

平成14年度

# 業務報告書

第40号



三重県科学技術振興センター  
林業研究部

三重県一志郡白山町二本木3769-1

(〒515-2602)

TEL 059-262-0110

FAX 059-262-0960

2003.6

## ま え が き

20世紀の科学技術は人類の予想を越える範囲と速度で進んできました。そして19世紀には夢にも描けなかった人類の生活が、一部の地域を除いて実現しました。わが国におきまして、1970年代以降の経済発展は、21世紀は日本が世界をリードすると思われた程でしたが、そのあと失われた10年といわれている解決の目途の立たない不況が訪れ、今もその不況が続いています。しかし食べる物に困ることなく、冷暖房の効いた建物で快適な生活を続け、ゴミ捨て場に出す家庭ゴミは多く、産業廃棄物も捨て場がなくなるほど、大量廃棄は続いています。このように資源の大量消費型文明は、地球環境に大きな負荷を与えていることが次々に明らかになる中で、科学技術の陰の部分として反省されるようになってきました。また今まで安全であると思われた製品あるいは技術が、実はそうではなかったということが相次いで判明する中で、科学技術への大きな不信と不安がでてきており、これは研究者あるいは技術者に対する信頼感の喪失につながりかねないものになってきております。このような状況から抜け出るには、科学・技術に携わる人々が社会の一員として常に多くの人々と対話していくことが必要と思われれます。これからの研究者、技術者は単に研究をしておればよいのではなく、研究の目的、成果の活用方法について人々に説明し、きちんと評価を受ける癖をつける必要があります。そうしないと人々に相手にされない研究者、技術者になってしまうのではないかと考えられます。

今さら申すまでもなく地域の林業試験研究機関の役割は、研究者、技術者が生産者の中に進んで飛び込んで行き、その中で、些細な課題でもよいから研究ニーズを的確に把握し、技術開発につなげることだと思っております。

本報告書は当研究部が平成14年度に実施した試験・研究と関連事業の成果を取りまとめたものです。事業の実施にあたり、ご協力賜りました関係者の方々に厚くお礼申し上げますとともに、今後も引き続きご指導・ご支援を賜りますようお願い申し上げます。

平成15年 6月

三重県科学技術振興センター

林業研究部

部 長 杉 本 利 昭

# 目 次

## まえがき

### 業務概要

1．沿革	1
2．組織及び職員	2
3．施設等	3
4．平成 14 年度決算	4
5．研究の基本方針および研究推進構想	5
6．学会・研究会等への参加	7
7．公表した研究成果	8

### 試験研究関係

地域材を利用した高信頼性構造用材の開発	11
蒸煮減圧処理によるスギ柱材の高温乾燥試験	13
県産材による高機能性木質パネルの開発	15
木材簡易薬液注入技術の研究開発	17
自然力を利用した低コスト低エネルギー木材乾燥技術の研究開発	18
新製品・新技術開発支援試験	20
熱圧密処理木材を活用した内装材の研究開発	21
環境に配慮した木質材料の研究	23
爆砕処理チップによるボードの成型方法の研究	25
木粉成型体の製造方法の研究	27
木質廃材を活用した舗装資材等の開発	29
木質建設廃材の有効活用技術開発	31
- 木質系建築廃材炭化物を利用した建材等の開発 -	
アコヤ貝の貝殻を有効活用する技術開発	33
- 真珠光沢を利用した装飾資材の開発 -	
性能保証木質構造用部材の研究開発	35
里山等多様な森林の育成管理技術についての研究	37
伐採跡地更新技術の開発に関する調査	39
広葉樹集団枯損の実態と発生機構の解明に関する研究	41
野生獣類による被害防除のための適正な個体数管理と 生息環境整備技術に関する基礎調査	42
新地場産きのこ生産技術開発試験	44
担子菌類由来物質による生活習慣病予防に関する研究	46

## 事業関係

酸性雨等森林衰退モニタリング調査	-----	49
優良種苗確保事業	-----	50
森林病虫害等防除事業	-----	52

## 資料

気象観測	-----	53
------	-------	----

# 業務概要

## 1 . 沿

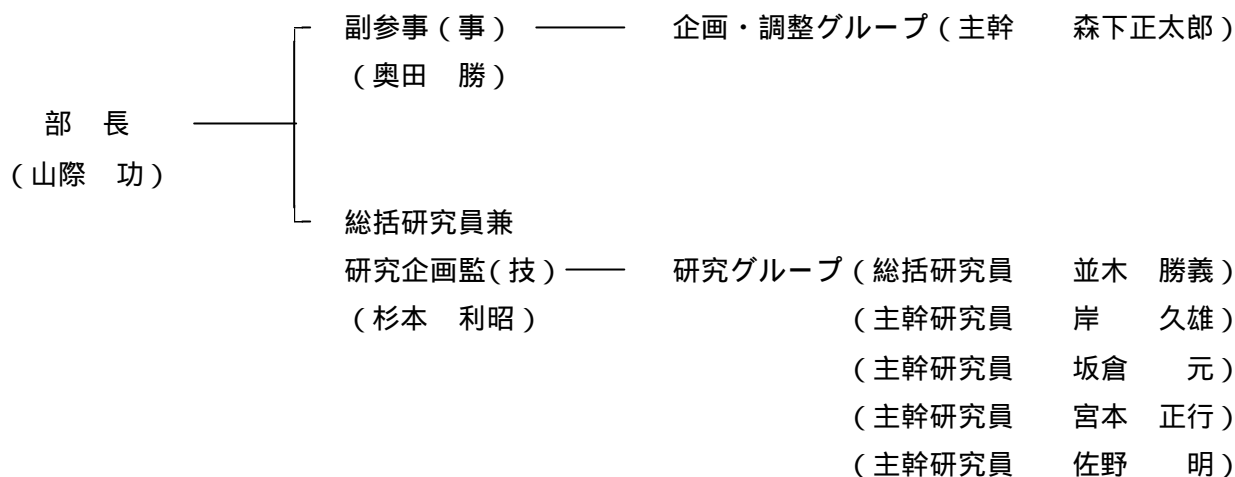
## 革

- 昭和37年 2月 三重県農林漁業基本対策審議会が林業技術普及センター設立について知事に答申
- 昭和38年 4月 林業技術普及センター開所（庶務係・研修室・研究室に11名配置される）
- 昭和39年 1月 試験（土壌分析・発芽鑑定・運材能力検定など）を開始
- 3月 白山町から同町川口に実習林（154,214m<sup>2</sup>）を購入
- 10月 業務報告書第1号刊行
- 昭和40年 3月 37年度から3年間にわたった林業技術普及センター整備計画終了
- 昭和42年 3月 川口採種園など育種用地（82,470m<sup>2</sup>）を購入
- 昭和45年 4月 庶務係が庶務課に研修室が研修課に名称変更
- 昭和48年 2月 第1回研究実績発表会を開催、種子精選室完成
- 12月 新庁舎完成（本館は鉄筋コンクリート2階建）
- 昭和49年 4月 林業技術普及センターから林業技術センターへ名称変更
- 昭和51年 3月 研修館完成
- 昭和52年 1月 センター情報第1号発刊
- 昭和55年 4月 第1研究室が育林研究室に第2研究室が林産研究室に改称
- 5月 天皇・皇后両陛下をお迎えして第31回全国植樹祭お手まき行事がおこなわれる
- 6月 緑化センターが設置される。展示館・樹木図鑑園など緑化施設を併設  
緑化推進課から高野尾苗畑を移管
- 昭和58年 9月 研究報告第1号刊行
- 10月 創立20周年記念行事
- 平成元年 4月 研修課を指導室に改め、育林研究室と林産研究室を研究課に統合
- 7月 三重県林業試験研究推進構想策定
- 平成 2年 3月 木材乾燥棟完成
- 平成 3年 3月 木材試験棟完成、特産実習舎改築整備、多目的保安林整備事業で実施した実習林の整備完了
- 平成 5年 3月 木材加工棟完成、緑化センター展示内容更新
- 平成 6年 2月 本館、研修館の改装工事完了、創立30周年記念誌発刊
- 3月 木材倉庫完成、平成2年度からの5ヶ年にわたる木材加工施設整備計画完了、高野尾苗畑を閉鎖
- 平成 8年 3月 きのこ栽培試験棟完成
- 平成10年 4月 三重県林業技術センターから三重県科学技術振興センター林業技術センターへ名称変更され、研究課を研究担当へ改め、指導室は農林水産商工部林業振興課へ移行し、緑化センターを廃止
- 平成11年 4月 林業技術センター内におけるグループ制の導入により、庶務は総務・経理グループ、また研究担当は研究グループに変更
- 平成13年 4月 三重県科学技術振興センターの組織が再編成され、名称を三重県科学技術振興センター林業研究部と変更

## 2. 組織及び職員

### (1) 組織

平成 15 年 3 月 31 日現在



### (2) 職員

職名	氏名	担当分野
部長(技術職)	山際 功	総括
副参事(事務職)	奥田 勝	事務総括補佐
総括研究員兼 研究企画監(技術職)	杉本 利昭	技術総括補佐
主幹	森下正太郎	収支経理、物品出納、諸給与、文書収発、財産管理
総括研究員	並木 勝義	試験研究 (木材加工)
主幹研究員	岸 久雄	試験研究 (木材加工)
主幹研究員	坂倉 元	試験研究 (特用林産)
主幹研究員	宮本 正行	試験研究 (木材加工)
主幹研究員	佐野 明	試験研究 (森林保護)
主任研究員	西井 孝文	試験研究 (特用林産)
研究員	秦 広志	試験研究 (木材加工)
研究員	中山 伸吾	試験研究 (木材加工)
研究員	島田 博匡	試験研究 (育林・育種)
研究員	辻井 貴弘	構内および実習林管理
主任技術員	内田偉佐夫	試験研究等の業務補助
主任技術員	川北 泰旦	試験研究等の業務補助
技術員	井面 美義	試験研究等の業務補助

### 3 . 施 設 等

(1) 構内敷地	1 4 4 , 0 4 6 m <sup>2</sup>
本 館	5 1 9 (延 1 , 0 2 3 m <sup>2</sup> )
機 械 棟	1 3 0
研 修 館	2 4 2
展 示 館	4 1 6
特産・機械実習舎	3 2 4
種子精選室	7 4
ミストハウス(2棟)	1 0 4
作 業 舎	2 0 0
重機車庫及び車庫	1 7 9
木材乾燥棟	6 0
木材試験棟	1 7 4
木材加工棟	4 0 8
木材倉庫	1 2 0
きのこ栽培試験棟	2 0 0
大型機械研修場	3 , 7 0 0
芝生広場	2 , 9 8 0
樹木図鑑園	4 , 3 6 0
樹 木 園	5 , 6 0 0
樹見本園	1 , 9 4 0
ポット施設	2 , 6 8 9
ほ だ 場	1 7 6
苗 畑	6 , 6 0 0
育 種 園(採種園、採穂園)	9 2 , 9 0 0
そ の 他	1 9 , 9 5 1

(2) 構外敷地	2 3 8 , 5 8 2 m <sup>2</sup>
実 習 林(白山町川口)	1 7 1 , 2 4 8
採 種 園( " )	6 7 , 3 3 4

合 計 3 8 2 , 6 2 8 m<sup>2</sup>

#### (3) 所在地

本 館	一志郡白山町大字二本木 3769-1
実 習 林	一志郡白山町大字川口宇田ノ尻 5418-2
川 口 採 種 園	一志郡白山町大字川口字タカノスワキ 5366-12



#### 4. 平成14年度決算

項 目	事 業 名	決算額 (千円)
科学技術振興費	管理費	20,171
”	試験研究費	7,026
”	木材資源の有効活用・高度利用に関する研究事業費	2,944
”	戦略的木材製品・新技術研究開発事業費	2,227
”	木質建設廃材の有効活用技術開発事業費	4,268
林業振興指導費	林業普及指導事業費	396
造林費	優良種苗確保事業費	5,806
		42,838

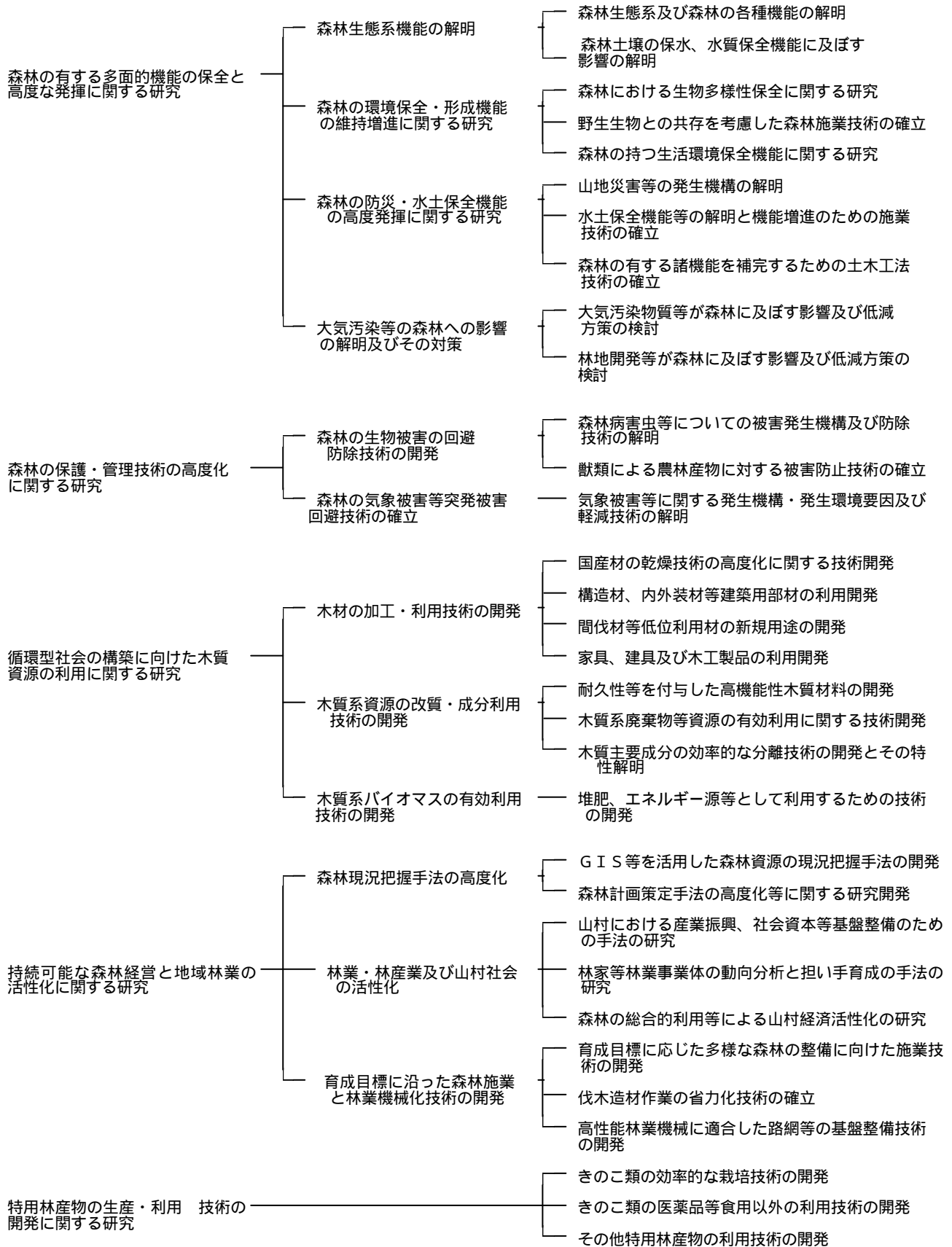
## 5 . 研究の基本方針および研究推進構想

### (1) 試験研究の基本方針

三重県の森林・林業・木材産業が抱えている多くの課題に対応するため「生活者起点の県政」の観点に立ち、県民に快適な環境を提供する健全な森林の育成管理技術、及び県民が安心・安全かつ安価に使える木材製品の生産技術、さらに農山林地域の活性化を図るため、きのこを中心とする特用林産物利用の高度化・多様化を図る生産技術の開発を旨とし、次の四点を基本方針として試験研究を推進する。

- ア 県民ニーズに応じた試験研究の推進
- イ 地域の特性を生かした試験研究の推進
- ウ 長期的展望に立った先見的な試験研究の推進
- エ 産・学・官との連携を密にした効率的な試験研究の推進

## (2) 試験研究の推進構想



## 6、学会・研究会への参加

名 称	主催	開催月日	開催場所	出席者
第52回日本木材学会大会	日本木材学会	4月2日～4日	岐阜大学	並木・岸・秦・中山
第113回日本林学会大会	日本林学会	4月2日～4日	新潟大学	佐野
2002年日本木材学会きのご研究会	日本木材学会	4月4日～5日	岐阜県内	西井
第5回食用きのご研究会	森林総合研究所	5月28日	関東森林管理局	西井
日本応用きのご学会第6回大会	日本応用きのご学会	9月2日～3日	鳥取県民会館	坂倉、西井
第25回持続性木質資源工業技術研究会	持続性木質資源工業技術研究会	9月10日～11日	岐阜県加子母村 他	秦・中山
第32回木材化学加工研究会	日本木材学会木材化学加工研究会	9月26日～27日	独立行政法人産業技術総合研究所中部センター	並木
塗装工学分科会	物質工学部会	9月26日～27日	島根県産業技術センター	岸
木質科学分科会	物質工学部会	10月3日～4日	岐阜市内	中山
日本木材学会中部支部大会	日本木材学会中部支部	10月3日～4日	独立行政法人産業技術総合研究所中部センター	並木・秦
日本哺乳類学会2003年度大会	日本哺乳類学会	10月4日～6日	富山大学(富山市)	佐野
第51回日本林学会中部大会	日本林学会中部支部	10月19日	岐阜大学	山際、坂倉・佐野・西井・島田
第23回木材接着研究会	日本木材学会	10月31日～11月1日	東京大学	岸
第7回樹木医学会	樹木医学会	11月7日	日本大学(藤沢市)	佐野
木材と水研究会	日本木材学会	11月28日	京都大学木質科学研究所	秦
第11回木質ボード部会シンポジウム	(社)日本木材加工技術協会	12月5日～6日	東京都内	中山
森林・木質資源利用先端技術推進協議会シンポジウム	森林・木質資源利用先端技術推進協議会	2月21日	東京都内	中山
東海地域生物系先端技術研究会	東海地域生物系先端技術研究会	3月11日	名古屋市内	西井
第53回日本木材学会大会	日本木材学会	3月22日～24日	九州産業大学	並木・岸・西井・秦・中山
平成15年度森林利用学会シンポジウム	森林利用学会	3月30日～31日	岩手大学	並木
第114回日本林学会大会	日本林学会	3月28日～30日	岩手大学	佐野・島田

## 7、公表した研究成果

### (1) 試験研究発表実績

項目	著者名	書名・巻号	発行年月
木粉のバインダーレスによる成型とその材質	岸久雄・中山伸吾	第52回日本木材学会大会要旨集	2002.04
スギ柱材の高温乾燥・内部割れ等の観察・	秦広志	第52回日本木材学会大会要旨集	2002.04
爆砕処理による木質ボードの成型	中山伸吾・岸久雄	第52回日本木材学会大会要旨集	2002.04
コウモリ類による樹洞の利用	佐野 明	樹木医学研究 6	2002.07
高温乾燥と三重県のスギ材	秦広志	三重の林業 (309)	2002.07
Fire resitance of sugi covering materials of structural steel	Uesugi,S Harada,T Namiki,Y	Journal of Wood Science 4 8	2002.08
木材被覆鋼材の耐火性能	並木勝義ら	第52回日本木材学会大会要旨集	2002.04
農作物に強く依存するニホンザル集団のめぐら	佐野 明	第51回日林中支支部大会講演要旨集	2002.10
木材被覆鋼材梁の耐火性能	並木勝義ら	2002年度日本木材学会中部支部大会要旨集	2002.10
天然乾燥の前処理としての高温乾燥・蒸気減圧処理について	秦広志	2002年度日本木材学会中部支部大会要旨集	2002.10
三重県島ヶ原村におけるニホンザルの生息状況 - 全数駆除から20年後の現状 -	佐野 明	霊長類研究 18	2002.11
鋼材と木材の複合構造材の耐火性能について	並木勝義	三重の林業 (311)	2002.11
接着剤を使用しない木粉成型体の製造方法とその性能	岸久雄	三重の林業 (312)	2003.01
木質建設廃材の有効活用技術開発	岸久雄・中山伸吾	産学官研究フォーラム・オン・キャンパス 2003	2003.01
森林バイオマス資源の利活用	並木勝義	機械化林業 (591)	2003.02
今、樹木治療の現場で	佐野 明	関西自然保護機構会誌 24	2003.03
農作物に強く依存するニホンザル集団の土地利用様式	佐野 明	第114回日林学術講	2003.03
スギ生立木に接種したニホンキバチ共生菌の伐倒後の繁殖状況 - 接種時期および玉切りの有無による比較	福田秀志ら (佐野明含む)	第114回日林学術講	2003.03
鋼材と木材の複合構造材 - 振動特性について -	並木勝義ら	三重林研研報 15	2003.03
木質廃材を活用した舗装資材の開発	岸久雄・中山伸吾ら	三重林研研報 15	2003.03
炭ボードの防火性能について	並木勝義ら	第53回日本木材学会大会要旨集	2003.03
バインダーレスによる竹粉の成型	岸久雄・中山伸吾	第53回日本木材学会大会要旨集	2003.03
高温乾燥時の割れ易さに関する因子について - 高温低湿処理条件と心材率 -	秦広志	第53回日本木材学会大会要旨集	2003.03
爆砕処理チップを用いたボードの成型	中山伸吾・岸久雄	第53回日本木材学会大会要旨集	2003.03
三重県尾鷲ヒノキ林業地域における皆伐跡再造林放棄地の植生更新状況	島田博匡	第114回日林学術講	2003.03
ハタケシメジの菌床埋め込みによる発生試験 ( )	西井孝文・坂倉 元	第51回日林中支支部大会講演要旨集	2002.10
ハタケシメジの菌床埋め込みによる発生試験 ( )	西井孝文・坂倉 元	中部森林研究 5 1	2003.03
オオイチョウタケの人工栽培に関する試験	西井孝文・坂倉 元	第53回日本木材学会大会研究発表要旨集	2003.03
ハタケシメジの菌床埋め込みによる人工栽培	西井孝文・坂倉 元	日本応用きのこ学会第6回大会講演要旨集	2002.09
ハタケシメジの栽培法について	西井孝文	特産情報 2002年11月号	2001.11
ハタケシメジの菌床埋め込みによる人工栽培について	西井孝文	特産情報 2003年2月号	2003.02
きのこの経営指標・ヒラタケ	西井孝文	2002年版きのこ年鑑	2002.04

## (2)講演実績

演題	氏名	講演場所	講演年月日
農作物に強く依存するニホンザル集団のねぐら	佐野 明	第6回獣害対策学習会(三重 ゆずりは荘)	2002.12
樹洞性コウモリの利用が樹木に与えるストレス - グ	佐野 明	日本哺乳類学会2002年度大会(富山大学)	2002.10
アノから分離された菌類	佐野 明	樹洞シンポ2002(長野・美ヶ原自然保護センター)	2002.08
樹洞保全の取り組み	岸久雄	中勢林業	2003.02
木材乾燥について	西井孝文	日本応用きのこ学会第6回大会シンポジウム	2002.09
ハタケシメジの栽培法	西井孝文	J A I がほくぶ第11回菌茸部会記念講演	2003.03
ハタケシメジの菌床埋め込み栽培について	西井孝文		

## (3)工業所有権等

## 実用新案登録

登録番号	出願年月日	考案の名称	考案者
登録第3062564号	平成11年3月29日	木材を結束した暗きょ排切機	佐々木久彦

## 特許登録

登録番号	出願年月日	発明の名称	発明者
登録第3355072号	平成7年8月24日	防草方法及びそれを用いる防草袋	並木勝義、宮本正行
登録第356729号	平成11年9月13日	複合竹部材	並木勝義

## 特許出願

出願番号	出願年月日	発明の名称	発明者
9-100724	平成9年3月12日	地震による箱型家具の転倒防止装置	佐々木久彦、並木勝義
9-356011	平成9年9月17日	木材含水率測定装置	佐々木久彦、並木勝義
10-285902	平成10年10月27日	木片加工品の製造方法	並木勝義 外2名
11-104424	平成11年4月12日	ハタケシメジの人工栽培基及びそれを用いたハタケシメジの人工栽培用方法	西井孝文 外1名
11-314529	平成11年11月5日	建築用構造材	並木勝義 外1名
11-326279	平成11年11月17日	建築用構造材の製造方法	並木勝義 外1名
2000-139890	平成12年5月12日	炭化材製品及びその製造方法	並木勝義 外1名
2000-306706	平成12年10月5日	ハタケシメジの室内栽培方法	西井孝文 外2名
2000-369755	平成12年12月5日	積層複合体	並木勝義 外3名
2001-215724	平成13年7月16日	ハタケシメジの室内栽培方法	西井孝文 外2名
2001-663999	平成14年3月8日	複合材	並木勝義 外3名
2002-350612	平成14年12月3日	竹粉製のプラスチック様成形体およびその製造方法	岸久雄、中山伸吾

## (4)刊行物

名称	出版回数	印刷部数	巻号
業務報告	1	400	39
業務概要	1	300	
研究報告	1	350	15
林業研究部情報(森のたより)	2	各600	161~162

# 試 驗 研 究 関 係

# 地域材を利用した高信頼性構造用材の開発

平成 10 年度～ 14 年度（国補）

宮本 正行・並木 勝義・岸 久雄・秦 広志

昨年度までの試験結果をまとめ、普及用リーフレットを作成するとともに、フィンガージョイントによるスギ集成材用ラミナと鋼板を用いた複集成成梁を作製し、鋼板補強による曲げ強度性能について調査、検討を行った。

## 1 原材料

原材料丸太は県産スギ柱適寸丸太 30 本（末口径 20cm 前後×材長 4 m）とし、丸太 1 本から幅 12.5cm × 厚さ 6cm の粗挽き板を 2 枚採材した。粗挽き板は、人工乾燥させた後、材面をプレーナがけし、幅 109mm × 厚さ 54mm の集成材用ラミナに仕上げた。ラミナの含水率は、高周波式木材水分計 MOCO-2 を使用して測定した結果、9.5 ～ 13.6 %（平均 10.8 %）であった。なお、粗挽き板の作成、人工乾燥は中勢森林組合に加工依頼した。

## 2 複集成成梁の作製

3 種類の複集成成梁およびコントロール材（スギ集成梁）の作製にあたり、インストロン万能材料試験機を用いてラミナの曲げヤング係数を求め、その分布形態がほぼ等しくなるようにラミナを 4 つ（15 枚ずつ）に区分した。各集成梁のラミナ構成は全て 5 層とし、ヤング係数の小さい方から順に 5 枚一組として組み合わせた。5 枚のうち最外層用ラミナ 2 枚は、梁せいをスパン比 1/18 となる 210mm に揃えるため、厚さを 24mm に再調整した。また、引張側の最外層ラミナは、ほぼ中央部 1 箇所フィンガージョイント（水平）を行った。本実験により作製した集成梁の概略および寸法を図 - 1 ～ 4 に示す。複集成成梁は、鋼板をその厚みと同じ深さの溝に挿入して接着により木材と一体化させる接着タイプと、その厚みより大きい溝に挿入して鋼板端部に溶接されたボルトと梁の圧縮側に挿入した鋼棒を両木口からナットを用いて一定トルクで締めつけ、鋼板に前もって引張力を作用させる引張タイプを作製した。

また、接着タイプは、梁の引張側に鋼板を挿入した FS と、引張側と圧縮側の両方に挿入した FS の 2 種類、引張タイプは、両端部にネジ山のある丸鋼（4110mm 長）を圧縮側に挿入した FH を

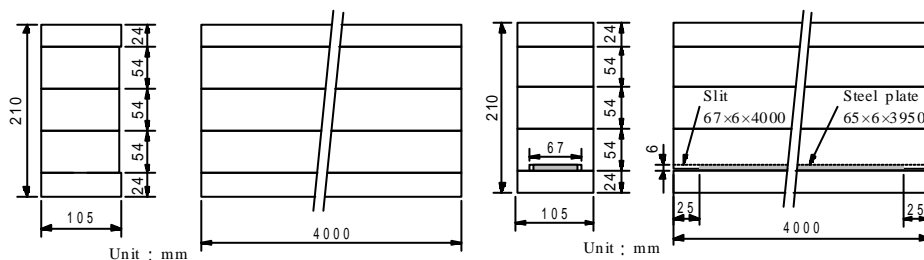


図 - 1 . コントロール材 (CTRL)

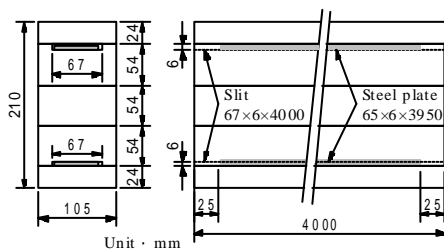


図 - 3 . 複集成成梁 (FS )

図 - 2 . 複集成成梁 (FS )

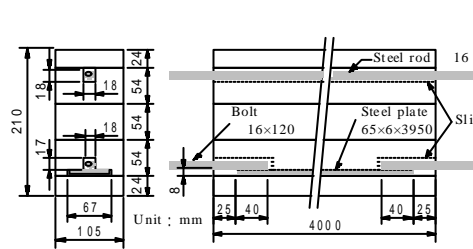


図 - 4 . 複集成成梁 (FH)



作製した。なお、各試験体数は3体ずつで、接着剤は、ラミナ同士の場合レゾルシノール樹脂、ラミナと鋼板の場合エポキシ樹脂を使用した。

### 3 曲げ強度試験と結果

曲げ強度試験は、島津製作所製 UH-100A 形実大強度試験機（曲げ最大容量 50tf）を用いて、スパン 3780mm、ロードスパン 1260mm の3等分点4点荷重方式で行い、曲げヤング係数（ $E$ ）及び曲げ強度を求めた。コントロール材 CTRL の実測  $E$  値（ $E_t$ ）と計算  $E$  値（ $E_c$ ）の関係は、 $R^2 = 0.9974$ （ $E_t = 0.9868 \times E_c + 0.2371$ ）と高く、ほぼ 1 : 1 の関係にあると判断された。なお、 $E_c$  は、ラミナの小さ荷重曲げ試験より求めた  $E$  値を基に、等価断面の手法を用いて算出した値である。これより、複合集成梁の被補強材（母材）の  $E$  は、計算より求めた  $E_c$  で推定できると考えられた。複合集成梁における母材の  $E_c$  に対する  $E_t$  の上昇傾向を図 - 5 ~ 7 に示す。

FH の鋼板は、非接着で母材と一体化していないため、荷重 - 変位曲線において明確な直線領域を示さず、 $E_t$  の評価が難しい。ここでは、荷重初期の傾きから算出した  $E_{t1}$  と最大荷重の 10 ~ 40 % 範囲内の傾きから算出した  $E_{t2}$  を示した（図 - 7、10）。 $E_t / E_c$  の比（図中カッコ内数字）は、母材の  $E_c$  が低いものほど高く、鋼板による補強効果は構成ラミナの  $E$  が低いものほど高いと言えた。複合集成梁の曲げ強度は、コントロール材と同様、引張側最外層ラミナのフィンガーの影響を受けるが、平均値及び下限値が上昇する傾向が認められた（図 - 8）。平均値におけるコントロール材と複合集成梁との比（図中カッコ内数字）は、フィンガージョイントの影響を受けない昨年度の結果に比べて大きく、曲げ強度の低いものほど効果が高いと言える。

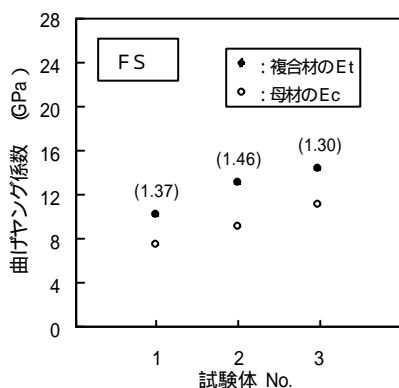


図 - 5. FS のE上昇傾向

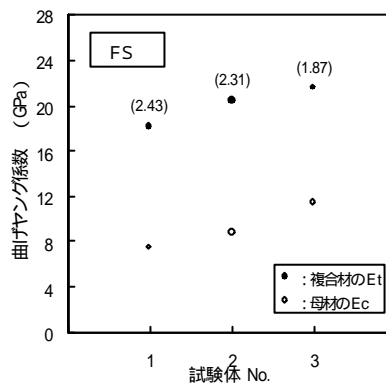


図 - 6. FS のE上昇傾向

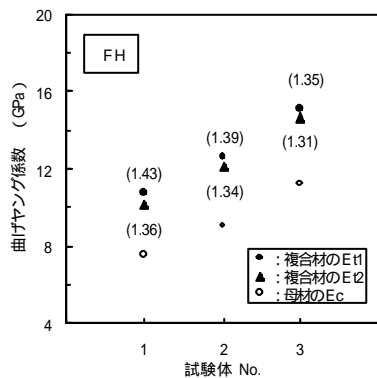


図 - 7. FH のE上昇傾向

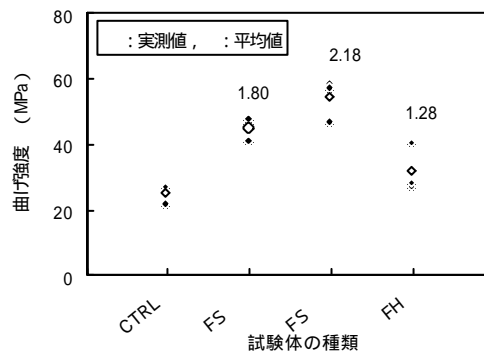


図 - 8. 試験体別の曲げ強度

# 蒸煮減圧処理によるスギ柱材の高温乾燥試験

平成12年度～15年度(県単)

秦 広志・並木勝義・宮本正行

前年度までの研究結果から、材質により割れ易さが異なること、初期蒸煮処理には問題があることが示唆された。そこで、初期蒸煮時間と材質(産地)の影響を明らかにするため、比較試験を行った。

## 1. 試験の方法

試験材には無背割りスギ心持ち柱材(12.5 cm角、材長 3.0m)を使用し、三重県美杉産と静岡県天竜産の材を用意した。表1のとおり初期蒸煮時間を変えた処理試験区をもうけ、高温乾燥試験を行った。その際、材の個体差によるばらつきを軽減するため、1本の材を2分割して片面の木口をコーティングし、2本1組の試験材として比較試験を行った。試験材は、重量・心材率等の材質を調査するとともに、高温乾燥後の外見上表面割れ、内部割れ、含水率の測定を行った。なお、内部割れは断面写真を用い、含水率は全乾法により測定した

表1. 試験処理区の概要

試験区分	処理内容	試験本数(本)	
		三重県産	静岡県産
スケジュール	初期蒸煮0時間 + 高温乾燥84時間	20	20
スケジュール	初期蒸煮6時間 + 高温乾燥84時間	20	20
スケジュール	初期蒸煮12時間 + 高温乾燥84時間	20	20

初期蒸煮: 乾球温度95-湿球温度95      高温乾燥: 110-90 4時間 + 120-90 32時間 + 110-70 48時間

## 2. 試験結果

### (1)産地による差

図1に示すとおり2つの産地間には結果に大きな差異が見られた。静岡産は三重産に比べて表面割れは約1/2と少なかったが、内部割れは約3倍の発生量であった。材質に関しては初期含水率と心材率には有意差が認められたが、比重、年輪幅、仕上がり含水率等に差は認められなかった。両産地とも末口側より元口側の方が表面割れは少なく、特に三重県産材には心材率が高い方が表面割れが少なくなる傾向が見られた(図2)。

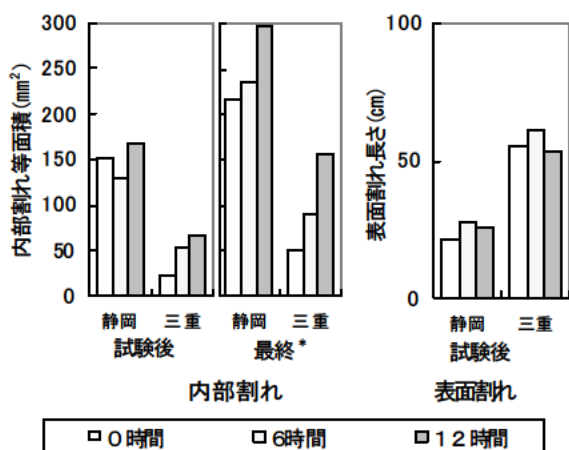
表2. 産地別試験材の材質

産地	材質		表面割れ		内部割れ			
	初期含水率 (%)	乾燥後含水率 (%)	心材率 (%)	全乾比重	標準年輪数	割れ長 (cm)	最大割れ幅 (mm)	内部割れ面積 (mm <sup>2</sup> )
三重	91.4%	18.9%	79.1	0.350	30.1	57	1.0	47.3
静岡	81.3%	18.9%	84.5	0.350	29.2	25	0.3	150.6
t検定有意差	*		**			**	**	**

\*危険率5%未満で有意差有り、\*\*1%未満で有意差有り

## (2) 初期蒸煮時間による差

図1に示すとおり表面割れ長さについては蒸煮時間による影響が見られなかった。静岡産材では蒸煮時間の増加に伴い割れ幅が減少する傾向が見られたが、これは蒸煮中にも含水率は低下するため、結果的に乾燥がより進行していたことによると思われる（高温乾燥で生じた表面割れは、乾燥に伴い閉じる事が知られている）。内部割れは仕上がり含水率が低い材に多く見られ、室内の部材として使われることを想定して、さらに室温で平衡状態まで乾燥を進めた結果（室内で長期にわたって使用された場合を想定）、内部割れはさらに増加し、その量は蒸煮時間が長い方が多かった。これらの傾向は、平均値で比較した場合よりも、分割した対照試験材同士で比較した方が明瞭であった。（表2）



■ 平行状態に達した後での再測定

図1. 初期蒸煮時間と割れの関係

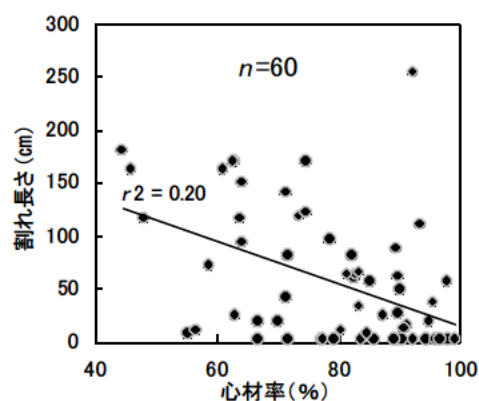


図2. 心材率－表面割れ(三重県産)

表3. 同一材から得られた試験材同士の比較による初期蒸煮時間の長さとの関係

比較対象	内部割れ面積 蒸煮時間が長い方が割れが (多いー少ない)組数		表面割れ長さ 蒸煮時間が長い方が割れが (多いー少ないー同じ)組数	
	三重県産	静岡県産	三重県産	静岡県産
	蒸煮0時間と6時間(10組)	8-2	4-6	6-4-0
■	8-2	9-1	4-5-1	3-4-3
■	8-2	8-2	3-4-3	3-3-4
合計(30組)	24-6	21-9	13-13-4	11-8-11

## 3. 考察

同一の高温乾燥スケジュールを用いても、産地（材質）により結果に差が生じる事が判明した。三重県産と静岡県産の表面割れと内部割れの発生量は、それぞれ逆の傾向を示したことから、表面割れの生じにくい材は、内部割れが生じやすいと推測される。差を生じた因子については未調査な点もあるが、初期含水率と心材率の影響が大きいことが示唆された。これは、乾燥初期のドラインセットの形成し易さに差があるためだと推測している。また、高温乾燥における初期蒸煮は、表面割れ防止には効果が無く、内部割れを増加させることが判明したので、初期蒸煮処理は必要最小限の使用（乾燥室の温度上昇）に留めるべきである。

# 県産材による高機能性木質パネルの開発

平成 12 年度～ 15 年度（県単）

宮本 正行・並木 勝義・岸 久雄

スギ小径木および間伐材の用途拡大を図るため、スギ幅はぎ集成材を軸組構法住宅の壁面材として用いた耐力壁の試作を行い、その水平せん断性能について調査した。

## 1 壁試験体の作製および耐力試験

壁面材とするスギ幅はぎ集成材は、断面が 30mm 角の角材を、幅および長さ方向にイソシアネート樹脂により集成接着したもの（幅 835mm × 長さ 2655mm × 厚さ 30mm）を使用した。角材同士の長さ方向における接合は、幅はぎ集成材の材面にフィンガーの形状が表れないように、水平型フィンガージョイントによる接合とした。なお、幅はぎ集成材の作製にあたっては、松阪飯南森林組合小径木加工場に加工依頼した。

壁試験体を構成する軸材は、柱と土台に背割り有りのスギ正角材（105mm 角）、桁にベイマツ平角材（105mm × 180mm）を用いた。各軸材は幅はぎ集成材をはめ込むために、長さ方向に通った縦溝（幅 30mm × 深さ 15mm）を、壁面内側を向く面（柱の場合背割り面）の幅方向中心線上に設けた。なお、間柱は幅はぎ集成材を両側にはめ込むため、対面となる 2 面に縦溝を設けた。さらに、幅はぎ集成材用の溝の奥に通しボルト用の溝（間柱は 1 箇所）を設け、柱と土台及び柱と桁は通しボルト（太さ 13mm、長さ 2910mm）で止めた。ボルトは一定トルクで締め付けた。また、各柱の両端部は短ほぞ加工を施し、土台と桁側に対応するほぞ穴を設けた。

壁試験体は、各軸材の溝間に幅はぎ集成材をはめ込む形で 2 P サイズのものを 3 体作製した。壁試験体の概略図は図 - 1 に示す。

壁試験体の耐力試験は、島津製作所製パネルせん断試験機（最大負荷容量 10tonf）を用いた無載荷式の水平加力試験とし、壁試験体の土台を鋼製フレームにボルトで固定した後、アクチュエータにより桁の端部を押し引きさせる方法で行った。また、押し引きの振幅ステップは段階的に大きくさせ、一ステップあたりの繰り返しは 3 回ずつとした。なお、各ステップは、正負における見かけのせん断変形角が 1/45Q、1/30Q、1/20Q、1/15Q、1/10Q、1/75、1/50、1/15rad.の時点とした。

## 2 試験結果

水平加力試験より得られた耐力性能の値を表 - 1 に、荷重と見かけのせん断変形角の関係を図 - 2 に示す。なお、壁倍率は、「降伏耐力」、「終局耐力に（0.2/構造特性係数）を乗じたもの」、「最大耐力の 2/3」、「見かけのせん断変形角が 1/120rad.時の耐力」のうち最も小さい値を、壁長（1.82m）と壁倍率 1 の基準値（1.96 kN/m）で除して求めた。

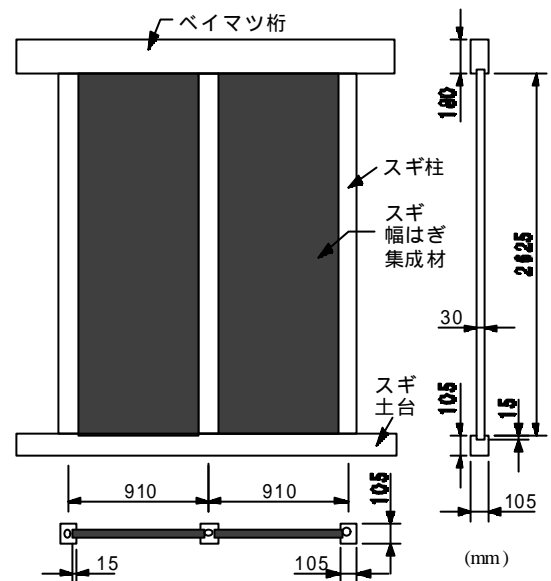


図 - 1 . 壁試験体図

各試験体の壁倍率は2.5 ~ 2.7の値を示し、昨年度に実施した壁倍率(2Pサイズ・1.5 ~ 2.0)に比べて大きい値であった。また、単位長さ当たりの各耐力値(表-1)は昨年度の結果に比べて大きく、構造特性係数が小さいという結果であった。

壁試験体の破壊形態は土台の試験機フレームとのボルト締め付け部から損傷するのみで、幅はぎ集材の損傷はいずれも見られなかった。

表 - 1 . 水平加力試験の結果

試験体 番号	降伏耐力 (kN/m)	終局耐力 (kN/m)	最大耐力 (kN/m)	1/120rad. 時の耐力 (kN/m)	構造特性 係数	壁倍率
No.1	6.25	8.17	10.22	6.87	0.31	2.7
No.2	6.06	8.84	10.11	6.73	0.36	2.5
No.3	5.80	8.36	9.12	6.65	0.35	2.5

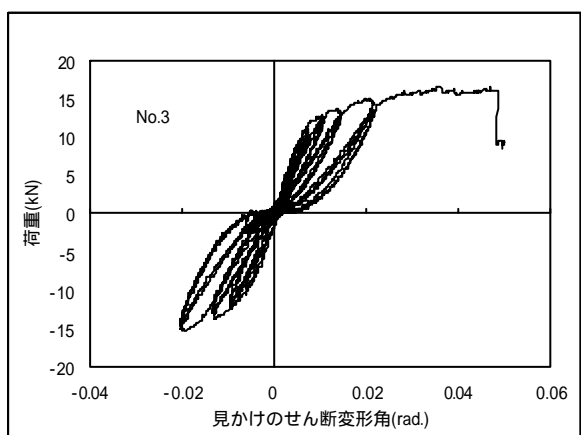
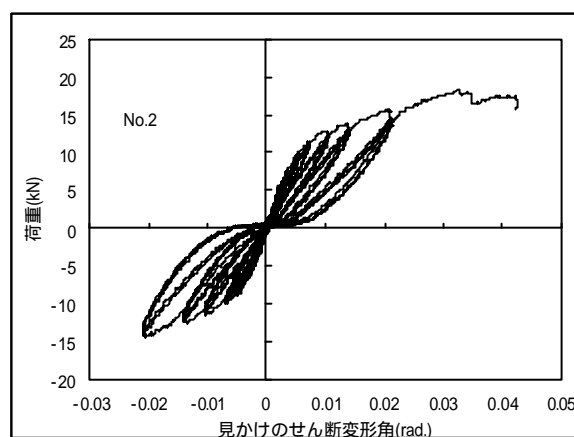
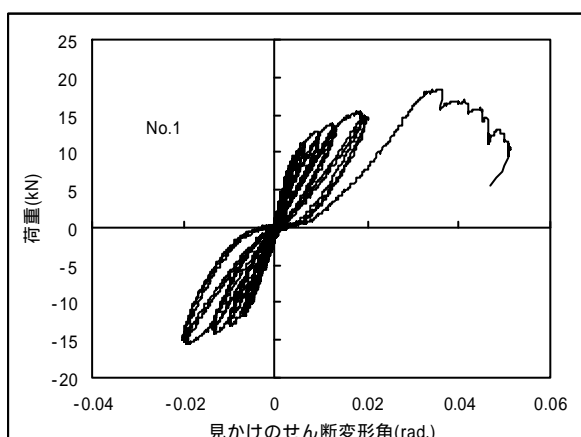


図 - 2 . 荷重と見かけのせん断変形角の関係

# 木材簡易薬液注入技術の研究開発

平成10年度～14年度（県単）

秦 広志・並木勝義

木材の新用途開発と、間伐材の有効活用を図るために研究を行い、木材に樹脂を注入含浸させた木質タイル等の試作を繰り返してきたが、ヒノキのフローリング板を使用した木質タイル風の内装材が一部実用化されたので報告する。

## 1．実用使用された木質タイル風フローリング

この木質タイル風の内装材は、県内で生産されるフローリングの需要拡大と用途拡大を目的に開発を行った。ヒノキ板目材の長手方向に等間隔でカット溝の加工を施し、表面に耐水性のウレタン系塗料を塗布したもので、タイルのように一枚一枚制作するのではなく、一度に多くのタイル状の加工が出来るため、製造コストと現場での施行手間の低減を図ったものである。

## 2．使用状況

上野市の県営住宅（カーサ上野）集会所の洗面所内装として使用された（写真 - 1～3）。集会所という建物にもマッチし、景観的にも優れた仕上がりで工事関係者には好評であった。今後は、実際に使用に供されている中での経過観察をしていく予定である。



写真 - 1．集会所全景



写真 - 2．使用状況



写真 - 3．使用状況

自然力を利用した低コスト低エネルギー木材乾燥技術の研究開発

平成10年度～14年度 (県単)

秦 広志・並木勝義

天然乾燥はエネルギー消費が少なく、環境負荷の小さな乾燥方法であるが、無背割りの心持ち材では、表面割れ問題から適用が困難である。対して高温乾燥は、表面割れ防止には効果的であるが変色・内部割れ等の問題がある。そこで、高温乾燥時のドライグセット行程(高温低湿処理)だけを施して、その後、天然乾燥に供する乾燥方法の検討を行った。熱処理を短時間で終了させることにより、エネルギー消費、内部割れの発生を最小限に抑さえつつ表面割れの少ない乾燥技術の開発を目指した。

1. 試験の方法

試験材には三重県飯南産の無背割りスギ心持ち柱材(12.5 cm角、材長3.0m)を使用した。表1のとおり計4通りの処理試験区をもうけ、無処理で天然乾燥に供した対照区と比較した。1.5m材を用いた試験は、1本の材を2分割して対照試験区と比較している。天然乾燥の期間は2001年8月20日から2002年1月29日までとし、定期的に重量、表面割れの測定を行い、最終測定時に内部割れ、含水率の測定(全乾法)を行った。

表1. 試験内訳

試験区	処理内容	試験本数(本)	
		L=3.0m	L=1.5m
130	蒸煮(98 8時間)+高温乾燥(130-98 12時間)処理後、天然乾燥*	10	5
120	蒸煮(98 8時間)+高温乾燥(120-90 12時間)処理後、天然乾燥*	10	5
減	蒸煮減圧(蒸煮120 8時間、減圧2時間)処理後、天然乾燥*	10	5
室	初めから簡易乾燥室(約12m <sup>2</sup> )内で天然乾燥*	10	5
天	初めから天然乾燥*	10	20

\*3.0m材は倉庫内で天然乾燥、1.5m材は屋外で天然乾燥。

2. 試験結果

(1)含水率

130、120 および減試験区の材は、前処理により含水率が低下したが、5ヶ月後は無処理の材と同等の含水率になっていた(図1)。含水率20%以上のものが多く存在していたため、品質確保のためには、出荷前にもう一度人工乾燥を行って仕上がり含水率を調節するか、所定の含水率まで低下したのから選んで出荷する、等の処置が必要と考えられる。

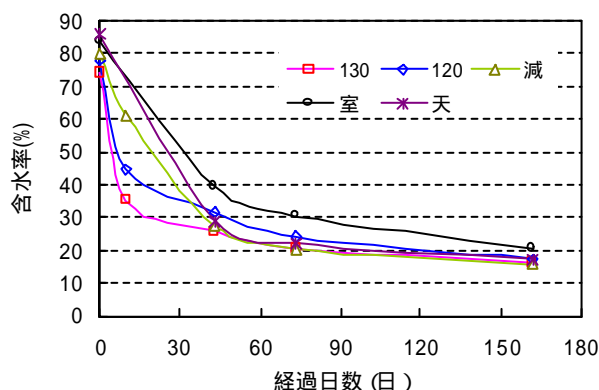


図1. 天然乾燥時の乾燥経過

\* 1:試験材長 L=3.0m

\* 2:含水率は10本の平均値



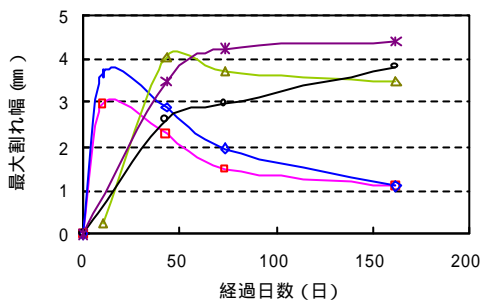


図2. 天然乾燥中の表面割れ幅経過  
\* : 材長L=3m, 10本の平均値

—□— 130 —●— 120 —▲— 減 —○— 室 —\*— 天

表2. 仕上がり時割れ比較 (L=3.0m, 10本の平均値)

試験区	中心割れ面積(mm <sup>2</sup> )	内部割れ面積(mm <sup>2</sup> )	表面割れ長さ(cm)	表面割れ最大幅(mm)
130	0.7	11.2	168	1.1
120	1.3	3.0	150	1.1
減	0.9	3.1	322	3.5
室	0.0	0.0	627	3.8
天	0.2	0.0	444	4.4

\* 中心・内部割れは切断面での計測、他は外見上の計測。

## (2) 表面割れ

130 および 120 試験区は、前処理終了時に中程度の表面割れを生じたが、その後の天然乾燥期間中には割れの発生・伸張はほとんど観察されず、むしろ閉塞する傾向が顕著であった。減試験区は、前処理終了時およびその後の数週間は無傷であったが、約1ヶ月後には全面に幅広の表面割れが生じた。室および天試験区は、数日後から表面割れが生じ、約1ヶ月後には全面に幅広の表面割れを生じた(図2, 図3, 表2)。

## (3) 内部割れ

130 および 120 試験区は内部割れが発生していたが、終始高温乾燥を行った場合と比べると非常に少なく、130 試験区で 1/4、120 試験区で 1/10 程度であった。減試験区は、中心割れと極僅かな内部割れが見られた。室および天試験区では内部割れは皆無であった(表2)。

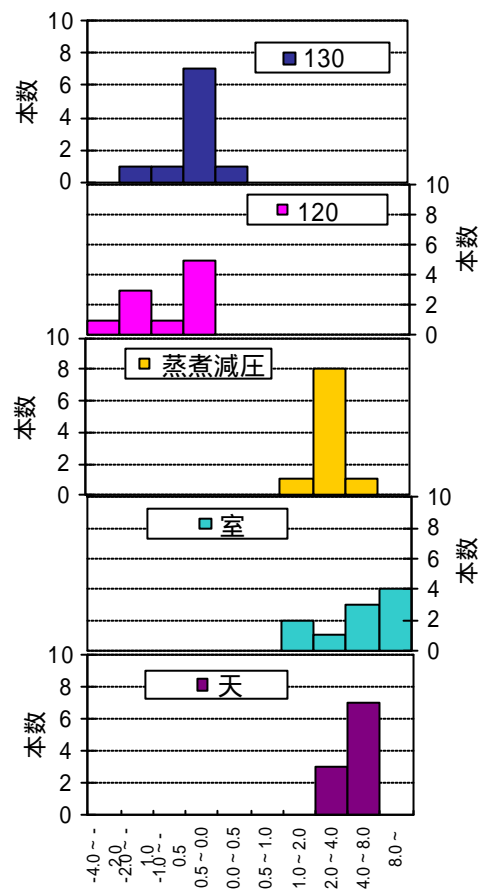
## 3. まとめ

高温低湿処理の表面割れ防止効果は 120

12 時間処理で十分な効果が認められ、

その際の内部割れは微量に留まっていた。130 12 時間処理では 120 と比較して表面割れは同等だが内部割れは多かった。蒸煮減圧処理の表面割れ防止効果はわずかであり、実用的な効果は認められなかった。

適切な高温低湿処理の施された材は、その後の天然乾燥時においても、新たに表面割れが生じる恐れはほとんどない事が明らかになった。高温低湿処理の条件はさらに検討する必要はあるものの、高温乾燥と天然乾燥を組み合わせた乾燥方法は、非常に有望な選択肢だと考えられる。



処理直後と天然乾燥後の割れ長さの差(m)

図3. 表面割れ増減(L=3.0m)



# 新製品・新技術開発支援試験

平成14年度

岸 久雄、宮本正行、中山伸吾

県内産業の発展と振興に寄与するため、企業等が開発した新製品や技術の品質・性能評価にかかる試験に対して、当研究部で実施可能な試験を対象に支援試験を実施している。本年度実施分は以下の8件であった。

## 1. パネル曲げ強度試験

試験体：木質接着パネル（3体）

試験方法：木質パネル剪断試験機

## 2. 修景パネル曲げ強度試験

試験体：三方引スギ円柱（10体）

試験方法：万能試験機 中央集中荷重方式

## 3. 集成材曲げ強度試験

試験体：中断面集成材（スギ・ヒノキ）（10体）

試験方法：実大強度試験機 4点荷重方式

## 4. 集成材曲げ強度試験

試験体：スギ中断面集成材（4体）

試験方法：実大強度試験機 4点荷重方式

## 5. 耐震壁強度試験

試験体：木製耐震壁（3体）

試験方法：木質パネル剪断試験機

## 6. 集成材曲げ強度試験

試験体：中断面集成材（スギ・ヒノキ）（6体）

試験方法：実大強度試験機 4点荷重方式

## 7. 含水率測定試験（受諾）

試験体：スギ柱材 120×120×3000(mm)（10体）

試験方法：携帯式含水率計で測定後、切り出した試験片の含水率を全乾法により算出

## 8. 含水率測定試験（受諾）

試験体：ヒノキ柱材 150×150×6000(mm)（10体）

試験方法：携帯式含水率計で測定後、切り出した試験片の含水率を全乾法により算出

# 熱圧密処理木材を活用した内装材の研究開発

平成12年度～15年度（県単）

中山伸吾，岸 久雄

近年、木材が与える自然観とやすらぎの効果を求め、内装材として木材を利用するケースが増加している。このとき、ホルムアルデヒドや揮発性有機化合物（VOC）によるシックハウスの問題等から、無垢材や天然材料を用いることを望む消費者は多い。しかし、住宅様式や生活環境の変化から、無処理のまま木材を使用することは、狂いや耐久性などの面から問題が生じる。

こうした中、これまでの有機溶剤を用いた塗料とは異なり、天然物由来の油脂成分などを原料とした、自然塗料といわれる製品が一般に認識されるようになってきた。自然塗料は、木材の吸放湿性などを残すことができることから、これを木材表面の保護に利用し、かつ材料として需要が低迷しているスギ材等を用いることができれば、用途拡大にもつなげると考えられる。そこで本研究は、これらの材料を用いた機能性内装材を開発することを目的とした。

## 1. 試験方法

スギ板材（幅100mm×長さ115mm×厚さ25mm）を20℃，65%RHで調湿し、平板熱圧プレスを用いて試験片に圧縮含浸処理を行った。圧縮処理はステンレス容器中で、加熱された自然塗料中に試験片の板目面が浸漬するように置いた後、スペーサーを用いて1分間、22mmおよび20mmまで圧縮を行った。解圧後、試験片は垂直に立てかけた状態で自然乾燥を行った。乾燥後、20℃，65%RHで養生させた後、JIS Z2101に準じた表面硬さ、テーバー式摩耗試験機による摩耗性、水接触角による撥水性についてそれぞれ評価を行った。

## 2. 試験結果

表面熱圧密処理における各試験片の処理状態をみると、圧密度が大きい場合には回復率も大きくなったため、スペーサー幅20mm、22mmともに最終的な圧密度は0.9程度となった（表-1）。また、処理温度が高い場合にも回復率は大きくなっている。これらのことは自然塗料の含浸度合いに影響を及ぼすことから、20mm-200℃の条件で処理したものが最も深くまで浸透していると推測される。

このような状態における圧密材について、圧縮変形による影響が大きく現れると予想される早材部の表面硬さをJIS Z2101に準じて測定したところ、全ての条件について無処理と比べても表面硬さは向上していないという結果になった（図-1）。一般に、圧密処理した材の表面硬さは向上するとい

表-1. スギ熱圧密処理材の圧密度

スペーサー幅	熱圧温度	圧密度（回復率）
22mm	170	0.91（2.5%）
	200	0.94（5.5%）
20mm	170	0.90（9.1%）
	200	0.92（11.4%）

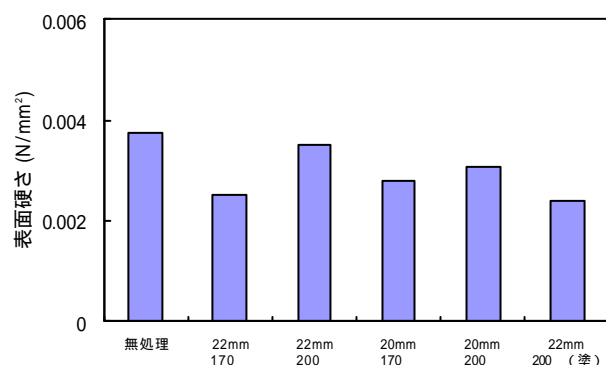


図-1. 圧密条件による表面硬さの変化

われているが、今回の場合は自然塗料が含浸されていることの影響や、測定部位を早材部に限定していること、材そのものによるばらつきなど、様々な要素が影響したためと考えられる。特に、自然塗料の含浸によって材表面に弾力性が生じ、傷や凹みが目立たなくなる効果を生じているとも推察されることから、これらについては検討を必要とする。

次に、それぞれの表面の摩耗性について、研磨紙法による500回転後の摩耗減量を用いた評価を行ったところ、圧密された表面の摩耗量は無処理と比べて0.62-0.80になり、耐摩耗性は向上していた(図-2)。また、自然塗料を表面に塗布した後に熱圧処理を行った試料では、浸せきさせながら処理した場合と圧密度や回復率はほぼ同じであったにも関わらず、耐摩耗性の向上はみられなかった。圧密度が0.94程度の場合、前年度の報告で述べているとおり、表層部ではほとんど変形が回復していると考えられ、また塗布による含浸量は浸せきの場合に比べわずかであることから、22mmにおける摩耗性の向上については含浸された自然塗料の影響によるものと推察でき、また20mmの場合には圧密の効果も影響していると考えられる。

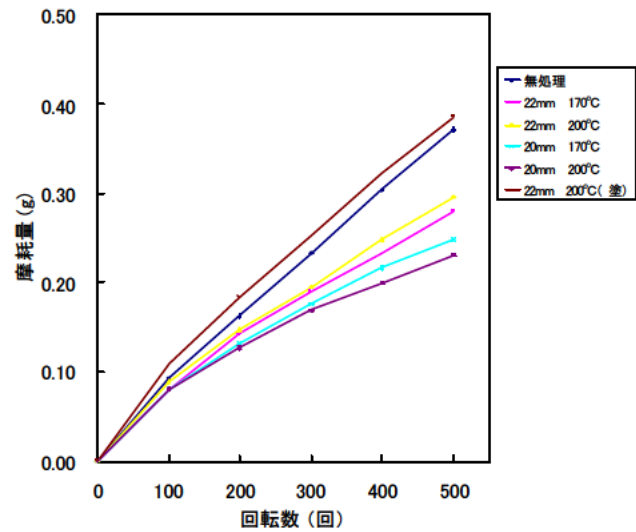


図-2. 熱圧条件による摩耗量の変化

次に、水接触角の測定による表面撥水性の評価についてみると、無処理の場合は摩耗試験後に水接触角が低下しているのに対し、圧密化された表面では大きな変化はみられなかった(図-3)。これは、無処理の場合、摩耗によって表面が荒らされたことが水浸透性を大きくしたと考えられるのに対し、圧密化された表面は自然塗料が含浸されているため、表面荒れが抑えられたことなどが影響したものである。

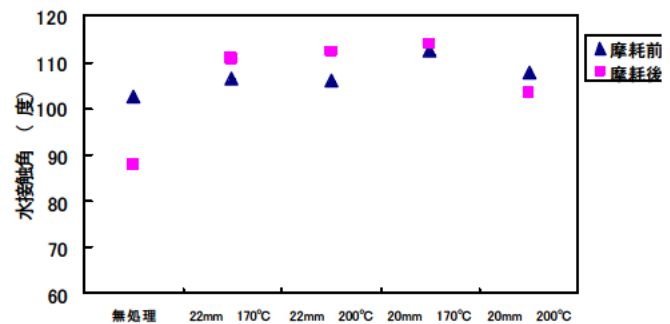


図-3. 処理条件による水接触角の変化

このように、自然塗料を用いた表面圧密処理木材では、含浸した自然塗料の含浸度合いが圧密度や性能などに影響を及ぼしており、これらは耐久性などに関連してくることが推測された。しかし、深くまで浸透させるために圧密度を上げると強い変形の回復が起こり、木口と板目からの浸透度合いの差から生じる浸透ムラなどによって、回復後の残留変形が大きくなってしまふことが懸念される。このような加工性に対する問題を解決するためには、圧密する材の形状などについても検討する必要がある。

# 環境に配慮した木質材料の研究

平成 12 年度～ 15 年度（県単）

岸 久雄，中山伸吾

工場廃材の有効利用が認識されるようになった中、前年は、製材オガ粉から採取した木粉を使用した、接着剤無使用（バインダーレス）成型体の製造方法を検討したが、本年は、プレーナー屑や樹皮のバインダーレス成型について検討した。

バインダーレス成型体の製造条件を密閉加熱成型と開放加熱成型に分けて実施し、その影響度合いについても性能調査した。

## 1. 試験

### （1）供試材

工場廃材には、スギ、ヒノキの樹皮、ヒノキ、タモ、ナラのプレーナー屑（以後チップと呼ぶ）およびヒノキの製材オガ粉を使用した。樹皮と製材オガ粉（木粉）については、100 メッシュの篩にて分級し、その篩を通過したものを一般的に使用した。ただ、密閉加熱成型の強度条件調査には、篩により数種分級し、粒度の影響も検討した。

### （2）成型体の製造方法

バインダーレスによる成型体の製造は、廃材を円筒状ステンレス製金型内にフォミングした後、高圧（120 MPa）・高温（180～200℃）のホットプレスで成型圧縮してから、冷却することにより行った。なお、密閉加熱成型は、金型の上下をシリコンシートで蓋をすることにより、空気の出入りをなくすようにした。開放加熱成型では、このシリコンシートを用いないで成型した。また、廃材の含水率は、気乾状態のものを使用した。

### （3）性能試験方法

木粉の流動性は、加圧・加熱状態の金型内部の 2 g の木粉が、金型上部の中心部に開けられた 2mm の穴から流出できるようにした特殊金型を使用し、設定時間加圧・加熱後に 2mm の穴から流出した木粉量を測定することで比較した。この場合、金型の初期温度は室温とした。曲げ強度性能は、成型体を 20、65 % RH の恒温恒湿室に養生した後、荷重速度 2mm/min の中央集中荷重方式により、曲げ強度と曲げヤング率を測定した。

## 2. 結果

樹皮を加熱・加圧のみで成型することを試みた結果、樹皮を粉体に加工すれば成型できることが分かった。ただ、図-1 に示したように、ヒノキ木粉成型体に比べて、曲げ強度性能は劣っていた。加熱時間もヒノキ木粉と同じ 9 分加熱では、成型体の強度発現が鈍く、12 分加熱とすこし長めにした方が良好であった。これらの結果は、スギ・ヒノキ樹皮に含まれている成分がかなり関与していることが

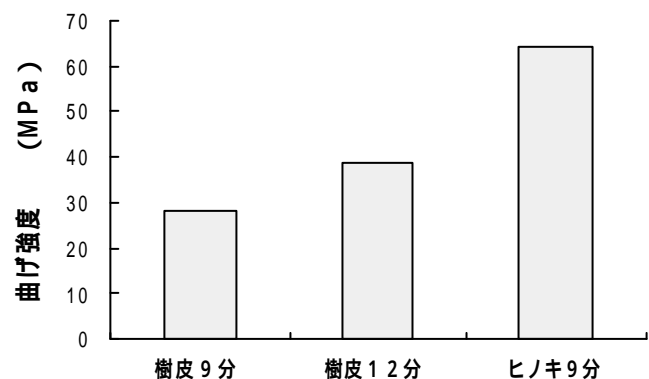


図-1 樹皮粉体成型体の曲げ強度

考えられることから、広葉樹の樹皮等では、また異なった結果が得られると思われ、樹種別の検討もさらに必要であり、今後の課題として残っている。

今回の試験では、気乾含水率の紛体やチップを使用していることから、成型条件が、密閉加熱時と開放加熱時では、水分の影響による木粉の成型性や性能に変化が生じることが考えられる。このため、ヒノキ木粉やチップを使用して、その影響度合いを調べた。図-2 に、ヒノキ木粉を密閉加熱成型した時の木粉粒度が曲げ強度に及ぼす影響度合いと、開放加熱成型した場合の曲げ強度比較を示した。密閉加熱成型でも開放加熱成型と同様に、あまり木粉粒度が粗いと曲げ強度は弱めになり、100 メッシュ以上になると大きな差は認められなかった。開放加熱成型との比較では、概ね開放加熱成型の方が大きい曲げ強度を示した。ただ、成型性は、密閉加熱成型の方が良好と思われた。これは、密閉加熱成型の時には内部水分の蒸散が無く、その蒸気が木粉の流動性等に好影響を及ぼしたことに起因していると考えられる。蒸煮木粉の流動性調査では、蒸煮によりかなり向上することが確かめられている。実際、チップの成型では、密閉加熱成型を行うことにより、比較的容易に成型できた。

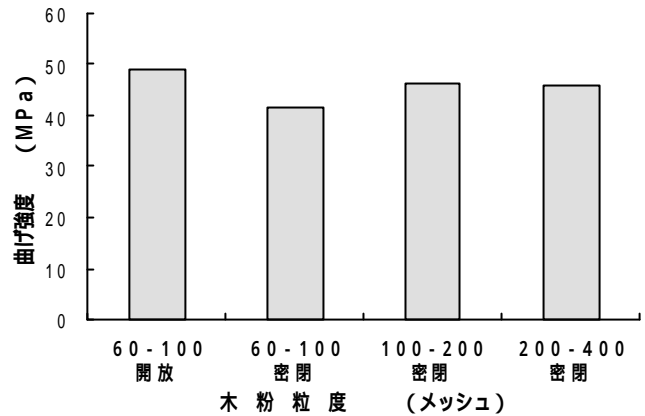


図-2 密閉加熱における木粉粒度と曲げ強度

図-3 にチップの種類が、曲げ強度に及ぼす影響度合いを示した。この場合、成型は密閉加熱により行った。樹種による曲げ強度差が、かなり生じた。ナラチップ成型体では、ヒノキ木粉成型体と遜色ない曲げ強度を示した。このように、樹種の構成成分により、樹皮成型と同様に、成型体の性能が大きく変わることが伺えた。また、ヒノキチップ成型体の曲げ強度は、木粉成型体の6割程度の値となり、使用材料の形状の差が、大きく生じることが分かった。これは、ヒノキ木粉の粒度が大きくなると、成型体の強度が低下したことと同じで、使用材料の形状により、成型時の材料流動性が異なることが原因と考えられた。さらに、チップ間と木粉間の密着性の違いも影響していると思われた。

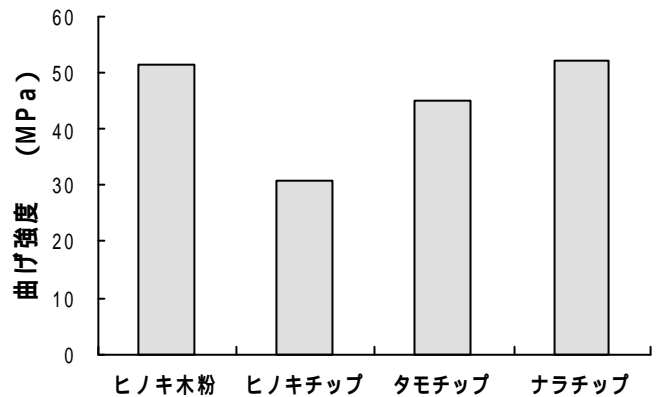


図-3 チップの成型体と曲げ強度 (密閉)

図-4 にチップ成型体の24時間常温吸水試験結果を示した。加熱温度を180 で成型した場合には、厚さ膨張率、吸水率とも比較的大きな値となり、加熱温度200 では、パーティクルボードの規格に合格する水準であった。耐水性を考慮した場合には、チップ使用時でも、200 成型の方が良好と思われた。

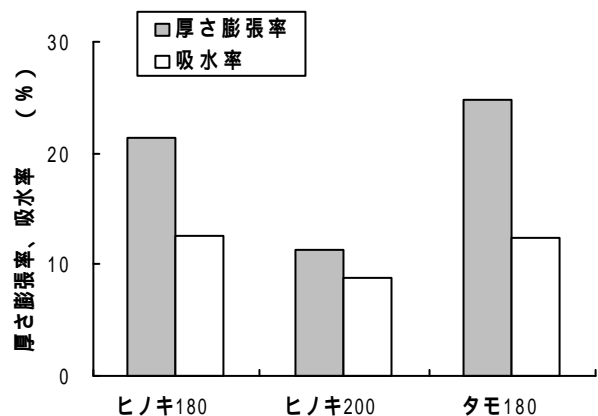


図-4 チップ成型体 (密閉) の耐水性能



# 爆砕処理チップによるボードの成型方法の研究

平成13年度～15年度（県単）

中山伸吾，岸 久雄

これまで産業廃棄物として焼却又は埋立処分されてきた工場残材や建築解体材などは、建築リサイクル法の施行や小型焼却炉の使用制限、環境問題等の面などからこれまでのような処分が困難となった。また、資源の有効活用の面からもこれらの木質資源について、再資源化を図ることが重要視されるようになってきている。

そこで、これら未利用木質資源がリサイクル可能な木質ボードの材料として活用できるかについて検討を行った。

## 1. 試験方法

スギ材チップ400g（気乾）を、1.9～2.4MPaの圧力で30分間蒸煮爆砕処理した後、乾燥させたものを(A)9.5-4.0mm、(B)4.0-2.0mm、(C)2.0-0.5mm、(D)0.5mm以下の4段階のエレメントに篩で分級し、ボード材料とした。

各材料を100×100mmの板状に予備成型した後、厚さ5mmとなるようスペーサーを設置した熱圧プレスで180℃、15分間熱圧することで、木質ボードを成型した。これら木質ボードについて、曲げ強度の測定および24時間常温水浸せき試験を行った。また、投入するチップの形状が爆砕結果に与える影響をみるため、40×40mm、厚さ3、6、9mmのスギ材チップを2.2MPaで30分間、蒸煮爆砕処理を行った。

## 2. 結果と考察

爆砕条件によるエレメント粒度の分布をみると、蒸煮圧力の増加に伴い粒度は細かくなり、2.2MPaで80%以上、2.4MPaでは95%以上が4.0mm以下まで破碎された（図-1）。

曲げ強度についてみると、2.2MPaで蒸煮爆砕処理を行ったエレメントを用いたボードでは、もっとも細かなエレメント(D)を用いた場合により大きな曲げ強度を得ることができ、大きなエレメントが混入したものは強度低下がみられた（図-

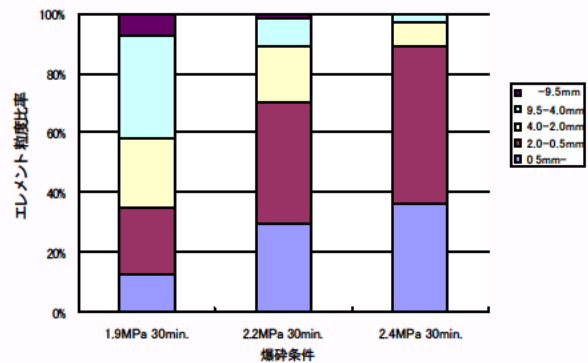


図-1. 爆砕条件によるエレメント 粒度の構成比率変化

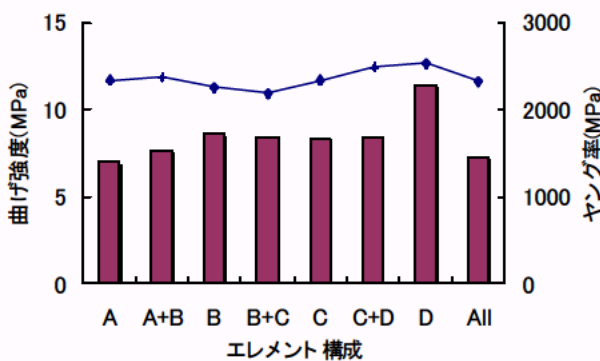


図-2. エレメント構成によるボード強度の変化(2.2MPa)

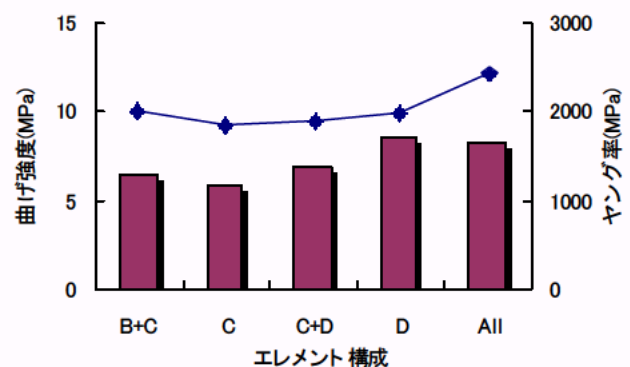


図-3. エレメント構成によるボード強度の変化(2.4MPa)

2)。2.4MPaの場合も同様に、エレメント(D)が最も高い曲げ強度を得られたが、2.2MPaと比較すると全体的に曲げ強度は低下した(図-3)。また、ヤング率については、エレメント構成の違いによって大きな差はみられなかった。

蒸煮爆砕条件の違いによるボード強度を比較すると、2.2MPaが最も高くなり2.4MPaでは曲げ強度は低下した(図-4)。

これらのことから、スギ材チップをボード材料として用いる場合には細かなエレメントにする必要があるが、蒸煮圧力をあげすぎるとはボード強度の低下につながることを留意して爆砕条件を設定する必要があるとあり、今回の条件においての圧力上限は2.2MPa程度と推測された。

ボードの耐水性について24時間常温水浸せき試験を行ったところ、吸水による重量増加率は45~50%と大きく、また厚さ膨潤率も5~10%となったが、浸せき後にエレメントが解離するといったような大きな破損はみられなかった。

また、繰り返し厚さ膨潤率の変化をみると、エレメント粒度が大きなボードほど膨潤率は大きくなり、エレメント(A)は2回目、エレメント(A)+(B)は3回目の浸せき後に剥離が起こっていたのに対し、エレメント(D)では厚さ膨潤率がかなり抑えられていた(図-5)。

爆砕におけるチップの形状の影響についてみると、爆砕した試験片の厚さに関わらず、成型したボードの曲げ強度に大きな差はみられなかった(図-6)。これは、得られたエレメントの粒度は薄い3mm試験片の場合がより細かな分布となったが、ボードを成型する際にエレメント粒度を均一化した事で、曲げ強度への影響がなくなったものと考えられる。このことから、爆砕により目的のエレメント粒度を得るためには、投入するチップの形状をコントロールすることも有効な手法と推測されたが、諸条件が複雑に関連していることもあり、さらなる検討が必要である。

以上のことより、爆砕処理チップを用いてボードを成型する場合、構成エレメントの粒度と爆砕処理温度が曲げ強度に影響を及ぼしており、細かなエレメントを用いた方が性能的な向上が見込まれると推測された。しかし、細かなエレメントを得るためには投入チップの破碎や蒸煮時間の延長など、より多くのエネルギーが必要となるため、実際にはコストバランス等を考慮した条件に設定する必要がある。

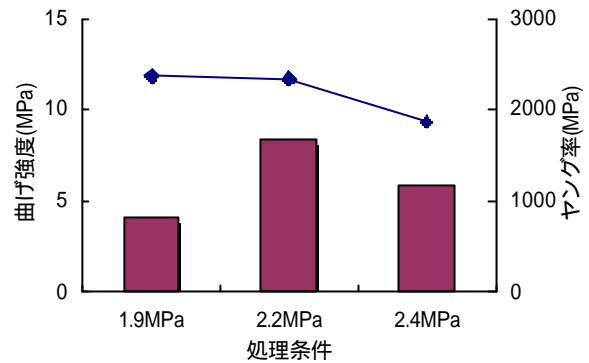


図-4. 爆砕条件によるボード強度の変化

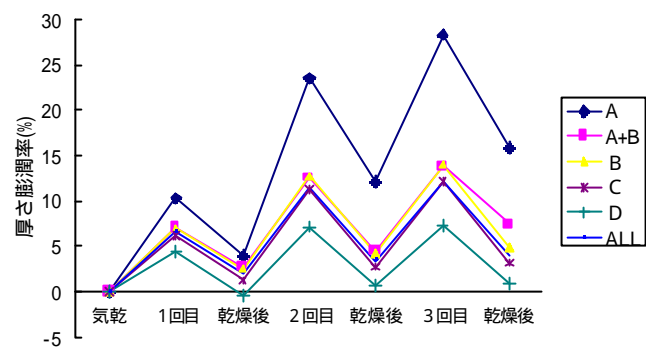


図-5. エレメント形状による厚さ膨潤率の変化

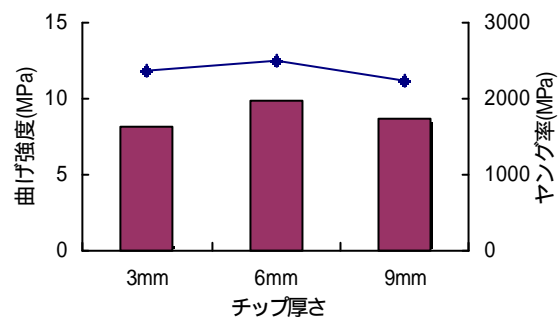


図-6. チップ形状によるボード強度の変化

# 木粉成型体の製造方法の研究

平成 13 年度 ~ 15 年度 ( 県単 )

岸 久雄, 中山伸吾

木粉のみを、高温・高圧で成型することにより、プラスチック様な成型体を製造できることが、前年までの実験から確かめられた。そこで、今回はその成型性を改良するために、木粉の流動性の向上方策を検討し、製造条件の温度因子や圧力因子の低温・低圧側へのシフトを試みた。また、成型体の耐光性能等について、色特性を調べた。

## 1. 実験

木粉は、建設廃材とヒノキ材、竹材等をボールミルにより粉碎した後、100 メッシュの篩を通過したものを主に実験に供した。木粉、竹粉の成型は、140 ~ 220 のホットプレスを使用し、成型圧力 60 ~ 120 MPa 前後で、内径 6cm のステンレス製円筒状金型内の木粉を 1.5mm 厚に 9 ~ 12 分間圧縮した後、型を冷却することで行った。木粉の酸化処理は、35 % 過酸化水素を使用して行った。木粉の水分は、気乾状態 ( 約 10 % 前後 ) のものを使用した。

木粉の流動性は、2g の木粉を簡易成型した場合に、上側の成型板の中心にあげられた 2mm の小径から流れ出た量を測定することにより行った。なお、曲げ強度試験は、中央集中荷重方式で行ったが、その試験体は 20 、 65 % RH の恒温恒湿室で養生した後、試験に供した。

## 2. 結果

図 - 1 に、桧木粉と竹粉を使用したときの流動性の違いを示した。竹は、熱処理による軟化処理が比較的容易に行われることから、熱流動性が良好と考えられたが、桧に比べた場合、かなり低温でも流動性がよいことが確かめられた。また、この竹粉を桧木粉に 30 % ほど混入させた場合の流動性を調査したが、桧木粉のみの時に比べて、その流動性は 3 倍程度アップする結果が得られた。このことから、竹粉を混入することにより、成型性の改良が図れることが判明した。

ただ、図 - 2 に示したように、竹粉で成型した成型体の曲げ強度は、桧木粉に比べて同じ温度、同じ圧力および同じ粒度で成型した場合には、若干低い値を示すことが分かった。このため、竹粉を使用して成型体を製造する場合には、この点に留意する必要がある。また、竹粉の成型においても、木粉の場合と同様に、乾燥した粉体を使用したほうが、曲げ強度値が高くなることが分かった。この曲げ性能は、竹粉と木粉を混合利用した場合にも、乾燥粉体を使用したほうが良好であった。ただ、乾燥によりその流動性は著しく低下するため、その成型が、かなり条件を選ばないとできにくくなると考えられた。実際に、乾燥桧木粉の成型において、180 の熱圧条件では、良好な成型物が製造できなかった。このような事情から、図 - 2 では、乾燥桧木粉を使用した成型体のみを、220 の熱圧条件で製造した成型体の曲げ強度値を示して、比較検討した。このよう

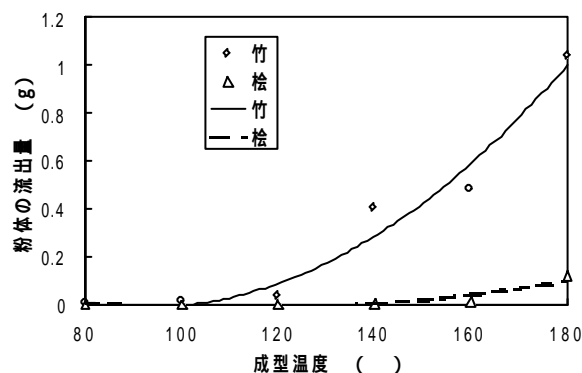


図 - 1 . 成型温度と流動性の関係



に、粉体含水率が流動性に与える影響はたいへん大きく、乾燥粉体を使用する場合には、熱圧温度をかなり高く設定する必要があった。

図 - 3 に過酸化水素による木粉の酸化処理が、木粉の流動性にどの程度寄与するかを示した。竹粉の流動性に比べても、十分良好な流出量があり、成型温度、成型圧力を低下させる効果があることが判断できた。この酸化処理木粉を 2 割程度混入した木粉を使用すれば、180、80 MPa の条件でも比較的容易に成型が可能であった。

図 - 4 には、成型体を室内の南側に静置した場合の色変化度合いを示した。廃材成型体、桧成型体は、よく似た色差 ( $E^*$ ) の変化結果だった。無垢の桧材と比較すると、試験当初は、成型体のほうが大きい変化を示したが、日数が経つにつれて、桧材のほうが大きな色変化を生じることが分かった。これは、成型体が加熱加圧によりかなり変色しているため、成型後は、太陽光による変色が少なかったと考えられた。

また、木粉成型体を土中に埋めて、その生分解性能を調査したが、半年程度では若干の色変化を除けば、無垢桧材と同様に、変化は認められなかった。このため、現在も実験を継続し、その変化度合いを調査中である。

木粉の種類によって、成型体の曲げ強度がどのように変化するかを検討しているが、その多くは加熱温度や成型時の含水率状況および加熱時間等の影響を大きく受けるようだった。一般的には、図 - 2 のように乾燥木粉を使用した方が高い曲げ強度を示し、また加熱時間をあまり長くすると劣化が発生し、強度低下を招いた。ただ、適切な成型条件を選択することにより、廃材でも曲げ強度 60 MPa 以上の数値を示すことが確認された。

写真 - 1 には、桧爆砕処理木粉を使用して加熱・加圧成型した容器を示した。この爆砕処理木粉は、プレーナー屑を 220、2 分の条件で爆砕し、その時に発生した木粉を使用した。粒度的には、42 メッシュと 100 メッシュの篩の間のものを使用した。

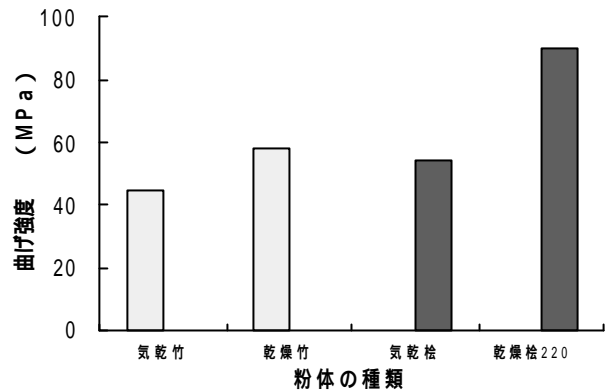


図 - 2 . 粉体の含水率と曲げ強度 (180 )

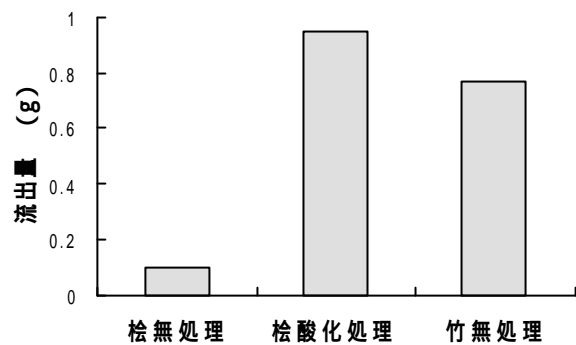


図 - 3 . 酸化処理と流動性

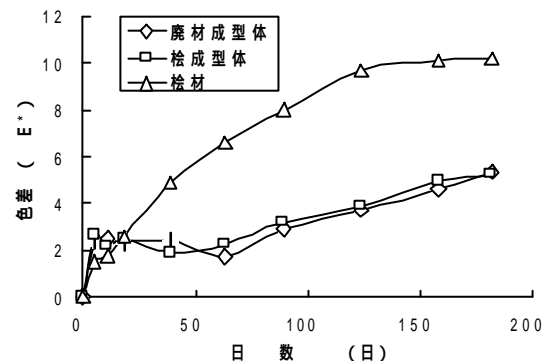


図 - 4 . 成型体の色変化度合い ( $E^*$ )



写真 - 1 . 木粉成型体の容器

# 木質廃材を活用した舗装資材等の開発

平成13年度～15年度（県単）

岸 久雄，中山伸吾

木質廃材チップ等を活用した舗装資材は、人に優しい舗装といわれているが、その研究データや木質舗装資材に対する認識が少ないためか、まだ実施事例があまり多く見られない。木質廃材の再資源化を図るため、この木質舗装資材への活用について研究を行っている。

ここでは、木質廃材からチップを製造し、アスファルト乳剤を接着剤として木質舗装資材を成板し、その性能を検討するとともに、その舗装資材の再生活用についても検討した。

なお、本研究は三重大学生物資源学部の渡辺京子氏および徳田迪夫教授と共同で実施した。

## 1. 試験

木質廃材は、ミンチ解体材チップを長さ2～3cmに調節した材料を使用した。接着剤には、アスファルト乳剤を使用し、その硬化促進にポルトランドセメントを併用し、長さ300mm×巾300mm×厚み30mmの型枠による常温圧縮方式で木質舗装資材を製造した。

なお、舗装資材の製造条件は、表-1のよう  
にアスファルト乳剤とセメントの量を変  
えることにより行った。滑り抵抗値（BPN  
値）は、ポータブルスキッドレジスタ  
ンステスターにより行った。またGB係  
数、SB係数は、ゴルフボールとスチ  
ールボールの反発を測定する方法で  
実施した。耐水性の試験については、  
常温水に1昼夜浸漬する吸水試験  
で調べた。

表-1 チップと接着剤の配合割合（重量比）

舗装資材 の記号	廃材チ ップ	アスファ ルト乳剤	セメント	セメント 硬化材
A-10:5	10	5	5	0.30
A-10:6	10	6	6	0.36
A-10:7	10	7	7	0.42
A-10:8	10	8	8	0.48
A-10:9	10	9	9	0.54
A-10:10	10	10	10	0.60

## 2. 結果

歩道の歩行しやすさを、滑り抵抗性を調査することで検討した。一般に、滑りやすくても滑りにくくても歩きにくく、適度な滑り抵抗がよいと考えられている。この滑り抵抗値（BPN値）は40～80の範囲と言われている。図-1のように、どの比重の木質舗装資材とも、吸水試験前後の滑り抵抗値は40～75の範囲にあり、良好な歩道を形成できると考えられた。ただ、比重が高くなるにしたがって、滑り抵抗値は減少した。これは高比重ほど、どうしても表面性状が滑らかになったためである。この解決には、トップコート仕上げの段階で、砂入りアスファルト乳剤を塗布することがよい。この表面塗布により、滑り抵抗値は、かなり増加することが実験的に

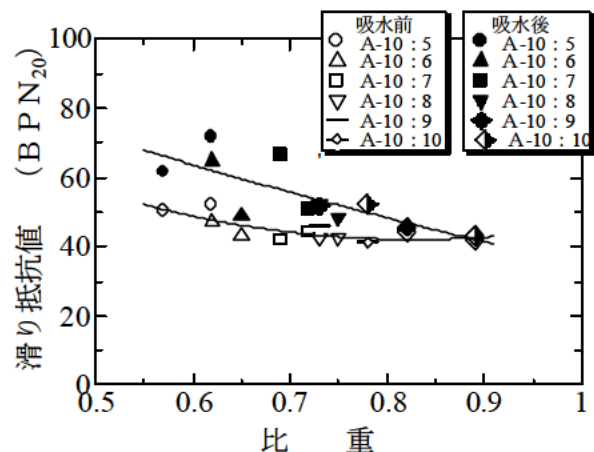


図-1 吸水試験前後の滑り抵抗と比重

確かめられた。すなわち、30%の砂を混入したトップコート処理により、滑り抵抗値が20程度アップした。

図-2に、歩き心地を評価する弾力性能試験結果を示した。GB係数は、ゴルフボールの反発度合いによる衝撃吸収性を調べるもので、SB係数は、スチールボールの反発度合いによる弾性反発性をみるもので、両者とも値が小さいほど人に優しい舗装資材と考えられている。事実、土や芝生は、GB係数、SB係数ともかなり小さい値を示した。木質舗装資材は、コンクリートやアスファルトに比べて、土や芝生に近い値を示し、自然に近い舗装資材になることが判明した。吸水試験後において、より小さい値になったのは、木質材料が軟らかくなったことに起因している。

図-3に、吸水試験による木質舗装資材の厚さ膨張率を示した。木質材料を使用する限り、水による膨張・収縮は免れない現象である。この性能を調査したが、アスファルト乳剤の配合割合の増加とともに膨張率は低下し、配合割合がA-10:9、A-10:10位になると、パーティクルボードの規格値12%以下を十分クリアできることが分かった。

使用済み木質舗装資材の処理を考慮し、アスファルト乳剤を使用した舗装資材の再生活用についても検討した。この場合、使用済み舗装資材を200℃のニーダにより熱解体した後、再度熱圧成型することを行った。熱圧成型は、比較的容易にできることが分かったが、アスファルト乳剤の熱変性のためか、バージン舗装資材の弾力性が少々失われ、少し硬くなる傾向があることが判明した。ただ、バージン舗装資材は、フローリングの载荷たわみ試験において、若干軟らかめの傾向が出ていることから、再生活用にあたっては、少し硬くなることを考慮して成板すれば問題ない範囲と考えられた。

図-4に、再生活用により製造した再生舗装資材の耐摩耗性能を示した。この摩耗性能は、テーバー形の摩耗試験機により調べたが、歩行者系舗装材料は、1g以下の摩耗量がよいとされており、再生舗装資材の摩耗量は、ほぼ満足できる数値と考えられた。

バージン舗装資材についても、同様な摩耗試験を行ったが、0.4～0.7g程度に収まり、歩行者系舗装材料としては、良好なものと判断できた。

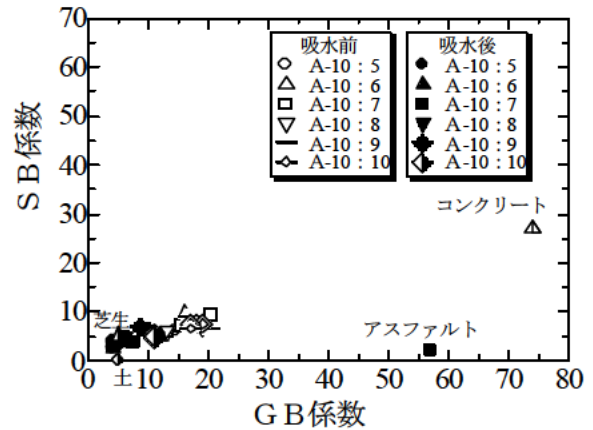


図-2 吸水試験前後のSB・GB係数の関係

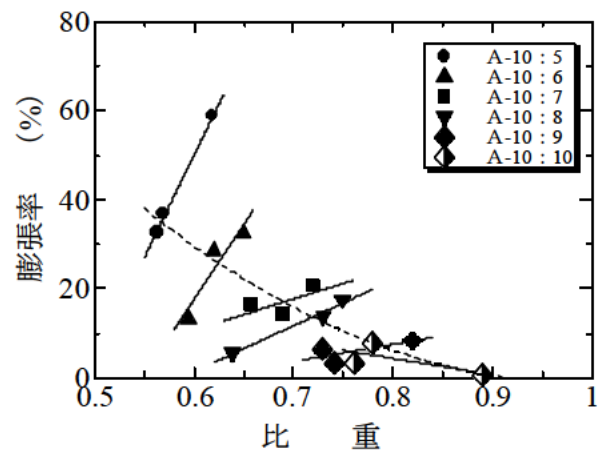


図-3 吸水厚さ膨張率と比重

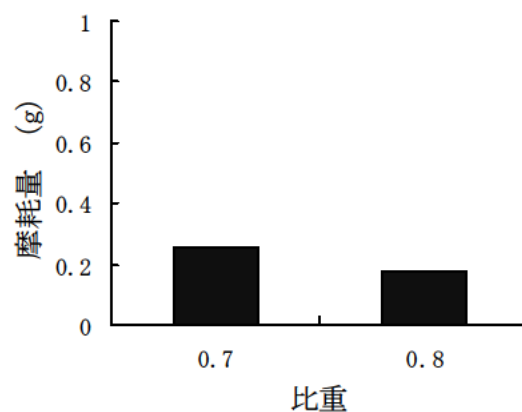


図-4 再生舗装資材の摩耗性能(A-10:5)

# 木質建設廃材の有効活用技術開発

- 木質系建設廃材炭化物を利用した建材等の開発 -

平成14年度から15年度

並木勝義・中山伸吾

木材は環境に優しい再生資源として期待されているが、使用後の建築廃材の再利用技術が少ないため、産業廃棄物として社会問題となっている。また、リサイクル製品の需要量も少ないため、新たな用途開発・製品開発が重要な課題となっている。このため木質建築廃材等を炭化して再資源化し、リサイクル利用するための新技術・新製品の開発研究を行い、木炭ボード、フローリングブロック、ガーデニング用資材等の炭化物資材を開発試作し、諸性能を調べるための試験を実施した。

## 1 製炭技術調査

炭化物資材作製に使用しているセラミック炭について、製造を行っている和歌山県内の工場を調査した。製造方法は、間伐材等をチップ化（オガ粉に近い状態、写真-1）したものを、ベントナイトの粉末に水を加えて混練してコーティングし、ロータリーキルンの中で炭化している。炭化時間は約20分であった。特徴は開放型で自然性の内部加熱による炭化炉（写真-2）で、炉内に空気を送り込みながら燃焼させて炭化する方法であり、通常であれば燃焼して炭化物はできないと思われるが、ベントナイトでコーティングすることにより炭化が可能となる。現在の用途としては床下調湿剤としての需要が多い。

## 2 難燃化資材の開発

炭を使用した資材に、建築基準法に定める難燃、準不燃の性能を付与するため、無機系の不燃塗料をバインダーとして使用した炭ボードを作製し、ISO5660コーンカロリメーターによる燃焼試験を、森林総合研究所に於いて実施した。試験時間は準不燃までの性能を調べるため10分とした。炭は間伐材を炭化した土壌改良材に使用されている木炭（粉粒炭）、セラミック炭（粉粒炭）を使用した。防火材料の性能評価基準は $50\text{ kW/m}^2$ の輻射強度で、一定の加熱時間の総発熱量が $8\text{ MJ/m}^2$ 以下であること。・防火上有害な裏面まで貫通する亀裂及び穴がないこと。・発熱速度が10秒以上継続して $200\text{ kW/m}^2$ を越えないこととなっている。一定時間として難燃材料は5分間、準不燃材料は10分間となっている。

試験結果は表1の通りであった。難燃基準は木炭、セラミック炭全ての試験体に於いてクリアしたが、準不燃基準は不燃塗料を使用した比重の大きい試験体9と、不燃塗料を塗装した試験体11, 12がクリアした。このことから不燃塗料を使用した炭ボードについては、防火性能を付与した資材開発の可能性が示唆された。また、不燃塗料を使用したものは比重が大きくなると発熱量が低くなる傾向が認められるとともに、不燃塗料を塗装した試験体の発熱量は無塗装のものに比べて若干低くなる傾向が認められた。今後の課題としては比重の小さいボードの防火性能の向上検討が必要である。

## 3 製品試作・性能評価

炭を使用したガーデニング用資材（写真-3）として、上部と側面の任意の位置に植え穴を設けた炭円柱を作製し、調湿機能を備えたプランターとして林業研究部ロビーに展示公開した。

炭ボードの性能を調べるため企業の協力を得て、ガス脱臭試験、調湿試験、吸音試験を実施した。



ガス脱臭と調湿性能は認められたが、吸音性能は認められなかった。



写真 - 1 . チップの形状

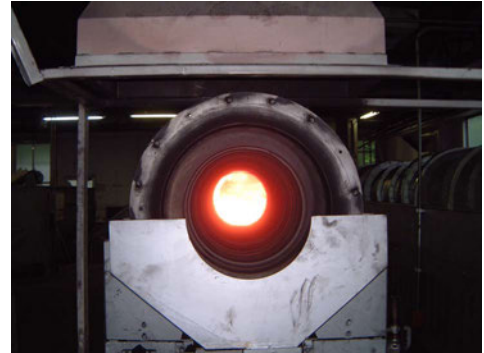


写真 - 2 . 炭化炉

表 - 1 . 燃焼試験結果

ISO5660コーンカロリメーターによる燃焼試験

試験体	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
重量 (g)	86.49	99.76	82.20	73.89	80.01	80.28	82.53	103.86	150.09	84.68	116.68	146.39
厚さ (mm)	13.76	14.72	12.87	13.39	15.40	15.30	10.43	10.84	12.93	10.85	11.77	14.11
比重	0.62	0.66	0.63	0.54	0.51	0.52	0.80	0.97	1.16	0.77	0.99	1.04
着火時間	374.87	500.87	314.66	未着火	未着火	未着火	未着火	未着火	533.23	未着火	未着火	未着火
最高発熱速度 (kW / m <sup>2</sup> )	30.78	31.72	31.43	25.54	23.88	23.82	20.07	19.77	21.26	18.77	17.05	16.42
時間 (秒)	551	581	447	393	465	483	197	139	587	309	321	483
総発熱量 (MJ / m <sup>2</sup> )												
5分後	5.94	5.68	5.87	5.68	5.16	5.57	4.69	4.19	2.55	3.93	2.87	2.44
10分後	13.96	13.21	14.27	12.66	11.62	12.19	9.53	9.06	7.16	8.75	7.30	6.60
炭の種類	木炭	木炭	木炭	木炭	木炭	木炭	セラミック炭	セラミック炭	セラミック炭	セラミック炭	セラミック炭	セラミック炭
バインダー	無機系不燃塗料	無機系不燃塗料	無機系不燃塗料	無機系不燃塗料	無機系不燃塗料	無機系不燃塗料	無機系不燃塗料	無機系不燃塗料	無機系不燃塗料	無機系不燃塗料	無機系不燃塗料	無機系不燃塗料
炭:バインダー配合比 (重量比)	1.0:2.8	1.0:2.8	1.0:2.8	1.0:2.2	1.0:2.2	1.0:2.2	1.0:1.0	1.0:2.0	1.0:3.0	1.0:1.0	1.0:2.0	1.0:3.0
備考	温風乾燥器70で乾燥	温風乾燥器70で乾燥	温風乾燥器70で乾燥	温風乾燥器70で乾燥	温風乾燥器70で乾燥	温風乾燥器70で乾燥	温風乾燥器100で乾燥	温風乾燥器100で乾燥	温風乾燥器100で乾燥	温風乾燥器100で乾燥	温風乾燥器100で乾燥	温風乾燥器100で乾燥

\* 試験体10, 11, 12は7, 8, 9の表面に無機系の不燃塗料を塗装したモノ。



写真 - 3 . 調湿機能を備えたプランター

# アコヤ貝の貝殻を有効活用する技術開発

- 真珠光沢を利用した装飾資材の開発 -

平成14年度～15年度

並木勝義・秦広志

志摩地域の産業である真珠養殖が、産業廃棄物として排出するアコヤ貝の貝殻が悪臭等を発生し、地域の住環境を悪化させている。このため、林業研究部では科学技術振興センターの共同研究に参画し、貝殻を有効活用する真珠光沢を利用した装飾資材等の開発研究を実施した。

## 1 研究の方法

### 真珠層細片粉末の製造

真珠光沢を利用するためアコヤ貝の真珠層の部分を取り出す手法を検討した。アコヤ貝貝殻の成分はその大部分が炭酸カルシウムで構成されているが、真珠層の炭酸カルシウムはアラレ石型結晶構造（斜方晶系）であるのに対して、取り除く部分の炭酸カルシウムは方解石型結晶構造（三斜晶系）（写真-1）であり、蛋白質の含有割合も高く硬度も低いため、酸や物理的な衝撃によって真珠層よりも溶解もしくは崩壊しやすいと言われている。そこで、本研究では酢酸と塩酸を用いて浸漬処理による検討を行った。真珠層の粉碎方法は、浸漬処理をしたアコヤ貝貝殻をタワシ、ワイヤブラシ等を用いて洗浄し、乾燥させた後溶解せずに残った真珠層以外の部分をニッパーで切断除去し、真珠層部分をミキサー粉碎、プレスによる圧縮粉碎、ハンマーによる打撃粉碎について検討した。粉碎した真珠層細片粉末は、数種類のメッシュに篩い分けして粒度を調整した。

### 真珠光沢を利用した資材の製作

資材の製作は、合わせ硝子の製造技術を使用した真珠層細片粉末を挟み込んだ硝子製品・木材表面を真珠層細片粉末で装飾した内装材・ポリエステル樹脂に真珠層細片粉末を埋め込んだ装飾品を試製作した。

## 2 結果と考察

### 真珠層細片粉末の製造

浸漬処理については、酢酸は緩やかな反応で時間をかけて溶解し、取り出される真珠層の表面も綺麗であるが、塩酸は急激な激しい反応で短時間で溶解が終了し、取り出される真珠層の表面も酢酸に比べ劣っていたため、酢酸を使用することにした。酢酸の濃度は6%程度に薄めて使用した。反応が進むと濃度が低下して反応が悪くなるため、貝殻の溶解の状態を見ながら適宜酢酸を追加した。溶解の状態は貝の大きさ、厚み等による個体差が大きく影響するため、実用使用する場合は大きさによる分別等の検討が必要と思われる。粉碎方法については、粒度の調整、量産化等が容易に行えるためミキサー粉碎を採用した。粉碎した真珠層細片粉末は、0～210 $\mu$ m、210～297 $\mu$ m、297～500 $\mu$ m、500～1190 $\mu$ m、1190～2000 $\mu$ m、2000～4000 $\mu$ mの粒度に篩い分けした。作製した真珠層細片粉末には貝殻の内部に含有した黒色の不純物が少量混合する場合があるが、それらは210～297 $\mu$ m、297～500 $\mu$ mの粒度に集中する傾向が認められるとともに、静電気に引き寄せられる性質があることが判明したため、今後除去方法を検討する場合の参考になるとと思われる。

### 真珠光沢を利用した資材の製作

合わせ硝子製品(写真-2)については、真珠層細片粉末を散りばめて挟み込んだテーブルトップ、内装装飾品、文鎮、タイルを試製作した。真珠層細片粉末の粒度が $1190\mu\text{m}$ 以上の場合は厚みの不揃いなものがあるため、応力の違いから硝子の割れる傾向が認められた。木材表面を装飾した内装材(写真-3)については、木材の表面を黒色等濃い色に塗装し、その上に透明のウレタン樹脂、又はエポキシ樹脂を塗布し、硬化しない間に真珠層細片粉末を散りばめて模様を作り、硬化した後に再度同一の樹脂を塗布して研ぎ出しをして、漆塗り製品に似せた木質タイル、フローリング板、内装装飾品を試製作した。ポリエステル樹脂を使用した装飾品(写真-4)については、真珠層細片粉末を内部に埋め込んだブローチやペンダント等に使用する装飾品を試製作した。

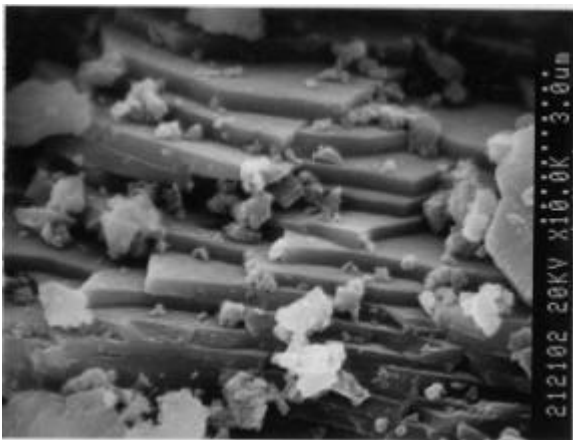


写真-1. 真珠層の電子顕微鏡写真



写真-2. 試製作した合わせ硝子製品

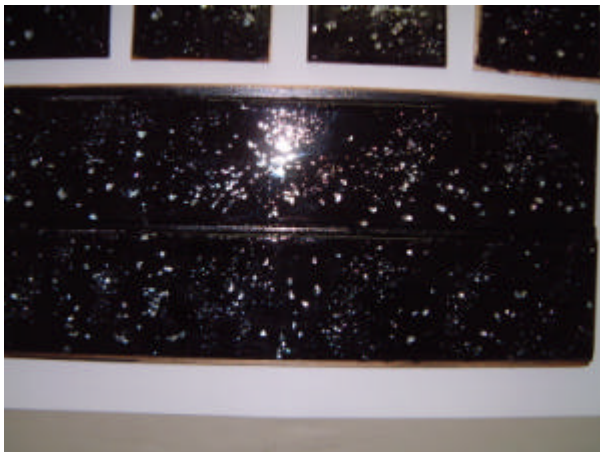


写真-3. 試製作したフローリング板



写真-4. 試製作した装飾品

# 性能保証木質構造用部材の研究開発

平成10年度～14年度

並木勝義・秦 広志

建築基準法の性能規定化に伴い更に重要となる強度性能について、間伐材等並材を使用した強度保証の可能な構造材の開発を目的とした研究を実施している。本年度は前年度に引き続き、鋼材と木材を複合した複合構造材に耐火性能を付与する、建築基準法の耐火1時間の認定規定値をクリアする性能を調べるための耐火燃焼試験を、独立行政法人建築研究所において実施した。

## 1 耐火燃焼試験の概要

昨年度は150×75×5/7mmのH形鋼を使用した小断面での試験であったが、広く実用使用するためには、300×300×10/15mmのH形鋼を使用した標準断面での試験が必要であるため、本年度は小断面、標準断面の試験体による耐火燃焼試験を行った。

試験体は上述の2種類のH形鋼に対して、ベイマツ集成材、スギ集成材及びカラマツ集成材をウェブまで密実にし、その周囲を60mmの厚さに被覆した仕様とした。試験体の長さは試験炉の大きさに合わせ1mとした。接着はH形鋼の表面にエポキシ樹脂接着剤をプライマー塗布し、その上にレゾルシノール樹脂接着剤で集成加工した集成材を、レゾルシノール樹脂接着剤で接着した。各集成材の密度、含水率を表-1に、試験体の概要及び熱電対位置を図-1(標準断面)に示した。

表-1.密度と含水率

樹種	密度 (g/cm <sup>3</sup> )	含水率 (%)
スギ	0.39	12.0
ベイマツ	0.51	12.8
カラマツ	0.56	11.5

試験は、建築研究所水平加熱試験炉を使用し、ISO834に準拠した標準加熱曲線で耐火1時間加熱を行った後、送気状態で炉内に3時間放置した。加熱制御は、プレート温度計により行った。4時間の実験時間の間、試験体の重量減少を計測し、その後、炉内から試験体を取り出し、鋼材温度の計測を鋼材温度の上昇がなく、室温に降下するまで実施した。

## 2 結果及び考察

炉内温度、試験体の鋼材温度の測定結果を図-2及び図-3に示した。

1時間加熱後3時間炉内に放置し、炉外に取り出した時点で燃焼が見られなかった。燃え止まりが確認できたものは、ベイマツ及びカラマツ集成材被覆の試験体の標準断面及び小断面であった。この時の鋼材温度は、標準断面にあっては最高110~115程度で、240分時点でほぼ一定な傾向を示しており、小断面にあっては240分時点で175の値で上昇が止まりかけている。スギ集成材の標準断面は取り出した後も燃焼・熱分解が進み、H形鋼に数ミリメートル厚の炭化部分が残る形まで進行した。この時の鋼材温度の推移は、290分時に約170の最高値を示した後、低下し、その後再度1440分時に約180の最高値を示して低下し続けた。これによればH形鋼の鋼材耐力上は、崩壊温度約500を基に判断すると問題ないといえる。

スギ集成材の小断面は、重量減少測定記録によると、約175分時点で下部の断熱板が取り付け部の燃焼により落下し、柱の下部から燃焼が促進される現象が生じている。図-2に示す180分以降の温度上昇の増力は、この現象が影響していると考えられる。炉から取り出した後の温度測定記録によると、300分時点で鋼材温度が約570以上となっているので、構造耐力上崩壊温度を超えている。下



部断熱板が落ちなくても、このような性状を示すか否かの検討が今後必要である。

ベイマツ、カラマツ及びスギの密度はそれぞれ 0.51、0.56 及び 0.39g/cm<sup>3</sup> であるので、燃え止まりの可否に密度が影響していることは十分考えられる。この他の性状も含めて燃え止まりの可否に影響する因子を挙げると、密度・含水率・年輪幅・ひび割れ等の欠陥・樹種（樹脂成分量）・鋼材の形状及び断面寸法等が考えられる。

ベイマツ集成材に関しては、今回の加熱試験、昨年度（財）日本建築総合試験所で実施した小断面の梁部材 2 体、柱部材 2 体の加熱試験に於いても全てが燃え止まっているため、燃え止まりが確定したと見られる。

カラマツ集成材については、重量減少の性状すなわち燃焼の性状が、ベイマツのそれとはやや差がある結果が得られた。しかし、標準断面及び小断面のいずれもベイマツより小さいため、不利にならないと考えられる。また、鋼材温度の上昇傾向もほぼ一致していることから、概ね燃え止まり性能を有すると考えられる。

鋼材断面の大小が燃え止まり性状に及ぼす影響は、今回の実験では明確な差異は見出せなかったが、鋼材温度の上昇値から見て、断面が大きいほど有利と考えられる。

以上の結果から、標準断面及び小断面のベイマツ、カラマツ集成材被覆にあっては、1 時間耐火の構造性能を有することが確認された。スギについては今回の試験では性能を有することは確認できなかった。

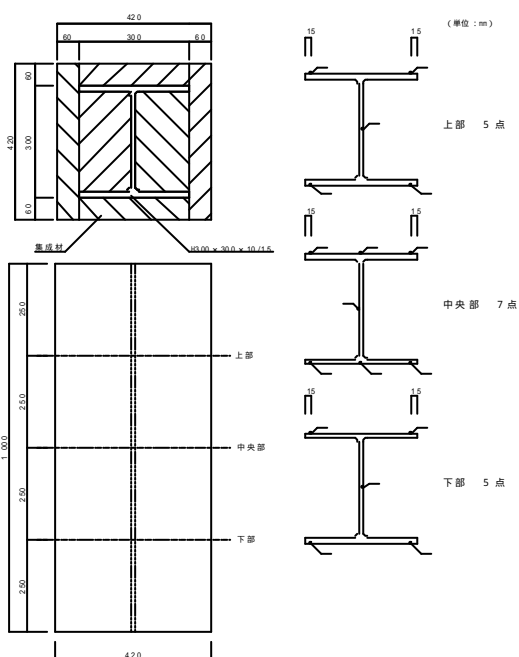


図 - 1 . 試験体の概要（標準断面）

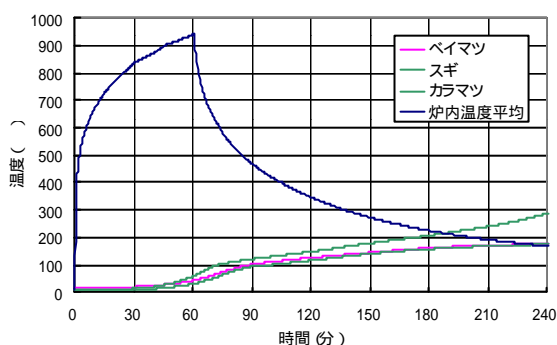


図 - 2 . 炉内温度と試験体温度（小断面）

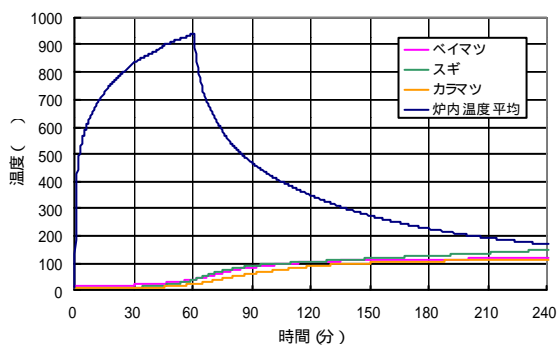


図 - 3 . 炉内温度と試験体温度（標準断面）

# 里山等多様な森林の育成管理技術に関する研究

平成12年度～16年度（県単）

島田博匡

里山をはじめ、身近な自然環境である森林を適正に育成管理していくための資料を得るために、これまで県内里山地域において実態調査を行ってきた。今年度は、里山面積の80%以上を占めるアカマツ林、スギ・ヒノキ人工林において林相改良のための試験地設定などを行った。

## 1. マツ枯れ被害林のコナラを主体とする高木林への誘導試験

現在、里山地域の大部分のアカマツ林がマツクイムシによる被害を受けている。多くの被害林分ではマツ枯れ後にソヨゴ、リョウブ、ヒサカキ、イヌツゲなどの中低木が高密度に生い茂った状態となっており、高木層、高木種を欠いた状態となっている。このままの状態では景観上、防災上、生態系の保全を考えると問題があると考えられる。そこで目標とする林型として、里山地域に最も普遍的にみられ、痩せ地にも強く、ドングリが実ることから親しみやすい高木性樹種であるコナラを主体とする高木林を選定し、マツ枯れ被害林を人工播種によりコナラを主体とする高木林へ誘導するための試験地設定を行った。

上野市内のマツ枯れ被害林に30×20m(600m<sup>2</sup>)の試験地を設定し、さらに10×10m(100m<sup>2</sup>)の6区域に分けた(図-1)。各区域でDBH2cm以上の個体についての毎木調査(樹高、DBH)、光環境調査ののち、マツ枯損木の伐倒を行うとともに、2区域ごとに強度段階を変えた除伐を行うことによって、試験地内の光環境を3段階に分けた(表-1)。10月下旬、各区域にコナラ種子の秋播、3月上旬に春播を行った。秋播は各区域に小動物による食害防止柵を設置した播種床(90×90cm)、防止柵無播種床(90×90cm)をそれぞれ3箇所ずつ設置し(計36箇所)、各播種床に近隣のコナラ林より採種したコナラ種子を50個ずつ播種した。同時に被食量調査床の設置、発芽率検定を行った。春播についても冷蔵保存したコナラ種子を同様に播種したが、食害防止柵設置播種床については3区域のみとした(計27箇所)。次年度以降、播種種子からの稚樹の消長などの追跡調査などを行うほか、除伐による残存木の生育改善効果についても調査を行っていく予定である。

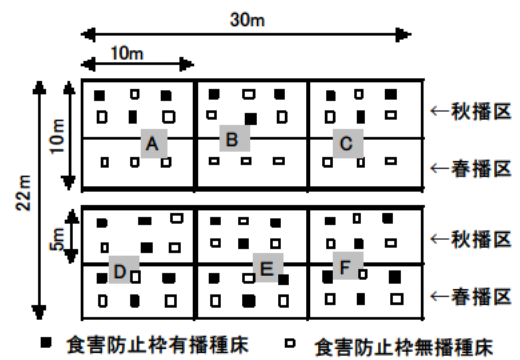


図-1. 試験地設定図

表-1. 試験地の概況

区域	除伐方式	施業前			施業後				コナラ種子播種床数	
		成立本数 (本/100m <sup>2</sup> )	マツ枯損木 (本/100m <sup>2</sup> )	相対照度 (%)	成立本数 (本/100m <sup>2</sup> )	相対照度 (%)	胸高断面 合計(cm <sup>2</sup> )	優占種	食害防止柵有 / 防止柵無	秋播 / 春播
A	a	76	26	5.4	72	27.6	768.3	ソヨゴ、イヌツゲ、アカマツ	3/3	0/3
B	b	95	42	6.6	38	34.6	873.8	ソヨゴ	3/3	0/3
C	c	93	33	8.7	89	15.5	1078.5	ソヨゴ、イヌツゲ、アカマツ	3/3	0/3
D	a	97	18	6.1	90	23.6	1069.4	ソヨゴ、イヌツゲ	3/3	3/3
E	b	136	13	3.5	37	36.3	695.6	ソヨゴ、イヌツゲ	3/3	3/3
F	c	113	39	7.4	107	16.9	1130.9	ソヨゴ、イヌツゲ	3/3	3/3

除伐方式: a:マツ枯損木伐倒、胸高直径2cm以下を除伐。 b: マツ枯損木伐倒、胸高直径4cm以下を除伐、株立木を1本に整理。 c:マツ枯損木伐倒のみ  
優占種: 優占種の判定は大澤の方法(1971)による。

## 2. 放置されたスギ・ヒノキ人工林の森林機能回復のための調査・試験

スギ・ヒノキ人工林において、間伐などの施業が適切に行われずに放置されることにより、様々な森林機能の低下が懸念されている。そこで、過去に間伐された林分の下層植生調査や強度間伐による様々な森林機能の変化を調査するための試験地設定などを行った。なお、本研究の実施にあたり環境部森林環境創造チームの協力を得た。

### (1) 5年前に間伐が行われたスギ・ヒノキ人工林の下層植生調査

下層植生に及ぼす間伐の影響を検討するために、5年前に間伐が行われた多気郡宮川村、飯南郡飯南町のヒノキ人工林6箇所、スギ人工林5箇所において10×10m(100m<sup>2</sup>)の調査区を設定し、調査区内の上層木の毎木調査、切株数計測による前回間伐率調査、下層植生の毎木調査や現存量調査、Braun-Branquet法による植生調査、光環境調査(相対照度、全天空写真解析による開空度)などを行った。

間伐後5年を経過して、樹冠はほぼ閉鎖し、相対照度は多くの調査区で10%以下になっており、今回調査した多くの林分のように30%前後の本数間伐率では間伐後、短期間で樹冠が再開鎖してしまうと考えられた。下層植生の植被率(2.6~40.0%)、現存量(3.6~264.5g/m<sup>2</sup>)は小さく、樹高1m以上の大きさに成長した個体はわずかであった。また、出現した種の多くは鳥散布型種子を持つ垂高木性や低木性樹種で、高木性樹種はほとんどみられなかった。相対照度や開空度の減少に伴い、下層植生の現存量や植被率も減少する傾向がみられた。

### (2) 強度間伐によるヒノキ人工林の森林機能回復試験

強度間伐の森林機能に与える影響を調査するため、多気郡宮川村内の下層植生がほとんどみられないヒノキ人工林において、本数率50%程度の強度間伐を行う調査区と行わずに放置する調査区を対にした試験地{20×20m(400m<sup>2</sup>)×2}を斜面の上部と下部にそれぞれ設置した。間伐実施前に各調査区内の上層木の毎木調査、下層植生の毎木調査、Braun-Branquet法による植生調査、光環境調査(相対照度、開空度)、土壌断面調査、土壌理学性調査(透水性、保水容量など)を行った。12月~1月にかけて間伐を実施したのち、再び上層木の毎木調査、光環境調査を行った(表-2)。また、各調査区に土砂流出量を測定するための土砂受箱を10個、炭素固定量や土壌の被覆に重要な落葉落枝の土壌への供給量を測定するためのリタートラップを8個それぞれ設置した。次年度以降追跡調査を行い、強度間伐の森林機能への影響を検討していく予定である。

表-2. 試験地における間伐前後の上層木、光環境の状況

調査区	間伐前						間伐後						間伐率 本数 (%)	下層植生	
	立木密度 (本/ha)	平均樹高 (m)	平均枝下高 (m)	平均DBH (m)	開空度 (%)	相対照度 (%)	立木密度 (本/ha)	平均樹高 (m)	平均枝下高 (m)	平均DBH (m)	開空度 (%)	相対照度 (%)		植被率 (%)	全植物 種数
斜面上部 1 間伐	1325	15.2	9.0	23.1	13.7	4.3	650	15.4	8.9	25.3	18.5	20.1	50.9	10	47
2 無間伐	1150	18.2	11.0	25.7	14.7	1.9	-	-	-	-	-	4.5	-	15	44
斜面下部 3 無間伐	950	16.9	10.5	26.5	13.3	2.2	-	-	-	-	-	4.1	-	15	40
4 間伐	1175	16.7	11.3	24.7	13.8	3.5	625	16.9	11.4	26.7	17.0	19.5	46.8	5	28

### (3) 森林整備事業施工地の下層植生追跡調査

多気郡宮川村内の5箇所の森林整備事業施工地(スギ・ヒノキ人工林)において、間伐を実施することによる下層植生の変化を調査するために、10×10m(100m<sup>2</sup>)の調査区を設定し、間伐実施前に各調査区内の上層木の毎木調査、下層植生の毎木調査、Braun-Branquet法による植生調査、光環境調査(相対照度、開空度)などを行った。間伐終了後、再び上層木の毎木調査、光環境調査を行った。次年度以降追跡調査を行い、下層植生の変化を明らかにしていく予定である。

# 伐採跡地更新技術の開発に関する研究

平成14年度～18年度（国補システム）

島田博匡

近年、スギ・ヒノキ人工林の皆伐後、再造林されずに放置されている林分（以下、伐採跡地と記す）が増加している。また、尾鷲地域では多くの伐採跡地でウラジロやコシダが著しく繁茂するため森林化が妨げられている。このような状態で放置しておくことは、森林資源や水土保持、生態系の保全を考えるうえで問題がある。本研究では伐採跡地の現在の植生とその成立要因について把握するための現況調査と、伐採跡地を早期に低コストで森林の状態に戻していく技術開発のための試験を行った。

## 1. 伐採跡地の現況調査

伐採後6～16年経過した伐採跡地と隣接するヒノキ人工林において植生調査を行い、伐採後の植生更新状況を明らかにするとともに、ウラジロ・コシダの現存量や隣接ヒノキ人工林の林床植生との関係をもとに皆伐後に更新する植生の成立要因について考察した。また、成果の一部から普及用リーフレットを作成した。

尾鷲市内の標高110～265m に位置する伐採後6年経過した1林分、8年経過した2林分と16年経過した1林分の合計4林分において、林分内の斜面上部と下部、南向斜面と北向き斜面などのように植生の相観が異なる部分に100m<sup>2</sup>（10×10m）の調査区を合計8箇所設定した。また、それぞれに隣接するヒノキ人工林内においても同様に調査区を合計7箇所設定した。各調査区において樹高1.3m 以上の木本種についての毎木調査、Braun-Branquet 法による植生調査、ウラジロ・コシダの現存量調査、土壌調査を行った。各伐採跡地の調査区外から更新木を5～10本程度地際から伐倒し、年輪数を数えた。

伐採跡地におけるウラジロ・コシダは、斜面上部の調査区では高さ120～150cm 程度で調査区内の90%以上を覆っており、現存量は73.3～238.8kg/100m<sup>2</sup>であった。斜面下部の土壌のA層が比較的厚い（15～20cm）箇所に設定した調査区では衰退しており、現存量はわずかであった。

木本種の植被率や平均樹高、胸高断面積合計は伐採後年数の経過とともに大きくなる傾向がみられた。また、斜面下部の調査区で大きい傾向がみられた。木本種の植被率は伐採後16年経過した林分の斜面下部で98%であった他は0.05～60%で樹冠は閉鎖しておらず、疎林状態であった。森林状態に戻っている伐採後16年経過した林分の斜面下部では成立本数が125本、高木性種は57本あることから、森林化していくには、それと同程度かそれ以上の本数が必要であると考えられるが、その他の調査区では成立本数は10～57本、高木性種に限れば5～28本と少数であった。また、胸高直径階別の本数分布をみると樹冠が閉鎖していないにも関わらず山型分布か、弱いL字型分布を示しており、ウラジロ・コシダの影響や、獣害の影響を受けて新しい個体の加入がほとんどないと推察された。そのため、これらの林分が早期に森林化していくことは困難であると考えられた。

各調査区に出現した植物種数は伐採後の経過年数に関係なく伐採跡地では15～40種、林内で4～38種であった。そのうち木本種はそれぞれ10～22種、3～19種であった。斜面下部の調査区で出現種数が多い傾向がみられた。調査全体で確認できた種数を表1に

表-1. 調査全体で確認された植物種数

	伐採跡地	林内	伐採跡地と 林内に共通	伐採跡地 のみ	林内のみ
植物種数	93種	76種	53種	42種	23種
木本種数	52種	35種	28種	24種	7種
高木性種数	23種	14種	13種	10種	1種
先駆種数	11種	0種	0種	11種	0種



示す。伐採跡地と林内に共通して出現した高木性種はスダジイ、アラカシ、カンザブrouノキ、ミミズバイなど13種であった。伐採跡地のみ出現した高木性種はアカメガシワなど先駆種やカナクギノキなど鳥被食散布型種子を持つ陽樹など10種であった。林内のみ出現した種数はわずかであった。共通して出現する木本種（28種）の伐採跡地における常在率と林内のそれとの間には正の相関がみられた。これらのことから伐採跡地でみられる種構成はヒノキ人工林内に下層植生としてみられる種に先駆種などを加えたものになると考えられた。木本種の本数や種数とウラジロ・コシダの植被率あるいは現存量との間には有意な関係がみられなかった。

年輪数計測によると更新木は伐採の数年前から伐採後2年以内に発生していた（図-1）。これらのことより伐採前から侵入していた下層植生由来する萌芽更新木や伐採後、ウラジロ・コシダが繁茂する前に速やかに侵入した先駆種の更新木が伐採跡地の主要構成木となり、伐採跡地でみられる本数や種組成に反映されることが考えられた。伐採後、速やかに植生を更新させていくためには伐採前から多くの木本性の下層植生が侵入するように適切な間伐やウラジロ・コシダの除去などの作業を行う必要がある。

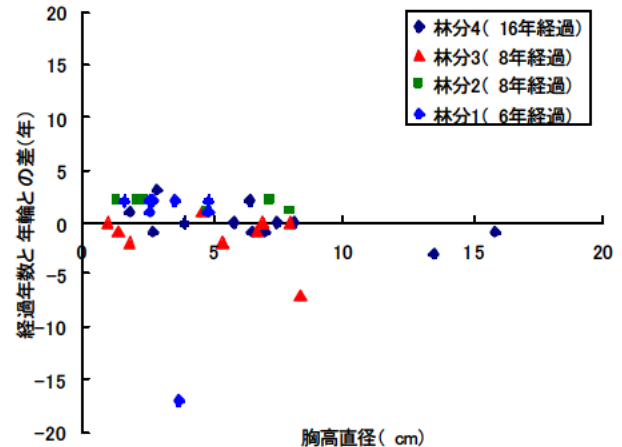


図-1. 伐採後経過年数と更新木の年輪数の差

## 2. 伐採跡地更新技術開発のための現地試験

導入樹種にヒノキを選び、獣害を排除した状態で低密度植栽し、雑草木の処理方法の違いによる植栽木や自然侵入木の生育の差異を検討するための低密度植栽試験地の設定を行った。

尾鷲市内のスギ・ヒノキ人工林皆伐後に放置された伐採跡地に0.27haの試験地を設定し、地拵えを行ったのち、試験地内の0.21haをステンレス線入ポリエチレンネット製の獣害防護柵（H=1.8m）で囲んだ。獣害防護柵で囲んだ区域内に下刈り作業を行う下刈区、下刈り作業を行わずに放置する放置区、苗木周りに不織布（1×1m）を敷設した不織布区、除草剤を散布する除草剤区（各400m<sup>2</sup>）を設置し、ヒノキ2年生苗木を各区域に1000本/haの密度で40本ずつ植栽した。また、対照区としてこの地方の標準的な植栽本数である8000本/ha植栽区（各50m<sup>2</sup>）、4000本/ha植栽区（各100m<sup>2</sup>）を設定し、それぞれ下刈区と放置区を設け、40本ずつ植栽した。獣害防護柵で囲まない区域には下刈区と放置区を設けて（各300m<sup>2</sup>）、1000本/haの密度で各30本ずつ植栽し、筒状の生分解性合成繊維からなる獣害防護ネット（H=1.5m）で個々の苗木を獣害から保護した。

苗木の植栽後、全植栽木の地際径（H=0.05m）、樹高、最大樹冠幅などの測定を行った（表-2）。

次年度以降、植栽した苗木の成長を測定するとともに、自然侵入木も同時に育成し、成長の測定を行う。また、人工播種や掻き起こしによる更新試験や、簡易な獣害防護方法を検討する試験を行っていく予定である。

表-2 植栽木の測定結果

区域	植栽密度 (本/ha)	獣害 防除法	雑草木 処理法	本数	地際径 (mm)	樹高 (cm)	最大樹冠幅 (cm)
1	1000	防護柵	下刈	40	5.08±1.09	42.4±7.1	33.8±6.3
2	1000	防護柵	放置	40	4.87±0.90	39.4±7.5	31.7±5.2
3	1000	防護柵	不織布	40	4.60±0.76	39.8±5.1	30.3±5.3
4	1000	防護柵	除草剤	40	5.07±0.96	43.5±7.6	31.9±5.0
5	8000	防護柵	下刈	40	5.36±1.47	44.9±8.1	31.9±5.7
6	8000	防護柵	放置	40	4.95±0.96	42.9±7.4	33.0±5.6
7	4000	防護柵	下刈	40	5.35±0.99	42.2±8.6	32.5±5.9
8	4000	防護柵	放置	40	4.87±0.95	41.3±6.6	32.5±4.6
9	1000	防護ネット	放置	30	5.54±0.93	46.9±7.0	24.9±4.6
10	1000	防護ネット	下刈	30	6.00±0.94	51.8±8.1	26.8±3.0

測定値: 平均植土標準偏差

# 広葉樹集団枯損の実態と発生機構の解明に関する研究

平成12年度～14年度

佐野 明

カシノナガキクイムシが媒介する *Raffaelea* 属菌類によると思われる広葉樹の集団枯損が、1980年以降、本州日本海側の地域において発生し、問題となっている。1999年の夏に、これまで被害報告のなかった本州太平洋側、すなわち三重、奈良および和歌山県の3県が接する県境部に発生した。そこで、被害実態とその推移を把握するため、現地調査を実施した。

三重県南部（尾鷲市、北牟婁郡、熊野市および南牟婁郡）において、カシノナガキクイムシの穿入によると考えられる枯死木の分布を調べた。さらに、南牟婁郡紀和町に固定調査地として4か所のプロット（30×30 m）を設置した。プロット内に見られる胸高直径6 cm以上のすべての木本に個体標識をつけ、その樹種、胸高直径、カシノナガキクイムシの穿入孔の有無および葉の褐変枯死状況を記録した。調査は2002年8月30日に行い、1999～2001年の調査結果と比較して、被害の推移状況を分析した。なお、本研究は三重大学、紀北および紀南県民局生活環境部と共同で行った。

1999年に尾鷲市、熊野市、南牟婁郡御浜町、紀和町および紀宝町で広く確認された枯死被害は、2000年には被害本数が激減し、2001年には新たな枯死木は確認されなかった。2002年も海山町および尾鷲市で、コナラの枯死木がごく少数確認されたのみであった。は

固定調査地内においては、コナラおよびコジイに穿入孔を認めたが、外観上の変調を認めたものおよび枯死したものはなかった（表-1）。

このように短期間で被害が終息したのは、日本海側では見られない傾向であり、今後、その原因についても、検討を加えていく必要がある。

表-1. 樹種別被害状況 (2002年8月30日調査)

樹種	計	被害度			
		A	B	C	D
クロマツ	1	1	0	0	0
アカマツ	1	1	0	0	0
ツガ	2	2	0	0	0
スギ	1	1	0	0	0
ヒノキ	21	21	0	0	0
ヤマモモ	2	2	0	0	0
アカシデ	17	17	0	0	0
コナラ	35	34	1	0	0
ウバメガシ	27	27	0	0	0
ウラジロガシ	3	3	0	0	0
アラカシ	41	41	0	0	0
コジイ	82	78	4	0	0
クリ	3	3	0	0	0
サクラsp	11	11	0	0	0
リンボク	1	1	0	0	0
アカメガシワ	15	15	0	0	0
ハゼノキ	7	7	0	0	0
ヌルデ	2	2	0	0	0
ソヨゴ	1	1	0	0	0
クロガネモチ	2	2	0	0	0
ゴズイ	1	1	0	0	0
ウリカエデ	6	6	0	0	0
モッコク	2	2	0	0	0
サカキ	14	14	0	0	0
ヒサカキ	4	4	0	0	0
タカノツメ	2	2	0	0	0
アセビ	2	2	0	0	0
ネジキ	9	9	0	0	0
シャシャンボ	1	1	0	0	0
リョウブ	10	10	0	0	0
カキsp	5	5	0	0	0
クロバイ	5	5	0	0	0
エゴノキ	3	3	0	0	0
キリ	1	1	0	0	0

数字は本数を示す。A, カシノナガキクイムシの穿入孔なし; B, 穿入孔はあるが、葉の変調なし; C, 穿入孔があり、変調もあり; D, 枯死。2001年以前に枯死 折損したものは除外した。

# 野生獣類による被害防除のための適正な個体数管理と生息環境整備技術に関する基礎調査

平成 12 年度～ 14 年度（国補システム）

佐野 明

ニホンザルによる農林業被害が県内各地で深刻化し、地域によっては山村の生活そのものを脅かす深刻な社会問題となっている。このため、三重県では地域住民が効率的な追い払いを行なえるよう、ラジオテレメトリーを利用して、群れの接近をいち早く探知し、かつその情報を共有するシステムの整備と普及を行ってきた。そこで、このシステムのより効果的な運用を図るため、恒常的に被害を与えている群れの土地利用様式を調査し、追い払いの方法について検討した。さらに、簡便で安価な侵入防止柵についても検討した。

## 1. 農地に依存するサルの群れの土地利用様式

調査は三重県上野市東部、阿山郡大山田村西部および名賀郡青山町北部一帯で行われた。調査対象とした「上野 A 群（仮称）」は成獣・亜成獣（新生獣は除く）あわせて約 40 頭からなり、三重県環境部によってその中の成獣メス 1 頭に電波発信機が装着されている。原則として週 1 回、電波受信機による方探と直接観察を行い、群れの確認地点を地図上に記し、食害された農作物の種類を記録した。さらに、2002 年 6～7 月には、日没から 40～70 分経過後に方探を行ってねぐら（夜間の泊まり場）を特定し、翌朝、日出直後の行動を観察した。

上野 A 群では、大規模な季節的移動は見られず、通年、激しい被害を受けている集落があった。確認地点の最外郭を結んだ区域（凸多角形）の面積は、春季（3～5 月）が 18.8 km<sup>2</sup>、夏季（6～8 月）が 17.8 km<sup>2</sup>、秋季（9～11 月）が 20.8 km<sup>2</sup>、冬季（12～2 月）が 19.6 km<sup>2</sup> であり、季節による変化は小さかった。群れサイズが一定の場合、遊動域面積は主としてエサ資源の量と分布様式によって決まることから、調査地内においてこれらの季節的变化は小さかったと推測される。遊動域内では人工林率が約 75 %に達し、森林は周年餌場としての利用価値が低かったのに対し、農地では自家消費用に多品目の野菜が作付けされ、一年を通して収穫作物があるために、重要な餌資源パッチの分布が変わらなかったのかも知れない。

被害作物は 26 品目に達し、収穫されずに農地に放置された野菜類が作物転換期にも利用されていた。特に、冬季にもジャガイモ、サツマイモ、カボチャ、ダイズ等の栄養価の高い野菜類が農地内にあることは、上野 A 群を農地に強く執着させ、越冬や繁殖成功を助長する主要な要因にもなると考えられた。

夜間の調査は 10 回行われ、毎回、ねぐらを特定できた。ねぐらは一定しておらず、調査日ごとに異なったが、それらはいずれも農地周辺の林内にあり、最寄りの集落から電波を受信できた。10 回の調査のうち 1 回は、群れが翌日の午前中まで農地に現れなかったが、9 回は日出直後にねぐらに近い農地に出没して農作物に被害した。したがって、夜間に 1 回方探することによって、最も無防備になりやすい早朝に被害される農地の予測ができた。このことは逆に夜間、電波受信されなかった場合は、「明日の朝は被害されない」可能性が高いことを意味する。地域住民自らが夜間に方探を行い、群れの位置情報を電子メールや有線放送、あるいは電話連絡網を使って共有化することにより、効率的な追い払いが可能になるものと思われる。

これはわずかひとつの群れについての調査事例に過ぎないが、人慣れが進み、恒常的な被害を与えている群れの被害予測においては、夜間方探が有効な場合があることがわかった。

## 2 低コスト被害回避法の検討

漁網（商品名：サル通せんぼ）と農業用資材（グラスファイバー製支柱：商品名ダンポール）を組み合わせた簡易猿害防止柵を4タイプ試作し（図-1）、被害防止効果判定試験を実施した。材料費は545～906円/mであった。

タイプ1は一志郡白山町に設置された。接近したサルの群れによって周囲の畑は2度被害を受けたが、柵へのアタックはなく、侵入防止効果は不明であった。タイプ2は度会郡大宮町に設置された。設置166日目以降、頻繁に侵入され、侵入防止効果はほとんどなかった。タイプ3は名張市に設置された。網の下を潜り、コドモと思われる個体が2度侵入したが、網の上を超えたものはなかった。タイプ4は度会郡大内山村に設置された。網を破って少数個体が2度侵入したが、網の上を超えたものはなかったようである。タイプ3およびタイプ4については、ある程度の侵入防止効果が望めると判断し、さらに改良を加えていく予定である。

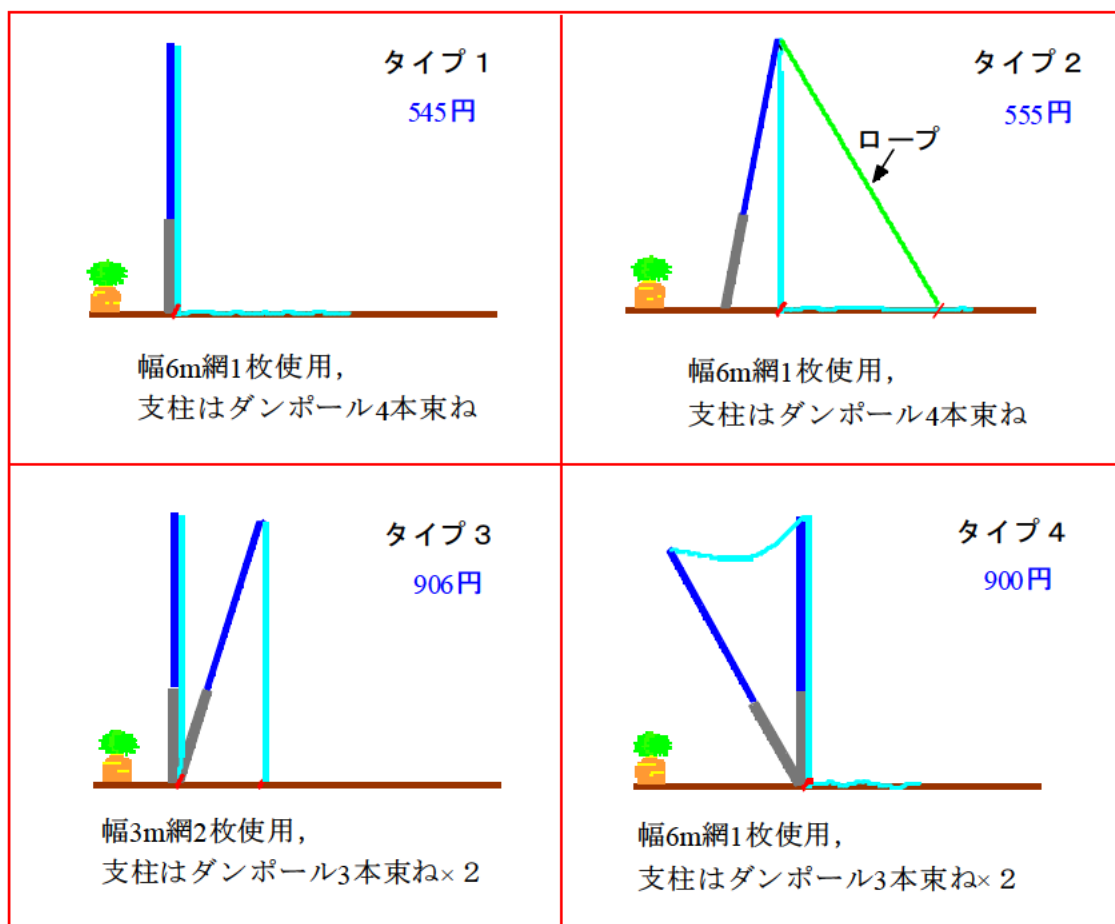


図-1. 試作した簡易猿害防止柵の構造と単価  
 価格は1mあたりの材料費。支柱の間隔は1.6mとした場合。



# 新地場産きのこ生産技術開発試験

平成10年度～15年度（国補）

西井 孝文・坂倉 元

県内では、ヒラタケ、シイタケ等食用きのこの人工栽培が盛んに行われているが、他県産きのこの競合や食嗜好の変化等により県内産きのこの需要が減少し、市場競争力を失いつつある。そこで、味、商品性ともに優れ、将来有望であるハタケシメジおよびオオイチョウタケを中心に、栽培技術の高度化を図るために以下の試験を実施した。

## 1 野生菌株の収集

県内に自生しているきのこ、ハタケシメジ1系統、ヒラタケ1系統、クリタケ1系統、エノキタケ1系統、ムラサキシメジ1系統、チャナメツムタケ1系統を収集、保存した。

## 2 ハタケシメジ菌床の埋め込み方法の違いによる子実体発生量の調査

バーク堆肥3ℓ、米糠125g、ビール粕250gの割合で混合し、含水率を63%前後に調整した培地をポリプロピレン製の袋に2.5kg詰めた。1.0気圧、温度118℃で90分間殺菌の後、ハタケシメジ種菌（亀山1号）を接種し、温度23℃、湿度70%の条件下で75日間培養した。この菌床2個を、15ℓの園芸用プランタ1個に8ℓのバーク堆肥を使用して埋め込んだ。また、容積60ℓのプラスチック製のケースに菌床8個を、それぞれの菌床が密着しないように縦向きに並べ、40ℓのバーク堆肥を使用して埋め込んだ。これらを温度17℃、湿度100%の条件下で管理し、埋め込みより10ヶ月にわたって子実体発生量を調査した。

この結果、菌床を15ℓのプランタに埋め込んだものでは、初回に1菌床当たり平均521.7g、60ℓの容器に埋め込んだものでは584.3gの子実体が発生したが、両者の間に有意な差は認められなかった（t検定、 $P > 0.05$ ）。しかし、継続して管理することにより合計の発生量に差が生じ（図-1）、菌床埋め込みより10ヶ月間の合計発生量は、前者が1,546.7g、後者が1,963.8gとなり、両者の間に有意差が認められた（t検定、 $P < 0.05$ ）。

このことから、ハタケシメジ子実体を継続して発生させるためには、埋め込みに使用するバーク堆肥が多い方が有利であることが示唆された。

## 3 きのコ生産施設を利用したハタケシメジの菌床埋め込みによる発生試験

松阪飯南森林組合のシイタケ菌床培養センターで、先の試験と同様にハタケシメジ2.5kg菌床を作成し、15ℓの園芸用プランタに埋め込んだ。これを5プランタずつ、ヒラタケ生産施設（温度15℃・湿度90%）、ブナシメジ生産施設（温度16℃・湿度95%）、エリンギ生産施設（温度17℃・湿度90%）およびシイタケ人工ほだ場（秋の野外）で管理したところ、いずれの条件下でも1菌床当たり500g程度の子実体発生が認められた。

## 4 ハタケシメジ優良系統の選抜

林業研究部で継代保存しているハタケシメジ野生菌株LD96-4、96-5、96-7、96-8の4系統について、

1.5kg菌床を作成し、プランタ埋め込みによる発生試験を行った。

結果は表 - 1 のとおりで、LD96-4、96-8で良好な発生が認められたが、LD96-7では原基形成が認められたものの収穫まで至らなかった。

表 - 1 . ハタケシメジ野生系統の子実体発生量

系 統	供試数(個)	発生不良数(個)	平均子実体発生量 ( $\bar{m} \pm SD$ ) (g)
LD96-4	9	1	297.5 ± 65.19
LD96-5	9	3	121.7 ± 39.71
LD96-7	9	9	-
LD96-8	9	1	270.0 ± 60.47

### 5 オオイチョウタケの林地埋め込みによる発生試験

バ - ク堆肥1.2ℓ、米ヌカ50g、ビール粕100gの割合で混合し、含水率を63%に調整した培地を、ポリプロピレン製のシイタケ菌床栽培用袋に1個あたり1.0kg詰めた。これを1.0気圧、温度118℃で90分間殺菌の後、あらかじめ培養しておいたオオイチョウタケ種菌を接種し、温度23℃、湿度70%の条件下で3ヶ月前後培養した。このオオイチョウタケ菌床60個、計60kgを、2001年の春に県内勢和村の30年生のスギ林に2カ所と白山町内の竹林に1カ所埋め込んだ。また、林業研究部構内のスギ林にも合計25kgの菌床を埋め込み、調査を実施した。

2001年10月の調査ではいずれの試験地においても菌糸体の生育は確認できたが、子実体の発生は認められなかった。しかし、2002年10月にはいずれの試験地からも子実体の発生が認められ、発生量は表 - 2 のとおりであった。ただし、竹林に埋め込んだ試験地では子実体の発生は認められたものの、大型のオオイチョウタケは得られなかった。これらのことから、菌床埋め込みによる子実体発生までには、1年以上の期間が必要であり、竹林よりスギ林の方が生育に適していると考えられた。

表 - 2 . オオイチョウタケ菌床の林地埋め込みによる子実体発生量

試 験 地	菌床埋め込み時期	埋め込み量	子実体発生時期	発生本数	発生量
勢和村スギ林 1	2001年 3 月	60 ( kg )	2002年10月	93 ( 本 )	3.2 ( kg )
勢和村スギ林 2	2001年 5 月	60	2002年10月	24	0.6
林業研究部構内	2001年 4 月	25	2002年10月	13	0.3
白山町竹林	2001年 4 月	60	2002年10月	38	0.3

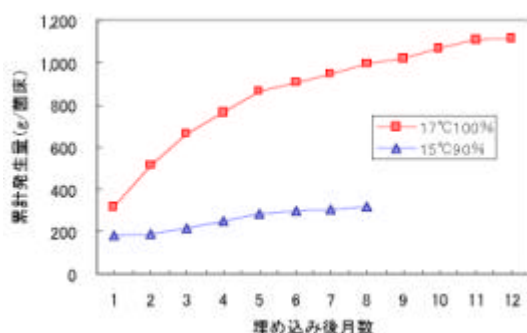


図 - 1 . 埋め込み方法の違いによる累計発生量



図 - 2 . 林業研究部構内で発生したオオイチョウタケ

# 担子菌類由来物質による生活習慣病予防に関する研究

平成13年度～15年度(県単)

坂倉 元・西井孝文

近年、我が国で増加している生活習慣病を回避するには、日頃の食生活や習慣を改善するための保健予防の推進が不可欠である。きのこは、古くから健康食品として有名であるが、県内産のハタケシメジ亀山1号株についても、生活習慣病予防効果が明らかになってきている。そこで、現在三重県で生産されている主なきのこの生理活性作用についてさらに調査を進めるとともに、県内産きのこの食品としての評価を行った。

## 1 ハタケシメジ野生株の選抜

ハタケシメジ野生株15系統についてシャーレで選抜後、ビン栽培、並びに菌床埋込栽培で繰り返し試験を行ったところ、ビン栽培では成績が良い株は無かったものの、菌床埋込栽培ではLD96-8株が継続して形の良い子実体の収穫ができ、有望と考えられた。

## 2 県内産きのこの生理活性作用の検討

### (1) ハタケシメジの菌株別および栽培方法の違いによる血圧上昇抑制作用についての検討

ハタケシメジ野生菌株14系統について、ビン栽培、並びに菌床埋込栽培を行い、それぞれアンジオテンシン変換酵素(ACE)阻害活性を測定したところ、栽培系統(亀山1号)と遜色ない活性があるLD98-1株とLD99-12株が見つかった(図表略、工業研究部と共同)。

### (2) 実験動物による県内産担子菌類が持つ生活習慣病予防効果の検討

マウスとラットを用い、基礎飼料にセルロースと原木シイタケ、ブナシメジを15%添加して与えたところ、原木シイタケ群で血清の総コレステロール(TC)、リン脂質(PL)が低く(図-1)、ブナシメジ群で体重当たりの肝臓重量と、TC、PL、トリアシルグリセロール(TG)が少なかった(図-2)。

また、原木シイタケ、ヒラタケ、ブナシメジ、ハタケシメジ(栽培系統・野生系統LD96-8)を15%添加した飼料をマウスに与えた後、腫瘍を移植して30日間飼育したところ、原木シイタケ群・ヒラタケ群の腫瘍抑制率が高く、死亡率が低かった(表-1、工業研究部・三重大学と共同)。

### (3) 担子菌類の調理、加工による生理活性機能の変化について

ハタケシメジを用いて、レトルト処理および揚げ処理の時間がACE阻害活性の消長に及ぼす影響を検討したところ、レトルト処理では大きな変化が見られなかった(表-2)が、揚げ処理では短時間で活性が低下した(表-3、工業研究部と共同)。

### (4) 県内産担子菌類の免疫機能性の調査

県内産担子菌類の熱水抽出物から精製を2回行って得た多糖画分(β-グルカン)の免疫機能性を調査したところ、測定のための培養日数は5日間必要であった。また、シイタケとマイタケと同等の免疫効果を得るためには、ヒラタケ、マッシュルーム、エリンギでは倍以上の量が必要と思われた。ハタケシメジについては上記の担子菌類と異なり、免疫機能性がマイナスで測定できなかった。今後、この原因と真の免疫機能性を追及したい(図表略、三重大学と共同)。

### 3 県内産きのこの食品としての評価

温風乾燥して粉碎した原木シイタケとハタケシメジ栽培系統（亀山1号）、ハタケシメジ野生系統（LD96-8 埋込）について、うまみに関与している遊離アミノ酸（アラニン、グルタミン酸、アスパラギン酸）の乾物当たり含量を調査したところ、ハタケシメジは原木シイタケに比べて、アラニンが約2倍、グルタミン酸が4倍から5倍、アスパラギン酸が6倍から8倍も多く、おいしいきのことしての評価につながるものと考えられた（図-3）。

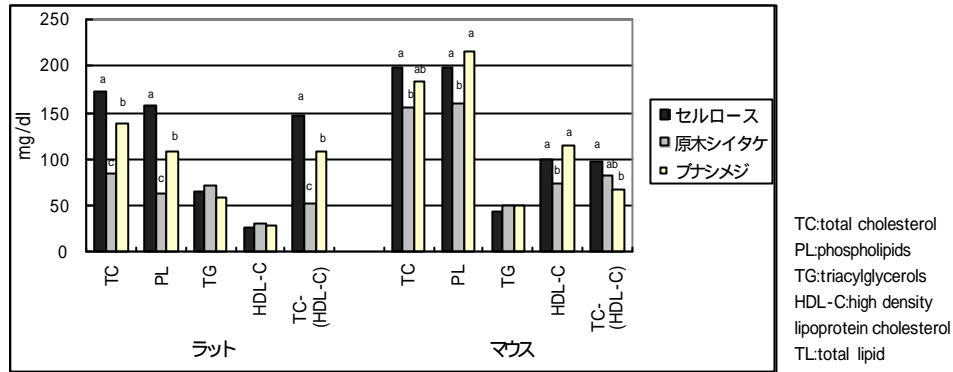


図-1. 血清脂質への影響

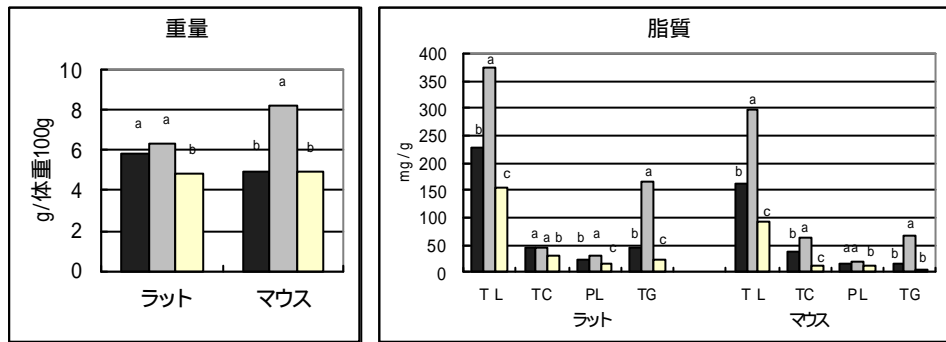


図-2. 肝臓への影響

・凡例は図-1. 参照  
・ abc異符号間に有意差あり (p<0.05)

表-1. 腫瘍に及ぼす影響

	腫瘍抑制率	死亡率
	(重量) 30日目 %	30日目 %(n=14)
対 照	-	35.7
原木シイタケ	-16.1	21.4
ヒラタケ	44.2	14.3
フナシメジ	-10.1	50.0
ハタケシメジ		
亀山1号	-2.3	42.9
LD98-1	-18.8	64.3
LD96-8	-19.1	64.3

表-2. レトルト処理がACE

処理時間	阻害活性に及ぼす影響		IC <sub>50</sub> :mg/ml
	刻 み	液 分	固 分
10分	なし	2.5	1.0
	あり	0.8	1.0
20分	なし	2.3	3.0
	あり	1.9	>10

表-3. 揚げ処理がACE

処理時間	ACE阻害率
分	%
処理前	93.4
0.5	63.4
1	69.0
2	63.8
3	72.0

注：乾物濃度を一定とし、ハタケシメジ抽出物を添加しない場合のACE阻害率を100%として示した。

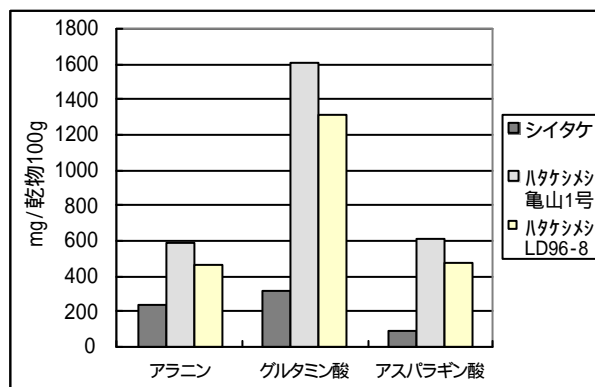


図-3. きのこの遊離アミノ酸

# 事業関係

# 酸性雨等森林衰退モニタリング調査

平成 12 年度～ 16 年度（国委託）

島田博匡

酸性雨等の影響による森林衰退の実態を把握するため、国の委託を受け、県内の森林を対象とするモニタリング調査を実施した。

## 1. 調査地点

現地調査（1箇所）

調査区：尾鷲

調査地：尾鷲

主要樹種：ヒノキ

林齢：45年生

## 2. 調査項目及び調査内容

調査対象地内で 1.0ha 以上の面積を有する一様な林分において、半径 17.85m（面積 0.1ha）の円形調査地を設定し、次の項目について調査した。

- （1）概況調査：標高、傾斜方位、傾斜角度、地質、地位級、施業歴、林齢、林型の調査
- （2）毎木調査：上層木の樹高、胸高直径の測定と、最大樹高、最大胸高直径、平均樹高、平均胸高直径、材積、立木密度の算定
- （3）植生調査：樹高 1.3m 以下の蘚苔類を除く維管束植物について、種名と優占度の調査
- （4）衰退度調査：樹冠写真の撮影、地上部（樹勢、樹形、梢端密度、枝の伸長量、葉形等）の目視による調査
- （5）土壌調査：A<sub>0</sub>層量の測定、A<sub>0</sub>・表層土壌（0～5cm）の化学分析用試料採取及び提供

## 3. 調査結果

採取した土壌試料は分析のため指定機関に送付した。調査結果については取りまとめ後、林野庁に報告した。

# 優良種苗確保事業

(環境部森林保全チーム執行委任)

島田博匡

円滑かつ適正な森林造成を推進するために、精英樹系統苗木等の特性を解明し、優良な種苗の供給を確保することを目的として次の事業を実施した。

## 1. 採種園・採穂園改良事業

採穂園、採種園の改良のため、不良木等の伐倒・搬出や補植、断幹等の樹形誘導などを行った。

## 2. カメムシ等防除対策事業

カメムシ類による球果被害を防除し、発芽率の高い優良種子を確保するために、本年度に採種を行う採種木に袋かけを行った。採種後の発芽試験において袋かけしたものとそれ以外のものとを比較したところ表-1のとおりであった。

表-1. 種子重量及び発芽率

樹種	区分	重量(g/100粒)	発芽率(%)
ヒノキ	袋かけ有	0.221	60.6
	袋かけ無	0.187	4.9

## 3. 品種改良事業

選抜された精英樹の遺伝的特性を検定するため、名賀郡青山町高尾の次代検定林(三西スギ 14号・林齢 20年)において全成立木に対し、樹高、胸高直径、根曲がり、幹曲がりの調査を行った。

## 4. 採種源整備運営事業

### (1) 普通母樹林等整備推進事業

着果結実促進のため、次年度に採種を行う採種木にシベレリン処理を行った。

### (2) 種子採種事業

種子を採種、精選し、スギ 15kg(発芽率 49.0%)、ヒノキ 100kg(発芽率 49.7%)の合計 115kgを三重県林業種苗協同組合連合会に売り払った。

### (3) 育種母樹林整備事業

採穂園、採種園を対象に下刈、消毒、施肥、整枝剪定、苗木養成などを行った。

## 5. その他

### (1) 抵抗性クロマツ苗木に対するマツノザイセンチュウ接種試験

抵抗性クロマツ採種園から生産される種子から養成した苗木の抵抗性を確認するために、2～3年生の苗木に対し、マツノザイセンチュウ接種試験を実施した。試験結果は表-2 のとおりであった。

表-2 . 抵抗性クロマツ苗木に対するマツノザイセンチュウ接種試験の結果

種別	接種本数	健全本数	健全率 (%)
抵抗性クロマツ	220	93	42.3
対象クロマツ ( 精英樹 )	32	12	37.5
主な家系 ( 接種本数 20 本以上 ) の結果			
三豊 103	35	14	40.0
波方 37	27	5	18.5
吉田 2	21	3	14.3
津屋崎 50	22	12	54.5
小浜 30	21	8	38.1
大瀬戸 12	24	18	75.0

接種頭数：5000 頭/本 接種年月日：平成 14 年 7 月 24 日 調査年月日：平成 14 年 12 月 4 日

### (2) スギ雄花着生量調査

三重大学が行っているスギ花粉飛散予想のための資料とするため、スギ採種園 ( 三重育 16-14 ) の精英樹 23 クローン ( 69 本 ) を対象に雄花の着生量調査を行った。

着生量は調査木ごとに、それぞれ 4 方向の着生状況を指数 { 0 ( ほとんど着花していないか、全くない ) ~ 3 ( 樹冠の 2/3 以上に着花している ) までの 4 段階評価 } で表し、その平均を調査木の着生量とし、全調査木の平均をその年の着生量とした。調査結果は図-1 のとおりであった。

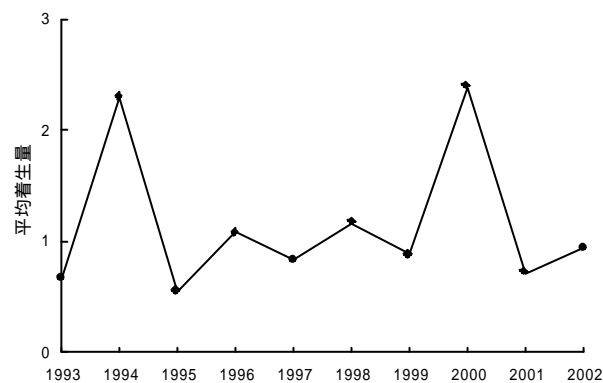


図-1 . スギ雄花平均着生量の年変化



# 森林病虫害等防除事業

## マツノマダラカミキリ発生予察事業

辻井 貴弘

2002年4月2日に伊勢市東豊浜町、2002年4月3日に三重郡菰野町から、マツノマダラカミキリの寄生木を採取し、構内の網室に搬入した。採取地の状況は表-1のとおりである。構内でのマツノマダラカミキリ幼虫の生育状況を把握するため、割材調査を成虫が脱出するまで行った。成虫の脱出調査は7月中旬まで実施し、脱出状況は表-2のとおりであった。

表-1. 採取場所の概況

場 所	標高 (m)	方 位	樹 種	林 齢 (年生)	成立本数 (本/ha)
三重郡菰野町千草	100	—	アカマツ	30	1,500
伊勢市東豊浜町	1	—	クロマツ	26	2,500

表-2. マツノマダラカミキリの発育状況と脱出状況

調査地	蛹化初認	50%蛹化	脱出初認	5%脱出	10%脱出	50%脱出	脱出終了日
菰野町	5/10	5/20	5/30	6/6	6/7	6/18	7/11
伊勢市	5/10	5/20	5/30	6/6	6/7	6/13	7/8

成虫脱出数 菰野町：251頭， 伊勢市：554頭

# 資 料

# 気 象 観 測

観測地：林業研究部

（一志郡白山町二本木）

北緯 34 ° 41      東経 136 ° 21

標高 50m

年 月 別	気温 ( )			平均湿度	平均地温	降水量 ( mm )			月別降雨
	平均	最高平均	最低平均	( % )	( )	総 量	最大日雨量	日数	
H14年1月	4.1	8.6	-0.2	66	7.8	136.0	21日 86.5	10	
2月	4.4	10.2	-1.0	68	8.1	49.0	28日 19.0	11	
3月	8.6	15.5	1.6	62	12.1	57.5	27日 23.5	7	
4月	14.0	19.7	8.8	67	16.5	26.5	12日 8.0	5	
5月	17.7	22.5	13.7	70	19.6	152.0	10日 47.0	13	
6月	21.6	26.2	16.9	74	23.1	126.0	29日 34.5	12	
7月	28.1	31.5	23.7	80	26.9	160.5	10日 85.5	13	
8月	26.9	32.2	23.3	77	27.7	134.5	11日 21.5	14	
9月	22.8	27.0	19.2	77	24.0	240.0	7日 106.0	9	
10月	16.9	22.2	11.7	73	19.1	120.5	1日 59.5	8	
11月	8.3	14.0	3.3	69	12.3	39.0	1日 23.5	8	
12月	5.6	10.3	1.6	74	9.2	101.5	21日 35.0	10	
H15年1月	2.2	7.2	2.3	72	6.3	88.5	27日 54.0	11	
2月	4.2	9.4	-0.3	68	7.8	50.0	22日 22.0	6	
3月	6.1	11.2	1.4	65	9.4	173.0	7日 54.5	13	
	年間気温の平均値			年間平均	年間平均	年降水量	最大日雨量	年間降雨	
	平均	最高	最低	湿度	地温	(mm)	(mm)	日数	
H14年	14.9	20.0	10.2	72	17.2	1343	9月 7日 106.0	120	
過去10年間	14.1	19.3	9.4	74	16.5	1532	H5.9.9 191.0	118	

1：過去 10 年間の期間は、平成 4 年～平成 13 年の 10 年間

2：地温は地下 10cm の観測値

平成14年度業務報告書 第40号 (PDF版)

編集・発行 三重県科学技術振興センター 林業研究部  
三重県一志郡白山町二本木3769-1 (〒515-2602)  
TEL 059-262-0110  
FAX 059-262-0960  
E-mail: ringi@pref.mie.jp  
<http://www.mpstpc.pref.mie.jp/RIN/>

