

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 22 日現在

機関番号：84202

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2016

課題番号：25871229

研究課題名（和文）日本海堆積物の花粉分析からみる森林動態に対する海洋・モンスーン変動の影響評価

研究課題名（英文）Vegetation dynamics influenced by the ocean and atmosphere changes based on pollen records from Japan Sea

研究代表者

林 竜馬（Hayashi, Ryoma）

滋賀県立琵琶湖博物館・研究部・学芸員

研究者番号：60636067

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、日本海堆積物の花粉分析に基づき森林動態に対する海洋・モンスーン変動の影響評価を行った。日本海堆積物に含まれる花粉化石群集の変遷を解明するため、大和海盆で採取されたKR07-12 PC-07堆積物の約15万年間、さらに、鳥取沖で採取されたIODP Exp.346 U1427堆積物の約50万年間について花粉分析を行った。さらに、日本海堆積物と琵琶湖周辺地域を中心とした陸域堆積物の花粉化石群集の対比、日本海古環境変動データや世界での花粉分析データとの対比を実施した。

研究成果の概要（英文）：In this study, vegetation dynamics influenced by the ocean and atmosphere changes were discussed based on pollen records from Japan Sea. Fossil pollen assemblages in the Japan Sea sediments were clarified by pollen analysis of the KR07-12 PC-07 core from Yamato Rise and the IODP Exp.346 U1427 core from the offshore of Tottori. Pollen records were compared with terrestrial pollen records around Lake Biwa and paleoenvironmental records from the Japan Sea sediments.

研究分野：古生態学

キーワード：環境変動 古生態 森林動態 花粉分析 日本海堆積物

1. 研究開始当初の背景

(1) 将来の地球温暖化による森林植生の変化は、今後の生物多様性の維持や気候システムの変化に大きな影響を及ぼす。申請者がこれまで行ってきた陸域堆積物を用いた過去の森林変遷に関する研究成果から、日本海環境や東アジアモンスーンシステムの状態によって、気候変化に対する日本の森林植生の応答様式や地域的な植生分布が異なっていたことが明らかになってきた(Hayashi et al., 2009, 2010a, b)。このような過去の海洋・モンスーン変動による日本の森林動態への影響を把握していくことは、今後の温暖化による森林生態系の変化予測にとって重要な視点である。

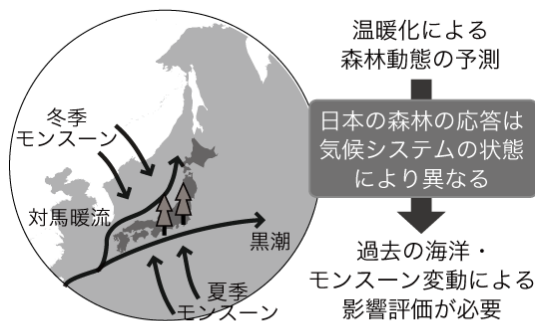


図-1 本研究の背景

(2) 過去の日本海環境と東アジアモンスーンの変動については、日本海堆積物の分析から研究が進められている(e.g. Irino & Tada, 2003; Tada et al., 1999)。しかし、日本海堆積物の分析から明らかにされた海洋・気候変動と陸域生態系との対応については、これまでほとんど研究されていなかった。

2. 研究の目的

(1) 日本海堆積物に含まれる花粉化石群集の変遷を解明

過去に大きな海洋・モンスーン変動がおきた時期の森林動態について、日本海堆積物の花粉分析から明らかにする。

(2) 日本海堆積物の花粉化石群集が反映する植生範囲の特定

日本海堆積物中の花粉化石群集が反映する植生範囲を特定するため、日本海周辺地域の陸上堆積物の花粉分析結果と対比を行う。

(3) 森林動態に対する日本海環境と東アジアモンスーン変動の影響を評価

花粉分析結果と日本海堆積物の古気候変動データとの対比を行なう。さらに、世界各地における森林動態との比較から日本の特異性について検討する。

3. 研究の方法

(1) 日本海堆積物の花粉分析

日本海の大和海盆における KR07-12 PC-07 堆積物の花粉分析により、過去 15 万年間の氷期間氷期変動に対する森林動態を明らかにした。

2013 年度の IODP 航海で採取された鳥取沖での Exp.346 U1427 堆積物の花粉分析を行い、過去 50 万年間の氷期間氷期変動に対する森林動態を明らかにした。

(2) 陸域堆積物の花粉分析結果との対比

日本海堆積物との対比のため、琵琶湖堆積物の花粉分析データの追加分析と古環境変動データとの対比の再検討を行った。

日本海周辺地域の陸上堆積物の花粉分析結果を収集整理していくことを目指し、琵琶湖周辺地域をモデルケースとしたデータベースの基盤作成を実施した。

琵琶湖周辺地域を中心とした陸上堆積物の花粉分析データと、本研究での日本海堆積物の結果とを対比し、海洋コアの花粉組成が反映している植生の範囲についての評価を行った。

(3) 古環境変動や世界の森林変化との対比

本研究の花粉分析結果について、日本海堆積物を用いた海流変動やモンスーン変動などの古気候変動研究との対比を行なった。

世界的な高精度花粉分析結果のデータベース化を進めている国際第四紀学連合の国際ワーキンググループ『Abrupt Climate changes and Environmental Response (ACER)』の、東アジア地域の担当として世界各地の森林動態との比較を進めた。特に、バイカル湖周辺における森林動態との比較を実施した。

4. 研究成果

(1) 日本海堆積物の花粉分析

大和海盆 PC-07 堆積物の花粉分析

日本海の大和海盆における PC-07 堆積物の過去約 15 万年間について 30 層準で花粉分析を実施した。その結果、氷期に相当する層準においては、トウヒ属やゴヨウマツ垂属などのマツ科針葉樹の花粉が草本花粉とともに優勢となった。また、MIS5 や MIS3 と呼ばれる時期においては、スギを中心とした温帯性の針葉樹花粉が優勢であった。一方で、間氷期に相当する層準においては、花粉の含有量が非常に少なくなることが示された。堆積物の表層部分においては、含有量は少ないものの、マツ属の花粉が高率で出現した。

鳥取沖 U1427 堆積物の花粉分析

2013 年度の IODP 航海で採取された鳥取沖での U1427 堆積物について、高知コアセンターにおけるサンプリングパーティーに参加し、試料のサブサンプリングを実施した。本試料について、約 50 万年間に相当する上部 200m までの試料を対象に、64 層準で花粉分析を実施した。その結果、過去 5 回にわたる氷期間氷期変動に対する日本海周辺地域における森林動態が明らかになった。氷期においては、トウヒ属やツガ属、ゴヨウマツ属をはじめとしたマツ科針葉樹花粉が、草本花粉とともに優勢となった。一方で、温暖な間氷期の時期には、コナラ亜属やブナ属などの落葉広葉樹花粉が増加する傾向が認められた。常緑広葉樹であるアカガシ亜属の花粉についても、間氷期において出現が認められたが、MIS1 と MIS11 の時期をのぞくと、その出現率は低いものであった。また、間氷期と氷期の間の時期には、スギ花粉が非常に高率で出現する時期が認められた。

(2) 陸域堆積物の花粉分析結果との対比

琵琶湖堆積物の花粉分析の再検討

日本海堆積物の花粉分析結果との対比が可能な陸域での堆積物として、これまでにいくつかの分析が公表されている琵琶湖をとりあげ、花粉分析結果の再検討を実施した。

琵琶湖高島沖地点における湖沼堆積物を用いた花粉分析を追加で実施し、約 15 万年前の最終間氷期以降における森林植生の変遷の解明を行った。さらに、日本列島周辺における古気候変動研究成果と対比を実施することにより、琵琶湖周辺地域における森林植生に対する気候変動の影響、さらには日本列島に残存するスギやコウヤマキ、ブナといった固有樹木の生存と氷期間氷期変動との関係性について議論を行った。その結果、氷期間氷期変動に伴う東アジアモンスーンや周辺海流の変化の影響による、森林植生の地域的分布パターンの変遷が明らかになった。また、変動する気候環境が四次元的に多様な生態ニッチを生み出してきたことが、日本の固有樹木の生存に対して寄与していた可能性を指摘した。

また、琵琶湖堆積物の花粉分析結果が反映する植生割合について、定量的に評価していくことを目的に、花粉飛散シミュレーションモデルを用いた定量的植生復元を試みた。これまでに日本で計測が行われてきた各植物分類群での花粉生産量の基礎データを利用して、Sugita(2007)による REVEALS モデルによる植生量復元を実施した。モデルによる復元結果については、環境省植生図の GIS データを基にした実際の植生割合と比較し、その復元の妥当性を検証した。その結果、花粉組成ではスギ花粉 (61%) が実際の植生割合 (18%) と比べて過大に評価されていたが、REVEALS モデルによる推定値 (22%) では実

際の植生と比較的よく対応した。また、実際の植生割合よりも花粉組成が過小に評価されていたマツ属やコナラ亜属についても、植生に近い値が推定された。しかし、花粉出現率の低かったカバノキ属やクマシデ属、草本植物であるヨモギ属とキク亜科についての復元値は、実際の植生割合よりも高率に復元された。さらに、モミ属を加えて行った REVEALS モデルの復元結果は、実際の植生量より著しく高率な復元値となった。

琵琶湖地域でのデータベースの基盤作成

日本海周辺地域の陸上堆積物の花粉分析結果を収集整理していくことを目指し、琵琶湖周辺地域をモデルケースとしたデータベースの基盤作成を実施した。琵琶湖堆積物に加えて、周辺地域での湖沼湿原堆積物の花粉分析データ、さらに遺跡の発掘調査にともなって実施されてきた花粉分析データについて、収集とデータ読み取り、整理を実施した。

遺跡での花粉分析データの収集については、琵琶湖博物館の図書収蔵庫に保管されている滋賀県の発掘調査報告書を全て確認し、花粉分析や大型植物遺体分析、出土木材同定、プラントオパール (植物珪酸体) 分析、動物遺体分析等の古生態学データが掲載されている文献の収集と整理を行い、データベースの作成を行った。全 2236 冊の報告書を確認した結果、198 遺跡の報告書において古生態学データが認められた。この古生態学データの内、59 の遺跡報告書の中に花粉分析データが認められた。花粉分析データがある遺跡の分布は湖南地域に偏っており、湖西や湖北地域では非常に限られている。一方で、旧中主町周辺や草津市周辺においては、花粉分析データが多く蓄積していることが明らかになった。時代別に見ると、縄文時代の遺跡での花粉分析データは限られており、弥生時代から平安時代にかけての遺跡で多くのデータが蓄積されていた。

陸上堆積物と日本海堆積物の比較

本研究での日本海堆積物の花粉組成が反映している植生の範囲についての評価を行うため、直近の氷期間氷期変動の 1 周期を含む過去 15 万年間について、琵琶湖堆積物の花粉分析結果との対比を行った。

鳥取沖での U1427 堆積物について、過去 15 万年間の琵琶湖堆積物の花粉分析結果と比較を行った結果、氷期に相当すると考えられる、トウヒ属やツガ属、ゴヨウマツ属をはじめとしたマツ科針葉樹花粉の優勢時期は、それぞれ MIS2、MIS4、MIS6 の氷期に対比できることが明らかになった。間氷期において落葉広葉樹花粉が増加し、その後アカガシ亜属花粉が検出される傾向も、陸域と鳥取沖の海洋コアで共通して認識された。両者の花粉組成を比較すると、日本海側の植生要素を強く反映していると考えられる特徴が鳥取沖の日本海堆積物で顕著に認められるものの、氷

期や間氷期における主要な花粉分類群の出現率は類似していた。このことは、本研究のU1427 堆積物が日本列島における植生をよく反映していることを示している。

また、日本海の大和海盆における PC-07 堆積物の花粉分析結果について、過去約 15 万年間の琵琶湖堆積物の結果と比較を行った。PC-07 堆積物については、間氷期の花粉含有量が少ない点が琵琶湖堆積物の結果と大きく異なっていたが、氷期においてマツ科針葉樹花粉が増加する傾向、MIS5 の時期にスギ花粉が優占する層準が 3 回繰り返される点は琵琶湖堆積物と共通したものであった。しかし、その増減の振幅は PC-07 堆積物でより顕著であり、花粉含有量で見てもその変動は非常に大きかった。この点は、本堆積物が日本海を中心部に位置するものであり、海流などの日本海環境の変動やモンスーン挙動の変動の影響を強く受けて、花粉の運搬堆積プロセスも変動してきた可能性を示唆している。

(3) 古環境変動や世界の森林変化との対比

花粉分析と古環境変動データの対比

本研究での花粉分析結果について、日本海堆積物を用いた古環境変動データとの対比を行なった。

鳥取沖での U1427 堆積物の約 50 万年間の花粉分析結果について、古海洋変動データと比較をした結果、海水準が低下し日本海が低塩分化したと考えられる時期は、マツ科針葉樹花粉が優勢になる時期と概ね同調しており、日本海が孤立化した結果として大陸的な気候環境が成立したものと考えられた。また、対馬暖流が流入していたと推定される時期にはブナ属やスギ花粉が優勢になり、マツ科針葉樹花粉や草本花粉の出現率は低下していた。しかし、対馬暖流の流入のピークと日本海側地域での多雪環境に適応しているブナ属のピークは必ずしも一致しておらず、日本の気候環境が対馬暖流の状態だけでなく、複合的な海洋環境やモンスーン変動などの複雑な要因によって形成されてきたことが示唆された。

日本海の大和海盆における PC-07 堆積物の花粉分析結果について、日本海環境の変動を示しているとされる堆積物の明暗互層との比較を行った結果、暗色の堆積物中において全花粉の含有量、特にスギ花粉の含有量が多くなることが明らかになった。堆積物の明度とスギ花粉含有量の間には強い逆相関が認められた。このことは、日本列島の固有樹木であるスギが、日本海の海洋環境の変動と強く関連し、氷期間氷期変動の中でその分布を変動させてきたことを示している可能性がある。ただし、この両者の相関関係には、日本海環境の変動に伴う花粉の運搬堆積過程の変化の影響もあることが予想されるため、今後の慎重な議論が求められる。

世界の森林変化との比較

本研究を含めて明らかになってきた、日本列島における氷期間氷期変動や急激な気候変動に対する森林動態について、その特徴と要因を日本海の存在という視点で検討していくためには、世界での花粉分析結果との比較が求められる。そのため、国際第四紀学連合の国際ワーキンググループ『Abrupt Climate changes and Environmental Response (ACER)』に、東アジア地域の担当として参加し、世界的な高精度花粉分析結果のデータベース化を進めた。特に、大陸的な気候環境にあるバイカル湖周辺に注目し、森林動態との比較を実施した。

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 6 件)

林 竜馬、佐々木尚子、瀬口眞司、滋賀県の遺跡における古生態学データの集成 琵琶湖地域における人と森の相互関係史解明に向けて、公益財団法人滋賀県文化財保護協会紀要、査読無、30 巻、2017、97-105

Ryoma Hayashi, Hikaru Takahara, Yoshio Inouchi, Keiji Takemura, Yaeko Igarashi, Vegetation and endemic tree response to orbital-scale climate changes in the Japanese archipelago during the last glacial interglacial cycle based on pollen records from Lake Biwa, western Japan., Review of Palaeobotany and Palynology, 査読有、241 巻、2017、85-97 DOI: 10.1016/j.revpalbo.2017.02.008

Hikaru Takahara, Ryoma Hayashi, Paleovegetation during marine isotope stage 3 in East Asia., Emergence and diversity of modern human behavior in paleolithic Asia, 査読有、1 巻、2015、314-324

Tomohiko Kigoshi, Fujio Kumon, Ryoma Hayashi, Manato Kuriyama, Kazuyoshi Yamada, Keiji Takemura, Climate changes for the past 52 ka clarified by total organic carbon concentrations and pollen composition in Lake Biwa, Japan., Quaternary International, 査読有、333 巻、2014、2-12 DOI: 10.1016/j.quaint.2014.04.028

林 竜馬、槻木玲美、小田寛貴、大槻 朝、栗野 将、牧野 渡、占部城太郎、山形県畑谷大沼堆積物の花粉分析に基づく過去 60 年間の植生とスギ花粉年間堆積量の変化、日本花粉学会会誌、査読有、60 巻、2014、

林 竜馬、高原 光、東アジアの花粉記録に残された千年スケールでの植生変動の証拠、号外地球、査読無、63 巻、2014、74-80

〔学会発表〕(計 12 件)

Ryoma Hayashi 他、Orbital-scale vegetation fluctuations in western Japan based on pollen records from Japan Sea during the last glacial-interglacial cycle.、XIV International Palynological Congress / X International Organization of Palaeobotany Congress 2016、2016 年 10 月 25 日、Bahia Othon Palace(Salvador, Brazil)

Ryoma Hayashi 他、Holocene land-use/land-cover changes based on pollen and paleoecological records from archaeological sites around Lake Biwa, Japan.、XIV International Palynological Congress / X International Organization of Palaeobotany Congress 2016、2016 年 10 月 23 日、Bahia Othon Palace(Salvador, Brazil)

Ryoma Hayashi, Tomohisa Irino、Orbital-scale biostratigraphy based on pollen records from KC07-12 pc-07 and Exp 346 U1427 since the last interglacial、Asian Monsoon IODP Expedition 346 2nd (Science) Postcruise Meeting、2016 年 01 月 22 日、University of Melbourne (Melbourne, Australia)

林 竜馬、琵琶湖の花粉学からみる百万年・十万年・千年スケールでの気候と植生の変動、日本花粉学会第 56 回大会(招待講演)、2015 年 10 月 03 日、滋賀県立琵琶湖博物館(滋賀県草津市)

林 竜馬、最終間氷期以降の気候変動に対する植生の応答過程の解明、日本花粉学会第 56 回大会(招待講演)、2015 年 10 月 03 日、滋賀県立琵琶湖博物館(滋賀県草津市)

Ryoma Hayashi 他、Regional contrast in millennial-scale vegetation and climate variability during the last glacial based on pollen records from East Asia、the XIX INQUA Congress 2015、2015 年 08 月 15 日、Nagoya University (Nagoya, Japan)

林 竜馬 他、縄文時代以降の森林生態系と人の移ろい-琵琶湖周辺地域における遺跡の古生態学的データから、日本生態学会第 62 回大会、2015 年 03 月 21 日、鹿児島

大学(鹿児島県鹿児島市)

林 竜馬、氷期間氷期変動に伴うスギと温帯性針葉樹の分布変遷、日本生態学会第 62 回大会(招待講演)、2015 年 03 月 18 日、鹿児島大学(鹿児島県鹿児島市)

Ryoma Hayashi 他、Long-term monitoring of tree pollen production and implications for quantitative reconstruction of regional vegetation around Lake Biwa in central Japan、9th European Palaeobotany and Palynology Conference、2014 年 08 月 28 日、University of Padova(Padova, Italy)

Ryoma Hayashi 他、Orbital-scale vegetation response to seasonal climate changes in ocean-atmosphere systems during the last glacial-interglacial cycle based on terrestrial and marine pollen records around Japanese archipelago、9th European Palaeobotany and Palynology Conference、2014 年 08 月 27 日、University of Padova(Padova, Italy)

林 竜馬 他、琵琶湖堆積物の花粉分析からみる過去 15 万年間の植生変動と気候システムの季節性、第 28 回日本植生史学会大会、2013 年 12 月 01 日、高知大学(高知県高知市)

林 竜馬 他、山形県畑谷大沼周辺における過去 50 年間の植生とスギ花粉年間堆積量の変化、日本花粉学会第 54 回大会、2013 年 08 月 31 日、松山大学(愛媛県松山市)

〔図書〕(計 1 件)

佐々木尚子、林 竜馬、共立出版、花粉分析による集水域植生の復元(占部城太郎編、湖沼近過去調査法)、2014、164-192

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.lbm.go.jp/hayashi/WelCome.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

林 竜馬 (HAYASHI, Ryoma)

滋賀県立琵琶湖博物館・研究部・学芸員

研究者番号：60636067