

Ⅱ－1. 台湾におけるVA菌根菌の探索と収集

草地試験場 生態部
土壤微生物研究室

斎藤 雅典

Exploration and Collection of Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Taiwan

Masanori SAITO

Laboratory of Soil Microbiology, Department of Ecology,
National Grassland Research Institute, Nishi-nasuno, Tochigi, 329-2793, Japan

1. 目的

VA菌根菌 (vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi) は接合菌類Glomales目に属する糸状菌で、植物の根に共生し、根内に、共生特異的な嚢状体 (vesicle) および樹枝状体 (arbuscule) を形成することから、それらの頭文字をとってVA菌根菌と呼ばれてきたが、嚢状体を形成しない属も存在することから、本菌群の研究者集団では、単に、アーバスキュラー菌根菌 (Arbuscular mycorrhizal fungi) と呼ばれることも多くなっている^{1, 2)}。

本菌は、植物根に共生することによって、宿主植物の養分吸収、特に、リンの吸収を促進する作用などから、その農業利用が注目されている。本菌類は絶対共生であり、これまでわが国において系統だった菌株保存事業は行われてこなかったが、当該研究室ではジーンバンク事業の一貫として、菌株の保存を体系的に行うシステムを確立してきた。

東南アジア地域においては、その高温多湿の気候条件のために植物根圏における微生物活性が高く、わが国には生息していない新規かつ作物生産に有用なVA菌根菌の生息している可能性が高い。そこで、本探索では、台湾における農耕地・未耕地からVA菌根菌の探索収集を行い、遺伝資源としての特性評価を行うことを目的とした。

なお、台湾においては、台湾農業試験所土壤微生物研究室・呉繼光 (Wu Chi-Guang) 博士の指導の下に、VA菌根菌接種資材の開発が行われており、微生物資材としての普及が開始されつつあるところであった³⁾。また、呉博士自身も多数のVA菌根菌の保存を行っており、今回のVA菌根菌遺伝資源探索に全面的な協力を行っていただいた。

2. 探索の概要

呉博士との協議により、当初計画していた台南地域での収集を、半自然草地の分布する台湾最南

部墾丁付近に変更した。表1の日程に従い、以下の通りの収集を行った(図1)。

台中市近郊：台中市近郊の八卦山台地には酸性の赤色土壌が分布しており、本地帯ではパイナップル、茶等の畑作が盛んである。そこで、パイナップル圃場及びこれらの圃場に隣接する野草(ススキ、ネピアグラス)の根圏土壌を採取した(①～⑤)。また、農業研究所水田転作圃場(沖積土壌)に栽培されているマメ科緑肥作物、サトウキビ等の根圏土壌も採取した。(⑬～⑮)

阿里山及びその山麓地帯：阿里山は標高約3000mあるが、その山麓地域には、鬚椰子(ビンローナツツ)、茶の栽培が盛んである。それら圃場に隣接する野草地(ススキ主体)より根圏土壌を採取した(⑥～⑪)。

墾丁近郊：台湾最南部の墾丁には、300年ほど前の野生鹿による採食によって形成されたシバ主体草地在分布している。本地域では、シバをはじめ各種イネ科野草の根圏土壌を採取した(⑫～⑯)。

3. 収集の成果

1) 方法

採取した土壌19点を草地試験場に持ち帰り、これらの土壌からの孢子抽出法によって優占する菌の予備的同定を行うとともに、土壌トラップ法(土壌を接種源とするポット栽培法：宿主としてソルガム、ススキ、バヒアグラスを混植栽培)によって、採取した土壌に含まれる菌の増殖・分離を行った⁴⁾。

2) 結果

採取した土壌の概要と孢子抽出法によって、土壌から抽出されたVA菌根菌の孢子の概要を表2に示す。土壌pHが7を越える未耕地土壌No.11で非常に高密度の孢子を見出したが、一般的に酸性土壌で孢子密度の低い傾向にあった。土壌抽出法で自然界から分離される孢子の多くは、他の微生物に侵されている場合が多く、また、一見健全な孢子であっても、あらたにポットで培養増殖することの困難な種類が多い。VA菌根菌を遺伝資源として維持管理するためには、ガラス室等で宿主植物との栽培によって植物と菌の共生関係を維持させ、孢子の増殖を図る条件を設定しなければならない。今回は、まず、当研究室で標準的に用いている土壌トラップ法によって、新たな菌の増殖を行った。平成11年3月末から4月初めにポット栽培を開始し、同年8月段階での調査結果を、表3に示した。すべてのポットの植物根には、VA菌根菌の感染が認められたが、8月の調査段階で新たな孢子形成の認められない試料も数点存在した。

これまでの報告⁴⁾と同様に、土壌試料から抽出された孢子の種類と土壌トラップ法によるポット培養によって増殖する菌の種類はかなり異なっていた。表3に示したように、土壌トラップ法によって増殖した菌の多くは*Glomus*属が多かった。特に、ススキ等のイネ科草本の優占する酸性土壌からは*Glomus clarum*(仮同定、図2)及びその類縁種と思われる菌が分離されてきた。台湾南端部の草地植生から分離される菌(図3,4)については、わが国の草地から分離される菌⁴⁾との関連で、興味を持たれる。

栽培期間を長くとることによって、分離される菌の種類数の増加することが知られており、本実験では、同年11月まで植物栽培を行い、あらためて、孢子の増殖の有無ならびに形成された孢子の

形態に基づく同定を進めつつある。今後、さらに菌の純化を進め、再増殖を行った後、植物生育促進効果等の特性評価を行う。

4. 所感

台湾農業研究所・呉博士にはカウンターパートとして、土壌採取旅行に同行をしていただき、土壌採取、植生、土壌について、貴重な助言をいただくことが出来、きわめてスムーズに探索を行うことができた。引き続き、呉博士との協力関係を維持することが、絶対共生性で通常の方法で培養困難なVA菌根菌遺伝資源保存事業を継続させるために、きわめて有効であると考えられた。また、台湾農業研究所では、種々の形態の国際協力プロジェクトを模索しているところであり、微生物遺伝子源の分野においてもより幅広い協力関係の構築が望まれる。

今回の調査では当初フィリピンも調査対象国として予定していたが、生物多様性条約との関連で断念せざるを得ず、残念であった。台湾においても、近日中に遺伝資源の海外持ち出しについて、法律的に規制するという情報が伝えられた。そのため、今回の調査も10年度内に実施した経緯がある。しかし、私の会った研究者の範囲では、台湾としてわが国をはじめ諸外国との遺伝資源収集保存に関する共同研究を模索しているという強い印象を受けた。私としては、両国とも、アジアの中核として積極的に遺伝資源収集保存の共同研究を実施すべきと思う。

なお、今回探索収集を実施するに当たり農業生物資源研究所宮崎尚時遺伝資源調整官、遺伝資源第一部加藤邦彦部長、及び技術会議連絡調整課関係者各位に多大なご助力をいただいた。ここに記して深く感謝申し上げる。なお、去る平成11年9月21日の大地震によって台中市の台湾農業研究所も大きな被害を受けた。本調査の際、多大なご協力をいただいた台湾農業研究所・呉繼光博士および関係者各位に、深甚の謝意を表するとともに、大地震被害からの復興を心よりお祈り申し上げます。

5. 参考文献

- 1) 斎藤雅典(1998) 土壌と植物をつなぐVA菌根菌, 化学と生物, 36: 682-687.
- 2) International Culture Collection of Vesicular-Arbuscular and Arbuscular Mycorrhizal Fungi (INVAM): <http://invam.caf.wvu.edu/>
- 3) 呉繼光・林素禎(編)(1998) 囊叢枝内生菌根菌応用技術手冊, 台湾省農業試験所発行.
- 4) Murakoshi, T. Tojo, M. Walker, C. and Saito, M. (1998) Arbuscular mycorrhizal fungi on adjacent semi-natural grasslands with different vegetation in Japan. *Mycoscience* 39: 455-462.

Summary

Exploration and collection of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi were conducted in Taiwan January 16 to 24, 1999. Nineteen soil samples from middle and southern Taiwan were collected. Vesicular-mycorrhizal fungi in these soils were proliferated by a soil trap culture method. In this method, the sieving of the soils was inoculated to sterile soil-sand mixture in pot, and sorghum,

bahiagrass and *Miscanthus sinensis* were grown as host plants. Preliminary results showed that various *Glomus* spp. including *G. clarum* and *G. etunicatum* proliferated in the some soils. Further detailed study on the isolated fungi by this trap culture will be conducted.

表1 探索収集日程

月 日	行 程	宿泊地	行 動 内 容
平成11年			
1月16日(土)	千本松—成田		
	成田(発)—台北	台 北	移動(空路)
1月17日(日)	台北—台中	台 中	
1月18日(月)	台中	台 中	台湾農業研究所において 探索打ち合わせ, 収集準備
1月19日(火)	台中	台 中	収集
1月20日(水)	台中—阿里山	阿里山	移動・収集
1月21日(木)	阿里山—墾丁	墾 丁	移動・収集
1月22日(金)	墾丁—台中	台 中	移動・試料整理
1月23日(土)	台中—台北	台 北	試料整理・移動
1月24日(日)	台北—成田		移動(空路)
	成田—千本松		

表2 採取土壌の概要, 及び土壌抽出法によるVA菌根菌孢子数量と形態

試料番号	土地利用形態	主な植生	土壌pH (H ₂ O)	土壌抽出法による孢子数 (個/10ml土壌)		
				>100 μ m	<100 μ m	優占する孢子形態
1	パイナップル畑	パイナップル	3.4	4	0	<i>Acaulospora</i> (brown reticulate ornament) sp., <i>Sc. calospora</i> -like
2	未耕地	ススキ	4.2	1	27	<i>Gl. clarum</i> -like,
3	未耕地	ススキ, イネ科草本	5.1	38	1	various types; <i>Acaulospora</i> spp., <i>G. constrictum</i> -like, <i>G. clarum</i> -like
4	未耕地	ネピアグラス	5.8	1	1	
5	未耕地	ススキ	4.5	15	1	large brown <i>Scutellospora</i> sp., brown <i>Acaulospora</i> sp. (parasitized with small spores)
6	未耕地	ススキ	5.9	9	0	<i>G. fasciculatum</i> -like, brown <i>Scutellospora</i> sp.
7	未耕地	ススキ, シダ, ヒメジョオン等	6.6	35	12	dark brown ellipsoid thick wall <i>Glomus</i> sp.(100 μ), yellow orange color sponge-like wall sp.(180 μ m)
8	未耕地	ネピアグラス	5.2	1	0	
9	髻榔やし林	多数	5.7	11	0	yellow brown spined spore (<i>G. scintillans</i> ?)
10	竹林	竹	5.5	17	0	the same as in No.9, yellow brown shining <i>Glomus</i> sp.(100 μ)
11	未耕地	ネピアグラス, ススキ等	7.6	250	0	many; <i>G. fasciculatum</i> -like, <i>G. intraradices</i> , <i>A. spinosa</i> , <i>S. cerradensis</i> , <i>A. scrobiculata</i> etc.
12	未耕地	ケチヂミグサ	5.3	9	5	
13	未耕地	シバ(<i>Zizania</i> sp.)	6.1	9	10	hyaline or brown <i>Acaulospora</i> ?, hyaline large spore
14	未耕地	<i>Pteris multifida</i> Poir.	6.7	2	1	
15	未耕地	イネ科草本	6.5	8	3	brown <i>Scutellospora</i> sp.
16	未耕地	イネ科草本	6	2	3	
17	サトウキビ(収穫跡地)		4.7	2	2	
18	トウモロコシ畑	トウモロコシ	6.2	16	18	yellow brown shining <i>Glomus</i> or <i>Acaulospora</i> spp. (100-150 μ)
19	転換水田	マメ科緑肥作物	6.6	14	6	yellow brown <i>Glomus</i>

表3 土壌トラップ法によるVA菌根菌の増殖と主要菌種（平成11年8月調査）

試料番号	胞子密度 (個/20ml)	バヒアグラス根 の感染率	主要な菌種（仮同定）
1	0	29	
2	473	62	<i>Glomus clarum</i>
3	16	46	<i>Glomus</i> sp.
4	321	73	<i>Glomus clarum</i>
5	120	55	<i>Glomus clarum</i>
6	21	42	<i>Glomus</i> sp.
7	22	45	<i>Glomus</i> sp.
8	37	43	<i>Glomus</i> sp.
9	0	25	
10	50	12	<i>Glomus</i> sp.
11	16	59	<i>Glomus</i> sp.
12	102	50	<i>Glomus</i> sp., <i>G. coronatum</i>
13	9	33	<i>Glomus</i> sp.
14	0	34	
15	229	41	<i>Glomus</i> sp.
16	286	42	<i>Glomus claroideum</i> , <i>Acaulospora</i> sp.
17	45	65	<i>Glomus</i> sp.
18	154	48	<i>Glomus</i> sp.
19	590	52	<i>G. etunicatum</i>

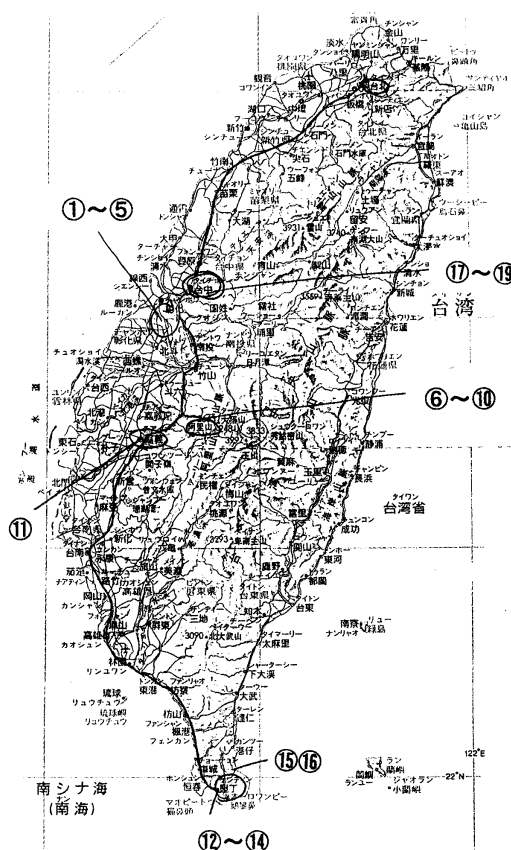


図1 探索・収集経路と試料採取地点

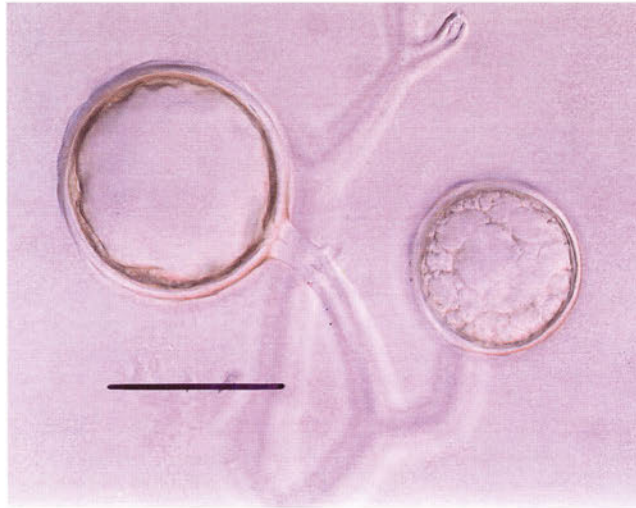


図 2 土壌No. 2 より土壌トラップ培養によって分離された *Glomus clarum* (仮同定).
Bar=100 μ m (以下, 同じ)

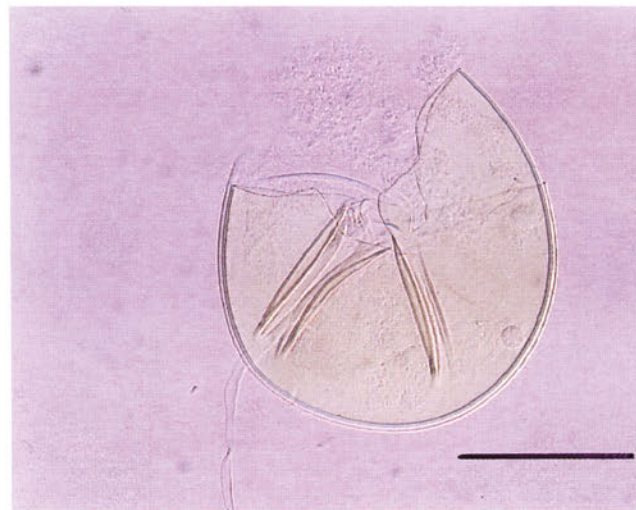


図 3 土壌No.16より土壌トラップ培養によって分離された *Glomus* sp.

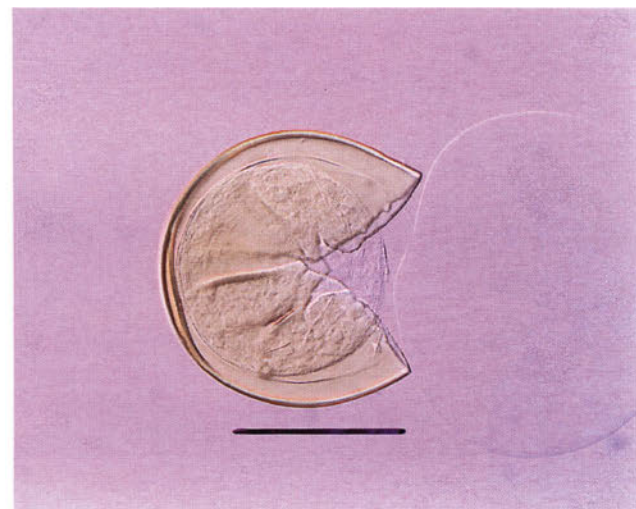


図 4 土壌No.16より土壌トラップ培養によって分離された *Acaulospora* sp.

微生物の探索収集プロフィール



日本の南限に位置するブナ林（高隈山の稜線部）
（馬場崎ら）



採集きのこの組織分離作業現場
（馬場崎ら）



奄美大島（大島郡）笠利町須野における一般農家のサトウ
キビ圃場
（青木）



加計呂麻島（大島郡）瀬戸内町秋徳で葉身を採取
したサトウキビ植物体
（青木）



台湾南部・墾丁のシバ草地（採集地点13）
（野生鹿の採食によって形成された半自然草地）
（斎藤）



台湾南部・東海岸の野草地（採集地点16）
（太平洋から吹き付ける強い風のため、草地植生が発達）
（斎藤）