

.....
論 文
.....

シイタケ子実体発生に及ぼす電気刺激の効果 (第3報)

—浸水処理に代わる電気刺激処理について—

水戸部 一孝^{*1}, 工藤 行蔵^{**}, 吉村 昇^{*}

(2000年12月7日受付; 2001年2月7日受理)

Improved Production of Fruit-body of *Lentinus edodes*

by Electrical Stimulation in Artificial Bed-blocks

—Electrical Treatment Instead of Submerged Treatment—

Kazutaka MITOBE^{*1}, Kozo KUDO^{**} and Noboru YOSHIMURA^{*}

(Received December 7, 2000; Accepted February 7, 2001)

A study of the production of fruit-bodies of *Lentinus edodes* in artificial bed-blocks was undertaken. Fifty artificial bed-blocks were provided for each applied voltage condition; Control, Applied voltage AC 200V for 30 s, AC 200V for 60 s, submerged treatment after AC 200V for 30 s, and submerged treatment. The cumulative number and weight was measured for 6 month. As a result of experiments, it makes clear that the yield of electrical treatment is about equal to that of submerged treatment.

1. まえがき

従来シイタケ栽培はほだ木を用いた原木栽培が主流であったが、近年、人工菌床を用いた方法が広がってきている¹⁾。菌床栽培は栽培期間が短く、省スペースでの栽培が可能であるとの利点を有している。また、従来のシイタケ栽培には、子実体の発生を促進する発生刺激として菌床を冷水に半日程沈める、浸水処理が用いられてきた。しかし、浸水処理には菌床数の増加に伴い多大な労力と時間が必要となるため、施設化による大規模栽培への大きな障害となっており、近年これに代わる処理方法が模索されている。

一方、ほだ場への落雷によりシイタケ子実体が異常発生するという経験的事実を基に、ほだ木に対する電気刺激の効果についての研究が報告されている²⁾。我々の研究グル

ープも、菌糸体³⁾、ほだ木⁴⁾および人工菌床^{5,6)}を対象とした電気刺激の効果について報告してきた。しかしながら、いずれの研究も短期間の調査にとどまっており、実用化のために必要な長期間にわたる電気刺激効果については調べられていない。また、発生した子実体の大きさなどの性状を評価していないため、電気刺激処理時の子実体の商品価値が疑問視されていた。

本論文では、多大な労力を必要とする浸水処理に代わる電気刺激処理の実用可能性を明らかにすることを目的として、長期間の栽培試験により浸水処理と電気刺激処理での子実体発生量を比較した。その際、発生重量、発生個数に加え、個々の子実体のサイズも評価したので報告する。

2. 試料および実験装置

供試人工菌床は、コナラのおがくずを主成分とした培地に中低温性品種のシイタケ菌(敏1号)が植菌されたものである。図1にシイタケ人工菌床の培養手順を示す。植菌から初期培養終了までの過程は(有)松原食茸で行われた。この過程が前培養である。その後、発生期間、収穫期間および休養期間を1サイクルとして、第一期から第四期まで栽培試験を実施した。発生期間は3~5日間であり、菌床に1日2回の散水、6時間の加湿を行った。収穫期間は約1週間であり、子実体の品質が低下するため散水は行わず、

キーワード: 電気刺激, シイタケ, 子実体, 栽培技術

*秋田大学工学資源学部電気電子工学科 (010-8502 秋田市手形学園町1-1)

Department of Electrical and Electronic Engineering/ Faculty of engineering and Resource Science/ Akita University, 1-1, Tegata Gakuencyo, Akita 010-8502, Japan

**秋田大学医学部微生物講座 (010-8543 秋田市本道1丁目1-1)

Department. of Microbiology/ Akita University School of Medicine, 1-1, Hondo, Akita 010-8543, Japan

¹mitobe@ipc.akita-u.ac.jp

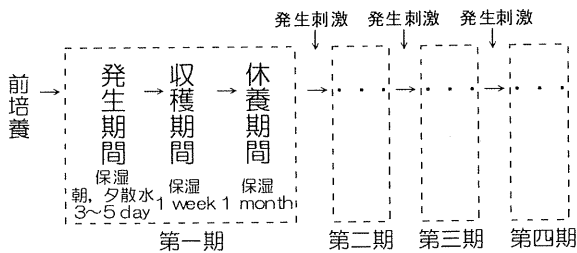


図1 シイタ人工菌床の培養手順
Fig.1 Cultivation procedure of artificial bed-block.

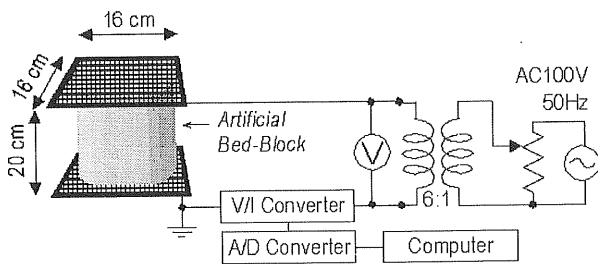


図2 電圧刺激装置のブロック図
Fig.2 Block diagram of electric stimulation.

1日3時間だけ加湿し子実体を収穫した。休養期間は約1カ月間であり、加湿のみ1日6時間行った。いずれの条件でも温度は20~25°Cで維持し、朝・夕の2回、各2時間の換気を行った。以上の栽培条件は、加湿時間を増やした点を除いて、一般の栽培業者による手法と同様である。

子実体の発生を促進するための発生刺激は、第二期以降の発生期間の初日に、下記の5種類の条件で与えた。発生刺激を加えない対照区 (Control), AC200V の電圧を30秒間 (AC200V 30s) または60秒間 (AC200V 60s) 印加する電気刺激処理条件、従来の栽培手法である浸水処理条件 (Submerged), 最後に AC200V の電圧を30秒間印加した後に浸水処理を加える処理条件 (AC200V+ Submerged) である。1条件あたりの人工菌床数は15個であり、条件間で菌床の個体差が生じないように、第一期の子実体発生重量の平均値が各処理条件で等しくなるように配分した。なお、浸水処理は菌床を水温8°Cの流水に16時間浸水させることで行った。また、前報では AC600V の電圧印加が有効であったが⁵⁾、本栽培条件では加湿時間を増やしているため人工菌床の電気抵抗は低下し、AC200V で前報に匹敵する電流が流れた。そのため、本論文では印加電圧を AC200V とした。

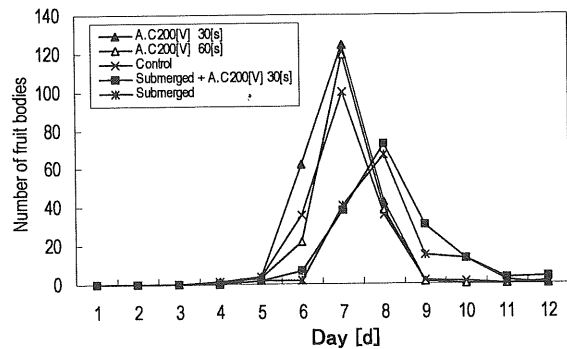


図3 子実体発生個数の経時変化 (第三期)
Fig.3 Cumulative number of fruit-bodies changing with time (Third flash).

図2に実験で使用した電圧刺激装置のブロック図を示す。商用周波数の交流100Vを一次側に接続したスライダック (YAMABISI, LT78-010) を用いて調整し、1:6のトランス (太平工業 (株), T75-555) を介して200Vに昇圧した。菌床を流れる電流は、V/I変換器からAD変換器を介して、パソコンで計測している。電極には変形しやすいステンレス線の網電極を用いており、菌床表面に電極が密着するようにした (詳細は前報⁵⁾に譲る)。

3. 実験結果

図3に、第三期における子実体発生個数の経時変化を示す。横軸は発生刺激を行ってからの経過時間、縦軸は各処理条件あたりの子実体発生個数を示す。図3より、浸水処理群では子実体の発生およびピーク日時が約1日遅れていることがわかる。また、浸水処理群は、他の処理条件と比べ発生期間が長いことがわかる。この傾向は、第二期から第四期までに共通してみられた。

図4に各処理条件における子実体の発生量を示す。図4(a)は1菌床あたりの子実体の平均発生個数を示し、同図(b)は平均発生重量を示す。凡例は第一期から第四期までの収穫時期を示す。図4(b)より、第一期の子実体重量が全ての条件間で等しくなるように菌床が配分されていることを確認できる。発生刺激は第二期以降に実施しているが、条件間で顕著な差異が生じている。第二期では浸水処理群が最も発生重量および個数が多い、対照区が最も少ない。しかしながら、第三期では第二期で収量の多い条件群で発生量が減少するとの逆転現象がみられた。第四期では対照区からはほとんど子実体が発生しなかった。第一期か

ら第四期までに得られた総収穫量で比較すると、浸水処理 + 電気刺激処理条件で最も多く、浸水処理群と電気刺激処理群 (AC200V 30s) はほぼ等しいとの結果になった。また、今回の実験条件では、刺激時間が 30s と 60s とで顕著な差はあられていない。

図 5 に第一期から第四期までに得られた子実体の寸法分布を示す。横軸が刺激条件、縦軸が個数、パターンは子実体のサイズを示す。なお、本論文では椎茸栽培業者と同様に、傘が開く直前の状態で収穫しており、下記のシイタケ市場出荷基準に則って分類した。傘の直径が 3 cm 以下では規格外 (EX) となり、3 ~ 4 cm を S, 4 ~ 5 cm は M, 5 ~ 6 cm は L, 6 ~ 7 cm は 2L, そして 7 cm 以上は 3L とする。図 5 より、子実体のサイズの構成比率は、処理条件によらず、ほとんど差異がないことがわかる。

図 6 に子実体の発生個数と電流の関係を示す。横軸は電圧印加時に人工菌床に流れた電流の実効値の最大値、縦軸は発生した子実体個数、記号は発生時期および電気刺激条件を示す。本論文の実験条件では 0.2 ~ 0.4A の電流が流れた菌床で発生個数の増加がみられ、分布が上方に広がっていることがわかる。また、電流値が 0A に近い菌床では発生個数は少なかった。

4. 考 察

浸水処理による発生時期の遅れは、冷水によるコールドショックおよび水中で低酸素状態となるため菌糸体の成長が一時的に抑制されたために生じたと考えられる。その点、電気刺激処理は菌糸体の成長を停滞させることがなく、子実体の早期発生、収穫期間を短縮する点で優れている。この特徴は前報⁶⁾で報告した結果とも一致した。

菌糸体は、物理的・化学的な外的要因により一次菌糸体から二次菌糸体への移行が促進され、子実体を構成することが知られている。電気刺激処理が菌糸体へ及ぼす機序の解明に関する形態学的な研究として、電気刺激後には二次菌糸体特有のクランプと称する突起物があらわれるとの結果が報告されている⁷⁾。電流が菌糸体の細胞膜のイオンチャンネルに異常をもたらす物質透過性を向上させた結果、クランプや二次菌糸体への移行を促進したと考えられている⁷⁾。浸水処理群と電気刺激処理群の子実体発生量を比較すると、1 回目の発生刺激直後 (第二期発生時) には浸水処理群の方が多いが、第四期までの総発生量で評価すると両群はほぼ等しくなることが明らかになった。また、子

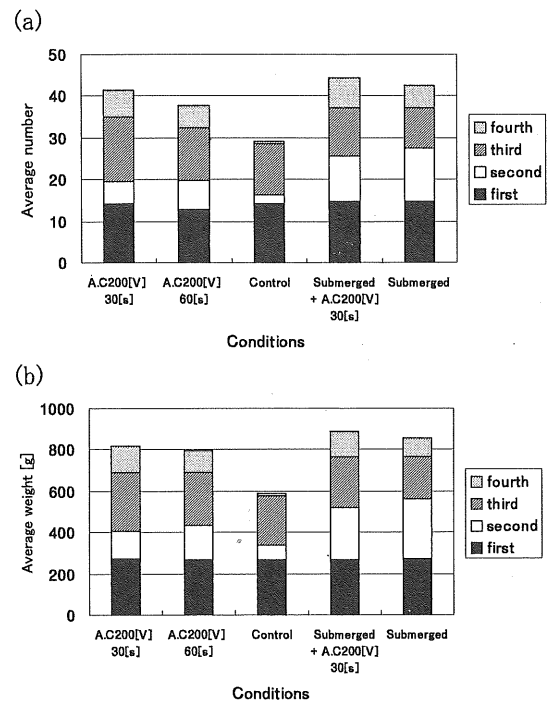


図 4 子実体の平均発生量

(a) 子実体発生個数, (b) 子実体発生重量

Fig.4 Average yield of fruit-bodies per one bed-block.

(a) Cumulative number of fruit-bodies,

(b) Cumulative weight of fruit-bodies.

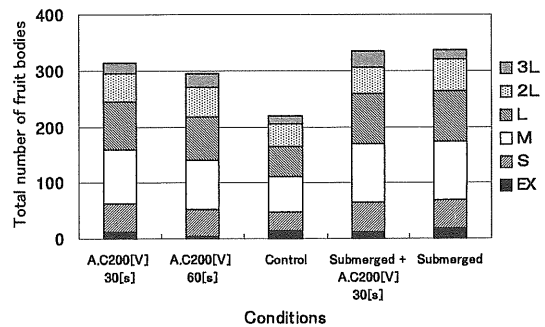


図 5 子実体の寸法分布

Fig.5 Size of fruit-bodies.

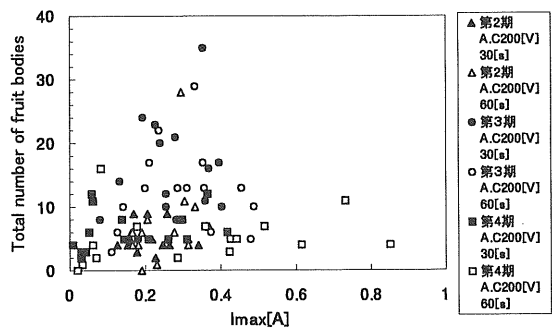


図 6 電流値と子実体発生個数の関係

Fig.6 Relationship between peak effective value of current and the number of fruit-bodies.

実体のサイズの構成比率もほとんど同じであった。以上の結果は、電気刺激処理が浸水処理に匹敵する発生刺激になりうること、つまり、多大な労力を要する浸水処理を簡便な電気刺激処理で代用可能であることを示している。

本論文では、電流値が 0.2~0.4 A の範囲で子実体の発生個数が上昇するとの結果が得られた。この結果は、以前報告した AC200V, 400V, 600V の電圧印加条件で、200mA 以上の電流が流れた菌床で子実体の発生個数が増加するとの結果と一致する⁵⁾。この結果が、電気刺激条件を電圧値ではなく電流値を尺度として設定することで収量を増やしようとする可能性を示唆するものなのか、この付近の電流値を流す菌床が子実体を発生するに適した状態にあるとする菌床の状態を反映したものなのか、現在のところ不明である。

5. おわりに

本論文では、人工菌床を対象として浸水処理に代わる発生刺激として電気刺激処理の可能性を調べた。その結果、両処理条件では発生重量、発生個数および子実体サイズの構成比にほとんど差異がなく、電気刺激処理で代用できることを実証した。同時に、電気刺激処理は子実体の発生時期を早期化、発生期間も短縮できるという効果を見いだした。これらの知見は、数千個からの人工菌床を扱うシイタケ栽培業者の省力化を実現する上で、重要な知見となるだろう。

研究を進める上で御協力下さった東北電力(株)鈴木隆広様、秋田大学工学資源学部の佐藤忠雄技官、本研究室卒業生北村英規君、(株)キノックス食用菌研究所所長木村栄一所長に謝意を表します。

参考文献

- 1) 半田良三, 山内政明: Bio Industry, 3 (1986) 370
- 2) 實淵喜康, 山本理代: 九州電力研究報, No. 87004 (1984) 1
- 3) 高橋重雄, 水戸部一孝, 鈴木隆広, 吉村 昇: 静電気学会講演論文集'90, p. 53, 静電気学会 (1990)
- 4) 吉村 昇, 高橋繁喜, 高橋重雄: 静電気学会誌, 11 (1987) 44
- 5) 水戸部一孝, 佐藤忠雄, 鈴木隆広, 吉村 昇: 静電気学会誌, 21 (1997) 275
- 6) 水戸部一孝, 中川史子, 佐藤忠雄, 鈴木隆広, 吉村 昇: 静電気学会誌, 23 (1999) 88
- 7) 工藤行蔵, 水戸部一孝, 吉村昇: 静電気学会誌, 23 (1999) 186