

研究情報

Research Information

No.125 Aug 2017

根の^{しんしゅつぶつ}滲出物とその機能を測る

森林環境研究グループ長 小南 裕志

はじめに

樹木は光合成によって空気中の CO_2 を有機物に変換し、樹体に蓄えることにより成長していきます。しかし光合成によって固定された CO_2 のすべてが樹体の成長に用いられるわけではありません。葉を含む枝や幹、根などの樹体のすべての生きた部位は呼吸によって有機物を消費するため、樹体成長に用いることのできる有機物の量 (NPP: Net Primary Product) は光合成量から樹体呼吸量を引いた値となり、その量は通常光合成量の半分程度になります。

樹体の呼吸量は部位によって一定ということではなく、枝、幹、粗根 (太い根) などと比較して根の先端に行くにしたがって急速に呼吸量が大きくなっていく傾向があります。私たちが炭素循環の測定を行っている広葉樹林の樹木を用いた測定では、粗根と比較して細根は 10 倍以上の CO_2 放出を行っているという結果が得られました (図 1, Makita et al. 2009)。このような樹体における呼吸などによる炭素の消費の大小、それぞれの運動や環境応答の違いは結果的に植物の成長の変化に

大きな影響を与えます。さらには将来的に年平均気温が上昇したり、降水量が変化したりするような環境変動時の森林の炭素循環の変動にも影響を与えると考えられます。その中で、特に根における炭素消費とその機能影響は重要な研究項目です。

根の滲出物とその機能

根は樹木の体を支持するという基本的な機能に加え、水や栄養塩の吸収など土壌圏と植物体の境界をつなぐものとしてさまざまな機能を担っており、その炭素消費もそれぞれの機能と密接に結びついていると考えられます。根は糖類を含んだ液体 (滲出物) を根の外部に放出しており、滲出物の放出によって周辺の土壌中のリター (落ち葉などの有機物) の分解が促進されることがわかってきており、この効果はプライミングエフェクトと呼ばれています。これは樹木が根から有機物を出して微生物に餌として与え、その代わりにリターを分解してもらって養分吸収の手助けをしてもらっているといえるのかもしれません (写真 1)。

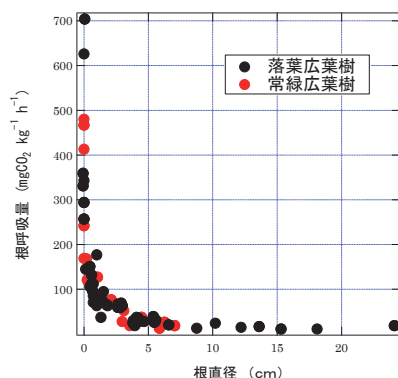


図 1 根の呼吸量と直径の関係



写真 1 コナラの細根の先端。分枝が発達した 0.5mm 以下の直径の細根から滲出物が出ていると考えられます。



国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所関西支所

Kansai Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute

森林の樹木は、成長の過程で身体の各器官が寿命や病気などで枯死すると落葉、落枝、枯死根などのリターを発生させます。リターは森林生態系の基盤となる森林土壌を形成する主要要素の1つです。一方、樹木側から見ると脱落したリターの中に残留した窒素、リンなどの栄養塩は、もともとは樹体内にあったものなので、雨水に溶け込んで河川から流れ出たり、細片化して流れ去る前に、早急に再吸収したい貴重な栄養素であると言えます。そのため樹木は細根をより細くして林床面に張りめぐらせ、さらに菌根菌を共生させて菌糸を周辺に伸ばすことによって、林床面にあるリター起源の栄養塩を効率的に吸収するシステムを構築しています。前述の細根における呼吸量の多さも菌根菌の活動が関与していると考えられ、このような栄養塩の効率的な吸収プロセスの一環として根の滲出物も、有機物という資材を提供することによって、菌根菌を活性化させ、他の栄養素の吸収を良くするための炭素消費であると考えられます。私たちは現在、京都大学農学研究科の孫麗娟さんと共同して京都府木津川市にあるコナラを優占樹種とした炭素動態測定試験地（山城試験地）において、このような広葉樹の滲出物の量とその機能に関する研究を行っています。

根滲出物の測定法

森林の樹木根から出る滲出物を測定するためには、まず森林土壌中の細根を掘り出して、培養液の中で生きたままの状態を維持しなければなりません。広葉樹において滲出物を盛んに出していると考えられる先端細根の直径は0.2mm～0.5mm程度であるため、この作業は繊細な技術が必要となります。先端根は乾燥するとすぐに死んでしまうため、私たちの手法では、土壌中から先端根を取り出してすぐに培養液を入れた注射器の中に根を浸し、注射器のゴム栓で蓋をします（写真2）。



写真2 (A) 細根を慎重に掘り出しゴム栓に通す。
(B) 培養液を入れた注射器の中に細根を入れる。

この状態で再び根を林床面にもどし、溶液中の溶存炭素濃度を測定したり、ここから出てくるCO₂量を測定することによって、根の滲出物量や呼吸量の測定を行います。

根滲出物の量とその機能

山城試験地のコナラとアラカシにおいて滲出物と呼吸量の並行測定を行なったところ、両者の間には正の関係が得られました（図2, Sun et al. 2017）。炭素量として計測された滲出物の量は細根が呼吸によって消費する量の約12%の値となり、これは試験地のNPPの約3%に相当しました。また滲出物が多い場合には周辺の難分解性有機物の分解酵素活性が上昇しやすいという結果も得られ、活性が高い（呼吸量が多い）根の周辺で栄養塩の再吸収プロセスがより効率良く行われていると考えられました。一方、呼吸量や滲出物の量の大小はどのようにしてできているのか、根は呼吸量と滲出物量をどこまでコントロールできるのかなど様々な謎が残されました。また、樹木の根の諸機能と炭素消費の関係は、栄養塩吸収以外に水吸収など多岐にわたっておりその機能に基づいた炭素消費コストの研究の深化が求められています。

引用文献：Fine root morphological traits determine variation in root respiration of *Quercus serrata* (2009), Makita N., Hirano Y., Dannoura M., Kominami Y., Mizoguchi T., Ishii H., Kanazawa Y., Tree Physiol.;29(4):579-85

Relationship between fine-root exudation and respiration of two *Quercus* species in a Japanese temperate forest(2017), Sun L., Ataka M., Kominami Y., Yoshimura K., Tree Physiol doi: 0.1093/treephys/tpx026

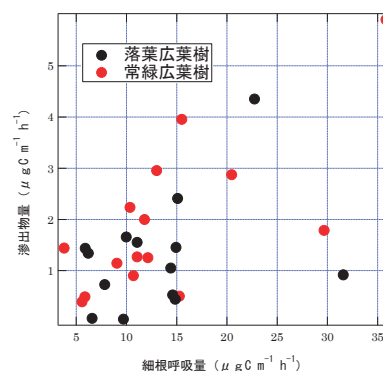


図2 細根の滲出物と呼吸量の関係

スギ天然林の成長と択伐施業

森林資源管理研究グループ 田中 邦宏

択伐を繰り返し実施した、日本海型スギ天然林の成長に関する長期試験について紹介します。試験地は、岡山県苫田郡鏡野町の遠藤国有林内に位置します。この地域は多い年には積雪量が2mを超える多雪地帯です。

試験地は、1937年に林齢100年生^注の時点で設置され、現在は180年生です。無間伐区(0.59ha)と択伐区(1.03ha)で構成され、試験地設定時に初回の択伐を実施しました。その後の択伐は約20年ごとに2回行いました。調査は試験地設定以降、5～10年ごとに毎木の胸高直径(以下、直径)および樹高を測定しています。3回の択伐における択伐率は、材積割合にして順に41%、11%、25%でした。択伐前の平均直径に対する択伐木の平均直径の比率は0.9、1.8、1.5でした。つまり、初回間伐では平均直径とほぼ同程度の直径の立木を中心に、2回目、3回目では平均直径よりも大きい立木を中心に伐採しました。

調査開始時の択伐では、混生していた広葉樹を中心に伐採しました。その択伐直後(100年生)および167年生時の択伐直後の直径階別本数分布を図1、図2に示します。調査開始時には無施業区、択伐区ともに直径分布はL字型となっていました

(図1(a)、図2(a))。これは、上層木の択伐や枯損によって生じたギャップに後継樹が多く存在する状態です。しかし、67年の歳月を経て、施業や気象害等の影響で、小径木(直径7～20cm)や中径木(20～40cm)はかなり減少してしまいました。(図1(b)、図2(b))。一方、大径木(40cm～)は増加し、167年生時には無施業区、択伐区ともに直径100cmを超える個体も現れました。平均直径は100年生から167年生の間に無施業区では21cmから38cmへ、択伐区では22cmから33cmへと成長していました。総成長量は、無施業区では818m³/ha、択伐区で923m³/haでした。

167年生時の1年当たりの成長量は無施業区で3.2m³/ha/年、択伐区で7.6m³/ha/年で、このような高齢林となっても林分としての成長は持続しています。しかし、天然林施業という観点からは調査開始時のような直径分布が崩れてしまっている点が問題です。理想的にはギャップの下でスギの天然更新がなされることが望ましいのですが、実際には林内照度の低さや広葉樹による被圧によりスギやヒノキの天然更新が難しいという現実があります。

今後は他の事例も参考にしながら、スギ天然林の理想的な直径分布を回復するために、上木の伐採などより良い施業方法を検討していきたいと思います。

注) 天然林であり林齢の評価は難しいが、ここでは国有林の森林調査簿の林齢で示した。

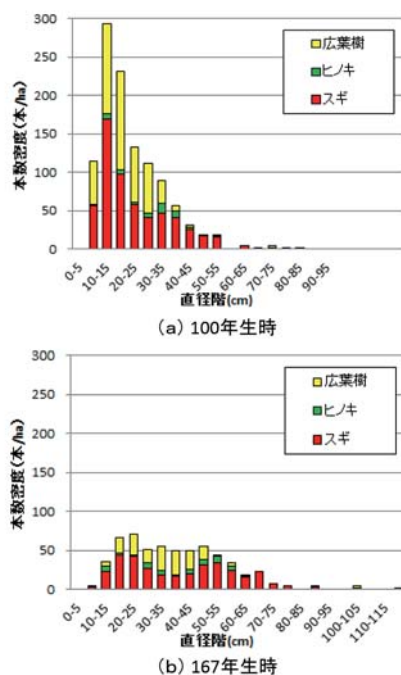


図1 無施業区における直径階別本数分布の推移

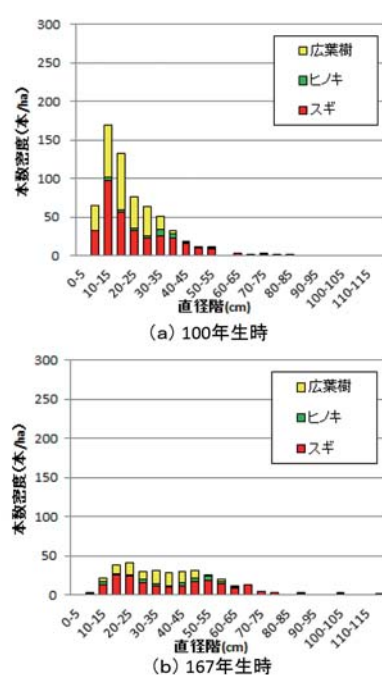


図2 択伐区における直径階別本数分布の推移

竹の豆知識 第2回

竹の花

地域研究監 鳥居 厚志

竹の花を見たことはありますか？ 俗に「100年に一度しか咲かない」などと言われ、単純に考えれば一生に一度みられるかどうかという確率です。ところが、今年は各地で開花のニュースが相次いでいます。開花しているのはハチク（モウソウチクやマダケと同属）で、複数の府県で開花が確認されています。ハチクの開花は2010年前後から各地でちらほら観察されていたのですが、今年はとくに報告が多いようです。森林総合研究所関西支所構内でも2009年に見られました（写真1）。

竹はイネ科の植物で、花も稲穂のような形状をしています（写真2）。竹は開花すると枯れると言われており、実際に花の付いた稈はほぼ枯れます。ただし近年のハチク開花状況をみると、必ずしも群落全体で着花しているわけではなく、群落の一部だけ、あるいは数本の稈だけに花が見られます。ですから地下茎は生きており、翌年には筍が出ます。



写真1 ハチクの開花稈（京都市伏見区 2009年7月撮影）

1970～80年代には全国的にマダケが開花しました。この時は、多くの群落で大半の稈が枯死しました。地下茎からの回復も順調とは言えず、それが日本の竹産業が一気に衰退した一因とも言われます。一方モウソウチクは中国原産で、日本に移入されたのは18世紀と言われていますが、日本では広域にわたる一斉開花の記録がありません。モウソウチクに関しては、特定のクローンで「57年周期の開花」が検証されていますが、日本に生育する株のほとんどは開花しにくい性質を持っており、ごく限られた規模の開花しか観察されていません。

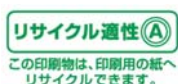
ササの仲間も竹と同様に長周期の開花が知られていますが、ここ数年各地でスズタケの開花が観察されています。古文書などの記録から、ハチクとスズタケは共に開花周期が約120年と推察できるのですが、竹やササの名称は時代によって変化したり方言があったりするところに検証の難しさがあります。

竹の開花は「滅多に起こらない現象」であるため、昔から大きな災厄の前触れなどと言われてきましたが、もちろん科学的な根拠はありません。未解明の自然現象は多くありますが、竹の開花のような長周期現象と向き合うには、息の長い観測と試料や記録の保存・引継体制の強化が欠かせません。



写真2 ハチクの花（京都市伏見区 2009年7月撮影）

巻頭帯写真について：嵐山国有林(京都市西京区)



研究情報 第125号

平成29年8月31日発行

国立研究開発法人 森林研究・整備機構

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/>