

小特集

パルスパワー生成放電プラズマのバイオ技術への応用

7. キノコ栽培へのパルス高電圧の利用

塚本 俊介, 前田 貴昭¹⁾, 池田 元吉¹⁾, 秋山 秀典²⁾
(有明工業高等専門学校, ¹⁾熊本県林業研究指導所, ²⁾熊本大学)

Application of Pulsed High Voltage for Mushroom Culturing

TSUKAMOTO Shunsuke, MAEDA Takaaki¹⁾, IKEDA Motoyoshi¹⁾ and AKIYAMA Hidenori²⁾

Ariake National College of Technology, Omuta 836-8585, Japan

¹⁾*Forestry Research and Instruction Station of Kumamoto Prefecture, Kumamoto 860-0862, Japan*

²⁾*Kumamoto University, Kumamoto 860-8555, Japan*

(Received 16 September 2002)

Abstract

Pulsed high voltage was applied to logs used for mushroom culturing to mushroom growth. An experiment was carried out in an attempt to increase shiitake mushroom yield. Results showed that the weight of shiitake mushroom yield was double that of a normal group cropped in a month. Another experiment was performed to estimate the effect of electrical stimulation on the growth of hyphae. Results of that experiment showed a slight influence on the growth of hyphae, and showed some possibilities this method can improve mushroom culturing techniques.

Keywords:

pulsed high voltage, inductive pulsed power, electrical stimulation, shiitake mushroom, hypha

7.1 はじめに

山間部にあるシイタケのホダ場に落雷があると、その周囲数十メートル四方で、シイタケが異常発生するという事は、生産者の間では経験的に知られてきたことである。落雷時の電撃が、シイタケのホダ木に何らかの電気刺激を与え、シイタケの発生を促したと思われる。自然界の雷は人間がコントロールすることはできないので、思いどおりにシイタケ栽培に利用することはできないが、昨今のパルスパワー技術を用いれば、任意のパルス幅・印加電圧の電気刺激を、任意の時期に与えることができるので、何らかの利用が可能と思われる。

古くはすでに1950年代に農事試験場において、シイタケの電気刺激栽培に関する実験が行われている。1984年には、九州電力において、200~300 kVの標準雷インパ

author's e-mail: tsuka@ariake-nct.ac.jp

ルス(パルス幅 40 μ s)を用いて実験が行われ、電気刺激を与えないグループに比べ、約2~3倍のシイタケ増産効果が発表されている[1]。1987年には、秋田大学でもシイタケ実体の発生に及ぼす電気刺激の影響が研究・報告されている[2]。この研究では、交流 50 Hz, 1.5 kV とパルス幅 2.5 ms, 16 kV のインパルスが用いられた。ここでも3倍前後のキノコ増産が得られた。その後も、シイタケあるいはその菌糸に関するいくつかの実験が、報告されてきた[3-7]。定常の高圧交流電源による電気刺激でも、シイタケの増産効果が報告されているが、高電圧パルスの電気刺激の報告が多い。その理由は、パルスにすると高い電圧が容易に得られること、エネルギー効率が高いこと、などであろう。

高電圧実験室のインパルスジェネレータは、通常はマ

ルクス発生器に代表される容量性のパルスパワー電源である。巨大で重量感のある容量性パルスパワー電源に対し、誘導性パルスパワー電源は、エネルギー密度が1桁から2桁ほど大きく、したがって軽量コンパクトに製作することができる[8]。山中のホダ場に持ち込み、高電圧パルスを発生させるには、誘導性のパルスパワー電源が有利である。本研究では、細線ヒューズを用いて作った、持ち運び可能な誘導性パルスパワー電源を使用し、高電圧実験室ではなく、熊本林業研究指導所の作業場において実験を実施した。

7.2 シイタケの生態とパルス高電圧の利用可能性

シイタケは、枯れたクヌギやナラの木の原木に種ゴマを打ちこみ、菌糸が蔓延した頃にホダ場へ移してキノコ実体の発生をさせる。この菌蔓延が終了した原木をホダ木といい、この間、約1年半の期間を要する。この1年半の伏せ込み期間に、シイタケ菌糸は雑菌の進入・生育に自分の生育を脅かされることとなる。また、カミキリムシが原木に卵を産みつけ、夏場にその幼虫が原木の中を食い漁ることにより、原木に大きな巣ができることがある。これらの被害から守るために、伏せ込みの時期にも、雑菌や幼虫の駆除装置としての高電圧パルス利用の可能性がある。

ホダ場に移されたホダ木は、木の養分がなくなるまで(実際には養分があっても発生率が悪くなると廃棄される)おおよそ3~5年間使用される。キノコ実体は真夏や真冬は発生しにくく、10~25℃が最適といわれ、出荷したい時期を見計らって、浸水作業を行う。浸水作業とは、5~20時間、ホダ木を水中に沈めておく作業で、菌糸を冷却したり酸素不足状態にしたりすることにより、キノコ実体の発生を促す、いわばキノコ発生のための刺激の一種である。この作業の代わりに電気刺激が代用できれば省力化になるし、浸水と電気刺激を併用することでより多くの発生がみられれば、増産化につながる。また、キノコ実体の発生が少なくなったホダ木に、電気刺激を行うことによって、もう1年使用することができれば、ホダ木の寿命を長くすることができ、経済効果が期待できる。

これらの可能性のうち、今回実験を行って報告する項目は次の3件である。

- (1)ホダ木へのパルス高電圧印加によるシイタケの増産効果
- (2)伏せ込み中の原木へのパルス高電圧印加による菌蔓

延への効果

- (3)パルス高電圧印加による雑菌の選択的殺菌

7.3 実験とその結果

7.3.1 使用したパルスパワー電源の出力波形

Fig. 1は、用いた誘導性パルスパワー発生装置の出力波形である。直径0.03mmの銅線ヒューズ5cmを使用し、充電電圧10kVのときの出力である。ヒューズ電流と出力電圧の2つを示しているが、尖頭値の高いほうが電圧で、半値幅約70ns、尖頭値約90kVの電圧が出力されているのがわかる。パルス幅が短く、ホダ木を傷めないのが特徴である。

7.3.2 ホダ木へのパルス高電圧印加によるシイタケの増産効果

用いたシイタケホダ木は、2000年3月にシイタケ菌(森290号)の種ゴマを打ち込んだ長さ1.2mのクヌギである。したがってホダ木にとっては今回が最初の収穫である。ホダ木5本を1グループとして4グループ作り、電気刺激なし、45kV印加、90kV印加、120kV印加に分けて観察した。電圧の印加回数はそれぞれのホダ木に対し1回である。

ホダ木は前日から15時間の浸水作業を行った後、2001年11月16日に電気刺激を印加した。両木口面に長さ90mmの金釘を約70mm打ち込み、その金釘にパルスパワー電源からの出力を鱈口クリップで接続して電圧を印加した。

シイタケの収穫期間は12月の1ヶ月間(6回収穫)とし、収穫個数、シイタケの生重量および乾燥重量の3種類で比較した。なお、乾燥重量は 60 ± 2 で24時間乾燥した後の重量とした。

Fig. 2に個数の比較、Fig. 3に重量の比較を示す。Fig. 2とFig. 3から、収穫したシイタケの個数・重量ともに、電気刺激無しに比べ、電気刺激をかけた方が増産に

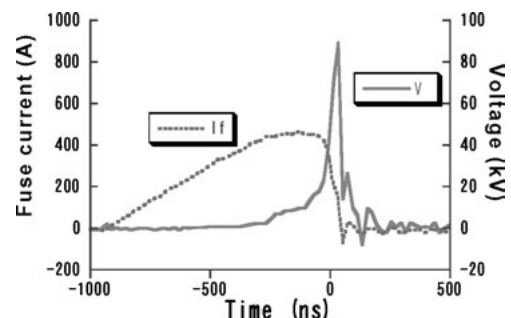


Fig. 1 Output voltage waveform.

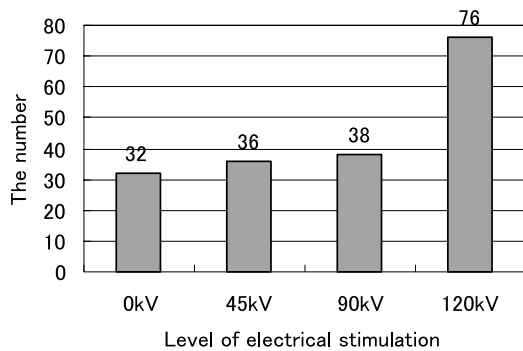


Fig. 2 Comparison of the number of shiitake mushrooms.

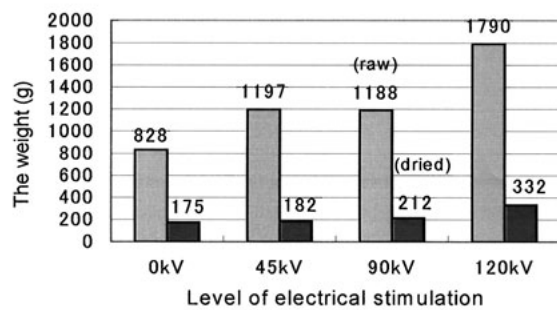


Fig. 3 Comparison of the weight of shiitake mushrooms.

つながっていることがわかる。4条件のうちでは120kV印加時が最高で、個数・重量とも電気刺激無しの200%を超えた。

7.3.3 伏せ込み中の原木へのパルス高電圧印加による菌蔓延への効果

用いたシイタケホダ木は、2001年3月にシイタケ菌(森290号)の種ゴマを打ち、あらかじめ8ヶ月間伏せ込んだクヌギを用いた。ホダ木45本を、電気刺激なし、1回印加(11月)、2回印加(11月と1月)、3回印加(11月、1月、3月)にグループ分けした。印加電圧はピーク値90kV、1回印加とし、印加方法は7.3.2の実験と同じである。それぞれのグループで最後の電気刺激を与えてから再び伏せ込みを続け、2ヶ月後に5本のホダ木の皮を剥いて菌糸の蔓延状況を調査した。また、5月にはすべてのケースについて残り5本の剥皮調査をした。電気刺激を加えなかったグループについては、最初の電圧印加日から毎回5本ずつ剥皮調査をした。データは5本の平均をとるので、上記の方法に必要なホダ木数は、5本×4回=20本、5本×2回=10本、5本×2回=10本、5本×1回=5本、合計45本である。



Fig. 4 Growth of hyphae to two directions of logs.

Table 1 Ratios in spreading areas of hyphae.

Type of spreading ratio	Application times	Measured in May	
		Average value	Standard deviation
Surface spreading ratio (%)	0	53.9	14.5
	1 (Nov.)	55.9	13.3
	2 (Nov. Jan.)	55.0	23.5
	3 (Nov. Jan. Mar.)	61.2	12.4
Cut-end spreading ratio (%)	0	63.0	6.0
	1 (Nov.)	59.0	10.1
	2 (Nov. Jan.)	59.4	14.6
	3 (Nov. Jan. Mar.)	59.2	7.7

Fig. 4に測定した後のホダ木の写真を示す。表面・木口面ともに白い部分が菌糸の蔓延しているところで、暗い部分が蔓延していないところ若しくは雑菌の繁殖しているところである。実験結果は、表面蔓延率と木口蔓延率の2つで比較した。

表面蔓延率はホダ木の表皮を剥がしたあと、ホダ木表面におけるシイタケ菌のホダ木表面方向の蔓延状況を肉眼で判定するとともに、ビニルシートに写し取り面積を測定し、白い菌糸が蔓延した面積の比率を求めた。また、木口蔓延率は、菌糸のホダ木内部への蔓延状況を示すもので、1.2m長のホダ木を20cm間隔で6個に分割し、5ヶ所の木口面のシイタケ菌蔓延率を肉眼で判定し比率を求めた。蔓延面積の値には長さ方向5ヶ所の平均値を用いた。これらの実験結果のうち最後である5月に測定した結果を、Table 1に示す。電気刺激をかけたグループの

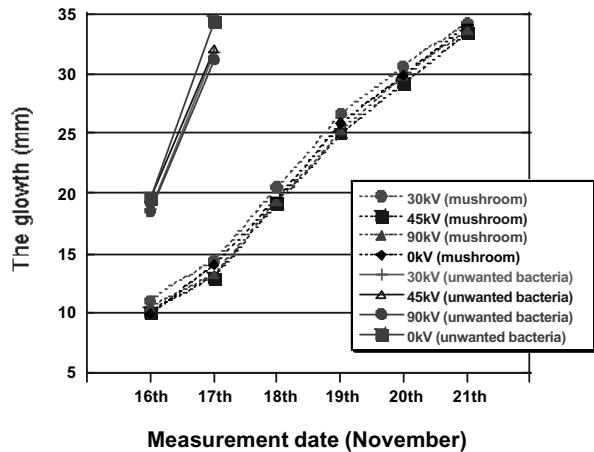


Fig. 5 Growth of hyphae.

表面蔓延率は、無刺激グループのそれに比べると若干高いものの、有意差があるとまでは言えない。木口蔓延率では電気刺激をかけたグループの方が、菌糸の蔓延が若干少ない傾向を示している。結局どちらの結果も、偏差の中に含まれる程度の差で有意性は認められなかった。今回の結果では、シイタケ菌糸のホダ木への蔓延には、高電圧パルスによる電気刺激の効果は認められないが、効果はないと言い切るには、電圧などの条件を変えて追加実験を行い、確かめる必要があるだろう。

7.3.4 パルス高電圧印加による雑菌の選択的殺菌

シャーレで培養中のシイタケ菌(森290号)と雑菌のトリコデルマ菌(KRCF175)に電気刺激を印加して、それ以後の菌糸成長度合いを測定し、印加していないグループと比較して電気刺激による成長に与える影響を調べた。実験は、寒天培地の上に菌糸を植えて、菌糸が伸び出した頃を見計らって電気刺激を印加した。電極板上に培養シャーレを置き、寒天培地上に直径0.5mmのステンレス線をたらしめて電圧を印加した。シイタケ菌・トリコデルマ菌各20皿準備し、電気刺激なし、30kV印加、45kV印加、72kV印加、の4種類にそれぞれ5皿ずつ割り当て、その平均を採った。

結果をFig. 5に示す。電圧印加3日前にシイタケ菌、2日前にトリコデルマ菌を植えこみ、11月16日にパルス電圧を印加した。トリコデルマ菌は予想以上に成長が早く、電圧印加後2日目にはシャーレの壁に到達し、それ以後の成長は測定できなかった。Fig. 5でシイタケ菌の刺激なしグループは中ほどに位置しているが、トリコデルマ菌においては刺激なしグループの成長が一番良い。つまり他のグループは、電気刺激によって成長抑制を受けている可能性がある。この2日だけの結果で判断

するのは危険であるが、電気刺激によって菌糸成長が抑制されている傾向が出ていることは興味深い。その効果の有無を確認するために、更なる実験を行う必要がある。

7.4 まとめ

パルスパワーのシイタケ栽培技術改良への可能性を探るために、3つの実験を行った。

1つ目のパルス高電圧印加によるシイタケの増産効果に関しては、電気刺激をかけられたグループが無刺激のグループに比べ2倍強の収穫があり、その効果が確かめられた。条件次第ではもっと高い増産効果が得られる可能性が高い。

2つ目として、伏せ込み期のホダ木にパルス高電圧の電気刺激をかけることによって、菌糸の蔓延への影響を探った。これに関しては、今回は影響を確認できなかった。電圧条件を変えて、追実験で確認することが必要である。

3つ目の雑菌の選択的成長抑制に関しては、電気刺激の効果は期待できそうな結果となった。しかしデータ数が少ないので、引き続き追加実験で確認する必要がある。

これらの実験の結果を要約すると、キノコ増産効果については、これまでの報告と同様に、その効果は確かにあるようである。また増産効果は、今回のシイタケだけにとどまらず、マツタケをはじめとする付加価値の高いキノコ類にもその効果が期待できることが、大変魅力的である。

参考文献

- [1] 實淵喜康, 山本理代: 九州電力研究期報 Vol.67, 研究報告 No.87004, (1984) p.1.
- [2] 吉村 昇, 高橋繁喜, 高橋重雄: 静電気学会誌 11-1, 44 (1987).
- [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 (1990) p.53.
- [4] 水戸部一孝, 佐藤忠雄, 鈴木隆広, 吉村 昇: 静電気学会誌 21-6, 275 (1997).
- [5] 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 23-2, 88 (1999).
- [6] 工藤行蔵, 水戸部一孝, 吉村 昇: 静電気学会誌 23-4, 186 (1999).
- [7] 水戸部一孝, 工藤行蔵, 吉村 昇: 静電気学会誌 25-3, 149 (2001).
- [8] 原 雅則, 秋山秀典: 高電圧パルスパワー工学 (森北出版, 1991) p.159.