

## 岡山県におけるマツタケ研究の取り組み

藤原 直哉

Research on *Tricholoma matsutake* in Okayama Prefecture

Naoya FUJIWARA

## 要 旨

藤原直哉：岡山県におけるマツタケ研究の取り組み 岡山県農林水産総合センター森林研究所 研報40：1-9（2026） マツタケの一大生産地であった岡山県も、松くい虫被害によって徐々に生産量が低下し、近年では年間0.5トンの生産量に落ち込んでいる。県内におけるマツタケ研究の取組は、1959年から始まり、主に、マツタケの天然シロに対する気候の影響、有機物の除去、立木密度の調整等、生育条件や増産に繋がる条件が調査された。次に、国補大型プロジェクトにより、感染苗、土壌バクテリアとの関連性について研究を行った。その後、遺伝子によるマツタケ菌の同定、菌根からの検出を可能にし、実際の感染試験に応用した。マツタケ菌の培養に関しては、フラボノイドの培地添加が菌糸の伸長を促進することや、アカマツ特有のデンプンによって菌糸束の形成が顕著になることを見出した。その他に、マツタケ山の管理労力を軽減するため、省スペースのアカマツ林造成法を開発した。

近年では、人工培養したマツタケコロニーに発生刺激を与えるため、菌床栽培を行ったほか、電波による培地への通電や、超音波刺激によるコロニー変化を試した。その結果、いずれの試験でも、コロニーの形態変化は確認されなかったが、今後、技術改良の余地は残された。

キーワード：デンプン、感染苗、環境整備、マツタケ、子実体

## I はじめに

## (1) 県内のマツタケ生産

岡山県におけるマツタケの生産の詳細について、過去の情報は少ないが、生産量については、1904年からの統計資料（図-1）によって確認することができる。この公式な資料から、少なくとも120年以上前から、マツタケが県内市場で取り扱われていたことが推測できる。最盛期の1957年には、2,700トンを超える生産量であったことから、岡山県は、マツタケの一大生産地であったことが窺える。このため、マツタケを利用したマツタケご飯、焼きマツタケ、土瓶蒸しなどは、郷土料理の一つとして定着していた（岡山県郷土文化財団 1984）。

また、マツタケ生産者が収集した資料によると、久米南町内の商家に保存されている写真には、既に1935年には、大量のマツタケが自動車によって集荷されたことが記録されている（久米南町松茸研究会 2014）。この資料では、これらのマツタケは、久米南町特産の「弓削マツタケ」として、東京や関西地域などの大消費地に、鉄道で送られたことが伝えられている。その後、戦争需要と戦後の復興需要を背景としたアカマツの乱伐により、マツタケの生産量は急激に落ち込んだ後、徐々に回復したとされている。1970年代には、マツタケ狩りを目的とした観光ツアーなども盛んに実施され、重要な換金作物

として再認識されてきた。

しかし、この頃からマツノザイセンチュウによる松くい虫被害が発生し、全県的なアカマツの枯損によってマツタケの発生量は減少し続け、1990年代に入ると100トンを下回り、近年では1トン未満となった。

本報告では、これまでの岡山県におけるマツタケ研究の取り組みと近年の課題について記載し、今後の方向性についてまとめた。

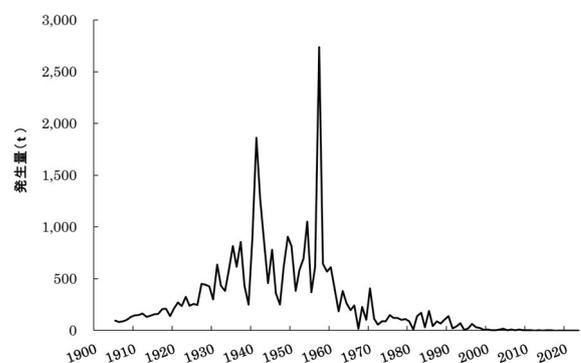


図-1 岡山県内のマツタケ発生量の推移  
(岡山県特用林産物流通統計を改変)

## (2) 本県におけるマツタケ研究の取り組み

岡山県のマツタケ研究は、第二次世界大戦の前後頃のアカマツの大量伐採によって、将来のマツタケ生産が危惧されたことを背景として、戦後まもなく開始された。最初に、マツタケの天然シロ（以下、シロ）におけるマツタケの増産技術に期待が集まり、「アカマツ林の施業に関する試験（まつたけ増殖試験）（1959～1963年）」（岡山県 1961, 酒本 1962, 岡山県 1963, 木本 1964）が研究課題として取り組まれた。1952年の岡山県林業試験場設立から7年後である。当時としては、マツタケ凶作の原因がどこにあるのか探ることを目的とし、アカマツ林の林齢、立木密度の調査など、マツタケ発生地環境条件の把握から実施した。また、アカマツの間伐、地面の掻き起こし、除伐等による子実体発生量への影響調査が行われ、無施業地との比較が行われた。しかし、天候の影響が大きく、降水量とマツタケの子実体発生量に相関がある可能性が示唆される結果となった。

次期課題である「マツタケ発生環境調査ならびに環境改善試験（1966～1968）」（竹内 1967a, 竹内 1969）では、これまでの気温、降水量調査や植生調査のほか、土壌調査、地温測定、きのこ相調査を行い、現況のデータ収集に努めた。また、シロへのかん水試験やシロ周辺部への施肥、雑草の刈り取り等を実施し、その影響や可能性の検討を行った。さらに、「マツタケ発生環境改善試験（1969）」（竹内 1970）では、気象調査、除伐、地かき試験のほか、かん水試験を行った。しかし、この試験では、かん水と発生した子実体の重量との間に明確な相関が見られず、今後の課題となった。

同時期に並行して実施された「マツタケ人工増殖試験（1966）」（竹内 1967b）では、発生するマツタケの菌糸コロニー上に氷を置いて人工的に菌糸層の温度を下げ、子実体を発生させようとする試みが実施された。この実験では、地温を2～3℃下げる効果を確認した。

そのため、「マツタケ発生誘導試験（1970～1972）」（竹内 1971, 竹内 1972, 竹内・岡 1972）でも、スプリンクラーによるシロへのかん水が継続された。その結果、単年度では子実体の発生量や重量との相関は不明瞭であったが、3年間の平均値では、かん水処理区の方が子実体の発生量が増加する傾向を示した。そのほか、マツタケの傘を試験地に静置し、胞子を落下させる手法や胞子の懸濁液の散布、シロの移植などの人工接種を試したが、結論は得られなかった。

1970年代になると、植物病理学の応用技術として、当場に微生物の培養技術が導入され、「アカマツ林分の土壌微生物調査（1975）」（下川 1976）では、マツタケ菌糸の培養と保存が可能になるとともに、マツタケが発生するシロ周辺の土壌細菌相の調査が始まり、土壌中での微生物相の分析に視点が当てられた。

これを引き継ぐ「マツタケ菌に関する研究（1976）」（下川・植月 1977, 下川・植月 1978）では、薬剤による土壌微生物の抑制や、マツタケ菌との拮抗性を示す糸状菌（カビ類）について、培養試験による探索を行った。また、シロ周辺へのアカマツ苗木植栽による、人為的な感染苗の育成に初めて着手した。その結果、一部ではあるが、マツタケ菌感染の可能性がある苗の育成に成功した。

国や他府県との共同研究として始まった「マツタケ人工栽培技術の開発に関する研究（1978～1982）国補大型プロジェクト」（下川・植月 1979, 下川 1980a, 下川 1980b, 下川・植月 1981a, 下川・植月 1982a）においては、マツタケの発生に適した環境の調査を充実させるとともに、特に、プロジェクトに参画した府県と役割を分担しながらマツタケ発生地土壌微生物相の研究に注力した。その上で経時的に、糸状菌や細菌の遷移について培養技術と組み合わせながら調査し、マツタケ菌感染苗の育成技術の向上に応用した。なお、この感染苗の育成については、材料となる苗木の発根促進技術の検討に加え、シロへの植栽技術、人工気象装置、人工造成地、既存アカマツ林への移植を大規模に実施した。

他府県との共同研究と並行して実施した本県の独自課題である「マツタケ増殖技術開発試験（1979～1982）」（下川 1980c, 下川・植月 1981b, 下川・植月 1982b, 下川ら 1983）では、野外試験地を追加して実施した。本研究では、マツタケ発生地周辺の土壌を所内に運搬して試験地を造成し、感染苗の材料となるアカマツの苗木を養成した。また、シロにアカマツ苗木を上乗せする手法を用いてマツタケ感染苗を育成した。これらの感染苗については、造成した試験地に植栽し、マツタケ菌の定着を図った。特に、シロについては、土壌微生物の少ない深部の土壌やアカマツの針葉で、マツタケ原基を被覆する方法により、子実体の重量が増加する効果を見出した。

前課題を基礎として発展させた「マツタケ適地としての土壌微生物条件の解明に関する研究（1983～1984）」（下川 1984a, 下川 1985a）では、改めてアカマツの環境要因を調査し、マツタケ発生との相関が高い因子が腐植層の厚さであることを明らかにし、その相関式を導き出した。

マツタケの多収穫技術の開発を目指した「食用きのこ栽培のコストダウン技術に関する調査（マツタケの多収穫技術に関する調査）（1983～1985）」（下川 1984b, 下川 1985b, 下川 1985c, 下川 1985d, 下川 1986a）においては、シロの周囲に、抗カビ剤の散布や、微生物の少ない土壌の客土により、シロが活性化される成果が得られた。次に、土壌放線菌とその産生物質による種菌

培養を検討し、雑菌に対する静菌作用を持つバクテリア資材を開発した。このほか、シロへの点滴かん水による増収効果や、子実体の冷蔵保存技術による品質保持効果を示している。

関連課題の「マツタケ栽培適地の基準判定指標の解明（1985～1986）」（下川 1986b, 下川 1987a）では、林型と土壌内微生物量を指標にしたマツタケシロの誘導条件を提案した。

これまでの研究を応用した「菌根性きのこ林地栽培化技術の開発（1986～1990）」（下川 1987b, 下川 1988, 下川 1989a, 下川 1989b, 下川 1990, 下川 1991）においては、前述のバクテリア資材に、さらに放線菌を追加した「有用抗菌連鎖系」資材について試験を重ね、マツタケ感染苗や培養菌糸を林地接種する際に、マツタケ菌以外の害菌を抑制する微生物資材を開発した。

研究成果の定着技術として、同時期に林業普及事業にて実施した「マツタケ発生環境因子調査及び現地コントロール技術の適応化（1987）国庫・林業現地適応化促進事業」（高田 1988）では、微生物資材の実用試験として、他の環境整備施策と併せてシロへの散布を実施し、その後の経過を観察した。この時、子実体への被覆によって子実体の品質が向上する効果を確認している。

マツタケ菌の人工接種に重点を置いた「菌根菌の人工接種技術の開発（1991～1996）国補・林業普及情報システム化事業」（下川 1992, 定金 1993, 定金 1994, 竹内・定金 1995, 竹内・藤原 1996a）では、これまで県下から収集・保存したマツタケ菌株について、無菌条件下で育成したアカマツ幼苗への接種試験を実施し、感染苗の育成効率の向上を目指した。林地接種用の培養菌糸の開発については、菌糸の繁殖状況に応じ、園芸培土や穀物の配合割合を検討した種菌を作成し、アカマツ林への接種を継続した。

全国的に感染苗によるマツタケシロの形成を期待する研究が主流となり、「マツタケ栽培の新技術に関する研究（1991～1995）」（下川 1992, 小林 1993, 竹内ら 1994, 竹内 1995, 竹内・藤原 1996b）では、育成したアカマツ苗木をシロの上や、周辺部に植栽して感染苗を育成し、別のアカマツ林に移植した。それに加え、培養菌糸をアカマツ林に埋設する試みが行われ、それぞれ、微生物資材が施用された。その結果、シロ面積が拡大する傾向が見られた。なお、従来の微生物資材は、「有用抗菌連鎖系」から「混合微生物」に名称変更された。

多くの府県が参画し、多角的な視点から研究を実施した「菌根性きのこの安定生産技術の開発（1996～2002）国補・林業普及情報システム化事業（1996～1998）、国補・バイオテクノロジー実用化型（1999～2002）」（竹内ら 1997a, 竹内・藤原 1998a, 竹内ら 1999, 竹内・藤原 2000, 藤原・阿部 2001, 藤原・阿部 2002, 藤原

・石井 2003, 藤原・竹内 2003）では、環境整備を実施した結果、シロ数の増加を確認した。改良したマツタケ種菌と、マツタケ孢子によるアカマツ細根への接種を実施したが、感染は確認されなかった。混合微生物のシロへの散布についても、引き続き試験を実施したが、明確な効果は不明であった。また、松くい虫被害による試験地のアカマツ枯損が進行し、その処分にも追われるようになってきた。結果として、シロを対象とした各種調査の実施が困難になりつつあった。

県単独の研究課題「マツタケ・アマタケ等安定生産技術に関する研究（1996～2000）」（竹内ら 1997b, 竹内・藤原 1998b, 藤原・竹内 1999, 藤原・竹内 2000, 藤原・竹内 2001）では、マツタケ生産量の重要な目安となるシロの面積と子実体発生量の調査を継続し、データの蓄積を図った。

既存のアカマツ林へのシロ形成を目指した「菌根性きのこのシロ形成技術の開発（2004～2006）」（藤原・石井 2005, 藤原 2005, 藤原・石井 2006, 藤原・石井 2007, 藤原 2007）では、これまで、不確実であったマツタケ菌糸の特定に、初めて遺伝子鑑定を導入した。これは、アカマツの細根に感染したマツタケ菌糸のDNAを抽出・精製した後、ポリメラーゼ連鎖反応（PCR）による増幅により検出する技術である。本課題では、多数のマツタケ孢子の接種試験を行うとともに、この技術により、接種箇所へ侵入した細根について鑑定を実施した。その結果、一部の細根から、マツタケのDNAを検出したが、シロの形成には至らなかった。この頃には、アカマツ林の枯死が全県下に広がり、マツタケ発生適地が激減した。

自然環境下における抵抗性アカマツ（桃太郎松）の利用を中心に取り組んだ「アカマツを利用した菌根性きのこの栽培（2007～2009）」（藤原 2008, 藤原 2009a, 藤原 2010a, 藤原 2010b）では、抵抗性アカマツの苗木に、生分解性フィルムで被覆した培養菌糸を種菌として接種し、一定期間経過後に掘り起こし、菌根の形成状況観察とDNA鑑定を実施したが、マツタケ菌は検出されなかった。

「マツタケの発生環境制御技術の開発（2008）」（藤原 2009b）では、秋期の高温、少雨傾向によるマツタケの不作を軽減するため、庇陰試験、かん水試験、土壌改良、客土、マルチング等を試験し、土壌への竹炭（粒度1mm）の混合が土壌含水率の低下抑制に効果を示すことや、厚さ10cmの客土が、地温上昇を1℃抑制できることを示した。

アカマツそのものの細根成分に着目した「マツタケ菌の定着促進技術の開発（2010～2012）」（藤原 2011, 藤原 2012, 藤原 2013a, 藤原 2013b）では、アカマツの根に含まれるフラボノイドであるナリゲニンやナリ

ンギンを、培地に少量添加すると、菌糸成長が促進されることを見出した。

さらに、アカマツ細根の化学成分をマツタケ菌の栄養成分として探求した「生理活性物質を用いたマツタケの人工培養方法の研究（2013～2015）」（藤原 2014, 藤原 2015, 藤原 2016a, 藤原 2016b）では、 $\gamma$ 線殺菌した細根粉末を基材にマツタケ菌が培養可能であることを確認した。次に、その粉末からアカマツ特有のデンプンを分離し、既存の寒天培地に添加したところマツタケ菌糸束を形成したことから特許を取得した（特許第6221039号）。野外試験では、アカマツ林伐採跡地へのフレコンバッグを利用した小規模アカマツ林の造成を目的に、アカマツの播種を実施し、幼苗の活着を認めた。

新規に育成した抵抗性アカマツ幼苗へのマツタケ菌種の接種を試みた「マツタケの省力栽培技術の開発（2016～2018年）」（藤原 2017, 藤原 2018, 藤原 2019, 藤原 2020a）では、小規模アカマツ林の育成とそこに活着した幼苗への接種を実施したが、シロの形成は確認できなかった。

岡山県山林種苗共同組合と実施した「樹木デンプンによる菌根性きのこの人工培養（2019～2021）外部知見活用型・産学官連携研究事業」（藤原 2020b, 藤原 2021, 藤原 2022, 藤原 2023a）では、既存の寒天培地中へのフィチン酸添加によってマツタケ菌糸の成長が促進されることが明らかになった。また、アカマツの内樹皮粉末を培地へ添加すると、アカマツデンプンを添加した際と同様に、マツタケの長い菌糸束が形成されることを確認した。野外試験については、従来使用されていたコンテナ苗より、さらに小さいスケールで接種が可能なセル苗へのマツタケ菌接種が可能であることを示した。

室内実験としてマツタケ子実体の発生を研究した「アカマツを有効利用したマツタケ培養技術の高度化（2022～2024）」（藤原 2023b, 藤原 2024, 藤原 2025）では、寒天培地で培養したマツタケ菌のコロニーに微弱電流を通電させる技法を試みた。また、超音波刺激を加える試験を行ったが、子実体の形成は見られなかった。野外試験では、以前設置した小規模アカマツ林が9年生を迎え、接種用試験地として利用可能になった。

なお次の項では、「アカマツを有効利用したマツタケ培養技術の高度化（2022～2024, 単県）」課題について報告する。

## II 材料と方法

### 1. 電波送信による通電試験

#### (1) アンテナと培地の作成

近年の研究により、一部の菌根性きのこでは、降雨後の子実体の電位に変化が観測され、きのこの子実体間に微弱な電気シグナルの伝達が起こることが示唆されてい

る（Fukasawa *et al.* 2023）。このため、マツタケの子実体発生に関し、自然界で発生する電気が刺激になっている可能性も考えられる。きのこ菌糸の培養試験では、マツタケの菌糸コロニーに直接電極を接触させて通電しようとする、培養容器を開放する必要がある。この場合、外気の流入によって害菌感染の可能性が高まり、継続的な菌糸培養が困難になる。このため培養容器を密封させた状態を維持し、間接的に、培地や菌糸コロニーに通電する必要がある。この条件を満たす通電方法として、以下の手法を考案した。

まず、市販のステンレス製ワイヤー（直径0.9mm）を、23.0cm（1/3波長）に切断後、それぞれ円形に加工し、3種類のループアンテナを作成した。このアンテナを、乾熱滅菌処理（150℃、3時間）後、滅菌シャーレ（直径）の底部に、同心円状に配置した。

この上に、オートクレーブ滅菌（120℃、10分間）済みのマツタケ用寒天培地{ HYPONEX（粉剤） 0.5g/l, Yeast extract 2.0g/l, Glucose 5.0g/l, Pine starch 5.0g/l, Agar 1 2.0g/l }を、クリーンベンチ内で各35mlずつ分注後、常温で冷却、固化させた。

なお、ループアンテナの1波長の長さは、次式より算出した（ $300 / 422 \text{ (MHz)} = 0.71 \text{ m}$ ）。

#### (2) マツタケ菌の接種・培養

予め、前培養したマツタケ菌糸3系統を、直径5mmのコルクボーラーで打ち抜き、接種片とした。この接種片を、(1)で作成した、培地の中心に、各1個を接種した後、気温24℃で50日間培養した。一部は、100ml容量のコニカルビーカーで培養した。

#### (3) 通電試験

通電は、電波送信により試験的に行った。市販の特定小電力トランシーバー（ICOM製 IC-4110, 422MHz, 送信出力10mW）を送信固定状態に設定（自動的に断続を繰り返す。）後、卓上に静置したマツタケ菌培養コロニーにアンテナを接近させた状態で保持し、8時間後に送信を終了した。培地中への通電は、テスターの電極（図-2）を培地に貫入させて測定した。

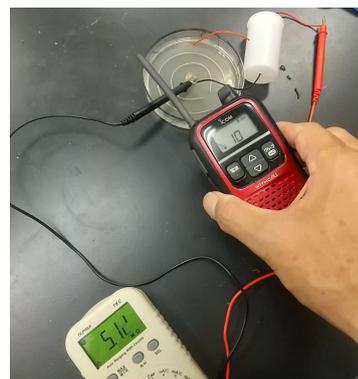


図-2 電波による培地への通電

## 2. プランター埋設試験

### (1) 菌床培養試験

マツタケ用寒天培地を、ポリカーボネイト製の培養容器（アズワン製250ml容量）に、各125mlを分注後、オートクレーブで滅菌（120℃、10分間）した。この培地に、3菌株のマツタケ菌を接種後、110日間培養後、菌床埋設試験に供試した（図-3）。

### (2) 菌床埋設試験

(1)の菌床各2個を、天然のマツタケが発生する時期に合わせ、2024年10月2日に、市販の鹿沼土（小粒）を入れた園芸プランターに埋設後、研究施設の野外エントランスに設置した（図-4）。この時、アルミホイルで園芸プランターの上面を被覆して遮光し、気温と地温を測定した。



図-3 菌床の培養状況



図-4 菌床の埋設状況

## 3. 超音波処理試験

(1)で作成・培養した菌床を、水道水を満たした超音波洗浄機（SHARP製 UT-106H）に浸漬後、周波数50 KHz、30分間、超音波処理した（図-5）。その後、インキュベーターで30日間培養した。



図-5 菌床への超音波処理

## III 結果と考察

### 1. 電波送信による通電試験

接種60日経過後、コニカルピーカーに形成された一部のコロニーでは、表面上に40個以上の菌糸塊が形成された（図-6）。菌糸塊の大きさは、直径2～7mmと推測され、単独または相互に重なって形成されているものもあった。

過去に実施したシイタケの実験では、コロニー上に多数の菌糸塊が形成された（図-7）後、うち1個が子実体へ成長した。このことから、菌糸塊はシイタケの原基と考えられた。この時、25個以上形成された原基のうちの大多数は密度が低い菌糸塊であったが、特に菌糸が高密度に充満した菌糸塊のみが子実体へ変化した。

今回形成されたマツタケの菌糸塊は、外観、大きさともシイタケの原基と酷似しており、マツタケの原基が形成された可能性もあると考えられたが、これらの菌糸塊から子実体に成長するものは確認できなかった。

シイタケの菌床栽培では、菌床ブロック表面に形成された原基が子実体に成長すると、菌床ブロック自体が著しく縮小する。これらのことから、きのこの原基が子実体へ成長するには、一定量の水分が必要と推測された。

なお、マツタケの菌糸塊が一部でも形成されたことについては、偶然性が高いものの、今後の実験において、原因を検証する必要がある。



図-6 形成されたマツタケの菌糸塊

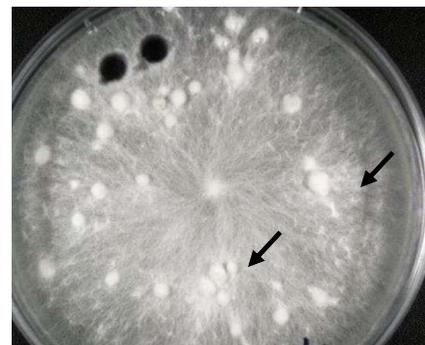


図-7 シイタケ菌のコロニーに形成された菌糸塊

トランシーバーによる培地への通電については、電波送信の結果、マツタケ菌の培養培地中への通電が測定された。この通電は、電流として40~180 $\mu$ A、電圧として0.5~1.25Vと変化し、トランシーバーと培地との距離の調整によって、電流、電圧それぞれの通電状態をコントロールすることが可能になった(図-8)。

その結果、既報で測定された500mVを通電するためには、トランシーバーとコロニーとの距離を20~30cm程度に保つことが条件であることが判った。

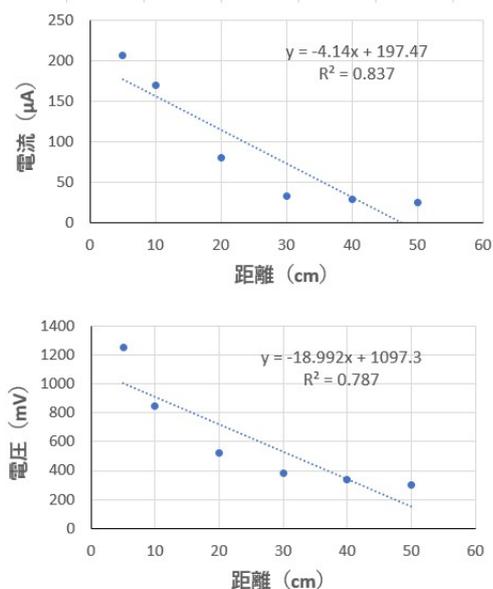


図-8 トランシーバーとコロニーの距離  
上図：電流、下図：電圧)

通電試験実施後、30日間経過後までマツタケのコロニーを観察したが、外観上の変化は確認されなかった。きのこの子実体に微弱な電気シグナルが観察されることから着想し、直接コロニーに微弱な通電を試みたが、今回の試験では、通電そのものが子実体の発生を促進する刺激としては機能しないことが確認された。しかし、周波数、出力、頻度、タイミングなどの諸条件について、多様な条件下での手掛かりは得られておらず、さらに検討する必要がある。

電気による発生刺激については、雷による電撃刺激があり、原木シイタケの子実体への発生促進効果がある(清水ら 2020)。また、この電撃による発生刺激については、主に、音圧刺激と振動周波数の効果とする報告もあり(尾釜ら 2024)、周波数の影響に着目した点については非常に興味深く、菌糸の成長に与える影響は、一つの手掛かりと考えている。

また、電波照射によって間接的に培地内に通電する方法については、例えばマツタケの天然シロから発生した子実体に加害する害虫に対して、害虫の卵、あるいは幼

虫段階で電気刺激を与えることで、被害の軽減、抑制に効果を示す可能性があるため、技術のさらなる進展に繋げたい。

## 2. プランター埋設試験

2024年11月25日まで84日経過後、菌床上のコロニーを観察した結果、形態の変化は確認できなかった。気温は、10月初旬から子実体の発生可能温度である15~20℃を保ったが、マツタケ菌糸に不適とされる30℃を超える日も数日あった。その後、10月末を経過する頃に安定し、11月中旬には気温10℃を下回って、子実体の発生可能温度を下回った。

その後、30日間観察を続したが、コロニーの形態に変化は起こらず、原基や子実体発生の兆候は確認できなかった。過去の天然シロの観察では、白色のマツタケ菌糸がマット状に広がったコロニーの内部に、米粒大の菌糸塊が形成された後、このうちの 하나가原基としてマツタケの形状に変化し、子実体へと成長することが知られている。また、その段階では、マツタケの芳香も発生するとされる。このことから、少なくともマツタケ菌糸に生理的な変化が起こることが予想され、今回の試験では、その変化の段階に至らなかったと考えられた。

## 3. 超音波処理試験

超音波照射についての先行研究では、酵母や乳酸菌の増殖に対する影響が知られている(野口 2014)。このことから、糸状菌であるマツタケ子実体の発生刺激として超音波処理を試みたが、今回の試験では、マツタケのコロニーに変化は起こらなかった。この超音波処理の特性として、水温の上昇を伴うため、菌床を浸水させて行う実験としては、さらなる出力の上昇や、処理時間の延長を行う場合には、水温上昇の都度、洗浄槽の水を交換する必要があると考えられた。シイタケの原木栽培では、打撃による子実体の発生促進法が利用されているが、振動による再現性の高い刺激の一つとして超音波を試した。その結果、マツタケコロニーに変化は生じず、子実体の発生刺激としては成立しなかった。

## IV 今後の方向性

マツタケの栽培については、主な宿主であるアカマツだけでなく、ネズミサシやツガなど、松くい虫被害の影響を受けにくい樹種への応用の可能性も残されているほか、生体における酵素反応など生命科学との融合、遺伝子解析による子実体発生機構の解明など、新たな着眼点の展開が期待されるところである。

本稿では、1959年から2024年の65年間に及ぶ合計30課題のマツタケ研究の取組と、直近3年間の研究内容を加えてまとめとしたが、絶滅危惧種に指定されているマツ

タケの菌株の収集・保存に努めて、今後の研究進展に備えたい。

## 引用文献

- 藤原直哉 (2005) マツタケ保存菌株の特性調査ー培地特性とDNA判定ー. 岡山県林業試験場研究報告 21: 87-90
- 藤原直哉 (2007) 菌根性きのこのシロ形成技術の開発. 岡山県林業試験場研究報告 23: 21-26
- 藤原直哉 (2008) アカマツを利用した菌根性きのこの栽培. 平成19年度岡山県林業試験場業務年報 48: p9
- 藤原直哉 (2009a) アカマツを利用した菌根性きのこの栽培. 平成20年度岡山県林業試験場業務年報 49: p9
- 藤原直哉 (2009b) マツタケの発生環境制御技術の開発. 平成20年度業務年報第49号. p10
- 藤原直哉 (2010a) アカマツを利用した菌根性きのこの栽培. 平成21年度岡山県農林水産総合センター森林研究所業務年報 50: p10
- 藤原直哉 (2010b) アカマツを利用した菌根性きのこの栽培. 岡山県農林水産総合センター森林研究所研究報告 26: 29-43
- 藤原直哉 (2011) マツタケ菌の定着促進技術の開発. 平成22年度岡山県農林水産総合センター森林研究所業務年報 51: p14
- 藤原直哉 (2012) マツタケ菌の定着促進技術の開発. 平成23年度岡山県農林水産総合センター森林研究所業務年報 52: p10
- 藤原直哉 (2013a) マツタケ菌の定着促進技術の開発. 平成24年度岡山県農林水産総合センター森林研究所業務年報 53: p8
- 藤原直哉 (2013b) マツタケの定着促進技術の研究. 岡山県農林水産総合センター森林研究所研究報告 29: 53-60
- 藤原直哉 (2014) 生理活性物質を用いたマツタケの人工培養方法の研究. 平成25年度岡山県農林水産総合センター森林研究所業務年報 54: p7
- 藤原直哉 (2015) 生理活性物質を用いたマツタケの人工培養方法の研究. 平成26年度岡山県農林水産総合センター森林研究所業務年報 55: p6
- 藤原直哉 (2016a) 生理活性物質を用いたマツタケの人工培養方法の研究. 平成27年度岡山県農林水産総合センター森林研究所業務年報 56: p7
- 藤原直哉 (2016b) 生理活性物質を用いたマツタケの人工培養方法の研究ーアカマツデンプンの性状とマツタケの培養特性ー. 岡山県農林水産総合センター森林研究所研究報告 32: 19-23
- 藤原直哉 (2017) マツタケの省力栽培技術の開発. 平成28年度岡山県農林水産総合センター森林研究所業務年報 57: p8
- 藤原直哉 (2018) マツタケの省力栽培技術の開発. 平成29年度岡山県農林水産総合センター森林研究所業務年報 58: p7
- 藤原直哉 (2019) マツタケの省力栽培技術の開発. 平成30年度岡山県農林水産総合センター森林研究所業務年報 59: p7
- 藤原直哉 (2020a) マツタケの省力的栽培技術の開発. 岡山県農林水産総合センター森林研究所研究報告 35: 1-16
- 藤原直哉 (2020b) 樹木デンプンによる菌根性きのこの人工培養. 令和元年度岡山県農林水産総合センター森林研究所業務年報 60: p10
- 藤原直哉 (2021) 樹木デンプンによる菌根性きのこの人工培養. 令和2年度岡山県農林水産総合センター森林研究所業務年報 61: p9
- 藤原直哉 (2022) 樹木デンプンによる菌根性きのこの人工培養. 令和3年度岡山県農林水産総合センター森林研究所業務年報 62: p9
- 藤原直哉 (2023a) 樹木デンプンによる菌根性きのこの人工培養. 岡山県農林水産総合センター森林研究所研究報告 38: 11-21
- 藤原直哉 (2023b) アカマツを有効利用したマツタケ培養技術の高度化. 令和4年度岡山県農林水産総合センター森林研究所業務年報 63: p9
- 藤原直哉 (2024) アカマツを有効利用したマツタケ培養技術の高度化. 令和5年度岡山県農林水産総合センター森林研究所業務年報 64: p9
- 藤原直哉 (2025) アカマツを有効利用したマツタケ培養技術の高度化. 令和6年度岡山県農林水産総合センター森林研究所業務年報 65: p9
- 藤原直哉・阿部剛俊 (2001) 菌根性きのこの安定生産技術の開発. 平成12年度岡山県林業試験場業務年報 41: p19
- 藤原直哉・阿部剛俊 (2002) 菌根性きのこの安定生産技術の開発. 平成13年度岡山県林業試験場業務年報 42: p14
- 藤原直哉・石井哲 (2003) 菌根性きのこの安定生産技術の開発. 平成14年度岡山県林業試験場業務年報 43: p11
- 藤原直哉・石井哲 (2005) 菌根性きのこのシロ形成技術の開発. 平成16年度岡山県林業試験場業務年報 45: p11
- 藤原直哉・石井哲 (2006) 菌根性きのこのシロ形成技術の開発. 平成17年度岡山県林業試験場業務年報 46: p10
- 藤原直哉・石井哲 (2007) 菌根性きのこのシロ形成技術の開発. 平成18年度岡山県林業試験場業務年報 47: p10

p11

- 藤原直哉・竹内隆人 (2000) マツタケ・アマタケ等安定生産技術に関する研究. 平成11年度岡山県林業試験場業務年報 40: p17
- 藤原直哉・竹内隆人 (2001) マツタケ・アマタケ等安定生産技術に関する研究. 平成12年度岡山県林業試験場業務年報 41: p21
- 藤原直哉・竹内隆人 (2003) 菌根性きのこの安定生産技術の開発. 岡山県林業試験場研究報告 19: 35-43
- Fukasawa, Y., Akai, D., Ushio, M., Takehi, T. (2023) Electrical potentials in the ectomycorrhizal fungus *Laccaria bicolor* after the rainfall event. *Fungal Ecol.* 63:101229
- 木本弘一郎 (1964) マツタケ増殖試験. 昭和38年度岡山県林業試験場林業試験場報告 4:111-115
- 小林一貫 (1993) マツタケ栽培の新技術に関する研究 (II). 平成4年度岡山県林業試験場業務年報 33: p26
- 久米南町松茸研究会 (2014) 「マツタケ」の復活へ写真の展示会. <http://www.pocketbusiness.jp/mypage/?=25&v=1924&p=142>
- 野口明德 (2014) 食品微生物の増殖・代謝への通電処理・超音波照射の影響. 日本醸造協会誌 109: 410-416
- 尾釜遼・清水博幸・平栗健史・高木浩一・高梨琢磨・相場翔平 (2024) シイタケにおける雷撃の音圧刺激とその振動周波数が子実体発生促進に及ぼす効果. 日本きのこ学会誌. 31: 117-122
- 岡山県 (1961) アカマツ林の施業に関する試験 5 マツタケ増殖試験. 昭和34年度岡山県林業試験場報告: 38-39
- 岡山県 (1963) マツタケ増殖試験. 昭和37年度岡山県林業試験場報告第3号. P118-125
- 岡山県郷土文化財団 (1984) 松茸ごはん・焼き松茸・土瓶むし. おかやまの味. 99-101.岡山市
- 定金美代子 (1993) 菌根菌の人工接種技術の開発 (II). 平成4年度岡山県林業試験場業務年報 33: 29-30
- 定金美代子 (1994) 菌根菌の人工接種技術の開発 (III). 平成5年度岡山県林業試験場業務年報 34: p25
- 酒本裕士 (1962) アカマツ林の施業に関する試験E マツタケ増殖試験. 昭和35, 36年度岡山県林業試験場報告 2: 26-29
- 清水博幸・平栗健史・木許雅則・大田健紘・新藤卓也・星野祐希 (2020) 電撃刺激がシイタケの発生に及ぼす影響, シイタケにおける雷撃の音圧刺激とその振動周波数が子実体発生促進に及ぼす効果. 日本きのこ学会誌 28: 134-139
- 下川利之 (1976) アカマツ林分の土壤微生物調査 1 (マツタケ増殖に関する予備調査). 昭和50年度岡山県林業試験場報告 16: 75-78
- 下川利之 (1980a) マツタケ人工栽培技術の開発に関する研究 (II) (林地土壌におけるマツタケのシロ形成促進条件の解明), (マツタケ感染苗, 育成技術の開発). 昭和54年度岡山県業務報告 20: 32-33
- 下川利之 (1980b) マツタケ増殖技術開発に関する研究 (1報) 客土による活性菌帯の増殖. 岡山県林業試験場研究報告 1: 1-11
- 下川利之 (1980c) マツタケ増殖技術開発試験 (1). 昭和54年度岡山県林業試験場業務年報 20: 35-36
- 下川利之 (1984a) マツタケ適地としての土壤微生物条件の解明に関する研究. 昭和58年度岡山県林業試験場業務年報 24: 46-47
- 下川利之 (1984b) 食用きのこ栽培のコストダウン技術に関する調査 (I) (マツタケ多収穫技術に関する調査). 昭和58年度岡山県林業試験場業務年報 24: 47-48
- 下川利之 (1985a) マツタケ適地としての土壤微生物条件の解明に関する研究. 昭和59年度岡山県林業試験場業務年報 25: 37-38
- 下川利之 (1985b) 食用きのこ栽培のコストダウン技術に関する調査 (II) (マツタケ多収穫技術に関する調査). 昭和59年度岡山県林業試験場業務年報 25: P41
- 下川利之 (1985c) マツタケ増殖技術開発に関する研究II アカマツ林の下層植生とA0層の除去がきのこ土壤微生物に与える影響. 岡山県林業試験場研究報告 5 : 41-53
- 下川利之 (1985d) マツタケ増殖技術開発に関する研究III アカマツ林に生息する放線菌及び細菌の抗菌性. 岡山県林業試験場研究報告 6 : 62-85
- 下川利之 (1986a) 食用きのこ栽培のコストダウン技術に関する調査 (III) (マツタケ多収穫技術に関する調査). 昭和60年度岡山県林業試験場業務年報 26: 35-36
- 下川利之 (1986b) マツタケ栽培適地の基準判定指標の解明. 昭和60年度岡山県林業試験場業務年報 26: 32-33
- 下川利之 (1987a) マツタケ栽培適地の基準判定指標の解明 (II). 昭和61年度岡山県林業試験場業務年報 27: 39-40
- 下川利之 (1987b) 菌根性きのこ林地栽培化技術の開発 (I). 昭和61年度岡山県林業試験場業務年報 27: 40-42
- 下川利之 (1988) 菌根性きのこ林地栽培化技術の開発 (II). 昭和62年度岡山県林業試験場業務年報 28: 30-31
- 下川利之 (1989a) 菌根性きのこ林地栽培化技術の開発 (III). 昭和63年度岡山県林業試験場業務年報 29: 25-26

- 下川利之 (1989b) マツタケ増殖技術開発に関する研究Ⅳ－マツタケ増殖適地の土壌微生物条件と判定－. 岡山県林業試験場研究報告 8: 14-40
- 下川利之 (1990) 菌根性きのこ林地栽培化技術の開発 (Ⅳ). 平成元年度岡山県林業試験場業務年報 30:26-27
- 下川利之 (1991) 菌根性きのこ林地栽培化技術の開発 (Ⅴ). 平成2年度岡山県林業試験場業務年報 31: 28-29
- 下川利之 (1992) マツタケ栽培の新技术に関する研究 (Ⅰ). 平成3年度岡山県林業試験場業務年報 32: p28
- 下川利之 (1992) 菌根菌の人工接種技術の開発 (Ⅰ). 平成3年度岡山県林業試験場業務年報 32: p31
- 下川利之・植月輝夫 (1977) マツタケ菌に関する研究 (Ⅰ). (人工増殖に関する基礎調査). 昭和51年度岡山県林業試験場報告 17: 43-50
- 下川利之・植月輝夫 (1979) マツタケ人工栽培技術の開発に関する研究 (Ⅰ). 昭和53年度岡山県林業試験場報告 19: 39-62
- 下川利之・植月輝夫 (1981a) マツタケ人工栽培技術の開発に関する研究 (Ⅲ) (林地土壌におけるマツタケのシロ形成促進条件の解明), (マツタケ菌感染苗の育成技術の開発). 昭和55年度岡山県林業試験場業務年報 21: 40-41
- 下川利之・植月輝夫 (1981b) マツタケ増殖技術開発試験 (Ⅲ). 昭和55年度岡山県林業試験場業務年報 21: 46-47
- 下川利之・植月輝夫 (1982a) マツタケ人工栽培技術の開発に関する研究 (Ⅳ) (林地土壌におけるマツタケのシロ形成促進条件の解明), (マツタケ菌感染苗の育成技術の開発). 昭和56年度岡山県林業試験場業務年報 22: 78-79
- 下川利之・植月輝夫 (1982b) マツタケ増殖技術開発試験 (Ⅳ). 昭和56年度岡山県林業試験場業務年報 22: 81-83
- 下川利之・植月輝夫, 治郎丸肇 (1983) マツタケ増殖技術開発試験 (Ⅳ). 昭和57年度岡山県林業試験場業務年報 23: 85-93
- 高田和雄 (1988) マツタケ発生環境因子調査及び現地コントロール技術の適応化 国庫・林業現地適応化促進事業. 昭和62年度岡山県林業試験場業務年報 28: 33-34
- 竹内栄 (1967a) マツタケ発生環境調査ならびに環境改善試験. 昭和41年度岡山県林業試験場報告 7: 25-29
- 竹内栄 (1967b) マツタケ人工増殖試験. 昭和41年度岡山県林業試験場報告 7: 29-30
- 竹内栄 (1969) マツタケ発生環境調査ならびに環境改善試験 (Ⅳ). 昭和43年度岡山県林業試験場報告 9: 132-150
- 竹内栄 (1970) マツタケ発生環境改善試験 (Ⅳ). 昭和44年度岡山県林業試験場報告 10: 142-158
- 竹内栄 (1971) マツタケ発生誘導試験. 昭和45年度林業試験場報告 11: 184-202
- 竹内栄 (1972) マツタケ発生誘導試験. 昭和46年度岡山県林業試験場報告 12: 211-216
- 竹内栄・岡滋 (1972) マツタケ発生誘導試験 (Ⅲ). 昭和47年度岡山県林業試験場報告 13: 123-128
- 竹内隆人 (1995) マツタケ栽培の新技术に関する研究. 平成6年度岡山県林業試験場業務年報 35: p23
- 竹内隆人・藤原直哉 (1996a) マツタケ栽培の新技术に関する研究. 平成7年度岡山県林業試験場業務年報 36: p28
- 竹内隆人・藤原直哉 (1996b) 菌根菌の人工接種技術の開発. 平成7年度岡山県林業試験場業務年報 36: p23
- 竹内隆人・藤原直哉 (1998a) 菌根性きのこの安定生産技術の開発. 平成9年度岡山県林業試験場業務年報 38: p20
- 竹内隆人・藤原直哉 (1998b) マツタケ・アマタケ等安定生産技術に関する研究. 平成9年度岡山県林業試験場業務年報 38: p22
- 竹内隆人・藤原直哉 (2000) 菌根性きのこの安定生産技術の開発. 平成11年度岡山県林業試験場業務年報 40: p16
- 竹内隆人・藤原直哉 (1999) マツタケ・アマタケ等安定生産技術に関する研究. 平成10年度岡山県林業試験場業務年報 39: p19
- 竹内隆人・藤原直哉・治郎丸肇 (1997a) 菌根性きのこの安定生産技術の開発. 平成8年度岡山県林業試験場業務年報 37: p22
- 竹内隆人・藤原直哉・治郎丸肇 (1997b) マツタケ・アマタケ等安定生産技術に関する研究. 平成8年度岡山県林業試験場業務年報 37: p23
- 竹内隆人・藤原直哉・治郎丸肇 (1999) 菌根性きのこの安定生産技術の開発. 平成10年度岡山県林業試験場業務年報 39: p18
- 竹内隆人・小林一貫・定金美代子 (1994) マツタケ栽培の新技术に関する研究 (Ⅲ). 平成5年度岡山県林業試験場業務年報 34: 24-25
- 竹内隆人・定金美代子 (1995) 菌根菌の人工接種技術の開発. 平成6年度岡山県林業試験場業務年報 35 :p22