

電気処理のシイタケ子実体発生に及ぼす影響

目黒, 貞利

高木, 直洋

今村, 博之

<https://doi.org/10.15017/10840>

出版情報 : 九州大学農学部演習林報告. 59, pp.61-69, 1988-11-25. 九州大学農学部附属演習林
バージョン :
権利関係 :

電気処理のシイタケ子実体発生に及ぼす影響

目黒貞利・高木直洋・今村博之

The Effects of Electric Impulse on Fruiting-body
Formation of *Lentinus edodes*

Sadatoshi MEGURO, Naohiro TAKAGI and Hiroyuki IMAMURA

要 旨

電気処理によってシイタケ子実体の発生が促進される原因を明らかにするために、コナラほた木原木および菌接種後2年を経過したほた木、さらにいくつかの木粉培地を用いて、電気処理による木材成分、主として熱水抽出物、抽出物中に含まれる糖および窒素量の変化について検討した。その結果、電気処理によってほた木からのシイタケ子実体の発生が促進される原因は、熱水抽出物を始めとする木材成分が変化したためではなく、菌糸体への直接的な刺激によるものと推定された。

1. 緒 言

近年、国民の食生活の多様化や自然食品志向を反映して、シイタケを始めとする食用きのこの生産量は急激に増加したが、その反面食用きのこの生産量の半分以上を占めるシイタケの生産では、ほた木用原木の不足あるいは林業従事者の高齢化による労働力の低下などの問題が非常に深刻化して来ている。従ってほた木一本当りのシイタケ生産量を増加させることが目下のところ急務と考えられるが、シイタケ栽培技術の多くはすでに長年の経験からほぼ確立されており、従来の技術によっては、大巾に生産量を増大することは極めて困難な状況にある。

最近、金子らは、落雷によるシイタケ子実体の異常多発生現象を実験的に再現した(金子, 1986)(金子ら, 1987)。すなわち、シイタケほた木を子実体発生時期に放電または通電処理すると、他に例を見ないほど子実体の発生が促進されることを明らかにした。例えば、種菌接種後3年目のコナラほた木を、288 KVの電圧で放電処理した場合には、無処理区の約3倍の著しいシイタケ発生量の増加がみられたと報告している。また2年間、計8回の放電処理を繰返すと、無処理区に対してほた木材積1 m³当り952個、同乾燥重量で2900 gも子実体が多く発生し、ほた木一代のシイタケ子実体総発生量においても無処理を大きく上回るものと推定される。しかし、このような電気処理によってシイタケ子実体の発生が著しく促進される原因については、電気刺激の菌糸体への直接的または間接的影響がいくつか考えられているが、いまだ明らかにされていない。もしこの主な原因、作用機構が明らかにされれば、子実体形成機構の一端を明らかにできるだけでなく、従来の栽培技術に代わる新しい省力、省資源型の食用きのこの栽培法の開発に重要な知見を提供するも

のと期待される。

シイタケの子実体の発生、すなわち子実体原基の肥大生長には温度、水分などの環境因子のほかに、ほた木の養分条件も強く関与していることが知られている。時本らは、ほた木に子実体が発生するさい、子実体直下部に窒素や炭水化物が集積することを示し、ほた木の浸水液に炭水化物（グルコース）と窒素源（ペプトンおよび硫酸アンモニウム）を同時に添加すると子実体の発生量が著しく増加することを報告している（時本ら、1977）。

放電処理が空中窒素の固定に使用されることはよく知られているが、水に対してグロー放電するとアンモニアが生成し、カルボン酸を含む水溶液の場合にアミノ化合物が生成すると最近報告されている（HANDA *et al.*, 1986）。またポリエチレンを窒素中でコロナ放電すると表面にアミノ基が導入されることも報告されている（坂田、1983）。従って、ほた木を放電処理したさいに空中窒素がほた木内部に固定されたか、あるいは放電時の衝撃によってほた木内部に無数の微細な亀裂が生じ、それによってほた木内の栄養分が水に溶けやすくなり、結果として子実体原基の生長のために利用される栄養分が増加し、子実体収量が著しく増加した可能性も否定できない。

本研究では、電気処理によってシイタケ子実体の発生が促進される原因を明らかにするために、コナラほた木原木および菌接種後2年を経過したほた木を用いて、電気処理による木材成分、主として熱水抽出物中に含まれる窒素および糖の量の変化を検討した。さらに、菌を蔓延させた木粉・米糠培地に電気処理を施したところ、ほた木同様に著しいシイタケ子実体発生促進効果が認められたため、木粉・米糠培地の熱水抽出物の変化も併せて検討した。

2. 実験方法

2.1. 原木及びほた木の電気処理

コナラ (*Quercus serrata* Thumb.) 原木にシイタケ (*Lentinus edodes* (Berk.) Sing.) 種菌、明治904を接種後2年経過したほた木20本を使用した。これらほた木は、図1に示すように、中央部で玉切りし、一方を雷インパルス放電処理し、他方は対照とした。放電処理は九州電力株式会社総合研究所で、1985年11月下旬に、金子らが検討したのと同様の装置および方法で行った（金子ら、1987）。なお、電圧は金子らが設定した最適値288KVとし、ほた木を1本毎、電極と約10cmの間隔をおいて放電処理した。放電処理したほた木は、未処理のほた木と共に18時間流水下で浸水後、さらに各々のほた木を2等分し、その一方を分析に供し、他方は実験室内で子実体を発生させた。コナラ原木8本もほた木と同様に処理したが、浸水処理以後の操作は行わなかった。

2.2. 木粉培地の電気処理

ブナ (*Fagus crenata*) 材からチップーおよびウイリーミルを用いて、25メッシュ以下の木粉を調製した。木粉だけからなる培地、および木粉に米糠を3:1の重量比で加え、さらにポテト・グルコース培養液（1lの水にジャガイモ200gを加え1時間煮沸後、ガーゼで濾過し、グルコースを2%となるように加えた液）を加えた培地の2種類を調製した。なお培地の含水率は65%とした。これらの培地20gを100ml容量の三角フラスコまたは9

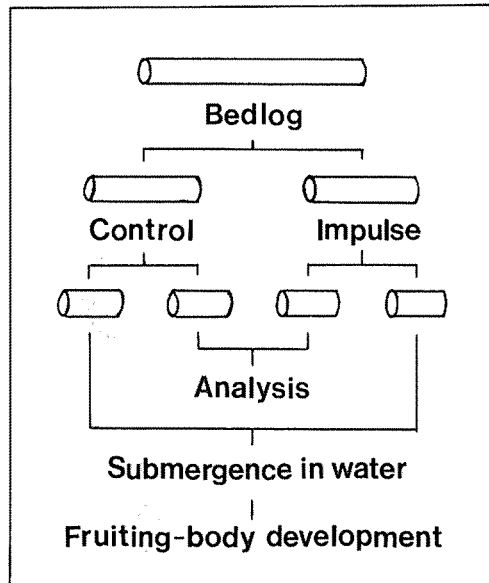


Fig. 1 Sampling procedures in *L. edodes* bedlogs.
 図1 ほた木のサンプリング方法

cm のペトリ皿に詰め、120°C で 20 分間オートクレイブで滅菌した。予めポテト・グルコース・寒天培地 (PGA 培地) で培養したシイタケ種菌森 465 の菌糸コロニーをコルクボーラーで打ち抜き、直径 4 mm のディスクを培地中央部に接種した。ペトリ皿内の培地に接種した菌は温度 25°C で暗黒条件下、所定の期間培養した。三角フラスコ内の培地に接種した菌は温度 25°C、蛍光灯連続照射下 (400 lux 以下) で 50 日間培養後、温度 15°C、相対湿度 70%、自然光の条件下 (生物環境調節センター: ファイトロン II 内) で子実体を発生させた。

電気処理は写真 1 に示す衝撃波電流発生装置 MS-13 形 (山光社製、最大充電電圧 25 KV) を用い、写真 2 に示すステンレス線電極 (電極間隔約 1 cm) を培地表面中央部に軽く刺して行った。三角フラスコ内の培養物は培養温度を変化させる (変温処理) 直前に 5~20 KV の範囲の電圧で処理し、一方ペトリ皿内の培地は菌接種直前に 15 KV の電圧で処理した。

2.3. 分 析

2.3.1. 試料の調製

ほた木の場合には 20 本から 10 本を無作為に抽出し、原木の場合には 8 本すべてを上述の 2.1. に示した方法で処理し分析用試料を得た。ほた木は、まず外樹皮を剥ぎ、内樹皮をカッターで削り取った。次に辺材外周部 (厚さ 5 mm 以内) をのみでチップ状に削り、さらにウイリーミルで木粉とした。内樹皮は手でもんで細かく粉砕した。原木は外樹皮と内樹皮との分離が困難であったため、辺材部からのみ試料を調製した。

木粉培地の場合は手で細かくほぐし試料とした。

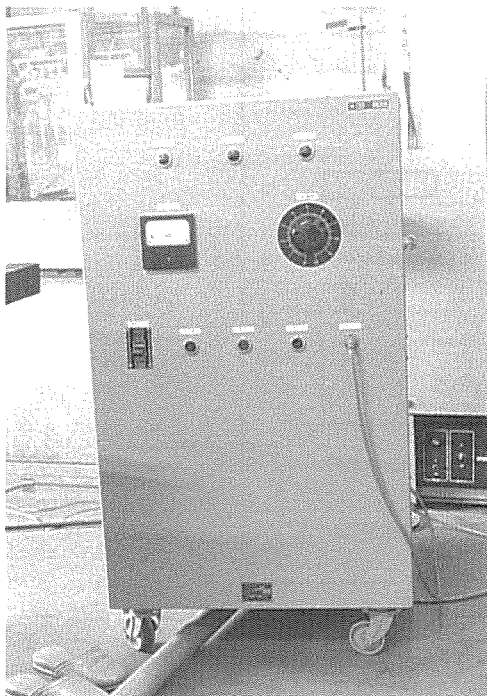


Photo 1 Electric impulse generator.
写真1 木粉培地の電気処理に用いた
衝撃波電流発生装置

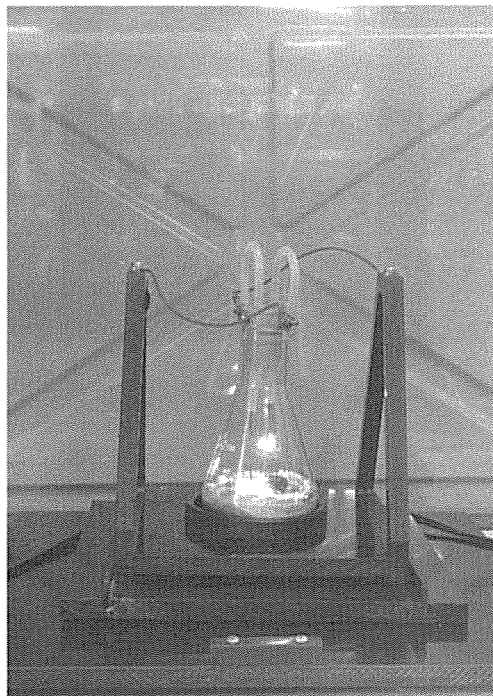


Photo 2 Discharge of electricity to *L. edodes*
culture on wood meal medium.
写真2 木粉培地の電気処理

2.3.2. 窒素及び炭素の定量

元素分析により試料中の炭素と窒素の含有量を求め、計算により C/N 比を求めた。なお、分析は九州大学理学部の分析センターに依頼した。

2.3.3. 熱水抽出物の分析

熱水抽出物量は試料重量を 6 g (全乾相当) とし、純水量を 50 ml とした他は常法に従って求めた。得られた熱水抽出液は洗浄液と合せ 100 ml とし、糖及び窒素の定量に供した。糖はフェノール硫酸法により、窒素はケルダール法によりそれぞれ定量した。

3. 結果及び考察

3.1. 電気処理の子実体発生に及ぼす効果

菌接種後 2 年を経過したほた木を用いて、雷インパルス放電処理のシイタケ子実体発生に及ぼす効果を検討した。表 1 に示すように、電気処理により子実体数が約 2 倍、生収量が約 1.6 倍それぞれ増加した。金子らは、2 年経過後のほた木では、電気処理とその後の浸水処理を組合わせた場合、浸水処理のみの場合に対して約 1.7 倍収量が増加すると報告

している(金子ら, 1987). 従ってシイタケ種菌および子実体発生環境が異なるにもかかわらず, 金子らの報告と同様に電気刺激によってシイタケ子実体の発生が著しく促進されることが確認された。

3.2. ほた木及び原木の分析

菌接種後2年を経過したほた木の内樹皮及び辺材の分析結果を表2に示す。子実体原基がすでに形成されている内樹皮の全窒素量は辺材の約2倍であり, C/N比は約1/2であった。しかし, 電気処理の有無による明瞭な差は, 内樹皮および辺材のどちらかにおいても認められなかった。熱水抽出物, 抽出物中の糖および窒素量には内樹皮と辺材で大きな差はなく, また電気処理による有意な差も認められなかった。浸水処理2日後のほた木についても検討したが, ほぼ同様な結果であった。

コナラ原木での結果を表3に示す。ほた木の場合と同様, 熱水抽出物, 抽出物中の糖及び窒素量に有意の差は認められなかった。

表1 ほた木への電気処理の効果
Table 1 The effect of electric impulse on *L. edodes* bedlogs.

	対照区* Control	処理区* Impulse
処理後子実体発生までに要する日数 Days required for fruiting	14.1	12.6
子実体の発生したほた木 (%) Fruiting	70.0	75.0
発生した子実体の個数** Number of fruiting-body	12.0	23.0
生収量 (g)** Row yield	163.8	258.9

* Mean of 20 bedlogs.

** per 10000 cm³ of bedlog.

表2 ほた木成分に及ぼす電気処理の効果
Table 2 The effect of electric impulse on chemical composition of *L. edodes* bedlogs.

	内樹皮部* Inner bark		辺材部** Sapwood	
	対照区 Control	処理区 Impulse	対照区 Control	処理区 Impulse
Nitrogen***	8.53 ± 2.22	8.38 ± 2.51	4.78 ± 0.71	4.44 ± 0.85
C/N	56 ± 19	58 ± 20	101 ± 15	112 ± 0.85
Hot water*** extracts	60.4 ± 16.4	72.1 ± 21.1	52.5 ± 7.8	53.9 ± 6.2
Sugar****	20.3 ± 2.5	19.9 ± 4.3	17.0 ± 4.2	19.4 ± 6.7
Nitrogen****	0.272 ± 0.098	0.300 ± 0.093	0.250 ± 0.041	0.233 ± 0.088

*** Mean and standard error of 4 and 8 bedlogs, respectively.

**** mg/g of wood.

***** in hot water extracts.

以上の結果、電気処理の前後のほた木及び原木に含まれる熱水抽出物及びその中の糖と窒素の量に有意な差を見出すことはできず、電気処理による木材成分の変化は認められなかった。

先に述べたように、シイタケ子実体原基の肥大生長が始まる時期に、子実体原基直下部に周辺部より窒素及び炭水化物が集積することを、時本らが明らかにしている。従って、今回検討したような内樹皮や辺材をそれぞれ一括して木粉にする方法では検出されないものの、ほた木内で子実体発生に直接つながる木材成分の局部的変化が生じていないとは断言できない。しかしながら、電気処理を施す時期にはすでに多数の原基が内樹皮上に存在しており、その中から予め電気刺激により子実体に生長する原基だけを限定し、その直下部の材または内樹皮を選択的に分析することは不可能と考えられる。それ故に、ほた木を用いてこのような局部的な木材成分の変化を明らかにすることは極めて困難であると考えられた。

そこで次に、シイタケ子実体原基直下部での木材成分の変化を明らかにするために、子実体を発生させ得る最少限の木粉培地を用いて、電気処理の培地成分に及ぼす影響について検討した。

3.3. 木粉培地における電気処理の効果

木粉のみの培地では菌糸の生長が極めて遅く子実体形成には相当長時間を要するために、食用きのこの人工栽培には木粉と米糠からなる培地が通常用いられ、シイタケの菌床栽培においても例外ではない。寺下らは、木粉・米糠培地にさらにポテト・グルコース培養液を加えた培地では、わずか 20 g でシイタケ子実体が発生し得ることを既に報告している (TERASHITA *et al.*, 1981)。

そこで、種菌森 465 をこの培地 20 g に接種し、彼らの記載している方法に従って培養し、シイタケ子実体の発生を試みた。そのさい、0~20 KV の範囲のインパルスで培地を処理し、ほた木の場合同様にシイタケ子実体発生促進効果が生じるか否かも同時に検討した。各電圧毎に供試したフラスコ数 (10 本) に対するシイタケ子実体が発生したフラスコ数の割合 (発生率) および全収量を図 2 に示す。種菌として森 465 を用いたさいにも、発生率は低いが低温処理のみで 20 g の培地からシイタケ子実体が発生することが明らかになった。また、培養物を低温処理する直前に電気インパルスで処理すると、ほた木同様に著し

表 3 コナラほた木原木の熱水抽出物に及ぼす電気処理の効果
Table 3 The effect of electric impulse on hot water extracts of Konara wood (*Quercus serrata*).

	対照区* Control	処理区* Impulse
Hot water extracts**	67.1 ±23.9	68.0 ±27.7
Sugar***	38.0 ±14.3	39.1 ±15.7
Nitrogen***	0.164± 0.066	0.155± 0.032

* Mean and standard error of 8 woods.

** mg/g of wood.

*** in hot water extract.

い子実体発生促進効果がみられた。今回用いた実験条件下では、15 KV で処理した場合の効果が最も大きく、低温処理のみの場合の約5倍の発生率および生収量が得られた。

以上の結果、木粉培地においても電気インパルス処理によって、ほた木同様著しいシイタケ子実体発生促進効果が生ずることが明らかとなった。そこで、今回最も効果の大きかった15 KV を用いて、電気処理の培地成分に及ぼす影響について引き続き検討した。

3.4. 木粉培地の分析

20 gの子実体発生用培地で電気処理の明瞭な効果が認められたため、菌を接種する前の培地を用いて電気処理前後の熱水抽出物、抽出物中の糖および窒素の量を比較検討した。表4に示すように、ほた木の場合同様、やはり熱水抽出物、抽出物中の糖および窒素の量には電気処理による有意な差は認められなかった。

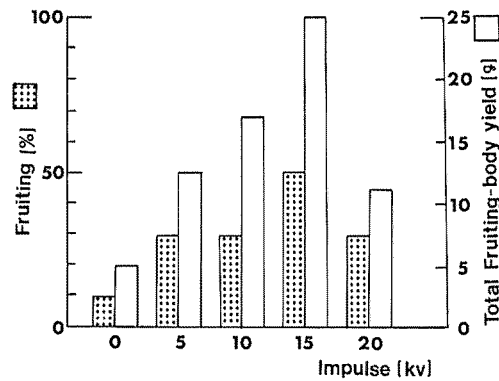


Fig. 2 The effect of electric impulse on fruiting-body formation of *L. edodes* on P medium (See Table 4 for P medium).

図2 P培地におけるシイタケ子実体発生に及ぼす電気処理の効果

表4 木粉培地の熱水抽出物に及ぼす電気処理の影響

Table 4 The effect of electric impulse on hot water extracts of lignocellulosic media.

	P培地* P medium		W培地* W medium	
	対照区 Control	処理区 Impulse	対照区 Control	処理区 Impulse
Hot water extracts**	112.6 ± 6.6	112.0 ± 11.2	14.1 ± 0.3	14.7 ± 0.5
Sugar***	77.0 ± 3.1	75.0 ± 2.5	7.1 ± 0.4	7.3 ± 0.7
Nitrogen***	0.361 ± 0.013	0.355 ± 0.027	0.065 ± 0.017	0.063 ± 0.019

P medium consisted of 7ml of potato-glucose (200g potato and 20g glucose per 1000ml water), 5.8g wood meal (*Fagus crenata*), 1.9g rice bran, and deionized water (final moisture : 65%).

W medium consisted of 7g wood meal and deionized water (final moisture : 65%).

* Mean and standard error of 8 flasks.

** mg/g of medium.

*** in hot water extracts.

この子実体発生用木粉培地は、米糠のほかジャガイモの煮汁やグルコースを加えた栄養分の豊富な培地であるため、電気処理によって培地成分に多少の変化が生じていても顕著な差として検出できない可能性もある。よって何も加えない木粉のみの培地を用いて検討したが、先の子実体発生用培地での結果と同様、熱水抽出物、抽出物中の糖および窒素の量にはほとんど変化が無かった（表4）。

また、菌を接種し50日間培養後の子実体発生用培地を低温処理する直前に電気処理し、先と同じ培地成分について分析を試みたが、菌接種前の培地での結果と同様、電気処理による有意な差は認められなかった。さらに、予め電気処理した培地に菌を接種して、処理によって菌の生長が影響を受けるか否かを検討したが、菌糸の生長は電気処理の影響をほとんど受けなかった。

以上の検討により、極めて少量の木粉培地においても、先述のほた木原木および菌接種後2年を経過したほた木の場合と同様に、電気処理による培地成分の明瞭な変化は認められなかった。従って、電気処理によってほた木からのシイタケ子実体の発生が促進される原因は、熱水抽出物を始めとする木材成分の変化によるとは考え難く、菌糸体への直接的刺激による可能性が示唆された。しかし、今回用いた分析手法では検出されない木材成分の微量な量的あるいは質的变化が電気処理によって起り、それによってシイタケ子実体の発生が促進された可能性も完全には否定できない。これらの点についてはもっと単純な系を用いてさらに詳細に検討する必要がある。

4. ま と め

電気処理によってシイタケ子実体の発生が促進される原因を明らかにするために、コナラほた木原木および菌接種後2年を経過したほた木、さらにいくつかの木粉培地を用いて、電気処理による木材成分、主として熱水抽出物に含まれる糖および窒素量の変化について検討し、以下の結果を得た。

(1) シイタケ菌を接種後2年を経過したほた木に雷インパルス処理をしたところ、浸水処理のみの対照区に対して著しい子実体発生促進効果がみられた。

(2) シイタケほた木の内樹皮および辺材の熱水抽出物、抽出物中の糖及び窒素量には電気処理による明瞭な差が認められなかった。ほた木原木の場合にも同様の結果であった。

(3) 木粉培地においても、電気処理によってほた木同様の著しいシイタケ子実体発生促進効果が生じた。

(4) 木粉培地の成分にも、ほた木同様電気処理による明瞭な差は検出されず、また菌糸の生長にもほとんど変化はなかった。

謝 辞

シイタケほた木を提供していただくと共に、種々御助言御協力をいただいた福岡県林業試験場の中島康博場長および金子周平氏に厚く感謝いたします。また、ほた木に雷インパルス放電処理をしていただき、衝撃電流発生装置をお貸しいただいた九州電力株式会社総合研究所に厚く御礼を申し上げる。併せてコナラほた木原木およびブナ材をいただいた九

州大学演習林に感謝いたします。

引用文献

- HARADA, K., IGARI, S., TAKASAKI, M. and SIMOYAMA, A. (1986): Reductive fixation of molecular nitrogen by glow discharge against water. *J. Chem. Soc., Chem. Commun.*: 1384~1385
- 金子周平 (1986): 電気刺激のキノコ栽培への応用. *微生物* 2: 627~632
- 金子周平・山本理代・中島康博・實淵喜康 (1987): シイタケほだ木の電気刺激に関する研究. *林試時報* 33: 1~34
- 坂田 功 (1983): 木材利用の化学. 今村博之ほか5名編 共立出版, 東京: 63
- TERASITA, T., ODA, K. and KONO, M. (1981): Purification and some properties of carboxyl proteinase in mycelium of *Lentinus edodes*. *Agric. Biol. Chem.* 45 (9): 1929~1935
- 時本景亮・河合 晃・小松光雄 (1977): シイタケの子実体発生とほだ木の養分動態. *菌茸研究所研究報告* 15: 65~69

Summary

When *Lentinus edodes* (Meiji 904) bedlog was discharged with an electric impulse of 288 kV, the fruiting-body yield was increased to 1.6 times that of control (Table 1). The electric impulse treatment of *L. edodes* (Mori 465) on the supplemented wood meal was also effective for stimulating fruiting-body formation. The electric impulse treatment of 15kV was the most effective and increased both the overall yield and the fruiting-percentage to about 5 times compared to the control (Fig. 1). The significant differences were not detected in the C/N ratio, hot water extracts, and nitrogen and sugar contents in hot water extracts between the bedlog treated with an electric impulse and control (Table 2). Similar results were obtained on the original wood and the supplemented wood meal (Table 3 and 4). These results indicated that the changes of wood components by an electric impulse were not responsible for the stimulation of fruiting-body formation.