

平成 20 年度助成研究実施報告書

研究題目	パルスパワー技術の高度利用によるさんりくブランドきのこの収穫量改善
研究者(所属・職)	研究代表者 高木 浩一 (岩手大学工学部・准教授) 共同研究者 小藤田 久義 (岩手大学農学部・准教授) 共同研究者 梶原 昌五 (岩手大学教育学部・准教授)
研究代表者 連絡先	電話：019-621-6941 F A X：019-621-6941 Eメール：takaki@iwate-u.ac.jp URL：http://www.eng.iwate-u.ac.jp/jp/labo/elc07-1.html
研究目的	パルスパワー技術を利用して簡便な高電圧短パルス発生装置を開発し、腐生性および菌根性きのこの電気刺激による、さんりくブランドきのこの生産性向上を図る。多品種きのこの安定収量の確保や増収をもとに、きのこ関連業者を中心に、地域の活性化をはかる。
研究結果の概要	<p>1 背景及び課題・ニーズ等</p> <p>(1) 背景等 自然食ブームの影響もあり、安全で、健康によい食材に対する需要は年々高まっている。きのこは、アルカリ性食品であり、抗がん作用があり、かつ低カロリー食品であることから、健康食材としての需要が年々高まっている。しかし、自然林を用いた国産きのこ（菌根性きのこ）の採取は、下草刈りや腐葉土処理などの作業が必要になる。林業関係者の高齢化や環境の変化などのため、国産きのこの採取高は減少しているのが現状である。外国産のきのこは、防腐剤の使用などの問題もあり（トレーサビリティーの困難さ）から、国産きのこの増産が必要になる。</p> <p>(2) 課題、ニーズ等 林業関係者の間で、落雷があればその周囲約 15m できのこは異常繁殖することが知られている。雷による異常繁殖の特徴は、光や音、振動の刺激に対して、非線形的に変化が見られる点である。人工的に電気刺激で増産をする研究が、昭和 60 年頃に行われ、しいたけのホダ木に人工落雷による刺激による影響について、電気刺激と収量の関係に関して、詳細な報告がなされている。本研究の目的は、電気刺激がきのこの生育に与える影響について生物学的な見地からも明らかにし、さらにパルスパワー技術を用いてコンパクトな電源を開発し、しいたけやナメコなどの腐生性きのこの菌床栽培、ホダ木栽培や、自然林を利用したあみたけやまつたけなどの菌根性きのこの栽培に活用することである。</p> <p>2 研究の実施内容 本研究では、菌床栽培（おがくずを固めて菌床を作ってハウス内で栽培）、ホダ木栽培（野外のホダ木に植菌して仮伏せ・伏せこみするもの）、自然林を利用した菌根性きのこの3つのケースを想定していた。これらに適した電気刺激の条件は対象で異なる。このため、本研究では、1) 各栽培法での増産に適した電源の開発、2) 増産効果の実験的検証、3) 電気刺激が菌に与える影響の解明を計画していた。平成 20 年度は以下を計画していた。</p> <p>[コンパクトな電源開発] きのこ増産の実用化に必要な電源の条件として、高電圧・低コスト・コンパクトがあげられる。これにはコンデンサとコイルを組み合わせ高電圧を発生する誘導性エネルギー蓄積方式が適する。このため出力電圧 50kV、150kV、250kV の電源を開</p>

発し、さらに回路素子を検討、コンパクトで安価な電源を開発する。

【電気刺激効果の検証】 本研究の核の部分になる。誘導性エネルギー蓄積方式パルスパワー電源を用いて、菌床栽培、ホダ木栽培、自然林栽培のきのこに適用して増産効果の検証を行う。

以下、項目に分けて、本年度の実施状況をまとめる。

- (1) **電源開発**：コンパクトな電源開発では、ホダ木栽培用には Marx 動作時で 250kV、Marx-IES 動作時で 500kV 出力の電源を開発した。Marx 方式（コンデンサを並列充電して、ギャップスイッチで直列につなぎ変えて電圧増幅を行う）と誘導性エネルギー蓄積方式（急激な電流遮断で生じる誘導起電力を利用して電圧増幅を行う）を併用することで、高電圧・低コスト・コンパクトを実現した。また、この電源は IES 動作の付加の有無によって、異なる周波数成分を有するパルス波形を作り分けられる。さらに、Marx 動作のみにより、連続的なパルス電圧発生動作も可能になり、実験の効率が格段に改善された。図 1 に装置の概観を示す。また、図 2 に出力波形の一例を示す。出力は、1 m のホダ木の実験に適した出力電圧のピークは約 110kV であり、出力電圧パルスの半値幅は約 50ns となる。この結果、電圧の増幅利得は 22 倍となる。この値は、これまで使用されていた 1 段の IES 電源 ($0.22\mu\text{F} \times 1$ 個、10kV 充電) 同じエネルギーを蓄積した場合の電圧利得である約 9 倍に対して大きな値となる。また、充電 5kV で 100kV 以上の出力を達成できていることがわかる。この電圧範囲では充電中のコロナ放電損も起こりにくく、より野外実験に適した電源となっていることがわかる。



図1 開発・改良した Marx-IES 方式パルスパワー発生装置(最大出力:約 500kV)

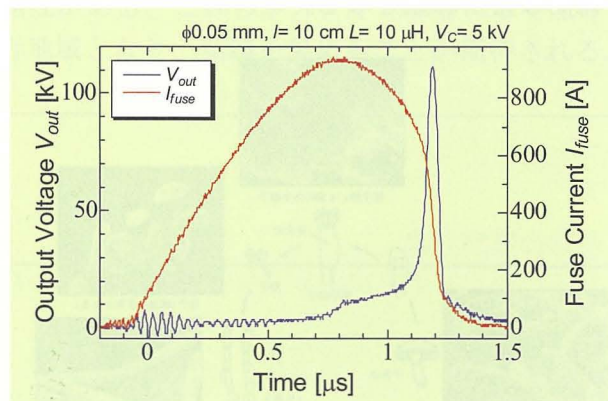


図2 出力電圧波形と回路電流の一例(出力:約 110kV)

- (2) **きのこ増産実験**：開発した電源を用いて、菌床栽培、ホダ木栽培において増産効果の確認を行った。マンネンタケ（霊芝）など、薬に用いられる種類でも大幅な増産が確認できている。一例として、図 3 に電気刺激の有無によるしいたけの発芽の違いを示す写真、図 4 に原木栽培における、15 本のホダ木から収穫される重さを比較したものを示す。50kV の印加電圧の場合、ホダ木に電圧を印加する回数を 1 回から 50 回に増やすことで、収量が約 2 倍になる様子などが確認できる。



図3 電気刺激の有無によるしいたけの収量変化の一例(上:刺激なし、下:パルス電気刺激)

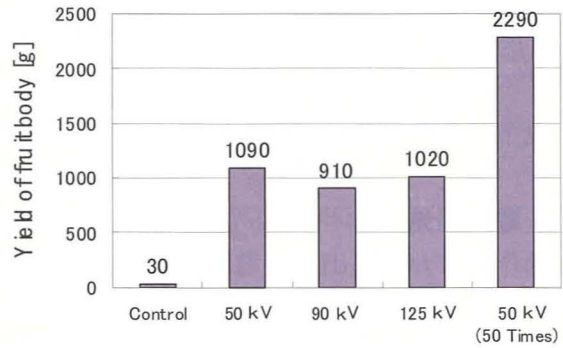
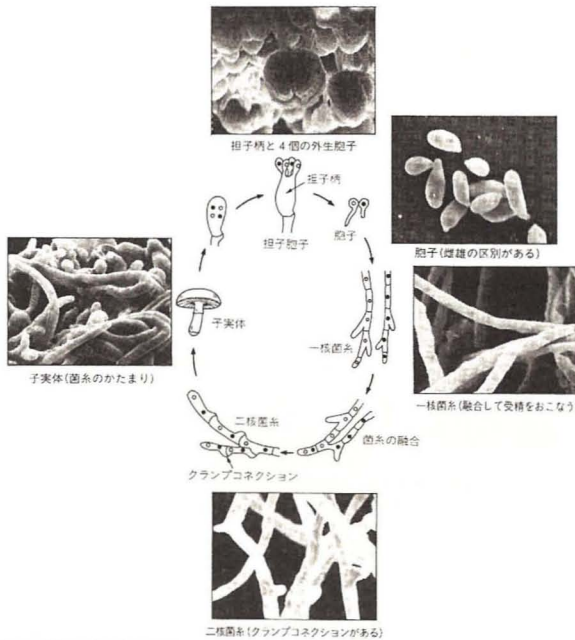


図4 電気刺激によるしいたけの収量変化(右より刺激なし、50kV1回、90kV1回、125kV1回、50kV50回)

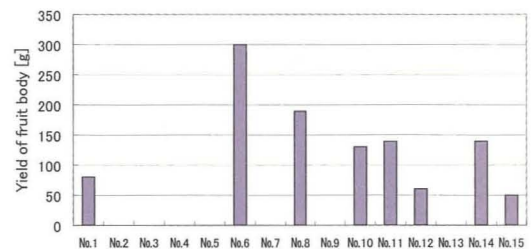
3 考察

図5にきのこのライフサイクル、図6にしいたけの増産実験に使用した15本のホダ木のそれぞれの収量の電圧印加回数による変化を示す。図6より、電圧印加1回の場合、収量のないホダ木が7本存在するが、50回印加することで、どのホダ木からもしいたけが得られる様子がわかる。このように、電圧印加は子実体形成の引き金になっていることが確認できる。子実体形成は、一般には、図5に示す、一核菌糸が合体して二核菌糸へと変わり、疎水性たんぱく質(ヒドロホビン)を出し、菌糸の集合体を形成することにより起こる。他の研究報告でも、二核菌糸形成の際に観察されるクランプコネクション(樹枝状突起)が、電気刺激により増えるとの報告もある。今後は、増産のメカニズムの解明や希少品種での増産効果の確認などが課題となる。

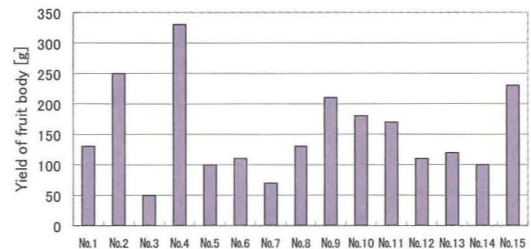


15-31 キノコの生活環 (しいたけの例、写真はいずれも8,000倍)

図5 きのこのライフサイクル



(a) 50 kV X 1 time



(b) 50 kV X 50 times

図6 電気刺激の15本のホダ木からのしいたけの収穫量と印加回数の比較(電圧:50kV)

事業展開の見通しと期待される効果

事業者の事業内容は、主に、きのこの加工と販売になる。防腐剤など薬剤使用の問題などから、国産のきのこの需要が高まっている。現在は、需要の高まりに、自然林で採取のみの現方法では、追いつけない状況である。本技術を用いて、自然林で採取可能な菌根性きのこ（あみたけやまつたけなど）を増やし、商品価値の高い国産の菌根性きのこを安定に供給することで、これまで安定に原料を入れられなかったために、商品化できなかったものも取り扱うことができる。また商品を提供できる範囲を、県内中心から、関東圏、関西圏、九州へと押し広げることも可能になる。

期待される効果として、1) さんりくブランドきのこの確立、2) 国産の菌根性新商品開発による地域の活性化、3) バイオへの電気技術の応用といった新分野の技術応用の話題性、4) 未活用資源としての自然林の有効活用などがあげられる。特に、1) のさんりくブランドの確立は、ほかの農業商品の価値をも高め、成果の波及効果も期待できる。

三陸地域への波及効果

- (1) **さんりくブランドの拡大**：さんりくブランドは、海産物に関しては強力なネームバリューがあるが、それ以外はそれほど強くはない。本研究は、さんりくブランドをきのこに対して確立できることが期待される。ブランド名の強化は、ほかの作物の価値をも引き上げ、さんりく地域全体の活性化にも貢献できる可能性を有する。
- (2) **新商品開発と販売範囲拡大に伴う地域の活性化**：本目的が達成された場合、県内産、さんりく産のきのこの収穫量が増し、菌根性きのこを用いた加工食品の商品化が可能になる。これは関係する業者へも波及効果があり、さんりく地域への活性化へ貢献が期待される。
- (3) **バイオと工学融合の領域の新技术の情報発信**：きのここといった生物系の応用に、電気工学の技術を用いる融合領域の技術には、話題性がある。これらがメディアなどに取り上げられることで、さんりく地域が融合技術の先行地域となり、話題を集めることが期待される。

備 考