

研究情報

Research Information

No.118 Nov 2015

森林生態系の中での樹木病原菌

生物多様性研究グループ長 市原 優

皆さんは森林にいる菌類と言うと、どのようなものを思い浮かべるでしょうか。色とりどりのきのこが浮かぶ方が多いかと思います。中学校理科では菌類の体のつくりや増え方については残念ながら学習することはありませんが、生態系の学習のところで生産者(植物)や消費者(動物)と共に、分解者としての役割を持つ生物として菌類がでてきます。しかし、菌類には分解者としての役割をもつ菌だけでなく、樹木に病気を起こす病原菌もいます。つまり、生きた植物を直接食べる菌類です。このような樹木病原菌の種類は膨大な数ですが、そのうち樹木群の世代交代である更新に関わる菌を紹介します。

森林の更新は、樹木の種子が落ちるところから始まります。地面の種子は発芽までの間に腐敗して死んでしまうことがあります。これが病原菌によるものです。例えば、ブナ科樹木の中でコナラのドングリはキボリア・パシアーナ(写真1)により腐敗してドングリ型の黒い菌体になります。秋になると、ここからチャワタケを出して胞子を飛散し、新たなドングリに感染します。一方、ブナのドングリは地面に落ちるとネオネクトリア・ラムラリア(写真2)などの菌によって褐色に腐敗します。この菌はチャワタケを作ることはなく、赤褐色の菌体

から胞子を出して新たに感染します。このように樹木の種類によって感染できる菌の種類が異なっていることが多く、逆に、一つの病原菌は特定の樹木の特定の部位にだけ感染できることも多くあります。病原菌が引き起こす被害は「菌害」としてひとまとめに扱われたりするのは仕方ないのですが、実際にはそれぞれの種類の菌が食べられるものだけを食べて生きています。

春に種子から芽生えた実生の周りには病原菌によって腐敗した種子が隠れていて、この「種子が腐敗した」という現象の中に、普通にしていると目に見えない菌類が、それぞれの種類毎に命の営みを持っているのが見えてきます。林床で枯れた実生や、葉にできた斑点、咲いた花が腐っているところから病原菌が顔を出すのを見つけると、森林生態系の中で命を繋いで生きる多種多様な病原菌の生活に、ただ驚くばかりです。



写真1 キボリア・パシアーナ(黒色およびチャワタケの部分) 写真2 ネオネクトリア・ラムラリア(種子の中の赤褐色の部分)



国立研究開発法人 森林総合研究所関西支所

Kansai Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute

葉の一生を測る ー森林の炭素循環に果たす葉の 役割ー

森林環境研究グループ長 小南 裕志

はじめに

森林の樹木は葉の光合成によって空気中の二酸化炭素 (CO_2) を吸収します。しかし森林全体の CO_2 吸収量は光合成による吸収量と同じではありません。日中の光合成によって吸収された CO_2 は根で吸収された水と組み合わせさせて有機物を作りますが、その有機物は、一部は植物自身の体を作り (森林の一次生産)、また残りは植物自身の活動のために呼吸として再び使われます (樹木呼吸)。さらにいったん植物の葉や幹、根などに成った有機物も、落葉・落枝のように一定の時間がたつとその役割を終え、枯れて林床面に降り積もります。このようにして林床面に供給された有機物の全てが森林に蓄積されていくというわけではなく、その大部分は微生物などの分解活動により、呼吸という形で再び CO_2 の形で大気へと戻っていきます (分解呼吸)。そのため、光合成によって吸収された CO_2 は樹木呼吸、分解呼吸の2つの過程によって結果的に目減りしていくこととなり、正味の吸収量はもともとの光合成量の10～30%程度になると考えられています。私たちは2000年から京都府南部の落葉広葉樹林 (山城試験地) でこれらの項目を測定し、図1にその結果としての光合成から正味の CO_2 吸収量にいたるまでの目減りを示しています。こういった炭素の流れの中で樹木の葉は生きている時には CO_2 を吸収する主体です。また落葉という形で林床面に供給されると、最も高い CO_2 放出を行う分解呼吸の主体にもなることから、このどちらの過程も正確に測定を行う必要があります。そこで現在、森林環境研究グループでは

JSPS 特別研究員の吉村謙一氏、京都大学農学研究科の安宅未央子氏らと共同して、チャンバー法という手法を用い、森林の CO_2 吸収・放出 (炭素循環過程) のなかで、葉の一生が果たす役割の評価を行っています。

チャンバー法とは

チャンバーとは箱という意味で、チャンバー法によって葉の CO_2 吸収や放出を測定するというのには、葉を小さな箱の中に入れ、その中の CO_2 濃度を測定することによって葉の吸っている (あるいは出している) CO_2 の量を測定するという方法です。葉が CO_2 を吸収していれば箱に葉を入れるとその中の CO_2 の濃度は徐々に下がり、放出していれば濃度が上がっていくことになります。 CO_2 の濃度の計測は赤外線 CO_2 濃度分析計 (IRGA) という、 CO_2 が赤外線を吸収するという性質を利用した機材を用います。私たちはこのようなチャンバー法による測定で、箱の開閉を空気シリンダーで行い、これをコンピューターで自動制御するシステムを開発し、樹木についた葉や林床面上の落葉などのいろいろな対象の CO_2 吸収・放出を測定することを可能にできました。

生きている葉の CO_2 吸収・放出

生きている葉は、日中は光が当たると光合成によって CO_2 を吸収し、夜間に日射がなくなると今度は呼吸によって CO_2 を放出します。夜の呼吸は日射の影響がないために比較的簡単に CO_2 放出の測定ができますが、日中はチャンバーの中に葉を閉じ込めると、日射の影響でチャンバー内の温度が上がってしまい、葉が熱で弱ることがあります。そうすると光合成を正しく測ることができなくなってしまいます。そこで私たちはチャンバーの開閉部を非常に広くとり (写真1)、チャンバーが開いているときに十分に中の葉が周りの空気となじむチャンバーを開発しました。つぎにチャンバーが閉まっているときに素早く CO_2 濃度測定を行っ



図1 山城試験地における光合成から正味の吸収量までの炭素の流れ (単位は $\text{tC ha}^{-1} \text{y}^{-1}$)

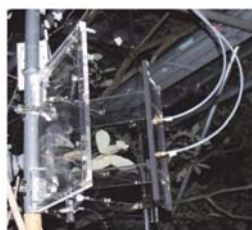


写真1 光合成測定用葉群チャンバー

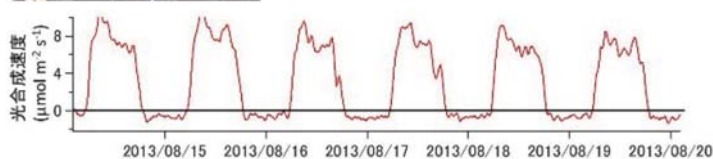


図2 コナラ葉の光合成速度の変動

て、チャンバーの中の温度が上がる前に測定を終えて、すぐに箱を開けるといふ工夫もしています。このようにして私たちは比較的熱に弱いと考えられる落葉広葉樹のコナラでも、連続して日中の光合成と呼吸の変化を継続して測定できるようになりました（図2）。現在はこの装置を利用して常緑広葉樹と落葉広葉樹の光合成の違いなどのテーマに取り組んでいます。

落葉からの CO₂ 放出

役目を終えた樹木の葉は落葉という形で林床面に降り注ぎますが、この落葉は林床面に供給される他の有機物（枝や幹など）と比べると微生物にとって食べやすいという特徴を持っているために、主に微生物の活動によって急速に分解します。有機物分解の大部分は微生物の呼吸なので、この時にたくさんの CO₂ が放出されることになります。この現象を明らかにするために、私たちは落葉分解呼吸測定チャンバーを開発しました（写真2）。これは前述の生きている葉に用いたチャンバーとは全く異なった円筒形をしています。またふたの開閉も、いったん上に上がった蓋が90度回転して、チャンバーが開いている時には上部が開放されるという構造をしています。この筒の中に落葉を敷き詰めることによって落葉の分解呼吸量を測定します。チャンバーが円筒形をしているのは、この筒を地面の中に埋め込む必要があるためで、角がないことにより根や石などに引っかかりにくい構造になっています。さらに、この筒はホームセンターなどで購入できる塩ビ管が流用可能のように設計し、たくさんの筒を用意しておきたい時や、埋め込みに失敗して壊してしまった時などにすぐに取り替えがきくようになっています。チャンバーが開いているときに上部が開放されているのはまわりの林床面と同じように雨が内部に供給されるようにするためです。腐生菌などの微生物は適度な湿り気があったときに、たくさんの CO₂ を放出する特性があるので、より自然状態に近い落



写真2 落葉分解呼吸速度測定チャンバー



写真3 落葉含水比センサー

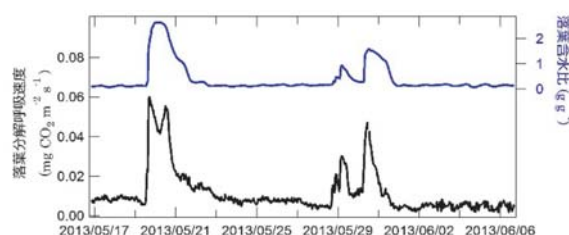


図3 落葉の分解呼吸速度と含水比の時間変動

葉の濡れと乾きのパターンを再現するためにこのような工夫をしています。この装置と、並行して開発した落葉の湿り具合（含水比）を自動的に測定する装置（写真3）を組み合わせることによって、私たちは落葉の分解呼吸量がいつも同じではなく、雨が降って葉が濡れ、しばらくの間、その湿り気が保たれている間にだけ微生物が呼吸をして CO₂ を放出することを明らかにしました（図3）。

まとめ

森林の CO₂ 吸収は樹木の CO₂ 吸収と放出の組み合わせと、さらに樹木によって作られた有機物の分解による CO₂ 放出のたし合わさったものです。この中で今回は生きている葉の行う CO₂ 吸収・放出と死んだ葉からの CO₂ 放出の重要性和その測定手法に注目しましたが、このような高い活性を示す部位としてはもう一つ、樹木の根、その中でも特に根の先端（細根）が挙げられます。これは樹木の中で葉が光合成による CO₂ 吸収を行う器官であるように、根は水や栄養塩（窒素やリンなど）を吸収する器官であり、このように外部との物質のやりとりを行う部分は活性も高く、まわりの環境の影響も受けやすいのです。そのため温暖化などの環境変動に対する影響評価を行う場合には特に注目しなければならない部位であると言えます。そのために私たちはこのような部位に着目した特別なチャンバーを開発してそれぞれの部位に特有の温度や水、光などの環境との応答の評価を行っています。

森の土の色にまつわる色々な話 第3回 褐色の土

森林環境研究グループ 谷川 東子

色々な土の話、前回のシリーズ第2回は青い土でした。青、赤、黒、白、そのような個性豊かな色の土は、日本で珍しいわけではありません。ですが、日本で面積的に最も広く分布する土は「褐色森林土」といい、黄色っぽいような、茶色っぽいような色をしています（写真）。

森の土は森が育んだものなので、その経歴が人相のように土の相として刻まれています。森の土を縦に深く掘ってその断面を見てみると、一般に、そこには黒っぽい表層、その下の色鮮やかな層（B層）、さらにその下の岩石が風化しつつある層、と目視で分けられる三つの層が認められます。表層の黒っぽい層は、樹木が地面に落した枝葉や根に由来する有機物が多く、そのため黒みがかっています。また、養分や水分が多く含まれ、そこに住む生物も豊かです。しかし、この黒っぽい表層でも、よくみると褐色の層が混じっています。褐色森林土の褐色がはっきりとするのはB層で、数十センチメートル掘れば、その層を見ることができます。この色は、酸化した鉄の色を反映しています。

このような褐色森林土は、国内どこでも普通に見られる土ですが、実はその中には豊富なカラーバリエーションを含んでいます。基本色は写真にあるような適潤性褐色森林土の色調ですが、他にも、気候が温暖な地域や岩石風化が長期に及んでいる場所では、B層の赤味が強くなった土（赤色系褐色森林土）や黄色味が強くなった土（黄色系褐色森林土）がみられます。これらは主に西日本の海拔の低い山地に分布し、シリーズ第1回で登場した標準土色帖の数値でいえば、赤色系褐色森林土の赤味は5YR5/6より弱く7.5YR5/8より強く、黄色系褐色森林土の黄色味は10YR6/6より弱く7.5YR6/8より強い色調をしています（河田弘

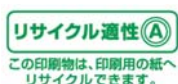
1982, 数値は色相・明度・彩度を順に示します)。また冷涼な地域（高標高地域あるいは高緯度地方）では、表層の有機物の分解がゆっくり進み、暗色系褐色森林土と呼ばれる黒味の強い土になります。表層グライ化褐色森林土は、雪解けの時期、一時的に過湿状態になる積雪地域で表層還元作用が進み、シリーズ第2回で登場した青い土と類似の青味をもちます（河田弘 1982）。環境によって顔つきが変わってしまうなんて、なんだか人間みたいで親しみ深いですね。

引用：河田 弘(1982) 森林土壌の分類 農林水産省林業試験場土壌部監修 森林土壌研究会編 森林土壌の調べ方とその性質 林野弘済会, 65-99



写真 適潤性褐色森林土（高知県長岡郡本山町）
出典：農林水産省林業試験場(1968) 林野土壌層断面図集(2)
参照：森林土壌博物館
http://www.ffpri.affrc.go.jp/labs/soiltype/soilmuse_index.html

巻頭帯写真について：京都府木津川市にある森林のCO₂吸収量評価試験地（山城試験地）の秋の風景。落葉広葉樹の優占種であるコナラの紅葉が徐々に進行している。



研究情報 第118号

平成27年11月30日発行

国立研究開発法人 森林総合研究所関西支所

京都市伏見区桃山町永井久太郎 68 番地

〒612-0855 Tel. 075(611)1201 (代表)

Fax. 075(611)1207

ホームページ <http://www.ffpri.affrc.go.jp/fsm/>