

PALYNO

No.5

パリノ・サーヴェイ株式会社創立30周年記念号

- 講演会 -

創立30周年記念講演会開催主旨
講演会プログラム

- 挨拶 -

パリノ・サーヴェイ株式会社創立30周年にあたって
学際領域研究とパリノ・サーヴェイ株式会社
パリノ・サーヴェイ株式会社の歩み

高橋則忠
徳永重元
橋本真紀夫

- 動向 -

研究センター
分析センター
地質調査室
土壌研究室
考古学研究室
遺跡調査と自然科学分析調査

辻本崇夫
中根秀二
興津昌宏
中根秀二
植木真吾
橋本真紀夫

- 研究報告 -

黒曜石産地同定法の進展
越後平野北部地域における古植生変遷
射水平野周辺の古環境変遷

五十嵐俊雄・齋藤紀行
斉藤崇人・千葉博俊
田中義文・千葉博俊

- 技術報告 -

胎土分析における薄片観察法の展開
- 砂粒のポイント法による計数 -
珪藻分析の歩みと動向
当社での植物珪酸体分析の動向
- 処理方法を中心として -
遺跡におけるデンプン粒分析の展開
- 海外の分析事例から見た現状 -
森林総合研究所・木材採集会参加の成果
当社における植物標本作製と活用

矢作健二・石岡智武・山川真樹・辻 康男
伊藤良永

馬場健司

馬場健司・辻 康男
高橋 敦・松元美由紀
斉藤崇人

バックナンバー目次
編集後記

編集委員



2007.9.

PALYNOSURVEY CO., LTD

胎土分析における薄片観察法の展開—砂粒のポイント法による計数—

矢作 健二¹⁾・石岡 智武²⁾・山川 真樹²⁾・辻 康男³⁾

はじめに

遺物の中でもとりわけ重要とされている土器について、自然科学で用いられている分析手法の応用により、その材質に関わる属性を捉えるという研究は、一般に胎土分析と呼ばれており、考古学における自然科学の援用例として、黒曜石の分析などと並んで、その歴史も古い。ただし、その分析目的は、原産地推定にほぼ限られる黒曜石の分析とは異なり、製作地の推定や製作技法の解明、使用目的と材質の関係など様々であり、また、対象となる試料も縄文土器、弥生土器から土師器、須恵器、かわらけなどの土器類だけでなく、陶磁器や瓦、レンガなどいわゆる焼成品全般に及んでいる。したがって、胎土分析では、目的や試料に応じて、現在でも様々な分析手法が用いられている。なお、国内における胎土分析の研究史と方法的検討については、最近、鐘ヶ江(2007)により総括された文章が発表されている。

当社においても、胎土分析の依頼に対しては、目的と試料を確認し、最も効果のある分析が行えるようにするため、複数の分析手法を準備している。その中の一つである、薄片観察法において行っている砂粒のポイント法による計数分析が、最近では特に効果の高い胎土分析事例となることが多くなってきた。この方法は、堆積学や岩石学などで一般に用いられている砂岩の粒径組成を求める方法とほぼ同様の手順であるが、それを土器の胎土分析に応用した例は、日本では松田ほか(1999)が日本文化財科学会第16回大会にてポスター発表をした例が最初である。当社でもその事例に倣って始めた経緯があるが、現在でも、この方法を用いた胎土分析事例は、当社による報告以外にはほとんど認められないために、考古学研究者の目に触れる機会も少ない。本文は、本方法の効果が広く理解されることを目的として、薄片観察法における砂粒のポイント法による計数分析(以下便宜的に薄片ポイントカウント法と呼ぶ)を紹介するものである。

1. 薄片ポイントカウント法導入に至る経緯

(1) 当社における胎土分析方法

当社において胎土分析に用いている手法は、1)重鉍物分析、2)薄片観察、3)蛍光X線分析の3方法であり、それぞれの方法の手順および長所と短所は以下の通りである。

1)重鉍物分析：土器片を粉碎し、洗浄と重液分離により、胎土中に含まれる細砂径の重鉍物結晶を抽出し、プレパラートに封入、偏光顕微鏡下で同定し、その粒数%を求める。結果は、各鉍物の量比を示した棒グラフで表現する。棒グラフのパターンから多数の試料における胎土分類が容易であり、また、胎土の由来する地質情報も得られる。ただし、十分な重鉍物粒が得られることが条件であり、したがって、対象とする土器は、重鉍物を比較的多く含み、焼成等による変質が少ないものに限られ、比較的大きな破片(目安としては4 cm×4 cmまたは10g以上)を粉碎する必要がある。また、重鉍物組成以外の胎土に関する情報は表示されない。

2)薄片観察：土器片の一部を切断し、岩石薄片と同じ手順で土器片の薄片を作製し、偏光顕微鏡下で観察し、胎土中に含まれる砂の鉍物組成、岩石片組成を求める。結果の表示は、定性的に表現する方法と、砂粒を計数し、グラフで表示する方法とがある。薄片ポイントカウント法は、後者の方法である。薄片ポイントカウント法は、胎土中に含まれる砂粒(正確には細礫から中粒シルト径まで)を構成する鉍物粒および岩石片の種類を同定し、同時にその粒径を測定、その粒数を計数することで、各碎屑物の粒径別の割合を求める。また、砂粒以外のポイント(いわゆる基質の部分や孔隙の場合もある)も計数することにより、胎土全体における砂粒の割合や孔隙度も求める。これらの結果により、同定された鉍物および岩石の種類とその量比からは、土器材料の採取された地域の地質学的背景が推定され、砂の割合や孔隙度および砂の粒径組成からは、土器製作に関わる事情(例えば製作者(集団)

1) 調査研究部分析センター考古学研究グループ 2) 分析センター地質調査グループ 3) 研究センター大阪支店

の違いや製品の種類による土の使い分け、窯の違いなどを窺い知ることができる。

なお薄片は、土器片の断面が得られればよく、切断する破片は少量（後述する分析手順参照）でよい。また、縄文土器から陶磁器や瓦、レンガなどあらゆる焼成品について薄片作製は可能である。岩石片なども同定可能なため、胎土に関わる地質情報を多く得られる。ただし、砂粒が少ない製品（例えば磁器など）では得られる情報が少ないため、用いない方がよい。

3) 蛍光X線分析：土器片の一部（最低2g程度）を粉碎・溶融し、ガラスビートを作製して、波長分散型の蛍光X線分析装置により元素組成を求める。現在、定量可能な元素は、主要10元素のSiO₂、Al₂O₃、Fe₂O₃、TiO₂、MnO、MgO、CaO、Na₂O、K₂O、P₂O₅およびRb、Sr、Y、Ba、Zrの5つの微量元素である。結果は重量%（微量元素はppm）で表示される。また、試料間の比較には、特定元素を選び出し、それらを軸とした散布図を用いている。本分析法は、試料の種類に関係なく、元素組成を出すことが可能であり、データの再現性および客観性も高い。しかし、元素組成からは胎土中に含まれる鉱物や岩石を判別することはできないため、砂粒が多く含まれているような土器の比較には注意が必要である。すなわち、鉱物組成や岩石組成が異なっても、元素組成は近いという場合も起こり得る。また、元素組成からは地質情報を読み取ることができない。

(2) 薄片ポイントカウント法の導入

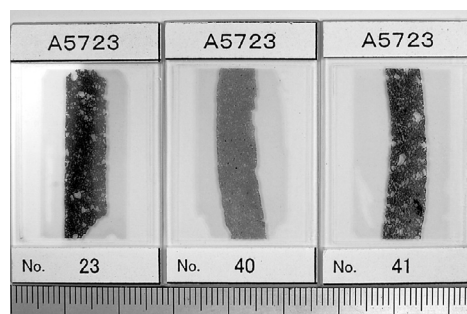
上述したように各分析手法ともに長所と短所があり、絶対的に優れているという手法は存在しない。試料の種類と目的に応じて、適当と考えられる手法を複数用いることにより、各手法の短所を補完するというやり方が理想といえる。ただし、様々な制約から、単独の手法により分析を行わなければならないことの方が多い。したがって、これまでに、比較的適用範囲が広く、多くの情報が得られ、再現性および客観性も有する手法を求めて模索してきた経緯がある。

当社における胎土分析は、1980年代後半から90年代前半にかけて重鉱物分析を主要な手法として進めてきた。これは、特に愛知県を中心とする東海地域における弥生土器や土師器の研究において効果を上げてきた（例えば矢作ほか（1990）、矢作ほか（1997）など）。その実績から、近畿地域においても、縄文土器や弥生土

器および土師器を対象とした胎土分析に重鉱物分析を用いて展開を図った（例えばパリノ・サーヴェイ株式会社（1992）など）。しかし、大阪平野およびその周辺地域でみれば、堆積岩類からなる丹波帯と花崗岩類からなる領家帯という比較的単純な地質学的背景もあり、平野内における地域性の識別のような分析の要望に対しては、重鉱物分析のみによる解析が困難となり、重鉱物分析に薄片観察による定性記載を加えるなどの対応を試みた。その中では、大阪府堺市の太井遺跡に関連した埴輪の胎土分析において、薄片観察により把握した胎土中に含まれる砂粒の最大径と平均粒径により、胎土の分類がなされたことが、後の薄片ポイントカウント法導入につながる事例として見ることができる。

当社にて薄片ポイントカウント法を導入した契機は、兵庫県芦屋市教育委員会より依頼された弥生土器の胎土分析であった（辻ほか、2003）。六甲山地南麓に分布する遺跡から出土する弥生時代終末期とされる土器には、褐色系と灰色系という2系統の土器群が存在しており、両者の違いを材質の面から客観的に捉えるということが目的とされた。薄片ポイントカウント法で分析したことにより、石英とカリ長石の鉱物片と花崗岩類の岩石片の粒径組成に違いが認められることが判明した（後述）。この成果は、重鉱物分析や蛍光X線分析を単独に行った場合には得ることはできず、また、薄片観察でも定性的な記載では、得ることは難しい。従来の分析法にはない効果を確かめられたことにより、その後は多くの胎土分析依頼に対して薄片ポイントカウント法を用いることとなった。

もちろん、薄片ポイントカウント法においても、前述した薄片観察法の短所は有している。したがって、試料となる焼成品の種類を見極めた上で選択すれば、



図版1 土器薄片完成品

現在、当社が有している胎土分析方法の中では、最も効果の高い方法として推奨することができる。

2. 分析手順

1) 薄片の作製：薄片は、岩石学等において通常用いられているサイズ（48mm×28mmのスライドガラス）で作製する。また、観察する面は、土器製作技法に関する情報も考慮して、なるべく器の上下方向に沿う断面としている。したがって、切断する土器片の大きさとしては、長さ30mm、幅10mmほどである。ただし、試料となる破片の大きさや部位、文様等の状況により、切断する範囲を変えている。

切断はダイヤモンドカッターを用いて行い、切断した土器片を薄片用のチップとする。そのチップをスライドガラスに貼り付け、#180～#800の研磨剤を用いて研磨機上で厚さ0.1mm以下まで研磨する。さらに、メノウ板上で#2500の研磨剤を用いて正確に0.03mmの厚さに調整する。スライドガラス上で薄くなった薄片の上にカバーガラスを貼り付け、完成とする。

なお、土器片は、岩石に比べて軟らかいため、その薄片作製には通常の岩石薄片作製よりも熟練した技術を要する。特に、土器断面の薄片は、縁辺部が欠けずに仕上げることが必要であり、当社では独自の工夫をして、ほとんど縁の欠けることのない土器断面薄片を得ている。

2) 顕微鏡観察：薄片は偏光顕微鏡による岩石学的手法を用いて観察し、胎土中に含まれる鉱物片、岩石片および微化石の種類構成と粒径組成を明らかにする。粒径はWentworthによる分類に基づく。砂粒の計数は、メカニカルステージを用いて0.5mm間隔で移動させ、細礫～中粒シルトまでの粒子をポイント法により200個あるいはプレパラート全面で行う。また、同時に孔隙と基質のポイントも計数する。

なお、ポイント法による砂粒の計測は、固結した砂岩の粒度分析の手法として一般的に用いられているものであり、ポイント法による値は、粒子を球と仮定した場合、直径の三乗の重みのかかった頻度、すなわち、容積頻度として表されると考えられている（公文・立石編，1998）。また、ポイントの間隔は十分に大きく（含まれる粒子の最大径よりも大きく）とり、同一の粒子を2回以上数えることのないようにしなければならないことが原則であり、例えば土器胎土中の



図版2 顕微鏡観察

砂の粒子の最大径が細礫の2mmであるとすれば、2mm間隔で計測することが好ましい。しかし、土器胎土薄片の場合は、上述したように土器の断面を見ることから、最大でも長さ3cm×器壁の厚さ程度であるため、2mm間隔では十分な量の砂粒を計測できない。したがって、上述したように間隔を0.5mmとしている。この場合、0.5mmよりも径の大きい粗粒砂以上の砂粒については、同一粒子の中に複数のポイントが落ちることも発生するが、計数ポイントは1個として、同一粒子内の他のポイントは計数しない。このため、砂粒全体の粒径組成や砂粒、基質、孔隙の割合には若干の歪みが内包されているが、多くの場合、粗粒砂以上の粒子が占める割合は低いことから、影響は小さいといえる。

3) データの呈示：同定された鉱物および岩石の種類と粒径を、一覧表にする。また、砂粒の種類をX軸、粒径をY軸、頻度をZ軸とした3次元の棒グラフを作成し、データを視覚的に捉えられるようにする。さらに、砂粒の合計ポイント数、基質と孔隙の各ポイント数の3者を比較する積み重ね、棒グラフと砂粒全体における粒径組成を示すヒストグラムを作成し、胎土の構造的な特徴を示す指標とする。

3. 事例紹介

(1) 縄文土器・弥生土器・土師器の分析

1) 兵庫県芦屋市寺田遺跡出土弥生土器の胎土分析（辻ほか，2003：図1）

六甲山地南麓地域の弥生土器は、山麓部で褐色系、平野部で灰色系の土器が分布することが知られている（森岡，1980）。山麓から平野までの距離が1～1.5km

程度しかないような互いに近接する遺跡間で土器の色調が明瞭に異なる状況に対して、まずは土器の材質の違いを客観的に捉えることを目的とした。結果は、褐色系も灰色系もともに、石英・カリ長石の鉱物片と花崗岩類の岩石片を主とする砂粒の種類構成であったが、褐色系は粗粒の花崗岩類岩石片を比較的多く含み、灰色系は細粒の石英・カリ長石の鉱物片を多く含むことが識別された。

さらに、薄片下の観察により、褐色系の土器には微細な酸化鉄粒が多く含まれていることと、蛍光X線分析により鉄の含量が多いことが明らかにされたことから、上述した砂粒の違いも合わせて、褐色系と灰色系とは、単に焼成の雰囲気の違いやあるいは埋没後の経年変化などによるものではなく、材質が異なっており、褐色系の色の発色は鉄分による可能性のあることを指摘した。

本分析結果については、同遺跡発掘調査報告においても、肉眼観察から導き出された感性的な違いをかなり裏付けるものとなったという評価を得ている。

2) 兵庫県北淡町おぎわら遺跡出土弥生土器の胎土分析(矢作, 2004: 図2)

おぎわら遺跡は、淡路島北部の山地に位置する。出土した弥生土器の胎土には、花崗岩類およびそれに由来すると考えられる多結晶石英の岩石片が含まれ、微量の砂岩、凝灰岩などが含まれることから、胎土は、領家花崗岩類と新第三紀中新世の岩屋累層が分布する淡路島北部に由来することが確認された。同時に、ほぼ領家帯花崗岩類のみの淡路島中部や白亜紀後期の堆積岩類が広く分布する淡路島南部には由来しないことも意味する。さらに、上述した芦屋市の分析例から、対岸の六甲山地南麓の弥生土器とはチャートを含まないことで区別されることも指摘した。

同遺跡発掘調査報告によれば、淡路島における弥生土器の胎土分析例は、本例が初めてとのことであり、その胎土の特徴を明らかにしたことに意義があると述べられている。

3) 兵庫県丹波市高坂西遺跡出土縄文土器の胎土分析(矢作・石岡, 2005: 図3)

高坂西遺跡は、兵庫県北部福知山盆地付近を流れる竹田川支流市ノ貝川沿いの段丘上に位置する。土坑より出土した縄文時代晩期とされる土器片7点と竪穴住居跡より出土した弥生土器とされる土器片1点、さら

に遺跡近傍の竹田川河原より採取された砂1点の合計9点を試料とした。

縄文時代晩期土器片6点と弥生土器および竹田川の砂はほぼ同様の鉱物・岩石組成を示し、石英、カリ長石、斜長石を主とする鉱物組成とチャート、頁岩、花崗岩類を主とする岩石組成が得られた。残る縄文時代晩期土器片1点は、鉱物組成はほぼ同様であるが、岩石組成ではチャート、頁岩が少量で、変質流紋岩および安山岩を含むという違いが認められ、この岩石組成は、高坂西遺跡の地質学的背景とも異なることから、搬入品と判断された。

一方、胎土中の砂全体の粒径組成では、縄文時代晩期土器7点と弥生土器1点との間に明瞭な違いが認められ、さらに、これらと竹田川の砂との違いも明瞭であった。すなわち、上述の鉱物・岩石組成から、弥生土器も在地とされたが、粒径組成により、縄文時代晩期土器との間に材質の違いが存在することが明らかにされた。この事例では、本分析法の特徴の一つである胎土中の砂の粒径組成も同時に計測することの効果が、比較的明瞭に表れたといえる。

4) 京都府京都市岩倉忠在地遺跡出土粘土塊と土器の胎土分析(矢作, 2006: 図4)

岩倉忠在地遺跡は、京都盆地北部を構成する小盆地である岩倉盆地内に位置する。弥生時代終末～古墳時代初頭とされる集落が確認されており、竪穴住居床面や土坑から粘土塊が出土した。出土状況から、粘土塊は、土器の材料であると考えられたことから、同時に出土した土器との間でその特性を比較した。

鉱物・岩石組成は、粘土塊と土器の両者ともに、鉱物片では石英、カリ長石、斜長石、角閃石、黒雲母を含み、岩石片ではチャート、頁岩、花崗岩類を含むという、ほぼ同様の組成が得られた。しかし、粒径組成では、粘土試料のほとんどは、単独峰の山形を呈するヒストグラムであり、土器は単独峰山形と双峰形を呈するものがほぼ半々であった。これらの結果から、粘土塊が土器の材料となった可能性は高いが、出土した粘土塊のみで土器が作られた可能性は低く、粘土塊に砂を混ぜるなどの調整があったと考えた。この事例においても、砂の粒径組成が、粘土塊と土器の関係を考える際の大きな要因となっている。

また、粒径組成が類似する粘土塊と土器も認められたが、その場合、鉱物・岩石組成において、火山ガラ

スの量比が異なっていることがわかり、粘土塊がそのまま土器材料になった可能性は低いと判断する材料の一つとなった。この事例などは、鉱物・岩石の種類と粒径組成を同時に計測するという本分析法の効果がよく出ている。

なお、同遺跡の発掘調査報告によれば、粘土塊の出土は調査区全域に及んでおり、今回の分析によって土器材料の可能性が高いとされたことから、土器・土製品の製作が集落内において盛んに行われていたことが推定されている。

5) 兵庫県加古川市溝之口遺跡出土弥生土器の胎土分析 (矢作・石岡, 2006 : 図5)

溝之口遺跡は、播磨平野東部を流れる加古川下流域の沖積低地に位置する。弥生土器および古墳時代中期とされる土師器と同時期の韓式系土器の胎土分析を行った。弥生土器と土師器の大部分は、加古川下流域の地質学的背景と一致する鉱物・岩石片組成を示すことから、在地であると判断された。ただし、在地とした弥生土器と土師器との間には、火山ガラスの含有に違いが認められ、加古川下流域内における材料採取地の違いも推定された。また、弥生土器の中でもイダコ壺については、胎土の鉱物・岩石片組成は他の弥生土器と同様であるが、粒径組成に違いのあることが指摘された。さらに、韓式系土器はいずれも、加古川下流域の地質学的背景とは異なる鉱物・岩石片組成であることが確認され、加古川下流域外からの搬入品である可能性が高いことが確認された。一方、同時に分析を行った大阪府長原遺跡出土の韓式系土器の胎土は、長原遺跡周辺の地質学的背景と一致し、長原遺跡における在地であることが推定された。同時期の韓式系土器でも、溝之口遺跡と長原遺跡のものとは製作事情が異なることが明らかとなった。

これらの分析結果のうち、特に古墳時代中期の土器については、同遺跡発掘調査報告においても大きな成果を得たとされた。今後の分析の進展によって、古墳時代中期前半における渡来系氏族の移動や交流・文物の移動など古墳出土の金属製品とも合わせて考えることもできるという展望が示されている。

(2) 埴輪の分析

1) 大阪府藤井寺市古市古墳群出土埴輪の胎土分析 (矢作ほか, 2003, 2004 ; 矢作, 2005 : 表1, 図6, 図7)

大阪平野東部に位置する国内有数の古墳群である古

市古墳群の古墳出土埴輪の胎土の特性を明らかにし、これまでの考古学からの研究による古墳の時期や系列などの検証資料を作成することを目的とした。地質学的なスケールからみれば、古墳群の分布範囲は一つの地質学的背景を有する地域内に収まってしまうため、胎土の定性的な記載では識別が不可能であると判断された。そこで、鉱物および岩石の定量的な差とそれら砂分の粒径組成という指標を使って、古墳間の違いあるいは時期的な違いを見出すことに努めた。

結果は、ほぼ全試料ともに、鉱物片では石英、斜長石、カリ長石が比較的多く、微量の角閃石、黒雲母、不透明鉱物を伴い、岩石片ではチャート、花崗岩類、火山ガラスを少量含み、試料によっては微量の凝灰岩や流紋岩・デイサイトを伴うという組成であった。一方、粒径組成は、モードとなる粒径が粗粒砂から中粒シルトまでの6段階に認められたことより、6分類を設定した。さらに、モードとなる粒径における石英、斜長石、カリ長石、花崗岩類、火山ガラスの5者の量比関係により、A～Fまでの6分類を設定した。これらの分類により、試料を並べて見たところ、時期により胎土の傾向が異なる状況が窺えた。また、同一個体試料を多数分析した結果では、同一個体内でA～Fまでの6分類が異なることはほとんどなかったが、粒径組成は、モードとなる粒径が1段階ずれる程度の個体が半数ほど確認された。報告では、鉱物・岩石組成の6分類と粒径組成の6分類を組み合わせることから、古墳ごとの違いおよび時期ごとの違いは、あまり明瞭に示すことができなかった。さらに、土師の里埴輪窯跡群から出土した埴輪について、集中的に分析を行ったところ、鉱物・岩石組成は上述6分類のうちの2種類が認められ、粒径組成は上述6分類のうちの5種類が認められた。すなわち、1箇所の窯跡群でも複数の胎土が認められたことになる。これらの結果から、上述したように時期および古墳ごとに埴輪の胎土が異なる傾向が窺えるものの、報告書では、あまり明瞭に呈示することはできなかった。

その後、この分析事例については、粒径組成の6分類を、モードとなる粒径が粗粒砂から細粒砂までの組成を粗粒とし、極細粒砂から中粒シルトまでの組成を細粒とする2分類にすることと、同一個体で分類の異なる試料は、主体となる分類にまとめることにより、時期別および古墳別の特徴をこれまでよりも明瞭に示

表1 古市古墳群出土埴輪の胎土分類

試料 番号	出土古墳	河内 (2001) の系列	古墳 編年	川西 編年	鉱物・岩石組成					粒径組成		
					A	C	D	E	F	粗粒	細粒	
27	玉手山9号墳	B	2	I	■						■	■
28	玉手山9号墳	B	2	I	■						■	■
29	玉手山9号墳	B	2	I	■						■	■
30	玉手山1号墳	A	3	I		■	■				■	■
31	玉手山1号墳	A	3	I		■	■				■	■
32	玉手山1号墳	A	3	I		■	■				■	■
36	松岳山古墳	A	3	I		■	■				■	■
37	松岳山古墳	A	3	I		■	■				■	■
38	松岳山古墳	A	3	I		■	■				■	■
33	玉手山7号墳	C	4	I			■	■			■	■
34	玉手山7号墳	C	4	I			■	■			■	■
35	玉手山7号墳	C	4	I			■	■			■	■
3	赤子塚下層1号円筒棺1		4	I		■	■				■	■
6	赤子塚下層1号円筒棺3		4	I		■	■				■	■
6	赤子塚下層1号円筒棺2			I		■	■				■	■
15	赤子塚下層3号円筒棺1			I		■	■				■	■
18	赤子塚下層3号円筒棺2			I		■	■				■	■
7	赤子塚下層1号円筒棺4		4	II		■	■				■	■
11	赤子塚下層2号円筒棺1		4	II		■	■				■	■
12	赤子塚下層2号円筒棺			II		■	■				■	■
12	津堂城山古墳		5	II		■	■				■	■
13	津堂城山古墳		5	II		■	■				■	■
14	津堂城山古墳		5	II		■	■				■	■
18	岡古墳		5	II		■	■				■	■
19	岡古墳		5	II		■	■				■	■
20	岡古墳		5	II	■						■	■
24	五手治古墳		5	II	■						■	■
25	五手治古墳		5	II	■						■	■
26	五手治古墳		5	II	■						■	■
30	青山遺跡			II		■	■				■	■
39	萱振1号墳		5	II		■	■				■	■
40	萱振1号墳		5	II		■	■				■	■
41	萱振1号墳		5	II		■	■				■	■
42	萱振1号墳		5	II		■	■				■	■
15	古室山古墳		6	III		■	■				■	■
16	古室山古墳		6	III		■	■				■	■
17	古室山古墳		6	III		■	■				■	■
21	仲津山古墳		6	III		■	■				■	■
22	仲津山古墳		6	III		■	■				■	■
23	仲津山古墳		6	III		■	■				■	■
24	林遺跡			IV		■	■				■	■
27	林遺跡			IV		■	■				■	■
39	林遺跡			IV		■	■				■	■
42	林遺跡			IV		■	■				■	■
48	林遺跡			IV		■	■				■	■
49	林遺跡			IV		■	■				■	■
45	市野山古墳			IV		■	■				■	■
52	葛井寺1号墳			IV		■	■				■	■
33	土師の里8号墳			IV		■	■				■	■
36	土師の里8号墳			IV		■	■				■	■
56	土師の里8号墳			IV		■	■				■	■
21	赤子塚古墳			V		■	■				■	■
58	岡ミサンザイ古墳			V		■	■				■	■
60	岡ミサンザイ古墳			V		■	■				■	■

ることができている。この場を借りて、その概要を述べてみたい。

a) 川西宏幸氏による円筒埴輪編年の（以下同様）Ⅰ期（4世紀中葉）

試料は、古市古墳群とは石川を挟んで対岸に分布する玉手山古墳群および松岳山古墳の各古墳出土埴輪、さらに古市古墳群の赤子塚古墳の下位より出土した円筒埴輪棺（赤子塚下層円筒棺）である。

河内（2001）により玉手山1号墳および松岳山古墳はA系列、玉手山9号墳はB系列、玉手山7号墳はC系列とされている。埴輪の胎土をみると、A系列は、C類とD類の混在で特徴づけられ、B系列はA類のみ、C系列はD類とE類の混在でそれぞれ特徴づけられる。一方、赤子塚下層円筒棺は、玉手山古墳群A系列と同様にC類とD類の混在が特徴である。ただし、粒径組成は、粗粒のみであり、細粒も混在する玉手山古墳群A系列との違いも認められる。

b) Ⅱ期（4世紀末～5世紀初頭）

Ⅱ期とされた赤子塚下層円筒棺も、Ⅰ期と同様にC類とD類の混在と粗粒のみという特徴である。古市古墳群の初期の古墳とされる津堂城山古墳、岡古墳、五手治古墳はいずれもC類を主とするが、それに加えて、津堂城山古墳ではF類、岡古墳と五手治古墳ではともにA類が混在する。また、粒径組成までみると、岡古墳は細粒のみ、津堂城山古墳と五手治古墳は粗粒と細粒が混在するという違いも認められる。さらに、青山遺跡は、上記の同時期の古墳には認められないE類である。なお、同時に分析した八尾市に位置する萱振1号墳の埴輪は、F類を示す。上述したように、F類は津堂城山古墳に混在しており、その関連性が注目される。

c) Ⅲ期（5世紀前葉）

古室山古墳はD類のみ、仲津山古墳はF類のみであり、いずれもⅡ期の古墳に多く認められたC類が認められない。また、F類は、上述したように八尾市の萱振1号墳で多く認められている胎土であることから、その関連性が注目される。

d) Ⅳ期（5世紀中葉～後葉）

林遺跡、市野山古墳、葛井寺1号墳のいずれもC類かつ細粒である。これに対して、土師の里8号墳は、C類とD類が混在し、かつ粗粒であり、前3者との違いが明瞭である。

e) Ⅴ期（5世紀末～6世紀前葉）

赤子塚古墳および岡ミサンザイ古墳ともにC類かつ細粒であり、Ⅳ期の林遺跡、市野山古墳、葛井寺1号墳と同様の胎土である。

なお、Ⅳ期とⅤ期に分類された土師の里窯跡群出土の円筒埴輪の分析では、Ⅳ期とⅤ期ともにC類を主体とし、D類が混在、粒径組成は粗粒も細粒もあり、どちらが多いという傾向は認められなかった。すなわち、上述したⅣ期およびⅤ期のいずれの古墳についても、土師の里窯跡群から供給された可能性はあるといえる。

上述したa)～e)により、埴輪の生産と供給事情の変遷を示唆する資料を作成することができたといえる。また、古墳間の関係についても、埴輪の胎土分類が有効な資料になり得ることを示している。

4. まとめ

薄片観察による土器胎土分析は、胎土分析の手法としては古典的ともいえる手法の一つでありながら、現在でも主要な位置を占めており、河西（2006）などに、その典型的な報告例を見ることができる。ここで紹介した薄片ポイントカウント法による胎土分析では、同一の地質背景を有する地域内であっても、遺跡ごとやある領域性において、特徴的な岩石・鉱物の粒度組成が存在する可能性が見いだされてきており、前述した芦屋市の分析事例はその良い例であるといえる。また、同様の観点からの研究では、鐘ヶ江（2003）や谷口（1999）などの研究が存在している。今後は土器胎土の粒度組成を軸に、土器製作のあり方に関する考古学的検討を行った小林（1999）の観点をふまえ、さらなる深化と解釈を行っていくことも必要と認識される。

なお、今回紹介した分析方法は、これまでの胎土分析において主要な目的とされていた土器の産地推定や移動の解明などに答えるというよりは、むしろ、その遺跡から普通に検出される土器の特徴についての記載（主に地質学的な観点からの）に主眼を置いたものといえる。これは、土器観察表の胎土に関する情報の詳細を述べる試みとも言えるかも知れない。考古学的考察において何よりも基礎となるのは、遺物や遺構の観察結果であると思われる。胎土分析結果も出来る限り、肉眼観察から発生した所見や課題との対応がわか

るような形で報告することを考えている。

今後の課題としては、データのタイプ分けすなわち胎土分類において、グラフの視覚的な差異に拠るところが大きく、この場合、例えば胎土の類似性の判断（いわゆるグルーピング）における客観性という点において問題が残る。これらの課題を検討しながらも、試料の種類や目的の違いに対する適応性は、他の分析方法に比べると高いと言えることから、薄片ポイントカウント法を、今後も当社における胎土分析の主要な手法として展開していきたいと考える。

引用文献

鐘ヶ江賢二（2003）色調変化からみた九州弥生土器の地域色。松本直子・中園聡・時津裕子編，認知考古学とはなにか。青木書店，87-104。

鐘ヶ江賢二（2007）胎土分析からみた九州弥生土器文化の研究。239p，九州大学出版会。

河西 学（2006）下宅部遺跡出土の加曾利B2式土器の胎土分析。下宅部遺跡調査団編 下宅部遺跡Ⅰ。東村山市遺跡調査会，277-300。

河内一浩（2001）玉手山古墳群の埴輪Ⅰ—埴輪基本資料—。玉手山古墳群の研究Ⅰ—埴輪編—。柏原市教育委員会，56-75。

小林正史（1999）ポイント・カウンティング法による土器胎土の粒度組成の分析—土器の使い方と製作コストとの関連から—。北陸の考古学Ⅲ。石川考古学研究会々誌，41，73-95，石川考古学研究会。

公文富士夫・立石雅昭編（1998）地学双書29新版碎屑物の研究法。399p，地学団体研究会。

松田順一郎・三輪若葉・別所秀高（1999）瓜生堂遺跡より出土した弥生時代中期の土器薄片の観察—岩石学的・堆積学的による—。日本文化財科学会第16回大会発表要旨集，120-121。

森岡秀人（1980）土器からみた高地性集落会下山の生活様式。藤井祐介君追悼記念考古学論叢。191-207。

パリノ・サーヴェイ株式会社（1992）小阪遺跡周辺地域の地質と土器胎土の鉱物分析。小阪遺跡—近畿自動車道松原海南線・府道松原泉水大津線建設に伴う発掘調査報告書—自然科学・考察編。大阪府教育委員会・財団法人 大阪文化財センター，619-637。

谷口陽子（1999）東関東地域の縄文土器の混和材につ

いて：数量化3類を用いたテクスチュアルアナリシスの試み。情報考古学，5-2，11-29。

辻 康男・矢作健二・辻本裕也・田中義文（2003）芦屋市内に所在する考古遺跡の自然科学分析。芦屋市文化財調査報告第47集平成12・13年度国庫補助事業 寺田遺跡（第128地点）発掘調査報告書，135-163。

矢作健二（2004）おぎわら遺跡出土土器の胎土分析。兵庫県文化財調査報告第263冊 津名郡北淡町 おぎわら遺跡—県道仁井黒谷線道路改良事業に伴う埋蔵文化財調査報告書—。兵庫県教育委員会，37-42。

矢作健二（2005）土師の里埴輪窯跡群出土埴輪の胎土分析。藤井寺市文化財報告第25集 石川流域遺跡群発掘調査報告XX，78-94。

矢作健二（2006）岩倉忠在地遺跡出土土器の胎土分析。岩倉忠在地遺跡 同志社小学校建設に伴う発掘調査。同志社大学歴史資料館，86-106。

矢作健二・石岡智武（2005）高坂西遺跡出土縄文土器の胎土分析。兵庫県文化財調査報告第281冊 丹波市 高坂古墳群 国道175号竹田バイパス公共特殊改良一種事業に伴う埋蔵文化財調査報告書。兵庫県教育委員会，89-96。

矢作健二・石岡智武（2006）溝之口遺跡出土土器の胎土分析。兵庫県文化財調査報告第309冊 加古川市 溝之口遺跡—東播都市計画都市高速鉄道JR山陽本線等連続立体交差事業に伴う埋蔵文化財発掘調査報告書Ⅱ—。兵庫県教育委員会，43-53。

矢作健二・橋本真紀夫・赤塚次郎（1990）東海地方における弥生時代の土器の胎土について。日本文化財科学会第7回大会研究発表要旨集，24-25。

矢作健二・服部俊之・赤塚次郎（1997）東海地域におけるS字状口縁台付甕の産地について—胎土分析による予察—。日本文化財科学会第14回大会研究発表要旨集，126-127。

矢作健二・辻 康男・辻本裕也（2003）古市古墳群とその周辺古墳出土の埴輪胎土分析。藤井寺市文化財報告第23集 石川流域遺跡群発掘調査報告XVIII，157-176。

矢作健二・辻 康男・辻本裕也（2004）藤井寺市内出土埴輪の胎土分析。藤井寺市文化財報告第24集 石川流域遺跡群発掘調査報告XIX，94-122。

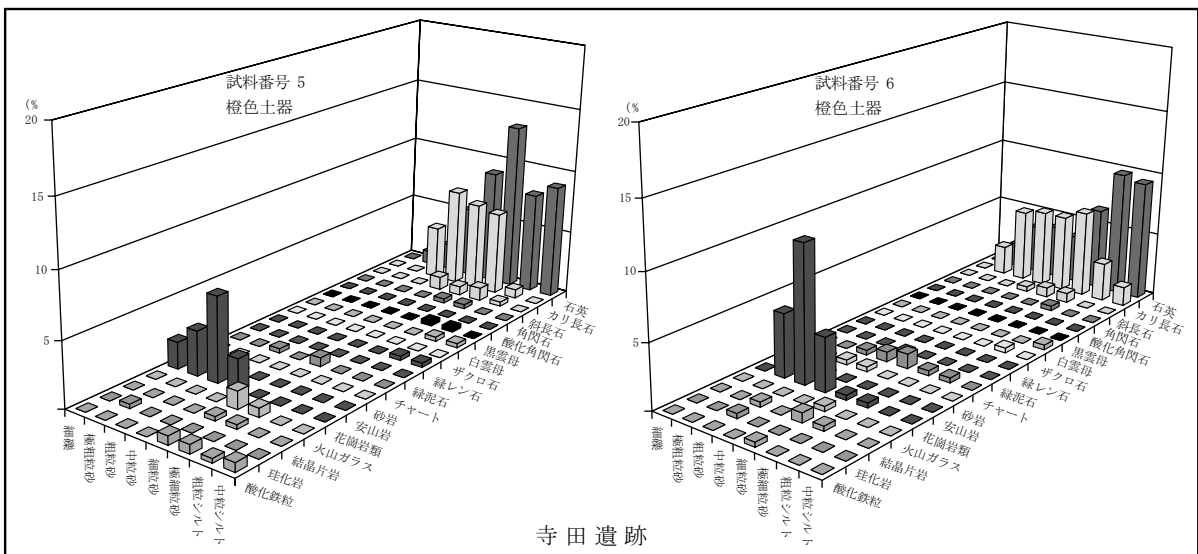
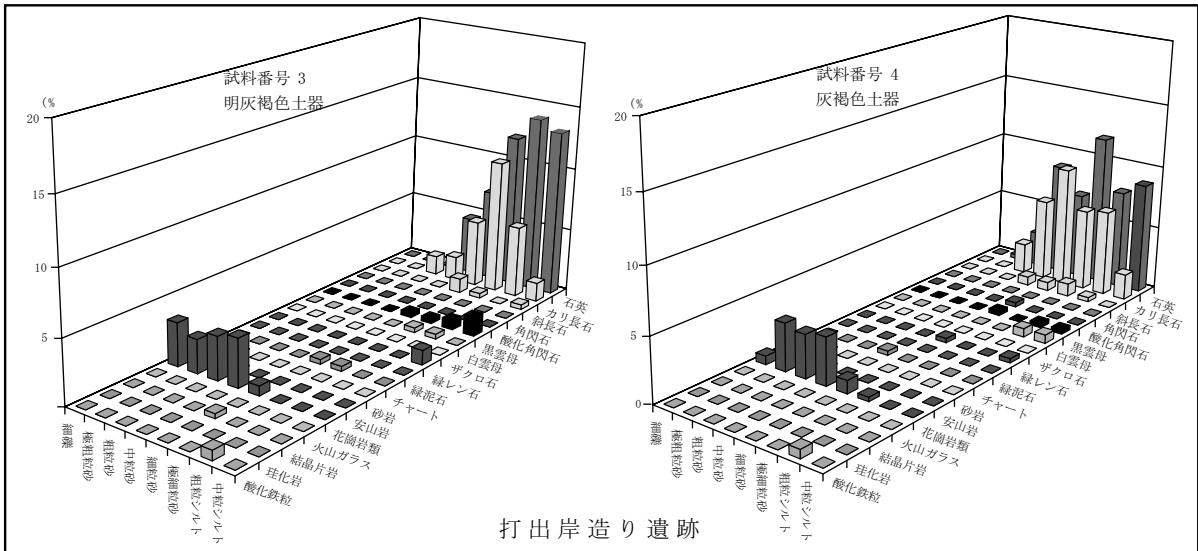
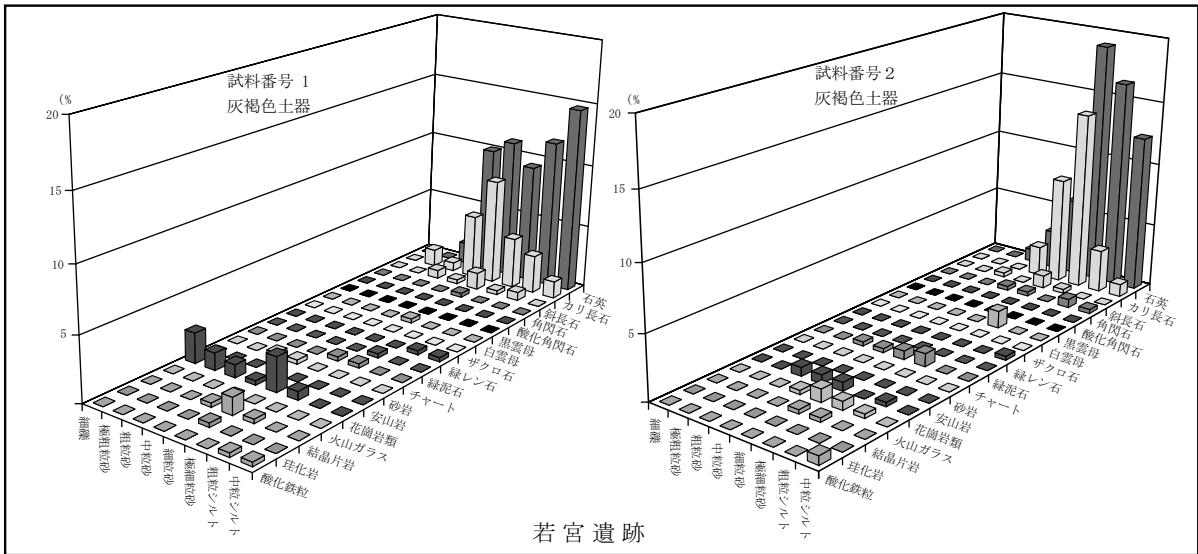


図1 兵庫県芦屋市六甲南麓各遺跡出土土器胎土の鉱物・岩石組成

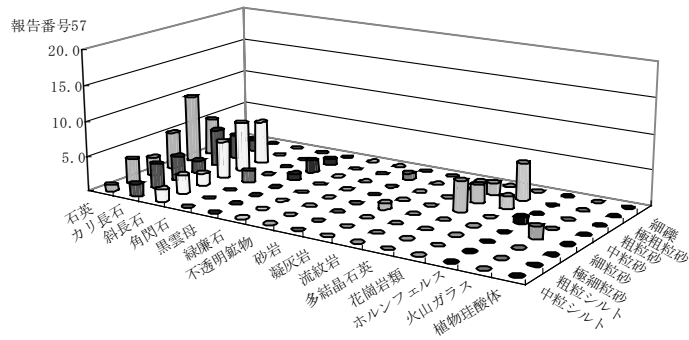


図2 兵庫県北淡町おぎわら遺跡出土弥生土器胎土の分析例

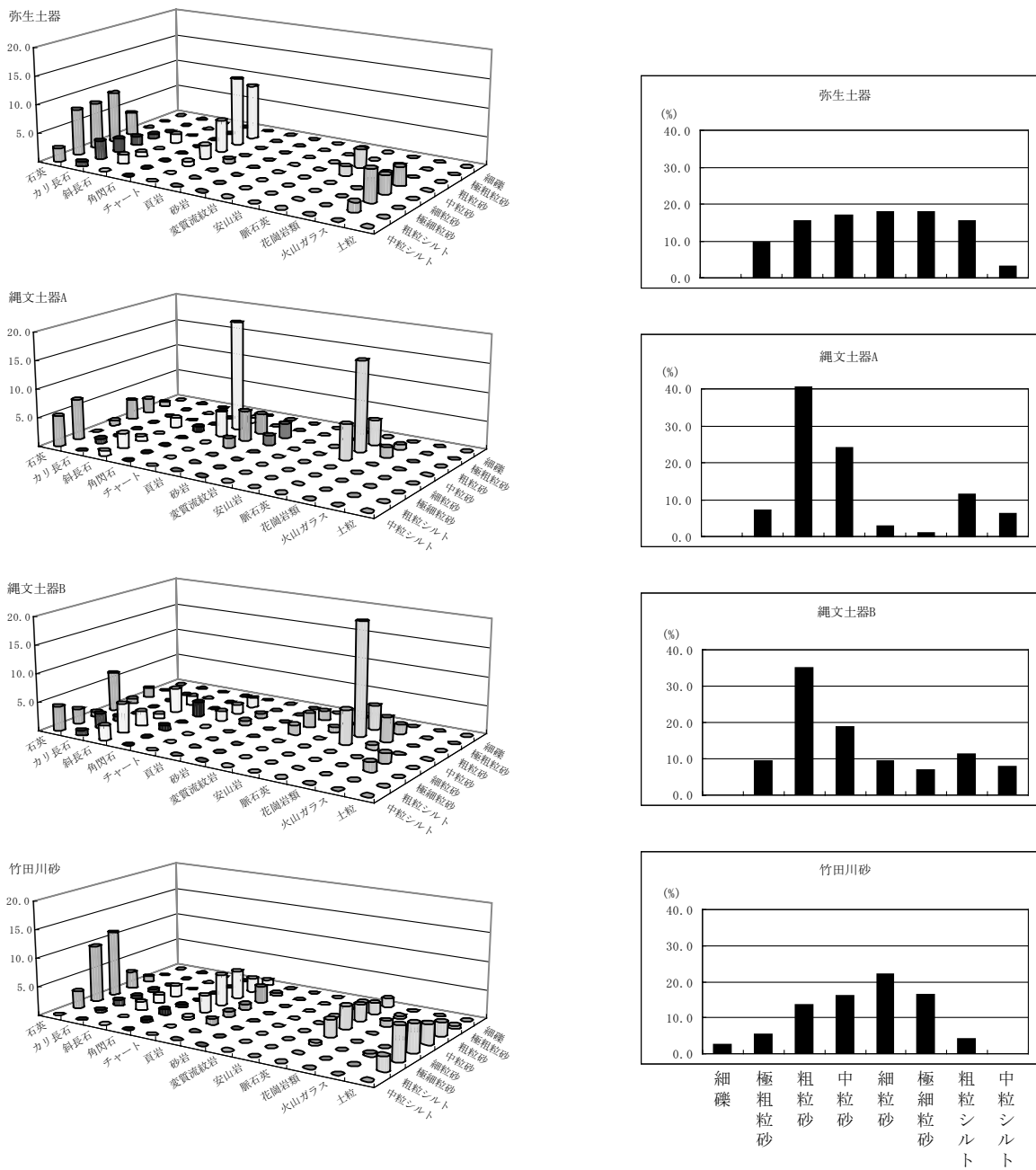


図3 兵庫県丹波市高坂西遺跡出土土器胎土の分析例

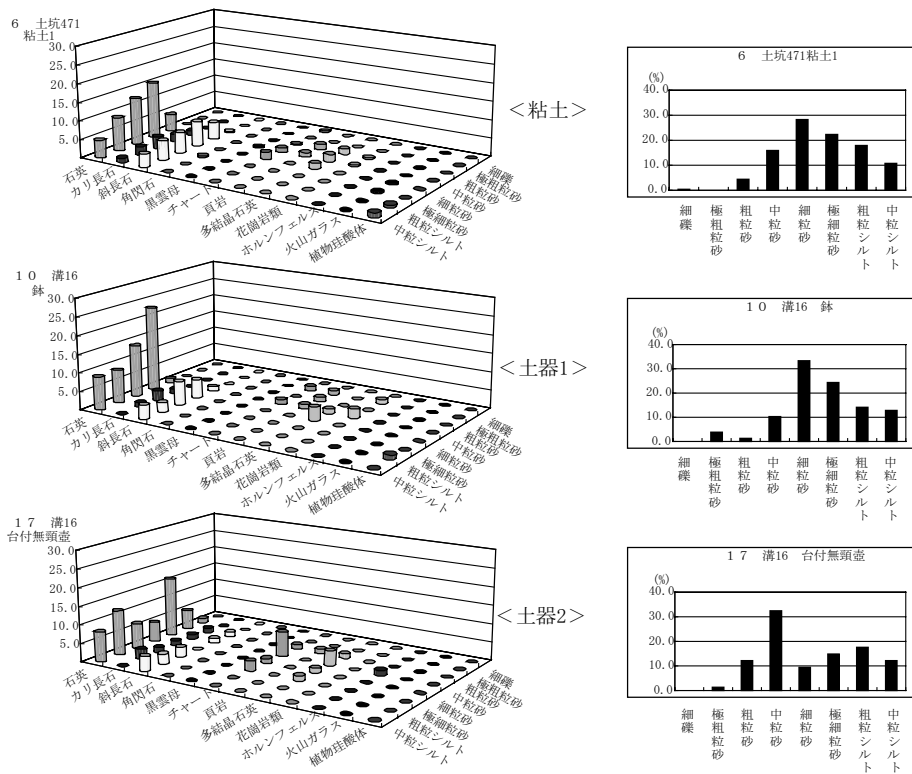


図4 京都府京都市岩倉忠在地遺跡出土粘土塊と土器の胎土分析例

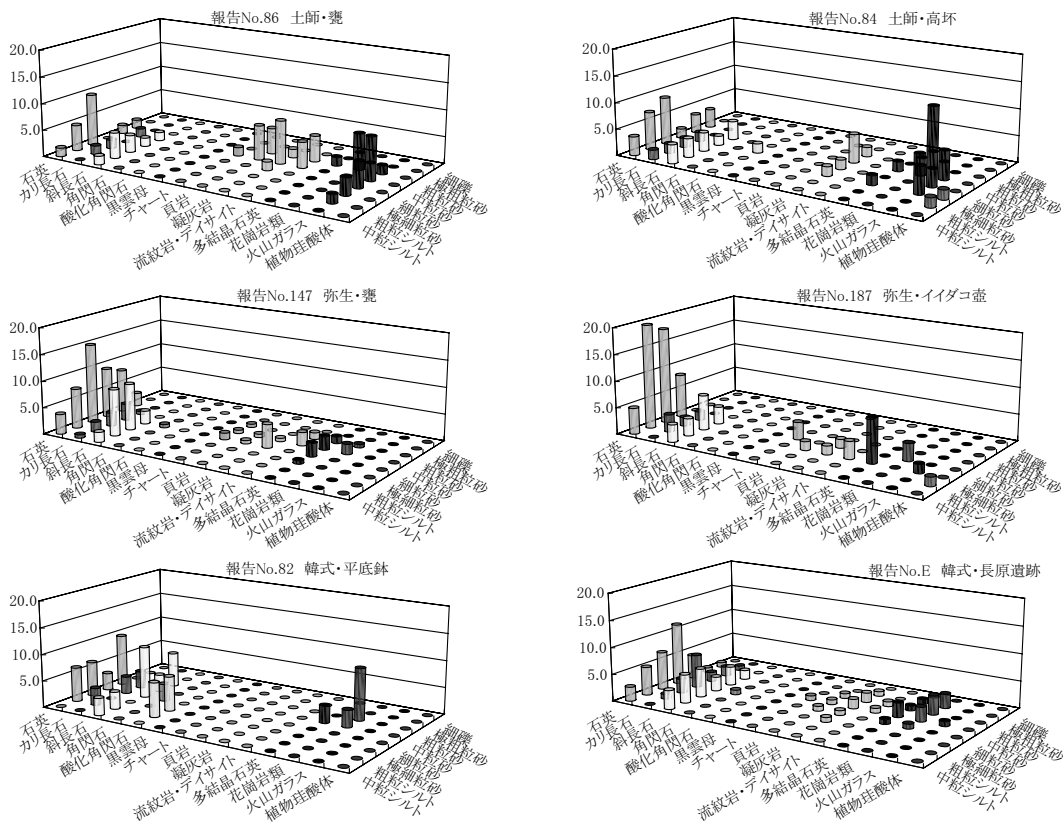


図5 兵庫県加古川市溝之口遺跡出土弥生土器の胎土分析例

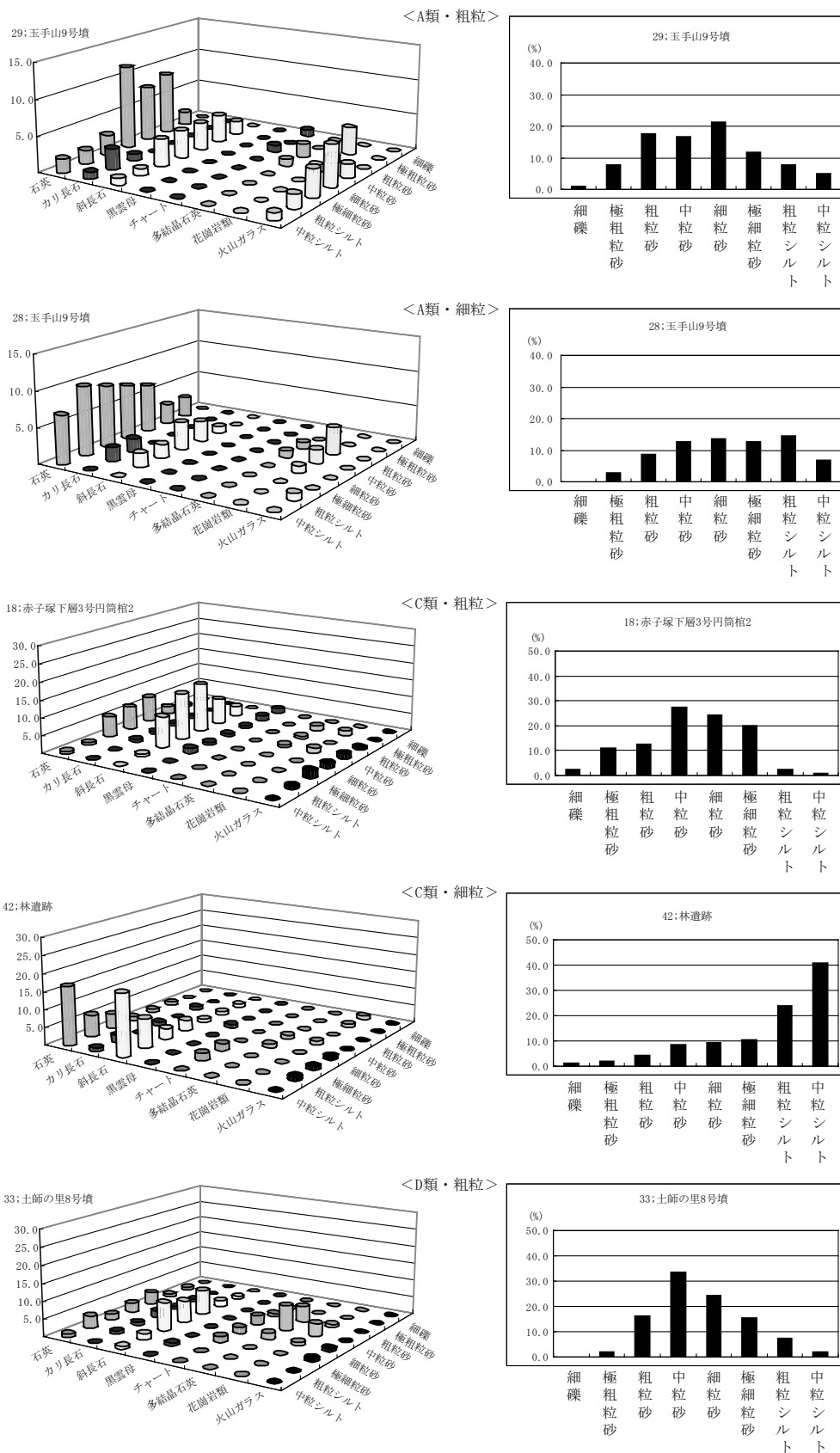


図6 大阪府藤井寺市古市古墳群出土埴輪の胎土分析例(1)

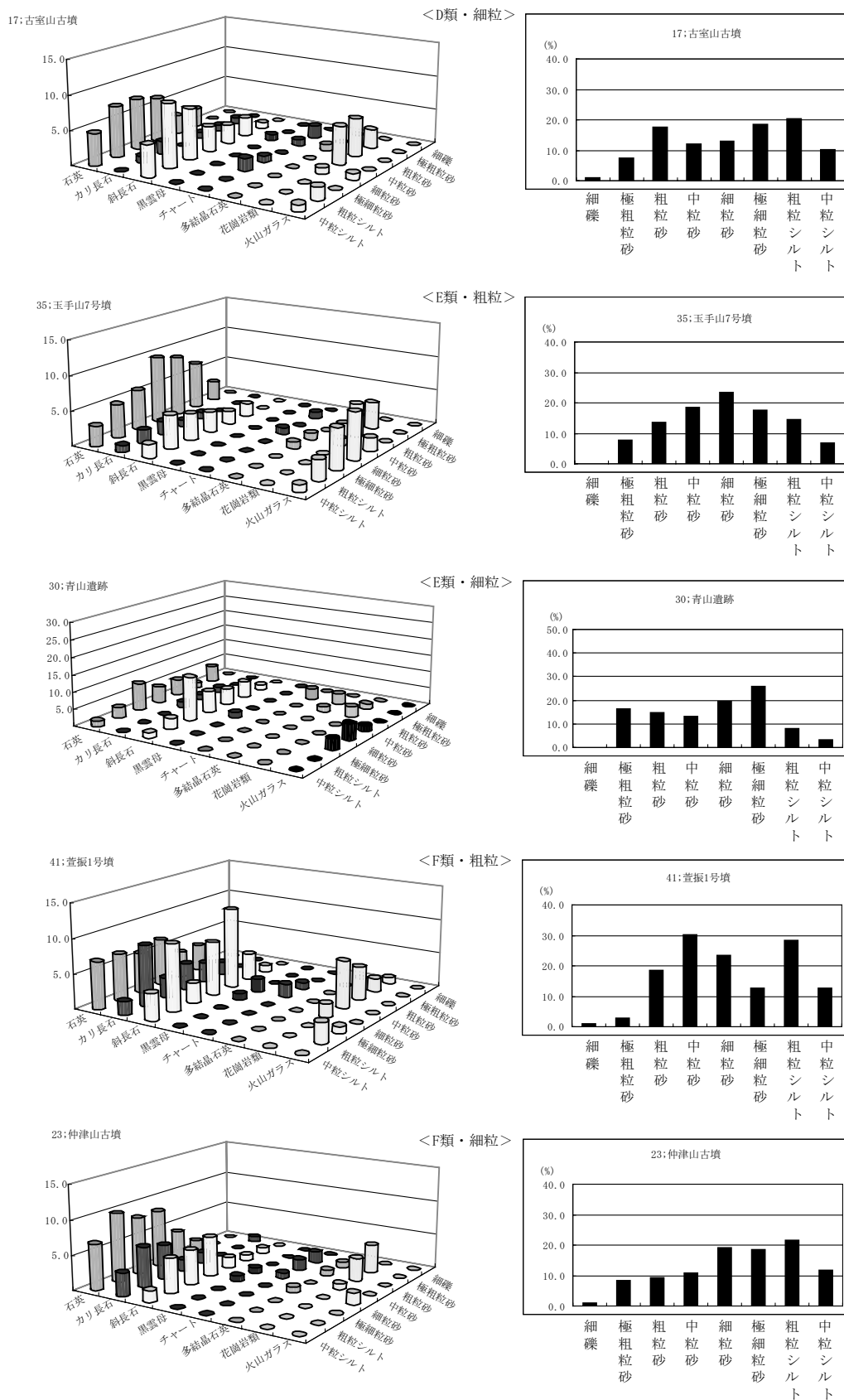


図7 大阪府藤井寺市古市古墳群出土土輪の胎土分析例(2)

珪藻分析の歩みと動向

伊藤 良永¹⁾

要 旨

珪藻分析の歩みの中で、珪藻分析が依頼者から要望された経緯と、ゼロからスタートし事業化していく過程でハード面、ソフト面での課題と対応などをまとめた。とくに、珪藻の学名が頻繁に変更されることへの対応には現在においても苦慮している。また、珪藻分析の動向についても述べ、今後のあるべき姿を示した。

はじめに

今期は、創立30周年という節目の期に当たる。そこで、この機会に当社の珪藻分析が歩んだ26年間の足跡を簡単にまとめてみたいと思う。まとめるに当たり、26年間の歩みについて最初に述べた後、珪藻の学名が流動的で発足当時から現在にかけて頻繁に変更された同定事情について述べる。

1. 珪藻分析の歩み

珪藻分析は、花粉分析に遅れること6年後の昭和54年（1979年）頃にスタートした。この年は、パリノ・サーヴェイ株式会社が発足して間もなくである。最初の受注は、千葉県袖ヶ浦市で実施されたボーリング試料の珪藻分析であったと記憶している。珪藻分析を行うきっかけとなったのは、依頼者から地層の対比を行う際に堆積環境の復元が多く要望されるようになったことに端を発している。当時を振り返ってみると、たいした資料もなく暗中模索の中で分析・同定を進めていた。最初の頃は、私と大嶋氏とで手分けして同定していたが、日本列島改造論の波を受けて開発行為の増加に伴う地質調査や遺跡調査が各地で行われるようになり、微化石分析の需要が増大してきた頃からは二人でやるよりも一人で専念したほうが効率がよいとの結論に至った。私が担当することになったのは、私が地質の出身で地学に興味があり堆積環境が分かるという花粉分析にはない魅力があったこと、珪藻の被殻に刻まれた幾何学的な紋様の美しさに感動したことがきっかけであった。当時、最初にお世話になった先生は、今は亡き宇都宮大学の阿久津純先生であった。先生には、封入剤の作り方、同定の際の参考文献（Hustedt, 1930; Patrick & Reimer, 1966など）の紹介などをしていただいた。その後、1983年10月には国立科学博物館

分館の谷村好洋先生にお世話になり、分館に所蔵してある珪藻プレパラートの検鏡の機会を与えていただいた。その時は、約一週間詰込みで新大久保にある分館に通い、同定の基本となる珪藻の写真を撮って会社に持ち帰った。また、絶滅種の同定に関しては、当時石油資源開発（現、珪藻ミナラボ）の秋葉文雄先生にお世話になった。それに、当時地質調査所（現、産業技術総合研究所地質情報研究部門）の柳沢幸夫先生には沢山の論文の提供を受け、めまぐるしく変わる絶滅種の知見を得る上で大変お世話になった。学会への入会としては、1984年頃に日本珪藻学会や日本藻類学会、1986年頃には国際珪藻学会に入会した。これらの学会への入会は、珪藻の形態・生態に関する情報を直接得られたという点で大変有効であった。日本珪藻学会第10回大会（1989年）や第14回研究集会（1993年）、国際珪藻学会第14回国際珪藻シンポジウム（1996年）で発表も行った。

当時、図表の作成等の技術的なレベルは、今日のように自動化している訳ではなく、かなりの時間を要していた。ちなみに、今なら10点程度の依頼であれば、半日程度でデータ入力から図表作成まで終了するが、当時は手作業で行っていた為、約3日を要した。表に関しては、マルチプランや三四郎、エクセルを使用して難解な種名を入力して作成していた。また、図についてはグラフィターでグラフ用紙に直接出力していたが、表から個々の種の百分率データを手入力しなければならず、かなり時間がかかった。また、図のタイトル、種名、試料番号などの凡例は、タイプライターで直接入力したり、剥離紙に印字したものを切り貼りしていたので、表と同様に時間がかかった。

受注量についても初めの頃は年間数十点と少なかったが、花粉分析と同様に年々増加の一途をたどり、

1) 調査研究部分析センター考古学研究グループ

1987年頃からは数百点のオーダーまで増加した。それに対応するため、1988年には1名増員し、2名体制で考古・地質双方の同定や報告書の作成を進めた。

2. 珪藻の分類基準

次に、珪藻の分類基準の見直しに伴って種名や属名が過去に何度となく変更されてきたという点について述べる。珪藻を同定する場合、どの研究者の同定基準に従って同定するかは同定者の判断に任されているが、余りに古い基準に従って同定すると、同定間違いや生態性の変更に気付かないまま解析してしまうという危険性がある。従って、同定基準と生態性に関する知見は新しいほうが良いのは言うまでもない。当社も珪藻分析を開始して以来約26年間、このことに気を配り、海外の著名な研究者（たとえば、年代の古い順に述べるとHustedt, Parick & Reimer, Foged, Simonsen, Krammer, Lange-Bertalotなど）の著書入手し、その同定基準に従いながら同定を進めてきた。しかし、最近の珪藻学会（海外、国内を問わず）の動向を見ると、今までのような被殻の微細構造のみに注目して分類する方法とは異なり、分類基準を生きた細胞の特徴（細胞分裂の様式や原形質内の色素体の形状など）にまで言及した新たな同定基準が確立され、これに従って同定が進められるようになってきた。当社においても新しい基準に従って同定することが報告書の質的向上を図る上で大切であるばかりでなく、それがコンサルタントとしての当社の義務と考えている。振り返ってみれば、珪藻の同定は、ハード面である光学顕微鏡の分解能向上の歴史と歩調を合わせて進歩してきた。また、ソフト面においても珪藻の分布調査が現生種や化石種で精力的になされるようになり、その度ごとに新種が記載されたこと、また走査型電子顕微鏡の発達によって、同種と考えられていたものが微細構造の違いから別種とされたことなどで、種の数も増加の一途をたどっている。種類数の増加の例を示せば、Hendey (1964) では約1万2千種、Werner (1977) では約2万種、Round & Crawford (1989) では約10万種あるとされている。増加したのは、種の数だけでなく、属の数も増加の一途をたどっている。1800年代の頃は数属しかなかったものが、1900年代には約500属となり、現在では1000属以上になっている (Fourtani-er & Kocielek, 1999)。属が増加した理由も、種の増加

と同じ理由で分類基準がより細かくなったこと、光学顕微鏡や走査型電子顕微鏡の発達・普及が根底にある。分類基準も冒頭で述べた通り、最初の頃は被殻の形態的特徴に基づいて分類していたが、最近では後述するRound *et al.* (1990) に見られるように、細胞内の葉緑体の数や形、ピレノイド（葉緑体の中に見られる構造で、光合成に関与する酵素を保存する器官）、有性生殖の仕方などにも着目して分類するようになったからである。たとえば、初期の頃の分類基準となっているHustedt (1930) は、珪藻全体を円心目 (Central-es) と羽状目 (Pennales) の2つのグループに分けたものを採用してした (表1)。これに対し、Hendey (1964) の分類体系は、円心目と羽状目に分けずに、黄色藻植物門の下に珪藻植物綱をおき、珪藻目の中に9亜目を設けた (表1)。Patrick & Reimer (1966) も円心目と羽状目に分けずに、珪藻植物門の中に5目を設けた (表1)。その後、Simonsen (1979) は殻構造の中心が点か (円心目) 線か (羽状目)、有性生殖が卵生殖 (円心目) か否か (羽状目) という2形質を分類基準とした、分類体系が分かり易いということもあって (表1)、我が国でも多くの研究者に取り入れられてきた。当社も珪藻の同定がスタートした1980年代の頃は、主にSimonsen (1979) の分類に従っていた。この分類は、光学顕微鏡レベルの形質を基準に置いていたので、一般の研究者に分かり易かった。そして、現在では、Round *et al.* (1990) により、電子顕微鏡が珪藻の同定に多用されるようになり、被殻の形態が電顕レベルで詳細に検討されるようになったばかりでなく、葉緑体の形や数なども分類基準に取り入れるようになった。こうして、今までにない新しい分類体系が構築された。

当社のここ数年間の分類体系は、主にKrammer & Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a, 1991b) に従っている。この分類は、基本的には前述したSimonsen (1979) を踏襲しているが、有縦溝亜目 (殻の中央に溝がある仲間) の科の一部がNitzschiaceae (Grunow, 1860) ではなくてBacillariaceae (Ehrenberg, 1840) に含めている点で異なっている。また、一部の種では学会の現状を見計らってRound *et al.* (1990) の新分類を採用している種もある。この現状からすれば、当社の分類は、新旧の過渡期にあるといえる。現在の珪藻学会の動向をみると、いずれは新分類に移行する可能性

表 1 Hustedt (1930), Henedy (1964), Patrick & Reimer (1966), Simonsen (1979), Krammer & Lanbe-Bertalot (1986) の分類体系

Hustedt, F. (1930) Bacillariophyta の分類体系	
Division Bacillariophyta 珪藻植物門	
Class Diatomatae 珪藻綱	
Order Centrales 円心目	
	Suborder Discineae 亜目
	Suborder Soleniineae 亜目
	Suborder Biddulphiineae 亜目
Order Pennales 羽状目	
	Suborder Araphidineae 無縦溝亜目
	Suborder Raphidioidineae 原始縦溝亜目
	Suborder Monoraphidinineae 原始縦溝亜目
	Suborder Biraphidineae 双縦溝亜目
Henedy, I. (1964) Bacillariophyceae の分類体系	
Division Chrysophyta 黄色藻植物門	
Class Bacillariophyceae 珪藻植物綱	
Order Bacillariales 珪藻目	
	Suborder Coscinodiscineae 亜目
	Suborder Aulacodiscineae 亜目
	Suborder Auliscineae 亜目
	Suborder Biddulphiineae 亜目
	Suborder Rhizosoleniineae 亜目
	Suborder Fragilariineae 亜目
	Suborder Achnantheineae 亜目
	Suborder Naviculineae 亜目
	Suborder Surirellineae 亜目
Patrick, R. & Reimer, C.W. (1966) Bacillariophyta の分類体系	
Division Bacillariophyta 珪藻植物門	
Order Fragilariales 目	
Order Eunotiales 目	
Order Achnanthes 目	
Order Naviculales 目	
Order Epithemiales 目	
Simonsen, R. (1979) Bacillaria の分類体系	
Class Bacillariophyceae 珪藻綱	
Order Centrales 中心目	
	Suborder Coscinodiscineae 亜目
	Suborder Rhizosoleniineae 亜目
	Suborder Biddulphiaceae 亜目
Order Pennales 羽状目	
	Suborder Araphidineae 無縦溝亜目
	Suborder Raphidineae 有縦溝亜目
Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (1986) Bacillariophyceae の分類体系	
Class Bacillariophyceae 珪藻綱	
Order Centrales 中心目	
	Suborder Coscinodiscineae 亜目
	Suborder Rhizosoleniineae 亜目
Order Pennales 羽状目	
	Suborder Araphidineae 無縦溝亜目
	Suborder Raphidineae 有縦溝亜目

が大きい。事実、現生の珪藻では、全てが新分類基準に準拠して同定が進められている。

それでは、新しいRound *et al.* (1990) の分類体系とはどのようなものなのかを述べる。彼等は殻の形成様式の違いを考慮に入れて、珪藻類を3つに大別している。従来分類では、黄褐色植物門の中に珪藻綱が置かれていたが、新しい同定基準では珪藻類を珪藻植物門Bacillariophytaに格上げされたため、その下に3つの綱(コアミケイソウ綱Coccosinodiscophyceae、オビケイソウ綱Fragilariophyceae、クサリケイソウ綱Bacillariophyceae)を記載している(表2)。これまでの分類と大きく異なる点は、細胞分裂後に形成される新殻の中で「最初に珪酸質の沈着が起きた部分がどこか」に着目して分類していることである。コアミケイソウ綱(Coccosinodiscophyceae)の場合は、最初に沈着する部分が殻の中央部でリング状に沈着し(これを中心環という)、そこから放射状に条線が配列する。オビケイソウ綱(Fragilariophyceae)は、無縦溝羽状珪藻殻(縦溝がない殻)の中央を縦走する線状の無紋域(これを中肋という)が最初に沈着し、そこから羽状に条線が配列する。クサリケイソウ綱(Bacillariophyceae)は、有縦溝羽状珪藻殻(縦溝がある殻)の縦溝脇の無紋域(これを縦溝中肋という)が最初に沈着し、そこから羽状に条線が配列する。これらの分類群は、Simonsen (1979) の体系では、中心目、羽状目無縦溝亜目、羽状目有縦溝亜目とされていたものに対応する。綱の下には、11亜綱、45目、5亜目、93科、290属、そして属の中には膨大な量の種や変種が存在する。

当社で取り扱っているのは大部分が化石なので、原形質などはすでになくなっており、この新分類に従わなくとも良いのではないかという考え方もできる。しかし、対象としている時代が、考古分野では第四紀のなかでもごく最近の完新世を対象としているため、現生種と諸形質に大差がなく、新分類に従う必要があると考えられる。事実、堆積物中に認められる化石の珪藻分析でも、Round *et al.* (1990) の分類体系を使用している論文も少ないながら見受けられるようになった(たとえば、澤井・百原・藤木・那須, 2001; Tanaka *et al.*, 2004など)。

それでは、当社において、Round *et al.* (1990) の新分類群移行までに、何をやらねばならないかを以下に示す。まず、新分類体系を原文に基づいて理解すること

から始める。これについては、主な属については原文を和訳することによって、ある程度理解できる。また、日本の研究者の論文などを参考にして、我が国から出現する主要な種の種名遍歴の認識を深める。次に、図表を作成する際に必要な「珪藻分類群基本シート」の改訂、「同定表」の改訂であるが、すでにほぼ終了している。

新しい分類基準に従って同定するようになると、これまで慣れ親しんできた種名が全く異なったものになってしまう。これに関しては、過去においてもよくあり、その場合には、種名がどのように変化したかを分かるように対照表を作製して対応してきた。考古分野のように過去の案件をまとめる機会が多い場合、昔と今で同一種なのに種名が異なって表示される(同種異名と言う)という問題があったためである。その場合、どの種がどのように変更されたかを文章中で述べることにより回避してきた。しかし、案件が10年以上経過していると、変更される種類数も数十種以上と多くなり、いちいち変更を文章で訂正することは不可能であった。その際は、新しい同定基準に変更した表にリニューアルすることによって対応してきた。この作業は、非常に根気の要る仕事で、種名変更履歴を正しく理解していなければ、対応は不可能と言える。

昨年からは、新しい分類基準に準拠した同定基準に基づいて同定を進めている。まず、同定表の種の配列を中心型珪藻類であるコアミケイソウ綱(Coccosinodiscophyceae)、無縦溝羽状珪藻類であるオビケイソウ綱(Fragilariophyceae)、有縦溝羽状珪藻類であるクサリケイソウ綱(Bacillariophyceae)に分けることから始め、それ以下の亜綱、目、亜目、科、属等の階層については他の研究者や今後の学会の動向を見ながら対応する予定である。なぜならば、新たに設定された属(たとえば現生種ではPseudopodosira属, Cymbopleura属, Planothidium属, 化石属のNeodenticula属, Rouxia属など)の中には、その所属が不明になっている属があるからである。今考えている方法は、まず珪藻化石を中心類(Centric diatoms)と羽状類(Pennate diatoms)に分け、羽状類は縦溝をもたない無縦溝羽状珪藻類(Araphid pennate diatoms)と縦溝をもつ有縦溝羽状珪藻類(Raphid pennate diatoms)に分ける方法である。この方法は、中心類がコアミケイソウ綱(Coccosinodiscophyceae)に、羽状類が無縦溝羽状珪藻類であるオ

表 2 Round, F.E., Crawford & R.E. Mann (1990) の分類体系

Division Bacillariophyta 珪藻植物門
Class Coscinodiscophyceae (Centric diatoms) 綱
Subclass Coscinodiscophycidae 亜綱
Order Chrysanthemodiscales 目
Order Melosirales 目
Order Paraliales 目
Order Aulacoseirales 目
Order Orthoseirales 目
Order Coscinodiscales 目
Order Ethmodiscales 目
Order Stictocyclales 目
Order Asterolamprales 目
Order Arachnoidiscales 目
Order Stictodiscales 目
Subclass Corethrophycidae 亜綱
Order Corethrales 目
Subclass Rhizosoleniophycidae 亜綱
Order Rhizosoleniales 目
Subclass Thalassiosirophyceidae 亜綱
Order Thalassiosirales 目
Subclass Biddulphiophycidae 亜綱
Order Triceratales 目
Order Biddulphiales 目
Order Hemiaulales 目
Order Anaulales 目
Subclass Lithodesmiophycidae 亜綱
Order Lithodesmiales 目
Subclass Cymatosirophyceidae 亜綱
Order Cymatosirales 目
Subclass Chaetocerotophycidae 亜綱
Order Chaetocerotales 目
Order Leptocylindrales 目
Class Fragilariophyceae (Araphid, pennate diatoms) 綱
Subclass Fragilariophycidae 亜綱
Order Fragilariales 目
Order Tabellariales 目
Order Licmophorales 目
Order Rhapsoneidales 目
Order Ardissonaeales 目
Order Toxariales 目
Order Thalassionematales 目
Order Rhabdonematales 目
Order Striatellales 目
Order Cyclophorales 目
Order Climacospheniales 目
Order Protoraphidales 目
Class Bacillariophyceae (Raphid, pennate diatoms) 綱
Subclass Eunotiophycidae 亜綱
Order Eunotiales 目
Subclass Bacillariophycidae 亜綱
Order Lyrellales 目
Order Mastogloiales 目
Order Dictyoneidales 目
Order Cymbellales 目
Order Achnanthes 目
Order Naviculales 目
Suborder Neidiineae 亜目
Suborder Sellaphorineae 亜目
Suborder Phaeodactylinae 亜目
Suborder Diploneidinae 亜目
Suborder Naviculinae 亜目
Order Thalassiophysales 目
Order Bacillariales 目
Order Rhopalodiales 目
Order Surirellales 目

ビケイソウ綱 (Fragilariophyceae) と有縦溝羽状珪藻類であるクサリケイソウ綱 (Bacillariophyceae) に広義で対応しているからである。また、有縦溝類は、被殻の片方の殻だけに縦溝のある単縦溝類 (たとえば、Achnanthes 属、Cocconeis 属など)、上殻と下殻の両方に縦溝のある双縦溝類 (たとえば、Navicula 属、Pinnularia 属など)、縦溝が管の上を走る管縦溝類 (たとえば、Hantzschia 属、Nitzschia 属など)、縦溝が翼管の上を走る翼管縦溝類 (たとえば、Surirella 属など)、そして殻端部に短い縦溝がある短縦溝類 (たとえば、Eunotia 属など) に細分して示す。なお、図に関してはこれまでと同様に塩分濃度に対するカテゴリー、淡水生種の生態性のカテゴリーにしたがって帯グラフで示し、環境指標種については種名の後に略称で示すように変更した。

以上述べたように珪藻の同定は今後さらに細かくなり、光学顕微鏡では同定できない種もさらに増加し、何れは常に電子顕微鏡に頼らなければならない時代が訪れると思われるが、どのような状況になっても対応できるように、基礎固めをしっかりとやっていきたいと考えている。

引用文献

- Hendey, N. I. (1964) An Introductory Account of the Smaller Algae of British Coastal Waters. Part V. Bacillariophyceae (Diatoms) . 1-317. Fishery Investigations Series IV. HMSO, London.
- Fourtanier & Kocielek (1999) Catalogue of the diatom genera. *Diat. Res.* 14, 1-190.
- Hustedt, F. (1930) Bacillariophyta (Diatomeae). In A. Pascher *Die Suesswasser-Flora Mitteleuropas*. Heft 10. Jena, Gustav Fischer Verlag. 466p.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (1986) *Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae. In: Suesswasserflora von Mitteleuropa. Band 2/1.* Gustav Fischer Verlag, 876p.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (1988) *Bacillariophyceae. 2. Teil: Epithemiaceae, Bacillariaceae, Surirellaceae. In: Suesswasserflora von Mitteleuropa. Band 2/2.* Gustav Fischer Verlag, 536p.
- Kramer, K. & Lange-Bertalot, H. (1991a) *Bacillariophyceae. 3. Teil: Cetrates, Fragilariaceae, Eunotiaceae. In: Suesswasserflora von Mitteleuropa. Band 2/3.* Gustav Fischer Verlag, 230p.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (1991b) *Bacillariophyceae. 4. Teil: Achnantheaceae, Kritische Ergaenzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema. In: Suesswasserflora von Mitteleuropa. Band 2/4.* Gustav Fischer Verlag, 248p.
- Patrick, R. (1977) Ecology of freshwater diatoms and diatom communities. The biology of diatoms., Botanical Monographs, 13, 284-332, Blackwell Scientific Publication, London.
- Patrick, R. and C. W. Reimer (1966) The diatoms of the United States exclusive of Alaska and Hawaii 1. Monogr. Acad. Nat. Sci. Philadelphia, 13, 1-688.
- Round, F. & Crawford, R.M. (1989) Bacillariophyta. *In Handbook of Protozoists* (eds L. Margulis, D.J. Chapman, J. Corliss & M. Melkonian). in (press).
- Round, F.E. , Crawford, R.M. and Mann, D. G. (1990) *The diatoms. Biology & morphology of the genera.* 747p. Cambridge University Press, Cambridge.
- Simonsen, R. (1979) The diatom system: Ideas on phylogeny. *Bacillaria* 2. 9-71.
- 澤井祐紀・百原 新・藤木利之・那須浩郎 (2001) 珪藻化石群集から推定される新潟県佐潟湖における低湖水位期. 珪藻学会誌, 17, 91-100.
- Tanaka, H., T. Nagumo, K. Kashima and F. Mitsuhashi (2004) Pliocene diatoms from freshwater diatomite in Yamaga Town, Kyushu, Japan. *Diatom*, 20, 113-122.
- Werner, D. (1977) Introduction with a note on taxonomy. 1-17. In Werner, D. (ed) The biology of diatoms. Blackwell Scientific Pub. , Oxford.