

はこざき まさたか

氏名（本籍地）	箱崎 真隆
学位の種類	博士（生命科学）
学位記番号	生博第227号
学位授与年月日	平成24年3月27日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科，専攻	東北大学大学院生命科学研究科 （博士課程）生態システム生命科学専攻
論文題目	完新世後期針葉樹埋没林の年輪年代学的研究
博士論文審査委員	（主査） 教授 鈴木 三男 教授 中静 透 助教 大山 幹成

## 論文内容の要旨

### 1. はじめに

年輪年代学は、狭義では樹木年輪の変動パターンを利用して、年代未知の木材の絶対年代を年精度で決定する年代測定法であり、広義では年輪に蓄積された情報に基づき、生態学や古気候学など多分野への応用を包含する総合科学である。年輪年代学では、年代既知の標準パターン(マスタークロノロジー)と年代未知の木材の変動パターンの比較照合(クロスデーティング)により、最もパターンの類似する年代位置を探し出すことで年代を決定する。

欧米では数千〜1 万年間以上のマスタークロノロジーが複数の樹種で構築され、古材の年代決定や古気候の復元に応用されている(例えば Schweingruber 1988 など)。しかし、日本ではスギ、ヒノキ、ヒノキアスナロなどの現生木の年輪データから、過去 300 年程度のクロノロジーが公表されているにすぎず(Kojo 1987; Yonenobu and Eckstein 2006; Ohyama et al. 2007)、日本を含む東アジア地域でも、過去 1000 年を超えるマスタークロノロジーの構築は不十分であり、全球的な古気候の変動を解析する上で問題となっている。

数千年単位のクロノロジーの構築には現生木の年輪データのみでは限界があり、欧米では埋没林や遺跡出土材の年輪データを連結してクロノロジーを構築している(Lindholm et al. 1998, 1999; Helama et al. 2005 など)。日本でも、各時代の遺跡から多くの出土材が得られ(山田 1993)、さらに低地には完新世後期(過去 5000 年間)の埋没林が多数存在しており(Shimakura 1936; Kigoshi & Endo 1963; 高原ほか 1988; 高原・竹岡 1990; 岡本ほか 2000 など)、長期クロノロジーの構築とその応用的研究は有望であると考えられる。近年、遺跡出土材を対象とした年輪年代調査が行なわれているが(大山ほか 2007; 星野・大山 2011; 木村・法井 2011; 箱崎ほか 2011 など)、完新世後期の埋没林を対象とした研究結果の報告はこれまでほとんどない。そこで、多数の埋没木が産出する山口県宇生賀盆地、青森県猿ヶ森地域、福島県猪苗代湖鬼沼において、植物遺体群集から推定される低湿地埋没林の植生復元と、長期マスタークロノロジーの構築を目的として、年輪年代学的研究を行なった。

### 2. 山口県宇生賀盆地の完新世後期埋没林

山口県宇生賀盆地(日本海より南東約 8 km、標高 390 m、面積 120 ha)では、水田の地下の泥炭層からスギの埋没木が産出した。堆積物の花粉分析、埋没木と泥炭層の  $^{14}\text{C}$  年代測定により、ここには約 5000 年前以降にスギ林が生育したと推定されていた(畑中・三好 1980)。そこで、ほ場整備により掘り上げられた大量の埋没木から 65 点を採集し、樹種同定と年輪年代解析を実施した。

同定の結果、スギ 63 点、ヒノキ 1 点、カヤ 1 点が同定され、スギが大多数を占めた。年輪解

析の結果、スギ 31 点の相対的な年代関係が決定し、605 年、576 年、507 年、397 年の 4 つのフローティングクロノロジー(コード名: Gp1-Gp4)が構築された。<sup>14</sup>C 年代測定の結果、これらのクロノロジーは約 5300-3700 年前に年代決定された(Fig. 1)。これらは互いに年代の重なる関係にあるが、年輪年代解析で年代関係を決定することはできなかった。今後、さらに多くの試料の年輪解析を実施することで、これらを連結できる可能性がある。4 つのクロノロジーがカバーする年代範囲は 1600 年間に及び、低湿地にスギが長期間更新しながら生育し続けたこと、また、埋没木の年輪データが長期マスタークロノロジー構築の基礎データとして極めて有力であることが示された。同様の完新世後期のスギ埋没林は福井県三方低地や富山県魚津、新潟県糸魚川などにも存在することから(Shimakura 1936; Kigoshi & Endo 1963; 高原ほか 1988; 高原・竹岡 1990; 箱崎ほか 2011)、少なくともスギのマスタークロノロジーは過去 5000 年まで延長可能であると予想された。

### 3. 青森県猿ヶ森地域の完新世後期埋没林

青森県下北半島太平洋岸にある猿ヶ森砂丘(標高 0-35 m、南北 17 km、東西 2-3 km)には、砂丘砂に埋没するヒノキアスナロ(アスナロ属)の埋没林が存在する(東通村教育委員会 1979)。埋没木とその根系を含む堆積物の <sup>14</sup>C 年代測定により、この埋没林は約 2000-500 年前にかけて少なくとも 4 度発生した砂丘砂の移動により埋没したと考えられている(千釜ほか 1998; 岡本ほか 2000)。猿ヶ森砂丘を東西に流れる材木沢流域に分布する約 1900 年前の泥炭層(下位泥炭層)と約 500 年前の泥炭層(上位泥炭層)から、根株状および倒木状の埋没木をそれぞれ 10 点と 80 点採集し、樹種同定と年輪年代解析を実施した。さらに、材木沢の北 2 km を東西に流れる猿ヶ森川流域に産出するアスナロ属の埋没木 36 点を採集し、年輪年代解析を実施した。

同定の結果、材木沢の下位泥炭層からアスナロ属 8 点、ヤナギ属 1 点、コナラ属コナラ節 1 点が同定され、上位泥炭層からアカマツ 5 点、アスナロ属 55 点、イチイ 3 点、サワグルミ 1 点、ハンノキ属ハンノキ節 3 点、コナラ属コナラ節 6 点、エノキ属 1 点、カツラ 1 点、カエデ属 2 点、アオハダ 1 点、トネリコ属 2 点が同定された。両者とも、アスナロ属が多数を占めた。上位泥炭層の埋没木の産出状況から、アスナロ属はハンノキ属ハンノキ節、カツラ、トネリコ属などの湿地林要素と広く混交した。以上から、約 1900 年前と約 500 年前の材木沢周辺の泥炭が堆積するような湿地には、アスナロ属の生育する湿地林が形成されたと推定される。

年輪解析と <sup>14</sup>C 年代測定の結果、アスナロ属埋没木 44 点が約 1050-400 年前(西暦 950 年-1600 年頃)に年代決定され、661 年間のフローティングクロノロジー(コード名: AOSR)が構築された(Fig. 2)。材木沢の下位泥炭層の埋没木は年輪数が少なく、年輪年代解析が成功しなかった。

クロノロジーを構成する材木沢の上位泥炭層の試料のうち、15 点に樹芯が残存した。これらの樹芯の年代は約 800～550 年前の約 250 年間に広く点在した。このことから、材木沢ではアスナロ属が長期にわたり連続的に更新したと推定される。また、材木沢の上位泥炭層から得た樹芯の残るアスナロ属 34 点において、樹芯から最外年輪まで年輪幅を積算した結果、根際直径 10 cm に達するまで 28 点(82.4 %)が 50 年以上、7 点(20.6 %)が 100 年以上かかっていた。山地に生育するヒノキアスナロでは、稚樹の形態で林冠下に数十年間待機し、光条件の改善を機に林冠木まで成長した例が報告されている(杉田 1993)。埋没木から算出された成長パターンから、材木沢に生育したアスナロ属は、これと同様の過程を経て更新したと推定される。

猿ヶ森埋没林のクロノロジーは、ヒノキアスナロのマスタークロノロジー(Ohyama et al. 2007)から約 100 年離れた年代にあり、青森市石江遺跡群新田(1)遺跡のアスナロ属出土材のフローティングクロノロジー(箱崎ほか 2011)とは約 100 年重なる年代にある(Fig. 2)。しかし、重なる年数が短いためか、後者との連結は成功していない。青森県下では各時代の遺跡から多くのアスナロ属出土材が発掘されている。今後、これらの年輪年代研究を行なうことで、ヒノキアスナロのマスタークロノロジーは少なくとも過去 1300 年まで延長できる可能性がある。

#### 4. 福島県鬼沼の完新世後期埋没林

福島県猪苗代湖南部鬼沼(標高 515～550m、約 9 ha の扇状地)では、2006 年に水路の掘削が行なわれ、多数の埋没木を含む泥炭層が露出した。そこで、堆積物の花粉分析と埋没木 221 点の樹種同定と年輪解析、<sup>14</sup>C 年代測定を実施した。花粉分析と樹種同定、<sup>14</sup>C 年代測定の結果から、この地域周辺の約 2500 年前以降の時空間的な植生分布は次のように復元された。約 2500 年前の扇状地では、ハンノキ属ハンノキ節が優占し、カツラやトネリコ属、サワグルミが伴う湿地林であった。周辺の山地では、コナラ属の森林が広がっていた。約 1500 年前には、トネリコ属が扇状地で、ブナ属が周辺山地で増加した。その後、約 1500～800 年前の間には、ハンノキ節に加え、サワラ・アスナロ属の針葉樹が混交する湿地林が扇状地に形成された。埋没木の産出分布から、サワラは湿潤から乾燥した環境に、アスナロ属は湿潤な環境のみに立地していたことが明らかとなった。埋没木の年輪数と根系形態から、サワラは少なくとも 200 年間にわたり不安定な泥炭地上に生育したと推定される。したがって、サワラ・アスナロ属はこの地域における湿地林の重要な構成種であり、西日本の低湿地埋没林で報告されるスギと同様に、湿地林の生態に新知見を得ることができた。また、花粉組成にスギが含まれ、埋没木からは同種は同定されなかったことから、東北地方南部ではスギが山地帯の植生要素であった可能性が高い。サワラ 9 点とアスナロ属 4 点について、年輪年代解析を行なったが成功しなかった。将来、

これらの樹種のマスタークロノロジーが 1500 年前まで延長された場合、得られた年輪データの年代が決定され、マスタークロノロジーの構築に寄与する可能性がある。

## 5. 結論

日本の低湿地に存在する完新世後期埋没林を対象に年輪年代学的研究を行なった結果、約 5300～3700 年前の約 1600 年間にカバーする 4 つのスギのフローティングクロノロジーと、約 1050 年～400 年前の約 650 年間にカバーするアスナロ属のフローティングクロノロジーが構築された。これらは公表されている同種のマスタークロノロジーよりも大幅に古い年代範囲にあり、将来的に、長期マスタークロノロジーの構築とその応用的研究に大きく寄与すると予想される。また、スギ、アスナロ属、サワラは低湿地において数百～千年間の単位で生育したことが示され、これらは湿地林の重要な構成種であったことが明らかとなった。

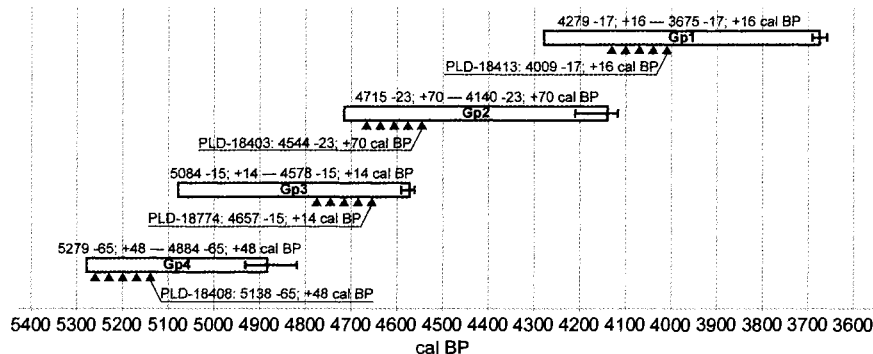


Fig. 1 宇生賀盆地産スギ埋没木の4つのフローティングクロノロジーの年代配置図。  
エラーバーは各クロノロジーの校正年代の誤差範囲(2σ)を示す。  
黒三角は<sup>14</sup>C年代測定試料を採取した位置を示す。

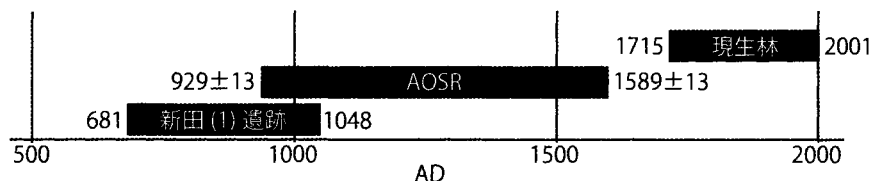


Fig. 2 ヒノキアスナロの現生林のクロノロジー (Ohyama et al. 2007) と猿ヶ森埋没林 (AOSR)、新田(1)遺跡 (箱崎ほか 2011)のフローティングクロノロジーの年代配置図。

## 論文審査結果の要旨

本論文はこれまで樹木年輪年代学的解析がなされたことがない我が国の完新世後期の低湿地性のヒノキ科樹木の埋没林について、年輪年代学的手法を用いて、その立地と更新について生態学的に検討すると共に、埋没樹木が生きていた時代の浮動標準年輪暦(floating chronology)を作成したものである。研究の対象とした埋没林は青森県下北半島の猿が森砂丘のいわゆる猿が森ヒバ埋没林、福島県猪苗代湖畔の鬼沼埋没林、山口県宇生賀盆地のスギ埋没林、の3箇所である。

猿が森埋没林ではこれまでに知られている埋没木に加え、新たに材木沢の埋没林分布地を発見し、それらの埋没樹木の樹種同定、年輪解析を進めることにより、猿が森砂丘には少なくとも2つの時代の異なる泥炭層があって、それぞれにヒノキアスナロ (=ヒバ) の埋没林が存在したこと、そのうちの新しい時期の埋没林は約1100年前に成立し、以後500年前まで世代を交代しながらヒノキアスナロ林を形成し続けていたことを明らかにし、この間約600年間にわたる浮動標準年輪暦を呈示した。猪苗代湖畔の鬼沼では年輪の同調性を確認するまでの試料は得られなかったが、この地の泥炭層にサワラ林が成立していたことを示した。宇生賀盆地の泥炭層にはスギを主体とする低湿地林があって、その年輪解析から約5300-3700年前の1600年間にわたり泥炭層上にスギ林が継続して存在したことを示した。

スギ、ヒノキアスナロ、サワラといった樹種は現在では温帯域の山地林に天然分布しており、低湿地で泥炭層上に生育している例は極めて少ない。本研究はそのような低湿地の泥炭層上にスギ、ヒノキアスナロ、サワラなどの温帯性針葉樹林が完新世後期には広範に成立していたことを示し、日本列島の森林植生の変遷を解明する上で大きな手がかりを提供すると共に、スギ、ヒノキアスナロについてそれぞれ1500年、600年という長期にわたる浮動標準年輪暦を作成したことにより、今後の日本列島における長期標準年輪暦(master chronology)作成に向けた大きな「橋頭堡」を築いたものと言える。

以上、本研究は樹木年輪年代学の分野において画期的な貢献をするもので、著者が自立して研究活動を行うのに必要な高度な研究能力と学識を有することを示している。従って箱崎真隆提出の博士論文は博士(生命科学)の学位論文として合格と認める。