

I S S N 0429 - 8403

林業試験場時報

第33号

昭和62年3月

The Bulletin of Fukuoka-ken Forest
Experiment Station

No.33

March 1987

福岡県林業試験場

福岡県八女郡黒木町

Fukuoka-ken Forest Experiment Station

Kuroki, Yame, Fukuoka, 834-12 Japan

内 容
(研 究 報 告)

シイタケほだ木の電気刺激に関する研究	金 子 周 平	1
	山 元 理 代	
	中 島 康 博	
	實 淵 喜 康	

序

最近林業をとりまく状況は非常にきびしいものがあり、林家の収入源の一つとして、短期回転のキノコ栽培が盛んである。しかし、円高等の影響もあってシイタケ栽培もきびしい値動きを見せている。このような時、林野庁研究普及課より「食用キノコ栽培におけるコストダウン技術開発」の情報システム化事業がはじめられ、本県においてはいくつかの課題について研究し、その中の一課題として電気刺激によるシイタケ栽培試験を行った。

上記事業終了後も県の臨時経費試験として研究を続けた。又、本研究は電気を利用することから、九州電力KKの全面的協力を得て、産官共同研究となった画期的なものである。

研究結果、シイタケの増産に電気刺激が影響することが判明し、併せてシイタケの発生機作に関与すると思われるいくつかの事例も得られたことは、今後のキノコ研究にプラスする資料と考えられる。キノコ栽培に電気刺激の実用化には未だ達していないが、とりあえず、現在までの結果をとりまとめたものである。本報告が今後のキノコ栽培、キノコ研究の一助になれば誠に幸いである。

福岡県林業試験場長

中 島 康 博

シイタケほだ木の電気刺激に関する研究

金子 周平* 山元 理代** 中島 康博* 實淵 喜康**

Shuhei KANEKO*, Masanori YAMAMOTO**; Yasuhiro
NAKASHIMA* and Yoshiyasu JITSUFUCHI**: Studies on
electric stimulation to *Lentinus edodes* bedlogs

Summary

The influence of discharge and electrify to *Lentinus edodes* (Berk.)Sing. bedlogs was studied.

Electric resistances of *L. edodes* bedlogs in which mycelium had been propagated were differed in diameter, length, weight, and mycelium quantity. That were high in slender, long, and light bedlogs. And it decreased by increasing of bedlog's diameter, length, and weight. Young age of bedlogs which contained small quantity of mycelium were high value of electric resistance. When *L. edodes* inocula "tanegoma" was electrified by intensity of 1kV impulse, it's mycelium propagated normally after that.

Electric stimulation to *L. edodes* bedlog was effective in inducing fruit-body formation. There were two methods on stimulation, discharging electricity to bedlogs and electrifying to them, and were both effective. The former method was discharging electricity between electrode and a nail which hammered on top of the bedlog. When discharging was done on lined or bound bedlogs, the nail was hammered only central bedlog among them. The latter method was electrifying each bedlog directly through contacted electrode.

Discharging to single bedlog, to lined ones, to bound ones were all effective in inducing fruit-body. And further fruiting was induced by combining submergence with these discharge.

On the intensity of discharging electricity it was optimum in 288kV impulse, and on that of electrifying it was optimum in range from 110kV to 288kV.

* 福岡県林業試験場 Fukuoka-ken Forest Experiment Station

** 九州電力(株) 総合研究所 Kyusyu Electric Power Company Research Laboratory

Optimum season of discharge was different with *L. edodes* strain. Late spring for low temperature strain, early autumn for middle-low temperature strain, and during spring to autumn for high temperature strain were respectively optimum.

On interval of discharge, it needed over 6 months. Every month discharge and every third month one were not effective.

In early age of bedlog, they were too damaged with hurt by electric shock to give expected effect. In age of 30-50 months, they were much induced fruit-body formation.

During all the life of bedlog, both of *Quercus serrata* and *Q. acutissima* bedlogs effectively yielded *L. edodes* fruit-bodies by 8 times discharge and submergence in last two years.

Water absorbing ability of *L. edodes* bedlog was not influenced by discharge.

As an application, electric stimulation to *Pleurotus ostreatus* culture on sawdust-rice bran media was effective for hastening fruit-body formation.

Keywords: *Lentinus edodes*, *Pleurotus ostreatus*, electric stimulation,
fruit-body formation,

I. 緒 論

日本で栽培される食用菌の中で、シイタケ *Lentinus edodes* (Berk.) Sing. は歴史が古い。原本に傷をつけて、そこに胞子が飛来するのを待つ鉈目式といわれる栽培方法が長く続けられていたが、1890年代には人工接種の試みがなされた(中村 1982)。時を経て多くの研究成果の中から、おが屑米ヌカの培地で培養した種菌を利用する純粋培養種菌法が1930年代に開発され(中村 1977) これによって近代的な栽培技術の時代が到来し、ついで、1940年代に種駒が開発されるに至り、クヌギ *Quercus acutissima* Carruth, コナラ *Q. serrata* Thumb. などの広葉樹の原木を材料として、これにシイタケの二次菌糸を培養した種駒を接種するという技術が定着してきた。この方法により、栽培が盛んになるにつれて需要の拡大も伴いシイタケの生産は飛躍的に増大した。現在では日本における最も重要な食用菌として農林家の経営を支えるまでになってきている。また、これに伴って食用菌に関する多くの研究がすすめられ、エノキタケ *Flamulina velutipes* (Fr.) Karst., ヒラタケ *Pleurotus ostreatus* (Fr.) Kummer, ナメコ *Pholiota nameko* (T. Ito) S. Ito et Imai, キクラゲ *Auricularia auricula-judae* (Fr.) Quel., タモギタケ *Pleurotus cornucopiae* (Pers.) Rorrand., マイタケ *Grifola frondosa* (Fr.) S. F. Gray など各種の食用菌の人工栽培が可能になり、(古川 1985, 衣川ら 1982) 産業化されている。シイタケを中心としたこれら食用菌の日本での生産は、生産額にして2400億円に達するまでに伸びてきている(古川 1985)。しかしながら、現在行なわれている栽培技術形態は、経験により修得した技術に依存する要素が多く、菌学的裏付けには乏しい面がある。作業工程、環境の影響、原木・菌の遺伝的性質などにより、子実体生産は大きく変動し、残念ながら今だに安定的な生産が困難な状況にある。

シイタケ生産における単位培地(原木)量当りの生産がどれくらい可能であるのか、シイタケの菌糸体積、栄養成分の面から検討されているが(時本ら 1982, 時本ら 1980, Tokimoto & Fukuda 1981, Tokimoto & Kawai 1975, Andō 1974), これらを阻害するものとして1つには病害虫があり(古川・野淵 1986), 時として生産量を大巾に低下させ、大損害をもたらすことがあ

る。(安藤ら 1977, 近藤ら 1976, 松尾 1980, 金子 1981) これらの防除を行なうことが、安定生産の第一歩である。一方、これらの直接的な阻害要因のほかに、きのこ類の子実体あるいは子実体原基の形成に関与する環境的要因が生産に影響することが考えられる。これらの要因についてはとくに近年幅広い分野からの研究が盛んに取り組みされており、物理的、化学的方面からの研究報告がなされている(鈴木 1979)。

シイタケについて、光は、菌糸生長には必要ないが子実体形成には重要な因子である(Ishikawa 1967, 北本ら 1986)。また、水分もシイタケ子実体の発生条件として重要な因子であり(小松・時本 1982, 松本 1984), 散水、浸水が子実体発生促進に有効である(古川 1985, 中村 1982)。温度も、子実体や子実体原基の形成にとって重要な因子であり(西門・宮脇 1942), 原基形成に及ぼす積算温度の影響(Ishikawa 1967, Tokimoto & Komatsu 1978, 小松 1982, 時本・小松 1982), 原木栽培におけるシイタケ子実体の発生操作の過程で、浸水時の水温と芽出し温度が影響を与えること(大平ら 1982), などがわかっている。これは低温による刺激効果とみなされ(衣川 1982, Tokimoto & Komatsu 1978), 積雪の多い寒さの厳しい冬期を過ぎた初春にシイタケが豊作となるのはこのことの裏付けとして考えられる。

また、最近では、化学物質の変化の面から真菌類の子実体発生に関する研究が多くなされるようになった。Cyclic AMPがウシグソヒトヨタケ *Coprinus macrorrhizus* に(宇野・石川 1974), 酸性プロテアーゼ阻害剤S-PIがアミスギタケ *Favolus arcularius* (Fr.) Ames, エノキタケ, ヒラタケ, シイタケなどに(寺下ら 1977, 1978, 1980, 1981, Terashita et al 1981, 1984a, 1984b, 1985), セレブロシドがスエヒロタケ *Schizophyllum commune* に(川合・池田 1983, 川合 1985, 1986a, 1986b), それぞれ子実体形成誘導物質として作用するとされており、その他にも各種きのこについて子実体形成促進物質の検討がなされている(川合 1966, 北本・葛西 1968a, Urayama 1969, 河村ら 1982, 村尾 1986)。一方、栄養物添加による子実体形成促進効果についても報告があり(北本・葛西 1968b, 河村ら 1983, 池ヶ谷・後藤 1984, Andō 1974, 北本ら 1974, 1983a, 1983b, Kitamoto et al 1975, 大賀 1986) シイタケに有効なものも見出されている。その他、子実体形成に伴う培地、菌体の化学的変化に関する研究

は盛んに行なわれている(岩原ら 1981,北本ら 1983a 石川ら1982 1983,寺下ら 1984,松本・時本 1986,時本ら 1977,Uno & Ishikawa 1982,鈴木・横田 1982,時本 1985,福田ら 1984,池ヶ谷・後藤 1986)

しかしながら、我が国で最も盛んであり重要であるシイタケほだ木栽培において、これらの物質がほだ木内のシイタケ菌糸体から子実体原基の形成、子実体発生にどのように関係しているかは明確ではない。シイタケ子実体形成促進に関する研究は今後の重要な課題であると考えられる。

本研究は、従来から原木によるシイタケ野外栽培の現場でよく見かけられていた、落雷による子実体異常多発生について、実験的に再現を試みたもので、シイタケ菌あるいはほだ木の電氣的性質と電氣的刺激による子実体発生促進効果について検討を加えたものである。

電氣的刺激による栽培作物の増収、栽培の短期化、栽培のシステム化の試みは1950年代から試みられ(渡部ら1954)また、植物の生長に与える電磁氣の影響の研究はよく行なわれてきている(金子・高辻 1982,井上・ミラー 1984,浅川 1985)。しかしながら真菌類への影響についてはあまり研究がなされておらず、これからの研究分野であると考えられる。即ち、最近、細胞融合にパルス電流を利用する方法が一部とり入れられているが(内山ら 1985,長田 1986)、このような点からも電氣は食用菌類にも少なからず影響を与えられられる。一般的にも電氣的刺激により、生物の発生、生長、分化、形態形成、遺伝にどのような変化が表われるかはそのメカニズムとともに重要な研究課題であると考えられる。その意味で、本研究は、シイタケ子実体形成促進に関して電氣的刺激の影響を明らかにしようとしたものであり、この成果は今後の研究に生かされるものと考えられる。また、とくに栽培形態については不安定要素の多いシイタケ産業の中で、計画的な子実体発生操作など、安定的増産のための技術開発についても本研究の成果が生かされるものと思われる。

なお、本研究の一部については日本菌学会大会で発表した(金子ら 1984,1985)。

本研究をすすめるにあたり、農林水産省林業試験場きのこ科長古川久彦博士には当初より貴重な助言と指導をいただいた。また、栃木県林業センター大森清寿場長には同テーマの研究で貴重な意見と資料をいただ

いた。ここに厚く感謝の意を表す。そして、この研究に多面的に支持をいただいた前福岡県林業試験場長池田一雄氏、前九州電力総合研究所長上田保之氏に厚く感謝の意を表す。また、とくに福岡県林業試験場大嶋保輔技師、島尻技師には、実験、とりまとめと多方面にわたり絶大な協力をいただいた。併せて深謝の意を表す。その他、同林業試験場、九州電力総合研究所の関係の方々にも厚くお礼を申し上げる。尚、この研究は林野庁の補助により行なわれてきたものである。研究テーマ採択、推進に支援をいただいた元林野庁首席研究企画官藤野野昭一氏外関係各位に厚くお礼を申し上げる。

II. シイタケ菌と電氣

前述のようにシイタケ菌の菌糸生育、子実体形成過程における物理的、化学的環境要因の影響については、温度、湿度、光、pHなどの影響について報告されているが、それらは菌の系統により違うこと(温水ら 1959)また、通気や一酸化炭素の影響(石川ら 1966,志賀ら 1967)や、生化学的性質についても(藤原・石川 1966, Ishikawa 1967, 時本 1985, 河村ら 1980)研究成果がある。胞子への紫外線照射により形態的突然変異が誘発されたことも認められている(Murakami & Take-maru 1975)。しかしながら電氣のシイタケ菌に対する影響についてはほとんど明らかにされていない。

植物や微生物に対する電氣的要因の影響については、そのメカニズムに関する研究でも(島田・島原 1986, 葛西・稲葉 1986, Zimmermann et al 1981, 柴岡 1981, 岡本ら 1983, 森崎 1986)ある程度知見が得られているが、食用菌を中心とする担子菌類については例が少なく、今後の研究課題であると考えられる。

本章では、電氣によるシイタケ菌糸の生育への影響とシイタケ菌糸による材腐朽の程度と電氣抵抗の関係について検討した。

実験材料と方法

まず、シイタケ菌糸への通電の影響を調べるために、材料は市販の種駒種菌、菌興 241号を使用した。種駒は断面積0.636 cm²、長さ14mmの円筒形である。この種駒の、両側の円形断面全部を覆うように、3% NaCl 水溶液を染み込ませた脱脂綿を当て、これに電極を当てて通電し(写真-1)、その影響を調べた。処理電

圧100V, 130V, 260V, 520Vで各1秒間の通電と1kV impulse の処理を行ない, 対照区は前記の脱脂綿を当てただけとした。各区10個ずつの種駒を用いたがこれらを通電直後にPDA培地(ニッスイ)の上ののせ, 25℃で静置培養を行った。その後3日経過してこの種駒からの菌糸の発菌状況を, 12日後には伸長状況を測定した。

次に, シイタケ菌の繁殖した材片の電気抵抗測定は, 種菌接種後7ヵ月のほだ木(種菌は秋山A-27)を割材し, 肉眼で判定してシイタケ菌の繁殖部分の材片と, 未繁殖部分の材片をそれぞれ3片ずつ同様の大きさ(15mm×15mm×30mm)にとり, 木口面(木材繊維の方向に直角の面)両側に3%NaCl水溶液をしみ込ませた脱脂綿を当て, その外側をアルミ箔で覆ってそこに電極を当てて抵抗値を測定した。なお, 同時にこれらの材片を分離培養してシイタケ菌糸の有無を確認し, 乾燥することにより絶乾重を測定し含水率 $\{100 \times (\text{生重} - \text{絶乾重}) \div \text{生重}\}$ を求めた。

実験結果と考察

種駒の電気抵抗は30k Ω であった。種駒への通電後の発菌と菌糸伸長測定結果を表-1に示す。種駒への通電では, どの処理区でも発菌, 伸長は良好であった。しかし, 他に1kV 60秒以上の通電を試みたところ,

発熱により表面水分の蒸発と焦げつきがおこった。これ以上長時間の通電では発熱による菌糸の死滅が起こるであろうと考えられた。

シイタケ菌による腐朽部分の電気抵抗を表-2に示す。通常, 木材では含水率の高い方が電気抵抗は少いと考えられるが, この場合は含水率の低いシイタケ菌繁殖部が1オーダ抵抗値が低く, シイタケ菌糸自体が導電性の高いものではないかということが示唆された。植物病理学では, 植物組織内の病巣範囲などを電気伝導度の測定で知る試みがなされるが, この結果は, 生立木の腐朽部と健全部と比較された報告(鈴木1981, 鈴木ら1984)と同じ意味をもつと考えられる。

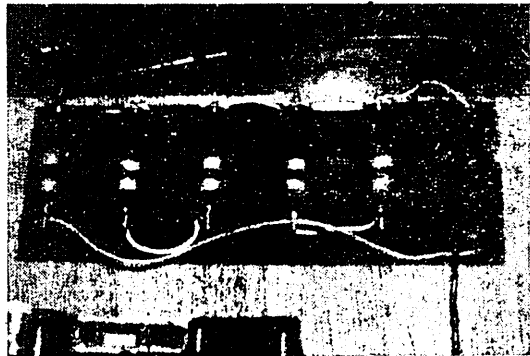


写真-1. シイタケと種駒種菌への通電
Electrify to *Lentinus edodes* inocula

表-1 シイタケ種駒に通電後の菌糸伸長

Mycelial growth of *Lentinus edodes* inocula after electrified.

電圧 Voltage	時間 Time	3日後の発菌 Germination after 3 days	12日後の伸長 Mycelial growth after 12 days (cm)
100V	1 sec	+	3.4
130V	1 sec	+	3.1
260V	1 sec	+	3.4
520V	1 sec	+	3.3
1KV	impulse	+	3.4
Cont.		+	3.4

種駒の抵抗30k Ω , 通電後各10個をPDA培地により25℃で培養

Electric resistance of inocula was 30k Ω and every 10 pieces cultured in PDA media at 25℃ after electrify.

表—2 シイタケほだ木材片の電気抵抗

Electric resistance of *Lentinus edodes* bedlog piece

	含水率 Water content (%)	電気抵抗 Electric resistance (Ω)
シイタケ菌 繁殖部 Mycelium propagated part	29.5	524
シイタケ菌未繁殖部 Mycelium not propagated part	36.7	1,670

$$\text{含水率} = 100 \times \frac{\text{生重} - \text{乾重}}{\text{生重}}$$

$$\text{Water content} = 100 \times \frac{\text{Wet wt} - \text{Dry wt}}{\text{Wet wt}}$$

Ⅲ. シイタケほだ木の径級、重量および接種後経過年数と電気抵抗

シイタケ栽培に使用される原木は、主にコナラやクスギを伐採して含水率36% (湿量基準) 程度まで乾燥させ、1 m 前後の長さに切り揃えたもので、これに二次菌糸である種菌(通常ブナ *Fagus crenata* BLUME の木材片に培養した種駒や木粉に培養したおが屑菌) を接種して培養することによりほだ木となる。種菌の接種数は原木直径値 (cm) の約1.5~2.0倍であるが、径級が大きいと菌糸の材内部への伸長は遅れる (温水・安藤1971)。また、接種後年数を経てシイタケ菌による材の腐朽が進むにつれほだ木辺材部の乾重が減少し、飽水含水率と吸水量が上昇することがわかっている (時本ら1980)。ここでは、これらほだ木の径級、重量、接種後経過年数と電気抵抗値の関係を調べた。

実験材料と方法

- (1)コナラ初年ほだ木：福島県で1983年2月伐採し長さ1 m に切断されたコナラ原木に同年3月3日市販の中低温性種駒種菌 (全国食用きのこ種菌協会1985) 菌興241号を常法により接種 (原木直径値cmの2倍の数だけ電気ドリルで穿孔し、それぞれに種駒を入れ込む) し、常緑広葉樹林 (八女郡黒木町、福岡県林試のシイ類 *Castanopsis* spp カシ類 *Cyclobalanopsis* spp の実験林) 内によろい伏せ (地表との角度約60°で前列の頭部に乗せた横木にたてかけ、一列4~5本でこれをくり返して立てておく方法) で培養したもので、種菌接種後12ヵ月経過したもの。
- (2)コナラ2年ほだ木：福島県で1981年11月に伐採、切

断された原木に常法により市販の種駒種菌 (菌興241号) を接種し、常緑広葉樹林内に10ヵ月間よろい伏せし、ダイオウマツ *Pinus palustris* 林 (八女郡黒木町、福岡県林試試験林以下同じ) 内に14ヵ月間、地表とほぼ直角に立てて並べておいたもの。

(3)コナラ初年無接種：前のコナラ初年と同時期伐採、切断し、種菌を接種していないもので木材腐朽菌のないもの。

(4)クスギ2年ほだ木：前のコナラ2年と同様の作業工程を経たものに市販の種駒種菌 (菌興241号) を常法により接種し、常緑広葉樹林内で21ヵ月間よろい伏せを行なってから、3ヵ月間ダイオウマツ林内に列状に並べて立てかけておいたもの。

以上のほだ木のうち(1)(2)(4)を供試して1984年3月、(1)(3)を供試して同年6月に、電気抵抗の測定を行った。方法は、ほだ木の両木口全面に3%NaCl水溶液をしみ込ませた脱脂綿を当て、その外側にアルミ箔を当てて、これに電気抵抗測定器の電極をつないで1本毎の電気抵抗を測定した。この際、ほだ木は節が少なく、通直なものを選定し、正常にシイタケ菌の繁殖しているもの、無接種本については木材腐朽菌のないものを供試した。

実験結果と考察

図—1 にほだ木の直径と電気抵抗の関係を示す。全体的に直径が大きいほど電気抵抗値は低くなり、コナラ2年ほだ木ではこの傾向が急であった。コナラ初年とクスギ2年はこの点では似通った傾向を示した。次に、ほだ木の重量と電気抵抗との関係を図—2 に示す。

これも全体的に重量と電気抵抗値の間にマイナス相関がみられた。2年ほだ木についてクヌギとコナラの違いを比較すると、直径9 cm以下の小径ほだ木（重量で5 kg以下）ではコナラが、10cm程度以上の中径～大径ほだ木（重量で6 kg以上）ではクヌギがそれぞれ抵抗値は高かった。

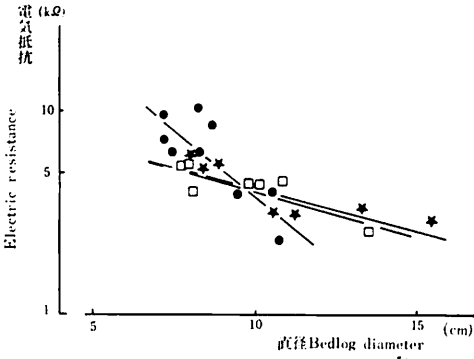


図-1 ほだ木の直径と電気抵抗 —ほだ木齢別—
 Relationship between diameter and electric resistance of *Lentinus edodes* bedlog at different ages
 ●コナラほだ木齢24ヵ月 □クヌギほだ木齢24ヵ月 ★コナラほだ木齢13ヵ月
Q. serrata 24 months after inoculation *Q. acutissima* 24 months after inoculation *Q. serrata* 13 months after inoculation
 $Y = 75.2071 \times 0.7428^X$ $Y = 11.676 \times 0.9009^X$ $Y = 11.5658 \times 0.9058^X$

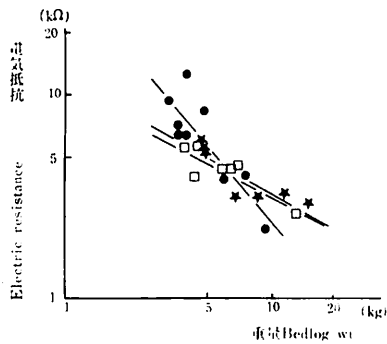


図-2 ほだ木の重量と電気抵抗
 Relationship between weight and electric resistance of *Lentinus edodes* bedlog at different ages
 ●コナラほだ木齢24ヵ月 □クヌギほだ木齢24ヵ月 ★コナラほだ木齢13ヵ月
Q. serrata 24 months after inoculation *Q. acutissima* 24 months after inoculation *Q. serrata* 13 months after inoculation
 $Y = 360596 X^{-1.1726}$ $Y = 10.6706 X^{-0.5195}$ $Y = 12.5480 X^{-0.5807}$

次に、ほだ木内でのシイタケ菌糸繁殖による比較として、コナラ初年の種菌接種したものと無接種のものとの直径と電気抵抗値の関係を図-3に示した。全体的にはやはり直径と電気抵抗値に逆相関の関係があるが無接種種木の方が接種ほだ木より電気抵抗値が高い傾向が得られた。

これらから考察すると、材内にほぼシイタケ菌糸が繁殖した一定長さのほだ木では、直径あるいは重量の増大とともに電気抵抗値が小さくなり、シイタケ菌による腐朽木は無腐朽木より抵抗が小さいと言える。

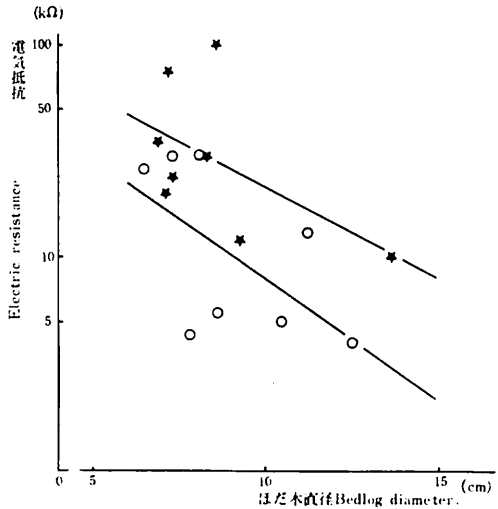


図-3 ほだ木の直径と電気抵抗 —種菌接種木と無接種木—
 Relationship between diameter and electric resistance of *Lentinus edodes* bedlogs which were inoculated and not inoculated
 ○コナラほだ木接種後15ヵ月 ★コナラほだ木無接種
Q. serrata, inoculated 15 months ago *Q. serrata* not inoculate months ago
 $Y = 100.696 \times 0.7789^X$ $Y = 152.884 \times 0.8217^X$

IV. シイタケほだ木への低電流通電

低電流を菌体に通電する研究について数例報告があり、菌体の発育を阻害する、菌体に損傷が生じるなどの例(島田・島原 1986, Zimmermann et al 1981)がある。食用きのこの培養あるいは栽培過程で通電する試みでは、シイタケほだ木に電圧を加えると、菌糸の発育には影響はみられないが、子実体発生を促進、増加させるという報告がある(渡部ら1954)。II章では、シイタケ菌に対して電圧 1 kV 程度では発育を阻害しないことが認められた。ここでは、シイタケほだ木に

低電流を通電し、シイタケの菌系統や栽培方法の異なる近代技術の中でも子実体発生が促進されるかどうか再現実験を試みた。

実験材料と方法

福島県産のコナラに、1982年3月常法で菌興241号種菌を接種し、常緑広葉樹林内に10ヵ月間よろい伏せしたのち、ダイオウマツ林内で14ヵ月間立てて並べておいたほだ木(クスギ・コナラ)と、1981年2月に常法により菌興241号種菌を接種し、常緑広葉樹林内で10ヵ月間よろい伏せした後、福岡県林試内人工ほだ場(遮光率85%のダイオネットで被陰した平地ほだ場、以下同じ)に28ヵ月間ほぼ直角に立てて並べておいた

コナラほだ木を使用した。

方法は、前者については1984年3月26~27日に13時間浸水を行ない(水温11~13℃)、その前後にほだ木重量を測定した。これらに15mA・1secの低電流刺激を与えた。刺激の方法は、電気抵抗値の測定と同じように、3%NaCl水溶液を含んだ脱脂綿でほだ木の両木口を包み、その外側にアルミ箔を当てて、これに電極を接し、通電するものである。

後者については、1984年4月25~26日に15.5時間の浸水処理(水温13.5℃~14℃)を行い、前者と同様の方法で20mA・10secと、200mA・10secの通電を行った。両者とも同一経歴のほだ木と同様に浸水を行い、電気刺激を与えなかったものを対照区とした。

表一3 低電流通電したほだ木からの子実体発生量(1)

Fruit body yield of *Lentinus edodes* bedlogs which were electrified

ほだ木樹種 Bedlog species	実験区 Exp. group	供試数 Number of exp. bedlogs	発生量 Fruit body yield (per 1 m ² wood)	
			個数 Number	乾重 Dry wt (g)
コナラ* <i>Q. serrata</i>	15mA 1sec**	10	813.3	4,195.8
	Cont **	10	416.2	1,959.8
クスギ* <i>Q. acutissima</i>	15mA 1sec**	7	420.5	2,103.1
	Cont **	6	82.6	433.7

* ほだ木齢24ヶ月

* 24 months after inoculation

** 浸水時間13時間、11~13℃

** Submerged for 13 hours in 11~13℃

処理月日：1984年3月27日

Date of electrify : 27 March 1984

表一4 低電流通電したほだ木からの子実体発生量(2)

Fruit body yield of *Lentinus edodes* bedlogs

実験区 Exp. group	供試数 Number of exp. bedlogs	発生量 Fruit body yield (per 1 m ² wood)	
		個数 Number	乾重 Dry wt (g)
20mA 10sec	30	34.5	93.6
200mA 10sec	30	36.9	105.3
Cont.	35	14.5	43.4

発生量は乾燥重量

ほだ木：コナラ、種菌接種後38ヶ月

Bedlog : *Q. serrata* , 38 months after
inoculation

浸水：15.5時間、水温13.5~14℃

Submergence : 15.5hr. in 13.5~14℃

処理月日：1984年4月26日

Date of electrify : 26 Apr. 1984

実験結果と考察

表—3, 表—4に2回の各実験で発生した子実体の量を, ほだ木1m²当りの個数と乾燥重量で示す。なお, 処理後1週間の日平均気温は, 3月が9~14℃, 4月は10~17℃であった。雨量は3月が約70mm, 4月が34mmであった。1回目の3月27日の15mA・1sec通電では, クヌギ, コナラの両ほだ木ともシイタケ子実体発生量が多いという値が得られたが, 4月26日では発生が少なかった。

この結果について考察すると, 3月27日の時点では, 用いた種菌品種の特性から子実体発生ピークを迎える時期であり, 4月26日は, 発生を終えたものであることの違いによるものと考えられる。したがって低電流刺激の子実体発生促進効果は, 発生時期において効果がみられるものと推察される。また3月では処理後1週間70mmの降雨があり, その1週間後から子実体採取が開始されたが, 降雨も効果的に影響したのではなかつたかと考えられる。

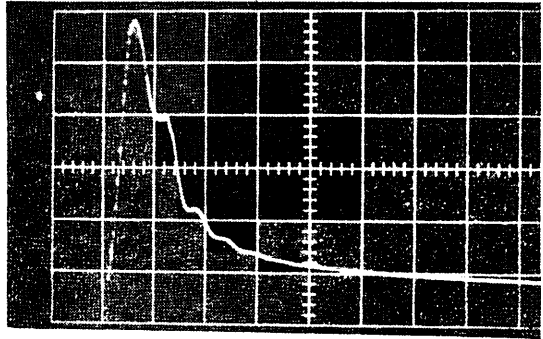
V. シイタケほだ木への雷インパルス刺激

生物に高電圧を放電させることによりその生長を抑制もしくは致死させる研究例が水産関係にみられるが(竹下 1964a, 1964b, 1969), 担子菌類には殆んど例がない。IV章ではシイタケほだ木に対して低電流刺激の効果について検討したが, 本章ではさらに安定的な効果を得ること, また, 同時に多数のほだ木を処理することを目的として, 雷インパルス放電を試みた。これに関して, 処理電圧, 処理方法, 処理時期と間隔について環境条件, 菌体の条件などの面から検討を行なった。なお雷インパルス放電の際のオシロスコープ写真を写真—2に示す。

V—I 電圧

前章の低電流刺激は, ほだ木を1本ずつ処理するという点で能率が低下する。そこで, 一度に数本をまとめて処理するために, 雷インパルス放電による刺激を加えることにした。通常, 自然界での雷は数千kVあるいはその数十倍と言われている。筆者の一人が山地谷部のスギ *Cryptomeria japonica* 林内シイタケ生産現場で, 自然落雷による影響を調査したところ, 並べて立ててあったほだ木からシイタケ子実体が異常に多

数発生しているのが認められた。その範囲は, 落雷中心部から約15m程度まで及ぶものであった。しかしながら, この自然界の雷に匹敵する電圧で実験を行うことについては, 非能率, 危険性, 非実用的などの点で重要な意味はないと考えられた。そこで, シイタケほだ木に損傷が少なく, 子実体発生促進効果の高いことを基準として, 最適電圧を求める実験を行なった。



写真—2. 288 kV インパルス放電
Discharge with 288 kV impulse
X: Time (1 division = 1 μ sec.)
Y: Voltage (1 division = 50 kV)

実験 I

実験材料と方法

ほだ木は, 長さ1mの福島県産コナラ原木に, 1981年2月5日, 市販のシイタケ種駒種菌ヤクルト春2号(低温性, 以下Y 002とする)を常法により接種し, 10ヵ月間常緑広葉樹林内によろい伏せした後, 福岡県林試構内の人工ほだ場に28ヵ月間並べて立てかけておいたものを供試した。これら5~9本を1束にして電極板の上に立てかけ, このうちの1本の上面木口に釘を打ち込み, この釘の先端と上方電極の先端との間に10cmの間隔をおき, 上方電極から各段階の電圧を放電させた(以下電撃という)。予備実験で, 720kVではほだ木の割裂が起これ, 損傷が激しいと認められたので, 以下実験区として576kV, 288kV, 144kVの各段階を設定した。電撃処理後は再び人工ほだ場内に並べて立てかけ, 子実体発生量の調査を行った。電撃処理は1984年4月27日に行い, 各処理区に24本ずつのほだ木を供試した。その後5月7~14日に発生子実体を採取し, 個数と乾燥重量を測定した。また, これら以外に6本を供試し, ほだ木の含水率を測定した。含水率は湿量基準で求めたが, その方法は, 測定ほだ木1本につき4等分して, その間の3ヵ所から厚さ1cmの

円盤をとり、 $100 \times$ (初重 - 絶乾重) / 初重で行った。
以下同じ。

実験結果と考察

供試したほだ木の平均含水率は38.9%であった。シイタケ子実体発生量の結果は表—5に示す。また、ほだ木により発生量にばらつきがみられたが、発生量の度数分布を図—4に示す。子実体発生量の最も多いのは288kV区で、次いで144kV区であり、576kV区では、ほだ木の中には損傷(剥皮、亀裂)の激しいもの

も認められた。

実験時には、供試ほだ木のこのシーズンの発生は終了しており、(このシーズン実験前発生量 $3,569\text{g}/\text{m}^2$ 、種菌接種からこの実験前までの総発生量 $4,290\text{g}/\text{m}^2$)、無処理区での自然発生は殆んどなかったために、電撃処理は顕著な効果が認められた。

なお、この実験では、浸水操作を組み合わせないが、実験後に34mm程度の降雨があり、IV章と同様にこのことが処理区には効果的に影響したことも考えられる。

表—5 電撃ほだ木からの子実体発生量(無浸水)

Fruit body yield of *Lentinus edodes* bedlogs which were discharged
(non submergence)

実験区 Exp. group	供試数 Number of exp. bedlogs	発生量 個数 Number	Fruit body yield (per 1 m ² wood) 乾重 Dry wt (g)
144 kV	2 4	505.3	1,337.0
288 kV	2 4	770.1	2,171.4
576 kV	2 4	121.6	558.4
Cont.	2 4	16.9	55.2

ほだ木令 : 種菌接種後38ヵ月 (ヤクルト春2号)

ほだ木の含水率 : 38.9%

電撃処理後1週間内に34mmの降雨

Bedlog age : 38 months after inoculation (Yakult haru 2)

Water content of bedlogs : 38.9% (mean value of 6 samples)

All exp. group had 34mm rainfall in a week after discharge.

表—6 電撃ほだ木からの子実体発生量(浸水)

Fruit body yield of *Lentinus edodes* bedlogs which were discharged
(submergence)

実験区 Exp. group	供試数 Number of exp. bedlogs	発生量 個数 Number	Fruit body yield (per 1 m ² wood) 乾重 Dry wt (g)
288 kV	2 1	650.8	2,100.0
576 kV	2 1	485.0	1,648.9
720 kV	2 1	453.8	1,427.4
Cont.	2 1	276.2	840.6

ほだ木令 : 種菌接種後38ヵ月

ほだ木の含水率 : 42.3%

Bedlog age : 38 months after inoculation (Yakult haru 2)

Water content of bedlogs : 42.3% (mean value of 6 samples)

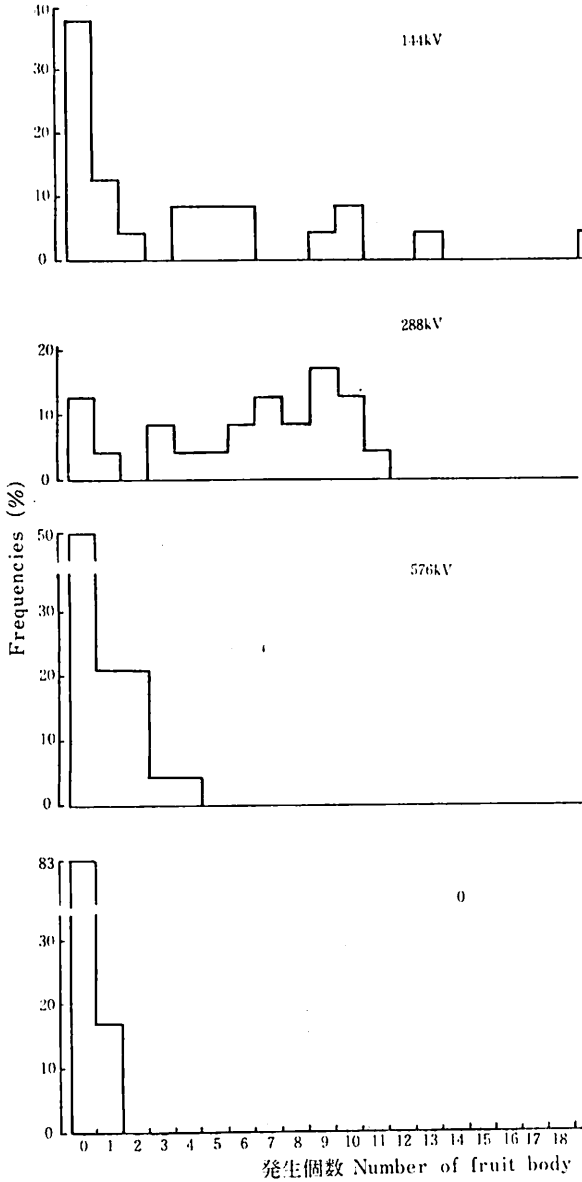


図 - 4 シイタケほだ木の電撃処理による
子実体発生数の頻度 (1)
Frequencies of fruit body yield by discharge
to *Lentinus edodes* bedlogs (1)
ほだ木の浸水なし
All bedlogs were not submerged

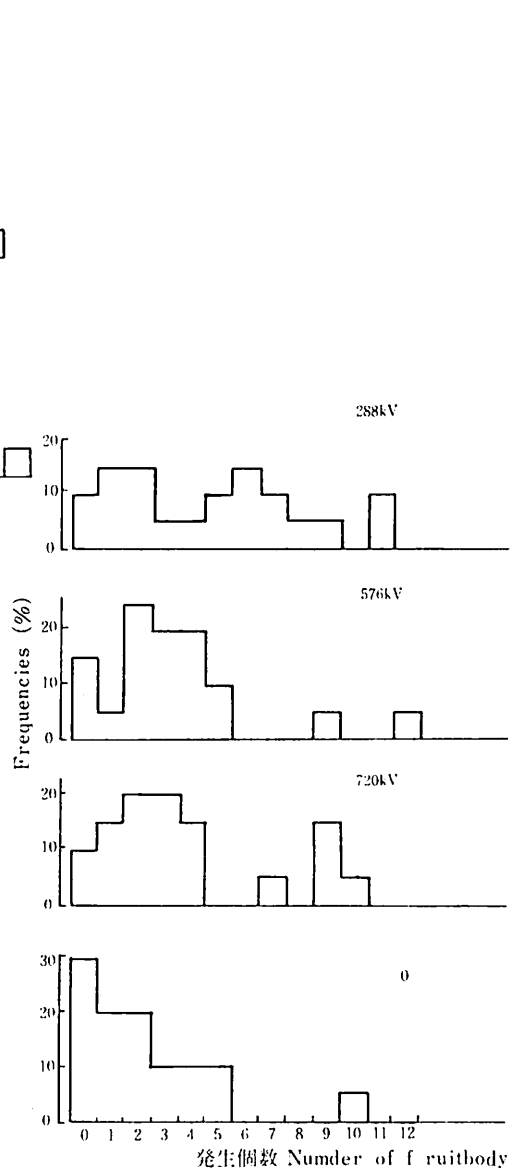


図 - 5 シイタケほだ木の電撃処理による
子実体発生数の頻度 (2)
Frequencies of fruit body yield by discharge
to *Lentinus edodes* bedlogs (2)
ほだ木の浸水あり
All bedlogs were submerged 15hr
before discharge

実験Ⅱ

実験材料と方法

供試したほだ木は実験Ⅰと同一の経歴のものであるが、これらを前日から当日にかけて15時間井戸水に浸水(水温12.5℃)した後、電撃実験に用いた。電撃の方法は実験Ⅰと同じであるが、浸水によりほだ木の含水率が高まっており、電気抵抗が低いと考えられることから、実験Ⅰより高い段階の電圧を印加した。電撃処理後の操作も実験Ⅰと同様にした。処理は1984年5月2日に行い、各処理区21本づつとした。5月11~22日に発生子実体を採取して個数、乾燥重を測定した。また実験Ⅰと同様にほだ木の含水率を求めた。

実験結果と考察

供試ほだ木の平均含水率は42.3%で、実験Ⅰより高い値であった。電撃後のシイタケ子実体発生量は表-6に示す。この結果においても、288kV区が最も発生が多く、これより高電圧になると減少した。この場合もほだ木によりばらつきがみられたが、発生量の度数分布を図-5に示す。尚、実験Ⅱでは無処理区にもシイタケ発生がみられたために実験Ⅰに比較して処理区

の無処理区に対する発生量の比は低下した。無処理区での発生は浸水の効果によるものと考えられるが、また処理後の温度、雨量は実験Ⅰと異なり実験前後に最低気温が5~7℃に下がり実験後の降雨量も91mmを得てこれも補助的効果があったと考えられる。

以上、実験Ⅰ・Ⅱより、ほだ木の電撃による子実体発生促進効果は288kVの電圧が最適値であることが認められた。また、浸水処理と組み合わせなくても効果が認められたが、これは処理後の34mm程度の降雨が影響していると考えられた。しかしながら、電撃処理したほだ木間にもばらつきがみられた。この原因を検討するために、実験Ⅰ、Ⅱの288kV処理区について供試ほだ木の直径と発生したシイタケ子実体乾燥重との関係を図-6、図-7でみると、釘を打ち込んだもので電撃による損傷のため子実体発生がなかったものを除くと、直径が大きくなると発生量も増大するという傾向が得られた。これを無処理区でみると、図-8に示すように一時的なシイタケ発生量にはほだ木直径の影響は認められない。したがって288kV処理区では、ほだ木の直径が大きくなると電撃の効果が大きいという傾向に起因したばらつきが生じていると考えられる。

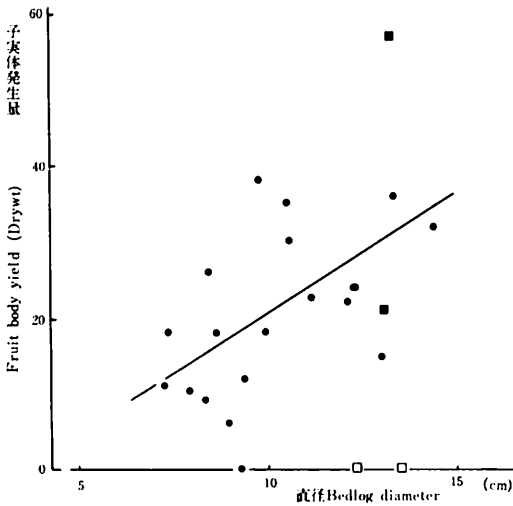


図-6 電撃処理後用にさらしたほだ木の直径と子実体発生量
Relationship between diameter and fruit body yield of *Lentinus edodes* bedlogs which were discharged (288kV impulse) and had 34mm rainfall after exp.

□釘を打ったほだ木で損傷のひどいもの Much hurted by electric shoe among the bedlogs in which a nail hammered	●釘を打ったほだ木で健全なもの Normal (not hurted) among the bedlogs in which a nail hammered	○釘を打っていないほだ木 Nail was not
---	---	------------------------------

$Y = -11.3425 + 3.2020 X$

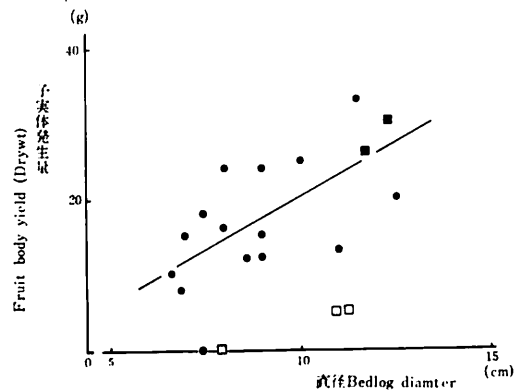
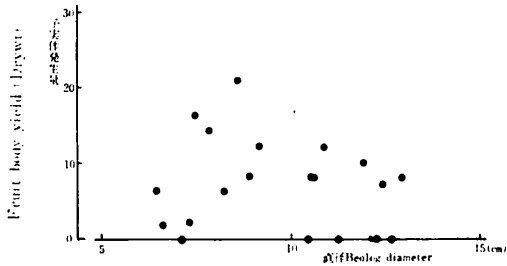


図-7 電撃処理後用にさらしたほだ木の直径と子実体発生量
Relationship between diameter and fruit body yield of *Lentinus edodes* bedlogs which were discharged (288kV impulse) and submerged.

□釘を打ったほだ木で損傷のひどいもの Much hurted by electric shoe among the bedlogs in which a nail hammered	●釘を打ったほだ木で健全なもの Normal (not hurted) among the bedlogs in which a nail hammered
---	---

○釘を打っていないほだ木
Nail was not

$Y = -8.1390 + 2.8200 X$



図・8 浸水処理のみのほだ木の直径と子実体発生量
Relationship between diameter and fruit body yield
of *Lentinus edodes* bedlogs which were only submerged

Bedlogs: *Q. serrata* which had been 39 months
after inoculation

V-2 電撃処理方法

前章で述べたようにシイタケ子実体原基あるいは子実体の形成には、光、低温刺激、水分条件が複合的に影響することが知られているが、本章では、雷インパルス刺激に加えて浸水との組み合わせ方や、電極とほだ木の間隔をなくして低電圧で処理した場合の効果の検討を行なった。さらに、通常生産現場ではほだ場内にほだ木を並べて立てかけシイタケ子実体を発生させるが、それを想定して、ほだ木を横並びに立てかけ、それに電撃処理を行った場合の効果についても検討を加えた。

V-2-1(1) 浸水との組み合わせ

実験材料と方法

供試したほだ木のうちコナラほだ木は常法により種菌(菌興 241号)を接種した後、10ヵ月間常緑広葉樹林内でよろい伏せし、21ヵ月間福岡県林試内人工ほだ場に立てかけておいたもの。クヌギほだ木は、常法により種菌(菌興 241号)を接種し、18ヵ月間常緑広葉樹林内によろい伏せした後、福岡県林試内人工ほだ場に並べて立てかけ12ヵ月経過したものである。前者は1984年10月5日に、後者は1985年9月26日に供試した。

これらを、電撃処理(いずれも288 kV)した後浸水するもの、浸水しないもの、電撃処理せずに浸水するものに区分けをし、各区20本づつとした。それぞれの処理を行った後、前述の人工ほだ場に並べて立てかけ

子実体発生量(個数, 乾燥重)を調査した。

なお、コナラほだ木の浸水時間は16時間、水温は17.5℃。クヌギほだ木の浸水時間は20時間、水温は17~20℃である。

実験結果と考察

各試験区のシイタケ子実体発生量の比較と処理後の気温、降雨量を表-7に示す。コナラほだ木は種菌接種後30ヵ月、クヌギほだ木は31ヵ月のものを使用したもので子実体発生期の盛んな時期であり(温水ら1959, 時本 1985)各区とも良好な発生量を示したが、いずれも電撃処理に浸水処理を組み合わせた区が発生量は最大であった。クヌギの実験では処理後1週間で50mmの降雨があり、これが浸水をしなかった区にも効果的に影響し、良好な発生となったと考えられる。気温についても両実験時とも寒暖の差があり発生に適していたのではないかと考えられる。このように電撃処理に浸水を加えることにより、電撃刺激と低温刺激、水分補給が効果的に働き合い、良好な発生量を示したものと考えられる。

表一七 電撃と浸水の組合せによる子実体発生促進効果
 Effect of fruit body yield of *Lentinus edodes* bedlogs
 which were discharged and submerged

樹種 Bedlog species	実験区 Exp. group	供試数 Number of exp. bedlogs	発生量 Fruit body yield (per 1 m ² wood)		気温 Temp. (°C)	雨量 Amount of rain toll (mm)
			個数 Number	乾燥重 Dry wt (g)		
コナラ <i>Q. serrata</i> *	Exp. 1	20	763.0	3,092.5	16.1 7.9-26.0 ~	5
	Exp. 2	20	222.9	854.4		
	Exp. 3	20	139.5	754.7		
クスギ <i>Q. acutissima</i> **	Exp. 3	20	3,031.0	4,454.6	18.8 8.0-28.6	50
	Exp. 2	20	1,084.4	2,358.8		
	Exp. 3	20	2,375.9	4,193.8		

実験区1: 288kV処理後浸水 実験区2: 浸水のみ 実験区3: 288kV処理のみ

* 1984年10月5日処理 } 気温は処理後1週間について $\frac{\text{平均}}{\text{最低-最高}}$ 雨量は合計

** 1985年9月26日処理 } 気温は処理後1週間について $\frac{\text{平均}}{\text{最低-最高}}$ 雨量は合計

Exp. 1: Submerged after 288kV impulse discharge

Exp. 2: Only submerged

Exp. 3: Only 288KV impulse discharge

* : Discharged at 5 Oct, '84, (30 months after inoculate)

** : Discharged at 26 Sep. '85 (31 months after inoculate)

Temp showed $\frac{\text{mean}}{\text{min-max}}$ rainfall showed total amount for 7 days after exp.

V-2-(2) 1本毎処理と列状処理, 結束処理

電撃処理を行なう場合, 危険性を低くするためにでき得る限り低電圧にして効果を維持する必要があるが, そのために処理を1本毎にし, しかも電極とほだ木の間に間隔を設けず直接通電するという方法が考えられる。あるいはまた, 電撃処理の能率を向上させるために, シイタケ生産現場でのほだ場(子実体発生・採取場所)を想定してほだ木を列状に立てかけ, 列の数を同時に処理することが考えられる。さらに, これと同様の観点から, また, 処理後の浸水作業を考慮して数本を束ねておいて前者と同様にして放電させる方法も考えられる。ここではこれらの処理方法についてそれぞれ実験を行ない, その効果を調査した。

実験材料と方法

供試材料は各実験区ともコナラほだ木で, 1981年2月5日に常法により市販の種駒種菌ヤクルト春2号あるいは菌興241号を接種し, 10ヵ月間常緑広葉樹林内でよい伏せした後, タイワンスギ *Taiwania cryptomerioides* 林内(福岡県林試実験林, 以下同じ)に列

状に立てかけて35ヵ月経過したものを供試した。いずれも1984年11月に電撃処理を行い, その後水温11℃~13℃の井戸水に15時間浸水した。

1本毎処理は菌興241号接種ほだ木を供試し(電撃処理区9本づつ, 対照区10本づつ), ほだ木上面木口に釘を打ち込みその先端から10cm離して電極を置きここから放電させる方法(写真-3)と, 同様に打ち込んだ釘の先端に電極を接触させて通電する方法である。低電圧印加が目的なので電圧は5kV(電極接触区のみ), 10kV, 55kV, 110kV, 288kVとした。対照区は浸水しない区も加えた。また, 他の処理方法と比較するために, ヤクルト春2号接種ほだ木に対し間隔を設けて288kV処理(13本)を行なった。

列に対する処理は, 供試ほだ木(ヤクルト春2号)を6~8本列にして立てかけ, そのほぼ中央の1本のほだ木の上面木口に釘を打ち込み, その先端から10cm離して電極を置き放電させるもの(写真-4)である。この際, 各ほだ木は約10cmづつの間隔をとって並べた。印加電圧は, 数本を同時に処理するので1本毎処理より高く, 216kV, 288kV, 360kVとした。供試数は216kV

区は14本、他は13本、対照区は結束処理の対照区と同一とした。

結束して処理する方法は、ヤクルト春2号接種ほだ木3本づつを一組にして上方から3分の1の高さで結束し、下部を拡げて足にして立てておき、そのうちの1本の上面木口に釘を打ち込み、10cm離れた電極から

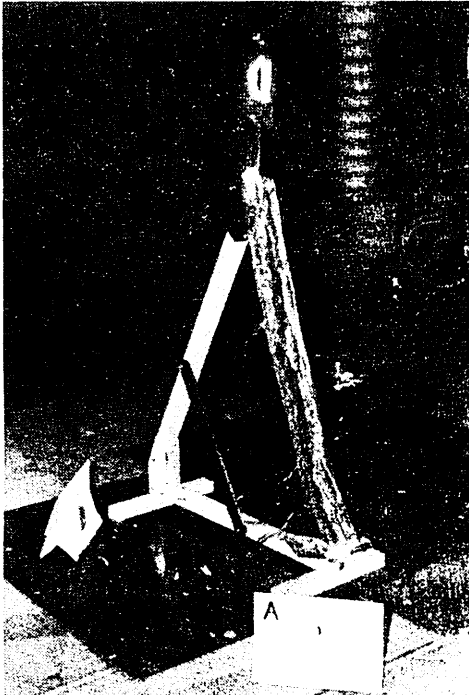


写真-3. ほだ木1本毎電撃処理
Discharge electricity to each bedlog

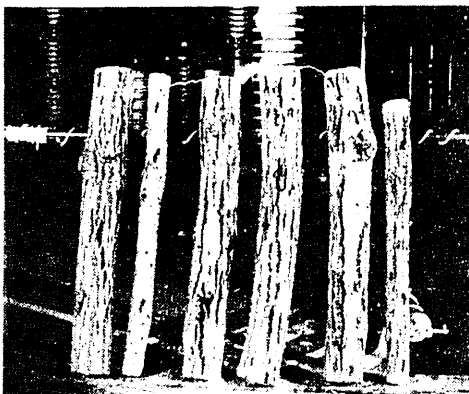


写真-4. 列状に並べたほだ木の電撃処理
Discharge to line of bedlogs.
(日経新聞 小林氏 撮影)

放電させた(写真5)。印加電圧は216kV、288kV、360kVとし、各区9本づつを供試した。

各ほだ木とも浸水後は人工ほだ場内に列状に立てかけ、発生してくる子実体を採取して、個数と乾燥重を調査した。

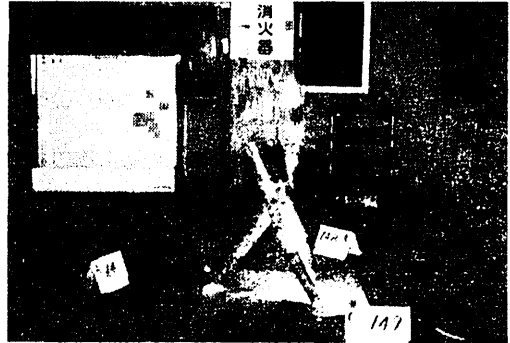


写真-5. 3本結束したほだ木の電撃処理
Discharge to binding unit of 3 bedlogs.

実験結果と考察

1本毎処理の結果についてみると、電極とほだ木に打ち込んだ釘との間を10cm離して放電した区では、288kVまでは高電圧になるほど処理効果は高いことが認められた(図-9)。一方、電極を接触させた実験では、110kVの区と288kVの区はほぼ同様の子実体発生量が認められた。これから、ほだ木への直接通電によれば、間隔をあけて放電する場合の約1/2程度の電圧でよいものと考えられた。なお、110kV、288kV、以外の処理区では対照区を下回るものもあり顕著な差が認められなかった。

次に、列状に並べたほだ木への電撃処理では、288kVで最も高い効果が認められ、216kVもこれに近い効果が認められた(図-10)。360kVでは効果が認められなかった。このことについて、各供試ほだ木を並べた位置とシイタケ発生量を比較してみると、288kV区では釘を打ち込んだほだ木から最も良くシイタケ子実体の発生がみられ、これから最も離れた端のほだ木でも発生がみられるが、360kV区では、釘を打ち込んだほだ木では殆んど発生がなく、両隣りのほだ木で発生が多かった。そして、これから離れるにしたがい発生は減るといった結果であった。列状に並べたほだ木への放電状況を写真-4でみると、電極から釘の先端に放電後、次々と隣りに放電していく現象が認められ

る。このことから、360kV 印加区では電極から最初に放電すると考えられる釘を打ったほだ木では電圧が高すぎ、約10cm離れた隣のほだ木で適度の刺激が得られたのではないかと推察される。

3本ずつ結束して処理した実験では、図-11に示すようにやはり288kV 印加区が効果が高かった。360kV 印加区でも効果が認められたが列状に立てたほだ木への処理と違い、各ほだ木を結束し、上部から約3分の1の部分で互いに接触させる方法であるため、釘を打

ったほだ木と他のほだ木の間には差がなかったことによると考えられる。

以上、各処理方法についての結果では、1本毎の処理でほだ木と電極を接触させれば低電圧で効果があること。通常のほだ場のように列状に並べ、6~7本まとめての処理で効果のあること、3本ずつ結束しても効果のあることが示された。また、各処理方法の比較では1本毎処理、列状処理、3本組の順でそれぞれ効果がみられた(表-8)。

表-8 電撃処理方法別子実発生量

Fruit body yield of *Lentinus edodes* bedlogs discharged in different methods

処理方法 Exp. method	供試数 Number	発生量発生量	
		Fruit body yield (per 1 m ² wood) 個数 Number	乾重 Dry wt. (g)
1本毎* Each	13	425.2	1,203.7
列状* Line	13	544.7	1,051.4
結束* Binding	9	314.3	729.3
Cont	9	192.9	405.1

* : 288kV 印加

* : Given 288kV impulse discharge

列状は6~7本ずつ結束は3本ずつ
ほだ木はヤクルト春2号接種後45カ
月のコナラ

Line were every 6 and 7, Binding
were every 3 bedlogs

Bedlogs : *Q. serrata* 45 months after
inoculation (Yakult haru 2)

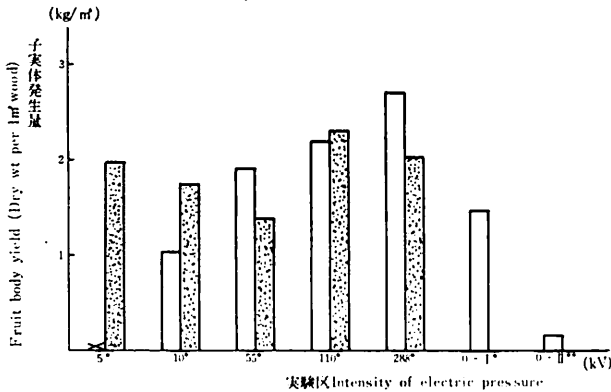


図-9 ほだ木1本毎電撃処理効果

Fruit body yield of *Lentinus edodes* by electric stimulation to each bedlog.

- 間隔あり Discharge (gap 10cm)
- 間隔なし Electrify (gap 0)
- * : 浸水15時間(11~13℃) Submerged 15hr in 11~13℃
- ** : 浸水なし Not submerged

ほだ木 : 南興 211号接種後45ヵ月のコナラ
各区9~10本供試
Bedlogs : *Q. Serrata* 45months
after inoculation (Kinko231)
every 9~10bedlogs were prepared

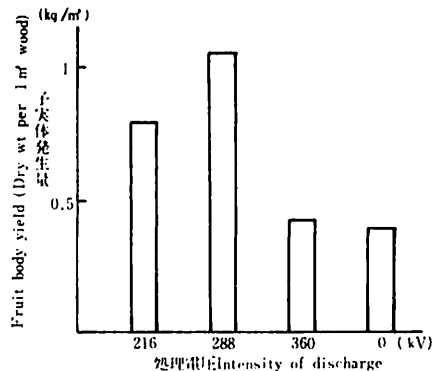


図-10 列状ほだ木への電撃処理効果

Fruit body yield of *Lentinus edodes* by electric stimulation to every line of 6~8 bedlogs. All exp. group (every 13~14 bedlogs) submerged 15hr. in 11~13℃

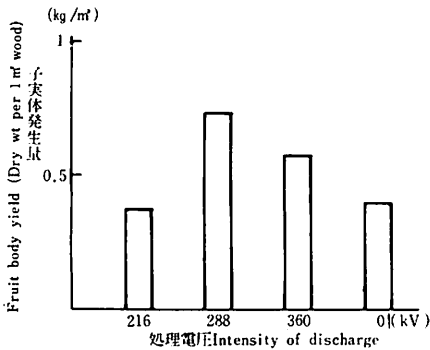


図-11. 3本組ほだ木への電撃処理効果

Fruit body yield of *Lentinus edodes* by electric stimulation to every binding of 3 bedlogs
All exp. group (every 9 bedlogs) submerged 15hr. in 11~13°C

V-3 処理時期と処理間隔

シイタケのほだ木栽培では、種菌系統により子実体の発生する時期が異なる(温水ら1959, 安藤ら1969)。また、浸水などの発生操作を行う不時栽培の場合では各シーズンに応じて発生させることができ、この場合は、子実体発生後に休養として、次の操作までの間隔をとる必要があるとされている(古川 1985)。このことは、子実体原基の形成条件が重要であると考えられ、それには温度、湿度(水分)が関与することがわかっている(小松・時本 1982)。電気刺激でシイタケ子実体発生促進に高い効果を得るためには、シイタケ菌の系統に応じて最適な処理時期を把握する必要がある。さらに、処理後の休養期間つまり次回処理までの適切な間隔を把握しなければならない。

そこで本章では、各系統のシイタケ種菌を接種したほだ木に対して、それぞれ数回づつ電撃処理の実験を行ない、系統ごとに、最適な処理時期、処理間隔についての検討を行った。

実験材料と方法

シイタケ菌の系統として、市販の種菌より低温性のヤクルト春2号、中低温性の菌典 241号、高温性のヤクルト夏秋8号の3系統(全国食用きのこ種菌協会1985)を接種したコナラほだ木で、種菌接種後5ヵ月~51ヵ月のものを供試した。これらのほだ木は常法により接種し、10~14ヵ月間常緑広葉樹林内による伏せ

してから、福岡県林試内人工ほだ場や、タイワンスギ、ダイオウマツの林内に列状に立てかけておいたものである。

電撃処理は、主に288 kVの電圧で行なったが、高温性種菌接種ほだ木は通常の栽培に合わせてほだ木令(種菌接種後の期間)の若いものを供試したので、これらについては216 kV区を加えた。またこの際、電撃処理によるほだ木の損傷の度合を7段階に分けて(剥皮、亀裂がほだ木全長に及ぶものを+5として0, 土と+1~+5)調査した。また各電撃処理に浸水処理を組み合わせた。処理後は福岡県林試内人工ほだ場に列状に立てかけて発生する子実体採取し、個数と乾燥重を調査した。発生子実体については、電撃処理後1ヵ月以内に採取されたものを処理の影響によるものとし、その後発生したものは自然発生とみなして別にとりまとめを行なった。

各系統による電撃処理時期はそれぞれ異なり、低温性系統については1984年4月処理したほだ木で6月から1ヵ月毎、3ヵ月毎に処理する区と、5月と11月(6ヵ月間隔)に処理する区を設定した。中低温性系統を接種したほだ木では、低温性系統の結果から通常の発生適期と考えられる(古川 1985)10月、11月(1984年)3月、5月(1985年)に処理する区と11月と4月に処理する区、4月だけ処理する区を設定した。

高温性系統接種ほだ木では、同じく発生型を考慮し10月、5月、7月(クヌギほだ木)、8月、4月に電撃処理実験を行った。処理間隔について検討する実験では5月と8月は同一ほだ木を供試し、最適処理時期を把握する実験では5月と8月で異なるほだ木を供試した。

実験結果と考察

低温性系統接種ほだ木での実験結果を表-9に示す。春期4月に電撃処理を行わず発生が少なかったほだ木で、その後6月から11月までの1ヵ月毎に処理を行なったが、殆んど子実体の発生がなく、翌春(4月)の処理で発生促進効果がみられた。度重なる電撃処理によりほだ木が消耗して秋発生がなかったと考えられるので、春処理により多発生したものを供試し、3ヵ月毎の電撃処理を行ったが、これによっても7月、11月(初旬)では殆んど発生がなかった。11月の処理については、気温条件は効果のみられる時期と変わらな

いが降雨量がこの前後1ヵ月(10月11日~11月10日)で0という気象条件のため、ほだ木の条件が悪かったとも考えられ、また、春電撃処理による多数発生の影響が11月まで残っていることも考えられることから、さらに同じく低温性種菌接種ほだ木で、春処理効果が高かった後6月~10月の6ヵ月間休養させたものを供試して11月末に電撃処理を行なったところ効果がみられた。しかし翌春の自然発生ではやや劣った。以上の

ことから、低温性種菌接種ほだ木に対しては春期の処理が最も効果があり、6ヵ月程度の間隔があれば秋期の処理でも効果がみられた。これらについて、処理後1週間の気温、降雨量との関係を検討すると、平均気温は12℃~16℃が最も良く、5℃台の低温がある時が効果的であると考えられる。降雨量については、補助的效果として影響すると考えられた。

表—9 低温性種菌接種ほだ木の1ヵ月毎、3ヵ月毎、6ヵ月毎電撃処理による子実体発生 (g / m²)
Fruit body yield of *Lentinus edodes* (low temp. fruiting strain) bed logs discharged every 3rd and 6th month with 288 kV. (Dry wt per 1 m² wood)

実験区 Exp. group	供試数 Number of exp. bedlogs '84	処理月日 Day of discharge '85										計 total
		27/Apr.	2/May	28/June	30/July	27/Aug.	1/Nov.	29/Nov. (21/Feb.~10/Apr.)	11/Apr.	9/May		
Exp.-I	24	(55.2)	—	0	0	0		(589.9)	2,205.6	—	2,850.7	
Exp. II	24	1,223.1	—	—	0	—	49.4		(1,497.4)*	538.1	3,308.0	
Exp. VI	13	—	1,726.6	—	—	—	—	1,051.4		(1,048.3)	3,826.3	
Cont.	25	1,259.8	—	0	0	0	0	0	(767.3)	462.4**	2,489.5	
Temp.		15.7	15.3	24.0	27.6	27.2	13.5	7.9		12.4	19.1	
Rainfall		5.5-26.1	5.5-26.6	19.3-31.8	19.8-35.8	22.2-33.7	5.5-25.7	0.6-18.1		5.0-21.3	12.4-28.9	
Rainfall		24	7	60	23	15	0	2		53	60	

() : 自然発生 Natural fruiting * 2月21日から5月8日までの自然発生 Natural fruiting from Feb.21 to Apr.11 ** 4月11日に浸水のみ Only submerged *** 10月11日から11月10日まで雨量0 Amount of rainfall is 0 from 11/Oct to 10/Nov.

Exp.-I : 1ヵ月毎電撃処理 Discharged (288KV) every month
Exp.-II : 3ヵ月毎電撃処理 Discharged (288KV) every 3rd month
Exp.-VI : 6ヵ月毎電撃処理 Discharged (288 kV) every 6th month

気温 : 処理後7日間の平均気温
Temp : $\frac{max + min}{2}$ of 7 days after exp.
ほだ木 : コナラ種菌接種後39ヵ月
Bedlog : *Q. serrata*, 39 months after inoculation

次に、中低温性接種ほだ木については、この系統の発生時期に重点をおいて実験を行なったが、まずコナラほだ木では自然発生初期の10月初旬の電撃処理において顕著な効果がみられたが、そのほだ木を2ヵ月後に再供試した11月末の処理では効果がみられず(ほだ木20本で子実体発生2個)これらは、その後3月初旬(同10個)5月初旬(同9個)の電撃処理でも効果がみられなかった(表—10)。全く同様の実験をクヌギについても行なったが(表—10)、10月、3月でやや良好な発生を示したが、11月、5月では効果がみられず、全体的にコナラほど対照区との差はなかった。しかしこの場合、初春の自然発生が極端に減少することがなかった。これは、供試したほだ木の令が、コナラが種菌接種後30ヵ月であったのに対し、クヌギが19ヵ月であったために、ほだ木内の菌糸体積、栄養成分量の差が影響した(温水ら1959, 時本ら1980, 時本ら1982)も

のと考えられる。このクヌギについて、翌年の処理では、秋期第1回に顕著な効果がみられた(V章)。

また、中低温性系統接種ほだ木で、秋期の多数発生の影響を避けるために、前年秋に電撃処理を行わず発生しなかったほだ木に春期だけに電撃処理したもので、対照区の1.5倍程度の子実体発生があり、効果が認められた(表—11)。また、秋期1回と春期1回の処理を行なった区では秋期に効果がみられなかったが、翌年1月~3月中旬までに自然発生が3kg/m²程度ありその後の春処理でも効果がみられなかった(表—11)。このことについて、秋('84年11月1日)処理では前述の1ヵ月降雨0という極端な少雨により電撃効果が抑制され、春処理は自然発生の影響があったと考えられる。

以上のことから、中低温性種菌接種ほだ木では、秋と春に電撃処理の効果があるが、秋に顕著な効果がみ

られ、秋春連続しての効果は認められなかった。このことは、この系統の菌については秋期の発生前にシイタケ原基の形成があり、それが翌春の発生まで影響しており、春期に新しく原基形成されることがないため(小松・時本 1982)であろうと考えられる。

高温性系統接種ほだ木では4月~10月の間の電撃処理で、288 kVでは接種後23ヵ月のほだ木に効果が認められたが、12ヵ月、15ヵ月のほだ木には効果がみられなかった。原因としては、電撃処理により若いほだ木は損傷が大きかったことがあげられる(表-12, 写真-6)。ほだ木令の若いものは樹皮下~形成層部分では菌糸密度が高いが、材内部では十分腐朽が進んでいないため、電撃により樹皮剥離が起こりやすいものと考えられる。そこで低い電圧での処理を加えたところ、5月(ほだ木令12ヵ月)の216 kVでやや効果がみられた。8月(同15ヵ月)では、144 kVで効果がみられた

が、216 kVでは効果がみられなかった。この区は3ヵ月前の5月での多発生の影響が残っていたために、子実体発生量が少なかったものと思われる。これも前述のように、ほだ木内のシイタケ原基条件によるものと考えられる。その後、翌年ではまた顕著な効果がみられた。

以上のことから、高温性種菌接種ほだ木では4月~10月の間の電撃処理で効果が認められるが、処理間隔が3ヵ月では効果が消失する。種菌接種後1年程度の若い令のほだ木では288 kVの印加によるほだ木の損傷が大きく、低電圧が良好であるが、23ヵ月以上のほだ木への電撃ほど顕著ではないことが認められた。

以上、シイタケほだ木への電気刺激について、その処理時期、処理間隔について知見を得たが、これは、九州における気象条件下のものであり、環境条件を制御して応用することについては今後の課題である。

表-10 中低温性種菌接種ほだ木の電撃処理による子実体発生(1) g / m²

Fruit body yield of *Lentinus edodes* (middle-low temp. fruiting strain) bedlogs discharged four times in a year. (Dry wt. per 1 m² wood)

ほだ木種 Bedlog species	ほだ木令 Bedlog age (month)	実験区 Exp. group	供試数 Number of exp bedlogs	処理 月 日 Date of discharge					
				'84 5/Oct.	'84 17/Nov. ~27/Nov.	'84 28/Nov.	'85 1/Mar. ~ 4/Mar.	'85 5/Mar.	'85 8/May.
コナラ <i>Q. serrata</i>	3 0	288 kV	2 0	3,092.5	(0)	47.1	(737.0)	226.5	344.2
		Cont.	2 0	854.4	(104.0)	143.4	(1,692.4)	26.0	0
クスギ <i>Q. acutissima</i>	1 9	288 kV	2 0	1,613.1	(0)	486.2	(2,271.5)	1,707.2	0
		Cont.	2 0	1,557.5	(21.8)	458.5	(2,265.6)	1,602.6	0
気温 Temp. (°C)				15.8 7.9-26.0		7.6 0.8-18.1		7.8 0.9-17.3	18.9 10.9-28.9
降雨量 Rainfall(mm)				5		2		7 6	6 0

() : 自然発生 Natural fruiting 288 KV ; 288 KV電撃処理後浸水 Discharged 288 kV impulse to bedlogs and submerged after that cont. : 浸水のみ Only submergence

気温 : 処理後7日間の平均最低-最高 Temp. : $\frac{\text{mean}}{\text{min-max}}$ of 7 days after exp. 降雨量 : 処理後7日間の合計 Rainfall : amount of 7 days after exp.

気温 : 処理後7日間の平均最低-最高 Temp. : $\frac{\text{mean}}{\text{min-max}}$ of 7 days after exp.

表—11 中低温性種菌接種ほだ木の電撃処理による子実体発生(2)

Fruit body yield of *Lentinus edodes* (middle-low temp. fruiting strain) bedlogs discharged once or twice in a year (Dry wt per 1 m³ wood)

実験区 Exp. group	供試数 Number of exp. bedlogs	処理月日 Date of discharge		
		'84 1/Nov.	* 17/Dec. ~ '85 26/Mar.	'85 11/Apr.
Exp. I {	288 kV	1 0	—	2,683.4
	Cont.	9	—	1,797.6
Exp. II {	288 kV	2 0	210.1	(2,969.7) 312.3
	Cont.	2 0	195.1	(2,625.6) 37.9
温度 Temp (°C)		13.5		12.4
		5.5—25.7		5.0—21.3
降雨量 Rainfall (mm)		0		5 3

ほだ木：両区ともコナラほだ木でExp. Iは種菌接種後25ヵ月，Exp. IIは45ヵ月

*10月11日から11月10日までの雨量0 ()：自然発生

Bedlog：Exp. I = *Q. serrata* 25 months after inoculation

Exp. II = " 45 "

*Amount of rainfall is 0 from 11/Oct. to 10/Nov. ()：Natural fruiting

表—12 高温性種菌接種ほだ木の電撃処理による子実体発生

Fruit body yield of *Lentinus edodes* (high temp fruiting strain) bedlogs discharge with 144~288kV impulse. (Dry wt per 1 m³ wood)

実験区 Exp. group	処理月日 Date of discharge			
	'84 3/Oct.	'85 9/May.	'85 8/Aug.	'86 24/Apr.
144 kV	250.3	641.4(0.28)	3360.8(0)	—
216 kV	—	1196.7(1.08)	2291.7(0.22)	4218.1(1.45)
288 kV	149.4	831.5(2.05)	1688.6(0.59)	4836.0(1.97)
Cont.	0	899.3(—)	2594.9(—)	3275.5(—)
ほだ木令 (ヵ月) Bedlog age (month)	5	12	15	23
気温Temp (°C)	16.3	19.1	26.9	17.6
	7.9—26.0	12.4—28.9	21.1—35.2	8.6—27.1
降雨量Rainfall (mm)	18	60	42	20

ほだ木：コナラ各実験区とも処理後浸水，供試数17~20本

()：電撃処理によるほだ木損傷度 (0~5の段階の平均)

気温：— 平均 — (処理後7日間)
最低—最高

Bedlog：*Q. serrata* All exp group is submerged after discharge
17~20 bedlogs were prepared to each exp. group

()：Degree of bedlog hurt from electric shock (mean value of 0~5 division)

Temp.：— $\frac{\text{mean}}{\text{min.} - \text{max}}$ — of 7 days after discharge



写真一六．電撃処理による損傷
The hurt bedlog by electric shock.

VI ほだ木令，総発生量への影響

前章では，シイタケほだ木に対する電撃処理は若い令では損傷が大きいことが示された。また，ほだ木令によっては菌糸体の熟度，ほだ木の栄養成分が豊富な時期では電気刺激を与えなくても，低温刺激，水分補給などにより子実体発生を促進させることが出来ることも考えられる。これらはまた，ほだ木令別の刺激に対する菌体側の感受性の違いとしても検討され得る問題である。シイタケのほだ木栽培では，種菌接種後の経過年数により子実体発生量，発生子実体の形質に差のあることが知られている（温水ら 1959, 古川 1985, 宮田ら 1984, 岸本ら 1984, 時本ら 1982）。また，シイタケ菌の系統あるいはそれに応じた栽培作業の違いにより，子実体の発生する時期やほだ木の寿命に違いがある（古川 1985）。このことは，シイタケのほだ木栽培過程に電気刺激という処理を加えることによりほだ木の寿命が短くなることが考えられ，そうするとほだ木1代（種菌接種から子実体発生がなくなるまで）でのシイタケ子実体総発生量に効果があるか否かという問題が生じてくる。そこで，この章では，各ほだ木令毎に，各菌系統に最適時期に電撃処理を行ない，それぞれにおいて子実体発生への影響を調べた。また，同一ほだ木に電撃処理を繰り返し，ほだ木一代における子実体総発生量について対照区との比較を行なった。

実験材料と方法

各ほだ木令毎の処理効果を調べる実験では，若令の

ほだ木は高温性系統の市販種駒種菌ヤクルト夏秋8号を接種して5ヵ月間常緑広葉樹林内に井桁伏せ（地上約15cmよりほだ木を横にして井形に重ね 1.5m程度の高さまで積み重ねておく）したコナラほだ木を供試した。2年以上のほだ木は，中低温性系統の菌興241号と低温性系統のヤクルト春2号をそれぞれ常法により接種し，常緑広葉樹林内に10～14ヵ月間よろい伏せし，人工ほだ場あるいはダイオウマツ林，タイワンスギ林に列状に立てかけておいたコナラほだ木を供試した。また，中低温性系統についてはクヌギほだ木も供試したが，これは常法により種菌接種後，常緑広葉樹林内で19ヵ月間よろい伏せしたものを用いた。

電撃処理の時期は高温性種菌接種ほだ木では接種後12ヵ月（5月）と23ヵ月（4月）に行なった。中低温性種菌接種ほだ木については，コナラは秋処理として30ヵ月（10月）と42ヵ月（9月）に，春処理として25ヵ月（4月）と50ヵ月（4月）に，クヌギほだ木は19ヵ月（10月）と31ヵ月（9月）に行なった。低温性種菌接種ほだ木については39ヵ月（4月）と50ヵ月（4月）に行なった。電撃処理は低温性あるいは中低温性の種菌接種ほだ木については288kVとし，高温性種菌接種ほだ木に対しては216kVとした。これらの電撃処理にすべて浸水処理を組み合わせ，同時に浸水した対照区とその後のシイタケ子実体発生量について比較を行なった。

ほだ木1代での電気刺激効果を調べる実験では，中低温性系統の市販種駒種菌菌興241号を接種したコナラとクヌギのほだ木を供試した。コナラほだ木は，常法による種菌接種後10ヵ月間常緑広葉樹林内によろい伏せした後，タイワンスギ林内のほだ場に列状に立てておいたもの，クヌギほだ木は同様に接種後常緑広葉樹林内に19ヵ月間よろい伏せしたものである。電撃処理は，この菌系統の自然発生における最盛期（3月～4月初と10月～11月）の前後，即ち，秋に2回，春に2回とし，2年間計8回行なった。この時期決定に関しては前章の実験の結果によった。実験区として，コナラ，クヌギとも，電撃処理と浸水を組み合わせた区，浸水のみ区（対照区），電撃処理のみ区，の3区を設定した。電撃処理は288kV印加とし，電氣的データ測定のためほだ木1本ずつ，電極とほだ木上面木口に打ち込んだ釘の先端との間に10cmの間隙を設けて放電させた。電撃処理後に浸水を行い（水温12℃～19.5

℃、浸水時間16~20時間)、水切り後人工ほだ場に列状に立てかけ、ほだ木1本毎のシイタケ子実体発生量を個数と乾燥重量で調査した。

実験結果と考察

シイタケほだ木の令別電撃処理効果は、対照区との比でみると(表-13)種菌接種後経過月数が増すほど高くなり、30ヵ月以上では高い効果を示した。12ヵ月~23ヵ月の若いほだ木では処理により発生量は増大するが対照区との比は高くなく、顕著な効果はみられなかった。また、対照区はほだ木令に応じて通常の発生の推移(古川 1985, 温水ら1959)を示し、種菌接種後30ヵ月以降、とくに40ヵ月~50ヵ月になると発生量が

減少するのに対し、電撃処理区は減少が少ないので、対照区比は高くなり、これが顕著な処理効果となっている。また電撃処理による発生量はほだ木令30ヵ月前後で最大になると考えられる(図-12)。このようにほだ木令により効果に差がみられるのは、浸水刺激に対する感受性の違い(若令ほだ木が感受性が高く対照区で良好な発生がみられる)によることと、前章で述べた電撃処理によるほだ木損傷の違いによるものと考えられる。したがって若令のうちに発生操作が行なわれる高温性種菌接種ほだ木や、他の系統種菌のほだ木でも若令のものでは顕著な効果は期待できず、電気刺激の対象にするほだ木は低温性、中低温性種菌接種の高令のものが適していると考えられる。

表-13 ほだ木令別電撃処理効果(対照区百分率)

Effect of electric stimulation to *Lentinus edodes* bedlogs in different ages

Rate (%) of fruit body yield from discharged bedlogs to control ones. (%)

実験区 Exp group	ほだ木令 Bedlog age (month)								
	12	19	23	25	30	31	39	42	50
*Y 002							250		477
*K 241-I					362			3636	
*K 241-II				149					824
*Y 008	133		129						
**K 241-III		104					189		

Y 002: 低温性種菌 (ヤクルト春2号)

Low temp-fruiting strain (Yakult haru 2)

K 241: 中低温性 (菌興241号)

Middle-low temp. fruiting strain (Kinko241)

Y 008: 高温性 (ヤクルト夏秋8号)

High temp. fruiting strain (Yakult natsuaki 8)

*: コナラほだ木 *Q.serrata* bedlog

** : クスギほだ木 *Q.acutissima* bedlog

次に、ほだ木1代のシイタケ子実体総発生量への影響を調べるために行った、2年間、計8回の電撃処理実験結果では、ほだ木20本の総発生量、単位材積当り発生量とも処理区が対照区を上回った(表-14)。コナラほだ木では1本当り平均4個、ほだ木材積1㎡当りに換算すると952個、同乾燥重で2,900g だけ多く発生し、クスギほだ木では1本当り25個、1㎡当り1,005個、814g だけ多く発生した。これらについて、各処理時期別にみると(図-13)、コナラ、クスギとも9月あるいは10月の処理で対照区を大きく上回るが、その後翌春までの処理では効果がみられず、その間の自然発生では

対照区と殆んど変わらないか下回るという結果がみられる。このことは中低温性種菌接種ほだ木について前章で明らかになったとおりである。また、浸水を組み合わせない電撃処理のみでは、ほだ木令の高いコナラでは浸水処理のみの対照区を上回ったが、ほだ木令の若いクスギでは発生量は対照区を下回り、これも対照区の浸水に対する感受性の違いによるものと考えられる。

これらは2年間の結果であるが、通常人工的に子実体発生操作を加える不時栽培でも、栽培期間は2年程度である。この実験以後の子実体発生量はわずかなも

のであったので、この実験期間の発生量の差がほだ木1代での電撃処理の効果であるとみなされる。その差は、種菌接種後30ヵ月より電撃処理を開始したコナラほだ木が、19ヵ月より開始したクヌギほだ木より大きい。ここにおいても電撃処理は若令ほだ木よりも30ヵ

月以後のほだ木に効果的であることが明らかになった。19ヵ月より電撃処理を開始したクヌギではほだ木損傷が激しく、2年を経過せずに廃ほだ(子実体発生がなくなる)になるものがあり、これらが効果の低下に影響している(表-15)。

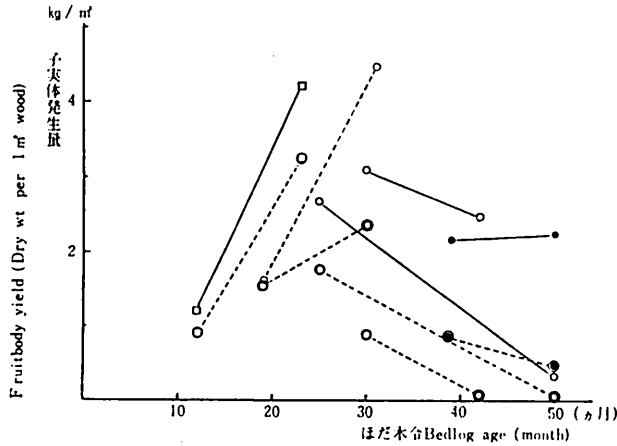


図-12. ほだ木令別電撃処理効果

Effect of electric stimulation (288 kV impulse discharge) to different ages of *Lentinus edodes* bedlogs

- : 低温性種菌 Low temp. fruiting strain
- : 中低温性 Middle-low temp. fruiting strain
- : 高温性 High temp. fruiting strain
- ◎◎◎ : 対照区 Control (submerged without discharge)
- : クヌギ *Q. acutissima* bedlog
- : コナラ *Q. serrata* bedlogs

表-14 ほだ木1代での電撃処理効果による子実体発生

Effect of electric stimulation in fruit body yield of *Lentinus edodes* from all the life of bedlog.

ほだ木樹種	実験区	供試数	実験前発生量	子実体発生量	Fruit body yield
Bedlog species	Exp. group	Number of exp. bedlog	1㎡当り乾重 Fruit body yield before this exp. Dry wt per 1m² wood (g)	全発生個数 Total Number	全乾重 1㎡当り乾燥量 Total Drywt(g) Dry wt per 1m²(g)
コナラ	288kV (S)	20	5,985.8	499	1,189.3
Q. serrata	288kV (N. S)	20		478	979.5
	Cont (S)	20		417	912.3
クヌギ	288kV (S)	20	0	1,718	3,484.5
Q. acutissima	288kV (N. S)	20		728	1,616.4
	Cont (S)	20		1,217	2,636.6

(S) : 浸水あり, (NS) : 浸水なし

コナラはほだ木令30ヵ月より実験開始。クヌギは19ヵ月より開始、2年間に8回処理

(S) : Submerged (N.S) : Not submerged

Q. serrata bedlogs were begun this exp. at age of 30 months, and *Q. acutissima* were at 19 months. 288kV impulse were discharged 8 times in two years.

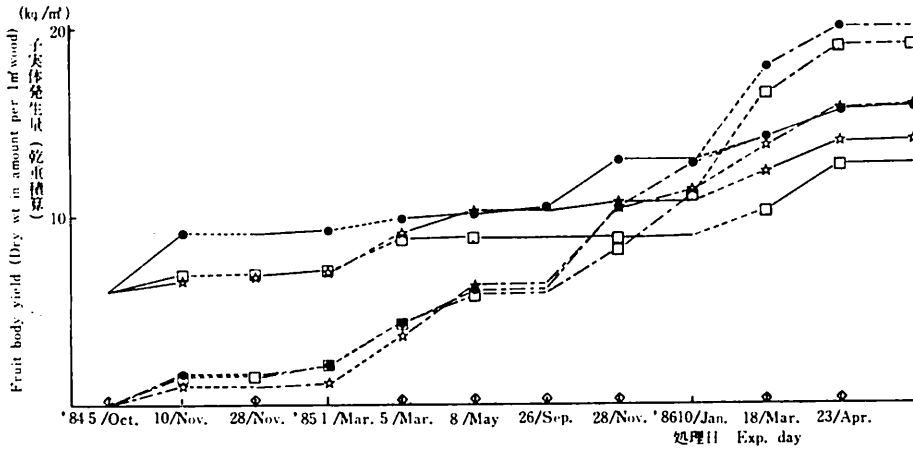


図-13 ほだ木の電撃処理によるシイタケ子実体総発生量

Total fruitbody yield of *Lentinus edodes* bedlog by electric stimulation (288 kV impulse discharged 8times in two years)

- : 288 kV処理+浸水 □ : 浸水のみ ☆ : 288 kV処理のみ — : コナラ - - - : クスギ - - - : 自然発生
- Discharge and submergence Only submergence Only discharge *Q. serrata* *Q. acutissima*, natural fruiting
- ◇ 電撃処理日 Date of discharge

表-15 若令ほだ木の電撃処理による損傷

Damage of bedlog by electric shock at early age.

ほだ木径級 Bedlog diameter (cm)	供試数 Number of exp. bedlogs	損傷程度* Degree of hurt per 1 bedlog	子実体発生数 Number of fruit bodies per 1 bedlog
6.1~ 8.0	10	3.0	0.3
8.1~10.0	11	2.0	0.4
10.1~12.0	5	1.2	0
12.1~14.0	8	1.0	2.4
14.1以上	5	0.1	2.6

処理電圧 288kv ほだ木はクスギ14ヵ月

* 各ほだ木の損傷度 (0~5) について1本当り平均

Impulse discharge was 288kV.

Bedlogs were *Q. acutissima*, 14months after inoculation

* Mean value of 0~5 division

Ⅶ 発生子実体の形質

電気刺激によるシイタケ子実体形成促進の経済的効果を検討する場合には、子実体発生量のほか、発生する子実体の形質もまた重要な要素である。シイタケ子実体の形質は、傘の径、傘の厚さ、傘の色、茎の太さ、茎の長さ、単位個数当りの乾燥重などで表わされるが(温水ら 1959, 大平ら 1982), ほだ木から発生するシイタケ子実体の形質については、菌系統により異なること(温水ら 1959, 安藤ら 1969), 芽出し後の生育温度や子実体発生数が強い影響を与えること(大平ら 1982), ほだ木の樹種により異なること(岸本ら 1984), ほだ木令により異なること(宮田ら 1984), 発生ほだ場の照度や水分蒸発量に影響されること(森永 1986)などが知られている。ここでは、電撃処理後に発生した子実体の形態を測定し、対照区のものとの比較を行なった。また、実験毎に発生子実体の1個当り乾燥重を比較した。

実験材料と方法

子実体形態の測定は、市販種菌ヤクルト春2号を接種後50ヵ月のコナラほだ木と、菌興 241号を接種後25ヵ月のコナラほだ木を供試して、1985年4月11日に電撃処理を行ない4月24日に発生した子実体全部について行なった。発生した子実体は傘が80%程度開いたものを採取し、生の状態で図-14に示す部位の測定を行なった。その後通常の乾燥(温度45℃~55℃の熱風を強制送風し、子実体の含水率が11~13%になるまで乾燥する)を行ない重量を測定した。また、個数と乾燥重についてはすべての実験毎に前述の方法で供試ほだ木1本毎に行なった。

実験結果と考察

種菌接種後25ヵ月のコナラほだ木では、電撃処理区が925.7個/m²、対照区371.5個/m²の子実体が発生した。種菌接種後50ヵ月のコナラほだ木では、電撃処理区が948.3個/m²、対照区が100.2個/m²発生した。これらの子実体の形態調査結果を表-16に示す。25ヵ月の処理では、傘径、傘厚、茎径、茎長とも対照区が優っていた。同一の乾燥を行なった後の乾燥歩留りについても処理区11.3%、対照区14.3%で対照区が高い値であった。一般に、シイタケ子実体の形質では、傘の肉が厚く、1個当りの乾燥重が重く、生シイタケでは水

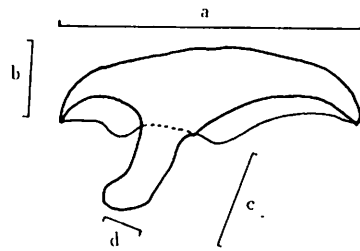


図-14. シイタケ子実体形質測定
Measurement of fruit body
figure of *Lentinus edodes*

- | | |
|-----------------|-----------------|
| a : 傘径 | b : 傘厚 |
| Pileus diameter | Flesh thickness |
| c : 茎長 | d : 茎径 |
| Stipe length | Stipe diameter |

分含量の少ないものが優良な品質であるとされている。この点で、25ヵ月処理で発生した子実体は対照区と比較して品質が劣っていたと言える。次に、種菌接種後50ヵ月のほだ木を処理して発生した子実体についてみると、傘径、傘厚に関しては処理区が優っていたが、茎長、茎径、乾燥歩留りは対照区が高い値であり、処理区13.7、対照区16.2%と差がみられた。同様に、子実体1個当りの乾燥重においても両実験とも処理区は対照区に劣った。

そこで、この形質の差が電撃処理の影響によるものか、前述の他の要因によるものかを検討するために、電撃処理の各実験により発生した子実体の1個当り乾燥重量について処理区、対照区の区別を無視し、ほだ木令別子実体発生量(1m²当り)と乾燥重(1個当り)との関係を図-15に示した。明らかに、子実体1個当りの乾燥重はほだ木令と発生数に影響を受けており、ほだ木令が高い程、また発生数が多い程低い値であった。そしてこれは、処理区、対照区については無関係であった。このことから、発生子実体の形質は、電撃処理自体の影響より、処理による多発生とほだ木令の影響が強いと考えられる。

表-16 発生子実体の形質
Figure of fruit body

樹種ほだ木令 Species and age of exp bedlog	実験区 Exp group	シイタケ発生 ほだ木数 Number of fruiting bedlogs	平均測定値 Mean value				乾燥 歩留り Rate of dry to fresh (%)	乾重 Drywt. (g)	ほだ木1本 当り発生量 Number of fruitbody yield
			傘径 Pileus diameter (cm)	傘厚 Flesh thickness (mm)	茎長 Stipe length (cm)	茎径 Stipe diameter (mm)			
コナラ 50ヵ月	288kV	10	6.6	14.5	3.7	13.6	13.7	2.2	14.5
	Cont	6	5.8	13.9	3.7	15.0	16.2	2.5	2.7
コナラ 25ヵ月	288kV	5	7.2	15.3	3.2	12.1	11.3	2.3	14.0
	Cont.	4	7.8	17.0	3.7	14.7	14.1	3.7	8.0

* $\frac{\text{乾重}}{\text{生重}} \times 100$ $\frac{\text{Dry wt}}{\text{fresh wt}} \times 100$

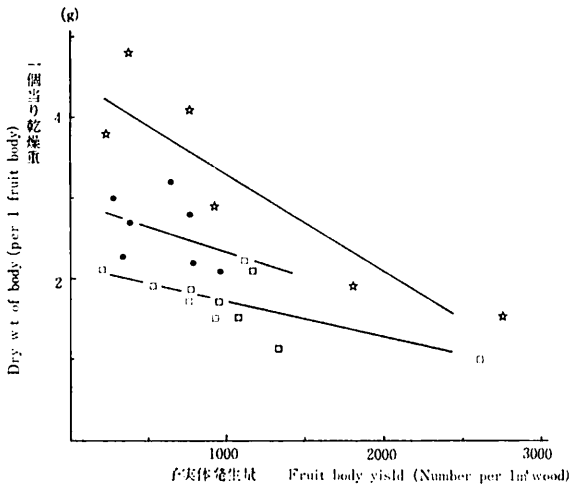


図-15 ほだ木令別子実体発生量と1個当り乾燥重
Relationship between fruit body yield of *Leotium edodes* and its dry weight at different ages of bedlogs.
ほだ木樹種はコナラ Bedlogs were *Q. serrata*
ほだ木令 Bedlogs age
☆ 21~30 months ● 31~40months □ 41~50months
 $Y = 4.5535 - 0.0012X$ $Y = 2.9809 - 0.0006X$ $Y = 2.1762 - 0.0004X$

Ⅷ ほだ木吸水量への影響

シイタケほだ木は、種菌接種後3年以内では水を多く吸収できるものほど子実体発生量が多いという例が知られている(時本ら1980)。シイタケほだ木への電撃は、肉眼で観察できるほどの放電現象が起り(写真-5)、時には樹皮への損傷も与える。このことから、処理ほだ木は内部に微小な亀裂を生じることが考えられる。これによりほだ木の吸水量が増大し子実体形成を促進するとの考え方もできる。ここでは、電撃処理後の浸水による水分吸収量について検討し、子実体発生量や発生子実体の形質との関係を調べた。

実験材料と方法

Ⅲ章のほだ木令別の電撃実験において、電撃処理後に全ほだ木の重量を測定し、それらを浸水(16~17時間)後再び重量を測定した。これより、吸水量(浸水後重-浸水前重)と吸水率(100×吸水量/浸水後重)を求めた。また、電撃実験供試ほだ木の中から15mm×15mm×10mmの材片をとり、浸水して飽和重を測定したのち絶乾重を測定し、吸水能(飽和重-浸水前重)と飽和含水率(100×(飽和重-絶乾重)/飽和重)について電撃処理区と対照区の比較を行なった。なおこれらの電撃処理区は288kVとし、処理区と対照区のほだ木浸水は同一に行なった。そしてその後、供試ほだ木からの子実体発生量、子実体形質について前章と同様の要領で測定した。

実験結果と考察

ほだ木令毎の吸水率を表-17に示す。ほだ木令により吸水率は異なり、種菌接種後19ヵ月~30ヵ月で高い値を示し、それ以前、それ以後においては低下した。しかし、各処理時期における吸水率については電撃処理区と対照区の間有意差が認められなかった。同様に、材片による吸水能においても電撃処理の影響は認められず、電撃処理がほだ木の吸水力を高めることはないと考えられた。

次に、各ほだ木について吸水量や吸水率と子実体発生量、子実体形質(傘径、傘厚、茎長、茎径、乾燥歩留り、1個当り乾燥重)の間の関係を検討したが、無関係であった。

以上のことから、電撃処理による子実体形成促進の要因としてほだ木吸水力の増加は考えられなかった。

表—17 処理ほだ木の令別吸水率

Rate of water absorption in different age of exp. bedlog (%)

実験区 Exp group.	5ヵ月 5 Months	19ヵ月 19 M.	30ヵ月 30 M.	50ヵ月 50 M.
288 kV	10.06	21.33	20.95	17.35
Cont.	11.29	18.05	21.71	14.67

$$\text{吸水率} = \frac{\text{浸水後重} - \text{浸水前重}}{\text{浸水後重}} \times 100$$

$$\text{Water absorption} = \frac{\text{wt after submergence} - \text{wt before submergence}}{\text{wt after submergence}} \times 100$$

IX 子実体原基への影響

III章において、中低温性種菌接種ほだ木の電撃処理を初秋に行なうと効果がみられるが、翌春までくり返しても効果が少ないことから、9月頃までにほだ木に形成されている原基を子実体形成に向かわせる過程での促進作用ではないかと考えられた。通常シイタケほだ木では、子実体原基形成は種菌接種年(2月接種)の9月末に調査すると1本に60~110個程度みられるが、すべての原基が子実体にまで生長するわけではなく、その後翌年春までに自然発生する子実体はそのうち5~25個程度である。残りは成熟せずに生長子実体への栄養補給源になる(柳田 1982)と考えられるが、電撃処理による多発生は、子実体に生長する割合が高くなることであると考えられる。また、電撃処理を行なうと外気温 15~20℃ の場合、10~15日の間に子実体が採取できる(80%程度開傘)までに生長するが、この時間で電気刺激により子実体原基が形成されてそれが子実体に生長するのかどうかという点についても検討する必要がある。ほだ木内の菌糸の観察で、原基から子実体に向かう変化について報告例があるが(小松 1961, 村原ら 1982, 中井 1985)、電気刺激による菌糸形態変化も考えられる。

そこで、この章では、電撃処理によるほだ木内菌糸あるいは子実体原基への影響について検討を試みた。

実験材料と方法

ほだ木内菌糸については1984年10月4日に電撃処理を行なったほだ木(市販種菌ヤクルト夏秋8号を接種後5ヵ月間常緑広葉樹林内に井桁伏せしておいたものを供試)を材材して、切片をとり、処理後7日目の材



写真—7. 裸出したシイタケ原基からの子実体発生
Fruit body formation from naked primordia of *Lentinus edodes* bedlog.

内菌糸を電子顕微鏡により観察した。

子実体原基については、市販種菌である明治904号を常法により接種後、23ヵ月間アカマツ *Pinus densiflora* 林(福岡県宝珠山村)内にヨロイ伏せしたほだ木を供試し、1985年2月6日電撃処理(288kV)後、浸水(12~14℃, 24時間)を行ない、その直後供試ほだ木の外樹皮を剥皮して子実体原基を裸出させ、(写真—7)生きている原基をマークして福岡県林試内人工ほだ場

に立てかけ、子実体形成の観察を行った。なお、対照区は浸水のみ同時に行ない同様に剥皮して観察した。処理区、対照区ともほだ木5本づつを供試した。

実験結果と考察

電撃処理後7日後のほだ木内菌糸の観察では、処理区に、子実体原基形成に向かうとされるいわゆる多突起菌糸(小松 1961)が多くみられた(写真—8)。これは電気刺激によるものではないかと考えられたがその後の生長を確認するには至らなかった。これは今後の課題であると考えられる。

子実体原基の観察では、供試ほだ木の原基数は生きているものが23~92(平均 62.1)、死んでいるものが52~246(平均 114.2)であった。電撃処理区5本での

合計が321で、そのうち子実体に生長したのが8個であり、対照区は300のうち3個であった。(表—18)ただしこの他、原基が少し生長し、頭部が茶色に変色したものの、その後肥大生長しなかったものは数に入れなかった。これらを観察した結果、子実体形成に至ったのはすべて生きていた原基からのものであった。この実験では、子実体原基を裸出させたために、子実体に生長したものが少なく、それ以後の子実体発生もなかった。

以上のことから、電撃処理によりほだ木内菌糸は刺激を受け変化するが、子実体原基形成に至るには他の環境要因も必要ではないかと考えられ、子実体形成は、すでに形成されている原基が刺激されて生長するものであると考えられた。

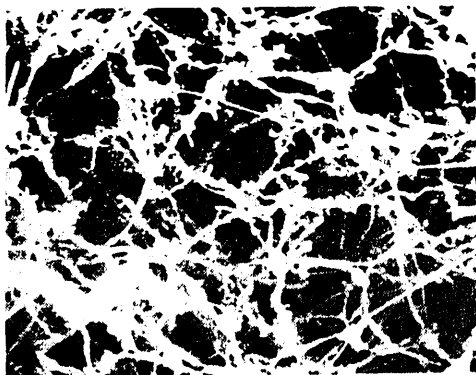
表—18 原基からの子実体形成

Fruit body formation from primordium of *Lentinus edodes* bedlog

実験区* Exp. group	ほだ木数 Number of bedlog	平均直径 Mean of bed- log diameter	原基数*		発生子実体数 Number of fruit body formation
			Number of primordia 生 Alive	死 Dead	
288 kV	5	8.6	321	617	8
Cont.	5	8.7	300	525	3

*1985年2月6日に電撃処理浸水後原基数を数えた

At 6 Feb. 1985 discharged and submerged and after that measured number of primordia.



写真—8. 電撃処理ほだ木材中の多突起菌糸

The papillate cells of *Lentinus edodes* hyphae in the piece of bedlog which were electrically stimulated. (×500)

(九電総研・火力・山口氏撮影)

X. ヒラタケ木粉培養への応用試験

シイタケほだ木の電撃処理により子実体形成が促進されることが明らかになったことから、他の食用きのこ栽培への応用が考えられる。ヒラタケの栽培は近年盛んになってきて需要も伸びている(林野庁 1985)。その栽培技術についても様々な研究がなされているが、子実体発生に関して、栄養成分の添加効果(Hashimoto & Takahashi 1974)、子実体原基形成に低温刺激が効果的であること(中村 1982, 吉川 1985)が知られている。本章では、ヒラタケの木粉培養に電撃処理を加えてその効果を検討した。

実験材料と方法

実験は1985年7月と8月の2回行なった。7月では、500ml ガラスビンにブナ木粉3：米ヌカ1の割合で詰めた培地270g（水分63%）に福岡県林試保存のヒラタケ菌FFP-1を接種して26℃で29日間培養したものを供試した。また8月は、500ml ガラスビンの前者と同様の培地（150g）でFFP-1を同様に27日間培養したものを供試した。電撃処理方法は写真-9に示すとおりで、電圧は7月が5kV、10kV、20kV、（各実験区12本）、8月が5kV、10kV（各実験区8本）とし、培地への電撃処理を行なった。電極は培地への挿入5cm、十極と一極の間隔3.5cmとした。対照区は菌かき処理を行なった。処理後、7月は10℃に10日間後13℃に、8月は15℃に置き、湿度は蒸気発生器により85%程度に維持した。発生する子実体を傘径約4cmで採取し生重を測定した。



写真-9. おが屑培養ヒラタケの電撃処理

Discharge electricity to *Pleurotus ostreatus* culture on sawdust-rice bran medium.

実験結果と考察

発生した子実体の採取日と発生ビン数、生重を表-19に示す。7月処理では処理後16日から子実体採取が開始できたが、処理区が比較的発生が早かった。5kV区、10kV区では処理後19日で約半数のビンから採取

表-19 電撃処理によるヒラタケ子実体発生（生重）

Fruit body yield of *Pleurotus ostreatus* sawdust-rice bran media by electric stimulation

実験区 Exp. group	処理月日 Date of discharge	電圧 Intensity of discharge	供試数 Number of exp media	子実体採取日（電撃処理後） Required days for fruit body harvest from discharge							
				12	16	19	22	25	28	31	Total
I *	85 12/July	5 kV	12	0	(3)58.0	(3)103.1	(3) 56.5	(1) 8.1	(1)25.1	(1)10.7	361.5
		10kV	12	0	(2) 94.3	(4) 62.0	(3) 69.9	(2)28.1	0	0	254.3
		20kV	12	0	(2) 65.2	(2) 27.8	(4) 91.0	(2)53.1	(2)25.1	(1) 5.3	294.5
		Cont	12	0	0	(2) 45.2	(6)138.9	(1)22.0	0	0	213.8
II **	85 29/Aug	5 kV	8	(2) 28.9	(1) 13.8	0	0	0	0	0	42.7
		10kV	8	(4) 42.1	(3) 68.0	0	0	0	0	0	110.1
		Cont	8	(2) 22.1	(2) 22.8	0	0	0	0	0	44.9

() は子実体採取したビン数

() : Number of fruiting blocks

* Contents of medium were (sawdust: rice bran=3:1, water content=63% total wt=270g) Inoculated *P. ostreatus* at 13 June and cultured 29 days in 26℃ temp.

After discharge they were in 10℃ temp 10 days and thereafter in 13℃. Humidity kept about 85%.

** Contents of medium were (sawdust: rice bran=3:1, water content=63% total wt=150g)

Inoculated *P. ostreatus* at 2 August and cultured 27 days in 26℃ temp.

After discharge they were in 15℃ temp. Humidity kept about 85%.

できた。発生した子実体の重量に関しては処理区が優っていたが、処理別の明確な傾向は得られなかった。8月処理では、処理後12日で最初の採取ができ、比較的处理区の発生が早かった。ここでは発生量は10kVが最高であったが、5kV区は対照区に劣った。5kV区と対照区は子実体の発生が良くなかったが、これは、培地量が150gと少なかったためではないかと考えられ、この点から考察すると、10kV区での発生は電気刺激効果であるものと考えられる。

以上のことから、ヒラタケ木粉培養への電撃処理効果は、子実体発生時期の短縮に効果がみられるが、発生量については子実体の発生位置がビン側面付近であれば茎が長く重い、上面であれば短かく軽いなどの差があり明確な傾向は認められなかった。

XI. おわりに

シイタケの安定生産、増収に電気刺激を利用するためには、さらに使用しやすい、コンパクトで安全な装置の開発が必要であり、今後の課題であると考えられる。ここでは、利用に際しての技術、方法が明らかにされたところである。

一方、シイタケ子実体形成のメカニズムを解明することは、きのこ類の生理学的な面からも、産業上の多収獲の面からも特に重要である。菌糸の栄養生長から生殖へ移る条件として電気刺激は、温度、光、水分、ガスなどと比較して量的に把握しやすい条件である。ここでの電圧、電流の他、電磁場の効果についても報告されている(大森 1983, 大森ら 1985, 1986, 出井ら 1985)が、これら電気エネルギー量と刺激効果を分析し、このような刺激に対する菌体の反応の順序と、これらによって変化する物質を解明することも今後の研究課題である。そのために、実験条件として、刺激の強さ、持続を正確に制御できる(柴岡 1981)電気刺激は有効であると考えられる。シイタケほだ木に対してだけでなく、木粉培養、液体培養にも実験的に試みられている(目黒ら 1986, 1987)が、子実体形成時における培養基成分の変化、菌体の代謝変化について分析容易な実験材料を利用して、子実体形成のメカニズム解明に利用されることが望まれる。

XII. 要約

材内にほぼシイタケ菌糸が繁殖した一定長さのほだ

木では、直径あるいは重量の増大とともに電気抵抗値が低くなり、シイタケ菌による腐朽木は無腐朽木より抵抗値が低かった。

ほだ木の電撃によるシイタケ子実体発生促進効果は、数本のほだ木をまとめて放電処理する場合216~288kVで良好であり、1本毎処理で直接通電する場合110~288kVで良好であった。しかし、令の若いほだ木では、288kV放電では損傷が大きく、144kV、216kVが良好であった。

電撃処理のみでもその後30mm程度以上の降雨にさらせば効果がみられたが、電撃処理直後に浸水を組み合わせると高い効果が得られた。

低温性系統種菌接種ほだ木では春期電撃処理の効果が高く、秋期でも効果がみられたが、処理間隔が6ヵ月以上ない場合効果がなかった。中低温性系統種菌接種ほだ木では、秋期処理の効果が高く、春期にも効果がみられたが、秋と翌春の連続では効果がみられなかった。高温性系統種菌接種ほだ木では、4月~10月の間の処理で効果が認められたが、処理間隔が3ヵ月では効果がなかった。

ほだ木令による電撃処理の効果は、対照区(浸水のみ)との対比でみると高令になるほど高かった。発生量でみると種菌接種後30ヵ月前後のほだ木で多発生であった。また12ヵ月程度の若い令のほだ木では23ヵ月以上のほだ木ほど効果が顕著ではなかった。

2年間計8回の電撃処理を行なったほだ木1代のシイタケ増収効果は、コナラ、クスギ両樹種ほだ木で認められ、ほだ木令の進んだ時期に処理を開始したコナラの方が効果は顕著であった。

電撃処理により発生した子実体の形質は、対照区と比較して劣っていたが、これは、処理による多発生の影響であると考えられた。同様にほだ木令の影響もあり、高令ほだ木より発生した子実体の形質は劣った。

ほだ木の吸水力は、種菌接種後19ヵ月~30ヵ月で高い値を示し、その以前、それ以後においては低下したが、各令を通じて電撃処理による吸水力の増加は認められなかった。

電撃処理によりほだ木内菌糸は多突起菌糸が増加したが、原基を裸出した実験では、処理前に形成されていた原基のみ子実体に生長した。

ヒラタケ木粉培養への電撃処理では、子実体発生までの時間短縮に効果がみられた。

引用文献

- 安藤正武・温水竹則・日高忠利・久保田暢子；シイタケ各系統の生態および形態的特性，林試研報 224 1-38 (1969)
- Masatake ANDO; Fruit body formation of *Lentinus edodes* (Berk.) SING. on the artificial media, Mushroom Science IX (Part I) 415-422, (1974)
- 安藤正武・日高忠利・久保田暢子；九州におけるシイタケ害菌の大発生に関する研究 (I), 日林九支研論 30 313-314 (1977)
- 浅川勇吉；電場で作物の発芽を制御できる，科学朝日 535 118-122 (1985)
- 出井利長・大森清寿・金田佳隆；電気等の刺激によるシイタケ子実体の発生について (I), 日本菌学会第29回大会要旨集, 41 (1985)
- 藤原 喬・石川春彦；シイタケ菌の酵素活性について，農電研報 7 99-101 (1966)
- 福田正樹・時本景亮・岸本 仁；シイタケほだ木における子実体形成時の諸酵素活性，第34回日本木材学会大会要旨集, 106 (1984)
- 古川久彦；栽培されている食用きのこ，食用きのこ栽培の技術 p14 (1985), 林業科学技術振興所，東京
- ・野淵 輝；栽培きのこ害菌害虫ハンドブック (1986), 全国林業改良普及協会，東京
- 池ヶ谷のり子・後藤正夫；シイタケ子実体形成におよぼすフェルラ酸並びにキレート剤の影響，日本菌学会第28回大会要旨集, 47 (1984)
- ・———；シイタケにおけるリグニン前駆物質，CMcase 活性，および子実体形成の相互作用，日本菌学会第30回大会要旨集, 34 (1986)
- 井上雅好・M.W. ミラー；植物根細胞に対する60Hz 波の照射効果，生物科学 36 No.3 113-119 (1984)
- 石川春彦・志賀陽一・藤原 喬；シイタケの増殖に関する研究 II 液内培養における pH・通気の影響，農電研報 7 93-97 (1966)
- Haruhiko ISHI KAWA; Physiological and Ecological Studies on *Lentinus edodes* (Berk.) Sing.; J. Agr. Lab. 8 1-57 (1967)
- 石川久雄・沖 妙・仙波裕子；シイタケ子実体形成に伴う酵素活性の変動とほだ木成分の変化について，第32回日本木材学会大会要旨集, 208 (1982)
- ・———・———；シイタケの子実体形成に伴う菌体外酵素活性の変化について，木材学会誌 29, No.3 280-287 (1983)
- 岩原博樹・善本知孝・福住俊郎；ヒラタケ生育時の菌外酵素活性の変化，木材学会誌 vol.27 No.4 331-336 (1981)
- 金子周平；福岡県内のシイタケほだ木害虫について，菌草 27(2) p.28-31 (1981)
- ・中島康博・山元理代・實淵嘉康；シイタケほだ木への電気刺激，日本菌学会第28回大会要旨集, 49 (1984)
- ・———・———・———；シイタケほだ木への電気刺激 (II), 日本菌学会第29回大会要旨集, 43 (1985)
- 金子忠男・高辻正基；植物に対する電磁場の影響，固体物理 17 530-531 (1982)
- 高西道生・稲葉浩子；高電圧パルスによる細胞穿孔のメカニズム—遺伝子導入法の基礎—，蛋白質 核酸 酵素, vol.31 No.15 1591-1603 (1986)
- 川合源四郎・池田庸之助；スエヒロタケの子実体形成誘導物質，日本菌学会第27回大会要旨集, 96 (1983)
- ；担子菌の発芽誘導物質，化学と生物 23 281-283 (1985)
- ；セレブロシドによるスエヒロタケ菌糸の子実体への分化，日本菌学会第30回大会要旨集, 31 (1986a)
- ；スエヒロタケの子実体形成誘導物質に関する研究，Nippon Nogeikagaku Kaishi vol 60 No.12 1027-1034 (1986b)
- 川合正充；*Mortierella nana* Linnemann による *Psilocybe panaeoliformis* Murrill の子実体形成促進作用，日菌報 7 325-334 (1966)
- 河村のり子・後藤正夫；シイタケ菌の生化学的性質について，菌草研報 18 217-224 (1980)
- ・菅原長次・後藤正夫；シイタケ菌と細菌の相互作用 2 細菌による子実体形成促進

- 効果について、日本菌学会第26回大会要旨集、27 (1982)
- ・後藤正夫・中村嘉宏；シイタケの栄養生長および子実体形成におよぼすリグニン前駆物質の影響、日本菌学会第27回大会要旨集、95 (1983)
- 衣川堅二郎・荒井 滋・庄司 当・中村克哉・瀧澤南海雄；キノコの事典、p308-449 (1982) 朝倉書店、東京
- 岸本 潤・古川郁夫・作野友康；コナラ クスギのほだ木におけるシイタケ発生と比較、第34回日本木材学会大会要旨集、108 (1984)
- 北本 豊・葛西善三郎；合成培地におけるアミスギタケの子実体形成、農化 42 No.5 255-259 (1968a)
- ・————；アミスギタケの子実体形成に対する栄養環境の影響、農化 42 No.5 260-266 (1968b)
- ・山根延夫・細井 登・市川吉夫；置換培養におけるアミスギタケの子実体形成の栄養条件、日菌報 15 60-71 (1974)
- Yutaka KITAMOTO・Takao HORIKOSHI・Noboru HOSOI and Yoshio ICHIKAWA；Nutritional study of fruit body formation in *Psilocybe panaeoliformis*, Trans. Mycol. Soc. Japan 16 268-281 (1975)
- 北本 豊・村田達雄・小林 淳・市川吉夫；エノキタケの子実体発生における栄養条件、日本菌学会第27回大会要旨集、93 (1983a)
- ・川本 明・小林 淳・市川吉夫；エノキタケの子実体発生に関与する制御物質の検索、日本菌学会第27回大会要旨集、94 (1983b)
- ・鈴木 彰・塚本和男・市川吉夫；アミスギタケの子実体原基形成の光誘導における光周性の存在について、日本菌学会第30回大会要旨集、32 (1986)
- 小松光雄；変温環境ならびに子実体形成過程におけるシイタケ菌糸の形態的变化、菌草研報 1 45-59 (1961)
- ；ほだ木上におけるシイタケ子実体の原基形成におよぼす温度の影響；日本菌学会第26回大会要旨集、23 (1982)
- ・時本景亮；ほだ木上におけるシイタケの子実体形成におよぼす温度および水分の影響、菌草研報 20 104-112 (1982)
- 近藤一穂・伊藤英彦・日高俊昭；宮崎県下におけるシイタケほだ木害菌(1)、日林九支研論 29 253-254 (1976)
- 松本晃幸・北本 豊；木粉培養におけるシイタケ子実体発生の注水による同調化日本菌学会第28回大会要旨集、98 (1984)
- ；シイタケ子実体形成と呼吸活性の変動、日本菌学会第29回大会要旨集、40 (1985)
- ・時本景亮；シイタケ子実体形成にともなう諸酵素の活性変動、日本菌学会第30回大会要旨集、33 (1986)
- 松尾芳徳；シイタケほだ木の黒腐病に関する研究、大分県林試研報 9 (1980)
- 日黒貞利・高木直洋・今村博之・金子周平・中島康博・山元理代・賀淵喜康；電気刺激のシイタケに及ぼす影響(1)、第36回日本木材学会大会要旨集、378 (1986)
- ・岩橋正英・————；木粉培地でのシイタケ子実体発生に及ぼす放電処理の効果、第37回日本木材学会大会要旨集、276 (1987)
- 宮田郁子・大賀祥治・————；シイタケ子実体の形質に関する研究(第2報) —ほだ木年次との相関および鋸屑栽培での培地組成との関係—、第34回日本木材学会大会要旨集、110 (1984)
- 森永鉄美；ほだ場環境とシイタケの形質(1) —ほだ場の水環境及び相対照度との関係—、日林九支研論 39 239-240 (1986)
- 森崎久雄；微生物が出す電流、化学と生物 vol.24 No.4 213-215 (1986)
- 村原 稔・古川郁夫・作野友康・岸本 潤；シイタケ菌によるコナラ クスギの腐朽形態について、第32回日本木材学会大会要旨集、209 (1982)
- Shigeyuki MURAKAMI・Tsuneco TAKEMARU；“Puff” mutation induced by UV irradiation in *Lentinus edodes* (BERK.) SING., Rept. Tottori Mycol. Inst. (Japan) 12 47-51 (1975)
- 村尾澤夫；アミスギタケ、エノキタケに有効な発芽誘導物質、化学と生物、24 215-216 (1986)

- 長田敏行：プロトプラストの遺伝工学，38-42 (1986) 講談社，東京
- 中井幸隆：シイタケの子実体原基形成とその分化に伴う菌糸構造，日本菌学会第29回大会要旨集，39 (1985)
- 中村克哉：シイタケ，キノコの事典，p205-213 (1982) 朝倉書店，東京
- 西門義一・宮脇吉夫：椎茸の子実体形成と温度並に光線との関係について，農学研究33 434-444 (1942)
- 温水竹則・安藤正武・堂岡安生：シイタケ子実体の発生時期，発生量，および形態 林試研報 116 27~57 (1959)
- ：しいたけの育種および原木用材と生産量 p70 (1971)，日本林業技術協会 東京
- 岡本 高・岸本卯一郎・柴岡孝雄・千田 貞・田沢 仁：植物電気生理研究法，230 (1983) 学会出版センター，東京
- 大賀禎治：きのこ栽培に関する資源学的研究(第6報) 木材学会誌 32(7) 545-551 (1986)
- 大平祐男・松本晃幸・大久保充・前田俊夫・山根光治：シイタケ子実体発生および形態に及ぼす温度の影響，菌叢研報 20 123-139 (1982)
- 大森清寿：電気等によるシイタケほだ木への刺激効果について (I)，35回日林関東支論，197-198 (1983)
- ・金田佳隆・出井利長：電気等の刺激によるシイタケ子実体の発生について (II)，日本菌学会第29回大会要旨集，42 (1985)
- ：電気等の刺激によるシイタケ子実体の発生について (III)，日本菌学会第30回大会要旨集，42 (1986)
- 林野庁林産課：きのこ関連統計表 p32-33 (1985)
- 柴岡孝雄：動く動物，9-19 (1981) 東京大学出版会，東京
- 志賀陽一・中谷 茂：シイタケの増殖に関する研究3 鋸屑培養における二酸化炭素の生成について，農電研報 9 137-143 (1967)
- 島田圭子・島原健三：交流通電したリン酸緩衝液による *Esherichia coli* B 休止菌体の発育阻害，醗酵工学 vol.64 No.5 407-415 (1986)
- 鈴木 彰：同担子菌類の子実体原基形成に関与する環境要因，日菌報 20 253-265 (1979)
- ・横田昌子：アカヒダワカフサタケの子実体原基形成，日本菌学会第26回大会要旨集，26 (1982)
- 鈴木和夫：スギ生立木材質の変色と腐朽，森林防疫30 112-117 (1981)
- ・吉田成章・堂岡安生・橋本平一・小林享夫：スギ生立木の変色，腐朽特に材の電気抵抗値と検出された菌類，林試研報 328 107-117 (1984)
- 竹下伊佐雄：フジツボおよびムラサキガイ幼生に対する電撃の効果，農電研報 5 129-138 (1964a)
- ：クロブチ(殻長5mm)に対する電撃の効果，農電研報 5 139-142 (1964b)
- ・水中火花放電によるフジツボ(殻高5mm)の除去，農電研報 10 87-91 (1969)
- 寺下隆夫・河野又四・村尾澤夫：アミスギタケの子実体形成に及ぼす酵素阻害剤 *Streptomyces*-PI の影響，日菌報 18 129-135 (1977)
- ・———：2・3担子菌の子実体形成に及ぼす酵素阻害剤 *Streptomyces*-PI の影響，醗酵工学 vol.56 No.3 175-181 (1978)
- ・———：シイタケの子実体形成に対する蛋白分解酵素阻害剤 *Streptomyces*-PI の添加効果，日菌報 21 137-140 (1980)
- ・小田耕平・河野又四・村尾澤夫：酸性プロテアーゼ阻害剤 S-PI による人工しめじ(ヒラタケ)の増産，醗酵工学 vol.59 No.1 55-57 (1981)
- ・北本 豊・松本晃幸・細井 登・市川吉夫・河野又四：アミスギタケの窒素代謝 子実体形成における栄養菌糸と子実体の遊離アミノ酸および蛋白構成アミノ酸の代謝変動，日菌報，25 187-198 (1984)
- Takao TERASHITA Kohei ODA・Matashi KONO and Sawao MURAO：Purification and Some Properties of Carboxyl Proteinase in Mycelium of *Lentinus edodes*, Agric. Biol. Chem. 45 (9) 1929-1935 (1981)

- and ————: Streptomyces pepsin Inhibitor -insensitive Carboxyl Proteinase from *Ganoderma lucidum*, Agric. Biol. Chem. 48 (4) 1029 - 1035 (1984a)
- ; Purification and Some Protainase in Extact from *Lentinus edodes* Fruit-bodies, Agric. Biol. Chem. 48 (11) 2639 - 2645 (1984b)
- ; Purification and Some Properties of Metal Protainase from *Lentinus edodes*, Agric. Biol. Chem. 49 (8) 2293 - 2300 (1985)
- Keisuke TOKIMOTO and Akira KAWAI; Nutritional Aspects on Fruit-body Development in Replacement Culture of *Lentinus edodes* (BERK.) SING. Rept. Tottori Mycol. Inst. (Japan) 12 25 - 30 (1975)
- 時本景亮・河合 晃・小松光雄: シイタケの子実体発生とほだ木の養分動態, 菌草研報 15 65 - 69 (1977)
- Keisuke TOKIMOTO・Mitsuo KOMATSU; Biological Nature of *Lentinus edodes*, EDDIBLE MUSHROOMS, 445-459 (1978) Academic press Inc.
- 時本景亮・坪井正知・尾崎栄一・小松光雄: シイタケほだ木の腐朽度と子実体形成との関係, 菌草研報 18 189-196 (1980)
- Keisuke TOKIMOTO・Masaki FUKUDA; Relation between Mycelium Quantity and Fruit-body Yield in *Lentinus edodes*, Taiwan Mushroom 5 1 - 5 (1981)
- 時本景亮・小松光雄: シイタケの菌糸生長および子実体原基形成におよぼす温度の影響, 日菌報23 385-390 (1982)
- ・広居忠景・西田篤實・玉井 篤・福田正樹: シイタケの栽培過程におけるほだ木成分と子実体発生量の変化, 菌草研報 20 117 - 122 (1982)
- ; ほだ木内におけるシイタケ菌とトリコアルマ菌との競合に関する生理学的研究, 菌草研報 23 1 - 54 (1985)
- 内山 茂・松本卓生・森 寛一: 担子菌プロトプラストの生感染色と電気融合法の検討, 日本菌学会第29回大会要旨集, 44 (1985)
- UNO Isao, ISHIKAWA Tatsuo; Biochemical and Genetic Studies on the Initial Events of Fruitbody Formation, Basidium and Basidiocarp, 113-123 (1982) Springer Verlag New York,
- 宇野 功・石川辰夫: キノコの子実体形成とCyclic AMP, 化学と生物 vol.12 No.4 281-286 (1974)
- Takashi URAYAMA; Stimulative effect of extracts from fruit bodies of *Agaricus bisporus* and some other hymenomycetes on primordium formation in *Marasmius* sp. Trans. Mycol. Soc. Japan, vol X No 2 73 - 78 (1969)
- 渡部一郎・伊藤喬平・藤原政次・五反田寿登・道下数一・沖野 悟: 電気刺激栽培に関する研究, 中国電力農事試験場研報, 15 281-282 (1954)
- 柳田友道: 微生物科学 3 372-392 (1982) 学会出版センター, 東京
- 全国食用きのこ種菌協会; きのこと種菌一覧 1985, 全国食用きのこ種菌協会, 東京
- Ulrich ZIMMERMANN・Peter SCHEURICH・Gunter PILWAT and Roland BENZ ; Cells with Manipulated Functions New Perspectives for Cell Biology, Medicine, and Technology Angew Chem. Ind. Ed. Engl. 20 325 - 344 (1981)
- (追加)
- Kazuya HASHIMOTO and Zenjiro TAKAHASHI: Studies on the Growth of *Pleurotus ostreatus*, Mushroom Science X (Part I) 585-593 (1974)

Contents
(Article)

Shuhei KANEKO, Masanori YAMAMOTO, Yasuhiro NAKASHIMA, Yoshiyasu JITSUFUCHI
Studies on electric stimulation to *Lentinus edodes* bedlogs
..... 1

林業試験場時報
第 33 号

昭和 62 年 3 月 23 日 印刷
昭和 62 年 3 月 30 日 発行

発行所 福岡県林業試験場
〒 834-12 福岡県八女郡黒木町今1314-1
電話 09434(2)0078

印刷 麻生園印刷部
福岡県八女郡星野村麻生
電話 094352-3162

福岡県行政資料

分類記号	所属コード
PF	0803104
登録年度	登録番号
62	0002