなぜ今まで市場に出てこなかったのか、その障壁となっているものはあるのか、あるとすればどうしたらその障壁を取り除くことができるのか、を考察したいと考えている。つまり技術的問題点を解決した上で、商流を阻む問題点があるならば、それは何か、という視点から考察したいと考えている。

また、本考察の目的は単に調査研究して報告書を作成することにとどまらず、究極的にはスギの新たな需要を喚起するための一石を投じることであり、結果としてスギの新しい製品、新しい流通を生むことである。つまり、スギ2×4材を生産し、流通させ、ひとつの商品として定着していくために必要なビジネス化への検証として提起したいと考えている。

そういう意味では、スギ材の新しい需要を作り出すことで、環境問題に対する企業の社会的責任を果たす一助となることを願っている。

## 【方法】

この研究に必要な資料は、関連する文献調査、統計資料のほか、つぎのような方法によって採集した。

まず、2006年2月下旬から宮崎県の木材製材メーカーを数社訪ねて聞き取り調査を行った。また宮崎県木材利用技術センターおよび宮崎県環境森林部山村・木材振興課にもご協力いただいた。6月には木材問屋、商社など数社の担当者との会合、流通サイドからの聞き取り調査を行った。またハウスメーカー、工務店、パワービルダーなどの需要者サイドからの聞き取り調査を行った。7月には2×4建築コンポーネント工場の担当者への聞き取り調査を行った。8月には再度九州へ行き、宮崎、佐賀の製材メーカーの現地調査および聞き取り調査を行い、九州森林管理局にもご協力いただいた。

9月には高知県の森林組合、製材工場への見学、聞き取り調査を行った。11月には枠組壁工法中心のハウスメーカーおよび在来工法中心のパワービルダー、および流通部門担当者からの聞き取り調査を行った。また、トドマツ2×4材を製材している北海道の製材工場の聞き取り調査を行った。そのほか、スギ集成材メーカーの各社にご協力いただいた。

また、宮崎県のウッドエネルギー協同組合から、スギ中目材より取った2×4材を試験体として提供していただいた。末口14cm下の小径木から製材した2×4材は佐賀県中国木材株式会社に便宜を図っていただき、試験体として提供していただいた。

スギ2×4材の性能評価、スギ2×4材の壁パネルの一面せん断試験については研究室の相馬智明助教、博士課程の小林研治氏に全面的にご協力いただき、無事試験を終了することができた。第5章については相馬智明助教の執筆である。

なお、この研究は東京大学大学院農学生命科学研究科木質材料学研究室の安藤直人教授、相馬智明助教、博士課程の小林研治氏と私の4名をチームとして社団法人日本ツーバイフォー建築協会から2006年度坪井記念研究助成金を得て行ったものである。

## 注・引用文献

- 1) 林野庁、2006、『新たな森林・林業基本計画の目指す方向—100年先を見通した森林づくりと国産材の復活を目指して—』
- 2) 2006年8月30日の条約事務局への割当量報告に際し、基準年排出量を精査した結果、排出量が増加したことから3.8%に変動した。林野庁、2006、前掲書

## 第1章 枠組壁工法導入の歴史的経緯

### 第1節 枠組壁工法導入のパイオニア達

ここで、まず枠組壁工法、一般的にはツーバイフォー工法とも呼ばれる工法はどのような工法なのかざっと概観してみたい。旧くは北海道の時計台や屯田兵の宿舎が枠組壁工法で建てられたといわれると、何となくどんな建物かイメージが湧くと思う。またアメリカに暮らしていた一部の進歩的な日本人が一軒丸ごと資材を輸入して建築したという僅かな例もあるようである。しかし、この工法が日本で広く一般住宅建築に用いられるようになったのは、1974年7月建設省告示(第1,019号)として「枠組壁工法」に関する技術基準が示されてからとなっている。これがいわゆる枠組壁工法のオープン化と言われるものである<sup>1)</sup>。

この枠組壁工法、一般的にはツーバイフォー工法と呼ばれるものはアメリカの住宅の在来工法であり、19世紀はじめの開拓時代のアメリカにおいて素人でも家族総出で、建築できるように考えられたものだったとのことである。1830年代に入ると、1、2階を通し柱で連結するバルーン工法となり、1920年頃には、1、2階の柱が分離されるプラットフォーム構法に発展した。

オープン化というのは、誰でも自由に設計し施工できるようになったということであるが、その以前に、日本では北米のプラットフォーム構法をモディファイし、それを自社だけのクローズド・システムとして販売する企業が数社存在していた。

日本にこの工法がもたらされたのは、松田妙子によるとアメリカの住宅メーカー最大手ナショナルホームズ社長であり、ナショナル・ホームビルダーズ・アソシエーション会長のプライス氏と知誼を得て、1964年竹中工務店と新日鉄グループの共同出資で日本ホームズを設立し、日本にツーバイフォー工法を広めるための母体としたのが最初であるとのことである<sup>2)</sup>。

その取り掛かり時期の前後関係は明らかでないが、プラットフォーム構法を基にして、1969年11月、永大産業が「永大ハウスED型」(ED構法)というものを開発した。

日本建築センターにおける評定審査の申し込みをし、承認を受けた期日は以下の通りであり、それぞれその一年後程で建築基準法第38条に基づく建設大臣認定を受けたものと思われる。

サイトプレハブ構法・平屋建て (日本ホームズ)	1966年5月
二階建て・プリンスハウス (日本ホームズ)	1972年1月
永大ハウスED型 (永大産業)	1970年1月
永大ハウスNED型 (永大産業)	1972年1月
アメリカン・プレカットハウス (日東工営)	1971年4月
ナプコホームNP型 (中村合板)	1971年7月
クラウンI型 (坂巻商店、後にクラウンハウスと改称)	1971年12月

特許、契約料で縛られた系列特約代理店などの限られた建築会社や工務店のみが取り組むことができるクローズド・システムよりも、オープン化し、広くこの工法を広めたいと奔走したのが鶴野日出男であり、クローズド・システムの限界を感じて、メディアへの露出など強力なバックアップをしたのが松田妙子である。このあたりの経緯は鶴野日出男「ツーバイフォー高気密住宅奮戦記」に詳しい<sup>3)</sup>。

## 第2節 枠組壁工法の特長

枠組壁工法とは2インチ×4インチの規格材を用いて、枠組を作り、構造用合板を貼った壁パネルをつくり、6面体に組み合わせた工法である。日本の在来住宅工法が柱、梁を構造材とする軸組み工法であるのに引き換え、枠組壁工法は文字通り、面で支える枠組と壁、床工法である。線と点で支えるよりも一体化した面で支えるほうが強いことは、1995年1月の阪神淡路大震災でツーバイフォー建築住宅が全く倒壊しなかったことでも良く知られるようになった。

ここで、「枠組壁工法」とか、「プラットフォーム構法」「ツーバイフォー工法」とか色々な呼び名を使ったが、そもそも「ツーバイフォー工法」という言葉は北米生まれではなく、日本で生まれた言葉である。2インチ×4インチの規格材を用いることから、「ツーバイフォー工法」と呼び習わされてきた。

「桝組壁工法」という用語が用いられるのは1972年9月に日本住宅協会から刊行された小冊子「桝組壁工法」が最初である。ツーバイフォー建築と言う名称は必ずしも現地で一般化している名称でもなく、用いるのは2×4材だけではなく、いくつか不具合があるのでこの名称を使わず、以後桝組壁工法を用いるのが適切である、と述べられている。

しかしながら、現に工法自体が、アメリカのプラットフォーム構法を日本風アレンジされたものでもあるし、桝組壁工法と言われても一般の人は何なのか分からないところを見ると、建設省の思惑に反して、この名称は一般化せず、ツーバイフォー建築が良く目にする言葉である。しかし、官庁、研究論文などでは「桝組壁工法」を用いるのが一般的である。

ここでは上記に述べた工法を「桝組壁工法」、もしくは「ツーバイフォー工法」と呼び、この工法で建てられた建築を「2×4建築」「ツーバイフォー建築」と呼ぶ。また、ツーバイフォー建築に用いられる規格材をサイズに関係なく2×4材と総称し、サイズに従って表記する場合、204(2インチ×4インチ)、206(2インチ×6インチ)材などとJAS表記に則って表すこととする。

### 第3節 工法の輸入・システムの輸入・木材の輸入

1974年オープン化される以前、クローズド・システムでこの桝組壁工法によるアメリカ型住宅を広めようとしていた永大産業を初めとする数社のパイオニアは、工法、施工システムは取り入れても、2×4材を始め、建築資材を100%輸入しようとは考えていなかった節がある。

日本ホームズでは合板やプラスターボードの規格材料のサイズを、日本の実情に合わせて、アメリカの4×8フィートから3×6フィートの標準に変えた。特にユニークな点はランバー材の断面寸法で、三寸角の二つ割、つまり42×84ミリを基準とした。これは二つ合わせると正方形になる寸法である。材木ははじめの実験では日本のスギを使っていたが、その後マツ、モミなども試したと書かれている。

規格材も三寸角を用いることを考えていたくらいで、プラットフォーム構法自体も直輸入ではなく、当時流行していた工業規格住宅（プレハブ化）の手段として使おうというものであった。ただし、大工の注文建築では手が出ないが、プレハブでは物足りないと言う人のための、いわば住宅のプレタポルテ、として位置づけた。松田妙子が目指したのはアメリカ型工法と言うよりも、セントラルヒーティング、システムキッチン、広いリビングルーム、寝室のウォークインクローゼット、ユーティリティルームなど、その後の日本の洋風住宅を特徴づける暮らし方の提案である<sup>4)</sup>。

永大産業の永大ハウスED型はもっとダイレクトに北米のプラットフォーム構法を導入しようというものであったが、北米慣用の合板寸法(4フィート×8フィート)に基づいた北米の工法仕様(縦桝や床根太の間隔など)をそのまま取り入れることができなかった。永大ハウスED型が最も独自の構法工夫をしたのは、水平力に対する抵抗を高めたいという目的から行った壁の合板の張り方であった。二階建ての場合には幅91cmの合板を二階頂部まで縦に3枚張り継ぐというユニークなものであった。こうすると水平力を受けて浮き上がろうとする二階の縦桝の脚元や二階の下桝がちょうど下から二枚目の合板の腹部にくることになり、二階壁の水平力に対する抵抗力を高めることができるというものである<sup>5)</sup>。

「規格材については2インチ×4インチを文字通り踏襲し、5cm×10cmを用いた。後に小断面を用いたいということから、3.5cm×8.5cmに変更(これをNED型と称した)したが、構法的には大きな変更は行われなかった。木材の断面に関する限り、永大産業は北米の慣用寸法を用いる気

持ちはなかったと言えよう。このことは永大産業が木材の流通面から北米のプラットフォーム構法にアプローチしたものではないことを示すもので興味深い。」<sup>6)</sup>

枠組壁工法のオープン化に奔走した鶴野日出男に至っては工法そのものというよりも、アメリカの住宅産業システムの合理性に目をみはり、日本の住宅産業の旧態依然とした不合理さとそれによって高価になってしまう日本の住宅建築、資材の流通などにメスを入れたい、というモチベーションではなかったかと思われる。アメリカの大工の生産性を論じ、いい住宅が安くできるような住宅生産システムの構築、流通革命を展開する必要性を述べた<sup>7)</sup>。

#### 第4節 2×4材の丸ごと直輸入

枠組壁工法のオープン化に際し、なぜ2×4規格材の「丸ごと直輸入」方式に至ったのだろうか。全国の工務店の組織化、教育を目的に1971年設立されたホームビルダー研修センター<sup>8)</sup>は、この工法のオープン化を図り、1972年4月、外部の学識経験者と行政関係者を委員に含めて「フレーム構法委員会」を発足させた。この時点では、「フレーム構法の製材は、現地でストレス・グレーディングされたものをそのまま輸入しようということはおく初期の段階で合意されており、最も問題となったのはモジュールであった。」と記録されている<sup>9)</sup>。

5月に開催された第一回構造分科会と第一回モジュール分科会に参集した業界人は次の業界を代表する人々であった。

- 日本木材輸入協会
- 日本合板工業組合連合会
- 日本石膏ボード工業組合
- 硝子繊維協会
- 日本硬質繊維板工業会
- ロックウール工業会
- 壁装材料協会
- 日本住宅設備システム協会
- 日本サッシ協会

ここで、日本の木材製材団体、森林関係団体、木材流通の業界団体が全く参集されていないのが気がつく。それどころか、従来の在来木造住宅業界の割高な価格決定力を根本から崩すためのアンチテーゼとして新たな工法およびシステムを提示しようという意図が感じられるのである。

戦後、建設省は公営住宅、住宅公団住宅などの公共賃貸住宅の建設を住宅政策の中心に据えてきたが、1960年代からは民間の住宅生産体制を使って、安い価格の住宅を国民に供給する方向性を模索するべきだと考えた。そのひとつがプレハブ規格住宅であった。もちろん在来工法の役割は大きいと認識していただろうが、在来工法を主軸に置こうと考えるとき、余りにも多くの問題があると捉えていた。

1974年の『週刊住宅ジャーナル』『建築手帳』の複数の号に掲載された建設省住宅局建築指導課の戸谷英世の書いたものを杉山英男がまとめたものが以下である。

「大工・工務店が従来建ててきた在来構法の木造住宅によって、わが国の住宅全体の市場価格が形成されてきた」。しかし、「生産性の合理化や住宅資材の購入姿勢の合理化により在来工法の住宅にはコストダウンの可能性がかなりあるように思われる」が、「大工・工務店にそれを期待

するのは種々の点から難しい」。

「建材費の縮減方法としては、流通ルートの変革が最も手っ取り早い訳であるが、在来木造に対応する流通ルートは旧来の仕切りと因習により柔軟性を失っているのだから、これを再編するのは容易ではない。一方、プラットフォーム構法の流通システムは北米ですでに整っており、これをそのまま日本に持ち込んで全く異質のシステムを別にかつ新規に構築するほうが早道と考えられた。そしてこのシステムがわが国に根づけば在来木造の流通システムが刺激を受け、北米のシステムを学習しようという意欲を掻き立てられるであろう。」

杉山は、「建設省にとっては、自らのコントロールの手が及ばない製材を始めとする各種の建材、特に製材と合板という農林物資が思惑で価格を乱高下させ、在来木造のコスト管理を材料面から難しいものにしてているのが頭痛の種であった。」「在来木造に関わる現在の流通システムと大工達の技術ソフトに間接的に刺激を与え、その結果、在来木造に変革がおきることを期待したのであった。」と述べている<sup>10)</sup>。

戸谷英世は、1972年、建築研究所での建て方実演の直後に、他の日本の政府関係者3名とともにカナダ政府に招聘された者の一人である。カナダ政府というものの、「実質的なプロモーターはカナダのブリティッシュ・コロンビア州林産審議会（略称 COFI）であった。日本語で「審議会」と訳されたが、本来の英語は「カウンスル（COUNCIL）で、実体は同州の林産関係の企業を会員とする業界団体で、通常ならさしづめ「協会」と訳すべき性格の団体であった。」<sup>11)</sup>

当初のパイオニア達が民間ベースで、主にアメリカに情報を求めたのに引き換え、オープン化が狙に乗る前後から、北米産ディメンションランバーの輸入と密接に結びつく形でアメリカ政府、カナダ政府を介し、この工法が取り扱われることになったように思われる。アメリカの西海岸の製材業者としては丸太のままの輸出でなく、製材の形で輸出を望んでいたのは当然で、またカナダにとってはアメリカ向けあるいは国内向けに挽いているディメンションランバーの製材ラインをそのまま日本に輸出したいという希望であった。

つまり、この頃には前述のように、「現地でストレス・グレーディングされたものをそのまま輸入しようということはごく初期の段階で合意されて」おり、規格材のサイズはアメリカ、カナダで使用されているものそのままとなったのだと思われる。

折りしも、昭和40年代（1965年～1974年）は日本の森林資源の枯渇を憂える状況で、成長しないうちに伐採しないように、標準伐齢期を規定して森林資源を守ろうという気運であった。そういう意味では、国民に安くて品質の良い住宅を大量に供給するためには、外材の輸入は避けては通れない内的、外的に必然性のあるものとして理解されていたものと思われる。

同時にこの枠組壁工法の導入と2×4規格材の輸入には、日本とアメリカとの間の貿易摩擦の解消という政治的、経済的モチベーションがあったようである。スギ材を2×4規格材に使えるだろうか、という疑問をさまざまところでヒアリングしていたとき、

「外圧があるからまず無理だろう」

など、単純にスギの性能の問題というのではなく、国の政治的、経済的問題のひとつとして捉えられるべき問題だから、一朝一夕には難しいという意見が複数あった。

1973年6月21日の農林水産委員会での社会党の芳賀貢委員の発言に以下のような記録が残っている。

「これは林業白書によっても、昨年の一年間の木材消費量が一億立方メートルをこえておるわ

けです。その供給源は国内の供給が全体の45%、あと不足分の55%以上は外材に依存しなければ木材の供給を果たすことができないというのが実態であります。…中略…たとえばアメリカ議会においては、ことしから従来の木材の輸出実績をとりあえず10%削減するというのを、もう決定しておるわけです。この規制がますます強化されることは言うまでもないわけです。あるいは資源国のカナダ等においても、今後はカナダにおいての一定の製材規格に基づいた製品、半製品を製造して、これを日本に輸出するという強い主張を行なっておるわけでありまして。」と述べ、各国の丸太の輸出の制限と一方、製品、半製品の輸入の促進を求められていることから、国産材との需給調整、価格安定のための価格調整等の政策について十分注意しなければならない旨主張している。

今、枠組壁工法を日本に導入した初期のパイオニア達に思いを馳せるとき、彼らはこの工法を使った住宅の建て方を普及させたかったのだろうか、豊かなアメリカ的な住宅と生活様式を提案したかったのだろうか、単純で数が少なくて済むので、コストダウンが図れる規格材を流通させ、資材革命を起こしたかったのだろうか、住宅産業における生産性の高い合理的システムを輸入したかったのだろうか、と考える。

確実に輸入されたのは北米からの2×4規格材である。そして、それ以外のむくドア枠だの木製サッシだの、建築部材やシステムキッチンや美しい水周り部品など、コストパフォーマンスの高い建築設備は輸入されなかった。そういう意味ではオープン化に際して第一回の構造分科会に参集した業界団体は守られたのだ、と言えるかもしれない。

日本における部材、部品の規格には、農林物資の品質に関しては日本農林規格(JAS)、鉱工業品の品質に関しては日本工業規格(JIS)という公的な規格基準がある。構造用主要な部分に使用する枠組材、および構造用合板はJASに適合した物であり、石膏ボードなど各種ボード類、釘、ねじなどの構造用主要な部材、および設備関係、各種工業製品はJISに適合した物でなければならない。

北米から輸入するJAS検定は登録格付け機関が北米から輸入された材について通関後検定を行い、JASマークを添付するほか、外国認定の工場の登録格付け制度があり、2×4規格材については海外の木材製品をそのまま輸入することができるようになった。

一方、外国製品に対するJISマークの付与については、制度としては承認工場の認定は可能であるが、現在のところ上記の製品について北米の認定された工場はない。

2×4ランバーについてはインチフィート規格で、モジュールは尺貫法を採用することで、この新しい工法の導入に際して、海外の木材製品の輸入の道は大きく開かれたが、一方、日本の森林関係、木材製材関係の業界団体に対しては、この工法に使用される規格材を対応させようという動きは取られなかった。

結果、枠組壁工法のオープン化以来30余年、この工法は着実に日本に根を下ろして、受け入れられてきたが、使用されるディメンションランバーについては、ほぼ100%北米材が用いられて来ている現状である。それは、この工法の導入の歴史的経緯において、在来工法を支える木材業界、建築業界の不合理性に対する一種の刺激剤として捉えられていたこと、これらの業界の生産性をあげるための合理的建築産業システム導入の一部として取り入れようとしたことが、現在に至るまで枠組壁工法に国産材2×4材を生産するという発想がなかった理由のひとつであろうと考える。

## 注・引用文献

- 1) この節は杉山英男先生追悼記念出版実行委員会，2006，『杉山英男の語り伝え』を参考にした。
- 2) 松田妙子，1998，『家をつくって子を失う－中流住宅の歴史－子供部屋を中心に』財団法人住宅産業研修財団p.72
- 3) 鶴野日出男，1996，『ツーバイフォー 高気密住宅奮戦記』住宅産業新聞社
- 4) 松田妙子，1998，前掲書pp.79～82
- 5) 杉山英男，2006，前掲書pp.84～86  
これは後に北米の構法を歪曲したものとして建設省の戸谷英世によって批評されることになった。
- 6) 杉山英男，2006，前掲書p.117下線筆者
- 7) 鶴野日出男，1996，前掲書pp.36～43
- 8) ホームビルダー研修センターの「フレーム構法委員会」は1972年9月財団法人日本建築センターの枠組壁工法技術委員会として一体化することになった。ホームビルダー研修センターはホームビルダー協会と一部組織変更され，現在の財団法人日本ツーバイフォー建築協会に吸収されることになる。
- 9) 杉山英男，2006，前掲書p.101
- 10) 杉山英男，2006，前掲書pp.107～108
- 11) 杉山英男，2006，前掲書p.82

## 第2章 枠組壁工法における国産材活用の試み

### 第1節 ウッドショック

1974年の枠組壁工法オープン化より15年後，1989年にはこの工法で建築された住宅は全国で5万戸弱に上った。カナダのブリティッシュ・コロンビア州からアメリカ合衆国のワシントン州，オレゴン州にかけての北米西岸地域で産出されるベイマツ（ダグラスファー），ベイツガ，スプルースなどの針葉樹は，日本の輸入木材全体の40%近くを占めるまでとなった。

このような中で，1989年，木材，建築産業にとって衝撃的な出来事が起きた。きっかけはカナダのブリティッシュ・コロンビア南西からカリフォルニア州の西海岸などアメリカ大陸太平洋岸の森林に生息している北マダラフクロウ（Northern Spotted Owl）であった。北マダラフクロウ

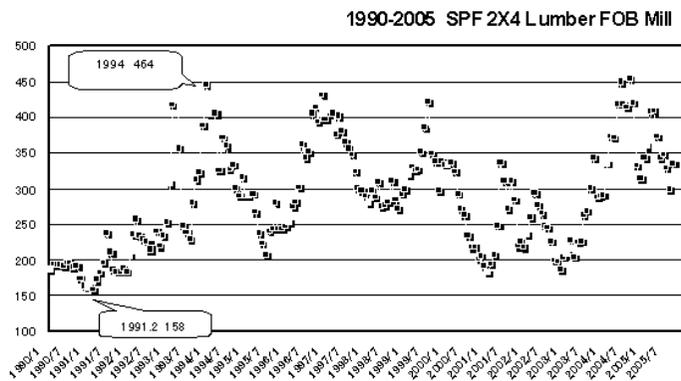


図-5 1990-2005 SPF 2×4 ランバー価格推移  
2005年9月30日現在US\$/MFBM  
Fig. 5. Trends in Prices of SPF 2 by 4 Lumber  
出典: Random Lengths 8/20 Std & Btr (WESTERN)

は、丸い頭と黒い目を持つ神経質な鳥で、樹齢200年を超える原生林にしか巣を作らず、残っている個体数は約1,500と推定されている(1997年当時)。1987年1月に自然保護団体グリーンワールド(Green world)がこのフクロウを絶滅の恐れがある動物として連邦地方裁判所に提訴し、1989年6月に正式に北マダラフクロウを「絶滅の恐れのある種」としてリストに登録することが決定された<sup>1)</sup>。

この登録により、フクロウの保護のため、ワシントン州、オレゴン州の2州の立木の伐採、販売が制限されることになり、フクロウの営巣が確認されるとその一帯の森林の伐採が禁止されることになった。アメリカ全体の立ち木販売量のほとんどをこの2州が占めているわけで、木材業界は大混乱に陥った。

1992年、木材供給の急激な低下によって、市場の価格は当然高騰することとなり、同年初め、450ドルだったベイマツ価格が年末には1,000ドルを超えたという。これがいわゆるウッドショックと呼ばれる事件である。

2×4材についてはそれまで200ドル(1,000FMB当り)近辺だったものが、1992年のウッドショックから一年遅れて、1993年には一挙に464ドルまで急騰し、その後、上下はあるが、平均して300ドルから450ドルの間で高止まりしているということが分かる。

しかし、同時に対ドルに対する円の高騰によって、円換算のSPF価格はほとんど同程度のものに据え置かれている印象である。SPFの価格はオープン化以来、価格が一定で安定している、ウッドショックの時にも価格を上げないでくれた、という意見が聞かれたが、円が強くなっただけで、SPFの価格は急激に上がって来たといえる。

とにかく、北米材の日本に対する輸出供給能力の著しい低下は、需給の一時的な現象でなく、環境問題を端緒とした資源問題であり、構造的な問題として対策を取らなければならない、つまりは、北米材に替わる材を検討しなければならないという動きを生じることになった。

1990年に始まった財団法人日本住宅・木材技術センターによる住宅部材国産化緊急対策事業

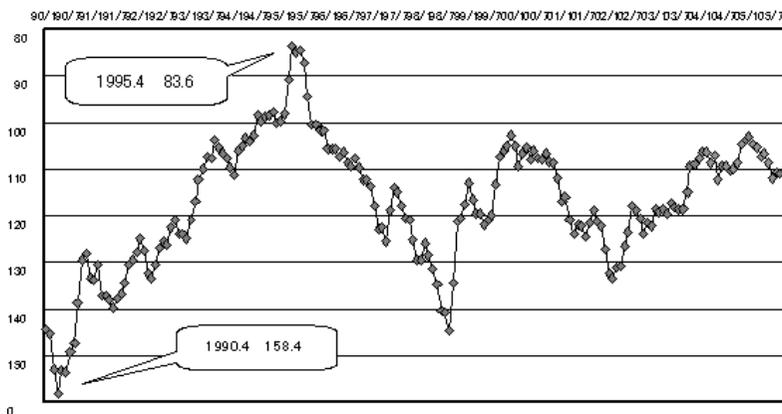


図-6 1990-2005対ドル為替推移(2005年9月30日現在)

Fig. 6. Trends in the Exchanges of the Yen

出典:Random Lenghs 8/20 Std & Btr (WESTERN)

としての「枠組壁工法住宅部材国産化」もその対策のひとつであったのではないだろうか。何よりも「緊急対策」という言葉がウッドショックを契機にツーバイフォー建築においても、国産材の検討を始めざるを得ないという状況に陥ったひとつの現れではないかと推察される。

同時に「国内の森林資源のなかで、将来資源の増大が見込まれながらも、現在需要が少ないエゾマツ・トドマツ・スギ中目材等の有効利用を図ることが緊急の課題」であり、「新たな住宅のニーズとして輸入材を主体とした枠組壁工法住宅」において「使用されている部材の生産・流通の実態を調査し、前記、中目材を本工法住宅部材として利用促進を図るための製材技術及び新部材の開発を検討する」<sup>1)</sup> が必要であると認識されるに至った。

## 第2節 緊急：国産材2×4の検討

1990年から1992年までの3年間に行われた住宅部材国産化緊急対策研究では、北海道のエゾマツ、トドマツ、カラマツ、および徳島県、岐阜県、茨城県の各県産スギの丸太から製材、乾燥まで行い、製材の歩留まり、2×4材の性能、および生産の経済性について検討が行われた。

結論は以下の4つにまとめられると考えられる。まずひとつめに、歩留まりについては、

- ・ 枠組壁工法部材の寸法の種類が軸組工法部材と比較して少ないため端材が多くなり、製材歩留まりが比較的強く押さえられてしまう
- ・ 製材歩留まりを向上させるためには、枠組壁工法部材と軸組工法部材を合わせて木取ることが必要である
- ・ 2×4材のみを木取った場合の計量歩留まりが55%前後であるのに比べて、枠組壁工法部材と軸組工法部材を合わせて木取る、混合木取りの場合は、18cm～22cm丸太が63.2%、24cm丸太で63.9%であった
- ・ 混合木取りを行うことによって、背板の部分から野地板などの薄板を挽けることから歩留まりを高くすることができる

次に、2×4材の強度性能については、引張強度は基準をクリアーしても、曲げ強度では基準値以下の性能のものが相対的に多い。特に本数比で言えば、カラマツでは208材～212材の20～25%、スギで20～30%の材が曲げ強度で基準値に達していないし、204材～206材でも、限度いっぱいか若干基準値を上回る材が主体となっている。

表-1 木取材別の製材歩留まり(形量歩留まり：%)

Table 1. Timber Yields

樹種	産地	スギ				カラマツ2	
		徳島	岐阜	茨城		北海道	
木取り材		2×4材	2×4材	混合材	軸組材	2×4材	混合材
形量	a	50.4	52.4	57.1	67.0	46.2	48.2
歩留まり	b	56.2	54.4	67.8	66.4	50.0	55.0
(%)	c	58.6				57.7	60.0
全体		55.2	53.8	64.8	66.6	49.8	52.3

注1 スギ2×4材木取りの歩留まりは、徳島産142本、岐阜産84本の丸太の製材試験結果である

注2 スギ混合材、軸組材木取りの歩留まりは、茨城産のそれぞれ33本の丸太の製材試験結果である

注3 カラマツ2×4、混合材木取りの歩留まりは、北海道産のそれぞれ16本の丸太の製材試験結果である

中径丸太の活用という観点からは、その形質上板割りサイズを中心とした木取りが製材の効率が良いため、2×4材の国産化とともに、在来工法、もしくはその応用的な工法のなかでの板割材の多用を図ることが必要であると考えられた。

結論の最後として、板割りサイズの活用という意味では集成材のエレメントとして多用途の開発が急務であり、枠組壁工法において、構造用集成材のエレメントとして国産材を用いる可能性を図る必要がある。スギ中目材の柱をとった後の背板から2×4の構造用縦継ぎ材の製材を行うこと、さらにこれを発展させ、縦継ぎ材をラミナに使用し積層集成材として用いることを提案している。

「開口部が4m以内に限定されている現行の枠組壁工法のまぐさや支持スパンが2mを超えない軸組み工法の桁材等には、構造用縦継ぎ材等を積層接着した集成材で十分な強度性能があると考えられ、これが使用可能となればさらに国産材とツーバイフォーの関係は密接になると思われる。」<sup>3)</sup>

当時にはまだ製品化されていなかったスギラミナの集成材は現在では一部のメーカーによって生産が始まり、在来工法の管柱として引き合いも増えている。また、スギの縦継ぎ材であるフィンガージョイント間柱は大手ハウスメーカーによって在来工法に用いられ、全国の集成材工場で生産され始めたところである。

そういう意味では1990年から3年間にわたって行われた「枠組壁工法部材国産化」研究で指

表-2 2×4材の等級別材積割合(製材時格付け)  
Table 2. 2 by 4 Timber Volume Classified by Grade and Species

(単位:%)

産地	北海道				徳島	岐阜	
	エゾマツ	トドマツ	カラマツ1	カラマツ2	スギ1	スギ2	
丸太径級	20~32	16~32	18~32	18~34	中目	中目	
丸太等級割合	Ⅲ等100%	Ⅲ等100%	Ⅱ等級62% Ⅲ等35%	Ⅱ等級71% Ⅲ等25%	Ⅱ等級56% Ⅲ等40%	Ⅱ等級50% Ⅲ等37%	
甲種	特級	10.6	9.3	54.2	31.3	22.6	4.7
	1級	24.4	45.5	17.6	4.2	22.6	3.6
	2級	28.7	15.7	23.7	38.9	28.1	9.4
	3級	21.7	29.2	4.6	25.4	26.7	72.9
	格外	14.7	0.3	-	0.2	-	9.4
	計	100	100	100	100	(81.6)	(73.8)
乙種	CONST					39.3	28.4
	STAND					33.3	26.7
	UTILITY					27.4	37.5
	格外					-	7.4
	計					100	100
						(18.4)	(26.2)

注1 エゾマツ, トドマツ, カラマツは甲種材についてのみ格付けした

注2 スギの甲種材, 乙種材の材積割合は( )書きとする

摘された点は10年以上経過した現在、在来工法によって実際に取り入れられ始めたと言えよう。この時点においては国産材スギ、エゾマツ、カラマツ、トドマツから枠組壁工法の2×4ランバーを採材することについてはあまりポジティブな評価を下していないが、国産材ラミナの集成材として活用する可能性についての言及は示唆に富んだものだったと考える。

### 第3節 宮崎県の試み

#### (1) 2×4材の製造試験

宮崎県の素材生産量は北海道に次いで第2位で、素材生産量のうち針葉樹が94%を占めている。また、スギ生産量は110万 $m^3$ 近くに達し、全国の14%を占め、全国一の生産量を誇っている。戦後植林されたスギ林は今や径級18以上となり、いわゆる中目材の生産がこれからもますます増えてくる見通しである。中でも、九州は日本の先端を切ってこの伐期を迎えたスギ中目材の製材に活路を見出さざるを得ない状況である。九州の状況はそのまま何年か後の日本の森林の問題であり、日本の木材業界の問題でもある。

宮崎県は1994年、県委託研究として、スギ中目材をツーバイフォー建築用規格材に開発できるかどうかの可能性を探るため検討を行い、「2×4工法モデル住宅建設事業報告書」として発表した。前節で述べた日本住宅・木材技術センターの枠組壁工法住宅部材国産化の研究の結論を受けて、スギ中目材から2×4材を製造するには2×4材のみを採材するのではなく、一般製材品も同時に採材する混合木取りにより、歩留まり率を上げることを前提に製造試験を行った。

2×4材の産出体積は径級22cmで204材が全体の25.8%、径級24cm材からは204材が25.2%、206材が38.3%、径級26cm材からは206材が29.6%の生産となっている。製材、乾燥、仕上げ後の等級別割合は甲種、乙種では204、206をまとめて下記のような結果となった。甲種格付では特級が半分を占め、甲種2級と合わせると7割近くに上っている。また乙種格付においてもコンストラクションレベルが7割を占めて、実際ツーバイフォー建築で用いられる甲種2級、乙種コンストラクション材の製材としては十分であろうといえる。しかし、在来住宅用の柱、間柱などを主体として採材した後の2×4材の採材割合は上記の通り、3割程であり、この割合が生産性があると言えるかどうか問題である。

この研究が行われた1994年当時、2×4材の製造原価は乾燥、仕上げ加工費、粗利益を含ま

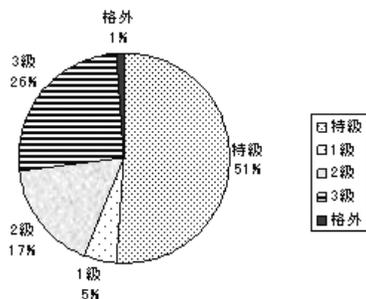


図-7 甲種格付等級別割合  
(204材および206材合計)

Fig. 7. Ratio of Ranking of First Grade (204 and 206) Lumber

出典：財団法人日本住宅・木材技術センター，1994，『2×4工法モデル住宅建設事業報告書』より作成

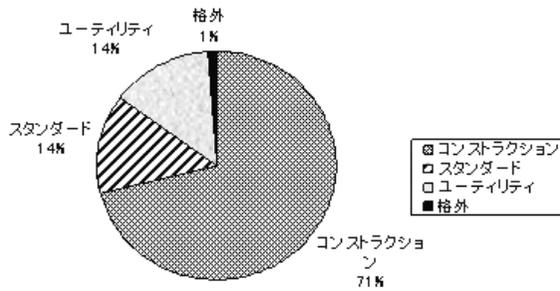


図-8 乙種格付等級別割合(204材)

Fig. 8. Ratio of Ranking of Second Grade (204) Lumber

出典:財団法人日本住宅・木材技術センター, 1994, 『2×4工法モデル住宅建設事業報告書』より作成

ず、1m<sup>3</sup>当り 35,335 円と試算された。当時の径級 22cm の原木価格は 18,900 円、24cm で 19,200 円であった<sup>4)</sup>。

(2) 2×4材の性能試験

2×4材の甲種特級に格付けされた材を対象に、許容応力度に相当する値の算出を行った。その結果、曲げ強度、引張強度においては、樹種区分等級別基準強度によって分類された樹種群、S-II W.Cedar (ウェスタンレッドシダー、レッドパイン、ウェスタンホホワイトパイン、スギ、アガチス) の許容応力度を満足することが明らかとなった。圧縮強度、せん断強度については試験を行っていないが、やはり満足しているものと判断している。

ヤング係数については、枠組壁工法建築物構造計算指針の値に及ばず、それより 10% 強低い値であった。「これは 206 材 (JAS において 2 インチ×6 インチ材を意味する) を根太として使おうとすると、宮崎県産スギの大きな弱点となる。この点の克服には 206 材を採材しようとする丸太は丸太段階で動的ヤング係数を測定して、所定以上のヤング係数の丸太だけを使用する必要がある」としている<sup>5)</sup>。

せん断試験より得られた荷重-変形曲線図より釘 1 本当りの変位 1mm 時の荷重および最大荷重を求め、住宅金融公庫の共通仕様書別冊—スパン表—に示す CN 釘の一面せん断耐力 (長期) の値と比較すると、概ね満足する数値であることが分かった。

2×4材の性能を評価するために、壁体の水平せん断耐力試験を実施した。厚さ 9.5mm の構造用合板を面材として所定の方法にて試験したところ、壁倍率は 3.89 であり、枠組壁工法技術基

表-3 CN釘の一面せん断耐力(長期)  
Table 3. CN Nail Use in Construction Classified by Building Method

釘の種類	D.F-L	Hem-Fir	SPF・W.Cedar	スギ実験値
CN50	29	23	19	20
CN65	35	29	23	—
CN75	43	35	28	28
CN90	49	40	32	39

準告示の値3.5を満足していた。

以上のことから、宮崎スギ2×4材の強度性能はヤング係数が1割程度低いことを除き、S-II W.Cedar樹種群のランバーと同等として扱っても良いことが判明した。

### (3) 2×4材の安定供給体制

「スギ2×4材の需要開発には、要求される材料性能としての技術的な検討とともに、その安定供給の方策についての検討が欠かせない。しかし、供給面の検討には、需要見込みがある程度与えられなければ、その具体的内容を提案することが困難である」とし、「現在まで100%外材を利用しているこの分野に参入するには性能的に外材と遜色ないとしても、スギが価格的に外材よりも有利になっていかなければ市場進出はかなり困難なことが予想される」と結論付けている。宮崎県を始め、九州圏のツーバイフォー建築用規格材を供給する場合は、量的にさほどのものでないから十分可能であるが、この場合でも、2×4材のみに限定した供給構造でなく、一般流通原木の中から適材を選別し、一般製材との混合木取りを通してコストダウンを図らなければならない。また、併せてフィンガージョイント設備による2×4材の生産が効果的と思われるので、長期的にはフィンガージョイントの生産を検討する必要があるとしている。

以上をまとめると、

- ・歩留まりを上げるために、在来住宅用柱取りをしたあとの背板の部分から2×4材を採材する
- ・2×4材の採材割合は全体の3割である
- ・コストダウンを図るためにはフィンガージョイント材を生産することが必要である
- ・スギ2×4材の性能強度については圧縮、引っ張り応力はJAS基準に達しているが、曲げ応力はSPF材のほぼ10%ダウンの値である
- ・根太、梁、桁など曲げ応力が掛かる部位に使用するためには、丸太の段階で動的ヤング係数を計測し、選別伐採するなどの対応が必要である
- ・スギの利用が難しいのは釘耐力が弱いと言われることが多いようであるが、釘耐力については十分な性能を有する
- ・枠組壁工法の規格材と在来用一般材では流通ルートが異なっているので、参入は困難であると思われる
- ・需要見込みがある程度保証されなければ2×4材を生産することは難しい<sup>6)</sup>

## 第4節 2×4材の使用部位及び要求性能

ここで、今まで述べてきた2×4材が枠組壁工法の中でどのように使用されるのか、その工法上の特質と建築基準法において要求される部位別要求性能について述べてみたい。

枠組壁工法に用いられる枠組材は、JASで制定されている以下のものである。

- ①枠組壁工法構造用製材
- ②構造用の集成材
- ③合板ボックスビーム
- ④その他国土交通大臣の認めた材料（I型ジョイストなど）

最も多く使用されているのは①の枠組壁工法構造用製材である。枠組壁工法用構造用製材の規格は下記の表-4にまとめられている通りである。主に用いられているのは204、206、208、210、212、と404の6種類であるが、この他注目すべきものとして木造3階建て耐火建築物用部材と

表-4 枠組壁工法構造用製材の寸法型式(mm)  
Table 4. Dimension of Lumber in Post and Beam Construction

寸法型式	未乾燥材		乾燥材	
	厚さ	幅	厚さ	幅
104	20	90	19	89
106	20	143	19	140
203	40	65	38	64
204	40	90	38	89
205	40	117	38	114
206	40	143	38	140
208	40	190	38	184
210	40	241	38	235
212	40	292	38	286
304	65	90	64	89
306	65	143	64	140
404	90	90	89	89
406	90	143	89	140
408	90	190	89	184

農林水産省告示第1304号(平成17年8月15日)

して、農林水産省告示第1304号(H17.8.15)により新たに加えられた205, 304, 306型式である。この型式に関しては日本独自の規格となっている。

この工法に特徴的なことはこのように小さな断面の製材でも主要な構造材として用いることができることである。しかし、それぞれの規格材が、建物のどの部位に用いられる材であるか、またどのような施工で用いられるかについて、細かく規定されていることによって、一定の性能の建物が建築できるよう厳密に定められていることである。

表-5は、平成13年国土交通省告示第1540号によって、「枠組工法または木質プレハブ工法を用いた建築物または建築物の構造部分の構造方法に関する安全上必要な技術的基準を定める件」として、使用される部位に応じた要求される部材の格付け等級を示している。

甲種枠組材は主として高い曲げ性能を必要とする部分に使用される部材であり、乙種枠組材は主に圧縮を受ける部分で使用されるものである。具体的には根太、梁、土台、たるき、など曲げ性能を必要とするところには甲種特級、1級、2級の材を用いなければならない。また壁のスタッド(たて枠)や下枠、上枠、頭つなぎなどは乙種コンストラクション、スタンダード、もしくは甲種3級を用いることが出来る。

### 第5節 枠組壁工法におけるスギの適用

枠組壁工法構造用製材のJAS(昭和49年農林省告示第600号)に適合するものは、その樹種、区分および等級に応じてそれぞれの基準強度が定められている(形式104, 203, 204または404のもの)。枠組壁工法におけるスギ材の適用について研究された宮崎県委託研究の結果において、スギ材の枠組壁工法用構造材の製材試験、性能強度試験により、樹種SII-W.Cederグループの基

表-5 使用できる枠組材の品質  
Table 5. Quality of Lumber and Components Classified by Grade

部材種類	枠組み壁工法構造用製材の日本農林規格(JAS)						
	甲種枠組材				乙種枠組材		
	特級	一級	二級	三級	コンストラクション	スタンダード	ユーティリティ
(1) 土台	○	○	○				
端根太	○	○	○				
側根太	○	○	○				
まぐさ	○	○	○				
たるき	○	○	○				
むなき	○	○	○				
(2) 床根太	○	○	○				
天井根太	○	○	○				
(3) 壁の上枠	○	○	○	○	○	○	
頭つなぎ	○	○	○	○	○	○	
(4) 壁のたて枠	○	○	○	○	○	○	
(5) 壁の下枠	○	○	○	○	○	○	○
(6) 筋かい	○	○	○	○	○	○	

準強度を満足していることが示されている（表-6参照）。

204材では特級材が55%、1級以上の材が63%、2級以上の材が74%得られており、206材についても特級材が44%、1級材以上の材が48%、2級以上の材が60%得られているので、等級の高い材を選択的に使用することにより、幅広い活用が可能であるとしている<sup>7)</sup>。

ただし、「宮崎県産のスギ材のヤング率が比較的低いことを考えると、曲げを受ける部位（根太、たるき、まぐさ等）に使用する場合には、たわみ等に十分な注意を払わなければならないであろう」とし、下記の通り、宮崎県産スギ材の枠組壁工法用構造部材として使用可能な部位および使用適正部位をまとめている（表-7参照）。

本研究では、枠組壁工法におけるスギ材の活用を図るためには、主要構造材として枠組のたて枠、下枠、頭つなぎ、その他の構造部材として、ころび止め、まぐさ受け、ふれ止めなどに特化して用いることが適当であると考ええる。特に204材と206材が主要な寸法型式であることから、204材のスタッドとして用いることを前提として適用を図ることが現実的なのではないかと考える。曲げ力が掛かる部位についてはスギ集成材、スギのたて継ぎ材等のエンジニアードウッドによって対応することが可能であると考ええる。

#### 注・引用文献

- 1) 財団法人自治体国際化協会, 1997, アメリカにおける保護政策 CLAIR REPORT NUMBER 153, DECEMBER 5
- 2) 財団法人日本住宅・木材技術センター, 1992, 『住宅部材国産化緊急対策事業報告書 (1)「枠組壁工法住宅部材国産化」, まえがき
- 3) 財団法人日本住宅・木材技術センター, 1992, 前掲書 p.28
- 4) 財団法人日本住宅・木材技術センター, 1994, 『2×4工法モデル住宅建設事業報告書』 p.22

- 5) 財団法人日本住宅・木材技術センター, 1994, 前掲書 p.2
- 6) 財団法人日本住宅・木材技術センター, 1994, 前掲書 p.109
- 7) 財団法人日本住宅・木材技術センター, 1994, 前掲書

表-6 樹種区分等級別基準強度  
Table 6. Strength Standards Classified by Species and Grade

樹種	区分	等級	基準強度(単位:N/mm <sup>2</sup> )				樹名				
			Fc	Ft	Fb	Fs					
SI	DFir-L	甲種	特級	25.8	24.0	36.0		ダグラスファー			
			1級	22.2	16.2	24.6		ウェスタンラーチ			
			2級	19.2	15.0	21.6		クロマツ			
			3級	11.4	8.4	12.6	2.4	アカマツ			
		乙種	コンストラクション	21.6	11.4	16.2		ダフリカマツ			
			スタンダード	17.4	6.6	9.6					
			ユーティリティ	11.4	3.0	4.2					
			Hem-Tam	甲種	特級	18.0	13.8	29.4		パシフィックコースト	
					1級	15.0	8.4	18.0		イエローシダー	
					2級	12.6	6.6	13.8		タマラック	
乙種	コンストラクション	3級	7.2	3.6	8.4	2.1	ジャックパイン				
		スタンダード	14.4	4.8	10.2		イースタン・ヘムロック				
		ユーティリティ	11.4	3.0	5.4		カラマツ				
SII	Hem-Fir	甲種	特級	24.0	22.2	34.2		パシフィックコースト			
			1級	20.4	15.0	23.4		ヘムロック			
			2級	18.6	12.6	20.4		アマビリスファー			
			3級	10.8	7.2	12.0	2.1	グランドファー			
		乙種	コンストラクション	スタンダード	19.8	9.6	15.6		ツガ		
				スタンダード	16.8	5.4	9.0				
				ユーティリティ	10.8	2.4	4.2				
				SPF	甲種	特級	20.4	16.8	30.0		バルサムファー
						1級	18.0	12.0	22.2		ロジポールパイン
						2級	17.4	11.4	21.6		ポンデローサパイン
3級	10.2	6.6	12.6			1.8	ホワイトスプラース				
乙種	コンストラクション	スタンダード	18.6	8.4	16.2		エンゲルマンスプルース				
		スタンダード	15.6	4.8	9.0		レッドスプルース				
		ユーティリティ	10.2		4.2		コーストシトカスプルース				
W.Ceder		甲種	特級	15.0	14.4	23.4		ウェスタンレッドシダー			
			1級	12.6	10.2	16.8		レッドパイン			
			2級	10.2	10.2	16.2		ウェスタンホワイトパイン			
			3級	6.0	6.0	9.6	1.8	スギ			
		乙種	コンストラクション	スタンダード	11.4	7.2	12.0		アガチス		
				スタンダード	9.0	4.2	6.6				
				ユーティリティ	6.0	1.8	3.6				

表-7 スギ材の使用可能部位  
Table 7. Components where Japanese Cedar can be Utilized

	甲種枠組材						乙種枠組材	
	104	106	203	204	205	206	203	204
主要構造材								
土台				○		○	○	○
床根太						○		
端根太						◎		
側根太						◎		
まぐさ				○		○	○	
天井根太				○		○		
たるき				○		○		
むなぎ				○		○		
頭つなぎ				◎		◎		◎
上枠				◎		◎		◎
たて枠				◎		◎		◎
下枠				◎		◎		◎
筋違い	○	○						
他の構造材								
ころび止め				◎		◎		
合板受け				◎				
継ぎ手				◎		◎		
まぐさ受け				◎		◎		
かい木				◎		◎		
ふれ止め				◎		◎		
雲筋違い				◎				
トラス材				◎		◎		
たるきつなぎ				◎		◎		
屋根梁						○		

出典:「2×4工法モデル住宅建設事業報告」P126

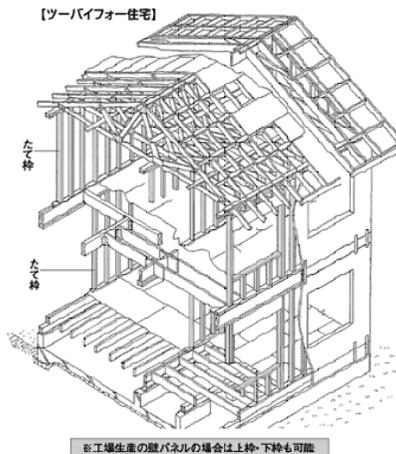


図-9 たて枠として用いられる部分

Fig. 9. Components where Lumber is used as Studs

出典:社団法人北海道住宅建築協会ホームページより

### 第3章 供給者サイドへの市場調査

#### 第1節 スギ2×4材生産の可能性

前章で述べた2つの研究を代表として、スギ2×4材の生産可能性に関する研究は、少数ながら全国のスギ産地で行われてきた。しかし、現在に至るまで枠組壁工法の規格材は、ほぼ100%が北米からの輸入材で占められていて、相変わらずスギ2×4材は生産されるに至っていない。

この考察は枠組壁工法においてスギ2×4材が適用可能であるか、そして可能であるとして生産可能であるのか、流通の問題はあるのか、その事業経済性はどうかを検討することである。本章においては、現実問題として日本でスギ2×4材を生産する能力を持った工場はあるのか、あるとするとどのような条件を具備している必要があるのかについて調査した。

まず、今まで行われたスギ2×4材の可能性についての研究のひとつが宮崎県のスギだったこと、および、筆者がスギ2×4材についての事前調査を行っていたとき、始めて前向きな意見を述べたのが宮崎県で製材業を営むY産業のY氏であったことから、調査地は、まず宮崎県を選んだ。

2006年2月に実施した宮崎県都城地区大規模製材工場と県南部スギ集成材工場への現地調査を通して、「スギ2×4材の生産は可能ではないか」ということを推察するに至った。しかし、条件として今までの研究で指摘されていたような在来木造住宅用柱取りをした後の背板から生産をするのではなく、スギを板挽きしている業態の製材メーカーが生産可能ではないかということ仮説として立てた。

この仮説を基に、次にスギ集成材を生産している工場、板製品を生産している工場に的を絞り、宮崎、鹿児島、高知、佐賀において調査を行った。

調査はまず、設備、現状での生産高、今後の生産可能高などの技術的問題と、コスト対応能力、および新規分野への進出に対する経営者の前向きな姿勢など意識的な観点から調査を行った。

#### 第2節 九州・宮崎のスギ産地

鹿児島、熊本、大分などの南九州4県のスギ素材生産量は全国生産量の約3割に達している。今や九州は日本のスギ生産の中心地である。中でも宮崎県は2004年のスギ生産量110万 $m^3$ を誇り、全国スギ生産量の14%のシェアを占めていることは前述した通りである。1985年を基準として鹿児島県が20%増加、熊本県、大分県が40%増加、宮崎県は200%と、この20年で生産量が2倍の伸びとなっている。スギの生産に関して南九州は特に注目すべき産地といえる。また、スギの成長率が高く、径級18cm以上の中目材の取扱高が近年増加していて、その中でも18cm～22cm径級の取扱高が特に大きい。

##### (1) 都城大規模製材工場

そこで、まず宮崎県中部地区における在来用一般製材業者であるK産業とM木材と南部のスギ集成材工場のY産業を調査対象とした。

中部M地区には製材工場が60社、原木市場が3、プレカット工場が11社稼働している。

県全体では原木ベースで年間100万 $m^3$ 、木材製品で70万 $m^3$ 生産しているが、この地区だけで25万 $m^3$ を占め、そのうちK産業が10万 $m^3$ を生産している。県全体では8つの森林組合連合会があるが、そのうち、耳川林業協同組合（東郷町）と都城林業協同組合が最大である。

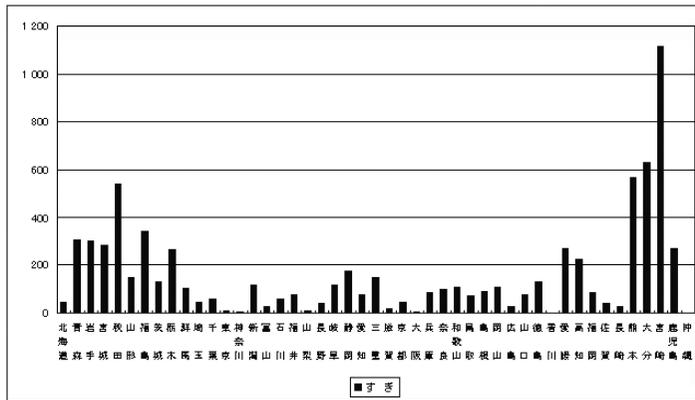


図-10 2004年全国県別スギ素材生産量(千m<sup>3</sup>)  
 Fig. 10. Japanese Cedar Production in 2004 Classified by Prefecture  
 出典:木材需給表

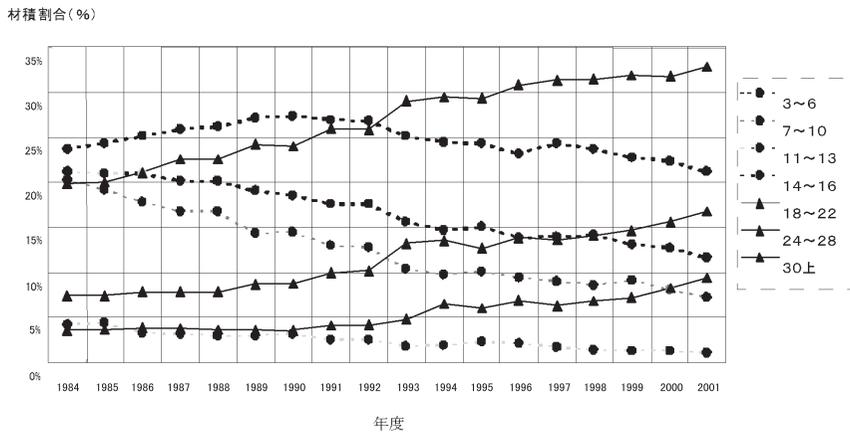


図-11 宮崎県の市場におけるスギ径級別取扱割合  
 Fig. 11. Ratio of Japanese Cedar Supply Classified by Diameter in Miyazaki Prefecture  
 出典:宮崎県木材利用技術センター

素材としては2/3が原木市場を經由し、1/3が私有林から直接調達している。K産業では8割から9割がスギ、M木材では7割くらいがスギで占められ、一部ヒノキ、檜などの広葉樹製品が生産されている。

K産業では製材品は柱角中心で、市場、森林組合経由、自社直売りで約1/3ずつを占め、販売先は全国に亘っている。原木入荷と製品出荷のトラックで周辺の交通渋滞を起こすほどである。

M木材では年間5、6万m<sup>3</sup>を挽き、ほとんどが柱角、平角などの在来用構造材の生産で一部羽

柄材の加工をしている。グリーン材、KD材の両方を扱っている。105、120、180、210、240、270mmの6つの断面寸法、および長さ300、330、360cmと、住宅マーケットに応じてきめ細かな注文生産をしている。販売先は県内、および近県の工務店などの地場の比率が高いものと思われる。宮崎県の木造住宅建築の特色としてスギが大変好まれて消費されているようである。また都市部と比較して和室の建築率が高いことが経営を支えているものと思われる。

K産業、M木材とも規模は違うが、在来住宅用一般製材の生産に100%注力しているので、特に新規分野への開拓をしなければならない必要性もないとの感触を得た。また、特殊なインチサイズの製材が従来型の柱角製造のラインと並行して行われることは現実問題として難しいと思われる。同時に2つのラインでの生産が製造コストを押し上げ、メリットを供給できないのではないかと思われる。特にツーバイフォー建築部材に進出する積極的なモチベーションが見出されないという印象である。

## (2) 南部地区スギ集成材工場

Y産業はラミナ集成材に特化した工場である。この地域の飼肥スギは耐水性、耐蟻性が高く、粘りがあり、曲げ加工しやすいので昔から船のべんこう材として生産されてきた歴史があり、柱角の製材ではなく、すべて小割材、板材の生産を行ってきたという日本の製材業者としては特殊な経緯を持っている。

一日に300m<sup>3</sup>、月に6,000m<sup>3</sup>、年間約7万m<sup>3</sup>から8万m<sup>3</sup>の製材加工を行っている。まだ工場の生産余力はあるので、一日3交代制で24時間稼働する予定であり、年間16万m<sup>3</sup>から20万m<sup>3</sup>の生産量に達することが出来るとのことである。

50m<sup>3</sup>入るリフト式中温乾燥機(75度から80度)を10台持ち、月間4,000～5,000m<sup>3</sup>を乾燥することができる。天乾3ヶ月、乾燥機で3日間乾燥し、一旦含水率8%まで下げた後、13%で出荷している。

製品は、間柱および集成材用ラミナ寸法(mm):30×105, 30×120, 27×105, 27×120, を生産し、集成梁、桁、柱材(mm):最小75×75から最大700×250長さは3m, 4m, 7.5m, 最大700×250サイズについては12mまで対応可能である。製品はすべてスギである。日本の集成材工場の中で、国産集成材といっても、外材の国内加工という会社がほとんどであるなかで、国産材の100%スギを使った集成材工場では日本で有数な生産規模であろう。

集成材用接着は水性イソシアネート系樹脂接着剤を使用し、現在10m<sup>3</sup>/日の生産量であるが、高周波による接着装置を導入する予定であり、そうすれば、またかなり生産量上がる見込みである。

原木素材の仕入れは40%が市場より、60%が自社林より調達している。単に原木を手に入れて、製品を製材すればよいというのではなく、毎年計画的に植林も行い、持続可能な森林管理に十分注意を払っている。また、植林して30年40年後に価値を生む行為に関して、これを投資として捉えられ、資産勘定として課税されることに対して、林業家として声を上げていく必要性を説いている<sup>1)</sup>。

原木のサイズは長さ4mが一番コストパフォーマンスが良いと考え、すべて統一している。それは4mから製品サイズにカットした後の端材、スギの節、アテなどの部分を排除した短尺材をフィンガージョイント加工することで、歩留まり率60%に上げることを可能にしているからである。ホワイトウッドなど外材の集成材に負けないコスト競争力を持っている、というのはY代表

の言葉である。

販売は大阪、名古屋、東京など3大都市向けに、主にプレカット工場向け直売りをを行っている。興味深いのは集成材の流通が外材を主体に組まれているため、100%国産のスギ集成材であっても、外材流通の中に入ることが都合が良いと考え、商社を通じたビジネスをしていることである。従って、会社の中には営業部隊を持っていない。

スギ2×4材の商品化については、現状の工場装置の中でラミナ寸法の設定を変えるだけで対応可能なので条件が許せば参入できると考えている。条件としては200m<sup>3</sup>から500m<sup>3</sup>/月の出荷がコンスタントに可能であること、複数の供給者を確保してほしいということである。

また、ツーバイフォー建築に用いられる横架材に関してはY産業で対応し、縦スタッド材はどこでも対応可能であろうからそのような複数事業所での連携による供給体制を構築することで、ユーザー側、供給側双方にとって安定的な供給が可能になるのではないかとというのがY代表の考えである。

韓国とは昔から船のべんこう材として飼肥スギを指定して取引をしてきたつながりがあり、最近ではデッキ材、2×4材の輸出を始めたり、韓国の大工の研修を受け入れるなど、交流を深めている。実際、この地域の人々の感覚では、製品を東京に船送するよりも、韓国に送るほうが近いという感じであり、アジアとの貿易に関して、九州の地理的優位さを感じさせるものである。

### 第3節 四国・高知と徳島の板製品工場

#### (1) 高知板製品工場の多角的生産

高知県土佐郡、吾川郡、安芸郡を中心として製材会社9社が集まったT協同組合がある。中でもI木材は自社の山林から自社工場、最終製品と一貫生産を行い、スギ、ヒノキ製品の工場生産量は年間6,000m<sup>3</sup>に上っている。その70%がヒノキの小丸太(末口10cm)を使用したスノコの生産であり、全国の24%の日本一のシェアを誇っている。また、高知県産の美しい木目を使ったフローリングや板材などの建材の他、集成材の生産、集成間柱の生産を行い、大手ハウスメーカーに納めている。

今回、スギ2×4材の製品化の可能性を探るため、板類の生産をしている工場にターゲットを絞ってみようと考え、四国の足場板生産地、スノコ生産地を調査対象に選んだものである。設備はギヤングリッパーを備え、スノコ板が飛ぶように生産されていた。

また、大手ハウスメーカーのキズリパネルを月間約100m<sup>3</sup>生産している。この製品は1,500mmの長さの板をラティス状に加工した内装用パネルであるが、4mの原木をカットした後の活用が図れるとして、2,336mmの2×4用スタッドの生産には大変前向きである。月間100m<sup>3</sup>から200m<sup>3</sup>の2×4材の生産は設備的にも、素材的にもすぐにも可能である。

ベトナムを始め、アジア諸国からの研修生を受け入れると同時に、ベトナムに子会社を設立し、スノコや建材類を製材した後の端材の活用を図るべく、木製品の加工を海外生産する準備をし、多品種生産の経営多角化を図っている。

また自社林を持つことから、素材の供給には心配がなく、組合各社との共同作業により、年間70,000～80,000m<sup>3</sup>の伐出が可能である。2×4材の商品化ということであれば、そのうちの何万m<sup>3</sup>を2×4材用に回し、生産することも考えられるとしている。

表-8は高知県の森林資源、林産業の全国での位置づけを示したものであるが、森林面積は全国

有数であり、森林面積率は全国一、また人工林の率が佐賀県に次いで第二位であり、森林作業に従事する作業員の数も全国第三位と豊かな森林資源と労働力に恵まれていることがわかる。今まで強く美しい木目をセールスポイントにして、スノコ製品などの板類の製造をしてきた技術を国産材2×4材の生産に生かすと同時に、多品種生産による多角的経営の一手段として前向きに考えている。

表-8 高知県林業の全国に占める位置  
Table 8. Ranking of Forestry in Kouchi Prefecture

項目	単位	年	全国	高知県	対全国比%		上位3位		
					高知県/全国	全国順位	1位	2位	3位
総土地面積	千ha	H16	37,790	710	1.9	14	北海道	岩手県	福島県
森林資源									
森林面積	千ha	H14	25,121	595	2.4	11	北海道	岩手県	長野県
森林面積率	%	H14	67	84	-	1	高知県	岐阜県	島根県
民有林面積	千ha	H14	17,283	468	2.7	10	北海道	岩手県	岐阜県
国有林面積	千ha	H16	7,710	127	1.6	15	北海道	秋田県	青森県
人工林面積	千ha	H14	10,361	389	3.8	5	北海道	岩手県	長野県
人工林率	%	H14	41	66	-	2	佐賀県	高知県	福岡県
保安林面積	千ha	H16	12,046	203	1.7	15	北海道	長野県	秋田県
林家・労働者・事業者									
林家数	千戸	H12	1,019	26	2.6	14	広島県	北海道	岩手県
森林組合数	組合	H15	970	32	3.3	5	北海道	岐阜県	兵庫県
森林組合作業班員数	人	H15	25,801	1,149	4.5	3	熊本県	北海道	高知県
林業就業者数	人	H16	-	1,819	-	-	-	-	-
製材工場数	工場	H16	9,420	155	1.6	33	三重県	岐阜県	新潟県
生産額・生産量									
生産林業所得	千万円	H15	28,423	647	2.3	16	長野県	北海道	岩手県
林業産出額	千万円	H15	45,025	848	1.9	17	長野県	北海道	新潟県
素材生産量	千m <sup>3</sup>	H16	15,615	420	2.7	11	北海道	宮崎県	岩手県
うち民有林生産量	千m <sup>3</sup>	H16	-	324	-	-	-	-	-
スギ生産量	千m <sup>3</sup>	H16	7,491	224	3.0	12	宮崎県	大分県	熊本県
ヒノキ生産量	千m <sup>3</sup>	H16	2,004	153	7.6	4	愛媛県	岡山県	三重県
広葉樹生産量	千m <sup>3</sup>	H16	2,448	31	1.3	16	北海道	岩手県	福島県
木炭生産量	t	H16	37,487	882	2.4	11	岩手県	北海道	岐阜県
生椎茸生産量	t	H16	66,204	566	0.9	36	徳島県	群馬県	岩手県
乾椎茸生産量	t	H16	4,135	42	1.0	16	大分県	宮崎県	愛媛県
木材・木製品製造品出荷額	億円	H16	-	255	-	-	-	-	-
需要									
新設住宅着工戸数	戸	H16	1,189,049	5,598	0.5	43	東京都	神奈川県	大阪府
木造数	戸	H16	540,756	2,255	0.4	46	東京都	神奈川県	埼玉県
木造率	%	H16	45.5	40.3	-	42	青森県	秋田県	富山県
基盤整備									
民有林林道(自動車道)現況	km	H16	82,974	2,116	2.6	13	北海道	長野県	岐阜県
民有林林道(自動車道)密度	m/ha	H16	4.8	4.5	-	30	佐賀県	富山県	埼玉県

## (2) 徳島県足場板生産工場

徳島市吉野川流域の木材協同組合連合会は足場板の生産では全国でも有数の規模を誇っている。この協同組合連合会のユニークなところは、「足場板」という共通の商品の生産工場が集まって、ヨコの連絡組織として機能していることである。足場板というのは急に何百枚、何千枚という注文が来るのが特徴で、このヨコの組織を持っていることで、一つの工場に大量の注文が来て自分のところにそれだけの在庫がない、もしくは納期までに納められないということであったら、他の組合員と話し合っただけで指定の期日までに、指定された注分量を納めることができる、という利点を持っている。

これができるというのは、足場板という商品が規格化されているからであり、工場によって、顧客によって幅が24cmだったり、25cmだったり、厚さが33mmだったり、34mmだったり、ということであると難しいことになるだろうと推測できる。

そして、自分のところのお客さんを独り占めしようとするよりも、組合員で情報をオープンにして広げたことで、顧客からの信頼感を得て、全国で1、2を争う足場板の生産地として現在に至ったと言えよう<sup>2)</sup>。

近年、足場板の生産は売り上げも少しずつ落ちてきていることから、事務局では、新たな市場を開発したいという希望を持っている。しかし、問題となるのは、製品が足場板ということで乾燥設備が十分でないことである。新規分野に進出するに当たり、新たな設備投資をするためには組合員の合意が必要であり、早急な対応は現状難しい状況である。

四国・高知のスギ板製品の工場の現地調査、徳島の足場板生産協同組合連合会への聞き取り調査を通して、スギ板製品の生産工場においては、2×4材の生産の可能性は十分見込まれるということが分かった。ただ、徳島足場板組合については、現状での生産可能性について否定的な返答となったが、スギ2×4材という規格材の生産について、複数の生産者がヨコの連帯を持って、情報を共有しながら供給する体制を構築することは、外材に対する大きな力になるのではないかという有意な示唆を得た。

## 第4節 国産スギ集成材メーカーの新しい方向性

スギ2×4材の生産可能性について供給サイドの聞き取りを行っていた2006年の夏、この製品の事業化には製材メーカーのネットワーク化が必要かもしれないと考えていたちょうどその時、主に国産スギを使用した構造用集成材を製造・販売する協同組合及び企業11社で「国産スギ集成材協議会」が設立された。スギ集成材という同じ商品を製造する全国の事業所が相互に情報交換を行い、国産スギ集成材の普及活動と販売促進を共通の目的として組織化したものである。この意味で徳島の足場板協同組合連合会とも似ているが、地域に密着した協同組合ではなく、また都道府県ごとに設立された流通協議会なども性質を異にして、全国を横断する同業者の連携を図るという意味で全く新しいコンセプトの組織である。

この協議会立ち上げの契機になったのは、集成材のJAS規格がスギを素材として用いるのに不利なものとなっていて、これを改めないとコスト競争力で負けてしまう、国産材を使え、スギを使えと言っているのに、これでは現実性のない規定である、ということで全国のスギ集成材メーカーが一緒になって林野庁に掛け合ったことである。このような同業者の一致した行動がJAS規定を変えることにつながった、という意味でヨコの連携がパワーになりうるということが分かったというのが設立の動機である。この行動を共に行ったのが国産スギ集成材協議会の核となるメンバー

である。

今回の考察の目的であるスギ2×4材の生産可能性を持つ事業所を調査するという意味では、この国産スギ集成材協議会の会員企業はちょうど目的が一致する対象である。また、この協議会メンバーの他、全国の国産集成材協議会メンバー（この国産という意味は、国産材ではなく主に外材ラミナを輸入し、国内で接着加工しているという意味であることが分かった）に各社聞き取り調査を行った。各企業、各協同組合の現在のスギ集成材の生産高、現状での最大限生産可能高、抱えている問題点、今後の方向性などについて調査し、その内の何社かを抽出してまとめたものが表-9である。

共通して認識されている問題点はまず、「販売力」である。「プレカットに出すと価格が合わないの、直接販売できるユーザーの開拓をしたい」「年間5、6棟建築の工務店に直販したい」「スギが良いとアピールしていく必要がある」「建築士会などに啓蒙して使ってもらおう方策が必要である」としている。

ふたつめにはスギに対する認識の問題である。「外材は強い、スギは弱いという風圧を感じる。植えつけられたある力が存在するのではないか」「JASに通っていても弱いということ売りにくい。設計士が指定してくれるようにしてもらいたい」「2×4材に使うには釘の引き抜き耐力が心配」「スギは管柱にはOKだが、釘の抵抗がない用途に使う、2×4材には向かないのでは」とスギの材としての性能強度についてメーカー自身が確固とした自信を持ってないところもあるのが分かる。一方で、スギが不当に弱い材だと貶められているものを、官庁、建築士会などあらゆるルートを使って改めていくことが販売につながるという方向性を持っている。

3つめとして気がつくのは調査したほとんどの工場で在来工法のSハウスメーカーのスギフィンガージョイント間柱の生産を行っていることである。少なくとも、月間100m<sup>3</sup>、多いところで200m<sup>3</sup>から1,000m<sup>3</sup>の受注を行っている模様である。スギ2×4材の生産という意味では「コストが合わないの興味がない」「今までの顧客を優先してきちんと納品できて初めて考えられる」というところがある。またSハウスメーカーのフィンガージョイント間柱の納品について「月に10,000本と言われるとお断りする」という風に、大量注文には応じられないと考えている体質のところもある。しかし、ほとんどが「需要があるならば、いくらでも挽く」「とにかく売れるならば現在1交代制で生産しているものを、昼夜3交代でも生産することができる」「素材生産には問題がないので、売り先さえあれば2×4材も可能」という積極的な姿勢であった。

また、国産材の流通システムに変化が生じているのか、第一次問屋、第二次問屋などの流通の真ん中が脱落して、製材メーカーからプレカット工場への直接販売が多くなっていることが分かる。また、木材問屋、小売店で在庫を持つことを避けようとする傾向から、物流はメーカーからプレカットなり、小売店なり、工務店などへの直送が主になり、メーカー自身が在庫を持たなければならない、という現状になっている。それは、プレカット工場が材の加工と問屋機能を兼ねているとも言えるし、またメーカーが供給者であると同時に、在庫機能と配送機能を持つ流通業者の役割を要求されているとも言える。

そういった中で、国産スギ集成材協議会の目指す、「均一な品質と販売量を全国的に確保し、全国の拠点からスピーディーに製品を供給する」というネットワーク化が今後、供給者にとって死活問題であるのだろうということが推察された。

表-9 供給者サイド聞き取り調査一覧  
Table 9. List of Investigated Suppliers of Japanese Cedar Lamina

所在地	スギ集成材生産量(m <sup>3</sup> /月)		コメント
	スギ集成材	生産可能量	
A 宮崎県	500	1,500	常時在庫は5,000m <sup>3</sup> , 問屋機能が落ちていて, メーカーが在庫を持たなければならない。補助金で設備は作った, 後は建築士などにアピールするため, スギが良いと広めるための予算をつけてもらいたい。公共団体の建物は少なくとも輸入材でなく, スギを使うと言うような縛りが必要。直売増やしたい
B 秋田県	400	800	外材は強い, スギは弱いという「風圧」を感じる。植えつけられたある力が存在するのでは? 問題は販売である
C 佐賀県	70	10,000	スギのみの集成材は始めたばかり。異樹種集成材の生産はスギの比重を大きくしていくことも考えている
D 鹿児島県	200	200	量が少ないので価格が落ちない。年間5, 6棟の工務店を中心に営業。プレカットに出しても価格があわないので直接販売を目指したい
E 秋田県	500	900	ハウスメーカーの見直しでスギの引き合いが強くなっている FJ間柱を出しているのでスギ2×4も可能
F 愛媛県	450	450	10,000本と言われると出荷できない
G 宮城県	1,200	2,000	FJ間柱200m <sup>3</sup> が1,000m <sup>3</sup> まで増産を求められている。今までの顧客を優先して, 出荷を減らすことはしないつもり。2×4は三井ホームと検討始める
H 福井県	150	150	関連会社(年間100棟)で使用する SI住宅(すべてスギの家)販売
I 新潟県	1,000	2,000	大断面では齊藤木材と競争。管柱も取り組みたい。輸入ラミナのヤング率の測り方は同じなのだろうか? S木材とスギ2×4で会社を作ろうとしたことがあるが中止
J 北海道	300*	1,000	安定的な固定客を持つ。日本語で注文できる, 為替で上下しない安定感, 輸入材は注文してから3ヶ月掛かることを考えればメリット 国産材はコスト競争力のあるものとストーリー性のあるものの二極化
K 高知県	500**	1,000	素材生産には問題ないので, 売り先があるなら2×4も可能
L 徳島県	現状足場板	要検討	興味はあるが, 組合員との協議次第
M 愛媛県	80	3,000	スギ集成材はJASには通っているが, 弱いのか売りにくい設計士が指定してくれるようにしてもらいたい 2×4には釘の引き抜き耐力が心配
N 栃木県	ほとんどなし	興味なし	スギは管柱にはOKだが, 釘の抵抗の必要性がない用途へドアつりなど緩んできてクレームが出る→2×4には向かない
O 宮崎県	10	興味なし	スギ集成材はコストが合わないのでは。中目材で真中に柱を取るのには素人の考え, ラミナのみで挽くのが良い

\* トドマツ

\*\* スギ, ヒノキ板製品含む

## 第5節 北九州大規模集成材工場

佐賀県伊万里にあるこの工場は, 年間原木消費量がベイマツで190万m<sup>3</sup>, スギが10万m<sup>3</sup>に達し, 国内では圧倒的な強さをもつ日本林業の代表的なメーカーである。スギラミナをサンドウィッチ加工する異樹種集成材を製造しているが, そのスギ材の割合を増やすことを考えている。またスギのみの集成材も始めたところであるが, 2006年800m<sup>3</sup>とこの会社にしては少ない量だが昨年の2.8倍の販売量とのことで, 欠品状態という位, 引き合いは多くなっている模様で

ある。

スギのラミナについては反り、曲がりを防ぐ工夫が欠かせないので、試行錯誤しているようであった。生産能力は、スギ原木の供給量次第であるが、現有の設備で年間30万 $m^3$ の生産が可能とのことである。量産すればするほどコストが安くなり、現在製材コストが3,000円/ $m^3$ のところ、2,000円、1,000円/ $m^3$ を目指したいというのはH社長の言葉である。製材コストが1,000円/ $m^3$ となると、国産材もコスト競争力を持つ価格を提示できるのではないかと思う。しかし、それには大規模な設備投資が欠かせないのであり、それだけの資本力のあるところでない、不可能である。「規模がなければ勝てない」のが、目の当たりにした現実である。

また、「製材業は流通業だ」というのがH氏のモットーで、自社の船便を定期的に運行させて、効率的、低価格な流通網を構築している。輸入材、およびスギ2×4の製品価格を調べてみると、運送費は全体のコストの中でばかにならない割合を占めているように思う。中小の製材業者がどんなにコストを下げる努力をしても、この自社定期船便の運送コストでかなわないかもしれない、と感じた。

実際「製材コストを1とすると、物流コストは3.25に達する。物流コストの削減こそが製材業の命だ」と述べている。「本社がある呉から大阪へ製材品を運ぶトレーラー運賃よりも、欧州から日本へ来るコンテナ船のほうが安い」という<sup>3)</sup>。

スギ2×4材については、国内にコンペティターがいないニッチな市場なので、今から検討して、ビジネス化すると将来性があるのではないかと聞くと、「木更津沖にカナダがあると思え」

とのことであった。北米、欧州からのコンテナ船の運賃を考えると、国内にコンペティターがいないというような要素は2×4材にとって優位性でも何でもないということを教えてくれた。国産材だから売れるはず、とか国内だけを見てビジネスをしているものには気がつかないが、C木材が素材をベイマツからスギにシフトしつつある現状は、世界木材需給の中で冷徹に判断している方向性のようなのである。

## 第6節 北海道トドマツ2×4材商品化の試みと現状

### (1) 商品化の背景

ここで、現在唯一国産材で2×4材を生産して、流通しているトドマツ2×4材の生産者である北海道上川郡S木材に聞き取り調査を行い、その商品化までの経緯、現状の問題点などを伺った。

S木材が国産材トドマツ2×4工場を竣工したのは、1995年12月で、以来最盛期で年間11,000 $m^3$ 、現在年間コンスタントに3,000～4,000 $m^3$ のトドマツ2×4材を生産をしている。そもそもなぜトドマツ2×4が商品化の運びになったかということ、その数年前から北海道内で、間伐期を迎えつつあったトドマツ人工林の需要先について非常に悲観的な意見が支配的であったため、「北海道カラマツ・トドマツ人工林対策協議会」が立ち上げられ、色々と議論を重ねてきたという背景がある。上記対策協議会によると、トドマツの素材生産材積は2006年には1996年の約1.7倍、約400万 $m^3$ になると予測されていた。

そのような折、先代の社長がカナダへの視察旅行をした際、見学したのが2×4製材工場、「誰もいない、大きな製材工場の中でマッチ棒のような細い原木からザクザクと製材が出てくる」のに感銘を受け、「これだけ人がいない工場設備なら人件費の高い国内でも低コストでできない

か」と始めたのが契機である。早速北海道立林産試験場に「トドマツ」で「2×4製材」をする可能性を問い合わせたところ、まさに日本ツーバイフォー建築協会と共同で「トドマツ2×4製材の可能性」について研究している最中だったとのことである。

北海道ではツーバイフォー工法オープン化の早くも5年後1979年には「小・中径木から採ったカラマツ2×4材の生材強度性能」が林産試験場月報に発表されている。1996年第46回日本木材学会大会で発表された「トドマツによる枠組壁工法用材の生産（第2報）—小径木からのたて枠の歩留まり—」には、「トドマツの間伐の時期を迎え、中小径木トドマツが増加しつつあり、その用途開発が必要であること」と一方、一時期枠組壁工法用の輸入材の価格の上昇と品不足が起こり、国産材での材料供給に期待がよせられるようになった」ことにより、生産の可能性についての検討が始まったと報告されている。まさにウッドショックが商品化の実現を後押ししたと言える<sup>4)</sup>。

## (2) 径級13cm～材の活用として

設備はカナダの二面チッパー・キャンターと日本製ツイン・バンドソーをメインにしたラインであり、従業員15名（国産2×4製材のみで）、乾燥庫は上記式10機、加工は4面プレーナー1台である。

基本的に「2×4に参入しなかったのではなく、トドマツ人工林の間伐材では2×4のスタッドくらいしか作れないという点が出発点である」とは専務取締役のY氏の言葉である。上記林産試験場報告書によると、輸入材は「価格的に低く、国産材ではコストの面に対抗するのが難しいため」「コストを下げる一つの方法として、原木価格の比較的安い18cm以下の丸太を使用してツーバイフォー材を製造する検討を行った」結果、

- ・径9, 10cmは丸身の影響で甲種2級以上の歩留まりが低い
- ・径11cm1枚取りは丸身による等級低下の影響はないが、歩留まりが28%と低い
- ・径11～13cmは2枚取り可能となるが、13cmはアテによる3級への格下げにより2級材の歩留まりが低くなる。原木の質が良い場合には38%程の歩留まりとなる
- ・径18cm以下の原木では要求される甲種2級以上の歩留まりは高く40%程度、採算性を考えると能率を重視し、生産量を増すことでコストダウンを図る必要がある
- ・使用する原木は13cm以上が妥当である

という結論に達した<sup>5)</sup>。

現在、原木は径級14cm～22cmまで、長さ2m40cmを製材していて、原木価格は8,900円である。販売は当初、地元もしくは北海道内のみと予測していたところ、北海道のみならず、ほとんどが本州への出荷となっている。固定客を持っていて、ほぼ決まった量を定期的に供給するという安定的な経営となっている。取引形態は商社経由でコンポーネント会社へというパターンが多い。顧客も商社も、特別なものと見ているわけではなく、「たまたま日本国内にある2×4スタッド専門工場」という風に捉えられていて、「あまり難しい要求もされていないし、お客様に恵まれています」とY氏。

十勝地方は2×4工法のシェアが50%、ツーバイフォー建築比率が日本一というお国柄でもあり、その地域で在来の製材を扱っていた材木屋や製材工場が2×4材を扱うようになり、むしろ、2×4材が主力になっているという現状である。

国産材トドマツ2×4というニッチな市場で、決して生産量は多くはないが、規模の拡大を目

指さず、ロイヤルクライアントを持っているのがトドマツ2×4材メーカーのS社の強みであると感じた。

### 第7節 供給者サイドのヒアリングの結果と考察

スギ生産量日本一の宮崎県のなかで、中核的な位置を占める一般材用の2つの大規模製材所と新しい潮流を感じさせる全国のスギ集成材メーカー各社、豊かな森林資源を持つ四国、北海道トドマツの生産者へのヒアリングを行った。

調査の結果明らかになったことは、一言で言えば、日本で2×4材の生産をすることは全く問題がない、可能であるということである。どのような生産者が生産可能であるかという、在来用一般製材を行っている生産者に2×4材の生産もしてもらおうというのは現実的ではなく、ラミナ製材に特化している工場、集成材工場、板製品の製造工場をもつ生産者である。このような生産者は製材、乾燥、グレーディングなどすべてにおいて2×4ランバーに適用が可能な装置をもって、十分対応できる設備、ノウハウ、意欲を持っているということが分かった。

今までの研究において、歩留まりを上げるためには2×4材と在来用一般製材と一緒に木取りすることが必要だと結論付けられていたが、現実に製造コストの問題においては歩留まりだけではない要素があるものと思われる。すべて板挽きすることによる作業の効率化を図り、その歩留まりの悪さをフィンガージョイント加工によって補うことでコストを下げるのが可能になっている。この意味で、スギ2×4材の生産可能な供給者はラミナ製材に特化している生産者、集成材工場、板製品の製造工場のなかでも、特にフィンガージョイント加工設備を備えている生産者であるということがいえるであろう。

メーカーにとってはスギ2×4材の製造についてのコスト、性能強度などについては従来の研究もあり、また現実にラミナ集成材の生産を行っていることから、特に新規の事業として研究開発が必要であるとは考えていない。スギ集成材、スギ板製品の生産のラインの中で十分対応可能であると判断している。

特に、大手ハウスメーカーSにおいては、「間柱はすべて国産材にする」という方針が定められた模様で、スギFJ間柱が各地のスギ集成材工場で生産され始めた。この生産を行っている製材工場を中心にスギ2×4材生産にかなり関心を持っているのが事実である。

供給者サイドにとって、コスト競争力を持つためには、同製品を一定の量で生産し、販売できるかが問題であり、需要者からの安定的受注を望んでいる。生産メーカーからの安定供給を図ること、需要者からの安定受注を図ること、これがスギ2×4材の商品化実現のための両輪であるといえよう。

### 注・引用文献

- 1) 吉田利生, 2006, (発表) スギ集成材の展開, 東京大学木質構造研究会
- 2) 安藤友一・池知正水・中川藤一, 1987, 『木材流通が変わる—明日をどう拓くか—』日本林業調査会 pp.241～242
- 3) 林政ニュース2006, 9月13日「攻めに転じる日本林業・その1」p.9
- 4) 山崎亨史・成澤直人・窪田純一, 1996, トドマツによる枠組壁工法用材の生産(第2報)—小径木からのたて枠の歩留まり—, 林産試験場報告書 第14巻第5号p.1
- 5) 山崎亨史・成澤直人・窪田純一, 1996, 前掲書p.4

## 第4章 流通・需要者サイドからの視点 —スギ2×4材導入の障害—

### 第1節 2×4ランバーの輸入と流通

枠組壁工法の構造用製材は、オープン化当初より、現在に至るまで30年間ほぼ北米材が主体となっている。その中でも、カナダ、ブリティッシュコロンビア州から製材済みで輸入するSPFが中心で、年間150～180万m<sup>3</sup>に上る。SPFとはマツ属のロジポールパイン、モミ属のアルパイン・ファー、トウヒ属のホワイト・スプルース、エンゲルマン・スプルースのどれかであるということで、通常、SPFという樹種群としてひとつに扱う。その中でもロジポールパインが約半分を占めている。

第2章で扱ったように、国産スギの2×4材への適用については特にウッドショックの直後に多くの研究がされて来た。にもかかわらず、現在まで100%が外材という特殊な市場である。第1章でも述べたように「もともと、製材を日本に輸出するのが北米（アメリカ、カナダ）の大きな戦略でしたから、この目的に沿って安定的に、しかも安価に供給されてきた」<sup>1)</sup>ことは事実である。

前章において供給者の立場からスギ2×4材の生産可能性について現地調査、および聞き取り調査をし、その結果について述べた。生産者の立場からは生産可能性についての特に否定的な意見はない。むしろ、市場があるならばいくらでも生産したいという概ね積極的姿勢である。

次に、既存の流通業者の立場から、また需要者の立場から国産スギ2×4材を商流に乗せるためにはどのような条件が具備されていなければならないか、なぜ今まで商流に乗ってこないのか、スギ2×4材を採用する障害があるのかについて聞き取り調査を行い、その問題点を抽出したい。

流通サイドとして2006年6月から12月に掛けて、木材商社、外材輸入代理店、および木材問屋、需要者サイドとしてハウスメーカー、パワービルダー、工務店、設計者、およびプレカット、コンポーネント会社などツーバイフォー建築関係業者を対象として聞き取り調査を行った。

2×4ランバー輸入の大手は、三井ホーム（主に自社向け）や三菱地所（自社向け）、大東建託（自社向け）などのハウスメーカー系の直接買い付けと、伊藤忠建材、双日建材など大手商社系の木材建材商社やナイス、ジャパン建材など木材問屋系輸入業者になる。三井ホームが年間20～25万m<sup>3</sup>、大東建託が今年度25万m<sup>3</sup>に上る勢いで上記ハウスメーカー系輸入額だけで全体の3割を占めている模様である。

船一杯の積載量が3,000～5,000m<sup>3</sup>の時代には大手商社の介入が必要であり、商社が現地事務所を構え、現地の製材工場との折衝、シッパーとの交渉を行い、輸入業務を行っていた。1990年に入ると、コンテナ単位（積載量50m<sup>3</sup>）での輸入が盛んになり、商社が介入せず個別に輸入することが可能になったのは船便の宅急便とも比することができる流通面での大きな変化であった。

以後木材の輸入の大筋は大手商社から、小回りの利く商社子会社やハウスメーカーなどの需要者に直結していた木材問屋系など流通の中間に位置していた所が主要な担い手となってきている。とは言うものの、「月10,000m<sup>3</sup>輸入するクラスにならないと現地シッパーに無理が言えない」（J木材商社）とのことで、一定以上の購買規模が価格決定力を持っていることは変わらない。

ツーバイフォー建築数の増加に伴って着実にランバー規格材の輸入量も増加してきた。最近の

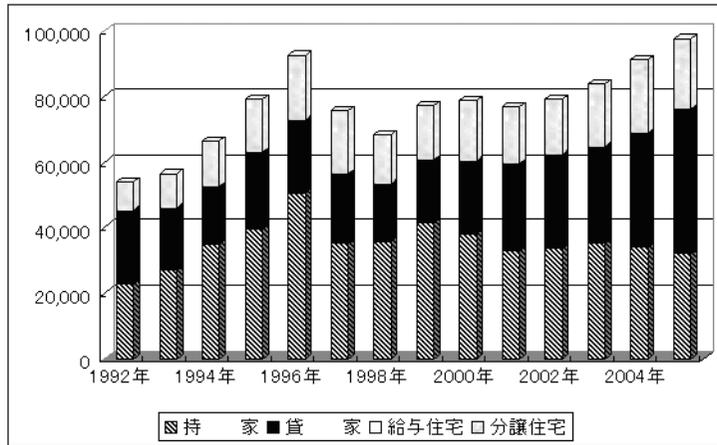


図-12 ツーバイフォー所有形態別新築着工数推移(戸)  
 Fig. 12. Trends in 2 by 4 Building Starts Classified by Ownership  
 出典:国土交通省

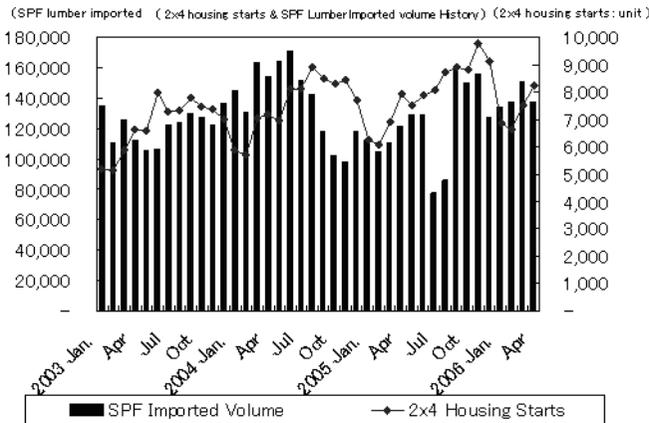


図-13 ツーバイフォー建築新築着工数とSPF輸入量  
 Fig. 13. Trends in 2 by 4 Building Starts and Imports of SPF  
 出典:WEYCO Japan

傾向としてはツーバイフォー新築着工数のうち、賃貸用住宅建築数の増加が著しいため、着工数の増加の割合には輸入量が増加はしていない。

1974年枠組壁工法がオープン化された当時、在来工法の持つ複雑な流通経路をもっと単純化して生産性を上げることがツーバイフォー工法導入のひとつの目的であったことは第1章で述べたとおりである。枠組壁工法における流通は在来工法よりもかなり単純化されている。2×4規格材の輸入・流通のしくみは図-14の通りであるが、国内でのもっとも長い経路を辿った場合でも3段階を経るのみである。実際は前述したようにハウスメーカーの直接買い付けだけでも全体の輸入ランバーの3割に上るわけで、その流通経路はますます短縮される傾向にある。

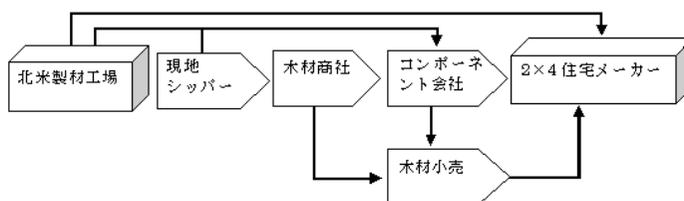


図-14 2×4ランバー流通概念図  
Fig. 14. 2 by 4 Lumber Distribution

## 第2節 コンポーネント会社の中核的役割

### (1) 流通・加工・施工管理センター

2×4材の流通の中で重要な位置を占めているのがコンポーネント会社である。コンポーネント会社は北米から輸入した製材を選別した後に在庫し、必要資材をアッセンブルして流通させる役割を持っていたが、徐々にそれだけでなく、設計図面の作成補助、壁パネルの作成、施工管理センターとしての役割を果たすなど、付加価値を付けてきている。輸入業者からの販売先は主にコンポーネント会社であり、また、コンポーネント会社が輸入の主体であることもある。

コンポーネント会社には3種類あり、三井ホームコンポーネント、三菱地所コンポーネントなどの住宅メーカー系、ナイス、ジャパン建材などの商社系コンポーネント子会社、ウイング、岡谷ホームコンポーネント（現在はハイビックに吸収合併）などの独立系コンポーネント会社である。

コンポーネント会社は、ツーバイフォー建築住宅の注文を受けると、各住宅に応じた部材を拾い出し、設計図に応じた長さにカットし、合板、金物、釘などの関連資材を合わせて梱包し、邸別発送するという流通と加工、デリバリーの機能を果たしている。コンポーネント会社に材を支給し、加工してもらい、加工賃のみ支払う材工分離のパターンと、材料を販売し、加工料+利益を乗せて買い戻す有償支給方式とがある。このルートの価格は、材工分離の場合を除き、加工賃、在庫経費、および流通マージンが含まれ、ブラックボックスになっているかのようである。材の相場による価格変動を吸収しているのはここではないかと思われるが、流通の入りと出の双方からその価格構造を推定するのみである。

Mハウス系列の大手コンポーネント会社は全国に7拠点ある。インターネットによるマネージングシステムを構築していて、ストックヤード、部材のピッキング、スケジュール管理、出荷指示、住宅設備の出荷指示、デリバリーとコンポーネント会社において集中的マネージング管理を行っている。発注は4半期ごとに必要量の概数を提示し、1、2ヵ月後に本発注となる。価格は4ヶ月単位で単価を決め、Mハウスが買い戻す有償支給方式である。

コンポーネント会社によるランバー加工量は合計で年間110万 $\text{m}^3$ に上り、ランバー輸入量のほぼ70%を占めている<sup>2)</sup>。

### (2) 材の最終価格を押し上げるランバーはね率

入荷したランバーはコンポーネント会社で再度そり、曲がりなどの検品を行っている。MコンポーネントでのJAS甲種特・1級規格からのはね率は10～20%であり、最終的にはカットして

用いるが、5%は廃棄となっている。

1戸当り、平均45坪、構造材だけで22～25m<sup>3</sup>、3×8合板は350枚～400枚の使用である。在庫は常に2か月分を確保している。工場では壁パネルはもちろん、床パネルも自動化されて機械加工を行っている。屋根加工は勾配をそのまま使って高い天井とする設計が好まれていると言うことで、トラス加工から断熱材を挟み込んだ一体屋根加工が主体になってきているようである。

床鳴りのクレーム対策として現在は210材、I型ジョイストを使用しているが、I型ジョイストの比率が大きくなるのではないかとの見通しである。また、横架材もせいが高い物は変形量が大きいのことで、スパンの大きい開口部、まぐさ、小屋組みなどには集成材を用いていく方針である。現状では10～15%が集成材もしくはLVLであるが、この比率はもっと大きくなるのではないかという印象であった。集成材、LVLについては国産加工材を用いている。集成材、LVLの素材として国産スギの需要拡大につながる可能性があるのではないかと考えられる。

1サイクル(7.5h)で、1日10棟分の加工が可能である。在来工法用プレカットが1サイクルで2～3棟、24時間稼働で7、8棟分であることを考慮すると、かなり効率が良いといえる。しかし、一棟すべての壁パネルを機械加工しているというわけではなく、現場加工のパネルの割合もかなりあると考えられる。また、自動化することで発生するランバーのカット端材率が高くなる印象を受けた。最終的には手作業の部分がどうしてもあるので、それで、ランバーの廃棄率を5%まで低下させることができているのであろう。現在、新たにラインを増設する計画であるが、手作業での部分を増やすようである。コンポーネントでの加工の効率性はまだ追求する可能性があるように感じた。

関連会社のMハウスだけでなく、他社ツーバイフォー建築業者のパネル加工もかなり受注して、月間15,000m<sup>3</sup>以上のランバーを取り扱っている模様である。北米ではパネル加工は人力で行うのが普通で、加工機械はすべて日本製であるとのことであった。

スギ2×4材がコンポーネント工場の自動壁パネル床パネル製造ラインの中で、使用可能かどうかについては、特にソフトを変更する必要性もないので問題はないとのことであった。また、縦スタッドのみスギランバーに置き換えるということの分別作業性についても特に問題であるとは考えていない。コンポーネント会社としてはあくまでユーザーであるハウスメーカーの戦略次第であり、対応可能とのことであった(Mコンポーネント)。

一方賃貸用住宅が多いDハウスメーカーでは、プレカット・パネル製造を一般の加工業者に委託し、材料を全国7箇所の物流基地から「現物支給をする」体制で、加工賃を支払う材工分離の形式を取っている。受託している業者は日本全国の2×4プレカット業者ほぼ全社をカバーしている。「材料支給」であるので、各加工業者で「はね材」「端材」が出た場合は返品するか、Dハウスメーカー向け他の用途に転用するか、割安で業者が引き取るか、のどれかである。その比率・方法については教えてもらえなかった。

Dハウスメーカーの考えとしてはこの部分のランバーのみスギ材でということは作業性が落ちるので考えられない、導入するとすれば全部であるか、全く採用しないか、のどちらかであるとの考えであった。

J商社系プレカット工場では、選別の基準はJASよりも厳しいIn-House-Rule(例えばそりはJASが2,336mmの8フィート材で5mmであるのに対して2mmを要求している模様)を適用している。N商社系プレカット工場のランバーのはね率は30%に上ることもあるという。はね材をカットした後の端材は国内大手集成材工場に格安で販売している。この意味ではランバーの最終

価格は実態としてかなり高価なものについていると考えられる。ツーバイフォー建築部門で利益は出ない、とのことであった。しかし、住設備をあわせて販売することで売り上げは今年度20%増となっている。

### (3) コストアップの合わせ柱加工

このNコンポーネント工場で問題であると考えているのは枠組壁工法で特徴的な端部の合わせ柱の加工である。204材の2本、3本、4本の合わせ柱で、間に合板を挟んでサンドウィッチ加工するもので、その部分の部材は加工賃を考慮するとランバー価格の1.5倍、65,000円ほど（2005年7月）に上ることもある。こういった半加工ランバー、もしくは最初から4×4、4×6の合わせ柱サイズでのスギ材の導入を強く希望していた。

表-10、11は宮崎県委託研究での2×4モデル住宅設計例における木拾い表から、204スタッドと合わせ柱だけを取り出したもので、合わせ柱加工の材積量を集計したものである。合わせ柱に加工する必要のある204材はAプランで42.6%、Bプランで43.5%と全体の40%以上にも上ることが分かる。コンポーネント工場における204スタッドの加工の合理化はコストダウンを図るには必須のものと思われる。

表-10 スタッド合わせ柱材積表:Aプラン  
Table 10. List of Dimensions and Quantities of Jointed Studs: Type A

1階用				
規格	加工	長さ(mm)	本数(本)	材積(m <sup>3</sup> )
204	スタッド	2,336	142	1.1928
206	スタッド	10F	2	0.0348
204	2本柱	2,336	11	0.1639
204	2本柱	2,336	22	0.3432
204	3本柱	2,336	9	0.1809
204	3本柱	2,336	15	0.5040
小計			201	2.4196
2階用				
204	スタッド	2,336	160	1.3440
204	2本柱	2,336	22	0.3432
204	3本柱	2,336	7	0.1407
204	4本柱	2,336	7	0.2352
小計			196	2.0631
合計			397	4.4827
合わせ柱量			93	1.9111
合わせ柱材積割合				42.6%

延べ床面積:147.27m<sup>2</sup>(44.54坪)

一階床面積:74.52m<sup>2</sup> 二階床面積:72.75m<sup>2</sup> 寄棟屋根,二階続き和室,西玄関

表-11 スタッド合わせ柱材積表:Bプラン  
Table 11. List of Dimensions and Quantities of Jointed Studs: Type B

1階用				
規格	加工	長さ(mm)	本数(本)	材積(m <sup>3</sup> )
204	スタッド	2,336	169	1.4196
204	2本柱	2,336	9	0.1341
204	2本柱	2,336	24	0.3744
204	3本柱	2,336	10	0.2010
204	3本柱	2,336	14	0.4704
小計			226	2.5995
2階用				
204	スタッド	2,336	131	1.1004
204	2本柱	2,336	16	0.2496
204	3本柱	2,336	7	0.1407
204	4本柱	2,336	11	0.3696
小計			165	1.8603
合計			391	4.4598
合わせ柱量			91	1.9398
合わせ柱材積割合				43.5%

延べ床面積:157.03m<sup>2</sup>

1階床面積: 92.54m<sup>2</sup> 2階床面積: 64.49m<sup>2</sup> 下屋付き切り妻屋根, 和室2間続き

出典:表-10, 11 とも財団法人日本住宅・木材センター「2×4工法モデル住宅建設事業報告書」平成6年より

#### (4) コンポーネント会社の合理化の可能性

宮崎県の先端的CAD/CAM連動による在来工法用プレカット加工を行う設備を装備した工場を現地調査した。一日2交代制24時間操業で一日7, 8棟分, 月間200棟ほどのプレカットを行っている。ドイツフンデガー社のプレカット加工機「K2」とK2専用3次元CAD「HSB」を設置し, トラス, 円形屋根などの複雑な軸組みや大断面など一般のプレカット工場では加工不可能な特殊プレカットも対応できる。

ツーバイフォー建築に対する対応としては, もちろん2×4材のプレカット, 壁パネルの製造をすることができる。また, 現在のコンポーネント会社で一般的なランバーのプレカットだけでなく, CAD平面図を基にして, 床, 天井, 屋根の合板パネルカットも合わせて対応できると考えているところが先端的であり, 従来の2×4コンポーネント会社の業務を革新できると考えている。枠組壁工法では文字通り壁体の剛性が構造上重要であり, 合板の使用量も1戸当り, 300~400枚であることを考慮すると, CAD図面によるランバーのカットだけでなく, 合板カットも行うことは今後のツーバイフォープレカットを効率的なものにする新しい方向性ではないかと思われる。

在来工法用プレカットがその加工精度によって, 許容誤差±1mmを要求されるようになり, 木材のKD化, 集材化が急激に促進されたと考えられるのは異論がないことだと思う。ツーバイ

フォーの壁パネル工場加工の許容誤差が $\pm 1.5\text{mm}$ ということではいつの間にか在来工法の生産性が枠組壁工法に追いついて、ある部分越してしまったのでは、という印象である。在来軸組み工法ではすでに100%近くがプレカット加工をしているのに関わらず、ツーバイフォー建築のプレカットについては、まだ17%にとどまっている状況である<sup>3)</sup>。

大手プレカット会社のボラテックでは「 $2 \times 4$ プレカットは加工法も機械化も日本ではまだ確立していない。この発展途上段階で大規模に設備投資をすると最終的に時代遅れの設備を抱えることになる」。アッセンブルに関しては「付加価値の低いサービス業、利益が出ないということをここ1年で強く認識した」と述べている<sup>4)</sup>。壁パネルの加工の生産性向上、屋根・床合板の自動カットなどで作業効率を高めると同時に、コンポーネント会社で改善を希望し、スギ $2 \times 4$ の進出の可能性を示唆していた加工部材の合理化において、スギ $2 \times 4$ 材の商品提案が出来るのではないかと思う。

### 第3節 木材商社

#### (1) グレーディング

枠組壁工法に用いられる構造材はJASで規定されている。当然ながら価格は製材の品質に大きく左右されると同時に、需給のバランス、為替の状況によって相場が形成されている。枠組壁工法のランバーのJAS格付けはカナダで規定されているNLGA (National Lumber Grades Authority) を踏襲して規定されたようで、NLGAのSS、#1、#2、#3クラスは日本で甲種特級、1級、2級、3級、NLGAでのConstruction, Standard, Utilityはそのまま日本でも乙種コンストラクション、スタンダード、ユーティリティとして規定されている。

現実の格付けは公的基準と私的基準の2種類があり、JASの規定をクリアすることは最低限の基準として捉えられていて、実際は需要者の私的基準In-House-Ruleでより厳しい基準により選別を行っている場合もある。日本のJapan Grade (Jグレード)、大東建託のDグレードと呼ばれるもの、アメリカのHome Center Gradeなどが私的基準である。

204スタッドのJAS規定での「曲がりの矢高5mm」はコンポーネント会社によっては3mmであったり、2mmであったりすることもあることは前段で述べたとおりで、また部位によって許容公差が異なっている。スタッドは主にコンポーネント会社の自動釘打機械の精度から要求されるものである。204スタッドの長さ2,336mmサイズはPET (precision end trim) と呼ばれ、許容公差+0、-1mmと厳しいところもある。

日本向けJグレードと呼ばれる高品質の規格材はNLGAの中から特級と1級のみを日本向けに選別したもので、10本のうち1本が合格するレベルとのことである。一番厳しいのは特にその「見かけ」である。そり、曲がりなどがJAS基準をクリアしていても、色むらや丸み、削面の仕上げの良否、またブルステインと呼ばれるロジポールバインビートルの虫害によるしみは受け入れられない。Jグレードはかび、しみ防止のためワックスが掛けられる。はじかれた物はカナダ国内向けもしくは中国、中東などへ輸出されている。

日本がJグレードを要求してきたのは、在来軸組み住宅においては構造材がそのまま現しで木を見せる設計であったことから、使われる材の木目や色などがそのまま家普請の価値を決めてきたせいであろうか。枠組壁工法においては構造材はすべて壁の中に入ってしまう大壁造りであるにも関わらず、エンドユーザー（施主）の要求は在来工法における柱に対する思い入れと変わり

がないようである。

北米においては、2級材 (std/#2 & better) で取引されるのが一般的であるが、日本ほど壁の不陸、床鳴りなど気にしないし、建具の取まりなどあまりうるさく言わない、ドアが閉まらなくても自分で直すものだと考えているという意味で住まいに関する意識、住まい方の姿勢、住文化の相違が大きいのではないかと考えられる。ともあれ、枠組壁工法においても2×4ランバーの日本基準は現地製材所において、色々と問題をはらんで来ているようである。

## (2) 価格, 相場

2×4ランバーは以前は文字通り2インチ×4インチ (50.8mm×101.6mm) の材を用いていたが、その後、乾燥を掛けて、その後の仕上げのプレナーを掛ける加工をしたものを使用するようになり、現在は204材で実寸38mm×89mmとなっている。取引においてはNominalとして50.8mm×101.6mmで計算した材積FBM単位で輸入し、それを実寸Actualで換算したもので国内取引されている。FBMとはボードメジャーフィートの略で、1フィート×1フィート×1インチの体積で、1,000FBMで1MFBM, または1MFB, 1MBMとも表記される。MFBM (1,000FBM) はNominal約2.3597372m<sup>3</sup>で、これを実体積Actualとの比率1:1.526で換算される。つまり、Nominal対Actualの調整とMFBM当りとm<sup>3</sup>当りの調整、更に為替と関税等の輸入諸掛の計算が必要である。

1コンテナ (50m<sup>3</sup>) は30バンドルで1バンドルは204スタッドが216本入りである。輸入価格はFOB (Free On Board) の現地船積み価格と、C&F (Cost & Freight)つまり、海上運賃を含めて支払う日本の主要港着価格、CIFという、Port Charge (入管手数料), TAX (現在SPFのみ4.8%

表-12 Jグレード204材価格構成  
Table 12. Prices of SPF J-grade 204 Lumber

適用	価格	単位
CIF(USD/MBM)	470	USD/MBM
現地国内輸送費	}	"
船積費		
シッパー手数料		
海上輸送費		
CIF(m <sup>3</sup> 換算)nominal	199	USD/m <sup>3</sup>
CIF(m <sup>3</sup> 換算)actual	304	USD/m <sup>3</sup>
CIF(円換算)	35,872	円/m <sup>3</sup>
関税(4.8%)	1,722	"
消費税(5%)	1,794	"
輸入諸係り経費	2,762	"
港倉庫着	42,150	"
国内輸送費(倉庫からコンポーネント会社へ)※	6,000	"
コンポーネント会社渡し	48,150	"
2006年12月1USD = 118円		
※4tトラック6m <sup>3</sup> で36,000円とする		
出典:木材商社よりの聞き取り調査による		

になっている)、保険料、コンテナ置き場に持っていくドレイジ、置き場料を含み、トラックに積むまでのオントラ価格とがある。

ハウスメーカー系の直接買い付けについては上記より5%から15%ほど割安で仕入れている模様である。

現在アメリカ住宅着工数の減少と2006年10月1日発効した新しい米加針葉樹製材協定により、アメリカ向けカナダ製材へ課される15%関税によって市場の価格が急落し、カナダ西部内陸産SPF 2×4ランバーは最安値226USドル(工場渡し, 1,000FBM)まで下げ込んだ。一方、日本向けJグレードは470USドルから480USドル(C&F, 1,000FBM)であり、両者の価格差は最大で250USドルまで開いている。北米向けSTD#2 & betterは供給過多だが、日本向けJグレードやMSR材、ホームセンターグレードなどの付加価値製材は供給がタイトでこの価格差でも確保が難しい状態である<sup>5)</sup>。

従来、北米向けSTD#2 & betterとJグレードの価格差は5,000円程であったが、ここへ来て、中国、中東への輸出が伸びていること、それらの国ではJグレードのような選別を必要としないことから、Jグレードの確保をますます難しくしている。特にロジポールパインビートルの虫害によるブルーステインの変色が無視できない状況になってきて、日本ではこの変色を受け入れられないので、Jグレード供給問題の改善の見通しが立っていない。日本でもスタンダード材を輸入し、変色部をカットするとか、壁の見えないところに使うなどの工夫を凝らしているコンポーネント会社が一部ある模様である。

210材が不足、16フィートが出材の42%をも占めていて、12、14フィートが不足であることから、アメリカではI型ジョイストが主流になりつつあるようだ。特に床根太は2004年46%がI型ジョイストで、通常の208、210材が39%と逆転している<sup>6)</sup>。

取引している北米製材業者の日本向け内訳は、

キャンフォー：474,000m<sup>3</sup> (30%)

ウエスト・フレーザー：426,000m<sup>3</sup> (27%)

ウェアハウス：252,100m<sup>3</sup> (16%)

トルコ：237,000m<sup>3</sup> (15%)

インターレックス：158,000m<sup>3</sup> (10%)

テンバック：316,000m<sup>3</sup> (2%)

となっている。

### (3) 受発注・契約

海外からのディメンションランバー取引の受発注、決済のプロセスは以下のようなものである。

#### 1) 成約まで

通常カナダの製材工場は注文があるなしに関わらず、原木の品質・径級・長さから「価値歩留まりで最適(Optimized)」な製材を行い、常に在庫を持っている。取引契約はQTR(3ヶ月)単位の先物契約と現地工場にある現物を前提としたSPOT契約の2通りがある。

#### ○先物契約

①当該QTRの2ヶ月前に買い先が欲しい明細を提示

②次に売り手が、その明細書に対し出荷可能な或いは出荷希望の数量明細を書き込み、それに

Offer 価格を書き込んで提示

- ③そこで数量明細を煮詰め、価格交渉をして、目標としては1ヶ月前には数量明細および価格を取り決め
- ④現地製材工場は翌月以降に出荷する明細と現在ある在庫を比較検討して、当月以降の生産明細を調整

○SPOT 契約

- ①売り手が「在庫—先物契約で出荷予定のある数量」で余った明細を毎月買い手に提示
- ②先物契約価格を参考にして売り手対買い手の力関係、需給のバランスで決定される。結果として供給不足の場合は Spot 価格は当該積み月の先物価格より割高になるし、余剰の場合は反対に割安になる

2) 成約から国内で使用されるまで

- ①成約上は通常「船積の2ヶ月の allowance」が付く。つまり、生産・港までの輸送・船のスケジュールから、この2ヶ月の許容範囲が付き、1月積みは「1/2月積み」と契約される。
- ②12月5日に成約された、1月積みを例にとると、
 

製材/乾燥 .....	10月～11月
プレナー / 仕分け / 梱包 .....	11月～12月
日本向け出荷の為に港の集荷 .....	12月～1月
船積（或いはコンテナ積み） .....	1月～2月

 日本に到着は船積後、コンテナ船で最速2週間、  
 Bulk 船で最遅で7週間 ..... 1月中～3月始め  
 通関、検数など諸手続きで港積出しまで2週間程度掛かる

従って、12月始めに契約したランバー材を日本で使用することが出来るのは早くて3ヵ月後、遅ければ5ヵ月後となる。

(4) 決済条件

- 1) 基本的に信用力のある優良企業ほど有利な決済条件である。それから国内で一般的な「約束手形」は海外貿易の場合には一般的ではなく、所謂、現金決済が基本である。
- 2) 買い手にとって最も有利な決済条件は「貨物到着確認後現金送金」であり、売り手は船積みし、必要書類 (Invoice+Packing List+B/L) を買い手に郵送し、材が日本に到着した事を買い手が確認後、売り手の口座に現金 (外貨) 送金する。
- 3) 買い手にとって最も不利な決済条件は「前金 (Advance)」である。買い手が全額概算を先に売り手口座に現金で振り込み、入金確認後、売り手は船積の手配をし、必要書類を送付する。前金といっても、決済はあくまでも船積前に船積毎に行われるのが一般的であり、契約時の前金はない。
- 4) 上記2つの方法の中間にL/CとかB/Cとかいろいろな方法がある。

北米からのランバー輸入の場合、中小輸入業者はL/CかAt Sight、大手は貨物確認後送金が一般的ではないかと思われる。大手の輸入木材商社に買い付け委託をして、国内で約束手形決済で買う人達があり、「大手流通業者」が必要となっている。

#### 第4節 ツーバイフォー住宅メーカー・ビルダーの立場 ―始動した2013年問題への対応―

##### (1) ロジポールパインビートル問題

ここで、今まで何回か述べてきた北米材の「ロジポールパインビートル」問題とは何かについて述べたいと思う。ロジポールパインビートル (LPB) は従来からカナダの内陸部の寒冷針葉樹林体に生息していた松くい虫であり、これまでは森林生態系の中で共存してきたものである。従来は冬場の低温で死滅率が80～90%になるのだが、近年の地球温暖化の影響を受けて、冬を越すようになり、今世紀に入って被害が急激に広がったものと思われる<sup>7)</sup>。

現在では、カナダブリティッシュコロンビア州内陸部のロジポールパインの1/3が虫害にやられているといわれ、2005年、被害森林は1,500万ヘクタール、スウェーデンの国土とほぼ同じくらい、材積換算では4億1,100万 $m^3$ に上っている。

ブリティッシュコロンビア州政府は2005年7月に「British Columbia's Mountain Pine Beetle Action Plan 2005-2010」を策定し、1億ドルの予算をつけて、LPBの調査研究、虫害の広がりの防止策、地域の産業振興策、代替的な雇用の創出について対策を行っている。

蔓延速度の抑制としては、虫害林を伐採し、物理的に死滅させることであり、現在ブリティッシュコロンビア州では伐採許容量を大幅に引き上げ、製材所では虫害林を優先的に伐採、製材している。製材品への影響は変色菌による木材の変色だが、これはカビや腐朽菌ではなく、乾燥によって死滅し、強度も変わらない、と言っている。

2013年には被害は80%に上ると推計され、カナダ政府の方針としては2013年までに、虫害林の収穫を急ぎ、早期に持続可能な森林経営をするために、再植林 (Reforestation) をする「Forest Tomorrow Program」を策定している。2013年以降はSPFのうち、ほぼ50%を占めるパインは当分、市場に出てこない模様であり、 $2 \times 4$ ランバーの安定供給と価格に大きな影響を与えるものと思われる。特にJグレード材についてはその供給はますますタイトになってくるだろう。

##### (2) 代替材模索の動き

大手ハウスメーカーにおいてはロジポールパインビートルによる影響について、さまざまな検討を始めたところである。アメリカ南部アトランタのサウザンイエローパインを代替的に検討しているところもあり、ホワイトウッドなど欧州材の導入を検討しているところも多い。

欧州材のホワイトウッド $2 \times 4$ 材については今年度急激に輸入量が増えている。ホワイトウッド $2 \times 4$ 材は材が白くて面がきれいなので、主にDIY用として好まれている。N木材商社では年間12,000 $m^3$ ほど輸入し、今年度は20～30%の増加である。「スギ $2 \times 4$ 材がDIY用に使えるか」といふと、節が目立つので見かけの問題として難しいのではないか」という推測をしている。

DIY用が近年大変伸びてきているのは、一般の人の購入もちろんであるが、工務店などの業者の購入が着実に増えているからのようである。枠組壁工法だけでなく、在来工法向けに $2 \times 4$ ランバーが使われ始めていることも大きな要因で、小割サイズで乾燥材である割には安いということのようである。

といってもまだツーバイフォー建築全体の中での比率はごく僅かである。日刊木材新聞によると、大東建託においては2社購買を主義とし、輸入元を一箇所に絞りたいくないという危機管理的な経営方針からSPFに替わる材の手当てを志向しているのではないと思われる。しかし、「欧州材はカナダ材と同様に取り扱いたいのだが、価格、供給力でまだ不安定」とのことである<sup>8)</sup>。

アメリカ南部サウザンイエローパインについては輸送費の高騰の問題があり、欧州材についてはユーロの為替変動により、価格的に取り扱いが難しいのも事実である。従来、北米 SPF が 315 ドル/m<sup>3</sup> 当りであるのに引き換え、ホワイトウッド 2×4 材が 325 ドル/m<sup>3</sup> (2006 年末) であり、この 10 ドルの価格差が欧州材 2×4 材が入ってくるのを妨げていたのであったが、ユーロの為替変動によって今後の欧州材の競争力が決定される。

欧州材については、基幹とする欧州域内市場向けが完全に立ち直り、活発な出荷が続いていること、中東、アフリカ市場向けが好調であること、ロシアおよび旧東欧諸国の建設需要が伸びており、域内への出荷が減少していることから、日本向け輸出にそれほどのモチベーションを持っていないようである。コスト高は日本側が吸収せざるを得ない状況で、流通、需要者各社も代替材の検討を始めている<sup>9)</sup>。

住宅メーカー大手の住友林業は 2005 年秋から「主力の木造戸建に使う柱など主要構造材で、国産材の比率を 4 割から 5 割に引き上げた。国際木材市場に比べ需給変動が小さい国内で、安定した調達ルートを確保する狙い」である<sup>10)</sup>。

この問題に対する長期的対策として、「ツーバイフォー建築工法自体」を、根本的に変える検討を始めているメーカーもあった。木構造建築であることは間違いないだろうが、その詳細はまだ分からない。少なくとも SPF は J グレードにこだわる限り、供給量は細くなるだろうし、より安定供給を志向するのかどうか岐路に立たされている。しかし、2013 年、早ければ 2010 年くらいには出材自体が細ってくるので、代替材を手当てするのか、もしくは根本的な対策を立てない限り、材の安定的供給は望めない見通しである。

### (3) スギ 2×4 材の導入の可能性

このような状況の中で、国産スギが今まで 100% 外材で占められていた枠組壁工法の部材として活用される好機がやって来つつあるとも考えられる。2005 年秋にスギ 2×4 材の導入の可能性について、事前調査した際に「ビジネスセンスのある人はスギをツーバイフォーになんてまず考えない」と言われた状態から、2006 年に入ると、明らかにスギ 2×4 に対して選択肢のひとつとして考えなければならぬという姿勢に変化してきている。

例えば、H ハウスメーカーでは、スギ 2×4 材について新規事業企画として検討を始めた。条件としては、価格が SPF と同等、もしくはもっと安いこと、量産できること、安定供給できることを挙げている。また、スギの乾燥がきちんと出来るかどうかを危惧していて、スギに一部でも替えるとなれば、強度的にツーバイフォー建築に使えるかどうかのデータが欲しいと具体的な希望であった。

また、M ハウスメーカーにおいては、耐火 3 階建ツーバイフォーの建築が順調に増えていることから、平成 17 年度の新しい告示で指定された JAS304、306 などの 3 インチ材は外材では対応していないサイズなので、スギで対応できるというのではという意見であった。

また、在来工法のコンペティターが「国産材を使用した家」をセールスポイントにして、地方自治体の利子補給や国産材使用分の一部費用補填制度を使えることを打ち出しているが、ツーバイフォー建築の場合、対抗できないでいることが痛手であり、セールスプロモーション的な見地から国産材でツーバイフォー建築ができればというモチベーションを持っていた。

スギ 2×4 材として、全部を置き換えるのではなく、スタッドのみであれば可能性があるのでは、と考えているところもあるし、また逆にもしも導入するのであれば、その建物には全部スギに置

き換えるか、もしくは全く使わないかのどちらかであると考えているところもある。理由としては、施工上のオペレーションが複雑になり作業性が落ちること、コンテナに積み込むとき、どうしてもできる空きスペースにスタッドサイズが必要であり、スタッドが必要なくなると輸送効率が落ちること、である。

現在のSPF材の輸入の問題点として挙げられる諸問題について、スギ2×4材が解決できるのであれば、メリットがあるという意見があった。例えば、J木材商社では、

1) 北米SPFは出成り(ランダムレングス)という買い方で8フィートから10～20フィートとが混ざってきて、サイズの指定ができない。特に12フィートおよび14フィートが必要なのだが、アメリカでは16フィートが多い材長であることから、無理やり買われている現状である。必要サイズの材が必要数購入できるのであれば大変メリットがある。

2) カナダドルの高騰により、在庫を持つことが厳しくなったので、オーダー&デリバリーで製材メーカーから需要家工場へ直送されることが可能であれば、在庫経費がなくなり、メリットが大きい、と述べている。

現在唯一とあって良い、国産トドマツ2×4材を製造しているS木材に顧客であるコンポーネント会社がどのようなメリットを感じて安定的取引をしているのか、聞いてみた。価格的にはSPFの現地価格の変動、為替の変動によって、トドマツ2×4の方が高くなったり安くなったりというレベルの差であると言う。顧客から良く言われる特長は、「電話で話ができる」「納期、寸法などで要望を出したときレスポンスが早い」「寸法、品質の安定性」の3点であると言う。

これらの外材と比較したときの、品質上、流通上の優位性はスギ2×4材のセールスポイントであり、また導入への期待である。

## 注・引用文献

- 1) 米田昌世, 1995, トドマツ造林木の枠組壁工法構造用製材としての利用(1) -スタッド(たて枠)の需給の現状, 林産試だより7月号
- 2) 日刊木材新聞, 2006, 11月1日
- 3) 日刊木材新聞, 2006, 11月1日
- 4) 日刊木材新聞, 2006, 11月1日「特集2×4プレカット」
- 5) 日刊木材新聞, 2006, 10月21日
- 6) 福田耕也, 2006, 北米の木材, 木造住宅産業の将来はバラ色か, 木材情報6月号p.13
- 7) 日刊木材新聞, 2006, 10月24日
- 8) 日刊木材新聞, 2006, 5月11日
- 9) 日刊木材新聞, 2006, 8月31日
- 10) 日本経済新聞, 2006, 10月23日

## 第5章 枠組壁工法におけるスギ2×4の技術的検証

### 第1節 スギ2×4材の材料物性

第2章第4節で述べたように、枠組壁工法において2×4材を使用するときには、平成13年国交省告示第1540号に規定される日本農林規格(JAS)において区分された材料を用いる必要がある。また、使用可能な部位は、表-5に示したように、JAS区分と対応するよう定められていることは既に述べたとおりである。従って、スギ2×4材を枠組壁工法に用いる場合も、それらが

JAS 製品と認められる必要がある。そこで、一般にスギ 2 × 4 材が流通可能であると仮定した場合、それらが JAS 製品としての材料物性を有しているのかを検証する。

宮崎県ウッドエナジー協同組合より、スギ中目材より採材した 2 × 4 無垢材 (YS) 100 本、またそれらの端材から生産されたフィンガージョイントされた 2 × 4 材 (FJ) 50 本の試験体提供を受けた。YS および FJ は同組合の生産工場にて、JAS 区分で甲種 2 級と区分された材料である。また、中国木材株式会社より、2 × 4 無垢材 (CH) 50 本の試験体提供を受けた。これは、直径 14cm 以下の小径木から切り出された材料であり、JAS 区分はなされていない。

フィンガージョイント材 (FJ) の製造条件を表-13 に示す。フィンガージョイント部の煮沸剥離試験は下記の要領で行い、結果は表-14 の通りである。

表-13 204フィンガージョイント材製造条件  
Table 13. Conditions of Production of Finger Jointed Lumber

製造日	2006年10月12日
試験日	2006年10月31日から11月2日
試験体断面	38mm×89mm
フィンガー長さ	38mm
ピッチ	3.8mm
フィンガー先端厚さ	0.4mm
フィンガー数	46箇所
総接着長さ	1,748.0mm
ロールコンポーザー圧力	40kg/cm <sup>2</sup>
接着剤塗布方法	ロールコーター
塗布量	圧縮時にフィンガー部よりはみ出す程度
接着剤名	水性高分子イソシアネート系接着剤

表-14 煮沸剥離試験結果  
Table 14. Results of Test of Boiling and Peeling

	剥離長さ (mm)	剥離率 (%)
1	72	4.1
2	105	6.0
3	33	1.9
4	111	6.4
5	54	3.1
6	0	0.0
7	90	5.1
8	15	0.9
9	51	2.9
10	62	3.5
平均	59	3.4

表-15 スギ2×4材の基本物性平均値  
Table 15. Average of Characteristics of 2 by 4 Sugi Lumber

	含水率(%)	密度(g/cm <sup>3</sup> )	動的弾性率(GPa)	弾性率(GPa)
YS 平均	9.3	0.36	7.47	—
標準偏差	3.3	0.03	1.17	—
FJ 平均	9.2	0.38	6.58	—
標準偏差	2.7	0.02	0.93	—
CH 平均	15.2	0.46	—	5.59
標準偏差	5.3	0.03	—	1.63

試験方法：「構造用集成材のたて継ぎラミナの煮沸剥離試験」を実施

内 容：煮沸水中に5時間→室温水中に1時間→60度Cの乾燥機で乾燥

上記のサイクルを2回繰り返す

結 果：剥離長さの基準は個々の試験片で15%以下，前試験の平均で10%以下であるが，いずれも基準をクリアしていた。減圧加圧試験は行っていない。

提供を受けたYS, FJおよびCHの50本について，動的ヤング率あるいは静的ヤング率，含水率，密度の計測を行った。結果を表-15に示す。

YSとFJの平均含水率は平均9%程度であり，CHは15%程度であった。気乾密度を比較するとCHの方が高くなっているが，これは含水率の影響が主な原因と考えられる。YSと比較してFJの方が平均の動的ヤング率が若干低い，FJが縦振動の進行方向に接着層を有しており，何ら

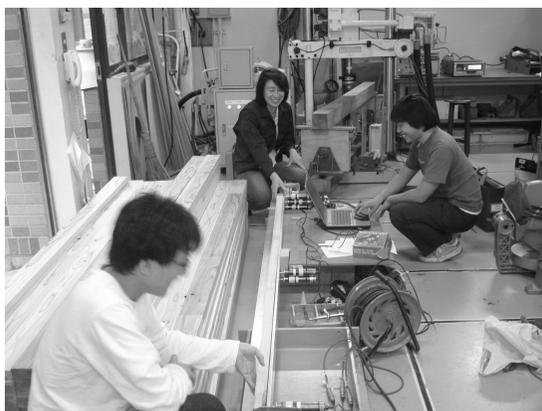


写真-1 材の計測

Photo. 1. Measurement of Materials

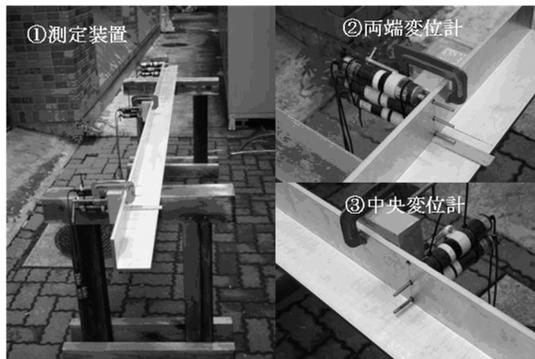


写真-2 JAS区分のための測定系  
Photo. 2. Apparatus of measurement

表-16 スギ2×4材のJAS区分割合  
Table 16. JAS classifications of Sugi 2 by 4 Lumber

	測定値(mm)					JAS区分(%)			
	曲がり	反り	幅反り 1	幅反り 2	ねじれ	特・1級 コンストラクション	2級 スタンダード	3級 ユーティリティ	規格外
YS 平均	0.83	2.72	0.10	0.06	0.35	90.00	4.00	6.00	0.00
標準偏差	0.87	2.03	0.08	0.04	0.35				
FJ 平均	0.84	2.30	0.10	0.09	0.31	89.80	4.10	6.10	0.00
標準偏差	0.84	1.70	0.08	0.06	0.31				
CH 平均	2.44	10.10	0.05	0.11	0.52	16.70	4.20	35.40	43.80
標準偏差	2.15	5.12	0.07	0.11	0.55				

かの影響があったことが原因と推察される。CHについては静的な方法により、弾性率を測定したが、一般に動的弾性率は静的弾性率よりも高いことが知られており、単純に比較することができない。また、CHの弾性率が低い理由として、含水率の影響も考えられる。

## 第2節 スギ2×4材のJAS区分割合

あらかじめJAS規定の甲種2級に区分されるスギ2×4材を選別して提供して頂いたYS100本、FJ50本の内、各50本を任意に選び、JAS枠組壁工法用構造部材の規定(平成18年8月作成)に則って再度、反り、幅反り、曲がりおよびねじれの計測を行い、JAS区分における区分割合を調査した。また、工場にてJAS区分されていないCH50本についても同様にJAS区分を適用し、区分割合の調査を行った。いずれの試験体においても、反り、幅反り、曲がり以外の品質に関する区分は、甲種では特級を、乙種ではコンストラクションを満足するものであった。

測定は、写真-2に示した測定系を用いた。アルミのL字アングルに計8本のひずみゲージ式変

表-17 反りによるJAS区分  
Table 17. JAS classifications by Warping

反り (mm)	甲種	乙種
$<5$	特級または1級	コンストラクション
$5 \leq \delta < 6$	2級	スタンダード, MSR
$6 \leq \delta < 10$	3級	ユーティリティ
$10 \leq \delta$	規格外	規格外

表-18 204材曲がり反りねじれ計測値およびはね率  
Table 18. Measure of Warping of 204 Lumber and the Rate of Rejection

	曲がり	反り	幅反り1 (mm)	幅反り2	ねじれ	ハネ率 (%)
YS 平均	0.83	2.72	0.10	0.06	0.35	10.0
標準偏差	0.87	2.03	0.08	0.04	0.35	
FJ 平均	0.84	2.30	0.10	0.09	0.31	10.2
標準偏差	0.84	1.70	0.08	0.06	0.31	

位計を設置し、スギ2×4材をフラットワイズ、エッジワイズの両方向からアングルに当て、測定された8つの変位から、スギ2×4材の反り、幅反り、曲がりおよびねじれを算出した。測定結果を表-16に示す。すべての試験体は、表-17に示した反りの大ききで区分が決定した。すなわち、スギ2×4材のJAS品質で最も重要な項目は反りであることが確認された。

表-16に示されているように、生産工場にてJAS甲種2級と区分されたYSおよびFJについては、JAS区分の甲種であれば3級以上、乙種であればユーティリティ以上の品質のものが100%であった。一方、区分されずに測定されたCHについては、JAS区分における規格外のもの、すなわちJAS枠組壁工法用構造部材として認められないものが44%近くあった。小径木から切り出した材料は、必然的に未成熟材の占める割合が多く、反り等の変形が大きくなったと考えられる。従って、中目材から切り出した材料に比べて、小径木から切り出したスギ2×4材については、JASに関する品質についてまだ課題が残されているといえる。

流通業者への聞き取り調査において、SPF材の加工前再検品によって、はね率が10%、多いところで30%となる所もあることは前述の通りである。本論文の試験体であるスギ2×4材については一部の商社で行われているより厳しいin-House-Ruleでははね率は計測していない。しかし、中目材から切り出されたスギ2×4材(YS, FJ)に関していえば、甲種特・1級のJAS規格からははね率は10%前後であった。

節の多さや乾燥の難しさなどが指摘され、枠組壁工法用のランバーとして品質が安定しないのではないかという危惧に対しては、SPFと同等に十分優れた材料であると判断することができる(表-18参照)。

### 第3節 耐力壁の面内せん断試験

前節の結果から、スギ2×4材をJAS枠組壁工法用構造部材として用いる場合には、甲種2級あるいは乙種スタンダードとして、表-5中の(3)壁の上枠・頭つなぎ～(6)筋かいに使用する

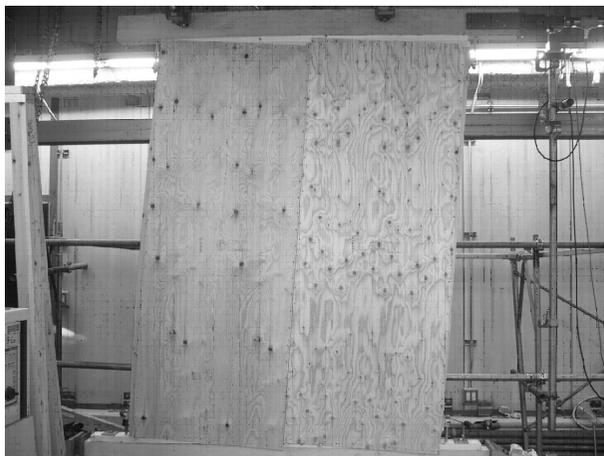


写真-3 耐力壁実験

Photo. 3. Verification of Power of Wall Strength of Japanese cedar lumbers

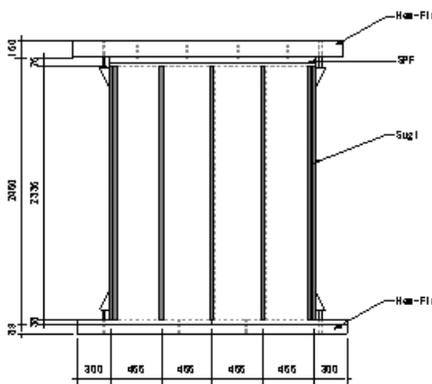


図-15 面内せん断試験に供した耐力壁試験体

Fig. 15. Elevation of Test Frame for Evaluation of Wall Strength

るのが最も容易にスギ2×4材を導入することができよう。そこで、スギ2×4材をたて枠（スタッド）として利用することを前提とし、スギ2×4材をたて枠として利用した場合の耐力壁の性能を調査した。

### (1) 試験体の作製と試験方法

試験体の詳細を図-15に示す。試験方法は「枠組壁工法耐力壁およびその倍率の試験・評価業務方法書」（建材試験センター）に準拠し、試験は無載荷式を採用した。面材は9mm厚特類2級ラージ合板とし、CN50釘を用いて外周部100mmピッチ、中間部200mmピッチにて枠材に留め付けた。上枠、下枠および頭つなぎにはSPF材を用い、たて枠となるスタッド部分のみ無垢のスギ2×4材YSを用いた場合と、フィンガージョイントされたスギ材FJを用いた場合、また小径木から切り出したCHを用いた場合を設定して面内せん断試験を行った。

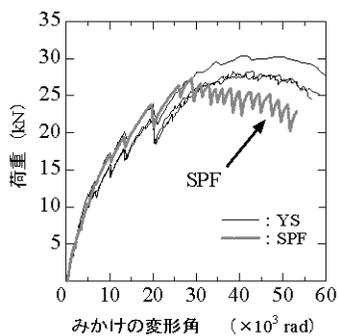


図-16-1 YSの荷重-変形角曲線  
Fig. 16.1 YS Load and Deformation Curve

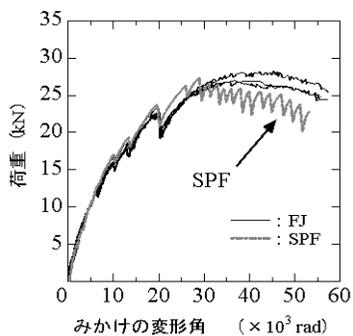


図-16-2 FJの荷重-変形角曲線  
Fig. 16.2 FJ Load and Deformation Curve

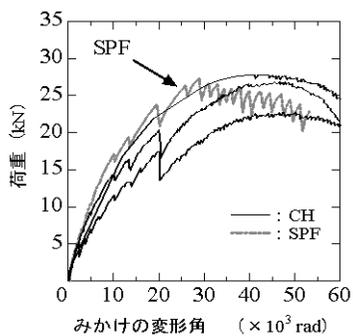


図-16-3 CHの荷重-変形角曲線  
Fig. 16.3 CH Load and Deformation Curve

## (2) 結果と考察

得られた荷重-変位曲線を図-16-1, 図-16-2, 図-16-3に示す。荷重-変位曲線から, YSおよびFJの差はほとんど認められない。また, 他機関で得られたSPF材の結果と比較すると, 剛性については若干下回るものの, 最大耐力 $P_{max}$ についてはほとんど同等であることが認められ

表-19 試験結果一覧  
Table 19. List of Results of Tests

	降伏耐力	剛性	特定変形時の耐力	最大耐力	終局耐力	靱性率	構造特性係数	短期基準せん断耐力 $P_0$	壁倍率 (係数 $\alpha$ 除く)
	$P_y$ (kN)	$K$ (kN/10 <sup>-3</sup> rad)	$P_{1/120}$ (kN)	$P_{max}$ (kN)	$P_u$ (kN)	$u$	$D_s$		
YS-1	14.5	1.65	13.4	28.3	24.7	4.0	0.38		
YS-2	16.2	1.39	13.0	27.9	25.2	3.5	0.41	12.9	3.6
YS-3	16.5	1.82	15.4	30.3	27.3	4.4	0.36		
FJ-1	14.7	1.71	14.0	26.7	24.7	4.3	0.36		
FJ-2	15.3	1.66	14.2	27.0	24.4	4.5	0.35	13.8	3.9
FJ-3	16.0	1.55	14.8	28.2	25.6	3.8	0.39		
CH-1	17.0	1.38	12.1	27.8	26.0	3.3	0.42		
CH-2	14.5	0.94	9.8	22.7	20.8	3.0	0.45	10.3	2.9
CH-3	14.5	1.28	13.1	26.8	24.1	3.3	0.43		
SPF	15.5	1.80	14.9	27.3	23.5	4.0	0.38		3.5

表-20 算定壁倍率  
Table 20. Adopted Wall Strength

	各算定方法による耐力				短期基準せん断耐力 $P_0$	壁倍率 (係数 $\alpha$ 除く)
	(a) $P_y$	(b) $P_u \times (0.2/D_s)$	(c) $P_{max} \times 2/3$	(d) $P_{1/120}$		
YS1	16.2	12.4	18.6	13.0		
YS2	14.5	13.0	18.9	13.4	12.9	3.6
YS3	20.2	16.5	15.2	15.4		
FJ1	14.7	13.5	17.8	14.0		
FJ2	15.3	13.8	18.0	14.2	13.8	3.9
FJ3	18.8	16.0	13.2	14.8		
CH1	17.0	12.3	18.5	12.1		
CH2	14.5	9.3	15.2	9.8	10.3	2.9
CH3	14.5	11.3	17.9	13.1		
SPF	15.5	12.4	18.2	14.9	12.4	3.5

た。一方、終局における耐力はスギ材を用いた場合の方が大きい。CH に関しては剛性・耐力ともにバラツキが大きく、平均で低くなっていることが確認された。

完全弾塑性モデルに基づいた各特性値を示した試験結果一覧を表-19に、算定壁倍率を表-20に示す。表-19から、YS、FJ試験体では、降伏耐力、剛性、特定変形時の耐力についてはSPFをわずかに下回る結果となったが、終局耐力、靱性率、構造特性係数についてはほぼ同等かそれ以上の値を示した。最終的に得られた壁倍率はSPFをたて枠に用いた場合よりもスギを用いた方が高い値が得られた。CHについては構造特性係数が高いものの、ほとんどの特性値において、SPFよりも下回る結果となった。また算定された壁倍率についても大きなバラツキ係数がかかっ

たことから、2.9倍となった。

以上のことから、たて枠にスギ材YSおよびFJを用いた場合の面内水平せん断試験においては、SPFのみを用いた現行仕様と比較して同等もしくはやや優位であると判断できる。小径木から切り出されたCHについては、SPFよりも下回る結果となり、利用に関しての課題が残る結果となった。

上記の結果から、甲種2級程度のJAS品質を有するスギ2×4材は枠組のスタッドに用いる場合にSPFと遜色ないことが認められた。また、スギ2×4材(38×89、長さ2,336mm)をたて枠として用いることが代替の初段階で現実的な方向であろうと考えられる。

## 第6章 スギ2×4の事業経済性の検証

### 第1節 ツーバイフォー工法の根強い人気

図-17～20のグラフは平成15年内閣府の「森林と生活に関する世論調査」の結果である。この調査は、昭和51年から平成15年まで毎回約3,000人以上の男女を対象に、仮に、今後、新たに住宅を建てたり、買ったりする場合、どんな住宅を選びたいと思うか聞いたものである。

平成15年には、「木造住宅(昔から日本にある在来工法のもの)」と答えた者の割合が60.0%、「木造住宅(ツーバイフォー工法など来在工法以外のもの)」と答えた者の割合が20.4%、「非木造住宅(鉄筋、鉄骨、コンクリート造りのもの)」と答えた者の割合が12.8%となっている。木造住宅か非木造住宅かという選択においては圧倒的に木造住宅を希望している人が多い。その中でも、在来木造住宅は常に最も好まれていた工法であるが、前回までの統計と比較すると、近年漸次減少している。一方、「2×4工法など」については逆に全体の20%以上を占めるまでに増加しつつある<sup>1)</sup>。この割合は序章でも述べた平成17年度の木造住宅工法別新築着工数の枠組壁工法の割合とほぼ同じである。

男女別に見ると、「2×4工法」と答えた者の割合は女性で、「非木造住宅」と答えた者の割合

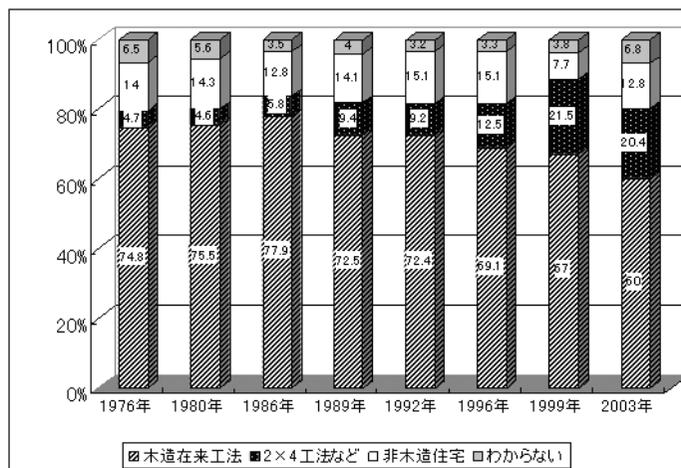


図-17 建てたい住宅の工法別割合(%)

Fig. 17. Ratio of Desired Houses Classified by Construction Method

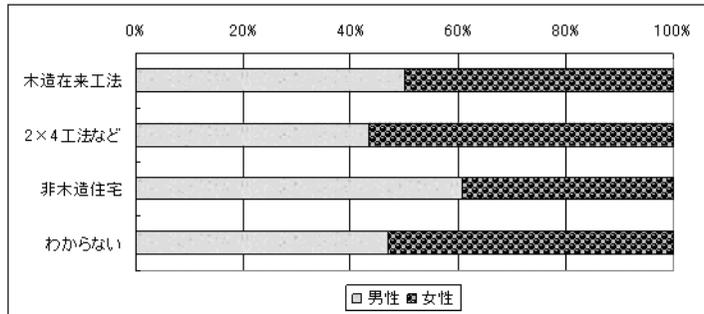


図-18 男女別希望住宅工法割合

Fig. 18. Ratio of Desired Houses Classified by Construction Method and Gender

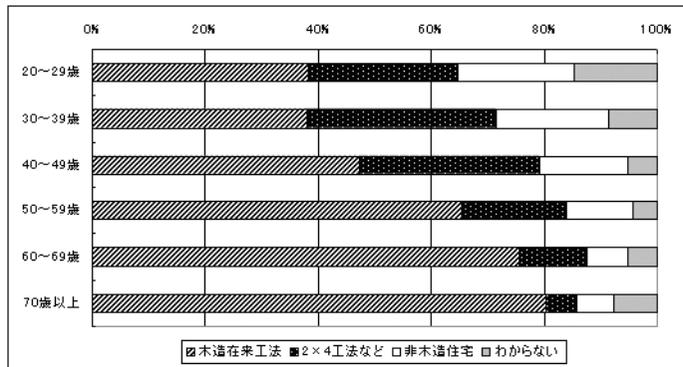


図-19 年齢階層別希望住宅工法(%)

Fig. 19. Ratio of Desired Houses Classified by Construction Method and Age

は男性で、それぞれ高くなっている。在来工法とツーバイフォー工法について取り出してみると、在来工法は男女同程度であるが、ツーバイフォー工法においては男性よりも女性に好まれていることが分かる。

年齢階層別に見ると、「木造在来工法」と答えた者の割合は50歳代から70歳以上で、「2×4工法など」と答えた者の割合は20歳代から40歳代が多い。「非木造住宅」と答えた者の割合は20歳代、30歳代で、それぞれ高くなっている。20歳代以上の若い世代にツーバイフォー工法が好まれているようである。

また、図-20は、対象者の居住地規模別統計である。在来工法でと答えた者は小都市、町村に多く、ツーバイフォー工法は大都市、政令都市、中都市において人気があることが分かる。以上のことから、枠組壁工法は都市部に暮らす20代30代の若い層、特に女性に好まれている工法であるといえる。

国土交通省平成17年度住宅市場動向調査によると、新たに住宅を購入したり、リフォームしたり、または賃貸住宅に住んだ世帯主の年齢層別割合は図-21のとおりであり、住宅を注文、分

譲で購入した年齢層は30歳代が多いことが分かる。この年齢層はツーバイフォー住宅を一番好む層であり、生活の洋風化と相まって、根強い人気を裏打ちしているものといえよう。

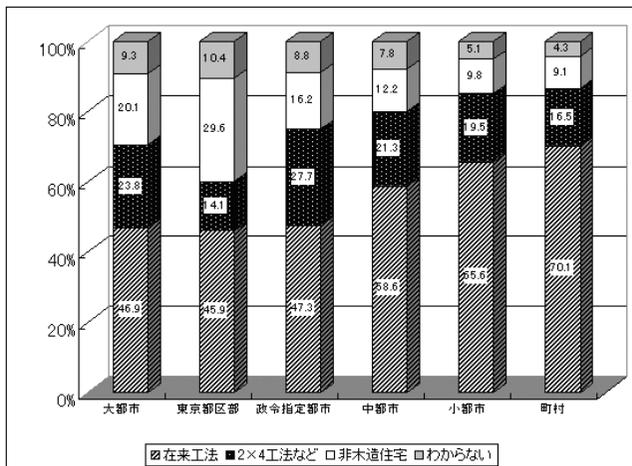


図-20 居住地規模別希望住宅工法 (%)

Fig. 20. Ratio of Desired Houses Classified by Scale of Residence  
出典：図-17～20 内閣府平成15年度 森林と生活に関する世論調査

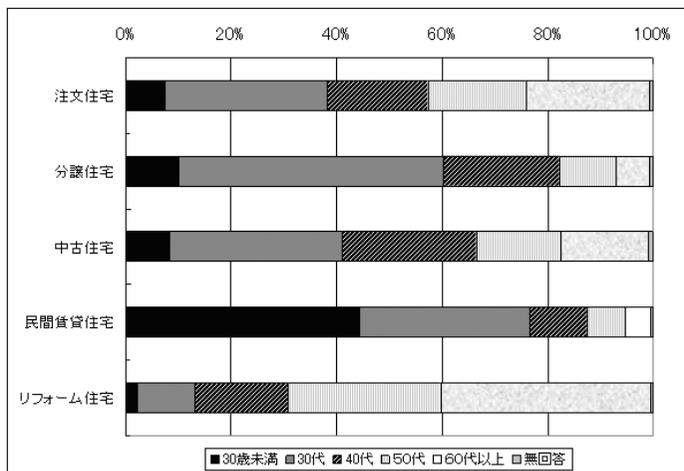


図-21 新たに住宅を購入、賃貸、リフォームした世帯主の年齢層別割合

Fig. 21. Ratio of Owner-occupied, Rental or Rebuilt/Extended Houses Classified by Age of Head of Family

出典：国土交通省平成17年度住宅市場動向調査

## 第2節 2×4材の潜在需要

枠組壁工法の所有形態別新築着工数の推移は表-21に示されている。平成16年度以降9万戸を超え、平成18年度は10月までで8万5千戸になり、10万戸を超えることが明らかになっている。枠組壁工法用2×4ランバーの需要はどのくらいになるのだろうか。財団法人日本住宅・木材技術センターが、平成5年度に全国の355例の木造住宅について調査した「在来工法木造住宅の木材使用量調査」によれば、床面積1m<sup>2</sup>当りの木材使用量は、ツーバイフォー工法住宅が、0.173m<sup>3</sup>、木造プレハブ工法住宅が、0.153m<sup>3</sup>となっている（表-22参照）。

枠組壁工法の2003年から2006年の新築着工総床面積は表-23の通りである。

1戸当り床面積は平均約90m<sup>2</sup>、枠組壁工法の床面積1m<sup>2</sup>あたりの使用材積は0.173m<sup>3</sup>であるから、1戸当りの構造材使用量は約15.57m<sup>3</sup>となる。

表-21 2×4建築総数  
Table 21. Total of 2 by 4 Construction

	2×4建築総数		持家		貸家		給与住宅		分譲住宅	
	前年比	前年比	前年比	前年比	前年比	前年比	前年比	前年比	前年比	
H4年度	54,006	17.2	22,863	16.9	22,258	42.1	309	-27.5	8,576	-17.6
5	56,649	4.9	26,980	18.0	18,726	-15.9	390	26.2	10,553	23.1
6	66,543	17.5	34,823	29.1	17,412	-7.0	296	-24.1	14,012	32.8
7	79,208	19.0	39,501	13.4	23,205	33.3	319	7.8	16,183	15.5
8	92,675	17.0	50,671	28.3	21,672	-6.6	520	63.0	19,812	22.4
9	75,785	-18.2	35,106	-30.7	20,981	-3.2	319	-38.7	19,379	-2.2
10	68,429	-9.7	35,678	1.6	17,588	-16.2	147	-53.9	15,016	-22.5
11	77,310	13.0	41,485	16.3	18,994	8.0	162	10.2	16,669	11.0
12	78,768	1.9	38,058	-8.3	22,282	17.3	162	0.0	18,266	9.6
13	76,877	-2.4	32,992	-13.3	26,220	17.7	199	22.8	17,466	-4.4
14	79,207	3.0	33,454	1.4	28,694	9.4	213	7.0	16,846	-3.5
15	83,920	6.0	35,071	4.8	29,423	2.5	180	-15.5	19,246	14.2
16	91,327	8.8	33,942	-3.2	34,712	18.0	208	15.6	22,465	16.7
17	97,670	6.9	31,898	-6.0	44,134	27.1	187	-10.1	21,451	-4.5

出典：日本木材総合情報センター「木材需要動向分析調査」, 建設省「建築着工統計」

注：木質プレハブ工法には合板等を含む

表-22 木造住宅の建築工法別木材使用比率(平成8年)  
Table 22. Ratio of Consumption of Wood Classified by Building Method

	着工床面積(m <sup>2</sup> )	床面積比率	原単位	木材使用量(千m <sup>3</sup> )	木材使用比率
木造軸組構法	71,882	82.10%	0.191m <sup>3</sup>	13,729	84.10%
ツーバイフォー工法	10,459	12.00%	0.173m <sup>3</sup>	1,809	11.10%
木質プレハブ工法	5,193	5.90%	0.153m <sup>3</sup>	795	4.90%
合計	87,534	100%		16,333	100.00%

出典：日本木材総合情報センター「木材需要動向分析調査」, 建設省「建築着工統計」

注：木質プレハブ工法には合板等を含む

表-23 枠組壁工法総着工数(戸数),用途別床面積(単位:m<sup>2</sup>)  
Table 23. Sum of Building Starts and Floor Area of Post and Beam Building Method

	総着工戸数	持ち家	賃貸	分譲	総床面積
2003年	81,502	34,885	28,287	18,113	8,019,619
2004年	90,706	34,444	33,713	22,399	8,672,219
2005年	95,843	31,799	42,268	21,532	8,700,900
2006年10月まで	84,918	26,952	38,954	18,776	7,558,736

出典:日本木材総合情報センター「木材需要動向分析調査」,建設省「建築着工統計」

その内, 204 スタッドは全体使用材積のどのくらいの割合になるのだろうか。宮崎県で行った「2×4工法モデル住宅建設事業報告書」のモデル住宅で使用部位と使用材および使用材積をまとめてみたのが表-24である。

以上の計算から, 枠組壁工法住宅の構造材のうち, 204材(38×89mm)の使用材積は約9m<sup>3</sup>で, 全体の50%を占めている。また, 第4章で扱ったように, たて枠で使用されている204スタッドおよび204材を使用した合わせ柱の使用材積は, このモデル住宅全部で4.4598m<sup>3</sup>であり, 全体ランバー使用材積の約25%を占めていることが分かった。スタッドとして使用される204材は約500本である。

2006年度, 枠組壁工法新築着工数は10万5,000棟, 1戸当り平均床面積90m<sup>2</sup>として, 全体で945万m<sup>2</sup>となる。構造材の年間需要量は約163万m<sup>3</sup>, 204材の年間消費量は約80~85万m<sup>3</sup>, 204スタッドはその1/2として, 45万m<sup>3</sup>近くとなるだろう。

### 第3節 スギ2×4の安定的供給の可能性

#### (1) 生産システム実現可能性

以上のことから枠組壁工法の構造材の市場は, ランバー材1m<sup>3</sup>当り4万円として, 全体で640億円, 204スタッドのみでも180億円に上るものと見込まれる。

ここにスギ2×4が参入するとして, 2×4スタッド総需要量の1/3の15万m<sup>3</sup>, 最大に市場を席卷しても30万m<sup>3</sup>と見込まれる。これだけの数量が安定的に供給されるためには年間30万から50~60万m<sup>3</sup>の生産能力を持つ供給者が必要である。

需要者サイドへのヒアリングを通じて, 分かったことは, 材の安定供給を図るには, 最低でも必要量の2倍近い生産能力を持っていることが必要である。というのは季節変動が大きく, 需要と供給のバランスによっては昼夜3交代で生産しても間に合わないこともあり, 原則的に需要量の2倍の生産可能能力を持っていないと, 安心して切り替えることはできないとのことであった。

表-9に示したように, 今回調査を行った中堅規模スギ集成材メーカー, スギ板製品メーカーの生産量を積算すると約5,000m<sup>3</sup>/月である。また, 大手集成材メーカーであるC社はスギ集成材については近年生産開始したところであるが, 2006年には800m<sup>3</sup>, 前年の2.8倍の販売とのことである。この供給者は集成材素材の重点をスギに変えつつあり, スギ集成材およびスギ製品の生

表-24 構造材拾い表 Bプランモデル住宅  
Table 24. List of Dimension Lumber: Model B

部位	構造材名称	規格	長さ	数量	材積 m <sup>3</sup>	部位	構造材名称	規格	長さ	数量	材積 m <sup>3</sup>	
1階床	土台, 大引	404	2,730	18	0.3878	2階壁	窓台セット	210	2262	1	0.0436	
		404	3,640	13	0.3835			204	2	0.025		
	根太	306	13F	6	0.153			204	1	0.0239		
	根太	206	16F	4	0.1116			204	1	0.02		
		206	2,275	20	0.26		小計					4.727
		206	2,730	5	0.078		2階壁	たて枠	204	2336	131	1.1004
		206	3,640	4	0.0832		2本柱	204	2336	16	0.2496	
		206	4,095	21	0.4914				2012			
		206	4,550	18	0.468		3本柱	204	2336	7	0.1407	
	ころび止め	206	379	20	0.044		4本柱	204	2336	11	0.3696	
	合板受け	206	417	120	0.288		上下枠	204	14F	53	0.8162	
	小計				2.7485		頭つなぎ	204	12F	21	0.2772	
	2階床	床根太	210	12F	4		0.1412	窓台	204	14F	12	0.1848
210			14F	8	0.3296	まぐさ	204	821	2	0.012		
210			16F	9	0.423		204	897	3	0.0192		
210			4,108	10	0.396		204	1731	3	0.0372		
210			4,487	11	0.4763		206	1731	2	0.0396		
210			4,563	12	0.528		206	2186	1	0.025		
410			2,870	1			210	2641	1	0.051		
410			3,830	1			窓台セット	204		1	0.0235	
610			4,690	1			204		1	0.02		
ころび止め			210	379	20	0.074	小計				3.366	
添え木		210	417	60	0.24	1階下屋	天井根太	204	10F	1	0.011	
小計				2.6081			204	14F	1	0.0154		
1階壁	1F たて枠	204	2,336	169	1.4196			204	16F	11	0.1936	
		204	2,336	9	0.1341	小計					0.22	
		1,812									0.44	
	2本柱	204	2,336	24	0.3744	1階下屋	小屋組	4-GTH-2.5		2	0.0662	
		2,012				トラス	4-3P4-2.5		2	0.105		
	3本柱	204	2,336	10	0.201	垂木	204	12F	28	0.3696		
	4本柱	204	2,336	14	0.4704		204	14F	4	0.0616		
	上下枠	204	14F	54	0.8316	鼻隠し	206	16F	3	0.0837		
	頭つなぎ	204	12F	27	0.3564	垂木受け	204	10-F	4	0.044		
	窓台	204	14F	13	0.2002	合板受け	204	417	100	0.15		
	まぐさ	412	2,870	1		小計					0.8801	
		212	1,731	3	0.1212	2階小屋	トラス	4-T-7		23	1.6376	
		212	2,186	1	0.051	トラス	4-GT1-7		2	0.207		
		204	821	8	0.048	トラス	4-3P4-3.5		4	0.27		
		204	1,276	1	0.0092	鼻隠し	206	16F	6	0.1674		
		204	1,731	1	0.0124	振れ止め	204	16F	12	0.2112		
		206	404	2	0.0092	合板受け	204	417	180	0.27		
		206	859	1	0.0098	小計					2.7632	
		206	1,276	1	0.0146	その他	階段材	204	16F	8	0.1408	
		206	1,352	1	0.0154	階段材	204	14F	2	0.0824		
		206	3,475	1	0.0398	小計					0.2232	
	210	821	1	0.0158	構造材合計					17.7561		
	210	897	3	0.0516	204材合計					8.9262		
	210	1,006	1	0.194	204材/全体使用材積割合					50.27%		
	210	1,807	1	0.0348								

延べ床面積: 157.03m<sup>2</sup> (47.50坪)

産量は飛躍的に拡大することも可能である。

スギ2×4材の需要量が年間最大30万m<sup>3</sup>として、生産能力が最大50～60万m<sup>3</sup>、素材消費としては年間最大100万m<sup>3</sup>となり、10万m<sup>3</sup>級の製材工場が10社程度必要と考えられる。今回調査を行ったスギ集成材メーカーの生産可能量を積算すると、年間20万～30万m<sup>3</sup>となり、残りの部分は素材消費年間10万m<sup>3</sup>級の大規模製材業者が数社あると、十分に安定的供給が可能となると推察される。

## (2) 新生産システムと素材供給の安定性

市場の求める木材加工品の安定供給のためには、原料の安定供給が欠かせない。平成18年9月林野庁の森林・林業基本計画の概要には「林産物の供給及び利用の確保に関する施策」として

- ①木材の安定供給体制の整備
  - ②製材・加工の大規模化のための支援の選択と集中
  - ③消費者ニーズに対応した製品開発や供給。販売戦略の強化
  - ④企業、生活者等のターゲットに応じた戦略的普及
  - ⑤海外市場の積極的拡大
  - ⑥木質バイオマスの総合的利用の推進
- が挙げられている。

木材の安定供給としては民有林、国有林が連携した安定供給体制の整備、立木ストックの確保、需要と供給の的確な結びつけによって、効率的な素材生産を目指すこととしている。また製材加工部門においては、事業者に対する集中的支援による大規模化や木材を総合的に利用するシステムの構築を図り、コスト削減を図ることになった。

九州森林管理局では、「国産材の生産・加工・流通は、小規模、分散的、多段階であることから、製品の安定供給が困難で、コストが掛り増しになり易い、外材に対抗して国産材の利用拡大を図るためには、ロットの拡大、加工施設の大型化、流通の合理化によってトータルコストの低減化を図らなければならない」と考えている。

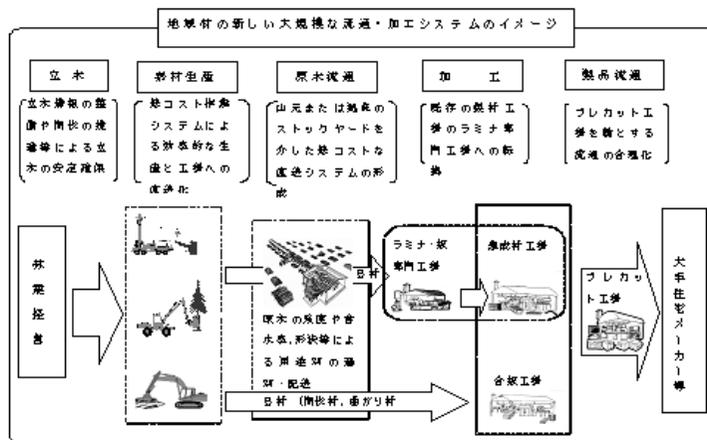


図-22 新しい流通・加工イメージ

Fig. 22. Diagram of the New Processing and Distribution System

出典：九州森林管理局

- ・素材生産の機械化，ロットのとりまとめによるコスト削減
- ・列状間伐による労働生産性の向上
- ・曲がり材の需要開拓
- ・数量計測を山元から製材工場へ移し，自動選別を行うことにより，山元の生産性向上と合理化を図る
- ・山から製材工場へ直送することによる物流改革
- ・コーディネータによるマッチングや IT 利用による直送化により，プレカット工場への直送で流通経路のカット
- ・製材工場の機械化，大型化による製材費のコスト削減

など，森林施業における斬新的な手法で様々な部面から抜本的にコスト削減を図り，外材に太刀打ちできる製品価格と安定供給性を確保しようとしている。

指定された新生産モデル地区は下記の通りである。

- 秋田：平鹿広域森林組合，猪股林業，白神森林組合
- 岐阜広域・中日本圏域：飛騨高山，郡上，岐阜県森林組合連合会，洞戸素材生産事業協同組合
- 中日本圏域：愛知県森林組合連合会，ログウェル日本，松阪飯南森林組合，速水林業
- 四国地域：徳島県森林組合連合会，ウッドピア，杉森信友，久万広域森林組合，周桑森林組合
- 四国地域：高知中央，東部地域，香美森林組合，とされいほく，土佐町森林組合
- 熊本：菊池森林組合，相良村，球磨村森林組合，泉林業
- 大分：佐伯広域森林組合，トライ・ウッド，長哲也氏，マルマタ林業，久恒森林
- 宮崎：山三ツリーファーム，田爪林業，西臼杵森林組合，耳川広域森林組合
- 鹿児島圏域：薩摩東部森林組合，伊佐森林組合，上野物産

上記九州新生産システムモデル地域のうち，鹿児島県の Y 木材に聞き取り調査を行った。スギ材に対する反応は今まで思わしくなかったが，この一年全く環境が変わってきて，新生産システムによる年間素材加工 10 万 m<sup>3</sup> は十分勝算のある数字であると考えていた。またコスト競争力を持つためにはそのくらいの加工規模にならなければならず，10 万 m<sup>3</sup> は外材と対抗でき得る価格を提示できる最低ラインであるという考えであった。

表-25 九州新生産システムモデル地域  
Table 25. Regions of the New Productive System Model in Kyusyu

モデル地区	概要
大分県 原木市場主導モデルを提案	地域全体をひとつの加工拠点として捉えるという考え方。各メーカーは年間 1 万 m <sup>3</sup> 規模に分散化して対応する計画。各メーカー年間原木消費量 1 ～ アップか。
宮崎県 スギ中目丸太活用が事業の柱	県有力スギメーカーは既に年間 5 ～ 10 万 m <sup>3</sup> の原木消費量があり，今後は山から出てきた原木をすべて使い切るため，大径材対応のツイン台車やリングパーカー等の追加投資を計画
熊本県 県森連を中心とした集成材関連事業	県森連を事業主体とした大規模製材加工施設及び原木流通機能の整備，集成材加工工場整備を検討
鹿児島県 多様な製材を可能とする大規模工場が軸	産・官・学が協力した儲かる林業研究会での論議を中心に事業を展開。角物からラミナまでを総合的に製材する。原木消費量で年間 10 万 m <sup>3</sup> 規模のラインを新設

国産スギ製品の安定供給のためには、国有林、民有林による素材生産合理化と、素材安定供給が図られることを前提として、大規模製材メーカーの立ち上げによって、外材と戦えるコスト競争力を実現化していくものと期待される。

また、これらの新生産システムの大規模工場では在来用柱角の他に、集成材用ラミナの生産、もしくは集成材工場の併設を考えているところが主で、前述Y木材ではスギ2×4材の生産についても、すでに検討中とのことである。

枠組壁工法におけるスギ2×4材の安定供給性についてはこれらの集成材ラミナを製材する大規模工場の参入によって、十分蓋然性が高いものと思われる。第3章で扱った供給サイドの聞き取り調査で示されたように、主にスギ集成材を製造しているメーカーにおいては、すでに在来住宅用スギフィンガージョイント間柱の生産が始まっていることもあり、同様のラインの中で、スギ2×4ランバーの製造について積極的であった。また、平成19年度より始まるこれらの新生産システム大規模工場が軌道に乗ってくると、ラミナは集成材業界のみならず、2×4材ランバーへの販路開拓も視野に入れる必要があるだろう。

#### 第4節 スギ2×4の価格

##### (1) スギの方向性

図-23に見るように、在来工法でプレカットが一般的になるにつれて、スギ、ヒノキ、外材のムク柱角がこの10年で急激に集成材に取って代わられている。ヒノキの柱角は23%から20%とさほど大きな減少は見せていない。しかし、スギの柱角は51%から23%と激減し、外材柱角も23%から3%と大きく減少している。それらの減少分を取って代ったのは集成材である。集成材は平成6年の3%から平成15年に50%を占めるまでになり、日本の在来工法の柱角を席卷している。

現状では集成材はオウシュウアカマツ、ホワイトウッドなどの欧州材を素材とした集成材輸入、もしくは国内加工の外材集成材が中心である。スギの集成材は集成材需要のわずか2%しか占めていない。

国産材の需要を喚起すると言う観点からは、在来住宅工法において、乾燥したムクのスギ柱角を生産するというよりも、集成材の素材としてスギを用いる、という方が、総量で効果的である

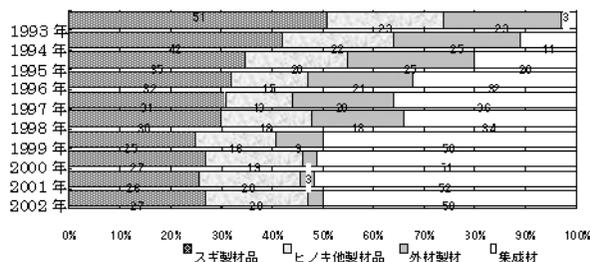


図-23 在来木造住宅における柱角の使用割合(推定)  
Fig. 23. Ratio of Columns Used in Conventional Method Build (estimated)

出典:木材需給表

ものと思われる。

その理由のひとつとしては、スギの乾燥がむずかしいということが挙げられる。スギの含水率は場合によっては200%に上ることもあり、天乾を行っても40%に落ちる程度である。スギは水分傾斜が激しいため、木材内部で最大50度の温度差が発生することがある。従って、水分の多い部分と少ない部分で加熱ムラが発生しやすく、乾燥ムラを生じる。

このようなデメリットを解決するひとつの方法として、乾燥しやすいスギ単板やラミナなどのエレメントとして使用することであり、すでにスギを用いた合板はスギの需要を高め、平成17年度の国産材使用率を上昇させている大きな要因のひとつである。

全国プレカット工場での使用部材は集成材が通し柱で61%、管柱で64%となり、圧倒的なシェアを占めているが、その素材の75%はホワイトウッドである<sup>2)</sup>。

第4章で述べたように、ユーロ高によって、流通・需要者サイドでは欧州材の代替材を模索し始めたところであり、スギ集成材がこのシェアを奪うことは充分可能性があると考ええる。現状では集成材素材のうち2%を占めているに過ぎないスギは、その需要拡大に大きな可能性を秘めている。スギ2×4材については、スギ集成ラミナのひとつのラインの中で製造することが可能であることから、スギラミナの生産と連動して、今後目指すべき方向性ではないかと考える。

**(2) スギ2×4材のコスト**

スギ原木価格は図-24の通り、1970年代後半にピークを付けたあと、下がり続け、現在は当時の1/4以下の価格となっている。また山元立木価格については、この10年で12,000円から4,000円～5,000円と下落を続け、世界でも最も安い材のひとつになっている。

製材メーカー、集成材メーカーなど供給元からスギ2×4材を商品化する場合のコストを教えてもらうことは難しかったが、概ね下記のような価格構成ではないかと推測できる。

原木価格(丸太価格)は立木価格5,000円に伐採、搬出経費を7,000円足したもので、並材で12,000円とした。「素材生産費は5,000円までコストダウンが可能であると思うが、いずれにしても原木価格10,000円はギリギリの線」であり、搬出経費を5,000円以下に抑えることは難しいだろう<sup>3)</sup>。

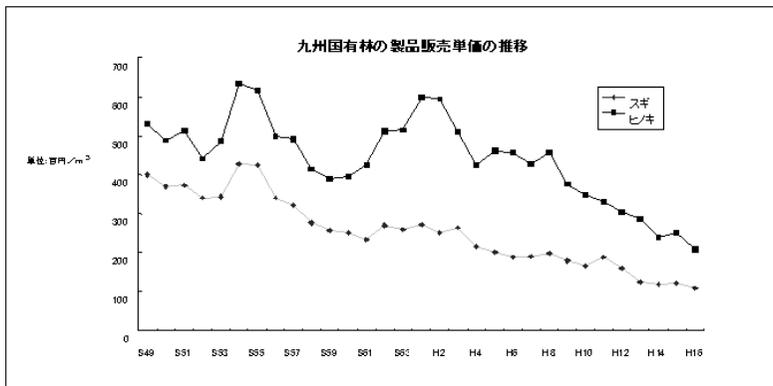


図-24 九州国有林の丸太販売価格  
 Fig. 24. Trends of Sale Prices of Log s from National Forests in Kyushu  
 出典:九州森林管理局 注:1m³当り平均価格, 単位円

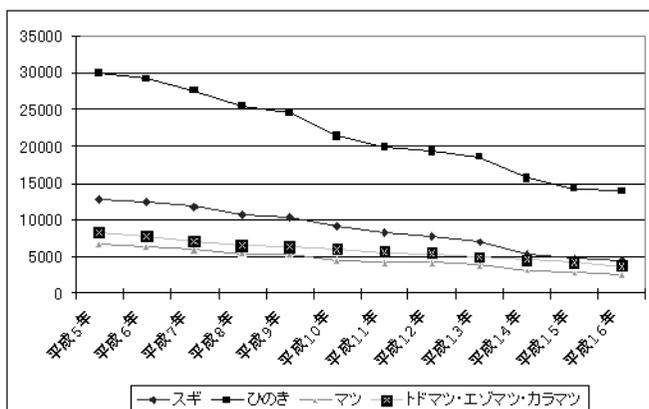


図-25 山元立木価格推移(単位:円)

Fig. 25. Trends in Stumpage Prices

出典:財団法人日本不動産研究所「山林素地及び山元立木価格調」  
注:利用材積1m<sup>3</sup>平均価格(毎年3月末現在)で都道府県平均を示す

- ①材料費                   スギ並材 原木価格 12,000円/m<sup>3</sup>  
歩留り 約55%  
→製品1m<sup>3</sup>当りの材料費:21,800円/m<sup>3</sup>
- ②製材費                   原木1m<sup>3</sup>当りの製材費 5,000円  
歩留り 約55%  
→製品1m<sup>3</sup>当りの製材費:9,100円/m<sup>3</sup>
- ③乾燥費                   製材品1m<sup>3</sup>当りの乾燥費 6,000円  
歩留り 約80%  
→製品1m<sup>3</sup>当りの乾燥費:7,500円/m<sup>3</sup>
- ④仕上げ加工費          製材品1m<sup>3</sup>当り 3,000円  
歩留り 約95%  
→製品1m<sup>3</sup>当りの仕上げ加工費:3,160円/m<sup>3</sup>
- 合計 41,560円/m<sup>3</sup>
- ⑤需要者工場宛輸送費 6,000円/1m<sup>3</sup> 合計47,560円<sup>4)</sup>

スギ2×4材の製材に関しては第2章で検討したように、ソリッドのみの製材だと歩留まりは55%を切ってしまう。また、在来工法用の柱取りと混合製材をすることで、60%以上まで歩留まりを上げることが提案されていたが、スギ集成材メーカーへの聞き取り調査によると、その木取りは非効率的であるとのことであった。芯で柱を取るための鋸の方向と回数など、作業コスト、作業時間を考慮に入れると、すべて「太鼓に落としてギャングリッパーで一気に板挽きする」と

いう作業性が最もコストパフォーマンスが良い様である。最も、スギ2×4製材の研究がされた1990年から1994年あたりであれば、スギ正角がまだ現在より40%ほど高く販売できたのであるから、混合木取りを提案されたのは当然かもしれない。

スギ集成材メーカーでは、フィンガージョイント材を併せて製造することで歩留まり60%ほどに高めることができることは第3章で述べたとおりである。ソリッド、フィンガージョイント材両方をセットで販売できることがコスト競争力を持つ条件であると考えている。

p66で示した価格構成はスギ2×4ソリッドのみの場合のものである。フィンガージョイント材を加工することで歩留まり10%分上昇し、約2,000円のコストダウンにつながる。フィンガージョイント加工賃と相殺し、1m<sup>3</sup>で1,000円ほどのプラス、もしくはほぼ同等レベルの価格となる。

カナダSPF、Jグレード204の価格は港でのオントラで、42,150円、国内輸送費を含め、48,150円であり、ほぼ同等の価格が可能であるということが言える（表-12参照）。

### (3) 決済・契約条件と安定受注・安定供給

供給者側にとっては、コスト競争力を持つために、同製品を一定の量で生産し、継続的に販売できるかが問題であり、需要者からの安定的受注を望んでいる。需要者側にとってはSPFに替わるディメンションランバーも確保しておきたいと考える一方、価格がSPFと同等、もしくはより安く、安定的に供給できるという問題が解決しない限り、導入には踏み出させないという現状である。

森林資源としては充分存在していながら、国産材が安定的に供給できない、とすれば、もちろん素材生産の効率性の問題、製材工場の生産性の問題などがあるだろうが、ひとつには国産材の発注、契約、決済システムにおける慣習的商習慣の問題も大きいのではないかと考える。

1960年代までの恒常的な供給不足によって、国内の木材取引においては、原木は素材生産者から現金で買い入れなければならなかった。外材が大量に輸入されて、山元の木は伐期を迎えて供給量に不足はないはずであるのにも関わらず、その慣習が現在まで引き継がれ、製材業者は原木を現金決済で購入している。

それを製材し、3ヶ月天乾し、それから乾燥、仕上げを行っていくと、最低でも4、5ヶ月後に製品として販売できる。しかし、製品代金の決済は現金ではなく、5日から60日の手形であったりすると数ヶ月後ようやく代金を受け取ることができるという現状である。従って運転資金は最低でも4、5ヶ月、場合によると6ヶ月以上必要であり、月5,000万円の生産高の工場でも3億円を超える運転資金がないと、安定的に生産を続けることができない。

支払いは遅く、代金回収は速やかかというのはビジネスの基本だが、製材業では全く逆の支払いは即金で、代金は素材を手に入れてから手形で決済まで半年後、というような難しい条件の中にある。国産材は安定供給が難しい、という理由のひとつには、この慣習的な商取引の方法の中にもあるのではないかと考える。

このシステムで大量生産し、大量在庫を持って経営していけるのは、かなり資金的に豊富な大規模工場のみであり、中小規模工場では生産能力もある、素材も山にある、しかし、原木を買う資金がないから生産できない、という状況に陥って、国産材は安定供給が難しい、という結果になっている。

宮崎のスギ集成材工場のY産業では、需要者が安定的に供給してほしいのならば、4半期毎に価格、数量を決めて、契約を交わし、半金は前払い、4、5ヶ月後に製品納入の際に残額を決済す

る、というシステムにしていきたいと、言っている。現にスギ集成材の生産においては、大手ハウスメーカーと契約を結ぶ形で生産をすることになったようである。ハウスメーカーにとっても、必要供給量を確保するためには製材メーカーの「囲い込み」が必要になったという判断であろう。

第4章で述べたように、外材の輸入に際して、価格、量を取り決めた成約から船積み、海上輸送、通関を経て、流通、需要者の手元に到着するまでに早くも3ヶ月、時間が掛れば6ヶ月掛ることを考えると、国産材においても四半期ごとの価格、数量の取り決めによって契約ベースで安定的な受注を受けて生産すると言うことは、供給者にとっても安定的供給を確保できるというメリットもあるのではないだろうか。

国産材の安定的供給は、安定的受注と結びつくものであり、販売できるかどうか分からずに在庫を持ち、成り行きの市場価格で決定されるシステムよりも、生産計画、買い入れ計画に基づいた、安定的生産システムが必要ではないかと思われる<sup>5)</sup>。素材生産者を含め、製材業者、流通業者、建築業者の手形決済などの伝統的商取引形態を、生産コストに基づく販売価格の実現と契約生産システムによって、供給を安定化させ、国産材の価格を下げ、最終的には安定的供給につながるものと思われる。

外材の輸入における契約、入荷、決済の仕組みとそのリードタイムを考えたとき、国産材でも同様に、予測可能な事前契約に基づいた生産の仕組みを構築することで、大資本の大規模工場だけでなく、中小の製材業者にとっても特長ある製品を、限られた顧客に提供していくビジネスモデルが可能であろうと思う。

銘健工業株式会社の中島社長は、「国内の人工林も、スギやカラマツは8齢級や9齢級が主体となり、使える資源が育ってきた。あとは国産材供給の新しい仕組みをつくるしかない。いっぺんに年間何十万 $m^3$ も生産する製材工場を狙うのではなく、数千 $m^3$ の製材品をきちんと挽ける工場を整備していくべきでしょう。」と述べている<sup>6)</sup>。国産材を挽く中堅規模の製材業者が安定的供給の一端を担えるときこそ、国産材の時代がやってくるのではないだろうか<sup>5)</sup>。

## 注・引用文献

- 1) 平成8年までは在来以外の非木材工法をまとめて算入していたが、平成11年以降は2×4工法、木造プレハブ工法を含む
- 2) 日刊木材新聞, 2006, 10月12日
- 3) 林政ニュース, 2006, 8月9日「国産材製材の実力を考える・さらなる飛躍への課題」
- 4) 歩留まりは宮崎県委託研究, 財団法人日本住宅・木材技術センター, 1994, 『2×4工法モデル住宅建設事業報告書』p.22  
製材費は年間素材加工10万 $m^3$ 級の大規模工場であれば3,000円/ $m^3$ 程度に落とすことができる。
- 5) 林政ニュース, 2006, 8月9日, 前掲書, p.13
- 6) 林政ニュース, 2006, 4月5日「国産材利用へ、銘健工業の新たな挑戦」p.12

## 第7章 枠組壁工法におけるスギ活用の要件

### 第1節 スギをめぐる風向きの変化

近年は円安、ドル高、ユーロ高に傾斜しつつあり、今後の日本経済の低め安定成長と、中国、インド、ブラジルなどの新興国の急成長、EUの持続的発展を考慮すると、為替の状況が大きく

表-26 主要国・地域長期経済・人口の予測  
Table 26. Long-term Prospects for the Regional Economy and Population

		2001～05	2006～20	2021～30	2031～40						
						2005	2020	2030	2040		
GDP	日本	1.2	1.4	1	0.6	人口	日本	12.8	12.3	11.5	10.5
	中国	9.3	5.5	3.8	1.9		中国	132.8	141.7	141.1	135.8
	インド	6.6	5	3.8	3.4		インド	110.9	135.9	150.9	163.6
	アメリカ	2.9	2.8	2.5	2.4		アメリカ	29.8	33.8	36.1	38
	EU	1.7	1.8	1.2	1.1		EU	44.9	45.5	44.9	43.8

表-27 為替推移  
Table 27. Trends in the Exchange Rate

		1米ドル当り							
通貨単位	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
円	94.06	107.77	121.53	125.39	115.93	108.19	118.85	119.85	
カナダドル	1.3724	1.4851	1.5488	1.5693	1.4011	1.3010	1.1825	1.1741	
ユーロ	-	1.0854	1.1175	1.0626	0.8860	0.8054	0.8594	0.7669	

変化するとも思われない。第6章で扱ったように、スギ丸太価格の低下と、カナダドル、ユーロの高騰などグローバルな経済状況の変化によって、相対的にスギ製品の価格が競争力を持ってきた。国産材と輸入材の価格は今やほとんど差がなくなっており、供給者、および行政の戦略的な方策によって、国産材の需要の拡大が可能ではないかと思われる。

構造用集成材はこの2007年1月、9ヶ月連続で値上がりし、指標となる国産管柱（3m×10.5cm角）の東京・プレカット工場向け直販価格は1本2,200円、昨年5月からの値上がり率は31%になった。原料であるフィンランド、スウェーデンなどの欧州材が、欧州や中東の需要旺盛のため、日本向け出荷を減らしていることが原因である<sup>1)</sup>。

熊本ランバックスの原田代表理事は「平角の価格相場を見ると、（4月下旬、m<sup>3</sup>単価）これまで独壇場だったベイマツKDが5万7,000円、レッドウッド集成が5万8,000～9,000円、異樹種（ベイマツ＋スギ）集成が5万6,000円～7,000円で、（中途省略）今後さらに値上げがあるだろう。ベイマツ製材は原料コストに悩まされている。現に2～3月に九州のベイマツ製材2社が撤退を決め、業界に衝撃を与えたばかりだ。北欧産地も強気姿勢を崩さず、レッドウッドラミナ不足も慢性化している。平角市場は異樹種集成も含めてスギにシフトしつつあるのではないか。スギのチャンス到来だと思う。」<sup>2)</sup>と述べている。

わが国で木材需要量の最も大きい割合を占めているのは製材用であり、約45%を占めている。また国産材の3/4が製材用で占められているが、それでも、図-23に見るように在来工法の柱に用いられる材は50%以上が欧州材集成材であるように、製材用供給木材の2/3以上を海外から賄っている現状である。

前章で述べたように、スギ2×4材は204たてスタッドのみで潜在需要は45万m<sup>3</sup>、市場価格で180億円、年間90万m<sup>3</sup>のスギ丸太需要を生み出す市場である。折りしも、カナダロジポールパインビートルの虫害によって、2013年にはSPFの出荷が半減する見込みであり、遅くとも5、

6年以内に、2013年問題に対する対応、つまりSPFに代わる代替材を手当てしなければならない状況である。

スギの枠組壁工法への適用に関しては、伐期を迎えたスギの需要喚起という「資源ストック圧」と森林資源の持続的管理を図る二酸化炭素の森林吸収という「環境圧」が国産材活用に向けてその動きを後押ししている。また、グローバルな経済環境の変化や、2013年問題による「対外関係圧」が代替材としてのスギ2×4の活用を模索せざるを得ないところに来ている。

## 第2節 KEY BUYING FACTOR

枠組壁工法住宅市場における2×4ランバーの輸入、流通における価格構成や契約、決済条件などについて現状を考察し、その上でハウスメーカー・ビルダーがスギ2×4材の適用の可能性についてどのように捉えているか市場調査を行った。また、供給者サイドとして製材業者、集成材業者の現状とスギ2×4材生産についての姿勢と可能性について調査してきた。

以上の内容をまとめてみると、枠組壁工法におけるスギ材の適用については、

- ①品質
- ②価格
- ③安定供給性

の3つのポイントに絞られるようである。

平成17年2月14日、農林水産大臣と大手住宅メーカーとの間で、国産材の利用促進について懇談会を行った際に、住宅メーカーから環境問題の重要性、さらには国産材の重要性は充分理解しているが、国産材を使う場合のネックは品質、価格、安定供給であり、それがクリアできれば国産材を積極的に使いたい、という前向きな意見が出されている<sup>3)</sup>。

しかし、この3つは等価でなく、以下のステップをクリアすることが必要である。まず、前提となる条件は、スギという材が枠組壁工法の規格材として用いることができるだけの性能強度を持っていることが明らかであることである。その上で、②と③の2つがスギ2×4材の市場化の条件である。

前提となるスギ2×4の品質に関しては、第5章において、スギ2×4材の技術的検証を行い、スギ材がSPFと遜色ない、必要十分な強度を持った枠組壁工法のたて枠材として用いることができることが分かった。枠組壁工法のスギ活用の前提となる要件はクリアしていると言える。

品質、価格と安定供給性はスギ2×4材の流通においてKEY BUYING FACTOR、つまり顧客がそのサービス、製品を購入するに当たり、最も重視する要因であると言えるだろう。

## 第3節 DRIVING FACTOR —スギ2×4の優位性—

スギ2×4材が市場に出るに当たり、既存の市場に参入するための差別化が可能であるのかどうか、あるとすればどのようなものであるのか、スギ2×4材の持つ優位性について考えてみたい。スギ2×4が市場に導入されるモチベーションを加速することのできるDRIVING FACTORと

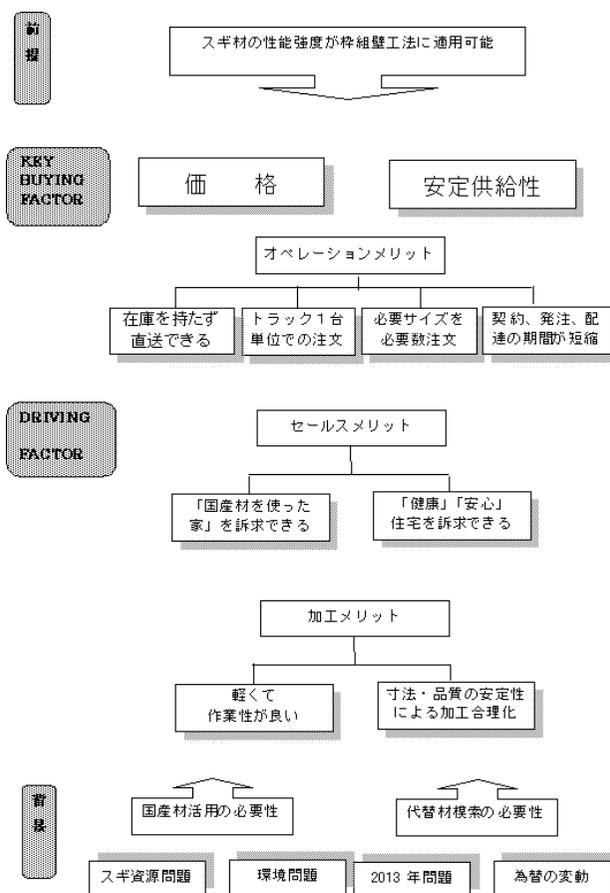


図-26 枠組壁工法におけるスギ活用の要件概念図

Fig. 26. Diagram Showing Requirements for Utilization of Japanese Cedar in Post and Beam Building Method

して考えられるものは次の3つの要素にまとめることができる。

- ① 枠組壁工法に用いられているカナダ SPF の輸入手続き上の問題、流通の問題などのデメリットを解決するオペレーションメリット
- ② 国産材スギを用いた住宅という視点から最終ユーザーに訴求できるセールスプロモーション上のメリット
- ③ 加工作業上のメリット

である。

### (1) オペレーションメリット

スギ2×4材の市場化の DRIVING FACTOR であるオペレーションメリットにはどのようなものが考えられるだろうか。流通サイド、需要者サイドより、スギ2×4材がどのような流通上

の機能を果たすことによって、既存の市場に参入できるのか、またその差別化を図ることができるのか、について調査を行ったところ、オペレーションメリットとして挙げられたのは下記のようなものである。

- ・電話で（日本語で）注文できる
- ・注文したら、現場もしくは需要者工場へ直送してもらえるオーダー&デリバリー
- ・注文単位がトレーラーやトラック一台分と少量で可能であること
- ・在庫を持つ必要性がない
- ・納期、数量などの要望に対してレスポンスが早い
- ・発注してから納品までのリードタイムが短い
- ・為替の変動による大きな価格変動がなく安心できる
- ・必要サイズが必要数注文できる

など、受発注、在庫、為替などにおけるメリットであると言える。

必要サイズが必要数注文できることは当たり前の商取引だと思っていたが、北米SPFの輸入の場合、ランダムレングスと呼ばれるシステムによってサイズ、数量が指定できずに様々なサイズが現地の都合により混載されるようである。従って、必要サイズを必要数購入できることは大きなメリットであるようだ。現状では不必要なサイズ材を在庫することになり、表面上の価格以上のコスト負担を強いられていると言える。

また、北米材であれば、注文して1ヶ月、船積みで1ヶ月（欧州材だと2ヶ月）、日本に到着して港湾と工場土場で1ヶ月分、あわせて3ヶ月分の輸入在庫を持つことを考えてみると、在庫を持たずに電話でオーダー&デリバリーで現場や工場に直送されることは国産材の大きな優位性であると考えられる。

第6章で述べたように、スギ2×4材の1m<sup>3</sup>当りの単価は41,560円、カナダSPF、Jグレード204の価格は港でのオントラで、42,150円であり、為替の変動、オイル価格の変動、原木価格の変動など考慮すれば、ほぼ同等の価格であると言える（表-12参照）。

2×4スタッドの場合、コンポーネント工場でパネルに組み立てる用に半分、残りは現場で組み立てる数量が半分ある。現状の外材輸入では、港から物流倉庫に、物流倉庫からコンポーネント工場に送り、そこから現場へという三重の輸送コストが掛っている。

スギ2×4の場合は、国内製材工場から直送可能であり、在庫を持たないメリットと、コンポーネント工場と現場直送用にそれぞれ直送されることで流通コストの削減メリットがある。价格的に同程度であるとする、スギ2×4の「低コストロジスティックシステム」が考えられれば競争力を持つだろうと考える。

北海道トドマツ2×4材のS木材は、このような国産材の優位性がありながら、果たして外材と同じ価格の必要性があるのだろうか、と疑問を呈している。国産材2×4材の持つ優位性をきちんと伝えていくセールスプロモーションが必要である。

## (2) セールスメリット

住宅建設に国産材を用いることによるセールスプロモーション上のメリットとしては、

- ・最終ユーザーに「国産材で建てる家」として動機付けできること
- ・国産材には「健康に良い」「安心」というポジティブな印象を与えることができること
- ・環境に配慮した企業であるというイメージの向上

・国産材利用住宅の助成制度

が挙げられる。地方自治体による、国産材（地域材）を使用した住宅を建築した場合の、建築主に対する各種助成制度があり、通常よりも低利での融資、また利子補給をするもの、国産材の現物支給や使用分を無料とするもの、補助金を与える物など、様々な形態があり、全国の地方自治体で制度が整っている。

大手ツーバイフォー建築メーカーでは、国産材2×4材の導入については、このセールスプロモーション上のメリットに魅力を感じている。

木材の場合は適材適所と言われ、地産地消と言われ、その建築地での材で家を建てるのが住む人にとっても、その建築物にとっても良い、と言われていたが、スギの方が耐久性があるとか、体に良い、などと決定的にスギを使ったほうが優れているとまでは言うことができない。従って国産材を使っているということで明確な差別化が可能であるとは思えないが、国産材を使った家ということで、「安心」「健康によい」「環境にやさしい」などのポジティブなイメージを与えることができる。

また、「①森林の持つ公益性、②地球環境保全に対する効果などの木材を利用することにもなう別次元のメリットも存在する。」<sup>4)</sup>「木材は、その育った地域の環境や気象条件などに順応する特性をもっており、持続的に生産される木材をその地域で日々の生活に有効利用していくことは、耐久性などの木材の良さが一層発揮されることとなり、まだ輸送に係わるエネルギー消費を減少させ、環境に負荷を与えないという点において地球環境の保全に資するものである。」<sup>5)</sup>

つまり、国産材を使った家を建てることにより、最終ユーザーにとっては、環境保全に役立っているという意識付けをすることができ、企業にとっては、環境に配慮した活動を行っているという、企業の社会的責任を果たしているという企業イメージを訴求することができるだろう。

### (3) 加工作業上のメリット

加工上のメリットとしては、

- ・寸法、品質の安定性
- ・ジャストサイズの規格材を加工することによる加工合理化
- ・スギ2×4材の取り扱い易さ（軽くてやわらかい材）
- ・釘打が楽
- ・スギは柔らかいので釘が利く
- ・なじみやすい材なので使いやすい

などが挙げられる。

SPF材のコンポーネント会社ではね率は15%から30%に上る訳だが、試験体で計測した50本のスギ204材（YS, FJ）のはね率が10%であった（表-18参照）。スギ2×4が常にこのパーセンテージを維持できるのかどうかについてはここで断言できないが、トドマツ2×4材のメーカーS木材では2×4材の製材を20年続ける中で、安定的な品質管理が出来ていて、顧客からその加工作業性において高く評価されている。

スギ2×4材の取り扱いやすさについては、計測結果表-14に見るように、SPF204スタッド1本（長さ2,336mm）が4,000g程度であるのに、スギ204スタッドは3,000g程度であった。実際、試験体を製作したが、1本当たり1,000g軽いスギは大変扱いやすかった。現場においては、この材の軽さはとても作業性が良く、生産性が上がると同時に、輸送経費そのほかに波及的なメリット

があるだろうと推測される。

スギの取扱い易さについてはスギは柔らかい材であり、「釘打ちが楽」であるだけでなく、「釘が利く」という現場での意見を挙げておく<sup>6)</sup>。

#### 第4節 枠組壁工法における法的規制および規定

林野庁においては、木造住宅への国産材の利用拡大について多くの取り組みがなされてきた。しかし、枠組壁工法への国産材利用拡大に向けた取り組みは今までほとんど行われていない。林野庁担当官の意見としては、取り組みが少ない理由として、

- ①枠組壁工法の着工数があまり多くない
  - ②枠組壁工法への国産材使用を阻害する行政規制がない
- と述べている。

①については確かに、木造住宅に占める在来工法の圧倒的割合からすると、国産材活用に向けた視線は在来工法へ向いてしまうだろうと思う。しかし、住宅の質の向上が求められるとなると、枠組壁工法の高気密・高断熱性に加えて、耐震性、耐久性が一層評価されている。生活スタイルの洋風化とも相まって、特に30代以下の若い層に枠組壁工法が嗜好されている傾向にあり、わが国の木造住宅に占めるシェアをますます増加させていくことを考えると、枠組壁工法の建材として国産材が全く使われない状況を放置できないのではないかと考える。

②については、建築基準法、JAS規格において国産材を排除していると考えられる規定は見あたらず、枠組壁工法の固有の法的規制はないものと思われる。しかしながら、規制はないが、逆に国産材を使用しようとしたときに参照できる運用規定がないことは結果として排除していることになっている。

つまり、住宅金融公庫「枠組壁工法住宅工事仕様書別冊 枠組壁工法の構造設計—スパン表—」において示されている構造用製材品の基準強度、スパン、システム係数などはすべて北米材しか規定されていない。枠組壁工法住宅を建築する場合の指針である住宅金融公庫の工事仕様書に記載されていない材は実際建築現場で用いられることは難しいと考えられる。

樹種等級として示されている材は、D.FIR1級、D.FIR2級、HEM-FIR1級、HEM-FIR2級、SPF1級、SPF2級の6種の北米材のみである<sup>7)</sup>。

表-28 枠組壁工法構造用製材及び構造用たて継ぎ材の基準強度  
Table 28. Standards of Strength of Lumber for the Post and Beam Method

(寸法形式204の場合)単位:N/mm<sup>2</sup>

樹種グループ	樹種	区分	等級	基準強度			
				圧縮(Fc)	引張り(Ft)	曲げ(Fb)	せん断(Fs)
SI	D. FIR	甲種	1級	22.2	16.2	24.6	2.4
			2級	19.2	15	21.6	
SII	Hem-Fir	甲種	1級	20.4	15	23.4	2.1
			2級	18.6	12.6	20.4	
	SPF	甲種	1級	18	12	22.2	1.8
			2級	17.4	11.4	21.6	

「枠組壁工法の構造設計—スパン表—」平成14年

スギ2×4材の場合、スギスタッドとフィンガージョイント材（構造用たて継ぎ材）の両方を商流に乗せることで外材との競争力のあるコストを提示できることから、表-28に見るように樹種としてスギの規定が記載されていない現状では参入が難しいのではないと思われる。

研究機関、行政が連携してこのような運用規定上の不備を取り除き、スギ2×4材が使われやすいような基準強度、システム係数、スパン表などを整備していく必要があるだろう。

### 第5節 スギ2×4の戦略的マーケティングの必要性

枠組壁工法におけるスギ活用の要件である、低価格で安定的に供給できる体制が整い、技術的問題が解決したとしても、国産スギ2×4材が実際に商流に流れるかは別問題でないか、と考える。

事前調査でスギが2×4に使えるかどうかについて聞いていたとき、建築業界に身を置いている者ですら「スギが住宅の構造材に使えるのですか？」から「スギはヤング率が低いからとても使えないだろう」「林野庁もスギを使え、使えと言ってくるけど使えるわけないだろう、と皆で言っているんだ」と全く消極的であった。それは枠組壁工法用にというのではなく、在来工法住宅構造用に使えないという意味も含めてである。

市場調査を通して分かったことは、スギは単にヤング係数が低いという見地から、すべての構造用部材にスギが使われにくくなっているという現実である。1995年阪神淡路大震災を経て、建築業界においては耐震強度を上げた住宅を建設するためには、「ヤング率の高い」「強い材」を用いた住宅が強度が大きいと認識しているように思われる。もしくはそのような「強い材」を用いている住宅だから地震に強いというマーケティングを行っている現状である。

1994年から1996年がスギ柱角のピークであり、阪神淡路大震災の翌年1996年からは第6章で見たように、スギの柱角は51%から23%と激減している（図-23参照）。

在来工法の管柱には欧州材ホホワイトウッドの集成材が席卷している現状で、国産材スギの集成管柱がなかなかプレカット工場に参入できない状態である。

埼玉県のパワービルダー A ホームでは今まで、「使用材はすべてヤング率90E以上」というようなキャッチフレーズで丈夫な家を建築するという点をセールスポイントにしてきたことからスギが使えなかった。しかし、柱にはたして、「ヤング率90E」の材を使う意味があるのか、それは過剰スペックではないのか、と考え始めている。

「ヤング率が高い材が強い材」という認識が国産材、特にスギの活用を阻んでいる。いつの間にか日本の建築業界全体に「ヤング率が高い材」を用いれば「強い家」を建てられるという誤った認識が深く浸透してしまったようである。もしくはそのような点にメリットがある材からのネガティブキャンペーンに負けているのかもしれない。

材は適材適所に用いることで、生きるものであり、日本の住宅、特に一番高級な数奇屋造りの住宅には構造材から造作材、下地材までスギが好んで使用されてきた<sup>8)</sup>ことを考えると、スギを日本の住宅建築に用いることの意義を改めて認識させる「意識改革」が必要であろう。

スギ強度と住宅部材に用いられたときのスギの性能に対する認識がメーカー自身のなかで十分確立していないことから自信を持って製造販売できない、また、ハウスメーカーにとっても、国産材を使いたいのだが、「ヤング率の高い材を使っておいた方が間違いない」というジレンマを抱えている。

今回、枠組壁工法においてスギ材を活用するために必要な耐力壁の面内せん断試験を通して、

従来使用できないだろうとされてきたスギ材がたて枠スタッドとして用いたとき、SPF材と比較して遜色ないどころか、より優れた材であることが明らかになった。また、枠組壁工法に用いられる釘の引き抜き耐力においてもスギ材はなんら問題がないというデータは10年前にすでに明らかであったにも関わらず、木材業界、建築業界にまるで認識されていなかった。

技術的データをきちんと開示することは重要なことである。そして、それ以上に重要なことはそれらのデータを効果的に開示して効果的に周知させるマーケティングではないだろうか。

カナダのCOFI、つまりブリティッシュコロンビア州林産業審議会は、日本において2×4材売り込みのため、ツーバイフォー建築住宅の普及と啓蒙に努めてきた。林産業者の協議会ともいえるべき業界団体であるが、個別の業者の営業努力の他に、横断的なネットワークの力によって、工法自体の普及の活動、自国の製材品に対するセールス、また必要なデータの開示を行い、カナダ材の信頼を勝ち取る統一プロモーション活動を行ってきた。

スギをめぐる潮流の変化の中で今、対策を取らなければならないことは、スギ2×4材のブランド戦略であり、マーケティングであると考え。スギは弱い、とか、釘耐力がない、などの認識的誤りについて反論するだけの情報や、スギ2×4材の性能についての必要なデータの開示を統一に対応できる組織体の存在が鍵ではないかと考える。カナダSPFにおけるCOFI（カナダ林産業審議会）の役割はひとつの良い例である。厳に存在している業界の「スギは弱い」という認識を変えることができるかが、スギ2×4商品化の根底となる問題であり、解決すべき課題であると考え。

本稿のポイントとなるのは今までの研究における「枠組壁工法に使用されるすべてのディメンションランバーをSPF材からスギ材に置き換える」というスタンスを捨て、たて枠スタッドに特化して使用するという現実的な方向性をもとに研究検証を行った点である。検証を行った2×4材はスギ中目材から採材したものと、末口14cm下の小径木から採材した試験体である。

次のステップとして、横架材にはスギ集成材を用いることが可能ではないかと推測している。たてスタッドにスギ2×4材またはフィンガージョイント材、曲げ応力が掛かる横架材にスギ集成材を用いた場合の性能強度の検証が必要であろうと思われる。この検証によって100%国産スギ材の枠組壁工法も可能になるものと考え。

以上、枠組壁工法建築部材にスギ材を利用することによって、その用途拡大による需要の喚起と間伐材の有効活用の可能性を明らかにし、枠組壁工法建築に国産木材を用いる生産システムおよび流通システムの中で、実際に商流に流すためのビジネスモデルの構築が図れるものと考え。

## 注・引用文献

- 1) 日本経済新聞, 2007, 1月17日
- 2) 遠藤日雄, 2006, プレカットの新潮流・熊本ランベックス, 林政ニュース, 6月14日
- 3) その後の国産材についての農林水産省と大手住宅メーカーのやりとりについては参考資料1の平成17年03月29日衆議院農林水産委員会副大臣答弁および参考資料2の平成17年04月26日衆議院決算行政監視委員会第三分科会副大臣答弁を参照されたい。
- 4) 葛谷栄一, 景観および健康重視の木造住宅推進からの国産材活性化—在来工法木造住宅の見直しと林業振興—, 農林金融 第52巻第4号(通巻638号) p.33
- 5) 岩手県『岩手県木材利用推進方針—もっと・WOOD・県産材を』
- 6) 遠藤日雄, 2000, 『スギの新戦略I—住宅市場開拓編』林業調査会 p.151

- 7) 住宅金融公庫, 2005, 『枠組壁工法住宅工事仕様』および住宅金融公庫, 2002, 『枠組壁工法の構造設計—スパン表—』
- 8) 遠藤日雄, 2002, 前掲書, p.124

## 参 考 資 料

### 1. 平成 17 年 03 月 29 日衆議院農林水産委員会 副大臣答弁

「先般も、うちの島村大臣を中心に、各住宅メーカーの皆さん方にお越しをいただきました。例えば、住友林業の社長だとか、積水ハウスの社長だとか、ダイア建設の社長だとか、大和ハウスの社長だとか、もうともかく大手住宅メーカーの社長全部に寄ってもらいましたし、また専務にもお越しをいただきました。我々副大臣、政務官も一緒をお願いをしたわけでございますけれども、あなた方が地域材を使ってくれない限り日本の住宅に国産材が使用されない、そして、ほとんどあなた方はやっていないじゃないか、在来住宅の一部、田舎の大工さんだとか建設業者が使っているにすぎないというようなことで、本当に口角泡を飛ばしながら、真剣に真剣をお願いをいたしたところでございます。

こういう取り組みは初めてでございましたので、これから毎年毎年こういうことをやってくれ、そして、我々も目が覚めたというようなお話をいただきましたので、これから、大臣以下、地域材を推進するように、大手住宅供給者に対してお願いをしていこう、このように思っております。」

### 2. 平成 17 年 04 月 26 日衆議院決算行政監視委員会第三分科会 副大臣答弁

「島村大臣を中心に、先般も、一条工務店だとか住友林業だとか積水ハウスだとかダイア建設だとか大和ハウスだとか中央住宅とか三井ホーム、日本の超一流住宅メーカーの社長、専務等に寄っていただきました。そして、我々、島村大臣を中心に、副大臣、政務官、全部寄りまして、あなた方、日本の山に対する責任をどう感じてくれているんだということ、そして、国産材を利用してけれなきゃ困るじゃないかということ、やはり住宅メーカーとしての国家的責任というものをきちっと感じてもらいたいということで、国産材利用増進のお願いをいたしました。

それぞれの社長さんの御答弁の中では、国産材利用の重要性については理解をいただいたわけでございます。また、環境問題の観点から、国産材を使うことについて何らかのやはりインセンティブを設けてほしいというような話、それから、行政も国産材のよさを国民に積極的にPRすべきだというような話が出たわけです。ただ一つ、やはり品質、価格、安定供給、これがクリアできるのであれば国産材を積極的に使いたいというような前向きな答えが出てきました。そして、これは農水省とメーカーとが、やはり商品開発、マーケットへの提供をどのように行うかということで、今後も定期的に話をするようにしております。」

## 謝 辞

本稿は2007（平成19年）年2月に東京大学に提出した修士論文（2007年3月東京大学農学生命科学研究科 研究科長賞を受賞）をまとめたものである。

フィールド調査および聞き取り調査でご協力いただいた林業関係、製材メーカーの方々、また木材問屋や商社などの流通に携わっているの方々、ハウスメーカー、ビルダーの方々には、お忙しい中、時間を掛けて丁寧にご案内下さり、心から感謝しております。

実験では、研究室の相馬智明助教と博士課程の小林研治氏にご協力いただきました。実験資料に当る第5章については、全面的に相馬智明助教にまとめていただきましたこと、言葉に尽くせない感謝をしております。

そして、何よりもこの論文の方向性を示唆し、行政や様々な業界の中心にいる方々をご紹介いただき、今何が問題なのか、どうしたらよいかというホットなテーマに常に目を向けてくださいました安藤直人教授に心から感謝いたしたいと思います。

論文審査では稲山正弘准教授、井上雅文准教授のご助言を受け、励みとなりましたこと御礼申し上げます。

最後にこの研究のために坪井記念研究助成金をつけて下さいました社団法人日本ツーバイフォー建築協会に心からお礼申し上げます。

2008年12月 細萱 恵子

## 要 旨

### 1. はじめに

この考察の目的は国産材スギの需要拡大を図るために、枠組壁工法においてスギ2×4材を用いることが出来るのかを明らかにすると同時に、実際スギ2×4材を商品化するにはどうしたらよいか、その障害となっているものは何か、またそれらを取り除くためにはどのような方策があるのかを探ることである。

### 2. 枠組壁工法導入の歴史的経緯

1974年枠組壁工法オープン化以来、30年以上経つが、日本の製材業界においては枠組壁工法構造用ランバーの生産はほとんど行われてこなかった。その歴史的経緯を探ることで、日本の製材業界が参入しなかった要因の背景を探る。

### 3. 今まで行われたスギ2×4活用の研究

枠組壁工法に国産材を適用しようという研究により、スギ材に関しては製造試験、性能試験などを経て、SII-W.Ceder 樹種グループの基準強度をクリアしているものと認められた。若干ヤング率が低いので曲げ力の掛からない部位に用いること、集成材のエレメントとして用いることの必要性を提唱している。

### 4. 市場調査

#### 4.1 供給者サイド

【調査目的】 スギ2×4を生産する能力を持った製材メーカーが日本にあるのか、あるとすればどのような条件を具備していなければならないか、について調査した。

【調査対象】 宮崎県、佐賀県、高知県他のスギ集成材メーカー、スギ板製品のメーカーの現地調査および聞き取り調査

【調査結果】 調査の結果明らかになったことは、在来用一般製材を行っている工場の中に、2×4材のラインを設けることはかなり難しいのではないかと、ということである。一方、スギラミナ

集成材工場は製材、乾燥、グレーディングなどすべてにおいてスギ2×4ランバーに適用可能な設備、ノウハウを持っていて、既存の生産設備の中で対応可能であると判断できる。

#### 4.2 需要者サイド

【調査目的】 スギ2×4材が商品化され、流通することに対して既存の流通業者、また需要家にとって、どのような点が危惧されるのか、またどのような条件が具備されれば、取り入れることが可能になるのか、その問題点を抽出する。

【調査対象】 ハウスメーカー、パワービルダー、工務店、コンポーネント会社、プレカット会社、木材問屋、商社を対象とする。

【調査結果】 需要者側にとっての条件は次の3つである。

- ①スギが2×4に使えるのかという問題をはっきりとクリアできる性能的裏づけ
- ②価格
- ③安定供給性の確保

需要者にとってスギ2×4材の意義は次の通りである。

- ①国産材を使うことで果たせる企業としての社会的責任
- ②北米SPFのJグレードの入荷量が減少
- ③ロジポールパインビートルの虫害によってパインの出荷が停止する2013年問題に備える
- ④国産材を使用した住宅への地方公共団体の補助金、利子補給のメリットを枠組壁工法でも訴求できる

### 5. スギ2×4の技術的検証

【実験目的】 スギ材を枠組壁工法のスタッドとして使用した場合、SPFと比較して十分な壁倍率が得られるかを検証した。

【試験体の製作と試験方法】 上枠、下枠および頭繋ぎにはSPF材を用い、たて枠となるスタッド部分のみ無垢のスギ材YS、フィンガージョイントされたスギ材FJ、および末口14cm以下の小径木から採材した無垢のスギ材CHの3種の2×4材を用いた場合を設定して面内せん断試験を行った。

【結果と考察】 得られた荷重-変位曲線によって、SPF材の値と比較すると、小径木から切り出された2×4材については、SPFよりも下回る結果となり、利用に関しての課題が残る結果となった。一方、中目材から採材されたスギ2×4材については、剛性については若干下回るものの、最大耐力 $P_{max}$ についてはほとんど同等である。一方、終局における耐力はスギ材を用いた場合の方が大きい。降伏耐力、剛性、特定変形時の耐力についてはSPFを若干下回る程度で、終局耐力、靱性率、構造特性係数についてはほぼ同等、もしくはそれ以上の値を示した。最終的に得られた壁倍率は、スギ材をスタッドに用いた場合の方が大きい。以上のことから、たて枠にスギ材を用いた場合の面内水平せん断試験においては、SPFのみを用いた現行仕様と比較して同等もしくはやや優位であると判断できる。

### 6. スギ2×4の事業経済性検証

【スタッドの潜在需要】 枠組壁工法の年間着工数、総床面積、使用材積から、スタッドの需要は以下の通りであると考えられる。1戸当り床面積は約90m<sup>2</sup>、枠組壁工法の床面積1m<sup>2</sup>あたりの

使用材積は $0.17\text{m}^3$ であり、1戸当り $15.3\text{m}^3$ 。その内、204スタッドは全体使用材積の25%であり、204スタッドの年間使用材積は $45\text{万m}^3$ 、ここにスギ $2\times 4$ が参入するとして、総需要量の1/3の $15\text{万m}^3$ 、最大に市場を席卷しても $30\text{万m}^3$ 、スギ素材消費量で $60\text{万m}^3$ と見込まれる。

【安定供給性】それだけの数量が安定的に供給されるためには年間30万から $50\text{万m}^3$ の生産能力を持つ供給者が必要であろう。今回調査を行ったスギ集成材を主に製造しているメーカーの生産可能量を積算すると、年間 $20\sim 30\text{万m}^3$ となり、残りの部分は素材消費年間 $10\text{万m}^3$ 級の大規模製材業者が数社あると、十分に安定的供給が可能となる。

【価格】スギ丸太価格の低下と、カナダドル、ユーロの高騰などグローバルな経済状況の変化によって、相対的にスギ $2\times 4$ 材の価格が競争力を持ってきた。2006年12月時点でJグレードSPF204材が42,150円、スギ204材が41,560円で、ほぼ同等レベルになっている。

## 7. 枠組壁工法におけるスギ材活用の要件

【KEY BUYING FACTOR】スギ $2\times 4$ の①品質②価格③安定供給性の3つが必要条件であり、現状これらの要件は満たすことが可能である。

【スギ $2\times 4$ の優位性】既存の市場に受け入れられるために必要となるDRIVING FACTORとして以下のものがある。

オペレーションメリット

- ①ランダムレングス→必要サイズを必要量だけ供給
- ②オーダー&デリバリー可能で在庫が不要
- ③物流費のコストダウンが可能
- ④契約、発注から配達までのリードタイムが短い
- ⑤為替の変動に左右されない

セールスメリット

- ①環境問題に配慮した企業であるとのアピール
- ②国産材は「健康」「安心」などポジティブなイメージ
- ③国産材を用いることで得られる利子補給、補助金等

加工作業上のメリット

- ①スギは軽くて扱いやすく、作業性が上がる
- ②スギは釘打ちが楽でありながら、釘が利く

【安定受注・安定供給】国産材の安定的供給は、安定的受注と結びつくものであり、販売できるかどうか分からずに在庫を持ち、成り行きの市場価格で決定されるシステムよりも、生産計画、買入れ計画に基づいた、安定的生産システムが必要ではないと思われる。コスト競争力を持つために、一定の量で生産し、継続的に販売できるかが問題であり、需要者からの安定的受注を望んでいる。需要者側にとっては代替材を模索している現状から、上記要件を効果的に認知させることができれば、スギ $2\times 4$ の商品化は可能であると思われる。

【行政・関係機関の対応】規制はないが運用規定にスギが含まれていないことから、現実には排除されている現状を変えていく必要がある。

## 8. スギ $2\times 4$ の戦略的マーケティングの必要性

「スギは弱い」という認識を変えることができるか、がスギ $2\times 4$ 商品化の課題である。スギ

2×4材の性能についてのデータの開示、スギは弱いから2×4には使えない、とか、釘耐力がない、などの認識的誤りについて統一に対応し、プロモーション活動をする必要がある。カナダSPFにおけるCOFI(カナダ林産業審議会)はひとつの良い例であり、スギ2×4の戦略的マーケティングを行う組織体の存在が必要ではないかと考える。

キーワード： スギ・枠組壁工法・2×4材・ラミナ・木材流通

(2007年12月25日受付)

(2009年3月16日受理)

## Summary

### Introduction

Sugi (Japanese cedar) trees are mostly grown to a size for use as building material in Japan. Now, their use is limited to conventional post and beam construction. The amount of light frame construction has been increasing and reached 100,000 units in 2006. If sugi lumber can be used in light frame construction, the demand for sugi will be significantly expanded.

We tested the quality of sawn sugi lumber for light frame construction. It was verified that sawn sugi lumber is generally of sufficient quality to use for light frame construction if lumber is not cut from juvenile trees.

The economic problems of sugi lumber for light frame construction were also dealt with in this report. Commercial distribution routes of lumber consist of producers, consumers and distributors. Investigations with these members were conducted in order to clarify the issues involved in distributing sugi lumber. The results showed that uncertainty concerning sugi lumber strength and cost among the members would pose obstacles to the distribution of sugi lumber. To spread sugi lumber utilization for light frame construction, correct information about sugi lumber needs to be widely disseminated.

### 1. Purpose

The purpose of this paper is to clarify if Japanese cedar can be used as lumber in light frame construction and, on the assumption that it can, to analyse the reasons why it has not been utilized until now or distributed in the lumber market.

More than 30 years have passed since light frame construction was introduced in Japan and recognized as an authorized method whereby houses may be constructed under the Construction Standard Act of 1974. Until now, studies and experiments have proceeded for the purpose of the application of domestic wood to light frame construction. As a result the lumber of Japanese cedar is categorized in the species group S.II.W.Cedar and certified as to its standard of strength.

In spite of a national acceleration to utilize domestic timber, especially Japanese cedar, Japanese domestic lumber for light frame construction has not gained general acceptance.

## **2. Market Research**

### **2.1. Market Research (Suppliers)**

The object of fact-finding and field studies on the suppliers; sawmill or timber product factory owners, was to investigate the possibility of producing Japanese cedar lumber, and the prerequisite conditions for this. It was found that the factories producing columns for conventional construction do not have the equipment for producing lumber for light construction. Neither do they have the motivation for tapping new markets.

On the other hand, the factories of laminated wood columns have all the plant and equipment required to be able to develop the production of Japanese cedar lumber, and are also looking for new markets in order to utilize the Japanese cedar that was planted after the Second World War and has now reached maturity.

### **2.2. Market Research (Consumers)**

The house builders, construction companies, component and pre-cutting companies, wholesale dealers and firms were the object of this field study. Prerequisite conditions for adopting Japanese cedar lumber are the following;

1. Confirmation of the performance of Japanese cedar lumber for light frame construction.
2. Price.
3. Security of delivery.

The significance of the utilization of Japanese cedar lumber was found to be,

1. Social Responsibility of the company in relation to environmental problems.
2. Preventive measures against the decrease of J-grade SPF lumber imported from North America.
3. Preventive measures against 'Problem 2013' when the shipment of Canadian pine lumber will be suspended for reasons of insect damage.
4. Appeal for grant of local government to construct houses of domestic wood.

## **3. Technical Verification of Japanese cedar Lumber**

The object of the technical examination was to verify the shear load factor of wall studs of Japanese cedar lumber. Sheathed walls consisting of three types: one made only of SPF lumber, another made of frames of SPF and whole studs of Japanese cedar, and the third is made of frames of SPF and finger-jointed studs of Japanese cedar were used in the test.

The results of the tests were: the shear load factor of the walls with Japanese cedar studs was greater than the first type of wall made of only SPF lumber. The application of Japanese cedar



⑤ Delivery cost to the user's factory: ¥6,000/m<sup>3</sup>      Total ¥47,560/m<sup>3</sup>

\* Recovery factors are based on Japan Housing and Wood Technology Centre, *The Report on Construction of Model Houses of Platform Method Build*, 1994

\* Saw milling cost can be reduced to ¥3,000/m<sup>3</sup> level at large-scale saw mill consuming about 100,000m<sup>3</sup>/year logs.

## 5. Necessary Requirements for the Utilization of Japanese cedar Lumber

### 5.1. Key Buying Factors

The necessary requirements for the utilization of Japanese cedar lumbers are three,

- (1) Quality
- (2) Price
- (3) Stable and Secure Supply.

Japanese cedar lumber is able to fulfill these requirements as outlined above.

### 5.2. Predominant Factors of Japanese cedar Lumber

It will be necessary for the market of Japanese cedar lumber to present dominant factors to gain general acceptance in the current market of North American lumber.

#### 5.2.1. Operational advantages

- (1) Supply of quantity and sizes of lumber is a necessity.
- (2) Just in time supply capability reducing stock levels.
- (3) Cost reduction on physical distribution.
- (4) Short waiting time between delivery and order.
- (5) Not subject to movement of the exchange rate.

#### 5.2.2. Sales advantages

- (1) Appeal to the public or clients to be a company considering the natural environment or the conservation of Japanese forests.
- (2) Positive image of domestic wood as healthy and secure.
- (3) Sales advantage for clients to enable the gaining of municipal aid.

#### 5.2.3. Advantages of processing

- (1) High efficiency in working as Japanese cedar is light and soft.
- (2) High efficiency in working as Japanese cedar can be easily and effectively nailed.

### 5.3. Administrative Management

It is necessary to reform the present conditions in which Japanese cedar is excluded from the timber market by reason of lack of explicit reference in the Regulations of Construction of light frame construction.

#### **5.4. Necessity of Strategy and Marketing of Japanese cedar Lumber**

The suppliers themselves do not recognize Japanese cedar as being applicable to light frame construction nor for solid construction. It is one of the challenges of the industry to correct this erroneous perception that “Japanese cedar is a weak material” for construction. It will be necessary to make technical data known to everyone and to undertake strategic promotion of Japanese cedar lumber by marketing organizations such as COFI (Council of Forest Industries Canada).

**Key words:** Japanese cedar, Light frame construction, 2×4, Lamina, Lumber market