

分析科学的手法の考古試料への応用

～九州における研究事例～

川村秀久*, 柳健太郎*, 東房健一*, 松岡信明*

1. はじめに

考古学は人文科学・社会科学に分類されるものの中で最も自然科学的手法を駆使する学問である。特に近年は、科学技術の発展によって次々と新しい手法が導入され、科学者が考古学調査に参加する機会も増加している。従って、近年は、考古科学（この言葉が一般的に普及しているわけではないが、ここではあえてこの言葉を使うこととする）といういわば学際領域の新しい学問が確立されていると言っても過言ではない。表1はこれまで行われた主な考古科学的手法をまとめたものである。

表1をみると、考古科学的手法と言われるものの中には放射線との関係が極めて密接なものが数多くあることがわかる。特に W.Libby (1960年ノーベル化学賞受賞) によって提唱された放射性炭素年代測定法¹⁾、考古学に最も貢献した科学的手法である。たとえば、ヨーロッパにおいては、ストーンヘンジのような巨石モニュメントがミケーネ文明以前のものであることが放射性炭素年代測定法の出現によって確定された。またわが国においても、縄文時代の開始時期が以前考えられていた年代よりかなりさかのぼることが判明した。放射性炭素年代測定法だけでなく、蛍光エックス線分析、EPMA（電子線マイクロアナライザ）、放射化分析など直接放射線を利用す

る技術や、鉛同位体比法による産地推定のような放射線壊変の原理に基づく技術も最近の考古学調査では不可欠のものとなっている。

表1 考古学で使われる科学的手法

目的	科学的手法	放射線との関係
年代測定	放射線炭素年代測定	◎
	熱蛍光年代測定	◎
	電子スピン共鳴年代測定	◎
遺物の産地推定	鉛同位体比法	○
	胎土分析	
	化学分析	
	蛍光エックス線分析	◎
放射化分析		◎
材質や技法の鑑定 文字の判読	エックス線透過法	◎
	ガンマ線透過法	◎
赤色顔料鑑定	化学分析	
	蛍光エックス線分析	◎
	EPMA	◎
古代環境・生活・生業の調査	花粉分析	
	プラントオパール分析	
	脂肪酸分析	
	炭素・窒素同位体分析	
遺跡探査	物理探査(磁気・電気抵抗)	
	航空写真	
遺跡・遺物の保存	保存科学	

* (財)九州環境管理協会分析科学部

(財)九州環境管理協会分析科学部(以下、九環協という)は、大気、水質、底質、土壌、生体などの環境試料中の元素濃度、有機物質濃度、同位体組成、放射能濃度などの測定を主な業務としており、本来考古学調査の専門機関ではない。かなり以前に、たとえば福岡県前原市出土の玉の組成分析などに携わった経験はあるが、考古学に関連した測定・分析を本格的に行うようになったのはつい最近のことである。すなわち、各方面の要請により1994年から放射性炭素年代測定のサービスを開始した。放射性炭素測定を行うと、考古学研究者との交流の機会が増え、彼らと意見交換をする中で、環境測定技術の中で考古学調査の役に立つ方法が数多くあることがわかってきた。そこでいくつかの提案をして、実際に北部九州における考古遺跡で科学的手法の適用を試みた。本稿では、九環協が試みた考古科学調査のいくつかを紹介する。

2. 放射性炭素年代測定

2.1 原理

図1に示すように地球には常に間断なく宇宙線が注いでおり、大気上層ではこの宇宙線と大気物質の作用で中性子などの二次宇宙線が発生している。この中性子は大気上層で大気中の窒素原子(^{14}N)と核反応を起こし放射性炭素(^{14}C)を生成する。生成した ^{14}C は酸化されて二酸化炭素となり、大気の拡散混合によって地球上に均一に分布するようになる。

また、 ^{14}C は光合成や海水・淡水への溶解を通じて、気圏・水圏・陸圏・生物圏に万遍なく存在する。従って、われわれを取り巻く環境中の炭素はほとんどが通常の炭素いわゆる炭素-12(^{12}C)であるが、ごくわずかに ^{14}C が存在するわけである。 ^{14}C は半減期5730年

でベータ線を出して放射壊変するので環境中の ^{14}C は徐々に少なくなると思われるが、実際には前述のように大気上層で新たに間断なく生成されており、見かけ上は壊変と生成が釣り合った「平衡状態」が保たれており、地球上ではいつの時代も ^{14}C の濃度は同じであったとするのが放射性炭素年代測定の基本的な考え方である(実際にはいろいろな理由でかなりの変動がある)。

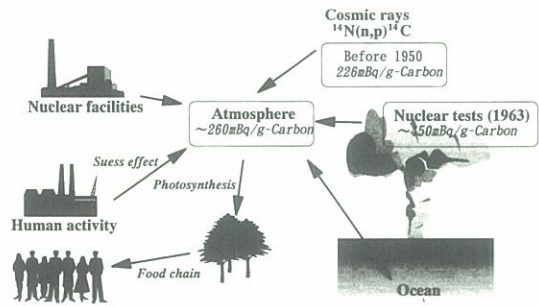


図1 環境の ^{14}C サイクル

前述の ^{14}C の平衡濃度は、図1に見られるように1950年以前は226mBq/g-carbon程度であったとされている。つまり、炭素1グラム中に1秒間0.226回のベータ線放出を行う量の ^{14}C が含まれていたとされている。しかし、1945年に人類初の大気圏内核爆発が実施されて以来、人工的に生成された ^{14}C が地上にもたらされ、このことによってわれわれの生活圏の ^{14}C の濃度レベルが上昇した。核実験が最も盛んに行われた1963年には濃度レベルがおよそ450mBq/g-carbonにまで達し、大気圏内核実験がほとんど行われなくなった現在でも、およそ260mBq/g-carbonと1950年以前のレベルよりかなり高い。このことをわれわれは“bomb effect”と呼んでいる。

また、人類は産業革命以後大量の化石燃料(石炭、石油、天然ガス)を燃焼して、排ガス

として二酸化炭素を大気中に排出してきた。これらの二酸化炭素を構成する炭素は、もともと大気中の二酸化炭素から光合成で植物体や動物体に取り込まれたものであり、取り込まれた当初はその当時の平衡濃度の ^{14}C を含んでいたものである。しかし、石炭や石油はこのような生物体の死骸が数億年も地中に埋もれていたものであるので、最初存在した ^{14}C は壊変し尽くしており濃度ゼロになっている。われわれはこれを“dead carbon”と呼んでいる。このようなdead carbonが大気中に放出されると、希釈効果によって大気中の ^{14}C 濃度が低くなり、結果として地球上の平衡濃度も低くなる。このような現象を“Suess effect”と呼んでいる。Suess effectを正確に評価することは難しいが、産業革命以後この影響があることは間違いない。

以上のように、化石燃料の燃焼と核実験の影響で、最近の ^{14}C 濃度の取り扱いはやや複雑になっているが、基本的にはこの地球上では ^{14}C の平衡濃度があると考えられており、放射性炭素年代測定の原理はこれに基づいている。木片試料を例に説明すると、木片のもとになった木が伐採されるとその木はもはや光合成によって新たな ^{14}C を取り込むことを停止する。伐採直後は平衡濃度(226mBq/g-carbon)の ^{14}C を含んでいたが、それ以後は放射壊変によって徐々に濃度が減少する。この減少は伐採後の時間経過と半減期を介して明確に関係づけられる。すなわち、伐採後の経過時間(考古学的年代) t は、 ^{14}C の平衡濃度 A_0 、試料木片の現在の ^{14}C 濃度 A 及び ^{14}C の壊変定数 λ から、次の式で求められる。

$$t = \frac{1}{\lambda} \ln (A_0/A)$$

$$\lambda = \ln 2/T$$

T は ^{14}C の半減期で、正確な物理学的半減期は5730年であるが、考古学では慣例的にLibbyが用いた5568年を用いる(九環協では二つの半減期から得られた結果を併記している)。また、年代計算の基準年を1950年とするのも慣例であり、平衡濃度 A_0 は1950年の濃度を用いる。従って、放射性炭素年代測定では、得られた結果は「1950年までの経過年」という形で示される。

2.2 測定方法

現在行われている放射性炭素の測定法は次の三つに大別される。

- (1) ガス封入比例計数管法 (GC)
- (2) 液体シンチレーション計数法 (LSC)
- (3) 加速器質量分析法 (AMS)

GC法は、試料中の炭素から二酸化炭素、アセチレン、メタンなどのガスを合成し、これらのガスを比例計数管に封入して、試料中の炭素に含まれる放射性炭素(^{14}C)から放出されるベータ線を計数する。 ^{14}C 測定の初期にはほとんどこの方法が採用された。試料から合成される封入ガスとしては、比例計数管の計数特性と水蒸気や水素などの不純物混入の観点からメタンが最も優れている。しかし、GC法はガス合成と放射線測定の両方で熟練した技術を必要とし、また合成したガスの保存に細心の注意を要するので、ルーチン法として推奨できる方法ではない。わが国でこれを定常的に行っているのは学習院大学の木越邦彦先生の研究室だけであり、以前は日本アイソトープ協会でも同様の測定を実施していたが技術継承の困難さから現在は行われていない。

LSC法は、試料中の炭素からメチルアルコールやベンゼンを合成し、これらに液体シンチレーションカクテルを加えて、試料中

の¹⁴Cから放出されるベータ線のエネルギーを光に変換して¹⁴C濃度を測定する方法である。LSCの技術は既に確立された方法であり、最も広く利用されている放射線測定法の一つである。従って、放射性炭素年代測定においてもルーチン法として最も採用しやすい方法であると言える。LSC法の問題点は、¹⁴Cのエネルギーが効率よく光に変換されないこと（クエンチング）と光に変換される効率が試料によって変動することである。このためいろいろな工夫を行って測定を行う必要がある。しかし、J.E.Noakes²¹によって試料からベンゼンを合成しLSC法で¹⁴Cを測定する方法が確立されて以来、これらの問題が解消し、現在では¹⁴Cのルーチン測定法として幅広く利用されている。この方法の利点の一つは、ベンゼンの炭素含有量が他の有機物質に比べて相対的に多いので、結果的に多量の炭素を放射線測定に供することができる点である。このため検出限界を低くすることができる。

AMS法³¹は、加速器を利用して¹⁴C原子そのものの数を数える方法であり、極めて少ない試料量で必要な感度を得られることから、近年考古科学の分野で脚光を浴びている。しかし、わが国ではAMS法を行える施設は非常に少なく、ごく限られた研究的分野でのみ利用されているのが実情である。

以上三つの方法のうち、九環協がルーチン分析法として採用しているのはLSC法である。LSC法を行うためには化学的な前処理が必要であるが、九環協で行っている方法を図2に示す。放射性炭素年代測定に供される試料は、時に泥炭などの特殊なものもあるが、ほとんどは木炭、木片、貝殻といった試料である。これらは、物理的に異物を除き、酸やアルカリを使った化学処理によって不必要な部分を

除いて年代測定用の試料とする。試料に含まれる炭素は燃焼して二酸化炭素に変換され、この二酸化炭素を金属リチウムと高温下で反応させてリチウムカーバイドを合成する。次にリチウムカーバイドに水を加えて、炭素をアセチレンとして遊離させる。得られたアセチレンから三価クロムアルミナペレットの触媒作用でベンゼンが得られる。このように、考古学試料中の炭素は最終的にベンゼンを構成する炭素となる。ベンゼンは液体シンチレーション測定において極めて優れた溶媒であるので、これに少量の蛍光剤（シンチレータ）を加えてLSC測定を行えば、約4万年までの年代測定が可能である。

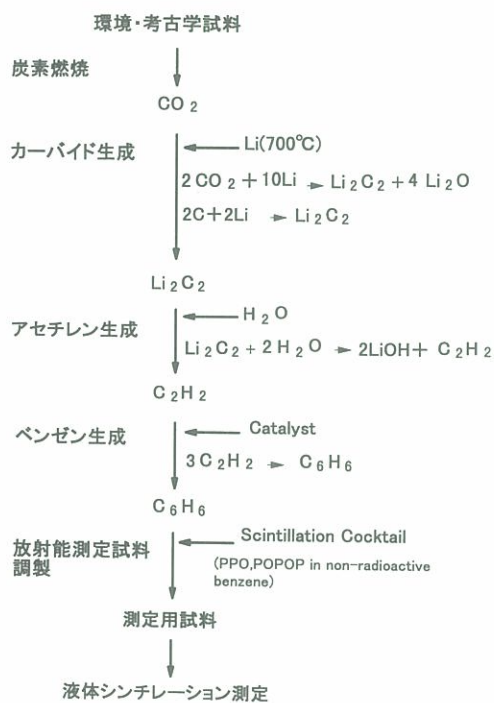


図2 LSC測定の流れ

2. 3 実施例

九州では最近鹿児島県国分市上野原遺跡で大規模な縄文前期の集落跡が発掘されたが、

相対的に見ると弥生期の遺跡が多いのに対して縄文期の遺跡の発掘例は非常に少ない。弥生遺跡の年代決定には「土器編年法」という確立された方法が定着しており、そういった意味で九州では放射性炭素年代測定が利用される頻度が少ないようである。九環協でも年間約100試料の測定を実施しているが、ほとんど九州域外からの依頼である。

しかし、土器編年法（相対的年代）が確立しているとは言え、土器編年法で得られた年代の科学的確認を必要とする場合や、あるいは文献等で歴史的な年代がある程度わかっている遺跡の年代確認を行う場合などには放射性炭素年代測定を行うことがある。また、縄文時代以前の遺物の年代鑑定などに放射性炭素年代測定を行うこともある。ここでは、九環協で行った九州内の試料の年代測定の例をいくつか紹介する。

福岡県田川郡添田町の庄原遺跡は弥生遺跡である。この遺跡から金属溶解炉跡と見られる遺跡が発掘された。遺跡からは金属溶解に用いた木炭の炭がら（炭化物）が採取された。同町の文化財担当技師は、これらの炭がらを浮選法によって水より軽いものと重いものを選び分け、このうち水より重い部分が九環協に送付された。九環協で年代測定を行ったところ 2220 ± 170 years B.P. と測定された（years B.P. は before present の略で1950年より何年前かという意味）。この結果は土器編年法ともよく一致した。この溶解炉で扱われていたものが鉄であるかあるいは銅であるかまだ明確ではないが、専門家の間では製鉄炉の可能性が強いと言われている。仮に製鉄炉であるとすれば、これまで国内で発掘された製鉄炉跡より400年も遡ることになり、弥生前期に鉄器の伝来とほぼ同時期に製鉄も行

われたとする「弥生製鉄説」の有力な傍証となる可能性がある。

福岡市教育委員会が市内博多区の古代から中世の水田遺跡である井相田D遺跡を発掘調査していたところ、地表から5m掘り下げた層から縄文時代中期と見られる埋没林が出土し、倒木3本には石斧による切り込み跡があった。発見された倒木から10試料近くの木片を採取し年代測定を行ったところ、いずれもおよそ4800年前の年代を示し、縄文時代中期の埋没林であることがわかった。倒木に加工跡があることから、縄文時代中期の竪穴式住居用等の材木の切り出し場であった可能性が指摘されている。

鹿児島県鹿児島市小山田町名越の始良テフラ（古代の火山の噴出物が堆積した層をテフラという）から炭化木が出土した。発掘した国道工事事務所の依頼で炭化木の年代を測定したところ 23500 ± 700 years B.P. の結果を得た。火山灰考古学では始良テフラ（始良は現在の桜島付近にあった古代の巨大火山）は2万数千年前の爆発で形成されたものとされているので、本法がこの程度の年代推定にも有効であることがわかった。

福岡市では、その昔「西鉄ライオンズ」の本拠地であった平和台球場の改修工事中に、古代の大陸からの使節を迎える迎賓館であった「鴻臚館」が発掘され、現在保存のための諸施策がなされている。発掘現場からは木片、木炭片などの放射性炭素年代測定可能な試料が多数出土している。これらの試料は同遺跡の年代的広がりを確認するための恰好の材料である。木炭片、木片など4試料の年代測定を行ったところ $1270 \sim 1470$ years B.P. の結果が得られた。西暦に直すと480～680年である。鴻臚館（古くは筑紫館）は文献資料で

少なくとも688年から1091年の間の400年間
にわたって営まれた施設であることがわかっ
ている。年代測定の結果は一見これと矛盾す
るようにも思える。しかし、木炭や木片の年
代測定の結果はそれらが生きた樹木として存
在していた年代を与えるものであることを考
えれば、大きな矛盾は無い。つまり、木炭、
木片ではそれらが使われた時代と生きた時代
の差を考慮して解釈しなければいけない。こ
のことをわれわれは“wood problem”と呼
んでいる。鴻臚館ほどの大きな構造物であ
れば相当の樹齢を重ねた樹木を使用したであ
ろうから、測定に供した試料の部位によっては
実際の建造年と試料の放射性炭素年代がかな
りずれる可能性があるので、この点も考慮し
て評価すべきである。

長崎県と佐賀県に挟まれた伊万里湾に浮か
ぶ鷹島周辺は、1281年の元寇（弘安の役）の
折り暴風雨にあって沈没した元軍の艦船遺跡
が今も存在し、わが国の海底考古学のメッカ
の一つとなっている。元軍の艦船の碇（いかり）
は木製の構造物に石を縛り付けたもので
あったと思われるが、現場海底からはこの木
製碇が引き上げられている。これら木製碇の
3試料を年代測定してみたところ720、770及
び910 years B.P.（西暦1230、1180及び1040
年）が得られた。これらも前述の wood
problemを考慮すると極めて妥当な値であり、
LSC法によって中世の遺物についても比較的
正確な年代評価が行えることがわかった。

3. 鉛同位体比の応用

自然界の鉛には表2に示すように四つの安定
同位体が存在する。それぞれの同位体の存在
度は、²⁰⁴Pb (1.42%)、²⁰⁶Pb (24.1%)、²⁰⁷Pb
(22.1%) 及び²⁰⁸Pb (52.3%) である。通常

の元素の同位体存在度は、地球上の場所や岩
石の種類が変わっても一定である。しかし図3
に示すように、鉛の四つの同位体のうち²⁰⁴Pb
を除いた三つは、ウランやトリウムを親核種
とする天然の放射性壊変系列の最終生成物質
であり、常に親核種から生成されている。こ
の結果、地球上のいろいろな物質中の鉛の同
位体の存在度の比（同位体比）は物質の地質
学的・地球化学的歴史の違いによってわずか
ずつ異なり、この現象を利用して岩石の地質
年代を測定する方法が確立されている⁴⁾。

表2 天然の鉛同位体

同位体	存在度 (%)
²⁰⁴ Pb	1.42
²⁰⁶ Pb	24.1
²⁰⁷ Pb	22.1
²⁰⁸ Pb	52.3

天然放射性同位元素の壊変		始源鉛の同位体存在度	
²³⁸ U	8α + 6β ⁻ 半減期 4.468 × 10 ⁹ 年	→	²⁰⁶ Pb 9.307
²³⁵ U	7α + 4β ⁻ 半減期 7.04 × 10 ⁸ 年	→	²⁰⁷ Pb 10.294
²³² Th	6α + 4β ⁻ 半減期 1.40 × 10 ¹⁰ 年	→	²⁰⁸ Pb 29.476
			²⁰⁴ Pb 1

図3 鉛同位体の量の変化⁵⁾

ところで、わが国で発掘される古代青銅器
の主成分は銅、スズ、及び鉛である⁵⁾。山崎
ら⁶⁾及び馬淵ら⁷⁾はこれら青銅器中の鉛同位
体比を測定すると試料ごとに特徴的な値を示
し、これを評価すれば青銅器原料の産地推定
が可能であることを示した。たとえば、横軸
に²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb比、縦軸に²⁰⁸Pb/²⁰⁶Pb比をと
って測定値をプロットすると、図4のように青
銅器の産地や製作年代によって同位体比の分

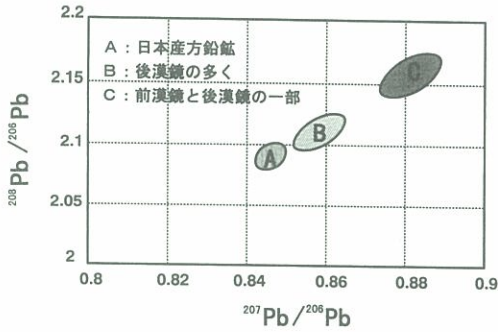


図4 古代青銅鏡の鉛同位体比の分布⁵⁾

布に特徴がみられ、このことによって原料の産地推定や製作年代の推定が行える。

従来、鉛同位体比の測定は表面電離質量分析法 (TIMS) で行われている。しかし、この方法は試料の前処理に高度の熟練を要し、なおかつ装置が高価でどの機関でも気軽に行える方法ではない。一方、近年誘導結合プラズマ質量分析法 (ICP/MS) が一般に普及し、精度はTIMSにやや劣るが、地球科学や環境科学の分野で種々の評価を行うのに十分な性能を有するに至っている。この装置はTIMSに比べると安価であり、測定に高度の技術を要しないので、同位体比測定等の質量分析の分野で汎用機器として用いられるようになった。九環協でも数年前からICP/MSを環境分析に導入している。

たまたま福岡県前原市教育委員会と、同市の古墳から発掘された2面の青銅鏡の産地推定について共同研究を行ったので、精度がやや劣る点を覚悟の上でICP/MSによってこれを試みた。すなわち、青銅鏡は貴重な遺物であるので、表面のさびを数十mg採取して硝酸に溶解し、ICP/MSで鉛同位体比の測定を行った。結果は図5に示すとおりであり、同位体比の誤差は図中の丸印の範囲にほぼ収まった。結論的に言うと、繰り返し測定を行うなど精

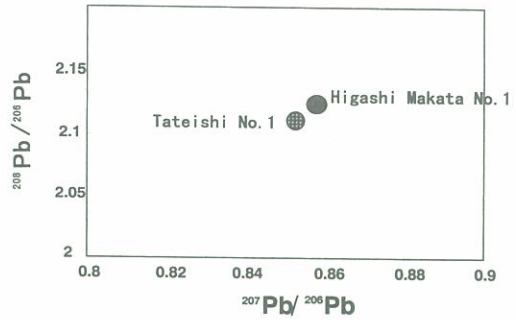


図5 前原市の古墳から出土した古代鏡の鉛同位体比 (立石1号墳及び東真方1号墳)

度面に十分留意すればICP/MSによって青銅鏡原料の産地推定を行えることが確認できた。この測定結果を図4にあてはめてみると、前原市の古墳から出土した青銅鏡の鉛同位体比は“B”(後漢鏡の多く)に分類されるものである。しかし、図5の同位体比の領域にあるものとして、朝鮮半島産の原料で作られた青銅鏡の可能性もある⁸⁾。これを見極めるためには、同位体比測定の誤差を0.03%程度まで小さくする必要がある。現段階のICP/MSによる誤差は0.2~0.4%であるので⁹⁾、ICP/MSでさらに細かい検討を行う場合は、装置の安定性やデータ処理の方法などを改善する必要がある。また、採取できるさびの析出範囲が広く量も多い場合は、一つの鏡から数点の試料を採取できる。その場合は再現性なども含めたより正確な評価が行えるので、今後はこの点も検討したい。

4. エックス線回折、組成分析の応用

表1を見ると、化学分析、蛍光エックス線分析、EPMA、放射化分析などの無機成分分析法が考古科学に取り入れられている。成分分析だけでなく、EPMAなどは試料中の元素分布情報も与える。また、エックス線回折によ

って試料の鉱物組成や結晶構造を評価する場合もある。このような調査の対象は、主に土器片、顔料、玉などである。特に土器材料の分析は「胎土分析」と呼ばれ、土器の産地推定や物品の取引について推定する場合の有力な手段となっている。九環協ではほとんどすべての分析装置を備えており、鑑定の依頼があった場合は目的に応じて使い分けている。ここでは、少し変わった観点でエクス線回折と組成分析を応用して成果を上げた例を紹介する。

福岡県太宰府はその昔「遠の朝廷（みかど）」と呼ばれ、西海道（九州）の支配、わが国外交の窓口、また西辺防備の要を担う場所であった。従って、考古学的な遺跡は極めて豊富であり、このため近い将来この地に「国立博物館」を設立する構想がある。福岡市を始めとした近隣の市町でもそれぞれ積極的に遺跡の発掘と保存を行っており、奈良時代前後の考古学的成果が急速に上がっている。

福岡県筑紫野市は太宰府市の南隣の市であるが、平成6年度から始めた土地区画整理事業に伴う埋蔵文化財の調査で、奈良時代の官道（西海道）と見られる遺構が検出された。この官道遺構は幅員約9~10mで、両側には側溝も付随している。同市でさらに調査域を広げて調査したところ、官道から南に約100m離れたところに官道にほぼ平行した溝（幅約4m、深さ約1.5m）が検出された。この遺構を詳しく見ると床面が三層構造を呈しており、溝の構築に係わる地業が行われた可能性が示唆された。

筑紫野市教育委員会は、何らかの土木的施工が行われているかどうかを確認するため、この三層（上層、中層、下層）からそれぞれ多数の土壤試料を採取し九環協に分析化学的鑑定を依頼した。事前の調査で、中層は明ら

に他の層と土壤粒子の粒径分布が異なることがわかった。九環協では、鉱物学の専門家（九州大学工学部資源工学科渡辺助教授）と協議した上で、化学的な組成分析とエクス線回折、並びに顕微鏡観察（岩種判定）を行って鑑定を試みた。

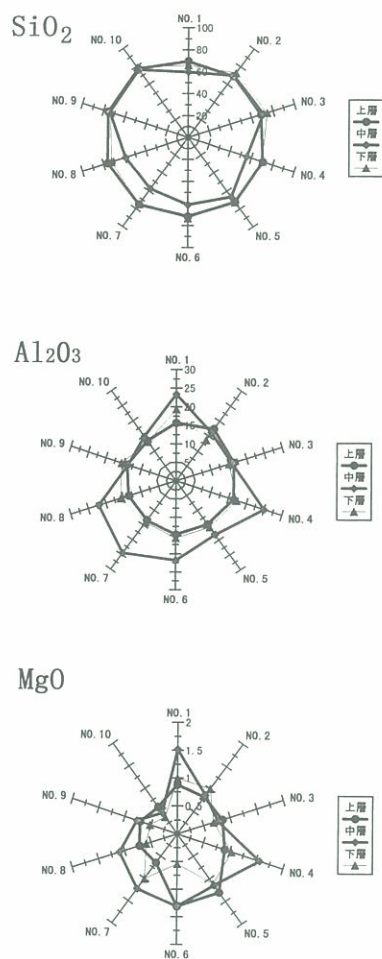


図6 ケイ素、アルミニウム及びマグネシウムの層別濃度分布（酸化物換算、単位は%）

図6に組成分析の結果の一部を示す。ケイ素、アルミニウム及びマグネシウムの上層、中層及び下層での濃度（%）を示したもので、番号は採取地点を意味する。概して中層が他

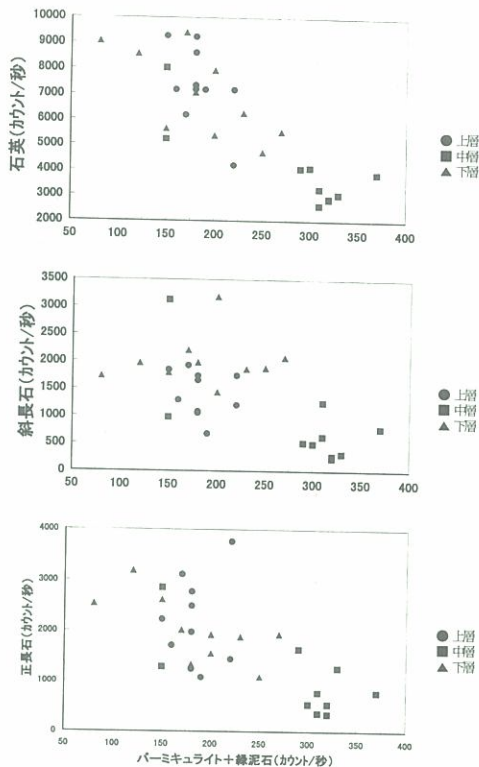


図7 X線回折強度の相関

の層と異なった濃度を有していることがわかる。中層と他の層の差が明瞭である地点とそうでない地点が見られるが、これは試料採取に際してきちんと区別して採取できたかどうかにかかっている。つまり、きちんとした採取が行えた地点では、組成分析の結果に明瞭な差が現れた。

エックス線回折では回折スペクトルが得られ、スペクトルから鉱物種の同定と量的評価を行う。図7はこれらを整理して、横軸にパーミキュライトと緑泥石に相当するピークのカウント、縦軸に石英、斜長石、正長石に相当するピークのカウントをとってプロットしたものである。パーミキュライトと緑泥石のピークは分離できないので、まとめて一つのピークとして扱った。この図からも、明らか

に中層が他の層と異なった鉱物組成を有することがわかる。図7では横軸に“パーミキュライト+緑泥石”をとったが、横軸に“ギブサイト+緑泥石”をとっても同様の結果が得られた。この他エックス回折及び顕微鏡観察で鉱物学的に種々検討してみると、中層と他の層の違いは明らかであった。

以上の組成分析及びエックス線回折の結果を土木工学的見地から評価すると、次のように考えられるとのことである。すなわち、中層はいわゆる「締め固め易い材料」で構成されており、排水性や強度を維持するために人為的に施工されたものであるというのが、この調査の結論である。中層に比較的少量に含まれるギブサイトはカオリナイトとともに日干し煉瓦に多く含有されるものであるが、材料の固化を促進する作用がある。古代の工人はこれらを熟知し、材料の産地なども確認した上で溝などの施工に生かしたと思われるのである。

5. 有機機器分析の応用

これまで述べてきた考古学的手法は、化学の分野のどちらかと言えば無機あるいは放射化学的手法である。しかし、近年は有機化学的なアプローチも多く行われている。たとえば、発掘された遺物中(有機物)の炭素・窒素同位体の組成を分析することによって古代人の食生活を論じるような研究もある。そして、最近考古学の分野で最も脚光を浴びたものの一つが「脂肪酸分析の考古学」であろう。中野¹⁰⁾によれば、脂肪酸やステロール類の分析によって、古代人が何を食べていたか、金属器や石器が何に使われていたかなど、様々な情報が得られるとのことである。有機物は無機物と違って保存性に問題があ

り、またサンプリングなども十分気をつけないと汚染の可能性があったりするので、すべて理想的に行えるとは思えないが古代を知る貴重な手段であることに間違いはない。

有機物の測定分析の分野では、最近ガスクロマトグラフ質量分析法 (GC/MS) や高速液体クロマトグラフ法 (HPLC) といった有機機器分析法が急速に発達し、九環協でも農薬や有機塩素化合物の測定に多用している。最近話題のダイオキシン類も高性能 GC/MS で行う。考古学的な鑑定でも、たとえば墳墓跡の土壤の有機物 (脂肪酸) の測定を行い、確かに何かの死骸が埋葬された跡であるかどうかの確認を行う場合などに、GC/MS や HPLC を使ったりする。本稿では、その中の一つの例として先に述べた鴻臚館跡の土壤中の脂肪酸分析について述べる。

鴻臚館の発掘の際に大きな話題となったことの一つに「トイレの発見」がある。遺構の状況や推定される建物の形から、トイレであったと思われる場所が特定されたわけである。これを確認するためには、その場所で排泄物の残骸を探さねばならないが、糞などの有機物は千年以上たてば見た目には完全に分解しており「物」としては確認できない。しかし、脂肪酸レベルの有機物としては十分残存している可能性がある。そこで福岡市教育委員会では GC/MS を使った鑑定を九環協に依頼した。土壤中の脂肪酸は有機溶媒で抽出し、抽出液を濃縮して GC/MS に注入すると、いろいろな脂肪酸の同定と定量が同時に行える。

鴻臚館トイレ跡とされる場所の土壤中脂肪酸分析結果の一部を図8に示す。脂肪酸はカルボキシル基を1個有する鎖式化合物と定義されている (理化学事典)。特に天然の脂肪酸は炭素が直鎖状に並んでいる物が多い。図8の横軸

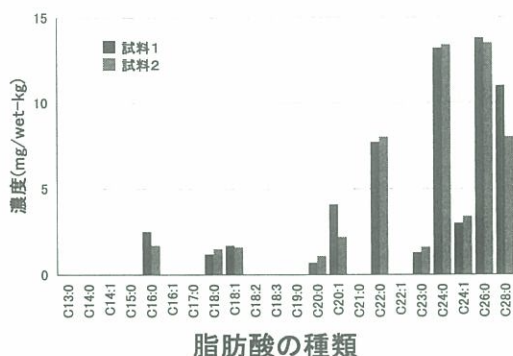


図8 トイレ跡と思われる土壤の脂肪酸組成 (データのないものは検出限界 (0.5mg/kg) 以下)

でたとえば“C18”と書かれているのは、炭素が18個並んだ脂肪酸という意味である。また、“C18:2”とあるのは、その並びの中に二重結合が2カ所あるという意味である。脂肪酸にはオレイン酸とカリノール酸といった特有の名前が付いているが、図8では“C18:1”とか“C18:2”のように記号で示した。図8は、検出された脂肪酸の濃度を示している。ちなみに、この調査では鴻臚館発掘現場の別の場所の土壤 (コントロール) も測定しているが、ここでは脂肪酸はすべて検出限界以下であった。つまり、トイレ跡と思われる土壤からは多くの脂肪酸が検出されたが、コントロール試料からは全く検出されなかったため、問題の場所は「ほぼトイレである」と科学的に推定された。

6. おわりに

考古科学は人文科学と自然科学の学際領域の学問として近年急速に発展しており、将来は物理や化学などの自然科学の専門分野で学んだ人たちが職業として考古科学を行うことも考えられる。現実には、従来自治体の文化財関係技術者の採用は人文系の人に限られてい

たが、最近では理科系の人の採用も可能になっているところがあると聞いている。

現時点では自然科学者が実際に発掘現場に立ち会う機会はほとんどなく、発掘の後鑑定を依頼されるという形での協力がほとんどである。従って、これまでデータの解釈をめぐる少なからず誤解や過大解釈などの問題もあったように思う。このようなことを無くし真に学問として成り立つ領域を確立するためには、双方が融合的に協力する必要があるし、始めから考古科学を目指す自然科学系の研究者がいてもよいように思われる。

九州では近い将来国立博物館が建設される予定であり、この中には考古科学的な要素も取り入れられると考えられるので、この方面を目指す若手研究者にとっては一つのチャンスである。理工系の研究者、そして九環協に、考古科学という新しい活躍の場が広がることを願って本稿を閉じたい。

謝辞

本稿で述べた成果は次の諸機関との共同研究または諸機関からの依頼によって得られたものである。本稿執筆に当たってはこれら諸機関に掲載許可を得ると同時に、データの評価等については関係各位から助言を頂いた。ここに記して深甚の謝意を表する。

- ◇九州大学工学部資源工学科
- ◇建設省鹿児島国道工事事務所
- ◇添田町教育委員会
- ◇鷹島町教育委員会
- ◇筑紫野市教育委員会
- ◇福岡市教育委員会
- ◇前原市教育委員会

参考文献

- 1) E.C.Anderson and W.F.Libby :Phys. Rev., **81**, 64, (1951)
- 2) J.E.Noakes et al. :Proceedings of the 6th Internatinal Conference on Tritium and Radiocarbon Dating, p68, (1965)
- 3) R.A.Muller :Science, **196**, 489, (1977)
- 4) 木越邦彦 :年代測定法, p101, 紀伊国屋書店 (1965)
- 5) 馬淵久夫 :考古学のための化学 10章, p157, 東京大学出版会 (1981)
- 6) 山崎一雄他 :日本化学会誌, **1978**, 1112
- 7) 馬淵久夫他 :古文化財の科学, **22**, 24, (1978)
- 8) 馬淵久夫 :新しい研究法は考古学になにをもたらしたか (第3回「大学と科学」公開シンポジウム組織委員会編), p188, クバプロ (1989)
- 9) 松岡信明他 :分析化学, **45**, 201, (1996)
- 10) 中野益男 :新しい研究法は考古学になにをもたらしたか (第3回「大学と科学」公開シンポジウム組織委員会編), p114, クバプロ (1989)

以上の参考文献の他、本稿で述べた成果の一部は次の各機関の報告書としてとりまとめられているかまたはとりまとめられる予定であるので、参照願いたい。

- ◇鷹島町教育委員会 :鷹島町文化財調査報告書, 第2集, 鷹島海底遺跡III, 長崎県北松浦郡鷹島町神崎港改修工事に伴う緊急発掘調査, p63, (1996)

- ◇前原市教育委員会：荻浦， p152， (1995)
- ◇福岡市教育委員会：平成10年度及び11年度
報告書（予定）
- ◇筑紫野市教育委員会：平成10年度報告書（予

- 定）
- ◇建設省九州地方建設局鹿児島国道工事事務
所：パンフレット「名越災害復旧工事竣工」