

## 1. はじめに

気候変動の原因特定や治水計画、水資源計画を立案する上で、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。過去の気候について、実際に測定器を用いて記録されたのは、日本ではここ 100 年程度のものしかなく、過去の気候を解析するために、古日記などの天候記録、樹木年輪、湖底堆積物の解析が行われてきた。なかでも樹木年輪は、年輪の特性ゆえに形成年の特定が容易であり、試料の入手も比較的容易である。年輪幅を用いて、過去の気候を復元することが試みられたが、実際の気候情報を復元することは難しい。過去の気候を復元する方法の 1 つとして、樹木年輪に含まれるセルロースの酸素同位体比を測定する方法が用いられている。これまでに行われてきた樹木年輪による過去の気候変動の解析は、1 年ごとの解析が主であったが、近年では、1 年よりもさらに短い時間での解析が行われており、より詳細な気候変動の様子が確認されている。

しかし、この解析は日本本土では進められているが、南西諸島では過去の気候復元の研究はすくない。南西諸島の樹木を対象に 1 年よりもさらに短い時間で解析を行うことにより、過去の気候の復元に役立つのではないだろうか。

本研究では、南西諸島・奄美大島の樹木年輪セルロースの酸素同位体比を測定したものと、実際の気象データとの比較を行う。年輪を 1 年よりも更に細かく分け、近年の気候との比較を行うことで、南西諸島の樹木における、酸素同位体比と気候との関係を明らかにする。

## 2. 研究理論

樹木は地中から水を吸い上げ、また、大気中から葉内に酸素を取り入れる。取り込んだ水は蒸散によって気孔を通じて大気中に放出される。酸素には 2 つの同位体  $\delta^{16}\text{O}$  と  $\delta^{18}\text{O}$  がある。同位体の性質上、質量の軽いほうが活発に移動し、葉内の水は、 $\delta^{16}\text{O}$  からなるものから気候を通じて多く排出される。よって、蒸散が活発に行われれば葉内には  $\delta^{16}\text{O}$  が  $\delta^{18}\text{O}$  に対して少なくなり、同位体比 ( $\delta^{18}\text{O}/\delta^{16}\text{O}$ ) は大きくなる。また蒸散は、大気中の相対湿度が低いほど活発に行われ、相対湿度が高いほど行われなくなる。よって大きい酸素同位体比が検出された細胞を形成した時期の相対湿度は低くなり、逆もまた同様に酸素同位体比が小さけれ

ば当時の相対湿度は高かったと推測することができる。また雨の降水同位体比も樹木年輪の酸素同位体比に反映されることが確認されている。

以上から、樹木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は、重要な気候因子である相対湿度を推測する上で重要な指標となることが分かる。

## 3. 研究対象

### (1) 対象資料

樹木年輪試料には、鹿児島県奄美大島の浦上町有盛神社で採取された樹齢約 200 年のリュウキュウマツを用いた。この資料を U01-A とする。この資料が採取された有盛神社から 4 km の距離に、名瀬測候所があり、こちらの気象データを用いることで、酸素同位体比との比較に用いる。

### (2) 対象期間

樹齢約 200 年の樹木の近年側を研究対象とし、2013 年～2002 年・1971 年～1976 年の酸素同位体比を測定した。



図 1 対象期間を含むセルロース版

## 4. 研究方法

### (1) 資料作成

#### A. 資料切り出し

採取したリュウキュウマツを、研究対象が漏れないように、ノコギリを使用し、長さ 10cm・幅 1cm の大きさに切りだす。その後さらに、総合地球環境科学研究所で厚さ 2mm に切り出す。

#### B. セルロース板作成

A で切り出した資料を塩素漂白とアルカリ処理により、セルロースを抽出する。セルロース抽出された樹木は図 1 のように、色素が抜け白色になる。

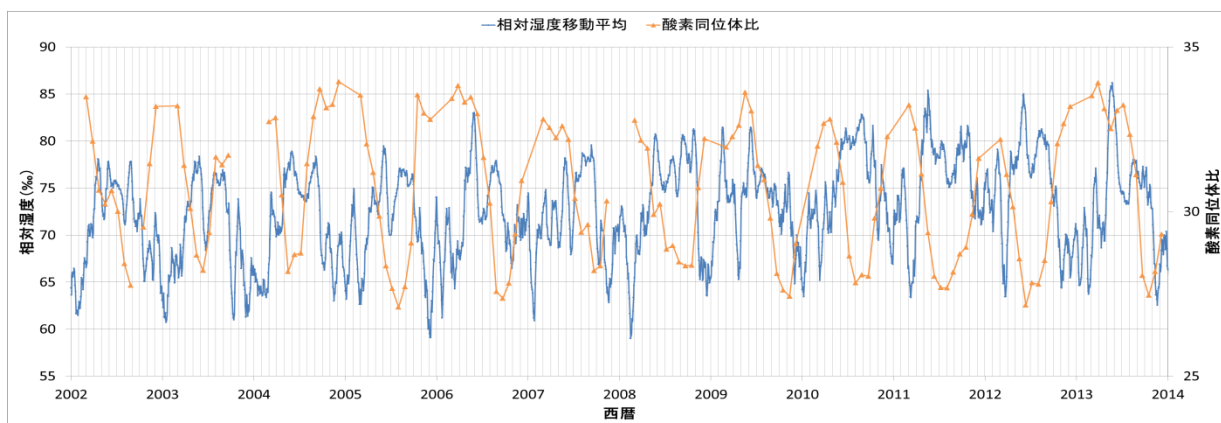


図2 酸素同位体比と相対湿度の関係

### C. サンプル採取

セルローズ板を実体顕微鏡下で、眼科手術用のメスを使用し、1年輪を12、または24分割し、1分割から1つまたは2つのサンプルを採取し、重さを150 $\mu$ g程度量り取る。その後サンプルを銀箔に梱包する。

#### (2) 同位体比の測定

銀箔に梱包された資料は、総合地球科学研究所の熱分解型元素分析計と同位体比質量分析計オンラインシステムにより、同位体比を測定する。

## 5. 結果・考察

U01-A (2002-2013年) から採取されたセルローズに含まれた酸素同位体比変動と相対湿度の関係から、各セグメントの生成期を特定した。なお、同一セグメント間で2回測定できたサンプルの標準偏差の平均値は0.185%であり、測定値から判断して、実験精度に問題はなかったといえる。特定方法としては、酸素同位体比と相対湿度が負の相関があることから、各セグメントに対して、負の相関が強い相対湿度がでた時期を調べた。その結果を表1に示した。この表から梅雨の時期と相関が高くなったセグメントが多く、台風が接近する時期と相関が高くなった時期は少ないことが分かった。この理由としては、梅雨の時期は降水同位体比が低いため、相関が高いセグメントが多く存在し、台風の降水同位体比はばらつきがあるため、相関が高いセグメントが少なかったと考えられる。また、リュウキュウマツの成長期は3月～12月であることが推定された。この結果をもとに、酸素同位体比と相対湿度のグラフを図2に示した。この図は1年輪を12分割したものとして値をプロットしたものである。酸素同位体比は1年単位でみると、谷型を描いており、セグメント7～9で最小になることが確認できた。酸素同位体比と相対湿度は山と谷が逆の関係にあることがわかる。相対湿度の詳細な変動をみると、相対湿度5%程度までの変化は酸素同位体には反映

されにくく、それ以上の変化は反映されていることが確認できる。また、酸素同位体は2週間程度の短期的な相対湿度の急激な変動より1ヶ月以上の長期的な相対湿度を反映しやすいことが確認できた。

表1 2002～2013年における相対湿度との相関

セグメント	生成期	相関係数
1	3月上旬～3月中旬	-0.84
2	4月中旬～5月下旬	-0.69
3	4月中旬～5月下旬	-0.71
4	4月中旬～5月下旬	-0.67
5	4月中旬～6月上旬	-0.56
6	7月下旬～8月上旬	-0.51
7	8月下旬～10月下旬	-0.63
8	10月中旬	-0.67
9	11月下旬～12月下旬	-0.63
10	12月下旬～1月上旬	-0.60
11	12月上旬～1月下旬	-0.67
12	12月下旬～1月下旬	-0.72

## 6. おわりに

本研究では南西諸島の年層内酸素同位体比を用いることで、樹木の成長期の特定を行うことが可能であり、1年輪を細かく分割することで、1年間の詳細な気候変動を再現することができることを確認できた。南西諸島の亜熱帯気候で台風の接近数が多いなどという特徴から更なる解析が今後必要である。また、年輪を細分することで、詳細な気候変動をみることができるので、より細かく分割できるように切断技術の向上が必要である。またこの解析で明らかにしたことを過去の気候を復元するうえで利用していく。

## 7. 参考文献

- 和田英太郎・神松幸弘 編：安定同位体というメガネ、地球研叢書。昭和堂、p.38、2010
- 中塚武：樹木年輪セルローズ酸素同位体比による古気候の復元を目指して、低温科学、Vol165、pp.49-56、2006
- 濱田育実：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、名古屋工業大学卒業論文、2017