

周極域亜寒帯林の現存量・構造変化の歴史と気候変動に対する反応

大澤晃^{1,2}、藤井創一朗²、芳賀祐馬²、安江恒³、松浦陽次郎⁴、藤井一至⁴、梶本卓也⁴、森下智陽⁵、田村行宏¹、Juha Metsaranta⁶、Leena Finer⁷、Raisa Makipaa⁸、Jukka Pumpanen⁹、Shinya Sugita^{10,2}、Margus Pensa¹⁰、Olga Zyryanova¹¹、Anatoly Prokushkin¹¹、Mouctar Kamara¹

¹ 京都大学大学院地球環境学堂、² 京都大学大学院農学研究科、³ 信州大学農学部、⁴ 森林総合研究所、⁵ 森林総合研究所四国支所、⁶ Northern Forest Research Centre, Forestry Canada、⁷ Natural Resources Institute Finland(LUKE), Joensuu、⁸ Natural Resources Institute Finland(LUKE), Vantaa、⁹ Department of Forest Sciences, University of Helsinki、¹⁰ Institute of Ecology, Tallinn University (Estonia)、¹¹ Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences

気候温暖化が急速に起こりつつあるとされる北半球高緯度地域では、亜寒帯林の成長減少と構造の急変が危惧されている。気温上昇とともに乾燥化が進んでいる地域で森林現存量の成長が減少傾向にあることが、約 80 年間の毎木調査データを用いてカナダ南部地域で近年示され(Ma et al. 2012)、その危惧が現実になりつつあることが明らかにされた。しかし、人口密度の低い高緯度地域で長期的な森林測定データの蓄積があることはまれであり、広範囲の周極域亜寒帯林がどのように反応しつつあるかを知ることは容易でない。本研究では、過去の毎木調査データに頼らずに任意の森林群落の過去の地上部現存量、林分密度、現存量増加速度(成長量)などを推定することのできる林分構造復元法(Osawa, et al. 2000; 2005)を用いることにより、過去のデータが存在しないマツ、トウヒ、ポプラなどが優占する森林の過去数十年から百数十年にわたる林分構造とその変化の推定をおこなった。

今回の報告に含まれる解析対象はカナダ北西準州 Fort Smith(60°N,112°W)近郊にあるバンクスマツ(*Pinus banksiana*)林 4 林分、マリアナトウヒ(*Picea mariana*)林 3 林分、ポプラ(*Populus tremuloides*)林 2 林分、および中央シベリアのトゥラ(64°N, 100°E)郊外のグメリンカラマツ(*Larix gmelinii*)林 1 林分の合計 10 林分である。中期間(10 年程度のスケール)および短期間(1 年スケール)の森林成長変動が気候変動とどのように対応しているか、年平均気温を用いた相関分析とともに、月ごとのデータを用いた多変量回帰分析による応答関数解析をおこなった。中期間の成長変動(中期的現存量偏差)は、林分復元法によって 5 年または 10 年ごとに推定した地上部現存量と、この現存量推定値に Hozumi の *u-w* 解析を適用してあてはめた長期的な林分現存量の成長曲線とのある年における差(現存量偏差)を計算し、この中期的現存量偏差と年平均気温との相関を解析した。年々の成長変動は、林分復元法から得られた毎年の地上部現存量から計算した年間現存量成長量と、これに 10 年程度の傾向を表すスプライン 10 曲線をあてはめて得られた傾向曲線との現存量成長量の差として定義し、この短期的現存量成長偏差と月ごとの気温または降水量データとの関係を多変量回帰分析により解析した。

中期的現存量偏差と年平均気温との関係は樹種または地域によって異なった。この現存量偏差はバンクスマツで有意な($p < 0.05$)正の相関、マリアナトウヒで有意な負の相関が観察された。一方、シベリアのグメリンカラマツでは無相関($p > 0.05$)だった。ポプラでは安定した傾向は認められなかった。つまり、中期的な現存量成長は気温が高いとバンクスマツでは促進され、マリアナトウヒでは減少し、カラマツとポプラでは気温と特別な関係を示さなかった。短期的現存量成長偏差は、バンクスマツもマリアナトウヒも共に前年夏(6、7、または 8 月)の降水量および当年 6 月の降水量と有意な($p < 0.05$)正の相関を示した。これに対し、当年 2 月の気温とは負の相関を示した。つまり、成長期の夏に降水量が多いと現存量成長が促進され、厳冬期(2 月)の気温がマイルドだと成長阻害が起こる。前者は理解しやすい。一方、後者の理由はすぐには理解が難しい。

気候の温暖化が中期的現象だと考えると、気温上昇が現存量成長に及ぼす影響は樹種ごとに異なることを今回の解析は示唆している。温暖化の進行に伴いカナダ北西部ではマリアナトウヒの現存量成長が低下する可能性がある。周極域亜寒帯林の他の地域(フィンランド、エストニア、中央シベリア、アラスカ、カナダ北西部の他地域)を含めて、得られた樹木サンプルを用いた林分構造復元作業が現在進行中であり、これら約 50 林分の成長解析に基づく総合的な分析結果が待たれる。

References

- Ma, Z., C. Peng, Q. Zhu, H. Chen, G. Yu, W. Li, X. Zhou, W. Zang, and W. Zhang. Regional drought-induced reduction in the biomass carbon sink of Canada's boreal forests, PNAS 109: 2423-2427, 2012.
- Osawa, A., A.P. Abaimov, and O.A. Zyryanova. Reconstructing structural development of even-aged larch stands in Siberia, Canadian Journal of Forest Research 30: 580-588, 2000.
- Osawa, A., N. Kurachi, Y. Matsuura, M. Jomura, Y. Kanazawa, and M. Sanada. Testing a method for reconstructing structural development of even-aged *Abies sachalinensis* stands, Trees 19: 680-693, 2005.