

## 人里や里山に生育する様々な植物の菌根共生

帝京科学大学生命環境学部自然環境学科教授・里山学研究センター研究スタッフ

岩瀬 剛二

帝京科学大学生命環境学部自然環境学科 4年生

八木瑛多・田嶋ゆう紀・三原健太郎

### 【はじめに】

陸上植物のほとんどの根には何らかの菌類が菌根と呼ばれる特殊な構造をつくって共生していると言われており (Smith and Read 2010)、菌根はその形態的特徴によって少なくとも7種類に分けられている (Peterson et al. 2004)。菌根が形成すると、菌類は植物から光合成産物の一部を供給される代わりに、土壌中からリン酸などの無機養分を吸収し、その一部を植物に供給することで、植物は定着や生育が促進されるとされている。私たちの身近な人里や里山には多くの植物が生育しており、ほぼすべての植物には菌類が共生していると考えられるが、実際に共生の実態を調べ確認された種は多くはない。本研究では、人里や里山に生育する様々な植物を対象とし、菌根共生の有無やその形態的特徴を調べ、植物の生態的な特性に菌根共生がどのような役割を果たしているのかを明らかにすることを目的とし、その予備的調査を行った。

### 【材料および方法】

人里として、帝京科学大学上野原キャンパスやその周辺 (山梨県上野原市)、ひたち海浜公園 (茨城県ひたちなか市)、里山として、八重山 (山梨県上野原市)、東京大学富士癒しの森研究所 (山梨県南都留郡山中湖村)、また栽培環境として、帝京大学薬用植物園 (神奈川県相模原市)、新技術開発財団植物研究園 (静岡県熱海市) 等を対象地としてサンプリングを行った。

植物は、根を含む個体を掘り取り、密閉可能なプラスチックバッグに入れて研究室へ持ち帰り、できるだけ採取当日に観察を行ったが、不可能な場合は観察時まで冷蔵庫 (4℃) で保存した。

菌根の観察は、形態の異なる菌根に従って異なる方法で行った。菌根はその形態により7種類に分けられている (表1)。今回は、マツ科、ブナ科、カバノキ科等の主として樹木のみに見られる外生菌根、極めて特殊な状況におけるマツ属、カラマツ属のみで報告されている内外生菌根、ラン科植物に限られるラン菌根の3種類は対象とせず、主として草本植物やツツジ科のかん木を対象とした。また、草本の中でも、有用植物として栽培されている薬用植物、さらに近年分布を拡大し、生態的攪乱を引き起こしているとして大きな問題となっている外来植物を中心に調査を行った。一方、ツツジ科は、近年主流となってきたDNAの塩基配列データに基づくAPG植物分類体系においては、無葉緑植物であるギンリョウソウ、その近縁の希

少性の高いイチヤクソウやウメガサソウ、オオウメガサソウ等を中心に調査を行った。

ツツジ科を除く、多くの草本およびツツジ亜科、ドウダンツツジ亜科等のかん木については、アーバスキュラー菌根の観察に用いられる定法に従って、固定や染色を行い、観察を行った。一方、ギンリョウソウやイチヤクソウ等では、簡易マイクロトームを用いて切片をつくり、直接観察を行った。

表1. 形態的特徴に基づいた菌根の種類

項目	菌根の種類						
	アーバスキュラー(VA)菌根	外生菌根	内外生菌根	ア-フトイト <sup>*</sup> 菌根	モトロイト <sup>*</sup> 菌根	エリコイド菌根	ラン菌根
菌糸の隔壁	—	+	+	+	+	+	+
菌糸の細胞内侵入	+	—	+	+	+	+	+
菌鞘	—	+	+or—	+or—	+	—	—
嚢状体	+or—	—	—	—	—	—	—
無葉緑植物との共生	+	—	—	—	+	—	+
共生菌	グロムス菌	担子菌子囊菌	担子菌子囊菌	担子菌子囊菌	担子菌子囊菌	担子菌子囊菌	担子菌子囊菌
共生植物	コケ, シダ 裸子, 被子	裸子, 被子	マツ属 カラマツ属	ツツジ科	シャクジョウソウ亜科	ツツジ科 コケ	ラン科

## 【結果および考察】

### 1. 外来種と在来種の比較

人里や里山には、在来種とともに多くの外来種の植物が生育しており、外来種の繁殖や在来種との競合や競争における菌根共生の役割について検討を進めている。科のレベルで多くの外来種が報告されているのはキク科、イネ科、マメ科であるが、本研究ではその内からキク科を選び、また人里に多く見られるシソ科を選んで調査研究を行った(表2)。

表2. 外来種と在来種の菌根菌感染率の比較

科	在来種 or 外来種	種数	菌根菌感染率
キク科	在来種	10	22.1±13.0
	外来種	9	23.4± 7.9
シソ科	在来種	4	7.7±11.3
	外来種	1	0

対象としたこれらの植物はすべて草本で、アーバスキュラー菌根を形成していた。キク科では在来種と外来種の間有意な感染率の差は見られなかった。シソ科は、まだサンプル数が少ないので結果を判断することが難しいが、平均して感染率が低くキク科よりもアーバスキュラー菌根菌に対する依存性が低いのもかもしれない。

## 2. 薬用植物の野生と栽培環境下の比較

医薬品原料として薬用植物の利用は極めて盛んで1000種を超える薬用植物が知られているが、我が国ではその菌根共生についての報告は極めて少なく (Ueda et al. 1992)、その実態はほとんど知られていない。薬用植物の生育を促進し、有効成分含量を増大するためには菌根菌を利用することが有効であると考えられるため、薬用植物の野生および栽培環境下での菌根共生の実態について、予備的な調査を行った (表3)。栽培環境下でのサンプルはすべて帝京大学薬用植物園で栽培されているものを用いた。

表3. 薬用植物の菌根共生に対する生育環境の比較

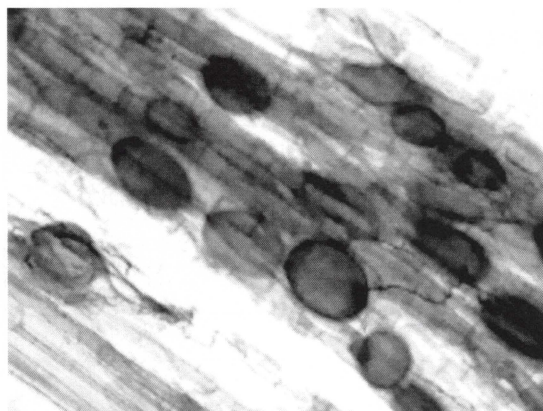
条件	サンプル数 (種数)	菌根菌感染率
野生	25 (23)	14.9±17.3
栽培	16 (16)	22.5±16.0

傾向としては栽培環境下で感染率が高くなっているが、ばらつきも大きく、また、季節による変動が大きい傾向が見られた (表4)。ここでは、3-5月を春、6-8月を夏、9-11月を秋として分類した。

表4. 薬用植物の菌根共生に対する季節の影響

季節	サンプル数	菌根菌感染率
春	10	8.7±14.8
夏	20	21.6±16.4
秋	11	19.6±18.4

菌根菌の感染は植物が生育するにつれて増大することが知られているため、春は感染率が低くなったのだと考えられる。多くの場合、養分の貯蔵構造である嚢状体は容易に観察されたが、植物菌類間の養分交換のための構造である樹枝状体の観察はまれであった (図1)。



シロツメクサの嚢状体



オオバコの樹枝状体

図1. アーバスキュラー菌根の構造体

### 3. ツツジ科植物の菌根共生

多くの植物では、形成する菌根の形態は科のレベルで同一であるが、ツツジ科植物は極めて特異で、様々な形態の菌根が報告されている。しかし、我が国のツツジ科植物については報告例が少ないため、ツツジ科全体を包括的に研究対象とし、その菌根形態を明らかにするための予備的な調査を行った。ツツジ科はAPG分類体系では全部で8つの亜科に分類されているが、その内、ステイフェリア亜科は国内には分布せず、我が国に産するイワヒゲ亜科、イチゴノキ亜科およびジムカデ亜科はすべて高山植物であるため、その他のドウダンツツジ亜科、シャクジョウソウ亜科、ツツジ亜科、スノキ亜科の4亜科の植物についての調査結果を報告する。シャクジョウソウ亜科のみシャクジョウソウ連およびイチヤクソウ連に分けられ、シャクジョウソウ連の植物はギンリョウソウ等のようにすべて無葉緑植物である。採取した植物種は以下の通りである。ドウダンツツジ亜科としてはドウダンツツジ、サラサドウダン、ベニサラサドウダンの3種、シャクジョウソウ連としてはギンリョウソウ、ギンリョウソウモドキ、シャクジョウソウの3種、イチヤクソウ連としてはイチヤクソウ、ウメガサソウ、オオウメガサソウの3種、ツツジ亜科としてはサツキ、アセビの2種、スノキ亜科としてはスノキ1種である。顕微鏡観察の結果は表5に示した。

表5. ツツジ科植物で観察された菌根の形態

亜科	連	菌根の形態
ドウダンツツジ亜科		アーバスキュラー菌根
シャクジョウソウ亜科	シャクジョウソウ連	モノトロポイド菌根
	イチヤクソウ連	アーブトイド菌根
ツツジ亜科		エリコイド菌根
スノキ亜科		エリコイド菌根

#### 【おわりに】

本報告はすべて予備的な調査研究の結果のみである。種によって菌根の形態は異なるが、季節によって感染率も変動しており、植物の菌根菌に対する依存性や共生関係の実態も様々であろう。人里や里山に生育する多くの植物と菌類の共生も極めて多様であると予想されるが、その一端でも解明できればと考えている。

#### 【引用文献】

- Peterson R. L., Massicotte H. B., Melville L. H., Phillips F. (2004) Mycorrhizas: Anatomy and cell biology. CABI International, Oxon, U.K.
- Simith S. E., Read D. (2008) Mycorrhizal symbiosis 3rd edition. Elsevier, New York, U.S.A.
- Ueda T., Hosoe T., Kubo S., Nakanishi I. (1992) Vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi (Glomales) in Japan, 2 : A field survey of vesicular-arbuscular mycorrhizal association with medicinal plants in Japan. Trans. Mycol. Soc. Jpn. 33: 77-86.