

猪苗代湖湖底堆積物の花粉分析に基づく過去 1700 年間の植生変遷

林 竜馬（滋賀県立琵琶湖博物館）

廣瀬孝太郎・長橋良隆（福島大学・共生システム理工学類）

要 旨

猪苗代湖周辺地域における過去 1700 年間の植生変遷を明らかにするために、INW2012 コアの上部 2m についての花粉分析を行った。花粉分析の結果、深度約 130 cm 以深ではコナラ属コナラ亜属やブナ、アサダ属/クマシデ属をはじめとした落葉広葉樹花粉とともに、スギとヒノキ科型の花粉が優勢であった。深度約 130cm 以浅の層準になると、スギやヒノキ科型の花粉出現率が減少した。一方で、イネ科やヨモギ属などの草本花粉の増加が認められ、ソバ属花粉も連続して産出するようになった。深度約 70 cm 以浅では、マツ属複雑管束亜属花粉が高率で検出されるようになり、堆積物の最上部では近代の人工造林の影響と考えられるスギ花粉の増加が認められた。

I. はじめに

現在の自然環境は、歴史時代以降の人間活動による影響を受けて成立しているものである。今後の自然環境の維持・保全について検討していくためには、長期的な視点にたつて人為による影響を受ける以前の原生的な自然の姿から、現在の状態に至る自然環境の移り変わりを把握し、目指すべき保全目標を明確にすることが重要である。また、過去における人間の自然利用と自然環境との相互関係性を理解することは、人間-自然環境系の歴史の変遷を明らかにし、今後の両者のあり方を考えていく上で欠かせない情報を提供しうる。

自然環境の中でも、植生は陸上生態系の基盤であり、自然景観としての観点からも欠くことのできない重要な要素である。また、古くから木材や燃料として人間によって利用されてきた有益な資源であり、各地で歴史時代以降に大きく植生が影響を受けてきたことが知られている（高原 1998）。歴史的な植生環境の変遷を明らかにするための手法としては、古写真や絵図、文書による植生復元も挙げられるが、中・近世以前における長期的な変遷を捉えるための手法としては堆積物中の花粉化石や大型植物遺体などを分析する古生態学的手法が有効であり、これまでも広く

実施されてきた。

猪苗代湖周辺地域においては、赤井谷地や法正尻湿原における花粉分析や大型植物遺体分析が実施され、最終氷期以降の植生変遷が明らかにされている（鈴木ほか, 1982; 相馬, 1984; 1988）。また、木材遺体を基に過去の植生を復元する研究も進められており（木村・今井, 2013; 今井ほか, 2014）、箱崎ほか（2009）は猪苗代湖南部の鬼沼における木材と花粉化石から現在の植生分布では見ることのできないサワラ・アスナロを中心とした湿地林が約 1500~800 年前に存在していたことを明らかにした。しかし、歴史時代以降の人間利用によって、サワラ・アスナロ湿地林などの原生的な植生がどのように影響を受けて現在の植生分布に変遷してきたかについては十分に検討が行われているとは言えない。安定した環境で連続的に堆積したと考えられる堆積物を用いて、特に歴史時代に相当する最上部を対象にした年代測定と時間分解能の高い古生態学的研究が必要である。

本研究では、猪苗代湖周辺における過去 1700 年間の植生変化を明らかにすることを目的に、2012 年に湖の中央部で採取された猪苗代湖湖底堆積物の花粉分析を行った。

II. 試料採取地点周辺の概要

本研究の堆積物試料採取地である猪苗代湖は福島県の中央の標高 514m に位置し、面積は 103km²、最大水深は 94m である。猪苗代湖の周辺は標高 1000m 前後の山地に囲まれており、北部には猪苗代平野をはさんで標高 1816m の磐梯山が位置している。

猪苗代 (519m) における 1981~2010 年間のアメダス気象平年値によると、平均気温は 9.6°C、年降水量は 1293.8mm であり、最深積雪の年平均値は 78cm である。平年値を基に吉良の温量指数 (吉良, 1949) を計算すると、WI は 78.3°C・月、CI は -22.9°C・月となり、冷温帯に位置する。

III. 試料と方法

1. 堆積物試料

本研究で用いた堆積物試料は、2012 年に福島県猪苗代湖湖心部付近で採取された堆積物 (INW2012) である。本堆積物は、水深約 90m の地点 (北緯 37° 27' 43.4"・東経 140° 05' 57.4") において、台船上にやぐらとボーリングマシンを設置して採取が行われた (長橋・廣瀬, 2013)。本堆積物の掘削深度は 37.13m で、深度 0~28.13m までの連続した堆積物試料が採取された (廣瀬ほか, 2014)。堆積物の下部は砂礫層と細礫を含む中流砂層や砂質シルト層からなり、中部は極細粒砂~シルト層、上部は主に明暗縞状に相互層する粘土からなっている (廣瀬ほか, 2014)。

本研究では、INW2012 堆積物試料の上部 2m を対象に花粉分析を行った。本堆積物の深度 1.78m と 1.81m には、それぞれ榛名二ツ岳伊香保 (Hr-FP) と榛名二ツ岳渋川 (Hr-FA) に対比されるテフラ層が認められている (廣瀬ほか, 2014)。これらの広域火山灰の噴出年代は、考古学遺物法では Hr-FP が 6 世紀中葉、Hr-FA が 6 世紀初頭とされ (町田・新井, 2003)、放射性炭素年代測定ではそれぞれ 555~615 cal AD と 430~570 cal AD と推定されている (下司・大石, 2011)。また、INW2012

堆積物の放射性炭素年代測定値に基づく年代モデルでは、Hr-FP が約 1680 年前、Hr-FA が約 1720 年前に堆積したと推定されている (廣瀬ほか, 2014)。これらの Hr-FP と Hr-FA の噴出年代の推定値によると、INW2012 堆積物の上部 2m については約 1700 年間に堆積したものと考えられる。

2. 花粉分析

花粉分析に供した試料は、INW2012 堆積物の上部 2m から約 10cm 間隔で採取した、計 20 試料を用いた。花粉分析用の試料については、2cm 厚にスライスし、湿潤重量を測定した後、高原・谷田 (2004) に従い、KOH、180 μm 篩かけ、HF、アセトリシス処理を行なった。単位堆積物重量あたりの花粉含有量を明らかにするため、濃度を一定に調整したマイクロスフィア溶液 1ml を各試料に添加した。アセトリシス処理後の試料はシリコンオイルに封入し、光学顕微鏡を用いて花粉および胞子の同定を行った。各層準について、高木花粉総数を基数として各花粉および胞子分類群の出現率を算出した。なお、ハンノキ属花粉については高木花粉総数から除外した。

各層準毎の高木花粉出現率を用いて、CONISS (Grimm, 1987) によるクラスター分析を行い、その結果を基に局地花粉帯を設定した。クラスター分析を行う際には、出現率の最大値が 0.5% 以下の分類群については除外して計算を実施した。

IV. 結果と考察

1. 花粉分析結果

花粉分析の結果から明らかになった、INW2012 堆積物上部 2m における主要高木花粉出現率と低木・草本花粉および胞子出現率を図 1・2 に示す。CONISS によるクラスター分析の結果を基に局地花粉帯を設定した。局地花粉帯の設定は、今後 200cm 以深の花粉帯を設定する際のことを考慮し、最上部より昇順で通し番号を付した。

INW-4 帯 (190~130cm)

本花粉帯においては、高木花粉ではスギ *Cryptomeria* 花粉が連続して 20%以上の高率で出現する。ヒノキ科型 *Cupressaceae-type* 花粉と、落葉広葉樹のコナラ属コナラ亜属 *Quercus subgenus Lepidobalanus* やブナ *Fagus crenata*, アサダ属/クマシデ属 *Ostrya/Carpinus* 花粉も、それぞれ 10%前後と比較的高率で検出される。

低木花粉では、ハンノキ属 *Alnus* 花粉が比較的 低率ではあるが連続して検出される。草本花粉の出現率は、どの分類群においても相対的に低い値を示す。

INW-3 帯 (130~70cm)

INW-4 帯で高率で出現していたスギ花粉は減少傾向を示し、深度 70cm では 10%を下回る出現率となる。ヒノキ科型の花粉についても、同様な減少傾向を示す。出現率で見ると、コナラ属コナラ亜属花粉は INW-4 帯と比較して若干出現率が増加し、ブナやアサダ属/クマシデ属花粉などの

他の落葉広葉樹花粉では同程度の検出が認められた。また、マツ属複維管束亜属 *Pinus subgenus Diploxylon* 花粉が低率ではあるものの連続して検出され、上部に向けて増加傾向を示す。

一方で、低木花粉ではハンノキ属花粉の出現率の増加が認められ、クワ科 *Moraceae* 花粉が連続して検出される。草本花粉ではイネ科 *Gramineae* やヨモギ属 *Artemisia*, カヤツリグサ科 *Cyperaceae* 花粉などの出現率増加が認められ、ソバ属 *Fagopyrum* 花粉も本花粉帯において特徴的に連続して産出する。また、本花粉帯においてミズニラ属 *Isoetes* 胞子が高率で検出される。

INW-2 帯 (70~30cm)

本花粉帯においては、マツ属複維管束亜属花粉が特徴的に 10~20%程度の高率で検出されるようになる。スギとヒノキ科型花粉は INW-3 帯に引き続いて低率であるが、スギ花粉は上部に向けて増加傾向を示す。また、コナラ属コナラ亜属花粉は安定した出現率を示すものの、ブナやアサダ

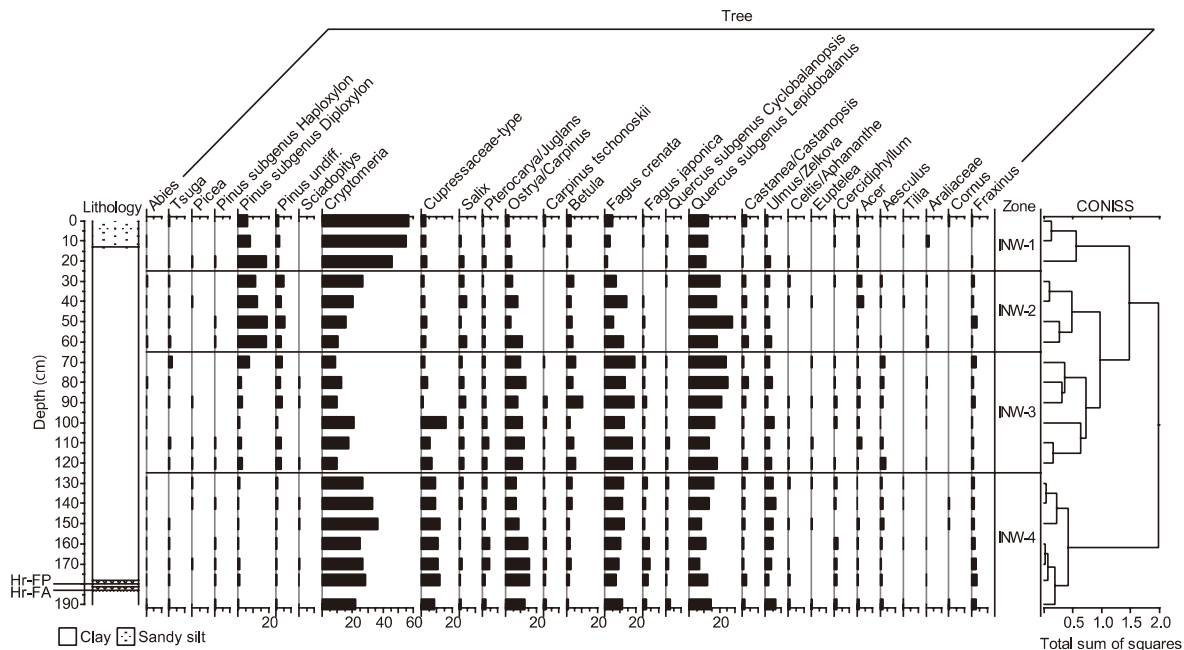


図 1. 猪苗代湖湖底堆積物(INW2012)の主要高木花粉出現率 (高木花粉総数を基数として算出)

属/クマシデ属花粉は INW-3 帯と比較して若干の減少傾向が認められた。

低木花粉のハンノキ属やクワ科花粉, 草本花粉のイネ科やヨモギ属, カヤツリグサ科花粉は, INW-3 帯に比べて減少傾向を示すものの, 連続的に比較的高率で検出される。

INW-1 帯 (30~0cm)

本花粉帯では, スギ花粉の顕著な増加が認められ, 表層付近では 50%を超える出現率を示す。一方で, INW-2 帯では高率で出現していたマツ属複維管束亜属花粉は表層に向けて減少していく。コナラ属コナラ亜属花粉やブナ花粉などの落葉広葉樹花粉は比較的低い出現率を示す。

低木花粉のハンノキ属花粉や, 草本花粉のイネ科やヨモギ属花粉の出現率は低く, 表層へ向けて減少していく。

2. 猪苗代湖周辺での 1700 年間の植生変遷

花粉分析の結果, INW-3 帯での草本花粉の増加

から推定される植生への人間活動の影響の顕在化以前には, 猪苗代湖周辺ではコナラ属コナラ亜属やブナを中心とした落葉広葉樹林とともに, スギやヒノキ科 (またはイチイ科・イヌガヤ科) の樹木が多く生育していたことが示唆された。猪苗代湖南部の扇状地では, 約 1500~800 年前の堆積物からヒノキ科のサワラやアスナロの埋没木が発見されており (箱崎ほか, 2009), 本研究での花粉分析結果と整合的である。

その後, INW-3 帯以降の時期になると, 人間による森林資源の利用や低湿地の開発などに伴い, スギやヒノキ科の樹木は大きく減少したものと推察される。一方で, イネ科やヨモギ属花粉が増加することから, 猪苗代湖周辺において疎林状もしくは草原性の明るい植生が拡大したことが示唆された。また, この頃からソバ属花粉が検出されるようになり, 周辺地域でソバ栽培が行われていたと考えられる。

さらに, INW-2 帯以降になるとマツ属複維管束亜属花粉が高率で出現することから, 猪苗代湖周

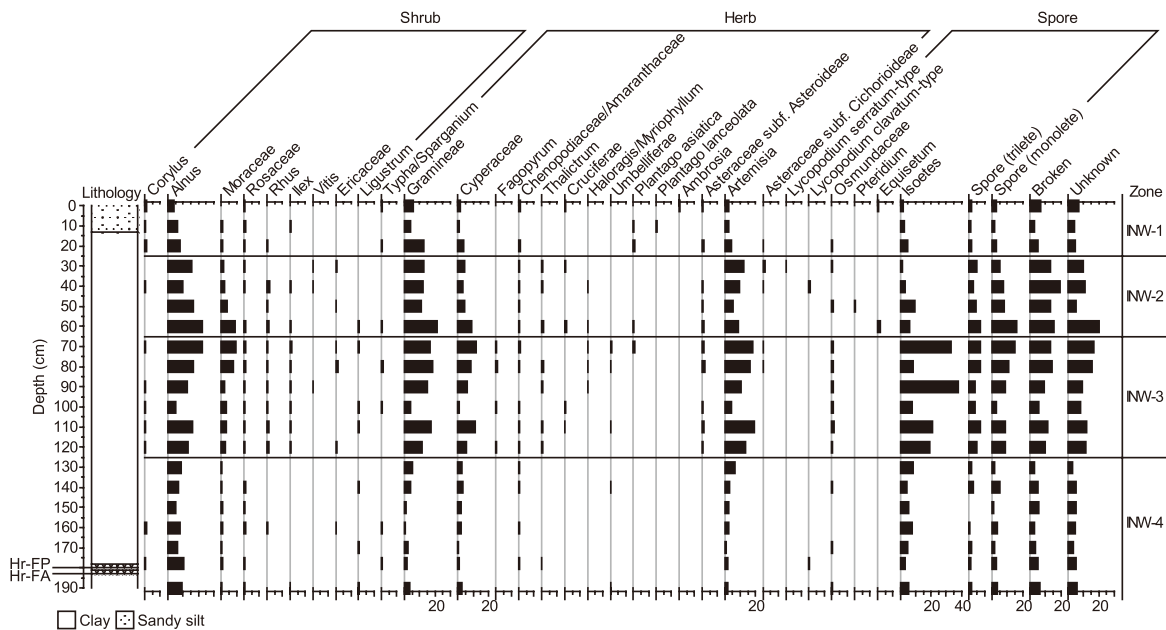


図 2. 猪苗代湖湖底堆積物 (INW2012) の主要低木・草本花粉および孢子出現率 (高木花粉総数を基数として算出)

辺でアカマツの二次林が優勢になっていったことが示唆された。このことは、この時期以降に人間活動による自然環境への圧力がより高くなったために、森林の二次林化が進行したことを示唆している。

INW-1 帯において、スギ花粉が増加し、マツ属複維管束亜属花粉が減少することは、戦後の人工造林の影響と、燃料革命に伴う森林資源の利用圧の減少により二次林の遷移が進行したことを示していると考えられる。滋賀県琵琶湖（林ほか, 2012）や山形県畑谷大沼（林ほか, 2014）における 20 世紀に相当する湖底表層堆積物の花粉分析結果でも、同様に最表層に向けたスギ花粉の増加とマツ属複維管束亜属花粉の減少が認められている。これらの湖底堆積物の研究では、Pb-210（鉛-210）と Cs-137（セシウム-137）法を用いた年代モデルに基づき、スギ花粉の増加時期とその後の増加傾向が、戦後の造林に伴う成熟スギ人工林面積の変化と同調していることが示されている（林ほか, 2012; 2014）。

V. まとめと今後の課題

猪苗代湖周辺においては、1700 年前頃にはコナラ属コナラ亜属やブナ、クマシデ属/アサダ属をはじめとした落葉広葉樹とともに、スギとヒノキ科（またはイチイ科・イヌガヤ科）の樹木が優勢であったが、その後、イネ科やヨモギ属などの草本植生の増加が認められ、アカマツと考えられるマツ属複維管束亜属の樹木が優勢となったことが明らかになった。さらに、最上部ではスギ花粉の増加が認められ、近代の人工造林の影響が反映されていることが推察された。

このような過去 1700 年間の植生変化の要因となった人口の増加や生業体制の変化などについて、歴史学・考古学的な観点からの検討を進めていくことが必要である。そのためには、堆積物の詳細な年代決定を行い、植生変化の時期を詳細に推定していくことが重要である。それらを通して、

人間の森林資源利用や土地利用が自然環境に及ぼす影響の歴史的な変遷について明らかにしていくことが求められている。

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 60636067 の助成及び琵琶湖博物館総合研究費により行われたものである。

引用文献

- 下司信夫・大石雅之（2011）榛名火山の後期更新世及び完新世噴出物から得られた炭素 14 年代、地質調査研究報告, 62, 177-183.
- Grimm, E.C. (1987) CONISS: A Fortran 77 program for stratigraphically constrained cluster analysis by the method of incremental sum of squares. *Computer & Geoscience*, 13, 13-35.
- 箱崎真隆・吉田明弘・木村勝彦（2009）福島県鬼沼における木材化石と花粉化石からみた完新世後期の時空間的な植生分布とサワラ・アスナロ湿地林, *植生史研究*, 17 (1), 3-12.
- 林 竜馬・兵藤不二夫・占部城太郎・高原 光（2012）琵琶湖湖底堆積物に記録された過去 100 年間のスギ花粉年間堆積量の変化, *日本花粉学会会誌*, 58, 5-17.
- 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（2014）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*, 60, 13-24.
- 廣瀬孝太郎・長橋良隆・長澤なおみ（2014）福島県猪苗代湖の湖底堆積物コア（INW2012）の岩層層序と年代, *第四紀研究*, 53 (3), 157-173.
- 今井英治・神野成美・木村勝彦（2014）安達太良山・酸川の複数のラハール堆積物に含まれる埋没林群の組成と年代, *共生のシステム*, 14, 26-31.
- 木村勝彦・今井英治（2013）安達太良山・酸川ラ

- ハール堆積物中の埋没林, 共生のシステム, 13, 163-165.
- 吉良竜夫 (1949) 日本の森林帯. 42p, 日本林業技術協会.
- 町田 洋・新井房夫 (2003) 新編火山灰アトラス [日本列島とその周辺]. 336p, 東京大学出版会.
- 長橋良隆・廣瀬孝太郎 (2013) 猪苗代湖湖底堆積物の掘削の概要とコア試料の岩層層序, 福島大学地域創造, 24 (2), 55-61.
- 相馬寛吉 (1984) 赤井谷地・法正尻湿原における植生の変遷-猪苗代地方の植生 (4) -, 野口英世記念館学報, 6 (4), 6-8.
- 相馬寛吉 (1988) 猪苗代湖形成以降の植生変遷, 地学雑誌, 97 (4), 113-119.
- 鈴木敬治・相馬寛吉・樫村利道・真鍋健一 (1982) 法正尻湿原周辺の植生及び法正尻層とその植物化石群, 福島大学特定研究「猪苗代湖の自然」研究報告, 3, 51-64.
- 高原 光 (1998) 近畿地方の植生史. 「図説日本列島植生史 (安田喜憲・三好教夫編)」, pp. 114-137. 朝倉書店.
- 高原 光・谷田恭子 (2004) 花粉分析法と炭化片分析法. 「環境考古学ハンドブック (安田喜憲編)」, pp. 190-204, 朝倉書店.