

年 代 測 定 C — 1 4 法

学習院大学理学部 木 越 邦 彦

^{14}C 年代測定が実用になってから約20年が経過し、技術的な面ではかなり安定した測定が可能になり、測定の技術的な誤りは少なくなってきている。

最近の ^{14}C 年代測定の大きな話題としては、年輪による ^{14}C 年代の補正に関する研究がある。ここではこの話題を中心として話を進める。

年輪を用いて過去の大気中の ^{14}C 濃度を測定する研究は1955年頃からはじめられていたが1966年に H. Suess, P. Damon, および K. Kigoshi による3つの独立の測定で2000B.P.までの測定結果が出され、その後、Ralph と Suess による多数の測定がつけ加えられて7000 B.P. までの測定値が最近公表されている。この Ralph と Suess の測定値をプロットしたものを図2に示した。

測定に用いられた試料は California の東、ネバダよりの White Mountains で見出された bristlecone pines の巨木が用いられている。この地方で4000年以上の年輪をもつものが3本、3000年以上のものが5本見出されているが7100年までの古さの年輪をきめるために18本の bristlecone pines が使用されている。実際に1000年程度以上の年輪をもつものは、外側の(現在に近い)年輪は非常に密になり、その数をかぞえることも困難になるほどで、あまり年輪数の多いものは外側は試料として不適当になることもあり、多数の樹木の年輪を年輪年代学の方法でつないで、 ^{14}C 測定試料がつくられている。

年輪年代学はアリゾナ大学の Laboratory of Tree-Ring Research で Schulman がはじめたもので、はじめは年輪の巾と気候変化の関連が主な研究であったが、1954～1955年に Schulman と Ferguson が数千年に及ぶ巨木を見出して以来 ^{14}C 年代測定の試料をつくることに主力がそそがれている。年輪の巾は、中央から外側へと小さくなるので、この巾の半径の増大ともなう減少を、指数関数で一致するようにスムーズな曲線にのせ、1個1個の年輪の巾がその曲線からずれている大きさを、曲線上の値(巾の平均的な期待値)で割った数をその年輪の巾の Tree ring indices とよんでいる。この Indices は、1.00であればその年は正常の発育をしたことを示し、零であれば年輪の発育がなかったことを示し、2.00なら正常の2倍の巾だけ発育したことになる。この Indices は樹木の大きさ、年輪の半径などに無関係で、別の樹木の Indices を互

に比較することができる。そして Indices のパターンから（図 1 参照）別の樹木の年輪のどこと対応（同じ年に生育したか）しているかをきめることができる。実際には図 1 に示してあるように、Indices の変化のはげしいもの（Sensitive）と、外的条件が悪くてもよく発育をしてあまり変化のない Indices を示すもの（Complacent）とがある。しかし、図 1 のようにその対応は明確にみとめられる。この対応を利用して、現に生育している樹木から現在近くの年輪のパターンをきめ、年代が古くさかのぼると、枯死した樹木も用いて、年輪の欠損あるいは偽年輪なども発見されその補正を加えて正しいと思われる年数がきめられる。

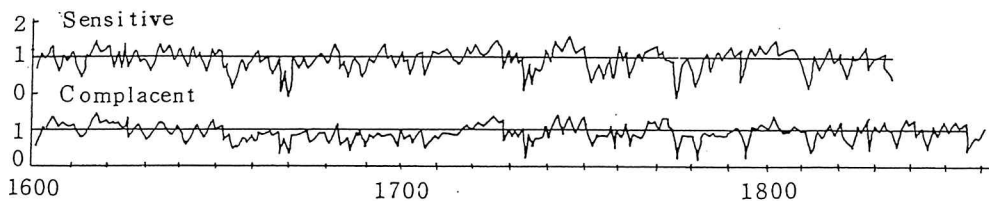


図 1 年輪 Indices の例

大気中の ^{14}C 濃度変化の測定値とこれによる補正

生育した年代の判明している年輪試料によって、その当時の大気中の ^{14}C 濃度を測定した結果を図 2 に示してある。 ^{14}C による年代測定は、大気中の過去における ^{14}C 濃度が常に一定であったことを仮定して行っているから、変動があるときは、その変動による誤差を補正することにより暦年代と一致した年数が得られることになる。

測定された値は図 2（測定点の縦の棒の長さは、放射能の測定誤差に相当する）のようにバラツキが測定誤差以上にあり明確な結論は出しにくい、大きな変化の波は、地球の磁場の歴史的な変動によって、地球上に到達する宇宙線の強度が変動し、そのため大気中でつくられる ^{14}C の量が変わるためとして説明される。

過去における大気中の ^{14}C 濃度が明確にわかっていれば、 ^{14}C 年代の補正は可能であるが、図 2 のように測定値がばらついていては補正をどのようにしたらよいか決定し難い。補正値の目安をみるために、図 2 に記入した 2 本の線で測定値の上限と下限をおさえて、この線に対応する補正年数を出すと、図 3 のようになる。図 3 の横軸は通常の方法で算出した ^{14}C 年代で、その年代に加えるべき補正値が縦軸の値となっている。数千年前後の ^{14}C 年代は、暦年代より約 10% 若くでていることになる。7000 年 B.P. までの測定値では、補正すべき年数が、古くなるとますます増大する傾向を示すが、この一般的な傾向が、前述の地球磁場の強度変化によるものだと思えば、この増加の傾向は 10,000 年 B.P. をこすと減少する傾向となると思われるので、必ずしも古い ^{14}C 年代

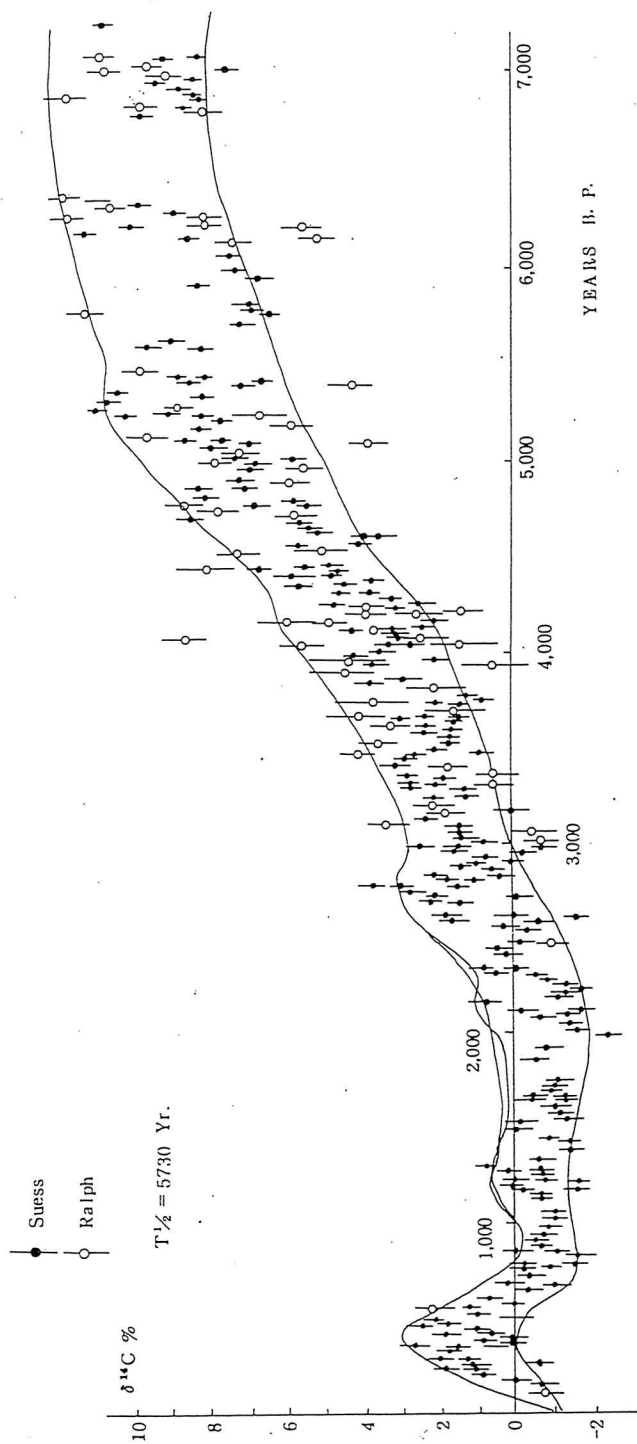


図 2 大気中の ^{14}C 濃度の経年変化の年輪試料による測定

値は若すぎる値を与えているとは言えない。しかし少なくとも7000年B. P. まではかなり大きな暦年代と ^{14}C 年代のくいちがいがあることは誤りがなさそうである。

図2には Suess と Ralph の測定値をプロットしたが、Suess の値にのみ注目すればかなりばらつきは小さくなる。それでもばらつきは大きく、しかも年代が古くなるに従って大きくなる傾向がみられる。このばらつきの増大が誤差によるものであるとすれば、年輪年代学の推定年代の誤りか、年輪間の物質の移動によるものか、いずれかの原因と考えられる。

^{14}C 濃度の物理的な測定にともなう誤差は、図2に示したような(各測定値につけた棒の長さ)放射能の計数値からくる統計的な誤差のほかに、例えば気体計数法では、計数管に入れた圧力のよみとり誤差(0.1~0.2%)、計数管にかける電圧のよみとり誤差(0.1~0.2%)、計数管に入れる気体の純度の良・不良による誤差(0~0.5%)など種々の誤差が重なり、最悪の場合には1%以上となることもありうる。このような技術的な面から見て、現状ではなるべく多数の信頼のおける測定値から、確からしい大気中の ^{14}C 濃度変化をきめて、それに相当する補正值を出すことは可能である。このようにして求めた補正を加えた ^{14}C 年代も、正確には図3で示される程度の不確かさがあるものと考えなければならない。実際に年代測定に用いた試料固有の誤差も考慮すれば、測定された ^{14}C 年代値について、図3で示された2つの曲線の巾の年数(例えば7000年B. P. で約300年)より小さい年数を問題とすることは一般には殆んど意味がないといってよいであろう。

年代測定に使用する試料について

実際に ^{14}C 年代測定を利用される場合の参考のため、 ^{14}C 年代測定に用いられる試料の必要量と、それぞれの試料の得失を次にあげておく。

^{14}C 年代測定に必要な試料の量は、その試料からどれだけの炭素が回収しうるかによるため、試料1個1個で異り一般的にいうことはむづかしい。ここにあげた数量は大体の目安で、測定に必要な炭素の量が1.5~2gr程度として書いておくが、この量は測定をする方法で異なるから実際に測定を依頼されるときは、依頼先に必要量を問い合わせる必要がある。

試料の種類	測定に必要な量	備 考
木炭・木片	乾燥したもの 10 gr以上	炭素含有量が高いので汚染の影響を受け難く、特に炭化の完全な炭、セルローズがのこっている木片は化学処理に手間をかければ汚染を完全に取り除くことができる。
腐食木片・泥炭	50~100 gr以上	汚染の除去が困難で若すぎる年代を与える可能性がある。

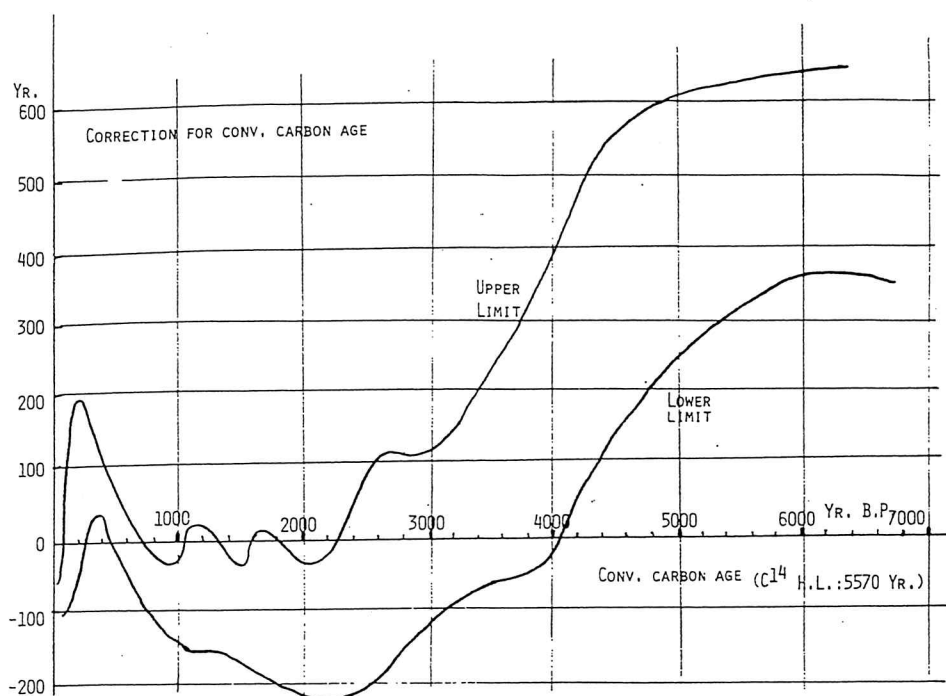


図 3 ^{14}C 年代の補正值

土壌	500gr~数kg以上	フミン酸等分離して測定することができるが、一般に有機物の種類で年代値が異なることが多い。
貝殻	40 gr. 以上	肉厚のもの内部は汚染を受けがたいので酸処理で汚染除去ができる。地域的な ^{14}C 濃度の不均一による誤差の恐れがある。
骨	600 gr. 以上。特に保存のよいものは150 gr. 程度でも可能。	保存の悪いものは全く有機物あるいはアパタイトよりの炭酸の回収のできないものもある。年代値はコラーゲンのよく保存されているもの以外は信頼性はうすい。
毛髪・毛皮	50~100gr. 以上	試料の汚染されている恐れは少ないが、化学処理は比較的困難。

(空白)