

研究情報

Research Information

No.110 Nov 2013

森林の攪乱と CO₂ 吸収

森林環境研究グループ長 小南 裕志

森林の CO₂ 吸収は、植物の葉で行われる光合成と森林生態系全体の生物が行う呼吸の差によってできあがっています。この値は気候帯、樹種、群落構造等によって大きく異なりますが光合成に対する正味の CO₂ 吸収の量は多くても 20% 程度にしかならず、光合成によっていったん吸収された CO₂ の多くは、植物自身の呼吸や有機物の分解などにもなう呼吸によって再び放出されてしまいます。そのため CO₂ 吸収量は光合成や呼吸の量がわずかに変わるだけで大きく変動し、場合によっては森林が CO₂ を吸収しないケースも発生します。気温や降水などの気候条件の変化によってこれらの値は変動するため、温暖化に代表される環境変動予測などが数多く研究されています。一方、CO₂ を吸収する葉の量や CO₂ を放出する菌類や昆虫などの様々な生き物の量、さらにこれらの生き物の食べ物になる有機物の量などの森林の状態の変化も、森林の正味の CO₂ 吸収量の大きさや変動に大きな影響を与えると考えられます。

近年、国内ではナラ枯れによる森林攪乱が大きな問題となっていますが、このような大規模な森林枯損が発生すると森林内に大量の枯死木が発生することになります。このような枯死木は、枯れた直後は腐食が進んでいないために大きな CO₂ 放出源にはならないのですが、腐朽菌の侵入に伴い分解速度が上がり、徐々に高い CO₂ 放出を行うようになります。日本のような比較的温暖で湿潤な環境にあっては、大径木であっても数十年以内にほぼ分解されると考えら

れます。一本の木に蓄えられる炭素量は、大きな木の場合には数百 Kg から数トンにもなり、森林の 1ha あたりの CO₂ 吸収量そのものは年にも多くても炭素ベースで 5 トン程度であることを考えると、このような枯死木から放出される CO₂ の量が非常に大きくなり得ることがわかります。私たちのこれまでの調査では、関西域の広葉樹二次林において 1970～80 年代のマツ枯れの影響で、一時的に森林の CO₂ 吸収が逆転し森林が CO₂ 放出源になったことが推定されています。現在この森林はアカマツ林からコナラなどの落葉広葉樹林に姿を変えて現在に至っていますが、いま再びナラ枯れによる枯死木からの CO₂ 放出が懸念されます。

世界的にみると、大規模な森林攪乱は山火事や台風の増加など物理的な破壊が気候変動に関連付けて多く報道されていますが、北米の Mountain pine beetle attack（キクイムシによる針葉樹の枯死）や、カナダやアラスカでの Yellow cedar die-off（イエローシダーの細根枯死による樹木枯死）などのような樹病による広範囲な枯死攪乱も増加しており、遠因としての気候変動や人為影響も疑われています。

このように、森林の CO₂ 吸収量は決して安定したものではなく、攪乱による枯死木の増加にもなう CO₂ 放出などによって吸収量が減ったり、あるいは逆転してしまうことが懸念されます。日本で現在増加しているナラ枯れに関しても CO₂ 吸収や炭素循環プロセスに与える影響評価が必要です。



中国における溪流酸性化に伴う水生昆虫群集の変化

生物多様性研究グループ 吉村真由美

中国では、近代化を加速した1950年代頃から大気汚染がひどくなっていきました。暖房や炊事等に石炭を利用していたのですが、これらの急激な利用増加により、内陸部の盆地などでは黒煙を含む大気層が盆地に蓄積・充満するようになりました。その後、石油の普及によって黒煙は白煙に変わりましたが、相変わらず大気汚染は続いています。中国における硫黄酸化物の排出量は世界一で、しかも増加し続けています。また、自動車保有台数が急激に増加したため、都市近郊での窒素酸化物による汚染も深刻になってきています。近年、中国の東部や沿岸域の工業化が急激に進んだため、中国の国内に限られていたこれらの大気汚染物質が、越境大気汚染となって日本にも飛んで来ています。

硫黄・窒素酸化物などの大気汚染物質は、酸として降水に取り込まれて土壌に降り注いだり、そのまま土壌に降下したりして土壌が酸性化されます。土壌で緩衝しきれなくなると、酸はそのまま流出し、地下水や湖沼、河川を酸性化していきます。中国では大気汚染物質による土壌の酸性化が著しく、酸性化による生態系への影響が懸念されています。

欧米の土壌は、土層が薄く酸や塩基に対する緩衝能が低いため、酸性雨の影響が大きく現れます。日本の土壌は、欧米に比べて土層が厚く緩衝能が高いため、酸性雨が原因とみられる森林被害はそれほど顕著ではないようです。このように土壌の酸性化とその影響は気候や土壌タイプにより異なってくるため、欧米各地における冷温地域での酸性化による影響に関する研究成果をそのまま熱帯域に当てはめることはできません。しかし、中国南部を含めアジアや熱帯・亜熱帯地域における酸性化による生態系への影響に関する研究例はほとんどありません。

中国南部の広州市の北西75kmに位置するDinghushan (DHS) 森林生態保護区内、及び気候条件が類似し、より酸性化物質の沈着量の少ないHeishiding (DHSより50kmほど北西、HSD) において、土壌酸性化が中国南部のモンスーン型亜熱帯地域の溪流に生息する水生昆虫に与える影響を調査しました。中国南部では、南側の海から風が吹いているため、広州市において発生した大気汚染は北西の方向に流れていきます。DHSは標高1000m程度であり、広州市周辺で発生した酸性汚染物質はこの山に捕捉されやすく、その奥にあるHSDには到着しにくい位置関係にあります。表層土壌のpHは、DHSが3.8~4.2、HSDが4.6~4.8とDHSでは重度の酸性化が起こっています。また林内雨による窒素供給量もDHSで30kgN/ha/yrを超えており、欧米地域を凌ぐ値となっています。

DHSでは上流からのpH3.5前後の溪流にpH4.2程度の溪流が合流して下流(pH4.4)へと流れています。合流前のpH4.2の溪流内に1箇所(Site1)、

合流後の溪流内に1箇所(Site2)の調査地を設け、個体数や分類群数を比較すると、個体数は1m²あたりSite1で725個体・Site2で137個体、分類群数はSite1で23・Site2で12となり、Site2で大きく減少しました。Site2では上流からより酸性化した水が流れてきているため、Site1よりも生息可能な場所が少なくなり、水生昆虫が少なくなったと考えられます。また、卵の孵化率は水が酸性化すると低下しますが、水温が適温に近いと孵化率も急激に高くなります。Site2の水温は27度、Site1の水温は25度でしたので、水生昆虫の適温から外れていたSite2の水温が個体数の少ない結果をもたらした一要因と考えられます。

DHSとHSD(水温25度)で水生昆虫相を比較すると、トンボ成虫の種数はHSDで多くなったのですが、HSDの溪流中の水生昆虫の個体数は1m²当たり240個体、分類群数は17と、DHSのSite1よりHSDで少なくなりました。亜熱帯では温帯より多くの細菌類が繁殖可能と考えられます。水生昆虫の卵や若令幼虫は、細菌感染によって死滅しやすいが、酸性域では生息できる細菌も少なくなり、酸性への耐性を多少なりとも持っている水生昆虫にとっては、pH4.0程度までなら酸性域の方が生息しやすく、その結果HSDよりもDHSに多くの個体が生息したのではないかと考えられます。一方で、群集組成は酸性化した溪流と中性溪流で大きく異なっています(図)。一般的に酸性に弱いトビケラ類はDHSではあまり採集できなかったのに対し、HSDでは沢山採集されています。逆に、一般的に酸性に強いといわれている3種のイトミミズは、DHSで沢山採集されていますがHSDでは採集されていません。

河川が酸性化すると河川中の水素イオンが増加するため、鰓呼吸のたびに水生昆虫体内のナトリウムイオンやカルシウムイオン濃度が低下していきます。空気呼吸が出来る甲虫目や半翅目の多くはガス交換に伴うイオンの損失を防げるので、耐酸性となっています。

温帯域と熱帯域では水温が異なるので、様々な要因が複雑に絡み合った状態での酸性化に対する溪流生態系の反応も温帯域と熱帯域で異なってくると考えられます。今後のさらなる研究が必要と考えられる、その成果は中国だけでなく今後起こるかもしれない熱帯・亜熱帯アジアにおける酸性化による生態系への影響を軽減するうえでも有用な判断材料になると考えられます。

参考文献: M. Yoshimura, X.L. Tong, Y.F. Wang, Z.Y. Guan, J.M. Mo, M. Yoh (2012) Responses of benthic invertebrate assemblages to shifts in the acidity of subtropical mountain streams, *Tropical Zoology* 25-1, 16-30.

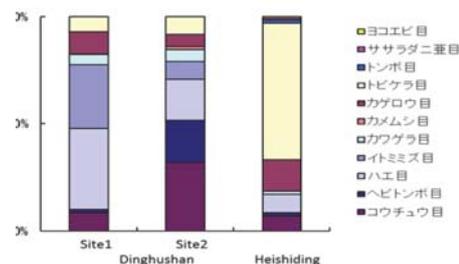


図 Dinghushan(DHS) 及び Heishiding(HSD) における水生昆虫群集

シカの捕獲方法を増やす

生物多様性研究グループ 高橋 裕史

ニホンジカ（以下シカ）による森林被害を抑制するためには、被害防除とともに、被害発生現場で捕獲を行って個体数（または密度）を減らす必要があります。山でシカを捕獲する伝統的な方法としては、追い立て役の人やイヌが、銃をもって待つ人の方へシカを追い出して撃つ「巻き狩り」や、ワイヤーで足をくくる「くくりわな」、箱型の檻に閉じ込める「箱わな」などが主に用いられてきました。しかし今では、銃やくくりわなを扱える捕獲技術者（主に狩猟者）が減少していることにくわえ、人の活動や入り込みのために銃器やくくりわなが使えなかったり、対象外の動物を捕獲してしまう錯誤捕獲を回避しなければならなかったりといった、シカの捕獲を行ううえで不利な状況であっても採用可能な方法を確立しなければなりません。

それでは、どのような方法（わな）が現実的でしょうか。たとえば捕獲場所の立地を考えると、あまりアクセスのよくない山の中では、小型軽量かつ運搬設置が容易であることが必要です。シカの行動を考えると、広い開けた餌場ではたくさんのシカが集まって大きな群れになりやすいのに対し、森の中では親子を中心とした数頭の群れで行動していることが多いため、少数ずつでも繰り返し捕獲できるわなが有効と考えられます。作業者の安全を考えると、わなで捕獲した動物を不用意に扱うと、思わぬ反撃を受けて大けがをする危険があるため、安全に捕獲個体を処理できることが必要です。

このような条件を満たしうるわなとして、森林用ドロップネットを開発しました。ドロップネットとは、空中に張った網の下に対象動物をおびき寄せ、網を落として捕獲するわな的一种です。簡便、低コスト、安全な捕獲方法として、海外ではシカ類の個体数管理の現場で用いられてきました。国

内でも大規模なものが農地でのシカの捕獲に用いられるようになり、成果をあげています。このわなを、山（森林）の中でも使いやすく、既存の箱わなを越える捕獲効率にすることを開発目標としました。

網は、設置場所の広さに合わせやすい安全ネット（10m四方）、または価格を抑えやすい市販のサッカーゴールネットを用いました。そして網を吊るための支柱として立木を利用すること（写真1）、網を落とす仕掛け（通称チンチロ、試験地の南丹では「こみっちょ」とよばれる）を簡素化することによって、資材と設置労力を大幅に軽減できました。網の周囲から真下へ徐々に給餌地点を集中することによりシカを誘引し、出没が確実な時間帯を見はからってわなを稼働させます。捕獲の機会を確実に生かすため、ウェブカメラと無線LAN、ノートパソコンを用いて車中から監視し、狙った個体や群れがくるのを見極めて遠隔的にわなを作動します。

現在までの結果では、わなの制作と設置の労力はそれぞれ4人で半日、網代を主とした本体の資材費が約9万円、わな稼動1日あたり捕獲数は0.6頭程度となっています。このわなは、林道や作業道、土場の一角に設置することにより、運搬、見回り（誘引状況の確認）、捕獲個体の搬出などの労力を大幅に軽減できるほか、車両の通行を阻害しない高さに設置して長期間の運用が可能です。また捕獲行為そのものによる周辺環境の攪乱を最小化することにも貢献します。

今回はドロップネット開発過程をご紹介しましたが、どのような状況にも対応可能な万能な捕獲方法はなく、立地環境、動物の行動、人の活動など社会的制約や法律など、様々な条件を考慮して最適な方法を選択することが重要です。

森林用ドロップネットの開発は、京都府農林水産技術センター、京都府森林保全課、南丹市猟友会との共同研究として行いました。なおドロップネットは法定猟具ではないため、狩猟ではなく許可捕獲による運用となります。また設置には土地所有者の許可が必要です。



図1 立木を利用し、作業道に設置されたドロップネットの下に誘引されたシカ。ウェブカメラと無線LANで遠隔的に監視



図2 ドロップネットで捕獲されたシカ。落ち着かせるため頭部（右側）に毛布をかけている

関西支所構内の野生鳥獣

生物多様性研究グループ 関 伸一
連絡調整室 小林 宏忠

冬の渡り鳥がやってくる季節になりました。ご近所の林にツグミの仲間の小鳥が訪れたり、池や川で冬を過ごすカモ類の群れを見かけたりすることも多いかと思えます。そんな時、「最近尾の長いカモの数が多くなった気がする」とか「今年はツグミが来るのが遅いね」といった、生き物の数の変化やそのタイミングについて話題になることが少なくありません。さて、本当に数が変化したり、時期がずれたりしているのでしょうか？世間話に証拠は要りませんが、研究には証拠となるデータが必要です。そして、変化を示すためには、変化する前の「通常」の状態をきちんと記録して置くことが非常に大切なのです。

森林総合研究所関西支所は京都市南部の桃山丘陵の一角、明治天皇・桓武天皇の御陵の森に隣接したところにあります。関西支所の実験林はわずか3.4ヘクタールですが、御陵の森や公園を合わせると緑地面積約90ヘクタールほど、市街地に浮か

ぶ緑の小島となっています。生物多様性研究グループと連絡調整室では、支所の基礎情報として、構内で観察される鳥類や哺乳類の種類や観察頻度を様々な形で記録しています。

鳥類では、繁殖に関わる行動、稀な種の出現日と個体数、渡り鳥がその季節に初めて観察された日などを記録しています。哺乳類では、出現日と個体数を記録しています。また、直接観察できる哺乳類は限られるので、獣道や水場に設置した自動撮影カメラによる鳥獣の調査も行なっています。

最近2年間に記録された鳥類は52種です。自動撮影カメラではヤマガラ、シジュウカラ、メジロ、キビタキなどの幼鳥も撮影され、これらの種が構内でも繁殖していることが確かめられました。特定外来生物に指定されているソウシチョウは西日本の各地で繁殖していますが、支所構内でも冬場にだけ少数記録されています。

哺乳類ではコウベモグラ、アブラコウモリ、ニホンザル、アカネズミ、ニホンノウサギ、キツネ、タヌキ、イタチ類、ハクビシンなどが観察・撮影されています。その他、市街地に近いのでイエネコも頻繁に撮影されます。

構内で撮影された鳥獣の写真は、関西支所の森の展示館でも見ることができます。興味のある方は一度ご覧ください。



写真1 サクラの花芽が膨らむ頃に訪れるウン



写真2 特定外来生物のソウシチョウ



写真3 こちらも移入種のハクビシン



写真4 稀に撮影されるニホンノウサギ

巻頭帯写真について：関西支所落葉樹木園。開花や展葉・落葉など四季により様々な変化を観察することができます。

研究情報 第110号

平成25年11月15日発行

独立行政法人 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/>

