

研究成果報告書

財団法人 国土地理協会 平成 23 年度 学術研究助成

研究課題

「土の年輪は、樹木年輪になれるのか？
－湖沼年縞の年輪年代学的研究への応用－」

報告者

鳴門教育大学
大学院学校教育研究科

山田和芳 他 3 名

成果報告の概要

本研究の目的は、湖沼年縞堆積物の年縞計数による編年誤差の程度を知るために、年代誤差を持たない樹木年輪年代学的手法を用いて検討することである。将来的に、年縞気候学という新分野開拓の足がかりにしたいと思い研究を立案して、模索しながら研究をすすめた。本成果報告書では、発表資料をまとめることで、研究成果をまとめ、浮き彫りになった今後の課題について述べることにする。

近年、非氷河性湖沼堆積物に、樹木の年輪のように一年ごとに縞が形成される、土の年輪（年縞）が世界各所で発見されている。この縞を計数することで、細かい編年（時間軸）を作成し、堆積物中の微化石や化学組成などの環境変動プロキシから過去から現在までの環境変動を論じた研究が進んでいる。IPCC の古気候作業部会でも、湖沼年縞研究が引用され、地球温暖化の実態を解明し、地球環境の将来予測に役立つものと認識されている。

世界的に注目されている福井県水月湖では、過去 45,000 年間の年縞が存在して、その縞の計測によって一年単位で年代軸が決められているにも関わらず、事実上 100 年オーダー単位での時間分解での議論となっている。この原因のひとつは、湖沼年縞といっても、年毎に堆積環境は異なり、欠如や攪乱も引き起こされるため、同じ湖沼内の異なる地点間の連続性が確実でないことである。これは、現段階での湖沼年縞編年の限界を示すものであり、年輪年代学的手法のような新たな方法を取り入れない限り、より一層の進歩や改善は見込まれないものである。

本研究の根幹にある、このような問題点を解決するために、わたしたちは、湖沼年縞と樹木年輪分野の共同研究を組織した。申請者の山田は、日本における湖沼年縞堆積物の研究を継続して行っている。また、共同研究者の米延・大山によって、日本の年輪年代決定法の標準化が進展して、日本の年輪年代学は世界レベルまで達している。さらに、同共同研究者の小田によって、 γ 線検出器を用いた近過去の堆積物の年代測定（具体的には、セシウム 137、鉛 210 を用いた年代測定研究）のルーチンが確立している。これら私たちのそれぞれの研究専門性を十二分に発揮することで、同じテーマのもとで本共同研究は、湖沼年縞編年の作成に対して、従来の方法、すなわち、堆積物薄片による観察・カウンティング、他の年代測定（Pb-210、Cs-137、C-14）によるクロスチェックに加えて、それに年輪年代学的手法を援用することで研究を進めた。さらに、深見池の研究では、予察的にはあるが、年縞気候学的検討もおこなった。この結果は残念ながら多くの課題が見つかったため成功とはいえないものになっ

たが、今後の研究の足掛かりになったことは特筆できることと考えている。

本研究助成を受けながら遂行した具体的な研究項目とその成果は以下である。

① アイスフィンガー法による完全未攪乱湖沼年縞堆積物の採取

申請者によって発案された新しいサンプリング方法（ミニアイスフィンガー法）にて、湖沼年縞堆積物サンプルを、青森県小川原湖、秋田県一の目潟、福井県水月湖（図1）にて実施した。

この研究成果の詳細については、地球惑星科学連合 2011 年大会にて報告したポスター講演発表資料（別紙1）に変えて報告する。

② 従来地質学的な年縞の計数

肉眼スケールあるいは、顕微鏡を用いた堆積物薄片のマイクロスケールでの年縞の認定および計数は、短時間で評価できる。しかしながら、年縞堆積物の欠層（堆積物の塊状化傾向）や、人為的な年縞の計測ミスがあった場合の対応ができない。そのため、水月湖、小川原湖および深見池では、複数本のミニアイスフィンガーサンプルを検討した一方、一の目潟では、2011 年冬にミニアイスフィンガーサンプルを一本採取して、2006 年に採取した表層堆積物と対比した。前者の検討では、年縞ラミナ単位での層序対比ができていたことが明らかになった。一方、後者では、一の目潟における年縞が、年毎確実に堆積していることが明らかになった（図2）。

③ クロスデーティングを用いた年輪年代学的手法による年縞の計数

従来の年縞編年では、②の研究のように、縞の数を数えるということで年縞の計数は行われる。一方、年輪年代学では、複数の年輪について、その縞の幅を測定して、試料間のデータの整合性の反復検証をおこなうことで、試料間のアンサンブル平均、つまり、標準年輪曲線を構築していく。この年代誤差を持たない樹木年輪の年代学的手法を、深見池で採取した既存の12本のマッケラスコアサンプルについて援用して検討をおこなった（図3、表1）。

この研究は、本研究助成の最も重要な研究の位置づけになる。研究成果の詳細については、地球惑星科学連合 2011 年大会にて報告した口頭発表資料（別紙2）、および日本第四紀学会 2011 年徳島大会にて報告したポスター講演発表資料（別紙3）に変えて報告する。

④ 放射性物質を用いた年代測定法による年縞編年のチェック

年縞年代のクロスチェックという位置づけで、一の目潟の表層堆積物中の3

枚のラミナ（3年分）を1サンプルとして、 γ 線検出器を用いたセシウム137および鉛210年代測定を実施した。従来、このような測定では、深度等間隔に切り出した試料を用いることがほとんどだが、年縞計数による編年の精度を正確に確認するため、3年分ごとの試料での測定を行った。その結果、年縞の計数による編年と、水爆実験由来である1960年中頃のセシウム137の濃度ピークが一致していることが明らかになった（図4）。これらのことは、一の目瀉の年縞が、樹木年輪のように一年ごと、確実に堆積していることを示している。このように、一の目瀉において、現在でも一年単位で地層が形成している証拠が得られたことは、年縞が天然の地球環境変動の記録計として極めて有効であることを示唆する。

この研究成果の詳細については、日本第四紀学会 2011年徳島大会にて報告した口頭発表資料（別紙4）に変えて報告する。

⑤ 予察的な年縞気候学的分析の試み

深見池では、12本のボーリングコアから作成した標準年縞幅曲線を用いて、長野県飯田市の観測気象データとの対比を試みた。年平均気温および年間降水量（図5）ともに、今のところ明瞭な相関関係を見出すことはできなかった。この原因は、年縞編年の絶対年代を入れられないことや、対比する気象データの区切り方と考えている。今後、さらに検討を試みる必要がある課題となった。

上述したような、本助成により行った研究について経過および成果報告ということで、助成期間中および終了直後の理化学系学会において、共同研究者を中心する共著ということで、合計4件の学会発表（口頭2件、ポスター2件：参照助成研究完了報告書に添付した資料1~4）を行うことができた。

これらの発表スライド等を別紙としてまとめ、本研究助成の研究成果報告とする

最後に、本助成研究のまとめ及び今後の課題として、研究課題にした「土の年輪は、樹木年輪になれるのか？」に対する答えについて記したい。

本研究結果からは、樹木年輪年代学的手法で行われている目視評価、統計の観点から判断すると、編年学としては、十分に、土の年輪は、樹木年輪になれると判断できる。ただし、その際に、コアリング地点の水深や水質といった各湖沼のローカルな影響を注意深く判断する必要があることが明らかになった。たとえば、深見池では、クロスデーティングによる標準年輪曲線を作る際、10数本のコアのどこかで、欠年縞層が120年間分において、10枚確認されてい

る。今後、年縞編年する際は、この誤差についても十分理解した上で研究を進める必要がある。



図 1：調査研究対象湖沼

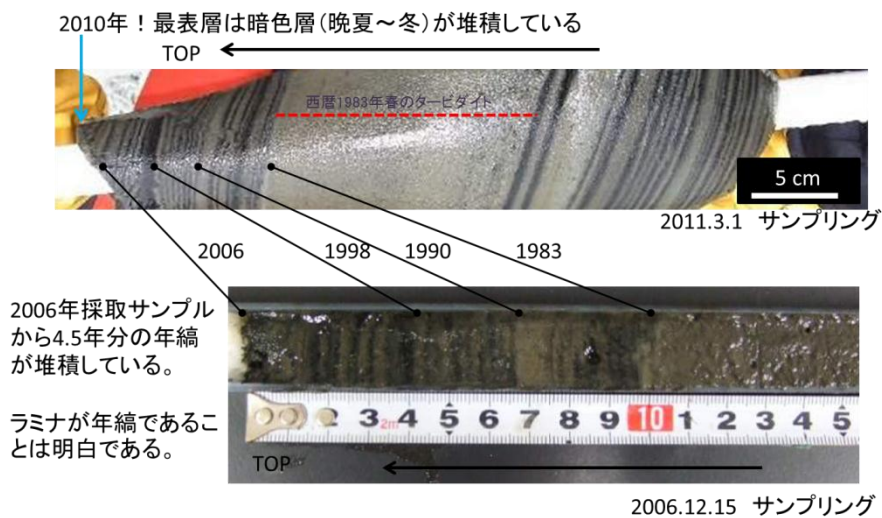


図2：一の目潟で採取した最表層部サンプル
 (上：2011年3月1日採取、下：2006年12月15日採取)

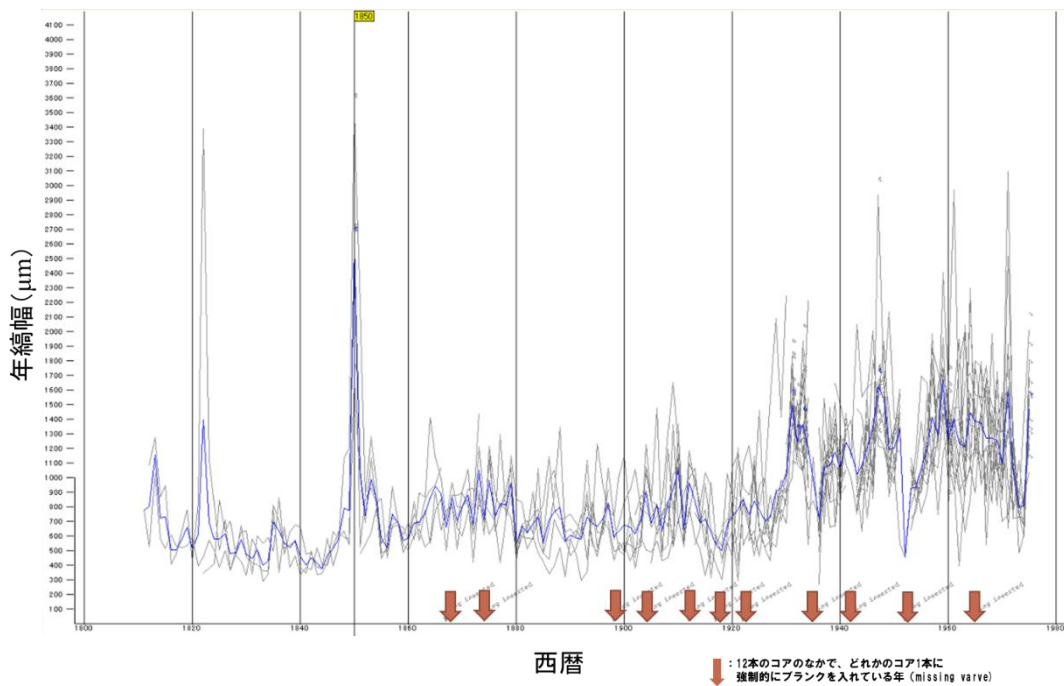


図3：深見池コアの標準年縞曲線

Seq Series	Interval	No. Years	No. Segmt	No. Flags	Corr with Master	Mean msmt	Max msmt	Unfiltered Std dev	Auto corr	Mean sens	Filtered Max value	Std dev	Auto corr	AR (°)
1 fkm01	1850 1975	126	5	2	0.418	7.03	18.09	4.978	0.606	0.375	1.90	0.262	-0.045	1
2 fkm02	1850 1975	126	5	4	0.329	9.06	35.09	4.869	0.419	0.459	1.92	0.300	-0.032	1
3 fkm03	1924 1975	52	3	0	0.849	10.75	20.44	4.004	0.183	0.467	1.91	0.352	-0.014	1
4 fkm04	1931 1975	45	1	0	0.874	10.89	22.96	4.154	0.195	0.472	1.91	0.379	-0.021	1
5 fkm05	1850 1975	126	5	2	0.508	8.65	26.22	4.727	0.438	0.493	1.99	0.366	-0.016	1
6 fkm06	1897 1975	79	4	0	0.645	8.34	18.68	4.173	0.338	0.453	2.12	0.312	-0.056	1
7 fkm07	1869 1975	107	5	2	0.533	9.28	20.07	3.869	0.179	0.456	1.81	0.269	0.007	1
8 fkm08	1930 1975	46	1	0	0.512	11.42	20.03	4.001	0.156	0.417	1.74	0.287	-0.016	1
9 fkm09	1930 1941	12	1	0	0.924	10.37	15.50	4.184	-0.132	0.550	1.72	0.463	-0.017	1
10 fkm10	1920 1975	56	3	0	0.661	11.90	29.71	5.875	0.120	0.504	2.06	0.432	-0.034	1
11 fkm11	1851 1975	125	5	3	0.388	9.06	30.94	5.010	0.472	0.332	1.94	0.264	-0.021	1
12 fkm12	1902 1975	74	3	0	0.531	10.21	22.21	4.039	0.266	0.385	1.91	0.324	-0.038	1
Total or mean:		974	41	13	0.522	9.26	35.09	4.583	0.349	0.433	2.12	0.314	-0.026	

表 1 : COFECHA プログラムによる年輪幅のデータチェック

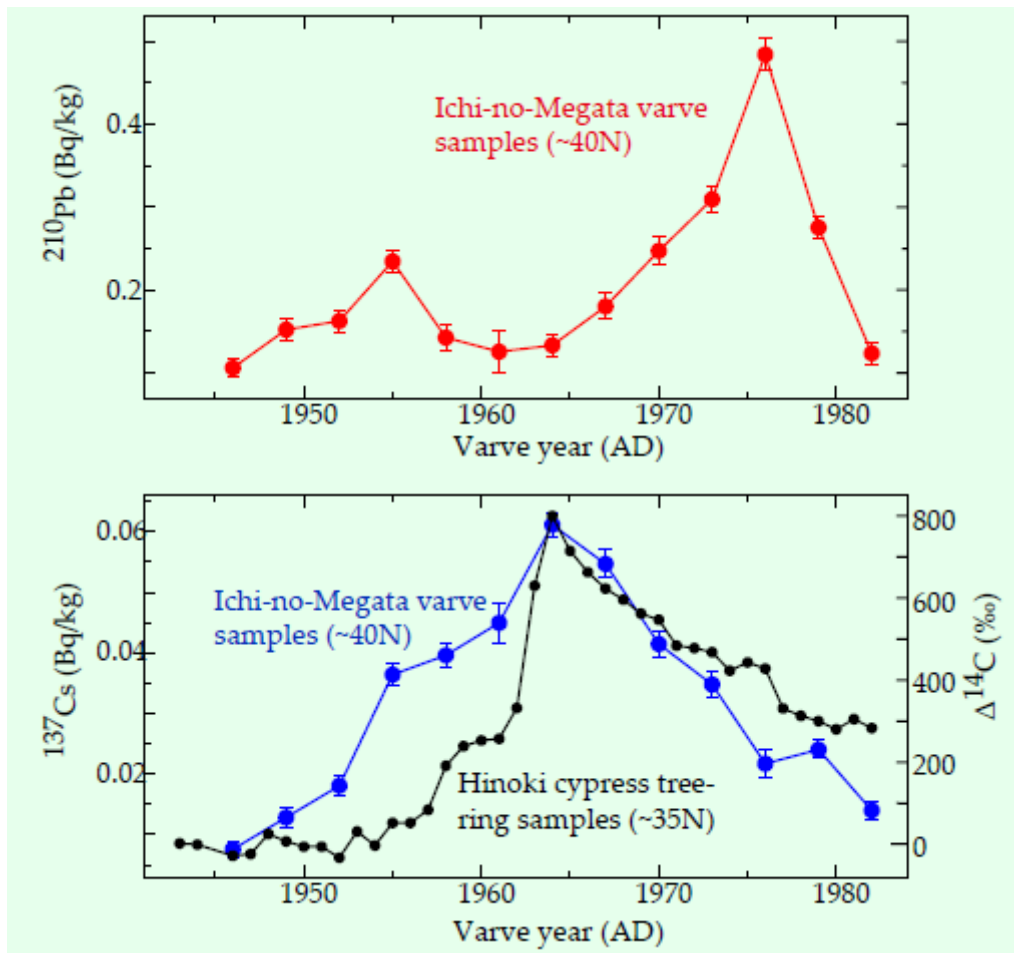


図 4 : 一の目潟年縞堆積物の鉛 2 1 0 (上) とセシウム 1 3 7 年代測定結果

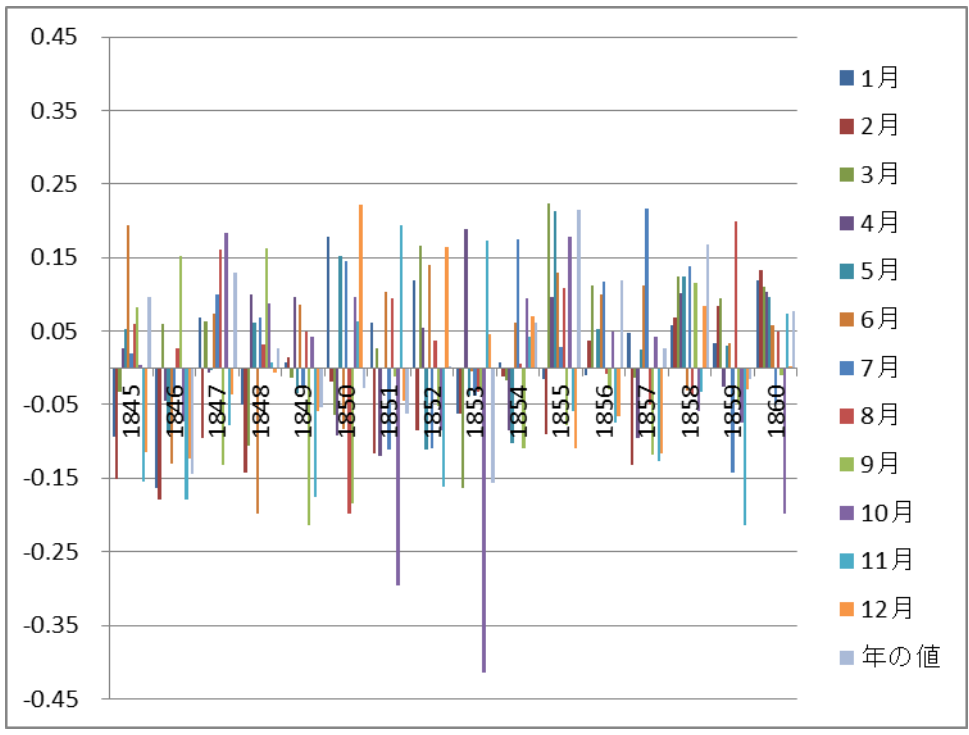
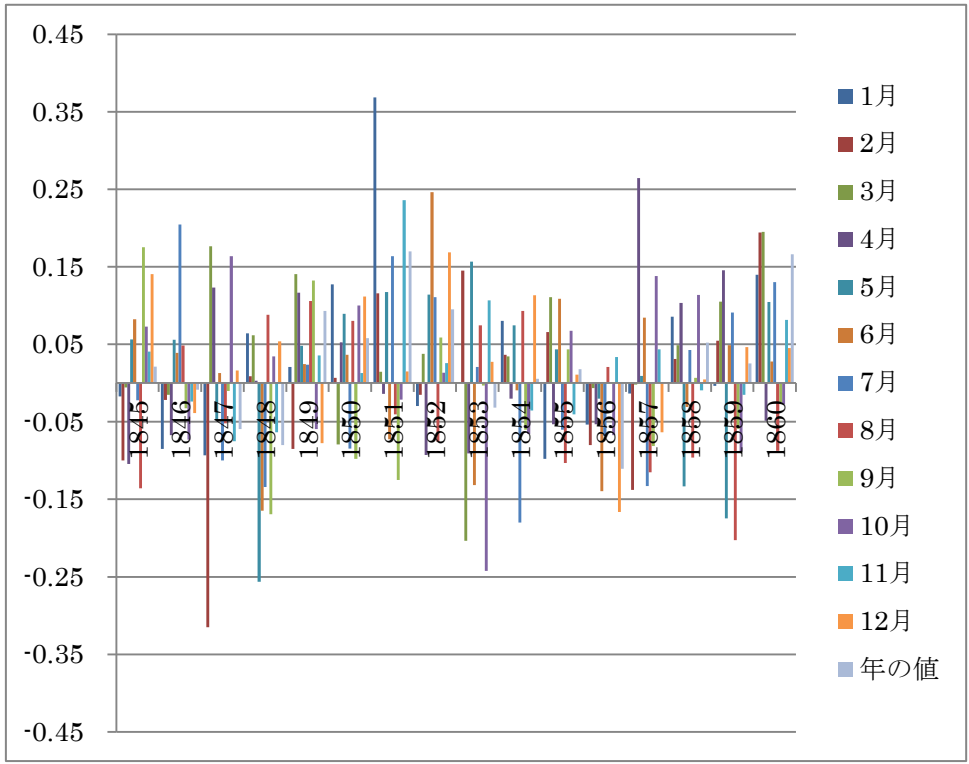


図5：深見池の標準編織曲線を用いた年平均気温（上）と年間降水量（下）の気象データとの関係
必ずしも高い値（相関値）を示さない。