

◆研究の目的

水月湖の年縞堆積物を新たに採取し、年縞に含まれる花粉化石の放射性炭素 (^{14}C) を測定し、過去に太陽で発生したスーパーフレアの痕跡を探索することを目的とする。

◆期待される成果

- ・ 過去に発生した太陽のスーパーフレアは、樹木の年輪に含まれる放射性炭素の測定から詳しく研究されており（参照：[過去のスーパーフレア](#)）、同様の痕跡を今回初めて年縞から検出することが期待される。
- ・ スーパーフレアという同一のイベントを年輪と水月湖年縞の双方で確認することにより、年縞の年代を現在よりもさらに正確に求めることが可能になる。（参照：[年輪年代法](#)）
- ・ 将来的には、年輪がカバーしていない範囲（1万5千年以前）の過去のスーパーフレアの痕跡について、年縞から明らかにすることができる。

◆研究の背景情報

年縞堆積物

湖沼などの底に一年に一層形成される堆積物。水月湖の年縞には、葉や花粉の化石、プランクトン、火山灰などが含まれ、これらを分析することにより過去の年代と環境を正確かつ詳細に明らかにすることができる。

年代は、含まれる葉や花粉化石の放射性炭素年代測定と年縞そのものの計数（縞数え）によって正確に求められる。水月湖の年縞は年代測定の精度を飛躍的に向上させ、考古学や地質学における年代の「世界標準のものさし」として利用されている。

環境については、花粉化石の種類を同定することにより過去の気候とその変動を復元できる。このほか、プランクトンからは水環境、火山灰からは噴出源や噴火の頻度、黄砂からは偏西風の風向きの変化、磁鉄鉱などからは地球の磁場について知ることができる。

参考文献：

福井県年縞博物館(2020)『年縞博物館解説書』

放射性炭素 (^{14}C)

放射性炭素 (^{14}C) は、太陽活動の影響を受けながら地球へ到達する銀河宇宙線が、地球の大気と反応することで生成される。放射性炭素の濃度を過去に遡って測定することで、過去の宇宙線強度の変化がわかる。

参照：名古屋大学宇宙地球環境研究所Webページ「年輪中炭素 ^{14}C 測定」

スーパーフレア

太陽の表面ではフレアと呼ばれる爆発現象が頻繁に起きている。この爆発により高エネルギー粒子が多量に宇宙空間に放出され、その一部が地球にやってくる。スーパーフレアは、フレアの数

百倍から数千倍の規模で起こる爆発現象のこと。現在の太陽でスーパーフレアが起こると、地球では磁気嵐が起り停電や通信障害、人工衛星の故障などが発生するおそれがある。

参考文献：

大河内直彦 (2015) 『チェンジング・ブルー—気候変動の謎に迫る』

日本大百科全書(ニッポニカ)「スーパーフレア」の解説

過去のスーパーフレア（樹木年輪の研究）

樹木年輪に含まれる放射性炭素を1年の分解能で測定した結果、観測史上最大のスーパーフレアをはるかに上回る規模のイベントが西暦993年、西暦775年、紀元前660年、紀元前5410年頃に発生していたことが明らかになっている（通称：三宅イベント）。

参考文献：

Miyake et al. (2021) A single-year cosmic ray event at 5410 BCE registered in 14C of tree rings. Geophysical Research Letters.

三宅美沙「地球の宇宙線起源同位体に記録された過去の極端太陽イベント」『天文月報』2020年4月.

年輪年代法

年輪の幅が生育環境に応答することを利用しその変動パターンを比較することで年代を決定する方法。この年代法は、入手できる年輪をつなぎ合わせて実年代を得て、その放射性炭素を測定するという原理のため、誤差のない年代決定が可能である。

※年輪のデータはおよそ1万5千年前までの年代の「世界標準のものさし」に採用されている。

参考文献：

坂本稔 (2014) 「木の年代をはかる」『くらしの植物苑だより』No.336.

花粉化石

花粉の粒は炭素、水素、酸素からなる高分子結晶で非常に硬く、堆積物の中で壊れることなく数十万年残存する。水月湖の年縞は、1gあたり数万～数十万粒の花粉を含んでおり、放射性炭素の測定に適した物質である。近年、堆積物から花粉化石を十分な純度で安定的かつ効率的に抽出する技術を立命館大学古気候学研究センターが開発。本研究への応用も可能になった。

参考文献：

福井県年縞博物館(2020)『年縞博物館解説書』

Yamada et al. (2021) Extraction method for fossil pollen grains using a cell sorter suitable for routine 14C dating. Quaternary Science Reviews.