

年輪年代較正のための大気圏核爆発実験の影響の測定

成瀬 由紀子¹⁾, 村木 綏¹⁾, 増田 公明¹⁾, Kh.A.Arslanov²⁾

1) 名古屋大学太陽地球環境研究所

Tel : 052-789-4318 , Fax : 052-789-4313

E-mail : yukiko@stelab.nagoya-u.ac.jp

2) ロシア サンクトペテルスブルク大学

1. はじめに

太陽のダイナモ活動は、地球のグローバルな気候変動に影響を与えるのか。太陽表面から黒点も消え、ヨーロッパではテムズ川も凍ったと言われる約300年前、イギリスだけでなく地球全体が寒冷な気候に覆われていた（マウンダー極小期）。

太陽活動はよく知られたように、黒点の11年周期がある。しかし、マウンダー極小期（西暦1654yr~1714yr）での太陽活動周期は、11年ではなく22年周期であることがわかった（Kocharov, 1992, 図1）。この結果は、ロシアのコチャロフ教授等のグループが、年輪中の¹⁴Cの濃度を0.2%という高精度で一年毎に測定した結果初めて得られた。太陽活動極小期では、太陽のダイナモ活動は22年周期が基本になるのだろうか。我々はこの謎を解くために、マウンダー極小期以前のシュペーラー極小期（西暦1416yr~1534yr）を調べることにした。もし得られた結果が、やはり22年周期とすると、太陽活動は気候に影響を及ぼすという仮説が正しくなることを意味しているのである。

本研究の目的は、シュペーラー極小期の年輪中に含まれる¹⁴C濃度を測定することである。そのためには試料の正確な年代を知る必要がある。

年代測定法の一つとして、年輪年代法がある。年輪年代法で年代測定を行う場合、同心円状の年輪であることが必要とされる。しかしシュペーラー極小期測定用試料の年輪の形状は同心円ではなく、不特定方向（螺旋状）に広がったり、狭かったりとかかなり入り組んだものとなっている。従ってこの試料については、年輪年代法での絶対年代測定は困難である。そこで我々は、「大気圏内の核実験により、標準濃度の約2倍に増加した¹⁴C濃度（Bomb effect）のピークが1964年である」という結果を使った年代測定を試みることにした。

本実験では、まずBomb effectのピークを測定することによって求められた年代と、年輪年代法によって求められた年代が一致するかどうかを確かめた。そのためシュペーラー極小期測定用の試料ではなく、年輪年代法によって既に絶対年代の測定された試料を使った。以下にその結果を報告する。

2. 試料及び試料調製

1995年10月に伐採され、1996年に購入した樹齢800年の屋久島の杉を使用した。

半径：65cm，厚さ：35cm，幅：45cm，年輪幅：0.1mm～5mm

の直方体である。年輪年代測定は、奈良国立文化財研究所の光谷拓実先生にお願いした。屋久杉の年輪パターンをコンピューターに入力し、既存の杉の標準パターンとの照合の結果、

最外年輪年代（絶対年代）：1995年（伐採年代と一致）

となった。この年輪年代法での結果から、西暦1955yr～1974yrと思われる20年分の試料をAMSで測定した。

測定試料から1cm×1cm×9cm角の大きさで、外側から40年分の角材を切り出した。その角材の表面を蒸留水で洗い、その後一晩蒸留水につけておき、そして年輪を一年毎にピンセットで分けた。次に、1.2N塩酸と1.2N水酸化ナトリウムの交互洗浄を行い、木材成分中の樹脂・灰分といった細胞内含有物である副成分を除去した。そして、亜塩素酸ナトリウムでの漂白洗浄を行い、各年輪試料をセルロースにした。

約6mgのセルロースを酸化銅と共にバイコール管に真空封入した後、850℃で約3時間加熱して、試料をCO₂化させた。生成したCO₂を真空ラインを用いて精製したのち、鉄粉触媒下で水素還元してグラファイトとした。

3. 加速器質量分析計による¹⁴C濃度測定及び測定結果

グラファイトから測定用ターゲットを作成し、ターゲット中の¹⁴C/¹³C比を名古屋大学年代測定資料研究センターに設置されているタンデトロン加速器質量分析計による測定を行った。この際、測定の標準体にはNBS 酢酸（RM-49）を用いた。測定方法は「標準体：10min，サンプル：10min，標準体：10min，・・・，標準体：10min」と行い、計9回（90min）である。測定精度は約1%とした。また同位体効果の補正を行う為の $\delta^{13}\text{C}$ 値は、精製後のCO₂を分取しておいたものを同センターのトリプルコレクター式気体用質量分析計（Finnigan社製 MAT-252）を用いて測定した。

図2はこの結果のピーク値を、ベンゼン-液体シンチレーションカウンター法で上松の松を測定した結果（成瀬，1999）のピーク値と重ね合わせてグラフにしたものである。またカナダのメイプルリーフを測定した例（McNeely，1994）と大気中のCO₂を測定した例（Levin et al.，1980）も共に示した。図2からピーク値を1964年と考えると、最外年輪年代（絶対年代）は1995年となる。

4. 考察

以上の結果から、「年輪年代法での結果」と「AMS法でのBomb effect測定の結果」は一致した。従って、「Bomb effectの測定から絶対年代を知る」という方法の正当性もまた確かめることができた。このことから、シュペーラー極小期測定用の

試料の絶対年代も、年輪年代法ではなく、この方法で測定することによって知ることができる。

5. 今後の展望

1994年度から我々は、シュペーラー極小期の太陽活動周期を調べるため、年輪中の ^{14}C 濃度を測定する計測システムの開発を行ってきた。太陽の11年周期による ^{14}C 濃度の変動を見るために、0.2%程度の測定精度をもつベンゼン-液体シンチレーションカウンターを製作した。さらに年輪試料からベンゼンを合成するシステムを製作した。現在、樹齢714年の屋久島で採取された杉を用いて、シュペーラー極小期の太陽活動周期測定を開始したところである。

しかし、この方法の問題点は大量の木材試料（約100g）を必要とすることである。この為、試料の少ない年においては、液体シンチレーション法での測定は困難である。シュペーラー極小期（西暦 1416yr~1534yr）の年輪試料の中には、20g程度の少ない年もある。そのような試料の少ない年は、少量の試料で0.3%の精度での測定が可能なタンデトロン加速器質量分析計（II）での測定を現在検討している。

謝辞

本研究を進めるにあたり、年代測定資料研究センターの中村俊夫先生、池田晃子さん、小田寛貴さん並びにセンターの方々にご指導をして頂きました。また測定試料の最外年輪年代決定をするにあたり、奈良国立文化財研究所室長の光谷拓実先生に、年輪年代法にて解析して頂きました。

皆様の多くのご指導、ご協力に対し心より感謝致します。

参考文献

- Kocharov, G. E.,1992 : Radiocarbon After Four Decades, Spring Verlag, 130-145.
- Levin, I., et al.,1980 : The effect of antropogenic CO_2 and ^{14}C sources on the distribution of ^{14}C in the atmosphere, Radiocarbon, 22, 379-391.
- McNeely, R.,1994 : Long-term environmental monitoring of ^{14}C levels in the Ottawa region. Environment International, 20, 675-679.
- 成瀬由紀子,1999 : ^{14}C 濃度測定による過去の太陽活動周期測定, 修士論文.
(名古屋大学)

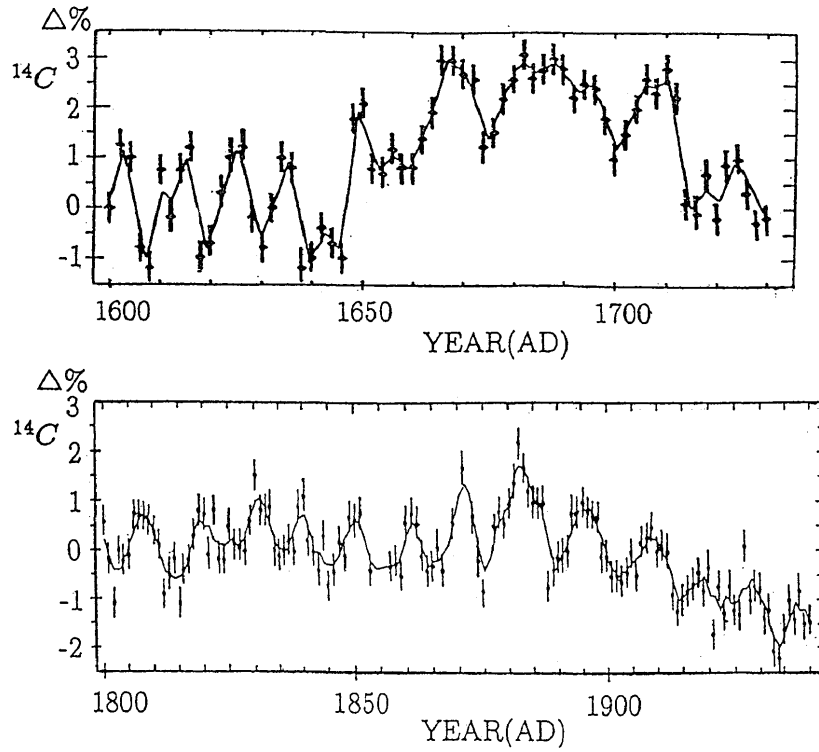


図 1 : マウンダー極小期における22年周期

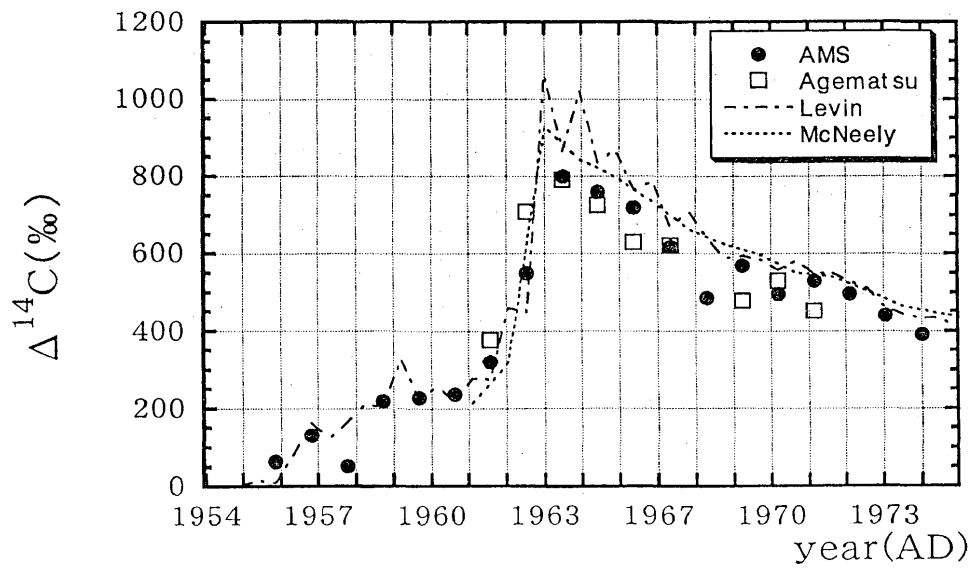


図 2 : 大気圏核爆発実験の影響

Determination of the Absolute Ages of Yaku cedar Trees By Bomb Effect

Naruse, Y.¹⁾, Muraki, Y.¹⁾, Masuda, K.¹⁾, Arslanov, Kh.A.²⁾

1) STElab. Nagoya University

Tel:+81-52-789-4318 , Fax:+81-52-789-4313

E-mail : yukiko@stelab.nagoya-u.ac.jp

2) St. Petersburg University , Russia

Abstract

The purpose of our investigation is to measure ^{14}C concentration in the tree rings, in the period of a minimum of the solar activity, called as the Spörer Minimum (AD1416~AD1534). In order to accomplish this purpose, we must know the absolute ages of the samples.

Dendrochronology is one of the methods with which we determine absolute ages, if tree rings have concentric circles. But in case of Yaku cedar rings, dendrochronology is usually difficult to be applied, because of deformation of tree rings.

In case of deformed tree rings, it seems to be useful to measure ^{14}C concentration, using the fact that the peak of bomb effect is AD1964.

In this study, we confirmed the validity of this method, using another Yaku cedar trees of which the absolute ages were measured by dendrochronology.