日本文化財科学会第 18 回大会研究発表要旨集

2001 年 6 月 23 日(土) ～ 24(日)
奈良大学(奈良市山陵町 1500)

18th
J.S.S.S.C.P
Congress

日本文化財科学会

日本文化財科学会第 18 回大会 2001 年度総会日程

日　　時：2001 年 6 月 23 日(土) ～ 24(日)
会　　場：奈良大学(奈良県奈良市山陵町 1500)
懇　親　会：コミュニティー広場
評議委員会：和室

口頭発表：講堂
ポスターセッション解説：体育館
特別セッション：講堂・一般公開

日程:

第 1 日 6 月 23 日 (土)

9:00 ～ 9:50	受付時間	
9:50 ～ 10:00	開会挨拶	(日本文化財科学会 会長 三辻利一)
10:00 ～ 12:30	口頭発表	(年代測定・古環境の発表 1～10 の 10 件)
12:30 ～ 14:00	休 憩 ・ 評議員会	
13:00 ～ 14:00	ポスターセッション解説	
14:00 ～ 17:00	特別セッション『21 世紀の文化財科学』	(一般公開)
17:30 ～ 19:30	懇親会	

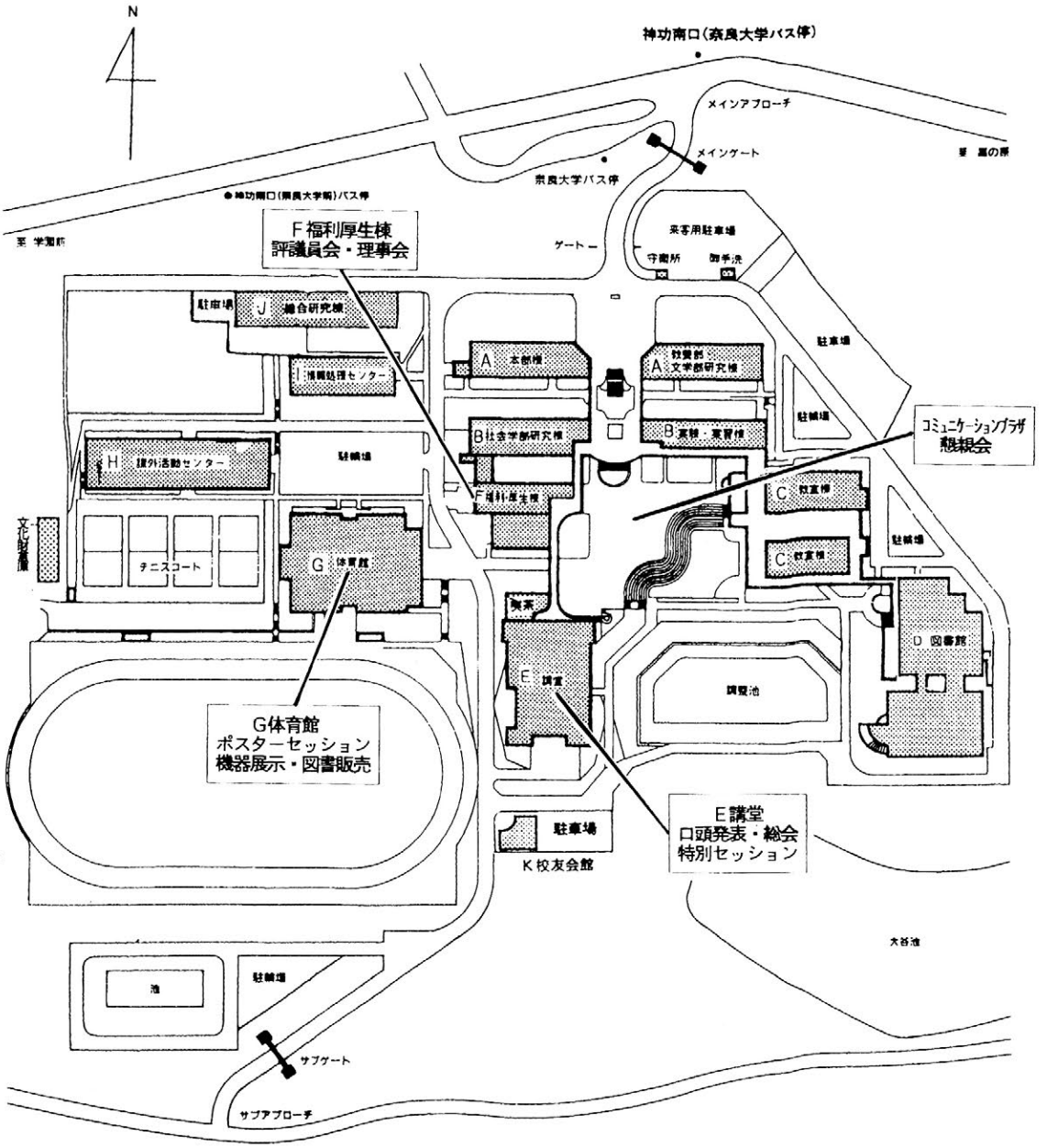
第 2 日 6 月 24 日 (日)

9:00 ～ 11:05	口頭発表	(古環境・材質技法の発表 11～18 の 8 件)
11:05 ～ 12:00	総 会	
12:00 ～ 13:00	休 憩	
12:30 ～ 13:30	ポスターセッション解説	
13:30 ～ 16:15	口頭発表	(材質技法・産地推定・保存科学・文化財科学一般の発表 19～29 の 11 件)
16:15 ～ 16:25	閉会挨拶	(企画行事理事 沢田正昭)

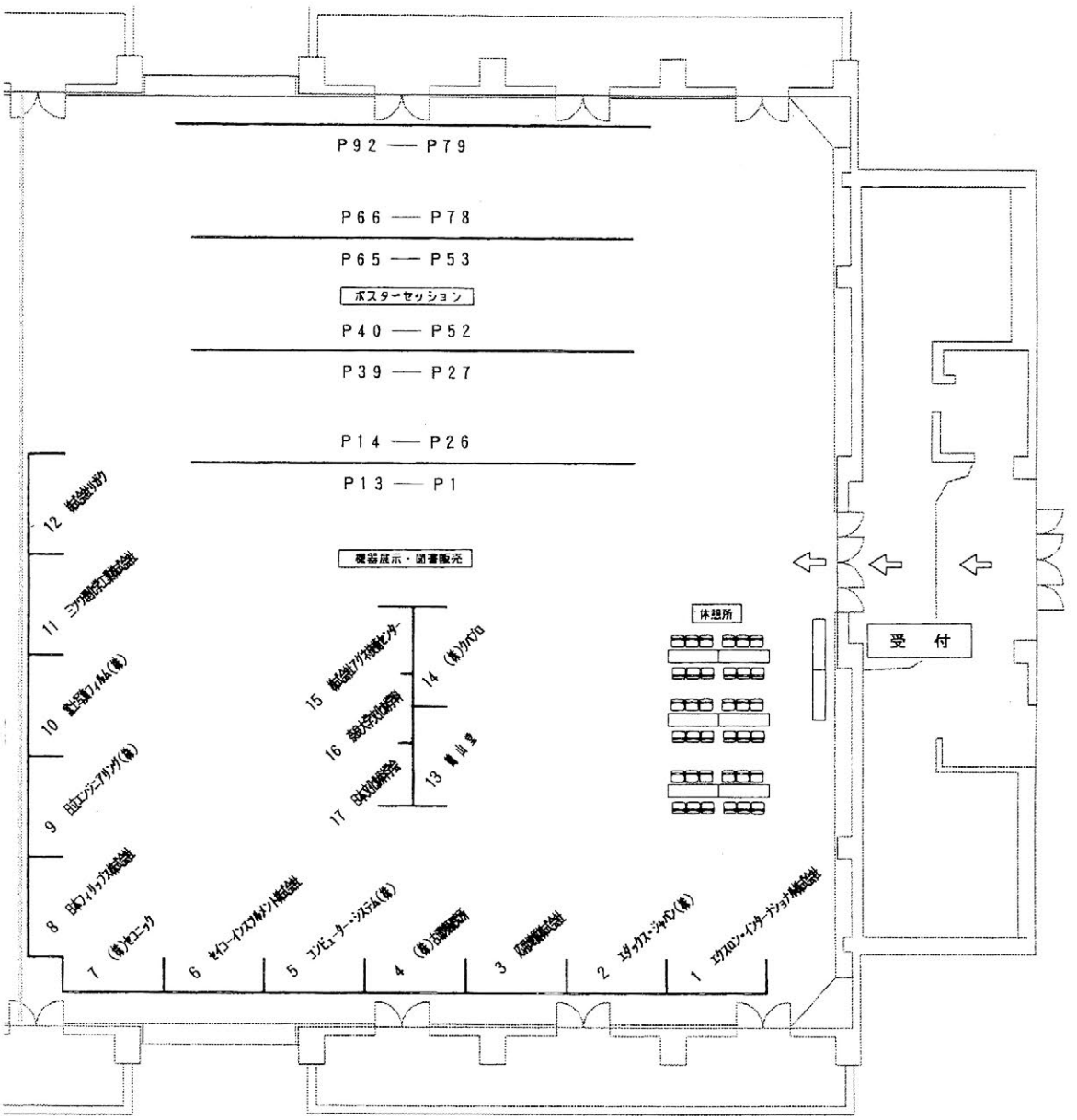
ポスターセッションおよび機器展示・図書販売

提示作業: 6 月 23 日 (土) 9:00 ～ 11:00
提示時間: 6 月 23 日 (土) 11:00 ～ 6 月 24 日 (土) 15:00
撤去作業: 6 月 24 日 (土) 15:00 ～ 17:00

会場案内図


N
神功南口（奈良大学バス停）
メインアプローチ
メインゲート
奈良大学バス停
神功南口（奈良大学前）バス停
F 福利厚生棟
評議員会・理事会
ゲート
来客用駐車場
守衛所
駐車場
J 総合研究棟
情報処理センター
A 本部棟
A 文学部研究棟
B 社会学部研究棟
B 講義・演習棟
H 課外活動センター
駐輪場
コミュニケーションプラザ
懇親会
C 教室棟
C 教室棟
文化財倉庫
テニスコート
G 体育館
F 福利厚生棟
喫茶
D 図書館
E 講堂
調整池
G体育館
ポスターセッション
機器展示・図書販売
駐車場
K 校友会館
E講堂
口頭発表・総会
特別セッション
大谷池
池
駐輪場
サブゲート
サブアプローチ

ポスターセッション・機器展示・図書販売案内図



機器展示・図書販売（五十音順）

エクスクロン・インターナショナルジャパン株式会社
エダックス・ジャパン（株）
応用地質株式会社
（株）古環境研究所
コンピューター・システム（株）
セイコーインスツルメント株式会社
（株）セコニック
日本フィリップス株式会社
日立エンジニアリング（株）
富士写真フィルム（株）
三ツワ理化学式会社
株式会社アグネ技術センター
鶴山堂
（株）クバプロ
奈良大学文化財学科
日本文化財科学会

広告（五十音順）

株式会社アクト
エクスロン・インターナショナル株式会社
エダックス・ジャパン（株）
応用地質株式会社
株式会社京都科学
株式会社近畿ウレタン工事
（株）古環境研究所
三恒商事株式会社
株式会社ステップス
セイコーインスツルメント株式会社
日本フィリップス株式会社
浜松フォトニクス株式会社
（株）パレオ・ラボ
三ツワ理化学工業株式会社
日本文化財科学会

研究発表要旨目次

口頭発表(講堂)

[年 代 測 定]

1. 炭素 14 ウイッグルマッチ法による高精度年代測定－出雲大社境内遺跡本殿柱材の年代 ---- 2
○今村峯雄(国立歴史民俗博物館) 坂本稔(同) 中村俊夫(名古屋大学年代測定総合研究センター) 丹生越子(同)

2. AMSによる漆の炭素 14 年代測定－木製考古遺物の場合 ---- 4
○坂本稔(国立歴史民俗博物館) 永嶋正春(同) 今村峯雄(同) 中村俊夫(名古屋大学)

3. 焼成考古遺物から抽出の単分画鉱物粒子を用いた光励起・熱ルミネッセンス自動測定定システム開発と年代クロスチェックへの利用 ---- 6
○橋本哲夫(新潟大学理学部) 中川貴博(同) 柳川裕次(同) 高野雅人(同)

4. 低温OSL／TL測定装置の開発と年代測定への応用 ---- 8
○長友恒人(奈良教育大学) 下岡順直(同) 波多野智((株)ネオアーク)

5. 関東地域の850～平安時代の地磁気変動 ---- 10
○時枝克安(島根大学総合理工学部)

[古 環 境]

6. Ancient DNA 解析からみた古代ブタ(カラフトブタ)の系統 ---- 12
○石黒直隆(帯広畜産大学) 本郷一美(京都大学霊長類研究所) 松井章(奈良文化財研究所)

7. 西日本の弥生遺跡から出土する稲の遺伝的特性 ---- 14
○佐藤洋一郎(静岡大学)

8. 酒船石遺跡の珪藻分析と植物遺体分析による環境復元とその変遷 ---- 16
○桑名志保(古環境研究所) 西光慎次(明日香村教育委員会) 金原正子(古環境研究所) 岡山邦子(同) 金原正明(奈良教育大学)

9. 環境考古学分析の方法的検討と検証性 ---- 18
○金原正明(奈良教育大学)

10. プラント・オパール分析による水田稲作における収穫様式の変遷に関する一考察－静岡地方を例に－ ---- 20
○松田隆二((株)古環境研究所)

11. 琵琶湖湖底堆積物からみた過去約13万年間の火災史 ---- 22
○井上淳(大阪市立大学) 高原光(京都府立大学) 吉川周作(大阪市立大学) 井内美郎(愛媛大学) 江口誠一(千葉県立中央博物館)

12. 今城塚古墳で認められた地滑りの痕跡 ---- 24
○寒川旭(独立行政法人・産業技術総合研究所) 宮崎康雄(高槻市教育委員会)

[材質 ・ 技法]

13. 鉛バリウムガラスより検出された“$BaCuSi_4O_{10}$”について ---- 26
○肥塚隆保(奈良文化財研究所) 金岡繁人(名古屋工業試験場) 白幡浩志室蘭工業大学) 山崎一雄(名古屋大学)

14. 弥生・古墳時代のガラス製品の考古科学的研究 ---- 28
○大賀克彦(京都大学文学部) 肥塚隆保(奈良文化財研究所)
15. 金属組織分析を通じた鉄器遺物の用途推定 ---- 30
○朴長植(弘益大学校金属工学科) 鄭光龍(大田保健大学博物館科)
16. 西本願寺御影堂の瓦鉄釘の材質 ---- 32
○平井昭司(武蔵工業大学) 岡田往子(同) 平尾良光(東京文化財研究所) 石橋燿一(鋼管計測(株))
17. 出雲大社における塗装顔料の変遷に関する研究の試み ---- 34
○朽津信明(東京文化財研究所) 景山真二(大社町教育委員会) 松尾充晶(島根県埋蔵文化財調査センター) 松本岩雄(同)
18. 山田寺の壁体に用いられた「白土」 ---- 36
○村上隆(奈良文化財研究所)
19. 巻胎漆器の材質調査－中国・固原北周田弘墓出土例より－ ---- 38
○中川正人((財)滋賀県文化財保護協会) 成瀬正和(宮内庁正倉院事務所) 岡田文男(京都造形芸術大学) 菅谷文則(滋賀県立大学)
20. 文化財資料に対するレーザーラマン分光分析法の開発研究 ---- 40
○高妻洋成(奈良文化財研究所) 肥塚隆保(同) 杜暁帆(同) 沢田正昭(同)

[産 地 推 定]
21. 石器・玉類の原材産地分析 (17) ---- 42
○藁科哲男(京都大学原子炉実験所)
22. 山形県三崎山出土青銅製刀子の鉛同位体比 ---- 44
○平尾良光(東京文化財研究所) 鈴木浩子(同) 早川泰弘(同) 井上洋一(東京国立博物館)
23. 礼文島船泊遺跡出土のアスファルトの起源 ---- 46
○宮尾晃(北海道大学大学院工学研究科) 小笠原正明(北海道大学高等教育機能開発総合センター)

[保 存 科 学]
24. 世界遺産 "古都奈良の文化財" を大気汚染からまもる ---- 48
○西山要一(奈良大学文化財学科) 松本光弘(奈良県衛生研究所) 佐藤幸弘(大阪府立産業技術センター) 奈良大学保存科学研究室
25. 床面に調湿建材を施工した気密型展示ケースの温湿度変化 ---- 50
○赤沼英男(岩手県立博物館) 宮野則彦(日本大学) 宮野秋彦(名工大)

[文化財科学一般]
26. はたけ古土壌の微細形態学的研究－群馬県下で検出された火山性噴出物直下のはたけ－ ---- 52
○宮路淳子(京都大学・日本学術振興会) 坂口一(群馬県埋蔵文化財調査事業団) 平山良治(国立科学博物館)

27. 条界線に相当する畦畔の築造・維持・廃棄過程とその微細形態学的特徴－大阪府意岐部遺跡第5次調査の事例 ---- 54
○別所秀高((財)東大阪市文化財協会)　井上伸一(同)
28. 大阪府布市遺跡の中世畑地耕作土にみられる微細堆積相 ---- 56
○松田順一郎((財)東大阪市文化財協会)
29. 三角縁神獣鏡、三次元データ・ベースの構築 ---- 58
○今津節生(奈良県立橿原考古学研究所)　鈴木勉(東京都職能開発センター)　河上邦彦(奈良県立橿原考古学研究所)　宮原晋一(同)

ポスターセッション(体育館)

[年 代 測 定]

P1. 炭素14年代の暦年較正における問題点と新しい考え方 ---- 62
○今村峯雄(国立歴史民俗博物館)
P2. 名大タンデトロン加速器質量分析計を用いた樹木年輪資料の ^{14}Cウィグルマッチングの試み ---- 64
○中村俊夫(名古屋大学年代測定総合研究センター)　福本浩士(同)　丹生越子(同)　小田寛貴(同)　池田晃子(同)　南雅代(同)　太田友子(同)　光谷拓実(奈良文化財研究所)　今村峯雄(国立歴史民俗博物館)坂本稔(同)
P3. 加速器質量分析計による14C年代測定法を用いた古代鉄生産の実態解明(Ⅱ) ---- 66
○山田哲也((財)元興寺文化財研究所)　塚本敏夫(同)　中村俊夫(名古屋大学年代測定総合研究センター)　小田寛貴(同)
P4. 法隆寺五重塔心柱の年輪年代 ---- 68
○光谷拓実(奈良文化財研究所)　高妻洋成(同)　大山幹成(同)　日本学術振興会特別研究員
P5. 石器の新旧判定法の検討 ---- 70
○長友恒人(奈良教育大学)　宮崎利靖(同)　佐藤良二(香芝市二上山博物館)
P6. Sambor Prei Kuku および Prasat Sour Prat(カンボジア)のレンガ・瓦・堆積土を試料とするTL／OSL年代 ---- 72
○長友恒人(奈良教育大学)　藤本将宏(同)　北代陽子((財)滋賀県文化財保護協会)　中川武(早稲田大学理工学部)　土屋武(同)
P7. 製鉄遺跡の残留磁気 ---- 74
○時枝克安(島根大学総合理工学部)
P8. 中海・宍道湖エリアの地域花粉帯と目久美遺跡の花粉分析結果 ---- 76
○渡邉正巳(文化財調査コンサルタント㈱)　佐伯純也((財)米子市教育文化事業団)　濱田竜彦(鳥取県 育委員会)　藤原真由美(㈱日西興発)

[古 環 境]

P9. 琉球列島の稲作開始期とその変遷に関する研究(Ⅱ)－伊佐前原第一遺跡におけるプラント・オパール分析－ ---- 78
○宇田津徹朗(宮崎大学農学部)　藤原宏志(同)　橋本将幸(同)　鄭雲飛(奈良文化財研究所)　中谷香緒里(宮崎大学農学部)

P10. プラント・オパールの形状特性からみた河姆渡文化期のイネ系統特性について ---- 80
○鄭雲飛(奈良文化財研究所・浙江大学) 藤原宏志(宮崎大学農学部) 松井章(奈良文化財研究所) 宇田津徹朗(宮崎大学農学部) 王海明(浙江省文物考古研究所)
P11. 出土プラント・オパールにDNAが含まれる可能性 ---- 82
○高橋光子(静岡大学農学部・岐阜大学大学院連合農学研究科) 佐藤洋一郎(静岡大学学農学部)
P12. 庭園遺構の植栽と景観の復元(1) ---- 84
○竹田麻里子(環境考古研究会) 卜部行広(奈良県立橿原考古学研究所) 金原正明(奈良教育大学)
P13. ウズベキスタン共和国ダルヴェルジン・テペから出土した植物遺体 第3報 ---- 86
○野澤樹(岐阜大学大学院連合農学研究科) 佐藤洋一郎(静岡大学農学部)
P14. 遺構覆土におけるテフラ分析の有効性－竪穴住居跡を中心に－ ---- 88
○建石徹(東京芸術大学大学院美術研究科) 松田隆夫(府中市教育委員会)

[材質 ・ 技法]

P15. 出土琥珀に含まれる溶剤可溶成分について ---- 90
○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)
P16. 北海道続縄文後北C式の彩色土器に用いられた色材 ---- 92
○成瀬正和(宮内庁正倉院事務所) 小林幸雄(北海道開拓記念館) 高橋正勝(江別市郷土資料館) 佐藤一志(江別市教育委員会) 瀬川拓郎(旭川市博物館)
P17. 黄色系植物染料の高速液体クロマトグラフィー及びキャピラリー電気泳動による分析 ---- 94
○河合貴之(京都工芸繊維大学大学院先端ファイブロ科学) 前川善一郎(同) 佐々木良子(奈良文化財研究所) 佐藤昌憲(同)
P18. 染色用媒染剤に使用される植物灰、泥土の成分について ---- 96
○上原瑞穂(共立女子大学) 山崎和樹(草木染研究所) 齊藤昌子(共立女子大学)
P19. 中国内モンゴル自治区呼和浩徳博物館所蔵大召寺壁画の顔料分析 ---- 98
○杜暁帆(奈良文化財研究所) 肥塚隆保(同) 沢田正昭(同) 杜暁黎(中国内モンゴル呼和浩特博物館)
P20. 蛍光X線分析による Kaman-Kalehoyuk 出土ガラスに関する研究 ----100
○山田祥子(東京理科大学理学部) 中井泉(同)
P21. 縄文時代漆工品の塗膜構造と色材料に関する基礎研究－三内丸山遺跡、小山崎遺跡を中心にして－ ----102
○武田昭子(昭和女子大学) 赤沼英男(岩手県立博物館) 中村三杉(三内丸山対策室) 渋谷孝雄(山形県埋蔵文化財センター) 上條朝宏(東京都埋蔵文化財センター) 門倉武夫(同)
P22. 青銅鏡に用いられた繊維の分析－心合寺山古墳出土夔鳳鏡の場合－ ----104
○井上美知子((財)元興寺文化財研究所) 小村真理(同) 佐藤昌憲(奈良文化財研究所) 藤井淳弘(八尾市教育委員会)
P23. 古墳出土品にみられる組紐－挂甲の場合－ ----106
○小村真理((財)元興寺文化財研究所) 植田直見(同) 井上美知子(同) 木沢直子(同)
P24. 出土繊維鑑別のための基礎的研究－植物繊維の炭化による形態変化－ ----108
○伊藤美香(昭和女子大学) 小原奈津子(同)

P25. 復元織物を用いたアル・タール遺跡出土織物の被服特性調査 ----110
○中嶋鉄利((有)中嶋プランニング) 佐渡恵美子(京都工芸繊維大学) 野中誉子(同) 前川善一郎(同)
P26. 直接打撃法の際の剥離具と亀裂速度との関係に関する実験的研究－フラクチャー・ウイングの分析から－ ----112
○高倉純(北海道大学埋蔵文化財調査室) 出穂雅実(札幌市埋蔵文化財センター)
P27. 須恵質土器胎土中の砂粒分の化学的評価 ----114
○小村美代子((株)パレオ・ラボ) 藤根久(同)
P28. 黄瀬戸の焼成実験－愛知県陶磁資料館復元古窯焼成の記録から－ ----116
○田村哲(愛知県陶磁資料館) 山口重信(同)
P29. Technical Examination of Colombian Gold objects ----118
○降幡順子(The Getty Conservation Institute) David A. Scott(同) Warwick Bray(University of London, Dept.of Prehistry)
P30. 共焦点レーザー顕微鏡を用いた青銅鏡表面の研磨痕観察 ----120
○村上隆(奈良文化財研究所) 三村充(同)
P31. 兵庫県中町東山古墳群から出土した耳環の分類と分析 ----122
○村上隆(奈良文化財研究所) 花谷浩(同) 菱田哲郎(京都府立大学)
P32. SPring-8 を用いた高エネルギーコンプトン散乱X線分析法による金・銀製耳環の非破壊分析 ----124
○村上隆(奈良文化財研究所) 伊藤真義(高輝度光科学研究センター) 桜井吉晴(同)
P33. 初期馬具の製作技法の復元的研究－兵庫県加古川市行者塚古墳出土初期馬具の復元製作を通して－ ----126
○塚本敏夫((財)元興寺文化財研究所) 岡本一士(加古川市教育委員会) 宮本佳典(同)
P34. 大分県上城遺跡出土の古代の錠前の詳細調査 ----128
○志賀智史(別府大学付属博物館) 本田光子(別府大学) 櫟浦幸徳(久住町教育委員会)
P35. 北関東・南東北地域の律令期における鉄器製作活動に関する一考察－出土遺物の金属考古学的調査を通して－ ----130
○関博充(東京学芸大学) 戸田有二(国士館大学) 佐藤友之(鹿島町教育委員会) 赤沼英男(岩手県立博物館)
P36. 島根県石見銀山遺跡から出土した「ゆりかす」の材質分析からみる選鉱技術 ----132
○鳥越俊行(岡山大学) 村上隆(奈良文化財研究所) 高田潤(岡山大学)
P37. 東京大学医科学研究所(旧大村藩下屋敷)から出土した鉛塊について ----134
○原祐一(東京大学埋蔵文化財調査室) 大成可乃(同) 堀内秀樹(同) 寺島孝一(同) 伊藤博之(和光金属技術研究所) 小泉好延(武蔵野文化財修復研究所)
P38. 火縄銃の製作技法の特徴 ----136
○齋藤努(国立歴史民俗博物館) 高塚秀治(東京工業大学) 宇田川武久(国立歴史民俗博館)
P39. 古代韓国と日本における金属象嵌線の製作技法－X線 film を利用した象嵌製作技法の観察 その2－ ----138
○林志暎(奈良大学大学院文学研究科文化財史料学)
P40. 平安時代平象嵌技法について－久保智康氏の批判に答えて－ ----140
○西山要一(奈良大学)

[産 地 推 定]
P41. 長野県野尻湖遺跡群出土の黒曜石製石器の産地推定 ----142
○望月明彦(沼津工業高等専門学校) 菅沼圭(同) 大竹憲昭(長野県埋蔵文化財センター)谷和隆(同)
P42. 蛍光X線分析による東北・北陸地方の黒曜石産地の判別 ----144
○高橋章太(沼津工業高等専門学校) 望月明彦(同) 佐々木繁喜(宮城県立若柳高校)
P43. 蛍光X線分析による九州地方の黒曜石の検討(3) ----146
○高橋豊(沼津工業高等専門学校) 望月明彦(同)
P44. 鹿児島県における石器石材の帯磁率測定 ----148
○池畑雅史(鹿児島大学農学部) 山口一裕(岡山理科大学理学部)
P45. 原産地遠隔地における黒曜石石材の流通・交換に関する基礎的研究 ----150
○建石徹(東京芸術大学) 二宮修治(東京学芸大学)
P46. 原産地不明石器・玉類の組成分析による使用圏 ----152
○藁科哲男(京都大学原子炉実験所)
P47. An ICP-MS Study of Jomon Pottery ----154
○Mark E. HALL(新潟県立歴史博物館)
P48. 屋久島横峯遺跡出土縄文土器の胎土分析 ----156
○中園聡(鹿児島国際大学) 三辻利一(大谷女子大学) 矢作健二(パリノ・サーヴェイ㈱) 橋本真紀夫(同) 辻本崇夫(同) 鐘ケ江賢二(九州大学) 金子愛(屋久町教育委員会)
P49. 吉野ケ里遺跡出土弥生土器の胎土分析 ----158
○鐘ケ江賢二(九州大学) 三辻利一(大谷女子大学) 中園聡(鹿児島国際大学) 渋谷格(佐賀県教育委員会) 上野禎一(福岡教育大学)
P50. 埴輪の胎土分析－吉備地方出土の円筒埴輪の分析を中心に－ ----160
○河内雄太(岡山理科大学総合情報部) 赤沢昌典(山陽新聞社) 小林博昭(同) 白石純(岡山理科大学自然科学研究所)
P51. 肥前産陶磁器の流通に関する分析科学的調査(1)－国内外に出土する見込荒磯文、日字鳳凰文磁器の生産地推定－ ----162
○二宮修治(東京学芸大学) 村上隆(奈良文化財研究所) 沢田正昭(同) 菊地誠一(昭和女子大学)
P52. SPring-8を用いた高エネルギー放射光蛍光X線分析による陶磁器分析の基礎的研究 ----164
○村上隆(奈良文化財研究所) 二宮修治(東京学芸大学) 沢田正昭(奈良文化財研究所) 佐藤泰(高輝度光科学研究センター) 櫻井吉晴(同) 伊藤真義(同)
P53. SPring-8を用いた高エネルギー放射光蛍光X線分析による人形焼分析の検討 ----166
○佐藤泰(高輝度光科学研究センター) 堀内秀樹(東京大学) 安芸毬子(同) 村上隆(奈良文化財研究所) 櫻井吉晴(高輝度光科学研究センター) 伊藤真義(同)
P54. 高エネルギー放射光蛍光X線分析による古陶磁の産地推定 ----168
○三浦裕(東京理科大学理学部) 寺田靖子(同) 中井泉(同) 山名一男(石川県工業試験場)
P55. 東大医学部付属病院地点出土の磁器片の釉の鉛同位体比 ----170
○山崎一雄(名古屋大学理学部) 白幡浩志(室蘭工業大学)

P56. ベリリウム同位体による中国出土土器・原始瓷器のグルーピング ----172
○坂本稔(国立歴史民俗博物館) 今村峯雄(同) 松崎浩之(東京大学) LI Yanxiang(北京科技大学) CHEN Tiemei(北京大学)
P57. カマン・カレホユック遺跡出土土器の鉱物化学的研究 ----174
○官野理(東京理科大学理学部) 中井泉(同)
P58. 遺跡から出土した天然アスファルトの産地推定－環境変化による影響と原油成分との関係 ----176
○荒川竜二(北海道大学大学院工学研究科) 宮尾晃(同) 小笠原正明(北海道大学高等教育機能開発総合センター)
P59. 前期古墳から出土した朱の微量元素分析 ----178
○南武志(近畿大学豊岡短期大学) 今津節生(奈良県立橿原考古学研究所) 榎本秀一(理学研究所) 高橋和也(同) 豊遙秋(通産省工業技術院)

[保 存 科 学]
P60. 糖アルコール含浸法の大型出土木製品への適用 ----180
○山田哲也((財)元興寺文化財研究所) 下野聖(同) 大国万希子(同) 川本耕三(同) 今津節生(奈良県立橿原考古学研究所)
P61. 糖アルコール含浸法による木製埴輪の保存処理 ----182
○橋本輝彦(桜井市教育委員会) 後藤浩之(奈良大学大学院) 今津節生(奈良県立橿原考古学研究所)
P62. 糖アルコール含浸法の普及と課題 ----184
○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)
P63. 糖アルコール含浸法で用いられる薬剤の配合比と凝固後の性質について ----186
○甚田真友子(京都造形芸術大学) 岡田文男(同)
P64. 復元部の彩色上に発生した白色粉体について－保存処理した出土木製品の場合－ ----188
○植田直見((財)元興寺文化財研究所) 大国万希子(同) 井上美知子(同) 伊藤健司(同)
P65. 保存処理後遺物の経年調査(1) ----190
○伊藤健司((財)元興寺文化財研究所) 植田直見(同) 大国万希子(同) 米村祥央(同) 藤田浩明(同)
P66. 金属製遺物の腐食に影響を及ぼす埋蔵環境因子の解明 ----192
○松井敏也(東北芸術工科大学) 手塚均(東北歴史博物館) 及川規(同) 鈴木孝行(多賀城市埋蔵文化財調査センター) 有田彩子(奈良大学大学院)
P67. 出土鉄器の脱塩処理に及ぼすベタイン型含フッ素オリゴマーの添加効果 ----194
○河越幹男(奈良工業高等専門学校) 山口清美(同) 澤田秀夫(同) 川本耕三((財)元興寺文化財研究所)
P68. 前期難波宮遺構の保存処理－大阪歴史博物館・NHK大阪放送会館地下での遺構保存－ ----196
○伊藤幸司((財)大阪市文化財協会) 鳥居信子(同) 池之上晃敏((株)アクト)
P69. 文化財保存を目的とした煉瓦の樹脂処理効果に関する研究－重要文化財旧下野煉化製造会社煉瓦窯における試み－ ----198
○早川典子(東京文化財研究所) 朽津信明(同)

P70. ポリエステルフィルムを用いた染織文化財保存法に関する基礎研究 ----200
○佐渡恵美子(京都工芸繊維大学大学院) 野中誉子(同) 前川善一郎(同) 藤井美弥子((有)プロテック)
P71. タンニン鉄インクの変色と紙の劣化に関する一考察 ----202
○佐野千絵(東京文化財研究所) 渡辺優子(同)
P72. 化学発光を用いた紙の劣化評価 ----204
○渡辺優子(東京理科大学理学部化学科) 佐野千絵(東京文化財研究所)
P73. 合成樹脂の利用による劣化した近代洋紙資料の保存修復の試み ----206
○汀奈津子(SSIヘリテイジ京都保存修復研究所) 谷内瞳((財)吉田生物研究所) 岡田文男(京都造形芸術大学)
P74. 奈良市・十輪院石仏龕の大気環境と塩類劣化 ----208
○浦奈穂美(奈良大学大学院文学研究科) 奈良大学保存科学研究室
P75. 熱伝導率による無機造形物の劣化度の定量的評価 ----210
○西山要一(奈良大学文化財学科) 林國郎(同) 高橋修司(同)
P76. 窒素による簡易な燻蒸装置の試作とその可能性 ----212
○魚島純一(徳島県立博物館)
P77. 光造形システムを活用したMeV領域工業用X線CT画像の実体化研究－文化財資料への応用－ ----214
○建石徹(東京芸術大学大学院美術研究科) 北田正弘(同) 出海滋((株)日立製作所電 力・電機開発研究所) 佐藤雅一(新潟県津南町教育委員会)
P78. 奈良公園・奈良まち周辺の大気汚染と文化財の保存－NO_2 分布の推移と奈良市アイドリング・ストップ条例の効果－ ----216
○西山要一(奈良大学文化財学科) 林國郎(同) 奈良大学保存科学研究室 卒業生・在学生 奈良教育大学古文化財専修卒業生・在学生

[文化財科学一般]

P79. 姫路城三の丸向御屋敷跡における物理探査 ----218
○西村康(奈良文化財研究所) 山本博利(日本城郭研究センター) 工藤茂博(同)
P80. CR法による小型遺物の構造調査に関する研究 ----220
○肥塚隆保(奈良文化財研究所) 高妻洋成(同) 沢田正昭(同)
P81. InGaAs 赤外線CCDカメラの文化財調査への応用(2) ----222
○三浦定俊(東京文化財研究所保存科学部)
P82. 自然放射能濃度比を用いた考古遺物のグルーピングの可能性について ----224
○河野益近(京都大学工学部)
P83. アイカメラを用いた眼球運動測定による土器注視パターンの研究 ----226
○時津裕子(九州大学) 中園聡(鹿児島国際大学)
P84. 考古遺物用高精細三次元デジタルアーカイブシステムの開発 ----228
○塚本敏夫((財)元興寺文化財研究所) 川本耕三(同) 村田忠繁(同) 佐藤宏介(大阪大学) 伴好弘(神戸大学) 藤沢典彦(大谷女子大学) 小林謙一(奈良文化財研究所) 難波洋三(京都国立博物館) 古谷毅(東京国立博物館) 糊田寿夫(ミノルタ高槻研究所) 今井重晃(同)

P85. 屋外用レーザーレンジファインダーによる遺跡の高速三次元デジタル計測 ----230
○塚本敏夫((財)元興寺文化財研究所) 佐藤宏介(大阪大学) 影山真二(大社町教育委員会) 石原聡(同) 松尾充晶(島根県教育庁文化財課) 松田重雄(リーグルジャパン㈱) 那須豊(同) 多湖真市((株)守谷商会)
P86. 遺跡保存における3次元データ活用とCG復元－中米エルサルバドル、チャルチュアパ遺跡でのモデルケースづくり－ ----232
○加藤つむぎ(京都造形芸術大学歴史遺産学科) 品川慎一郎(コンピューター・システム(株))
P87. 佐藤敏也氏が収集した炭化米の特性 ----234
○柴内佐知子(静岡大学農学部) 佐藤洋一郎(同)
P88. 土器に吸着された脂質の基礎的研究(7)－土器深部に強く吸着された脂質は環境と時間の影響を受けにくい－ ----236
○高木彰子(国際基督教大学教養学部) 堀内(楠岡)晶子(同)
P89. 木の埴輪の劣化痕跡－奈良県桜井市木立古墳出土木製品を中心として－ ----238
○今津節生(奈良県立橿原考古学研究所) 酒井温子(奈良県森林技術センター) 村上薫史(桜井市教育委員会)
P90. 遷移金属イオン着色による青色系顔料の変遷について ----240
○張大石(東京芸術大学大学院) 建石徹(同) 北田正弘(同) 飯島義彦(茨城県窯業指導所)
P91. 江戸遺跡におけるゴミ穴の成分組成から見たその形成過程－東京都新宿区四谷2丁目遺跡の事例から－について ----242
○阿部常樹(国学院大学大学院・文・考古) 石神裕之(慶應義塾大学大学院・文・民俗考古) 加藤久雄(東京大学大学院・理・人類)
P92 文化財科学研究史の断面－Klaproth と Moissan をめぐって－ ----244
○大沢眞澄(昭和女子大学) 藤波朋子(同)

口頭発表

1

炭素14ウイッグルマッチ法による高精度年代測定

—出雲大社境内遺跡本殿柱材の年代—

○今村峯雄（国立歴史民俗博物館）　坂本稔（同）、
中村俊夫(名古屋大学年代測定総合研究センター)　丹生越子(同)

1. 緒言

炭素14年代測定法は、従来、精度の高い年代測定には向かないと思われてきた。しかし、炭素14の測定の向上とともに、年代間隔が既知の複数試料の炭素14濃度に基づく、ウイッグルマッチ法（wiggle-matching）が、±10～20年の精度で正確な実年代を求める方法として注目されるようになってきた。本発表では、出雲大社境内遺跡本殿柱材の年代測定を例に、ウイッグルマッチ法の可能性と将来の課題を考える。

2. 出雲大社境内遺跡の巨大柱根

平成12年4月、出雲大社境内の地下室をつくるための工事に伴う発掘調査から、巨大な柱根が発掘された。出土した柱根は、3本一組のスギ柱材集合体の根元の部分とみられ、その特異な構成や径3メートルに及ぶ巨大さから、『金輪御造営差図』にみられる杵築大社の本殿柱材と推測された[1]。その後、同じような3本一組の柱が2組新たに出土し、建物の平面規模や方位が明らかとなっている[1]。また築造年代は、考古学的所見からは平安時代後半～鎌倉時代前半と推定されている。

3. 試料採取

2000年5月、出雲大社境内遺跡の発掘現場において、宇豆柱に相当する3本の柱材からそれぞれ試料採取を行なった。このうち、南側柱材は表皮に接する最も外側の年輪層が検出されている。南側柱材については最外年輪から、20年ごとに各1点、すなわち20、40, 60、80、100、120、140、160番目の年輪木片を、カッターナイフによって0.1～0.2g相当を採取した。表皮に接する最表面年輪部分の試料は、光谷拓美氏から提供を受けた。また、南、東、西各柱材から、径10mmのコアサンプラーを用い5～20年輪層の試料を各1点採取した。

4. 試料処理

洗浄・粉砕した乾燥試料、数十ミリグラムを取り、酸・アルカリ・酸による化学洗浄（AAA処理）を行った。表皮に接する年輪層2点のうち1点はさらに塩素漂白を行った。この前処理を行った後の乾燥試料の一部、5～6ミリグラムを使用して、炭酸ガス化・精製を行った。具体的には、ガラス製の真空ライン装置中で、酸化銅によって試料を酸化し（炭酸ガス化）し、精製して不純物を除去する。炭素14/12測定用と炭素13/12測定用に二分し、それぞれガラス管に溶封する。また、NIST標準試料（蔗酸）1～2ミリグラム炭素量相当を採り、同様な処理を行った。加速器質量分析（AMS）による炭素14測定では、炭素をグラファイトの固体試料の形で測定する。このため、溶封した炭酸ガス試料（試料および標準）を鉄触媒のもとで水素還元しグラファイト炭素に転換し、生じたグラファイト炭素を鉄触媒とともにプレスし測定ホルダーに充填し、試料とした。なお、コア試料、3点は、地球科学研究所（株）を通じ、前処理を含めて米国・ベータアナリティック社へ分析依頼した。

5. 炭素14測定結果

コア試料、3点を除く、9点10試料の年輪試料について、名古屋大学年代測定総合研究センターのタンデトロン2号機を用いAMS-炭素14測定を行った。2回にわけて測定を行い、それぞれNIST標準(5試料および4試料)の測定値を用い規格化した。標準試料データ間の再現性はよく、いずれも約0.3%の統計誤差で説明

できる範囲内であった。また、炭素 14 を含まない大理石起原の炭酸ガス試料を用いた空試験（ブランク）結果から、試料処理に伴う汚染は無視できる程度であることが示された。炭素 14 の測定結果を修正曲線 INTCAL98 [2]（暦年代と炭素 14 年代を暦年代に修正するためのデータベース、1998 年版）と比較すると図 1 となる。図1は測定結果と修正曲線の一致が最もよくなるよう、横軸を調整してある。なお誤差は、測定の統計誤差(1 標準偏差、68%信頼限界)である。名古屋大では、1 試料について 3 回の測定を行い、荷重平均をとっている。

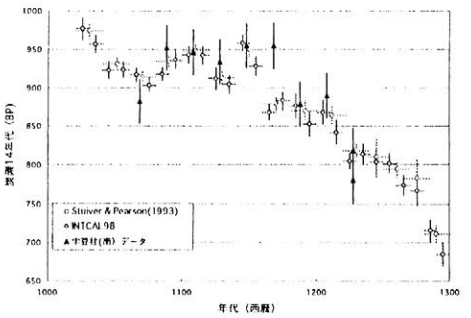


図1.

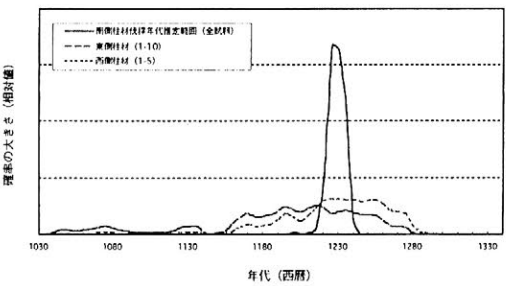


図2.

6. 伐採年代の推定

図 1 から絵合わせ（ウィグルマッチ法）により暦年代を推定できるが、両者に統計誤差があるため、統計数理的に扱う方が正確である。測定値と修正曲線データベースとの一致の度合いは確率で表され、それぞれの試料の測定値に対して暦年代（推定値）ごとの確率分布が与えられる。南側柱材の場合、複数試料の年代値が得られているので、全試料に対しては、それぞれの確率の積で評価することができる。図 2 は確率の積を（全体を 1 として）規格化し得られる、全体としての確からしさの分布で、横軸は最外年輪の実年代で示してある。この結果から、宇豆柱・南側柱材の伐採年代として西暦 1215～1240 年（1228±13 年）が得られる。杵築大社の造営は 1190 年と 1248 年に行われたことが記録されているのが、この柱の伐採年代は 1248 年の造営のものと考えられ、1190 年の造営である可能性はほとんどない。西側柱材、東側柱材は一点のみの測定のためウィグルマッチ法は適用できず、推定誤差が大きいが、矛盾しない結果となっている。

7. 推定年代誤差の評価について

これまでいくつかの例において、年輪年代で年代づけした年輪試料を用いてウイッグルマッチ法による高精度年代測定を行い、それぞれ非常よい一致が得られることを確かめてきた。本試料の結果について、統計誤差以外の不確定性を評価するため (1) INTCAL98 (10 年間のデータの平均値) と単独年の年輪データ (南側柱材の 10 試料) の差、 (2) INTCAL98 (欧米の樹木を対象) と日本の樹木との間の炭素 14 濃度の差異の可能性、などの影響について検討した。その結果これらの問題は、今回の解析結果に影響しないと判断された。

発表では、試料選定に対する考え方や、外れたデータの取り扱いなどについても述べてみたい。

謝辞：本調査研究にあたって、出雲大社・島根県教育庁・島根県大社町教育委員会の御協力をいただいた。また、光谷拓実氏には試料と情報の提供、太田友子氏には測定試料のグラファイト化などでお世話になった。記して深謝します。

文献) 1) 松尾充晶「出雲大社・発掘された高層神殿」『高きを求めた昔の日本人』、山川出版、91-94 (2001).
2) Stuiver, M. et al. : INTCAL98 Radiocarbon Age Calibration, 24,000-0 cal BP, Radiocarbon , 40, 1041-1083 (1998).

2

AMSによる漆の炭素14年代測定－木製考古遺物の場合

○坂本 稔・永嶋 正春・今村 峯雄（国立歴史民俗博物館）
中村 俊夫（名古屋大学）

1. はじめに

漆はウルシノキの樹液を原料とする。日本列島や朝鮮半島，中国大陸産の漆はウルシオールを主成分とし，空気中の適当な温湿度条件下で酵素（ラッカーゼ）のはたらきにより硬化する。硬化した漆は化学的に安定で，酸やアルカリ，有機溶媒などに侵されないことが知られている。この性質を生かして，東アジアでは古くから漆が様々な製品の表面を保護するための塗料として用いられてきた。

漆はウルシノキの樹皮を傷つけて採取され，長期保存が難しくただちに硬化することから，その採取や使用についての限定的な時間情報を有していることが期待される。また化学的な耐久性は，硬化後の外部からの汚染物質の混入を防ぐ。ウルシオールは重量比で80%近い炭素を含み，炭素14年代を測定するには適当な資料と考えられる。ところが，漆製品から十分な試料量を確保することが難しく，年代測定はこれまであまり試みられていなかった。

演者らのグループは，土器に付着した漆片数mgの炭素14年代を加速器質量分析計（AMS）で測定し，遺跡の考古学的年代と一致することを明らかにした（日本文化財科学会第17回大会）。今回，縄文時代晩期の遺跡である青森県是川中居遺跡で出土した木製の漆製品の提供を受け，その炭素14年代測定を試みた。

2. 実験：試料の前処理に関する課題

土器に付着した漆片の場合，胎土に含まれる炭素量はほとんど無視できることから，漆片を超音波洗浄器などで十分に洗浄することで，漆以外の汚染物質を除去できると考えられる。ところが木製品の場合，炭素の供給源としてその木胎が無視できない。剥離した塗膜には，木胎に由来する繊維が付着している例が多い。繊維には漆が浸透し，除去を困難にしている。確実な方法は塗膜を表面から切削することであるが，測定に必要な炭素量（～1mg）を確保するためには，相当量の塗膜が必要になると考えられる。

本実験では剥離した塗膜について，まず炭素14年代測定試料に一般的に適用される酸－アルカリ－酸（AAA）処理を施した。繊維の加水分解を促進するために酸は濃塩酸（12N）を用い，処理ごとに超音波洗浄を行った。この段階では漆層はほとんど侵されていない。さらに，木質からリグニンを除去するために適用される塩素漂白を行い，セルロース状になった繊維を超音波洗浄で除去することを試みた。しかしながら，この処理では漆層にも若干の侵食が見られた。加えて，可能なものについては塗膜の付着していた木胎を採取し，AAA処理を施した。

化学処理を施した試料数mgを二酸化炭素に酸化し，精製後グラファイトに還元して測定に供した。測定はいずれも名古屋大学年代測定総合研究センターのタンデトロン2号機で

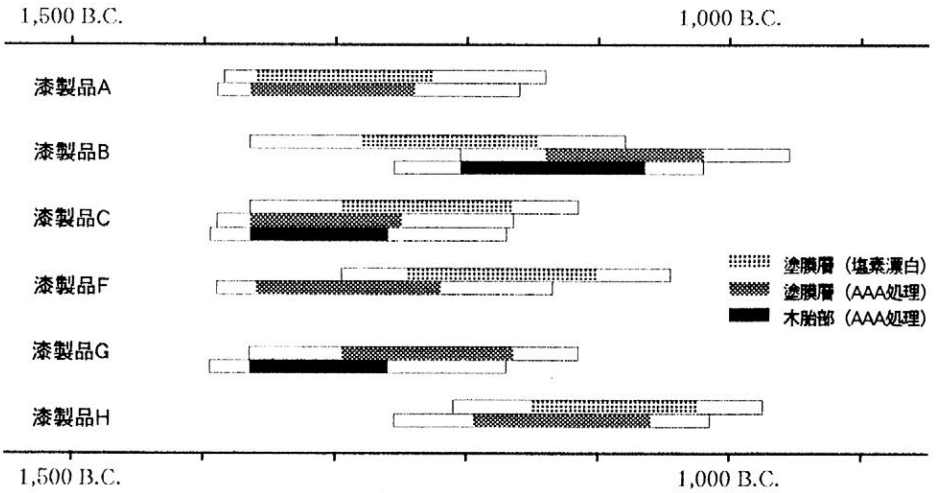


図1： 青森県是川中居遺跡出土の木製の漆製品の年代。測定結果（炭素14年代）を国際標準曲線であるINTCAL98を用いて実際の年代（暦年代）に修正。外枠は95.4%（2σ），着色部は68.3%（1σ）信頼限界。

行った。

3. 結果と考察

AAA処理，ないし塩素漂白を施した塗膜，および木胎の年代を図1に示す。いずれも1,400 B.C.～1,000 B.C.の暦年代を示し，遺跡の考古学的年代と相違ないことが分かる。

木製の漆製品では，木胎は漆の採取に先立って採取され，年輪の形成年代と相まって漆よりもその年代は古い。したがって，繊維の付着した塗膜は漆層そのものより若干古い年代を示すものと考えられる。信頼限界を考慮した場合は必ずしも明確ではないものの，測定結果はおおむねこの傾向にあり，塗膜に付着する繊維を除去する必要性を示している。ただし漆製品Bについて，塩素漂白後の塗膜が木胎よりも古い年代を示したのは，実験の過程で起きた同位体分別により炭素14の濃度が減少したためと考えられる。

4. おわりに

考古遺物の製作年代の推定において，漆製品は漆の採取年代が明らかになる可能性があることから，有力な資料の一つに挙げられる。しかしながら木製の漆製品の場合，漆だけを採取することが困難である場合が多い。塗膜の塩素漂白は付着する繊維を除去する一つの方法ではあるが，漆そのものも若干侵されること，また繊維が十分に除去されたかなど，検討すべき課題は多い。可能であれば塗膜表面を切削して漆を得ることで，より確からしい年代推定に結び付けられるものと思われる。

焼成考古遺物から抽出の単分画鉱物粒子を用いた光励起・熱ルミネッセンス自動測定システム開発と年代クロスチェックへの利用

橋本哲夫*、中川貴博**、柳川裕次**、高野雅人**
新潟大理*、新潟大学院自**

1. はじめに

火山灰起源の石英粒子から世界で最初に赤色熱ルミネッセンス（RTL）を発見し、RTL の原因として加熱と冷却速度が関係していることを私共は見出した。その結果、焼成考古遺物や火山灰地層の年代測定には石英粒子からの RTL 測定[1]が不可欠であることを確認できた。更に近年、TL 測定以外に光励起に由来するルミネッセンス（OSL）が、考古遺物やそれらと関連深い堆積地層全般の年代測定に有望視されてきている。輸入できるルミネッセンス測定器は青色熱ルミネッセンス（BTL）に感度を有するもののみであり、ルミネッセンス年代測定法の開発は我が国では遅れからであった。これらの状況下で簡便に使用可能な我が国仕様の熱及び光励起ルミネッセンス（TL / OSL）自動測定システムの製作に取り組み、ほぼ満足するシステムを完成できた。本システムでは人工放射線照射の為に RI 線源に替わり、小型 X 線発生装置を装備させた。これにより同じ試料でのルミネッセンス測定と照射を同一条件のもとで繰り返し、コンピュータ制御により自動的に行え、単分画（シングルアリクォット）法での OSL 及び RTL の自動測定が可能となった。従来法での青色 TL（BTL）を含む 3 方法（RTL、OSL）での年代値のクロスチェックもできる測定システムとなった。

2. ルミネッセンス（TL/OSL）自動測定システムの概要

システム概念図を図 1 に示す。システムは大きく分けて、暗箱部、捕捉電子励起部、検出部、X 線照射部からなる。暗箱部は回転試料円盤に 16 個のサンプルホルダーを設けることにより、16 個の試料に対して OSL と TL について連続測定可能とした。捕捉電子励起部位おいて、TL ではセラミックスヒータを重ね合わせたクラスタヒータで試料の加熱を行い、OSL では励起光として石英粒子用に 16 個の青色 LED（(株) 日亜化学）、又は長石粒子用に赤色 LED（浜松ホトニクス）の光を試料へ照射し、放射線由来の近紫外域のルミネッセンス測定を目指した。加熱部位に冷却ファンを設けることで、TL において測定時間の短縮（30 分/試料）が達成できた。また、TL 測定での擬似発光を防ぐ窒素雰囲気下での測定をも可能とした。光子検出部はルミネッセンスの波長に適した光電子増倍管と光学フィルタを選択した。RTL 測定では赤色領域に高感度のマルチアルカリ光電面を有する光電子増倍管 R649S（浜松ホトニクス）を使用する為、室温でも高ノイズとなる。ノイズを減少させる為、ペルチェ効果を用いた-20℃の冷却槽内に光電子増倍管を設置した。その結果、ルミネッセンス光源から光電子増倍管の入射窓までに距離ができてしまう為に、検出感度が悪くなる。そこで、コアロッドタイプ（ϕ=10 mm）のガラス製ライトガイドを挿入することで、ライトガイドなしと比べて 30 倍以上の検出効率の向上を達成できた。未来でのルミネッセンスの蓄積を人工照射で予測する為、小型 X 線発生装置により、既知線量照射した。線量の較正は ^{137}Cs 線源で行った。全ての測定と人工照射の操作は PC で制御でき、ソフトは Windows98 対応になっている。測定試料番号の選択、OSL 又は TL 測定の選択、人工照射の時間、プレヒーティングの有無（時間・温度）を各試料に応じてこれらの条件を組み合わせ、任意にプログラム出来る機能を持たせた。

3. 実験

性能テスト実験では試料として恐山（青森県）軽石から抽出した RTL を示す石英粒子（150-250 μ m）

を使用し、ライトガイド棒有無の感度比較、RTL のバックグラウンドの低減に関して実験を行った。ついで年代既知の新薬師寺瓦（奈良県）の光曝されていない部分から抽出した石英粒子を用いて、RTL と OSL 蓄積線量値のクロスチェックで、本システムの有用性を調べることにした。TL は再現法により蓄積線量を求めた。RTL グローカーブの人工照射線量による変化の例を図 2 に示す。これらのピークを同じ温度範囲で積算し、横軸線量に対してプロットし、天然石英粒子からの積算強度を内挿することにより蓄積線量を見積もった。OSL では最初に天然蓄積強度（L_N）を測定後、同一試料に人工照射と測定を繰り返し、人工照射で得られた OSL 強度（L）と、一定量のテスト照射で得られた OSL 強度（T）の比（L / T）を線量に対してプロットした。この関係に天然蓄積量の比（L_N / T）を内挿することにより蓄積線量を求める単分画再現法（single aliquot regenerative dose, SAR）を行った。また、これらの結果を単分画付加線量法（single aliquot additive dose, SAAD）からの値とも比較した。

4. 結果・考察

RTL と OSL により見積もられた新薬師寺の瓦焼成以来の天然蓄積線量は表 1 に示してあり RTL と OSL（SAR 法）ではほぼ一致していたが、OSL（SAAD 法）は 10-15 %低い値となった。また、これらの値を用いて求めた補正なしの年代値も表に示した。新薬師寺は 1253 年前に創建され、屋根瓦もその時期に製造されたものであると考えられ、前 2 方法からの年代値とほぼ良い一致を示している。これらの結果は全操作において光曝の影響がなく、今回作成した TL/OSL 自動測定システムにより TL と OSL 測定が良好に行われており、これらの結果より人工照射装置として小型 X 線発生装置を装備させた本システムは年代測定に有効であり、性能的にも優れていることがわかった。今後、土器や土師器、陶磁器など焼成考古遺物や窯跡、更には堆積物等の年代測定へと適用していく予定である。

参考文献 1)橋本哲夫 シリーズ「考古学と自然科学」第 4 巻考古学と年代測定学・地球科学 （株）同成社 pp 84-98 (1999).

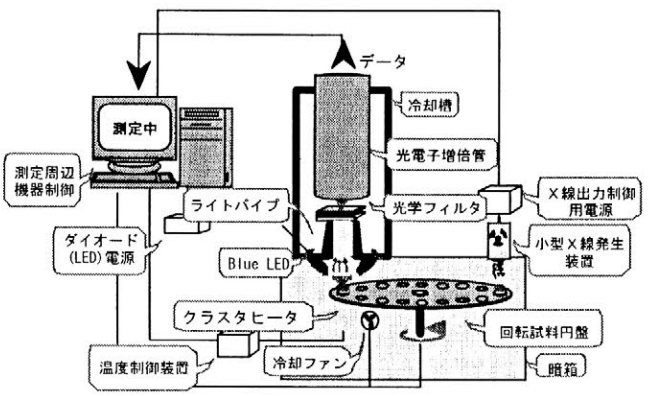


図 1 ルミネッセンス(TL/OSL)自動測定システム

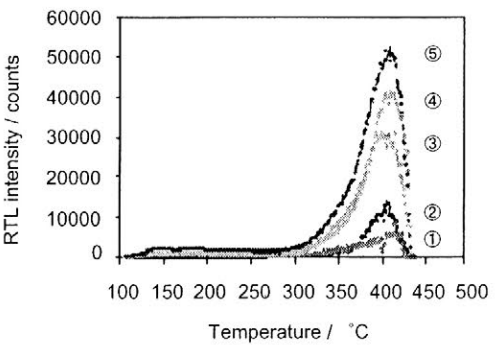


図 2 新薬師寺瓦から抽出した石英粒子の RTL グローカーブ ①3.9 Gy、②natural、③7.8 Gy、④11.7 Gy、⑤15.6 Gy

表 1 単分画法でのクロスチェックの測定結果

		蓄積線量 / Gy	年代値 / 年
RTL	再現法	3.36 ± 0.213	1078 ± 70
OSL	再現法（SAR）	3.58 ± 0.049	1149 ± 21
	付加線量法（SAAD）	2.98 ± 0.133	955 ± 44

年間線量 3.118 ± 0.0392 mGy / 年（瓦厚みの補正なし）
新薬師寺創建からの年代値 1253 年

4

低温OSL／TL測定装置の開発と年代測定への応用

○ 長友恒人（奈良教育大）　下岡順直（奈良教育大）　波多野智（（株）ネオアーク）

1　はじめに

光ルミネッセンス（以下、OSL）年代測定法は、従来のMultiple Aliqout法に加え、Single Aliqout法, Single Grain法など様々な測定方法や線量評価法が考えられてきた。我々は1994年よりOSL年代測定法を考古試料に応用するために基礎研究を行い、本学会で「OSL年代測定法の基礎的研究（1）～（4）」にまとめ、いくつかの年代値を発表してきた。室温より温度が高い状態でのOSL現象（以下、高温OSL）は、光エネルギーに加えて熱エネルギーによるヒート・アシストによって、準安定状態に存在する電子が励起され発光すると考えられている。しかし、熱エネルギーによるヒート・アシストは、不安定電子が関与する発光も促す可能性があり、これがOSL現象を複雑にする問題点の一つと考えられる。高温OSL測定では、測定前に熱処理（プレヒート）する事で解決を試みてきた。それに対して、測定温度を下げることで熱エネルギーによるヒート・アシストを抑制すれば、OSL現象がシンプルになるのではないかと考え、液体窒素温度（77K）でOSL測定することを考案した。そこで今回、低温OSL自動測定装置を設計・製作し、低温OSLと高温OSLを比較して測定温度を低温にすることの効果を調べた結果を報告する。

2　低温OSL自動測定装置の概要

装置の模式図をFig.1に示す。試料台は、高温OSLおよびTL測定用と低温OSL用の２種類を左右対称に配置した。高温試料台は、室温から823KまでのOSL測定およびTL測定が行える。低温試料台は、これを構成するロッドを空洞にし、そこに高圧液体窒素を流すことにより約2分程度で120Kにまで冷却することが可能である。測定試料は、回転試料台に最大32試料まで設置することができ、低温OSLで30試料まで自動測定可能である。

励起光部と受光部は一体化されているが、それぞれ分解することが可能であり、励起光部では、赤外光と青色光を使い分けることができる。受光部は、目的に応じて光学フィルターを交換することにより波長選択が可能である。

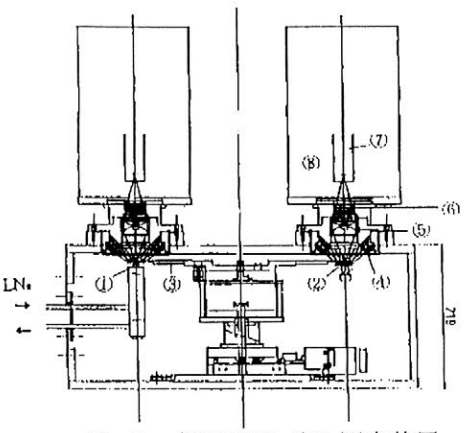


Fig.1　低温OSL／TL測定装置

①低温試料台　②室温～高温試料台
③回転試料台
④LED（赤外または青色）
⑤集光レンズ　⑥光学フィルター
⑦光電子増倍管　⑧冷却ユニット

3　実験

高温OSLと低温OSLで減衰曲線の形状、線量依存性の相違を比較した。石英と長石の標本試料を250μm以下に粉砕し、フッ酸で鉱物表面をクリーニングした後、標準ふるいで75－150μmに粒度を揃え、電気炉で500℃60分間アニールしてから測定試料とした。

励起光波長は、石英470±40nm、長石890±50nm、受光波長は、石英280－380nm、長石300－700nm（10％透過領域）とした。

3—1　減衰曲線形状の相違

処理した測定試料に^{60}Coのγ線を50Gy吸収させ、323Kで1週間放置した後、試料温度 を120, 303, 313, 333, 353, 373, 393KとしてOSL測定した結果をFig.2に示した。石英は、120Kの減衰曲線が303K以上の高温OSLに比べてなだらかな減衰を呈するのに対して、長石は、約15秒付近までほとんど相違がみられなかった。石英と長石の温度効果の違いはそれぞれの電子捕獲中心のエネルギー的分布の相違によると考えられる。

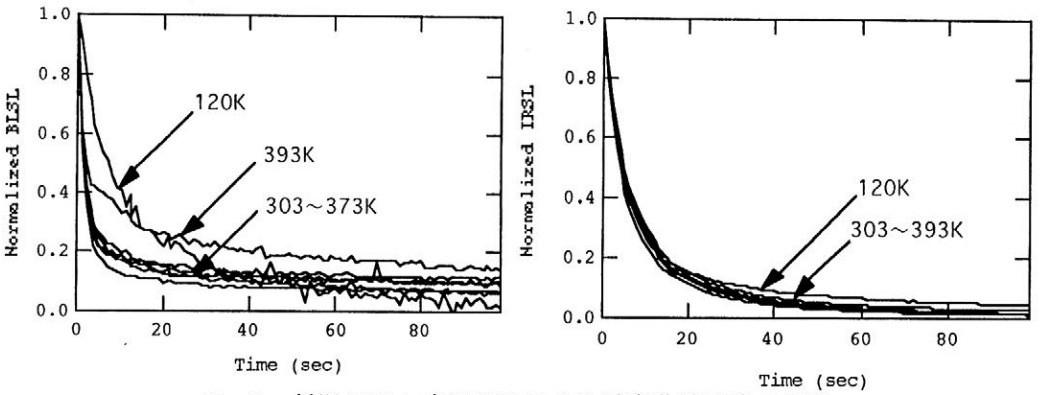


Fig.2　低温OSLと高温OSLによる減衰曲線形状の相違
（左：ブラジル産石英　右：ブラジル産曹長石）

3—2　線量依存性の相違

処理した測定試料に^{60}Coのγ線を5, 10, 15, 20, 50, 100, 150, 200Gy吸収させた。高温OSLの測定条件は、プレヒート／試料温度を石英は393K（10秒）／313K、長石は433K（60秒）／333Kとした。低温OSLの測定は、プレヒートを行わず測定温度を120Kとした。石英と長石の結果をFig.3に示す。石英では、高温でも低温でも直線的な線量依存性がみられなかったが、長石では、低温OSL、高温OSLともに、ほぼ直線的な線量依存性がみられた。石英、長石どちらも低温OSLの方が、強度は小さくなるが、各線量におけるばらつきが小さく高温OSLより精度のよい年代測定が可能であろう。

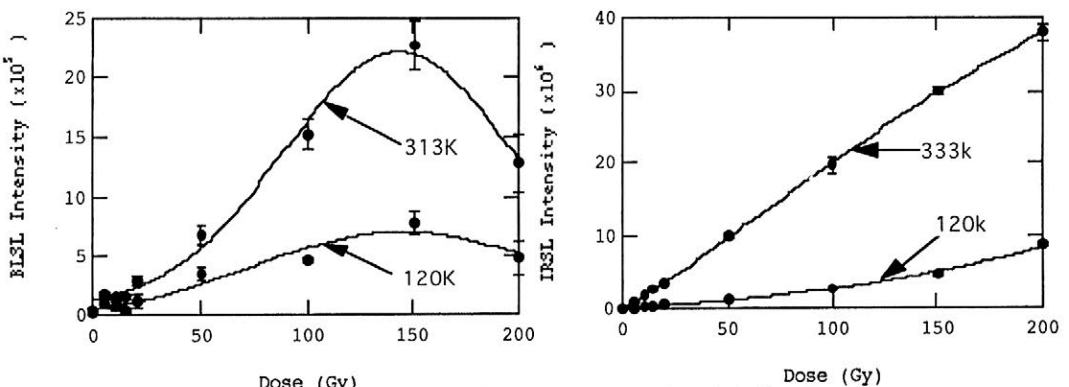


Fig.3　低温OSLと高温OSLによる線量依存性の相違
（左：ブラジル産石英　右：ブラジル産曹長石）

石英の低温OSLは、プレヒート処理を併用することによって改善される可能性がある。発表では、風成・水成堆積層の低温OSL年代測定の試みを紹介し、低温OSL年代測定の実用化への課題に言及する。

関東地域のAD850～平安時代の地磁気変動

島根大学総合理工学部　時枝克安

1．はじめに

八王子みなみ野シテイ内の古代窯跡と隣接する東京造形大学宇津貫校地内窯跡[1]の39基の窯跡について、信頼度の高い残留磁気のデータ、および、出土土器の形式、窯の分布型と構造による窯の分類を基にAD850～10Cの地磁気変動を明らかにし、落川遺跡のデータ（既報告）を加えて関東地域のAD850～平安時代の地磁気変動をまとめた。

2．八王子みなみ野シテイ内の古代窯跡

窯跡は多摩丘陵西部のローム層、砂層、シルト層、礫層にあり、年代は主に出土土器の形式から 9 世紀前半～ 10 世紀代とされている。39基中26基は脆弱な砂層の斜面にあり、中央に亀裂のある例、窯体下半分の流下例等がある。とくに砂層の窯では、地盤の緩みによる残留磁気方向のずれの検討が必要である。G7,G57,G58,G67,G68 の各窯跡では3～12基の窯が密集群をなしており、遺構や遺物の状況から、各群の操業は短期間と判断されている。近い年代の窯同士を比較すれば、残留磁気の方向が他とずれる場合は窯が傾いたためと判断できる。なお、窯が傾いた形跡はないが、残留磁気は窯が傾いたことを示す例が認められた(G68D)

3．土器形式、窯の分布型と構造による窯の分類

表は服部、福田の編年[2,3]によって、窯跡を４窯式期(G37, G59, G25, G5)に分類し、G5 窯式期を、遠藤による「窯の分布型と構造による分類」[4]によりＩA、ⅡB、Ⅲ C に３分した結果である。窯式期の順序は正しいが期間はあくまで推定である。しかし、G37 と G59 窯式期の境界の年代AD850は確実な根拠を持つ。すなわち、武蔵国分寺七層塔再建（続日本後期 845 年）の造瓦窯から出土する土器の形式が G37 と G59 窯式期の間にある。遠藤の分類に関して、ＩA（独立型,半地下式）の方がⅡB（密集型, 地下式）よりも古いことをいくつかの考古学データが示唆している。しかし、この年代順は従来想定されてきた土器形式の変化とはうまく整合していないということである。

4．測定結果

自然残留磁気の方向の集中度が良好であったために交流消磁を行っていない。95%誤差角 α_{95} の分布の様子は、 $\alpha_{95}<1.0$ (20 ケ), $1.0<\alpha_{95}<1.5$(12 ケ), $2<\alpha_{95}$(4ケ)， 分散(3ケ)となる。結局 82%の窯について $\alpha_{95}<1.5$ の良好な測定精度を得た。図１は窯式期ごとにまとめた残留磁気の平均方向である。データ分散が大きいか、傾いた窯は省略している。G59, G25, G5ＩA,G5ⅡBの各窯式期の幅は約30年とされている。短期間では地磁気の方向に大きい変化はないと考えられるので、大きく飛び離れたものを除外してまとまりのよいデータを選択しこれらの平均を各窯式期の地磁気の方向とする。

5．関東地域の AD850-10C の地磁気永年変化曲線

[全データの傾向]

図２は全ての窯跡の残留磁気の平均方向を示す。データの密集部分に沿って描いた太線は、

関東地域の地磁気の方向がAD850～ 10C の間に変化する様子を示す。

[窯の分類ごとの残留磁気の平均位置の変化]

図 3 は、窯式期、窯の分布型と構造による分類枠ごとの残留磁気の平均方向の変化であり、関東地域の AD850 ～ 10C 中頃の地磁気の標準曲線を示している。一番古い G37･G59 窯式期(AD850 頃)では伏角が最も深い（西南日本より約 7 度深い)。そして、G25 窯式期になると伏角が最も浅くなり、次の G5 窯式期では逆方向に変化し伏角が深くなっている。

(1)時枝克安(1992)「南多摩窯跡群」東京造形大学宇津貫校地内埋蔵文化財調査団、付編 p1-8

(2)服部敬史、福田健司(1979)「南多摩窯址群出土の須恵器とその編年」「神奈川考古」**6** 号

(3)服部敬史、福田健司(1981)「南多摩窯址群出土の須恵器編年再考」「神奈川考古」**12** 号

(4)遠藤政孝(1997,1999,2000)「南多摩鎌跡群Ⅰ,Ⅱ,Ⅲ」八王子市南部地区遺跡調査会

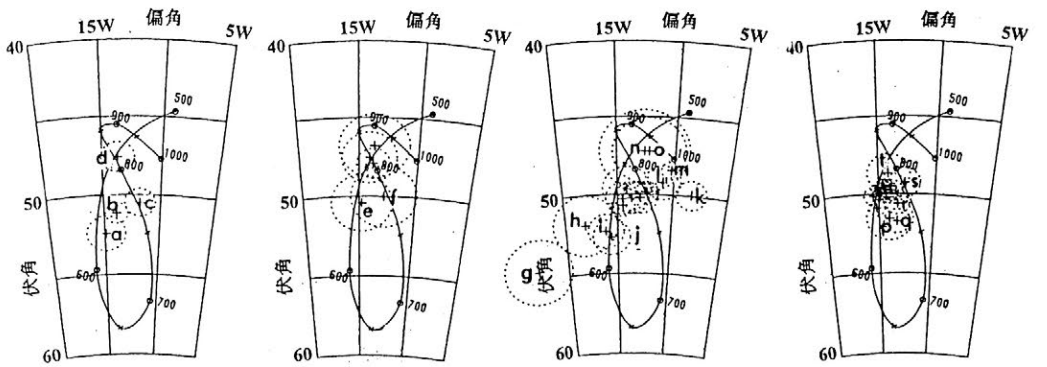


図 1

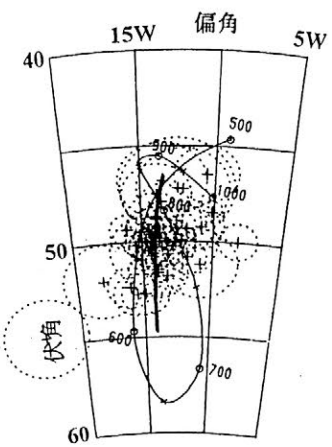


図 2

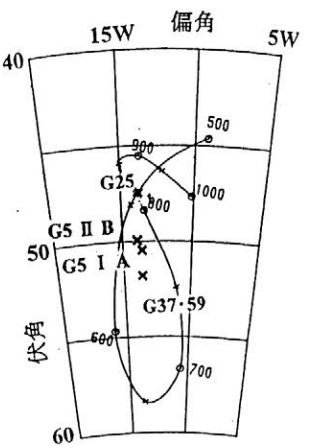


図 3

年代	窯式期		残留磁気を測定した窯
850	G37		G68A, G68F
880	G59		G72, G27B
910	G25		G25A, G25B, G25C, G25D G27A, G28
	G5	Ⅰ A	G6, G7B, G7C･L, G36A, G36B G45,G46,G47A,G47B,G47C,G66 G69, G70, G71, G73A, G73B
		Ⅱ 3	G7I, G7H, G7M, G7F, G7E G58A, G58B, G58C, G58D, G67A G67B, G67C, G68B, G68D, G68G
970		Ⅱ C	G57A, G57C, G57D

Ⅰ A[独立型, 半地下式], Ⅱ B[密集型, 地下式], Ⅱ C[密集型, 半地下式]：Ⅰ A がⅡ B より古いという予想はあるが確証なし。

Ancient DNA解析からみた古代ブタ（カラフトブタ）の系統

石黒直隆（帯広畜産大学）
松井　章（奈良文化財研究所）
本郷一美（京都大学・靈長類研究所）

1．研究の背景と目的

北海道には更新世以来、野生のイノシシが生息した痕跡はない。しかし、従来より道南の縄文～続縄文文化やオホーツク文化の遺跡からイノシシ属の骨が出土することが注目されていた。特に渡島半島から噴火湾を経て道央にかけての縄文時代後晩期や続縄文時代の遺跡からの出土例が多い。また、戦前からカラフトや道内のオホーツク文化の遺跡から、ブタの骨が出土することが早くからわかっており、カラフトブタと呼ばれてきた。これらのイノシシ属の骨は、おそらく、骨が付いたまま大きく切り分けられて保存食料としてか、あるいは本州や沿海州から飼育されたブタとして、生きたまま道内に持ち込まれた可能性が考えられる。そうした本来、野生種が分布しない地域から出土したイノシシ属の骨の形態だけから、野生種か家畜種か、そしてその系統や由来について論じることは困難であり、異論も多い。今回、骨にわずかに残るミトコンドリア（mt）DNAを分離・解析することにより、道内から出土したイノシシ属の遺伝的背景を明らかにし、それらの由来や系統について解析した。

2．Ancient DNAの分析方法

今回、DNA分析に用いた考古試料は、縄文時代では、千歳市キウス４遺跡（５サンプル）、入江貝塚（１サンプル）で、続縄文時代では礼文華貝塚（１サンプル）、オホーツク文化では、礼文島、香深井Ａ遺跡（42サンプル）の 4遺跡の計49サンプルであった。また、サハリン南貝塚（5～8世紀、２サンプル）とロシア・ピシェーニエ遺跡（10～12世紀、女真文化、１サンプル）の試料についても分析した。 古DNA分析方法：骨の表面を研磨して新鮮な面を出した後、電気ドリルにて骨粉を採取し、0.5M EDTAにて脱灰後、プロテネースKにて蛋白を消化した。その後フェノールにて除蛋白を行った後、濃縮・精製して粗DNA液を得た。古DNAの解析は、ミトコンドリアDNAのD-loop領域574塩基対をPCRにて増幅し、精製したDNAフラグメントをダイレクトシークエンスにて、その塩基配列を決定した。骨より増幅して得た古DNAの系統解析は、これまでに構築した現生の野生イノシシや家畜ブタ（計305頭）のmtDNAデータベースと比較することにより行った。

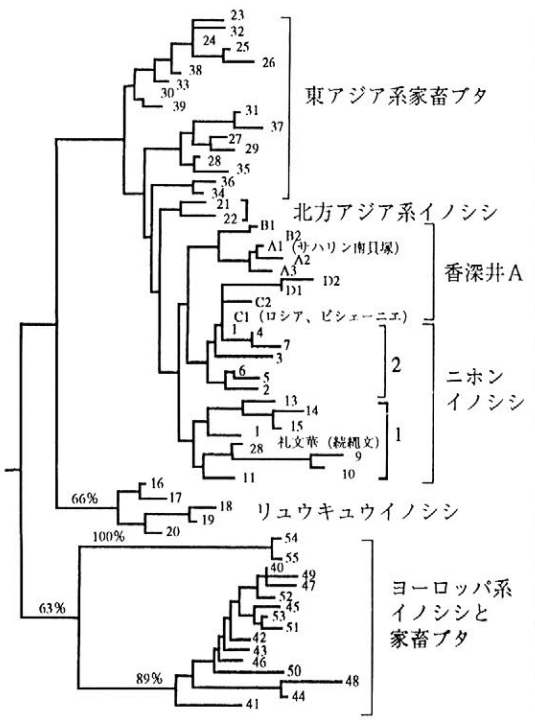


図１．イノシシ・ブタのｍｔＤＮＡ遺伝子系統樹
（mtＤＮＡ574-bpのＮＪ）

3．分析結果

北海道の縄文時代の遺跡から出土したイノシシの骨は、多くが焼骨であり古DNAの増幅には恵まれなかったが、入江貝塚と礼文華貝塚の試料から、古DNAの増幅に成功した。系統解析の結果、両遺跡から増幅された古DNAは、ニホンイノシシに属し、現在東日本に広く分布するニホンイノシシ（グループ１）に分類された（図１）。 オホーツク文化の香深井Ａ遺跡では、42サンプル中、39

サンプルから古DNAを増幅できた。その結果、574bpの塩基配列は、9つの遺伝子の類似性の高いハプロタイプ(A1, A2, A3, B1, B2, C1, C2, D1, D2)に分類できた。系統解析の結果、ハプロタイプA群とB群はニホンイノシシとは離れた位置に、またC群とD群はニホンイノシシのグループ2の近くに位置し、4群とも北方系のイノシシに遺伝的に近かった（図1）。香深井A遺跡は、オホーツク文化前期の遺跡であり、約400年ほど続いたと考えられる。この遺跡ではニシンやタラを中心とした魚骨が多く出土し、厚い堆積層（7層の魚骨層）を形成し、この層の上層から下層までカラフトブタの骨が絶え間なく出土した。今回検出されたmtDNAのハプロタイプと、出土した魚骨層との対応関係を調べたところ、各魚骨層ごとに特徴的なハプロタイプがふくまれていることが明らかになった（表1）。ハプロタイプA1, A2, A3型は、主として魚骨層Ⅳから検出されるが、魚骨層Ⅲ、ⅢO、Ⅱ層からも検出された。ハプロタイプB1とB2型は魚骨層Ⅲ、ⅢOから、ハプロタイプD1とD2型は魚骨層Ⅱを中心に魚骨層Ⅲ、ⅢO、Ⅱ、Ⅰから検出された。また、ハプロタイプC1とC2は、魚骨層Ⅰからが最も多く、次いで魚骨層ⅡとⅢからも検出された。これらの結果から、香深井A遺跡では層位によってハプロタイプが異なることから、大陸から何回かにわたってハプロタイプの異なるカラフトブタが移入された可能性を指摘できる。あるいはひとたび導入されたカラフトブタの遺伝形質が、複数の層が堆積する期間、この遺跡で代を重ねて繁殖されていた可能性も示唆できよう。さらに、すでに指摘されていることであるが、出土した動物遺存体の年齢組成が幼獣と成獣の両方を含むことや、肉の付着の多い部位だけでなく、全身骨格が出土することからも、この集落で飼育されていた可能性は高いだろう。また、サハリンの南貝塚から出土したカラフトブタの骨は、魚骨層Ⅳから出土したハプロタイプA1型と共通することから、香深井A遺跡から出土したカラフトブタは、5世紀ごろにサハリンを経由して持ち込まれた可能性が高い。一方ロシア・ピシェーニエ遺跡からのイノシシ属は、香深井A遺跡の魚骨層Ⅰで検出されたハプロタイプC1に属し、沿海州との交易が盛んであったことを示す。このように、古DNAの分析により、香深井A遺跡から出土したカラフトブタは、沿海州に起源があることを証明できた。

表1．香深井A遺跡と周辺の遺跡から出土したイノシシのハプロタイプ

遺跡名　層序と年代		検出したハプロタイプとサンプル数								
		A			B		C		D	
		1	2	3	1	2	1	2	1	2
香深井A遺跡	Ⅰ						4		3	
8世紀	Ⅱ	3					2		7	
7世紀	Ⅲ0	1		1	1	1	2	1	1	
	Ⅲ	2			1				4	1
5世紀	Ⅳ	3	1							
サハリン南貝塚（5～8世紀）		2								
ピシェーニエ遺跡（10～12世紀）							1			

4．まとめ

今回のDNA分析の結果から、北海道の遺跡から出土するイノシシは、縄文・続縄文時代には本州から、オホーツク文化期には北のサハリン経由で大陸から持ち込まれたことが明らかとなった。香深井A遺跡で出土したカラフトブタは、現生の東アジア系家畜ブタの基礎を作った、南方系の家畜ブタとは異なり、北方系の遺伝的形質を有していた。イノシシの骨が出土した地層と遺伝的な系統解析から、香深井A遺跡では幾度となく系統の異なるカラフトブタが大陸よりもたらされていることが明らかとなった。

最後に出土試料を提供していただきました大井晴男、林謙作、小野裕子（北海道大学）、右代啓視（北海道開拓記念館）、山崎京美（いわき短大）、高橋理（千歳サケのふるさと館）ら各氏に深謝いたします。

7

西日本の弥生遺跡から出土する稲の遺伝的特性

佐藤洋一郎（静岡大学）

弥生時代の日本列島におけるイネ品種の遺伝的特性について、演者ら(1998)は、水田稲作に適応する温帯ジャポニカとともに熱帯ジャポニカ品種が混在していることを明らかにしている。今回はこれに加えて、ここ2年の間に明らかになった2、3の点について報告したい。

1） 日本、朝鮮半島および中国大陸に栽培される水稲品種(温帯ジャポニカ品種)をDNAマーカとしてSSR（simple sequence repeat）マーカがあげられる。SSRとは、例えばAAAAAAA…やTATATATA…DNAの塩基の配列中にみられる同じ配列の繰り返しのことで、高等生物のDNAにしばしばその存在が認められている。SSR領域では、「同じ配列」(例えば、AやTA)の繰り返し数が品種や個体によってしばしば異なるところから、その繰り返し数が品種や個体の識別にしばしば用いられてきた。イネでも、イネゲノム中に散在する3つのSSR領域におけるDNAタイプによって水稲品種は少なくとも8タイプに分類される（平野ら、2000)。今回は、大阪府・池上曽根遺跡出土の炭化米(14粒)を対象に、これら3領域のうちのRM1領域におけるタイプを調査した結果について述べる。RM1領域には現存する水稲品種中に8つの異なるタイプが検出されているが、このうち日本列島に存在するのはaおよびbの2タイプのみであった(平野ら、2000)。今回供試した14粒の炭化米を核DNAのタイプ（CMNA-20領域およびCMN-22領域）で見たところ、少なくとも3粒は温帯ジャポニカ、1粒は熱帯ジャポニカと判定された。葉緑体DNAは今回増幅することができなかった。そして温帯ジャポニカと判定された3粒のうち1粒がRM1領域のタイプbに属すると判定された(図1)。現在日本列島で栽培される水稲品種の多くはタイプaに属する(「コシヒカリ」、「あきたこまち」を含めて)。タイプbに含まれるものとしては「黄金晴」など少数が知られるにすぎないが、池上曽根遺跡出土のこの1粒については「黄金晴」型であったことになる。また参考までに記すと、タイプb品種は朝鮮半島や中国大陸にも分布するメジャーなタイプであるので、今のところこのタイプの渡来経路は明らかではない。

2） 滋賀県・下之郷遺跡の環濠中から出土した多量のイネ種子の形態を観察したところ、中から2粒、護頴(がくに相当)が大きく発達する長護頴の形態をもつものが見出された。長護頴の形態は系統論的には熱帯ジャポニカに固有の形態であるので(佐藤、1991)、これが存在したことは同遺跡で熱帯ジャポニカが栽培されていたことを改めて強く示唆するものである。長護頴の品種は、日本では奈良県の唐古・鍵遺跡や中国浙江省・河姆渡遺跡からも検出されている。また小川正巳氏

(三共製薬)によると福岡県・横隈山遺跡からも出土例があるという。

3）DNA 判定によると、温帯ジャポニカと熱帯ジャポニカが混在して出土した遺跡は、今までに報告した 8 遺跡に今回の池上曽根遺跡などを加えた 13 遺跡にのぼる。また下之郷遺跡から出土した長護頴品種の存在は、熱帯ジャポニカ-温帯ジャポニカ混在のスタイルが形態の面からも確認できたことを示すものである。さらに、出土炭化米の形態や大きさは同じ遺跡・遺構から出土した炭化米にあっても大きな変異を伴うことが多い。このことは弥生時代のイネ品種が形態的にも多様な変異をもっていたことを示すものである。多分「品種」の概念は今と当時では大きく異なっており、この 2000 年間における品種の変遷は、弥生時代の「遺伝子のプール」からの選抜による純化の過程であったと言ってよいであろう。

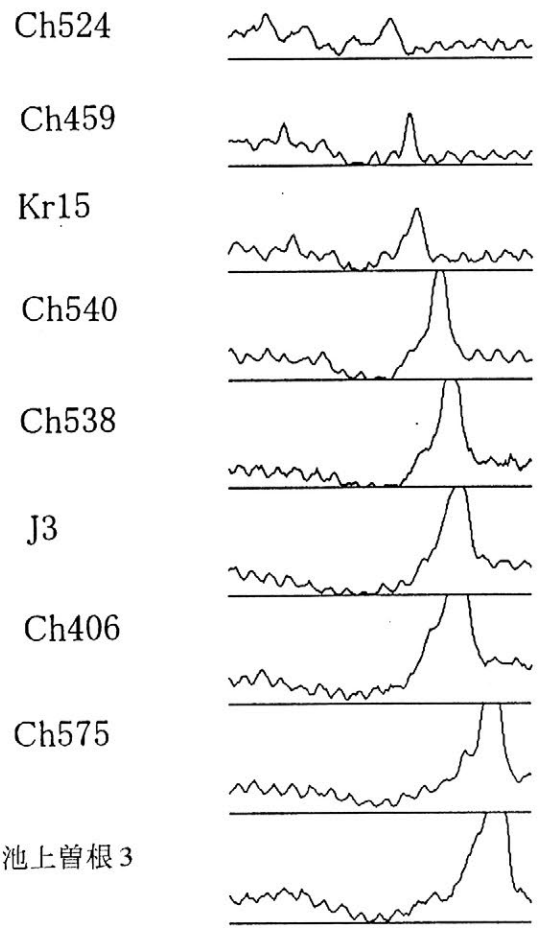


図 1. 池上曽根遺跡出土の炭化米の RM1 領域における DNA 増幅パターン(波形データ)

8

酒船石遺跡の珪藻分析と植物遺体分析による環境復元とその変遷

○桑名志保（古環境研究所）　西光慎次（明日香村教育委員会）
金原正子（古環境研究所）　岡山邦子（古環境研究所）
金原正明（天理大学附属天理参考館）

1．はじめに

酒船石遺跡では、花粉分析、珪藻分析、種実同定の環境考古学的分析を行い、遺跡の植生と環境およびその変遷の復元を試みた。遺跡の南半の亀形石造物、小判形石造物、ＳＸ－０１（石組み）とその周囲における分析結果を検討を行った。

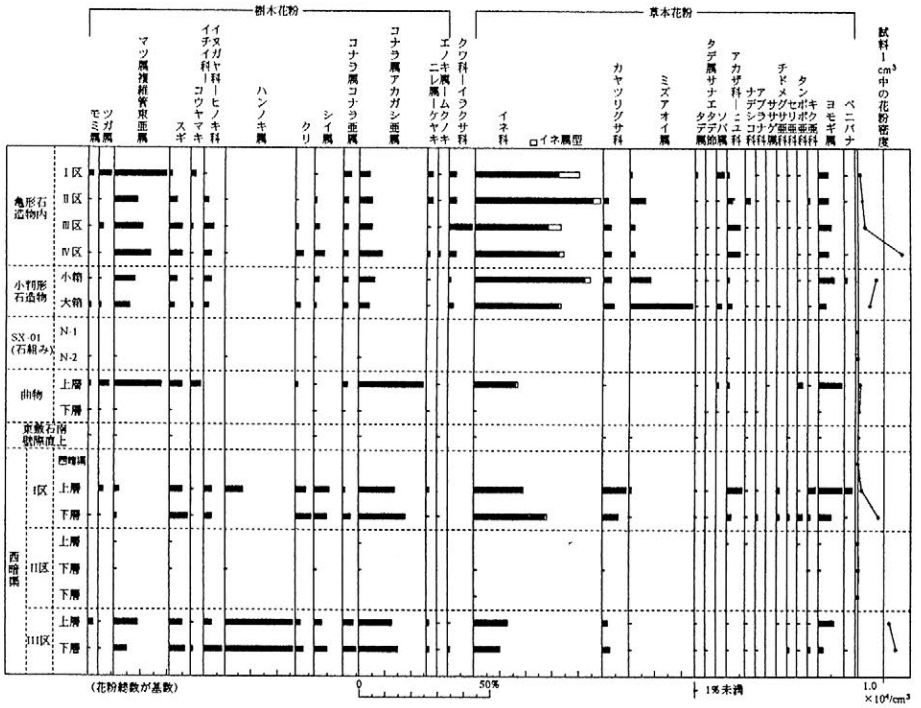
2．遺体群集の特徴と時期区分

花粉群集において、亀形石造物、小判形石造物、曲物の内部堆積物は、マツ属複維管束亜属が多い点で一致し、アカマツ二次林の増加が開始され、平安時代中頃以降の可能性が高い。西暗渠は、コナラ属アカガシ亜属ないしハンノキ属が多く、Ⅰ区では下部でハンノキ属が出現せず、上部でハンノキ属がやや増加する。ハンノキ属の増加が上部に向かって行われたことが示唆され、Ⅲ区ではハンノキ属が優占する。また、西暗渠Ⅱ区やSX-01では花粉密度が低く、堆積速度が速かったことが示唆される。以上から、西暗渠Ⅰ区を最下部とし、西暗渠Ⅲ区を下部とし、亀形石造物、小判形石造物、石敷、礫敷、曲物の埋没を上部としてとらえ、植生と環境の復元を行った。SX-01は遺体に乏しいが曲物より下位なので下部に含めた。以上の花粉群集の区分を基本に種実同定結果と珪藻分析結果を加え、植生と環境の変遷の復元を行う。

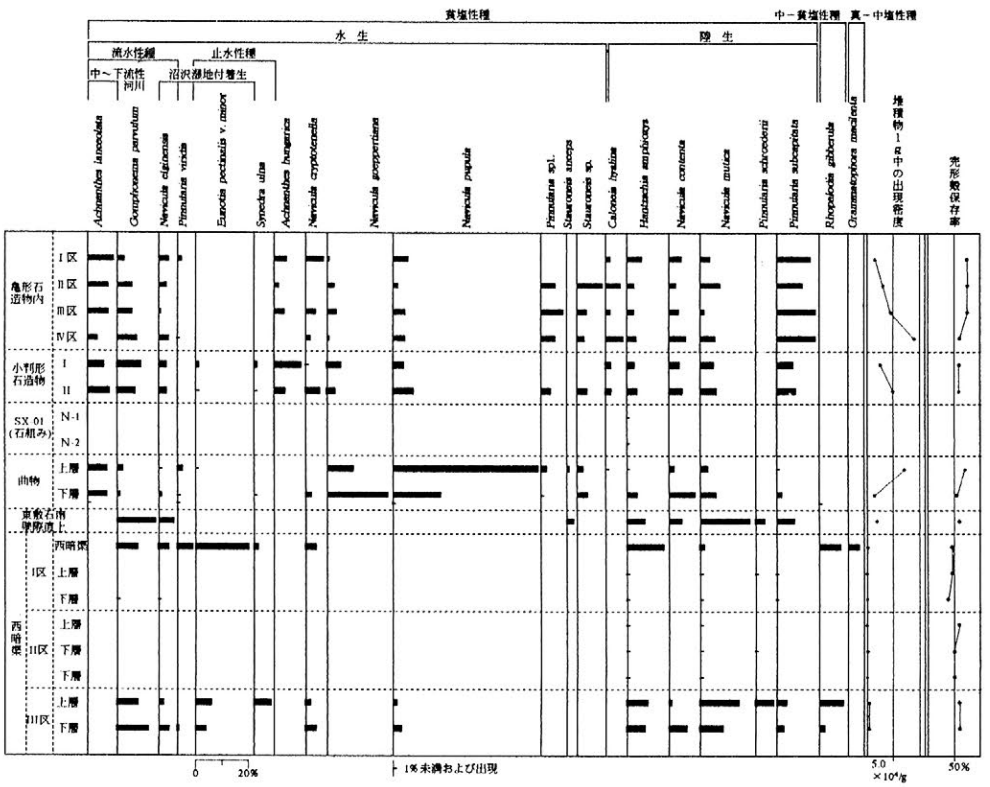
（１）最下部（西暗渠Ⅰ区下層の時期）では、イネ科の草本が多く生育し遺跡は開地の状態であり、周囲の山地や丘陵地にはカシ林を主とする森林の分布が示唆された。暗渠は周囲の雨水や排水が流れていたとみられ、海生種の珪藻の出現から海水起源の塩からの供給が考えら、塩の使用が示唆される。

（２）下部（西暗渠Ⅲ区の時期）になるとハンノキの遺跡への侵入が行われる。SX-01は花粉と珪藻ともに密度が低く、急速な埋没が示唆される。遺跡が機能しなくなった頃と推定される。

（３）上部（亀形石造物、小判形石造物、石敷、礫敷、曲物の内部堆積物の時期）は、水田雑草ないし畑作雑草の性格をもつ草本が繁茂し、イネやソバの栽培植物が検出されることから、遺跡内または近接して水田やソバなどの畑地が営まれていたとみなされる。亀形石造物と小判形石造物には湧水が流れ、コナギが繁茂していた。周辺地域には、アカマツ二次林が成立し分布していた。



主要花粉ダイアグラム



主要珪藻ダイアグラム

9

環境考古学分析の方法的検討と検証性

○金原正明（天理大学附属天理参考館）

1．はじめに

遺跡の堆積物は、水成の堆積物と土壌の累積から成るが、いずれも狭域か局地的な堆積物が多く、地層としては部分的な層相としてとらえられるに留まる。水成の堆積物は淘汰や葉理などの堆積構造をもち、土壌の累積は腐植による着色、層相の漸移や層界の不鮮明さなどの特徴をもつ。関わる各分析は、地質学や第四紀学では広域な主に水成の堆積物を対象し対比や地層区分に用いられるが、考古学では、植生や環境の復元、農耕の推定、堆積物の生成環境の推定、遺構や遺物の性格付けなどを目的とする。ここでは特によく用いられる花粉分析を主とする植物遺体分析について検討を行う。

2．試料採取

花粉、寄生虫卵、種実、木材の有機質遺体は、乾燥に弱く、一度乾燥した壁面などは不適当であり、乾燥していないところまで削り込む。最も保存性のよい花粉でさえも土壌生成作用などの分解を受けてていれば、乾燥による収縮が処理によっても回復しない。花粉、寄生虫卵、種実、木材は、保存時にも乾燥を行ってはならない。

3．分析法

各分析法は、今まで多く記されているので、問題点について述べる。花粉などの分析法には、いくつかの抽出方法がある。処理法により抽出性が異なる場合があり、特に塩化亜鉛法などの重液法は、小型や大型のものが欠如することがある。分析者の個人差が生じやすく、重液を希釈する過程や遠心分離の用い方に問題があると考えられる。が、従来花粉分析試料である湖沼などの堆積物と比べて、異なる植物遺体片が多かったり分解を受けているのが原因と考えられ、今後検討の必要性がある。

寄生虫卵分析では、寄生虫卵の分解や変形を生じる水酸化カリウムなどのアルカリ溶液、酢酸、塩化亜鉛などを用いると、寄生虫卵分析は正常なデータが検出されない。

花粉、植物珪酸体、種実の分類は、各分析者により異なるところもあり、学術的に妥当な階級の分類群で同定すべきである。分析法は個人の技能と熟練による手法と同定であり、ブラックボックスと似ている。

4．解析について

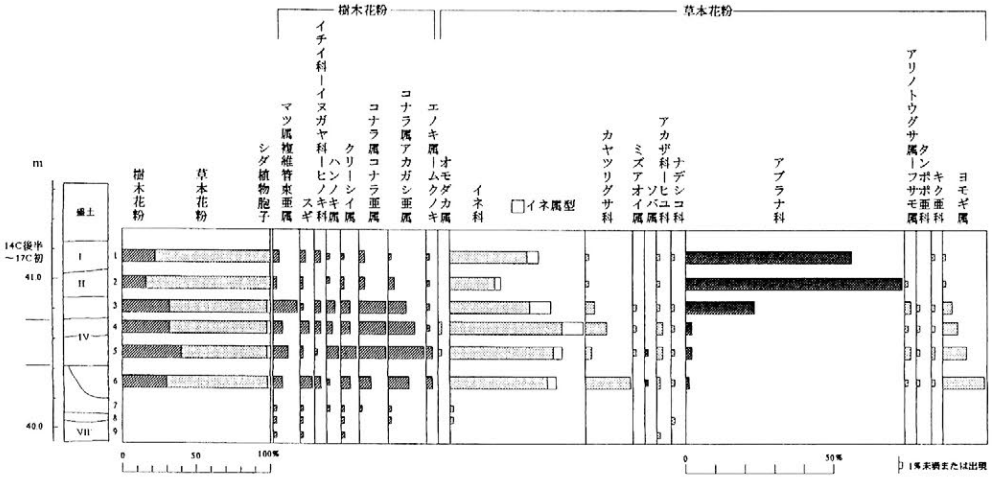
花粉分析は、従来広域に分布し堆積環境の安定した水成の堆積物を対象とし、広域に分布する森林要素の区分と対比を行うため、統計処理も樹木花粉を基本数として処理を行うのがほとんどである。考古遺跡の堆積物は狭域か局所的な堆積や土壌の累積もあり、草本の卓越する農耕遺跡では、草本をも含めた花粉総数を基本数とる統計処理が妥当である。

5．分析の総合化

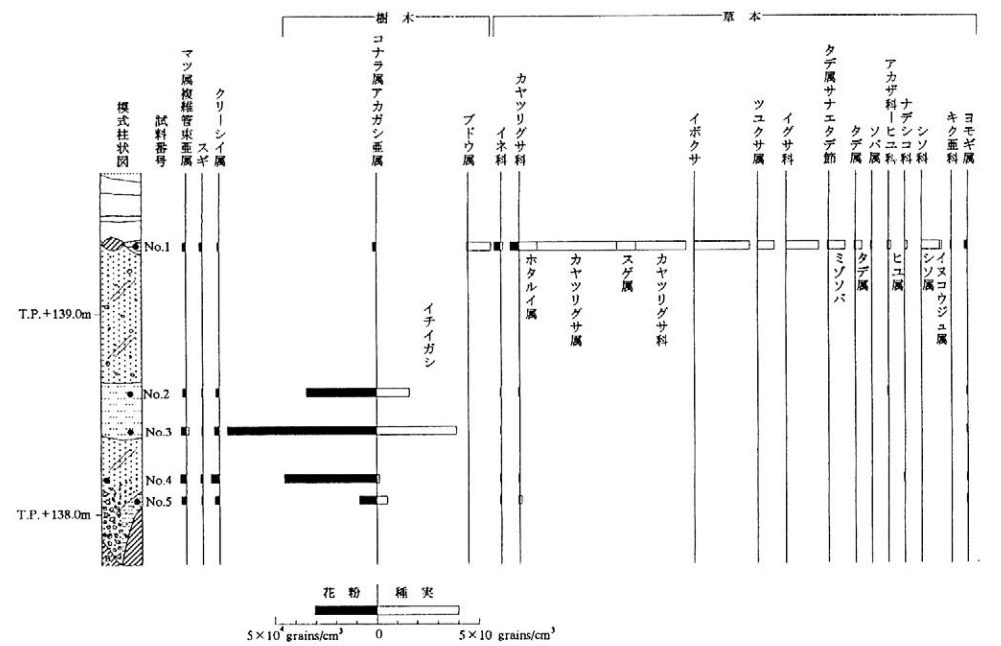
特に植物遺体は、花粉、種実などの部位ないし器官による生産量と残存性の違いから、検出される分類群が大きく異なる。分析の総合化として、より精度の高い植生、環境、農耕の復元が行うことができる。花粉より大型である種実はより近接性が高いとみられる。

6．検証性

近年、分析においてもデータ検証の疑問の声が垣間かれるが、妥当な方法を用いているか、花粉ならばデータから大型の花粉あるいは小型の花粉がまとめて欠如しているか、添付された写真に間違いがあるかなど検証を行うことが可能である。また、解釈における部分でも、植生帯や生態にてらした妥当な考察か問うことができる。



箸尾遺跡第11次北東壁の主要花粉ダイアグラム



楠木石切場遺跡における花粉、種実の出現数

10

プラント・オパール分析による水田稲作における収穫様式の変遷に関する一考察
－静岡地方を例に－

松田隆二（古環境研究所）

はじめに

我が国における水田稲作は、縄文時代の晩期中頃に北部九州に伝わり、弥生時代前期には青森津軽平野にまで達したことが近年の調査によって明らかになっている。しかし、田おこしから収穫に至るまでの作業体系の変遷については未だ多くが不明のままである。このうち収穫様式については、当初は石包丁等の出土から穂刈り（摘み）であったと考えられるが、これがいつ現代のような株刈りに移行したのかは明らかではない。そこで、本研究では、弥生時代、古墳時代および古代の水田跡が数多く検出された静岡平野の遺跡を対象とし、各遺跡において検出された水田遺構あるいは水田耕作層と考えられる土層におけるイネのプラント・オパール密度の比較から、収穫様式の変遷について検討する。

試料と方法

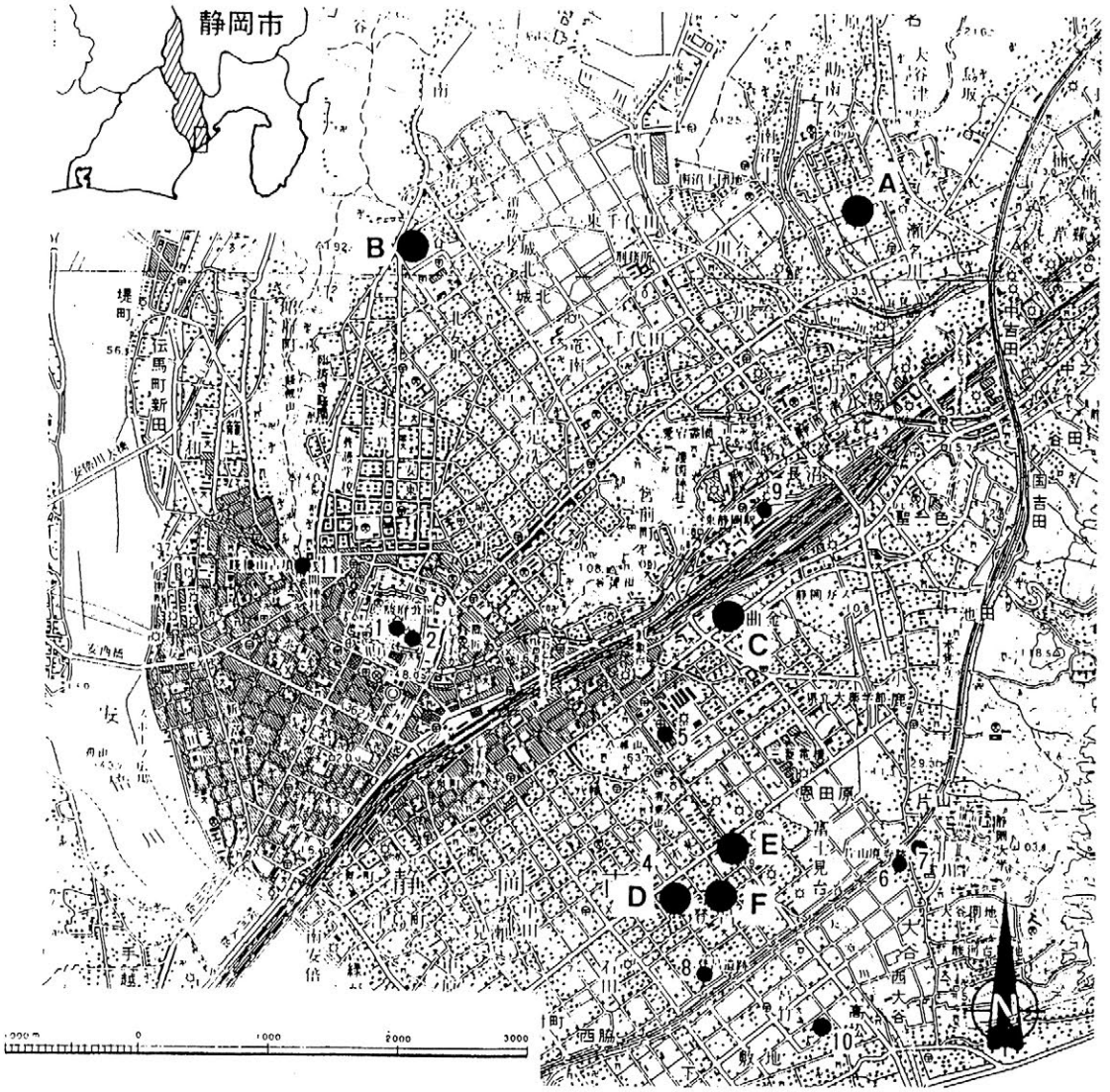
調査の対象は、静岡平野東部の長崎遺跡、北部の瀬名遺跡、池ヶ谷遺跡、、中部の曲金北遺跡、南部の鷹ノ道遺跡、有東遺跡および有東梶子遺跡の７遺跡である（図１）。

プラント・オパール密度の測定は、プラント・オパール定量分析法（藤原，1976）にしたがい、イネの葉身に形成される機動細胞起源のプラント・オパールについて行った。

結果と考察

各遺跡におけるイネのプラント・オパール密度を表１に示す。調査を行った７遺跡では、いずれも古墳時代の前期あるいは中期になるとプラント・オパール密度が大きく減少する傾向が認められる。なお、ここで示したプラント・オパール密度は、当該層で稲作が行われた期間に堆積したものの総和から求められたものであるから、耕作期間の長短に大きく影響される。しかし、各遺跡ともほぼ同様の傾向を示しており、また古墳時代後期や奈良・平安時代になっても密度は増加していないことから、これらの時期のみ耕作期間が短かったとは考えにくい。したがって、これらの時期には土壌中に堆積したプラント・オパールが少なかったということができる。なお、分析の対象とした機動細胞プラント・オパールは葉身にのみ形成されるものであることから、プラント・オパールの検出量が少ないということは、田面に還元された稲藁が少なかったことを意味する。つまり、稲藁が水田の外に持ち出されていた可能性が考えられ、このことは、稲が株のまま刈り取られていたことを強く示唆する。

以上のことから、静岡地方では古墳時代の前期あるいは中期には、収穫様式が穂刈りから株刈りに移行した可能性が高いと考えられる。



A：瀬名遺跡　B：池ヶ谷遺跡　C：曲金北遺跡　D：廐ノ道遺跡　E：有東遺跡　F：有東梔子遺跡

図1　調査対象遺跡位置図

表1　各遺跡におけるイネのプラント・オパール検出密度（個/g）　（　）は水田遺構未検出

時期＼遺跡	長崎遺跡	瀬名遺跡	池ヶ谷遺跡	曲金北遺跡	廐ノ道遺跡	有東遺跡	有東梔子遺跡
奈良·平安		4,800	2,600				
古墳後期		4,100		1,500	2,400		
古墳中期		2,500		3,000		2,600	(7,300)
古墳前期	4,200	3,400	4,500	4,500	2,200	2,700	(6,100)
弥生後期	6,700			3,800	2,300	4,800	20,000
弥生中期	(9,000)	7,100	11,000		4,500	6,600	

11

琵琶湖湖底堆積物からみた過去約13万年間の火災史

井上　淳（大阪市立大学）　高原　光（京都府立大学）
吉川周作（大阪市立大学）　井内美郎（愛媛大学）
江口誠一（千葉県立中央博物館）

微粒炭について

炭化した微細な植物片，微粒炭（charcoal）は，落雷などによる森林火災，野焼き・焼き畑などの人為的な火災によって発生する．微粒炭は堆積物中に良好に保存されることから，堆積物中の微粒炭を用いた火災史の研究は世界各地で行われている．一般に堆積物中の微粒炭量の増減は，過去の森林火災などの増減を示すものと考えられている（Clark et al., 1997 など）．これらの研究の多くは完新世を扱ったものであるが，微粒炭量の変化が気候変化や人間活動の変化と密接に関連することが指摘されている．

試料と方法

本研究では，人間活動の希薄な最終間氷期から最終氷期，さらに人間活動が活発になる完新世から現在に相当する琵琶湖湖底堆積物（高島沖ボーリングコア）について連続的に微粒炭の含有量を測定し，過去約 13 万年間の火災史を復元し，火災と気候・人間活動の変化などとの関連を検討した．微粒炭量測定のため，乾燥試料を約 0.5 g 秤量し，水酸化カリウム処理，フッカ水素酸処理，アセトリシス処理を行い，微粒炭を抽出した．以上の処理後に，グリセリンゼリーを封入剤として，プレパラートを作成し，対物レンズ 20 倍，接眼レンズ 10 倍の光学顕微鏡を用いて検鏡を行った．微粒炭量の測定は，高原（1995）のシステムを用いて，乾燥試料 1 g 当たりの微粒炭の総面積量を算出した．

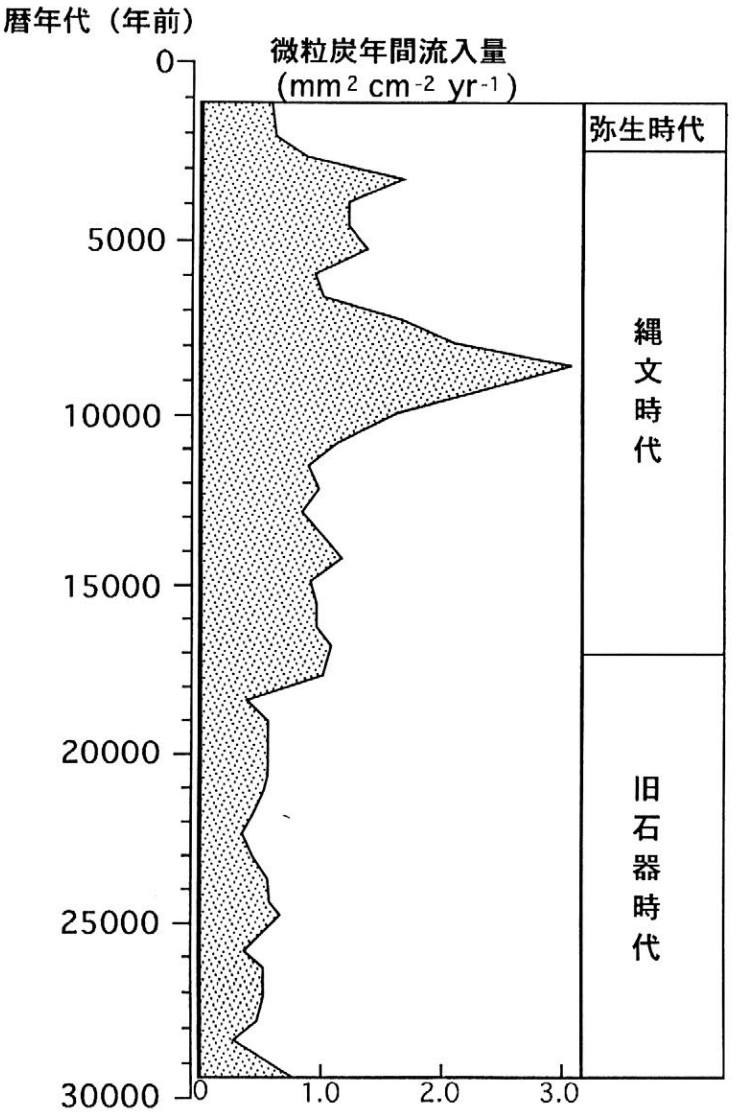
結果

堆積物中の微粒炭含有量・流入量から過去約 13 万年間は，3 つの時期に区分することができた．約 13 万年前～約 1 万年前は微粒炭量が少なく，火災が少なかったと考えられる．約 1 万年前から約 2000 年前は微粒炭量が著しく多く，大きい微粒炭が多く含まれ，琵琶湖集水域周辺で火災が多かったと考えられる．約 2000 年前から微粒炭量は減少し，火災は減少したと考えられる．

考察

約 13 万年前～約 1 万年前は森林火災が比較的少なかったことから，琵琶湖周辺での最終間氷期から最終氷期を通しての寒暖・乾湿などの気候変化は火災を著しく増加させる主要因でなかったと判断できる．このことは，約 1 万年前以降の火災の増減は主に人間活動にあることを示している．琵琶湖周辺での考古学的資料をみると，人類の痕跡である遺物や遺構が多く認められる時期は約 1 万年前以降であり，微粒炭量の著しい増加は人間活動

によって引き起こされた可能性が高い．また，微粒炭量が多い約 1 万年前から約 2000 年前は，ほぼ縄文時代に相当し，縄文時代の人の活動が多量の微粒炭を産出していたと考えられる．



約3万年前以降の微粒炭年間流入量の変化

今城塚古墳で認められた地滑りの痕跡

○寒川　旭（産業技術総合研究所）
宮崎康雄（高槻市教育委員会）

1．はじめに

今城塚古墳は6世紀前半に築かれた前方後円墳である。全長約 190m の墳丘は、戦国時代に砦として改変を受けているが、この他にも、地滑りの存在を示す地形が認められる。平成 12 年度に高槻市立埋蔵文化財調査センターが行った発掘調査で、前方部の地滑り地形と対応する位置で、墳丘の一部が大きく滑り落ちた痕跡が認められたので概要を報告する。

2．地滑りの形態

調査では、北西方向に向かって円弧状に発達した滑落崖の位置から、地滑り地塊が濠を横断するまでの約60mの区間にトレンチを掘削した（図1・2）。

まず、滑落崖の位置では、墳丘の盛土層が北西側が低下するように食い違い、ほぼ垂直な滑り面に沿って幅約 60cm の開口割れ目が生じていた。滑り落ちた側の盛り土層は、本来水平だったものが最大55°で南東に傾斜していた。

傾いた盛土層の最下部（墳丘の地表部から約 6m の深さ）では、地山の粘土～シルト層（沖積層）との境界付近に水平方向の滑り面が認められ、この面に沿いながら地塊が北西方向に滑り動いたことがわかった。

滑落崖から約 8m 離れた位置になると、盛土層は概ね水平になり、ここから 10 数 m の範囲では深さ 5~6m の位置にある滑り面に沿って水平に移動していた（図3）。しかし、墳丘末端の斜面付近にさしかかると、滑り面が斜面に平行になるように傾き、盛土層も断層によって大きく切断されている。

当時、内濠には厚さ 2m あまりの地層（下部が粘土、上部がシルト・砂の互層）が堆積しており、これに向かっ

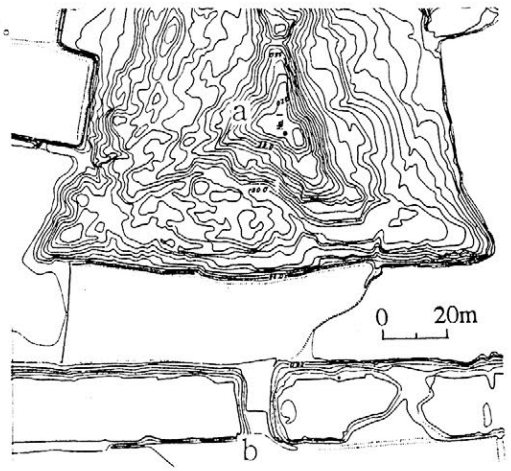


図1　今城塚古墳の地滑り地形
a・b間を細長く掘削した

て、盛土層からなる地塊が滑り落ちていた。濠に落下した地塊は、砂層の表面を長さ約 26m にわたって滑り、対岸の内堤に到達した段階で停止している。濠に入った際、地塊は大量の水を含んで液体状になり、複雑な変形を示している。

3．地滑りの年代と成因

濠に堆積した地層の最上部で得られた放射性炭素年代測定値から、地滑りが 15 世紀後半以降に生じたことがわかった。一方、1596 年 9 月 5 日に京阪神・淡路地域を襲った伏見地震で、大阪平野北縁に位置する有馬—高槻構造線活断層系が活動したので、この活断層系を構成する安威断層の東端にある今城塚古墳は震度 7 の震動を蒙ったはずである。また、地下資料より、この古墳が、厚さ数mの軟弱な沖積層の上に築造されていたことが推定される。このような背景から、今城塚古墳の墳丘における大規模な地滑りが，伏見地震によって引き起こされたと考える。

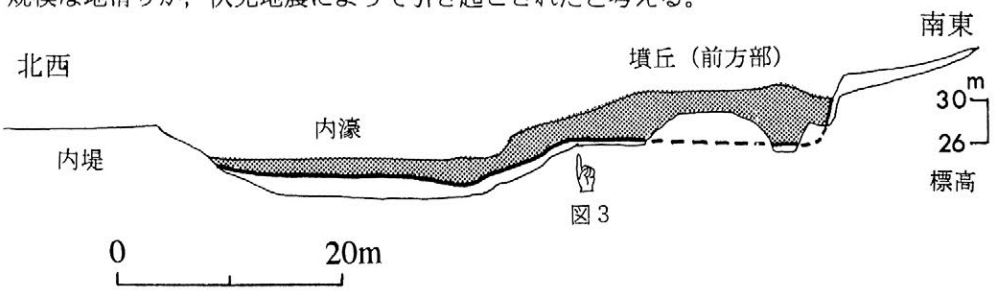


図 2　トレンチの模式断面図

アミの部分が地滑りの地塊．細実線は発掘範囲・太実線は滑り面（破線は推定）．

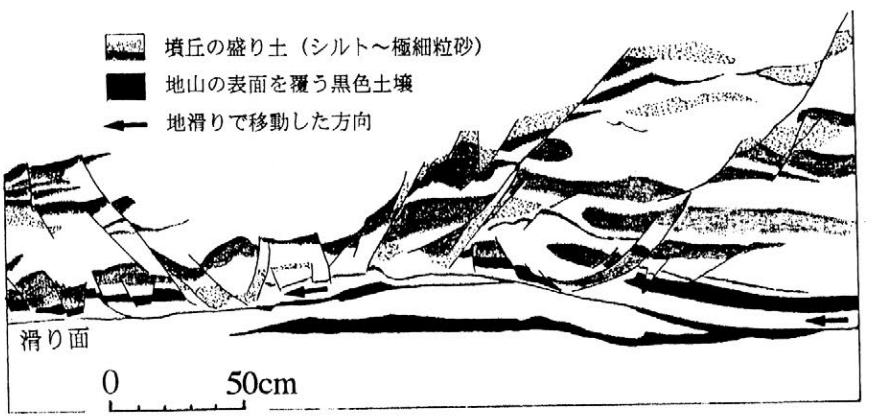


図 3　地滑りによる墳丘の変形（図 2 の矢印の位置）

盛土と地山の境界付近に生じた滑り面に沿って，盛土が図の左方向に滑り動いた．この過程で，盛土は引き延ばされながら細かく切断された．地山の表面を覆う黒色土壌の一部も盛土と一緒に滑り動いた．

鉛バリウムガラスより検出された" $BaCuSi_4O_{10}$ "について

肥塚隆保(奈文研)・金岡繁人(名工試)・白幡浩志(室蘭工大)・山崎一雄(名大)

1. はじめに

青色(白色が混じる)の鉛バリウムガラス製管玉は、弥生時代中期後半～終末期の遺跡から1000点余りが出土している。しかし、青色の着色要因については明らかではなく、一昨年度の本大会において、"$BaCuSi_4O_{10}$"(Han-blue)が関与している可能性について指摘した。今年度は分析試料数を増やして詳しい調査をおこなった結果、青色の鉛バリウムガラスの着色に Han-Blue が使用されたことが明確になり、従来に報告された(1992 由水常雄)吉野ヶ里遺跡出土の青色の鉛バリウムガラス管玉(酸化銅による着色)とは異なる着色法が存在したことが明らかとなった。

2. 実験の方法と分析試料について

調査試料は、①有本遺跡(岡山県)・②赤坂今井遺跡(京都府)・③宮内第1遺跡(鳥取県)・④上月隈遺跡群3次調査(福岡市)で出土した青色(白色縞状を伴う)管玉である。また、比較試料として⑤ファイアンス玉を装飾している青色顔料と、⑥紫色八角柱状試料も参考とした。

まず、顕微鏡による観察後、CR 法により内部構造を調べ、一部の試料については X-CT 法により密度分布を測定した。上記各試料については、ED-XRF法にて定性分析をおこなったのち、粉末X線回折(回転対陰極)法による精密測定をおこない Wilson & Pike 法によって青色顔料の格子定数を求めた。なお、④試料については風化が著しく多量の水銀朱が混じっていたので分析試料とはならなかった。また、①②③試料について鉛同位体比測定をおこない、従来の鉛バリウムガラスデータと比較検討した。いっぽう、Han-blue の比較基準試料として $BaCO_3$,/CuO/SiO_2(珪砂)を原料とし、16.7BaO・16.7CuO・66.7SiO_2(酸化物モル%)が得られるように調合した後、1100℃(3時間)下でシンタリングして⑦$BaCuSi_4O_{10}$ を作製した。また参考のため⑧$BaCuSi_2O_6$ および⑨$BaCuSi_6O_{17}$・$BaCu_2Si_2O_7$・$BaCuSi_4O_{10}$(950℃下)なども合成した。なお、これらの試料については、XRD および TG/DTA 測定をおこない、熱的性質・結晶状態の変化などについて調べた。また、⑦⑧、①②などを用いて、レーザラマン法によるガラスに介在する Han-blue の同定の可能性について検討した。

3. 結果と考察

顕微鏡観察の結果、青色粒子は青色ガラス部分だけではなく白色縞状の部分にも散在して残存していた。特に、風化している部分は色調が大きく異なるため顕著に観察できた。粒子は角～亜角状を呈し、粒径は最大で約 100 μm前後で多くはそれ以下である。CR 法および X-CT による観察では縞状文様にそって粗・密が変化していた(図1)。密度はガラスの残存する部分では3.76～4.19 g/cm³、風化の著しい部分では 3 g/cm³ 以下である。

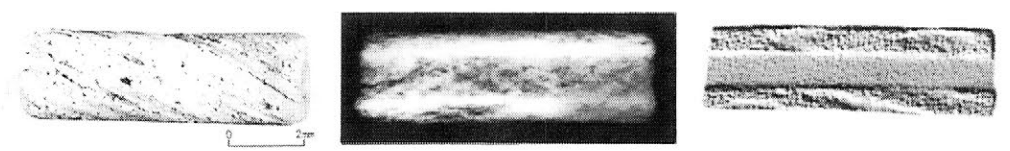


図 1. 青色(白縞文様)鉛バリウムガラスの小型管玉、(左):実体写真 (中):CR (左):X-CT(E)

①②③④の合計ほぼ 30 点の試料について ED-XRF による定性分析をおこなった結果、いずれも鉛バリウムガラスであることが確認された。また、①②③の粉末X線回折法による測定から Quartz, Han-blue, Pyromorphiteを検出した。Quartzは、ガラスの未溶解物質の可能性があり、Pyromorphite は風化による二次物質である。

各試料の格子定数を測定した結果は表 1 に示した。a(=b)軸はほぼ 7.43Å～7.45Å,c 軸は 16.13Å～16.21Å示し、c/a 軸比は 2.17～2.18 であり、大きなバラツキを示すものではなかった。なお、③は試料が少なく良好な測定ができず誤差も大きくなった。

DTA/TG分析の結果、⑦は 1000℃付近から1200℃間で3段階の減量が認められ、1100℃付近でなだらかな発熱、1166℃で吸熱、1182℃で鋭い発熱に続き 1200℃で吸熱と複雑な反応を示し、冷却時には1115℃～1000℃にかけて重量増加が起こり、1115℃で発熱反応が認められた。なお、1200℃で加熱・冷却後に回折測定したところ、過熱前と同じ回折スペクトルが得られ、可逆的な反応が起こっているものと推定された。⑧については図 2 で示す曲線が得られ、1100℃では回折スペクトルに変化はないが、1200℃で加熱-冷却した試料は、ガラス化が起こり、一部で $BaCu_2Si_2O_7$ の結晶が生成していた。これらの結果と、緑色の鉛バリウムガラス(銅イオンによる着色)にはHan-blueが検出されないこと、青色鉛バリウムガラスからは Han-blue 以外の結晶が検出されない事などから考慮すると、鉛バリウムガラスの製造過程でガラス中に Han-blue が析出したとは考えにくく、むしろ製造段階の過程で Han-blue が混合されたと推定できる。なお、鉛同位体比については表2に示すように、①②③試料(青色鉛バリウムガラス)は、一つのグループにまとまるものではないが、従来のデータ*の中におさまっている。

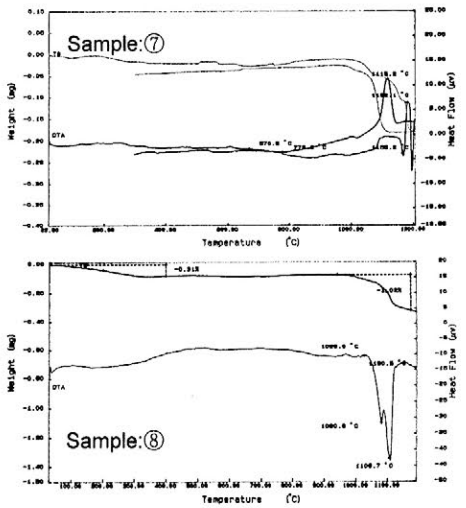


図 2. Han-blue などのDTA/TG測定

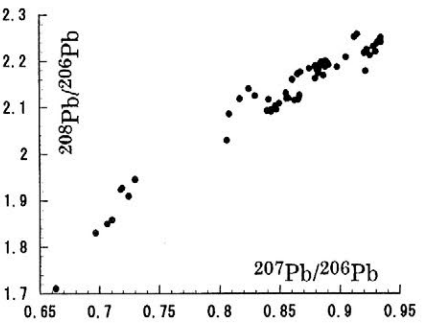


図 3. 鉛バリウムガラスの鉛同位体

表 2. 各試料の鉛同位体比

Sample	207/206	208/206	206/204	207/204
①	0.85731	2.11833	18.291	15.681
②	0.91206	2.25081	17.117	15.612
③	0.84947	2.10776	18.584	15.787

レーザラマン法による Han-blue の測定においては He-Cd, 441.6nm のレーザ励起で明瞭なピークを検出できたが、鉛バリウムガラス遺物中に含まれるものについては、各種の化合物の影響等があり、現段階では検討の必要があった。

表 1. Han blue の格子定数測定結果 (*tetragonal system*)

Sample	a-axis (Å)	c-axis (Å)	Ratio (c/a)
Tubular bead ①	7.45 ± 0.004	16.21 ± 0.06	2.18
Tubular bead ②	7.44 ± 0.004	16.13 ± 0.01	2.17
Tubular bead ③	7.39 ± 0.06	16.11 ± 0.14	2.18
Faience bead ⑤	7.43 ± 0.01	16.15 ± 0.07	2.17
Synthesized sample ⑦	7.44 ± 0.03	16.14 ± 0.01	2.17
PDF 12-0510	7.44	16.11	2.17

*: K.Yamasaki(1984,1987), R.H.Brill(1984,1995), 馬渕・平尾(1987,1989), K.Yamasaki. T.Koezuka. H.Shirahata(1995)などによる

弥生・古墳時代のガラス製品の考古科学的研究

○大賀克彦（京都大学文学部），肥塚隆保（奈良文化財研究所）

1.はじめに

弥生から古墳時代にかけての日本列島では、ガラス製品の使用が非常に盛行した。これらのガラス製品は多様な器種から構成されるが、そのほとんどは小玉、管玉、勾玉である。これまで、材質や製作技法に関しては一定の成果が蓄積されてきたが、両者は別個に行われているために、分類や歴史学的な評価へと結び付けるのは困難な状況にある。現在、筆者らは東アジア圏全域にわたってガラス製品を集成し、体系的な分類をすすめている。今回は、小玉と管玉について報告を行なう。

2.ガラス玉の分類

小玉は、材質的には鉛バリウムガラス（Ba 系）、鉛ガラス（Pb 系）、カリガラス（K 系）、二種類のソーダ石灰ガラス（Na 系）、（Na,Al 系）の５種類、製作技法的には引き伸ばし法、連珠法、巻き付け法、鋳型法、分割研磨法の５種類が存在し、その組み合わせによって分類される。ただし、鋳型法及び分割研磨法の場合には材質の相違を強調すべきではないと考える。よって、ＤⅠ～Ⅲ型、ＷⅠ～Ⅳ型、Ｓ型、Ｍ型、Ｐ型の計 10 種類に大別する（表１）。着色成分の相違等から細分が可能である。

管玉は、材質的には Ba 系、K 系、Na 系、Na,Al 系の４種類、製作技法的には引き伸ばし法、捩り引き法、巻き付け法、板巻き法、研磨穿孔法、融着法の６種類が存在し、その組み合わせにからＴＹⅠ～Ⅴ型、ＴＫⅠ～Ⅳ型の計９種類に分類される（表２）。ＴＹⅠ・Ⅱ型、ＴＫⅡ～Ⅳ型に関しては着色成分や法量から細分の余地があると考えるが、今後の課題とする。

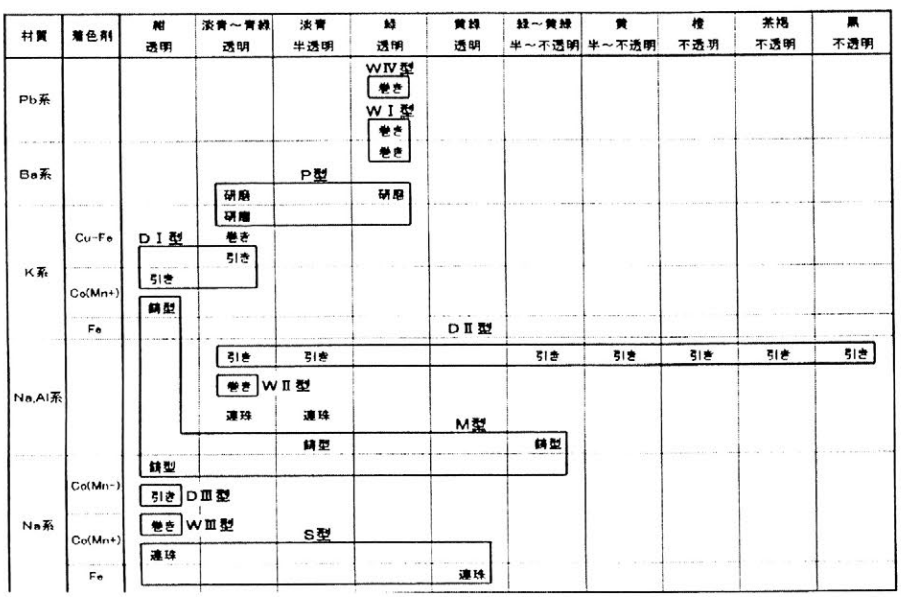
3.時期的変遷

小玉、管玉とも頻繁に種類が置換していくことが確認される（図１・２）。日本列島におけるガラス製品の出現は弥生時代前期末に遡るが、安定した流通が確認されるのは中期後葉以降のことである。小玉に関しては、古墳時代中期後半に色調が多様化することが古くに指摘されているが、これらの色調を実現するＤⅡ型は、弥生時代後期～終末期の北部九州において一定の普及をみる。また、古墳時代前期前葉～中葉に小玉、管玉とも組成（種類）が最も単純化する点にも注意しておく。

4.空間的分布

弥生時代においては、顕著な地域差が確認される。小玉では、ＤⅡ型の分布は本州西端部を含む北

表１：ガラス小玉の分類



部九州に限定される。また、北部九州ではＤＩ型の色調別比率が淡青：紺≒１：１であるのに対して、本州以東では淡青：紺≒３～４：１となる。一方、京都府奈具岡遺跡において製作が確認されるＰ型は、基本的に中国地方以西では出現しない。管玉では、ＴＹⅣ型が近畿北部を中心に分布し、やはり九州には出現しない。古墳時代になると地域差は不明確になるが、後期後半になると、M型の小玉は東へ向かって比率が上昇し、反対にＷⅣ型は西へ向かって比率が上昇する。同様に、中期後半以降に盛行するsecondaryな種類であるＴＫⅡ型やＴＫⅣ型も、不明確ながら西日本諸地域に偏って分布する。

５.結語

弥生～古墳時代の日本列島においては、ガラスそのものの生産は行なわれておらず、製品化されたガラスが輸入されている。すなわち、列島外との主要な交渉ルートの変化は、出現するガラス製品の種類に大きく影響すると考えられる。また、列島内での製作が考えられるガラス製品の多くはsecondaryな製品であり、しばしば顕著な地域性を示す。これは、ガラス製品の流通が、列島規模で広がるような再分配システムにはよらないことに起因する。

表２：ガラス管玉の分類

種類	標識資料	形状	直径	色調	製作技法	材質
TYⅠ型	吉野ヶ里1002号甕棺墓	いびつな円筒形	5-10mm	青色半透明～不透明 緑色半透明～不透明	巻き付け	Ba系
TYⅡ型	有本49号木棺墓	整美な円筒形	2-10mm	青色・青緑色半透明 白色不透明	捻り引き	Ba系
TYⅢ型	内場山1号木棺墓	エンタシス形	4-7mm	青緑色半透明	板巻き	Ba系
TYⅣ型	小羽山30号墓	整美な円筒形	4-7mm	青色透明	研磨穿孔	K系
TYⅤ型	二塚山26号墓	整美な円筒形 孔に平行するシワ	2-3mm	淡紫紺色透明	引き伸ばし	K系
TKⅠ型	野毛大塚古墳(1)	整美な円筒形	5-7mm	淡青色半透明	引き伸ばし	Na,Al系
TKⅡa型	龍子向イ山溝状遺構	整美な円筒形	5-10mm	淡青色・青緑色・黄緑色半透明	引き伸ばし	Na,Al系
TKⅡb型	徳永川ノ上2号墳	整美な円筒形	5-10mm	淡青色・青緑色・黄緑色半透明	融着	Na,Al系
TKⅢ型	左坂南3号墳(1)	整美な円筒形	2-8mm	紺色透明	引き伸ばし	Na系
TKⅣa型	小森塚3号墳	整美な円筒形	5-8mm	紺色透明	引き伸ばし	Na系
TKⅣb型	和田1号墳	整美な円筒形	5-8mm	紺色透明	融着	Na系

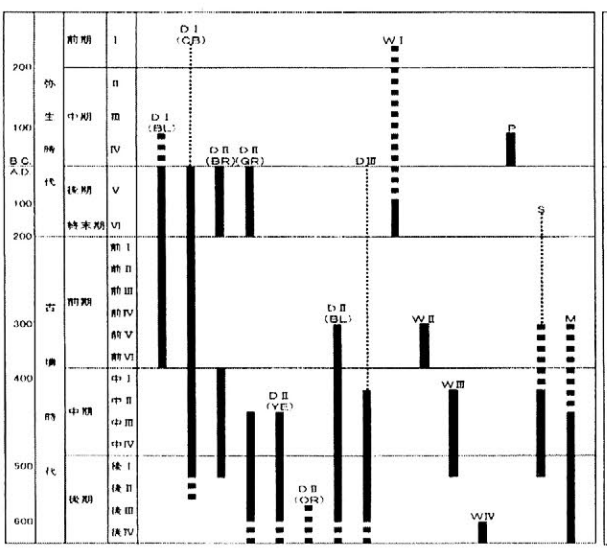


図１：ガラス小玉の変遷

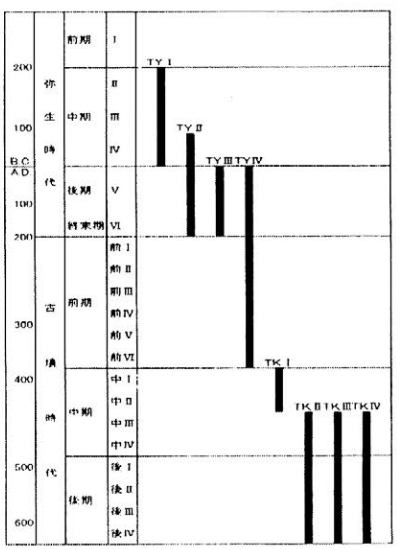


図２：ガラス管玉の変遷

金属組織分析を通じた鉄器遺物の用途推定

○朴 長植*・鄭 光龍**
*弘益大学校 金属工学科, 忠南 燕岐郡 鳥致院邑 339-701, Korea
**大田保健大学 博物館科, 大田 東区 佳陽2洞 300-711, Korea

I. 序論

鉄器遺物の微細組織には、遺物の用途と鉄素材生産に応用された技術体系を推定するのに必要な情報が詰め込まれている。本研究では、築造時期が5世紀頃と考えられる慶州皇南大塚と、7世紀頃と推定される順天剣丹山城から出土した鉄器遺物の分析を行なった。これらを対象に行なわれた予備研究の結果は、論文の形で発表・掲載許可を受けた状態にある。ここでは、既に発表された結果に基づき、追加的に行なわれた研究において明らかにされた新たな結果について論じることにする。

II. 金属学的微細組織分析

図1aは剣丹山城から出土した鉄片の外形、図1bはその内部の組織写真であり、滓鋼法、またはcofusion法と呼ばれる特殊な製鋼過程において出現し得る組織である。図2aは同遺跡から出土した別の鉄片の外形で、二つの破片に分離した状態である。これらのうち、小さい方を走査電子顕微鏡内に投入して破断面を観察した結果、図2bのような白鋳鉄組織が発見された。

図3a皇南大塚から出土した鉄棒の外形、図3bは同遺物の断面に現れた微細組織である。図3bにおいて炭素含有量が多い部分は暗く、少ない部分は明るく見えている。断面の中心部を表した図3bから、この鉄棒には炭素が多量に含まれているのみでなく、炭素含有量が高く、暗く見える部分が表面から遠く離れた中心部にまで存在するということがわかる。図4aと4bには皇南大塚北墳から出土した曲折鉄製品の外形と内部組織写真をそれぞれ掲載した。炭素含有量が高い点と、中心部にまで炭素含有量が高く暗く見える部分が存在している点において、曲折鉄製品の微細組織は図3bに見られる鉄棒の組織と類似していることがわかる。

III. 考察及び結論

先に分析した鉄片(図1a)が山城内において自体的に生産されたならば、この製作に応用された製鋼工程に所要されるであろう純鉄と鋳鉄遺物が同伴出土する可能性が高いが、この鉄片とともに分析された遺物のうち、鋳鉄製品は皆無であった。また、この分析から除外された遺物を再点検する過程において別の鉄片(図2a)1点を発見した。これを分析した結果、破断面から白鋳鉄組織(図2b)が発見されたことで、この鉄片がもともと鋳鉄の破片であったことが明らかになった。その表面の形状が不規則であることから、この鉄片は半熔融状態で廃棄され、その後の凝固過程において任意の形態をとるようになったものと推測される。この鉄片の発見により、当時剣丹山城内で鋳鉄と純鉄を利用した製鋼法が実行されてい

た可能性が更に高くなったことはもちろんのこと、とかく忘れられがちな遺物の重要性が、金属学的組織分析を通じて新たに認識される契機になった。

鉄棒(図3a)は、同じ場所から回収された鉄鋌と同様に貨幣、または中間素材として分類されたが、両者の間には微細組織の面において確然とした違いがあった。純鉄に近い鉄鋌に比べ、鉄棒では炭素含有量が高い部位が断面の中心に至るまで分布している(図3b)。このことは、この遺物が構造物用部品のように全部位にわたって高い強度が要求される製品を生産するための素材として特別に生産されたことを意味するものである。先に見た遺物のうち、構造物用部品とみられるものが皆無であったため、分析において漏落した数多くの遺物を再検討した結果、構造物用部品とみられる曲折鉄製品(図4a)を発見した。この微細組織(図4b)において鉄棒と相当な類似点が確認されるに到り、この曲折鉄製品が鉄棒を素材として製作された可能性が高いものと推測されている。

後記

遺物分析を周旋して頂いた国立慶州文化財研究所と順天大学校博物館の先生方、日本語翻訳を引き受けてくれた山本孝文氏に感謝する。

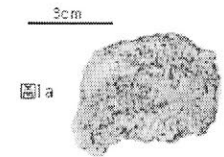


図1a

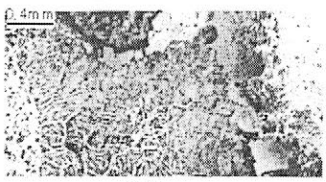


図1b

図2a

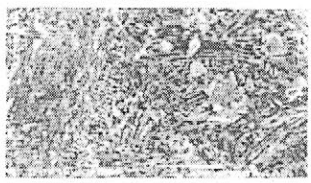


図2b

図3a

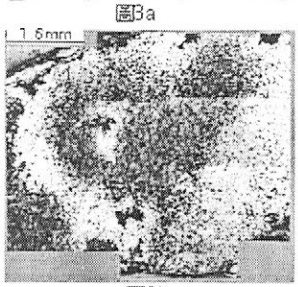


図3b

図4a

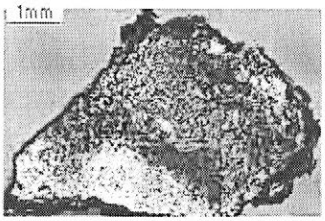


図4b

16

西本願寺御影堂の瓦鉄釘の材質

○平井昭司（武蔵工業大学）、岡田往子（武蔵工業大学）
平尾良光（東京文化財研究所）、石橋耀一（鋼管計測（株））

1. はじめに

西本願寺の御影堂は、寛永 13 年（1636 年）に再建された世界最大級の木造建築物で、現在重要文化財建築物にもなり、世界文化財遺産の一つにも登録されている。建立から約 360 年の間、寛政 12 年（1800 年）から文化 7 年（1810 年）の 10 年間の大修理のほか幾度かの修理が行われたが、老朽化が厳しく、平成 10 年（1998 年）から約 10 年間をかけて大がかりな修復工事を行ない始めている。今回、屋根瓦の葺き替え工事を行なうにあたり、使用されていた瓦用鉄釘の材質や特性を自然科学的方法で調査することになった。

2. 分析に供した瓦鉄釘

使用されていた瓦用鉄釘の形状は、頭部が円形でお椀を伏せたような状態で、針部はいずれも四角錐をなし、頭部に近いところは瓦と接触して割れないように多少角が取れてる。おおよそ 40cm 前後の長さで、中央部が約 1cm 角をした非常に大きな釘である。現代の建築用の最大長の釘は、5 寸釘と言われ 15cm 長 5mm 直径程度である。又、お椀部の肉厚が薄いものと厚いもの、さらに厚いものの中でも針部が頭部まで突き抜けているものの 3 種類があった。引き抜いた釘の様子は、木部に突き刺さっていた先端部は、表面が多少錆びて褐色にはなっていたが比較的滑らかであり、中央部から頭部にかけての粘土と接触していたところあるいは雨ざらしになっていたところは先端部よりはざらざらと錆びていた。これらの鉄釘と抜かれた鉄釘の一部を再度鍛冶した釘を調査・分析の対象とした。分析した箇所は主に頭部の首下部と先端部を中心とした。

3. 化学的及び物理的材質の調査

瓦鉄釘の純度および組成を調べるために、4 種類（中性子放射化分析法、ICP 発光分光分析法、電気加熱ー原子吸光法及び燃焼ー赤外吸収法）の分析法を使用した。中性子放射化分析法では、試料量 50mg 程度で 50 数種の微量元素（Ti；チタン、V；バナジウム、Mn；マンガン、Ni；ニッケル、Co；コバルト、Cu；銅、As；ヒ素、Sb；アンチモン等）を定量した。鉄材の特性を左右するような C；炭素、S；硫黄、Si；ケイ素、P；リン等の元素については、電気加熱ー原子吸光法で C と S を定量し、ICP 発光分光分析法と電気加熱ー原子吸光法で Si、P や Mn 等の元素を定量した。

釘の金属学的組織を調査するため、光学顕微鏡によるミクロ組織を観察し、さらに結晶粒の間に残存している非金属介在物を EPMA（電子線マイクロアナリシス）法で分析した。さらに、釘の粘りや硬さ（などの機械的強度特性）を調査するため、3 点曲げ試験やビッカース硬度試験を行なった。ビッカース硬度試験は荷重 9.807N(1kgf)で径中心部を 1mm 間隔で測定した。

4. 結果及びまとめ

（1）瓦鉄釘中の微量元素を定量した結果の一部を表に示す。表に示されていない瓦鉄釘を含めて、C 濃度は 0.004％から 0.4％の軟鉄から低炭素鋼に分類される材質であったが、いずれの釘においても先端部の C 濃度が首下部より高く、頭部に関しても先端部同様高かった。又、C 以外の他の微量元素については、釘の部位であまり変わらなく、いずれの元素も 0.1％以下の濃度で、不純物の少ない純鉄に分類される。特に、中国地方での包丁鉄の微量元素濃度と As/Sb 比とを比較すると、いずれの点においても類似点が多いことから、本瓦鉄釘の鉄原料の産地はこの地方である可能性を示す。

表　瓦鉄釘中の微量元素濃度

（μg/g）

	3-1 先端	3-2 首下	5-1 先端	5-2 首下	8-1 先端	8-2 首下	包丁鉄 靖国たたら	包丁鉄 奥出雲
C	143	40	1900	337	4067	1157	150	65
S	40	40	40	30	40	70	140	160
Na	110	27	40	44	21	44	7.8	0.49
Al	680	430	510	610	200	420	120	39
Ti	<59	<43	<41	<52	<34	<52	<27	<31
V	20	3.3	6.7	22	6.5	30	3	14
Cr	17	10	11	23	12	29	7	13
Mn	66	22	33	79	23	79	<45	<40
Co	220	170	160	170	99	120	120	120
Ni	190	240	100	150	110	<88	47	76
Cu	59	86	91	67	90	64	44	48
Ga	44	20	25	19	14	22	25	33
As	29	18	21	17	14	25	32	14
Mo	11	25	18	13	24	24	4.2	10
Sb	1.7	1.4	3.5	2.4	1.2	1.6	3.2	1.1
La	0.74	0.14	0.34	0.59	<0.1	0.1	0.096	<0.033
W	4.4	3.4	4.4	5	4.8	8.6	1.3	7.7
Au	0.1	0.01	0.0095	0.0063	0.0058	0.0092	0.049	0.022
As/Sb	17.1	12.9	6.0	7.1	11.7	15.6	10.0	12.7

（2）金属組織の観察により、結晶粒は主にフェライトとパーライトとからなり、先端部の方が首下部より微細になっていた。また、非金属介在物にはウルボスピネル（Fe_2TiO_4）やイルメナイト（$FeTiO_3$）等の砂鉄成分が残存している箇所とファヤライト（Fe_2SiO_4）やケイ酸系ガラス質の箇所と $CaO \cdot SiO_2$ や $Al_2O_3 \cdot SiO_2$ に FeO が溶融した箇所等があった。いずれの釘においても Ti が高く検出されていることから、釘の原材料は砂鉄と推察される。

（3）機械的な曲げ試験により、現代釘と比較して最高荷重に達するまでの変位（伸び）が大きく、柔軟性があり、粘り強い材質であることが分かった。しかし、最高荷重に対しては現代釘の方が大きかった。

以上、御影堂の瓦鉄釘は、不純物の少ない良質な鉄材のため錆化しにくく、耐久性のある釘であり、炭素濃度も意図的に先端部、頭部と中央部（首下部）とを異なるように調整された柔構造の鉄釘であった。

17

出雲大社における塗装顔料の変遷に関する研究の試み

○朽津信明（東京文化財研究所）・景山真二（大社町教育委員会）・松尾充晶・松本岩雄（島根県埋蔵文化財調査センター）

【はじめに】 歴史的建造物における外装塗装は、一般に剥落が激しく、また残存する場合でも後世の塗り直しである可能性もあるため、当初の使用顔料を特定することは困難である場合が多い。このため、文化財建造物の塗装にはどのような顔料が用いられ、かつてはどんな色で彩られていたかという実証的な研究は、近代建築を除いてはこれまであまり行われてきていない。これに対し出雲大社では、発掘された柱根に付着する形で顔料が確認されたため、その分析によって築造時に建物に用いられた顔料を知ることが可能となった。そこで本研究では、その顔料分析と、関連試料の調査・分析などに基づいて、出雲大社で外装塗装に用いられてきた顔料の変遷に関して検討することを試みる。

【出雲大社境内遺跡】 出雲大社境内遺跡は、12C 後半～13C 頃の大社本殿のものと推定される柱根が 2000 年に確認された遺跡である。柱は一箇所あたり三本の巨木が合わされた状態でこれまでに三箇所確認されているが、そのいずれでも表面に赤色顔料の付着が観察された。各試料ともX線分析顕微鏡による元素分析で鉄が検出され、X線粉末回折による鉱物分析で赤鉄鉱が検出された。分光光度計による測色の結果、赤さの指標（a*/b*）は 1.31～1.81 だった。

【名草神社三重塔】 上記以外で現在顔料を確認できる出雲大社関連の建物としては、名草神社三重塔が挙げられる。これは尼子経久によって 1525 年に出雲大社境内に建立されたものが、1665 年に名草神社境内に移築されたもので、兵庫県八鹿町に現存する。従ってその当初彩色は、出雲大社において 16C 前半に行われた塗装顔料と言うことになる。建物は、1985 年からの解体修理が行われた際に外装の塗り直しが行われているが、その際に交換されて別に保管されていた、当初部材と考えられる箇所において、顔料が確認された。その分析の結果、状況から築造と一連の塗装と考えられる部分からは水銀と硫黄とを主成分とする赤色顔料（a*/b*=1.30）が検出され、それを覆いながら、鉛を主成分とし、僅かに鉄も含んだオレンジ色の顔料層（a*/b*=0.80）が検出された。

【絵図】　出雲大社には、大社境内の様子を描いた写実的な絵画がいくつか残されているが、ここでは、鎌倉時代頃のものと推定され、上記出雲大社境内遺跡と近接した時代（そのものの可能性がある）の状況を伝えると考えられる「出雲大社并神郷図」と、17C 初頭頃の、上記三重塔移築直前の様子を伝えると考えられる「寛永御絵図」とを調査した。分光光度計による測色の結果、問題となるそれぞれの建物の柱はいずれも赤系統の色で表現されているが、神郷図では赤みが強く（a*/b*=1.10）、寛永御絵図では黄色みがかっていた（a*/b*=0.89）。

【考察】　柱付着顔料は、鉄を発色の主要因とする顔料であるが、建造物の柱ではベンガラという言葉以外に丹土という用語も使われる場合があるため、これだけではいずれに相当するかは特定できない。丹土は、ベンガラ（a*/b*=1.4 程度）に比べて黄色みが強い（a*/b*=0.7 程度）塗装顔料を指して用いられるが、今回の測色結果から、柱付着顔料はいずれも丹土よりはベンガラと呼ばれる方が妥当と考えられる。一方の名草神社三重塔では、16C 前半の築造当初には朱塗りだったものが、後の時代に丹塗り（成分からするとベンガラで色調整が行われている可能性がある）に変わったと考えられるが、部材の状況からすると塗り直しは 17C 中頃の移築よりは以前になされていた可能性が高いと考えられる。これを絵画表現における柱と比較しても、鎌倉時代頃に赤みが強く、17C 初頭頃に黄色みがかった色で表現されている事実は、その写実性に疑問もあるとは言え、上記推定と一応は整合的であると言える。文献から、寛文の造営（1667 年）以降、柱は素木として塗装が行われていないことが確認されるため、出雲大社における顔料としては、確認できる限りでは 12C 後半～13C 頃に本殿にベンガラが使われ、16C 前半には朱塗りだった三重塔が 17C 中頃以前には丹塗りに変わり、17C 中頃以降には本殿が素木となって現在に至ると推定される（表）。

年代	建物	主要元素	a*/b*	対応絵図(a*/b*)	解釈
12C 後半～13C 頃	本殿	Fe	1.31～1.81	神郷図(1.10)	ベンガラ塗り
1525 年	三重塔	Hg, S	1.30	－	朱塗り
17C 初頭頃?	三重塔	Pb, (Fe)	0.80	寛永御絵図(0.89)	丹塗り
1667 年	本殿	－	－	－	素木
1744 年	本殿	－	－	－	素木（現存）

表．推定される各時代の建物の塗装状況一覧

謝辞　調査にご協力いただいた、出雲大社の千家尊祀氏、八鹿町教育委員会の谷本進氏、文化財建造物保存技術協会の鈴木雅文氏に感謝します。

山田寺の壁体に用いられた「白土」

村上　隆（奈良文化財研究所）

山田寺の発掘調査において、1982年東回廊の一部がほぼ建造時そのままの状態で倒壊した姿で発見されたことは大きな話題を呼んだ。また、この回廊には土壁もそのまま遺存していたため、建築史的側面ばかりではなく古代寺院の壁の構造を考える上でも貴重な情報を与えてくれることになった。本来、古い土壁は解体修理や補修の際には廃棄されることが多いため、古代の土壁がそのまま残っているのは極めて稀である。本報では、山田寺の壁体に用いられた白色上塗り層の材料である、いわゆる「白土」の材質に注目した論考である。山田寺の壁体に用いられた白土が、他の古代寺院にはみられない特殊な材質であることを確認したのでここに報告する。

1. 一般的な「白土」とは？

法隆寺の五重塔や金堂の壁体における壁画下塗りの白い層などの調査において、「主として長石などの風化により生成した白色の粘土で、その主成分は珪酸アルミニウムである」ことが山崎一雄によって確認[1]され、これが一般的な「白土」の定義と考えてよい。すなわち、「白土」は、白い粘土やきめの細かい砂などが中心であるとしてよかろう。壁体の白い上塗り層として、炭酸カルシウムを主成分とする漆喰も想定できるが、建造物に用いられるのは時代が下がると考えられている。

2. 山田寺壁体の「白土」は「非晶質（ガラス質）」である

山田寺の壁体に用いられた白土とともに、他の古代建造物遺構から出土した壁体断片に認められた白土を合わせてX線回折分析に供した。いずれも奈良国立文化財研究所による発掘調査で出土した資料であるが、特に表面に白色、あるいはそれに近い色をした上塗り層と思われるものが残っているものに限った。ただし、①の山田寺の壁体以外は、火を受けた可能性もある。さらに比較検討のために漆喰資料も分析に供した（⑥）。

①山田寺出土壁の白土　（山田寺東回廊出土，飛鳥藤原宮跡発掘調査部）
②石神遺跡出土壁の白土（石神遺跡11次，　〃　）
③大官大寺出土壁の白土（大官大寺5次，　〃　）
④西大寺出土壁の白土　（平城宮跡発掘調査部）
⑤薬師寺出土壁の白土　（　〃　）
⑥漆喰参考資料

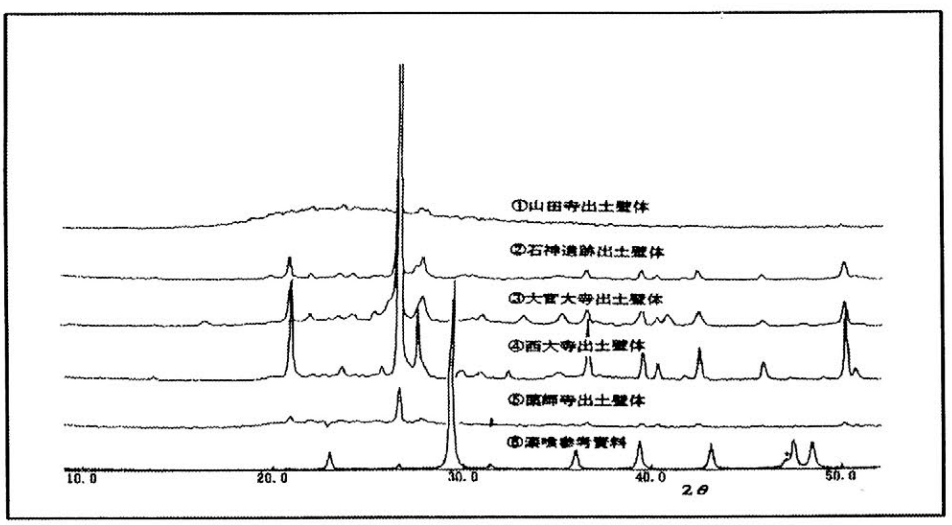


図1. 壁体白色層に対するX線回折分析結果

分析結果を図1に示した。②～⑤の資料は、石英や長石の顕著なピークを示し、鉱物質であることがわかるが、①の山田寺の壁体に用いられた白塗り層だけは、顕著なピークが存在せず、ブロードな回折スペクトルを示した。この結果から、山田寺の「白土」は、非晶質な粘土などの存在が推定できた[2]。

3. 山田寺壁体の「白土」の鉱物学的観察

壁本体と白土層を鉱物学的観点から探るために、薄片資料を作成し、偏光顕微鏡下で観察した。観察は、日本地科学社[3]による。壁本体のマトリックスは、主にシルトや粘土で構成する土であり、石英、長石の他、角閃石、輝石、黒雲母とこれら鉄苦土鉱物から二次的に生じたとみられる緑泥岩質に富む。また、顕微鏡観察によって、著しく伸張した褐色繊維状物質が鉄系鉱物に汚染されたとみられる状態が認められ、稲藁などの植物性繊維が人為的に混入された痕跡を想起し得る。さらに非晶質の火山灰特有の形態も観察される。中には著しく大きな火山灰も含む。また、白土層中には、微細なガラス片で構成される灰緑色の基質に無色透明な針状やトゲ状の物質が散在していた。これらは、ガラス質の火山灰特有の特徴であり、3. で得たX線回折の結果とよい一致を示す。すなわち、山田寺壁体の「白土」は、これまで確認されてきた鉱物質の「白土」ではなく、ガラス質の火山灰（テフラ）を主体とする極めて特殊な「白土」である可能性があることがわかった。

4. 山田寺壁体に塗られた「白土」は火山灰ガラスである

4. において、山田寺壁体の白土が火山灰を主とするものである可能性を述べたが、さらにその詳細を調査するために、火山灰分析を実施した。火山灰分析は、㈱京都フィッション・トラックによる[4]。分析項目は、全鉱物組成分析、重鉱物分析、火山ガラス形態分類、そして火山ガラス屈折率の諸点である。結論から述べると、山田寺壁体の「白土」が、火山灰であることが改めて確認された。火山ガラス（軽石型＞バブルウォール型）が構成粒子の62.5%を占め、重鉱物として緑色普通角閃石と風化した黒雲母を21.5%とかなり多量に含んでいる。火山ガラスは SiO_2 成分に富み、無色透明を呈し、屈折率はn＝1.500-1.502 と姶良 Tn(AT)火山灰に含まれるガラスより高い値を示した。水和は完全に完了しており、古い火山灰ガラスに認められるスーパーハイドレーション（super-hydoration）現象が観察される。風化した火山ガラス表面によくみられる小穴が多数観察されることも、比較的古いテフラと推定することと矛盾しない。ただし、少なくとも姶良 Tn(AT)火山灰よりも古いことは確かとみられるが、現段階でどの時期のテフラか断定するに至っていない。

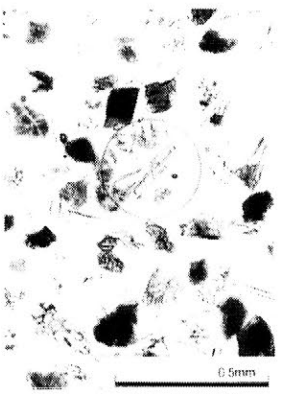


図2　山田寺「白土」の顕微鏡観察（円内にスーパーハイドレーション現象が認められる）

5.「白土」に使った火山灰はどこから供給されたのだろうか？

1982年の山田寺発掘調査の際に東回廊付近の地山直上に白土を採った痕跡とみられる土坑が検出されている。ここで採取した白い土を同じく火山灰分析に供した結果、この白い土も火山灰であり、岩石記載的特徴も山田寺壁体の「白土」とよい一致を示した。従って、山田寺の壁体に用いられた白土に、建築現場のすぐ脇で採取した火山灰を利用した可能性が高いことがわかった。古代寺院の建造に関わる材料の入手方法を知る上でも貴重である。今後は、この火山灰の起源を含めて、周辺地域の火山灰分布の詳細を調査する必要があるだろう。

6. 山田寺壁体に用いられた「白土」の特徴は？

今回の調査で、一般の「白土」は長石や石英を主とする粘土質の土であるのに対し、山田寺壁体の「白土」だけがガラス質で透明感の強い白色火山灰という特殊な素材を用いたものであることがわかった。発掘の成果からこの火山灰の白土は現地調達の可能性が高いが、材質から考えると一般の白土より白く輝き、時間を経ても色の変化が少ないことを特徴として挙げてよいのではなかろうか。わが国の建築史においても古代建造物の壁体の実態はよくわかっていないが、今回の調査において山田寺の白土が火山ガラスと特定された意義は大きい。

【参考文献】

1）山崎一雄：『古文化財の科学』思文閣出版（1987）
2）村上　隆：「古代寺院の出土壁体について―飛鳥地域を中心―」『保存科学研究集会 1997 要旨集』（奈良国立文化財研究所）（1997）
3）「試験報告書」日本地科学社（2000）
4）「テフラ試料分析結果報告書」㈱京都フィッション・トラック（2000）

巻胎漆器の材質調査

－中国・固原北周田弘墓出土例より－

○中川正人(滋賀県文化財保護協会)
成瀬正和(正倉院事務所)
岡田文男(京都造形芸術大学)
菅谷文則(滋賀県立大学)

はじめに

巻胎漆器とは薄いテープ状の木地を幾重にも巻いて胎とした漆器で、正倉院宝物の漆胡瓶や銀平脱合子(いずれも８世紀)などにこの技法が用いられている。この材質を用いた漆器の国内の出土例として奈良県平城京跡、滋賀県彦根市松原内湖遺跡があり、国外では韓国慶州雁鴨池遺跡や中国での出土例が若干報告されている。本発表は、中国・固原北周田弘墓から出土した木胎漆器の材質調査の概要報告である。

１．調査資料

田弘墓は中国寧夏回族自治区固原に所在する北周時代の土洞墓で、1996年に実施された日中合同の発掘調査とその後の整理作業ですでに多くの成果が得られている。調査した漆器は第五天井から出土したもので、木胎はすでに消失しており漆膜も乾燥し非常に脆弱な状態であった。細片の整理および保存処理の過程で２種の木胎漆器を確認した。

２．材質調査

肉眼および実体顕微鏡観察の結果、木胎漆器の成形が巻胎技法によることが判明した。漆の下地調整や漆層の組成、混和材の材質調査を実施するため漆膜の薄片試料を作製し、顕微鏡観察およびＸ線分析装置付走査電子顕微鏡により漆膜断面の分析を実施した。

３．調査結果

漆器－01　木地は漆膜の痕跡などから針葉樹材と推定される。木胎の構造は、直径約90㎜、厚さ約５㎜の円板を底板とし、この周囲に沿って約2.5㎜の薄板を巻いて側面をつくり、さらに薄板を３重以上巻きながら縁を成形している。さらに木胎の両面に布を着せ漆を塗布し全体を強化している。底板の中心にはコンパス様工具の芯の傷を漆刻苧で充填した痕跡が認められる。器形は保存処理後の復元により漆盤と考えられる。

漆膜の顕微鏡調査では、布の断面、下地、漆膜の層構造が明瞭に確認でき、漆下地の混和材として10～20μm程度の黄褐色ないし茶褐色の混和材が観察された。表面の漆層には油煙などによる黒色顔料の混和は認められない。漆膜断面試料のＸ線分析による元素分布と比較したところ、褐色の混和材にあたる位置からCa、Pが検出された。この褐色の混和材はその形状と分析結果から動物(牛)の骨の炭化物、またSi、Al、Feの濃度が高い部分は粘土質の混和材と推定される。

漆器－02　木地は針葉樹材と推定される。木胎の構造は、幅約６㎜、厚さ約２㎜の薄板をコイル状ないし同心円状に巻いて成形し、さらに布を着せて強化している。細片を復元した結果、直径75㎜程度の瓶の口縁部と推定される。漆膜の顕微鏡観察およびＸ線分析では、漆器－01と同様の漆膜構造、元素分布を示している。

まとめ

北周田弘墓出土の木胎漆器の材質調査から次のような成果が得られた。

(１)漆膜に残る木胎の痕跡から、巻胎技法による漆器であることが確認された。

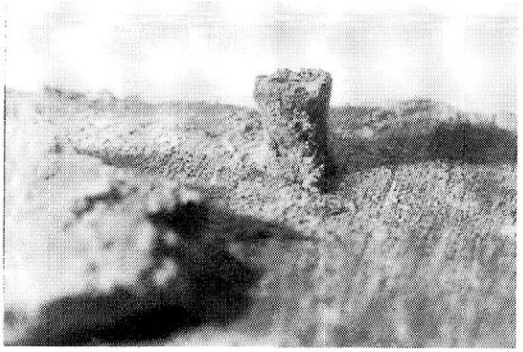
(２)薄い木胎を強化するため、布着せにより強化をはかっている。

(３)漆下地の混和材として、焼成した骨粉(牛)および粘土鉱物の使用が認められる。

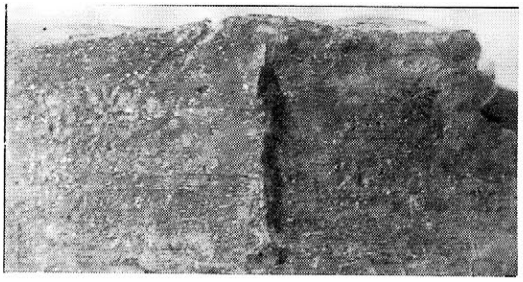
北周田弘墓からは、西暦575年にあたる年号を記した墓誌銘が出土しており、正倉院宝物のなかの巻胎技法による漆工品より約200年遡る遺例が確認できたことは意義深い。なお、中国では唐代以降もこの技法による漆器の製作は継続され、宋、元、明、清代に至る出土品ならびに伝世品の実例が知られている。

文献　「北周田弘墓」原州聯合考古隊編、2000年

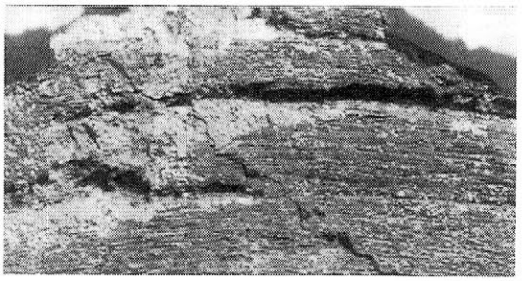
漆器-01



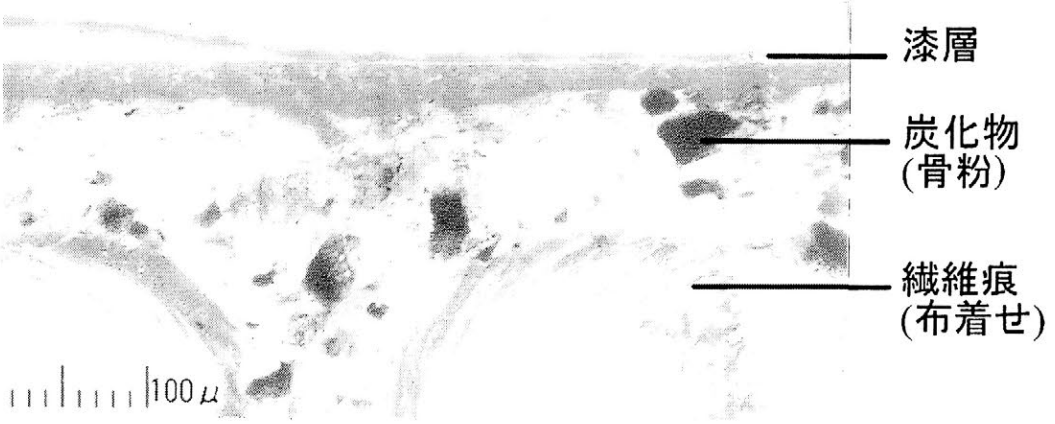
漆刻苧充填痕(底板)



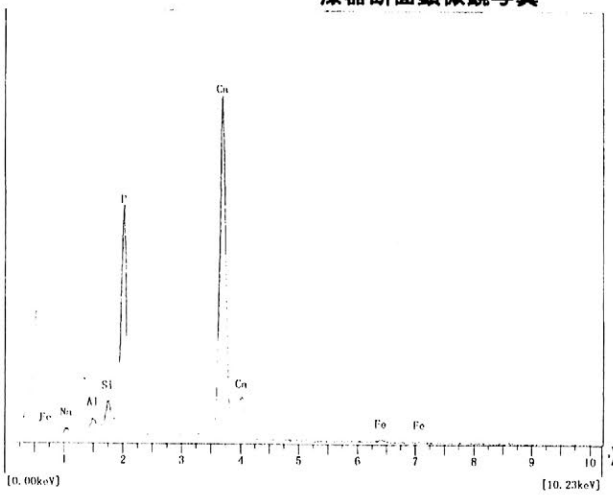
側板接合痕



巻胎の痕跡(口縁部)

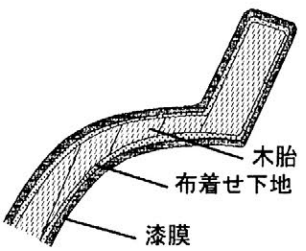


漆器断面顕微鏡写真



X線分析・炭化物(骨粉)

漆器-02の復元(瓶の口縁部)
木胎および下地調整



文化財資料に対するレーザーラマン分光分析法の開発研究

○高妻洋成（奈良文化財研究所）、肥塚隆保（同）、杜暁帆（同）、沢田正昭（同）

1．はじめに

レーザーラマン分光分析法は、可視レーザー光を物質に照射して得られるラマンスペクトルから物質の定性分析をおこなうことができる分析方法である。この分析法には、1）励起光源に可視レーザー光を用いるため、ガラスや石英ガラスの光学素子を使うことができ、種々の光学調整を肉眼で行なうことができる、2）赤外分光分析で致命的な障害となる水の影響は、ラマン分光分析ではまったく問題とならない、3）ラマン散乱光の検出に感度の極めて高い分散型 CCD を用いており、照射するレーザーの強度を低くすることが可能である、4）試料に対して完全非接触である、といった特徴がある。以上のことから、レーザーラマン分光分析法は資料に対するダメージがなく、感度の高い分析結果を得ることができるものと期待できる。しかしながら、照射レーザーの波長によっては試料から強い蛍光を発したり、あるいは試料自体によって吸収が生じたりするため、良好なラマンスペクトルを得ることができない場合がある。本研究では、文化財資料の非破壊分析法としてのレーザーラマン分光分析法を開発するため、その手始めとして種々の標準試料に対して波長の異なる照射レーザーを用いて、良好なラマンスペクトルを得ることのできる分析条件を模索している。今回の報告では、標準試料のラマンスペクトルと考古遺物に対してレーザーラマン分光分析法を適用して良好な結果の得られた事例を紹介する。

2．標準ラマンスペクトル

図1は種々の材料の標準ラマンスペクトルの一例である。赤色の顔料である朱は 633 nm および 780 nm の照射レーザーによりきわめて強いラマン散乱を生じる。しかし、532 nm のレーザーではこのラマン散乱は弱くなる。したがって、朱の分析には可視レーザーの中でも長波長側のレーザーを用いることが有効であると思われる。一方、同じ赤色顔料であるベンガラは 633 nm のレーザーで良好なスペクトルを得ることができたが、その強度はあまり強くなく、S/N 比も高いとはいえなかった。黄色ないしは橙色の顔料として用いられる石黄は、780 nm のレーザーにより良好なスペクトルを得ることができた。黄色部分と赤褐色部分を有する石黄の標準鉱物試料を測定したところ、黄色部分のラマンスペクトルと赤褐色部分のそれには差異は認められなかった。

これに対し、緑青および群青のラマンスペクトルは 780 nm のレーザーではほとんど得ることができなかった。633 nm のレーザー

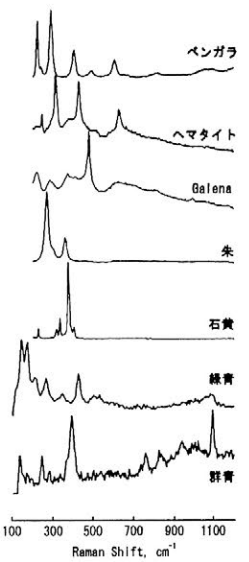


図1　標準ラマンスペクトル

をこれらに対して用いた場合、S/N 比が低いがラマンスペクトルを得ることは可能である。緑青と群青の S/N 比の高い良好なラマンスペクトルは 532 nm のレーザーで得ることができる。これは、緑青と群青の吸収が 600 nm 付近から大きくなり、780 nm では照射レーザー光のほとんどが試料により吸収されることによる。633 nm の波長では一部のレーザー光によりラマン散乱が生じることによるものであろう。532 nm では緑青と群青によるレーザー光の吸収がほとんど生じないため、良好なラマンスペクトルを得ることができるものと思われる。

3．考古遺物のレーザーラマン分光分析の事例

図２は中国・内モンゴル自治区フフホト市の大召寺壁画片の黄色に彩色された部分のラマンスペクトルである。この部分からは蛍光X線元素分析によりヒ素を検出していたが顔料の同定には至っていなかったものである。得られたラマンスペクトルが石黄の標準スペクトルと一致することは明らかである。また、図３は日下部遺跡（兵庫県）出土灰釉陶器にわずかに付着していた赤色顔料と加茂岩倉遺跡（島根県）出土 10 号銅鐸に付着していた赤色顔料のラマンスペクトルである。両者とも付着していた顔料の量はきわめて微量であったが、強いラマン散乱を得ることができた。この強いラマン散乱は水銀朱と一致する。

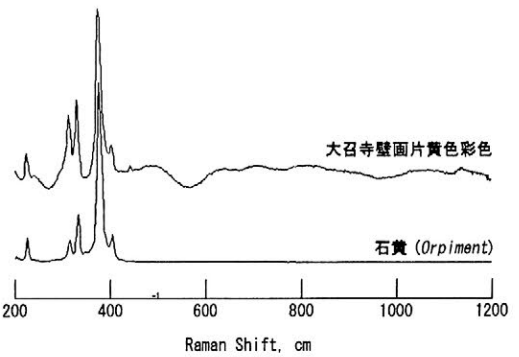


図２　フフホト市大召寺壁画黄色彩色

4．今後の課題

様々な材料から S/N 比の良好なラマンスペクトルを得るには、資料自体による吸収がなく、しかも蛍光をあまり発しない波長を有するレーザーを照射する必要がある。レーザーラマン分光分析を文化財資料に対して適用するには、さらに基礎的な作業として材料の反射スペクトル（あるいは吸収スペクトル）と蛍光分光スペクトルを測定することも必要となる。

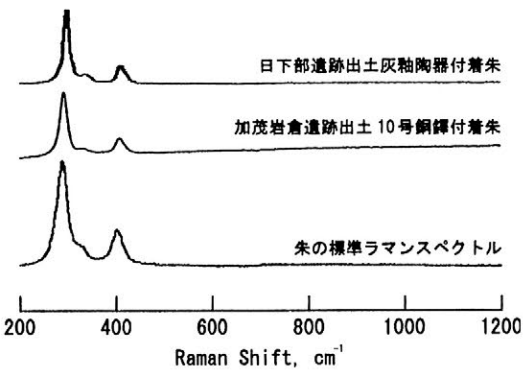


図３　日下部遺跡出土灰釉陶器付着赤色顔料と加茂岩倉遺跡出土 10 号銅鐸付着赤色顔料

本研究は、文部科学省科学研究費補助金中核的研究拠点形成プログラム（COE）「考古科学の総合的研究（研究代表者：沢田正昭）」の一環としておこなったものである。

石器・玉類の原材産地分析（１７）

○藁科哲男（京都大学原子炉実験所）

はじめに　『遺物原材とある産地の原石が一致し、必要条件を満たしても、他の産地の原石には一致しないと言う十分条件を満たしていないことから、他の産地に一致する可能性が残っている。従って、一致した産地のものと言い切れない。しかし、一致しなかった場合そこの産地のものでないと言い切れ、一致しなかった産地との交流がなかったと言い切れる。』の大原則に従い、十分条件と必要条件を明確にして産地同定を行っている。

石器原材の産地分析

黒曜石の原石産地で、北網圏北見文化センターの太田敏量氏の調査した、留辺蘂町のケショマップ原産地、および置戸町置戸山原産地の黒曜石で新しく原石群が作られた中に、遺物群の原石産地があることが明らかになった。このように、全ての産地を調査するために、各地の考古学研究者の協力を得ながら研究を進めていて、現在までに日本、ロシア、台湾など含めて作った黒曜石の原石群の１４９個と原石の産地が不明の遺物で作った遺物群４７個の合計１９６群である。また、安山岩（サヌカイトなど）では、原石群が６６個で、遺物群が２５個で合計９１個ある。従って、遺物一個について、黒曜石では１９６個の産地分析結果がえられている。

ヒスイ・碧玉製玉類の産地分析

ヒスイの産地分析　蛍光Ｘ線分析分析法に、新たに、ＥＳＲ分析法を加えて行った。硬玉系は 0 ～ 100mT の間で信号が観察され、軟玉系では見られない。また、硬玉系では大佐産、大屋産ヒスイがかなり特徴的な信号を示していて、糸魚川・青海産との区別が可能と思われる結果を得た。軟玉系では日高産、飛騨産の区別は困難と思われるが、引佐産は大きく異なり弁別ができそうである。キウス４遺跡出土玉類の中で、表面風化で分析値の信頼性の低い蛍光Ｘ線分析結果の玉を、全体積を分析できるＥＳＲ信号の形から糸魚川産ヒスイと同定した。また、縄文時代早期で国内最古と言われている陸別町平和遺跡出土の石斧形垂飾の原材に日高産軟玉ヒスイが使用されていることが明らかになった。

碧玉製玉類の産地分析　愛媛県持田町３丁目遺跡出土の碧玉製管玉は分析当時判定できなかったが、九州西北部から瀬戸内の弥生時代遺跡で製品としてのみ使用されている産地不明の未定Ｃ群の組成に一致した。また、持田町３丁目遺跡出土勾玉の一つは、カリウム、ルビジウム、セシウムが大きく観測され、天河石原石と一致したことから、韓国から伝播した可能性が推測される。

岩石製玉類の軟化成形と玉の産地分析の研究

分析したカリンバ３遺跡出土玉類の中で、原材産地不明の遺物番号（30-7）、（31-31）、（31-14）番の小玉について、玉製作工程の中で最終仕上げを研磨ではなく、化学的か、何らかの方法により軟化したと思われるが、加熱軟化法を一番考慮している。小玉を軟化成形した可能性が推測される幾つかの根拠が見つかったので報告する。

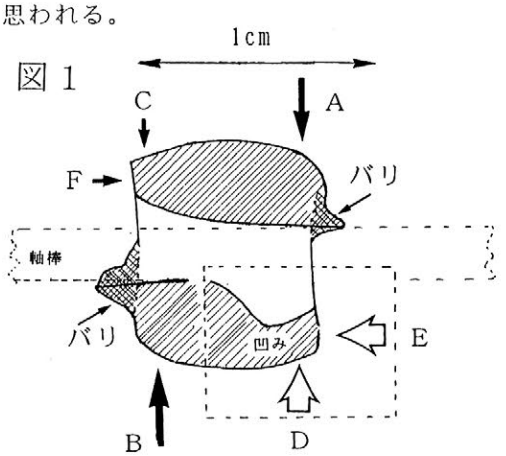
１：遺物番号 30-7 の小玉の軟化成形の様子の断面図を図１に示す。

先ず、軟化して両側面全面にE、F方向に力を加えて成形し、次ぎに外側の凸面カーブの成形は軟化して、外側A、B、C、Dから力を加えたと思われる。このとき、穴に通した軸棒により、AとBに矢印の方向に偏った大きな力が加わったためにバリができたと推測される。また、点線四角枠では、穴の途中で凹みが見られるのは軟化し、白矢印の方向から力が加えられたときに形作られたと推測された。

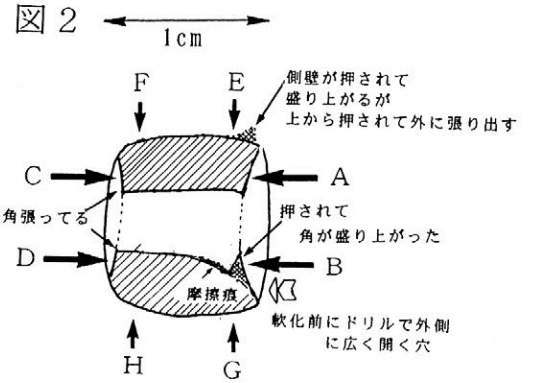
2：遺物番号31-31の小玉(31-31)の軟化成形の様子の断面図を図2に示す。

穿孔はドリルで外側白矢印方向から開けたと思われる摩擦痕が穴内部に見られる。次ぎに軟化して矢印A、B、C、D方向の側面から力を加え成形したことは、穴と側面の角が、角張ってることから推測できる。また、このときにできたと思われる穴内部の凹みは側壁が押されて角が盛り上がったためにできたと思われる。この盛り上がりは玉の両端最外周にも存在した可能性は推測される。しかし、次ぎに、外側の凸面カーブは軟化して、外から矢印E、F、G、Hの力を加え形成することにより、最外周の盛り上がりは、玉の両端の外側方向に張り出し、その結果側壁面に凹面カーブができたと推測した。

3：軟化形成したと思われる小玉と組成が定性的に似る遺物番号(30-1)の勾玉のかさ比重は2.724で、小玉の方がかさ比重(2.5 ～ 2.66)が軽いのは、加熱により膨張した可能性も考えられる。また、小玉の色も加熱により変色し、硬度も元の岩石から変化している可能性は否定できない。この縄文玉の製作技法の解明は石材の性質を明らかにすることにつながり、また容易に軟化する岩石を産出する産地は少ないと推測されることから、的確に玉材産地を求めることができると思われる。さらに、玉材を加熱により軟化させ成形する概念はガラス加工を連想させる技術に通じ、玉製作技法史を考える上で重要な資料となると思われる。



恵庭市カリンバ3遺跡出土小玉(30-7)の
軟化成形の様子の断面図



恵庭市カリンバ3遺跡出土小玉(31-31)の
軟化成形の様子の断面図

謝辞　縄文玉軟化加工の研究のきっかけをつくり、発表を快諾して頂いた、玉の発掘者である恵庭市教育委員会の上屋真一氏に感謝の意をあらわすとともに、また、これら研究成果は各地の教育委員会、埋文センター、発掘関係者との共同研究によって得られたもので、ここに感謝の意を表すとともに、今後も、原石原産地調査、遺物の情報の提供などより一層の御協力をお願いするしだいです。

山形県三崎山出土青銅製刀子の鉛同位体比

○平尾良光、鈴木浩子、早川泰弘（東京文化財研究所）
井上洋一（東京国立博物館）

資　料

山形県三崎山から出土した青銅製刀子は形態的特徴から中国商時代後期から西周時代に相当する資料と考古学的に判断されている。一方、発見場所では土器の形式から、縄文時代後期～晩期（紀元前1000年から前800年頃）と推定される。出土の経緯から真偽に問題点が指摘されているが、縄文時代晩期に日本に青銅器が存在した可能性は重要である。

この資料の鉛同位体比を測定し、材料産地という観点から考古学的な意義を考察した。なおこの資料は現在、東京国立博物館に所蔵されている。

結　果

青銅刀子の鉛同位体比は**図１**で示されるように、朝鮮半島産の多鈕細文鏡が示す領域に位置した。しかしながら、朝鮮半島における青銅器文化は前10世紀から前８世紀頃に始まったとされている。刀子の年代が正しければ同年代となることから、朝鮮半島産材料とは一概に考えにくい。しかし、考慮しておかなければならない。

次に、中国北辺に居住した民族が所有していた青銅器の鉛同位体比と比較した。この民族は前２千年以前から紀元後まで活動しており、この民族に関係した資料の可能性がある。あるいはこの民族が関与して中国本土から日本へ運んだ可能性もある。それら資料の分布を**図２**で示した。三崎山刀子は図の左下に位置し、北方民族の青銅資料は主として中央から右上に位置した。このことから、この民族が持つ資料ではないと思われる。

商時代資料および西周時代資料と**図３**で比較した。商時代資料の例として、殷墟から出土した約180資料を利用した。また西周時代の資料の例として、山西省曲沃県曲村の西周墓から出土した約70資料を利用した。**図３**で示されるように殷墟出土資料と、西周墓出土資料とはそれぞれはっきり異なった分布を示した。三崎山から出土した青銅刀子は殷墟出土資料の分布領域の中に位置し、西周時代資料が示す分布領域からは確実に離れて位置した。殷墟出土資料には四川省産の材料が含まれていると判断されるので、この影響が三崎山刀子にも表れていることになる。

これらを総合すると、三崎山刀子は商時代後期の材料で作られている可能性が高い。それ故、いつの時代にか、この資料が山形県まで運ばれたことを意味する。発見場所における共存土器が縄文時代後・晩期と判断されていることから、この時期に運ばれたと仮定すると、どのような経路で刀子が運ばれ、当時の人々にどのような影響を与えたかが重要である。同時代の東北・北海道地域に石製の刀子が見られることとをどのように結びつけるか、青銅資料が他に見つかるかもしれないという可能性などを今後考慮したい。

図１　日本周辺地域の青銅器が示す鉛同位体比分布

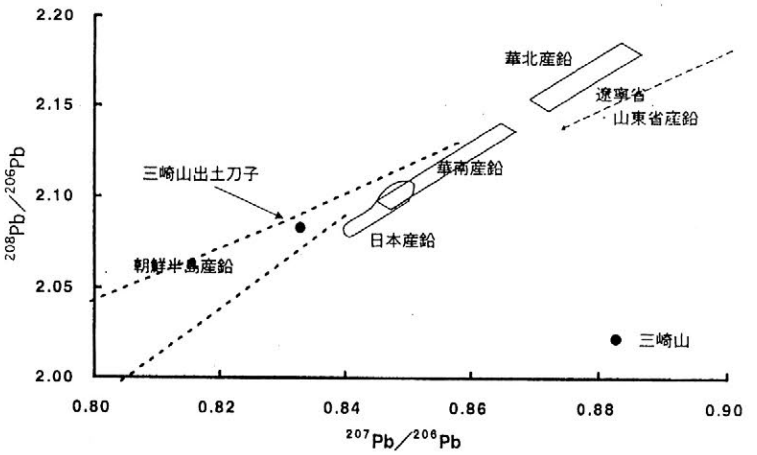


図２　中国北方の民族が利用した青銅器の鉛同位体比

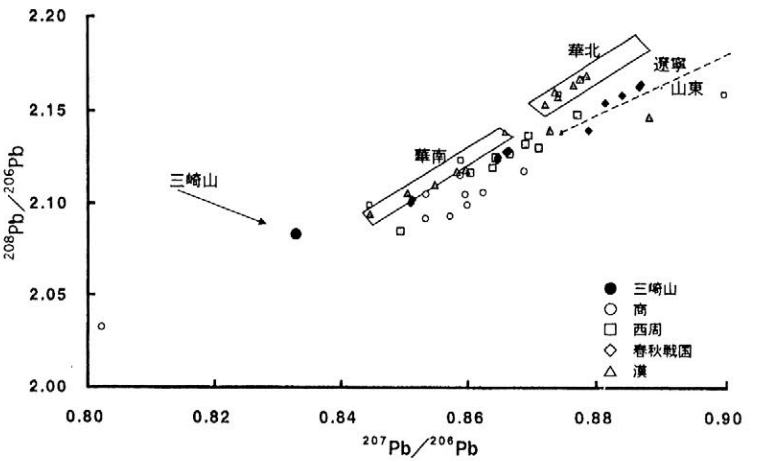
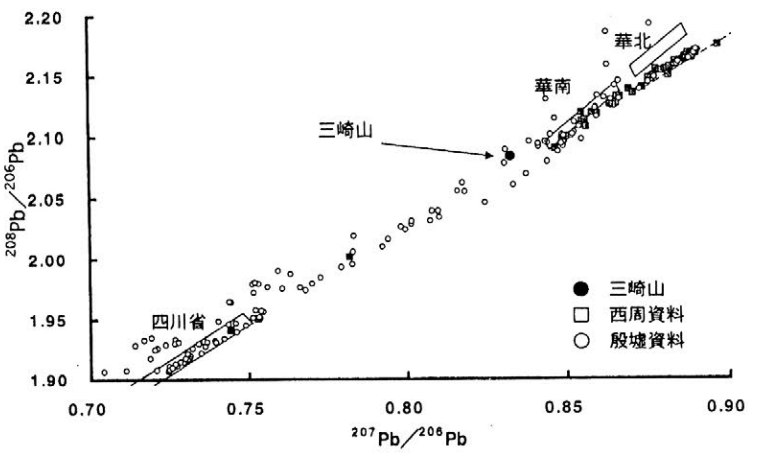


図３　商代後期、西周時代の青銅器が示す鉛同位体比



礼文島船泊遺跡出土のアスファルトの起源

○宮尾　晃　　（北海道大学大学院工学研究科）
小笠原正明　（同高等教育機能開発総合センター）

1．はじめに

縄文遺跡から発掘される天然アスファルトの産地の分析を定量的に行うため、我々はパラフィン成分の FI-MS スペクトルの Z 数解析法を開発し、東北や新潟県の試料について分析を行ってきた（小笠原 1999a,b)。最北端の縄文遺跡である礼文島船泊遺跡から発掘されたアスファルトについても同様の手法を用いて分析を行ったところ、これまで分析したどの試料とも異なる性質を持つことが判明した。この試料の起源としては距離の面からサハリンが考えられたため（図 1)、同時代のサハリンの遺跡であるカドィラニヤⅠ遺跡及びヌトボの試料を取り寄せて分析、比較を行った。

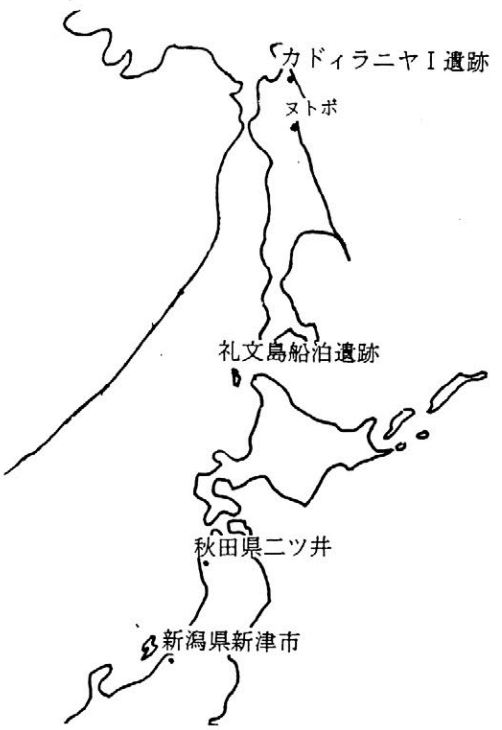


図1．試料の位置関係

2．実験方法

試料を少量とり、元素分析を行った。また、約 0.6ｇを溶媒に溶かし、不溶分をろ過で取り除いた。残ったオイル分からHPLC(高速液体クロマトグラフィー)によりパラフィン成分を分取して FI－MS スペクトルを測定した。分析の詳細は参考文献に示されている（小笠原 1999a,b)

3．結果と考察

元素分析の結果（表 1）からは、共に炭素原子に対する水素原子の比が 1 以上であることからアスファルトと考えても矛盾はないという結果が得られた。しかし FI－MS スペクトル測定のための実験を行った際、カドィラニヤⅠ遺跡の試料は見た目にも溶媒に溶けず、結果についても溶媒のみで行った場合と同じ結果が得られた。このことから、カドィラニヤⅠ遺跡の試料はアスファルトではない可能性も考える必要がある。

ヌトボの試料の FI－MS スペクトルを Z 数（炭素環数に対応する数）ごとのグループに分割した。礼文島の試料も含め国内の試料ではフラットであった Z=2、0、-2 のスペクトルにおいても構造が見られた。また、Z=-6 に対する Z=-8 のスペクトル強度の比である R 値は 0.592 と 0.681 であった（表 2)。国内の

表1．元素分析の結果

試料名		C（%）	H（%）	N（%）	S（%）	H原子数/C原子数
カドィラニヤⅠ	一回目	46.18	5.01	0.48	0.10	1.30
	二回目	62.28	6.71	0.87	0.15	1.29
	三回目	39.77	4.49	0.60	0.12	1.35
ヌトボ		69.65	8.05	0.46	0.62	1.39

アスファルトならばC原子数に対するH原子数の比が1以上

試料との差異を明確に示すため、直鎖状パラフィンに対応するZ=2の成分に着目した。従来R値として用いていた値がZ=−6に対するZ=−8の成分の比であったことから、Z=−6に対するZ=2の成分の比をとり、これをR(2,−6)値とした。従来のR値については、R(−8,−6)値とした。この二種のR値を軸として分布図を作成した（図2）。ヌトボの試料は図の右中央、礼文島の試料は左上部に外れて分布している。また、いずれの試料もこれまでに分析を行った産地である秋田県二ツ井、新潟県新津の試料とは重ならないことが確認できた。

表2．R値と分析済産地の試料に対する相対偏差

遺跡及び原産地名	R値	新潟県新津市産試料に対する相対偏差	秋田県二ツ井産試料に対する相対偏差
秋田県二ツ井駒形地区	0.632±0.036	-3.386	-
新潟県新津市大入地区	0.837±0.060	-	5.275
礼文島船泊遺跡B10-16Ⅲ②	1.051	3.547	11.514
礼文島船泊遺跡C17-13V	1.038	3.328	11.150
礼文島船泊遺跡C6-8Ⅲ	1.250	6.832	16.965
ヌトボ　一回目	0.688	-2.453	1.555
二回目	0.592	-4.048	-1.092

表中下線部は相対偏差3以上、その産地のものではないとみなせる

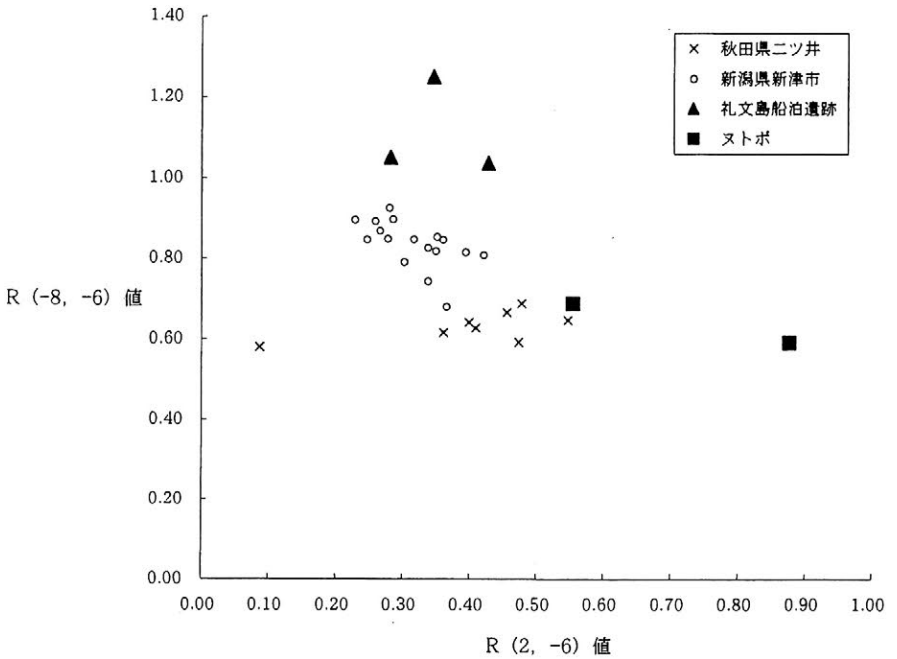


図2．R値の分布図

4．結論

以上の結果より、ヌトボの試料と礼文島船泊の試料は異なる起源をもつアスファルトであると考えるのが妥当である。また、礼文島の試料はR(−8,−6)値に関しては他の国内産アスファルトと異なる値を持つが、R(2,−6)値は国内産アスファルトと共通した範囲にある。従って起源としては今後国内の産地も考える必要がある。

参考文献

小笠原正明(1999a)「縄文時代の交易ーアスファルトがたどった道」『化学』９月号: pp.28-30

小笠原正明(1999b)「アスファルトの化学分析と原産地」『考古学ジャーナル』452 号: pp.2-5

世界遺産"古都奈良の文化財"を大気汚染からまもる

○西山要一（奈良大学文化財学科）　松本光弘（奈良県衛生研究所）
佐藤幸弘（大阪府立産業技術センター）　奈良大学保存科学研究室

1　はじめに

文化財は歴史的・文化的に貴重な遺産であり、文化財から歴史や文化や技術を学ぶとともに、現在や将来の社会や文化を考えるうえでも欠くことのできないものである。

建造物・彫刻・絵画・考古資料などの文化財は、温度・湿度変化や紫外線・黴・虫などによって損傷・腐食し、放置するとやがて消滅するが、伝統的修理技術や科学的保存処理技術によって保存修復することが可能となっている。

しかし、近年大気汚染が原因の文化財の損傷は急速に進み、その防止策が確立されないまま加速度的に傷みを早めている。ギリシャ・アテネのパルテノン神殿、イタリア・ローマのマルクス・アウレリウス騎馬像、ドイツ・ケルンのケルン大聖堂、韓国・ソウルの敬天寺十層石塔などの石造や青銅の文化財の被害が世界各地から報告されている。

2　世界遺産"古都奈良の文化財"への大気汚染の影響

日本でも、鎌倉の高徳院阿弥陀如来像（鎌倉大仏）、京都の平等院阿弥陀堂梵鐘、京都国立博物館の多宝千仏石幢、大阪の鹿谷寺十三重層塔、大分の普光寺不動明王磨崖仏などにも大気汚染による損傷が見られる。１９９８年１２月に世界文化遺産に登録された"古都奈良の文化財"も例外ではなく、東大寺八角灯籠など屋外の文化財ばかりか、堂塔内の絵画や壁画、染織品の色褪せなど、多くの文化財が被害を受けている。

私達は文化財が密集する奈良盆地北部において、大気汚染の現状を把握し、文化財に及ぼす影響を知り、文化財をまもる方法を見いだすために、１９８７年から調査研究を行ってきた。奈良でのこの調査は日本の文化財のみならず世界の文化財をまもることに通じると考えたからである。

観測は、般若寺・東大寺・正倉院・興福寺・春日大社・十輪院・平城宮跡・薬師寺・奈良大学の９地点・19カ所に設けたシェルターでトリエタノールアミン円筒濾紙の１ヵ月曝露による二酸化硫黄(SO_2)・二酸化窒素(NO_2)・塩素イオン(Cl^-)を測定し、また、奈良公園・奈良市街地（奈良町）では、１９９２年１２月・１９９３年７月・２０００年３月・同年５月・２００１年５月の５回にわたって８１～１２０地点でカプセルの一日曝露による二酸化窒素の測定を行った。

観測の結果、二酸化硫黄の7.0ppb以上の高濃度域は、奈良市南部の工場群と一致し、主として工場と自動車の排気ガスが発生源であること、二酸化窒素の 25ppb以上の高濃度域は、国道24号線と国道 369号線の交差付近にあって主として自動車の排気ガスが発生源であること、塩素イオンの15.0$\mu g/100cm^2$以上の高濃度域が奈良北部にあり、ごみ焼却の排煙に起因すること、などが明らかになった。また、奈良公園・奈良町の二酸化窒素の濃度は、国道 369号線等の交通量の多い道路沿いで 40ppb以上に達するほか、駐車場ではその周辺よりも高濃度を示し、発生源は自動車の排気ガスであることを示している。

また、大気汚染の影響を知るために、古代より金属文化財の素材として使われている銀・銅・鉄・鉛・錫の５種類の金属板を大気中に曝露し、色彩変化、重量変化・表面に発生した錆の成分分析および、彩色素材として使われている藍・群青・緑青・朱・丹・黄土など１１種の顔料・染料を塗った彩色板を作成して大気曝露し、色彩変化を測定した。

その結果、金属板の錆から検出された硫黄・塩素の量、金属板と彩色板の色彩変化は、大気汚染の濃度分布と極めて密接な関係にある、すなわち、大気汚染が金属製文化財の錆化や絵画・彫刻の色彩変化に大きな影響を及ぼしていることが証明された。

日本の伝統的倉庫建築である校倉が宝物の保存に効果があるといわれているが、本研究によって、木の断熱性と吸湿性による温度・湿度の調整効果とともに、大気汚染物質の浄化効果があり、奈良公園の樹木や春日山原生林も同様な温湿度緩和と大気汚染浄化の機能を果たしていることも明らかにした。さらに、奈良の風物詩である毎年8月の東大寺大仏や12月の薬師寺薬師三尊のお身拭いは、体に積もった酸性物質を含んだ埃を落として汚れを拭き取り損傷を防止する極めて効果の高い保存方法である。

3 結　論

文化財は自らの回復機能を持たないが故に、大気汚染による損傷は積み重なり、遂には消滅に至る。以前ならば60年は大丈夫といわれた銅板瓦や銅樋が、僅か10年足らずで錆びて穴があいた例があるように、自然劣化の十倍・数十倍もの速度で文化財は傷んでいる。1000年以上、大切に保護されてきた文化財が、僅か数十年で消滅する危機的事態にあると言えよう。

世界遺産 "古都奈良の文化財" の大気環境に改善の見透しはない。むしろ有害物質の種類や量は増加こそすれ減ることはなく、文化財周辺の樹木、森林も次第に減少している。大気汚染の軽減に思い切った措置が望まれるとともに、世界遺産の周辺に設定された緩衝地帯（バッファゾーン）を有効に活用し、奈良公園・奈良町や西の京地域とそれらをとり巻く樹木林などの自然環境や大気環境をも含む広い地域と空間－奈良盆地を視野にいれた保護に発想を転換すべきであろう。

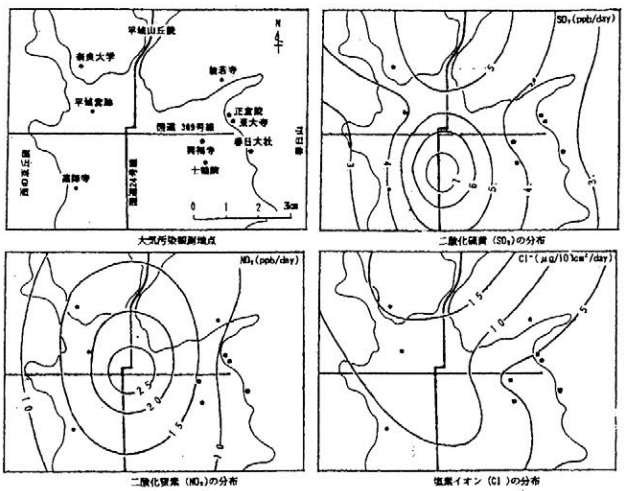


図　大気汚染測定地点と二酸化硫黄、二酸化窒素、塩素イオンの分布

表　金属板テストピースの錆に含まれる大気汚染物質の分析

観測地点	硫黄S（mg/100cm²）				塩素イオンCl^-（mg/100cm²）			
金属板	銀	銅	鉛	錫	銀	銅	鉛	錫
奈良大学	2.3	7.0	11.1	0.4	10.4	3.7	3.9	0.9
平城宮後	1.7	3.3	6.6	0.3	8.1	3.6	3.4	1.0
薬師寺	2.1	3.6	8.6	0.3	7.1	2.6	2.7	0.9
東大寺	2.0	5.4	7.7	0.1	7.9	2.9	3.3	0.7
興福寺	1.3	3.0	7.3	0.1	5.1	1.7	1.6	0.6
春日大社	1.6	3.3	7.3	0.1	4.1	0.9	1.1	0.4

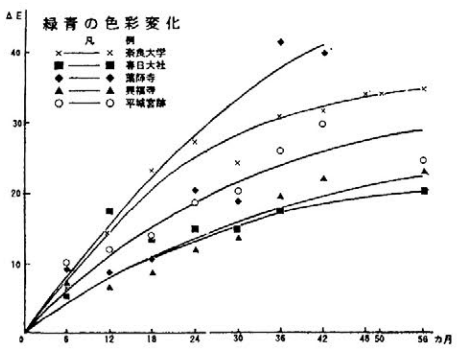


図　顔料・染料テストピースの色彩変化

25

床面に調湿建材を施工した気密型展示ケースの温湿度変化

○赤沼英男（岩手県立博物館）、宮野則彦（日本大学）
宮野秋彦（名古屋工業大学）

1．まえがき。博物館などにおける文化財の保存展示を目的とした展示ケースは、これまでの数十年の間に自然換気方式から次第に気密化の方向へ進んできているが、ケース内温湿度の調整にあたっては気密化による新たな問題も生じている。

筆者等は、各種密閉型ガラスケースの温湿度調整に関する系統的な一連の実態調査および実験的研究を行なって報告してきた[1]。

今回、独立形式の気密型展示ケースを対象として、その展示床面に各種調湿建材を施工した場合のケース内温湿度環境の比較測定を行なったのでその一部を報告する。

2．測定および解析方法。測定には、図1および表1の島型ガラスケースの展示床面上に表2に示した5種類の調湿建材を順次施工し、各季節ごとに略1週間ずつケース内ならびに展示室の温湿度の日変動を小型データロガーで測定して解析した。

調湿建材の設置は、厚さ0.125mm、密度1154.4K_g/m^3の表装用紙で包んで既往の床面を断湿した後に置いた。なお、展示床面の断湿材上に包装紙のみを置いた時および調湿建材を施工しない場合についても測定している。今後は別の表装材料についても測定する予定である。

調湿性能の算定は、既報で述べたＪＩＳの密閉箱法に定められた方法に準拠した[2]。

3．測定結果の検討。解析結果と測定例を表3および図2～3に示す。試料1は、従来、博物館等の壁付き展示ケースや収蔵庫に使われてきた珪酸カルシウム系の調湿建材に柿渋の希釈液を塗布したもので厚さは25mmである。試料3はシリカ系の内装用調湿建材で厚さ 6mmのものを

表1 試験用ケース

	内法寸法	外法寸法
幅	84.3cm	85.5cm
奥行	54.2cm	55.4cm
高さ	52.3cm	53.9cm

表2 試験用調湿建材

1	珪酸カルシウム系（柿渋）
2	珪酸カルシウム系（ミルクカゼイン）
3	シリカ系
4	セラミック系
5	ゼオライト系

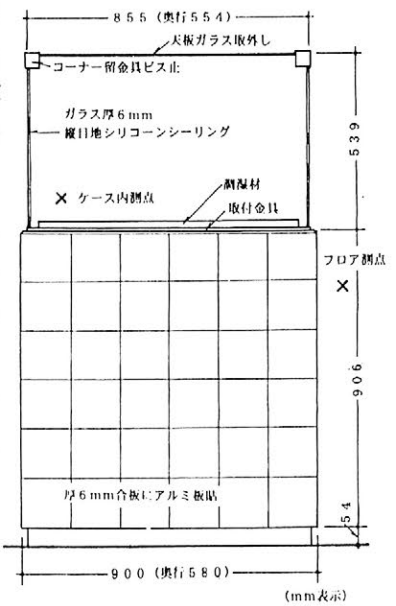


図1 独立型密閉展示ケース

表3 解析結果の一例

試料番号	θ	ϕ	v	θ_f	ϕ_f	v_f	Θ	Φ	V	Θ_f	Φ_f	V_f	η	ν	ξ	m	M
1	23.6	55	11.6	23.1	58	11.9	2.9	2	1.8	3.0	4	3.1	1.0	0.6	0.6	0.62	0.37
3	25.0	54	12.3	24.5	57	12.6	2.5	2	1.5	2.2	5	1.9	1.1	0.4	0.8	0.62	0.38

註） θ、ϕ、v：ケース内気温（℃）、相対湿度（%）、絶対湿度（g/m^3）、θ_f、ϕ_f、v_f：フロアの気温、相対湿度、絶対湿度、
Θ、Φ、V：ケース内気温、相対湿度、絶対湿度の日変動較差、Θ_f、Φ_f、V_f：フロアの気温、相対湿度、絶対湿度の日変動較差、
η、ν、ξ：ケース内外気温、相対湿度、絶対湿度の日変動較差の比、m：試験時の吸放湿量（g/m^3℃）、M：試料の吸放湿量（g/m^2℃）

使用した。なお今回施工した調湿建材の表面積はいずれも略800mm×500mmである。

図２は加湿暖房時で、図３の場合は気温上昇のため暖房は停止している。表３に示すように、ともにケース内の相対湿度の日変動較差は２％以内に収まっており、展示室内に対する較差の比は0.4～0.6である。なお、調湿建材の湿度調整性能は、大気中の絶対湿度の上昇に伴って材料の含水率が増加する夏季に向かうほど大きくなることは既に述べた[3]。

図２および３に並記した調湿建材の無い場合の相対湿度に比べると、ケース内の相対湿度変動が調湿建材の調湿効果によって約 1/4に減衰していることが分かる。

吸放湿量は、試料１、３共にM＝0.37～0.38g/m²%で概ね同程度の結果が得られている。

４．むすび。壁付展示ケースの床面に調湿建材を施工した例は強度面での制約もあり未だ例を見ないが、周壁が全てガラスで構成された島型展示ケースでは床面以外には調湿建材が施工できないこともあって、今回一つの試みとして１年間に亙る測定を行なっている。測定の進行に従ってその他の調湿建材の結果についても逐次報告したいと考えている。

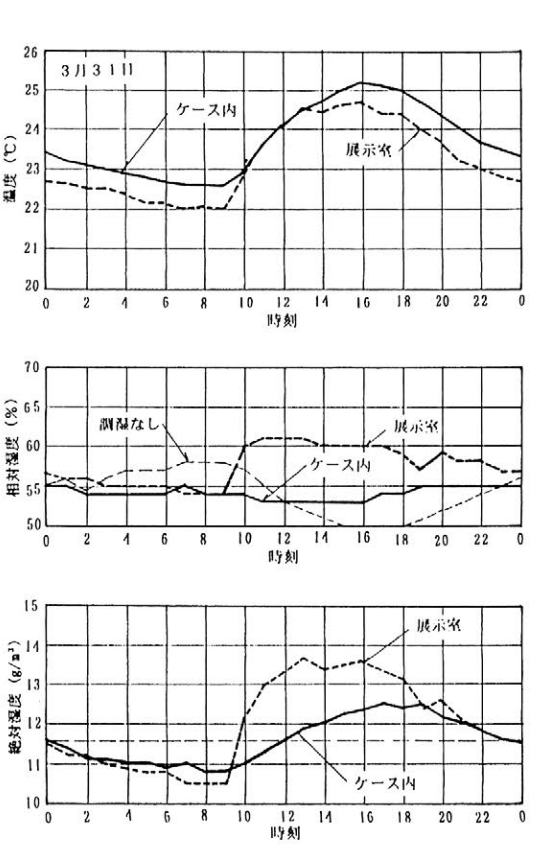


図２　測定例　１（珪カル系調湿材－K）

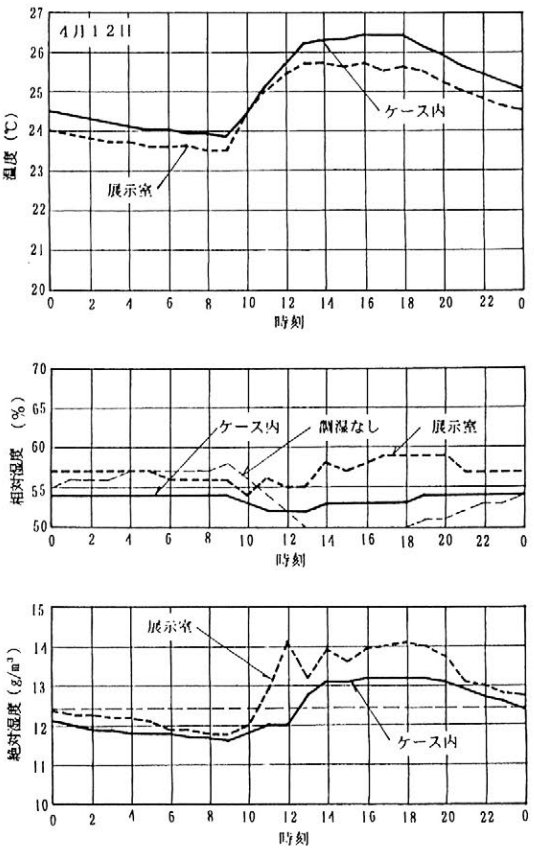


図３　測定例　２（シリカ系調湿材）

1) 宮野則彦、赤沼英男、水谷章夫、宮野秋彦：保存展示を目的としたガラスケースの内部温湿度変動；空気調和・衛生工学会中部支部学術研究発表会論文集、第2号、2001年3月.

2) 赤沼英男、宮野則彦、水谷章夫、宮野秋彦：展示ケース内の温度熱環境上の諸問題と対策；日本文化財科学会第16回大会研究発表要旨集、1999年6月.

3) 赤沼英男、宮野則彦、神谷清仁、村田豊、水谷章夫、宮野秋彦：保存環境湿度と材料の含水率の関係；日本文化財科学会第15回大会研究発表要旨集、1998年7月.
赤沼英男、宮野則彦、神谷清仁、水谷章夫、宮野秋彦：設計、施工面から見た調湿建材と保存展示環境；日本文化財科学会第16回大会研究発表要旨集、1999年6月.

はたけ古土壌の微細形態学的分析
－群馬県下で検出された火山性噴出物直下のはたけ－

○宮路淳子（京都大学/日本学術振興会）　坂口　一（群馬県埋蔵文化財調査事業団）
平山良治（国立科学博物館筑波実験植物園）

1．はじめに

群馬県下では、多くの遺跡が6世紀初頭～中葉に降下した榛名山二ツ岳火山灰（Hr-FA）・軽石（Hr-FP）層によって覆われている。特に、榛名山に近接する子持村では、黒井峯遺跡、西組遺跡など、古墳時代の集落全体が埋没した状態で検出されている例があり、同時代の集落構造、生業活動等について多くの情報を残している。今回の分析では、耕作土壌（以下はたけ）が火山性噴出物によって往時のそのままの状態で良好に保存されていることが予想された。

今回の我々の研究の目的は、古代農業活動の一端を知るために、考古学的にはたけと認識されている遺構の実態を土壌学的に明らかにすることである。そのために、良好なはたけ遺構が検出されている子持村の軽石（Hr-FP）層直下および青森県野木遺跡（10 世紀前半）の埋没はたけ耕作土を採取し微細形態学的に解析した。また比較解析のために現世のはたけ耕作土の解析を行った。

2．解析の方法

土壌の微細形態学の特性とは、顕微鏡的視野で過去の履歴を、土壌構造を崩すことなく現地のままの状態で観察できる分析法であることである。方法としては、専用の金枠を用いて遺跡から不撹乱の土壌を切り取り、樹脂によって固化し大型の薄片試料（8×15あるいは8×20cm）を用いて土壌構造を形態的に分析する。観察には実体顕微鏡・岩石顕微鏡を用い、画像をコンピューターに取り込んで画像解析を行った。また比較のために、近隣の現世の耕作地の耕作土壌試料についても併せて解析を行った。

3．はたけ耕作土壌の微細形態

この分析方法を用いることによって、古はたけ耕作土に特有のいくつかの特徴および内包される有機物・無機物の観察・同定が可能となった。

写真1は、子持村吹屋三角遺跡（群馬県埋蔵文化財調査事業団）の　FP 層直下（6世紀中葉）畝状遺構から採取した土壌断面である。グランドマスは、褐色～茶褐色（PPL）の細砂～中砂と鉱物粒子、炭化物粒子から構成される。粒径は小さく全体にほぼ揃っている。また中には火山ガラス、長石などの鉱物が非常に細かく砕かれた状態で含まれている。円または楕円状、直線状、ジクザク状など多様な形状を呈する孔隙が非常に多い。孔隙は径1mm 以下が多く最大径は 5mm 前後、線状の孔隙の長さは 2～3mm から 10mm 前後である。ここに見られる孔隙は土壌中に棲息する生物に由来するものと考えられ、活発に活動していた様子が考えられる（土壌化が活発＝肥沃な土壌）。それに対して写真2は、同遺跡の耕作地ではない場所から採取した土壌断面である。自然土壌（＝非耕作土壌）に多い亜角塊状構造をなす様子から、写真1ほど土壌撹乱を受けていないことがわかる。また孔隙はほとんどみられず、土壌生物の活動が不活発（土壌生物が棲息を好まない＝肥沃でない）な様子を示すと考えられる。

写真3は、写真1の一部を高倍率で撮影したものである（PPL）。生物（植物の根・ミミズ）によるチャンネル微細構造がよく観察できる。炭化物も多数含んでおり、植物に由来するものと考えられる。

写真4・図1は、青森県野木遺跡（青森県教育委員会　2000）から採取した平安時代の古はたけ耕作土の

断面である。写真１と同様に全体に粒土が細かい。耕作土の一部に炭化物の集中部があり、植物の種子である可能性が考えられる。

写真１・４の微細形態は、現世のはたけ耕作土壌と比較しても孔隙率、グランドマスなどからなる微細構造に共通性が多く見られる。また写真２は、現世の非はたけ耕作土と団粒構造に共通点がみられる。これらのデータを総合的に解析すると、今回分析に用いた試料は、畝をもつはたけの耕作土である蓋然性が高い。このことはこれまでの考古学的な知見と一致する。よって、遺跡から検出される古耕作土に関して多くの情報を与える微細構造的データとなり、基礎試料とすることができる。今後さらに比較試料のデータを蓄積し、古耕作土に関するデータベースを構築し、従来調査段階での認識が困難とされてきた古耕作土の調査に寄与していけるものと考える。

＊用語は『土壌薄片記載ハンドブック』(Bullock,P. et al. 著、平山良治他　訳　1989）による。

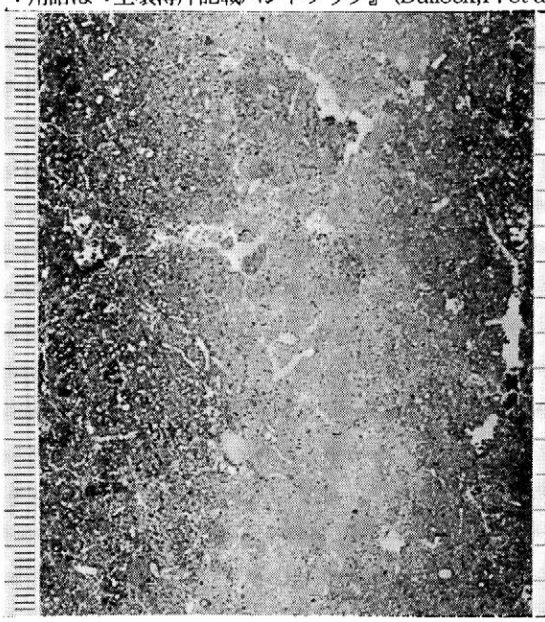


写真１　吹屋三角遺跡　はたけ土壌

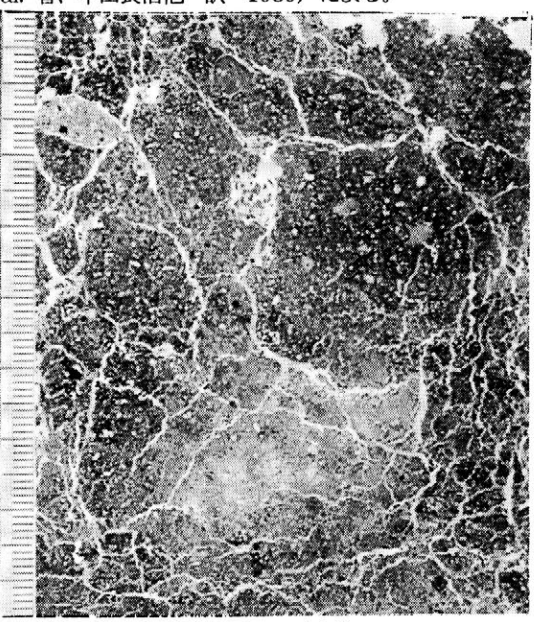
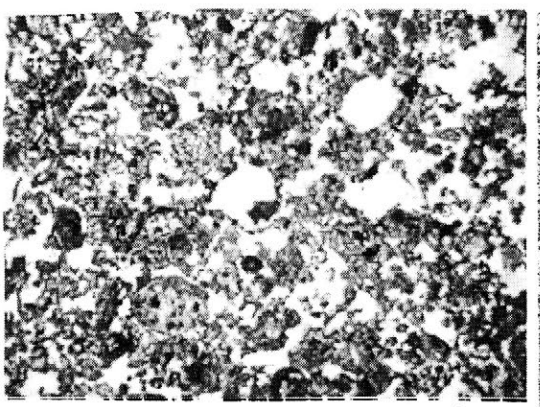
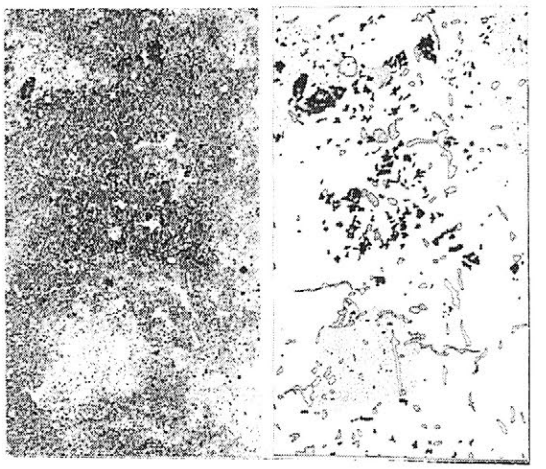


写真２　吹屋三角遺跡　非はたけ土壌



（左）写真３　吹屋三角遺跡　はたけ土壌（×10）.



（右）写真４・図１　野木遺跡　はたけ土壌

条界線に相当する畦畔の築造・維持・廃棄過程とその微細形態学的特徴
—大阪府意岐部(おきべ)遺跡第5次調査の事例—

別所秀高（財団法人東大阪市文化財協会）・井上伸一（同）

意岐部遺跡は河内平野の中央に位置する（図1）。2000年度に実施した第5次調査では、古墳時代前期、同後期、奈良時代末～平安時代の遺構・遺物が検出された。なかでも幅5mを上回ると予想される畦畔遺構は、布施市史編纂委員会編(1962)で示された「若江・渋川郡地方の条里想定図」の十条と十一条の境界にあたる条界線に一致し、周辺地域で条里界線が敷設されたのは遅くとも奈良時代末ごろまで遡る可能性が出てきた。本発表ではこの条界線に相当する畦畔の築造・維持・廃棄の過程を明らかにするために、現地で層序学的な記載を行った後に、畦畔遺構部分とすぐその脇に分布する畑の作土層から不撹乱堆積物試料を採取し、樹脂で固化したうえで土壌薄片を作成し、それらの特徴を記載した。

意岐部遺跡の地層（図2）は下位より、細礫～中粒砂層、その上を浸食的に粗粒～細粒砂層が覆う。前者はA.D.3C、後者はA.D.5Cに堆積したもので、いずれも洪水氾濫堆積物である。いずれの堆積層の上面にも当該時期の遺構がみられた。

これらの上位にはマッシヴな砂混じりシルトが載る。本層は人為的に攪拌されていることや、下層との境界で畝立て溝がみられることから、畑の作土層と認定した。下層の砂礫や周辺が排水不良時に溜まった後背湿地のシルト～粘土を母材にして造られた畑の作土と考えられる。

また、本層中には酸化鉄の沈着が著しく、やや土壌形成が認められ、根痕が観察されるところがあり、この部分を平面的に観察すると、幅5～6m、長さ40m以上にわたって東西方向にのびる畦畔遺構であることが判った。なお畦畔遺構部分には版築や上方へ積み上げた痕跡はなかった。

畦畔遺構部分と畑作土層部分には明瞭な境界がなく、前者に酸化鉄や根痕が認められること以外に岩相に差異がなかった。両者間の違いを明確にするために土壌薄片（図3）で観察すると、後者には畑作土に特徴的な粒団（松田・別所1997）が多数存在することや砂礫をより多く含んでいることが、前者はマトリクス部分が泥がちであることわかった。

いっぽう、畦畔遺構からはA.D.8C末より新しい考古遺物が産出せず、畑作土層からはA.D.3C、5C末の遺物に混じってA.D.8C～12Cのものが産出した。このことで本層と下層との境界が初現的には8C末の加工面として認定でき、畑作土部分の加工面はA.D.12Cにかけて更新され続け、畦畔遺構部分はその後改変されることはなかった。

畑作土層の上位にはこれを母材にして造られた近世～近代の耕作土が覆う。本層の上位には土壌形成があり、下位にはイネの根痕や酸化鉄、酸化マンガンがみられことから、水田の作土層と判断される。この作土の造成にともなって古代以降の堆積層が大きく削平された。いっぽう同時期には畦畔遺構の脇に人工水路が設けられ、おそらくはこの時の排土を畦畔に盛土され、畦畔が一段高くなった。以降、明治時代や昭和時代初期に大きな削平を受け、完全に消滅した。

以上より、本調査地点で見つかった条界線相当畦畔は、(1)奈良時代末頃の周辺の畑の造成とともに造られた。(2)あくまでも土地区画を意識したもので、版築や盛土の痕跡はない。(3)畦畔遺構には根痕や土壌形成が認められることから、長期間にわったて放置されていたと考えられる。ヒトや荷車などの往来は、調査地北側を通る暗越(くらがりごえ)奈良街道が役目を担っていたためだろう。(4)江戸時代末ごろに畦畔脇に人工水路が設けられ、同時に畦畔は一段高くなった。依然、畦畔は土地区画を意識されたものであったと考えられる。(5)明治時代になって周辺が大きく改変され、土地を区画する機能が失われた。

20001.04.30 e-mail : *bessho@kcn.ne.jp*

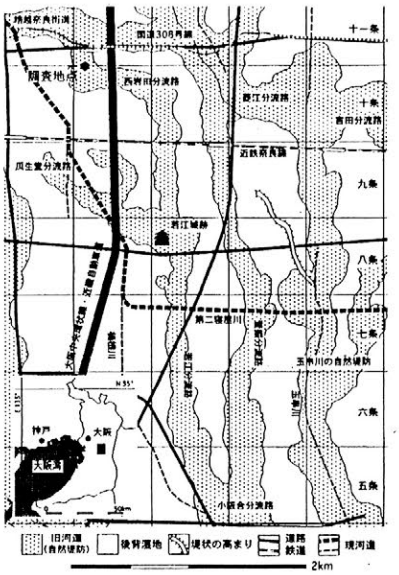
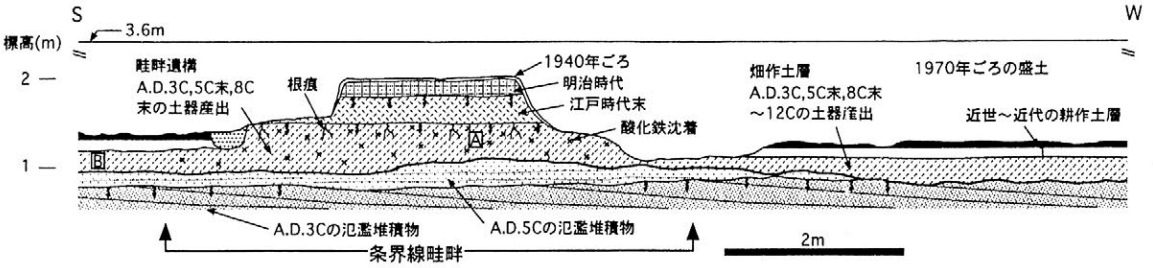


図1　意岐部遺跡第5次調査地点と周辺の地形分類および旧河内國若江郡の想定条里界線．地形分類は1942年撮影の空中写真から判読．想定条里界線は布施市史編纂委員会編（1962）にもとづく．

図2　意岐部遺跡第5次調査地点の地層断面模式．A, Bは不撹乱試料の採取地点．



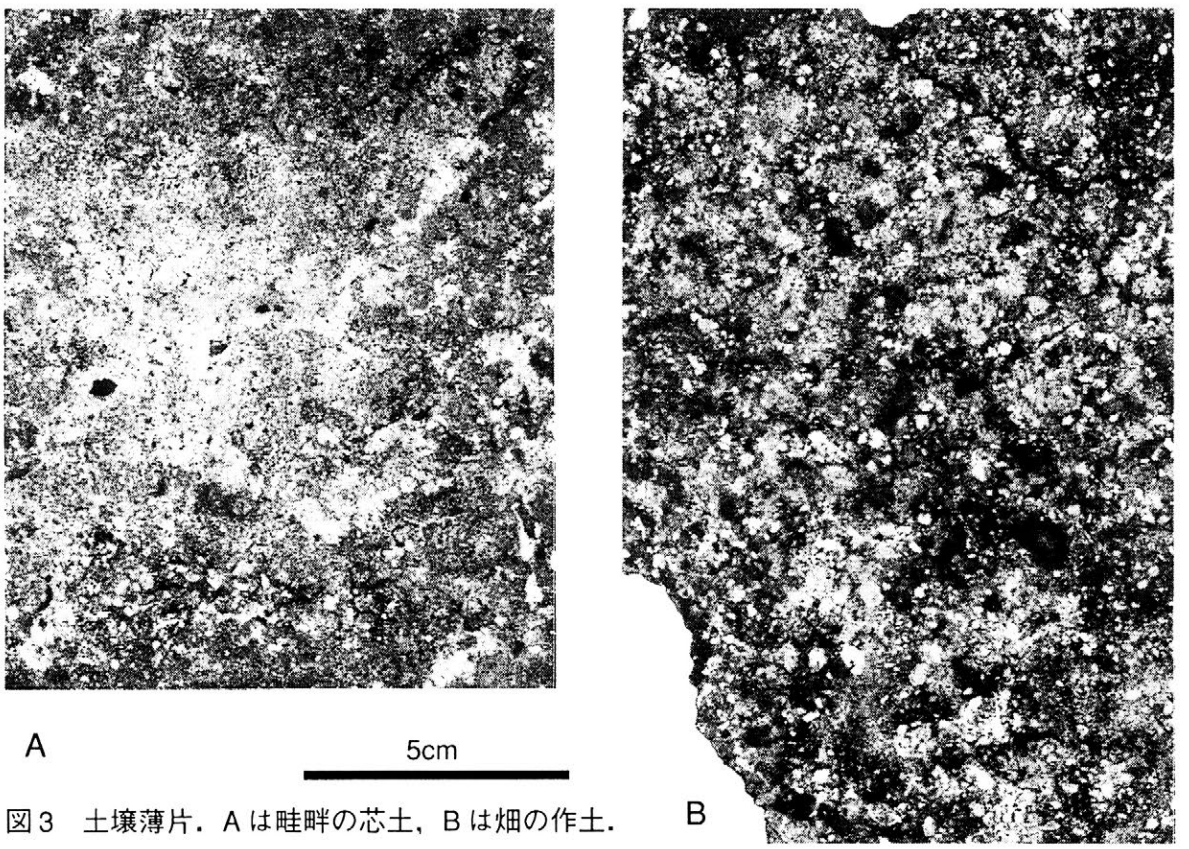


図3　土壌薄片．Aは畦畔の芯土，Bは畑の作土．

大阪府布市遺跡の中世畑地耕作土にみられた微細堆積相

松田順一郎（財団法人東大阪市文化財協会）

はじめに

本研究の目的は、大阪府東大阪市布市遺跡（図1）で検出された平安時代から室町時代にかけての畑地耕作土の微細堆積相(microfacies)を観察し、調査地における当時の畑地耕作のありかたと、耕作地開発における地形条件を推測することである。土壌微細形態学の手法をとりいれながら、遺跡マトリクスを構成する堆積物の堆積相を検討し、人為と自然の堆積環境を復原することをめざす。「微細堆積相」の概念は、Courty(2001)にもとづく。

布市遺跡の畑地跡

布市遺跡の畑地跡は、1998年の下水道工事に伴う竪坑掘削工事にともなって見つかった。標高約5mの地表下2～2.3mに、近隣の調査地との層序対比から1569年の地震によると考えられる泥質堆積物の変形ゾーンがみられ、その下位の地表下2.3～3.3m付近までに層厚30～40cmの、2枚の砂礫質シルト層がみとめられた（図2）。ともに巨視的には塊状で、暗灰色を呈し、細粒の中礫以細の砂礫と泥が混合した粒径組成をなす。上部の砂礫質シルト層からは、室町時代のものと考えられる土師器破片が、下部の層からは、平安時代末の黒色土器破片が出土した。それぞれの砂礫質シルト層の基底をなす礫質砂層(一部はその下位の泥層)の上面には、東北東－西南西方向に約1～0.8mの間隔で平行して伸びる溝がみとめられた。上部の溝は浅く不明瞭であったが、下部の溝は幅60cm、深さ20～30cmで明瞭であった。これらは、砂礫質シルト層に充填されていた。

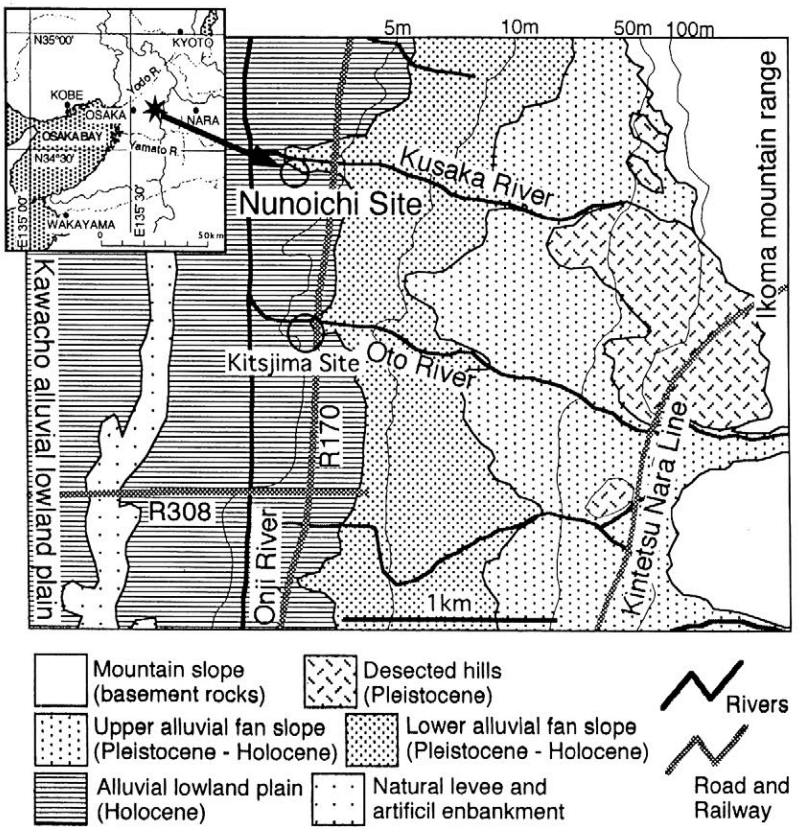


図1　布市遺跡の位置と遺跡周辺の地形

両層は、詳細に観察すれば、約2cm以下のさまざまな大きさの粒団状の構造単位からなり、中礫クラスの角礫状の泥のブロックを含む場所があることや、粗しょうで孔隙に富む部分があることなどから、人為的な撹乱を想定し、畑地耕作土層と認定した。また、両層の基底部にみられる溝は混層のための土砂取り、芯土破砕、あるいは排水のために掘られたと考えられる。各耕作土層の上面はいくらかの起伏はみとめられたが、確実な畝は検出されなかった。

畑地は、つねに砂礫層をベースに造成されており、調査地が位置する日下川扇状地扇端部の土砂流出が、畑地形成の重要な要因であったことを示している。この状況は、調査地南方約700mにある北島遺跡（図1）でもみられた(松田，1996)。

堆積物の観察

より詳細に、畑地耕作土の堆積相を観察するため、15×15×6cmの不撹乱試料を採取した。これらは風乾の後、垂直断面にあたる面にシアノアクリレート接着剤を薄く含浸させて固め、研磨して、いわゆるメソスケール(×1～20)での観察をおこなった。その結果、一枚の畑地耕作土層の上下で粒団の発達程度、孔隙の多さや分布、水平方向の断続的な葉理ないし薄いレンズ状の構造の分布、砂礫の集中部分、炭片(あるいは灰)、骨片などの混入などがみとめられた。これらの成因や、供給源について現在検討中である。さらに、研磨ブロックから堆積物の一部を切り取り、薄片を作成してより詳細な検討を行なう予定である。

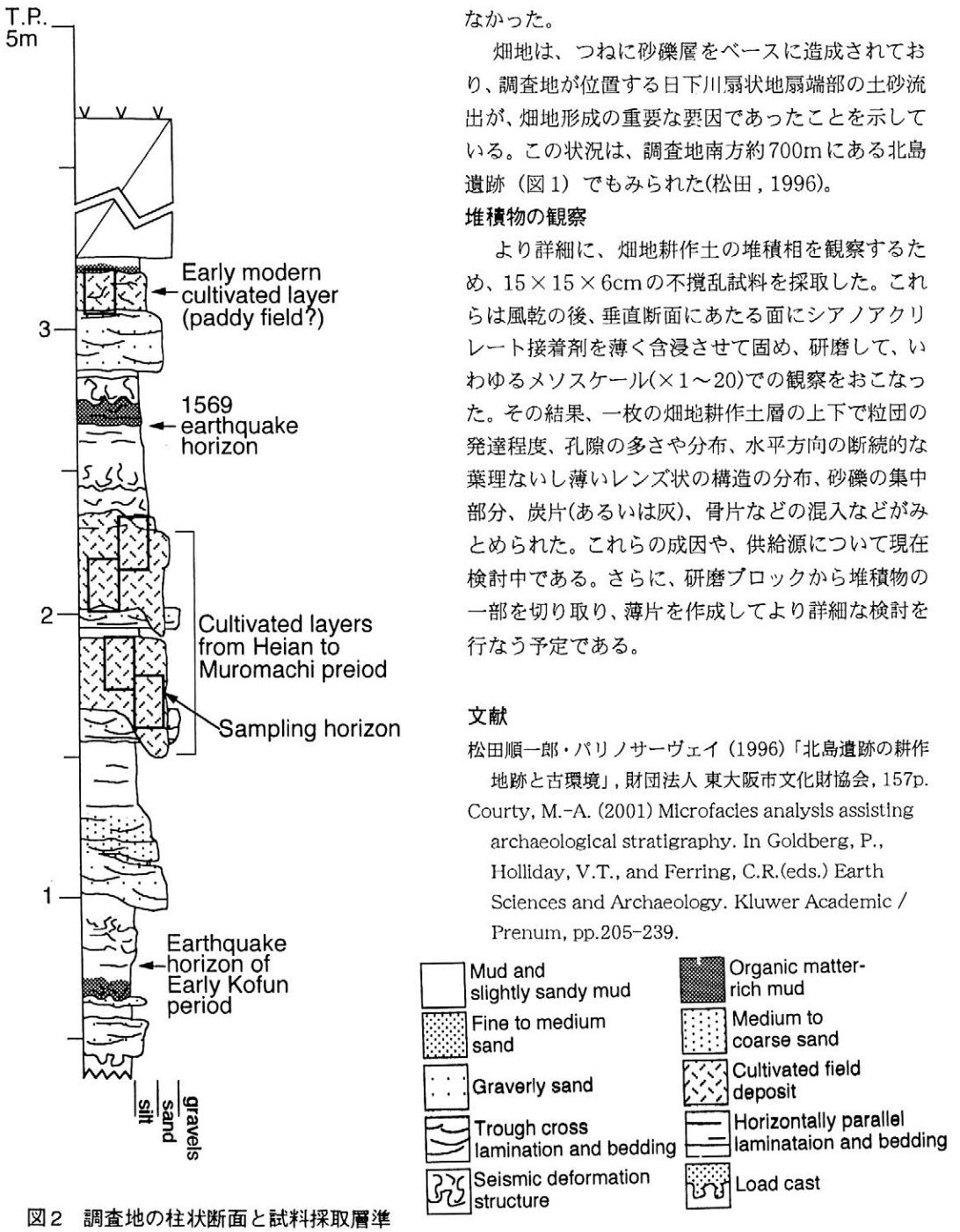


図2　調査地の柱状断面と試料採取層準

文献

松田順一郎・パリノサーヴェイ（1996）「北島遺跡の耕作地跡と古環境」，財団法人 東大阪市文化財協会，157p.

Courty, M.-A. (2001) Microfacies analysis assisting archaeological stratigraphy. In Goldberg, P., Holliday, V.T., and Ferring, C.R.(eds.) Earth Sciences and Archaeology. Kluwer Academic / Prenum, pp.205-239.

三角縁神獣鏡、三次元データ・ベースの構築

○今津節生（奈良県立橿原考古学研究所）・鈴木　勉（東京都職能開発センター）
河上邦彦（奈良県立橿原考古学研究所）・宮原晋一（奈良県立橿原考古学研究所）

1．はじめに

長年にわたる三角縁神獣鏡の研究は、図像配置の研究、編年研究、同笵鏡の分有関係の研究や鋳造技術の復元的研究など多義に及んでいる。これまでに、図像配置や編年、同笵鏡の分有関係の研究について多くの研究成果が蓄積されてきた。しかし、同笵・同型鏡論争に見られるように、鋳造技術については定説がなく、加工技術については、これまでほとんど議論されてこなかった。これは、鏡の実物資料を一同に集めて比較検討する機会が少ないために、平面写真や拓本・図などの二次元的な情報を基礎にして三角縁神獣鏡の研究が展開されてきたためと考えられる。このような従来の研究に対して、われわれは、近年著しい進歩を遂げる精密光計測技術、デジタル化技術を応用し、内部構造や立体情報を含めたデータベースを提案する。

2．研究の方法

本研究ではレーザー光を用いた三次元非破壊精密計測を使って三角縁神獣鏡を計測し、三次元 CAD による立体像を作成する。この CAD 画面に任意の方向から陰影をつけて観察し、任意の位置で断面を計測する。さらに、透過Ｘ線透過画像のデジタル化によって、鏡の内部欠陥を比較検討する。また、デジタルマイクロスコープによる拡大画像によって鏡の加工痕跡を比較検討する。このような研究手法を駆使して、鋳造技術や加工技術に関する研究を進める。

3．研究の成果

3-1 鋳造欠陥から湯口を推定する

鋳造欠陥のうち、金属内部の空孔や表面の変形は、高温に溶けた金属を流し込む湯口付近に生じやすい。そこで、Ｘ線透過撮影を使って鏡の内部構造を観察し、三次元計測装置を使って、鏡の縁の微妙な変形を観察した。その結果、Ｘ線で確認した空孔のある場所と縁の変形の場所が、ほぼ一致することが判明した。このようにして推定した場所を「推定湯口」と呼ぶ。さらに、推定湯口の場所から、鈕のある鏡の中央にかけて、垂直方向に肌が荒れて文様が不鮮明になっている鏡が多いこと、湯口の方向と鈕孔の方向が近似することもわかってきた。

先ず、同文様鏡群（同笵・同型鏡）について観察を進めた。その結果、椿井 M4 号鏡と黒塚 21 号鏡では、湯口の位置は、いずれの鏡も２人の神像の左寄りにあると判断できた。また、黒塚 16 号鏡、18 号鏡、椿井 M21 号鏡の同文様鏡（同笵・同型鏡）を比較すると、湯口の位置は神像と神像の間にあると判断できる。このように、椿井大塚山や黒塚の鏡群を見る限り、同文様鏡（同笵・同型鏡）は、湯口まで同じ可能性が高い。

一方、三角縁神獣鏡は考古学的な研究から、３つの製作集団に集約できるという岸本直文氏の研究がある。そこで、製作集団ごとに推定湯口を比較してみた。たとえば、四神四獣鏡群の中でも写実的なグループ（表現①）に分類される椿井 M4 号鏡・黒塚 21 号鏡や黒塚 16・18 号鏡・椿井 M21 号鏡などの推定湯口は、神像を上下に置いたときの神像の真上あるいは左にある。しかし、同じ四神四獣鏡の中でも文様が硬直化したグループ（表現②）では、黒塚９号鏡・椿井 M34 号鏡のように、傘松文を水平に置いて直行する位置に湯口を推定できる場合がある。

一方、陳氏作鏡に分類されるグループ（表現⑥、⑦）は椿井 M11 号鏡や椿井 M20・M31 号鏡を見る限り、傘松文を上に置いた位置に湯口を推定できる例がある。また、二神二獣鏡群に分類されるグループ（表現④）は黒塚 24 号鏡・椿井 M３号鏡や椿井 M23 号鏡のように、突出した４本の乳を上下左右に置いた位置に湯口を推定できる。以上のように、推定湯口の位置は製作集団によって特徴があることが判明しつつある。

3-2　修正痕跡から鋳造技法を推定する

三次元計測した鏡のデータを写真のように加工し、同一方向から陰影をつけて観察することで、詳細な文様の違いを比較検討することが可能になる。しかも、任意の方向で断面を比較することもできる。

たとえば、黒塚9号鏡と椿井M34号鏡の2枚の同文様鏡（同笵・同型鏡）を比較すると、黒塚9号鏡から椿井M34号鏡へ、同笵の証拠となるような鋳型に生じた欠落面の拡大を観察できる（図1上）。また、椿井M34号鏡には、拡大した欠落面の上に、鋸歯文を追加した痕跡も観察できる（図2上）。さらに、黒塚34号鏡には、同型の証拠となるような文様の追加が確認できる（図2下）。断面を観察すると、椿井M34号鏡は原型から鋳型を作製した際に、柔らかい真土の上から、新たに文様を追加したと考えられる（図3）。このような観察結果から、この同文様鏡群には、同じ鋳型を連続的に使用する方法（同笵）と原型に粘土を押しつけて型をとる方法（同型）が混在していたと推定できる。

図1　黒塚9号　文様の欠落（上）
三次元画像で見た獣像文様（下）

図2　椿井大塚山M34号　文様の修正（上）
三次元画像で見た獣像文様の追加（下）

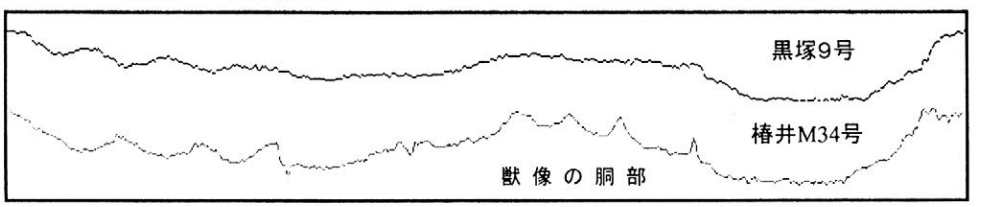


図3　獣像文様の断面比較　　黒塚9号（上）　　椿井大塚山M34号（下）

4．まとめ

X線透過撮影画像のデジタル化や三次データのデジタル画像化を進めることで、三角縁神獣鏡の鋳造・加工技術について、新たな見解を得ることができた。特に、コンピュータを使って三次元データを加工することで、実物資料が目の前にあるかのように、詳細に遺物を観察することが可能になった。今後、これらのデータが公開されれば、考古学研究に広く寄与すると考えられる。

なお、本研究を進めるにあたって、山中一郎教授をはじめ京都大学総合博物館の皆さまにご協力をいただきました。深く感謝いたします。