

研究情報

Research Information

No.142 Nov 2021

収穫試験地における森林成長の長期継続調査

森林資源管理研究グループ 田中 邦宏

森林の成長に関する情報は、施業計画に非常に重要です。しかし寿命の長い森林の成長を調べるには大きな労力と時間を必要とします。

森林の成長を調べる方法は大きく分けて2つあります。1つ目は暫定試験地を用いる方法です。林齢や地位の異なる多くの森林を対象に胸高直径や樹高を調査し、得られたデータから地位別の林齢と胸高直径や樹高、材積などの標準的な関係を推定します。短期間で林齢と森林についての関係を知ることが可能となりますが、間伐の影響を知るのは困難です。国有林の林分収穫表はこの方法で調製（作成）されました。

2つ目は固定試験地を用いる方法です。胸高直径や樹高を継続的に調査することで林齢と森林の状態の関係を把握でき、間伐後の成長の変化も知ることができます。

間伐量と成長量の関係を調べるために林野庁が設置した固定試験地は「収穫試験地」と呼ばれ、昭和9（1934）年の山林局長通牒によって開始されました。全国の営林局（現在の森林管理局）管内に数多くの収穫試験地が設定されました。しかし、これらの収穫試験地は第2次世界大戦勃発のために試験測定の一部が中絶されたものや、あるいは試験地が誤乱伐されたものなどを生じ改廃を余儀なくされたものが少なくありません。また、戦後林業試験はすべて営林局から林業試験場へと所管替えされるなど、幾多の紆余曲折を経て、1954年（昭和29年）時点において近畿中国森林管理局管内には24か所の収穫試験地が存在していました。その後、台風被害などによる廃止や収穫試験施行要項の改正による新設などを経て、現在、関西支所管内の収穫試験地は10か所となっています。

収穫試験地は主にスギやヒノキの一斉林に設定されました。若い試験地では15年生頃から5年ないし10年ごとに胸高直径、樹高の測定や樹型級区分の判定などの調査が続けられています。現時点ですでに100年生を超えるものも存在します。こうした継続調査によって、林分収穫表と比較して林分密度が高い状態でも直径成長率は極端に低下しないことや、高齢級になっても樹高成長がさほど衰えないことなどが明らかになってきました。間伐と成長に関する知見は「システム収穫表」と呼ばれる、任意の施業下での収穫予測を行えるアプリの開発にも活用されています。こうした研究成果は長期的な継続調査によって得られたものに他なりません。

実際に100年生を超える施業対象林分はそれほど多くなく、100年生以上の収穫試験地は林分収穫表の比較・検証や一般的な林業への直接的貢献は小さいかもしれません。しかし、これほど長期にわたる継続調査事例は世界的にも貴重です。今後、高齢林の成長に関する新たな学術的な知見が得られる可能性もあります。

収穫試験地の調査は面積や立木本数にもよりますが、概ね3日間、4人前後で行っています。近年では測定機器の進歩などにより調査効率が大幅に向上していますが、車から片道2時間近く歩く試験地などもあり、やはり調査は容易とは言えず、予算的、人的制約も小さくはありません。

しかし、先人たちの苦勞によって脈々と受け継がれてきた貴重な資産を引き継いでいくのは私たちの重要な責務だと考え、今後も新しい測定機器等を活用しながら収穫試験地における森林成長の長期継続調査を今後も継続していきます。



放射性セシウムによる 渓流域への汚染

チーム長（流域森林保全担当）吉村 真由美

2011年に起こった東京電力福島第一原発事故により放射性物質が環境中に大量に放出されました。その放射性物質は数百キロメートルも遠く離れた場所にまで広がり、広範囲の森林・土壌・草地・湖沼・河川などを汚染しました。渓流域に存在する落ち葉、藻類、砂、底生動物、魚なども放射性物質によって汚染されました。事故から10年ほど経った現在では、半減期が2年程度と短い放射性セシウム134の濃度は、かなり低くなりました。しかし、半減期が30年と長い放射性セシウム137の濃度は、放射性セシウム134ほど低くなっておらず、その多くがまだ山の中にも存在しています。放射性セシウムに汚染された土砂や落葉は、山や溪畔林から絶え間なく溪流に流入しています。その流入によって、汚染地域に生息している溪流の生き物は常にその影響を受けることになります。そのため、放射性セシウムによる渓流域への影響は今後も続くと推定されます。

溪流に生息する溪流魚や水生昆虫は、溪流生態系の主要な構成要素です。イワナやヤマメなどの溪流魚は水生昆虫を主な餌としています。また、溪流魚は釣りレジャーの主要な対象魚種であり、食物として消費されることもあることから、放射性セシウムによる溪流の生き物への影響を把握する必要があります。放射性物質による影響の程度は生き物によって異なると考えられますが、生態学的な影響については分かっていないことが多く、また放射性セシウムは長期にわたって溪流の生態系に大きな影響を与えるため、溪流の中における放射性セシウムの動態も明らかにしておく必要があります。

溪流には、流れのある瀬と流れのない淵という2つの大きく異なる生息環境が存在します。水生昆虫の中には、その両方の環境に生息できる分類群があります。その水生昆虫個体群の汚染度を、2つの生息環境で同じ分類群どうしで比較しました。水生昆虫の放射性セシウム濃度は、淵に生息している個体群の方が瀬に生息している個体群より高くなりました。瀬と淵を頻繁に行

き来するフタオカゲロウ科のみ、あまり値に違いがありませんでした（図1）。よって、流れのほとんどない淵に生息すると汚染度が高くなると考えられます。また、分類群によって汚染度が大きく異なっていることも分かります（図1）。落葉を主な餌源とするオナシカワゲラ科は高い放射性セシウム濃度を示しています。

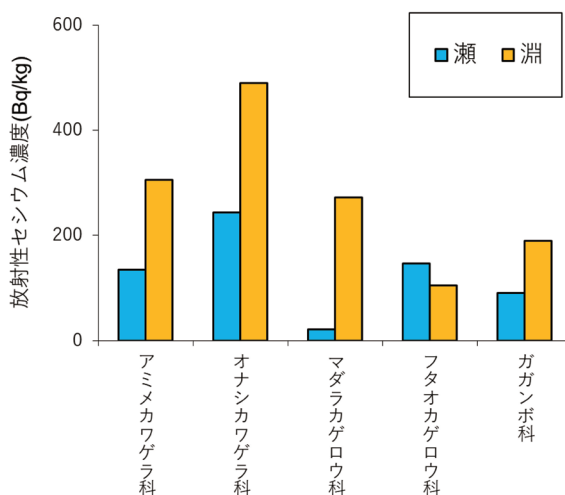


図1 瀬あるいは淵に生息していた水生昆虫個体群の放射性セシウム濃度

2013年から2020年にかけて水生昆虫および、水生昆虫の餌となる藻類・リター、そして川底の砂（<2mm）を福島県内の溪流4カ所（A～D地点：図2）において採集し、放射性セシウム濃度を測定しました。

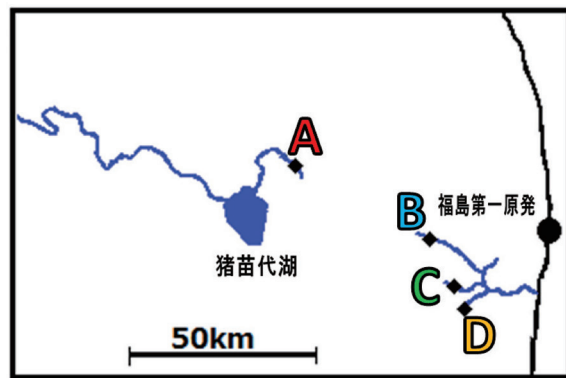


図2 水生昆虫・藻類・リター・砂を採集した4地点（A～D）アルファベットの文字の色は図3と図4のグラフの色と対応

これらの4カ所の調査地点における空間線量率の平均は0.05～0.53 μ SV/hと場所によって大きく異なっており、A地点で最も低く、D地点で高くなっています。

溪流内にたまっている落葉と溪流内の石に付着している藻類の放射性セシウム濃度の推移を調べたところ、4地点すべてにおいて年月とともに減少していることが分かりました（図3）。

一方、溪流内の川底の砂の放射性セシウム濃度の推移を調べたところ、空間線量率の高いB、C、D地点では、年月とともに減少していましたが、空間線量率の低いA地点では、年月とともに高くなる傾向がありました（図3）。

水生昆虫のカワゲラ科とマダラカゲロウ科における放射性セシウム濃度の推移においても、空間線量率の高いB、C、D地点では、年月とともに減少していましたが、空間線量率の低いA地点では、年月とともに高くなる傾向がありました（図4）。

藻類から水生昆虫への移行係数（放射性セシウム137が藻類から水生昆虫に移行する割合）を調べたところ、空間線量率が低いA地点で高く、B、C、D地点では低くなりました。また、藻類の放射性セシウム濃度と流速との関係を調べたところ、空間線量率の高いC、D地点では、流れが速い場所に生育している藻類ほど放射性セシ

ウム濃度は低くなりましたが、空間線量率の低いA地点では、流れが速い場所に生育している藻類ほど放射性セシウム濃度が高くなる傾向がみられました。

放射性セシウム濃度は、汚染度が高い地域では年月とともに指数関数的に減少しますが、汚染度が低くなると、溪流のよどんでいる場所にたまっていた放射性セシウムが流れ込むなどの様々な環境要因の影響が顕在化して、単純な減少傾向を示さなくなるのだと考えられます。これらの結果は、放射性セシウムによる生き物への汚染が長く続くことを意味しています。汚染度が低い地域の溪流生態系の放射性セシウム濃度を制御するには、流速が一つの鍵になると考えられます。

さらに詳しく知りたい方は、Yoshimura M, Akama A (2020) Difference of ecological half-life and transfer coefficient in aquatic invertebrates between high and low radiocesium contaminated streams. Scientific Reports 10:21819 をご覧ください。

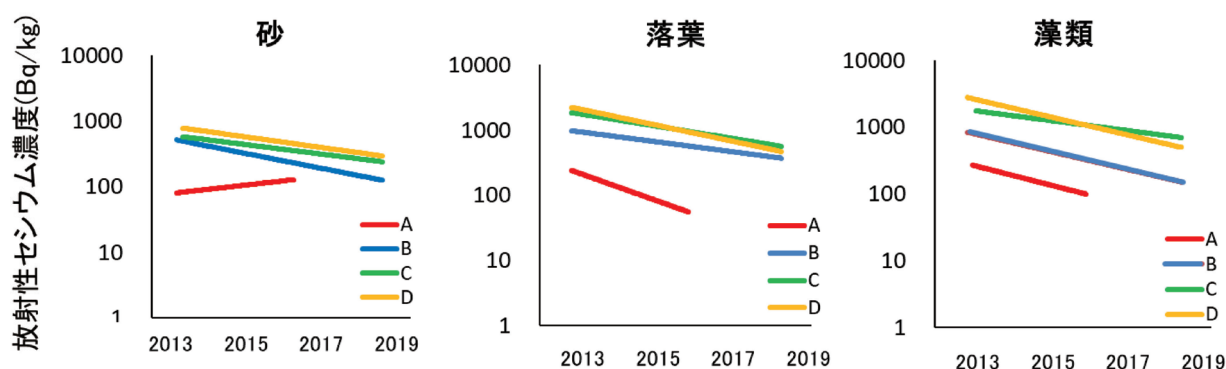


図3 A～D地点における藻類・リター・砂の放射性セシウム濃度の推移

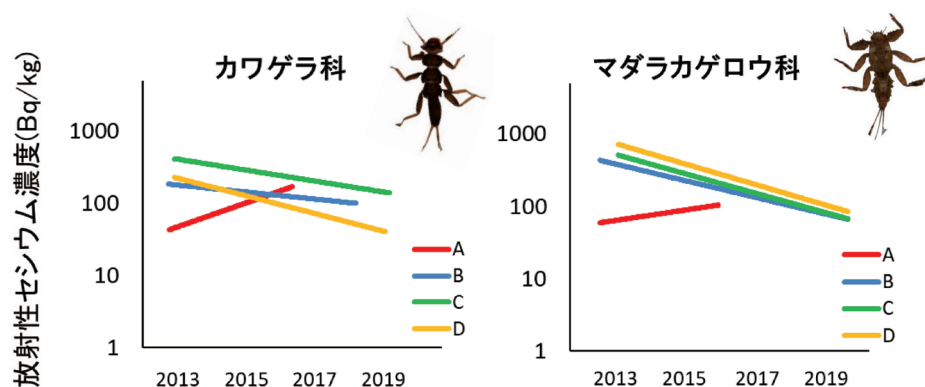


図4 A～D地点における水生昆虫（カワゲラ科・マダラカゲロウ科）の放射性セシウム濃度の推移

さまざまなスケールでみる森林と植物 第3回

個体スケール：

葉のフェノロジーと環境適応

森林生態研究グループ長 山下 直子

森林研究のスケールをテーマとした連載3回目は、個体を対象とした研究について紹介します。

樹木は、動物のように動き回って獲物を取ることができないかわりに、その場で効率よく資源を獲得できるように、様々な「工夫（環境適応）」を身に着けてきました。その「工夫」は樹木の姿たちに表現されるため、樹木の枝葉や根などの形態的特性と生理的機能との関係を調べることで、**「工夫」の仕組みを理解することができます。**樹木の個体を構成する部位の中でも、とりわけ葉は光合成を担う重要な器官であり、どのような形質の葉をつけるか、その葉をいつ出して落とすか（これを「葉のフェノロジー」と呼びます。）は、同じ場所で数十年から数百年も生きる樹木にとって、極めて重要な決断であるはずですが、一般的に、葉の光合成生産と、葉の寿命との関係は、経済学用語である「トレードオフ」という概念で説明されています。葉を作るのにかったコスト（葉の組織を作るために必要なグルコースなどの資源）を個体が回収するのに、葉の光合成能力が低いと回収を完了するまでに長い時間がかかります。葉を長持ちさせようとすると、虫に食べられないようにするための防御や、雨風に打たれても壊れないような丈夫な構造も必要となるでしょう。それらの機能を充実させることに資源を浪費したら、光合成能力を高めるための投資（葉の生産）に手が回らなくなります。葉を作るためのコストは、常緑でも落葉でも樹種間であまり変わらないことが報告されており、このコストの回収が完了するまでの期間が、葉の寿命になります。自然界では、他の要因が絡むため実際にはもう少し複雑になりますが、この葉の寿命の理論をベースとして個体サイズに対応した葉の寿命のモデルが展開され、さらに世界各地における常緑、落葉性樹木の分布に関する研究へと発展しています（菊澤 2018）。

ここでは葉のフェノロジーについて、面白い「工夫」により林床低木種であるにも関わらずオープンな環境に適応した葉を手に入れたジンチョウゲ属の低木種オニシバリの話を紹介します。ジンチョウゲ属には落葉性と常緑性の種があり、落葉性の中でも葉のフェノロジーが真逆の夏緑性と冬緑性の種が日本に分布しています。これらは常緑種を祖先として、オープンな環境に分布する夏緑種に分化し、そこからさらに落葉広葉樹林内に分布する冬緑種へと種分化しました。その中で冬緑性に進化したオニシバリ（写真1）は、上層木が落葉し周囲がオープンな環境となる秋と春先にかけて展葉し、上層木が盛んに光合成する夏は葉を落とすという一般的な植物とは真逆のフェノロジーによって、個体の年間炭素収支を最大化していることがわかりました（Lei et al., 2020）。オニシバリが夏に枯れ木のような姿をしているのは、長い適応進化の過程で獲得した合理的な「工夫」の賜物なのです。

参考文献

菊澤喜八郎 (2018) 葉を見て枝を見て—枝葉末節の生態学—, 共立出版, 160pp.

Lei, T.T., Yamashita, N., Watanabe, T., Kawahara, T. & Miyaura, T. (2020) *Physiologia plantarum* 168:77-87.



写真1 オニシバリの花（滋賀県霊仙山）

巻頭帯写真について：紅葉したメタセコイアの葉（構内に撮影）

本誌を含む関西支所刊行物は
こちらからご覧になれます。



研究情報 第142号

令和3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 <https://www.ffpri.affrc.go.jp/fsm/>