

日本文化財科学会第13回大会
研究発表要旨集

1996年 6月15日(土)・16日(日)

東京学芸大学

日本文化財科学会第13回大会・1996年度総会プログラム

日 時 1996年6月15日（土）・16日（日）
会 場 東京学芸大学：小金井市貫井北町4-1-1
日 程

第1日 6月15日（土）

9:00	受付開始
9:45	開会挨拶（会長）
10:00～12:10	口頭発表
13:20	特別セッション開催 挨拶（実行委員会委員長）
13:30～16:10	特別セッション
10:00～17:20	ポスターセッション 展示 (16:20～17:20 解説)
17:30～19:30	懇親会

第2日 6月16日（日）

10:00～16:20	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)
11:20～12:20	総会
16:20	閉会

口頭発表 [於：芸術館ホール]

●第1日● 6月15日(土) 10:00~16:10

<年代測定>

- 1 石英粒子からの赤色熱ルミネッセンス法を用いた土器片の年代の評価
(10:00) ○橋本哲夫(新潟大学・理学部)・手代木泰浩(同) --- 12
- 2 長石粗粒子法による高森遺跡テフラのTL年代
(10:20) ○長友恒人(奈良教育大学)・藤本研(同)・阿部博志(東北歴史資料館)・須田良平(同)・山田晃弘(宮城県教育委員会) --- 14
- 3 宮城県北部の旧石器出土層準の古地磁気層序
(10:40) 広岡公夫(富山大学理学部地球科学教室)・田中彰子(同)・川浪英子(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) --- 16

[11:00~11:10 休憩]

<古環境>

- 4 青森・三内丸山遺跡出土のクリ遺体のDNA解析
(11:10) ○山中愼介(静岡大学農学部)・岡田康博(青森県埋蔵文化財調査センター)・佐藤洋一郎(静岡大学農学部) --- 18
- 5 古代~中世における自然環境から人為環境への変遷過程
(11:30) --- 20
—愛知県大毛沖遺跡を例として—
○鬼頭剛(愛知県埋蔵文化財センター)・永井宏幸(同)・森勇一(三重大学生物資源学部)
- 6 神奈川県中部伊勢原断層周辺の地震遺跡と古地震
(11:50) ○上本進二(神奈川県立旭高校)・上杉陽(都留文科大学) --- 22

[12:10~13:20 休憩]

<特別セッション> 「近世のやきものの産地と流通」 (13:20~16:10)

(13:20) 開催挨拶

- S1 招待講演 生産地からみた肥前陶磁器の諸問題 --- 2
(13:30) 村上伸之 (佐賀県有田町歴史民俗資料館)
- S2 招待講演 消費地遺跡からみた陶磁器研究の展望 --- 6
(14:20) 長佐古真也 (東京都埋蔵文化財センター)

[15:10~15:20 休憩]

- S3 即発γ線による陶磁器の主成分元素の非破壊定量法 --- 8
(15:20) ○末木啓介 (都立大・理)・佐藤渉 (同)・金子護 (同)・
中原弘道 (同)・富沢威 (慶大・文) 森本伊知郎 (同)

- S4 江戸で出土した壺屋焼陶器について --- 10
(15:45) ○小田静夫 (東京都教育庁文化課)・橋本真紀夫 (パリノ・サーヴェ
イ株式会社)・矢作健二 (同)・二宮修治 (東京学芸大学教育学部)

[16:20~17:20 ポスターセッション解説]

[17:30~19:30 懇親会 於：第二むさしのホール2F]

●第2日● 6月16日 (日) (10:00~16:20)

<保存科学>

- 7 出土木材の空隙率と最大体積収縮率の関係 --- 24
(10:00) ○高妻洋成 (奈良国立文化財研究所)・沢田正昭 (同)

- 8 脂肪酸エステル法による出土遺物の保存処理について --- 26
(10:20) ○井上美知子 ((財)元興寺文化財研究所)・増澤文武 (同)・
伊藤健司 (同)・川本耕三 (同)・菅井裕子 (同)・植田直見 (同)

<文化財科学一般>

- 9 FM-CW方式地中レーダの開発 --- 28
(10:40) ○亀井宏行 (東京工業大学)・内藤喜之 (同)・小林暁 (帝京平成大
学)・伊藤公一 (千葉大学)・関一 (長岡技術科学大学)
- 10 文化施設における展示環境の過乾燥化の実態について --- 30
(11:00) ○赤沼英男 (岩手県立博物館)・
宮野秋彦 (名古屋工業大学・名誉教授)

[11:20~12:20 96年度総会 於：芸術館ホール]

[12:20~13:20 休憩]

[13:30~14:30 ポスターセッション解説]

<材質・技法・産地>

11 熱膨張率と断面色調からみた縄文・弥生土器の焼成温度の推定 --- 32
(14:40) ○小林正史（北陸学院短期大学）・宮本正規（石川県工業試験場）

12 島根県荒神谷遺跡から出土した銅製遺物の化学組成 --- 34
(15:00) ○平尾良光（東京国立文化財研究所保存科学部）・
内田哲男（名古屋工業大学応用化学科）

13 中国青銅鏡の被膜状組織について --- 36
(15:20) ○鈴木稔（帝京大学山梨文化財研究所）・谷口一夫（同）・
王昌燧（中国科学技術大学）・井上嘉（帝京科学大学）

14 古代鉄釘中の微量元素の分布 --- 38
(15:40) ○岡田往子（武蔵工大・原研）・鈴木章悟（同）・平井昭司（同）・
平尾良光（東文研）

15 「青龍三年」銘銅鏡に付着する繊維状物質の科学的研究 --- 40
(16:00) ○佐藤昌憲（奈文研・客員）・増沢文武（〔財〕元興寺文化財研）・
小西孝（京都工繊大）

ポスターセッション [於：芸術館展示室]

●第1日● 6月15日（土） 11:00~17:20 展示 （16:20~17:20 解説）
10:00~11:00 展示作業

●第2日● 6月16日（日） 10:00~15:00 展示 （13:30~14:30 解説）
15:00~16:00 撤収作業

<特別セッション>

PS1. 近世土人形の胎土分析 --- 44
○鈴木忠貴（愛知県埋文）・八木佳素実（同）・三辻利一（奈良教育大）

- PS2. 施釉陶器の自然科学的研究 --- 46
 ○山本さざり（東京学芸大学）・齊藤孝正（文化庁美術工芸課）・齊藤努（国立歴史民俗博物館）・高塚秀治（東京工業大学）・田口勇（専修大学）

- PS3. 微量成分元素存在量 --- 48
 ―クラスター分析による陶磁器片の生産地推定―
 ○網干守（成城学園高等学校）・二宮修治（東京学芸大学教育学部）

＜年代測定＞

- P1. 年輪年代法の推定で生じる問題点とその解決法の試みについて --- 50
 野田真人（北大農学部）

- P2. 福井県三方町埋没スギ材；古年輪試料の¹⁴C年代測定 --- 52
 柴田せつ子（大阪府立大学・アイソトープ総合研究センター）・
 ○川野瑛子（同）・木村勝彦（国立環境研究所）

- P3. ベンゼン合成―液体シンチレーション計数法による放射性炭素年代測定
 ○川村秀久（（財）九州環境管理協会）・村山美保（同）・ --- 54
 佐伯国夫（同）・松岡信明（同）・高尾真一（同）・高島良正（同）・
 百島則幸（九大・理）

- P4. 光ルミネッセンス(OSL)年代測定の基礎研究―遺跡文化層の年代測定―
 長友恒人（奈良教育大学） --- 56

＜古環境＞

- P5. 糞石および水田土壌の土壌微細形態学的研究 --- 58
 松井章（奈良国立文化財研究所 埋蔵文化財センター）・
 平山良治（国立科学博物館筑波実験植物園）・
 宮路淳子（京都大学大学院人間・環境学研究科、日本学術振興会特別研究員）・
 リチャード・マックフェイル（ロンドン大学考古学研究所）

- P6. 北橘村田ノ保遺跡の古環境復元（2） --- 60
 ○長谷川福次（北橘村教育委員会）・
 辻本裕也（パリノ・サーヴェイ株式会社）・高橋敦（同）

- P7. 珪藻化石群集による低地堆積物の古環境推定について --- 62
 ―混合群集の認定と堆積環境の解釈―
 堀内誠示（パリノ・サーヴェイ（株））・高橋敦（同）・橋本真紀夫（同）

- P8. 中国・温帯ジャポニカの珪酸体密度およびその珪酸体係数 --- 64
 ○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）・
 王才林（宮崎大学農学部）・川尻佳文（同）・藤原宏志（同）
- P9. イネの機動細胞珪酸体形状に及ぼす環境の影響 --- 66
 ○王才林（宮崎大学農学部）・宇田津徹朗（同）・藤原宏志（同）・
 鄭雲飛（鹿児島大学大学院連合農学研究科）
- P10. 植物珪酸体分析による遺跡周辺の古環境推定（第3報） --- 68
 ー宮城県高森遺跡周辺における約50万年間の気候変動ー
 ○杉山真二（古環境研究所）・早田勉（同）
- P11. 遺跡から見た濃尾平野の地震発生履歴 --- 70
 服部俊之（（財）愛知県埋蔵文化財センター）
- P12. 大阪府八尾市田井中遺跡の泥質堆積物にみられた地震による変形構造
 松田順一郎（財団法人 東大阪市文化財協会） --- 72
- <材質・技法>
- P13. 土器に吸着された脂質の基礎的研究（3） --- 74
 押川克彦（国際基督教大学理学科）・○堀内晶子（同）
- P14. カマン・カレホユック遺跡出土灰色土器の焼成環境の推定 --- 76
 ○松永将弥（東京理科大学・理学部）・中井泉（同）・松村公仁（ベルリン大学）
- P15. ベトナムで発掘された陶磁器片の化学分析 --- 78
 ○松田泰典（東北芸術工科大学芸術学部）・塚田全彦（同）
- P16. ベトナム窯址出土青花の化学組成の分析 --- 80
 ーChu Dau 窯の遺物を中心にー
 ○二神葉子（東京国立文化財研究所国際文化財保存修復協力センター）・
 青柳洋治（上智大学アジア文化研究所）
- P17. 古代色ガラスの再現実験と放射光状態分析による発色機構についての考察
 ○足立峰子（東京理科大学）・中井泉（同） --- 82
- P18. PIXE分析による古代ガラスの元素組成 --- 84
 ○小泉好延（東大アイソトープ総合センター）・
 小林紘一（東大原子力研究総合センター）

- P19. 東京都新宿区下戸塚遺跡（西早稲田地区）出土の銅釧に観察される繊維組織の材質および技法にかかわる研究 --- 86
永嶋正春（国立歴史民俗博物館）・○板倉歆之（新宿区教育委員会）・小林青樹（岡山大学文学部）・徳澤啓一（國學院大學大学院）
- P20. 大泉五十の重疊式鑄造技術の復元 --- 88
○伊藤博之（和光金属技術研究所）・斎藤努（国立歴史民俗博物館）・大橋一隆（同）・高橋照彦（同）・西谷大（同）
- P21. 汐留遺跡出土の鉄道資料の分析 --- 90
○大橋一隆（国立歴史民俗博物館）・斎藤努（同）・高塚秀治（東京工業大学）・岩崎廉（神奈川高度技術支援財団）
- P22. 群馬県榛名山東麓地域における縄文時代から平安時代の住居構築材の用材
橋本真紀夫（パリノ・サーヴェイ株式会社考古学研究室）・ --- 92
高橋敦（同）・大塚昌彦（渋川市教育委員会）
- P23. 北橋村北町遺跡焼失住居の構築材について --- 94
○長谷川福次（北橋村教育委員会）高橋敦（パリノ・サーヴェイ株式会社）
- P24. 滋賀県内出土赤色顔料関連資料調査（1） --- 96
中川正人（滋賀県文化財保護協会）
- P25. 細石刃に付着したタール状物質と伴出有機物の化学分析 --- 98
○小笠原正明（北大高等セ）・菊池強一（岩手埋文）
- P26. 浮世絵などに使用されている着色料の非破壊的同定を目的とした光ファイバーによる三次元蛍光スペクトルの測定法について ---100
○下山進（デン マテリアル 株式会社色材科学研究所）・野田裕子（同）・勝原伸也（版画家）
- <産地>
- P27. ヒスイ・碧玉製玉類の産地分析（5） ---102
○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）
- P28. 石器原材の産地分析（13） ---104
○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）

- P29. 武田石高遺跡（茨城県）から出土したガラス質黒色安山岩製石器の石材産地について ---106
 ○山本薫（筑波大学歴史・人類学系、日本学術振興会）・柴田徹（都立青山高校）・高松武次郎（国立環境研究所土壌環境研究室）・鈴木素行（ひたちなか市文化・スポーツ振興公社）
- P30. 石材利用の検討から見た縄文草創期の様相について（2） ---108
 ——千葉県市原市南原遺跡の石器石材の再検討結果を中心として——
 ○柴田徹（都立青山高校）・山本薫（筑波大学歴史・人類学系、日本学術振興会）・大塚達朗（東京大学文学部）・高松武次郎（国立環境研究所土壌環境研究室）
- P31. 北伊豆の縄文時代住居址から出土した黒曜石石器の原石産地 ---110
 ○高橋豊（沼津工業高等専門学校）・西田史朗（奈良教育大学）
- P32. 黒曜石の産地推定による南関東の細石刃文化の研究（Ⅰ） ---112
 ○望月明彦（沼津工業高等専門学校）・堤隆（御代田町教育委員会）
- P33. 蛍光X線分析によるトルコの黒曜石産地の判別（Ⅰ）—中央アナトリア—
 望月明彦（沼津工業高等専門学校） ---114
- P34. 東伊豆町峠遺跡における縄文土器の胎土分析 ---116
 ○矢作健二（パリノ・サーヴェイ株式会社考古学研究室）・橋本真紀夫（同）・植木真吾（同）・野中和夫（日本大学文理学部）
- P35. 土器の岩石学—石川県中島町ヤトン^{やち}谷内遺跡出土品の例— ---118
 ○根塚みのり（金沢大学理学部）・荒井章司（同）・中野壽（環境公害研究センター）
- P36. アルカリ長石抽出—鉛同位体比法による縄文土器産地推定の試み—
 ○坂本稔（国立歴史民俗博物館）・齋藤努（同）・西谷大（同） ---120
 ・高塚秀治（東京工業大学）
- P37. カマン・カレホユック遺跡出土土器の化学分析 ---122
 ○渡辺正純（東京理科大学理学部）・松永将弥（同）・中井泉（同）
- P38. 胎土分析からみた九州地域の初期須恵器の伝播 ---124
 三辻利一（奈良教育大）

- P39. 熊本県内古墳出土須恵器、土師器の胎土分析 ---126
 ○長谷部善一（熊本県教委）・中原幹彦（植木町教委）・
 美濃口稚郎（熊本市教委）・三辻利一（奈良教育大）・辻本良介（同）
- P40. 畿内の遺跡出土初期須恵器の胎土分析 ---128
 ○三辻利一（奈良教育大）
- P41. 胎土分析からみた唐三彩と奈良三彩 ---130
 郎恵雲（中国、西安市・西北大）・三辻利一（奈良教育大）・
 高場慎太郎（同）・中迫由希美（同）
- P42. 北部九州における弥生土器と甕棺の胎土分析（続報） ---132
 ○中園聡（福岡市教育委員会）・三辻利一（奈良教育大学）・
 松尾宏（甘木市教育委員会）
- P43. 福岡県甘木市栗山遺跡出土土器の胎土分析 ---134
くりやま
 ○松尾宏（甘木市教育委員会）・篠原浩之（同）・
 三辻利一（奈良教育大学）・中園聡（福岡市教育委員会）
- P44. 南九州における弥生・古墳時代土器の胎土と型式 ---136
 ○中村直子（鹿児島大学埋蔵文化財調査室）・中園聡（福岡市教育委員会）
 ・本田道輝（鹿児島大学法文学部）・三辻利一（奈良教育大学）
- P45. 皇朝十二銭の化学組成および鉛同位体比の分析 ---138
 ○齋藤努（国立歴史民俗博物館）・高橋照彦（同）・池田善文（山口県美
 東町教育委員会）・大橋一隆（国立歴史民俗博物館）・田口勇（専修大学）
- <保存科学>
- P46. 石材強化保存用シリコーン樹脂の物性評価－Wacker OHとSS-101－ ---140
 ○西浦忠輝（東京国立文化財研究所・国際文化財保存修復協力センター）
 ・大石不二夫（神奈川大学・理学部）・北原隆尚（同）・江渡隆（同）・
 車塚哲久（栃木県埋蔵文化財センター）
- P47. タイの遺跡における石材とその劣化（Ⅰ） ---142
 ー使用石材の概要とその劣化状況ー
 朽津信明（東京国立文化財研究所）
- P48. 超臨界乾燥処理を施した遺跡出土木材の長期保存中における吸湿・脱湿特性 ---144
 河越幹男（奈良高専）

- P49. 金属遺物の崩壊と可溶性塩類 ---146
 ○今津節生（奈良県立橿原考古学研究所）・
 肥塚隆保（奈良国立文化財研究所）・高場慎太郎（奈良教育大学大学院）
- P50. 堺市下田遺跡から出土した銅鐸の材質と埋蔵環境 ---148
 ○村上隆（奈良国立文化財研究所）・三ツ井誠一郎（動力炉・核燃料開発事業団）・仁木昭夫（（財）大阪府文化財調査研究センター）・西村歩（同）・藤田憲司（同）
- P51. 金属器の出土から展示公開まで その1 ---150
 ー福岡市比恵遺跡群出土の鑄造鉄斧ー
 本田光子（別府大学）・比佐陽一郎（福岡市教育委員会）・大澤正巳（たたら研究会）・白井克也（福岡市教育委員会）
- P52. 古代鉄製品の腐食に関する基礎的研究 ---152
 ○松井敏也（岡山大学大学院）・姜大一（韓国・国立文化財研究所）・村上隆（奈良国立文化財研究所）・高田潤（岡山大学）
- P53. エジプト、トゥール（al-Tur）遺跡出土コインの保存処理ー遠隔地における発掘現場での保存処理についてー ---154
 武田昭子（昭和女子大学文学部）・川床睦夫（（財）中近東文化センター・エジプト調査室）・権上かおる（（株）アグネ技術センター）
- P54. 美術・博物館用光源による天然色素染色布の変退色防止効果 ---156
 片野真意子（共立女子大学・家政学部）・森川知美（同）・○齊藤昌子（同）・河本康太郎（東芝ライテック）・高橋貞雄（同）
- P55. 文化財に及ぼす大気汚染の影響と評価（1） ---158
 ー大気汚染の実態と地域的比較ー
 ○門倉武夫（東京都埋蔵文化財センター）・小野拓士（東京学芸大学）・宇田川滋正（同）・大里美緒（同）・野中克彦（同）・本多美和（同）・二宮修治（同）
- P56. 文化財に及ぼす大気汚染の影響と評価（2） ---160
 ー金属板を用いた環境暴露実験ー
 ○小野拓士（東京学芸大学）・宇田川滋正（同）・野中克彦（同）・本多美和（同）・大里美緒（同）・二宮修治（同）・門倉武夫（東京都埋蔵文化財センター）

- P57. 文化財に及ぼす大気汚染の影響と評価 (3) ---162
 —大理石を用いた環境暴露実験—
 ○宇田川滋正 (東京学芸大学) ・ 小野拓士 (同) ・ 本多美和 (同) ・
 大里美緒 (同) ・ 野中克彦 (同) ・ 二宮修治 (同) ・
 門倉武夫 (東京都埋蔵文化財センター)
- P58. 湿度調節器、空気清浄機付き移動棚についての実験的考察 ---164
 ○門倉武夫 (東京都埋蔵文化財センター) ・ 岩原正宜 (熊本工業大学) ・
 宮崎邦雄 (金剛株式会社)
- <文化財科学一般>
- P59. 文化財科学研究史の一側面 —DavyとJewett ---166
 大沢眞澄 (昭和女子大学・文学部)
- P60. 経験としての「知」と科学としての「知」 ---168
 —民族誌と自然科学をつなぐ物質文化研究の理論的アプローチ—
 ○山内利秋 (東京芸術大学) ・ 小林正史 (北陸学院短期大学)
- P61. PIXE法による古文書片の微量元素分析 ---170
 ○河野益近 (京大工) ・ 吉田紘二 (同) ・ 森谷公一 (同) ・ 法澤恵造 (同)
 ・ 内藤正裕 (同) ・ 北尾啓和 (同) ・ 江南和幸 (龍谷大理工) ・ 前田英史
 (同) ・ 笠島聖 (同) ・ 田中利生 (龍谷大図書館) ・ 富沢威 (慶大・文)
- P62. 墨に含まれる微量元素のPIXE法による非破壊分析 ---172
 ○河野益近 (京大工) ・ 吉田紘二 (同) ・ 森谷公一 (同) ・ 法澤恵造 (同)
 ・ 内藤正裕 (同) ・ 北尾啓和 (同) ・ 江南和幸 (龍谷大理工) ・ 前田英史
 (同) ・ 笠島聖 (同) ・ 田中利生 (龍谷大図書館) ・ 富沢威 (慶大・文)
- P63. 稲のインディカとジャポニカの起源に関するレビュー ---174
 佐藤洋一郎 (静岡大学農学部)
- P64. 寛治元年 (1087) 銘経筒の検討 ---176
 西山要一 (奈良大学)
- P65. 遺跡にかかわる火山灰層中のシリカ鉱物 ---178
 ○新東晃一 (鹿児島県立埋蔵文化財センター) ・
 柿谷悟 (岡山理科大学理学部) ・ 三宅寛 (同)

- P66. 住居内炉跡および床の土壌微細構造 ---180
別所秀高（財団法人東大阪市文化財協会）
- P67. 城郭の調査における物理探査の適用（2） ---182
○小林恵（応用地質株式会社 歴史環境部）・軽部文雄（同）
- P68. 縄文時代泥炭層遺跡におけるボーリング調査の適用例 ---184
○峠美穂（応用地質株式会社）・小林照教（岩槻市教育委員会）
- P69. 古墳探査における3次元グラフィック表示の試み ---186
軽部文雄（応用地質株式会社）・田中章夫（同）
- P70. 兵庫県加古川市行者塚古墳の物理探査 ---188
亀井宏行（東京工業大学）・斎藤正徳（同）・工藤博司（桜小路電機(有)）
・菱田哲郎（京都府立大学）・加古川市教育委員会
- P71. 西都原古墳群における遺跡探査 ---190
○置田雅昭（天理大学文学部）・桑原久男（同）・
北郷泰道（宮崎県教育庁文化課）・
Deen Goodman（マイアミ大学地球物理学応用考古学探査研究所中島分室）
- P72. パラオでのテラス状遺構のCG（コンピュータグラフィックス）を用いた
分布図 ---192
伊藤雅乃（（株）パスコ）
- P73. 富山県梅原胡摩堂遺跡出土の“杓子形木器”の分析と画像処理 ---194
○五代雄資（（財）元興寺文化財研究所）・植田直見（同）・井上美知子
（同）・伊藤健司（同）・横山和美（（財）富山県文化振興財団）
- P74. スカイポールからの画像を用いた遺跡探査 ---196
○三浦定俊（東京国立文化財研究所）・川野邊渉（同）
- P75. 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（2）
――三次元形状計測による形状比較法の研究―― ---198
○塚本敏夫（（財）元興寺文化財研究所）・増澤文武（同）・
佐藤宏介（奈良先端技術大学院大学）・松本亮（株式会社オービス総研）・
内田勇治（同）

第一部

口頭発表

生産地からみた肥前陶磁器の諸問題

有田町歴史民俗資料館
学芸員 村上伸之

はじめに

自然科学と人文科学の協力。最近では、歴史の調査・研究の場でも、かなり頻繁に目にするようになった。中でも、遺跡という存在を核とした考古学と自然科学の結びつきは、考古学が人文科学の中では比較的自然科学に近いこともあり、一見それほど意識の隔たりを感じることなく、円滑に進展しているように見える。

ところが、今回のテーマとなる肥前陶磁器は別である。時に単発的な協力は見られるとはいえ、まだ継続的なシステムはなく、その方向性すらつかめていないのが実状である。

しかし、ここ10数年の間に急速に資料が蓄積され、客観的な科学として歴史を捉えられる環境がようやく整ってきた。今回はこうした現状をふまえ、今後自然科学と人文科学がどのような部分で協力できるのか、しなくてはならないのか、いくつかの例によって示してみたい。

1. 陶磁器の分類基準に関する問題

焼き物を分類する場合、通常、何気なく土器、陶器、磁器という表現を用いる。しかし本当に誰もが共通の概念で、これを認識しているかといえはかなり疑問である。つまり、それほど曖昧なものようである。ちなみに、概説書などでは、おおむね以下のような分類規定が示されている。

土器 粘土を原料とし、低火度で焼成した、透水性があり透光性のない無釉の焼き物。

陶器 粘土を原料とし、高火度で焼成した、透水性があり透光性のない有釉の焼き物。

磁器 陶石を原料とし、高火度で焼成した、透水性がなく透光性のある有釉の焼き物。

おそらくこの説明であらかた納得するのは自然科学の方々であり、変だと思うのは人文科学の方々ではなかろうか。これは主に原料などの性質による分類であり、もちろんまちがいはない。しかし、特に自分で出土した陶磁器を分類したことのある方なら実感されているように、現実的にはこの基準では分類できないし、事実されてもいない。通常人文科学でいう分類基準には、場合によっては、性質以上に技術的要素が優先される。たとえば、雑で陶器質の製品であっても、磁器の技術で生産されていれば、意識的に陶器質をねらったものでないかぎり磁器として分類している。

つまり、少なくとも複数の分類基準が並行していることになる。しかも歴史を遡れば、その時期や地域なりの基準が存在する。これを無視しては歴史研究そのものが成り立たない。こうした問題は、分野の壁を超えて検討してみる必要を感じる。

2. 磁器の原料に関する問題

前記した分類について、もう一つ留意しておかなければならない点がある。原料の問題である。記したように、陶磁器の分類には複数の基準が存在している。しかし、これは序の口、こうした基準は国によっても様々なのである。この中では、日本の基準は比

較的陶器と磁器の境は明確である。それは、粘土と陶石、つまり原料の違いで分けているからである。

ところが、真実はそう単純なものではないようだ。実は、単味の陶石で磁器が生産されてきたのは、肥前以外にはそれほど明確な例はない。つまり、日本の基準と言いながら、かなり肥前を意識したものなのである。

世界に目を移してみよう。やはり、実状は変わらない。アジアでも、ヨーロッパでも、陶石を原料とすることなど、けっして一般的なことではない。やはり基本は粘土である。

意外にこうした原料の問題は、これまでの肥前陶磁史の研究では意識されてこなかった。意外に知られていないといってもよい。しかし、本当はここに大きな問題が関わってくるように思われる。

というのは、たとえば肥前磁器、つまり日本磁器の始まりを考えていただきたい。李朝や明朝の技術をベースとして、創始されたことはほぼまちがいないのである。

現在の通説では、佐賀県有田町にある泉山で陶石が発見され、日本初の磁器が創始されたということになっている。では、どこから硬い石から磁器ができるという発想が生まれ、砕いて粘土化する技術はどこから来たのか。しかも粘土化できてもそのままでは可塑性がなく、泉山陶石の場合、通常2～3年程度も寝かしが必要だという。さらに泉山陶石の全てが成形材料として使用できるわけでもない。しかも原則的には、それは実際に焼いてみなければ分からない。これでは、試行錯誤を繰り返し、生産ノウハウを確立するには一体どれほど時間が必要なのか、想像もつかない。

ここで、少し発想を転換してみたい。すなわち最初は粘土から磁器が生産されたと考えたらどうだろう。どこかに矛盾はあるのか。少なくとも現在の人文科学の資料から見れば、それほど矛盾は見当たらない。李朝出身の陶工が風化粘土を利用するのであれば、それほどノウハウの蓄積も必要ないだろう。

また、それ以前に最初の原料が泉山であったという確たる根拠も見当たらない。磁器創始当時の窯場は、町の東端に位置する泉山付近ではなく、西端部に広がっており、20年前後もその状態が続いていたのである。しかも、有田に限らず、西有田町や武雄市、長崎県の波佐見町などでも磁器が生産されており、意外に磁器原料は広く分布しているようなのである。

現状では、泉山陶石の発見によって磁器が創始されたというよりも、良質な原料が大量に発見されたことによって、本格的な磁器生産体制が可能になったのではないかと仮定している。波佐見町の三股陶石の発見なども同じような状況である。しかし、こうした原料の問題は人文科学的には確証を得ることは、おそらく今後とも不可能だろう。磁器原料としての石と土の違い、陶器土と磁器土の違い。自然科学による解明が望まれるのである。

3. 技術変遷の問題

胎土分析の応用範囲はまだまだ広い。現在、前例のあるものでは、放射化分析による生産地推定などは、これから様々な場面で活用が望まれるものである。

たとえば、生産地での陶磁史研究も近年では、いわば“もの学”を脱して、総体的に窯業を捉え直す方向に変化しつつある。そうした場合、技術という目に見えないものが、

どういう形で受け継がれ、どのように広がって、あるいは消滅していくのかというようなことなども一つの大きな問題となってくる。これは、もちろん人文科学的にも製品や窯道具、窯体構造の変化、窯場の立地、産業構造の変化など様々な面から捉えていくことが可能である。しかし、より綿密に事実を解明するためには、より多角的な側面からの研究が必要だろうと思う。

この場合、放射化分析などはかなり活用できるものではないかと思っている。というのは、たとえば有田のある時期を取り出しても、生産技術というものはけっして1種類のみではなく、地区によっても異なるし、業者個々でも同じではない。これは今でも変わらない。各窯元は、それぞれ業者独自の配合・調合で粘土や絵具を作るし、それに合わせて焼成の温度や時間などもまちまちなのである。しかも、こうした部分は多分に企業秘密的な要素が強く、原則的に急速に拡散しないため技術系譜を捉えやすい。よって、こうした違いを自然科学的な分析によって解明できれば、技術というものをより鮮明にしていくことが可能だと思われる。

4. 様式の問題

肥前陶磁史の研究は、入り込もうとしても、まずはその曖昧な言い回しに閉口してしまう。その最大の難関の一つが「様式」という言葉であり、多くの出版物等で調べれば調べるほど、いっそう混乱してしまうのが常である。おのおのの書籍で別の様式になっているものが、どう見ても同じにしか見えない場合も多いのだ。

このからくりは、知ってしまえば簡単だ。人により、かなりその様式に含む範囲が異なっているのである。様式というような高尚な言葉を使うから分かりにくい。実際は、それほどしっかりした概念規定があるわけではなく、「～風」という意味に近い。考古学関係の人が使う「有田系」、「波佐見系」に近いといえば、この場ではもっと分かりやすいだろう。

ところで、この様式には、最も一般的なものでは、初期伊万里、古九谷、柿右衛門、古伊万里などがある。当初は名称のとおり、初期の磁器が初期伊万里、石川県の九谷で作られた磁器が古九谷、酒井田柿右衛門家で作られたのが柿右衛門、その他の肥前磁器が古伊万里という意味だったのである。ところが、後にそうした製品の違いが生産場所の違いではなく、おおむね肥前で生産時期の違いだと判明したことにより、生産地としての概念と切り離すために後ろに様式という語を付加したにすぎない。よって、本来は産地区分という概念を失った時点で、新たな概念に基づき区分し直す必要があったのだ。ところが、現実今日の通りである。前の用語をそのままにしていることが、いっそう混乱に拍車をかけている。

よって、現在でもそのまま課題として残されているが、いざ手をつけようとするとなかなか難しい。こういう成形技法で、こういう図柄で、こういう構図というようなことまでは人文科学的な方法で可能である。ところが、胎土や釉薬、絵の具の色調や質がどうかというような問題になると、どうしても薄いとか濃いとか乳白色だとか、極めて漠然とした表現に落ちてしまう。これでは、何度分け直しても同じことである。やはり、客観的な分析が必要であり、どういう理由で、どういう状況で違いが出るのかを把握した上で、検討し直す必要があるように思う。

5. 年代測定の問題について

自然科学の活用で、これまで最も多くの事例が見られるのは熱残留磁気を用いた窯跡の年代測定である。今思い浮かぶだけで、過去に佐賀県では、有田町の天狗谷窯跡、柿右衛門窯跡、小溝下窯跡、谷窯跡、嬉野町の不動山窯跡、武雄市の甕屋窯跡などがあり、長崎県では波佐見町の畑ノ原窯跡、松浦市の皿山窯跡、佐世保市の江永窯跡、諫早市の中道窯跡、大村市の土井の浦窯跡、平戸市の中野窯跡などがある。

ところが、残念ながら現状ではこうした分析結果を必ずしも有効、あるいは適切に活用できているとはいえない。ほとんどの場合、その結果を全く鵜呑みにして結論としているか、逆に全く活用していないか両極端である。これは共に正しい方向とはいえないだろうが、現実的にどうすべきか正直なところ分からない。

もちろんその主たる原因は、測定結果を使う側が内容をよく理解していないからであろう。この点は確かに強く感じる。しかし全く人文科学的に手掛りがない場合、目の前に具体的な数字を提示されれば、思わず飛び付きたくなる気持ちも理解できなくはないし、かといって、正否の確認がとれないものを使うのもどうかと迷う。詳しいことは分からないが、たぶん、こうした測定結果は人文科学的な確率とは多少意味合いが異なるのではないかと思う。人文科学的な手法では、当らずしも遠からずであり、極端にはずすことは少ない。しかし自然科学の測定結果は、全く違った年代が出てくる可能性もあるのではないかと勝手に解釈している。よって、全く無茶なことなのかもしれないが、測定結果の正否を自然科学的に再検証できる方法があれば、かなり活用の幅が広がってくるのではないかと思う。あるいは、近年ではかなり肥前の陶磁史研究が進み、比較的細かい幅で窯跡の年代が押さえられるようになってきているし、調査の数も格段に増加している。そこで、よけいな世話だとは思いますが、より結果の信頼性を高めるため、地磁気の永年変化曲線の再検討も考慮の余地があるのではないかと思う。

いずれにしても、目の前の現実としてあるのは、ほとんど適切に活用されていない測定の成果であり、現状のままこれを繰り返しても同じことである。早急に正しい理解と正しい方向を模索してみる必要性を強く感じる。

おわりに

以上、思い付くままいくつかの問題を取り上げ提示してきた。もちろん、まだまだ様々な点で協同作業の必要性を感じている。たとえば、窯の中に残る炭化材、これから年代を探る方法はないのか。あるいは、材質や産地は分からないものか。また、窯壁から焼成回数などが分からないのか。その可能性は限りない。しかも、現在の自然科学の方法で、どんなことができるのかということ自体把握できていないため、本当は考えている以上に幅が広いのだろう。

今回は、今後の課題の羅列で全く結論めいた指摘はできなかったが、これが生産地における肥前陶磁史研究の現実でもある。近年では、調査や研究を進めていく上で、方法的に人文科学の限界を感じる場面にしばしば遭遇するようになった。ぜひとも、有効な連携が可能になるよう願っている。

消費地遺跡から見た陶磁器研究の展望

長 佐 古 真 也 (東京都埋蔵文化財センター)

1. 江戸に流通する陶磁器の概要
2. 消費遺跡における陶磁器研究の視点
3. 生産地推定をめぐる問題点
4. 胎土分析をめぐる問題点

近世遺跡から出土する”やきもの”の種類と量は、それ以前とは比べものにならないほど多くなる。しかし、こうした様相は江戸時代に入ってからすぐに成立したわけではなく、300年の間、常に目まぐるしく流転するなかで形成されていったことが、最近の遺跡調査の結果から明らかになっている。

その内容を個別に検討すると、大きな様相変化の背景には、買い手の意識が作り手のそれ以上に働いていることを窺うことができる。従って、窯業史を明らかにする場合においても、消費地遺跡から得られる知見を欠くことはできない。

特に江戸は、当時世界一ともいわれる人口を擁し、日本のなかでも突出した地域市場であったはずである。したがって、陶磁器生産に対して市場としての江戸が与えた影響も少なからず予想される。こうした影響を評価するためには、器種毎に江戸市場における生産地シェアとその変化を定め、これを生産地間の関係に整理し直した上で、各生産地相互の関係やこれに対する経営戦略を推測することが、当面の課題となる。

しかし、多種かつ大量の資料を分類することには、実際多くの困難が伴う。さらに、こうした作業を難しくしているのは「類似」の問題である。近世窯業においては、主たる市場で好まれている窯からの技術移入や製品デザインの模倣は、ひとつの経営戦術として広く取り入れられている。こうした様相を背景に、生産地の誤認や識別不能となるケースも少なくない。ここに、胎土分析の有効性・必要性を認めることができる。

当然、全体を網にかけた分析は不可能であるから、地域に即した個別のテーマを定め、考古学的手法への還元も視野に含めて研究を進める必要がある。また、「消費地試料と予想される(複数の)生産地試料との対比」するような従来多く行われてきたタイプ以外の分析手法についても試みるべきである。たとえば、19世紀以降多く成立する「肥前系」磁器窯の製品が、実際にいつ頃からどの程度流通しているかについて把握をする場合、肥前産と考えにくいものが量としてどの程度含まれるかというデータがあるだけでも、大変参考になる。さらには、焼塩壺や在地系土器のように実際の窯跡が発見されていないものについても、一つの消費市場の中に胎土特性によっていくつかのグループが設定できるかという類の分析を行う価値は十分にある。

こうした作業を行う上で、考古学者と科学者の間で緊密な提携が不可欠であることは言うまでもない。特に、対象についての検討や分析に適切な試料の吟味においては、今まで以上に考古学サイドの関与が必要で、これが分析の成否の鍵を握る。

Fig 1

江戸における陶磁器
量産碗の変遷概念図

江戸中期後半になって、
信楽産と考えられる陶器
小碗が普及するが、江戸
後期になると磁器にシェ
アを奪われる

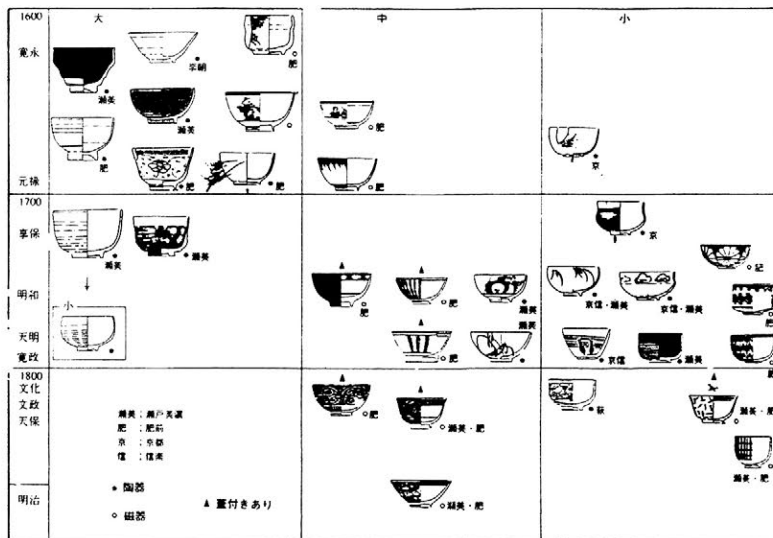


Fig 2

信楽産と考えられる
陶器の器種変遷
(白金館址遺跡)

信楽産と考えられる陶器は
当初、小碗を中心に普及し
たが、江戸後期には土瓶・
灯明皿が主体になる

* この研究をした当時は信
楽産と考えられていた播鉢
のほとんどが、後の胎土分
析の結果から、丹波産であ
ることが明らかになった

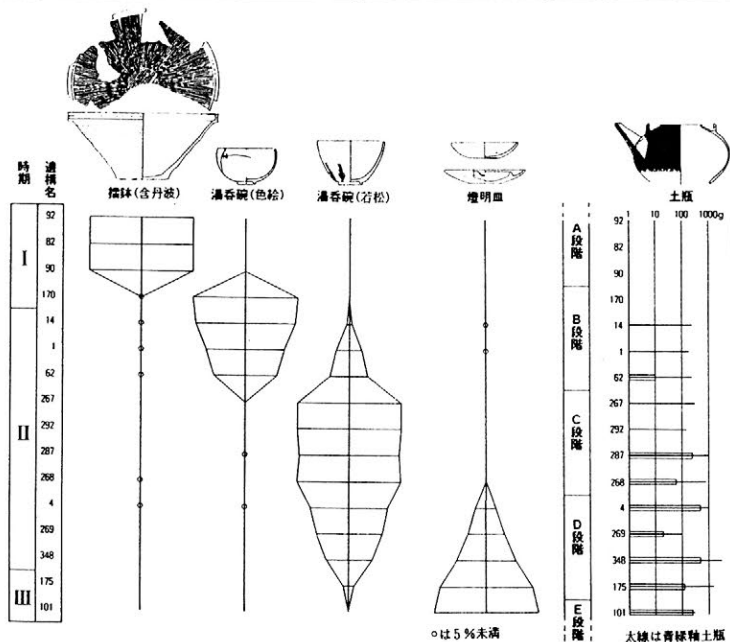
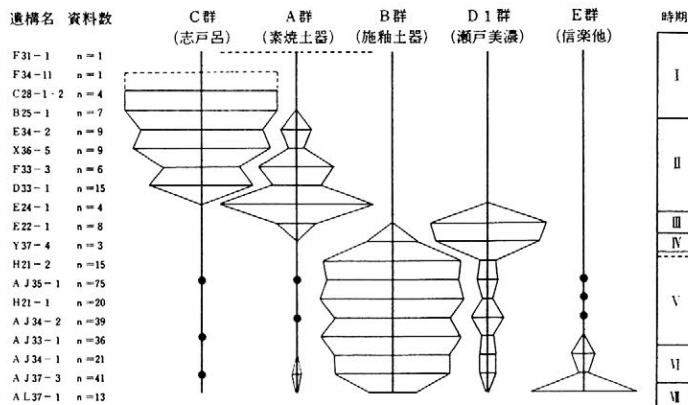


Fig 3

受付灯明皿における
生産地別の量的推移
(東大本郷構内の遺跡
医学部付属病院地点)

江戸中期までは、在地
土器、志戸呂、瀬戸美
濃産の陶器などがシェ
ア争いをしているが、
江戸後期に至って急速
に信楽産と考えられる
ものが普及する



即発 γ 線による陶磁器の主成分元素の非破壊定量法

○末木啓介（都立大・理）・佐藤渉（都立大・理）・金子護（都立大・理）・中原弘道（都立大・理）・富沢威（慶大・文）・森本伊知郎（慶大・文）

＜はじめに＞ 中性子即発 γ 線分析法は、従来の機器放射化分析(INAA)など異なり、原子炉から導かれる中性子ガイドビームで照射を行ない、そこで発生する即発 γ 線を測定することによって元素分析する方法である。①試料の大きさや形状にある程度の自由度が存在するので試料を非破壊で測定できること、②中性子の透過性が大きいために表面の状態に依存しないでマクロ分析が行なえる、このため表面を研磨するなど試料に対して加工を行わなくて良いこと、③中性子を使っているが中性子の照射量が少ないため生成する放射性物質が極少量であるために一般の施設に容易に持ち出せることなどの特徴を持っている。ただし、今までは大型試料のままで測定を行なうと入射中性子の吸収や散乱と放射 γ 線の試料内での吸収の影響があり、さらに形状の違いなどからくる中性子の照射量の違いや検出器に対する幾何学的な変化が大きくなって、一般的な外部標準法などでは定量することは事実上できなかった。そこで、内部に存在する元素を基にした内部標準法で定量することによって、これらの問題を解決し元素の定量分析を行なえようにした。ただし、内部標準法の採用によって、直接求まるのは内部標準とした元素との存在度の比である。したがって、他の分析方法である元素の絶対値な定量値を求める必要があるという欠点が存在する。本研究は、大型試料に陶磁器を選び、実際の試料の主成分元素の定量の検討を行った。大型の土器そのものを用いて分析を行い他の分析法との比較検討を行った。さらに、江戸時代、一般に流通していた染付碗について産地（備前系と瀬戸美濃系）の違いによる主成分元素の分布について検討を行なった。

＜分析法＞ 分析装置は日本原子力研究所のJRR3-M研究炉に設置された即発 γ 線分析装置を用いて行なう。解析で用いる各元素毎に必要な係数は既知の試薬を用いて求めた。実試料に関しては大きなものはテフロン製の台などに固定して測定位置に設置した、また、磁器のかげらなどはFEP製のフィルムで包んで所定の位置に宙釣りに固定した。測定時間は一試料について熱中性子ビームを用いて7000秒から15000秒で行なった。得られた γ 線スペクトルからそれぞれの元素に対応する特定のエネルギーの γ 線のピーク面積を基に、以下のようにしてSiとの原子数比で求めた。

基本式は、

$$\frac{n^x}{n^{Si}} = \frac{A^x}{A^{Si}} \cdot \frac{\sigma^{Si} \cdot b^{Si}(E_{\gamma}^{Si}) \cdot \int w^{Si}(\mathbf{r}) \cdot \eta(E_{\gamma}^{Si} \cdot \mathbf{r}) d\mathbf{r}}{\sigma^x \cdot b^x(E_{\gamma}^x) \cdot \int w^x(\mathbf{r}) \cdot \eta(E_{\gamma}^x \cdot \mathbf{r}) d\mathbf{r}}$$

となる。この中で (A^x/A^{Si}) は測定で得られたピーク面積の比であり、 $(\sigma^x \cdot b^x(E_{\gamma}^x)/\sigma^{Si} \cdot b^{Si}(E_{\gamma}^{Si}))$ は別の既知試料を用いてすでに求めてあり表1に今回定量に使用した γ 線のエネルギーと併せて示す、 $\int w^x(\mathbf{r}) \cdot \eta(E_{\gamma}^x \cdot \mathbf{r}) d\mathbf{r}$ は実試料で観測されたTiとFeに起因する数本の γ 線から相対的な検出効率として求めることができる。誤差については γ 線測定に関してはピーク面積に起因する統計誤差と他の方法で求めたそれぞれの係数について与えられている誤差をどちらも含んでおり約10%以内に収まった。この様にしてSiと

の原子数比を求めた後、それぞれ酸化物の重量比に換算した。これは、一般的に岩石試料などについては酸化物の存在度で示して積算すると全量を示すことができるからである。この方法で、現在のところAl, Ca, K, Na, Fe, Ti, Mnに関して定量値を求めることができた。また、Mgについては、感度が低いために通常の試料における含有量では定量が困難であることも分かった。

＜土器を用いた分析法の検討＞ 直径15 cm、高さ20 cm位の大きさの土器について4ヶ所に対して照射して分析を行なった。また、一部を破壊して粉末試料にして蛍光X線分析を行なった。表2には即発 γ 線分析の定量値と蛍光X線分析の定量値を比較した。両者の分析値はよく一致しており即発 γ 線分析で十分に陶磁器の主成分元素の定量が行えることが示された。

＜江戸時代の染付碗に関する分析＞ 試料は白金特養と麻布台の江戸時代の商家の遺跡から見いだされたもので、備前系と瀬戸美濃系の特徴がわかりやすく、広東形と端反り形の2種類の碗の特徴がはっきりしている口縁部または高台部の試料をそれぞれ20試料づつ用意した。このうち今回はそれぞれ7試料について即発 γ 線分析を行ったので主成分元素の分布について報告する。現在のところ、K, Na, Ti, Alはそれぞれの量に正の相関があり、KとTiは特に2つの産地で大きくその取りうる分布に差がある傾向が顕著にみられる。図1には、横軸に K_2O/SiO_2 の値を縦軸に TiO_2/SiO_2 の値を取って散布図にしたところで、広東形と端反り形の形状による分布の違いはないが産地による備前と瀬戸美濃系は大きくその分布が分かれる傾向がみられた。他の元素を含めたその分布に対する議論を行う予定である。

表1 各元素の γ 線のエネルギーとSiに対する各元素の中性子に対する捕獲断面積と放出確率の積 $\sigma^* \cdot b^*(E_\gamma^*) / \sigma^{Si} \cdot b^{Si}(E_\gamma^{Si})$ を熱中性子ビームと冷中性子ビームについて求めた結果

元素	γ 線のエネルギー (keV)	熱中性子 $\sigma^* \cdot b^*(E_\gamma^*) / \sigma^{Si} \cdot b^{Si}(E_\gamma^{Si})$	冷中性子 $\sigma^* \cdot b^*(E_\gamma^*) / \sigma^{Si} \cdot b^{Si}(E_\gamma^{Si})$
Mn	314.40	39.9 $\pm$ 1.5	43.3 $\pm$ 4.0
K	770.27	30.7 $\pm$ 0.8	32.7 $\pm$ 1.2
Na	870.06	3.4 $\pm$ 0.3	4.2 $\pm$ 0.1
Ti	1381.48	202 $\pm$ 5	211 $\pm$ 3
Fe	1725.06	6.5 $\pm$ 0.2	6.4 $\pm$ 0.1
Al	1779. (D)	7.7 $\pm$ 0.5	8.7 $\pm$ 0.4
Ca	1942.00	11.8 $\pm$ 0.6	11.7 $\pm$ 0.2
Mg	2828.10	0.52 $\pm$ 0.07	0.69 $\pm$ 0.05

表2 土器中の各酸化物の二酸化珪素に対する相対比を即発 γ 線分析値(PGAA)と蛍光X線分析値(FRX)で比較

成分元素	相対重量比(SiO_2)	
	PGAA	FRX
MnO	0.0018 $\pm$ 0.0003	0.0014
K ₂ O	0.0258 $\pm$ 0.0006	0.0234
Na ₂ O	0.023 $\pm$ 0.002	0.0114
TiO ₂	0.0118 $\pm$ 0.0001	0.0126
Fe ₂ O ₃	0.112 $\pm$ 0.005	0.107
Al ₂ O ₃	0.331 $\pm$ 0.005	0.325
CaO	0.0118 $\pm$ 0.0009	0.0109
MgO	0.0109 $\pm$ 0.0006	0.0136

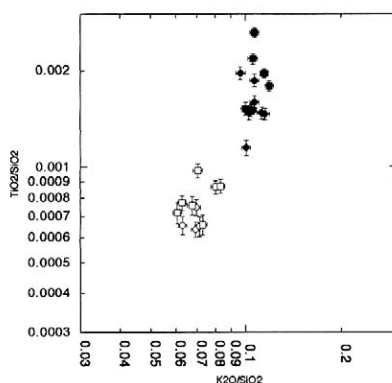


図1 K_2O/SiO_2 と TiO_2/SiO_2 の散布図
□備前系広東形、○備前系端反り形
■瀬戸美濃系広東形、●瀬戸美濃系端反り形

江戸で出土した壺屋焼陶器について

○小田静夫（東京都教育庁文化課）・橋本真紀夫（パリノ・サーヴェイ株式会社）・
矢作健二（同）・二宮修治（東京学芸大学教育学部）

1. はじめに

最近、東京では近世江戸遺跡の発掘調査例が多く、多種多様の遺物・遺構が検出されている。とくに陶磁器類の焼成遺物は種類・量ともに多い。これは江戸という都市が消費地として存在していたことを示している。演者が係わった東京都汐留地区遺跡の発掘調査では、遺跡内の仙台藩伊達家上屋敷地内より出土した陶器が、沖縄産の「壺屋焼」と考えられた。沖縄産の陶器が遠方の江戸遺跡で見えたのは、汐留地区遺跡が初めてである。

ここでは、汐留地区遺跡出土の「壺屋焼」と沖縄県内の発掘調査で得られた各遺跡の壺屋焼や、近代ではあるが八丈島・小笠原諸島で採取した壺屋焼と判断したものなどの計50点の胎土分析から結果の比較検討を行い、沖縄県内の粘土産地を推定する。また、遠方である近世江戸の大名屋敷から出土した意味も考える。

2. 遺跡の概要と出土した壺屋焼

汐留地区遺跡は、東京都港区東新橋にある汐留貨物操作場跡地に在る。この場所は明治5年に旧新橋駅が置かれた我が国の鉄道発祥の地でもあり、近世には播磨竜野藩脇坂家上屋敷、陸奥仙台藩伊達家上屋敷、陸奥会津藩保科松平家中屋敷、江川太郎左衛門大小砲習練場があった。壺屋焼陶器の出土地は伊達家上屋敷地内であり、年代は出土層準から1824年～1870年の間と考えられる。ちなみに琉球王国で壺屋焼が開始されたのは、第二尚氏近世琉球の1682年である。出土点数は6点で、全て茶褐色の荒焼と呼ばれる焼締陶器の徳利である。

3. 胎土分析

胎土分析は、胎土薄片の観察と薄片作製の際に得られた胎土チップを試料とした蛍光X線分析の2つの手法で行った。

薄片観察は、陶器片の一部を切断し、0.03mmの厚さに正しく研磨した薄片を作製し、胎土を構成する鉱物片・岩片の組織組成を中心に顕微鏡観察記載を行い、試料毎の特徴からタイプ分けをした。現地の比較粘土資料としては、通商産業省工業技術院地質調査所が行った沖縄本島の粘土資源調査データ（藤井・照屋ほか、1979）を使用した。

蛍光X線分析は、エネルギー分散型蛍光X線装置を用いて主成分元素の定量を行った。測定条件は、加速電圧15kV、測定面は直径10mm、試料室は真空雰囲気下で180秒間の測定を3回繰り返し行った。本法では、ケイ酸塩物質の主成分元素であるケイ素（Si）、チタン（Ti）、アルミニウム（Al）、鉄（全鉄：Fe）、マグネシウム（Mg）、カルシウム（Ca）、ナトリウム（Na）、カリウム（K）の8元素の定量を行った。定量は、標準試料を用いないファンダメンタルパラメータ法による補正計算により行った。

4. 結果

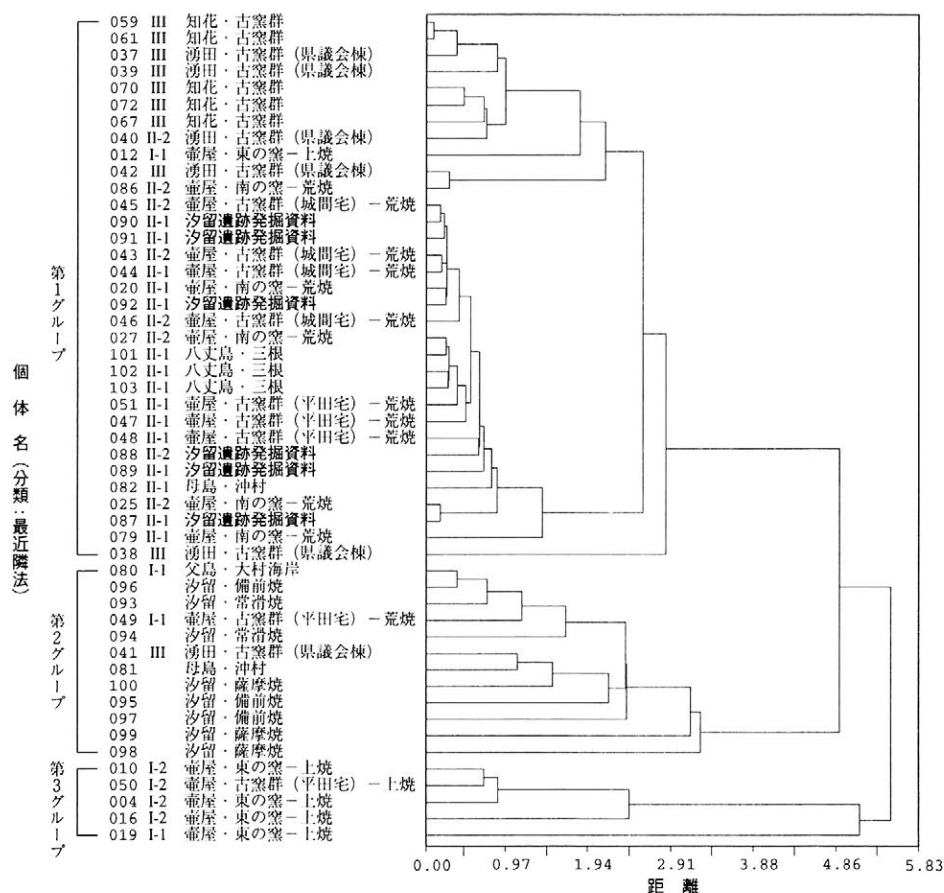
薄片観察では、I（I-1・I-2）、II（II-1・II-2）、III型にタイプ分けが可能である。I型は含鉄

量の少ない粘土（部瀬名崎粘土採取所の淡色粘土）を原料とする。I-1・I-2はさらに石英の量比で区別できる。II型は赤褐色の含鉄粘土（喜名・山田粘土採掘所の赤褐色砂質粘土）を主原料とする。II-1・II-2は粘土の種類が単一か2種類の配合を原料とする。III型はII-2型と同様に2種類の粘土を混合するが、鏡下で配向性の特徴が異なる。原料はII-2型と同様である。蛍光X線分析では、主原料元素定量結果から化学組成による特徴を見出すためにクラスター分析を行った。変数には検出限界以下にあるナトリウムを除く7元素を用いた。その傾向は第1～第3グループに分けられた。

両分析結果は良く調和し、汐留地区遺跡出土の6点はいずれも薄片観察でのII-1とII-2に含まれ、クラスターでも第1グループ内に納まる。これらは、沖縄本島の喜名・山田産の粘土を使用した壺屋・古窯群の所産であると考えられる（図参照）。他の試料もまとまりが良く、沖縄本島のものではII・III型は第1グループに、I-2型は第3グループに含まれ窯ごとのまとまりも良い。八丈島・小笠原諸島の試料は、ほとんどII型で第1グループの壺屋焼と判断された。今回の結果から、壺屋焼陶器は江戸のみならず、伊豆諸島・小笠原諸島まで分布していることが明らかとなった。これらの背景には、琉球王国の「江戸上り」による献上品であったか、博多や堺の商人による高価な琉球貿易品（泡盛酒・茶道具の花入れ）として購入したか、絹織物などとの交換品とされていたかなどが考えられる。壺屋焼陶器は未だ遠方での出土例が少なく、何処まで分布範囲が広がるか不明であるが、同様の分析調査を継続し探していきたい。

文献) 藤井紀之・照屋善義・仲村三雄・宜野座俊夫 (1979) 沖縄島の粘土資源, 地質調査所月報, 30, p.1-26.

距離：ユークリッド平方距離－標準化



石英粒子からの赤色熱ルミネッセンス法を用いた

土器片の年代の評価

○橋本哲夫・手代木泰浩（新潟大学・理学部）

1. 当研究室では、石英粒子からの熱ルミネッセンス(TL)に、従来より欧米で観察され年代測定に専ら用いられていた青色TL(BTL)粒子以外に、赤色TL(RTL)粒子が存在することを世界に先駆けて発見した(1)。次いで、この赤色TL粒子が火山作用と関連しており日本の火山灰堆積層から普遍的にRTL石英粒子が観測され、火山灰地層のTL年代測定にはRTL測定が不可欠であり、これまでのTL年代値には再考すべきものも存在することを指摘してきた(2)。その後、諸外国でも続々とRTL粒子をもちいた年代測定法が報告されて来ており、TL年代測定研究者の間では常識化しつつある(3、4)。

このRTLの原因追及のため極微弱光瞬間分光システムや私共が開発した各種ルミネッセンスカラー画像を用い、ルミネッセンス特性を幅広く研究してきている(5)。その結果、RTL石英粒子生成には、不純物Alと熱作用が関係していることを見出しており(6)、産地分析にもRTLやBTLやその強度比が、更にはルミネッセンスカラー画像そのものも多様な地質学的情報を提供することを報告してきた(7)。

今回は、新潟県K遺跡（縄文時代中期～平安時代）より出土した縄文式土器（出土した地層より四千年乃至五千年前のものとされる）片より抽出した石英粒子を用い、TLを用いて年代測定と土器の熱履歴（具体的には土器の焼結温度）の評価の可能性を追究した。更にはルミネッセンスカラー画像の考古学への利用を目指して、幾つかの土器片や原爆被爆瓦など瓦類や土器・陶器片からのTLやアフターグローのカラー画像を観察したところ、被熱に伴う明らかな画像の変化が確認できた。

2. 新潟県K遺跡より採取した土器片二種を粉碎し、32～60meshと60～100meshの画分をふるいわけし、電磁分離の後、6MHC1を加え超音波洗浄器で攪拌し鉄等磁性鉱物を除去した。そののち6M NaOHを加え中和した後、46%HFでエッチング処理を加えた。この時点で試料内には、石英、長石の双方が含まれているため、鉱物顕微鏡でのぞき、手作業によって石英粒子と長石粒子を分別した。

得られた石英試料は、年代測定を付加線量法で行うため、京都大学原子炉に於て⁶⁰Co γ 線を、5、10、20、30、50 Gy照射した。

付加線量法では分離した石英粒子画分をいくつかに分け、人工照射の有無の試料についてTLを測定する。人工的な放射線を照射していない状態（天然蓄積線量のみ）を現在として、将来、自然環境下で被曝すると考えられる放射線量の代りに人工的に線量を付加する。この人工的な、TL発光強度の成長の度合いを外挿することにより、試料が受けてきた天然蓄積線量を見積もるのが付加線量法である。得られた蓄積線量を単位時間あたりの線量率（Gy/y）で割ることにより、その試料の熱作用以来の時間を求める。

TLの測定は、極微弱光瞬間分光システム（IPDA）での分光スペクトルデータを基に、赤色TL（RTL）を測定することとした。（使用光電子倍增管 R649S）

γ 線未照射の試料は、熱履歴の評価のため、400℃、500℃、600℃、700℃、800℃、900℃、1000℃でそれぞれ10時間熱処理し、放冷後、一定線量（約1kGy）X線を照射し、そののちアフターグロー成分を消去するため、110℃で3分間熱処理した。

各種ルミネッセンス画像観察には、土器や陶器片を厚さ1～2mm程度に切り出し表面を磨き薄片試料とした。画像観察には、X線を原則として8.7kGy照射し、直ちに暗袋中でカラーフィルムに押し当てることによりアフターグローカラー画像（AGCI）を得た。AGが全くなくなるまで放置した後、試料薄片を400℃まで加熱しTLカラー画像（TLCI）の観察を行った。

3. 年代測定用に線量を付加した試料のグローカーブと、付加線量に対するTL強度の成長曲線の例を図1、図2に示す。

全体的に発光量が少なく、成長にバラ付きが見られるものの、ここで見積られた土器の蓄積線量は2～5 Gyであった。一方、年間線量の評価は土器片の γ 線スペクトロメトリーで行い、これらの値をもとに3片の土器の年代を評価したところ、3.7～4.3 kaの値を得ることが出来た。ここでの実験の結果はこの遺

跡が約5000年前に噴火したといわれる沼沢火山灰の上部に位置することとも調和的であった。我々の研究室で開発したRTL年代測定法が縄文式土器にも適用しうることが確認されたことは、わが国での従来の土器がBTLで年代評価されてきていたことを考慮すると特筆すべきであろう。

一方、図3に見られる様に、処理温度に対するTL強度は800℃までほとんど成長が見られない。900℃以上の温度では急激なRTLの成長が見られる。これは石英が870℃でトリジマイトへ相転移するためであろう。縄文土器の石英粒子からのRTLの原因として、土器製作での加熱によりBTLからRTLに変化した場合と元々からRTL粒子が粘土材料に含まれたかの判定にここでの実験結果が使えないか検討している。又このデータからは、この試料に今まで800℃まで加熱されたことがなかったことを示唆しているが、被熱温度推定にはなお検討が必要であろう。

薄片試料からの多彩なルミネッセンスカラー画像結果とその考古学への適用への提案は講演発表にて行いたい。

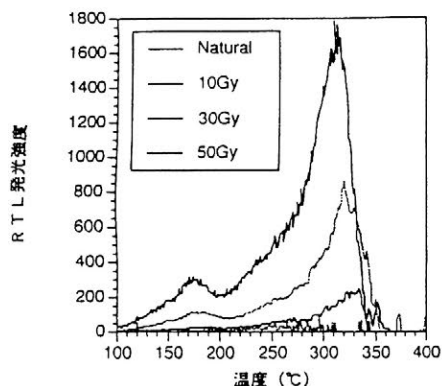


図1 K遺跡出土土器片より抽出した石英粒子よりの赤色熱ルミネッセンス (RTL) グローカーブのγ線の付加による変化

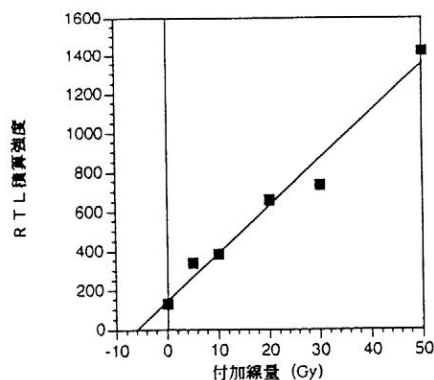


図2 付加線量によるRTL感度の成長
積算範囲は230℃～240℃

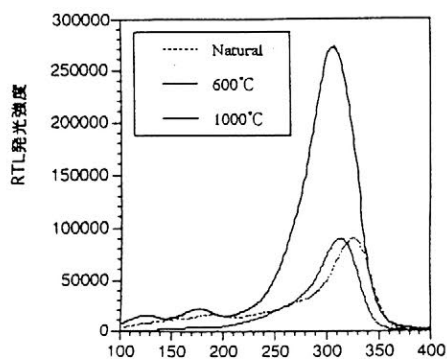


図3 熱処理を施した土器片よりの抽出石英試料のグローカーブ変化

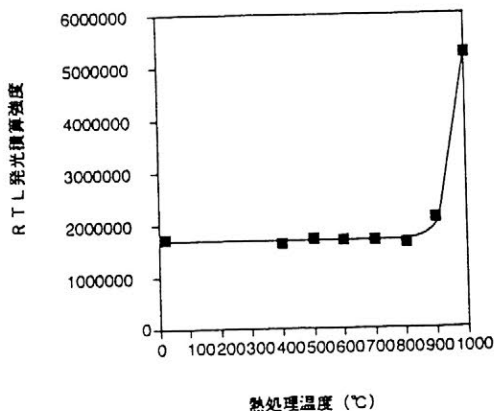


図4 熱処理によるRTL感度の成長
グローカーブのピークより±10℃の範囲で積算

1) Hashimoto et al., Nucl. Tracks Radiat. Measur., 102, 455(1986). 2) 橋本ら、考古学と自然科学、23、13(1990). 3) Huntley et al. Tracks Radiat. Measur., 14, 27(1988).

4) Miallier et al., Nucl. ibid., 18, 89(1991). 5) Hashimoto et al., Radiat. Measur., 24, 227(1995). 6) Hashimoto et al., ibid., 23, 293(1994). 7) Hashimoto et al., 16, Nucl. Tracks Radiat. Measur., 16, 3(1989).

長石粗粒子法による高森遺跡テフラのTL年代

長友恒人（奈良教育大学）・藤本 研（同）

阿部博志（東北歴史資料館）、須田良平（同）、山田晃弘（宮城県教育委員会）

はじめに

資料中に含まれる鉱物の発光現象を利用する熱ルミネッセンス（TL）年代測定では粒径100 μm 程度の特定の鉱物を試料とする粗粒子法と、2・10 μm のすべての含有鉱物を試料とする微粒子法が代表的な方法である。わが国では、石英を測定試料とする石英粗粒子法がもっぱら適用されてきた。これは日本の資料の多くは粗粒の石英鉱物を含有することが多いことによる。およそ50万年まで遡ると考えられる高森旧石器遺跡の年代測定でも、テフラ中の石英を試料として測定されてきたが、高森テフラ層群は必ずしも適当な粒径をもつ石英を含まない。

そこで、我々は粒径100 μm 程度の長石を測定試料とする熱ルミネッセンス年代測定について基礎研究を行い、石英含有量の少ない試料についてもTL年代測定を試みた。

試料処理における長石粗粒子法と石英粗粒子法の相違

分離：通常の試料処理では、石英と長石は分離することができないので、重液（SPT溶液）により分離する。ただし、比重が石英に近いアルバイト（曹長石： $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ ）やアノーサイト（灰長石： $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ ）を分離することはかなり困難である。

エッチング：粗粒子法では、測定試料の鉱物粒子表面を10 μm 程度エッチングにより除去することが重要な特徴である。石英と違って長石は濃度の濃いフッ酸では溶解してしまう。3・5%のフッ酸1時間、または5・6時間の塩酸処理が適当であることが分かった。

測定

長石のTLグローカーブは石英のTLのように明瞭なピークを示さない。これは、多数の電子捕獲中心と再結合中心が発光に関与しているためである。実際、高森第7テフラ（Tm-7）の長石を thermal cleaning（加熱消去）法でピークを分離したところ、350・570nmの発光波長領域、100・400℃の温度範囲で9個のピーク（9個の電子捕獲中心に対応する）があることが分かり（図1）、また、受光側で透過波長の異なる7種類の光学フィルターを交換しながら測定したところ、グローカーブの形状に変化がみられ、複数の再結合中心が発光に関与していることが明らかになった（図2）。

TL年代測定において最も重要なファクターは線量依存性（放射線量に対するTL強度の変化）である。年代測定に適した直線的な線量依存性を得るためには、複雑な発光過程を排除することが有効であるから、受光側の光学フィルターを選択して最適な測定条件を決定した。

波長別線量依存性

アニールした Tm-7 の75・150 μm の長石試料に最大 800Gy までのガンマ線量を照射して線量依存性を調べた結果、3つのタイプに分類された（図3）。このうち、直線的な線量依存性を示すTL波長は 500, 600, 630nm であった。これらのTL波長についてアニールした試料で補正線量を求めたが、600nm TLはアニールによる感度変化が 500, 630nm TLに比べて大きかった。以上の結果から最終的には 500, 630nm TLについての測定結果からTL年代を算定した。

結果

今回求めたTL年代値を表に示す。長石を試料とする粗粒子法でTL年代測定をする場合、放

射線量に対して線量依存性のよい波長を選択することによって合理的な結果を得ることが可能であることが分かった。

表 長石粗粒子法による高森第7テフラのTL年代測定結果

TL波長 (nm)	等価線量 (Gy)	補正線量 (Gy)	総線量 (Gy)	年間線量 (mGy)	TL年代 (ka BP)
500	433	27	406	0.825	490
630	349	6	355	0.825	429

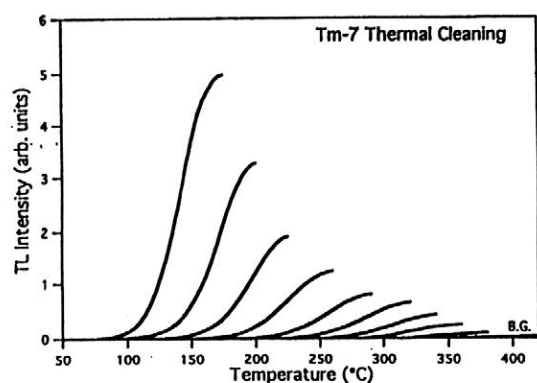


図1 高森第7テフラ中石英のThermal Cleaning法によるグローカーブ。100-400℃間に9ピークある。

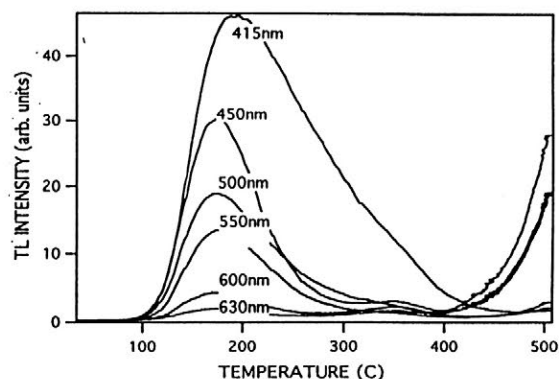


図2 TL発光波長に違いによるグローカーブの変化。図中の数値は使用したフィルターの中心波長(±20nm)

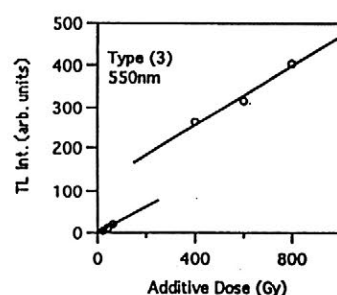
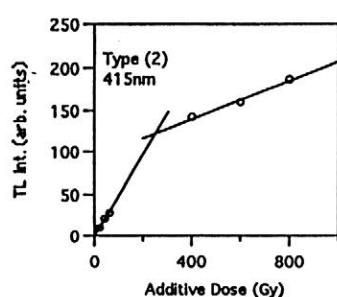
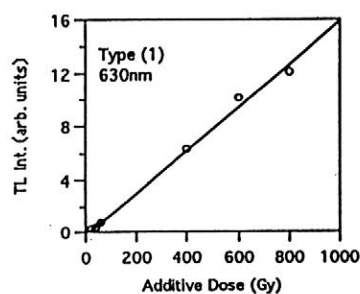


図3 TL波長の違いによる線量依存性の3つのタイプ。

宮城県北部の旧石器出土層準の古地磁気層序

広岡公夫、田中彰子、川浪英子（富山大学理学部地球科学教室）

梶原洋（東北福祉大学）

鎌田俊昭、藤村新一、横山裕平（東北旧石器文化研究所）

宮城県北部では、座散乱木遺跡、馬場壇A遺跡、高森遺跡などの調査によって、更新世中期～後期の地層から、多くの石器が発見されるようになり、日本における人類の起源は更新世の中期まで遡ることが明らかとなった。より多くの石器を発掘、発見し、日本の前期旧石器時代の文化を明らかにする研究が石器文化談話会や東北歴史資料館などを中心に進められてきており（鎌田ほか、1989）、石器出土層準に関しては、いろいろな手法を用いて自然科学的な測定も試みられている。早田（1991、1995）によって詳しい層序学的研究がなされた結果、この地域には鳴子・鬼首火山群を給源とする多数のテフラが分布しており、このテフラ層序によって、石器包含層の対比が可能となった。今回は、上高森遺跡と古屋敷テフラ群の古地磁気測定の結果を報告し、これまで行ってきた宮城県北部地域の石器包含層準の古地磁気層序のまとめを行う。

テフラの層序

宮城県北部の前期旧石器包含層のテフラ層序は早田によって詳しく調べられており、この地域の模式柱状図は第1図のようになる。宮城県北部の中・後期更新世の古地磁気層序学的研究は、馬場壇A遺跡の第2次調査の時から始まり、これまでに古地磁気試料は座散乱木遺跡、馬場壇A遺跡、高森D遺跡、日東化学前露頭、倉の沢露頭の5地点で採取されていた。そのうち、馬場壇A遺跡、高森D遺跡、倉の沢露頭では、それぞれ2度にわたってサンプリングが行われ、詳しい古地磁気層序が明らかにされている。

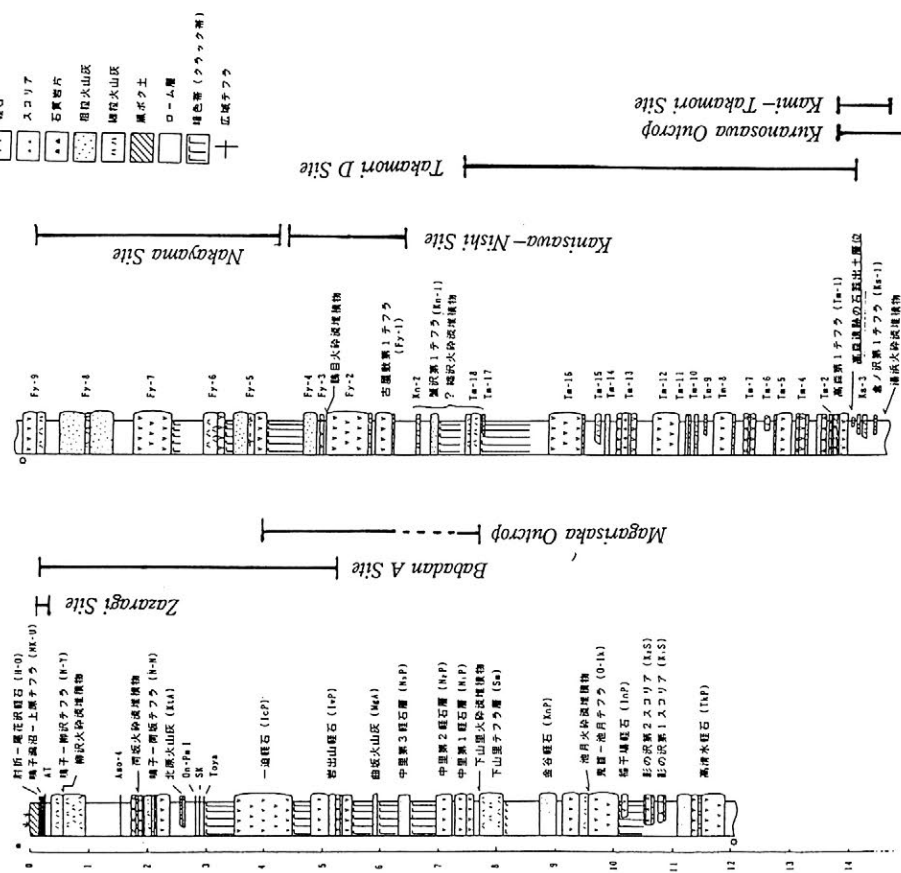
今回は、より下位の地層から石器が見つかった上高森遺跡のB地点およびC地点と、高森テフラ群の上位にくる古屋敷テフラ群が分布する中山遺跡南側露頭および蟹沢西の露頭の4地点でサンプリングを行った。第1図には、試料を採取した層準の範囲も示されている。倉の沢露頭と上高森遺跡は高森第1テフラ（Tm-1）より下位にくる。

古地磁気測定結果

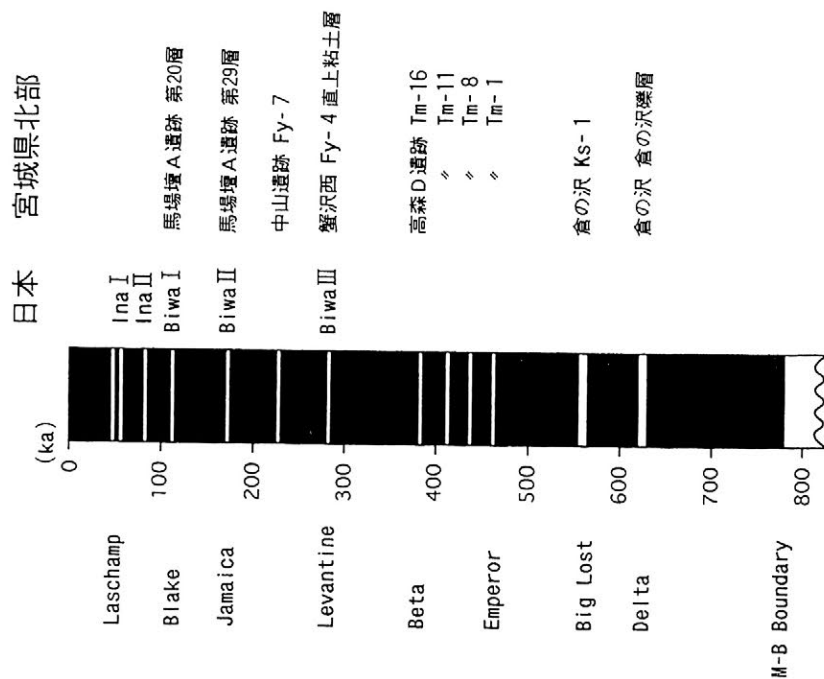
上高森遺跡での古地磁気測定の結果は、C地点で、倉の沢第1テフラ（Ks-1）の下位約1.2 mの粘土層で逆転磁化が見いだされた。これは倉の沢露頭で発見された倉の沢礫層中の逆転磁化に対比されるもので、Delta イベントに相当するものと考えられる。また、古屋敷テフラ群でも古屋敷第4テフラ（Fy-4）の直上の粘土層と第7テフラ（Fy-7）で中間帯磁が見いだされ、下位の中間帯磁が28万年前頃の Levantine イベントに対比されるものと思われる。

宮城県北部地域の古地磁気層序

今回の古屋敷テフラ群や上高森遺跡の測定結果も含めて、この地域で見いだされた地磁気逆転もしくはイクスカーションは、第2図のように、馬場壇A遺跡の第20層以下、倉の沢礫層に至るまでで10回におよぶ。これは、Blake イベントから Delta イベントまでの世界各地から報告のあるこの時代の7回のイベントより3回多いことになる。



第1図 宮城県北部のテフラの模式柱状図（早田、1993 による）
と古地磁気試料採取層準



第2図 更新世中期以降の古地磁気層序

青森・三内丸山遺跡出土クリ遺体の DNA 解析

○山中慎介¹⁾・岡田康博²⁾・佐藤洋一郎¹⁾

1) 静岡大学農学部

2) 青森県埋蔵文化財調査センター

1. 序論

青森市の三内丸山遺跡からはクリの巨大木柱や多量の子実が出土しており、栽培の可能性が議論されてきた。栽培の起源は農学の立場からも興味深い問題であり、古くから研究の対象であった。今回、同遺跡の約 5000 年前の地層(縄文時代前・中期)から出土したクリ遺体から DNA をとり出して分析し、遺跡周辺に現存する野生のクリとの比較によって栽培行為の有無の検討を行った。

2. 材料および方法

青森市・三内丸山遺跡から出土したクリ子実 20 サンプルを用い、これらの 1 粒ずつから DNA を抽出した。また比較のために遺跡周辺に自生する現存のクリ植物体 22 サンプルからも同様の方法で DNA を抽出した。抽出した DNA は PCR 法により特定の領域を増幅した後、精製寒天のゲル上で電気泳動し、現れるバーコード状の模様から出土遺体と現存の遺伝的なばらつきを比較した。遺体には微生物等が付着している可能性があるため、抽出した DNA が本当にクリのものかどうかの確認も行った。

3. 解析の結果および考察

サザン解析の結果より、抽出した DNA は現存のクリの DNA と構造上の類似を示し、それが付着微生物のものではなく真にクリのものであることが判明した(図 1)。そこで出土遺体 20 サンプルと現存 22 サンプルから抽出した DNA の特定の領域だけを増幅しバーコード模様を比較したところ、遺体由来のものは比較的そろっていて遺伝的なばらつきが小さく(図 2A)、一方現存の野生のものはそのばらつきが大きいことがわかった(図 2B)。同様の方法で増幅する DNA の領域を変えて遺体・現存それぞれ 3 種類のバーコード模様を検出し、ばらつきを比較した。このばらつきを具体的に示す指標を求めたところ、出土遺体で 0.236、現存のもので 0.436 であった。この数値は遺伝的なばらつきが大きいほど大きく(最大 0.5)、ばらつきが小さいほど小さく(最小 0)なる。出土遺体の値 0.236 は樹木の自然集団としては低い値で、人の手による何らかの攪乱があったことが予想される。出土した子実の多さを考え併せるとクリを栽培していた可能性が高いと思われる。今後は、同遺跡の異なる地層から出土した遺体についても同様の解析を行い、縄文時代における農耕の発達の経過を探る予定である。

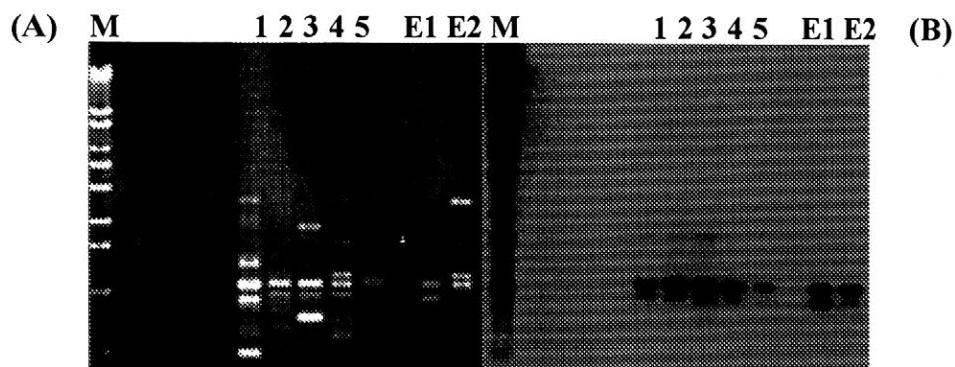


図 1. 出土遺体から抽出した DNA がクリのものであることの確認.

(A)増幅された DNA 断片の電気泳動写真. M:サイズマーカー、1~5:出土遺体の DNA、E1,E2:現存の DNA

(B)サザン解析の結果. 出土遺体の DNA(1~5)に現存の DNA(E1)と類似性があることを示す黒いバーコードがみられる.

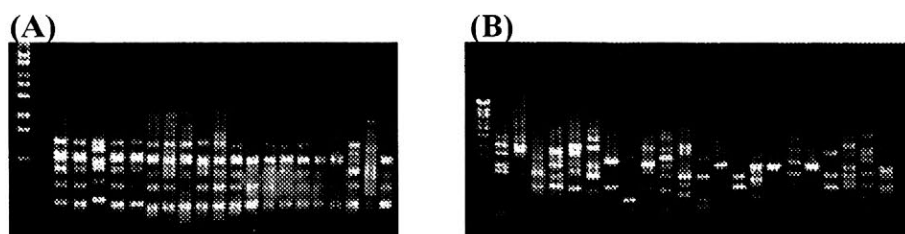


図 2. 出土遺体と現存の自生集団の DNA の比較

(A)出土遺体 20 サンプルの DNA の増幅パターン：バーコード模様が比較的きれいにそろっており、遺伝的なばらつきが小さいことがわかる.

(B)遺跡周辺に自生する現存のクリ 22 サンプルの DNA の増幅パターン：出土遺体と比べて遺伝的なばらつきが大きいことがわかる.

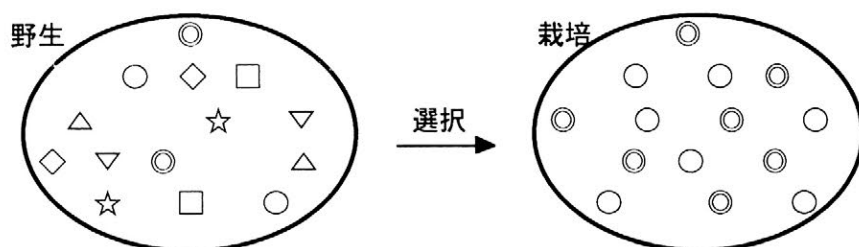


図 3. 野生と栽培における遺伝的なばらつきの違い

野生の集団中は遺伝的に多様であり色々なものが存在しているが、人間が特定のもの(◎や○)を好んで選択し増殖することで、栽培されたものは遺伝的なばらつきが小さくなる。

古代～中世における自然環境から人為環境への変遷過程—愛知県大毛沖遺跡を例として—

鬼頭 剛・永井宏幸（愛知県埋蔵文化財センター）

森 勇一（三重大学生物資源学部）

1. はじめに

愛知県一宮市、古代～中世の大毛沖遺跡において、堆積層序・堆積構造の観察、堆積物の空間分布把握および珪藻・昆虫・花粉といった生物遺体の分析をおこなった。その結果、堆積空間の変遷過程と、それに伴う生物相の変化をとらえることができたので報告する。

2. 大毛沖遺跡の概要と堆積層序

大毛沖遺跡は愛知県一宮市の北西部に位置し、調査面積はおよそ37000m²におよぶ。遺跡は大きく古代と中世の時代に分けられる。古代（奈良～平安時代、約1300～900年前）では住居跡や畑地が、中世（鎌倉～戦国時代、約800～400年前）では住居跡・畑地・井戸などが検出されている。また、調査区を北東-南西方向に貫く河川流路跡が確認された。堆積層序は大きく4層に区分できる（表1）。下位層より、1.小礫～大礫層、2.中粒～粗粒砂層、3.シルト～砂質シルト層、4.粘土質シルト～シルト質粘土層である。このうち3層と4層が大毛沖遺跡の遺物包含層にあたる。堆積物は全体に上位の層に向かって細くなる上方細粒化傾向を示す。

3. 自然環境から人為環境への変遷過程

大毛沖遺跡の環境はおおよそ4時期に分けられる。

- (1) 5～7世紀：泥やシルトなどを基質に含まない白色～灰白色を呈する砂層のみからなる。粒径は粗粒～中粒である。まれに小礫～細礫を挟む。トラフ状斜層理が明瞭であることから、かなり流れがあり、砂堆（デューン）を形成する河川流路内であった。
- (2) 7～8世紀：淡褐色～淡灰色を呈する主に砂質シルト～シルトからなる層である。側方への連続性の良い黒色を呈する腐植質粘土を挟む。この時期に河川流路は徐々に側方（南方）へ移動し、大毛沖地域は河川縁辺部となり水深が浅くなった。水深が浅くなることで、流水域や滞水域あるいは地表に露出した場所などといった環境の差異が生じ始めた。そのため、水が絶えず流れる場所では流水域を好む珪藻（*Cymbella turgidula*, *Gomphonema parvulum*など）が認められる一方、滞水域には大小の水生・止水性昆虫（*ガムシ*・*セマルガムシ*・*オオミズスマシ*など）がみられるようになった。
- (3) 8～12・13世紀：それまでの堆積物を不整合的に覆ってシルト～粘土質シルトが堆積する。調査区内を流れていた小河川は上流部でネック・カットオフを起こし、閉じた環境となり湿地性珪藻（*Pinnularia*属など）を含む厚い腐植質堆積物を埋積させた。この時期、地表上への露出面積が増大し人の手が加わるようになる。住居跡や畑地の遺構がそれを物語る。人の生活はそれまでの時期とは異なる生物相を生じさせた。例えば、土坑堆積物からは人為環境を示唆する好汚濁性珪藻（*Navicula pupula*など）が、畑地遺構からは作物栽培を示唆する食葉性昆虫（*ヒメコガネ*）が多数検出された。
- (4) 12・13世紀以降：堆積物はシルト～粘土からなり粘土成分が多い。まれに極細粒砂がレンズ状・チャネル状に挟まれてくることから、小河川が流れていたと思われる。大毛沖地域のほとんどが地表となり、乾燥に耐える陸生珪藻（*Hantzchia amphioxys*など）がみられるようになる。地表面積の増加は人の生活面積の増加を意味し、この時期には居住域や畑地とともに井戸、区画溝など遺構の密度が高くなる。それに伴って住居跡近傍の堆積物からは食糞性昆虫（*エンマコガネ*属など）、地表性歩行虫（*ヤアカヒラタゴミシ*など）が、畑地遺構からはソバ属やアブラナ科の花粉や食葉性昆虫（*ヒメコガネ*など）といった作物栽培が示唆する生物遺体が多くみられるようになる。

4. まとめ

愛知県一宮市の大毛沖遺跡において、古代～中世にかけて河川流路内→流路縁辺部→堆積物の埋積による微高地化までの堆積空間の変遷が捉えられた。そして、地表に露出した面積の増大は人の生活面の拡大をうながすと共に、住居や畑地といった土地利用の差を生み出し、それはそのまま生物相（人里生態系）の差として反映された。今回の結果から、人の生活空間がどのように形成されていったのか、人の土地利用の差異が生物相にどのような変化を生じさせたのか、歴史時代の堆積物より抽出できたことになる。

標高	柱状図	番号	堆積物	堆積構造	堆積環境	遺構	花粉・珪藻	昆虫	時代
9.0		4	シルト質粘土 ↑ 粘土質シルト	見られない	低湿地 微高地	居住域・畑地 井戸・区画溝	ソバ属・アブラナ科 陸生珪藻	食葉性昆虫 食糞性昆虫 地表性歩行虫	現代 中世 ↑ 古代II
8.0		3	シルト ↑ 砂質シルト	見られない	河川縁辺部	居住域・畑地	好汚濁性珪藻 流水性珪藻	食葉性昆虫 水生昆虫	↑ 古代I
7.0		2	中粒砂 ↑ 粗粒砂 (細礫挟む)	斜層理	河川流路	確認されない			
6.0		1	小礫 ↑ 巨礫	淘汰不良	扇状地	確認されない			

表1. 大毛沖遺跡の模式層序

1. はじめに

伊勢原断層は神奈川県中部伊勢原台地の西縁を限る断層で、丹沢山地の東縁に当たる牧馬一煤ヶ谷構造線の南方にある。松田(1995)によれば、878(元慶2)年に相模国分寺(海老名に所在)や国府(所在地不明)に被害を与えた地震の震源断層の可能性があると指摘されている。

兵庫県南部地震後、全国の活断層でトレンチ調査が実施される中で、伊勢原断層のトレンチ調査も予定されており、周辺の古地震資料の集成が急務となった。そこで、これまで筆者らが発掘調査中の遺跡や露頭で検出した地震の痕跡(地震以外の原因で形成されるものも含む)を報告する。

2. 伊勢原断層周辺の地震遺跡

①引地遺跡 台地末端部の集落址に形成された地割れの中に古墳時代前期の土器が2つ並べて伏せられていた。9世紀の住居址では小断層によって段差が出来た床面に盛り土をして住み続けていた(上本・中村, 1990)。

②上粕屋・川上遺跡・東名高速道路付近の露頭 A T直下に幅3cmのすべり面があり、小断層(最大落差70cm)と地割れ群が地すべりが発生した痕跡がある。

③成瀬第2地区遺跡群高森A地区※ 高森台地南端にN70°Wの断層があり、吉沢ローム層下部(約12万年前)に立川ローム(約3万年前)が乗り上げて断層で接する。変位量は少なくとも20m以上と推定できる。この変動の時期は不明である。崖下には平安時代の富士系テフラ(S-24-7)が落込む地割れ群がある。S-24-7は8世紀後半に廃棄された道路状遺構を覆っている。これより、地割れ形成時期は8世紀後半に絞られる。

④弥杉・上ノ台遺跡 遺跡の地山をなす立川ローム層全層が堆積後の傾動によって8°、古代遺構確認面は6° 南西に傾いている。傾動は1.2万年以後に始まり、古代には終わっていたと思われる(東海大学校地内遺跡調査団, 1995)。

⑤中島遺跡 遺跡内の塚状の地山にN60°E方向を主とする(N40°W, N10°Wがこれに次ぐ)ほぼ垂直な地割れ群が数cm間隔で形成されており、南北方向に引っ張る力が働いたことを示している(上本, 1990)。

⑥神成松遺跡 遺跡内を活断層が横断しており、1m以上の段差が生じている。この断層によって埋没後の縄文時代の住居址の敷石がめくり上げられている(玉川文化財研究所, 1994)。

⑦駒形神社下の露頭(平塚市水準点No.132地点) 伊勢原断層の断層崖のテフラ層は、Y-108まで水平に堆積した後、Y-108 以上のテフラは傾斜して堆積している(Y-108・108 はB4相当)。これはY-108 が降下堆積した頃(約3万年前)から断層崖の形成が始まったことを示唆する資料となる。

⑧南金目遺跡※ 古砂丘または自然堤防上にテフラ混じりの粘土と礫が堆積した遺跡で、小断層群と噴砂に充填された地割れが古墳時代中期の和泉式土器が出土する層まで切っている。小断層はN60-70°E、で30cm北落ちの変位をしている。地震の発生年代は5世紀後半～6世紀前半と考えられる。

⑨御岳遺跡 富士黒土層に地割れ(N70°W) ⑩下糟屋・丸山遺跡 地すべり性断層

⑪三ノ宮・下尾崎遺跡 横穴墓群崩壊・テフラ層中に破碎帯

⑫三ノ宮・上栗原遺跡 東落ちの断層(法泉寺断層か?)

⑬東大竹・山王塚遺跡 南北方向東落ち断層(地すべり性?)

⑭東大竹・市場(VII)遺跡 層すべり跡 ⑮東大竹・稲荷久保遺跡 地溝状地割れ(N70°E)

⑯東大竹・堂面(III)遺跡 層すべり跡

⑰田中酒林遺跡・田中第六天遺跡 東西方向の大規模地割れ群

⑱沼目・天王原(V・VIII)遺跡 南北方向の大規模地割れ・テフラの液化化跡

⑲水尻遺跡 低角逆断層が縄文時代中期のテフラ層まで切っている(上本, 1992)。

⑳砂田台遺跡 平坦な台地上の立川ローム層最上部に発生した層すべりで、縄文早期の土坑群が移動している。すべりの発生は縄文早期から古墳時代前期の間である(宍戸・上本, 1988)。

3. まとめ

伊勢原断層周辺の遺跡において地震の痕跡を調査した。その結果、伊勢原台地には西縁の伊勢原断層に沿う一帯だけでなく、台地内部や北方の高森台地でも断層・地割れ・液化化跡が検出された遺跡が密集する。断層と地割れの走向は東西方向が卓越し、伊勢原断層に平行する南北方向のものは少ない。最も大規模な地変跡を示すのは高森台地南縁の東西方向の断層群で、変位量は少なくとも20m以上と推定できる。また、法泉寺断層に沿っても地震遺跡が連なり、この断層が古墳時代以後活動した活断層である可能性を示す。今後は東西方向の地割れや断層を形成した応力場を考慮に入れて伊勢原断層を再検討する必要がある。

※を付した遺跡については玉川文化財研究所の未公表資料を使用させて頂いた。



出土木材の空隙率と最大体積収縮率の関係

○高妻洋成（奈良国立文化財研究所），沢田正昭（同）

出土木材が乾燥により著しく収縮・変形することはすでに広く知られていることであり、この収縮・変形を抑えつつ、いかにして脱水・乾燥を行うかが、保存処理の根本的な課題である。出土木材を保存処理するに際して、その劣化状況を知るためには、最大含水率を測定するのが一般的な方法であろう。しかしながら、同程度の最大含水率であっても樹種によってその収縮挙動が異なるため、最終的には保存処理を行う者の勘と経験に頼らざるを得ない状況であることも事実である。保存処理をより効率よくかつ良好に行うためには、様々な劣化状態にある多くの出土木材の性質について、さらに基礎的な研究を進める必要がある。このような観点から、出土木材の収縮挙動が、劣化程度に応じてどのような変化を示すのかを、空隙率の増加と関連させて検討した。

出土木材の乾燥による著しい収縮は、材中から水が拡散蒸発していく際、水の表面張力に対して細胞壁が抗しきれず、落ち込みといわれる変形を生じることによる。細胞壁の脆弱化は、細胞壁を構成している成分の分解溶脱にともなうものであり、同時に木材中の空隙量の増加に依存するものといえる。したがって、出土木材の収縮は、木材中において空隙がある程度増加した時点で、一気に増大することが予想される。

一般に現生材の場合、木材中の空隙は細胞内腔に代表される永久空隙と吸脱湿によって増減する一時空隙とに分けられる。出土木材の場合、本来存在していた空隙に加え、構成成分が分解溶脱することにより生じた空隙が存在することになる。空隙には水が浸入しているため、出土木材は木材実質と水から構成されていると考えるならば、以下の式から最大含水率 ($u, \%$)、みかけの細胞壁の密度 ($R, \text{g/cm}^3$)、全空隙率 ($v^0/V, \text{fraction}$)、および一時空隙率 ($v_1^0/V, \text{fraction}$) を計算することができる。なお、一時空隙率の算出にあたっては、出土木材の繊維飽和点が 0.3 からほとんど変化しないということを仮定している。

$$u = (m_w - m) / m \times 100$$

$$R = \delta m / (m - m_w)$$

$$v^0/V = \{(m_w - m)/\delta\} / \{(m_w - m)/\delta + m/R\}$$

$$v_1^0/V = (0.3m/\delta) / \{m_w/\delta - m(1/\delta - 1/R)\}$$

m_w : 飽水重量 m : 絶乾重量 δ : 水の密度

平城宮跡から出土した広葉樹環孔材のケンボナシについて測定を行ったところ、次のような結果を得た。最大含水率を一応の劣化の尺度と考えて、みかけの細胞壁の密度をプロットしたところ、図1のようなグラフが得られた。みかけの細胞壁の密度は最大含水率の低下とともに、最初減少傾向を示すが、ある時点から増加に転じている。これは、密度の高い多糖成分が密度の低いリグニンよりも優先的に分解消失することで木材細胞壁の密度自体が低下していくと同時に、土壌から無機成分の浸入が起こっているためであると推測できる。

図2には全空隙率と一時空隙率を最大含水率に対してプロットした。全空隙率は低い最大含水率の領域において急激に増大することが明らかである。一時空隙率は、繊維飽和点が劣化程度によらず0.3でほぼ変化がないと仮定した場合、減少していく。これらのことは、吸湿によって回復できる一時空隙の量が減少し、落ち込みをひきおこす永久空隙の量が飛躍的に増大していくことを示すものである。

図2には、最大体積収縮率もプロットした。最大含水率が200%程度までは、一時空隙率のラインに沿った最大体積収縮率を示している。この領域においては、乾燥による収縮が永久空隙の落ち込みをとまわず、脱湿による一時空隙の閉塞にほぼ依存しているものと思われる。一方、この領域を越えた含水率域では、急激に最大体積収縮率は増大している。これは、ケンボナシの場合、最大含水率200%程度までは細胞壁の落ち込みは生じないが、この領域を越えるあたりで水の表面張力に細胞壁が抗しきれなくなり、落ち込みを生じ始めるものと考えることができる。

今回は、広葉樹の環孔材であるケンボナシについて検討を行い、空隙率と最大体積収縮率との間の関係を明らかにすることができた。しかしながら、組織構造の違いが両者の関係にどのような影響を及ぼすのか、土壌からの浸入成分が細胞壁の密度に及ぼす影響などについてさらに検討をしていかなければならない。

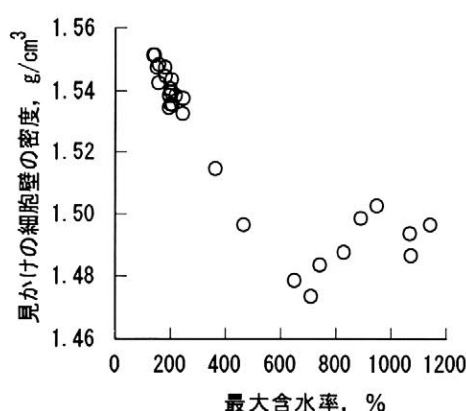


図 1

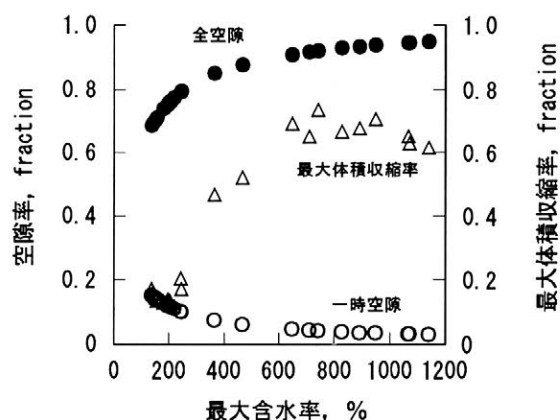


図 2

脂肪酸エステル法による出土遺物の 保存処理について

(財)元興寺文化財研究所

○井上美知子, 増澤文武, 伊藤健司

川本耕三, 菅井裕子, 植田直見

I. はじめに

現在、出土木製遺物の保存処理法として最も広く行われているポリエチレングリコール（以下PEG）含浸法は、①PEGの分子量が大きく含浸に長期間を要し、②クスノキ、クリ等ある特定の樹種で収縮、変形を生じやすい。③処理遺物は高湿度下で吸湿して黒くなり、さらにはPEGが溶出しクラック等の変形が生じる。また、④保存処理液および処理遺物でPEGが劣化（酸化）するなどの問題点がある。

そこで、PEG含浸法で生じる問題のより少ない処理法を開発するために薬剤の検討を行った。選択の基準として①低分子、②融点50～75℃、③アルコール可溶性、④木材成分との親和性をもつ官能基を有する薬剤で検討した結果、脂肪酸エステルの12-ヒドロキシステアリン酸メチルエステル（以下、HMS）が、試験に供したすべての樹種で寸法変化が少なく、PEG含浸法では変形を生じる処理の困難な遺物においても優れた形状安定性を有していることがわかった。

II. 実験

1. 寸法安定性試験

1-1. HMS法

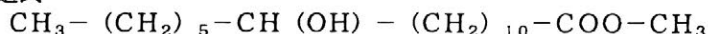
1) 使用薬剤

12-ヒドロキシステアリン酸メチルエステル（HMS）

分子式 $C_{19}H_{38}O_3 = 314$ 融点 54°C 比重 $0.875 (60^\circ\text{C})$

溶解性 0.001g 未満/水 100g (25°C) 55.1g /エタノール 100g (25°C)

構造式



2) 方法

① エタノール置換

エタノール50%、80%水溶液各1回、エタノール原液（99%）2回、1回に4日間浸漬

試験片の重量が恒量に達し、最終エタノール濃度が96%以上であることを確認した。

② 薬剤含浸

HMSを60～65℃に加熱した溶解液に4日間浸漬した。

③ 表面処理

エタノールに浸漬し表面の薬剤除去をおこなった。

1-2. PEG含浸法

比較のため、HMSに用いた試験片と繊維方向に連続した試験片をPEG20%水溶液に浸漬し、20%ずつ段階的にPEG濃度を上げ最終的に100%まで含浸した。各濃度の含浸期間は約10日とした。表面処理はエタノール59%水溶液でおこなった。

1-3. 試料

性質の似通った繊維方向に同一な材を、おおそ接線方向3×放射方向3×繊維方向3cm³に切断し試験片とした。また、⑥のクスノキは、中央部分が非常に堅いが端部が柔らかい含水率が部位により極めて異なる不定形試験片とした。

①クスノキ（含水率530～600%）、②クリ（含水率138～147%）、③アカガシ（含水率390～420%）、④ウバメガシ（含水率1020～1180%）、⑤スギ（含水率430～450%）、⑥クスノキ（含水率 中央部110%、端部610%、全体として135～150%）

寸法測定は木口面の接線方向と放射方向、板目面接線方向長さを読み取り顕微鏡を用いて1/100mmの精度でおこなった。重量測定は引き上げた試験片を軽く拭き電子天秤を用い1/100gの精度でおこなった。

2. 環境試験（耐湿性）

上記の処理後の試験片を恒温恒湿器に入れ40℃、90%RHの環境下に3ヶ月放置し、重量と接線方向の寸法を測定した。

Ⅲ. 結果と考察

①寸法と重量の変化

クスノキ、クリ、アカガシ、ウバメガシ、スギの木口面接線方向の寸法と重量の変化率を表1に記した。また、①のクスノキのHMS法による各工程での寸法と重量の変化率を図1に記した。エタノール置換時とHMS含浸時に若干寸法の減少がみられたが、多くの場合、固化時の減少はほとんどみられなかった。固化による体積変化が小さいことが本法の特徴と思われる。

②外観

HMSはエタノール溶解性が高いため、エタノール浸漬による表面の薬剤除去が容易であり、黒味を帯びたPEG含浸法に比し明るい色彩であった（水溶性アクリル樹脂を塗布する事で明度を抑えることができた）。

③耐水性、耐湿性

HMSは水に対する溶解度が低く処理後の遺物は水には濡れるが自然乾燥でもとの色彩を回復した。40℃、90%RHの高温高湿度下での耐湿試験を3ヶ月行った結果、HMS法で処理した試験片は開始後約10日まで重量は1～5%増加したが以後の増加はなく、木口面接線方向の寸法変化は1.5%未満であった。PEG含浸法で処理した試験片は1日目から濡れて黒くなり水が溜まった。

表1. HMS法およびPEG含浸法による木口面接線方向寸法および重量の変化率(%)と形状評価

		①クスノキ	②クリ	③アカガシ	④ウバメガシ	⑤スギ	⑥クスノキ
木口面接線 方向の寸法 変化率(%)	HMS法	0.6	-2.8	-0.7	0.9	0	-0.4
	PEG含浸法	-23.4	-4.7	-4.5	-2.2	-1.4	0.1
	自然乾燥	-47.2	-20	-58.6	-76.1	0.6	-11.2
重量変化率 (%)	HMS法	-15.4	-15.3	-15.8	-18.9	-16.2	-16.6
	PEG含浸法	-8.6	-3.1	1.7	7.4	6.6	-2.8
	自然乾燥	-81.8	-57.6	-72.2	-90	-80.2	-57.4
形状評価	HMS法	良好	良好	良好	良好	良好	良好
	PEG含浸法	変形大	柱目落込み	良好	良好	良好	端部クラック

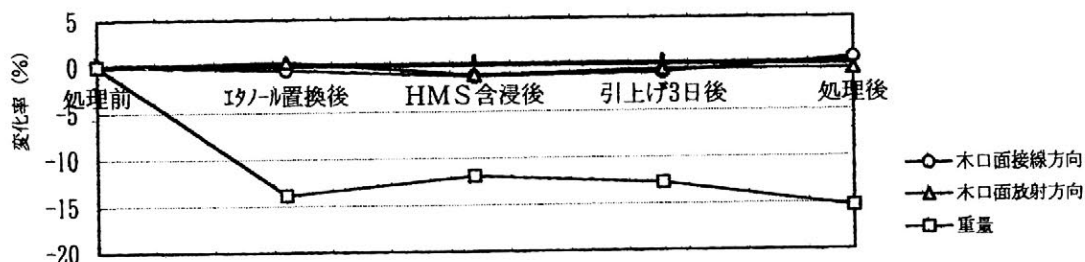


図1. 各工程における①クスノキの寸法と重量の変化率の推移

Ⅳ. HMSの安全性について

HMSの製品安全データは以下の通りである。

- ①危険有害性：分類基準に該当しない。人についての症例、疫学的情報について知見なし
- ②危険性：安定性・反応性は通常の取扱い条件では安定
- ③その他：環境影響は知見なし、廃棄上の注意は特になし
- ④適用法令：消防法 非危険物 可燃性固体類（3000kg以上）

Ⅴ. まとめ

様々な樹種および広範な含水率をもつ出土木製遺物の保存処理法として脂肪酸エステル（HMS）法は寸法変化が少なく、PEG含浸法で変形を生じる可能性の高い遺物（クスノキ、クリ、アカガシ製、タケ、種子、炭化遺物）でも良好な結果を得た。また、処理に要した期間は、PEG含浸法の1/2～1/3以下であった。本法による遺物は軽量で、色彩も明るく、保管中の湿度管理が容易であった。

なお、1年経過後の試験片に形状の変化がないことを確認している。HMSの薬剤安定性については現在さらに促進実験中である。（特許出願中）

FM-CW方式地中レーダの開発

亀井宏行・内藤喜之（東京工業大学），小林暁（帝京平成大学）
伊藤公一（千葉大学），関一（長岡技術科学大学）

現在遺跡の探査に用いられている地中レーダは、パルスレーダで、パルス波形をアンテナに給電し、地下の物体で反射されてきたパルス状の電波を受信し、その受信波形そのものを輝度変調やカラー階調表示するものである。パルスレーダでは、十分に広帯域のアンテナが得られないので理想的なパルス波形を送受することができず、リングングという振動波形が生じ、近接する物標の検出能力は劣る。また振幅情報を直接取り扱うので、雑音に弱い。そこで我々は、周波数変調をかけた連続波（Frequency Modulated Continuous Wave）を用いた新方式のレーダの開発を試みた。FM-CWレーダは、時間に比例して直線的に周波数が変わる連続波を送信し、反射時間だけ遅れて返ってきた受信波と現在の送信波との周波数差を検出することにより、反射時間を求めるというもので、周波数検出の積分処理（たとえばフーリエ変換）により耐雑音性能は向上するし、アンテナの帯域内に発振周波数を納めることによりリングングも抑えることが可能である。

試作したFM-CWレーダでは、送受別体の2台のアンテナに中心周波数300MHzのボウタイアンテナを採用した。走査する時は、車輪のついた台車の上に乗せて引くか、それに固定して牽引する。発振周波数は、100MHzから500MHzの400MHzの帯域を、25msecの時間で変化させる。これをup,down,up,down,...と三角波状に繰り返す。このとき周波数変調速度は、 $400\text{MHz}/25\text{msec} = 16\text{Hz/nsec}$ となり、パルスレーダで30nsecの深さ（土の比誘電率 $\epsilon_r=25$ とした時90cmの深さに対応）に現れる像は、FM-CWレーダでは、480Hzの周波数の所に出現する。

長崎県壱岐郡原の辻遺跡での探査実験結果を示す。原の辻遺跡は弥生時代の環濠集落遺跡で、探査実験は、水田下の環濠と台地上の墓域の2箇所で行った。比較に用いたパルスレーダは、中心周波数166MHzのアンテナを用いた光電製作所製KSD-3AM型レーダである。

（1）環濠の探査

一部トレンチにより環濠が見つかった水田において、その延長が存在するであろう所に測線を設定した。そのレーダ探査結果を図1に示すが、パルスレーダ像では、水平の層構造が見られるだけで、環濠らしき像は捕らえられていない。これに反して図1（b）のFM-CWレーダ像では、西（W）端から4mから7mあたりに、幅3mの溝状の像が捕らえられている。

（2）墓域の探査

探査した墓域は、既に一部発掘され、甕棺や石棺が発見されている区域で、その未発掘部分に測線を採った。探査結果を図2に示す。パルスレーダ像では、東端から7m、深さ12nsecのところに、一つ反応があるが、見落としてしまうほどの反応である。図2（b）のFM-CWレーダ像では、それに対応する位置に、きれいな双曲線パターンが現れており、おそらくここに甕棺墓か石棺墓が存在するものと思われる。

原の辻遺跡の探査実験からは、環濠のように、電波の減衰の大きなところで反射信号の弱いものでもFM-CWレーダは検出でき、土層判別に有効であることがわかった。また反射強度の大きい対象に対しても、パルスレーダのリングングにあたる成分が少ないだけ、FM-CWレーダの像は明瞭であることがわかった。

本研究は、文部省科学研究費補助金重点領域研究「遺跡探査」：FM-CWレーダによる土層判別方式の研究（代表：内藤喜之）による。

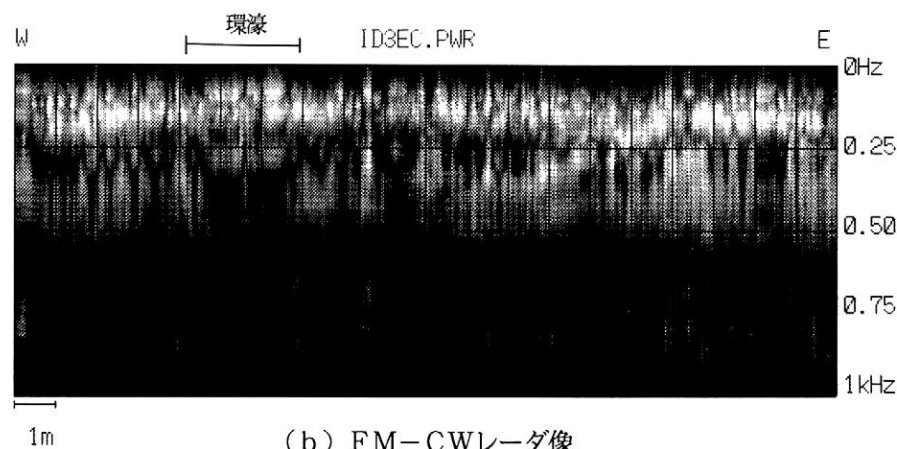
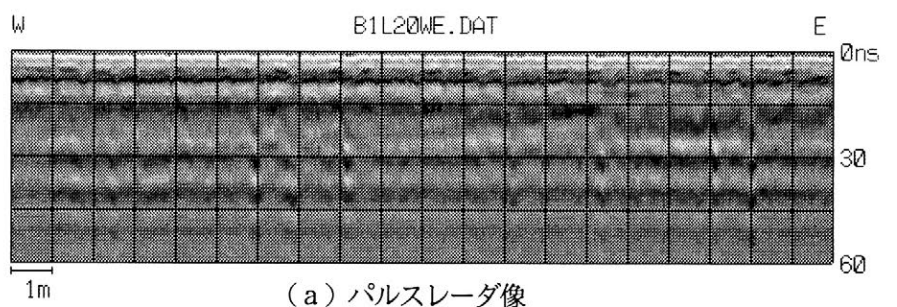


図1. 原の辻遺跡環濠の地中レーダ像.

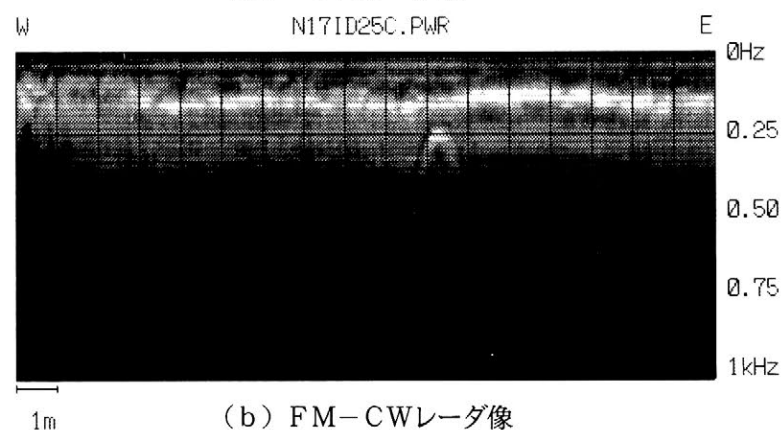
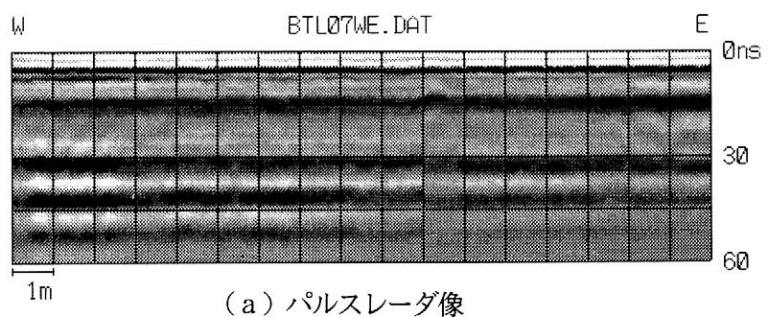


図2. 原の辻遺跡墓域の地中レーダ像.

文化施設における展示環境の過乾燥化の実態について

○赤沼英男（岩手県立博物館）、宮野秋彦（名古屋工業大学・名誉教授）

1. まえがき：

最近、博物館などの施設内の展示空間の相対湿度が極度に低湿度となる現象が増加している。鉄筋コンクリート造の建物では、通常、建設後約3～4年間は夏期に躯体内水分の蒸れ返し現象が見られる。それ以降は、躯体の乾燥が進むに従って館内の相対湿度は次第に安定して行くが、最近、冷暖房を行なっている美術館・博物館などで、建設後5～10年を経た頃から、展示ケース内の安定後の相対湿度が50%を下回る現象の現われることが多くなった。ここには、実例を挙げてその現象を考察する。

2. 過乾燥状態となった展示ケース内温湿度の実測例：

図1～4は、北陸地方に建つ某祭屋台展示施設の展示ホール内部の温湿度記録である。なお展示ホールには回廊が廻らされてガラス越しに展示屋台を見ることができるようになっているので、丁度、鉄筋コンクリート造の建屋内に巨大な展示ケースを包み込んだ形となっている。ホールの腰壁内表面および床コンクリート下には木質系の調湿材が打込まれており、天井および周囲ガラス面以外の内壁部分には石質系（無機質）調湿材が内装されている。因みに、ホール気積Vと内装調湿材の総表面積Aの比は $V/A \approx 4\text{m}^3/\text{m}^2$ である。

図2に展示ホールおよび外気の相対湿度の経年変化を示す。図を見ると、建物完成後4年目の夏までは蒸れ返しによるホール内湿度の上昇が見られるが、それ以降相対湿度の変

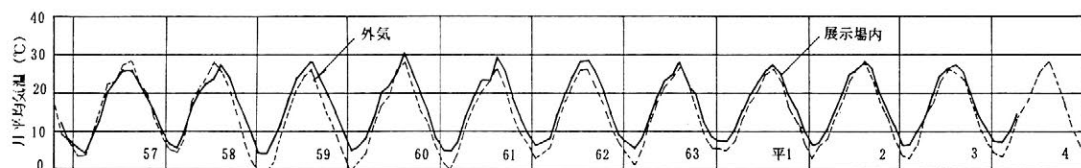


図1 展示場内部と外気の月平均気温の経年変化

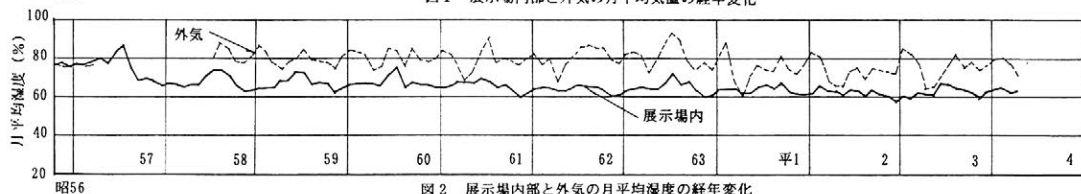


図2 展示場内部と外気の月平均湿度の経年変化

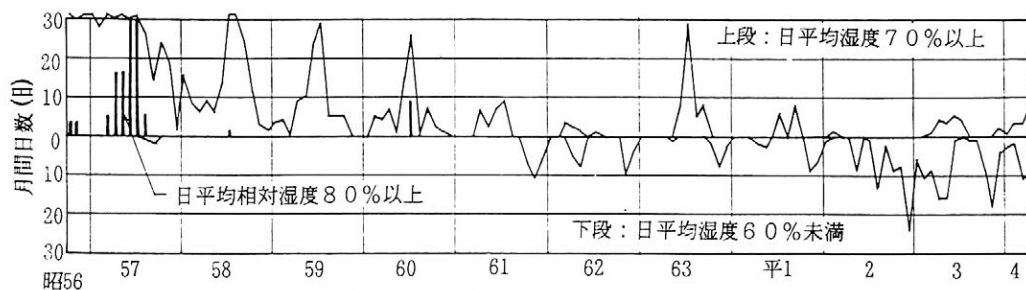


図3 展示場内部の日平均湿度が70%以上または60%未満となる日数

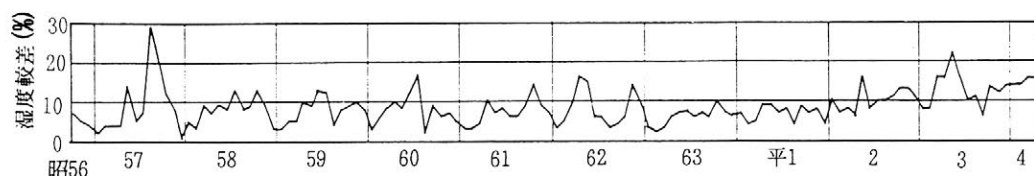


図4 展示場内部の月間最高日平均湿度と月間最低日平均湿度の差

化は次第に安定し、概ね60%前後に落ち着いてきたのごとく見える。

しかし、実際にはこの状態は除湿器と加湿器の相互稼働によって保たれているもので、図3を見ると分かるように、5年目に入ると60%未満の日が出現し始め、9年目からはその日数が急増している様子がうかがわれる。

更にこれに加えて、気になるのは、

図4の解析結果に見られるように、平成2年（開館9年目）以降、ホール内の相対湿度の日変動較差に増加の傾向が現われ始めている点である。

次に、図5～6に示した実例は、最近行なわれるようになった密閉タイプの壁付き展示ケースを、冬期低温低湿となる地域に設けた場合のケース内温湿度の経時変化である。図より、開館以来僅かに1ヵ月前後で、展示ケース内の相対湿度は60%以下となり、その後も更に低下を続け、約半年後に40%を下回る過乾燥状態が出現していることが分かる。

3. 結果の考察：第1例では、館内の暖房によって長年に亘って建物躯体の乾燥が進行し、ホール内に施工された調湿材の含水率が減少して調湿能力が低下したために、相対湿度が60%を下回るようになったものと考えられる。また平成2年以降の相対湿度の日変動較差の増加の時期は、ホール内湿度が60%を下回った際の加湿器と除湿器の交互稼働時と一致する。ホール内湿度の時間的変化と除・加湿器の稼働時間の関係を詳細に解析した結果、除・加湿の際に、内装調湿材の含水率が平衡状態に達するまでかなりの時間を要すること、その間はホール内湿度が殆ど変化しないこと、更に、一旦、平衡状態に達した後はホール内湿度が急激に変化することなどが明らかとなった。従って、展示ホール内湿度は、除・加湿器の交互稼働によって日平均湿度は概ね60%前後に保たれているものの、湿度の日変動較差はそのために反って増加するという結果を招いたものと考えられる。

第2例の過乾燥現象は、日平均内外気温差が最大で25℃を超えるという暖房によってもたらされた館内空気の低湿化が主原因であるが、密閉タイプの展示ケースで壁面内装表面を箔貼りとして調湿効果を減少させたことによる影響も無視することは出来ない。

4. むすび：文化財の保存・展示環境に関する調湿設計および冷暖房技術の研究・開発は、現在なお極めて不十分であって、安全でかつ保守の容易な調湿材の開発研究と経済的でかつ安定度の高い湿度調節設備の技術開発が待望される。

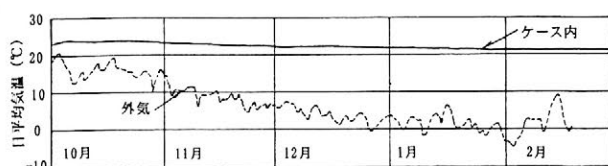


図5 密閉型展示ケース内と外気の日平均気温の経時変化

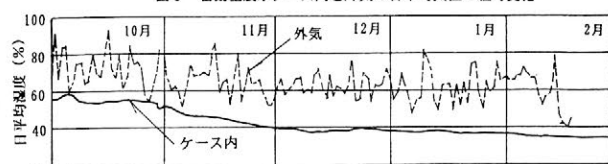


図6 密閉型展示ケース内と外気の日平均湿度の経時変化

1. 目的と分析資料

本発表の目的は、縄文土器と弥生土器の焼成温度を比較し、両者の差異を生み出した要因を土器の作り方や使い方との関連で検討することである。焼成温度の推定は、熱膨張率の測定を主体とし、示差熱分析とX線回折分析も一部試料について行った。一方、土器の野焼き方法は、黒斑や断面色調から推定した。本稿は煮沸用土器の焼成方法の時間的・空間的比較に焦点を置くが、各資料における煮沸用と非煮沸用の比較も併せて行った。分析に用いたのは、九年橋（岩手県北上市、縄文晩期後半）、御経塚（石川県野々市町、縄文晩期中葉）、野本（石川県松任市、弥生中期）、相川（石川県松任市、弥生後期）の4遺跡である。このうち、相川遺跡の甕は、熱膨張分析用の円柱（径4センチメートル）サンプルを作るには薄すぎたため、断面色調の観察のみを行った。

2. 熱膨張率

熱膨張分析では、「一定比率で土器を加熱した時に、急激な収縮（sintering）が起こった温度が、土器焼成時の温度を反映する」という原理に基づいて焼成温度の上限を測定する。筆者らは1993年の本学会で、熱膨張率（シンタリング温度）により考古資料の土器の焼成温度を推定する際には、以下のように石英の膨張と再水和水の放出の影響を考慮する必要があることを指摘した（江藤1963参照）。第一に、石英を多く含むほど、574℃での石英の膨張によりピークの平衡時間が長くなるため、収縮が始まる温度が実際より高くなる。よって、考古資料の土器の焼成温度を比較する際には、石英の比率が類似した試料を選ぶ必要がある。本研究では、蛍光X線分析により測定した化学組成から、ノルム法により石英・長石・カオリンの相対比率を計算した。第二に、再水和水については、考古資料では、胎土中のporeに吸着した再水和水が熱膨張測定時に放出されるため、再水和水が放出される450℃以前に急激な収縮が起こり、シンタリング温度が不明瞭になる。これは、気孔率と熱膨張率（700℃に加熱した時点）が高い相関を示すことから明らかである。よって、考古資料の熱膨張率測定では、400℃前後で予備加熱することにより再水和水を除去することが必要である。

ノルム法により計算した石英の値が類似する3遺跡の煮沸用土器を比較した（図1）。その結果、野本の2試料では900度付近に明瞭なシンタリング点が見られ、九年橋・御経塚の3試料では、750-850度の間に不明瞭なシンタリング点が見られた。よって、弥生中期の野本資料の方が縄文晩期資料よりも高い熱を受けたといえる。ただし、実際の焼成温度は、実験において石英の膨張によりシンタリング点がかかなり高温側に移動することから、上述の温度よりもかなり低いと推定される。なお、示差熱分析とX線回折分析でも、長石が残存していることから、縄文・弥生土器とも900℃以下での焼成が推定される。一方、焼成温度の下限については、1)示差熱分析とX線回折では、カオリンのピークが認められない（メタカオリンに変化した）ことから、600℃以上で焼成されている、2)500℃で焼いた実験粘土板で見られた「石英が膨張する前にシンタリング収縮が起こる」パターンが見られないことから、石英の膨張が起こる573度よりも高い温度で焼かれた、などの点から明らかである。よって、縄文・弥生土器が野焼き時に受けた温度は600度以上、おそらく850度以下だと言える。

3. 断面色調

断面の色調は、弥生時代の野本・相川資料の方が縄文晩期の九年橋・御経塚資料よりも明るい傾向がみられることから、弥生土器の方が高温を受けていると考えられる。次に、断面の色調構造をみると、内外面に赤色層があり、それらに挟まれた内部に黒色層（胎土に含まれていた有機物が炭化したもの）が存在するサンドイッチ構造を示す試料が多いが、内表面側の赤色層を欠く場合もある。赤色層の厚さにより、(1)外表面側の方が厚い、(2)内表面側の方が厚い、(3)内外ともほぼ同じ厚さ、の3種類に分けた。煮沸用土器について縄文と弥生を比較すると、九年橋・御経塚では(3)が最も多いのに対し、野本・相川では(1)の比率がより

高い。縄文時代の深鉢は、土器の内部にも薪を入れる「開放型」の野焼きで焼かれたのに対し、弥生土器は土器の内部にあまり燃料を入れず、全体をイネ科の草燃料で覆う「覆い型」の野焼きで焼かれたことが黒斑の観察から推定されるが、断面の色調構造もこれに対応する。

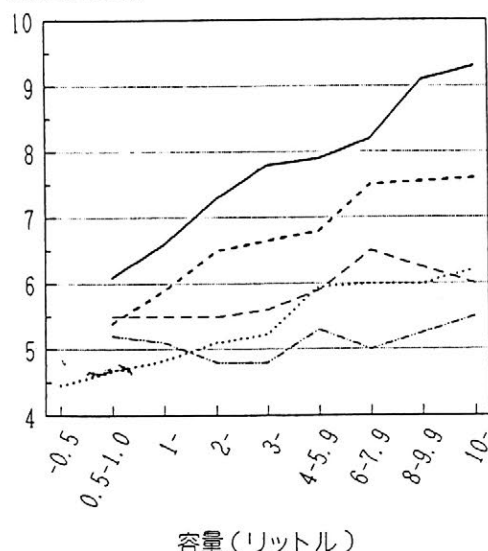
4. 考察

熱膨張分析と断面色調から、弥生土器の方が縄文土器よりも高温を受けていることが示された。この変化の理由として、器厚と焼成方法の2つが考えられる。器厚については、九年橋・御経塚などの縄文晩期の煮沸用土器（深鉢・鉢）の方が野本、相川などの弥生中・後期の煮沸用土器（甕）に比べ全体的に厚手であり、また、その差異は容量が大きいほど顕著になる（図2）。削りによる薄手化を行わない縄文土器では大形ほど厚手になるのに対し、弥生土器（第四様式期以降）では、特に中・大形において削りによる薄手化を入念に行っているため、容量が大きくなっても器厚の増加はそれほど顕著ではない。このように、北陸以東では縄文晩期土器よりも弥生土器の方が、薄手に作られるため、野焼き時の加熱量が同じとしても土器の器壁が受ける温度は弥生土器の方が高くなる。弥生時代の覆い型野焼きは、縄文時代の開放型野焼きよりも少ない薪燃料で焼成したと推定されるにも関わらず、弥生土器の方が高温を受けているのは、器壁の薄手化と熱が効率的に伝達される覆い焼きの特徴に起因すると言える。

弥生時代では米作りが定着するが、炊飯は強火で短時間加熱するため、熱伝導率が高い煮沸容器の方が適する。また、炊飯では最終段階には水分がなくなるため、耐熱性が高い器の方が適する。熱伝導率と耐熱性は、共に、1)器壁を薄くする、2)砂粒を多く含む生地を使う、3)高温焼成により気孔率を減らす、などの方法により高めることができる。よって、縄文時代から弥生時代への土鍋の変化は、炊飯の調理により適した変化と言える。近年、縄文・弥生土器の作り方について、「従来推定されていた以上に高度な技術を持っていた」という解釈（「縄文の技術貧困説」に対する見直し）と「技術的にはシンプルだが、器として必要な機能性・耐久性を満たした上で、制作コストを抑える工夫をしている」という解釈とが提示されているが、本稿の分析結果は後者の側面を示している。

煮沸用土器の容量毎の器厚

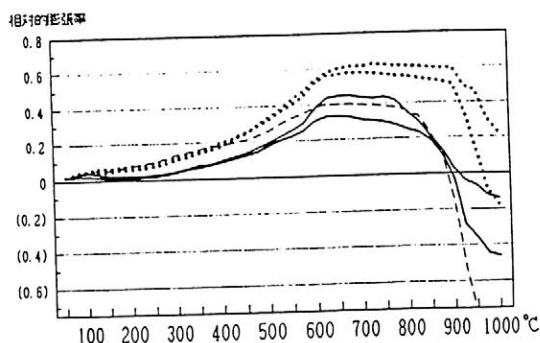
器厚 (mm)



滝ノ沢 (縄文中期) 鳥屋 (縄文晩期) 九年橋 (縄文晩期)

野本 (弥生中期) 相川 (弥生後期)

御経塚・九年橋・野本遺跡の熱膨張曲線の比較
石英比率が類似する400℃再加熱試料



九年橋1 (Q=36.41%)

九年橋4 (Q=35.12%)

野本83 (Q=32.94%)

野本52 (Q=36.59%)

御経塚14 (Q=33.05%)

島根県荒神谷遺跡から出土した銅製遺物の化学組成

平尾 良光（東京国立文化財研究所保存科学部）

内田 哲男（名古屋工業大学応用化学科）

1 はじめに

1984・85年に島根県の荒神谷遺跡から出土した銅剣、銅鐸、銅矛に関して、その一部の試料から金属部分を採取し、化学組成を測定した。これらの化学組成は考古学的な考察にも意味があると推測される。

2 試料採取および化学組成の測定

採取位置は中心の背で茎の元から約10 cmのところで、錆の影響のない部分とした。この部分に直径約3 mmのドリルで深さ約3 mmの穴を開け、金属部分を採取した。その後、採取位置ができるだけわからないように修復した。採取した試料の化学組成をICP発光分光分析法で測定した。

3 化学組成の測定結果

測定された値をまとめると次の表となった。

表1 銅剣・銅鐸・銅矛の主成分元素の平均値

	分析数	銅	スズ	鉛	(%)
銅剣	50	82 ± 5	6.1 ± 3.8	8.6 ± 3.5	
銅鐸	6	78 ± 3	1.3 ± 0.4	4.3 ± 2.1	
銅矛	16	73 ± 4	1.4 ± 0.4	6.6 ± 2.5	

±値は1標準偏差値（1σ値）

4 考 察

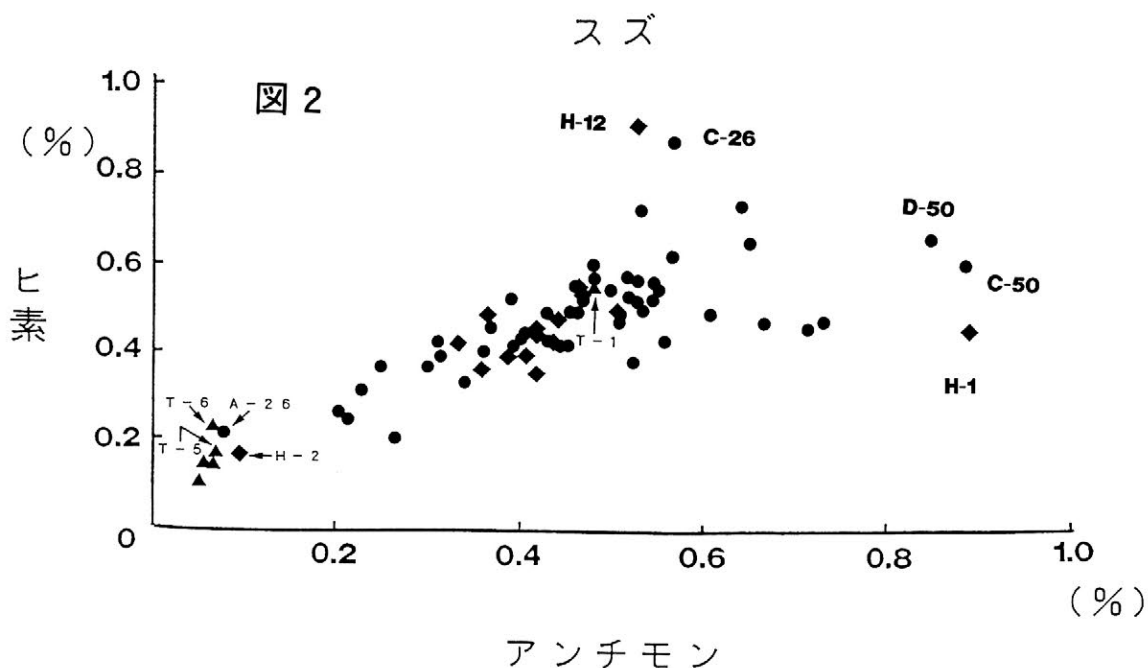
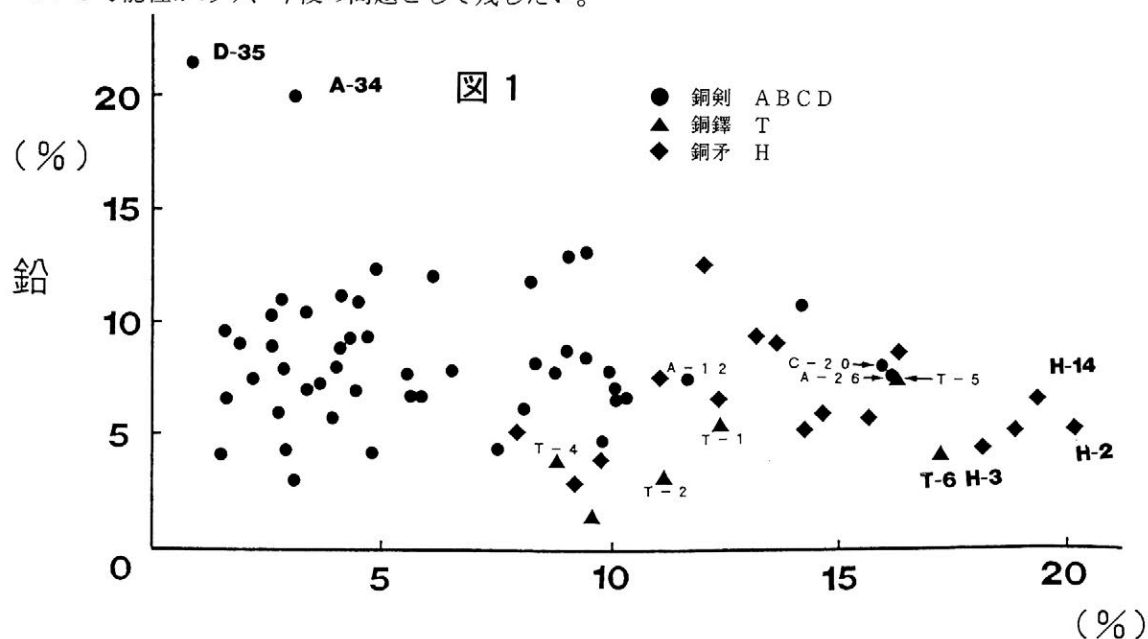
測定した銅剣の平均化学組成はスズ濃度が約5%で、鉛が10%程度であった。それ故、色合いは黄色（金色）からやや赤みがかった色と推定される。これを当時の人々がどのように理解したか、興味ある問題である。銅剣50本のうちスズ濃度は3資料が15%以上であった。スズ濃度が15～20%であることは強度が高くなり、強靱性もあり、青銅として最も特徴的な合金の性質を示している。微量元素は全部加えてもそれほど大きな値とはならないので強度あるいは、溶融温度などにも直接の影響はないと思われる。

銅剣と銅鐸・銅矛は化学組成が系統的に異なり、意図的に化学組成を変えて製作したと推測される。

スズと鉛濃度の関係を図1で示した。図では今回分析した銅製品全ての分布を示した。図から判断すると、銅剣類のスズと鉛濃度はほぼ連続的に変化し、一点に濃集するとか、混合などの傾向を示していなかった。むしろスズと鉛が約20%以下の領域に一樣に分布している。銅鐸・銅矛は銅剣とは明らかに異なった分布を示している。

微量元素であるアンチモンとヒ素濃度の関係を図2で示した。アンチモンとヒ素はお互いに地球化学的な挙動が似た元素であり、古代の銅の精錬時には鉱石から不純物として含まれてくると推定される元素である。それ故、アンチモン濃度が高ければ、ヒ素濃度も高くなる傾向を

持っている。荒神谷の銅器が示すこの図でもこの傾向は示されている。銅の鉱山が一つであっても、青銅生産過程の少しの違いで、これら元素の濃度は変化するが、その比はだいたい保たれると考えられる。異なったヒ素／アンチモン比を持つ別の鉱山があれば、また異なった比を示す可能性があるが、ここでは明確ではない。銅剣 A26 のようにかなり低い濃度を示す場合や、銅剣 C26、C50、D50 のように全体の傾向からやや外れる場合など、何らかの影響を受けている可能性があり、今後の問題として残したい。



中国青銅鏡の被膜状組織について

○鈴木 稔¹⁾・谷口一夫¹⁾・王 昌燧²⁾・井上 嘉³⁾

1) 帝京大学山梨文化財研究所

2) 中国科学技術大学

3) 帝京科学大学

緒 言 中国古代青銅鏡の表面仕上工程については前漢・劉安『淮南子・脩務訓』中の「明鏡之始下型、矇然未見形容。及其訖（または粉）以玄錫、摩以白旃、鬢眉微豪可得而察、夫学亦人之砥錫也」がしばしば引かれ、とくに「玄錫」の語を巡って諸説なされてきた。小考では、青銅鏡の表面仕上の痕跡を断面試料によって探索した結果数点の試料に見られた被膜状組織について検討し、『淮南子』説についても私見を述べる。なお、本研究は帝京大学と中国科学技術大学（安徽省合肥市）との間の科学技術考古学領域における共同研究成果の一部である。

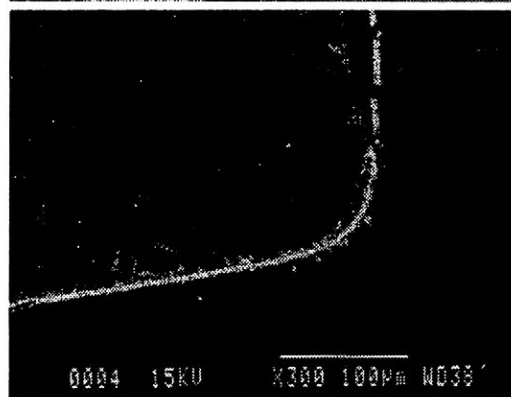
実 験 供試したのは春秋時代から宋代までとされる青銅鏡の破片87片である。多くは小破片で、鏡式、時期、出土地、出土情况等の詳細は必ずしも明確ではない。試料は4群に分かれているが、一括して時期順に表に掲げる。試料は写真撮影、X線透過写真撮影（一部）、表面観察の後、ダイヤモンドブレードを装着した小型グラインダーで厚さ0.5-1 mm程度に切り出し、樹脂中に包埋して研磨調整した。使用機器：電子線マイクロアナライザー（EPMA）、低真空タイプ走査型電子顕微鏡（N-SEM）およびこれに装備したエネルギー分散型元素分析装置、金属顕微鏡、その他。

結 果 4点（いずれも河南省出土の漢鏡）に被膜状の部分が認められた。EPMAの測定によりこの部分からイオウが検出される等、他の腐食部分とは異なる性質を有することがわかった。しかし、この4点を含め、鏡面の反射率向上のための表面加工処理に結びつくような明白な痕跡が被膜状の構造を呈するという例は見られなかった。

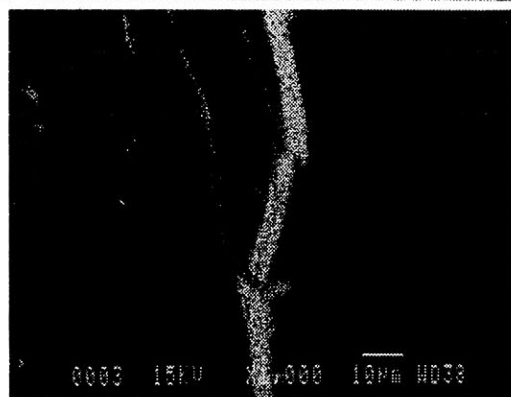
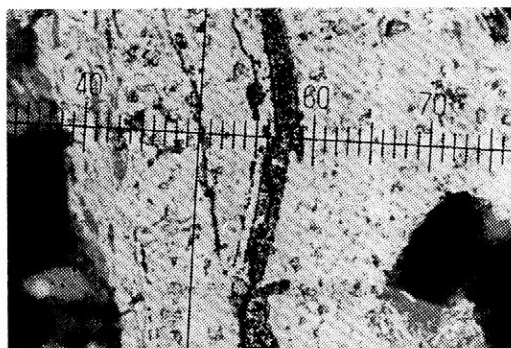
結 語 限られた範囲内の実験結果からではあるが、『淮南子』の前出部分をもって直ちに後代の「水銀沁」のごとき表面加工技術が漢代に用いられていた証拠とすることには困難があるように思われる。むしろ全体の文脈に従って儒家的理念の比喩表現と読み捉えておくのが現在のところ妥当なのではあるまいか。

本研究にあたり東京藝術大学杉下龍一郎教授、同じく稲葉政満助教授、帝京科学大学村上雄教授の御指導を戴きました。記して感謝を捧げます。

試料号	銅鏡名	時代	出土地	試料号	銅鏡名	時代	出土地	試料号	銅鏡名	時代	出土地
DW-30	水銀沁鏡	強国	陝西宝鶏	DW-52	緑漆古鏡	漢	安徽阜陽	WS-24	連弧紋鏡	東漢	河南宜陽
DW-14	黒漆古鏡	春秋	江蘇徐州	DW-95		漢	広西貴県	WS-38	鳥獸規矩鏡	東漢	河南宜陽
WS-10	蟠螭紋鏡	戦国?	河南洛陽	WS-03		漢	河南洛陽	WS-39	夔龍連弧紋鏡	東漢	河南宜陽
DF-07	水銀古鏡	西漢		WS-04	昭明鏡	漢	河南洛陽	WS-40	長宜子孫四葉鏡	東漢	河南宜陽
DW-03	日光鏡	西漢	安徽六安	WS-05		漢	河南洛陽	DW-04	柿蒂八鳳鏡	三国	安徽六安
DW-15	黒漆古鏡	西漢	江蘇徐州	WS-06		漢	河南洛陽	WS-37		晋	河南宜陽
DW-21	八弧銅鏡	西漢	安徽利辛	WS-15		漢	河南洛陽	DW-27	龍虎紋鏡	南北朝	安徽阜陽
DW-96		西漢	広西合浦	WS-16	昭明鏡	漢	河南洛陽	DF-03	緑漆古鏡	六朝	
WS-09	連弧紋鏡	西漢	河南洛陽	WS-18		漢	河南洛陽	DF-15	水銀古鏡	唐	
WS-11	昭明鏡	西漢	河南洛陽	WS-21	百乳鏡?	漢	河南伊川	DH-04		唐	
WS-12	連弧紋鏡	西漢	河南洛陽	WS-22	昭明鏡	漢	河南伊川	DW-02	素方鏡	唐	安徽六安
WS-13	昭明鏡	西漢	河南洛陽	WS-33	連弧紋鏡	漢	河南伊川	DW-10		唐	安徽濉溪
WS-14		西漢	河南洛陽	WS-36		漢	河南伊川	DW-20		唐	江蘇徐州
WS-17	昭明鏡?	西漢	河南洛陽	WS-31	日光鏡	新-東漢	河南伊川	DW-24		唐	安徽合肥
WS-20	昭明鏡	西漢	河南伊川	WS-35		新-東漢	河南伊川	DW-29		唐	安徽肥東
WS-25	昭明鏡	西漢	河南宜陽	DF-01	黒漆古鏡	東漢		WS-23		唐?	河南伊川
DW-11		西漢中期	安徽濉溪	DF-02	水銀古鏡	東漢		WS-26	団花鏡	唐	河南宜陽
DW-12		西漢中期	安徽濉溪	DF-05	緑漆古鏡	東漢		WS-27		唐	河南宜陽
DW-01	獅子像鏡	漢	安徽六安	DF-14		東漢		WS-30	鳥獸葡萄鏡	唐	河南伊川
DW-05	(緑)黒漆古鏡	漢	江蘇南京	DH-09		東漢	安徽蕭県	WS-32	双龍雲紋鏡	唐	河南伊川
DW-06	鳥獸八乳鏡	漢	江蘇南京	DH-10		東漢	安徽蕭県	WS-41	卍字鏡	唐	河南宜陽
DW-08	(黒)緑漆古鏡	漢	安徽濉溪	DH-12		東漢	安徽蕭県	WS-42	葡萄鏡	唐	河南宜陽
DW-13	黒漆古鏡	漢	江蘇徐州	DW-22	四乳四神鏡	東漢	安徽阜陽	WS-43	月宮鏡	唐	河南宜陽
DW-16	黒漆古鏡	漢	江蘇徐州	DW-26	八子九孫鏡	東漢	安徽阜陽	DW-07		唐中期	安徽濉溪
DW-17		漢	安徽肥東	WS-01	神獸鏡?	東漢	河南洛陽	DW-09		唐中期	安徽濉溪
DW-18		漢	安徽肥東	WS-02	連弧紋鏡?	東漢	河南洛陽	DW-25		宋	安徽合肥
DW-19		漢	安徽肥東	WS-07	連弧紋鏡?	東漢	河南洛陽	WS-28		?	河南嵩県
DW-23	緑漆古鏡	漢	安徽阜陽	WS-08	連弧紋鏡	東漢	河南洛陽	WS-29		?	河南嵩県
DW-28		漢	安徽肥東	WS-19	規矩鏡	東漢	河南伊川	WS-34		?	河南伊川



被膜状組織の観察例
(WS-02)



コーナー部の光顕像(明視野)
同上部位のイオウのX線像

側面部の光顕像(明視野)
同上部位のイオウのX線像

古代鉄釘中の微量元素の分布

○岡田往子（武蔵工大・原研）、鈴木章悟（武蔵工大・原研）、平井昭司（武蔵工大・原研）
平尾良光（東文研）

はじめに

日本では弥生時代に鉄を知り、鉄で木を削って作る木器が土器に変わり、農耕がはじまり、家を建て定住し、やがて古代国家の形成につながる。それらの経過の中で製鉄技術が芽生え始めたと考えられる。古墳時代に入っても鉄製品はたいへん貴重で古代貴族の墳墓の副葬品の中に発見される。その中には大工道具も発見され、斧、のみ、かなづち、かすがい、釘等が現代のものとして変わらないほど優れた鍛造製品として見出される。飛鳥文化、さらに天平文化へと進むと文化の日本化の時代を迎え、壮大な建築物が建てられ、木材の接合材料として鉄釘が広く用いられるようになった。本研究では12世紀～17世紀の鉄釘中の微量元素を中性子放射化分析法により分析し、鉄釘中の微量元素分布、均一性、時代による製鉄技術の変化などについて検討を行った。本研究で元素分析に用いた中性子放射化分析法は感度が良く、数mg～数百mgの試料量で分析でき、一度の γ 線測定で10～20元素の分析が可能なため、多くの分野で利用され、特に考古学資料のような貴重なものの分析には適した分析法のひとつである。

分 析

【資 料】 奈良県興福寺北円堂（1211年 1本：203mm）、広島県瀬戸田向上寺三重塔（1433年 1本：128mm）、東観音寺多宝塔（1528年 1本：124mm）、広島県福山資明王院本堂使用（1690年 1本：173mm）、京都府重文西本願寺書院（1624年以降 1本：75mm）、教王護国寺五重塔（1644年 1本：192mm）、奈良県法隆寺（近世：1本 128mm）及び古代に類似して製作した現代の鉄釘薬師寺回廊（1本：239mm）さらに奈良県当麻寺からは4種類の年代のもの、化粧裏板（1690年 3本 A:105mm, B:105mm, C:110mm）、内外障境方立（1487年 3本 A:70mm, B:75mm, C:62mm）、東野地板上（1342年 3本 A:80mm, B:69mm, C:67mm）、化粧裏板（1160年 3本 A:56mm, B:53mm, C:60mm）を分析資料とした。それぞれの鉄釘の数箇所をダイヤモンドカッターで切断し、各部分から分析試料量として約20mg～100mgを切り出し、アセトン洗浄後、ポリエチレン袋に二重に封入した。

【中性子放射化分析法】 照射は立教大・原子炉（最大出力100kW）を用いた。Mg, Al, Cl, Ti, V, Mn, Cu などの元素分析には気送管（熱中性子束密度： $1.5 \times 10^{12} \text{ n} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ）で10秒間照射し、1～2分間後に400秒間の γ 線測定を行った。Cr, Fe, Co, Ga, As, Mo, Ag, Sb, La, Sm, W, Ni, Au などの元素分析には中央実験管で6時間照射し、2～4日目に2～10時間の一回目の γ 線測定、5～9日目に7～12時間の二回目の γ 線測定、さらに14～30日目に11～24時間の三回目の γ 線測定を行った。 γ 線測定には高純度Ge検出器と4096マルチチャンネル波高分析器を用い、収集したスペクトルの解析にはGAMA98解析システムを使用した。

結果・考察

分析した全鉄釘に共通して検出された元素はAl, Na, Mn, Fe, Co, Cu, Ga, W, Ti, V, As, Sbの12元素であった。同一鉄釘内でバラツキが多い元素はAl, Na, Ti, V, Cuであり、ほぼ均一に分布している元素はMn, Co, Sb, As, Ga, Wであった。バラツキの多いTiとほぼ均一なAsについて、当麻寺鉄釘の年代ごとの分析値を図1と2に示す。図1では年代が増えるに連れてTi濃度が減少傾向を示した。特に1690年は低濃度でかつ均一であることがわかった。この同じパターンを示した元素にVがあった。この結果から、1690年の鉄釘の製鉄技術は優れていたこ

とが推察される。図2では同一釘内ではほぼ均一に分布しているAs濃度のバラツキの幅が年代で大きく異なっている。特に1487年の鉄釘はバラツキが大きい。60~90ppmに分布している4点は1487年のB,Cの鉄釘資料であることから、B,Cの鉄釘資料はAと異なった原料（産地）が使用された可能性がある。Asと同じパターンを示した元素としてSbがあった。

図3と図4に当麻寺鉄釘の分析位置によるTi及びAsの分布を示す。図3では分析位置によるTiのバラツキは1160年、1342年の古いものが大きく、1487年、1690年の鉄釘は低濃度でかつ均一であることが分かる。図4のAsでは1160年の鉄釘の濃度が分析位置に関係なく、非常に高いことが分かる。また、1342年、1487年及び1690年の鉄釘はほぼ同濃度で分析位置でのバラツキもほとんどなく均一であることが分かった。これらのことは製造技術の進歩と関わりがあると考えられる。

図1 当麻寺鉄釘中のTi濃度

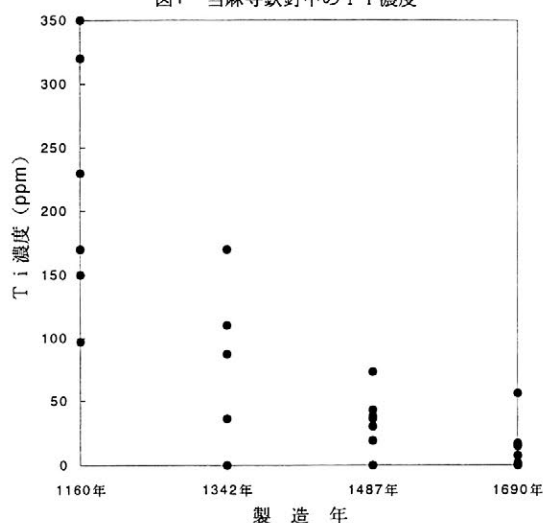


図2 当麻寺鉄釘中のAs濃度

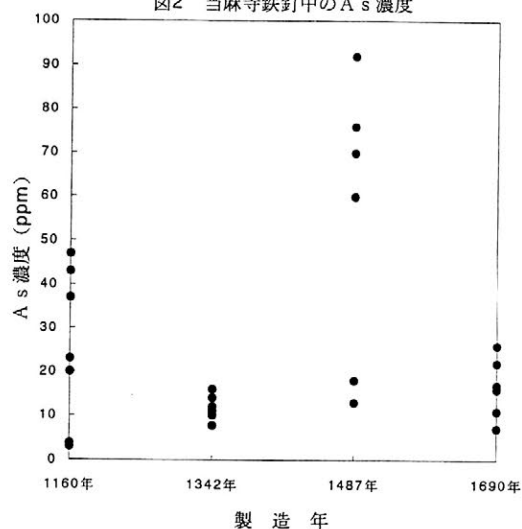


図3 当麻寺鉄釘中のTiの分布

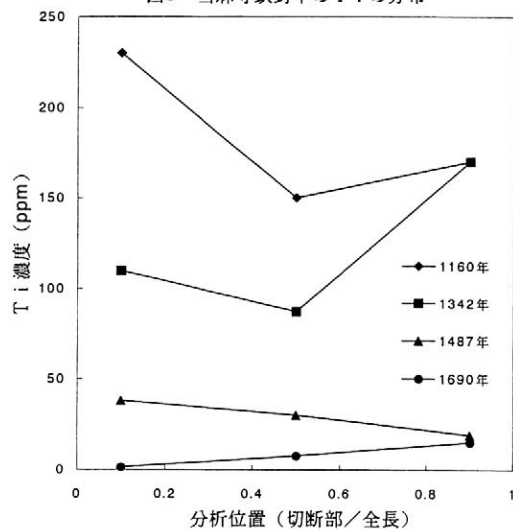
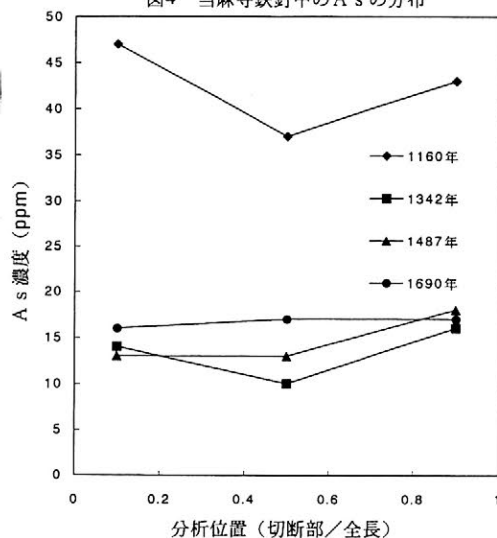


図4 当麻寺鉄釘中のAsの分布



「青龍三年」銘銅鏡に付着する繊維状物質の科学的研究

○ 佐藤昌憲（奈文研・客員），増沢文武（〔財〕元興寺文化財研），小西 孝（京都工繊大）

1. はじめに

京都府峰山町と弥栄町の境の丘陵上（標高約80m）に、円墳と方墳からなる大田南古墳群がある。両町の教育委員会が平成5，6年度にわたり5号墳の調査を行ったところ、凝灰岩製の組み合わせ式石棺から日本最古の「青龍三年」銘を持つ方格規矩四神鏡，その他が出土した。古墳の築造時期は出土した土師器から古墳時代前期（4世紀中葉）と考えられている。

銅鏡は、棺内の北西隅で鏡面を上に向け出土した。鏡背部分に布片が付着しており、銅鏡と底石の間に黒色腐食物が残っていたため、鏡は布に包まれ、木箱に入れて被葬者の頭部右側に置かれていたと推定されている。図1に平織の組織が明瞭な布片が付着した状況を示す。演者らはこの繊維状物質の材質同定を行なった結果について報告する。

2. 実験方法

光学顕微鏡，走査電子顕微鏡，顕微赤外分析，中性子ラジオグラフィーなどを総合して判定した。走査電子顕微鏡による観察では、試料を台に接着後、金蒸着を行なった。

3. 結果

最初、肉眼あるいは光学顕微鏡で繊維表面を観察した時点では繊維が残存しているものと考えた。しかし、予備的に顕微赤外分析を行なったところ、動物性あるいは植物性などの有機物質構成分子に基づくスペクトルがまったく得られなかった。さらに走査電子顕微鏡による観察を行なったところ、図2に示すように、繊維の形状をした空洞が多数観察された。

これは青銅製品に繊維が永い年月付着していたうえに、粘土水溶液に接する環境下で残存してきた。この間に絹あるいは麻類などの成分は化学的あるいは微生物学的に分解してしまい、それを取り巻いていた粘土が硬化して、繊維の鋳型（レプリカ）に相当するものを形成したか、あるいは蛋白質と銅イオンが錯体を形成後、固体となり繊維表面を覆い繊維の分解後レプリカが残ったものと考えられる。図2では穴の断面形状が三角形に近く、元の繊維素材は品質の良い家蚕糸である。三角形の最大辺の長さは約15ミクロンであり、絹フィブロインの太さとして妥当である。二つのレプリカ間の隔壁の厚さは1ミクロン以下である。

図3は同時に出土した鉄刀に付着する繊維状物質の走査電子顕微鏡写真である。これも図2と同様に元の繊維のレプリカに相当する空洞が多数観察できる。図2と比較して隔壁の厚みが大きく、隔壁に細孔が多数存在する。繊維断面形状はリボン状液滴型のものが多く、元の繊維素材は麻類でおそらく苧麻であろう。元の繊維の織り密度も大きいことが推定できる。

中性子ラジオグラフィーでは有機物が存在すると映像となるが今回それが得られなかったことから繊維自身は残存しないことが確認できた。



図1．銅鏡に付着する繊維（峰山町教育委員会提供）

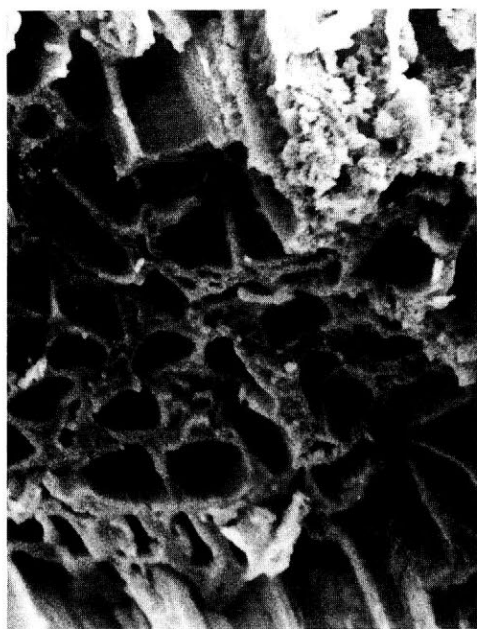


図2．走査電子顕微鏡写真（750倍）

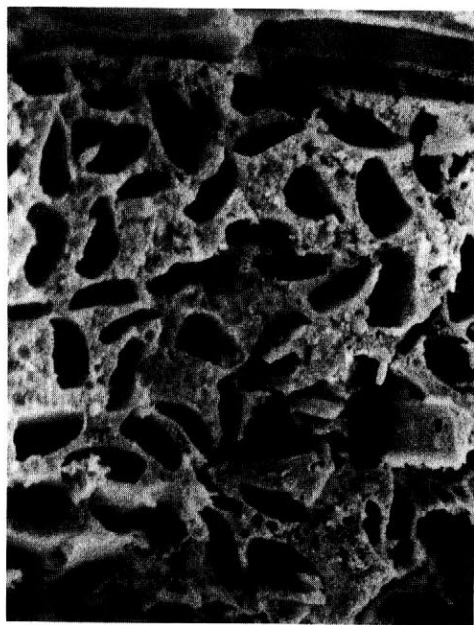


図3．走査電子顕微鏡写真（750倍）