

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. 53
2002



島根県林業技術センター

目 次

論文

- 島根県におけるスギ・ヒノキ根株腐朽病の被害実態
..... 陶 山 大 志・河 井 美紀子..... 1

短報

- 島根県西部におけるスギザイノタマバエ被害の拡大
..... 周 藤 成 次..... 9

短報

- コナラ集団枯損被害木のシイタケ原木としての適性 — 材変色部位から分離されたナラ菌の性質 —
..... 富 川 康 之・周 藤 成 次..... 15

資料

- G I Sによる森林植生と空間分布の解析
..... 永 島 守・石 橋 公 雄・西 政 敏..... 21

資料

- 太陽熱利用によるスギ及びヒノキ材の乾燥
..... 池 沢 隆・後 藤 崇 志・福 島 亮・錦 織 勇..... 27

表 紙 写 真

激しく腐朽した
伐根木口面(ヒノキ)

(P 7から)

論文 島根県におけるスギ・ヒノキ根株腐朽病の被害実態

陶 山 大 志・河 井 美 紀 子・扇 大 輔*

Researches on the Butt Rot of *Chamaecyparis obtusa* and *Cryptomeria japonica* in Shimane Prefecture

Hiroshi Suyama, Mikiko Kawai, Daisuke Ougi

要 旨

1. 1997~2000年, 島根県下のスギ・ヒノキ人工林で根株腐朽病の被害実態を調査した。
2. スギは調査林分の45%, ヒノキは60%で被害の発生を認めた。被害は県下全域に分布した。
3. 被害程度が軽微な林分が多かったが, 被害率が20~40%の激害の林分が若齢林でも少数生じた。
4. 標高が低く, 傾斜が緩く, 土壌が湿性, また石礫が多い林分で被害が激しかった。
5. ヒノキきぞめたけ病の発生が県下数か所で確認された。

I はじめに

林木の材を侵す材質腐朽病は外観からは発病の有無と腐朽の程度を診断することは困難であり, 間伐や主伐によって林木を伐倒した際に気づくことになる。腐朽した材は建築用材としては使えないために, 長年成長した林木も材として役に立たなくなる。なかでも, 根株腐朽病は最も材積が大きい1番玉に腐朽が現れるために, 大きな経済的損失となる。

島根県においては従来病害の診断を依頼されたものの少数が材質腐朽病と診断されたが(8), 根株腐朽被害の実態や病原菌については未調査である。そこで, 県下全域において, 主要な造林樹種であるスギとヒノキについて, 本病の被害実態を調査した。各調査林での被害程度を調査し, 被害と林況, 地況との関係を検討した。また, 発病木の腐朽部位から菌類の分離試験を行い, 所属を検討した。

なお, 本研究は1998~2000年度林業普及情報活動システム化事業の「針葉樹根株腐朽病の発生機構の解明と被害回避法の開発」で実施したものである。本研究への参

加を許された林野庁研究普及課研究企画官の有沢茂敏氏, ご指導いただいた森林総合研究所森林微生物研究領域チーム長の阿部恭久氏に厚くお礼を申し上げる。また, 現地調査に協力いただいた各農林振興センター林業課, 各森林組合の各位に厚くお礼申し上げる。

II 調査方法

調査は1997~2000年, 県下44市町村のスギとヒノキの人工林で行った。調査当年に間伐または主伐が行われた林分を調査対象とした。調査林分数はスギ57林分, ヒノキ71林分, 計128林分である。調査林分の林齢はスギがⅢ~Ⅸ齡級, ヒノキがⅢ~ⅩⅥ齡級にわたったが, うちスギ31林分, ヒノキ54林分がⅢ~Ⅵ齡級の若齢林であった。

調査本数は1林分当たり50本を原則としたが, 間伐または主伐面積によっては調査本数が少ない林分(最小17本)や調査本数が多い林分(最大100本)もあった。間伐または主伐による伐倒木の伐根木口面を観察して, 腐朽の有無とその形態を記録した。1林分の本数被害率を当

*元 林業技術センター

林分の被害の激しさとして評価したが、便宜上1～10%を軽害、11～20%を中害、21～40%を激害と区別した。また、樹種、林齢、伐根径などの林況と標高、地形（凸・平衡・凹）、斜面傾斜度・方向、土壌型、水湿状態（乾・潤・湿）などの地況を調査した。なお、水湿状態は乾：強く握っても手のひらに湿気を残さないもの、潤：強く握ったとき手のひらに湿気が残るもの、湿：強く握っても水滴が落ちず、親指と人差指の間で押すと水がにじみでるもの、多湿：手のひらで握ると水滴が落ちるもの、過湿：手のひらにのせただけで自然に水滴が落ちるものとした(9)。

スギの2調査林分、ヒノキの7調査林分から、伐採木口面に腐朽を認めたスギ8本、ヒノキ24本、計34本を供試して腐朽菌の分離試験を行った。伐根から円盤試料を採取し、表面を火炎滅菌した後、滅菌した彫刻刀で変色または腐朽部を切り取り、小切片を作製した。供試片数

は1試料につき約50片とした。これを硫酸ストレプトマイシンを50 μ /ml添加したジャガイモ・ブドウ糖寒天培地に置き、25 $^{\circ}$ Cで約10日間培養して出現菌を調査した。

III 調査結果

1. 被害の概況

スギは調査林分の45%、ヒノキの60%で根株腐朽病の被害発生を認めた。被害林分の被害程度別の割合をみると、軽害林がスギでは60%、ヒノキでは70%を占めた。中害林がスギでは32%、ヒノキでは21%を占め、また激害林もスギでは8%、ヒノキでは5%を占めた(表-1)。

被害林は県下全域に分布し(図-1)、被害率の地域的な差は認めなかった。

2. 林況・地況と被害率

林齢と被害との関係を見ると、スギではIV～XIX齢級、ヒノキではIII～XVI齢級の林分で被害発生を認めた。スギ

表-1 被害の概況

| 樹種 | 調査林分数 | 無被害林分数 | 被害発生林分数 | | | | 計 |
|-----|-------|--------|---------|--------|--------|--------|----|
| | | | 10%未満 | 11～20% | 21～30% | 31～40% | |
| スギ | 57 | 32 | 15 | 8 | 1 | 1 | 25 |
| ヒノキ | 71 | 28 | 32 | 9 | 2 | 0 | 43 |

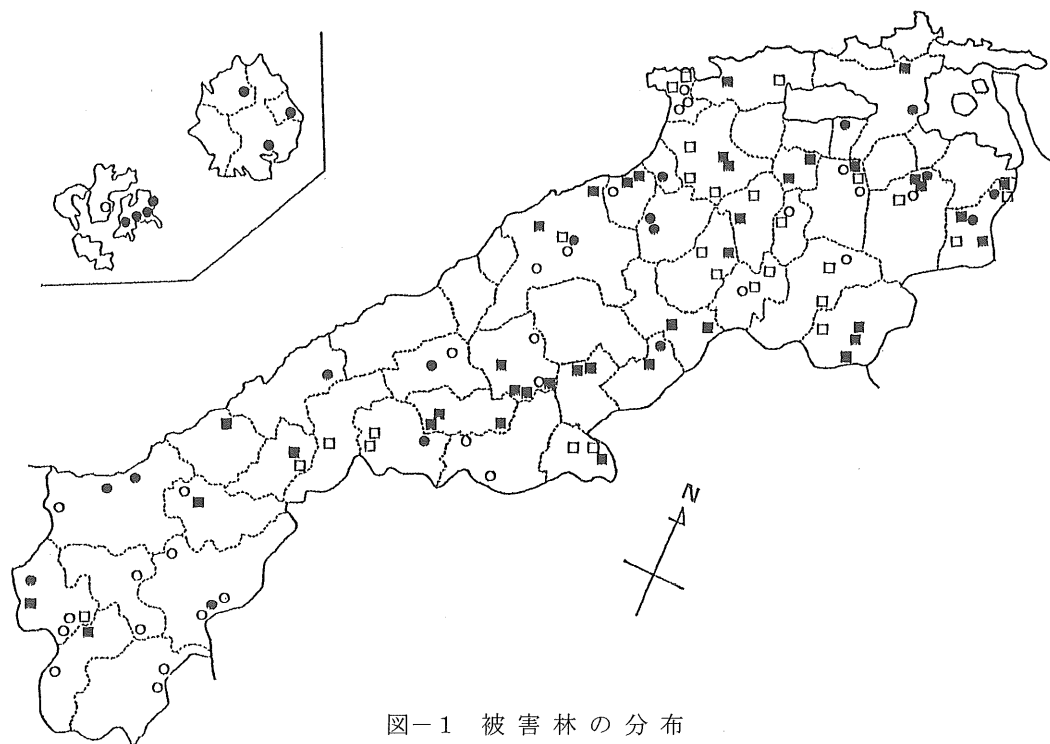


図-1 被害林の分布

○スギ無被害林, ●同被害林 ; □ヒノキ無被害林, ■同被害林

では中害林はV～VIII齢級に属し、また激害の2林分はVIII齢級とX齢級であった。ヒノキでは中害林はV～VI齢級とXVI齢級に属し、また激害の2林分はIII齢級とV齢級であった(図-2)。

標高と被害との関係を見ると、スギ、ヒノキとも0～300mの低標高で被害林分が多く、またスギでは0～300mで中害林と激害林の割合が大きかった(図-3)。

林地土壌の水湿状態と被害との関係を見ると、スギ、ヒノキとも湿性の林分で被害が多く、また中害林と激害林の割合も大きかった(図-4)。

斜面傾斜度と被害との関係を見ると、スギ、ヒノキとも0～10°と11～20°で被害林が多かった。また、スギでは0～10°と11～20°で中害林と激害林の割合が大きかった(図-5)。

山腹における斜面位置、地形の凹・凸・平衡、および斜面の方向と被害率には目立った関係は認めなかった。また、調査林のほとんどが褐色森林土であったため、土壌型と被害率との関係は比較できなかった。

中・激害林のうち、つぎの2林分では地況との顕著な関係が注目された。布施村布施のスギ32年生の林分は被害率15%、また、腐朽部が脱落して空洞となる激しい被害木が多かったが、水田跡地に成立して林地土壌は排水が悪く過湿であった。佐田町下佐津目のスギ37年生の林分は被害率28%であったが、35度の急傾斜で石礫を多く含む土壌であり、石礫の落下のため根株が傷つきやすい条件下であった。

3. 腐朽部からの分離菌

分離試験に供試した変色または腐朽した材からは多種

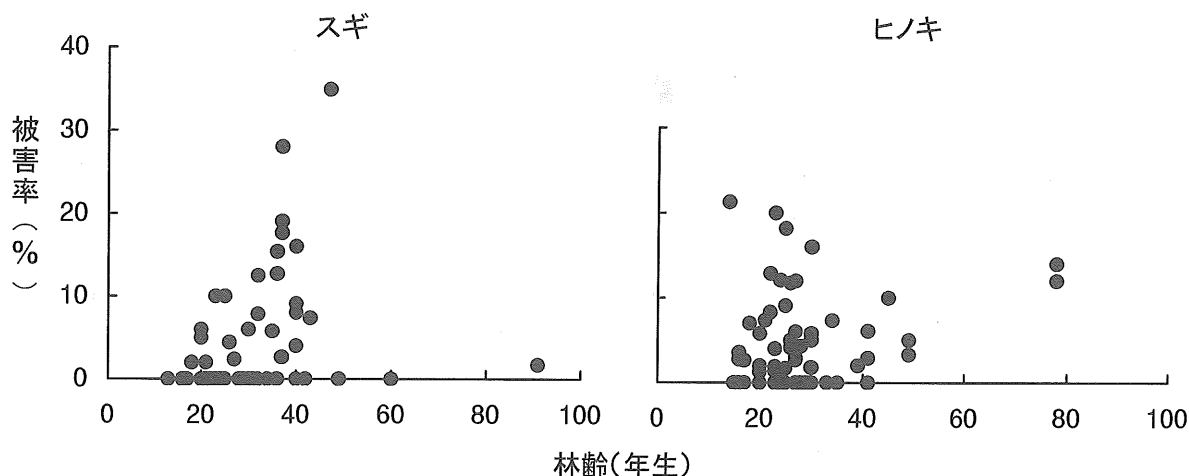


図-2 林齢と被害率

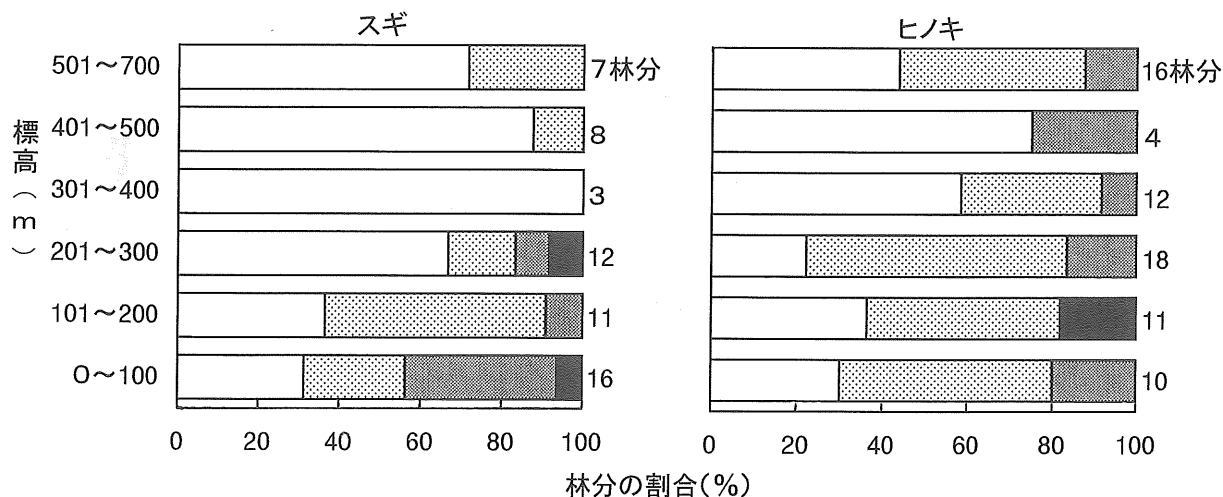


図-3 標高と被害

□無被害林 ▨微害林 ▩中害林 ■激害林

類の菌類が分離されたが、うち菌糸の隔膜部にかすがい連結が生じる菌類を担子菌類に所属する腐朽菌類とした。

それらは菌そうの形態から6種類に分けられ、A~Fと記号をつけて記録した。石見町、三隅町、頓原町および広瀬町のヒノキ4林分5本からはA菌が分離された。平田市、出雲市および赤来町のヒノキ3林分3本と佐田町と海士町のスギ2林分2本からそれぞれ異なる菌そうのB, C, D, EおよびF菌が分離された(表-3)。

A菌が分離された5本はいずれも心材部に不規則形の暗黄色の斑紋が生じ、その斑紋は腐朽が進むと黄褐色化し外縁にオレンジ色の帯線が形成されていた(写真-1)。この腐朽の形態はキゾメタケによる腐朽形態(1, 4, 5)と一致した。分離菌の菌そうは培地面に橙色~褐色にほふくして、白色の気中菌糸が綿毛状に伸長した

(写真-3)。菌そうはBavendamn氏反応で菌そうの周囲に酸化帯が形成されて陽性を示し、この菌そうの形態と反応は森林総合研究所が保存するキゾメタケ(*Tinctoporellus epimiltinus* (Berkeley & Broome) Ryvarden)と一致した。そこで、本菌をキゾメタケと同一とした。

IV 考察

林齢が高くなると、腐朽材積が増加することが知られている(7)。また、根株腐朽病菌の侵入門戸は根株や根に生じた傷である(2)ので、林齢が高くなり、根の伸長に伴って、傷を受ける機会も多くなり被害率も高くなると推定される。今回の調査では50年生以上の林分はきわめて少なく、壮齢・老齢の林分での被害実態を把握する

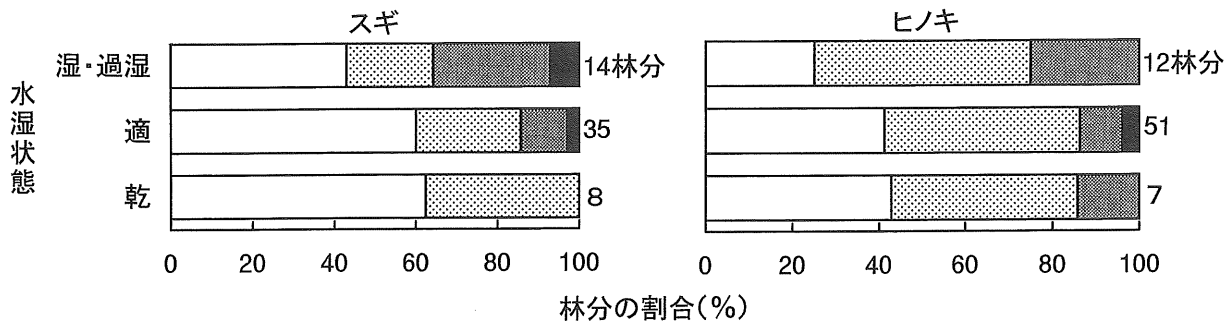


図-4 湿性状態と被害

□無被害林 □微害林 ■中害林 ■激害林

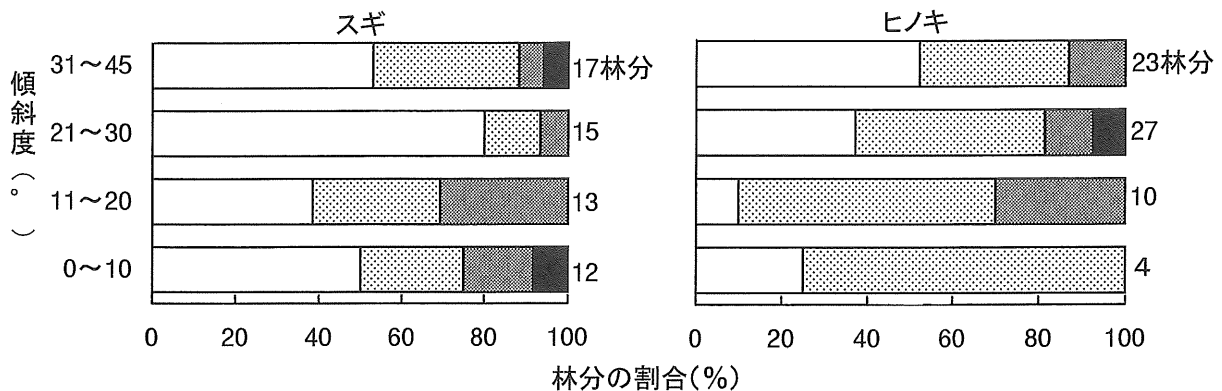


図-5 斜面傾斜度と被害

□無被害林 □微害林 ■中害林 ■激害林

表一 2 分離された腐朽菌

| 場 所 | 樹種 | 林齡 | 分 離 菌 | | | | | |
|-----------|-----|----|-------|---|---|---|---|---|
| | | | A | B | C | D | E | F |
| 広瀬町 下 山 佐 | ヒノキ | 22 | + | | | | | |
| 平田市 奥 宇 賀 | ヒノキ | 26 | | | + | | | |
| 出雲市 馬 木 町 | ヒノキ | 16 | | + | | | + | |
| 佐田町 下佐津目 | ス ギ | 37 | | | | | | |
| 頓原町 花 栗 | ヒノキ | 24 | + | | | | | |
| 赤来町 赤 名 | ヒノキ | 91 | | | | + | | |
| 石見町 井 原 | ヒノキ | 25 | + | | | | | |
| 三隅町 室 谷 | ヒノキ | 21 | + | | | | | |
| 海士町 豊 田 | ス ギ | 37 | | | | | | + |

A菌はキゾメタケと同定。B, C, D, EおよびF菌は未同定。

ことはできなかった。しかし、Ⅲ～Ⅵ齡級の若齢木でもかなりの被害が生じていることが分かった。これらの林分では今後さらに発病木が増加し、また腐朽材積も増加する可能性がある。

今回の調査で標高が低く、土壌が湿性で、傾斜度が小さく、石礫が多い林分で被害が激しいことが分かった。青島 (2) は根株腐朽菌の侵入門戸となる根に生じた傷は、多くの場合過剰停滞水による枯死部であると述べている。また、伊藤 (3) は根株腐朽菌の侵入門戸となる根の枯死は干ばつや、長雨・融雪による地下水位の変動あるいは土壌の物理性などの土壌条件としている。今回の調査において湿性で、傾斜度が小さい林分で被害が大きかったのは、停滞水による根の枯死が腐朽菌の侵入門戸になったと考える。また、急傾斜で石礫の多い土壌では、石礫の落下による根あるいは地際付近の幹が損傷受けやすく、これらが腐朽菌の侵入門戸となったと考える。

前述したように本調査では若齢林でもかなりの被害が生じていたが、被害とそれらの林分の林況や地況とはいくつかの関係が認められた。このような環境の林分では本病の発生に注意して、間伐時に高率で本病の発生が認められた場合には、今後の激化を予想して長伐期施業は避けるべきである。

今回の腐朽部から分離した担子菌類のうち同定できたのは、ヒノキから分離したキゾメタケのみであった。本菌は県下数か所で確認したので注目される根株腐朽菌と考える。本菌は1967年に鹿児島県下のヒノキ間伐地で生立木の根株腐朽を起こす菌として問題になった (1, 4, 5)。その後の調査によりほぼ九州全域と四国の一部で分

布が確認され、ヒノキ造林地の主要病害であることが判明した (6)。したがって、本県においてもヒノキきぞめたけ病の分布と発生要因を調査し、被害回避する施業法を十分検討しなければならない。また、今回分離されたキゾメタケ以外の腐朽菌についても、その所属を同定しその分布を調査する必要がある。

引 用 文 献

- (1) 青島清男・小林正・勝善綱：鹿児島県下におけるヒノキの根株心腐れ病菌. 81回日林講：307-308, 1994
- (2) 青島清男：木材の分解「森林学」(大政正隆監修) 226-237, 共立出版, 東京, 1978
- (3) 伊藤一雄：樹病学体系Ⅲ. 405pp, 農林出版, 東京, 1974
- (4) 勝善綱：ヒノキの根株心腐病について. 森林防疫 20 (6) : 141-146, 1971
- (5) 勝善綱・牧之内文夫：ヒノキ心材株腐れ実態調査. 日林九支研論 23 : 225-226, 1996
- (6) 河辺裕嗣・橋本平一：九州におけるスギおよびヒノキ造林木の根株腐朽. 森林防疫 51(1) : 2-7, 1985
- (7) 久林高市：雲仙岳山麓におけるヒノキ根株心腐れの樹幹内での進展・樹木医学研究 4 : 9-18, 2000
- (8) 周藤靖雄：島根県における樹病被害実態調査 (Ⅲ). 島根林技研報 45 : 9-16, 1994
- (9) 林野庁監修：林業技術ハンドブック. 667, 全国林業改良普及協会, 東京, 1998

Researches on the Butt Rot of *Cryptomeria japonica*
Chamaecyparis obtusa and in Shimane Prefecture

Hiroshi Suyama, Mikiko Kawai, Daisuke Ougi

Summary

1. In 1997 – 2000, the Butt rot was researched in stands of *C. japonica* and *C. obtusa* in Shimane Prefecture, Japan
2. The stands affected by the disease reached to 45% and 60% of the examined stands *C. japonica* and *C. obtusa*, respectively. The affected stands were distributed all the area of the Prefecture.
3. Although many stands were slightly affected, a few young stands were severely affected and 20 to 40% of the examined trees were infected.
4. The infection with the disease was serious in low altitude, gradual slope, and wet soil condition.
5. The butt rot caused by *Tinctoporellus epimiltinus* was recognized in several stands of *C. obtusa* in Shimane Prefecture.

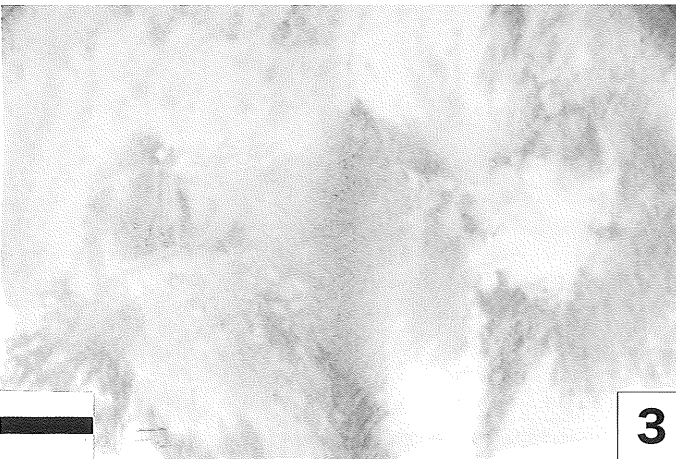
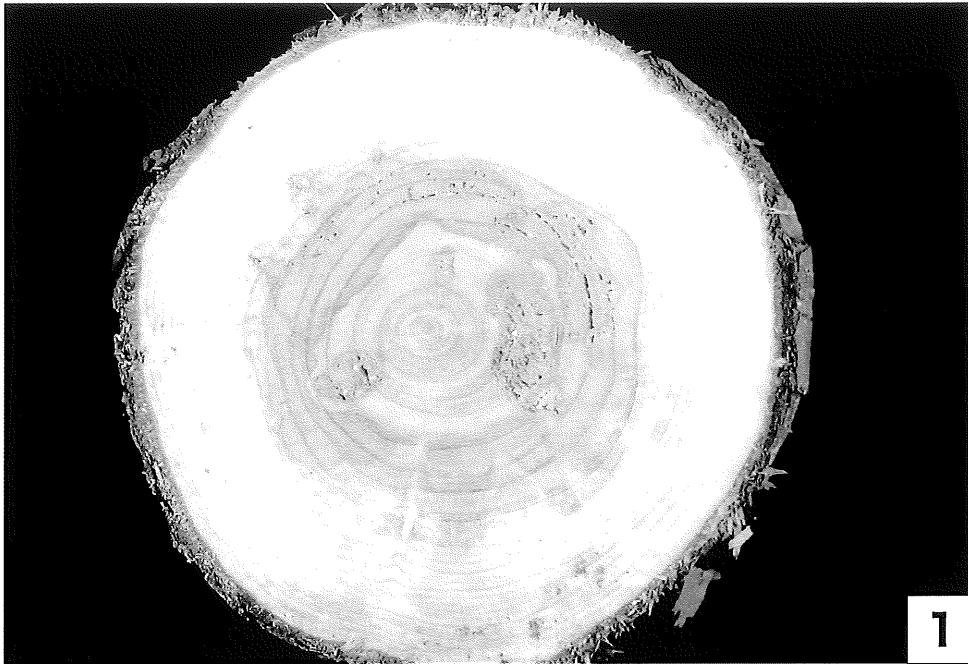


写真-1 : キゾメタケによって腐朽した伐根木口面 (ヒノキ)

写真-2 : 激しく腐朽した伐根木口面 (ヒノキ)

写真-3 : キゾメタケの菌そう

■ : 10mm

短報 島根県西部におけるスギザイノタマバエ被害の拡大

周 藤 成 次

Damage Spread of Cryptomeria Bark Midge, *Resseliella* Odai, in the Western part of Shimane Prefecture

Seiji SUDO

要 旨

1. 2000～2001年，島根県中・西部のスギ林でスギザイノタマバエの被害調査を行った。
2. 1998～1999年調査では，柿木村にのみ発生を認めたが，今回の調査では柿木村のほかに匹見町，津和野町，日原町および六日市町でも発生を認めた。
3. 被害は標高400m以上，谷部の湿気の多い林分で多発した。

I はじめに

スギザイノタマバエ (*Resseliella Odai* Inoue) の幼虫はスギ生立木の内樹皮表面に定着して栄養摂取をするが，このとき体外に出す消化液によって内樹皮には褐色の「皮紋」が生じる。この皮紋が形成層に達すると，形成層は壊死して材が褐色に変色する「材斑」が生じて材質を劣化させる。近年まで本害虫の分布は九州地方に限られた (1, 2)。しかし，1997年，山口県で本害虫の分布が本州では初めて確認された (3)。そこで，1998～1999年，島根県西部で調査した結果，柿木村の8林分で本害虫の分布とその被害を確認した (4)。2000～2001年，本被害の拡大の有無を把握する目的で，県西部と中部の11町村において調査を継続した。

なお，本調査は県単独事業である「気象・病虫鳥獣害発生動態・予察と管理技術に関する研究」の中で実施した。また，現地調査に御協力いただいた益田，浜田および川本の農林振興センター林業課の普及員の方々に深くお礼申し上げる。

II 調査方法

県西部に位置する匹見町，津和野町，日原町，柿木村，六日市町，金城町，旭町および弥栄村の8町村と県中部に位置する羽須美村，瑞穂町および石見町の3町村，計11町村で調査した。1町村について1～9林分，計53林分を調査対象とした。調査林の林齢は17～60年生で多くが5～8齢級，面積は0.05～57.8haで多くは1.00ha以上，標高は280～800m，多くが300～600mに位置した。なお，うち18林分は前回 (1998～1999年) にも調査したが被害を認めなかった林分である。また，5林分は2000年，2001年の両年調査を行った (表-1，写真-1)。

調査は1998～1999年調査と同様の方法で行った。すなわち，うっ閉後のスギ林で無作為に立木を10本選び，地上から高さ2mまでの樹幹の1か所，水平方向5cm，繊維方向20cmの100cm²を切り出しナイフで外樹皮を剥皮した。そして，スギザイノタマバエ幼虫が寄生して生じる内樹皮表面に現れる皮紋の有無とその数を計数した。また，調査林分の斜面方位と傾斜角，地形位置および調査林付近の小川の有無を調査した。

表-1 調査林とスギザイノタマバエの皮紋発生実態

| 町村名 | 所在地 | 林 齢 | 面 積 | 皮紋の有無 ^b | | 標 高 |
|------|-------------------|-------|-------------------|--------------------|-------|------|
| | | | | 2000年 | 2001年 | |
| 匹見町 | (1) 松尾 | 40年 | 0.3ha | — ^c | ●* | 570m |
| | (2) ハビ山 | 29 | 3.0 | — | ●* | 610 |
| | (3) 赤谷山 | 33 | 0.2 | — | ●* | 480 |
| | (4) 山根 | 21 | 1.50 | — | ○* | 330 |
| | (5) 三葛伊源谷 | 28 | 36.12 | — | ●* | 540 |
| 津和野町 | (1) 長福 (142-ロ-26) | 31 | 2.52 | — | ○* | 320 |
| | (2) 吹野 (117-ロ-7) | 27 | 1.20 | — | ●* | 370 |
| | (3) 名賀 (62-ハ-3) | 29 | 2.87 | — | ●* | 400 |
| | (4) 直地 (10-ロ-1) | 35 | 1.00 | ●* | — | 550 |
| | (5) 直地 | 21 | 1.00 ^a | ● | — | 700 |
| | (6) 直地 | 21 | 1.00< | ● | — | 700 |
| | (7) 直地 | 35 | 1.00< | ● | — | 510 |
| 日原町 | (1) 須川 | 18 | 33.84 | — | ●* | 600 |
| | (2) 左鏡空畳 | 17 | 1.00< | — | ●* | 480 |
| | (3) 左鏡田ノ溢 | 20 | 57.80 | — | ●* | 440 |
| | (4) 上横道(1) | 23 | 1.00< | ○ | ● | 400 |
| | (5) 上横道(2) | 23 | 1.00< | ● | — | 360 |
| | (6) // 奥谷 | 19 | 1.00< | ○ | ● | 600 |
| | (7) // 鍋山 | 22 | 1.00< | ● | — | 560 |
| | (8) // 鍋山 | 18 | 1.00< | ● | — | 400 |
| | (9) // 割左手 | 19 | 1.00< | ● | — | 280 |
| 柿木村 | (1) 福川 (68-イ-29) | 20~22 | 14.2 | — | ●* | 650 |
| | (2) 白谷 (80-ハ-57) | 18,19 | 5.7 | — | ●* | 590 |
| | (3) シダオ谷 | 55 | 1.63 | ○ | ● | 400 |
| | (4) 古迫谷 | 22 | 3.64 | ● | — | 500 |
| | (5) シダオ谷 | 25 | 14.2 | ● | — | 410 |
| | (6) 福川薦ノ子山 | 20 | 5.2 | — | ● | 400 |
| 六日市町 | (1) 鹿足河内 | 43 | 5.7 | — | ●* | 500 |
| | (2) 折元 | 31 | 1.0 | — | ●* | 800 |
| | (3) 広尾 | 36 | 0.5 | ● | — | 300 |
| | (4) 河山奥 | 23 | 1.00< | ● | — | 500 |
| | (5) 出合 | 20 | 1.00< | ● | — | 530 |
| | (6) 本郷 | 40 | 0.5 | ○ | ● | 300 |
| | (7) 本郷 | 40 | 0.05 | ● | — | 300 |
| | (8) 幅井谷 | 23 | 1.00< | ● | ● | 380 |
| 金城町 | (1) 今福 | 60 | 0.30 | — | ○* | 740 |
| 旭町 | (1) 坂本イ339-4外 | 25 | 8.64 | — | ○* | 460 |
| | (2) 坂本イ858-2外2 | 19 | 5.79 | — | ○* | 590 |
| 弥栄村 | (1) 三里 | 20 | 1.00< | — | ○ | 780 |
| | (2) 程原上1 | 30 | 1.00< | — | ○ | 440 |
| | (3) 程原上2 | 40 | 1.00< | — | ○ | 500 |
| | (4) 田野原 | 50 | 0.3 | — | ○ | 360 |
| 羽須美村 | (1) 旅迫 | 32 | 1.00< | ○ | — | 410 |
| | (2) 細谷 | 28 | 1.00< | ○ | — | 300 |
| | (3) 下戸河内 | 27 | 1.00< | ○ | — | 300 |
| | (4) 金井谷 | 29 | 1.00< | ○ | — | 450 |
| 瑞穂町 | (1) 久喜 | 40 | 2.15 | ○ | — | 550 |
| | (2) 上亀谷1826 | 35 | 1.2 | ○ | — | 550 |
| | (3) 上亀谷1900 | 27 | 0.5 | ○ | — | 480 |
| | (4) 市木5291 | 23 | 1.10 | ○ | — | 530 |
| 石見町 | (1) 日和 | 23 | 1.00< | ○ | — | 550 |
| | (2) 矢上 | 40 | 1.00< | ○ | — | 500 |
| | (3) 高水 | 20 | 1.00< | ○ | — | 520 |

^a 1.00<は林分面積が1.00haより広い。

^b ○:皮紋無発生, ●:皮紋発生。

^c —は無調査。

*前調査(1998~1999年)で被害を認めなかった林分。

III 調査結果

皮紋発生を認めたのは県西部の匹見町、津和野町、日原町、柿木村および六日市町の5町村であった。これらの町村では計35林分調査したが、皮紋発生は33林分で認めた。1998年の調査で皮紋を認めなかった匹見町3林分、

査部位100cm²での皮紋数をみると、調査した128本のうち10個以下の少数が生じた林木が97本と多かった。一方、50個以上の多数生じた林木が5本あり、最高100個を数えた(写真-1, 2)。概して、発生本数が多い林分では1本当たりの皮紋数が多い傾向があった(表-2)。

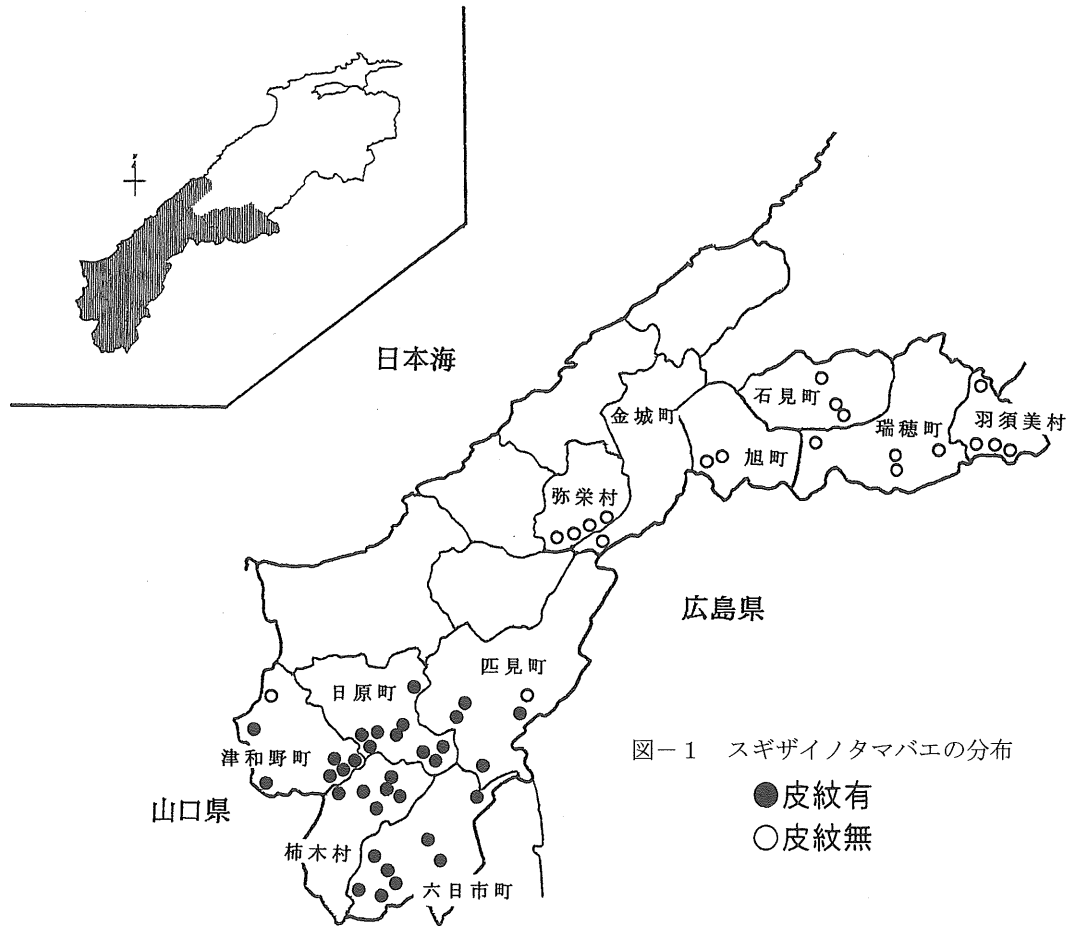


図-1 スギザイノタマバエの分布

●皮紋有
○皮紋無

津和野町3林分、日原町3林分、柿木村2林分および六日市町2林分では、2000年または2001年の調査で発生を認めた。また、2000年の調査で皮紋を認めなかった日原町2林分、柿木村1林分および六日市町1林分では、2001年の調査では発生を認めた。県西部の金城町、旭町および弥栄村、また県中部の羽須美村、瑞穂町および石見町の6町村、18林分では皮紋発生を認めなかった(図-1, 表-1)。

皮紋発生を認めた33林分での皮紋の発生した林木数をみると、調査した各10本のうち1~3本の少数に発生した林分が17林分とほぼ半数を占めた。一方、8~10本のほとんどまたは全部に発生した林分が4林分あった。調

今回の調査で皮紋を認めた林分は、林齢は若齢~壮齢の17~55年生と多様であった。標高は400m以上の高標高が80%を占めたが、斜面方位と傾斜角度は多様であった。皮紋の発生した林分の80%は谷部で、林内調査地から50m以内に小川が流れている場合が60%あった。なお、調査林分や調査木の成長状態については詳しい調査は行わなかったが、皮紋発生林分や発生木は無発生林分や健全木に比べて、成長が目立った優劣は認めなかった。

IV 考察

筆者ら(6)は1998~1999年実施した調査によって、柿木村のスギ8林分でスギザイノタマバエによる内樹皮の

表-2 スギザイノタマバエの皮紋発生数

| 調査林 | | 調査木別皮紋数 | | | | | | | | | 発生本数 | |
|------|--------------------|-------------------|----|----|----|----|----|-----|---|----|------|----|
| | | No.1 ^a | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | 10 |
| 匹見町 | (1) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | 0 | 0 | 0 | 1本 |
| | (2) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| | (3) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 |
| | (5) | 0 | 1 | 0 | 0 | 10 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 津和野町 | (2) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| | (3) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 1 | 1 | 3 |
| | (4) | 45 | 73 | 1 | 0 | 10 | 17 | 0 | 2 | 11 | 4 | 8 |
| | (5) | 3 | 4 | 0 | 0 | 45 | 16 | 31 | 1 | 0 | 0 | 6 |
| | (6) | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | (7) | 8 | 6 | 3 | 0 | 1 | 6 | 0 | 4 | 9 | 3 | 8 |
| | (9) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 日原町 | (1) | 0 | 50 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 | 5 | 0 | 1 | 4 |
| | (2) | 60 | 0 | 0 | 1 | 0 | 4 | 15 | 0 | 0 | 2 | 5 |
| | (3) | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 3 |
| | (4) | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 2 |
| | (5) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | (6) | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 | 6 |
| | (7) | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| | (8) | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| | (9) | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| 柿木村 | (1) | 4 | 8 | 1 | 21 | 5 | 4 | 3 | 2 | 40 | 40 | 10 |
| | (2) | 0 | 0 | 18 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 13 | 16 | 4 |
| | (3) | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | (4) | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| | (5) | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | (6) | 11 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 70 | 1 | 0 | 1 | 6 |
| 六日市町 | (1) | 0 | 0 | 4 | 30 | 18 | 0 | 14 | 1 | 0 | 14 | 6 |
| | (2) | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| | (3) | 0 | 0 | 0 | 2 | 23 | 0 | 0 | 3 | 0 | 2 | 4 |
| | (4) | 0 | 0 | 1 | 0 | 4 | 16 | 1 | 1 | 2 | 0 | 6 |
| | (5) | 0 | 0 | 2 | 1 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 4 | 5 |
| | (6) | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| | (7) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| | (8-1) ^b | 5 | 3 | 43 | 1 | 26 | 8 | 2 | 2 | 0 | 0 | 8 |
| | (8-2) ^c | 0 | 9 | 0 | 0 | 4 | 12 | 100 | 0 | 0 | 6 | 5 |

調査部位は地上2 mまでの樹幹100 cm²

^a 調査木番号

^b 2000年調査

^c 2001年調査

皮紋の発生と材部の材斑の被害を認めた。これは島根県における害虫の分布の最初の確認である。今回の2000年～2001年調査では、柿木村ばかりでなく柿木村に隣接または近接する匹見町、津和野町、日原町および六日市町でも、皮紋の発生を認めた。また、今回皮紋発生を認めた33林分中13林分は前回の調査では皮紋が無発生の林分であった。

本害虫がスギ林木に与える実質的な被害は材表面に生じる材斑であるが、今回の調査では伐倒しての解剖調査を行わなかったため、材斑の発生状態は不明である。しかし、前回の調査では、皮紋が生じたすべての林木で材斑が発生していた。また、皮紋数が多い部位では材斑が

多数生じていた。したがって、今回の調査でも、皮紋の発生を認めた林木には多かれ少なかれ材斑が発生しており、皮紋を多数認めた林木は激害を受けたと考える。

前回の調査では皮紋発生林分は半径8 kmの円内に位置したが、今回の調査では半径16 kmの円内へと拡大した。拡大速度を推定すれば拡大速度は年間2 kmであった。九州地方での本害虫の被害年間拡大速度は2 km、あるいは8 kmという報告がある(3)。

九州では標高が高くなるにしたがって、また谷部での害虫の密度が高い。このことから、湿度が関係し、高標高でしばしば雲が懸かる尾根部や谷など高い湿度が発生しやすい場所を本害虫は好むと考えられている(1, 3,

5)。今回の調査でも、皮紋発生は中国山地の標高400m以上に位置した林分で多かった。また、皮紋の発生は谷部の小川が近くで流れ、湿度が高い調査林で多かった。

この害虫の被害分布は現在、県西部に限られるが、被害分布域は拡大する傾向にある。分布域の人為的な拡大を防ぐため、この害虫の分布する地域からの不用意な皮付き丸太の移動は注意すべきである。また、早急に材斑の発生を抑えるための間伐実施（2, 4, 8）などの被害回避技術を検討する必要がある。

引用文献

- (1) 小林富士雄：スギ・ヒノキのせん孔性害虫。p. 120～139, 全国林業普及協会。東京, 1986
- (2) 大河内勇：スギ・ヒノキ穿孔性害虫の生態と加害
(Ⅲ) スギザイノタマバエの生態と防除の展望, 森林防疫37 : 207～212, 1988
- (3) 大河内勇・讚井孝義：スギザイノタマバエ。林業と薬剤109 : 1～12, 1989
- (4) 讚井孝義・吉田成章：スギザイノタマバエに関する研究（XⅡ）, 内樹皮厚の通年変動とStainの形成時期について。日林九支研論42 : 221～222, 1981
- (5) 讚井孝義：スギザイノタマバエ。（森林昆虫, 総論・各論。小林富士雄・竹谷昭彦編, 567pp, 養賢堂, 東京）p. 194～203, 1994
- (6) 周藤成次・河井美紀子・大国隆二：島根県西部でのスギザイノタマバエの分布と被害調査。島根林技研報51:29～37, 2000
- (7) 田戸裕之・福原伸好：スギザイノタマバエ。平成10年度山口林指セ業報, 32, 1998
- (8) 吉田成章・讚井孝義：スギザイノタマバエの生態と防除の展望。森林防疫28 : 13～142, 1979



写真-1 皮紋を多数認めた調査林(35年生)



写真-2 内樹皮表面に表れた皮紋



写真-3 多数の皮紋が現れた剥皮部

短報 コナラ集団枯損被害木のシイタケ原木としての適性 — 材変色部位から分離されたナラ菌の性質 —

富川 康之・周藤 成次

Aptitude for Bet Logs for Cultivation of the *Lentinula edodes*
Using the Mass Mortality *Quercus serrata*
— Characteristic of *Raffaelea* sp. Isolated from the Discolored Sapwood —

Yasuyuki TOMIKAWA and Seiji SUDOU

要 旨

1. コナラの材変色部位から分離されたナラ菌はシイタケ菌に比べて菌糸伸長速度が速く、シイタケ菌の伸長速度が低下する30℃で最も速く伸長した。
2. ナラ菌はシイタケ菌の伸長成長を阻害する菌ではなかった。
3. ナラ菌はコナラ材を腐朽することによって原木を劣化させる菌ではなかった。

I はじめに

1980年以降、おもに日本海側の地域でナラ類が集団的に枯損する被害が報告されているが(3)、本県でも1986年に美都町で本被害によるコナラ (*Quercus serrata* Thunb) の枯死を確認した(7)。被害木は *Raffaelea* 属の菌類 (通称「ナラ菌」) によって材部に褐色の変色が生じるため(1, 2)、木口面を見て健全木と区別できる。コナラはシイタケ (*Lentinula edodes* (Berk.) Sing.) の栽培用原木として使用される樹種であるが、一部のシイタケ生産者は変色が生じた被害木のシイタケ原木としての適性を疑うなど問題視している。

本試験は材部変色域から分離されたナラ菌がシイタケ菌の成長に及ぼす影響およびナラ菌によるコナラ材の腐朽の程度を調査して、被害木のシイタケ原木としての適性を検討した。なお、試験を実施するに当たり現地調査にご協力いただいた益田農林振興センター林業課の方々、

ご助言およびナラ菌の同定をいただいた三重大学生物資源学部の伊藤進一郎博士、ナラ菌を譲渡していただいた鳥取県林業試験場の西垣眞太郎氏および山形県森林研究研修センターの中村人史氏にお礼を申し上げる。

II 試験方法

1. 供試材料と供試菌の培養特性

1997年、2000年、県下の本被害地域でコナラの当年枯死木あるいは枯死には至っていないが材変色が生じた被害木を伐倒した。辺材部の変色域から小切片を作製して、ジャガイモ・ブドウ糖寒天平板培地に置いてナラ菌を分離した(写真-1)。また、鳥取県、山形県で分離されたナラ菌も譲り受けて供試した(表-1)。

シイタケ菌は栽培用として市販されている菌興115、森290および明治908をジャガイモ・ブドウ糖寒天平板培地で培養したものを供試した。

表-1 供試ナラ菌

| 菌株 | 伐倒・菌分離時期 | 被害地 | 樹種 | 被害 |
|---------------|----------|-----------|------|----|
| 島根-1 | 1997年11月 | 美濃郡美都町後山 | コナラ | 枯死 |
| 島根-2 | 2000年11月 | 美濃郡美都町後山 | コナラ | 枯死 |
| 島根-3 | 2000年12月 | 鹿足郡日原町下瀬山 | コナラ | 変色 |
| 鳥取-1 (Na-T1*) | 1995年 8月 | | ミズナラ | 枯死 |
| 鳥取-2 (Na-T3*) | 1995年 8月 | | コナラ | 変色 |
| 山形-1 | 1999年 7月 | | ミズナラ | 枯死 |
| 山形-2 | 1999年 7月 | | ミズナラ | 枯死 |

*: 鳥取県林業試験場での菌株番号

ジャガイモ・ブドウ糖寒天平板培地でナラ菌、シイタケ菌を10~35℃, 5℃間隔, 6通りの温度で培養した。菌株ごとに4培地を供試して, 1培地ごとに菌そうの4方向の半径を測定した。

本被害によって枯死したコナラの辺材変色部位, 健全なコナラの辺材部位からおが粉を製造して, 含水率60% (湿量基準) に調整した。このおが粉培地30gを内径24mmの試験管に約10cm詰めて (比重0.66~0.74), 高圧蒸気滅菌 (120℃, 20分) した後, 培地上部にシイタケ菌を接種した。菌株ごとに6培地を25℃で培養して, 菌糸伸長量を測定した。

2. ナラ菌とシイタケ菌の対峙培養

コナラおが粉と米ぬかを容積比10:1で混合して, 含水率60% (湿量基準) に調整した。このおが粉培地30gを長さ30cm, 内径24mmのガラス管の中央部に長さ約10cm

詰めて (比重0.66~0.74), 高圧蒸気滅菌 (120℃, 20分) した後, ナラ菌とシイタケ菌を培地の片側にそれぞれ接種した。また, シイタケ菌のみ片側に接種して対照とした。

試験区ごとに6培地を25℃で培養して, 両菌が接触した部位の帯線形成の有無, ナラ菌と接触した後のシイタケ菌の菌糸伸長量を測定した。

3. ナラ菌によるコナラ材の腐朽試験

日本工業規格「木材の耐久性試験方法 (JIS Z 2119)」に準じて, 次のとおり試験した (6)。①500mlガラスビンに石英砂 (20-30メッシュ) 200mlと培地 (glucose 20g, yeast extract 2g, distilled water 1000ml) 80mlを入れて, 高圧蒸気滅菌 (120℃, 20分) した後, ナラ菌, シイタケ菌を接種して25℃で培養した。②コナラの辺材部から1辺2cmの直方体を作成して, 60℃で48時間

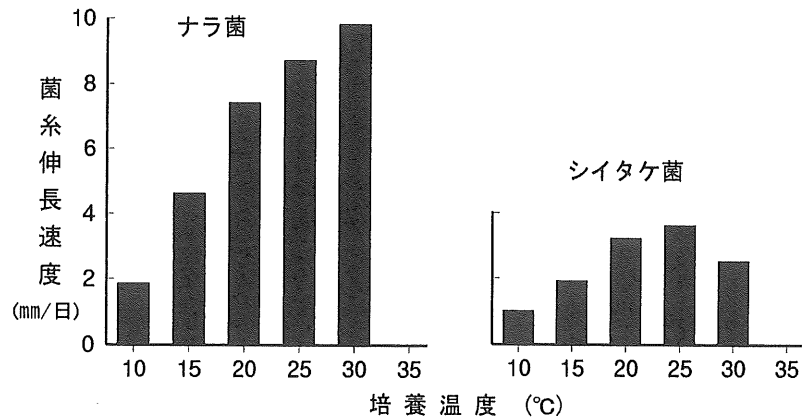


図-1 ナラ菌、シイタケ菌の温度別菌糸伸長速度

乾燥させて重量を測定した後、高圧蒸気滅菌した（120℃、30分）。③培地の表面に菌そうが広がった時点で、②で準備した木片を菌そうの上に置いた。25℃で60日培養した後、木片表面の菌糸を除いて60℃で48時間乾燥させて重量を測定した。また、菌培養してない培地上にも木片を置いて、60日後同様に重量を測定した。

試験区ごとに6培地、1培地に木片3個を供試して、手順②で測定した腐朽前の木片重量（W₁）、手順③で測定した腐朽後の木片重量（W₂）および菌培養してない木片重量（W₃）から次式で重量減少率を計算した。

$$\text{重量減少率} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100 - \frac{W_1 - W_3}{W_1} \times 100$$

III 試験結果

1. 供試菌の培養特性

ナラ菌、シイタケ菌の培養温度別菌糸伸長量から1日当たりの菌糸伸長速度を計算して図-1に示した。ナラ菌の伸長速度はいずれの培養温度でもシイタケ菌に比べて速く、シイタケ菌の伸長速度が低下する30℃で約10mm/日と最も速かった。また、両菌とも培養温度35℃では菌糸伸長を認めなかった。

材変色部位、健全部位から製造したおが粉培地でのシイタケ菌の菌糸伸長量から1日当たりの菌糸伸長速度を計算して表-2に示した。両培地とも約5mm/日で差を認めなかった。

表-2 材変色の有無とそのおが粉でのシイタケ菌の菌糸伸長速度(mm/日)

| シイタケ菌 | 変色部位おが粉 | 健全部位おが粉 |
|-------|----------|----------|
| 菌興115 | 5.1 ±0.4 | 4.9 ±0.1 |
| 森 290 | 5.0 ±0.5 | 4.8 ±0.2 |
| 明治908 | 4.9 ±0.3 | 5.0 ±0.2 |

数値は平均値±標準偏差

2. ナラ菌とシイタケ菌の対峙培養

ナラ菌の菌糸伸長速度はいずれも約11mm/日で、シイタケ菌の約5mm/日に比べて速かったため、ナラ菌の接種時期を遅くして、両菌が培地のほぼ中央で接触するようにした。

両菌が接触したのはシイタケ菌の接種後8～10日、ナラ菌の接種後4～5日で、両菌の組合せに関係なく接触した部位に帯線の形成を認めなかった。また、ナラ菌と接触した後のシイタケ菌の菌そうは対照区と比べて形態に差を認めなかった（写真-2）。

ナラ菌と接触した後のシイタケ菌の菌糸伸長量から1日当たりの菌糸伸長速度を計算して表-3に示したが、両菌のいずれの組合せも対照区と比べて大きな差はなかった。

表-3 ナラ菌と接触後のシイタケ菌の菌糸伸長速度(mm/日)

| 対峙培養 | | 対照 |
|-------|------|-----|
| シイタケ菌 | ナラ菌 | |
| 菌興115 | 島根-1 | 5.6 |
| | 島根-2 | 5.3 |
| | 島根-3 | 5.3 |
| | 鳥取-1 | 5.2 |
| | 鳥取-2 | 5.5 |
| | 山形-1 | 5.2 |
| | 山形-2 | 5.2 |
| | 平均 | 5.3 |
| 森 290 | 島根-1 | 4.7 |
| | 島根-2 | 5.0 |
| | 島根-3 | 5.0 |
| | 鳥取-1 | 5.5 |
| | 鳥取-2 | 5.1 |
| | 山形-1 | 4.8 |
| | 山形-2 | 4.7 |
| | 平均 | 5.0 |
| 明治908 | 島根-1 | 5.8 |
| | 島根-2 | 5.0 |
| | 島根-3 | 4.8 |
| | 鳥取-1 | 4.9 |
| | 鳥取-2 | 5.2 |
| | 山形-1 | 5.1 |
| | 山形-2 | 5.2 |
| | 平均 | 5.1 |

3. ナラ菌によるコナラ材の腐朽試験

コナラ木片の重量減少率を供試菌の腐朽度と評価して表-4に示したが、シイタケ菌の8~10に比べてナラ菌はいずれも1以下と小さかった(写真-3, 4)。

表-4 ナラ菌, シイタケ菌によるコナラ辺材の腐朽度

| | | 平均 | 標準偏差 |
|-------|-------|-------|------|
| ナラ菌 | 島根-1 | 0.37 | 0.05 |
| | 島根-2 | 0.42 | 0.04 |
| | 島根-3 | 0.38 | 0.05 |
| | 鳥取-1 | 0.73 | 0.09 |
| | 鳥取-2 | 0.62 | 0.05 |
| | 山形-1 | 0.53 | 0.06 |
| | 山形-2 | 0.50 | 0.05 |
| シイタケ菌 | 菌興115 | 8.38 | 0.42 |
| | 森 290 | 9.70 | 0.58 |
| | 明治908 | 10.10 | 0.56 |

IV 考 察

本試験はコナラの材変色を引き起こすナラ菌に注目してシイタケ栽培に及ぼす影響を検討したが、ナラ菌による悪影響はみいだせなかった。

最初に予備試験として供試菌の培養特性を調べたが、ナラ菌の伸長成長速度は30℃で最も速かった。ただし、以後の試験での培養温度はシイタケ菌の伸長成長速度が最も速く、ナラ菌の伸長成長にも支障のなかった25℃とした。また、滅菌したおが粉でのシイタケ菌の伸長成長は変色部位材、健全材に差がないことを確認した。

ナラ菌とシイタケ菌の相互作用について、小島(4)はおが粉培地にナラ菌が蔓延することによって、シイタケ菌が利用する養分の欠乏や成長阻害物質の蓄積は無いと考察している。また、小林ら(5)はナラ菌の菌糸伸長がシイタケ菌によって阻害されると報告している。本試験結果からみても、ナラ菌はシイタケ菌の成長を阻害する害菌ではないと考える。

被害木には材変色が生じるものの著しく腐朽する様子

は観察されないことから、ナラ菌による材の腐朽は無い、あるいは極めて小さいと推察できる。本試験では腐朽の程度を調査して、ナラ菌は材を腐朽することによって原木を劣化させる菌ではないことを確認した。

本試験では、ナラ菌によって変色が生じたコナラでもシイタケ原木として使用できることを示した。一方、著者らは本被害による枯死木を使用したシイタケ原木栽培で、ほだ木内のシイタケ菌蔓延率、子実体発生量が健全木を使用したほだ木に劣った例を報告した(8)。この原因は、ナラ菌に替わって2次的に原木を汚染した雑菌とシイタケ菌が競合したためと推察する。従って、本被害木をシイタケ原木として使用するには伐採時期、原木の管理方法およびシイタケ菌の植菌時期など解明する必要がある。

引 用 文 献

- (1) 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80：170~185, 1998
- (2) Ito, S., Kubono, T. and Yamada, T. : Mass mortality of oak trees in Japan. Proceedings of the 3rd regional workshop of IUFRO 7.03.08, Chiayi, Taiwan : 182~185, 2000
- (3) 伊藤進一郎・山田利博：ナラ類集団枯損被害の分布と拡大. 日林誌80：229~232, 1998
- (4) 小島永裕：ナラの類集団枯損被害の枯死木を用いたシイタケ栽培. 森林応用研究10(1)：69~72, 2001
- (5) 小林正秀・野崎 愛：食用きのこによるナラ類病原性未同定菌の菌糸伸長阻害. 森林応用研究10(2)：67~71, 2001
- (6) Ohta, A. : Some cultural characteristics of mycelia of a mycorrhizal fungus, *Lyophyllum shimeji*. Mycoscience35：83~87, 1994
- (7) 周藤成次・富川康之・扇 大輔：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. 島根林技研報52：1~10, 2001
- (8) 富川康之・周藤成次：コナラ集団枯死被害木でのシイタケ原木栽培試験. 森林応用研究10(2)：97~99, 2001

写真-1~4

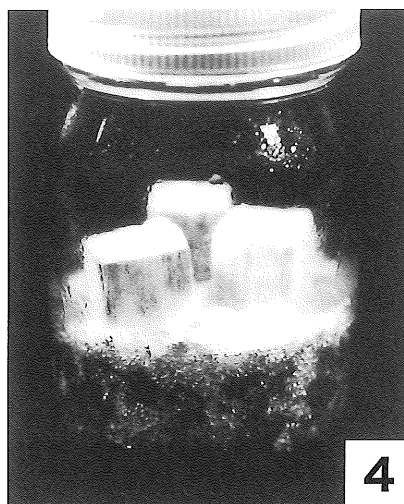
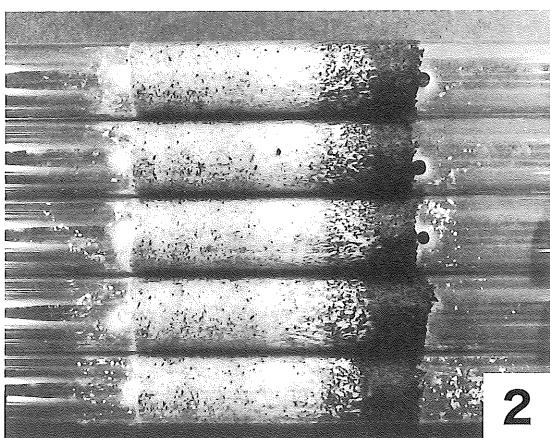
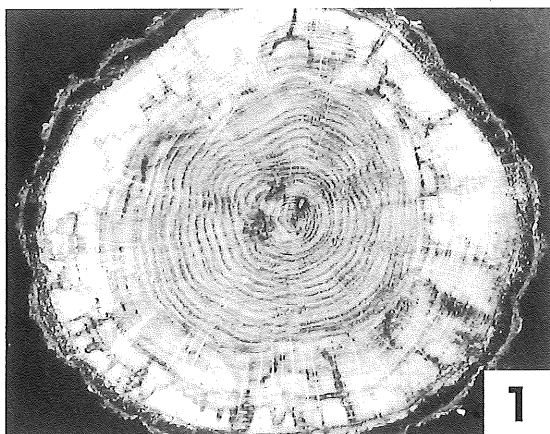


写真-1 : 変色が生じたコナラ

- 2 : 対峙培養 (上3培地は左にシイタケ菌, 右にナラ菌接種,
下2培地は左にシイタケ菌のみ接種)
- 3 : 腐朽試験 (上段ナラ菌, 下段シイタケ菌)
- 4 : ——— (ナラ菌)

資料 GISによる森林植生と空間分布の解析

永島 守・石橋 公雄*・西 政敏**

Analysis of the forest vegetation and the spatial distribution by using GIS.

Mamoru NAGASHIMA, Kimio ISHIBASI, Masatoshi NISHI

要 旨

1. 島根半島弥山山地約6,300haの356区画を対象に、GISによって森林植生と空間分布の解析を行った。50mメッシュデータをGIS上で利用することによって対象地の区画ごとに面積のデータベースを作成した。また、9タイプに分類した植生図をこのシステム上に作成した。
2. 各々の森林植生タイプの分布状況を全体、国立・県立公園などの制限林およびその他の非制限林の3つの地域について分析した。いずれの地域もアカマツ・落葉広葉樹混交林が大きかった。
3. 3つの地域について、空間分布の評価指標として森林植生タイプの多様性指数や均質度を検討した。制限林地帯の多様性指数は非制限林地帯の1.84より高かった。非制限林地帯の均質度は制限林地帯の0.92より低かった。

I はじめに

近年、環境資源としての森林に対する関心が全国的に高まっている。木材生産のみならず、公益的機能の発揮のために、森林環境の維持管理の必要性が認識され始めている。島根県においても、同様の傾向が見られる。

森林環境を適正に維持管理するためには、まず各種の森林が分布している状況を把握すると共にその表現方法を確立する必要がある。

本研究では島根県弥山山地を対象に、GISを利用した各森林植生タイプの分布状況の分析を行い、特定地域の森林の平面空間上の多様性(4)に配慮した適正な森林管理の可能性を検討するため、景観生態学的手法(1,6)を適用して、空間分布の評価を行った。

既報の「島根半島弥山山地における森林植生と空間分布の解析」(5)では小班単位の146区画を8タイプの森林植生に分類し、GISによるそれぞれの森林植生の分布状況の分析結果、および同地域を鳥獣保護地帯、人工林地帯、海岸地帯の3地域に区分した場合における小班

別植生分布の多様性の分析結果を報告した。

今回の報告はそれぞれの区画がおおむね30ha以下になるよう弥山山地の森林を356区画に細分し、森林植生を9タイプに再分するとともに対象森林を制限林、非制限林および全体の3つに区分した場合の植生分布の多様性について分析を行ったものである。

なお、本研究は国の新技術地域実用化研究「森林のモニタリングと環境評価に関する研究」の1課題として実施したものである。

本研究への参加を許された前林野庁研究普及課研究企画官香川 隆英氏、森林総合研究所森林管理研究領域環境計画研究室長杉村 乾氏、空間分析等に御指導していただいた三重大学生物資源学部助教授松村 直人氏(前森林総合研究所四国支所経営研究室長)、森林総合研究所四国支所流域森林保全グループ研究官小谷 英司氏に厚くお礼を申し上げます。

*現 緑化センター **現 林業管理課

II 対象地，解析データおよび解析方法

1. 対象地

調査対象として，島根県内では多種多様な林相があり，島根県の要保護種に指定されているニホンジカなど（島根県環境生活部景観自然課 1997）学術的にも貴重な動植物が生育する弥山山地を選定した。

この山地は島根県の東北部に位置する島根半島の西部地域であり，東西約16km，南北約2～5 km，標高が最も高いところで536m，面積が6,860haの1つの山塊を形成している（3）（図-1）。

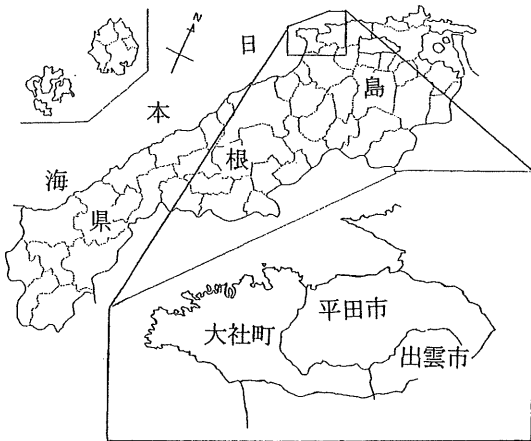


図-1 弥山山地の位置

自然条件で見ると，山間部と海岸部に大別でき，人為的条件では，この地域では古くから銅や石こうなどの鉱山開発が進み，2次林が多くを占める。

2. 面積・周囲長データの作成

国土数値情報50mメッシュ標高データ（2万5千分の1；地形図名大社）を利用して，対象地の座標を整備し

た。さらに面積・周囲長データとして，1/5,000の森林計画図を用いて対象地の分班界を森林簿を利用し，1区画がおおむね30ha以下になるように区分してデジタル入力した。各種分布図と重ね合わせ，各区画ごとに平均面積・周囲長データを算出し，対象地の全356区画のデータを整備した。今回，分析に利用したGISはCADIXである。

3. 植生図の作成

対象地域の空中写真を利用し，現地調査を実施し植生の分布状況を把握した。これにより，植生タイプを海岸クロマツ林，クロマツ林，アカマツ・落葉広葉樹混交林，海岸落葉広葉樹林，落葉広葉樹林（低地），落葉広葉樹林（高地），常緑広葉樹林，スギ・ヒノキ林，アカマツ林の9タイプに分類し（表-1），区画ごとに表示した植生図を作成した（図-2）。

4. 優占度，多様性指数および均質度の分析

対象地域内を全体，制限林地帯，非制限林地帯の3つに分けて分析した。制限林地帯とは国立・県立公園2種，3種，保健保安林，魚つき保安林，サントラウやミズリなどのしまねレッドデータブック（7）に記載されている要保護植物の生息を確認した地域およびヨシボリやガガなどのしまねレッドデータブック（7）に記載されている要保護淡水魚を確認したり，以前から生息が確認されている地域とした。その他の地域は非制限林地帯とした（図-2，3）。

隣接した区画が同一の森林植生タイプに分類された場合には一つのグループに編成し，それぞれのグループを1単位として面積及び周囲長データを整えた。

表-1 弥山山地のタイプ別森林植生

| タイプ | 代表林種名 | 上層木 | 中層木 | 下層木 | 下層植生 |
|------|---------------|------------|--------------------|------------|---------------|
| I | 海岸クロマツ林 | クロマツ・コナラ | ヤブツバキ・ハマビワ | トベラ・ヒサカキ | ツブキ・ダイセンズゲ・クズ |
| II | クロマツ林 | クロマツ | ヤブツバキ・シロダモ・ネズミモチ | ウツギ・ヒサカキ | サルトリイバラ・ススキ |
| III | アカマツ・落葉広葉樹混交林 | アカマツ・コナラ | シロダモ・サカキ・ネズミモチ | ヒサカキ・クロモジ | ハギ・オモト・ウラジロ |
| IV | 海岸落葉広葉樹林 | エゴノキ・エノキ | ヤブツバキ・クロキ・ハマビワ | トベラ・ヒサカキ | ツブキ・ダイセンズゲ |
| V | 落葉広葉樹林（低地） | エノキ・ノグルミ | アカメガシワ・イヌビワ・シロダモ | ヒサカキ・シロダモ | サルトリイバラ・イカリソウ |
| VI | 落葉広葉樹林（高地） | コナラ・シバグリ | ウリハダカエデ・シロダモ・ヤブツバキ | ヒサカキ・クロモジ | ヤブコウジ・オモト・ワラビ |
| VII | 常緑広葉樹林 | タブ・スジダイ・モミ | アカメガシワ・ネズミモチ・シロダモ | ヤブムラサキ・アオキ | シノブ・ジャガ |
| VIII | スギ・ヒノキ林 | スギ・ヒノキ | | ウルシ | ヨモギ・アザミ・クズ |
| IX | アカマツ林 | アカマツ | シロダモ・ネズミモチ | ヒサカキ・クロモジ | ハギ・オモト・ウラジロ |

3つの地域においてグループ化作業を行った後、グループ別森林植生タイプの優占度、多様性指数および均質度を以下の式(6)によって計算した(表-2)。

グループの形状指数 = 周長和 / $2 \times \sqrt{3.14 \times \text{面積和}}$

優占度 (%) = $(\text{①} + \text{②}) / 2 \times 100$

①: 各植生タイプのグループ数 / 各植生タイプの総数

②: 各植生タイプの面積 / 各植生タイプの総面積

多様性指数 = $-\sum \text{③} \times \ln \text{③}$

③: 各植生タイプの面積比率

均質度 = ④ / ⑤

④: 多様性指数

⑤: 最大多様性指数値 $\ln \text{⑥}$

⑥: 植生タイプの種類の数

表-2 森林植生タイプ別の形状指数と優占度

| 地域 | 植生タイプ | 区画数 | グループ数 | 面積和 | 周長和 | 総面積に対する比 | 形状指数 | 優占度 |
|--------|---------------|-----|-------|------|-------|----------|------|------|
| 全体 | | | | | | | | |
| I | 海岸クロマツ林 | 36 | 5 | 544 | 46.3 | 0.085 | 0.56 | 7.3 |
| II | クロマツ林 | 48 | 12 | 850 | 101.9 | 0.133 | 0.99 | 14.0 |
| III | アカマツ・落葉広葉樹混交林 | 105 | 16 | 1751 | 147.5 | 0.275 | 0.99 | 23.5 |
| IV | 海岸落葉広葉樹林 | 27 | 7 | 411 | 37.4 | 0.064 | 0.52 | 7.5 |
| V | 落葉広葉樹林(低地) | 26 | 9 | 370 | 37.4 | 0.058 | 0.55 | 8.4 |
| VI | 落葉広葉樹林(高地) | 28 | 9 | 548 | 54.0 | 0.086 | 0.65 | 9.8 |
| VII | 常緑広葉樹林 | 20 | 4 | 355 | 30.5 | 0.056 | 0.46 | 5.2 |
| VIII | スギ・ヒノキ林 | 54 | 18 | 1388 | 131.8 | 0.218 | 1.00 | 21.9 |
| IX | アカマツ林 | 12 | 2 | 157 | 14.3 | 0.025 | 0.32 | 2.5 |
| 非制限林地域 | | | | | | | | |
| I | 海岸クロマツ林 | 7 | 4 | 66 | 8.5 | 0.019 | 0.30 | 4.0 |
| II | クロマツ林 | 27 | 10 | 538 | 52.3 | 0.154 | 0.64 | 15.4 |
| III | アカマツ・落葉広葉樹混交林 | 54 | 14 | 950 | 82.4 | 0.272 | 0.75 | 24.4 |
| IV | 海岸落葉広葉樹林 | 16 | 3 | 177 | 18.8 | 0.051 | 0.40 | 4.8 |
| V | 落葉広葉樹林(低地) | 21 | 10 | 376 | 39.2 | 0.108 | 0.57 | 13.1 |
| VI | 落葉広葉樹林(高地) | 17 | 5 | 312 | 29.9 | 0.089 | 0.48 | 8.3 |
| VII | 常緑広葉樹林 | 8 | 3 | 95 | 12.1 | 0.057 | 0.35 | 3.7 |
| VIII | スギ・ヒノキ林 | 59 | 15 | 923 | 96.1 | 0.264 | 0.89 | 24.8 |
| IX | アカマツ林 | 4 | 1 | 54 | 5.4 | 0.015 | 0.21 | 1.5 |
| 制限林地域 | | | | | | | | |
| I | 海岸クロマツ林 | 27 | 9 | 527 | 49.9 | 0.183 | 0.61 | 17.2 |
| II | クロマツ林 | 15 | 10 | 359 | 59.5 | 0.125 | 0.89 | 15.2 |
| III | アカマツ・落葉広葉樹混交林 | 38 | 14 | 809 | 82.3 | 0.281 | 0.82 | 26.5 |
| IV | 海岸落葉広葉樹林 | 9 | 4 | 182 | 17.2 | 0.063 | 0.36 | 6.7 |
| VI | 落葉広葉樹林(高地) | 11 | 3 | 222 | 21.8 | 0.077 | 0.41 | 6.5 |
| VII | 常緑広葉樹林 | 12 | 2 | 251 | 17.9 | 0.087 | 0.32 | 6.1 |
| VIII | スギ・ヒノキ林 | 24 | 12 | 430 | 45.5 | 0.149 | 0.62 | 18.2 |
| IX | アカマツ林 | 7 | 2 | 103 | 10.7 | 0.036 | 0.30 | 3.6 |

制限林では非制限林に比べ、スギ・ヒノキ林の割合が減少し海岸アカマツ林の割合が増加した。

III 結果と考察

1. 森林植生タイプの分布状況

森林植生タイプの分布状況は図-2・4、分布割合は図-4のとおりであり、全体ではアカマツ・落葉広葉樹混交林、スギ・ヒノキ林およびクロマツ林で63%と多くを占めた。非制限林では全体の時と同様にアカマツ・落葉広葉樹混交林、スギ・ヒノキ林およびクロマツ林で68%と多くを占めた。

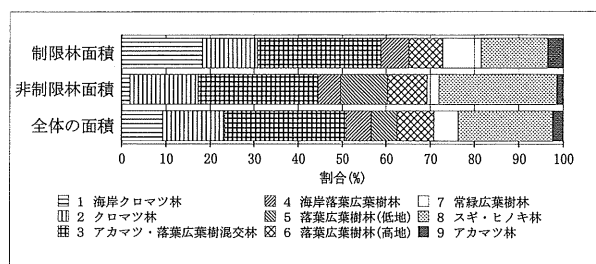


図-4 植生タイプ別分布割合

2. 区画別森林植生分布の多様性

1) 形状指数と優占度

森林植生タイプ別の形状指数と優占度の分析結果は表-2のとおりであった。

形状指数については、対象地域全体ではスギ・ヒノキ林、クロマツ林およびアカマツ・落葉広葉樹混交林で大きくなって大きくなった。海岸クロマツ林、海岸落葉広葉樹林、落葉広葉樹林（低地）・（高地）では類似の数値を示した。常緑広葉樹林、アカマツ林で小さく、分布形態が比較的単純であった。

非制限林地域では、スギ・ヒノキ林、アカマツ・落葉広葉樹混交林で大きく、アカマツ林で最小であり、制限林地域ではクロマツ林で最大、アカマツ林が最小値を示した。

常緑広葉樹林とアカマツ林の分布が比較的単一であり、非制限林地域のスギ・ヒノキ林、アカマツ・落葉広葉樹混交林の分布の細分化、複雑化が進んでいると思われる。

優占度については、全体ではアカマツ・落葉広葉樹混交林とスギ・ヒノキ林が大きかった。制限林地域においては4種類の植生タイプがほぼ均等に出現した。非制限林地域は9種類の植生タイプの内、アカマツ・落葉広葉樹混交林とスギ・ヒノキ林が大きかった。

優占度の大きいものは形状指数も大きく、分布の複雑さを示していた。

2) 多様性指数と均質度

彭・田中は植生の種数からみた多様性の評価に多様性指数を用いた(6)が、今回は各森林地帯内の植生タイプについては、空間分布の多様性を評価するために使用し表-3を作成した。

表-3 地域別の多様性指数と均質度

| 地域 | 植生タイプ | 多様性指数 | 均質度 |
|--------|-------|-------|------|
| 全体 | 9 | 1.97 | 0.90 |
| 非制限林地域 | 9 | 1.84 | 0.84 |
| 制限林地域 | 8 | 1.91 | 0.92 |

制限林地域の均質度が他の場合より相対的に高くなったのは、この地域において落葉広葉樹林（低地）の森林植生タイプが欠如していることやそれぞれの区画を森林植生タイプごとのグループ化する際の面積の偏差が少なかったためと考える。

地域別の多様性指数を検討すると、対象地全体では1.97であった。制限林地域が非制限林地域より高いのは

前者の出現植生タイプが少ないにもかかわらず後者より植生タイプごとの占める割合が均等であることを示す。

以上のことから多様性指数が植生タイプ数と均質度を統合した植生の空間分布の多様性を示す指標となることを示すものとする。こうしたグループ間の比較に多様性指数を利用することは、鎌田・宮田(2)にもあるように、有効な手法であると思われるが、さらに検討を加える必要がある。

IV おわりに

今回の分析では、空間分布の分析を通して、森林を適正に管理するための指標の1つとして、森林植生タイプの多様性指数を用いることが有効であることが示された。今後、これらの適正値を見いだすためにも、多くの事例を収集する必要があると考える。

また、膨大なデータを加工し検討材料とするためにはGISの利用が有効であることが示された。今後、各種の計画を効率よく立案し実効性のあるものにするに当たってGISの利用の拡大が有効と考えられる。

引用文献

- (1) 井出久人・亀山 章：ランドスケープ・エコロジー 緑地生態学. 189pp, 朝倉書店, 東京, 1993
- (2) 鎌田磨人・曾宮和夫：東部四国山地における景観構造の空間的および時間的比較. 野生生物保護1, 77~99, 1995
- (3) 金森弘樹・井ノ上二郎・周藤靖雄ほか：島根半島弥山山地におけるニホンジカに関する調査(II), 54pp, 島根県森林整備課, 1991
- (4) 木平勇吉：森林モザイク論—森林の土壌と生態系の破壊を伴わない森林利用はできるか—. 水利科学, 248. 1~7, 1994
- (5) 西 政敏・石橋公雄・小谷英司・松村直人：島根半島弥山山地における森林植生と空間分布の解析, 森林応用研究9, 65~70, 2000
- (6) 彭 道黎・田中和博：地理情報システムによる三重県宮川源流域の森林景観分析. 日本林学会論文集 109, 115~118, 1998
- (7) 島根県環境生活部景観自然課：しまねレッドデータブック. 24~25, 1997

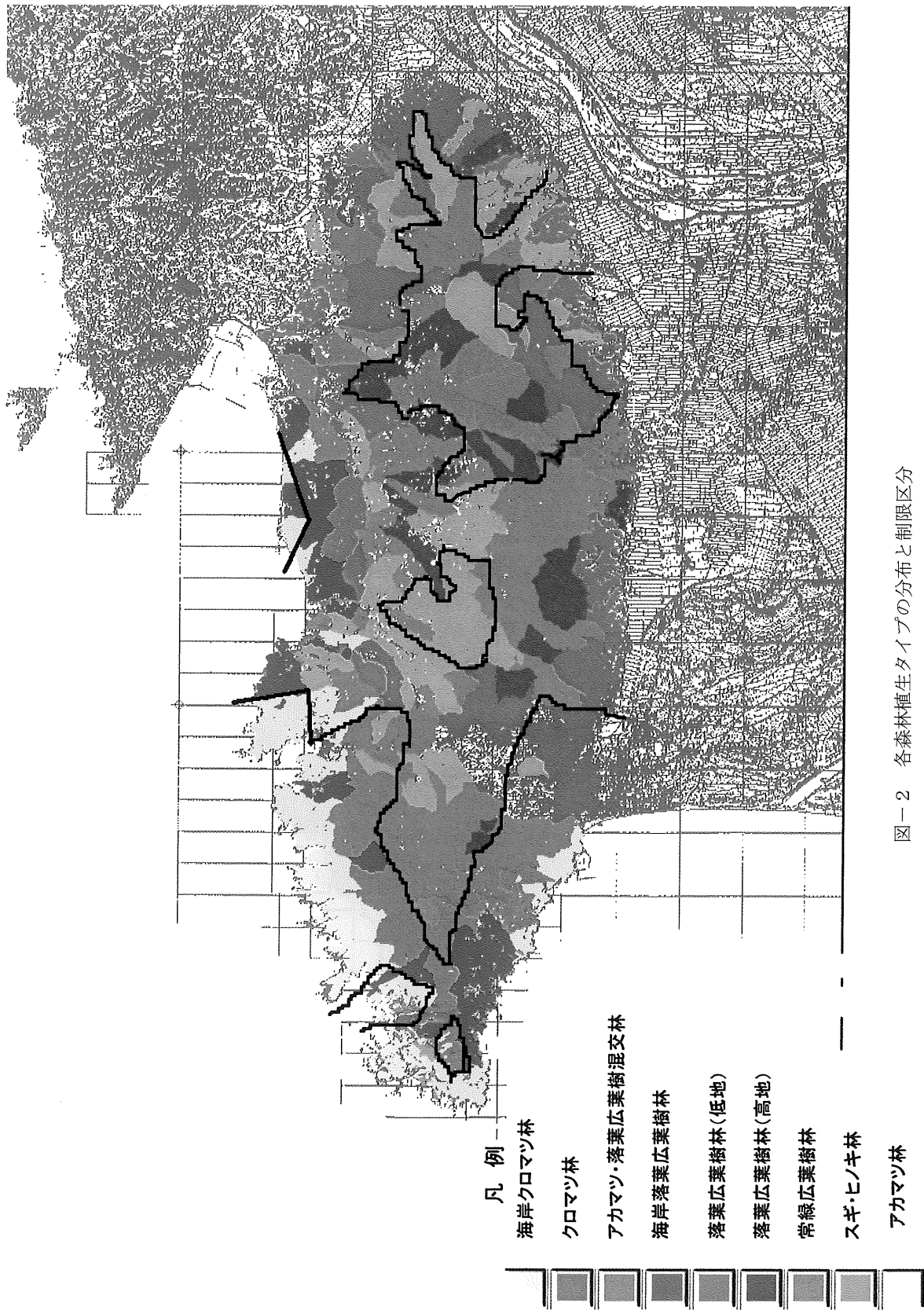
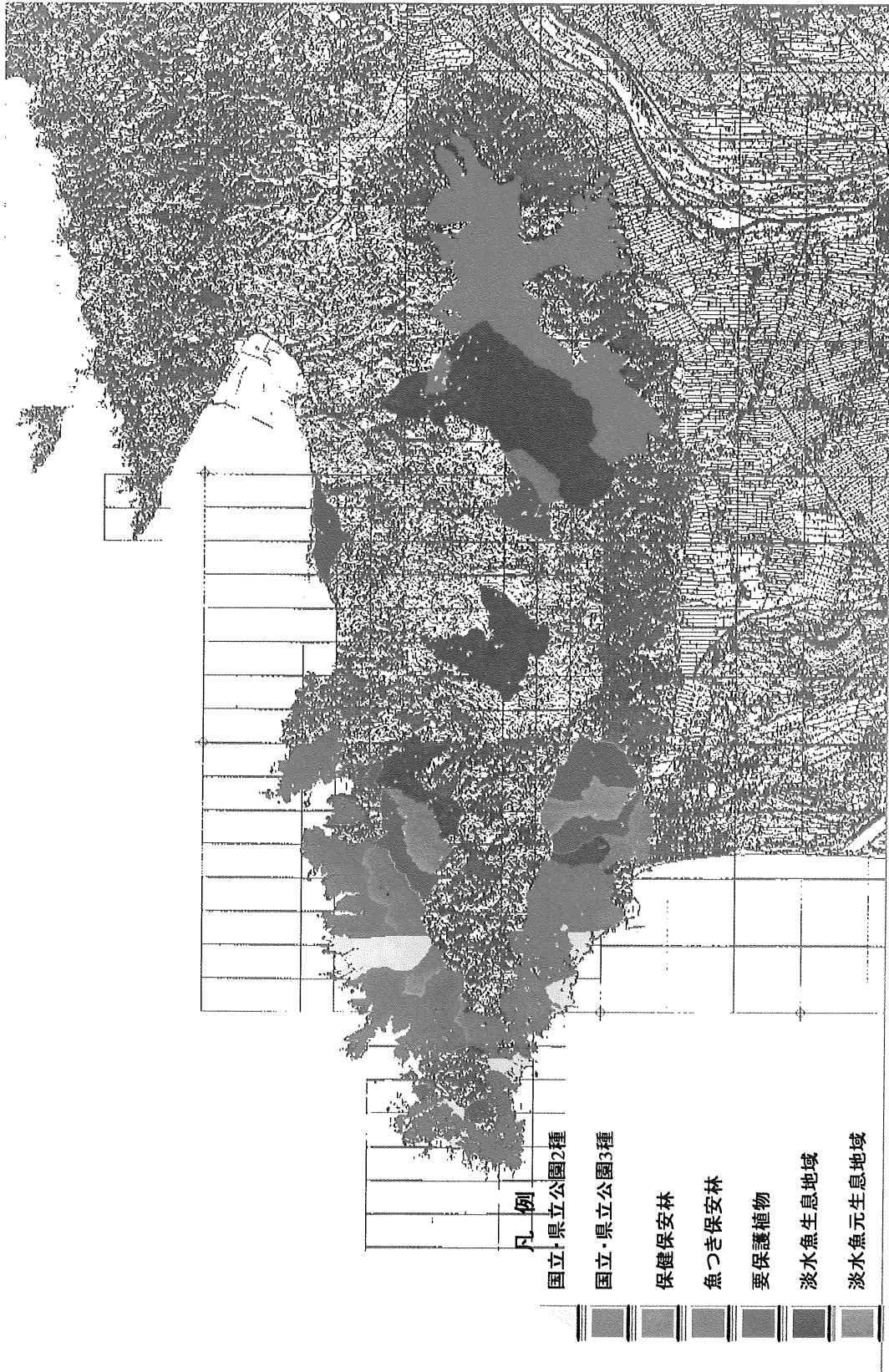


図-2 各森林植生タイプの分布と制限区分



図一3 制限林の種類と分布

資料 太陽熱利用によるスギ及びヒノキ材の乾燥

池 潤 隆・後 藤 崇 志・福 島 亮・錦 織 勇*

要 旨

スギ及びヒノキ材を用いての太陽熱利用乾燥について、主として天然乾燥との比較により検討し、下記の結果を得た。

1. 乾燥装置内の温度は、どの季節でも外気温より約10℃高かった。
2. 本装置による乾燥特性は、季節により違い、乾燥効率は夏、春、冬の順であったが、冬季でも天然乾燥の約半分の期間で含水率20%まで乾燥することができた。
3. スギ及びヒノキ正角材とも割れ、曲りとも天然乾燥と比べて大差なく品質的には同程度であった。
4. ラミナの乾燥では、天然乾燥に比べて迅速に含水率を15%程度まで減少させることが可能で、かつ、割れ、曲りも少なく品質面においては人工乾燥材と同程度であった。
5. 乾燥経費のうち、直接費のみで比較すると、乾燥時季により違いはあるもののどの季節でも除湿乾燥経費と比べ安価であった。

I はじめに

建築基準法の改正及び平成12年4月1日に施行された住宅の品質確保の促進等に関する法律の中の瑕疵担保責任保証の10年義務化など、住宅の品質・性能時代に向けた制度的枠組みは整いつつある。このような状況下の中、建築用構造用材の乾燥の重要性が急速に高まり、品質の優れた乾燥材の需要が非常に高くなっている。

そこで、建築用針葉樹材を適切な水分管理がなされた乾燥材としてユーザーに供給するために乾燥機自体の設備費や運転経費が安価で、かつトータルの乾燥コストの低減を図るために、太陽熱エネルギーを効率的に利用した簡易な木材乾燥装置を製作し、天然乾燥との比較により、木材の乾燥特性と本装置の装置特性を検討した。

II 試験方法

1. 装置の製作方法とその概要

太陽熱利用木材乾燥装置は、その熱利用システムから、パッシブタイプとアクティブタイプがあるが、装置価格が安いパッシブタイプの装置を製作した。製作時のポイントとして①熱エネルギーの効率的収集、②熱エネルギー

の効率的保持、③建設コストの低減を目指して製作した。

岩手県林業技術センター編集の新技术シリーズ3「太陽熱を利用した木材乾燥」(I)を参考に、別添図-1、2の平面図、断面図に基づいて当センターの木材乾燥実験室の南側に本装置を製作した。本装置の床面積は12.5㎡で、長さ4mの材が入る大きさとし、収容材積は2.8m³規模とした。装置の製作手順は写真-1~11のとおりである。詳細は省略するが、太陽エネルギーのみを利用するため、壁体には100mmの断熱材を入れ、集熱室には黒色鉄板を貼り付け、熱透過パネルにはアクリル板とポリカーボネート波板の中空複層パネルを作製して使用した。

外装部はコンパネにリブカラー鉄板を貼り付け、耐久、耐候性を図った。

装置内には集熱室の熱を乾燥室内に送り込む送風機と吸気用の送風機を各2基ずつ天井部に取り付けた。また、除湿用として乾燥室内の室温の熱損失を少なくする同時給排気装置を1基取り付け、増湿用としては加湿器及び水スプレー装置を設置した。また、乾燥室内には温・湿度を測定するためのセンサーを取り付け、記録計に自動

*元 林業技術センター

記録させた。なお、天然乾燥場の温・湿度は毛髪自記温湿度計で連続的に測定し、1時間ごとの値を測定し1日の平均値で表した。

2. 供試材と測定項目

乾燥試験に使用したスギ、ヒノキ正角材とも、柱適寸丸太（約16～20cm）から、その外観特性、丸太時の動的ヤング係数等強度性能を測定後、長さ3m、12cm正角材に製材し、供試材とした。各供試材は、初期重量によって天乾用、太陽熱利用乾燥用等に区分し、初期含水率の違いによる乾燥特性を比較した。

乾燥試験時季は、ヒノキ正角材は夏季のみ実施し、ス

ギ正角材は春、夏、冬のそれぞれの時季で実施した。なお、本装置での1回の試験体数は試験時季により違うが約50本程度である。乾燥期間は試験実施時季によって違いはあるが、1～4ヶ月の乾燥日数で実施した。測定項目は乾燥装置内及び天然乾燥場の温湿度、乾燥経過、水分傾斜（試験片採取位置は図-3のとおり）、損傷（木口及び材面割れ、曲り、狂い）、寸法変化等である。

また、末口径24～26cm、長さ4mの丸太18本をだら挽きし、集成材用ラミナ（T×W×L：38×140×4000mm）を120枚作成し、約60枚を太陽熱利用乾燥に、残りを天然乾燥に使用し、その乾燥特性もあわせて試験した。

III 結果と考察

1. 乾燥装置内の温度

装置内・外の温度は、乾燥試験実施時季によって違いはあるものの、平均温度で比較すると、太陽熱利用乾燥装置内の温度が天然乾燥場の温度より約10℃高かった。

このことから、乾燥条件としては他の外周条件（乾湿球温度差、風速）及び木材条件（樹種、材種、木取り方法等）が同一であれば、乾燥速度は温度が高ければ高いほど速くなる(2)と言われていることから、太陽熱利用乾燥は天然乾燥よりも有利と考える（表-1）。

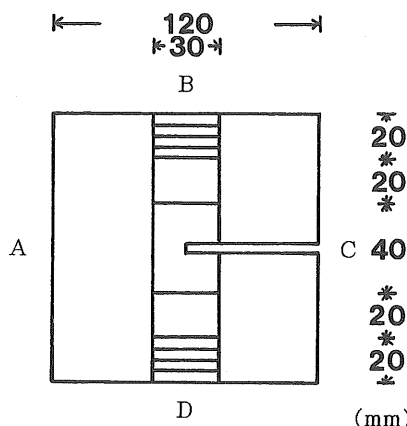


図-3 水分傾斜測定用試験片採取位置

表-1 装置内と外気の温度の違い

| | | 乾燥開始日 (月/日) | 平均温度 (°C) | 外気との温度差 (°C) |
|-------------|-----|----------------|------------------|-----------------|
| | | | 平均 (最小～最大) | |
| 春 (39日間) | 太陽熱 | 4/22 | 28.2 (19.2～34.3) | 3～15 |
| | 天然 | 4/22 | 17.3 (11.2～21.9) | |
| 夏 (50日間) | 太陽熱 | 7/26 | 34.3 (26.8～38.8) | 5～16 |
| | 天然 | 7/26 | 25.3 (18.6～29.8) | |
| 冬 (65日間) | 太陽熱 | 2/18 | 19.6 (8.3～29.0) | 3～18 |
| | 天然 | 2/18 | 7.8 (0.6～14.3) | |

2. 乾燥経過

春季での太陽熱利用乾燥では、図-4に示すように、スギ正角材の仕上がり含水率を25%以下に乾燥させるには初期含水率によって違いがあるものの、1ヶ月程度の乾燥日数で十分であった。しかし、天然乾燥では、初期含水率が70%の正角材を乾燥日数約40日経過しても含水率が25%に到達せず、太陽熱利用乾燥と比較すると長期間の乾燥日数がかかることがわかった。除湿乾燥による正角材の乾燥経過も付記したが、太陽熱利用乾燥及び天然乾燥よりも乾燥日数が、当然ではあるが短縮で

きることがうかがえる。ただ、本図の除湿乾燥スケジュールは、初期条件が50℃、85%RHで、最終条件が55℃、57%RHで行ったものである。

また、図-5、6より、乾燥効率の悪い冬季でも太陽熱利用乾燥は、初期含水率によって非常に違いはあるものの、スギ正角材の仕上がり含水率を20%以下まで乾燥するのに約2ヶ月ほどかかった。しかし、天然乾燥では4ヶ月経過しても含水率は20%程度で、従来から言われているように、天然乾燥での正角材仕上がり含水率は20%が限度と考える。つまり、太陽熱を利用すること

で構造用建築用材を速やかに目標の含水率（20%程度）まで低下可能になり、かつ乾燥日数も天然乾燥よりもかなり短縮できることがわかる。このことは、中畷(3)、中

野(4)らの報告と同等であった。

表-2に、太陽熱利用乾燥と天然乾燥との乾燥日数を初期含水率が同程度の正角材で、時季別に比較した結果

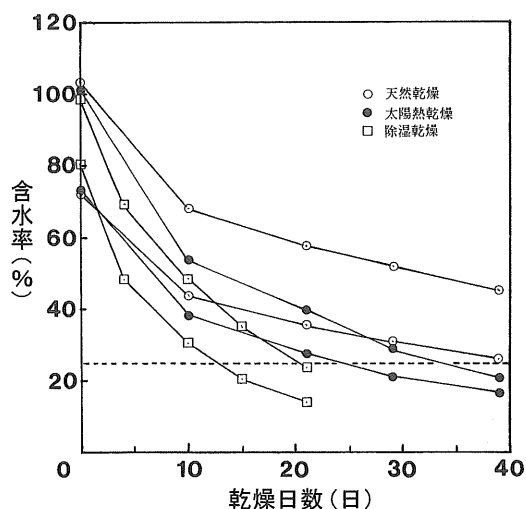


図-4 乾燥方法のちがいによる乾燥経過(春季)

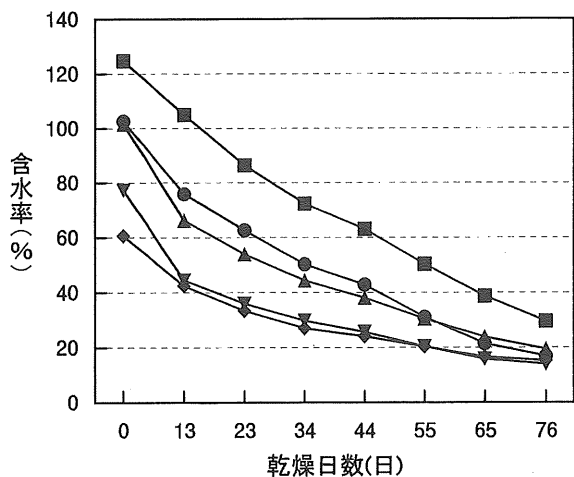


図-5 スギ正角材の乾燥経過(太陽熱利用乾燥)
(H. 12. 1. 18~4. 3)

の一例を示す。太陽熱利用乾燥では、正角材を含水率20%まで乾燥させるのに夏季で29日、春季で32日、冬季で54日かかったが、天然乾燥では試験日数が少なく、すべての時季において20%には到達しなかった。

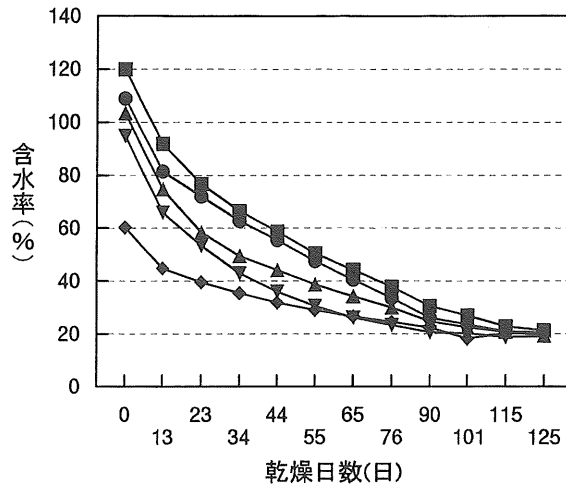


図-6 スギ正角材の乾燥経過(天然乾燥)
(H. 12. 1. 18~5. 22)

一方、ヒノキ正角材は初期含水率が30~40%の範囲内にほとんどが存在しており、スギ材と比較すると含水率のバラツキが非常に小さく乾燥の難易度がスギと比べると小さいと言える。図-7, 8は夏季におけるヒノキ

表-2 太陽熱利用乾燥と天然乾燥の乾燥日数の比較(スギ正角材)

| 時季 | 乾燥法 | 初期含水率 (%) | 一定の含水率に達するまでの乾燥日数(日) | | | |
|-------------|-----|-----------|----------------------|------|------|------|
| | | | ~40% | ~30% | ~25% | ~20% |
| 春 (39日間) | 太陽熱 | 72.9 | 10 | 19 | 24 | 32 |
| | 天然 | 72.1 | 15 | 32 | - | - |
| 夏 (50日間) | 太陽熱 | 61.8 | 9 | 14 | 18 | 29 |
| | 天然 | 61.5 | 13 | 26 | 41 | - |
| 冬 (65日間) | 太陽熱 | 84.8 | 20 | 31 | 41 | 54 |
| | 天然 | 83.6 | 45 | - | - | - |

正角材の乾燥経過である。天然乾燥では、2ヶ月経過しても含水率は20%程度までしか低下しなかったが、太陽熱を利用することで夏季での乾燥日数を大幅に短縮でき、2週間でほとんどの正角材が約20%まで乾燥できた。除湿乾燥でも含水率を20%まで低下させるのに、

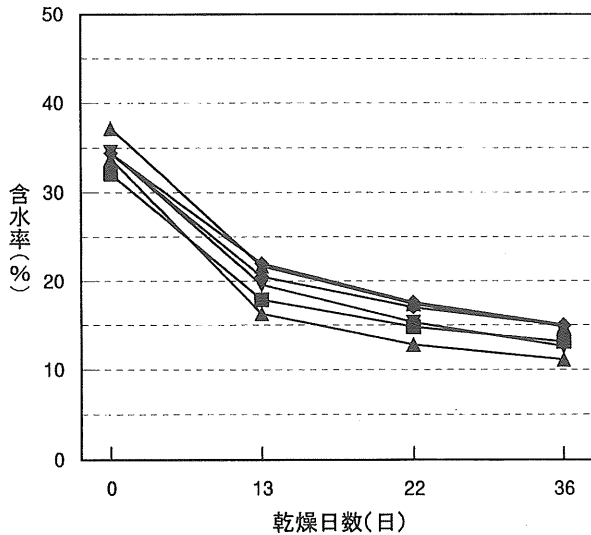


図-7 ヒノキ正角材の乾燥経過(太陽熱利用乾燥)

温度条件45~60℃で、約8~10日かかるので、乾燥速度のみで考えれば夏季での太陽熱利用乾燥は非常に有利である。その反面、後で述べるように、乾燥機内の温度が急上昇する夏季には、乾湿球温度差が開きすぎ、材面割れ等損傷の増加の原因となるので注意が必要である。

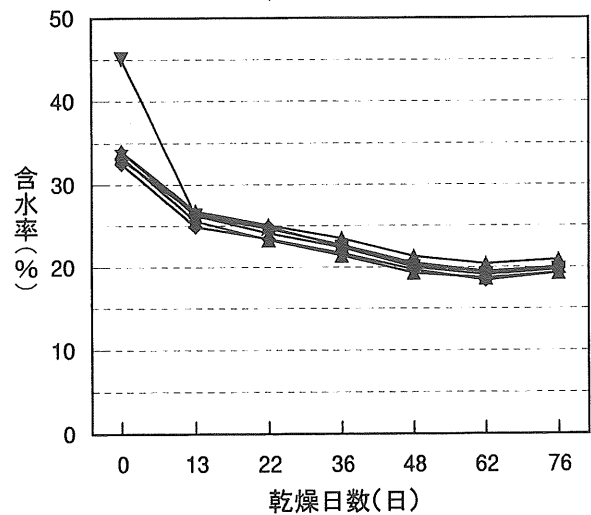


図-8 ヒノキ正角材の乾燥経過(天然乾燥)

3. 水分傾斜

スギ材の太陽熱利用乾燥における部位別仕上がり時の水分傾斜は、初期含水率、乾燥日数、乾燥時季等によって違うので一概に言えないが、冬季での乾燥終了時の水分傾斜の一例について述べると、図-9から、初期含水

率が60%程度の正角材は、乾燥終了時の表層部と中央部の含水率ムラも少なく10~20%の範囲内で分布し、かつ測定部位による違いもほとんどなく、正角材中央部まで乾燥していることがわかる。なお、MC-1、MC-2、MC-3は正角材(3m)の長さ方向に対してそ

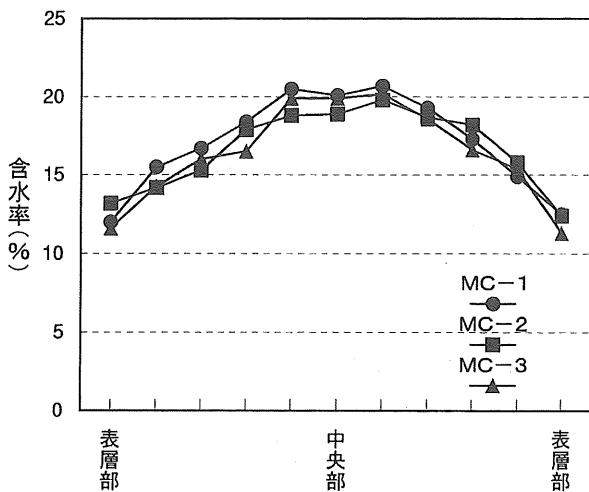


図-9 太陽熱利用乾燥終了時(52日後)の水分傾斜
初期含水率…58.7%
終了時含水率…16.3%

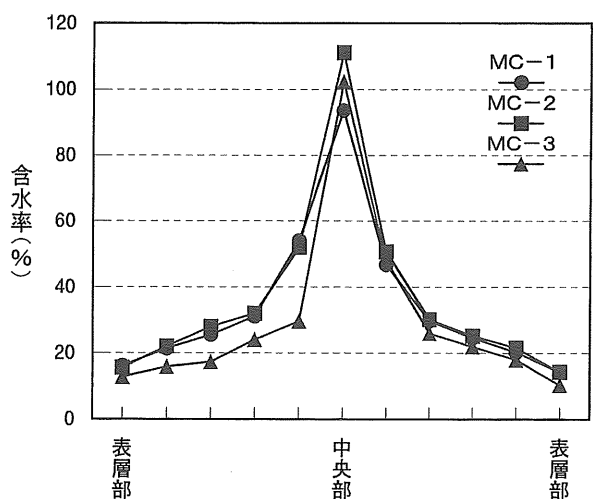


図-10 太陽熱利用乾燥終了時(52日後)の水分傾斜
初期含水率…90.2%
終了時含水率…31.8%

れぞれ元口、中央、末口部の水分傾斜である。しかし、図-10のように、初期含水率が90%の正角材では、52日間の太陽熱利用乾燥で材表面の含水率は20%以下まで低下していたが、正角材中央部は依然として高い含水率状態であり、初期含水率の高い材では、乾燥終了後の長期間の養生が必要であると考えられる。また、初期含水率

が約80%のスギ正角材の春季での太陽熱利用乾燥開始時から約10日ごとに水分傾斜を測定した結果を図-11に示す。開始時から徐々に水分傾斜は少なくなり39日後には水分傾斜がほとんどなくなっており、乾燥期間は1ヶ月程度でよいことがわかる。

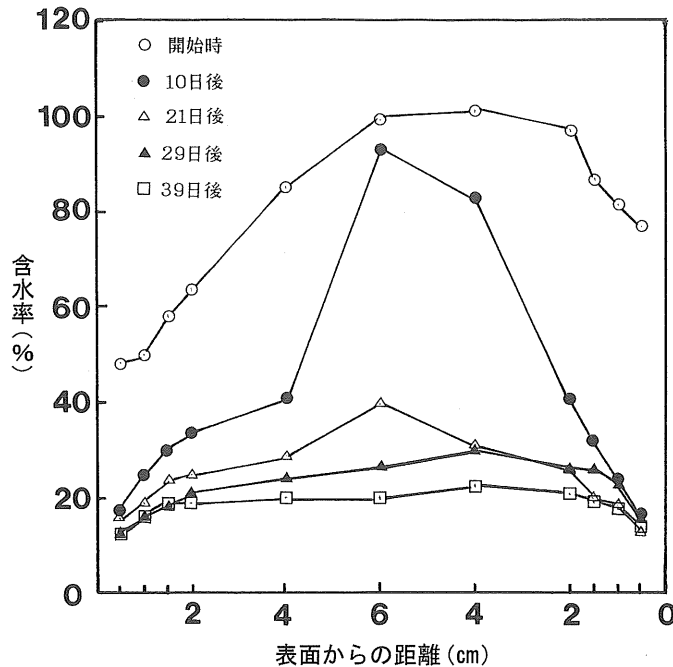


図-11 水分傾斜の推移 (太陽熱利用乾燥)

ヒノキ材については、図-12、13より、終了時含水率が20%を下まわれば太陽熱利用乾燥及び天然乾燥の両方法とも乾燥日数に関係なく水分傾斜は少ないことが

わかる。ただ、正角材の平均含水率は、前述のとおり太陽熱利用乾燥装置を使用することで短時間で低含水率域まで低下可能であった。

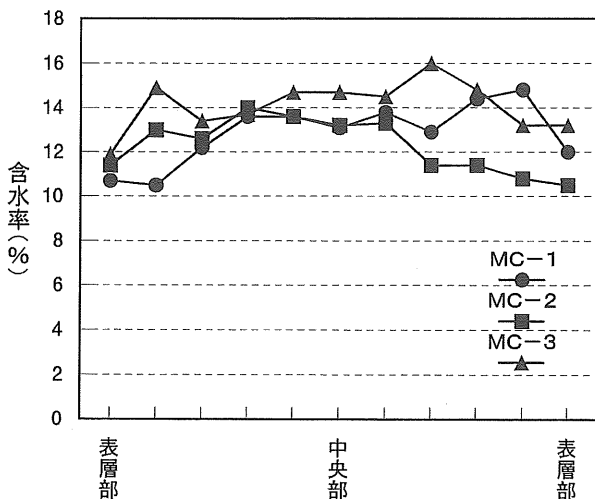


図-12 太陽熱利用乾燥終了時 (36日後) の水分傾斜
初期含水率…32.1%
終了時含水率…13.1%

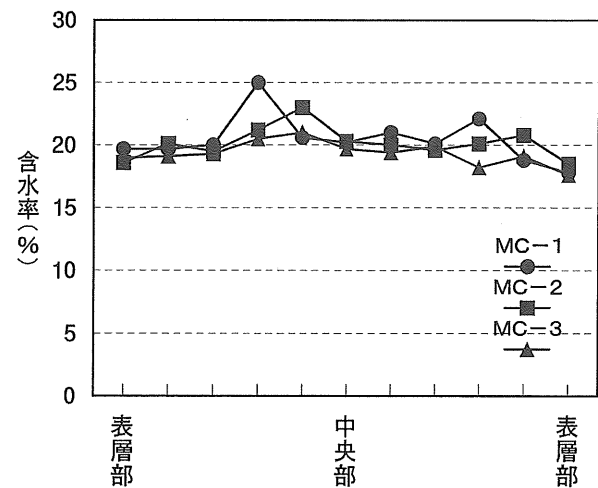


図-13 天然乾燥終了時 (76日後) の水分傾斜
初期含水率…45.1%
終了時含水率…19.7%

また、集成材用スギラミナの太陽熱利用乾燥装置での乾燥試験結果を図-14に示す。試験時期は、11月中旬～12月下旬に実施した結果であるが、初期含水率の違いは大きいものの約3週間で含水率は20%まで低下、約1ヶ月で含水率は15%まで低下した。これと比較して天然乾燥では、3ヶ月経過してもラミナの含水率は20%にとどまり、その後の含水率低下は認められなかった。

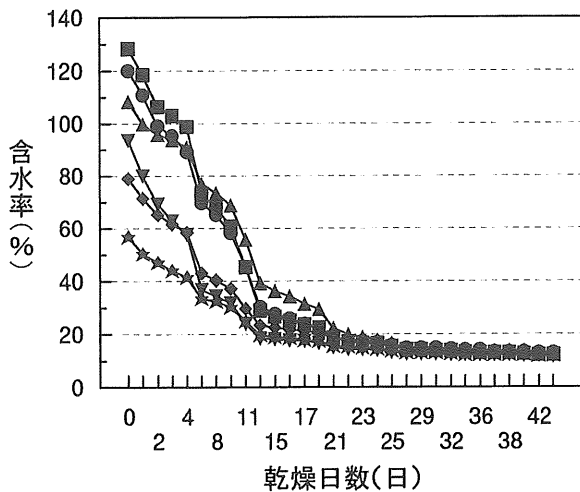


図-14 スギラミナの乾燥経過 (太陽熱利用乾燥)

4. 損傷 (割れ, 曲り, ねじれ)

割れ, 曲り等の損傷は、温湿度条件, 季節, 年間の日照時間の量によって違うが、天然乾燥と比較しても木口及び材面割れの違いは小さかった。ヒノキ正角材の場合、図-15, 16から、太陽熱利用乾燥での材面割れが大きいように思われるが、これは、仕上がり含水率の違いから生じていると思われるので乾燥期間を調整する必要があると考える。

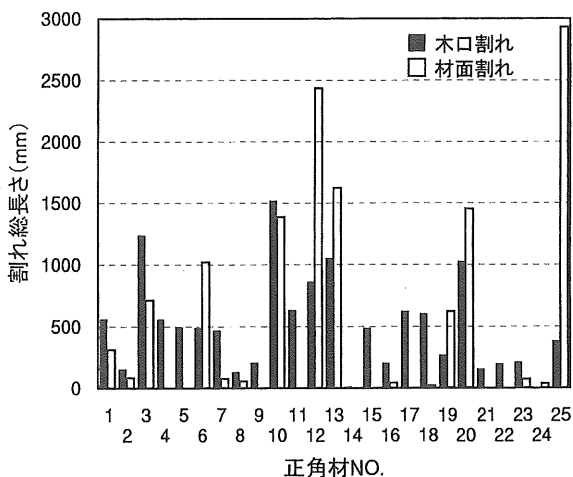


図-15 ヒノキ正角材の割れ長さ (太陽熱利用乾燥) 平均含水率(11.3%)

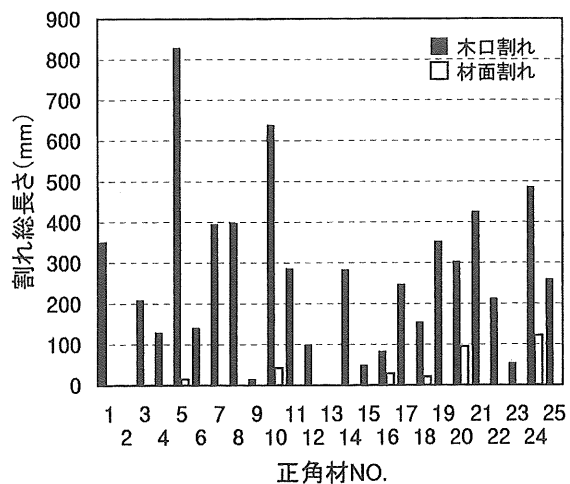


図-16 ヒノキ正角材の割れ長さ (天然乾燥) 平均含水率(18.7%)

スギ正角材については、天然乾燥及び太陽熱利用乾燥とも試験体によって若干の違いはあるものの木口及び材面割れとも同程度であった。

表-3にスギラミナの乾燥後の損傷を示す。縦そり, 曲り, 材面割れは、それぞれの平均値が太陽熱利用乾燥で1.9mm, 0.12%, 0mmで、天然乾燥で2.8mm, 0.08%, 0mmであり大きな違いはなかった。

また、表-4に時季別及び乾燥方法別のスギ正角材の損傷の一例を示す。天然乾燥, 太陽熱利用乾燥とも試験時季に関係なく割れは発生し、仕上がり含水率が違っても割れ総長さは同程度発生した。また、曲りはJAS 1級の0.2%以下であり、ねじれは若干太陽熱利用乾燥の方が大きいようであるがその差はわずかであった。

表-3 スギラミナの乾燥後の損傷

| 損傷 | 縦そり (mm) | 曲り (%) | 材面割れ (mm) |
|-----|----------|--------|-----------|
| 乾燥法 | | | |
| 太陽熱 | 1.9 | 0.12 | 0 |
| 太陽熱 | 10 | 0.4 | 0 |
| 太陽熱 | 0 | 0 | 0 |
| 天然 | 2.8 | 0.08 | 0 |
| 天然 | 16 | 0.3 | 0 |
| 天然 | 0 | 0 | 0 |

表-4 スギ正角材の乾燥による損傷

| 試験条件 | 含水率 (%) | 木口割れ長さ (mm) () 内は本数 | 材面割れ長さ (mm) () 内は本数 | 曲り (%) | ねじれ (mm) |
|---------|---------|-------------------------|-------------------------|--------|----------|
| 太陽熱 (春) | 18.6 | 1070 (3.6) | 3391 (13.4) | 0.13 | 2.6 |
| 〃 (夏) | 14.5 | 398 (2.1) | 1476 (5.0) | 0.18 | 1.3 |
| 〃 (冬) | 19.9 | 1054 (5.0) | 6004 (34.7) | 0.20 | 0.5 |
| 天然 (春) | 40.5 | 590 (4.8) | 4856 (20.8) | 0.19 | 0.4 |
| 〃 (夏) | 23.9 | 448 (4.0) | 2432 (12.6) | 0.08 | 0.2 |
| 〃 (冬) | 34.7 | 898 (5.8) | 7950 (43.7) | 0.09 | 0.3 |

数値は供試材5~7本の平均値

5. 初期重量と終了時含水率の関係

スギ正角材の重量区分と終了時含水率の関係を図-17に示す。初期重量が大きい正角材ほど乾燥条件が同一であれば、終了時含水率も高い傾向があり、相関係数0.75が得られ、蒸気及び除湿乾燥と同様、太陽熱利用乾燥でも乾燥前の正角材の重量を測定、選別することで良好な乾燥が可能となるのではと考える。

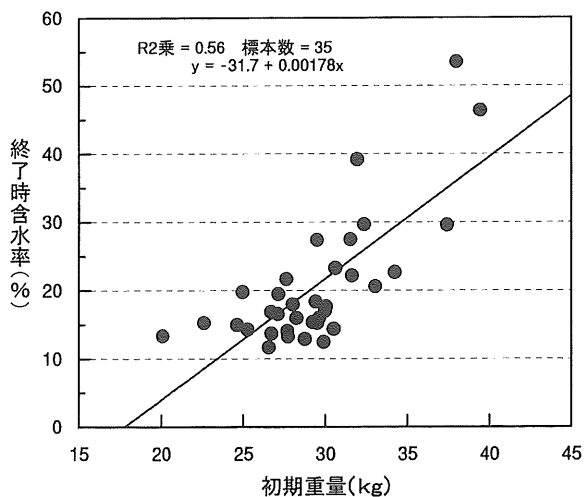


図-17 スギ正角材の初期重量と終了時含水率の関係 (太陽熱利用乾燥)

6. 乾燥経費

乾燥経費は、樹種、材種、仕上げ含水率、仕上がり状態、乾燥期間、乾燥装置の大きさ等によって違い、一概に言えないが、今回は太陽熱利用乾燥の経費を人件費、設備費、減価償却費等を除いて、送風機の電力費のみとして考えた。スギ正角材 (12cm角, 4m材) 50本を、センターの太陽熱利用乾燥装置内に積み、含水率が20% (表-2を参照) に達するまでに使用した電力量のみから乾燥経費を算出すると、一例ではあるが夏季2640円/m³、春季2913円/m³、冬季4916円/m³となり、除

湿乾燥機でスギ正角材100%のものを20%まで乾燥するのに6,400円/m³の直接費が必要であると言われていることから、本装置での乾燥経費は安価といえる。

IV おわりに

太陽熱利用木材乾燥装置はスギ及びヒノキ正角材の乾燥に十分利用できることがわかった。また、人工乾燥の予備乾燥として太陽熱利用乾燥を併用すれば、乾燥日数が大幅に短縮でき、かつ乾燥コストの低減も図れると考える。さらに、乾燥材の用途と対象とする材種 (板類、ひき割類、ひき角類) 等の適切な把握により、より有効な乾燥手段になるものと考え。特に、スギラミナ (40mm程度) の乾燥には冬季でも太陽熱を利用した簡易で低コストな乾燥装置で高品質な乾燥材が生産できたと考える。乾燥材普及促進を図るには、県内の木材関連事業者が品質管理のいきとどいた乾燥材の生産を今以上に推進する必要があると考える。

引用文献

- (1) 岩手県林業改良普及協会：太陽熱を利用した木材乾燥. 新技術解説シリーズ3, 1996
- (2) 寺沢 真・筒本卓造：木材の人工乾燥. (社)日本木材加工技術協会：32~33, 1995
- (3) 中嶋 厚・千葉洋市・奈良直哉：太陽熱利用木材乾燥(第1報). 林産試月報NO.417：1~7, 1986
- (4) 中野正志・東野 正・佐々木通光：太陽熱を利用した針葉樹建築材の天然乾燥の促進(第1報). 岩手県林業試験場成果報告第22号：63~68, 1989

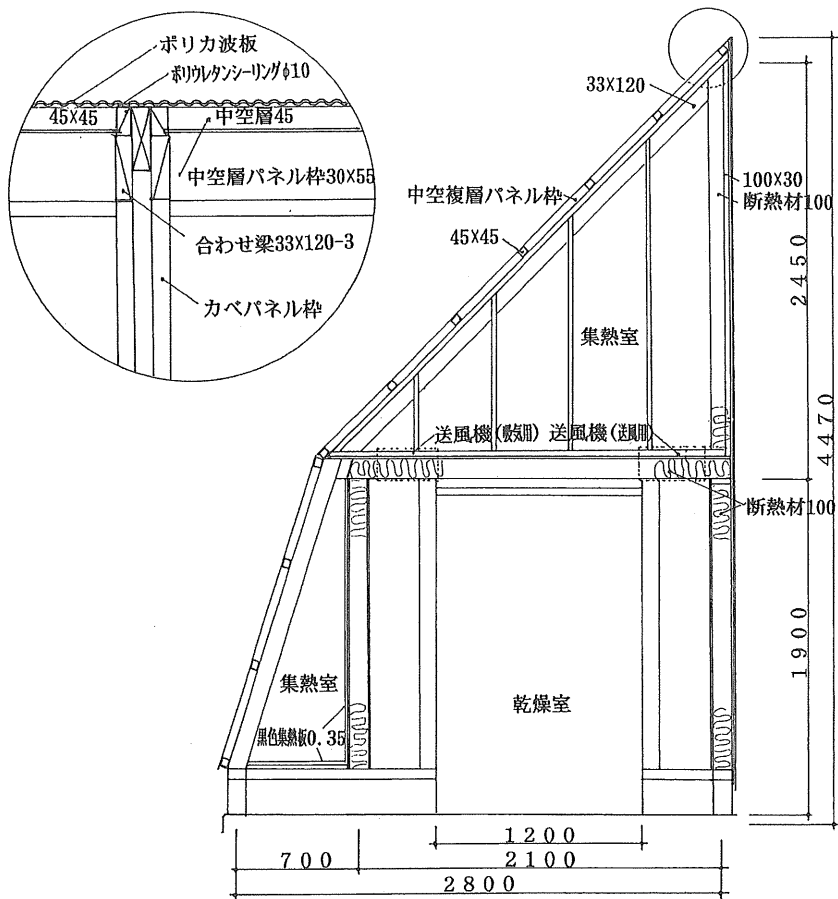


図-2 断面図

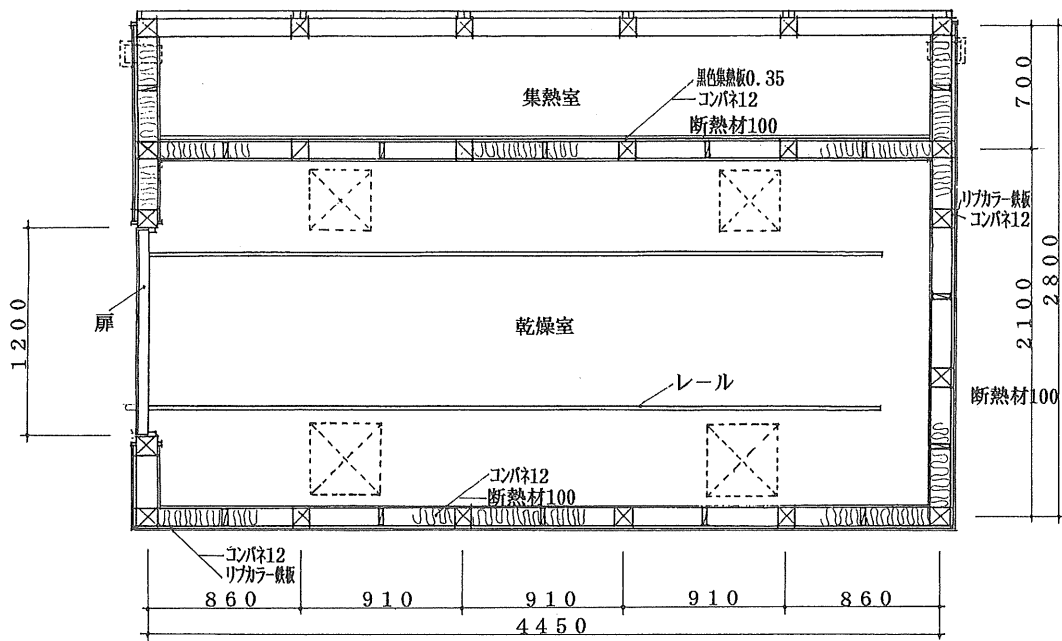
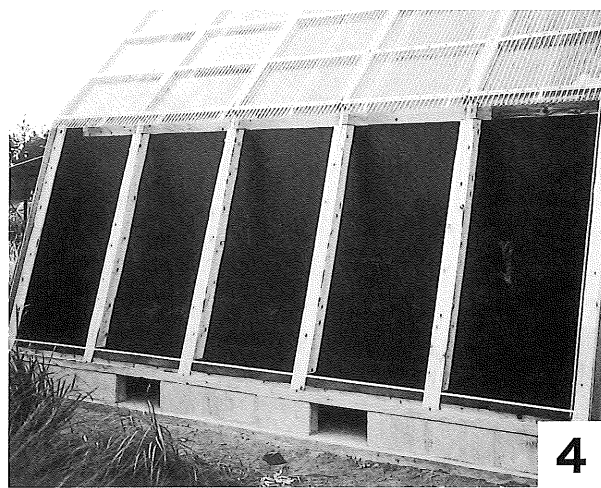
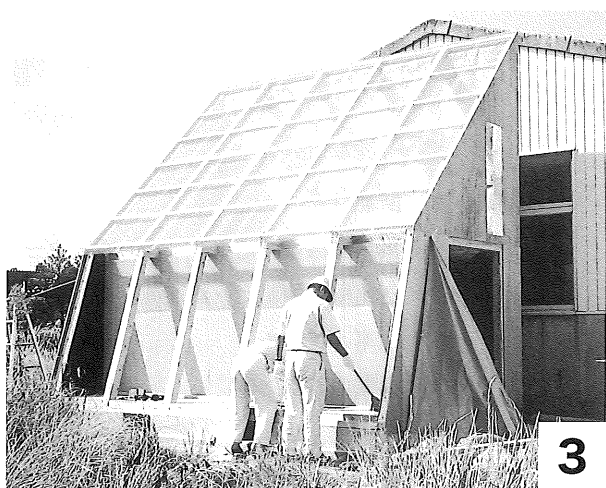
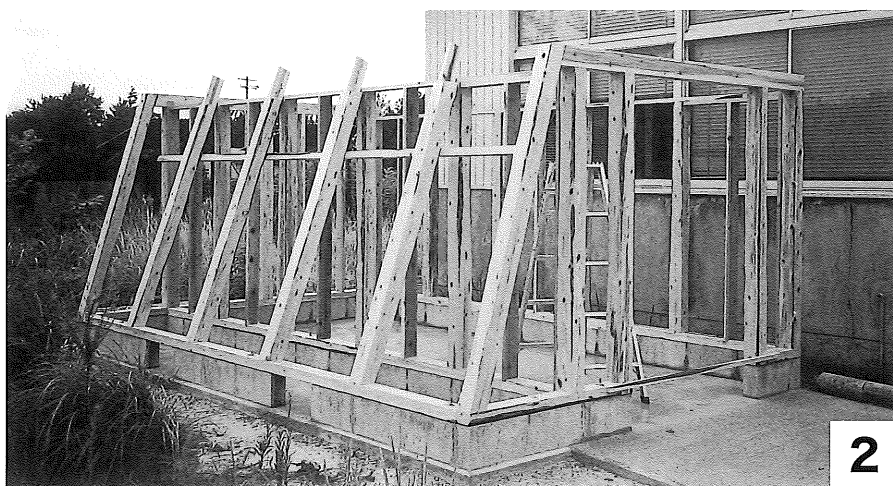


図-1 平面図

写真-1~4



- 写真-1 : 布基礎
- 2 : 構造材による軸組み
- 3 : 熱透過パネル
- 4 : 集熱板 (黒色個所)

写真-5~9

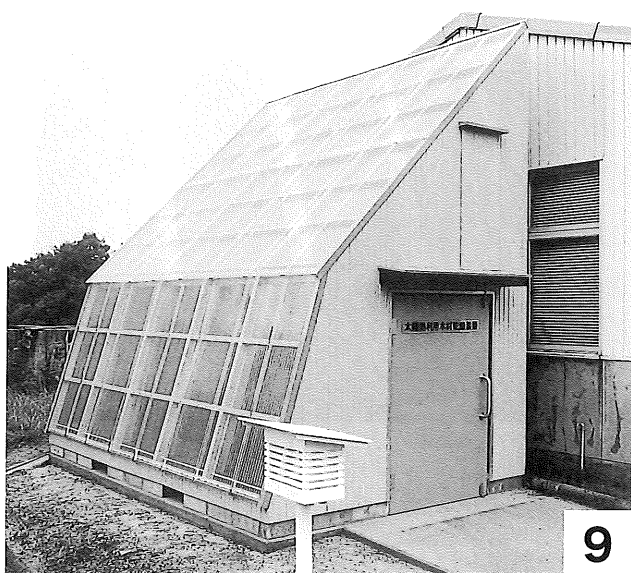
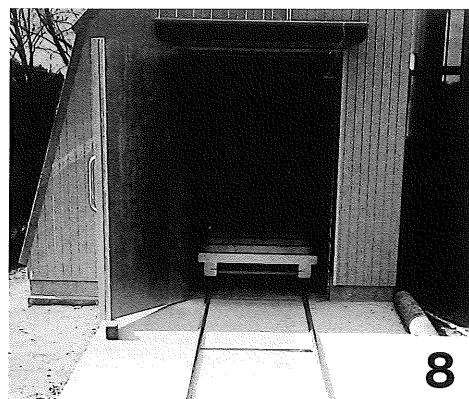
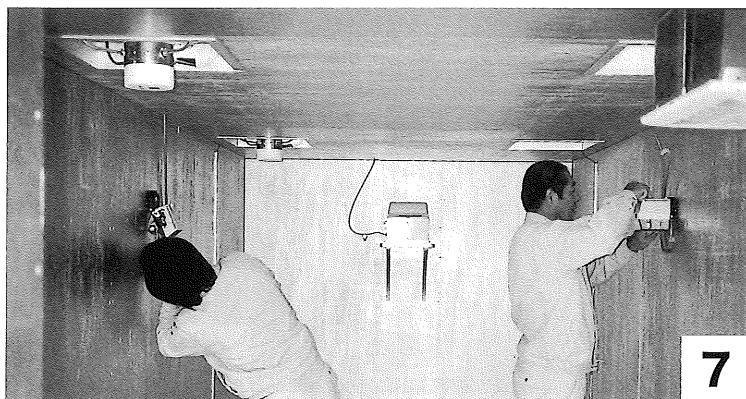
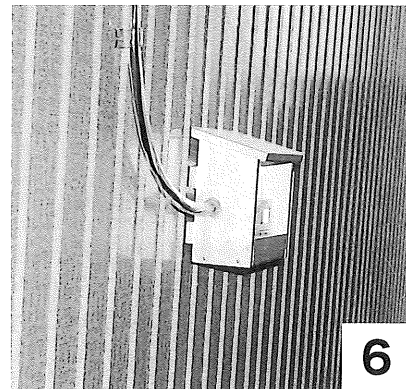


写真-5：断熱材

- 6：集熱室温度測定用サーモレコーダー
- 7：送風機、加湿器、温湿度発振器
- 8：台車とレール
- 9：装置の外観

島根県林業技術センター研究報告第 53 号

平成 14 年 3 月印刷

平成 14 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

