

樹木年輪セルロースの酸素同位体比記録を用いた南西諸島の気候復元

名古屋工業大学 学生会員 ○小川 貴大
 名古屋工業大学 正会員 庄 建治朗
 名古屋大学 非会員 李 貞
 名古屋大学 非会員 中塚 武

1.はじめに

将来の気候について予測するために、過去の気象データを蓄積することは重要である。しかし、過去の気象観測データはせいぜい 100 年程度しかなく量的に不十分である。そこで、樹木年輪などの考古資料を用いた過去の気候復元が行われている。樹木年輪は生息地が広く、資料の入手が容易である。また、樹木年輪は 1 年よりも短い時間での解析を可能にするため、より詳細な気候変動を読み取ることが可能である。しかし、この解析は国内では日本本土を中心に行われており、南西諸島を対象とした研究はまだ少ない。

本研究では、南西諸島・奄美大島の樹木を対象として年輪セルロースの酸素同位体比の測定を行い、この地域の気候変動の検討を行う。

2.研究理論

セルロースの構成原子のうち、酸素同位体比 ($\delta^{18}\text{O}$) の変動は高い個体間の相関性を示し、共通の環境要因を反映していることが明らかになっている⁽²⁾。酸素同位体比は次の式で求められる。

$$\delta^{18}\text{O} = \left(\frac{R_{\text{sample}}}{R_{\text{standard}}} - 1 \right) \times 1000 \text{ [‰]} \quad (1)$$

ここに、 $R = {}^{18}\text{O}/{}^{16}\text{O}$ 、酸素同位体比の国際標準物質には VSMOW (ウィーン標準平均海水) を用いる。

年輪セルロースは、光合成により作られた有機分子を原料にしているので、年輪セルロースの酸素同位体比の変動は葉内水の酸素同位体比の変動によって規定されている。葉内には地中から根を介して水が供給され、大気中からは気孔を介して水蒸気を取り込まれる。取り込んだ水は葉内で蒸発し気孔を介して大気中に蒸散していく。軽い水分子 ($\text{H}_2\text{}^{16}\text{O}$) の方が重い水分子 ($\text{H}_2\text{}^{18}\text{O}$) よりも蒸

発・移動しやすい性質があるため、蒸散が活発に行われるときは R が大きくなる。また、蒸散は相対湿度が低いほど活発に行われる。

上記に加えて同位体分別を考慮した理論式は以下のような一次関数の式で表すことができる。

$$\delta^{18}\text{O}_{\text{in}} = \delta^{18}\text{O}_{\text{soil}} + (\epsilon_e + \epsilon_k)(1 - F2/F3) \quad (2)$$

ここに、 $\delta^{18}\text{O}_{\text{in}}$: 葉内水の酸素同位体比、 $\delta^{18}\text{O}_{\text{soil}}$: 土壌水(降水)の酸素同位体比、 ϵ_e, ϵ_k : 同位体分別係数、 $F2/F3$: 相対湿度である。このモデル式を Craig-Gordon の式と呼ぶ。Craig-Gordon の式からも葉内水の酸素同位体比と相対湿度が負の相関関係があるのが確認できる。また、一般に梅雨期の降水中の酸素同位体比は他の時期の降水中の酸素同位体比に比べて低くなるのが分かっており、(2)式より葉内水の酸素同位体比はより低い値を示す。

3.実験方法

樹木年輪試料として、鹿児島県奄美大島の千年松公園に生育しており、松枯れ被害により 2017 年秋に枯死した、樹齢約 230 年の千年松と呼ばれるリュウキュウマツ (*Pinus luchuensis*) の伐根より採取した円盤標本を用いた。本研究では、生育期間初期の 1785~1803 年を対象とした。

樹木の木口面から放射方向に長さ約 10cm、幅約 1cm、厚さ約 1.5mm の薄板を切り出し、塩素漂白(脱リグニン)、アルカリ処理(脱ヘミセルロース・リグニン洗浄)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ナイフと超精密ピンセットを用いて、各年輪を生長方向に 12 等分した試料を作成した。ただし、年輪幅が狭く分割が困難であった 1785~1787 年については分割を行わなかった。酸素同位体比の測定は名古屋大学に設置の熱分解元素分析計と同位体比質量分析計

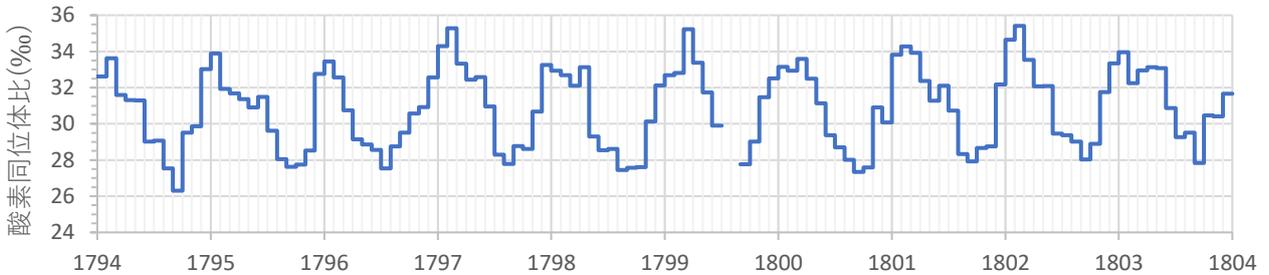


図-1 酸素同位体比の変動

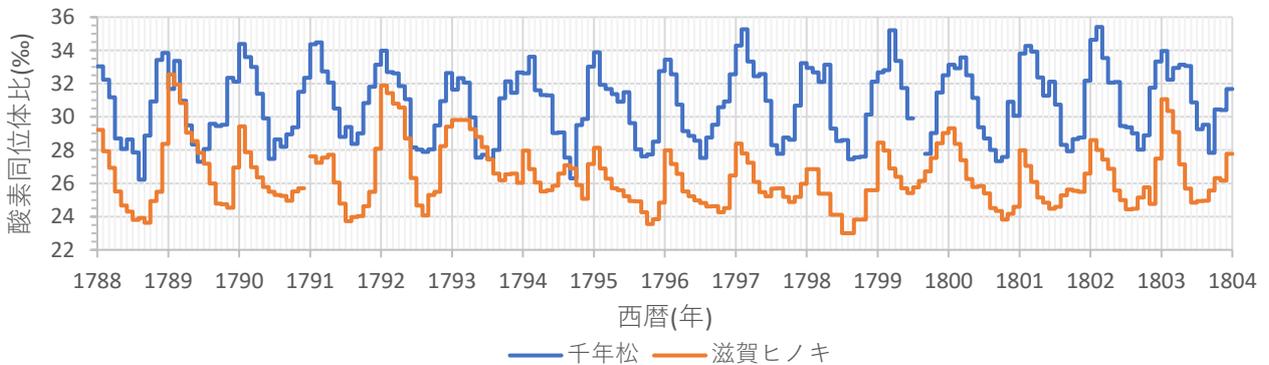


図-2 千年松と滋賀ヒノキの酸素同位体比の変動

のオンラインシステムを用いて行った。

4.測定結果・考察

図-1の上段に1785~1794年, 下段に1794~1803年の酸素同位体比の変動のグラフを示す。なお, 1799年の第7, 8セグメントについては測定エラーのためデータが欠落している。図-1から読み取れるように, 各年とも樹木生長の初めと終わりに酸素同位体比が高く, 生長期は酸素同位体比が低いことが分かる。

図-2に1788~1803年の千年松と滋賀県の太神山で採取された滋賀ヒノキの酸素同位体比の変動(3)を示す。それぞれの酸素同位体比を比較すると, 滋賀ヒノキの酸素同位体比に比べて千年松の酸素同位体比の方が全体的に高い値を示している。これは, 千年松公園と太神山の立地条件などの違いから, 緯度効果・内陸効果・高度効果による影響があったと考えられる。

5.今後の展望

千年松の樹木年輪から酸素同位体比記録を取り出すことができた。気象観測データが揃っている期間について, 奄美大島で採取された他のリュウキュウマツの個体の酸素同位体比記録と相対湿度の比較・検討を行い, それに基づいた奄美大島の気候復元について報告する。

6.参考文献

- (1) 和田英太郎, 神松幸弘 (2010)『安定同位体というメガネ』(第1刷) pp.38-58, 昭和堂。
- (2) 中塚武(2006)「樹木年輪セルロースの酸素同位体比による古気候の復元を目指して」(低温科学 Vol.65), pp.49~55, 北海道大学低温科学研究所。
- (3) 庄ら(2017)「樹木年輪酸素同位体比の年層内データと古日記天気記録による江戸時代三大飢饉期の高分解能気候復元」, JpGU-AGU Joint Meeting 2017.