

九州の森と林業

独立行政法人 森林総合研究所 九州支所

No. 74

昆虫を殺す菌類たち

南西諸島保全チーム長 佐藤 大樹

1. 昆虫も病気になる

きのこはいろいろなものから生えてきます。しいたけのように枯れ木から出るものもあれば、生きた木を枯らすもの、落ち葉から生えてくるものも多数あります。そして驚くことに、昆虫から生えるきのこも存在します。昆虫から生えるといっても、死んだ昆虫に菌糸を伸ばして生えるのではなく、菌が生きた昆虫に感染して病気を起こし、その結果、病気になった昆虫が死んでしまい、その死体からきのこが発生してくるというお話です。

2. 冬虫夏草のいろいろ

昆虫に病気を起こして殺す菌類は数百種ありますが、その中で特に有名なのが、冬虫夏草の仲間です。冬は虫であったのに、夏になると草（きのこ）に変身するということからこの名がついています。冬虫夏草の仲間は子囊菌類のコルディセプス属(*Cordyceps*属)と呼ばれるきのこのグループに分類され、全世界



写真-1 コガネムシタンポタケ

から約400種が知られていますが、なかなか出会う機会の少ない菌類です。この仲間は、セミ、カメムシ、コガネムシ、ハチ、ガ等いろいろな昆虫の幼虫、蛹そして成虫から発生します。しかし、1種の菌が感染の対象とす



写真-2 ガの蛹から出現するサナギタケ

る昆虫（寄主）は限られており、セミタケ(*C. sobolifera*)はニイニイゼミだけに、カメムシタケ(*C. nutans*)は、カメムシ類に感染します。朽ち木に住むコガネムシの幼虫に寄生したコガネムシタンポタケ(*C. neo-volkiana*) (写真-1)を4月に宮崎県の綾で採集しました。8月には、九重の山ではカメムシタケ、10月には九重や福岡においてガの幼虫や蛹からサナギタケ(*C. militaris*)が採集されています(写真-2)。

3. 硬化病菌のいろいろ

見つけるのが難しい冬虫夏草に対して、不完全菌類に属する硬化病菌の仲間は頻繁に野外で見つかります。硬化病は養蚕上問題になる病気で、感染したカイコは死亡後に、体が

菌糸で充満して硬化します。寄主範囲は広く、1種の菌が、多くの昆虫に感染します。中でも白きょう病菌 (*Beauveria bassiana*) や黒きょう病菌 (*Metarhizium anisopliae*) は、カイコの主要な病原菌である一方、多種の昆虫に感染し、*B. bassiana* は、日本国内でも80種以上の昆虫から記録されています。きょう(僵)とは硬くこわばった死体という意味です。夏から秋に山林ではハナサナギタケ (*Isaria japonica*)、コナサナギタケ (*I. farinosa*)、*I. cateniannulata* (和名なし) が出現します。熊本市内にある森林総合研究所九州支所構内には、毎年9月にセミノハリセンボン (*I. takamizusanensis*) (写真-3) がセミの成虫に出現します。

冬虫夏草が有性生殖により子嚢胞子を作る



写真-3 セミノハリセンボン、クマゼミの皮膚から伸び出た沢山の針状のきのこ

のに対し、不完全菌(硬化病菌)は無性的に胞子を作ります。ただし、両者は表と裏のような関係で、硬化病菌の一部には有性生殖した時に冬虫夏草になる種があります。その場合、1つの生物が2つの学名を持つことになります。

4. 冬虫夏草という言葉

いままで特に断らずに冬虫夏草という言葉を用いてきましたが、人により大きく3つの使い分けがあるので注意が必要です。中国で「冬虫夏草」とは固有名詞であり、*Cordyceps sinensis* (シナ冬虫夏草) 1種を指します(写真-4)。これは、一番厳密な使い方です。次は少し広義に *Cordyceps* 属菌を冬虫夏草と呼ぶ考え方、そして、昆虫から生じるきのこ状の菌類はみな冬虫夏草と呼ぶ考え方です。この原稿では2番目の考え方を用いています。



写真-4 中国で販売されている冬虫夏草

5. 昆虫疫病菌類

昆虫に病気を起こす第3の菌類は、接合菌のハエカビ目に属する菌類です。この菌類はきのこを作りませんが、野外でハエやバッタなどに爆発的な流行病を起こして、その個体群をほぼ絶滅させてしまうほどの強い影響力を持っており、昆虫疫病菌類と呼ばれます。この仲間もこだわりが強く、ハエカビ (*Entomophthora muscae*) はハエ、エントモファガ・グリリ (*Entomophaga grylli* 和名なし) はバッタ、パンドラ・ネオアフィディス (*Pandora neoaphidis* 和名なし) (写真-5) はアリマキなどのように、特定の寄主にしか感染しません。胞子は、自発的にロケット弾のように発射され、死体を取り囲むように胞子が積もっています。また、感染したバッタやガの幼虫が、草の先端に登って死亡するという奇妙な行動を起こすことが知られています。高く登ることによって、遠くまで胞子をとばすことに適応していると考えられています。上述の3つの菌類を、以後昆虫病原菌としてまとめて話を進めます。



写真-5 パンドラ・ネオアフィディス、手前左の感染死したアリマキから、発射された胞子が、小さいアリマキの体の上に積もっている

6. 昆虫病原菌の役割

東北のブナ林では、ブナの葉を食べるブナアオシャチホコというガが約10年周期で大

発生しますが、そのときの蛹の90%以上にサナギタケが感染して流行病を起こします。現地の林床に蛹を埋め込んでサナギタケをつり出す実験を繰り返すことにより、このガの幼虫が地中で蛹になる時期に、この菌が一番よく活動することが解明されました。お互いの生活の周期がよく一致しています。また、20年ほど前に、鹿児島県の馬毛島でトノサマバッタが大発生した時に、エントモファガ・グリリによる流行病により大発生が収まりました。昆虫病原菌は、特定の生物が増えすぎないようにする天敵としての役割を持っていると考えられます。

感染はどのように起きるのでしょうか。一般に、昆虫病原菌の場合、殆どすべての菌が皮膚を通して感染します。胞子を昆虫の体に塗ることで感染させられますし、餌を食べない蛹の埋め込みにより感染したことから皮膚から感染したことからわかります。昆虫病原菌は、昆虫の体内では酵母状の細胞（ハイファルボディ、hyphal bodies）になって増殖してゆきます。感染虫は衰弱し、やがて死が訪れます。その後菌糸が皮膚を破ってきのこや胞子が作られます。胞子が付着したら瞬間的に昆虫が死亡するというようなことはありません。一方、昆虫病原性のウイルスやバクテリアは経口感染します。

7. 昆虫病原菌の利用

冬虫夏草類のうち、特にシナトウチュウカソウ *C. sinensis* は、漢方や中華の高級食材として知られています。この種は日本には分布しませんが、日本でもドリンク剤の類にその抽出物が添加されています。前出のサナギタケは、培養したハイファルボディを蛹に注射すると、子実体を形成させることができます。

硬化病菌は、害虫を防除するための資材として利用されています。*Beauveria brongniartii*（和名なし）という菌の製剤が、柑橘類の害虫であるゴマダラカミキリの成虫を対象として販売されています。胞子に被われたテープ状の製剤をミカンの木にぶら下げ、この上をカミキリが歩くと胞子が体に付着し、感染が始まります。また、近縁の白きょう病菌(*B. bassiana*)を用いた製剤開発が、マツノマダラカミキリを対象として行われています(写真-6)。このカミキリは、松を枯らす伝染病の病原体であるマツノザイセンチュウの運搬者であり、運び屋を断って病気の分散を防ぐためです。

B. brongniartii の製剤を使えばよいのですが、この菌はマツノマダラカミキリに対する病原力が非常に弱く利用できません。昆虫の種により、病原体に対する抵抗性が異なるため、別種の防除資材が必要になります。



写真-6 白きょう病菌で感染死したマツノマダラカミキリの幼虫

8. 昆虫病原菌探し

昆虫病原菌は菌類ですから湿度を好みます。保証できる発見方法はありませんが、以下のようなところを重点的に探しています。比較的平らで落葉が積もり近くに沢のある場所、樹皮、太い倒木、林道の法面、これらの場所でじっくり観察して、棍棒状やマッチ棒状の形態をした構造を探し出し掘り出します。また、地面が白く粉をふいたようになっている状態や樹皮から白い粉が出ている場合は、硬化病菌を疑ってください。経験的に比較的採集効率がよいのは法面です。春先、カラスノエンドウ上のアリマキには、多くの場合昆虫疫病菌が見つかります。採集物は、寒天培地等に分離した後、乾燥標本にして保管します。

9. 今後の昆虫病原菌研究

冬虫夏草、硬化病菌、昆虫疫病菌以外にも昆虫を殺す糸状菌は多数知られています。水生昆虫の病原菌(ツボカビ)、カイガラムシの病原菌(担子菌)など様々です。しかし、日本でも海外でも限られた種を用いた応用実験の事例が多いのが現状です。日本は、多種の冬虫夏草を産することで知られており、まだ整理されていない昆虫病原菌類が、九州を含め南西諸島には数多く知られています。類縁菌、そして他の生物とのつながりはどのようなのでしょうか。生物資源の探索、種の多様性の保全、それらの基盤となる昆虫病原菌の分類学的整理が重要研究課題と考えられます。

土壌シリーズ (10)

乾性赤色土 (RB)

今回から3回にわたって、沖縄本島に分布する土壌を紹介します。初回は赤色土です。赤色土は主に本島北部の山地・丘陵地の尾根部に分布しています。

この写真は、沖縄県林業試験場南明治山試験地内の、標高130m付近に分布する赤色土です。この付近はスダジイとリュウキュウマツを主体とした二次林となっており、それらの枝葉が土壌断面付近の落葉層を形成しています。腐植を含むA層は非常に薄く、且つ色も薄いのが観察できます。表層15cm程度(7の目盛付近)は断面は黄色ですが、それ以下の40cm(3の目盛付近)は急に赤くなっています。典型的な赤色土ですとそれ以下はもっと赤くなるのですが、ここでは黒っぽい層が出てきます。火山灰土でも地下に黒い土壌層(埋没A層)がよく見られ、それは過去の地表面の位置を表していますが、ここでは別の作用によってできたと考えられます。土壌断面の根の入り方に注目しますと、地表面付近にはほとんど見られないのに対し、深度40cm付近(5の目盛付近)から多くなり始め、その下の黒っぽい層で非常に多いことがわかります。この層では枯死した根が腐植になり、土色が黒くなったと考えられます。根が集中している部分は、樹木が水や養分を吸収しやすいところですので、この層は上方からの水を貯えやすいところとも言えます。沖縄の森林土壌は一般に緻密で水を通しにくい性質がありますが、ここの赤色土の表層部は良好な物理性を有し、樹木の生長も

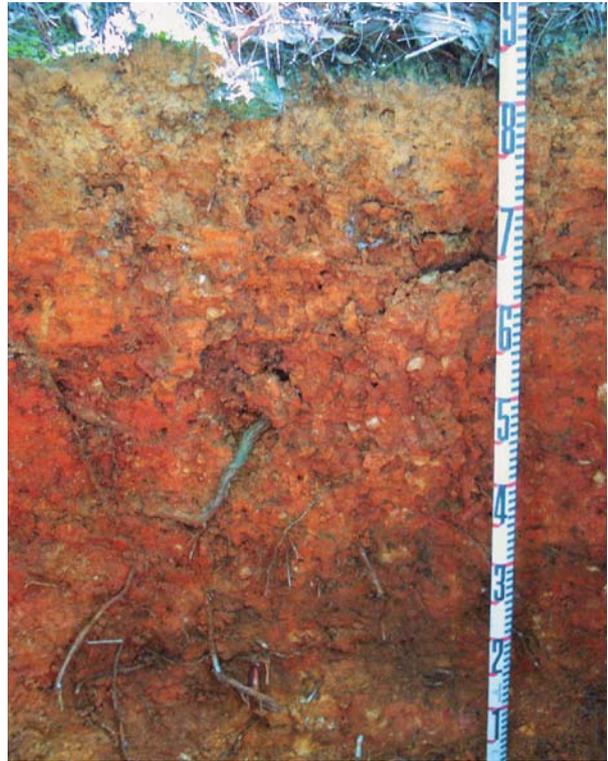


写真 乾性赤色土の土壌断面

良好です。

土壌断面調査を行うにあたり、沖縄県林業試験場の全面的なご協力を受けました。ここに記して感謝いたします。

森林生態系研究グループ 大貫靖浩

連絡調整室から

(1) 林業研究開発推進九州ブロック会議が、9月13日(火)に熊本ホテルキャッスルにて開催されました。

(2) 農林水産業にかかる環境研究三所連絡会議が、10月7日(金)に当支所にて開催されました。

(3) 九州・沖縄農業研究センターの一般公開が10月29日(土)に開催され、当支所からも展示参加しました。

九州の森と林業 No.74 平成17年12月

編集 独立行政法人森林総合研究所九州支所
〒860-0862 熊本市黒髪4丁目11番16号
TEL (096)343-3168
FAX (096)344-5054
URL <http://www.ffpri-kys.affrc.go.jp/>

R100
古紙配合率100%再生紙を使用しています。