

ISSN 2432-3845

# 木材利用システム研究

Journal of Wood Utilization System

Vol. 4

September 2018



木材利用システム研究会



# 木材利用システム研究 目次

Vol. 4 2018年9月

---

木材利用の拡大に向けて	
牧元幸司 .....	1
木材利用に関する知識と意識のアンケート調査結果と経年変化	
東原貴志・今村航平・浅田茂裕 .....	3
荒廃農地における国産早生樹林業の可能性	
—兵庫県宍粟市での事例の検証—	
村田功二・糟谷信彦 .....	8
木材産業における ESG への対応と SDGs への貢献	
—研鑽会フェイズ I の成果と課題—	
吉田有紀・渡辺千尋 .....	12
木造持家一戸建の規模縮小と住宅部門の木材需要に関する一考察	
多田忠義 .....	16
半径 30km 圏内で成立する木質バイオマス熱供給事業	
—木材利用には輸送コスト圧縮が必須—	
小林靖尚 .....	20
木材利用の津波減災設備市場への拡大	
濱田英外 .....	23
丸太を使った地盤改良の現状と新しい取り組み	
沼田淳紀・村田拓海・三輪滋 .....	27
木材産地証明書の取り組みについて	
北島麻衣 .....	31
純木質耐火集成材「木ぐるみ FR®」の適用事例と課題	
—庁舎・ホール・保育園での施工実績から—	
西出直樹 .....	34
木材利用システム研究会 活動紹介 .....	38

## 木材利用の拡大に向けて

○ 牧元幸司 (林野庁長官)

### 1 我が国の森林資源

我が国の森林は、これまでの先人の努力等により、森林率（陸地面積に占める森林面積の割合）が68.5%と経済開発協力機構（OECD）加盟35カ国中2番目に高く、約1,000万haの人工林は、その多くが主伐期を迎えるなど充実した資源状態となっている。一方で、人工林の成長量に比べて、丸太の供給量は必ずしも大きいとは言えず、国内の豊富な森林資源を循環利用することが重要な課題となっている。

### 2 国産材の需要拡大の必要性

このような中、我が国では今後、急速な高齢化と人口減少が進むと推計されており、住宅分野における木材需要の大幅な拡大が望めないことから、国産材需要の創出・拡大に向けては、これまで技術的に木造の普及が困難であった中高層建築物や、事務所・商業施設等の低層であっても木材利用が低位であった非住宅建築物において、鉄・コンクリートからの代替需要の獲得による木材需要の創出が重要となっている（図1）。

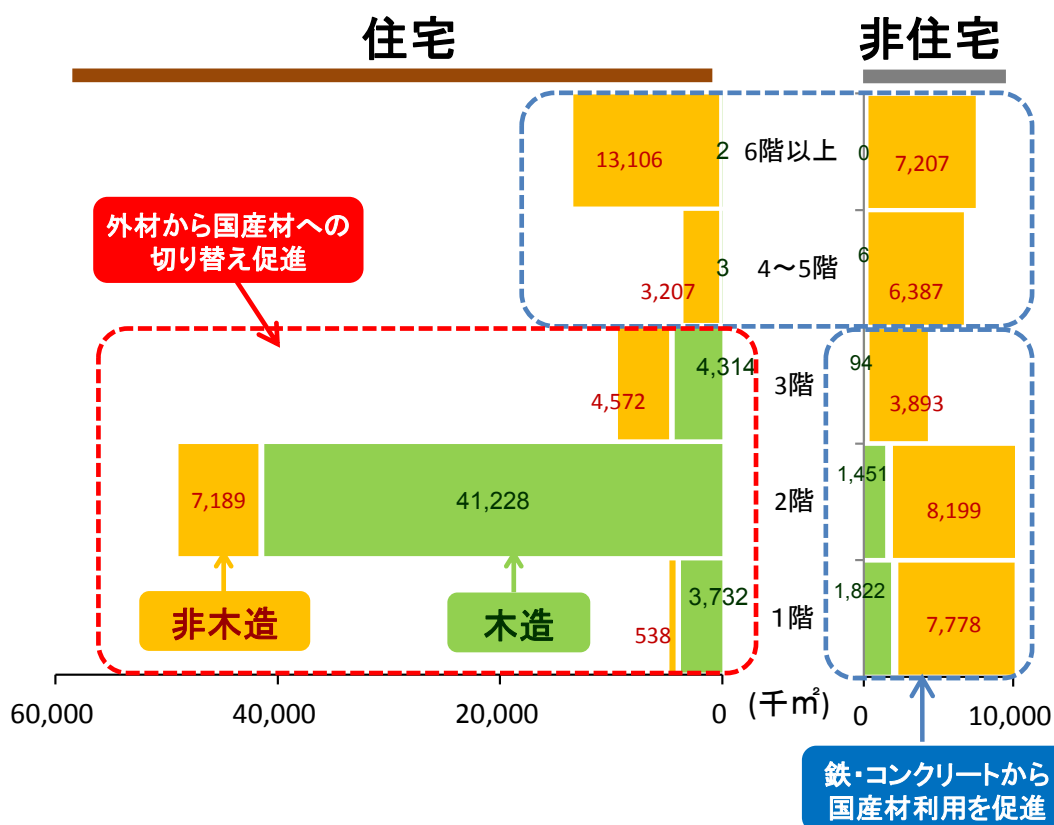


図1 H29年に着工された建築物の床面積（用途・階層別）

資料：国土交通省「建築着工統計」（平成29年）

注：住宅とは居住専用建築物、居住専用準住宅、居住産業併用建築物の合計であり、非住宅とはこれら以外をまとめたものとした。

また、木造が大半を占めている低層住宅分野においても、木造軸組構法における梁・桁等の横架材や、枠組壁工法における2×4部材については国産材割合が低いため、外材からの代替需要の獲得を通じた国産材需要の拡大が重要である。

### 3 林野庁の取組

林野庁では、「森林・林業基本計画」において、平成37年における我が国の木材需要量の見通しを7,900万m<sup>3</sup>とし、このうち国産材の利用量について、その過半となる4,000万m<sup>3</sup>とすることを目標としている。

この目標の達成に向けて、

- ① 中高層建築物等に活用可能なCLT (Cross Laminated Timber : 直交集成板) や木質耐火部材等の新たな製品・技術の開発・普及
  - ② 中大規模建築物や低層非住宅建築物を設計・施工できる技術者の育成
  - ③ 非住宅建築物を中心としたJAS構造材等の利用拡大
  - ④ 国産材による横架材、2×4部材の開発・普及
  - ⑤ 木の良さや価値を実感できる木材製品の情報発信や「木育」等の普及啓発
- 等に取り組んでおり、これらの施策を通じて、新たな木材需要を創出し、国産材の需要拡大に取り組んでいく考えである。

**キーワード** : 木材需要拡大、国産材、CLT、木質耐火部材、JAS構造材

(連絡先 : 林野庁林政部木材産業課 03-6744-2293)

## 木材利用に関する知識と意識のアンケート調査結果と経年変化

○東原貴志 (上越教育大学)・今村航平 (東京大学)・浅田茂裕 (埼玉大学)

### 1 はじめに

木材や木材利用に対する国民の持つ意識や知識理解の現状を明らかにするアンケート調査が2010年に「平成22年度：地域材利用加速化支援事業 室内化学物質の健康への影響検証」の一環として実施されている。その後の森林整備や木材利用に関する政策や技術開発の結果、意識や知識理解の程度が変化している可能性がある。そこで本研究では、学生等を対象とした木材や木材利用に関するアンケート調査を実施し、それらに関する意識の現状を明らかにするとともに、前回調査と比較し経年変化について考察する。

### 2 調査方法

大学生および一般消費者を対象とした木材利用に関する意識を尋ねる問題(8問)と知識を確認する問題(11問)で構成された調査用紙を作成した(図1)。これらの問題は2010年調査と同一としたが、回答者の負担を考慮し5分間程度で回答できるように設問を絞った。また、森林認証や森林面積、光合成に関する問題を今回新たに作成した。大学生は2018年7月に調査協力者を通して回答用紙を配布する方法で行い、2大学の169名(大阪教育大学教育学部1年生10名、宮崎大学の全学部の1~4年生159名)から回答を得た。一般消費者については2018年7月14日~同年8月2日にインターネットのアンケートフォーム(Googleフォーム)を用いて調査を行い、217名(男性133名、女性84名)から回答を得た。なお、回答は東京大学アジア生物資源環境研究センター木材利用システム研究室の関係者を通じて得られたものであり、回答者の属性(性別、年齢、地域)を表1に示す。

表1 一般回答者の属性 (N=217)

性別 (%)	年齢 (%)		地域 (%)		
男	61.3	10代以下	5.5	北海道・東北	3.2
女	38.7	20代	50.7	関東	57.1
		30代	9.7	中部	10.6
		40代	12.9	近畿	20.7
		50代	12.9	中国	0.5
		60代	5.1	四国	0.9
		70代以上	3.2	九州・沖縄	6.9

### 3 調査結果

調査結果を表2に示す。問A2(環境を守るために木材利用すべきではない)や問A3(環境を守るために間伐材を利用すべき)について、環境を守るために木材利用は積極的に行わないが、間伐材利用には肯定的な回答を示す者がみられた。これらの回答の傾向は、2010年調査の結果と比べて大きな変化は認められなかった。

### 森林・木材に関する意識・知識調査

この調査紙は、全国の中学生・大学生を対象として、森林や木材に関する意識や知識を調べるものです。調査結果は個人が特定されないよう適切に集計され、研究以外の目的には使用されません。試験ではありませんので、思った通りにお答えください。

調査担当 上越教育大学 東原貴志 025-521-3405 htakashi@juen.ac.jp  
 埼玉大学 浅田茂裕  
 東京大学 井上雅文・今村航平

学校名 ( ) 中学校・大学) 学年 ( ) 年) 性別 (男・女)

A1～A8の質問文をよく読んで、あなたの考えや経験にもっともあてはまるものを、①～④の中から1つ選び、○印で囲んでください

A1 環境を守るために、森林は人の手を入れず自然のままが良いと思いますか？

- ① とても思う ② やや思う ③ あまり思わない ④ まったく思わない

A2 環境を守るために、木材は使わない方が良いと思いますか？

- ① とても思う ② やや思う ③ あまり思わない ④ まったく思わない

A3 環境を守るために、間伐材を使うことは、良い事と思いますか？

【間伐材】森林整備の過程で間引かれた木材

- ① とても思う ② やや思う ③ あまり思わない ④ まったく思わない

A4 森林保護に関わる活動(植林・森林づくりボランティアなど)の経験はありますか？

- ① たくさんある ② 少しある ③ あまりない ④ まったくない

A5 日常生活の中に、木材製品を積極的に取り入れていますか？

- ① たくさん取り入れている ② 少し取り入れている ③ あまり取り入っていない ④ まったく取り入っていない

A6 学校の授業以外で、木材を使ってものを作った経験はありますか？

- ① たくさんある ② 少しある ③ あまりない ④ まったくない

A7 この調査で、あなたが思い浮かべた「森林」に近いものは次のうちどれですか？

- ① 豊かな自然が残された、山奥の森林(原生林)  
 ② 薪(たきぎ)やキノコなどを採りに行ける、人里に近い森林(里山林)  
 ③ 木材を得るために、人が植えた森林(人工林)  
 ④ とくに思い浮かべた森林はない

A8 木材製品には、右の図のようなマークを付けられている物があります。あなたは、このマークの意味を知っていますか？



- ① 意味をくわしく知っている ② 意味をなんとなく知っている ③ 意味は知らないが見たことはある ④ 意味を知らないし今回初めて見た

裏面につづく

図1 アンケート調査の内容

B1～B11の質問文をよく読んで、あなたが正しいと思うものを、①～④の中から1つ選び、○印で囲んでください

B1 日本の木材自給率（木材使用量に占める国産材の割合）は、約何%ですか？

- ① 約5%    ② 約35%    ③ 約65%    ④ 約95%

B2 日本に木材を最も多く輸出している地域はどこですか？

- ① 東南アジア    ② 北アメリカ    ③ 南アメリカ    ④ 北ヨーロッパ

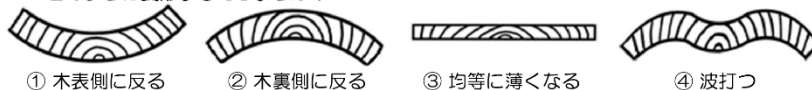
B3 日本の森林面積は、1980年頃（約40年前）と比較して、約何倍に変化していますか？

- ① 約1/3倍    ② 約1/2倍    ③ ほとんど同じ    ④ 約2倍

B4 日本の人工林における樹木の蓄積量（木材として使える幹の体積）は、1980年頃（約40年前）と比較して、約何倍に変化していますか？

- ① 約1/3倍    ② 約1/2倍    ③ ほとんど同じ    ④ 約2倍

B5 右の図は板目板の断面を表しています。これを乾燥させると、どのように変形するでしょうか？



- ① 木表側に反る    ② 木裏側に反る    ③ 均等に薄くなる    ④ 波打つ

B6 下図のように、木目の方向だけ異なる木の板を用意して、矢印の方向に同じ強さの力を加えました。力に対して最も強い板はどれでしょうか？



- ①    ②    ③    ④

B7 次の中で、木材が最も分解されやすい（腐りやすい）のはどの状況でしょうか？

- ① 水の中にある    ② 家の中にある    ③ 庭の石の上にある    ④ 庭の土の上にある

B8 樹木が光合成によって放出するものは、次のうちどれでしょうか？

- ① ちっ素    ② 酸素    ③ 水素    ④ 二酸化炭素

B9 木材は有機物で作られており、有機物は樹木が成長する時に吸収した炭素で作られています。木材にふくまれる炭素の割合は、重さで約何%でしょうか？

- ① 約5%    ② 約25%    ③ 約50%    ④ 約75%

B10 B9に関して、一般的に、樹木はどこにあった炭素を吸収したのでしょうか？

- ① 土の中    ② 空気の中    ③ 水の中    ④ 日光の中

B11 木材で建築資材を作る場合のエネルギー消費量は、アルミニウムで作る場合の約何倍でしょうか？

- ① 約1/150倍    ② 約1/15倍    ③ 約15倍    ④ 約150倍

これで調査は終わりです。ご協力ありがとうございました

図1 アンケート調査の内容（続）



表2 アンケート調査の結果

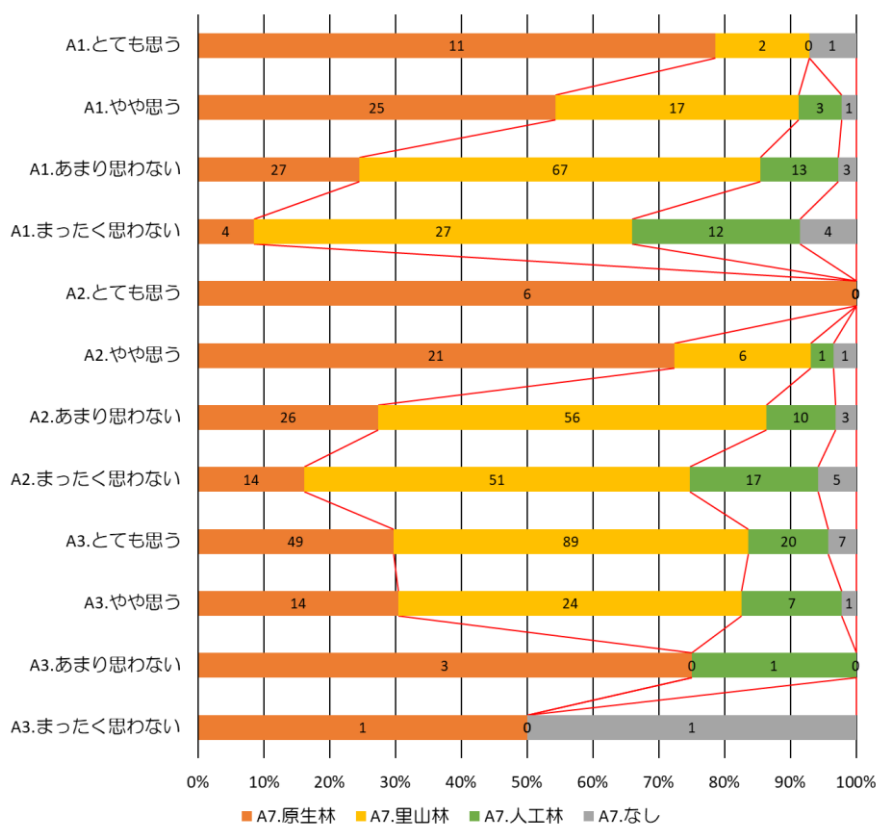
問題番号	2018年調査大学生の回答割合 (%) (N=169)					2018年調査一般の回答割合 (%) (N=217)					2010年調査大学生の回答割合 (%) (N=412)				
	選択肢1	選択肢2	選択肢3	選択肢4	無回答	選択肢1	選択肢2	選択肢3	選択肢4	無回答	選択肢1	選択肢2	選択肢3	選択肢4	無回答
A1	5.9	34.3	48.5	11.2	0	6.5	21.2	50.7	21.7	0	12.1	41.3	37.1	9.5	0
A2	4.7	13.6	59.2	22.5	0	2.8	13.4	43.8	40.1	0	2.4	25.2	58.3	14.1	0
A3	52.7	41.4	5.3	0.6	0	76.0	21.2	1.8	0.9	0	45.9	45.6	8.5	0.0	0
A4	3.0	18.9	17.2	60.9	0	4.1	26.7	14.7	54.4	0	1.7	18.2	18.0	62.1	0
A5	13.6	56.8	27.8	1.8	0	22.1	42.4	31.8	3.7	0	7.0	44.9	42.2	5.8	0
A6	19.5	47.3	20.1	13.0	0	21.7	45.2	21.2	12.0	0	15.8	53.4	20.6	10.2	0
A7	61.5	27.8	7.1	3.0	0.6	30.9	52.1	12.9	4.1	0	(未調査)				
A8	4.7	17.2	46.7	31.4	0	9.7	12.0	13.4	65.0	0	(未調査)				
B1	17.8	53.8	23.1	4.7	0.6	34.6	54.4	9.7	1.4	0	22.8	56.3	14.6	6.3	0
B2	45.0	37.3	11.8	5.3	0.6	53.5	32.7	6.5	7.4	0	49.5	32.3	14.1	4.1	0
B3	23.7	44.4	26.6	4.7	0.6	21.7	26.3	47.9	4.2	0	(未調査)				
B4	13.6	34.3	28.4	22.5	1.2	18.4	29.5	21.2	30.9	0	13.3	39.3	33.0	14.3	0
B5	29.0	60.4	4.7	4.7	1.2	51.6	43.3	2.3	2.8	0	45.4	46.6	3.9	3.9	0.2
B6	65.1	19.5	7.1	7.1	1.2	55.3	22.6	12.9	9.2	0	72.8	6.8	5.1	15.0	0.2
B7	32.0	5.9	4.7	56.8	0.6	19.8	3.2	0.5	76.5	0	22.6	2.4	7.5	67.5	0
B8	1.8	92.3	1.8	3.0	1.2	0.0	90.8	0.0	9.2	0	(未調査)				
B9	7.1	43.8	29.0	19.5	0.6	11.1	35.9	30.4	22.6	0	15.3	53.2	17.2	14.3	0
B10	27.8	66.3	3.0	2.4	0.6	34.6	62.2	1.4	1.8	0	28.9	59.7	7.5	3.9	0
B11	27.2	43.8	23.7	4.7	0.6	43.8	45.2	8.8	2.3	0	23.3	39.3	29.1	8.0	0.2

B1~B11の網掛けは正答を示す

回答の比率は四捨五入のため合計が100%にならない場合がある

2010年調査のB1の選択肢は①5%、②25%、③65%、④95%、B4は当時と約30年前との比較である

問 A1 (森林は自然のままで良い) から問 A2、問 A3 までの問の各選択肢と問 A7 (思い浮かべた森林の種類) の問のクロス集計結果を図 2 に示す。森林利用や木材利用に否定的な態度を示した者の多くは、問 A7 で原生林を思い浮かべていることがわかる。



A7 の無回答者 1 名を除いた結果である

図2 A1 から A3 までの各選択肢と A7 のクロス集計結果 (人) (N=385)

問 A8 (FSC 認証ラベルの認知度) は、意味を知らないし今回初めて見た者が大学生の 3 分の 1、一般消費者の 3 分の 2 を占めており、認知度は高くなかった。問 A5 (木材製品を取り入れているか) の選択肢と問 A8 のクロス集計結果を図 3 に示す。木材製品を日常生活に積極的に取り入れている者ほど、FSC 認証ラベルの認知度が高い結果となった。

木材資源・木材利用の現状に関する問題 (問 B1 から問 B4) のうち、問 B3 (日本の森林面積) と問 B4 (日本の人工林の蓄積量) の一般消費者の正答率は 2010 年調査と比較して有意に上昇した。また、問 B6 (木目と強度の関係) の正答率が低下しているが、これは今回の調査で板目面・柾目面がわかる立体的な図に変更したことが原因と考えられる。

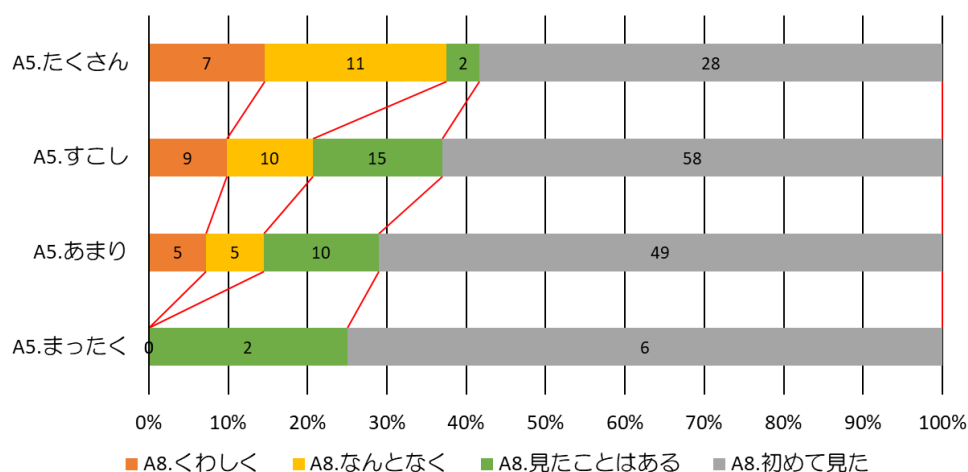


図 3 問 A5 の選択肢と問 A8 のクロス集計結果 (人) (N=386)

今回新設した問 B8 (光合成により放出する気体) については大学生・一般消費者とも 9 割を超える高い正答率を示した。環境調和性能に関する問 (B9 から B11) のうち、B9 (木材に占める炭素の割合) については 2010 年調査と比較して大学生・一般消費者とも正答率が有意に上昇した。一方で、木材の炭素含有率は 2010 年調査結果より高く評価しており、以前に比して木材が炭素の貯蔵庫として認識されているのではないかと考えられる。

#### 4 おわりに

本調査の結果、森林利用や木材利用と思い浮かべる森林のイメージとの関係や、FSC 認証ラベルの認知度などの知見が得られた。今後、中学生を対象とした調査を実施する予定であり、さらなる結果の分析を進めたい。

#### 謝辞

本調査にご協力いただいた大阪教育大学永富一之先生、宮崎大学藤元嘉安先生にお礼申し上げます。本研究は 2017 年度木材利用システム研究会基金助成事業として実施された。

キーワード：木材利用、森林認証制度、アンケート調査、大学生、一般消費者

(連絡先：東原貴志 htakashi@juen.ac.jp)

## 荒廃農地における国産早生樹林業の可能性 —兵庫県宍粟市での事例の検証—

○村田功二（京都大学）・糟谷信彦（京都府立大学）

### 1 はじめに

在来種であるセンダン (*Melia azedarach*) を植栽して早生樹林業を実現しようとする試みが熊本県を中心に始まっている<sup>(1)</sup>。日本木材加工技術協会関西支部早生植林材研究会では2014年から関西地区でセンダンの試験植林を開始し、十分な成長が見込めることを確認した<sup>(2)</sup>。センダンの植栽は急な傾斜地には適さず、山のふもとの緩傾斜地や平地に植栽した場合に早い成長が見込めることが分かっている。2014年には全国で28万4千haの荒廃農地があり、そのうち16万ha(56.3%)が再生利用困難とされている。このような再生利用困難な荒廃農地はセンダンの成長に適すると考えられ、農道が整備されている場合には容易な搬出も期待される。兵庫県宍粟市において実施された荒廃農地へのセンダン試験植林を対象に国産早生樹林業の可能性を検討する

### 2 調査方法

調査対象はセンダンを植栽した下記の3か所とする。ケース1とケース2はどちらも周囲に農地がない荒廃農地であり、前者が農道に隣接し搬出が容易、後者は30年以上放置された荒廃農地で整備された農道は隣接しない。ケース3は荒廃農地ではなくスギの伐採跡地で比較的大面積である。いずれも植栽密度は400本/ha(5m間隔)である。

ケース1：兵庫県宍粟市波賀町梯 (N35.055290, E134.542899) (図1)

標高230m 0.3 ha (2016年4月植栽)

ケース2：兵庫県宍粟市波賀町上野 (N35.170250, E134.551667) (図2)

標高320m 0.1 ha (2017年5月植栽) 2017年5月にさらに0.13 ha植栽。

ケース3：フォレストステーション波賀 (FS波賀) (N35.174907 E134.569551)

標高660m 0.5 ha (2015年4月植栽、宍粟市波賀町上野) (図3)



図1 梯植栽地 0.3 ha (左：撮影 村田功二、右：資料 Google)





図2 上野植栽地 0.1 ha + 0.13 ha (左: 撮影 村田功二、右: 資料 Google)



図3 FS 波賀植栽地 0.5 ha (左: 撮影 村田功二、右: 資料 Google)

### (1) 荒廃農地でのセンダンの成長量調査

対象地のセンダン成長量を測定し、荒廃農地ではないスギ伐採跡地に植栽した場合の成長量と比較した(図4)。スギ伐採跡地としてはFSステーション波賀の他に林地として近畿中国森林管理局管轄の国有地でも調査した。

### (2) 農地から林地への転換手続き

センダンを植林するための行政上の手続きについて資料調査<sup>(3)</sup>および現地聞き取り調査を行った。また、センダンを植林するうえでの地域社会における問題点も考察した。聞き取り調査の対象は宍粟市でセンダン植林を行っている宍粟市早生樹活用研究会関係者とした。

### (3) 伐採作業の採算性

荒廃農地での伐採作業の比較対象として大矢らによる緩傾斜地でのカラマツ植林地での車両系伐出作業システムについての報告<sup>(4)</sup>を参考にした。大矢らの報告は皆伐作業(一部列状間伐)と再造林作業の一貫作業の事例を対象としたものであるが、本研究では伐採・搬出作業に限定して考察する。



図4 成長量測定の例  
ケース1: 撮影 糟谷信彦

### 3 結果と考察

#### (1) センダンの成長量調査

表1に本研究の対象地とスギ伐採跡地である林地での測定結果を示す。植栽時の樹高を50cmと仮定し、4月から9月までを成長期間として平均成長速度の平均値を算出した。標高が異なりまた1年目と2年目では成長量に差があるので単純な比較はできないが、荒廃農地(ケース1, ケース2)では良好な成長がみられた。センダンの成長には十分な水分と養分が必要とされており、荒廃農地がそれに適していることが確認できた。

表1 センダンの成長量の比較(平均値)

	ケース1	ケース2	ケース3	スギ伐採後の林地※
成長期間(月)	17	8	21	16
樹高(cm)	391	137	300	201~296
平均成長速度(cm/月)	20.1	10.9	11.9	9.4~15.4

※近畿中国森林管理局管内の試験植林地10カ所(2015年植栽)

#### (2) 農地から林地への転換

宍粟市では利用状況調査(農業委員会)と荒廃農地調査(市町村)を合同で実施し、遊休農地を確認し、「再生可能(A分類)」と「再生困難(B分類)」に仕分けられた。そのうえで再生困難な遊休農地を農地として再生を目指さない「非農地」と農業委員会が判断し、農地以外の促進を図った。しかし、実際には登記上の不備や所有者不在に加えて、地元共同体の合意性などさまざまな問題が生じた。

#### (3) 伐採作業の採算性

大矢らの調査対象地の概要を表2にまとめる。平均集材距離は200~400m、立木密度は200~400本/haであり(試験地Mでは列状間伐)、試験地A1、A2、R1では「伐倒」はチェーンソー、「木寄せ」はグラップルローダ、「造材」はプロセッサ、「集材」はフォワーダを使用している。また試験地Mでは「木寄せ」にグラップルローダとウインチの併用、「集材」にウインチを使用している。試験地R2では「伐倒・木寄せ・造材」にホイール式ハーベスタ、「集材」にホイール式フォワーダを使用してCTL作業(Cut to Length)を行っている。その結果、各試験地の伐出作業のコストは約2,000~2,900円/m<sup>3</sup>の範囲となり、平均的には2,700円/m<sup>3</sup>程度になると見積もった。

表2 大矢ら<sup>(4)</sup>の調査対象地(カラマツ植林地)

試験地名	A1	A2	M	R1	R2
伐採面積(ha)	2.32	3.95	0.42	2.68	
試験区域(ha)	0.40	0.23	0.42	0.20	0.21
平均集材距離(m)	290	420	-	170	170
平均斜度(°)	21.4	13.5	11.4	10.0	
路網密度(m/ha)	156	236	169	224	
立木密度(本/ha)	325	208	173	393	
平均胸高直径(cm)	31.8	28.7	32.4	29.9	

センダンの施業体系モデルとして熊本県が提案した一例を表3に示す<sup>(5)</sup>。横尾<sup>(6)</sup>はこのモデルでは利用間伐と主伐の費用を含めた育林経費は263万円/haとし、収入は273.5万円/haと見積もっている。また12年生(胸高直径35cm)で皆伐した場合の収入は75万円/haにしかならず、20年生の主伐で採算がとれるとしている。なお間伐および主伐の費用は、一般的なスギ材の搬出費用を参考にそれぞれ25万円/haと43万円/haとしている。直材材積で換算すると4,960円/m<sup>3</sup>と7,260円/m<sup>3</sup>となり、また経費全体に占める搬出費用の割合は27%程度となっている。

今回の対象となる植林地で検討するとケース1では植林地に農道が隣接するために、木寄せ工程でプロセッサやグラブプルによって作業道からの直取りができ、高効率な集材が可能である。したがって大矢らの検証で最も効率がよかった試験地(A2)に匹敵すると思われる(2,000円/m<sup>3</sup>)。ケース2では農道が隣接しないためウインチなどによって長い距離の木寄せが必要となり最も効率が悪い地域(M)に相当するだろう(2,900円/m<sup>3</sup>)。ケース3では平均的な値と考えてよい(2,700円/m<sup>3</sup>)。いずれにしても横尾の見積より搬出経費は半減するが、施肥を省略して5年目と8年目の間伐材を販売しても12年目の皆伐で収益がえられることは難しく、植栽密度などの施業体系の改良が必要である。

表3 センダンの施業体系モデル<sup>(5)</sup>

林齢(年)	0	5	8	12	20
平均胸高直径(cm)	-	18	26	35	50
立木密度(本/ha)	400	360	200	140	70
直材材積(m <sup>3</sup> /ha)	-	24.3	35.3	50.4	59.2

#### 引用文献

- (1) 横尾謙一郎・村田功二・小川健一(2017)平地におけるセンダンの樹高成長と芽かきの期間におよぼす施肥の影響、『九州森林研究』70:61~63頁
- (2) 村田功二・宮崎 薫・横尾謙一郎・宮藤久士・荘保伸一・横尾国治(2017)関西地区でのセンダン(Melia azedarach)植栽試験とセンダン材合板適性の検討、『木材工業』96:68~72頁
- (3) 大畑利明(2016)耕作放棄地対策としてのセンダン植林地現地報告、『第6回早生植林地研究会シンポジウム要旨集』22~27頁
- (4) 大矢信次郎・斎藤仁志・城田徹央・大塚 大・宮崎隆幸・柳澤信行・小林直樹(2016)長野県の緩傾斜地における車両系伐出作業システムによる伐採・造林一貫作業の生産性、『日本森林学会誌』98(5):233~240頁
- (5) 熊本県林業研究指導所(2015)『センダンの育成方法 H27改訂版』12頁
- (6) 横尾健一郎(2017)耕作放棄地でのセンダン植林の採算性、『第6回早生植林地研究会シンポジウム要旨集』9~15頁

キーワード：早生樹、荒廃農地、センダン

(連絡先：村田 功二 murata@kais.kyoto-u.ac.jp)

## 木材産業における ESG への対応と SDGs への貢献 —研鑽会フェイズ I の成果と課題—

### ○「木材産業における ESG」研鑽会

#### 1 はじめに

木材資源は適切に利用されることで、地球温暖化対策や地域経済振興などの持続可能な開発目標 (SDGs) 達成に貢献できる。木材利用促進の取り組みはこれまで行政主導で行われてきたが、近年、企業による CSR や CSV の取組みなども盛んになっている。

中でも注目は、機関投資家の動きである。環境問題対策、社会問題対策、コーポレートガバナンス確立を主要な経営課題として取り組む企業への投資額を増やす機関投資家が近年増えている。この投資手法は、従来の財務情報に基づくものと異なることから、環境(E)、社会(S)、ガバナンス(G)の頭文字を取り ESG 投資と呼ばれる。ESG 投資の市場規模は2016年時点で約22.8兆ドルであり、世界の全運用資産残高の1/4を占める<sup>(1)</sup>。機関投資家は、多くの企業にとって主要な株主であることから、このような機関投資家の動きに連動し、従来の CSR や CSV から、ESG 課題への取組みに軸足を移す企業が増えている。

木材産業は木材資源を利用する産業であることから、企業活動そのものが地球環境貢献(E)や地域経済効果(S)に貢献できる。そのため、木材産業各社は、機関投資家にとって有効な ESG 投資先となる潜在力を持つ。しかし、これまで木材産業は、一部の先行事例を除き ESG 観点からの事業ポートフォリオの整理が十分ではなく、ESG 情報の発信も少ないため、適切に評価されているとは言いがたい。

そこで木材利用システム研究会では、ESG の観点から木材産業を再評価し、木材産業に対する社会、投資家、労働力市場の注目度を高めることを通して、木材産業および関連企業の価値を向上させ、最終的に木材利用の促進を図ることを目的に、会員有志による研鑽会「木材産業における ESG」(以下、研鑽会)を本年4月より立ち上げ、8月までをフェイズ I として活動を行った。

研鑽会フェイズ I 参加企業および参加者は、表1のように、木材関連企業9社から14名、研究機関3団体から3名の計17名であった。

表1 参加企業一覧

企業・団体名	人数
Jケミカル	1
前田建設工業	2
タマホーム	3
日本ノボパン工業	1
ナイス	1
マルホン	2
積水ハウス	2
大建工業	1
竹中工務店	1
防波システム研究所	1
地球環境戦略研究機関 (IGES)	1
農林中金総合研究所	1
合計	17

(資料) 研鑽会事務局作成

#### 2 研鑽会フェイズ I の活動目標と活動方針

##### 活動目標

- ・ ESG および SDGs の基本的な内容を理解する
- ・ 参加企業各社の ESG 情報を整理する
- ・ 国内外の ESG 関連の先進事例を把握する

## 活動方針

- (1) ESG投資の枠組み理解
- (2) 国内先進事例の把握
- (3) 各社のESG指標からみた活動の棚卸
- (4) 海外先進事例の把握

## 3 研鑽会フェイズIの成果

## (1) ESG投資の枠組み理解

表2に示すように、6回の講義を通してESG投資の枠組み理解を行った。井上雅文教授（東京大学）、田辺敬章氏（環境省大臣官房環境経済課環境金融推進室）、水口剛教授（高崎経済大学）、松川恵美氏（QUICK ESG研究所）およびESG研鑽会事務局スタッフを講師とし、ESG投資に関する基礎的な知見と現在の動向について学んだ。

## (2) 国内先進事例の把握

表2に示すように、ESGに関連する国内先進事例として、株式会社マルホンの無垢床材用木材調達に関するデューデリジェンスの実務、および、地球環境戦略研究機関によるSDGs活動のレビュープロセスに関する取り組みを学んだ。

## (3) 各社のESG指標からみた活動の棚卸

参加各社の協力の下、ESGの観点から事業活動の棚卸を行った。表3に示すように、木材産業と関連の深い諸指標から参加各社の事業活動を再評価した。なお、業界内の他社事例に関しても、統合報告書など公表資料に基づき評価した（写真1）。

表2 研鑽会フェイズIで開催した講義一覧

開催日	講義内容	講師	所属
4月23日	ESGの基礎知識	井上雅文	東京大学
		長坂健司	
5月25日	研究課題の紹介	吉田有紀	東京大学
	有価証券報告書分析から見たESGの取り組み	新井朝美	
	ESG投資について	田辺敬章	環境省大臣官房環境経済課
6月26日	ESG情報提供機関の評価指標と木材関連産業によるイニシアチブの可能性	安藤範親	農林中金総合研究所 ／東京大学
	ESG投資の可能性	水口剛	高崎経済大学
7月19日	ESGの課題から考える企業の持続的成長戦略	松川恵美	(株)QUICK ESG研究所
8月23日	マルホンの取り組み事例	加藤拓	(株)マルホン
		鈴木美智子	
	IGESのSDGs取り組み事例	小野田真二	地球環境戦略研究機関 (IGES)

資料：研鑽会事務局作成



表3 ESG指標からみた企業活動棚卸

評価指標		企業活動の例	参加企業による取組み
炭素貯蔵	伐採木材製品 (HWP) の利用	耐久性のある木材商品を生産	耐震住宅の開発、アフターサービス
		再利用 (Re-use)	工場でのマテリアルリサイクル
	リサイクル	木材廃棄物の循環利用	
	森林の成長量増加	適切な択伐と再植林	—
排出物および汚染の軽減	製造時のエネルギー効率	原料調達など	製造工程の見直し
	空気汚染 (エタン、二酸化硫黄など)	環境負荷の大きな材料を避ける	再資源化
	水質汚染 (溶解リン酸など)	環境負荷の大きな材料を避ける	水資源の循環利用
	【建築物】保温効果→空調負荷軽減	木材の保温効果を妨げない工法	内装材への木材利用
	【バイオマス】化石燃料の代替	エネルギー回収および再利用	熱利用、発電
	生物分解可能		生物分解可能な材料の利用
消費者の健康への効果	心理面 (ストレス緩和、リラックス効果、過去とのつながり、場所の感覚)	木のぬくもりを活かしたデザイン 内装木質化	無垢材の利用、福祉施設など非住宅建築物や住宅での積極的な木材利用
	身体面 (血圧安定、免疫力向上)	内装木質化	
	【建築物】室内空気の質	木材の空気清浄効果を活かす工法	
	【建築物】調湿	木材の調湿効果を活かす工法	
建築物の機能性	防音効果	木材の防音効果を活かす工法	無垢材の利用、福祉施設など非住宅建築物や住宅での積極的な木材利用
	断熱効果	木材の断熱効果を活かす工法	
	生産性向上 (集中力・対人関係)	内装木質化	
森林管理	自然災害防止 (山火事、侵入生物種、気候変動)	持続可能な森林管理	—
	森林面積の増加	海外産業植林 アグロフォレストリー	海外産業植林
	森林の保有と適正管理による公益的機能	持続可能な森林管理	FSC認証木材の利用
地域貢献	経済波及効果	地域内からの調達と加工	国産材利用のための技術開発
	文化の継承		—

資料：参加各社公表資料および提供資料に基づき研鑽会事務局作成



写真1 研鑽会参加者によるグループワーク

#### (4) 海外先進事例の把握

表2に示した水口教授の講義を通して、ESG投資で先行する欧州の最新動向として、欧州委員会サステナブル金融ハイレベル専門家グループ最終報告<sup>(2)</sup>の事例を学んだ。また、同じく表2に示した安藤範親氏（農林中金総合研究所／東京大学）の講義を通して、海外のESG情報提供機関が実際に利用している評価指標に関する知見を得た。

#### 4 今後の課題：研鑽会フェイズⅡに向けて

研鑽会フェイズⅠでの成果を踏まえ、本年11月～3月開催予定の研鑽会フェイズⅡでは、以下の課題に取り組む予定である。

##### ・国内外先進事例の把握

研鑽会フェイズⅠでは、ESGに関する基礎的な知見を習得したが、研鑽会フェイズⅡではその知見に基づき、参加企業および他の先進的な企業の事例把握に集中して取り組む。先進的な企業については、海外の事例も対象とする。

##### ・木材産業のESG活動によって生み出される社会的インパクトの定量化

研鑽会フェイズⅠでの活動により、ESGの観点から見た木材産業の潜在的な優位性が明らかになった。研鑽会フェイズⅡでは、この優位性を、財務的リターンと共に社会的および環境的なインパクトを生むことを意図した投資を意味する「社会的インパクト投資」<sup>(3)</sup>として定量化することで、木材産業関係者、機関投資家、市民に対して木材産業のSDGsへの貢献度を分かりやすく示す。

##### ・木材産業とESGに関する書籍出版

木材産業に関わる実務者を対象に、ESGの基礎知識、木材産業におけるESGの役割、ESGに基づく評価方法などを簡明に解説する書籍を出版する。

##### ・機関投資家との対話

木材産業は中小企業が多いことから、機関投資家に向けたESG関連の情報提供が十分にできていない。一方で機関投資家側も、他産業と比べ木材産業に関する情報を十分に持っていないことが、研鑽会フェイズⅠの活動を通して明らかになった。そこで研鑽会フェイズⅡでは、機関投資家との対話の場を設定し、社会的インパクトなどの観点から木材産業のSDGsに対する貢献度を議論する場を設定する。

#### 引用文献

- (1) GSIA: Global sustainable investment review 2016,  
<http://frj.or.jp/news/news-category/3497/>
- (2) European Commission: Final report of the High-Level Expert Group on Sustainable Finance,  
[https://ec.europa.eu/info/publications/180131-sustainable-finance-report\\_en](https://ec.europa.eu/info/publications/180131-sustainable-finance-report_en)
- (3) 水口剛(2017)『ESG投資 新しい資本主義のかたち』日本経済新聞出版社、133頁

キーワード：ESG、SDGs、木材産業、CSR、GSV

(連絡先：長坂健司 [nagasaka@anesc.u-tokyo.ac.jp](mailto:nagasaka@anesc.u-tokyo.ac.jp))

## 木造持家一戸建の規模縮小と住宅部門の木材需要に関する一考察

○多田 忠義 ((株) 農林中金総合研究所)

### 1 はじめに

木造住宅の新設着工床面積は、木材の派生需要を生むことから木材需要量の代理変数と捉えることができる。そこで、本報告は、新設住宅着工床面積の経年変化を分析し、住宅部門の木材需要が、木造持家一戸建をはじめとする新設木造住宅の平均着工床面積の規模縮小によって抑制されている可能性を検討することを目的とする。

### 2 新設住宅着工の戸数と床面積の経年比較

まず、新設住宅全体の着工戸数（以下、総戸数）および着工床面積（以下、総床面積）の推移を把握するため、2010年度の値をそれぞれ100とし、図示した（図1）。結果、2009年度以降、総戸数の増加に伴い総床面積も増加するものの、2014年度以降は総戸数の落ち込み以上に総床面積は減少している。ここで開いた差は、2017年度にかけて徐々に拡大している。ちなみに、総戸数が伸びているにもかかわらず、それ以下のペースでしか総床面積が増加しないことは、2000年代半ばなど何度かあったことが図1から読み取れる。同様に、木造住宅全体の総戸数と総床面積の推移を把握したのが図2である。図1の結果に似た傾向が確認でき、総戸数の増加が必ずしも総床面積の増加に結びつかないことがわかる。

以上で確認した総戸数と総床面積とで生じる増減率の差は、一戸当たりの平均床面積の縮小に端的に表れると考えられる。そこで、住宅全体からみた一戸当たりの平均床面積と、木造住宅全体からみた一戸当たりの平均床面積を図3に示した。結果、いずれの値も1990年代後半から2000年にかけてピークを迎え、縮小に転じていることがわかる。特に、2017年度の木造住宅の一戸当たり平均床面積は、過去27年で最も低い水準まで縮小した。

そこで、総床面積の増減要因を、新設住宅着工戸数と一戸当たりの平均床面積とに分解することを試みる。

$T$ 年度の総床面積を $S$ 、その時の住宅着工戸数を $H$ 、一戸当たり平均床面積を $F$ とすると、

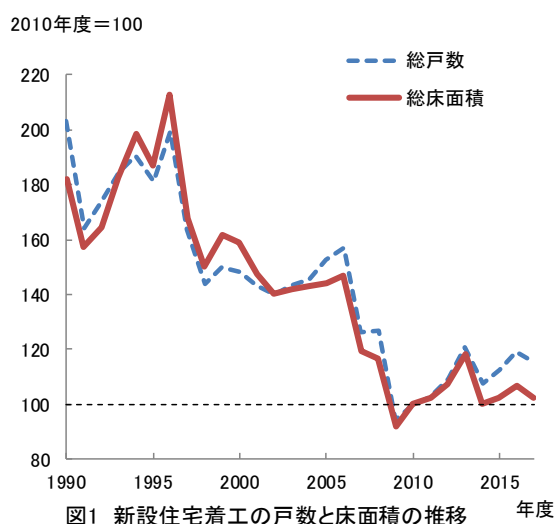


図1 新設住宅着工の戸数と床面積の推移

(資料)国土交通省「住宅着工統計」

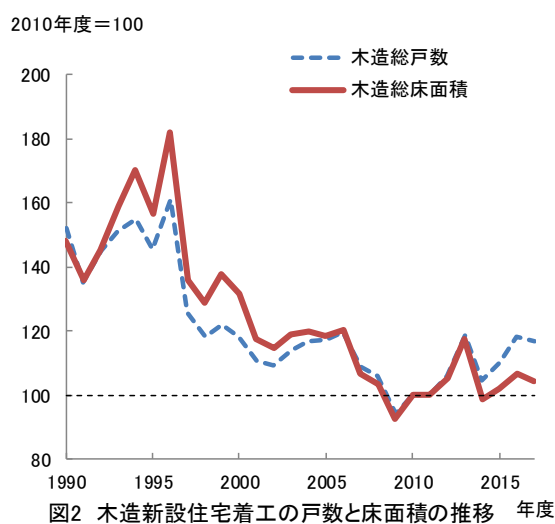


図2 木造新設住宅着工の戸数と床面積の推移

(資料)国土交通省「住宅着工統計」

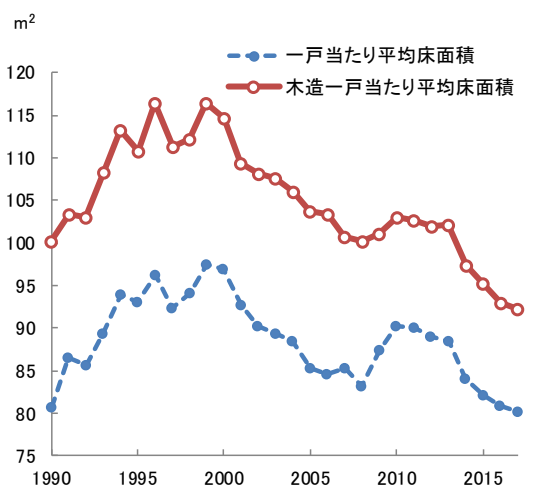


図3 新設住宅の一戸当たり平均床面積の推移 年度

(資料)国土交通省「住宅着工統計」

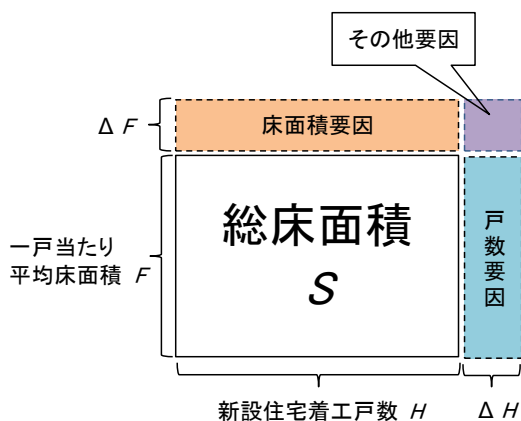


図4 総床面積増減の要因分解(イメージ図)

(資料)筆者作成

$$S = H \times F \quad \text{①}$$

が成り立つ。 $T + 1$ 年度の総床面積を $S'$ とし、その時の新設住宅着工戸数を $H + \Delta H$ 、一戸当たり平均床面積を $F + \Delta F$ とすると、

$$S' = S + \Delta S \quad \text{②}$$

$$S' = (H + \Delta H) \times (F + \Delta F) \quad \text{③}$$

が得られ、①～③式により、

$$\Delta S = F \times \Delta H + H \times \Delta F + \Delta F \times \Delta H \quad \text{④}$$

が得られる。図4に示す色のついた部分が $\Delta S$ に相当し、④式は、 $F \times \Delta H$ が戸数要因、 $H \times \Delta F$ が一戸当たりの平均床面積要因(以下、床面積要因)、 $\Delta F \times \Delta H$ がその他要因と分解できる。これらの要因を年度ごとに計算した結果が図5である。まず、その他要因は、総床面積の前年差に与える影響が小さく、総床面積の増減は、戸数要因と床面積要因に代表させて問題ないと判断できる。この上で、足元の動きをみると、2014年度の総床面積減少は、戸数要因に加え、床面積要因も影響していたことが明確である。また、総戸数が増加した2015～16年度にも、一戸当たり平均床面積の縮小が続き、一部の住宅資材では総戸数の増勢ほ

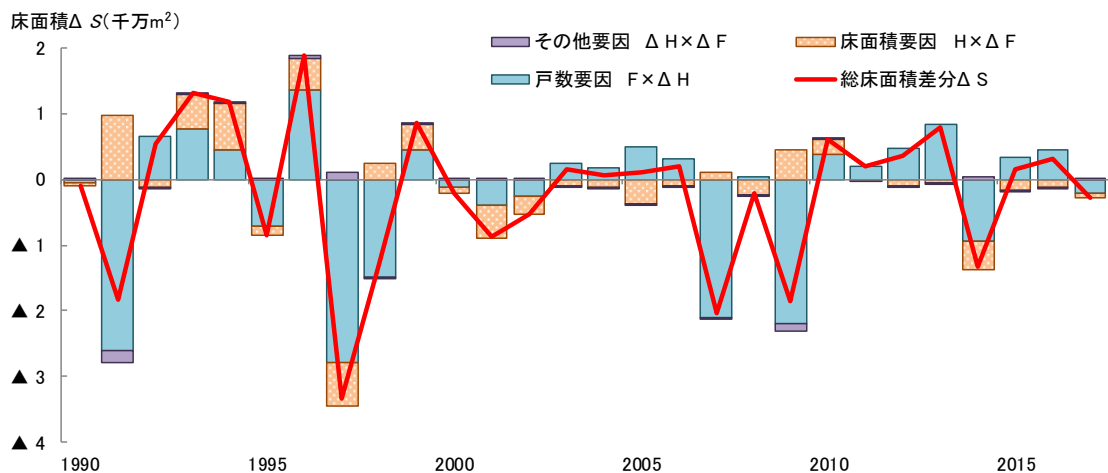


図5 新設住宅着工床面積増減の要因分解

年度

(資料)国土交通省「住宅着工統計」

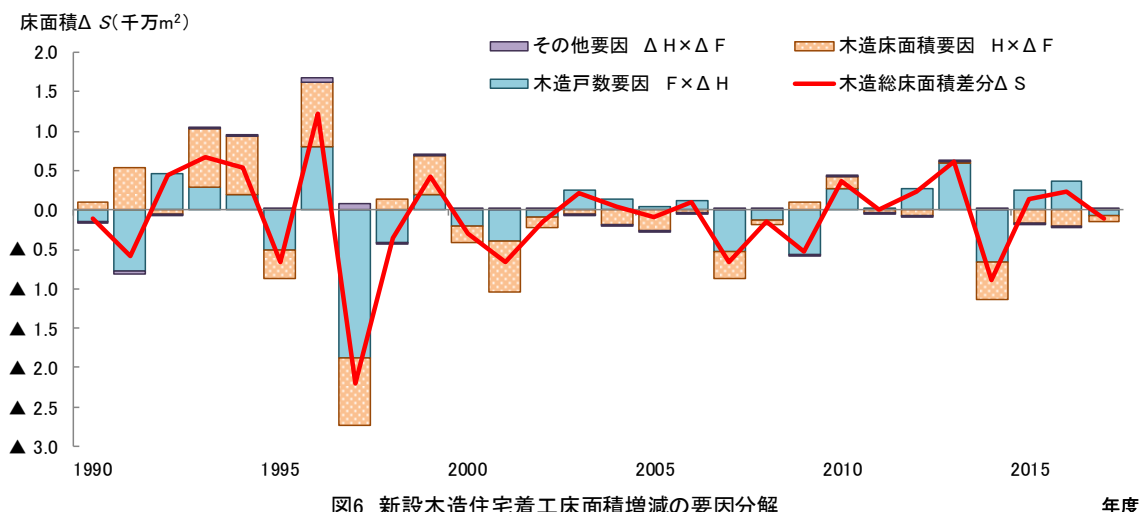


図6 新設木造住宅着工床面積増減の要因分解

(資料)国土交通省「住宅着工統計」

ど需要が伸びなかった可能性がある。この傾向は、④式に従って求めた木造住宅の総床面積の差分の要因分解でも同様の結果が得られ、特に、2014年度以降の総床面積の下押し圧力として、床面積要因が、新設住宅着工戸数全体よりも強く影響していることがわかる(図6)。つまり、木造住宅の規模縮小が木材需要を抑制していることを示唆する。

### 3 利用関係・建て方別にみた新設木造住宅床面積の推移

新設木造住宅の着工総床面積を利用関係別にみると、持家一戸建が過半を占め、次に分譲一戸建、賃貸共同住宅の順に多く、木材需要への影響力は、木造持家一戸建が最も高いことがわかる(図7)。近年では、2014年4月に実施された消費税増税に伴う駆け込み需要で2013年度に一時的な増加がみられるものの、総じてみれば新設木造住宅の総床面積は減少傾向である。

新設木造住宅の一戸当たり平均床面積を利用関係別にみると、木造住宅全体では1995~2000年ごろをピークに縮小が続いており、木造住宅で一番シェアが高い持家一戸建で規模縮小が進行していることが特徴である(図8)。この規模縮小は、世帯員数

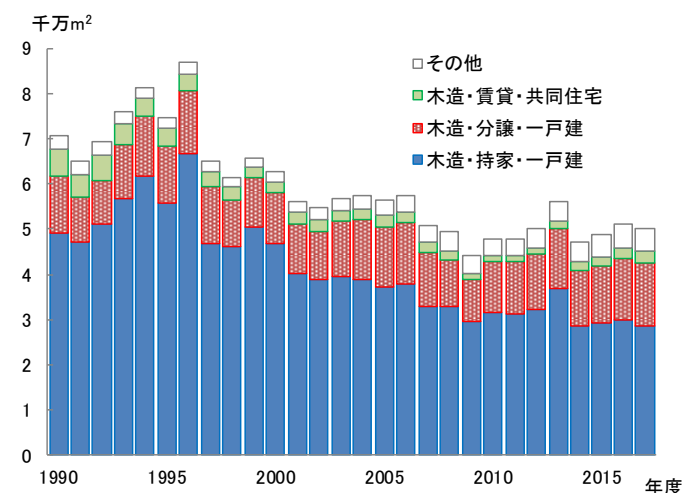


図7 利用関係別にみた新設木造住宅の総床面積の推移

(資料)国土交通省「住宅着工統計」

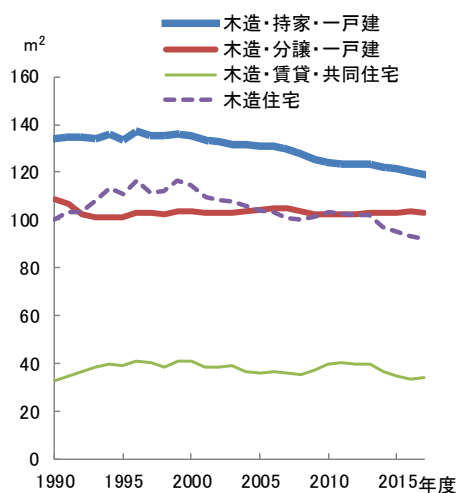


図8 新設木造住宅の一戸当たり平均床面積

(資料)国土交通省「住宅着工統計」

の減少に加え、近年では、工事費上昇を規模縮小で抑制したり、都市部に人口が移動したりといった構造的要因によってもたらされていると考えられる。

#### 4 日本海側で縮小する新設木造持家一戸建の床面積

図9は、1990年度以降の新設木造持家一戸建の床面積の平均を47都道府県別に求めたものである。1つ目の特徴は、都道府県間で分散が大きかった木造持家一戸建の床面積で近年縮小傾向であること、2つ目は、ほとんどの都道府県で当該床面積は縮小し、42の道府県では、2017年度の床面積が1990年度以降で最も小さいことである。ちなみに、この縮小幅を地図化すると、持家率が比較的高い日本海側の県で高い傾向が見られた(図10)。

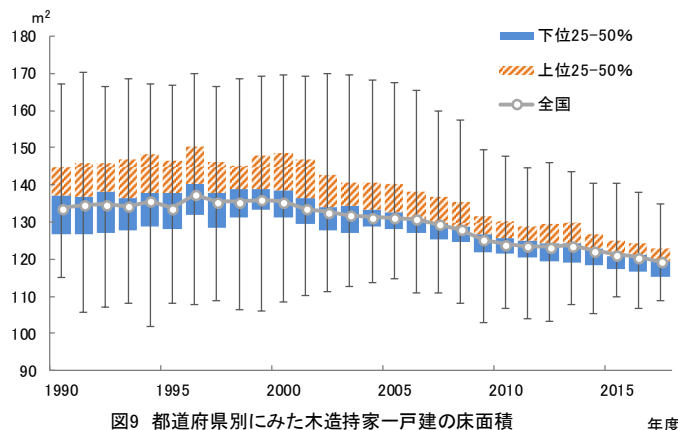


図9 都道府県別にみた木造持家一戸建の床面積  
(資料)国土交通省「住宅着工統計」  
(注)ひげの上下端は、それぞれ都道府県の最大・最小値である。

#### 5 既に抑制されている木材需要

木造住宅の規模縮小によって、木材需要は既に抑制されている。この規模縮小は構造的要因によってもたらされており、将来の住宅部門の木材需要は、総戸数の減少以上の規模を想定する必要がある。

新設着工された住宅に占める木造の割合(木造率)は床面積ベースで66.0%(2017年度)、うち一戸建木造率は88.3%(同)に達し(図11)、木造化推進の余地は限られている。持続的な木材利用による二酸化炭素の吸収や固定の役割が期待されることをふまえると、住宅・非住宅部門に関与する企業は、非木造住宅や非住宅での木材利用を一層推進していく必要があるだろう。

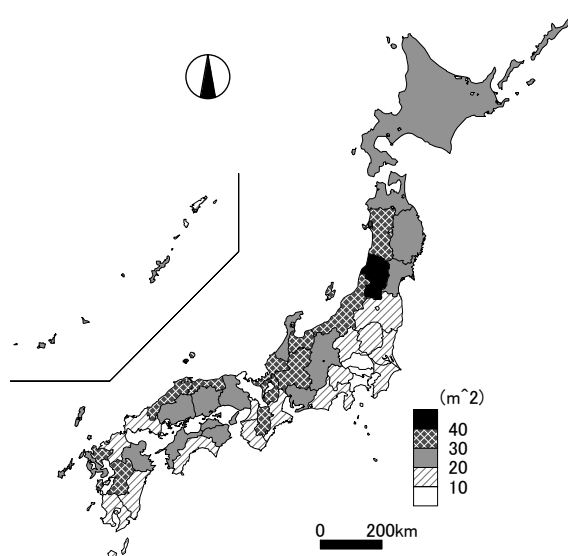


図10 都道府県別にみた新設木造持家一戸建床面積の縮小幅  
(資料)国土交通省「住宅着工統計」  
(注)縮小幅は、1990~2016年度の最大値と2017年度の値の差により算出。

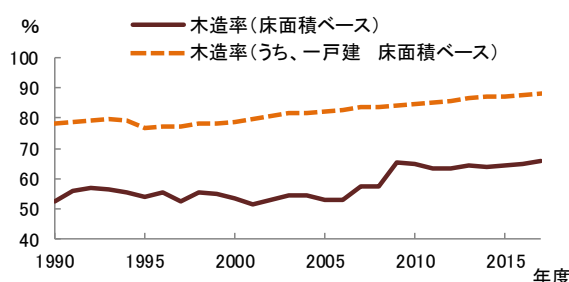


図11 着工された住宅に占める木造の割合(木造率)  
(資料)国土交通省「住宅着工統計」

キーワード：新設住宅着工戸数、新設住宅着工床面積、木造、持家一戸建

(連絡先：多田 忠義 tada@nochuri.co.jp)

## 半径 30km 圏内で成立する木質バイオマス熱供給事業 —木材利用には輸送コスト圧縮が必須—

○小林靖尚 (株式会社アルファフォーラム)

### 1 背景と目的

2025 年に木材自給率 50%を目指した森林・林業基本計画が実行されている。建築用材でも国産材の活用が積極的に行われているが、木質バイオマスでの利用も広がっている。だが、再生可能エネルギー固定価格買取制度(FIT)では海外から木質燃料を輸入するなど、本来趣旨と目的からずれているように見える。国産材の自給率を上げるための課題は何か？ここでは木質バイオマスエネルギー利用の熱供給事業の「輸送」に注目して整理したい。

### 2 研究方法

森林から丸太造材をして、乾燥、チップ化、サイロ投入までの一連の流れを、実際に木質バイオマス熱供給を事業化している企業にヒヤリングを行い、木質燃料供給等における輸送課題について意見交換を行い、検討を加えた。また、木質バイオマス熱供給事業が普及定着しているオーストリアの事例とも比較をして、我が国でも同様に普及するための課題を整理した。

### 3 結果と考察

#### (1) 結果とその評価

我が国の木質バイオマス熱供給事業は、2015 年頃から事業化の情報を得られるようになった。一般的には針葉樹人工林からの間伐材を乾燥、チップ化、サイロへの搬入という工程をたどる。建築廃材や枝葉をチップ化して木質バイオマスボイラに投入する場合もあるが、熱供給で利用されているボイラは定格出力 200~500kW の中型ボイラが多く、水分比率が高く木質以外のまざりものが多いリサイクルチップは不具合のおきている例も少なくない。実際、木質バイオマスボイラを導入して3年以上安定して稼働し続けているボイラは約半数とみられる。木質燃料の品質が安定しないことに加え、サイロからのチップ搬送系、ボイラ自体のメンテナンストラブルによるところが多い。

安定したチップを供給する意味には、安定したコスト構造、むしろコストダウンの工夫を続けているかという視点も重要である。仮に、燃料用丸太は山土場から 10 トン超車で 40m<sup>3</sup>/回で運ばれるとする。トラック輸送のコスト構造は、運転手人件費及びトラックの償却費とメンテナンス費である。地域や業者によって一概にはまとめ難いが、10 トン車であれば 6~8 万円/日、4 トン車であれば 4~5 万円がともに積み下ろし作業を一部伴う状況の価格だ。ということは、40m<sup>3</sup>を 10 トン車で一日 1 回運んだだけでは、2,000 円/m<sup>3</sup>にもなってしまう。2 往復であれば 1,000 円/m<sup>3</sup>である。乾燥してチップ化したものを 4 トン車に積み込んだ場合、実際には 35%w-b の切削チップだと嵩密度があるので 2 トン分くらいしか積めない。1 日 1 回だと 2,000 円/トンの運搬コストがかかることになる。チップ化された

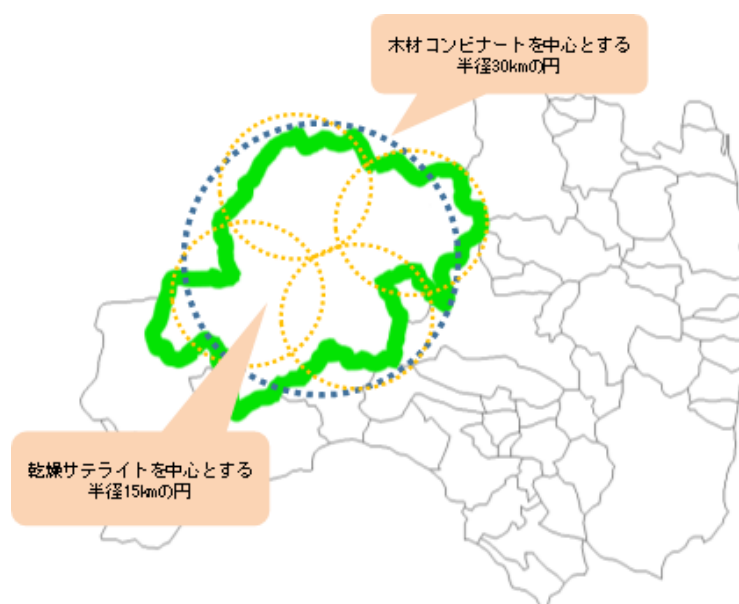


あとの運搬コストは1,000円/トン以下でないと事業性は低いと考えられる。重油でつくる熱と同等か、それよりも安く熱を提供するためには軽く1,000円/トンを下回りたい。ちなみに、オーストリアの熱供給事業ではチップ化後の運搬コストは500円/トンを下回っている。

チップ輸送トラックは、チップ化場所とサイロを1日に2~3往復して、ようやく1,000円/トンが可能となる。できることならば3往復を目指したい。トラック運転手の1日の勤務時間を8時間とすると、1往復は3時間で完結する距離を想定するべきである。チップの積み込み作業が20分、チップサイロへの積み下ろし作業が20分、一般道路の走行で2時間+ $\alpha$ の時間が現実的だろう。となると、30km/時間(平均)と考えると、チップ化工場とサイロの距離は30km(片道)でようやく2往復が可能となる。実際はチップ化工場から10~20kmの距離にあるサイロも存在すると思われるので、もう少し時間の余裕はあるだろう。3往復をイメージできる程度のロジスティックを想定すべきである。なお、欧州では大型トラクターにチップ運搬用の荷台を牽引して5~10km圏内に運んでいる例が多い。自伐林家(農家)のトラクターは丸太やチップ運搬でも稼働をしている。

福島県の会津地域13市町村について、製材所を含む木材集積場所(コンビナート)を中心に考えると半径30km圏がイメージできる。また、乾燥とチップ化の丸太置場(サテライト)は同地域内に4箇所程度おくと、チップ搬送3往復/日の半径15kmが想定できる。

図1：福島県内で考える30km圏内地域イメージ(例)



(出所) ㈱アルファフォーラム

## (2) 考察と残された課題

トラック運送業者に仕事を依頼する場合、「1日いくら」の発注が一般的である。このためトラック1台が1日3往復して稼働率を上げるためには、搬入先の一定以上の数量が必要である。地域において木質バイオマス熱供給事業の導入初期には、この数は充分でないため、輸送設備の稼働率は低くなってしまふ。



一定以上の数が設備されるまでは、事業として利益を削ってチップ輸送をする必要がある。または、移動式チップパーを活用して、熱供給事業の設備に近いところでチップ化（丸太の増容）をして、少しでもトータルコストの削減を目指すことが必要となる。

**キーワード：木質バイオマス、熱供給事業、木質チップ、輸送**

(連絡先：小林靖尚 kobachan@a-forum.jp)

## 木材利用の津波減災設備市場への拡大

○濱田 英外 (防波システム研究所)

### 1 技術開発の背景と目的

2011年3月11日の東日本大震災に伴う大津波で多くの人が犠牲になったことが、木製津波防災設備を開発し始めた背景である。当時、防潮堤の開口部や水門を閉めようと活動した消防団員が多く犠牲となり、また、地震や停電等による津波警報装置の故障も津波による犠牲者の増加を招いたと考えられ、防潮堤や津波警報装置が設計通りに機能しなかったという問題が浮き彫りとなった。筆者は、今後の津波対策として、自動式津波防災設備を開発することが問題解決の糸口になると考えた。津波防災設備を低コストで自動的に作動させる上で、木材が水に浮くという性質に着目した。この特性をふまえて防潮堤を設計すれば、通常時は限定された場所に格納でき、津波で浸水した際に自動的に防潮堤として機能させることができ、通常時に生活環境の邪魔に殆どならず、環境に優しく経済的な津波減災設備となる。一方、課題となったのは、設備を水密にする（コンクリート製の防潮堤のようにその高さまでの浸水を後方に逃さない）ためには高価な補助設備が必要となることであった。様々な設計検討の結果、設備の設計目的を「津波の防災」という考えから少しでも抑えれば良いという「津波の減災」という方向に切り替えることとし、水密にすることを諦めてシンプルな津波減災設備とすることとした。

この技術開発の副次的効果として木材利用の拡大がある。標準的な防波扉（1.8m高さで、幅4.5m厚み19cmを5段屏風形式に組み合わせたもの）を、1kmの海岸線に並べて設置すれば、約700m<sup>3</sup>の木材を使うことになる。東海、南海トラフの大地震に伴う大津波対策が必要な海岸線は数百kmに及ぶため、その海岸線の10%に適用できれば、津波減災、木材利用拡大の観点の双方から画期的になると思われる。

### 2 技術開発の方法

筆者は下記の木材の浮力を活用した自動式津波減災設備を設計した。

#### (1) 陸上型（防潮堤型）津波防止設備：防波扉

防波扉は、海岸線沿いの陸上に設置する津波低減設備で、構造体は木材などの軽質材で作られており、電気等なしで、津波の浸水に対応して図1、2に示すように構造体の浮力で立ち上がる。ユニット形式で、繋げて設置すれば、長い海岸線（0.1~20km）に対応する。また、屏風のように折り畳んで設置できるので、設置高さは一般に1m程度とあまり高くないにもかかわらず、相応の高さ（10~15m程度）の防潮堤として機能できる。設計例としては、1.8m高×4.5m幅×19cm厚×5段×200個の防波扉設備を使うことにより、高さ9m、長さ900mの防潮堤（約8,000m<sup>2</sup>の津波を阻止する壁）相当として、津波災害の低減を図ることができる。津波の高さを低減する効果は、ミニモデルでの実験結果から、同じサイズ（上記の設計例では高さ9m、長さ900m相当）の固定式防潮堤（コンクリート製等）の約80%と想定される。又、既設のコンクリート製防潮堤などに追加設置して、減災性能向上などに役立てることも可能である。

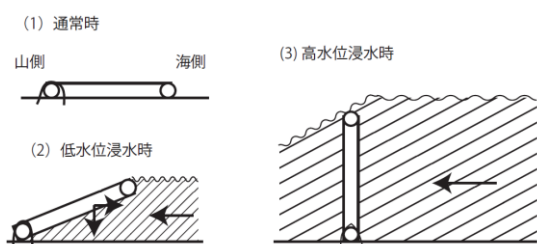


図1 防波扉の動作図

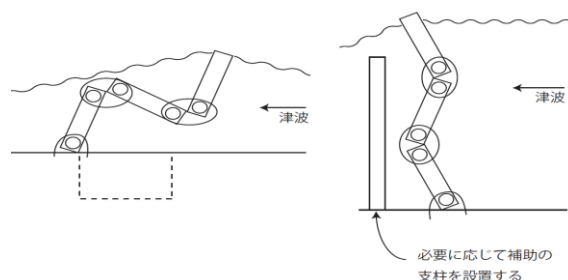


図2 多段式防波扉の動作図

(2) 半水中型津波防止設備：防波門

防波門は、通常時に水が存在する河口等に設置する津波低減設備で、海側に津波を受ける開口部を持ち、津波の浸水を受けて図3に示すように門が閉まるように動作し、浸水に対して垂直になった位置で止めることによって、津波低減を行う。

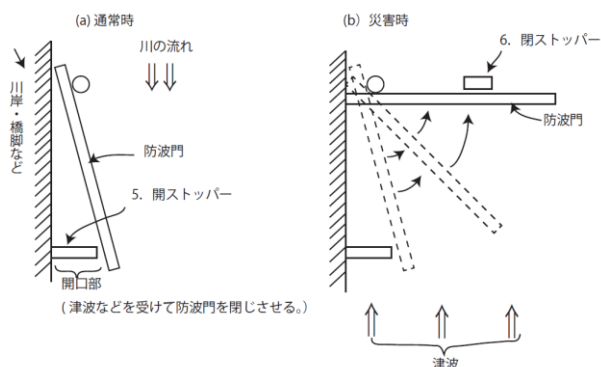


図3 防波門の動作図

(3) 水中型津波防止設備：防波筏

防波筏は水中に設置する設備で、丸竹等を筏のように組み上げた構造体をその浮力で海底から海面まで伸ばし、更に想定される津波高さ分を

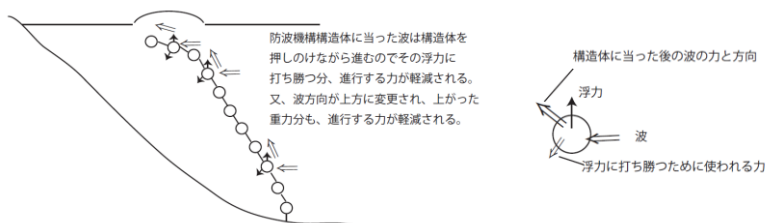


図4 防波筏の津波緩衝図

海面上に浮かしておき、津波の浸水時に図4に示すように津波の浸水路を制限し、陸上に押し寄せる津波の威力低減を行う。

(4) 防波システムのサポート：防波支柱

防波支柱は、自動式津波低減設備をその能力を最大に発揮させる位置に留める自動式補助設備で、津波の浸水中に図5に示したように木材の浮力を利用して動作する。

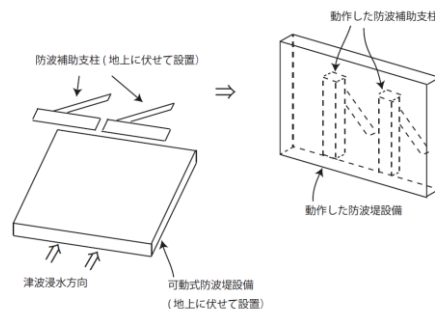


図5 防波支柱の設置図及び動作図

3 防波扉の性能実験

筆者は、実験室レベルの実験<sup>(1, 2)</sup>後、実水

実験を京都大学防災研究所宇治川オープンラボラトリーで2015年4~5月<sup>(3)</sup>と2016年2月に行い、その性能を評価した。

結果として、防波扉は防潮堤としての機能を発揮し、その波高低減効率は同じ高さの固定式防潮堤の80%以上と分かった。

### (1) 1 段式防波扉の実験結果

1 段式防波扉のミニモデル (1m 幅) の実証実験結果を表1にまとめた。動作時・後の波高低減効率は、同じ高さの固定式防潮堤の80%以上であった。

表1 防波扉の平均津波低減効率

No.	設定内容	発生波高	岸前波高	扉後波高	低減効率
3-1	固定式	12.74cm	15.12cm	4.94cm	30.5%
3-2	防潮堤	12.80cm	15.20cm	4.39cm	38.9%
3-3		12.18cm	15.34cm	4.74cm	35.3%
平均					34.9%
2-1	防波扉	12.41cm	15.31cm	4.78cm	34.5%
2-2	小動作時	12.51cm	15.26cm	5.04cm	30.4%
2-3		12.48cm	15.25cm	5.27cm	27.2%
平均					30.7% (固定式防潮堤の約88%)
2-4	防波扉	12.48cm	14.89cm	4.83cm	29.7%
2-5	小動作後	12.18cm	14.45cm	4.60cm	28.5%
2-6		12.53cm	15.29cm	5.10cm	29.9%
平均					29.4% (固定式防潮堤の約84%)

### (2) 2 段式防波扉の実験結果

2 段式防波扉のミニモデル (1m 幅) を使った実証実験結果を表2にまとめた。動作後の波高低減効率は、同じ高さの固定式防潮堤の80%以上であった。

表2 実験データと結果のサマリー

No.	設定内容	発生波高	岸前波高	扉後波高	特記事項
1-3	ブランク (2月4日データ)	15.77cm	18.31cm	5.72cm	平均の岸前波高と扉後波高の差 = 11.43cm
		15.93cm	17.43cm	6.16cm	
		15.94cm	17.16cm	6.74cm	
		15.88cm	17.63cm	6.20cm	
1-7	防波扉ミニ (10cmx2段) 動作時	15.51cm	17.79cm	4.36cm	防波扉は2段共立上り防波堤として機能 津波減災効率= 33.7%/33.4%/34.9% 平均34.0%
		15.79cm	17.86cm	3.84cm	
		15.59cm	17.52cm	4.68cm	
2-7	防波扉ミニ (10cmx2段) 動作後/20cm高	15.06cm	17.56cm	3.19cm	津波減災効率 =47.9%/45.2%/37.3% 平均43.4%
		15.20cm	17.66cm	3.41cm	
		15.37cm	16.89cm	3.42cm	
3-7	固定式防潮堤 (10cmx2段)	16.18cm	18.65cm	3.25cm	津波減災効率 =55.0%/52.4%/47.6% 平均51.6%
		16.43cm	18.80cm	3.51cm	
		16.39cm	18.20cm	3.55cm	
		16.39cm	18.20cm	3.55cm	

### (3) 実験結果

更に、1 段式・2 段式防波扉について以下の3つの特徴を持つことを確認した。

- ①越流した波に対して自動的に動作し、防潮堤として機能する。
- ②通常時の位置から防潮堤として機能する位置まで移動する時間は1秒以下と短かった。
- ③木造構造物の強度は、ミニモデルスケールの実験によると問題ない。

## 4 防波扉実験のシミュレーション

防波扉の津波減災効果に関してシミュレーションを行い、実験波が立ち上がった防波扉

を乗り越える状況を再現 (図 6) した。そして、98%幅の防波扉が 100%幅の防波扉 (一般の防潮堤相当) と比較すると「約 87%の津波高さ低減効果を持つこと」と、「約 91%の通過水量の低減効果を持つこと」が結果として得られた (表 3)。

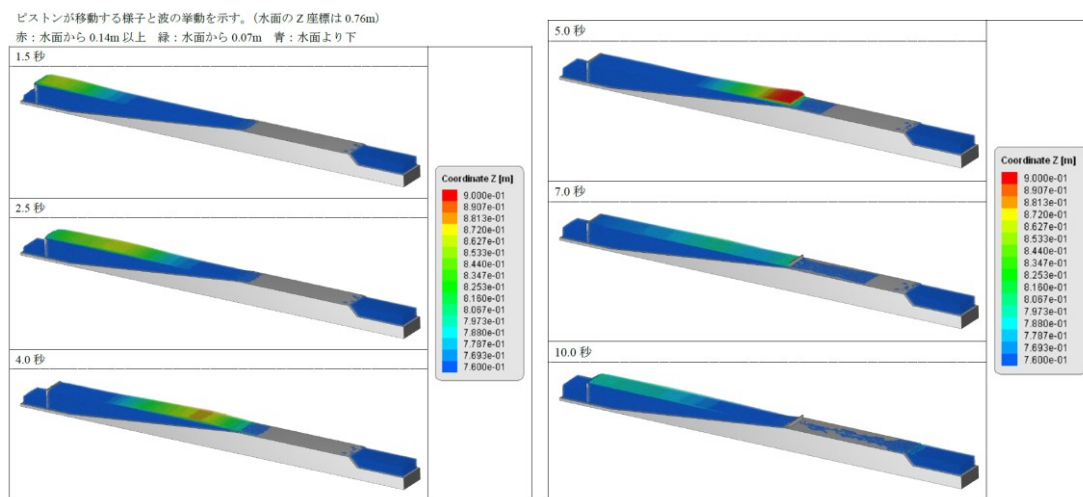


図 6 防波扉による波高変化

表 3 波高及び通過水量データ表

ケース番号	扉の段式	扉の種類	H 波高データ					通過水量データ			
			発生波高 [m]	岸前波高 [m]	扉後波高 [m]	波高低減率 [%]	低減評価	下面積 [m <sup>2</sup> ]	高さ [m]	体積 [m <sup>3</sup> ]	通過低減評価
ケース 1	一段式	扉なし	0.1119	0.1362	0.1278	-	0%	0.5	0.67	0.335	0%
ケース 2	一段式	98%扉	0.1120	0.1337	0.0354	71.7	87%	0.5	0.23	0.115	91%
ケース 3	一段式	100%扉	0.1138	0.1383	0.0236	81.8	100%	0.5	0.19	0.095	100%

### 5 木製自動式津波減災設備の今後の課題

今後の木製津波減災設備のスケールアップにおける課題として、①より実際の津波に近いスケールでの津波減災性能を確認する、②構造体にかかる詳細な強度データを採取し、対策を講じる、③サポートの適正な強度を確認して適用する、が挙げられる。

### 引用文献

- (1) 増田光弘・藤田慶彦・浜田英外・南清和 (2014) 津波被害低減のための可動式防波扉の適用性に関する研究、『日本航海学会論文集』131: 119~124 頁
- (2) 藤田慶彦・増田光弘・浜田英外・南清和・岸拓真 (2014) 粒子法を用いた可動式防波扉の津波被害減災性能推定に関する基礎的研究、『日本船舶海洋工学会講演会論文集』19: 579~582 頁
- (3) 浜田英外・藤田慶彦・平石哲也 (2016) 自動式木製津波低減設備の実験、『自然災害科学』35 (2): 141~153 頁

キーワード: 防波扉、木製設備、自動式津波減災設備、ユニット式、レベル 2 津波対応 (連絡先: 濱田英外 hamada.eigai@jcom.zaq.ne.jp)

## 丸太を使った地盤改良の現状と新しい取り組み

○沼田淳紀・村田拓海・三輪滋（飛鳥建設）

## 1 はじめに

日本の森林は、特に室町時代中期より人口増加に伴い劣化し続け、1950年代には里山ははげ山だらけとなった。その後、森林保護の政策、地下資源の利用、木材輸入自由化などにより、国内の森林資源をほとんど使用しない時代があり、近年の僅か50年の間に森林は劇的な復活をとげ、現在では極めて豊富な状態となった。このように、日本の森林は、今までにない新しい局面を迎えている<sup>(1)</sup>。すなわち、健全な森林経営を行いつつも、積極的に木材を利用する時代である。しかしながら、例えば木材を地中で利用する木杭について見ると、かつて杭といえば洋の東西を問わず木杭であったが、現在はほとんど使用されず、使用するにあたっては構造体の一部をなす杭として木材を利用することは容易ではないのが実情である。

そこで筆者らは、木材を長期間大量に使用する方法として、杭ではなく地中で木材を使用する軟弱地盤対策としての利用の開発を進めている。木材の利用先をこのように考えるのは、木材の弱みを克服し強みを最大限に活用でき、100年を優に超えて長期間大量利用できる可能性が高いからである。長期間利用できるとは、エネルギーとして太陽光を用い、光合成により大気中の炭素を固定した樹木より丸太を伐採し、その丸太を社会インフラ整備などに使うことで炭素を長期貯蔵ができるという意味がある。これは、CCS (Carbon dioxide Capture and Storage) を太陽エネルギーと社会インフラ整備を用いて実施するものといえる。このように丸太を使った地盤改良は、持続可能な方法で、地球温暖化緩和と安心安全社会の構築を目指している。

本報では、既に実用化している木材を利用した液状化対策工法と、新しい取り組みとして、主に粘性土地盤を対象とした軟弱地盤対策への適用拡大について紹介する。

## 2 軟弱地盤

## (1) 概要

表1に、軟弱地盤の特徴を示す。軟弱地盤は、地下水位が浅く、堆積年代が若く、地盤が軟らかいのが特徴である。軟弱であるため地盤は平坦で、沖積平地は軟弱地盤が多い。沖積平地は国土の約10%であるが、人口の約半分、資産の3/4が集中している。平坦なため生活しやすいが軟弱であるが故に課題もあり、構造物を建設するときには、軟弱地盤対策が必要となる場合が多い。なお、軟弱地盤は、構成する土質により、砂質土地盤と粘性土（有機質土）地盤に分類できる。

このような地盤に丸太を軟弱地盤対策材料として使用するのは、極めて都合がよい。軟弱地盤は、そもそも地盤が軟弱なので丸太を打設しやすく、加えて、

表1 軟弱地盤の特徴

共通項目	対象地盤	被害が生じる時期	課題	被害形態
地下水位が浅い 緩く堆積 新しい堆積 礫などを主体としない	砂質土	常時	圧密沈下 すべり破壊	沈下 傾斜 水平変位
	粘性土 有機質土	地震時	液状化 地盤の流動化	沈下 傾斜 浮上り 側方流動

地下水位が浅くそこに打設された丸太は空気がないので半永久的に生物劣化を生じない<sup>(2)</sup>。その他、丸太が燃えることや、乾燥による変形も心配ないなど利点が多い。

## (2) 砂質土地盤

軟弱地盤のうち砂質土地盤は、排水性も高く比較的固いので小規模構造物の基礎としては良好である。しかしながら、地震時に液状化が生じる可能性が高く、液状化が生じると構造物に沈下・傾斜・浮き上がりなどの被害が生じる。液状化は、①水で飽和された、②緩い、③サラサラな砂質土地盤が、④地震による揺れによって生じる現象である。この4条件のうち一つでも取り去れば液状化対策となり、後に述べるが、LP-LiC工法はこのうちの「②緩い」を改良し「密に」している。

## (3) 粘性土を主体とする軟弱地盤

有機質土地盤を含む粘性土地盤は、地震時に液状化は生じない。しかしながら、間隙が砂地盤に比べて大きく排水性が低いので、常時に構造物の沈下・傾斜が長期間生じる。なお、一般に軟弱地盤というところのような粘性土地盤を指すことが多い。地盤の軟弱な層に荷重が載荷されると時間をかけて変形するので、軟弱層を避けて杭などで軟弱層を貫き固い地盤で構造物を支えたり、軟弱な地盤を固化剤で固めたり、杭状の材料により地盤を補強したり、良い材料で軟弱層を置き換える対策が行われる。

## 3 丸太を使った液状化対策工法 (砂質土地盤への適応)

### (1) 工法の概要

丸太を長期間大量利用する具体的な方法として、丸太打設液状化対策&カーボンストック(LP-LiC)工法を開発した。図1に、LP-LiC工法の液状化対策原理を示す。丸太を打設し、丸太の体積分地盤を密実化する。ただし、丸太を砂質土地盤に直接打設することは難しいので、先端閉塞した鋼管を無排土で回転圧入し引き抜いた後に、丸太を打設する。

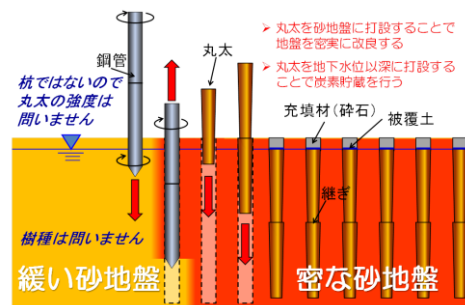


図1 LP-LiCの液状化対策原理

### (2) 工法の適用事例

実際の代表的な適用事例を幾つか紹介する。

写真1に、千葉市の1.3haの大規模分譲住宅における施工事例を示す。末口径0.15m、長さ4mのスギとカラマツの丸太を深度5.28mまで13,426本を打設した。ここでは、対象地点が住宅地であることから、LP-LiC工法を使うことで低振動低騒音、地盤変位がほとんど発生しないので近接施工ができる、材料が丸太なので材料の飛散がない、環境イメージが



写真1 大規模分譲住宅における施工事例



よいといった利点があった。この工事により、791t-CO<sub>2</sub>の炭素が貯蔵された（本報では炭素量を二酸化炭素換算で示す）。

写真2に、八戸市における漁港岸壁の耐震強化の施工事例を示す。末口径 0.15m、長さ 0.4～7.0m（4m+3mの継ぎ）のスギの丸太を最大深度 8.1mまで 3,446点（6,049本）打設した。ここでは、地盤変位が発生しない、小型の打設機械を使用できるので小回りが利く、県産材を使うことができる、木材を大量に使うことで森林を再生しそれが漁場を潤すなどの利点があった。この工事により、250t-CO<sub>2</sub>の炭素が貯蔵された



写真2 漁港岸壁の耐震強化における施工事例

写真3に、江東区の住宅密集地における約70m<sup>2</sup>の狭小地の4階建て戸建て住宅基礎の施工事例を示す。末口径 0.14m、長さ 4mのスギの丸太を深度 5mまで 253本を打設した。ここでは、低振動低騒音、材料飛散がない、地盤変位を発生しない、建設残土を発生しない、小型機械での施工ができる、施工後すぐに次工程に入れるなどの利点があった。



写真3 狭小地における4階建て戸建て住宅基礎の施工事例

その他、西は熊本市から北は八戸市まで、2階～4階建ての戸建て住宅、2階建て集合住宅、集会所、事務所、農舎、駐車場、公園、ビル外構などでの実績がある。

開発当時、丸太は皮を剥ぎ、先端をペンシル状に尖らせていた。その後、施工性や改良効果を確認し、皮付きの丸太、および、先を尖らせない平坦な丸太も使用可能とした。ただし、皮付き場合は、皮が施工中に剥がれ現場に散在し、それを回収すると土砂混じりの産廃となるので、実際には皮を剥がない場合がほとんどである。

事例が増えることで、種々の地盤に適用可能で、耐久性の高い先行回転圧入鋼管が必要となり、容易に鋼管の先端部を取り換え可能で、耐久性の高い鋼管に改良されている。

#### 4 新たな取り組み（粘性土地盤への適用拡大）

##### （1） 背景

軟弱地盤には粘性土地盤も多く、粘性土地盤では常時に被害が生じるので、これに対する要望が多い。適用対象は、液状化対策よりむしろ大きい。木杭は長い歴史があり、被害事例を含め数多くの実績がある。被害の大半は木杭頭部の生物劣化によると推定されるので、これを解決する必要がある。そこで、筆者らは丸太頭部を地表より低くし、丸太が水中に没することを基本とし、丸太打設による軟弱地盤対策の開発を行っている。丸太頭部を地中に下げることで、上部の構造体とは明確に縁が切れるのが特徴である。このように利用すれば、丸太は実績もあり他材料の杭よりもむしろ信頼性の高い材料だといえる。



## (2) 軟弱地盤対策工法の概要

図2に、軟弱粘性土地盤を対象とした丸太打設軟弱地盤対策&カーボンストック(LP-SoC)工法の原理を示す。液状化対策と施工方法は類似しているが、対策の原理は全く異なる。丸太を地中に打設することで、丸太先端部の支持力と丸太周面の摩擦力により上部の荷重を支えようというものである。構造物と縁が切れているので構造上杭とはならないが、杭の設計式を準用する。ただし、丸太は、コンクリート杭や鋼管杭よりも支持力が大きくなるので<sup>(3)</sup>、これを設計に盛り込んでいる。

丸太単体の地中における支持力は、(一財)日本建築センターによる評定を既に取得した。今後、地盤の支持力を含めた設計法、施工法、品質管理方法の開発を進める予定である。

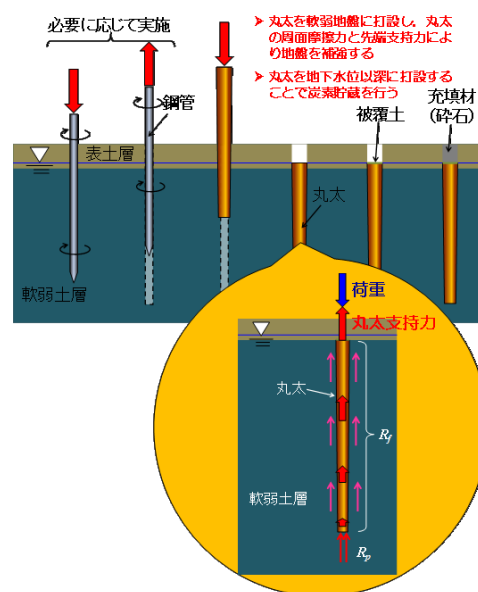


図2 軟弱粘性土地盤を対象とした丸太打設軟弱地盤対策の原理

## 5 まとめ

持続可能な建設方法で、地球温暖化緩和と安心安全社会を目指す、丸太を打設し液状化対策する方法とその適用事例、その適用拡大をはかる丸太を打設し主に粘性土地盤を対象とした軟弱地盤対策の方法を紹介した。これにより、以下を明らかにした。

- (1) LP-LiC工法は工法の利点を活かし全国各地で実績が増えつつあり、炭素を確実に貯蔵している。
- (2) 新たな取り組みとして、LP-LiC工法を適用拡大し、主に粘性土地盤の軟弱地盤対策工法としてLP-SoC工法を開発し、丸太単体の支持力について評定を取得した。

## 引用文献

- (1) 太田猛彦 (2012) 『森林飽和—国土の変貌を考える—』NHK ブックス、260頁
- (2) 中村裕昭・濱田政則・本山寛・沼田淳紀 (2011) 地中に使用した木材の長期耐久性に関する事例調査、『第9回環境地盤工学シンポジウム発表論文集』地盤工学会：277～282頁
- (3) 村田拓海・沼田淳紀・川崎淳志・橋本佳大・佐々木修平・藤野一・佐々木貴信 (2018) 軟弱地盤中における丸太の鉛直支持力、『第52回地盤工学研究発表会発表講演集』E-03：853～854頁

キーワード 丸太、炭素貯蔵、軟弱地盤対策、液状化、粘性土地盤

(連絡先：沼田淳紀 atsunori\_numata@tobishima.co.jp)

## 木材産地証明書の取り組みについて

○北島 麻衣 (タマホーム株)

### 1 はじめに

2017年5月20日に施行された「合法伐採木材等の流通及び利用の促進に関する法律(通称クリーンウッド法)」により日本でも合法的な木材利用の促進が広範に求められるようになった。これは使用する木材について違法伐採ではないことを確認することを求められるものだが、違法伐採の心配があまりない国産材は安心して利用できるということになるであろう。

当社は、現在まで国産材を多用することや、一般消費者への国産材活用におけるメリットや意義についてアピールなどを行ってきた。そして、一般消費者に国産材が安心であると感じてもらえることで、国産材の付加価値をより高めることができるのではないかと考えた。そのことを踏まえた、当社での取組事例について紹介する。

### 2 「タマストラクチャー」を活かした取組について

2009年に構築をした独自の流通システム「タマストラクチャー」により、国産材の使用量が増えただけでなく、川上にある生産者から川下にある一般消費者のつながりを実現することができた。その実績の一つが「森林ツアー」である。「森林ツアー」では一般消費者が山に入って、植樹～育成～伐採～生産の過程を体験することができる。

「タマストラクチャー」を活かした取組として「木材産地証明書」を2018年7月より一部地域(九州地区・山口・水戸・土浦)で開始した(図1)。「木材産地証明書」は住宅を建築した際に使用された土台・柱・間柱・小屋束などがどこで製造された木材なのかを証明するものである。これらは邸別に発行され、上棟時に施主へ渡される。住宅に使用された柱などの木材が、何県で加工されたのかを、施主が知ることで国産材であることを実感する。



図1 木材産地証明書

### 3 「木材産地証明書」に関する施主へのアンケート調査結果

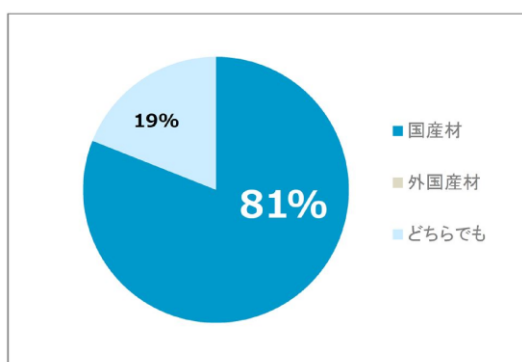
「木材産地証明書」発行に至るまで、水戸支店・土浦支店で1年に及ぶ試験運用を実施した。その際に当社は2017年7月より施主に対してアンケート調査を実施したので、その

結果の一部を紹介する。

「価格も品質も同等な場合に、国産材と外国産材どちらを使用したいですか？」という問いに対して、施主の81%が「国産材を使用したい」と回答している(図2)。多くの理由として「安心するから」、「品質の高さ・日本製品への信頼があるから」、「イメージが良いから」といった意見があった。「国産材=安心」という意識が一般消費者にはあることが分かった。

【時期】2017年7月～2018年2月  
 【支店】土浦支店・水戸支店  
 【棟数数】計169棟  
 (アンケート回答はそのうち94棟 56%回答)

Q1. 価格も品質も同等な場合に、  
 国産材と外国産材どちらを使用したいですか？



Q2. その理由は？

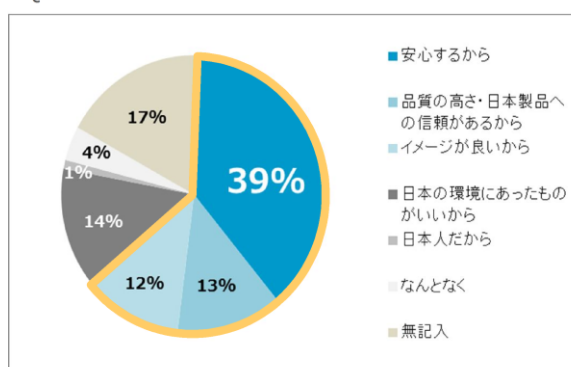
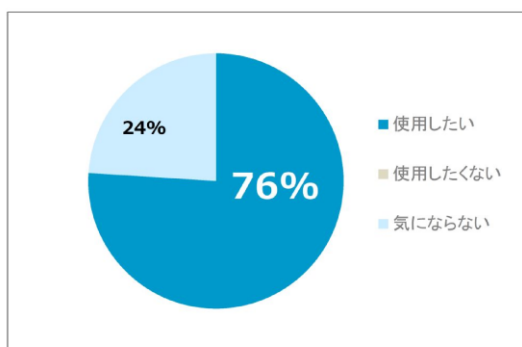


図2 お客様へのアンケート結果①

「住宅に使用する木材について、生産地が分かる木材を使用したいですか？」という問いに対して施主の76%が「木材の産地を知りたい」と回答している(図3)。多くの理由として「安心するから」、「品質が保証されているから」、「イメージが良いから」といった意見があった。

施主に住宅に使用する木材の産地を明確にすることが安心や信頼につながることが分かった。また、「食品と同等に考える」、「トレーサビリティの開示は当たり前」といった意見もあり、情報開示に対して一般消費者の意識が高いと言える。

Q3. 住宅に使用する木材について、  
 生産地が分かる木材を使用したいですか？



Q4. その理由は？

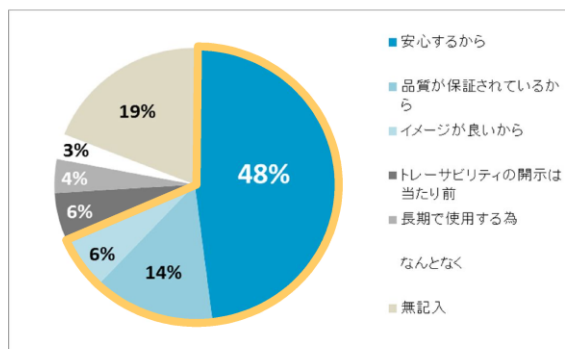


図3 お客様へのアンケート結果②

一般消費者の中では「国産」が良いものであるという認識があり、安心する心理は木材に対しても同様に働いている。そして、それを「見える化」することが更なる安心と信頼へとつながり、国産材の確かな使用に結び付き、ひいては付加価値の上昇になると考えられる。

#### 4 国産材使用比率について

2009年「タマストラクチャー」構築当時、当社の国産材比率は、58.4%であったが、徐々に国産材へと樹種の切り替えを実施し現在では72.3%となった。そして2018年6月より垂木をカナダ・北米材のSPF材から杉KD材へと変更することで国産材比率はさらに高まって74.3%となった。今後は、オール国産材の合板を積極的に使用し、国産材比率をさらに上昇させたいと考えている。また、川上・川中の森林組合や生産者と共に、梁桁などの横架材を外材から国産材に置き換えることを考えていく必要があると考えている。

#### 5 今後の取り組みについて

現在「木材産地証明書」は一部地域での運用となっているが、徐々に運用エリアを拡大し、最終的には全国で運用することを予定している。また、現在「木材産地証明書」と併せて、施主には柱の端材で製作したコースターを配布している。これにより、引き渡し後には見えなくなってしまう柱のぬくもりを、手にとって感じるができる。そして同時に生産者のぬくもりを感じることもだろう。

また、タマホームは今後、冒頭に述べたクリーンウッド法の木材関連事業者に登録して、合法伐採木材等の一層の利用促進を図る予定である。

今後も国産材に積極的な活用により、山林の活性化を支援していくと共に、川上・川中の人たちと一緒に国産材の価値を高めていくことに尽力していきたい。

**キーワード：国産材、住宅、産地証明、クリーンウッド法**

(連絡先：北島 麻衣 m-kitajima@tamahome.jp)

## 純木質耐火集成材「木ぐるみFR®」の適用事例と課題 —庁舎・ホール・保育園での施工実績から—

○西出直樹 (住友林業)

### 1 背景

2010年「公共建築物等の木材利用促進法」施行後、建築分野での木材利用を高める機運は産官学で盛んであり、CLT普及とあわせ木質耐火技術の開発に力が入れている。木質耐火技術のうち柱・梁などに用いられる耐火部材は、3時間耐火構造の大臣認定を取得したチームも現れるなど、その研究開発、事例適用の幅はますます広がっていくものと思われる。

当社においても木質耐火部材の開発とあわせ、適用事例を重ねてきており、その一例の紹介と課題を述べてみたい。

### 2 「木ぐるみFR®」開発の経緯

純木質耐火集成材「木ぐるみFR®」(以下、本部材という)は、東京農工大学、森林総合研究所、ティー・イー・コンサルティング、鹿島建設の4者の共同研究において「FRウッド®」として開発され、2012年3月に鹿島建設により1時間耐火構造大臣認定が取得された仕様を、住友林業が改良開発し、2017年8月に新たに大臣認定を取得したものである。この仕様は、住友林業のほか鹿島建設、SMB建材、ティー・イー・コンサルティングの4社共同での認定取得とし、「FRウッド®」「FR-HR工法」など各社それぞれの商標で営業活動を展開している。燃え止まり層(難燃薬剤処理層)にも木材を用いた「純木質(木材100%)」の耐火集成材であり、図1に示すように梁荷重支持部をカラマツとしている他にもスギを多用しているため、日本のどの地域の地産地消のニーズにも応え、地方のスギ材を都市部で用いる地産外消にも寄与する。

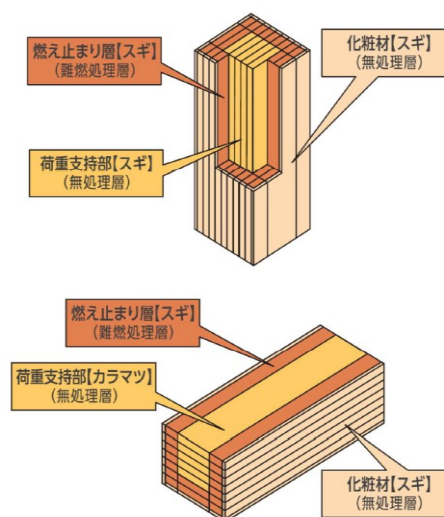


図1 「木ぐるみFR®」の構成

本部材のこれまでの適用建築物としては、

・野菜倶楽部 oto no ha Café (東京都文京区)	2013年	3.3m <sup>3</sup>
・スパビレッジ・ホリカワ (福岡県久留米市)	2015年	2.02m <sup>3</sup>
・グランフォレスト学芸大学 (東京都目黒区)	2016年	0.37m <sup>3</sup>
・ローソン ViNA GARDENS 店 (神奈川県海老名市)	2017年	1.17m <sup>3</sup>
・地域生活支援拠点施設ゆうかり (鹿児島県鹿児島市)	2017年	3.7m <sup>3</sup>

などが挙げられ、これらはいずれもメンブレン型耐火木造において、その一部分を構造現しとする目的で使用されているのが特徴である(材積は本部材のみの使用量)。



### 3 最近の適用事例

本報で示す3事例は、2017年以降の適用建築物であり、いずれも木造以外のRC造やS造の一部として本部材が使用された。

#### (1) 長崎県庁行政棟 (2017年12月竣工)

建築主：長崎県
建設地：長崎県長崎市尾上町3-1
設計：日建・松林・池田特定建設 関連業務委託共同企業体
監理：日建・松林・アトリエプラ ンニング特定建設関連業 務委託共同企業体
施工：鹿島・上滝・堀内特定建設 工事共同企業体
構造：RC造一部木造 8階建
面積：46,718.23m <sup>2</sup>

本物件は本部材の適用先としては初めての公共工事である(写真1、写真2)。入札時の原設計ではRC造であったが、工事途中に8階建庁舎の最上階部の展望室を木造としたいという案が検討され、設計変更を経た上で採用が決まり、約42m<sup>3</sup>が使用された。展望室は21時まで県民に開放され、長崎港をパノラマ状に眺めることができる。夜景で有名な稲佐山、明治日本の産業革命遺産として世界遺産指定を受けたジャイアント・カンチレバークレーンなどの至近距離

からの眺望は、新たな名所としてにぎわいを演出している。

展望室木造躯体は長崎県産スギを極力使用し、5mの柱、16mの梁、8フレーム(@3mピッチ)で構成された。柱脚はRCスラブ、梁端部はRC壁と接合される。屋根構面は複合断熱パネル「DSP(=ダブルシールドパネル)®」を採用した。本部材梁相互間に同断面の梁状のものが配置されているが、これは空調ダクトカバー兼照明ボックスである。



写真1 8階展望室内観



写真2 建て方状況

#### (2) 神田神社文化交流館 (2018年11月竣工予定)

建築主：宗教法人神田神社
建設地：東京都千代田区外神田2-16-2
設計監理：鹿島建設(一部乃村工藝社)
施工：鹿島建設(一部乃村工藝社)
構造：RC造・S造・SRC造・木造
地下1階地上4階建
面積：3,717.52m <sup>2</sup>

神田神社は2029年に創建1300年を迎える。奉祝事業の一環として今回建設が進められている文化交流館は、「伝統を継承し新たな文化を創出する明るく開放的な場、神社神道の活性化に寄与する柔軟でしなやかな場」をコンセプトに計画された。境内に面するガラス貼りの2階~3階の吹き抜け

部分に「伝統」「親しみやすさ」を訴求する目的で本部材の採用が検討され、神田神社が祀る平将門公と縁の深い多摩地区のスギ材を用い、約50m<sup>3</sup>を使用した(図2、図3、写真3)。



図2 文化交流館外観 (資料: 鹿島建設プレスリリースより抜粋)



図3 吹き抜け部断面 (資料: 同上)

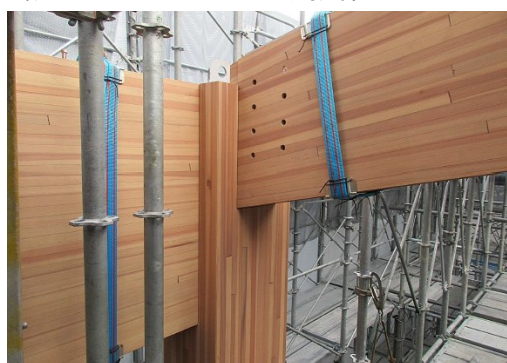


写真3 本部材施工状況

(3) 佐原めぐみ保育園 (2019年3月竣工予定)

建築主:	社会福祉法人佐原めぐみ会
建設地:	千葉県香取市佐原 1921-5
設計監理:	石嶋設計室
施工:	住友林業
構造:	S造一部木造 2階建
面積:	1,144.02m <sup>2</sup>

本物件は、2019年3月の竣工を目指し、2018年6月に着工した認定こども園であり、既存RC造の保育園の建替えプロジェクトとして進められている。2018年9月末から鉄骨部材の建て方を開始し、10月初旬に本部材約7m<sup>3</sup>の設置を予定している。

4 課題

(1) 屋外での使用

本部材は水溶性の難燃薬剤を含浸させており、屋外や湿潤環境下では使用できない。しかし、構造部材であるため梁が屋内から屋外へ跳ね出し、軒庇とすることはよくある。長崎県庁の事例では、写真4および図4のように荷重支持部以外の部分を削り、メンブレン型の被覆(木住協の木板貼り外壁仕様)に切り替える措置をとった。

(2) 二次部材との取り合い

本部材は意匠的にシンボリックな空間に設置されることが多く、カーテンウォールとの取り合いが発生することが非常に多い。サッシの支持部材は鉄製であり、本部材の荷重支持部に固定せざるを得ないが、固定するためのビス等が熱橋とならないよう納まりを十分検討する必要がある。

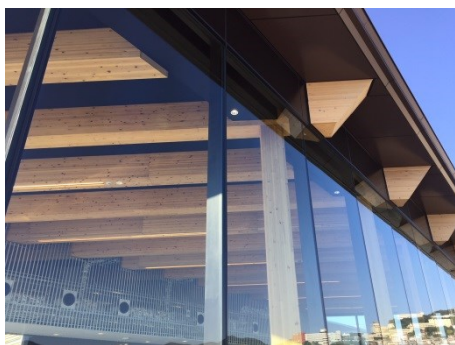


写真4 軒先状況

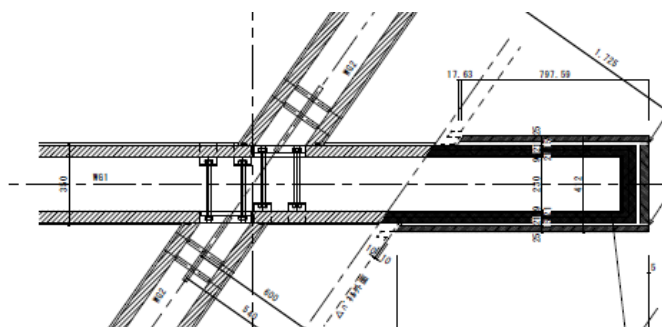


図4 梁先端加工状況

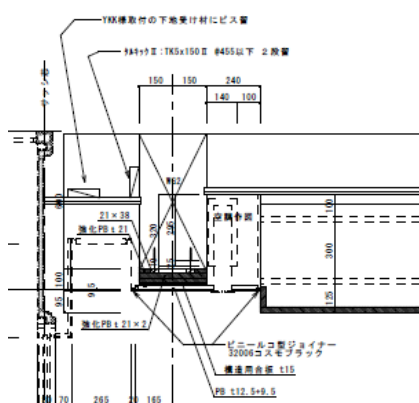


図5 様々な部材との取り合い



写真5 サッシ支持用プレート

### (3) 鉄骨との接合部

S造の一部に本部材を用いて鉄骨部材と接合する場合、鋼材と木材の許容温度（鉄：約350～450℃、木：約200～260℃）が異なるため、法令の耐火要求時間に応じた鉄骨造の耐火被覆だけでは本部材側への熱流入により木材着火温度を超え、内部から燃焼する、もしくは、通常の外部加熱時の燃焼停止機構に支障をきたす可能性がある<sup>(1, 2)</sup>。本部材と鋼材を接合させた試験体での加熱試験の結果<sup>(3)</sup>、本部材から一定距離に存在する鋼材を3時間被覆とすることで要求性能を満たすという知見が得られており、神田神社および佐原めぐみ保育園の事例に活用された。

### 引用文献

- (1) 久原裕・安井昇・西出直樹・八木敦司 (2017) 木・鉄の許容温度の違いを考慮した鉄骨内蔵型木質耐火構造の接合部の加熱実験 その1 接合部の設計と検証項目、『日本建築学会学術講演梗概集』2017：315～316頁
- (2) 西出直樹・安井昇・久原裕・八木敦司 (2017) 木・鉄の許容温度の違いを考慮した鉄骨内蔵型木質耐火構造の接合部の加熱実験 その2 試験体の設計と実験結果、『日本建築学会学術講演梗概集』2017：317～318頁
- (3) 抱憲誓・佐々木直幸・宮本圭一 (2018) 耐火集成材と鉄骨梁接合部の耐火性能評価試験、『日本建築学会学術講演梗概集』講演番号 3124

キーワード：純木質、耐火集成材、接合部、許容温度、熱伝導

(連絡先：西出直樹 NISHIDE\_naoki@star.sfc.co.jp)



## 木材利用システム研究会 活動の紹介

当会の定期的活動である、これまでの月例研究会（基本的に月1回開催）の内容をご紹介します。  
44ページ以降に各回の講演要旨を掲載いたしました。

2010年12月～2017年9月については、HP（会員専用）をご参照ください。

研究会開催日	講演者と講演タイトル（敬称略）
2010年12月6日 第1回月例研究会	尾張敏章（東京大学） 「林産物マーケティングについて」
2011年1月21日 第2回月例研究会	相川高信（三菱UFJリサーチ&コンサルティング） 「欧州の林業・木材産業における人材育成の考え方」
2月9日 第3回月例研究会	百瀬春彦（株式会社住友林業フォレストサービス） 「国産材流通について」
4月21日 第4回月例研究会	井上雅文（東京大学） 「東日本大震災における木材利用、木材産業の役割」
5月26日 第5回月例研究会	古川大輔（株式会社 トビムシ） 「木材マーケティングの理論と実際」
6月23日 第6回月例研究会	伊神裕司（森林総合研究所） 「国産材資源の変化と製材技術」
7月14日 第7回月例研究会	尾張敏章（東京大学） 「林産物マーケティング 研究の最新動向：IUFRO & UNECE/FAO 国際会議より」
8月22日 第8回月例研究会	古俣寛隆（北海道立総合研究機構） 「木材工業における経営分析の手法と実際」
9月21日 第9回拡大研究会	第1回総会 ～産官学の相互理解と協働による木材需要拡大を目指して～
10月27日 第10回月例研究会	青井秀樹（林野庁木材産業課） 「公共建築物の木造化とマーケティング」
11月24日 第11回月例研究会	小林靖尚（株式会社 アルファフォーラム） 「プレカットの現状と期待」
12月15日 第12回月例研究会	高橋富雄（東京大学） 「木質建材の二次加工技術と建材業界の将来像」
2012年1月19日 第13回月例研究会	野田英志（森林総合研究所） 「林業セクターの将来 ―新しい素材供給体制づくり―」
2月16日 第14回月例研究会	赤堀楠雄（林材ライター） 「林業生産の現状と木材利用」
3月14日 第15回月例研究会	ワークショップ 「木材産業が地域活性化に果たす役割」
4月12日 第16回月例研究会	皆川芳嗣（林野庁） 服部浩治（林野庁） 「HWP（伐採木材製品）による地球環境貢献」
5月24日 第17回月例研究会	大任政寛（PEアジア株式会社） 「木材利用の地球環境貢献Ⅱ（LCA）」
6月13日 6月30日 WBC	東京会場：大建工業株式会社 大阪会場：株式会社 久我 「木材産業 under30 研修会 2012 君の熱い思いで木材産業をイノベーションしよう！」

研究会開催日	講演者と講演タイトル (敬称略)
7月19日 第18回月例研究会	久保山裕史 (森林総合研究所) 「木材利用の地球環境貢献Ⅲ (再生可能エネルギーの固定価格買取制度)」
9月19日 第19回月例研究会	総会・講演会・研究発表会
10月25日 第20回月例研究会	森川正文 (OY FINLAND LAMINATED TIMBER 社) 「フィンランドでの製材・合板・集成材事業の経験から日本の木材産業を考察」
11月22日 第21回月例研究会	林雅文 (株式会社 伊万里木材市場) 「国産材が国際競争力を持つためのサプライチェーンマネジメント」
12月20日 第22回月例研究会	立花敏 (筑波大学) 「日本の木材需給・流通とその方向性」
2013年1月31日 第23回月例研究会	澁上和之 (林野庁) 「木材産業関連施策の動向」 秋野卓生 (匠法律事務所) 「地域工務店グループのチャンス」
2月21日 第24回月例研究会	加古貴一郎 (国土交通省) 「木造住宅等の振興施策について」
3月18日 第25回月例研究会	前田由紀夫 (株式会社 円昭) 「不動産市場から考える木造住宅の担い手と住まい手の現状」
4月18日 第26回月例研究会	佐川広興 (株式会社 協和木材) 「国産材製材の現状と課題」
5月17日 5月25日 WBC	佐賀会場：株式会社伊万里木材市場 茨城会場：丸宇木材市売株式会社 「木材産業 under30 研修会 2013 君の熱い思いで木材産業をイノベーションしよう！」
6月20日 第27回月例研究会	中島浩一郎 (銘建工業株式会社) 「木材利用拡大のシナリオと課題」
7月18日 第28回月例研究会	豆原直行 (院庄林業株式会社) 「これからの国産材の展望について」
9月20日 第29回拡大研究会	総会・講演会・研究発表会
10月24日 第30回月例研究会	神谷文夫 (セイホク株式会社) 「木材輸出の課題と展望 ～中国における木造建築と日本産木材の売り込み～」
11月21日 第31回月例研究会	井谷圭吾 (ナイス株式会社) 「木材輸出における取り組み」 邱 祚春 (越井木材工業株式会社) 「中国市場における木製外構材の可能性」
12月20日 第32回月例研究会	麓 英彦 (カナダ林産業審議会 (COFI)) 「輸出による木材需要拡大の可能性」
2014年1月23日 第33回月例研究会	飛山龍一 (林野庁) 「木材産業関連施策の動向」 津高 守 (九州旅客鉄道株式会社) 「JR九州の木材利用の取り組み～地域を元気にするために～」
2月20日 第34回月例研究会	浅田茂裕 (埼玉大学) 「『木育』～子育て世代に向けた木材利用推進のヒント～」

研究会開催日	講演者と講演タイトル(敬称略)
3月18日 第35回月例研究会	井出政次(長野県林務部信州の木振興課)、井上雅文(東京大学)、伊神裕司(森林総合研究所)、吉田孝久(長野県林業センター)、古俣寛隆(北海道立総合研究機構林産試験場)、坪内克己(大建工業株式会社)、淵上佑樹(京都府温暖化防止センター)、仲村匡司(京都大学)、松本寿弘(信州木材認証製品センター)、鈴木信哉(中部森林管理局) 「無垢フローリングの製造技術とマーケティング ～アカマツ、広葉樹等の地域材活用に向けて～」
4月24日 第36回月例研究会	今村祐嗣(京都大学) 「千年の木は、千年もつか……?」
5月15日 WBC under 30	長沼 隆(岐阜県産材流通課)、後藤栄一郎(後藤木材株式会社)、井上雅文(東京大学)、久保山裕史(森林総合研究所)、富田守泰(岐阜県立森林文化アカデミー)、辻充 孝(岐阜県立森林文化アカデミー) 「君の熱い思いで木材産業をイノベーションしよう! ～木材産業 under30 研修会 2014 at 岐阜県立森林文化アカデミー～」
5月22日 WBC over 50	井上雅文(東京大学)、菅原章文(株式会社 三菱総合研究所)、小林靖尚(株式会社 アルファフォーラム) 「次世代に向けた革新的な発想と行動を考えよう! ～2020 オリンピックに向けた木材利用チャンスを考える～」
6月19日 第37回月例研究会	長谷川香織(住友林業株式会社) 「国産材安定供給に向けた企業(有林)の取り組み」
7月24日 第38回月例研究会	東泉清寿(株式会社 トーセン) 「国捨てないポリシー ～国産材安定供給に向けた取り組み～」
9月24日 第39回拡大研究会	総会・講演会・研究発表会
10月23日 第40回月例研究会	ルイージ・フェノキアーロ(オーストリア大使館) 「オーストリアにおける木質バイオマス利用の現状について」
11月20日 第41回月例研究会	小川直也(株式会社 アミタ環境認証研究所) 「森林認証と世界と日本」
12月25日 第42回月例研究会	後藤栄一郎(後藤木材株式会社) 「地域密着型木材会社のマーケティング戦略」
2015年1月22日 第43回月例研究会	堀川保幸(株式会社 中国木材) 「中国木材のチャレンジ 変化に対応し製材から発電まで事業領域を拡大」
2月19日 第44回月例研究会	矢野浩之(京都大学) 「セルロースナノファイバーの研究開発最前線と将来展望」
3月19日 第45回月例研究会	多田千尋(東京おもちゃ美術館) 「東京おもちゃ美術館によるウッドスタートの試みと木材利用」
4月23日 第46回月例研究会	市川和芳(一般財団法人 電力中央研究所エネルギー技術研究所) 「バイオマス発電技術の動向と課題」
5月26日 WBC under 30	愛知会場(兼房株式会社) 西尾 悟(兼房株式会社研究開発部)、伊神裕司(森林総合研究所)、井上雅文(東京大学)、久保山裕史(森林総合研究所) 「君の熱い思いで木材産業をイノベーションしよう! 木材産業 under30 研修会 2015」
6月4日 WBC over 50	東京会場(株式会社三菱総合研究所) 高田克彦(秋田県立大学)、菅原章文((株)三菱総合研究所)、久保山裕史(森林総合研究所) 「「木材 ∩ エネルギー」で起業促進を考える:セミナーとワークショップ」

研究会開催日	講演者と講演タイトル (敬称略)
6月25日 第47回月例研究会	秋野卓生、森田桂一 (弁護士法人 匠総合法律事務所) 「木質バイオマス発電所運営と再生可能エネルギー特措法 (FIT法) に潜む法的リスク」
7月23日 第48回月例研究会	安藤範親 (株式会社 農林中金総合研究所) 「未利用バイオマス供給の実態とその拡大に向けた課題」
9月18日 第49回拡大研究会	総会・講演会・研究発表会
10月22日 第50回月例研究会	田中秀幸 (株式会社大井製作所 代表取締役社長) 「国産材製材工場に向けた機械開発や取組」 菊川厚 (キクカワエンタープライズ株式会社 代表取締役社長) 「木材加工機械開発の現状と取組～日本木工機械展より～」
10月30日 WBC-東海 第1回講演会	愛知会場 (兼房株式会社) 高橋富雄 (東京大学) 山崎真理子 (名古屋大学)、井上雅文 (東京大学)
11月19日 第51回月例研究会	北大路康信 (ポラテック株式会社 専務取締役) 「プレカット業界と国産材について」
12月24日 第52回月例研究会	樋口公人 (公益社団法人国際人材革新機構 代表理事) 「外国人技能実習制度～活用、課題、将来展望～」
2016年1月21日 第53回月例研究会	井上篤博 (セイホク株式会社 代表取締役社長) 「木材産業の将来展望」
2月18日 第54回月例研究会	中林昌人 (優良ストック住宅推進協議会事務局 事務局長) 「スムストックの取組みからみる中古住宅市場の現状と課題」
3月16日 第55回月例研究会	～木材利用ポイント制度の効果検証と課題抽出～ 安藤範親 (株式会社農林中金総合研究所)、佐藤淳 (三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社)、志賀薫 (森林総合研究所)、青井秀樹 (森林総合研究所)、伊藤幸男 (岩手大学)、立花敏 (筑波大学)
4月21日 第56回月例研究会	上河潔 (日本製紙連合会) 「製紙業界の海外・国内資源の開発・利用動向」
5月26日 第57回月例研究会	中野光 (遠野興産株式会社) 「木材のカスケード利用について」
6月3日 WBC-東海 第2回講演会	三重会場 (大建工業株式会社三重工場) 藤井佳久 (京都大学)
6月17日 WBC under 30	千葉会場 (飛島建設株式会社技術研究所) 沼田淳紀 (飛島建設株式会社)、伊神裕司 (森林総合研究所)、井上雅文 (東京大学)、久保山裕史 (森林総合研究所)
7月21日 第58回月例研究会	高橋早弓 (ノースジャパン素材流通協同組合) 「国産材の安定供給 ～NJS素流協の取組み～」
9月16日 第59回拡大研究会	総会・講演会・研究発表会
10月20日 第60回月例研究会	岡崎新太郎 (三菱地所レジデンス株式会社) 見立坂大輔 (三菱地所株式会社) 「グループの森林CSV ～研修施設、ビル事業、注文住宅、分譲マンションでの木材利用～」
11月17日 第61回月例研究会	牛場正人 (鈴工株式会社) 「CLT製造設備に関する取組み及び欧州CLTプレカットライン共通フォーマットについて」

研究会開催日	講演者と講演タイトル (敬称略)
12月15日 第62回月例研究会	大村和香子 (森林総合研究所) 「多様化する木質材料の『使用環境』と『耐久性』を考える」
1月20日 第63回月例研究会	四ノ宮尚典 (Stora Enso B&L ジャパン株式会社) 「2017年世界木材市場の変化と非住宅木造建築物普及への期待」
2月16日 第64回月例研究会	内田敏博 (林野庁林政部) 「合法伐採木材の流通及び利用の促進に関する法律 (クリーンウッド法) の仕組みと運用の方向について」 澤田知世 (大建工業株式会社) 「合法伐採木材法への対応について」
3月24日 第65回月例研究会	中村勉 (建築家・ものづくり大学名誉教授) 「低炭素社会へ向けた木の建築づくりと改正省エネ義務化に向けて」
4月13日 第66回月例研究会	青井秀樹 (森林総合研究所) 「マテリアル用国内広葉樹の需給実態と増産に向けた課題」
5月11日 第67回月例研究会	稲本正 (オークヴィレッジ株式会社社長、正プラス株式会社代表取締役) 「国産広葉樹の活用について 宇宙・地球・森・人間・アロマ・原子を結ぶ」
6月8日 WBC under 30	東京会場 (木材・合板博物館) 松原洸 (株式会社 J-ケミカル)、伊神裕司 (森林総合研究所)、井上雅文 (東京大学)、久保山裕史 (森林総合研究所)
7月7日 WBC-東海 第3回講演会	岐阜会場 (セブン工業株式会社 資材物流センター、美濃加茂工場) 大野英輔 (中国木材株式会社) 高井峰好 (岐阜県)
7月13日 第68回月例研究会	村田功二 (京都大学大学院農学研究科 講師) 「国産早生広葉樹活用の可能性」
9月14日 第69回拡大研究会	総会・講演会・研究発表会
10月19日 第70回月例研究会	福沢大五郎 (阪和興業株式会社) 「再生可能エネルギー固定買取制度と輸入バイオマス燃料」
11月16日 第71回月例研究会	岡田広行 (住友林業株式会社) 「ICTを活用した国産材 SCM システムについて」
12月14日 第72回月例研究会	鈴木憲 (伊藤忠商事株式会社)、関野博司 (伊藤忠建材株式会社) 「木材流通(輸入)における商社の役割と展望」
2018年1月26日 第73回月例研究会	速水享 (速水林業) 「日本林業の現状と課題」
2月15日 第74回月例研究会	小野泰宏 (東京大学工学系研究科) 「森林ファンドの世界的潮流と将来展望」
3月22日 第75回月例研究会	柿澤宏昭 (北海道大学) 「持続的な森林管理・林業を支える人材」
4月26日 第76回月例研究会	安井昇 (桜設計集団一級建築士事務所) 「防耐火法令からみた木造建築の現状とこれから」
5月24日 第77回月例研究会	原田寿郎 (森林総合研究所) 「近年の木造防耐火技術の開発動向」
6月30日 WBC under 30	大阪会場 (日本ノボパン工業株式会社 本社・堺工場、ホテル・アゴーラ リージェンシー堺) 山本拓 (日本ノボパン工業株式会社)、井上雅文 (東京大学)、長坂健司 (東京大学)、岩永青史 (森林総合研究所)

研究会開催日	講演者と講演タイトル (敬称略)
7月19日 第78回月例研究会	松川恵美 (株式会社 QUICK ESG 研究所) 「ESG の課題から考える企業の持続的成長戦略」
9月26日 第79回拡大研究会	総会・講演会・研究発表会

今後の開催予定日は以下の通りです。

いずれも開催場所は東京大学農学部 (弥生キャンパス) を予定しております。

研究会開催日	講演者と講演タイトル (敬称略)
10月23日 第80回月例研究会	井上幹博 (日本木材輸出振興協会) 「木材輸出の現況と課題」
11月15日 第81回月例研究会	スコット・アンダーソン (APA エンジニアード・ウッド協会) 「カナダ産 OSB の紹介と事例」
12月20日 第82回月例研究会	前田一 (JK ホールディングス株式会社) 「木材輸出入における建材流通の取り組み」
2019年1月(調整中) 第83回月例研究会	調整中 ※木材産業連絡会を開催
2月(調整中) 第84回月例研究会	調整中
3月(調整中) 第85回月例研究会	調整中

木材利用システム研究会 第70回研究会			
演題	再生可能エネルギー固定買取制度と輸入バイオマス燃料		
日時	平成29年10月19日	場所	東京大学弥生キャンパス
講演者	氏名	福沢大五郎氏	世話委員 安藤正史
	所属	阪和興業株式会社	
	略歴	1991年阪和興業株式会社入社。石油製品部門等を経て、2014年より新エネルギー室。	
講演概要	<p>○日本のバイオマス発電の変遷</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・1997年 新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法 ゴミ処理場廃棄物発電等。</li> <li>・2002年 RPS法 石炭混焼、製紙会社バイオマスボイラ等。</li> <li>・2012年 FIT導入 RPSの経過措置→2022年まで。</li> </ul> <p>FITに基づく需要は急拡大しているがブレーキがかかる可能性がある。</p> <p>○海外のバイオマス燃料市場</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・欧州 <ul style="list-style-type: none"> <li>ドイツ、イタリア、スペイン、フランス等の欧州各国と比較して、日本の買取価格は高い。</li> </ul> </li> <li>・北東アジア <ul style="list-style-type: none"> <li>中国は現状バイオマスの地産地消でバランスが取れているが、今後バイオマス輸入増加の可能性。韓国は2012年にFITからRPSへ移行しペレットの輸入が急増。</li> </ul> </li> <li>・東南アジア <ul style="list-style-type: none"> <li>インドネシア、マレーシア等 FIT制度はあるが買取価格は日本よりかなり低く、バイオマスは供給過剰で日本や韓国へ輸出されている。</li> </ul> </li> <li>・北米 <ul style="list-style-type: none"> <li>欧州等へのバイオマスの供給源となっている。</li> </ul> </li> </ul> <p>○日本のバイオマス発電の現状</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・バイオマス発電のFIT認定状況(2017年3月)は、政府のエネルギーミックス目標の約2倍。</li> <li>・バイオマス発電(蒸気タービン発電)は大型化すれば発電効率が上がることから、大規模施設の認定が増加。</li> <li>・輸入バイオマスは、PKS(インドネシア、マレーシア)、ペレット(カナダ、中国、ベトナム)あわせて30万t強。</li> </ul> <p>○日本のバイオマス発電の見通し</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・現在FIT認定されているバイオマス発電設備のうち50,000kW以上の設備は、プラント建設の問題から稼働が懐疑的。</li> <li>・木質バイオマス発電は発電コストの7割が燃料費であり、林業政策とも連携し、安定的かつ効率的な燃料供給の確保が重要。</li> <li>・ペレットはバイオマス専焼の流動床ボイラと微粉炭混焼の両方で燃焼可能であり、大型発電所への輸入ペレット供給が主流となる見込み。</li> </ul> <p style="text-align: right;">(文責: 伊神裕司)</p>		



木材利用システム研究会 第71回研究会			
演題	ICTを活用した国産材 SCM システムについて		
日時	平成29年11月16日	場所	東京大学弥生キャンパス
講演者	氏名	岡田広行氏	世話委員 立花 敏
	所属	住友林業株式会社 資源環境本部 山林部 グループマネージャー	
	略歴	1992年住友林業株式会社入社。以後、主として、東京・四国・九州・大阪に勤務し、国内社有林管理、国産材営業、森林・林業コンサルティング業務を経て現職に至る。	
講演概要	<p>○革新的技術開発・緊急展開事業～ICTを活用した木材 SCM システムの構築～</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・木材自給率は近年上昇傾向にあるが、無垢製材用より集成材用、合板用、燃料用等の「質より量」型の需要が増加している。</li> <li>・製材工場の規模拡大により、並材の安定供給が鍵となっている。</li> <li>・川上から川下までのトータルコストダウンが必要。</li> </ul> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>岡山県真庭市(多くの木材需用者が存在)と福岡県糸島市(新たな木材需要を創出)をモデル地域として、ICTを活用した木材 SCM システムを検証。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・他業界の SCM システムと基本機能は大きく差異なし。</li> <li>・工場生産に比べ、集約化～路網作設～伐採～運材と、長期供給計画が必要。</li> <li>・森林認証・FIT 等で、同時にトレーサビリティが必要。</li> </ul> <p>○木材 SCM システムに適用可能な ICT 技術</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・航空レーザ計測 森林では、地形情報に加えて森林資源情報(立木本数と樹高)が得られる。</li> <li>・地上レーザ計測 3D レーザスキャナによる立木位置、胸高直径、曲がり、幹材積等の自動計測。</li> <li>・ドローン 計測面積が広域の場合はコストアップになるが、狭域の場合や森林被害の把握等のリアルタイム計測に適する。</li> </ul> <p>○ICTを活用した木材 SCM システム導入の留意点</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ICT 導入ありきではなく、費用対効果を考える。</li> <li>・木材需用者は森林資源情報ではなく木材供給情報を必要としており、林業事業者が森林資源情報を用いて伐採計画と路網計画を作成することが必要。</li> </ul> <p>○国産材 SC 構築・運用の留意点</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・木材 SC 成功の鍵は、川上からの安定供給。</li> <li>・ニッチ需要とマス需要を分けて考える。</li> <li>・木材 SC の構築・運営は簡単ではない。</li> <li>・利害関係が一致する材種から SC 構築を開始するのが現実的。</li> <li>・市町村単位にこだわらず、木材需要の規模をふまえた SC の範囲設定が必要。</li> </ul> <p style="text-align: right;">(文責: 伊神裕司)</p>		

木材利用システム研究会 第72回研究会			
演題	木材流通(輸入)における商社の役割と展望		
日時	平成29年12月14日	場所	東京大学弥生キャンパス
講演者	氏名	鈴木 憲氏、関野博司氏	世話委員 井上雅文
	所属	伊藤忠商事株式会社、伊藤忠建材株式会社	
	略歴	<p>1987年伊藤忠商事株式会社入社、米材原木課からシアトル、バンクーバー、マレーシアなど海外駐在、伊藤忠建材出向を経て、2015年木材建材部長、2017年から生活資材部門長補佐。</p> <p>1987年伊藤忠商事株式会社入社、原木トレード畑を歩み、2016年伊藤忠建材出向、経営企画部長。</p>	
講演概要	<p>○商社の変遷 戦後の総合商社の基本的なビジネスモデルは、業者から買付・輸入してメーカーに販売し手数料を受け取るというものであった。</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>第一次高度経済成長期が過ぎたあたりから、メーカーの資源先との直接取引、手数料の引き下げ傾向によりトレーディング業務に陰り。</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>バブル崩壊後、選択と集中。ディビジョンカンパニー制の推進。企業投資と資源投資。真のグローバル化を目指す。グローバル人材の確保、育成、適正配置。</p> <p>○商社の木材流通への関与 (総合商社) 川上分野で原料調達、輸入窓口、国内メーカーへの原料供給の中心的立場。 →商権を建材商社等子会社へ移管、子会社を統括管理する立場。</p> <p>(建材商社) 総合商社の子会社として建材の内部部隊としての機能を発揮→商権の移管、他木材販売子会社を吸収し、輸入窓口を含めた木材流通のうち、川上～川中で存在感を示す。</p> <p>○商社木材部隊の今後 ・国内トレードは建材商社。 ・建材商社は機能流通商社へ 情報、在庫、加工、配送・物流、金融等。</p> <p>○建材専門商社の事業環境 ・住宅着工数の減少→住宅が量の時代から質の時代に。 ・新築住宅の省エネ化、既存住宅の省エネリフォーム。</p> <p>○環境対応型商社としての取組み ・環境マネジメントシステムの構築。 ・認証材の利用促進、合法木材100%へ。 ・環境配慮型商品の普及促進—「地球樹商品」の普及。</p> <p style="text-align: right;">(文責:伊神裕司)</p>		

木材利用システム研究会 第73回研究会			
演題	日本林業の現状と課題		
日時	平成30年1月26日	場所	東京大学弥生キャンパス
講演者	氏名	速水亨氏	世話委員 久保山裕史
	所属	速水林業 代表	
	略歴	大学卒業後、家業の林業に従事。森林経営の機械化を行うと共に国内の林業機械の普及に尽力。2000年日本で初めてFSC認証を取得、現在1070haの森林を環境管理に基づいて経営。朝日新聞「明日への環境賞」森林文化特別賞、「日本環境経営大賞」環境経営パール大賞など受賞。(社)日本林業経営者協会会長など公職多数。	
講演概要	<p>○国内林業の状況</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・日本の林業施業コストは諸外国と比較して高い。</li> <li>・平成28年立木価格は、スギで昭和55年の17%、ヒノキで14%</li> <li>・スギ1m<sup>3</sup>の立木価格で雇用できる人数が減少している。</li> <li>・経営規模が100haを超えると林業所得は赤字になる。</li> </ul> <p>○木を使う</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・世界の木材生産量は概ね30億m<sup>3</sup>弱で推移、その内12億m<sup>3</sup>が薪炭利用、残りが産業用丸太、貿易量はわずかに1億3,600万m<sup>3</sup>に過ぎない。</li> <li>・木材などバイオマス利用は人間が今一度地球の生態的循環の輪の中に入る入り口と考える。</li> <li>・違法伐採による森林破壊など木材消費に生じうる森林関連リスクは、森林認証によって回避できる。</li> <li>・スターボックスはFSC認証を利用している。日本ではミニストップが店舗にFSC材を利用している。</li> </ul> <p>○新しい林業の動き</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・スギ人工林の造成に要する費用は、30年生までで208万円/ha、50年生までで231万円/ha。</li> <li>・米国北西部の育林コストは日本の1/8~1/15、ニュージーランドは1/5。</li> <li>・予想される最低保育経費は、1,500本/ha植栽で65万円/ha。</li> </ul> <p>○新しい林業の動きについていくために</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・森林をアセット(資産)と捉え作業はアセットを増加。</li> <li>・作業の結果、将来の森林の姿を予想し価値を評価。</li> <li>・投資に耐えうる説明責任を備えた管理を目指す。</li> <li>・具体的な持続性の確保。</li> <li>・各々の作業の詳細な環境管理計画。</li> <li>・外部に対しても社会性の説明が必要。</li> <li>・ステークホルダーへの説明責任と意見の聴取。</li> </ul> <p style="text-align: right;">(文責:伊神裕司)</p>		

木材利用システム研究会 第74回研究会			
演題	森林ファンドの世界的潮流と将来展望		
日時	平成30年2月15日	場所	東京大学弥生キャンパス
講演者	氏名	小野泰宏氏	世話委員 立花 敏
	所属	東京大学	
	略歴	三菱商事において15年間海外投資と事業開拓に携わる。2013年ハーバード大学で公共政策修士を取得。2017年より国内金融機関に移籍、海外投資ディレクター。	
講演概要	<p>○森林ファンドの世界的潮流</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・2000年以降、世界で森林ファンドが急拡大。2000年:2兆円→2017年約13兆円。</li> <li>・世界の人工林面積2.5億ヘクタールの約10%が森林ファンド化されている。</li> <li>・森林のファンド化のきっかけは、保険会社の貸し付けの担保。</li> <li>・森林ファンド拡大の背景に、将来的な世界の木材需要拡大がある。</li> <li>・TIMO (Timberland Investment Management Organization) がファンドを運営。</li> <li>・苗木の管理、品種改良に投資を行っている。</li> </ul> <p>○森林投資を取り巻くマクロ環境</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・長期にわたり高いリターンがある</li> <li>・不動産や株と比較してリスクが少ない。</li> <li>・金利が死んだ世界において、銀行預金→投資。</li> <li>・日本と西ヨーロッパ諸国は、1990年からの26年間で国力のレベルに変化がない。</li> <li>・中国、インド等の新興国の経済規模が大きく成長してきている。</li> <li>・アメリカも大きく成長することで経済大国としての地位を確かなものになっている。</li> <li>・日本人ひとりが受け取る所得水準は、必ずしも世界トップレベルにはない。</li> </ul> <p>○森林ファンド導入による効果</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・林業生産性の向上に向けた早生樹の活用。</li> <li>・アメリカ国では農業分野(アーモンド、ワイン、ブドウ他)で森林ファンドに似た取り組みを行っている。</li> </ul> <p>○森林ファンドの将来展望</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・世界的にESG投資に対する取り組みが進んでおり、不可逆的な脱炭素の流れがある。</li> <li>・将来的なエネルギーミックスにおいて再生可能エネルギーの割合を上げていくため、バイオマスの果たす役割は大きい。</li> <li>・CLTの利用などによる都市の木造化は、投資の観点からも期待される。</li> </ul> <p>○木質燃料の可能性</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・バイオマス発電に向けた木材の枯渇が危惧される。</li> <li>・木質燃料のサプライチェーンを支えるための戦略投資が必要。</li> </ul> <p style="text-align: right;">(文責: 伊神裕司)</p>		

木材利用システム研究会 第75回研究会			
演題	持続的な森林管理・林業を支える人材		
日時	平成30年3月22日	場所	東京大学弥生キャンパス
講演者	氏名	柿澤宏昭氏	世話委員 久保山裕史
	所属	北海道大学	
	略歴	神奈川県出身。1984年北海道大学助手、1993年同助教授、2006年より同教授。著書に「生物多様性保全と環境政策」など。日本林学会賞など受賞多数。専門は森林政策学、森林社会学。	
講演概要	<p>○フォレスターに関する社会的なコンセンサス</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・必要な教育レベルについて社会的な合意があり、その修了者がフォレスターとして活動できることが前提。</li> <li>・民間専門職団体が資格制度を運営する国(アメリカなど)と政府が資格制度を運営する国(ドイツなど)がある。</li> </ul> <p>○森づくりのコンセンサス</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・生産対象森林、目標林形、作業法、環境配慮などにコンセンサスがある。</li> <li>・フォレスターはその基本を習得したうえで、応用能力を磨いていく。</li> <li>・何を守るべきか、どのような能力が必要か、だれがどのような責任を負うのかが明確化されている。</li> </ul> <p>○フォレスターが活躍できる「インフラ」の整備</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・多様な要求を反映できる人材の多様性がある。合衆国: Forest Service、欧州諸国: フォレスターを中心としつつ生物多様性保全の専門家などを組織内に確保。</li> <li>・欧米でフォレスターを確保・育成する組織は、国(州)中央組織から現場組織まで一体的に運営している場合がほとんど。</li> <li>・ドイツのフォレスターは、地域の森林の総合的な管理、施業から木材販売まで丸ごと対応。</li> </ul> <p>○日本における人確保・育成の現状</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・国・都道府県では専門的職員を確保、内部教育も一定機能しているが、特に都府県で「森林経営」を経験する機会がない。</li> <li>・多くの市町村で専門的人材が不在。</li> <li>・森林総合監理士の「居心地」の悪さがある。</li> <li>・森林組合など事業体でも専門的人材確保が困難。</li> <li>・プランナーに関わる研修教育機関が空白。</li> </ul> <p>○市町村林政と人材の現状と今後</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・市町村の森林行政の範囲として、国際的には特殊な森林行政組織の形態だが、地域に根差した総合的な森林行政展開の可能性もある。</li> <li>・独自の森林管理政策には森林専門職員が欠かせない→専門性を育成する取り組みが各地で行われている。</li> </ul> <p style="text-align: right;">(文責: 伊神裕司)</p>		

木材利用システム研究会 第76回研究会			
演題	防耐火法令からみた木造建築の現状とこれから		
日時	平成30年4月26日	場所	東京大学弥生キャンパス
講演者	氏名	安井昇氏	世話委員 杉山真樹
	所属	桜設計集団一級建築士事務所 代表	
	略歴	京都市出身。1993年積水ハウス入社。1999年桜設計集団一級建築士事務所設立。2004年早稲田大学理工学研究科にて博士(工学)取得。現在、早稲田大学理工学研究所招聘研究員、東京都市大学非常勤講師、NPO法人team Timberize 副理事長、NPO法人木の建築フォーラム理事を務める。	
講演概要	<p>○これからの都市を木造化・木質化する  “木材＝燃える”は短所とされているが、“木材＝ゆっくり燃える”を長所ととらえてみると木材利活用の可能性が広がる。スギで燃えるスピードは約1mm/分。</p> <p>○防耐火法令上の木造建築物  &lt;木造耐火建築物&gt;  鉛直力を支持する躯体が燃えずに耐える。  ・ルートA すべての主要構造部を耐火構造として建物が崩壊しないようにする。  国内に約5,000棟  ・ルートB, C 火源と木材を離して火災時に木材に着火しないようにする。  国内に30~40棟</p> <p>&lt;木造準耐火建築物&gt;  躯体が燃えながら規定時間中は耐える。  ・木材を太く・厚く使う。  ・CLT等厚板パネルの可能性が広がる。  ・合わせ柱・合わせ梁の可能性が広がる。</p> <p>&lt;その他木造建築物&gt;  躯体がいつ壊れるかは不明。  ・木材を自由に使える。  ・内装制限が厳しいので壁・天井が準不燃材料等になることもある。  ・住宅着工数の減少→住宅が量の時代から質の時代に。  ・新築住宅の省エネ化、既存住宅の省エネリフォーム。</p> <p>○近年の法令・告示等の改正(防耐火)  ・大規模建築物の主要構造部に関する規制の見直しが行われた。  ・木造3階建て学校、美術館、博物館、図書館、共同住宅、寮など延べ面積3000㎡以内毎に壁等を設ければ建物全体の面積制限がなくなった。  ・CLT/LVL/集成材厚板の燃えしろ設計が追加された。  ・防火構造、準耐火構造、耐火構造の追加。</p> <p>(文責:伊神裕司)</p>		



木材利用システム研究会 第77回研究会			
<b>演題</b>	<b>近年の木造防耐火技術の開発動向</b>		
<b>日時</b>	平成30年5月24日	<b>場所</b>	東京大学弥生キャンパス
<b>講演者</b>	<b>氏名</b>	原田寿郎氏	<b>世話委員</b> 杉山真樹
	<b>所属</b>	森林総合研究所 研究ディレクター	
	<b>略歴</b>	大阪府出身。林野庁、経済企画庁を経て1992年森林総合研究所入所。木材の難燃性研究に従事し、木材学会技術賞など受賞。2018年より現職。	
<b>講演概要</b>	<p>○耐火建築物と準耐火建築物</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・耐火建築物は屋内において発生が予測される火災や周囲において発生する火災の加熱に火災終了時まで耐える(壊れない)建物。木質部分が燃えないか、燃焼しても荷重を支えるのに必要な断面を残して燃え止まることが必要。</li> <li>防火地域→3階建以上または延床面積が100㎡を超える場合</li> <li>準防火地域→4階建以上または延床面積が1500㎡を超える建築物</li> <li>上記以外→4階建以上または延床面積が3000㎡を超える建築物</li> <li>・準耐火建築物は、火災による延焼を抑制するために必要とされる性能を有する。一定時間の燃えしろ設計等で対応可能。</li> </ul> <p>○耐火建築物建設のための3つのルート</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ルートA: 主要構造部を耐火構造とする方法。①大臣が定めた構造方法(告示に定めのある方法)または②大臣認定を受けた構造方法。</li> <li>・ルートB: 耐火性能を告示に示された計算方法「耐火性能検証法」で検証したもの。</li> <li>・ルートC: 耐火性能を耐火性能検証法以外の方法で検証し大臣の認定を受けたもの。</li> </ul> <p>○木質系耐火構造の開発動向</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・メンブレン型: 燃える木材を無機材料で被覆。簡易で低コストな方法だが木材を現わして使えない。</li> <li>・H型鋼や角型鋼と集成材が一体となった複合材料(木質ハイブリッド)。</li> <li>・燃え止まり型: 高密度材、モルタルとの組合せ。スギでは燃え止まらない。</li> </ul> <p>○CLTへの耐火性能付与</p> <p>準耐火構造の燃えしろ設計が認められた。床や壁で2時間耐火構造の認定を取得すれば超高層ビルへの使用も可能</p> <p>○今後の課題</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・木材需要の拡大やCO2削減といった観点からは、木材を見せることに必要以上に固執しない潔さも必要。</li> <li>・木質感を強調したい部分に特化して木質構造材料を使用するには、RC造やS造との混構造も重要。</li> <li>・木質耐火構造設計のためのマニュアル整備が今後の課題。</li> </ul> <p style="text-align: right;">(文責: 伊神裕司)</p>		



木材利用システム研究会 第78回研究会			
演題	ESG の課題から考える企業の持続的成長戦略		
日時	平成 30 年 7 月 19 日	場所	東京大学弥生キャンパス
講演者	氏名	松川恵美氏	世話委員 長坂健司
	所属	株式会社 QUICK ESG 研究所プリンシパル	
	略歴	2014 年 ESG 研究所設立以降プリンシパル・コンサルタント。2017 年より環境省「環境報告ガイドライン及び環境会計ガイドライン改定に関する検討会」委員。みずほ年金レポート、FP ジャーナルなど執筆。	
講演概要	<p>○ESG 投資</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・2014 年が変化のはじまり。世界的に ESG 投資がメインストリーム化。</li> <li>・サステナブルな未来を実現するために資金の流れを考慮する。</li> </ul> <p>○ESG 投資と SDGs</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・PRI(責任投資原則)が目指す ESG 課題への対応は、SDGs によって、全ての人の関与と、時間や数字のリアルなインパクトが、目標として明確になった。</li> <li>・企業が取り組む国連グローバルコンパクトの 10 原則が ESG 課題。</li> </ul> <p>○ビジネスへの影響</p> <p>&lt;CDP&gt;</p> <p>世界の機関投資家が、企業に対して環境戦略や CO2・温室効果ガス対策などに関する開示を求めるイニシアチブ。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・CDP 森林プログラム</li> </ul> <p>情報開示対象となる森林コモディティは、畜牛品、大豆、パーム油、木材、(ゴム)。</p> <p>企業は、自社事業に関連するコモディティについて回答を求められる</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・2017 年度、A リスト企業は世界で 6 社。</li> </ul> <p>&lt;Climate Action 100 +&gt;</p> <p>パリ協定の目標達成に向けて、温室効果ガス発生量の多いグローバル大企業を対象に、共同のエンゲージメント活動をとる機関投資家のイニシアチブ。</p> <p>&lt;RE100&gt;</p> <p>事業運営に必要な電力を 100%再生可能エネルギーで調達することを目標に掲げる企業によるグローバルイニシアチブ。</p> <p>&lt;グリーンボンド&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・日本郵船:2018 年発行。</li> </ul> <p>○今後求められる対応・課題</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・長期のシナリオを描く。</li> <li>・長期的視点を持つ投資家を味方にする。</li> <li>・ESG 課題に対する深い理解。</li> <li>・客観的な ESG マテリアリティゴール。</li> <li>・長期的な経営ビジョン、経営計画への反映。</li> </ul> <p style="text-align: right;">(文責:伊神裕司)</p>		

---

## 木材利用システム研究会について

---

木材利用システム研究会は、木材産業のイノベーションによる木材需要拡大を目的として、木材産業界とアカデミアの相互理解と協調の場を築き、木材の加工・流通・利用分野の『マーケティング』『環境・経済評価』『政策』などを対象とした研究、調査、教育、啓発活動を行っています。月例研究会（毎月）、WBC（Wood Based Communication、6月頃）、研究発表会（9月）などを開催しています。詳細は、ホームページ（<http://www.woodforum.jp/>）をご覧ください。

木材利用システム研究会へのご質問・ご連絡などがございましたら、お名前、ご所属を明記の上で、研究会事務局宛に e-メール（[info@woodforum.jp](mailto:info@woodforum.jp)）でお寄せください。

---

本誌の著作権は、木材利用システム研究会に帰属します。著作権法上で認められた場合を除き、本誌のコピーを禁じます。

著者が、著者の内容の一部または全部を転載する場合には、事前に研究会事務局に申請し、その許諾を得るものとします。また、この時、著者は本誌名ならびに巻を明示しなければなりません。

第三者が、著作権法上で認められた範囲を超えて複写等を希望する場合は、当研究会事務局までご相談ください。また、当研究会は、企業会員、団体会員に対する複写利用の特例を定めた著作権規程を設けております。

---

## 木材利用システム研究 第4巻

Journal of Wood Utilization System Vol. 4

---

発行日 2018年9月  
編者 木材利用システム研究編集委員会  
立花敏（委員長） 多田忠義 巨理篤  
発行者 井上雅文  
印刷 プリントパック  
発行所 木材利用システム研究会  
〒113-8657 東京都文京区弥生 1-1-1, 7号館B棟439  
東京大学弥生キャンパス 環境材料設計学研究室内  
HP: [www.woodforum.jp](http://www.woodforum.jp) Mail: [info@woodforum.jp](mailto:info@woodforum.jp)

---

© 2018 Society of Wood Utilization System





木材利用システム研究会

Environment  
Marketing  
Policy