

モニタリングサイト 1000 森林・草原調査（以下、モニ 1000 森林調査とといいます）は、平成 15 年度から毎木、落葉落枝・落下種子や地表徘徊性甲虫の調査を実施しています。今回は今年度の主なトピックを紹介します。

樹木の成長と気温

樹木の成長量は、森林における二酸化炭素吸収量を知るうえで、非常に重要な情報です。樹木の成長を左右する要因としては、気象要因、個体のサイズ、立地環境、周辺個体との競争関係などが考えられています。気候変動により、樹木個体の成長、ひいては森林全体の二酸化炭素吸収量がどのように変化するか予測するには、特に気象要因と樹木の成長との関係を知る必要があります。

モニ 1000 森林調査では、調査区内に生育している周囲長 15 cm 以上の全ての樹木の周囲長を計測しています（写真 1）。この調査は、コアサイトでは毎年、準コアサイトでは 5 年毎に実施しています。調査で得られた周囲長から前回の調査で計測された周囲長を引けば、調査期間における増加分、つまり成長量を計算できます。モニ 1000 森林調査では、調査区が全国に配置されています。つまり、多くの種の成長と気象との関係を知ることができますし、ある樹種の広い温度域での成長を知ることができます。このような全国スケールで多数の樹木を同じ手法によって定期的に計測しているのは、世界でも珍しい取り組みです。特に、コアサイトのように毎年計測されていることは、樹木の成長と気象要因との関係を知るうえでとても貴重です。なぜなら、数年に一度の計測の場合、調査期間における気象要因の平均値と成長量の平均値を比較することになり、成長と気象要因との関係をより正確に捉えることが難しいためです。今回、モニ 1000 森林調査によって得られたデータを、気象要因（特に年平均気温）が樹木個体の成長に与える影響について解析した結果を紹介します。

解析した結果、数十種において、年平均気温によって成長量が変わることがわかりました。これらの種では、気候変動により年平均気温が変化した場合、成長量が増大もしくは減少する可能性があります。また、一部の種において、年平均気温と成長との関係が一山型を示しました（図 1）。気温が上昇した場合、これらの樹種の成長量は、日本全国で一律に減少あるいは増加するのではなく、減少する地域と増加する地域が生じる可能性があります。これらの樹種の成長量が変わることによって、森林全体の二酸化炭素の吸収量が変わる可能性がありますし、成長量が増大する樹種と減少する種があることで森林の構成種が変わる可能性もあります。

このような解析では、調査年が増えれば増えるほど推定結果の信頼性が高くなります。気候変動がもたらす日本の樹木の成長量への影響を知るために、今後も継続的に調査を実施してデータを蓄積していくことが重要です。



写真1. 樹木の周囲長の計測。一本ずつタグをつけて個体を識別し、計測している。（北海道大学苫小牧研究林写真提供）

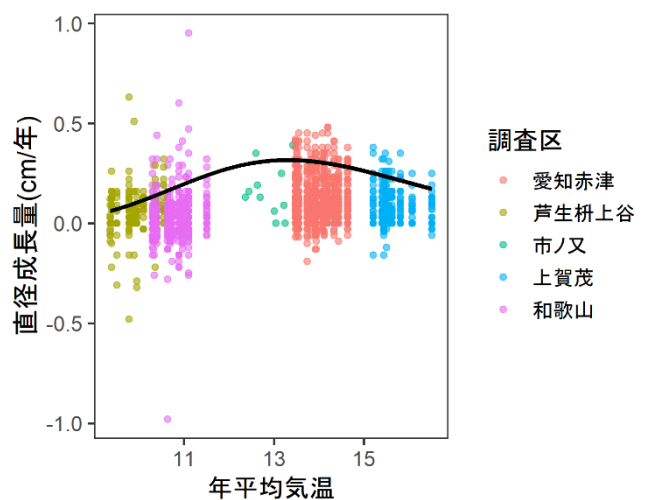


図1. コアサイトにおけるソゴの成長量と年平均気温との関係。点は各調査区の各調査年における各個体の直径成長量を示し、黒の実線は平均的なサイズの個体における成長量の推定値を示す。

地表徘徊性甲虫類の種組成の全国的な変化傾向の分析

温暖化が進むと、ある場所に生息する生き物の顔ぶれ、つまり種の組み合わせ（以下、種組成という）がより温暖な場所のものに近づく可能性があります。

モニ 1000 森林・草原調査では、全国 21 サイト 27 調査区の森林で、早いところでは 2004 年から、毎年地表徘徊性甲虫類（以下、甲虫類という）の調査を行っています。場所ごとの種組成の近さ遠さと環境条件との関係进行分析することができる正準相関分析（CCA）という方法で、甲虫類の種組成と気温との関係について分析しました（図 2）。図 2 の横軸（CCA1）は気温に対応した種組成の違いを表していて、値が小さい（＝左側）ほど北海道など寒い地域に特徴的な種組成であることを示し、値が大きくなる（＝右に向かう）につれて四国や九州のような暖かい地域に特徴的な種組成に徐々に近づいていくことを示しています。もし各調査区の種組成が年々変化し温暖な地域の組成に近づいているのであれば、図中の各点が年を追うごとに左から右へと動いている（横軸の値（CCA1）が大きくなっていく）はずですが、しかし、各調査区についてこの値（CCA1）の調査開始時からの変化を調べたところ（図 3）、より温暖な地域の種組成へと近づいていることを示す（CCA1 の値が上昇傾向にある）調査区はほとんどありませんでした。ただし、唯一北海道の苫小牧成熟林調査区では、過去 13 年間に暖かい地域の種組成へと変化していることが分かりました（図 3）。これは苫小牧サイトで、本州以南にも広く分布する種が年々増加している一方で、国内では北海道を中心に分布する種が減少してきているためと考えられます（調査速報 No. 9 参照）。苫小牧はこのように分布域の大きく異なる種が多数共存しているために、気温変化による組成の変化が起こりやすいのかもしれない。

地表徘徊性甲虫類は飛ぶための翅や筋肉が退化している種が多く、一般に移動能力が小さいという特徴があります。そのため、現時点で見られている組成の変化は、主にその場所に元々分布していた種が増えたり減ったりした結果を示していると考えられます。一方長期的には、今までその場所に分布していなかった温暖な地域の種が徐々に分布を広げて侵入してくることも考えられます。今後もこのような分析を通じて、各地の生き物の種組成の変化をモニタリングしていくことが必要です。

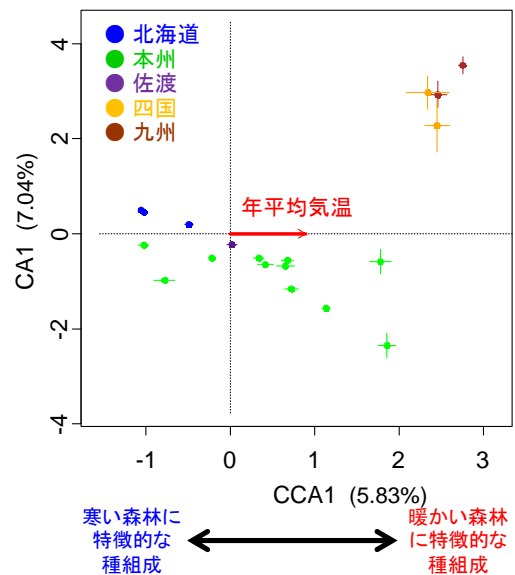


図2. 地表徘徊性甲虫類の種組成と年平均気温との関係。各調査区の各年の種組成を応答変数、年平均気温（1980～2010年の平均）を説明変数とする CCA の結果。丸は各調査区の全年度の平均を、バーは標準誤差を、各軸の括弧内の数値は寄与率を表す。横軸（CCA1）は気温に対応した種組成の違いを、縦軸（CA1）は気温とは無関係な種組成の違い（島による分布種の違いなど）を表す。捕獲個体数の少ない南西諸島の調査区は除外した。複数の調査区をもつサイトは代表的な調査区のみを分析対象とした。

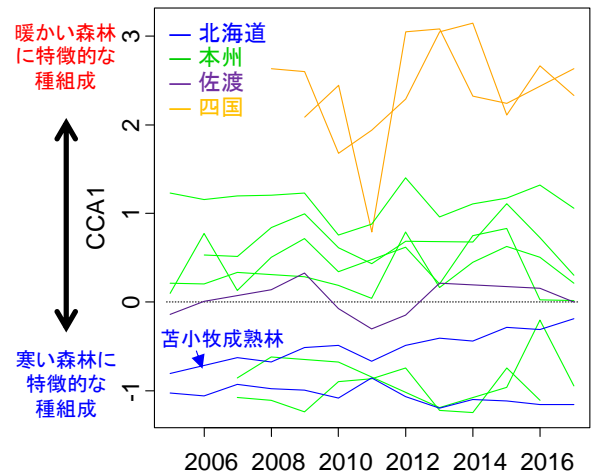


図3. 各調査区における地表徘徊性甲虫類の種組成の年変化。縦軸（CCA1）は気温に対応した種組成の違いを表す（図2の横軸と同じ）。二次林・人工林の調査区およびシカの増加による植生への影響が顕著な調査区は除外した。

新しい調査の担い手を確保するための取り組みについて

モニタリングサイト 1000 は、長期にわたり継続して生態系を観測する事業です。調査の開始から既に 15 年以上が経過し、現場では調査の担い手であった方々が異動したり、高齢になったりしているサイトも多く、徐々に新しい方に調査へ参加していただくことが必要となっています。そのため、若い方に事業への興味をもってもらい、同時に参加のきっかけを作りたいと考えています。

森林・草原調査では、平成 28 年度よりインターンシップ制度導入の検討を開始し、平成 29 年度には試行的に東京環境工科専門学校のインターンシップ制度を活用して、カヌマ沢サイト（岩手県奥州市）の協力を得て 4 年生 1 名が調査に参加しました。この時は、全日程が 5 日間で、本事業の毎木調査の他、小径木の直径測定や下層植生調査を行いました。

この取り組みをさらに進めるため、今年度もインターンシップ制度を活用した学生の参加を継続しています。今回は小川サイト（茨城県北茨城市）にご協力いただき、東京環境工科専門学校の学生に調査へ参加していただきました。

調査前には、学生が安心して調査に参加できるよう、同専門学校内でガイダンスを行いました。事務局よりモニタリングサイト 1000 の内容を紹介した後、ビデオ会議システムを通じて小川サイトの代表者である黒川紘子氏と顔合わせを行い、インターンシップの内容等についてご説明いただきました。

実際の調査は 9 月 18 日（火）～21 日（金）に行い、4 年生 4 名が参加しました。1 日目は室内で小川サイトや毎木調査に関する研修を受けた後、現地にてサイト内の見学と毎木調査の練習を行いました。2 日目以降は、毎木調査やリター・シードトラップの内容物回収、鳥類センサスなどの調査に参加しました。なお、調査内容にはモニタリングサイト 1000 事業以外のサイト独自の調査内容も含まれました。

調査に参加した学生の声：初日にサイトの方から、小川サイトの調査が世界的規模で行われている調査の一環であることや、毎木調査の意義や方法についてご指導いただいたので、やりがいと安心感をもって調査に参加できた。

小川サイト代表者（黒川紘子氏）の声：学生は野外調査に慣れており、実習を通じて意欲の高さを感じた。初日に毎木調査の練習を行ったところ、2 日目からはスムーズに調査ができ、今年度予定していた調査を全て実施できた。

事務局としては、学校スケジュールと調査日程との調整や参加費用の面で課題がありますが、これまでの試行結果を通じて、インターンシップ制度の活用は新しい調査の担い手の確保のために有効であると考えています。引き続きこの取り組みを継続したいと考えておりますので、関心のあるサイトの方は事務局までお知らせください。



図4. 室内での研修の様子



図5. 毎木調査の様子

森林・草原調査コアサイト・準コアサイト 調査速報 No.11 平成 31 (2019) 年 3 月

発行：環境省自然環境局生物多様性センター

編集：一般財団法人 自然環境研究センター 丹羽慈・日野貴文（ネットワークセンター）

森林・草原調査コア・準コアサイトの詳細は <http://www.fsc.hokudai.ac.jp/moni1000/> をご覧ください。

モニタリングサイト 1000Web サイト <http://www.biodic.go.jp/moni1000/index.html>