

生命を育む土壌の世界

田村 憲司

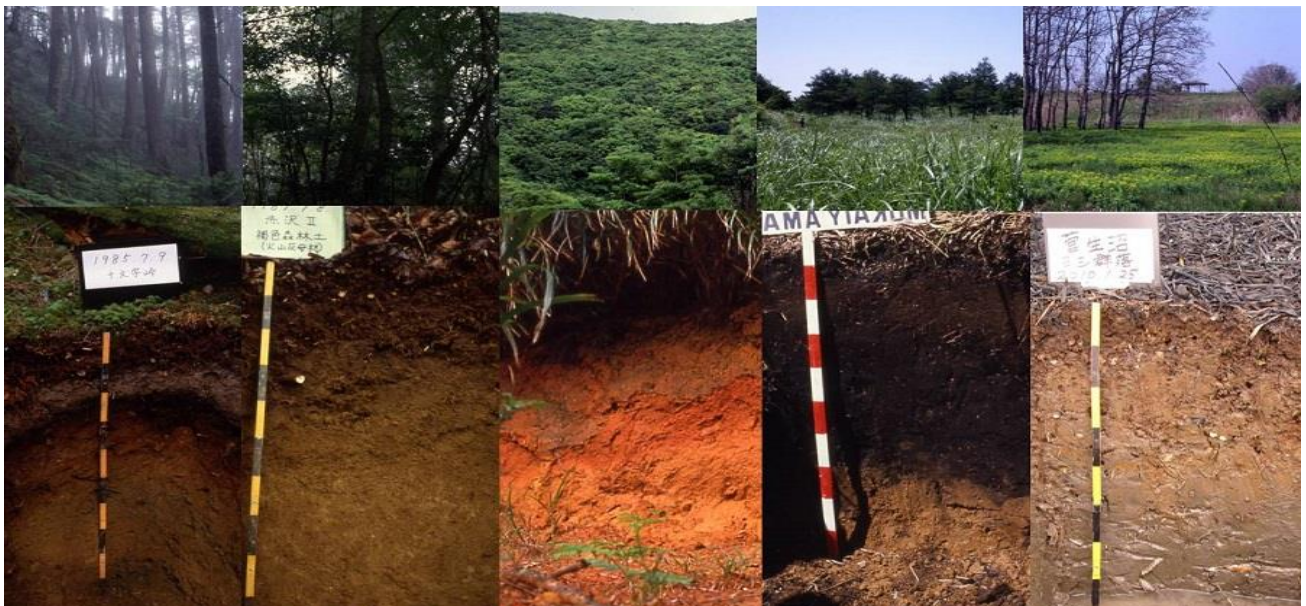
(筑波大学生命環境系)

土壌は、母材・気候・生物・地形・年代・人為といった土壌生成因子の総合的な相互作用によって生成される歴史的な自然体として定義されます。自然界において土壌は独自の形態・性質・機能を持っています。このような自然体としての土壌を土壌体 (soil body) と呼んでいます。それに対し、土壌体の一部を取り出した物質を土壌物質 (soil material) といいます。一般的には、土壌は、土壌物質として認識されています。

岩石が風化作用を受けると土壌の材料 (母材) になります。母材に落ち葉、枯れ枝、動物遺体等の有機物が加わり、微生物等に分解された腐植が無機鉱物に少しずつ混ざり、土壌生成作用を受けて、土壌ができます。1cmの表層土壌ができるには、100～数百年かかります。生物が増え、有機物が豊富に混ざりあってくると、土壌はいくつかの層に分かれて発達していきます。このようになるには、なんと、数千年から数万年という長い年月が必要となるのです。

そのような土壌には様々な働きがありますが、その中でも次の3つの働きは非常に重要です。まず、最初の働きは、植物を育てる働きです。土壌は植物の生育に必要な養分や水を供給しています。土壌が無ければ、陸上のほとんどの生物が生存できません。人類も食べるものがなくなり、死に絶えてしまうでしょう。2つ目の働きは有機物を分解したら、様々な物質を吸着浄化する働きです。分解する働きは土壌中の様々な土壌生物や微生物によって行われます。それらの生物がいなければ、地球上はあっというまにゴミの山になってしまうでしょう。3つ目の働きは、養分や水分の保持する働きです。大雨が降っても森林があるおかげで洪水を防いでくれますが、その水分を保持、貯留する働きを担っているのは他でもない森林の土壌なのです。

この重要な働きを発揮しているのはとくに土壌の表層、表土が担っているのです。この表土は生態系の基盤となっていて、あらゆる生物の生息、生育を支えているのです。土壌を全世界的に守っていかなければなりません。現在、地球温暖化などの影響で急速に破壊されつつあるのです。全世界の人たちが土壌を大切に思う気持ちを育むにはどうしたらよいのでしょうか？それには、これからの世代を担う子ども達にこそ、土壌の教育、特に土とふれあう環境教育が是非とも必要であると思われるのです。



菌類（かび・きのこ）は落ち葉をどのように食べ、土を作っているのか？

大園 享司

(同志社大学理工学部)

菌類はかび、きのこ、酵母として知られる生き物です。生態系のなかで、植物の遺体（落ち葉や丸太など）や動物の遺体の分解を担う菌類は、「分解者」とよばれます。分解者である菌類は、遺体に含まれる栄養素を植物が再び利用できる無機物にまで還元したり、水分や栄養素の保持といったような土壌の多様な機能に関わる土壌有機物を生成したりすることで、生態系のなかで不可欠な役割を担っています。

菌類は、「菌糸」とよばれる微小な糸状の細胞で生活を営んでいます。菌糸は先端成長しながら分枝をくり返し、落ち葉や丸太などの「基質」の内部のすみずみまで入り込みます。基質とは、菌糸にとっての食料かつ住み場所となる物質を指します。菌糸はその先端から「細胞外酵素」を分泌することで、基質を吸収可能な液体状にし、そこに含まれる栄養分を菌糸に吸収してさらに成長します。菌糸の出す細胞外酵素のはたらきにより、落ち葉や丸太は分解されて構造を失い、しだいに土へと変化していきます。

落ち葉の構造は、セルロースやリグニンとよばれる高分子の化合物などでできています。このうち「リグニン」は特に分解しにくい成分ですが、菌類にはリグニンを強力に分解するための細胞外酵素を有する種が知られています。最近の研究によって、菌糸がリグニンを分解すると落ち葉が「白く」なることや、落ち葉が白くなると分解が速くなること、そして平均気温の高い熱帯地域ほど落ち葉が白くなる割合が高いこと、などが明らかになってきました。

講演では、普段あまりなじみのない生き物である菌類に注目して、菌糸の暮らしやはたらきを紹介します。肉眼では見ることのできない微小な菌糸が、落ち葉をどのように食べて、土を作っているのか。私がこれまでに行ってきた研究の結果を紹介しながら、菌糸の視点「菌目線」で皆さんと一緒に考えていきます。



「みみずのたわこと」は徳富蘆花のエッセイ集の題名で、「たいしたことはない」ことの比喻の意で使われている。「しかし、実はミミズは生態系では分解の一端を担う重要な存在で・・・」と専門家なら文章を続けたいところである。私の経験では、しかし、多くの人はいもうこのことを程度の差こそあれ、よくご存知のようである。「ミミズは生態系で重要な働きをするのでしょうか？」と話しかけられることが多いからである。そこで、今回はミミズの動物としての面白さに焦点を当てていきたい。

形と動き

まずミミズで特徴的なのは長くて柔らかい体と体節という構造である。ミミズが長くて柔らかいのは、原始的だからではなく、土の中の狭い空間を移動するための適応であると考えられている。ミミズは伸縮運動によって土の中を自由自在に動き回る。しかも、ミミズの体はコインのような形の体節という構造が100以上集合してできている。内部もこれに対応して各体節は薄い膜によって仕切られている。このような体の特徴により、ミミズは土壌動物としては例外的と言っていいような巨大な体を手に入れている。だからこそ大きな生態系機能も持ちえているわけである。オーストラリアの乾燥地帯には長さが3 mにも及ぶ巨大な種が生息する。日本でも東京近郊の高尾山などでよく見られるイイツカミミズ、西日本で普通に見られるシーボルトミミズ、沖縄本島ヤンバル地域の森林地帯に生息するヤンバルオオフトミミズなどは30 cmをゆうに越える巨大な個体が見られる。

雌雄同体

ミミズは繁殖も独特である。陸上に生活するミミズのほとんどは雌雄同体、つまり一匹のミミズのなかにオスの生殖器とメスの生殖器が同時に備わっている。ミミズは暗い土の中に単独で生活しており、他のミミズと出会う確率は低いと考えられている。だから、一度出会ったチャンスはなるべく無駄にしたいくない、ということで雌雄同体が進化したと考えられる。雌雄同体だと二匹のミミズが出会って交尾をすればその二匹とも産卵することができる。

他の動物の餌になる

ミミズは体内に共生微生物がおり、その作用であまり栄養効率が高いとはいえない落葉や土を食べ、短期間で驚くほどの成長をみせる。だから、ミミズは意外に栄養価が高く、しかも大型、動きは昆虫に比べれば鈍いということでじつにさまざまな動物のえさになっている。ミミズは生態系機能の大きさと森林の植物の生長を支えているが、餌として地表の多くの動物たちの生を支える存在でもある。

ミミズはとても独特な生を私たちのすぐ近くで、しかし見えないところで送りながら、目に見える地上の森やそこにすむ動物たちの生を支えている。少しでもミミズに興味をもっていただけると幸いである。



土壤甲虫アリヅカムシ（コウチュウ目ハネカクシ科）の多様性とインベントリー

野村周平 Shûhei NOMURA
(国立科学博物館動物研究部)

アリヅカムシはコウチュウ目ハネカクシ科の1亜科で、体長約 0.5~5 mm程度の微小甲虫である。日本では分類学的研究が進んでおらず、学名がすでにつけられている種は300種ほどであるが、学名がまだつけられていない種が多数あり、最終的には1000種前後あるいはそれ以上が生息していると考えられる。世界では10000種前後が既知種として知られているが、特に種数の多い熱帯、亜熱帯地域では多数の未記載種が存在する。

アリヅカムシの多くの種は森林や草原の土壤中に生息し、ダニやトビムシなどの土壤動物を捕食する。アリヅカムシの採集法は、他の土壤動物と同様に、地表の落ち葉をかき集めて、ザルでふるうハンドソーティング法や、シフターなどでふるった落ち葉をツルグレン装置やウインクラー装置にかけて、他の土壤動物と一緒に抽出する。

土壤中に生息するアリヅカムシはかなりの割合で、後翅が退化し、飛べなくなっている。オスは後翅が発達して飛翔可能だが、メスは後翅が退化して飛べない、というケースも少なくない。飛翔できるアリヅカムシは、他の微小な甲虫と同じように、空気中をただようように飛翔していることが多い。このようなアリヅカムシの採集には、フライト・インターセプト・トラップ (FIT) が有効である。また、ライトトラップ (LT) にも多数のアリヅカムシが飛来する場合がある。

アリヅカムシの中にはアリやシロアリの巣の中に侵入し、共生生活を営む種が知られている(好蟻性、好白蟻性種)。これらの種は、宿主とするアリまたはシロアリの種が決まっている。また他のいくつかの種は、地下生活に適応し、洞窟内から発見される。このような種は、1) 触角や脚が細長い、2) 体色が薄くなりがちである、という共通の特徴をもつ。

日本や世界のアリヅカムシ相を解明するインベントリー研究が、演者らによっておこなわれている。正確なインベントリーの解明のためには、タイプ標本調査や現地採集調査が必要である。より充実したインベントリー解明のためには、上に挙げた様々な環境に生息する種を幅広くカバーした、多様な採集法による調査が不可欠である。

本研究の一部は科研費新学術領域「生物規範工学」の計画研究「バイオミメティクス・データベース構築」(課題番号: 24120002; 代表者: 野村周平) の助成を受けている。

