

# 樹木年輪酸素同位体比の年層内変動データによる天保の飢饉の解析

名古屋工業大学 学生会員 ○濱田 育実  
 名古屋工業大学 正会員 庄 建治朗  
 総合地球環境学研究所 非会員 佐野 雅規  
 総合地球環境学研究所 非会員 對馬 あかね  
 総合地球環境学研究所 非会員 中塚 武

## 1. はじめに

気候変動の原因特定や治水計画、水資源計画などを立案する上で、過去の気候変動から将来の気候を予測することが重要である。樹木の年輪細胞を形成するセルロースに含まれる酸素同位体比 ( $\delta^{18}O$ ) は相対湿度の変動をよく反映していることが知られており、相対湿度が低いと、葉内水の蒸散が活発に行われるため、相対的に軽い水分子が多く失われ、セルロースの酸素同位体比が高くなる。逆に、相対湿度が高いと、セルロースの酸素同位体比が低くなる。これまでにも、セルロースの酸素同位体比による過去の気候変動の解析が行われてきたが、現在では技術の進歩により、年輪内を細かく分割して同位体比を測定し、より詳細な変動を読み取ることが可能となった。

本研究では、洪水や冷害等の異常気象が原因であると考えられている、天保の飢饉 (1832-1839年) 前後の時期の酸素同位体比を測定し、この時期の気候状況を検討する。

## 2. 実験方法

樹木年輪試料には、滋賀県太神山で採取された樹齢約 300 年のヒノキを用いた。近年の気象観測データと比較可能な 1961-1993 年と、天保期 (1830-1844 年) を含む 1819-1840 年の年輪を対象とした。樹木の木口面から放射方向に長さ約 10cm、幅約 1cm、厚さ 2mm の薄板を切り出し、塩素漂白、アルカリ処理を施し、セルロースを抽出した後、双眼実体顕微鏡下で眼科用のナイフを用いて、各年輪を成長方向に 12 分割した。年輪幅が狭く 12 分割できない場合は、6 または 2 分割とした。酸素同位体比の測定は総合地球環境学研究所に設置の同位体比質量分析計で行った。

## 3. 結果と考察

年輪内を分割した各セグメントが形成された季節を推定するため、気象観測データと重複する 1961-1993 年の測定データ<sup>1)</sup>を用い、相対湿度データとの相関を調べた。各セグメントで最も相関が高い時期とその相関係数を表 1 に示す。ただし、1961-1993 年で 12 分割できた年輪数が少ないため、酸素同位体比は 6 分割できた年 (26 年輪) の測定値を用い、相対湿度の実測値には、京都と彦根の気象官署における旬別平均相対湿度のデータ<sup>2)</sup>を用いた。表 1 から、試料の樹木は、5 月上旬から成長期を迎え、6 月下旬頃に年輪幅のほぼ半分まで形成されていることがわかる。また、第 6 セグメントは、相関の高い時期が京都と彦根でそれぞれ 10 月下旬と 7 月上旬となり、相関係数も比較的小さい。原因の 1 つとして、試料の切り分けの際に、次の年の早材が混ざってしまったことが考えられる。

表 1 の結果に基づき、各年層の前半部の酸素同位体比の測定値を平均することにより、初夏から梅雨季にかけての湿度の変動を復元できると考えられる。そこで、対象期間について、各年輪前半部の酸素同位

表 1 各セグメントにおいて酸素同位体比と相対湿度の相関が最も高い時期とその相関係数

セグメント		1	2	3	4	5	6
気象官署	京都	時期	5月上旬~6月中旬	6月上旬~6月中旬	5月下旬~6月下旬	5月下旬~7月上旬	10月下旬
	相関係数	-0.69	-0.68	-0.59	-0.77	-0.67	-0.36
	彦根	時期	5月上旬~6月中旬	6月上旬~6月下旬	6月上旬~6月下旬	6月上旬~7月上旬	7月上旬
	相関係数	-0.72	-0.78	-0.68	-0.71	-0.65	-0.51

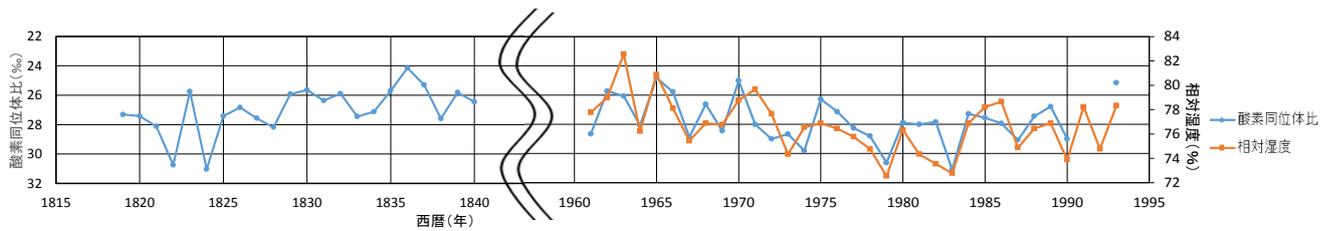


図1 各年層の前半部分についての酸素同位体比の経年変動と5月上旬～6月下旬平均相対湿度

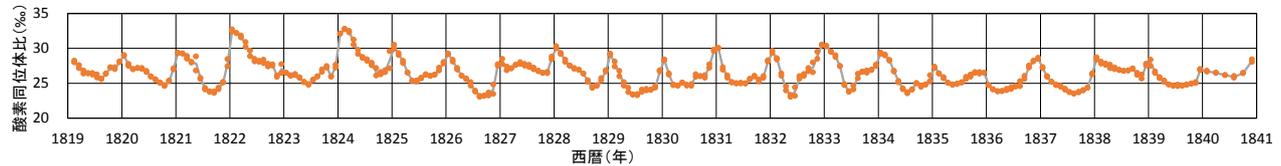


図2 酸素同位体比測定値の経年変動 (1819-1841年)

体比と、彦根における5月上旬から6月下旬の平均相対湿度実測値の経年変動を求めた(図1)。両者の変動はおおむね一致しており、1961-1993年の酸素同位体比と相対湿度の相関係数は-0.70であった。19世紀前半と近年の酸素同位体比の変動を比較すると、天保期の1830-1840年頃は他の時期より酸素同位体比が低い値で変動しており、例年に比べ、湿潤な梅雨季が続いていたことがわかる。

図2に、試料から測定された1819-1840年の酸素同位体比の変動を示す。ただし、酸素同位体比は各セグメントにおいて2回ずつ測定した。図2から、1822年と1824年は、初夏にあたる部分で酸素同位体比が高い期間が持続しており、初夏から梅雨季前半にかけて非常に乾燥した時期となったことがうかがえる。天保期の1830-1840年頃は、1822年と1824年にみられたような顕著に乾燥状態が続いていたと考えられる年はなく、1835年以降は、酸素同位体比の低い期間が持続しており、例年酸素同位体比が比較的高くなる初夏にあたる部分でも酸素同位体比が低く、湿潤な梅雨季が続いていたと考えられる。天保の飢饉は1832-1839年の7年間という長期におよび、1833、1836、1838年は大凶作であり、とくに1836年は飢饉のピークであったと言われている。1833年は例年と比べて特異性は認められないが、1836年は夏季にあたる部分で、天保期の中でもとくに酸素同位体比が低い状態が続いており、夏季に湿潤状態が続いていたと考えられる。また、1838年は初夏にあたる部分で例年と比べ酸素同位体比が低く、湿潤な梅雨季であったと考えられ、その後、樹木の成長期の間、酸素同位体比が比較的一定の状態が続いており、例年酸素同位体比が比較的低くなる7月頃も高い状態であり、例年と比べ湿潤になる時期が少なかったと考えられる。

以上の結果から、天保の飢饉が引き起こされた要因の1つとして異常気象が挙げられ、イネ等の作物が成長する初夏に雨の日が多く、晴れの日が少ない年が続いたために作物が十分に育たず、深刻な食糧不足に陥ったと考えられる。

#### 4. おわりに

本研究では、樹木年輪セルロースの酸素同位体比から、実測値のない時期の気候を推定し、当時の気象についての検討を行った。樹木年輪を1年よりも短い期間に分割することにより、1年ごとに解析するよりも詳細な相対湿度の変動を読み取ることが可能であることを示した。さらに細かく分解することにより、より詳細で高精度の解析も可能であると考えられる。

参考文献：1)庄 建治朗ら、樹木年輪酸素同位体比の年層内変動データによる江戸時代享保期における梅雨季乾湿変動の復元、水文・水資源学会2016年度研究発表会要旨集、pp. 2-3、2016；2)国土交通省、気象庁データベース、<http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php>、2016年12月3日閲覧