

## 中部日本のヒノキ年輪酸素同位体比に記録された400年周期で起こる夏季モンスーンの不安定化

### Summer monsoon destabilization at 400 years intervals recorded by tree-ring oxygen isotope ratios in central Japan

中塚 武<sup>1\*</sup>, 佐野 雅規<sup>1</sup>, 大石 恭平<sup>1</sup>, シュ チェンシ<sup>1</sup>, 岡部 雅嵩<sup>1</sup>, 大西 啓子<sup>2</sup>, 河村 公隆<sup>2</sup>, 坂本 稔<sup>3</sup>, 尾寄 大真<sup>4</sup>, 中尾 七重<sup>5</sup>, 横山 操<sup>6</sup>, 赤塚 次郎<sup>7</sup>, 樋上 昇<sup>7</sup>, 光谷 拓実<sup>8</sup>

Takeshi Nakatsuka<sup>1\*</sup>, SANO, Masaki<sup>1</sup>, OHISHI, Kyohei<sup>1</sup>, XU, Chenxi<sup>1</sup>, OKABE, Masataka<sup>1</sup>, OHNISHI, Keiko<sup>2</sup>, KAWAMURA, Kimitaka<sup>2</sup>, SAKAMOTO, Minoru<sup>3</sup>, OZAKI, Hiromasa<sup>4</sup>, NAKAO, Nanae<sup>5</sup>, YOKOYAMA, Misao<sup>6</sup>, AKATSUKA, Jiro<sup>7</sup>, HIGAMI, Noboru<sup>7</sup>, MITSUTANI, Takumi<sup>8</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学大学院環境学研究科, <sup>2</sup>北海道大学低温科学研究所, <sup>3</sup>国立歴史民俗博物館, <sup>4</sup>東京大学総合研究博物館, <sup>5</sup>武蔵大学総合研究所, <sup>6</sup>京大生存圏研究所, <sup>7</sup>愛知県埋蔵文化財センター, <sup>8</sup>奈良文化財研究所

<sup>1</sup>Grad. Sch. Env. Studies, Nagoya Univ., <sup>2</sup>Inst. Low Temp. Sci., Hokkaido Univ., <sup>3</sup>National Museum of Japanese History, <sup>4</sup>Univ. Museum, The Univ. of Tokyo, <sup>5</sup>Research Center, Musashi Univ., <sup>6</sup>Res. Inst. Sustain. Human., Kyoto Univ., <sup>7</sup>Aichi Center of Archaeological Operation, <sup>8</sup>Nara Nat. Res. Inst. Cultural Properties

【はじめに】世界では、寒冷域や乾燥域の樹木年輪幅から、農業生産等を支配する夏季の気温や降水量を年単位で復元する研究が盛んにおこなわれてきたが、日本では江戸時代の古文書史料を用いた研究以外には、そうした取り組みは稀であった。温暖湿潤な日本では、一部の高山地域を除いて、夏季の気候が樹木成長の制限因子になることは稀だからである。しかし近年、日本などの温暖湿潤域でも、樹木年輪セルロースの酸素同位体比が夏季の降水量を記録していることが明らかとなり、アジア各地で長期に亘る高分解能での水循環変動の復元が始まりつつある。本研究では、中部日本で得られた多数のヒノキ年輪試料のセルロース酸素同位体比の測定から、過去2千年以上に亘る夏季降水量の年々変動を復元し、考古学・歴史学・気候学に画期をもたらす、さまざまな新しい知見を得た。

【試料と方法】分析に用いた試料は、中部日本（主に長野県・岐阜県南部）から得られた、過去2千年以上をカバーする、多数のヒノキの現生木、建築古材、考古遺物、埋没木の試料である。得られた年輪試料は、木口面に沿った幅1-2cm、厚さ1mmの薄板にしたのち、亜塩素酸ナトリウム溶液、水酸化ナトリウム溶液、有機溶媒を用いて、リグニン、ヘミセルロース、樹脂を除去して乾燥させた。セルロース繊維だけとなった薄板から、適量の年層を1年分ずつ剥離して、銀箔（カプセル）に梱包し、サーモフィッシャー・サイエンティフィック社の TCEA-Delta V (Delta plus XL) にて、その酸素同位体比を測定した。現生木を含む一部の試料の年輪年代は、年輪幅の標準変化曲線との対比から既に決定されていたが、残りの試料の年代は、酸素同位体比を用いて、以下のように決定した。まず、年代既知の酸素同位体比のデータを年代順に並べ、年代未知の酸素同位体比のデータを建築学的・考古学的に妥当と思われる時代に置いて、両者の変動パターンが一致する年代を探索した。年代未知の変動パターンは、特定の唯一の年代において、概ね相関係数0.7程度で、年代既知の変動パターンと一致し、ほぼ100%の確度で年代が決まると共に、セルロースの酸素同位体比が、時代を問わず共通の外的要因、即ち特定の気候因子によって規定されていることが証明された。一方、得られた酸素同位体比の時系列には、元々の生息高度や生理学的特性の違いを反映して、試料間で絶対値の大きな差が認められるため、年代が重複する区間の平均酸素同位体比が同じになるように、個々の時系列を上下に平行移動させたのち、全体を平均して、過去2千年以上に亘る一連の酸素同位体比時系列を完成させた。

【結果と考察】本研究で得られた樹木年輪酸素同位体比は、20世紀における気象観測データ、江戸時代の日記の天候データベース、中世の文書に残された気象災害の記録、古代の住居遺跡数から推定された水害の頻度等との対比から、時代を問わず、夏季降水量の変動を良く反映していることが明らかとなった。それは、中国やインドの鍾乳石の酸素同位体比の変動ともよく一致し、主にアジアの夏季モンスーンの変動を反映したものであることも分った。しかし過去2千年以上に亘る連続時系列は、その長さ故に、考古学・歴史学・気候学に画期的な影響をもたらしつつある。考古学的には、本研究により、任意の木材の年代決定が、過去2千年以上に亘り、1年単位で行えるようになった。酸素同位体比には、年輪幅とは異なり、変動パターンが樹種間で同じになる特性があるため、ヒノキ年輪で作成された時系列は、広葉樹を含む任意の樹種の木材の年代決定に利用できる。歴史学的には、突然の夏季モンスーンの活発化と不安定化により、日本史の画期を成す多くの動乱（2世紀の倭国大乱、6世紀の磐井の乱、10世紀の承平天慶の乱、14世紀の鎌倉幕府の崩壊と南北朝動乱、18世紀の享保の飢饉、等々）が引き起こされた、と言う仮説が提起できる。気候学的には、本研究のデータを、樹木年輪幅の広域データベースから復元された東アジアの夏の気温（Cook et al., 2012）と対比することで、日本の夏の気候には、気温と降水量が同調して変化するモンスーン型の変動が支配的である一方、両者が逆向きに変化する事象（火山噴火によるとされる15世紀後半の寒冷化や、近年の地球温暖化など）が共存していることが、明らかとなった。特に夏季モンスーン型の変動は、400年に一度、数十年周期成分の増幅を引き起こしており、その背後には何らかの天文学的なペースメーカーの存在が推察できる。モンスーン的不安定化は、その都度、日本を含む東アジア各国における大きな社会の動乱を先導しており、次の事象が22世紀前半にも予測されることから、今後の気候変動研究にとつ

# Japan Geoscience Union Meeting 2013

(May 19-24 2013 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2013. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



APE34-29

会場:103

時間:5月21日 15:00-15:15

て、その周期性のメカニズムの解明が死活的に重要であると言える。

キーワード: 樹木年輪, セルロース, 酸素同位体比, 東アジア, 日本, 夏季モンスーン

Keywords: tree ring, cellulose, oxygen isotope ratio, East Asia, Japan, summer monsoon