

縄文土器の始めと終わり - 最近のカーボン14年代測定法の適用 -

The Beginning and the Termination of Japanese Archeological "Jomon" Ceramic Wares
- Recent Developments in Carbon 14 Dating Technology and its Application to Archeology -

岸井 貫
Toru KISHII

千葉工業大学

問合せ/キシイトオル 〒168-0072 東京都杉並区高井戸東3-14-11(自宅)
TEL 03-3329-3537 FAX 03-3329-3890 E-mail/toruki@ma2.justnet.ne.jp

キーワード : Dating , Carbon 14 , Archeology , Japanese "Jomon" Ceramics , Tandetron , Extinct Animals , Atomic Decay

1 緒言

年代測定は天文学・固体惑星科学(数十億年)・地質史・地理史(数億年)・人類学(数百万年)・考古学(数十万年ないしは数千年)などで重要な知見を与えるものである。特にこれらを総合した第四紀学は、年代測定に関して測定技術を含めて強い関心を持っている。

考古学では、セラミックスの起源と言うべき縄文土器の年代が学史的にも重要であった。筆者は1998年の本誌¹⁾にこのことに関する総説を発表した。また地層や考古遺物の年代決定に役立つ火山灰(テフラ)層中の火山灰ガラスについて、別の総説を1994年の本誌²⁾に述べた。

土器の発生は一万数千年前と考えられるから、その測定に主としてカーボン14法が使われてきた。最近カーボン14法の精度が高まり、また少量の炭素で測定できるようになった。この結果、年代測定ができる土器の範囲が拡がり、日本の土器の最古の年代が従来の12000年前から16000年前へと遡った。

この状況を、2000年第四紀学会大会での配付資料^{3),4)}を引用して述べる。さらに別の資料⁵⁾も加えた。

またこれらの資料は考古資料(土器を含む)と火山灰層の、今までのカーボン14法によるデータを収録し、その幾つかについては新しい方法による較整値も併記している。これらのうち、著者の前稿に関連あるものと、特に年代の古い土器、及び縄文土器の終末頃のものの値を摘記する。

2 カーボン14法の原理

大気中では窒素14が宇宙線によって核変換を起こしカーボン14が作られている。その量は地球全体で7kg/年と推算される。カーボン14は直ぐに二酸化炭素になり、大気中に混入する。大気中のカーボン14の量は、生成速度とベータ崩壊による消滅速度との平衡関係で決まり、二酸化炭素の存在割合は、炭素の同位体の数により分類すると

$C^{12} : C^{13} : C^{14} = 0.989 : 0.011 : 1.2 \times 10^{-12}$
である。

生物は二酸化炭素をこの割合で体の中に摂取するが、その死後は遺骸中のカーボン14が約5500年の半減期でベータ崩壊を起こし、減少してゆく。遺骸中のカーボン14の存在比を測ると、生物の死後の経過年数を計算できる。

土器の年代測定には、土器があった地層中の炭化した木材や果皮を資料とするし、特に貝塚から得られた土器の場合には、貝塚の貝殻を資料として測り、土器の年代と見なす。

新しい方法では、必要な炭素の量がミリグラム単位で良いため、土器に微量の食物が焦げ付いている場合にも年代測定ができる。これは土器の年代を、地層の年代から間接的に決めるのではなく、より直接的に決められることを意味する。

地層の年代は、中に含まれる植物の炭化物や腐食質を資料として測る。

連載

火山灰層の年代は層中に含まれる植物遺体により測られるし、もしも植物遺体がない場合には、火山灰層の直上、直下の地層の年代から推算される。

3 測定技術の改良

3.1 従来の方法

従来は、カーボン 14 のベータ崩壊の頻度を測り、カーボン 14 の量を計算していた。

3.1.1 液体シンチレータによる方法。

資料を酸素が充分ある雰囲気中で、例えば酸化銅とともに、加熱して炭素分を完全に二酸化炭素に変え、これから液体シンチレータを合成する。シンチレータ中でのベータ崩壊に伴うシンチレーション（刺激発光）の頻度を観察してカーボン 14 の量に換算する。

3.1.2 ガス計数管法

二酸化炭素からアセチレンを合成し、これを放電気体とする計数管を作る。ベータ崩壊に伴う計数管の放電頻度を観察して、カーボン 14 の量に換算する。

どちらの方法とも、ベータ崩壊の頻度が小さいために、頻度を決めるために長時間の測定が必要であり、その上データの統計的誤差が大きかった。

3.2 最近の「加速器質量分析計」法

装置は「加速器」と「質量分析計」とを結合したものであるので、「タンデム型」と形容され、また装置は「タンデトロン」とも呼ばれる。

二酸化炭素を鉄触媒で還元して固態炭素にする。加速器中で炭素をセシウムイオンで衝撃してイオン化し、加速・質量分析をする。C12 : C13 : C14 の原子数比を測る。原子数を一個ずつ数える程の感度がある。

この方法では、ベータ崩壊の頻度を数える方法に較べて、必要な資料の量は千分の一、測定に必要な時間は十分の一ないし二十分の一であり、データの統計誤差も小さい。

装置のバックグラウンドは数万年前相当であり、この辺りが古い年代の測定の限界である。

統計誤差が小さいことから、次に述べるような幾つかの必要、かつ詳しい補整が明らかになり、この補整を加えることでデータの信頼性が高まるという結果をもたらした。

日本でこの測定ができる機関には、名古屋大学年代測定総合研究センター・東京大学原子力研究総合センター・国立環境研究所・日本原子力研究所むつ事業所・核燃料サイクル機構東濃地科学センターがある。測定の受託を目的とする私企業も開業準備中である。

4 暦年へ近づけるための較整

カーボン 14 法で年代値が出るけれども、この測定法は暦の上での年代（太陽の周りの地球の一周や春夏秋冬の一周を単位とする「年」を数えた値。具体的には樹木の年輪や湖底・海底の年縞堆積物や氷河の氷縞およびサンゴの成長線に記録されている。）とは原理の上では関係がない。この両者を関係づけるために幾つもの補整が必要である。

4.1 樹木年輪・珊瑚成長線・海底縞状堆積物などによる較整

大気中の C14/C12 比が一定という仮定は厳密には成り立たない。C14 の生成量やその大気中での循環・混合は宇宙線の入射量（地磁気と太陽活動により変わる）や気候の影響を受ける。暦年による年代値が解る資料（12000 年までは樹木の年輪を使った。）についてこの比の変動を測った結果が図 1 である。この図の縦軸は

$$\frac{(\text{昔の C14/C12 比}) - (\text{現在の C14/C12 比})}{(\text{現在の C14/C12 比})}$$

をパーセントで表している。

この効果は縄文時代初期の年代を約十パーセント遡らせる。

この部門では埋没樹木の新しい発見、保存程度の良い珊瑚礁の探索、三方五湖（福井県）の湖底堆積物の解析などで、年代幅が遡り、精度が高められつつある³⁾。

4.2 カーボン 14 の半減期

従来 5580±30 年という値が使われてきた。現在最も正確とされる値は 5730±40 年であり、これを年代の計算に使う。

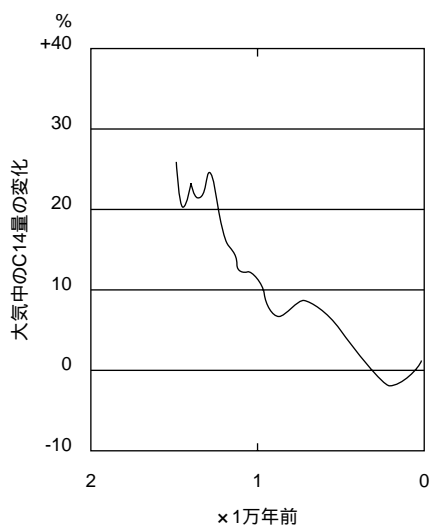


図1 大気中の C14 濃度の年代による変化率

この効果も縄文時代初期の年代を遡らせる。

4.3 同位体分別の補整

生物が摂取する C14/C12 比, C13/C12 比は厳密には一定でない。炭化木材と海棲の貝とではこの比が基準値を 100 として 1 ないし 3 ほど違う。この比が測定する試料の場合に基準値からどれだけ違っているかを推算して補整する。

この補正値は標準的な値が知られているが、原理的には各資料について C13/C12 を求め、その標準値からのずれを見て、C14/C12 の標準値からのずれはその 2 倍であると仮定して決めることもできる。

この補整の影響は 400 年程度であり、測定の目的によっては無視できない。

4.4 南半球の補整

南北両半球間で C14 の分布の均質化に時間遅れがあり、南半球で生育した資料は北半球のものに較べて 24 年古くなる。従って北半球の資料の値と揃えるために 24 年を差し引く。

4.5 C14 比・年代の標準体

シュウ酸の形の同位体比標準体が米国の、蔗糖の形の標準体がオーストラリアの、それぞれの機関から供給されている。

年代既知の資料が国際原子力機関 (IAEA) から供給されている。

5 較整

これらの幾つかの補整を加える方法は国際的に規定されており、計算のプログラムをインターネットでダウンロードできる (<http://dept.washington.edu/qil/dloadcalib/>・図 2)。

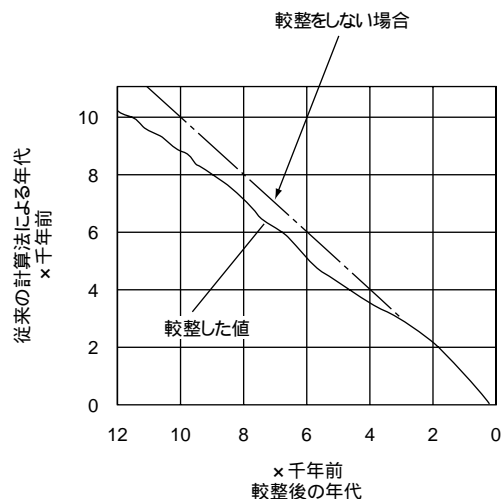


図2 従来の計算方法による年代値 (縦軸) を較整するためのグラフ

文献 3) の図を簡略化して示す。

この方法は 1994 年に発表され、1998 に改訂されている。較整値は CAL または INTCAL を付記して示し、必要あれば更に INTCAL94, INTCAL98 によって区別する。今の所、これらの区別があまり問題になっていないためか「CAL」だけを使っている例が多い。

較整の大筋の手順は、先ず C14/C12 比から C14 の半減期 5568 年を使って年代 (C14 年代・従来の計算方法による値と一致する) を求め、次いで INTCAL により較整する、というものである (図 2)。

年代値には「BP」、「BC」、「AD」を付記する。「BP」は西紀 1950 年から数えて前の意味である。「BC」・

連載

「AD」は普通の使い方と同じである。

6 土器・遺跡の年代

次には特に古い値を示した例だけを挙げる。

6.1 較整値だけが示されたもの⁶⁾

神奈川県北原遺跡 無文土器 13060CALBP

長野県下茂内遺跡 無文土器 16250CALBP

6.2 従来の計算法による値と較整値とが記されたもの

大平山元I遺跡の無文土器⁶⁾

大変古いものとの推測がされていたが、無文のため型式編年ができず⁷⁾、またC14法を適用できるものが伴出しなかった。土器に付着していた微量の炭化物の測定が行われ、C14年代が従来の計算法で13780BP、較整値が16540CALBPであった。

6.3 従来の方法による値だけ記されたもの⁸⁾

函館市中野B遺跡 7920-12280BP

愛媛県美川村黒岩岩陰遺跡 細隆線文土器 12165BP

長崎県吉井町 福井洞穴遺跡 隆帯文土器 12700BP

福井洞穴遺跡のものはカーボン¹⁴法で測られたものとしては今まで日本で最も古い年代値を示していた⁹⁾。

7 学史的に興味ある遺跡・土器

年代値は従来法による⁸⁾。

青森市三内丸山遺跡 4100-5900BP

長期間連続した縄文時代の大集落であった。

横須賀市夏島貝塚遺跡 9240-9450BP

カーボン¹⁴法が初めて此処の貝殻に適用された¹⁰⁾。図2を参照するとCAL値は一万年前よりも古い。

8 縄文時代終末ないし弥生時代始めの遺跡・土器¹¹⁾¹²⁾¹³⁾

この時期は較整曲線に曲折が多く、較整した結果がばらつき又は多意的になる。

唐津市菜畑遺跡では、縄文最終末期の夜臼(ゆうす。地名に由来する)型式の土器が2620-4030BP、弥生時代最初期の板付式の土器が2620-2960BPであった。

9 東北シベリヤの土器⁵⁾¹⁴⁾

アムール河下流のガーシャ遺跡では土器の年代が11357ないし12050BP、バイカル湖東方、レナ河中流域のウスチ・カレンガ遺跡で10780BPないし11875BPと測定されている。

この地域の土器の研究は、日本での古い土器の発見により刺戟されて促された。

10 火山灰層の年代

始良 Tn テフラ¹⁵⁾ 24000-25000CALBPの範囲にある。

火山灰は現桜島をカルデラの壁の一部とする噴火口から噴出し、日本全国を覆った。従来の年代値は22000BP位である。

鬼界アカホヤテフラ¹⁵⁾ 従来の計算法で6500BPである。

九州南方の現硫黄島をカルデラ壁の一部とする噴火口から噴出し、火砕流は海を渡り九州地方に堆積(アカホヤ)し、火山灰は東北地方を除く本州全部を覆う。

11 結び

新しい方法による年代値が得られて、従来の知見が幾つか改められた。しばらくは従来法による年代とINTCAL年代とが併用されるであろう。それぞれの意味を考慮して判断・利用することが必要である。

本文に記さなかったものを含めて新しい知見を記す：従来の測定法で最古の年代が得られていた縄文土器(福井洞穴遺跡)は最終の氷期に発生したと考えられてきた。新しい測定により最古の年代が得られている土器(大平山元I遺跡)は最終氷期より一つ前の氷期の年代を示し(図3)¹⁶⁾、しかも縄紋も他種の紋もない「無

文土器」であった。無文土器の時代は三千年くらい続いた。

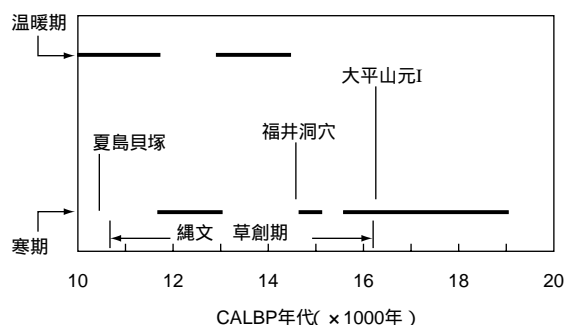


図3 地球の気候変化と土器の発生との関係
春成¹⁶⁾による図を簡略化して示す。

日本で初めてカーボン 14 法が適用された夏島貝塚の年代は、較整年代では 10000 年を超える古さである。

日本で得られる最も新しいナウマン象の遺体が 20000CALBP、最後の大角鹿が 14000CALBP である。これらの氷期の巨大動物は恐らく 15000 ないし 13000CALBP に最終的に絶滅したのであろう¹⁶⁾。

ヨーロッパの最後のマンモス象の年代(ドイツ・ゲナスドルフ遺跡)は従来値で 12000BP、新しい値では 15000CALBP となった¹⁷⁾。

日本と東シベリヤとは、土器発生時にはよく似た石器文化を持っていた。土器はこの領域の何処かで発生したのであろう⁶⁾。

[参考文献]

- 1) 岸井 貫 「縄文土器の始めと終わり - 世界最古のセラミックス年代研究史から - 」 ニュー・セラミックス 1998 年 7 月号 - 11 月号
- 2) 岸井 貫 「地史・考古・天文学へのガラス解析技術の適用」ニュー・セラミックス 1994 年 8 月号 - 11 月号および 1995 年 1 月号
- 3) 中村俊夫・辻誠一郎・奥野充・福島大輔・樋泉岳二・津村宏臣 「日本先史時代の C14 年代」 日本第四紀学会編 (2000)
- 4) 2000 年日本第四紀学会大会講演要旨集 (2000)
- 5) 木村英明 北海道の縄文文化と石刃鏃 明治大学公開講座 「北海道の考古学」(2000)
- 6) 谷口康浩 文献 4) の 186 頁
- 7) 文献 1) の 10 月号 41 頁
- 8) 文献 3) の 59 - 87 頁
- 9) 文献 1) の 10 月号 41 頁
- 10) 文献 1) の 10 月号 40 頁
- 11) 今村峰雄 文献 4) の 194 頁
- 12) 文献 3) の 36 頁
- 13) 文献 1) の 10 月号 43 - 45 頁および 11 月号 49 - 51 頁
- 14) 文献 1) の 11 月号 52 頁 - 54 頁
- 15) 文献 2) の 1994 年 9 月号 50 頁
- 16) 春成秀爾 文献 4) の 196 頁
- 17) 小野 昭 文献 4) の 200 頁(講演中で)