

## 研究情報

Research Information

No.130 Nov 2018

## 森林総合研究所関西支所のプロジェクト研究の紹介

地域研究監 齊藤 哲

## 1. プロジェクト研究

関西支所では、特定のテーマの問題解明をはかるプロジェクト研究を実施しています。今年度関西支所の研究員が責任者となっている7つのプロジェクト研究のうち2つを選び、ここでその概略を紹介いたします。

## 2. 森林総合研究所交付金プロジェクト「広葉樹も多い中山間地で未利用資源をむだなく循環利用する方策の提案」(研究期間：H28～H30)

本プロジェクトは、近畿圏の中山間地にモザイク状に分布し利用されていない広葉樹二次林(写真1)を有効活用することを目的としています。

まず、衛星データなどを用いて近畿圏の広葉樹林の資源量を推定することを試みています。また、広葉樹を樹種や太さごとに用途を使い分けることで、これまで把握していなかった資源量を推定し、効率的な利用の可能性を調べています。そして、広葉樹資源の持続的供給のための社会的要素を解析し、資源が必要な地域と安定生産できる地域とのズレや利用のための条件などを調べています。

## 3. 森林総合研究所交付金プロジェクト「ヒバ漏脂病の抵抗性検定法と施業的回避法の確立」(研究期間：H28～H30)

ヒバは抗菌活性の高い成分を含む、青森県や石川県能登半島の特産樹種ですが、「ヒバ漏脂病」が大きな障害となっています(写真2)。病理学的根拠に基づく漏脂病抵抗性品種の判

別法の開発と、施業による被害回避法の検証が本研究の目的です。

まず、病原菌である *Cistella* 菌のエチレン生成能力を指標として強い病原力の菌株を選別します。そして、様々な品種・クローンに菌株を接種し、漏脂病に強い品種を選別していきます。また、漏脂病の発生には森林の環境も影響があることがわかっており、森林が生育する過程で樹木の本数密度が関係する可能性が考えられます。そこで森林の成立過程で本数密度が異なる森林で発病率の差を調べる試験を実施し、除伐や間伐等の人的な施業によって「ヒバ漏脂病」の発生を低減できるかを検証しています。

以上のようなプロジェクト研究の成果は、パンフレットなどの印刷物や講演会などを通じて幅広く情報提供を行っています。研究の成果が、森林・林業の活性化に繋がるよう努力していきます。



写真1 有効に活用されていない広葉樹二次林



写真2 漏脂病が発生したヒバの幹



## 微生物が分解してつくる細根ジュースは、葉ジュースよりすっぱい

森林環境研究グループ 谷川 東子

歩くことのできない樹木は、体の一部を足元の地面に投下し、自分の生きる環境を変えていく力を持っています。地面では葉や根に由来する植物遺体（リター）が受け止められ、風化した岩石（鉱物）と混ざり合い、土壌が生成します。このため土壌はリターの性質を強く反映します。樹木は葉、枝、幹、根など多様な器官を持っていますが、樹木が太陽光から自力で稼ぐ炭素源（光合成産物）の行方は、生まれてから死ぬまでの時間が短い葉と細根に集中しますので、土壌有機物の源としては、葉と細根の重要性が高いと考えられます。土壌有機物は、水分調整や養分保持といった機能に優れた成分で、樹木の生育を支えます。

リターが土壌有機物になるまでは、地面で待ち構えていた微生物がそれらを食べるプロセス（分解プロセス）が介在します。微生物がリターを分解するスピードは葉より細根の方が遅く、それゆえ分解後の残渣の性質も異なることなどが国内外の研究から分かってきました。一方、分解過程で放出されるジュース（正しくは「溶脱液」といい、雨などによりもたらされた水分が、リターを通過した液を意味します）の器官による違いの情報は皆無に近い状況でした。しかし樹木は葉と細根の存在比を環境によって変化させること、そしてジュースの性質は、土壌の化学的特性や微生物の動きに直接的に影響を与えると考えられることから、ジュースの器官差の知見は、森林土壌が環境変動に如何に影響を受けるかを予測する際に欠かせない情報です。そこで葉と細根を完全に分けてカラムに詰め（図1）、加温により分解を促進しながら定期的に人工的な雨を降らせて得られたジュースをカラムに装着したボトルに集めるという実験（図2）を、2年半という長期にわたって実施しました。

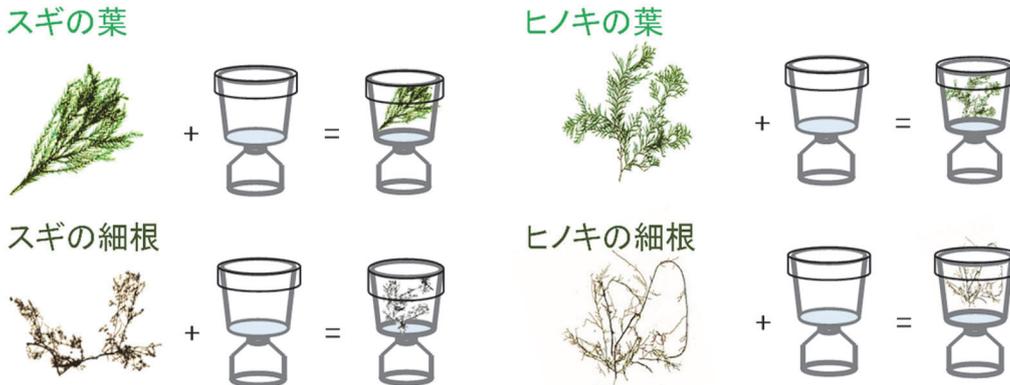


図1 培養カラムの作成  
葉と細根の基質としての性質を比較するため、別のカラムに入れて培養実験を行いました。

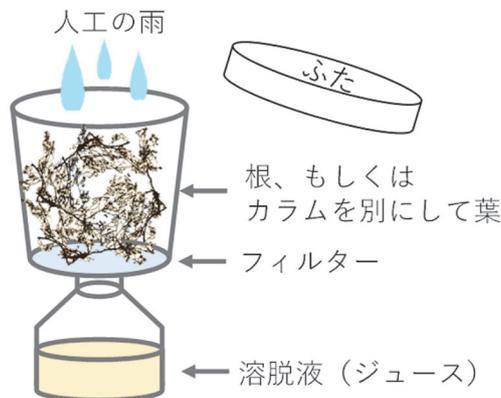


図2 溶脱液（ジュース）採取の様子  
定期的に雨を降らせて、葉や根を通過した液（ジュース）を下のボトルで回収し、分析しました。

その結果、葉と細根のジュースはともに、実験期間前半の pH (酸性度の指標) の数値は激しく揺れ動くものの、半年ほどで値は落ち着き、後半にかけてじわじわと低下する (酸性度が高くなる) ことが分かりました。そして葉より細根のジュースは、実験初期も酸性度が高く、後半にはさらに高くなるのが分かりました (図 3)。この現象は、葉より細根のほうがリグニンのような難分解性成分が多く含まれ、微生物が食べにくいことに起因すると推察されました。またジュースの 3 次元励起蛍光スペクトルをとり、それを parallel factor analysis という解析にかけると、微生物に由来する溶存有機炭素の蛍光強度が、葉ジュースより細根ジュースで一貫して低いこと (図 4)、リターに群がった微生物が発生する二酸化炭素量 (分解呼吸量) は、葉より細根のほうが一貫して低いことが分かりました。つまり、リグニンのような難分解性成分が多く含まれる細根は、葉に比べて食べにくく、微生物を多く養うことができないこと、そのために発生する食べ残しによって、酸性度の高いジュース (ちょっとすっぱい?) が生成されることがわかりました。

土壌 pH は、微生物活性、酵素活性、無機化学反応など、土壌の中で起こるであろう様々な反応を支配する要因です。樹木が環境に反応して葉と細根の存在比を変えて、細根リターの量を増やすと、土壌は酸をより多く受け止める結果となり、結果的に土壌 pH が変化する可能性があります。その変化は、森の生態系をドミノ式にゆっくりと少しずつ、別の状態に導く可能性をも秘めています。もちろん、リターから放出された酸性ジュースは、リターの外側の世界に棲む微生物に食べられたり、土壌粒子に吸着したりして、見えなくなってしまうかもしれません。しかし、細根リターを定常状態より多く受け止めることになった土壌では、酸性化のベ

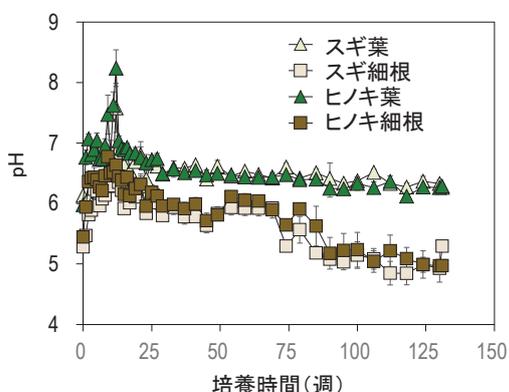


図 3 ジュースの pH (低いほうが酸性度が高い) の時間変化 2 樹種とも、実験期間後半で pH が下がるが、細根の pH の低下は葉のそれより著しいことがわかりました。

クトルが潜在的に進んでいくことになります。実際に、私たちの研究グループでは、20 年かけて土壌酸性化が進んだスギ林では、酸性化が進んでいないスギ林に比べて細根量が多いという結果を得ています (Tanikawa et al., 2014, Hirano et al., 2017)。

土壌酸性化は、現代を代表する土壌劣化の 1 つです。国連の定める持続可能な開発目標 (SDGs) にも、土壌劣化の防止と逆転が含まれています。森林は、二酸化炭素を吸収して地球温暖化を抑制し、水を浄化して貯留する機能を担う生態系です。森林生態系の基盤をなす土壌を将来にわたって保全していくためには、どのような樹種が、どのような環境変動に対して、なぜ細根を増産するのか、という謎を解く必要があります。

本研究の詳細は、下記の文献をご参照ください: Tanikawa, T., Fujii, S., Sun L., Hirano, Y., Matsuda, Y., Miyatani, K., Doi, R., Mizoguchi, T., Maie, N. (2018) Leachate from fine root litter is more acidic than leaf litter leachate: A 2.5-year laboratory incubation. *Science of the Total Environment*, 179–191.

#### 引用文献

Tanikawa, T., Sobue, A., & Hirano, Y. (2014). Acidification processes in soils with different acid buffering capacity in *Cryptomeria japonica* and *Chamaecyparis obtusa* forests over two decades. *Forest Ecology and Management*, 334, 284-292.  
Hirano, Y., Tanikawa, T., & Makita, N. (2017). Biomass and morphology of fine roots in eight *Cryptomeria japonica* stands in soils with different acid-buffering capacities. *Forest Ecology and Management*, 384, 122-131.

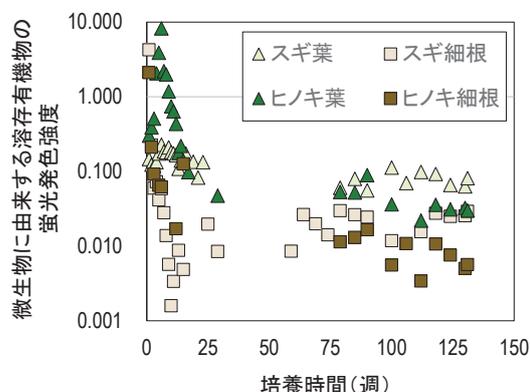


図 4 ジュースにおける微生物に由来する溶存有機炭素の蛍光強度の時間変化 培養期間を通し、葉より細根の強度は低く、細根は葉ほど分解微生物を養わないと推察されました。

思ったより長い？短い？森の生き物の意外な寿命 第3回

## 菌類の寿命

生物多様性研究グループ長 市原 優

地球上で最大の生物はナラタケである、という論文が話題になったことがあります。この論文では、東西 650m、南北 450m の三角形の範囲、15ha にわたってナラタケのクローンの菌糸が広がっていたことから、最大とされました。また、同時に寿命 1500 年とされています。ナラタケのキノコ(子実体)は 1 週間ほどで腐るため寿命は 1 週間と思いがちですが、キノコは花のようなもので、ナラタケの本体は地面の中の菌糸です(図1)。1500 年という寿命は、菌糸の成長速度から 15ha に広がるまでの年月を計算したものです。一方、キノコ(子実体)から飛んだ胞子が 0 歳の個体です。菌類の寿命はわかりにくいものです。



図1 ナラタケの子実体(左)と菌糸が集まった菌糸膜(右)

菌類の生活史をみてみましょう。普段は菌糸で栄養摂取して成長する生活を送っています。菌糸は体細胞分裂で成長するため、遺伝子が変わらずに広がっていきます。菌類は胞子で増えますが、1種類の生活史の中に2つのタイプの胞子を作る場面があります。つまり、菌糸から子実体ができて、遺伝子が変わる減数分裂を経て有性胞子をつくる場面と、遺伝子が変わらずに体細胞分裂で無性胞子をつくる場面です。例えば、灰色かび病菌のボトリティスの場合(図2)、前年にできた菌核からチャワタケ(子実体)が生え有性胞子を飛ばします。胞子が葉に感染して菌糸を伸ばすと、葉の一部が枯れて大量の無性胞子ができます。この胞子が灰色に見えるため、灰色かび病といいます。これが飛散して周囲の葉に感染し、また無性胞子を作って感染が広がっていきます。枯れた葉には菌糸の塊となった菌核ができ、秋になると無性胞子を作る菌糸は死んでいきますが、菌核は地面で越冬します。春には、菌核からチャワタケを出して有性胞子を飛ばします。このような生活史のボトリティスの場合、菌核が何年間チャワタケを出せるかが寿命になりますが、だいたい2年程度です。

巻頭帯写真について：京都市左京区の大文字山

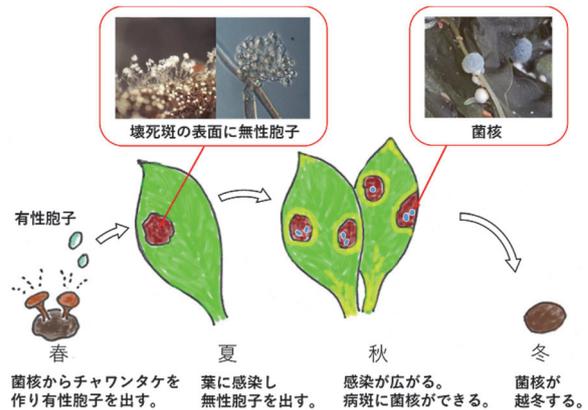


図2 灰色かび病菌(ボトリティス)の生活史

古くは醤油蔵にはコウジカビが生えていたそうです。コウジカビは環境が一定に保たれている醤油蔵では菌糸から無性胞子だけ作るので、遺伝子が変わることなく同じ個体が生きていたと思われます。醤油蔵がなくなった時がコウジカビの寿命だったのかもしれませんが。

有性胞子だけの菌もいます。カエデの葉に黒い塊を作るリチズマという小黒紋病菌は観察しやすい菌です(図3)。春のカエデの葉にリチズマの有性胞子が感染すると、夏には黒い菌体を作ります。この菌体は紅葉してもそのまま残り、落葉と一緒に地面で越冬すると、黒い菌体は成熟してしわができて、中に有性胞子ができています。カエデの新緑のころ、リチズマは菌体を破き、有性胞子に次世代を託して一生を終えます。

菌類には、栄養があり環境変化が小さければ菌糸のまま成長し続けて遺伝子が変わらずにいるものがある一方、季節の移ろいに合わせた生活史を送り1年が一生になる種類もあります。四季折々の森の中、胞子で始まる菌類の、命を繋ぐ営みを探して歩くのも楽しいものです。



図3 カエデ小黒紋病菌(リチズマ)の生活史



### 研究情報 第130号

平成30年11月30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/>