

日本文化財科学会第15回大会

# 研究発表要旨集

1998年7月18日(土)・19日(日)

千葉大学



## 日本文化財科学会第15回大会・1998年度総会プログラム

日時 1998年7月18日(土)・19日(日)

会場 千葉大学けやき会館：千葉市稲毛区弥生町1-33

日程

第1日 7月18日(土)

9:00 受付開始

9:45 開催挨拶(会長)

10:00～12:00 口頭発表

13:00 特別セッション開催挨拶(実行委員長)

13:05～14:05 特別セッション

14:05～14:20 休憩

14:20～17:30 口頭発表

18:00～20:00 懇親会

10:00～17:15 ポスターセッション 展示(16:20～17:15 解説)

第2日 7月19日(日)

9:30～10:50 口頭発表

11:00～12:00 総会

12:00～13:00 評議委員会

13:00～14:20 口頭発表

14:20～14:40 休憩

14:40～16:40 口頭発表

10:00～15:00 ポスターセッション 展示(13:30～14:30 解説)

16:40 閉会

## 口頭発表

第1日 7月18日(土) 10:00~12:00

(文化財科学一般)

1. (10:00) 和歌山・大谷古墳出土馬甲に付着した毛皮のDNA解析 . . . 6  
○木川りか(東京国立文化財研究所)・小泉雅子(同)
2. (10:20) 羽曳野市蔵塚古墳の調査成果 . . . 8  
○江浦洋(財団法人 大阪府文化財調査研究センター) ○渡辺正巳(川崎地質株式会社)  
本田奈都子(財団法人 大阪府文化財調査研究センター) 居川信之(川崎地質株式会社)
3. (10:40) 保存環境湿度と材料の含湿変化の関係 . . . 10  
(材料・工法的手段による博物館等の環境調整に関する研究) 第1報  
○赤沼英男(岩手県博) 宮野則彦(日大) 神谷清人(愛工大)  
村田豊(ヨーケン) 宮野秋彦(名工大)
4. (11:00) 輸送、展示、保管時における文化財の状態モニタリングシステムの開発 . . . 12  
-国宝西光寺梵鐘へのアコースティックエミッションの試み-  
○増澤文武((財)元興寺文化財研究所) 塚本敏夫(同)  
西本重人(非破壊検査株式会社安全工学研究所) 今中拓一(同) 辻啓一(同)  
松本岩雄(島根県教育庁文化財課埋蔵文化財調査センター)  
佐伯徳哉(島根県教育庁文化課島根県古代文化センター)
5. (11:20) 瑞聖寺伊達家墓城出土『胞衣桶』の胞衣組織の同定 . . . 14  
○勝又義直(名古屋大学) 山本敏充(同) 打樋利英子(同) 伊達泰宗((財)瑞鳳殿資料館)  
松本健(東京都港区立郷土博物館) 増澤文武((財)元興寺文化財研究所)
6. (11:40) 博物館に収蔵されている人骨資料の骨密度測定について . . . 16  
○谷畑美帆(東京都老人総合研究所/日本学術振興会特別研究員) 鈴木隆雄(東京都老人総合研究所)  
杉下龍一郎(東京芸術大学)

【休憩 12:00~13:00】

(特別セッション)「洞穴遺跡の文化財科学」(13:00~14:05)

- S1. (13:05) 洞穴遺跡の保存について . . . 2  
招待講演 麻生優(愛知学院大学教授)
- S2. (13:35) 大寺山洞穴遺跡出土遺物の保存について . . . 4  
招待講演 青木繁夫(東京国立文化財研究所) 森恭一((財)千葉県文化財センター)

【休憩 14:05~14:20】

口頭発表

(年代測定)

7. (14:20) 横口付窯跡(日本、韓国、中国) . . . 18  
成亨美(富山大) 伊藤晴明(島根大) 広岡公夫(富山大) ○時枝克安(島根大)
8. (14:40) 東海地方の考古地磁気永年変化 . . . 20  
○広岡公夫(富山大学理学部) 藤澤良祐(瀬戸市埋蔵文化財センター)
9. (15:00) 箱根芦ノ湖の湖底木と南関東の巨大地震 . . . 22  
○光谷拓実(奈良国立文化財研究所) 袴田和夫(箱根町立大涌谷自然科学館)

(保存科学)

10. (15:20) 美術品保存施設の客観的条件下の具体的基本型体 . . . 24  
~内蔵美術品の材質から外部庭園計画まで~  
○黒坂五馬(元東京大学)

11. (15:40) 圧縮成型含塩鉄器からの脱塩に関する速度論的研究 . . . 26  
河越幹男 (奈良高専) ○吉原忍 (同) 川本耕三 (元興寺文化財研究所)

12. (16:00) 鉄製遺物に見られる腐食生成物の形状とその履歴 . . . 28  
○松井敏也 (東北芸術工科大学) 村上隆 (奈良国立文化財研究所) 高田潤 (岡山大学)

(産地)

13. (16:20) 北日本の縄文遺跡出土アスファルトの質量スペクトル分析による産地の同定 . . . 30  
○小笠原正明 (北大高等教育セ) 浅野克彦 (同工学研究科)

14. (16:40) 中世～近世初期模倣銭の原料産地に関する自然科学的研究 . . . 32  
○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 (日本銀行金融研究所)

15. (17:00) 平安時代の経筒に関する自然科学的研究 . . . 34  
原田一敏 (東京国立博物館) 平尾良光 (東京国立文化財研究所) ○鈴木浩子 (同) 早川泰弘 (同)

【16:20～17:15 ポスターセッション解説】

第2日 7月19日 (日) (9:30～16:40)

(材質・技法)

16. (9:30) 春日遺跡出土の堅型炉について . . . 36  
伊藤博之 (和光金属技術研究所) 高塚秀治 (東京工業大学) ○斎藤和行 (足利市教育委員会)

17. (9:50) 出土銭貨の蛍光X線分析における表面状態の影響 . . . 38  
○西本右子 (神奈川大理) 山口純広 (同) 貴志高陽 (町田市教育委員会) 富沢威 (慶應義塾大文)

18. (10:10) 盾の造形技法とその系譜 ―朱塗り木製盾を中心に― . . . 40  
○中川正人 (滋賀県文化財保護協会)

19. (10:30)  $\beta$ 線をを用いた古代顔料の非破壊表面分析 . . . 42  
○小泉好延 (東京大学) 小林絃一 (同) 河野益近 (京都大学)

【11:00～12:00 総会】

【12:00～13:00 評議委員会】

20. (13:00) レーザー顕微鏡を使った新たな使用痕研究の試み . . . 44  
○梶原洋 (東北福祉大学) 菅原康則 (福島県ハイテクプラザ) 伊東祐輔 (東北福祉大学)  
長友恒人 (奈良教育大学)

21. (13:20) 上質古代鉄器の復元とその鍛接性 . . . 46  
○井垣謙三 (東北大・名誉教授)

22. (13:40) エネルギー分散型蛍光X線による出土鉄滓、粘土の迅速分析法の検討 . . . 48  
○吉田誠児 (川鉄テクノリサーチ株式会社分析評価センター) 古主泰子 (同) 岡原正明 (同)

23. (14:00) 福島県大安場古墳出土鉄製品の有機質装具の構造 . . . 50  
○菊地芳朗 (福島県立博物館) 遠藤千映美 (福島大学大学院生) 松田隆嗣 (福島県立博物館)  
柳沼賢治 ((財)郡山市埋蔵文化財発掘調査事業団) 武田正俊 (郡山市教育委員会)  
工藤雅樹 (福島大学)

【14:20～14:40 休憩】

(古環境)

24. (14:40) 河姆渡遺跡および羅家角遺跡におけるプラント・オパール土器胎土分析 …… 52  
 ○鄭雲飛(鹿児島大学連合農学研究所) 王才林(日本学術振興会外国人特別研究員) 宇田津徹朗(宮崎大学農学部) 藤原宏志(同) 牟永抗(浙江省文物考古研究所) 游修齡(浙江農業大学)
25. (15:00) 炭素・ちっ素安定同位体分析にもとづく千葉県下出土人骨の食性に関する特徴 …… 54  
 ○小池裕子(九大・比文) 西野雅人(千葉県文化財センター) 四柳隆(同)
26. (15:20) 岩様骨・聴骨包による真脇遺跡出土イルカ骨の個体別分析 …… 56  
 ○平口哲夫(金沢医科大学)
27. (15:40) 富山・桜町遺跡出土クリ遺体のDNA解析 …… 58  
 ○高橋光子(静岡大学農学部) 山中慎介(同) 伊藤隆三(小矢部市教育委員会) 岡田康博(青森県教育庁) 佐藤洋一郎(静岡大学農学部)
28. (16:00) 青森県・三内丸山遺跡および高樋遺跡出土の熱帯*japonica*品種の炭化米および糞状遺物 …… 60  
 ○佐藤洋一郎(静岡大学農学部) 岡田康博(青森県教育庁) 遠藤正夫(青森市教育委員会) 木村護(田舎館村民俗博物館) 中村郁郎(千葉大学園芸学部)
29. (16:20) 三内丸山遺跡から発見された昆虫化石群集について …… 62  
 ○森勇一(愛知県立明和高等学校) 小笠原雅行(青森県教育庁) 岡田康博(同)
- ポスターセッション  
 第1日 7月18日(土) 10:00~17:15展示 (16:20~17:15解説)  
 第2日 7月19日(日) 10:00~15:00展示 (13:30~14:30解説)
- <特別セッション>  
 SP1 大寺山洞穴遺跡の出土遺物 …… 66  
 ○河原純之(千葉大学) 岡本東三(同) 内田貴陽(千葉大学大学院)
- SP2 舟棺の出土状況 …… 68  
 ○河原純之(千葉大学) 岡本東三(同) 内田貴陽(千葉大学大学院)
- <年代測定>  
 P1 OSL(光ルミネッセンス)年代測定法の基礎的研究(3)と旧石器遺跡年代測定への適用 …… 70  
 ○長友恒人(奈良教育大学) 小松久美(同) 梶原洋(東北福祉大学) 鎌田俊昭(東北旧石器文化研究所) 藤村新一(同) 横山裕平(同) 柳田俊雄(郡山女子短大)
- P2 考古学資料のTL年代測定 …… 72  
 ○杉山直弥(新大院自然) 小松康子(同) 橋本哲夫(新潟大理)
- P3 縄文土器のC-14年代(2) …… 74  
 吉田邦夫(東京大学総合研究博物館) 宮崎ゆみ子(同) 丸山彰久(日本大学文理学部) 小原圭一(同)
- P4 箱根埋没スギの年輪年代と炭素14年代との比較—日本産樹木による炭素14年代修正に向けて …… 76  
 ○坂本稔(国立歴史民俗博物館) 今村峯雄(同) 白石太一郎(同) 佐原真(同) 光谷拓実(奈良国立文化財研究所) 中村俊夫(名古屋大学) J.van der Plicht(グローニンゲン大学)
- P5 縄文時代の高精度編年をめざして …… 78  
 ○辻誠一郎(国立歴史民俗博物館) 今村峯雄(同) 春成秀樹(同) 西本豊弘(同) 坂本稔(同)
- P6 骨化石に対する信頼度の高い<sup>14</sup>C年代測定の試み—XAD-2吸着樹脂を用いて— …… 80  
 ○南雅代(名古屋大学年代測定資料研究センター) 中村俊夫(同)
- P7 タンデトロン加速器質量分析計による古文書資料の<sup>14</sup>C年代測定 …… 82

- 小田寛貴（名古屋大学年代測定資料研究センター） 中村俊夫（同）  
古川路明（四日市大学環境情報学部）

- P 8 名古屋大学タンデトロン加速器年代測定システムの現状・・・84  
○中村俊夫（名大・年代測定セ） 小田寛貴（同） 池田晃子（同） 南雅代（同）  
ルディ・パルス（ハイボルテージ・エンジニアリング・ヨーロッパ）

<古環境>

- P 9 関東ローム層の帯磁率について・・・86  
合田信行（千葉県立佐原高校）
- P 10 大阪府鬼虎川遺跡にみられる沖積層中・上部の堆積環境復元・・・88  
松田順一郎（（財）東大阪市文化財協会） 別所秀高（同） 池崎智詞（同）
- P 11 神奈川県池子遺跡の植物珪酸体化石群・・・90  
江口誠一（千葉県立中央博物館）
- P 12 イネ苗の植物珪酸体とその応用－水田埋没の季節推定－・・・92  
杉山真二（古環境研究所）
- P 13 中国：草鞋山遺跡における広域な水田址探査・・・94  
○宇田津徹朗（宮崎大学） 湯陵華（江蘇省農業科学院） 王才林（日本学術振興会外国人特別研究員）  
鄭雲飛（鹿児島大学連合農学研究科） 佐々木章（大分短期大学） 藤原宏志（宮崎大学）
- P 14 中国・龍虬庄遺跡におけるプラント・オパール分析・・・96  
○王才林（中国江蘇省農業科学院・日本学術振興会外国人特別研究員） 張敏（南京博物院）  
宇田津徹朗（宮崎大学農学部） 鄭雲飛（鹿児島大学連合農学研究科） 藤原宏志（宮崎大学農学部）

<材質・技法>

- P 15 微量資料による鉄遺物中の炭素および硫黄の定量・・・98  
○上原大助（武蔵工業大学・工学部） 岡田往子（同） 鈴木章悟（同） 平井昭司（同）
- P 16 材質・製作技法からみた耳環の分類・・・100  
渡辺智恵美（（財）元興寺文化財研究所）
- P 17 中世鋼素材の材質調査－滋賀県能登川町斗西遺跡出土例－・・・102  
○赤沼英男（岩手県立博物館） 中川正人（滋賀県文化財保護協会） 植田文雄（能登川町教育委員会）
- P 18 刀剣類の外装に使用された木材Ⅱ・・・104  
福田さよ子（榎原考古学研究所）
- P 19 アイヌ玉の考古化学的研究・・・106  
○斎藤亜三子（東京理科大学） 早川泰弘（東京国立文化財研究所） 平尾良光（同）  
中井泉（東京理科大学） 佐々木利和（東京国立博物館）
- P 20 鉄に金を固定する技法の新例・・・108  
杉山晋作（国立歴史民俗博物館） 斎藤努（同） ○阿部百里子（昭和女子大学大学院）  
趙榮濟（慶尚大學校博物館） 全玉年
- P 21 東日本における縄文早期中葉の赤色顔料関係資料・・・110  
成瀬正和（宮内庁正倉院事務所） 領塚正浩（市川市立考古博物館）
- P 22 南九州における縄文時代の赤色顔料について－日本最古級の赤彩土器－・・・112  
大久保浩二（鹿児島県立埋蔵文化財センター）
- P 23 絵画を対象としたX線エミシオグラフィに関する基礎的研究  
～油彩画顔料成分や彩色層の構造とエミシオグラムとの関係～・・・114  
○片多雅樹（東北芸術工科大学大学院芸術工学研究科） 松田泰典（同）

- P 2 4 キャピラリー電気泳動法による文化財染織品の染料分析 …… 116  
 ○佐々木良子(奈良国立文化財研究所) 佐藤昌憲(同) 肥塚隆保(同)
- P 2 5 福井県鳥浜貝塚出土縄文漆器の研究(2) …… 118  
 岡田文男(京都造形芸術大学) 成瀬正和(宮内庁正倉院事務所) 網谷克彦(敦賀女子短期大学)
- P 2 6 秋田県戸平川遺跡出土縄文漆器の研究 …… 120  
 岡田文男(京都造形芸術大学) 成瀬正和(宮内庁正倉院事務所)  
 高橋忠彦(秋田県埋蔵文化財センター) 藤沢昌(秋田県仙南村立中学校)
- P 2 7 カマン・カレホユック遺跡から出土した彩文土器に関する化学的研究 …… 122  
 ○泉山優樹(東京理科大学) 松永将弥(同) 中井泉(同)
- P 2 8 カンボジア国シエムリアップ地域ターニー古窯址採集の陶片の化学分析 …… 124  
 肥塚隆保(奈文研) 岸良鉄英(白宮) 山崎一雄(名古屋大学)
- P 2 9 カマン・カレホユック遺跡出土の前期青銅器時代の土器における石灰の利用 …… 126  
 ○神田信之(東京理科大学) 松永将弥(同) 中井泉(同)
- P 3 0 Bullaにおける石灰の使用について …… 128  
 ○松永将弥(東京理科大学理学部) 中井泉(同)
- P 3 1 カマン・カレホユック遺跡の建築材料の物質科学的研究 …… 130  
 ○木村麻由実(東京理科大学理学部) 松永将弥(同) 中井泉(同)
- P 3 2 銅鑄造実験 …… 132  
 小泉武寛(金属工芸作家)
- P 3 3 中国銭貨五銖銭の腐食について(銅鑄自然銅説再考) …… 134  
 伊藤博之(和光金属技術研究所)
- P 3 4 γ線を用いた青銅の非破壊分析 …… 136  
 ○小泉好延(東京大学) 河野益近(京都大学) 小林絃一(東京大学)
- <産地>
- P 3 5 石器原材の産地分析(15) …… 138  
 ○薬科哲男(京都大学原子炉実験所) 東村武信(関西外国語大学)  
 佐藤宏之(東京大学大学院人文社会系研究科) ゴーラ・ラブシナ(コムソルスク・ラ・アムレ郷土博物館)
- P 3 6 黒曜石の産地推定による静岡県東部の旧石器時代における黒曜石利用の変化 …… 140  
 ○辺見哲也(沼津工業高等専門学校) 望月明彦(同) 池谷信之(沼津市教育委員会) 高尾好之(同)
- P 3 7 埼玉県横田遺跡出土の黒曜石の産地推定による石器ブロック形成の研究 …… 142  
 ○望月明彦(沼津工業高等専門学校) 西井幸雄(埼玉県埋蔵文化財調査事業団)
- P 3 8 けい素等の主成分元素含有量による黒曜石の産地推定 …… 144  
 ○戸村健児(立教原研) 奥水達司(山梨環科研)
- P 3 9 蛍光X線分析による南九州産出黒曜石の検討 …… 146  
 ○高橋豊(沼津工業高等専門学校) 望月明彦(同) 鎌田大輔(同)
- P 4 0 北大作遺跡(千葉県我孫子市)出土のガラス質黒色安山岩製石器の石材産地について …… 148  
 ○柴田徹(都立青山高校) 山本薫(筑波大学歴史・人類学研究科)  
 高松武次郎(国立環境研究所土壌環境研究室) 石田守一(我孫子市教育委員会)
- P 4 1 ベリリウム同位体による縄文土器産地推定法:九州・南西諸島の縄文前期土器について …… 150  
 ○今村峯雄(国立歴史民俗博物館) 坂本稔(同) 齋藤努(同) 西谷大(同) 小林貴之(日本大学)

小林紘一（東京大学）

- P 4 2 九州縄文時代晩期土器の胎土分析 . . . 152  
○松本直子（九州大学VBL研究所） 中園聡（福岡市教育委員会） 和田好文（人吉市教育委員会）  
三辻利一（奈良教育大学）
- P 4 3 縄文土器の交流—長野県御代田町川原田遺跡出土縄文土器の胎土分析（中間報告）— . . . 154  
○建石徹（東京芸術大学大学院美術研究科） 堤隆（御代田町教育委員会）  
西本豊弘（国立歴史民俗博物館考古研究部）
- P 4 4 ガラスビード法蛍光X線分析による縄文土器片の産地推定のための基礎研究 . . . 156  
—山梨県釈迦堂遺跡の場合—  
○門西恵（山梨県環境科学研究所） 輿水達司（同） 柴田知之（同）  
河西学（帝京大学山梨文化財研究所）
- P 4 5 九州弥生土器の胎土分析 . . . 158  
○中園聡（福岡市教育委員会） 三辻利一（奈良教育大学）
- P 4 6 灰釉陶器の胎土分析 . . . 160  
○三辻利一（奈良教育大） 鈴木敏則（浜松市立博物館） 山川俊一郎（奈良教育大）
- P 4 7 画像処理によるハレイラ遺跡火災倉庫出土陶磁器の産地推定 . . . 162  
佐々木達夫（金沢大学文学部） 酒井中（金沢大学埋文センター）  
楠寛輝（金沢大学大学院文学研究科）
- P 4 8 ヒスイ・碧玉製玉類の産地分析（7） . . . 164  
○藁科哲男（京都大学原子炉実験所） 東村武信（関西外国語大学）
- P 4 9 甲府盆地におけるS字状口縁台付甕の産地推定—村前東A遺跡を中心に— . . . 166  
○河西学（帝京大学山梨文化財研究所） 中山誠二（山梨県教育委員会学術文化財課）  
小林公治（山梨県埋蔵文化財センター） 三田村美彦（同） 小林健二（同） 小林孝子（同）
- P 5 0 放射線誘起ルミネッセンスカラー画像を用いた産地と被熱温度の推定 . . . 168  
○西山笑子（新大院自然） 三辻利一（奈良教育大学） 川村幸生（秋田県教育セ） 橋本哲夫（新大理）
- <保存科学>
- P 5 1 遺物の取上げと保護—医療用ギブスを用いた事例の紹介— . . . 170  
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）
- P 5 2 新材料による考古遺物の修復 . . . 172  
岡田文男（京都造形芸術大学） 谷内 暉（株・吉田生物研究所） 神原慎（同）  
山井二三人（株・積水化成品工業中央研究所）
- P 5 3 出土琥珀の劣化について . . . 174  
○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共同研究員）
- P 5 4 多孔質材料の凍結劣化過程の微視的観察 . . . 176  
石崎武志（東京国立文化財研究所）
- P 5 5 伝世絹製品劣化についての基礎的調査 . . . 178  
成瀬正和（宮内庁正倉院事務所） 尾形充彦（同）
- P 5 6 千葉市・加曾利貝塚遺跡における遺構保存を目的とした環境調査（I） . . . 180  
○朽津信明（東京国立文化財研究所） 吉田充夫（ジオサイエンス（株））  
青木繁夫（東京国立文化財研究所）
- P 5 7 静岡県浅羽町五ヶ山B-2号墳出土遺物の保存処理 . . . 182  
○西尾太加二（(財)静岡県埋蔵文化財調査研究所） 青木修（同） 山本義孝（浅羽町教育委員会）
- P 5 8 小矢部市桜町遺跡出土植物性遺物の保存処理 . . . 184

- 川本耕三 ((財) 興興寺文化財研究所) 下野聖 (同) 中村晋也 (同) 井上美知子 (同)  
伊藤隆三 (小矢部市教育委員会) 塚田一成 (同)
- P 59 土と石の強化保存剤 (TOT) による強化機構の解明 …… 186  
○豊田昌宏 (福井高専・物質工学) 伊丹麻子 (田中地質コンサルタント)  
天谷賢一 (福井市教育委員会) 田中保土 (田中地質コンサルタント)
- P 60 土と石の強化保存剤 (TOT) を使用した土製ブロックの耐候性試験 …… 188  
○伊丹麻子 (田中地質コンサルタント) 豊田昌宏 (福井高専・物質工学)  
天谷賢一 (福井市教育委員会) 田中保土 (田中地質コンサルタント)
- P 61 古糊から分離された微生物のデンプン分解性 …… 190  
善如寺朋子 (昭和女子大学) 伊藤美香 (同) 飯野久和 (同) 大沢眞澄 (同)
- P 62 市販防虫香と各種薬香染色布の防虫効果 …… 192  
○韓美京 (昭和女子大学) 中元直吉 (同) 大沢眞澄 (同) 櫻井清彦 (同)  
坂部寛 (横浜農林水産消費技術センター)
- P 63 丁香の保管材料と防虫効果及びオイゲノール (丁香の主成分) の防虫効果 …… 194  
○韓美京 (昭和女子大学) 中元直吉 (同) 大沢眞澄 (同) 櫻井清彦 (同)  
坂部寛 (横浜農林水産消費技術センター)
- P 64 出土鉄製資料のX線写真読影法について …… 196  
鈴木稔 (帝京大学山梨文化財研究所)
- P 65 文化財資料測定に関する波長およびエネルギー分散型蛍光X線分析法の比較 …… 198  
○早川泰弘 (東京国立文化財研究所) 平尾良光 (同)
- P 66 A B I C最小化法による磁気探査データからの系統雑音除去 …… 200  
○丸川雄三 (東京工業大学) 亀井宏行 (同)
- P 67 重力探査の遺跡調査への適用 (1) -近世の洗い堀跡- …… 202  
○竹島淳也 (応用地質株式会社) 原田卓弘 (同) 大下賢一 (同) 峠美徳 (同) 軽部文雄 (同)
- P 68 地下レーダ探査による地下遺構の三次元解析と解釈技術-敦賀市別宮神社- …… 204  
○田中保土 (株式会社田中地質コンサルタント) Adam O'Neill (同) 伊丹麻子 (同)
- P 69 昼飯大塚古墳における電気探査と地温測定実験 …… 206  
○森正人 (東京工業大学) 亀井宏行 (同) 三浦定俊 (東京国立文化財研究所)  
中井正幸 (大垣市教育委員会) 工藤博司 (桜小路電気 (有))
- P 70 カンボジア王国所在クメール土器窯跡の物理探査 …… 208  
○西村康 (奈良国立文化財研究所) 杉山洋 (同) Dean Goodman 前畑幸雄
- P 71 OSL法、TL法、ESR法による焼土・焼石の被熱温度の推定 …… 210  
○奥山誠義 (奈良教育大学) 長友恒人 (同)
- P 72 被熱黒曜石の表面構造 …… 212  
中沢祐一 (北海道大学大学院文学研究科)
- P 73 須賀川市古館古墳出土奈良時代鉄刀の構造調査 …… 214  
皆川隆男 (福島県須賀川市教育委員会) 福島雅儀 ((財) 福島県文化センター)  
成瀬正和 (宮内省正倉院事務所) 岡田文男 (京都造形芸術大学)
- P 74 クリストパライトによる石器原材の産地推定 …… 216  
○松崎琢也 (岡山理科大学大学院) 新東晃一 (鹿児島県立埋蔵文化財センター)  
小林祥一 (倉敷芸術科学大学) 三宅寛 (岡山理科大学理学部)
- P 75 PIXE法による銅製品の元素分析 …… 218  
-銅製品に固有なPIXEスペクトル上のバックグラウンドについて-

- 河野益近（京大・工） 吉田紘二（同） 江南和幸（龍大・理工）  
内田俊秀（京都造形大学・文化財科学）
- P 7 6 遺跡調査におけるGPS測量の実例 . . . 220  
○伊藤雅乃（(株)パスコ） 久保孝嘉 天池学
- P 7 7 三次元形状計測による文化財のデータ保存システム構築と応用（4）  
—レンジファインダを用いた新しい遺構計測システムの試み— . . . 222  
○塚本敏夫（財団法人元興寺文化財研究所） 増澤文武（同） 佐藤宏介（奈良先端科学技術大学院大学）
- P 7 8 樹脂を用いた土器の修理方法について—真脇遺跡出土縄文土器の修理を例にして— . . . 224  
○伊藤健司（(財)元興寺文化財研究所） 菅井裕子（同） 尼子奈美枝（同） 木沢直子（同）  
高田秀樹（石川県能都町教育委員会）
- P 7 9 シリア・アインダーラ神殿遺跡保存修復国際プロジェクト . . . 226  
西浦忠輝（東京国立文化財研究所） 井上洋一（東京国立博物館） 海老澤孝雄（〈株〉ざ・エトス）  
フヒード・ハイヤータ（アレppo博物館）



第一部  
口頭発表

## 洞穴遺跡の保存について

麻生 優 (愛知学院大学)

日本の洞穴遺跡は、約700カ所(1996年)を数える。そのうち23カ所が史跡と認定され、一応保存処理が取られているとみられる。

洞穴内壁面に絵画等がみられる場合には、覆屋をほどこし、外気を遮断することで、保存をはかる。しかし、一般的には、柵等の簡単な処置ですまされる場合が多い。岩質に対する外的変化が、洞穴外形の変化に大きな影響を及ぼすとすれば、気候変化に対応する対策も考慮すべきであろう。

普通、保存は、対症療法的な対応策で進められるが、永久保存を願うのであれば、より積極的に対処すべきである。

洞穴名	所在地	高・幅・奥行	開口方向	時代
手宮洞穴	北海道小樽市			縄文、続縄文
フゴッペ洞穴	北海道余市郡	5.0・6.0・7.0	北東	続縄文
岩井洞穴	秋田県雄勝郡			縄文、弥生
日向洞穴	山形県東置賜郡	1.5・4.0・9.5	南	縄文、弥生、古墳
大立洞穴	山形県東置賜郡	1.0・13.0・7.0	東南	縄文、弥生、古墳
一の沢洞穴	山形県東置賜郡	□・5.5・3.5	南	縄文、弥生、古墳
火箱岩洞穴	山形県東置賜郡	3.5・4.0・6.0	東南	縄文、弥生、古墳
室谷洞穴	新潟県東蒲原郡	3.0・7.0・8.0	南	縄文
小瀬ヶ沢洞穴	新潟県東蒲原郡		南西	旧石器、縄文
大境洞穴	富山県氷見市	6.0・17.0・35.0	南	縄文～平安
鳥羽山洞穴	長野県小県郡	9.0・25.0・15.0	西	古墳
栃原岩陰	長野県南佐久郡	1.0・3.0・2.0	東南	縄文
嵩山蛇穴	愛知県豊橋市	□・3.5・70.0	南	縄文
磯間岩陰	和歌山県田辺市	□・23.0・5.0	北西	古墳
権現山洞穴	島根県八束郡	3.0・8.0・13.0		縄文
サルガ鼻洞穴	島根県八束郡	3.6・5.4・36.6	東南	縄文
猪目洞穴	島根県平田市	10.0・30.0・30.0	東	弥生、古墳
寄倉岩陰	広島県比婆郡	25.0・20.0・6.0	西	縄文、弥生、古墳
上黒岩岩陰	愛媛県上浮穴郡		南西	旧石器、縄文、古墳
竜河洞	高知県香美郡		北	弥生
不動が岩屋洞穴	高知県高岡郡	6.0・4.0・8.0	南	縄文
福井洞穴	長崎県北松浦郡	□・15.0・8.0	南	旧石器、縄文
泉福寺洞穴	長崎県佐世保市		南	旧石器、縄文

第1表 日本の史跡指定洞穴遺跡一覧

## 大寺山洞穴遺跡出土遺物の保存処置

○ 森 恭 一 (財団法人 千葉県文化財センター)

青木 繁夫 (東京国立文化財研究所)

## はじめに

大寺山洞穴遺跡の第1洞から出土した遺物のうち、平成7年9月の千葉大学第4次調査時に行った舟棺の取り上げと、平成8年度に行った舟棺の保存処置、金属製品の保存修復処置について報告する。

## 遺跡の概要

遺跡は、真言宗智山派総持院(千葉県館山市沼 1139)裏山にある3つの洞穴からなり、南から北へ第1洞、第2洞、第3洞の順に並び、ほぼ西に洞口を向けている。洞口の前面はテラス状にひらけており、館山湾を見下ろす高台となっている。標高は、裏山山頂が46.3m、第1洞が洞口で30.7mの高さにあり、第2洞、第3洞は第1洞より5m程度低くなっている。

## 第1洞と舟棺の特殊性

県内から出土する木材のうち、炭化木材以外のほとんどは低湿地のように水が潤沢にある場所から、十分に水を含んだ状態で出土する。しかし、第1洞とそこから出土した舟棺はそれらとは異なっていた。

第1洞の土は外の土とは異なり、砂とシルトの混じった粉っぽいサラサラな質感で良く乾燥しており、3cmほど手で表面をどかすと同様の質感でひんやりと湿っていた。洞穴内は風の通りが良く、9月初旬でもじめじめした感じはしない。

出土した舟棺などの木材は、湿ってはいるが、いわゆる水漬けの濡れている状態ではない。舟棺はすべて土圧を受けているため、第1次調査当時(平成5年)の質感は不明であるが、千葉大学の調査以前に出土し館山市立博物館に収蔵されている舟棺などから推測すると、ふかふかで指で押していけば潰れてしまうが、急速に乾燥させたりしなければ繊維状や粉状に崩れることは少なく、全体的にはしっかりした質感であったと思われる。なお、舟棺の樹種はスギであることが平成9年度の報告書に報告されている。

## 舟棺の取り上げと保存処置

舟棺は、1、3、4、5、9、10号を取り上げた。

1号舟棺は、砂の上に重ねて置いたモナカの皮を上から強く押したように潰れ、全体が辛うじて形状を保っている状態であった。表面は1ピース4cm程度の亀甲状に割れ、白色のカビが生えていた。厚みは、舳先の厚い部分で2.5cm、その他は1.5cm程度の厚みしかない。他の舟棺も同様の状態であった。

通常、本体に強度が無い物を取り上げる場合は、ウレタンなどを入れて下から支え、土ごと取り上げるが、5、10号以外の舟棺は下に別の舟棺が確認できるため、これらに影響を与えない方法が必要となった。

本来なら下の舟棺ごと全部上げてしまうのだが、期間やその他の要求から 1 号舟棺だけを上げることとなった。そこで下から土ごと取り上げるのではなく、上から剥ぎ取るような形での方法を採用した。

剥ぎ取るようにするためには、本体を十分に強化しなくてはならない。薬剤の選択にあたっては、作業期間(硬化時間)、洞穴内で発掘作業と同時進行のため有機溶剤を大量に使用できない等の制約があった。そこで、浸透性が良いこと、有機溶剤を使わないこと、一晩で硬化すること、本体の湿度を保ちながら強化できることからピフォロンを使用することとした。ただし、ピフォロンには、明度が下がり濡れ色になることと、溶剤等で溶かして除去できないという欠点がある。この欠点は保存修復の大原則に逆らうものであることは充分理解している。

処置の具体的な方法であるが、表出面の土、ひげ根をクリーニングし、ピフォロンは水よりも粘度があり手押しの霧吹きでは霧にならないため、ポリ洗浄ピンでムラにならないように塗布した。主剤と硬化剤の混合比は 2:1 の方が柔らかい感じに仕上がるが、硬化時間の関係から 1:1 とした。取り上げのときに小片が分離しないようにサーフェシングマット(ガラスマット)を裏打ちし、その上に薄いビニールシートを敷いてウレタンを発泡させ表出面の型を作った。舟棺を取り囲むように人を配置し、全員で土中の遺物の下面に沿って手を差し込んでひげ根を切り、そのまま持ち上げて型ごと反転し取り上げた。取り上げた後の地面は、手を差し込んだ分多少かく乱されたが舟棺の形を残していた。その後、新たに表面となった部分をクリーニングし、不足している部分にピフォロンを入れ保管している。処置後一年以上経過しているが、カビ等の問題は起こっていない。土中にあった面(新たに表面となった部分)は、当然ながらクリーニングできないまま割れ目などからピフォロンが染み込んで硬化している。この部分のクリーニングはカッターで表面を痛めないように根気良く除去するしかなく非常に手間がかかった。

### 金属製品の保存修復処置

金属製品は、銅鈴(3 点)、和鏡、銅銭を処置した。処置は、処置前写真、X 線透過写真を撮影し、和鏡については墨書の有無を赤外線を確認した。その後、顕微鏡下でデザインカッター、ぼかし刷毛を使ってクリーニングし、イオン交換水で脱塩、ベンゾトリアゾールで処理した後、インクラック・キシレン溶液を減圧含浸した。銅鈴の 1 点は 2 個体に分離していたが、割れ口が新しいことから出土後の分離と判断しシアノアクリレート系接着剤で接合した。

### 参考文献

- 平成 9 年度 館山市大寺山洞穴遺跡発掘調査報告書Ⅱ 館山市教育委員会  
平成 8 年度 館山市大寺山洞穴遺跡発掘調査報告書 千葉県教育委員会  
千葉県館山市大寺山洞穴 第 1 次、第 2 次、第 3・4 次発掘調査概報  
千葉県館山市大寺山洞穴 測量調査概報 千葉大学文学部考古学研究室

## 和歌山・大谷古墳出土馬甲に付着した毛皮のDNA解析

○木川りか（東京国立文化財研究所）・小泉雅子（同）

[はじめに]

和歌山・大谷古墳出土の馬甲（重要文化財）には、動物の毛皮様のものが付着しており、その毛皮はいかなる動物のものかに興味をもたれていた。毛皮は馬甲の金属に由来するおびただしいさびで固着していた。このような重金属等を含む試料からのDNA増幅は一般に困難であるとされてきたが、本研究では、このほど馬甲の毛皮の一部の試料からDNAの増幅に成功し、解析を行った。その結果、毛皮はシカの仲間のもので示唆されるデータが得られたので報告する。

[今回のDNA解析の目的]

通常の毛皮の試料であればその毛の形状から動物種を同定することが可能であるとされる。しかし、本例のようなさびで固まり、しかも毛が劣化している試料においては、形状だけからの同定は困難である。そこで、本研究ではDNAの塩基配列から毛皮の動物種を同定することを試みた。

[結果]

馬甲小札の一枚に付着していた毛皮の小片の試料のひとつからミトコンドリアDNAの特定の領域が増幅された。

1回目のPCRでは、試料と陰性対照（negative control）とも全くバンドがみられなかった（図1，A）。しかし、2回目のPCRを行ったところ、試料ではうすいがはっきりとしたDNAの増幅が観察された（図1，B）。今回4種類のプライマーのセットを用いたが、増幅がみられたのはこのなかで一番短いDNA断片のみであった。このとき陰性対照では増幅されたバンドは全くなかった。

今回増幅されたミトコンドリアDNAの中の特定の領域（132塩基対）の塩基配列をダイレクトシーケンス法により決定し、既知のデータと比較した。その結果、アカシカ（*Cervus elaphus*）の対応するDNA領域の塩基配列と100%一致することがわかった（表1）。この結果から、試料の毛皮は*Cervus*属のシカの仲間のものであることが示唆された。

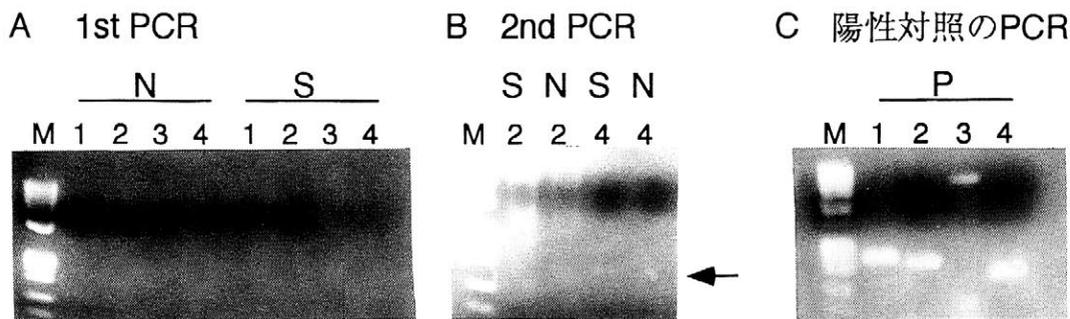


図1. 古代試料 (S) および陰性対照 (N), 陽性対照 (P) のDNA増幅結果  
1~4の番号はプライマーセットの種類を示す。陽性対照は現世のシカのDNAである。

表1. ミトコンドリアDNAの一部の領域 (132bp) の塩基配列の相同性\*

動物種		相同性 (%)
<b>Red deer</b>	アカシカ	<b>100</b>
<b>Fallow</b>	キジカ	<b>87.9</b>
<b>Pronghorn</b>	エダヅノカモシカ	<b>87.9</b>
<b>Cow</b>	ウシ	<b>86.4</b>
<b>Pig</b>	ブタ	<b>82.6</b>
<b>Rabbit</b>	ウサギ	<b>81.8</b>
<b>Zebra</b>	シマウマ	<b>80.3</b>
<b>Peccary</b>	イボイノシシ	<b>78.8</b>
<b>Human</b>	ヒト	<b>75.8</b>

\*今回試料から得られた塩基配列と既知の塩基配列を比較し、塩基配列の一致率を%で表した。

### 謝辞

本研究を行うにあたって試料をご供与下さいました和歌山市立博物館の大野左千夫氏、また貴重な助言をいただきました東京大学大学院理学系研究科生物科学専攻の植田信太郎博士、北海道大学理学部附属動物染色体研究施設の増田隆一博士に深く感謝の意を表します。なお、本研究は文部省の科学研究費により行われました。

## 羽曳野市蔵塚古墳の調査成果

○江浦 洋（財団法人 大阪府文化財調査研究センター）○渡邊正巳（文化財調査コンサルタント株式会社）  
 本田奈都子（財団法人 大阪府文化財調査研究センター） 居川信之（川崎地質株式会社）

### 発掘調査の成果

蔵塚古墳は（財）大阪府文化財調査研究センターが南阪奈道路の建設に先立つ発掘調査で新規に発見した前方後円墳である。当古墳は飛鳥川左岸の丘陵に築造されており、対岸には同時期の飛鳥千塚古墳群が展開している。

墳丘は全体の約2/3を調査したのみであるが、前方部を西に向けており、規模は墳長54m、後円部径34m、前方部長26.5m、同幅45m以上を測る。墳丘上面は後世の削平が著しく、残存高は2m前後である。墳丘の周囲には幅約8mの周濠が巡らされ、ここからは円筒埴輪や須恵器が出土している。わずかではあるが墳丘盛り土中からも須恵器が出土し、当古墳は6世紀中頃から後半に築造されたことが明らかとなっている。時期的にみて埋葬施設は横穴式石室であったと考えるのが穏当であるが、墳丘上にはその痕跡すら認められない。

上記のように当古墳は後世の削平が著しく、埋葬施設や墳丘の外表施設が全く遺存していないこともあり、墳丘の盛り土を平面的かつ徹底的に調査することが可能となり、結果的に土囊を利用した古墳築造技術の一端を明らかにすることとなった。盛り土中から検出した土囊列には規則性があり、後円部では古墳の主軸を基準として放射状に8等分し、それ

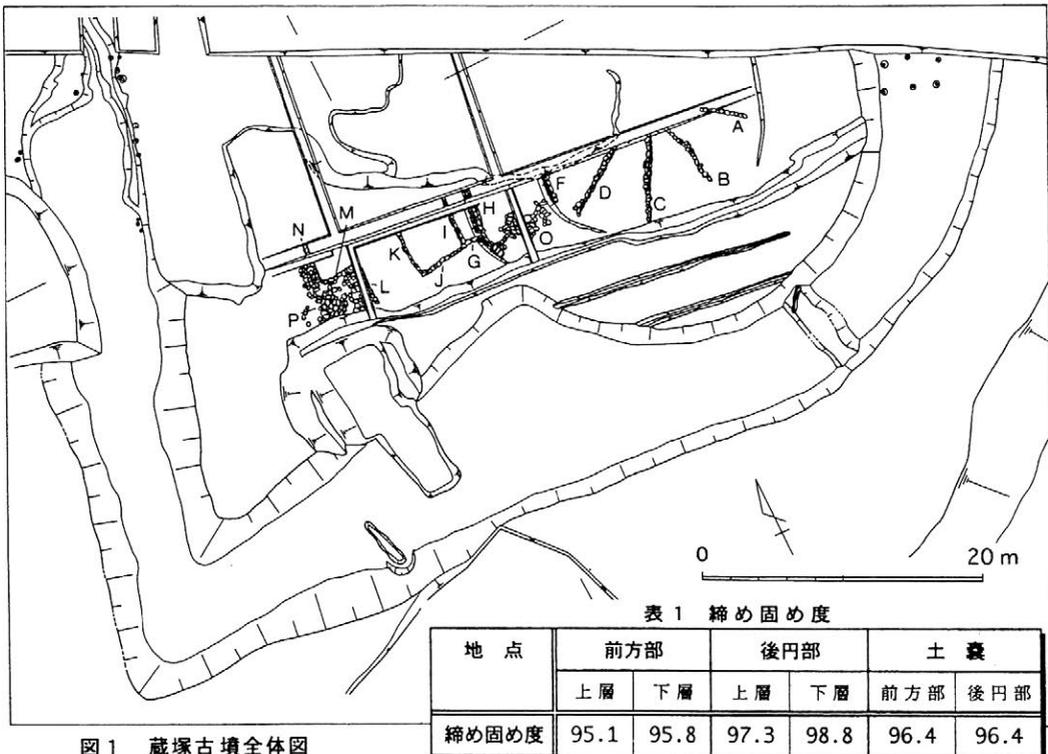


図1 蔵塚古墳全体図

表1 締め固め度

地点	前方部		後円部		土囊	
	上層	下層	上層	下層	前方部	後円部
締め固め度	95.1	95.8	97.3	98.8	96.4	96.4

つなぐ土嚢列も検出している。前方部では前方部外縁に沿う土嚢列とそれにほぼ直交する土嚢列を検出し、作業道も確認している。これらの土嚢は工区割りと盛り土の締め固めを行う際の仕切りとしての機能を持ち、さらに法面に積み上げることによって盛り土の流出を防ぎ、正確に墳丘斜面を施工することを可能としている。なお、個々の土嚢の平均的な法量は長辺約33 cm、短辺約25 cm、厚さ約13 cmを測る。重さは乾燥重量で13 kg前後、土量は0.01 m<sup>3</sup>前後のものが多い。

なお、墳丘の造成を大局的にみると、まず、土嚢列Fを円周とする直径約17 mの円丘が造られ、さらにその外側に盛り土を行って後円部墳丘が形作られている。前方部は後円部に遅れて造られているが、基本的には共通した造成方法をとっており、土嚢列G・Jの内側の盛り土が先行し、その後、その外側に盛り土が行われて墳丘が形作られている。

また、盛り土にも明瞭な使い分けがみられ、後円部では礫などをまったく含まない薄層を版築状に積み上げているのに対して、前方部では径10 cmをこえる礫や粘土塊を含む土が大きな単位で傾斜をもって積み上げられている。また、盛り土単位の境目からは木の葉の圧痕がかなりの密度で確認される点の特筆に値し、盛り土を行う過程において人為的に敷かれたものである可能性も高い。

このような土嚢積みによる墳丘の築造は国内では瓦屋西C5号墳（静岡県）などがあり、古墳ではないが、狭山池（大阪府）の最初の築堤にも土嚢が用いられている。また、韓国の昌寧校洞古墳群でも墳丘盛り土中から土嚢と考えられる放射状の粘土帯が検出されており、今後は古墳築造の土木技術についてさらに視野を広げて検討を行う必要があるといえる。

### 土質工学的検討

蔵塚古墳の土質工学的性質を明らかにするために、一般的な物理試験のほか「現場密度試験：JIS A 1214」および「土の締め固め試験：JSF T 711」を実施した。

従来、古墳本体に対する土質工学的検討を加える際にはボーリングを用いた「標準貫入試験」、そこから得られた試料を用いた一般物理試験、「土の締め固め試験」が用いられてきた。「土の締め固め試験」結果の判定には「現場密度試験」結果が必要であるが、ここでは「自然含水比」で代用している。これは多くの場合、古墳の移築・補修を前提としたもので、地盤の強度なども知る必要があったためである。また、「現場密度試験」を実施するためにトレンチ調査などが必要不可欠であることなど、調査方法により試験が実施できなかったことなども要因であろう。

今回の試験結果から得られた墳丘の土の締め固め度は表1に示したとおりである。いずれも95%以上と高い値であり、盛り土の品質として十分な値であった。

### 古生物学的検討

次の2つの目的でプラント・オパール分析を実施した。

1. 土嚢の積み重ねが判明したことから、土嚢袋の母材を推定する。

期待した結果が得られなかった。しかし、今後同様の調査をする際の注意点がいくつか明らかとなった。

2. 古墳築造以前の植生を推定する。

シイ属プラント・オパールが検出され、古墳築造以前は調査地点が照葉樹林帯で覆われていた可能性が指摘できた。

## 保存環境湿度と材料の含水変化の関係

(材料・工法的手段による博物館等の環境調節に関する研究 第1報)

○赤沼英男(群馬大)、宮野則彦(旧大)、神谷清仁(豊大)

村田豊(ヨコナ)、水谷章夫(和歌大)、宮野秋彦(和歌大)

## 1. 保存環境湿度について:

冷暖房設備を備えたコンクリート造の博物館等の内部環境に、最近、見られるようになった過乾燥現象の実態については、既に指摘した通りである<sup>1)</sup>。

この現象は、建物完成後数年を経る頃から、展示空間や収蔵空間の環境湿度が次第に50%を下回るようになり、やがて40%以下の過乾燥状態にまで移行するもので、文化施設などの現場では、文化財の新たな環境被害の原因としてクローズアップされるようになった。

一方、コンクリートスラブの冬季の内部結露による湿潤化と、その水分の夏季の蒸れ返しが原因で起きる館内空気の高アルカリ化現象<sup>2)</sup>についても適切な対策が開発されていない。

従来、こうした異常な高、低湿環境の改善には、除、加湿装置や、化学物質または化学修飾材料が使用されることが多い。しかし、機械設備<sup>3)</sup>や薬剤の使用には常に様々なリスクが伴い、加えて近年の地球規模での環境保護および省エネルギーの要求にも反することになる。

筆者等が意図している方法は、専ら木、石、土といった天然素材を原料とした「調湿建材」を施工することによって環境湿度の調節を図ろうとするものである。現在市販されている「調湿建材」には、木質系調湿材(木繊維セメント板等)と石質系調湿材(珪酸カルシウム板等)があるが、本報では、これに筆者等が開発した土質系調湿材(ゼオライト、粘土、消石灰等を主原料としたセラミック板)を加えて、比較検討したところを報告する。

2. 測定試料および実験方法: 非定常現象としての吸放湿は、通常、気温変動に起因し、その変動周期によって吸放湿に関与する材料表面からの深さが異なる。一般に、変動周期が長くなれば、その深さもまた大となる。

自然環境下における気温の変動周期には、日変動及び年変動の他に、三寒四温として知られている約10日間程度の周期を持つ旬間の変動がある。

実験には、約10cm角で厚さの異なる試料を、同一ブロックより吸放湿面が同一仕上げ面となるように切り出し、仕上げ面以外の5面をアルミシートで断湿したものを使用した。測定は、降雨及び日射の影響が無く風通しの良い自然環境下に置いた試料を、経時的に電子天秤(秤量2.1Kg、感量0.01g)で一年以上に亘って秤量した。今回までに測定した試料は、ベイヒ、ベイツガ、ヒノキの木口及び板目試料、珪酸カルシウム系調湿建材、セラミック系調湿建材の3材種、約70試料である。

3. 測定結果と検討: 図1~3に、相対湿度の日変動、旬間変動及び年変動に対する各調湿建材の吸放湿量と厚さの関係を示した。ここに、吸放湿量M(調湿力)は下式で算定した。

$$M = \left( \frac{\Delta m}{A} \right) / \Delta H \quad (\text{g/m}^2)/\% \quad \begin{array}{l} \Delta m: \text{含水量の変動較差(g)}、A: \text{吸放湿面積(m}^2\text{)}、 \\ \Delta H: \text{相対湿度の変動較差(\%)} \end{array}$$

図1及び表1より明らかなように、日変動に関しては、木口面の吸放湿が最も大きく、 $M=2.6$  ( $\text{g/m}^2$ )/%で、板目面の0.6に比べて概ね4倍程度である。石質系の珪酸カルシウム系調湿建材の調湿力は、厚さ2cm以上では約0.8(冬季)で、木材一般の板目よりやや大きくなる。

セラミック系調湿建材の調湿力は  $1.6 (g/m^2)/\%$  で、厚さ 6mm までは木材一般の木口面よりやや優るが、それ以上ではこれを下回る。

図 2 及び 3 に見られるように、大気の相対湿度変動に関わる木材表面

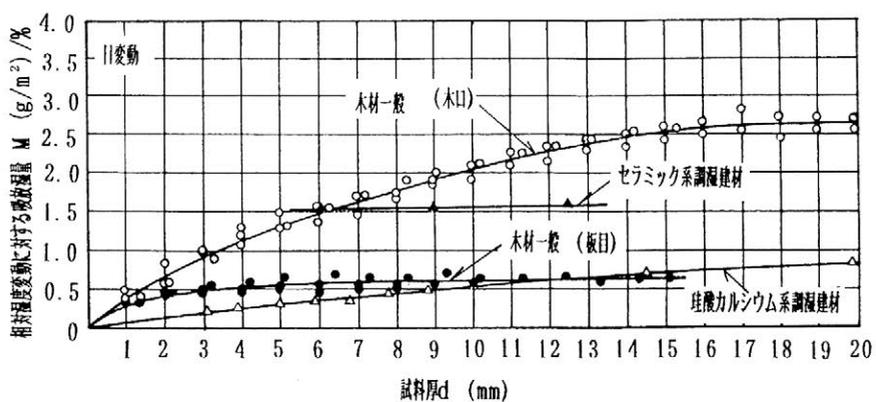


図 1 相対湿度の日変動に対する各種調湿建材の吸放湿量と試料厚の関係

表 1 湿度変動と調湿力

変動周期	試料	D	M	$M_{10}$
日変動	木材一般 (木口)	17	2.6	2.1
	木材一般 (板目)	7	0.6	0.6
	セラミック調湿材	6)	1.6	1.6
旬間変動	珪カル板調湿材	20 (	0.8	0.5
	木材一般 (木口)	20 (	—	3.2
年間変動	木材一般 (板目)	12	2.0	1.9
	木材一般 (木口)	20 (	—	11.
	木材一般 (板目)	20 (	—	10.

D: 吸放湿深さ (mm), M: 吸放湿量 ( $g/m^2$ ) / %,  $M_{10}$ : 厚さ 10mm の時の吸放湿量 ( $g/m^2$ ) / %.

よりの深さは、旬間変動、年変動と変動周期の増大と共に大きくなっている。その深さは、従来、湿気拡散式から算定された値とはかなり異なっている。

なお、一般に、夏季の調湿力は冬季に比べてかなり大きい。

また、調湿力と環境湿度との関係は、日変動では相対湿度との相関が高いが、旬間及び年変動のように変動周期が大きくなるに従って絶対湿度との相関がより高くなる傾向が見られる。

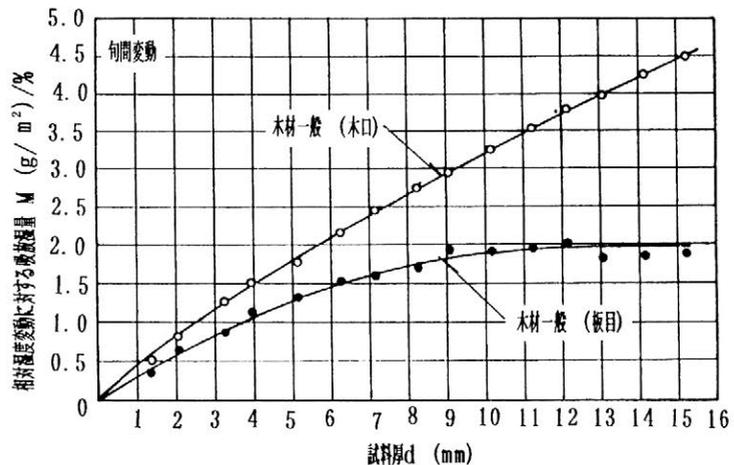


図 2 相対湿度の旬間変動に対する吸放湿量と試料厚の関係

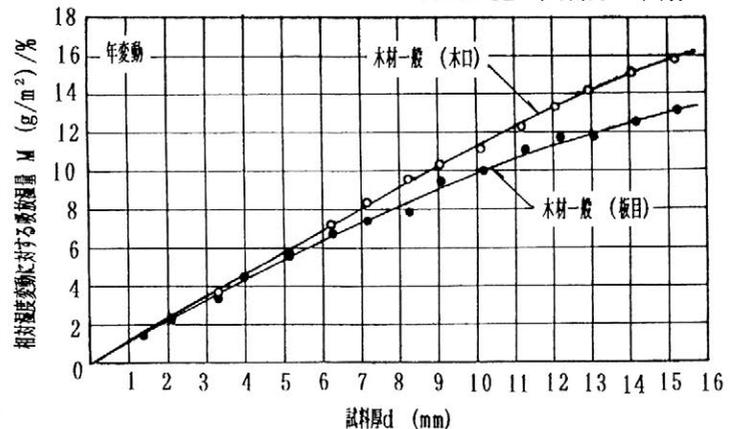


図 3 相対湿度の年変動に対する吸放湿量と試料厚の関係

次回以降には、モルタル試料に関する実験結果を加えて、報告する予定である。

- 1) 赤沼英男、宮野秋彦：文化施設における展示環境の通気乾燥の実態について、第13回大会、1996年6月。
- 2) 赤沼英男、石川陸郎、宮野秋彦：館内アルカリ濃度とコンクリート躯体内水分挙動の相関について、第12回大会、1995年6月。
- 3) 赤沼英男、石川陸郎、宮野秋彦：空調を伴う展示空間の湿度環境について、第14回大会、1997年6月。

## 輸送、展示、保管時における文化財の状態モニタリングシステムの開発 -- 国宝西光寺梵鐘へのアコースティックエミッションの試み --

○増澤文武（（財）元興寺文化財研究所）塚本敏夫（同）

西本重人（非破壊検査株式会社）辻啓一（同）今中拓一（同）

松本岩雄（鳥根県教育庁文化財課）佐伯徳哉（同）

### 1. はじめに

従来、展示に伴う輸送に際して、その間の文化財の異常の有無は、その前後の精密な目視により確認する。梱包に万全を期すことは勿論、必要に応じて小型の記録が出来る環境モニタリングを実施し、継続的なデータが得られるようになった<sup>1)</sup>。しかし、不本意ながら破損などが時として生じることがあるが、それは解梱したときに初めて判明する。出来ることならば輸送中の環境のみならず継続的に文化財自体の監視が出来、事故に結びつく前に異常が把握できれば最も良いことである。文化財に携わっている者にとっては、これは避けて通ることが出来ない大きな関心事である。この度、国宝西光寺（福岡市）所蔵梵鐘の『古代出雲文化展』の出陳に際して、機能面で音を出すものであることから、それを考慮した梵鐘自体の健全性のモニタリングが求められた。そこで非破壊検査による内部異常の検出法を検討したが、他の方法が発生後の状態を得るのに対し、アコースティックエミッション法（以下AE法と記す）は、異常を生じた際、リアルタイムで計測出来ることに着目して、この方法によりモニタリングを実施した。この計測法の特徴ならびに文化財への適応性を報告する。

### 2. 原理と使用機材

AE法は対象とする固体が変形や破壊する際発生する弾性波（一般には超音波）をリアルタイムで計測する。物体のどこかに異常、例えば亀裂が生じるとき弾性波が生じる。発生する弾性波は異常が大きければ大きく小さければ小さい。これらは超音波として物体の表面に伝わるため、その振動を計測出来る。また、センサーの複数箇所の設置により発生場所を特定出来る。それは地震を観測するのと同じである。したがって計測のために対象物に電磁波や超音波を流す必要がなく、表面にセンサーを接触して伝わってくる音波を電流値として計測し分析するものである。輸送時は携帯用測定器により1点計測をし、展示、収蔵中は計測器を展示ケースの下の台内部に設置して4点計測を行った（図1）。

### 3. 国宝西光寺梵鐘

本梵鐘は青銅製で、承和六年（西暦839年）の銘を持ち、かつては伯耆国金石寺のもので永正七年（1510年）、尼子恒久により出雲の杵築神社に奉納された。重量が約600kg ありとされ、総高136.3cm、口径77.5cm、厚さ7.0cmを測る（図1）。

### 4. 計測期間と場所

梵鐘は下記に示すような行程で、輸送、展示、収蔵がなされ、総日数 179日、半年に及んだ。その間、梱包時の一部を除いて輸送、展示、収蔵の全行程にわたり計測した。なお展示、収蔵中は、学芸員にメンテナンスをお願いした（図2）。

1997年 7月1日福岡市西光寺搬出、7月2日鳥根県立博物館搬入、7月5日～8月24日展示、～11月11日同館で収蔵、11月11日同館搬出、11月12日大阪市立美術館搬入、11月18日～12月21日展示、12月25日 同館搬出、12月26日 西光寺に返却。

### 5. 結果と考察

梵鐘は、全行程を通じて異常は認められず、無事に返却することが出来た。展示中の計測結果の例を図3に示す。円の内部が梵鐘の位置であり、その外側のコーナーの黒点が弾性波の発生源で、これは展示ケースへの外からの衝撃によるものであり周波数が青銅製品などで生じる100kHz以上のものに比べ50kHz以下と著しく低い（図4）。一方、輸送中は梱包方法とセンサーの設置状態から外部の影響を押さえ

ることが出来、バッテリーの使用により、継続的に計測することが出来た。

以上の結果から、異常が生じているか否かをリアルタイムで得られ、進行を最小限に押さえる可能性が得られた。併せて対象物のみならず、展示ケースへの外部からの衝撃なども識別でき、監視できることが判明した。また、装置は小型で携帯でき、学芸員も操作が可能である。

しかし、今回初めての試みであり、青銅製梵鐘に異常が確認できなかったことは最も好ましいことであったが、今後の課題としてはこのようなものに異常が生じた際の異常の種類と超音波の発生状態などの相関性を求めて行く必要がある。これを契機に文化財への応用を目指して取り組みをはじめている。

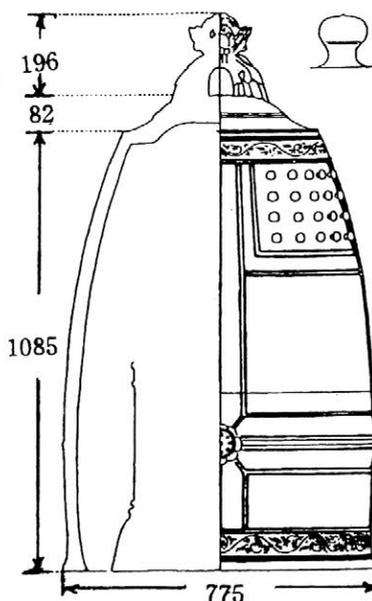


図1、国宝西光寺所蔵梵鐘  
(奈良国立文化財研究所編梵鐘実測図集成)

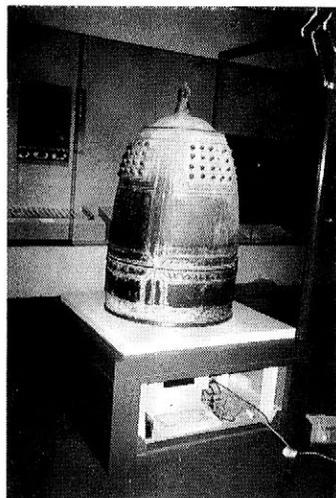


図2、AE計測状況  
(展示前のセッティング時)  
展示ケースの台の下に計測器を設置

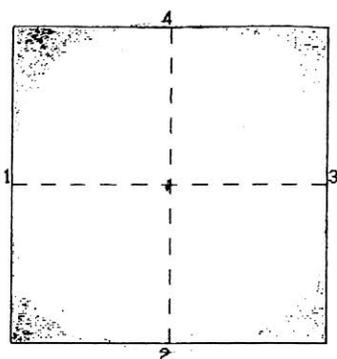


図3、AE発生箇所  
(大阪市立美術館展示期間中)  
正方形の枠と十字の点線の  
交点が梵鐘の縁に設置した  
センサー取付箇所

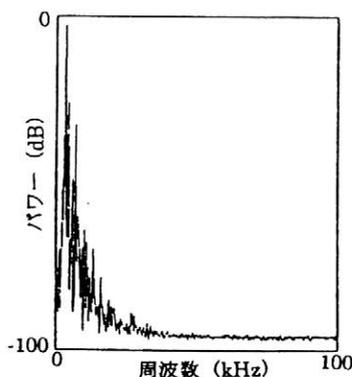


図4、展示中に計測された周波数成分

ことにより、基礎データの蓄積をするという課題を残しているが、連続的に文化財その物の状態を監視でき、異常を生じる前に手だてを講じるなど、事故を未然に防ぐ可能性があることが判明した。

- 1) 神庭信幸、輸送中に生じる梱包ケース内の温室度変化、古文化財の科学 [34] 31-37(1990)

## 6、まとめ

従来、展示に伴う輸送に際し梱包に万全を期し、必要に応じてセンサーを設置して文化財の環境モニタリングが行われてきた。また、文化財の異常などはその前後に目視などにより確認する法が採られてきた。今回、アコースティックエミッション法を利用すること

## 瑞聖寺伊達家墓域出土『胞衣桶』の胞衣組織の同定

○勝又義直（名古屋大学） 山本敏充（同） 打樋利英子（同）  
伊達泰宗（（財）瑞鳳殿資料館） 松本 健（東京都港区立郷土博物館）  
増澤文武（（財）元興寺文化財研究所）

### 1、はじめに

東京都港区瑞聖寺旧伊達家墓域内の第四代藩主綱村の長男、扇千代（1681-1685）の墓域から筒状毛彫銅容器が発見された。外容器に松竹、鶴亀の毛彫が、中の桶にも松竹、鶴亀と「縦三引両」（伊達家の家紋）が描かれ、その中に竹篋が2本、寛永通宝の文銭が120枚と3つの石などがあったことから『胞衣桶』と推定された。そこで『胞衣桶』であることと家系的な手掛かりの可能性を鑑み、一部資料につき組織学的検査及びDNA分析を行ってヒト由来の組織の有無を検討した。

### 2、材料と方法

#### 1) 材料

（財）元興寺文化財研究所保存センターにおいて、平成7年11月10日に資料を採取した。いずれも黒褐色の湿潤な米粒大から大豆大の資料であり、常温にて乾燥させたところ褐色となった。多くは粉状物であったが、一部に2層の膜状物に挟まれた線維状の組織がみられたので、それを資料とすると共に、平成8年2月29日に同センターにおいて、同様の性状を示す部位を再度追加して採取し、合わせて本研究の資料とした。

#### 2) 方法

##### (1) 組織学的検査

資料の一部をホルマリンで固定後、パラフィンに包埋し、薄切標本を作成した。これらの標本について、通常のヘマトキシリン・エオジン染色（H・E染色）を行い、さらに、線維成分を検出するアザン染色と銀染色、糖質を検出するPAS染色、鉄分を検出するベルリンブルー染色の特殊染色を行った。

##### (2) DNA分析

###### (A) DNAの抽出

資料の一部（約1g）を液体窒素で凍結し、乳鉢内で粉碎した。この粉状物から通常の有機溶媒を用いる方法でDNAを抽出した。さらに、このDNA抽出液について、スピнкаラム吸着法による精製操作を行った。

###### (B) DNAの性状

抽出ないし精製したDNAについて、蛍光法及びヒト特異的プローブを用いるクオンティプロット法（Quantiblot™キット）によりDNAを定量した。さらに、これらのDNAについて、3%アガロースゲルにて電気泳動し、エチジウムブロマイドで染色してDNAの分解の程度を検討した。

###### (C) DNAの分析

抽出ないし精製したDNAについて、HLA-DQA1の第2エクソン領域（242bpないし239bp）、3種類のマイクロサテライト領域であるLPL（105-133bp）、vWA（139-167bp）、F13B（169-185bp）をそれぞれ市販キットにより増幅することを試みた。さらに、ヒトミトコンドリアDNAのD-loop領域の一部（161bp）の増幅も試みた。増幅のみられたD-loop領域については増幅産物をクローニングし、塩基配列を決定した。

### 3、結果

#### 1) 組織学的検査

H・E染色、アザン染色及び銀染色により資料の組織構造を検索したところ、薄い膜状の構造物に挟まれた線維性の結合組織を認めた。また、この結合組織の諸処に楕円状の空洞状構造が認められた。さらに、結合組織の諸処に円形の小顆粒や管状構造が集まった構造を認めた。この円形の小顆粒や管状構造はPAS染色でよく染まる性質を持っていること、及び特有の形態を考え合わせ、真菌と判断された。

ベルリンブルー染色では、楕円状の空洞状構造内壁に粒状染色物がみられ、変性赤血球とみられる像を示した。従って、この空洞構造は血管と推定された。

本資料は変性が強く、明瞭な細胞構造までは認められなかった。しかし、2層の膜状物に挟まれた血管のある線維組織という本資料の組織構造は胎盤の特徴を示しており、本資料は胎盤組織と考えられた。

## 2) DNA分析

DNA抽出液は茶色を示したが、精製操作を1回行うと色調は薄くなり、2回ないし3回精製操作を行うことで完全に無色となった。DNA量は、蛍光法では1回精製液で6 ng/ul、2回及び3回精製液でいずれも2 ng/ulであったが、ヒトDNAを検出するクオンティプロット法ではいずれの資料も検出感度(0.5 ng/ul)以下であった。抽出ないし精製されたDNAの断片長を、アガロースゲル電気泳動法により検討したところ、いずれも300 bp以下の低分子となっていることがわかった。

細胞の核DNAに含まれるHLA-DQA1及びマイクロサテライトの各領域はいずれも増幅されなかった。一方、一細胞に数千コピー存在しているといわれるミトコンドリアDNAのD-loop領域は、2回ないし3回精製液で増幅がみられた。これらの増幅産物をクローニングし、得られた13クローンについて塩基配列を決定した。その結果、対照のヒトミトコンドリアDNAの塩基配列と1カ所から5カ所違う配列を持つクローンは計11個(表1)、10カ所以上異なるクローンが2個みられた。

表1、資料から得られたミトコンドリアDNAの塩基配列

クローン 番号	(N)	特定部位の塩基配列							
		16209	16218	16223	16225	16231	16269	16311	16324
		T	C	C	C	T	A	T	T
1	(4)	C	—	T	—	—	—	—	C
2	(3)	C	T	T	—	—	—	—	C
3	(2)	—	—	—	—	—	G	—	—
4	(1)	—	—	T	—	C	—	C	—
5	(1)	C	A	T	A	—	—	—	C

## 4、考察

組織学的検査では、資料は構造上の特徴から胎盤組織と考えられた。ただ、真菌が諸処でみられ、腐敗等の分解作用を受けたことが推定された。DNA分析では、ヒトのミトコンドリアDNAと考えられる塩基配列が得られた。少しずつ配列の異なるクローンがいくつか得られたが、分解の進んだ資料ではこのようなことは時にみられる。最初に報告され、ヒトの標準とされている塩基配列と3カ所違っているクローン1(4クローン)か、それと1カ所のみ違っているクローン2(3クローン)のものが実際の資料の塩基配列と推定される。他のものは混入物の可能性がある。これらのデータからは、この胞衣桶にはヒトの胎盤が納められたことが推定される。

ミトコンドリアDNAは、核のDNA(ゲノムDNA)に比し検出しやすいので、考古学的資料では好んで分析されるが、母系遺伝のため、父子鑑定には用いられない。いずれにしても、分解の進んだ資料のDNA分析は容易ではない。酸素や光の作用が制限され、腐敗の少ない資料、例えば硬い骨、化石(琥珀も含まれる)等は陳旧でも分析可能なことが多い。もちろん、資料採取における新しいDNAの混入は絶対に避けねばならない。

本例は分解が高度に進んだ資料であったが、DNA分析が一部可能なことが示された。従って、陳旧な資料については今後も積極的にDNA分析を試みていきたいと考えている。とりわけ歴史上明確な対照資料が存在している場合にDNA分析は有用と考えられる。

## 6

### 博物館に収蔵されている人骨資料の骨密度測定について

○谷畑美帆（東京都老人総合研究所／日本学術振興会特別研究員）

鈴木隆雄（東京都老人総合研究所）・杉下竜一郎（東京芸術大学）

#### はじめに

本報では、骨密度で表現される骨強度を判定するのに骨密度測定装置による測定が有効であるかどうかを確認することにある。これは、対象資料が文化財であるため、こうした検査は、非破壊的手法が原則とされることによる。そのためにも、非破壊分析の代表的方法である骨密度測定装置の有効性を確認することが重要である。

#### 分析資料

分析資料は、東京大学総合研究博物館先史・人類部門に保管されている明治時代人骨 104 体の第 2 腰椎から第 4 腰椎である<sup>1)</sup>資料とした人骨の平均年齢は、50 歳であり、男性人骨 70 体、女性人骨 34 体と、全体として男性人骨の比率が高くなっている（表 1）。

表 1 分析に使用した人骨資料（東京大学総合研究博物館収蔵）

年齢	男性人骨	女性人骨
20 歳代	10	10
30 歳代	14	6
40 歳代	10	10
50 歳代	16	4
60 歳代	18	2
70 歳代	2	2

#### 分析方法

資料とした人骨 104 体に対して、硬度計（＝島津製作所製針貫入式硬度計）による骨強度の測定及び、骨密度測定装置（＝Hologic 社製骨密度測定装置）による骨密度測定を実施した。さらに、本研究で資料とした人骨も生体骨の段階で病理

学的な諸条件により骨強度が増加又は低下した可能性が指摘されるしたがって、骨強度の見かけ上の増加を促す可能性のある変形性脊椎症の有無についての観察を行い<sup>(2)</sup>、骨密度測定値と病理学的所見との関連についての分析を行った。

### 結果と考察

骨強度及び骨密度測定値は、加齢に伴い、減少していた(図1)。また、骨強度と骨密度測定値が共に低下している資料の中には、病理学的所見の一つである変形性脊椎症の症状を持つものが多くなっていた。

本報では、博物館に収蔵されている人骨を資料として、骨密度で表現される骨強度を判定するのに骨密度測定装置による測定が有効であるかどうかを確認した。また、骨密度の低下している資料では、病理学的所見の一つである変形性脊椎症の症状を持つものも多く、変形性脊椎症の症状を持たない資料と比べて、こうした所見を持つ資料の骨強度及び骨密度測定値は、低くなっていることが確認された。

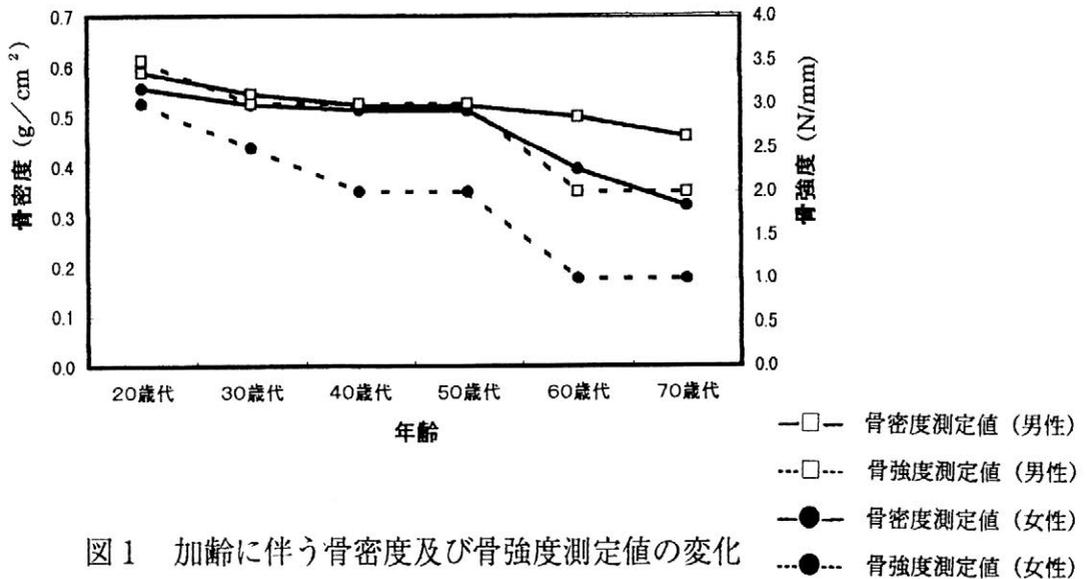


図1 加齢に伴う骨密度及び骨強度測定値の変化

### 参考文献

- 1) 鈴木尚：東京大学総合研究博物館収蔵明治時代人骨に関する記録(1917)、p13-18
- 2) 和田仁：現代日本人における椎体の加齢的变化に関する研究、札幌医学会雑誌、44(1975) p139-152

## 横口付窯跡（日本、韓国、中国）

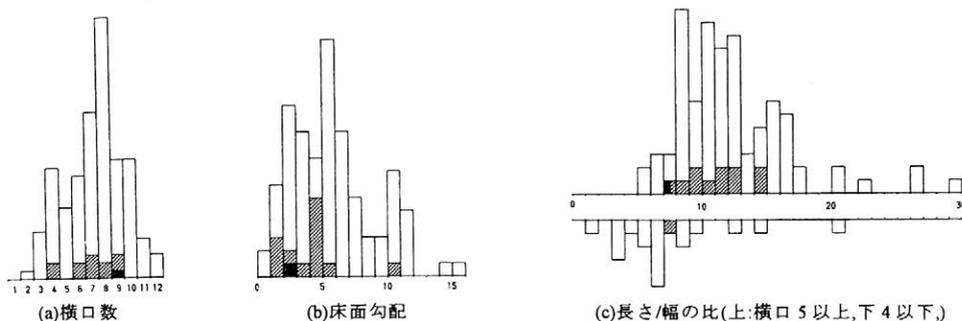
成 亨美、伊藤清明、広岡公夫、時枝克安

横口付窯跡は(1)側面の複数横口,(2)緩勾配床面,(3)縦長・幅狭という特徴的構造をもつ窯である。日本の発掘例は多いが、用途不明、短期間の出現等、謎が多い。韓国では最初の発見以来、最近とみに数を増している。中国では竜窯と称するが、我々の入手資料は1件のみであり、情報把握が不完全である。ここでは、新たに得た韓国の7つの年代測定値を日本と中国の資料と比較して、横口付窯に関する問題を提起する。

## 1. 横口付窯跡の特徴

図 a,b,c は横口付窯跡の横口数、床面勾配、長さ/幅の比の棒グラフである。

(白ヌキ:日本[178例]/斜線:韓国[20例]/黒塗り:中国[1例];例中の有効な数値のみを使用)



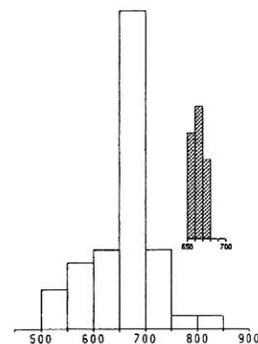
日本の場合、横口数は2～12ケであり、8ケ前後が最も多い。床面勾配は15度に達するものが2例あるが、ほとんどが11度以下であり、7度以下で全体の80%を占める。長さ/幅の比は、横口が4ケ以下の窯では小さいが、5ケ以上の窯では、8～12という細長い形が多く、30という極端な例もある。床面は厚く堅固に焼き締まっている例が多い。以上の各点について、韓国と中国においても日本と同様の傾向がある。

## 2. 韓国：慶州蔘谷洞遺跡の横口付窯址の地磁気年代

慶州蔘谷洞遺跡A地区の7基の横口付窯址の地磁気年代を求めた。いずれも遺物を欠き、窯の考古学年代と用途は不明である。図(e)は韓国の残留磁気の測定結果である。測定結果1～7をA群(1,2)とB群(3～7)に分けて考える。A群は林堂住居址(a,b,c,d)と重なり合うので、地磁気年代として同遺跡の土器年代(AD3C末～4C初)が候補になる。日本の標準曲線も同様の値(AD4C初)を示唆する。また、1の窯は4の窯を切っているため、A群はB群より新しいと判断され、両者の年代差を日本の標準曲線から推定すると50年程度になる。X、Y、Zは清道蕁芝里遺跡、慶州千軍洞遺跡、蔚州検丹里遺跡の横口付窯址の残留磁気の方向であり、日本の標準曲線から4C初の地磁気年代が報告されている。一方、これらの窯がBC5～6Cの無文土器住居址と共出することから、窯と住居址を同年代とする意見もある。しかし、残留磁気の方角をみると、X、Y、Zが同年代の別の無文土器住居址の焼成床面(e,f,g,h)から遠く離れているので、住居址と同年代ではないことが分かる。日本の地磁気に目を向けると、AD50～500の軌跡は東方に突き出した細長いループを描いている。韓国の地磁気に関して、AD3～6Cのデータは我々により得られたが、紀元零年～AD3Cのものはまだない。しかし、韓国と日本は近いので、AD0～500の期間、韓国の地磁気はやはり大きく東西に振れ動く軌跡を描いており、Bで最大東偏になると考えられる。そうすると、X、Y、ZはBを境とする新旧の2測線に対応することになり、X、Y、Zの地磁気年代としては、4C初の報告値の他に、Bよりも少し古い年代値(<AD250)も候補となる。一方、Aの年代について、AはX、Y、Zの近くにあるけれども、Aの窯がBの窯を切っているため、Bより新しい4C初だけが得られる。

### 3. 日本の横口付窯跡の特色と地磁気年代

日本の横口付窯跡は大分、熊本から福島にかけて分布している。出土数が最多の岡山と広島では製鉄遺跡と共出する例が多い。通常、立地は平地や丘陵斜面であるが河原の礫層上という例もある(東徳久遺跡:兵庫県佐用郡佐用町)窯体は細長く、最大幅は28cm(藤原遺跡:福岡県糸島郡志摩町芥屋)から190cm(観音堂遺跡1号窯:滋賀県草津市野路町)にわたり、80cmあたりが一番多い。いずれも遺物を欠き、白炭製造説を採る研究者もいるが、用途は確定していない。図dは我々が測定した地磁気年代46例(図d)の頻度分布である。日本の横口付窯跡の年代は520~800の短期間に限られ、650~670のものが最も多い(52%)



(d)日本の横口付窯の地磁気年代

### 4. 中国の横口付窯跡(竜窯)の特色と年代

李玉林は呉城商代遺跡(江西省清江県)の6号竜窯(4基中の1)を報告している(呉城商代竜窯,文物,79-81,1989)竜窯は(1)床面に勾配がある(2)いくつかの投柴孔がある(3)地上構築/長い/体積大の特徴をもつ窯とされ、図面と写真から、6号竜窯が横口付窯跡と同じであると認識できる。以下に、報告の内容を概述する。なお、日本では商を殷としている。

6号竜窯の構造:横穴9ヶ/長さ754cm/最大幅107cm/床面勾配1.9度

遺物:窯の床面から原始磁器/釉陶/夾砂陶/泥質赤陶/泥質灰陶/計54片、中央床面下10cmから赤陶2片/灰陶1片が出土。

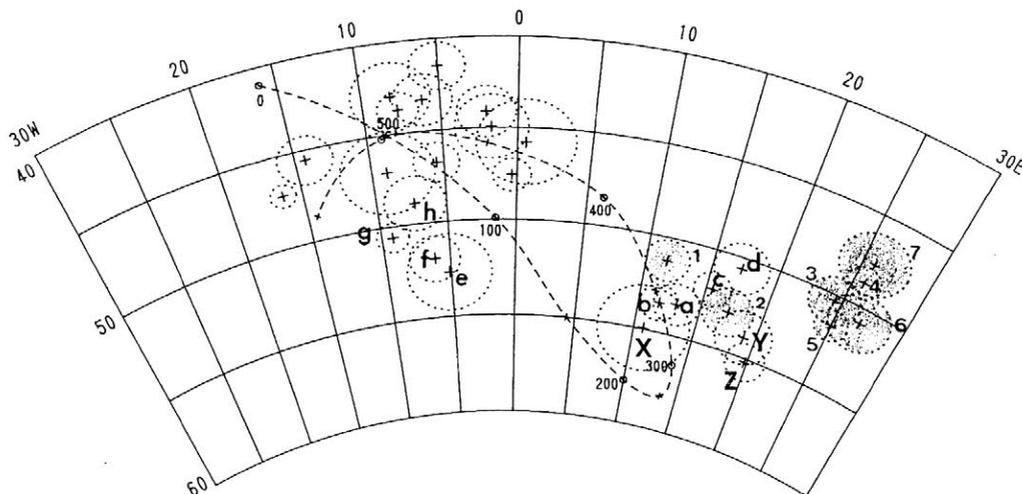
年代:窯内遺物は同遺跡の第二期文化(商代末期,BC11世紀頃)に相当する。緩勾配床面と片側横口の構造は戦国時代の竜窯よりも古い。

用途:原始磁器(焼成温度 摂氏 1200度)を焼いたとしている。

歴代竜窯の記述:戦国,三国,南朝,北宋の各時代の7基の床面勾配と長さの記述がある。この資料では、竜窯は商代末期(BC11C頃)から北宋時代(AD11C頃)まで出現する。

### 5. まとめ

横口付窯跡の中国(BC11C~AD11C)、韓国(AD0~4C初)、日本(AD6~9C)の国際的伝播が想定されるが、伝播経路、用途の変遷、西方伝播の可能性、製鉄文化との関連性等、歴史的興味はつきない。横口付窯跡に関する情報の御教示を切望している。なお、韓国の地磁気年代の研究では日韓科学技術協力事業(日本学術振興会)の支援を受けた。



(e)韓国の残留磁気の測定結果:平均方向(+印),誤差の範囲(楕円)(無記号は5~6Cのデータ)曲線は広岡によるAD0~550の日本の標準曲線である。

## 東海地方の地磁気永年変化

○広岡公夫（富山大学理学部） 藤澤良祐（瀬戸市埋蔵文化財センター）

日本における考古地磁気学的研究は、1950年代末に渡辺直経（1959）によって始められた。渡辺は、東海地方の古代・中世の窯跡の測定を行ない、地磁気永年変化曲線の作成を試みている。これに続いて、東海地方の考古地磁気データも含めて古代・中世の歴史時代の永年変化曲線を描く試みは、川井他（1965）、広岡（1971）、渋谷（1980）らによってなされている。この他に畿内の須恵器窯跡の測定結果（Momose et al., 1964）や、伊豆大島の三原山の噴出年代が明らかな溶岩や降下火山灰の古地磁気測定（Yukutake et al., 1964）から永年変化曲線を求める研究も行なわれている。

これら上記の研究によって得られた永年変化曲線は、いずれも位相にズレはあるものの、大勢としては偏角、伏角ともによく似た変化をしている。この位相のズレは、試料を採取した焼土遺構の考古学的な推定年代のズレも含まれていると思われるが、これらのデータを得た遺構が九州から関東地方にわたっているという遺構の空間的な分布を考慮すると、地球磁場方位の地域差もその原因に含まれていることが考えられる。

現在、考古地磁気年代の推定に用いているのは、西南日本の過去2,000年間の考古地磁気永年変化曲線（Hirooka, 1971; 広岡, 1977）である。しかし、この曲線をつくる時に用いたデータは、弥生時代は九州と畿内、古代は畿内のデータを主に用い、平安時代は主に畿内と東海地方のデータ、中世は東海地方や備前の窯のデータ、近世に関しては地磁気偏角の実測値を用いるというように、時代によって出所の異なるデータを併せて用いている。したがって、日本国内で地磁気方位に考古地磁気測定の分解能よりも大きな地域差が存在していたとすれば、当然、地域毎に少しずつ違った形の永年変化曲線となる。

事実、各地からの考古地磁気データが増加するにつれて、時代によっては、同時代とされる遺構の残留磁化方向が地域ごとに異なる傾向をもつことがみられるようになった。例えば、江戸時代の古窯では、有田古窯や山口県の萩焼、福山の姫谷焼など西日本の古窯と、兵庫県の高屋古窯、加賀の古九谷、岐阜の元屋敷窯など近畿・東海・北陸の古窯では明らかに偏角に数度の違いが認められる。

最近、データの増加の著しい北陸地方では、この地方から得られた考古地磁気データのみを使って、6世紀から16世紀にかけての永年変化曲線が求められており、西南日本で得られた永年変化曲線と比較すると、全体的に伏角が深い傾向を示し、14世紀の偏角の東偏は少ないかわりに、15・16世紀も東偏した偏角を示すなどの特徴が見られる。このように、考古地磁気年代推定の精度を上げるためには、地域ごとの永年変化曲線を作成する必要があることが判明した。今回は、考古地磁気データも豊富にあり、詳細な考古学的編年がなされている東美濃・瀬戸地域を中心とする東海地方について、この地方のデータのみを用いて考古地磁気永年変化曲線を完成することを試みる。

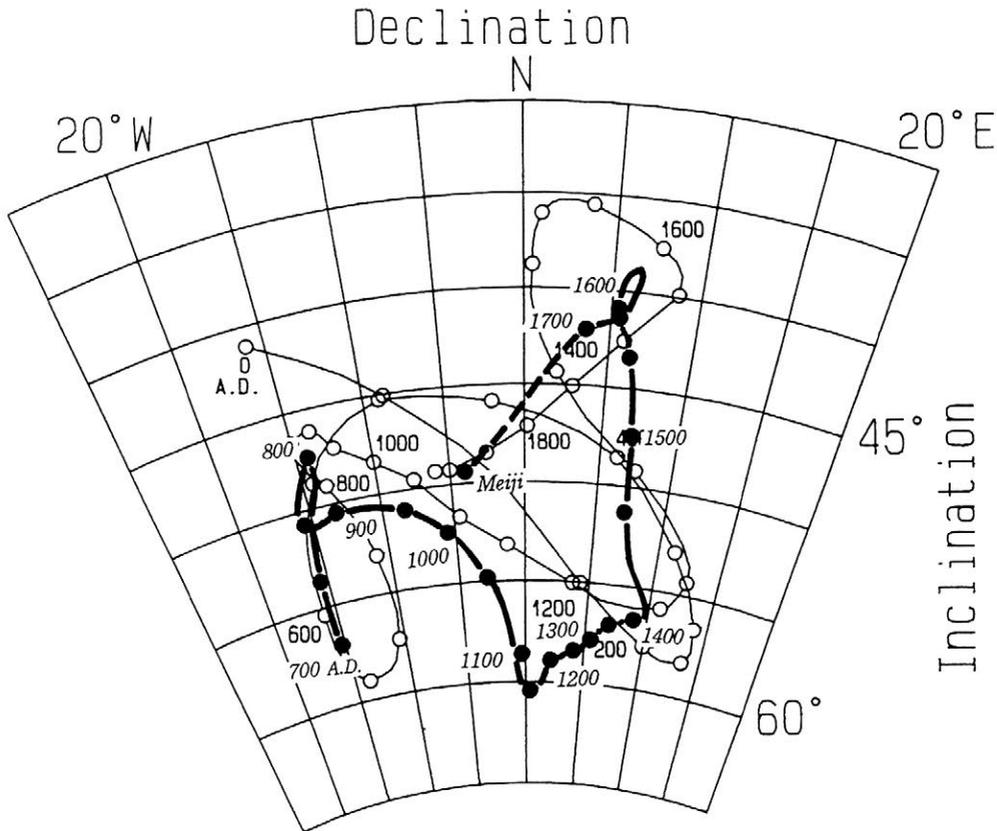
美濃・瀬戸には、膨大な数の古窯跡が分布し、それらの多くが発掘調査されている。遺構および出土遺物による詳しい編年学的研究もなされており、これらの窯跡の考古地磁気の測定例も多数にのぼる。

藤澤（1996a; 1996b）は、最新の編年によって、得られている考古地磁気データを見直し、瀬戸・東濃（美濃）窯のデータからこの地域の地磁気永年変化を明らかにする試みを行なった。東海地方の編年は、灰釉陶器は6段階に、東濃型山茶碗は12段階に、大窯のそれは7段階に、連房式登窯のものは6段階に区分されており、それぞれの段階に属する古窯の考古地磁気データの平均をとり、瀬戸・東濃の永年変化を求めようとした。しかし、

段階によってはデータ数がすくないため、15世紀以降は信頼度が落ちて、段階ごとの平均値をつないで精度の高い永年変化を求めるのは難しかった。

今回は、瀬戸・東濃に限らず、愛知県内で得られたデータを加え、須恵器のデータも用いることにした。段階によってはデータが少ないものもあり、得られた平均値の信頼性が低い場合もあるので、1～2段階ごとに平均するとともに、3段階～5段階のデータをまとめて、移動平均を用いて平均を求めた。その結果、292基の窯跡の考古地磁気データを用いて、西暦700年から1700年までの期間について、50年ごとの平均磁化方位を求めることができた。統計計算にはフィッシャーの統計法を用い、フィッシャーの95%の信頼角( $\alpha_{95}$ )と精度計数(K)を求め、平均値の精度を検討した。

第1図が50年ごとの平均磁化方位を拡大シュミット・ネットに投影したものである。従来用いてきた西南日本の永年変化曲線と、大勢は一致しているが、細かい所でずれのことがわかる。その中の最大のもの、14世紀の中頃から16世紀にかけて従来のもの(西南日本の地磁気永年変化曲線)に比べて、伏角が $10'$ ～ $15'$ 近くも深いことである。考古地磁気推定年代にして100年の差が出ることになる。これは、12～14世紀にかけて地磁気の変動速度が遅く、あまり変化をしていなかったためと考えられる。この時代は、西南日本の永年変化曲線を求める際にもデータが少なく曲線の信頼度は低い期間に当たっており、今回求めた東海地方の永年変化曲線に近いものに修正すべきものであるかも知れない。



第1図 西南日本の過去2000年間の地磁気永年変化曲線(細線)と、西暦700～1700年の東海地方の考古地磁気永年変化

## 箱根芦ノ湖の湖底木と南関東の巨大地震

○光谷拓実<sup>1)</sup>・袴田和夫<sup>2)</sup>

1) 奈良国立文化財研究所・2) 箱根町立大涌谷自然科学館

### 1. はじめに

箱根芦ノ湖には、逆さスギとして有名な湖底木がある。これらは、南関東～相模湾北部で発生した巨大地震の際、急斜面で発生した山津波とともに湖底に移動した樹木と考えられている。これらの年代を知ることができれば、過去の地震の発生年代やその周期を明らかにできる。これまでのところ、湖底木は、C<sup>14</sup>年代測定法によって、紀元前150年、西暦350年、西暦900年頃に年代値の集中が見られることから、ほぼこの頃に巨大地震が発生し、湖底に沈んだものと考えられている。

本研究では、ダイバーによって湖底木から直径5mmの棒状標本を採取し、年輪年代法による年代測定をおこなったので報告する。

### 2. 試料

採取した樹種は、スギが11個体、ヒノキが2個体であった。この他に以前、C<sup>14</sup>年代測定用に採取してあったものの中からスギ2点、ヒノキ1点を加え、総数16個体について年輪年代法による年代測定をおこなった。

### 3. 結果

年代測定の結果は図-1に示したとおりである。これをみると、西暦500年前後を示すグループ(14個体)と西暦1000年前後を占めるグループ(2個体)とに分けることができた。最初のグループのなかで最も新しい年輪年代は、536年であった。これに腐ってしまった外周部の年輪数を概算すると、推定で600年前後に巨大地震で水没したことが考えられる。もう一方のグループで最も新しい年輪年代は1057年であった。これも同様に、無くなった外周部の年輪数を推算すると、その枯死年は約1100年前後が考えられる。したがって、これまで考えられていた350年、900年といった年代が実際はいずれも約200年以上新しくなることが確定した。また、C<sup>14</sup>年代測定法で推定していた紀元前150年頃の地震は、ヒノキ(N0.1)の標本の中に紀元前188年～西暦358年にかけての年輪が刻まれていたことから、この頃には発生していなかったことになる。さらに、今回の調査結果を見るかぎり、巨大地震は約500年の周期が考えられる。

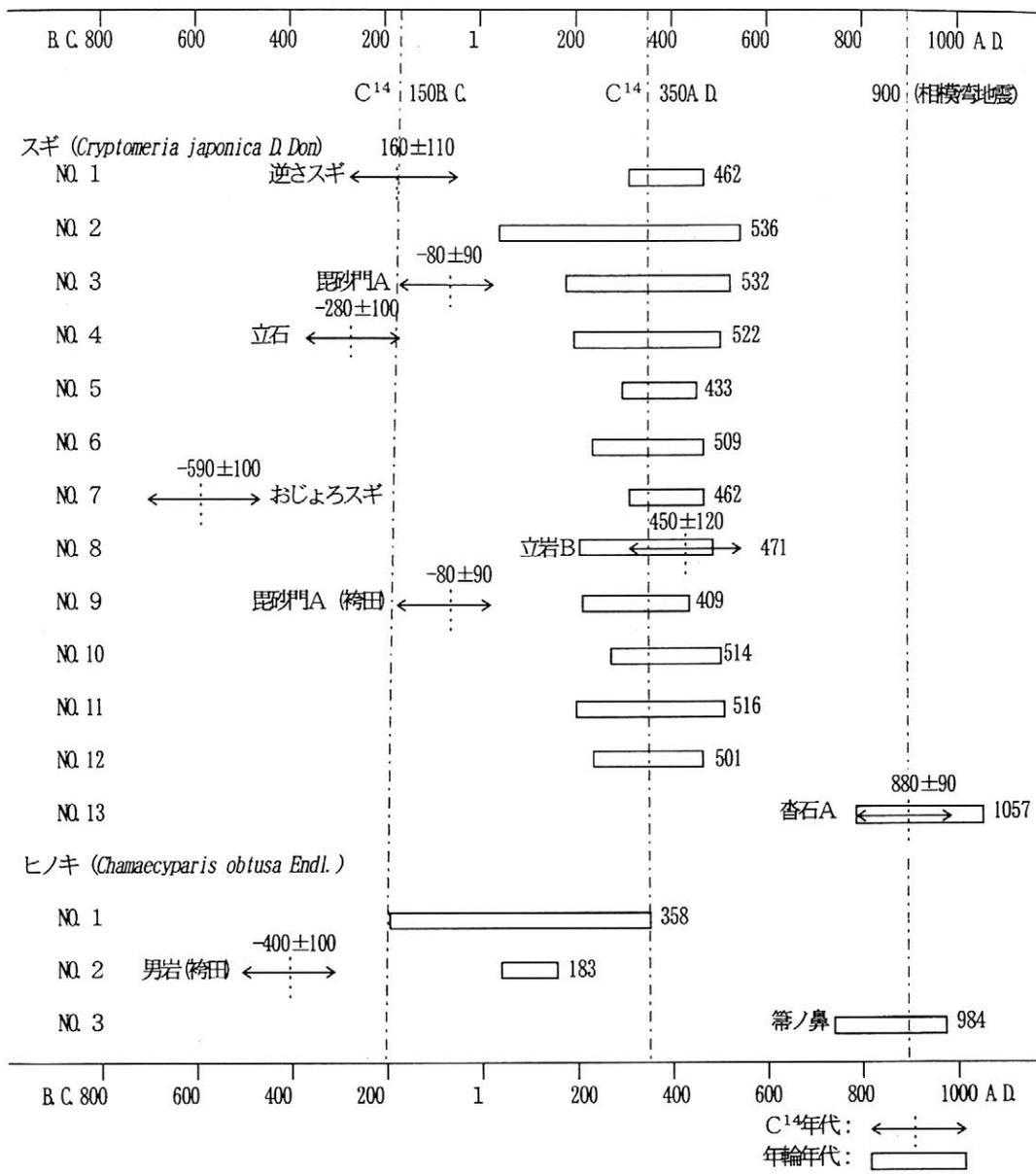


図-1 湖底木の年代測定結果

(C<sup>14</sup>年代については「神奈川県温泉地学研究所報告 第16巻、第3号(1985)」を参照した)

# 美術品保存施設の客観的条件下の具体的基本型体

## ～内蔵美術品の材質から外部庭園計画まで～

黒坂五馬（元東京大学工学部建築学科）

### 1. はじめに

美術品の保存環境についての研究成果は、筆者を含めて幾つか発表されているが、これらはそれぞれの局部的範囲の検討が多く、それらの問題を横観関連した総合的研究は極めて少ない。とくに筆者が究明したコンクリートからのアンモニア発生による絵画への悪影響の具体的防止策については、筆者以外は数名の研究者による極めて狭小な範囲の検討しかされていない。従って、現実これら施設の建設する建築界にはまだ良く理解浸透していないと思われる。故にややもすると外観デザインや展示・観覧機能に主眼が置かれ、美術品の保存思想は軽視されやすい傾向にある。これらの保存方法の拡大された総合的な施設について、客観的条件下に置ける施設の具体的な在り方について、即ち、美術品→保存庫→美術館→外部庭園という様に関連発展した施設はまだ存在としないと思われる。それは当学会が扶困な研究にとどまっているために現実の建築界に規範となる具体策を示していない事にも起因する。そこで最低限であっても、客観的立場から美術品保存施設の基本型体を示す必要がある。美術品保存施設の例として代表的である美術館は、その機能の一つである美術品の展示・啓蒙の役目は他のメディアに代行させることは出来ても、それらは美術品が良好な保存状態であることで初めて価値があるのであり、重要なのは保存庫の存在であろう。よって、当論では文化財の収蔵庫を中心とした環境面における保存施設の客観的立場からの具体的基本型体を示す。しかし、文化財及びこれを取り巻く環境構成材料は無数に存在するので、その一例として絵画等を中心とした157種の美術材料に対応させたコンクリート、木材から接着剤に至るまでの代表的な68種の建築材料に関し、美術品に及ぼす色彩変化、光沢変化、伸縮変化、強度変化等の有害性について検討した結果、コンクリートから放出されるアンモニア（以下NH<sub>3</sub>）によるリンシードオイルの変色が顕著であるので、これに主眼をおいて述べる。（材料によって保護環境条件が事なる場合がある。）

ただし、一部の接着剤硬化時の影響が一番顕著であるが、影響期間は短期間であり、現実の建築物に於ける使用料も他の使用材料と比較すると少量であるために十分な注意をする事とし、最も使用量の高いコンクリートを優先するものとする。また、コンクリートは美術品に変色作用する悪影響材料であるが、その性質上、美術品保存に必要な不可欠な耐火性、防盜性及び建設時の施工性等の大きな利点を持つので、現時点ではコンクリートの使用は不可欠であるため、当論ではその使用を前提とする。

### 2. 保存施設建設に於ける客観的条件

#### 2-1) 絵画について

a) リンシードオイルは十分乾燥（1年半以上）した場合でも0.03ppm以上のNH<sub>3</sub>（周囲気温20℃）に4週間触れると色差 $\Delta E=1.5$ （肉眼で感知される変異量）に変色する。

b) 風速1m/sec 以上に接すると、物理的破壊を生ずることがあるので、空調速度はこれ以下とする。

#### 2-2) 建築材料について

原材料で美術品に全く無害と断言できるものは見当たらない。当論ではコンクリートについて、一般的に使用されている普通ポルトランドセメントによる普通コンクリートからのNH<sub>3</sub>の発生の場合を論ずる。（他種のセメント、及び骨材については性状が事なる。特に一部の高炉セメント、高炉スラグ骨材の使用は不可である。骨材粒度調整のため、高炉スラグ骨材を混入する場合があるので十分注意を要する。）

- |                                 |  |
|---------------------------------|--|
| c) 最大で41/m <sup>3</sup> ・day 発生 | これらを総合すると概ね  |
| d) 体積に正比例して発生                   | $y = 1.81 \times 10^{-6} \times t^{-0.57} \times h^{4.22} \times 1.03^T$ |
| e) 材令に反比例して発生                   | y : NH <sub>3</sub> 発生量 (mg/m <sup>3</sup> ・day)                         |
| f) 温度に正比例して発生                   | t : 材令 (月)      T : 温度 (℃)   |
| g) 水分に正比例して発生                   | h : 含水率 (%)  |

### 3. 保存施設設計計画

#### 3-1) 収蔵庫について

①規模および使用量は、構成する使用コンクリート量と内包する空気量との関係から、小室の方が密度が高く汚染濃度が濃厚となるので、出来るだけ大室とする。ただし、内蔵美術品はそれぞれ種類により理想保存条件が異なるので、外部はコンクリートとしても内部間仕切りはコンクリートの使用を避ける。(全国平均的収蔵庫では、c)の発生量の場合は瞬時にして $\Delta E = 1.5$ に達することとなる。)

②室の型体および設備は、 $\text{NH}_3$ の発生はd)のごとくであるので、柱、梁等のボリュームのあるものは室内に配置せず、更に $\text{NH}_3$ の停滞しやすいコーナースペースは出来るだけ避ける。コンクリートからの $\text{NH}_3$ は直接室内に放出させないよう、室内とコンクリート面間に一層の内壁を設けこの間を換気して、美術品と接する換気とは別系統にする。内壁によって構成された室内は b)により $\text{NH}_3$ の除去は不十分である。したがって、打ち放しコンクリート仕上げは最悪となるが、内装材自身無害な、しかも湿度にかなり微妙な美術品に対して理想的な保湿で、コンクリートからの $\text{NH}_3$ を完全に遮蔽するものは容易に存在しないので、二重の組み合わせによるのが望ましい。なお、現在出回っている調湿材では不十分である。

#### 3-2) 配置計画について

コンクリートからの $\text{NH}_3$ は f) g) によるので、収蔵庫の方位および位置は受量日射熱上、南及び西は好ましくなく、北または東に配置し、しかも外気温に影響されやすい外壁と収蔵庫壁とは兼用してはならない。已むを得ず兼用する場合は外壁を二層にし、外面に断熱タイルを貼り、その上タイルをコンクリート躯体面から浮かせる事でコンクリートからの $\text{NH}_3$ は外部に放出させ、内部への負担を軽減させる。打ち放しコンクリート仕上げは絶対に避ける。最上階と地下階は前述と同理由により避ける。(地下階は半日遅れで太陽熱が地下伝達される。)なお、已むを得ず収蔵庫の外壁が外部に接する場合は、庇を設け、外壁への雨水の浸透を避ける。

#### 3-3) 庭園計画について

前記3-2)のf)により、加熱防止のため、建物の南・西方向に高木植栽を施し、太陽光熱の直射を避ける。更に、建物周辺も芝・低木の植栽で地表を覆い、加熱を緩和させる。しかし、池や噴水等を設けたり水辺に建築することはg)での加湿原因になるため、避けるべきである。

#### 3-4) 施工方法について

一般的にはコンクリートからの $\text{NH}_3$ は、コンクリート素材の各々に含有される窒素成分が、骨材・セメント・水の3種の素材が混合されることにより発生するので、骨材を $\text{Ca}(\text{OH})_2$ で洗浄、又は混入することにより、コンクリート打設前に $\text{NH}_3$ を多量発生させ、後の負担を軽減させる。(CaO、又はNa系統は不可。)又、f) g)により、コンクリートを蒸気養生に供すると、早期消滅効果がある。しかし、この方法は現場施工上かなりの制約が生じるので、雨水等の影響が少ない部位にプレキャストコンクリート部材として使用すると良い。更に上記の理由から施工期間中はコンクリートに十分な水分と加熱を施し、早期の化学反応を生じさせ、早期消滅を計り、長期の $\text{NH}_3$ 発生現象(通常状態では数十年以上継続する)を軽減させるべきである。コンクリートを乾燥させると発生は減少するので、乾燥機を用いて早期乾燥を誘導・促進している現状は好ましくなく、言語道断な行為である。

### 4. おわりに

美術品保存のためには、美術品自身の性質の熟知、収蔵・保存の知識が必要であるが、更にそれらを収蔵する建築に対しても単に建築材料のみならず、建築界の慣習を理解し、総合的な見解を以て対処されるべきである。複雑な材質からなる美術品に対し、これを保護する施設の条件も一側面のみからでは十分な対応は出来ないと思われ、多面面との関連を持たせた総合対策が成されなければならない。

なお、当論中では各現象の具体的なデータは紙面の都合上省略したが、詳細は、筆者既報の昭和47年度以降の日本建築学会、日本インテリア学会、日本建築士学会、当日本文化財科学会、文部省科研費報告書、古文化財の科学、文化財保存修復研究協議会記録およびその他の報告論文を参照されたい。

# 圧縮成型含塩鉄器からの脱塩に関する速度論的研究

河越幹男（奈良高専） ○吉原 忍（同）  
川本耕三（元興寺文化財研究所）

## 緒 言

遺跡出土鉄器の劣化には、塩素イオンの影響が大きく関与しているため、アルカリ溶液による塩素イオンの除去に関して多くの研究がなされている<sup>1, 2, 3, 4)</sup>。この方法を効率的に実行するためには、実際の脱塩機構に立脚した塩素イオンの除去速度及び鉄器内部における分布に基づいて、適正な処理方法を決める必要がある。

本研究では、出土鉄器のモデル試料として用いられている含塩鉄圧縮成型品の基礎的特性を知るため、アルカリ水溶液による脱塩速度を拡散理論に準拠して解析し、試料内における塩素イオンの有効拡散係数を求め、脱塩速度に及ぼす温度及び錆化度の影響を検討した。

## 1. 実 験

試料は、鉄粉とNaClを100MPaで圧縮成形した直径20mm、厚さ10mmの円盤状成型品（含塩率0.32%）である。測定は未錆化試料と錆化試料について行った。錆化試料は、各温度・湿度のもとで、約1週間錆びさせた。表1に用いた試料の詳細を示した。脱塩溶液には、0.01N NaOH水溶液を用いた。

## 2. 実験結果及び検討

### 2.1 脱塩温度の影響

有効拡散係数 $D_A$ の温度依存性は次式によって表されるEyringの速度理論に準拠して整理した。

$$D_A = A \cdot T \exp\left(-\frac{E}{RT}\right) \quad (1)$$

ここで、Aは頻度因子、Tは絶対温度、Rは気体定数、Eは活性化エネルギーである。図1に示した $(D_A/T)$ 対 $(1/T)$ の片対数プロットから、 $E=19.9\text{kJ/mol}$ と求められた。この値は、拡散律速のEとしては妥当な値である<sup>5)</sup>。

### 2.2 錆の状態

各試料に発錆した錆の色を表1に示した。錆色から判断すると、No.1~3の錆はオキシ水酸化鉄( $\text{FeOOH}$ )、No.4~7の錆はマグネタイト( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )と考えられる<sup>6)</sup>。No.8の場合には、他の場合と異なり凝縮した水分が試料表面に付着して濡れていた。オキシ水酸化鉄と考えられる橙色の錆が発生したのは、このためと考えられる。

表1 用いた試料の詳細

試料 番号	錆化条件			試料条件			脱塩 温度 [°C]	測定結果	
	温度 [°C]	湿度 [%]	錆の色	重量[g]		錆化度 [-]		有効拡散係数 [cm <sup>2</sup> /d]	最終除去率 [%]
1	25	20	茶	14.839	14.849	0.001	25	0.420	75.6
2	25	40	茶	14.823	15.061	0.016		0.250	63.3
3	25	60	橙	14.823	15.761	0.063		0.082	10.8
4	25	80	黒	14.839	16.342	0.101		0.030	8.1
5	20	80	黒	14.860	16.343	0.100		0.040	14.6
6	30	80	黒	14.853	16.548	0.114		0.024	3.1
7	35	80	黒	14.832	16.527	0.114		0.015	1.5
8	室温	100	橙	14.830	16.755	0.130		0.020	45.6
9	—	—	—	14.829	—	—	25	0.440	95.0
10	—	—	—	14.821	—	—	30	0.494	91.7
11	—	—	—	14.828	—	—	35	0.505	95.2
12	—	—	—	14.824	—	—	40	0.710	97.9

## 2.3 錆化度の影響

### (1) 有効拡散係数に及ぼす錆化度の影響

錆化の程度を表す錆化度  $\chi$  を次式で定義した。

$$\chi = \frac{(\text{錆化後の重量}) - (\text{錆化前の重量})}{(\text{錆化前の重量})} \quad (2)$$

用いた試料の錆化度を表1に示した。錆化度は、錆化湿度の増加と共に急激に増加し、また、錆化温度の増加によって僅かに増加する。

図2に  $D_A/D_{A0}$  対  $\chi$  の片対数プロットを示した。ここで、 $D_{A0}$  は同一脱塩条件における未錆化試料の有効拡散係数であり、図2においては  $D_{A0} = 0.440 \text{ cm}^2/\text{d}$  (表1のNo. 9) を用いた。この図から、 $D_A/D_{A0}$  は  $\chi$  によって良く相関されることが分かり、次式を得た。

$$D_A/D_{A0} = \exp(-25.9\chi) \quad (3)$$

### (2) 最終塩除去率に及ぼす錆化度の影響

最終的に試料から除去される塩の量 (最終塩除去量) を知るため、塩の最終除去率  $\eta$  を次式で定義した。

$$\eta = \frac{(\text{最終的に除去された塩の重量})}{(\text{最初に試料に含まれる塩の重量})} \quad (4)$$

表1に最終除去率  $\eta$  をまとめて示した。未錆化試料の場合、最終除去率は全て90%以上であり、塩はほぼ完全に除去されることが分かる。一方、錆化試料の場合には、最終除去率  $\eta$  は1.5~76%と幅広く変化しており、大略、 $\chi$  の増加とともに減少する傾向にある。しかし、最終除去率は、緻密な構造をもつ黒色の錆 (No. 4~7) の場合には15%以下となり、粗雑な構造をもつ瘡蓋状の錆 (No. 8) の場合には45.6%と大きく、錆形態の影響も大きいことがわかる。

## 結 言

脱塩過程の活性化エネルギーは、19.9 kJ/molであった。また、錆化の程度を表す錆化度を定義し、有効拡散係数と錆化度の関係を調べたところ、両者の間には良好な相関関係が認められた。最終除去率は錆化度のみでなく、錆の形態によっても強く影響されることが分かった。

## 文 献

- 1) 姜大一・文煥哲・金炳堃(1991) 韓国保存科学研究, p. 17-31.
- 2) 山田哲也(1991) 奈良大学文学部文化財学専攻卒業論文
- 3) 尾崎 誠(1997) 元興寺文化財研究所創立三十周年記念誌, p. 47-53.
- 4) 沢田正昭、秋山隆保、江本義理(1984) 古文化財編集委員会編「古文化財の自然科学的研究」, 同朋社, p. 164-170.
- 5) 河越幹男・石垣昭(1991) 考古学と自然科学, 第23号, p. 1-11.
- 6) 井上勝也(1994) 錆をめぐる話題, 裳華房, p. 31-44.

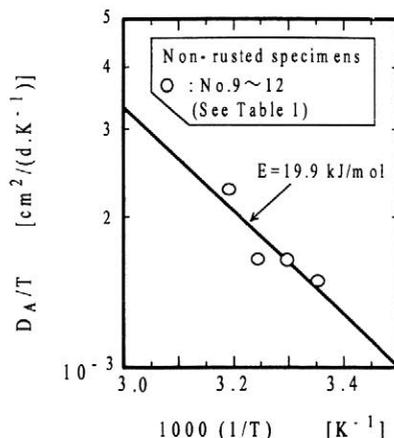


図1 Eyringの速度論に基づく有効拡散係数と温度の関係

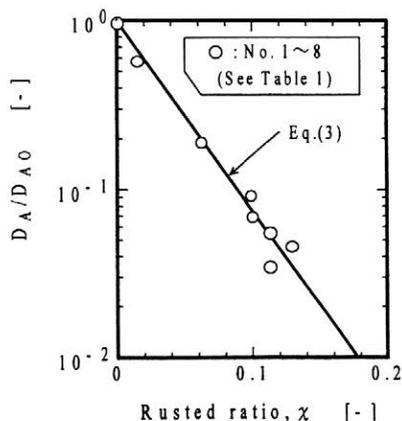


図2 有効拡散係数と錆化度の関係

## 鉄製遺物に見られる腐食生成物の形状とその履歴

松井敏也 (東北芸術工科大学)  
村上隆 (奈良国立文化財研究所)  
高田潤 (岡山大学)

### 1. はじめに

鉄製遺物は遺跡から出土する金属製遺物の中で出土数に占める割合が最も多い遺物である。それらの鉄製遺物のほとんどは錆に覆われた状態にある。鉄製遺物の腐食は出土後も進行し、遺物の形状に与える影響が大きいため様々な保存処理法が試みられている。保存処理には遺物の状態を適確に把握する必要がある。鉄製遺物に見られる主な腐食生成物にはマグネタイト( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )やゲーサイト( $\alpha$ 型  $\text{FeOOH}$ )、アカガネイト( $\beta$ 型  $\text{FeOOH}$ )、レピドクロサイト( $\gamma$ 型  $\text{FeOOH}$ )などがある。特に $\beta$ 型  $\text{FeOOH}$ はその生成に腐食促進の原因となる塩化物イオンが関わることから、この存在の有無は遺物の腐食状態を把握する上で重要である。これらの腐食生成物は同一の化合物でも生成条件により結晶の形が異なることが実験室下で確認されている。したがって、肉眼や光学顕微鏡で観察される腐食生成物の微細構造を調査することは、その生成の要因とその部位での腐食状態とを明らかに出来るものと考えられる。

本研究では肉眼やルーペなどによる観察から遺物の状態が把握できることを目的に、腐食生成物の形状や色相、分布状態などを整理し、生成条件をも含むデータベースの構築を進めている。本発表は、これまでに確認された腐食生成物の形状とその微細構造について報告する。

### 2. 試料と実験方法

試料は古墳時代から近世にかけての遺跡から出土した鉄釘や鉄刀、鉄鍋などを用いた。試料を光学顕微鏡にて形状を観察した後、X線分析装置(EDX)付帯の電子顕微鏡(SEM)にて微細構造を観察、分析した。観察後、一部の試料表面の腐食生成物を採取し、粉末X線回折分析法(XRD)にて化合物の同定を行った。さらに、XRDにて用いた粉末試料を蒸留水中にて $120^\circ\text{C}$ 、120分間オートクレーブ処理を行い、水溶液中に抽出された陰イオンをイオンクロマトグラフィー(IC)にて測定した。

### 3. 結果と考察

$\text{FeOOH}$ は時代、製作法に関わらず黒色を呈する腐食生成物(主にマグネイトから成る)上に生成した。光学顕微鏡にて観察された主な腐食生成物の形状は次の通りである。

#### 3-1 柱状の黄色腐食生成物

これは $\beta$ 型  $\text{FeOOH}$ の集合体であった(図1)。柱の長軸の長さはおよそ $0.5\text{mm}$ である。これは主に剥離などにより生じた亀裂面に垂直に生成しており、かつ非常に脆い腐食生成物であった。色相は黄色から黄褐色を呈している。また、生成には塩化物イオンが不可欠とされており、分析結果からもその存在を確認できた(図2)。この腐食生成物が密集して分布することから、水溶液下で塩化物イオンの供給源となる箇所は局所的に存在していることが推測できる。

#### 3-2 球状の赤色腐食生成物

球状の赤色腐食生成物は電子顕微鏡観察から二種類の異なる形状の結晶が認められた。一つは塩化物を多く含む針状結晶の集合体(図3)であり、他方は塩化物をほとんど含まない板状結晶の集合体(図4)であった。しかし、後者の周囲に広がる芝生状の濃赤色腐食生成物からは塩化物が多量に検出された。分析の結果、この部位からは $\beta$ 型と $\gamma$ 型の  $\text{FeOOH}$ が検出された。二種類共、塩化物がその生成に関与していると考えられる。

#### 3-3 六角板状の腐食生成物

錆ぶくれや剥離面に観察される六角形板状の腐食生成物(図5)からは $\alpha$ と $\gamma$ 型

FeOOH が検出された。この形状は FeOOH が形成される前段階の物質の形骸を現していると推定でき、Green Rust と呼ばれる中間生成物を経たと考えた。Green Rust は水溶液中で安定に存在し、空気に触れることで表面が酸化され FeOOH に変化する。図 5 の結晶表面には六角形の辺と同方向に生成した FeOOH が観察できる。IC による分析結果からは硫酸イオンが検出され、生成には硫酸イオンの関与が考えられる。

### 3-4 立方体状の黒色腐食生成物

鍛造品などのブロック状に剥離が進行する面に観察される黒色の腐食生成物は一辺が  $30\ \mu\text{m}$  以上になる立方体状の結晶が見られた (図 6)。しかし、錆ぶくれ内においては一辺が  $1\ \mu\text{m}$  以下の立方体の結晶が観察された。これらの結晶の大きさの相違は生成時の雰囲気 (気相・液相) が異なることに起因すると仮定した。

## 4. まとめ

肉眼や光学顕微鏡で観察された腐食生成物は電子顕微鏡観察などによる調査から、その生成条件や生成過程が推定できた。このことは実体顕微鏡や肉眼観察などの簡便な方法により遺物の腐食状態が推察できる可能性を示している。これらを系統的に整理することで、遺物に対して適切な保存処理の実現が可能になるだろうと考えている。

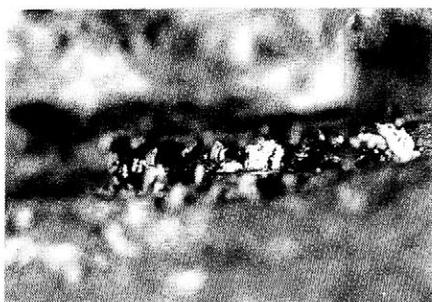


図 1 亀裂面に柱状に生成する  $\beta$  型 FeOOH

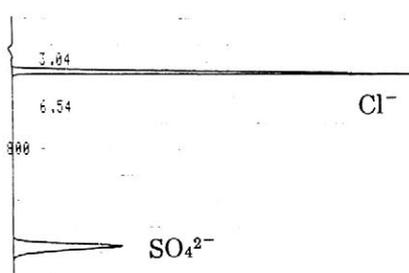


図 2  $\beta$  型 FeOOH が検出された腐食生成物から抽出された塩化物イオンと硫酸イオン

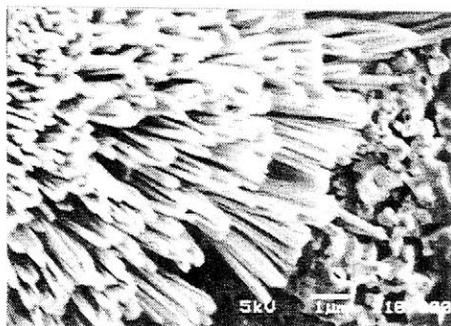


図 3 赤色球状の腐食生成物に見られた針状結晶

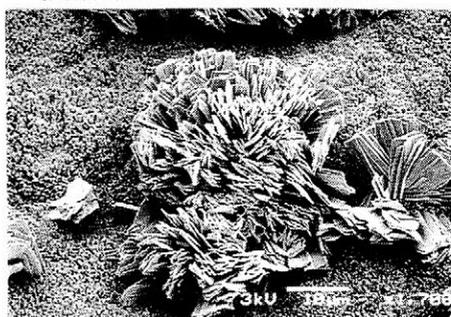


図 4 赤色球状の腐食生成物に見られた板状結晶

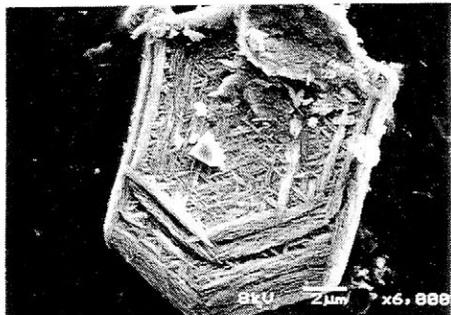


図 5 六角板状の腐食生成物



図 6 剥離面に観察されたマグネタイトの結晶

## 北日本の縄文遺跡出土アスファルトの 質量スペクトル分析による産地の同定

○小笠原正明・浅野 克彦（北海道大学高等教育機能開発総合センター，同大学院工学研究科）

### 1. はじめに

地中から産出する天然のアスファルトが先史時代から鏃の固定や土器片の接着剤として様々な用途に用いられていたことは、既に世界中の遺跡から出土している考古試料の研究により明らかになっている。日本におけるアスファルトの湧出地は多くはないが、湧出しない地方も含めて東日本各地の縄文時代前期以降の遺跡からアスファルトが出土しており、特に、後期後半から晩期終末にかけて盛行していたことが明らかにされている。複雑な炭化水素の混合物であるアスファルトは考古学分野では長い間分析が不可能であるとされていたが、数年前に重質油分析の技術を応用してアスファルトのオイル成分を抽出・分析することで出土アスファルトを分類できることが示された (Connan et al. 1992; 小笠原正明ら 1995)。本研究ではオイル成分のパラフィン系部分 (Fr-P) の質量スペクトル分析によって、秋田・岩手両県の計5つの遺跡から出土した試料についてその原産地を特定した。

### 2. 実験操作

アスファルトはC・H・N・Sについて元素分析を行うと共に、溶媒分割を行ってオイル成分を得た (小笠原正明ら1995)。オイル分は高速液体クロマトグラム (HPLC) を用いてFr-P, Fr-M・D (1・2環芳香族系部分), Fr-PP (極性・ポリマー部分) に分離し、ホットプレート上で窒素を吹き付けながら溶媒を除去し得られた残さの重量を量った。Fr-Pについて質量分析 (FI-MS) を行った。

### 3. 結果

考古試料は出土した際にその形状などからアスファルトやタールなどに分類されているが、元素分析によるC・Hの比により判断する方が確実である。またN・Sの濃度は様々な考古試料において様々な値を示すが、現時点で大きく二つに分類できる。また、溶媒分割によるベンゼン-メタノール不溶分、アスファルテン、オイル成分の重量比は各試料で差があり、アスファルトが地表に出た後どのような環境に置かれたかによって大きく異なる。

オイル成分をHPLCによりFr-P, Fr-M・D, Fr-PPに分離した。Fr-PとFr-M・Dの収率の比には特徴が認められ、幾つかに分類する事ができた。この結果はアスファルトの分類において一つの指標となるものである。

東日本各地の遺跡から得られたアスファルト試料のオイル成分のFr-Pの質量分析 (FI-MS) スペクトルを4つ類型に分類し図1～4に示した。アスファルトを産出しない岩手県の君成田、川口、寺久保、赤坂田の遺跡から出土したアスファルトは図1に示したグループに分類された。また、秋田県の伊勢堂岱遺跡出土のアスファルトもこのグループに分類された。さらに、これら5つの遺跡の地理関係から原産地として推定された秋田県二ツ井町のアスファルト湧出地から得られた試料も同様のスペクトルを示した。

#### 4. 考察

伊勢堂岱と川口は縄文後期の遺跡であり、他は縄文後期～晩期の遺跡と思われる。年代には幅があるが同時代に秋田・岩手の複数の集団がアスファルトを介してそれぞれ交易していたことがうかがわれる。秋田県二ツ井町で産出されたアスファルトが岩手県に存在した複数の集団で使われていたことは今回の結果からも明らかである。数千年前の遺跡から出土するアスファルトの経時変化については各成分によって差があるので信頼度が低い (Connan et al. 1992)。分子量が300を越えるとその骨格構造が壊れにくくなると考えられる。今回得られたスペクトルの分類は分子量400以上の部分について注目しており、時間による影響は少ないと良いだろう。

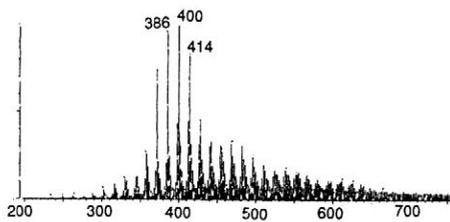


図1 赤坂田タイプのFr-Pの質量分析 (FI-MS) スペクトル

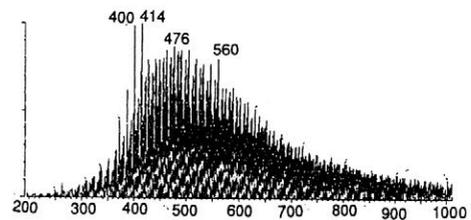


図2 塩ヶ森タイプのFr-Pの質量分析 (FI-MS) スペクトル

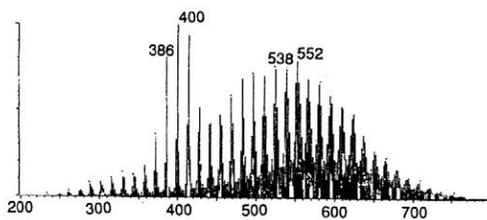


図3 昭和町タイプのFr-Pの質量分析 (FI-MS) スペクトル

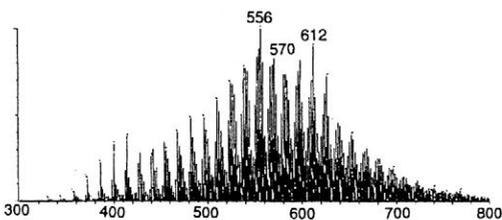


図4 苫小牧タイプのFr-Pの質量分析 (FI-MS) スペクトル

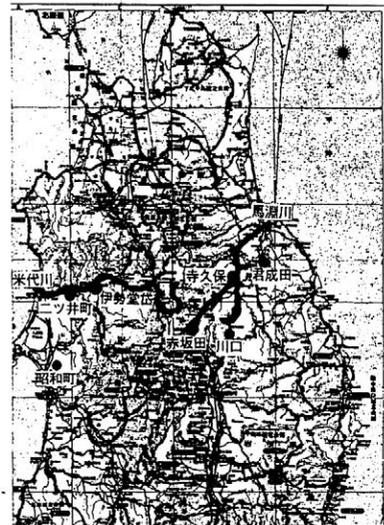


図5 米代川・馬淵川流域のアスファルト出土遺跡とアスファルト湧出地

#### 文献

- 小笠原正明ら (1995), 「東日本の遺跡から出土した天然アスファルトの化学構造による分類」『日本文化財科学会第12回大会研究発表要旨集』p.14  
 小笠原正明ら (1997), 「出土天然アスファルトのバイオマーカーによる分類法の開発」『日本文化財科学会第14回大会研究発表要旨集』p.136-137  
 Connan, J. et al. *Cosmochimica Acta* 56, 2743-2759 (1992)

## 中世～近世初期模鑄銭の原料産地に関する自然科学的研究

○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（日本銀行金融研究所）

### 1. はじめに

日本の中世には、中国など海外から大量に輸入された「渡来銭」と、中国銭などを模して日本国内で鑄造した「本邦模鑄銭」が流通していた。中世から寛永通寶が普及する近世初期以前の銭貨流通について考えるためには、この模鑄銭の実態についての研究が不可欠であるが、この時代の文献史料はあまり残されていない。本研究では、この模鑄銭の原材料調達の実態を明らかにするために、鉛同位体比分析を実施した。

### 2. 測定資料

分析資料として、日本銀行金融研究所貨幣博物館が所蔵する銭貨の中から、中世～近世初期の本邦模鑄銭とされている代表的なものを選んだ。その内訳は、加治木銭15点、叶手元祐27点、筑前洪武6点、平安通寶5点、鳥銭10点、鑄写銭41点、および比較資料として慶長通寶5点、中国銭31点である。

### 3. 分析方法

国立歴史民俗博物館において開発された「高周波加熱分離－鉛同位体比測定法」を用いて分析を行った。得られた測定結果は、これまでに報告されている東アジア青銅器のデータと比較するために、馬淵・平尾たちの方法に準じて図示した。

### 4. 結果

分析の結果などから、模鑄銭の原材料調達に関する変遷は、以下のような3段階として整理できると考えられる。

- 第1期 鳥銭（図1）に典型的に見いだせるように、主として中国産の鉛が原料として使用されている段階（14世紀前半頃）
- 第2期 鑄写銭（図2）に典型的に見いだせるように、中国産の鉛が使用されたものと日本産の鉛が使用されたものが混在する段階（15世紀を中心とする時期）
- 第3期 加治木銭、叶手元祐（図3）に確認できるように、若干海外産の鉛を含むものもあるが、基本的には中国産の鉛ではなく、日本産の鉛が使用されている段階（16世紀後半～17世紀初め頃）

これらの変遷過程は、文献史料などからうかがわれる銅・鉛生産の変遷過程とも整合的である。



図1  
島銭の鉛同位体比測定結果

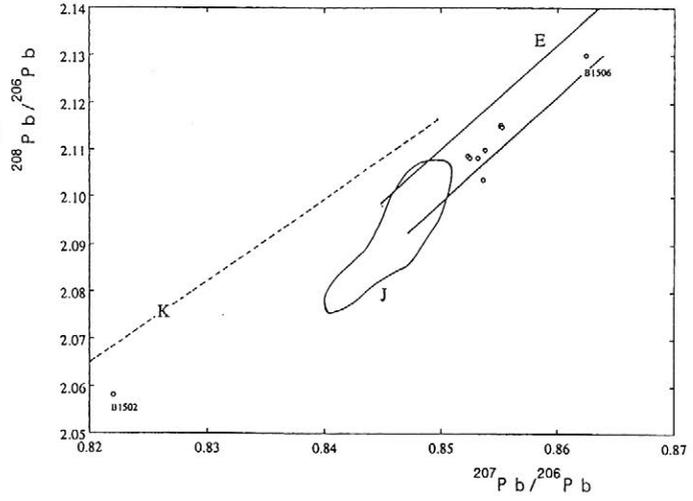


図2  
鋳写銭の鉛同位体比測定結果

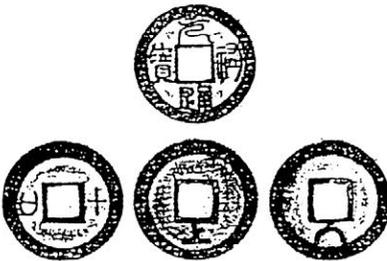
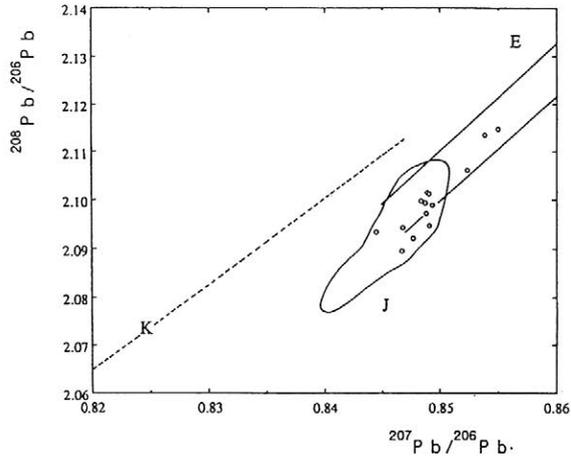
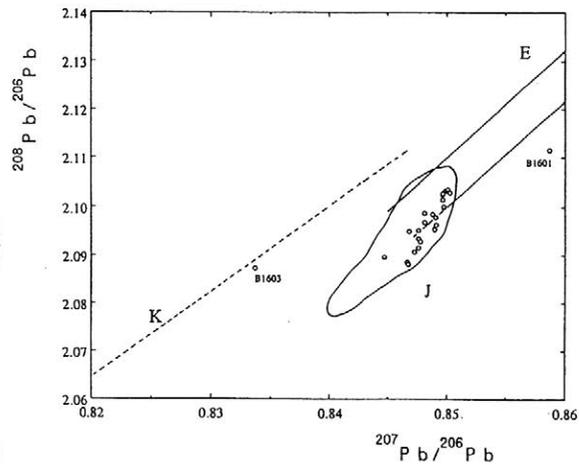


図3  
叶手元祐の鉛同位体比測定結果



## 平安時代の経筒に関する自然科学的研究

原田一敏<sup>1)</sup>・平尾良光<sup>2)</sup>・○鈴木浩子<sup>3)</sup>・早川泰弘<sup>4)</sup>

### 1 はじめに

東京国立博物館が所蔵する平安時代（紀年銘入り）の経筒21点に関して、化学組成・鉛同位体比測定を行った。その結果から得られた材料に関する考察を報告する。

### 2 資料

資料は東京国立博物館が所蔵する経筒21点である。これらには紀年銘が入っており、製作年が明確である。今回測定した経筒の出土地は、東北から九州まで幅広く、製作年代は1100年～1200年の間である。

### 3 分析方法

鉛同位体比の測定にはV G社製全自動表面電離型質量分析計Sector-Jを、化学組成の測定にはセコーインスツルメンツ（株）製エネルギー分散型微小部蛍光X線分析装置SEA5230Eを使用した。この蛍光X線分析装置は直径0.1mmの一次X線ビームを資料に入射することができるため、微小領域の化学組成の測定に有効である。この装置を用いることで、微小の金属面を露出することができれば、周囲の錆や付着物の影響を受けることなく、材料の化学組成を正確に得ることができる。今回の資料では、正確な化学組成を得るために表面の極わずかな部分の錆を採取し金属部分を露出した。鉛同位体比用の試料はその錆を使用した。

### 3 結果と考察

東京国立博物館が所蔵する経筒21資料について蛍光X線分析法により材料の化学組成を測定すると共に、鉛同位体比法によりその原料産地を推定した。以下に蛍光X線分析法・鉛同位体比法によって得られたデータを併せて考察する。

鉛同位体比法によると材料の産地が、Ⅰ；中国華南産、Ⅱ；中国産・日本産の混合、Ⅲ；日本産の3つに分類された（図1）。それぞれのグループごとに化学組成のデータを並べ替え、その中のスズ・鉛の化学組成に注目し、材料の産地別にスズと鉛の分布をプロットした（図2）。これら図から、次の傾向を読み取ることができる。

図2から、スズの濃度が3つの材料に対してきれいに対応していることがわかった。高いスズ濃度の華南産材料と低いスズ濃度の日本産材料が混ぜられて、中間の混合材料が作られていることがわかる。

今回の資料では、日本産の材料で高いスズ濃度を示す材料はなかった。このことは日本におけるスズ生産が非常に限られていた可能性が高いことを示唆している。

もうひとつ中国からの材料の輸入に関して、銅・スズ・鉛は単独に輸入されていなかった可能性が高いことが示された。中国産材料のスズ・鉛濃度がばらついているのに対し、スズが単独で輸入されていたなら、日本産の材料でもスズ濃度が高いものがあったとしても良いだろう。しかしスズの高い日本産の材料が見られないことは、スズが単独で加えられた可能性が少ないことを示す。鉛の濃度にしても同様である。

検証していかなければならない点は多々あるが、材料の混合の問題、日本産材料の化学組成の特徴など、これら経筒の測定から蛍光X線と鉛同位体比測定による金属製品における理解が一步深まったといえよう。

\* 1) 東京国立博物館 \* 2) \* 3) \* 4) 東京国立文化財研究所

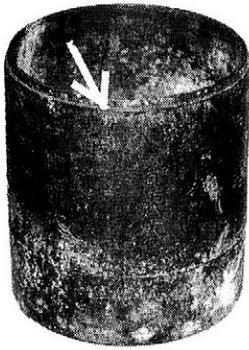


写真1 測定資料一例

埼玉県東松山市下野本 利仁神社境内出土経筒  
(高18.8×径15.6cm)

矢印は蛍光X線測定箇所。資料の保存・展示に差し支えない箇所を選定し、表面の錆を慎重に除去して1mm×1mm程度の金属面を露出させた。

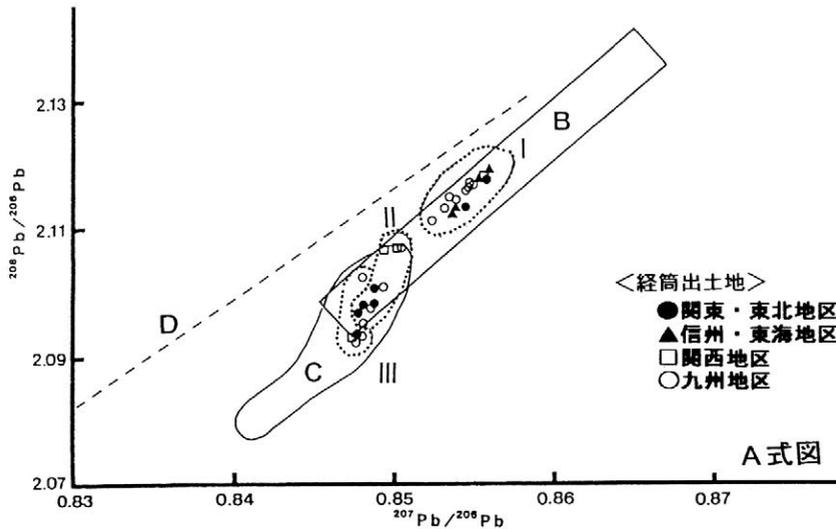


図1 経筒に用いられた材料のグループ区分  
I 中国産 II 混合材料 III 日本産

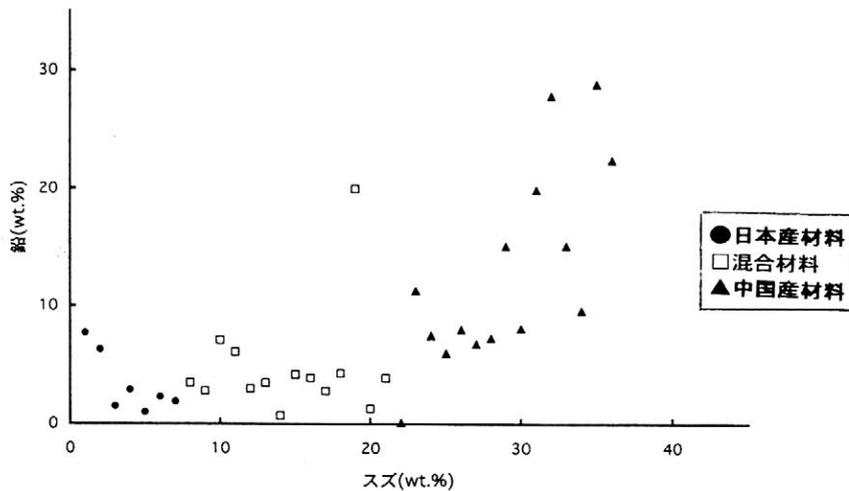


図2 経筒が示すスズと鉛の分布

## 春日遺跡出土の豎型炉について

○ 伊藤博之 和光金属技術研究所 高塚秀治 東京工業大学

### 1. はじめに

1996年春日遺跡(栃木県足利市)より一基のやや小ぶりの豎型炉跡が出土した。(注1)遺構は台地東端部南斜面より検出され、半地下式豎型炉で、炉底部直径は約60cm、残存高は約70cmであった。出土遺物の大部分は炉壁片であり、他は大口径羽口、ルツボ、高台、鑄型片、鉄滓等であった。しかし鉄滓は最大量でも1.8Kgであった。従来このような遺構は鉄の豎型製錬炉として分類されていた。だが上記の出土遺物は鑄造に関連するものであり、単純に製錬炉と考えるにはあまりにも不自然である。古代の鉄の鑄造炉は考古学的にはその実態ははっきりとはしていない。漠然とこしき炉が用いられたであろうと言われている。その理由は、鉄の溶解は解放型つぼ炉では不可能であると考えられた為であろう。出土遺物を自然科学、工学的に考察し、また春日遺跡と同規模の豎型炉を製作し鉄の溶解、鑄造の復元実験を行い、鑄造炉としての可能性を究明した。

2. 年代：炉前部斜面より、土師器小片が数個出土した。しかしあまりにも小さすぎて年代観の想定は不可能であった。炭片がかなり出土したのでそれを用いて<sup>14</sup>C年代測定を行ったところ、西暦695-865年との結果が得られた。

### 3. 出土遺物

(1)炉壁：各破片は殆どが小塊となっており、少数の大きな物を除けば、平均的な大きさは10×10cm位であろう。内部にはスサが入っていた。内湾しており、内湾内部表面層は黒～赤褐色ガラス状に熔融していた。断面は内側より薄いガラス状層、厚い青灰色層、薄い赤褐色層、無変色層となっていた。これにより炉は高温、高還元雰囲気で作業されたと推測される。

(2)坩堝(取鍋)(写真1)：破片を丹念に接合したところ、一個体の約9割が復元されればほぼ完形品となった。内径は長径11、短径8cm、深さ3.5cmで浅鉢型であった。内面は損傷が激しく、全面凹凸となっており、表面はガラス化していた。底面はきれいで、一部注ぎ口から熔融金属が廻った部分を除き製作時の雰囲気が残っていた。内部には酸化鉄の塊が各所に融着していた。

(3)羽口：3個体分の破片であり、推定口径は15、10、9cmであり、大口径羽口と呼ばれているものであった。どれも円周の数分の一の大きさであり、表面は黒～赤褐色でガラス化していた。

(4)高台：炉跡内部より出土した角錐台状土製品である。内部は隅丸台形ないし円形の空洞となっており、底面は塞がっていた。外表面は黒～赤褐色でガラス化していた。内部にはスサが入っていた。高台とは坩堝を用いて炉中で金属を溶解する時に用いる器具である。炉底に置きその上に坩堝を載せることにより、炉中間部の熱効率の良い所で、すみやかに金属を溶解させる為に用いる器具である。

図1、高台使用予想図

(5)鑄型：完全に鑄型であると断定出来る物はわずか3個であった。これらは全て真土鑄型の肌土部(注2)であった。最大4.3×4.1×2.0、最小2.6×1.9×0.8cmであった。鑄型片出土数の少ない理由は、鑄造された鑄物を鑄型から取り出す際に壊される。壊された鑄型は砕かれ、粉末とされ、再び真土として使用

される。表面はガラス化していない為、長期間の間に風化、消失する。鑄型も外側部にはスサが入る為、小塊となった時、炉壁との区別が困難になる。等々が考えられる。

(6)鉄滓：ここに言う鉄滓とは製(精)錬滓、鑄造滓、炉壁・羽口の完全にガラス化した物等を含む。重量は1.8kg、バケツに1/3と少量であった。大きさはほとんどの物が小形であり、最大11.5×7.5×8.0cm、340g、平均6.0×3.5×4.0cm、80gであった。小さな鉄滓が多数熔着して一個の鉄滓塊を形成していた。

(7)鑄鉄塊(写真2)：鉄滓にはかなりの数の小さな鉄塊が融着していた。これらを走査型電子顕微鏡で調べたところ、片状黒鉛組織が見いだされた。この組織は鑄鉄に特有な組織であり、この小鉄塊は鑄鉄であることがわかった。又同時に塩素や硫黄が大量に検出され、鉄の腐食の著しいことがわかった。多くの鉄塊は組織も残っていない程腐食していた。

#### 4. 竪型炉復元実験(写真3)

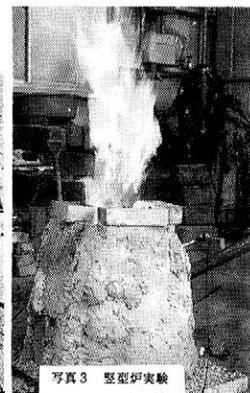
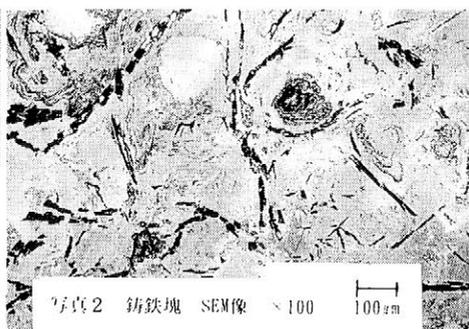
春日遺跡出土竪型炉と同規模の炉を復元製作し、熔解、鑄造実験を行った。(注3)

炉高は110a、70aの2種類、燃料は木炭、送風は電動式ブロワーを使用した。

4次7回の実験を行い銑鉄の熔解、鑄造に成功した。又少量ではあるが初めてガラス質の鑄造滓を人工的に製作することに成功した。

#### 5. 結論

- ・竪型炉復元実験の結果、銑鉄の熔解、鑄造はこしき炉だけでなく、オープンなつぼ炉である竪型炉でも可能であることがわかった。
- ・人工的に鑄造滓を作り出す事に成功した。この物質の性格を明確にすることにより、従来分類基準が不明確であった鑄造滓の位置付けも明確になるであろう。
- ・春日遺跡からは鑄造に不可欠な各種の遺物が出土している。そして製錬に直接関係する遺物一つもない。だが従来の考え方ではこの遺跡は製錬炉に分類される可能性もある。春日遺跡竪型炉で鉄の製錬が行われたとは考えにくい。しかし出土遺物と実験の結果から鉄の鑄造が行われた事は間違いないものと考えられる。



注1. 砒素青銅鏡の製作再現実験 伊藤博之 季刊考古学62号 1998. 2. 1 P. 76~78

注2. 春日遺跡第一次発掘調査報告書 足利市教育委員会 刊行予定

注3. 第四回国際金属歴史学会 CASTING EXPERIMENT USED WITH TATEGATA FURNACE  
FUKUJI HASEGAWA HIDEHARU TAKATUKA HIROYUKI ITO

## 出土銭貨の蛍光X線分析における表面状態の影響

(神奈川大理・町田市教育委員会・慶応大文) 西本右子, 山口純広, 貴志高陽, 富沢威

## 1. はじめに

近年各地で大量に出土している出土銭においても、非破壊で比較的短時間に多くの試料を分析する必要性から、蛍光X線分析が多用されている。一方、文化財試料の蛍光X線分析については、試料表面の凹凸や錆、試料内部での偏在により正確な測定値が得られないとの指摘もある。しかし凹凸や錆などによる試料の表面状態の測定値への影響に関する詳細な報告は少なく、測定者や試料によって測定に際しての試料の表面状態は異なっているのが現状であると思われる。分析値の相互比較が困難である場合も多い。そこで本研究では試料の表面状態によって蛍光X線測定値がどのように変化するかについて詳細に検討し、さらに酸溶解試料のICP-AESによる測定結果と比較した。

## 2. 実験

試料：1994年に町田市能ヶ谷町において発見された約90000枚の出土銭の一部で、破壊の許された6点（No.1 洪武通寶－明, No.2 永楽通寶－明, No.3 開元通寶－唐, No.4 元豊通寶－北宋, No.5 皇宋通寶－北宋, No.6 淳祐元寶－南宋）を使用した。

測定：蛍光X線（波長分散型 RIGAKU 3370）

ICP-AES（シーケンシャルタイプ SEIKO SPS1500VR）

EPMA（Hitachi X-650）

## 3. 結果

(A) 同一試料、同一部位において表面の錆や凹凸により蛍光X線強度がどのように変化するかを調べるために、以下の5段階において蛍光X線測定を行った。

- 1) 出土後水洗, 自然乾燥した状態
- 2) 分類が可能な程度までワイヤーブラシで錆（緑青）を軽く落とした状態
- 3) カッター, 目の細かい紙ヤスリで丁寧に緑青を除去した状態
- 4) ヤスリで地金が露出するまで研磨した状態
- 5) 試料を樹脂に埋め込み, 平坦に地金が露出するまで研磨した状態

主要成分のCu, Sn, Pbについて強度変化をFig.1～Fig.3に示した。Cuは1), 2), 3)では各測定値に幅がみられ、Pbでは処理を重ねるごとに減少傾向にあった。また微量元素のAl, Ni, Feの結果をそれぞれFig.4～Fig.6に示した。Alでは処理を重ねるごとに強度は減少し、5)の研磨試料では全てにおいて検出されていない。Ca, K, Mgも同様であった。また最終段階でNiが検出されている2試料も第一段階では検出されていない。Coも同様であった。Feでは処理により徐々に強度が減少する4試料と、再度上昇する2試料があった。この他にSiは処理を重ねるにつれて強度の減少がみられるが、4)と最終段階の5)との違いが大きく、表面の凹凸の影響が考えられた。処理3)の後の同一部位での再現性はCuで3.3%, Snで2.8%, Pbで5.2%RSDであった。

6試料を4)の後、試料の約600mgアセトンで超音波洗浄し、乾燥後硝酸、塩酸で加熱溶解し、ICP-AESで定性、定量分析を行った。検出された元素について定量結果をTable 1

に示した。各測定値の総和には酸化物として存在している酸素が含まれていないが、特に低い値となった2試料については、断面の金属顕微鏡や EPMA による測定からも内部まで腐食が進んでいることが示されている。また Pb については偏在が認められた。

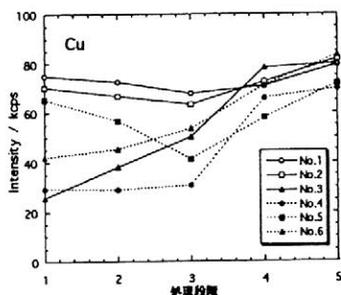


Fig.1 Cuの蛍光X線測定値の変化

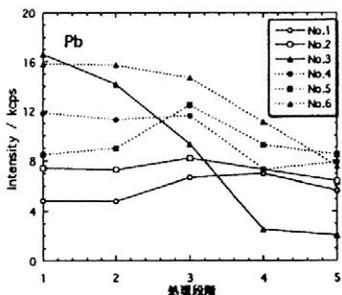


Fig.2 Pbの蛍光X線測定値の変化

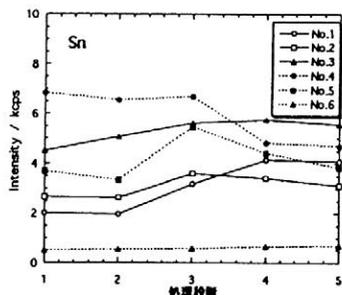


Fig.3 Snの蛍光X線測定値の変化

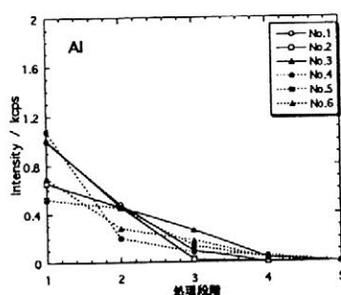


Fig.4 Alの蛍光X線測定値の変化

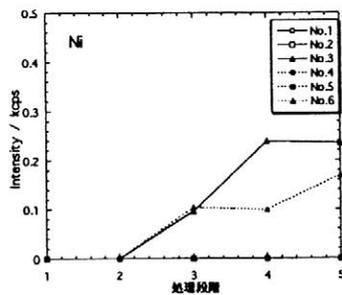


Fig.5 Niの蛍光X線測定値の変化

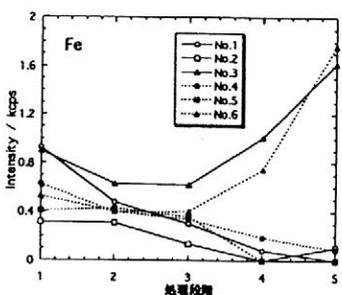


Fig.6 Feの蛍光X線測定値の変化

Table 1 ICP-AESによる定量分析結果 (%)

元素	洪武通寶	永樂通寶	開元通寶	元豊通寶	皇宋通寶	淳祐元寶
Cu	66.20	64.62	72.33	56.85	56.44	63.42
Pb	23.48	25.18	7.09	28.97	29.99	18.22
Sn	8.33	6.16	8.03	11.61	7.83	2.02
Ag	0.07	0.07	0.05	0.04	0.02	0.10
As	0.29	0.30	0.14	0.15	0.00	0.55
Zn	0.03	0.02	0.40	0.01	0.01	0.51
Fe	0.06	0.10	2.21	0.14	0.02	1.53
Co	0.01	0.01	0.26	0.01	0.01	0.01
Ni	0.04	0.04	0.20	0.01	0.01	0.01
Si	0.03	0.02	0.08	0.01	0.01	0.01
合計	98.53	96.50	90.78	97.81	94.45	86.46

#### 4. おわりに

以上の結果より、蛍光X線測定により出土銭貨試料の組成を正しく評価するためには、表面の錆を完全に除去した状態で測定を行うことが望ましい。特に腐食の進行した試料では注意が必要である。

## 盾の造形技法とその系譜

—朱塗り木製盾を中心に—

滋賀県文化財保護協会 中川正人

### 1. 朱塗り木製盾について

木製盾の出土例は全国で33遺跡90点近くにのぼり、滋賀県においても5遺跡で15点出土している。これら木製盾の共通点は、その大半が用材としてモミ材を使用し、ある一定の基準に基づき穿孔し、糸や樹皮、革紐などで綴じ、さらに朱や黒漆を使用して彩色していることである。

### 2. 木製盾の材質調査

弥生から古墳時代にかけての彩色木製品は、高杯や木盤などの祭祀具や木製盾など一部の武器に限られ、一般的に膠着材に漆を使用しないのが特徴である。従来から漆以外の膠着材についてその材質が問題となっている。

今回、滋賀県守山市赤野井湾遺跡出土の木製盾(写真-1)を中心に、赤色顔料の同定(エネルギー分散型蛍光X線分析装置・セイコー電子工業社製・SEA2010-L使用)、樹種鑑定、彩色層断面の顕微鏡観察(塗膜片をガムクロール樹脂で包埋し顕微鏡下で観察)を実施した。また、各地出土の木製盾についての調査結果から造形技法を整理するとともに、朱塗り盾を部分的に復元し考察に加えた。

### 3. 調査結果

蛍光X線分析の結果、彩色のある5点の盾に水銀(Hg)、硫黄(S)などを検出したことから水銀朱と認められた。樹種鑑定の結果、用材はすべてモミで木取りは板目であった。朱塗り木製盾の彩色層の観察では、問題とされる膠着材の存在は認められなかったものの、膠着材が分解したのちも朱が付着している原因として、盾表面の木質細胞に朱の粒子が深く入り込んだ様子を顕微鏡下でとらえることができた(写真-2)。表面近くの木質細胞の乱れは、盾の製作時に生じた組織のキズも含まれるが、一定の期間屋外にさらされた結果紫外線などで劣化したものと推測される。

### 4. 木製盾の造形技法

時代や地域において、盾の本体にモミ材を使用するという基本に変化はないが、糸や紐の素材、綴じ方や彩色法など装飾面の構成要素は時代が下るに従い変化していった。弥生時代中期の盾としては朝日遺跡や鬼虎川遺跡、玉津田中遺跡などの出土例にみるように大型の盾があり、孔の列や間隔に多様性がみられるとともに板材も厚く実用的である。弥生時代後期では、服部遺跡や赤野井湾遺跡出土例などを典型とするように小型の盾が一定の基準をもって製作される。

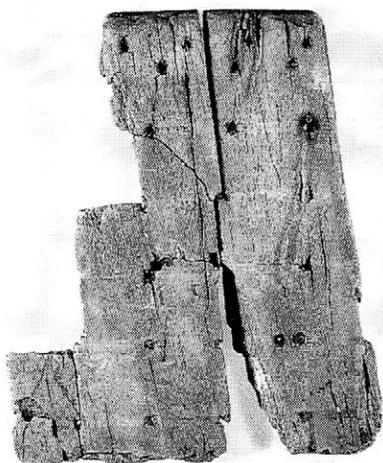
古墳時代にはいと、装飾帯を巧みに設定し赤や黒で塗り分けることで装飾的効果を高めた。黒漆を塗った盾も登場し、南郷大東遺跡や雀居遺跡の出土例が示すように、穿孔、糸綴じ、彩色などの諸要素を統合した精緻な造形技法をみることができる。さらに盾は古墳の副葬品としての役割に転じ、木枠に革張りとし鋸歯文などを刺繍した「革盾」が出現する。

### 5. 造形技法調査の成果

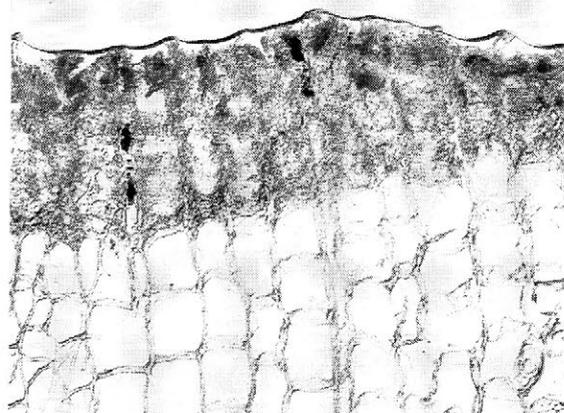
- (1) ほぼすべての木製盾は、用材としてモミ材を使用している。
- (2) 糸綴じの素材として、蔓様植物、植物質繊維、樹皮、革が用いられた。
- (3) 糸綴じの目的は、盾の補強と装飾を兼ねながら象徴的文様へと変化していった。
- (4) 赤彩の木製盾に使用された赤色顔料は、ほぼすべてが水銀朱である。
- (5) 古墳時代にはいり彩色法に黒漆塗りが加わった。
- (6) 盾の役割は、弥生時代における実戦的な盾から装飾的な盾、古墳時代においては祭祀具や副葬品としての盾へと変化していった。

朱塗り木製盾出土地名表(\*時代等は文献の記載に準じた。)

	遺跡名	所在地	点数	時代	樹種
1	三ツ寺I遺跡	群馬県群馬町	12	5c後～6c初	モミ
2	八日市地方遺跡	石川県小松市	1	弥生中	スギ
3	角谷遺跡	福井県三方町	2	弥生V～古初	モミ
4	水内坐一元神社遺跡	長野県長野市	1	弥生後	
5	登呂遺跡	静岡県静岡市	1	弥生V	スギ
6	朝日遺跡	愛知県名古屋市中	9	弥生II～V	モミ・スギ
7	下長遺跡	滋賀県守山市	3	古墳初頭	モミ
8	下之郷遺跡	〃	1		
9	酒寺遺跡	〃	2	弥生中	
10	服部遺跡	〃	1	弥生後	モミ
11	赤野井湾遺跡	〃	7	弥生中～古墳中	モミ
12	斗西遺跡	滋賀県能登川町	2	古墳前～中	クスノキ
13	中久世遺跡	京都府京都市	1		モミ
14	古殿遺跡	京都府峰山町	1		スギ
15	東奈良遺跡	大阪府茨木市	3	弥生中	モミ
16	四ツ池遺跡	大阪府堺市	1		モミ
17	瓜生堂遺跡	大阪府東大阪市	1	弥生III～IV	モミ
18	鬼虎川遺跡	〃	9	弥生II～IV	モミ
19	巨摩遺跡	〃	1		モミ
20	西岩田遺跡	〃	1	弥生V～末	モミ
21	恩智遺跡	大阪府八尾市	5	弥生II～III	モミ
22	亀井遺跡	〃	2	弥生V	モミ
23	玉津田中遺跡	兵庫県神戸市	9	弥生中	ヒノキ・モミ
24	唐古・鍵遺跡	奈良県田原本町	1		
25	保津宮古遺跡	〃	1	弥生後	
26	平城京下層遺跡	奈良県奈良市	1	4C後～5C前	モミ
27	南郷大東遺跡	奈良県御所市	1	5C前	
28	目久美遺跡	鳥取県米子市	1	弥生後	モミ
29	西川津遺跡	島根県松江市	1	4C	モミ
30	南方遺跡	岡山県岡山市	1	弥生中	
31	雀居遺跡	福岡県福岡市	3	弥生後	モミ
32	上罐子遺跡	福岡県前原町	1	弥生中～後	モミ
33	沓岐・原の辻遺跡	長崎県芦辺町	1	弥生前	
合計			88		



写-1 赤野井湾遺跡出土朱塗り木製盾



写-2 彩色層断面の顕微鏡写真(×200)

## β線を用いた古代顔料の非破壊表面分析

- 小泉好延<sup>1)</sup>、小林紘一<sup>2)</sup>、河野益近<sup>3)</sup>
- 1) 東京大学アイソトープ総合センター
  - 2) 同 原子力研究総合センター
  - 3) 京都大学工学部

はじめに

縄文式土器や弥生式土器の赤彩顔料をはじめとして、古墳や寺院の壁画、絵画など多くの文化財に無機顔料が用いられているが、いずれの場合にも下地となる土器の素地や石材、壁材の表面上に数 $\mu\text{m}$ ~100 $\mu\text{m}$ 程度の厚さに塗布されているに過ぎない。極微量でも試料採取が許される場合には、これらの顔料の化学組成を求めることは、さしたる困難はないであろう。しかし、試料の採取が許されない場合、X線や $\gamma$ 線を用いた蛍光X線分析による非破壊分析は、土器の素地や壁材の影響を受けて、顔料だけの分析結果とはならない。表面分析に有効な走査型電子顕微鏡を用いる場合も、試料採取が求められ、非破壊分析とはならない。

$\alpha$ 線、 $\beta$ 線は物質中の飛程が小さく、顔料や金属表面の塗金や鍍成分などの非破壊表面分析に有効な放射線であろう。本報では $\beta$ 線を用いた表面分析方法の開発と、土器顔料などの具体例について報告する。

方法

$^{45}\text{Ca}$ 線源からの $\beta$ 線を試料に照射し、発生するX線をCZT半導体検出器で測定する。 $^{45}\text{Ca}$ を選定した理由は、最大エネルギーが250keV、Al中の最大飛程が約60mg/cm<sup>2</sup>で、顔料部分だけの放射線として使用できること、また、半減期165dと寿命が短く、廃棄物の観点から問題が少ないこと、トレーサー実験に用いられていることから入手容易であることなどである。この放射性同位元素以外にも $^{35}\text{S}$ 、 $^{14}\text{C}$ なども、低エネルギー $\beta$ 線を放出することから、表面分析の放射線源として使用できる線源である。

CZT検出器(AMPTEK社、XR-100T-XCT)は、最近、開発された検出器であるが、エネルギー検出特性が優れていることから使用した。通常、X線検出にはpureSiあるいはSi(Li)半導体検出器が用いられるが、検出器に寒剤を使用することから、試料が移動できない場合には、大きな制約となる。また、Ag( $K\alpha$ 、20keV)からU( $K\alpha$ 、95keV)までのエネルギー領域では検出効率が低く、放射線照射量を増大しないと分析ができない。CZT検出器は、エネルギー分解能では劣るが、電子冷却により寒剤が不要となり、また、約100keVまでの検出器効率が優れていることから、AgやSn、Sb~Pb、Uなどの $K\alpha$ 、 $K\beta$ 線を測定する場合に有効である。別途報告する青銅のCu、Pb、Sn、Sbの非破壊分析にも使用した。

土器表面の赤彩顔料およびPb、Ca、Clなどの非破壊分析

$^{45}\text{Ca}$ 線源(約10MBq)をアクリル容器内に、径5~6mmでスポットし、表面を12 $\mu\text{m}$ のマイラー膜で密封、径3mmのアクリルコリメーターで $\beta$ 線をビーム化した。縄文式土器試料の赤彩部と非赤彩部分の分析結果を図1-1.1-2.に示す。また、これらの顔料の厚さ(mg/cm<sup>2</sup>)を実測することが困難であることから、12 $\mu\text{m}$ 厚のマイラー膜に朱(Hg顔料)をそれぞれ薄く塗布し、非赤彩縄文土器

の表面にマウントした。また、赤彩顔料以外の顔料分析を考察するために、Pb、Cu、Ca、K、Cl 化合物を同様に作成し、測定した。結果を図 2-1. ~2-4. に示す。

図 1-1. 縄文式土器の非赤彩部分(素地)の測定結果

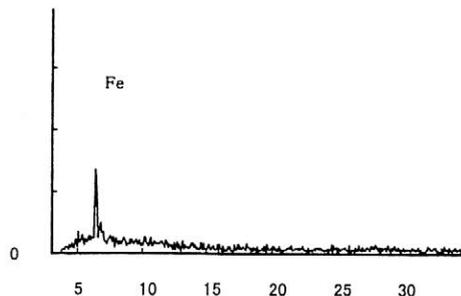


図 1-2. 縄文式土器の赤彩部分の測定結果

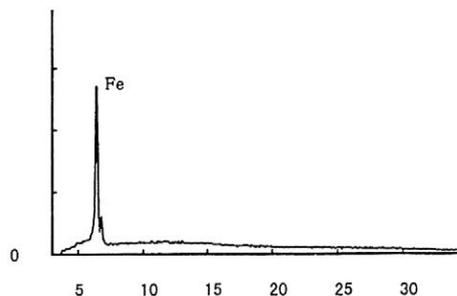


図 2-1.  $\beta$ 線励起による朱顔料のX線スペクトル

朱顔料：土器表面の塗布された顔料  
顔料厚さ 約2mg/cm<sup>2</sup>

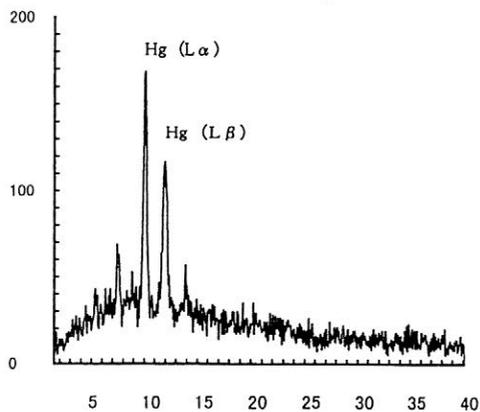


図 2-2.  $\beta$ 線励起によるPbCO<sub>3</sub>のX線スペクトル

土器表面に塗布されたPbCO<sub>3</sub>  
厚さ PbO 約4.5mg/cm<sup>2</sup>

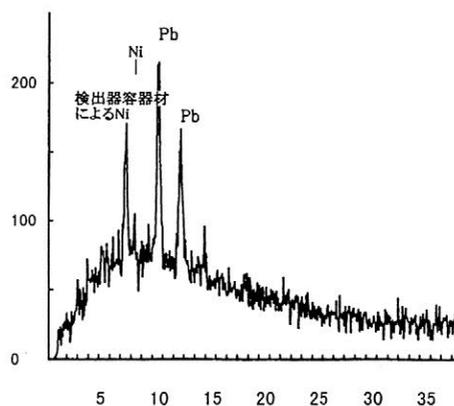


図 2-3.  $\beta$ 線励起によるCaCO<sub>3</sub> X線スペクトル

土器表面に塗布されたCaCO<sub>3</sub>  
厚さ 約5mg/cm<sup>2</sup>

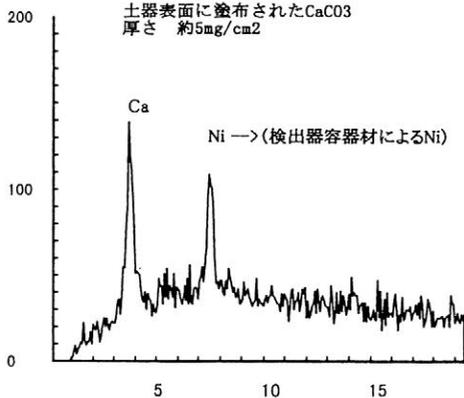
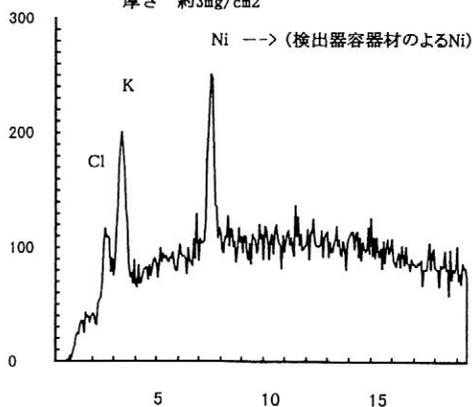


図 2-4.  $\beta$ 線励起によるKCl X線スペクトル

土器表面の塗布されたKCl  
厚さ 約3mg/cm<sup>2</sup>



## 走査型レーザー顕微鏡を使った新たな使用痕研究の試み

○梶原 洋 1)、菅原康則 2)、吉田 智 2)、長友恒人 3)、伊東裕輔 1)

1) 東北福祉大学、2) 福島県ハイテクプラザ、3) 奈良教育大学

### 1. はじめに

日本における実験使用痕研究は、1978年芹沢長介を中心とした東北大学使用痕研究チームによって開始された。研究は、キーリーメソッドといわれる複製石器を用いた実験による比較資料の作成と高倍率金属顕微鏡を用いた使用痕研究であった。この方法の限界としては、光沢のタイプの客観化が難しいこと、300倍以上では、明瞭に観察できないことが指摘されている。しかしながら、今回の走査型レーザー顕微鏡（以下S.L.M.と略す）は、①視野全体に焦点のあった鮮明な画像が得られるので、使用痕光沢の表面を高倍率でより細かく観察し、低倍率では不可能だった特徴の把握を可能にした。また、電子顕微鏡に比べるとはるかに操作手順が簡単だという利点も大きい。さらに②パソコンと接続することにより、多様な石器表面の解析を可能にし、数値による客観化も容易にした。

### 2. 観察方法

S.L.M.は、落射型の測定顕微鏡にレーザー光源とZ軸駆動機構を付加した構造をしており、観察は、測定顕微鏡（対物レンズ：20倍）で光沢部分の視野の選択を行い、同一箇所を光源をレーザーに切り替え、対物レンズ20倍から100倍で観察・測定した。今回は特に、対物100倍のレンズで、①表面の特徴を細かく観察するとともに、②石器の表面粗さを測定した。「表面粗さ」の評価は十点平均粗さ（Rz）、中心線平均粗さ（Ra）で行った。データは石器1点につき、20箇所のサンプルとした。S.L.M.は、これまでの触針式の粗さ計などと違い、観察している部分を直接測定できるという利点がある。複製石器はイネ、木、竹、鹿角、乾燥皮の実験資料を用いた。

### 3. 実験結果

①E2タイプとよばれる乾いた皮による光沢は測定顕微鏡では、小さいピットに覆われた鈍い光沢となる（図2）。S.L.M.の対物40倍で、表面の細かな線条痕と無数の小さなピットが明瞭になる。対物100倍になると表面全体に広がる細かなうねりがより一層はっきりし、これが乾いた皮による光沢の特徴と考えられる（図3）。②「表面粗さ」では、イネと乾燥皮のRzは $0.97\mu\text{m}$ （SD=0.15）と $0.98\mu\text{m}$ （SD=0.14）、Raは $0.25\mu\text{m}$ （SD=0.12）と $0.19\mu\text{m}$ （SD=0.04）で数値的にほとんど差がない。木、竹、鹿角のRzはそれぞれ $1.3\mu\text{m}$ （SD=0.24）、 $1.6\mu\text{m}$ （SD=0.3）、 $1.4\mu\text{m}$ （SD=0.27）、Raは $0.34\mu\text{m}$ （SD=0.11）、 $0.31\mu\text{m}$ （SD=0.07）、 $0.37\mu\text{m}$ （SD=0.09）でほとんど同じである。イネと乾燥皮という軟らかい被加工物の粗さが近似し、木、竹、鹿角という比較的硬い被加工物の粗さが別のまとまりを示す。一方、未使用部の粗さは素材の石の緻密さに応じてばらつきがみられる（表1）。

S.L.M.の使用により、従来とはまったく違った水準で、「表面粗さ」を具体的に数値化することができた。また、画像処理などにより、これまでの石器の使用痕研究では不可能だった表面の多様な解析ができる。上述のことからS.L.M.を使った使用痕研究は、これから世界の主流となる画期的な方法であるといえる。今後は実験数を増やし、データの精度を高め、数値による光沢の種類の判別や表面の画像処理による光沢の特徴の客観化に努めるとともに、上高森遺跡出土遺物などの分析結果を提示する予定である。

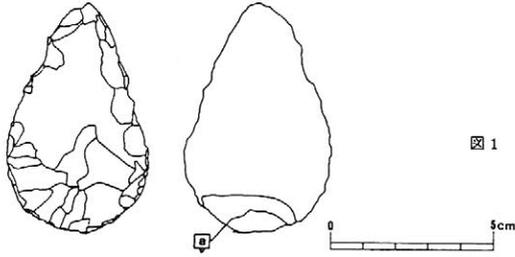


図1 SH-4 牛乾燥皮 scraping 3000回  
石器実測図



図2 S.L.M.による対物20倍の写真

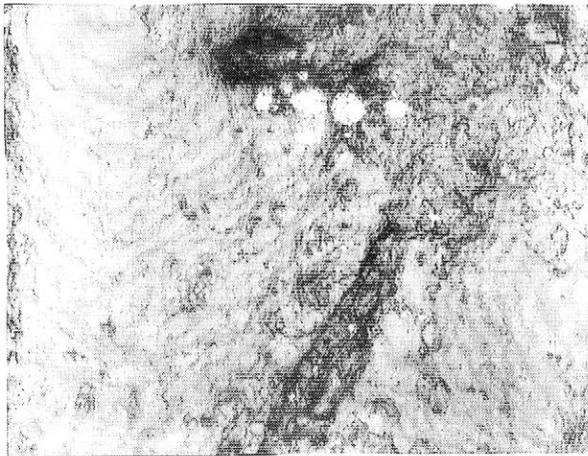


図3 S.L.M.による対物100倍の写真

実験No	Polish-type	被加工物	操作	回数	Rz		Ra	
					平均	S.D.	平均	S.D.
SH-45	A	イネ	cutting	3000	0.97	0.15	0.25	0.12
					8	1.2	1.8	0.17
SH-15	β	木	scraping	3700	1.3	0.24	0.34	0.11
					4.2	0.4	0.8	0.08
SH-22	β	竹	sawing	3000	1.6	0.3	0.31	0.07
					3.3	0.37	0.63	0.06
SH-6	D1	鹿角	scraping	3000	1.4	0.27	0.37	0.09
					7.4	0.78	1.5	0.19
SH-4	E2	牛乾燥皮	scraping	3000	0.98	0.14	0.19	0.04
					3.2	0.33	0.69	0.12

単位: μm  
上: 使用部の値  
下: 未使用部の値

表1 実験石器の「表面粗さ」の数値

## 上質古代鉄器の復元とその鍛接性

井垣 謙三（東北大・名誉教授）

### 1、はじめに

多くの方々の協力を得て、千年を経た古代鉄伝世品についても数多く調査することができた。幸いにも金属相は健全に保持されていたので、金属相中の炭素について加速器質量分析法による $^{14}\text{C}$ 年代測定を試みてその製作年代を求めた。さらに古代上質鉄の示す優れた耐蝕性・鍛接性に注目して、現代の量産鉄と古代鉄との間の差を明らかにすることに努めた。

化石燃料の導入以前は木炭還元であり、S（いおう）の混入の心配はなく、しかも比較的低い温度での還元であり、酸化気になる時間帯も少なくはないので、鉄より強く酸素と結合するMn（マンガン）やSi（ケイ素）などは除去されて、優れた耐蝕性を示す材料が作られていたものと推定される。Mn, Si, S 濃度の低い素材を製作し、それが期待とおりの優れた耐蝕性を示すのを確かめることもできた。優れた特性の複合材料を作る上に必要な鍛接性の解明が重要な課題となった。

### 2、 $^{14}\text{C}$ 年代測定

名古屋大学年代測定センターの協力を得て、金属相中の炭素について加速器質量分析法による $^{14}\text{C}$ 年代測定を試みた。 $^{14}\text{C}$ 年代測定は厳密に言えば還元を用いられた木材の年輪形成期を与えるが、あまり古い木材から木炭を作ることも考えられず、木炭も直ぐ製鉄に使用されるのが普通であるから、現在の $^{14}\text{C}$ 年代測定法には誤差が50年程度はあることを考慮すると、鉄器の製作年代を求めたものとして良いと考えられる。来歴の明らかな試料といっても、製作年代が知られていたわけではなく、新しい知見を加えることになった。表1に $^{14}\text{C}$ 測定から推定される製作年代と化学組成の一部を年代順に示した。yBP は1950年より何年前かを意味している。

古い製作年代に属する5試料は遠距離を移動して海外から渡来された品物である可能性が高いように思われる。奈良時代から鎌倉時代にまで飛んでしまって、その間の試料が得られていない。測定試料数がきわめて少なく、早急な推論は控えるべきであるが、金属工芸が限られた渡来人集団に統括されていたためかも知れない。

表1 古代鉄器の<sup>14</sup>C製作年代と化学組成（一部）

試料	<sup>14</sup> C年代 yBP	( mass ppm )			
		Mn	Si	S	As
直刀Y 岩瀬 鍔刀	2970±450	<39	170	92	150
鉄鋌（大）（ウワナベ古墳陪塚）	2370±80	23	110	36	32
直刀X(140) 二尺寸（出土不詳）	1960±80	4700	270	20	43
鉄錘（テッサン）（鑄鉄器）	1720±160	116	220	—	70
薬師寺 月光菩薩像 鉄芯	1695±115	22	63	19	13
法隆寺 五重塔 三層 飼物止	1330±110	—	—	—	—
日本刀 無垢鍛え（丸鍛え）M1	880±150	22	60	55	6
長巻（東北古刀）古宝寿 刃部。	710±50	880	—	—	5
海住山寺 鉄柱	470±65	11	120	—	11
奈良西大寺 南門 鋸（カスガイ）	440±45	<47	340	63	24
室町時代 鋸（カスガイ）	380±45	6	63	35	7
岡山本山寺 塔 鑄鉄鋸（伏鋸部）	270±50	91	120	192	43

### 3、鍛接性について

日本刀の場合、和紙に包み、灰汁をかけ、加熱して鍛接している。このような接合が可能なることを、刃物工は沸かしが効くと言っているが、現在の工業鉄では、この沸かしが効かない。厚い酸化皮膜が出来て、それが金属同士との接触を妨げるのではないかというのが常識的な見方である。刀匠に頼み調べて貰うと、高炉鋼でも低炭素鋼なら大抵は鍛接は出来るという。しかし、炭素の交流が起って、日本刀のような複合材料にはならないとのことで、電解鉄と高炭素鋼とを鍛接して貰うと、ごく初期の段階で炭素の拡散が起り、中間の炭素濃度の材料になり、結晶粒成長も認められて脆くなりポロリと折れる。鋼中の炭素の拡散係数の値から考えてもこれは当然で、むしろ問題は炭素の拡散をどのように防ぐかにあることが知られた。

高炉鋼と違ってパドル鋼は高く評価されていること、包丁鉄も酸素濃度が高く、ウスタイト（FeO）系の介在物を含むものが多いことなどを勘案すると、炭素の拡散を防ぎ止めるものは酸素以外には考えられなくなった。電解鉄を一度積み沸かし、薄く延ばして小片に切り、厚く酸化皮膜を付けて、改めて積み沸かすという操作で、酸素を導入することによって、期待どおりの特性を持たせることができた。

## エネルギー分散型蛍光X線による製鉄跡出土品の迅速分析の精度検討

川鉄テクノロジー株式会社 ○吉田誠児 古主康子 岡原正明

## 1. 緒言

当社では、埋蔵文化財における鉄製品および製鉄炉跡の出土品の分析を多く行っている。分析試験は、成分分析、組織観察、形態解析が主であるが、そのなかで成分分析の比重が高く、その分析結果は、原料の産地同定、鋼製錬法の推定など考古学的にも重要な指標となりその信頼性が要求されている。しかしその一方、出土品からの採取量に制限があるため従来の分析手法での対応が不可能な場合がある。また設備規模に制限のある依頼者らが分析可能な簡易迅速分析法が望まれている場合があり、簡易機器における分析値の精度について検証されないままデータが流出する可能性がある。そこで本報では、エネルギー分散型蛍光X線による分析精度を明確にし、これらを使用して得られた分析値の取り扱い方について提言する。

## 2. 現状

成分分析においては、測定対象となる元素が多いため、湿式分析で処理していたものを現在では、検討を重ね器機分析に移行することにより効率化を図っている。鉄滓と粘土の従来の分析方法を、それぞれ表1、表2に示す。

表.1 鉄滓の成分分析元素と分析方法

試料\元素	M.Fe	FeO	Fe2O3	C.W.	SiO2	Al2O3	TiO2	P2O5	K2O	CaO	MgO	MnO	Cr2O3	Na2O	V	Cu	C
分析法	滴定	計算	c.w.	XRF					XRF/ICP			ICP			燃焼		

表.2 粘土の成分分析元素と分析方法

試料\元素	C	SiO2	MnO	Al2O3	CaO	MgO	TiO2	Na2O	K2O	T.Fe	C.W.	Igloss
分析法	燃焼	XRF									c.w.	重量

## 3. 測定装置

装置: 堀場製作所製 MESA—500 検出元素: Na~U ターゲット: Rh

検出器: 高純度Si検出器

試料室雰囲気: 大気, 真空(10<sup>-2</sup>Torr)

管電圧(管電流): 15kV(1~500 μA), 50kV(1~240 μA)

試料は、固体のほかに、液体、粉体においてもマイラー膜を用いることで、可能としている。

## 4. 実験条件

## 4.1. 供試材

鉄滓, 粘土の供試材

試料\元素	M.Fe	FeO	Fe2O3	C.W.	SiO2	Al2O3	TiO2	P2O5	K2O	CaO	MgO	MnO	Cr2O3	Na2O	V	Cu	C
鉄滓1	0.44	24	21.74	1.62	37.3	9.75	0.34	0.41	2.32	1.68	0.41	0.1	0.001	1.22	0.006	0.001	0.17
鉄滓2	0.88	48.9	13.74	0.91	22.6	5.82	0.49	0.371	1.92	3.01	0.52	0.2	0.001	0.46	0.05	0.001	0.10
鉄滓3	0.54	47.1	33.53	1.98	10.1	2.28	0.25	0.3	0.69	1.6	0.13	0.07	0.001	0.13	0.014	0.003	0.16
試料\元素	C	SiO2	MnO	Al2O3	CaO	MgO	TiO2	Na2O	K2O	T.Fe	C.W.	Igloss					
粘土1	0.24	72.3	0.03	16.6	0.13	0.1	0.62	0.25	1.89	2.27	1.89	3.15					
粘土2	0.21	69.6	0.05	18	0.2	0.38	0.55	0.66	2.43	2.81	1.7	2.91					
粘土3	0.25	74.2	0.05	15.1	0.13	<0.01	0.4	0.34	2.06	1.71	1.97	3.39					

前処理は、鉄滓、粘土とも2cm角ほどに切り出したものを、クロムスチールディスクミルにて 40 秒間粉碎したものを使用した。また、粒度および密度に対する影響を調査するため、粉体を50tプレスしたものと、熔融ホウ酸塩溶解(25倍希釈)ガラスビードと比較した。

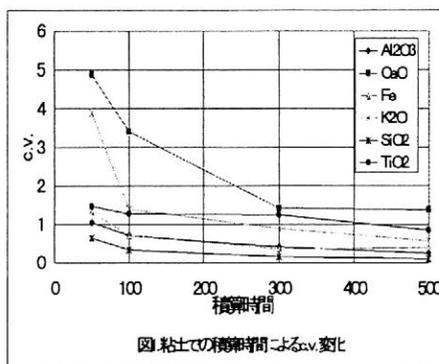
### 3.2.装置条件

試料の含有成分のうち最も励起電圧が高い元素がCu(8.04keV)であることから、電圧設定は15kVのみとした。積算時間の初期設定は、各電圧に対し50秒となっているが、50秒、100秒、300秒、500秒にて10回繰返し測定を行い、精度を比較した。

## 5. 測定結果

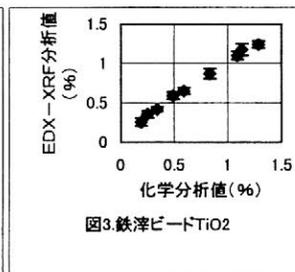
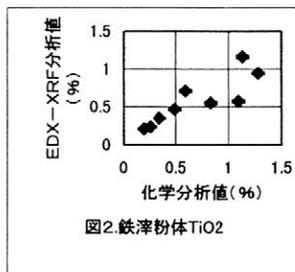
### 4.1.測定条件設定

各元素毎に、積算時間に対し、c.v.値で確認した結果を図. 1に示す。粘土において、0.2%のCaOが300秒以上で安定するのにに対し、その他の元素(0.6以上)では、100sec.以上でほぼ安定している。(c.v.=1.3以下)その他に鉄滓、粘土の測定元素のうち、c. w. , ignition loss, Cについては、直接測定できない。そのため、大きくて数%レベルでトータル量が異なることを前提にしなければならない。



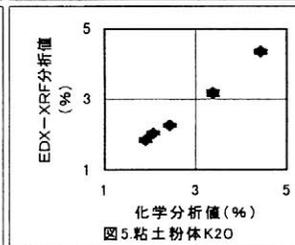
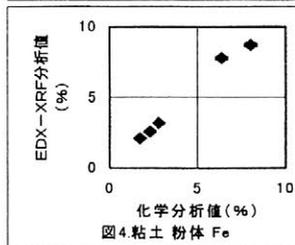
### 4.2.結晶粒度の影響(図2~図5)

その結果、プレス処理前後では精度、正確さにおいて、改善が確認されなかった。しかしガラスビード処理により、すべての元素において、改善が確認された。この結果については、試料が希釈されたことにより共存元素の影響が軽減されたことが第一に考えられる。また、その他に、粒度の影響があげられる。



## 6. 結論

粘土のように、共存元素の影響が少ないと思われるものについては、化学分析との相関が得られるため、粉体の状態で対応可能といえる。また鉄滓はガラスビード処理が必要である。定量精度については、元素毎に異なるため一概には言えないが、軽元素の測定が出来ないことを考慮して、半定性として簡便迅速分析法として用いることが出来るものと考えられる。また微量成分については、存在の有無を確認することが可能であると思われる。これらのことを前提にデータを評価すれば、迅速簡便であるメリットを生かすことが出来るものと思われる。



\*)参考文献 荒木茂ら 高炉スラグの蛍光X線分析の現状と問題点 鉄と鋼 Vol.79 No.5

## 福島県大安場古墳出土鉄製品の有機質装具の構造

○菊地芳朗(福島県立博物館)・遠藤千映美(福島大学大学院生)・松田隆嗣(福島県立博物館)・  
柳沼賢治(〈財〉郡山市埋蔵文化財発掘調査事業団)・武田正俊(郡山市教育委員会)・工藤雅樹(福島大学)

### 1. はじめに

福島県郡山市田村町に所在する大安場古墳は、全長約 83m をはかる東北地方最大規模の前方後方墳である。古墳時代前期末、西暦 4 世紀後葉に築造された中通り中部地域を勢力圏とする首長の墳墓とみられる。

1997 年に埋葬施設の発掘調査がおこなわれ、鉄製の武器・農工具を主体とする副葬遺物が出土した。鉄製品のうちわけは、大刀、槍、剣、短冊斧、直刃鎌が各 1 点、ほか 2 点である。今回、遺物の検出から報告書掲載までの過程にあたり、鉄製品に付属する有機質装具の保護・観察・記録に最大限の注意をはらうことを目標に作業を進めた結果、従来乏しかった装具の構造について、多くの考古学的知見をえることができたので、ここに報告する。

なお、これらにたいし、現在まで X 線撮影をおこなっているのみであるため、今後の理化学分析によって、とくに材質についての所見に変更を要する場合もあることを記しておきたい。

### 2. 遺物整理の過程

#### 検出

**取り上げ** 鉄製品は、すべて発泡ウレタンによる包み込み・切り取りによって取り上げた。この際、棺床の破壊を最小限にとどめるよう留意し、切り取り部位を棺床断ち割りに再利用した。

**X 線写真撮影** これ以後の作業は福島県立博物館でおこなった。X 線撮影は館に備える透過装置を用いた。撮影は少なくとも 2 回(搬入直後、土落し後)おこない、さらに必要に応じて撮影条件を変え、鉄製・有機質製部品の形態と構造を十分に把握できるよう努めた。

**土落し** 有機質装具の脱落を極力おさえるため、エアブラシ、ニッパ・ベンチなど破壊力が強く、力の加減がむずかしい道具は一切用いず、基本的にメスと竹串を用いて土砂を落とした。核心部分では、エタノール水溶液を浸した面相筆により砂粒を除去した。

**実測・製図** 有機質装具もふくめた情報を 1 面の図にのせることはきわめて難しいため、少なくとも 3 面の展開実測図を作成した。製図の際には、観察でえられた樹種・樹脂などの材質の違いを明示できるよう 3~4 種類のスクリーントーンを併用した。

### 3. 装具の構造

ここでは、状態が最もよい大刀の装具の構造について述べる。ただし、装具保護のためウレタンで包んだ状態にあり、現在、佩裏のみが観察可能なため、その理解に不十分な点も残している。

**概況** 全長 79.4cm、最も広い部分での鞘の幅 5.5cm。鐔などの金属製の装具は用いられておらず、鉄製の刀身本体と有機質製の装具で構成されている。木製装具の残存が良好で、刀身を全く観察することができない。ただし、資料の両端である把頭と鞘尾では、あまり状態がよくない。

**把** 実際に握って使用される把間装具と、鐔的な役割をもつ把縁装具が確認できる。両装具はともに木製で別づくりの可能性が高い。把間の長径は 3cm 前後で、途中に低い段が作り出されている。把縁は把頭側が太くつくられ、最も太い部分の長径は 4.7cm 前後である。ここでは外面が 2mm ほどの幅で面取りされている。把間は背側から溝が掘られ、そこに茎を落とし込み、木製目釘と布巻きで固定される構造である。確認できる布帯の幅は 1.7cm。把縁にも落とし込み技法が用いられた可能性が高いが、布巻きはなく漆状の樹脂が表面に塗られている。

**鞘** 基本的に木製の材を 2 枚合わせたもので、背側と刃側の所どころに接着剤らしき樹脂膜が認められる。鞘材は針葉樹で、接着剤に黒漆が使用されたとみられる。一方、鞘口付近では、鞘口端から約 3cm の位置の佩裏面に材の合わせ目が認められ、そこから鞘口端までは一木がトン

ネル状にくり貫かれているのが観察できる。これは鞆口強化を目的にしたためとみられる。ただし、この構造が別材を上からかぶせたものなのか、2枚の鞆材の一方をくり貫いてつくっているのか、確定できない。鞆口には、把頭側が太くつくられた「鞆口装具」が認められるが、これは段を削ることでつくり出されたものである。これは1.5cmの幅があり、最大長径が推定で約6.5cm。

鞆全面には布帯が葛巻きされ、上に樹脂が塗られる。布巻きは「鞆口装具」段下からはじまり、ここに布の端を固定するための接着剤(黒漆)が認められる。布目の状態に違いが見られ、異なる布を継ぎ足して巻かれたとみられる。確認できる部分の布帯の幅は2.0cm。表面に塗られた樹脂にはかなりの濃淡がある。

**鞆口と把縁の関係** 現状では合口とみられるが、確証を欠いている。

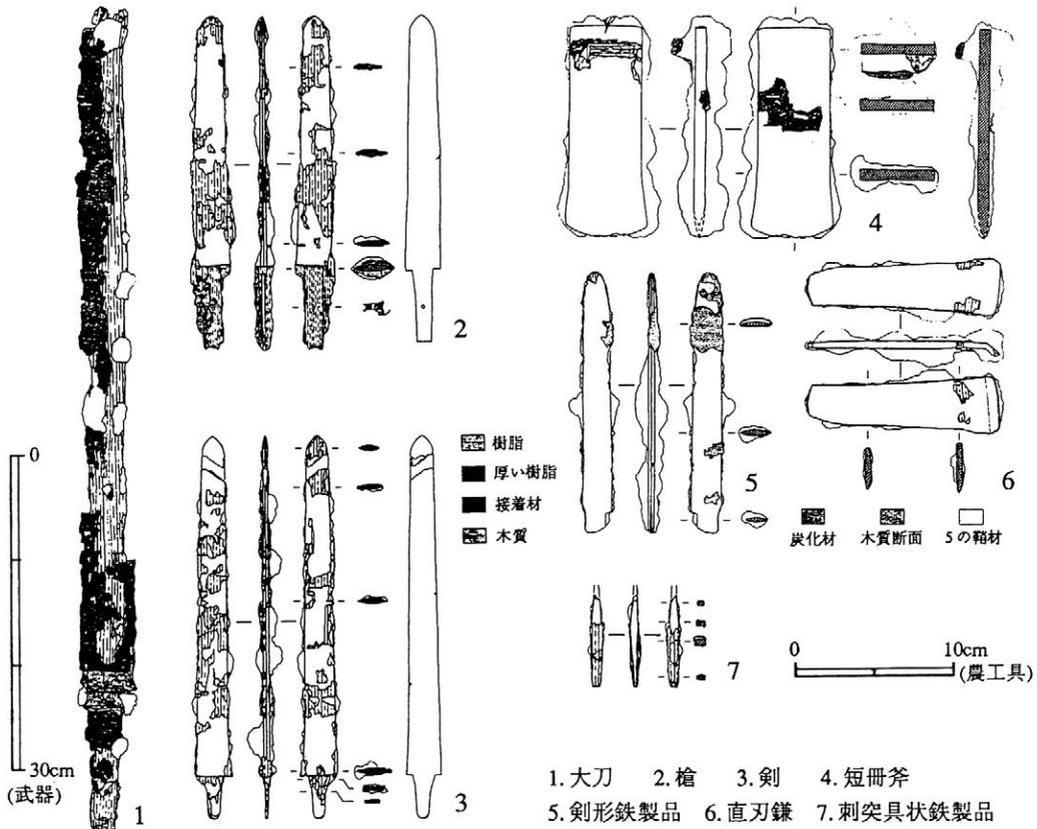
なお、発表の際には、このほかの遺物の構造についてもふれることにしたい。

#### 4. 結語

今回の所見は、新規の方法や設備にもとづいたものではなく、基本的には既存の取り上げ方法と整理過程にのっとり、時間と手間をやや余分にかける過程からえられた。これまでの主に考古学的所見に合わせ、今後おこなう理化学分析で、有機質装具にたいするより多くの情報がもたらされることが期待できる。

#### 参考文献

- 菊地芳朗 1996 「前期古墳出土刀剣の系譜」『雪野山古墳の研究』考察編 八日市市教育委員会 49-82頁  
 工藤雅樹・柳沼賢治・小熊博治 1997 『大安場古墳群-第1次発掘調査報告-』 郡山市教育委員会



大安場古墳出土 鉄製遺物 実測図

## 中国・河姆渡遺跡および羅家角遺跡出土の土器片に含まれる イネ(*O. sativa* L.)プラント・オパールの形状比較

○鄭雲飛<sup>1</sup>・王才林<sup>2</sup>・宇田津徹朗<sup>2</sup>・藤原宏志<sup>2</sup>・游修齡<sup>3</sup>・牟永抗<sup>4</sup>

1)鹿児島大学連合農学研究科 2)宮崎大学 3)浙江農業大学 4)浙江省文物考古研究所

### 1. はじめに

河姆渡および羅家角遺跡は中国・長江下流の杭州湾岸に位置し、これまで発見された最も古い新石器時代の遺跡に属し、多量のイネ遺物が発見されたことで注目されている。本研究はプラント・オパール分析法を用い、両遺跡の第三、四文化層から出土した土器片より検出されたイネ プラント・オパールについて形状解析を行い、両遺跡で栽培されていたイネの系統特性について検討を行ったものである。

### 2. 材料及び方法

実験に用いた材料は河姆渡遺跡および羅家角遺跡から出土した土器片である。河姆渡遺跡の土器片は2個であり、それぞれ第三(B.P.6500年)および四文化層(B.P.7000年)から出土したものである。土器片にはイネの初殻や藁などが混入しているように見えた。羅家角遺跡の土器片は、第三文化層の1個と第四文化層(B.P.7100年)の2個、計3個である。土器片の調整やプラント・オパールの抽出は、藤原等の胎土分析方法に従った。

形状解析は画像解析装置を用いて行った。計測は各試料からランダムに抽出した50個のイネのプラント・オパールを400倍に拡大し、縦長(Vertical Length, VL)、横長(Horizontal Length, HL)、側長(Lateral Length, LL)およびbの長さを計測した。またbをaで割った形状係数b/aを算出した。50個のプラント・オパールによる求めた縦長、横長、側長およびb/aの平均値で試料に含まれるプラント・オパールの形状特性を描述する。

### 3. 結果

#### 3.1 形状の差異

縦長、横長、側長およびb/aの四つの形状形質における分散分析の結果は、いずれも1%の水準で有意差があることを示している。各試料の平均値を検定した結果、羅家角遺跡の試料間には有意差が認められたが、河姆渡遺跡の試料間には有意差が認められなかった。両遺跡の平均値について検定した結果、縦長と横長は1%の水準で、側長は5%の水準で有意差があることを示したが、b/aには有意差が認められなかった(図1)。

形状解析の結果から、羅家角

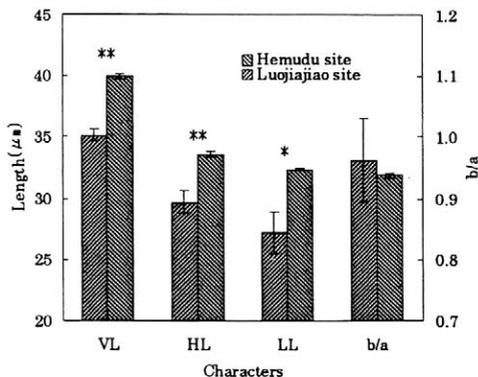


図1. 羅家角遺跡および河姆渡遺跡の第三、四文化層から出土した土器片に検出されたイネプラント・オパールの形状平均値の比較

\*、\*\*:それぞれ5%と1%の水準で有意差があることを示す。

遺跡の第三、四文化層のプラント・オパールは河姆渡遺跡の第三、四文化層のものとそれほど違いがないが、大きさには違いがあり、羅家角遺跡のほうが小さかった。

四つの形状の分布特徴(図2)をみると、河姆渡遺跡に比べ、羅家角遺跡から検出されたプラント・オパールには、縦長、横長および側長ともに小さい方へずれていることが分かった。しかし、b/aの分布には、両遺跡の差が見られなかった。

また、羅家角遺跡の形状特徴分布にはいずれも二つのピークが見られた。河姆渡遺跡の場合はb/aを除いて、ほかの三つの形状特徴には認められなかった。

### 3.2 形状特徴による亜種判別

河姆渡と羅家角遺跡から出土した土器片に検出されたプラント・オパールについて、アジア在来イネの機動細胞珪酸体形状から作成した判別式(Wang et al. 1996)

$$Z4 = 0.49VL - 0.30HL + 0.14LL - 3.82b/a - 8.96$$

( $Z4 < 0$ : indica,  $Z4 > 0$ : japonica)

による判別得点を求めた(表1)。

判別値をみると、河姆渡遺跡は、正の値でジャポニカと判定したに対して、羅家角遺跡の方は負の値であったが、いずれも±0.5の範囲内にあり、インディカ、ジャポニカの間型に入ることが分かった。

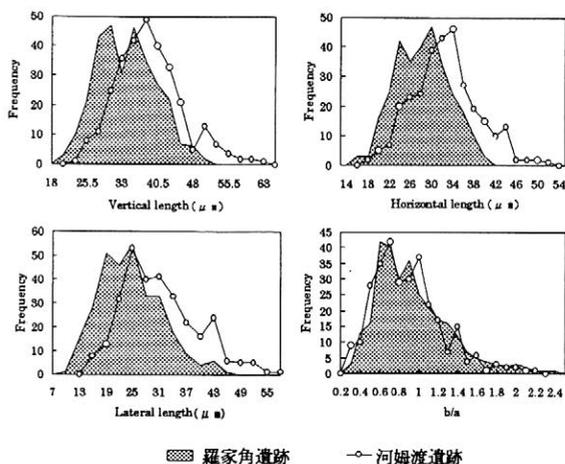


図2、河姆渡および羅家角遺跡の三、四文化層から出土した土器片に検出されたイネプラント・オパールの形状の分布(N=300)

表1、河姆渡および羅家角遺跡の第三、四文化層から出土した土器片に検出されたイネプラント・オパールの形状による判別値

文化層	河姆渡遺跡	羅家角遺跡
第三文化層	1.67	-0.23
第四文化層	1.56	-0.55
平均値	1.62	-0.39

## 4. 考察

河姆渡遺跡と羅家角遺跡は、長江下流域においては最も古い遺跡であり、イネの遺物が多量に出土されたことで注目を集めている。今回の調査分析でも、土器胎土にイネのプラント・オパールが多量に検出されたことから、長江下流域が原始農耕文化の一つの拠点であることが明らかになった。

本研究では、河姆渡と羅家角遺跡の第三および第四文化層から出土した土器胎土に検出されたイネプラント・オパールの形状特徴について検討を行った。その結果、両遺跡の間には、プラント・オパールの形状特徴に有意な差があることが分かった。羅家角遺跡に比べ、河姆渡遺跡のプラント・オパールの形状は比較的大きく厚かった。この結果から、河姆渡と羅家角遺跡で栽培されたイネ集団の形質は異なるものと判断された。両遺跡におけるイネの差異になる原因を探ることが該当地域におけるイネの歴史の変遷を明らかにする重要な鍵の一つであると考えられる。

判別値の絶対値が小さいことやプラント・オパール分布の特徴が河姆渡遺跡より複雑なことから、羅家角遺跡で栽培されたイネは河姆渡遺跡で栽培されたイネより多様性を持つ集団であると推測された。

## 炭素・窒素安定同位体分析にもとづく 千葉県下出土人骨の食性に関する特徴

小池 裕子（九大・比文）西野雅人（千葉県文化財センター）四柳 隆（同）

### <ANCA-massによる $\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{15}\text{N}$ 測定>

アイソトープ法による人骨コラーゲンを用いた食性分析には、炭素安定同位体比（ $\delta^{13}\text{C}$ ）および窒素安定同位体比（ $\delta^{15}\text{N}$ ）の測定が必要で、昨年度の九州大学教育研究プログラム・研究拠点形成プロジェクトにより、比較社会文化研究科人類遺跡研究棟に全自動質量分析機 ANCA-mass（Automated Nitrogen and Carbon Analyzer システム，EUROPA Scientific 社）が購入された。ANCA-mass システムは、前処理装置（ANCA-NT system:Solid /Liquid Preparation Module）、質量分析機（20-20 Stable Isotope Analyser）およびコントロールシステム（ANCA-SL Dual Isotope v.3.6）からなる。前処理装置は65穴のオートサンプラーがついており、圧縮空気により自動的に燃焼カラムに送り込まれる。前処理装置は1000度に設定された燃焼カラム（酸化炉）と800度の燃焼カラム（還元炉）、 $\text{H}_2\text{O}$ スクラバ管および $\text{CO}_2$ スクラバ管からなる。質量分析機の真空系は、磁場の前後に各2台のロータリーポンプと2台のターボ分子ポンプからなりより迅速に規定高真空に達し、質量分析機本体は21cm径・120度の磁場をもちより高い分解能が保証されている。このANCA-SLシステムの測定精度について真空度・電氣的安定性・温度環境の安定性などの点から検討した結果、 $^{13}\text{C}_{\text{AMT}}$ ・ $^{15}\text{N}_{\text{AMT}}$ の安定性もよく、また $^{13}\text{C}_{\text{AMT}}$ ・ $^{15}\text{N}_{\text{AMT}}$ のピークの形状も測定にたる平坦さを擁していた。working standardの測定精度は $^{13}\text{C}_{\text{AMT}}$ ・ $^{15}\text{N}_{\text{AMT}}$ ともに0.1%を上回る値であった。

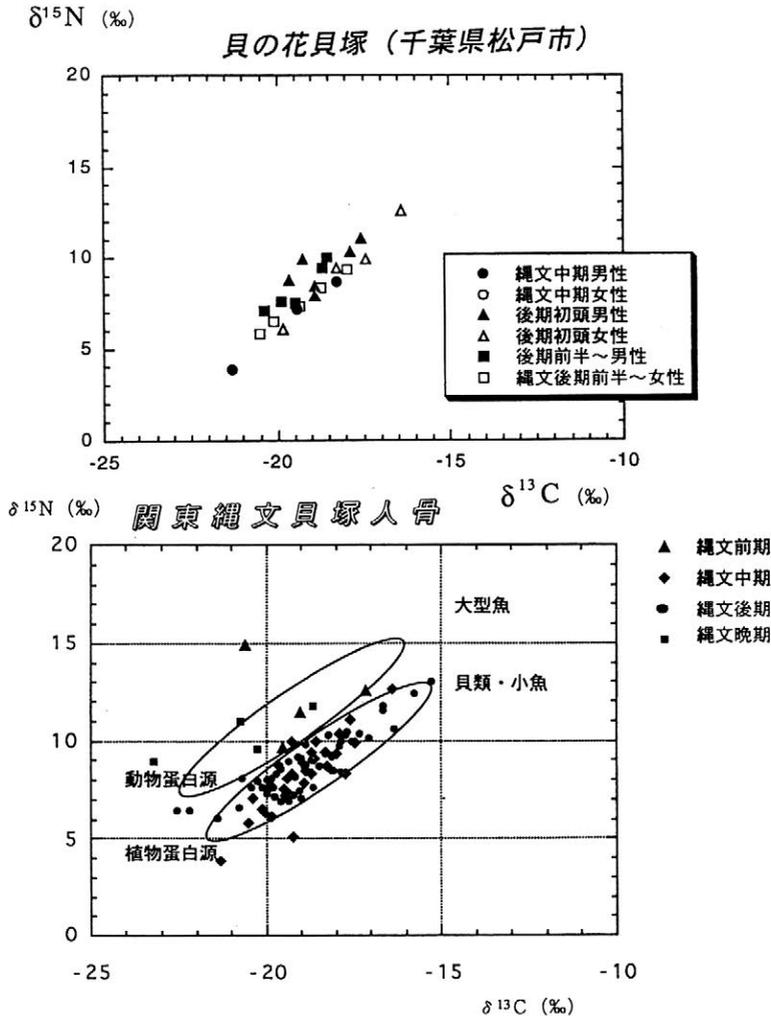
### <関東南部人骨の炭素・窒素安定同位体測定>

現在まで炭素・窒素安定同位体測定が終了した関東南部の遺跡は、浦和円正寺（1個体、縄文前期）、戸田人骨（1個体、縄文前期？）、水子貝塚（1個体、縄文前期）、折越貝塚（1個体、縄文前期）、貝の花貝塚（30個体、縄文中期～後期）、山倉貝塚（6個体、縄文中期）、中峠貝塚（12個体、縄文中期）、有吉北貝塚（8個体、縄文中期）、草刈貝塚（13個体、縄文中期）、称名寺貝塚（8個体、縄文後期）、宮本台貝塚（13個体、縄文後期）、西広貝塚（11個体、縄文後期～晩期）等である。これらの人骨約0.2～1mgからコラーゲン蛋白を抽出し、炭素・窒素安定同位体用分析試料とした。

図3に千葉県貝の花貝塚出土人骨の炭素・窒素安定同位体値を示す。各人骨を時期別・性別に分けてプロットすると、炭素・窒素安定同位体の値はほぼ回帰直線上にのる傾向を示した。これは陸上食物と水産食物の両者の蛋白源がそれぞれほぼ固定されており、個人差は主にそれら陸上食物と水産食物との比率によって生じたためと想像される。同時期

の人骨でも男性と女性ではそれぞれ別の回帰直線上にあり、特に出土例が多い後期前半(堀之内期)では女性に比べ男性の回帰直線が上方にあり、窒素安定同位体の値が高い、つまり動物食糧の割合が高かったことを示唆した。また炭素安定同位体の値をみると、後期前半(堀之内期)では $-21 \sim -17.5\%$ (男女あわせた平均値が $-19.0\%$ 、食物推定値で $-23.5\%$ )であったが、後期初頭(称名寺期)では $-20 \sim -16\%$ (男女あわせた平均値が $-17.5\%$ 、食物推定値で $-21.5\%$ )と、水産食糧の割合がこの時期にやや増大したことを示した。この結果は貝塚の動物遺体の組成が称名寺期に魚骨の出土が増加することと一致している。

関東縄文人骨の炭素・窒素安定同位体分布は、北海道近世アイヌなど北方先住民にくらべ全般的に一段と低い回帰直線上にあり、動物食の割合が比較的lowかったことを示した。関東縄文人骨の中では、前期や晩期の人骨は中・後期の人骨にくらべ窒素安定同位体値がやや高かったものの、この中・後期関東縄文人骨の窒素安定同位体値は陸上生態系食糧値の大半が植物であったと推定されるほど低いものであった。



## 岩様骨・聴骨包による真脇遺跡出土イルカ骨の個体別分析

平口哲夫（金沢医科大学）

### 1. 概要

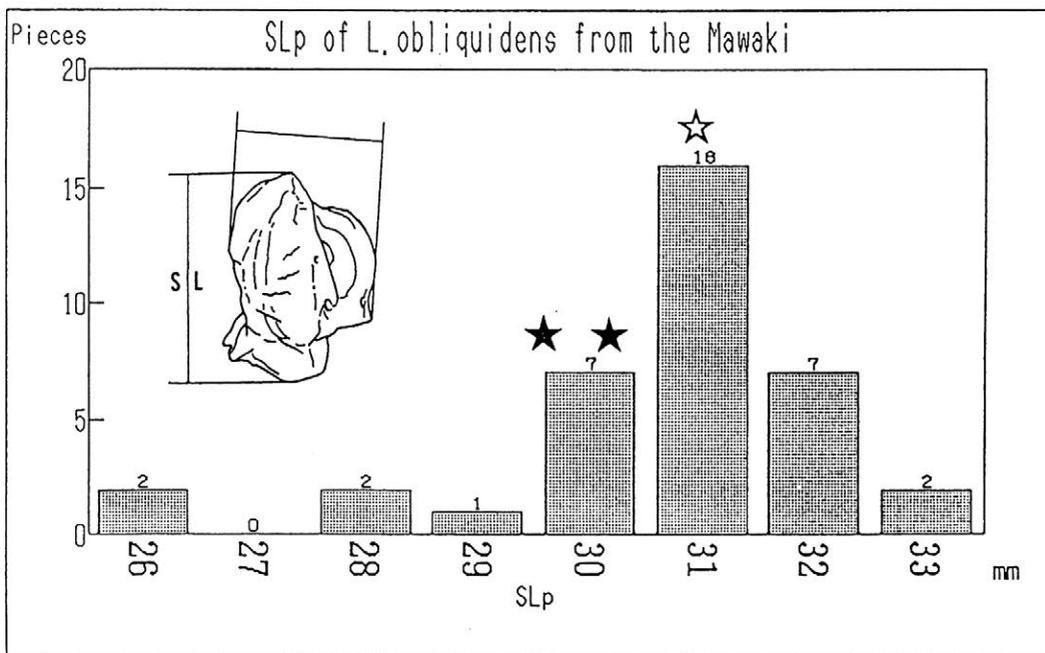
平成7年度科研費（一般研究C）研究成果報告書『遺跡出土イルカ骨の計測値と非計測的形質による個体別分析』（1997）にまとめた成果のうち、特に岩様骨を中心とした分析について不十分な点を補足・再検討する。

本研究では、欠損値の多い頭蓋骨の代わりに、頑丈な岩様骨を用いて第1頸椎との個体関係を検討した。岩様骨（耳周骨 periotic bone）は計測・種同定に適している。しかも、生体では、岩様骨は乳様突起を介して聴骨包（鼓室骨 tympanic bulla）と接合し、靭帯でゆるく頭蓋に連結しているだけであるから、腐朽後に頭蓋骨から遊離しやすい。この特性を活かして考古学的に意味のある分析と解釈を行った。その結果、イルカ骨の集中単位を構成する個体数は、以前の推定よりも2、3頭多くなった。また、H24 グリッド出土のカマイルカ並列頭蓋骨（CC-73・74）は、岩様骨・聴骨包が本体から遊離したあと、どこからか運ばれてきた可能性が高いと考えることができた。

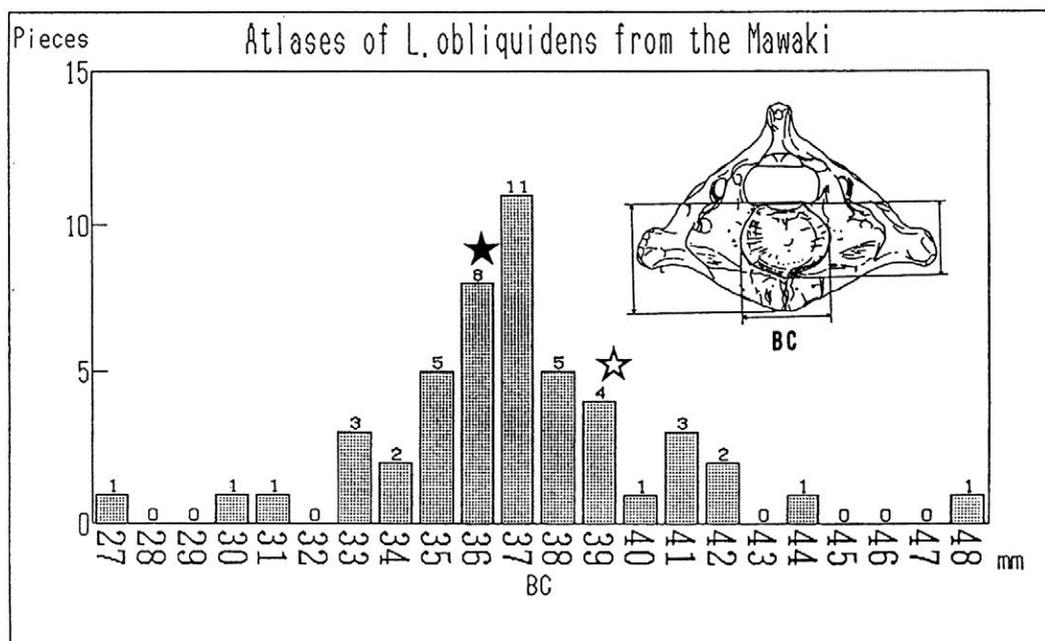
### 2. 基本原理について

一般に鯨類では、ずうたいの大きな種ほど第1頸椎・岩様骨ともに大きい。また、筆者が見たかぎり、カマイルカでは大きな個体はやはり第1頸椎・岩様骨ともに大きいという傾向がある。そこで、個体が成長するに従い、その岩様骨・聴骨包も大きくなるということを前提にして分析を進めた。しかし、ヒゲクジラ類では、岩様骨や聴骨包は個体の成長に従って大きくなるのではなく、ほとんど生れたときに大きさが決っていて、その後、大きさにほとんど変化がないという。この話し自体、どの程度具体的な裏付けがあるのか確かめる必要があるが、問題はイルカまたは小型ハクジラ類についてはどうかということである。この点については、まだ統計的に十分なデータをえているわけではないので今後の課題としたい。

同一個体に属する左右の岩様骨・聴骨包は互いによく似ている。現生カマイルカ2個体とマイルカ個体の岩様骨・聴骨包の5計測部位について計測したところ、計測値は概して左右近似した値を示している。また、左右の岩様骨の非計測的形質を比較してみると、種々の孔の特徴も含めて、上腕骨の場合よりも左右かなり近似している。そこでデータベースソフトを利用して、遺跡出土のカマイルカとマイルカの左右岩様骨の計測値を種ごとに比較し、すべての計測値が±0.7mm 以内の差で近似する左右岩様骨のペアを選び出すことにした。条件を満たす標本については、質量を比較するとともに、左右を直接見比べながら同一個体をなすかどうかの判定をすることにした。このペアマッチングの方法については、現時点でもきわめて有効であると考えている。



SLp histogram of *L. obliquidens* from the grids of Stratum X I, District I, the Mawaki site.



BC histogram of *L. obliquidens* from the grids of Stratum X I, District I, the Mawaki site.

## 富山・桜町遺跡出土クリ遺体の DNA 解析

○高橋 光子<sup>1)</sup>・山中 慎介<sup>1)</sup>・伊藤 隆三<sup>2)</sup>・岡田 康弘<sup>3)</sup>・佐藤 洋一郎<sup>1)</sup>

- 1) 静岡大学農学部
- 2) 小矢部市教育委員会
- 3) 青森県教育庁

### 1. 緒言

富山・桜町遺跡から出土した約 4,000 年前のクリ遺体 2 集団 (48 個体) の DNA 分析をおこない、栽培化の程度を検討した。前回第 14 回大会の報告では、青森・三内丸山遺跡から出土したクリ集団内の遺伝的なばらつき (遺伝的多様性) は現存野生クリ集団より明らかに小さく、栽培化が進行している可能性を指摘した。本報告では、桜町遺跡と三内丸山遺跡から出土したクリ集団の栽培化の程度を比較した。

### 2. 材料および方法

富山・桜町遺跡のクリ子実 2 集団 (4,000 年前) 計 48 サンプルを用いた。それをアルカリ-SDS 法で DNA を抽出し、PCR 法で増幅した。増幅のためのプライマーは三内丸山遺跡のクリに用いたものと同じものを使用した。増幅産物は精製寒天のゲル上で電気泳動し、得られたバンド模様のパターンから遺伝的なばらつきの程度を評価した。

### 3. 結果および考察

PCR 法により得られたバンド模様のパターン (図 1, 図 2) から、Shannon-Wiever の指数 ( $H'$ , ばらつきを示す数値) を算出した (表 1)。この値は遺伝的なばらつきが大きくなるにつれ大きくなる。桜町遺跡の 2 集団の  $H'$  値はそれぞれ 1.395, 1.301 となり、三内丸山遺跡の 4 集団の  $H'$  値 (0.999, 1.529, 1.055 および 1.735) の中間的な値を示した。なお、現存野生集団の  $H'$  値は 1.799 であった。

この結果、桜町遺跡の出土クリ遺体の遺伝的なばらつきの値は現存野生集団と比較して小さく、栽培行為によって生じた栽培化の可能性を示唆している。三内丸山遺跡について桜町遺跡でも、クリの栽培化が生じていた可能性が高く、縄文時代に栽培行為が普遍的にあったことを示唆している。

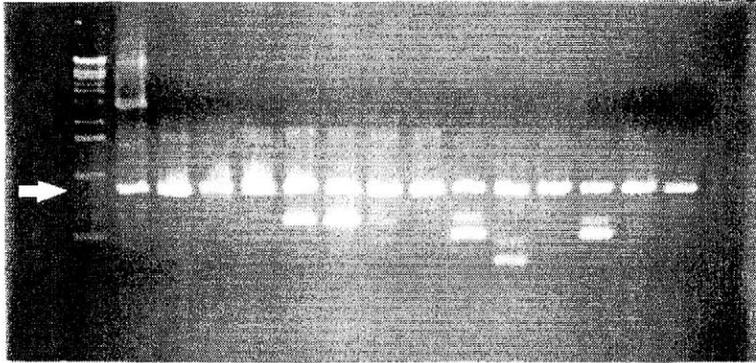


図1 桜町遺跡の出土クリ遺体 14 個体のバンドパターン

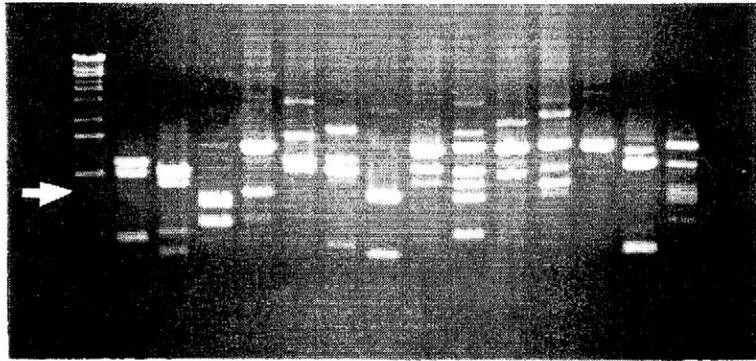


図2 現存野生クリ集団 14 個体のバンドパターン

表1. 出土遺体集団 6 集団と現存野生集団の遺伝的なばらつき

遺跡	集団	遺伝的なばらつき
桜町	SM-FO SX-2 W-16 の下 (4,000B.P.)	1.395
桜町	SM-FO SX51.6 Y85.8 クリ塚 (4,000B.P.)	1.301
三内丸山	712 pit (5,000B.P.)	0.999
三内丸山	VIF-74-3 VIa (5,500B.P.)	1.529
三内丸山	VIF-74-3 VIb (5,500B.P.)	1.055
三内丸山	VIF-74-4 VIb (5,500B.P.)	1.735
	現存野生	1.799

## 青森県・三内丸山遺跡および高樋遺跡出土の熱帯*japonica*品種の 炭化米およびわら状遺物

佐藤洋一郎<sup>○1)</sup>、岡田康博<sup>2)</sup>・遠藤正夫<sup>3)</sup>・木村護栄<sup>4)</sup>・中村郁郎<sup>5)</sup>

1) 静岡大学農学部, 2) 青森県教育庁, 3) 青森市教委, 4) 田舎館村民俗飼料館,  
5) 千葉大学園芸学部

### 緒言

青森県・三内丸山遺跡(800BP)および高樋遺跡(1900BP)から出土したわら状の遺物および稲種子(図1)からDNA(デオキシリボ核酸)を抽出し、その遺伝的特性を調査した。わらについては稲であるかどうかも検討した。ワラは稲の茎であること、熱帯*japonica*と温帯*japonica*が混ざっていたことがわかった。

### 材料と方法

青森県・三内丸山遺跡の最上層の1軒の住居(221H, 800BP)から出土の籾のついた稲種子2点とワラ2点および高樋遺跡(1900BP)出土の炭化種子3点(計7点)を供試した。これらは表面をよく洗浄した後、アルカリ-SDS法によってDNAを抽出した。抽出後調整したDNAを鋳型とし、*indica*と*japonica*を分けるプライマーを用いた2段階のPCRを行った。使用したプライマーは、葉緑体DNAにある欠失を検出するプライマー-ORF-ORF2(Chen, et al. 1993)、および核にあるマーカを検出するプライマー-CMNA-32(5'-CTTGT C ATGTGT-3')である。PCRによって増幅されたDNA断片は1%の寒天ゲルで電気泳動し、バンドパターンから種、品種群を同定した。植物の葉緑体のDNAには、種や品種に特異的な塩基配列を持つ領域(PS-ID)が知られる(Nakamura et al. 1997)。供試した7サンプルはこの領域を増幅するプライマーによってDNA断片を増幅(図2)した後、ダイレクト・シーケンス法により塩基配列を調査し、温帯*japonica*-熱帯*japonica*の判別を行った。

### 結果と考察

これら7点のサンプルは、*indica*と*japonica*を区別する2つのプライマーのいずれか/双方によるPCRによって*japonica*に属することが分かった(図略)。

わら状遺物の1点のPS-ID領域の塩基配列は稲に固有のそれであり、このワラが稲わらであることがわかった(表1)。この稲わらは、その形態から茎上部(穂の直下)のものであり、住居221Hでは稲種子が稲わらについた状態で収納されていた可能性が高い。

さらに7サンプルすべてについてPS-ID領域の塩基配列を調べたところ、わら1点と(三内丸山)と稲種子1点(高樋)が熱帯*japonica*に固有の配列をもっていた(表2)。残り5点は、配列からは温帯型/熱帯型の区別はできなかった。

こうした結果から、日本列島では少なくとも100ADころまでは熱帯*japonica*に属する品種があったと考えられる。籾のついた種子とわらが同時に出土したことから、三内丸山遺跡の住居221Hには穂刈りされた稲が保存されていた可能性がある。

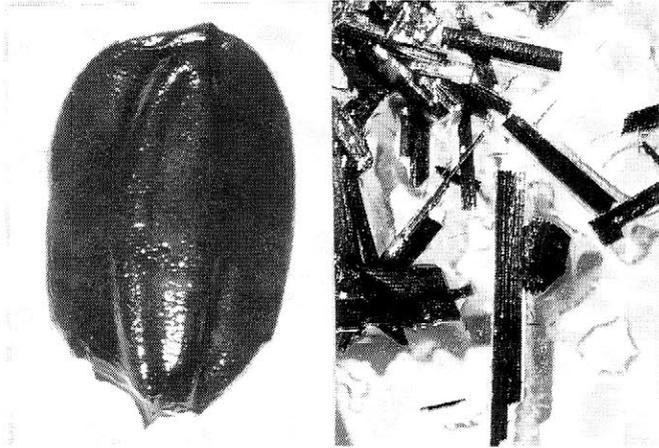


図1. 三内丸山遺跡（221H住居）出土の稲種子（玄米，左）およびわら状遺物（右）

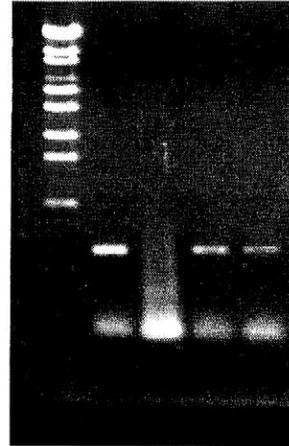


図2. PS-ID領域のPCR産物の電気泳動。左端：分子量を示すマーカ、2番目：現存のイネ、4、5番目：遺物

表1. 出土ワラ状遺物のPS-ID領域の塩基配列

種	学名	この領域における配列※
今回のサンプル（サンプル1）		TAA CCCCCC AAAAAA GTAGTATTGA
ヒエ	<i>Echinochloa crus-galli</i>	TAG AACCCC AAAAAA GGAGTATTG
稲	<i>Oryza sativa</i>	TAA CCCCCC AAAAAAAA GTAGTATTGA

※ 現存サンプルについてはNakamura et al. (1997), Japan.J.Breed.47:385-388.

表2. 出土種子およびわらの品種群の同定

種	遺物形状または種名	この領域における配列※
サンプル1	稲わら（三内丸山）	TAA CCCCCC AAAAAA GTAGTATTGA
サンプル2	同	TAA CCCCCC AAAAAAAA GTAGTATTGA
サンプル3	稲種子（同）	検出できず
サンプル4	同	TAA CCCCCC AAAAAAAA GTAGTATTGA
サンプル5	稲種子（高樋）	TAA CCCCCC AAAAAA GTAGTATTGA
サンプル6	同	TAA CCCCCC AAAAAAAA GTAGTATTGA
サンプル7	同	検出できず
稲	<i>Oryza sativa indica</i>	TAA CCCCCC AAAAAAAAAGTAGTATTGA
	<i>trop. japonica</i>	TAA CCCCCC AAAAAA GTAGTATTGA
	<i>temp. japonica</i>	TAA CCCCCC AAAAAAAA GTAGTATTGA
		TAA CCCCCC AAAAAAAA GTAGTATTGA

※ 現存サンプルについてはNakamura et al. (1997), Japan.J.Breed.47:385-388.

## 三内丸山遺跡から発見された昆虫化石群集について

○森 勇一（愛知県立明和高等学校）・小笠原雅行（青森県教育庁）・岡田康博（同）

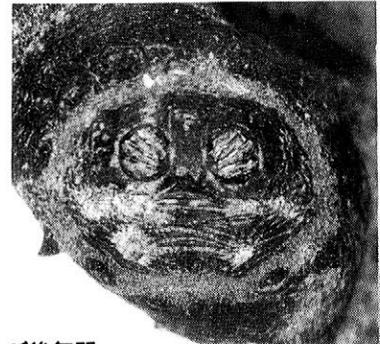
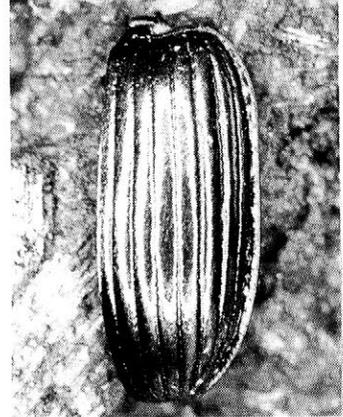
青森県三内丸山遺跡の遺物包含層より、2タイプの特徴的な昆虫群集を見いだすことができたので、その概略を報告する。

分析試料は、1992年7月より1993年7月までの冬季を除く約8ヶ月間に調査された第6鉄塔地区の調査時試料（試料A）、スタンダード・コラム試料（試料B）、および遺跡北側の谷（縄文谷といわれる）より発見された種子集積層（試料C）の計3サンプルである。昆虫分析試料からは、いずれも円筒下層土器片が認められることより、相対年代は縄文時代前期にあたる。この時期より縄文時代中期にかけ、本遺跡では巨大木柱・大型住居跡のほか、多くの土器片や装飾品・動植物遺体などが検出され、長期にわたり大集落が営まれたとされる。

## 1. 都市型昆虫と人里昆虫

本遺跡の試料A（計934点）および試料B（計75点）からは、二つのカテゴリーに分類される昆虫化石群集が認められた。一つは、主に試料AのVIb層より得られたツヤケシヒメゾウムシ・ヒメコメツギガタナガクチキ・ヒメコガネ・コアオハナムグリ・サクラコガネ属などを中心とした植生に依存する昆虫群（人里昆虫）である。そしてもう一つは、汚物食の双翅目（ハエ類）の囲蛹、およびマグソガムシ・マグソコガネ・コマグソコガネ・シデムシ科などの食糞ないし食屍性甲虫類と、主に双翅目の幼虫を捕食するエンマムシ科・ハネカクシ科などの食肉性甲虫類に代表される人為度が高く、かつ限定的な環境を指標する昆虫群（都市型昆虫）である。前者の昆虫群の示す環境は三内丸山遺跡の場合、言うまでもなく樹木や草本植生に囲まれた人里空間であり、後者は人口集中域の存在とりわけ汚物や生活ゴミとの関連を強く示唆している。いずれも縄文時代としては、きわめて異例の昆虫群集として特筆される。

本遺跡より発見された食糞性昆虫に分類される35点のエンマコガネ属、とりわけコブマルエンマコガネ（15点）は、本来森林中に生活していたものが都市化によって生じた二次的な生息環境で個体数を増やし続けている種群であるとされ、本種は弥生時代の大規模集落として知られる愛知県朝日遺跡・同西志賀遺跡、大分県下郡桑苗遺跡からも多数確認された。随伴したマグソコガネ・コマグソコガネなどは、大型草食獣の日向の糞に集まる食糞性昆虫である。また、オオクロバエかケバククロバエに同定されるクロバエ科の囲蛹は、現時点での集計で計134点検出され、これらは便池・動物の死体・芥溜・人畜の糞などが多量に存在したことを示している。ニクバエ科もクロバエ科同様、便池に多く、動物の死体や芥溜・人畜の糞に飛来する。試料Aからは、このような食糞性昆虫や食屍性昆虫、およびハエ



(上) マグソコガネの右上翅 (下) クロバエ科のサナギの末端節および後気門 →

類など汚物等が集まる衛生昆虫が全体の50%以上出現し、ゴミムシ科などの歩行虫を含めると、地表面上に存在する食物を求めて生活する種群で全昆虫の65.1%が占められている。

本遺跡より見いだされた汚物食や食糞ないし食屍性昆虫の優占する昆虫群集は、人口集中に伴い獣糞や人糞・生ゴミなどが長期間にわたって大量に集積され、弥生時代の環濠集落や奈良～平安時代の官衙周辺に認められるような汚染度の高い人工空間が、この時期、すでに出現していたことを示すものとして注目される。集落の繁栄とはうらはらに、三内丸山遺跡北斜面（第6鉄塔地区）一帯は、初夏から盛夏にかけての頃、生活ゴミや人糞・動物質の腐敗物より発する悪臭で充満していたことが考えられる。

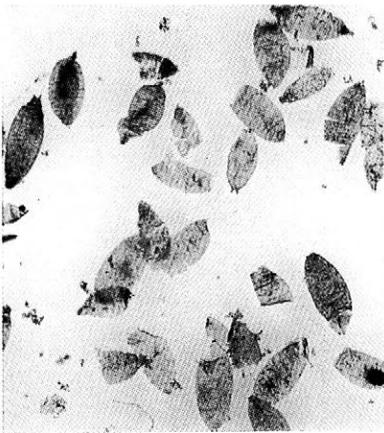
同時に産出したヒメコガネ・コアオハナムグリ・サクラコガネ属などの食植性の人里昆虫からは、本遺跡周辺にクリ・コナラなどからなる人為度の高い二次林や畑作物などが存在したことが推定される。また、食植性昆虫の中で最も多く認められたツヤケシヒメゾウムシからは、遺跡周辺にブドウ類やサルナシなどが自生していたことを、同じく多産したヒメコメツキガタナガクチキの存在からは、本遺跡北斜面に落葉広葉樹の倒木や朽ち木が存在したことを示している。そして、ケヤキやシラカバ・カエデなどを食するツノアオカメムシの出現は、このような樹木が遺跡内に生えていたものと考えられる。

## 2. 発酵果実の存在を示すショウジョウバエ

試料Cは、「ニワトコの種子集積層」から採取されたものであり、ほぼ同一の産状を呈する地層は第6鉄塔地区からも検出されている。これらの堆積物は、ニワトコ・ヤマグワ・サルナシ・キイチゴ属などの種子・果実類のみからなっており、人為により集積されたものであるとされる。本試料は、ニワトコの種子集積層の湿潤重量6,693 g、体積約5,200cm<sup>3</sup>を水洗選別し、そこから得られたものである。

検出された昆虫は、すべて黄褐色・米俵状を呈する双翅目のサナギ（囲蛹）で構成され、個体数は、ほぼ完形のものについてのみ鏡下で計数した結果、計842頭が確認された。水洗選別中に失われたもの、輸送中に環節が分離し計数不能になったものなどを考慮すると、約5,200cm<sup>3</sup>のブロックサンプルに、本来1,000～1,500頭に達するサナギが含有されていたことが考えられる。

双翅目のサナギ（三内丸山標本）は、長さ2.02mm（平均）、最大幅0.89mm（同）で、前気門および後気門の双方を有し、前気門の端部に指状突起が認められ、また環節上に短刺状の明瞭な微刺列を配するなどの特徴から、ショウジョウバエ科 *Drosophilidae* に同定される。腹面に認められる微刺列の配置や、食性などを考慮すると、三内丸山標本は、ショウジョウバエ亜属



ショウジョウバエのサナギ

*Drosophila* か、この近縁種に同定される小型のショウジョウバエである可能性が考えられる。ショウジョウバエ類は、発酵・腐敗した果実に好んで集まる性質があり、これらのサナギが縄文谷中から多数検出されたことから、投棄された果実類が腐熟していたことを示すものとして重要である。この結果、この時期、縄文人が果実酒を造っていたことがほぼ確実となった。

サナギを多産したニワトコ種子集積層近傍の同時代の土坑内からは、ハネカクシ科やエンマムシ科・オサムシ科など食肉・食屍性の地表性歩行虫が多数認められた。これらの昆虫は、発酵し腐熟した廃棄後の果実に集まったショウジョウバエ類の幼虫やサナギを捕食していたと考えられる。

