

II-331 根元付近の年輪データによる古気候再現の試み

名古屋工業大学 正会員 庄 建治朗
京都大学防災研究所 正会員 池淵 周一
近畿建設協会 正会員 宮井 宏

1. 序論 治水計画を立案する際に用いられる水文極値現象の確率分布モデルは、水文・気象観測データを標本として分布形及びパラメーターが推定されるが、そのもとになる観測データは、日本では明治中期以降のせいぜい80～100年分程度しか得られず、分布及び同定パラメーターの不確定性が問題となる。その解決法の一つは、観測データのない歴史時代の気候状況を再現し、標本数を増加させることであろう。

樹木年輪が気候の影響を受けて形成されることを利用して過去の気候環境を読み取ろうとする学問が年輪気候学(dendroclimatology)である。本研究では、確率分布モデルの標本作成を目的に、根元付近の年輪円盤標本を試料として年輪気候学の手法を琵琶湖流域に適用し、降水量を中心とした歴史時代の気候環境再現を試みるとともに、不整形な根元付近の試料からどの程度気候成分を取り出すことができるか、その可能性と限界を探る。

2. データの収集と整理 試料は、琵琶湖南岸に位置する太神山、長命寺、朝宮の3地域から採取した。試料数はそれぞれ41, 12, 1の計54であり、年輪数はそれぞれ約150～300, 70～80, 325である。また樹種は大多数が檜である。採取した試料は、できるだけ年輪形状の整った部分を通して各個体2～4本の測線を設定し、木工用サンダーで表面を研磨した後、マイクロスコープを用いて1/100～1/50mm単位で年輪幅を計測した。

樹木の成長速度は年齢によって大きく変化するため、得られた年輪データを他の試料や気象データと比較するためには、データから個体的特徴を除去し、基準化(standardization)しておく必要がある。本研究では、基準化法には移動平均法を用いることとし、次の計算式により基準化を行った。

$$X_n = \frac{x}{\bar{x}_n}$$

ここに、 X_n は基準化年輪幅、 $\bar{x}_n$ は年輪幅の n 年間移動平均である。なお、移動平均の年数 n には5, 11, 21, 41の4通りを想定したが、気象データと照合した結果、太神地区については $n=41$ 、長命寺地区については $n=11$ を用いるのが適切であることが分かった。

また、本研究で用いた試料の中には、年輪の境界が不明瞭な試料や伐採年が不明な試料など、年輪と形成年との対応の不明確なものが存在する。これらの年代を確定するため、年代の確実な他の年輪パターンとの相互相関関数を取り、照合(crossdating)を行った。こうして得た年代の確定した年輪パターンは、相互間で相関係数及び t 値を計算して検定を行い、他と較べ異常な変動を示すと考えられるものを除外した後、地区毎に平均し、太神地区及び長命寺地区を代表する標準年輪パターンを求めた。

3. 気象データとの照合 気候が樹木の成長に大きな影響を及ぼすということはよく知られているが、その影響の仕方は様々である。本研究では、気温、降水量、降水日数について、標準年輪パターンとの相関分析を行い、年輪成長を決定づける気候要素を抽出した。その結果、気温との関係では、太神地区は2-4月平均気温、長命寺地区は2-3月平均気温が最も年輪幅変動と相関の高いことが分かった。また、降水量については、最も相関の高くなるのは太神地区が5-7月降水量、長命寺地区が6-7月降水量であり、年輪幅とは負の相関を示した。この他に、4月降水日数、長命寺地区については8-1月降水量等とも相関が見出された。

4. 年輪成長モデルと気候要素の再現 年輪は様々な気候要素による影響が複雑に絡み合って形成されるから、年輪と気候要素とを結びつける関係式も、本来は多くの気候要素を説明変数として含んだ複雑な形をしている筈である。しかし、多くの説明変数を用いて年輪幅変動を表す精度の高いモデルが得られたとしても、そのモデルから逆に気候要素を推定しようとするときには困難な問題が生じる。本研究では、単純回帰モデル、重回帰モデル、自

己回帰型モデルの3種類のモデルを用いて3.で抽出された気候要素の再現を試みた。何れの場合も年輪幅を少数の気候要素で表現しようとするため推定精度には限界があるが、試料により影響を受けやすい気候要素が異なることから、目的とする気候要素との相関の高い個体のみを選び出すことにより精度が向上することが明らかになった。また、気候要素の時間遅れの影響を考慮した自己回帰型モデルを用いることにより、単純回帰モデルより推定精度が高まる場合のあることが判った。図1は単純回帰モデルによる2-4月平均気温と自己回帰型モデルによる5-7月降水量の再現結果を示したものである。

5. 気候システムの一様性 気候要素再現に用いた年輪データは移動平均法で基準化したものであるが、移動平均法には、平均をとった年数よりも長い周期の変動成分が表現されないという欠点がある。従って、上に述べた様な方法で気候再現を行うためには、気候の長期的な定常性が保証されなければならない。

そこで、古文書の天候記録から求めた江戸時代の京都及び奈良の年間降水日数16～18年分を平均したものと明治以降の観測データから求めた年間降水日数の20年毎の平均の変動を比較した。その結果、江戸時代の降水日数の平均値は近年時代のばらつきの範囲内にあると考えてよく、統計的に見ても江戸時代中～後期と近年時代の降水日数は同一の母集団に属すると考えて差し支えないことが判った。

こうして降水日数の長期的定常性が示されたが、より短期的には様々な周期性を含んでいる可能性がある。例えば、過去の記録的な渇水を調べると、1994年、1939年、1883年、1770年、1717年と、ほぼ56年の周期性の潜んでいることが窺える。このような数十年程度の周期性は、移動平均法で基準化すると多くの場合除去されてしまい、年輪から気候要素を求める際の誤差の原因の一つになっていると考えられる。このような周期性の振幅をも推定することができれば、年輪データによる推定値を補正し、推定精度を高めることができよう。

6. まとめ 今後改善すべき課題の一つには、気候の長期変動の問題がある。5.で提起したように、気候システムには数十年の周期性の潜んでいる可能性があり、移動平均法を用いる場合には、こうした周期成分を別の方法で求め、気候要素の推定値に補正を加えることで、より精度の高い推定が可能となる。その際、古文書の日記天候記録は一つの有力な手懸かりを提供するであろう。

本研究で再現された気候要素は、全体的に実際よりも変動が平滑化されており、確率分布モデルの標本を得るという当初の目的からすれば十分な精度とはいえないが、これまで試料に適さないとされてきた根元付近の年輪データが年輪気候学に適用可能であることを示しその方法論を提起した点で成果があったといえる。

参考文献

- 1) 奈良国立文化財研究所(1990):年輪に歴史を読むー日本における古年輪学の成立ー, 奈良国立文化財研究所学報第48冊
- 2) Fritts, H.C.(1976): Tree Rings and Climate, Academic Press
- 3) 平山敏治郎編(1988): 大和国無足人日記 山本兵左衛門日記, 清文堂史料叢書第21刊
- 4) 内田九州男・島野三千穂編(1989): 幕末維新京都町人日記, 清文堂

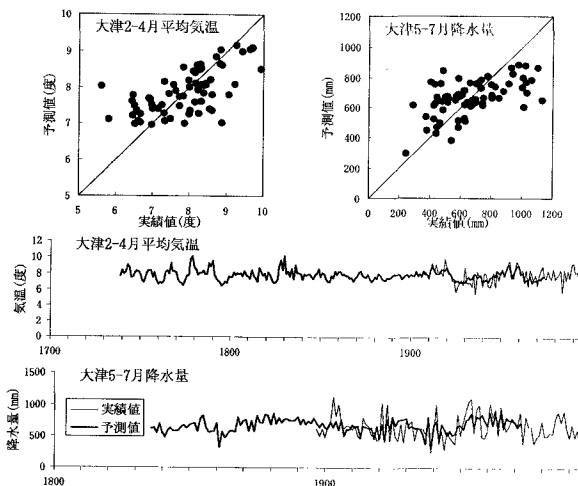


図1 気候要素の再現結果