

令和 3 年 5 月 19 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2020

課題番号：18K11620

研究課題名（和文）樹木年輪の酸素同位体比を用いた ミャンマーにおける古気候変動の復元

研究課題名（英文）Proxy evaluation of tree-ring oxygen isotopic ratios in Myanmar for paleoclimate reconstruction

研究代表者

渡邊 裕美子（Watanabe, Yumiko）

京都大学・理学研究科・助教

研究者番号：20509939

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000 円

研究成果の概要（和文）：

本研究では、ミャンマー産チーク試料について、年輪幅とセルロース酸素同位体比を計測し、気象データと比較することにより、古気候指標としての信頼度を総合的に評価し、ミャンマーでの高時間解像度な気候・環境変動を定量的に復元するための基盤を確立することを目指した。年輪データと気象データの相関解析の結果、チークの年輪幅は雨季降水量の指標として有用で、酸素同位体比は降水起源の情報を有している可能性を示唆することができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

人口稠密でモンスーンによる降水に依存しているアジアにおいて、過去のモンスーン変動をより詳細に理解することは極めて重要である。このため、近年樹木年輪による古気候研究が精力的に行われてきたが、政治的に不安定であったミャンマーでは、これらの研究は限られてきた。本研究では、ミャンマーにおけるチークの年輪研究から降水に関する新知見を得られたことで、ミャンマーと広域のモンスーンアジアにおける水文気候の時空変動像の理解深化に資する。

研究成果の概要（英文）：

In this study, we measured tree-ring width and cellulose oxygen isotopic ratio of teak samples collected from Myanmar and compared them with meteorological data to comprehensively evaluate their reliability as paleoclimate proxies and to establish a basis for climatic and environmental reconstruction with high temporal resolution in Myanmar. The results suggest that the tree-ring width of teak could be useful as a precipitation indicator during the rainy season, and the oxygen isotopic ratio may have information on the origin of precipitation.

研究分野：地球化学

キーワード：樹木年輪 同位体比

### 1. 研究開始当初の背景

地球環境の現在を知り、近未来における変化に備えるためには、近い過去にどのような気候・環境の変動があったかを詳細に復元し、その変動要因を探ることが必要不可欠である。とりわけ、人口稠密でモンスーンによる降水に依存しているアジアにおいては、過去のモンスーン変動を詳細に理解することは喫緊の課題である。それゆえ気象観測データの解析に基づく研究がなされてきたが、本研究対象地域のミャンマーにおいては、気象観測データが乏しく、そのような研究は極端に限られている (e.g., Sen Roy & Kaur, 2000; Sen Roy & Sen Roy, 2011)。

ミャンマーと広域のモンスーンアジアの水文気候の変遷をより深く理解するために、古気候アーカイブから抽出された長期間の気候記録は非常に重要である。古気候の情報を復元する記録媒体として、樹木年輪は正確な年代決定ができ、年/季節単位での気候復元が可能という優れた特長がある。近年、樹木年輪を用いた古気候変動研究がアジアモンスーン地域において精力的に行われている。その代表的なものが、Cook et al. (2010) によるアジアモンスーン地域の過去千年にわたる樹木年輪アトラスの編纂で、樹木の年輪幅に基づいて主要な旱魃や降雨イベントの時空変遷を明らかにした。しかしながら、本研究対象地域であるミャンマーは政治的に不安定であったため、樹木年輪研究を実施することが困難であった。

Pumijumnong et al. (2001) と D'Arrigo et al. (2011) はミャンマーでの樹木年輪の数少ない先行研究であるが、これらの論文では、“乾燥地域であるミャンマー中央部の 1 地域において、チークの年輪幅を計測し、降水量、インドモンスーン、エルニーニョ/南方振動の指標と相関がある”という報告をしているに過ぎない。本研究では、先行研究より南に位置し、より湿潤な気候であるミャンマー・バゴー山地産のチーク試料を分析することにより、ミャンマー国内の湿潤/乾燥と気候区分の異なる 2 地域において、降水の時空変動像を把握することを目指した。さらに、先行研究では分析の簡便性から樹木の年輪幅のみが利用されてきたが、最近、個体間相関が高く、データの再現性が良いことから樹木年輪のセルロース酸素同位体比が注目を集めている。そこで、本研究では、ミャンマー産チーク試料について、年輪幅のみならずセルロース酸素同位体比の計測も行い、気象データと比較することにより、古気候指標としての信頼度を総合的に評価し、ミャンマーでの高時間解像度な気候・環境変動を定量的に復元するための基盤を確立することを目指した。

### 2. 研究の目的

本研究では、樹木年輪研究の空白地帯であるミャンマーにおいて、明瞭な年輪のあるチークの年輪幅と酸素同位体比を分析することにより、当該地域の気候・環境変動を精密に復元するための基盤を確立することを目指した。ミャンマー・バゴー山地で採取したチークについて、樹木年輪データ (年輪幅、セルロース酸素同位体比) を取得し、気象データと比較することにより、古気候指標としての信頼度を定量的に評価する。さらに、アジアモンスーン地域における他の降水プロキシ (e.g., Cook et al., 2010; D'Arrigo et al., 2011) との対応関係を調べ、その同調性や差異など、ミャンマーと広域のモンスーンアジアにおける水文気候の時空変動像の理解深化に資する。

### 3. 研究の方法

ミャンマー・バゴー山地産のチーク試料 6 個体について、年輪幅とセルロース酸素同位体比を分析し、気象データと比較することにより、ミャンマーでの高時間解像度な気候・環境変動を定量的に復元するための基盤を確立する。このため、1 年代モデルの構築、2 古気候指標としての評価、の順に研究を実施した。

#### 1 年代モデルの構築：

ミャンマー産チーク試料 6 個体について、年輪幅を計測し、伐採年月や個体間相関を考慮することにより、年輪の生長期間を正確に決定した。

#### 2 古気候指標としての評価：

はじめに、チーク試料 6 個体について、三段階の化学処理 (漂白反応、アルカリ反応、有機溶媒抽出) によりセルロースを抽出・精製し、実体顕微鏡下で精密ナイフを用いて年輪ごとに試料を切り出し、年々スケールでセルロース酸素同位体比を計測した。得られた 6 個体の酸素同位体比時系列データの個体間相関について検討した。

次に、年輪データ (年輪幅、セルロース酸素同位体比) と気象データとを相関解析し、現在の気候状態での対応関係を求めた。

#### 4. 研究成果

本研究の成果として、以下のことが明らかになった。

##### 1 年代モデルの構築：

ミャンマー産チーク試料 6 個体について年輪幅を計測し、伐採年月や 6 個体の個体間相関を考慮することにより生長期間を推定した。各々に 95 ~ 97 個の年輪が観察でき、生長期間は 1906 年から 2001 ~ 2003 年であると決定した。

##### 2 古気候指標としての評価：

上記のミャンマー産チーク試料 6 個体について、化学処理により年輪セルロースを抽出・精製し、年々スケールでセルロース酸素同位体比 ( $^{18}\text{O}$ ) を分析した。セルロース  $^{18}\text{O}$  は 22 ~ 29‰ の範囲で変動し、その時系列データには有意な個体間相関があることが明らかになった。

次に、年輪データ (年輪幅、セルロース酸素同位体比) と気象データの相関解析を行った。年輪幅については、雨季降水量に有意な正相関が得られた。これはミャンマー北部の先行研究 (D'Arrigo et al., 2011) と整合的で、本研究地域であるミャンマー中部でも年輪幅は雨季降水量の指標として有用であると言える。一方で、チーク  $^{18}\text{O}$  と降水量データとを相関解析した結果、雨季降水量とは有意な負相関が得られたものの、月降水量とはほとんど相関が見られなかった。

研究当初はアジアの他地域の先行研究と同様に、チーク  $^{18}\text{O}$  は降水量と明瞭に相関することを想定していたが、研究過程で実際にはあまり相関は見られないことが判明した。そこで、当初の計画を見直し、上記チークのうち 2 個体について年層内を細分割し、同位体比分析することにより、チーク  $^{18}\text{O}$  と降水量とに相関が認められない要因についての理解を目指した。1981 ~ 1987 年に形成された年輪について年層内を 6 ~ 12 分割して分析した結果、年層内セルロース  $^{18}\text{O}$  は 23 ~ 29‰ の範囲で大きく変動し、その変動パターンは年毎に異なっていた。さらに、同時期のバンコク降水  $^{18}\text{O}$  (Global Network of Isotopes in Precipitation)、タイ北部チーク  $^{18}\text{O}$  (Muangsong et al., 2020) と、バゴー山地チーク  $^{18}\text{O}$  の年層内変動は非常によく類似していることが明らかになった。本研究対象地域であるバゴー山地は、バンコクやタイ北部と同様に、雨季の季節進行に伴ってベンガル湾から南シナ海に降水起源が変化し、それとともに降水  $^{18}\text{O}$  が低下する傾向にある。従って、チークの年層内  $^{18}\text{O}$  変動は降水  $^{18}\text{O}$  に由来し、降水起源の情報を有している可能性を明示することができた。このことは雨季に降水起源が変化する地域において一般的な事象と考えられ、アジアの樹木年輪から降水履歴を推定する上で基礎的で重要な知見である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Hisamochi, R., Watanabe, Y., Kurita, N., Tagami, T.	4. 巻 12
2. 論文標題 Climate response of oxygen isotopic compositions in tree-ring cellulose in Java: evaluation using a proxy system model	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Atmosphere	6. 最初と最後の頁 310
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/atmos12030310	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Hisamochi, R., Watanabe, Y., Sano, M., Nakatsuka, T., Kurita, N., Matsuo-Ueda, M., Yamamoto, H., Tazuru, S., Sugiyama, J., Subiyanto, B., Marsoem, S.N., Tsuda, T., Tagami, T.	4. 巻 52
2. 論文標題 Cellulose oxygen isotopic composition of teak ( <i>Tectona grandis</i> ) collected from Java Island: a tool for dendrochronological and dendroclimatological analysis	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Dendrochronologia	6. 最初と最後の頁 80-86
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.dendro.2018.09.010	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計9件（うち招待講演 2件/うち国際学会 5件）

1. 発表者名 渡邊裕美子
2. 発表標題 年輪幅とセルロース同位体比による降水情報の抽出：インドネシアとミャンマーでの事例
3. 学会等名 第441回生存圏シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中島公洋, 李貞, 中塚武, 渡邊裕美子, 田上高広
2. 発表標題 遺跡出土材を対象とした年輪セルロース酸素・水素同位体比年層内変動の検討
3. 学会等名 日本文化財学会第37回大会
4. 発表年 2020年

1 . 発表者名 Katayama, Y., Watanabe, Y., Li, Z., Nakatsuka, T.
2 . 発表標題 Hydrogen, carbon, and oxygen isotopic variations of tree ring cellulose in Mt. Hiei, Shiga
3 . 学会等名 The 5th Asia Research Node Symposium on Humanosphere Science ( 国際学会 )
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 Ohmuro, W., Watanabe, Y., Li, Z., Nakatsuka, T.
2 . 発表標題 Cellulose oxygen isotopic time series of teak disks collected from Bago Mountains, Myanmar
3 . 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020 ( 国際学会 )
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 Watanabe, Y., Hisamochi, R., Sano, M., Nakatsuka, T., Tagami, T.
2 . 発表標題 Cellulose oxygen isotopic time series of teak disks collected from Java, Indonesia
3 . 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020 ( 招待講演 ) ( 国際学会 )
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 Ohmuro, W., Watanabe, Y., Li, Z., Nakatsuka, T., Takeda, S., Tagami, T.
2 . 発表標題 Basic research on paleoclimate reconstruction using teak tree-rings collected from Bago Mountains, Myanmar
3 . 学会等名 The 4th Asia Research Node Symposium on Humanosphere Science ( 国際学会 )
4 . 発表年 2019年

1. 発表者名 Watanabe, Y. and Tagami, T
2. 発表標題 Paleoclimate study based on tree-ring width and the isotopic geochemistry; case studies of Indonesia and Myanmar
3. 学会等名 The 4th Asia Research Node Symposium on Humanosphere Science (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 新井貴之・渡邊裕美子・久持亮・杉山淳司・松尾美幸・山本浩之・津田敏隆・田上高広
2. 発表標題 インドネシア島チークを用いた年輪気候学における年輪幅測定法の検証
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大室渉・渡邊裕美子・田上高広・竹田晋也
2. 発表標題 ミャンマー・バゴー山地産チーク年輪幅と気象データとの比較
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
連携研究者	中塚 武  (Nakatsuka Takeshi)  (60242880)	名古屋大学・環境学研究科・教授    (13901)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
連携研究者	竹田 晋也  (Takeda Shinya)  (90212026)	京都大学・アジア・アフリカ地域研究研究科・教授    (14301)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
ミャンマー	イエツェン農業大学			