

インドネシア産スンカイの樹木年輪を用いた気候復元のための基礎研究

原田麻央*・渡邊裕美子*・中塚武**・水野寿弥子***・堀川祥生***・
杉山淳司***・田上高広*・津田敏隆***

Basic study of paleoclimate reconstruction
using tree-ring structure, oxygen and carbon isotopic ratios
of Sungkai (*Peronema canescens* Jack) in West Java, Indonesia

Mao Harada*, Yumiko Watanabe*, Takeshi Nakatsuka**,
Suyako Mizuno***, Yoshiki Horikawa***, Junji Sugiyama***,
Takahiro Tagami* and Toshitaka Tsuda***

*京都大学理学研究科, Graduate School of Science, Kyoto University.

**名古屋大学環境学研究科, Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University.

***京大大学生存圏研究所, Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University.

はじめに

赤道域で発生するエルニーニョやラニーニャのような気象要素の変化は、遠く離れた中・高緯度域の気候にも影響を及ぼす。熱帯域は地上気象観測データが乏しいので、熱帯陸域の長期にわたる気候システムの変動を理解するためには、気象観測記録と同等に扱える代替指標（プロキシ）を確立する必要がある。陸域の記録が得られる樹木年輪気候学研究は、中緯度域から高緯度域にかけて盛んに行われている(Nakatsuka et al., 2004など)が、熱帯域では非常に限られており、チークの年輪幅が降水量やENSOのプロキシとして確立しているのみである(D'Arrigo et al., 1994など)。田村(2008)では、チークの近縁種であるスンカイ試料1個体(SungkaiNAN7)の酸素・炭素同位体比分析(1年輪を3分割して測定)と組織観察(年輪幅・孔圏道管平均面積の測定)を行った。その結果、それらの年輪構成要素と気象要素(降水量・平均相対湿度・日照時間)との間に有意な相関を見出した。そこで、本研究では、田村(2008)で示されたプロキシの再評価を行うことを目的として、インドネシア・ジャワ島西部・セラン産スンカイ2個体(SungkaiNAN7とSungkaiNAN8)の組織観察(成長面積・年輪幅・1年あたりの道管平均面積の測定)と酸素・炭素同位体比分析(化学処理方法決定のためのテスト実験、経年変化・季節変化測定)を行った。

試料概要

用いた試料は、インドネシア・ジャワ島西部・セラン産のスンカイ(*Peronema canescens* Jack) 2個体(SungkaiNAN7: 生長輪数25とSungkaiNAN8: 生長輪数26)である。セランの気温は一年を通じて一定で、雨季(12月から3月頃)と乾季(6月から9月頃)が1年に一度ずつ訪れる。この降水量の差によって明瞭な年輪を刻む。

研究方法

同位体比分析

樹木年輪の同位体比研究では、年輪中の α -セルロースを抽出して同位体比測定を行う。セルロースは年輪に含まれる成分の中で最も安定な成分であるため、生成時の同位体比情報を保持していると考えられる(中塚, 2006)。 α -セルロース抽出過程は、①アセトンでの脂質除去(有機溶媒抽出)、②亜塩素ナトリウムと酢酸混合溶液によるリグニン除去(漂白反応)、③水酸化ナトリウム水溶液によるリグニンとヘミセルロースの除去(アルカリ反応)の順に3段階の化学処理を行うことによって、 α -セルロース以外の不純物を取り除く。本研究では、TC-EA-IRMSで1試料につき2回ずつ酸素・炭素同位体比を測定した。

組織観察

樹木年輪の全面画像をスキャナーを使って(600dpi以上で)取りこみ、イラストレーター

で測定したい部分だけを残し、それ以外の部分を白で塗りつぶした。そして、Image-Jを使って画像を二極化し、測定したい部分の面積や周長、道管個数を測定した。

結果と考察

基礎研究では、Nakatsuka et al. (2004) の α -セルロース抽出方法をスンカイ用に修正するために各反応過程で段階的に反応時間や温度を変え、同位体比測定・乾燥重量測定・ATR-IR測定を行うことによって、スンカイ用の α -セルロース抽出方法(①有機溶媒抽出 30分, ②漂白反応 6回, ③アルカリ反応 3回)を決めた。

田村(2008)と基礎研究の結果を踏まえて、セラン産スンカイ2個体の α -セルロースの酸素・炭素同位体比分析(経年変化・季節変化測定)と組織観察(年輪幅・成長面積・1年あたりの道管平均面積の測定)を行った。酸素・炭素同位体比の経年変化測定の結果、炭素同位体比は個体内で対応していなかったが、酸素同位体比は個体内・個体間ともに危険率1%の高い相関があった($r = 0.70$ 以上)。酸素同位体比と平均相対湿度との相関を調べた結果、SungkaiNAN7の酸素同位体比は生長期雨季(11月から4月)の平均相対湿度と危険率1%の有意な負の相関があり、SungkaiNAN8の酸素同位体比と生長期雨季(11月から4月)の平均相対湿度との相関係数も $r = -0.31$ で弱い負の相関を示した。これらの結果は中緯度域での研究(Nakatsuka et al., 2004など)とも整合的であり、酸素同位体比値が生長期雨季の平均相対湿度のプロキシとなる可能性が高いことを示唆している。また、SungkaiNAN8の酸素同位体比は生長期前年乾季の平均相対湿度と有意な相関を示していることもわかった。

1997年の20世紀最大のエルニーニョの年の年輪に着目し、スンカイ1個体(SungkaiNAN7)の1996年から1998年までの3年分の年輪を58分割して酸素・炭素同位体比の季節変動測定を行った。1997年のエルニーニョの年に酸素同位体比の値が相対的に高くなっており、この結果は田村(2008)と整合的であった。異なる測線から得られた同位体比変動が高い相関性を示したことから、スンカイが古気候復元に有用な樹種である可能性を示唆していると言える。また、分割数

を増やしたことによって1997年の酸素同位体比に2つのピークを検出することができた。気象観測データとの解析は今後の課題である。

田村(2008)と本研究の年輪幅指数の個体間相関は、 $r = 0.50$ (危険率5%)と $r = 0.34$ であった。相関解析の結果、SungkaiNAN7の年輪幅指数は生長期直前乾季(5月から10月)の平均相対湿度と有意な相関を示していることがわかった。これはインドネシア・ジャワ島産チークの年輪幅の先行研究(D'Arrigo et al., 1994など)と整合的といえる。SungkaiNAN8の年輪幅指数は、生長期前年の平均相対湿度と有意な相関を示し、SungkaiNAN7の道管平均面積の経年変化は、生長期前年の平均相対湿度との間に有意な負の相関があった。今後はさらに個体数を増やして、今回の結果とその解釈を検証する必要がある。

謝辞

京大大学生存圏研究所の足立明男氏と反町始氏に試料を切断していただきました。京都大学理学部のグリーン佐助氏には、実験等を手伝っていただきました。北海道大学低温科学研究所の河村公隆教授には、同大学のTC-EA-IRMS装置の使用の際に便宜を図っていただきました。

文献

- D'Arrigo, R. D., Jacoby, G. C. and Krusic, P. J., 1994. Progress in Dendroclimatic Studies in Indonesia. TAO, Vol. 5, No. 3, p. 349-363.
- Nakatsuka, T., Ohnishi, K., Hara, T., Sumida, A., Mitsuishi, D., Kurita, N. and Uemura, S., 2004. Oxygen and carbon isotopic ratios of tree-ring cellulose in a conifer-hardwood mixed forest in northern Japan. Geochemical Journal vol. 38, p. 77-88.
- 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めざして, 低温科学 vol.65, p.49-56.
- 田村茂樹, 2008. インドネシア産スンカイによる古気候復元の可能性. 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻修士論文.