

# マツタケの「シロ」と微生物

利用部 微生物グループ 宜寿次盛生

## ■ マツタケの「シロ」

マツタケは本州ではアカマツ林に発生することがよく知られていますが、北海道のマツタケは、ハイマツ（マツ属）やアカエゾマツ（トウヒ属）、トドマツ（モミ属）の林床に発生します<sup>1)</sup>。

マツタケ子実体（きのこ）が発生する土壤中には「シロ」と呼ばれるマツタケ菌糸の集団（コロニー）があります<sup>2)</sup>。シロには、マツタケ菌糸が樹木の細根と養分等をやりとりする「菌根（きんこん）」と呼ばれる共生体がたくさん形成されています。シロの断面は、肉眼で観察していくつかの層に分けることができ、成長方向の先端部の層は「活性菌根帯」と呼ばれ、白色が強く、若い菌根が多く、次の年に子実体を発生させる層です（図1）。シロは、障害物などがなければ同心円状に毎年拡大して、その外周のやや内側に子実体が発生します。シロの活性菌根帯は、土壤中に埋まった白いドーナツの直径が、年々大きくなっているようなイメージです（図2）。

ところで、マツタケのシロは障害物などがあると同心円状に成長できません。シロの成長を妨げるものは、大きな根や岩などのほかに他の微生物の場合があります。また、マツタケは全てのアカマツ林やトドマツ林に発生するわけではありません。マツタケの生育に適した物理化学的な環境条件（温度や水分など）のほかに微生物が関係した生物的な環境条件があるようです。今回は、マツタケのシロと微生物の関係について、これまでに分かってきたことを紹介します。

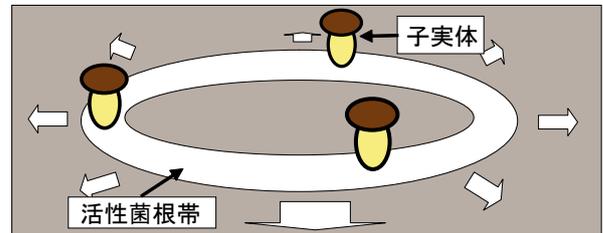


図2 マツタケシロの活性菌根帯のイメージ  
白抜き矢印は、シロの成長方向を示す。  
参考資料1) を基に模式的に表した。

## ■ マツタケ山の土壌微生物

一般的に土壤中には、肉眼で見分けることが難しいきのこやカビなどの糸状菌、糸状菌よりもさらに小さい細菌類（バクテリア、放線菌など）といった様々な微生物が数多く生息しています。

殺菌した蒸留水に土を分散させて（懸濁と呼びます）、寒天培地に撒くとたくさんの微生物が成長してきます。この懸濁液を適宜希釈して、成長してきた微生物の種類や数を詳しく調べることで、土壤中に生息する微生物の種類や数を推測することが出来ます。これは微生物実験の基本的な方法で「平板希釈法」と呼ばれています。

この平板希釈法などを用いてマツタケ発生林の土壌微生物を調べた報告がいくつかあります<sup>2, 3)</sup>（表1）。それらの結果から、一般に森林の土壌微生物は平面的にはかなり不均一に分布していますが、垂直的には有機物の量や深さともなう土壌の物理性的変化に応じ

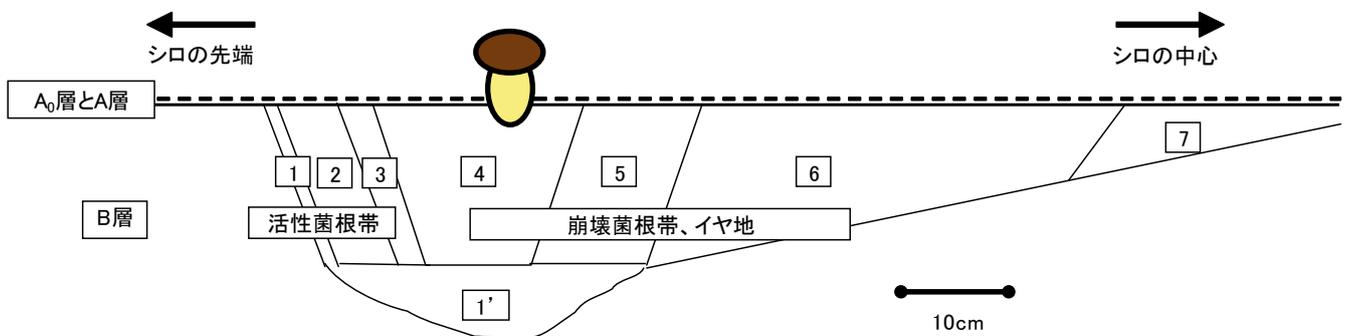


図1 マツタケシロの断面図（アカマツ林） 参考資料1) を基に模式的に表した。

表1 マツタケ発生林等の土壤微生物数 (乾燥重量1グラム土壤当たり)

採取位置	細菌	放線菌	糸状菌	引用文献および測定条件の概要
L-F層	$10^6 \sim 10^8$		$10^6 \sim 10^7$	岡山県林業試験場研究報告5(1985)
H-A層	$10^5 \sim 10^6$	$10^4 \sim 10^5$	$10^5 \sim 10^6$	マツタケ未発生林, I 放置区 II 調節区 III 裸地区
B層	$10^5 \sim 10^6$	$10^5 \sim 10^7$	$10^5 \sim 10^6$	1975~1978(毎月)
A <sub>0</sub> 層	$1 \sim 8 \times 10^5$	$1 \sim 5 \times 10^5$	$2 \sim 4 \times 10^5$	広島県林試研報23(1989)
3cm	$1 \sim 3 \times 10^5$	$3 \sim 3 \times 10^5$	$1 \sim 2 \times 10^5$	世羅郡甲山町マツタケ試験林, 環境整備区 対照区 S63(1988)12月(施業開始後20年目)
表層	$\sim 40 \times 10^4$	$\sim 60 \times 10^4$	$\sim 151 \times 10^3$	長野県林指研究報告2(1987)
2-3cm	$\sim 108 \times 10^4$	$\sim 149 \times 10^4$	$\sim 192 \times 10^3$	丸子町, 辰野町, 豊丘村, 四賀村, 施業区(S55=1980夏)対照区 S57~59(1982~1984)延べ3回または8回
10cm	$\sim 5 \times 10^4$	$\sim 40 \times 10^4$	$\sim 70 \times 10^3$	
30cm	$\sim 5 \times 10^4$	$\sim 30 \times 10^4$	$\sim 10 \times 10^3$	
不明	$10 \sim 110 \times 10^4$	$7 \sim 110 \times 10^4$	$10 \sim 100 \times 10^4$	吉村文彦:ここまで来た!まつたけ栽培, トロント, p83-84(2004) 岩手県岩泉町向林試験林, 1990晩秋施業 1990~1993(37ヶ月間, 毎月)

引用文献の図(グラフ)から読み取った値。 $10^x$ (数字)は、「10の累乗」を示す。  
岡山県の報告では、研究期間中マツタケは発生していない。L層, F層およびH層は, A<sub>0</sub>層を細分した呼び方。

て規則的に分布していることが分かりました<sup>2)</sup>。マツタケが発生するアカマツ林の土壤では、比較的薄いA<sub>0</sub>層の直下に鉱質土層であるB層が現れます。そのB層土壤の乾燥重量1グラムあたりの糸状菌数は1000~10万、細菌数は10万~100万のオーダーであることが分かりました(表1; 広島県および長野県のデータ参照)。ものすごい数ですが、それでも畑地の土壤に比べると、100分の1~1000分の1程度です。そのため、マツタケは競争相手(敵)である他の微生物が少ない環境を好むと考えられています。

筆者が北海道のマツタケ発生林(トドマツ林)の土壤微生物を数えてみたもの(深さ10~20cm, 細菌類と糸状菌を含む)では、100万のオーダーでした。もう少し継続して調査する必要がありますが、本州のアカマツ林と同程度でした。

### ■ シロの中の微生物

マツタケのシロ内部に生息している微生物について、平板希釈法などを用いて調べた報告がいくつかあります<sup>2, 3)</sup>。それらの結果によると、上記のようにシロ外部のB層土壤中には、10万~100万の細菌が検出されますが、活性菌根帯や崩壊菌根帯(図1参照)からは、細菌はほとんど検出されません(図1の層2~5)。またマツタケのシロ内部では、糸状菌の数もものすごく少ないことが分かりました。また、別の研究では、マツタケとアカマツの菌根が細菌に対して強い抗菌作用を持っていることが分かりました<sup>3)</sup>。マツタケはアカマツと菌根をつくり、敵である細菌などの微生物を追い出すことで、自分のシロ(城!)を守って発展させているようです。おそらくマツタケとトドマツの菌根にも同様な作用があると考えられますが、まだ確認はされていません。

### ■ マツタケの味方が隠れている?

このように、マツタケのシロ内部から平板希釈法で検出される糸状菌の数は少ないのですが、モルティエラ(*Mortierella* spp.)という菌は比較的頻繁に検出されます。また最近では、土壤中のDNAを調べることで平板希釈法では見つからない細菌などを検出することが出来るようになりました。前記のように、平板希釈法ではマツタケのシロ内部から細菌を検出できないのですが、同じシロ内部のDNAを調べることで2種類の細菌が見つっています<sup>4)</sup>。モルティエラやDNAが見つかった細菌などがマツタケに何か影響を与えているのかについては、残念ながら現時点では不明です。

ところで最近、MHB(Mycorrhiza helper bacteria: 菌根ヘルパー細菌)と呼ばれる、菌根菌の成長や菌根形成を促進する細菌が見つかり研究が進められています<sup>3)</sup>。マツタケに関するMHBはまだ見つかっていないようですが、マツタケの味方である微生物も案外シロの近く(内部?)にいるのかも知れません。

### 参考資料

- 1) 村田義一, 南出隆司: 北方林業, 41(11), 9-15(1989).
- 2) 小川 真: “マツタケの生物学”, 築地書館, pp.1-326(1978).
- 3) 吉村文彦: 土壤微生物社会における拮抗と共同, “土壤微生物生態学”, 堀越孝雄, 二井一禎 編著, 朝倉書店, 134-150(2003).
- 4) 片岡良太ら: 第121回日本森林学会大会(つくば)講演要旨, E08(2010).  
[http://www.jstage.jst.go.jp/article/jfsc/121/0/241/\\_pdf/-char/ja/](http://www.jstage.jst.go.jp/article/jfsc/121/0/241/_pdf/-char/ja/)