

島根林技研報
Bull. Shimane Pref.
For. Res. Cent.

島根県林業技術センター 研究報告

BULLETIN OF
THE SHIMANE PREFECTURE
FOREST RESEARCH CENTER

No. 52
2001



島根県林業技術センター

目 次

論文

島根県におけるコナラの集団枯死被害とカシノナガキクイムシの寄生・脱出
..... 周 藤 成 次・富 川 康 之・扇 大 輔..... 1

論文

島根県産スギ材とコナラ材により製造した集成材の性能評価（Ⅰ）
..... 後 藤 崇 志・池 渕 隆・中 山 茂 生..... 11

資料

ヒラタケ白こぶ病の発病時期とネット被覆による防除試験
..... 富 川 康 之・河 井 美 紀 子・扇 大 輔..... 21

資料

マツタケの生産を目的にマツ林施業を実施した山林所有者へのアンケート調査
..... 富 川 康 之・平 佐 隆 文..... 31

資料

木造在来軸組工法住宅における含水率調査
..... 中 山 茂 生・玉 置 修 平・藤 田 勝・清 山 育 也・福 島 亮..... 37

表紙写真

ヒラタケ白こぶ病

(P 27 から)

論文 島根県におけるコナラの集団枯死被害と カシノナガキクイムシの寄生・脱出

周 藤 成 次・富 川 康 之・扇 大 輔*

Mass Mortality of Konara and Infestation by and Reproduction of Oak Platypodid in Shimane Prefecture

Seiji SUDO, Yasuyuki TOMIKAWA, and Daisuke OUGI

要 旨

1. 島根県では昭和61年から美都町でコナラの集団枯死被害が記録されていた。
2. 平成7~12年の調査で、島根県西部の三隅町、弥栄村、美都町および日原町においてコナラの集団枯死被害が発生した。他に少数のミズナラ、アベマキおよびクリの枯死を認めた。
3. 新しい枯死被害地は拡大する傾向があった。一方、古い被害地では枯死が減少して、5~10年で枯死被害は終息した。
4. カシノナガキクイムシの寄生は枯死木ばかりでなく外観健全な木にも認められた。それらは広葉樹10種に及んだが、おもにコナラが寄生を受けた。
5. 枯死木丸太からのカシノナガキクイムシ成虫の脱出は主として5月下旬~6月下旬であり、ピークは6月中旬であった。

I は じ め に

1980年以降、日本海側の各地でコナラとミズナラが集団的に枯死する被害が発生し問題になっている。枯死被害は山形県以南の各県で発生しており、島根県でも被害の発生分布域に含まれる(1, 2, 3, 4, 5)。

枯死したナラ類の樹幹にはカシノナガキクイムシ(*Platypus quercivorus* Murayama, 以下「カシナガ」と略記)成虫による穿入孔が多数認められ、伐倒して丸太を解剖観察すると孔道を中心に材が褐色に変色している。カシナガは体内に共生菌の孢子貯蔵器官を持ち養菌性キクイムシと呼ばれる(6, 7, 8)。変色材、孔道壁、カシナガの幼虫・成虫の体表、および雌成虫の孢子貯蔵器官からは1種の糸状菌が高率に分離され、本菌は「ナラ菌」と仮称されていた(9)が、最近 *Raffaelea* に属する菌で

あることが明らかになった。また、本菌をミズナラに接種したところ枯死の発生が確認され、本菌は病原性を持つものと判定された(9, 10)。すなわち、ナラ菌が本枯死被害の病原菌であり、カシナガがその伝播者となる。

コナラは島根県に広く分布する樹種であり、パルプ材として、またシイタケ栽培の原木として広く使われる。そのため、コナラが集団的に枯死する被害は本県においても重要な問題である。そこで、平成7年度から県単独事業である「広葉樹病虫獣害の総合的防除技術の開発」で島根県におけるコナラやその他広葉樹の被害発生実態を調査した。また、枯死丸太からのカシナガの脱出消長を調査した。

本稿を草するに当たり、現地調査にご協力をいただいた浜田・益田各農林振興センター林業課の林業改良指導

*現川本農林振興センター

員の方々、またカシナガ脱出消長調査で脱出した昆虫類の同定をしていただいた森林総合研究所関西支所保護部上田明良主任研究官に深くお礼申し上げます。

II 調査方法

林業技術センターでの平成6年以前のコナラの枯死について病虫獣害診断の記録から発生地と被害状況を調査し、平成7～12年、各農林振興センターからコナラなど広葉樹の集団枯死の発生について連絡があった林分とその周辺の林分で被害状態を調査した。それらは全部で21林分であり(表-1)、うち17林分は現地調査を行った。1林分で20～70本の立木について、枯死の有無とカシナガの寄生による木屑の排出や樹液の浸出の有無を調査した。枯死木については、調査時に葉が黄～褐色に萎凋枯死したものを当年の新枯死木とし、全葉が落葉したものを前年以前の古い枯死木とした。一部の調査林分では被害の経過を継続して調査した。3林分では遠望して枯死の有無を調査した。また、2林分では山土場に堆積されたコナラ丸太の加害状況を、カシナガの寄生による穿孔孔の有無と木口面の材変色の有無で調査した。

平成9～11年、島根県美都町丸茂後山のコナラ枯死被害発地域から全葉が褐変したコナラを毎年1本、10～11月伐倒して丸太を採取した。平成9年には地際～地上1mと2.5～3.5mの部位、平成10年には地際～地上3mの部位、平成11年には地際～地上2mの部位を採集した。これら丸太は宍道町の林業技術センターに運搬した。各丸太(長さ1m)を3等分に輪切りにして、木口面にパラフィンを塗って水分の蒸散を防ぎ、プラスチック容器に入れて野外に置いた。そして、各容器の丸太から脱出するカシナガ成虫の脱出頭数を1～数日毎に調査した。脱出成虫は体長と体重を測定した。また、脱出した他の昆虫類も調査した。

III 調査結果

1. 枯死被害とカシナガキクイムシ寄生の調査

平成6年以前の枯死木発生記録については、最も古い発生記録は昭和61年美都町板井川での発生で、次に平成2、5年の美都町馬の谷での発生であった。いずれも広葉樹林内のコナラであり、2つの発生地は1.5kmと近接していた。馬の谷の平成5年の発生では、コナラ

とアベマキの立木50本を調査して、コナラ9本で新しい枯死を認め、林内には古い枯死木の発生も認めた。また、コナラの健全木を含む計15本でカシナガの寄生を認めた(図-1)。

平成7～12年調査で枯死被害やカシナガの寄生が発生したのは県西部の三隅町7林分、弥栄村3林分、美都町11林分と日原町1林分の計4町村の21林分であった(表-1)。日原町下瀬山の1林分を除く20林分は直径約12kmの円内に集中した。美都町若杉と同自然の森の2林分の標高はそれぞれ560m、680mと高かったが、他の19林分は標高150～320mに位置した。被害地の地形は谷・中腹・尾根部と、また斜面も多様であった。

被害林はコナラ、カシ、クリ、リョウブ、シデ、ヒサカキ、サカキ、ツバキ、クロモジなどの広葉樹林で、一部の尾根部の林分ではアカマツも認めた。いずれの林分も林齢は30～50年生と推定した。三隅町黒沢(1)、美都町馬の谷および同後山(2)の3林分はシイタケほだ場として利用されていた。美都町自然の森と日原町下瀬山の2林分は下層木を伐採除去した施業が行われていた。

17林分で枯死木が発生した。15林分では当年の新しい枯死木が発生したが、同一林分内に前年以前に発生した古い枯死木も認めた。1林分では新しい枯死木が発生したが古い枯死木は認めず、1林分では古い枯死木は認めたが新しい枯死木は認めなかった。また、4林分では枯死木を認めなかったがコナラなどの生立木にカシナガの寄生を認めた。新しい枯死はコナラ、ミズナラ、アベマキおよびクリの4樹種で発生した。ほとんどはコナラであり、他の樹種ではミズナラ、クリ各2本、またアベマキ1本の枯死を認めたに過ぎなかった。古く枯死した林木はほとんどの林分でコナラであったが、三隅町下古和(2)ではすべてクヌギであった(表-1)。

枯死木では短期間に葉が一斉に黄～褐色に萎凋して落葉する木、また何年かにわたり一部の枝ごとに葉が変色・落葉して枯死する木が観察された。古い枯死木では全葉が落葉して、細枝や太枝が脱落した。また、多くの調査林ではカシナガの寄生を認めたコナラの細枝や太枝が枯死し、樹幹から萌芽が多数発生して樹形が異常を呈したものを認めた。

カシナガの寄生は枯死木ばかりでなく、各種広葉樹で、また多数の外観健全木でも認められた。寄生を認めた樹

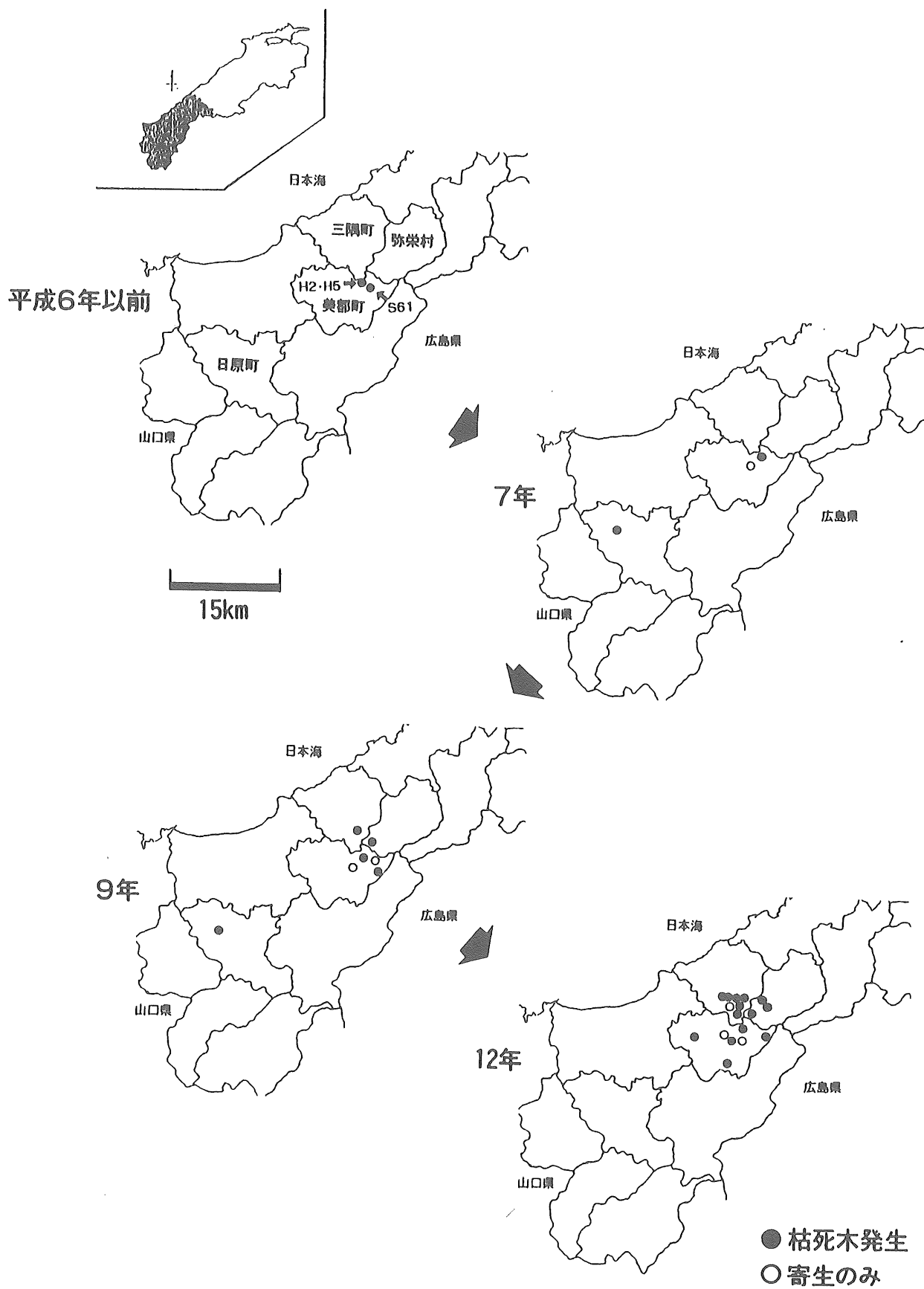


図-1 コナラなど広葉樹の枯死とカシノナガキクイムシの寄生の発生地

表-1 コナラなど広葉樹の枯死とカシノナガキクイムシの寄生

地名	調査年	標高	地形	方位	傾斜	枯死樹種	調査前枯死木	寄生樹種
弥栄村熊の山	平成8～12年	300 ^m	尾根	平地	0°	コナラ	有	コナラ・アベマキ
弥栄村的野	12	280	尾根	平地	0	コナラ	無	コナラ
弥栄村谷 ¹⁾	12	300	中腹	西	—	コナラ	—	—
三隅町黒沢(1)	8～12	280	尾根	西	10	コナラ	有	コナラ・アベマキ・シラカシ・アラカシ・スダジイ
三隅町下り谷	11～12	280	谷	南	30	アベマキ	有	コナラ・アベマキ
三隅町下古和(1)	12	250	尾根	平地	0	コナラ	有	コナラ
三隅町下古和(2)	12	220	尾根	北	10	コナラ	有	コナラ
三隅町久年	12	150	中腹	西	35	無	無	ウラジロガシ
三隅町御部ダム	12	260	中腹	東	35	コナラ	有	コナラ・ウラジロガシ
三隅町黒沢(2) ¹⁾	12	280	中腹	東	—	コナラ	—	—
美都町馬の谷	7・9～12	280	谷～中腹	西	25	コナラ	有	コナラ・クヌギ・アベマキ
美都町横見	11～12	320	中腹	南	30	無	有	コナラ・アベマキ・ウラジロガシ
美都町若杉	10～12	680	中腹	西	30	コナラ・ミズナラ	有	コナラ・ミズナラ
美都町若杉 ²⁾	9	680	—	—	—	コナラ	—	—
美都町大井手 ²⁾	9	300	—	—	—	コナラ	—	—
美都町中ノ谷	11	260	中腹	南	20	無	無	コナラ
美都町後山(1)	7・9～12	280	谷	南	25	コナラ・クリ	有	コナラ・クリ・アベマキ・シラカシ
美都町久原	11	200	谷	東	30	無	無	コナラ
美都町仙道中倉	12	240	尾根	平地	0	コナラ	無	コナラ・スダジイ
美都町光雲坊	12	220	谷	西	20	無	無	コナラ・シラカシ
美都町自然の森	12	560	谷	北	15	コナラ	有	コナラ・ネムノキ
美都町後山(2) ¹⁾	12	260	中腹	東	—	コナラ	—	—
日原町下瀬山	7・9～12	280	尾根	南	25	コナラ	有	コナラ・クヌギ・クリ

¹⁾ : 遠望して調査 ²⁾ : 山土場調査

種はコナラ、ミズナラ、クヌギ、アベマキ、アラカシ、シラカシ、ウラジロガシ、クリ、スダジイおよびネムノキの10樹種であった。うち寄生を認めた林木の多くはコナラであり、また穿入孔、樹液の浸出および木屑の排出カ所数が多いのもコナラであった(表-1)。

加害木の樹幹にはカシナガ成虫による直径1～2mmの穿入孔を多数認めた。多くの穿入孔からは木屑が排出され、また樹液が浸出する穿入孔もあった。穿入孔は地際部から地上4mまでで、多くは高さ2m以下、とくに地際部で多く認めた。激害木では30個以上の穿入孔が生じて、排出された木屑が地際の地上に堆積した。

平成7～12年の6年間に枯死とカシナガの寄生を認め

た林分は周辺へ拡大する傾向があった(図-1)。

各林分での枯死経過を見ると、弥栄村熊の山、三隅町黒沢、美都町馬の谷、同後山(1)および日原町下瀬山の5林分では平成7～12年、または8年～12年継続調査を行った。弥栄村熊の山では平成8～11年毎年枯死は発生したが、平成12年は発生を認めなかった。三隅町黒沢では平成8～10年は枯死は発生しなかったが、平成11～12年数本の枯死発生を確認した。美都町馬の谷では平成7・9年枯死は発生したが、平成10年以降発生しなかった。美都町後山(1)では平成7、9～12年枯死は発生したが、平成12年は数本発生したのみであった。日原町下瀬山では平成7、9年当年枯死は発生したが、平成10年以

降発生しなかった。これら5林分ではカシナガの寄生は平成11年まで毎年確認したが、平成12年美都町馬の谷と日原町下瀬山の2林分では寄生を認めなかった。平成9年美都町若杉と大井手の2山土場を調査して、コナラでカシナガの寄生した丸太を認めた。美都町若杉ではその後伐採地に隣接した林分を調査して、平成10～11年当年枯死が発生したが、平成12年は認めなかった。しかし、寄生木は平成12年にも認めた。

三隅町下り谷、美都町久原、同横見、同中ノ谷および同後山(2)の5林分は平成11年調査した。三隅町下り谷ではアベマキ1本で当年枯死を、また美都町後山(2)では遠望してコナラの当年枯死を確認した。現地調査した4林分ではカシナガの寄生を認めた。平成12年にも調査した三隅町下り谷、美都町横見の2林分では枯死は発生しなかったが、カシナガの寄生は認めた。

三隅町下古和(1)、同下古和(2)、同久年、同御部ダム、同黒沢(2)、弥栄村谷、同的野、美都町仙道中倉、同光雲坊および自然の森の10林分は平成12年調査した。三隅町久年と美都町光雲坊の2林分を除く8林分では当年枯死が発生した。弥栄村谷と三隅町黒沢(2)では遠望して数本のコナラ当年枯死を確認した。また、美都町自然の森では多数の新しい枯死木が林分に散在して目立った。現地調査した8林分はカシナガ寄生木を認めた(表-1)。

2. カシノナガキクイムシ成虫の脱出調査

平成9年採集した丸太では雄455頭、雌426頭、計881頭が脱出した。性比はほぼ1:2であった。脱出は平成10年1月12日に開始した。5月下旬までは毎日連続して脱出することはなく数～十数日間隔で数頭脱出した。5月下旬～6月下旬の約1カ月間には毎日連続して脱出して、全体の約80%が脱出した。以後脱出数は減少して、7月27日に終了した。脱出期間は197日間であった。脱出は雄に比べ雌は若干遅れた。累積脱出率上50%日は雄は6月1日、雌は6月9日、全体では6月3日であった(図-2上)。

平成10年採集した丸太では雄8頭、雌3頭、計11頭脱出したのみであった。

平成11年採集した丸太では雄737頭、雌596頭、計1333頭が脱出した。性比は1:2.2で雄がやや多かった。脱出は平成11年11月25日に開始した。4月中旬までは数日間

隔で数頭脱出した。4月中旬から毎日連続して脱出して、6月上～下旬全体の80%が脱出した。以後脱出率は減少して7月21日に終了した。脱出期間は240日間であった。脱出は雄に比べ雌は若干遅れた。累積脱出率50%日は雄は6月12日、雌は6月14日、全体では6月12日であった(図-2下)。

11～4月の冬期にも少数の成虫脱出を認めたが、脱出した成虫の動きは鈍く、室内において加温しても飛翔しなかった。

調査丸太の表面積1㎡当たりの脱出数は平成9～10年、1380頭、平成10年、5頭、平成11～12年、1035頭であった。平成9～10年調査丸太では地際～1m部位より2.5～3.5m部位で脱出数は多く、2.50～2.83m部位では294頭と最も多かった。平成11～12年調査丸太では地際部～0.33mで446頭と最も多く、地上から高くなると脱出数は減少した(図-3)。

成虫の体長の個体差は大きく、とくに平成10年採集分では最大は最小の2倍に達した。体長、体重とも雌が雄より大きかった(表-2)。

表-2 カシノナガキクイムシの体長と体重

調査年	雌雄	調査頭数	体長		体重	
			体長(平均)	(mm)	調査頭数	平均体重(mg)
H10	♂	455	2.7～5.3	(4.5)	62	2.3
10	♀	426	2.5～5.2	(4.7)	89	4.6
12	♂	73	3.9～5.6	(4.5)	351	4.1
12	♀	28	4.4～5.2	(4.9)	313	4.4

調査丸太からはカシナガの他に未同定種を含む21種の昆虫類が脱出した。これらはナガキクイムシ科、キクイムシ科、ホソカタムシ科、ゾウムシ科、ホソカタムシ科、ネスイムシ科、ヒラタムシ科、ケシキスイ科、ナガクチキムシ科、ハネカクシ科、ゴミムシダマシ科、コキノコムシ科およびオサゾウムシ科に属するものであった(表-3)。うち、ヨシブエノナガキクイムシがいずれの年にも最も多数脱出した。本虫の多くは6月中旬～7月中旬に脱出した。

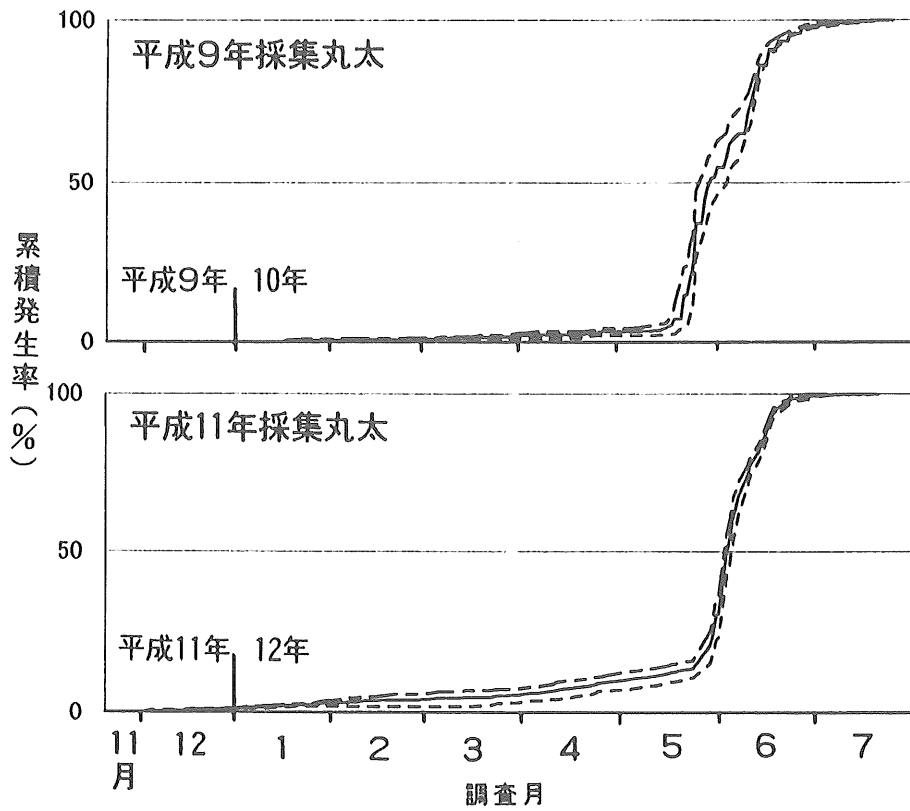


図-2 カシノナガキクイムシの脱出消長
 — 全体 — オス - - - メス

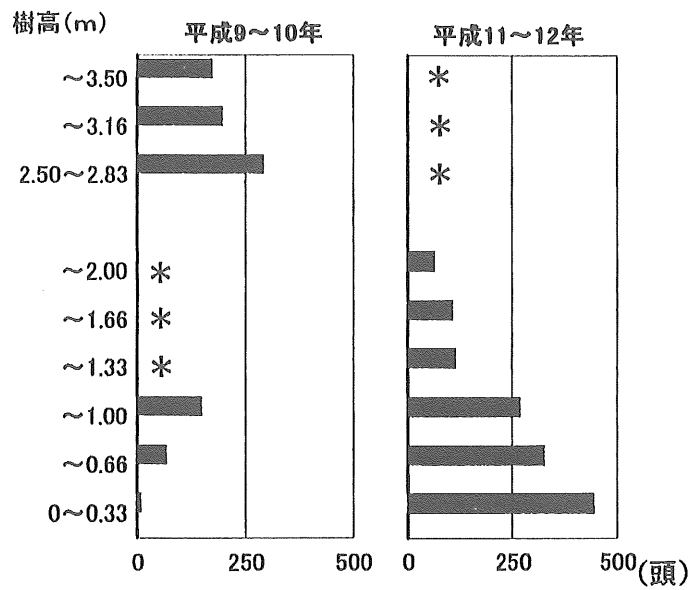


図-3 カシノナガキクイムシの高さ別脱出数
 *調査せず

表-3 枯死したコナラ丸太から脱出したカシナガキクイムシを除く昆虫類

	科名	種名 (学名)	脱出数
H9~10	ナガキクイムシ科	ヨシブエノナガキクイムシ (<i>Platypus calamus</i> Blandford)	44頭
	キクイムシ科	サクキクイムシ (<i>Xylosandrus crasiussculus</i> (Motschulsky))	6
		シャウフスキクイムシ (<i>Xyleborus schaufussi</i> Blandford)	35
		ルイスザイノキクイムシ (<i>X. lewisi</i> Blandford)	15
	ゾウムシ科	ツツゾウムシ (<i>Carcilia strigicollis</i> Roelofs)	171
	未同定3種	26	
H11	ナガキクイムシ科	ヨシブエノナガキクイムシ (<i>P. calamus</i> Blandford)	8
H11~12	ナガキクイムシ科	ヨシブエノナガキクイムシ (<i>P. calamus</i> Blandford)	390
	キクイムシ科	ルイスザイノキクイムシ (<i>X. lewisi</i> Blandford)	15
	ホソカタムシ科	アトキツツホソカタムシ (<i>Teredolaemus guttatus</i> Sharp)	29
		セスジツツホソカタムシ (<i>Cylindromicrus gracilis</i> Sharp)	4
		ホソマダラホソカタムシ (<i>Sympanotus pictus</i> Sharp)	2
	ネスイムシ科	ヤマトネスイ (<i>Rhizophagus japonicus</i> Reitter)	11
	ゾウムシ科	キンケツツヒメゾウムシ (<i>Phaenomerus foveipennis</i> (Morimoto))	8
	コキノコムシ科	コモンヒメコキノコムシ (<i>Litargus japonicus</i> Reitter)	7
	ヒラタムシ科	クロムネキカワヒラタムシ (<i>Pediacus japonicus</i> Reitter)	2
	ハネカクシ科	ヘリトゲヨツメハネカクシ (<i>Pycnoglypta denticollis</i> (Sharp))	2
	ケシキスイ科	ツツオニケシキスイ (<i>Librodor subcylindricus</i> Reitter)	1
	ナガクチキムシ科	アカオビニセハナノミ (<i>Orchesia imitans</i> Lewis)	1
	ゴミムシダマシ科	クロホソゴミムシダマシ (<i>Hypophloeus colydioides</i> (Lewis))	1
	オサゾウムシ科	ククイサビゾウムシ (<i>Dryophthorus sculpturatus</i> (Wollaston))	1
		未同定1種	1

IV 考察

本調査によって、鳥根県におけるコナラを主とする広葉樹の集団枯死被害は、西部の4町村に発生していることが分かった。これはわが国における日本海側の本被害分布の最南端の被害になる。コナラは県東部にも広く、また大量に分布するが、本被害が西部に、またその一部に局所的に発生した理由については不明である。本被害が発生するには、枯死を引き起こすナラ菌を伝搬するカシナガの大量の生息が必要である。また、なんらかの原因によって寄主となるコナラなどの広葉樹が衰弱していることが必要である。本調査で被害が発生した林分はいずれも樹齢30年生以上の壮・老齢木であったが、他に樹木にストレスが生じるような環境条件は見いだせなかつ

た。

この被害発生地域では最初に被害発生が記録されたのは昭和61年である。その後、この被害林分の周辺に被害が拡大した傾向がある。こうした被害の拡大は本病原菌を伝搬するカシナガの大量増殖と飛散によることが推察される。一方、日原町の1林分の被害はかなり離れて発生した。

本被害調査林分では、枯死木は5~10年間継続して発生した。とくに初期での枯死木数が多数で、その後枯死木は減少して、最終的に被害が認められなくなった林分があった。カシナガは枯死木においてのみ繁殖することが知られており、枯死木がある間は新たな寄生が生じる。一方、コナラの樹勢が良好であり、また一度寄生を受けたコナラはその材質の劣化によって、カシナガの寄生と

それによる枯死は減少し、ついには枯死被害は終息する
と考える。他県では本集団枯死被害はコナラのほかにミ
ズナラでも激しく発生することが知られている。しか
し、調査した被害発生地において枯死を認めたのはほと
んどがコナラであり、ミズナラ、アベマキおよびクリは
きわめて少数であった。調査地域はおもに標高600m以
下であり、ナラ属樹種ではコナラが大量に分布し、ミズ
ナラは少数しか分布しない。

カシナガの脱出開始時期は鹿児島県、山形県では6月
中～7月上旬に始まり最盛期は6、7、8月で、その後脱
出は10月まで続く(11, 12, 13)。今回の宍道町での調査
では4月から少数ながら連続して成虫の脱出を認め、多
数の脱出が始まったのは5月下旬～6月上旬、最盛期は
6月上旬～中旬であり、また脱出終了も7月下旬と早
かった。また、平成10年の脱出最盛期は平成12年に比べ
て約10日早くから始まり、50%脱出日も10日早かったが、
平成10年1～6月は平年に比べ気温が高く、高い気温が
脱出を早めたと考えられた。

成虫が穿孔活動にはいるのは脱出数週間後(12, 13)で
あるが、今回の調査から島根県でのコナラ等へのおもな
寄生時期は6月下旬～7月上旬頃と考える。11～4月の
低温期に脱出する少数の成虫は脱出後の活動が鈍く寄生
に関与するかは疑問である。

カシナガの脱出数は地際部でも多かったが、地上から
やや高い2.5～3.5mの部位でも多数の成虫が脱出した。
また、多数脱出する丸太もあったが、少数しか脱出しな
い丸太もあった。このように、カシナガ枯死木からの脱
出数は一様ではないことが分かった。

他昆虫類では13科の21種が脱出したが、カシナガと同
じナガキクイムシ科のヨシブエノナガキクイムシはいず
れの調査年でも認め、また数も多く脱出した。脱出した
本虫は他県でもナラ類の枯死丸太から大量に脱出したと
の報告がある。枯死丸太に2次的に寄生したものと考
える。

島根県においてはコナラは全県に分布する樹種であ
り、これが集団的に枯死することは問題である。また、
標高600m以上ではミズナラも分布する。今後県下全域
においてこれらナラ類の本被害の発生について注意する
必要がある。本被害の防除法はまだ確立されていない。
しかし、これまでの知見から、いくつかの防除法が指摘で

きると考える。まず、本被害は島根県ばかりでなく全
国的に壮・老齢の林分に発生する傾向がある。これらの
林木は生理的に樹勢が衰弱したためにカシナガの寄生を
受けたものと考えられる。したがって、これら壮・老
齢木は早期に利用する必要がある。また、枯死被害
発生林においては、枯死木を早期に伐倒して、寄生
していたカシナガを駆除する必要がある。できれば、
寄生部位を焼却することが望ましい。また、枯死木の
伐根または立木をそのままカーバム剤によって薫蒸
することによってカシナガが駆除できることが報告
されている(14)。

コナラはシイタケ原木として使用されるが、被害
地域のシイタケ生産者から枯死やカシナガ寄生木は
原木として使用の可否や子実体発生量について質
問があった。これらについては今後検討する必要
がある。

引用文献

- (1) 布川耕市：新潟県におけるカシナガキクイムシの被害とその分布について。森林防疫42：210～213, 1993
- (2) 塩見晋一・塩崎真也：兵庫県におけるコナラとミズナラの集団枯損実態。森林応用研究6：197～198, 1997
- (3) 井上重紀・三浦由洋：落葉カシ類の枯損。日林中支論40：237～238, 1992
- (4) 石山新一郎：山形県朝日村におけるナラ類の枯損実態について。森林防疫42：236～242, 1993
- (5) 伊藤進一郎・山田利博：日本海側に発生するナラ類集団枯死被害の分布。森林防疫47：222～229, 1998
- (6) 齊藤哲夫・松本義明・平嶋義弘・久野英二・中島敏夫共著：新応用昆虫学。pp224～230, 朝倉書店, 東京, 1986
- (7) 野淵 輝：シイタケほだ木のアンブロシア穿孔虫(I)。森林防疫29：81～87, 1980
- (8) 小林富士雄・竹谷昭彦編：森林昆虫。pp32～34, 養賢堂, 東京, 1994
- (9) 伊藤進一郎・窪野高德・佐橋憲生・山田利博：ナラ類集団枯損被害に関連する菌類。日林誌80(3)：170～175, 1998
- (10) 黒田慶子・山田利博：ナラ類の集団枯損にみられ

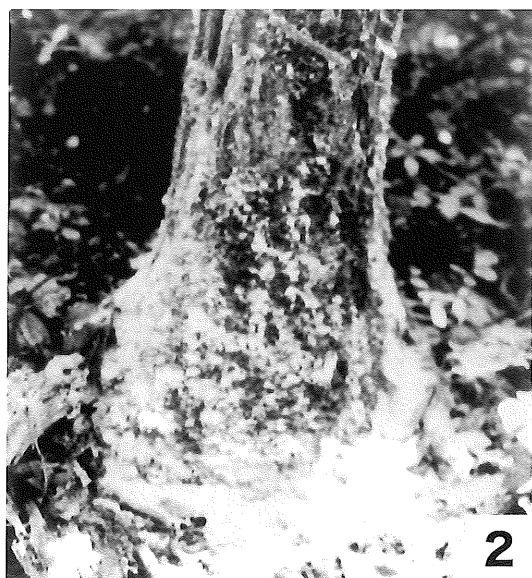
る辺材の変色と通水機能の低下. 日林誌78 : 84~88, 1996

(11) 衣浦晴生 : ナラ類の集団枯損とカシノナガキクイムシの生態. 林業と薬剤130 : 11~20, 1994

(12) 佐藤千恵子・荒井正美・衣浦晴生 : 山形県におけるナラ類集団枯損—カシノナガキクイムシ発生消長—. 日林論104 : 647~648, 1993

(13) 谷口 明・末吉政秋 : カシノナガキクイムシに関する研究 (II) —成虫の発生消長・加害時期・加害量の推移—. 日林九支研論43 : 155~156, 1990

(14) 斉藤正一・中村人史・三浦直美・小野瀬浩司 : ナラ類集団枯損の薬剤防除法. 森林防疫48 : 84~94, 1999



写真—1 : 多数の穿入孔から排出される木屑 (コナラ)

2 : 地際地上に堆積した木屑

3 : カシノナガキクイムシ成虫 (雄)

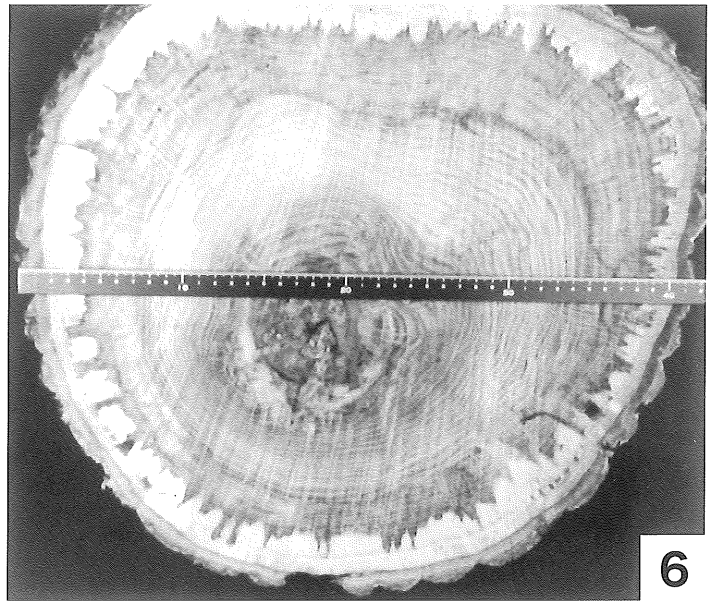
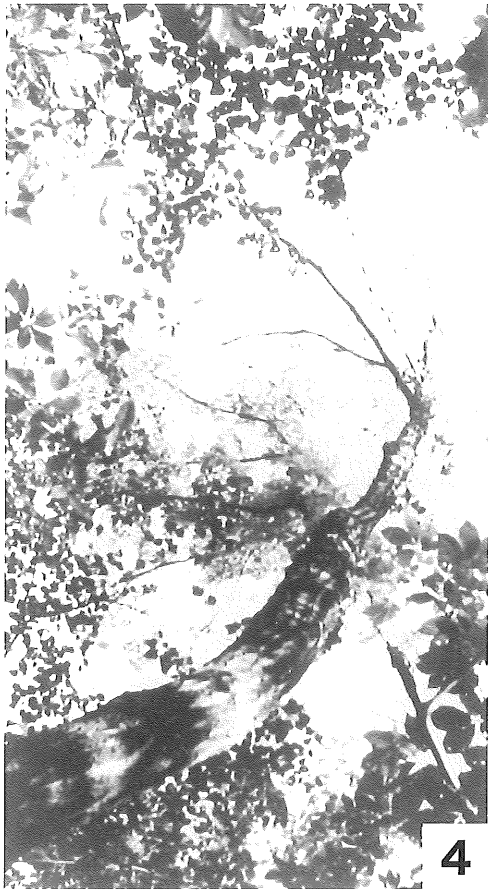


写真-4 : コナラ当年枯死木

5 : 幹から多数萌芽したコナラ

6 : コナラ木口面の材変色

7 : 成虫発生消長調査中の丸太

論文 島根県産スギ材とコナラ材により製造した集成材の性能評価（Ⅰ）

後藤 崇志・池 渕 隆・中山 茂生

Performance Evaluation of Laminated Woods Produced from Sugi (*Cryptomeria japonica*) and Konara (*Quercus serrata*) Grown in Shimane Prefecture.

Takashi GOTO, Takashi IKEBUCHI, and Shigeo NAKAYAMA

要 旨

島根県産スギ材とコナラ材を用いて3層及び5層構成の異等級構成構造用集成材（対称構成）を製造し、各種の性能評価を行った。得られた結果は、次の通りである。

1. 曲げ性能試験では、最外層にコナララミナを構成することにより高い曲げ性能が得られた。
2. 曲げヤング係数は最外層ラミナの曲げ性能が強く影響し、曲げ強度は高い曲げ性能を有するコナララミナの構成方法により高くなることが分かった。
3. 接着性能試験では、スギーコナラ接着層で高いせん断強さが得られたが、長期的な接着性能を付与するには接着条件の検討を要した。
4. 乾湿繰り返し試験では、コナララミナの間にスギラミナを構成することにより、集成材の接着層はくりの発生を抑制できる可能性があることが分かった。

Ⅰ はじめに

スギ (*Cryptomeria japonica* D. Don) 材の蓄積量は年々増加しており、住宅建築分野での新たな用途開発が求められている。

スギ材は他の針葉樹に比べヤング係数が低く、そのバツキが大きい。しかも、材質変動が大きく軟らかい(Ⅰ)等の欠点があり、住宅建築分野での新たな利用を進めるためにはこれらの欠点を補う必要がある。

一方、本県ではコナラ (*Quercus serrata* THUNB. ex

Murray) 材の蓄積量が多く、表-1に示すとおり広葉樹総蓄積量の34.7%を占めている(2)。

コナラ材は、気乾比重が0.82で高い強度性能を有しているが、しかし狂いや割れが生じやすいため用材としてはほとんど利用されていない。

そこで、横架材等構造用材への利用を目的として、県産スギ材とコナラ材を用いて異等級構成構造用集成材（対称構成）を製造し、各種の性能試験を行った。

なお、本報告は平成10～14年度の林野庁大型プロジェ

表-1 流域別広葉樹蓄積量に占めるコナラ材蓄積量

流 域	広葉樹蓄積量 (m ³)	コナラ材蓄積量 (m ³)	コナラ材蓄積量割合 (%)
斐 伊 川	9,137,378	3,284,703	35.9
江の川下流	10,495,885	4,046,487	38.6
高 津 川	7,093,618	2,298,332	32.4
隠 岐	1,315,131	114,416	8.7
合計	28,042,012	9,743,938	34.7

「島根県農林水産部林業管理課：森林資源関係資料（平成11年度末現在）」より抜粋

クト研究「地域材を利用した高信頼性構造用材の開発」の一環として実施した事業の一部をとりまとめたものである。供試材の入手にご配慮いただいた関係各位に厚く感謝する。

II 試験方法

3層構成の異等級構成構造用集成材（以下、3層集成材と呼ぶ）と5層構成の異等級構成構造用集成材（以下、5層集成材と呼ぶ）の小試験体を製造した。

試験用集成材の製造は、3層集成材には厚み0.7cm、5層集成材には厚み1.2cmのラミナを用いた。それぞれの厚みで、12cm（幅）×100cm（材長）のラミナを接着圧縮し、各試験に合わせた試験体を採材した。

1. 5層集成材用ラミナの等級区分

5層集成材は断面設計を行うため、その製造に用いるラミナは等級区分を行った。等級区分は、曲げヤング係数を用いた機械区分による等級格付け(3)とした。

曲げヤング係数は、中央集中荷重方式で荷重量2kgfを5回加え、ダイヤルゲージにより荷重毎のひずみを測定し算出した。

ラミナの寸法は12cm（幅）×1.2cm（厚み）×100cm（材長）で、スパンは90cmとした。供試枚数はスギラミナ66枚、コナララミナ46枚である。

2. 異等級構成構造用集成材の製造

1) 異等級構成構造用集成材のラミナ構成

3層集成材のラミナ構成パターンは4種類、5層集成材のラミナ構成パターンは5種類とした（図-1、2）。

2) 異等級構成構造用集成材の接着条件

接着剤はレゾルシノール樹脂系接着剤（ディアノール33号、大鹿振興株式会社製）を用いた。なお、一部の5層集成材については水性高分子・イソシアネート系接着剤（ピーアイボンド127、大鹿振興株式会社製）を用いた。

塗布量はハケ塗りにより250g/m²として両面塗布した。

圧縮条件は、ネジクランプ方式により圧力10kgf/cm²で、室温下で24時間圧縮した。その後解圧し、室温下で約1週間養生した。

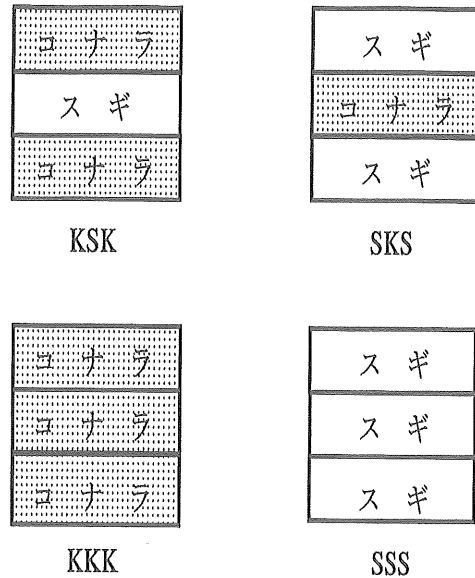


図-1 3層集成材のラミナ構成パターン
注) 各構成パターンを記号で表す。なお、Kはコナララミナ、Sはスギラミナを示す。

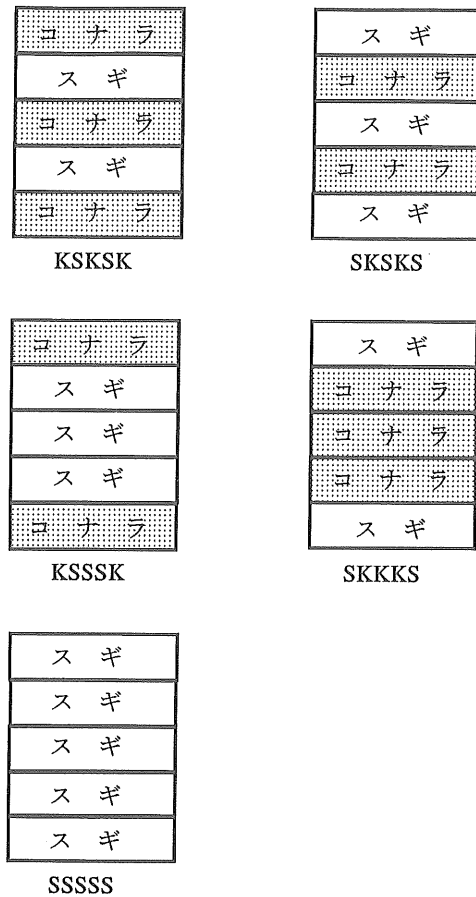


図-2 5層集成材のラミナ構成パターン
注) 各構成パターンを記号で表す。なお、Kはコナララミナ、Sはスギラミナを示す。

3. 曲げ性能試験

曲げ性能試験は、JIS木材の曲げ試験方法(4)に準拠して行った。

3層集成材の試験体は、寸法2.1cm(幅)×2.1cm(厚み)×33.6cm(材長)のものを製造し、スパンは29.4cmとした。試験体数は各構成パターンより8体ずつ供試した。5層集成材については6.0cm(幅)×6.0cm(厚み)×100.0cm(材長)のものを製造し、スパンは84.0cmとした。試験体数は各構成パターンより6体(スギ5層集成材については8体)ずつ供試した。

4. 接着性能試験

接着性能試験はJAS(3)に準拠して浸せきはくり、煮沸はくり、およびブロックせん断試験を行った。

浸せきはくり試験と煮沸はくり試験は、5層集成材で試験体寸法6.0cm(幅)×6.0cm(厚み)×7.5cm(材長)のものを供試した。試験体数は各構成パターンより6体(レゾルシノール樹脂系接着剤でスギ5層集成材については8体)ずつ供試した。

ブロックせん断試験は、5層集成材からスギーコナラ接着層とスギスギ接着層を含む試験体を採材し、接着面寸法2.5cm(繊維方向)×2.5cm(接線方向)のものを供試した。試験体数は各20体である。試験体は予め恒温恒湿器(TABAI ESPEC社製PR-4S[H](W)型)により含水率を約12%に調湿した。

5. 乾湿繰り返し試験

乾湿繰り返し試験は恒温恒湿器を用いて行った。

乾燥処理として25℃、相対湿度50%、平衡含水率約9%(5)の条件下に3日間放置した後、湿潤処理として25℃、相対湿度90%、平衡含水率約20%(5)の条件下に4日間放置した。これを1サイクルとして計10サイクル処理し、各サイクル終了時点で重量と寸法を測定して含水率と膨潤率(幅方向、厚み方向)を求めた。

3層集成材で寸法2.1cm(幅)×2.1cm(厚み)×19.5cm(材長)のものを各構成パターンの試験体より8体ずつ供試した。

III 結果と考察

1. スギラミナ、コナララミナの等級区分

スギラミナを等級区分した結果、スギラミナは7等級に区分され、そのほとんどがL50以上で構造用集成材の製造に利用可能なものであった(図-3)。等級の中でも特にL60、L70、L80の3等級に格付けできたラミナが多くなった。

スギラミナの気乾比重は平均値で0.38、曲げヤング係数は平均値で75.2(10³kgf/cm²)で、その範囲は35.2~109.9(10³kgf/cm²)であった。変動係数は22.3%で、コナララミナと比較して等級のバラツキが大きくなった。したがって、実際の製造段階では各工程で等級区分を行い、スギラミナの等級に適した断面設計を行う必要がある。

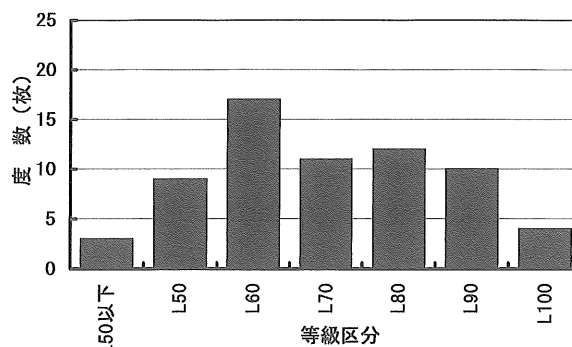


図-3 スギラミナの等級区分結果

コナララミナを等級区分した結果、コナララミナは4等級に区分され、ほとんどのラミナがL160~L200の高い等級に格付けできた(図-4)。

コナララミナの気乾比重は平均値で0.82、その範囲は0.63~0.93であった。曲げヤング係数は平均値で178.4(10³kgf/cm²)で、その範囲は136.5~225.8(10³kgf/cm²)であった。変動係数は9.6%となりバラツキも小さかった。供試したコナララミナの材質は、錦織らの報告(6)と同様

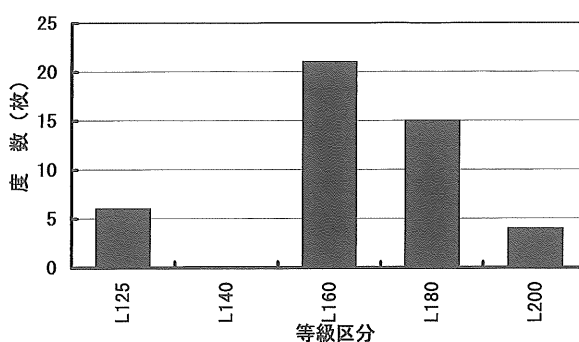


図-4 コナララミナの等級区分結果

の傾向を示し、重硬な材質で高い曲げ性能を有していることが分かった。

集成材が曲げ荷重を受けたとき、断面内に生じる曲げ応力は外側ほど大きく内側ほど小さいため、外側の層ほど高い品質のラミナを配置しなければならない(7)。したがって、コナララミナはL160以上で最外層用ラミナとして用いることが最も適すると思われる。

2. 曲げ性能試験

1) 3層集成材の曲げ性能試験結果

3層集成材の曲げ性能試験結果を示す(表-2)。

コナララミナを最外層に構成したKSK集成材とKKK集成材で高い曲げ性能が得られた。

錦織らの報告(6)では、コナラJIS試験体の曲げ性能は、県内産地による違いは見られず、曲げヤング係数136.1~160.2(10³kgf/cm²)、曲げ強度1316~1410(kgf/cm²)の範囲内にあると報告している。KKK集成材はこの報告と同程度の曲げ性能を有していた。内層にスギラミナを構成したKSK集成材の曲げヤング係数は、この報告と同程度であった。これは、最外層のコナララミナの高い曲げ性能の効果によるものと考えられる。しかし、曲げ強度は若干劣る結果となっている。これは、内層のスギラミナの影響によるものと考えられる。

外層にスギラミナを構成し内層にコナララミナを構成したSSS集成材と、スギラミナにより構成したSSS集成材の曲げヤング係数は、一般的なスギ材の曲げヤング係数80(10³kgf/cm²)(8)とほぼ同程度であった。しかし、SKS集成材の曲げ強度は一般的なスギ材の曲げ強度660(kgf/cm²)(8)より高くなっていることが分かる。これは、内層にコナララミナを構成したことにより、曲げ強度が向上したためと考えられる。

2) 5層集成材の断面設計と曲げ性能試験結果
各ラミナの等級区分の結果から5層集成材のラミナ構成、すなわち断面設計(7)を行った(図-5)。

コナラ L180	スギ L 60
スギ L 60	コナラ L160
コナラ L160	スギ L 60
スギ L 60	コナラ L160
コナラ L180	スギ L 60

コナラ L180 (L180) (L160)
スギ L70
スギ L50
スギ L70
コナラ L180 (L200) (L160)

スギ L 90
コナラ L160
コナラ L160 (L125)
コナラ L160
スギ L 90

スギ	L100	L 90	L80	L60
スギ	L 80	L 80	L80	L50
スギ	L 40	L 50	L80	L50
スギ	L 80	L 80	L80	L50
スギ	L100	L 90	L80	L80

図-5 5層集成材の断面設計

注) ()内の等級は、構成を変更したラミナの等級を示す。

表-2 3層集成材の曲げ性能試験結果

3層集成材	曲げヤング係数 (10 ³ kgf/cm ²)	曲げ強度 (kgf/cm ²)	気乾比重	含水率 (%)
コナラ-スギ-コナラ (KSK)	134.5 (24.4)	1,043 (135)	0.69	12.3
スギ-コナラ-スギ (SKS)	89.1 (8.4)	816 (77)	0.58	12.8
コナラ-コナラ-コナラ (KKK)	162.9 (20.1)	1,162 (219)	0.86	11.9
スギ-スギ-スギ (SSS)	83.9 (6.7)	640 (26)	0.41	14.5

注) ()内は標準偏差を示す。

断面設計した5層集成材の曲げ性能試験結果を示す(表-3, 図-6)。各種断面構成における曲げヤング係数と曲げ強度は、素材と同様で比例関係が見られた($R=0.81$)。曲げ性能は3層集成材の場合と同様に、最外層にコナララミナを構成したKSKSK集成材とKSSSK集成材で高い結果となった。最外層がスギラミナで内層にコナララミナを構成したSKSKS集成材とSKKKS集成材は、SSSSS集成材と比較して曲げヤング係数は同程度であるが、曲げ強度が向上していることが分かる。前述のとおり、集成材が曲げ荷重を受けたとき断面内に生じる曲げ応力は外側ほど大きく内側ほど小さいことより、曲げヤング係数は最外層ラミナの曲げ性能に強く影響され、曲げ強度は高い曲げ性能を有するコナララミナの構成位置に影響されていると考えられる。最外層に高い曲げ性能を有するラミナを構成すれば、集成材の曲げヤング係数と曲げ強度を高くすることが可能になるといえる。

曲げ強度を構造用集成材のJAS(3)における対称異等級構成集成材のそれと比較すると、全ての5層集成材が高い値となっている。これは、たて継ぎラミナを使用していないためだと思われる。

たて継ぎ加工をフィンガージョイントにより施した場合の接合効率、曲げ強度や引張り強度では無欠点材の60~80%(9)とされている。たて継ぎラミナを使用した場合を想定し、表-3の曲げ強度値の60%を求め、異等級構成構造用集成材の強度等級(3)を格付けした。

その結果、KSKSK集成材は内層にコナララミナを構成しているが、KSSSK集成材と同じE120-F330の等級となった。したがって、狂いや割れが生じやすく、

ラミナの歩留りが低くなることが予測されるコナララミナの構成は、コナラスギースギースギコナラの断面設計が強度的かつ経済的にも最適な構成であると考えられる。

SKKKS集成材はE85-F255に格付けされ、SSSSS集成材のE65-F225より1等級高くなった。しかし、SKSKS集成材はSSSSS集成材と同一等級となった。

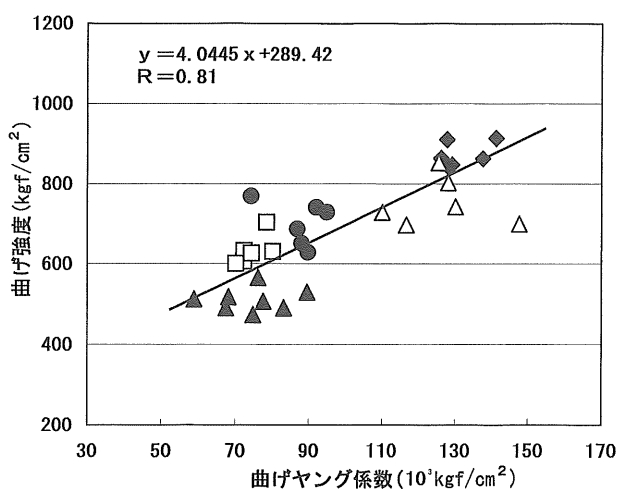


図-6 各種断面構成における曲げヤング係数と曲げ強度との関係

- 注) ◆ : コナラスギコナラスギコナラ (KSKSK)
□ : スギコナラスギコナラスギ (SKSKS)
△ : コナラスギースギースギコナラ (KSSSK)
● : スギコナラコナラコナラスギ (SKKKS)
▲ : スギースギースギースギ (SSSSS)

表-3 5層集成材の曲げ性能試験結果

5層集成材	曲げヤング係数 (10^3kgf/cm^2)	曲げ強度 (kgf/cm^2)		気乾比重	含水率 (%)
		試験値	試験値の60%の値		
コナラスギコナラスギコナラ (KSKSK)	131.7 (6.2)	874 (31)	524	0.64	12.9
スギコナラスギコナラスギ (SKSKS)	74.6 (3.9)	634 (37)	380	0.56	13.3
コナラスギースギースギコナラ (KSSSK)	126.4 (12.9)	754 (62)	452	0.58	13.5
スギコナラコナラコナラスギ (SKKKS)	87.6 (7.2)	701 (55)	421	0.63	13.1
スギースギースギースギ (SSSSS)	74.4 (9.6)	511 (28)	307	0.39	14.9

注) ()内は標準偏差を示す。

3. 接着性能試験

1) 浸せきはくり試験

2種類の接着剤を用いて浸せきはくり試験を行った結果を示す(表-4)。

コナララミナとスギラミナを交互に構成したKSKSK集成材とSKSKS集成材, またKSSSK集成材では両接着剤で高い耐水性を示した。しかし, 内層にコナララミナを構成したSKKKS集成材は, いずれの接着剤の場合とも合格試験体数は少なかった。

これは, コナララミナが浸せき処理と乾燥処理により狂いや木口割れを生じていたことから, 接着層がはくりしたと考えられる。実際, コナラ-コナラ接着層で多くのはくりが生じていた。一般的なナラ材の圧縮圧力は10~15kgf/cm²(10)とされていることより, 圧縮圧力10kgf/cm²はコナララミナとスギラミナの接着には適していたが, コナララミナ同士の接着には不十分であったことが考えられる。

以上の結果, 今回の接着条件では, スギラミナとコナララミナを交互に構成するか, もしくは最外層にコナララミナを構成し内層にスギラミナを構成することにより, 高い耐水性が得られると考えられる。

2) 煮沸はくり試験

2種類の接着剤を用いて煮沸はくり試験を行った結果を示す(表-5)。

レゾルシノール樹脂系接着剤では, KSKSK集成材とSKSKS集成材, またSSSSS集成材で高い耐熱水性を示した。しかし, KSSSK集成材とSKKKS集成材では, スギーコナラ接着層で多くのはくりが生じていた。これは, 煮沸処理によって最外層ラミナと内層ラミナの膨潤率の差が著しく大きくなり, 接着層がはくりが生じやすくなったものと思われる。

水性高分子・イソシアネート系接着剤の場合, KSSSK集成材とSSSSS集成材を除いて, 高い耐熱水性は得られなかった。本谷ら(11)は, 水性高分子・イソシアネート系接着剤はレゾルシノール樹脂系接着剤に匹敵する耐熱水性を有し, 組成に易動性の高い分子鎖を含むので木材の寸法変化に追従できるものと報告している。今回の試験では, 易動性が高いためにラミナの膨潤が容易になった可能性が考えられる。

コナララミナは前述のとおり, 浸せきはくり試験や煮沸はくり試験のように吸水処理と乾燥処理を施すことによって, 寸法変化や割れが生じ接着層に大きな負荷を及

表-4 浸せきはくり試験結果

5層集成材	合格試験体数/供試試験体数(個)	
	レゾルシノール樹脂系接着剤	水性高分子・イソシアネール系接着剤
コナラ-スギ-コナラ-スギ-コナラ (KSKSK)	4/6	5/6
スギ-コナラ-スギ-コナラ-スギ (SKSKS)	4/6	6/6
コナラ-スギ-スギ-スギ-コナラ (KSSSK)	6/6	5/6
スギ-コナラ-コナラ-コナラ-スギ (SKKKS)	2/6	3/6
スギ-スギ-スギ-スギ-スギ (SSSSS)	8/8	6/6

表-5 煮沸はくり試験結果

5層集成材	合格試験体数/供試試験体数(個)	
	レゾルシノール樹脂系接着剤	水性高分子・イソシアネール系接着剤
コナラ-スギ-コナラ-スギ-コナラ (KSKSK)	5/6	2/6
スギ-コナラ-スギ-コナラ-スギ (SKSKS)	4/6	2/6
コナラ-スギ-スギ-スギ-コナラ (KSSSK)	2/6	4/6
スギ-コナラ-コナラ-コナラ-スギ (SKKKS)	3/6	0/6
スギ-スギ-スギ-スギ-スギ (SSSSS)	8/8	6/6

ぼしているものと推察できる。したがって、接着条件の検討、長期的な接着性能試験を行い、スギラミナとコナララミナの接着性能（耐熱水性）についてさらにデータを蓄積する必要がある。

3) ブロックせん断試験

レゾルシノール樹脂系接着剤を用いて製造した5層集成材について、スギーコナラ接着層とスギースギ接着層のブロックせん断試験を行った結果を示す（図-7）。

スギーコナラ接着層のせん断強さは平均114kgf/cm²、平均木部破断率は80%であり、スギースギ接着層は79kgf/cm²、90%であった。両接着層の場合ともJAS(3)におけるスギブロックせん断試験の適合基準である54kgf/cm²、60%を満たし、高いせん断強さを有していた。

接着強度は比重の影響を大きく受け、比重の大きい材ほど高くなる(12)ことが知られている。また、本谷ら(11)は、各種の針葉樹材-広葉樹材接着層についてブロックせん断試験を行った結果、針葉樹材-広葉樹材接着層のせん断強さは、針葉樹材、広葉樹材単体の接着せん断強さのほぼ中間値になると報告している。そして、コナラと類似の材質を有するミズナラをレゾルシノール樹脂系接着剤で接着した場合のせん断強さは、79~145kgf/cm²となることも合わせて報告している。これらのことより、今回行ったスギースギ接着層のせん断強さの

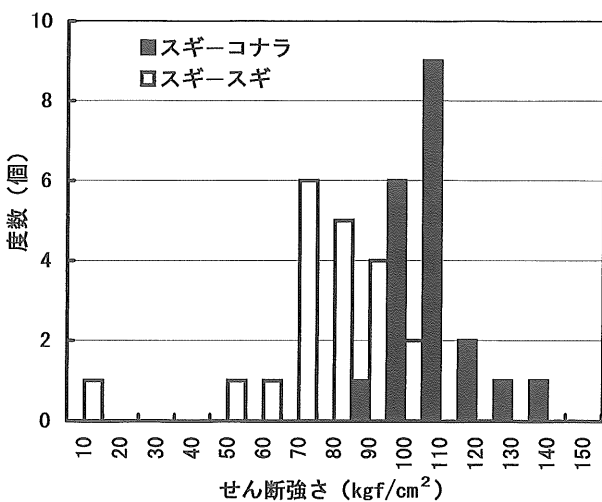


図-7 スギーコナラ接着層とスギースギ接着層のブロックせん断試験結果

注) せん断強さ110 (kgf/cm²) は110.0~111.9 (kgf/cm²) の範囲内のせん断強さを示す。

結果も合わせて考えると、スギーコナラ接着層においても同様にほぼ中間値になる傾向が認められる。

以上の結果より、スギースギ接着層よりせん断強さの高いスギーコナラ接着層を集成材断面の外側に配置できるよう断面設計を行えば、曲げ性能試験において高い曲げ性能と水平せん断力を付与できることが示唆される。

4. 乾湿繰り返し試験

乾湿繰り返し試験での各処理サイクル終了時における積層方向（厚み方向）の膨潤率変化を示す（図-8）。

含水率は10~18%の範囲で変動し、積層方向の膨潤率はKKK集成材で最も大きく、KSK集成材、SKS集成材、SSS集成材の順で小さくなった。

幅方向の膨潤率は、最外層にコナララミナを構成したKKK集成材とKSK集成材で大きくなり、ともに1.5~2.0%であった。最外層にスギラミナを構成したSSS集成材とSKS集成材では1.0~1.3%程度の膨潤率を示した。

これらの結果より、コナララミナの構成量と比例して膨潤率は大きくなるのがわかる。これは、木材の接線方向及び半径方向の膨潤・収縮率は比重に比例する(13)ことから、コナラ材の重硬な材質が影響したためだと思

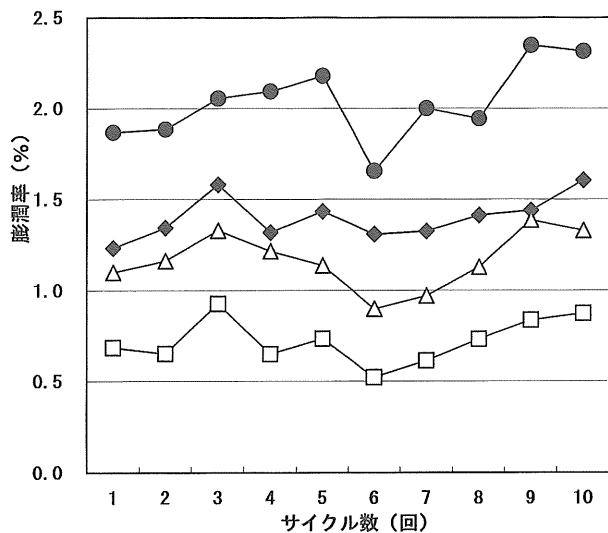


図-8 乾湿繰り返し試験における積層方向膨潤率の変化

注) ◆ コナラ-スギーコナラ-スギーコナラ (KSK)
 △ スギーコナラ-スギーコナラ-スギ (SKS)
 ● コナラ-スギースギ-スギーコナラ (KKK)
 □ スギースギ-スギースギ-スギ (SSS)

われる。したがって、コナララミナについては人工乾燥を施し、平衡含水率15%程度に調整する必要がある。

KKK集成材は3～4サイクル目で多くの試験体に接着層のはくりが生じていた。しかし、SKS集成材では1試験体だけではくりが生じ、KSK集成材については試験終了時までにはくりは全く見られなかった。KKK集成材はコナラ材が硬質であるため、最外層ラミナの寸法変化に内層ラミナが追従できなかつたものと思われる。しかし、内層にスギラミナを構成したKSK集成材では、最外層コナララミナの寸法変化に軟質のスギラミナが追従できたことが推察される。したがって、コナララミナの間にはスギラミナを構成することにより、集成材の接着層のはくりの発生を抑制できることが考えられる。

IV おわりに

スギ材とコナラ材の集成化により各種構成の3層、および5層集成材を製造し、曲げ性能試験、接着性能試験、乾湿繰り返し試験を行った。

曲げ性能試験の結果、コナララミナを最外層に構成することにより曲げヤング係数の高い集成材が製造可能となり、またコナララミナを考慮して断面設計すると曲げ強度も高くなることが分かった。5層集成材の曲げ試験結果から、コナララミナとスギラミナの構成はコナラースギースギースギーコナラが強度的かつ経済的にも最適であると考えられる。

接着性能試験において、浸せきはくり試験では、スギラミナとコナララミナを交互に構成するか、もしくは最外層にコナララミナを構成し内層にスギラミナを構成することにより、高い耐水性が得られた。しかし、煮沸はくり試験においては、レゾルシノール樹脂系接着剤と水性高分子・イソシアネート系接着剤いずれの接着剤を用いた場合でもスギーコナラ接着層で多くのはくりが生じたため、高い耐熱水性は得られず、長期的な接着性能を付与するには接着条件の検討を要した。ブロックせん断試験ではスギーコナラ接着層のせん断強さは114kgf/cm²、平均木部破断率は80%でJAS規格を満足した。

乾湿繰り返し試験の結果、コナララミナの間にはスギラミナを構成することにより、集成材の接着層のはくりの発生を抑制できることが考えられた。

なお、今回製造した各集成材は小寸法であるため、今後、たて継ぎラミナにより構成した実大寸法の集成材による各種の性能評価を行う。

引用文献

- (1) 林 知行：スギ構造用LVLの製造上の問題点．木材工業54：60～65，1999
- (2) 島根県農林水産部林業管理課：森林資源関係資料（平成11年度末現在），2000
- (3) （財）日本合板検査会：構造用集成材の日本農林規格，1996
- (4) （財）日本規格協会：JIS Z 2101 木材の試験方法，1994
- (5) 高橋 徹・中山義雄 編：木材科学講座3物理．32，海青社，京都，1992
- (6) 錦織 勇・池淵 隆他：広葉樹材の特性調査と新用途開発事業．島根県林業技術センター業務報告27～29，1996～1998
- (7) 林 知行：高信頼性木質建材「エンジニアードウッド」．130～131，日刊木材新聞社，東京，1998
- (8) （社）全国林業改良普及協会：林業技術ハンドブック．1462～1463，技秀堂，東京，1998
- (9) （社）日本林業技術協会：木の100不思議．176～177，東京書籍，東京，1995
- (10) （社）日本木材加工技術協会：木材の接着・接着剤．71～72，産調出版，東京，1996
- (11) 本谷由紀，中野隆人，長谷川祐，平林 靖：針葉樹・広葉樹積層材の接着性能．木材学会誌 42：140～148，1996
- (12) 鈴木正治・徳田迪夫 編：木材科学講座8木質資源材料．129～130，海青社，京都，1993
- (13) 高橋 徹・中山義雄 編：木材科学講座3物理．40～43，海青社，京都，1992

Performance Evaluation of Laminated Woods Produced from Sugi (*Cryptomeria japonica*) and Konara (*Quercus serrata*) Grown in Shimane Prefecture.

Takashi GOTO, Takashi IKEBUCHI, and Shigeo NAKAYAMA

Summary

We produced 3-ply and 5-ply laminated woods composed of different graded laminae (symmetrical composition) for structural use, which were made from Japanese cedar, sugi (*Cryptomeria japonica* D. Don), and Japanese oak, konara (*Quercus serrata* Thunb. ex Murray), grown in Shimane Prefecture. Their performances such as bending strength and bonding strength were evaluated. The results obtained are as follows :

1. In bending test, when composing konara wood laminae as the face laminae, high bending performances were achieved.
2. The modulus of elasticity was greatly influenced by the bending performances of face laminae. In addition, it was found that the modulus of rupture could be enhanced by the composing way of konara wood laminae having a high bending performance.
3. In bonding test, the glue lines between sugi and konara wood laminae showed great shear strength, but the examination of the conditions of gluing operation was required for the long-term bonding performance.
4. In wet-dry cycle test, there was a possibility that the occurrence of the delamination in glue lines of laminated woods could be restrained by composing sugi wood laminae among konara wood laminae.

資料 ヒラタケ白こぶ病の発病時期と ネット被覆による防除試験

富川 康之・河井 美紀子・扇 大輔*

Seasonal Development of Symptoms of Gill-knot Disease of the Oyster Mushroom and Control it by Covering Bet Logs with Screen Net

Yasuyuki TOMIKAWA, Mikiko KAWAI, and Daisuke OUGI

要 旨

1. 八東郡宍道町で行ったヒラタケ原木栽培で、6調査年のうち5調査年でヒラタケ白こぶ病が発病した。
2. 当試験地での発病時期は主に11月中旬以降であった。
3. ほだ場に置いたおが粉培地から発生したヒラタケ子実体でも本病の発病を認めた。
4. ウスヒラタケ野生種の子実体でも本病の発病を認めた。
5. 本病害はネット被覆によって防除できることを確認した。

I はじめに

ヒラタケ属 (*Pleurotus* sp.) の子実体はひだにこぶ状の組織が生じることがあり、「ヒラタケ白こぶ病」と呼ばれる(2)、本病は1978年、有田ら(1)によって島根県で最初に発見された。周藤・井ノ上(3)は本県での罹病子実体に生息する昆虫、線虫およびダニの種と頭数を調査して8種の生物を検出したが、大半の罹病子実体に線虫1種 (*Howardula* sp.)、キノコバエ1種 (*Allodiopsis* sp.) の幼虫の生息を確認した。近年、別の線虫1種 (*Iotonchium* sp.) の生息も確認され、この線虫はナミトモナガキノコバエ (*Rhymosia domestica*) が媒介することが報告された(5)。発病にはこれらの生物が関与すると考えられているが、いまだ発病機構は解明されていない。

ヒラタケ原木栽培を行っている生産者から本病害についての問い合わせが多く、防除の参考資料を得る目的でほだ木およびおが粉培地から発生するヒラタケ (*P. ostreatus*) の子実体、ウスヒラタケ (*P. pulmonarius*) 野生種の

子実体において発病の有無、本病が生じる時期などを調査した。

また、防除法の1つとして、線虫を媒介する生物の子実体への接触を防ぐためネットによってほだ木を被覆する方法が示されている(2)。本試験ではネット被覆による防除効果を検討した。

なお、試験を実施するに当たり御助言いただいた菌蕈研究所の有田郁夫氏、ウスヒラタケを同定していただいた同研究所の長沢栄史氏にお礼を申し上げる。

II 発病時期調査

1. 調査方法

1) ほだ木から発生したヒラタケ子実体

1993, 1996~2000年、八東郡宍道町の林業技術センター構内(標高20m)でヒラタケ原木栽培を行った。4月、長さ50cmの広葉樹原木を半分に切断して、切断面にヒラタケのおが種菌(菌興ヒラタケ)を塗布した後、重ね合わ

*現川本農林振興センター

せてテープで止めた(写真-1)。2つのほだ場で5~17本のほだ木を供試して発病の有無, 時期を調査した(表-1)。

表-1 発病実態調査

調査年	ほだ場	ほだ木の樹種	ほだ木
1993	広葉樹林	ホオノキ	10本
〃	ヒノキ林	ホオノキ	10
1996	広葉樹林	トチノキ	17
〃	ヒノキ林	トチノキ	6
1997	広葉樹林	トチノキ	16
〃	ヒノキ林	イヌシデ	15
1998	ヒノキ林	イヌシデ	10
1999	広葉樹林	イヌシデ	9
〃	ヒノキ林	イヌシデ	8
2000	ヒノキ林	ヤマザクラ	5

調査期間を通してこぶの形態, 病徴が進展する様子を観察した。罹病子実体については実体顕微鏡下でこぶを切開して, 生息する線虫を検鏡した。また, 罹病子実体をポリエチレン容器に入れて, 子実体から脱出する昆虫を調査した。

2) おが粉培地から発生したヒラタケ子実体

ブナおが粉と米ぬかを容積比10:1で混合した培地で, 原木栽培用ヒラタケ種菌(菌興ヒラタケ)を培養した。1993年は10月上旬からヒノキほだ場で, 1996年は11月上旬から広葉樹ほだ場で発病の有無, 時期を調査した。

また, 年間を通して発病の経過を見る目的で, 1998年6月~1999年12月の19カ月間, 月2回, 菌床栽培用ヒラタケ種菌(森39号)を培養して芽出し処理した3~5培地を使用して, 広葉樹ほだ場およびヒノキほだ場で発病の有無を調査した(写真-2, 3)。

3) ウスヒラタケ子実体

1998~2000年, 飯石郡赤来町小田のブナ林(標高700m)で, ブナ枯死木に発生したウスヒラタケの子実体を観察して, 発病の有無を調査した(写真-4)。

2. 調査結果

1) ほだ木から発生したヒラタケ子実体(写真-5)

図-1に示すように子実体の発生時期は調査年, ほだ場の違いによって異なった。

1999年は発病しなかったが, その他の調査年はいずれも発病した。発病の開始時期は1997年のヒノキほだ場を除いて, 11月中旬以降であった。

子実体重量から算出した発病率は, 0~100%と調査年によって大きく異なった。

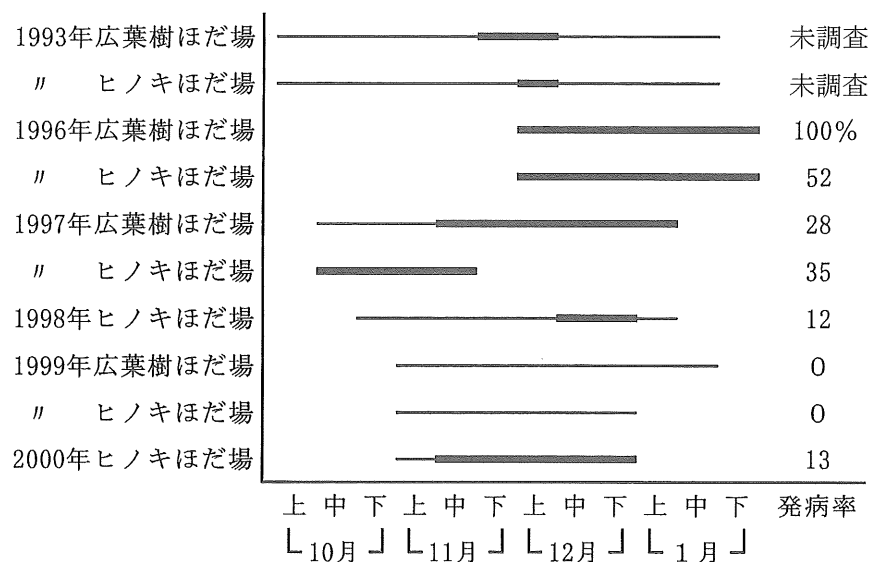


図-1 ほだ木からの子実体発生時期, 発病時期および発病率
 — : 子実体発生時期, ■ : 発病時期

なお、広葉樹ほだ場では調査期間にシイタケ、ナメコおよびクリタケの原木栽培を行ったが、いずれも本病は発病しなかった。

病徴の進展は次の通りであった。①罹病子実体の初期のこぶは微細な毛が密集した形態で、直径約0.5mm、ひだの側面に生じた(写真-7)。②数日で半球形となり、直径2～3mm、表面は短い毛に覆われたピロード状で、直ちに周囲のひだに生じることはなくひだに沿って両側面に生じた(写真-8, 9)。また、大半のこぶはひだ下部の縁に沿って生じた(写真-10, 11)。③隣接するこぶが癒合して大きな組織塊となり(写真-12)、この時点では傘の裏面全体に多数のこぶが生じて、子実体の大半が罹病した(写真-6)。また、いくつかの子実体ではひだの柄に近い部位にこぶが集中することもあった(写真-13)。

こぶからの組織分離ではヒラタケ菌を分離した。こぶの約半数、時に大半から線虫1種(*Howardula* sp.)を検出して(写真-14)、罹病子実体の多くにキノコバエ1種(*Allodiopsis* sp.)の幼虫が生息していた(写真-15)。

2) おが粉培地から発生したヒラタケ子実体

1993年の供試培地から子実体が発生した期間は10月下旬～11月下旬で、発病時期は11月下旬であった。1996年の供試培地から子実体が発生した期間は12月上旬～下旬で、発生した子実体すべてが発病した(図-2)。



図-2 おが粉培地からの子実体発生時期, 発病時期
○: 培地をほだ場に置いた時期
—: 子実体発生時期, ▬: 発病時期

1998～1999年に供試したおが粉培地からは1番発生の子実体のみ採取した。培地をほだ場に置いてから子実体の採取に要した期間は7～9月は3日、その他の月は5～7日であった(写真-16)。このおが粉培地から発生した子実体はいずれも発病を認めなかった。

3) ウスヒラタケ子実体

1998年10月14日、ウスヒラタケの子実体を採取したが、大半の子実体のひだにこぶを認めた(写真-17)。1999年は9月27日、10月14日、11月18日に前年と同じ場所で発生した子実体を観察したが、いずれもこぶを認めなかった。2000年は10月6日にこぶはなく、11月8日にこぶを認めた。

1998年の罹病子実体のこぶ内から、線虫1種(未同定)を検出した。

III ネット被覆による防除試験

1. 試験方法

1997～2000年、八東郡宍道町の林業技術センター構内で実施した。ネットは1mmメッシュの白色寒冷紗を使用して、ほだ木と接触しないように覆い、ネットの裾は地面に垂らして鉄パイプ等で押さえた(写真-18)。ほだ木の樹種、種菌および植菌方法は上述の発病実態調査と同じで、ほだ木数、被覆開始時期を表-2に示した。子実体発生量、発病の有無を無被覆の発病実態調査のものと比較した。

1998, 1999年の被覆区は翌年8月まで被覆を継続して、発生した雑菌の子実体を観察して無被覆区と比較した。

2. 試験結果

ヒラタケ子実体の発生重量、罹病子実体の重量および発病率を表-2に示した。被覆区と無被覆区の子実体発生量に差が生じる年もあったが、概して被覆の有無と発生量には明確な関係はなかった。

8月から被覆した試験区、子実体発生の開始直前から被覆した1998年の被覆区-2ではいずれも発病率が0%に抑えた。2000年は11月中旬に発病して、11月下旬に被覆を開始したが、被覆後の発病率は0%であった。なお、1999年は無被覆区でも発病しなかった。

雑菌が発生したほだ木数を表-3に示した。1999年8月、前年に植菌した被覆区のほだ木すべてからシハイタケ属の1種、ほだ木1本からアオゾメタケの子実体が発生した。2000年8月、前年に植菌した被覆区のほだ木からワサビタケ、カイガラタケなどの子実体が発生して、ネット被覆しなかった試験区に比べて種数、汚染されたほだ木の本数が多かった(写真-19, 20, 21, 22)。

表-2 ネット被覆による防除効果

調査年	ほだ場	試験区	被覆開始時期	ほだ木	総子実体重量	罹病子実体重量	発病率
1997年	広葉樹林	被覆	8月下旬	17本	1650 g	0 g	0%
	〃	無被覆		16	2660	750	28
〃	ヒノキ林	被覆	8月下旬	15	1000	0	0
	〃	無被覆		15	1140	400	35
1998年	ヒノキ林	被覆-1	8月下旬	9	7710	0	0
	〃	被覆-2	10月中旬	10	7030	0	0
	〃	無被覆		10	7900	930	12
1999年	広葉樹林	被覆	8月下旬	8	5020	0	0
	〃	無被覆		9	1800	0	0
〃	ヒノキ林	被覆	8月下旬	8	2660	0	0
	〃	無被覆		8	5580	0	0
2000年	ヒノキ林	被覆	11月下旬	5	1590	270*	18*
	〃	無被覆		5	1480	190	13

* : ネット被覆開始前の発病

表-3 雑菌の子実体が発生したほだ木本数

雑菌調査年	被覆区			無被覆区		
	1999		2000	1999		2000
	ほだ場	ヒノキ	広葉樹	ヒノキ	広葉樹	ヒノキ
シハイタケ属	19本					
アオゾメタケ	1					
ニガクリタケ				1	1	
カワラタケ			2			
ワサビタケ			1	7	1	1
カイガラタケ			1	1		
コウヤクタケ属				1		

IV おわりに

ほだ木からヒラタケの子実体が発生した時期は調査年によって異なったが、当試験地では概して10月から翌年の1月に発生した。「ヒラタケ白こぶ病」が発病したのは1試験区を除いて11月中旬以降で、10月に発病することは希であった。

ほだ場に置いたおが粉培地から発生した子実体にも本病が生じたが、発病時期は11月下旬以降でほだ木を使用した場合と同様であった。

本病はウスヒラタケ野生種の子実体にも生じた。ウスヒラタケについては原木栽培試験でも発病が報告されているが(4)、他のきのこでは発病事例はなく、本調査でも同様であった。

本病を防除するためネット被覆による方法が示されているが(2)、本県では冬期の積雪によるネットの破損や不完全な被覆のため防除効果を認めない事例がある。本試験では隙間が生じないように被覆して、発病率を0%にすることができた。なお、長期間の被覆はほだ木の雑菌

汚染を引き起こすこともあるため、被覆の開始時期、被覆を外す時期は今後検討を要する。

引用文献

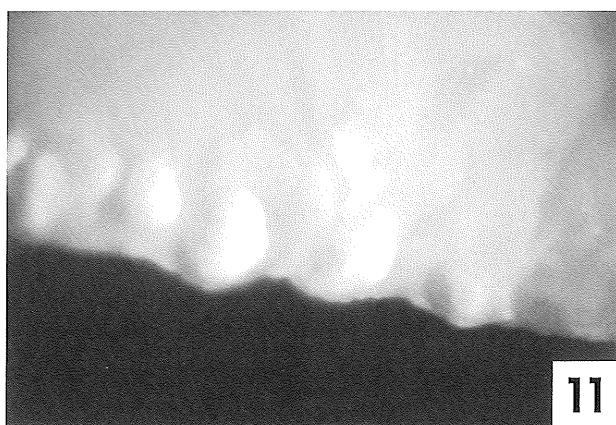
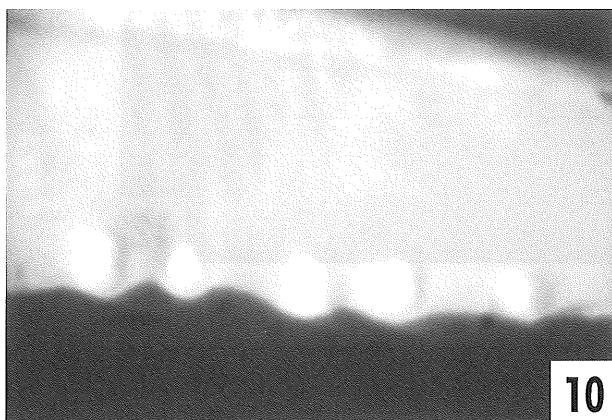
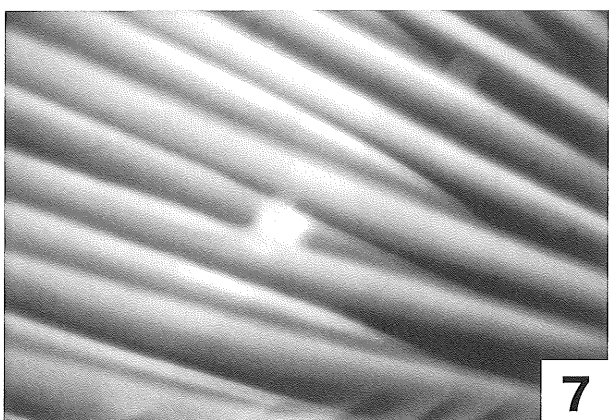
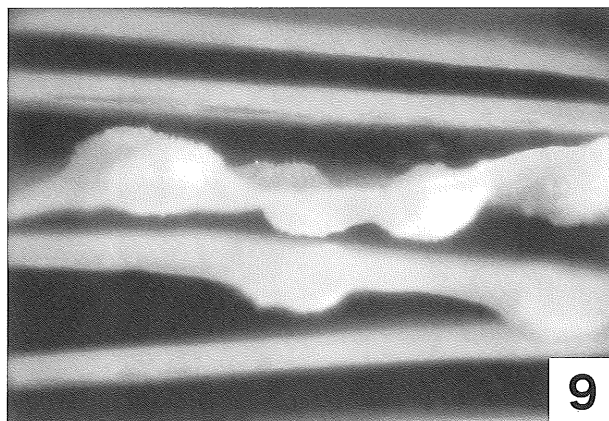
- (1) 有田郁夫・前川二太郎・有田立身：線虫によるヒラタケの「ひだこぶ(病)」について．27回日菌講：43，1985
- (2) 古川久彦・野淵 輝：栽培きのこ害菌・害虫ハンドブック．pp168～169，pp256～257，全国林業改良普及協会，東京，1996
- (3) 周藤靖雄・井ノ上二郎：島根県におけるヒラタケ白こぶ病の被害と発病子実体に生息する線虫・昆虫・ダニ．41回日林関西支講：12～14，1990
- (4) 竹内隆人：ウスヒラタケの栽培試験—おが栽培の可能性—．岡山林試研報13：45～53，1996
- (5) 津田 格：ヒラタケ白こぶ病に関与する三者間相互関係 —ヒラタケ，線虫，キノコバエ—．第5回森林昆虫談話会要旨，1998

写真-1~5



- 写真-1 : ヒラタケ種菌を接種したほだ木
- 2 : ほだ場に置いたおが粉培地
- 3 : _____
- 4 : ブナ枯死木から発生したウスヒラタケ
- 5 : ほだ木から発生したヒラタケ

写真-6~11



- 写真-6 : 発病したヒラタケ子実体
- 7 : 発病初期のこぶ
- 8 : ひだに沿って生じたこぶ
- 9 : _____
- 10 : ひだ下部の縁に生じたこぶ
- 11 : _____

写真-12～15

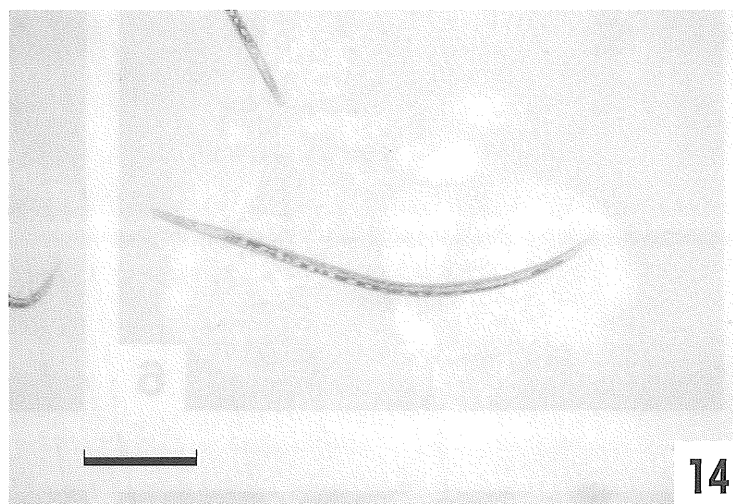
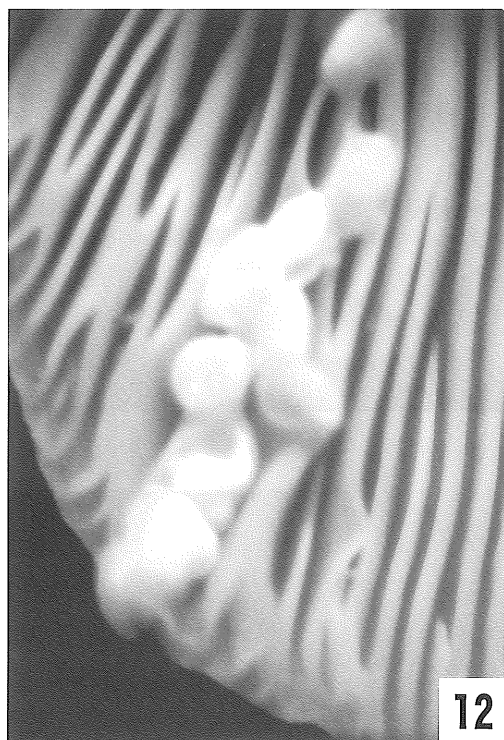


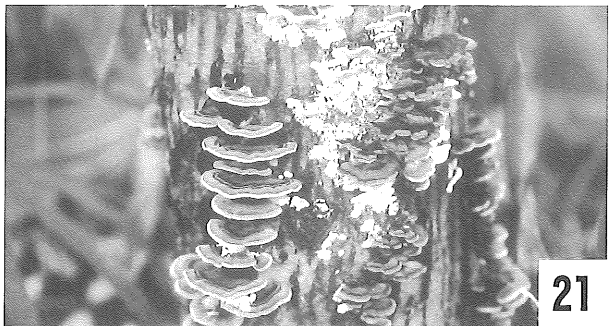
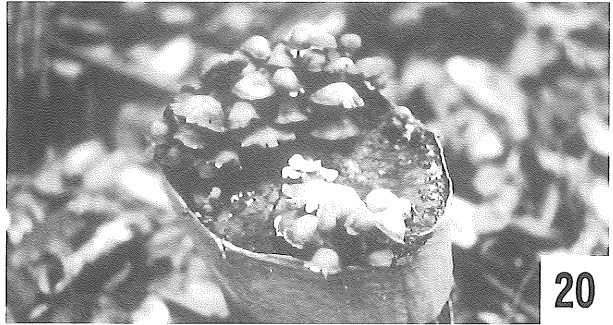
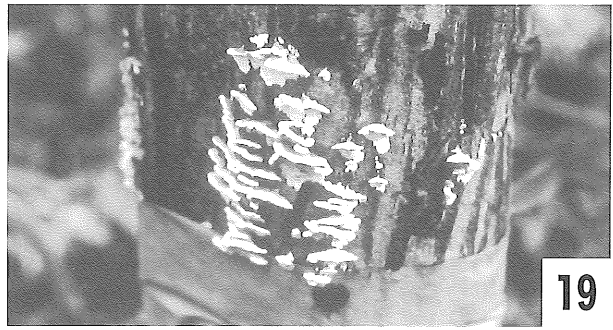
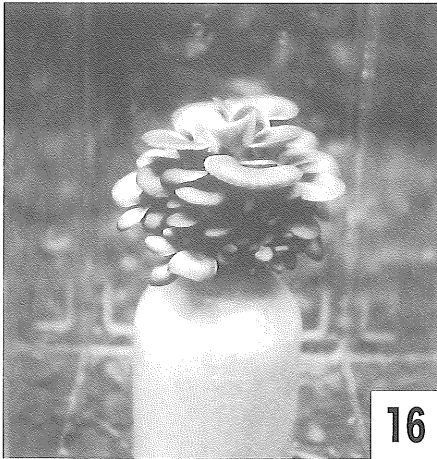
写真-12：癒合したこぶ組織

-13：柄の付近に密集したこぶ

-14：こぶ内に生息していた線虫, ─── : 0.2mm

-15：罹病子実体に生息していたキノコバエの幼虫, ─── : 1mm

写真-16～22



- 写真-16：おが粉培地から発生したヒラタケ
-17：ウスヒラタケ子実体に生じたこぶ
-18：ほだ木のネット被覆
-19～22：ほだ木に生じた雑菌の子実体
-19：シハイタケ属
-20：ニガクリタケ
-21：カワラタケ
-22：ワサビタケ(P)とカイガラタケ(L)

資料 マツタケの生産を目的にマツ林施業を実施した 山林所有者へのアンケート調査

富川 康之・平佐 隆文*

A Questionnaire to Forest Owners on Practices of Pine Stand for Production of the Matsutake Mushroom

Yasuyuki TOMIKAWA and Takafumi HIRASA

要 旨

1. マツタケの生産を目的としたマツ林の環境改善施業を奨励して、山林所有者25名が29林分でこの施業を実施した。これらの施業地で実際の施業内容、山林所有者の施業に対する認識や意欲を調査した。
2. シロ形成を目的とした施業は18~50年生のマツ林で実施された。また、マツタケの増産を目的とした施業は51年生以上のマツ林でも実施された。
3. 広葉樹の伐倒、下草の刈払いは多くの林分で実施されたが、その他の施業は必ずしも徹底されなかった。また、伐倒した広葉樹などを施業地内に放置した林分を多数認めた。
4. シロ数、子実体数に関する山林所有者の認識は、施業効果を認めた回答は9林分で、施業効果を認めるまでに要した期間は施業後4年以内であった。
5. 施業後はマツタケを探す回数や時間が増加したことや、松くい虫被害木を伐倒駆除したことなど施業林に対する関心が高くなった。
6. 施業効果を認めていない山林所有者を含め、20名が今後も施業の継続を予定している。

I はじめに

マツ林の環境を改善することでマツタケ(*Tricholoma matsutake*)のシロ形成と子実体発生を促す施業技術が示され(5)、この施業が全国的に実施されている。本県でもこの施業を奨励するため補助事業を実施して、県下12市町村の山林所有者25名が29林分で施業を実施した。林業技術センターは山林所有者が参考にする見本林の整備、見本林での研修会および技術指針(6)の作成に携わり、施業の効果について調査を継続している。

施業効果を得るには適切な施業を長期間継続する必要があり、このためには山林所有者の施業に対する認識や

意欲が大きく影響すると考え、これらを検証する目的で聞き取り調査および現地調査を行った。

調査するに当たってご指導いただいた広島県立林業試験場の衛藤慎也氏、京都府林業試験場の藤田徹氏、調査にご協力いただいた隠岐支庁および各農林振興センターの各位にお礼を申し上げます。なお、本報の1部は、日本林学会関西支部第46回大会で口頭発表した(1)。

II 施業の奨励と調査方法

1. 見本林整備

1993年、山林所有者4名に次の施業を指導した。①広

*元林業技術センター(退職)

葉樹の伐倒，②低木性常緑広葉樹の芯止めと抜き伐りによるマツとの2段林造成，③シダ類など下草の刈払い，④落葉および腐植層の掻き取り，⑤上述したものの片付け・整理，⑥2年目以降は環境を維持するため萌芽枝，下草および落葉の除去(写真-1，2)。

2. 補助事業による施業

1995～1997年，見本林で開催した研修会，技術指針などを参考にして，山林所有者21名が25林分で施業を実施した(写真-3，4，5)。施業地の選定，初年度施業の内容および2年目以降の環境維持施業は山林所有者に委ねた。

3. 調査方法

1999年，見本林と補助事業による施業林の計29林分，山林所有者25名を対象に①施業林の林況，②施業の目的，③実際に行った施業内容，④施業の効果および問題点などについて聞き取り調査した。調査は8月11日～9月27日，あらかじめ用意した質問票を山林所有者に見せて，同時に質問を読み上げ，回答を聞き取った。また，不明な点は現地調査によって確認した。

III 調査結果

1. 施業林の概要

施業林の概要を表-1～3に示した。アカマツ天然林が20林分と多く，その他はアカマツ人工林，クロマツ天然林およびこれらの混交林で，面積は0.2～1haであった。施業時のマツ林齢は80年生まで範囲が広く，41年生以上が8林分と約3割を占めた。

2. 施業の目的と内容

施業林はマツタケの発生状況と施業の目的によって4

タイプに分かれたが，施業時にマツタケが発生していないタイプI，IIはマツの林齢が50年生以下であった。51年生以上の林分は発生を認めているタイプIVで，マツタケの増産が目的であった(表-4)。

表-1 施業林の林種

林種	林分	林分数
アカマツ	天然	20
〃	人工	2
〃	天然・人工	4
クロマツ	天然	2
アカマツ・クロマツ	天然	1

表-2 施業林の面積

面積	林分数
0.2～0.4ha	12
0.5～0.7	12
0.8～1.0	5

表-3 マツの林齢

林齢	林分数
20年生以下	5
21～30	7
31～40	9
41～50	6
51～60	1
61～70	0
71～80	1

表-4 施業の目的と施業時のマツ林齢

マツタケの発生状況と施業の目的	林分数	マツ林齢
I 過去発生してない林分で発生させる	7	18～50年生
II 過去発生した林分で再び発生させる	11	20～50
III 近年発生量が減少したため回復させる	2	20～30
IV 毎年の発生量を増加させる	9	25～80

実際の施業内容は無回答1林分を除く28林分から回答を得た(表-5)。調査林のすべてが広葉樹を伐倒して、大半が下草を刈払ったが、その他の施業を実施した林分は半数あるいは少数にとどまった。広葉樹、下草、落葉および腐植層を施業地の外へ搬出するなど片づけ・整理をした林分は全体の半数かそれ以下で、施業地内に放置した林分が多かった。2年目以降の環境を維持するための施業は、半数の14林分が実施した。

表-5 実際の施業内容

内 容	林分数	林分数
広葉樹の伐倒	28	整理 15
		放置 13
下草の刈払い	21	整理 13
		放置 8
落葉の掻き取り	15	整理 11
		放置 4
腐植層の掻き取り	6	整理 1
		放置 5
2段林の造成	14	
環境維持施業	14	

調査数 28 林分

3. シロ数, 子実体数に関する認識

マツタケの発生状況について山林所有者の認識は、効果を認めたが9林分、まだ効果を認めていないが20林分であった(表-6)。

各施業林でのシロ数, 子実体数の推移について認識した事項すべてを複数回答で得た(表-7)。施業効果を認めたは11回答, まだ効果を認めていないは22回答であった。また, シロの形成, 発生量の増加ともマツの林齢は50年生以下であった。なお, 「探していない」が3回答あったが, この理由は「2年目以降の環境維持施業が不完全で施業効果が期待できなかった」が2回答, 「松くい虫被害でマツがなくなった」が1回答で, これらの山林所有者は施業の効果はないと考えている。

表-6 施業林ごとのマツタケ発生状況

発生状況	林分数	林分数
発生が開始した	4	効果あり 9
発生量が増加した	5	
〃 変わらない	6	効果なし 20
発生を認めていない	14	

表-7 山林所有者の施業効果についての認識*

シロ数, 子実体数の推移	回答数	マツ林齢	回答数
シロが形成した	6	25~50年	効果あり 11
既存のシロの発生量が増加した	5	30~50	
〃 変わらない	6	20~80	効果なし 22
〃 減少した	2	40~45	
未発生林でシロの形成がない	11	20~50	
探していない**	3	18~45	

* : 山林所有者 25 名の複数回答

** : 山林所有者は施業効果がないと認識

表-8 マツタケ発生履歴と施業効果

マツタケの発生状況	シロ形成	発生量増加	効果なし
I 過去発生していない林分	1		6
II 過去発生した林分	3		8
III 発生量が減少した林分	1	1	2
IV 発生している林分	1	4	6

表-4に示したマツタケの発生履歴別に施業の効果をみると、表-8に示すように施業時にマツタケが発生していないタイプⅠ、Ⅱでのシロ形成は4回答で、まだ効果を認めていない14回答に比べて少なかった。施業時にマツタケが発生していたタイプⅢ、Ⅳでのシロ形成および発生量の増加は7回答で、まだ施業効果を認めていない8回答とほぼ同等であった。

施業の効果を認めた時期について表-9に示したが、施業当年に効果を認めた2林分の施業時期は5～7月で、施業後2年目に効果を認めた4林分との計6林分が施業後最初の秋に効果を認めた。また、その他も施業後4年目までに効果を認めた。

各施業林の施業内容を表-10に示した。効果を認めた林分では広葉樹の伐倒、下草の刈払いをすべての林分が実施して、腐植層の掻き取りを除くその他の施業を大半の林分が実施した。また、多くの林分で広葉樹、下草および落葉を施業地の外に搬出するなど片づけ・整理を実施した。

まだ効果を認めていない林分ではすべての林分が広葉樹を伐倒して、大半が下草を刈払ったが、その他の施業は半数および少数にとどまった。また、広葉樹や下草を林地に放置した例が多かった。

表-9 施業効果を認めた時期

時 期	発生開始	発生量増加
施業当年	1	1
施業後2年目	1	3
3年目	1	
4年目	1	1

数字は林分数

4. 施業に伴う山林所有者の意識

施業後にマツタケを探す回数や時間が増えた山林所有者は、約半数の12名であった。

施業林で松くい虫被害を確認したのは15名で、約半数の7名が伐倒駆除を実施した。

施業林のすべてで施業中あるいは施業後にマツタケ以外のきのこが発生して、うち16林分でこれを採取して食用にした。食用にしたきのこはアマタケ、トキイロラッパタケが多く、他にクロカワ、ホウキタケなどであった。

目的とした環境改善ができなかったと回答したのは18名で、その理由は施業量が不足した、下草が激増するほど林床を明るくした、松くい虫被害でマツが減少した、

表-10 施業の効果別施業林ごとの施業内容*

施業内容	効果を認めた林分									まだ効果を認めていない林分**																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
広葉樹の伐倒・整理	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○													
放置									○																			
下草の刈払い・整理	○	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○													
放置									○	○																		
落葉の掻き取り・整理	○	○	○	○	○					○	○	○	○	○	○													
・放置									○	○																		
腐植層の掻き取り・整理										○																		
・放置									○	○																		
2段林の造成	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○														
環境維持施業	○	○	○	○	○				○	○	○	○	○															

* : ○印は各林分が実施した施業

** : 効果を認めていない20林分のうち未調査1林分を除く19林分

イノシシによるシロの攪乱などであった。

今後の予定は、施業を実施するが20名と大半を占め、何もしないという回答はなかった(表-11)。

表-11 今後の施業の予定

内 容	回答数
新たな場所に施業林を新設する	7
現施業地で施業を続ける	13
施業はしないが現施業地で観察する	5
何もしない	0

IV お わ り に

シロの形成を期待するにはマツの林齢は35年生までが施業適地とされているが(5)、本調査ではこれを上回る施業地が多数あった。山林所有者によると「多くの候補地から適地を選択できる状況ではなかった」というのが実情であるが、50年生以上の施業地で効果を認めた報告(4, 9)もあることから、今後に期待したい。

29林分のうち9林分でシロの形成あるいはマツタケが増産する効果を認めたが、効果を認めるまでに要した期間はいずれの林分も4年以内と早かった。これは既存のシロの発見あるいは既存のシロからの発生量増加によると推察するが、川上・枯木(3)も同様に考察している。また、施業後にマツタケを採す回数と時間が増えたことも大きく影響したと推察する。

施業以前にあったシロからの発生量が増加したことについては、著者ら(1)は施業地の1つでマツタケ菌と競合する土壌微生物が減少したこと、落葉を除いたことによって降雨が土壌に浸透しやすくなったことを観察して、マツタケ増産に大きく影響した事例として報告した。

まだ施業効果を認めていない林分が大半を占めるものの、山林所有者の多くは施業意欲が向上したことに注目した。施業によって林内環境が改善できることは多くの調査で確認されて(7, 8, 10)、さらに伊藤・小川(2)はシロ数と子実体重量について、川上・枯木(4)は子実体数と

子実体重量について施業後7年目以降に効果を認めた。従って、環境改善による本来の施業効果を得るため、施業効果を認めている林分、まだ施業効果を認めていない林分とも施業の継続を奨励したい。

引 用 文 献

- (1) 平佐隆文・富川康之・園山幸雄：隠岐島のマツタケ山施業展示林での発生状況。46回日林関西支講要旨：99, 1995
- (2) 伊藤 武・小川 眞：マツタケ菌の増殖法(Ⅱ) 林内植生の手入れとマツタケのシロ増加。日林誌61(5)：163~173, 1979
- (3) 川上嘉章・枯木熊人：マツタケ発生環境整備施業の内容及び効果—アンケート調査結果—。37回日林関西支講：336~339, 1986
- (4) 川上嘉章・枯木熊人：マツタケ林環境整備施業の効果—壮齢林における施業効果—。広島林試研報23：1~16, 1989
- (5) マツタケ研究懇話会：マツタケ山のつくり方。163pp, 創文, 東京, 1983
- (6) 島根県：マツタケ山づくり施業の手引き。61pp, 報光社, 島根, 1994
- (7) 下川利之：マツタケ増殖技術開発に関する研究Ⅱ アカマツ林の下層植生とA₀層の除去がきのこと土壌生物に与える影響。岡山林試研報5：41~53, 1985
- (8) 篠原弥寿夫・小出博志・片倉正行：マツタケ増産のための技術体系化試験。長野林指研報2：99~114, 1987
- (9) 高橋 明：マツタケ発生林への強度施業による影響。三重林技研報5：8~13, 1988
- (10) 鳥越 茂・塩見晋一：マツタケのシロ形成と環境(Ⅲ)—施業による林内環境の変化とシロ増殖—。兵庫林試研報39：1~20, 1992

写真-1～5



写真-1～2：施業が完了した見本林

－3～5：施業内容

－3：下草の刈払い

－4：落葉の掻き取り

－5：腐植層の掻き取り

資料 木造在来軸組工法住宅における含水率調査

中山茂生・玉置修平^{**}・藤田勝^{*}・清山育也^{**}・福島亮

要 旨

地元工務店が建築中またはこれまでに建築した木造在来軸組工法住宅に使用されている部材の樹種、含水率、断面寸法および発生した不具合について調査し、次の結果を得た。

1. 使用されていた樹種は柱材がスギ、ヒノキ、マツおよびスプルー集成材、横架材がアカマツ、ベイマツ、土台がヒノキ、カラマツおよびアピトンであり、カラマツ、アピトンは防腐処理が施されていた。
2. 「住宅の品質確保の促進等に関する法律」施行後に着工した建築中の住宅の部材に未乾燥材も使用されていた。
3. 既設住宅の柱材、横架材の含水率は、築1~14年目まで大差なく、気候値平衡含水率前後であった。
4. 築10年目の住宅に使用されているスギ柱材は上棟時と比較して3%収縮していた。
5. 築3~14年目の住宅において立て付け不良等の不具合が発生していた。

I はじめに

木造在来軸組工法住宅において、竣工後に発生する「立て付け不良」「床鳴り」等の不具合は、使用される製材品の乾燥に伴う収縮や狂いと密接な関係にあることが明らかにされている(1)。これを防ぐには安定した品質の乾燥材を使用することが望ましいが、乾燥材の使用が十分普及しているとは言い難い。

また、平成12年4月に「住宅の品質確保の促進等に関する法律(以下、品確法と記す)」が施行され、瑕疵担保期間の10年義務化により住宅の新築工事を請負った工務店は、住宅の基本構造部分に引き渡しの日から10年以内に瑕疵が発見された場合、その瑕疵を無料で補修する責任を負うことになった。このことから、乾燥材の使用は、住宅の品質を確保するうえで必須条件と認識されつつあるが、地元工務店の対応はまだ徹底されていないのが現状である。

そこで、本調査は地元工務店が建築中またはこれまでに建築した(以下、既設と記す)木造在来軸組工法住宅に使用されている部材の樹種、含水率、断面寸法および発生した不具合について調査し、今後の研究と乾燥材普及促進のための資料とすることを目的とした。

II 調査方法

1. 調査した住宅の概要

品確法施行後に着工した建築中の住宅(写真-1)と竣工後一定期間経過した既設住宅の実態を調べるために選定した木造在来軸組工法住宅の概要を表-1, 2に示した。

調査した住宅は7棟が個人の注文住宅であり、1棟が建売住宅で調査時点では展示場として使用されていた。施工者はすべて地元工務店であり、A社2棟、B社3棟、C社2棟、D社1棟である。

2. 調査方法

調査は平成12年6月22日~7月19日に実施した。

1) 部材の樹種調査

調査した住宅の柱材、梁・桁・母屋材(以下、横架材と記す)、土台に使用されている樹種を目視と工務店担当者からの聞き取りにより調べた。

2) 含水率の測定

測定位置は材中央部の2材面(背割り面を除く)を測定し、その平均値をもって部材の含水率とした。ただし、竣工後の柱等で2材面の測定が不可能な場合は、1材面の2カ所を測定し、その平均値をもって部材の含水率と

* 島根県農林水産部林業管理課

** 島根県立農業大学校

した。

なお、測定には(財)日本住宅・木材技術センターの認定機種である高周波式木材含水率計DELTA-5, DELTA-55を使用した(写真-2)。ただし、この機種で測定した含水率は材表面付近のものである。

3) 断面寸法の測定

各部材の断面寸法は、原則として材中央部の2材面をステンレス直尺により測定した(写真-3)。ただし、竣工後の柱等で1材面のみ測定可能な場合は、その材面のみ測定した。

なお、築10年目の住宅においては、その上棟時と内装直前に柱材の含水率と断面寸法を当センターで調査しており、結果において一部このデータを引用した。

4) 不具合の発生状況調査

竣工後の各住宅において、施主または工務店担当者か

ら不具合の発生状況を聞き取った。

3. 気候値平衡含水率

木材は使用されている地域の気候条件に対応した含水率でほぼ平衡する。そこで、本県における木材の気候値平衡含水率を知るため、松江市、浜田市、西郷町における平成2～11年までの過去10年間の気温と相対湿度を「島根県農業気象月報」より読み取った。

年平均気温は松江市、浜田市、西郷町がそれぞれ15.0, 15.6, 14.4℃であった。同様に、年平均相対湿度はそれぞれ76, 72, 76%であった。

この気温と相対湿度から平衡含水率線図(2)を利用して気候値平衡含水率を求めたところ、松江市、西郷町の年平均値は15%, 浜田市は14%であった。

表-1 調査した住宅の概要(建築中)

	建	築	中
調査年月日	H12. 6. 22	H12. 7. 9	H12. 7. 9
上棟年月日	H12. 5. 26	H12. 6. 20	H12. 7. 4
竣工年月	—	—	—
所在地	大原郡加茂町	大田市長久町	八束郡宍道町
延床面積 (m ²)	157.50	174.00	198.00
" (坪)	(47.6)	(52.6)	(59.8)
建築様式	注文	注文	注文
施工者	A社	B社	C社

表-2 調査した住宅の概要(既設住宅)

	築1年目	築3年目	築4年目	築10年目	築14年目
調査年月日	H12. 7. 9	H12. 7. 12	H12. 7. 19	H12. 7. 19	H12. 7. 12
上棟年月日	H11. 6. 29	H 8. 11	H 7. 10	H 2. 12	S61. 7
竣工年月	H11. 9	H 9. 2	H 8. 3	H 3	S61. 10
所在地	八束郡宍道町	松江市東持田町	松江市東持田町	松江市古曾志町	簸川町大社町
延床面積 (m ²)	189.50	131.00	112.54	130.62	124.16
" (坪)	(57.3)	(39.6)	(34.0)	(39.5)	(37.5)
建築様式	建売	注文	注文	注文	注文
施工者	C社	B社	A社	B社	D社

Ⅲ 結果

1. 使用されていた樹種

調査した住宅ごとの各部材に使用されていた樹種を表一3、4に示した。

柱材はスギ、ヒノキ、マツおよびスプルー集成材、横架材がアカマツ、ベイマツ、土台がヒノキ、カラマツおよびアピトンで、カラマツ、アピトンはインサイジング加工後、防腐処理が施されていた。

品確法施行前後で、樹種の変化は認められなかったが、B社が築3年目の住宅から、柱材にスプルー集成材を使用していることが確認された。

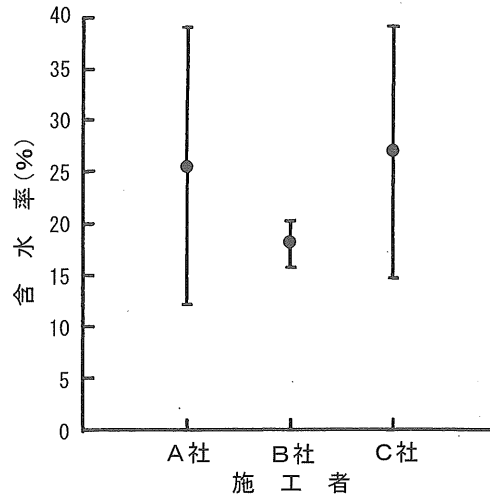
2. 建築中3棟の部材別含水率

1) 柱材

建築中3棟の柱材の含水率を図一1に示した。

B社はスプルー集成材を使用していることから含水率の平均値は18.0%であり、バラツキも小さかった。

A社はスギ、ヒノキを使用し、C社はスギを使用しており、含水率は平均値でそれぞれ25.6%および27.0%でバラツキも大きかった。



図一1 柱材の含水率

注) 図は平均値と標準偏差を表す。

表一3 使用されていた樹種

施工者	建築中		
	A社	B社	C社
柱材	スギ ヒノキ	スプルー集成材	スギ
横架材	ベイマツ アカマツ	ベイマツ	ベイマツ
土台	カラマツ防腐処理材	カラマツ防腐処理材	カラマツ防腐処理材

表一4 使用されていた樹種

施工者	築1年目	築3年目	築4年目	築10年目	築14年目
	C社	C社	B社	A社	B社
柱材	スギ	スプルー集成材 スギ	ヒノキ	スギ, マツ	スギ
横架材	アカマツ	ベイマツ	—	ベイマツ アカマツ	アカマツ
土台	アピトン防腐処理材	カラマツ防腐処理材	カラマツ防腐処理材	カラマツ防腐処理材	ヒノキ

2) 横架材

建築中3棟の横架材の含水率を図-2に示した。B社はベイマツ人工乾燥材を使用していたため、含水率の平均値は17.6%であり、バラツキも小さかった。

A社はベイマツ、アカマツを使用し、C社はベイマツを使用しており、含水率は平均値でそれぞれ19.7、25.5%であり、バラツキは両社とも自社の柱材と比較すると小さかった。

3) 土台

建築中3棟の土台の含水率を図-3に示した。

A~C社の含水率の平均値はそれぞれ28.2、34.1および31.2%であった。

3. 既設住宅の部材別含水率

1) 柱材

調査した住宅ごとの柱材の含水率を表-5に示した。

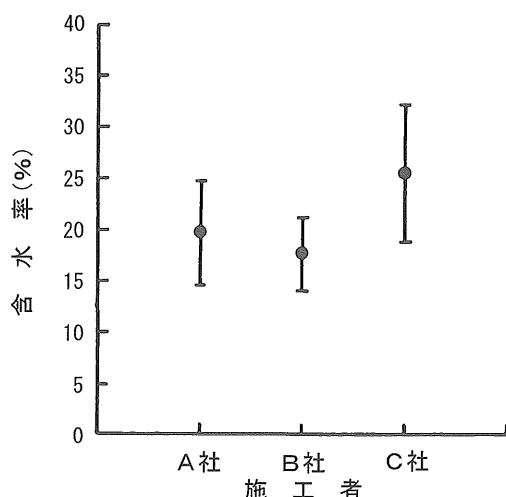


図-2 横架材の含水率

注) 図は平均値と標準偏差を表す。

築1~14年目まで大差なく、気候値平衡含水率前後であった。

2) 横架材

調査した住宅ごとの横架材の含水率を表-6に示した。

築1~14年目まで大差なく、気候値平衡含水率前後であった。

3) 土台

調査した住宅ごとの土台の含水率を表-7に示した。

柱材、横架材と比較して高い含水率を示したが、これは床下の温・湿度環境の影響と防腐処理材のためと考えられる。特に防腐処理材を含水率計で測定する場合は、全乾法と照合のうえ補正も検討する必要がある。

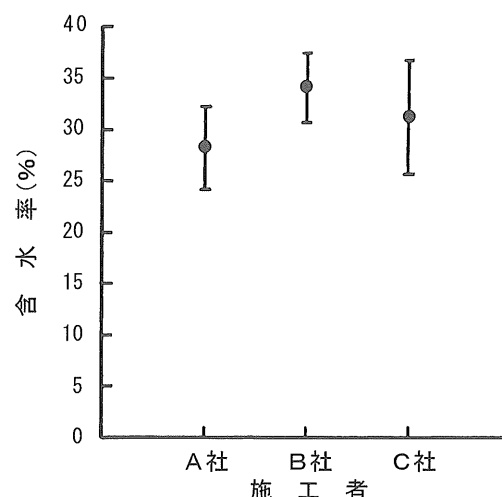


図-3 土台の含水率

注) 図は平均値と標準偏差を表す。

表-5 柱材の含水率(既設住宅)

	築1年目	築3年目	築4年目	築10年目	築14年目
測定本数(本)	17	5	11	20	20
平均値(%)	14.9	15.9	15.3	12.7	14.2
標準偏差	1.4	1.9	1.8	1.6	2.1
変動係数(%)	9.5	11.7	11.6	12.9	15.1

表-6 横架材の含水率(既設住宅)

	築1年目	築3年目	築4年目	築10年目	築14年目
測定本数(本)	11	20	—	16	20
平均値(%)	15.4	12.0	—	13.6	14.4
標準偏差	2.6	1.8	—	3.7	1.4
変動係数(%)	16.7	15.1	—	27.1	9.9

—: 未調査

表-7 土台の含水率(既設住宅)

	築1年目	築3年目	築4年目	築10年目	築14年目
測定本数(本)	18	20	20	20	7
平均値(%)	27.6	25.7	25.3	24.9	19.5
標準偏差	4.1	2.5	2.4	1.8	2.0
変動係数(%)	14.7	9.6	9.5	7.0	10.3

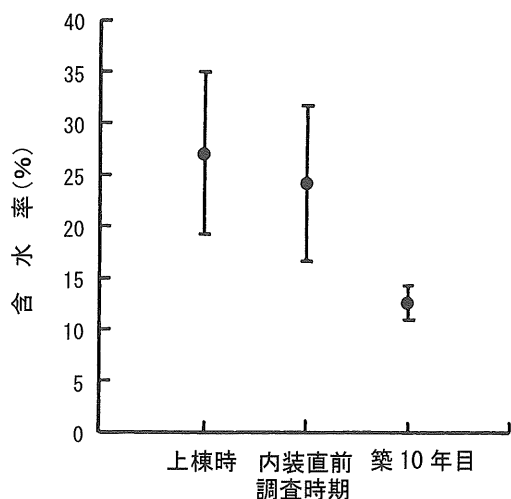
4. スギ柱材の含水率と断面寸法の経年変化

築10年目の住宅のスギ柱材については、上棟時（平成2年12月3日）と内装直前（同年12月26日）に測定されたデータがあり、これを引用して今回調査したデータと比較検討した。なお、調査したスギ柱材の測定本数は、上棟時、内装直前、築10年目がそれぞれ15、9および19本である。

スギ柱材の含水率と断面寸法の経年変化を、図一4、5に示した。

上棟時の含水率の平均値は27.1%、内装直前では24.1%であり、築10年目は12.6%まで低下していた。

また、収縮率については、内装直前に0.49%であった



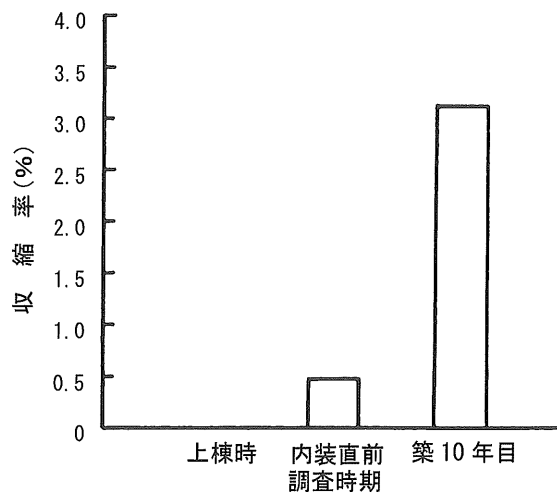
図一4 スギ柱材含水率の経年変化
注) 図は平均値と標準偏差を表す。

のが、築10年目には3.13%まで達していた。この数値は、例えば上棟時に120.0mm×120.0mmの断面の柱材が、築10年目には116.2mm×116.2mmまで収縮したことを意味し、柱材と内装材との隙間の発生として現れる。

5. 不具合の発生状況

調査結果を表一8に示した。

築1年目の住宅については、調査時点で展示場として使用されており、工務店担当者の話では不具合の発生は見られていない。しかし、築3年目以降の住宅においては、引き戸やドアの開閉困難、床鳴り、内装各部での隙間の発生等が見られ、修繕を必要とする事例もあった。



図一5 スギ柱材断面寸法の経年変化

表一8 不具合の発生状況

	築1年目	築3年目	築4年目	築10年目	築14年目
施工者	C社	B社	A社	B社	D社
不具合の発生状況	現在までのところなし（工務店担当者より聞き取り）。	築1年目に引き戸開閉困難となり、修繕後、2年目に再び同じ引き戸が開閉困難となった。 築1年目に2階洋室のドア開閉困難となり、修繕した。	築1年目までに障子の立て付け不良が発生し修繕した。	建築当初、木材の割れる音（亀裂音）がしばしば発生した。 築3年目までに床鳴り、4年目以降内装各部での隙間が発生した。	築1年目までに木材の割れる音が生じた。 梁材の接合金物のナットにゆるみが認められた（調査中に確認）。

IV お わ り に

本調査は品確法の施行に併せ、急遽実施したものである。従って、調査した住宅数は建築中3棟、既設5棟にすぎない。しかし、地元工務店が木造住宅の建築にあたってどのように対応しようとしているのか、既設住宅に発生している不具合等について、その一端ではあるが現状を把握できたのではないかと考えている。

ただし、既設住宅で経過年別に測定した部材の含水率変化から、木材の表面付近は短期間にその環境下で平衡に達すると推測でき、必ずしも部材内部の含水率と連動していないようでもあり、今後の測定方法に課題を残した。

このようなことを考慮しながら、さらに含水率と不具

合の実態を明らかにし、乾燥材普及促進のための資料を得たいと考えている。

本調査の実施にあたり、工務店や居住者の皆様には多大な御協力をいただいた。改めてお礼申し上げる。

引 用 文 献

- (1) 河崎弥生・古川郁夫・作野友康・中尾哲也：木造住宅における製材品の上棟後の寸法変化と発生したトラブル。木材工業55：61～66，2000
- (2) 寺沢 真・鷺見博史：わが国における木材の平衡含水率に関する研究。林業試験場研究報告227：9，1970

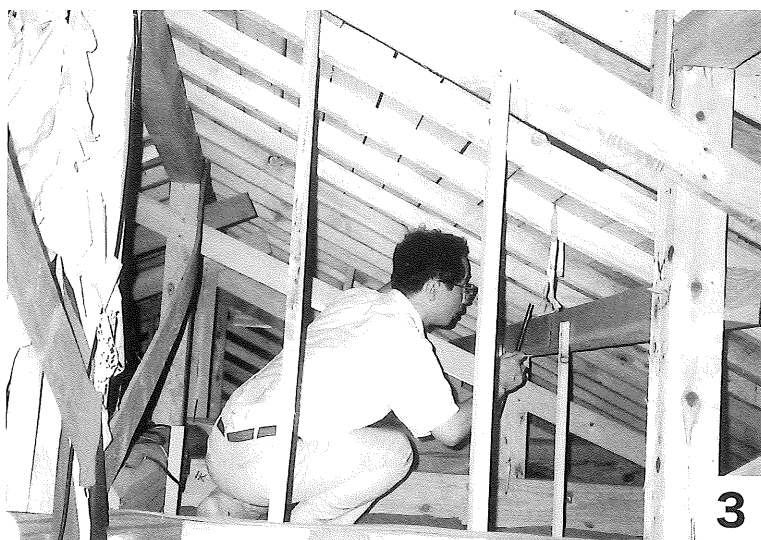


写真-1：建築中の住宅

2：高周波式木材含水率計による土台の含水率測定

3：ステンレス直尺による母屋材の寸法測定

島根県林業技術センター研究報告第52号

平成13年3月印刷

平成13年3月発行

島根県林業技術センター

島根県八束郡宍道町大字宍道1586 (〒699-0401)

電話 0852 - 66 - 0301

印刷所 (株) 武永印刷

