



No.94 Nov 2009

森林総合研究所関西支所

研究情報

Research Information

環境の変化と「ナラ枯れ」

生物被害研究グループ長 衣 浦 晴 生

近年、私たちの周りの社会環境は、急速に変化していると感じる人が多いのではないのでしょうか。政治や経済を含めて、様々な分野で大きな変化が頻繁に起きるようになってきていると感じます。でもこのような変化は、本当にある日突然にやってきたのでしょうか。実はそのずっと前からじわじわと変わり続けていたけれども、ある時点で明瞭に見えるようになっただけなのかもしれません。人間の体も、少しくらいの不摂生ですぐに病気にならなくても、長年続けていると取りかえしのつかない病に蝕まれていることがあると思います。そして身の回りの自然環境についても、同じようなことがあります。

現在、私は生物被害研究グループで樹木が昆虫などの生物によって損傷・枯死してしまう現象、特に「ナラ枯れ」を中心に研究しています。この集団的枯死現象の直接の原因はナラ・カシ類の樹木を枯らす病原菌（カビ）ですが、カシノナガキクイムシという昆虫がこの菌を体に保持して、生きているナラ・カシ類の樹幹に大量に穿入することで、集団的に枯死木が発生します。さらに、このナラ枯れの全国的な拡大には、被害が起きている森林そのものが、昔の状態から変化してきていることが要因の一つであることがわかってきています。

里山と呼ばれる地域では、いわゆる戦後の燃料革命によって、エネルギー源としての薪炭材や柴などの採取が激減しました。その結果、コナラなどの樹木は管理されずに放置され、昔と比較して直径が大きく樹高も高くなってしまいました。カシノナガキクイムシは、このようなナラ類を好んで穿入し繁殖します。カシノナガキクイムシは、直径の大きな部分ほど高い密度で穿入し、またそこから発生する次世代数（子供の数）も多くなる傾向があるのです。薪炭林として利用されている細いサイズの幹にはほとんど穿入せず、そこで繁殖する次世代数も非常に少なくなります。さらに集中的に同じ木に穿入することによって樹木が枯死した場合には、樹体内での生存率が上がり、枯死しなかった場合と比べて次世代数は桁違いに多くなります。すなわち穿入するのに好適な大径のナラ類が多くなるほど、カシノナガキクイムシは個体群（自分たちの数）を飛躍的に大きくすることが可能になるわけです。

ナラ枯れ被害は近年急速に拡大してきたように見えますが、その要因の一つは約 50 年前に遡ることができるでしょう。人間の生活様式の変化（燃料の転換）によって、森林は長年かかって変貌してきたのです。森林は、その姿は常に一定の状態ではなく様々なことから影響を受けて変化を続けています。特に西日本の森林や山々を見て強く感じることは、その歴史的変遷や、人間との関係の深さです。森林という「自然」を研究すればするほど、それは「自然」に生まれた物、できあがったものではなく、逆に人間の活動、文化などと、密接に関係してきたことが、明らかになってきています。

発行／平成 21 年 11 月 30 日
 編集／独立行政法人 森林総合研究所 関西支所 連絡調整室
 所在地／〒 612-0855 京都市伏見区桃山町永井久太郎 68 番地
 TEL 075-611-1201 FAX 075-611-1207
 URL <http://www.fsm.affrc.go.jp/>



土の中では、菌がつくる糖たんぱくも、炭素の貯留に一役かっている

森林環境研究グループ 谷川東子・溝口岳男

森林の中で土は、膨大な量の炭素有機物を貯め、温室効果ガスである二酸化炭素の封じ込めに貢献しています。さて、土の中にはいろいろな微生物がありますが、日本の代表的な造林樹種であるスギやヒノキは、「アーバスキュラー菌根菌」という菌を根っこに住ませます。樹木は、光合成して得た炭素を「生きるためのエネルギー」として菌に供給する代わりに、土の中の養分を吸収するときに菌に助けてもらうのです（このような双方に利がある関係を相利共生といいます）。このアーバスキュラー菌根菌は、「グロマリン」という糖たんぱくを作られています。グロマリンは、糊（のり）のようなもので、土の中に放出されると周囲の有機物を巻き込んで土のかたまり（集塊）をつくります。樹木や草の葉のような有機物が土に落ちると、微生物の分解作用を繰り返し受けます。しかし、このグロマリンに巻き込まれた有機物は、グロマリンという難分解性物質が付着している上、集塊に守られているので、微生物によってなかなか分解されないのです（図1）。

世界的にみると、温帯にはアーバスキュラー菌根菌と共生する樹種はあまり広く分布しませんが、日本にはスギ・ヒノキのようにアーバスキュラー菌根菌と共生する樹種の分布が小さくありません。従って、日本の森林では、グロマリンが「有機物をなかなか分解させない役」を果たし、土が炭素を蓄える力を押し上げている

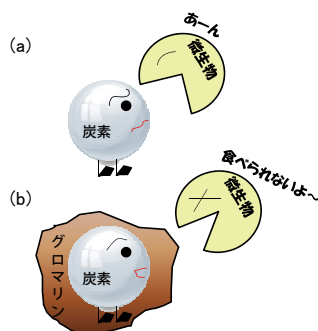


図1 微生物に対して無防備な有機物(有機炭素)(a)と、グロマリンに守られる有機物(有機炭素)(b)

かもしれません。

土の中では、グロマリン以外にも、いろいろな要素が炭素の保持に役立っていると考えられます。鉄やアルミニウムの粒子はその代表格で、有機物を捕え微生物の分解から守ります。同様に、グロマリンも鉄と固く結びついて、それ自身の難分解性をより強固なものにしていると言われています。従って、鉄が増えればグロマリンや炭素も増えるが、その増え方はグロマリンがある方がより顕著であると考えられます。

そこで、京都の南、奈良との県境付近にある山城試験地（京都府木津川市）のソヨゴ林とコナラ林の土壌間において、「特定試薬に反応するたんぱく質量（BRSPと表記し、グロマリン量にほぼ相当します）」、および炭素と鉄の量を比較しました。前者の植生はアーバスキュラー菌根菌と共生するため、その土壌ではグロマリンが多く、後者の植生はアーバスキュラー菌根菌と共生しないため、その土壌ではグロマリンが少ないと考えられます。

結果を図2に示します。BRSPが多ければ炭素も多いという関係が両林で見られ、この関係は両林とも統計的な差はない、つまり同質の関係が認められました（図2a）。一方、鉄が多ければBRSPも炭素も多くなりますが、この関係には林間で統計的な差が見られました（図2b）。予想通り、鉄が増えればグロマリン（グロマリンと同調する炭素も）が増えるが、その増え方はアーバスキュラー菌と共生するソヨゴの林の方がより顕著である、という結果になりました。土の中では、鉄のようになじみのある成分だけではなく、微生物が土の中に放り出す糖たんぱくも、炭素を貯留する役割を果たしているのです。

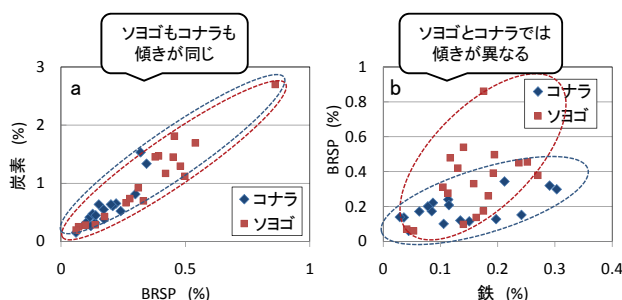


図2 BRSP(≒グロマリン)と有機炭素の関係(左) および鉄とBRSPの関係(右)

街にも迫るニホンジカ

生物多様性研究グループ 高橋 裕史

ニホンジカ（以下「シカ」）といえば、戦後以降ひと昔前までは奈良公園や宮島などの人慣れした群れを除いてめったに出会うことはなく、シカの影響が大きな問題として考えられることはありませんでした。やがて各地で農作物、苗木や立木へのシカによる食害が問題になり、それは現在も拡大し深刻さを増しています。それでもまだ街に暮らす多くの人々にとっては他人事のように思われるかもしれません。ところが近年では、郊外ばかりか大都市の市街地に接する森林でもシカの影響が顕在化し、姿まで容易に見かけるようになっていたのです。

景勝地でもある京都市西京区の嵐山国有林におけるシカ対策について意見を求められたことから、シカの生息状況の一端を把握するために調査を行いました。その結果、シカが届く範囲の餌植物はほぼ食べ尽くされ（写真1）、下層植生の優占上位種はシカが好まない植物で占められるなど、シカの影響が大きいことがわかりました。登山道を歩けば、ピャウッという甲高い警戒声を聞くだけでなく、姿を見ることが度々です。自動撮影カメラをしかけたところ、日の出・日の入頃を中心として、頻繁にシカの群れが撮影されました（写真2）。一枚の写真に最大で7頭が数えられ、局所的には非常に高密度になっているようです。撮影地点の林床には餌になるような下層植物がありませんが、撮影された個体は、大半が餌の探索か採食のため首を下げた姿勢か、または作動音に反応してか撮影

装置を注視する姿勢を示していました。連続的に撮影された写真からは、シカが広葉樹の落ち葉を採食していることが推定されました。シカが摂取した餌の組成や落ち葉の割合などはわかりませんが、落ち葉が重要なメニューの一つとなっている可能性があります。このような状況では、樹木の芽生えもシカに食べられるため、森林は更新できなくなると予想されます。他地域では、餌となる下層植物や届く範囲の樹木の枝葉を食べ尽くした後にもなお、広葉樹の落ち葉を主食として個体数が増えた例もあります。植生や治山の専門家によると、嵐山の地質は脆弱なため落石や小規模な斜面崩壊が発生しており、更新阻害や下層植生の衰退は地表を裸出させてさらに大規模な斜面崩壊を招く恐れがあるそうです。

このような状況は、街からは目につかない奥山や高山域で、すでに起こり始めています。緊急に対策を進めないと、取り返しのつかないことになりかねません。水源涵養、防災、生物多様性保全、二酸化炭素吸収源など、誰にも関係があり、様々な機能をもつ広大な森林を維持・再生していく上では、重要地点の防除とともにシカ密度の迅速な抑制が不可欠です。直ちにできる対策を進めながら、その効果の検証と改善点のフィードバックという実践的な取組が必要です。森林を再生する上で適当なシカ密度がどれくらいかということも、明らかにしなければなりません。

目につかない場所で大変なことが進行していること、そしてそれは他人事ではなく実は身近に迫っていること、嵐山の状況は、そのことに気づかせてくれる、景勝地からの警鐘といえるのではないのでしょうか。



写真1
ブラウジングライン…シカの摂食により、道路の左手山側は大人の背丈ほどの高さ、右手大堰川側は道路と水平に植物が摘み取られた（2009年9月）



写真2
下層植生の乏しい林床で、落ち葉を採食しているニホンジカ（2009年8月）

樹木の細い根を調べる(3)

根を成長させて調べる
ールートメッシュ法ー

森林環境研究グループ 平野 恭弘

樹木の細根成長量を調べる方法には、土壌中にカメラなどを埋設して直接根を観察するミニライゾトロン法などの非破壊的方法(研究情報 No. 92 参照)と根を定期的に採取してその変化量を調べる連続土壌コアサンプリング法などの破壊的な方法(研究情報 No.93 参照)があります。しかしながら、前者では調べるための機器が高価なこと、後者では土壌を攪乱することなどの欠点がありました。これらの欠点のいくつかを解消する新しい方法として、最近欧州ではルートメッシュ (root mesh) 法が提案されています。

ルートメッシュ法とは、平面状のメッシュ状のシート(たとえば幅 10cm 長さ 20cm 網目 1mm メッシュ 写真 1)を森林土壌中に垂直方向に埋設し、一年など一定期間経過後に掘り取り(写真 2)、そのメッシュを通過した新たな根の量を根の生産量として評価する方法です。こ

の方法では、メッシュシートを埋設する際、土壌にわずかに数 mm 度の幅の溝を作るだけで良いため、調査期間中の土壌の攪乱がこれまでの方法に比べてかなり少ないことが一番の長所です。他にも埋設のために準備が簡単なこと、用具が安価なこと、埋設が容易なことなども長所といえます。ただし、埋設時にいくつかの根を一度切断してしまうことや掘り取りにやや時間がかかることなどの欠点もあります。

ルートメッシュ法は、国際的にも報告例が少ないので、今後、この方法が他の方法に比べてどの程度の精度をもつかを、破壊的な方法や非破壊的な方法と比較調査し評価していく必要があります。その端緒として、私たちは、多くの研究者が常法として根の生産量を評価できるように、このルートメッシュ法の方法について、とくに埋設方法や掘り取り方法を改善し実験手順を確立できるように取り組んでいます。具体的には、原著論文 Plant Root 3 号 (<http://www.plantroot.org/>) Hirano *et al.* (2009) A new method for placing and lifting root meshes for estimating fine root production in forest ecosystems を参照してください。



写真1
ルートメッシュ法に用いるメッシュシートを森林土壌中に垂直に埋設し新たに通過した根の量を生産量とする



写真2
メッシュシート設置1年後に通過したスギの根

お知らせ

平成 21 年度森林総合研究所関西支所公開講演会を開催しました

去る 10 月 21 日(水)京都市アバンティホールにおいて「里山の二酸化炭素吸収量をはかる」と題して、公開講演会を開催しました。当日は約 150 名の方々に参加頂き、大変盛況に行うことができました。