

平成 22 年 5 月 25 日現在

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2007～2009

課題番号：19700664

研究課題名(和文) 東北地方におけるスギ、ヒバの暦年標準パターン延長と古気候復元

研究課題名(英文) Development of tree-ring chronologies in northeastern Japan and their potential for dendroclimatic reconstruction

研究代表者

大山 幹成 (OHYAMA MOTONARI)

東北大学・学術資源研究公開センター・助教

研究者番号：00361064

研究成果の概要(和文)：

東北地方を中心とした東日本の各地域よりスギ、ヒバなどの年輪試料(現生木、埋没木、文化財試料)を収集・解析し、この地域の標準的な年輪変動を表す暦年標準パターン構築を行った。これにより、いくつか連続的でない部分があるものの、過去 1500 年間の標準パターン構築に一定の目処を立てることができた。さらに、得られた現生のスギ、ヒバの標準年輪曲線から、過去約 200-250 年間の秋田の春気温、青森の夏気温、さらには広域の春気温復元が可能であることを示した。

研究成果の概要(英文)：

Long tree-ring chronologies of Japanese cedar, Hiba arbor-vitae, and related species were newly developed in northeastern Japan, using living trees and wooden remains. Although some of the chronologies are still floating, they were extended back to ca. 6th century. In addition, dendroclimatic analysis for living trees of Japanese cedar and Hiba indicated that both species had sufficient potential for reconstructing local temperature.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	1,100,000	0	1,100,000
2008 年度	800,000	240,000	1,040,000
2009 年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	2,400,000	390,000	2,790,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：文化財科学・文化財科学

キーワード：年輪年代学 古気候復元 暦年標準パターン クロノロジー スギ ヒバ

## 1. 研究開始当初の背景

年輪年代法は、樹木の年輪を利用した高精度の年代測定法であり、木質遺物の年代を一年単位で決定できるため、日本を含め世界中

で様々な遺物、遺跡の年代決定に目覚ましい成果を挙げてきた。

年輪年代研究の先進地であるヨーロッパや北アメリカではナラ類やマツで既に 1 万年

にわたる暦年標準パターン（年代決定の物差しとなる年輪変動の標準的なパターン、マスタークロノロジー）が構築されており（例えば Sass-Klaassen, 2004）、高精度の年代決定法として信頼され、放射性炭素年代測定法の較正にも用いられてきた。その暦年標準パターンの量、空間的な密度は膨大で、ヨーロッパ、北アメリカ大陸を網羅している。最近では、絶対年代測定に留まらず、蓄積された年輪データを研究者間で共有し、地域ごとの標準年輪パターンと試料データとの類似度から、木材の産地推定を行う研究も盛んになってきている。

一方、我が国においては、暦年標準パターンが作成され、年代決定が盛んに行われているのは主として近畿及び中部地方を中心とする地域であり、東北地方ではスギ、ヒバの断片的な標準パターンがあるのみで、長期の連続的な暦年標準パターンすらいまだ構築されていない（奈良国立文化財研究所 1990）。また、ヨーロッパに見られるような研究者間でのデータの共有やクロスチェックもほとんど行われていない。

近年、海外では、蓄積された膨大な暦年標準パターンから古環境の情報（古気候、火山噴火、森林攪乱等）を抽出し、古環境復元を行う年輪気候学、年輪生態学的研究も盛んに行われ、気象観測データのない時代の気候を広域、長期（2000年）にわたって推定し、古環境の変遷をたどる上での重要な情報を提供している。ここで得られるデータは過去を知るのみならず、地球温暖化の将来予測に必要な、長期にわたる過去の気候変動を知る手がかりとして重要視されている。しかしながら、我が国においては、樹木成長の環境への応答（例えば Yasue et al. 1998）や木曾ヒノキによる古気候復元の研究（Yonenobu et al. 2006）等の年輪気候学的研究があるものの、研究例自体が極めて少なく、特に東北地方では年輪気候学的研究はまったく行われていなかった。また、こうした研究も現生材のみを扱ったものであり、出土材等を用いて過去に延長した標準パターンから長期にわたる気候復元が行われた例はない。このように我が国では、年輪気候学はまったく立ち後れた状況にある。

このような状況を鑑み、研究代表者（大山）はこれまで、東北地方を中心とした地域で、スギ、ヒバの長期かつ連続的な暦年標準パターンの確立とこれらによる古気候復元の可能性について研究してきた。本研究課題開始時点までに、(1) 現生青森ヒバの約 270 年の暦年標準パターンを構築し、古材の暦年代決定に成功、(2) 現生秋田スギの約 250 年の暦年標準パターンを構築するとともに、その年輪成長が前年夏と当年春の気温の影響を強く受けていることを解明、(3) 研究協力者らと

生データを共有し、木曾ヒノキと秋田スギおよび秋田スギと青森ヒバとの間で年輪成長に同調性があることを確認、などの成果を挙げてきた。

## 2. 研究の目的

本研究では、これまで行ってきた研究をさらに発展させるため以下の 2 つに焦点を絞り、研究を遂行した。

### (1) 東北地方におけるスギおよびヒバの長期（1800 年）の暦年標準パターンの延長

研究の中心となるのは、東北地方のスギとヒバの標準パターン延長であるが、これまでの研究で東日本のヒノキ科樹木には年輪変動の同調性があることが示唆されているので、2 樹種だけに限定せず、東日本の広範囲から出土木材を収集するとともに、木曾ヒノキの標準パターンを持つ研究協力者とも協力し、各遺跡からのフローティングクロノロジーを繋げ、現生材からの延長を目指す。

### (2) スギおよびヒバ現生木の年輪幅、年輪内密度変動を用いた古気候復元と延長された標準パターンからの古気候復元の検討

青森の複数地点から採取したヒバを用いて、古気候復元の可能性を検討する。スギについては、既に構築した秋田スギ標準パターンの年輪気候学的解析を行うとともに、新たに太平洋側に位置する仙台の東北大学植物園のスギから標準パターンを構築し、古気候復元の可能性を検討する。最終的には、得られたデータから、広域の古気候復元を試みる。得られた結果を他の代理データ（年輪、文獻等）による復元結果と比較し、検討を行う。

## 3. 研究の方法

研究内容は、標準パターンの延長と古気候復元に大別されるため、別々に記述する。

### (1) 標準パターン構築・延長

標準パターン構築・延長は年輪年代学で標準的に用いられている手法、すなわち、年輪幅計測データを目視と統計的手法によりクロスデーティングし、アンサンブル平均を行うことにより実施した。

研究代表者は、現生材の東北各地でスギ、ヒバの 300 年弱の標準パターンを構築するとともに、宮城、秋田、青森、山形の 10 カ所以上の遺跡から出土した材を借用し、フローティングクロノロジー構築を進めてきたが、現生材と出土材のつなぎ目となる 18 世紀付近で森林資源の枯渇により良質な試料が入手しにくいことが明らかになってきていた。そのため、東北各地に加え、東日本各地で特に江戸時代に重点を置いて遺跡出土材、建築古材、埋没林の試料収集を行った。また、一方で、現生材からの延長も目指して東北各地の森林管理署や博物館などの保管されている大型の円盤試料の計測も実施した。

## (2) 古気候復元

### ① 秋田スギ年輪幅による春気温復元

年輪気候学的手法を用い、秋田の春気温復元モデル式を構築し、過去 250 年間の古機構復元を行う。この際、モデル式の検定を実施し、国際的な評価に耐えうる復元を行う。また、他の代理データによる復元との比較も行う。

### ② 青森ヒバの年輪幅、年輪内密度による古気候復元

津軽半島、下北半島で採集した約 60 点の円盤試料の年輪幅・密度を計測して標準パターンを構築し、青森の気象要素と応答解析を行う。ここで示唆される復元可能性のある気象要素について、重回帰分析を行い、青森市における過去 250 年間の夏の気温を復元するモデル式構築とその検定を行う。また、他の代理データによる復元との比較も行う。

### ③ 宮城のスギ年輪幅古気候復元

太平洋側の仙台に位置する東北大植物園内のスギ 14 個体より、成長錘を用いて年輪試料を採取し、ヒバと同様的手法を用いて解析を行い、仙台の過去数百年の気象要素を復元するとともに、日本海側の秋田スギとの年輪成長の同調性、気候復元の結果について比較を行う。復元したデータと文献記録との比較検討を行う。

### ④ 広域気候復元

現生材で復元した各地の気温に加え、研究協力者の復元値データも追加して、東日本における広域の気候復元の可能性について検討する。

## 4. 研究成果

### (1) 標準パターン構築・延長

#### ① スギ

秋田県の東根小屋町遺跡（江戸時代）、古川堀反町遺跡（江戸）、森吉家ノ前 A 遺跡（平安～室町）、須崎遺跡（鎌倉～室町）、胡桃館遺跡（平安）、弘田柵遺跡（平安）、などの遺跡出土木材、宮城県の熱日達彦神社（江戸）、秋田県の院内銀山金山神社（江戸）等を対象とした。このうち、森吉家ノ前 A 遺跡では、36 点の井戸杵材等から 330 年間の標準パターンを構築した。これは放射性炭素年代や遺物から 11～14 世紀に相当すると推定され、中世の東北を代表する標準パターンが構築された。またこの遺跡では、遺物間の同材関係や遺構間の相対年代、遺跡の存続期間についても推定することができた。これ以外の上記遺跡についても各遺跡内でフローティングの標準パターンを構築した。また、現生材では、仙台に位置する東北大学植物園のスギの約 300 年の標準パターンを構築した。しかしながら、現生材や各標準パターン間ではクロスデーティングができておらず、連続的なスギ標準曲線構築には至っていない。

#### ② ヒバ

青森県下北半島の猿が森埋没林（中世）、青森県の新田（1）遺跡（平安）、十三湊遺跡（室町）、高野川遺跡（平安）などから 100 点を超える試料を収集し、計測と年輪曲線の構築を行った。さらに、年輪曲線に暦年代を与えるため、一部試料で放射性炭素年代測定を実施した。その結果、80 点を超える試料から構成され、7 世紀～17 世紀に相当するヒバの標準年輪曲線の構築に成功した。これは我が国で初めての成果である。またこの標準曲線は、上述の森吉ノ前遺跡のスギ標準曲線ともクロスデーティングが可能であった。

#### ③ その他のヒノキ科樹種

東京の弥勒寺跡遺跡、八丁堀三丁目遺跡（江戸）の木棺材の試料を収集して、計測と年輪曲線構築を進めた。弥勒寺跡遺跡については 55 点の試料から 9 世紀から 17 世紀に相当する 771 年のヒノキ属樹木の標準パターンを構築することに成功した。同様に、八丁堀三丁目遺跡の 22 点の試料からも同時期の標準パターンを構築した。両者は互いにクロスデーティング可能であった。また、両者とも研究協力者が構築した木曾ヒノキの標準曲線とクロスデーティングが可能であった。

以上の成果により、東日本において、連続的な過去 1500 年程度の標準年輪曲線構築に目処がたったが、今後、さらに標準曲線にギャップのある時代の試料収集を進める必要がある。

### (3) 古気候復元

#### ① 秋田スギ

現生秋田スギ 37 点の年輪幅データを標準化し、標準年輪曲線を構築後、秋田の 4 月の気温を復元するモデル式を構築した。これにより、1794～2003 年までの秋田の 4 月の気温を復元したが、その結果は、年輪気候学において一般的に用いられる復元能の検証テストをすべてクリアし、かつ過去の文献記録や中部地方のヒノキの年輪気候学的復元の結果とも、特に寒冷期の期間について、よく一致していた。

#### ② 青森ヒバ

青森県内の 6 箇所から採集した約 100 点の現生ヒバの年輪幅、最大密度、平均密度を用いた年輪気候学的解析を行った結果、年輪幅、最大密度、平均密度が当年および前年の 7-8 月の気温に応答していることを見いだした。この結果をもとに、重回帰分析により青森の 7-8 月の平均気温を復元するモデル式を構築し、過去 250 年に亘る青森の夏期の気候復元に成功した。この復元結果は、年輪気候学において一般的に用いられる復元能の検証テストをすべてクリアし、かつ過去の文献記録や他の年輪気候学的復元の結果ともよく一

致していた。

### ③ 宮城のスギ

現生の東北大植物園のスギ 14 点の年輪幅データを標準化し、標準年輪曲線を構築後、石巻の気温と応答解析を行った。その結果、前年夏の気温、当年春の気温に応答していることが判明したが気温復元には至っていない。

### ④ 広域気候復元

地域的な気温復元に成功した年輪試料(秋田、青森、長野など)に韓国のデータを加えて、主成分分析を行い、これら主成分とグリッド気温との間の解析により、東アジア地域の気候場復元を行った。その結果、北緯 35°-40°、東経 125-140° の 3-5 月の気温を復元するモデル式構築に成功し、過去 210 年間のこの地域の気温復元を行った。復元結果は、文献など他の代理データによる復元結果ともよく一致していた。この成果は東アジア地域の年輪気候場復元として初めての成果であり、国際誌投稿原稿を執筆中である。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 5 件)

- 1) 米延仁志, 大山幹成, 星野安治, 光谷拓実, Dieter Eckstein 2010. 年輪年代学におけるクロスデーティングのガイドライン. 考古学と自然科学, 60: 1-20. 査読有
- 2) 大山幹成, 星野安治, 鈴木三男 2010. 十八夜観世音堂菩薩立像に使用された木材の樹種. 仙台市博物館調査研究報告, 30: 37-46. 査読無
- 3) 大山幹成 2009. 東北地方におけるスギ、ヒバのクロノロジー構築と古気候復元. 吉田学記念文化財科学研究助成基金研究論文誌 2: 101-108. 査読無
- 4) Horiuchi, K., Sonoda, S., Matsuzaki, H. and Ohyama, M. 2007. Radiocarbon analysis of tree rings from a 15.5-cal kyr BP pyroclastically buried forests: A pilot study. Radiocarbon 49: 1123-1132. 査読有
- 5) Ohyama M., Ohwada M. and Suzuki M. 2007. Chronology development of Hiba arbor-vitae (*Thuja dolabrata* var. *hondae*) and dating of timbers from an old building. J. Wood Sci. 53: 367-373. 査読有

[学会発表] (計 20 件)

- 1) 大山幹成・大和田めぐみ・星野安治・鈴木三男. 天然記念物「青葉山」に生育するアカマツの年輪年代学的検討. 日本文化財科学会第 26 回大会. 2009 年 6 月 11~12 日, 名古屋.
- 2) 大山幹成・米延仁志・鈴木三男. 年輪年代学的視点に基づく材鑑標本の試料調査および年輪データベースの構築. 第 136 回生存圏

シンポジウム 生存圏データベース (材鑑調査室) 全国共同利用研究報告会. 2010 年 2 月 22 日, 宇治.

3) Horiuchi, K., Chiba, T., Hoshino, Y., Ohyama, M., Tanaka, T., Amano, H. 2009. Radiocarbon concentration in tree rings from a high emission area of volcanic carbon dioxide, 20th International Radiocarbon Conference, 31 May-5 June, Hawaii, USA.

4) 星野安治・大山幹成・米延仁志. 年輪年代学的手法による産地推定の可能性 -現生木の地域間比較-. 日本文化財科学会第 26 回大会. 2009 年 6 月 11 日, 名古屋.

5) 星野安治, 大山幹成, 藤沢敦. 仙台城跡二の丸北方武家屋敷の年輪年代学的検討. 日本文化財科学会第 26 回大会, 2009 年 6 月 11~12 日, 名古屋.

6) 箱崎真隆・大和田めぐみ・吉田明弘・星野安治・大山幹成・鈴木三男. 年輪解析に基づく猿ヶ森ヒバ埋没林の古生態と埋没プロセスの解明. 第 24 回日本植生史学会大会, 2009 年 11 月 7 日, 熊本.

7) 箱崎真隆・大和田めぐみ・吉田明弘・星野安治・大山幹成・鈴木三男. 年輪解析にもとづく猿ヶ森ヒバ埋没林の更新様式と生育環境の復元. 日本生態学会第 57 回全国大会, 2010 年 3 月 15~20 日, 東京.

8) 阿部ゆかり・今廣佐和子・嶋崎仁哉・二本松裕太・星野安治・黒川紘子・大山幹成・彦坂幸毅・中静透. ブナ・オオシラビソの分布境界における成長特性について. 日本生態学会第 57 回全国大会, 2010 年 3 月 15~20 日, 東京.

9) 箱崎真隆・吉田明弘・星野安治・大山幹成・鈴木三男. 2009. 青森県猿ヶ森における埋没林の樹種組成および生育環境の復元. 日本生態学会, 2009 年 3 月 16 日, 盛岡 【ポスター賞受賞】

10) 大山幹成 2009. 東日本における年輪年代学の展開 -古気候復元と木材産地推定-. 第 113 回生存圏シンポジウム 木の文化と科学 8. 2009 年 2 月 6 日, 京都.

11) 箱崎真隆・吉田明弘・星野安治・大山幹成・鈴木三男. 2008. 防衛省下北試験場(青森県猿ヶ森)におけるヒバ埋没林の新産地とその樹種組成(速報). 第 23 回日本植生史学会大会. 2008 年 11 月 15~16 日, 福島.

12) 山本武能・吉田明弘・大山幹成・吉川昌伸・鈴木三男. 2008. 青森県野辺地の木材化石に基づく MIS 1 及び 3 の古植生の復元. 第 23 回日本植生史学会大会. 2008 年 11 月 15~16 日, 福島.

13) 吉田明弘・箱崎真隆・星野安治・大山幹成. 2008. 青森県猿ヶ森ヒバ埋没林の成因と白頭山-苦小牧テフラ. 第 23 回日本植生史学会大会. 2008 年 11 月 15~16 日, 福島.

14) 星野安治・大山幹成・米延仁志 2008. 日

本における年輪年代学の現状と将来への展望。日本文化財科学会第25回大会。2008年6月14～15日，鹿児島。

15) 大山幹成・鈴木伸哉・八木千紘・鈴木三男。2008。東京都千代田区弥勒寺跡出土の木棺材より構築した年輪幅クロノロジー。日本文化財科学会第25回大会。2008年6月14～15日，鹿児島。

16) 大山幹成・米延仁志・星野安治。2008。日本産樹木による古気候復元の試み。日本文化財科学会第25回大会。2008年6月14～17日，鹿児島。

17) 米延仁志・大山幹成・星野安治・Dieter Eckstein。2008。年輪年代法による年代決定：クロスデーティングの実演。日本文化財科学会第25回大会。2008年6月14～15日，鹿児島。

18) 星野安治・大山幹成・米延仁志・大和田めぐみ・鈴木三男。2008。東北大学植物園に生育するスギを用いた年輪年代学的研究。平成19年度植物園利用研究成果発表会。2008年3月6日，仙台。

19) Yonenobu, H., Ohyama, M. and Hoshino, Y. 2007. Divergence problem in Japanese tree-ring records. American Geophysical Union Fall Meeting. Dec. 2007. San Francisco, USA.

20) Yonenobu, H., Ohyama, M., Hoshino, Y. and Oda, H. 2007. Climate, famines as deduced from the comparative study on tree rings and annually laminated lake sediments. Annual Conference of the Association for Environmental Archaeology. 12-15 Sep. 2007. Poznań, Poland.

〔図書〕(計4件)

1) 星野安治, 大山幹成。2010。秋田県森吉家ノ前A遺跡の年輪年代学調査。秋田県文化財調査報告書, 453, 191-196。

2) 大山幹成・星野安治・パレオ・ラボ。2009。曲田遺跡柱材の年輪解析。栃木県埋蔵文化財報告, 324, 367-370。

3) 大山幹成・星野安治(分担執筆)『ものがたり 東北大学の至宝』編集委員会編。2009。ものがたり 東北大学の至宝。150 pp。(執筆箇所 124-125)。東北大学出版会。

4) 鈴木三男・小川とみ・大山幹成。2009。新田(1)遺跡, 青森県埋蔵文化財調査報告書, 472, 28-40。

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

大山 幹成 (OHYAMA MOTONARI)

東北大学・学術資源研究公開センター・助教

研究者番号：00361064