

日本産樹木年輪の炭素 14 濃度測定および IntCal09 との比較検討
Radiocarbon concentrations of Japanese tree-rings and comparison with IntCal 09

吉光貴裕^{1*}・中村俊夫²
Takahiro YOSHIMITSU^{1*}, Toshio NAKAMURA²

¹名古屋大学大学院環境学研究科 (Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University)

²名古屋大学年代測定総合研究センター (Center for Chronological Research, Nagoya University)

**Correspondence to: Takahiro YOSHIMITSU; E-mail: yoshimit@nendai.nagoya-u.ac.jp*

Abstract

In general, the calendar age obtained by calibration with IntCal09 of the result of radiocarbon dating for a Japanese sample is acceptable, but significant discrepancy was found in some periods, in particular the period of the 1st to the 3rd century AD. So, in this research, radiocarbon concentration measurement and oxygen isotopic ratio analysis of annual rings of age known Yakusugi (a Japanese cedar) from the 1st to the 4th century were conducted, as well as comparison of their concentrations with IntCal09. As a result, in Yakushima, a regional effect was present. The periods in which the regional effect had occurred are: period 1; AD90-112, period 2; AD146-160, period 3; AD180-200. Also as a cause, that two ideas have already been issued: (1) the effect of the ocean surrounding Yakushima Island, (2) the impact of atmospheric effects from the Southern Hemisphere. This result shows the periods 1-3 are subject to the influence of the atmosphere from south. And although possibly it had the influence from the ocean around Yakushima, it resulted in the conclusion that the regional effect is not caused by only this source. Finally, from the consideration result, it was shown that the possibility of the regional effect in the Japanese Islands. Therefore, I thought that it will be necessary to verify which factor is related to the period when the regional effect has occurred, in future.

Keywords: radiocarbon dating; Carbon-14 age calibration; Japanese wood; regional effect; Yakusugi

1. はじめに

炭素 14 年代測定法にて使用されている、炭素 14 年代と実際の暦年代を対応させる暦年較正のための国際的データベース IntCal09 には、地域によるズレ(地域効果)の存在が指摘されている[1]。また、日本も例外ではなく、現在では日本版較正曲線の作成に着手するまでに研究が進んでいる[2]。日本での地域効果は、全ての時期で起きているわけではなく、ある特定の時期にのみ発生していることが確認された。しかし、それが確認されたのは日本の数地点(本州)にて採取された樹木においてであり、日本全土で一様に起こるかどうかについては確認されていない[3]。また、その原因も特定されておらず、現在も様々な機関で研究が進行している。

そこで私は、約 2000 年輪を有するヤクスギを使用して、屋久島においても地域効果が観察できるのかどうかを確認し、その原因について、現在世界で出されている見解を元に、その可能性について検討を行った。また、当時の大気情報を得るために $\delta^{18}\text{O}$ の測定を行った。なお、ターゲットとした時期は[2]の研究結果から、IntCal09 と日本のデータ間のズレが激しい紀元後 1 世紀から 3 世紀にかけてである。

2. 試料及び測定

本研究に用いた試料は、1956 年 2 月に伐採されたヤクスギ(本学太陽地球環境研究所より試料提供、便宜的に Yaku_A と名付けられた)である。年代決定は福島大学の木村勝彦氏の協力により年輪年代法で行われた[4]。炭素 14 年代測定は、一年輪毎にスライスして偶数年のみ分取、化学処理にてセルロースを抽出した後に燃焼、 CO_2 精製、グラファイト生成を行い、本学年代測定総合研究センターのタンデトロン AMS による炭素 14 濃度測定の結果から炭素 14 年代を算出した。 $\delta^{18}\text{O}$ の測定は本学中塚武教授の協力、指導の元、板ごと抽出法によるセルロース抽出を行い、一回目の測定を総合地球環境学研究所の、二回目の測定を本学中塚研究室の、TCEA(熱分解元素分析計)-IRMS にて行った。

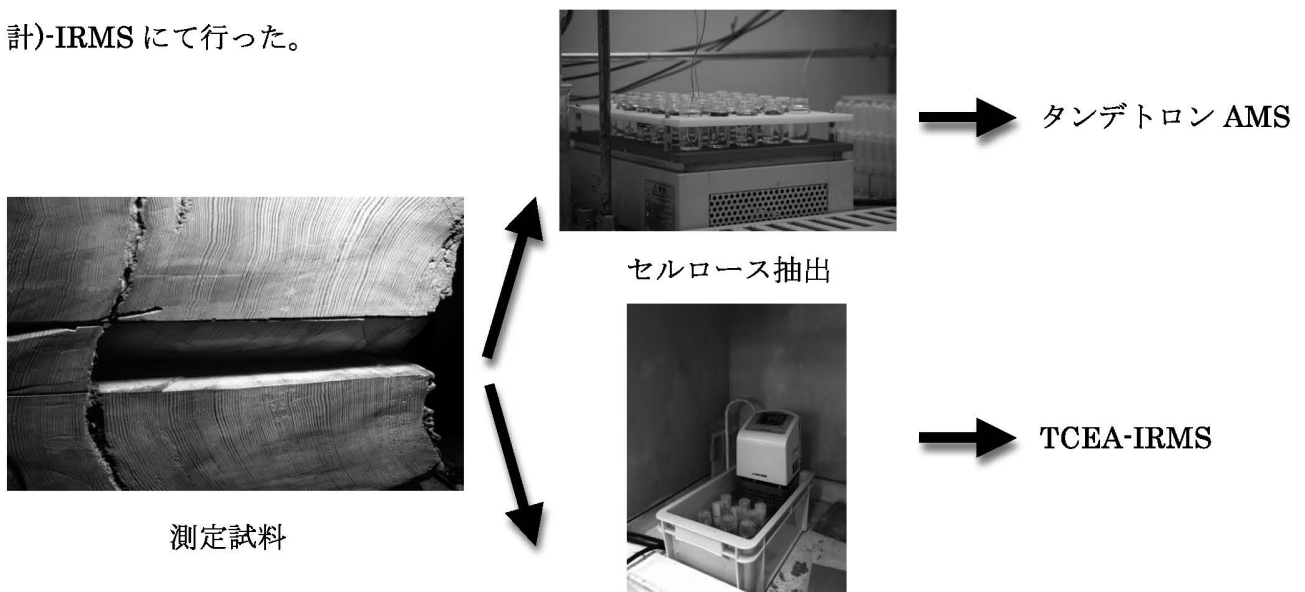


Fig.1 The chemical protocol for extracting α -cellulose from the tree rings

3. 炭素 14 年代の測定結果

今回私は、時期を二つに分けて炭素 14 年代測定を行った。その二つの時期は、歴博のデータ[2]と IntCal09 とのズレが最も激しい時期 A (AD72-202) と、[2]と IntCal09 とのズレが収束する時期 B (AD330-382) である。

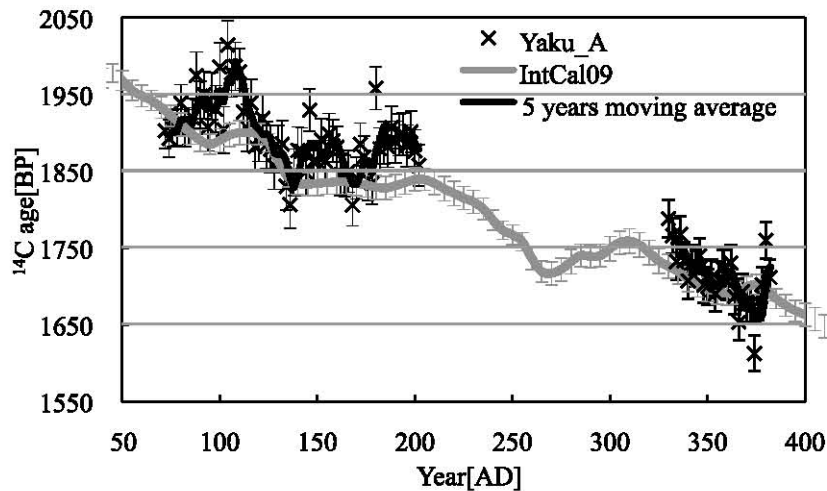


Fig.2 ^{14}C age for Yaku_A compared with IntCal09

まず時期 A における Yaku_A と IntCal09 との比較結果から、屋久島においても地域効果が存在することが確認され、その時期は 3 つに分かれることがわかった (時期 1:AD90-112, 2:AD146-160, 3:AD180-200)。この 3 つの時期は、IntCal09 とのズレが 45~60[BP]程度あり、最も相違が激しい時期では $+96 \pm 31$ [BP]も離れている。次に、時期 B における全体でのズレの平均は $+7 \pm 23$ [BP]である。これは誤差範囲を含めると IntCal09 とほぼ一致しているため、この時期は地域効果が生じていなかったことが分かった。

それでは何故、地域効果が生じるのだろうか。現在その原因として、南半球の大気からの影響[5]と、屋久島周辺の海洋からの影響[6]という見解が既に出されているが、日本における原因の特定には到っていない。そこで次の章では、それらの先行研究において述べられている「地域効果を引き起こす原因」について、その可能性と問題点について考察していく。

4. 考察

まず南半球の大気からの影響である可能性については、時期 A における Yaku_A と二つの較正曲線(IntCal09 と SHCal04[7])を比較した。SHCal04 は南半球用の較正曲線であり、南半球の大気から影響を受けている場合、Yaku_A の炭素 14 年代はそれに近い値を示すと考えられる。その結果、第三章で示された三つの時期(時期 1-3)は、SHCal04 に近いことが分かったため、原因が南半球の大気である可能性が高まった。

しかし、これには問題もある。第一に、本当に南半球から供給された大気であるという直接の証

拠が無いこと、第二に、SHCal04はIntCal09とは違い、実測値から算出されたのではなく、IntCal09から概ね 50[BP]古いこと[7]から算出されたモデルであるため、定性的な判断しかできないことが挙げられる。以上の問題を解決しなければ、本当に南半球の大気からの影響を受けていることは分からない。

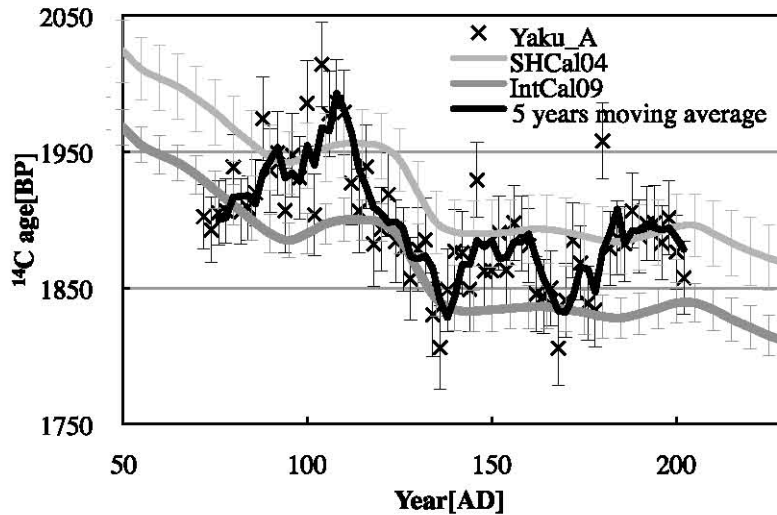


Fig.3 ^{14}C age for Yaku_A compared with IntCal09 and SHCal04

そこで今回は、南半球から大気が来ていたのか確かめるために、 $\delta^{18}\text{O}$ の測定を行った。その結果、地域効果が現れている時期 1-3 に合わせて、 $\delta^{18}\text{O}$ が高くなっていることが分かった。よって、時期 1-3 に異なる大気の寄与が考えられた。しかし、 $\delta^{18}\text{O}$ が高くなるということは相対湿度が低下瓦考えられるため、南半球の湿潤な大気が来たという証拠にはならなかった。

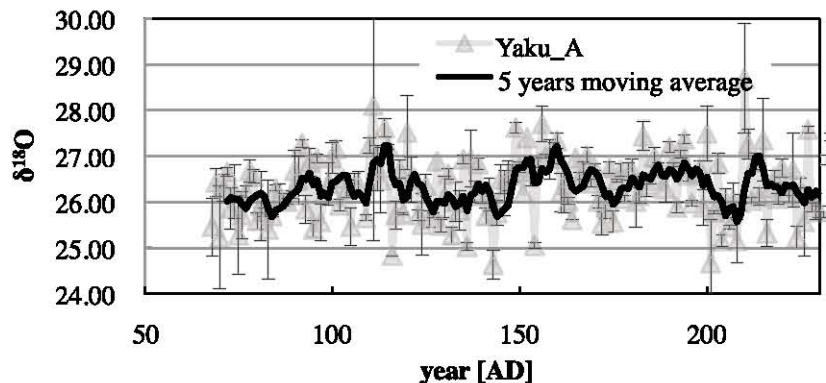


Fig.4 $\delta^{18}\text{O}$

次に、屋久島周辺の海洋からの影響である可能性については、屋久島は島であるため、確かに海洋の影響を受けやすいと考えられる。この島は、年間を通して湿度が高く、また「ひと月に 35 日雨が降る」[林芙美子『浮雲』より]と比喻されるように、年中雨が降り続けている。この湿気や降水の根源は海水であるため、それを取り込んだ大気炭素 14 濃度は当然低くなると考えられる。

よって、屋久島における地域効果が生じる理由は、海洋性気団によるものであると結論づけられたのである[6]。以上を元に図3を見てみると、問題点が浮上してくる。もし仮に、地域効果の原因が海洋性気団であるとするならば、その影響は常にあると考えられるが、そうなる地域効果が生じていない時期についての説明が難しくなるのである。また、もし直接海洋からの影響を受けているならば、 ^{14}C 年代はもっと古くなる時期があると考えられるが、実際には概ね50~60炭素年のズレしかない。このことから、海洋の影響のみによって地域効果が生じている、という可能性は低いと判断された。

また最後に、これまでの考察結果から、日本列島内での地域効果の可能性が浮上した。これは、歴博と Yaku_A のデータがほとんどの時期で一致しているにもかかわらず、AD162-178においてのみ、異なっていることから考えられたことである。つまり日本列島内においても、時期や場所によって地域効果の原因が異なっている可能性が出てきたのである。よって今後は、地域効果が生じている時期一つ一つにおいて、どの要因が関係しているのか検証していく必要があると、私は考えた。

5. まとめ

ヤクスギの炭素14年代測定を行った。その結果、屋久島において地域効果が存在することが確認された。また、それが生じていた時期はそれぞれ、時期1; AD90-112, 時期2; AD146-160, 時期3; AD180-200である。その原因としては、南半球からの大気の影響と、屋久島周辺の海洋からの影響という考えが既に出されており、前者の可能性は定性的には高いと判断でき、 $\delta^{18}\text{O}$ の測定結果から時期1-3と連動して異なる大気の寄与が考えられた。次に後者の可能性は、その影響があるかも知れないが、それのみによって地域効果が引き起こされているのではないという結論に到った。最後に、日本列島内での地域効果の可能性が浮上した。そのため今後は、地域効果が生じている場所において、全ての時期でどの要因が関係しているのかを、一つ一つ検証していく必要があると考えた。

謝辞

本研究では、本学年代測定総合研究センターの皆様にご協力、助言を頂きました。また、試料提供をして頂いた本学太陽地球環境研究所の増田先生、試料採取や助言をして頂いた永治さん、試料の化学処理工程をご指導、ご教授して頂いた三宅さんにも、大変お世話になりました。最後に酸素安定同位体比の測定では、本学環境学研究科の中塚武教授にご協力、助言を頂きました。本当にありがとうございました。この場をお借りしてお礼申し上げます。

参考文献

[1] Hogg et al., (2002) Radiocarbon 44 (3), 633-640, McCormac et al., (2004) Radiocarbon 46 (3), 1087-1092, Kromer et al., (2001) Science 294, 2529-2532, Hua et al., (2004) Nuclear

Instruments and Methods in Physics Research B 223-224, 489-494 など

[2]尾寄大真, (2009) 新弥生時代のはじまり第4巻、弥生農耕のはじまりとその年代, pp.4-8

[3]坂本稔, (2011) 日本文化財科学会第28回大会発表要旨集, 96-97

[4]野口周久, (1999) 名大宇宙線研究室記事 第40巻 第1号, 371-390

[5]Hua et al., (2004) Radiocarbon 46 (3), 1273-1298

[6]木越邦彦, (1966) 日本化学雑誌 87 (3), 209-220

[7] F. G. McCormac et al., (2004) SHCal04 Southern Hemisphere calibration, 0-11.0 cal kyr BP.
Radiocarbon 46 (3), 1087-1092