# 日本文化財科学会第26回大会

26th Annual Meeting of the Japan Society for Scientific Studies on Cultural Property

主催: 日本文化財科学会

後援: 名古屋大学年代測定総合研究センター、名古屋大学大学院文学研究科、愛知県陶磁資料館

# 特別講演



「弥生後期から古墳中期 (八王子古宮式から宇田式期)の暦年代」

赤塚次郎 愛知県埋蔵文化財センター調査課長

「弥生後期から古墳中期のC14年代と 較正暦年代」

中村俊夫 名古屋大学年代測定総合研究センター教授

「炭素年代法による古墳出現年代をめぐって」

白石太一郎 大阪府立近つ飛鳥博物館館長 国立歴史民俗博物館名誉教授

開催日&スケジュール

# 2009年07月11日(土)-12日(日)

8:30 9:30 12:30 13:40 17:15 18:00 ポスター 機器展示 口頭発表 口頭発表 懇親会 11日 解説 挨拶 產地同定·材質技法·保存化学 解説 材質技法·文化財一般·年代測定 11:00 12:30 13:40 15:45 17:00 8:30 9:30 ポスター 閉会 口頭発表 口頭発表 12日 受付 総会 特別講演 年代測定·材質技法 年代測定·古環境 挨拶 解説 13:00 12:00 年測センタ・

装置見学会

会場

2番出口すぐ

名古屋大学 豊田講堂 地下鉄名城線「名古屋大学」駅



名古屋大学 東山キャンパスマップ 費田護堂 23 108 ・ 豊田講堂大ホール② シンボジオン 年代測定総合研究センター 📵 地下鉄名城線「名古屋大学」駅 出入口 原 市バス停留所

名古屋大学 年代測定 総合研究センター



タンデトロン 加速器質量分析計 (両口とも、12:00~13:00 に見学できます)



第26回大会事務局 名古星大学年代測定総合研究センター 〒464-8602 景四県各古屋市千個区本名町 TBL 052-789-2579 http://www.nendai.nagoya-u.ac.jp/jssscp/

# 日本文化財科学会第 26 回大会・2009 年度総会 日程表

#### 第1日目 7月11日(土)

受付 (8:30 -開会 (9:30-

歓迎挨拶・開会挨拶 (9:30 - 9:40) 豊田講堂大ホール

ポスター掲示 (11:00 - 17:30) 豊田講堂 1 階ホワイエ

口頭発表: 豊田講堂大ホールおよびシンポジオン

「大ホール」

<sup>-</sup> シンポジオン

産地同定 (9:40 - 11:05)

材質・技法① (11:09 - 12:00)

保存科学① (9:40 - 11:05)

保存科学②

(11:09-11:43)

評議委員会

豊田講堂3階第1会議室

奇数番号のポスター解説(12:30 - 13:30) 豊田講堂 1 階ホワイエ

材質・技法② (13:40 - 14:48)

材質•技法③ (14:52 - 16:00)

懇親会

材質•技法④ (16:04-17:12)

文化財科学一般① (13:40 - 14:48)

文化財科学一般② (14:52 - 16:17)

年代測定①

(16:21 - 17:12)

機器展示 解説 (17:15 - 17:45)

(18:00 - 19:30)

豊田講堂1階ロビー 名古屋大学北部厚生会館(生協)2階

第2日目 7月12日(日)

受付

(8:30 -

ポスター掲示

(9:00-16:00)

豊田講堂1階ホワイエ

口頭発表: 豊田講堂大ホールおよびシンポジオン

大ホール

̄ ̄ シンポジオン

年代測定② (9:30 - 10:38)

材質・技法⑤ (9:30 - 10:38)

総会

(11:00 - 12:00) 豊田講堂大ホール

偶数番号のポスター解説 (12:30 - 13:30)

豊田講堂 1 階ホワイエ

特別講演

(13:40 - 15:40)

豊田講堂大ホール

「弥生後期から古墳中期(八王子古宮式から宇田式期)の暦年代」

赤塚次郎 (愛知県埋蔵文化財センター調査課長)

「弥生後期から古墳中期の C14 年代と較正暦年代」

中村俊夫(名古屋大学年代測定総合研究センター教授)

「炭素年代法による古墳出現年代をめぐって」

白石太一郎(大阪府立近つ飛鳥博物館館長・国立歴史民俗博物館名誉教授)

年代測定③ (15:45 - 16:53)

古環境 (15:45 - 16:53)

閉会挨拶 (16:55 - 17:00) 豊田講堂大ホール

# 日本文化財科学会第26回大会・2009年度総会 プログラム

第1日 7月11日(土)

受付 (8:30 - 豊田講堂ロビー

開催校歓迎挨拶 (9:30 - 9:40) 豊田講堂大ホール

開会挨拶 日本文化財科学会会長 沢田 正昭

名古屋大学副総長 渡辺 芳人 第26回大会実行委員長 中村 俊夫

口頭発表は、豊田講堂大ホールとシンポジオンの二会場となります。発表は14分質疑応答3分の計17分です。

#### 口頭発表

【大ホール】

産地同定 (9:40-11:05)

座長: 梶原義実(名古屋大学)

鬼頭 剛(愛知県埋蔵文化財センター)

A-01 真脇遺跡出土の玉髄質泥岩類とその産地

○大屋道則¹·高田秀樹²(¹埼玉県埋蔵文化財調査事業 団・²石川県能登町真脇遺跡縄文館)

A-02 北海道の縄文 〜続縄文時代の遺跡から出土する緑色の 玉類の石質鑑定と原産地の推定

○菅原いよ1・岡村 聡1・加藤孝幸2

('北海道教育大学札幌校・2アースサイエンス株式会社)

A-03 白滝産黒曜石の地質学的形成過程と岩石組成スタン ダード

〇和田恵治1·菊地智子1·松村愉文2

(1北海道教育大学旭川校・2遠軽町教育委員会)

A-04 重鉱物分析によるカマン・カレホユック遺跡出土青銅器時代 土器の産地推定

○黄 嵩凱·中井 泉 (東理大理)

A-05 年輪年代学的手法による産地推定の可能性 -現生木の地域間比較-

○星野安治¹²・大山幹成²・米延仁志³ (¹日本学術振興会特別研究員PD・²東北大学学術資源研究公開センター植物園・³鳴門教育大学大学院学校教育研究科)

材質・技法② (11:09 - 12:00)

座長: 植田直見(元興寺文化財研究所) 斉藤 努(国立歴史民俗博物館)

A-06 アラジャホユック遺跡出土世界最古の黄金装鉄短剣の オンサイト蛍光X線分析

○中井 泉¹・阿部善也¹・K. タンタラカン¹・大村幸弘²・S. エルクート³(¹東理大理・²中近東文化センター・³アンカラ大言語歴史地理)

A-07 古代中央アナトリアの鉄 -カマン・カレホユック遺跡出土鉄 製品の分析とその技術史的解釈-

○増渕麻里耶¹・大村幸弘² (¹Institute of Archaeology, University College London・²中近東文化センター附属アナト リア考古学研究所)

A-08 軽元素対応ポータブル蛍光X線分析装置によるカマン・ カレホユック遺跡出土ガラスの分析

〇Kriengkamol Tantrakarn・中井 泉(東理大理)

### 【シンポジオン】

保存科学① (9:40-11:05)

座長: 西浦忠輝(国士舘大学) 松井敏也(筑波大学)

B-01 羽毛ケラチンによる出土木材の収縮抑制

○遠藤利恵¹·杉山淳司²(¹東洋羽毛工業㈱·京都大学 生存圈研究所・²京都大学生存圏研究所)

B-02 保存処理工程と処理後保管環境におけるPEG分子量の変

**動要因** ○米村祥央(東北芸術工科大学)

B-03 高松塚古墳壁画の材料調査(1)

○肥塚隆保'·高妻洋成'·降幡順子'·佐野千絵'·早川泰弘'·吉田直人'·三浦定俊'·建石 徹'

(1奈良文化財研究所・2東京文化財研究所・3文化庁)

B-04 臼杵磨崖仏における覆屋内風環境と表面劣化に関する 考察および対策

〇森井順之(東京文化財研究所)

B-05 敦煌莫高窟第285窟西壁および南壁における物理的損傷の 分布解析

○高林弘実¹·柴勃 隆²·王小偉²·津村宏臣³·大場詩野子⁴· 渡辺真樹子⁴(¹東京文化財研究所・²敦煌研究院・³同志社 大学・\*絵画保存修復家)

保存科学② (11:09 - 11:43)

座長: 沓名貴彦(山梨県立博物館) 米村祥央(東北芸術工科大学)

B-06 カンボジア タ・ネイ遺跡とその周辺に生育する地衣類

B-07 エジプトの古代壁画(BC24世紀)の保存と地下墳墓の 温度、湿度環境

○西浦忠輝<sup>1</sup>・沢田正昭<sup>1</sup>・吹田 浩<sup>2</sup>・伊藤淳志<sup>2</sup>・西形達明<sup>2</sup>・ A.シュエイブ<sup>3</sup>・A.アカリシュ<sup>4</sup> (「国士館大学・<sup>2</sup>関西大学・ <sup>3</sup>カイロ大学・<sup>1</sup>エジプト国立研究所)

昼休憩

評議委員会 (12:00 - 豊田講堂3階第1会議室

奇数番号のポスター解説 (12:30 - 13:30) 豊田講堂1階ホワイエ

#### 【大ホール】

材質・技法② (13:40 - 14:48)

座長:建石 徹(文化庁) 二宮修治(東京学芸大学)

A-09 ポータブル蛍光X線分析計による古墳時代装飾大刀の

○橋本英将 ((財)元興寺文化財研究所)

A-10 ポータブル型X線分析装置を用いた考古遺物のXRF/XRD複 合分析

> ○阿部善也¹·菊川 匡¹·中井泉¹·東 容子² (¹東理大理・²MIHO MUSEUM)

- A-11 X線CTスキャナを活用した中国古代青銅彝器の構造解析 〇廣川 守¹·樋口隆康¹·今津節生²·鳥越俊行²·河野一隆²· 市元 塁²(¹泉屋博古館・²九州国立博物館)
- A-12 FT法の半自動測定に向けた原子間力顕微鏡(AFM)による 黒曜石表面分析

○渡辺圭太¹・小西輝昭²・鈴木正男¹ (1立教大学·2放医研)

材質・技法③ (14:52 - 16:00)

座長: 今津節生(九州国立博物館) 降幡順子(奈良文化財研究所)

A-13 染織文化財に用いられた染料の超微量分析の試み(3) 質量分析による初期合成染料の分析

○佐々木良子・佐々木 健 (京都工芸繊維大学)

A-14 レーザーアブレーション/ICP質量分析法による本願寺鉄釘 の材質

> ○平井昭司1・渡辺嘉1・加藤将彦1・坂下明子2・磯部 健2 ('東京都市大学・'JFEテクノリサーチ)

二千年紀後半におけるエジプトおよびメソポタミアの銅着色 ガラスの分析

> ○菊川 匡·阿部善也·Kriengkamol Tantrakarn·中井 泉 (東理大理)

A-16 コバルト着色による紺色ガラス小玉の材質とその歴史的 変遷

○田村朋美1・大賀克彦2・肥塚隆保3(1元京都大学大学院・2 京都大学大学院・3奈良文化財研究所)

材質・技法(4) (16:04 - 17:12)

座長: 手代木美穂(東北芸術工科大学) 中井 泉(東京理科大学)

A-17 北関東出土形象埴輪の黒色彩色材料及び技法

○伊藤博之¹·市橋一郎²·相川之英³·小泉好延⁴ (1和光金属技術研究所·2足利学校·3相川考古館·4武蔵野 文化財修復研究所)

大鍛冶の炉内反応と実験的再現操業に関する研究

○齋藤 努·坂本 稔·伊達元成²·高塚秀治¹ (1国立歷史民俗博物館・2総合研究大学院大学)

A-19 奈良時代の乾漆像に用いられた木屎(こくそ)技法の復原 〇岡田文男1·山﨑隆之2

(1京都造形芸術大学芸術学部・2奈良大学)

A-20 近世建造物飾り金具の材質分析と製作技法の研究 〇西山要一'·早川泰弘2·久保智康3·朝日美砂子4·春日井 道彦5 ('奈良大学・2東京文化財研究所・3京都国立博物館・ "名古屋城·5文化財建造物保存技術協会)

> 機器展示解説 (17:15 - 17:45) 豊田講堂1階ロビー

懇親会 (18:00 - 19:30)名古屋大学北部厚生会館(生協)2階

#### 【シンポジオン】

文化財科学一般① (13:40 - 14:48)

座長: 小林正史(北陸学院大学) 津村宏臣(同志社大学)

B-08 炭化米塊より推定できるその由来

〇住田雅和 (国立歴史民俗博物館)

縄文時代および弥生時代の狩猟域復元の試み B-09 一動物遺存体と植物のストロンチウム同位体分析ー

〇石丸恵利子'·古角恵美'·日下宗一郎2·中野教孝'·湯本 貴和1 (1総合地球環境学研究所·2京都大学大学院理学研

B-10 GISを利用した奈良盆地における集落遺跡データベース の構築 -奈良市菅原東遺跡を中心に-

〇六車美保·宮崎良美·宮路淳子 (奈良女子大学)

B-11 シリアパルミラ遺跡の墓から見た3次元画像の活用と展望 ○西藤清秀¹·濱崎一志²·石川慎治²·星 英司⁴·吉村和昭⁴·(¹ 奈良県立橿原考古学研究所・2滋賀県立大学・3アコード株式 会社 · '奈良県立橿原考古学研究所)

文化財科学一般② (14:52 - 16:17)

座長: 塚本敏夫(元興寺文化財研究所) 西田泰民(新潟県立歴史博物館)

- B-12 銅鐸と銅戈が出土した長野県柳沢遺跡の埋蔵環境 〇村上 隆<sup>1</sup>・三ツ井誠一郎<sup>2</sup>・平林 彰<sup>3</sup>・上田典男<sup>3</sup> (<sup>1</sup>京都国立博物館・<sup>2</sup>日本原子力研究開発機構・<sup>3</sup>長野県埋 蔵文化財センター)
- B-13 原町遺跡出土銅戈における同笵の検証と鋳造技術 ○小林公治·河野一隆·鳥越俊行·輪田 慧·今津節生 (九州国立博物館)
- B-14 グラス・ウェイトの高感度蛍光X線分析によるイスラーム・ガ ラスの組成変容の解明

○加藤慎啓¹·中井 泉¹·真道洋子² ('東理大理・2イスラーム考古学研究所)

- B-15 テラヘルツ波分光法による土器非破壊検査の検討 ○水津光司1・石田真也1・山本直人2・吉田 淳3・川瀬晃道4.5 ('名古屋大学工学研究科·'名古屋大学文学研究科· 3野々市町教育委員会・4名古屋大学エコトピア科学研究所・ 理化学研究所)
- B-16 新しい「紙組織学」の提案 -古文書·文化財料紙の科学分 析に向けて

○江南和幸1・坂本昭二1・河野益近2・岡田至弘1 ('龍谷大学古典籍ディジタルアーカイブ研究センター・'京都 大学大学院工学研究科)

年代測定① (16:21 - 17:12)

座長: 工藤雄一郎(国立歴史民俗博物館) 吉田邦夫(東京大学)

B-17 伝円珍筆三井寺切の放射性炭素年代と紙背『文選』断簡の 書写年代

> ○小田寛貴¹·安 裕明²·坂本 稔³ ('名古屋大学年代測定総合研究センター・"茨城県立多賀 高等学校·3国立歴史民俗博物館)

B-18 重要文化財吉原家住宅保存部材の炭素14年代測定と建築 年代判定について

〇中尾七重1·坂本 稔2·今村峯雄2 (1武蔵大学総合研究所・2国立歴史民俗博物館)

B-19 シリアTell Ghanem al-Ali遺跡遺物資料の14C年代 ○中村俊夫¹·星野光雄²·田中 剛²·吉田英一³·齊藤 毅<sup>4</sup>·束田和弘<sup>3</sup>·桂田祐介<sup>5</sup>·青木義幸<sup>2</sup>·於保 俊<sup>2</sup>·太田 友子1 (1名大年代測定センター・2名大院環境・3名大博物 館・4名城大理工・5名大学生相談総合センター)

#### 第2日 7月12日(日)

#### 【大ホール】

年代測定② (9:30 - 10:38)

座長: 赤塚次郎(愛知県埋蔵文化財センター) 坂本 稔(国立歴史民俗博物館)

B-20 日本先史時代竪穴住居の炭素14年代測定研究 ○小林謙一 (中央大学文学部)

B-21 北海道東部地域における縄文時代中·後期の画期と平地住

〇村本周三 (総合研究大学院大学)

B-22 環状列石の構築年代の解明 一青森市小牧野遺跡に おける研究事例ー

○國木田 大<sup>1</sup>・吉田邦夫<sup>1</sup>・宮崎ゆみ子<sup>1</sup>・松崎浩之<sup>1</sup>・児玉大成<sup>2</sup> (<sup>1</sup>東京大学・<sup>2</sup>青森市教育委員会)

B-23 栃木県寺野東遺跡から出土した縄文時代後・晩期の 木組遺構の<sup>14</sup>C年代測定

○工藤雄一郎¹・小林謙一²・江原 英³・中村俊夫⁴ (¹国立歴史民俗博物館・²中央大学文学部・³栃木県教育委員会・⁴名古屋大学年代測定総合研究センター) 【シンポジオン】

材質・技法⑤ (9:30-10:38)

座長: 高妻洋成(奈良文化財研究所) 原 祐一(東京大学)

A-21 土器焼成温度の意味: 稲作農耕民の覆い型野焼き民族誌 における焼成温度の分析

○小林正史¹・鐘ヶ江賢二²・棟上俊二³・上原誠一郎⁴ ('北陸学院大学総合人間学部・³鹿児島国際大学博物館・ ³福岡教育大学・⁴九州大学理学部)

A-22 韓国釜山福泉洞古墳出土縦長板甲の装飾について ー福泉洞69号出土縦長板甲付着有機物の同定からみた側 頸板の復元ー

> 安星姫·趙 知慧·西山要一·倉賀野健·○林 志暎³ (¹韓国国立釜山大学校博物館·²奈良大学·³韓国國家記綠 院海外調査委員)

A-23 江戸の墓地遺跡出土木棺用材から推定する近世の木材利 用史

○鈴木伸哉¹・能城修一² (¹早稲田大学人間科学学術院・²森林総合研究所)

A-24 オニキシベ2遺跡(中世アイヌ墓)出土品の理化学的調査 ○塚本敏夫¹・井上美知子¹・石川恵美¹・乾 哲也²・天方博 章²・小野哲也³・田口尚⁴

(¹(財)元興寺文化財研究所・²厚真町教育委員会・³標津町教育委員会・¹(財)北海道埋蔵文化財センター)

総会 (11:00 - 12:00)

昼休憩 (12:00 -

豊田講堂大ホール

偶数番号のポスター解説 (12:30 - 13:30) 豊田講堂1階ホワイエ

特別講演 (13:40 - 15:40)

豊田講堂大ホール

座長: 今村峯雄(国立歴史民俗博物館) 山本直人(名古屋大学)

弥生後期から古墳中期(八王子古宮式から 宇田式期)の暦年代

弥生後期から古墳中期のC14年代と較正暦年代

白石大一郎(大阪府立近へ飛鳥捕物館館長。

炭素年代法による古墳出現年代をめぐって

白石太一郎(大阪府立近つ飛鳥博物館館長・ 国立歴史民俗博物館名誉教授)

赤塚次郎 (愛知県埋蔵文化財センター調査課長)

中村俊夫(名古屋大学年代測定総合研究センター教授)

#### 【大ホール】

年代測定③ (15:45 - 16:36)

座長: 國木田 大(東京大学) 小林謙一(中央大学)

B-24 大分県大道遺跡から出土した臼の炭素14年代測定 -年輪に基づく検討-

○坂本 稔・藤尾慎一郎・・今村峯雄・・井口あけみ<sup>2</sup> ('国立歴史民俗博物館・総合研究大学院大学・<sup>2</sup>大分県教育委員会)

B-25 ウィグルマッチング法による浅間山追分火砕流の年代決定 ○中村賢太郎¹・早川由紀夫²・Zaur Lomtatidze¹・伊藤 茂¹・ 丹生越子¹・尾嵜大真¹・藤根 久¹・小林紘一¹ (¹(株)パレオ・ラボ・²群馬大学)

B-26 遺物に見られる海洋リザーバー効果

○宮田佳樹<sup>1</sup>\*・堀内晶子<sup>2</sup>・近藤 恵<sup>3</sup>・吉田邦夫<sup>4</sup>・松崎浩 之<sup>5</sup>・西本豊弘<sup>1</sup>(「国立歴史民俗博物館・<sup>3</sup>国際基督教大学・ <sup>3</sup>お茶の水女子大学・<sup>4</sup>東京大学総合研究博物館・<sup>5</sup>東京大学 工学部・\*現在:名古屋大学年代測定総合研究センター) 【シンポジオン】

古環境 (15:45 - 16:53)

座長: 堀木真美子(愛知県埋蔵文化財センター) 森 勇一(金城学院大学)

A-25 遺跡産昆虫から得られた古環境と年代値

○奥野絵美¹・森 勇一²・中村俊夫³ (¹名古屋大学大学院文学研究科・²金城学院大学・³名古屋 大学年代測定総合研究センター)

A-26 石器残存デンプンからみた三内丸山遺跡の植物利用

○渋谷綾子 (総合研究大学院大学文化科学研究科)

A-27 小氷期や自然災害が千島アイヌに与えた影響

○添田雄二<sup>1</sup>·手塚 薫<sup>2</sup> (<sup>1</sup>北海道開拓記念館・<sup>2</sup>北海学園大学)

A-28 二次林の諸相と農耕の段階

〇金原正明 (奈良教育大学)

閉会挨拶 (16:55 - 17:00)

#### ポスター発表

#### 【豊田講堂1階ホワイエ】

ポスター解説: 奇数番号は11日(土) 12:30 - 13:30

偶数番号は12日(日) 12:30 - 13:30

#### 年代測定

P-001 旧石器遺跡に関連した三瓶山起源テフラの年代測定と蛍光X線分析

○下岡順直<sup>1</sup>·長友恒人<sup>2</sup>·長谷川 歩<sup>2</sup>·川端靖子<sup>2</sup>·福岡 孝<sup>3</sup> (「金沢大・<sup>2</sup>奈良教育大・<sup>3</sup>島根県立三瓶自然館)

P-002 石川県三引遺跡の堅果類貯蔵穴の炭素14年代測定

〇山本直人」・水野 蛍1・奥野絵美1・パレオ・ラボAMS年代測定グループ(「名古屋大学文学研究科)

P-003 天然記念物「青葉山」に生育するアカマツの年輪年代学的検討

○大山幹成1・大和田めぐみ2・星野安治1・鈴木三男1 (1東北大学植物園・2物質・材料研究機構)

P-004 日本産ツガ属の年輪年代測定(その2) -複数の近世建造物におけるデータ比較-

○藤井裕之1・竹口泰生2・後藤玉樹3

('奈良文化財研究所·'奈良県文化財保存事務所·'京都市文化市民局 元離宮二条城事務所)

P-005 日本樹木年輪試料による古墳時代以降の炭素14年代較正曲線作成の試み

○尾嵜大真」2・坂本 稔」・今村峯雄」・光谷拓実。(「国立歴史民俗博物館・2現所属(株)パレオ・ラボ・3奈良文化財研究所)

P-006 小年輪試料のウィグルマッチ ⁴C年代測定

○今村峯雄 (国立歴史民俗博物館)

P-007 ウイグルマッチングおよびクロスデーティングによる真脇遺跡出土環状木柱列の高精度年代決定

〇西本 寛'・高田秀樹'・木村勝彦'・中村俊夫' ('名古屋大学大学院環境学研究科・'能登町教育委員会・'福島大学大学共生システム理工学類・'名古屋大学年代測定総合研究センター)

P-008 善勝寺本尊木造千手観音立像の年輪年代調査

○大河内隆之1·光谷拓実2·児島大輔3·松岡久美子4·佐々木 進4

('奈良文化財研究所・'総合地球環境学研究所・'日本学術振興会特別研究員・'栗東歴史民俗博物館)

P-009 仙台城跡二の丸北方武家屋敷の年輪年代学的検討

○星野安治1.2・大山幹成2・藤沢 敦3

(「日本学術振興会特別研究員PD・2東北大学学術資源研究公開センター植物園・3東北大学埋蔵文化財調査室)

#### 古環境

P-010 大阪平野西南部における縄文中期~中世の河道変遷とその背景-三宅西遺跡の発掘調査成果を中心に-

○森井貞雄¹・清水梨代²(¹大阪府教育委員会文化財保護課・²(財)長野県埋蔵文化財センター)

P-011 海溝型巨大地震を古環境変遷史から追求する(文化財防災対策における役割)

〇山口誠治 (大阪府文化財センター)

P-012 部位組成の検討に基づく縄文時代晩期骨塚形成過程の研究

○植月学 (山梨県立博物館)

P-013 動物遺体からみたオマーン・ラス・ジプス貝塚の古環境と生業

○樋泉岳二¹·植月 学²·津村宏臣³(¹早稲田大学比較考古学研究所・²山梨県立博物館・³同志社大学文化情報学部)

P-014 **糞石の分析学的研究-佐賀市東名遺跡の縄文時代糞石の分析 - 寄生中卵分析、花粉分析、外観観察等の総合分析**- ○金原正子<sup>1</sup>・西田 巌<sup>2</sup>・金原正明<sup>3</sup> (「古環境研究所・<sup>2</sup>佐賀市教育委員会・<sup>3</sup>奈良教育大学)

P-015 東名遺跡(縄文時代早期後葉貝塚)の植生·環境の空間的配置と変遷の復元

〇金原正明1·金原美奈子2·西田 巌3 (1奈良教育大学·2古環境研究所·3佐賀市教育委員会)

P-016 縄文農耕研究におけるプラント・オパール分析法の課題とその対策 ーより確かな人文科学と自然科学の協働を目指して-1 〇宇田津徹朗・・外山秀一・・杉山真二・・松田隆二。(「宮崎大学・<sup>2</sup>皇學館大学・<sup>3</sup>古環境研究所)

P-017 西表島西部網取遺跡における近世水田跡の調査

ープラント・オパール分析、花粉分析、珪藻分析、種実同定の総合による成果ー

○松田隆二1・金原正子1・岡山邦子1・金原美奈子1・北條芳隆2・田崎博之3・中山誠二4・永谷幸人5

(¹(株)古環境研究所・²東海大学・³愛媛大学・¹山梨県立博物館・⁵東海大学大学院)

P-018 東北タイにおける熱帯季節林下の植物珪酸体化石群

○江口誠一¹・岡田直紀²・Somkid Siripatanadilok³・Teera Veenin³ (¹千葉中央博・²京都大・³カセサート大)

P-019 大福遺跡における木材利用の考察

〇湯/口利恵¹·金原正明² ('奈良教育大学大学院·²奈良教育大学)

P-020 古代·中世·近世の二次林の展開と農耕の段階

○金原正明1·金原裕美子2('奈良教育大学·2京都大学)

P-021 静岡市手越向山遺跡で検出された畑地堆積物の微細堆積相

〇松田順一郎1·篠原和大2 (1史跡 鴻池新田会所管理事務所·2静岡大学人文学部)

P-022 使用痕分析および残存デンプン分析からみた三内丸山遺跡の食料加工技術の研究

上條信彦¹·○渋谷綾子²(¹弘前大学人文学部·²総合研究大学院大学文化科学研究科)

#### 材質·技法

P-023 大分県豊後高田市に所在する富貴寺大堂の平安時代の板絵に関する彩色材料の調査

〇石川優生1·山嵜麻衣1·平尾良光1·山田拓伸2·井上大樹2 (1別府大学大学院文学研究科1·2大分県立歴史博物館)

P-024 平等院鳳凰堂仏後壁の図像と彩色に関する調査

○早川泰弘1・城野誠治1・神居文彰2(1東京文化財研究所・2平等院)

P-025 越前式石廟に施された彩色装飾について

○朽津信明 (東京文化財研究所)

P-026 石塔の彩色塗装について

〇朽津信明1·池田朋生2(1東京文化財研究所·2熊本県立装飾古墳館)

P-027 古墳時代における灰色、黒色顔料の利用

朽津信明¹·○池田朋生²(¹東京文化財研究所・²熊本県立装飾古墳館)

P-028 博多遺跡群出土中世漆器の塗膜断面構造について

○武田昭子1・田上勇一郎2・赤沼英男3・土谷信高4(1昭和女子大学・2福岡市埋蔵文化財センター・3岩手県立博物館・3岩手大学)

P-029 巨大なパイプ状のベンガラ粒子について -いわゆるパイプ状ベンガラ粒子を含まないベンガラの分類の可能性-

○志賀智史 (九州国立博物館学芸部博物館科学科保存修復室)

P-030 野地遺跡より出土した縄文後期から晩期の漆塗り試料片に関する科学分析(I)

○神谷嘉美¹・本多貴之¹・渡邊裕之²・宮腰哲雄¹(¹明治大学大学院理工学研究科・²(財)新潟県埋蔵文化財調查事業団)

P-031 古銭に付着した繊維の調査

○内山伸明・大久保浩二・森 雄二・永濵功治・中村幸一郎・西園勝彦 (鹿児島県立埋蔵文化財センター)

P-032 金属錆が付着した繊維文化財を分析する場合の前処理について

○赤田昌倫¹·佐藤昌憲²·奥山誠義³(¹京都工芸繊維大学大学院·²奈良文化財研究所·³奈良県立橿原考古学研究所)

P-033 江戸時代の染織品に刺繍された金銀糸に使用されている金属薄膜の定量分析について

○吉田澪代1・植田直見2・藤原正裕3・早川泰弘4

('名古屋大学物質科学国際研究センター・'(財)元興寺文化財研究所・'3奈良先端科学技術大学院大学・'東京文化財研究所)

P-034 江戸期染織裂地(京都工芸繊維大学美術工芸資料館蔵)に用いられた無機成分のSEM-EDS分析

○佐々木良子¹·深江亮平²·佐々木 健¹(¹京都工芸繊維大学·²兵庫県立大学)

P-035 墨に含まれる膠のコラーゲンの質量分析による膠の原料の特定 ○宮路淳子¹・山崎雄三²・舘野和己³・高田将志¹・松尾良樹³・中沢 隆¹ (¹奈良女子大学大学院人間文化研究科・²島津製作所応用技 術部·3奈良女子大学文学部·4奈良女子大学理学部)

P-036 赤外分光法による出土有機質文化財の微量分析への実験的研究

○奥山誠義'·佐藤昌憲<sup>2</sup>·赤田昌倫<sup>3</sup>('奈良県立橿原考古学研究所·<sup>2</sup>奈良文化財研究所·<sup>3</sup>京都工芸繊維大学大学院)

P-037 愛知県内弥生~古墳時代のガラス玉の化学組成

○堀木真美子 (愛知県埋蔵文化財センター)

P-038 弥生・古墳時代出土紺色ガラス小玉の着色材の分析調査

○降幡順子1·荒川美緒2·木對和樹3·佐藤信之4·土屋 積5·橋本勝行6·伴 祐子7·肥塚隆保1

('奈良文化財研究所・'広島市文化財団・'市原市埋蔵文化財調査センター・'千曲市森将軍塚古墳館・'長野県立歴史館・'京丹後市 教育委員会・7赤磐市山陽郷土資料館)

P-039 宮崎県内の地下式横穴墓出土朱玉の分析、測色値からみた顔料の研究

〇橋本英俊1·池田朋生2·朽津信明3(「宮崎県立西都原考古博物館・2熊本県立装飾古墳館・3東京文化財研究所)

P-040 黒崎城跡から出土した摸鋳銭及び滓の材質調査

○伊藤太貴·加藤将彦·平井昭司 (東京都市大学)

P-041 平安時代末期における白銅製和鏡に関する予察

-宇治市白川金色院跡出土鏡と橋本市隅田八幡神社経塚出土鏡を例として-

○清水梨代 ((財)長野県埋蔵文化財センター)

P-042 エジプト出土古代ファイアンスの考古化学的研究

○張本路丹¹・中井 泉¹・山花京子²・西坂朗子³・河合 望⁴・吉村作治³(「東理大理・\*東海大・\*サイバー大・\*早稲田大)

P-043 羽山1号横穴出土馬具の材質調査 -蛍光X線分析による錫装馬具の確認-

○小林 啓'·松田隆嗣'·横須賀倫達'· 堀 耕平"(「福島県文化振興事業団·2福島県立博物館·3南相馬市教育委員会)

P-044 X線CTスキャン法を応用した耳環の調査

○渡辺智恵美¹·鳥越俊行²·佐藤信³·塩浜浩之³(¹別府大学·²九州国立博物館·³上毛町教育委員会)

P-045 滋賀県栗東市所在和田古墳群出土金銅装製品の科学分析

○川本耕三¹・杉本和江²・栗東市教育委員会 (¹(財)元興寺文化財研究所・²古美術修理 すぎもと)

P-046 善通寺市王墓山古墳出土 胡ろく金具の科学的調査

〇杉本和江1・川本耕三2・笹川龍一3・福山博章4・初村武寛5

('古美術修理 すぎもと・2(財)元興寺文化財研究所・3善通寺市教育委員会・'立命館大学大学院・5京都府立大学大学院)

P-047 香川県善通寺市王墓山古墳出土胡籙の構造と復元

○福山博章1・初村武寛2・杉本和江3・笹川龍一

('立命館大学大学院・'京都府立大学大学院・'古美術修理 すぎもと・'善通寺市教育委員会)

#### P-048 文堂古墳出土の金銅装椎頭大刀の分析と復元

○塚本敏夫¹·橋本英将¹·中村 弘²·多賀茂治³·石松 崇³·中村栄順'·小林正夫¹·森地正和¹(¹(財)元興寺文化財研究所・²兵庫県立考古学博物館・³香美町教育委員会・¹伝統工芸士)

P-049 経筒銘文の彫金技法の観察-デジタル顕微鏡を用いて-

○朝川華奈¹·渡辺智恵美²(¹別府大学大学院·²別府大学)

P-050 坩堝に残る金属成分の解釈 -鉛の多寡から推し量るべきこと-

○伊藤幸司 (財団法人 大阪市文化財協会)

P-051 古墳時代金属象嵌の技術と編年—大阪府・シショツカ古墳等新資料の研究

〇西山要一¹·植村明男²·樋口吉文³·桝本 哲¹·塚原二郎⁵(¹奈良大学·²奈良大学大学院·³堺市立博物館·⁴大阪府教育委員会·⁵府中 市教育委員会)

P-052 伝統製錬法を利用した白錬鋼の製造

○鄭 光龍¹·WOO DO RAN¹·Eun Chul Lee²·Tae Young Lee³·Baek Gil Hwan⁴(¹韓国伝統文化学校·²Korea Onstitute of Iron・ <sup>3</sup>ENGUARD·<sup>4</sup>C&T Gyeong Dam Conservation Lab.)

P-053 屋外金屬文化財の損傷診断および技法研究

○鄭 光龍'·朴 仙螢'·金 洋辰'·范 大建'·李 壽熙" ('韓国伝統文化学校·'国立全州博物館·'嶠南文物保存研究所)

P-054 中世の金精錬技術に関する科学調査について -国指定史跡勝沼氏館跡を中心に-

○沓名貴彦¹・鈴木 稔²・谷口一夫³・萩原三雄³・室伏 徹⁴・村上 隆⁵ (自)型県立博物館・³帝京大学山梨文化財研究所・³湯之奥金山 博物館・4甲州市教育委員会・5京都国立博物館)

P-055 砥部焼に使用された染付顔料の研究 -幕末から明治の広島城国保会館地点出土磁器と砥部出土磁器の材質分析-

○原 祐一1·小泉好延2·川田秀治3·中野忠一郎4

(¹東京大学埋蔵文化財調査室・²武蔵野文化財修復研究所・3株式会社島田組・⁴東京大学タンデム加凍器研究施設)

P-056 初期京焼の材質·技法に関する基礎的調査

〇北野信彦1・吉田直人1・永田信一2・原山充志2 (1東京文化財研究所・2京都市考古資料館)

P-057 柿右衛門様式の人形に対する制作技法の調査

藤原友子¹・○鳥越俊行²・今津節生² (¹九州陶磁文化館・²九州国立博物館)

P-058 木取りと節から見た木質遺物

○福田さよ子12・青柳泰介2・鈴木裕明2 (「大阪市立大学理学研究科・2奈良県立橿原考古学研究所)

P-059 新疆ウイグル自治区にある二ヤ遺跡から出土した木材の材質検討

〇水野寿弥子·杉山淳司 (京都大学生存圈研究所)

P-060 擦文時代竪穴住居址の柱材からみた上屋構築方法 -札幌市K113遺跡発見例を中心として-

〇守屋豊人1・佐野雄三2・小針大志

(1北海道大学埋蔵文化財調査室・2北海道大学大学院農学研究院・3札幌市埋蔵文化財センター)

P-061 土器作り叩き板の考古民族植物学的研究

〇庄田慎矢 · 安部 久 · 能城修一 · 德澤啓一 · 小林正史 ·

(1日本学術振興会/東京大・2森林総合研究所・3岡山理科大・4北陸学院大)

産地

P-062 霧ヶ峰・北八ヶ岳地区における黒曜石の定量・定性分析一黒曜石流通の解明に向けた基礎的研究-

○杉原重夫¹·長井雅史²·金成太郎²·柴田 徽²·弦巻賢介³

(1明治大学地理学研究室・2明治大学文化財研究施設・3明治大学大学院地理学専攻)

P-063 黒曜石原産地データの時空間パターン分析と人・モノ・情報の移動

○建石 徽¹·津村宏臣²(¹文化庁美術学芸課·²同志社大学文化情報学部)

P-064 熱分解-ガスクロマトグラフ/質量分析による出土琥珀の産地同定について

○植田直見・渡邊緩子²(¹(財)元興寺文化財研究所・²住友金属テクノロジー株式会社)

P-065 石器·玉類の原材産地分析(25)

○藁科哲男1・丹羽佑一2・藤田三郎3・中村大介4

('遺物材料研究所・'香川大学・'奈良県田原本町教育委員会・'高麗大學校考古環境研究所)

P-066 北海道伊達市有珠4遺跡出土ガラス玉の材質分析および鉛同位体比測定

○新免歳靖<sup>1</sup>·青野友哉<sup>2</sup>·齋藤 努<sup>1,3</sup> (「総合研究大学院大学・<sup>2</sup>伊達市噴火湾文化研究所・<sup>3</sup>国立歴史民俗博物館)

P-067 熊本県小田良古墳出土ガラスに関する材料の産地推定

○魯(ノ) 禔玹(ジヒョン)・・下村 智・・平尾良光・・池田朋生。('別府大学大学院文学研究科・2熊本県装飾古墳館)

P-068 カンボジア王国から出土した青銅製品に関する鉛同位体比

○魯(ノ) 禔玹(ジヒョン)・山口将史・・角川 茂・・平尾良光・宮塚義人・・安田善憲3

(1別府大学大学院文学研究科・2(有)宮塚文化財研究所・3国際日本文化研究センター)

P-069 As/Sb濃度比を指標とした西本願寺の鉄釘及び鉄滓の原材料の産地推定

○加藤将彦・平井昭司 (東京都市大学)

P-070 金鉱山及び漂砂鉱床中の金及びエレクトラムの化学組成による産地推定の試み

○竹内翔吾1・阿部善也1・中井泉1・横山一己2・破石澄元3・松原聰2(1東理大理・2国立科博・3中尊寺仏教文化研究所)

P-071 **南西諸島の先史土器 -蛍光X線による胎土分析-**○新里貴之¹・三辻利一²・大浜永亘³・沖田純一郎⁴・大浜永寛⁵・徳田有希乃⁵・新里亮人<sup>7</sup> (「鹿児島大学・<sup>3</sup>鹿児島国際大学・<sup>3</sup>先島文化 研究所· '西之表市教育委員会・ '石垣市教育委員会・ '南種子町教育委員会・ '伊仙町教育委員会)

P-072 栃木県出土縄文早期土器胎土の岩石鉱物組成

-岩石学的手法と蛍光X線分析法・中性子回折による縄文土器胎土分析の比較のために-

○河西 学¹・小林謙一²・神山 崇³・池田 進³・新免歳靖¹・坂上恵梨⁵・二宮修治⁵・永嶋正春⁵・片根義幸⁻・合田恵美子⁻ (¹帝京大学山梨文化財研究所・²中央大学・³高エネルギー加速器研究機構・¹総合研究大学院大学・⁵東京学芸大学・⁵国立歴史民俗博物館・⁻(財)とちぎ生涯学習文化財団)

P-073 栃木県内縄文時代草創期·早期土器の化学組成

-岩石学的手法と蛍光X線分析法・中性子回折による縄文土器胎土分析の比較のために-

坂上恵梨¹·新免歳靖²·小林謙一³·片根義幸⁴·合田恵美子⁴·神山 崇⁵·池田 進⁵·○二宮修治¹

('東京学芸大学・'総合研究大学院大学・'中央大学・'(財)とちぎ生涯学習文化財団・「高エネルギー加速器研究機構)

P-074 弥生時代における伊豆諸島三宅島の戦略的居住を土器の胎土から説く

〇杉山浩平1·池谷信之2·増島 淳2 (1東京大学・2沼津市文化財センター)

P-075 蛍光X線分析を用いた笹貫式土器胎土の分類と型式との関係について

○中村直子¹·三辻利一²·新里貴之¹·寒川朋枝¹(¹鹿児島大学埋蔵文化財調査室·²鹿児島国際大学)

P-076 兵庫県内の古墳時代の須恵器の産地問題

〇森内秀三'·上田健太郎'·三辻利一<sup>2</sup> ('兵庫県立博物館・<sup>2</sup>大阪大谷大学)

P-077 鞆·梅谷皿山窯跡資料の胎土分析

鈴木重治¹・伊藤 晃²・乗岡 実³・石井 啓⁴・○白石 純⁵

(1東洋陶磁学会・2中近世備前焼研究会・3岡山市教育委員会・4備前市教育委員会・5岡山理科大学自然科学研究所)

P-078 Kaman Kalehöyük出土灰色土器の重鉱物モードによる産地推定

〇鈴木裕子·黄 嵩凱·中井 泉 (東京理科大学理学部)

P-079 ポータブルX線分析装置を用いたイスラーム陶器の考古化学的研究

○権代紘志」・加藤慎啓」・中井泉」・真道洋子²(「東理大理・²イスラーム考古学研究所)

P-080 タイ北部土器作り村における土器および素材の蛍光X線分析

○中園 聡・黒木梨絵・川宿田好見・平川ひろみ・池平壮峻・重信美那子・江神めぐみ・中村有希 (鹿児島国際大学)

P-081 土器製作者同定法の開発

ーレプリカ法・蛍光X線分析・顕微鏡観察等の総合的応用による、究極の産地としての「個人」の識別-

中園 聡・〇池平壮峻・川宿田好見・黒木梨絵・平川ひろみ・重信美那子・泉 さやか・新屋敷久美子・栄 雄大 (鹿児島国際大学)

P-082 胎土分析における分析化学(2) 鹿児島国際大学の装置による基礎データ

〇中園 聡·三辻利一 (鹿児島国際大学)

P-083 胎土分析における分析化学(3) 大阪大谷大学と鹿児島国際大学の装置のクロスチェック

〇三辻利一·中園 聡 (鹿児島国際大学)

P-084 任海宮田遺跡(富山市)および, その周辺の遺跡出土土師器, 須恵器の胎土研究

○三辻利一(大阪大谷大学)・富山県文化振興財団

P-085 胎土分析における分析化学(1) 大阪大谷大学の装置による基礎データと、その考え方

〇三辻利一·中村 浩·犬木 努·近藤麻美 (大阪大谷大学)

#### 保存科学

P-086 高松塚古墳壁画の材料調査(2) -観察手法による白虎および青龍の表面状態調査-

〇吉田直人'·高妻洋成'·降幡順子'·辻本与志一'·早川泰弘'·佐野千絵'·三浦定俊'·肥塚隆保'(「東京文化財研究所・<sup>2</sup>奈良文化財研究所)

P-087 高松塚古墳壁画の材料調査(3) - 蛍光X線分析法による白虎・青龍の下地漆喰に関する調査-

○早川泰弘¹·降幡順子²·高妻洋成²·吉田直人¹·辻本与志一²·佐野千絵¹·三浦定俊¹·肥塚隆保²(¹東京文化財研究所·²奈良文化財研究所)

P-088 高松塚古墳墳丘部の地震影響に関する動的解析

三村 衞¹·長屋淳一²·○石崎武志³ (¹京都大学防災研究所·²地域地盤環境研究所·³東京文化財研究所)

P-089 高松塚古墳で使用された樹脂等のかび抵抗性試験

○木川りか¹・佐野千絵¹・高鳥浩介²・杉山純多³・川野邊 渉¹・石崎武志¹

('東京文化財研究所・'東京農業大学・'テクノスルガ・ラボ)

P-090 Foxing再現実験における真菌混合接種に関する報告

〇吉川也志保1・木川りか2・関 正純3

(1日本学術振興会特別研究員・3高知県立紙産業技術センター・3東京文化財研究所保存修復科学センター)

P-091 漆喰壁土蔵の劣化機構と保存対策(4) -屋外環境下における漆喰試験壁の劣化-

〇鈴木雄太1·米村祥央2·松田泰典1 (1東北芸術工科大学大学院·2東北芸術工科大学)

P-092 漆喰壁土蔵の劣化機構と保存対策(5) -漆喰壁劣化の表面温度解析-

○鈴木雄太¹·米村祥央²·松田泰典¹(¹東北芸術工科大学大学院·²東北芸術工科大学)

P-093 漆喰壁土蔵の劣化機構と保存対策(6) -漆喰の凍結破砕抑制の可能性と下地の改良-

〇鈴木雄太'·米村祥央<sup>2</sup>·松田泰典'(「東北芸術工科大学大学院·<sup>2</sup>東北芸術工科大学)

P-094 北海道開拓の村の歴史的建造物の壁面劣化調査(その3)

高見雅三1・〇石崎武志2 (1北海道立地質研究所・2東京文化財研究所)

P-095 バーミヤーン遺跡保存のための崖崩壊予測基礎解析

○田村晃一¹·島 馨¹·森 誠一郎¹·大塚康範¹·山内和也² (¹応用地質株式会社・²東京文化財研究所)

#### P-096 煉瓦造建造物の予防的保存のための劣化診断法の構築 第一報

- 旧富岡製糸場における温湿度挙動と煉瓦壁面の水分移動-
- ○河崎衣美¹·松井敏也¹·結城雅則²·斎藤英俊¹ (¹筑波大学·²富岡市教育委員会)

#### P-097 臼杵磨崖仏におけるデジタルカメラ間欠撮影による表面劣化監視システムおよび応急的な修復技術の開発

〇森井順之·川野邊渉·早川典子·朽津信明 (東京文化財研究所)

#### P-098 発掘現場における応急処理ツールの開発とそのシステムの提案

〇松井敏也」・加藤つむぎ」・田口尚²・小林 啓³・中村晋也⁴・奥山誠義⁵・魚島純一⁵・比佐陽一郎7・加藤和歳°・山路康弘° ('筑波大学・2北海道埋蔵文化財センター・3福島県文化振興事業団・'金沢学院大学・5奈良県立橿原考古学研究所・6徳島県立博物 館・7福岡市教育委員会・8九州歷史資料館・9大分市立滝尾中学校)

#### P-099 中米エル・サルバドル共和国におけるアドベレンガの曝露試験

〇松井敏也1・加藤つむぎ1・Claudia Ramirez2・柴田潮音2・伊藤伸幸

('筑波大学・'エルサルバドル共和国文化遺産局・'3名古屋大学)

#### P-100 朝鮮時代の鉄碑の科学的調査および保存処理

○李 慧淵·銷 賢景·銷 南哲·姜 炯台<sup>2</sup> ('公州大學校文化財保存科學科·'国立中央博物館保存科学室)

#### P-101 吉備塚古墳出土挂甲の保存処理と復元

○古橋裕悟¹·長友恒人²(¹奈良教育大院·²奈良教育大)

#### P-102 出土鉄製品の脱塩処理の効率化について -1-

〇山村健生1·渡辺智恵美2 (1別府大学院·2別府大学)

#### P-103 出土鉄製文化財における微生物腐食の研究

○李素妍¹・アンドラス モルゴス²・松井敏也³・吉川英樹⁴

(¹筑波大学大学院・²東京芸術大学・³筑波大学・4日本原子力研究開発機構地層処分研究開発部門)

#### P-104 リグノフェノールを用いた出土木材の保存処理V -処理後の評価-

〇片岡太郎<sup>1</sup>·栗本康司<sup>2</sup>·高妻洋成<sup>3</sup>(<sup>1</sup>東北芸術工科大学·<sup>2</sup>秋田県立大学木材高度加工研究所·<sup>3</sup>奈良文化財研究所)

#### P-105 カラーマッチング法を用いた木質文化財の劣化画像の色ずれ補正方法

○藤井義久¹・藤原裕子¹・柳田俊一

(1京都大学大学院農学研究科・2日本コンピューター・システム株式会社)

#### P-106 EDX-XRFによる長野県神坂峠遺跡・青森県中野平遺跡出土石製模造品の石材の産地推定

〇松本建速1·伊藤順一2(1東海大学文学部·2産業技術総合研究所)

#### P-107 文化財調査用可搬型X線検出器の開発研究

〇犬塚将英 (東京文化財研究所)

#### P-108 伝統的祭服の収納保存ケースとその性能 第3報

〇武田昭子1·小嶋康子2·宮野秋彦3 (1昭和女子大学·2(財)神山復生病院·3名古屋工業大学)

#### 文化財科学一般

#### P-109 国宝高松塚古墳壁画の材料調査の変遷

○佐野千絵·早川泰弘·三浦定俊 (東京文化財研究所)

#### P-110 可搬式蛍光X線分析装置を用いた西本願寺書院鴻の間の障壁画における顔料分析に関する研究

〇森 正和<sup>1</sup>・湯浅昌典<sup>2</sup>・和田秀寿<sup>3</sup>・河野益近<sup>4</sup>・江南和幸<sup>1</sup>・岡田至弘<sup>1</sup> (「龍谷大学デジタルアーカイブ研究センター・<sup>2</sup>龍谷大学理工学部生・<sup>3</sup>本願寺史料研究所・<sup>1</sup>京都大学大学院工学研究科)

#### P-111 天野山金剛寺所蔵古写本料紙の科学分析

○坂本昭二'・江南和幸'・岡田至弘'・箕浦尚美2・落合俊典3・赤尾栄慶4

('龍谷大学古典籍デジタルアーカイブ研究センター・2大谷大学文学部・3国際仏教学大学院大学・京都国立博物館)

#### P-112 国宝 初音調度の科学調査

小池富雄¹·川畑憲子²·〇鳥越俊行²·今津節生²(¹徳川美術館·²九州国立博物館)

#### P-113 アンコール遺跡バイヨン内回廊における砂岩材含水率の年変化

○内田悦生·下田一太·田久保豊·豊内謙太郎 (早稲田大学理工学術院)

#### P-114 クメール帝国地方遺跡に使用されている砂岩材

ーバンテアイ・チュマール・ベン・メリア・コー・ケルおよびコンポン・スヴァイのプリア・カーンの場合ー

〇内田悦生·田久保豊·豊内謙太郎 (早稲田大学理工学術院)

#### P-115 モヨロ遺跡での考古地磁気と地中レーダ探査の研究

○酒井英男」・菅頭明日香」・泉 吉紀」・岸田 徹」・臼杵 勲2 (「富山大学・2札幌学院大学)

#### P-116 地中レーダ探査法による大規模遺構の研究 - 富山県久泉遺跡における大溝の探査例-

〇岸田 徹<sup>1</sup>·泉 吉紀<sup>2</sup>·酒井英男<sup>2</sup> (<sup>1</sup>同志社大学·<sup>2</sup>富山大学)

#### P-117 珠洲焼窯跡における電磁気探査と考古地磁気・放射性炭素年代の研究

〇泉 吉紀」・竹内侑子」・岸田 徹・酒井英男」・中村俊夫。 (「富山大学・『同志社大学・『名古屋大学年代測定総合研究センター)

#### P-118 X線CTを用いた考古遺物(鉄製品)の測定と観察

〇吉川英樹<sup>1</sup>·徳田誠志<sup>2</sup>·清喜裕二<sup>2</sup> (<sup>1</sup>日本原子力開発機構·<sup>2</sup>宮内庁書陵部)

#### P-119 竹ノ内Ⅱ遺跡より出土したイネ種子のDNA 分析

○花森功仁子1.2・石川智士1・齋藤 寛1・金三津道子3・岡田喜裕1・佐藤洋一郎4

(・東海大学大学院地球環境科学研究科・。株式会社ジェネテック・。(財)富山県文化振興財団・・総合地球環境学研究所)

#### P-120 同位体化学分析による中世馬の産地識別と形態学的特徴との関連性 - 山梨県の中世馬産の研究-

○覚張隆史'·植月 学<sup>2</sup>·米田 穣'·中野孝教<sup>3</sup>·湯本貴和<sup>3</sup> ('東京大学・<sup>2</sup>山梨県博・<sup>3</sup>総地研)

- P-121 三宅西遺跡における自然科学分析の評価
  - ○清水梨代1·中村淳磯2·大野 薫3·森井貞雄3

(「(財)長野県埋蔵文化財センター・2(財)大阪府文化財センター・3大阪府教育委員会)

- P-122 ステロールを用いた製塩方法の識別 -実験製塩土器を用いた素水法と藻塩法の区別-
  - ○堀内晶子」・鷹野泰志」・宮田佳樹。(「国際基督教大学教養学部・2名古屋大学年代測定総合研究センター)
- P-123 装飾古墳の記録とVR画像の活用

○河野一隆1・赤司善彦1・武廣正純2・天賀光広2・村上浩明2 (1九州国立博物館・2(株)とっぺん)

- P-124 遺跡一般調査と衛星画像、地形解析から見たオマーン東海岸の貝塚立地
  - ○津村宏臣'・樋泉岳二2・早川裕一3・植月 学4

(1同志社大学文化情報学部・2早稲田大学比較考古学研究所・3東京大学空間情報科学研究センター・1山梨県立博物館)

- P-125 無形文化財としての言語(方言)の時空間分布調査データのGIS解析と語形成理論
  - 一中国・山西省、霍州内部方言拡散の数理分析-
  - ○津村宏臣¹·沈 力¹·馮 良珍² (¹同志社大学文化情報学部・²山西大学)
- P-126 田の神プロジェクト -屋外文化財の管理と提供-

亀井宏行¹·橋本泰一¹·○阿児雄之¹·岡本篤志²·指宿市考古博物館 (¹東京工業大学・²東北芸術工科大学)

P-127 文化財へのRFID技術応用のためのICタグの耐候性実験

安藤涼介¹・○亀井宏行¹・古川 桂¹・岡本篤志²・山田卓司³・塚本敏夫³

('東京工業大学・2東北芸術工科大学・3元興寺文化財研究所)

P-128 露出展示遺構における保存評価試案 伊勢堂岱遺跡(秋田県北秋田市)の調査から

〇神田 凉·松井敏也<sup>2</sup>·榎本剛治<sup>3</sup>·沢田正昭<sup>4</sup>(<sup>1</sup>筑波大学大学院·<sup>2</sup>筑波大学·<sup>3</sup>北秋田市教育委員会·<sup>4</sup>国士舘大学)

P-129 指定品の展示·収蔵状況の実態調査 〜関東以北の地域を中心に〜

伊藤健司·〇山田卓司·计村希里子·桃井宏和·岡本広義 ((財)元興寺文化財研究所)

P-130 臼塚古墳出土舟形石棺における劣化調査(2) -赤外線サーモグラフィがとらえた日射の影響-

〇山路康弘·稗田貞臣<sup>2</sup> (「大分市立滝尾中学校·<sup>2</sup>文化財保存活用研究所)

P-131 石造文化財におけるクリーニング処理について

〇稗田貞臣<sup>1</sup>·伊藤広宣<sup>2</sup>·山路康弘<sup>3</sup>(<sup>1</sup>文化財保存活用研究所·<sup>2</sup>別府大学大学院·<sup>3</sup>大分市立滝尾中学校)

P-132 美術品輸送に関する文化財用免震装置の開発(2) -運転技能による振動格差-

○塚本敏夫¹・雨森久輝¹・駒井利定²・小島 誠³・横尾淳一³(¹元興寺文化財研究所・²有限会社CP輸送・³株式会社エーエス)

- P-133 GPSを利用した文化財ハザードマップ作製の試み
  - ○村田忠繁'·本田光子'·宮下直紀²·富士原和也² ('九州国立博物館·²NPO法人文化財夢工房)
- P-134 ツールとしての三次元形状計測 -木製品の保存処理を例として-

〇髙木佑介¹·奥山誠義²·水野敏典²·樋口隆康²·鈴木 勉³(¹奈良大学大学院·\*奈良県立橿原考古学研究所・3工芸文化研究所)

P-135 考古資料における三次元デジタルアーカイブの活用

樋口隆康'・○水野敏典'・○奥山誠義'・寺澤 薫'・千賀 久'・山田隆文'・菅谷文則'・青柳泰介'・北井利幸'・川越光洋²('奈良県立橿原考古学研究所・²福井県立一乗谷朝倉氏遺跡資料館)

P-136 三次元デジタル情報の博物館展示への活用 一線刻のある銅製経筒のデータ化と展示ー

○輪田 慧·森井啓次·鳥越俊行·今津節生 (九州国立博物館)

P-137 石器3次元データからの形態パラメータの設定と定量解析手法の開拓

○津村宏臣 (同志社大学文化情報学部)

P-138 未固結粘性土地盤を対象とした高精度定方位試料サンプラーの開発

田中謙次¹・○野村成宏¹・加藤茂弘²(¹(株)田中地質コンサルタント・²兵庫県立人と自然の博物館)

P-139 土器調整痕の顕微鏡観察 -土器製作者の身体技法の考察へ向けて-

○川宿田好見·中園 聡·池平壮峻 (鹿児島国際大学)

P-140 土器製作の基礎的実験II -大型専用甕棺の復元と焼成-

○重信美那子・中園 聡・平川ひろみ・川宿田好見・黒木梨絵・泉 さやか (鹿児島国際大学)

P-141 文化財科学の研究史について

〇大沢眞澄 (東京学芸大学名誉教授)

#### 機器展示

#### 【豊田講堂1階ロビー】

アメテック株式会社 スペクトロ事業部: 高速で精密なハンディ型蛍光X線分析装置について

アワーズテック株式会社: ポータブル蛍光X線について

エクスロン・インターナショナル株式会社: X線コンピュータ断層検査システム、X線デジタル透視検査装置、

X線発生検査装置のパネル展示とPCによる画像展示

機器展示解説: 11日(土) 17:15 - 17:45

株式会社 アコード: 三次元レーザー計測による文化財のデジタル化 一活用とその事例-

株式会社 加速器分析研究所: 共同研究一発掘調査におけるサンプリング実践」の紹介と新たな試み

株式会社 CUBIC: 遺構の実測図のコンピュータによる描画デモ

株式会社 NewsT研究所: 文化財等の展示品が不意に襲ってくる地震の被害を最小に食い止めるための

免震装置の紹介

株式会社 パレオ・ラボ: 文化財に関わる自然科学分析業務の紹介("C年代測定、遺物材質、古環境復元ほか)

株式会社三ツワフロンテック: デジタルマイクロスコープ、3次元デジタイザー化分光色差計、 大容量高精細画像閲覧ソフトを使ってのデモ

国際文化財株式会社: オルソイメージャー(正射影・深焦点撮影システム)と無人航空機の展示及びデモ飛行

昭光通商(株): 最新の安定同位体質量分析計を4台を使用した、C-13、N-15、D、O-18、S-34の安定同位体

受託分析についての紹介

東北電子産業株式会社: 測距用小型データロガ、水分計測システム

日本電子株式会社: ハンドヘルド蛍光X線分析計 について

(化学成分元素確認等、現場での非破壊・非接触な迅速調査に威力を発揮)

富士シリシア化学株式会社: アートソーブ及びアートソーブ使用可能な簡易保存箱について

ブルカー・オプティクス株式会社: 材料分析などに用いられる分析機器のカタログ展示

マミヤ・デジタル・イメージング株式会社:マミヤZDデジタルシリーズを使った赤外線撮影システムの提案

(通常撮影・紫外線撮影・赤外線撮影システム

(五十音順)

#### 広告掲載

エクスロン・インターナショナル株式会社

株式会社 アクト

株式会社 アコード

株式会社 加速器分析研究所

株式会社 古環境研究所

株式会社 田中地質コンサルタント

株式会社 地球科学研究所

株式会社 ニコンインステック

株式会社 パレオ・ラボ

株式会社 パレット

株式会社 三ツワフロンテック

関西保存科学工業株式会社

中部資材株式会社

富士シリシア化学株式会社

(五十音順)



# 口頭発表

## 弥生後期から古墳中期(八王子古宮式から宇田式期)の暦年代

#### ○赤塚次郎(愛知県埋蔵文化財センター)

#### 1.はじめに

濃尾平野における土器編年を基本として,2003年から2007年にかけて実施し、公開されている 名古屋大学年代測定総合研究センターとの共同研究の成果を総括し、加えて近年での愛知県埋 蔵文化財センターの調査成果等を踏まえて、現状における弥生後期から古墳中期の暦年代の方 向性を確認することにしたい。

#### 2.名古屋大学年代測定総合センターでの分析結果とその他の研究成果

#### 2.1. 測定結果

まず、「山本直人 2003」において、愛知県埋蔵文化財センターにおいて調査した朝日遺跡・八王子遺跡他の試料からの AMS 較正値により弥生時代後期~古墳時代前期の年代が、従来の考古年代と「約 100 年古いという結果」が報告された。それを受けて第 44 回名大祭考古学研究集会にて「AMS 炭素年代測定法による尾張・三河の古墳出現期の年代」2003-06-08 が開催され、また 2003-11-22 に第5回考古科学シンポジウム(名古屋大学年代測定総合センター主催)にてその総括が行われた。このパネル討論会にて、赤塚は年輪年代法などの結果を踏まえてそれまでの年代観を大きく修正し、廻間 I 式期の開始が二世紀前半期に遡る可能性などを発表した。その後、名古屋大学年代測定総合センターでの分析結果の再検討と古墳時代前・中期を含めた総合的な分析研究を実施することとなった。

その成果は、まず「木野瀬正典ほか 2005」では弥生中期から古墳中期までの土器付着炭化物を測定し、加賀地域と尾張地域の資料を基に、弥生中期が前 4 世紀前半に弥生後期が前 1 世紀から西暦 1 世紀に値がまとまる点、庄内式併行期が西暦 1 世紀から 3 世紀の幅を持つ点などが報告されている。さらに宇田 I 式期が 408~429calAD という較正値が得られている点など、年輪年代からの想定年代と大きく矛盾しない点が指摘された。次に「菅野裕之ほか 2006」では須恵器出現期の土器付着炭化物を測定し、特に愛知県名古屋市の志賀公園遺跡での資料から、宇田型甕 2 類が 417~441、418~441calAD という結果に注目し、宇田 I 式期が五世紀前半期を中心とする土器様式の可能性が高い点が報告されている。そして「小田寛貴ほか 2007」では愛知県安城市釈迦山遺跡・中挾間遺跡での土器付着炭化物結果を踏まえて、廻間 I 式から II 式前半期の一群の資料と、廻間 II 式後半から III 式期の資料群に大きく二分できる点を指摘し、前者は西暦1世紀末から 2 世紀前半、後者は 3 世紀半ばから 4 世紀はじめに集中することが報告されている。そしてその間の空白域の原因を較正曲線 INTCAL98 との矛盾、較正値での見かけ上の値とし100 年程度古い値を示している可能性を指摘している。こうした方向性は樹木年輪の炭素年代ウイグルマッチングでの研究成果と同調する動きであり、「尾嵜大真ほか 2007」などでは、西暦100 から 200 年代での較正値の矛盾が指摘されている。

#### 2.2.朝日遺跡における暦年代研究

愛知県清須市・名古屋市西区に所在する弥生時代の集落遺跡である朝日遺跡では、土器付着 炭化物および草本性の炭化物の AMS 較正値を継続的に計測してきた。その成果は『朝日遺跡 VIII』2009 で報告されているので、ここではその概要をまとめておきたい。

まず朝日遺跡を形作った弥生中期前葉の「朝日式期」であるが、その較正値がほぼ 400calBC-360calBC に集中し、朝日式期が前 4 世紀前半期を中心とする暦年代である点が明らかとなった。この年代観はすでに歴史民俗博物館で報告されている研究成果と矛盾するものではない。次に中期後葉の高蔵式期であるが、200calBC から西暦 1 年の間にまとまりが見られる。そして発掘調査で判明している洪水性の堆積層(T-SA 層)が高蔵式期の最末期に朝日遺跡を襲った出来事である可能性が指摘されており、その砂層からの炭化物による分析結果からは 50BC-5calAD

を中心とした値を得ている。山中式期の土器付着炭化物による分析成果は 100BC-100calAD の間に集中し、紀元前後におよぶ。朝日遺跡での共同研究成果を踏まえて「藤尾慎一郎・尾嵜大真 2009」では、「IntCal04 と日本の樹木から作った較正曲線に照合した結果を比較・・・・、貝田町式 3 期と高蔵式は 50 年ほど下限がずれており、IntCal04 が古く出ていること、さらに山中式から廻間 I 式古は下限が 100 年ほど古く出ていること」とし、「朝日遺跡の中期後半から末では 50 年、後期一杯は 100 年ほど、IntCal による較正結果が古く出る地域効果の可能性」が指摘されている。

#### 3.土器編年としての暦年代

以上の調査成果を踏まえて、現状の土器編年体系を前提として暦年代を想定してみたい。

#### 3.1.八王子古宮式から山中式(弥生後期)の年代について

近江湖南型甕・盤状高杯を代表とする八王子古宮式期をもって、濃尾平野の弥生後期前葉の土 器群と考えることができる。その詳細な編年観は未だ研究途上でもあり、さらなる資料の増加を待 ちたいが、いずれにしろ大阪湾での弥生 V 様式初頭段階と大きく重複する点は、近江系土器を介 して明白である。後続する土器様式としては山中 I 式・II 式期であり、弥生後期中葉から後葉の土 器群と位置づけておきたい。八王子古宮 II 式期の較正値(小田 2003)は BC49-AD47 で, 前述の ように少し古く出ている可能性が高い。また朝日遺跡での AMS 較正値等を踏まえると、八王子古 宮式から山中式への変化は西暦1世紀を中心とした時期の中で想定できる。 特に朝日 T-SA 層 が前1世紀後葉前後と推定できる点と, 朝日遺跡 06Ba-005SD-T-SA 層との関係から, 朝日遺 跡八王子古宮式の成立は、あるいは前 1 世紀末葉に遡る可能性をも視野に置いておく必要があ る(赤塚 2009)。愛知県名古屋市高蔵遺跡でのキ龍文鏡(破鏡)と八王子古宮 Ⅱ 式との供伴事例 や, 遅くとも山中式中頃には造営されている瑞龍寺山山頂墳での中国製内行花文鏡や貸泉出土 等を考慮しても、山中Ⅱ式が西暦 1 世紀後葉を溯ることは無理であり、年輪年代法における大阪 府池上曽根遺跡や滋賀県二ノ畦横枕遺跡などの事例からも,後期のはじまり(八王子古宮式)が 前1世紀後葉を大きく遡ることは難しいことは明らかである(森岡・西村 2006)。 したがって八王子 古宮式期が前1世紀末葉から西暦1世紀前半期を中心とし、山中式期が西暦1世紀中頃から2 世紀前葉と考えておきたい。

#### 3.2.廻間 [式・][式期(古墳早期)の年代について

一宮八王子遺跡 SK73 の一括資料をもって廻間 I 式期の開始を考えている。廻間 I 式前半期の資料での付着炭化物の較正値は西暦 1 世紀に偏りが見られる。また廻間 I 式中頃から後半期は、例えば愛知県安城市の釈迦山遺跡での較正値では 1 世紀後葉から 2 世紀前葉に集中する傾向が見られる。一方で廻間 II 式末葉から III 式期にかけては 220 から 260 と 280-320AD に値がまとまる傾向が読み取れる。「小田寛貴ほか 2007」で指摘されているように、廻間 II 式中頃を境にして二つに大きく較正値が偏在することがわかる。前者は幾分古く値が出ている可能性を想定しておく必要があろう。特に廻間 I 式初頭段階の資料に付いては著しく古く値が出ており、やはり 100年ほどの開きを想定したい。

さて、視点を変えて岐阜県大垣市米野遺跡からは興味深い成果報告が公表されている。米野I期に供伴する槽状木製品での年輪年代の結果では、2点の資料(ヒノキ)で一つは AD127 年+20~30 年、今一つが AD152 年という値が出ており、両者ともおおむね 150 年前後の伐採年代が判明している(高田 2007)。米野I期に所属する溝最下層資料であり、大型の槽形木製品を考慮すると所属時期は廻間 I 式初頭段階にほぼ限定できるものと思われる。したがって廻間 I 式期が遅くても 150 年には成立していた可能性が極めて高い。さらに石川県金沢市大友西遺跡の SE18 からは AD169 年という伐採年代と風巻 2 式期の供伴を考慮すると、廻間 I 式後半期が 2 世紀後葉を中心とした時期である事が推測できよう(赤塚 2003・2006)。現状では廻間 I 式期後葉を三世紀代に置く根拠は見いだし難い。

以上の点から総合すると、廻間 I 式期が西暦 2 世紀第2四半期の中で登場し、おおむね2世紀後半期を中心とした時期を想定できることになる。それは「小田寛貴ほか 2007」での前半期のまとま

りが 100 年古く遡るという可能性と上手く整合性をもつようである。したがって廻間 Ⅱ 式期は三世紀前半期を中心とした土器様式の可能性が極めて高いことになる。

#### 3.3.廻間 Ⅲ 式・松河戸 Ⅰ 式期(古墳前期)の年代について

廻間 II 式後葉から III 式期・松河戸 I 式前半期は総じて同様な較正値にまとまり、おおむね 220-260 と 280-340AD に偏在する傾向が見られる。ここでは前者を廻間 II 式後葉から III 式初頭段階とし、後者を廻間 III 式後半から松河戸 I 式前半期を中心とした年代感と想定したい。この想定は、布留 I 式期の成立を 260 年代とした「森岡・西村 2003」とは矛盾が見られない。また箸墓古墳の造営時期年代は、調査報告書(寺澤 2002)に掲載されている東海系土器のあり方を見る限り、廻間 II 式末葉を遡ることはない。したがって布留ゼロ式期が 250 年を前後であると考えると、廻間 III 式期を三世紀後半期に位置づける事に問題は見られない。したがって後続する土器様式である松河戸 I 式期を四世紀前半期を中心とする時期に、まずは位置づけておくことができよう。

#### 3.4.松河戸 Ⅱ 式・宇田式期(古墳中期)の年代について

宇田 I 式期の土器付着炭化物の分析結果からは, 五世紀前葉から中葉に値がまとまる傾向が見られる。さらに「菅野裕之ほか 2006」の宇田型甕 2 類が 417~441, 418~441calAD という値を考慮すると, 宇田 I 式期の成立を, 五世紀前葉に置く事が可能となる。分析した宇田型甕 2 類の主体が東山窯 111 号窯(赤塚・早野 2001)との供伴が見られるのであり, 尾張型須恵器 H-111 が遅くても 420 年には成立しているものと想定できる。なお H-111・H-48 は陶邑窯 TK216・ON46 併行と推定できる。したがって宇田 I 式 1 段階の成立が五世紀初頭段階に遡る可能性が極めて高い。

松河戸II 式期は良好な試料値に恵まれていないが、西三河地域での矢作川中流域における水入遺跡での土器付着炭化物からの較正値を概観すると、松河戸II 式期から宇田 I 式期併行資料において 340-430AD の年代値が報告されている。こうした評価は、宇治市街遺跡での年輪年代法と炭素年代法によって導かれている 389 年伐採年代と 359-395AD という較正値(尾嵜 2006)、供伴する韓式土器との関係から須恵器生産の開始が四世紀後葉段階まで引き上げる傾向と大きく矛盾しない。さらに奈良県佐紀遺跡 SD6030 上層での 412 年の伐採年代資料と TK73 型式との関係を含めても整合性をもつものと思われる。宇田 I 式期の成立を遅くても五世紀初頭に位置づけておきたい。

また、群馬県榛名山からの FA の降下年代をウイグルマッチングの結果により樹木最外部の年代を 489±4calAD とし、MT15 型式の一端を五世紀末にある点が報告されている(中村ほか 2008)。 宇田 II 式期の終焉が MT15 型式併行期内にあることがわかっている。したがって宇田 I 式・II 式期を含めて、おおむね五世紀段階の土器様式と考えて置く事が可能となる。ちなみに愛知県北名古屋市の能田旭古墳出土の木製品からは、年輪年代法にて 453・484 年の年代が報告されている。能田旭古墳の造営そのものは H-111 期に遡る可能性が高いと思っているが、おおむね尾張型埴輪・尾張型須恵器 II 期・宇田 II 式期の供伴が五世紀後半期に位置づけられることが類推できよう。

#### 4.まとめにかえて

廻間 I 式期の開始時期・SK73 小様式の成立を西暦 150 年以前として二世紀第二四半期の中に位置づけ、卑弥呼が魏に使節団を送る三世紀前半期を廻間 II 式期の時代と想定しておきたい。河内庄内式の成立は明らかに廻間 I 式期より1段階ほど遅れるようだが、いずれにしろ大和地域での庄内併行期の成立を、西暦二世紀後半代に引き上げて考える必要があろう(森岡・西村2006)。さて古墳出土の土器を概観する限り、濃尾平野に次々に「前方後円墳」が造営されはじめる時代は明らかに松河戸 I 式期であり、美濃最大の前方後円墳である昼飯大塚古墳出土の土器を考慮すれば、松河戸 I 式中頃には造営がはじまっていた可能性が高い。したがってここでの編年観では四世紀中頃前後となり、従来の編年的位置づけから見るとやや古く遡る傾向になろう。ちなみに、三角縁神獣鏡の製作は遅くても廻間 II 式 3 段階の中ではじまっていた事になる。とこ

るで東海地域に新しい焼きモノ生産がはじまる時期, つまり東山窯の開闢は遅くても西暦 400 年前後に遡る可能性が高い。そして東海地域最大の前方後円墳である断夫山古墳の造営は、尾張型埴輪や公開されている尾張型須恵器などから、宇田 II 式期最終末段階に位置づけられる可能性が高くなった。西暦 500 年前後の暦年代を推定しておきたい。したがって断夫山古墳の被葬者を「目子媛」と想定することは難しく、やはり「尾張連草香」である可能性がますます高くなってきたものと思われる。

#### 参考文献

赤塚次郎・早野浩二(2001)松河戸・宇田様式の再編.「研究紀要第2号」愛知県埋蔵文化財センター、13-32.

赤塚次郎(2003)中部・近畿地方の弥生・古墳時代編年の現状と課題.「第 5 回考古科学シンポジウム発表要旨」, 79-84.

赤塚次郎(2006)東海系土器と東日本の墳丘墓.「古式土師器の年代学」, 319-327.

赤塚次郎(2009)朝日遺跡標準層序の暦年代、「朝日遺跡 VIII」愛知県埋蔵文化財センター調査報告書第 154 集総集編, 134-137.

小田寛貴・山本直人(2002)弥生土器・古式土師器の AMS14C 年代、「名古屋大学加速器質量分析計業績報告書 XIII」、161-166.

小田寛貴・山本直人・赤塚次郎・加納俊介・木野瀬正典・中村俊夫(2007)弥生終末期から古墳前期の土器に付着した炭化物の 14C 年代「日本文化財科学会第 24 回大会研究発表要旨集」, 136-137.

尾嵜大真(2006)宇治市街遺跡下層出土の古墳時代遺物の年代測定成果.「記者発表資料」京都府宇治市,国立歴史民俗博物館 http://www.rekihaku.ac.jp/research/,

尾嵜大真・藤尾慎一郎・小林謙一・坂本 稔・春成秀爾・今村峰雄・西本豊弘・松崎浩之・中村俊夫・光谷拓美(2008)日本産樹木年輪試料の炭素 14 年代を用いた弥生時代後期から古墳時代初期の暦年較正、「日本文化財科学会第 25 回大会研究発表要旨集」, 136-137.

木野瀬正典・赤塚次郎・小田寛貴・中村俊夫・山本直人(2003)愛知県朝日遺跡・月縄手遺跡出土の土器付着炭化物の放射性炭素年代、「第5回考古科学シンポジウム発表要旨」, 95-101.

木野瀬正典・小田寛貴・赤塚次郎・山本直人・中村俊夫(2005)弥生・古墳時代の土器に付着した 炭化物の AMS14C 年代測定.「名古屋大学加速器質量分析計業績報告書 XVI」, 95-103.

菅野裕之・赤塚次郎・山本直人・中村俊夫(2006)須恵器出現期の土師器付着炭化物の較正年代、「日本文化財科学会第 23 回大会研究発表要旨集」, 108-109.

高田康成·光谷拓美(2007)、「米野遺跡」大垣市埋蔵文化財発掘調査報告書第 17 集.

寺澤 薫編(2002)「箸墓古墳周辺の調査」奈良県文化財調査報告書第89集.

中村賢太郎・早川由紀夫・藤根 久・伊藤 茂・廣田正史・小林紘一(2008)ウイグルマッチング法による榛名渋川噴火の年代決定、「日本文化財科学会第25回大会研究発表要旨集」、48-49.

藤尾慎一郎(2009).弥生時代の実年代.「弥生農耕のはじまりとその年代」雄山閣, 9-54.

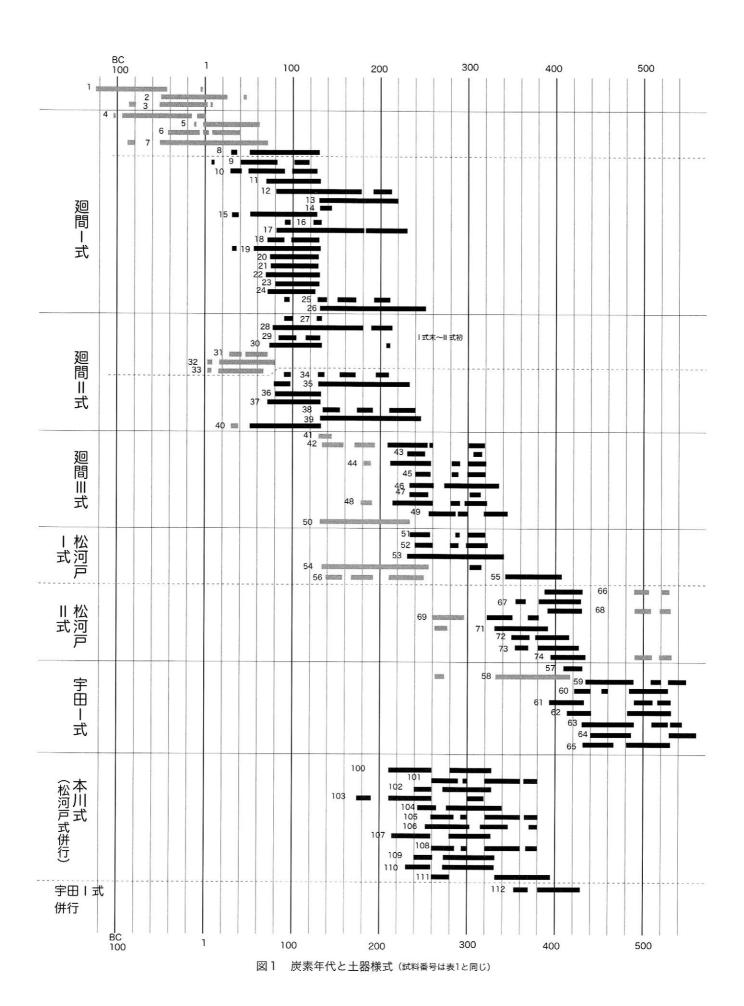
藤尾慎一郎・尾嵜大真(2009)朝日遺跡出土土器に付着した炭化物の年代学的調査、「朝日遺跡 VIII」愛知県埋蔵文化財センター調査報告書第 154 集総集編, 138-148.

森岡秀人・西村 歩(2006)古式土師器と古墳の出現をめぐる諸問題「古式土師器の年代学」, 507-588

山本直人ほか(2003) AMS14C 年代測定法による尾張・三河の古墳出現期の年代.「第 44 回名大祭考古学研究集会」.

山本直人(2003)加速器炭素 14 年代測定法による東海地方の弥生・古墳時代の年代に関する研究、「平成 14 年度 赤崎記念研究奨励事業研究成果報告書」.

山本直人(2007)「文理融合の考古学」高志書院.



-18-

表 1 分析試料と較正年代

	報告資料	遺跡名	型式	器種	較正暦年代[cal BC,AD]			
	名大報16-6 考古科学シ5-2	朝日遺跡	朝日式	24-361	BC383(363)356,288(269,263)257,246()233,215()215 BC390-210,400-200			
	名人報16-8	朝日遺跡	貝田町式古		BC395(388)380			
	名大報16-13	朝日遺跡	高蔵式古		BC376()370,364(357)351,316()307,303(285)267,263(258,2	42,234)229	,220()208	
_	名大報16-22	朝日遺跡	高蔵式		BC166()127,123(94)85,85()52			
1	小田2003-PLD2004	一宮八王子遺跡	八王子古宮Ⅱ式	〈字號	BC166()126,124(89,77,57)42,7()4			
	小田2003-PLD1998	朝日遺跡	八王子古宮~山中Ⅰ	〈字號89-1138	BC89()78,57(42,7,4)AD4,10()19		П	ナケルはなしの気をい遊ぐち
-	小田2003-PLD2002 小田2003-PLD2003	一宮八王子遺跡	八王子古宮II式 廻間 I-0	〈字樂 有段口緑樂	BC49(38,30,21,11,1)AD26,43()47 BC105()104,95(46)35,35()17,13()AD2		八王	東海地域の土器編年と墳丘墓
	山本2006-3	北道手遺跡	廻間 1 式初頭	有段口緑甕-304	BC16()15,2(26)35AD,35(42,48)62		子古宮式	
	名大報16-34	朝日遺跡	廻問 1 式前半	1.00	BC43(37,32,20,12)6,BC4(BC1)AD4,AD8()20	1	古	
	小田2003-PLD2006 小田2003-PLD2005	一宮八王子遺跡 一宮八王子遺跡	廻間 I 式前半 廻間 I -0	有段口縁甕 有段口縁甕	BC88()80,55(15,AD2)74 32()38,53(80)129		宮景	
	小田2003-PLD2007	一宮八王子遺跡	廻問 [ 式前半	S字漿A	4()8,21(65)84,103()119		IL.	
	小田2003-PLD1999	朝日遺跡	廻間Ⅰ式前半	〈字甕119-1547	27()42,49(73)89,99()125			
	小田2003-PLD1996 小田2003-PLD1994	朝日遺跡	翅間 I 式前半 廻間 I 式中頃	〈字甕110-1435 〈字甕130-1730	32()37,54(81)129 67(85,103,120)131		I 式	
	小田2003-PLD1994 小田2003-PLD1997	朝日遺跡	利問 1 式中頃		81(129)179,190(214		山	· value various values
14	名大報16-35	朝日遺跡	廻問 1 式前半		128(133)220	100	串	瑞龍寺山山頂墳(46)
	小H2003-PLD2000 小H2007-1	朝日遺跡 釈迦山遺跡	題間 I 式中頃 廻間 I 式中頃	〈字變141-1886 S字變・外面	32()37,54(80)128 91()98,126(129)133		式	根塚遺跡
_	小田2007-1	釈迦山遺跡	廻間 I 式中頃	S字甕・胴部	81(129)184,185()217		п	hn#-#-1-1-B-(25)
18	小田2007-2	釈迦山遺跡	<b>廻問Ⅰ式中頃</b>	S字幾・外面	72(81)90,99()126		式	加佐美山1号(25)
_	小田2007-2	釈迦山遺跡	廻間 I 式中頃 廻間 I 式中頃	S字廳·口縁部	33()37,55(81)129 75(85,103,119)128			小羽山30号(32)
_	名大報16-36 小田2007 4-3	門間沼遺跡	廻問 [ 式 ]	タタキ甕・外面	77(85,103,120)127		SK73	週間SZ01(25)
22	小田2007-3	釈迦山遺跡	廻問 1 式	タタキ甕・底部	67(85,103,120)131	150		## ###################################
	小田2007-4	中狭間遺跡	廻問Ⅰ式後半	S字號·外面	81(89,99,125)129	. 130	71=1	女牛谷SX4(40)
-	小田2007-4 山本2006-4	中狭間遺跡 北道手遺跡	廻間 I 式後半 廻間 I 式後半	S字壁・口縁~胴 〈字甕-193	72(89,99,125)123 92(97,126(131)139,150(176,192()212		廻間	
	小田2003-PLD1995	朝日遺跡	廻間 [ 式後半	〈字甕130-1738	133(236)253,305()316		I	
	小田2007-5	中狭間遺跡	廻間 [ 式末~ [[ 初	丸底甕・外面	88()100,125(129)132		式	高部30号(31.2)
	小田2007-5 小田2007-6	中狭間遺跡	廻問 I 式末~Ⅱ初 廻問 I 式末~Ⅱ初	丸底甕・胴部 北陸系螺・外面	79(129)181,188()215 83(92,97)105,115(126)130			(31.2) e Octamin
100	小田2007-6	中狭間遺跡	廻問 [ 式末~ [] 初	北陸系甕・口縁部	75(92,97,126)134,204()206	200		西上免(40.5)
	小田2007-7	中狭間遺跡	廻問Ⅰ式末~Ⅱ初	北陸系甕・外面	27(33,37)42,48(55)72	200		
32	小田2007-7 名大報16-45	中狭間遺跡	廻問 I 式末~II 初 廻問 II 式-1	北陸系甕・口縁部	3()11,18(33,37,55)80 3()12,17(28,41,50)66			ホケノ山(80)
_	山本2006-1	西上免遺跡	廻問11式-1	S 字變B-159	91()98,126(130)135,157()172,195()210		廻間	弘法山(63)
-	小H2003-PLD2001	朝日遺跡	廻間Ⅰ-4~Ⅱ-1	S 字變A新-61J-194	89()99,125(132)235		間	小松(60)—
36	小田2007-8 小田2007-8	中狭間遺跡	題間Ⅱ式前半 廻間Ⅱ式前半	S字甕・外面 S字甕・口縁部	81(90,99,126)129 74(90,99,126)132		II 式	**
-	小田2007-8	中狭間遺跡	廻問11式前午	後内系機・外面	1350154,1750193,211(231)240		1	美濃観音寺山(20.5)
39	小田2007-9	中狭間遺跡	題間Ⅱ式	畿内系甕・胴部	131(231)245,314()315	250		雪野山(70)
40	小田2003-PLD2053	<b>週間遺跡</b>	題問Ⅱ式後半	S字題B	30()39,52(78)128	•	Zhi	ДАШ(10)
41	小田2007-10 小田2007-10	中狭間遺跡	廻問Ⅱ式後半~Ⅲ初 廻間Ⅱ式後半~Ⅲ初	機内系鞭・外面 機内系鞭・胴部	228(239)243 134()159,171()196,209(239)257,285()286,301()319		廻間	象鼻山(40.4)
_	小田2007-11	中狭間遺跡	廻間Ⅱ式後半~Ⅲ初	平底甕・外面	236(241)253,305()316		m	東之宮(72) 森将軍塚(96)
_	小田2007-11	中狭間遺跡	廻間Ⅱ式後半~Ⅲ初	平底甕・胴部	182()188,215(241)259,282()290,299()321		式	
45	小田2007-13 小田2007-13	中狭間遺跡	廻間Ⅱ式後半~Ⅲ初 廻間Ⅱ式後半~Ⅲ初	<ul><li>魏・外面</li><li>魏・口縁部</li></ul>	241(255)259,282()289,299(304,316)321 236(255)262,276(304,316)337	2000-00000		親ケ谷(85)
47	小田2007-12	中狭間遺跡	<b>廻問田式前半</b>	畿内系甕・外面	236(241)256,303()317	300	Winds 4	長塚(73.2)
	小田2007-12	中狭間遺跡	廻間田式前半	微内系鞭・胴部	179()189,214(241)260,280()292,297()323		10000	
50	山本2006-2 名大報16-51	岩倉城下層 門間沼遺跡	廻間Ⅲ式後半 廻間Ⅲ式後半	S字聽C新-1003	258(262,277)284,287()300,319(336)343,371()378 132(180,189,214)236		松河戸	道長塚(87)
51	名大報16-53	一宮八王子遺跡	松河戸 1 式前半		237(243)258,284()287,300()320		芦	
52	名大報16-54	月繩手遺跡	松河戸 1 式前半		240(255)259,281()290,298(305,316)322	-5	I	
53	考古科学シ5-1 小田2003-PLD2055	月縄手遺跡 一宮八王子遺跡	松河戸 I 式前半 松河戸 I 式前半	S字鹽-331 山陰系口縁 S字塑	235-340,130-350 73(90,99,126)133		72	昼飯大塚(150) 甲斐銚子塚(169)
_	小田2003-PLD2057	月繩手遺跡	松河戸Ⅰ式前半	S字樂D古	69(87,101,124)132	350		MANUFACTOR OF COLUMN TO STATE OF THE STATE O
	小田2003-PLD2058	月縄手遺跡	松河戸I式前半	S字甕D古	133(237)256,303()317		*	-
57	名大報16-56 菅野2006-PLD2054	一宮八王子遺跡	宇田1式	〈字麈	408(421)429 262()277,337(387)418	90,	松河戸	•
58 59	菅野2006-PLD2054 菅野2006-KSO1	志賀公園遺跡	宇田「式	變-634	435-492,507-520,527-538	<b>-</b> 03:	芦	坊の塚(120)
60	菅野2006-KSO2	志賀公園遺跡	宇田I式	臺-607	422-442,452-461,484-533 435-491,508-518,528-542		II	近处本/04/
61	菅野2006-KSO3	志賀公園遺跡	学田1式	變-605 糖-629	395-436,490-510,517-529 417-441,454-460,484-532 417-441,484-532 418-441,455-460,484-532		式	正法寺(94) 宝塚1号(95)
62	菅野2006-KSO4 菅野2006-KSO5	志賀公園遺跡 志賀公園遺跡	宇田1式	變-628 變-629内面	417-441,484-532 418-441,455-460,484-532 435-490,509-518,528-544	400		
64	菅野2006-KSO6	志賀公園遺跡	字田1式	礎-629外面	440-485,532-568			琴塚(115)
65	菅野2006-KSO8	志賀公園遺跡	宇田工式	班-395	433-465,482-534	•16	宇田田	H-111 妙感寺(95)
66	菅野2006-PM101 菅野2006-PM102	水入遺跡	松河戸11~宇田1併行 松河戸11~宇田1併行	遊-364 遊-571	386-434,493-506,521-526 357-364,382-426	-	世	
68	菅野2006-PM102	水人遺跡	松河戸11~宇田1併行	麦-921	389-435,492-507,519-527	•11	式	H-48
69	菅野2006-PM104	水入遺跡	松河戸Ⅱ~宇田Ⅰ併行	甕-922	259-297,321-353,366-381	_	14	
70	菅野2006-PM105b	水入遺跡	松河戸11~字田1併行	壁-907 遊-359	263-277,330-391 348-369.378-415	450		
71	菅野2006-PM106 菅野2006-PM107	水入遺跡	松河戸Ⅱ~宇田Ⅰ併行 松河戸Ⅱ~宇田Ⅰ併行	雅-212	354-366,381-425	- 430	1	城山2
73	首野2006-PM108	水入遺跡	松河戸Ⅱ~宇田Ⅰ併行	變-644	395-436,490-509,518-528		宇田田	
100	nechacal c		William (Wanter & McC)	BH 2402	215 260 290 215	•	苗	H-11
	98SD2001-6 98SD2001-7	本川遺跡	本川Ⅲa (松河戸 I 併行) 本川Ⅲa (松河戸 I 併行)	甕-2483 甕-2484	215-260,280-325 260-285,290-300,320-360,365-380	•3 37	II	
	98SD2001-8	本川遺跡	本川IIIa (松河戸 I 併行)	<b>班-2486</b>	240-260,275-335		式	下原
103	98B2-SK2112	本川遺跡	本川Ⅲa (松河戸 I 併行)	薨-2569	175-190,210-260,300-320	500		
	98A-SB2025 98A-SB2025	本川遺跡	本川Ⅲb (松河戸 I 併行) 本川Ⅲb (松河戸 I 併行)	遊-2030 台付獲-2032	245-265,275-340 260-285,290-300,320-360,365-380	500	pv.	断夫山(150)
	98A-SB2025	本川遺跡	本川田b (松河戸 I 併行)	班-2016	255-305,315-345,370-380	•	儀町	H-61
107	98Ba-SB2070	本川遺跡	本川Ⅲb (松河戸 I 併行)	壺-2226	215-260,280-325	-9	式	
-	98B2-SB2064 98B2-SB2064	本川遺跡	本川IIIc (松河戸1併行) 本川IIIc (松河戸1併行)	薨-2172 壺-2171	260-285,290-300,320-360,365-380 240-260,275-335	•	20	
-	98B2-SB2064 98B2-SB2074	本川遺跡	本川IIId(松河戸II併行)	壺-2280	235-260,275-335	•		
111	98B2-SB2074	本川遺跡	本川Ⅲd(松河戸Ⅱ併行)	獎-2281	260-280,335-395			
112	98B2-SB2067	本川遺跡	本川Ⅲe(宇田I併行)	뿊-2203	335-370,380-430	-0		

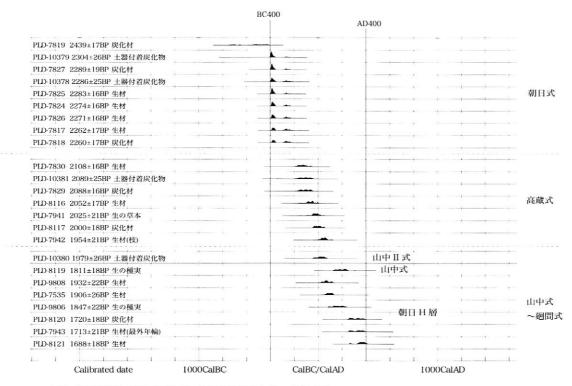


図2 朝日遺跡の較正暦年代(赤塚2009より一部改変)

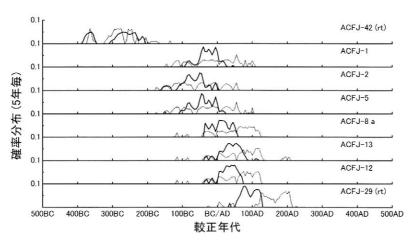


図3 朝日遺跡IntCalO4と日本産樹木による較正暦年代の比較(藤尾慎一郎・尾嵜大真2009より)

#### 表1の出典一覧

名大報16: 『名古屋大学加速器質量分析計業績報告XVI』2005

考古科学シ:『第5回考古科学シンポジウム発表要旨』2003名古屋大学年代測定総合研究センター

小田2003: 『ANSC14年代測定法による尾張・三河の古墳出現期の年代』2003第44回名大祭考古学研究集会

营野2006: 『日本文化財科学会第23回大会研究発表要旨集』2006日本文化財科学会 小田2007: 『日本文化財科学会第24回大会研究発表要旨集』2007日本文化財科学会

山本2006: 『弥生中期~古墳前期の土器付着炭化物の炭素同位体比』2006 土器付着物の考古学的研究

本川遺跡: 『本川遺跡』2003愛知県埋蔵文化財センター調査報告書第100集



# 弥生後期から古墳中期の C14 年代と較正暦年代

中村俊夫(名古屋大学年代測定総合研究センター)

#### 1. はじめに

加速器質量分析(AMS)を用いたとしても <sup>14</sup>C年代測定の誤差(1標準偏差:±16)が±60~±80年と大きかった 1980年台~1990年台前半は、「14C年代測定を歴史資料に適用することは無謀に思えた.可能性の確率が 67%として 120-160年の幅での年代推定では、ほとんど使いようがない.せいぜい資料の真贋判定に利用するか、1つの資料を数多く繰り返し測定して推定誤差を小さくする等の試みである. 1990年台後半になって、AMS による <sup>14</sup>C年代測定の精度が向上し、1回の測定で±20~±30年の誤差(±16)に抑えることが可能になり、また測定の効率が向上してたくさんの資料を短時間に測定できるようになった。そこで、歴史資料の年代測定が進められるようになってきている。一方で、詳細な土器編年に実年代(暦年代)を対応させる為に土器付着炭化物を対象資料とする年代測定が推進された。土器に共伴する木片、炭化物試料と異なり、土器に付着する炭化物は土器が製作され使用された時に土器の表面で炭化した食物残滓あるいは薪のススと考えられ、まさに土器の年代を代表する資料である。このような流れで、縄文時代、弥生時代、古墳時代、歴史時代の土器付着炭化物を含めて様々な資料の <sup>14</sup>C年代測定が進められている。

もう一つの問題点として、「C 年代から暦年代への較正(換算)である。北半球中緯度に位置する日本の資料の「C 年代は、一般に世界標準データ IntCalO4 を用いて較正されている。IntCalO4 は、北米や欧州産の樹木を用いて作成されたものである。一方で、国立歴史民俗博物館、名古屋大学、山形大学では、日本産の樹木を用いて、年輪年代と「C 年代の比較を行い、IntCalO4 との一致度を比較してきた。これまでに調べられた暦年代範囲は、現在から 3000 年前までのうち、飛び飛びで 2000 年程度の年輪であるが、「C測定の誤差範囲内でほとんどの暦年代範囲で調和的である。しかし、一部の範囲(紀元1世紀から3世紀)では顕著なズレが生じていることが明らかになった(尾嵜 2009)。実は、この顕著なズレの時期は、本特別講演の対象となる弥生後期から古墳中期に含まれている。

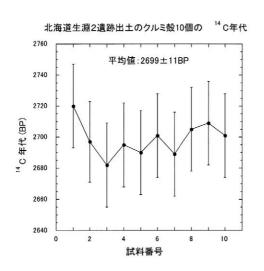
本講演では、「C 年代測定の立場から、測定の精度(測定の誤差、再現性)、正確度(真の値からのズレの程度)の検証について、更に、弥生後期から古墳中期を中心にして、日本産資料の「C 年代の暦年代較正について議論する.

#### 2. AMSによる <sup>14</sup>C年代測定の現状

名古屋大学では、1981-1982年に米国 GIC 社製のタンデトロン加速器質量分析計を導入した. アリゾナ大学へ導入されたタンデトロン加速器質量分析計 1 号機の兄弟機器である。1983年から 1999年までに、この分析計を用いて約 8000個の試料を測定した。この間、1996年に、オランダ国の HVEE 社製のタンデトロン(Model4130-AMS)が新たに導入され、1999年から  $^{14}$ C 測定利用が開始された。1999年から 2008年末までに測定したターゲットの個数は 13,590 個に

及んでいる(中村ほか, 2009).

これまで測定した年代から推定すると、測定誤差( $\pm 1\sigma$ )は、数千年前までの比較的新しい 試料については、定常的な年代測定では $\pm 20 \sim \pm 35$ 年程度である。試料の年代が古くなると誤差はこれより大きくなっている。一般に、 $^4C$ 年代測定の精度や正確度の検証は簡単ではなく、その検証方法が今なお検討されている。精度については、繰り返し測定が一つの目安になる。名古屋大学の AMS 装置の精度試験では、一例として、北海道千歳市生渕 2 遺跡から出土した、厚く堆積したクルミの殻を用いた。クルミの殻はかなり丈夫で汚染しにくいので、年代測定が実施しやすい試料である。北海道埋蔵文化財センターから提供された数十個のクルミ殻の破片の中から、独立した個体を 10 点選んで、独立して試料調製および年代測定を行ったところ、それぞれの  $^4C$ 年代は 1 標準偏差の誤差( $\pm 30$ 年)範囲で一致した(図 1)。 10 個の平均をとると  $2699\pm11$  BP となり、バラツキの誤差( $\pm 1\sigma$ )を $\pm 11$  年程度に抑えることが可能であることが示された。



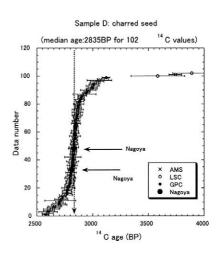


図1 北海道生渕2遺跡出土のクルミ殻 10個の <sup>14</sup>C年代の比較

図2 試料 D について、国際機関で測定 された結果の比較 名古屋大学の測定結果を矢印で示す。

正確度(真の値からのズレの程度)の検証は、厳密に行うことは難しい、 $^{14}$ C 濃度が正確にわかった試料を手に入れることが難しいからである。そこで、 $^{14}$ C 年代測定研究では、多数決の原理が採用されている。一様に混ざった同一試料を世界各国の $^{14}$ C 測定機関に配布して、測定結果を集め測定結果の集中、ばらつきを調べる。もちろん $^{14}$ C 測定の標準体には、同じ物質を用いる。このような比較研究が既に何度も行われている。第 5 回目の比較研究(Fifth International Radiocarbon Inter-comparison; VIRI)の結果を、世界の平均値と名古屋大学の測定結果を比較して表 1 に示す。配布された試料は 4 点であり、近年に収穫され  $^{14}$ C 濃度が高い barley mash(オオムギをつぶしたもの)が 2 点、各 2 g ずつ、また、考古学資料として、charred seed(炭

化穀物)が 2点,各4粒ずつであった.各資料について,グラファイトを独立に2個ずつ合成して,別々に測定した.

表1 VIRIの結果と名古屋大学の結果との比較

試料番号	平均値	中央値	標準偏差	最小値	最大値	名古屋大 (±lσ)
A (pMC)	108.6	109.1	2.78	92	113.0	109.6±0.3 109.7±0.3
B (BP)	2825	2821	198.7	2460	3979	2752±25 2803±28
C (pMC)	109.8	110.6	2.35	98.6	112.6	110.7±0.3 110.9±0.3
D(BP)	2859	2835	185.2	2580	3998	2811±25 2832±25

試料 B, D は  ${}^{14}C$  年代を,試料 A, C は  ${}^{14}C$  濃度を示す.pMC は,現代炭素の標準  ${}^{14}C$  濃度に対する試料の  ${}^{14}C$  濃度を百分率で表したものである.

比較の結果をまとめると、国際機関で測定された結果と名古屋大学の結果はほぼ一致しているものの、国際機関の結果の最頻値に比べて名古屋大学の結果は、 $^{14}$ C 濃度がやや高い方、また、同様な傾向であるが  $^{14}$ C年代が若い方向にずれていることがわかる。さらに一例として、試料 $\mathbf{D}$ について、国際機関で測定された全測定値を図 $\mathbf{2}$ に示す。

#### 3. IntCal & J-cal

一般に、北半球と南半球とで大気中の二酸化炭素の <sup>14</sup>C 濃度を比較すると、南半球の方が低い、これは、陸地と海洋の面積比による。 <sup>14</sup>C の生産の場である大気に比べ海洋は循環が遅いため、循環時間に応じて、 <sup>14</sup>C の放射性崩壊のため <sup>14</sup>C の個数が減少する。そこで、海洋水中に溶存する二酸化炭素の <sup>14</sup>C 濃度は、大気中の二酸化炭素よりも低い、大気と海洋の炭素交換の大きさは海洋面積にほぼ比例するとすれば、大気中の二酸化炭素の <sup>14</sup>C 濃度は、北半球より南半球の方が低いことになる。実際、南半球の陸上植物は、北半球のそれに比べて、 <sup>14</sup>C 年代にして 24±3 年古いという測定結果が得られている(Stuiver et al. 1998)。

さて、大気の循環により局所的な大気中二酸化炭素の「C濃度変動が起こることが Hua and Barbetti(2007)により指摘されている(図3). 夏季には太平洋高気圧が発達するため、東アジア周辺は海洋気団の影響を受け、逆に冬季にはシベリア高気圧の発達で大陸気団の影響を受ける。南半球の大気団に影響を受けると、影響を受けて育つ陸上植物の「C濃度は相対的に低くなる。こうして、夏季に太平洋高気圧が異常に発達する気候が数年間継続することがあれば、東アジア地域で生育した陸上植物に、「C濃度が低い(すなわち、「C年代が実際よりも古く得られる)期間が発生しうることになる。日本は北緯30度以北にあるが、夏季には熱帯収束帯(inter tropical convergence zone; ITCZ)の北端境界付近に位置する(図3)ことになり、上記のような影響を受けることがある。南半球大気団の影響を受けて育つ陸上植物の「C濃度は低くなる。そうすると、北半球で育った陸上植物でも、気候変動に応じて、IntCalO4 較正データが

使えない期間が発生しうる. 通常, 北半球中緯度に位置する日本に産する 「4C年代測定試料は, IntCal04 を用いて暦年代へ較正可能であるとしているが, 国立歴史民俗博物館 (Sakamoto et al.2003, 尾寄ほか, 2009) や名古屋大学 (中村ほか, 2004) の指摘にもあるように, 日本の樹木が IntCal04 からずれる期間 (例えば, 紀元1世紀から3世紀) があることがわかってきた. 「4C年代の暦年較正を正確に行うためには, 国立歴史民俗博物館が行ってきた日本版の較正データ(J-Cal)の作成を推進する必要がある.

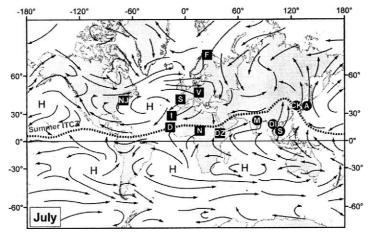


Figure 3. Mean positions of the ITCZ for January and July and global atmospheric circulation together with locations of atmospheric stations (squares) and tree ring sites (circles) used for the discussion in the text. H is a center of high atmospheric pressure, and L is a center of low atmospheric pressure. Atmospheric stations indicated are F, Fruholmen; V, Vermunt; S, Santiago de Compostela; I, Izaña; D, Dakar; NJ, New Jersey; N, N'Djamena; and DZ, Debre Zeit. Tree ring sites indicated are A, Agematsu; CK, Mounts Chiak and Kyeryong; DI, Doi Inthanon; M, Mandla; and S, Saigon. Adapted from *Linacre and Geerts* [1997]. Copyright 1997 Taylor and Francis. Reproduced by permission of Taylor and Francis Books UK

図3 夏季における ITCZ の北偏. 北緯30度を超えることもあり、南の大気をもたらす.

#### 4. 名古屋大学における弥生後期から古墳中期関連資料の <sup>14</sup>C 年代測定

愛知県埋文センターの赤塚次郎氏や名古屋大学文学研究科の山本直人教授から,愛知県・石川県内の弥生時代から古墳時代にかけての土器資料の提供を受け、土器片に付着した炭化物を中心にして、名古屋大学加速器質量分析計を用いて「个C年代測定が行われてきた。その一部が木野瀬ほか(2005)、小田ほか(2007)、山本(2007)にまとめられている。木野瀬ほか(2005)による 56 試料の測定結果のうち、弥生時代から古墳時代中期にかけての土器片についての「个C年代を IntCalO4 データと比較して図4に示す。また、弥生時代後期~古墳時代中期にかけての試料について得られた「个C年代を、IntCalO4 データを用いて較正した結果を図5に示す。同一時期と判断される土器の「个C年代な互いに良く一致している。一方、「个C年代から暦年代へと換算するうえで、較正データが非常に重要な役割をすることはいうまでもない。本稿の3章でも指摘したように、紀元1世紀から3世紀にかけては、IntCalO4が示す「个C年代と暦年代の関係と日本の樹木年輪が示すそれらの関係とが一致せず、日本の「个C年代の方が相対的にやや古く得られる傾向が認められる。そうすると、これらの「个C年代を、IntCalO4を用いて較正すると、実際よりも古い暦年代(最大で100年程度)が較正結果として得られることになる。従って、日本産の資料について、弥生時代後期から古墳時代にかけての「个C年代の較正は、日

本の資料に適用できる較正データ(J-Cal)の使用が不可欠である. 現在,国立歴史民俗博物館を中心にまとめられつつある,日本版較正データ(J-Cal)の完成,検証,そして一般利用のための公開が待たれるところである.

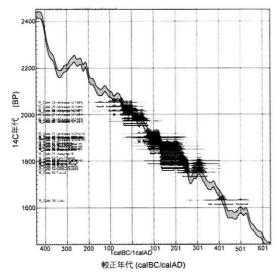


図4 弥生時代から古墳時代にかけての土器資料などについて得られた <sup>14</sup>C 年代と IntCalO4 の 比較.

較正結果として、それぞれの <sup>14</sup>C 年代が較正年代軸で示す可能性の確率が示されている. (木野瀬ほか 2005、および Oxcal 較正プログラムによる)

#### 5. まとめ

「4℃年代測定法(「4℃測定技術と「4℃年代利用に関するソフトウエア(14℃年代-暦年代較正データなど))は常に進化を続けている.歴史編年の問題は、「4℃年代測定だけで結論が出るものでは決してない.年輪年代測定の結果や、考古学、文献史学などのあらゆる情報・データを総合して、最も確からしい判断を行う必要がある.「4℃年代では、暦年代が1年の精度、確度で正確に求まるものではなく、確からしい年代範囲がある確率をもって求まることから、過大評価はするべきでない.しかし、決して無視することは出来ないと確信する.

#### 参考文献

Hua. Q and Barbetti, M. (2007) Influence of atmospheric circulation on regional <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> differences. J. Geophys. Res. 112, D19102. 木野瀬正典ほか(2005)弥生・古墳時代の土器に付着した炭化物の AMS 14C 年代測定-愛知・石川県の

遺跡から出土した土器について-. 名古屋大学加速器質量分析計業績報告書,XVI,p.95-104.

中村俊夫ほか (2004) 年輪年代と <sup>14</sup>C 年代の比較. 名古屋大学加速器質量分析計業績報告書, XV, p.206-214. 中村俊夫ほか (2009) 名古屋大学タンデトロン AMS <sup>14</sup>C システムの現状と利用 (2008) . 名古屋大学加速器質量分析計業績報告書, XX, p.24-30.

尾寄大真ほか (2009) 日本版較正曲線の作成と新たなる課題. 弥生農耕の始まりとその年代. 新弥生時代の始まりシリーズ, 第4巻, 西本豊弘編, 雄山閣, p.4-8.

小田寛貴ほか (2007) 弥生終末期から古墳前期の土器に付着した炭化物の <sup>14</sup>C 年代. 日本文化財科学会第

25 回大会研究発表要旨集, p.136-137...

Sakamoto, M. et al. (2003) Radiocarbon calibration for Japanese wood samples. Radiocarbon 45 (1), p.81-89. Stuiver, M.,et al. (1998) INTCAL98 Radiocarbon age calibration, 24,000-0cal BP. Radiocarbon, 40, p.1041-1083. 山本直人(2007)文理融合の考古学. 高志書院.

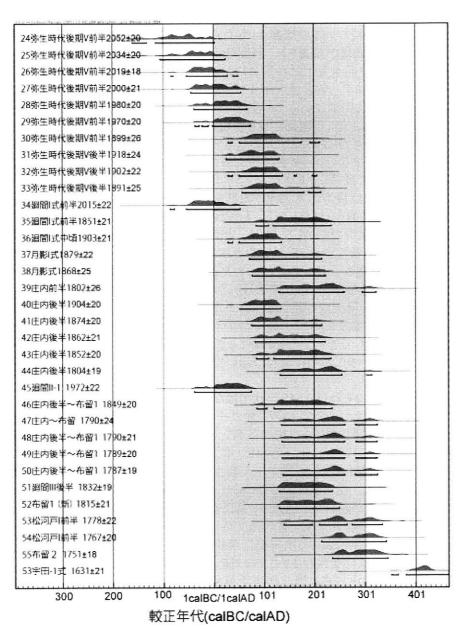


図 5 弥生時代から古墳時代にかけての土器資料などについて得られた <sup>14</sup>C 年代の IntCalO4 を用いた

較正結果. (木野瀬ほか (2005) , および Oxcal 較正プログラムによる) 較正結果として, それぞれの <sup>14</sup>C 年代が較正年代軸で示す可能性の確率が示されている. 較正データとして J-Cal を用いると, 紀元1世紀から3世紀の期間では, 可能性の確率が変わってくる.

# 炭素年代法による古墳出現年代をめぐって

○白石太一郎(大阪府立近つ飛鳥博物館)

#### 1 はじめに

本年5月31日、早稲田大学において開催された日本考古学協会の総会において、春成秀爾氏ら国立歴史民俗博物館の炭素年代研究プロジェクトチームのメンバーから、奈良県桜井市の箸墓古墳とその周辺の諸遺跡の出土資料についての炭素14年代の較正年代にもとづく、古墳出現の暦年代についての最新の調査・研究成果が発表され、新聞やテレビ報道を含めて大きな話題になった.(春成ほか、2009)。また、本日の日本文化財科学会においても、名古屋大学の中村俊夫氏と愛知県埋文センターの赤塚次郎氏から、名古屋大学年代測定総合センターで2003年来進めてこられた弥生時代中期から古墳時代中期にかけての炭素14年代の較正暦年代についての研究成果が報告された。それらは何れも古墳(定型化した大型前方後円墳を指標とする)の出現年代を3世紀中葉前後とするもので、巨視的には私どもが考古学的方法で想定していた古墳の出現年代観と一致するものである。最近の少なくない考古学研究者の研究成果が、自然科学的な年代決定法によっても裏付けられものとして歓迎したい。

ただ、それはあくまでも「巨視的」には最近の考古学的な研究の成果と一致するということであって、さきの考古学協会での『研究発表要旨』を拝見しても、またこの研究発表をめぐる新聞報道をみても、少なくない問題が残されているように思われる。私は、炭素 14 年代法にはまったくの素人であり、また歴博のプロジェクトチームの考古学のメンバーや赤塚次郎氏のように、共同研究に加わって、炭素年代法についての研鑽を重ねたものでもない。ただ最近の炭素 14 年代の年輪補正をめぐる研究の動向には、考古学と自然科学の共同(協働)研究のあり方から考えても大きな問題が存在するように思われる。もう第一線の研究から退いたものの「たわごと」に過ぎないかもしれないが、考古学と自然科学の協業を目指す本文化財科学会でお話する機会を与えられたので、最近の炭素年代法による較正年代研究に関して思うところをお話し、ご批判を仰ぐとともに、今後の研究の方向性をお考えいただく上に何らかのご参考になれば幸いである。

#### 2 日本における第二次炭素革命 ?それはAMS年代ではない?

英国の考古学者コリン・レンフルーは、1973年に『ラジオカーボン革命と先史時代のヨーロッパ』を著し、リビーによる炭素 14年代法の開発(第1次炭素革命)、さらに 1960年代から始まっていた炭素年代の年輪年代法や氷縞粘土年代法などによる補正(第二次炭素革命)が、チャイルドなどによって組立てられていたオリエントに始まる新石器文化が順次ヨーロッパへ伝播したとする「伝統的枠組み」を如何に打ち砕いていったかを明快に論じている(Colin Renfrew,1973)。

一方日本では、年輪年代法の導入が遅れたこともあり、第二次炭素革命が起こったのはようやく 20世紀の終わりごろからであり、歴博の研究グループの縄文時代の開始を1万 6000 年前とするその研究成果(今村ほか、19999)や、日本における水田稲作農耕の始まりを 3000 年前とする研究成果に、多くの考古学研究者が拒否反応を含むさまざまな対応を取り、今も取っていることはよく知られている通りである。日本では現在が、まさに第二次炭素革命の真只中にあるのであり、ある意味では当然の現象かもしれない。

ただ気になるのは、日本の考古学研究者がこの炭素年代の年輪補正による較正年代の原理をどこまで正しく理解しているのか、はなはだ疑わしいことである。そのことは、この年代決定法を「AMS年代法」、この方法によってえられた年代を「AMS年代」と呼ぶことに端的に現われている。確かに最近の炭素 14 の濃度の測定は、従来のベータ法に変わってAMS法(加速器質量分析法)が採用され、精度が飛躍的に向上して誤差の範囲も少なくなり、その試料も微量ですみ、資料の中でも最も信頼度の高い部分を選べるようになった。ただ年代が著しく遡ったのは、AMS法を採用したからではなく、あくまでも年輪年代法や氷縞粘土法などによって炭素年代の補正が行われた結果にほかならない。今村峯雄氏によると、ベータ法とAMS法は測定法が異なるだけであり、両者に

は誤差の問題を除けば、測定値の優劣はないという。今回の考古学協会での報告では、「AMS 法」とはされなかったが、従来の歴博グループの報告では「AMS法」ないし「AMS年代」と報告された例が多い。これが考古学研究者に与えた誤解は少なくない。研究グループのメンバーにとっては当然のことであるが、自然科学的年代決定法に暗い一般の考古学や歴史学の研究者には、その新しい方法について丁寧な説明が不可欠である。この点が配慮されなかったのは残念であった。

#### 3 箸墓古墳の炭素較正年代について

歴博グループの発表では、出現期の大型前方後円墳である「箸墓古墳の周濠の築造直後の布留 0式土器の年代を240~260年代と推定した」という。箸墓を始めとする出現期古墳でも古い段階 の古墳の造営年代を240~260年代に求めることは、私を含めて少なくない考古学研究者の最近 の見解と「巨視的には」一致している。ただ、報告ではさらに進んで、「箸墓は卑弥呼が在世中に 大部分を築いた寿陵であった可能性が大きい」とまでいわれる。ただこの「発表要旨」でも明らかに されているように、日本産樹木の炭素 14 年代は、3世紀中葉前後で大きく新しく振れており、布留 0式の暦年代は直接的には決め難く、その前の庄内3式とその後の布留1式の「間に挟みこまれ る」ところから240~260年に絞り込まれているのである。この推測は、「巨視的には」認められよう。 ただ、「箸墓の周濠造営直後の布留0式」といわれるが、箸墓隣接地の布留0式のうち周濠の土器 は1点で、多くは土取り穴 SX01 の出土である。この SX01 は調査者が、同古墳の墳丘造営時のも のと考えている遺構で、周濠造営直後のものとは考え難い(寺沢ほか、2002)。このことからも、250 年頃には箸墓古墳の墳丘や周濠がすでに完成していたとみることはきわめて困難である。 いずれにしても、今回の箸墓古墳周辺の各遺構出土の資料の炭素 14 年代の年輪補正の成果は、 最近の炭素年代学の貴重な成果として受けとめたい。特に歴博グループが名古屋大学年代測定 総合研究センターや年輪年代学の光谷拓実氏らと共に進められた日本産樹木年輪にもとづく炭 素年代の較正データベースの構築は、今後の古墳時代の年代研究に大きく資するものとして高く 評価すべきものであろう。ただ、炭素年代法はその原理からも、年輪年代法のように1年単位の正 確な年代が求められるものではない。その測定結果の考古学的な利用については、とりわけ慎重 な態度が求められるのである。

#### 4 日本における炭素年代の較正年代法研究の不幸

北米やヨーロッパの木材を用いた INTCAL98 と日本産木材の測定データの比較から1~3世紀頃の日本産木材の炭素年代には大きなずれがあることは早くから指摘されていた。その意味で、歴博を中心に日本産木材による日本独自の較正データベースが、かくも短期間に整備されつつあることは喜ばしい。これは考古学研究者の立場からは、その整備に努力された関係者、特に自然科学者に感謝しなければならないことであろう。しかし、さきの考古学協会の総会では、司会者がわざわざ「これは日本考古学協会の統一見解ではない」旨を発言しなければならなかったほど異常な雰囲気であったらしい。炭素年代の測定から、卑弥呼の死亡、さらに台与の魏への遺使までを正始8年(247)の出来事とするような結論がどうして導かれるのか、私にもまったく理解できない。これは、炭素年代法の成果の発表・報告のあり方にも問題があろう。おそらく考古学協会での発表のうち、箸墓卑弥呼寿陵説などには自然科学のメンバーは責任が持てないはずである。一方年代測定の結果については考古学のメンバーは正確な説明は困難であろう。やはり、自然科学的な部分の報告は自然科学者にゆだね、それの解釈に関する研究報告は考古学研究者が分けて行うべきではなかろうか。こうした問題について文化財科学会でも議論いただければ幸いである。「参考文献」

今村峯雄・辻誠一郎・春成秀爾(1999)「炭素 14 年代の新段階」『考古学研究』46-3 寺沢 薫ほか(2002)『箸墓古墳周辺の調査』奈良県文化財調査報告書 第 89 集 春成秀爾ほか(2009)「古墳出現の炭素 14 年代」『日本考古学協会第 75 回総会研究発表要旨』 Colin Renfrew(1973) Before Civilization、The Radiocarbon Revolution and Prehistoric Europe(大貫良 夫訳『文明の起源』岩波現代選書、1979 年)

# 真脇遺跡出土の玉髄質泥岩類とその産地

○大屋道則(埼玉県埋文事業団),高田秀樹(石川県能登町真脇遺跡縄文館)

#### はじめに

石川県能登(のと)町に所在する国指定史跡真脇(まわき)遺跡は、1981年から今日まで13回にわたって発掘調査が行われている。真脇遺跡は、縄文時代前期から晩期にかけての複合遺跡であり、前期から中期にかけての大量のイルカ骨の検出、中期の板敷き土壙墓、そして晩期の環状木柱列などの発見により著名である。遺物も、土器・石器・木製品が大量に出土している。ここでは、真脇遺跡出土遺物中に多量に認められた、特徴的な石器材料について検討した。なお、珠洲(すず)市横山海岸周辺での露頭観察に際して、金沢大学 藤則雄名誉教授から指導を受け、多くの示唆を得た。

#### 1 特徴と分布

当該岩石は、黒褐色(他の遺跡例では一部桃色を帯びるものもある)半透明で玉髄質であり、 真脇遺跡では全石器の25%、石鏃の40%程度を占めると言われており、石器製作時の剥片類 を含めると、真脇遺跡から出土した岩石製遺物全体のおよそ半分程度に及ぶ可能性がある。

更に、真脇遺跡以外でも、能登半島北部の縄文時代の遺跡から比較的多く検出され、能登半島南部や金沢地域の遺跡でも見出されていた。

#### 2 石質に関する従来知見

当該岩石に関する代表的な見解は以下の通りであり、定説がなかった。

- ・金沢大学 藤 則雄氏 1986『真脇遺跡』 → フリント類
- ・名古屋大学 山本直人氏 1997『能登島町通ジゾハナ遺跡』 → 酸性の火山岩
- ・奈良教育大学 金原正明氏 2006『真脇遺跡 2006』 → 流紋岩

#### 3 考古学的な必要性

中部地方や関東地方の縄文時代の遺跡からは黒曜石が多く見出され、推定した産地の情報を 基にして様々な議論が為されている。同様に、石川県の縄文時代遺跡を検討する際には、石器 の主要な材料である、「輝石安山岩」、流紋岩、下呂石(湯ヶ峰流紋岩)、そして当該岩石など について、各遺跡でのあり方を対比するとともに、産地を明らかにする必要がある。

#### 4 岩石の性質

真脇遺跡出土の当該岩石の性質を検討したところ、以下の知見が得られた。

- ①石器や原石には、しばしば外側に白色岩石が認められ、その主成分はSi02であった。
- ②石器には、化石が含まれているものが見られた。
- ③石器表面に関しては、Si02 濃度の測定値がおよそ95~99%程度であった。
- ①の白色付着物は、当該岩石が研究当初にフリント類と称された理由の一端であったが、主成分は CaCO3 ではなく SiO2 であり、白色の珪質な岩石中に含まれる団塊と考えられた。
  - ②、③からは、当該岩石が堆積岩か、あるいは堆積岩起源の岩石であることがわかった。

#### 5 原産地

当該岩石(および類似岩石)の出土状況を広域的に見ると、能登半島北部ではかなり多く認められ、能登半島南部や金沢周辺でも多少検出され、真脇遺跡の出土量は最大であった。

真脇遺跡出土の当該岩石に関して、産地に関連した特徴は以下の通りであった。

- ①加工された痕跡が見あたらない原石がしばしば出土した。
- ②原石の多くは扁平な円礫で、表面がパーカッションマークで覆われていた。
- ③石器製作時に生じたと考えられる破片類が膨大に出土した。
- ④破片類の中には、石器製作に利用可能と考えられるものが大量に含まれていた。

これらから、真脇遺跡では当該岩石が豊富に供給され、石器製作が行われていたと考えられた。従って、当該岩石の原産地は真脇遺跡周辺、少なくとも能登半島北部であると想定した。

また、縄文時代には当該岩石の多くが露頭から直接岩片として取り出されたものではなく、海岸礫、河床礫、礫層などから採取されたことが想定できた。なお、能登半島の河川では、硬質な当該岩石がパーカッションマークで覆われた円礫になるには短すぎること、円礫が扁平であることなどから、当該岩石は海岸礫である可能性が高いと考えられた。

地質資料によれば、珪質な堆積岩でかなり硬質なものが認められる層位は、能登半島先端の 珠洲市禄剛崎(ろっこうさき)周辺海岸に露出する赤神(あかがみ)泥岩層と記載されており、能 登半島先端の珠洲市禄剛崎から横山で海岸の同層を調べたところ、以下の知見が得られた。

- ①南東から北西に向けて緩やかに落ち込むような傾斜が見られた。
- ②小規模な断層が無数見られ、大規模な断層も何カ所か見られた。
- ③南東側の相対的に新しい地層は、軟質の泥岩から構成されていた。
- ④北西側の相対的に古い地層は、やや硬質の泥岩から構成されていた。
- ⑤露頭の北西端付近では、硬質白色の泥岩中に当該岩石の不定型団塊が見られた。
- ⑥露頭からは、硬質の泥岩中に当該岩石の不定形団塊が生じる諸段階の岩石が見られた。

#### 6 当該岩石の元素組成と鉱物組成

横山海岸採取の当該岩石と真脇遺跡出土石器について、蛍光X線により元素組成の概要を、 X線回折により鉱物組成の概要を測定した。

- ①当該岩石の主成分はSiO2であり、その形態は quartz であった。
- ②石器表面の元素組成は原石と一致せず、石器の新鮮な断面の元素組成は原石と一致した。
- ③quartz 以外の結晶成分は、検出できる程度の濃度では含まれていなかった。
- ④非晶質の成分は、多く含まれていなかった。

#### 7 小結

真脇遺跡から特徴的に出土した黒褐色半透明玉髄質な岩石について、以下のことがわかった。

- ①産地の一つが珠洲市横山海岸であり、中新世の赤神泥岩層に団塊として含まれていた。
- ②主成分はSiO2であり、その存在形態はquartzであった。
- ③珪酸に富む泥岩が続性作用で硬質化し、更に部分的に珪酸が再結晶したものであった。
- ④石器では剥離後の風化によって、表面の元素組成が変化していた。
- ⑤縄文時代の採取は露頭からの割り取りではなく、多くは海岸(海底)礫に依存していた。 なお、黒褐色半透明で玉髄質である泥岩起源の当該岩石について、その種類を表す適当な岩 石名がなかったので、玉髄質泥岩とし、石材名として横山真脇石をあてた。

ちなみに、当該岩石と同様で桃色を帯びたものについては、源産地は不明である。

#### 8 課題

中新世の泥岩質堆積岩(いわゆる頁岩)起源の玉髄について、以下の課題が明らかになった。

- ①中新世の泥岩層(頁岩層)は、日本海側に広く分布しているが、これには一定の範囲で硬質化した部分が見られることがある。そして更に小規模な範囲に楕円形あるいは不定形な玉髄質の団塊が生じる場合があり、これが好んで石器に利用されている可能性が高い。日本海側の各地では、熱水性の玉髄や古生代・中生代のチャートとはやや感じが違う玉髄質の岩石がしばしば石器に利用されており、地域ごとに色調や模様が異なっているようである。これらを差異化し、識別し、分布を調べると共に、産地を探す必要がある。
- ②広域に分布する堆積岩の中で、小規模な範囲で珪酸が再結晶し、不定型な玉髄質の団塊 が生じる現象について、その機序を検討する必要がある。
- ③当該岩石のような堆積岩起源の玉髄では、肉眼観察によって、色調や模様の違いから複数の産地のものについて、ある程度識別可能である。その一方で、元素組成は埋没中の風化により変化するため、石器表面の測定から本来の元素組成を明らかにすることはできない。今後、堆積岩起源の玉髄質岩石について、非破壊で得られた表面の元素組成から、産地識別の可能性について検討する必要がある。

# 北海道の縄文〜続縄文時代の遺跡から出土する緑色の玉類の 石質鑑定と原産地の推定

○菅原いよ(北海道教育大学札幌校),岡村 聡(北海道教育大学札幌校), 加藤孝幸(アースサイエンス株式会社)

#### 1. はじめに

北海道の縄文〜続縄文時代の遺跡からは、緑色の玉類が多量に出土する。このうち、ヒスイに関しては、化学組成や鉱物学的研究によって、その多くが新潟県糸魚川〜青海産であることが明らかにされており(藁科、1998; 合地、1996 など)、当時の石材の流通経路や交易が、日本列島を縦断する広範囲にわたる規模であったことを示している。

本発表は、緑色の玉類(一部、石斧を含む)のうち、従来「かんらん岩」「蛇紋岩」と同定されていた試料に注目し、その石質鑑定を行い、さらに岩石鉱物学的検討によってそれらの生成過程と原産地を推定することを目的としている。

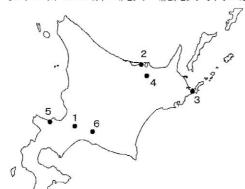
#### 2. 玉類の分析手法

試料の分析を非破壊で行うために,以下の手法を用いて石質鑑定と化学組成分析を行った.

- ①実体顕微鏡を用いた観察
- ②蛍光 X 線分析装置 (FP法) による全岩化学組成分析
- ③走査型電子顕微鏡に付設のエネルギー分散型 X線分析法による鉱物の化学組成分析

#### 3. 調査対象遺跡

以下の計15か所の縄文~続縄文時代の遺跡から出土する玉類を対象とした.



- 1. キウス5遺跡、西島松5遺跡
- 2. 常呂川河口遺跡
- 3. 初田牛20遺跡
- 4. 三橋遺跡, 豊富 10 遺跡, 豊岡 10 遺跡, みどり 4 遺跡, ピラオツマッコウマナイチャシ遺跡
- 5. 大川遺跡, 沢町遺跡
- 6. 穂別 D 遺跡

年代	北海道の時代区分		調査対象遺跡				
B.C.20000		旧石器時代					
B.C.12000 B.C.8000		草創期					
B.C.4000	縄	早期	- キウス 5 遺跡				
B.C.3000	文	前期	   三橋遺跡     豊富 10 遺跡・豊岡 10 遺跡・みどり 4 遺跡				
B.C.2000	時	中期					
D.C.2000	代	後期	西島松 5 遺跡・初田牛 20 遺跡				
B.C. 1000							
B.C.300		晩期	大川遺跡・沢町遺跡				
D.C.300		続縄文時代	常呂川河口遺跡				
A.D.300			├ピラオツマッコウマナイチャシ遺跡				
		オホーツク					
AD.600		文化期	₩				

#### 4. 玉類の石質鑑定結果

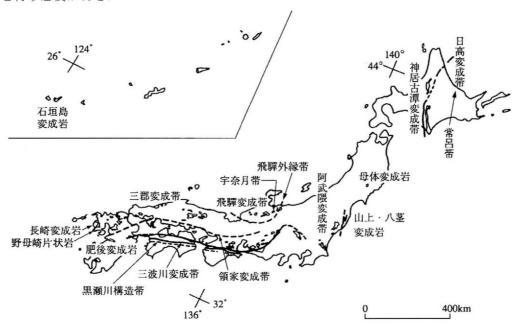
従来「かんらん岩」「蛇紋岩」とされていた試料を分析した結果、いずれの時代・遺跡においても緑泥石鉱物からなる緑泥石岩が主体を占めており、かんらん岩と鑑定されるものは存在しなかった。また、蛇紋岩はごく少量含まれるに過ぎず、初田牛 20 遺跡で 5%、常呂川河口遺跡で 5%、西島松 5 遺跡では 0.1%であった。それ以外としては、滑石(タルク)、タルク化蛇紋岩がわずかに含まれる。滑石を含むこれらの試料の多くは、自形~他形の粒状クロムスピネルを含むことから、超塩基性岩由来であり、かんらん岩~蛇紋岩と密接な成因関係があったことを示す。なお、今回の分析ではその他の緑色の玉類として、ヒスイ(常呂川河口遺跡、大川遺跡、沢町遺跡、西島松 5 遺跡)、緑色凝灰岩(西島松 5 遺跡、沢町遺跡、大川遺跡)、緑色

#### 5. 緑泥石岩の生成過程と原産地の推定

超塩基性岩と密接な成因関係を持つ緑泥石岩は、かんらん岩の熱水変成作用である蛇紋岩化作用の過程で生じる交代作用(ロジン岩化作用)によって形成されることがある。また、かんらん岩の高温熱水変成作用によって、クロムスピネルの周囲に緑泥石のコロナが形成されることがある(荒井、1978).一方、蛇紋岩化作用を受けた岩体が、その後、何らかの熱変成作用~AI 交代作用を受けることによって形成された可能性もある。したがって、玉類の主体を占める緑泥石岩の原産地としては、超塩基性岩の分布域に求めることができることから、遺跡に近い神居古潭帯の蛇紋岩が挙げられる。または、これらの玉類とともに新潟県糸魚川~青海産のヒスイが出土している場合がある(西島松 5 遺跡、常呂川河口遺跡など)ことから、飛騨外縁帯に属する青海ー蓮華帯の蛇紋岩体の可能性があげられる(図参照).

そこで、これら 2 地域の主な蛇紋岩体 15 地点において、露頭および周辺河川から試料採取を行い分析した。その結果、神居古潭帯からは約 500 個中 2 試料、青海-蓮華帯からは約 250 個中 3 試料の緑泥石岩を確認することができた。なお、神居古潭帯の緑泥石岩に関しては、Katoh and Niida (1983)が日高町沙流川において報告した、ロジン岩にともなう緑泥石岩は含んでいない。現在、これらの緑泥石岩の岩石鉱物学的検討を行っているところであるが、いずれにしても、玉類の石材は、各遺跡の近隣、すなわち神居古潭帯に分布する蛇紋岩体中に遍在していたわけではなかったと考えられる。また、遠隔地の新潟県糸魚川~青海産の蛇紋岩体中に遍在していたとも考えにくい。

今後,これらの分析結果を比較検討し、さらには大陸地域を含む他の蛇紋岩体との比較検討を行う必要がある.



日本の広域変成岩の分布(橋本, 1987)

# 白滝産黒曜石の地質学的形成過程と岩石組成スタンダード

○ 和田恵治·菊地智子(北海道教育大学旭川校)·松村愉文(遠軽町教育委員会)

#### 1. はじめに

白滝産黒曜石は国内有数の黒曜石産地であり、旧石器時代から石器として流通網が確立され、遠くサハリンや東北地方まで運搬されている(木村、2005)。北海道における遺跡出土黒曜石石器では白滝産が最も多量に使用され、黒曜石石材としての考古学的重要性はきわめて高い。黒曜石の化学組成から原産地を同定する研究手法はルーチン化しており(藁科・東村、1983 など)、今後、遺跡出土石器を注意深く抽出することによって、それらを多量に分析すれば詳しい解析が可能になる。しかし、黒曜石石材そのものの起源や原産地毎の地質学的・岩石学的特性がわからなければ、より定量的な先史時代集団の動態的プロセスを明らかにできないのではないだろうか。

黒曜石は流紋岩マグマが急冷して生成されたものであるが、そもそもマグマは噴火時に急冷されており、それだけで黒曜石が生じるとは考えられない。流紋岩マグマに含まれる斑晶の有無やマグマの温度・発泡・上昇過程など、いくつかの条件を満たさなければ流紋岩マグマは黒曜石にならない。これらの起源や成因を明らかにするためには黒曜石の地質学的産状や岩石学的アプローチが必要になる。

白滝産黒曜石が分布する地域一帯については、黒曜石がどのような産状であるのか、どのくらいの規模で発達しているのか、いつの時代のもので層序学的な位置はどうなのか、といった地質学的な事実について不明な点が多い。今回、我々は、白滝産の黒曜石が、白滝地域内において、どこにどのように分布して、どのような火山活動史を経て形成されたのかを地質学的及び岩石学的手法で調べた。その結果、未調査地域が残ってはいるものの、概要が明らかになったのでここに報告する。白滝地域では、カルデラ形成後の約220万年前に、無斑晶質流紋岩マグマが数カ所の地点から溶岩として噴出し、それぞれの溶岩構造の外側部分に緻密な黒曜石の層が形成された。それらは、流紋岩マグマ組成として大きく2種類に分かれる。さらに黒曜石ガラスのEPMA分析の結果、これらの黒曜石の多くが固有の化学組成を示し、大きく4つの組成グループに分類できることがわかった。このことは、黒曜石石器の産地同定にお

ープに由来するものであるか同定が可能となり, より明確な白滝産黒曜石の化学組成スタンダー ドになり得るものである。

いて、白滝産のものが白滝黒曜石のどの溶岩グル

# 2. 白滝黒曜石を生じた白滝地域の火山活動 史

地質調査及び岩石記載・分析の結果,白滝地域の火山活動史は以下のようにまとめられる(右表)。(1)本地域は鮮新世末期に珪長質マグマが大規模に火砕流として噴出し幌加湧別カルデラを形成した噴出中心であった,(2)カルデラ生成後に大きな時間間隙をおいて,無斑晶質の流紋岩マグマがカルデラ内で活動し,爆発的な噴火によって大量の火砕物(黒曜石破片を含む)を堆積

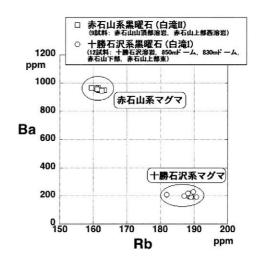
ステージ	年代	火山層序	火山噴出物名称	分布地域	岩相	黑曜石組成
	2.2 Ma	後カルデラ 溶岩 II	赤石山山頂部 溶岩	東アトリエ・西ア トリエ・球類沢 上流	無斑晶質 流紋岩 マグマ	白滝IIA (赤石山系A)
			赤石山上部西 溶岩	八号沢・球顆沢	無斑晶質 流紋岩 マグマ	白滝 II B (赤石山系B)
		後カルデラ 溶岩 I	赤石山上部東 溶岩	あじさいの滝・ IK	無斑晶質 流紋岩 マグマ	白滝 I A (十勝石沢系A)
ステージ			十勝石沢溶岩 (block and ash flow を伴う)	十勝石沢上流。 白土ノ沢上流	無斑晶質 流紋岩 マグマ	白滝 I B (十勝石沢系B)
\[\Implies I \\ \textit{\Implies I \			850mFA	850m <b>id</b>	無斑晶質 流軟岩 マグマ	白滝 I B (十勝石沢系B)
後カルデラ 火山活動期			赤石山下部溶岩 (block and ash flow を伴う)	赤石山中腹周 辺	無斑晶質 流紋岩 マグマ	白滝 I B (十勝石沢系B)
			830mドーム	十勝石沢830m	無斑晶質 流紋岩 マグマ	白滝 I B (十勝石沢系B)
			1091m峰溶岩?	北湯/沢上流· 林班沢上流	無斑晶質 流敏岩 マグマ	白滝 I B (十勝石沢系 B)??
	2.2 Ma?	後カルデラ 火砕堆積物	火山灰層(一部は湖 成堆積物)・火砕流・ 降下軽石・火砕サー ジ	模加湧別層	無斑晶質流紋岩マグマ	
ステージ I カルデラ 形成期	>3 Ma ?	幌加湧別 カルデラ	大規模火砕流 堆積物	カルデラの周囲 (北東方〜南東 方)	既届(斜長石+ 斜方輝石+普 通輝石±石 英)に富む デイサイトマグ マ?	

させた, (3) その後溶岩噴火に移行し (220 万年前, 黒曜石全岩の K-Ar 放射年代; 2.20±0.11 Ma (球 顆沢黒曜石/赤石山上部西溶岩, 赤石山系 B), 2.24±0.05 Ma (十勝石沢黒曜石/十勝石沢溶岩, 十勝石 沢系 B)), カルデラ内あるいはカルデラ壁で, 黒曜石層を溶岩外皮に含む流紋岩溶岩・ドーム群が形成された。黒曜石を含むこれらの溶岩・ドーム群は, 初期に活動した後カルデラ溶岩 I として 1081m 峰溶岩 (調査不十分)・830m ドーム・赤石山下部溶岩・850m ドーム・十勝石沢溶岩・赤石山上部東溶岩 (あじさいの滝・IK 露頭), 後カルデラ溶岩 II として赤石山上部西溶岩 (八号沢・球顆沢露頭) と赤石山山頂部溶岩からなる。

#### 3. 白滝黒曜石の全岩及びガラスの化学組成

#### 3-1. 黒曜石の全岩組成

黒曜石は無斑晶質でガラス質の岩石であるが、微量の斑晶鉱物と石基鉱物が含まれる。また石基には5μm以下の微細な結晶も含まれる。黒曜石の全岩組成は多量のガラスとこれら少量の鉱物とを合わせたもので、黒曜石を生じたマグマの化学組成(揮発性成分を除く)を示すものである。全岩化学組成(主成分/10元素及び微量成分/18元素)は、北海道大学理学部地球惑星科学教室の蛍光 X 線分析装置 (PANalytical 社製 Magix PRO)で、1 (粉砕した黒曜石粉末): 2 (溶融剤 Li<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>

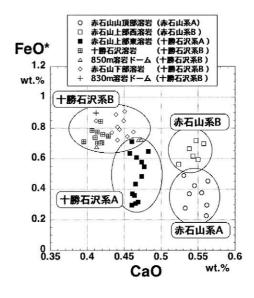


と LiBO<sub>2</sub>) に希釈したガラスビードを測定して得た。黒曜石 21 試料を分析した結果,主成分においても微量成分においても,白滝黒曜石は2つの組成グループ(白滝 I/+勝石沢系と白滝 II/赤石山系と呼称する)に明瞭に分かれる(例として Ba-Rb 図を示す)。十勝石沢系の流紋岩マグマが複数の地点から噴出し,それに続いて赤石山系の流紋岩マグマが最後に噴出し,溶岩・ドーム群を生成したと考えられる。3-2. 黒曜石のガラス組成

黒曜石ガラスの分析は北海道教育大学旭川校の波長分散型 EPMA (JEOL-JXA8600) で、加速電圧 15 kV、電流値  $0.8\times10^{-8}$  A、測定領域を径  $10\,\mu$ m 平方で行った。測定元素は、Si・Ti・Al・Fe・Mn・Mg・Ca・Na・K・Cl である。白滝黒曜石は TiO<sub>2</sub>/K<sub>2</sub>O-CaO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 図で、十勝石沢系(両者の比が低い)と赤石山

系(比が高い)とに明瞭に区分される。FeO\*(全鉄 FeO)と CaO 図では、両系列がさらにそれぞれ2つの組成グループに識別可能であり、個々の溶岩と対応する(右図)。ここで、赤石山山頂部溶岩の黒曜石ガラスを赤石山系A、赤石山上部西溶岩のそれを赤石山系B、赤石山上部東溶岩のそれを十勝石沢系A、830mドーム・赤石山下部溶岩・850mドーム・十勝石沢溶岩のそれを十勝石沢系Bと呼称する。

遺跡出土黒曜石石器の EPMA 分析による産地同定において、白滝産は  $TiO_2$ や CaO が最も乏しいことで識別され(十勝石沢系か赤石山系)、さらに  $FeO^*$ と CaO 量から、組成の重なりに注意する必要があるが、どの溶岩グループに由来したものか、同定できることになる。



# 重鉱物分析によるカマン・カレホユック遺跡出土 青銅器時代土器の産地推定

○黄 嵩凱,中井泉(東理大・理)

【序】カマン・カレホユック遺跡はトルコ共和国の首都アンカラの南東の中央アナトリアにある。同遺跡では、1985年から予備調査、1986年から発掘調査が開始され、都市の住居遺構は昨年までに四層の文化層(I層、オスマントルコ時代(1400-1700AD);II層、鉄器時代(1200-320BC);III層、中・後期青銅器時代(1930-1200BC);IV層、前期青銅器時代後半(2300-1930BC))が確認されている。

同遺跡の前期・中期青銅器時代から出土した土器には、観察と化学分析から土器の原料である粘土の材質は異なり、多くの点で製作技法の違いも認められている $^{1}$ 。この製作技法の変化はメソポタミア文明の流れをくむアッシリア商人が中央アナトリアへ入ってきたために生じたと考えられる $^{2}$ 。しかし、両時代の土器の産地に関してはまだ未解明であり、それらの土器は現地で生産されたか、メソポタミアからの搬入品なのかを明確に識別することができない。そこで、本研究では両時代の土器の産地を明らかにし、両時代における交易や文化交流に伴う物流を解明することを目的とした。

本研究で使った産地推定の手法としては重鉱物組成分析と角閃石の化学組成分析である。遺跡近郊で採取した堆積物(河砂と粘土)と土器の重鉱物組成を分析し、両者を比較することによって、土器の原材料である粘土の採取地を推定した。また、その結果を検証するため、遺跡周辺に最も多く産出している重鉱物である角閃石の化学組成を調べることで、土器の産地推定の精度を高めた。

【実験】分析対象としては同遺跡から出土した典型的な前期・中期青銅器時代の土器 20 点、そして遺跡近郊の直径 25km以内に地質の異なる 28 箇所から採取した堆積物である。約 20g の土器を粉砕し、水で微粒子の粘土や泥を流した。堆積物についてはそのまま水で粘土や泥を流した。255 μmの篩を通して、粒度を揃えた後、ヨウ化メチレン溶液で重鉱物(比重 2.82)を分離した。測定対象から、炭酸カルシウム、雲母と自生黄鉄鉱を除外し、磁鉄鉱は重鉱物分離する前に磁石で除去した。分離された重鉱物は樹脂でガラス板の上に固定し研磨して、薄片にし、走査型電子顕微鏡(SEM)を用いて、反射電子(BSE)像を観察しながら化学組成をエネルギー分散型 X 線分析装置(EDS)で調べ、同定しながら各鉱物の個数を数えた。一つの試料につき約 180 粒の重鉱物を数え、重鉱物のモード組成を分析した。その後、すべての試料に含まれている鉱物種である角閃石の化学組成を波長分散型 X 線分析装置(WDS)で定量した。一つの試料につき約 50 粒の角閃石を調べた。

【結果と考察】土器と堆積物に含まれる重鉱物は10種類より以上あり、そのうち角閃石は遺跡近郊のどんな地質においても広く産出する重鉱物であった。その次に多く産出する重鉱物としてはくさび石、緑廉石と輝石であり、石榴石とジルコンは比較的に少量であった。

#### ①遺跡近郊の重鉱物組成

遺跡近郊の代表的な重鉱物分析の結果を図1に示す。円グラフに示しているのは重鉱物種の個数パーセントである。重鉱物のモード組成比によって9地域(A-I)に分けられた。東側の変成岩地域(地域I)には緑簾石が多く産出し、南側の花崗岩地域(地域AとB)にはほぼ角閃石とチタン石しか産出しない。西側の変成岩とオフィオライト地域には角閃石が多いが輝石・くさび石・緑簾石・石榴石・Ca-石榴石という組み合わせに特徴がある。北側、東北側には変斑れい岩、閃長岩と花崗岩より成り、重鉱物種の産出量のばらつきが大きい。変斑れい岩地域に近づければ近いほど輝石と緑簾石が多くなるが、閃長岩に近い

地域にはジルコンが多く産出する特徴が見られた。

#### ②土器試料の重鉱物組成

土器試料は重鉱物の種類の量比によって、五つのグループ(G1,G2, G3,G4 と G5)に分けられた。

- G1: 角閃石・くび石の組み合わせ。 角閃石を圧倒的多く(>70%)含 み、さび石を少量含んでいる (<15%)。
- G2: 重鉱物のモード組成は G1 と似ているが、くさび石は G1 よりも多い(>15%)。
- G3: 緑簾石・角閃石・くさび石の組 み合わせ。緑簾石の量は一番多く(>50%)、角閃石(<30%)とくさび石(<12%)を 少量含んでいる。

石灰岩

変斑れい岩

G4: 角閃石(34%)、輝石(23%)、くさび石(21%)と少量の緑廉石、石榴石の組み合わせ。

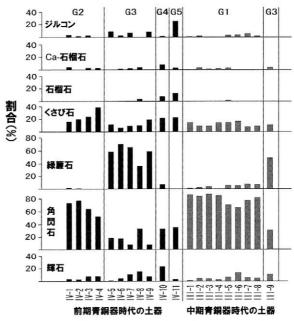
変成岩

G5: 角閃石(34%)、ジルコン(25%)、くさび石(21%)と石榴石(12%)の組み合わせ。

土器試料の重鉱物モード組成(図 2) と堆積物の重鉱物モード組成(図 1)を比べると土器試料 G1,G2 の産地は遺跡周辺の花崗岩地域である、地域 A と B と推定した。G3 の産地は東側の変成岩地域の地域 I と、G4 は西側の変成岩地域である地域 F と推定した。最後に、G5 の重鉱物のモード組成は遺跡近郊の堆積物と似ているものはなく、調査地域以外の所で製作された可能性が示唆された。

#### ③遺跡近郊の角閃石の化学組成

遺跡近郊の角閃石の化学組成は岩体により特徴があり定量化によって、その特性を明らかにした。その結果、花崗岩地域の角閃石のAI量は8~10 wt. %のものが多く、西側の変成岩やオフィオライト地質には8~16wt. %の高いAI量のものが多く産出する。



オフィオライト

閃長岩

輝石 角閃石

緑簾石

くさび石

石榴石

ジルコン

変成岩(石灰)

火山灰

Ca-石榴石

図2 土器試料に含む重鉱物のモード組成

東側や北東側の変成岩地域の角閃石は<7%の低い AI 量のものが多く産出する。このように 角閃石の化学組成を用いて、重鉱物のモード組成で推定した土器の産地を検証することが できた。

以上の結果をまめると EBA 土器と MBA 土器の大部はメソポタミアからの搬入品ではなく、現地で製作されたことを初めて明らかになった。アッシリア商人は土器をアナトリアにもってくるのではなく、現地の人に土器の製作技術を教えた可能性が大きいという貴重な考古学的な知見をえられた。

- 1) Bong, W.S.K., Matsumura, K. and Nakai, I., 2009, Firing technologies and raw materials of typical Early and Middle Bronze Age pottery from Kaman-Kalehöyük: a statistical and chemical analysis, AAS, XVII, 2009, in press.
- 2) Omura, S., 2000, Preliminary report on the 14th excavation at Kaman-Kalehöyük, AAS, X, 1-37.

### 年輪年代学的手法による産地推定の可能性-現生木の地域間比較-

○星野安治(日本学術振興会特別研究員 PD・東北大学学術資源研究公開センター植物園) 大山幹成(東北大学学術資源研究公開センター植物園) 米延仁志(鳴門教育大学大学院学校教育研究科)

### 緒言

産地推定に年輪年代学的手法を取り入れる試みは、石材や胎土等の原産地推定に比べ、我が国ではなじみが薄いかもしれない。年輪年代学は、単に年代測定のみを行う分野ではなく、年輪生態学、年輪気候学、年輪考古学など、いくつかの分野からなる学際的な研究領域であり、年輪年代学的手法による産地推定は、dendroprovenancing と呼ばれる(例えば Eckstein and Wrobel, 2007)。これは木材の暦年代測定と木材産地の推定とを同時に可能にするものであり、文化財科学研究において非常に有用と考えられる。この方法を積極的に取り入れていくことより、木質文化財から導出される情報が飛躍的に増進することとなり、古記録では断片的にしか記されていない森林資源の移送、枯渇、などの様相を、より実証的に研究するきっかけとなるだろう。これら年輪年代学による新しい展開により、木の文化を育んできた社会活動の諸相がより詳細に解明されることが期待できる。本発表では、日本における年輪による木材の産地推定を行うための可能性を探索することを目的として、現有の標準年輪曲線を複数の地域で構築し、それらを地域間相互に比較した結果を紹介したい。

#### 年輪年代学的手法による産地推定の現状

年輪考古学の先進地域であるヨーロッパでは、長年にわたる標準年輪曲線の広域ネットワークの蓄積により、絵画や古楽器、あるいは難破船などの個々の遺物の産地推定だけではなく、中世のハンザ同盟都市間の木材交易経路の復元(例えば Haneca et al., 2005)のような歴史学的にも興味深い研究が行われている。そして、さらに当該研究を発展させる地域コミュニティーの充実が図られつつある。こうした研究が成り立ち得る地域は世界的にも限られているが、日本はその有望な地域の一つと言える。

日本においてその端緒となる研究としては、下北および津軽地域で作製されたヒバの標準年輪曲線を用いて廃棄建造物に使用されていた木材の産地が示唆されたことがあげられる (Ohyama et al., 2007)。また、ブナ現生木標準年輪曲線の地域間相関分析から、中部および東日本で 4 地域に区分されることが知られており、さらにブナ材製民具の年代測定、そしてその民具の産地推定が行われている(星野ら、2006; Hoshino et al., 2008)。木の文化を有するわが国では、古来より木材流通が盛んであり(例えば Totman, 1998)、木材の産地推定を行う歴史的背景は十分整っているため、歴史的に有用材として利用されてきた樹種についてこれを適用し、標準年輪曲線ネットワークを拡充することにより、年輪による産地推定研究が可能になると期待されよう。日本の全域に広く分布し、かつ文化財として試料が得やすい樹種として、スギ(Cryptomeria japonica)があげられる。スギは、現生木老齢樹、考古材、自然埋没木が最も豊富に得られる樹種の一つである。

#### スギ現生木による検討

図1にスギ標準年輪曲線の地域間の類似性を 先行研究のブナの年輪地域区分とヒノキ, ヒバ の採取地点とともに示した。これまでのところ、 秋田県能代、宮城県仙台、高知県魚梁瀬からス ギの老齢樹を収集し、各地において地域標準年 輪曲線を年輪考古学で応用する際の質的評価と, 地域間の類似度を明らかにするとともに年代決 定の重要なパラメータである指標年のデータベ ースを作成した。個体間のクロスデーティング は、各地において良好に行うことができ、クロ スデーティングが成立した個体のデータを平均 して各地の地域標準年輪曲線を構築した。得ら れた標準年輪曲線は、それぞれの地域内で高い 同調性があり、十分な年代決定能力を有する。 次に, これらの標準年輪曲線を, 地域間相互に 比較を行ったが、それぞれクロスデーティング できなかった。このことは、スギ標準年輪曲線 が地域的に区分されることが示唆され、標準年 輪曲線の地域数を増加させ高めるとともに、そ

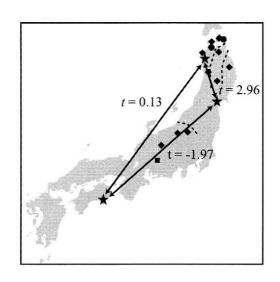


図1. スギ標準年輪曲線の地域間類似性.

Hoshino et al., 2008). 破線は星野ら(2006)に基づくブナの年輪地域区分.

のネットワーク化を行うことにより、スギを用いた年輪年代学的な木材の産地推定が可能で あることが考えられる。今後、分布の全域にわたるスギ標準年輪曲線ネットワークの構築を 進め、データベースを充実させることで、木質文化財の産地推定に応用していきたい。

#### 引用文献

Eckstein, D. and Wrobel, S. 2007 Dendrochronological proof of origin of historic timber - retrospect and perspectives. Proceeding of the Symposium on TRACE - Tree Rings in Archaeology, Climatology and Ecology 5 pp.8-20 Haneca, K., Wazny, T., van Acker, J. and Beeckman, H. 2005 Provenancing Baltic timber from historical objects: success and limitations. Journal of Archaeological Science 32-2 pp.261-271

Hoshino, Y., Okochi, T. and Mitsutani, T. 2008 Dendrochronological dating of vernacular folk crafts in northern Central Japan. Tree-Ring Research, 64-2 pp.109-114

星野安治・米延仁志・安江恒・野堀嘉裕・光谷拓実 2006 「東日本におけるブナ年輪幅暦年 変動パターンの広域ネットワーク構築」考古学と自然科学 54 pp.69-79

Ohyama, M., Ohwada, M. and Suzuki, M., 2007 Chronology development of Hiba arbor-vitae (*Thujopsis dolabrata* var. *hondae*) and dating of timbers from an old building. Journal of Wood Science 53-3 pp.367-373

Totman, C. 1998 The green archipelago. Ohio univ. press, Athens

Yonenobu, H. and Eckstein, D. 2006 Reconstruction of early spring temperature for central Japan from the tree-ring widths of Hinoki cypress and its verification by other proxy records. Geophysical Research Letters 33 L10701 doi:10.1029/2006GL026170.

# アラジャホユック遺跡出土世界最古の黄金装鉄短剣の オンサイト蛍光 X 線分析

○中井泉¹, 阿部善也¹, K. タンタラカン¹, 大村幸弘², S. エルクート³(1 東理大・理, 2 中近東文化センター, 3 アンカラ大言語歴史地理)

#### 【はじめに】

1938年、考古学者コシャイらの発掘隊により、アラジャホユック(Alacahöyük)墳墓の K 号墳から 黄金の柄に着装された鉄製の短剣(Fig.1)が出土した <sup>1)</sup>。出土した文化層は紀元前 2300 年頃のものであり、ヒッタイト帝国で製鉄技術が発明されたのは紀元前 1500 年頃と考えられているため、この鉄製品は製鉄技術が確立される以前のものである <sup>2)</sup>。そのためその原材料に何が用いられたのか注目が集まり、可能性として、大きく分けて地球外由来のもの、すなわち「隕鉄」と、地球内由来のものが考えられている。 隕鉄にはニッケルが多く含まれているという特徴があり、通常の製鉄で用いる鉄鉱石とは明らかに異なる。それに対する地球内由来の古代鉄としては、銅や鉛を精錬する過程で生じたスラグにともなって偶然できた鉄を用いたのではないかという説があげられている。

同遺跡からはこの短剣の他にも紀元前 3000-2000 年に属すると思われる鉄製品が何点か出土している。うち 2 点について、1938 年の出土直後に行なわれた科学的な組成分析の結果、ニッケルを多く含んでいることが明らかとなった。よって当時、これらの鉄製遺物は隕鉄を原材料としているのではないかと推察された。しかし後年(Wertime, 1973 年)<sup>3)</sup>、鉄短剣について同様の化学分析が行なわれた結果、ニッケルはあまり含まれていなかったとの報告がなされた。いずれも現代の分析技術にもとづく分析結果ではなく、未だ確たる結論に至っていない。この黄金装飾鉄短剣は、現在はアナトリア文明博物館に展示、所蔵されており、我々の長年の念願が叶ってこの鉄剣を分析する機会がこのたび与えられ、ポータブル蛍光 X 線分析装置を持ち込んで、分析を行なった。

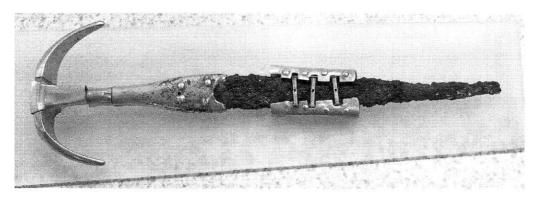


Fig. 1 黄金装飾鉄短剣 (全長: 約30 cm, 刀身部: 約18 cm)

#### 【実験内容】

分析には OURSTEX(株)と共同で開発・改良を行なっているポータブル蛍光 X 線分析装置 OURSTEX 100FA-II を用いた。まず、X 線透過写真を撮影して、試料の状況を把握し、分析箇所

について検討を加えた。次に、本装置を用いて、鉄剣刀身部分の多数個所について綿密な分析 を行なった。また同遺跡より出土した鉄製品、および隕鉄数種についても分析を行ない、結果の比 較を行なった。さらに金部分についても分析も行なった。

#### 【分析結果】

鉄剣 刀身部は腐食が激しく、少なくとも表面には金属鉄は残存していない。保存処理のため樹脂が塗られている場所もあった。刀身部について得られた蛍光 X線スペクトルの一例を Fig. 2 に示す。主成分の鉄に次いで多いのはニッケルであったが、錆由来と考えられるカルシウムの他に、銅、亜鉛、マンガン、ヒ素など様々な元素が検出された。そこで刀身の約 20 箇所について分析を行ない、元々の金属鉄に由来すると考えられる元素の選定を行なった。Fe-Kα線強度との相関性を調べた結果、ニッケルとコバルトが鉄との相関が高く、金属鉄由来の元素と推定された。そこで、比較的残存状態が良いと判断できた部分について、標準試料を用いた検量線法によりニッケルおよびコバルトの定量化を行なった。腐食のため組成的なばらつきはあったが、黄金装飾鉄短剣の刀身部はニッケルを NiO として 3.1~7.6 wt%、コバルトを CoO として 0.2~0.3 wt%含んでいた。金属比換算でもニッケルは 3~7 wt%含まれていると推定され、比較試料の隕鉄との間に組成的類似性も認められた。従来説によれば、ニッケル量が 5 %を上回ると隕鉄の可能性が高いとされ、今回の分析結果より本鉄短剣は隕鉄を原料としていた可能性が高いことが明らかになった。柄に用いられている金についての定量分析の結果については、当日の発表で報告する。



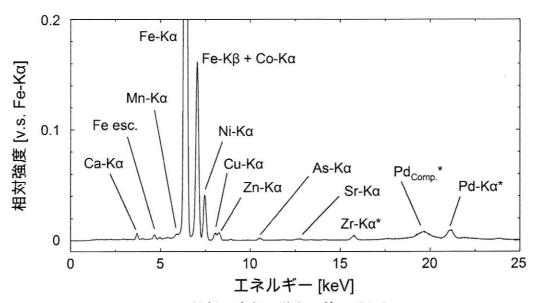


Fig. 2 鉄剣 刀身部の蛍光 X 線スペクトル

#### 【文献】

- 1) H.Z. Koşay: TTK Tarafından Yapilan Alaca Höyük Hafriyatı, 1936 daki Çalismalara ve Keçiflere ait ilk Rapor. Ankara (1938).
- 2) Ü. Yalçin, Anatolian Studies, 49, 177 (1999)
- 3) T.A. Wertime: Science, 182, 875(1973).

# 古代中央アナトリアの鉄 ーカマン・カレホユック遺跡出土鉄製品の分析とその技術史的解釈-

○ 増渕 麻里耶 (Institute of Archaeology, University College London), 大村 幸弘 (中近東文化センター附属アナトリア考古学研究所)

#### はじめに

人類と鉄との歴史は、今から約7000年前の古代中近東に遡ると言われている。紀元前5千年から前3千年紀の古代メソポタミア地域やアナトリア、北シリア、アルメニア、北イラン、そしてエジプトの諸遺跡からは、副葬品としての鉄製遺物(装飾品や短剣など)が出土し、1970年代にはすでに、一部の資料の化学組成分析が実現している。

そしてこの数十年,古代中近東の鉄に関する冶金学研究は、欧米の研究者を中心に発展を遂げた.中近東の諸遺跡から欧米の博物館などへ送られた鉄製品や鉄滓などの一部は、組織観察や化学組成分析が行われ、その結果、前2千年紀末から始まった中近東及び地中海地域の鉄器時代について、キプロスやシリア・パレスチナ地域、そしてメソポタミアを起点に、技術発展という観点からの新たな解釈がなされるようになった。しかし、アナトリア出土の鉄製品の材質や技法についての知見は、今なお極めて限定的である。鉄器時代、つまり鉄が利器として活用され、当時の社会構造の維持のため重要な役割を担う時代の到来について、周辺地域と並び、人類による鉄使用の最古の例を持つアナトリアからの見解が、殆ど反映されぬまま昨今の議論が進められているのである。

本研究で取り上げる中央アナトリアは、現在のトルコ共和国アナトリア高原の中心部に位置し、「鉄器を初めて利用した文明」として知られるヒッタイト帝国の本拠地にあたる。当地域の前 2 千年紀を代表するヒッタイト文明は、しばしばその後の中近東やヨーロッパの鉄器時代のはじまりへと関連づけられ、かつては「ヒッタイト帝国が製鉄技術を独占し、その崩壊が世界の鉄器時代到来を招いた」という仮説へと繋げられていた。しかし、この仮説が提唱された当時、古代の鉄へのアプローチは主に文字資料に基づくものだった。この古代の文献資料には、鉄の種類を知るヒントはあっても、鉄の材質や技法に関する記述は殆ど見られない。これが自然科学的アプローチに支えられた昨今の新解釈と不整合を引き起こす点であり、同時に、古代中央アナトリアの鉄を対象とした自然科学的研究が強く求められる所以である。

#### 本研究の特徴

本研究は、前2千年紀から前1千年紀中盤にかけての中央アナトリアの鉄の材質や製作技法を明らかにすべく、トルコ共和国カマン・カレホユック遺跡出土の鉄製品に、自然科学的アプローチを試みた.現在までに、資料に残存する金属組織の顕微鏡観察と、微小部硬度計を用いた硬度測定、EPMAによる金属組成の特性化、また、顕微鏡写真と画像解析ソフトを用い、金属内に分散する微細鉄滓粒子の分布観察を行った.これらの手法の殆どは、従来の冶金学研究でも広く行われているが、本研究の特筆すべき点は、分析対象遺物の選択から試料調整までの研究環境にある.

財団法人中近東文化センター附属アナトリア考古学研究所が発掘を進めるカマン・カレホユック遺跡は、発掘隊のキャンプサイトに、過去20年超の発掘調査で得られた全ての遺物を納める収蔵庫、およびその修復・保存管理を行うコンサーベーションラボ、遺物撮影のためのスタジオ、形態記録のための実測室、そして簡単な組成分析や試料処理が可能な分析ラボが併設されている。また、発掘作業においても、保存状態の良い遺物のみならず、厚い錆に覆われたもの、或は小さな破片状の製品に至るまで全て取り上げられ、遺物の年代決定の鍵となる出土情報が記録される。また、この情報から遺物の出土層位を割り出し、層序学的年代を割り出すためのデータもキャンプ内に閲覧可能な状態で保管されている。このような諸条件を活かし、本研究では分析試料の選択、出土層位の特定、撮影実測、簡単なクリーニング、そして試料処理の段階までをキャンプサイトの各施設にて行った。個人レベル、そして組織レベルで系統的な分析計画を立てることにより、最小限の分析試料から最大限の情報を得ることを目指した。

#### 研究手順

具体的な手順として、まず、収蔵庫に保管された未処理の鉄製品の中から、出土情報の確かな資料を選びだし、試料状態の慎重な観察と記録・統計調査を行った。その結果をもとに、ターゲットとなる前 2 千年紀から前 1 千年紀中盤にかけて、広い時代範囲で出土する鉄製品の種類を割り出した。これらの資料群の中から、最終的には金属探知機や透過 X 線などでの検査をもとに、金属鉄が残存する可能性の高い遺物を選び出し分析試料とした。分析試料は土砂などを軽く落とした後、写真撮影、実測を行い、ダイアモンドカッターで断面を切り出した。切片は樹脂包埋の後、ロンドン大学の The Wolfson Archaeological Science Laboratories に運ばれ、顕微鏡観察や EPMA での分析の直前に鏡面研磨を行った。また、金属組織の観察には、2%ニタルを用いて観察面のエッチング処理を行った。

#### 結果と今後の展望

現在までに分析した 35 試料のうち、本発表では特に、釘様の形状を持つ製品と鏃についての結果を報告する. カマン・カレホユック遺跡出土の鉄製品の自然科学的研究は、これまでにも岩手県立博物館の赤沼氏らによって多角的なアプローチが試みられているが、本研究は先行研究を踏まえつつも、新たな知見を示す結果となった.

まず、釘様試料にみられる技術的特徴として、ヒッタイト時代にはすでに、鉄を幾度も折り返すことによって、細長い釘状の形態を作り出していた可能性が示唆された。材質的には、ヒッタイト時代の試料はフェライトが主要組織であり、部分的には亜共析鋼もみられたが、浸炭や意図的な硬化などの形跡は今のところ確認できない。それに対し、鉄器時代の試料ではパーライト組織が顕著に認められるようになる。また、前述の折り返し成形によって作られたヒッタイト時代の試料の EPMA マッピングを見ると、接合部周辺にヒ素及びニッケルの析出した層が確認された(図)。 Tylecote によると、ヒ素の析出は古い時代の鉄製品にしばしば見られる現象であり、鍛造時の酸化環境による可能性があるという。このような特徴的な事例は当時の技法を解明するための重要な証拠であり、その解釈は慎重に行う必要がある。

次に鏃の分析では、試料の組織から推定される炭素濃度に着目することで、鉄器時代のある時期に鏃の製作技法の性質が変化することが示唆された。紀元前8,9世紀頃の鏃はパーライトが優勢な亜共析鋼、或はパーライトとセメンタイトから成る過共析鋼など、比較的炭素濃度の高い鋼で作られているが、それよりも新しい時代の鏃は、フェライト優勢の炭素濃度の低い亜共析鋼や、ほぼフェライトのみから成る組織を持つ。

以上のように、詳細な考古学的情報と現地での遺物観察に基づいた分析計画により、適切な 資料の選択が実現され、古代中央アナトリアの製鉄技術の詳細に迫る新たな知見が得られた。 今後は特にヒ素やニッケルに着目した金属組成の特性化の可能性を探り、中央アナトリアにお ける製鉄技術の特徴を明らかにし、その発展についての研究を進める予定である。

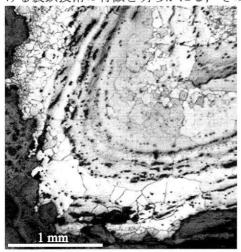




図: ヒッタイト時代の層位から出土した釘様鉄製品の断面の一部. 左) エッチング処理後の顕微鏡写真. 右) ヒ素のEPMAマッピング

# 軽元素対応ポータブル蛍光 X 線分析装置による カマン・カレホユック遺跡出土ガラスの分析

OKriengkamol Tantrakarn, 中井 泉(東理大・理)

#### 【はじめに】

我々はこれまでに地中海地域と中近東の古代における交易の存在を実証するため、 カマン・カレホユック遺跡および同時代の地中海および中近東地域の遺跡出土ガラス および博物館資料の分析を行い、化学組成による特性化や定量化を進めている。

本研究で対象とするカマン・カレホユック遺跡はトルコ共和国クルシェヒル県首都アンカラから南東約 100 km に位置し、直径 280 m、高さ 16m のアナトリアでは中規模の丘状遺跡である。カマン・カレホユック遺跡は 1985 年以来アナトリア考古学研究所による発掘を継続し、我々は 1994 年より発掘調査隊のメンバーとして出土遺物の化学分析を担当している。

本研究はカマン・カレホユック遺跡北発掘区の円形遺構周辺から出土したガラス遺物を対象として研究を進めた。文化層としては第Ⅲ層に属するヒッタイト古王国時代中・後期青銅器時代の資料と、第Ⅱ層に属する鉄器時代のガラス資料について、ポータブル蛍光 X 線分析装置を用いた化学組成分析により特性化を行った。

#### 【分析法と試料】

遺跡から出土した古代ガラス遺物の非破壊分析は、当研究室がメーカーと共同で開発した軽元素対応ポータブル蛍光 X 線分析装置をカマン・カレホユックの発掘現場に持ち込み行った。分析対象とする試料は全て第 $\mathbb{H}$  層(紀元前  $16\sim12$  世紀)および第 $\mathbb{H}$  層(紀元前  $12\sim4$  世紀)から出土したガラスビーズである。

定量分析は、NISTのガラス標準試料と研究室内で合成し定量したガラス試料を標準 とし、Na、Mg、Al、Si、S、K、Ca、Ti、Mn、Fe、Co、Cu、Rb、Sr、Sn、Sb、Pbの 蛍光 X 線の強度を Pd Kβ 線強度で規格化して、各元素について検量線を作成した。

#### 【分析結果と考察】

測定した蛍光 X 線スペクトルから、各元素について検量線による定量を行った結果、全てのガラス試料はアルカリソーダ石灰ガラスである事が明らかになった。ガラスの原料である石英砂に含まれる Si や Ca とその原料の不純物である微量の Ti、Sr などの元素が確認された。さらに、ガラスのアルカリ源の主成分である Na、Mg、K の含有量によって、植物灰によるアルカリガラスと分類された。

次に、後期青銅器時代の第Ⅲb層(紀元前 16~14世紀)の円形遺構内から出土ガラス遺物の代表である方形ガラスビーズ(図 1-a)に着目した。非破壊分析から得られた結果と発表者らによって日本国内で行われた MIHO MUSEUM および岡山市立オリエント美術館に所蔵されているガラス試料の蛍光 X線分析結果とを比較したところ、その類似性から対象とした試料は紀元前 16~14世紀メソポタミア地域で製作されたものであることがわかった。カマン・カレホユックとメソポタミア地域を結びつける重要な科学的証拠となった。

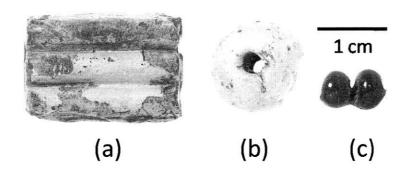


図1(a)後期青銅器時代の方形ガラスビーズ (b,c)鉄器時代の出土ガラスビーズの例

第II層出土ガラスビーズは、試料観察より製作技法によって2種類に分類された。 薄い青色および黄色のガラスビーズ(図 1-b)は金属棒などを芯として溶けたガラスを巻きつけ、玉を任意の形に成形する巻き付け法を用いて作られたガラスビーズであることがわかった。一方、第II層に数多く出土している紺青色のビーズ(図 1-c)は溶かしたガラスを金属棒の先に巻き取り円筒形にして、細く引き伸ばしてからカットする引き伸ばし法を用いて作られたガラスビーズであった。両者の青色ガラスビーズの蛍光 X線スペクトルの比較(図 2)から、巻き付け青色ガラスビーズは銅による着色であった。一方、紺青色の引き伸ばしガラスビーズは IIMg、IIMg、IIMn、IIMn、IIMn、IIMn、IIMn、IIMn、IIMn、IIMn、IIMn、IIMn、IIMn、IIMn、IIMn、IIMn、IIMn、IIMn IIMn IIMn

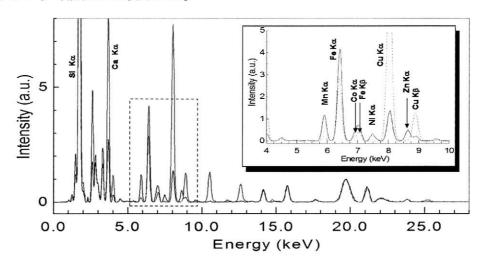


図 2 ガラスビーズの白色 X 線励起蛍光 X 線スペクトル (実線:引き伸ばし紺青色ガラスビーズ、破線:巻き付け青色ガラスビーズ)

#### 【参考文献】

1) Shortland, A. J., Ancient exploitation and use of cobalt alums from the western oases of Egypt, *Archaeometry*, **48**, (2006) 153-168.

### ポータブル蛍光X線分析計による古墳時代装飾大刀の調査

○橋本英将(財団法人 元興寺文化財研究所)

#### 1. はじめに

近年の古墳時代金属製品研究においては、材質・製作技法への関心が高まりつつある。蛍光 X線分析等の元素分析による、材質・技法の検討が行われる頻度も以前より高い。ただし、分 析の対象となる資料は、分析を実施できる機関の所蔵資料に限られるか、保存処理をおこなう ために選択された資料、もしくは遺物の移動を伴わず、サンプルの採取が可能な資料であるこ とが多い。これに対して考古学的研究において求められるのは、特定の種類の遺物についての 諸属性を、日本列島規模、もしくは東アジア規模で網羅的に修正したデータである。

上記の理由により、これまで個々の資料についての詳細な理化学的分析データが公表されても、網羅的に資料を扱う必要がある考古学的研究においては、その成果が十分に活用されてこなかった。古墳時代の装飾大刀研究においても、個別の資料に関する詳細な理化学的分析データは存在する。しかしながら製作技法の検討から、その系譜を歴史的な脈絡に位置づける際に「製作技法」として取り上げられるのは、肉眼で観察した所見にとどまる。つまり、理化学的な裏付けに乏しいまま「製作技法の系譜」が論じられているのが現状である。肉眼観察が資料調査における最も基本的な作業であることは論をまたないが、出土金属製品の材質や製作技法が、確かな学術的データとして活用されるためには、検証可能な理化学的分析による裏づけが必要不可欠である。

こうした問題を解決するひとつの方法として、軽量で、個人で容易に持ち運びが可能な、ポータブル蛍光X線分析計の活用があげられる。装飾大刀の製作技法については、装具各部の材質、鍍金等の有無、鑞付けの有無などの確認が重要である。ただし、いずれも元素分析を経なければ、確かなデータとして活用できない。また、それらの分析データが考古学的研究に十分に活用されるためには、対象とする特定の種類の遺物について、網羅的に分析をおこなうことが必要である。ポータブル蛍光X線分析計を活用し、肉眼観察による諸属性の考古学的な検討と、蛍光X線分析を並行しておこなうことにより、これまで曖昧な根拠のうえに成り立っていた古墳時代装飾大刀の製作技法研究・製作体制の変遷を、より確かなデータの裏付けにより検証することが可能になると期待できる。

本発表では、装飾大刀のうちでも特に金銅装頭椎大刀をとりあげる。頭椎大刀は装飾大刀のなかでも、肉眼で観察可能な製作技法の痕跡が相対的に少なく、これまでも製作技法の側からの体系的な検討はあまりおこなわれてこなかった。本研究の利点を最も有効に示せると考える。

#### 2. 使用機器

元素同定に使用した機器は、ポータブル蛍光 X線分析計 Innov-X  $\alpha$  4000(Innov-X 社、アメリカ)である。測定条件は、タンタル(Innov-X で電圧 Innov-X で電流 Innov-X で電流 Innov-X で電流 Innov-X でである。測定条件は、タンタル(Innov-X で電流 Innov-X でである。

本機による測定結果を正しく評価するため、 あらかじめ本機のもつ利点と問題点を挙げて おく。

#### 2-1. 利点

小型で取り回しが容易である。設置型の蛍光X線分析装置の資料室に入りきらない大型の資料も、さまざまな角度から測定可能である。個人で持ち運べるため、自ら資料のもとへ出向き、考古学的資料調査と同時に元素分析を実施することが可能である。

#### 2-2. 問題点

測定精度が低い。測定径が大きく、測定したい箇所の周辺も同時に測定されることが避



図 1 ポータブル蛍光 X 線分析計 Innov-X α 4000

けられない(註1)。また、基本的に手持ちで固定して測定するため、測定時間を短くせざるを得ず、測定中に微量なブレが発生する(註2)。そのほか、機器の仕様上当然のことだが、資料を真空状態にして測定する。ことは不可能である。このため軽い元素を測定するのは困難である(註3)。

#### 3. 測定の方法

測定対象とした資料は、表1 に示した15点である。頭椎大刀 にともなう金属製装具各部につ いて、佩表・佩裏・刃側・背側

表1 分析対象資料

古墳名	所在地	所蔵
跡見塚古墳	福島県須賀川市	須賀川市教育委員会
淵の上1号墳	福島県郡山市	郡山市教育委員会
月の輪山1号墳A	福島県福島市	福島市教育委員会
月の輪山1号墳B	福島県福島市	福島市教育委員会
風返稲荷山古墳	茨城県かすみがうら市	かすみがうら市教育委員会
竹下浅間山古墳	栃木県宇都宮市	宇都宮市教育委員会
金鈴塚A	千葉県木更津市	木更津市立郷土博物館金の鈴
金鈴塚B	千葉県木更津市	木更津市立郷土博物館金の鈴
山川古墳	千葉県木更津市	木更津市立郷土博物館金の鈴
神行古墳	千葉県香取郡多古町	芝山はにわ博物館
殿塚古墳	千葉県芝山市	芝山はにわ博物館
坂本1号墳	三重県明和町	明和町
筒井出土	兵庫県朝来市	朝来市埋蔵文化財センター
文堂古墳	兵庫県香美町	香美町教育委員会
土井2号墳	岡山県岡山市	岡山県古代吉備文化財センター

を原則測定し、そのほか肉眼観察により、測定が望ましいと判断された部位についても測定した。準素鞘の頭椎大刀については一振り30から40ポイント、飾鞘の頭椎大刀については一振りあたり50から60ポイント測定した。

#### 4. 結果と考察

測定の結果と肉眼による観察をふまえ、柄頭、切羽、切羽縁金具、柄間、鍔、鞘身筒金具、 鞘尻金具の製作技法をそれぞれ明らかにできた。紙幅の都合上詳述はさけるが、鍔と切羽の一 部を除き、原則的に銀鑞による鑞付けで製作され、鑞付けの位置、接着面の合わせ方により、 小分類が可能である。今後はこの結果をふまえ、製作技法の観点から頭椎大刀の変遷を再検討 してゆきたい。

- (註1) ただし測定径を絞るオプションを使用して測定することは可能である。
- (註2) こちらもオプションのスタンドを使用すれば解消可能である。
- (註3) 本機にはオプションで軽元素測定モードがあるが、大気中での測定になることは避けられない。

本研究は平成19年度〜21年度科学研究費補助金若手研究(A)「ポータブル蛍光X線分析計を活用した装飾大刀の網羅的調査研究」(課題番号19680033)による成果の一部である。また、資料調査に際して以下の諸機関にお世話になりました。記して感謝申し上げます(五十音順)。

朝来市教育委員会、宇都宮市教育委員会、岡山県古代吉備文化財センター、かすみがうら市教育委員会、香美町教育委 員会、木更津市教育委員会、郡山市教育委員会、芝山はにわ博物館、須賀川市教育委員会、福島市教育委員会、明和町 斎宮課

#### Spectrum

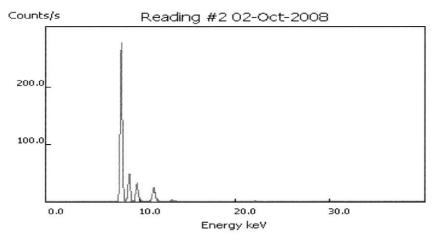


図2 測定結果の一例(兵庫県朝来市長尾古墳頭椎大刀佩表柄頭)

### ポータブル型 X 線分析装置を用いた考古遺物の XRF/XRD 複合分析

○阿部 善也 <sup>1</sup>, 菊川 匡 <sup>1</sup>, 中井 泉 <sup>1</sup>, 東 容子 <sup>2</sup> (1 東理大・理, 2 MIHO MUSEUM)

#### 【序】

化学的な知見に基づいて考古遺物の研究を行うにあたり、特性化の基本となるのは遺物の化学組成である。非破壊で試料の化学組成情報が得られる蛍光 X 線分析法は考古遺物の研究においてきわめて有用であり、片手での取扱いが可能な小型のポータブル蛍光 X 線分析装置も市販されている。特に近年では、エジプトなど一部の国において考古遺物の国外持出しが制限されていることもあり、こうしたポータブル型分析装置への需要が高まっている。しかしながら、実際の考古遺物は埋蔵中の汚染なども含む混合系であり、化学組成は複雑である。したがって分析により考古遺物中に含まれる元素の種類と量がわかったとしても、果たしてそれらが何に由来しているかを明らかにしない限り、詳細な特性化を行うことはできない。ここで蛍光 X 線分析に粉末 X 線回折測定を組み合わせた複合分析を行うことにより、考古遺物の化学組成と結晶構造に基づいた精密な相同定が実現され、より詳細かつ正確な特性化を行うことが可能となる。そこで我々は装置メーカと共同でポータブル蛍光 X 線分析装置 "およびポータブル粉末 X 線回折計 2)の開発を進めており、さまざまな考古遺物の研究へと応用している。今回はこれらのポータブル型装置を用いて、MIHOMUSEUM(滋賀県)に所蔵されている美術品の分析を行い、新たな考古学的知見を探ると同時に、開発中の装置の実用性を検証した。

#### 【装置の概要と分析内容】

ポータブル蛍光 X線分析装置 OURSTEX 100FA-IV および 100FA-V は OUERSTEX(株)との 共同開発品である  $^{1)}$ 。100FA-IV は試料室を真空とし Na までの軽元素の分析を可能とした軽元素 対応型, 100FA-V は試料室を開放系にして大型の遺物にも対応した汎用型である。いずれも X線源として Pd管球,検出器として Pd管球,検出器として Pd管球,検出器として Pd管球,核出器として Pd管球,核出器として Pd管球,核出器として Pd管球,核出器として Pd管球,核出器として Pd管球,核出器として Pd管球,核出器として Pd管球,核出器として Pd管理を描述する。また白色 Pd線と消止を選択できる。測定管電圧は Pd40 kVとし,管電流は白色 Pd4 線励起モードでは Pd5 Pd6 Pd7 線励起モードには Pd7 Pd8 Pd8 Pd9 Pd9

ポータブル粉末 X 線回折計 X-tec PT-APXRD は(株)X 線技術研究所と共同で開発を進めている装置である  $^{2)}$ 。 X 線源として Cu 管球,検出器として Si-PIN を備え,ステップ幅 0.1° での測定を行うことができる。検出器に半導体検出器を用いることで,バックグラウンドを押さえた高分解能の回折データを測定できるだけでなく,マルチチャンネルアナライザとの組合せを利用して蛍光 X 線分析を行うことも可能である。装置の総重量は約 15 kg で,全てのパーツをアルミ製のトランクケース内に収めることができる。粉末 X 線回折測定の測定条件は管電圧 30 kV,管電流 0.3 mA とし,測定時間は試料に応じて  $3\sim6$  秒とした。

これらの装置を MIHO MUSEUM へと持ち込み, 館内にて所蔵品の非破壊分析を行った。前処理等は行わず, 測定は全て非破壊で行った。

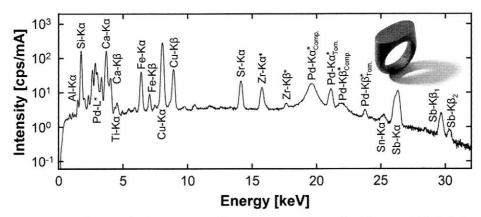


Fig. 1 水色ガラス製指輪の蛍光 X 線スペクトル(白色 X 線励起, \* は装置由来)

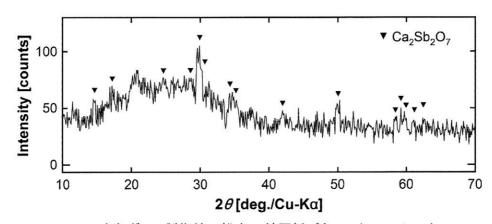


Fig. 2 水色ガラス製指輪の粉末 X 線回折パターン(6 sec./step)

#### 【分析結果】

得られた成果の一つとして、古代エジプトのガラス製指輪の分析結果を示す。この指輪はエジプト新王国時代、前  $15\sim14$  世紀に作られたものと考えられ、水色のガラスにより作られている 3)。水色は不透明で、色味は全体的に均一である。まず蛍光 X 線分析の結果 (Fig. 1)より、ガラスの主成分であるケイ素 (Si-K $\alpha$ : 1.740 keV)やカルシウム (Ca-K $\alpha$ : 3.691 keV)、青色着色剤である銅 (Cu-K $\alpha$ : 8.042 keV)のほかに、アンチモン (Sb-K $\alpha$ : 26.279 keV)が含まれることが確認された。そこでこのアンチモンの起源を探るため指輪の粉末 X 線回折測定を行ったところ、粉末 X 線回折パターン (Fig. 2)からは、ガラス中に介在する結晶性物質としてアンチモン酸カルシウム X CaX SbX CaX CaX SbX CaX SbX CaX CaX SbX CaX SbX CaX CaX CaX SbX CaX SbX CaX CaX SbX CaX CaX SbX CaX CaX CaX SbX CaX CaX

#### 【文献】

- 1) 菊川 匡他: 『X線分析の進歩』 40,325 (2009).
- 2) 阿部善也他: 『X線分析の進歩』 39,209 (2008).
- 3) MIHO MUSEUM: "古代ガラス展図録" (2001).

### X線 CT スキャナを活用した中国古代青銅彝器の構造解析

○廣川守・樋口隆康(泉屋博古館) 今津節生・鳥越俊行・河野一隆・市元塁(九州国立博物館)

#### 1. 研究の目的

中国殷周時代(紀元前17世紀〜紀元前3世紀)に製作された青銅彝器は、造形および文様意匠において後世の東アジア美術工芸に多大な影響を与えた。しかし、その製作技術の多くは伝承されることなく、現在も不明な点が数多く残されている。とくに立体的な装飾をともなった複雑な造形について構造や製作技法を検討することは、東アジア鋳造技術史を解明していく上で重要な課題である。しかし、鋳型など鋳造関係遺物の発見が少ないことや切断して内部構造を観察することが困難であるために、これまで製作技法の研究はあまり進展しなかった。

本研究は泉屋博古館がこれまでに系統的に収集してきた 180 点におよぶ中国古代青銅器 (住友コレクション) について、九州国立博物館に設置した文化財専用の大型 X 線 CT スキャナ (CT) を活用して、非接触・非破壊で青銅器内部の三次元情報を解析することによって、中国殷周青銅器の製作技法を解明し、東アジア工芸史に正しく位置付けることを目的としている。

#### 2. 資料と方法

昨年度より、九州国立博物館と泉屋博古館はCTを利用して青銅彝器の内部構造を検討する共同研究を開始した。九州国立博物館では半年毎に10点を展示しながら調査し、これまでに殷周時代青銅彝器30点を調査した。調査方法は焦点0.4mm、320kVのミニフォーカスX線管と40×40cmの大型フラットパネル(最大解像度0.2mm)を組み合わせた文化財専用のCTを用いて撮像し、三次元画像や断面画像を構築する。この三次元情報をもとに、青銅彝器の様々な装飾、持ち手、釣り手などの立体造形をどのように器本体に付けたのかを解明することを主眼において観察を進めた。

本発表で紹介する試料は、饕餮文簋および日癸罍の2点である。このうち饕餮文簋(通高15.6 cm、口径21.8 cm、図1)は、圏足鉢に一対の大きな持ち手が付いた盛食器である。持ち手は上部に大きな犠首を載せ、下方に板状の装飾を付けている。内側には鋳型の一部と考えられる焼土が充填されている。もう一つの日癸罍(通高45.9 cm、口径20.6 cm、図4)は、強く肩の張った大型の酒甕である。肩に一対、正面下方に一個の持ち手が付く。このうち肩の一対には、円環がはめこまれている。持ち手の内側は、饕餮文簋と同様に焼土が充填されている。製作年代はいずれも西周初頭(紀元前11世紀後半)と考えられている。殷後期から西周前期は、青銅彝器が高度に発達した時期で、分析対象とした2点は、仕上がりがきわめて精巧で、持ち手の接合状況を表面観察で推定することは不可能である。X線CTスキャナで内部構造を検討する格好の試料といえよう。

#### 3. 調査の結果

図2・図3に饕餮文簋持ち手の断面像を示す。図2は持ち手中央部分の横断面像である。 金属部分は非常に薄い板を曲げたようなU字形をしていて、なかにスナが詰まっているこ とが確認できた。図3は持ち手の縦断面像である。下方の板状飾りの内部はスナが詰まっ ていて、持ち手部分とほぼ同じくらいの厚さで鋳造されていることが判明した。また器本 体との接続部分をみると、両者を接合したような痕跡は全くなく、完全に一体で鋳造した と考えられる。

図5・図6に日癸罍持ち手の断面像を示す。図5は持ち手の縦断面像である。器本体との接続部分を見ると、饕餮文簋持ち手とは異なり、器本体から出ホゾのような突起があり、さらに出ホゾと持ち手との間にごくわずかな隙間が存在することが確認できた。このこと

から持ち手は一体鋳造でなく、本体の出ホゾにはめ込まれたと推測する。図6はこの部分の横断面像である。持ち手は本体と接する部分がL字状に折れ曲がっていて、本体の出ホゾがそれを包み込んでいる状況が確認できた。これらの断面像により、あらかじめ製作しておいた持ち手を本体の鋳型にはめ込んで全体を鋳造したと推定する。その際本体と接する部分は内側の焼土を除去し、本体側が出ホゾを形成できるようにしておく。さらに持ち手先端をL字状に折り曲げて、本体の出ホゾが折れ曲がった部分を包み込むようにして、持ち手の強度を確保したと考えられる。

#### 4. まとめ

以上、饕餮文簋および日癸罍の持ち手接合状況を紹介した。現在持ち手部分の断面像取得を継続中であるが、これまでの調査によって、持ち手の製作に2種類の方法が存在することが明らかになった。このうち日癸罍のような、器本体出ホゾを持ち手に鋳くるむ方法は、これまで戦国前期に製作された鼎の持ち手で知られるのみであった(『奇迹天工-中国古代発明創造文物展』 国家文物局・中国科学技術協会編 2008 年 7 月)。今回の調査でこの方法が戦国時代から5百年ほど遡る西周初頭の段階で、すでに採用されていたことが確認できた。今後、分析対象を拡大することによって、時期による持ち手製作技術の系統をさらに詳しく解明していきたい。



図1饕餮文簋(泉屋博古館蔵)

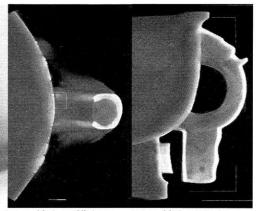


図2 持ち手横断面 図3 持ち手縦断面



図 4 日癸罍(泉屋博古館蔵)

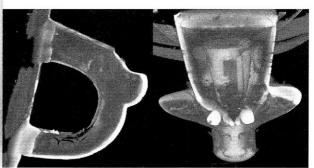


図 5 持ち手縦断面

図 6 持ち手上部横断面

# FT法の半自動測定に向けた原子間力顕微鏡(AFM)による 黒曜石表面分析

○渡辺圭太(立教大学),小西輝昭(放医研),鈴木正男(立教大学)

#### 1. はじめに

これまで黒曜石フィッショントラック年代測定(FT法)ではウランの核分 裂飛跡を光学顕微鏡で観察していた。その際に問題となるのは、各視野ごとの 画像の取り込みと、画像のデータベースとの照合である(指紋の照合と類似)。

今回,高精度化・客観化を図るために考えていることは,原子間力顕微鏡を用いて,黒曜石および,表面を模したフィルム表面を画像化することである。画像データベースと照合して,真正飛跡があると自動的に判定された視野だけを選んで経験を積んだ研究者が最終的に判断するようにすれば,著しく省力化が図れるだろう。この意味で,この装置は,"半自動化"である。

以上を踏まえて今回の発表では、原子間力顕微鏡(AFM)を用いた黒曜石表面を紹介し、今後の展望について述べる。

#### 2. 試料

今回,実験に用いた試料は黒曜石原産地の1つである,長野県の男女倉から採取した黒曜石を用いた。試料は立教大学原子力研究所の原子炉 TRIGAⅡの回転試料棚内で熱中性子を照射し,放射能がバックグラウンド程度になるまで冷却してある。核分裂飛跡は,そのままでは小さすぎて光学顕微鏡では観察・計数できない。そこで,48%のフッ化水素で核分裂飛跡を拡大・固定する(この操作をエッチングという)。黒曜石試料に対して23℃-18秒間のエッチングを施した。

#### 3. 分析方法

原子間力顕微鏡 (AFM: Atomic Force Microscope) は、探針と試料に作用する原子間力を検出するタイプの顕微鏡で、今回の測定ではタッピングモード AFMを用いた。カンチレバーのたわみ量が一定になるように探針・試料間距離をフィードバック制御しながら水平に走査することで表面凹凸を画像化する。AFM探針は、カンチレバーは非常に細く、最大 2nm の分解能で測定が可能である。

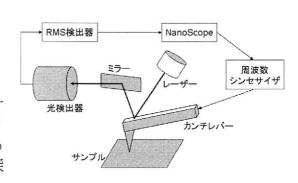
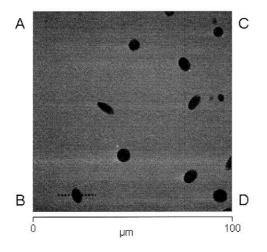


図1 AFM 構造図

さらに、タッピングモードは試料に対して非接触で測定することができるため、 試料表面を傷つけずに測定することができる。

AFM による測定は、 $100 \,\mu\text{m} \times 100 \,\mu\text{m}$ (解像度: $512 \,\text{pixel} \times 512 \,\text{pixel}$ )の領域を、スキャンレイト  $0.5 \,\text{Hz}$  で測定した。



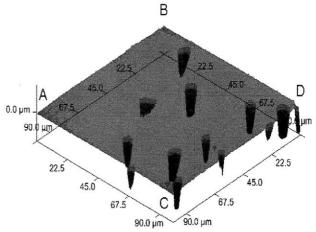


図2 AFMによる黒曜石表面像

図3 黒曜石表面の3D画像

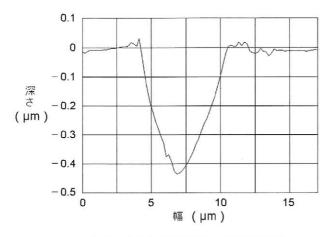


図4 核分裂飛跡の測定結果

#### 4. 結果と考察

AFMによる黒曜石表面のスキャン画像を図2に示した。従来の光学顕微鏡で見られるようなウランの核分裂飛跡が画像として得られた。図3は得られた表面の3D画像で、表面の裏側から核分裂飛跡の様子を示している。いくつか飛跡が先端まで測定できていないものもみられた。これは、飛跡が深く、カンチレバーが底まで届いていない、またはスキャン速度が速かったため、などの原因が考えられる。スキャン速度を遅くすることで先端まで測定できるが、一つ一つの飛跡画像を細かく画像化していくには時間がかかり、年代測定に有用な測定数を短時間に得ることができなくなる。

図4は図2の地点B付近における核分裂飛跡の測定結果である。光学顕微鏡では焦点深度を変えることで真正飛跡は先端を見極めるが、偽飛跡は判別し難い。しかし、AFMよる画像化により先端がどのような状態になっているかを見ることができ、偽飛跡の判別材料にすることができる。

このように、表面を画像化することでデータベースとし、真正飛跡があると 判定された視野だけを選んで経験を積んだ研究者が最終的に判断するようにす れば、FT法は著しく省力化が図れるだろう。

# 染織文化財に用いられた染料の超微量分析の試み(3) 質量分析による初期合成染料の分析

○ 佐々木良子 (京都工芸繊維大学)、佐々木健 (京都工芸繊維大学)

#### はじめに

発表者らはこれまで文化財染織品に用いられた染料の分析において、非破壊手法である反射ならびに蛍光分光法や、破壊分析である染料抽出液の分光法や HPLC 分析といった分析原理の異なる複数の手法を組み合わせて多面的に情報を得ることにより、高精度の天然染料同定法を開発してきた。更に微量分析手法として質量分析を導入し、アントラキノン系赤色天然染料や黄色天然染料のへの有効性を示してきた 1.20。

1850年代に合成染料が開発されてから100年以上が経過し、保存や修復を必要とする文化財 染織品においても天然染料に加えて初期合成染料の使用されいると考えられるものがあり、こ れらの化学的な分析による同定手法の開発が必要となっている。そこで今回は、合成染料の中 でも特に初期から多種類が合成され、大量に用いられてきた酸性アゾ染料を中心に赤色系の染 料のESIイオン化による質量分析を試みたので報告する。

#### 実 験

分析:微量試料をメタノール/水に溶解し、ESIイオン化(Thermoelectron LCQ)による質量分析を行った。

標品: スルホン酸基を有する赤色酸性 mono-あるいは disazo 染料である Azo Rubine (acid red 14)、Fast Red E (acid red 13)、Ponceau R (acid red 26)、Fast Red A (acid red 88)、Biebrich Scarlet B (acid red 66)、Orange □(acid orange 7)、及びトリフェニルメタン系の Acid Mazenta (acid violet 19)を用いた。いずれも 1870 年代後半から 80 年代にかけて市販が開始されたものである。また、アゾ系直接染料である Congo Red (direct red 28)及びカルボキシル基を有する Methyl Red (acid red 2)も同様の測定に供した。これらの標品は、試薬グレードの市販品或は合成品である。

#### 結果と考察

一価のスルホン酸塩である Fast Red A や Orange II は、脱 Na 型の一価の分子イオンを与えた。 又、CID による MS/MS スペクトルを測定したところ、アゾ基で解裂したプロダクトイオンや脱スルホン酸イオンが観察された。二価のスルホン酸塩である Azo Rubine、Fast Red E、Ponceau R、Biebrich Scarlet B では、脱 Na 型一価分子イオンと脱 2 Na 型二価分子イオンの両方が観察された。 更に、分子量の等しい Azo Rubine と Fast Red E では、MS スペクトルは全く同一であり両者の区別は困難であったが、MS/MS スペクトルを測定した所、そのフラグメントパターンに違いが見られた。これを利用すると、組成式が同じ複数の染料を区別して同定することが可能であると考えられる。

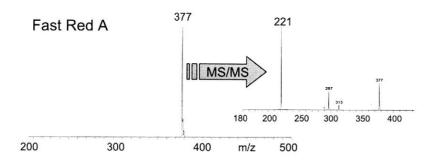
二価のスルホン酸塩の直接アゾ染料である Congo Red においても、酸性アゾ染料と同様に、脱 Na型一価分子イオン及び脱 2 Na型二価分子イオンの両方が観察され、MS/MS スペクトルでもアゾ基が解裂したフラグメントイオンが見られた。

スルホン酸基の代わりにカルボキシル基を有する Methyl Red においても、脱 Na 型の分子イオンが得られ、MS/MS スペクトルでは脱炭酸が観測された。

文化財染織品に用いられる天然染料は、種類が限られている為、分光スペクトルや HPLC などの標品と比較することで異同鑑別が可能な場合が多い。一方、合成染料は初期の段階から化学構造が類似した多数の類縁体が合成されできた。これらは化学的な性質も似通っており、染料部属の判定は可能であるが、分光スペクトルや HPLC などでは、これ以上の同定は多数の標品を入手し比較検討する必要がある。しかしながら、今回行った質量分析では、組成式に基づく分子量情報が直接的に得られ、また、同一分子量であっても MS/MS で構造についての情報が得られるため、陰イオン性置換基を有する合成染料の特定が可能であろう。

Table 1. Structures and ESI Mass Spectrometric Ana	nalysis of Typi	cal Synthetic Red Dyes
--	-----------------	------------------------

Dve name	Patented	Mass & formula	Chemical structure	Observed mass	MS/MS (m/z)		
Dye name	year	as sodium salt	Chemical structure	(m/z)	Target	Product	
Methyl Red (acid red 2)	1908	291	соон,сн₃	268 [M-Na]	268	224	
	1300	C15H14N3O2Na	N=N-CH,	208 [M-Na]	268>224	182	
Azo Rubine	1883	502	NaO <sub>3</sub> S-\\ N=N-\\	479 [M-Na]	479	399	
(acid red 14)	1003	C20H12N2O7S2Na2	Ho Ho	228 [M-2Na] <sup>2-</sup>	228	221, 171	
Fast Red E		502	N <sub>NO 3</sub> S-\rightarrow N=N-\rightarrow \rightarrow \righ	479 [M-Na]	479	399	
(acid red 13)	1070	C20H12N2O7S2Na2	SO,Na	228 [M-2Na] <sup>2-</sup>	228	235, 221, 207	
Ponceau R	1878	480	NaO <sub>3</sub> S OH	457 [M-Na]	457	309	
(acid red 26)	1070	C18H14N2O7S2Na2	NaO ,S	218 [M-2Na] <sup>2-</sup>	218	150	
Fast Red A (acid red 88)	1878	400	NaO ,S - N=N-	377 [M-Na]	377	297, 221	
		C20H13N2O4SNa					
Biebrich Scarlet B (acid red 66)	1879	556	OH		534	362	
		C22H16N4O7S2Na2		534 [M-Na]			
Orange II	1876	350	OH SO <sub>1</sub> Na	350 [M]	327	247, 171	
(acid orange 7)	1670	C16H11N2O4SNa		327 [M-Na]	327		
Congo Red (direct red 28)	1884	696	NaiO <sub>3</sub> S H <sub>3</sub> N	673 [M-Na]	673	417, 235	
		C32H22N6O6S2Na2	NH,	325 [M-2Na] <sup>2-</sup>	325	416, 234	
Acid Mazenta (Fuchsine S) (acid violet 19)	1877	585	H <sub>2</sub> N + C + S <sub>O<sub>3</sub>N<sub>0</sub></sub>	568 [M-Na] <sup>-</sup>	004	243	
		C20H17N3O9S3Na2	So,	284 [M-2Na] <sup>2-</sup>	284		



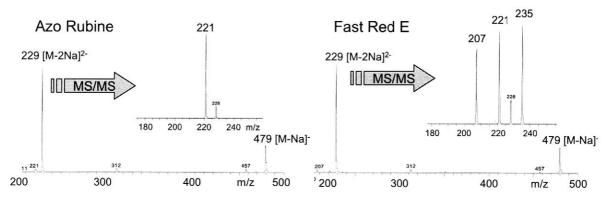


Figure 1. Typical results of MS and MS/MS analyses

### 文献

- 1) 佐々木良子・佐々木健, 考古学と自然科学(2009) 印刷中
- 2) 佐々木良子·佐々木健, 日本文化財科学会第 25 回大会研究発表要旨集 pp.116-117 (2008)

### レーザーアブレーション/ICP 質量分析法による本願寺鉄釘の材質

○ 平井昭司・渡辺 嘉・加藤将彦(東京都市大学)・坂下明子・磯部 健(JFE テクノリサーチ)

#### 1. はじめに

1998年(平成10年)から始まった本願寺御影堂の平成の大修復は、2009年(平成21年)3月に終了したが、2011年(平成23年)の宗祖親鸞聖人の750回大遠忌(だいおんき)に向けて本願寺築地塀及び御影堂門の修復工事が2006年(平成18年)から執り行われている。今回の築地塀及び御影堂門の主なる修復は、痛んだ屋根の工事である。その際、数多くの鉄釘が抜かれたので、その鉄釘の材質調査を行った。本発表では、材質調査のうち鉄釘の原材料の産地推定を行うに必要な鉄釘中に微量に含有するヒ素(As)とアンチモン(Sb)を定量するレーザーアブレーション/ICP質量分析法(LA/ICP・MS)の適応の可能性と得られた分析結果から、築地塀及び御影堂門に使用されていた鉄釘の原材料の産地推定を行うことを目的とした。

従来、鉄の原材料の産地推定を行うため、われわれは中性子放射化分析法(NAA)により As と Sb を定量し、これらの濃度比からその推定を行ってきた。しかし、NAA は、原子炉利用と制限された施設でのみしか分析できず、どこでも分析できる一般的な分析法にはなりえない。そのため、代替分析法の検討が必要になり、今回、NAA、LA/ICP・MS 及び原子吸光分析法(AAS)によりほぼ同一箇所の試料を分析し、比較検討を行った。ここで NAA と AAS は試料全体の分析値を提供するが、LA/ICP・MS は固体試料の局所的表面の分析値を提供する分析法である。

#### 2. 築地塀及び御影堂門の修復工事

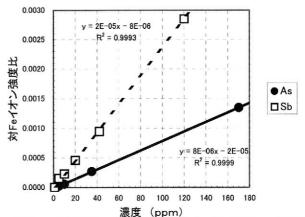
築地塀及び御影堂門の修復工事は、2006年(平成18年)から着工されているが、築地塀工事は時期により A 工区(平成18年度)、B 工区(平成20年度)、C 工区(平成19年度)、D 工区(平成20年度)に分けられている。特に、屋根の修理を行ったのは、御影堂門及び A・B・C 工区の築地塀である。御影堂門の竣工年は、1617年(元和3年)の大火災で多くの主要な建造物が焼失し、1645年(正保2年)に再建され、その後の修復も1810年(文化7年、550回大遠忌)、1861年(文久元年、600回大遠忌)、1911年(明治44年、650回大遠忌)、1960年(昭和35年、700回大遠忌)に行われているが、詳細は不明である。また、築地塀も1617年(元和3年)に消失したが、竣工年は不明である。A 工区の築地塀には、1795年(寛政7年)に改築あるいは修復した記録があるが、竣工年は不明である。B・C 工区築地塀は、1861年(文久元年)に修復しているが、その詳細は不明である。

#### 3. 分析した鉄釘

今回の屋根を中心とした工事において抜き取られた鉄釘の総重量は、御影堂門;約73kg、築地塀A工区;約26kg、B工区;約18kg、C工区;約60kgと合計約177kgである。1本の釘は、長さ5~6cm・重さ3~4g、長さ11~15cm・重さ15~60g、長さ16~20cm・重さ40~90gなどと複数の種類であり、このうちの鉄釘60点を分析試料とした。これらの鉄釘は、御影堂門では木口裏甲、布裏甲、野地板・野垂木、化粧垂木などに使用されていた。築地塀では、裏甲、茅負、野地板、垂木・桁などに使用されていた。分析においては、鉄釘を半分に切断し、切断面近傍の約50mgをNAAと原子吸光分析法(AAS)の試料とし、LA/ICP・MSはその反対の切断面を分析面とした。

### 4. レーザーアブレーション/ICP 質量分析法による鉄中のヒ素とアンチモンの検量線 鉄釘中の As と Sb を定量するために、濃度既知量の認証鉄鋼標準物質 (NIST SRM: 1768、1767、 1766、1765、1261a、1262b) を使用して検量線を作成した。

図 1 の縦軸は LA/ICP・MS により得ら れた As イオン測定強度(□)及び Sb イオ ン測定強度(●)をそれぞれ Fe イオン測 定強度で割った対 Fe イオン強度比を示し、 横軸は標準物質中のAs及びSb濃度(ppm) を示している。各点を結んだ各検量線(回 帰直線)の R<sup>2</sup>値(寄与率)は、0.999を超 え、非常によい直線性が成立し、鉄釘中の As とSb の定量に問題がないことが明らか となった。



LA/ICP・MS における As 及び Sb の検量線 図 1

(R2=0.840, R=0.916)

#### 5. LA/ICP・MS、NAA 及びNAA による鉄釘の分析比較

同一の鉄釘の As 及び Sb を LA/ICP・MS、NAA 及び NAA により分析した結果の回帰直線と R<sup>2</sup>値(R 値: 相関係数)を算出した。基準として NAA の値を横軸(x 軸)に、LA/ICP・MS ある いは AAS の値を縦軸 (y 軸) として回帰直線を求めた。As については、どちらの方法ともR値が 0.9 以上で相関が強いが、AAS との回帰直線の傾きが 1 に近い。一方、Sb については、NAA- $LA/ICP \cdot MS$  の間で R 値が 0.9 以上であったが、NAA-AAS では 0.83 と相関性が弱くなってい る。この原因としては、As 濃度が数 10ppm であるの対し、Sb 濃度は数 ppm と濃度レベルが低い ことによる。

(R2=0.894, R=0.946) [As] NAA-AAS: y=1.023x + 1.646(R2=0.837, R=0.915) NAA-LA/ICP · MS : y=0.833 x + 1.384NAA-AAS:[Sb] v=0.875 x + 0.185(R<sup>2</sup>=0.690, R=0.830) NAA-LA/ICP · MS : y=0.965 x-0.011

#### 6. 分析した鉄釘の原材料の産地推定

これまで本願寺御影堂に使われていた瓦用鉄釘及び裏甲用の鉄釘を分析し、これらは奥出雲の砂 鉄を原材料としたことが明らかとなった。この 31 点の分析結果から、As/Sb 濃度比は  $11\pm3$ ( $\sigma$ ) であった。今回、60本の鉄釘を3種類の方法で分析し、As/Sb 濃度比を求めた結果を図2に示す。 図中の一点鎖線は $1\sigma$  (68%) を、2 点鎖線は $2\sigma$  (95%) を示す線である。この領域内ある鉄釘 は、ある確率で瓦用鉄釘や裏甲用の鉄釘と同じ鉄原料の産地であり、領域外の鉄釘は別の産地の鉄 原料であるといえる。この結果、2σ以内では約80%の鉄釘の原材料が奥出雲産であった。

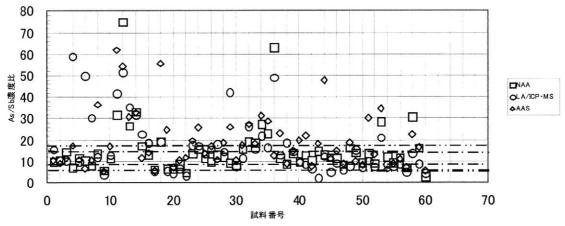


図2 3種類の分析法による鉄釘中の As/Sb 濃度比

## 二千年紀後半における エジプトおよびメソポタミアの銅着色ガラスの分析

○菊川 匡, 阿部善也, Kriengkamol Tantrakarn, 中井 泉(東理大)

#### 1. はじめに

ガラスの起源は紀元前 16 世紀頃のメソポタミアで、同 15 世紀以降はミタンニ王国を中心に北メソポタミアにおいて製造がさかんになり、同 15 世紀にエジプトに伝えられた。この時代、メソポタミアとエジプトは政略結婚を繰り返しており、ガラス製造技法などの交流があったとされる。当時一番よく製造されたガラスは青色及び水色のガラスであるが、着色剤である銅に加えて、スズとアンチモンが含まれる場合がある。スズは着色剤として青銅を用いた場合の成分に由来し、アンチモンはガラスの白濁剤として添加されていたとされる。本研究はこのスズとアンチモンに焦点を当て、古代エジプト・ガラスおよびメソポタミア・ガラスについて、分析を行うことにより両地域の比較と時代変遷について考察した。なお、分析ではスズやアンチモンの L 線はガラスに含まれるカリウムやカルシウムの K 線と重なるため,正確な分析が困難となる。しかし重金属であるスズ、アンチモンの K 線を分析するには、高エネルギーの励起光が必要となる。そこで本研究では、スズとアンチモンの K 線を効率よくかつ迅速に分析するために、高エネルギー放射光を用いた蛍光X線分析を行った。さらに、励起光の単色化機構により同種の装置として世界最高レベルの感度を有し、真空試料室とポリマーウインドウの検出器の採用によりナトリウムやマグネシウムが分析できるポータブル蛍光 X 線分析装置も併用した。

#### 2. 試料·装置

本研究に用いた試料は、古代エジプト美術館(渋谷)で所蔵されている水色および青色のガラスである。いずれも銅による着色で、古代エジプトおよびメソポタミア製で前 15 世紀-11 世紀のものと推定される。古代エジプトの 2 千年紀のガラス製造期間は以下の 3 つに区分され、ガラス製造技術がメソポタミアから最初に導入された初期ガラス期(前 1498—前 1386 年)、最盛期のマルカタ・アマルナ期(前 1386-1334 年)、衰退期があり再びラメセス 2 世が技術導入したといわれるラメセス朝期(前 1291—前 1070)とよばれる。メソポタミアのガラス試料は紀元前 15 世紀半ばから 14 世紀初期のものである。本研究ではこの各区分、各地域に対応した試料を選定した。

高エネルギー加速器研究機構内の PF -AR NW10A にて、古代エジプトの初期ガラス期の水色ガラス、マルカタ・アマルナ期の青色および水色ガラス、ラメセス朝期青色ガラス、およびメソポタミア・ガラス水色ガラスについて蛍光 X 線分析を行った。励起エネルギーは 42 keV、検出器として Ge-SSD を用いた。測定時間は 300 秒とした。

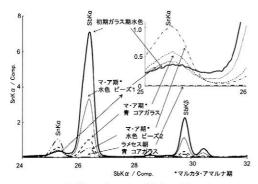
さらに、ポータブル蛍光X線装置 OURSTEX100FA II と OURSTEX100FA IV (OURSTEX 製)を用いた組成分析も行った。これらの装置は我々が装置メーカーと共同で開発したものであり、Pd 管球と SDD 検出器を備えている。測定管電圧は 40 kV とした。

#### 3. 結果·考察

(1) PF -AR NW10A における高エネルギー放射光蛍光 X 線分析

Fig.1 にエジプト・ガラス、Fig.2 にメソポタミア・ガラスの蛍光X線スペクトルをそれぞれ示す。まずアンチモンに着目する。この時代、白色ガラスの着色剤としてアンチモン酸カルシウムが用いられていたとされ、さらにこの化合物を白濁剤として青に添加して水色に変色させトルコ石の色を模したとされている。スペクトルを比較すると、エジプトのガラスではアンチモンが少なく、メソポタミアのガラスでは多いことがわかる。またエジプトの初期ガラス期にはアンチモンが比較的多く含まれており、メソポタミアからのガラス技術導入時にはメソポタミア・ガラスと成分にも近かったことが示された。マルカタ・アマルナ期のガラスでは少なく、ラメセス朝期の青色透明ガラスには含まれていない。

続いてスズに着目する。銅による着色の場合、この時代では銅を含む化合物として青銅が使われていたとされている。メソポタミアのガラス3点のうち2点は全くスズを含まず、1点にはごく微量含まれていた。スズがごく微量の場合には、青銅を着色剤としたのではなく、銅鉱物の原料にスズが微量に含まれていたものと考えられる。エジプトの初期ガラス期はスズを微量にしか含んでおらず、アンチモンの結



20 15 カボット型 0.5 25 26 28 28 28 30 32

Fig.1 エジプト・ガラスの蛍光X線スペクトル

Fig.2 メソポタミア・ガラスの蛍光X線スペクトル

果と同様、メソポタミアからのガラス技術導入時に成分が近かったことを示している。マルカタ・アマルナ期のガラスではスズが多く含まれ、青銅を添加していたことが推定される。ラメセス朝期の青色透明ガラスにはスズが全く含まれておらず、メソポタミアからのガラス技術の再導入の可能性を示唆している。

#### (2)ポータブル蛍光X線装置による分析

メソポタミアの青色ガラス 2 点を含む19点を分析し、アンチモンとスズで分類を試みた(Fig.3)。メソポタミア水色のグループではアンチモンが多く含まれ、スズがほとんど含まれない。エジプト初期ガラス期の水色はこのグループに近く、放射光で得られた結果と同様、メソポタミアからのガラス技術導入時に成分が近かったことを示している。エジプトのアマルナ・マルカタ期の水色はアンチモンが少なく、透明度が高いことがわかる。同期の青色はアンチモンがほとんど含まれないため透明に近く、スズが比較的多く含まれ青銅を用いた着色であったことが推定される。メソポタミアの青はアンチモンとスズ両方ほとんど含まれず、エジプトのラメセス朝の青はこのグループに近くガラス製造技術のメソポタミアからの再導入の可能性を示唆している。

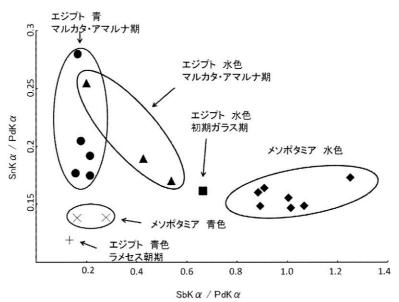


Fig.3 アンチモンとスズを用いた組成の特性化

#### 4. 結論・展望

今回、放射光および可搬型装置を用いた古代エジプトの蛍光 X 線分析により、アンチモンとスズを用いてエジプトとメソポタミアの地域的特性とエジプトの時代変遷について特徴づけることができ、両文明の交流を示唆する結果を得ることができた。今後は放射光を用いたさらなる分析を行い、時代や産地よる違いを明確化していきながら、考古学的知見をさらに深めていきたいと考えている。

### コバルト着色による紺色ガラス小玉の材質とその歴史的変遷

○田村朋美(元京都大学大学院), 大賀克彦(京都大学大学院), 肥塚隆保(奈良文化財研究所)

#### 1. はじめに

コバルト着色の紺色ガラス小玉は、弥生時代および古墳時代のガラス玉として最も普遍的に認められる。出土量が多いことから材質調査が進み、カリガラスおよび低アルミナタイプのソーダ石灰ガラスに存在することが知られている。一方、従来の研究における調査資料には時期的な偏りが大きく、特に紺色ソーダ石灰ガラスの日本への流入時期については明確ではない。また、これらのガラス玉の生産地についても不明な点が多い。本研究では、分析例の少ない弥生時代後期後半(2世紀)および古墳時代中期(5世紀)の資料に着目してガラス材質の調査を行った結果、従来の特徴とは異なった材質のガラス小玉を確認した。

#### 2. 資料と方法

本研究の対象とした資料は、静岡県に所在する弥生時代後期から古墳時代後期にかけての9遺跡 13遺構から出土した 350点の分析資料中、紺色ガラス小玉 196点である(表 1)。調査は観察および材質の非破壊測定によった。観察は実体顕微鏡下で行い、ガラス小玉の製作技法を明らかとすることを目的とした。材質調査は、オートラジオグラフィ法(AR法)によりカリガラスを判別したのち、蛍光 X線分析法による非破壊元素測定を行った。蛍光 X線分析法による表面の非破壊測定のみではガラス表面の風化が影響するため、材質についての判断が難しい資料も含まれるが、X0 法を併用することでこの問題を解決した。

#### 3. 結果と考察

顕微鏡観察の結果、ガラス玉の製作技法には様々なものが認められたが、本研究では最も一般的な引き伸ばし法によって製作された資料について検討した。材質については、AR 法および蛍光 X線分析法による測定の結果、3種類( $I\simIII$ )に大別された。タイプ I はカリガラスである。タイプ I は酸化アルミニウムの含有量が多く、酸化カルシウムの含有量が少ない高アルミナタイプのソーダ石灰ガラスである。タイプ II は低アルミナタイプの

ソーダ石灰ガラスである。タイプ I およびⅢ に関しては従来の分析例と相違は認められない。着色材に着目すると、従来の研究でも指摘されているように、酸化マンガンの含有量が多いタイプ (1.0-5.0%) (着色材 A) と少ないタイプ (0.1-0.5%) (着色材 B) の2種類に大別された(図 1)。タイプ I はいずれも着色材 A であったが、タイプ II およびⅢには着色材 A タイプ (以下 II A、ⅢA) と着色材 B タイプ (以下 II B、ⅢB) の2種類が確認された。

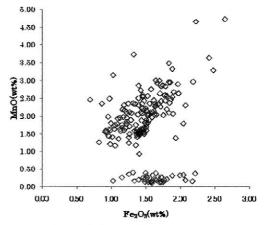


図1 非破壊測定による紺色ガラスの Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-MnO 量

このうち II A および II B は、今回の分析で初めて材質を確認した。従来、紺色のソーダ石灰ガラス小玉は「西方のガラス」といわれるタイプ III に限られていたが、「アジアのガラス」といわれるタイプ II に認められたことは注目される。また、II A は着色材がタイプ I と共通する点も重要な知見である。一方で、今回確認したコバルト着色のII A は、色調が異なる一般的なタイプ II と比較して、酸化アルミニウムの含有量が少ない(図2)。以上の特徴から、本研究で確認した II A は、従来か

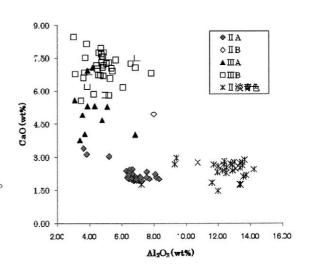


図 2 非破壊測定によるソーダ石灰ガラスの  $Al_2O_3$ -CaO 量

ら知られる紺色以外のタイプIIのガラス玉とは材質的に区別すべき新しい一群であると考えられる。また、IIBに関しては、一般的なタイプIIともIIAとも材質的に異なる値を示したが、分析例が1点のため、詳細な検討は今後の分析調査に期待したい。

次に出現時期についてまとめると、最も遡る弥生後期前半の資料はすべてタイプ I Aであった。一方、II A は弥生後期後半、III A は古墳中期前半、III B は古墳中期後半以降に確認される。以上の変遷過程は、今回取り上げなかった資料の様相とも基本的に整合する。ただし、III A の出現がさらに遡る可能性は否定できない。

以上のように、ガラス小玉の材質と着色材の関係については従来指摘されてきたよりも複雑な様相を呈するものと考えられた。それぞれの材質が生産地域の違いを反映しているとすると、本研究で明らかとなった紺色ガラス小玉の新たな材質の存在は、ガラス玉の生産地を判別する指標となることが期待される。また、本研究で確認したIIAと材質的な類似が認められる色調の異なるガラス小玉も存在する可能性がある。こうした課題についても、さらに検討を進めていく予定である。

表1 各遺構のガラス玉組成

遺構名	時期	年代	分析数	I	IΙΑ	IΙΒ	ШΑ	ШВ	その他
高尾向山 26 号方形周溝墓	弥生後期前半	1世紀	8	2					6
高尾向山 57 号方形周溝墓	弥生後期前半	1世紀	17	15					2
本村 SF07	弥生後期後半	2世紀	3	1	2				
釣瓶落 11 号墳	古墳前期後半	4世紀	37	30	1				6
源ヶ谷1号墳	古墳中期前半	5世紀前半	1				1		
源ヶ谷2号墳	古墳中期前半	5世紀前半	5	2					3
源ヶ谷3号墳	古墳中期前半	5世紀前半	33	1	31				1
源ヶ谷4号墳	古墳中期前半	5世紀前半	17	7	4		4		2
女池ヶ谷 25 号墳	古墳中期後半	5世紀後半	71	38			5	11	17
西/宮3号墳	古墳中期後半	5世紀後半	66	1	1		1	12	51
若作B4号墳	古墳後期前半	6世紀前半	6	3				1	2
本村A4号横穴	古墳後期後半	6世紀後半~	14	4				4	6
山脇2号横穴墓	古墳後期後半	6世紀後半~	72	3		1		10	58

### 北関東出土形象埴輪の黒色彩色材料及び技法

○伊藤 博之(和光金属技術研究所) 市橋 一郎(足利学校) 相川 之英(相川考古舘) 小泉好延(武蔵野文化財修復研究所)

#### 1. はじめに

関東地方出土の 5 世紀末から 6 世紀の形象埴輪には表面に彩色が施されたものがある。 それらの色合いは赤、白、黒色で、単独、あるいは組み合わせて用いられている。 赤色についてはこれまでに多数の研究があり、筆者等も文化財保存修復学会第 28 回大 会(2006年)において発表し、宮内庁書陵部紀要第 59 号(平成 20 年)に論文として 発刊されている。

本研究は形象埴輪の黒色彩色材料、及び彩色技法について究明したものである。 これまで形象埴輪の黒色彩色材料や彩色技法つい研究された論文は無い。1~2の発掘 報告書が彩色材料について触れているが、分析方法も不明であり、その論拠も示され ておらず、はっきりとした結論は得られていない。

形象埴輪の黒色部は以下の種類が考えられる。

- (1) 人工的な黒色彩色
- (2) 赤色材のべんがらが炉内の還元雰囲気により黒色に発色したもの
- (3) 焼成時に偶然黒色に発色したもの
- (4) 埋蔵環境により菌類の生成により、黒色に発色したもの

本研究においては、人工彩色と自然発色とを区別するために(1)の資料を用いた。これらの資料の多くは区画線の溝により彩色部が決められている。黒色材料や技法が解明された後は、区画の無い平面状ではあるが、人工彩色と思われる資料の分析も行った。

#### 2. 分析方法

- (1) 実体顕微鏡、高倍率光学顕微鏡による非破壊での表面観察
- (2) エネルギー分散型蛍光 X 線分析器による元素組成分析

#### 3. 分析資料

群馬県:相川考古舘蔵埴輪6点。かみつけの里博物館蔵埴輪2点

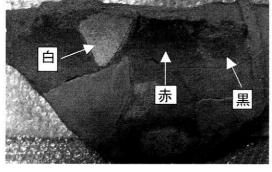
栃木県:足利市教育委員会蔵埴輪2点、 芳賀町教育委員会蔵埴輪1点

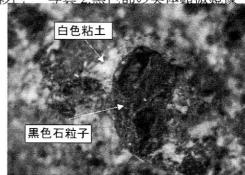
上三川町教育委員会蔵埴輪6点

埼玉県:熊谷市立江南文化財センター蔵埴輪2点

#### 4. 結果

(1) 写真 1.足利宮崎古墳出土埴輪 赤白黒で彩色 写真 2.黒色部の実体顕微鏡像



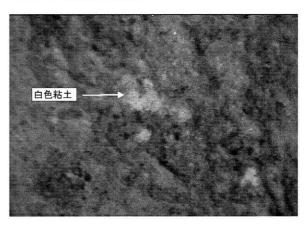


足利市宮崎古墳出土の埴輪は赤、白、黒色で彩色されている。各部は溝線により区画され、ほぼ三角形をなし、内部は平行な直線の溝が全面に引かれている。黒色部は最も残存状態が悪い。写真 2 は黒色部の 60 倍の実体顕微鏡像である。赤い胎土に白色粘土を塗り、その上に微粉末から 1mm 程度の大きさの黒色岩石粒子が一面に乗っている。これらの微小な石粒子を高倍率顕微鏡で観察すると、一部熔解し発泡しているものも観察された。彩色されてから焼成されたものである。なを、写真 2 に観られる大きな石粒子は蛍光 X 線分析を行ったので、結果を後で記す。

# (2)上三川町西赤堀狐塚古墳出土埴輪写真3.馬具(鞍)



写真 4. 実体顕微鏡像 ×60



馬具の鞍である。黒色のみで彩色されている。外縁部は彩色されていない。彩色部には多数の線模様が施されている。写真4の顕微鏡像を見ると、黒色部の下部には薄い白色粘土層がある。黒色部は微細な黒色石粉末の中に大きな石粒が見られる。黒色部には多数のブローホールも存在する。胎土に白色粘土を塗り、その上に微細な黒色石粒子により彩色され、焼成されたものである。

(3) 足利市宮先古墳出土埴輪の黒色部の巨大粒子の蛍光 X 線分析結果(W%) Si:78.8, Fe:7.2, K:6.7, S:5.3, Ti:1.3, Ca:0.3, 上記の数値は主成分のデータであり、一般的な岩石の組成である。Mn に留意したが、検出限界以下であった。

#### 5. 結論

北関東三県、19点の黒彩色埴輪を調査した。色材は全て黒色岩石を微粉末状に砕いたものであった。顕微鏡観察では微粉末状部には多数のブローホールが噴火口状に存在し、大きな粒子では部分的に熔解し、白く泡立っているものが観察された。よって、黒色岩石粉末を胎土に塗り付けてから焼成したものである。

黒色岩石粉末の塗り付け方法には二通りあり、胎土に白色粘土を塗り、その上に黒色岩石粒子を貼り付ける方法と胎土上に直接黒色岩石粒子を塗布する方法とであった。全ての黒色彩色埴輪が同一材料、技法で彩色されており、他の材料、技法によるものは一点も見出されなかった。

最後に研究に御協力頂いた多くの教育委員会の各位に御礼申し上げます。

### 大鍛冶の炉内反応と実験的再現操業に関する研究

○齋藤 努(国立歴史民俗博物館)、坂本 稔 (同)、 伊達元成(総合研究大学院大学)、高塚秀治(国立歴史民俗博物館)

#### 1. はじめに

大鍛冶とは、わが国の近世から明治初期における製鉄の工程の中で行われた精錬 (refining) 技術の一つであり、特に銑押法において、生成した銑鉄の中の炭素を大幅に減少させて庖丁鉄(軟鉄)を作るための技法である。製錬(smelting)技術としてのたたら吹きや精錬技術のうちの卸金が現在も継承されているのに対し、大鍛冶はわずか2篇の文献上の記録(山田、1918;俵、1933)は残っているものの技術の伝承が途絶えており、現在ではその実態がわからなくなっている。

われわれは大鍛冶を実験的に再現することを目的として予備実験を重ね、炉内反応などの実態を明らかにし、本大会や「考古学と自然科学」誌で報告してきた。これらの結果をふまえ、砂鉄を使用したたら吹き製鉄法によって作られた銑鉄を原料として大鍛冶の実験的再現操業を行い、銑鉄から低炭素の鉄を作ることに成功したので、炉内反応の詳細を含む一連の考察結果と、本操業の経過を総合して報告する。

#### 2. 大鍛冶の概要と炉内反応

山田(1918)、俵(1933)の両報告に共通する大鍛冶の基本的な工程は、わずかに傾斜した炉床上で、羽口(送風口)の前に原料の銑鉄をアーチ形に積み重ねた(図1)上を小炭で覆い、送風・加熱してアーチ形の内面から漸次銑鉄を熔融させると、それが少しずつ滴下し高温の酸化炎にふれることによって鉄の脱炭がおきる、というものである。ここで、加熱の際に全操業時間の約半分が予備加熱にあてられていることの意味と、熔融滴下した銑鉄の脱炭反応が炉内のどの箇所でどのようにして起こっているのかが問題であった。テストピースなどを使った実験の結果、前者については、原料全体の温度をあらかじめ高め、その後できるだけすみやかに熔融の起こる温度まで到達させることが目的であり、この段階で原料の固体表層部に脱炭層ができるとそこだけ融点が高くなってしまい、温度を上げても熔融せずに「抜け殻」のようになって残存してしまうため、それの起きない温度(800℃以下)で予備加熱する必要のあることがわかった。後者については、ポタポタと滴

下していく途中ではなく、炉床に落ちたのちに羽口からの風を受けることで脱炭するため、羽口の角度と方向が重要であること、また一度に大量の熔融が起こらないようにするために、炉内の反応進行状況を逐次観察しつつ送風量と温度の微妙な制御を行う必要のあることが明らかとなった。

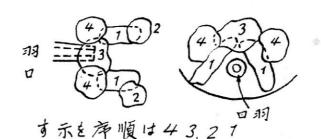


図1 原料の配置方法(俵、1933)

#### 3. 実験的再現操業について

耐火レンガを組んで 70cm×70cm の炉を作り、中央部にタテ 46cm×ヨコ 23cm の長方形の 凹みをあけて耐火モルタルで底部形状を整え、その上に木灰をしきつめて炉床とした。羽 口の傾斜角度は 18 度とし、その前部に、原料として日本美術刀剣保存協会が操業するたた ら吹き製鉄において生成した銑鉄 (C: 2.5-3.5%) 5.6kg をアーチ状に組んだ。

操業にあたっては、 送風機とマスフロック, HFM-301)で送風量と記録を行い、 整と記録を行き熱温度が 素外線による熱温度外 大のPTIK、Vario THERMO head)によって原料内壁 面の温度をモニタト内壁 温度の測定結果を図2 に示す。

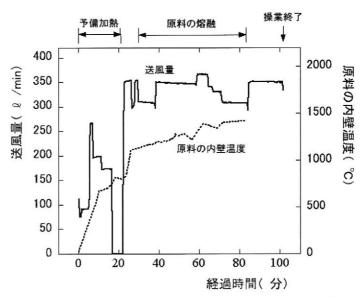


図2 実験的再現操業における送風量と原料の内壁温度

炉床にできた生成物(5.4kg)は、断面をダイヤモンド研磨し、ナイタールでエッチングしてEPMA(日本電子,JXA-8200)による金属組織の観察を行い、各部の炭素濃度を推定した。図 3 に生成物縦断面の炭素濃度分布を示す。局所的に炭素濃度が高く 1% 前後になっている箇所もあるが、大部分は  $<0.1\%\sim0.3\%$ 程度ときわめて脱炭が進んでおり、文献(山田、1918;俵、1933)にあるものとほぼ同様の生成物を得ることができた。

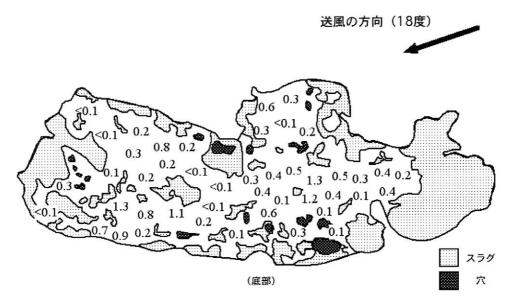


図3 実験的再現操業における生成物縦断面の炭素濃度分布(%)

### 奈良時代の乾漆像に用いられた木屎(こくそ)技法の復原

○岡田文男(京都造形芸術大学) 山崎隆之(奈良大学)

#### 1. はじめに

奈良時代には興福寺十大弟子像、同寺八部衆像、東大寺法華堂不空羂索観音立像、唐招提寺盧舎那仏坐像などをはじめとする脱活乾漆像が数多く造られた。この脱活乾漆像は、麻布を芯にした内部が空洞のもので、塑土で原型を造り、これに麻布を貼り重ね、中の塑土を除去して造る。布の表面には木粉を漆で練り合わせた木屎という塑形材を付け、布目を整えるとともに、塑形も行う。乾漆の名称は明治時代からのもので、天平時代には「塞」「即」「則」などと呼ばれていた。この技法は平安時代以降には継承されなかったことも知られている。

乾漆像の木屎は木粉を漆等の膠着剤で練ったもので、現在はヒノキの鋸屑と生漆に小麦粉を混ぜた麦漆を用いる。これは色も黒く、質感も奈良時代の木屎とは異なる。一説に、当時は麦漆でなく、タブ粉の糊を用いたといわれる。これはタブノキの樹皮の粉末を湯で練ったもので、線香を固める糊として使われる。試作してみると、色は奈良時代の木屎に近いが、接着力が弱く、塑形しにくい。また強度も低いため、破損しやすい。

演者等はこのたび、唐招提寺盧舎那仏坐像の修理に伴い、乾漆像の材質・技法調査を行う機会をいただいた。以下、その調査結果と、それをもとに試みた天平時代の乾漆像(興福寺阿修羅像)の復原ついて報告する。

#### 2. 唐招提寺盧舎那仏坐像の途膜調査と結果

奈良県の唐招提寺は唐から正式な戒律を伝えるために来朝した鑑真が天平勝宝 3 年に開いた私寺である。平成 12 年より始まった同寺金堂の平成大修理に際し、堂内にある三尊の修理も並行して行われた。演者の一人である岡田は乾漆像の修理時に生じた原位置不明の微小片について材質調査を行う機会を戴いた。調査にあたり、乾漆の微小片をエポキシ樹脂に包埋して断面を研磨し、厚さ約  $15\,\mu$  m の薄片に仕上げ、顕微鏡観察した。

その結果、乾漆像の基層である布層の直上の木屎層に、針葉樹材と広葉樹材を約  $100\,\mu$  m の粉末にした混合物が認められた。この膠着剤は鏡下で黄褐色を呈している。木屎層の上には瓦や土器を砕いて混和したとみられる下地層があり、その上に当時、掃墨と呼ばれた油煙類を混和した漆層とその表層に透明な漆層が認められた。木屎層の膠着剤は最表層の漆と同様に黄褐色の色調を呈しており、素材は漆と見られる。この木屎層には広葉樹材の粉末中に、植物が作り出した方解石と見られる結晶が認められた。方解石を作りだす植物としては、クワ、ニレ属が知られており、木屎にはそのいずれかを用いたものと推測された。

#### 3. 調査結果をもとにした木屎による乾漆像の復原

木屎層に認められた広葉樹材の粉末のうち、ニレ属は関西地方ではハルニレがみられる。ニレは奈良時代に紙漉きの練りとして利用されたように、粘性があることが知られている。クワの樹皮に粘性はない。そこで、演者のもう一人である山崎は、ニレの樹皮を用いた木屎の復原を試みた。その結果、ニレ粉に水を加えた糊に生漆を直接混ぜたところ、両者は何の違和感もなく同化し、表 1 に示すようにニレ(5)、水(8)、漆(2~3)、木粉(ヒノキの枯れた葉や枯れ枝を砕いた木粉、1~2)の割合で配合すると最も作業性が良く、竹ベラで塑形してみると、適度の弾力性が得られて実に扱いやすいものであった。ただし、意外と乾燥が速く、作業性にやや難点があることもわかった。

#### 4. まとめ

唐招提寺の乾漆像の微細な断片からニレの樹皮起源とみられる粉末が発見されたことで、奈良時代の木屎の解明に新局面が拓かれた。ニレの樹皮に粘性があり、それが奈良時代に食料の一種として用いられていたことは『万葉集』等によって知られていた。木屎の試作実験の結果、その粘着性は想像以上に高く、接着力もあることが判明した。ニレの樹皮を粉末にしたもの(ニレ粉)は水と混ぜただけでタブ粉によるものよりはるかに強い粘着力が得られる。しかし、それだけでは奈良時代の木屎と同等の強度はなく、漆を補う必要があった。以上により、ニレ木屎こそは奈良時代の木屎に最も近い材料であることは間違いない。今後さらに実験を重ね、作業性の改善を図りたい。



写真 1 唐招提寺盧舎那仏坐像



写真 2 盧舎那仏坐像の微小片



写真3 塗膜断面の構造

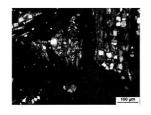


写真4 木屎の偏光顕微鏡写真

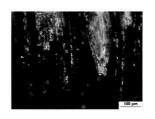


写真5 ハルニレの樹皮中の結晶



写真 6 模刻阿修羅像

表1 ハルニレの樹皮を用いた木屎の配合比実験

	ニレ	水	漆	木粉	小麦粉	備考
現代の漆木屎	_		3	1	1	通常の麦漆を使った木屎。硬く黒い。
ニレ木屎の最適例	5	8	2~3	1~2	_	ヘラ付けが容易で、強度もある。
ニレ木屎試作	5	6	2	1	_	固化。ややまとまりにくい。
1						
ニレ木屎試作	5	8	1	_	. <del></del>	固化。強度に欠ける。
2						
ニレ木屎試作	5	8	3		_	固化。扱い易く、強度もある。
3						
ニレ木屎試作	5	9	2		_	固化。扱い易い。
4						

# 近世建造物飾り金具の材質分析と製作技法の研究

○西山要一(奈良大学) 早川泰弘(東京文化財研究所) 久保智康(京都国立博物館) 朝日美砂子(名古屋城)春日井道彦(文化財建造物保存技術協会)

#### 1 はじめに

文化財の材質の科学分析は、文化財がどのような技術で、いつ制作され、どのように使われたのか、その謎を解くための有効な手段である。

今回、行った名古屋城本丸御殿の金具の分析には、非破壊分析であることの原則を守りつつ、移動可能で長さ 70cm までの資料は据置型の蛍光 X 線分析装置、移動が不可能で大きな資料はポータブル蛍光 X 線分析装置を使用した。

名古屋城本丸御殿の金具等は、金工職人の技術水準の高さ、素晴らしい芸術感覚を示す、江戸時代の金工芸術の最高峰というべき作品である。

#### 2 分析装置等の概要

据置型装置:エネルギー分散型微小部蛍光 X 線分析機 Eagle XXL-NR(EDAX Japan 製)

ターゲット: クロム(Cr)、X線強度: 20~30kV・500~600 μA、分析範囲: 100 ミクロン

分析時間:100秒、真空雰囲気

ポータブル型装置:ポータブル蛍光 X線分析装置 SEA200 (セイコーインスツルメント製)

ターゲット: Rh(ロジウム)、X線強度: 50kV・100 μ A、分析範囲: 直径 2mm

分析時間:180~300秒、大気環境下

なお、測定元素はナトリウム(Na)より重い元素である。

#### 3 名古屋城本丸御殿の金具の分析

#### (1) 襖引手金具

91·257 は極めて純度の高い銅を使っている。手掛、菊座、縁座の表面は金色に仕上げられていて、金鍍金であることがわかる。縁座の花文背景の黒色部分からは硫黄が検出され墨差であることがわかる。

42-129 は極めて純度の高い銅地金で作られている。手掛と縁座の表面および菊座の表面からは硫黄が少量検出されている。硫黄を使った黒色仕上げが行われている。

39-209 の素材は極めて純度の高い銅である。手掛の表面と縁座からは金が検出さ、金鍍金である。縁座の葵と四葉花の黒色部分からは硫黄が検出され墨入であることがわかる。菊座Bの表面からは銀と水銀が検出され、銀鍍金がなされている。

菊座Aの表面の花弁は七宝技法により飾られ、緑と濃緑で交互に彩られ、その成分は鉛 20%前後を含むアルカリ石灰ガラスである。銅が緑色の発色剤として使われている。



引手(91-257)



引手(42-129)



引手(39-209)

#### (2) 打掛金具 U形

183·1 の素材は極めて純度の高い銅である。手掛、座金の表面、根壺のリングからは金が検出され金鍍金であること、座金表面の花文の背景の黒色部からは硫黄が検出され墨差であることを示している。183·2 は、手掛、座金、根壺、根壺のリングのいずれからも銅と亜鉛が検出され真鍮であることが分かる。金鍍金はなされていない。両者は同形同大であるが素材が異なる。

#### (3) 名古屋城本丸御殿・釘隠し

素材は高純度の銅である。表面の葵、四葉、魚々子の金色部分から金が検出され金鍍金であることがわかり、また、黒色部分からは硫黄が検出され、墨差であることも確認された。







打掛金具U型(183·1)

打掛金具U形(183·2)

釘隠し

#### (4) 建具金具・七宝付(81-240)

四花弁形の花芯周囲の濃緑色部分からは、少量の銅と比較的多量の鉛が検出され、薄緑色部分からは少量の銅と錫、そして比較的多量の鉛が検出されている。ともに鉛を含むアルカリ石灰ガラスの七宝技法による装飾であるが、薄緑色部分にのみ存在する少量の錫が濃緑と薄緑の色調差を生じさせるのであろうか。

#### 4 まとめ

名古屋城本丸御殿の金具の組成分析は、本丸御殿の再建工事に使用する金具の製作に当たって 江戸時代の素材と製作技術を同じくするために行なったものである。地金は高純度の銅を使い、 鏨彫りや魚々子打ちで施文し、金鍍金・銀鍍金・墨差・七宝などさまざまな技法で華やかに飾る。 同形・同大の打掛金具が銅製金鍍金と真鍮製があり、後者は修理の際のものであろうか。

これらの材質・技法は、二条城の釘隠や曼殊院の釘隠とも共通する。

二条城二の丸御殿黒書院・金銅花熨斗桐鳳凰文釘隠は、地金は高純度の銅で、熨斗桐文葉、牡丹文、牡丹文葉、熨斗からは金と水銀を検出し、銅に金鍍金をしていること、牡丹文背景からは銀と水銀が検出され、銀鍍金していること、黒い部分は銅のみが検出され、鍍金せずに墨差しのみを行なっている。曼殊院小書院・七宝富士形釘隠は、地金は高純度の銅、富士山からは銅・銀・水銀が検出され銅地銀鍍金、青い雲は鉛を多く含むアルカリ石灰ガラスの七宝である。

今後、さらに多くの資料を分析してデータ例を増やし、文化財科学のさまざまな手法を使って 近世の優れた金工技術を研究する所存である。



二条城二の丸御殿黒書院・釘隠



曼殊院小書院・釘隠

# 土器焼成温度の意味: 稲作農耕民の覆い型野焼き民族誌における焼成温度の分析

○小林正史(北陸学院大学),鐘ヶ江賢二(鹿児島国際大学)、 棟上俊二(福岡教育大学)、上原誠一郎(九州大学理学部)

**目的と方法**: 本稿の目的は、弥生土器・土師器の覆い型野焼きの具体的方法の復元を念頭にお いて、焼成温度の意味を検討することである。東北タイ、北タイ、雲南タイ族の計6村における焼成 温度データ48例を対象として、覆い型野焼きの構造と焼成温度との結びつきを検討する。覆い型野 焼きの焼成温度はColeParmer社の熱伝対デジタル温度計を用いて測定した。同じ野焼きでも地点によ り焼成温度経過の違いが大きいことから、複数の箇所(風上と風下)で測定するように心がけた。 **覆い型野焼きの類型化**: 稲作農耕民の覆い型野焼きの構造は、覆いの密閉度と「土器1個あたりの 燃料(薪・竹・ワラ)重量」の組み合わせにより類型化できる。覆いの密閉度は、「ワラのみで被覆 材がない低密閉型」→「灰や泥で覆う高密閉型」の順に密閉度が高まる。土器1個当たりの燃料重量 は、燃料多用型(1個当たり4kg以上が主体)のモー村、燃料中間型(2~4kgが主体)のモンカ オケオ・ドンチック村・マントウ村・曼乍村、燃料節約型(2kg未満が主体)のハンケオ、に区分 できる。以上より低密閉・燃料多用型のモー村、低密閉・燃料中間型のドンチック・曼作村、高密 閉・燃料節約型のハンケオ、高密閉・燃料中間/多量型のモンカオケオ・曼斗村、に類型化される。 土器の焼き締り具合(硬度)は、蔓斗村→モンカオケオ村 MKK→モー村 Maw・ドンチック村 DC・曼乍村→ハンケオ村 HK、の順に低下する。よって、高密閉型の中では、燃料節約型のハンケ オが最も焼き締り度が低く、燃料中間・多用型のモンカオケオ村が次き、泥窯による超高密閉で燃料 中間型の曼斗村が最も高い(須恵器と同程度)。一方、低密閉型の3村では、明瞭な硬度の違いはな い。最後に、燃料中間型の4村の中では、覆いの密閉度に応じて、すなわち、低密閉のドンチック 村・曼乍村→高密閉のモンカオケオ村→超高密閉の曼斗村、の順に焼き締り具合が高まる。

**最高温度(図1)**: 薪節約型のハンケオを除き、670~950度の範囲に大多数が収まる。ハンケオのみ670度以下(500度以上)の例が半数近く含まれる。複数の測定を行ったタイの諸村では、いずれも最高温度のばらつきが大きいが、燃料の量との相関はみられない。研究抄史で示されたように、最高温度よりも以下の2属性の方が野焼き類型(特に覆いの密閉度)との相関度が高い。

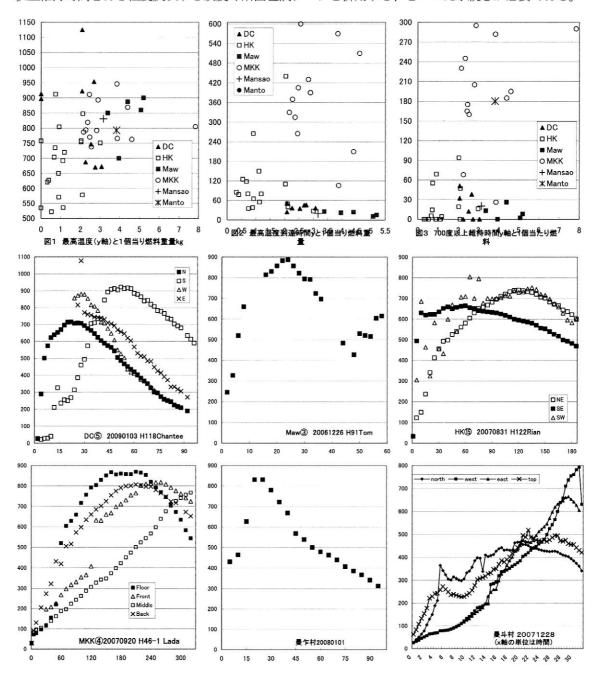
最高温度到達時間(図2): 低密閉型のモー村・曼乍村(30分未満)→低密閉型のドンチック村(30~60分)→高密閉・燃料節約型のハンケオ(30分~3時間が主体)→高密閉・燃料中間/多用型のモンカオケオ(4~10時間が主体)→超高密閉型の曼斗(30時間以上)の順に最高温度到達時間が長くなる。低密閉型の3村において、燃料中間型のドンチック村の方が燃料多用型のモー村よりも最高温度到達時間が長いのは、ドンチック村では風上から風下へと順次点火していくため、最高温度地点が風下に近いほど実際の薪着火時期が遅れるためである。よって、ドンチック村でも、各地点で薪が実際に着火してから最高温度に達するまでの時間は30分以内の場合が多い。最高温度到達時間は、燃料の量よりも覆いの密閉度とより強い相関を示す。低密閉型の3村では燃料中間型のドンチック村・曼乍村と燃料多用型のモー村の間に最高温度到達時間の違いはない。さらに、各村内でも「燃料が多いほど最高温度到達時間が長い」という傾向はみられない。

700 度以上維持時間(図3): 高密閉・燃料中間型のモンカオケオ村・曼斗村では2.5~6時間と長めなのに対し、燃料節約型のハンケオと低密閉型のモー村・ドンチック村・曼乍村では大多数が1時間未満である。なお、ハンケオとドンチックでは最高温度が700度以下のため「維持時間0」の例が半数以上を占め、燃料多用型のドンチック村でも一定数存在する。このように、700度以上維持時間は、最高温度が700度未満(ハンケオやドンチックに存在)と低めの例も考慮されることから、焼成温度属性の中では最高温度維持時間と並んで野焼き類型の違いをもっとも反映しやすいといえる。

結論: 燃料の量と焼成温度の相関度は覆いの密閉度が高いほど強まる。すなわち、高密閉度型の中では燃料中間/多用型のモンカオケオと曼斗の方が燃料節約型のハンケオよりも700度以上維持時間と最高温度到達時間が長めで、最高温度でも「燃料節約型の方が700度以下の頻度が高い」という違いがあるのに対し、低密閉型では最高温度到達時間、700度以上維持時間、焼成温度のいずれも燃料の量と相関を示さない。本稿の分析資料では「低密閉・薪節約型」が含まれていないが、これに

該当するフィリピン・カリンガ族の2村では、最高温度650~750度程度、最高温度到達時間15~25分程度、700度以上維持時間10分未満であり、ドンチック村・モー村・曼乍村と比べて全体として低め・短めだが、重複範囲もが大きい。「覆いの密閉度が低いほど焼成温度と野焼き類型の関連が弱まる」のは、密閉度が低いほど風の影響を受けて温度条件が多様に変化するためである。

以上より、弥生土器・土師器の焼成温度(最高温度)データから覆い型野焼きの方法を推定する際には、①密閉度が高めの野焼きの中での燃料の量の指標として用いる、②最高温度到達時間や700度以上維持時間をある程度反映する硬度や断面色調データと併用する、といった手続きが必要である。



### 韓国釜山福泉洞古墳出土縦長板甲の装飾について

副泉洞

立慶州博物館 1996

ー福泉洞 69 号出土縦長板甲付着有機物の同定からみた側頸板の復元ー

安星姫\*、趙知慧\*、西山要一\*\*、倉賀野健\*\*、○林志暎\*\*\* \*韓国国立釜山大学校博物館、\*\*奈良大学、\*\*\*韓国國家記綠院海外調查委員

#### 1. はじめに

今回の発表は韓国釜山市所在の福泉 洞古墳群 69 号出土縦長板甲に付着し た有機物の同定に関する報告である。 韓半島東南部の新羅と加耶地域を中心 に製作された縦長板甲は、縦に長い長 方形の板を釘結技法で固定したもので 38号(李賢珠2008より) 頸甲と側頸板、また、時期が下ると蕨 手文や鳥形などの装飾を特徴とする。 さらに、首を保護する側頸板と頸甲の 最上部には、覆輪の鉄板の間に有機物 が密に詰まっており、それを鳥の羽と みて武具の鳥飾と解釈する発表もされ

福泉洞古墳群 69 号出土縦長板甲は、 表面形状から鳥の羽の付着が胴内部にみ、慶州九政洞3柳国 覆輪部付着の有機物に関す

る分析や同定は未着手である。そこで、 縦長板甲の出土例が最も多い福泉洞古墳群出土遺物 を中心に調査を行うとともに、文献や壁画古墳の絵 画を調べ、さらにまた、縦長板甲と同時代の貝塚出 土資料から想定される鳥の種類を絞り込むことによ って、現生の鳥の羽と有機物の微細構造を電子顕微 鏡で比較しながら同定を試みた。

#### 2. 縦長板甲とは

新羅と加耶地域を中心に製作される縦に長い長方 形の地板を用いた板甲である。頸甲と側頸板が付属す特徴 があり、4世紀後半になると蕨手文や鳥形などの装飾的要 素も加わる。また、各々の規模や板裁断の不規則性、修理 痕なども特徴と言える。

出土例-縦長板甲は福泉洞10・11号からの出土例がその 第一号で、もっとも出土例が多いのも福泉洞古墳群で現在 19点に至る。その他、蔚山中山里 1A75 号、慶州九政洞 3 槨、 金海大成洞 2.57 号、良洞 78 号、伝退來里出土品がある。

#### 3. 有機物付着の例

1)縦長板冑 内部-東來福泉洞 86 号

2)縦長板甲 内部-東來福泉洞 69b 号

3)板甲襟板·側頸板-東來福泉洞 57b·71·69b·10·86 号、 良洞 78:167 号、退來里

57号(釜山大学博物館 1996より) 10号(釜山大学博物館 1983より)



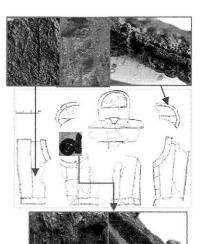
副泉洞古墳

金海大成洞 57 号 (李賢珠 2008 より)



金海良洞 78号

縦長板甲の類例



福泉洞86号

副泉洞 69 号墳出土縦長板甲 b

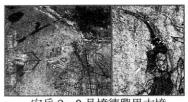
\* 東來福泉洞 86 号(韓国福泉洞古墳博物館調査分)の例をみると、覆輪の間に挟み固定するだ けでなく、糸のようなものを中心に折り返したり、0.3mm 間隔で東ねたりしている。

#### 4. 羽根の使用例

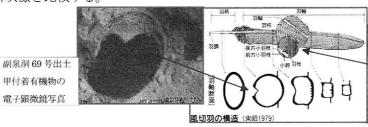
\*文献から \*壁画古墳から \*日本での出土例

## 5. 同定

1)電子顕微鏡を用いて福泉洞 69 号出土付着有機物を観察; 試料表面と断面の電子顕微鏡映像から形や大きさ、形態的確認し、羽のどの部位に当たるかを確認。鳥の同定は現生資料映像と比較する。

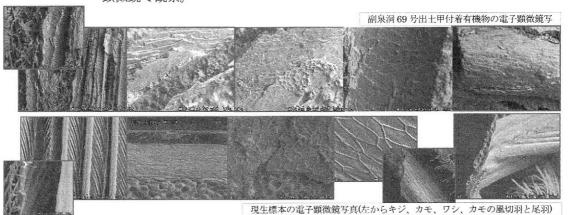


安岳 2・3 号墳徳興里古墳 (韓国文化財管理局 1987 より)



#### 2)現生鳥の羽との比較

;韓国の三国時代貝塚から出土した鳥や文献に登場する種類を中心に比較を行った。 カモ、ニワトリ、クジャク、キジ、サギ、スズメの尾羽と風切羽を収集し表面と断面を電子 顕微鏡で観察。



#### 6. 同定結果

- ・韓国釜山東來福泉洞 69 号出土縦長板甲の襟板や側頸板に付着した有機物では、鳥の羽の羽柄、羽枝と小羽枝の形状が観察されることから、真羽を装飾したものであり、一方の縦長板甲の内部に付着した鳥の羽は総長 3~5cm で綿羽、或は半綿羽であると推定できる。しかし、鳥種の同定にまで至ることはできなかった。
- ・襟板や側頸板に付着した真羽の装飾物は、福泉洞86号の例からみて覆輪との間に挟み固定しただけでなく、直径15mmの糸のようなものを中心に折り返したり、3mm間隔で束ねるなど、羽を編んだ上で挟み、固定したことが確認できた。
- ・有機物の残存状態から、安岳3号墳や雙楹塚にみる束のような状態で装飾したものと思われる。
- ・今後の課題として、各々の鳥の羽の特徴を知るべく、体羽や綿羽の比較も進めていきたい。
- ・福泉洞 69 号縦長板甲の体内部や冑付着の羽、および小羽枝先端部の節の観察から鳥種の同定を 試みる。
- ・また、羽根の編み方など羽装飾の技法を民族事例と比べ確認する。
- ・日本では主に冑の三尾鉄に鳥の羽が使われているとされるが、百舌鳥大塚山古墳の例などから 甲の装飾に羽を使用した可能性もあり、このような事例を調べることで、韓国東南部地域で主に 確認できる甲冑の羽装飾との関連性を検討したい。

謝辞 今回、羽根の収集にあたり大阪府文化財センターの山口誠治先生、大阪府自然史博物館和田岳様、韓国ソウル市庁 金大般様をはじめ多くの方々の協力を得た。また、大塚山古墳の事例を紹介いただいた奈良大学大学院植村明男君、調査 中の試料の紹介を許可していただいた韓国福泉洞博物館河仁秀館長にこの場を借りて厚く御礼を申し上げたい。

# 江戸の墓地遺跡出土木棺用材から推定する近世の木材利用史

○鈴木伸哉(早稲田大学人間科学学術院),能城修一(森林総合研究所)

#### 研究の背景と目的

17世紀はじめの江戸幕府による江戸城およびその城下町の建設には大量の木材が必要となり、幕府はこれを木曽川・天竜川流域をはじめとした全国の天然林から調達したことが知られている(所,1980)。こうした都市建設と、それに引き続く都市人口の増加や度重なる火災などにより、近世の森林資源は全国的な枯渇の状況に陥ったと推定されている。また、幕藩体制を支えた身分制度や階層差が木材利用にどのような影響を与えたかが問題とされるが、そうした観点にたった出土木製品の材質に関する調査・研究はわずかであった。

こうしたなか、本研究は、東京都内の4つの墓地遺跡から出土した、江戸時代初期から幕末にかけて形成された円形木棺(上面観が円形で、結桶形の構造をなす座棺)と方形木棺(上面観が正方形または長方形で、箱形の構造をなす座棺または寝棺)を主体とする一般都市住民層の木製埋葬施設の構築材およそ2,700点の樹種同定と形態の観察に基づき、近世の江戸における木材利用の変遷と森林資源や身分・階層差との関わりについて検討した。

## 調査対象と結果

# [ 東京都中央区八丁堀三丁目遺跡 II ]

日蓮宗朗惺寺の墓域に比定される 17世紀前半を主体とする円形木棺・桶製骨蔵器 484 基と方形木棺 41 基の部材、1395 点の樹種を同定した。円形木棺・桶製骨蔵器にはサワラを中心とした材が用いられていた。方形木棺にはスギやヒノキ、サワラなどの材が用いられており、使用される樹種にばらつきがあることから転用棺である可能性が高い。円形木棺の各部材は時期が下るにつれて薄くなる傾向にあり、とくにサワラ製とヒノキ製の部材に著しかった。

#### [文京区護国寺門前町遺跡]

日蓮宗妙傳寺の墓域に比定される 17 世紀後半を主体とする円形木棺と方形木棺の部材 164 点の樹種を同定した。円形木棺はヒノキとアスナロが大半を占め、サワラがこれに次いだ。

#### [ 東京都新宿区崇源寺・正見寺跡 ]

17世紀後半~19世紀前半を主体とする2つの寺院跡から出土した円形木棺257基と方形木棺178基の部材902点の樹種を同定した。崇源寺・正見寺の両墓域とも円形木棺ではスギが、方形木棺ではモミ属とアカマツがそれぞれ主体であった。円形木棺の用材は17世紀後半~18世初め頃まではアスナロやヒノキ・サワラが多く用いられていたのに対し、時期が下るにつれてスギやアカマツ、モミ属などに置き換わり、各部材の厚さは時期が下っても横ばいか厚くなる傾向にあった。

# [東京都新宿区法光寺跡 III]

18世紀~19世紀を主体とする墓域から出土した円形木棺31基と方形木棺58基、木槨付き方形木棺1基、甕棺11基、木槨付き甕棺11基の部材223点の樹種を同定した。円形木棺ではスギが、方形木棺・木槨ではモミ属とアカマツが、それぞれ主体を占めた。

#### 考察

木棺用材に反映した江戸における木材消費の様相には、江戸時代初期から幕末にかけて変化が認められた。17世紀前半~18世紀はじめ頃までは、円形木棺の用材は木曽川・天竜川流域をはじめとする天然林からもたらされたサワラやアスナロ、ヒノキなどの移入材を主体とし、都市における木材需要の増大による木材供給源の枯渇を反映して材が軽薄化し、より奥山に生育する樹種が用いられるようになるなど、近世林業史研究で推定されたような木材の大量消費の様相(所,1980)を裏付けたが、時期が下るにつれて、江戸周辺における植林による木材生産の活発化と、「江戸地廻り経済圏」をはじめとする流通網の発達によって、江戸近郊を主産地とするスギやアカマツなどの人工林・二次林産の樹種が主体的に用いられるようになったと推定される。円形木棺と17世紀前半の方形木棺、18世紀以降を中心とする方形木棺は、それぞ

れ系譜の異なるものであるが、これら江戸の一般的な都市住民層に用いられた木棺の用材は、 将軍家・大名家の墓の用材とは、江戸時代を通じて異なっていたことから、当時の身分差・階 層差が木棺の用材に反映したと考えた。

本研究をおこなうにあたり、文部科学省平成 21 年度科学研究費補助金 若手研究(B)(課題番号: 20720210)を用いた。

#### 引用文献

- 鈴木伸哉・能城修一. 2004. 東京都中央区八丁堀三丁目遺跡より出土した江戸時代の木棺の形態と樹種. 植生史研究 12: 75-86.
- 鈴木伸哉・能城修一. 2006. 東京都新宿区崇源寺・正見寺跡から出土した江戸時代の木棺の形態と樹種. 植生史研究 14:61-72.
- 鈴木伸哉・能城修一. 2008. 法光寺跡 3 次出土木製品の樹種. 「法光寺跡 III」(岡三リビック株式会社編), 81-87. 株式会社アドミラルコーポレーション.
- 鈴木伸哉・能城修一. 2009. 木棺材の樹種同定. 「東京都文京区護国寺門前町遺跡」, 117-122. テイケイトレード株式会社埋蔵文化財事業部.
- 所 三男. 1980. 近世林業史の研究. 858+16pp. 吉川弘文館.

## 表1. 中央区八丁堀三丁目遺跡II出土木棺材の樹種(鈴木・能城, 2004).

V 46% 45%	F	<b>月形木村</b>	Á	柳	製骨產	器	力	形木	棺
分類群 ·	蓋板	側板	底板	蓋板	側板	底板	蓋板	側板	底板
アカマツ			***************************************		***************************************	***************************************	1	3	1
複維管束亜属	1								
モミ属	2		2				2	9	3
スギ	34	48	54				8	40	17
コウヤマキ		3							
ヒノキ	17	31	35		1	1	2	15	5
サワラ	205	396	364	5	8	7	9	5	4
アスナロ・ネズコ	8	10	18				2	7	6
クリ			1						

# 表2. 文京区護国寺門前町遺跡出土木棺材の樹種(鈴木・能城, 2009).

HIST		円升	方形木棺			
樹種	蓋板	側板	底板	底板棒	側板	支え棒
ツガ属				1	PARTICULAR STATE OF THE STATE O	
スギ	2	4	4	3	1	1
ヒノキ	2	21	36	7		
サワラ		4	11	2		
アスナロ	5	27	26	7		

# 表3. 新宿区崇源寺・正見寺跡出土木棺材の樹種(鈴木・能城, 2006).

		崇源寺							正見寺								
分類群	円形木棺				方形木棺				円形木棺			方形木棺					
	蓋板	侧板	底板	盖板	側板	底板	栈	不明	蓋板	側板	底板	不明	蓋板	侧板	板 底板   枝		不明
アカマツ	1	1	27	5	28	20		4			22			7	3		6
マツ属					6			3	1	1	2		2	4	1		1
モミ属	2	3	41	10	68	52	1	6	4	4	10		1	16	10		9
スギ	40	112	62	18	12	16	5	3	15	44	30	1		3	5	1	2
ヒノキ・サワラ	9	14	7	2	2	4	2	1	8	27	13		1				1
アスナロ・ネズコ	5	10	3	1			2	1	4	16	16						

#### 表4. 新宿区法光寺跡III出土木棺材の樹種(鈴木・能城, 2008).

A MEST BALL	円形木棺			-1000	方形木棺				木槨			
分類群	蓋板	側板	底板	蓋板	側板	底板	栈	蓋板	蓋板	側板	底板	台座
モミ属			9		46	37		5		9	8	
アカマツ				1	12	13	2	3	2	3	2	
複維管東亚属						I						
スギ	3	21	23		5	5	2	4		1		1
ヒノキ・サワラ		1				1					1	

# オニキシベ2遺跡(中世アイヌ墓)出土品の理化学的調査

塚本敏夫・井上美知子・石川恵美(財団法人 元興寺文化財研究所) 乾哲也・天方博章(厚真町教育委員会) 小野哲也 (標津町教育委員会) 田口尚(財団法人 北海道埋蔵文化財センター)

#### 1. はじめに

北海道厚真町に所在するオニキシベ2遺跡は厚真川と支流鬼岸辺川との合流点の標高約57~60mの河岸段丘上に立地し、厚真川河口より約30kmの厚真川上流域に位置する。周囲の遺跡として、上流約300mに上幌内モイ遺跡、対岸にはC<sup>14</sup>年代測定から13世紀代に遡るヲチャラセナイチャシ跡があり、当時のアイヌ人の景観を復元できる重要な地域である。オニキシベ2遺跡では縄文時代早期から中世アイヌ文化期までの複数時期の遺構・遺物が出土している。特に中世アイヌ文化期の土坑墓4基が発見されており、豊富な副葬品が出土してその被葬者の性格が注目されている。

今回その出土遺物のうち保存処理の難しい金属と有機質の複合遺物を中心に分析・保存処理をする機会を得た。本報告ではその中の3号墓から出土した銀象嵌装飾のある矢筒と刀子についての分析結果を中心に紹介する。

#### 2. 3号墓の概要

今回の分析対象となった遺物が出土した3号墓は長軸288cm、短軸120cm、封土上面からの深さ32cmの土坑墓である。副葬品は内耳鉄鍋1(完形)、刀剣類8(うち2点は銀象嵌柄の刀子)、耳飾1、矢筒装飾部1、刀装具類と豊富である。副葬品出土状態から、木棺の板材の一部が出土している1号墓と同様に木棺を伴う埋葬形態の可能性が高く、伸展葬である。他の3つの墓がヲチャラセナイチャシ跡の方向を向いているのと異なり、東頭位を向いていることが注目されている。性別は副葬品組成から男性と推定されている。

年代については位置関係より1号墓と同様に14世紀代と考えられている。(1号墓の副葬品の漆椀塗膜でのC<sup>14</sup>年代測定結果から14世紀代の数値が得られている。漆椀塗膜の印判文や検出層位から14世紀代で妥当なものと判断している。)

#### 3. 分析対象遺物と分析項目

分析対象遺物は金属と有機質の複合遺物で、円板状の銀象嵌で九曜文構成の装飾を施した矢筒(写真1)と同様の円板状の銀象嵌で柄が装飾された刀子2点である。

分析項目を表1に示す。尚、矢筒については現在C"年代測定中である。

		24 . //	30 VE 100 C 73 1/1 -	A 11			
遺物名	出土遺跡	X線透過試験	蛍光X線分析	FTIR分析	塗膜分析	樹種鑑定	備考
矢筒	オニキシベ2遺跡3号土壙墓	0	0	0	0	0	C14年代
刀子1	オニキシベ2遺跡3号土壙墓	0	0				
刀子2	オニキシベ2遺跡3号土壙墓	0	0	0	0	0	

表-1 対象遺物と分析項目

#### 4. 分析機器

今回使用した分析機器を下記に示す。

- ●生物顕微鏡(㈱オリンパス BX50) ●金属顕微鏡(㈱オリンパス BH2-UMA)
- ●実体顕微鏡(Leica㈱ MZ16) ●走査型電子顕微鏡(以下、SEM)(㈱日立製作所 S-3500N)
- ●ミクロトーム(㈱日本ミクロトーム研究所 ST-201)
- ●全反射フーリエ変換型赤外分光光度計(ATR-FTIR)(SENSIR TECHNOLOGIES 社製 Travel IR) 測定条件は検出器 TGS を用い、分解能 4cm<sup>-1</sup>で測定した。
- ●エネルギー分散型ケイ光 X 線分析装置 (XRF) (セイコーインスツルメント 株製 SEA5230) 測定条件はモリブデン管球使用、大気圧、管電圧 45kV、コリメータ径 1.8mm で測定した。

## 5. 分析結果

#### (1) 矢筒装飾部

樹種同定: 材は劣化と乾燥により著しく収縮・変形しており、崩壊を防ぐためレーヨン紙で表打ちした後、内側から微量の試料を採取した。

SEMで観察を行った結果、木口面で道管が見られること、柾目面で放射組織がみられること、板目面で3列の放射組織が見られることから樹種は同定できなかったが広葉樹であることが判明した。

膜分析: 膜状物質は当初漆と推定されていたが ATR-FT での分析の結果から漆のスペクトルとは異なっていた。

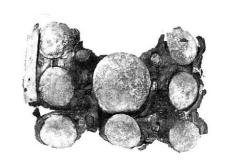


写真 1 矢筒装飾部

顕微鏡観察から褐色で方向性が見られる構造が確認できることから外樹皮の可能性が考えられた(写真 2)。そこで、金属顕微鏡と SEM で朽ちたヤマザクラの樹皮との比較観察を行った結果、膜状物質中層とヤマザクラ外樹皮に類似性が認められた。ATR-FTIR での矢筒中層とヤマザクラ外樹皮中層との成分比較の結果、ヤマザクラには 1734cm<sup>-1</sup> に強い吸収ピークが現れたが、膜状物質中層では弱かった(図 1)。しかし、その他のピークはほぼ一致しており、1734cm<sup>-1</sup>のピークは油脂類等の減少などで強度が低下した可能性も考えられた。以上より、膜状物質は漆ではなく、同定はできないがヤマザクラ等の外樹皮と推定される。

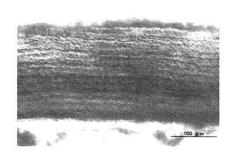


写真2 膜状部分の断面

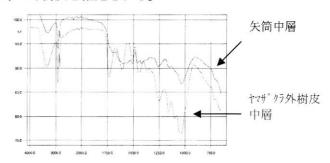


図1 膜状物質中間層の ATR-FTIR スペクトル

金属部分の元素分析: XRF を用いて3種の大きさの異なる円板状金具の表裏両面、および帯金具の元素分析を行った。その結果、すべての箇所から主な成分として銀(Ag)、銅(Cu)、金(Au)が検出され、その他の成分として鉄(Fe)、臭素(Br)、鉛(Pb)が検出された。鉄は土壌に由来し、臭素は臭化銀として銀と反応、銅・金・鉛は銀の不純物の可能性があると考えられた。(2) 刀子

柄木の樹種同定(刀子 2):帯金具が外れる箇所から微量の試料を採取し SEM で観察を行った。 木口面で道管が 1~4 個放射方向に複合した散孔材であることが判った。柾目面で道管に対列 壁孔が見られた。板目面では道管にラセン肥厚が見られた。放射組織は 1~6 列で同性であっ た。以上よりイタヤカエデと同定した。

膜分析 (刀子 2): SEM で観察したところ平行に走る線が観察され、筋が見えるなど矢筒の膜状部分との類似性が見られた。そこで ATR-FTIR で矢筒中層部と成分の比較を行った結果、類似した吸収スペクトルが得られ、矢筒と同様に膜状物質は外樹皮の可能性が高いことが判った。金具の元素分析(刀子 1, 2): XRF を用いて円形金具と帯金具の元素分析を行った。その結果、すべての箇所から主な成分として銀(Ag)、銅(Cu)、金(Au)が検出され、その他の成分として鉄(Fe)、臭素(Br)、鉛(Pb)が検出された。矢筒の円板状金具と同じ銀製であると考えられた。

## 6. おわりに

今回出土した矢筒と刀子の分析結果から銀象眼の装飾部が同じ製作技術体系で作られている ことがある程度判明した。樹皮の同定と円板状金具の木地への接着方法は今後の課題である。 尚、現在これらは保存処理中であり、紙幅の関係で要旨には掲載できなかったが発表では金 属と有機質の複合遺物の保存処理方法に関してもその概要を報告する予定である。

# 遺跡産昆虫から得られた古環境と年代値

○ 奥野絵美(名古屋大学大学院),森 勇一(金城学院大学),中村俊夫(名古 屋大学年代測定センター)

# [はじめに]

昆虫は環境に応じた棲み分けと種分化が顕著にみられ、食性や生息環境も様々な種群が存在している(表1)。それゆえ、遺跡から産出する昆虫の化石は、遺跡やその周辺の古環境を復元する上で非常に有効である。近年では、筆者の一人森が、愛知県を中心とした数多くの遺跡での分析を行い、先史時代から歴史時代に至る古環境の復元に大きな成果を挙げている(森 1999ほか)。

遺跡をとりまく古環境の復元に有効な昆虫化 石の指標性については、「栽培および農耕の指 標昆虫」、「汚物集積の指標昆虫」、「気候推定の

表1 昆虫の食性と生息環境(奥野・森2009)

		天然	二次的	人工的		
環	陸域	森林・草原	二次林・畑・水田	住居・便所・道路		
境	水域	湿地·池沼·河川	水田・水路・用水	排水路・環濠		
	Ž Ė	森林性昆虫 ハナムグリ亜科	畑作害虫 サクラコガネ属 ヒメコガネ	貯穀性コクゾウ		
3	地 林床性歩行虫 オサムシ科					
7 5	k ŧ	湿地性昆虫 カワホネ ネクイハムシ	稲作害虫・稲作指標虫 イネネクイハムシ セマルガムシ	双翅目の囲蛹		

指標昆虫」などがあげられている(森 1999)。これらの出現期や展開した年代値を決定することは遺跡の古環境を復元する上でも重要であるが、日本における過去の研究例は極めて少ない(長岡ほか 1998)。

本研究では、弥生時代~中世にかけての遺跡中から昆虫化石を抽出し、遺跡およびその周辺の古環境の復元を行った。また、有効な試料に関してはAMS<sup>14</sup>C年代測定を行い、年代値を求めた。

# [分析試料]

今回、昆虫化石分析を行った遺跡は、岡島遺跡(愛知県西尾市)、鬼が塩屋遺跡(三重県津市)・大毛沖遺跡(愛知県一宮市)である。また、年代測定の分析対象としたのは以下の昆虫の化石である。

- ガムシ Hydrophilus acuminatus Motschulsky (水生・食肉性昆虫):鬼が塩屋遺跡 水田や水深の浅い池沼などに生息し,成虫は水草や藻などを食する。遺跡の水田層中にしばしば認められる昆虫である。
- イネノクロカメムシ Scotinophara lurida Burmeister (陸生・食植性昆虫): 岡島遺跡 稲作害虫。日本土着の種であるとされる。
- オサムシモドキ Craspedonotus tibialis Schaum(地表性・食肉性):鬼が塩屋遺跡 川原や海岸の砂地に穴を掘って生活する。小昆虫の死骸のほか、腐肉にも集まる。
- ヒメコガネ Anomala rufocuprea Motschulsky (陸生・食植性昆虫):大毛沖遺跡マメ科植物などの畑作物を食害する畑作害虫。日本各地の遺跡で頻繁に発見されており、野菜類や果樹などの栽培植物を食害する昆虫である(日本応用動物学会編1987)。

# [分析結果および考察]

分析の結果、岡島遺跡では弥生時代中期以前の泥炭層からイネノクロカメムシが検 出され、<sup>14</sup>C年代測定結果は較正年代で、790ca1BC(95.4%)260ca1ADであった(森・伊藤 ・中村 1990)。

鬼が塩屋遺跡では、旧河道と推定される溝状の遺構において、弥生時代後期~中世の遺物を含む暗灰色の砂まじりシルト層を分析した。分析の結果、人里昆虫を中心とした昆虫群を得たことから、遺跡およびその周辺は人為度の高い空間であったと推定できた(奥野・森 2009)。また、ガムシ(図1)の「4C年代は較正年代で1010calAD(93.9%)1155calAD、オサムシモドキ(図2)は1020calAD(95.4%)1155calADを示した。昆虫化石を抽出した地層中から見つかった考古遺物は、主に古墳時代前期を中心としたものであり、昆虫や植物、種子などの自然遺物から復元された古環境も、その時代のものと考えられていた。だが、今回得られた昆虫化石の年代値は、おおよそ11C前後を示しており、それは考古遺物から推定される時代の下限期付近にあたる。

分析試料を採取した旧河道という開けた空間は、地層堆積の場であると同時に、浸食の場でもあり、地層中には様々な時代幅の大きな堆積物が付加される。このため、分析試料の年代測定にあたっては、自然遺物・考古遺物問わずこうした堆積のメカニズムを考慮した試料採取が不可欠であり、また、測定試料として年一化性である昆虫が示す年代値は極めて重要である。古環境復元にあたっては、考古資料のみに頼るのではなく、昆虫試料の年代測定を行うことも、合わせて重視すべきである。

また、比較試料として、大毛沖遺跡で検出された土坑より見つかったヒメコガネの年代測定を行った。分析結果に関しては、口頭発表時に述べる。

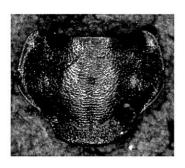


図1 オサムシモドキ 前胸背板 6.1mm



図2 ガムシ 右上翅片 11.2mm

#### 謝辞

本研究を行うにあたって、愛知県埋蔵 文化財センター・鬼頭 剛氏をはじめ、 愛知県埋蔵文化財センターの皆様には多 大なるご協力を頂いた。また、三重大学 ・山中 章教授には、試料の採取にあた って便宜を図って頂いた。

なお、本研究の一部は、パレオ・ラボ 若手研究者を支援する研究助成の一部を 使用して実施したものである。

#### 引用・参考文献

奥野絵美・森 勇一. 2009. 昆虫化石からみた朝日遺跡の変遷. 愛知県埋蔵文化財センター調査報告書. 154. 朝日遺跡Ⅷ. pp. 127-133.

奥野絵美・森 勇一. 2009. 人里昆虫が語る三重県・鬼が塩屋遺跡の古環境. 三重大史学. 9. pp. 1-8.

長岡信治・河野和生・伊東嘉宏・奥野 充・中尾登志雄・森 勇一・大平明夫・長谷義隆・杉山真二・中村俊夫. 1998. 宮崎県串間市福島川下流域の沖積層中の埋没クスノキの年輪とそのAMS<sup>14</sup>C年代. 名古屋大学加速器質量分析計業績報告書. 9. pp. 260-271.

日本応用動物学会編. 1987. 農林有害動物·昆虫名鑑. 日本植物防疫協会. 379p.

森 勇一・伊藤隆彦・中村俊夫. 1990. 愛知県岡島・松河戸遺跡における農耕開始期前後の昆虫の古生態. 日本文化財科学会第7回大会研究発表要旨集. pp. 20-21.

森 勇一. 1996. 愛知県一宮市大毛沖遺跡より得られた昆虫群集について. 愛知県埋蔵文化財センター報告書. 66. 大毛沖遺跡. pp. 188-194.

森 勇一. 1999. 昆虫化石よりみた先史~歴史時代の古環境変遷史. 国立歴史民俗博物館研究報告. 81. pp. 311-342.

# 石器残存デンプンからみた三内丸山遺跡の植物利用

○渋谷綾子(総合研究大学院大学文化科学研究科)

#### 1. 研究の目的

本研究では、三内丸山遺跡における植物資源の利用を解明するため、住居址の内側と外側から出土 した石皿について残存デンプン分析を行い、石皿の機能や用途、および残存デンプン粒の形態との関 係性を検討した。さらに、時期による残存デンプン粒の形態的な変化を調査し、遺跡内の植物利用の 変化を検証した。

## 2. 調査の概要と方法

調査資料は、住居址の内側出土の石皿 23 点と外側出土の石皿 27 点の合計 50 点である。マイクロピペットを用いて石器の表面から点的に採取する方法(Fullagar 2006)で試料を採取し、偏光顕微鏡(Nikon ECLIPSE E600、倍率:  $100\sim400$  倍)で観察した。デンプン粒を確認した場合は、現生植物の参照標本から設定した分類基準(渋谷 2009)によって形態分類を行った。この基準は、デンプンの外形を A: 円形、B: 半円形・三角形・四角形、C: 多角形に分け、大きさを I:  $10\mu$ m 未満、 $II: 10\sim20\mu$ m、 $III: 20\mu$ m より大、に分類するものである。

## 3. 調査結果

#### (1) 石皿の出土場所と残存デンプンの形態

住居址内側の石皿から合計 380 個,外側の石皿から合計 482 個のデンプン粒を検出した。これらの中には、雑穀類や根茎・球根類の可能性をもつデンプン粒が含まれていた。デンプンの形態については、A類の検出量が最も多く、中でも AI と AII の形態を多く検出した。

# (2) 石皿の時期と残存デンプンの形態

住居址内側の石皿については、A類とB類のデンプンが減少し、C類のデンプンが段階的に増加する変化がみられた。特に、中期後葉から末葉にかけて、デンプン形態が多様化する傾向を確認した。住居址外側の石皿については、A類のデンプンが減少し、かわりにC類が増加する変化がみられ、次第に特定の形態に集中していく傾向を確認した。

# 4. 考察

本研究では、三内丸山遺跡において、住居址の内側ならびに外側から出土した石皿の残存デンプン 分析を行い、石皿の出土場所と残存デンプンの形態との関係性、および時期による残存デンプンの形態的な変化を検討した。

調査の結果、石皿の出土場所によりデンプンの形態別検出量が異なること、どちらの資料についても縄文時代前期末葉から中期末葉にかけて、A類のデンプンが減少し、C類のデンプンが増加することが判明した。多くの植物が円形のデンプン粒をもち、植物の生長とともに粒子が大きくなるため、A類の候補となる植物を特定することは難しいが、本研究で検出したA類には根茎・球根類のデンプンが含まれており、CIやCIIのデンプンの一部は雑穀類の可能性が指摘できる。つまり、デンプン形態の経時的変化は、特定植物の利用や雑穀類の利用の拡大を示唆している。

また,デンプンの形態的な変化の背景としては,関連研究で指摘されているように,遺跡周辺の自然環境の変化,特に,縄文時代中期後半からの気候の冷涼化と植生の変化が考えられる。生態系の変化が集落内の人びとの活動に大きな影響を与えたことは容易に推定できるものであり,石皿で加工する対象植物の種類も変化したのではないかと考える。

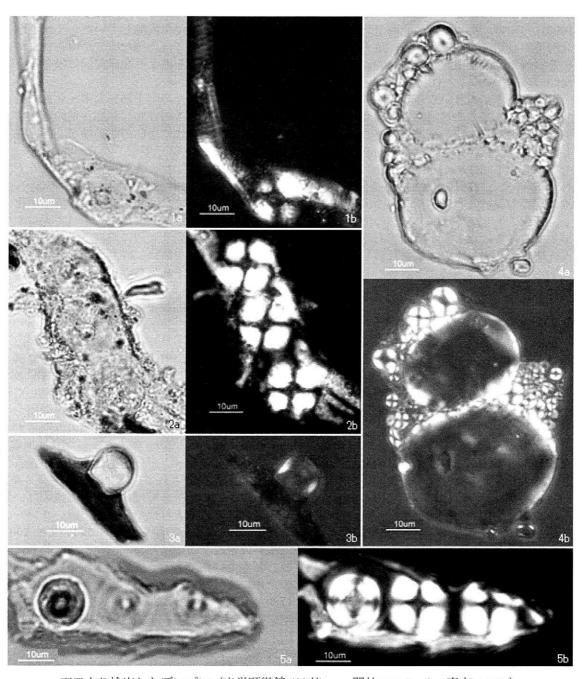
# 引用文献

Fullagar, R. 2006. Starch on artifacts. *Ancient starch research* (R. Torrence, H. Barton Eds.), 177-203. Left Coast Press, INC., Walnut Creek.

渋谷綾子. 2009. 「旧石器時代および縄文時代の石器残存デンプンの分析的研究」『まなぶ:吉田学記 念文化財科学研究助成基金研究論文』 2: 169-201.

# 謝辞

本報告は、平成18年度および20年度特別史跡三内丸山遺跡特別研究の成果にもとづいている。調査研究の機会を与えてくださった青森県や関係諸機関、関係者の方がたに深く感謝申し上げます。



石皿より検出したデンプン (光学顕微鏡 400 倍, a: 開放ニコル, b: 直交ニコル)

# 小氷期や自然災害が千島アイヌに与えた影響

○添田雄二(北海道開拓記念館)・手塚 薫(北海学園大学)

#### I 研究の背景

近年の地球温暖化が起こる以前は「小氷期(Little Ice Age)」と呼ばれる寒冷期であった. 小氷期は,その時期や規模に地域差があるものの, 概ね 15 世紀から 20 世紀初頭までとするのが妥当とされている(三上,2005). このうち,15,17,19 世紀は小氷期の中でも特に寒冷であった(三上,1992; Mann and Jones,2003). また,小氷期による環境の悪化は,食糧不足,飢餓,人口減少等,世界各地で人間社会に多大な影響を与えた.日本(本州)では17世紀からの300年間に冷夏等の影響で大凶作・大飢饉が頻発した(例えば,近藤,1985;山川,1993).一方,小氷期中の北海道および千島列島では,アイヌ文化が展開していた.小氷期が北海道の自然環境や人間社会に重大な影響を及ぼしたことに関しては詳細な研究が報告されている(例えば,添田,2008;2009). しかし,千島列島に関するそのような研究例はほとんどない.

近年、千島列島という島嶼環境特有の生態変動システム解明のため、千島列島中・北部を対象とした日米露による国際学術調査(IKIP/KBP)が実施された.このうち、列島各地の考古学的調査による年代測定結果(暦年較正年代)から、先史・歴史時代に居住の断絶期が2回存在したことが明らかにされ(Fitzhugh et al., 2002; Fitzhugh, 2007; 手塚、2007; 2008)、そのうちの1回は約1500年~1750年頃のアイヌ文化期中すなわち小氷期中にみられる(図1).このような居住の断絶期が千島列島北部~中央部で見かけ上共通して存在することは、地球規模の環境変動や定期的かつ広範囲で起こる自然災害によって自然および生活環境が悪化し、代謝ストレスや疾病リスクの増大、および大陸(または北海道)への移住によって人口の減少が起きていたことが原因であると想定できる。そこで、千島列島周辺における既存の気候復元研究から小氷期の規模を評価し、さらに、同地域で先史・歴史時代に繰り返し起きていたであろう大地震津波による影響も考慮して、小氷期や自然災害が千島列島の自然や人間社会に及ぼした影響を考察した。

# Ⅱ 考察・結果

小氷期中の北海道では、その寒冷な気候よって自然界の資源が不足し、人間社会は死者が出 るほどの厳しい環境下におかれていた(添田,2008;2009).北海道より北に位置する千島列 島では、それ以上に厳しい環境下におかれていたと推定される。したがって、そもそも資源の 不連続性が特徴とも言える千島列島の各小島では、人々が1年を通して居住することが難しく なっていた可能性があり、物資不足で人口も減っていたと思われる. 島によっては、冬の間、 無人化していた可能性も考えられる。また、千島アイヌとって、ラッコは交易資源のみならず 選択肢の限られている可食資源としても重要であったが、例えば、1780年のウルップ島沖地震 津波によって、ある程度の年月の間、千島列島からほとんどのラッコが姿を消したことが報告 されており、このような現象は、1750年にカムチャツカでも確認されている(S. ズナメンスキ ー、1929) . ラッコは、ロシアの毛皮商人から「やわらかい黄金」と呼ばれたほど価値の高い ものであり、地震津波によるラッコの激減は千島アイヌにとって大打撃であったに違いない. 千島海溝における M8 クラスの典型的な大地震は、例えば北海道十勝沖や根室沖において約 100 年周期で繰り返しおきているという特徴がある(産業技術総合研究所編,2004). すなわち, 千島列島沖においても過去数千年間の間に繰り返しおきていたであろう大地震津波の際、同様 にラッコが激減していたことが推定される. そのため, 交易時には必要な物資を十分得ること ができない状態が生じていたであろう. 事実, 1780年の地震津波以来, しばらくの間, ロシア 人の狩猟活動の対象は千島列島からアリューシャン列島へ移行している(S. ズナメンスキー、 1929) .

以上のように、千島列島では、小氷期によって資源が不足し人口が減少する等、生活環境が厳しいものになっていたと推定される.このことは、各島における季節的な居住、一部の島で

の無人化,大陸への移住という事態を引き起こしていた可能性がある.さらに,小氷期中に繰り返し起きた巨大地震津波の際は,大陸への依存度が高くなっていたと考えられる.

なお、本研究の成果は、北海道開拓記念館第 4 次北方文化共同研究事業「北方の資源をめぐる先住者と移住者の近現代史」および、日本学術振興会科学研究費補助金若手研究 B「アイヌ文化期における小氷期とその影響に関する基礎研究」(課題番号:20720215、研究代表者:添田雄二)によるものであり、また日本学術振興会科学研究費補助金一般研究 C「千島列島における資源・土地利用の歴史生態学的研究」(課題番号:20520725、研究代表者:手塚 薫)の研究費の一部を使用した。

引用文献:三上岳彦, 1992, 地理, 37, 25-30; 三上岳彦, 2005, 地学雑誌, 114, 91-96; Mann M. E. and Jones P. D., 2003, Geophysical Research Letters, 30, 1820-1823; 近藤純正, 1985, 天気, 32, 19-26; 山川修治, 1993, 地学雑誌, 102, 185-195; 添田雄二, 2008, 北方の資源をめぐる先住者と移住者の近現代史, 北海道開拓記念館, 7-16; 添田雄二, 2009, 投稿中; Fitzhugh et al., 2002, Arctic Anthropology, 39, 69-94; Fitzhugh, 2007, unpublished; 手塚 薫, 2007, 法政大学国際日本学研究所「日本学の総合的研究」研究プロジェクト・「日本の中の異文化」研究成果報告書, 301-326; 手塚 薫, 2008 千島列島への移住と適応, (榎森進・小口雅史・澤登寛聡編、エミシ・エゾ・アイヌ), 岩田書院 283-311; S. ズナメンスキー, 1929(秋月俊幸訳, 1979), 北海道大学図書刊行会;産業技術総合研究所(活断層研究センター・地球科学情報研究部門・海洋資源環境研究部)編, 2004, 産総研シリーズ, 丸善株式会社.

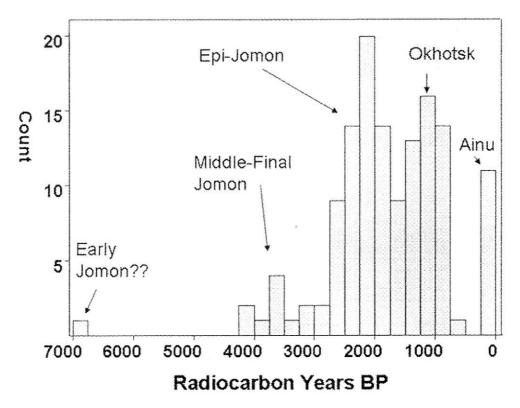


図 1 千島列島中・北部における先史・歴史時代の居住分布(手塚・添田、2009より。原図:Fitzhugh, 2007、Fig. 2)

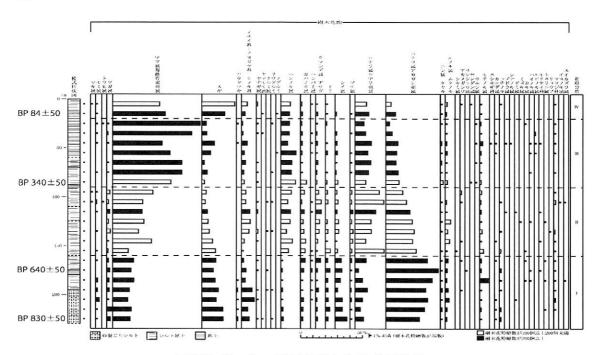
# 二次林の諸相と農耕の段階

# ○金原正明(奈良教育大学)

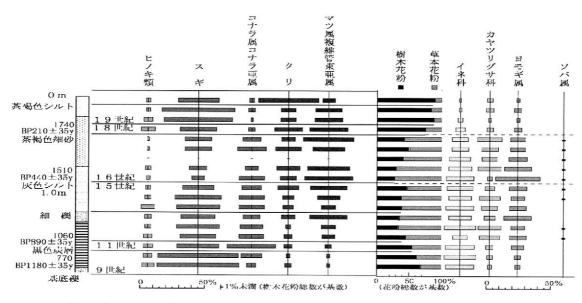
山地の開発と農耕は、平野部のデータから、落葉広葉樹(コナラなど)、照葉樹(アラカシやシイ類)、マツ属複維管東亜属(生態上アカマツ)の二次林の増加として認められ、上部に向かいアカマツ二次林が増加し、山地の疲弊度は大きくなることが示される。京都盆地南部の巨椋池跡の堆積物や能登半島の山間部の能都町本木樟谷製炭窯跡の谷部に堆積からは、古代から中世の農耕の変革と二次林の変遷が認められる。9・10世紀頃から焼畑が伴われ、11世紀から12世紀の平野部の再開発が行われ、水田の集約化に加え、イネ、オオムギ、コムギ、ソバなどの穀類の畑作が盛行し、他の畑作物も多様化する。これらは特に平野部でのソバやムギの栽培が盛行するのが特徴であり、平野縁辺部の山地では焼畑を伴うソバや雑穀類などの畑作が行われる。中世後半(14世紀)になると、山地部の比較的深部までも、焼畑を伴うソバや雑穀類などの畑作が、製炭や窯業や製鉄などと伴に経営されたとみなされる。山地は痩悪地化し、他の樹木の入り込めない環境の悪いところでも生育できるアカマツを中心とする疎林の二次林へと変化した。17世紀以降になるとアブラナ科やワタなどの商用作物が集約的に栽培され、里山としてのアカマツ林などが成立し森林が回復される。

より古い時期では、奈良時代には谷底平野の水田開発が行われ、その周辺が二次林化し、 古墳時代では照葉二次林化が伴われ古墳築造に伴う部分的な二次林が分布する。弥生時代 ではエノキ属などの二次林が多い。縄文時代では大分市横尾遺跡では、遺跡周辺にニワト コ、アカメガシワ、クマノミズキの二次林、佐賀市東名遺跡ではニワトコの二次林が分布 する。

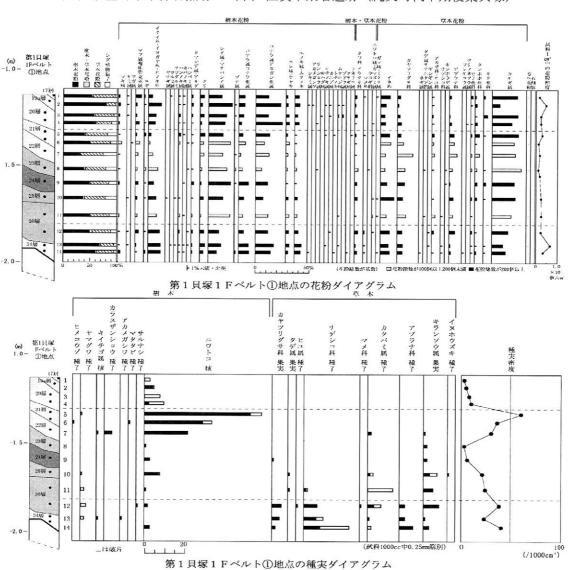
以上、採集経済から水田、焼畑から常畑と段階によって、二次林の階層も変化していった。



巨椋池ボーリング調査樹木花粉分析結果



(上) 能登町本木樟谷窯跡 (下) 佐賀市東名遺跡(縄文時代早期後葉貝塚)



- 85 -

# 羽毛ケラチンによる出土木材の収縮抑制

○遠藤利恵 (㈱東洋羽毛工業・京都大学生存圏研究所) 杉山淳司 (京都大学生存圏研究所)

#### 1. はじめに

筆者は数年前、アヒル羽毛を加水分解して調製した羽毛加水分解物を用いた出土木材の保存処理に関する研究を行った。羽毛加水分解物処理により出土木材の変形は顕著に抑制され、その一部については本学会でも報告してきた[1,2]。しかし、上記の羽毛加水分解物処理では、処理の都度、原料である羽毛を溶解して処理溶液を調製する必要がある。また、多量の中和塩を含んだ処理溶液をそのまま用いるため、ケラチン単独での効果は明らかではない。

本研究では、羽毛加水分解物の代わりに、羽毛布団のリフォーム工程において除去される廃 羽毛より製造したケラチンパウダーを用いて、出土木材の収縮抑制効果について検討した。

# 2. 試料と実験方法

# 試料

ケラチンパウダーは、(㈱東洋羽毛工業製の水鳥羽毛由来加水分解ケラチン末(商品名:ケラタイド、以下羽毛ケラチン)を用いた。羽毛ケラチンは水溶性であり、分子量は重量平均分子量でおよそ750である。

出土木材は、縄文時代の遺跡から出土したエノキ(Celtis sinensis)を用いた。このエノキ材は発掘後水漬けの状態で長期間保管されていたもので、最大含水率は約500%であった。

## 寸法変化測定

エノキ材から 5mm 角のブロックを切り出し、ミクロトームを用いて 100µm 厚の木口切片試料を作製した。所定の濃度に調製した 1mL 羽毛ケラチン水溶液に 20°C で 2 日間浸漬処理した。処理終了後、試料をケラチン水溶液から取り出して冷暗所にて乾燥させた。それぞれの試料についてケラチン処理前後の寸法を測定して収縮率および抗収縮効果を算出し、寸法安定性を評価した。

# 透過型電子顕微鏡観察

エノキ試料をグルタルアルデヒドで固定し、水洗した後 1%OsO4で固定した。固定試料をアルコール・シリーズで脱水した後、エポキシ樹脂に包埋した。ウルトラミクロトーム(Reicher-Jung ULTRACUTE)にダイヤモンドナイフを装着し、包埋試料から超薄切片を作製した。超薄切片はウラニル・鉛二重染色したのち、透過型電子顕微鏡(JEM-2000EXII)で細胞壁の微細構造の観察を行った。

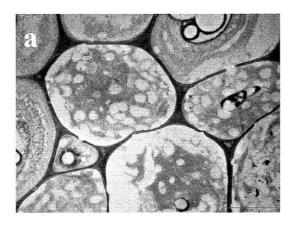
# 3. 結果と考察

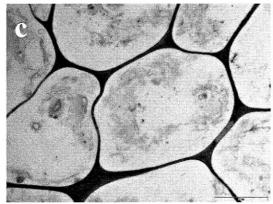
羽毛ケラチンで処理したエノキ切片の木口面の収縮率および抗収縮効果を表1に示す。高濃度溶液で処理するほど収縮が抑制され、60%羽毛ケラチン水溶液で処理すると良好な寸法安定性が得られた。

図1に、無処理材、自然乾燥させた無処理材および60%羽毛ケラチン処理材木繊維細胞壁の

表1 ケラチン処理したエノキ切片の木口面収縮率および抗収縮効果

ケラチン水溶液濃度(w/v%)	木口面収縮率(%)	抗収縮効果
0	39.7	
10	15.7	60
20	8.9	77
30	7.4	81
40	6.6	83
50	2.6	93
60	0.9	98





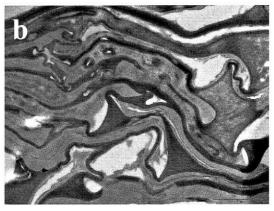


図1 木繊維細胞壁の顕微鏡写真(a,無処理 材 b,自然乾燥させた無処理材 c,60%羽毛 ケラチン処理材) スケールバー(5μm)

様子を示す。出土木材の木繊維細胞壁二次壁は、 劣化によりポーラスになっている(図 1a)。一方、 羽毛ケラチン処理材では、二次壁は細胞間層か ら剥離しているが、細胞間層は元の形状を維持 しており、細胞壁の変形は抑制されている(図 1c)。以上の観察結果より、羽毛ケラチンによ

る収縮抑制機構は、羽毛ケラチンによって細胞間層が補強されたことによると推察された。

## 謝辞

本研究は、平成20年度京都大学生存圏研究所全国共同利用研究(生存圏データベース)による成果の一部である。また、本実験にあたり、出土木材試料をご提供いただきました財団法人京都市埋蔵文化財研究所に深く感謝の意を表します。

## 文献

[1] 遠藤利恵・河原豊「ケラチン加水分解物を用いた出土木材の保存処理」 日本文化財科学会 第19 回大会研究発表要旨集 p.104-105 東京 2002

[2] 遠藤利恵・河原豊「羽毛ケラチン加水分解物を用いた出土木材の保存処理 2-羽毛ケラチン加水分解物の分子量分布-」 日本文化財科学会第20回大会研究発表要旨集 p62-63 島根 2003

# 保存処理工程と処理後保管環境における PEG 分子量の変動要因

# ○ 米村 祥央(東北芸術工科大学)

#### 1. はじめに

出土木製品の保存処理において、ポリエチレングリコール(PEG)は極めて重要な役割をしており、ラクチトール等、他の薬剤使用による保存処理法の開発が進む一方で、今後も利用が期待される処理薬剤である。保存処理法開発に関する研究が行われる一方で、これまで処理されてきた遺物の状態について、追跡した調査研究は乏しい、代表的な研究は、伊藤らによる報告 "で、全国各地の施設において過去に処理された遺物の状態を調査したものである。そこでは多くの問題点が指摘されたが、個々の現象の詳細を明らかにすることは難しく、不明確であった。保存処理の研究は処理前後における寸法安定性、長期安定性に関するものがほとんどであるが、推奨される環境以外で保管されることが多い現状から研究をアプローチすることも重要である。また、保存処理工程は連続した加熱が長期的に続くなど、使用する薬剤にとって特殊な利用法であるため、本来の物性が維持されるよう、管理に関する研究も必要である。処理工程における薬剤の変化は後々の遺物の安定性を左右しかねない、実験的なアプローチと現状調査によるアプローチ双方より、確認される現象の詳細を明らかにし、情報を共有することで、保存処理と保管管理の技術を向上させることが出来るであろう。本研究は、分子量分布という視点でPEGに起こりうる諸現象を明らかにすることを目的としたものである。本大会では、これまでの成果と実際の保管施設における調査で得られた結果について報告する。

#### 2. これまでの研究より

これまでの実験室における研究 <sup>2), 3), 4)</sup>では、PEG の低分子化を促進させる要因として、高温度 (80℃ においては、3 週間程度で固化しなくなる)、酸素の継続した供給、水の存在が明らかになっている.

実際の PEG 含浸処理で用いられる処理槽では、液体を維持するために PEG 濃度の上昇とともに、設定温度をやや高めにすることがある. 特に熱源付近では供給される熱量が多いはずである. また、液の撹拌時の酸素供給、濃度アップ時における水の存在など、これら全ては低分子化促進因子とリンクするものである.

異なる温度  $(65^{\circ}C, 100^{\circ}C)$ で 50 時間加熱後に固化させた PEG は, 保管後に分子量分布の差が広がることが明らかになった  $^{4)}$ . 一方で, 融解後に固化させた PEG に紫外線を照射した実験では, PEG の高分子化が確認された  $^{3)}$ .

#### 3. 調查研究

出土木製品を保管する施設(施設 A, B, 共に空調を入れていない)を調査し,問題が生じている木製品表面より,溶出後に固化したと考えられる PEG を採取した. 採取したサンプルの1wt%水溶液を GPC で分析した. GPC の分析条件は Table 1 に示した.

T-1-1-	1	CDC/\tcx/H
Lapie	1	GPC分析条件

	able 1 di Off vi Ali
装置	WATERS 社製 GPCシステム 1515+2414
溶離液	メタノール:水=3:2
カラム	SHODEX社製OHpak SB-802.5HQ
カラム温度	40°C
送液速度	1mL/min

#### 4. 結果と考察

Fig. 1 は施設 A の調査で確認された、PEG が木製品表面に付着している様子である. PEG の付着はいつ頃から生じた現象であるかは不明である. 遺物表面に固体 PEG が付着している状態で保存処理を終了し、保管することは考えにくい. 明らかではないが、保管施設で PEG が表面に溶出する環境条件になった履歴があったはずである.

Fig. 2 に示したように、サンプリングした PEG の分析では、PEG の分子量分布変動において異なるパターンが得られた. 当該遺物の保存処理に使用された PEG のメーカー名は不明であるため、保存

処理現場で使用されることが多い,三洋化成製 PEG400s のデータを比較対象として表示した. Fig. 2 の Sample 1 は低分子化が生じていたが,常温時においては十分に固体を維持しているようであった. 土付き遺物表面に析出した遺物でも同様の結果が得られた.

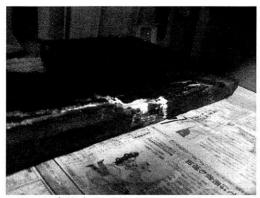


Fig.1 遺物表面に析出した PEG

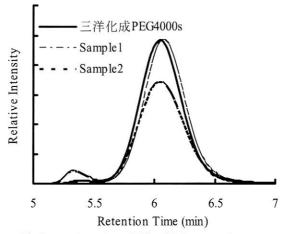


Fig.2 サンプリングしたPEGのGPCクロマトグラム

一方で、同じ保管環境でも、高分子側に新たなピークが得られたサンプルもあった。Fig. 2 の Sample 2 では高分子側に新たな分布が生じている様子がわかる。これは紫外線を継続的に照射した PEG を分析したデータと似た結果である<sup>3)</sup>. 施設 A では、人の出入等がある時以外は照明を消しているため、紫外線が照射された状態が続いたとは考えにくい。その他の要因も含めて検討を要する結果である。実験的に得られた分子量分布の変動と、実際に問題が生じた遺物の PEG 分子量分布では、一致する部分と、再検討が必要な点があった。実際に問題が生じている遺物の PEG においても低分子化および高分子化の双方があるということが明らかになった。ただし、これらの分子量分布変動が保存処理工程や保管環境など、どの段階で進行したものなのか明らかにするすべは無いため、今後も実験と調査を進めて検討する必要がある。

保存処理に使用される薬剤に対して、材料学的な視点による研究は重要である. 保存科学の立場として、様々な環境下で保管される可能性のある各種材質の文化財をより良い条件で保存処理し、安定した状態で保管されるよう、情報を発信しなければならない. 本データが全国各地の保存処理施設、保管施設にとって有用な情報となれば幸いである.

また,今後も問題が生じている遺物の状態調査は継続し,データを増やすことで保管中に起きている反応の詳細を明らかにしていきたい.

# 謝辞

本研究は文部科学省科学研究費補助金, 若手研究(A)(課題番号 18680053)による. 遺物の状態調査とサンプル採取に協力していただいた諸機関に深く感謝したします.

#### 参考文献

- 1) 伊藤健司ほか: 「保存処理遺物の経年調査(1)」, 日本文化財科学会大会要旨集(2001)
- 2) 米村祥央: 「出土木製品の保存処理に用いられる PEG の分子量分布の変化(2)」, 日本文化財科学会大会要旨集(2003)
- 3) 米村祥央:「出土木製品の保存処理に用いられる PEG の分子量分布の変化(3)」, 日本文化財科学 会大会要旨集(2007)
- 4) 米村祥央: 「出土木製品保存環境における PEG 分子量分布の変動に関する基礎研究」, 日本文化 財科学会大会要旨集(2008)

# 高松塚古墳壁画の材料調査(1)

○ 肥塚 隆保<sup>(1)</sup>、高妻 洋成<sup>(1)</sup>、降幡 順子<sup>(1)</sup>
 佐野 千絵<sup>(2)</sup>、早川 泰弘<sup>(2)</sup>、吉田 直人<sup>(2))</sup>、三浦 定俊<sup>(2)</sup>
 建石 徹<sup>(3)</sup> (1):奈良文化財研究所, (2):東京文化財研究所), (3):文化庁

#### 1.はじめに

国宝高松塚古墳壁画は、2007 年 4 月 3 日から同年 8 月 21 日にかけて、保存修理を目的と して石室の解体が実施され、16 石の構築石材が予定どおり仮設保存修理施設に保管された。

2008 年度からは、石材や壁画および漆喰等の保存状態を把握するための診断調査と同時に、 劣化原因の解明を目的としたデータの収集が開始された。なお、劣化原因の解明にあたっては、 文化庁による高松塚古墳壁画劣化原因調査検討会が組織され、東京および奈良文化財研究所 の合同チームによる材料調査班が協力することとなった(劣化原因解明のための調査には、材 料班以外にも考古班、環境・生物班、保存修理班などが分担している)。

本報告では、材料班が実施している調査全般についての概要を述べるものであるが、内容は 多岐にわたるので、その詳細については、ポスターセッションにおける材料調査(2)、材料調査(3) を参照されたい。なお、ここでは、目地漆喰についてのデータが揃いつつあるのでそれらについ て述べる。

#### 2.壁画本体の調査概要

壁画の材料調査は、非破壊非接触を前提とした観察手法と分析手法により実施されている。 調査にあたっては安全上、壁画石材の寸法に合わせた専用のサポート台を製作して、このサポート台に設置されたステージ(XYZ 方向に可動)に各種類の測定機器を取り付けて調査が実施されている。なお、壁画面の直上に機材が設置されるので、使用できる機材も小型・軽量化した安全性の高いものに、限定している。

調査は、最も劣化が著しいと言われている白虎(西壁石 2)から開始し、現在は青龍(東壁石 2)の調査を進めている。その結果、「白虎」の描線などが薄れたと指摘されている部分については、 描線が消失している箇所も存在するが、乳白色を呈する二次的な物質が皮殻状ないし流理状を

成して、表面を薄く覆っている状態が観察されている事実などが明らかになってきた。また、蛍光 X 線分析の結果、従来から指摘されているように、下地漆喰全体に微量の鉛が含まれていること、さらに画像部分ではより顕著である(検出される X 線強度が大きい)ことも再確認されている。しかし、目地漆喰からは鉛は検出されていない。なお、下地漆喰表層の画像部分に鉛が多量に検出する特徴は、双楹塚古墳(高句麗)(1)で報告されている鉛白が検出されたとする内容と同様である。

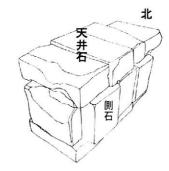


図1. 石室(盗掘孔側より)

(1):1985 Heisun Yu, "The Result of the Pigment Analysis of the Mural in Ssangyeongchong (Tomb of Two Pillars) from Goguryeo", Conservation Science in Museum (National Museum of Korea), Vol6, pp47-°

#### 3. 漆喰の調査

試料は、石室解体時に取り除いた目地の小片9試料、他古墳の目地漆喰3試料、そして高松塚古墳発見当初頃に回収された下地漆喰と考えられる10数 mg の小片1試料、明治期の漆喰 2 試料などである。なお、高松塚古墳の目地漆喰は、石室(図 1)を封じ込むため天井石と側面、側面と側面、床面と床面などの隙間に用いられた。

各試料について、実体顕微鏡および偏光顕微鏡観察、 化学分析((ICP法、AA法、イオンクロマトグタフィ))などを 実施した(下地漆喰は化学分析のみ)。

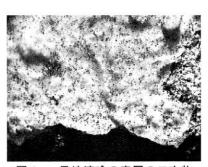


図2. 目地漆喰の表層の二次物 質質(壁画にも見られる)

調査の結果、高松塚古墳の目地漆喰の保存状態は比較的良好であるが、漆喰表面には淡茶色ないし黄茶褐色を呈する生物起源と考えられる薄膜状物資(バイオフィルム状)が覆っていたり、樹木の毛根が内部深くまで侵入し、黒く炭化している部分などが観察された。また、表層の漆喰が溶解して(単に水分の影響か、生物が関与しているのかは不明)、再結晶したと考えられる痕跡も見つかった(脂肪光沢を呈し皮殻状や葡萄状を成す部分)(図2)。これらについては、壁画の表層でも同様なことが起こったと推定される

。偏光顕微鏡による観察では、漆喰中には多量の空隙が見られるものがほとんどであった。 亀裂部分や表層の一部には基質と異なる、新たに成長した Calcite の再結晶が認められた。石 灰の原料については、現段階では確定できないが、石灰岩と一部晶質石灰岩も含まれているよ うである。今後、詳細な調査も必要となる。漆喰中には石英やソーシュライト化の進んだ長石もご くまれに含まれているが、これらは、製造中に紛れ込んだものと考えられる。

化学分析は、微量成分を含めて 19元素と Ig.Loss.について測定した。表1は、今回調査した 汚染の少ない目地漆喰6試料について、主要な成分について示した。CaO 含有量は、ほぼ一定 している。二酸化ケイ素、酸化アルミイニウム含有量が高い試料があるが、付着物の除去が不 完全であったのかもしれない。参考とした下地漆喰片については、従来から報告されているよう に 0.3%の鉛を検出している。

	CaO	MgO	SiO2	MnO	Al2O3	Fe2O3	PbO	Ig.Loss	Total
JOT-01	54.0	0.21	0.92	0.021	0.35	0.25	0.002	44.6	100.484
JOT-02	53.7	0.22	1.07	0.014	0.38	0.32	<0.001	44.1	99.951
JOT-03	53.9	0.51	0.75	0.012	0.21	0.12	<0.001	43.5	99.270
JOT-04	53.3	0.72	0.97	0.010	0.36	0.17	<0.001	43.8	99.565
JOT-05	54.5	0.20	0.75	0.014	0.25	0.16	<0.001	43.7	99.717
JOT-06	51.8	0.34	3.34	0.018	0.78	0.35	<0.001	43.8	100.691
Plas-02	53.4	0.73	0.85	0.013	0.20	0.13	0.3		

表 1. 漆喰の分析結果(wt%)

JOT は目地漆喰を表し、Plas は下地漆喰を表す。JOT01-JOT06 は、土や鉄分など付着物が極めて少ない分析法は、採取した試料から 0.2g を秤量し、王水 10 ml で加熱分解した後、ろ紙(5C)を用いてろ液と不溶解残渣を分離した。ろ液は Y内標準液 (Y10mg) を添加し、純粋で 100 ml に希釈した。不溶解残渣はホウ酸リチウムで融解後、希塩酸溶液に溶解後、ろ液と同様に 100 ml に希釈した。Plas-02 は試料が少ないので Ig. Loss は測定していない。Ca, Si, Al, Mg, Fe, Ti, Mn: ICP 発光分光分析法 Na, K, Pb:原子吸光分析法 Cl:イオンクロマトグラフィ

# 臼杵磨崖仏における覆屋内風環境と表面劣化に関する考察 および対策

〇森井順之(東京文化財研究所)

## 1. はじめに

臼杵磨崖仏では、過去の修理工事において深屋根の覆屋に改築し、その保存環境はより安定した状態となった。しかし、凍結破砕などの磨崖仏表面の劣化現象は現在も確認され、発表者はその要因として、覆屋が開放型であるため冷風浸入が確認されるとの結果を超音波風速計による微風計測から示すとともに、覆屋封鎖などによる凍結破砕防止策について立案した。

このように、覆屋内の風環境と磨崖仏表面の劣化現象には強い相関があることが明らかとなりつつあるが、覆屋周辺の植生の変化など、一見文化財から離れた場所の変化も強い影響を与えることは理解されていない。本報告では、その事例として古園石仏群・大日如来坐像の右腕部で近年新たに確認された塩類析出について、周辺植生の調査や覆屋内の微風計測より原因を明らかとし、覆屋内風環境が磨崖仏に及ぼす影響について評価を試みた。

#### 2. 磨崖仏の表面劣化に関して

臼杵磨崖仏では過去の大規模修理工事より保存環境は良くなったが、現在でも少なからず劣化現象が確認されている。臼杵磨崖仏において見られる表面劣化の要因は、主に塩類風化、植物繁茂、凍結破砕である。例えば写真1は、古園石仏群・大日如来坐像およびその右腕部を拡大し撮影したものであるが、このような白色の塩類析出が見られることがある。塩類析出の要因として周辺の空気環境の影響が強いことは既に知られているが、古園石仏群の周辺環境について調査したところ、2008年夏期に覆屋南側の竹林を伐採していたことが確認され(写真2)、塩類析出が目立つようになったのもほぼ同時期であることが明らかとなった。



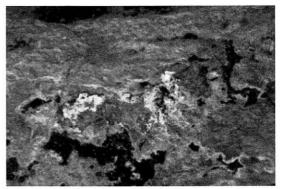


写真 1 古園石仏群・大日如来坐像右腕部における塩類析出





写真2 古園石仏群覆屋周辺の環境変化

#### 3. 劣化現象と周辺風環境の相関

臼杵磨崖仏では、現在の覆屋形状になり良い保存環境となった後も、大寒波到来時には覆屋内の磨崖仏表面で凍結、乾燥時には塩類の析出が見られるなどの問題を抱えている。また、比較的保水性の高い地層(臼杵磨崖仏では褐色凝灰岩層)では、覆屋内部の比較的安定した環境条件下にてコケ等の着生生物が繁茂する問題もある。特に2001年2月に観測された寒波による磨崖仏表面の凍結では、屋外気象ステーションの風向風速データから北北西風が卓越していることが確認され、冷風が覆屋内に浸入したのではないかと推定される。

このように臼杵磨崖仏で見られる表面劣化現象と周辺環境との相関、特に風環境との相関を明らかにするため、覆屋内の微風計測を実施した。測定場所はホキ石仏第二群と古園石仏群の2か所とし、ホキ石仏第二群はおもに冬期寒冷時における覆屋への冷風浸入、古園石仏群では、覆屋南側に繁茂する竹林の伐採前後における覆屋内風環境の変化を確認するために実施した。測定には超音波風向風速計を用い、分析には測定結果のうち水平方向のデータを使用した。

その結果、外気(気象ステーション)の風向と対応して、覆屋内への風の浸入経路が明らかとなった。ホキ石仏第二群では、気象ステーションにおける冬期寒冷時の卓越風である北北西風が、覆屋の北側開口部から浸入し南側開口部へと抜けてゆく状況が明らかとなった(図1)。また、古園石仏群における測定では、同じく北北西風が北側面の開口部から浸入する(図2)が、竹林伐採後である2009年1月の測定(図2右側)では南側の測定地点にてより風速が大きいことが確認された。古園石仏群におけるこの結果は、乾燥した空気が覆屋内に浸入しやすいことも示唆しており、風環境も塩類が析出する大きな要因であることが確認された。

#### 4. おわりに

深屋根で開放型覆屋である臼杵磨崖仏において周辺環境の影響は強いと想定されるが、特に周辺の風環境が磨崖仏表面の劣化現象に大きな影響を与えることが、覆屋内の微風計測より明らかとなった。本結果から、凍結が生じやすい冬期には開口部を塞ぐことによる冷風浸入の制御など、最小限の変更で劣化防止策を講ずることが可能であると考えられる。また、古園石仏群では竹林伐採前後で覆屋内風環境は大きく変化しており、塩類析出との関連も示唆された。

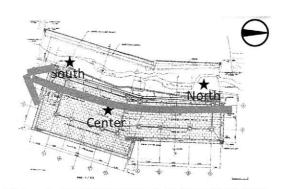


図1 ホキ石仏第二群における冷風浸入経路

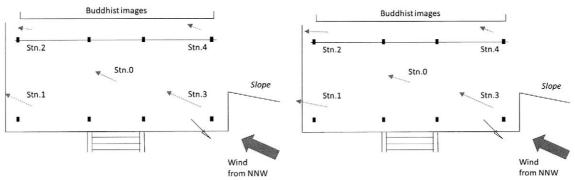


図2 古園石仏群における覆屋内風環境の変化

# 敦煌莫高窟第 285 窟西壁および南壁における物理的損傷の分布解析

○ 高林弘実(東京文化財研究所), 柴勃隆, 王小偉(敦煌研究院) 津村宏臣(同志社大学), 大場詩野子, 渡辺真樹子(絵画保存修復家)

# はじめに

中国甘粛省の敦煌にある石窟寺院遺跡・莫高窟に開かれた石窟の壁面には、多くの仏教壁画が残されている。これらの壁画では、様々な種類の劣化現象が知られているが、劣化の要因は十分に明らかではない。壁画の劣化要因を明らかにし、劣化機構を考察することは、莫高窟壁画の適切な保存・修復を行う上で意義がある。劣化の要因は、壁画に生じた劣化の状態やその空間的な分布傾向を明らかにして壁画の現状を精緻に把握し、壁画の劣化に大きく寄与したと考えられる因子を抽出することによって推定が可能である。しかし、石窟の内壁に全面的に描かれた壁画で進行している劣化について、その全容を肉眼観察のみから把握することは容易ではない。空間的な事象を数理的に分析する空間解析は、石窟内に分布した空間的事象である壁画の劣化を捉える上で有効な手段となることが期待できる。そこで本研究は、壁画の状態に関する空間解析手法を確立し、劣化要因を考察するための基礎的な知見を得ることを目的として、第285窟の壁画に生じた物理的損傷の分布解析を実施した。

#### 研究対象および方法

研究対象は莫高窟第 285 窟主室に描かれた壁画である(図 1)。石窟が掘られている崖は礫岩からなり、壁画は礫岩の上に壁土を塗って平滑に仕上げた壁面の上に描かれている。石窟の入口は東側にあり、図 1 に示した西壁は入口に対して正面の壁である。第 285 窟の壁画では、肉眼観察によって土壁や彩色層に様々な種類の物理的な損傷が確認されている\*\*)。西壁で観察される損傷の一例を図 2 に示す。彩色層に網目状に亀裂が入っており、亀裂に沿って彩色層が部分的に浮き上がっていることを確認できる。図中に矢印で図示した箇所では彩色層が欠損している。

本研究では、壁画に生じた物理的損傷の分布傾向を明らかにするために、まず石窟内にて肉眼で確認できる壁画の物理的損傷の記録作業と、石窟の内部形状の測量を実施した。次に、石窟内で収集したこれらのデータをもとに物理的損傷の位置および幾何形状情報のデジタル化を行い、空間分析機能を備えたソフトウェア IDRISI Kilimanjaro を用いて分布解析を行った。解析は壁面を平面に近似して行ない、平面に近似できない仏龕の内壁および壁面の上に付け加えられている龕楣や仏塔の表面は解析範囲から除いた。解析の対象とした損傷は、第 285 窟主室の西および南壁の物理的損傷のうち、壁の表面から土壁に及ぶ亀裂、彩色層に網目状に亀裂が生



図1 莫高窟第285窟(西壁)



図 2 彩色層に生じた網目状の亀裂と彩色層の欠損(西壁南側)

じている領域、彩色層が欠損して土壁が露出した領域である。

#### 結果および考察

西壁の彩色層の損傷分布図を図 3 に示す。淡い灰色で示した領域は彩色層に網目状に亀裂が 生じている領域、濃い灰色で示した領域は彩色層が欠損して土壁が露出している領域である。 西壁壁面では、土壁に及ぶ亀裂は龕の周囲などに数箇所確認されるにとどまる。損傷の発生頻 度を定量的に評価するために、西壁の解析範囲全体および図 3 に示した彩色層の損傷領域の面 積を各々算出し、損傷が発生している面積の全面積に対する比から損傷の発生率を求めた。そ の結果、西壁では壁面の75%が彩色層に網目状の亀裂が生じている領域であり、3%で彩色層が 欠損していることが明らかになった。また、肉眼で記録された彩色層の欠損箇所のうち、欠損 領域の周囲の彩色層に網目状の亀裂が生じているものの面積和は、欠損面積全体に対して 90% 以上を占める。これは、彩色層が欠損する過程には網目状の亀裂が密接に関係していることを 示唆する。西壁では、亀裂に沿って彩色層が浮き上がった結果、土壁と彩色層の固着力が弱く なることで彩色層の剥落が起こることが、彩色層欠損の主要な原因となっている可能性がある。 損傷発生の位置依存性を検討するため、西壁の南北および上下方向で損傷の発生率の比較を 行った。南北方向では、主尊が設置された中央の龕の北側の方が、物理的損傷が生じている面 積比が南側よりも大きい。上下方向で比較すると、上部の方が彩色層の亀裂および欠損の各々 の発生面積比が下部より大きい。特に、北側上部の彩色層の欠損率はほかの部分に比べて高い。 また、同様の解析を南壁について実施したところ、南壁では西側にいくほど彩色層の亀裂が発 生している面積比が大きいことが明らかとなった。これらの結果より、損傷の発生頻度は石窟 内で均一ではなく、発生分布に偏りがあることがわかる。これは、石窟内での位置によって微 小環境が異なっており、環境の差が劣化の程度に差をもたらしたためと考えられる。今後、石 **窟内に進入する太陽光や温湿度分布と損傷の分布との相関を考察することによって、劣化に大** きく寄与する因子を明らかにできるものと考える。

\* 大場詩野子ほか、保存科学、48、pp. 99-107 (2009)

付記 本研究は『敦煌莫高窟壁画の保護に関する日中共同研究』の一環として行われた。特に第 285 窟における調査の実施にあたっては多くの方のご協力戴いた。ご協力に感謝申し上げます。

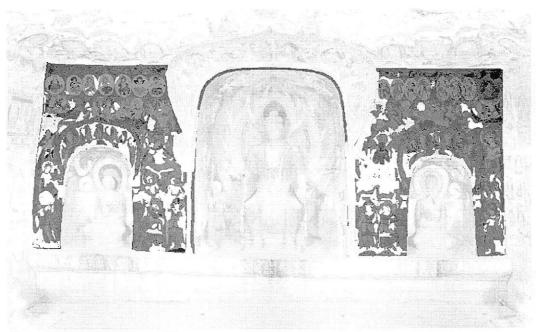


図3 西壁壁面の損傷分布図

# カンボジア タ・ネイ遺跡とその周辺に生育する地衣類

文 光喜(韓国 国立生物資源館),○二神葉子(東京文化財研究所), 朽津信明(東京文化財研究所),柏谷博之(国立科学博物館)

## はじめに

地衣類は地衣化した菌類とも呼ばれ、菌類が 藻類と共生することによって生活を維持してい る分類群であり、菌類全体の約 20%が地衣化し ている。また、地衣化する菌類のうち 98%以上 は子嚢菌類が藻類と共生した子嚢地衣類であり、 担子菌が地衣化した担子地衣類も約 50 種が熱 帯一亜熱帯を中心に分布することが知られてい る。地衣類は世界中に広く分布し現在は約 12,000 種が報告されている。

遺跡石材表面に繁茂する地衣類が石材に与える影響についてはこれまでにも議論がなされている。しかし、分類学的な検討に基づいた研究は少なく、アンコール遺跡群が所在するカンボジアの地衣類についてはこれまで多様性や分類

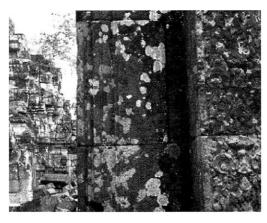


図1 砂岩上の地衣類 (タ・ネイ遺跡)

学的研究に関する報告はほとんどなされていない。このような状況のもとで、発表者らは 2005 年からアンコール遺跡群のタ・ネイ遺跡周辺での地衣類相を明らかにするための調査・研究を行ってきた。今回、砂岩およびラテライト上及び周辺の樹皮上に生育する種類とそれらの生育状況が明らかになったので報告する。

# 材料と方法

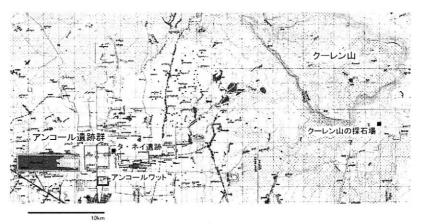


図 2 調査地の位置

フで基物ごとはぎ取る方法を用いた。また、岩石内に侵入する菌糸の情況を調べる目的でクーレン山の旧採石場基物から資料を採集した。

地衣類の形態観察は生物顕微鏡と実体顕微鏡を用いた。地衣体の内部構造はハンドセクションまたは凍結ミクロトームによる薄片を作成し、ラクトフェノールコットンブルー液に封入後観察に供した。子嚢及び胞子はルゴール液に封入してヨード反応を確認した。地衣類の二次代謝産物(地衣成分)の同定には呈色反応法、顕微化学的手法、及び高速液体クロマト法を併用した。

岩石内の菌糸の観察は、SEM 及び画像処理装置(Keyence VHX-900)を用いて行った。岩石内に見られる菌糸が地衣類由来のものか否かの特定に核とミトコンドリアのリボソーム DNAの塩基配列情報を用いた。

## 結果と考察

## I. 分類学的考察

採集した標本を分類学的に精査した結果これまでに調査地付近で確認された地衣類は21科42属57種であり、全てカンボジア新産である。さらに、植物分類学上特に興味ある次の種を含んでいる。

モジゴケ科に属する Carbacanthographis sp.と Graphis sp.の 2 新種が含まれる。両種共にソンボンなどの樹皮上に生育する痂状地衣類で,子器はリレラ状となり,地衣成分としてノルスチクチン酸とスチクチン酸を含む。Carbacanthographis sp.は,果殻上端部に周糸状体を持つので盤の両側は白く見える。果殻は側面だけが炭化し,胞子は無色,横隔膜を有し,大きさは 90-110 x 10-12  $\mu$  m。本種は熱帯に広く分布する C. marcescens に似ているが,胞子が多室とならず,スチクチン酸を含む点等で区別される。

*Graphis* sp.は上記種と同じような環境に生育するが周糸状体は生じない。果殻は側面で炭化する。子嚢に 1-2 個の胞子を生じ、胞子は褐色、多室、80-110 x 30-40  $\mu$  m。熱帯産の *G. acharii* に酷似するが胞子が無色で地衣成分としてデプシドンを持つ点で異なる。

Flakea papillata は主として岩上に生育する微少な葉状地衣類でゼオリンを含む。アルゼンチン、オーストラリア、キューバ、フィージー、ケニア、パラグアイ、日本、韓国から報告があるが、何れの地域でも稀種である。タ・ネイ遺跡西面の砂岩上に限定的に生育する。

Gymnographa heterospora は岩上に生育するモジゴケ科の稀種でこれまでにアフリカ、西インド諸島、オーストラリアの数カ所から報告がある。タ・ネイ遺跡西面の砂岩上に生育する。地衣体は厚さ 2-3 mm の痂状で灰白色を呈する、子器は屈曲して偽子座状に集合する。胞子は歪な球状で径 9-11  $\mu$  m、地衣成分としてプソローム酸を含む。タ・ネイ遺跡の砂岩上に限定的に生育する。東南アジアでは初めての報告である。

## II. タ・ネイ遺跡の石材に生育する主な地衣類

調査地域に出現した種類を地衣体の形状で見ると固着地衣類(地衣体は薄膜状,裏面全体で基物に密着する)42種,葉状地衣類(地衣体に表裏の区別があり仮根で基物に着生する)7種,鱗片状地衣類(地衣体は鱗片状,鱗片状の一部で着生する)4種,樹枝状地衣類(地衣体は直立し,断面は類円形,基部の一部で着生する)1種である。従ってタ・ネイ遺跡周辺では固着地衣類の多様性が高く大型の葉状,樹枝状地衣類は非常に稀である。属レベルで比較すると,葉状地衣類ではクロボシゴケ属やヂリナリア属のようにムカデゴケ科地衣類が大半を占める。固着地衣類では,イボゴケ属,ダイダイゴケ属,ミドリゴケ属,レプラゴケ属,ホルトノキゴケ属,アナイボゴケ属が最も普通に見られる。また,Cryptotheica,Carbacanthographis,Flakea,Letrouitia等のように日本には分布しないか,分布しても小笠原諸島や屋久島以南に限って分布するものが調査地では普通に見られる。

基物特異性:地衣類は基物特異性が高く岩石生、樹皮生、いずれにも着生するかは種によってほぼ決まっている。葉状地衣類は岩石にも樹皮にも着生するが、固着地衣類ではLetrouitiaやLeprariaが基物を問わず出現する他は全ての種が岩石着生に限られている。タ・ネイ遺跡の建物は基底部にはラテライトが、壁面には主に砂岩が建築用材として用いられているが、Letrouitia leprolytaと Verrucaria sp.が砂岩上に限って生育し、Porina tetracerae がラテライト上に限って生育しているがその他の種には岩石の違いによる生育特性は認められなかった。

石材内に陥入する菌糸の状況:地衣類の菌糸が遺跡の石材内に深く侵入していることは2008年大会でも報告した。今回,追加資料を検討した結果侵入長は昨年報告したものより深い例が認められているが,これについては別途報告する。

## まとめと今後の課題

本研究により、タ・ネイ遺跡周辺の地衣類相がほぼ明らかになった。今後は地衣類の遺跡周辺での生態学的な研究や地衣類が遺跡石材へ及ぼす可能性の解析を種レベルで実施することが可能となるので、増減の定量的な観測や地衣類の生育を制御する手法についても検討したいと考えている。

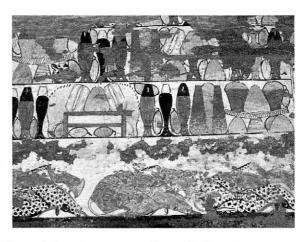
# エジプトの古代壁画(BC24世紀)の保存と地下墳墓の温度、湿度環境

○西浦忠輝・沢田正昭(国士舘大学), 吹田 浩・伊藤淳志・西形達明(関西大学) A. シュエイブ (カイロ大学), A. アカリシュ (エジプト国立研究所)

#### 1 はじめに

エジプト、カイロ郊外のサッカラ遺跡群にあるイドゥートのマスタバの地下墳墓には、古王国時代(BC2400年頃)の壁画が色鮮やかに残されており、極めて貴重なものである。我々は国際協力事業としてこの壁画の保存、修復に取り組んでいる。

壁画は壁体の劣化に伴う母岩や下地からの崩落が激しく、現状保存が困難と判断し、剥ぎ取って彩色層と下地を強化し再び元の場所に戻す方法で、作業を進めている。この壁画の場合、4400年を経てなお鮮やかな色が残されていることが、極めてユニークであり、貴重なのである。



我々は、地下墳墓内外の温度、湿度環境の計測と解析を行い、その値が理想的であり、かつきわめて安定していることを明らかにした。エジプトには壁画を有する地下墳墓が多数存在するが、温度、湿度環境がこれほどまでに理想的である例は珍しい。

本発表では、実際の計測、解析結果を紹介し、剥ぎ取った後も、壁画を理想的な環境下に置いておける形での保存、展示方法の計画についても述べる。また、遺物のC<sup>14</sup> 年代測定の結果についても簡単に紹介する。

#### 2 イドゥートのマスタバと地下墳墓の壁画

サッカラには、最古のピラミッドとされる第3王朝のジョゼル王の階段ピラミッドをはじめ、初期王朝時代から末期時代までの多くの墓があり、エジプトで最大の墓域である。マスタバとは、腰かけ(ベンチ)を意味するアラビア語で、形が似ていることからそのように呼ばれている。イドゥートというのは、このマスタバの所有者(埋葬者)の名前であり、墓の碑文から、古王国第5王朝最後の王ウニスの娘といわれている。

古王国時代では、ピラミッドが王の墓、マスタバが貴族や王の家族などの墓であった。地下墳墓(埋葬室)は、マスタバの頂上部より下約13mの地下にあり、南北約10.5m、東西約4.5m、高さ約3mの空間である。壁面に石膏プラスターで下地を作り、そこに、肉、鳥、ビールなどの供物の絵や供物リストなど被葬者の安寧を願った壁画が描かれている。1935年に発掘され、色鮮やかな壁画が発見されて、大きな注目を集めた。しかし、発掘時点ですでに、壁画面が母岩ごと、あるいは下地から大きく(約1/3が)剥落していた。地下墳墓はその後閉鎖されていたが、2003年の調査で剥落が更に急速に進んでいる(約2/3が剥落)ことが明らかとなり、2005年から筆者らのグループがその保存を進めているところである。

# 3 地下墳墓の温・湿度環境

温度、湿度環境を調べるために、外部、シャフト(地下墳墓に通じるたて坑:上部約 3m四 方、底部約 1.3m四方、深さ約 12.5m)の底部(地下墳墓の外側)、地下墳墓内(入口)、地下墳墓内(最奥部)の4か所に、温度・湿度計測器(データロガー)を置き、1時間ごとの自動計測を継続している。ここでは、外部(外気)と地下墳墓内(最奥部)における計測結果を図-1,2に示す。

サッカラ地域は砂漠地帯であり、温度、湿度の日較差がきわめて大きい。屋外では最高温度と最低温度の差は 20°C近くある。強い日照によって温度の上がる日中に湿度は 10%前後まで下がる。夜間は放射冷却によって岩体などの表面温度が外気温度より下がるため、早朝には湿度が 90%前後にまで上がるので、結露現象が起こることになる〔図-1〕。

一般に地下墳墓内では温度、湿度は日較差、年較差ともに小さくなるが、イドゥートのマスタバの地下墳墓の場合はそれがきわめて顕著で、温度は年間を通して23±1℃、湿度も55±7%となっており、まさに理想的な環境である[図-2]。この環境が、4400年もの間、新鮮な壁画の色を保ってきた要因と考えることができる。

エジプトの多くの地下墳墓では、「ででし」温度は安定しているものの、湿度が比較的高いのが一般的で、ネフェリタリ王妃の墓(ルクソール)などでもカビの問題があることが知られている。砂漠地帯であっても、地中にはかなりの水分があり、でしたの影響を受けるのが普通であるが、イドゥートのマスタバの地下墳墓の場合は、幸いにも地中水の

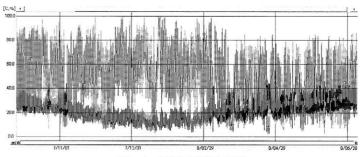


図-1 外気の温度と湿度

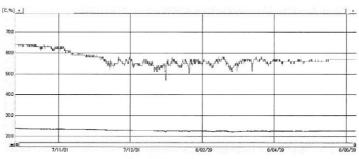


図 - 2 地下墳墓内最奥部の温度と湿度

影響をあまり受けていないということができよう。

今後、今の壁画の色の新鮮さを保つためには、この環境を維持することが必要であり、その ことが、壁画の保存対策と密接に関係している。

#### 4 壁画の保存対策

前述のように、壁画の剥落の原因は岩体の劣化によるものである。したがって、剥落しつつある壁画層を再び壁面に再固定することは、技術的にきわめて困難であり、また、ふたたび剥落する危険が大である。そこで、現存する壁画層をすべて脱離している面から母岩ごと剥ぎ取り、裏打ちを施してから再び壁面に金具で取り付けるという方法を採用し、現在作業を進めている。手順は <①彩色面強化 ②表打ち ③剥ぎ取り ④裏面厚さ調整、補強 ⑤表打ち除去⑥表面クリーニングと強化 ⑦裏打ち ⑧側面調整 ⑨壁面設置> となり、その作業はすべて地下墳墓内で行っている。具体的な材料、技法等については、ここでは割愛する。機会があれば別途報告したい。

さて、ここで問題にしたいのは、壁画面の剥ぎ取り、補強後の保存、活用方法である。地下墳墓の壁画の場合、剥ぎ取り後は環境の良い博物館等に運び、保管、展示するのが一般的である。しかしながら、本件の場合、理想的な環境の下で、4400 年を経てもなお新鮮な色を保っている顔料層を他の環境の下に置くことに、かなりの不安を感じる。特にエジプトの場合、たとえ博物館内であっても、良好な環境が保証されるとは限らないのが実情である。そこで、壁画を現在の環境の下に置き続けることを前提に、すべての保存作業を地下墳墓内で行い、終了後も当墳墓内に展示し保管することとしたのである。ただし、当地下墳墓に立ち入るには急なハシゴで降りるしかなく、また墳墓内の天井には大きな亀裂が複数あって崩落の恐れなしとは言えない現状である。これらの問題についても現在、研究、解析、考察を行っており、別途報告の機会を持ちたいと考えている。

#### 5 C14年代測定

地下墳墓内に遺されていた木棺断片 2 片とリネン(亜麻)の衣装切れ 1 片について、 $C^{14}$ 年代測定を行った。その結果、リネンは  $BC2200\sim2470$  年ということで、考古学的推定年 BC2360年頃にぴったりはまったが、木棺片は 2 片とも  $BC3020\sim3350$  年ということで、考古学的推定年よりも  $600\sim1000$  年ほど古い値となっている。この木棺が古いものの再利用なのか?樹齢のきわめて長い木からの木材なのか?あるいは計測上あり得る誤差なのか?種々調査、検討しているところである。

# 炭化米塊より推定できるその由来

# ○ 住田 雅和(国立歴史民俗博物館)

炭化米塊は単なる"炭化米の集合体"とのみ扱われることが多い。実際には炭化米塊を詳細に 観察すると、その表面の炭化米の配列からして一様ではない。炭化米の形態、籾の有無、炭化状態、塊全体の概形などから得られた情報を統合することにより、その炭化米塊がどのような由来 で炭化したのかを推定できる。由来という抽象的な言葉を使ったが、具体的には米がどのように 貯蔵や調理され、どのような状況で炭化したかを知ることができる。

発表者は神奈川県赤坂遺跡より出土した弥生中期の炭化米塊資料を検討し、稲穂のまま炭化した資料と調理された米の炭化資料であることを示した[住田 2006]。新潟県鮫ヶ尾城跡遺跡出土の中世の資料は炭化したオニギリだと判断した[住田 2008]。東京都巣鴨遺跡出土の炭化米塊は木製容器内に保管された玄米であると判断した[住田 2009]。これらの事例を報告し、炭化米塊や炭化穀類資料の検討の要点と可能性について論ずる。

神奈川県赤坂遺跡の資料は、炭化米塊からばらばらの炭化米まで一見するとさまざまな様態を持っていた。しかし、本来はこれらの資料は稲穂のまま炭化した資料と調理された米の資料であり、炭化条件や埋没後の保存条件、発掘時・後の条件によりさまざまな様態を示したにすぎないと結論した。稲穂の炭化物資料は、籾の状態でほぼ同一方向を向き、間隙を炭化物が埋める。一部に禾等であったと思われる棒状の構造が見られた。炭化米の表面は非常に鮮明である。籾が完全に残存する資料からまったく脱落して"炭化米"になった資料まで、さまざまな様態の資料がこの炭化米塊から脱落したと考える。調理された米の炭化物塊は、一見正体不明であるが所々に散見できる構造から炭化米塊であると同定できた。個々の炭化米はバラバラの方向を向き、間隙は認められない。また表面はのつぺりとし本来の構造を失っているが、炭化物としては非常にしっかりとしており保存状態は良好である。これより炭化後に表面が削られたり保存不良であったのではなく、炭化前に表面構造が溶けてしまったと考え、調理された米の炭化物であると結論した。

新潟県鮫ヶ尾城後遺跡から出土した資料は、表面の炭化米の配列は方向性がなく、互いに密着し時には互いにめりこんでいた。ほとんど籾はなく、あっても破片であった。炭化米のほとんどに胚が残存していた。炭化米塊の表面を、炭化前からある面と、炭化後に割れてできた面、風化して荒れた面に区別して、本来の形状を一辺が7cm程度の三角のおにぎり型であったと推定した。資料表面の曲面も、容器に押し込んでできたような対象性を持つものではなく、またチマキ状でもないためオニギリであったと結論した。また表面の圧痕より一つの資料はササなどの葉の上におかれていて、別の資料は布に包まれていたと推定した。

東京都巣鴨遺跡出土の資料は、石鹸箱の 1/2 から 1/5 程度の炭化米塊であり、概形状の特徴はない。そのうち2つは明白に接合でき、本来は同一の資料であった可能性が高い。胚などはほとんど残存しており玄米もしくは精米度の低い米であったと思われる。表面は個々の炭化米が明瞭に区別できそれが凹凸をなす面と、それが不明瞭で凹凸に乏しく、間隙を発泡した炭化物が埋める面の2極が認められる。この二極間には分層化はなく、漸次的に移行する。急激な昇温条件下の炭化では米が発泡するので、後者の炭化米間の炭化物は米粒内部から吹き出た炭化物であると思われる。このことからこの2極間の炭化米の漸次的な様態変化は、その炭化条件の勾配により生じたと考えられる。また炭化米は基本的に無秩序に配列するが、後者の面側は平坦かつ垂直方向には炭化米が配列しない面が存在する。一部には板材も残存するのでこの平坦面は米が保管されていた木製容器が形作ったものだと推定した。

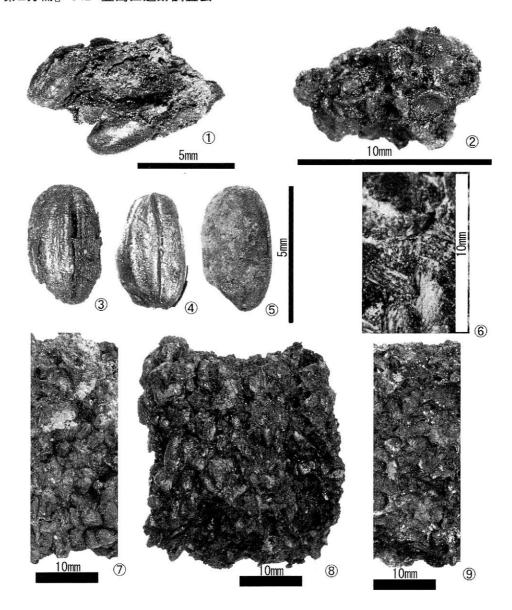
このように実体顕微鏡などで行える比較的簡易な検討により、炭化米塊からさまざまな情報を得ることができる。過去の米の保存や調理の実態解明は事例を重ねることにより、それらの歴史的変遷や地域的差異を明らかにし、米の生産から消費の実態へもつながっていく。また塊でない炭化米や他の炭化種実にも同様のその由来を明らかにするような検討を行うことにより、より広範な植物利用についてもその実態解明へつながる新たな情報を得ることが可能である。

#### 参考文献

住田雅和 2006 「赤坂遺跡出土の植物炭化遺体について」『赤坂遺跡 天地返しに伴う第 11 次 調査地点の調査報告』 三浦市教育委員会

住田雅和 2008「鮫ヶ尾城跡出土の炭化米塊について」『斐太歴史の里確認調査報告書』 99-100 新潟県妙高市教育委員会

住田雅和 2009「巣鴨遺跡シティコート巣鴨地区出土の近世江戸の炭化米塊について」『巣鴨町 XII 第2分冊』342 豊島区遺跡調査会



①稲穂炭化物(赤坂遺跡) ②調理された米の炭化物(赤坂遺跡) ③④稲穂炭化物より脱落した炭化米(赤坂遺跡) ⑤調理された米の炭化物より脱落した炭化米(赤坂遺跡) ⑥ 炭化米塊表面の布目(鮫ヶ尾城跡遺跡) ⑦炭化米の粒の明瞭な側(巣鴨遺跡) ⑧同 瀬の不明瞭な側(巣鴨遺跡)

# 縄文時代および弥生時代の狩猟域復元の試み -動物遺存体と植物のストロンチウム同位体分析 -

〇石丸惠利子(総合地球環境学研究所), 古角惠美(総合地球環境学研究所), 日下宗一郎(京都大学大学院理学研究科博士後期課程), 中野孝教(総合地球環境学研究所), 湯本貴和(総合地球環境学研究所)

#### 研究の目的

本研究は、過去における人の交流や物の運搬・流通がどのように展開してきたのかを読み取ることを目的に、動物資源の利用の実態を通して考察するための一つの新しい分析視角の試みである。発表では、縄文時代と弥生時代において重要な生業のひとつであった狩猟活動の領域を明らかにする方法について紹介する。もし、当時の主要な捕獲対象であったシカやイノシシなどの動物資源の獲得域を把握することができれば、狩猟活動の実態、生業域や遺跡間の交流あるいは立地や時代における生業形態の相違などについての議論をより深めることができると期待される。

# 分析資料と方法

分析は、縄文時代の遺跡として 20km 四方に多数の遺跡が集中する帝釈峡遺跡群(広島県)、弥生時代の遺跡として瀬戸内海沿岸に位置する南方(済生会)遺跡(岡山県)を対象とし、シカとイノシシの歯のエナメル質およびカワニナと遺跡周辺に生息する現生植物(アラカシ、サカキ、ツバキ等)のストロンチウム(以下 Sr)同位体比(<sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr)を測定した(南方はカワニナを除く)。各遺跡の分析資料数は第1表のとおりである。さらに、縄文時代の別の遺跡として渥美半島に位置する吉胡貝塚(愛知県)との比較を行い地域による差を検討した。

第1表 分析資料一覧

時代		縄文時代									
遺跡名/資料	帝釈観 音堂洞 窟遺跡	帝釈名 越岩陰 遺跡	豊松堂 面洞窟 遺跡	帝釈弘 法淹洞 窟遺跡	戸宇牛 川岩陰 遠跡	久代東 山岩陰 遺跡	帝釈寄 倉岩陰 遺跡	帝釈白石洞窟	帝釈馬渡岩陰	吉胡貝 塚	南方遺跡
ニホンジカ	2	2	2	2	2	1	_	_	_	17	5
イノシシ	2	2	2	2	0	1	_			11	3
カワニナ	2	4	3	3	2	3	1	1	1	_	_
植物		35									38

Sr は質量数の異なる4つの同位体(87Sr、84Sr、86Sr、88Sr)をもち、87Sr 以外は安定同位体で時代にかかわらずすべての物質で同一であるが、87Sr はルビジウム(以下Rb)87の放射壊変(半減期488億年)によって生じるため、物質によって存在度と原子量が異なる。すなわち、岩石や鉱物が形成されたときに持っていた87Rbの原子数によって87Srの原子数が異なるため、日本列島内の地質(岩石)においても形成時期によって同位体比に差があることが知られている。同位体比は、生態系内では地質の値を反映するとされ、同一地質内に生息する動物や植物はほぼ同じ同位体比を示すことを利用して、遺跡に持ち込まれた動物の生息域と遺跡との関係を考察する。

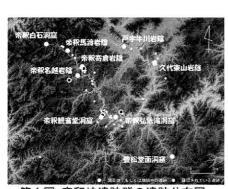
測定にともなう前処理として、土壌の堆積による続成作用の影響が低い歯のエナメル質は、超音波洗浄の後にデンタルドリルで表面の汚れを除去し、ダイヤモンドポイントでエナメル質を削った。次にクリーンルーム内で 5mg を秤量し、純水と 0.1mo1/1 の酢酸でそれぞれ洗浄を 2 回繰り返し、3 回目の酢酸に溶解した上澄みを回収した。次に 2mo1/1 の塩酸を加えた後に乾固させ、13mo1/1 の硝酸を加えて 200 で加熱して有機物を分解させた後に再度乾固し、さらに 2mo1/1 の塩酸を加えて乾固させた試料を 1 回カラムに通して 3mo1/1 の塩酸を加えて乾固させた試料を 3mo1/1 の塩酸をせた。乾燥重量 3mo1/1 の塩酸を加えて 3mo1/1 硝酸と 3mo1/1 可以 3mo1/1 3mo1/1 可以 3mo1/1 3mo1

酸を加え、さらに 1.5 mol/l の塩酸溶液に調整にした後に 2 回カラムを通して Sr を抽出した。前述の処理によって抽出した Sr を表面電離型質量分析計(TIMS)で同位体比を測定した。分析による誤差は $\pm 0.000003$  から 0.000006 である。

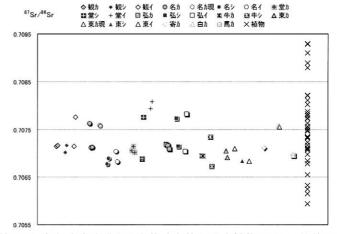
# 結果と考察

同位体比は、いずれの遺跡においてもシカとイノシシでほぼ同様な値をもち、両者の捕獲域は同一地域内であったことが指摘できる。帝釈峡遺跡群においては、植物の値(遺跡周辺の地域の値)との比較から、各遺跡の周辺で狩猟活動が行われたことが示唆される。当日の発表では、吉胡貝塚同様に帝釈峡遺跡群および南方遺跡周辺の植物の同位体比の GIS 図による表示結果を踏まえて、各遺跡の狩猟域について考察する。

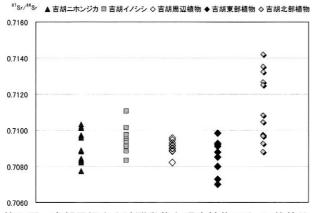
なお、人に囲われて飼育されたイノシシ類であれば、同位体比は遺跡周辺と同じあるいはそれ以外の値を持たない可能性が高く、動物との関わりを知る上で、同位体分析は非常に有効な分析方法だと考えられる。今後、その他の地域や異なる時代の遺跡で同様な分析を試み、動物による生息範囲の差などについても加味した上で、狩猟域の変遷やその歴史的背景について追究していきたい。



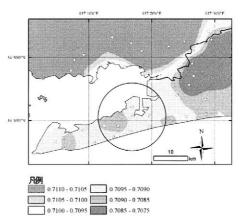
第1図 帝釈峡遺跡群の遺跡分布図



第2図 帝釈峡遺跡群出土動物遺存体と現生植物の Sr 同位体比







第4図 吉胡貝塚周辺の Sr 同位体比 GIS 図

**謝辞** 本研究を実施するにあたり、以下の方々に多大なるご教示を賜りました。記して感謝申し上げます。 古瀬清秀、扇崎由、増山禎之、小林俊則、申基澈、齋藤有、寺村裕史、総合地球環境学研究所研究室4の 皆様(敬称略、順不同)

なお、本研究成果の一部は、科学研究補助金(基盤研究 C: 20509010)「縄文時代における生業・交易圏の復元研究-動物遺存体の産地同定を中心として-」および地球研プロジェクト「日本列島における人間-自然相互関係の歴史的・文化的検討」の補助を受けている。

# GISを利用した奈良盆地における集落遺跡データベースの構築 ――奈良市菅原東遺跡を中心に―

○六車美保・宮崎良美・宮路淳子 (奈良女子大学)

#### 1. はじめに

奈良女子大学21世紀COEプログラム『古代日本形成の特質解明』では、古代国家形成期における奈良 盆地の開発実態を明らかにすることを目的として、既往の発掘調査成果をもとに古墳時代の集落遺跡のG IS (地理情報システム) データベースを構築した。

多くの先学が指摘しているように、近年、発掘調査の成果報告の数は膨大な量となっており、個人ですべてを把握するのは困難な状況にある。奈良盆地に都がおかれる以前の古墳時代には、数多くの大型古墳が数多く存在するものの、その被葬者たちが居住していたであろう空間については未だ不明な点が多く、都市の成立についても未解明である。本学では、古代都城成立以前の奈良盆地の様相を明らかにするための第一段階として、古墳時代集落遺跡の状況を発掘資料成果をもとに盆地全体で俯瞰し、さまざまな角度から奈良盆地の古墳時代を解析することを目標に、研究機関や各市町村から提供していただいたデータを集約し共有できるシステムの構築を目指している。

## 2. データベースの構築

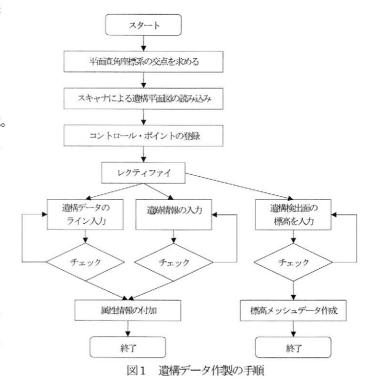
本データベースでは、奈良盆地のおよそ3世紀~7世紀の集落遺跡を対象とする。採録する集落遺跡は奈良県教育委員会編『奈良県遺跡地図』

(1998)をもとに、その後刊行された報告書 等から遺跡を追補している。

盆地全体の様相を容易に把握し、同時に各遺跡の遺構を詳細にデータ化するため、地図データ等をスケールフリーかつシームレスに利用できる GIS を導入した。ソフトウェアは汎用性を考慮し、ESRI社の ArcGIS9.0 を使用した。

本データベースは小縮尺での閲覧に適 するポイントデータ (集落遺跡データ) と、遺構平面図から作製した大縮尺の遺 構データから構成される。

集落遺跡データの作製 『奈良県遺跡地図(1998)』と報告書等をもとに、アトラス社プロアトラス SV2 で取得した位置情報を ArcGIS に読み込んだ。 属性情報には遺跡名、時期、検出遺構・出土遺物、調査歴等を入力した。



遺構データの作製 1/50~1/400 程度の縮尺で閲覧することを念頭に作製した。図1のとおり遺構平面図の画像データを幾何補正し、ArcGISで扱えるデータに変換した後、ArcGISのエディタ機能を使用して、柱穴、

土坑、井戸、溝、建物・柵列、その他の遺構をラインデータとして入力した。属性情報には遺跡名、調査 次数、遺構番号、時期などを入力している。

遺構検出面標高データの作製 遺構平面図等に遺構検出面の標高単点や等高線の記載があれば、その位置をポイントで取得し、属性に標高を入力した。これを、空間解析ツールで標高メッシュデータを作成した。他、旧版125万地形図をもとに盆地全域をカバーする標高10mメッシュデータを作製した(COEプログラムが企画、北海道地図株式会社製)。また、本発表の菅原東遺跡などの重要な遺跡ではより詳細な土地の起伏を再現するため、奈良文化財研究所作製1/1000地図からも標高データを作製した。これら標高メッシュデータは拡張ツール(ArcScine)により、地表面の形状を3D表示することで遺構の状況がより明確に把握できる。また、遺跡の標高別分布などの分析にも活用される。

#### 3. 菅原東遺跡について

奈良盆地北部に位置する古墳時代前期後半から後期にかけての集落遺跡。古墳時代前期後半から築造が開始される佐紀盾列古墳群と時期が重なる。遺跡の東方約100mには埴輪窯(川西編年V期)が存在する ⇒古墳群と集落遺跡との関係性。(図3)

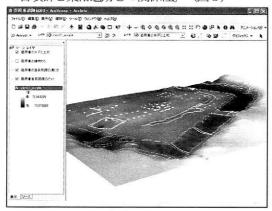


図2 遺構検出面の30表示



図3 宝来山古墳と菅原東遺跡

# 4. おわりに

本研究では考古学分野と GIS 構築分野の連携により、学際的な視点で奈良盆地の古墳時代の様相を通時的に考えることができた。今後、地質や植生など、考古学的手法を用いて得られる以外の新たな情報を追加することで、より多角的な検討が可能になる。出来上がったデータベースを大学附属の教育機関などの授業に活用することができれば、文章に書かれたものだけからは想像しにくかった古墳時代の奈良盆地の様相を視覚化することによる教育効果も大きいと考える。また、この成果を地域社会などに還元していくことにより、今まで発掘調査担当者など経験値によるところに大きかった古墳時代像について、より多くの人々が情報を共有でき、新たな知見が広がることも期待できる。データベースの作成は学生が主体となって取り組んだことにより、21世紀COEプログラム『古代日本形成の特質解明の研究教育拠点』の研究教育面において成果をあげることができた部分は大きい。

#### 参考文献

奈良女子大学21世紀COEプログラム「古代日本形成の特質解明の研究教育拠点」2009『奈良盆地の古墳時代集落<資料集成>』

宮崎良美 2009「奈良盆地歴史地理データベースの構築と課題」古代学第1号 奈良女子大学古代学学術研究センター 奈良県教育委員会 1998『奈良県遺跡地図(第1・2・3分冊)』

# シリア・パルミラ遺跡の墓から見た3次元画像の活用と展望

○西藤清秀(奈良県立橿原考古学研究所)・濱崎一志(滋賀県立大学)・石川慎治(滋賀県立 大学)・星英司(株式会社アコード)・吉村和昭(奈良県立橿原考古学研究所)

#### Lはじめに

3次元画像が、本格的に考古学および文化財へ活用されるようになって、はや 10 年を過ぎようとしている。その中でさまざまな課題が挙げられるようになってきた。当初、視覚的な物珍しさが、その活用の道を広げるきっかけとはなったが、現在、その活用への道に新たな展開が必要になってきていると思われる。それゆえ、今回の発表では我々が、シリア・パルミラ遺跡の調査を通して 3次元画像をいかに活用し、その中でいかなる展望が存在するかを言及する。

#### II.三次元画像の活用の実例

我々は 1990 年以来、パルミラの葬制や東西交流を主題として東南墓地の地下墓や北墓地の家屋墓の調査を実施し、その中で 3 次元計測・画像の使用をおこなってきた。その採用の目的として地下墓から出土した胸像(図 1)・彫像付き石棺の実測図作成の省力化、さらにその計測画像の比較から工人・工房の特性に迫ることを目指すことを試みたいと考え、彫像や彫像付き石棺の 3 次元画像の作成をハッセルブラッド RMK でおこなった。また出土した頭骨を計測(図 2)することによって人骨から生前の顔つきを複顔するための準備もおこなった。しかしながら上記 2 点の作業は、調査上、遺構をスキャニングするのに有利なライカジオシステムHDS3000 を採用したために、中断せざるを得なくなった。その要因は、この種の機材の海外持ち出しが経費的・人材的な負担が大きいところにある。







図1 H 号墓出土胸像の2種の3次元画像(左・中)と 3次元画像からの2次元表現(右)

図 2. 出土頭骨 3 次元画像と実写真画像

その計測対象を変更した契機は、1994年~1997年に発掘調査し、2000年に修復・復元を完了したF号墓と2003年~2004に発掘調査し、2005年に修復を終えたH号墓の2基の地下墓にある。F号墓は、紀元後128年にBRHA&BWPAによって建造された石材で墓室が内装された地下墓であり、奥棺室には現存する中では最も大きく写実性に富んだ彫像があしらわれた家族饗宴像付石棺が納められ、主室には対面する解放奴隷の家族饗宴像付石棺、唐草文や花文、コリントの柱頭が配された華麗で優美な墓である。またH号墓は、TYBLが紀元後113年に建造し、パルミラでは唯一の完存する家族饗宴像付石棺や、墓室には多くの胸像が原位置に遺存した墓である。通常、調査での遺構の図面や写真は詳細に記録される。しかしその遺構が修復・復元される時には、その事業を進める設計的な図は存在しても事業完了後の図の作製は皆無の状態である。それゆえ、調査から修復まで我々の手に委ねられた2基の地下墓は、その事業を推進した当事者として、事業完了後の図の作成を責務として感じた。

2 基の修復・復元した地下墓の計測により両地下墓が、最終的にどのような形状に修復・復元されたかを表す画像が作成でき、修復・復元のための設計図とは異なる発掘の成果を盛り込んだ図(図3・4)を提供することができた。さらに現在、倒壊した3世紀の石造の家屋墓において3次元計測と画像の新たな試みを実施している。この家屋墓は、パルミラ博物館の西約100m、パルミラ都市遺跡の市街地地区の北側に接するように営まれ、No.129-bと呼ばれている。現状は大型の外壁材が内側に四周から倒れこんだ状態であり、その倒壊状況は、かなり元の壁の様相を反映していると考えられることから、倒壊し山積みになった石材を上部から3次元計

測(図5)をおこない、計測後にそれら石材を取り外し、さらに計測をおこなうというパター ンを幾度となく繰り返し実施している。また、取り外した石材は、個々に3次元計測をおこな っている。それは、家屋墓の倒壊した部材の位置と個々の石材の情報を組み合わせ、調査をす る中で作成した復元想定図と組み合わせ倒壊過程の復元を試みている。この倒壊過程を復元す ることによって倒壊の原因が自然現象によるのか、人的な行為によるのかを検討できると考え ている。また、この計測データは、コンピュータの画面上での129-b 号家屋墓の実際に計測し た石材を積み上げ(図 6)ての修復・復元が可能であり、将来、修復復元する際の石材劣化に よる構造的な問題や、復元箇所の視覚的な可否等さまざまな問題点を視覚的に我々の目に曝し てくれる。









図 3. F 号墓 3 次元画像

図 4. H 号墓 3 次元画像

図 5. 129-b 号墓現況 3 次元画像

図 6. 129-b 号墓西壁個別部材 積上げ3次元画像

## III. まとめ

パルミラ遺跡にかかわる遺物や遺構の3次元計測を通して3次元計測の有効性が非常に大き いことを認識させられている。パルミラにおける3次元画像の活用は、前述したように彫像、 人骨、地下墓、家屋墓などでおこなっているが、その中で東南墓地の F 号墓と H 号墓の 3 次元 画像は、調査の最終的な図面画像の記録作成というばかりでなく、他に地下墓を見たことのな い人々が地下墓とはどのようなものなのかを理解するには最良の方法である。また地下墓を知 っている人々にとっても 3 次元画像はさまざま角度・局面から地下墓を見ることができるため、 より一層の理解を深めさせることができる社会教育的な効果を生み出すと考えられる。また、 この3次元のデータは正確な数値が得られ、尺度をはじめとして地下墓構築・施工にかかわる 研究に大いに貢献できるものと考えられる。

さらに北墓地 129-b 号墓という倒壊した石造家屋墓の 3 次元計測をおこなっている。この倒 壊状況と移動させた個々の石材の3次元によるデータ化が終了した後、倒壊過程を復元し、自 然災害かまた人為的な破壊行為であるかを理解できると考えられる。もし、地震等の自然災害 であれば、家屋墓の倒壊がどのような方向に力が加わり、どのような順序で石材が動いたのか を知ることができると考えている。また、人的な破壊では石材の移動や抜け方からどの個所が 最も破壊されやすいのかを知ることもできる。これは、他の遺跡や遺物出土など考古学的な研 究にも応用ができと思われる。

パルミラの墓での3次元計測の経験から3次元画像は、人々が現地を訪れることなく、遺 跡・遺構を実体験できる最良の方法であると思われる。それは人に公開することのできない危 機的な遺産の紹介にも非常に役立ち、社会教育的に歴史的記念物を多くの人々の手近に引き寄 せる効果を有している。さらに考古学の研究では遺構・遺物のさまざまな比較研究(形状、構 造、法量など)や画像の組み合わせによる遺跡・遺構・遺物の組成を考える上で有効な手段で ある。このように三次元画像は、多様な結果を導き出す可能性を有している。 参考文献

石川慎治・濱崎一志・西藤清秀 2008.09「パルミラ遺跡北墓地 129-b 号墓のオーダーについて」『日本建築学会学術講 演梗概集 F-2 建築歴史・意匠』523-524 日本建築学会

濱崎一志・石川慎治・西藤清秀 2008.09「パルミラ遺跡北墓地 129-b 号墓の復元について」『日本建築学会学術講演 梗概集 F-2 建築歴史·意匠』521-522 日本建築学会

西藤清秀(編) 2005.03 『パルミラにおける葬制とその社会的背景に関わる総合的研究』平成 13 年~16 年度科学研究 費補助金基盤研究 (A) 研究成果報告書。

西藤清秀・星英司 2007.03「パルミラ東南墓地所在の地下墓の3次元画像作成」『第14回西アジア考古学会発掘調査 報告会報告集』 70-74 日本西アジア考古学会。

この発表は、日本学術振興財団科学研究費補助金 基盤研究(A) 「古代パルミラの葬制の変化と社会的背景にかかわる 総合的研究(2008-2011)」(代表:西藤清秀)による。

# 銅鐸と銅戈が出土した長野県柳沢遺跡の埋蔵環境

〇村上 隆 (京都国立博物館)・三ツ井誠一郎 (日本原子力研究開発機構) 平林 彰・上田典男 (長野県埋蔵文化財センター)

# 1) はじめに

長野県中野市の柳沢遺跡は、高社山の麓、千曲川と夜間瀬川の合流点に位置する。千曲川の 堤防工事に伴う発掘調査で、最初の銅戈が発見されて以来、発掘土砂の篩分け作業を含むその 後の調査によって最終的に合計銅鐸5個、銅戈8本の存在を確認するに至った。このような多 数の銅鐸と銅戈が一緒に出土した事例は、東日本はもとより、全国的にみてもたいへん珍しい ため、大きな反響を呼んでいる。本報告は、この遺跡のこれら青銅器の良好な遺存状態の実態 を探るために行った埋蔵環境調査の一部にあたる。1994年に堺市下田遺跡から出土した銅鐸に 対して行った同様の調査 りつとの比較検討も合わせて報告する。

1)村上 隆・三ツ井誠一郎・仁木昭夫・西村歩、藤田憲司:「堺市下田遺跡から出土した銅鐸の材質と埋蔵環境」 『日本文化財科学会第13回大会発表要旨集』pp148-149 (1996)

2)三ツ井誠一郎・久保田 満・村上 隆:「下田遺跡から出土した銅鐸の埋蔵環境」 『下田遺跡』pp371-381 (財) 大阪府文化財調査研究センター (1996)



図1. 長野県柳沢遺跡における 銅鐸・銅戈の出土状況



図2. 7号銅戈 全長34.4cm、柳沢遺跡で発見された中で最も大振りの大 阪湾型銅戈。1号銅戈だけ九州型であることも注目され

ている。銅鐸は、外縁付鈕式の小型が中心であるようだ。

# 2) 長野県柳沢遺跡における青銅器の発見と調査研究体制について

柳沢遺跡の発掘を担当する長野県埋蔵文化財センターは、2007年10月17日に最初の銅戈を発見した直後、11月1日には各分野の専門家からなる遺跡調査指導委員会(笹澤浩委員長)を立ち上げ、さまざまな視点から学術研究を行う調査研究の体制を整えた。柳沢遺跡は、考古学的な関心はもとより、青銅器の遺存状況が非常に良好であることなどから、土壌中での金属製品の長期腐食評価の観点からも大いに注目された。考古遺物の遺存状態は、遺物の材質にもよるが、埋蔵環境にも大きく影響を受ける。しかし、埋蔵環境を原位置で定量的に把握した事例はきわめて少ない。柳沢遺跡における青銅器の遺存状態の詳細を知るためにも、青銅器が長期間埋蔵されてきた土壌の調査が急務であった。本報告は、委員の一人である村上が、委員会の承認のもと、日本原子力研究開発機構と共同で実施した、11月9日の土壌サンプリングに始まる一連の調査で得た成果の一部である。土壌分析、水質分析、土壌への金属イオンの溶出量の測定など、青銅器の埋蔵環境に関わる基礎調査が中心となる。青銅器の材質、腐食状態の分析など、青銅器そのものの調査は現在別途実施中であり、今後改めて総合的に報告する機会を持つ予定である。

## 3) 測定とその結果

## a)青銅器から溶出した金属成分とその分布

銅鐸・銅戈の埋納坑を横切る断面に設けた 10cm 毎のグリッドから土壌試料を採取し主要元素の分布を探った(図3)。土壌試料は酸処理にて溶解後、原子吸光光度法、ICP 質量分析法によって分析した。土壌中に高濃度で分布していたのは、銅(Cu)、次に鉛(Pb)であり、夜間瀬川方向への地下水の流れに沿って 2m 程度の範囲で確認された。埋納坑では、Cu は 10,000ppm を超える。一方、スズ(Sn)は埋納坑内に留まる。下田遺跡の調査でも同様の現象をみたが、濃度、分布範囲とも柳沢遺跡の方が大きい。なお、地下水の流れに直交する面では約 30cm の広がりで収まることがわかった。

## b)土壌の粒度組成の分析

柳沢遺跡の埋納坑近傍の土壌の粒度組成はシルト状、下田遺跡に較べて細粒分(粘土分)が多い。

## c)土壌の鉱物組成の分析

石英やクリストバライトなど、SiO2を主成分とする鉱物を多く含有する。

## d)土壌の乾燥密度

埋納坑内の土壌の密度は 1.35~1.41g/cm³ と、外部の 1.66g/cm³ に較べて小さい。これは、人為的 に埋め戻していることに起因するものであろう。

## e)地下涌水の水質

pH6.6 と中性であった。また、酸化還元電位 0.2V vs. SHE を示し、 $Cu^2$  + と  $Cu_2O$  の安定領域境界付近にあたる。これは、出土当時に  $Cu_2O$  と見られる腐食生成物が埋納坑周辺に観察されたことや、青銅器の遺存状態との比較で納得できる。

## 4) まとめにかえて

柳沢遺跡における青銅器の埋蔵環境の調査によって、遺物の遺存状態は埋蔵環境によって大きく左右されることを改めて確認した。さらに遺物分析を加えた総合的な研究へと充実を図りたい。また、考古遺物に対するこのような調査は、考古学的な観点だけではなく、土壌中における金属製品の長期的挙動を知るための広義な意味での「ナチュラルアナログ(天然類似現象)」、すなわち「自然が行った長期の実験」に関わる研究と位置づけ、今後とも積極的な展開をはかる必要があろう。

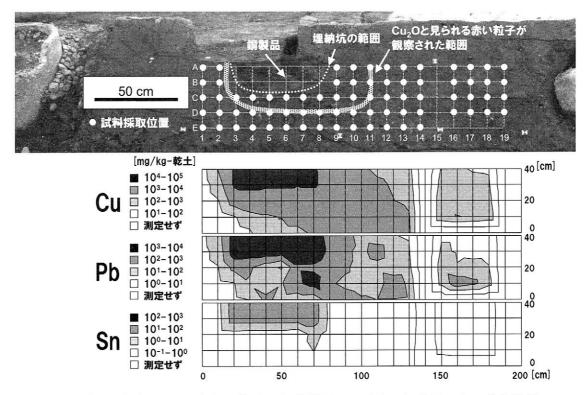


図3. 柳沢遺跡における銅鐸・銅戈の埋納坑周辺に溶出した金属元素の分布状態 (青銅の主成分である銅(Cu)、鉛(Pb)、スズ(Sn)を表示)

# 原町遺跡出土銅戈における同笵の検証と鋳造技術

〇小林公治, 河野一隆·鳥越俊行·輪田 慧·今津節生 (九州国立博物館)

#### 1. はじめに

青銅器の同笵関係を知ることで、その青銅器の製作地や制作状況、また流通や使用の実態を実証的に探ることが可能となる。古墳時代の銅鏡研究では、同笵(同型)関係の検討が当時の政治体制を考える有力な方法とされているように、綿密な方法論により裏付けられた同笵関係の認定は、生産や流通の問題についてはもちろん、当時の社会状況についての検討を進める上での橋頭堡ともなるべき実証的な成果を上げることが期待される。

同笵関係の検討が盛んに行われている三角縁神獣鏡などの銅鏡類は文様や形態が複雑で、 形状の比較や笵傷の有無など、同笵関係を追求する手がかりが比較的得やすいのに対し、 石製鋳型により鋳造され、形状も単純な弥生時代の武器形青銅器については、多くの出土 例があるにも関わらず、肉眼観察を中心としたいくつかの検討例があるに過ぎなかった。

そこで本研究では、同一遺構から一括して出土した多数の銅戈を対象として、それぞれに3次元デジタイザによる精密な形状計測を行い、肉眼観察も踏まえた計測データの比較により同笵関係の検討を行った。また、青銅器鋳造時の湯口方向や鋳造技術についての情報を得る目的で、併せてX線 CT とX線透過撮影を行い、鋳造欠陥(鬆)の量や分布状況などの情報を得た。

## 2. 方法

本研究の対象としたのは、福岡県春日市原町遺跡から出土した銅戈(文化庁所蔵)である。この遺跡からは1969年水道敷設工事中に48本の銅戈が発見されたが、それらは内と鋒とを交互にして並べ、身を立てた状態で埋納されていたという。今回の研究ではこのうちの47本について機器類による計測、分析、また本来の形状を保っている部分や笵傷等の確認のための詳細な肉眼観察を実施した。

この計測結果に基づき、銅戈両面に対して鋳造後の研ぎ減りやバリ取りといった改変を受けにくいA) 育全長、B) 育末端部幅、C) 樋末端部幅について計測、A/B、A/C を両面それぞれについて 2 枚にグラフ化した。このグラフで両者の数値が近似するものがまず同笵製品である可能性が高いグループであるとして抽出し、三次元データにより鋳造後の改変を受けにくい中心部形状や胡の角度、また厚さなどについて形状を詳細に比較した。

さらにこの作業の結果、同笵製品であると考えられた2組4点の銅戈について、表面細部の肉眼観察を行った。また、透過X線写真を比較し、両者の鋳造欠陥分布などに共通性や特徴的な点が見られるか確認した。

なお、本研究で使用した機器類は、いずれも九州国立博物館に設置されている非接触光学式三次元デジタイザ(ATOSIII Model400, GOM 社製)、文化財用 X 線 CT スキャナ(Y. CT Modular320 FPD, エクスロン・インターナショナル社製)、X 線透過撮影装置(Modular225, エクスロン・インターナショナル社製)、X 線デジタル撮影システム(エクスロン・インターナショナル社製)である。

## 3. 検討および結果

かねて岩永省三氏(九州大学)らによって行われた肉眼観察による検討結果では、1 組 2本(No.4 と No.34)について同笵の可能性が指摘されていた。今回の検討により、これら 2本について同笵製品であることが改めて認められた他(fig.1)、それ以外にも同笵品と考えられるものが現時点で 1 組 2本(No.2 と No.31)確認できた(fig.2)。このことにより、本分析法が、従来主流であった肉眼観察法と比較しても、より詳細かつ省力的に高精度な検討を行い得る有効な分析法であることが明らかとなった。さらに No.4 と No.34 に対

する肉眼観察の結果、前者には笵傷と思しき突起が見られるものの、後者には観察されない部分があり、これが確実に笵傷だとすれば、No.34から No.4~という鋳造順序が想定されることになる。また、No.2と No.31についても、同様に No.2 に見られる笵傷らしき突起が No.31 には見られないことから、後者から前者への鋳造順序であった可能性がある。

一方、これら 2 組 4 本に対する X 線データ比較については、現在までのところ同範の 2 組 それぞれに全体的に密な鋳造欠陥(鬆)の分布が見られ、特徴的な共通性は見出されていない。

## 4. 今後の課題

多数の青銅製品から同笵の可能性が高い組み合わせを抽出する方法として採用した方法 が、鋳造後改変の少ない部位の計測数値をグラフ化する方法である。しかし、錆びや付着 物あるいは鋳造後の形状変容などによっては、測定点の認識にばらつきが生じるなどの問 題もあった。

同笵品と認められるものについての肉眼観察から、当初の石製鋳型には無かった傷が鋳造開始後につき、製品面での有無により制作順序を推定し得る可能性を指摘した。しかしながら、製品表面に生じる突起には笵傷のほか、錆びや何らかの付着物による可能性もあり、笵傷の認定はより厳密に行っていく必要があるように思われる。

以上のような問題点について、今後より多くの検討を進めながら方法論の確立を目指したい。

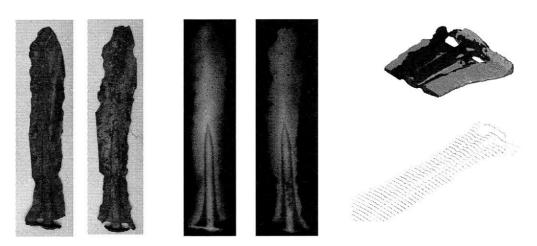


Fig. 1 原町遺跡出土 No. 4(左)·34(右) 銅戈B面比較(現状, X線透過図, 立体断面図, 断面図)

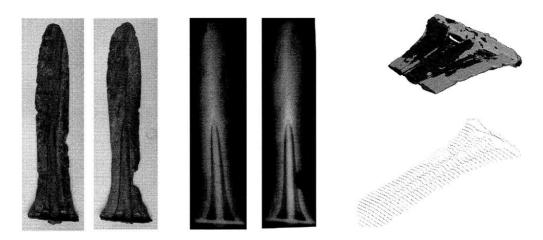


Fig. 2 原町遺跡出土 No. 2(左)·31(右)銅戈B面比較(現状, X線透過図, 立体断面図, 断面図)

# グラス・ウェイトの高感度蛍光 X 線分析による イスラーム・ガラスの組成変容の解明

○加藤慎啓 (東理大・理), 中井泉 (東理大・理), 真道洋子 (イスラーム考古学研究所)

## はじめに

イスラーム時代(7~15 世紀) のエジプトには、公的な計量に用いられていたグラス・ウェイトと呼ばれるガラス史料が存在する。表面には、鋳造を命じたカリフや総督、財務長官など当時の為政者の名前や重量の単位などを示す銘文がスタンプとして押されている。グラス・ウェイトが重量測定に用いられたのに対し、容量の基準として円盤状のスタンプが外面に付けられたガラス容器(ヴェセル・スタンプ)も存在する(Fig. 1)。いずれもカリフの名前などから製造年代が考証されるため、非常に貴重な史料として知られている。

当時の中近東のガラス製造を概観すると、主としてソーダ石灰ガラスが製造されてきた。特筆すべきはガラスのソーダ源の変遷である。初期イスラーム時代(7~9世紀)の地中海周辺地域では天然の炭酸ソーダ(ナトロンなど)を使用していたのに対し、次第に



Fig. 1 Example of analyzed glass vessel with stamp (private collection, A020, A.D. 720-734)

植物の灰を利用するようになった。この変化の原因は明確となっていないが、植物の灰を利用したガラスは $K_2O$ やMgO 濃度が高濃度になることから明らかとなっている。

こうしたガラス製造の変容は年代の明確なグラス・ウェイトの分析によって詳細に解明される。Sayer と Smith<sup>1)</sup>はおよそ 845 年を境にソーダ源の変遷が起こったことを明らかにした。一方、Gratuze ら<sup>2)</sup> は 70 点の資料に対し中性子放射化分析を行い、7~13 世紀の組成変容モデルを構築した。しかしながら、これらの問題点として、グラス・ウェイトとヴェセル・スタンプを混在させている点、組成編年の構築には資料数が少ない点が指摘できる。さらに、日常的に使用したガラス器との関連性は明確になっていない。そこで本研究では、これまで以上に詳細なイスラーム・ガラスの化学組成の変遷を多くの資料に基づき明らかとすることを第一の目的とした。そして、公的性格を持つグラス・ウェイトと日常的に使用されていたガラス容器の化学組成を比較することで、当時のガラス製造の規模の広がりと技術的影響、生活文化とのかかわりの中で化学組成が示すガラス器の位置づけを考察した。

## 試料と実験

グラス・ウェイトおよびヴェセル・スタンプの個人コレクション  $^{3}$ のうち鉛ガラスや腐食したガラスを除く  $^{218}$  点に焦点を当てた。表面の銘文に関しては川床睦夫氏  $^{(12)}$  (イスラーム考古学研究所所長)が解読を進めているが、摩滅のために解読不能である資料や正確な製造年代が不明な資料も存在する。Fig. 1 に示した例では、銘文に記された財務長官:ウバイド・アッラーの在位期間から西暦  $^{(20)}$  年の間に製造されたことがわかる。一方、このような公的品との比較する目的で、日常的に用いられていたガラス器類も扱った。特に、ローマ/ビザンティンの流れを受ける初期イスラーム時代( $^{(20)}$  世紀) のガラスに着目するため、8 世紀に位置づけられるフスタート遺跡出土のガラス容器片約  $^{(20)}$  50 点、および同質の原料塊  $^{(3)}$  1点(いずれも早稲田大学蔵)を対象資料とした。

分析には Na を含む軽元素が分析可能な XRF 装置(OURSTEX 100FA II-L)と、La, Ce, Nd といった希土類元素などの微量重元素まで分析可能な 2 次ターゲット搭載の偏光光学系 XRF (Epsilon 5)を用いることで、ガラス中の幅広い元素の非破壊化学組成分析を実現した。いずれの分析装置においても、NIST の標準ガラスおよび ICP-AES または ICP-MS で組成を決定した自作合成ガラスを用いた検量線法による定量値の算出を行なった。

## 結果と考察

グラス・ウェイトおよびヴェセル・スタンプ 218 点の  $K_2O$  vs. MgO プロットを Fig. 2 に示した。既に知られているように、低  $Mg \cdot K$  濃度の  $8 \sim 9$  世紀半ばの資料はソーダ源としてナトロンを使用していた。 9 世紀後半~10 世紀前半の資料が不足しているものの、10 世紀中旬~12 世紀のガラスにはMg や K が顕著に含まれており、植物灰をソーダ源として用いるようになったことが明らかである。例外として 11 世紀末の資料 1 点がナトロン・ガラスと識別されたが、これは今後の検討を要する。

さらに詳細にみると、低 Mg·K 濃度のナトロン・

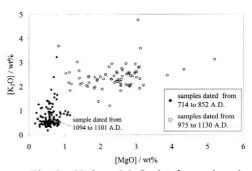


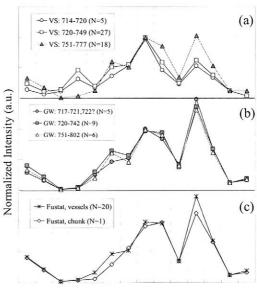
Fig. 2 K<sub>2</sub>O vs. MgO plot for analyzed glass weights and vessel stamps

ガラスは、高  $Al_2O_3$  濃度(3~5 wt%)・低 CaO 濃度 (3~4 wt%)の資料が 8 世紀に、低  $Al_2O_3$  濃度(1~3 wt%)・高 CaO 濃度(9~11 wt%)の資料が 9 世紀前半にそれぞれ位置づけられた。一方、高  $Mg \cdot K$  濃度の植物灰ガラスにおいては、ほぼ一定の組成を持つ無色透明ガラスと青緑色透明ガラスの少なくとも 2 種類のガラス組成が 10 世紀以降の同時期に製造されていることが判明した。このうち、8 世紀を中心とする高  $Al \cdot$ 低 Ca 組成のナトロン・ガラスについて、微量元素の観点から考察を行なった。その結果、先行研究では区別されずに扱われていたグラス・ウェイトとヴェセル・スタンプであるが、異なる微量元素パターンが得られた。 Fig. 3-a に示されるように、750 年以降のヴェセル・スタンプは相対的に Cr. Ni 濃度が低く Ro Io 濃度が高いため、750

れど良く一致している。言い換えると、750 年以前は、グラス・ウェイトとヴェセル・スタンプが異なる採取地の原料または異なる製造地で製作されているという興味深い結果が得られた。この 750 年は王朝の移行期にも相当することから、何らかの理由で原料採取地・製造地が変化した可能性が伺える。

ここで、8世紀に日常的に製作・使用されてきたガラス容器の化学組成と比較する。主成分元素は高 Al・低 Ca の特徴を有しているが、Fig. 3-cに示した微量元素パターンをみると、相対的に Cr, Ni 濃度が低く Ba, La 濃度が高い特徴を有していることが判明した。すなわち、8世紀のグラス・ウェイトあるいは 750年以降のヴェセル・スタンプとほぼ同じ原料を用いて製造されていたといえる。同じフスタート遺跡から出土した原料塊も同様の特徴を有しており、フスタートあるいはその近郊で、大規模にこれらのガラス製品が製作されていた可能性が高い。

9世紀以降の植物灰ガラスに関しては、今後、 日常的に使用されたガラス器との組成比較を行い、 正確な年代推定や組成の関係を明らかにしていく。



Ti V Cr Ni Cu Zn Rb Sr Y Cs Ba La Ce Nd

Fig. 3 Trace element patterns for analyzed glass samples. VS: vessel stamp, GW: glass weight

- 1) E. V. Sayer & R. W. Smith (1974): A. Bishay (ed.) Recent Advances in Science and Technology of Materials, 3, pp. 47-70.
- 2) B. Gratuze & J.-N. Barrandon (1990): Archaeometry, 32-2, pp. 155-162.
- 3) 横浜ユーラシア文化館 (2008): エジプトの小さなガラスの円盤 -中世イスラーム都市のくらし-

# テラヘルツ波分光法による土器非破壊検査の検討

○ 水津 光司(名古屋大工)、石田 真也(名古屋大工)、山本 直人(名古屋大文)、 吉田 淳(野々市町教育委員会)、川瀬 晃道(名古屋大エコ、理研)

#### 1. はじめに

テラヘルツ波とは周波数帯にして約 $0.3~THz\sim10~THz$ (波長 $1~mm\sim30~\mu m$ )の電磁波のことを指し、図1に示すように電波と光波の中間領域に位置する。電波的な物質透過性を有する最短波長域にあり、紙やセラミック、半導体など様々な物質を透過する性質を持つ。同時に光の直進性を持つ最長波長域であるので、取り扱いが便利である。また、多くの物質がテラヘルツ帯において分子間力等に起因する特徴的なスペクトル構造(指紋スペクトル)を有するという性質を持つ。テラヘルツ波は、良質の信号源や光源の開発が難しかった事や、テラヘルツ波が電子デバイスの動作上限周波数に近いことなどから、他の光波や電磁波に比べ未開拓の領域であった。しかし、近年の科学技術の発展により、コンパクト・常温動作可能なテラヘルツ波光源が実現されはじめ、基礎科学・産業応用の両面でこの領域を開拓していく動きが急速に展開されつつある。本研究ではテラヘルツ波の透過性およびスペクトル情報取得能力に着目し、考古学試料に対する非破壊分析応用の検討として縄文土器に対するテラヘルツ分光を試みた。

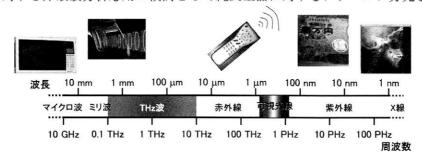


図1.様々な電磁波周波数帯とその名称

## 2. テラヘルツ時間領域分光法

テラヘルツ波による代表的な分光手法として、フェムト秒レーザーを励起光源とした光伝導アンテナによるテラヘルツ時間領域分光法(THz-TDS: THz-wave Time Domain Spectroscopy)が挙げられる。光伝導アンテナは高抵抗半導体基板上(低温成長 GaAs)に作られ、その構造は平行伝送線路とそれの接続アンテナとからなる。アンテナ中央に  $5~\mu m$  程度のギャップがあり、テラヘルツ波発生部ではギャップ間にバイアス電圧を印加、検出部では電流計を設置する。ギャップにレーザーパルスを照射すると、半導体中に自由キャリアが生成される。発生部では、

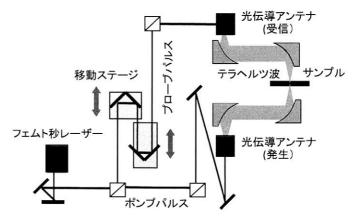


図 2. テラヘルツ波 TDS 実験系

ムト秒レーザーパルスを2光路に分割し、一方(ポンプパルス)を発生部へと導きテラヘルツ波を発生させ、他方(プローブパルス)には時間遅延を与えた上で検出部に送ると共にテラヘルツ波を同時に入射しその振幅を計測する。ポンプパルスとプローブパルスの間の時間遅延を変化させると、パルス波形の各部分を順次操作する形で測定が進み、元のテラヘルツパルス波形を再現できる。このようにして得られた時間波形に対し高速フーリエ変換の処理を施す事でスペクトルを導出できる。テラヘルツ TDS は広帯域でコヒーレントな分光測定が可能であり、テラヘルツ電界の時間波形を直接測定するため、電界の振幅強度と位相情報を得ることができる。即ち、複素屈折率の情報を一度の計測で取得出来る。さらに、この方法は常温測定にもかかわらず、高い信号対ノイズ比で測定できるなど、多くの優れた特性を有している。本研究で構築した実験系を図2に示す。

## 3. 縄文土器のテラヘルツ分光

土器の主成分はシリコン、チタン、アルミニウム、鉄、マンガン、マグネシウム、カルシウム、ナトリウム、カリウム等の酸化物である。原材料である粘土によって土器の主成分の構成比が変化し、焼成条件によって主成分の結晶構造が変化すると考えられる。テラヘルツ波は測定対象の結晶構造に起因した特異な透過スペクトルを有する事から、土器の構成要素である酸化物微結晶の成分や結晶構造に違いがある場合、透過率も変化する。即ち、土器の原材料である粘土の違いや、同じ粘土を用いた場合でも焼成条件の違いを非破壊で判別出来る可能性が在る。かつ、テラヘルツ波の波長は光に比べ2桁程度長くサブミリメートルのオーダーであるため、土器表面の凹凸による散乱の影響を在る程度抑制できる。

今回の測定では石川県御経塚遺跡より出土した3700-2500年前の縄文土器に対し(表 1)、各型式10点ずつ、計100点のサンプルに対し測定を行った。また、サンプルによって個々の厚さが異なり透過率では比較できないので、サンプルの厚さで規格化し吸収係数として評価した。図3に各型式の土器を1点ずつ選びグラフに纏めたものを示す。結果、年代によって吸収係数におおよそ3パターン(3700年前~3500年前、3500年前~3300年前、3300年前~2500年前)の違いが見てとれた。各時代の土器の特徴として、関東地方や関西地方のものと良く似た酒見式、関西地方を中心に西日本に広がるものと類似した井口II式、この流れを汲みながらも北陸地方独自の特徴がみられるようになる八日市新保式、東北地方の影響を強く受けている御経塚式、中屋式、信越地方との関連性が強くなる下野式、九州北部の弥生土器に類似した壺形土器が出土するようになる長竹式、といった様に分類できる。何らかの外的要因により、土器の素材・形状・製作法がその前後で変化している可能性があるということが類推され、本測定結果が土器製作法の変化を反映している可能性は高い。今後は考古学的な知見との相関関係を検証しつつ、熱量分析やX線解析等の土器成分の分析手法との相互比較により、テラヘルツ分光で得られた情報の物理的な意味付けを行うと共に、非破壊解析手段としての有用性を検討していく。

表 1. 測定した土器形式と年代



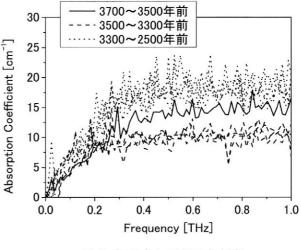


図 3. 各型式土器の吸収係数

# 新しい「紙組織学」の提案―古文書・文化財料紙の科学分析に向けて

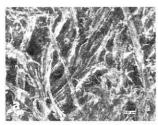
○江南和幸\*, 坂本昭二\*, 河野益近\*\*, 岡田至弘\*

\*龍谷大学古典籍ディジタルアーカイブ研究センター、\*\*京都大学大学院工学研究科

緒言 紙の原料,製造方法は、紙を主体とする文化財、中でも古文書、経典の出自を知る上で極めて重要な情報である。日本では古くから紙原料が比較的単純で特定されやすく、熟練者による目視、また貴重な文化財の端から極少量の紙繊維を取り出して、顕微鏡観察する方法が紙分析の主流であった。しかし最近10年間の高性能のデジタル光学顕微鏡、蛍光 X 線分析装置などの分析機器の飛躍的発展は、貴重な文化財をほぼ非破壊的に分析することを可能としている。またPCとそれにリンクしたスキャナーの高性能化により紙の組織に関する正確な画像情報の獲得と、それを用いた数値解析が可能となっている。この数年われわれが試みてきた物理分析を主とした上の方法を使った中国、中央アジアの古文書、経典用紙の分析例を以下に紹介し、紙総体の情報の獲得とその解析を主体とする新しいカテゴリーとしての「紙組織学」を提唱する

## (1) 高焦点深度のデジタル顕微鏡により広い範囲を観察し、形態(モルフォロジー)を比較する.

1-a: 文書、経典資料の高焦点深度顕微鏡直接観察による紙組織の同定例、(キーエンス VHX-500 による).



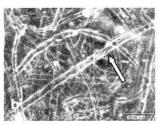
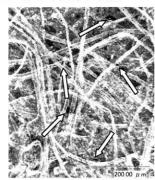


Fig.1(a) 大谷コレクション MS00516:大 方広佛華厳経(唐代?)大麻紙.

Fig.1(b) 同 MS00530 : 比丘含経 (唐) 代) 楮紙特有の鞘が見える (矢印).

いずれも大谷コレクション中の唐代の仏教経典とされる料紙のデジタル顕微鏡写真であるが、1(a)は唐代の大麻紙の典型的モルフォロジーである。繊維は細かいフィブリルを伴い、多くが束となり独立していない。1(b)は唐代の典型的な楮紙組織である。繊維は一本ずつ独立し、楮繊維の特徴である鞘がよく見える(矢目))。このように大型資料も直接顕微鏡観察して、組織の特徴(形態)および繊維の特徴が見分けられる。

1-b: 再生紙の同定



中国では、紙需要の拡大に伴い遅くとも10世紀(北宋)には、再生紙作りが始まったとされる。今回、中国、中央アジア、また12世紀頃とされる日本の古い紙資料中にも文字の記載のない紙背組織観察から、墨跡、故紙片など再生紙の確かな証拠が見出された。単繊維の分析や目視では分からないものも、組織全体の観察により同定が可能となる。図は、大谷コレクションウイグル語文書の例である。

Fig.2 大谷コレクション MS00543 ウイグル語文書「葡萄園売買契約書」紙背各所に見られる墨跡(矢印).

## (2)紙に残された植物遺物,布片,糸などの残存物による,製紙原材料および製紙技術の考察

近世以前の古い紙資料には、しばしば原料となった植物、古布などの遺物が残存する。それらを同定し単繊維の観察では分からなかった紙原料の同定を可能とする。次の例は、中国、中央アジアまた日本の古文書、経典用紙中に見出された植物遺物、残存布、糸の例である。これらの観察結果から、紙原料の同定のみならず、紙製造技術の推移、紙製造事情を通しての経済・社会事情までが何える。

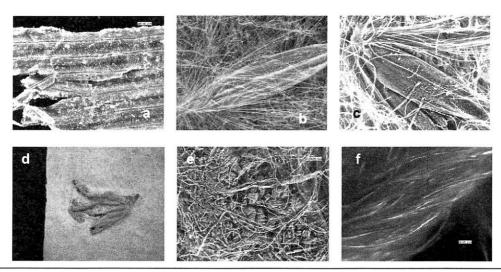


Fig.3. 紙に残された植物痕跡. (a) MS00512:妙法蓮華経 (五代): 稲藁表皮. (b) MS01601 ウイグル文書: アシ種子. (c)金剛寺聖教 (日本) 11-108 夢野物語: ススキ種子. (d) ネパール貝葉様経典用紙, 光壽会 本 B: Daphne papyracea 花. (e) MS03491, 垂拱 3 年 8 月 (687), 中国地方役所文書: 大麻布片. (f) 同 紙上の絹糸片. これらの遺物から、紙の原料、添加物を推定することが可能となる.

## (3)X 線分析顕微鏡による紙表面,内部に残る元素分析 (:堀場 XGT-2700 による)

Fig.4: 奈良絵本長恨歌料紙とその蛍光X線 分析. 鳥の子紙とされていたが、X線分析 から間似合い紙であることが判明した. こ のように, 紙表面に残された元素分析か ら、熟練者によらずとも正確な紙の判別 が可能となった.

ここでは分かりやすいように添加物が明らかな例を示すが、紙製造過程で残存する、Ca,K, 水に由来する Fe の分析から、古い時代の中国、中アジアの紙(Fe が多い)と日本の紙との識別がほぼ可能である. (4)FFT (高速フーリエ解析) による手漉き紙簾の目解析



手漉き紙の簾の目は紙の時代推定、また補修紙の作成に不可欠な情報である。正確な数値解析を目指して われわれが開発したFFT解析を示す.(a)は江戸時代の楮紙で,(b)図の斑点間距離の数値解析から,平均 簾の目数: 6.35 本/cm, (c)は同雁皮紙で、同様に(d)の十字斑点間距離計測から縦布目(横斑点): 11.7 本/cm, 横布目 (縦斑点):10.1 本/cm, と判定された. 肉眼では算定が困難な布目数も容易に解析可能である. 結論に代えて「紙組織学」がもつ可能性は、ここに示した例をはるかに超えると思われる. 画像処理ソフト の開発、数値解析法の開発も不可欠であり、化学などの他分野との協同も視野に入れた発展を期待したい.

# 伝円珍筆三井寺切の放射性炭素年代と紙背『文選』断簡の書写年代

〇小田寬貴(名古屋大学),安裕明(茨城県立多賀高等学校),坂本稔(国立歴史民俗博物館)

古典文学の作品を国語学・文学・歴史学等の研究対象とする際には、その作品の正確な本文 が必要となる. 版本という印刷物が登場する以前, 文学作品は書写されて伝えられることが一 般的であった。しかし、書写には衍字・誤字・脱字、文章の錯簡などがともなう。そのため、 書写が繰り返されるに従い、本文は原典のそれから遠ざかってゆくことになる.したがって、 原典もしくは原典に近い古い時代の古写本が求められるのであるが、鎌倉時代以前の古写本が、 完本として残っていることは極めて稀である. その主な原因は, 安土桃山期以来の茶道の流行 にある. 茶室で鑑賞する掛軸の題材として、古く流麗な筆跡で書かれた古写本が切り取られて、 ときには表裏を剥いで利用されてきたためである。これら古写本の断簡を古筆切とよぶ。また、 平安鎌倉期に不要になった古写本の背面が別の写本等に再利用され、それが古筆切となってい るものもある. 江戸時代に入ると古筆切の収集が流行し, 集めた古筆切を張り並べたアルバム 帖(古筆手鑑)も制作されるようになり、古写本の解体はさらに進行する。しかし、完本として は稀少であっても、古筆切という断簡としては鎌倉以前の古写本が大量に伝世していることに なる、それゆえ、古筆切の史料的な価値は極めて高いはずである、しかし、掛軸や収集の需要 に応えるべく作製された偽物や、その筆跡を手本とした写し・臨書も多く混在しているため、 書写年代が不明のままでは、古筆切の史料としての価値は潜在的なものに過ぎない. 本研究は、 伝円珍筆三井寺切という古筆切の紙背に残されている『文選』について、<sup>14</sup>C年代という自然 科学的知見と用筆・字形といった書跡史学的知見とから、その書写年代を求めたものである.

『文選』は梁の昭明太子(蕭統)(501-531)が周以来の詩賦を編纂した書物である。唐代以降の文選学により様々な注が施され、無注本・李善注・五臣注等の諸本が存在する。『枕草紙』に「ふみは文集文選新賦史記五帝本記願文表はかせの申文」と白氏文集や史記とともに記されており、日本でも平安貴族の必読書とされていた。『吉備大臣入唐絵巻』や『江談抄』では、入唐し楼閣に閉じ込められた吉備真備に玄宗皇帝が試練の課題として『文選』の解読をさせており、帰国に際して吉備真備が囲碁・『野馬台誌』とともに日本へ持ち帰ったとしている。『文選』の一部を手習いした木簡が出土しており、正倉院文書にも一部分を書写したものが残されている。日本に現存する最古の『文選』としてこの奈良時代の二点を挙げることができるが、その後も現存する古写本は極めて少なく、九条本・上野本・観智院本・猿投神社本・大東急文庫本など平安鎌倉期の残欠本が知られるだけである。

本研究の対象とした古筆切の片面には李善注の『文選』が書写されており(図1),もう片面には草書体の仏書が書かれている(図2).三井寺切といった場合,この仏書側を指す。また,この古筆切の極札は円珍(智証大師)(814-891)を筆者としている。円珍は,15歳で比叡山に登り初代天台座主義真に師事,853~857年に入唐し密教を学び,帰国後868年に第五代天台座主になった人物である。霊蓋をもつ異形の僧としても有名である。極札とは古筆切の筆者を鑑定したものであるが、必ずしも正しいものではないことが書跡の面からも「C年代測定の結果からも知られている。三井寺切についても、円珍の真蹟ではないと考えられる。

以下, 『文選』の書写年代について考察する.まず, 両面に書かれた仏書と『文選』が書写された時期の前後関係についてであるが, 紙面の状態と筆跡とから, 『文選』側が先に書かれた表であり,後に再利用として仏書が裏面に書写されたものと考えられる.それゆえ, 仏書が平安前期の書であるとすれば, 『文選』はそれ以前の書ということになる.

次に、この古筆切に残された『文選』の書跡について述べる。一文字目「其」(図3)の三画目にあたる縦画をみると、左下から筆が入り、あらためて左上から起筆し直し、下方へ引くという書き方をしている。また、六画目の横画では最後に筆が上に跳ね上げられて終わっている。この左下から起筆した縦画および終筆を上方へ跳ね上げる横画を持った文字がこの『文選』には散見される。こうした特異な筆法は、世説新書巻六・王勃集などの唐代の抄本に見られるものである。また「商」部を「商」とする「適」という文字をはじめ、「制」・「承」などの字体も唐抄本と共通するものが用いられている。故に書跡の面からは、この『文選』は唐代ないし奈良時代に書写されたもの、もしくは唐抄本を臨書したものであると判断することができる。

最後に、料紙の年代について述べる.この古筆切から 5.8mg の紙片を採取し、「4C年代測定を行った.また結果を比較するために、奈良時代書写の古写経切二点(魚養経(伝朝野魚養筆大般若経切)・天平経(大般若経巻 426 断簡))についても年代を測定した. 「4C年代測定は㈱パレオ・ラボ Compact-AMS(アメリカ NEC 社製 1.5SDH)で行なった.測定結果は、表1に示したとおりであり、三資料とも、料紙の年代は7世紀後半から8世紀を示した.

表	1	14 C	年什	泪	定σ	)結.	果
2				LKIN	VL ~	/PLL .	//

名称	<sup>14</sup> C年代[BP] <sup>1)</sup>	較正年代[cal AD] <sup>2)</sup>	Lab. No.
伝円珍筆三井寺切	$1281 \pm 23$	687 (693, 699, 715) 728, 737 (750, 763) 773	PLD-11909
(『文選』断簡)	$\pm 45$	671 (693, 699, 715, 750, 763) 778	
魚養経	$1281 \pm 22$	687 (693, 699, 715) 727, 738 (750, 763) 773	PLD-11916
(伝魚養筆大般若経切)	$\pm 43$	672 (693, 699, 715, 750, 763) 778	
天平経	$1283 \pm 23$	687 (692, 700, 714) 725, 738 (750, 762) 773	PLD-11917
(大般若経巻 426 断簡)	$\pm 45$	669 (692, 700, 714, 750, 762) 778	

\*1) 上段は $1\sigma$ , 下段は $2\sigma$ の誤差 \*2) 括弧内の値は $^{\text{h}}$ C年代の中央値を、括弧外の値は誤差の両限を較正したものである。

料紙の「C年代と用筆・字形に関する書跡 史学的知見とから判断するに、三井寺切の紙 背に残された『文選』は唐代、もしくは本邦 書写ならば奈良時代に書かれたものであると 結論付けられる. すなわち、本古筆切は現存 する『文選』としては最古級の写本の断簡で あり、より原典に近いその本文は高い史料の 価値を有するということができる. 李善茂の 『文選』としては、宋本を底本とする清代的 克家の重刻本が広く知られているが、そこだ 見られない文言を本古筆切に見出すことが日 きる. 本古筆切の四行目からある「漢書陽非 用武之國上即曰西都関中」と六行目からの

「社預左氏傳注日寔實也」の部分(計 45 文 字)が、後の胡克家本では欠落しているので ある. 古筆切の中には, 元は同じ本を構成し ていた別の頁(葉)や部分が見出されることが ある. これらをツレという. 白鶴美術館蔵手 鑑には、本『文選』のツレと思われるものが 伝傳教大師筆儒書切の名で捺されている. こ れを胡克家本と比較すると,逆に胡克家本に 衍字が加えられていることがわかる. 三井寺 切としてもツレが存在し、MOA 美術館蔵「翰 墨城」・出光美術館蔵「見努世友」・徳川黎 明会蔵「蓬左」・三井文庫蔵「高松帖」・飯 島春敬氏蔵「名寶古筆大手鑑」などの古筆手 鑑に捺されているものがある. 手鑑には伝円 珍筆の仏書側を表に貼られていることが多い が背面の『文選』が透けて見えるものや、白 鶴美術館蔵手鑑のように『文選』側が表にな っているもの、台紙や裏打ちのないいわゆる 「まくり」の状態で伝世しているもの、これ らを集積することができれば、散逸してしま った唐代ないし奈良時代の古写本を部分的で はあるが復元できる可能性がある.





図1. 『文選』側

図2. 仏書側



図3. 『文選』 一文字目の「其」

本研究は、国立歴史民俗博物館基盤研究「歴史資料研究における年代測定の活用法に関する総合的研究」の一環として実施したものである。また、「C年代測定を行うにあたって、瀬谷薫氏をはじめ株式会社パレオ・ラボの AMS 年代測定グループの皆様には大変お世話になりました。心より感謝いたします。

# 重要文化財吉原家住宅保存部材の炭素 14 年代測定と 建築年代判定について

○中尾七重(武蔵大学総合研究所), 坂本稔・今村峯雄(国立歴史民俗博物館)

## 1. はじめに

建築年代判定は、木造建造物部材の年代測定に加えて伐採年と建築年の対応や測定部材の検討が必要である。また痕跡調査や古文書、発掘調査、伝承等各種の年代関係情報を総合して判断する必要がある。本研究では、2005~2008年度に行った重要文化財吉原家住宅(広島県尾道市)の放射性炭素年代調査結果と、文献による建築年代および半解体建築調査の知見との適合性を検討した。他の事例と比較し、部材年代測定から建築年代判定を導く条件を考察する。

## 2. 重要文化財吉原家住宅保存部材の炭素 14 年代測定

重要文化財吉原家住宅は所蔵文書から寛永十二年(1635年)建築とされる。2004年に文化財 保存修理工事が行われ1、2005年に非再用材を試料採取した。測定部材は推定当初材で、写真 記録のち柱材はウィグルマッチ用に複数の年輪試料を採取、壁土は粘土から藁を分離して試料 とした。薬剤・塗料等の汚染は認められず標準的な前処理とし、 $^{14}$ C測定をベータアナリティ ック社(測定コード: Beta-) およびパレオ・ラボ社(測定コード: PLD-) に委託した。同位体 効果を補正した放射性炭素年代測定結果を表1に、ウィグルマッチングの解析結果2を図1に示 す。信頼限度 95%で得られた部材最外層の年代は、切断柱「ぬ十一」1654~1677 年、切断柱 「ろ十一」1525~1604年又は1628~1663年、床柱「へ十八」柱1682~1704年、壁土藁スサは 18世紀初頭以降、と得られた。「ろ十一」床束は年輪幅が 5mm 程度で辺材幅が~100mm 以上 あり、最外層の測定年代は伐採年に近く、かつ伐採後すぐの建築と推定され、寛永当初材の可 能性がある。一方「ぬ十一」吊束は目の積んだマツ材で辺材削除推定40年程度を加算すると、 同様に20年程度を加算した「ヘ十八」床柱や藁スサと同時期の18世紀初頭の年代となる。半 解体調査で全仕口は未確認であるが、当初番付が確認され一連の作事と思われた当初柱の伐採 年に 17 世紀後半以降の複数の年代が含まれることから、吉原家主屋は寛永創建後、18 世紀初 頭に再建した可能性が高い。主たる家蔵文書が宝暦以降であること、畳割設計手法3や柱間開口 も寛永では尚早との意見もあり、この文献年代への疑問に対応した年代調査結果となった。

試料番号	部材	測定年輪層	平均年輪幅	総年輪数	測定番号	δ <sup>13</sup> C(‰) ※	<sup>14</sup> C 年代(yrBP±1σ)	樹種
YSH-A0		1-5	1.9mm	87年輪 /辺材なし	Beta-213204	-23.5	160±40	アカマツ
YSH-A1		11-15			Beta-213205	-22.9	150±40	
YSH-A2	ヘナハ 床柱	21-25			Beta-213206	-24.2	190±40	
YSH-A3	ハーハー林在	31-35			Beta-213207	-22.7	210±40	
YSH-A6		61-65			Beta-213208	-24.3	320±40	
YSH-A8		81-85			Beta-213209	-24.4	380±40	
YSH-B1		最外層	5.1mm	37年輪 /辺材 ~100mm以上	Beta-214738	-22.7	280±40	アカマツ
YSH-B10	7.1 (**	10層			Beta-214737	-22.6	320±40	
YSH-B20	ろ十一 床束 (切断柱下部)	20層			Beta-214736	-22.6	290±40	
YSH-B30	(9) 6) 11 11 10 17	30層			Beta-214735	-23.7	320±40	
YSH-B37		37層			Beta-214734	-25.5	320±40	
HRYHK-Y9	藁スサ(壁土含有植物	-	-	-	PLD-12519	(-24.85)	75±20	ワラ
HRYHK-ぬ11_6	41 0+	6-10		100 / 10	PLD-12520	(-24.98)	235±20	ツガ
HRYHK-ぬ11_61	ぬ十一 吊東 (切断柱上部)	61-65	1.3mm	122年輪 /辺材なし	PLD-12521	(-25.35)	350±20	
HRYHK-ぬ11_116	(9) (4) (4)	116-120		7 22 M/AC	PLD-12522	(-25.22)	355±25	

表 1 吉原家測定結果

※13C の 12C に対する同位体比の標準試料に対する偏差を千分率で表したもの。括弧内の数字は AMS による測定値

## 3. 部材年代測定から建築年代判定へ

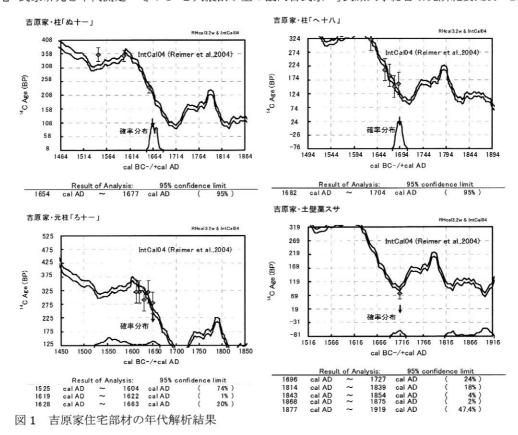
歴史的建造物を放射性炭素年代測定によって建築年の特定に結び付けるには、⑦痕跡復原・編年などの建築史による推定年代と一致、①部材の状態から伐採年と建築年が近接していると判断されること、⑦文献記録等と合致、②炭素 14 較正曲線との対応による年代絞り込みが可能、②年輪年代測定や発掘調査などその他の調査と合致、の複数条件を満たすことが有効と思われる。重要文化財箱木家住宅の場合は4、②測定した「に十二柱」は、年輪幅 15~9mm、11 年輪で心材未形成のニョウマツ材の部材状態から、伐採後すぐに使用され、製材時削除分は数年程

度、辺材削除加工も無いと考えられ、測定年代と伐採年代と建築年代の近接が推定され、⑦想定されていた 14~16世紀という建築年代ともほぼ整合、⑦移築時の調査で発掘された埋納須恵器境の土器編年による 13世紀制作年代も測定結果と符合、②西暦 1250年頃から 1290年頃は、較正曲線の蛇行が無く急激に変化する年代で暦年較正が非常にうまくいく、など⑦①⑦□のそれぞれが良好に作用した事例である。

山梨県指定棲雲寺庫裏<sup>5</sup>でも文献から推測された建築年代と測定結果は異なったが、建築調査からは妥当な年代で、創建以降の改造や建替が部材年代に反映していた。また吉原家や重文滝沢本陣横山家住宅<sup>6</sup>、重文吉村家住宅<sup>7</sup>で当初かつ同時期と推定された部材に異なる年代が得られたことは、痕跡調査の部材判定に部材年代調査による検証の必要性を示している。この3例は前身建物の記念的部材を仕口ごと再建建物に用いたと思われる。すなわち、前身建物の構造と部材を部分的に継承し高度な解体組直しを併用した再建の可能性を検討する必要がある。

謝辞 重要文化財吉原家当主吉原久司氏、財団法人文化財建造物保存技術協会春日井道彦氏、全国重文民家の集い代表幹事吉村尭氏、千葉大学院生(当時)横内博史氏・榎本悟氏に感謝します。本研究は国立歴史民俗博物館基盤研究「歴史資料研究における年代測定の活用法に関する総合的研究」(坂本稔、今村峯雄)、福武学術文化振興財団平成16年度研究助成「AMS分析による成立期近世民家の年代判定」(中尾七重)、科学研究費補助金「中近世建築遺構の放射性炭素を用いた年代判定」(18300306)によるものです。

<sup>7</sup>中尾「民家研究と年代測定ーその3 2列縦割り型の畿内古民家一」武蔵大学総合研究所紀要№18 2009.6



<sup>1</sup> 文化財建造物保存技術協会編 重要文化財吉原家住宅主屋及び附鎮守社修理工事報告書 2004.9

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> 今村峯雄「炭素 14 年代較正ソフト RHC3.2 について」国立歴史民俗博物館研究報告第 137 集 2007.3

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> 春日井道彦「重文吉原家住宅主屋の炭素 14年代測定法の結果による考察」福武学術文化振興財団平成 16年度研究助成 AMS 分析による成立期近世民家の年代判定 中尾七重 2006.4

<sup>4</sup>中尾、今村「重要文化財箱木家住宅の放射性炭素年代測定について」日本建築学会大会梗概集 2007。8

<sup>&</sup>lt;sup>5</sup> Martin Morris「山梨指定文化財 栖雲寺庫裏の部材調査結果とその解釈」平成 18-20 年度科学研究費補助 金基盤研究(B)中近世建築遺構の放射性炭素を用いた年代判定研究成果報告書 中尾七重 2009.3

<sup>6</sup>中尾「重要文化財滝沢本陣横山家住宅の放射性炭素年代測定について」日本建築学会大会梗概集 2008。9

# シリア Tell Ghanem al-Ali 遺跡遺物資料の 14C 年代

○中村俊夫¹・星野光雄²・田中 剛²・吉田英一³・齊藤 毅⁴・東田和弘³・桂田祐介⁵・ 青木義幸²・於保 俊²・太田友子¹(¹名大・年代測定センター,²名大・院・環境,³名大・博物館, ⁴名城大・理工,⁵名大・学生相談総合センター)

## 1. はじめに

平成17(2005)年度から開始された文部科学省科学研究費補助金特定領域研究「セム系部族社会の形成―ユーフラテス河中流域ビシュリ山系の総合的研究」は、シリア・アラブ共和国中央部でユーフラテス河に沿って河南一帯の砂漠を構成するビシュリ山系に散在する遺跡を主たる調査区域とする。この特定領域研究の計画研究班の一つとして、「環境地質学、環境化学、「C年代測定にもとづくユーフラテス河中流域の環境変遷史」の研究が、星野光雄名古屋大学環境学研究科教授を代表者として開始された。この研究において我々が分担する項目の一部は、加速器質量分析(AMS)による「C年代測定により、(1)Tell Ghanemal-Ali 遺跡およびその周辺から発掘される遺跡遺物試料の「C年代を用いて同遺跡の編年を構築すること、(2)ユーフラテス河沿いの河岸段丘の形成の編年を確立することによりTell Ghanemal-Ali 遺跡の成り立ち、自然環境との関わりを探ることである。ここでは、特に(1)について、これまでに得られた研究成果を報告する。



Wheat field

Wheat field

Wheat field

Wheat field

Wheat field

図1 Tell Ghanem al-Ali 遺跡の位置図

図2 Tell Ghanem al-Ali 遺跡の構造

## 2. 現地調査と年代測定試料採取

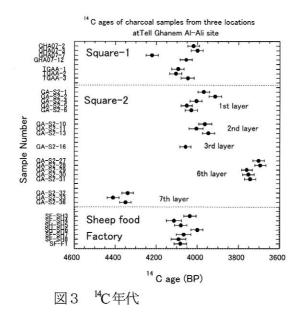
2007年3月に、シリア・アラブ共和国のユーフラテス河沿いの都市 Raqqa から約 60km 東方に位置する Tell Ghanem al-Ali 遺跡(図 1,2)とその西方約 10km 離れた地点に在する Tell Hammadin 遺跡にて簡単な試料採取を行った(中村ほか、2009)。 両遺跡共に、比高 10m 程度、東西、南北が数 100m のなだらかな高まりである。頂上付近を中心に、現在は村の集団墓地として利用されている。現在の墓を避けて発掘区が設定された。 2007年11月には Tell Ghanem al-Ali 遺跡の発掘が考古隊により精力的に行われ、その際に炭化物試料を採取した。 2008年3月及び5月には、Tell Ghanem al-Ali 遺跡の隣に建設中の羊飼料工場敷地内(図 2の Building under construction)の路頭に見られる炭化物層から炭化物試料を採取した。 さらに、2009年3月には、考古隊による Tell Ghanem al-Ali 遺跡の square-2トレンチの発掘が進行し、このトレンチにおいて第1~第8層に区分された層準から木炭試料を採取した。これらの試料に

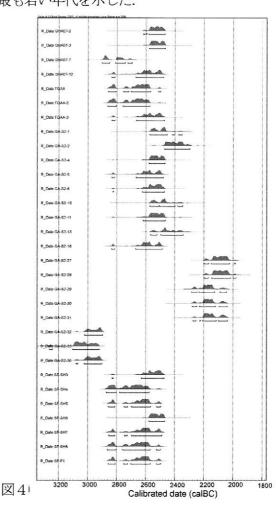
ついて、炭素同位体比( $^{14}$ C/ $^{12}$ C,  $^{13}$ C/ $^{12}$ C 比)の測定を、名古屋大学のタンデトロン加速器質量分析計を用いて行った(Nakamura et al. 2004).

## 3. <sup>14</sup>C年代測定の結果

 $^{14}$ C年代測定結果を図  $^{3}$  に示す。 $^{14}$ C年代,較正暦年代の誤差は,共に  $^{1}$  標準偏差の範囲で示した。図  $^{3}$  には,採取地点  $^{3}$  箇所を分けて,また,square- $^{2}$  トレンチでは,層位区分に従ってデータを示した。square- $^{1}$  トレンチと羊飼料工場敷地内路頭から採取された木炭の較正年代(図  $^{4}$ )は,ほぼ  $^{2850-2500}$  cal BC である。一方,square- $^{2}$  トレンチの第  $^{1}$  ~第  $^{3}$  層から採取された木炭の較正年代は  $^{2650-2300}$  cal BC とやや若く,第  $^{6}$  層では  $^{2200-2000}$  cal BC とかなり若く,第  $^{7}$  層では  $^{3}$  3 層の年代は,層序設定と 矛盾して,これまでにこの遺跡で採取された遺物の中で最も若い年代を示した。

木内(2007)は、Tell Ghanemal-Ali 遺跡の表採遺物 (土器破片、石器など)から、同遺跡の成立活動期間 を前期青銅器時代 I 期(EB-I:3000-2900cal BP; Anastasio et al(2004)による)から IV 期(EB-IV:2350-2000cal BP)と 推定しており、これは、今回の <sup>14</sup>C 年代測定の範囲と ほぼ調和的である.





## 4. 今後の研究計画

square-2トレンチからは、生活遺構最下部にある地山の直上から年代測定試料が採取されており、その年代測定が待たれる。また、同トレンチからは第4、第5層の試料も採取されており、それらの測定結果を総合して、同遺跡の詳細な編年を $^{14}$ C年代測定から推定し、考古学的な土器編年と対比することが今後の課題である。

# 日本先史時代竪穴住居の炭素 14 年代測定研究

## 〇 小林謙一 (中央大学文学部)

考古学的な竪穴住居施設は下部構造のみが検出されることが多く、構造やその居住・利用実態は不明な 点が多い。時間的側面の追求には構築材など出土物の炭素 14年代測定が有効である。しかし、闇雲に測定 しても意味をなさない。測定対象試料の選択や、測定方法の信頼性の担保、高精度化とともに、竪穴住居 などの出土試料を多数、かつ様々な試料の種類に対する測定、試料の出土状況や試料自体の種類・遺存状 況の正しい把握が重要である。

竪穴住居は、a構築地点の選定と設計から構築(掘込みと付属施設の設置)→b使用(居住・調理・飲食などの生活)→c施設のメンテナンス(維持管理と補修・改修・改築)→d廃棄の順を踏み、それぞれの行為に伴う痕跡が遺構として残されており、その時間的変遷をライフサイクルとして整理する(小林謙一「セツルメントのライフサイクルモデル」)。住居として廃棄後はそのまま放置される場合もあるが、先史時代人のその地点に対する関わりが続くことが多く、d'廃棄住居跡地を利用した廃棄場・墓地・儀礼場・調理施設・石器製作などに繰り返し使用されている状況が確認できる。最終的にはe埋没(自然埋没・埋め戻し)する。以上のような、ライフサイクルのそれぞれの分節が、どのくらいの時間経過であったかの検討は、先史時代人の居住システム・生業・社会組織の復元に大きな意味を持つ。よって、先史住居に伴う様々な試料を、ライフサイクルとの関係を把握した上で数多く測定することが重要である(小林 2007)。

筆者は () 例に示すような、ライフサイクルモデルと対比可能な分析として具体例を検討してきた。

- a住居構築時の時間・・・火災住居などの構築材の多数の年代測定(臼尻小学校遺跡例)
- b住居生活時の時間・・・床面・貯蔵穴・炉内出土試料や埋設土器付着物(聖石遺跡例)
- c住居作り直しの時間・・・作り直し重複している住居に伴う試料の測定(大橋遺跡例)
- dl住居廃絶後の廃棄行為の時間・・住居覆土貝層の年代測定(水子貝塚例)
- ☆住居跡地埋没の時間・・・廃絶された住居跡地が平地になる時間(井出上ノ原遺跡例)

以上の事例については、これまでに個別に報告し、また一部については同一遺構内の資料の測定値の分布について検討してきた。住居の構築時に伴う構築材、生活時に関連する炉内燃料材、住居廃絶後の活動に伴う廃棄土器付着炭化物などの炭素年代を検討していくと、誤差範囲内で測定値が重なりながらも、多少の時間差を示している可能性も指摘できる。ただし、較正曲線が横に直行・波行する部分では必ずしも予想される時期順と測定された年代値とが整合しない場合もあり、個別に検討していく必要がある。

ほかにも試料の出土状況や試料自体の形状等の検討により、試料自体の帰属(遺構に含まれるに至った 資料の由来)や性格(後世の混入や攪乱を含む(野田貝塚例))について検討を重ねておく必要がある。

今回は、事例として北海道北見市の常呂河口遺跡 15 号住居の測定例を示す (C19は小林による。参考に付記している坂本データは臼杵科研費の成果 (臼杵 2005) である)。住居構築に用いられたことが確実な白樺の樹皮・壁板材・打ち付けている木釘など、考古学的一括性の強い試料を測定した。その結果、壁によって明らかに古い資材が用いられている部分と、明らかに新しい住居資材が使われている部分とが見いだされた。出土状況や資料の帰属にはコンタミ等の問題は認められないが、通常に想定される以上の測定値の差が認められる。C7については、古い板材の再利用の可能性とともに、遺構構築技術・素材の問題(コールタールや獣油などを塗布する可能性)も検討する必要がある。逆に1点のみ新しいC1例には後から補修の可能性が考えられる。ライフサイクルモデルのa(C1など新しい年代例については たに係わる可

能性を検討していく)に関連する好事例である。今後も一遺構に対する複数試料・多数の <sup>1</sup>C 測定による検討を重ねていく。

本稿は、学振科研費基盤 C「炭素 14年代を利用した縄紋時代の居住期間の研究」(19520662・小林謙一)の成果である。学術創成研究「弥生農耕と東アジア」(西本豊弘)の援助も受けている。試料については北見市教育委員会武田修、データについては国立歴史民俗博物館坂本稔の各氏のご協力を頂いた。 <参考文献>

臼杵勲編 2005 『科学研究費補助金基盤研究 (B) (2) 北海道における古代から近世の遺跡の暦年代 平成 16 年度研究成果報告書』

小林謙一 2007「AMS社 年代測定試料の検討と縄紋住居居住期間の推定」 『考古学研究』第54巻2号考古学研究会

武田 修編 1996 「常呂川河口遺跡(1)」 常呂町教育委員会

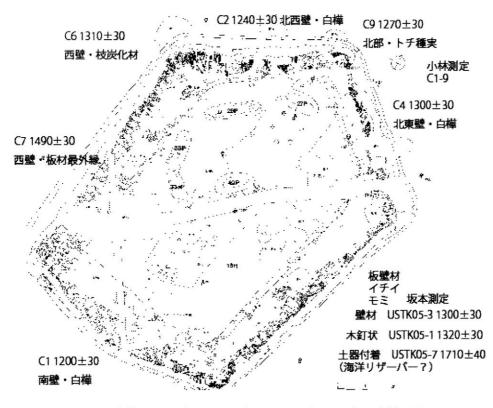


図 北海道北見市常呂河口遺跡 15 号住居(オホーツク期) 現時点での測定結果

# 北海道東部地域における縄文時代中・後期の画期と平地住居跡

○村本周三(総合研究大学院大学博士課程・斜里町教育委員会)

#### はじめに

東日本の縄文時代中期末~後期初頭における変化の特徴は、青森県三内丸山遺跡に象徴される長期間営まれたとされる大規模な集落の解体、文化の象徴とされている土器の形態や文様における地方色の顕在化である。北海道東部地域(以下、道東)でも、縄文時代中期後半には北筒式土器が分布域を広げるが、後期初頭には分布域を縮小し、地方色が顕著になるとともに、集落跡の分布密度も低下する。また、本稿で着目した平地住居跡が北筒式土器の分布域の一部で検出される時期でもある。

本発表の目的は、そのような縄文時代中・後期の 境界について、北海道および東日本での併行関係



を確認するとともに、道東で検出された平地住居跡の位置づけを検討することである。そのために、①平地住居跡の $^{14}$ C年代測定および測定結果の収集、②北海道における縄文時代中・後期の境界の $^{14}$ C年代の推定、③本州における中・後期の境界の $^{14}$ C年代との比較、を行った。

## 平地住居跡の年代測定

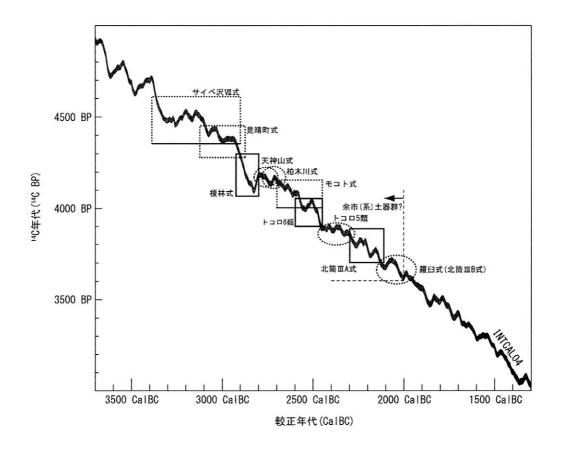
平地住居跡は、竪穴住居跡と異なり掘り込みがほとんどないため、時期決定に用いることができる土器の出土量が少なく、時期決定が困難なことがある。しかし、道東における平地住居跡は、火災住居跡として検出されるため、炭化材の年代測定が可能である。対象とした平地住居跡は北筒式土器群のうちトコロ 6 類、5 類の遺構と考えられ、測定結果は3900~3700 <sup>14</sup>C BP であった。

根室市	穂香竪穴群	JM-3	(トコロ6類以降	$3830 \pm 40$	
根室市	穂香竪穴群	JM-5	(トコロ6類以降		
根室市	穂香竪穴群	JM-6	(トコロ6類以降	$3790 \pm 40$	
斜里町	来運1遺跡	FH	羅臼	$3675.7 \pm 2$	2.3(N=7)
斜里町	オクシベツ6	PIT20	トコロ6類?	$3820 \pm 25$	$3920 \pm 25$
	オクシベツ6	PIT27	トコロ6類?	$3910 \pm 25$	$3905 \pm 25$
平地住员	舌跡の可能性	がある遺構			
釧路市	大楽毛1	盛土A	トコロ5類	$3570 \pm 110$	)
釧路市	天寧1	F-11(焼土	)(後期前葉?)	$3780 \pm 30$	

<sup>\*)</sup>時期は発掘調査報告書中における完形土器・土器片の型式同定を引用。ただし括弧付きのものは筆者が補ったものである。

## 北海道における縄文時代中期と後期との境界

同一火災住居跡出土の炭化材を複数測定した事例と土器付着炭化物を中心に、北海道における既報の <sup>14</sup>C 年代測定結果を検討した。北筒式土器群であるトコロ 6 類と 5 類の境界を中・後期の境界とした場合、 3850 <sup>14</sup>C BP がその境界にあたる可能性が高い。



## 本州における縄文時代中・後期の境界との比較

北東北については国木田大らや中村哲也らの研究が、南東北については藤根久らの研究が、関東地方では小林謙一の研究がある。多少の前後が見られるものの、3850 <sup>14</sup>C BP 頃を縄文時代中・後期の境界と考えて良さそうである。また、北陸や西日本の測定結果も概ね同様の結果が得られている。

	道東	北東北	南東北	関東	
0050 140 DD	トコロ6類	大木10	大木10	加曽利EIV	39007
3850 <sup>14</sup> C BP	1-205類	入水10	牛蛭 ひと	称名寺	-3900 !
	172652	大本10以内	14 11		<del></del> ^

## おわりに

北海道の縄文時代中・後期の境界の14C 年代を推定することで、北海道および東日本のその境界が同時期であることを確認した。道東地域で平地住居が建設された時期は、この縄文時代中期末・後期初頭にあたり、東日本全域でやや土器型式が混沌とし、その前後と比べてやや小単位での地域差が顕著となる時期である。しかし、地域差が顕著であるとはいえ、東日本全域で共通要素が見られることも確かである。その中で、北海道、特に道東については共通の要素が著しく少ない。このような状況と、平地住居が北筒系土器群の分布域の一部で建設され、その後にみられなくなるということは興味深い現象である。

# 環状列石の構築年代の解明ー青森市小牧野遺跡における研究事例ー

○國木田大・吉田邦夫・宮崎ゆみ子・松崎浩之(東京大学) 児玉大成(青森市教育委員会)

#### 1. はじめに

本研究は、北海道および東北地方北部に存在する環状列石の年代解明を目的とする。典型的な環状列石は、いずれも縄文時代後期前半のもので、北海道渡島半島から北東北におよぶ地域で存在が確認されている。その用途は、大きく分けて墓地説と祭祀場説とがある。環状列石の先行研究は、非常に多くあり、形態や用途、造営法、集落や墓制との関係など多岐にわたる研究課題が設定されてきた。環状列石の構築時期に関しても、伴出する土器型式との関係が議論されてきたが、具体的な数値年代が検討された事例は少ない。

発表者らは昨年度、東北地方北部におけるトチノキ利用の変遷過程について、三段階の仮説モデルを提示した(國木田ほか 2008)。この変遷過程は、①円筒上層 d・e 式段階(NT-1 期,約 4400BP)、②大木 9・10 式段階(NT-2 期,約 4100BP)、③十腰内 I 式段階(NT-3 期,約 3700BP)に画期を設定している。その変遷過程の背景には、環境の寒冷化に伴う、低地部や沢筋での新たな環境区の成立とその開発、大木 9・10 式段階の活動の広域拡散化があると考えられる。特に、NT-3 期の画期は、環状列石が成立する年代とほぼ同時期と考えられ、環境変動や文化変遷を考える上で、非常に重要な時期にあたる。環状列石の成立背景を議論するためには、詳細な数値年代を解明し、環境史的位置づけを明確にする必要がある。

## 2. 測定資料の概要

本研究では、青森市小牧野遺跡について分析・検討を行った。小牧野遺跡は、3 重構造の環状列石のほかに土器棺墓や土坑墓群、貯蔵穴や遺物の捨て場などが検出され、年代的位置づけを明確にする必要性が高い遺跡である。環状列石構築の時期については、児玉(1999)で小牧野土器区分4期に構築されたことが解明されている。本論では、小牧野土器編年の年代解明を目的に、土器付着炭化物の <sup>14</sup>C 年代測定を実施した。小牧野遺跡出土の土器は、1 期~5 期に時期区分されており、本論でもこの区分にしたがって表記している。

本発表では、土器付着物(計 14 点)の年代と炭素・窒素同位体分析の結果を報告する。土器付着炭化物は、 $\delta^{13}$ C、 $\delta^{15}$ N、C/N 比を用いて非常に大まかではあるが、食性分析が可能である(吉田 2008)。今回は海洋リザーバー効果の影響を判断するため、測定を行った。試料の調製、安定同位体比の測定は、東京大学総合研究博物館放射性炭素年代測定室で実施し、 $^{14}$ C 年代測定は、同大学工学系研究科のタンデム加速器を用いた。

#### 3. 測定結果・考察

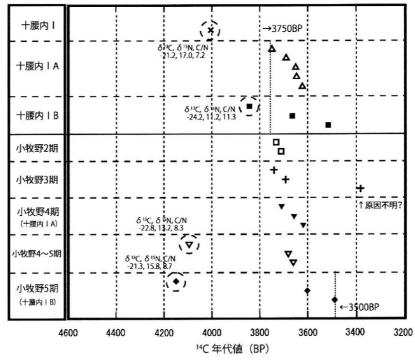
 $^{14}$ C 年代値を図 1 に、炭素・窒素安定同位体および C/N 比の分布を図 2 に示す。図 1 には、青森市近野遺跡、三内丸山(6)遺跡出土の土器付着物(十腰内 I 式関連)9 点も追加している。小牧野遺跡の土器付着物は、概ね土器編年順に年代値が変遷するが、小牧野  $4\sim5$  期と 5 期の試料 2 点が非常に古い年代値が得られ、図 2 から海洋リザーバー効果の影響を受けている可能性が高いと判断した。本発表では、破線で示した  $\delta$   $^{13}$ C 値が-25%よりも高く、 $\delta$   $^{15}$ N 値も 10%より高い範囲を一つの基準としている。小牧野 3 期の試料で 1 点若い年代値が得られているが、今のところ原因は不明であり、今後後続する土器型式とあわせて検討を行いたい。

上記の年代値を除外した場合、小牧野 2 期から 5 期の年代は、3750BP から 3495BP の範囲で考えられる。この範囲は、暦年較正年代値では 4288~3719calBP(68.2%)である。 $^{14}$ C 年代測定では、小牧野 5 時期区分の境界年代を詳細に議論することはできないが、3700~3650BP 付近(小牧野 4~5 期の年代)を境に、十腰内 I A 式(古相)と I B 式(新相)を分けることが可能である。十腰内 I 式の前段階と考えられる小牧野 2 期と 3 期は、3750BP 付近の可能性が高い。先行研究における十腰内 I 式関連の炭化材や植物遺体の年代値も、今回の年代範囲と矛盾するものはなく、整合的な結果である(詳細は國木田ほか 2009)。小牧野遺跡における環状列石構築の年代は、小牧野 4 期であるため、3700~3650BP 頃と考えられる。

+150 -3850 cal BP

## 4. 今後の課題

今後は、その他の環状列石の構築年代の解明を視野に入れ、研究を進展させる予定である。 当該地域における環状列石の変遷年代を明確にし、環境変遷との関係や成立背景の要因を解明 していきたい。



( 海洋リザーバー効果の影響で古くなっていると考えられる試料

図1 小牧野遺跡、近野遺跡、三内丸山(6)遺跡における土器付着物の140年代値

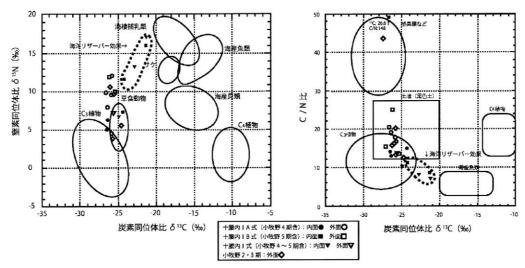


図 2 小牧野遺跡、近野遺跡、三内丸山(6)遺跡における土器付着物の炭素・窒素同位体比、C/N 比

## 【参考文献】

國木田大・吉田邦夫・辻誠一郎. 2008. 東北地方北部におけるトチノキ利用の変遷. 環境文化史研究 1:7-26. 國木田大・吉田邦夫・児玉大成. 2009. 小牧野遺跡における土器付着炭化物の <sup>14</sup>C 年代値. 青森県考古学 17:11-16. 児玉大成. 1999. 小牧野遺跡における環状列石の構築時期. 青森県考古学 11:15-32. 吉田邦夫. 2008. 縄文人の食性と生業. 季刊考古学 105:51-56.

# 栃木県寺野東遺跡から出土した縄文時代後・晩期の 木組遺構の <sup>14</sup>C 年代測定

○工藤雄一郎(国立歴史民俗博物館)・小林謙一(中央大学文学部)・江原 英(栃木県教育 委員会)・中村俊夫(名古屋大学年代測定総合研究センター)

低地遺跡から出土する木組遺構や種実集積遺構などの有機質の遺構群の時期決定は、時期を示す明確な特徴をもたない有機質遺物ではなく、遺構や遺物が埋没していた堆積物に含まれる土器の型式によって推定されている場合が多い。しかしながら、低地遺跡では、河道の流路改変による削りこみ、流路の重複、遺構形成時の掘り込みなどが起こるため、遺構の堆積物には、時期の異なる複数型式の土器が混在することは珍しくない。したがって、考古学的にはこれらの遺構の時期の絞り込みが難しいという問題がある。そのため、考古学の時間軸の基礎となっている詳細な土器型式の単位では、有機質の遺構の時期を特定できない場合が多く、遺構の形成時期や存続期間に関する詳細な議論を進めることが難しい。

栃木県寺野東遺跡からは、合計で15基と多数の木組遺構が谷部から検出されており、これらは関東平野における縄文時代後・晩期の低地遺跡研究、特に当時の低地利用、水利用、木材利用、植物質食料の利用を明らかにする上で、極めて重要である(江原、1996;文化振興事業団、1997、1998)。そこで筆者らは、谷部から出土した木組遺構の年代的位置づけを明確化することを目的として、各遺構を構成する木材について、加速器質量分析計(AMS)による <sup>14</sup>C年代測定を行った(工藤ほか、2009)。

その結果,これらの遺構は年代的に 4 つのグループに分けられた。SX-077 が 4500~4200 cal BP 前後(縄文時代後期初頭~前葉),SX-074 と SX-046 が 3600~3300 cal BP 前後(縄文時代後期後葉~末葉),SX-075・SX-041・SX-048 が 3300~2900 cal BP 前後(縄文時代晩期前葉~中葉),SX-043 が 2900~2700 cal BP 頃(縄文時代晩期中葉)となり,共伴土器によって推定されていた所属時期を裏付けるとともに、これをさらに絞り込むことができた。

SX-048 の構成材のウイグルマッチングの結果から、SX-048 が 3100 cal BP~3075 cal BPよりも、やや新しい時期に構築された可能性が高く、縄文時代晩期前葉の大洞 BC 式期(安行 3b 式期)頃であると推定された。大径材を用いて大規模な木組遺構を構築しているのが寺野東遺跡の縄文時代晩期の低地利用の特徴であるが、これは、特に関東平野の縄文時代晩期前葉の低地利用の特徴的な様相であることを再確認した。

## 引用文献

- 江原 英. 1996. 栃木県寺野東遺跡谷部の遺構について. 考古学ジャーナル 405:12-17.
- 工藤雄一郎・小林謙一・坂本 稔・松崎浩之. 2007a. 下宅部遺跡における 14C 年代研究: 縄 文時代後期から晩期の土器付着炭化物と漆を例として. 考古学研究 53(4):51-71.
- 工藤雄一郎・佐々木由香・坂本 稔・小林謙一・松崎浩之. 2007b. 東京都下宅部遺跡から出土した縄文時代後半期の植物利用に関連する遺構・遺物の年代学的研究. 植生史研究 15: 5-17.
- 工藤雄一郎・小林謙一・江原 英・中村俊夫. 2009. 栃木県小山市寺野東遺跡から出土した縄 文時代後・晩期の木組遺構の高精度年代測定. 植生史研究 17-1: pp. 13-25.
- 小林謙一. 2006. 関東地方縄紋時代後期の実年代. 考古学と自然科学 54:13-33.
- 小林謙一. 2007. 関東における弥生時代の開始年代. 「新弥生時代のはじまり 第2巻 縄文 時代から弥生時代へ」(西本豊弘,編),52-65,雄山閣.
- 栃木県文化振興事業団、編. 1997. 寺野東遺跡 V (縄紋時代 環状盛土遺構・水場の遺構編-
- 1). 743 p. 栃木県教育委員会,小山市教育委員会・(財)栃木県文化振興事業団,宇都宮. 栃木県文化振興事業団,編. 1998. 寺野東遺跡IV(縄紋時代 谷部編-1). 357 p. 栃木県教育委員会,小山市教育委員会・(財)栃木県文化振興事業団,宇都宮.

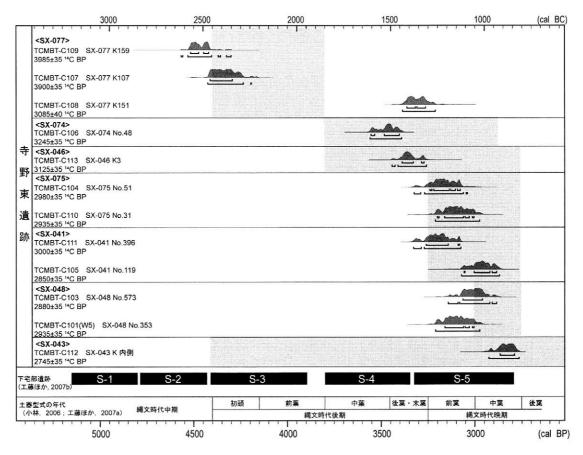


図1 年代測定試料の較正年代および測定前の推定年代(グレー部分),下宅部遺跡の遺構群の時期区分(工藤ほか,2007a)との対比(工藤ほか,2009)

土器型式の年代は、小林(2006, 2007), 工藤ほか(2007b)から推定したおおよその目安となる年代。

# 大分県大道遺跡から出土した臼の炭素 14 年代測定 -年輪に基づく検討-

○坂本稔・藤尾慎一郎・今村峯雄(国立歴史民俗博物館・総合研究大学院大学) 井口あけみ(大分県教育委員会)

#### 1. はじめに

炭素 14年代法による精確度の高い実年代の獲得は、樹木年輪による較正曲線の整備に負うところが大きい。現在広く用いられている較正曲線 IntCalO4<sup>i</sup> は欧米産の樹木に基づいて作成されているが、同じ北半球に位置する日本列島の試料への適用は、これまで要求されてきた精確度について妥当とされてきた。ところが日本産樹木年輪の炭素 14年代測定を推進する過程で、IntCalO4 との差異が無視できない時期の存在が明らかになってきた<sup>ii</sup>。古墳開始期の年代推定に微妙な影響を与える1世紀後半から2世紀末の試料については、IntCalO4よりも日本産樹木年輪による年代較正の方が整合的な結果を与えている iii。

日本古代史の年代観を再構築する上でも、当該期の日本版較正曲線の整備が急がれる。そのためには年輪年代の確定した樹木の炭素 14 年代測定が欠かせないが、地域によっては年輪年代法の適用可能な樹木試料が限られる。そのような状況下、大分市に所在する大道遺跡の第 24 次調査で、古墳時代初頭のものと想定される木製の臼が検出された。樹種はクスノキと判断され年輪年代法は適用できないが、おのおのの年輪層が示す炭素 14 年代のパターンは、日本版較正曲線を補強する上でも有用なデータとなることが期待される。

#### 2. 試料と測定

臼はほぼ完形で蓋をともない,布留 I 式併行の土器と一括して井戸に廃棄された状態で検出された。計 107 層の年輪が確認でき、最外層は樹皮に近い部分と考えられる。測定試料として、中心部を基準とした 5 層目から 10 層おきに、計 11 点の年輪 1 層ずつを採取した。一括廃棄されていた土器の付着物は採取が困難、あるいは測定が不調に終わったが、同じ調査で検出された布留 I 式併行の在地形甕の付着物を採取し、測定に供した。

臼試料および土器付着物試料は国立歴史民俗博物館の年代測定試料実験室で、酸・アルカ

機関番号 炭素14年代 δ <sup>13</sup>C<sub>AMS</sub> 試料番号 採取層 (計107層) (14C BP) (%) OIOM-C1 5 内から5層目 (-31.30)PLD-10985  $1800 \pm 25$ OIOM-C1 25 内から25層目 PLD-10986  $1800 \pm 20$ (-30.66)**年** OIOM-C1 45 内から45層目 PLD-10987  $1830 \pm 25$ (-30.47)輪 OIOM-C1 65 内から65層目 PLD-10988  $1795 \pm 20$ (-29.60)層 OIOM-C1 85 内から85層目 PLD-10989  $1830 \pm 20$ (-29.60)PLD-10990  $1695 \pm 20$ (-32.30)OIOM-C1 105 内から105層目 MTC-10994  $1725 \pm 40$ (-30.2)

表 1 大分県大道遺跡 24 次調査出土資料の炭素 14 年代, 炭素・窒素分析結果

	試料番号	付着部位	機関番号	炭素14年代	δ <sup>13</sup> C	$\delta$ 15N	C/N比
					(‰)	(‰)	
+	OIOM-1 a	胴部外面	MTC-12209	$1740 \pm 30$	-26.9	10.6	22.6
器	OIOM-1 b	口縁部外面	MTC-11511	$1750\pm50$	-27.2	10.7	21.5
付	OIOM-2	胴部外面	MTC-11512	$1800 \pm 70$	(淮	則定なし	)
着	OIOM-4	胴部上位外面	MTC-11513	$1860 \pm 60$	-27.0	11.3	42.0
物	OIOM-5	胴部中位外面	MTC-11514	$1750 \pm 45$	-26.1	10.9	38.1

リ・酸処理 (AAA 処理) を施し た。臼試料のうち1点(試験試 料)と土器付着物は引き続き実 験室で二酸化炭素炭素抽出・精 製とグラファイト化を行い, 東 京大学タンデム加速器研究施設 (機関番号 MTC-) の AMS 装置で 炭素 14 年代測定を実施した。 臼試料については, 試験試料の 測定結果を確認したのち、より 高い精度での測定が可能な (株)パレオ・ラボ (機関番号 PLD-) に炭素抽出・グラファイ ト化,炭素 14年代測定を一括 依頼した。試料は年輪20層お きに6点を選択した。

なお土器付着物については、 AAA 処理済の試料の炭素・窒素 分析を昭光通商(株)に依頼した。

臼の年輪層および土器付着物

## 3. 結果と考察

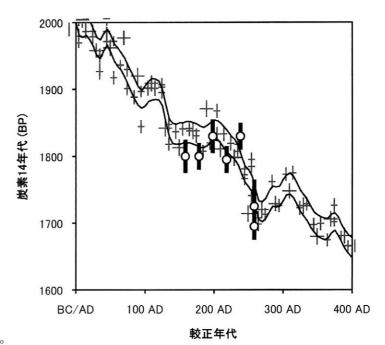


図 1 臼の年輪層の炭素 14 年代(白丸)と IntCalO4(実線)との関係。背景は IntCalO4を構成する欧米産樹木年輪の測定値で、横の誤差棒は測定層数(5 または 10 層)をあらわす。

の測定結果を,試料情報とともに表 1 に示す。年輪層の  $\delta$   $^{13}$ C 値は AMS で測定されたもので,参考値として括弧内に記した。0IOM-C1 105 は 2 つの機関で測定され,両者の炭素 14 年代は誤差の範囲で一致している。

土器付着物はいずれも外面から採取されたもので、燃料材が炭化したものと考えられる。このうち、0I0M-1 a と 0I0M-1 b は同一個体 (0I0M-1) の異なる部位から採取されたが、炭素 14 年代、安定同位体比、炭素・窒素比ともにほぼ一致している。いずれの試料も  $\delta$  <sup>13</sup>C 値は-26‰以下の値を示し、C/N 比が高いことから陸上の C3 植物起源であると考えられる。10‰前後の  $\delta$  <sup>15</sup>N 値は、日本列島において土器の外面付着物に典型的な値である。

図 1 は、臼の各年輪層の炭素 14 年代を較正曲線 IntCal04 と比較したものである。実線で表した IntCal04 は、背景に示した欧米産樹木年輪の炭素 14 年代をもとに構成されている。試料の最外層(OIOM-C1 105)の測定値は、IntCal04 において 3 世紀後半にみられる炭素 14 年代の落ち込みと付合する。表 1 にある在地系甕の付着炭化物は 1 点を除き 1740~1800 BP(全データ加重平均:1760±20 BP)の炭素 14 年代を示しているが、臼が布留 I 式併行の土器とともに出土したことを考慮すれば、それらの較正年代は 3 世紀前半ではなく後半と推定される。

今回, 臼の年輪層の測定結果は比較的 IntCal04 に沿うものとなった。試料が単年輪で, 複数層単位の測定に基づく尾嵜ほかとの比較には留意すべき点もあるが, 日本産樹木年輪に特徴的とされた IntCal04 とのずれが, 少なくとも 2世紀後半のデータ 2点には見られない。臼が現地産樹木であるという前提に立って, これが日本列島における地域差を反映したものか, 測定における再現性の問題の可能性を含めて検討を進める予定である。

本研究は文部科学省科学研究費補助金(学術創成研究,16GS0018)による成果の一部であり、 日本学術振興会科学研究費補助金(基盤 A,21242030)による追加測定を予定している。

i P. J. Reimer et al., Radiocarbon 46-3, 2004, pp. 1029-1058.

ii 尾嵜ほか、日本文化財科学会第25回大会、2008年6月14・15日、鹿児島国際大学

iii 春成ほか、日本考古学協会第75回総会、2009年5月31日、早稲田大学

# ウィグルマッチング法による浅間山追分火砕流の年代決定

○中村賢太郎 (パレオ・ラボ),早川由紀夫(群馬大学), Zaur Lomtatidze (パレオ・ラボ),伊藤茂 (パレオ・ラボ),丹生越子 (パレオ・ラボ),尾寄大真 (パレオ・ラボ),藤根久 (パレオ・ラボ),小林紘一 (パレオ・ラボ)

浅間山のBスコリアと追分火砕流を含む噴火は、完新世に前掛山から発生した噴火の中で最大規模である。この噴火の年代は、藤原宗忠の日記である「中右記」の記述を根拠に1108年とされている。

浅間山周辺での地質調査で追分火砕流中から年輪数が100年を超える炭化材が検出された。この炭化材を試料として、<sup>14</sup>C年代ウィグルマッチングによる高精度の年代決定を行い、噴火年代を検証した。

試料は、最外年輪が残る炭化材である。最外年輪から 75 年目までの年輪を計数し、5 年輪ごとに分割した。75 年目までの年輪のうち、最外年輪-5 年目、21-25 年目、31-35 年目、41-45 年目、51-55 年目、66-70 年目、71-75 年目の 7 箇所を試料とした。

試料について超音波洗浄と酸・アルカリ・酸処理による不純物除去を行い、次に CO<sub>2</sub> ガス化と精製を行い、水素還元によりグラファイトを生成した。 <sup>14</sup>C 年代測定はパレオ・ラボの AMS システムを用いて行った。得られた <sup>14</sup>C 年代について、IntCalO4 による較正曲線を使って OxCal4.0 によりウィグルマッチングの計算を行った。

ウィグルマッチングの結果、最外年輪の暦年代範囲は 1110-6/+18calAD( $1\sigma$ )であり、従来の噴火年代 1108 年と矛盾しない結果を得た。

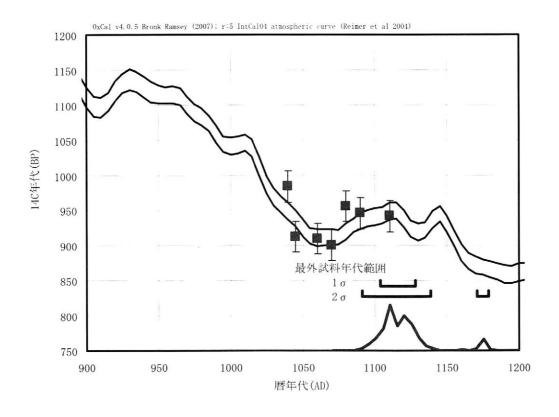


図 ウィグルマッチングの結果



写真1 追分火砕流中より採取した炭化材



写真 2 炭化材の組織

# 遺物に見られる海洋リザーバー効果

○宮田佳樹¹\*, 堀内晶子², 近藤恵³, 吉田邦夫⁴, 松崎浩之⁵, 西本豊弘¹(¹国立歴史民俗博物館,²国際基督教大学,³お茶の水女子大学,⁴東京大学総合研究博物館,⁵東京大学工学部,\*現在:名古屋大学年代測定総合研究センター)

## はじめに

炭素年代測定は、文献資料のない旧石器時代、縄文時代、弥生時代などの研究に大きな力を発揮する研究手法である。これまで遺跡から出土した考古遺物に対して、数多くの炭素年代測定が行われてきた。その対象は、土器付着炭化物、炭化材、炭化種実、貝、人骨や動物骨、土壌など、非常に多岐にわたる。得られた炭素年代測定値が、考古学的に想定される年代と一致する場合はよいが、特に海洋の影響を受けた試料を測定すると同時代よりも数百年古い炭素年代を示す場合があり(海洋リザーバー効果)、測定した遺物の由来や出土状況などを考慮し、得られた年代値を検討する必要がある。本研究では、同じ遺跡の同じ包含層から出土した複数の遺物を炭素年代測定することにより、この海洋リザーバー効果の示す意味について詳細に考察した。

## 海洋リザーバー効果とは?

宇宙線によって生成した炭素14( $^{14}$ C)は、速やかに二酸化炭素( $^{14}$ CO $_2$ )に変換された後、炭素循環によってよく攪拌されるため、大気中には一定濃度存在している。その二酸化炭素を取り込み光合成を行う陸上植物、それを食べる動物という食物連鎖によって、陸上の動植物は大気と平衡で等しい炭素14濃度を示す。一方、地球表層部の炭素の95%を占める海洋も、炭素14濃度がほぼ均一な二酸化炭素のリザーバー(貯留槽)である。海面では、海流を形成し大気と絶えず炭素交換が行なわれているため、海洋表層部( $100\sim200$ m程度)では炭素14濃度はよく混合されており一定である。しかし、この海洋表層部における炭素14濃度は、大気中に比べると平均5%低い値を示す。これは、海洋表層部(大気一海洋間)で炭素14を含む  $CO_2$ が海洋に溶解するのに要する時間のうちに、放射壊変によって減少するためである。この現象を炭素14の海洋リザーバー効果 (Marine reservoir effect) と言う。

海洋リザーバー効果の大きさはR値で示され、炭素14年代の大気からの偏差(炭素年;14C years)で表される. R値は時間の関数であり、同じ場所でも時代によって変動することが知られている. 貝類は魚類や海獣などとは異なり、ほぼ同じ場所から移動しないため、その海域の炭素14濃度を反映している. したがって、核実験起源の炭素14の影響がない1950年以前の貝の炭素14年代から、その海域の海洋リザーバー効果(R値)を見積もることができる.

さらに、炭化材や炭化種実の炭素14年代は、その遺跡における当時の大気と平衡にある陸上の有機物の炭素14濃度を反映している。したがって、同時に出土した海洋の影響を受けた遺物の炭素年代から、炭化材(炭化種実)の炭素14年代を減じることにより、当時その遺物が受けていた海洋リザーバー効果の影響を推定することができる。

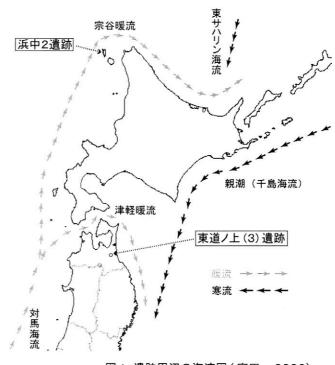


図1 遺跡周辺の海流図(宮田, 2009)

また、R値は、主として炭素14濃度の低い海洋深層水の影響を受け、海域によって大きく変動するため、同時代の全海洋のRの平均値( $\sim$ 400炭素年( $^{14}$ C years)前後で時間変動する)との差を取り、ローカルリザーバー効果( $\Delta$ R値)として表示する. 考察

浜中2遺跡のR地点V層(縄文時代後期後半)から出土した遺物の年代を図2に示す.当時の大気と平衡にあった陸上の有機物とした,炭化材の年代(3008±35 BP)を基準に考える.混入と推定された貝(HDHN K3)を除き,遺物の示す炭素年代は図の左から右へと単調に古くなっている.この原因が遺物に現れた海洋リザーバー効果の影響によるものとすれば,リザーバー効

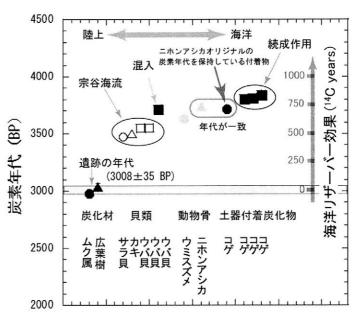


図2 浜中2遺跡R地点V層出土遺物の炭素年代 (宮田, 2009)

果の大きさは測定した試料に対する海洋の影響に依存しているのかも知れない. 礼文島周辺には、対馬海流の分派である宗谷暖流が流れている(図 1). したがって、宗谷海流の Δ R値はこれらの 貝類が示す値(+168±39 <sup>14</sup>C years (N = 4; at 3008±35 BP))と見積もられ、東サハリン海流などの 北方から流れ込む寒流のように、大きな海洋リザーバー効果を示さないこととも整合的である. ニホンアシカは水深200m ぐらいまで潜り、深層の大型魚介類を食べる. 一方、ウミスズメは水深50m 程度まで潜る魚食性の海鳥である. したがって、ニホンアシカとウミスズメの炭素年代の差は、海洋リザーバー効果の大きな寒流の影響を受けた深層に棲む大型深魚を食べるニホンアシカと深層に 比べるとやや小さい海洋リザーバー効果を示す表層に棲む小型浮魚を食べるウミスズメとの食性 の違いを表しているのかも知れない. 貝類は宗谷暖流の影響を強く受けるため、寒流の影響を受ける魚介類を食べるニホンアシカやウミスズメよりも明らかに海洋リザーバー効果は小さい. 化学分析と考古学的な所見により、ニホンアシカのオリジナルな化学組成を保持していると推定された内面土器付着炭化物"コゲ"(HDHN 2a)の炭素年代は、ニホンアシカの骨の年代測定結果とよく一致した. また、それ以外の"コゲ"は土壌による二次的な汚染を受け(続成作用)、ニホンアシカのオリジナルな炭素年代よりも100年以上古い年代を示した.

以上のように、礼文島周辺の海洋環境を含めて、海洋リザーバー効果の観点から考察することにより、宗谷暖流よりも大きなリザーバー効果を示す、動物骨と土器付着物の炭素年代の関係をも説明することができた。これらの炭素年代の関係をまとめてみる。

炭化材(遺跡の年代) < 貝類(宗谷暖流) < ウミスズメ<ニホンアシカ≤土器内面付着物(ニホンアシカ+続成作用)

## おわりに

考古学的な由来がきちんと整った遺跡の同一包含層から出土した複数の遺物に対して、炭素年代測定を行った。複数の遺物間の見かけ上の炭素年代の大小関係を、測定した遺物の由来や生育環境などを考慮して、詳細に考察した結果、それらの複数の遺物の炭素年代の関係を海洋リザーバー効果の観点から、包括的に理解することができた。

#### 謝辞

本研究に関して、パレオ・ラボ AMS 年代測定グループ、東京大学工学部 (MALT)、(株) 昭光 通商, 遠部慎氏, 小林園子氏, 新免歳靖氏, 南部逸江氏, 宮崎ゆみ子氏, 上奈緒美氏, 松浦秀 治教授, 今村峯雄教授から, 実験, 研究, 考察に関して様々な援助, 助言などを頂きました. 謝意を表します.

