

周北極域における過去 100 年間の樹木年輪幅・ $\delta^{13}\text{C}$ の時空間変動パターン

鄭峻介^{1,2}, 杉本敦子², L. モカン², 松浦陽次郎³, 大沢晃⁴, 米延仁志⁵, T. マキシモフ⁶

¹ 国立極地研究所、² 北海道大学、³ 森林総合研究所、⁴ 京都大学、⁵ 鳴門教育大学、⁶ ロシア寒冷圏生物学研究所

Spatial and temporal patterns on tree-ring $\delta^{13}\text{C}$ and tree growth over the past 100 years in circum-Arctic ecosystems

Shunsuke Tei^{1,2}, Atsuko Sugimoto², Liang Maochang², Yojiro Matsuura³, Akira Osawa⁴, Hitoshi Yonenobu⁵, Trofim maximov⁶

¹National Institute for Polar research, ²Hokkaido University, ³Forestry and Forest Products Research Institute,

⁴Kyoto University, ⁵Naruto University of Education, ⁶Institute for Biological Problems of Cryolithozone SD RSA

Arctic and boreal ecosystems are exposed to rapid and strong increases in temperature and related environmental changes under Arctic amplification. Early dendrochronological studies in the region focused on the positive growth of trees to warmth (D'Arrigo and Jacoby, 1993). However, A number of more recent studies have demonstrated a reduced sensitivity of tree growth to rising temperatures (now referred to as “divergence problem”) at least since the 1960s (e.g., Wilson et al., 2007). Although several studies (e.g., Barber et al., 2000) suggested that temperature-induced drought may limit tree growth under the limited availability of soil moisture, the underlying process for the phenomenon is not well understood.

Here, we report an analysis of tree-ring width and $\delta^{13}\text{C}$ chronologies (A.D. 1901-2012) over the circum-Arctic ecosystems to investigate carbon-water relationship in trees. We collected tree-ring samples at six forests, along temperature and precipitation gradients; Estonia(59N, 27E), Yakutsk(62N, 129E), Ust'Maya(60N, 133E), Chokurdakh(70N, 148E), Inuvik(68N, 133W) and Fort Smith(60N, 112W). Intrinsic water-use efficiency (iWUE), which is an indicator of internal regulation of carbon uptake and water loss in plants, was derived from tree-ring $\delta^{13}\text{C}$ chronology.

Our tree-ring chronologies show that changes in iWUE were consistently positive, but shifts in growth varied widely among sites (1961-1980 vs 1991-2010). In this presentation, spatial and temporal patterns of these tree-ring parameters, and relationship between the patterns and hydro-meteorological data over the past 100 year in the Arctic and boreal ecosystems will be discussed.

環北極域は地球温暖化による気温上昇が最も大きく、その影響が最も顕著に表れる地域の一つであると考えられている。寒冷気候帯の森林は気温の上昇に伴い生産量が増加すると考えられてきたが、北方林の年輪解析では 20 世紀以降、気温と年輪幅の正の相関が不明瞭になっており (Briffa et al., 1998)、“Divergence Problem (DP)”として認識されてきた (Wilson et al., 2007)。寒冷な気候に適応した植物が気温上昇の直接的な影響を受けていることに加え、乾燥ストレスが光合成速度を制限している可能性が考えられているが、その詳細は不明である。また、DP は環北極域一様の現象ではなく、地域差があることも指摘されているが、その原因についても良くわかっていない。

2011 年度から文部科学省のグリーン・ネットワーク・オブ・エクセレンス (GRENE) 事業北極気候変動分野「急変する北極気候システム及びその全球的な影響の総合的解明 (GRENE Arctic Climate Change Research Project (GRENE-ACCRP))」が開始された。同事業の研究課題「環北極陸域システムの変動と気候への影響 (GRENE Terrestrial Ecosystem in Arctic: GRENE-TEA)」の取り組みの一環として、周北極域広域で樹木年輪試料を採取し、過去 100 年間の樹木年輪幅、炭素同位体比クロノロジーと気象水文データとの比較解析から樹木の気候変動に対する応答、及びその変化を周北極域広域で明らかにする試みを行っている。

本研究では、周北極域の異なる気候帯に位置する 6 つの森林 [Estonia(59N, 27E), Yakutsk(62N, 129E), Ust'Maya(60N, 133E), Chokurdakh(70N, 148E), Inuvik(68N, 133W), Fort Smith(60N, 112W)] において樹木年輪試料を採取し、年輪幅、炭素同位体比、及びそれから計算される水利用効率 (iWUE) の過去 100 年間にわたるクロノロジーを作成した。地上気温の上昇が顕著になった 1980 年代の前後における変化を比較すると、iWUE はすべての森林で上昇傾向を示し、一方で樹木成長量の変化は森林ごとに大きく異なっていた。本発表では、樹木の年輪幅、炭素同位体比、及び iWUE クロノロジーの過去 100 年間の周北極域における時空間変動パターン、及びそれらと気象水文データとの解析結果を発表する予定である。