

日本文化財科学会第17回大会

研究発表要旨集

2000年7月29日(土)・30日(日)

佐倉市民音楽ホール



## 日本文化財科学会第17回大会・2000年度総会プログラム

日時： 2000年7月29日（土）・30日（日）

会場： 佐倉市民音楽ホール：千葉県佐倉市王子台1-16

懇親会場： ウィッシュトンホテル・ユーカーリ：千葉県佐倉市ユーカーリが丘4-8-1

日程：

### 第1日 7月29日（土）

#### 口頭発表会場のスケジュール

- 9：00 受付開始
- 9：45 開会挨拶（会長）
- 10：00 特別シンポジウム開催挨拶（実行委員長）
- 10：05～12：00 特別シンポジウム
- 12：00～13：00 昼食・評議員会
- 13：00～17：40 口頭発表（14本）
- 18：10～20：00 懇親会

#### ポスターセッション・機器展示・図書販売会場のスケジュール

- 9：00～10：00 展示準備
- 10：00～17：40 展示

### 第2日 7月30日（日）

#### 口頭発表会場のスケジュール

- 9：30～10：50 口頭発表（4本）
- 11：00～12：00 総会
- 12：00～13：00 昼食
- 13：00～14：00 ポスターセッション発表
- 14：00～17：00 口頭発表（9本）
- 17：00 閉会

#### ポスターセッション・機器展示・図書販売会場のスケジュール

- 10：00～15：00 展示（13：00～14：00 ポスターセッション発表）
- 15：00～15：30 展示撤去

# 口頭発表

●第1日● 7月29日(土) 10:00~17:40

## 特別シンポジウム 「考古学と年代測定 —測定値の意味するところ—」

- 10:00~10:05 開催挨拶(実行委員長)  
10:05~11:30 講演  
11:30~12:00 総合討論 司会:佐原真(国立歴史民俗博物館)
- S1 旧石器時代から縄文時代へ ---- 2  
(10:05) 春成秀爾(国立歴史民俗博物館)
- S2 加速器質量分析による高精度C-14年代測定 ---- 4  
—測定サイドからの疑問と提案—  
(10:30) ○中村俊夫(名古屋大学年代測定総合研究センター)、南雅代(同)、小田寛貴(同)
- S3 高精度<sup>14</sup>C年代と測定試料のタフノミー ---- 6  
(10:45) ○奥野充(福岡大学理学部)、中村俊夫(名古屋大学年代測定総合研究センター)
- S4 縄文土器がもつ時間情報 ---- 8  
(11:00) ○吉田邦夫(東京大学総合研究博物館)、宮崎ゆみ子(同)、小原圭一(同)、  
阿部直弘(日本大学文理学部)、菱木繁臣(同)、大野綾子(同)、飯嶋寛子(東邦  
大学文理学部)
- S5 日本産樹木による炭素14年代修正に向けて ---- 10  
(11:15) ○坂本稔(国立歴史民俗博物館)、今村峯雄(同)、佐原真(同)、光谷拓実(奈良  
国立文化財研究所)、J. van der Plicht(オランダ・フローニンゲン大学)
- (12:00~13:00) 昼食・評議員会

## 一般講演

- 〈年代測定〉 13:00~13:40
1. 前期・中期旧石器遺跡の光ルミネッセンス年代測定 ---- 12  
(13:00) ○長友恒人(奈良教育大学)、北代陽子(同)、佐野陽子(同)、梶原洋(東北福祉  
大学)、藤村新一(東北旧石器文化研究所)、鎌田俊昭(同)、横山裕平(同)、  
柳田俊雄(東北大学)
2. 弓谷たたら跡の残留磁気に対する鉄の影響の検出 ---- 14  
(13:20) 時枝克安(島根大学総合理工学部)

〈材質・技法〉 13:40~15:40

3. FT-IRによる出土琥珀の材質分析 ---- 16  
(13:40) ○三村充(奈良国立文化財研究所)、佐藤昌憲(同)、肥塚隆保(同)
4. 古墳時代の遺跡から出土した絹糸の構成単位と繭粒付数について ---- 18  
(14:00) ○遠藤利恵(京都工芸繊維大学大学院)、岡田文男(京都造形芸術大学)
5. 縄文時代における「粘土」の選択性 ---- 20  
一北海道船泊遺跡出土土器と貼床粘土の比較から一  
(14:20) ○建石徹(東京芸術大学大学院美術研究科)、西本豊弘(国立歴史民俗博物館考古研究部)
6. 青花白磁(染付)に用いられた青色顔料の同定 一李朝時代試料を中心に一 ---- 22  
(14:40) ○張大石(東京芸術大学大学院)、建石徹(同)、北田正弘(同)、飯島義彦(茨城県窯業指導所)
7. 出土青色系ガラスの材質と着色因子について ---- 24  
(15:00) ○肥塚隆保(奈良国立文化財研究所)、大賀克彦(京都大学大学院)
8. ガラス玉等の製作痕跡と技法の復原 ---- 26  
(15:20) 福島雅儀(総合研究大学院大学、福島県文化センター)
- 〈産地〉 15:40~17:40
9. 石器・玉類の原材料産地分析(16) ---- 28  
(15:40) 藁科哲男(京都大学原子炉実験所)
10. 蛍光X線(XRF)による石器石材の分析と分類 ---- 30  
一特に黒曜石とガラス質安山岩について一  
(16:00) 井上巖((株)第四紀地質研究所)
11. 陶邑産須恵器の検出法 ---- 32  
(16:20) 三辻利一(奈良教育大学)
12. Geochemical Perspectives on the Moroiso and Ukishima Pottery Styles ---- 34  
(16:40) マーク・E・ホール(新潟県立歴史博物館)
13. 化学組成と鉛同位体比に基づく皇朝十二銭の原料に関する研究 ---- 36  
(17:00) ○齋藤努(国立歴史民俗博物館)、高橋照彦(奈良国立博物館)、西川裕一(日本銀行貨幣博物館)

14. 文化財の新しい非破壊高感度分析法 ----- 38  
 ー高エネルギー放射光蛍光X線分析法の開発  
 (17:20) ○中井泉(東京理科大学理学部)、寺田靖子(同)、大和聖子(同)、山名一男(石  
 川県工業試験所)、伊藤真義(SPring-8)、櫻井吉晴(同)

(18:10~20:00) 懇親会 [ウィッシュトンホテル・ユーカリ]

●第2日● 7月30日(日) 9:30~17:00

〈保存科学〉 9:30~10:30

15. 寒冷地に建つ博物館のアルカリ環境と日射量の相関について ----- 40  
 (9:30) ○赤沼英男(岩手県立博物館)、宮野秋彦(名古屋工業大学)

16. 糖の混合による糖アルコール含浸法の改良 ----- 42  
 (9:50) 今津節生(奈良県立橿原考古学研究所)

17. 超臨界CO<sub>2</sub>を用いた水浸出土木製品の乾燥 ----- 44  
 (10:10) ○手代木美穂(東北大学大学院工学研究科)、菊池幹夫(同)、猪股宏(同)、  
 高妻洋成(奈良国立文化財研究所)

〈文化財科学一般〉 10:30~10:50

18. 磁気共鳴イメージング(MRI)による出土木材の非破壊内部構造調査 ----- 46  
 (10:30) ○高妻洋成(奈良国立文化財研究所)、肥塚隆保(同)、佐藤昌憲(同)、沢田正昭  
 (同)、岸田綱太郎(パスツール医学研究センター)、瀧宏明(同)、木村敏郎(同)、  
 堀真人(同)

(11:00~12:00) 総会

(12:00~13:00) 昼食

(13:00~14:00) ポスターセッション発表

〈古環境〉 14:00~17:00

19. 遺体分析の総合化と問題点 ----- 48  
 (14:00) ○金原正子(古環境研究所)、金原正明(天理大学附属天理参考館)

20. 安定同位体食性分析法による野生種・家畜種の判別 ----- 50  
 ー弥生時代のイノシシ・ブタを例にー

- (14:20) 南川雅男(北海道大学大学院地球環境科学研究科)、○松井章(奈良国立文化財研究  
 所)、本郷一美(京都大学霊長類研究所)

21. 渡来した水稲の集団の大きさに関する考察 ---- 52  
(14:40) ○佐藤洋一郎（静岡大学農学部）、平野智之（同）、飛奈宏幸（名古屋大学農学部）、  
工楽善通（ユネスコ）
22. 内湾隣接遺跡の植生と環境の復元 ---- 54  
(15:00) ○金原正明（天理大学附属天理参考館）、高田秀樹（能都町教育委員会）、福永信雄  
（東大阪市教育委員会）、金原正子（古環境研究所）、岡山邦子（同）
23. 大阪府池島・福万寺遺跡でみられた更新世末～完新世の堆積環境 ---- 56  
(15:20) ○別所秀高（（財）東大阪市文化財協会）、朝田公年（（財）大阪府文化財調査研究  
センター）、秋山浩三（同）
24. 扇状地緩斜面上の遺跡における堆積サイクルと土壌発達 ---- 58  
—大阪府楽音寺遺跡の例—  
(15:40) 松田順一郎（（財）東大阪市文化財協会）
25. 中世鎌倉の地形復元 ---- 60  
(16:00) 上本進二（神奈川県立七里ガ浜高校）
26. 天明三年（1783）の浅間山噴火に伴う泥流で埋没した畑土壌の理化学的特性 ---- 62  
(16:20) ○須永薫子（東京農工大学）、坂上寛一（同）、  
関俊明（（財）群馬県埋蔵文化財調査事業団）
27. 遺跡の発掘成果から考える地震被害の軽減 ---- 64  
(16:40) 寒川旭（地質調査所大阪地域地質センター）

## ポスターセッション

第1日 7月29日(土) 10:00~17:40 展示

第2日 7月30日(日) 10:00~15:00 展示 (13:00~14:00 発表)

### 〈年代測定〉

- P1 鹿児島県隼人町、宮坂貝塚の炭素14年代 ---- 68  
○奥野充(福岡大学理学部)、三原正三(九州大学大学院比較社会文化学府)、  
重久淳一(隼人町教育委員会)、成尾英仁(鹿児島県立博物館)、小池裕子(九州大学大学院比較社会文化研究院)、中村俊夫(名古屋大学年代測定総合研究センター)
- P2 福井県三方町埋没スギ材、古年輪試料の<sup>14</sup>C年代測定II ---- 70  
(Wiggle-matching法による検証)  
○柴田せつ子(大阪府立大学放射線総合科学研究センター)、川野瑛子(同)、  
木村勝彦(福島大学教育学部)
- P3 加速器質量分析法による古文書および古経典の<sup>14</sup>C年代測定 ---- 72  
○小田寛貴(名古屋大学年代測定総合研究センター)、増田孝(愛知文教大学)、  
吉沢康和(広島大学)、藤田恵子(産業技術大学)、中村俊夫(名古屋大学年代測定  
総合研究センター)、古川路明(四日市大学環境情報学部)
- P4 古代漆の炭素14年代測定 ---- 74  
○坂本稔(国立歴史民俗博物館)、永嶋正春(同)、今村峯雄(同)
- P5 縄文時代の高精度編年III 一実年代による編年表の試み一 ---- 76  
○今村峯雄(国立歴史民俗博物館)、辻誠一郎(同)、春成秀爾(同)、西本豊弘  
(同)、坂本稔(同)
- P6 山梨県瑜伽寺塑像の制作年代について ---- 78  
○鈴木稔(帝京大学山梨文化財研究所)、河西学(同)、吉田邦夫(東京大学)
- P7 O S L (光ルミネッセンス)年代測定法の基礎的研究(4) ---- 80  
長友恒人(奈良教育大学)、○下岡順直(同)、梶原洋(東北福祉大学)、藤村新一  
(東北旧石器文化研究所)、鎌田俊昭(同)、横山裕平(同)

### 〈古環境〉

- P8 弥生時代中期の乾燥環境を示す生物相:濃尾平野一色青海遺跡を例として ---- 82  
○鬼頭剛(愛知県埋蔵文化財センター)、森勇一(愛知県立明和高等学校)、  
堀本真美子(愛知県埋蔵文化財センター)、尾崎和美(同)

- P9 木製品の樹種同定のいくつかの例と木材利用 ---- 84  
 金原正明（天理大学附属天理参考館）、○山本智加（古環境研究所）、金原明（環境考古研究所）
- P10 古環境復元の総合化のいくつかの例の過程 ---- 86  
 ○金原正明（天理大学附属天理参考館）、金原正子（古環境研究所）
- P11 真脇遺跡の環境変遷と食生活の分析復元 ---- 88  
 金原正明（天理大学附属天理参考館）、高田秀樹（能都町教育委員会）、金原正子（古環境研究所）、○岡山邦子（同）
- P12 河内平野（湾）の植生史と古環境変遷の復元 ---- 90  
 金原正明（天理大学附属天理参考館）、福永信雄（東大阪市教育委員会）、金原正子（古環境研究所）、○桑名志保（同）
- P13 古墳時代の放牧跡における高精度植生復原 ---- 92  
 一植物珪酸体分析による20cmメッシュ精度の植生解析一  
 能登健（（財）群馬県埋蔵文化財調査事業団）、○杉山真二（古環境研究所）
- P14 植物珪酸体化石による古植生復原と縄文海進期の海岸線移動 ---- 94  
 江口誠一（千葉県立中央博物館）
- P15 中国浙江省嘉興南河浜遺跡出土のイネプラント・オパール形状特性 ---- 96  
 ○宇田津徹朗（宮崎大学）、湯陵華（江蘇省農業科学院）、孫加祥（同）、藤原宏志（宮崎大学）
- P16 千葉県内「新时期テフラ」のテフラ分析 一縄文時代研究の前提として一 ---- 98  
 ○建石徹（東京芸術大学大学院美術研究科）、松田隆夫（府中市教育委員会）
- P17 リン酸含有量測定による堆積層序に記録された旧地表面と人為的攪乱層準の認定：矢作川沖積低地 本川遺跡 ----100  
 ○小野映介（名古屋大学大学院）、鬼頭剛（愛知県埋蔵文化財センター）
- P18 ウズベキスタン共和国ダルヴェルジン・テベから出土した植物遺体 第2報 ----102  
 ○野澤樹（岐阜大学大学院連合農学研究科、静岡大学農学部）、  
 佐藤洋一郎（静岡大学農学部）
- P19 中国長江流域における稲作についての研究 ----104  
 ○矢野梓（国際日本文化研究センター）、佐藤洋一郎（静岡大学農学部）、安田喜憲（国際日本文化研究センター）

- P20 DNA マーカを用いたカシの分類 ----106  
○大角信介（岐阜大学大学院連合農学研究科、静岡大学農学部）、佐野五十三（静岡県教育委員会）、佐藤洋一郎（静岡大学農学部）
- P21 地理情報システムを応用した古環境評価の試み ----108  
○津村宏臣（総合研究大学院大学文化科学研究科）、西本豊弘（国立歴史民俗博物館考古研究部）
- P22 湘南海岸の地形発達と遺跡形成 —CG による 8 時代の地形復元— ----110  
上本進二（神奈川県立七里ガ浜高校）、浅野哲哉
- 〈材質・技法〉
- P23 フラクチャー・ウィングを利用した剥離方法の同定研究 ----112  
○高倉純（北海道大学）、出穂雅実（札幌市埋蔵文化財センター）、林謙作（北海道大学）
- P24 宮崎県塚原遺跡出土縄文草創期の赤彩土器 ----114  
—日本最古の彩色土器に用いられた赤色顔料—  
○竹井（戸高）眞知子（宮崎県埋蔵文化財センター）、比佐陽一郎（福岡市埋蔵文化財センター）
- P25 密閉して出土した須恵器蓋杯内の内容物 —塩利用の証拠— ----116  
○藤根久（（株）パレオ・ラボ）、服部哲也（名古屋市見晴台考古資料館）
- P26 有孔罅付壺形土器の赤彩に用いられた水銀朱 ----118  
○小村美代子（（株）パレオ・ラボ）、藤根久（同）
- P27 ベトナム産焼締陶器の化学的研究 ----120  
○大沢眞澄（昭和女子大学文学部）、藤波朋子（同）、竹野綾（同）、二宮修治（東京学芸大学教育学部）
- P28 北部タイ窯跡採集陶磁器の素地観察 ----122  
—Wiang Bua, Ban Bo Suak, Phan 窯を対象として—  
○佐々木達夫（金沢大学）、向井互（金沢大学大学院社会環境科学研究科）、楠寛輝（松山市教育委員会）
- P29 平安初期の京都における金属工房の使用材料 ----124  
長谷川雅啓（京都造形芸術大学大学院）、吉川義彦（関西文化財調査会）、河野益近（京都大学工学部）、○内田俊秀（京都造形芸術大学芸術学部）

- P30 青銅製鋤先の材質調査 —福岡市内出土例を中心として— ----126  
 ○比佐陽一郎（福岡市埋蔵文化財センター）、片多雅樹（同）、横田義章（九州歴史資料館）
- P31 朝日谷 2 号墳出土銅鏃の形状と製作技法の相関関係について ----128  
 ○渡辺智恵美（（財）元興寺文化財研究所）、菅井裕子（同）、梅木謙一（（財）松山市生涯学習振興財団埋蔵文化財センター）
- P32 愛媛県松山市朝日谷 2 号墳から出土した銅鏃の鉛同位体比 ----130  
 平尾良光（東京国立文化財研究所）、○榎本淳子（同）、早川泰弘（同）、菅井裕子（元興寺文化財研究所）、渡辺智恵美（同）、梅木謙一（松山市生涯学習振興財団埋蔵文化財研究所）
- P33 平安初期および江戸初期工房出土の銅・金属粒の金属組織学的研究 ----132  
 富増喬（龍谷大学）、笠嶋聖（同）、○江南和幸（同）、内田俊秀（京都造形芸術大学）、植山茂（京都文化博物館）、吉川義彦（関西文化財調査会）
- P34 青銅器の復元鑄造 ----134  
 ○小泉武寛（（有）和銅寛）、増田啓（（株）スタジオ三十三）
- P35 古墳時代における原料鉄の流通と鉄器製作活動について ----136  
 一森戸・武田西塙遺跡出土鉄関連遺物の形状と組成を通して—  
 ○関博充（東京学芸大学）、服部哲則（同）、赤沼英男（岩手県立博物館）
- P36 古代韓国と日本における金属象嵌線の製作技法 ----138  
 林志暎（奈良大学大学院）
- P37 盾の造形技法とその系譜（3）—木盾から革盾へ— ----140  
 中川正人（滋賀県文化財保護協会）
- P38 非破壊・非接触によるアイヌ絵の顔料調査 ----142  
 ○朽津信明（東京国立文化財研究所）、下山進（（株）デンマテリアル）
- P39 ギリシャ・アッティカ白地レキュトスの顔料施色技術研究 ----144  
 谷口陽子（東京芸術大学）、David A. Scott (The Getty Conservation Institute)
- P40 染色用媒染剤としての明礬の成分について ----146  
 ○上原瑞穂（共立女子大学）、齊藤昌子（同）

- P41 文化財に用いられた青色系天然染料の分析 ----148  
 ○佐々木良子（奈良国立文化財研究所）、佐藤昌憲（同）、高妻洋成（同）、  
 中嶋鉄利（中嶋プランニング）
- P42 古墳時代にみられる砂鉄蒔き漆工技法 ----150  
 ○岡田文男（京都造形芸術大学）、中川正人（滋賀県文化財保護協会）、成瀬正和  
 （宮内庁正倉院事務所）
- P43 日本における初期漆文化の諸様相 ----152  
 永嶋正春（国立歴史民俗博物館）
- P44 アムール川下流域の山丹交易に関わる漆器の調査 ----154  
 ○北野信彦（くらしき作陽大学）、加藤博文（島根県立大学）、山田昌久（東京都立  
 大学）
- 〈産地〉
- P45 黒曜石産地推定における試料の厚みの影響とその補正 ----156  
 ○高橋章太（沼津工業高等専門学校）、望月明彦（同）
- P46 蛍光 X 線分析による九州地方の黒曜石の検討（2） ----158  
 ○高橋豊（沼津工業高等専門学校）、望月明彦（同）
- P47 蛍光 X 線分析によるガラス質黒色安山岩の産地推定に関する研究 ----160  
 ○大越秀明（沼津工業高等専門学校）、望月明彦（同）、藤根久（パレオ・ラボ）
- P48 アイヌ玉の化学組成と産地 ----162  
 佐々木利和（東京国立博物館）、○斎藤亜三子（東京理科大学）、中井泉（同）、  
 早川泰弘（東京国立文化財研究所）、平尾良光（同）
- P49 カマン・カレホユック出土土器の含有鉱物による分類の試み 第2報 ----164  
 ○官野理（東京理科大学理学部）、松永将弥（同）、中井泉（同）
- P50 土器型式変革期における人・モノ・情報の移動 ----166  
 一群馬県内加曽利E式成立期の胎土分析の成果より一  
 ○建石徹（東京芸術大学大学院美術研究科）、西本豊弘（国立歴史民俗博物館）、  
 小林謙一（金沢大学）
- P51 陶邑産須恵器の指紋 ----168  
 ○三辻利一（奈良教育大学）、中村浩（大谷女子大学）

- P52 筑後平野北部の甕棺の胎土分析 ----170  
 ○中園聡（鹿児島国際大学）、三辻利一（奈良教育大学）、赤川正秀（大刀洗町教育委員会）、松尾宏（甘木市教育委員会）、鐘ヶ江賢二（九州大学）、時津裕子（同）
- P53 肥前産磁器の流通に関する自然科学的研究 ----172  
 沢田正昭（奈良国立文化財研究所）、○村上隆（同）、二宮修治（東京学芸大学）、降幡順子（京都工芸繊維大学）、野上建紀（有田町歴史民俗資料館）、中野雄二（波佐見町教育委員会）、成瀬晃司（東京大学埋蔵文化財調査室）、堀内秀樹（同）
- P54 原産地不明石器・玉類の組成分析による使用圏 ----174  
 藁科哲男（京都大学原子炉実験所）
- P55 朱鉱石の微量元素分析 ー産地同定のための基礎的研究ー ----176  
 ○南武志（近畿大学豊岡短期大学）、豊遙秋（通産省工業技術院地質調査所地質標本館）、今津節生（奈良県立橿原考古学研究所）
- P56 縄文時代のアスファルトの交易範囲 ー礼文島から新潟までー ----178  
 ○小笠原正明（北海道大学高等教育機能開発総合センター）、宮尾晃（北海道大学大学院工学研究科）
- 〈保存科学〉
- P57 蒸発法による遺跡レンガの水分特性推定 ----180  
 ○登尾浩助（岩手大学）、佐々木博子（同、（株）北日本ソイル総合研究所）、石崎武志（東京国立文化財研究所）
- P58 強化保存剤（TOT）による文化財の保存処理・III ----182  
 ー野島断層および玉名五輪塔ー  
 ○豊田昌宏（福井工業高等専門学校）、深井亮太（（株）田中地質コンサルタント）、川吉知子（野島断層保存北淡町震災記念公園）、丸山武水（遺跡整備計画）
- P59 熱帯雨林気候下における土製構築物の保存 ----184  
 ーエル・サルバドル、チャルチュアパ遺跡をフィールドとしてー  
 ○加藤つむぎ（京都造形芸術大学）、柴田潮音（エル・サルバドル共和国政府文化庁遺産局）
- P60 海洋遺跡出土鉄製品の腐食に関する研究 ----186  
 ～開陽丸遺跡出土鑄造鉄製品について～  
 ○松井敏也（東北芸術工科大学芸術学部）、村上隆（奈良国立文化財研究所）、高田潤（岡山大学工学部）、藤島一巳（江差町教育委員会）

- P61 有錆鉄器の脱塩処理に及ぼす含フッ素オリゴマーの添加効果とその速度論的研究  
河越幹男（奈良工業高等専門学校）、○山口清美（同）、澤田英夫（同）、 ----188  
川本耕三（元興寺文化財研究所）
- P62 浮力を利用した出土大型木製品の新しい取り上げ法 ----190  
下野聖（（財）元興寺文化財研究所）、○塚本敏夫（同）、雨森久晃（同）、  
千葉敏郎（東村山市教育委員会）、石川正行（同）、駒井利定（日本通運（株）奈良  
支店）
- P63 大型出土木製品のさまざまな保存処理法 ----192  
○川本耕三（（財）元興寺文化財研究所）、下野聖（同）、大国万希子（同）、  
伊藤健司（同）、植田直見（同）
- P64 銚子市波止山地区産琥珀をモデルとした出土琥珀の劣化について ----194  
○植田直見（（財）元興寺文化財研究所）、室賀照子（奈良県立橿原考古学研究所）
- P65 糖アルコール含浸法における処理効率の向上 ----196  
○伊藤幸司（（財）大阪市文化財協会）、鳥居信子（同）、今津節生（奈良県立橿原  
考古学研究所）、西口裕泰（（株）京都科学）
- P66 4種類の蛍光ランプによる天然色素染色布の変退色挙動 ----198  
一素材、後処理、色素、媒染剤による違い一  
○霜鳥（片野）真意子（共立女子大学）、齊藤昌子（同）
- P67 古糊生成時に関与する微生物の調査 ----200  
○藤波朋子（昭和女子大学文学部）、藤岡春樹（（株）光影堂）、飯野久和（昭和女  
子大学生生活科学部）、大沢眞澄（昭和女子大学文学部）
- 〈文化財科学一般〉
- P68 文化財科学研究史の一端 一考古科学の周辺一 ----202  
大沢眞澄（昭和女子大学文学部）
- P69 赤外線イメージスキャナの開発と考古学への応用 ----204  
宮原健吾（（財）京都市埋蔵文化財研究所）、一ノ瀬修一（アイメジャー（有））、  
小川紋弘（（有）ダット）、武広正純（（株）埋蔵文化財サポートシステム）
- P70 中性子ラジオグラフィの文化財への応用（Ⅵ） ----206  
一青銅の錫濃度の違いと絹・和紙の画像濃度の定量的関係一  
○増澤文武（（財）元興寺文化財研究所）、村田忠繁（同）、尾崎誠（同）、  
米田憲司（京都大学原子炉実験所）、岡本賢一（同）

- P71 レプリカ製作における3Dデジタルデータ利用の可能性 ----208  
 ○塚本敏夫（（財）元興寺文化財研究所）、増澤文武（同）、斎藤伸治（（株）スタジオ三十三）、松本岩雄（島根県教育庁文化財課）、吾郷和宏（加茂町教育委員会）
- P72 三重県明和町坂本1号墳出土金銅装頭椎大刀の分析と復元 ----210  
 ○塚本敏夫（（財）元興寺文化財研究所）、菅井裕子（同）、井上美知子（同）、中野敦夫（明和町教育委員会）
- P73 スキアボール博物館所蔵の金属小立像に関する研究 ----212  
 ○小瀬戸恵美（国立歴史民俗博物館）、David A. Scott (Getty Conservation Institute)、Ran Boytner (UCLA Institute of Archaeology, Getty Conservation Institute)、Erin Clancy (The Skirball Museum)、Aniko Bezur (The University of Arizona)
- P74 東京大学本郷構内出土の金属遺物について ----214  
 ○原祐一（東京大学埋蔵文化財調査室）、小泉好延（武蔵野文化財修復研究所）、伊藤博之（和光金属技術研究所）、小林絃一（東京大学原子力研究総合センター）
- P75 「石見銀山遺跡」における科学調査 ----216  
 ○村上隆（奈良国立文化財研究所）、高田潤（岡山大学）、鳥越俊行（同）、広江耕史（島根県教育委員会）、目次謙一（同）、松尾充晶（同）、大国晴雄（大田市教育委員会）、遠藤浩巳（同）、中田健一（同）
- P76 油滴天目釉の斑点構造に関する科学研究（続） ----218  
 ー実験的再現から考古資料への展望についての基礎調査ー  
 ○田村哲（愛知県陶磁資料館）、稲葉政満（東京芸術大学）、鈴木稔（帝京大学山梨文化財研究所）
- P77 FTIR微分スペクトルによる繊維の劣化状態の評価 ----220  
 谷田貝麻美子（千葉大学教育学部）
- P78 古麻布を用いた古代中国麻紙再現の試み ----222  
 江南和幸（龍谷大学理工学部）、○笠嶋聖（同）、井上晃宏（同）、田中利生（龍谷大学図書館）、河野益近（京都大学）、成子哲郎（成子紙工房）
- P79 墨に含まれるPbの起源についてーPIXE分析法の考古試料への応用ー ----224  
 ○河野益近（京都大学工学部）、吉田絃二（同）、森谷公一（同）、法澤恵造（同）、江南和幸（龍谷大学理工学部）、内田俊秀（京都造形芸術大学）、松井孝成（（株）墨運堂）、森暢弘（同）

- P80 鎌倉市由比ヶ浜南遺跡出土骨資料の損傷の分析 ----226  
 ○鵜澤和宏（立教大学）、西本豊弘（国立歴史民俗博物館）、斉木秀雄（鎌倉考古学研究所）
- P81 展示空間内の環境状態の数値解析 ----228  
 ○佐藤豊（昭和女子大学）、武田昭子（同）、中島利誠（同）
- P82 千葉県君津市浅間神社古墳の地中レーダ探査 ----230  
 ○亀井宏行（東京工業大学）、森正人（同）、宮本朋範（同）、工藤博司（桜小路電機（有））、（財）千葉県史料研究財団考古部会
- P83 吉野ヶ里遺跡における甕棺探査 ----232  
 ○西村康（奈良国立文化財研究所）、置田雅昭（天理大学）、桑原久男（同）、七田忠昭（佐賀県教育庁）、呉炫徳（韓国文化財研究所）
- P84 竪穴式石室における三次元スキャナー計測と空間撮影 ----234  
 一岐阜県大垣市昼飯大塚古墳の事例から一  
 ○木村寛之（（株）イビソク）、中井正幸（大垣市教育委員会）
- P85 三次元デジタイザーを利用した遺構実測とデータ加工 ----236  
 ○木村寛之（（株）イビソク）、兼康保明（同）
- P86 ウィグルマッチング法による白頭山噴火時期の検討 ----238  
 ○中村俊夫（名古屋大学年代測定総合研究センター）、丹生越子（同）、小田寛貴（同）、太田友子（同）、成瀬由紀子（鳥取気象台）、光谷拓実（奈良国立文化財研究所）
- P87 Optical dating of archaeological samples using a single aliquot of quartz stimulated by blue light ----240  
 ○D.G.Hong (Niigata University), S.B.Yi (Seoul National University), T.Hashimoto (Niigata University), S.B.Park (Chungnam National University)

第一部

口頭発表

## 旧石器時代から縄文時代へ 春成秀爾（国立歴史民俗博物館）

ナウマンゾウ・ヤベオオツノジカ・ステップバイソンなど大形獣の絶滅の要因については、自然環境の変化をあげる説と、人のオーバーキルを想定する説がある。日本列島の旧石器人がオーバーキルをおこなっていたのか、オーバーキルが大形獣絶滅の原因になったかどうかは、世界的かつすぐれて学際的なテーマである。

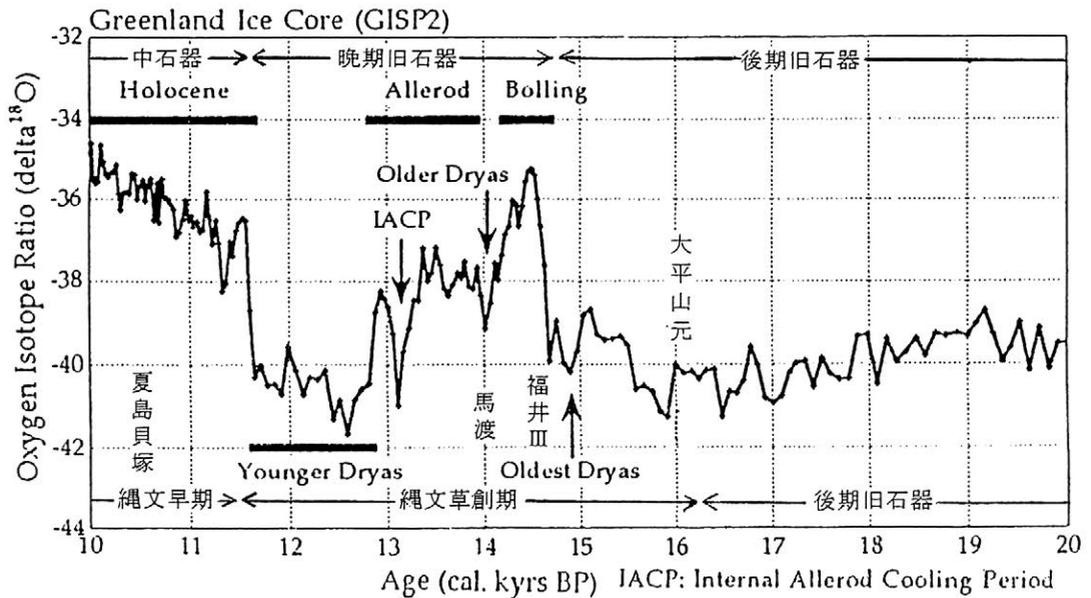
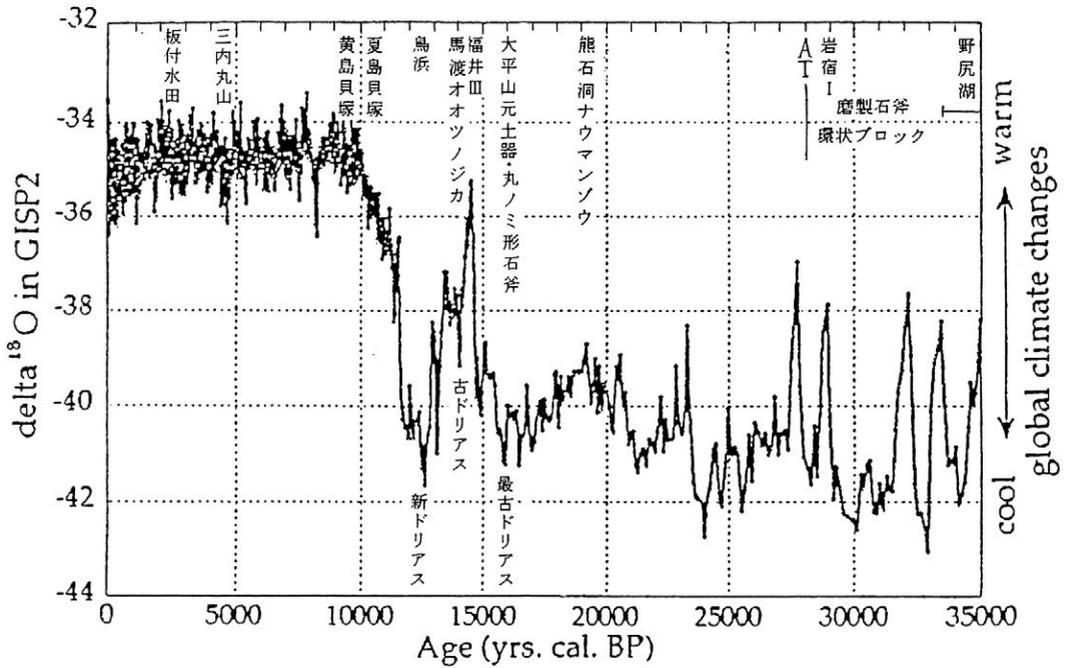
この報告では、自然環境の変化、大形獣の絶滅と人類との関連、縄文時代の始まりに関して、現在どれだけの検討材料を蓄えているのか、確かめておきたい。この問題を論じるには、共通の年代枠を用いないと大きな混乱を招く。近年、AMS法の導入により炭素14年代法の精度がきわめて高くなり、さらに年輪年代および年縞堆積年代法との校正によって、より正確な年代への接近が可能になっている。ここでは、気候の変動との関連を追究するためにも、基準の統一が必要であると考えて、ベータ線法による炭素14年代も「暦年代」に直して検討をすすめていくことにしたい。

岐阜県熊石洞の日本列島「最後の」ナウマンゾウの年代は約19,920年前（炭素14年代：16,720±880年前）、広島県帝釈馬渡の「最後の」ヤベオオツノジカの年代が約14,100年前（炭素14年代：12,080年±100年前）であるから、「最後の」ナウマンゾウの時期は更新世後期の寒冷期がつづいている最中である。しかし、日本のように、動物化石の産地が少なく、かつ遺存度が悪い地域では、「最後の」ナウマンゾウがただちに真の最後を示すものではないだろう。おそらく、寒冷期がつづいている最中に突然訪れた温暖なベーリング期（14,200～14,700年前）から、寒冷な古ドリラス期を経て、温暖なアレレード期（12,800～13,900年前）の間の15,000～13,000年前にナウマンゾウもヤベオオツノジカも絶滅したのだろう。

石器・剥片が集中的に分布するブロックがいくつも環状（径20～50m）にめぐる規模の大きな旧石器時代後期の遺跡は、大形獣を狩猟するために人々が一時的に集合した跡と解釈されている。このような遺跡は約33,000年前から約28,000年前の始良火山灰の降下（AMS炭素14年代：24,510±220年前）以前に限って存在する。また、大形動物の解体具と推定する刃部磨製石斧もこの時期に多い。ナウマンゾウやオオツノジカを狩っていたのは、28,000年前ごろまでで、以後は振るわなかったのではないか。

青森県大平山元Iの無文土器は、日本列島最古の土器である。その年代は約15,800年（AMS炭素14年代：13,480±70）であって、最古ドリラス期よりも古い。極東ロシアのばあいも、アムール川下流域のフミーやガーシャの土器もほぼ同じ年代を示している。中国の土器も同様に古いらしい。大平山元Iでは、土器に石鏃や刃部磨製の丸ノミ形石斧を伴っている。最古の土器も、弓矢も石斧も最終氷期のまっただ中に出現したのである。

33,000～15,000年前の寒冷期の間に、主な狩猟具はナイフ形石器→細石刃→石槍と大きく変化し、最後に土器も現れる。土器も弓矢も、寒冷気候下での自然資源の変貌に対応するための発明ではなかったのか、縄文草創期はヨーロッパの後期～晩期旧石器時代、縄文早期が中石器時代と時間的に併行し、東アジアに新石器時代的要素が早く現れたのは、どのような背景があったのか、という視点からの考察が必要である。



35,000年前から現在までの気候変動と日本での出来事

[STUIVER et al., 1995] に記入、日本の炭素14年代はすべて [STUIVER et al., 1998] を使って暦年代に直して使用

## 加速器質量分析による高精度 C-14 年代測定 —測定サイドからの疑問と提案—

○中村 俊夫 (名大・年代測定セ), 南 雅代 (同), 小田寛貴 (同)

### はじめに

$^{14}\text{C}$  年代測定は、半世紀の歴史を持ち、今や考古学・地質学・文化財科学などの研究において広く利用されている。 $^{14}\text{C}$  測定法としては、50 年前から利用されてきた放射能測定法 ( $^{14}\text{C}$  の壊変で放出されるベータ放射線を検出し、 $^{14}\text{C}$  の存在量を知る方法) による  $^{14}\text{C}$  年代測定法に対し、原子核物理学の研究に使われる加速器技術を取り入れた新しい  $^{14}\text{C}$  年代測定法 (加速器質量分析法: Accelerator mass spectrometry; AMS) が 1970 年代の後半に開発され、現在全世界で活躍している。日本には、AMS 専用施設が 5 施設ありそれぞれ稼働を開始している。一方、放射能測定の施設は約 20 施設があり、それぞれ独自の研究や測定サービスに用いられている。

AMS $^{14}\text{C}$  測定に関しては、1980 年代の発展期は終わり、1990 年代に入って高精度の測定が一般化してきている。ルーティンの測定で測定誤差が  $\pm 0.5\%$  ( $\pm 40$  年) 以下となることが一般的になってきている。また、1mg 以下の炭素で  $^{14}\text{C}$  年代測定が可能となってきており、国立環境研究所では  $\text{CO}_2$  ガスイオン源を用いて 0.1mg 以下の炭素を用いた測定の基礎研究が進められている。まだ、誤差が大きいため、環境試料測定への利用に限られているが、今後は文化財試料への応用も広がるであろう。

こうしてごく微量の試料を用いる高精度、高正確度の  $^{14}\text{C}$  年代測定が可能になってくると、試料とその  $^{14}\text{C}$  年代の関係もより一層細かく吟味する必要が出てくる。本報告では、高精度、高正確度をめざした AMS $^{14}\text{C}$  測定研究の現状を紹介すると共に、これまで測定した試料のうち、測定値として出てきて欲しい“予想年”と実際に得られた年代が一致しなかった試料について問題点をまとめてみたい。

### 名古屋大学タンデム加速器質量分析計 2 号機の諸性能

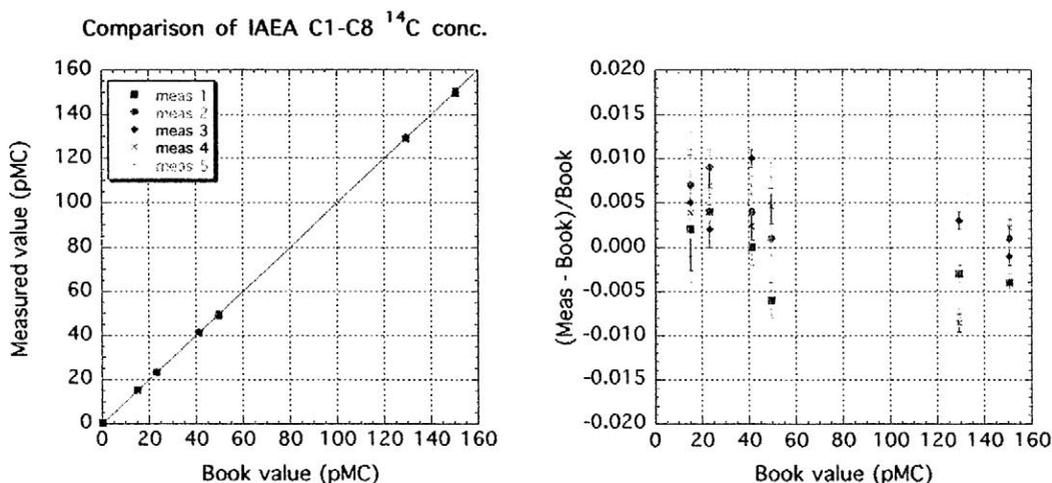
年代測定の標準体として用いられる  $\text{HOxII}$  (NBS oxalic acid, RM-49) から作成した Fe-graphite ターゲットを複数個用意して、それらの測定における  $^{14}\text{C}/^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  比の再現性を調べる。再現性の試験は、任意の 1 試料の測定結果の正確度、誤差を見積もるための重要な項目である。また、装置の長時間安定性をみることもなる。但し、このテストは測定される  $^{14}\text{C}$  年代の正確さの目安にはならない。このためには、 $^{14}\text{C}$  年代が既知の試料を用いて

調べる必要がある。

再現性試験は、HOxII から作成した 6 個のターゲットを順繰りに 9 分間づつ測定し、その測定を 7 回繰り返して  $^{14}\text{C}/^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  比の再現性を調べた。その詳細は昨年の本大会で報告したが、6 個のターゲットの  $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$  比の変動の程度は  $\pm 1.62\%$  (1 標準偏差) であり、これは  $^{14}\text{C}$  年代値に換算すると  $\pm 13$  年に相当する。すなわち、 $^{14}\text{C}$  の計数を 40 万個ためるような測定では、任意の 1 回の測定での可能なばらつきの範囲は  $\pm 13$  年程度に小さくできる。これが、ルーティン測定にも実現できるほど測定装置の安定度が良いか否か、これから確かめたい。

測定される  $^{14}\text{C}$  年代の正確度を調べるために、 $^{14}\text{C}$  年代が既知の試料を用いて年代測定を行った。国際原子力機関 (IAEA) から提供される 8 種類の試料である。8 類についてそれぞれ 5 回の測定結果を図 1 に示す。左図に示されるように、既知年代 (book value) と測定年代 (measured value) の一致は良い。測定年代と既知年代のズレを既知年代で除した比を右図に示す。ズレの比はほぼ 0.5% 以内 (1% を取ればすべての測定点が入る) に入っている事がわかる。8 種類の標準体のうちの一つは  $^{14}\text{C}$  を含まないほど古い石灰岩である。これを年代測定すると見かけの  $^{14}\text{C}$  年代が 47,000–49,000 yr BP と得られる。すなわち、炭酸塩試料の試料調製において、現在使用している調製装置では現代炭素の混入はさげられない。そして、その混入の割合は、 $^{14}\text{C}$  年代値に換算すると 47,000–49,000 yr BP に相当することが推定される。これ以上古い炭酸塩の年代を正確に測定することは出来ない。

図 1 名古屋大学タンデトロン 2 号機による IAEA 標準試料の測定結果とその既知標準年代との比較



## 高精度<sup>14</sup>C年代と測定試料のタフォノミー

奥野 充 (福岡大学理学部地球圏科学教室)

中村俊夫 (名古屋大学年代測定総合研究センター)

Mitsuru OKUNO and Toshio NAKAMURA: High-precision Radiocarbon Dating and Taphonomy of Samples

### 1. はじめに

放射性炭素 (<sup>14</sup>C) 年代測定法は、炭素を含んだ有機物・無機物に広く適用可能である (Libby, 1952)。その測定には、<sup>14</sup>Cの放射壊変によって放出されるβ線を検出する放射能測定法と、加速器質量分析計を用いて<sup>14</sup>Cを直接数えるAMS法の2つの方法がある。AMS法はごく微量の炭素で測定でき (中村・中井, 1988), これによって測定可能な試料・資料が拡大している。また、同位体分別効果の補正や暦年代へのキャリブレーションにより、高精度かつ正確度の高い年代が得られるようになってきた (例えば, 中村, 1995)。このような進歩にともない、古環境の変遷や人類活動について、<sup>14</sup>C年代にもとづく詳細な議論が可能になりつつある。このことは、<sup>14</sup>C年代のユーザーにとっても歓迎すべきことであるが、同時に測定試料のより厳密な取り扱いが求められる。そこで今回、<sup>14</sup>C年代の高精度化および正確度の向上にともなう諸問題をふまえて、高精度<sup>14</sup>Cクロノロジー (high-precision radiocarbon-chronology) の効果的な適用法を検討する。

### 2. タフォノミー

タフォノミー (taphonomy) とは、試料の埋没・保存過程とその影響を研究する分野である。<sup>14</sup>C年代測定法は、<sup>14</sup>Cが5730年の半減期で指数関数的に減少する性質を利用したものであり、考古学や地質学などへ適用する場合には、測定試料の閉鎖系がいつ成立したかを明確にする必要がある。さらに、閉鎖系の成立 (すなわち、<sup>14</sup>C時計のスタート) から現在までその閉鎖系が維持されていた必要がある。したがって、ここではとくに「タフォノミー」という語を、測定試料の閉鎖系の成立およびその維持、さらに考古学・地質学的な事件との年代学的関係の評価という意味で用いる。

### 3. <sup>14</sup>C年代の高精度化と正確度の向上

考古学・地質学的な事件と測定試料の<sup>14</sup>C時計のスタートは、厳密には同時ではないことが多い。これは、測定誤差が±100年程度であれば、あまり問題にはならない。しかし、最近、名古屋大学ほかで導入されている第2世代の加速器質量分析計では誤

差が±20～30年程度にまで縮小されるなど、分析機器の性能向上が著しい（例えば、中村，1998）。このような<sup>14</sup>C年代の高精度化とならんで、同位体分別効果のδ<sup>13</sup>C値による補正も常識的なものとなっている。また、樹木年輪や年稿堆積物などを用いたキャリブレーション・カーブが確立され、<sup>14</sup>C年代（BP）から較正した暦年（cal BP, cal AD/BC）で議論できるようになった。以上のことから、試料の<sup>14</sup>C年代と考古学・地質学的な事件との関係が重要になってきたといえよう。すなわち、①両者が厳密に同時である、または②その時間差を見積もることができる、のどちらかであることが重要である。

#### 4. 測定試料の選択

これまで述べてきたように、高精度<sup>14</sup>Cクロノロジーには、試料のタフオノミーを考慮した選択が必要不可欠である。これには、微量で測定できるAMS法が有効であることが多い。例えば、土器に付着した炭質物の<sup>14</sup>C年代は、その土器を使用した年代を示すと考えられる（中村ほか，1990）。この場合、試料が微量なため汚染を受けやすいことなどから、発掘の段階からの年代研究者との共同作業が望ましい。年稿堆積物についても、堆積物中の有機物ではなく、含まれている昆虫や植物の小枝や葉などを取り出して測定されている（Kitagawa *et al.*, 1995 など）。また、獣骨や人骨については、随伴する炭化木片などの<sup>14</sup>C年代を用いて議論されることが多かったが、これらの骨に含まれるコラーゲンを年代測定することもできる。上記の同時性を確保するためにも、人骨そのものの年代を知ることが望ましい。これと共に、試料の炭素・窒素含有量やδ<sup>13</sup>Cやδ<sup>15</sup>Nにもとづいて、試料の保存の程度すなわち年代測定試料としての適性を評価することも重要である。

貝殻については、海水のリザーバー効果の影響を受けており、<sup>14</sup>C年代にして400年程度古い値を示すと考えられている（Bard *et al.*, 1987）。実際、鹿児島県の宮坂貝塚でも、獣骨と貝殻でこの程度の年代差がみられた（奥野ほか，本予稿集）。このようなりザーバー効果をもふまえて、いくつかの種類の試料をクロスチェックすることから、得られる年代の確実度を高めることも重要である。

#### 5. おわりに

<sup>14</sup>C年代の高精度化および正確度の向上にともない高分解能な議論が可能になりつつある。ただし、それには、試料の採取・測定から結果考察に至るまでこれまで以上の厳密さが求められる。したがって、考古学・地質学・年代学をカバーする共同研究体制を確立する必要がある。

## 縄文土器がもつ時間情報

○吉田邦夫・宮崎ゆみ子・小原圭一（東京大学総合研究博物館）

阿部直弘・菱木繁臣・大野綾子（日本大学文理学部）

飯嶋寛子（東邦大学理学部）

### 1. はじめに

東京大学における加速器質量分析法（AMS 法）による C-14 年代測定は、原子力研究総合センターのタンデム加速装置を用いて、1985 年から行われてきた。微量で測定できるメリットを利用して、さまざまな資料の年代を決定してきた。1990 年に土器表面に埋め込まれていた炭化した種子を取りだし、土器の年代が決定できることを見だし、その後、土器がもつ時間情報を取り出すための、基礎実験を重ねてきた。

1993 年には、タンデム加速装置が更新され、1995 年から共同利用を開始したが、装置の不具合が続き、C-14 については、満足できる測定が行えない状態が続いていた。色々と手直しを行った結果、1999 年 10 月から、どうにか 0.5~1% 程度の精度で測定できる状況になっている。状況は、まだ流動的だが、1 ヶ月に数日のマシンタイムを確保して、年代測定を行える環境にある。

### 2. 非破壊で土器の時間情報を取り出す

土器の表面、または断面に、種子などの有機物が炭化したものがあれば、土器を破壊することなく、取りだして測定が出来る。直径 2mm 近くあれば、十分に測定が可能となる。黒っぽい砂粒を間違えることがあるが、実体顕微鏡で観察すると、見分けがつくことが多い。

また、すでに報告したように、土器表面に付着したススは、2×2cm 程度あれば、測定できることが多い。実体顕微鏡下でメスを使って、表面の黒色部分を薄く削り取ることが出来るので、土器をほとんど傷つけないで、測定試料を得ることが出来る（例；86.2mg の試料を削り取り、1.03mg のグラファイトを得た）。

### 3. 土器を破壊して時間情報を取り出す

縄文時代早期から前期にかけて見られる繊維土器には、内部の繊維が完全に酸化されずに黒々と残っていることがあるのは、周知の事実である。見た目には黒い場合は、ほぼ炭素を含んでおり、0.5%（質量比）から、場合によっては 2% 以上の炭素を含んでいる場合もある。黒色部分は、0.5cm~1cm あり、1×1cm の資料を採取すれば、0.5g 以上の試料が得られるので、AAA 処理をした後、1~3、4 回の測定が出来る。

土器の表面部分だけでも残したいという場合は、断面から、マイクログラインダーで黒色部分を掘削することも可能である。

また、繊維土器だけでなく、内部が黒色を示す土器がある。胎土の鉱物由来の場合もあるが、繊維土器と同様に、炭素分を含んでいる場合も多い。新潟県葎生遺跡の後・晩期遺跡から出土した土器片についての測定値はすでに報告した。

土器の内部黒色部分を用いて時間情報を取り出す場合は、土器付着物を用いる場合

と違い、いささかやっかいな妨害炭素が存在する。土器の胎土中にもとから含まれる有機物を起源とする炭素である。これは、ねらっている炭素より古いか、ほぼ同じ年代を示すはずである。埋蔵中に、周囲の土壌から浸透してくる成分は、付着物の場合と変わりなく、AAA 処理によって溶解除去される。

このことから、表層部 1~3mm の色が黒くない部分と、内部黒色部分に含まれる炭素の成分は次のようになる。

表層部分；【（繊維）】+【胎土中の有機物】+【浸透成分】

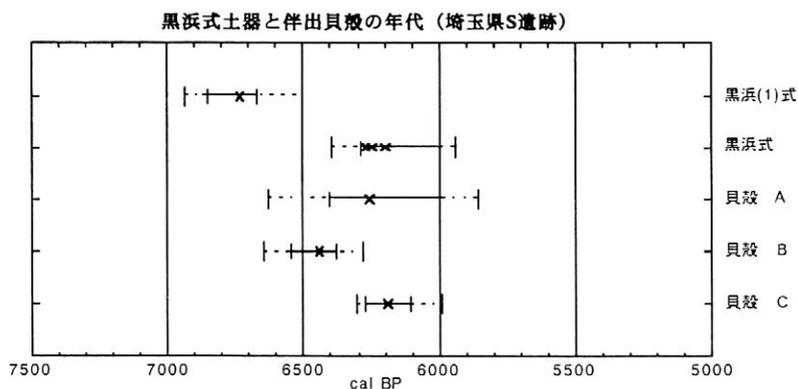
黒色部分；【 繊維 】+【胎土中の有機物】+【浸透成分】

表層部の繊維は、ほとんど酸化されて残っていないものとする、AAA 処理をした表層部の測定をすれば、胎土中の有機物の影響を見積もることが出来る。実際、測定してみたところ、各部分での炭素含有量が 10 倍以上違うことが多く、胎土中の有機物があつたとしても、その量は少なく、影響は小さいことがわかつた。埋蔵環境が異なる遺跡ごとに、チェックのために両者の測定を行う必要があるであろう。

#### 4. 年代測定

試料は酸化銅（II）を加え、850℃に加熱、酸化して二酸化炭素とし、さらに鉄触媒を用いた水素還元により、測定用のグラファイト試料を生成する。これをアルミニウム製カソードの直径 1mm の孔にプレスして詰め、測定を行う。測定は、東京大学原子力研究総合センターの AMS 装置で行つた。高速逐次入射法を用いて、 $^{12}\text{C}$  を 0.0003 秒、 $^{13}\text{C}$  を 0.001 秒、 $^{14}\text{C}$  を 0.1 秒入射、加速するシークエンスを 6000 回（ $^{14}\text{C}$  の測定時間 600 秒）繰り返し、この測定を 3 回行つた。加速電圧は 5.000 MV で、荷電変換後の  $\text{C}^{4+}$  について、 $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$  比を測定した。標準資料は、OX II および ANU スクロースを用いた。

5. 測定結果の一部  $\delta^{13}\text{C}$  補正した後、較正年代算出プログラム Calib 4.2 により、較正年代を求めた（実線は信頼度 68%、破線は 95%、×；交差点）



★  $\delta^{13}\text{C}$  補正をした較正する前の貝類の年代値は、木炭などの値より、約 400 年古くなることに留意。

なお、本研究は平成 11~14 年度、文部省科学研究費補助金・基盤研究（A）（課題番号 11301013 「縄文海進と古代人の適応」、研究代表者：吉田 邦夫）による成果の一部である。

## 日本産樹木による炭素14年代修正に向けて

○坂本 稔・今村 峯雄・佐原 真（国立歴史民俗博物館）

光谷 拓実（奈良国立文化財研究所）

J. van der Plicht（オランダ・フローニンゲン大学）

## 1. はじめに

歴史・考古資料の年代測定に応用されている炭素14年代法では、 $^{14}\text{C}$ 濃度から算出される炭素14年代値を実際の年代（暦年代）に修正する必要がある。これは炭素14年代値が、大気中の $^{14}\text{C}$ 濃度が過去一定であったという仮定のもと、 $^{14}\text{C}$ の半減期を5,568年として計算されているからである（現在もっとも確からしいとされている $^{14}\text{C}$ の半減期は5,730年）。実際には樹木年輪などの測定により、過去の大気中の $^{14}\text{C}$ 濃度が変動していたことが判明している。そのため、欧米産樹木の年輪年代と炭素14年代とを対応させた修正曲線（例えばINTCAL98<sup>1)</sup>）が提案され、暦年代への修正に利用されている。

INTCAL98は、日本列島における炭素14年代法にも用いられている。しかしながら、炭素14年代をより高い精度で暦年代に修正するためには、欧米産樹木に基づく修正曲線を日本列島の資料に適用することの妥当性を検証する必要がある。また、将来は日本産樹木の年輪年代に基づく修正曲線も必要になるかもしれない。本研究では、日本列島において特に高精度の年代観が望まれている紀元前後に注目し、この時期に生育した樹木の年輪年代と炭素14年代とを測定し、両者の対応を検討した。

## 2. 資料と測定

測定した樹木は、神奈川県箱根出土の埋没スギ（HK）、長野県宮田村出土の埋没スギ（MT）、および秋田県弘田柵遺跡出土のスギ柱2点（AH1, AH3）である。

奈良文化財研究所で年輪年代法による測定を行った。それぞれHK: 240BC - 201BC, および80BC - AD200, MT: AD331 - AD630, AH1: AD692 - AD801, AH3: AD661 - AD900に相当する部分について、10年分の年輪層を1試料として連続的に採取した。試料は粉碎後、酸-アルカリ-酸（AAA）処理を行った。HK, MT, AH3はさらに塩素漂白を行い、重合度の低いセルロースを濃水酸化ナトリウム溶液で処理した。試料を酸化して二酸化炭素を得て、精製してガラス管に封入した。以上の操作は国立歴史民俗博物館およびオランダ・フローニンゲン大学で行った。

$^{14}\text{C}$ の測定はフローニンゲン大学で行った。HK, MT, AH3は二酸化炭素を還元して得られたグラファイトを加速器質量分析計（AMS）によって測定し、AH1はAAA処理後の試料を酸化して得られた二酸化炭素を用いて、 $\beta$ 線計数法による測定を行った。 $\delta^{14}\text{C}$ の測定結果に基づく同位体分別効果を補正して、炭素14年代値を算出した。

## 3. 結果と考察

各試料の測定結果を、INTCAL98とともに図1に示す。グラフ中には、本大会において発表済<sup>2)</sup>の結果（HK: 200BC - 81BC）を同時に示してある。グラフに付されたエラーは68%の信頼限界を示している。

いずれの試料もINTCAL98の修正曲線に沿ったものとなっている。数点の試料がINTCAL98に比べ有意に若い炭素14年代を示している可能性があるが、いずれも例外的なものである。HKについては、AD100以降の各試料がやや古い年代を示す傾向にある。統計的には小さなものであるが、それでも数10年近いシフトを生ずる可能性があり、今後同時期の別の資料を再検討する必要があるだろう。

過去の大気中の $^{14}\text{C}$ 濃度は、ウィグルと呼ばれる短周期変動を示しているの、それが反映された修正曲

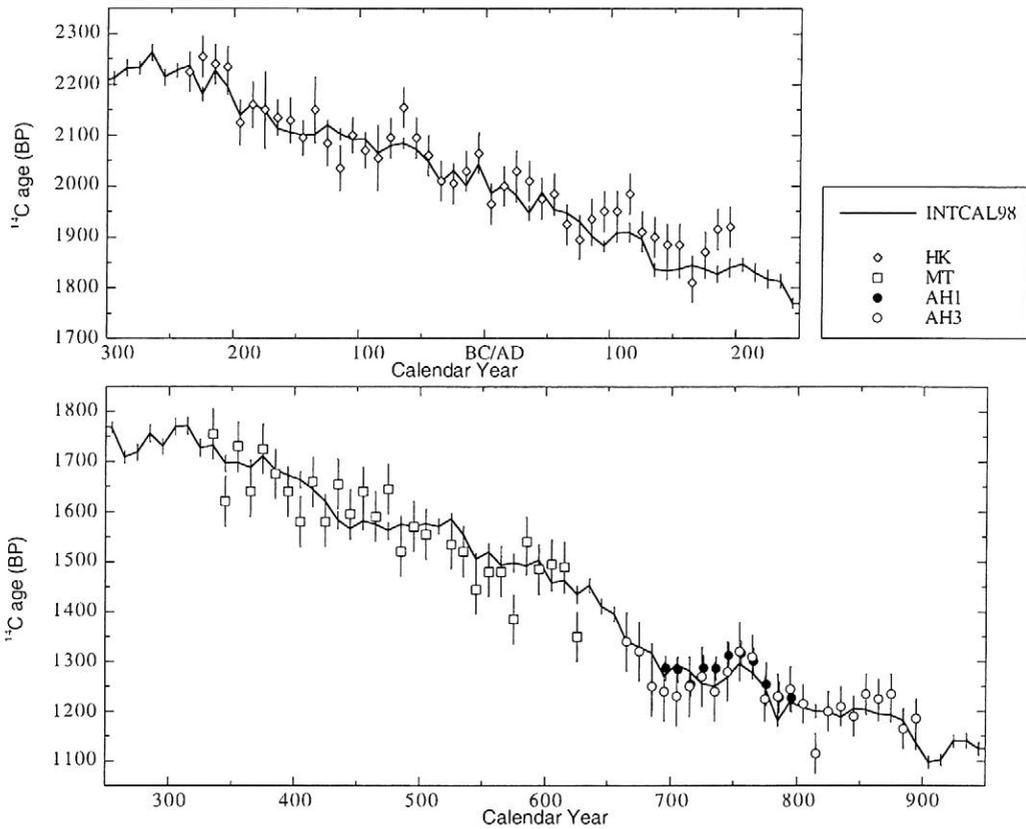


図1：日本産樹木の炭素14年代とINTCAL98との関係

線に基づいて炭素14年代を修正した場合、暦年代推定値の確率分布はガウス分布とはならない。樹木年輪のようにある年数の間隔で炭素14年代が得られる場合、複数の暦年代推定値を使って高精度化する手法をウィグル・マッチングと呼ぶ。各試料にウィグル・マッチングを施したところ、表1のような結果を得た。いずれも、年輪年代と炭素14年代法による暦年代推定値とが良く一致している。

表1：ウィグル・マッチングによる樹木年輪資料の暦年代

	最外試料の年輪の中心値	14Cによる暦年代推定値 (68%信頼限界)
HK	AD195	AD180 - AD195
MT	AD615	AD625 - AD650
AH1	AD796	AD790 - AD800
AH3	AD895	AD890 - AD900

#### 4. おわりに

240BC - AD900の間について、日本産樹木の年輪年代と炭素14年代との対応はほぼINTCAL98に沿ったものであると考えられ、これを暦年代修正に用いることは適当であると思われる。ただし、より高精度の修正をはかるためには、AD100以降を含め未だデータの得られていない年代を補う必要があるだろう。

なお、本研究は、文部省科学研究費補助金 (No. 09301017) による支援を受けた。

- 1) Stuiver, M. et al.: *Radiocarbon*, 40, 1042 - 1083 (1998).
- 2) 坂本 稔ほか：日本文化財科学会第15回大会研究発表要旨集, 76 - 77 (1998).

## 前期・中期旧石器遺跡の光ルミネッセンス年代測定

○長友恒人（奈良教育大）、北代陽子（奈良教育大）、佐野陽子（奈良教育大）、  
 梶原 洋（東北福祉大）、藤村新一（東北旧石器研究所）、鎌田俊昭（東北旧石器研究所）  
 横山裕平（東北旧石器研究所）、柳田俊雄（東北大学）

### 1. はじめに

我々は、1994年から光ルミネッセンスによる年代測定法（OSL年代測定法）の試みを行ってきた。OSL年代測定法は熱ルミネッセンス法（TL法）と原理的に同じであるが、加熱されていない土壌堆積物にも適用できることから、遺跡文化層の直接的年代測定法として期待されている。本報告では、東北地方の前期・中期旧石器遺跡のOSL年代測定の結果をTL年代測定の結果と比較しながら報告し、あわせて今後の解決すべき問題点を示す。

### 2. 試料と測定

#### 試料

宮城県中島山遺跡、山形県袖原3遺跡、福島県原セ笠張遺跡の約5万年から40万年前と推定されるテフラ層と堆積層を試料とした。

#### 測定試料

OSL年代測定には粗粒子法と微粒子法があるが、ここで報告する年代はすべて石英粗粒子法による測定結果である。

#### 測定条件

石英のOSLは緑または青色領域の可視光によって励起される。ここではXeランプの発光を光学フィルターで選択した $514 \pm 10\text{nm}$ の光で励起させ、 $300 - 480\text{nm}$ の受光フィルターで測定した。

### 3. 測定結果

各遺跡のルミネッセンス年代を図中に示す。袖原3遺跡において、テフラ層であるSD-1のOSL年代はTL年代とよい一致を示した。SD-2層のOSL年代はTL年代と一致しないが、中島山遺跡のSD-2のTL年代とはよい一致を示している。SD-2は中島山遺跡で厚く堆積しているが、袖原3遺跡のSD-2層は層厚が薄いため、隣接する堆積層が混入したことにより、TL年代が見かけ上、古くなったと解釈される。混入した層の石英が光によるゼロイングはされていたことによりOSL法では正しく測定されたと考えられる。

原セ笠張遺跡においては、図に示したようにTL年代がOSL年代と比較して系統的に古くなっている。第18層が約9万年前とされる広域テフラであるAso-4の2層下であることからTL年代（530ka）よりOSL年代（92ka）の方が実年代に近いと考えられる。また、TL年代は40層（テフラではない）を含めて系統的に古いことから隣接する堆積層の混入、または二次堆積の可能性が考えられる。

その他の解釈や問題点については発表において詳細を述べる。また、石英を測定試料とするOSL年代測定における問題点についても言及する。

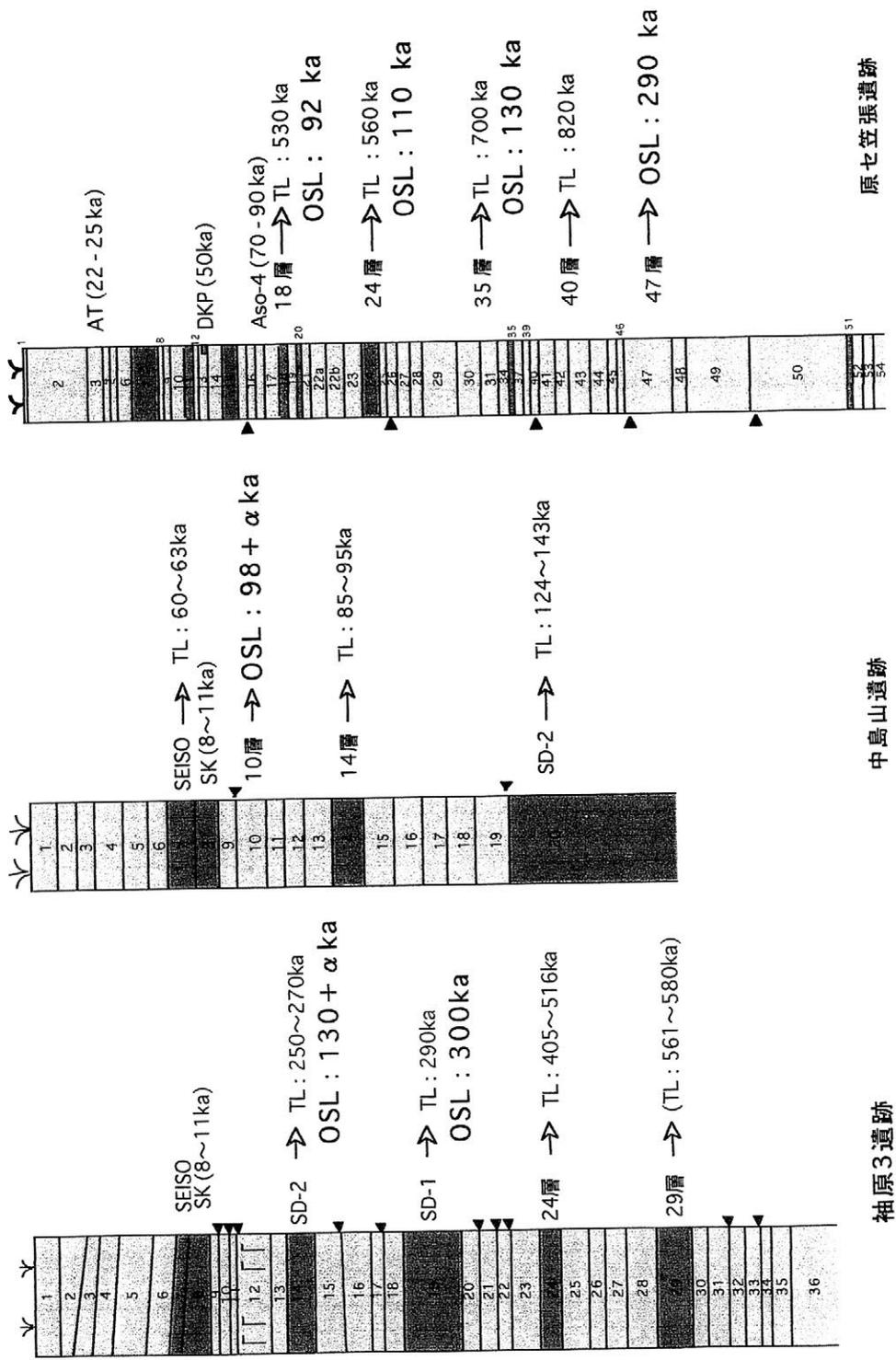


図 各遺跡のOSL年代およびTL年代

( テフラ層、 土壌堆積層、 石器検出面 )

## 弓谷たたら跡の残留磁気に対する鉄の影響の検出

島根大学総合理工学部 時枝克安

[問題と目的]鉄は高温の熔融状態から固化してキュリー温度(769℃)以下になると、強い磁石となり周囲に磁場をおよぼす。鉄の磁場は方向と距離で変化し、鉄から離れると急減する( $\propto$ [距離]<sup>-3</sup>)。地磁気は遺跡の広がり程度ではほとんど一樣なので、同時代の焼土であれば、通常、どの場所でも熱残留磁気の方法は揃っている。しかし、鉄の周囲では、鉄の磁場が地磁気に付加するので、その影響が大きい場合、焼土の残留磁気は地磁気から逸れて、その方向が場所によって変化する。従来、製鉄遺跡では、「鉄を取り囲む複数の場所と鉄から遠い場所における残留磁気の方法一致」を鉄の影響がない証拠として、これらの揃ったデータから信頼できる地磁気年代を求めてきた。しかし、揃わないデータは鉄の影響を補正できないので捨てられてきた。小規模の製鉄遺跡では焼土が鉄の近くに限られるためにデータが揃わず年代を推定できない場合が多い。私は、遺構の残留磁気の実測、模型実験、数値計算を組合わせて、鉄の影響を補正できないかと考えている。このために、構造が明らかな弓谷たたら跡で鉄の周囲の残留磁気に対する鉄の影響を測定した。

[遺構、試料、測定結果] 弓谷たたら跡(島根県頓原町大字志津見)は明治初期まで操業された高殿たたらであり、地上に、角形の製鉄炉(推定:3.2×1.4m, 高さ1.2m)、地下に、防湿と保温用の空洞を備えた3重構造(13×6m, 深さ3m)がある: [上の床釣り]本床(製鉄炉の台)/小舟(2筋の横穴)/火渡し(小舟間の横穴)、[中床釣り]中小舟(9筋の交差横穴)/火落穴(火渡し-中小舟の縦穴)、[下床釣り]坊主石で支える最下部の空洞/最低面に排水溝。弓谷たたらは銑鉄を生産した。炉内の熔融鉄は炉下部の穴から地表を通り、東端の鑄型に流込まれた。図1,2の①~⑨から95個の試料を採取した。全試料に交流消磁(30mT)を行って2次磁化を除去した残留磁気の測定結果を表1と図3に示す。

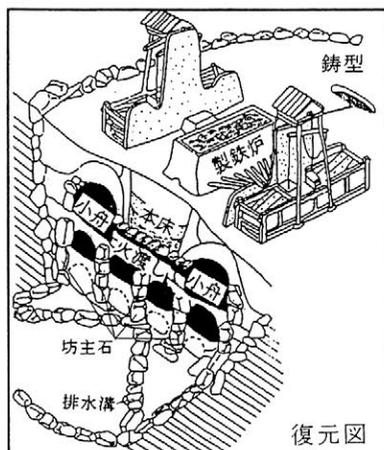


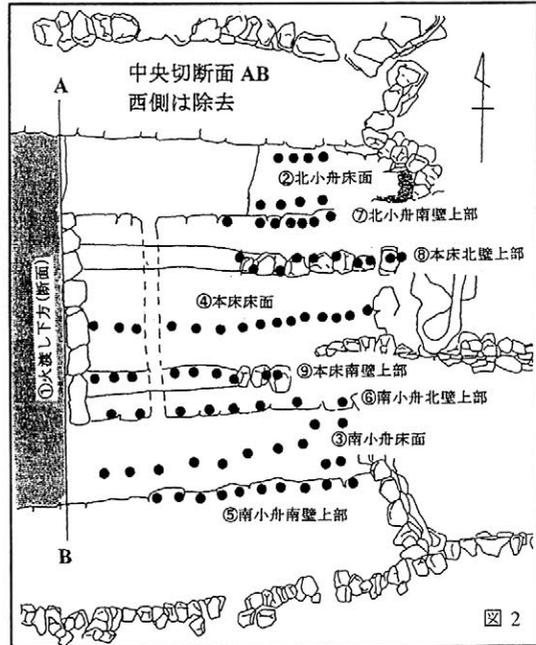
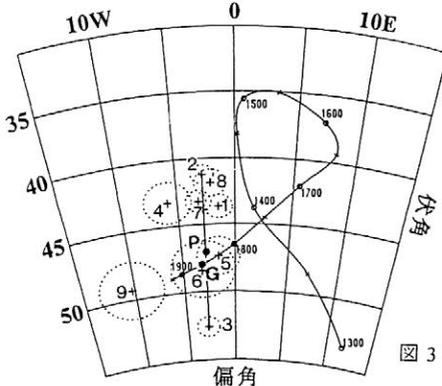
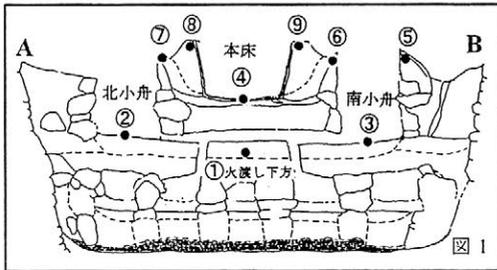
表1 たたらの各位置(図1,2 ①~⑨)の交流消磁(30mT)後の残留磁気の平均方向

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
Im(度)	44.18	41.74	53.18	43.74	47.92	48.88	43.80	42.37	49.91
Dm(度E)	-1.18	-2.53	-2.58	-5.74	-1.32	-2.88	-2.96	-1.87	-10.23
k	6882	8250	6704	1464	1822	1822	12205	7663	1289
$\alpha_{95}$ (度)	0.92	0.74	0.74	1.58	1.41	2.12	0.83	1.05	2.13
n/N	5/10	6/8	7/12	7/16	7/10	4/8	4/8	4/10	5/13

Im(平均伏角), Dm(平均偏角), k(Fisherの信頼度係数),  $\alpha_{95}$ (95%誤差角)  
n/N(試料:採用数/採取数)

[炉の沈下、残留磁気の方向] 両小舟の床面は内側へ約 4.5 度傾いている。製鉄炉が空洞に乗る構造と小舟床面の内側付根の亀裂は、この傾斜が製鉄炉の沈下で生じたことを示唆するが、残留磁気もこれを裏付ける。小舟床面は製鉄炉から遠いので(図1)、鉄の影響は僅少であり、残留磁気の方向に影響するのは変形のみと考えられる。小舟床面が最終操業後に同じだけ内傾したとすると、はじめ一方向に揃っていた残留磁気は、北小舟では北側に南小舟では南側にずれ、その分離角度は内傾角の2倍に等しくなる。実際に、小舟の残留磁気は同じセンスで約 10 度分離しており(図3, ②, ③)、この値は内傾角の約2倍にあたる。さらに、②, ③の midpoint P は最終操業期(明治初期)の地磁気の方向(G)とほぼ一致している。結論として、最初ほぼ水平であった両小舟床面は最終操業後の製鉄炉の沈下で同じだけ内傾した。また、P は鉄と変形の影響がない最終操業時の残留磁気の方向である。

[鉄の影響] (前提) 残留磁気の点 P からのずれ( $\Delta$ )は、2次磁化の付加、遺構の変形、鉄の影響で生じるが、2次磁化は交流消磁で除去されているので、変形で説明できない $\Delta$ は鉄の影響の結果となる。また、遺構の主要な変形は製鉄炉の沈下に伴う。(考察) 南小舟南側壁上部⑤の残留磁気は P に近いので、鉄と変形に影響されていない。両小舟の内側の部分には顕著な傾斜がないので、この範囲の本床南側壁上部⑨と同北側壁上部⑧、北小舟南側壁上部⑦、南小舟北側壁上部⑥、本床床面④の $\Delta$ を変形で説明できない。火渡し直下①では、鉄との距離が小舟床面とほぼ等しいために、鉄の影響はかなり小さい。一方、この部分は下床釣りのすぐ上にあるので、変形が生じやすい。火渡し直下①の $\Delta$ は鉄の影響ではなく、この部分の南西方向への約4度の傾斜で生じたと推定している。結論として、採取場所④⑥⑦⑧⑨の $\Delta$ は主に鉄の影響を受け、採取場所①②③の $\Delta$ は主に構造の変形の影響を受けている。現在、残りがよく変形のない豎型炉(広島県庄原市)の120個の試料を測定中である。また、中国地域では道路建設に伴って多数のたたら跡の発掘が期待される。



## FT-IR による出土琥珀の材質分析

奈良国立文化財研究所 ○三村充、佐藤昌憲、肥塚隆保

### 目的

琥珀の科学的分析はこれまで多くの試みがなされてきた。琥珀の材質は有機質であるため、主に赤外吸収スペクトル測定による官能基分析が有効とされ、多くの分析が試みられている。しかし現在までの分析例を鑑みると、産地同定などの試みの多くは、IR スペクトルの類似性について経験の豊かな研究者の判断を決め手としており、その判断の当否はともかく、その知識と経験は各人に就いて学ぶこと以外に、広く研究者に引き継がれる方法はなかった。近年、フーリエ変換型赤外吸収スペクトル (FT-IR) 測定装置の普及が進んだことから容易に高精度の測定が可能となり、多くのデータが得られるようになった。これに伴い、スペクトルの解析・解釈の技術が広く求められるようになりつつある。

この研究では、琥珀の FT-IR スペクトルの詳細な解析を行い、その数値解析的・統計的評価を目指すことによって、広く利用される解析法の開拓を試みた。

### ガウス型ピーク関数を用いたピークの分解

IR スペクトルにおいて、特定の吸収バンドに対する理想的な吸収ピークは線スペクトルであるが、実際に測定されるピークはある幅で広がっている。これには官能基周辺の分子との相互作用による振動モードのずれが影響している。これまでではピークの広がりということは積極的に評価されてこなかったが、ピークの広がり、官能基周辺における分子の相互作用の情報を担っているため、積極的に活用するために数値的な評価を試みた。

分子内および分子間の相互作用の詳細な評価は、分子レベルでの構造解析を踏まえなければ困難なので、ここでは一様ランダムな作用の分布があると仮定した。これに基づいてモデルとなるピーク関数として、ガウス型のピーク関数を用いて、それぞれのピークに対して線形回帰を行なった(式 1)。

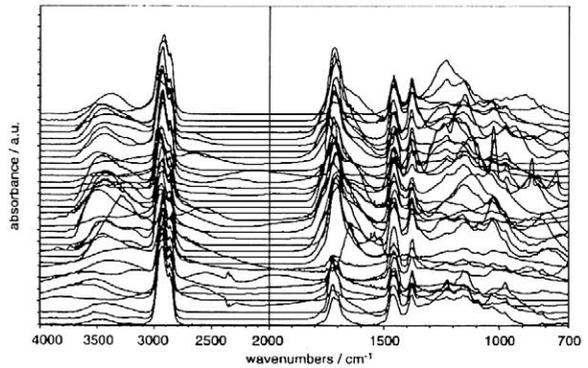


図 1:さまざまな琥珀試料の FT-IR スペクトル

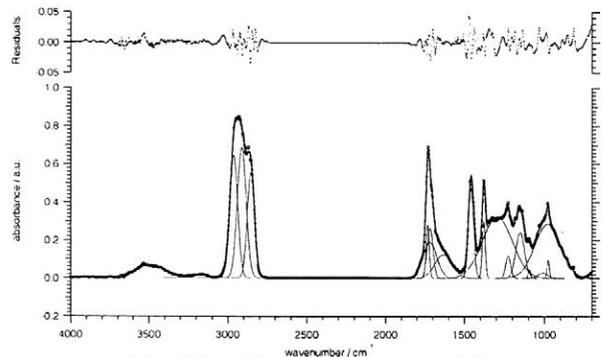


図 2:ガウス型ピーク関数による解析例

$$f_{peak}(x) = K_0 \exp(-((x - K_1)/K_2)^2)$$

$$f_{obs}(x) = \sum_i f_{peak,i}(x) \quad (1)$$

この結果、ピーク位置、ピーク高さ、ピーク幅といったパラメーターによってピークの形状を数値的に評価することができた。明らかに複合ピークと思われるものについては、ピーク関数の線形和としてより積極的にそれぞれのピーク形状を特徴付けることを試み、比較的精度の良い結果を得ることができた(図 3)。

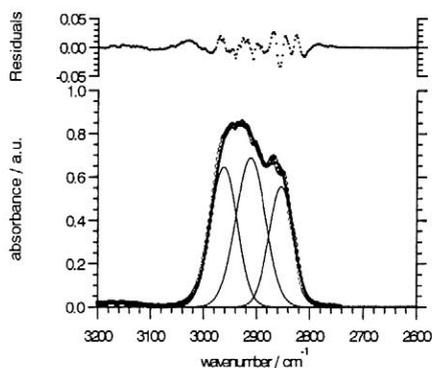


図 3: 複合ピークの分解

### 多変量解析を用いた類似性評価へのアプローチ

IR スペクトルを用いた産地同定の試みは、スペクトルの類似性に基づいて行われる。材質同定を超えて、さらに詳細なスペクトル間の類似性を判断するためには、豊富な測定経験と知識が要求され、FT-IR の装置があって精度の良い測定がなされても、熟練した専門の研究者の意見が得られなければなんともいえないのが現状である。ここでは、多変量解析の手法の一つである、主成分分析/因子分析を用いて、ある程度の類似性の評価を試みた。図 4 の解析例では、13 の琥珀試料の IR スペクトルについて主成分分析を行い、それらの間の相関を解析したものである。

現状ではまだアプローチの一つに過ぎないが、研究例の集積によって信頼性を獲得していくことができると考えている。

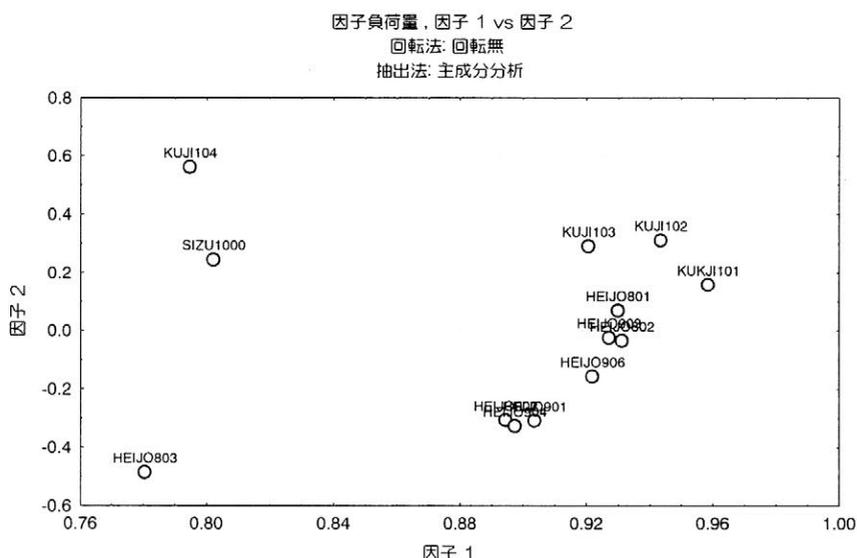


図:4 主成分分析による解析例

## 4

古墳時代の遺跡から出土した絹糸の構成単位と繭粒付数について

○遠藤利恵（京都工芸繊維大学大学院）

岡田文男（京都造形芸術大学）

### 1. はじめに

古墳時代の遺跡からは鉄器や青銅器などの表面に繊維製品が錆着して遺存していることが多い。それらの繊維製品については従来より、表面観察による織り密度や織り組織の研究が行われている。なかでも布目氏は、繊維の断面を顕微鏡観察することにより、繊維の同定や、絹繊維について断面形状から時代変異や伝播、地域差について詳細な研究を行っている。

一般に金属に錆着した絹糸は劣化が激しく、多くは繊維の外形のみが遺存している。そのため、これまで奈良時代以前の遺跡から出土した絹糸の操糸に関わる構成単位や繭の粒付数については未解明であった。

筆者らは古墳に埋納された金属製品の表面に残る絹繊維について、その一部を下記の方法で顕微鏡標本を作製し、絹糸を構成する単繊維数、繊維の集合単位（これを構成単位と仮称する）、構成単位から考えられる繭の粒付数について調査したので結果を報告する。

### 2. 調査方法

観察試料は石川県七尾市国分尼塚1号古墳、京都府福知山市広峯15号墳、京都市岩倉幡枝2号墳から出土した古墳時代前期から中期にかけての絹繊維である。金属表面に錆着した絹繊維を数mm角採取し、硬質樹脂に包埋し、繊維方向を確認しながら研磨して薄片に仕上げ、光学顕微鏡で繊維断面を観察した。遺物との比較試料として、現代の繭から約17粒付けで座繰り製糸した糸を4種類に染め分け、数本を合糸したものについて断面を観察した。

### 3. 結果と考察

#### (1)遺物断面観察結果

絹糸断面を検鏡した結果、単繊維数が試料1では約38、試料2では約134、試料3では約600計数できた。糸断面からは、繭糸の単位を示す2本1対の単繊維が集合した様子が読み取れる。試料1では単繊維数20で1単位（繭粒付数10）を構成し、2単位が読み取れた（写真1、図1）。試料2では8単位が観察された（写真2、図2）。試料3では6～7の大構成単位があり、それらはさらに小単位に細分される可能性があるが細分できなかった（写真3、図3）。

#### (2)試作絹合糸断面の観察結果

緊張が弱い試作合糸断面では座繰りの単位（単繊維数約34＝繭粒付数17）が認められる（写真4、図4）。緊張が強い合糸断面では座繰りの単位は一部に認められるが、繊維の多くはセリシンが癒合し、合糸前の単位は不明瞭である（写真5、図5）。

以上の結果から、古墳時代の絹繊維の断面には単繊維の構成単位が認められ、それは繭粒付数と関連するものと考えられる。繭粒付数は10前後である可能性が高い。



写真1 岩倉幡枝2号墳出土絹糸断面(試料1)



図1 同左

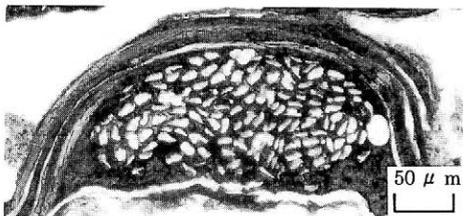


写真2 国分尼塚1号墳出土絹糸断面(試料2)

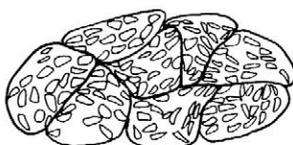


図2 同左

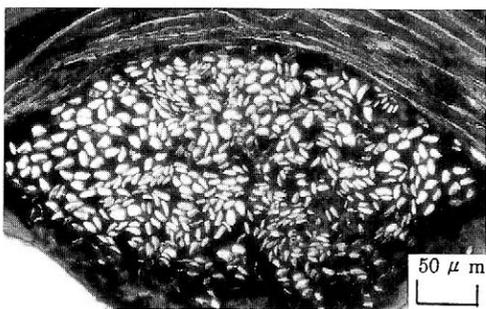


写真3 国分尼塚1号墳出土絹糸断面(試料3)



図3 同左

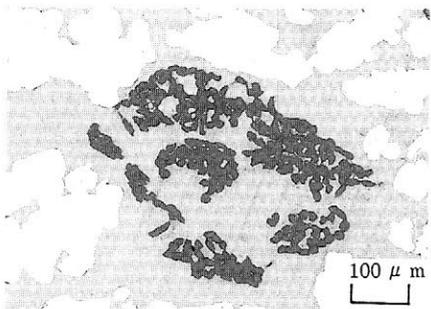


写真4 試作絹糸断面(弱い緊張)

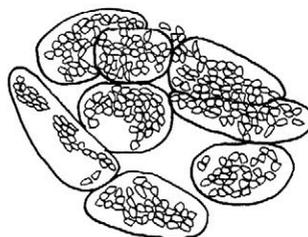


図4 同左

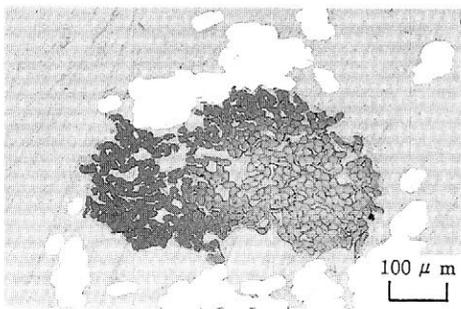


写真5 試作絹糸断面(強い緊張)

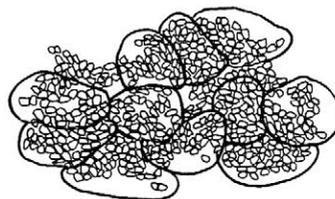


図5 同左

# 5

## 縄文時代における「粘土」の選択性—北海道船泊遺跡出土土器と貼床粘土の比較から—

○建石 徹（東京芸術大学大学院美術研究科）、西本豊弘（国立歴史民俗博物館考古研究部）

### 1. 目的

北海道札幌市船泊遺跡は縄文時代後期前中葉の標式遺跡として知られるが、1999年度の調査（西本編2000）でも当該期の良好な資料群を検出した。

本研究では、今回の船泊遺跡出土の当該期土器群のうち、在地（＝島内）産（建石他1996）と考えられる個体の胎土と、貼床粘土の「粘土」の質を比較、検討することで、縄文人の「粘土」に関する知識や適応の実際的一端を探ることを目的とする。「粘土」の質を検討する基準は梅田（1976）の「粘土化率」の考えを応用する。

分析方法や細かな目的は異なるが、同様の視点に立った研究には西田（1985他）等があり、近年の縄文時代研究における新たな動向となりつつあることはすでに紹介済みである（西本他1996）。本研究もこれらの一環として位置付く。

### 2. 試料（資料）

分析に供した試料は、船泊遺跡出土の縄文時代後期前中葉土器群のうち、在地（＝島内）産と考えられる48個体（48点）と、後期中葉の貼床遺構6基より採取した床貼粘土13点。

### 3. 分析方法

粘土が由来する母岩の特徴や、粘土の質の良否を論ずる基礎データを得るために、蛍光X線分析の結果から得られる理想的な鉱物含有率を算出した。蛍光X線分析の分析方法、分析条件は建石他（1996）と同様で、Si、Ti、Al、Fe、Mg、Ca、K、Mnの8元素を定量した。

化学組成の測定結果から推定することができる粘土の質に関する尺度の一つに「粘土化率」がある。一般に土器胎土の化学組成は、未風化の岩石と比べて $Al_2O_3$ がかなり多い。これは風化に伴う粘土化作用によるものだが、粘土化率とは、このような凝縮された $Al_2O_3$ に着目して、岩石学で用いるノルム計算法の考え方を土器等に応用して得られる粘土化の割合を示す数値である。

梅田（1976）は、土器胎土の化学組成から粘土化率を算出する際の仮定として、次の2つを示した。

(a) 土器胎土中の $Fe_2O_3$ には、もとの岩石中の $FeO$ が酸化したものがかなりあるので、 $Fe_2O_3$ の総和の半分は $FeO$ から変わったと仮定する。

(b)  $H_2O$ は、風化・変質・焼成の際の出入りが多いので考慮せず、一切計算から除外する。

梅田論文で用いられた土器胎土の化学組成データは、 $Fe^{2+}$  ( $FeO$ )と $Fe^{3+}$  ( $Fe_2O_3$ )とをそれぞれ定量しており、その上で(a)の仮定が設定されている。しかし、本研究において、粘土化率を算出するために使用する土器胎土の化学組成は、蛍光X線分析によって求めたものである。したがって、梅田論文のデータとは異なり、 $Fe$ は全鉄として $Fe_2O_3$ として示してある。 $H_2O$ についても測定していない。また本分析条件での定量が困難な $Na$ についても測定していない。そこで本研究では、次の仮定のもとで粘土化率の算出を行った。

(1) 蛍光X線分析により求めた全鉄 ( $Fe_2O_3$ として計算)のうち、ノルム計算法の過程においてチタン鉄鉱をつくるための $Fe$ は無条件で $FeO(Fe^{2+})$ とする。その後、残った $Fe$ を1:1の割合で $FeO$ と $Fe_2O_3(Fe^{3+})$ に配分する。

(2)  $H_2O$ は定量していないので考慮しない。

(3)  $Na$ は定量していないのでノルム計算法の過程においてソウ長石の箇所は削除する。

以上の仮定を含むため、算出された粘土化率は、単に相対的な値と考えるべきである。

次に計算方法をまとめる。まず、土器胎土等の化学組成を分子比に換算する。その後、梅田論文に準じたノルム計算法の手順に従って、各成分を組み合わせて順次鉱物をつくる。

- ①  $\text{TiO}_2$  に等しい分子数の  $\text{FeO}$  を組み合わせてチタン鉄鉱 ( $\text{FeTiO}_3 + \text{FeO}$ ) をつくる。
- ②  $\text{K}_2\text{O}$  に等しい分子数の  $\text{Al}_2\text{O}_3$  と、6 倍の分子数の  $\text{SiO}_2$  を組み合わせてカリ長石 ( $\text{K}_2\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16} : \text{K}_2\text{O} + \text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{SiO}_2$ ) をつくる。
- ③  $\text{CaO}$  に等しい分子数の  $\text{Al}_2\text{O}_3$  と、2 倍の分子数の  $\text{SiO}_2$  を組み合わせて灰長石 ( $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8 : \text{CaO} + \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{SiO}_2$ ) をつくる。
- ④  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  に等しい分子数の  $\text{FeO}$  を組み合わせて磁鉄鉱 ( $\text{Fe}_3\text{O}_4 : \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$ ) をつくる。
- ⑤  $\text{FeO}$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{MnO}$  それぞれと等しい分子数の  $\text{SiO}_2$  を組み合わせて輝石 ( $\text{FeSiO}_3 : \text{FeO} + \text{SiO}_2$ 、 $\text{MgSiO}_3 : \text{MgO} + \text{SiO}_2$ 、 $\text{MnSiO}_3 : \text{MnO} + \text{SiO}_2$ ) をつくる。
- ⑥  $\text{Al}_2\text{O}_3$  と 2 倍の分子数の  $\text{SiO}_2$  を組み合わせて粘土鉱物 ( $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_7 : \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{SiO}_2$ ) をつくる。これは、水を除いたカオリナイトまたはハロイサイトの化学組成を示すものである。
- ⑦最後に  $\text{SiO}_2$  が残るので、これを石英 ( $\text{SiO}_2$ ) とする。

各鉱物の分子比にその分子量を乗じた値をそれぞれ求め、その総和を 100 % としたときの総和を粘土鉱物の重量%を酸性度とする。

#### 4. 分析結果および考察

任意に抽出した縄文土器の計算例を参考に示す (表)。

表 ノルム計算例

成分	重量%	分子比	チタン鉄鉱	カリ長石	灰長石	磁鉄鉱	輝石 (Fe)	輝石 (Mg)	輝石 (Mn)	粘土鉱物	石英	
$\text{SiO}_2$	58.3	970		57	139		32	55	4	289	394	
$\text{TiO}_2$	0.8	10	10									
$\text{Al}_2\text{O}_3$	22.8	224		10	70					145		
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	10.9	32				32						
$\text{FeO}$		73	10			32	32					
$\text{MgO}$	2.2	55						55				
$\text{CaO}$	3.9	70			70							
$\text{K}_2\text{O}$	0.9	10		10								
$\text{MnO}$	0.3	4							4			
a)	分子比		10	10	70	32	32	55	4	145	394	
b)	分子量		151.7	556.7	278.2	231.6	131.9	100.4	131.0	222.1	60.1	TOTAL
	$a \times b$		1520	5319	19348	7322	4172	5480	554	32104	23695	99514
	重量%		1.5	5.3	19.4	7.4	4.2	5.5	0.6	32.3	23.8	100
										粘土化率%	酸性度%	

「在地」産縄文土器胎土の平均粘土化率 26.1%

貼床「粘土」の平均粘土化率 8.5%

「在地」産縄文土器胎土の粘土化率は、貼床「粘土」の粘土化率を大きく上回った。これは前者の方が後者より、より粘土化 (= 風化) が進んだ粘土原料を用いた結果と考えられる。

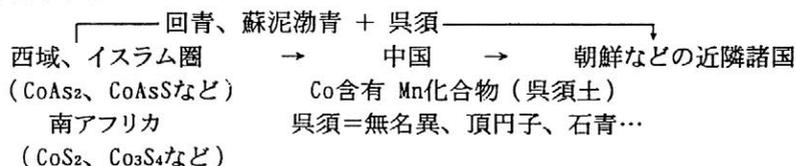
今後、他の分析方法による検討を重ねる必要はあるが、今回の分析結果は、船泊遺跡の縄文人の「粘土」に関する知識や適応のあり方が、想像以上に豊か、かつ複雑であった可能性を示唆するものである。すなわち、船泊遺跡の縄文人は遺跡周辺の「粘土」を土器製作用、貼床用などと識別し、その性格に応じた選択をしていたことが予想される。同様の視点に立った分析を重ねることで、より具体的な縄文人の「粘土」に関する知識とその適応の実態を復原できることが期待できる。

## 青花白磁（染付）に用いられた青色顔料の同定 — 李朝時代試料を中心に —

○張 大石・建石 徹・北田 正弘（東京芸術大学大学院）・飯島 義彦（茨城県窯業指導所）

### 1. はじめに

中国の元時代から始まる青花白磁（染付）文化は東・東南アジア、中近東のイスラム圏およびヨーロッパまで広がり、考古・歴史や美術史的観点からも重要な意味を持っている。青色顔料はCoを主成分とする鉱物で、西域から東アジアへと移動を示したと言われている。青色顔料の組成や名称などは産地や時代によって異なる。下図にCo原料の主な移動を示す。



本研究は李朝時代の青花白磁に用いられたCo顔料について検討した報告である。

### 2. 試料

分析に用いた青花白磁試料片は李朝時代の御用窯が置かれた分院地域（韓国ソウル東40kmの廣州郡一帯）の樊川里（15世紀・試料名：H-01～10）および分院里（18世紀・試料名：B-01～10）の窯址からのものである。

### 3. 測定

青花白磁片から青色顔料部を切り取ってガラスビードに成形し、波長分散型蛍光X線分析装置（XRF1700 LAB CENTER・島津社）を用いて青色顔料層の元素分析を行なった。

### 4. 結果

波長分散型蛍光X線分析の結果、可燃性や耐火結晶性原料となるAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>を除き、着色剤となる主な遷移金属元素としてMn、Fe、Co、Ni、Cuなどが検出された。15世紀試料と18世紀試料におけるこれらの遷移金属成分の平均値を表4.1に示す。この表からは、18世紀試料のCo含有量およびMn含有量は15世紀試料より多くなっている。

X線分析スペクトルではFe、Co、Ni、Cuの検出は一樣に見られるものの、Mnが検出されない試料が混じっている。Mnの検出はK $\alpha$ 線の2 $\theta$  62.9°、K $\beta$ 線の56.6°付近に表われるスペクトルピークによって示される。図4.1はMnを含まない青花白磁試料、図4.2はMnを含む青花白磁試料片の典型的な蛍光X線スペクトルを示す。上述のように、西域からの「回青」や「蘇泥渤青」はCoを主体とするAsやSの化合物として知られる。また、中国産の「呉須」は微量のCoを含むMn土（*asbolite*）からなる。このことからAs、SおよびMnの検出傾向は青色顔料同定の際、重要なポイントとなる。ただし、SやAsは微量含有成分である上、高温における解離から青花白磁試料の場合その検出は難しく、これまで詳細に分析された例はない。したがって、ここではMnの検出量の多少による青色顔料の同定を行なった。その結果、Mnを含まない15世紀試料に用いられた青色顔料は「回青」、または「蘇泥渤青」であることが明らかになった。これに対して18世紀試料はMnを含むものが多く、これはMn土からなる「呉須」の使用によるものと考えられた。

これらの結果、李朝前期の15世紀頃の青花白磁に用いられた主な青色顔料は西域産のコバルト鉱石からなるものであり、李朝後期の18世紀試料は、中国産のCoを含むMn土からなるものであることが明らかになった。

表4.1 李朝時代の青花白磁試料に含まれる主な遷移金属の平均値 (w%)

	樊川里試料 (15世紀)	分院里試料 (18世紀)
Co <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.10	0.26
MnO	(0.04 : H09のみ)	0.29
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.43	0.58
NiO	0.17	0.20
CuO	0.26	0.21

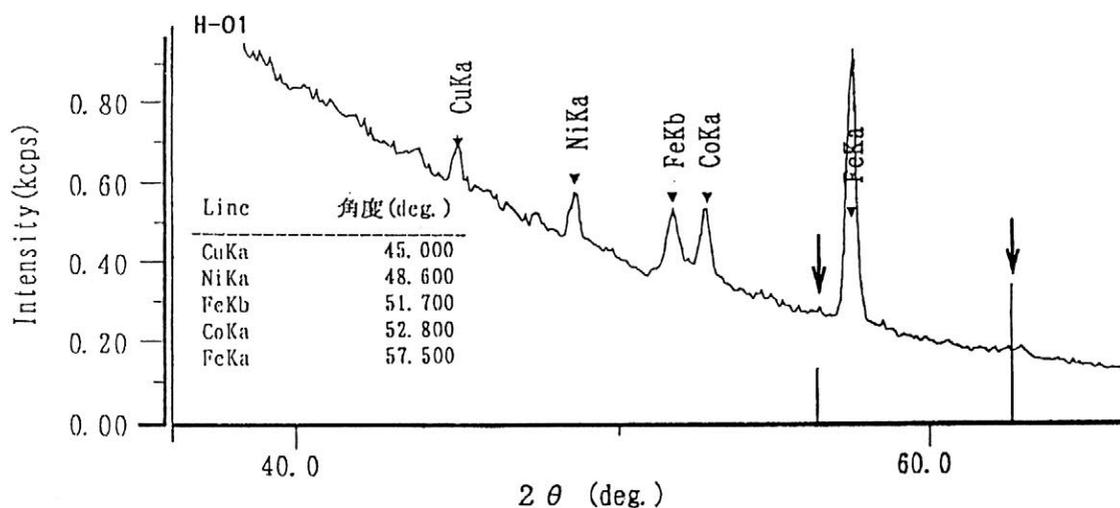


図4.1 Mnを含まない樊川里 (15世紀) 青花白磁試料の典型的なXRFスペクトル

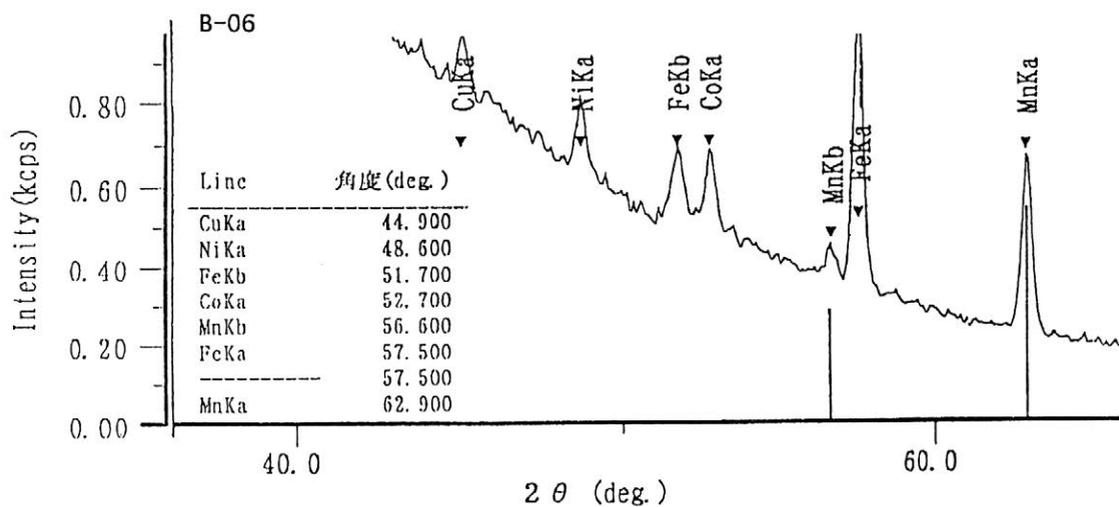


図4.2 Mnを含む分院里 (18世紀) 青花白磁試料の典型的なXRFスペクトル

## 出土青色系ガラスの材質と着色因子について

○肥塚隆保(奈文研)

大賀克彦(京大 大学院)

### 1.はじめに

弥生・古墳時代の遺跡から出土するアルカリ珪酸塩ガラスは青色に着色されているものが多い。青色系ガラスは、銅イオンによって着色された“*Turquoise blue*”とコバルトイオン[ $\text{Co}^{2+}$ ](+  $\text{Fe}^{2+}$ )によって着色された濃青色(青紺色)系“*Lapis-blue*”が知られている。弥生時代の遺跡から出土するこの両者の比率は、北部九州を主とする地域と京都北部を主とする日本海地域とその東側(近畿・北陸・東海・関東)では異なり、流通や入手経路も異なっている可能性が推定された。

本研究は弥生・古墳時代の遺跡から出土した青色系ガラスに着目して、基礎ガラス材質と着色因子などに関する基礎データの収集につとめた結果、アルカリ珪酸塩ガラスにおいては従来に知られていなかった鉄イオンのみによる青色ガラスや鉛バリウムガラスから、“*Han blue*”  $\text{BaCuSi}_4\text{O}_{10}$  (*Barium Copper Silicate*)を検出するなど新たな発見ができたので、その概要について報告する。

### 2.測定方法

ガラス材質・着色因子など化学組成については、従来からおこなっている微小領域エネルギー分散型蛍光X線分析装置・顕微蛍光X線分析装置などを用い、結晶物質の同定には回転対陰極型X線回折装置・IP型微小点回折計を利用して測定した。

### 3.結果と考察

#### [I] 弥生時代の青色系ガラス

弥生時代の遺跡から出土する主なガラスは、カリガラス( $\text{K}_2\text{O}-\text{SiO}_2$ 系)と鉛バリウムガラス( $\text{PbO}-\text{BaO}-\text{SiO}_2$ 系)で、弥生時代後期頃にはソーダ石灰ガラス( $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{SiO}_2$ 系、 $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{CaO}-\text{SiO}_2$ 系)が出現する。青色系統のカリガラスは、大きく分類すると銅イオン[ $\text{Cu}^{2+}$ ]によって着色された淡青色系“*Turquoise blue*”とコバルトイオン[ $\text{Co}^{2+}$ ](+  $\text{Fe}^{2+}$ )によって着色された濃青色系“*Lapis-blue*”である。最近発見された外形が10cmに及ぶガラス釧(大風呂南墳墓群出土・京都府)は、従来のカリガラスには見られない透明感が良好で鮮やかな淡い青色を呈し、分析結果から銅やコバルトによって着色されたものではなく鉄イオン[ $\text{Fe}^{2+}$ ]のみによって着色されたものと推定された。鉄イオンのみによって青色に着色されたカリガラスを検出したのは今回が初めてである(図1参照)。

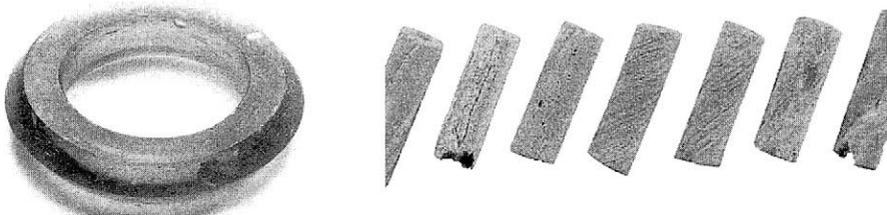


図1.[左]:青色のカリガラスで作られたガラス釧(大風呂南墳墓群1号墳出土・京都府岩滝町教育委員会)  
[右]:青・白の縞文様を呈する鉛バリウムガラス製管玉(有本B遺跡・岡山県津山市教育委員会)

鉛バリウムガラスについては、その大半は銅イオンによって着色された緑色系統で、青色系統のものは少なく着色因子については明らかではない。本研究では有本遺跡(岡山県津山市:弥生後期)出土の管玉(青色と白色の縞文様、不透明)(図1参照)を調べたところ、着色因子と考えられる金属元素は銅・鉄のみであった。さらに劣化した部分から青色が残存する粒子を取り出し X 線回折法で測定したところ、 $BaCuSi_4O_{10}$  (Barium Copper Silicate)の回折スペクトルに一致した(表1.)。この化合物は“漢青”[Han-blue]と呼ばれており、“漢紫”[Han-purple]とともに人工的に作られた顔料として知られているものである。日本で“漢青”[Han-blue]が発見されたのは初めてで、従来から鉛バリウムガラス中より“漢青”が発見された報告は筆者の知る限りない。しかし最近、甘肅省博物館でガラスの分析調査を進めている馬清林博士より、4 点の鉛バリウムガラス管玉(春秋・戦国時代/甘肅省天水)から“漢青”[Han-blue]を検出したとの情報を得た。現段階では漢青の融点や着色材料としての効果・製法・風化に対する抵抗性、などについては実験段階で結論は得ていないが、鉛バリウムガラスの起源を論じる上では重要な発見である。

表 1. 鉛バリウムガラスから検出された“Han Blue”の X 線回折データ

No.	d	h k l
1	8.08	0 0 2
2	4.42	1 1 2
3	4.04	0 0 4
4	4.00	
5	3.55	1 0 4
6	3.35	2 0 2
7	3.20	1 1 4
8	2.74	2 0 4
9	2.40	1 1 6
10	2.21	2 2 4
11	2.13	
12	2.02	3 1 4
13	1.48	4 3 1

試料:有本(B)遺跡 13SG60  
CuK $\alpha$ /40kV-150mA

## 【II】古墳時代の青色系ガラス

古墳時代の遺跡から出土する青色系統のガラスは、カリガラスとソーダ石灰ガラスのみである。カリガラスは弥生時代と同様に銅イオンによって着色された“Turquoise blue”、コバルトイオン(鉄イオンも関与)によって着色された“Lapis-blue”と新たに藤ノ木古墳出土の棗玉から発見された“鉄イオン”のみによって着色されたもので、前述の大風呂南墳墓群出土のガラス釧と同様な特徴を有している。なお、弥生時代の遺跡から多量に出土していた“Turquoise blue”のカリガラスは古墳時代になって著しく減少する。

青色系統のソーダ石灰ガラスにもカリガラスで見られる“Turquoise blue”と“Lapis-blue”が存在する。“Turquoise blue”は、“ $Na_2O-Al_2O_3-CaO-SiO_2$ 系”のみで見られる。コバルト着色の“Lapis-blue”は“ $Na_2O-CaO-SiO_2$ 系、 $Na_2O-Al_2O_3-CaO-SiO_2$ 系”の両者で見られるが、前者が大半を占める。また、この前者はマンガン含有量の少ないタイプが大半を占めるが、6 世紀頃にはマンガン含有量の多いタイプが出現する。しかし、平原遺跡(弥生時代後期)出土の青紺色小型の連玉(重層ガラス)は、ソーダ石灰ガラスであるにも関わらずマンガン含有量は多く、弥生時代のガラスとしては注目すべきである。これら、“Lapis-blue”のカリガラスとソーダ石灰ガラス( $Na_2O-CaO-SiO_2$  II)には、鉛・銅の含有量が極めて少ないという共通した特長が見られることも、原料としてのコバルト鉱石と関連するのかも知れない。

表 2. 弥生～古墳時代の青色系統アルカリ珪酸塩ガラス

青色系色調	基礎ガラスの種類	着色イオン	CuO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	CoO	PbO
Turquoise blue	$K_2O-SiO_2$	$Cu^{2+}$	1.4-0.9	0.6-0.4	0.03	-	0.12
	$Na_2O-Al_2O_3-CaO-SiO_2$	$Cu^{2+}$	1.4-0.5	1.8-0.7	0.12	-	0.41
Lapis-blue	$K_2O-SiO_2$	$Co^{2+} \cdot Fe^{2+}$	0.05	2.0-1.2	2.3-1.0	0.1-0.03	-
	$Na_2O-Al_2O_3-CaO-SiO_2$	$Co^{2+} \cdot Fe^{2+}$	0.3	1.6	0.17	0.05	0.2
	$Na_2O-CaO-SiO_2$ I	$Co^{2+} \cdot Fe^{2+}$	0.2-0.1	1.8-1.2	0.3-0.1	0.1-0.03	0.16
* blue	$Na_2O-CaO-SiO_2$ II	$Co^{2+} \cdot Fe^{2+}$	0.03	1.8-1.0	2.6-1.5	1.0-0.04	-
	$K_2O-SiO_2$	$Fe^{2+}$	0.01	0.4	0.05	-	-

([-]): 検出限界以下、数値範囲[min-max]は1 $\sigma$ を、その他は平均値を示す。

\*: 大風呂南墳墓1号出土ガラス釧、藤ノ木古墳出土棗玉

## ガラス玉等の製作痕跡と技法の復原

総合研究大学院大学・福島文化センター

福島雅儀

### はじめに

考古学で遺物の作り方を理解することは、基本的な知識の一つである。しかし、ガラスについては、成型・成形方法の観察方法が確立されていないこともあって、報告書や研究論文でも製作痕跡が説明されることは少ない。小さなガラス玉でも原材料から完成品まではいくつもの工程があり、成型・整形方法を明らかにすることは重要である。そこで古墳時代後期のガラス製品を対象に、製作痕跡と技法についての整理を行った成果をまとめてみた。この場合、ガラス自体の形状や表面の状況、腐食痕跡、内部の気泡と脈理など、製作痕跡を反映した特徴を肉眼と顕微鏡を中心に観察を行った。またこれらの痕跡が発生する条件と原因を復元的に考え、ガラス玉の製作方法を考えた。さらにまた必要に応じて、製作時におけるガラスの状態を確認する目的でガラス製品の復原を行った。この発表は、総合研究大学院大学における授業の一環として、永嶋正春先生の指導を得たことを基にしている。

### 成型・整形方法

古墳から出土する大半のガラス玉は、通常3つの方法で成型されている、管切り技法、巻き付け技法、型作り技法の三者である。この結果整形を加えて玉は完成する。出来た玉の形状と製作痕跡もそれぞれ異なるようになる。

**管切り技法** 孔を中心に渦巻き形や放射状・板目状の脈理が形成される。完成したガラス玉の表面には表皮状の薄膜があり、中心孔は筒状で表面は滑らかである。また加熱処理によって、ガラス玉全体が球形を指向して変形する。

**巻き付け技法** 巻き付け技法は、針金に離型剤を塗り、これにガラスを溶かして巻き取る方法である。離型剤は砥石粉等でよい。一つずつ丁寧に作ることから、形の整ったガラス玉ができる。ガラスの表面にできる螺旋を描く気泡列や内部の脈理は、巻き付けたガラスを回転させて整形・加熱した痕跡である。表面には皮膚状の薄層が作られ、また沸騰して気泡が細かく破裂している例もある。孔の表面は離型剤のために細かな凹凸がある。

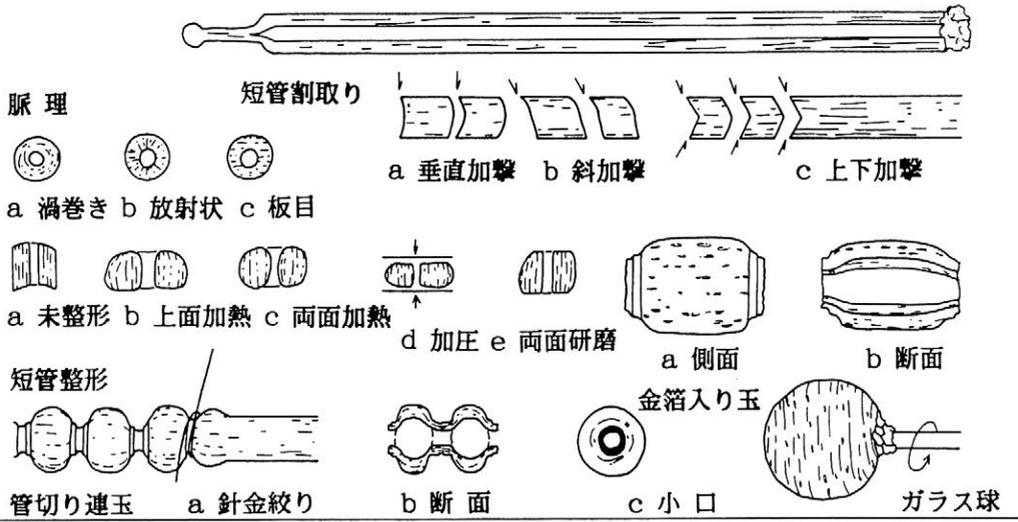
**型作り技法（ガラス粒技法）** 型作りは細粒に加工したガラス粒を型に入れ、これを加熱して成型する方法である。型作りではガラス粒が完全に熔融しないこともあり、内部では粒の芯が残る半熔融状態になっていることが多い。この場合、ガラス玉全体に、ひびが入り不定形に割れる傾向がある。表面も凹凸が著しく、なかにはガラス粒が突起のように付着する例もある。気泡は球形で小さく、不規則に点在しているようになる。孔もガラス粒の形状を反映して凹凸が多くみられ、整ってはいない。また玉の下半部では、ガラスが半熔融状態で、上半部では輻射熱によって溶融がすすみ、半球状になっている。小玉の鋳型では、底面の孔は裏面まで突き抜けているが、これは離型剤を薄く塗布するための工夫であろう。

### 各製品

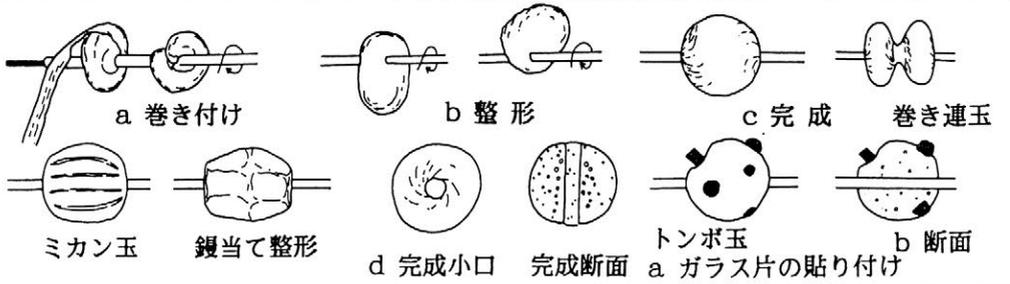
**玉** トンボ玉は、巻き付け技法で基本的な丸玉を作った上に、色の異なるガラス粒を載せる方法で作られている。加熱を続けるとガラス粒は玉本体に埋め込まれたようになる。管切り技法では、石光山8号古墳で管切り連玉というような技法の玉が出土している。ガラス管の狭い範囲が軟化変形するまで熱を加えると、加熱部分は膨張する内部の空気に押されて膨らむ。つぎに、針金の一端を固定して環を作りこれにガラス管を絞って、整った球形にする。高井田1号古墳の金箔入りガラス玉も、切り連玉の手法で作られている。切り口が石光山8号墳の切り連玉と同じ特徴を持っている。しかしガラス表面の気泡が筋となっていない。そこでガラス球に金箔を貼り付けた管を差し込み、被覆するような方法も考慮してみたい。型作り玉は微細な小玉の生産が主流であるが、合わせガラスも作ることが可能である。群馬県綿貫観音山古墳の黄色と青色の合わせた玉はこの方法であろう。レントゲンによる観察では、巻き痕や引き延ばし痕はなく、融合したまとまりが内部に形成されている。

**ガラス製裝飾新頭** ガラス粒を用いることにより、玉以外の多様な装飾品を作ることも可能である。物集車塚のガラス新頭は、先端を熱した鉄線にガラス粒を融着させる方法がとられたと考えられる。リング状の座金や筒状鋏では、適当な型台の上に鋏身を置き、この上部にガラス粒を載せて加熱すれば比較的容易に、しかもガラスと金属が強固に融着した鋏ができる。

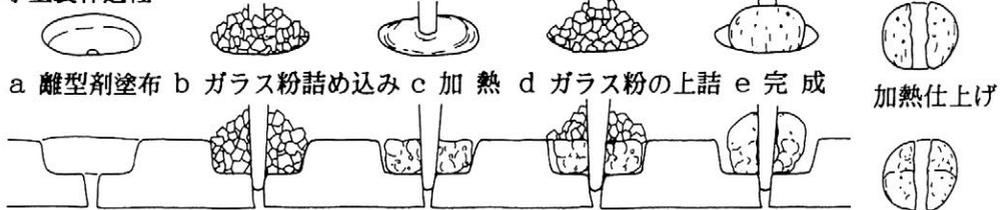
管切り技法



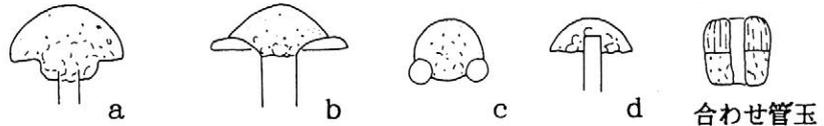
巻き付け技法



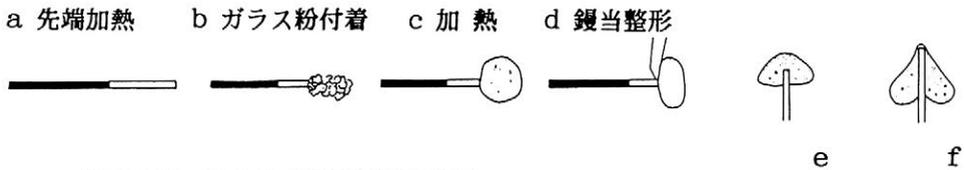
小玉製作過程



ガラス鉞断面各種



針金鉞作製



ガラス玉・ガラス頭鉞製作模式図

型作り技法 (ガラス粒作り)

## 石器・玉類の原材料産地分析（16）

○藁科哲男（京都大学原子炉実験所）

出土遺物の原石産地推定において、遺物原材料の成分組成がA原産地の原石と一致したからと言って、一致した原産地の原石とは言い切れない。これは、A原産地に似た組成の他のB原産地の可能性を否定した結果ではないことから推測できる。従って、産地分析の結果を考古学の資料として使用する場合、A原産地との交易だけでなく、B原産地の交易の可能性も考慮する必要があり、分析結果が十分に生かせない。しかし、遺物がA原産地と一致しなかった場合は、A原産地の原石でないと言い切れるため、交易を考察する場合A原産地との交易がなかったと言い切れる。一致しないと言う結果を示すことが重要で、特に原石産地の調査と新原産地の発見に努力する必要がある。全ての産地を調査するために、各地の考古学研究者の協力を得ながら研究を進め、現在黒曜石の原石産地は日本全国におよび、新たに新潟県の羽根川、山形県の寒河江市で原石が採取され、原石群が追加された。未調査の産地があるらしく、中には産地が特定出来ない遺物があり、この遺物で遺物群を作り遺物群の使用範囲を求める。元素組成によって分類された群の数は、原石群と原石産地は不明の遺物で作った遺物群を加えると170個になる。従って、一個の黒曜石遺物について170個の産地同定結果が得られている。サヌカイトおよびサヌカイト様原産地では西日本を中心に32ヶ所で原石群と遺物群の合計69個がある。

**石器原材料の産地分析結果** 旧石器時代の結果は本15回大会で報告したが、北朝鮮の会寧城外遺跡で主体的に使用されている黒曜石と同質の原材料は約1,500Km離れたフーミ遺跡で使用され、国内では北海道白滝産黒曜石が神奈川県東海大学構内遺跡に伝播しているなどの遠距離伝播が報告されている。

**縄文時代** 北海道白滝産黒曜石がサハリリンのソコルに伝播していることから、両地域間には古代交流が存在したことが推定された。津軽海峡を越えて伝播する例が増え、逆に青森県産黒曜石が北海道南部に伝播するなど、本州と北海道の活発な交流が推測される。石器原材料の伝播に伴って文化とか生活情報が伝わると考えると、青森の古代人がサハリリンの情報を入手していたと推測できる。図1は本15、16回大会で一部報告したもので、最近のトピクッス的な結果では、沖縄県島尻郡渡嘉敷村阿波連貝塚出土の黒曜石に佐賀県腰岳産黒曜石が使用されていることが明らかにされた。

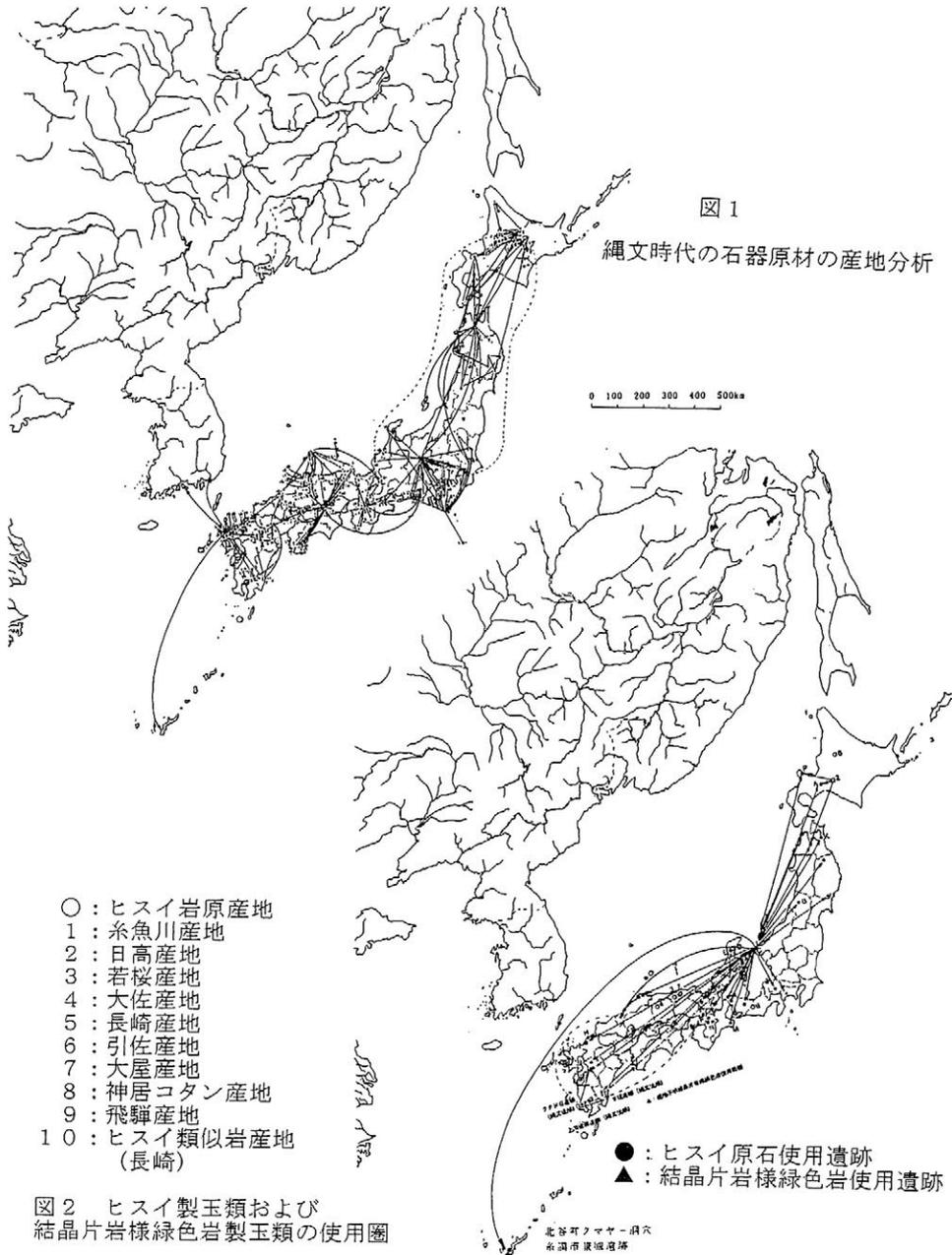
### 玉類の産地分析結果

**ヒスイ製玉類** ヒスイの使用圏は本16回大会で報告した。今回沖縄県糸満市兼城上原2遺跡の縄文時代後期のヒスイ製遺物および北谷町クマヤー遺跡出土ヒスイ製垂玉に新潟県糸魚川産原石が使用されていることが明らかになった（図2）。この伝播距離を外国に伸ばすと黄河河口域からチチハル、アムール河中流、下流付近に達する距離である。縄文後期・晩期は交易が活発で、糸魚川から沖縄のルートの逆に相当する鹿児島から島根、大阪、岐阜に伝播したと思われる産地不明の結晶片岩様緑色岩（緑廉岩？）製の玉類が見られた。

碧玉製玉類 今回分析した遺跡は香川県野牛遺跡の管玉に佐渡猿八産原石、滋賀県八夫遺跡の管玉には女代南B遺物群の石材、茨城県東大沼古墳群、岐阜県船来山古墳群の管玉に島根県花仙山産碧玉が使用されていた。

謝 辞

これら研究成果は各地の教育委員会、埋文センター、発掘関係者との共同研究によって得られたもので、ここに感謝の意を表すとともに今後のご協力をお願いする次第です。



## 蛍光X線 (XRF) による石器石材の分析と分類

—特に、黒曜石とガラス質安山岩について—

(株) 第四紀地質研究所 井上 巖

黒曜石はガラス光沢を有する流紋岩～石英安山岩質のガラス質火山岩<sup>1)</sup>であり、黒曜石を分析するのであれば火山岩として分析すべきである。

火山岩の主要元素はSi, Ti, Al, Fe, Mn, Mg, Ca, Na, Kであり、分析値はこれらの酸化物濃度で表示すべきである。なぜならば、岩石の分析値は酸化物濃度で表示することは地質学分野では慣例となっているからである。

同様に、安山岩はSiO<sub>2</sub>が52～66%、流紋岩は66%以上と地質学分野では規定している。<sup>2)</sup>

分析は日本電子製エネルギー分散型蛍光X線分析装置J SX-3200で行なった。

露頭、河床等より採取した黒曜石やガラス質安山岩の試料をハンマーで打ちかき、比較的平滑な面を分析面とする未整形試料を作成し、X線照射範囲が約15mmφの試料台に直接のせ分析した。実験条件はバルクFP法(スタンダードレス方式)、分析雰囲気=真空、X線管ターゲット素材=Rh、加速電圧=30kV、管電流=自動制御、分析時間=200秒(有効分析時間)である。

分析対象元素はSi, Ti, Al, Fe, Mn, Mg, Ca, Na, K, Rb, Sr, Y, Zrの13元素、分析値は黒曜石の含水量=0と仮定し、100%にノーマライズされた形式で主要元素を酸化物の重量%で表示した。Rb, Sr, Y, Zrは積分強度で表示した。

主要元素の酸化物濃度(重量%)でSiO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>O-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O-CaOの3組の組み合わせで図を作成した。微量元素はRb-Sr, Zr-Yの2組の図を積分強度で作成した。これらの図の中から黒曜石の産地ごとの化学組成上の特性を検討した。

関東・中部・東海地方の黒曜石の多くはSiO<sub>2</sub>が74～78%の流紋岩領域におさまるが東北地方の黒曜石の一部にはSiO<sub>2</sub>が52～66%の安山岩領域のものがある。このように安山岩領域のものであるか流紋岩領域のものであるかについての検討は主要元素の酸化物濃度で表示しなかりわからないのである。

ガラス質安山岩について言えば黒曜石と同じ火山岩であり、主要元素を酸化物濃度で表示すべきである。ガラス質安山岩として分析しながらSiO<sub>2</sub>が何%であるか表示してなくてどの岩質の岩石を分析しているかわからないのである。

関東・中部・東海地方の黒曜石の原産地は長野県の和田峠周辺に分布する和田峠系、北八ヶ岳草峠周辺の蓼科系、神奈川県～静岡県にかけての伊豆箱根系、東京都神津島、栃木県高原山などがある。

原産地黒曜石をエネルギー分散型蛍光X線分析(XRF)による主成分元素の酸化物濃度(Wt%)と微量元素の積分強度で分類すると、SiO<sub>2</sub>の濃度が伊豆箱根系は75～76%、和田峠系は76～77%、蓼科系は77～78%、神津島は77.5～78%、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の濃度では和田峠系と蓼科系は1.5%以下、伊豆箱根系と高原山は1.5%以上、K<sub>2</sub>Oの濃度では伊豆箱根系と高原山は

4%以下、和田峠系と蓼科系は4%以上の領域にある。原産地黒曜石は主要元素の酸化物濃度で分類でき、和田峠周辺の黒曜石においては微量元素のRbとSrによる分類で西餅屋、東餅屋、小深沢の和田峠系-1と星ヶ塔、男女倉の和田峠系-2に細分ができた。

群馬県内の河床や露頭で採取されるガラス質安山岩を分析すると、SiO<sub>2</sub>の濃度が武尊系-1と荒船系-1は56~61%、荒船系-2は58~63%、武尊系-2は62~64%、八風山系は63~65%、荒船系-3は64~68%と領域が異なり分類される。Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の濃度では荒船系-3と八風山系は4.5~6.3%、武尊系-2は7.5~8.2%、武尊系-1、荒船系-1と2は9~12%の領域にあり明瞭に分類される。TiO<sub>2</sub>の濃度では八風山系と荒船系-3は0.8~1.0%、武尊系-2は0.85~1.05%、武尊系-1は1.0~1.2%、荒船系-1と2は1.2~1.5%と領域が異なり、分類される。

このように、分析値を加工することなく、酸化物組成に基づく分類で黒曜石もガラス質安山岩も分類され、同じ分析法と分類法でおこなえばデータを共有でき、広範な対比が可能である。

文献

- 1) 山田直利 (1979) 地学辞典 平凡社 p.376.
- 2) 斎藤正徳、富田晋高 (1998) 基礎からよくわかる地学I B 旺文社 p.133.
- 3) 都城秋穂、久城育夫 (1996) 岩石学II 共立出版 p.11.

火成岩の分類 火成岩は鉱物組成と化学組成および組織をもとにして、下の図のように分類される。

二酸化ケイ素(SiO <sub>2</sub> )の量		66%	52%	45%
色		淡	中間	濃
比重		小(2.6)	中間(2.8)	大(3.0)
化学組成による分類		酸性岩	中性岩	塩基性岩
細粒な岩石・火山岩 (斑状組織)		流紋岩	安山岩	玄武岩
粗粒な岩石・深成岩 (等粒状組織)		花こう岩	閃緑岩	斑れい岩
おもな造岩鉱物	無色造岩鉱物	セキエイ カリチヨウ石	シャチヨウ石 ナトリウム 分に富む	カルシウム分 に富む
	有色造岩鉱物	黒曜石	カゲ セシ石	キ石 カンラン石
その他の造岩鉱物		その他		

〈おもな火成岩の分類〉

火成岩の最も普通の岩型の平均化学組成

	玄武岩	安山岩	流紋岩
SiO <sub>2</sub>	49.06	59.59	72.80
TiO <sub>2</sub>	1.36	0.77	0.33
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.70	17.31	13.49
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.38	3.33	1.45
FeO	6.37	3.13	0.88
MnO	0.31	0.18	0.08
MgO	6.17	2.75	0.38
CaO	8.95	5.80	1.20
Na <sub>2</sub> O	3.11	3.58	3.38
K <sub>2</sub> O	1.52	2.04	4.46
H <sub>2</sub> O	1.62	1.26	1.47
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.45	0.26	0.08
FeO*	11.21	6.13	2.19
FeO*/MgO	1.82	2.23	5.75
Na <sub>2</sub> O/CaO	0.35	0.62	2.82
Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	4.63	5.62	7.84
$\frac{K_2O+Na_2O+CaO}{Al_2O_3}$	1.47	1.08	0.94

2) 斎藤正徳、富田晋高 (1998)

3) 都城秋穂、久城育夫 (1996)

## 1) はじめに

演者は1992年にK, Ca, Rb, Srの4元素を指紋元素とし、また、指紋照合法として、在地窯の製品か外部地域からの搬入品かを判別する2群間判別分析法を適用することによって、初期須恵器の産地推定が可能であることを報告した。この方法を使って、その後も古墳出土須恵器の産地推定のデータは相当数集積されてきた。その結果、問題は単に、初期須恵器の産地問題の研究に止まらず、古墳時代の須恵器の伝播流通問題として把握するほうが考古学研究としては、一層重要であると考えに至った。古墳時代の須恵器窯跡は平安時代の須恵器窯跡に比べて、その数ははるかに少ない。この時期の須恵器生産の中心は陶邑にある。地方窯の数は少ない。そして、須恵器の供給先は古墳である場合が多い。古墳での祭祀道具として使われた訳である。古墳出土の須恵器は一体、何処から供給されたのであろうか。在地産なのか、それとも、外部地域から供給されたのであろうか、この問題は第一に問われる問題である。もし、搬入品が相当数含まれているとすれば、その生産地は一体何処なのか、陶邑であることが証明されれば、なぜ、陶邑から供給されなければならないのか、これに対して、地方窯産の製品は何処に供給されていたのかは興味深い問題である。この時期の須恵器窯の数が少ないだけに、胎土分析でも十分、追跡できる問題である。この問題を解決する上に、当時の須恵器生産の中心であった陶邑の製品を検出する方法をまとめておくことは重要であると考えた。本報告では改めて陶邑産須恵器を検出する方法を提示する。

## 2) 元素分析法

産地問題の研究では指紋分析の考え方で須恵器は分析される。材質分析ではない。材質分析では少数の試料についてできるだけ多くの元素が分析される。地球科学研究で岩石を分析する場合の考え方である。他方、産地問題の研究では生産地が多いことから、多数の試料の分析が必要である。できるだけ多くの元素を測定するというわけにはいかない。そのため、少数でもよい、地域差を有効に示す指紋元素を見つけ、その指紋元素について大量の試料を分析するのである。演者は全国各地にある多数の窯跡から出土した大量の須恵器片を分析し、指紋元素として、K, Ca, Rb, Srの4元素を選択した。その結果、これら4元素を選択的に分析できるように、幾つかの分光結晶と検出器を連動して動くようにコンピュータを使って自動化すれば、大量の試料の分析処理が可能となり、須恵器産地推定法の開発への道が開けてくるのである。演者は当初、2次ターゲット方式のエネルギー分散型の装置を使用した。この装置では測定中の蛍光X線スペクトルがTV上に表示出来、どの元素が指紋元素となりうるかは容易にわかった。現在、より分解能がよく、高い蛍光X線強度が得られる波長分散型を使用している。装置の安定性は極めて良く、同一の窯跡出土試料集団を数年後に測定しても、95%以上の試料が元の領域に分布するほど、再現性はよい。完全自動式蛍光X線分析装置はまさに、このような研究に打っ

てつけの分析装置である。

分析対象となる須恵器はいずれも、マトリックスは類似しており、これまたマトリックスが類似する岩石標準試料 JG-1 を標準試料として使い、標準化もすれば、取り扱いは一層簡便となる。

指紋分析では単に、須恵器中の含有元素を分析しただけではすまない。生産地の指紋にあわせる照合法も開発しておかなければならない。ここに、通常、判別分析法が適用される。須恵器の場合には、在地の製品か、それとも、搬入品かを判断する 2 群間判別分析法はとりわけ便利である。

実際に産地推定の作業に入るには、もう一つ重要な問題がある。それは須恵器の窯跡（生産地）はものすごく多いので、何らかの形で生産地を整理しておかないと、産地推定の作業に入れにくいことである。全国各地の須恵器窯跡をみると、窯跡が集中しているところ、いわゆる、窯跡群がある。窯跡群内の各窯跡から出土する須恵器の指紋は類似することが確かめられている。窯跡群としてまとめることも一つの整理法である。もう一つの重要な点は生産と供給の関係が成立するためには、生産地と消費地が同時代のものでなければならない。時代ごとに窯跡をまとめるのも一つの整理法である。なんらかの形で生産地を整理してから、その中から二つの母集団を取り出して 2 群間判別分析にかけるのである。地方窯周辺の古墳出土須恵器の分析データをみると、搬入品と推定される須恵器の胎土は陶邑産須恵器の胎土に対応するものが圧倒的に多い。逆に、畿内の古墳から出土する須恵器胎土をみると、地方窯の製品に対応するものが全く検出されていない。これがこれまでにだされている古墳出土須恵器の胎土の特徴である。

蛍光 X 線分析による胎土分析の特徴はなんと言っても大量の試料の分析処理ができる点である。この特徴を利用すると、もっと面白い研究ができる。それは単に 1 基の古墳だけを考えるのではなく、一つの古墳群や横穴墓群の各古墳から出土する大量の須恵器試料を分析することである。古墳群内の古墳はすべてが同一時期の古墳とは限らない。古墳時代の中で時間のズレがあるのが普通である。したがって、古墳群の須恵器を大量に分析することによって、胎土の変遷がわかる。胎土の変遷、すなわち、生産地の変遷である。目下、古墳群出土の大量の試料が分析されているが、一番古いと推定される古墳から出土する須恵器胎土が陶邑産の須恵器胎土に対応する場合が多い。ある時点から在地の胎土に変わる模様がよくわかる。初期須恵器だけではなく、古墳時代に対称を広げることによって初めて、このような研究が可能となる。

以上のような研究は 2 級資料を使って行われる場合が多い。それでは、得られた結果の討論に考古学側が参加し難い。分析資料のなかに少しでもよい 1 級資料が含まれておれば、考古学者との討論は一層面白いものとなるであろう。

#### 参考文献

- 1) 三辻利一、「初期須恵器の産地推定法」X線分析の進歩、第23集、p205-224、アグネ（1992）

## **Geochemical Perspectives on the Moroiso and Ukishima Pottery Styles**

Mark E. Hall, Archaeology Department, Niigata Prefectural Museum, Sekiaharacho 1, Gongendo 2247-2, Nagaoka 940, Niigata Prefecture, JAPAN

The minor and trace element chemistry of 92 Early Jomon pottery sherds was determined using quantitative energy dispersive x-ray fluorescence (EDXRF). Two minor (Fe and Ti) and 13 trace elements (Ba, Cu, Ga, Mn, Nb, Ni, Pb, Rb, Sr, Th, Y, Zn, Zr) were measured.

The sherds came from four contemporary sites (Ariyoshi-kita, Narita 60, Kamikaizuka, and Shouninzuka) in Chiba prefecture. The sherds belong to either the Moroiso or Ukishima styles of pottery. The Kamikaizuka and Shouninzuka sites yielded both Moroiso and Ukishima pottery.

If the pottery was locally produced, we should expect to find statistically significant differences in the chemical composition between potsherds from different sites. If there are no significant statistical differences between sites or pottery types, then we can assume that the Jomon potters utilized raw materials that were geochemically similar, or pottery was part of a trade/exchange/re-distribution network between sites.

A variety of multivariate statistical techniques were utilized to examine the chemical data. Principal component scores were calculated in order to reduce the dimensionality of the data set. Kernel density estimates are used to detect structure in the principal component scores. Akin to histograms, kernel density estimates are ways of portraying the distribution of the principal component scores. One of their advantages is that they are non-parametric and are not affected by non-normality. They also can be used to detect outliers.

The chemical data was log base 10 transformed and then the principal component (PC) scores were calculated. Visual examination of bi-variate plots suggests there are four overlapping groups in the principal component scores. The bandwidths for the kernel density estimates were calculated using the Sheather-Jones plug-in method. Four overlapping groups, based on site location, were confirmed in the principal component scores by the use of kernel density estimates. No patterns were discernable between the principal component scores and pottery type.

The validity of the four groups is confirmed with discriminant analysis. Linear discriminant analysis with cross-validation correctly classifies 80% of the cases. The majority of the mis-classification is due to the Kamikaizuka and Shouninzuka sites. Flexible discriminant analysis, which utilizes polynomial regression and optimal scaling and can deal with non-normal data, correctly classifies 89% of the cases. Once again, the majority of the mis-classification is between Kamikaizuka and Shouninzuka.

The statistical analyses support the idea that pottery was locally produced during the Early Jomon period. Pottery producers at Kamikaizuka and Shouninzuka, being less than 10 km apart, appear to have been using the same source(s) of raw materials, or engaged in some sort of trade and exchange with each other. Furthermore, the statistical analysis would suggest that movement of pottery between the settlements is quite limited.

For the Moroiso and Ukishima pottery from the Shouninzuka and Kamikaizuka sites, the statistical tests indicate that both styles of pottery belong to the same geochemical group, and thus, were made from the same or geochemically very similar raw materials. This suggests that both styles of pottery were made at the same site. If the different pottery styles are reflecting ethnic identity, then intermarriage between different Jomon ethnic groups is occurring and the new community members are making pottery in their traditional styles. Alternatively, another interpretation would be that the pottery styles are reflecting some sort of social interaction between different groups. The production and use of a particular style of pottery could have been a way of expressing and maintaining group contact, alliances, or ceremonial ties and not a direct expression of ethnic identity.

## 化学組成と鉛同位体比に基づく皇朝十二銭の原料に関する研究

○齋藤 努（国立歴史民俗博物館）、高橋照彦（奈良国立博物館）、  
西川裕一（日本銀行貨幣博物館）

### 1. はじめに

われわれは、これまで古代から近世にかけて発行された銅銭について鉛同位体比測定などを中心として系統的な分析を行い、自然科学・人文科学の両面から多角的な研究を行ってきた。ここでは国立歴史民俗博物館および日本銀行貨幣博物館所蔵の皇朝十二銭について化学組成と鉛同位体比の分析を行った結果を報告する（和同開珎(1)、萬年通寶(2)、…、貞元大寶(12)のように、銭名のうしろに発行順を示す数字をつけて示す）。

### 2. 方法

化学組成は、銭貨輪側の一部分の鏽をクリーニングして除き、走査型電子顕微鏡の中に入れ、露出した金属部分にスキヤニングした電子線をあてて、発生する特性X線の強度から組成を求める方法（電子線スキヤニング・バルク組成分析法）によって求めた。

鉛同位体比は、上記でサンプリングされた鏽を対象として、高周波加熱分離—鉛同位体比分析法により表面電離型質量分析装置を用いて測定した。

### 3. 結果

#### 3. 1. 化学組成

化学組成については、下記のような結果が得られた。

1) 主要元素は銅、スズ、鉛であり、他に鉄、ヒ素、アンチモンなどが含まれる。

2) スズが数%以上含まれているものが見出せるのは初期の4銭種である。これらの4銭種では、分析を行ったすべての資料からスズが検出された。富壽神寶(5)以降ではほとんどのものが1%以下になり、この分析法ではスズが検出できない（濃度0.1%以下）ものも各銭種数点ずつ認められた。

3) 奈良時代に発行された和同開珎(1)、萬年通寶(2)、神功開寶(3)には鉄が数%程度まで含まれているが、平安時代の隆平永寶(4)以降ではほとんど含まれていない。

4) 鉛濃度の変遷については次の通りであった。図1は、鉛の割合のみに着目して、10%刻みで各鉛比の範囲に含まれるものの資料数をあらわしたヒストグラムである。和同開珎(1)から神功開寶(3)にいたる初期3銭種では鉛比10%以下のものが多く、20%以下のものまでを含めると過半数を占めている。すなわち比較的鉛比の低いものが多い（第1段階）。富壽神寶(5)から寛平大寶(10)（第2段階）では鉛比10%以下のものはわずかになり、10~40%程度のもものが中心となる。隆平永寶(4)はこれらの2つの段階の中間期のように見える。第2段階では第1段階よりも鉛の割合が全体としては多くなっているが、第2段階の中の各銭種間で、時期による化学組成の大きな変動は見出せない。第3段階の延喜通寶(11)、貞元大寶(12)では鉛銭が出現する。ただし最後の貞元大寶(12)に至っても、すべてが鉛銭になってしまうわけではなく、銅の割合が半分以上を占める銭貨がなお存在していることがわかる。

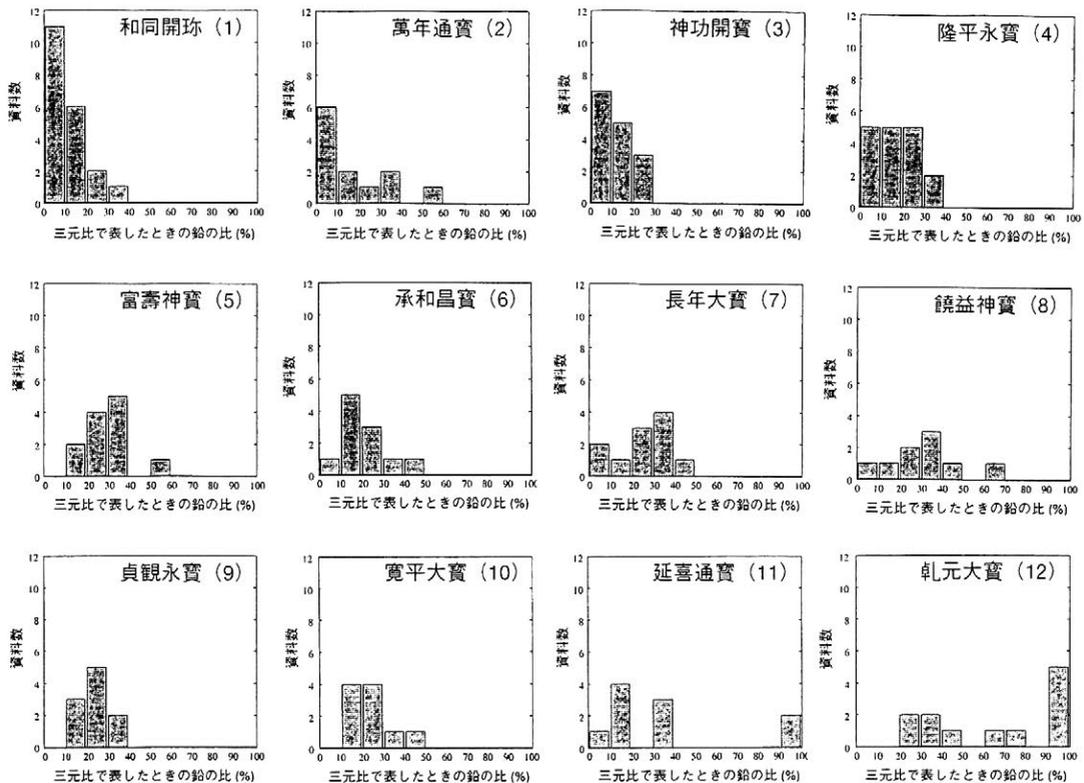


図1 皇朝十二銭の鉛含有率の変遷

### 3. 2. 鉛同位体比

図2に測定結果をまとめた。ほとんどのデータはJの記号で示された日本の鉛鉱床の範囲内にあり、日本産の原料が使用されていたことがわかる。また大部分のデータはIで示したきわめて狭い領域内に集中している。これとほぼ重なる鉛同位体比を示すものとして山口県長登銅山出土製錬関係遺物があげられる。グループII、IIIについては、他の鉱床から採取された鉛（または不純物として鉛を含む銅）が混合されて使われ、その混合比に応じてばらつきが生じているのではないかとこの可能性が想定される。

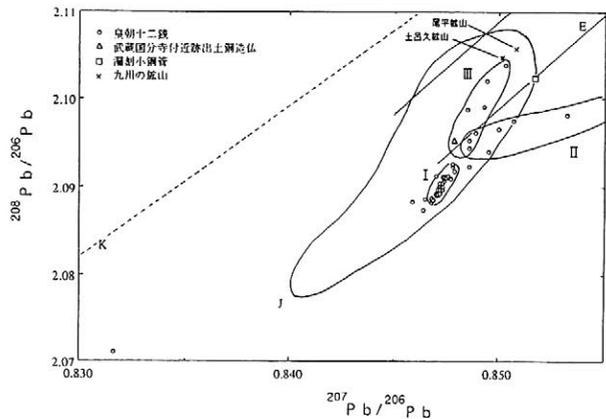


図2 皇朝十二銭の鉛同位体比測定結果

### 4. おわりに

現在、山口県内各遺跡や北九州市の銅製錬遺跡出土資料について関係諸機関との共同研究による調査・分析を行っている。その結果についても報告を行う予定である。

## 文化財の新しい非破壊高感度分析法 —高エネルギー放射光蛍光X線分析法の開発

○中井 泉（東理大・理）・寺田靖子（同）・大和聖子（同）山名一男  
（石川県工試）・伊藤真義（SPring-8）・櫻井吉晴（同）

【はじめに】考古遺物中の微量重元素の分析には、これまでは中性子放射化分析がしばしば用いられてきたが、2次元分析ができず破壊分析であった。一方、蛍光X線分析は非破壊分析の代表的手法であるが、従来法では不純物重元素を分析することは困難であった。それは従来の蛍光X線分析では通常20keV程度までのエネルギー領域の蛍光X線スペクトルを用いているので、Rhより原子番号の大きな元素は、L線で分析することになる。ところが、L線は $\alpha$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $\gamma$ とL元素につき4つの蛍光X線がある上に、それらが主成分の軽元素のK線と複雑に重なり微量の重元素を分析することは難しい。一方、UまでのL線はすべて20keV以下であるので、K線を用いると軽元素との重なりがさけられ、重元素を感度よく分析することが期待できる。今回、和歌山ヒ素事件の鑑定で演者らが世界に先かけて用いた、SPring-8の放射光からの高エネルギーX線(115keV)による蛍光X線分析が、従来の放射化分析に匹敵する感度をもつ文化財の新しい分析法となることがわかった。本法が文化財の新しい強力な分析手段となることから、今後世界的に普及することも期待できる。講演では九谷焼の産地推定の応用例を通して本分析法の概要を紹介する。

【実験】測定は、兵庫県西播磨にある放射光施設SPring-8でおこなった。モノクロメータで単色化した115keVのX線を4象限スリットで任意の大きさに整形して、パソコン制御XYステージ上の試料に照射した。発生した蛍光X線スペクトルをGe半導体検出器で計測した。用いた試料は、九谷古窯跡出土陶片（68点）、肥前古窯跡出土陶片（64点）、福山古窯跡出土陶片（10点）、各種標準試料などである。

【結果と考察】測定結果の一例として、ガラス標準試料（NIST 612;大きさ0.4x0.4x0.1mm）の蛍光X線スペクトルを図1に示した。すべての希土類元素がきれいに分離して全元素分析が可能であることがこの図からわかる。この希土類元素の濃度は、35~39ppmであることから、感度としても申し分ない。本法の検出限界をしらべたところ、絶対量で10pg、濃度で0.1ppmであることがわかり、文化財に含まれるppmレベルの微量元素が全く非破壊で全元素分析できることを実証できた。

応用として、九谷焼と有田焼の産地判定を試みた。九谷1号窯から出土した磁器試料の蛍光X線スペクトルを図2に示す。希土類元素を始めタンゲステン、ハフニウムなどが、感度よく検出されていることがわかる。各資料について、非破壊で測定した蛍光X線スペクトルのピーク強度より、Ba/Ce-Nd/Ce比を計算して図3にそのプロットを示した。九谷、有田、福山のデータがそれぞれきれいに分離しているのが見て取れる。本法により、博物館や美術館に眠っている貴重な伝世品や発掘品の分析に光をあてることのできる、非破壊でそれらの産地を推定することが期待できる。

微量不純物元素の情報はこのようにその物質の過去の履歴情報を含んでいる。すなわち物質の構成元素の中に、その物質の起源、履歴の情報が含まれている。そこで、ある物

質が生まれ存在した時間の流れの中で、その物質に蓄積されたその起源と履歴に関する情報を物質史(Material History)と名付けた。高エネルギーX線励起蛍光X線分析は、非破壊で分析ができるので、試料のもつあらゆる物質史情報を利用することができ、今後広く考古学研究への応用が期待される。

貴重な発掘資料を貸与してくださった、加賀市教育委員会、佐賀県立九州陶磁文化館、有田町教育委員会の関係者のかたがたに厚く御礼申し上げます。また、試料貸与の便宜を図ってくださった山崎一雄先生、愛知県陶磁資料館の田村 哲氏に深く感謝します。

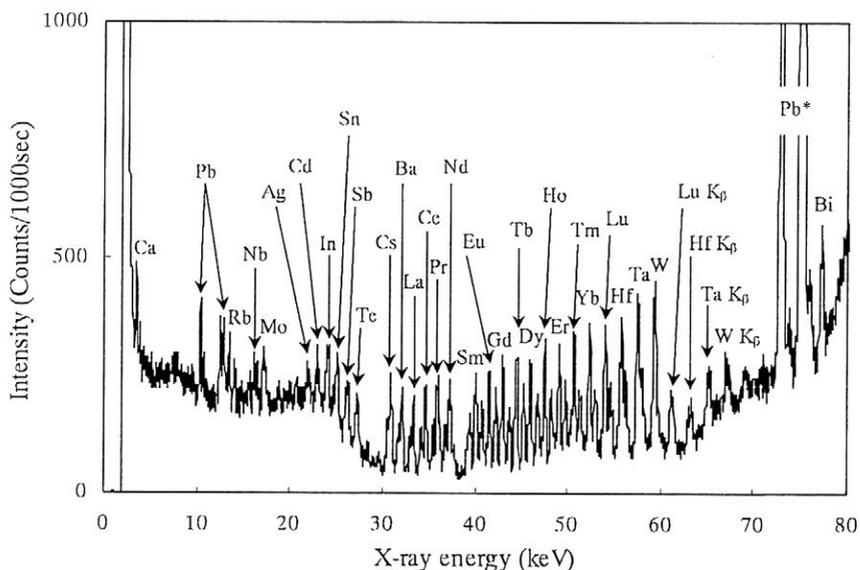


図1 標準ガラスの高エネルギー蛍光X線スペクトル (\*散乱)

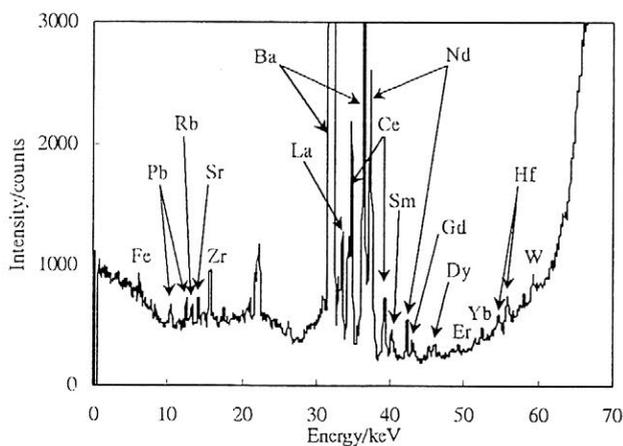


図2 九谷1号釜出土磁器片の  
蛍光X線スペクトル

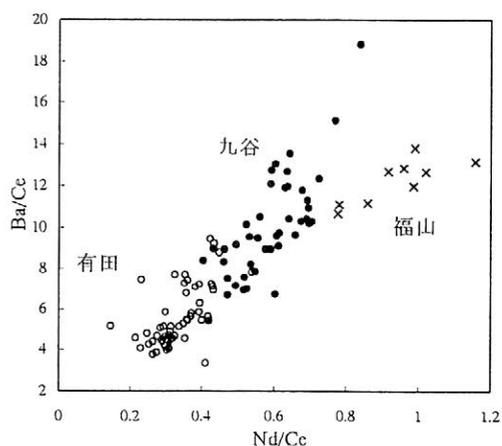


図3 出土資料の分析結果より求めた  
Ba/Ce-Nd/Ceプロット

## 寒冷地に建つ博物館のアルカリ環境と日射量の相関について

○赤沼英男(群馬)、宮野秋彦(弘大)

はじめに：寒冷地に建つ博物館のコンクリート躯体の内部結露と蒸れ返しを原因とする室内環境空気のアルカリ化現象については先に報告<sup>1)</sup>したが、その後の検討において日射量などとの関係について解析を行なったので報告する。

1. 対象建物と経過概要：対象建物は鉄筋コンクリート造地上2階、地下1階建て、一部美術館としての機能を兼ねた博物館施設で、第1～3収蔵庫を1階に、第4収蔵庫を地下1階に配置し、展示室は美術品の展示を行なうK展示室のみを1階に設け、博物館としての展示空間は全て2階に配置されている。

なお、K展示室の屋外展示場に向する東側に開口部が設けられている他は、展示室および収蔵庫の外壁には窓は設けられていない。

この施設では竣工直後に外壁タイル目地から侵入した雨水が外壁を透過して室内に漏水する事故が発生し、6回に及ぶ外壁の部分補修を行なっている。この間、多少の変動はあるものの、略一貫して館内空気のアルカリ濃度が高いままに推移した。

更に、外壁に接する1階のK展示室と第3収蔵庫ならびに2階の各展示室では、アルカリ濃度が外壁補修の進行に伴ってむしろ増加する傾向が見られた。

竣工8年後に抜本的な原因究明のための調査とその結果に基づく外壁の全面改修を実施し、更に竣工10年後に屋根の断熱および防水に関する全面改修を行なった。

2. 解析結果と検討：表1及び2に館内環境空気と展示ケース内空気のアルカリ濃度の測定結果を示す。

環境空気のアルカリ濃度の測定には、東京国立文化財研究所による変色試験紙法とアマニ油含浸紙法を併用したが、表にはアマニ油含浸紙法による結果のみを示した。表の数値は黄色指数<sup>2)</sup>と呼ばれているもので、下式から求めることができる。

表1 館内各室の空気のアルカリ濃度測定結果

年 月	第1収蔵庫	第2収蔵庫	第3収蔵庫	同内装壁	第4収蔵庫	K展示室	同内装壁	T展示室	B展示室	S展示室	707
'80.10.	(54)	(55)	(50)	—	—	(60)	—	(60)	—	(59)	—
'82.1.	(44)	(53)	(57)	—	(43)	(44)	—	—	(46)	(31)	—
'83.1.	31	43	46	—	—	25	—	37	36	37	—
'85.2.	44	55	53	—	54	49	—	—	40	33	—
'89.3.	41	55	56	—	—	53	—	52	—	45	—
'90.3.	19	44	46	47	39	47	51	36	43	32	42
'91.3.	—	26	28	46	—	—	39	(25)	(24)	(20)	29
'91.5.	(23)	(26)	(41)	(42)	—	(35)	(46)	(36)	—	—	(35)
'91.8.	23	32	47	53	—	35	45	45	44	41	44
'92.2.	20	—	38	47	—	—	—	—	—	—	—
'92.3.	30	52	51	55	—	47	55	47	—	—	47
'92.5.	34	55	58	60	—	51	58	—	54	—	52
'92.6.	34	56	56	59	—	53	—	55	52	—	56
'92.7.	24	49	40	57	—	45	52	40	44	—	50
'92.8.	38	53	52	57	—	54	57	56	53	—	50
'92.9.	35	43	53	56	—	47	59	50	53	—	—
'92.12.	—	32	30	36	—	27	—	25	27	—	28
'93.1.	22	29	28	39	—	26	—	24	25	—	24
'93.6.	40	—	43	52	—	45	—	40	—	—	48
'93.8.	30	46	51	47	—	44	53	45	46	—	45
'93.12.	—	45	48	57	—	41	55	43	46	—	43
'94.1.	38	52	56	56	—	46	56	46	43	—	46
'94.2.	30	29	32	46	—	32	40	27	31	—	27
'94.3.	—	—	—	—	—	(38)	(35)	—	(48)	—	42
'94.6.	33	52	58	56	—	38	35	48	48	—	47

注)：第1収蔵庫、第2収蔵庫、第3収蔵庫、同外壁内装壁面空気層内、K展示室、同外壁内装壁面空気層内の各測定は1階。

第4収蔵庫は地階、T展示室、B展示室、S展示室、707の各測定は2階。測定はアマニ油法による。

表2 展示ケース内のアルカリ濃度測定結果

年 月	K展示室ケース	T展示室ケース
'80.10.	61	—
'82.1.	40	—
'83.1.	36	37
'85.2.	50	42
'89.3.	48	49
'90.3.	—	33
'91.3.	—	26
'91.5.	—	45

黄色指数 =  $\frac{Y}{Z}$  (Y, Z は CIE三刺激値)

Y

一般に黄色指数が 20-30であれば、良好な保存環境と見做され、通常のコンクリート造の建物では竣工後 1 年以内で 40 以上、2 年後では 30~40、3 年後には 20~30 程度になるとされている。

図 1 は各収蔵庫及び展示室で測定した黄色指数と全天日射量との関係を月別にプロットしたもので、結果は概ね反時計廻りの経年変化傾向を示しているように見られる。

黄色指数と全日射量との間に相関が認められるのは、外表面に日射を受ける外壁及び屋根面に接する面積割合が大きい第 3 収蔵庫内装裏空間、S 展示室及び B 展示室で、他の室内空間の相関は極めて低いかまたは殆ど認められない程度である。

なお、気温及び相当外気温(sol air temperature) についても別に検討を加えたが、黄色指数との間には相関が認められなかった。

今後も測定結果の集積をまって更に検討を加える予定である。

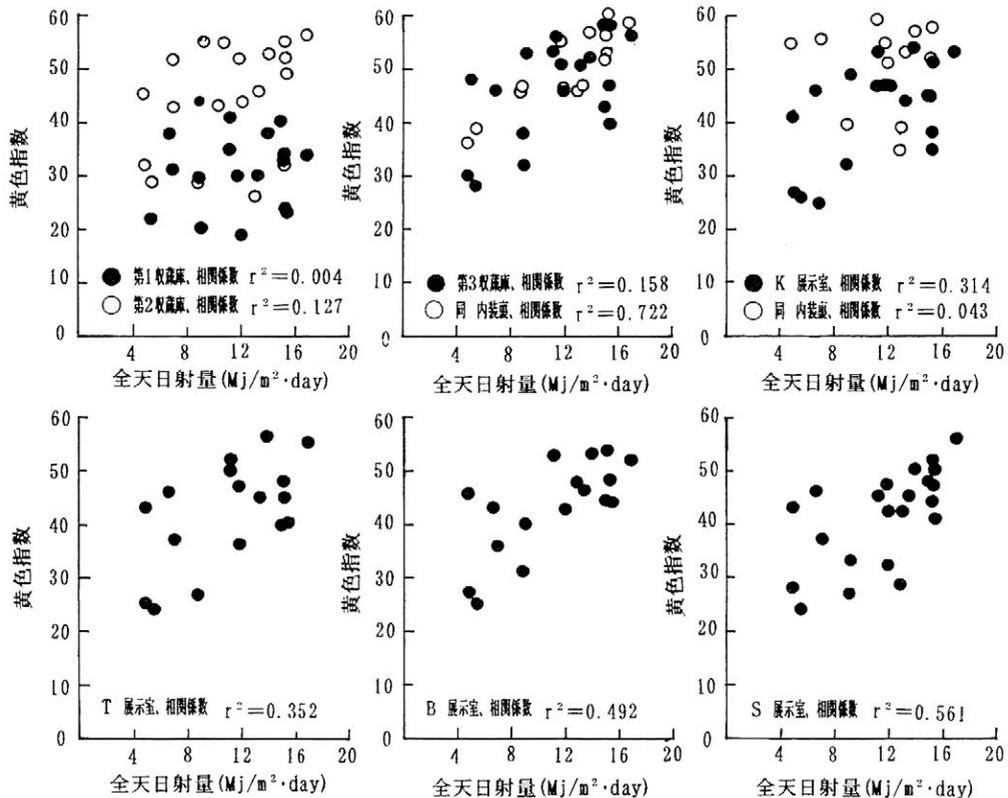


図 1 館内空気のアルカリ濃度(黄色指数)と全天日射量の関係

<sup>1)</sup> : 文化施設における室内空気のアルカリ成分とコンクリート躯体の吸放湿について: 赤沼英男、神谷清仁、石川陸郎、宮野則彦、東山領夫、宮野秋彦、日本文化財科学会誌「考古学と自然科学」、第38号、pp1-11. 1999.

<sup>2)</sup> : Yellowing and Other Film Properties Of Linseed-Derived Paints Influenced by Linnoienate Content : H. Rakoff, F.L. Thomas, and L. E. Gast., Journal of Coatings Technology, Vol. 48, No. 619, August 1976.

## 糖の混合による糖アルコール含浸法の改良

今津節生（奈良県立橿原考古学研究所）

### 1 はじめに

これまでに、糖アルコールの一種、ラクチトールを用いて加熱含浸法と常温含浸法を開発した。1994年に本方法を発表して以来、多くの機関がこの方法を採用して成果を上げている。この保存処理法は、従来の保存処理法と比較して多くの利点を持っているが、まだ、完成された技術ではなく、解決すべき幾つかの問題点がある。たとえば、

- ① 常温含浸では、含浸できる濃度に限界（50～55%）があるので針葉樹には適用できても、広葉樹の大部分には適用できない。
- ② 漆膜に油脂分を含む近世漆器などは、なるべく低温で含浸する必要があるが、低温では高濃度に達することができない。
- ③ 最終濃度が85%以下の場合には50℃の加熱乾燥を行う必要がある。加熱乾燥が不完全だと、残留水分の影響で泡状の結晶（3水和物）を生じる。

これらの問題は個々に解決方法があるものの、保存処理の難しさにつながる重要な問題である。そこで、このような問題点を解決するために、ラクチトールに異種の糖を混合する実験を行い、良好な結果を得たので報告する。

### 2 実験方法

#### 2-1 常温乾燥した場合の水和物の生成 — 3水和物の生成を抑制する —

50%のラクチトール(Lactitol)水溶液に、8種類の糖（Mannitol、Sorbitol、Xylitol、Sucrose、Treharose、Maltitol、3種のOrigo Sugar alcohol）を5・10%（ラクチトールの重量に対する割合）を混合して室温（20℃）で自然乾燥した。8週間以上自然乾燥した後、生成した結晶を示差熱分析法（Differential thermal analysis）で定量した。

#### 2-2 糖の添加による溶解度の上昇 — 高濃度溶液を維持する —

2-1の実験結果をもとに、分子量、経済性、湿度に対する安定性、熱安定性などを考慮して、ラクチトールに混合する糖として、トレハロース（Treharose）を選択し、混合比率の違いによる溶解度の変化を測定した。トレハロースはラクチトールと同じ2糖類に属し（分子量：342）、常温で水分保持力の強い安定した2水和物をつくる。水に対する溶解度はラクチトールよりも低い、ラクチトールと同様に熱に対する安定性に優れ、高湿度環境（RH95%以下）ではほとんど吸湿しない。

ラクチトールとトレハロースの混合比率を10%毎に変化させた水溶液をつくり、25℃、50℃、60℃に維持しながら、2週間以上にわたって濃縮し、定期的に濃度を測定した。

#### 2-3 出土木材の寸法安定性 — 劣化の激しい高含水率木材への適用 —

従来は保存処理の難しかった極めて劣化した広葉樹（飽和含水率1000%、木口面収縮率74%）を用いて、ラクチトールとトレハロースの混合溶液を浸し、自然乾燥した。

### 3 実験結果

#### 3-1 常温乾燥した場合の水和物の生成 — 3水和物の生成を抑制する —

8週間後の肉眼観察の結果、無添加とマンニトール（Mannitol）添加の溶液に泡状の生成物が発生した。しかし、他の6種の糖を添加した溶液からは泡状の生成物は観察されなかった。この泡状の生成物は示差熱分析の結果、ラクチトールの3水和物と判明した。また、結晶生成物の分析結果からすれば、マンニトール以外のいずれの糖を添加しても、3水和物の生成を抑制する効果が顕著に認められた。すなわち、ラクチトールに10%程度の異なる糖を添加すれば、常温乾燥しても3水和物の生成を抑制できることが判明した。

### 3-2 糖の添加による溶解度の上昇 —高濃度溶液の維持する—

ラクチトールとトレハロースの混合比率を 10%毎に変化させた水溶液を濃縮した結果、7:3~5:5 に混合した溶液において、著しい溶解度の上昇を認めることができた。

この結果を、これまでに知られている糖の溶解度と比較すると、混合物の溶解度は単体よりも常に高い溶解度を示した。すなわち、ラクチトールとトレハロースの混合によってラクチトール単体よりも 10%以上高い濃度を維持することが可能になった。

### 3-3 出土木材の寸法安定性 —劣化の激しい高含水率木材への適用—

ラクチトールとトレハロースを混合して含浸した試料は寸法安定性も高く、木口面のクラックも発生しなかった。実験材料は劣化が激しいために、従来の方では保存処理することが好ましくない領域にあった。しかし、トレハロースを混合することで溶解度が上昇し、含浸濃度を上げることができた。その結果、糖アルコール保存法の適用範囲を広げることが可能になった。

## 4 まとめ

ラクチトールと他の糖の混合は、水和物の結晶阻害をもたらす。その結果、結晶化に水分を必要とする 3 水和物の生成を押さえる効果が期待できる。また、混合溶液は双方の結晶化を阻害するために、それぞれの飽和濃度を超えて液体状態を維持する。

ラクチトールと他の糖の混合によって、先に挙げた多くの問題点を解決する見通しがついた。ラクチトールと他の糖の混合によって、常温含浸で 65%、50℃の加熱含浸で 80%を越える濃度を得ることが可能になった。また、自然乾燥も可能になった。

糖の混合によって、糖アルコール含浸法は新たな発展段階を迎えつつある。今後は、混合する糖の種類や比率による特性について検討を進める必要がある。

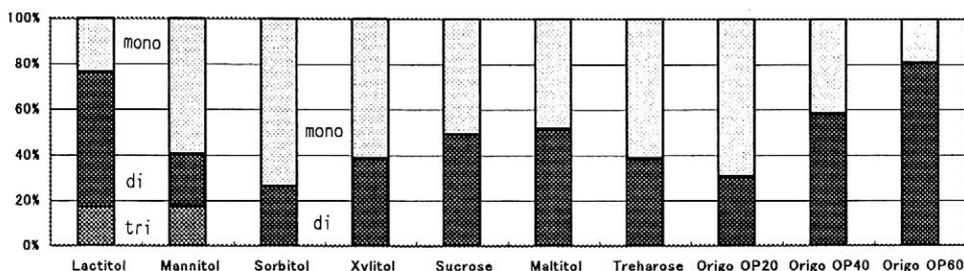


図1 糖の混合による3水和物の結晶抑制効果（示唆熱分析、糖の混合比率は 9:1）

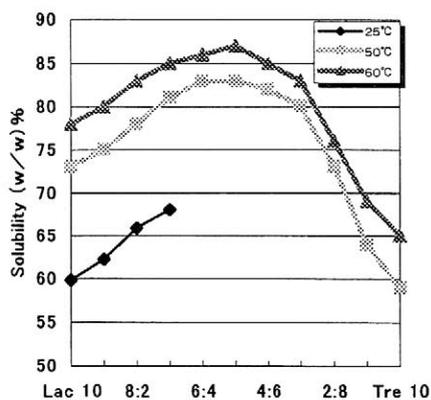


図2 ラクチトールとトレハロースの混合比率の違いによる溶解度の上昇効果

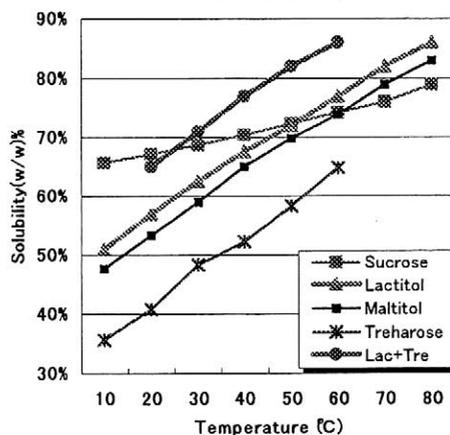


図3 ラクチトールとトレハロースの混合による溶解度の上昇（糖の混合比率は 7:3）

## 超臨界 CO<sub>2</sub>を用いた水浸出土木製品の乾燥

○手代木美穂(東北大学大学院工学研究科)、菊池幹夫(同)  
猪股 宏(同)、高妻洋成(奈良国立文化財研究所)

### 【はじめに】

現在、水浸出土木製品の保存処理においては、PEG や糖アルコールなどの強化剤含浸処理の後、乾燥工程として自然乾燥と真空凍結乾燥がおこなわれている。しかしながら、これらの方法をもってしても、完全な形態保持が困難であるのが実状である。本研究では、新たな保存処理法として超臨界流体による水浸出土木製品の乾燥法を検討している。自然乾燥では木材組織内の水分が蒸発する際に気液界面での表面張力による変形、収縮が避けられない。本研究で用いる超臨界流体は条件設定により均相系での乾燥が可能のため、変形・収縮を軽減できるものと期待される。

本報告では、超臨界乾燥が木材に及ぼす影響、乾燥条件の設定などについて検討を行なった結果を取り上げる。

### 【超臨界流体とは】

超臨界流体とは臨界温度・臨界圧力を超えた領域にある非凝縮性の流体で(図 1)、気体の「微細部まで拡散していく」性質と液体の「モノを良く溶かす」性質を合わせもつものである。

本研究では臨界温度が常温付近である CO<sub>2</sub>(臨界温度 31.1℃、臨界圧力 72.8 気圧)を超臨界流体として用いた。

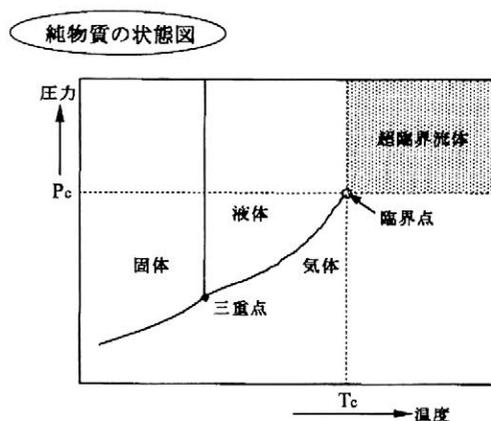


図 1 P、T 線

### 【実験】

試料は仙台市教育委員会から提供された江戸時代中期層出土木片(針葉樹・広葉樹)より、実験内容に見合うよう適宜切断・前処理を施した。

#### — 前処理 —

超臨界 CO<sub>2</sub> への水の溶解度は極めて低いため、水浸木材中の水分を超臨界 CO<sub>2</sub> 抽出により抽出するには膨大な時間と CO<sub>2</sub> 量が必要になる。そこで、試料中の水分を超臨界 CO<sub>2</sub> への溶解度が大きく、水との親和性も高く、かつ試料を変性させない溶媒で置換することにした。本研究では超臨界 CO<sub>2</sub> および水の両者に対して親和性が高いアルコールの中から、メタノール、エタノールを置換溶媒として選定した。

#### — 超臨界乾燥 —

装置は AKICO 製超臨界ガス抽出分離装置を用いた(試料槽 800cc)。実験条件は 40℃、100 気圧下とした。操作はボンベより流出した CO<sub>2</sub> を冷却・液化させ、プレッシャーポンプにより 100 気圧まで加圧した後、重量・寸法測定済み試料の入った試料槽内に導入する。圧力は保圧弁にて制御し

試料槽が 100 気圧になったことを確認後、40℃まで上げ CO<sub>2</sub>を流通させる。所定時間経過後、排気バルブにより徐々に試料槽を大気圧まで減圧し、試料を取りだして実験直後の重量ならびに寸法測定を行った。

### 【結果と考察】

実験結果の一部を報告する。

#### 自然乾燥と超臨界乾燥

試料：広葉樹(環孔材) (繊維方向:放射方向:接線方向=1cm:2cm:2cm に調製)

前処理：メタノール置換(置換期間よりほぼ完全置換と考える)

実験操作：自然乾燥－屋内(20℃・55%) 16時間放置

超臨界乾燥－40℃、100気圧、超臨界 CO<sub>2</sub> 下で1時間放置

－重量変化－

重量変化を表 1 に示す。実験後では超臨界乾燥の方がより乾燥していることがわかった。両試料とも風乾 21 日以降重量は 18%付近で一定となった。

－寸法変化－

試料には図 2 のように指標のピンを立て、ピン間の寸法を値とした。①と③が半径方向、②と④が接線方向、そして⑤と⑥が繊維方向であるが、寸法変化を図 3 と図 4 に示す。両図より超臨界乾燥は自然乾燥に比べてはるかに寸法保持に優れていることがわかった。

表 1 重量変化 (%)

	自然乾燥	超臨界乾燥
実験前	100	100
実験直後	22.71	20.60
風乾21日	18.07	18.32

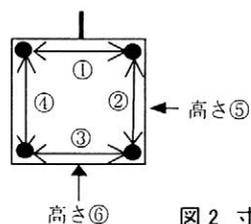


図 2 寸法測定箇所

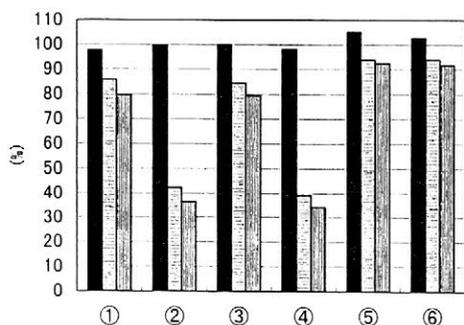


図 3 自然乾燥 寸法変化  
(置換処理前の寸法を 100 として)

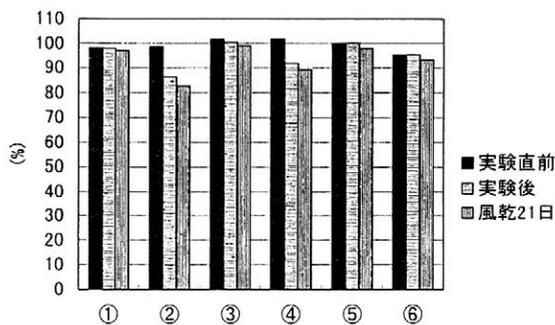


図 4 超臨界乾燥 寸法変化  
(置換処理前の寸法を 100 として)

本実験より超臨界 CO<sub>2</sub> を用いた水浸出土木製品の乾燥は保存処理における有効な乾燥法としての可能性を大いに示唆できるものとする。さらに樹種による処理効果の差異、PEG 含浸試料の適用、現生材との比較実験などについて検討を進めている。

## 磁気共鳴イメージング(MRI)による出土木材の非破壊内部構造調査

○高妻洋成(奈良国立文化財研究所), 肥塚隆保(同), 佐藤昌憲(同), 沢田正昭(同),  
岸田綱太郎(パストツール医学研究センター), 瀧宏明(同), 木村敏郎(同), 堀真人(同)

### 1. はじめに

考古遺物の保存・修復においては、実際に保存・修復措置をとるに先だって、事前調査が行われるのが一般的である。この事前調査の目的は、遺物そのものの劣化状態を知ることにより保存・修復の手法にその情報を活用することだけではなく、材質分析などにより多くの学術情報を得ることも含む。現在、考古遺物を含む文化財の非破壊調査としては、蛍光 X 線元素分析、X 線透過撮影、X 線コンピュータトモグラフィ、X 線回折分析などがあげられる。これらの調査法は無機質遺物に対して極めて有効な方法であり、これまで多くの成果があげられてきている。しかしながら、一方、出土木製品をはじめとする有機質遺物に対しては、いまだ有効な非破壊調査の手法は確立されているとは言い難い状況である。

有機質遺物は水浸状態で出土するのが通常であるが、このような水浸状態にある有機質遺物の非破壊調査を考えると、水を直接観測することのできる磁気共鳴イメージング(Nuclear Magnetic Resonance Imaging, MRI)は極めて有効であるものと期待できる。出土木材の劣化状態は通常その含水率の大小によって把握されている。これは、腐朽ともなって、細胞壁構成成分の分解消失した部分が新たな空隙となり、その空隙へ水が浸入することにより水分量が増大するためである。したがって、MRI により材の任意の部分における水分量の分布を画像的に視覚化し、さらにその定量的な取り扱いが可能となれば、非破壊的に正確に出土木材の内部劣化状態を調査することが可能となるものと思われる。本研究では有機質遺物に対する MRI を用いた非破壊調査法を開発することを目的としている。今回の報告では、手始めとして行われた出土木材の内部欠点の検出ならびに水分量分布について取り扱うことにする。

### 2. 出土木材の内部欠点の検出

図 1 は島根県三瓶山の縄文時代の埋没林から出土したスギ材の MR 画像の一部である。比較的良好に年輪構造を観察することができるものの、辺心材の区別については明確ではない。外観からは認めることのできない亀裂および穴を確認することができる。図 2 は平城宮跡より出土した広葉樹出土木材の MR 画像である。この材は節を有しており、比較的密度の高い部分を明瞭に観察することができる。しかしながら、年輪構造が不明瞭な画像となっている。これは、含水率が 1311% と高いこと、早晚材の区別が明瞭でないことなどに起因するものと思われる。

### 3. 水分量分布

図 3 は飽水状態にある現生スギ材を乾燥させていながら、任意の含水状態において取得した同一部位の MR 画像と任意の直線上のピクセル値をグラフ化したものである。乾燥開始直後の MR 画像(図 3(A))においては辺材部分が心材部分よりも輝度が高く、水分量が多いことを示している。また、早材と晩材を比較した場合、早材部分の空隙量が晩材のそれに比べて大きいこと、早材部分の水分量が高く、その結果、輝度の高い画像となり、年輪構造を顕著に表すものと思わ

れる。乾燥がある程度進行した場合（図3(B)）、ピクセル値は全体に低くなる一方で、辺材部分  
 になお「水持ち」のよい部分が存在していることが明らかとなった。また、外観上認めること  
 のできない内部亀裂の発生も画像的に捉えることが可能である。

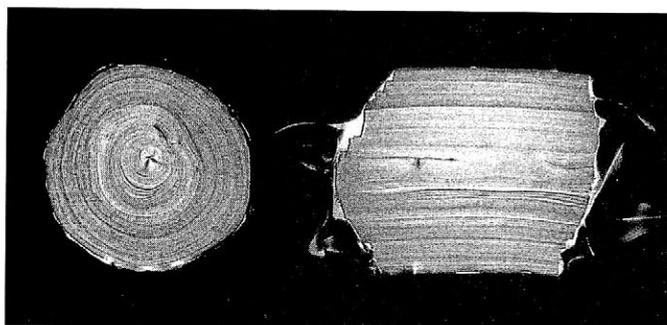


図 1

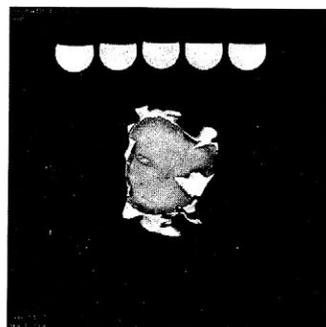


図 2

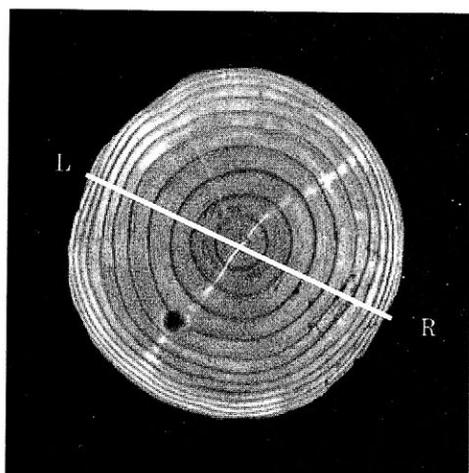


図 3(A)

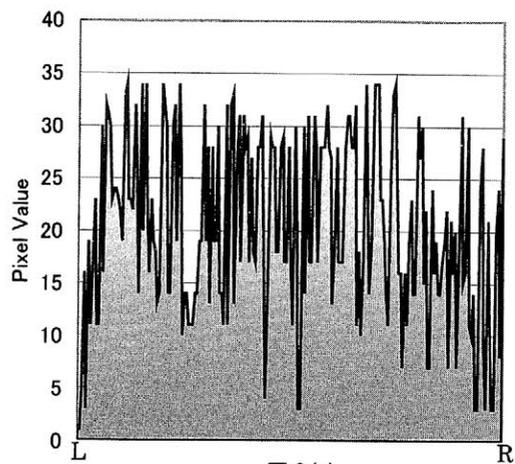


図 3(a)

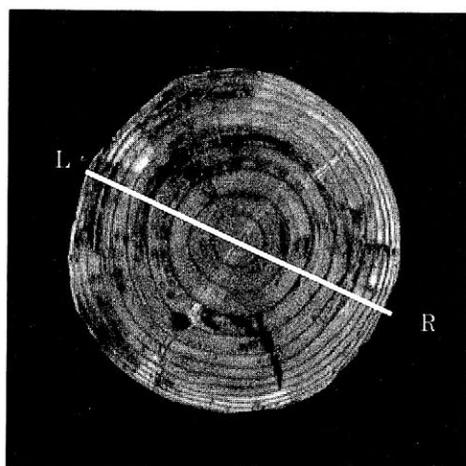


図 3(B)

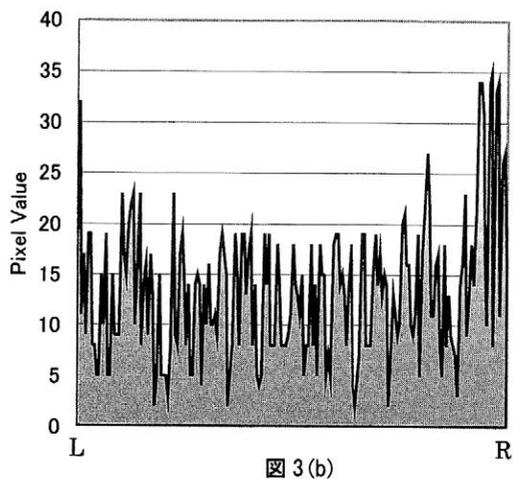


図 3(b)

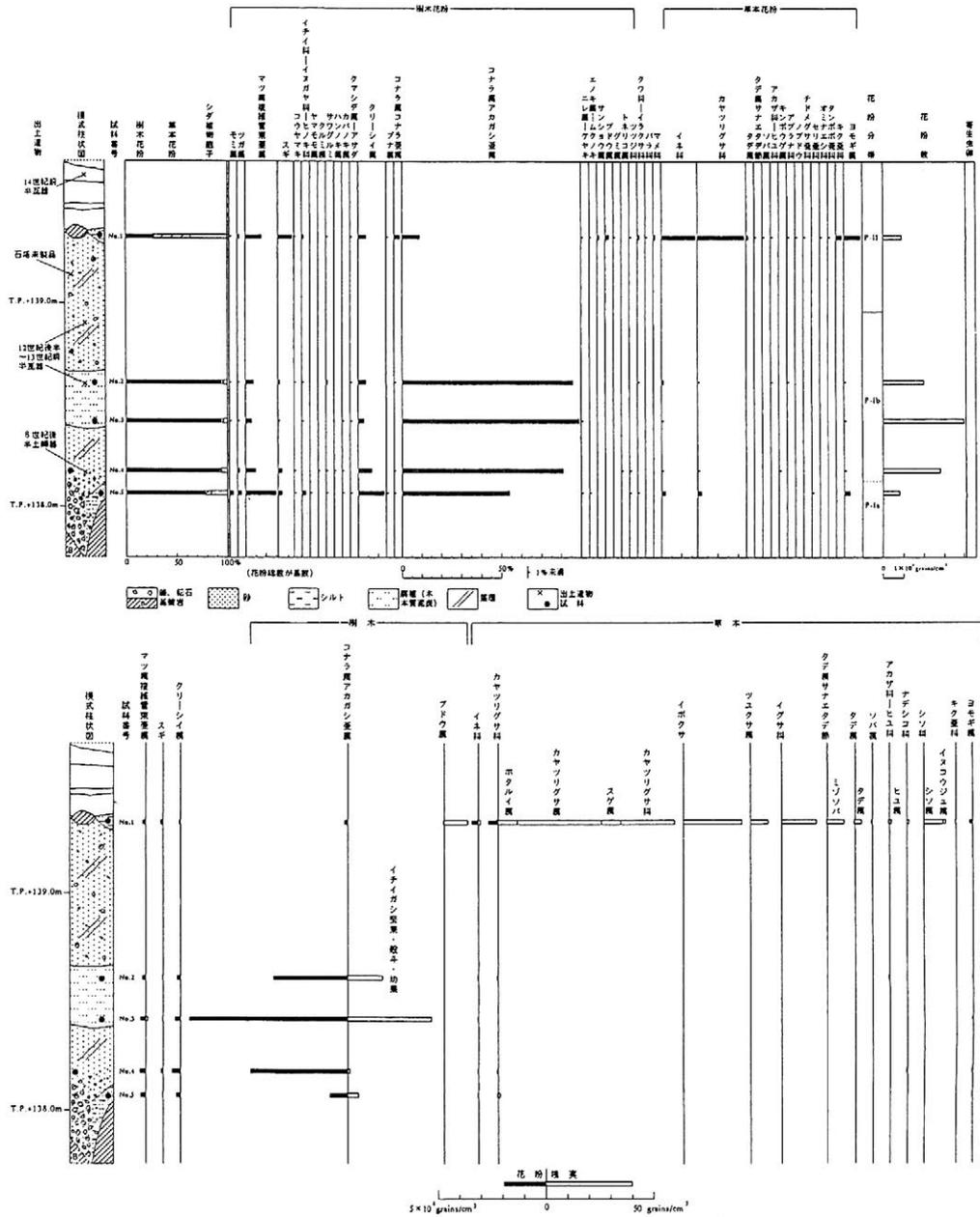
## 遺体分析の総合化と問題点

○金原正子（古環境研究所）、金原正明（天理大学附属天理参考館）

植生や環境の復元には、花粉分析、種実同定分析、植物珪酸体分析の植物遺体、珪藻分析、寄生虫卵分析などの遺体分析が用いられる。これらは、それぞれ単独で分析されることが多く、また同時に分析されていても個別の分析としてまとめられたり、総合化し考察されていても十分にまとめられていない。これらの原因として、植物遺体一つ取りあり上げても、花粉分析、種実同定分析、植物珪酸体分析の各分析に細分化され縦割化されており、各分析者は専門外の分析については取り扱うことができないことが上げられる。植物遺体の各分析は、ばらばらになった植物の部位や器官を分析するため、それぞれの部位や器官によって、もともとの生産性や保存性や同定レベルが異なることから、異なったパラメーターとなる。それらの異なりを対比する研究も少なく、総合化を困難にらしめている。

大阪府南部の谷間に位置する楠木石切場遺跡では、花粉分析と種実同定を行った。花粉分析の通常の相対比率では、下部でコナラ属アカガシ亜属の出現率が高く、上部ではコナラ属アカガシ亜属が減少し、カヤツリグサ科、イネ科、ヨモギ属の草本花粉の出現率が高くなり、マツ属複維管束亜属やスギがやや多くなる。種実は花粉ほど数量が得られず、通常定量値で示す。花粉を対比のため同様に定量値で表すと、約4乗の数量になる。花粉は風媒花植物が多いため出現する分類群が多いが、種実は出現する分類群は少ない。同定レベルは異なり、花粉ではコナラ属アカガシ亜属は亜属レベルであるが、種実ではイチイガシの種（しゅ）まで同定になる。種実は草本ではイネ科は保存上反映されにくく、カヤツリグサ科は属レベルで多くなる。他にも単子葉植物やタデ属やシソ属、樹木ではブドウ属がよく出現している。以上から、同定レベルが異なり、花粉は近隣に生育する風媒花植物が強く反映され、種実は近隣の草本が反映されやすい。

植物珪酸体分析では、イネ科の分類群が多くなり主にイネ科植物の植生が反映され、乾湿の環境の読みとりかたにも花粉分析とはずれが生じる。珪藻分析では堆積環境がよく反映される。珪藻分析と花粉分析を同地点で行うと、花粉分析におけるイネ科やカヤツリグサ科以外の虫媒花植物がほとんどである水生植物が反映されにくいことが示される。水生植物は過大に読む必要がある。花粉などの



大阪府楠木石切場遺跡 上 花粉相対比率図 下 花粉と種実の定量値図

有機質遺体が分解して出現しなくとも、珪藻が多量に出現することがあり、有機質遺体の分解される乾湿の繰り返す堆積環境や季節的に滞水を考えなければならない場合もある。寄生虫卵の出現傾向は、花粉分析や種実同定の人為環境や農耕に伴われる植物とほぼ一致し、人為度をはかるめやすにもなる。今後、分析例の増加とともに、各分析間で解析のパターン化を考える必要性がある。

## 安定同位体食性分析法による野生種・家畜種の判別

- 弥生時代のイノシシ・ブタを例に -

○南川雅男（北海道大学・院・地球環境）、松井 章（奈良国立文化財研究所）、  
本郷一美（京都大学霊長類研究所）

## 1) はじめに：

松井は 1997 年、沖縄県伊江島の具志原貝塚（弥生中期）出土のイノシシ骨の中に、大型個体が含まれることに注目し、弥生土器とともにブタが運ばれていた可能性を指摘したが、形態上は区別が困難であった。そこでイノシシの骨コラーゲンについて炭素・窒素の同位体分析を行い、家畜化による餌の変化を検出できないかと試みた。炭素・窒素の安定同位体比による人間の食性分析法は、世界的に多くの成果が出ている。今回は、家畜化にともないイノシシの餌が完全な野生食から人間の食資源に片寄りが生じることを期待し、その変化を同位体組成で検出しようとするものである。

## 2) 試料と方法：

分析したのは伊江島の 3 遺跡（具志原、阿良、ナガラ原西いずれも弥生期）からの 35 個体、沖縄本土の野国貝塚（縄文期）10 個体、久米島（清水、弥生）13 個体、それに長崎県壱岐の原ノ辻（弥生）6 個体などである。常法で骨コラーゲンを抽出し、質量分析計により測定した。試料によってはコラーゲンの残存が乏しい個体もあったので、十分なタンパク質が回収できたもののみ結果に表示した。

## 3) 結果と考察：

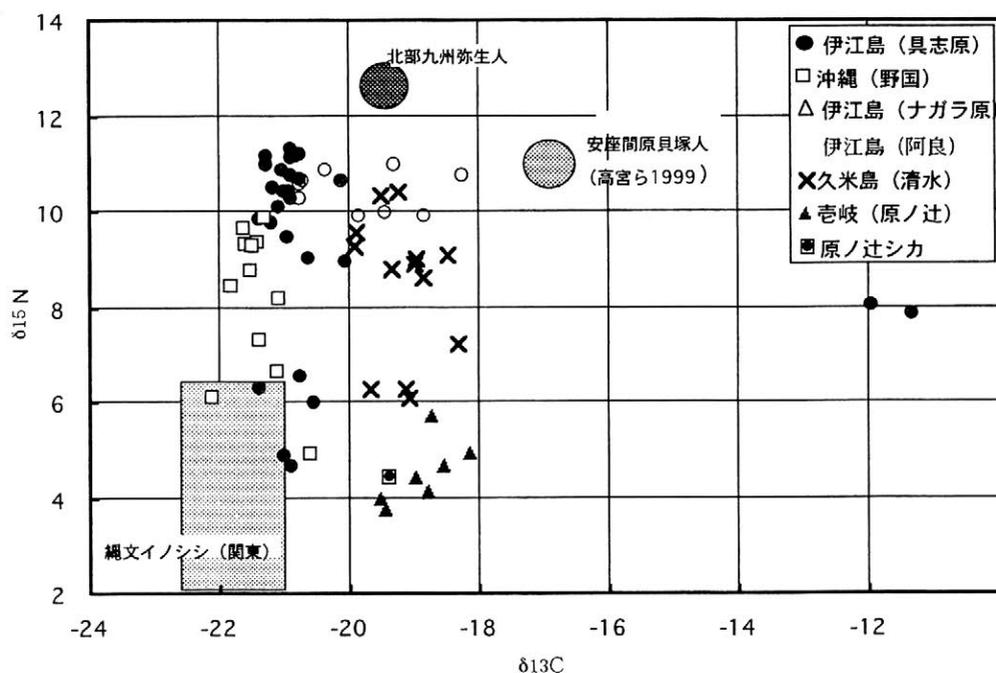
琉球島嶼産のイノシシの同位体組成 ( $\delta^{15}\text{N}$ ) は、本州（関東、東北）のイノシシの値とは大きく異なり、全体的に  $^{15}\text{N}$  の高濃度な分布を示した（図）。もっとも古い野国（7000-4500 B P）のグループでは  $\delta^{13}\text{C} = -21.5\%$  であり、個体により  $\delta^{15}\text{N}$  が 5 から 10% まで大きく変化した。弥生相当期の具志原や阿良、清水各遺跡でも、 $\delta^{13}\text{C}$  は同じでも、 $\delta^{15}\text{N}$  が 8~11% の個体が頻出した。この高い  $^{15}\text{N}$  濃度は、日本の通常の草食動物ではみられないものである。本州のイノシシとはかなり異なる結果であるだけでなく、同様の島嶼である壱岐（原ノ辻）のイノシシとも明らかに異なっていた（図）。

これまで報告されている人骨の同位体比と比較すると、これらの高  $\delta^{15}\text{N}$  を示すイノシシは九州、中国の弥生人骨の分析結果と比較的近い値を示すが、琉球の

古人骨分析結果（安座間原、高宮ら 1999）とはやや異なる傾向が見て取れる（図）。さらに琉球のイノシシの $\delta^{13}\text{C}$ は、原ノ辻のイノシシよりも $^{13}\text{C}$ が薄く、C4植物の分布が高密度なはずの琉球の食植動物の値としては不自然である。

これらの分析結果の解釈として、次の可能性について検討した。① $^{15}\text{N}$ の高いイノシシは九州など本土で囲われ、人の残飯や排泄物で育てられた後島嶼に運ばれた。②琉球島嶼のイノシシは生育上なんらかの環境要因の影響を受け $\delta^{15}\text{N}$ が高くなった。もし、①があてはまるとすると、これらのイノシシは琉球以外で育てられたために $\delta^{13}\text{C}$ が軽く、琉球の人骨と一致しないことと整合性がある。 $\delta^{15}\text{N}$ の低い個体は野生に近いイノシシも含めて輸送されてきたか、あるいは琉球で野生化したためと考えられないこともない。もしそうだとすると、このようなイノシシの供給は縄文相当時期から琉球本土に行われていたことになる。②は、Heaton et al. (1986)らによってアフリカの乾燥地帯において報告されて以来、降水量と生理学的 $^{15}\text{N}$ 濃度との関連について指摘されてきた。しかし今のところ、この現象が東南アジアで確認されたという前例はない。今後、これら両面の可能性を詳しく検討する必要がある。

図（イノシシの炭素・窒素同位体分析の結果）



## 渡来した水稻の集団の大きさに関する考察

佐藤洋一郎（静岡大農）・平野智之（同）・飛奈宏幸（名古屋大農）・工楽善通（ユネスコ）

日本の水田稲作は弥生時代の初期に大陸から伝わったものと考えられているが、その規模については定説がない。この時期に渡来した稲の集団の大きさをおおまかに推定するために、現在的水稻の原産地と考えられる中国大陸東部、朝鮮半島および日本列島に在来した水稻品種を用い、それらのマイクロサテライト領域（single sequence repeat=SSR領域）を調べた。供試した材料の種子を発芽させその幼芽 100mg をすりつぶし SDS 法により全 DNA を抽出した。DNA の濃度を調整後、3つの SSR 領域を増幅させる 3組のプライマーによって PCR 増幅させ、8%のポリアクリルアミドゲル上で電気泳動した。電気泳動ゲルはエチジウムブロマイドで染色後、蛍光下でポラロイド写真にとり、バンドの位置を調べた。なおここではバンドの位置の違いを対立遺伝子とする。

3つの SSR 領域では 5個から 6個の対立遺伝子が検出された。平均の対立遺伝子の数は、中国、朝鮮半島および日本でそれぞれ 5.8、5.4 および 2.7 であった。Nei による平均遺伝子多様度 ( $H'$ ) は、中国、朝鮮半島および日本品種でそれぞれ 0.673、0.688 および 0.283 となり、中国および朝鮮半島では日本の 2倍以上の値を示した。

次にそれぞれの領域で集団中の頻度がもっとも高かった対立遺伝子を a、それ以外の対立遺伝子を + と区別して以下のような分析を行った。まずそれぞれの SSR 領域における対立遺伝子の組み合わせでできる 8 遺伝子型ごとに、該当する品種の数を 3 地域で計算した。その結果、日本の品種がごく一部の例外を除いて 2つのタイプ（タイプ A および D、図 1、2）に収斂したのに対して、他の 2 地域の品種は 8 タイプすべてにまたがり、かつその頻度も遺伝子型ごとに大きく異ならなかった。SSR 遺伝子は、一般に外見上区別のできる形質をコードしないいわゆる中立遺伝子の一種であると考えられる。つまり SSR 遺伝子はヒトの嗜好や自然環境による選抜の対象とならず、その多寡は集団遺伝学でいう機会的な浮動によって決められる。つまり大集団での移動が行われた場合は SSR 遺伝子の多型性は保持されるが、移動が小集団として行われた場合にはその多型性が著しく損なわれることが考えられる。今回の研究結果からは日本列島に渡来した水稻が小さな集団であったことが強く示唆された。

従来日本の水稻品種は中国大陸から、水田の遺構が弥生時代に急速に増加する弥生時代に大規模に渡来したと考えられてきた。今回の結果はこの仮説と軌を一にしない。弥生期における水稻品種の遺伝的性質について、将来出土した炭化米の DNA 分析を通じて調査を行う予定である。

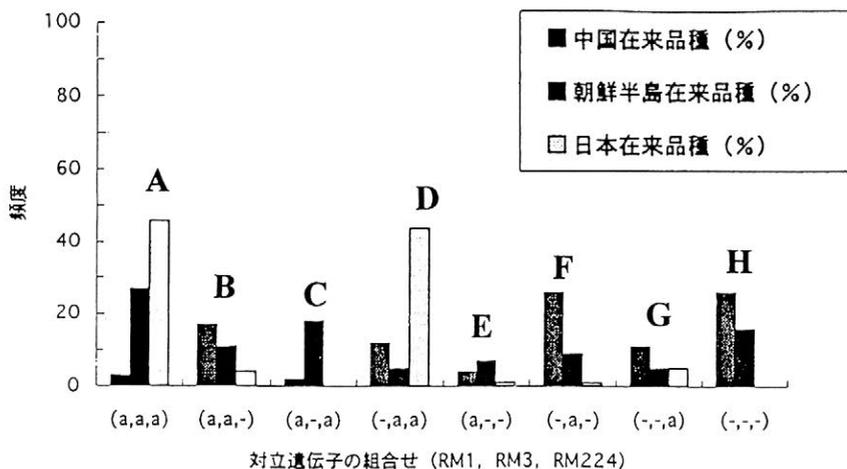


図1 3つのSSR領域の対立遺伝子の組み合わせで決まる8遺伝子型の頻度

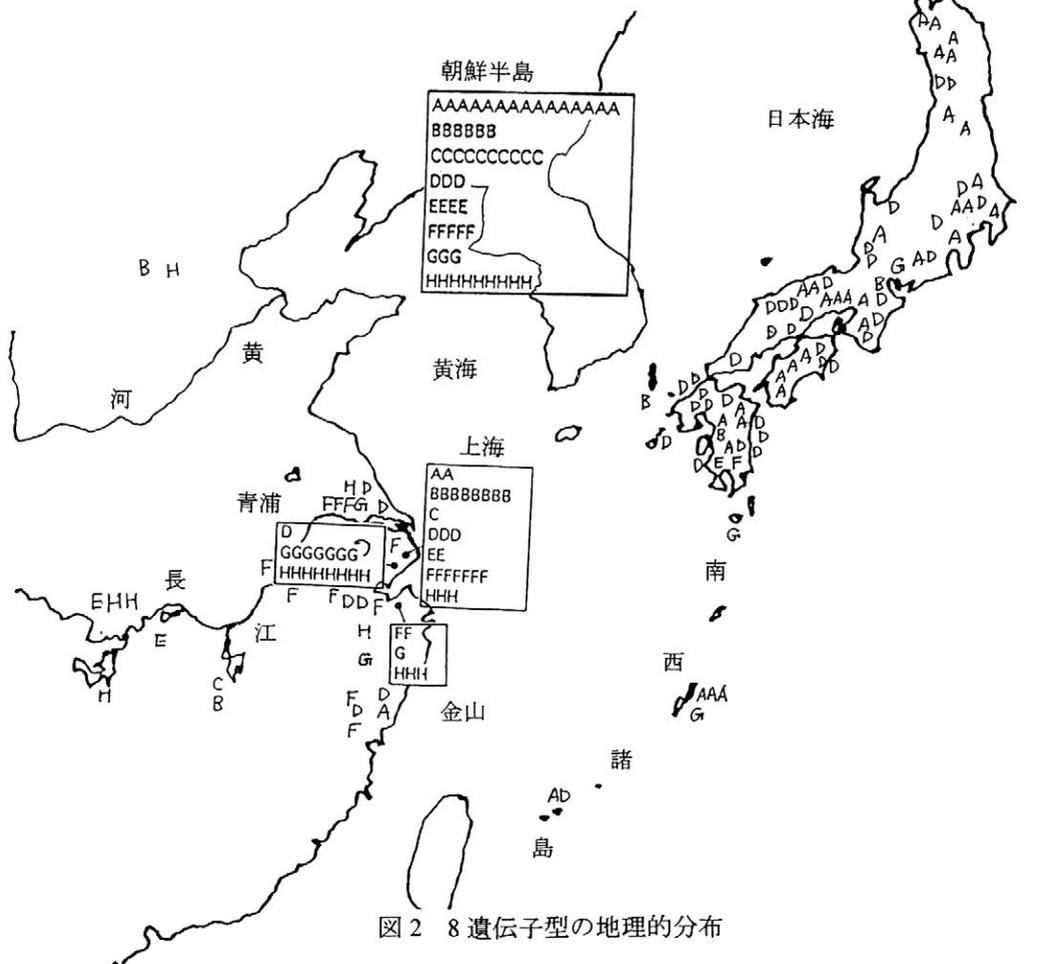


図2 8遺伝子型の地理的分布

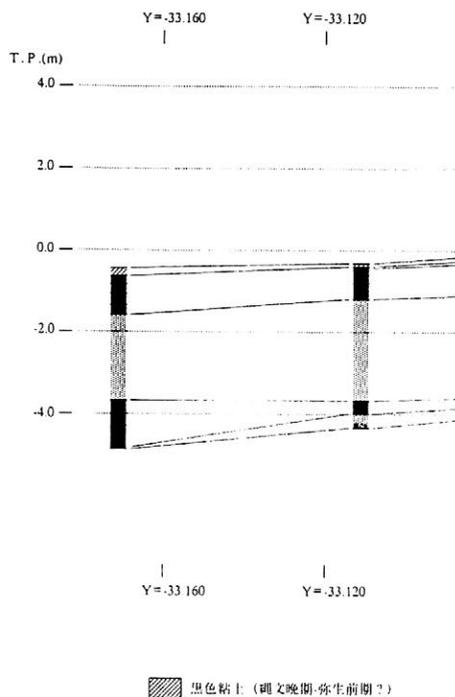
## 内湾隣接遺跡の植生と環境の復元

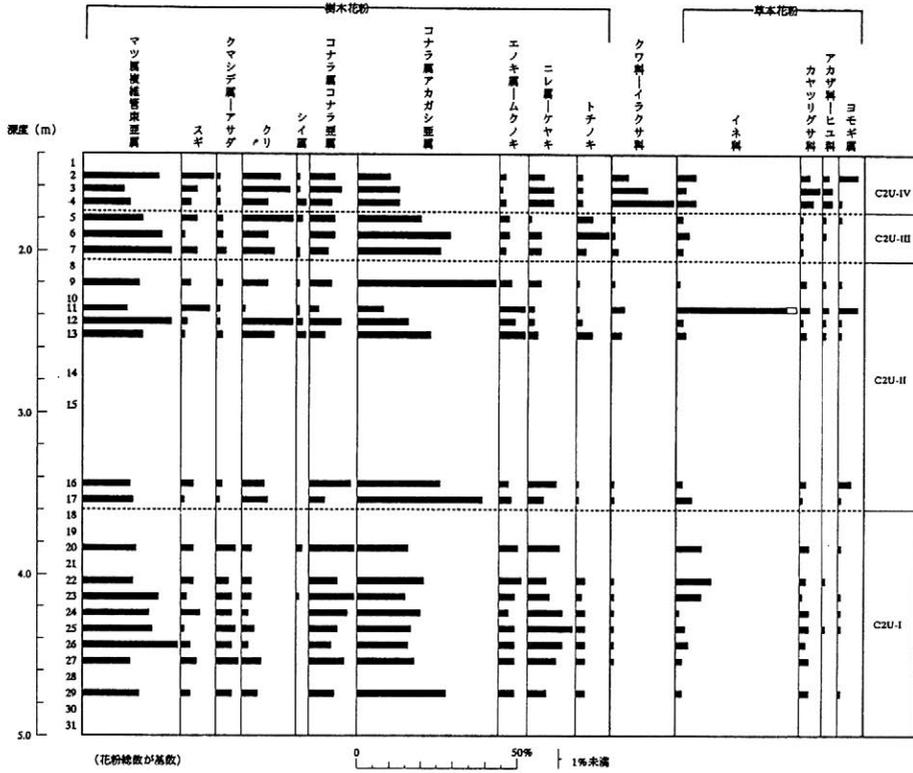
- 金原正明（天理大学附属天理参考館） 高田秀樹（能都町教育委員会）  
 福永信雄（東大阪市教育委員会） 金原正子（古環境研究所）  
 岡山邦子（古環境研究所）

内湾に隣接する遺跡は、下部に海進期の海成層が分布することが多く、連続した試料が得られ、植生や環境の連続した変遷を復元することができ、地域的な標識的な植生・環境の変遷にもなりうる。近年、大阪府河内平野（湾）のいくつかの遺跡と石川県能都町真脇遺跡で植生や環境の復元を行う機会を得た。

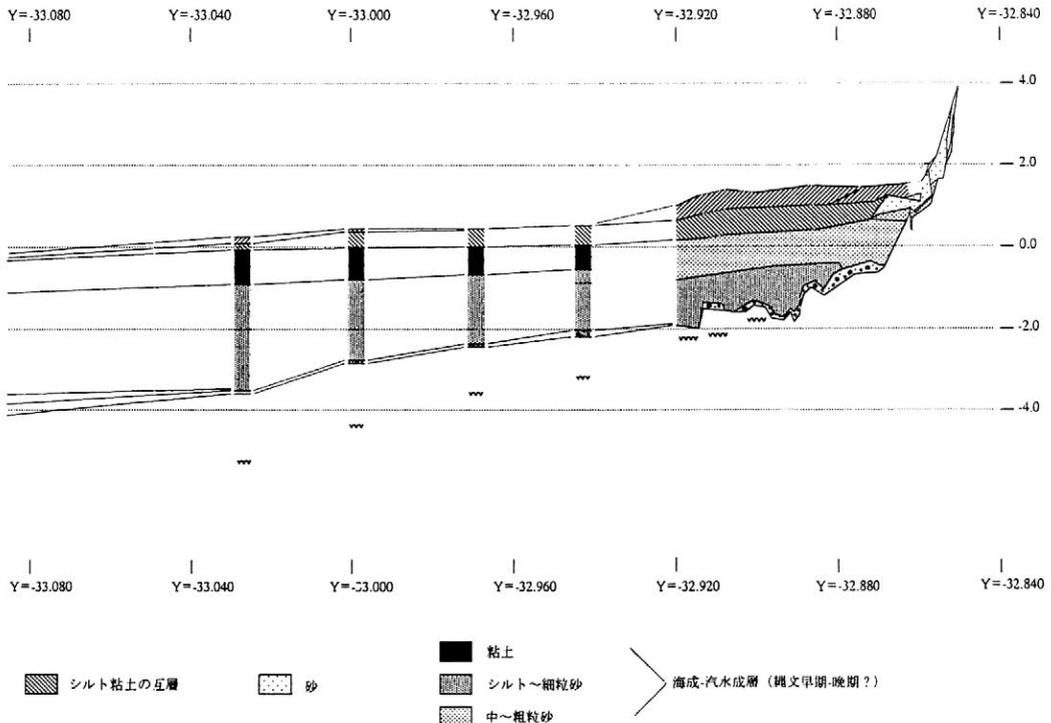
河内平野（湾）では、最下部は沖積堆積物の基盤となる更新統が分布し、20000年前前後の年代値を示し、ATが挟まれる。湾時代の海成層（～縄文時代晩期）は、-0.5m以下に分布し、-5m以下にはKhが挟まれる。海成層は海進期の初期の段階の約5000年前までに急速に形成され、鬼虎川遺跡では約-1.5mまで埋積される。この時期は照葉樹林であるカシ林が分布する。縄文時代晩期に急速に陸化し沼沢地になり水生植物の草原となる。弥生時代中期に遺跡が盛行するが、弥生時代後期から古墳時代にかけて照葉二次林化が拡大し、奈良・平安時代にかけても同様の状況が続く。この時期は堆積が停滞し、耕作地の老朽化などの原因で生産性が劣る二次林が拡大したと考えられる。平安時代後期から中世にかけて、再開発さけ、水田と畑が盛行し、マツの二次林が成立する。

真脇湾に隣接する真脇遺跡（縄文時代前期～晩期）では、遺跡自体とその下部ないし湾のやや深い地点のボーリング試料から対比される試料が得られた。各時期ともカシ林の照葉樹林、沿岸林とみられるマツ林、エノキ属-ムクノキ・ニレ属-ケヤキ・コナラ属コナラ亜属・クリ・トチノキの広葉樹の森林が分布していた。クリ林は縄文時代中期までには成立していた。地点によるデータの対比から、クリ林は遺跡の周辺に分布し、トチノキは近隣の川筋に生育していたと考えられた。





真脇遺跡 C2上部における主要花粉ゲイアグラム



河内平野鬼虎川遺跡における堆積層の分布

## 大阪府池島・福万寺遺跡でみられた更新世末～完新世の堆積環境

別所秀高\*・朝田公年\*\*・秋山浩三\*\*

池島・福万寺遺跡は河内平野の東部、東大阪市池島町・玉串町東から八尾市福万寺町・上之島町北にかけて広がる縄文時代から江戸時代の遺跡で、現標高は5～7mを測る(図1)。本遺跡はこれまでに財団法人大阪府文化財調査研究センターを中心に、大阪府教育委員会や財団法人東大阪市文化財協会などによって約200,000m<sup>2</sup>におよぶ発掘調査がおこなわれてきた。今回、発表者の1人別所は大阪府文化財調査研究センターがおこなった池島・福万寺遺跡96-3調査区で標高0.6～-2mの堆積層(Loc.2)を、さらに発表者らは同98-3調査区で発掘調査終了後の本体工事途中に-1m～-10mの堆積層(Loc.1)を連続的に観察する機会を得た(図2左)。これらの堆積層をもとに池島・福万寺遺跡の堆積環境復原を試みた。

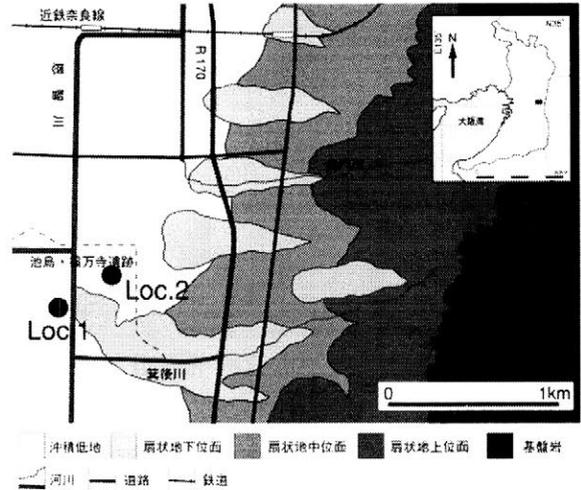


図1 池島・福万寺遺跡の位置と周辺の地形

-10～-9.2mは無層理の粘土質シルト、有機物を多く含み、粗粒砂～細粒砂の葉理を挟む。別の地点の本層最上部で採取された材化石の<sup>14</sup>C年代はca7000y.B.P.を示した。-9.2～-4mは砂質泥。-9.2～-8.8mには偽礫や貝の生痕化石が見られ、下方に凸形状をなす極細粒砂～細粒砂の葉理が挟まる。この葉理は縦断面形が対称の泥質リップルを覆う。-8.8～-8.2mは粘土質シルトと極細粒砂～細粒砂の薄層が互層をなし、貝の生痕化石が見られる。-8.2～-4.3mには縦断面形が対称の泥質リップルを覆う下方に凸形状の極細粒砂～細粒砂の葉理や貝の生痕化石が見られ、現地性のウラカガミの貝化石が多産する。さらに-6.1m付近には層厚約15cmの鬼界アカホヤ火山灰層(降下年代ca6400y.B.P.)を挟む。-4.3～-3.6mは無層理のシルト質粘土。-3.6～-2.9mは無層理で植物遺体細片を多く含む粘土質シルトと水平層理をなす細粒砂～粗粒砂の互層。粗粒部は縦断面形が非対称のリップルをなす。-2.9～-1.2mは粘土質シルトと極細粒砂～細粒砂の薄層が互層をなし、貝の生痕化石が見られ、サルボウ、セタジミ、カワナなどの貝化石を産出した。-1.2～-0.6mはトラフ型斜交層理をなす極粗粒砂～細粒砂。-0.6～0.6mは無層理で極細粒砂混じりの粘土質シルト。全体的に根痕が顕著で、下半部には極細粒砂～細粒砂の葉理が挟まる。0.1mと0.6m付近は有機物を多く含み、それぞれより縄文時代後期(ca3500y.B.P.)、同晩期(ca2800y.B.P.)の土器を産出した。

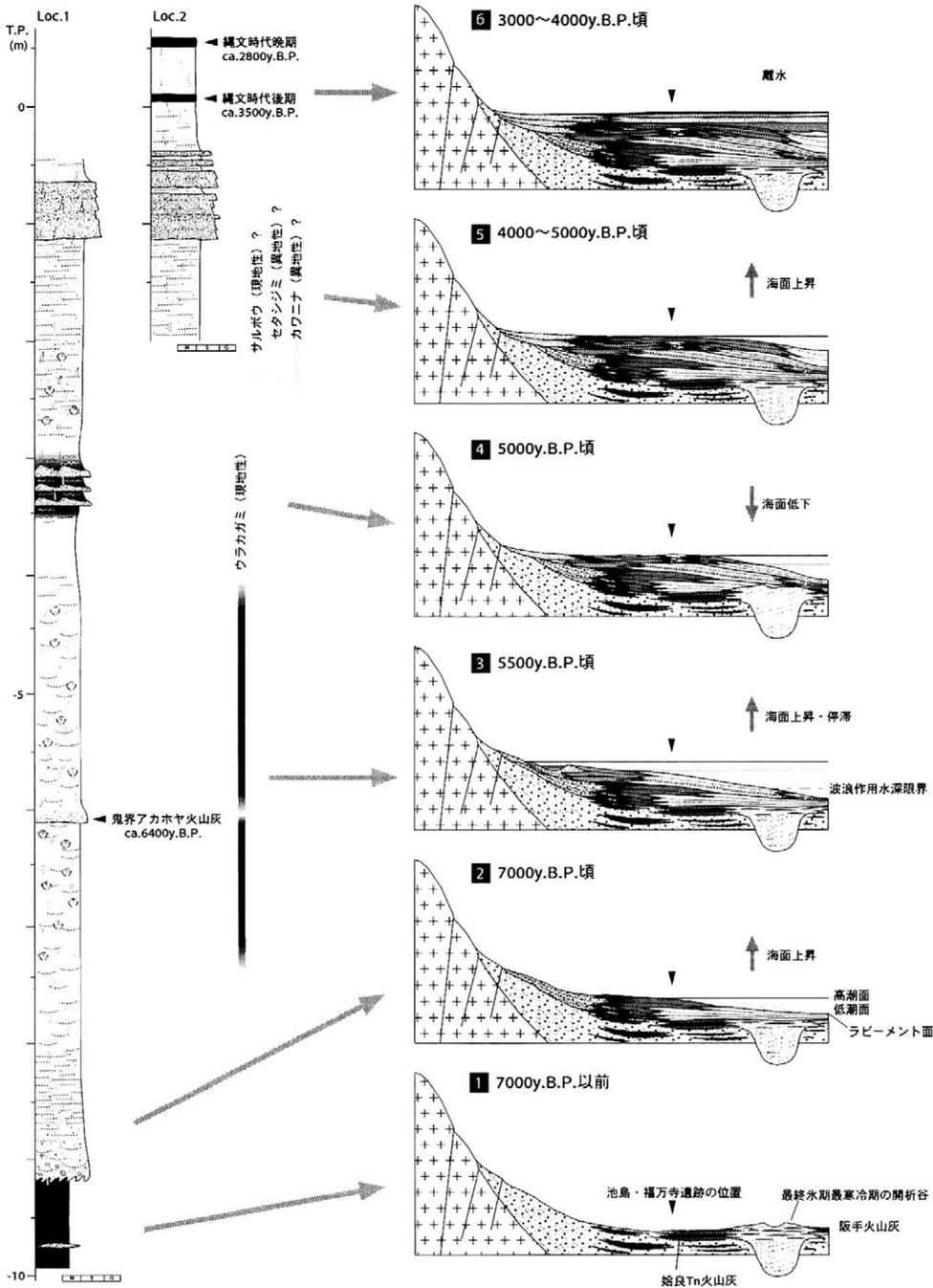
以上の堆積相累重や<sup>14</sup>C年代、火山灰降下年代、考古遺物年代、河内平野の沖積層における既知の年代観より次のような堆積環境の変遷過程が推測される(図2右)。

- ca7000y.B.P. 以前 扇状地間低地～後背湿地の堆積環境。
- ca7000y.B.P. 海面上昇により沈水しはじめ、干潟の堆積環境になる。
- ca7000～5500y.B.P. さらに海面上昇は続き、波浪作用限界水深以浅の浅海底の堆積環境になる。
- ca5000y.B.P. 海面低下によって堆積場が沖側へ移動し、河口域の流路間低地の堆積環境になる。
- ca5000～4000y.B.P. 再び海面が上昇し、干潟の堆積環境になる。
- ca4000～3000y.B.P. 海面が停滞し、干潟後背の湿地が広がるとともに離水する。

これらの堆積環境の変化には海面の昇降が支配的に影響を与えていると考えられる。

今後、近接地点の工事現場などで沖積層を積極的に観察するとともにより多くの<sup>14</sup>C年代測定を実施し、さらにそれらの層序対比や同時間面の認定によって池島・福万寺遺跡周辺の地形発達史を明らかにしてゆきたい。

\*財団法人東大阪市文化財協会 \*\*財団法人大阪府文化財調査研究センター



堆積環境復原図凡例



堆積柱状図凡例



図2 池島・福万寺遺跡の堆積柱状図と産出した貝化石，および堆積環境復原図

## 扇状地緩斜面上の遺跡における堆積サイクルと土壤発達

— 大阪府楽音寺遺跡の例 —

松田順一郎

(財団法人 東大阪市文化財協会)

大阪府東部、東大阪市と八尾市にまたがる楽音寺遺跡(図1)は、東方の生駒山地山脚の谷口(標高約100m)から西方の低地(標高約8~10m)までの、東西約2km(水平距離)の間に発達した沖積扇状地面にある。遺跡範囲のほとんどは、完新世後半に発達したロウブと重なる。同遺跡の第2次発掘調査地(1995年)の堆積層断面で、碎屑性堆積物の累重と土壤発達のタイミングを調べた。

堆積層は、一般的には時間とともに累重するが、各層の層界にはいくらかの時間間隙を見積もる必要がある。とりわけ土壤成層は、ある時点までに累重した堆積物の地表環境下での続成作用であり、堆積作用の顕著な休止期間を意味する。そのため、土壤発達は遺跡マトリクス形成の時間軸上でのイベントの一つとみなせる。土壤の発達あるいは成熟の程度や、耕作などの人為的な擾乱による土壤メカニズムの変化、土壤侵食や、堆積作用による発達の中断などの認定には、調査現地の断面観察だけでは不十分で、不攪乱試料の軟X線写真や土壤薄片の詳細な検討が必要となる。本研究では、現地で採取した土壤試料に樹脂含浸し、研磨した面をスキャナで読みとり、コンピュータ画面上で若干の画像処理を施して観察を行った(図3a-d)。

発掘調査の結果、掘削底直上の地表下約2.5~2mまでには、弥生時代中期(約2000y.BP)から後期にかけて堆積した、シルト質細~極細粒砂層が挟まれる泥層がみとめられ、扇状地間低地の湿地の堆積物と推測される。それより上方には、弥生時代後期後半(約1900y.BP)から古墳時代前期(布留式期、約1700y.BP)に堆積した、砂礫質泥層と泥質礫まじり砂層の互層が約1mの厚さで累重していた。その上位には、古墳時代後期より後に堆積した砂質シルトからなる、耕作土層と盛土層が、厚さ30~40cmで載り、これを最近の盛土層が覆っていた。これらの堆積層の累重から、調査地が位置する扇状地ロウブは、弥生時代後期以後に発達したと考えられる(図2)。

調査地の一面には、扇状地斜面を流下する河川の分流路であった2本の埋没流路がみとめられた。流路充填堆積層と流路縁から氾濫原にかけての堆積層の対比によって、調査地付近では、扇状地ロウブの発達にともない、流路の下刻→流路の充填→氾濫(布状洪水)→再下刻というプロセスが同一流路で3回繰り返されたことがわかった。

いっぽう、現地の堆積層断面では不明瞭だったが、土壤試料の観察によって、弥生時代後期から古墳時代前期までの扇状地ロウブを構成する堆積層累重の上部2層準から下方への土壤発達が確かめられ、新しい2回の流路の下刻と対応することがわかった。これらの土壤帯は、古墳時代前期とその直後に発達したと考えられる。弥生時代後期のもっとも古い下刻期には、速い堆積物の累重によって土壤発達が妨げられたか、堆積物が泥質であることから、湿地の状態から十分離水していなかったと思われる。氾濫原堆積物はおおむね上方粗粒化し、その最上位部分が下位の土壤帯の上部に相当する。これより上では、下位層準よりも細粒化し、より細密なブロック状の構造と根の痕跡の分布がみられることから、堆積速度は遅くなり、堆積層は実質的には薄層化したと考えられる。また、上位の土壤帯最上部は、耕作土の可能性が高い。その上端部は踏みつけによる水平方向の板状構造をなす。この土壤帯の上に乗る堆積物は、河床を構成していた砂礫ではなく、山地斜面の泥を主とした細粒な風化物質からなり、一種の堆積物重力流の層相をなすことから、ロウブ背後の流域の土砂流出様式が変化したと考えられる。調査地では層厚は小さく、これを母材とする耕作土層がみとめられるが、ロウブの先端により近い近傍の調査地では、砂礫がちで塊状をなし、1m前後の厚みで堆積している。

以上のことから、古墳時代前期の調査地周辺は、植生に覆われた比較的安定した地形条件であったことが

わかり、近傍の調査地では同時代の遺物が多産していることと調和的である。ただし、土壌帯が、人間活動によって裸地化した場所ではなく、むしろ放置され植生に覆われた場所で顕著に発達するとすれば、それは堆積作用とともに、局地的には人間活動の休止期間をも示唆する。本調査地でさかんな人間活動の痕跡がみつめられたのは、古墳時代前期直後から古墳時代後期までの堆積層と、ロウブの堆積作用がほぼ終息した奈良～平安時代以後の堆積層であり、それらの自然の土壌構造は擾乱されていた。

なお、上述した土壌帯は、河内平野沖積低地の中央部で広範囲に分布し、発掘調査では一種のマーカーベッドとなっている弥生時代後期から古墳時代前期の亜泥炭層に対比される。

図1 楽音寺遺跡の位置図



図2 調査地の堆積層断面図

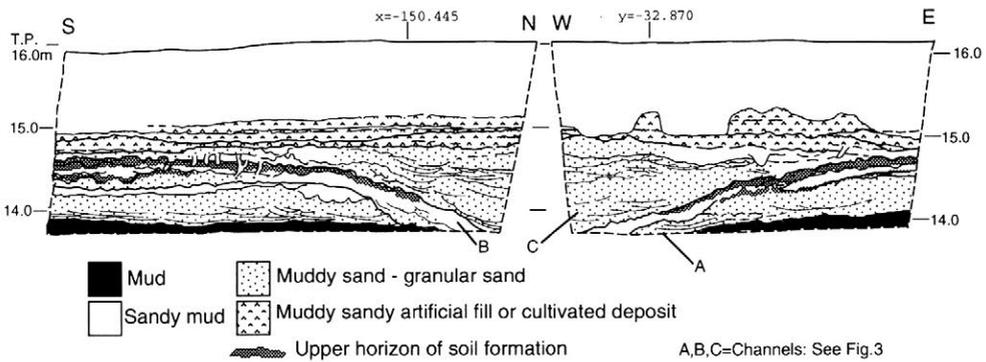
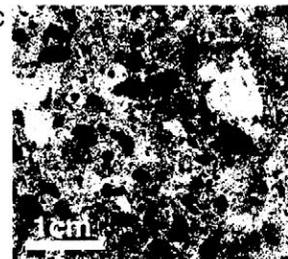
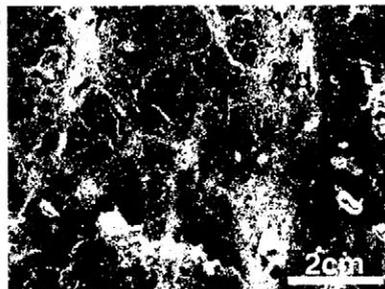
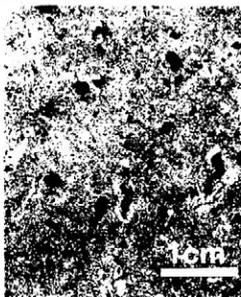


図3 堆積層の累重と土壌発達の関係

層相区分	堆積サイクル		氾濫原堆積物の変化	土壌の変化	時代・時期
	流路	氾濫原			
扇状地ロウブ 砂泥層	充填 → 氾濫	C ↑	堆積物重力流・ウォッシュロードの増加 細粒化 (長期・薄層)	B1-2 A3p A層の削平・擾乱	奈良～平安時代以後
	下刻 → 氾濫			B2b (fig.3e) BCb A層の侵食	
	充填 → 氾濫	B ↑	上方粗粒化 (砂礫の増加)	B1b (fig.3d)	弥生時代後期
下刻 → 氾濫	A ↑	逆級化成層 (短期・厚層)	B2b (fig.3c) BCb (fig.3b)		
扇状地間低地 泥層	充填 → 氾濫			Gb	弥生時代中期



## 中世鎌倉の地形復元

上本進二（神奈川県立七里が浜高校）

中世鎌倉の地形復元は考古学的知見から松尾（1989・1993）、馬淵（1991）、菊川（1997）、玉林（1997）などによって試みられている。筆者は、縄文海進後、相模川以東の湘南海岸の砂州は、相模川河口から東向きの沿岸流によって運ばれた漂砂の堆積によって、茅ヶ崎低地→藤沢低地→鎌倉低地の順に砂州起源の砂丘列が発達するものと考え、鎌倉の地形復元を試みた。

**中世の鎌倉低地：**鎌倉低地は平安時代の終わりから鎌倉時代にかけて、大規模な地形改変が行われる。低湿地や砂丘間低地は埋め立てられて縮小され、少なくとも4列あった由比ヶ浜砂丘列は一体化した。砂丘の稜には道が付けられた。材木座の旧ラグーンは低湿地として残る。滑川河口部の流路は少なくとも2本あって材木座と現河口に分流していたと考えた。

**鎌倉を取り巻く丘陵：**鎌倉を囲む丘陵の尾根は要塞化のための切岸・石切り・谷戸の拡幅が大規模に行われた結果、河川に流入する岩屑量が急増して低湿地の埋め立てが促進されたと考えられる。反面、河川上流や谷戸では土石流が頻繁に発生していたのではなかろうか。

**遺跡の立地：**鎌倉低地は最も早く乾燥した土地になった場所から都市化が始まり、南に向かって湿地の乾燥化が徐々に進んだ。12世紀末から13世紀前半期の遺構の多くは鎌倉低地奥部大蔵付近に集中し、鎌倉時代中期には由比ヶ浜に物資の保管倉庫としての掘立柱建物群が建ち並び、鎌倉時代後期から南北朝期には工房と家屋を兼ねた方形堅穴建物群が立地する。前浜の海岸線にある由比ヶ浜南遺跡でも13世紀中・後半から滑川河口部の入り江が人為的に埋め立てられて利用されている。14世紀後半から15世紀前半には大規模な埋葬遺構群が造られ、その後厚い砂丘砂に覆われることから、16世紀以降は再び砂丘の発達期になったと思われる。

**河川の改修：**鎌倉の都市計画が開始されてから河川の改修も盛んに行われ、土丹敷きによる地盤の嵩上げとあいまって地下水位の相対的低下が進み、小河川は消滅して常時流水のある河川は10本程度までになったと推定した。

**和賀江島の構築：**和賀江島は1232年に築かれた防波堤または突堤のような港湾施設で、突堤のように海に突きだしているために、西から東に向かう沿岸流によって材木座側では堆積が盛んになったことが指摘されている（齊藤1995）。これによって、材木座海岸は海岸に平行する浅海底の砂堆（バー）が急速に発達し、材木座海岸の砂丘も発達するようになったと考えられる。

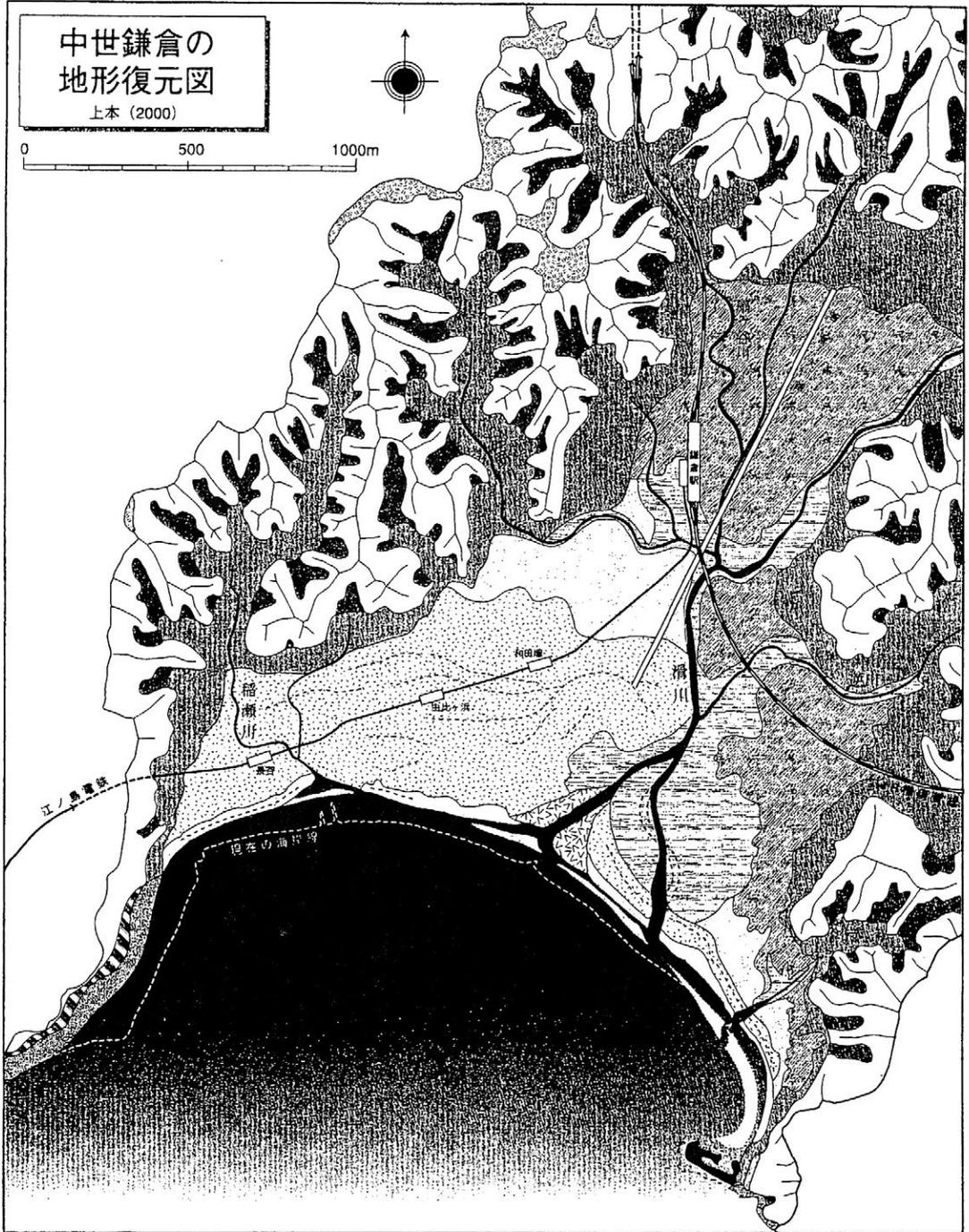
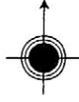
**ラグーンの存在について：**中世の材木座一帯はラグーンではなく、すでに離水した土地（砂質低湿地または三角州）であったと考えた。ただし、水運に使える水路があった可能性はある。

**滑川の流路：**滑川の流路に関して、阿部（1970）、齊藤（1995・1999）、南出（1999）は、和賀江島構築以前まで滑川河口は現在よりも400～500m東にあったと考えている。この位置には現在低湿地と砂丘を南に向かって横断している線状の凹地形が2カ所認められるので、ここに旧河道があった可能性が高い。

# 中世鎌倉の 地形復元図

上本 (2000)

0 500 1000m



- |       |              |             |        |              |
|-------|--------------|-------------|--------|--------------|
| 山頂緩斜面 | 谷底平野・山麓平野    | 砂丘後背地 (旧砂丘) | 砂州・浜堤  | 海岸段丘         |
| 丘陵斜面  | 砂泥質平野        | 砂質低湿地・砂丘間低地 | 海面下の砂洲 | 礫石海岸         |
| 谷戸    | 砂丘 (破線は砂丘の稜) | 干潟・三角洲      | 海食壁    | 人工構築物 (和賀江島) |

天明三年(1783)年の浅間山噴火に伴う泥流で  
埋没した畑土壌の理化学的特性

須永薫子<sup>1)</sup>・坂上寛一<sup>1)</sup>・関 俊明<sup>2)</sup>

1) 東京農工大学 2) 財団法人 群馬県埋蔵文化財調査事業団

短期間に発生した大量の火山灰・軽石・泥流などにより埋没したため、当時のままの姿を残す遺構が発見されており、考古学のみならず多面的で貴重な知見を提供している。その中で、畑遺構が群馬県下でも検出されているが、これらは畝などの形態が残っていることから、埋没直前まで畑として利用されていたと確認されている。

今回、このような埋没畑土壌の理化学性を調べ土壌の理化学的性状からも畑として利用されていたことを明らかにできるか検討を行った。

【供試土壌試料】

埋没土壌：群馬県吾妻郡長野原町 長野原久々戸遺跡

1783年8月5日の浅間山の噴火に伴う泥流により埋没した火山灰土壌。

畑土壌：畝の形態を有し、畑の遺構と確認されている土壌

対照土壌：耕作跡が確認されていない地点から採取した土壌

現世土壌：東京都府中市 火山灰土壌

畑土壌：東京農工大学附属農場、対照土壌：東京農工大学附属農場雑木林土壌

【土壌試料の分析項目】

全炭素量・全窒素量（土壌有機物量）

可給態窒素量（植物の利用可能な窒素量であり、易分解性土壌有機物量の指標）

可給態リン酸量（植物が利用可能なリン酸量）

リン酸吸収係数（リン酸を利用できない形態にしてしまう土壌の能力の指標）

【結果および考察】 現世の土壌について分析した結果、全炭素量(図1)・全窒素量(図2)、可給態窒素量(図3)で畑土壌は対照土壌に比べ低い値であった。これは、畑土壌が対照土壌に比べ、有機物の土壌への還元が少ないことおよび耕作により有機物の分解が促進されたことに起因している。

可給態リン酸量についても明瞭な差が認められ、畑土壌で対照土壌より高い値が得られた(図3)。また、畑土壌のリン酸吸収係数が対照土壌に比べ低い値を示した(図4)。これらは、施肥によってリン酸が付加されたためである。

長野原久々戸遺跡における埋没土壌においても現世土壌と同様に、全炭素量(図1)・全窒素量(図2)・可給態窒素量(図3)・リン酸吸収係数(図4)の値は畑土壌で対照土壌に比べ低く、可給態リン酸量は畑土壌で対照土壌に比べ高い値を示した。可給態窒素量と可給態リン酸量の比を求めたところ、現世土壌、埋没土壌ともに、対照土壌では4以上であるのに対し、畑土壌では1.5以下の明らかに低い値を示した(図3)。以上のことから、長野原久々戸遺跡の畑土壌は畑土壌としての特性を示し、埋没以前の畑の性状をとどめている可能性が高いことが示された。

さらなる検討が必要であるが、同時代の土壌の理化学的性状を比較することにより、畑土壌の判定が可能であると考えられた。

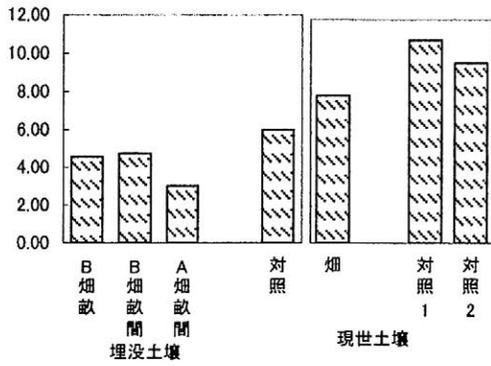


図1 全炭素量(mg/100gS)

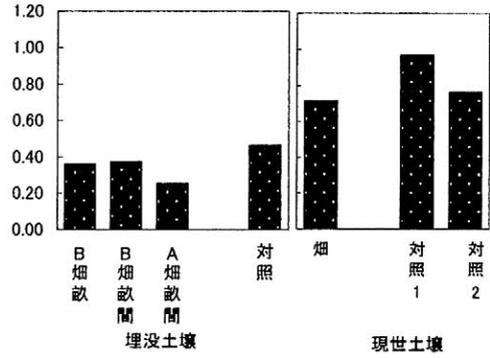


図2 全窒素量(mg/100gS)

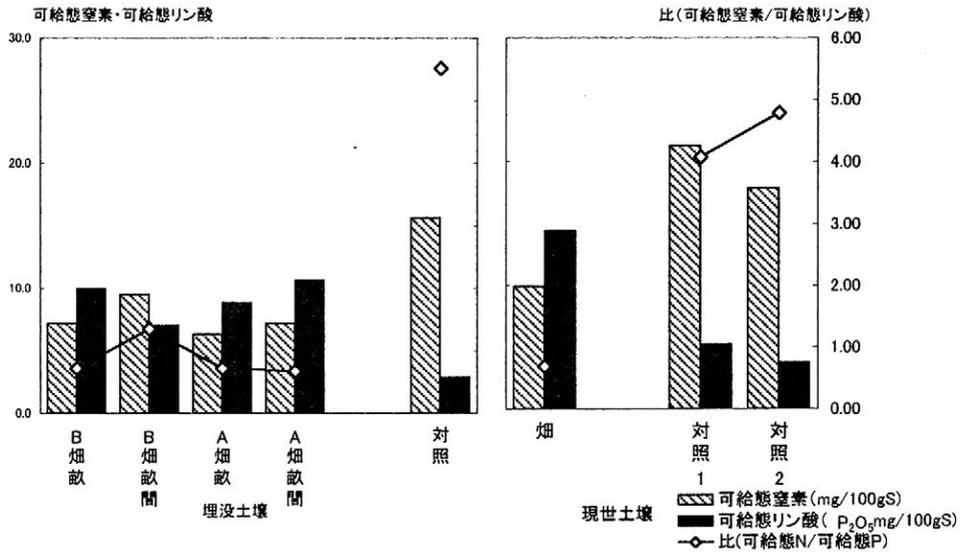


図3 可給態窒素量 可給態リン酸量 比(可給態窒素/可給態リン酸)

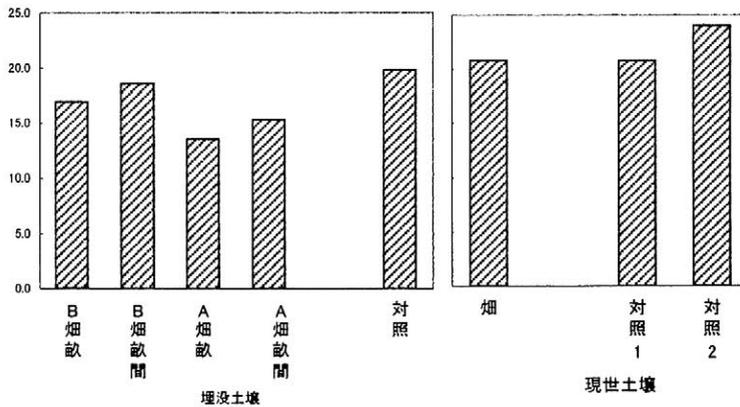


図4 リン酸吸収係数

## 遺跡の発掘成果から考える地震災害の軽減

寒川 旭（地質調査所大阪地域地質センター）

### 1. はじめに

20世紀を振り返ると、死者・不明者が14万人をこえる1923年の大正関東地震から、記憶に新しい1995年の兵庫県南部地震にいたるまで、20以上の大型地震が日本を襲っている。新しい世紀を迎えようとしている今、遺跡で検出された地震の痕跡を地震被害の軽減に役立てる道を探ってみた。

### 2. 地震の発生時期の予知

図1は、プレート境界（南海トラフ）から発生する南海地震と東海地震の発生時期を示したものである。江戸時代以降は史料が豊富だが、それ以前については遺跡の地震跡が発生時期を推定する重要な手がかりになっている。この図のように、古くから規則的に発生していることが考えられるので、21世紀中頃までに両地震がほぼ同時に発生する可能性が高い。

### 3. 大地震の全体像の把握

現在、日本列島に分布する98の主要活断層について、断層の直上を発掘して過去の活動履歴を求め、近い将来活動しそうな活断層を探るプロジェクトが進行している。これは、活断層の線上を対象にして、地層の食い違った痕跡を調べるものである。これに加えて、周辺の様々な遺跡で「地面が激しく揺れた痕跡」が見つかり、その地震の全体像がよく把握できる。1596年の伏見地震、1586年の天正地震、679年の筑紫地震、1847年の善光寺地震、1858年の飛越地震はじめ、断層の活動した痕跡と、周辺での液状化・地割れ・地滑りの痕跡がセットで把握できる事例も増えている。

### 4. 地盤災害について考える

激しい地震動を受けると地盤の状態に応じた地変が発生し、これが被害に結びつく。地変の様子を知るには、地下に入って肉眼で観察するのが最良の方法で、この最適地は遺跡の発掘現場である。特に検出例が多いのは液状化現象の痕跡であるが、地表面下2m以内という比較的浅い位地に堆積した砂層が、激しく複雑な動きを示している。また、埋没河川の周辺など、液状化にともなう地変の集中する場所もよくわかり、液状化しないと思われがちだった砂礫層でも“強い地震動”のもとでは液状化するという事実も明らかになった（図2）。

一方、小高い地形の頂部で震動が増幅される「地形効果」の実例も、古墳などで観察されている。これらは、地盤災害の軽減を考える上で役立つものである。

### 5. 地震に強い生活習慣（文化）をはぐくむ

近くの遺跡での地震跡の存在を知り、地震に対する認識を新たにした市民も多い。阪神地域においても、考古学に関心を持つ人たちは、1596年の伏見地震で被害を受けたことを、阪神・淡路大震災以前から知っていた。過去の地震における防災対策や災害復旧・被災者救済には、将来の参考になる事例も多い。そして、最近では地震災害の復興の痕跡なども遺跡から検出されている。一般市民にとって身近に感じられる遺跡発掘の成果を、地震に強い文化を育成することに役立てることも必要である。

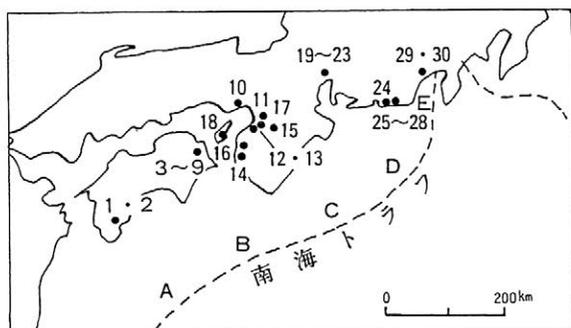


図1 南海地震と東海地震の発生時期

西暦で示したのは史料から求められる時期  
 縦線は遺跡で検出された地震跡の年代幅を示す  
 21~23は服部（1998）にもとづく

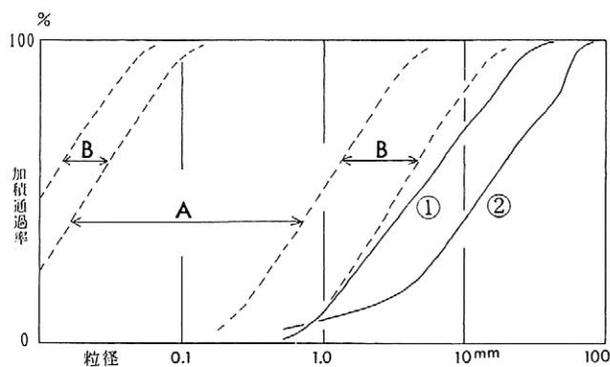


図2 液状化した砂礫層の粒径加積曲線

①は田能高田遺跡、②は八夫遺跡：Aは特に液状化の可能性あり、  
 Bは液状化の可能性あり、とされている（日本港湾協会、1979）

