

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

ISSN 0910-9471

BULLETIN
OF THE
SHIMANE PREFECTURE FOREST RESEARCH CENTER

No. 36

March 1985

島根県林業技術センター研究報告

第36号

昭和60年3月

(旧称：島根県林業試験場研究報告)

SHIMANE PREFECTURE FOREST RESEARCH CENTER
SHINJI, SHIMANE, JAPAN

島根県林業技術センター

島根県宍道町

目 次

論文

島根県におけるマツノマダラカミキリ， スギカミキリの脱出消長とその気象条件との関係
.....井ノ上 二 郎..... 1

論文

構造用製材の強度性能(1) —スギ正角材の曲げ強度—
.....錦織 勇・中村 正樹・勝部 理市・安井 昭..... 9

資料

島根県のマツタケ生産量の推移と立地条件
.....平 佐 隆 文.....19

論文 島根県におけるマツノマダラカミキリ, スギカミキリの
脱出消長とその気象条件との関係

井ノ上 二郎

Seasonal and Climatic Conditions on Adult Emergence of
Monochamus alternatus and *Semanotus japonicus* in Shimane
Prefecture

Jiro INOUE

要 旨

1. 1981~'84年, 島根県におけるマツノマダラカミキリとスギカミキリの脱出消長を調査し, その気象条件との関係を検討した。
2. マツノマダラカミキリの脱出開始は5月下旬~6月上旬, 終了は7月上~中旬, 最盛期は6月上~中旬にあり, 脱出期間は1か月~1か月半であった。脱出開始日, 50%脱出日までの有効積算温量はそれぞれ230~310, 380~570日度であり, また4・5月の気温が高かった1982, '83年は脱出が早期であった。
3. スギカミキリの脱出開始は3月中~下旬, 終了は4月中~下旬, 最盛期は3月下旬~4月上旬であり, 脱出期間は3~6週間であった。また, 雄が雌より早期に脱出した。1~3月の気温が低かった1984年は, 脱出が遅延した。また, 低温の日の後に日平均気温が上昇すると多数脱出する傾向が認められた。

I はじめに

マツノマダラカミキリ (*Monochamus alternatus* HOPE) 成虫は枯死木から脱出すると直ちに健全なマツの小枝を摂食する後食行動に入るが, この時気門・気管中のマツノザイセンチュウ (*Bursaphelenchus xylophilus* (STEINER and BUHRER) NICKLE) は虫体外に遊出して後食跡から樹体内に侵入する。「松くい虫被害」防除のための健全木への殺虫剤散布は, 本虫による後食予防については線虫の樹体への侵入防止を目的とする。また, スギカミキリ (*Semanotus japonicus* LACORDAIRE) は被害木から脱出後かなり短期間のうちに交尾・産卵行動に入る。本虫の被害防除法として, 脱出直後の成虫の捕殺や樹幹への薬剤散布による殺虫・産卵防止が考えられ, 筆者も試験中である。したがって, これらカミキリ成虫の脱出消長を知ることは, 防除適期を把握するうえできわめて重要であり, 従来島根県においても調査され^{3) 10) 12)}, それに基づいた防除試験・事業が実施されてきた。

本調査では, これら従来の調査結果の普遍性を確認するために, 1981~'84年の4年間にわたり, 両

虫の多数の成虫についてその脱出消長を再検討した。また, それと同時に, その消長に及ぼす気象条件の影響についても調査した。

II 調査方法

調査は島根県八東郡宍道町の島根県林業技術センター構内で実施した。

マツノマダラカミキリの調査に用いた枯死木はつぎの林分から採取した。

1981, '82年: 八東郡宍道町, アカマツ・クロマツ, 20~40年生。

1983年: 出雲市古志町, クロマツ・アカマツ(少), 15年生。

1984年: 大原郡木次町, アカマツ・クロマツ・17年生。

調査前年8~9月に枯死したものを11月~当年4月に伐倒後, マツノマダラカミキリが多数寄生した部位を1mに玉切った。これを1981, '82年は約50本ずつ, 1983年は約90本, 1984年は約100本供試した。

スギカミキリの調査に用いた被害木はつぎの林分から採取した。

1981, '82年：大原郡加茂町, アイチスギ, 13・14年生。

1983年：大原郡大東町, オキノヤマスギ, 21年生。

1984年：松江市大井町, オキノヤマスギ, 17年生。被害程度が激しく, しかも樹脂が流出したり新しい食害痕が認められたりしてカミキリが現に多数寄生中と推定したものを供試した。調査前年12月～当年2月に伐倒後, 1 mに玉切った。これを1981, '82, '84年は約30本ずつ, 1983年は約50本供試した。

いずれの供試丸太とも, 野外に設置した網室(1.8 × 1.8 × 1 mまたは1.2 × 1.2 × 1 m)内に立て掛けた(写真A)。毎日午前9時と午後4時の2回, 脱出成虫の捕獲数を雌雄別に記録した。

気象観測値は当センター構内で測定されたものを用いた。

Ⅲ 調査結果

1. マツノマダラカミキリ

1) 脱出消長

4年間の調査結果は図-1に示したが, 1982, '83年には脱出は5月下旬に開始し, 7月中旬に終了し, 脱出期間は50日であった。一方, 1981, '84年には脱出は6月上旬に開始し, 7月上旬に終了し, 脱出期間は約30日であった。また, 脱出の最盛期は1981, '83, '84年は6月中旬であった。1982年のみは6月上旬であった。

脱出成虫の性比(全脱出頭数に対する雌の割合)は1981年:0.54, 1982年:0.48, 1983年:0.43, 1984年:0.50, 平均ほぼ0.5であった。なお, 雌雄いずれかが早期に脱出するという傾向は認められなかった。

マツノマダラカミキリ以外につぎのカミキリムシ

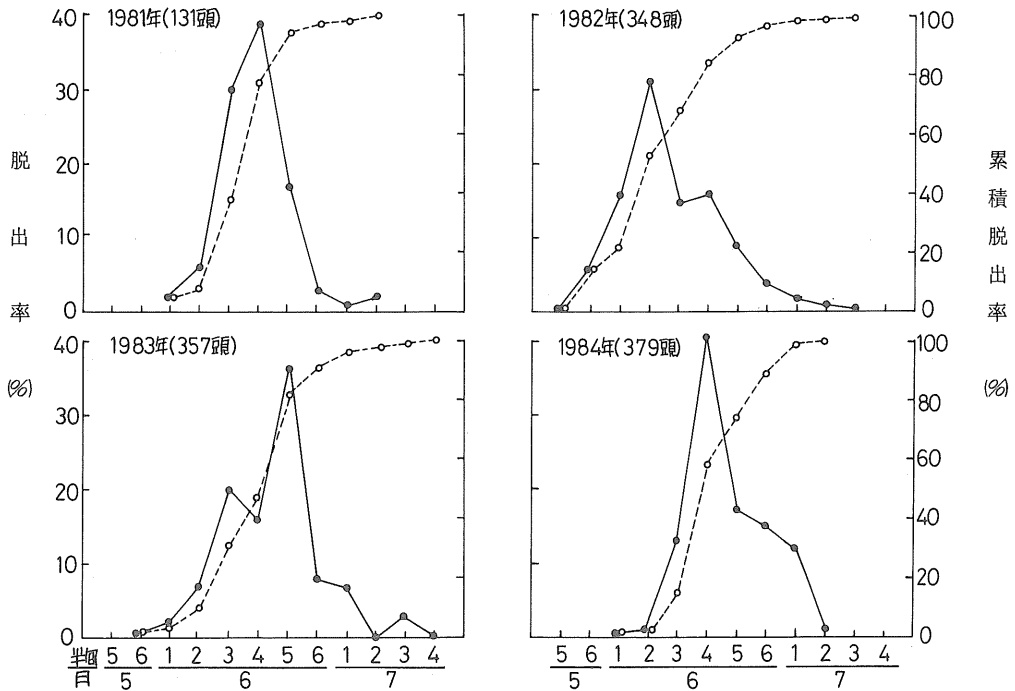


図-1 マツノマダラカミキリの脱出消長

●—● 脱出率
○- - ○ 累積脱出率

類脱出成虫を捕獲した。

ヒゲナガモモトカミキリ (*Acanthocinus griseus* FABRICIUS) : 毎年5月中旬～7月下旬に多数。

ピロウドカミキリ (*Acalolepta fraudatorix* BATES) : 1981, 82年5月下旬～7月上旬に4頭ずつ, 1983年6月上～中旬に2頭。

カラフトヒゲナガカミキリ (*Monochamus saltuarius* GEBLER) : 1983年5月中～下旬に3頭。

2) 脱出消長と気象条件

日平均気温がマツノマダラカミキリの発育限界温度(発育零点)である 11°C ¹⁾以上の日数と日平均気温が 11°C 以上の残差を累積した値(有効積算温量)を求めた(表-1)。いずれの年も日平均気温が 11°C 以上になるのは3月上旬以後, また連続して 11°C 以上になるのは4月中旬以後であった。脱出開始日の有効積算温量は230～310, 50%脱出日は380～570日度の範囲であった。

つぎに, 脱出直前の4・5月の気象状態をみると(表-2), 1982年は5月, また1983年は4・5月の気温が他の年に比べて高かった。この両年は脱出時期が早期(5月下旬)に始まり, '82年は脱出最盛期も早期(6月上旬)であった。しかし, 降水量の脱出時期への影響は認められなかった。

2. スギカミキリ

1) 脱出消長

4年間の調査結果は図-2に示したが, 1981, '82年は脱出開始が3月中旬, 最盛期が3月下旬であったが, 1983, '84年は脱出開始が3月下旬, 最盛期が4月上旬であったが, 1982, '83年は4月下旬であった。脱出期間は1981, '83, '84年はほぼ25～30日であったが, 1982年は40日であった。

脱出成虫の性比は1981年: 0.54, 1982年: 0.47, 1983年: 0.49, 1984年: 0.51, 平均0.5であった。

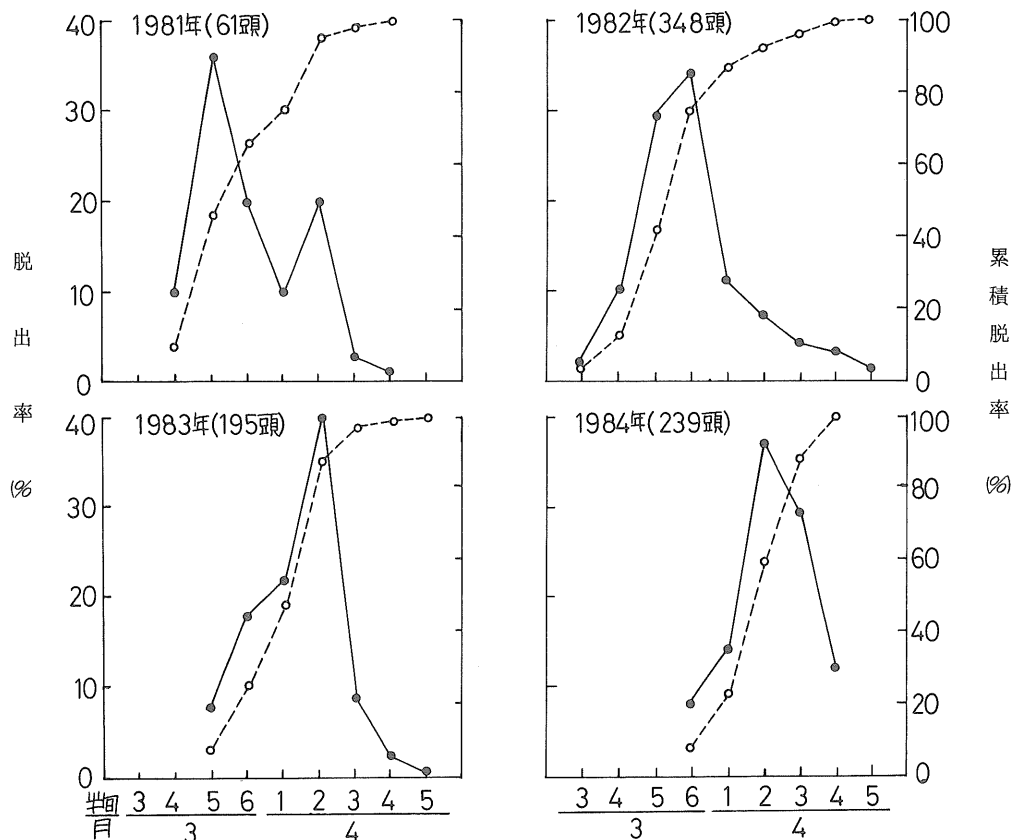
表-1 日平均気温 11°C 以上の日数と脱出時の有効積算温量

調 査 年	11℃ 以上 の 日 数				有 効 積 算 温 量	
	3 月	4 月	5 月	6 月	脱出開始日	50%脱出日
1981年	5	21	31	30	279	418
1982年	3	18	31	30	228	379
1983年	4	27	31	30	356	571
1984年	1	20	31	30	308	501

表-2 各調査年の1～5月の月平均気温と降水量

調 査 年	月平均気温 (°C)					降 水 量 (mm)				
	1月	2月	3月	4月	5月	1月	2月	3月	4月	5月
1981年	1.8 (1.7)*	3.5 (-0.1)	8.1 (0.9)	12.9 (-0.4)	17.3 (-0.5)	65 (-62)	104 (12)	88 (-33)	166 (-16)	123 (14)
1982年	4.3 (-0.8)	4.8 (1.2)	7.8 (0.6)	12.3 (-1.0)	18.5 (0.7)	160 (34)	67 (-25)	140 (19)	262 (80)	99 (-10)
1983年	5.5 (2.0)	3.9 (0.3)	7.5 (0.3)	15.4 (2.1)	18.5 (0.7)	117 (-9)	121 (29)	182 (61)	154 (-29)	131 (22)
1984年	2.5 (-1.0)	2.1 (-1.5)	5.3 (-1.9)	12.4 (-0.9)	16.9 (-0.9)	164 (38)	75 (-16)	73 (-48)	148 (-35)	84 (-25)

* 4年間の平均値との差。



図一2 スギカミキリの脱出消長

●—● 脱出率
○---○ 累積脱出率

また、図-3に示すように各年とも雄が雌に比べて早期に脱出した。

スギカミキリ以外に、ヒメスギカミキリ (*Palaeocallidium rufipenne* MOTSCHULSKY) 成虫が毎年3月下旬~4月下旬に多数脱出した。

2) 脱出消長と気象条件

1984年の1~3月は他の年に比べて低温であった(表-2)が、この年は脱出開始日・50%脱出日とも遅延した。しかし、降水量の脱出時期への影響は認められなかった。

つぎに、毎日の脱出状況を図-4に示したが、1981~'83年の脱出最盛期までは、概して低温の日が続いた後に日平均気温が上昇すると多数脱出する傾向があった。

IV 考 察

周藤ら¹⁰⁾、山田・周藤¹²⁾は島根県におけるマツノマダラカミキリの脱出消長を調査した結果、脱出開始が5月下旬~6月上旬、終了が7月上~中旬、最盛期が6月中にあると報じた。また、スギカミキリについて山田³⁾は島根県での脱出は3月中~下旬に開始し、4月中に終了すると報じた。一方、本調査で得られたマツノマダラカミキリとスギカミキリの脱出消長をまとめるとつぎのとおりである。マツノマダラカミキリ：脱出開始5月下旬~6月上旬、最盛期6月上~中旬、終了7月上~中旬。スギカミキリ：脱出開始3月中~下旬、最盛期3月下旬~4月上旬、終了4月中~下旬。本調査結果は従来の報告とはほぼ同様であり、その普遍性を確認することがで

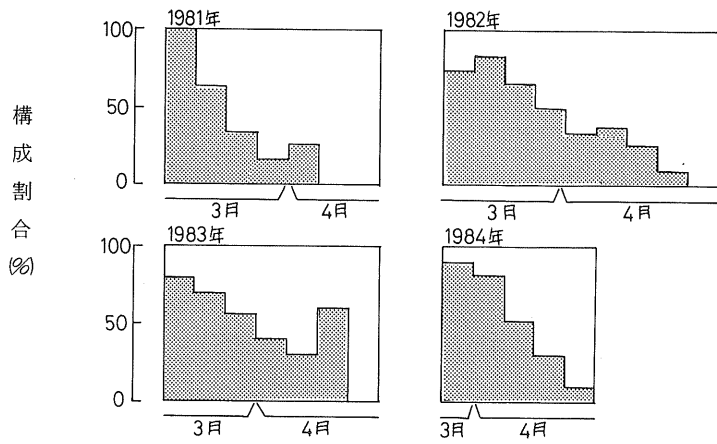


図-3 スギカミキリ成虫の雌雄別脱出状況

■ : 雄 □ : 雌

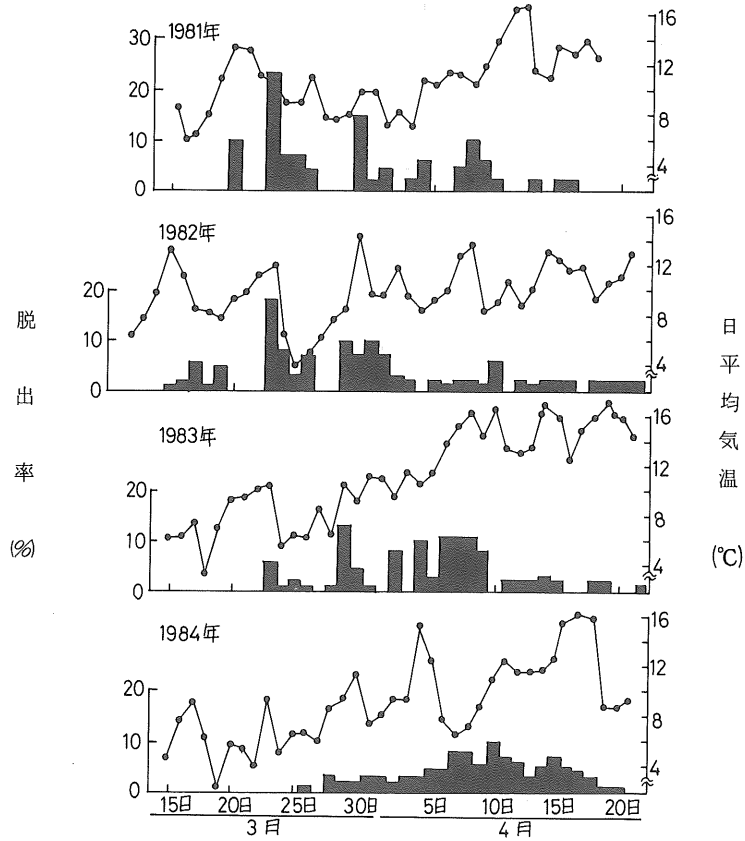


図-4 スギカミキリ成虫の脱出率と日平均気温との関係

きた。

脱出成虫の性比について従来の報告をみると、マツノマダラカミキリについては、滝沢ら¹⁾は産地・年によって変動があるが、普通は0.5であると報じた。また、スギカミキリについては、細田ら⁵⁾は脱出成虫は雄が多くその性比は0.43~0.47と報じたが、西村・落原⁷⁾、奥田⁸⁾はほぼ0.5と報じた。本調査ではこれらの報告の多くと同様マツノマダラカミキリ、スギカミキリともほぼ0.5であった。

マツノマダラカミキリについては雌雄間に脱出時期の早晚は認められなかったが、スギカミキリについては雄が雌に比べて早期に脱出することが注目された。細田ら⁵⁾、奥田⁸⁾の調査でも雄が早期に脱出した。スギカミキリはマツノマダラカミキリと異なっており、脱出時には性的に成熟しており、直ちに交尾・産卵可能である。したがって、雄が早期に脱出して雌の脱出を待ち受けるという生活様式が成立したと推察される。

遠田²⁾は各地でのマツノマダラカミキリの脱出時期と有効積算温量との関係を検討し、脱出開始の温量は250~300日度、50%脱出日の温量は約500日度であると報じた。本調査での脱出開始の温量は遠田の調査結果とほぼ一致した。しかし、50%脱出日の温量は380~570日度と年によりかなり異なった。

また、遠田²⁾はマツノマダラカミキリの蛹・羽化は4・5月の気温の高い地域または年ほど促進されると報じた。本調査でも脱出時期が早期であった1982、'83年は4・5月の気温が他の年に比べて高かった。スギカミキリについてみると、1~3月の気温が他の年に比べて低かった1984年は脱出が遅延した。脱出前の気温が脱出時期を左右することについては他にも報告がある。すなわち、細田ら⁵⁾はスギカミキリの発育零点を8℃と仮定し、成虫が材内で越冬した後に脱出するまでの日平均気温が8℃以上の残差を累積した温量を求めたが、3月下旬~4月中旬の温量の多い年で脱出が早期であった。また、西村・落原⁷⁾は富山県でのスギカミキリの脱出消長と気温との関係を検討したが、3月の気温の低い年は脱出が遅延した。

細田ら⁵⁾、西村・落原⁷⁾は日最高気温の高い日に多数のスギカミキリ成虫が脱出したと報じた。しかし、本調査では当日の高温だけに関係があるというより、むしろ脱出最盛期までは概して低温の日の後に日平均気温が上昇すると成虫の脱出が誘起される傾向があった。

以上、両カミキリとも脱出1~2カ月前の気温が

脱出消長に影響を及ぼす因子の一つと考える。したがって、脱出消長の傾向をあらかじめ脱出前の気温観測値からある程度予察することも可能であろう。しかし、この気象因子から防除最適期を明確に決定するには、多くのデータを集積して、気温と脱出時期さらには脱出時期と防除効果との関係を数量的に把握すべきである。

実際には、気象条件の年変化による脱出消長の変動を見込んで、防除時期を決定すべきである。まず「松くい虫被害」の予防薬剤散布時期については、マツノマダラカミキリは年によっては5月下旬から脱出を開始するが、5月中の脱出頭数は少数であり、また脱出1週間後までの後食では線虫はほとんど虫体から離脱しない⁴⁾ので、6月に入ってからの散布でもよいと考える。また、脱出終了時期の7月の脱出頭数は少数で、しかもその保線虫数も少数であり⁶⁾、また薬剤の残効期間(MEP剤・NAC剤は2~3週間)を考慮すれば、7月に入って薬剤を散布する必要はほとんどないと考える。したがって、6月中に後食予防のための薬剤が枝に付着していればよいことになる。島根県では従来の調査結果に基づいて、5月下旬~6月上旬に1回、同月中~下旬に1回の計2回散布が実施されてきたが、この散布時期は本調査結果からみても適正と考える。つぎにスギカミキリ被害防除については、脱出直後の成虫のバンド法⁹⁾による捕殺は、本調査結果から得られた本虫成虫の脱出期間3月中旬~4月下旬を通して実施する必要がある。また、殺虫・産卵防止のための樹幹への薬剤散布は、遅くとも脱出開始時の3月中旬までに実施すべきである。

温度が両カミキリ成虫の脱出行動を制御する因子であることは、本調査で脱出時期が気温に影響されたことから推定できるが、両虫とも材内の蛹室内から脱出するのであり、厳密には蛹室部位の温度と関係があると考えられる。したがって、両カミキリの脱出行動を温度に対する生理的反応として捉えるときには材内温度を測定して、それと脱出との関係を調査する必要がある。

引用文献

- 1) 遠田暢男：マツノマダラカミキリの発育と温度との関係。森林防疫 24：21~24, 1975
- 2) 遠田暢男：マツノマダラカミキリの生活史。森林防疫 25：2~5, 1976
- 3) ハチカミ共同研究班：スギカミキリによるスギのハチカミに関する研究。関西地区林業試験研究

- 機関連絡協議会保護部会 p.2, 1971
- 4) 細田隆治・小林一三：マツノマダラカミキリの材線虫離脱経過その2. 29回日林関西支講 131～132, 1978
- 5) 細田隆治・小林一三：スギカミキリ成虫の脱出消長. 30回日林関西支講 41～43, 1979
- 6) 細田隆治・小林一三：マツノマダラカミキリの材線虫保持数の年次・季節変化. 31回日林関西支講 227～229, 1980
- 7) 西村正史・落原正之：富山県におけるスギカミキリの脱出消長と50%脱出日予察の試み. 31回日林中文講 179～182, 1983
- 8) 奥田清貴：穿孔性害虫防除試験. 三重林技業報 15 83～84, 1977
- 9) 柴田毅一：スギカミキリ成虫を捕獲するためのバンド法について. 森林防疫 33：11～16, 1984
- 10) 周藤靖雄・井上二郎・山田榮一：島根県におけるマツノマダラカミキリの脱出消長. 31回日林関西支講 230～232, 1980
- 11) 滝沢幸雄・五十嵐正俊・山家敏男：東北地方におけるマツノマダラカミキリの生態(IV)——宮城県および秋田県産成虫の性比と体重. 31回日林東北支会誌 144～146, 1976
- 12) 山田榮一・周藤靖雄：島根県におけるマツノザイセンチュウおよびマツノマダラカミキリの実態調査. 島根林試研報 26 26～46, 1976

写真説明

- A. 脱出消長調査実施中の網室。
- B. 脱出後、マツの小枝を後食するマツノマダラカミキリの成虫。
- C. 被害木から脱出するスギカミキリ成虫。
- D. スギカミキリ成虫(左：雄, 右：雌)。

Seasonal and Climatic Conditions on Adult Emergence of *Monochamus alternatus* and *Semanotus japonicus* in Shimane Prefecture

Jiro INOUE

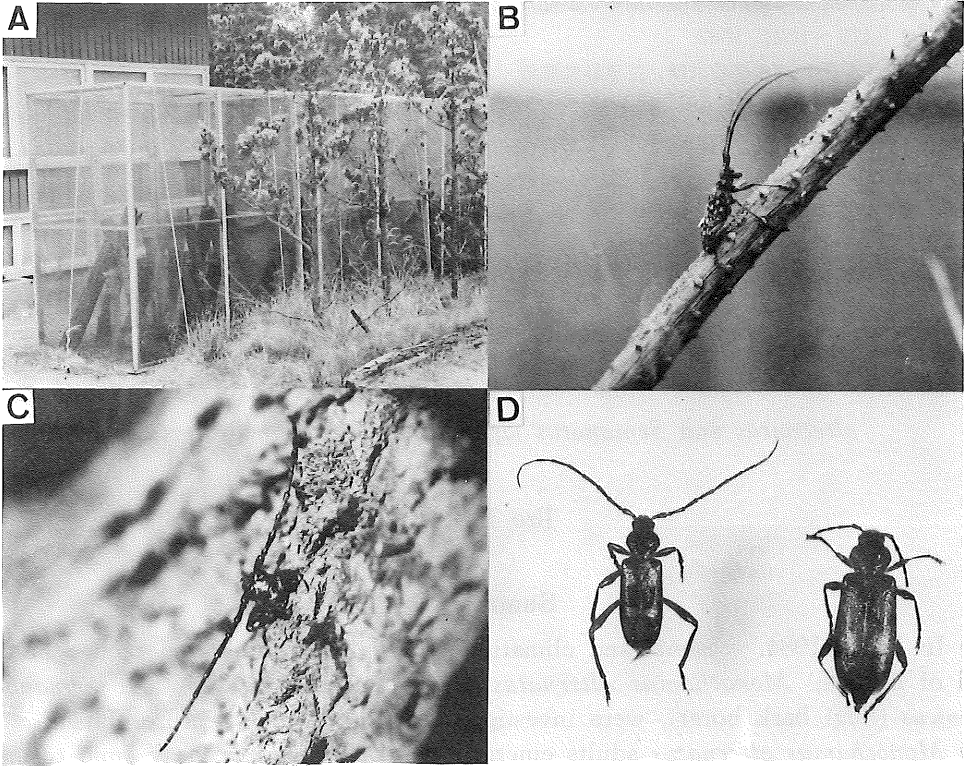
Summary

1) In 1981～1984, seasonal and climatic conditions on adult emergence of two kind of beetles, *Monochamus alternatus* (Japanese pine sawyer) and *Semanotus japonicus* (Sugi bark borer), were investigated in Shimane Prefecture, Japan.

2) *Monochamus alternatus* adults emerged from late May or early June to early or middle July, for 4～7 weeks, and the peak was in early or late June. According to the thermal index value reported by Enda, the first adult began to emerge in 230～310 degrees·days, and the half of adults emerged in 380～570 degrees·days. As the temperature was high in April and May in 1982 and 1983, the adults began to emerge earlier than in other years.

3) *Semanotus japonicus* adults emerged from middle or late March to middle or late April, for 3～6 weeks, and the peak was in late March or early April. Males emerged earlier than females. As the temperature was low from January to March in 1984, the adults began to emerge later than in other years. The high temperature after some cold days accelerated the adult emergence.

写真



論文

構造用製材の強度性能 (I)

—スギ正角材の曲げ強度—

錦織 勇・中村 正樹*・勝部 理市・安井 昭

On the Strength Properties of Structural Lumber (I)

—The Bending Strength of Sawn Sugi Squares—

Isamu NISHIKŌRI, Masaki NAKAMURA, Riichi KATSUBE and Akira YASUI

要 旨

1. スギ正角材を供試材として、非破壊による生材時の曲げヤング係数の測定と気乾後の曲げ破壊試験を実施し、強度性能を検討した。
2. 生材時の全スパンに対する曲げヤング係数 ($E L_g$) は、 $66.6 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$ で、モーメント一定区間の曲げヤング係数 ($E l_g$) は、 $67.1 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$ であった。
3. 気乾材時の全スパンに対する曲げヤング係数 ($E L_d$) は、 $74.6 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$ 、モーメント一定区間の曲げヤング係数 $E l_d$ は、 $81.1 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$ で乾燥に伴い $E L$ で11%、 $E l$ で18%の曲げヤング係数が増加した。
4. 曲げ破壊係数の平均値は、 385 kg/cm^2 で建築基準法施行令の材料強度基準値を十分満足するものであった。
5. 生材時の曲げヤング係数と気乾材時の曲げ破壊係数との相関係数は、0.795とかなり高い正の相関がみられた。

I はじめに

我国の製材品の品等区分は、伝統的な工法による経験や商習慣から化粧面を重視したものとなっていたが、近年、工法の変化や製品輸入の増加に伴う規格の国際化等を背景にして、強度面を品等区分する必要性が次第に各方面から認識されるようになってきた。

そこで昭和47年の製材の日本農林規格改正により強度面からの品等区分が行える仕組みとなったが、その品等区分と許容応力度との関係について十分に関連づけられていないのが現状である。

そこで、本試験は、構造用製材品について一定の強度試験を行い、技術的な資料に裏付けられた製材品の品等区分と許容応力度との関係を明らかにするとともに、県産製材品の強度的性能を把握するために行ったものである。

なお、本試験は、昭和56年～58年度の林野庁助成

研究であるメニュー課題「構造用製材の強度等級区分に関する研究」の一部を取まとめたものであり、供試材の入手に種々御配慮を受けた関係各位に厚く感謝の意を表する。

II 試験方法

1. 供試用製材品

県産のスギ材を製材している県西部(益田市)の製材工場から、市販される心持正角材(10.5×10.5×300cm)を調査対象として234本選び、JAS規格に準じて節、丸身による品等区分をし、以下の試験供試材とした。

2. 生材時における実大材の曲げヤング係数の分布調査

曲げヤング係数の測定は、図-1のようにスパンは270cm、荷重は3等分点2点荷重方式により、分銅を載荷(10kg×4回)する方法で行った。

* 現 益田農林事務所

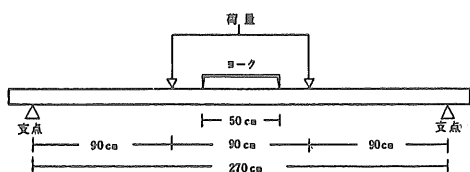


図-1 実大材の曲げ試験図

そして、全スパンに対する曲げヤング係数(EL)と中央1/3区間の曲げヤング係数(E ℓ)をヨーク方式(ヨークスパン50cm)でそれぞれ求めた。

3. 生材時から気乾時に移る過程での寸法、曲げヤング係数の測定

生材時の曲げヤング係数を測定した供試材243本から各等級が含まれるように考慮して54本を抽出し、生材時の曲げヤング係数の測定と同一方法で11回生材から気乾状態に達するまでの曲げヤング係数を経時的に調査を行った。

4. 外観的性状調査

抽出した供試材について、次の項目について調査した。

1) 平均年輪幅

樹心から最遠の材面間に含まれる完全年輪(W₁)と樹心から辺の長さの1/4を除いた部分に含まれる完全年輪(W₂)とを両木口面で測定を行い、その平均値をとった。

2) 節径比

中央1/3区間と全区間に分け、それぞれ最大節径

比と集中節径比をJAS規格に準じて測定を行った。

3) 繊維傾斜

中央1/3区間での繊維傾斜を引掻式器具を用い測定を行った。

5. 実大材の曲げ破壊試験

供試材が気乾状態に達した時点で、3等分点2点荷重方式による実大材の曲げ破壊試験を行った。

そして、全スパンに対する曲げヤング係数(EL)と中央1/3区間における曲げヤング係数(E ℓ)、比限度応力度及び破壊係数を測定した。

なお、全スパンは270cm、ヨークのスパンは50cm、試験機は、万能木材強度試験機(円井製作所10t電子自動平衡型)を使用した。

6. 無欠点小試験体の曲げ解析試験

実大材の曲げ破壊試験を行った試験体の非破壊部分から、無欠点試験体(2.5×2.5×40cm)を採取し、JAS規格に準拠した曲げ破壊試験(スパン35cm)を行った。

III 結果と考察

1. 生材時における曲げヤング係数

供試材の生材時における曲げヤング係数の節、丸身及び総合等級別の結果を表-1に示した。

即ち、供試材を節によって等級区分すると、特等が76.5%、1等が20.1%、2等が3.4%の出現で大部分が特等材でわずかに2等材を含む格付けであった。

表-1 等級別の曲げヤング係数

		節			丸身			総合等級			全数の平均
		特等	1等	2等	特等	1等	2等	特等	1等	2等	
出現数	本数	179	47	8	81	120	33	60	137	37	234
	出現率	76.5	20.1	3.4	34.6	51.3	14.1	25.6	58.6	15.8	100
EL	\bar{x}	67.1	65.9	58.2	65.2	68.6	64.7	64.7	68.3	63.0	66.6
	$\times 10^3$ kg/cm ² S. D	15.00	14.59	9.7	14.96	14.46	14.69	14.86	14.52	15.00	14.87
E ℓ	\bar{x}	67.4	67.1	65.0	64.7	69.5	64.9	64.0	69.5	63.5	67.1
	$\times 10^3$ kg/cm ² S. D	16.15	18.32	12.35	15.28	16.98	15.73	14.88	16.85	15.79	16.47

\bar{x} : 平均値 S. D : 標準偏差 EL : 全スパン(270cm)の曲げヤング係数

E ℓ : 中央1/3区間(ヨークのスパン50cm)の曲げヤング係数

曲げヤング係数を等級間で比較すると、等級間の調査数に差があるが、曲げヤング係数EL(全スパンの曲げヤング係数)は、特等が $67.1 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$ 、1等が $65.9 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$ 、2等が $58.2 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$ で2等材はかなり低かったが、等級に対応したELであった。

また、曲げヤング係数El(中央1/3区間の曲げヤング係数)も同様の傾向で品等区分に対応したElであった。

丸身における等級では、特等が34.6%、1等が51.3%、2等が14.1%の出現率であった。

また、総合等級は、丸身による品等と同様の傾向を示し、特等が25.6%、1等が58.6%、2等が15.8%の出現率で、主として丸身によって品等区分がされる傾向がみられた。

一方、EL、Elは丸身、総合等級のいずれも特等材が1等材よりやや低く、2等材と同程度の値で、

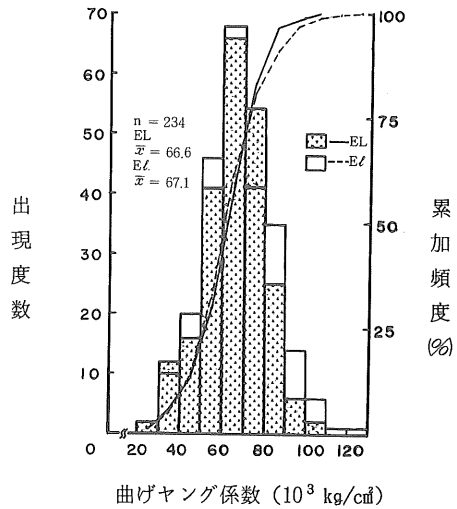


図-2 曲げヤング係数の出現度数と出現頻度

表-2 生材時・気乾時の曲げ剛性試験結果

	生 材 時		気 乾 時		ELd / Elg	ELd / ELg	ELd · Id / ELg · Ig
	Elg(10 ³ %)	ELg(10 ³ %)	ELd(10 ³ %)	ELd(10 ³ %)			
特 \bar{x}	58.9	58.9	73.3	66.4	1.238	1.130	1.04
等 SD	9.97	10.01	14.66	10.82	0.0871	0.0411	0.03
一 \bar{x}	78.5	74.0	88.7	82.1	1.163	1.109	1.04
等 SD	19.88	11.11	14.72	13.32	0.217	0.0492	0.04
二 \bar{x}	64.6	64.4	77.6	71.1	1.202	1.105	1.04
等 SD	15.69	11.98	16.65	12.95	0.1860	0.0396	0.03
全 \bar{x}	69.0	67.1	81.1	74.6	1.181	1.112	1.04
数 SD	18.25	12.59	16.49	14.06	0.2340	0.0445	0.03

丸身と曲げヤング係数との関連性は少いようであった。

これらは東野¹⁾らと同様であり、丸身、総合等級の等級区分に対応した結果とはならなかった。

なお、曲げヤング係数の出現度数、累加頻度は、図-2に示した。

2. 生材から気乾材に移る過程での曲げ剛性の変化

曲げ破壊試験用に抽出した54本の試験材の生材時と気乾材(含水率平均値17.4%)時の曲げヤング係数(生材時ELg, Elg, 気乾材時ELd, ELdとする)とその比ELd/ELg, ELd/Elgを、また、生材時と気乾時の試験材の断面積(I)をそれぞれIg, IdとしたときのELg, ELdとの積の比ELd · Id

/ELg · Igを表-2に示した。

ELd/ELg, ELd/Elgの平均値は、1.112, 1.181で含水率の低下に伴い生材時の値よりELが11%, Elが18%増加した。

また、ELd · Id / ELg · Igの平均値は、1.04で断面積が乾燥するに伴い減少するがそれ以上にELが増加した。

一方、等級別による生材時、気乾時の曲げヤング係数は、調査本数に差があるが、いずれも1等材の値が一番大きく、2等、特等の順となり、等級区分に対応した数値とはならなかった。

なお、抽出した54本の試験材の節、丸身による等

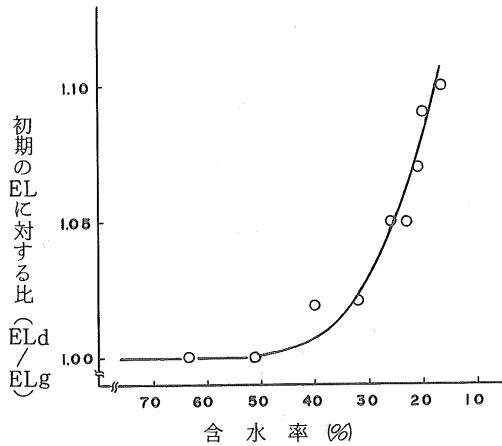


図-3 乾燥による曲げ剛性

級と本数は、表-3に、生材時から乾燥する過程での曲げ剛性の変化を図-3に示した。

3. 実大材の曲げ破壊試験

曲げ破壊試験材の外観的性状の結果を表-4に示した。

外観的性状の平均値は、比重が0.420、平均年輪幅(W_1)が4.8mm、全区間の最大節径比が24.1%、全区間の集中節径比が40.2%であった。

また、等級別では、比重で特等が1等、2等材より小さく、平均年輪幅では、特等が1等、2等よりやゝ広い結果となり、特等材が1等、2等材より比較的生長の良い材から採材されたものと考えられる。

外観的性状の出現度数、累加頻度は図-4に示した。

表-3 供試材の等級区分と出現数

等級	節			丸身			総合等級		
	特等	1等	2等	特等	1等	2等	特等	1等	2等
本数	26	25	3	14	19	21	9	23	22
出現率	48.1	46.3	5.6	25.9	35.2	38.9	16.7	42.6	40.7

表-4 等級別の外観的性状

等級	比重	含水率 (%)	年輪幅(mm)		最大筋径比(%)		集中節径比(%)		繊維傾斜 (mm)	
			W_1	W_2	中央1/3区間	全区間	中央1/3区間	全区間		
特等	\bar{x}	0.384	18.05	5.1	5.2	17.6	20.8	24.1	32.0	16.3
	S·D	0.0199	0.985	1.26	1.26	3.96	3.59	11.00	4.82	10.34
一等	\bar{x}	0.429	17.48	4.8	4.5	21.2	24.2	34.5	39.8	11.6
	S·D	0.0512	1.014	2.02	2.19	6.31	6.36	11.00	13.03	10.09
二等	\bar{x}	0.425	17.00	4.6	4.6	21.7	25.2	38.6	44.0	20.4
	S·D	0.0441	1.114	2.00	2.26	6.04	6.25	12.16	13.61	15.90
全数	\bar{x}	0.420	17.38	4.8	4.7	20.8	24.1	35.8	40.2	15.9
	S·D	0.0470	1.097	1.89	2.08	5.95	6.05	11.33	12.85	13.23
	max	0.500	20.22	10.0	12.0	38.1	38.1	49.5	76.2	48
	min	0.325	15.28	1.9	1.6	9.5	14.3	0	0	0
	C·V	11.2	6.3	39.3	44.3	28.6	25.1	31.6	32.0	83.2

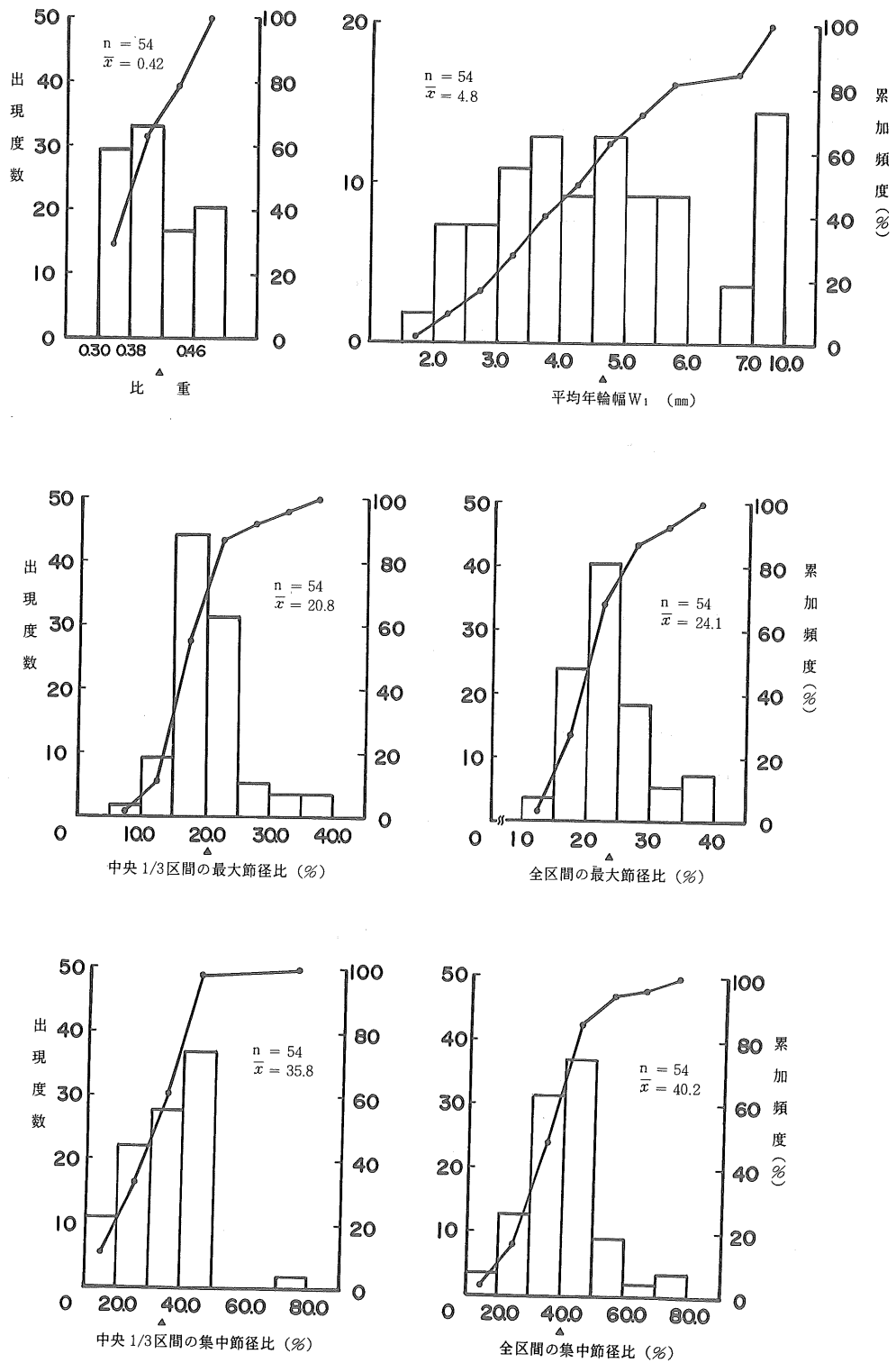


図-4 外觀的性状と出現度数, 累加頻度

曲げ破壊試験の結果を表-5に示した。

曲げ性能の平均値は、曲げヤング係数ELが $74.1 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$ 、比例限度応力 σ_P が 240 kg/cm^2 、曲げ破壊係数 σ_B が 385 kg/cm^2 であった。

曲げヤング係数は、ELが $43.7 \sim 100.8 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$ 、ELが $39.0 \sim 110.6 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$ の範囲にあり、これは日本建築学会の木構造設計規準²⁾ における普通構造材のスギの曲げヤング係数の $70 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$ に

対して、平均値では上回る結果であったが、低品質のスギに対する70%の許容値よりも下回る試験体もわずかあった。

一方、曲げ破壊係数は、 $136 \sim 537 \text{ kg/cm}^2$ の範囲であり、これは建築基準法施行令第95条³⁾ にスギの材料強度基準が 225 kg/cm^2 と規定されているが、これを下回る試験体は、1本で全体の1.9%にすぎず、このことから曲げ破壊係数は、これを十分に満足し

表-5 等級別の実大曲げ試験結果

		ヤング係数		比例限度応力	曲げ破壊係数	σ_P / σ_B	σ_B / EL	強度比
		EL	EL	$\sigma_P \text{ kg/cm}^2$	$\sigma_B \text{ kg/cm}^2$			
特等	\bar{x}	75.6	69.1	236	366	0.652	5.292	0.677
	S・D	14.29	10.35	35.9	69.1	0.0700	0.6100	0.1320
一等	\bar{x}	85.4	77.7	237	391	0.616	5.017	0.640
	S・D	16.47	14.07	46.7	90.4	0.0740	0.7410	0.1300
二等	\bar{x}	79.1	72.5	246	386	0.637	5.386	0.650
	S・D	16.77	13.11	45.8	68.2	0.0700	0.7720	0.0860
全	\bar{x}	81.2	74.1	240	385	0.631	5.213	0.650
	S・D	16.30	13.20	43.8	77.0	0.0710	0.7350	0.1190
数	max	110.6	100.8	313	537	0.787	8.101	0.880
	min	39.0	43.7	107	136	0.485	3.391	0.288
	C・V	20.1	17.8	18.2	20.0	11.3	14.1	18.3

表-6 外観的性状と強度性能との相関

	ELg	ELd	曲げ破壊係数	比重	年輪幅		中央1/3区間		繊維傾斜
					W ₁	W ₂	最大節径比	集中節径比	
ELg	—	**	**	**	**	**	0.019	0.090	-0.221
ELd	—	—	**	**	**	**	0.036	0.077	-0.258
曲げ破壊係数	—	—	—	**	**	*	-0.228	-0.020	-0.216
強度比	—	—	—	—	—	—	**	*	-0.210

ELg : 生材時の曲げヤング係数

ELd : 気乾材時の曲げヤング係数

* : 5%の危険率で有意

** : 1%の危険率で有意

ていると考えられる。

また、等級別による曲げヤング係数、曲げ破壊係数は、生材時の曲げヤング係数の結果と同様で、特等が、1等、2等より低い数値となった。

このことは、前述の外観的性状にみられたように特等材が比較的成長の良い材から採材された結果と考えられる。

曲げヤング係数、曲げ破壊係数の出現度数、累加頻度は、図-5、図-6に、試験体の外観的性状と曲げ強度性能との相関は、表-6に示した。

生材時の曲げヤング係数、気乾時の曲げヤング係数、曲げ破壊係数と比重との単相関係数は、それぞれ、0.584、0.570、0.473で弱い正の相関が、ま

た平均年輪幅 (W_1) との相関係数は、それぞれ -0.596 、 -0.612 、 -0.454 と弱い負の相関がみられた。

しかしながら、中央1/3区間の節径比、集中節径比、繊維傾斜との相関はみられなかった。

一方、気乾時の曲げヤング係数と曲げ破壊係数との相関係数は、0.791と正の相関が、また、生材時の曲げヤング係数と気乾時の曲げヤング係数との相関係数は、0.972で、さらに生材時のヤング係数と曲げ破壊係数との相関係数は、0.795といずれも高い正の相関がみられた。

上述のことから、生材時の曲げヤング係数から曲げ破壊係数の推定の可能性が強い結果であった。

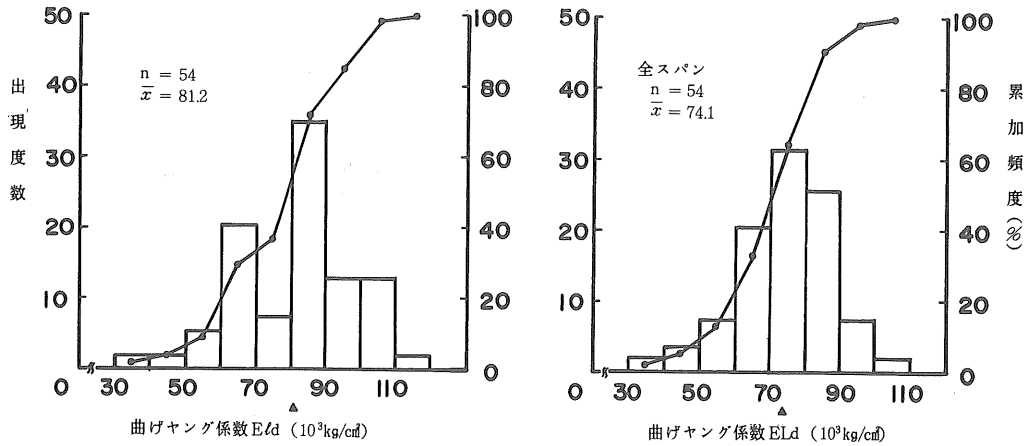


図-5 気乾時の曲げヤング係数の出現度数と累加頻度

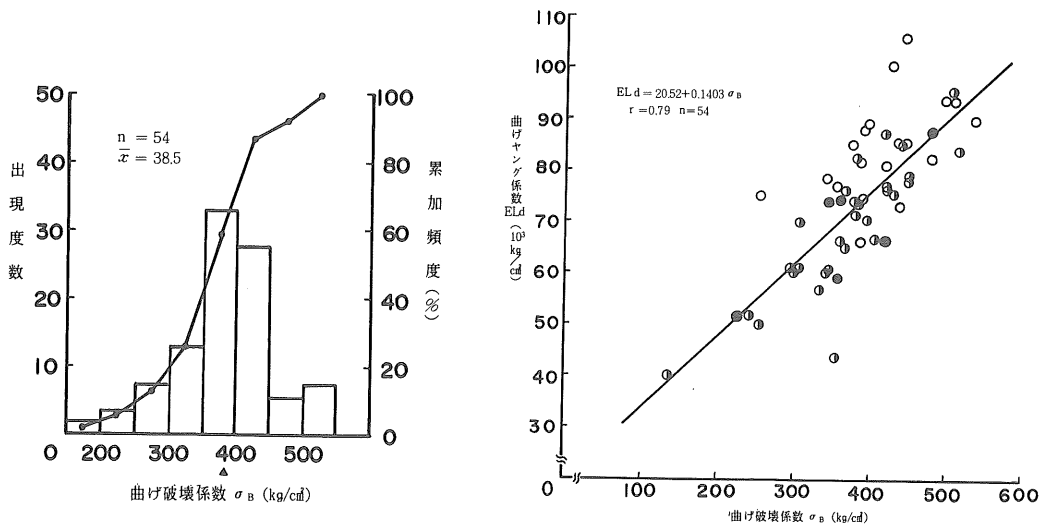


図-6 曲げ破壊係数の出現度数と累加頻度

図-7 曲げヤング係数と曲げ破壊係数の関係

これらの関係を、図-7～図-9に示した。

4. 無欠点小試験体の曲げ解析試験

無欠点小試験体の曲げ破壊試験の結果を表-7に、

実大材の曲げ破壊試験の値と無欠点試験体の値との比を表-8に、また、試験体の外観的性状と曲げ強度との単相関係数を表-9に示した。

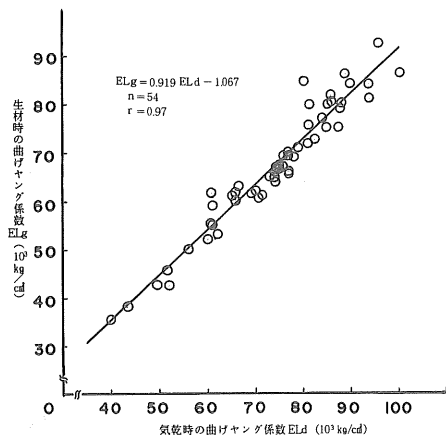


図-8 生材時と気乾時の曲げヤング係数との関係

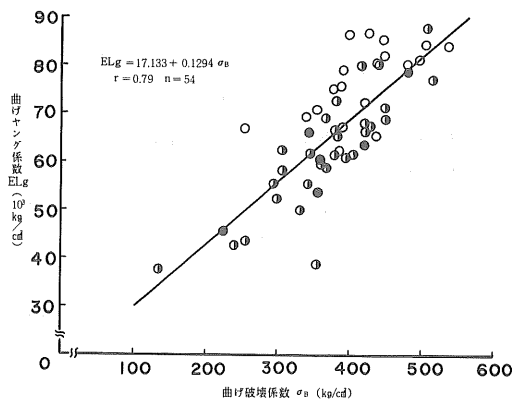


図-9 生材時の曲げヤング係数と曲げ破壊係数との関係

表-7 無欠点試験体の曲げ破壊結果

	比 重	平均年輪幅 (mm)	ヤング係数 $\times 10^3 \text{ kg/cm}^2$	比例限度力度 kg/cm^2	破壊係数 kg/cm^2
\bar{x}	0.40	4.2	87.4	387.5	594.0
S · D	0.047	2.15	17.38	75.71	83.34
max	0.47	10.5	122.6	735	736
min	0.29	1.3	49.5	224	392
C · V	11.75	51.17	19.88	19.54	14.03

表-8 実大材の値/無欠点試験体の値

	比 重	平均年輪幅	ヤング係数	比例限度力度	破壊係数
\bar{x}	1.07	1.22	0.86	0.64	0.65
S · D	0.066	0.288	0.094	0.126	0.112
max	1.21	1.92	1.10	0.97	0.88
min	0.80	0.69	0.71	0.36	0.29
C · V	6.17	23.61	10.93	19.69	17.23

表一9 外観的性状と強度性能との相関

	曲げヤング係数	曲げ破壊係数
気 乾 比 重	0.733 **	0.880 **
平 均 年 輪 幅	- 0.674 **	- 0.545 **
曲 げ ヤ ン グ 係 数	—	0.836 **

* : 5%の危険率で有意

** : 1%の危険率で有意

実大材と無欠点材との比から、平均年輪幅では、未成熟部分が少ない無欠点材が約22%小さく、また強度性能では、実大材の値がヤング係数で14%、比例限度応力で36%、曲げ破壊係数で35%といずれも低く、実大材の含む欠点因子が特に、曲げ破壊係数、比例限度応力に強く影響していると考えられる。

また、外観的性状と強度性能の相関は、曲げヤング係数、曲げ破壊係数と比重、平均年輪幅とともに相関が認められ、いずれも実大材より高い相関係数であった。

IV お わ り に

上述の結果から、市販されている県産のスギ正角材は、建築基準法施行令に規定されている材料強度を十分に満足していることから、強度面での利用には支障がないと考えられる。

しかしながら、曲げヤング係数で低い材があり、これらを非破壊による方法で選別することができるシステム化を考え、工業材料としての地位を高める必要があろう。

また、本試験で非破壊による曲げヤング係数から

曲げ破壊係数を推定することの可能性が高かったことから、曲げヤング係数による強度等級区分の方法を検討する必要があり、今後強度性能を生かした有効利用の考えを進める上で、さらに類似した強度試験での資料蓄積をする必要がある。

文 献

- 1) 中井孝：国産造林木の材質—スギ正角材の実大曲げ強度—, 木材工業 39 : 42~46, 1984
- 2) 東野正・中野正志：スギ正角の品等区分と曲げ剛性, 日林会東北支会誌 34 : 254~255, 1982
- 3) 日本建築学会：木構造設計規準・同解説, 461 PP, 丸善, 東京, 1978
- 4) 山本雅彦：構造用製材の強度等級区分に関する研究(第1報), 徳島県林試研報, 20 : 108~119, 1982
- 5) ——— : ——— (第2報) ——— 21 77~91, 1983
- 6) 大澤孝吉・金澤啓吾：構造用製材の強度等級区分に関する研究, 静岡県林試業務成績, 63~64, 1981

資料 島根県のマツタケ生産量の推移と立地条件

平 佐 隆 文

Data on annual production and environmental conditions of Matsutake
mashroom in Shimane Prefecture

Takafumi HIRASA

要 旨

島根県におけるマツタケ生産量の推移と現在の発生分布をまとめた。また、マツタケ生産に関する諸条件—アカマツ林の分布、表層地質、年平均気温、降水量を調査した。

I はじめに

本県には、昭和30年代から40年代にかけて、年々約3千haのアカマツ林が造林され、天然生の成林と合せて、現在、約6万haのアカマツ若幼齢林が存在する¹³⁾。近年、マツタケの生産に対する関心が高まっており、過去の生産実績から、これらのアカマツ林のなかには、マツタケの生産が期待できる林分があるのではないかと推測する。

マツタケの増産を目的としたアカマツ林の手入れについて、金行⁴⁾は発生林の観察によって、下層の雑木の切りすかしによる庇蔭の調節することを提唱した。伊藤・小川¹⁾は若齢林での下層植生の抜き切りや地表のかき起しによって、シロ数の増加と子実体の発生量の増加を認めている。最近、マツタケ菌感染苗³⁾⁹⁾を使用したシロ形成に成功し、子実体の発生がみられた枯木の報告²⁾がある。また、マツタケ発生林の育成について、経済性を検討し、高い収益性があることが示されている⁸⁾¹⁴⁾。

これらの背景から、本県のマツタケ山の造成について検討するために、過去のマツタケ生産量、発生地域の分布および立地条件の資料を作成した。

この調査は、林野庁の研究費助成課題「食用きのこ類の高度生産技術に関する総合研究」¹⁰⁾のなかで実施した。関係各位に感謝する。

II マツタケ生産量の推移と分布

マツタケと主要林産物であった木炭の年次生産量を統計資料¹²⁾から図-1に示した。マツタケ生産量の変動をみると、昭和初期から10年代前半までは、80t前後の年生産量を示し、比較的多い時代であった。その後、30年代前半までの間は、20~30tに減

少した。50年代に入り、やゝ増加の傾向がみえてきた。一方、アカマツ林の状況は、昭和20年代から30年代には、復興資材、パルプ景気等により、年々60万~80万㎡のアカマツ素材が生産され¹²⁾、現在の約20万㎡(蓄積量約900万㎡)¹³⁾と対比し、乱伐された。このため、マツタケ発生林も伐採され、面積が減少したと推測される。

近年のマツタケ生産量の激減について、伊藤ら¹⁾は「アカマツ林から燃料や下草を採取する必要がなくなり、里山地帯が昭和30年代に入って放置されたことによる」と述べている。本県の場合も、同様なことが生じていたと考え、燃料のなかから木炭をとりあげ、年次生産量を図-1からみると、昭和30年代から激減していることが明らかである。すなわち、石油類による燃料革命の影響が顕著である。50年代の増加傾向は、戦後に成林したアカマツ林のなかに、マツタケ発生林が生じて、全体的に発生林面積が増大したことがあげられる。

市町村単位に、昭和46年から5年間のマツタケの平均年生産量を求め、マツタケが発生可能な林齢を7~15齢級として、その齢級の非発生林も含めた面積で除した値を求め、これを「発生密度」とした。

市町村単位の発生密度(1ha当りの平均生産量kg)の分布を図-2に示した。

マツタケの主産地である京都府の例¹⁰⁾をみると、発生密度は3.0~5.9kgを示しており、これに相当する本県の地域は、島根県、鹿島町、八雲村および瑞穂町の4ヶ町村である。全体では0.26kgであるが、1kg以下の地域は広く分布する。

2, 3の県内の発生林や筆者のマツタケ試験林の例から推測して、本県のマツタケ山の平均的年発生

量をha当り10kgとし、年生産量を5tとすれば、本県のマツタケ発生林面積は500haと推定される。これは7齢級以上のアカマツ林面積の2.6%にあたる。

若幼齢林について、今後、発生可能な面積が同様な比率で生ずるとすれば、約1700haがマツタケ発生林として期待できる。

Ⅲ アカマツ林の分布

市町村別アカマツ林面積¹³⁾を表-1に示した。本県のアカマツ林の約80%が7齢級以下の若幼齢林である。この表で、7齢級以下とそれ以上の齢級に分けて面積を示したが、7齢級まではシロの形成が期待できる樹齢であり、それ以上ではシロの形成が望めない^{14) 8)} という意味である。

アカマツ林の分布は、東部の花崗岩地帯、宍道湖周辺から西部沿岸部の第3紀層地帯および西部の古生層地帯の丘陵や小起伏山地に多い。

近年、マツタケ線虫病(「松くい虫被害」)が沿岸部を中心にまん延し、昭和58年度には約8万㎡の被害木が生じた¹³⁾。今後、マツタケ発生林への被害の拡大が懸念される。

Ⅳ 表層地質の分布

林地の標高による構成をみると、本県の林地面積約53万haのなかで、0～200mが36%、200～400mが31%、400～600mが19%、600～1500mが14%である⁶⁾。起伏量による構成は、大起伏山地と大起伏丘陵が15%、中起伏山地が25%、小起伏山地と小起伏丘陵が55%、その他が5%である⁶⁾。すなわち、400m以下の小起伏な林地が過半数を占める。

国土地理院による島根県表層地質図⁵⁾を引用して、図-3に示した。本県の表層地質は、東部の花崗岩地帯、宍道湖周辺から西部沿岸部の第3紀層地帯、西部の古生層地帯および中国山地の中世代酸性火山岩地帯に分類される。

マツタケ生産に適する土壌生成母材については、「我が国のマツタケ産地は、花崗岩地帯、古生層のチャートや砂岩、粘板岩地帯、第3紀層の礫、砂岩、粘板岩地帯に集中する」⁸⁾といわれており、本県の表層地質はこれらに属する地域が多い。

土壌統群をみれば、乾性褐色森林土壌(赤黄色系を含む)が小起伏山地、丘陵等に約10万ha存在する¹¹⁾。林地土壌の生成や変化に影響をおよぼす因子として、人為的作用がある。本県では、過去、タタラ製鉄が奥出雲地方に栄え、また、明治時代から窯業が西部を中心に盛んとなった。これらの産業は、大量の燃

料を必要とし、関連して、薪炭業が発達してきた。原料である土壌の採取、薪炭林の伐採の繰り返しによって、林地土壌が劣化してきた歴史的背景がある。

Ⅴ 年平均気温と年平均降水量の分布

年平均気温の分布を図-4⁷⁾に、年平均降水量の分布を図-5⁷⁾に示した。年平均気温は沿岸部の15℃から中国山地の10℃の範囲にある。14℃の等温線は、標高400mの等高線と類似しており、本県の温暖地と寒冷地の境界をなしている。マツタケの生産地域は14℃以上の地帯に多い。

年平均降水量は、沿岸部の1700mmから中国山地の2400mmの範囲にある。

山陽、近畿地方のマツタケ主産地は、年平均降水量が1400～1700mmの地帯に多く、例えば、広島県甲山町-1389mm、岡山県勝山町-1508mm、京都府瑞穂町-1616mmなどである⁸⁾。これらに比較し、本県はやゝ多いことから、アカマツ林は過湿になり、雑木が繁茂するというマツタケ生産にとっては好ましくない環境が生じ易い。したがって、林内環境を手入れによって改善し、より乾性なアカマツ林に誘導することが、マツタケ生産には重要である。

Ⅵ おわりに

現在のマツタケ生産量と2、3の事例から、本県のマツタケ発生林面積を約500haと推定した。また、過去の発生量、アカマツ林の面積および表層地質等から、今後、マツタケ山造成の対象となる面積は、少くとも、1700ha程度は存在すると考えた。

アカマツ林の齢級構成から、林内環境整備施業の適期にある林分が多く、早期に施業にとりかゝる必要がある。ただし、個々の林分については、マツタケ発生適地であるかどうか、十分な検討を加えなければならない。

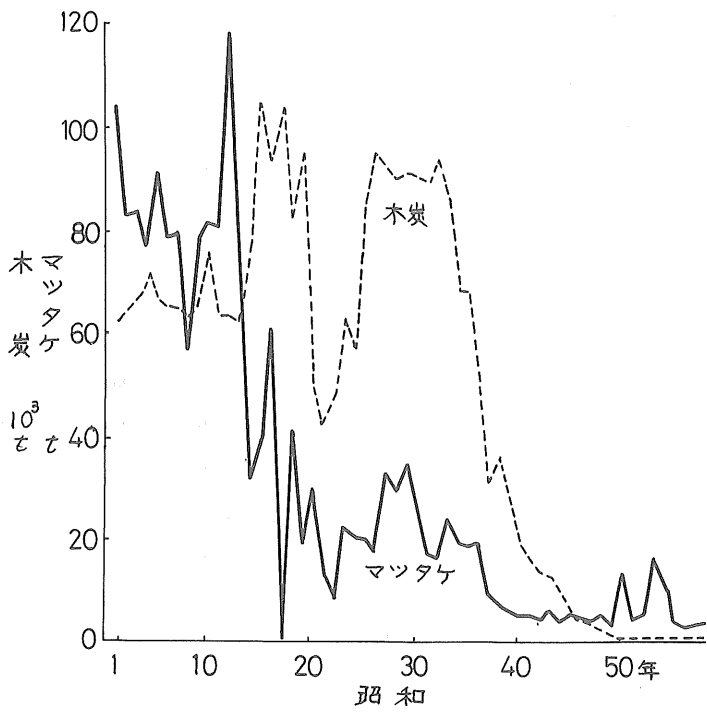


図-1 島根県のマツタケと木炭の年生産量の推移

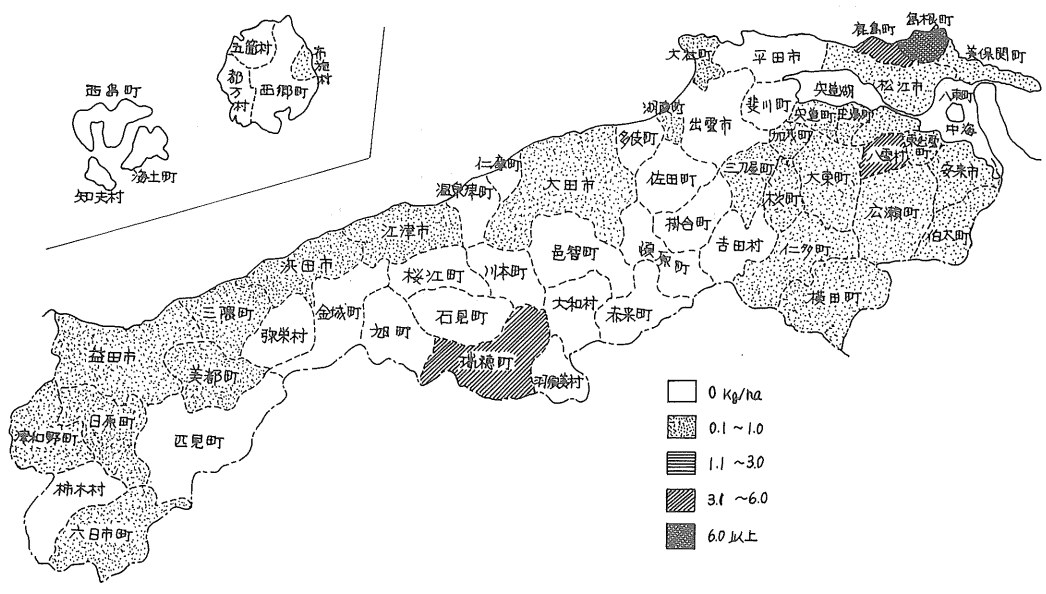


図-2 島根県の市町村別マツタケ発生密度の分布

表-1 市町村別アカマツ林面積

市 町 村	アカマツ林面積 ha			市 町 村	アカマツ林面積 ha		
	1-7 齡級	8-15齡級	合 計		1-7 齡級	8-15齡級	合 計
松江市	2522	1360	3882	温泉津町	405	158	563
鹿島町	183	135	318	仁摩町	170	47	217
島根町	20	15	35	川本町	292	14	306
美保関町	214	73	287	邑智町	328	27	355
東出雲町	757	315	1072	大和村	115	7	122
八雲村	672	183	855	羽須美村	413	20	433
玉湯町	458	220	678	瑞穂町	244	73	317
宍道町	719	272	991	石見町	895	364	1,259
八束町	0	0	0	桜江町	356	49	405
安来市	1053	765	1818	浜田市	1389	454	1,843
広瀬町	3957	293	4250	江津市	2864	478	3,342
伯太町	1657	217	1874	金城町	1142	328	1,470
仁多町	2526	392	2918	旭 町	1035	174	1,209
横田町	3222	287	3509	弥栄村	345	70	415
大東町	1777	182	1959	三隅町	1089	251	1,340
加茂町	204	121	325	益田市	6579	1,343	7,922
木次町	376	61	437	美都町	1188	181	1,369
三刀屋町	668	157	825	匹見町	2624	149	2,773
吉田村	1259	398	1657	津和野町	1228	297	1,525
掛合町	879	114	993	日原町	807	135	942
頓原町	1729	215	1944	柿木村	700	92	792
赤来町	1067	288	1355	六日市町	1019	177	1,196
出雲市	2623	530	3153	西郷町	125	47	172
平田市	1290	722	2012	布施村	69	99	168
斐川町	856	894	1750	五箇村	108	60	168
佐田町	1650	172	1822	都万村	38	19	57
多伎町	1292	129	1421	海士町	0	0	0
湖陵町	395	147	542	西ノ島町	0	0	0
大社町	297	198	495	知夫村	0	0	0
大田市	4952	1319	6271	計	64,841	15,287	80,128

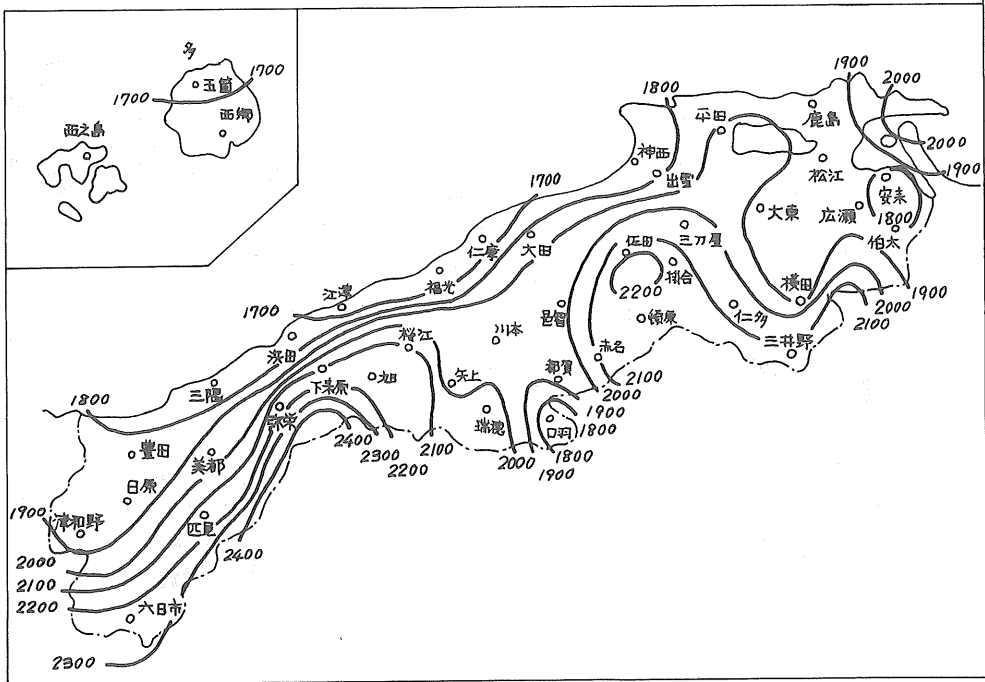


図5 島根県年降水量の分布（昭和43年～昭和52年） 農業気象10年報から作成

引用文献

- 1) 伊藤 武・小川 真：マツタケ菌の増殖法（Ⅱ）
林内殖生の手入れとマツタケのシロの増加 日林誌 61（5），163～173，1979
- 2) 枯木熊人：マツタケ菌感染苗によるシロの人工形成，日林関支講 35，236，1985
- 3) ————：ポットを利用したマツタケ菌感染苗の育成（Ⅰ），広島林試研報 15，49～64，1980
- 4) 金行幾太郎：愛林富国PP 130，1955
- 5) 国土地理院：島根県表層地質図
- 6) 経済企画庁：土地分類図附属資料（島根県）PP111，1971
- 7) 松江气象台：島根県農業気象10年報
- 8) マツタケ研究懇話会編：マツタケ山のつくり方 PP 163，1983
- 9) 小川 真ほか：マツタケ菌の増殖法（Ⅰ）マツタケ感染苗の育成法，日林誌 60（4），119～128
- 10) 林野庁：食用きのこ類の高度生産技術に関する総合研究，P 101～115，1984
- 11) 島根県農林水産部：島根県の林野土壌と林地の利用，PP 26，1980
- 12) 島根県林政課資料
- 13) 島根県造林課資料
- 14) 紫田 勝：マツタケの収穫を目標としたアカマツ林の有効利用，日林関支 29 シンポジウム資料 34～44，1978

島根県林業技術センター研究報告第36号

昭和60年3月印刷

昭和60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 (〒699-04)

電話 (宍道局) 08526-6-0301

印刷所 株式会社 報光社