

ミズナラの年輪セルロース酸素同位体比から推定された北日本の夏の相対湿度 (1776-2002年)

Summer relative humidity in northern Japan, inferred from oxygen isotope ratios of the tree ring cellulose in oak (1776-2002)

辻 寛之 [1]; 中塚 武 [2]; 山崎 孝治 [3]; 高木 健太郎 [4]

Hiroyuki Tsuji[1]; Takeshi Nakatsuka[2]; Koji Yamazaki[3]; Kentaro Takagi[4]

[1] 北大・低温; [2] 北大・低温研; [3] 北大・地球環境; [4] 北大・北方生物圏 FSC・天塩研究林

[1] Low Temperature Science, Hokkaido Univ.; [2] Inst.Low Temp.Sci., Hokkaido Univ; [3] Environ. Earth Sci., Hokkaido Univ.;

[4] Teshio Experimental Forest, Hokkaido Univ.

(はじめに) 地球温暖化の影響予測などに関連して、日本を含むアジアモンスーン域では、水環境の高い時間・空間分解能での変動の復元が求められている。空間、時間分解能に優れた気候変動の記録媒体として、樹木年輪が知られている。その年輪幅は乾燥地域では、水環境の変化の記録媒体になり得る。アジアモンスーン地域の大部分の地域では、年輪幅は水環境の記録媒体として使用できない。この地域の密集した森林では、年輪幅は気候因子だけでなく個体間の光環境をめぐる競争の影響を受けるからである。よって、アジアモンスーン地域で復元された長時間分解能な水環境の記録は非常に少ない。

我々は、年輪幅と異なる気候に対する応答特性を持つ樹木年輪セルロースの酸素同位体比に注目した。樹木年輪セルロースの酸素同位体比は、樹木が利用する降水の酸素同位体比と正、相対湿度と負の相関がある。また、降水の酸素同位体比は、モンスーン地域では、降水量と負の相関がある。これらから、日本では、樹木年輪セルロースの酸素同位体比は降水量及び相対湿度と負の相関を持ち、水環境の記録媒体になりうる。実際に、Tsuji et al., (2006) で、比較的降水量の多い北海道北西部でミズナラの樹木年輪セルロース酸素同位体比は夏の相対湿度と強い負の相関を示した。このことを踏まえ、ミズナラの樹木年輪セルロース酸素同位体比を用いて過去 227 年にわたる北海道北西部の夏の相対湿度の復元を行った。

(試料採取と方法) 北海道北西部の北海道大学天塩研究林(45.03°N, 142.06°E, 標高 66 m 図 1 ()) の針広混交林の伐採地において、2003 年 6 月に切り株から多数のミズナラの年輪円盤を採取した。本研究では、樹齢が 270、230 年以上の 2 試料を分析に用いた。切り出された木片は、1 年毎に年層を切り分けた。切り分けた木片をマイクロトームを用いて厚さ 20 μ m の薄片にし、薄片から一連の化学処理を経て、セルロースを抽出した。その酸素同位体比を熱分解元素分析計 - 同位体質量分析計 (TCEA-IRMS) で測定した。2 個体のミズナラの年輪セルロースの酸素同位体比の平均値と札幌、旭川の気象観測所の平均相対湿度との関係 (1889-2002) から、1776-2002 年の北海道北西部における夏の相対湿度の復元を行った。

(結果と考察) 復元した夏の相対湿度は、19 世紀前半に大きな変動を示したが、19 世紀後半以降には、その変動幅は小さくなった (図 2)。相対湿度が特に高い時代は、1797-1812 年と 1857-1894 年であった。一方、相対湿度が特に低い時代は 1831-1836 年と 1900 年代であった。

夏の復元相対湿度は、周期解析により、長周期成分が大部分を占めていた。この成分の変動要因を理解するために、夏の相対湿度の 11-250 年周期とユーラシア大陸の高緯度域や北米の年輪幅を用いて復元された 2 つの大気循環指標、即ち PDO (太平洋 10 年規模振動 (D'Arrigo et al., 2001)) 指数の年平均値と AO (北極振動 (D'Arrigo et al., 2003)) 指数の夏季平均値の 11-250 年周期との関係を調査した。夏の相対湿度の長周期成分は 1781~1997 年の全期間を通じて年 PDO 指数の長周期成分と負の相関を示した。これは、PDO 指数が低 (高) いときには、強まった (弱まった) 太平洋高気圧によって湿潤な南東風が太平洋から北海道北西部に強く (弱く) 吹くからと考えられる。一方、夏の相対湿度の長周期成分は夏の AO 指数の長周期成分と期間前半の 1781-1930 年の間、正の相関を示したが、期間後半の 1940-1997 年には、負の相関を示した。1930 年代は AO 指数が平均して負から正へ変化した時代だった。AO 指数が夏の相対湿度と、AO 指数が平均して負の時代 (1899-1930) に正、正の時代 (1970-1997) に負の相関を示す理由は、大気循環の差で説明できる。AO 指数が正の時代、AO が高 (低) い時、太平洋高気圧が強 (弱) まり、北海道北西部へ吹く南よりの湿った風が強 (弱) まり、相対湿度が上 (下) がることを示している。一方 AO 指数が負の時代、AO が低 (高) い時、中国東北部の低気圧が強 (弱) まり、北海道北西部へ吹く南よりの風が強 (弱) まり、相対湿度が上 (下) がることを示している。1930 年代を境にした AO に関連した大気循環の変化が北海道北西部の水循環と AO との関係を変えたと考えられる。

北海道北西部の夏の相対湿度の長周期成分は、初期の時代 (1781-1930 年) において夏の AO 指数、最近の時代 (1940-2002 年) において年 PDO 指数と主に強い相関を示していた。これは、地球温暖化とともに、北日本の水環境が、高緯度域の大気循環から中緯度の大気循環によって左右されるように変化した結果かもしれない。

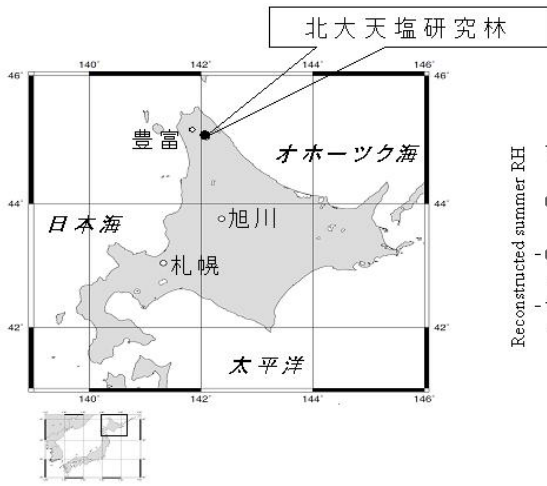


図 1 (Fig 1)

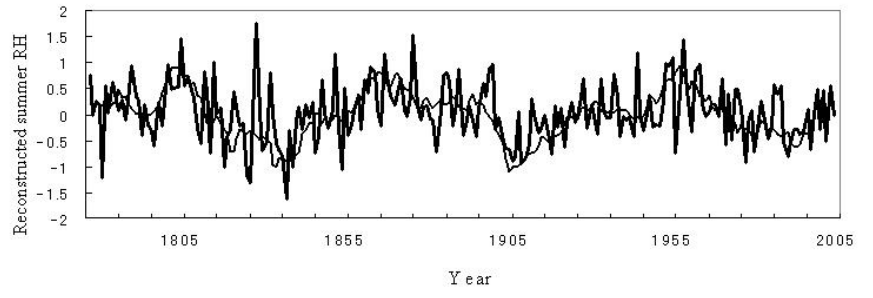


図 2 (Fig 2)