

ISSN 2435-2314



Journal of Mycorrhizal Fungi

# 菌根菌 ジャーナル

2022

Vol. 4



一般財団法人 日本菌根菌財団



鳳凰雲

## 目次

	頁
報告：ジャパロニア（早生日本桐）の試験ほ場について(廣畑事務局長)	2
報告：菌根菌農法による有機茶生産の取り組み提案 「安全でおいしく食べて、健康長寿は万人の願い」(伊村副理事長)	10
資料：菌根菌農法のおもしろさ(石井理事長)	16
短報：アーバスキュラー菌根菌とそのパートナー細菌はサツマイモ基腐病の生物防除に寄与する(社納氏・石井理事長)	19
資料：各作物の有機栽培暦(石井理事長)	22
資料：2022年日本菌根財団の取り組み	27
資料：安心・安全で持続可能な（3S）作物栽培および環境緑化を目指して菌根菌とそのパートナー細菌の働きと効果的な使い方	28
投稿規定・執筆要領	33
財団役員など名簿	35
編集後記	36
コラム(1) 菌根菌は、“美”生物であり、“毘”生物です(石井理事長)	18
コラム(2) ムカゴサイシンのラン型菌根菌の分離・同定(石井理事長)	21
コラム(3) 微生物発電（微生物燃料電池）の開発(石井理事長)	35

## ジャパロニア（早生日本桐）の試験ほ場について

一般財団法人 日本菌根菌財団事務局長 廣畑 雅己

財団では、橋本理事が見いだした生育の大変早い日本桐（ジャパロニア：品種登録出願済み。植栽後4～5年で直径40～45 cmに生長）の試験栽培を、中部電力株式会社の支援を受け実施しています。苗には、アーバスキュラー菌根菌（AMF）を事前に感染させ、苗の生長及び活着の促進を狙っています。



ジャパロニアの年輪 4年で40～45 cm



植え付け苗

5月24日(火)には、財団が借り受けたほ場（約1300㎡）に79本のジャパロニアの苗を植え付けました。苗は25 cm前後の大きさで、全部で79本です。

植え付けには中部電力株式会社の方々、地元自治体の方々、財団関係者約25名ほどが参加くださいました。



植え付け作業



穴掘り機も活躍



植え付け後（苗は4 mピッチで）



PB入り有機液肥

植え付けの後は、毎日1週間水掛けとパートナー細菌入り有機液肥（PB 有機液肥）の撒布です。パートナー細菌には病虫害防除の効果があります。

ほぼ1か月後、30 cm 前後に育っていますが、周りの雑草も大きく育ち草に埋もれそうです。雑草との戦いが始まります。



ほぼ2か月後 大きなものは150 cm ほどに育ちました。

なかには、カミキリムシにやられて倒れた木や、穴のあいた木が見られました。

穴には植物保護剤（数種類の植物オイルをシクロデキストリンに包接させ、水に可溶できるように開発した新素材、財団で販売）をペースト状に溶かし、傷口に塗り込め、テープで保護しました。



植物保護剤



カミキリムシの被害防止のため、ボーベリア菌を染みこませた不織布テープを巻きました。カミキリムシがこのテープに触れると全身にカビが生えて死んでしまいます。



白いテープが不織布テープです。

カミキリムシにやられて折れた苗は、台切りをすると再生してきます。



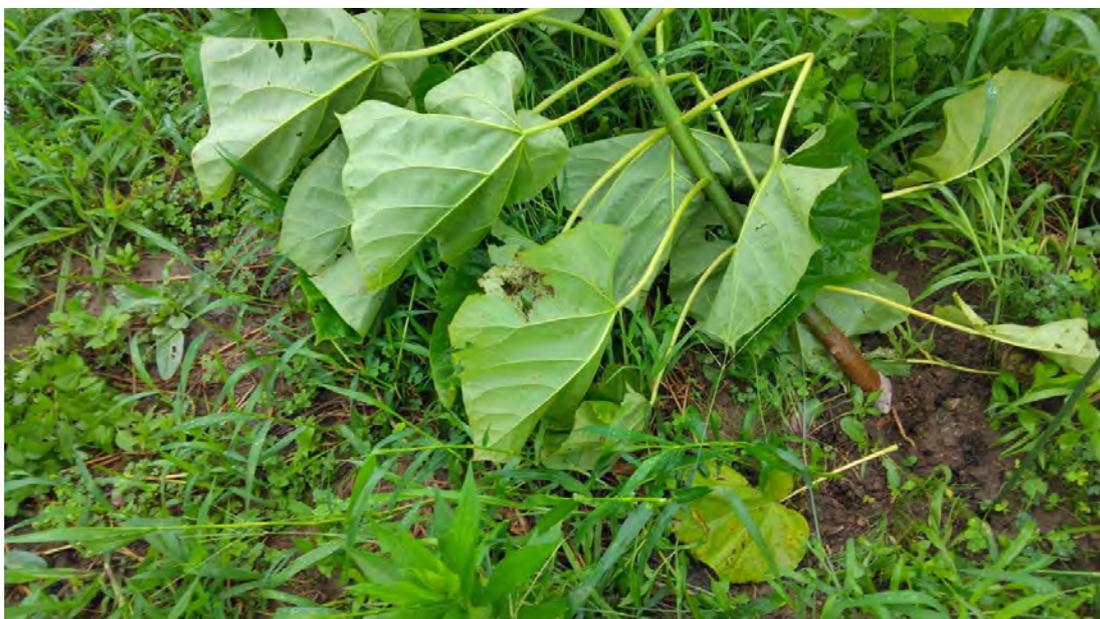
台切りした苗



再生した苗



台風 8 号が 8 月 13 日に試験ほ場を直撃し、22 本の苗が影響を受けました。



影響を受けた 22 本の内、完全に倒れたのは 2 本、ほかは傾きながらも持ちこたえました。  
22 本には、支えのポールを立てて直立させました。その結果、全部の木が無事に復活しました。



8月19日のドローン撮影全景写真

8月25日に、全79本の内1割の8本を測定しました。樹高は平均で167cmとなっていました。植え付けから約3か月で7倍から8倍に生長していて、その早さには驚きました。全部の中で最も大きなものは、3mに達していました。

8月27日には、節のない良い用材となるよう枝打ちを行いました。今後も何回か行います。



枝打ち前



枝打ち後

9月24日の測定では、最も大きなものは4.2 mになっており、サンプル平均では258 cmでした。10月11日には、全面の草刈りを行いました。

10月22日の測定では、最も大きなものは4.6 mになっており、サンプル平均では273 cmでした。



9月24日



10月22日

植え付け後、1週間は毎日、1か月間は1週間毎に、それ以後は月に一度PB液肥を葉面に撒布してきました。葉も落ち生長も鈍化してきましたので、10月15日を最後にPB液肥の撒布を終了しました。

10月31日には、ナギナタガヤを撒くために全体を耕耘しました。雑草が一網打尽になったことで、ナギナタガヤが芽を出したときに優占種になり、来夏の雑草防除に繋がります。

ナギナタガヤはイネ科の1年草で、2週間程度で芽を出し10~20 cmの長さで年を越し、春になると50~60 cmにのび結実して倒れます。倒れた茎葉が畑の全面を覆い、草マルチの状態になり、雑草

防除の役目を果たします。

また、菌根菌やパートナー細菌と大変相性が良く両者を増殖してくれ、桐の生長にも一役買ってくれます。



11月3日にナギナタガヤを菜種油粕と混ぜて播きました。

11月24日の測定では、最も大きなものは4.6 m，サンプル平均で273cmになり，生長も止まっているようです。



11月24日、ナギナタガヤが育ってきました。

5月24日の植え付け以来、約7か月が経過しました。この事業を始めるときから生長の早さは聞いており、写真も見てきましたし、生長した桐も現地にて見てきました。

しかし、実際に日々面倒を見ながら観察、測定をしていると本当に急激な生長に驚きます。これから冬の間は葉を落として生長はストップしますが、来春からの生長が大変楽しみです。

また、ナギナタガヤが生長してきますので、初夏になって倒伏し、雑草防除効果を発揮してくれます。今後の管理の上で、そのことも楽しみです。



12月18日 葉を落とした桐 地面にはナギナタガヤが伸びてきています。

今後もジャパロニアの生育状況などについて報告したいと思っています。

## 菌根菌農法による有機茶生産の取り組み提案

### 「安全でおいしく食べて、健康長寿は万人の願い」

一般財団法人 日本菌根菌財団副理事長 伊村 義孝

#### はじめに

- (1) 財務省貿易統計によると、2022年の緑茶輸出額は、前年比7%増の219億円と過去最高を更新していて、緑茶は有望な輸出農産物であります。引き合いが多いのは有機茶であり、残念ながら生産が追いついていませんので、この需要に応える様に栽培方法をあらためることが緑茶産業復活のポイントです。
- (2) 顧みますと、「緑茶は健康に良い飲み物」と誰もが信じてきましたが、国民の健康意識が高まり、生活に密着した科学技術が発達し、情報化社会が到来した現在では、「緑茶の農薬問題」が知れ渡って、「健康に良い飲み物」ということに懐疑的な消費者が増えてきています。
- (3) さて、日本の農産物には「農薬大国日本」というレッテルが国内の各種機関や団体により貼られてきています。3年前には、週刊新潮が8週に渡り特集を組んで、残留農薬基準値はEUの2,500倍と警告をしました。
- (4) これに対して、緑茶産業側からは、「厚生労働省が定めた残留農薬基準を満たしているので、安心してお飲み頂ける。」との情報発信がされていますが、残留農薬基準が諸外国と比べて高いので、納得は得がたく、緑茶の需要が伸びない理由の1つとなっています。
- (5) 海外の需要から見ても、求められている緑茶は、残留農薬基準の議論をする必要の無い有機茶だと言うことは明らかで、日本の緑茶が持続可能な産業として再生するには、この道しかないと考えます。

#### 緑茶づくりの問題点

##### (1) 農薬の大量使用

- ① わが国における茶栽培では、もち病、網もち病、炭そ病のような病気や、スリップス、クワシロカイガラムシ、チャノホソガ(サンカクハマキ)、チャノコカクモンハマキ、カンザワハダニ、チャノナガサビダニ、コミカンアブラムシ、ウンカのような害虫の防除のため、年数回、農薬散布が行われています(10回散布しているデータもあります)。
- ② 茶葉の収量を多くし、茶葉の品質を安定させそのために農薬を使用しますが、茶葉における農薬の残留が心配となります。特に、最近では神経毒性を持っているニコチノイド系農薬が使われていて、その影響が心配されています。
- ③ 無洗浄の問題：緑茶は、茶葉の収穫後に一切洗われずそのまま蒸されていますので、埃や農薬が付着しており、ストレートに体内に取り込みます。中国では、緑茶の1煎目は捨てますが、日本では1煎目に高い価値をおいていますので、この点も問題です。

##### (2) 化学肥料、特に窒素肥料の大量使用

- ① 茶葉の品質向上、特にテアニンというアミノ酸を増やすため、現在、茶園に多量の窒素肥料(多いところで約80kg/10a)が施用されています。

- ② そのため、硝酸態窒素による地下水汚染や、植物体内の硝酸態窒素濃度の増加が問題となってきました。硝酸態窒素は人体に取り込まれると発ガン性物質のニトロソアミンに変化します。

### 緑茶栽培に関する提案

- (1) 人々の健康を心配して問題提起されているこの状況を、緑茶産業側はしっかりと受け止めて緑茶づくりを進める時期に来ています。
- (2) 商品やサービスは、消費者目線やお客様本位の姿勢に転換し、持続可能な事業展開をするようにし、「緑茶は真に健康に良い飲み物」といわれることを目標とします。そのためには、菌根菌農法による有機茶と無農薬茶栽培を提案致します。菌根菌農法による生産技術は既に確立されていますので、直ぐにでも導入は可能です。
- (3) 財団の調査結果では、慣行農法の後で無農薬栽培に転換しても菌根菌数が少ないことが確認されています。この対策としては、菌根菌を農地にまくことにより大幅に増加することも確認できています。(第1表参照)
- (4) 緑茶づくりを改善するためには
- ① 生産者（農家・茶商・関係者）の意識改革と実践  
(緑茶農家は、健康に良い緑茶を作り、消費者への提供を使命とする。)
  - ② 行政や農協による、菌根菌農法の支援制度創出（転換に要する3年程の収入補償）
  - ③ 改植する場合は、収穫までの5年程、農家に対する支援制度創出。
  - ④ 酪農等と連携した多量の有機物供給体制の整備
  - ⑤ 初期に茶畑に投入する菌根菌の安定供給体制の整備
  - ⑥ 自然の営みを学び、環境と人にやさしい栽培体系構築のための研究・技術開発
  - ⑦ 「現在主流の“やぶきた”は、オーガニックに最適とは言いがたい」との見解があり、将来的には有機・無農薬栽培に適した品種の選定が必要。  
(国・県の研究機関が取り組む。「つゆひかり」は適合という評価もあります。)
  - ⑧ 消費者の緑茶づくりに対する理解と健康に良いものを選択する消費行動  
(消費者は、健康に良い緑茶を飲む。→消費者主権で市場を誘導)

### 菌根菌の働きと評価

- (1) 菌根菌は、植物から糖などの光合成産物を受け取る見返りとして、植物の養水分吸収の促進、病害抵抗性の賦与、環境ストレスに対する抵抗性の賦与、果実の品質向上などに貢献します。これからの肥料分の低投入持続型作物栽培体系の構築において、きわめて有益な共生微生物です。
- (2) 根における菌根菌の感染程度や土壌中の菌根菌の存在は、肥沃で、健全な土壌を表す重要な指標です。日本菌根菌財団は、菌根菌の「見える化」が出来るように技術開発をしています。

### 菌根菌農法とは

- (1) 菌根菌農法は、「菌根菌とそのパートナー細菌、並びにパートナー植物(植物油も含む)を活用した、安心・安全で持続可能な栽培技術」であり、「人畜に害を及ぼす化学合成農薬は完全に不使用とし、一方、化学肥料については使用を認めますが、その使用量は大幅な削減をはかります。その

後、良質な家畜糞尿堆肥などの有機物が得やすくなると化学肥料も不使用にして、有機栽培を完結する、菌根菌と共にある農法」です。

(2) 農薬は、化学合成農薬の代わりに「生物農薬」を使います。

### 菌根菌農法の技術（第1図）

- (1) 日本菌根菌財団は、自然メカニズムの解明、特に重要な有益微生物、つまり菌根菌とパートナー細菌の研究から、これらの微生物の働きによって、人間が手を入れなくても、野山の草木がそれ相応の生育をしていることを明らかにしました。
- (2) この自然のメカニズムは、菌根菌とそのパートナー細菌、ならびにこれらの増殖等を助けるイネ科植物等のパートナー植物（植物オイルも含む）で成り立っていますので、これらを適切に活用することで、化学合成農薬や化学肥料を不使用とし、容易に安心・安全で持続可能な有機栽培作物の増産が可能となることを明らかにしています。
- (3) 菌根菌農法は、農林業の全ての分野で活用できますので、安全で安心な農林産物の提供を可能とするだけでなく、人間にとってやさしい環境を提供できる技術です。
- (4) 最近のイチゴ栽培試験においては、菌根菌農法は植物の持つ能力を慣行栽培以上に引き出すと判断できる状況を確認しています。

### 具体的な菌根菌農法

#### (1) 慣行農法から菌根菌農法へのソフトランディング

慣行農法から菌根菌農法への転換では、化学合成農薬の不使用による病虫害対策に不安を覚えますが、菌根菌とパートナー細菌の適正使用により対応が出来ますので、移行期の減収も乗り越えられます。

#### (2) 経費節減・安全

菌根菌農法への移行中や移行後は、化学肥料を大幅に削減できますし、化学合成農薬は不使用ですので、若干の菌根菌資材等の購入のみで大幅な経費の削減になります。近年の化学肥料や農薬の価格高騰は、菌根菌農法への切り替えのチャンスとも言えます。また、農薬不使用は、作業者の健康・安全にも大変寄与します。

#### (3) 菌根菌の広がり

菌根菌は、個々の植物に感染するとともに、菌糸を延ばして繋がり、周りの植物とネットワークを形成します。そのため、成園の場合は、接種源 100g を 10 a の農地に油かすやくん炭と撒布すれば、薄く播いても短期間で農地全面に広がります。

#### (4) 改植時の幼苗への接種

幼苗には、1本あたり2～3個の胞子があれば充分です。挿し木用培土 1 L に接種源 10g を混合するという簡便な手法で苗木に感染できます。養水分の吸収能力が高くなりますので生長が促進され、成園化の促進が期待できます。

#### (5) 茶園周囲へのパートナー植物の播種

茶園の周囲のスペースや法面にナギナタガヤなどのパートナー植物を播種することにより、菌根菌などの有用微生物の増殖が期待できるとともに、枯れたナギナタガヤが夏の期間マルチング効果を発揮し雑草を抑制し除草剤の使用が大幅に低減されます。

### 緑茶生産における効果

- (1) 菌根菌の多い茶園では化学肥料の施用量を大幅に削減、あるいは使用しなくとも良質の茶葉を生産することが可能です。一昨年の全国茶品評会では、掛川市の有機茶農家が出品した深蒸し煎茶が、慣行栽培のお茶を押さえて、見事第一位の農林水産大臣賞を受賞されました。
- (2) 有機・自然栽培を導入されている農家が菌根菌農法を徹底することで、生産量の不安定状況を解消できることも期待されます。
- (3) 最近では抹茶の需要が伸びていますが、抹茶の原料となるてん茶は、茶の木に覆いかぶせることから、樹勢が悪くなる傾向があり、連続して茶葉の収穫が出来ないという課題を抱えています。菌根菌を活用して、樹勢の衰えを改善できれば、収穫量も安定して、輸出戦略に大きく貢献することも期待されます。
- (4) 菌根菌農法が茶樹の持つ能力を引き出すことにより、抗酸化物質や香り成分などの機能性成分が高まります。

### 終わりに

- (1) 菌根菌財団は、菌根菌農法で掛川市原泉地区の有機茶栽培の支援をして参りましたが、畑地の菌根菌は飛躍的に増加し、良いコンディションとなり、着々と良い実績を出しております。
- (2) 掛川市では今年が一番茶から、有機栽培茶専用の荒茶工場が稼働する予定となっていますので、今後、栽培面積の拡大も期待されます。
- (3) 昨年からは、全国の自治体は競って農林水産省の「オーガニックビレッジ宣言」をする取り組みを開始しました。有機農業には微生物の働きが重要で、菌根菌の見える化に成功をしている菌根菌農法が中心になることは明白ですので、菌根菌財団としては、今後増加する自治体や農業関係者からの要請に応えられるように、体勢整備等を速やかに進めたいと考えています。

**第1表 原泉菌根菌試験茶園とその他の茶園（一番茶生葉）の分析結果**

番号	サンプル名	全窒素 (乾物%)	繊維 (乾物%)	AMF胞 子数 (10g 中)	菌根共 生率 (%)	EC (mS/c m)	pH	硝酸態 窒素 (mg/10 0g生葉)	カリ (mg/1 00g生 葉)	渋み	採取日 2022年	備 考
1	原泉試験茶園	5.13	21.17	3105	98.2	0.21	4.8	23	230	1	5月2日	2のJAS有機茶園と比べ2021年7月以後の施肥量を6割とした
2	原泉JAS有機茶園	4.86	21.00	330	20.0	0.41	4.5	21	215	2	5月2日	菌根菌未接種
3	下土方有機茶園	5.49	19.53	1247	-	0.06	4.4	25	315	2	4月29日	大坪茶園、菌根菌接種は2020年4月23日
4	満水有機茶園	5.52	18.38	1650	57.4	0.22	4.0	24	300	3	5月7日	
5	逆川慣行農法茶園	4.20	22.47	110	3.7	0.46	4.0	21	260	4	4月29日	

※ 全窒素、繊維は静岡製機(株)測定 それ以外は菌根菌財団測定



AMF 区

対照区

第 1 図 菌根菌とそのパートナー細菌の活用による安心・安全で持続可能な茶の生長  
(2022 年 5 月 24 日現地調査)

AMF 区では一番茶収穫後の芽出しが、対照区と比べて非常に良かった。また、対照区では炭疽病の発生がかなりみられたが、AMF 区ではその発生が極めて少なかった。AMF 区では孢子数が非常に多かったため、パートナー細菌の効果が出たものと思われる。

なお、注意事項として、有機 JAS 認証の農薬「ボルドー剤」は炭疽病の防除に使われているが、AMF の生長を著しく阻害するので、使用禁止とすることが望まれる。



## 菌根菌農法のおもしろさ

一般財団法人 日本菌根菌財団理事長 石井 孝昭

### はじめに

なぜ野山の草木は元気なの？ それは植物の根と共生している菌根菌が菌根菌の内部で生息するパートナー細菌 (PB)と協働して、空気中の窒素や自然の栄養を植物に運び、植物の生長を支えているからです。また、菌根菌と PB は植物の病害虫抵抗性や環境ストレス耐性を高めることにも貢献しています。このような自然の原理で植物が健全に育っていることで、化学合成農薬や化学肥料を使っていないのに病害虫を寄せ付けず、それ相応の生育を示しているのです。しかし、化学合成農薬や化学肥料を使用する慣行栽培は、菌根菌や PB を死滅させて、私たちの健康をむしろ、自然の環境破壊までも引き起こしているのです。ここでは、菌根菌とその PB を活用した菌根菌農法についての概要を紹介します。

### 菌根菌と PB の働き

菌根菌の主要な働きは、1) 植物の養水分吸収を促進する、2) 植物の生長を旺盛にする、3) 植物に病害虫抵抗性を付与する、4) 植物に環境ストレス耐性を付与する、5) 作物の収量や品質が向上する、などです。一方、PB の主要な働きは、1) 菌根菌の生長を促進する、2) 植物の病害虫防除に効果がある、3) リン溶解能や窒素固定能を持つ、4) 有機物の腐熟促進効果を持つ、5) 公衆衛生にも効果がある、などです。

これらの微生物を活用することによって、化学合成農薬や化学肥料を不使用でも、作物は病害虫抵抗性や環境ストレス耐性を発揮して、わずかな施肥量で収量を低下させることもなく、私たちの健康を増進する物質や作物本来の美味しさに関与する物質が増加します。

その実証例のいくらかを下記に紹介します。

#### (1) 新しい施設栽培技術「植蔵」(特許出願中)について(第1図)

私たちは酒蔵をヒントに、有益微生物を蔓延させた施設栽培技術「植蔵」を開発しました。化学合成農薬を使用していないので、ミツバチが元気よく受粉活動を行っています。また、葉に全く病害虫による被害がみられません。さらに、果実品質が向上、特にえぐ味が無くなり、非常に美味しいイチゴができますので、大好評です。

#### (2) 早生日本桐「ジャパロニア」の旺盛な生長について(第2図)

ジャパロニアは C4 植物で CO<sub>2</sub> 固定能が大であり、かつ菌根菌接種で CO<sub>2</sub> 固定量が 1.5 から 2 倍高まるので、菌根菌接種ジャパロニアの CO<sub>2</sub> 固定量は 3 から 4 倍も増加し、樹高が移植約 5 か月で約 5 m にもなります。

#### (3) ルワンダ国における菌根菌農法による有機マカダミア栽培について(第3図)

海外での実践例の一つ (JICA プロジェクト、約 40 ha の園で実施) です。海外では現地で生息する AMF や PB を分離し増殖して用いるべきと考えて実践しました。その結果、現地の農家が不耕作地として放棄していた土地でさえも AMF と PB 入りの有機液肥を活用することで、農薬や化学肥料を用いた慣行栽培よりも樹体生長は極めて良好となり、定植 5 年目には樹高が 2 m 以上にもなりました。また、果実が大きくなり、果実収量が増加するとともに、果実品質、特にマカダミアオイルの品質も向上しました。

おわりに

慣行栽培から菌根菌農法（栽培）に転換するにあたって、まずは菌根菌の有無を調査することです。慣行栽培を行った農地では菌根菌やPBが生息していません。このような農地では有機栽培は難しいです。しかし、菌根菌農法を定着させると病害虫や環境ストレスによる被害を著しく減少させて、作物の品質向上も図れることにも気づかれるでしょう。菌根菌農法で大事なことは、作物の生育、特に葉の様相を良く観察し、その対応法を学ぶことです。菌根菌農法は、慣行栽培のような危険で不安な農法ではなく、自然の営みに触れたり、感じたりできる楽しみを湧かしてくれるでしょう。



第1図 新しい施設栽培技術「植蔵」（特許出願中）



第2図 早生日本桐「ジャパロニア」の旺盛な生長



≪ AMF および PB の接種がマカダミア実生苗の生育に及ぼす影響

左側：無接種区，右側：接種区

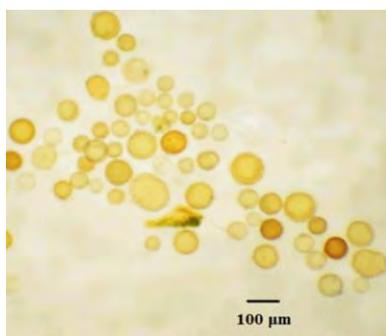
接種後，わずか10か月目には接ぎ木が可能な樹径サイズに生育した。

菌根菌農法による有機マカダミア栽培実証園



第3図 ルワンダ国における菌根菌農法による有機マカダミア栽培

コラム（1）：菌根菌は、“美”生物であり、“毘”生物です



*Glomus clarum* の孢子

菌根菌の孢子は、いびつな形状の土壌粒子の中で、真珠のような非常に綺麗な生物です（左図）。また、“毘”は「助ける」という意味があります。つまり、「菌根菌という微生物は、美しく、植物や私たち人間・動物の生存を助けてくれている非常に小さな生物」なのです。

それゆえ、菌根菌は1984年5月18日に公布された地力増進法という法律の中に、1996年10月、「VA菌根菌」が政令指定されました。また、「菌根菌」の指導は、2003年、農業高校の「農業基礎」で、2019年、普通高校の「生物」の教科書で取り上げられています。

## アーバスキュラー菌根菌とそのパートナー細菌はサツマイモ基腐病の生物防除に寄与する

社納 葵<sup>1</sup>・石井孝昭<sup>2</sup>

<sup>1</sup> (株) 浜口微生物研究所, <sup>2</sup> (一財) 日本菌根菌財団

Arbuscular mycorrhizal fungi and their partner bacteria contribute to the biocontrol against sweet potato root rot disease, *Diaporthe destruens*

A. Shano<sup>1</sup> and T. Ishii<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Hamaguchi Microbial Research Institute Co., Ltd., <sup>2</sup> Japan Mycorrhizal Fungus Foundation

### 緒言

サツマイモは熱帯アメリカ原産のヒルガオ科作物であり、日本には1605年(江戸時代)に中国・琉球王国を通じて伝来した。享保の大飢饉の最中、青木昆陽の尽力によりサツマイモは日本全土へ広がり、救荒作物として知られるようになった。

しかし、最近、海外からの侵入病原糸状菌、基腐病菌 (*Diaporthe destruens*) によって、サツマイモの株が立ち枯れ、塊根(イモ)が腐敗するという被害が全国に広がり、サツマイモが生産できない状況に陥っている(1)。例えば、“霧島酒造は、看板商品の芋焼酎「黒霧島」などの一部商品の販売を来年2月の出荷をもって休止すると発表した。サツマイモが腐る伝染病「基腐病」の流行により焼酎の原料が十分に確保できなくなったため。”との報道があった(2)。

サツマイモ基腐病は、わが国では2018年に発生が確認され、公的機関による対策案(クロロピクリンやベンレート水和剤などの農薬の使用や、早めの収穫・畑の残渣全撤去)が指導されているが、その発生は拡大し続けており、令和2年度のサツマイモの全国作付面積は33,100 ha、全国収穫量は687,600トン(それぞれ前年度よりも-1,200 ha; -3%、-61,100トン; -8%)に減少した(3)。

そこで本研究では、農薬不使用で安心・安全で持続可能な手法でサツマイモ基腐病菌の生長を阻害する生物防除技術について調査した。

### 材料および方法

本研究に供試したサツマイモ基腐病菌は、鹿児島県のサツマイモ基腐病被害圃場から分離し、遺伝子解析し同定したものをを用いた。また、供試拮抗微生物はパートナー細菌(*Bacillus* sp. NBRCIO9633, *Bacillus thuringiensis* NBRCIO9634, *Paenibacillus rhizosphaerae* NBRCIO9635 および *Pseudomonas* sp. NBRC109613) (4, 5)、並びに OYK(*Bacillus* sp.)(6)を用いた。抗菌効果は、PDA培地にサツマイモ基腐病菌を塗布した後、パートナー細菌(PB)混合物およびOYK細菌を浸み込ませたペーパーディスクを培地に置き、28°Cの暗黒下で培養した。

### 結果および考察

培養6日後、PBおよびOYKのいずれにおいてもサツマイモ基腐病菌の生長を著しく阻害した。特に、両細菌は基腐病菌の孢子形成を阻害する効果が顕著であった(第1図)。

この結果を基に、サツマイモ基腐病が発生している圃場近くの試験圃場にサツマイモ(鳴門金時)挿し穂を定植した後、アーバスキュラー菌根菌(AMF)を接種するとともに、PB入り有機液肥200-300

倍希釈液に OYK（500 倍希釈）を混合した混合液を散布した。その後、この混合液を 2-3 回／月の割合で収穫まで葉面散布した。その結果、サツマイモ基腐病の発生は全くみられず、イモの品質、特に甘さが向上した。



サツマイモ基腐病菌  
溶出物質で培地が黄色くなる。

サツマイモ基腐病菌 vs OYK

サツマイモ基腐病菌 vs PB

### 第 1 図 PB および OYK がサツマイモ基腐病菌の生長阻害に及ぼす影響

これらの結果から、わが国に侵入したサツマイモ基腐病菌が一気に蔓延した原因として、以下の原因が考えられる。

- ① 土壤消毒剤を含めた化学合成農薬の使用による田畑の AMF とその PB や、OYK などの有益微生物が全滅あるいは激減したこと
- ② 化学肥料の使い過ぎによる土壤の団粒構造が破壊され、田畑の通気性・排水性が不良になってきたこと
- ③ サツマイモ基腐病菌の孢子形成能は非常に高く、あたり一面に基腐病菌孢子をばらまく特性を持つこと、などが挙げられる。

自然は、大地が適切な通気性・排水性・保水性を保持しやすい土壤の団粒構造を構築して、多種多様な有益微生物が生息しやすい環境を作り上げてきた。しかし、人間は収量と利便性を求めて農薬・化学肥料を大量に使用する慣行農業を行い、自然界の原理・原則を長年無視し続けてきた(5)。サツマイモ基腐病の拡大・蔓延はその結果に過ぎない。今こそ、価格高騰し続ける化学肥料と化学合成農薬の使用を減らし、安心・安全で持続可能な農業を構築すべきである。

これまで日本菌根菌財団は、化学合成農薬や遺伝子組み換えの危険性の問題点を指摘するとともに、菌根菌農法（菌根菌と PB を活用した農薬不使用栽培）で作物の生育、収量、品質、環境ストレス耐性、病害虫抵抗性などに良い有意差があることを報告してきた。今後、国内の有機栽培面積の増加を目指す「みどりの食料システム戦略」もあって、菌根菌とその PB の需要は増大するだろう。

#### 摘要

サツマイモ基腐病菌に対する生物防除効果を調査した。その結果、フザリウム菌、リゾクトニア菌、ピシウム菌、モンパ病菌などの土壤病原菌に効果が知られている菌根菌のパートナー細菌 (PB) や OYK (*Bacillus* sp.) は基腐病菌の生長阻害効果が大であった。これらの細菌を用いることによって、実際に農薬不使用で基腐病の発生を防ぐことができた。

## 引用文献

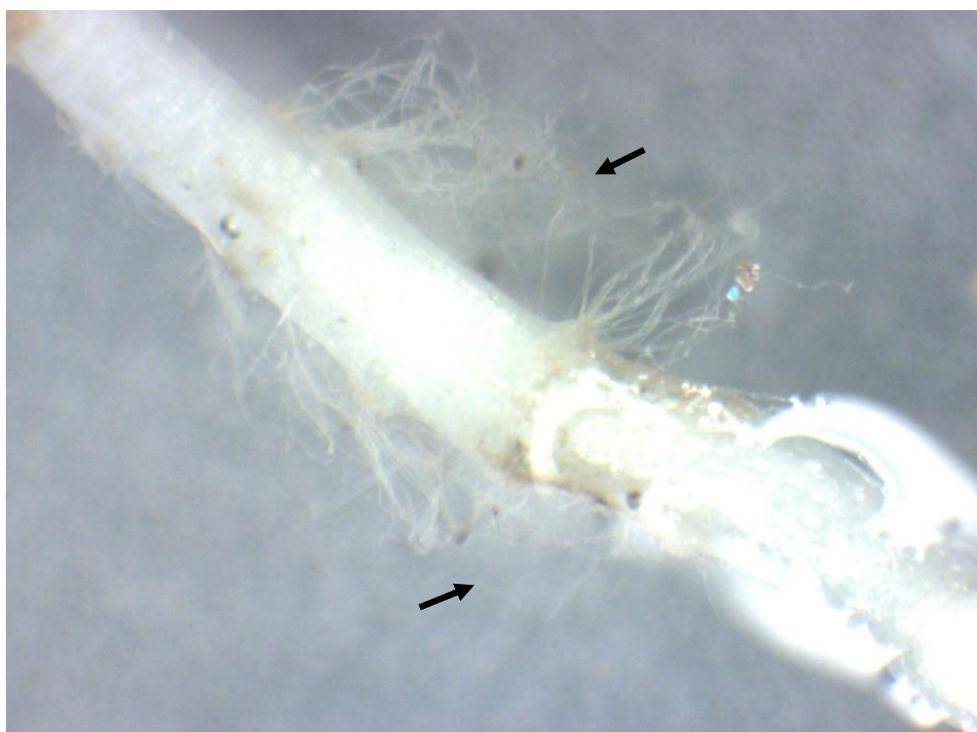
1. 農研機構 サツマイモ基腐病の発生生態と防除対策マニュアル（令和3年度版）
2. <https://mainichi.jp/articles/20221222/k00/00m/020/150000c>
3. [https://www.maff.go.jp/j/tokei/kekka\\_gaiyou/sakumotu/sakkyou\\_kome/kansyo/r2/index.html](https://www.maff.go.jp/j/tokei/kekka_gaiyou/sakumotu/sakkyou_kome/kansyo/r2/index.html)
4. 石井孝昭. 2012. アーバスキュラー菌根菌およびその菌に関連する微生物とパートナー植物を活用した土壌管理に関する研究. IFO Research Communications 26: 87-100.
5. 石井孝昭. 2014. 菌根菌の働きと使い方. 農山漁村文化協会. 東京
6. Salehin, A., M. H. R. Hafiz, S. Hayashi, F. Adachi and K. Itoh. 2020. Effects of the biofertilizer OYK (*Bacillus* sp.) inoculation on endophytic microbial community in sweet potato. Horticulturae 6: 81-93; doi:10.3390/horticulturae6040081

## コラム（2）ムカゴサイシンのラン型菌根菌の分離・同定



静岡県掛川市に自生するムカゴサイシン（ラン科植物の一つ）の保全のため、掛川市、清水建設の依頼でムカゴサイシンのラン型菌根菌の分離と同定を行いました。

分離したラン型菌根菌の遺伝子解析を行ったところ、*Arthrinium* 属の新種であることが分かりました。今後、この菌根菌の登録を行うとともに、これを活用したムカゴサイシンの保護を図っていく予定です。



ムカゴサイシンのラン型菌根菌  
(矢印)

菌根菌農法(菌根菌とそのパートナー細菌等を活用)によるサツマイモの有機栽培暦

月別	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
サツマイモの生育				ハウスの育成	ハウスの挿し穂	挿し穂の根木苗から			収穫期			
主要作業				ハウス内の生育を促すため、10月下旬から11月上旬にかけて、有機液肥とOYK混合液を2-3回散布する。また、病害発生を予防するため、PAB入り有機液肥とOYK混合液を2-3回散布する。	ハウス内の挿し穂の生育を促すため、10月下旬から11月上旬にかけて、有機液肥とOYK混合液を2-3回散布する。また、病害発生を予防するため、PAB入り有機液肥とOYK混合液を2-3回散布する。	ハウス内で育成した挿し穂の圃場への定植	圃場での栽培			有機液肥中にはパートナー細菌が生息しており、OYK細菌は抗菌作用が大きいので、基腐病、紫モシバ細菌などによる被害を著しく低減あるいは無にすることが期待される(1か月で3-4回程度散布)。 また、本栽培法では、肥料の節約や土壌からの肥料成分の流出を防止し、環境にやさしい栽培法を構築できる。そのため、有機液肥による葉面散布を主とする。 生育初期中、菌根菌共生の調査を行う。		



ナギナタガヤを用いた不耕起・菌根菌農法によるシュンギクと果菜類の有機栽培暦

月別	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
作物の生育	ナギシユンタガヤの生育遅延の。	ナギシユンタガヤの生育遅延の。	ナギシユンタガヤの生育遅延の。	ナギシユンタガヤの生育遅延の。	シュンギク類の定植	果菜類の定植	果菜類の定植	果菜類の定植	果菜類の定植	ナギナタガヤの播種	ナギシユンタガヤの生育遅延の。	ナギシユンタガヤの生育遅延の。
主要作業												

・暖かくなると、パートナー細菌(PB)入り有機液肥をシュンギクおよびナギナタガヤに葉面散布する(1か月月に2-3回)。

・ナギナタガヤでは病害虫の被害は認められないが、シュンギクではアブラムシなどの害虫や、べと病などの病害が発生するが、PB入りの有機液肥で保護できる。

・ナギナタガヤは、菌根菌やPBの増殖を助ける働きがある。

・ナギナタガヤや草生で土壌に有機物が供給でき、ミズなどの有益小動物で土壌の団粒化が促進されるので、不耕起栽培が可能となる。

・生育初期中、菌根菌共生の調査を行う。

**トマト、ナス、ピーマン、キュウリなどの果菜類**

- ・24穴播種トレイなどで播種して、ハウス内で育成してから圃場に定植する。このとき、播種床に用いる培土に菌根菌接種液を混ぜて用いると良い。接種液の目安として、1穴に菌根菌胞子が数個存在するのが望ましい。
- ・発芽後、PB入りの有機液肥を定期的に葉面散布する。この液肥で、病害虫の被害がみられなくなる。ただし、この液肥で病害虫防除効果が劣るときは植物オイル粉末(植物保護材)を用いる。
- ・果菜類が生育中、支柱立て、誘引、摘葉などを行う。







# 2022年 日本園根菌財団の取り組み

(一財) 日本園根菌財団

## 1. 趣意

化学合成農薬や化学肥料の大量使用によって環境汚染や人畜への悪影響が深刻な問題となり、消費者が求める安心・安全で持続可能な食糧の生産技術を早急に構築していくことが望まれています。

私たちは、地球環境の保全および健康で豊かな食生活実現のため、4億6千万年前から植物と“持ちつ持たれつ”の関係、つまり“共生”を築き上げて、現在の植物の生育にも多大な貢献をしている園根菌とその胞子内や周辺で、園根菌の生長促進、莖葉固定能、リン溶解能、病虫害抵抗性を有するパートナー細菌が共生し、協働して、植物の生長を助けていることに着目し、研究と普及啓発を行ってきました。

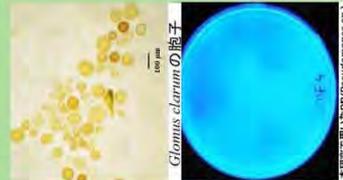
そこで、私たちはこの技術・研究の成果を普及するため、「一般財団法人日本園根菌財団」を設立して、園根菌とそのパートナー細菌等を活用した、安心・安全で持続可能な作物生産および緑化(Safe, secure and sustainable crop production and greening)を定着させるよう、真の緑の革命を目指しています。

## 2. 園根菌とそのパートナー細菌の恵み

園根菌は有益糸状菌(カビ)の1つであり、マツタケ、シヨウロ、トリュフ等のキノコ類も園根菌です。それらの中でも4億6千万年前から現在まで生きているアーバノキョウロ園根菌(AMF)はほぼ全ての植物と共生するので、園芸で土中に強大な菌糸ネットワークを形成し、効率的に土中の養水分を植物に運んだり、植物同士の養水分の分配等に貢献しています。またセンチュウを駆除します。それゆえ、AMFは農業生産、環境保全等において特に重要な園根菌なのです。

また、園根菌には強い味方がいます。これが園根菌胞子内部やその周辺に生息するパートナー細菌(PB)です。これ5のPBは園根菌の生長を助けるとともに、植物の病害虫防除効果、莖葉固定能、リン溶解能等を持ち、植物の働きを助けます。その上、このPBは植物の生長に有益な効果を与えるだけでなく、私たちの健康や公衆衛生等にも貢献していることが明らかになりました。

さらには、ナギナタガヤ、バヒアグラスのようなパートナー植物(PF)を活用することで、AMFやそのPBの増殖を助けるとともに、有機物の補給、土壌流出防止効果、除草剤の不使用、病害虫防除効果、不耕起栽培の実現(草の根やミミズで耕起)等が期待されます。



## 3. 財団の技術

財団は、いろいろな特許技術等を保有していますが、それらの中の代表的なものとして、(1)世界初の園根菌の純培養技術、(2)園根菌の見える化技術(世界初の園根菌検査薬と携帯式蛍光顕微鏡の開発)、(3)微生物や細胞小器官を分離できる世界初のクロマトグラフの開発、(4)植冠(世界初のAMFとそのPBを活用した有機養液水耕栽培技術および有機養液土耕栽培技術)等が挙げられます。これらの新技術を活用して、土壌の生物環境を簡便に調査できる手法を確立するとともに、今後も先駆的に独創的な研究や技術開発を行っています。

## 4. 園根菌、特にAMFとそのPBを活用した事業化の例

AMFは全ての作物で効果が出ているので、化学合成農薬不使用で、化学肥料不使用あるいは大幅削減が図れ、安心・安全で持続可能な作物生産や環境緑化を実現できます。そこで、財団は様々な作物、様々な場所で、「園根菌とそのPBを活用した安心・安全で持続可能な作物生産技術および緑化技術」を事業化しています。例えば、今、着目されている事業として、



ジャバロニアの旺盛な生育(定植約4か月後)

(1)マカミア等の有機果樹栽培：海外での実例の一つ(JICAプロジェクト)「ルワンダにおけるAMFとそのPBを活用した有機マカミアナツツ生産」=>約40 haの園で実施、(2)「植冠」技術によるイチゴ等の有機水耕栽培：AMFを接種したイチゴ苗を定植し、定期的にPB入り有機養液を散布=>病害虫の発生が全くみられず、かつ施肥量も慣行栽培の1/4-1/3に大幅に減らすことが可能です。(3)有機栽培日本桐「ジャバロニア」の生産：C4植物としての旺盛な生育やCO<sub>2</sub>固定量の多さを見出し、「ジャバロニア」として品種登録出願中です。(4)有機栽培サツマイモの生産：この技術で現在、深刻な問題となっているサツマイモ基腐病を完全に駆除することができ、(5)必枯れの防止と再生：さらにはシヨウロの生産による地域の活性化、(6)有機栽培茶の生産：高品質の茶葉ができ、高値で販売されています。(7)有機栽培米の生産：金根米として販売中、(8)屋内外・壁面緑化：観葉植物、シバの利用、等があります。なお、アブラナ科、アカガサ科作物等ではAMFが感染せず、利用できないとされていますが、間違っています。改める必要があります。

## 園根菌農法の力：農村社会の活性化と都市部との交流

私たち財団は、SDGsの17の目標を踏まえて、「園根菌とそのパートナー細菌を活用した、安心・安全で持続可能な作物生産技術および緑化技術」による新たな社会の構築に社会貢献を図っています。特に、農村社会の食料、電力等の自給自足を促すため、この「園根菌農法」で不安定な慣行栽培技術を払しょくして、日本桐「ジャバロニア」の植栽を進めて、カーボン取引や、家具材、建築材、バイオマス発電等への活用・販売、余剰電力の売電等を推進することで収入源を確保し、農村社会を魅力のある場とするともに、都市部とのつながりを密にして交流をさかんにさせたいと思っています。ちなみに、桐は樹木ではなく、園芸作物(特用樹)ですので、農地に植栽できることから、荒廃農地の解消にも役立ちます。さらに重要なこととして、園根菌農法による作物生産は、園根菌によるCO<sub>2</sub>固定量が慣行農法と比べて、およそ1.5倍から2倍近く増大するとともに、大量のエネルギーを使って生産されている化学肥料、化学合成農薬等の資材を使いませんので、カーボン取引では大きなメリットになります。

## 安心・安全で持続可能な（3S）作物栽培および環境緑化を目指して 菌根菌とそのパートナー細菌の働きと効果的な使い方

（一財）日本菌根菌財団

### 菌根菌とそのパートナー細菌とは

野山の草木が、人間が手を加えなくても自然に育っているのは地球上のほぼ全ての植物と共生関係を築いている菌根菌とこの菌と共存し互いに助け合っているパートナー細菌（PB）が生息しているからです。しかし、農地ではこれらの有益微生物が全く、あるいはほとんど生息していないのが現状です。この原因は、化学合成農薬の大量使用と化学肥料の大量施肥によって引き起こされたのです。

このような農地での有機・自然栽培は極めて難しく、作物の生育が不良で、病害虫の発生も多いです。それゆえ、農学者や農学研究者の中には「わが国のような温暖多雨な環境では無機養分の流亡が多くて、病害虫による被害が起こりやすいので、有機・自然栽培では十分な収量が得られない。化学合成農薬や化学肥料がなくては安定した収量が得られない。」と言う方が多いです。

確かに、わが国では無機養分の中で窒素、特に硝酸態窒素成分が流亡しやすく、土壌が酸性化しやすいので、定期的な窒素の補給や、元肥としてのCaやMgの施用が必要となってきます。しかし、リンについてはわが国の農地では大量のリンを施しても作物にリンの過剰障害が出ないことから、これまで過剰にリンを施してきたので、利用できていないリンが有り余る量が残っており、今後、四半世紀はリンの施肥が不要な状態にあります。またカリは風化した花崗岩土壌などでは長石からカリが溶出されているので、土質によって、施肥量を考える必要があります。特に、カリの過剰摂取は腎臓病を誘発しやすく、透析をされている方にとっては野菜などの農産物中のカリの多さが深刻な問題となっています。同時に、地方自治体でも透析患者の医療費の半分近くを賄わなければならないことから、透析患者が多い地域では地方自治体経費の大きな負担となっています。硫黄（わが国は火山国で豊富）や微量元素については、有機物を施していれば、普通、有機物中に含まれる量で十分です。

一方、病害虫の被害において、菌根菌は植物の養水分吸収を促進し、活発な光合成を行い、丈夫な植物体が作られますので、菌根共生植物は病害虫に対する抵抗性を獲得します。また菌根菌は連作障害の一要因であるセンチュウをその菌糸で絡めて消化することが明らかになっています。

PBは、現在、深刻な問題となっているフザリウム、リゾクトニア、ピシウム、モンパ病菌などの土壌病原菌の生長を顕著に、かつ持続的に阻害するので、現在、土壌消毒剤として広く使用されている、第1次世界大戦の毒ガス、つまりクロルピクリンを不使用にできます。このクロルピクリンで毎年、数人が亡くなっていますので、早急にこの薬剤の使用禁止が望まれます。

また、PBはガ類を駆除し、アブラムシ、オンシツコナジラミ、スリップス、ハダニなどの害虫を忌避する傾向がみられます。

さらには、PBは有機物の分解を促進する能力を持っていますので、堆肥作製に有効ですし、トイレなどの悪臭軽減や、ハエ、カなどを削減する能力を持っていますので、公衆衛生に活用できます。また、人畜の健康改善や維持にとっても非常に有益な微生物ですので、安心・安全に使用できます。

このように、現状のわが国の農地ではこれまでの化学合成農薬や化学肥料の大量使用によって、養水分吸収に関与する微生物、特に菌根菌や、窒素固定能やリン溶解能を持つPBがほとんど、あるいは生息していないので、これらの有益微生物を強制的に施していかなければ、現状の農地では有機・

自然栽培は成り立たない状況にあるのです。つまり、「有機・自然栽培の成否は菌根菌とそのPBの有無にかかっている」のです。

写真1は、菌根菌の中で、最も古い菌根菌で、約4億6千万年前から地球上に存在し、ほぼ全ての植物の根と共生関係を築くアーバスキュラー菌根菌（AMF）を示しています。写真2は、AMFの胞子内や胞子周辺に生息し、AMFの生長を助けて、協働して植物の生長を促進させたり、植物への病害虫抵抗性や環境ストレス耐性などを付与して、植物の生長や収穫物の品質などの向上に多大に貢献しています。なお、菌根菌とそのPBの詳細については、小著（石井孝昭「菌根菌の働きと使い方」農文協）[http://shop.ruralnet.or.jp/b\\_no=01\\_54013164/](http://shop.ruralnet.or.jp/b_no=01_54013164/)を一読ください。

### 財団の「菌根菌とその仲間たち」の使い方

財団の菌根菌資材（政令指定 活性VA菌根菌土壌改良資材）には、菌根菌の胞子とその胞子周辺や胞子内に生息する有益なPBが数多く含まれています。これらの微生物を用いることによって、植物の養水分吸収が良好となり、植物の生長が旺盛になるとともに、病害虫抵抗性や環境ストレス耐性の付与などの効果が期待されます。それゆえ、菌根菌は「生物肥料」、PBは「生物肥料・生物農薬」と言えます。そして、これらの微生物を積極的に活用することによって、化学肥料や化学合成農薬を削減あるいは不要にすること（安心・安全で持続可能な作物栽培）が可能となります。

しかし、本資材は生きた微生物を含む資材ですので、使い方や保管法に注意を払わなければ、折角の効能を得られなくなります。特に、以下の点について注意してください。

1. 有効態リン酸の含有率の高い土壌での使用や、リン酸含量の多い化学肥料や有機肥料の大量施用は、効果の発現が期待できないことがあります。そこで、財団の菌根菌資材を使うのであれば、むしろリンの施肥は控えたほうが良いです。

リンを多量に含む鶏糞などを用いた有機肥料や化学肥料は不使用が望ましいです。特に、鶏糞には抗生物質、ホルモン剤、塩分などが大量に含まれていますので、注意が必要です。ただ、リンを施したいのであれば、わが国の農地では大量のリンが残存していますので、ほんのわずか（例えば、1-2kg/10a・年）の肥料で十分です。このように、本菌根菌資材を使用すれば、驚くほど、大幅にリンの施肥量を削減できるのです。

2. ダイコンなどのアブラナ科、ホウレンソウなどのアカザ科の作物の根には菌根菌が共生せず、効果が発現しないと言われています。しかし、財団の菌根菌資材ではPBが入っていますので、これらの植物でも菌根形成がみられます。さらに、財団指定のPB入りの有機液肥を積極的に活用するとさらに生育が良好になります。

これらの植物は、「共生」という、いくらかの負担を嫌い、生育に問題がないときは菌根菌を感染させたりしません。しかし、自然環境下ではこれらの植物もさまざまなストレスを受けますので、ストレス下ではちゃんと菌根共生を築き、菌根菌に助けられています。私たちの社会でもこのような人がいますよね。

3. 化学合成農薬は使用しない。また、財団の菌根菌資材を使うのであれば、化学肥料を不使用にするか、大幅に削減してください。

特に、化学合成農薬は人畜や環境に悪影響を及ぼすので、使用しないようにしましょう。

4. 財団の菌根菌資材の使用にあたっては、1苗あるいは1種子に対して、胞子2-3個あれば十分ですが、接種胞子数が多くても植物の生育には問題がありませんので、胞子数に余裕があるときは多め

に接種するとより安定した効果が得られます。

本資材 100 g (コーヒーかす) には約 1 万個という多数の孢子 (約 100 個/g) が含まれていますので、油かす、くん炭、コーヒーかすなどで適切に希釈して用いてください。

5. 財団の菌根菌資材は、水がかからない冷暗所 (20℃以下) で保管しますが、4℃の冷蔵庫でも可能であり、長期間の保管ができます。しかし、冷凍庫には保管しないでください。

冷蔵庫内で菌根菌孢子を保管した場合には、孢子が休眠していますので、使用にあたっては、休眠打破のため、室温下で数日間おいてから使用してください。

6. 財団の菌根菌資材が乾いていた場合、わずかに湿りを感じる程度に水(水道水も使えますが、塩素によって菌根菌や PB がダメージを受けますので、滅菌水や蒸留水の方が良いです)を加えてください。

そして、開封後は早めに全量を使用してください。

### 財団の「菌根菌とその仲間たち」(写真3)の使用例

#### (種物の場合)

Horii et al. (2009)は、植物が根や種皮からトリプトファンダイマーという菌根菌生長促進物質を溶出して、菌根菌を引き寄せる働きがあることを明らかにしています。そこで、播種時に菌根菌資材を種床に接種することが好ましいです。播種床の培土の容量を把握して、AMF 孢子約 1000 個 (接種源 10 g) /L 播種用培土になるように、本資材を加えて混合してください。

#### (挿し木の場合)

挿し木用培土に、AMF 孢子約 1000 個 (接種源 10 g) /L 挿し木用培土になるように、本資材を加えて混合してください。

#### (鉢物の場合)

鉢物用培土に、AMF 孢子約 100-200 個 (接種源 10-20 g) /L 鉢物用培土になるように、本資材を加えて混合して、個々の鉢、プランターなどに入れて使用してください。

#### (圃場の場合)

10 a 当たり本菌根菌資材 2-3 袋 (AMF 孢子約 20000-30000 個)を油かす、くん炭、コーヒーかすなどで適度に希釈して、作物周辺に撒いてください。なお、撒いた AMF 孢子は降雨や灌水で土中内に入っていく、根に感染します。

### 財団の PB 入りの有機液肥 (写真4)の使用例

①EC 計を用いて、塩素を含まない水で、0.4-0.6 mS/cm までに希釈

②EC 計がない場合は、塩素を含まない水で、250-300 倍に希釈

この希釈液を葉面散布することが望ましいです。その理由は、肥料成分を葉から効果的に植物に供給できること、PB による病害虫の生長阻害効果や忌避効果が期待されることなどが挙げられるからです。それゆえ、PB 入りの有機液肥の散布回数は生育期間中 2-3 回/月の頻度で葉面散布することが好ましいです。散布作業を軽減するためには自動化も考えてみてください。また、PB 入り有機液肥を継続して散布すると、1, 2 年性作物では 3, 4 作後、果樹などの永年性作物では 3-4 年経過後、PB が園地あるいは施設内に定着して増殖してきますので、病害虫の発生が少なくなると、散布回数を減らすことができます。

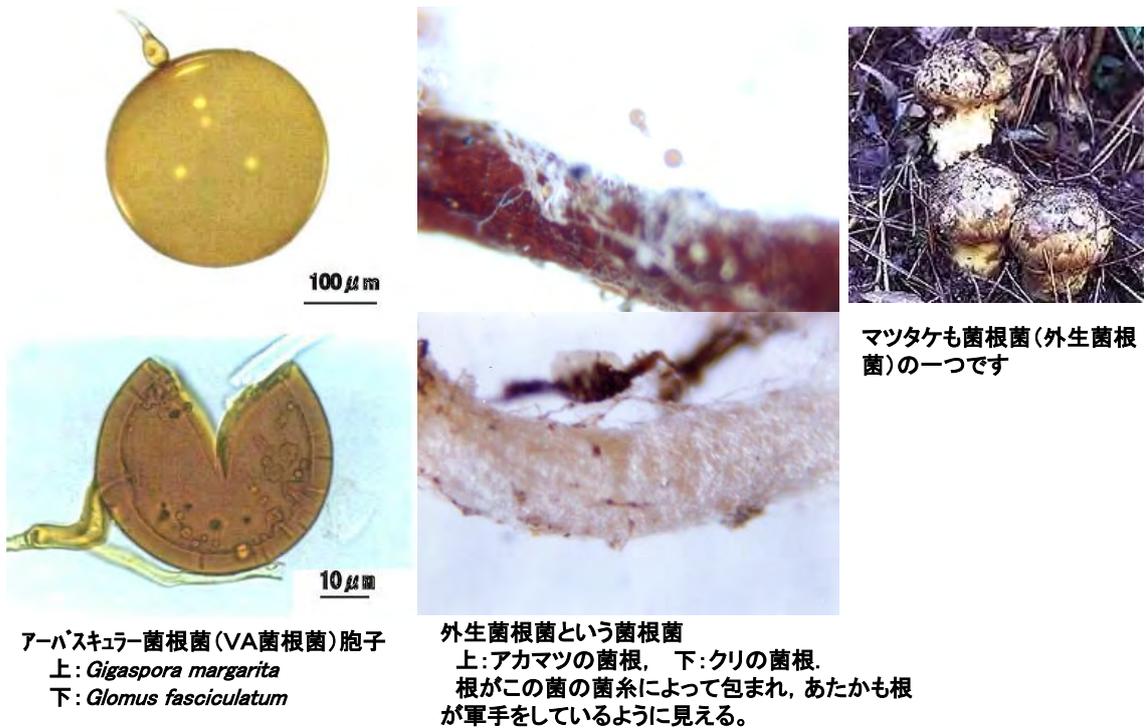


写真1 AMFと外生菌根菌

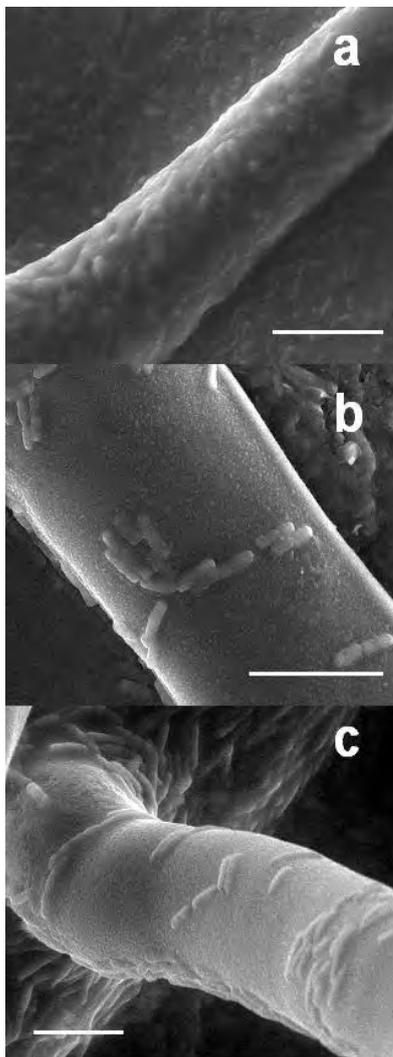


写真2 AMFの内生菌 (パートナー細菌) によってコロニー化された *Gi. margarita* 胞子および菌糸の新型走査型電子顕微鏡画像.

a) *Bacillus* sp. (KTCIGME01)

(菌糸表面にバイオフィルムが観察される)

b) *Bacillus thuringiensis* (KTCIGME02),

c) *Paenibacillus rhizosphaerae* (KTCIGME03).

横棒は10 μm.



写真3 菌根菌とその仲間たち

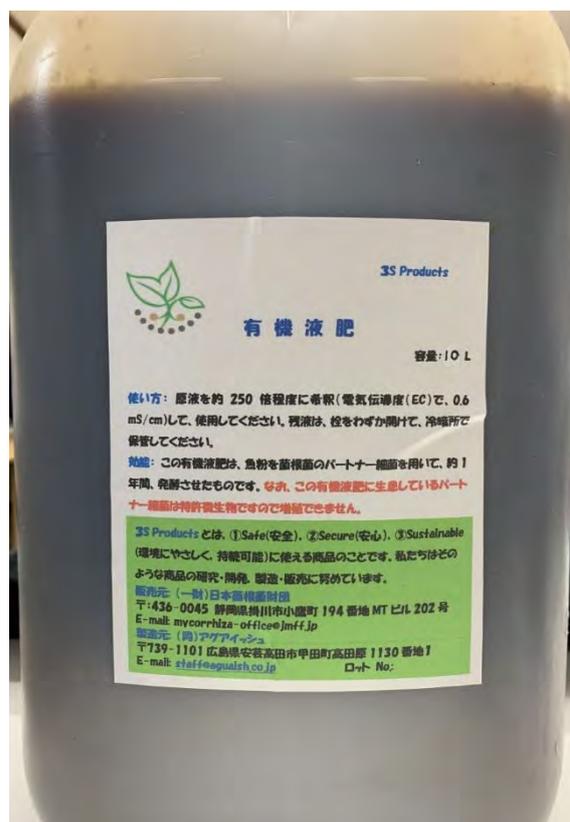


写真4 パートナー細菌入り有機液肥

### 財団の製品：植物オイル粉末—植物保護材としての利用



補助金を用いた植物保護剤の開発  
筆者は植物油、例えばカンクオイルなどを用いた安心・安全な植物保護剤を開発した。  
この保護剤はシクロデキストリンという糖に包接したオイルであり、粉末状である。またこの剤は水に溶けやすく、ほとんど全ての植物葉に葉害が発生しないという特徴がある。

石井孝昭(2012): 植物保護材の製造方法。  
特許第5513563号 日本国特許庁

菌根菌とパートナー細菌などが生息している植物は、病害虫に対して強くなります。ただ、これらの有益微生物で対処できない場合があるときは、この植物オイル粉末を併用すると良いです。この植物オイル粉末は、シクロデキストリンという環状オリゴ糖に、人畜に無害な植物油を包接させて、粉末化していますので、運搬や保管が容易であるとともに、油を水に可溶化させるための化学合成乳化剤を一切用いていないので、非常に安心・安全な資材です。

本資材は簡単に水に溶かすことができます。また、すてきな芳香をもつ無害な素材で作られていますので、ハウス内では心地良く散布作業ができます。また、害虫を忌避したり病気を抑制する力を利用して、植物の生長を保護する働きがあります。さらには、トイレ、畜舎などの消臭剤としても有効です。

現在、私たちはこの技術を活用した、人畜に安心・安全な抗ウイルス剤を開発しています。

## 投稿規定

(2019 年 11 月制定)

1. 筆頭著者および責任著者(重複可)は、日本菌根菌財団会員に限る。ただし、本誌編集委員会(以下、委員会)において必要と認めたときは、会員外から寄稿を受けることができる。
2. 投稿原稿の内容は菌根菌に関連ある未発表のものとする。原稿の区分は、①論文(論説および総説を含む)、②研究ノート・短報、③資料の3種類とする。なお、投稿原稿は和文か英文に限る。
  - (1) 論文の内容は、新しい結果と結論あるいは事実を含むと認められるものとする。
  - (2) 研究ノート・短報とは、論文として十分な結論を得るに至らないが、限定された部分の知見や速報的なものである。その区分は委員会が決定する。
  - (3) 資料とは、文献抄録、実用記事などを指し、委員会が寄稿を依頼することがある。
3. 投稿の手続きは、次のようにする。
 

投稿原稿(図・表のファイルを含む)は Word 形式の電子ファイルとして編集事務局(mycorrhiza-office@jmff.jp)までメール添付で送信する。なお、送信時の件名は「JMF 投稿(著者名)」とする。

編集事務局は、投稿メールの受信後、原則として3日以内に受信確認メールを返信する。この受信確認メールの送信をもって、投稿受付完了とみなす。投稿原稿が編集事務局に到着した日を受付日、審査が終了して掲載が決定した日を受理日とする。
4. 投稿原稿は、次の手続きを経て、採否、区分を決定する。
  - (1) 論文、研究ノート・短報は、審査(査読者2名制により査読付論文としての採否の判定を行う)に回し、その意見を基にして採否、区分を決める。
  - (2) 委員会は、原稿の内容などについて投稿者に訂正を求めることがある。
  - (3) 受理された原稿は、委員会が訂正を求めた箇所以外に、委員会の承諾なしに変更を加えてはならない。やむを得ず変更する必要がある場合は委員会の承諾の下、修正原稿においてその変更箇所がわかるように明示する。
5. 論文の掲載は、審査終了の順によることを原則とする。
6. 校正は、原則として初校だけ著者が行う。校正中の原稿改変は原則として認めない。委員会の了解による改変であっても、要する経費は著者の負担とする。校正ゲラは指定の期日以内に、手許に保管の原稿によって校正して返送する。期日に遅れた場合は、委員会の校正をもって校了とすることがある。
7. 掲載論文、研究ノート・短報については、著者の希望があれば PDF ファイルを進呈する。
8. 本誌に掲載された記事の著作権は一般財団法人日本菌根菌財団に帰属する。
9. その他必要な事項は、委員会が決める。

## 執筆要領

(2019 年 11 月制定)

1. 投稿原稿は、Word 形式の電子ファイルにより作成する。その際、A4 用紙(縦長)印刷とし、上 2.4 cm、下 2 cm、左 2 cm、右 2 cm のマージンを空けて、1 行 40 字で 35 行とする。その際、頁ごとに

下部中央の余白部分に頁番号を記しておく。

2. 原稿の第1頁には表題, 著者名, 所属・所在地, 第2頁に要約を記す。

(1) 第1頁上部に以下を書く。

論文種別: 論文, 研究ノート・短報, 資料のうち希望する区分刷り上がり時の奇数頁ヘッダー: 著者姓(共著者は・でつなぐ): 略表題(25字以内)

(2) 和文の表題, 著者名, 所属・所在地の次に, 英文でそれぞれ記す。英単語の頭文字は大文字にするが, 文頭以外の冠詞や前置詞, 接続詞は小文字とする。

(3) 表題は, 簡潔で内容を具体的にあらわすものとする。

(4) 共著の場合, 著者名を・(中ポツ)でつなぎ並べる。責任著者には, 氏名の右肩に\*(アスタリスク)を付ける。また, 脚注に責任著者名とメールアドレスを記載する。共著者間で所属が異なる場合, 所属ごとで氏名の右肩に1から順に数字を付ける。所属と所在地は左肩に該当する数字をつけて改行して並べる。なお, 研究実施時からあと移動があった場合は右肩に\*\*を付し, 現所属を脚注に記す。

(5) 論文, 研究ノート・短報では, 150語以内で要約を入れる。

3. 論文, 研究ノート・短報の本文は, 原則として, 要約, 緒言, 材料および方法, 結果, 考察(結果および考察としてもよい), 謝辞(記載する場合), 引用文献の順に記載する。英文原稿も和文原稿と同様に記載すること。

4. 文中の単位, 数字, 式などは次のようにする。

(1) 単位は原則として国際単位系(SI)とする。

(2) 数字は, 原則としてアラビア数字を用い, 千単位のコンマは付けない。

(3) 文章中の式は,  $(a+b)/(c+d)$  のようにする。

5. 図表は次のようにする。

(1) 分かりやすい図表にすること。画像は高解像度の鮮明なものを用いること。

(2) 図表は, 第1図, 第1表のように通し番号を付す。

(3) 図の説明文は図の下に, 表の説明文は表の上を書く。

6. 注および文献は次のようにする。

(1) 注は出現順に, 文献は著者名のABC順に並べ, 番号を付けて記載する。

(2) 文献は, 以下のとおりとする。

(和文のとき)

1. 松原陽一, 原田 隆, 八鍬利郎. 1994. 各種野菜実生の生長に及ぼす VA 菌根菌接種の影響. 園学雑 63: 619-628.

2. 小川 眞. 1986. 共生微生物の機能と作物の生育. 微生物と農業. 全国農村教育協会. 東京.  
(英文のとき)

3. Matsubara, Y. and Harada, T. 1998. Relation between pectic substances and arbuscular mycorrhizal fungus infection in three vegetable crops. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 67: 180-184.

## 財団役員など名簿

区分	役職	氏名	所属など
顧問		石川 嘉延	前静岡県知事
理事 (設立者)	理事長	石井 孝昭	会社代表, 元愛媛大学教授, 元京都府立大学教授
	副理事長	伊村 義孝	会社代表, 元掛川市副市長
		松浦 孝裕	会社代表
		小崎 隆志	会社代表
		大林 修一	会社代表
評議員 (他1名)		橋本 健二	一般社団法人最高顧問
		天内 和人	徳山高等工業専門学校副校長, 教授
		松原 陽一	岐阜大学応用生物科学部准教授
		野澤 汎雄	会社代表
		家政 覚	会社重役
監事		米田 基人	会社代表
監事		森川 肇	元会社員
事務局長		廣畑 雅己	元地方公務員

### コラム(3): 微生物発電(微生物燃料電池)の開発



Botanical  
light の展示

(株) グリ  
ーンディス  
プレイ

古来から、有機物を分解する微生物は電気を生成することが知られています。この電気を生成する微生物の中で、最近、着目されているのが、シュワネラ (*Shewanella*) 属、ゲオバクター (ジオバクター) (*Geobacter*) 属などの細菌です。当然、パートナー細菌も有機物を分解する能力が大でありますので、発電能力を持っています。なお、最近、植物発電という HP や報道がありますが、微生物による発電であるので、微生物発電(微生物燃料電池)に統一することが望まれます。財団として、パートナー細菌等を用いた微生物燃料電池の発電能力向上を図る技術開発や蓄電技術の開発を行い、2, 3 年後には事業化を図りたいと思っています。

## 編集後記

2022年の「菌根菌ジャーナル Vor.4」を発行することができました。執筆や編集作業にご協力くださった方々に感謝申し上げます。

財団設立後まもなくから新型コロナが流行しはじめ、様々な行動制限の中での3年間でしたが、ウイルスが変異を繰り返し重症化リスクが低減してきたことから、徐々に対面・集会での啓発活動などを進めて参りました。

9月12日には、静岡6区選出の勝俣孝明農林水産副大臣に面会し、お茶への菌根菌活用、サツマイモ基腐れ病対策、イチゴ有機水耕栽培の事業化、早生日本桐ジャパロニア（品種登録出願済み）による耕作放棄農地の再生など財団の活動主旨と状況についてご説明いたしました。財団の活動は「みどりの食料システム戦略」に合致していますので、今後の事業連携に期待したいところです。

また広島県安芸高田市や静岡県掛川市で菌根菌農法研修会を開催でき、新たな会員確保・菌根菌農法実践者の拡大に繋がりました。

11月25日には、静岡県の地方テレビ局SBS静岡放送でジャパロニアが取り上げられ、Web上にも公開されたことから、全国から反響、問い合わせがあり、新たな取り組みにも繋がります。

今後とも会員各位のご支援・ご協力のもと財団活動を進めて参りますので、よろしくお願いいたします。

事務局長 廣畑 雅己

ISSN 2435-2314

菌根菌ジャーナル

第4巻

2023年3月25日印刷 2023年3月31日発行



一般財団法人

日本菌根菌財団



〒436-0045 静岡県掛川市小鷹町194番地 MTビル202号

E-mail: mycorrhiza-office@jmff.jp HP: <https://www.jmff.jp>

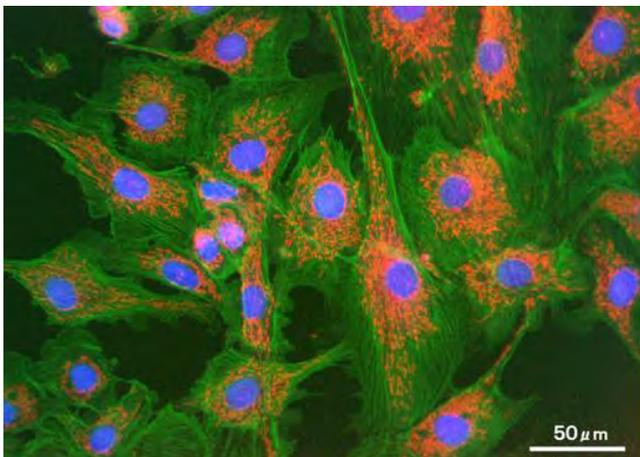
## 標準構成

■ ハンディ蛍光顕微鏡本光学ユニット ■ 対物レンズ:10倍 ■ 光学ユニット:Type 470

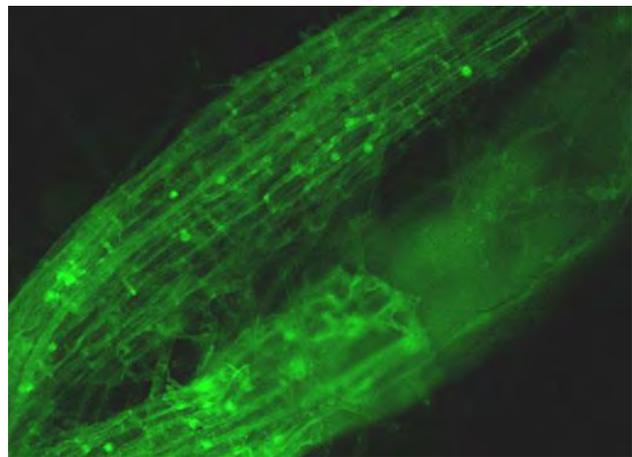
## 主な仕様

形式 / 名称	S-3380B (ブルー),S-3380P (ピンク)/ ハンディ蛍光顕微鏡
装置本体	ハンディ蛍光顕微鏡本体(ブルー又はピンクを選択)
光学ユニット (高輝度 LED 搭載) 3種の光学ユニットから選択 (複数選択可)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・Type 390: 3W 紫色 LED, 励起波長 390nm, 蛍光波長 443 ~ 489nm</li> <li>・Type 470: 3W 青色 LED, 励起波長 470nm, 蛍光波長 500 ~ 550nm</li> <li>・Type 560: 3W 黄緑色 LED, 励起波長 560nm, 蛍光波長 600 ~ 681nm</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>* 各ユニットには、LED、ダイクロイックミラー、バンドパスフィルタ、吸収フィルタが組み込まれております。</li> <li>* ユニットの分解はできません。</li> <li>* 光学ユニットの励起波長、蛍光波長はご要望に応じて製作します。詳しくはお問い合わせ下さい。</li> </ul>
対物レンズ (複数選択可)	アクロマート対物レンズ ※1 4倍, 10倍, 20倍, 40倍 ※1 RMS規格、口径 20.32mm (0.8 インチ)、ネジピッチ 0.706mm (36 山/1 インチ)
本体電源	電池駆動：単三電池 × 3本 (4.5V) 励起照射光量5段階調整 * テスト用電池付属 * ニッケル水素電池対応
本体形状 / 重量	162(W)×123(D)×91~123(H) mm / 約 1.5 kg (電池含まず)
オプション	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 蛍光画像観察用 CCD カメラ (パソコン用) (専用 CCD カメラ、専用ソフトウェア、結像レンズ、カメラ取付用アダプタ)</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>* その他:光学ユニットの励起波長、蛍光波長はご要望に応じて製作します。詳しくはお問い合わせ下さい。</li> </ul>

## 参考画像



ウシ肺動脈・内皮細胞(BPAEcells)  
(撮影:オプション CCDカメラ/40倍対物レンズ)



菌根菌 (撮影:光学ユニット Type470,10倍対物レンズ,スマホ)  
キク根におけるAMF 共生  
画像提供:(一財)日本菌根菌財団 石井孝昭様

● 本仕様、外観は改良のため予告なく変更することがあります。 ● カタログと実際の商品の色は、撮影・印刷の関係で多少異なる場合があります。

● お問い合わせは下記まで



株式会社 相馬光学

〒190-0182

東京都西多摩郡日の出町平井 23-6

TEL : 042(597)3256 FAX : 042(597)3208

E-mail : sales@somaopt.co.jp

URL : http://www.somaopt.co.jp

[販売代理店]

Cat No,19-05-3380-003

# Soma

## ハンディ蛍光顕微鏡 Portable fluorescence microscope

### スマートフォン対応の蛍光顕微鏡

製品番号

**S-3380**

- 片手で持てるコンパクト設計
- 何処でも使用可能なバッテリー駆動（単三電池×3本）
- 励起波長・蛍光波長・対物レンズ、選択交換可能



#### [写真]

上右側 / S-3380B

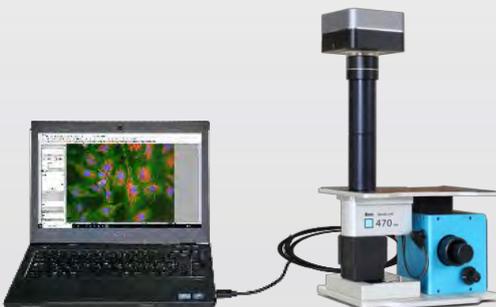
光学 LED ユニット : Type 470、対物レンズ : 10 倍 装着  
※スマートフォンは付属しません

上左側 / S-3380P

光学 LED ユニット : Type 390、対物レンズ : 10 倍 装着

左側

オプションの CCD カメラによるパソコンでの観察



- お手持ちのスマートフォンを用いて、フィールドでの簡単な蛍光画像の取得を目的に設計されたハンディ蛍光顕微鏡です。活性染色された菌根菌の簡易蛍光観察が可能です。
- バッテリー駆動の高輝度 LED を用いており、AC 電源を必要としません。
- 電源事情の不安定な場所においても確実に画像取得が可能です。  
取得画像は、専用のソフトウェア（オプション、パソコン用）をご利用いただけます。