日本文化財科学会第14回大会

研究発表要旨集

1997年6月21日(土)・22日(日)

天理大学

日本文化財科学会第14回大会・1997年度総会プログラム

日時　1997年6月21日(土)・22日(日)
会場　天理大学：天理市杣之内町1050
日程

第１日　６月２１日(土)

9:00　受付開始
9:45　開催挨拶(会長)
10:00 ～ 12:00　口頭発表
12:00 ～ 13:20　昼食
13:20 ～ 15:00　口頭発表
15:00～15:15　休憩
15:15 ～ 15:20　特別セッション開催挨拶(実行委員長)
15:20 ～ 16:50　特別セッション
11:00 ～ 17:00　ポスターセッション　展示
(16:00 ～ 17:00　解説)
(9:30 ～ 11:00　展示準備)
17:30 ～ 19:30　懇親会　心光館

第２日　６月２２日(日)

10:00 ～ 11:00　口頭発表
11:00 ～ 12:00　総　会
12:00 ～ 13:00　昼　食
13:00 ～ 16:00　口頭発表
14:20 ～ 14:40　休　憩
14:40 ～ 16:00　口頭発表
10:00 ～ 15:00　ポスターセッション　展示
(13:30 ～ 14:30　解説)
(15:00 ～ 16:00　撤収作業)
16:00　閉会

口頭発表〔於２４Ａ教室〕

●第１日●　６月２１日(土)10:00 ～ 15:00

〈保存科学〉

1　樹脂含浸による埋蔵遺跡保存法の研究**(4)**
—狭山池堤体保存における **PEG** 含浸処理の結果—　---10
(10:00)○住野正博(株大林組技術研究所)・川地武(同)・石田道彦(同)・金井重利(大阪府富田林土木事務所)・吉田八左右(同)・青井博志(同)

2　仙台市富沢遺跡における２万年前の森の跡と遺構の保存処理と公開　---12
(10:20)○斎野裕彦(仙台市富沢遺跡保存館)・竹田幸司(仙台市教育委員会文化財課)

3　出土木材の乾燥に伴う収縮予測　---14
(10:40)○酒井温子(奈良県林業試験場)・今津節生(奈良県立橿原考古学研究所)・横山操(京都大学木質科学研究所大学院)

4　グルコン酸ナトリウムとホウ酸を用いた出土木製遺物の保存処理法—機械装置を用いない保存処理法の試み—　---16
(11:00)松田隆嗣(福島県立博物館)

5　タイの遺跡における煉瓦の塩類風化—タイの遺跡における石材とその劣化(Ⅱ)—　---18
(11:20)朽津信明(東京国立文化財研究所)

6　空調を伴う展示空間の湿度環境について　---20
(11:40)○赤沼英男(岩手県立博物館)・石川陸郎(東京国立博物館)・宮野秋彦(名古屋工業大学)

〔昼食〕12:00 ～ 13:20

〈年代測定〉

7　旧石器遺跡に関連するテフラ・堆積土のルミネッセンス年代測定
—上高森遺跡・袖原遺跡・原セ笠張遺跡について—　---22
(13:20)○長友恒人(奈良教育大学)・小松久美(同)・佐藤陽子(同)・梶原洋(東北福祉大学)・鎌田俊昭(東北旧石器文化研究所)・藤村新一(同)・横山祐平(同)・柳田俊男(郡山女子短大)

8　縄文土器のC-**14** 年代**(1)**　---24
(13:40)○吉田邦夫(東京大学総合研究博物館)・本田亜紀子(東京大学総合研究博物館・日本大学文理学部)

9　韓国における地磁気永年変化曲線の測定　---26
(14:00)○成　享美(島根大学理学部)・鄭　澄元(釜山大学博物館)・全　玉年(同)・尹　銑(釜山大学地質学科)・伊藤晴明(島根職能短大)・時枝克安(島根大学理学部)

〈古環境〉

10　苫小牧市柏原５遺跡から出土した昆虫遺体とそれらによる古環境の復元　---28
(14:20)○宮武頼夫(大阪市立自然史博物館)・初宿成彦(同)

11　エル・サルバドル、ホヤ・デ・セレン遺跡における畑土壌の肥沃度　---30
(14:40)○伊丹麻子(株田中地質コンサルタント)・田中保士(同)・大井邦明(京都外国語大学)

〈特別セッション　南島の文化財科学〉
S1　南島考古学の可能性　---2
(15:20)金関恕(弥生文化博物館)
S2　種子島広田遺跡出土人骨の安定同位体分析　---4
(15:50)○小池裕子(九州大学大学院比較社会文化研究科)・B.Chisholm　(Univ. of British Columbia)
S3　同位体を用いた南西諸島出土縄文土器の産地推定の試み　---6
(16:20)○坂本稔(国立歴史民俗博物館)・西谷大(同)・今村峯雄(同)・小林貴之(日本大学文理学部)

［16:00～17:00　**ポスターセッション解説**］
［17:30～19:30　**懇親会**　於:心光館］

●第２日●　６月２２日(日)10:00 ～ 16:00

〈材質・技法〉
12　古代銅製品にみられるアンチモンについて　---32
(10:00)○村上隆(奈良国立文化財研究所)・肥塚隆保(同)・沢田正昭(同)
13　奈良市薬師寺講堂の銅造薬師三尊像に関する材質調査　---34
(10:20)○平尾良光(東京国立文化財研究所)・榎本淳子(同)・竹中みゆき(東芝 研究開発センター)
14　蝦夷錦およびアイヌ民族服に用いられた金属糸の分析　---36
(10:40)○小原奈津子(昭和女子大学)・佐々嘉彦(早稲田大学)・桜井清彦(昭和女子大学)・宇田応之(早稲田大学)

［11:00～12:00　**総会**　**於24A教室**］

〔昼食〕 12:00 ～ 13:00

15　パイプ状ベンガラ粒子の復元　---38
(13:00)岡田文男(京都造形芸術大学)
16　粟津湖底遺跡出土漆製品の材質技法調査　---40
(13:20)中川正人(滋賀県文化財保護協会)
17　埼玉県寿能遺跡出土漆器の研究**(4)**―総括―　---42
(13:40)○成瀬正和(宮内庁正倉院事務所)・岡田文男(京都造形芸術大学)
18　天理市下池山古墳出土の繊維品に用いられた天然染料の同定　---44
(14:00)○佐藤昌憲(奈良国立文化財研究所)・佐々木良子(同)・肥塚隆保(同)・今津節生(橿原考古学研究所)

〈産地〉

19　出土漆の熱分解―GC／MSによる漆の産地推定　---46
(14:40)○宮腰哲雄(明治大学理工学部)・高根沢　敏(同)・山田　篤(同)・佐野千絵(東京国立文化財研究所)
20　グロー放電質量分析装置による青銅資料の分析　---48
(15:00)○斎藤　努(国立歴史民俗博物館)・坂本　稔(同)

〈文化財科学一般〉

21　地下レーダー探査結果のビジュアル化―古墳を例として―　---50
(15:20)○峠　美穂(応用地質株式会社)・軽部文雄(同)
22　木質文化財充填塑形樹脂の開発と修復技法　神戸市西区薬師寺仁王像を主な例として　---52
(15:40)○矢野健一郎(東京芸術大学)・岡田文男(京都造形大学)・山井二三人(株積水化成品工業中央研究所)・谷内章(株吉田生物研究所)

ポスターセッション〔於２３Ａ・Ｂ教室〕

●第１日●６月２１日(土)11:00 ～ 17:00 展示　(16:00 ～ 17:00 解説)
9:30 ～ 11:00 展示準備
●第２日●６月２２日(日)10:00 ～ 15:00 展示　(13:30 ～ 14:30 解説)
15:00 ～ 16:00 撤収作業

〈年代測定〉

P1　ラセミ化年代測定法の基礎的研究　---56
安部　巌(大阪府立大学工学部)・柳　秀習(同)・和田　浩(同)・中原武利(同)
P2　ＯＳＬ(光ルミネッセンス)年代測定法の基礎的研究(その２)　---58
長友恒人(奈良教育大学)・小野左詠子(同)・小松久美(同)・寺坂さと江(同)・塚本すみ子(東京都立大学)・福沢仁之(同)

〈古環境〉

P3　沖縄および南九州のイネ在来種にみられる機動細胞珪酸体形状について　---60
宇田津徹朗(宮崎大学)・王才林(同)・鄭雲飛(鹿児島大学連合大学院)・藤原宏志(宮崎大学)
P4　イネの機動細胞珪酸体形状におよぼす窒素施用量の影響について　---62
王才林(中国江蘇省農業科学院)・鄭雲飛(鹿児島大学大学院連合農業研究科)・宇田津徹朗(宮崎大学農学部)・藤原宏志(同)
P5　東京都練馬区南於林遺跡の植物珪酸体化石群　---64
江口誠一(大阪市立大学・理学部)
P6　陸生珪藻画像データベースを用いた大阪平野の古環境変遷への応用(その1)　---66
撫養健至(河内長野市立滝畑民俗資料館)・山口誠治(大阪府文化財調査研究センター)

P7 古代水田の水域環境―珪藻分析より得られる水田の古環境― ---68
鬼頭　剛（愛知県埋蔵文化財センター）・尾崎和美
P8 大阪府北島遺跡における畑地形成と地形発達 ---70
松田順一郎・別所秀高(財団法人 東大阪市文化財協会)
P9 旧地表面の軟X線分析 ---72
高橋　学(立命館大学理工学部)・山口誠治(大阪府文化財調査研究センター)

〈材質・技法〉
P10 宮崎県吾平原6号横穴墓出土ガラスの材質研究 ---74
肥塚隆保(奈良国立文化財研究所)・置田雅昭(天理大学文学部)・橋川敬子(同)
P11 酸化鉄系赤色顔料の基礎的研究 ---76
降幡順子(京都大学大学院人間・環境学研究科)・沢田正昭(奈良国立文化財研究所)
P12 出土ベンガラの多様性について ---78
本田光子(別府大学)
P13 滋賀県内出土赤色顔料関連資料調査(2) ---80
中川正人(滋賀県文化財保護協会)・降幡順子(京都大学大学院人間環境学研究科)
P14 正倉院佐波理の化学組成 ---82
成瀬正和(宮内庁正倉院事務所)
P15 鉄遺物の錆化に伴う微量元素の挙動 ---84
平井昭司(武蔵工業大学原子力研究所)・鈴木章悟(同)・岡田往子(同)
P16 尼寺廃寺塔心礎出土遺物の自然科学的調査 ---86
中越正子（（財）元興寺文化財研究所)・井上美知子(同)・川本耕三(同)・北野信彦(同)・菅井裕子(同)・渡辺智恵美(同)・山下隆次(二上山博物館)
P17 画像処理ソフトを用いた陶磁器素地の定量化と産地推定(1) ---88
佐々木達夫(金沢大学文学部)・酒寄淳史(金沢大学教育学部)・向井　亙(金沢大学大学院文学研究科)・楠　寛輝(同)・酒井　中(同)・吉田和則(同)
P18 ベトナム窯址出土陶磁器の特徴に関する考察―青花を中心に― ---90
二神葉子(東京国立文化財研究所)・青柳洋治(上智大学アジア文化研究所)
P19 須恵質土器(須恵器や山茶碗など)の材料学的検討―蛍光X線分析― ---92
藤根　久(㈱パレオ・ラボ)・Lomtatize Zauri(同)
P20 縄文時代晩期土偶と土器の胎土 ---94
西田泰民(新潟県社会文化施設建設室)
P21 カマン・カレホユック遺跡の日干し煉瓦と土壌の分析化学的研究 ---96
木村麻由実(東京理科大学理学部)・松永将弥(同)・中井泉(同)
P22 北海道南茅部町における円筒下層式土器の製作技法の差異 ---98
曽我直人(北海道教育大学函館校)・竹中康之(同)・阿部千春(南茅部町教育委員会)・佐藤賢(函館市立北中学校)・小笠原正明(北海道大学)
P23 カマン・カレホユック遺跡から出土した鉛光沢を持つ土器の製法についての研究 ---100
松永将弥(東京理科大学)・中井　泉(同)・松村公仁(ベルリン大学)

P24 福井県鳥浜貝塚出土縄文漆器の研究(1)—羽島下層Ⅱ式期漆器— ---102
岡田文男(京都造形芸術大学)・成瀬正和(宮内庁正倉院事務所)・網谷克彦(敦賀女子短期大学)
P25 大豆糊の復元 ---104
秋本賀子(京都造形芸術大学)・岡田文男(同)
P26 積分球付分光光度計による出土遺物表面の可視スペクトル測定 ---106
佐々木良子(奈良国立文化財研究所)・佐藤昌憲(同)・肥塚隆保(同)

〈産地〉
P27 柏ケ谷長ヲサ遺跡(神奈川県海老名市)出土のガラス質黒色安山岩製石器の石材産地について ---108
柴田 徹(都立青山高校)・山本 薫(筑波大学歴史・人類学研究科)・高松武次郎(国立環境研究所土壌環境研究室)・堤 隆(御代田町教育委員会)
P28 ヒスイ・碧玉製玉類の産地分析(6) ---110
藁科哲男(京都大学原子炉実験所)・東村武信(関西外国語大学)
P29 石器原材の産地分析(14) ---112
藁科哲男(京都大学原子炉実験所)・東村武信(関西外国語大学)
P30 黒曜石の産地推定による南関東の細石刃文化の研究(Ⅱ) ---114
望月明彦(沼津工業高等専門学校)・水野達弥(同)・堤 隆(御代田町教育委員会)
P31 箱根西麓の旧石器時代遺跡出土の黒曜石の産地推定(Ⅱ) ---116
望月明彦(沼津工業高等専門学校)・鎌田大輔(同)・鈴木敏中(三島市教育委員会)
P32 愛知県清洲城下町遺跡の石垣建設に用いられた栗石の産地について ---118
服部俊之(（財）愛知県埋蔵文化財センター)・鈴木正貴(同)
P33 縄文時代晩期終末期の土器群の胎土分析～長野県小諸市氷遺跡の氷式土器の胎土分析～---120
永峯光一(國學院大學文学部)・橋本真紀夫(株パリノ・サーヴェイ)・小林青樹(岡山大学文学部)・宇佐美哲也(國學院大學大学院)・徳澤啓一(同)
P34 蛍光Ｘ線分析による甕棺胎土分析の基礎的検討 ---122
中園聡(福岡市教育委員会)・三辻利一(奈良教育大学)・松尾宏(甘木市教育委員会)
P35 蛍光Ｘ線分析による弥生時代甕棺の胎土分析 ---124
中園聡(福岡市教育委員会)・赤川正秀(大刀洗町教育委員会)・三辻利一(奈良教育大学)
P36 東海地域におけるＳ字状口縁付甕の産地について—胎土分析による予察— ---126
矢作健二(株パリノ・サーヴェイ)・服部俊之(（財）愛知県埋蔵文化財センター)・赤塚次郎(同)
P37 畿内の埴輪の伝播・流通 ---128
三辻利一(奈良教育大学)・高場慎太郎(同)・西野啓吾(同)
P38 熊本県内古墳出土須恵器、埴輪の蛍光ｘ線分析 ---130
中原幹彦(熊本県植木町教育委員会)・三辻利一(奈良教育大学)・近本良介(同)
P39 カマン・カレホユック遺跡出土の青銅器時代の土器に関する化学的研究 ---132
神田信之（東京理科大学)・松永将弥(同)・中井 泉(同)
P40 対馬出土銅矛に用いられた材料に関する考察—鉛同位体比法を用いて— ---134
平尾良光(東京国立文化財研究所)・鈴木浩子(東京学芸大学)

P41　出土天然アスファルトのバイオマーカーによる分類法の開発 ---136
小笠原正明(北海道大学)・曽我直人(北海道教育大学函館校)・竹中康之(同)

〈保存科学〉
P42　遺跡出土鉄器からのアルカリ溶液による脱塩速度 ---138
河越幹男(奈良高専)・安木竜也(同)・吉原忍(同)・川本耕三(元興寺文化財研究所)
P43 出土鉄製品の腐食―東京芸術大学構内発掘調査に伴い出土した鍛造鉄製品の土中環境と腐食の調査 ---140
岩田好弘(東京芸術大学大学院)・新山榮(同)
P44　東アジア地域の古代金属象嵌の保存科学的研究―日本・韓国・中国― ---142
西山要一(奈良大学文学部)
P45 出土鉄製品中に存在する硫黄、塩素とその周辺組織 ---144
松井敏也(岡山大学大学院)・村上隆(奈良国立文化財研究所)・高田潤(岡山大学)
P46　糖アルコール含浸法における乾燥工程の効率化 ---146
今津節生(奈良立橿原考古学研究所)・伊藤幸司(（財）大阪市文化財協会)・鳥居信子(同)・橋本輝彦(桜井市教育委員会)
P47　ＰＥＧ常温含浸法による木製品の保存処理 ---148
西尾太加二(静岡県埋蔵文化財調査研究所)・青木修(同)
P48　脂肪酸エステル法による出土木製品の保存処理実例報告 ---150
川本耕三((財)元興寺文化財研究所)・木村健治(同)・大国万希子(同)・井上美知子(同)・植田直見(同)
P49　脂肪酸エステル法による出土木材の保存処理実験報告 ---152
井上美知子((財)元興寺文化財研究所)・植田直見(同)・川本耕三(同)
P50　４世紀の槍の柄(漆膜)の保存処理 ---154
鈴木重夫(㈱京都科学)・安田友子(同)
P51　再転写工法による遺構の型取り移築 ---156
西尾太加二(静岡県埋蔵文化財調査研究所)
P52　セラミックス溶液による遺跡の保存と評価 ---158
太田泰雄(福井工業高等専門学校環境都市工学科)・豊田昌宏(福井工業高等専門学校物質工学科)・大井邦明(京都外国語大学メキシコ研究センター)・田中保士(㈱田中地質コンサルタント)
P53　繊維類の保存に用いられた薬用植物の防虫効果 ---160
韓美京(昭和女子大学大学院)・中元直吉(横浜農林水産消費技術センター)・坂部寛(同)・大沢真澄(昭和女子大学)・櫻井清彦(同)
P54　薬用植物による防虫の歴史的考察 ---162
韓美京(昭和女子大学大学院)・大沢真澄(昭和女子大学)・櫻井清彦(同)
P55　文化財の付着微生物の調査―アイヌ民族衣裳の場合― ---164
善如寺朋子(昭和女子大学文学部)・飯野久和(昭和子大学生活科学部)・伊藤美香(同)・一戸正勝(東京家政大学)・大沢真澄(昭和女子大学文学部)
P56　博物館環境における微生物調査 ---166
善如寺朋子(昭和女子大学文学部)・飯野久和(昭和子大学生活科学部)・伊藤美香(同)・大沢真澄

(昭和女子大学文学部)

P57 酸素希薄環境下における染色した麻布の変退色および光劣化 ---168

小原奈津子(昭和女子大学)・滝沢智嘉(同)・大和田陽子(同)・小林まゆみ(同)

P58 奈良における大気汚染が文化財に及ぼす影響とその防御 ---170

西山要一(奈良大学文学部)・立花るり子(奈良大学大学院生)・佐藤幸弘(大阪府立産業技術センター)・藤原剛(奈良大学教養部)

P59 染色布の色変化に与える大気汚染物質の影響について ---172

藤原剛(奈良大・自然科学)・西山要一(奈良大・文化財)・立花るり子(同)・佐藤幸弘(大阪府立産業技術センター)

P60 洞窟遺跡などで観察される黒色の汚れについて ---174

朽津信明(東京国立文化財研究所)・三田直樹(地質調査所)

P61 美術館等における展示室の温室度変化の実態について ---176

宮野秋彦(名古屋工業大学)・赤沼英男(岩手県立博物館)

〈文化財科学一般〉

P62 マルチチャンネル電気探査システムによる壱岐・原の辻遺跡の高密度電気探査 ---178

亀井宏行(東京工業大学)・森　正人(同)・工藤博司(（有）桜小路電機)

P63 松原客館遺跡における平面探査の解釈と評価 ---180

川村俊彦(敦賀市教育委員会)・長友恒人(奈良教育大学)・阿児雄之(奈良教育大学古文化財科学)・田中保士(㈱田中地質コンサルタント)

P64 遺跡における地中探査レーダー・データ処理の一考察 ---182

渡辺広勝(テラ・インフォメーション・エンジニアリング)・伊藤雅乃(㈱パスコ)

P65 地温変動を用いた遺跡探査 ---184

三浦定俊(東京国立文化財研究所)・森正人(東京工業大学工学部)・工藤博司(桜小路電機)・川野辺　渉(東京国立文化財研究所)

P66 犬尾城跡本丸発掘調査地下レーダー探査 ---186

軽部文雄(応用地質㈱探査工学研究所)・小林恵(同)・赤崎敏男(福岡県八女市教育委員会　岩戸山歴史資料館)・大塚恵治(同)

P67 三次元形状計測による文化財のデータ保存システム構築と応用**(3)**—三次元形状計測による加茂岩倉遺跡出土銅鐸のレプリカ作製— ---188

塚本敏夫((財)元興寺文化財研究所)・増澤文武(同)・佐藤宏介(奈良先端科学技術大学院大学)・松本岩雄(島根県教育庁文化課)・吾郷和宏(加茂町教育委員会)

P68 複数の蛍光Ｘ線分析装置を用いた文化財試料の測定 ---190

早川泰弘(東京国立文化財研究所)・平尾良光(同)

P69 **PIXE** 法による微小銅合金片に含まれる微量元素の検出について ---192

河野益近(京大・工)・内藤正裕(同)・江南和幸(龍谷大・理工)・内田俊秀(京都造形芸大)

P70 **PIXE** 法による古文書片の微量元素分析—古文書に含まれる **Br**(臭素)の起源について— ---194

河野益近(京大・工)・吉田紘二(同)・森谷公一(同)・内藤正裕(同)・法澤恵造(同)・江南和幸(龍谷大・理工)・田中利生(龍谷大学図書館)・高田実彌(京大・原子炉)

P71　金属製品に錆着した繊維について①―古墳時代の布帛を考える―　---196
立花るりこ(奈良大学大学院文学研究科文化財史料学専攻)
P72　用途から見た繊維製品の調査―宮崎県下の地下式横穴出土品を中心として―　---198
戸高眞知子(宮崎県埋蔵　文化財センター)・吉松茂信(宮内庁正倉院事務所)・今津節生(奈良県立橿原考古学研究所)
P73　赤野井湾遺跡から出土した木製品の樹種と用途　---200
大山幹成(京大木質科学研究所)・伊東隆夫(同)・濱　修(滋賀県文化財保護協会)・中川正人(同)・阿刀浩史(同)
P74　土器に吸着された脂質の基礎的研究**(4)**―環境と時間による動物性脂質の変化―　---202
武石奈津枝(国際キリスト教大学教養学部理学科)・堀内晶子(同)
P75　土器に吸着された脂質の基礎的研究**(5)**―土器モデルに吸着された脂質の挙動―　---204
紿田茂哉(国際キリスト教大学教養学部理学科)・堀内晶子(同)
P76　赤色顔料で塗彩された銅鐸　---206
魚島純一(徳島県立博物館)
P77　弥生時代の朱の原料―福岡市比恵遺跡出土の辰砂―　---208
本田光子(別府大学)
P78　油滴天目釉の斑点構造に関する科学的研究　---210
田村哲(愛知県陶磁資料館)・高井隆三(滋賀県立窯業試験場)・中島孝(同)・鈴木稔(帝京大学山梨文化財研究所)・杉下龍一郎(東京芸術大学)
P79　遺跡にかかわる火山灰中のクリストバライト　---212
松崎琢也(岡山理科大学理学部)・新東晃一(鹿児島県立埋蔵文化財センター)・白石純(岡山理科大学自然科学研究所)・三宅寛(岡山理科大学理学部)
P80　埋蔵文化財の修復に関する一試案**(**土器類を中心として**)**　---214
比佐陽一郎(福岡市埋蔵文化財センター)
P81　パキスタン・ガンダーラ仏教遺跡保存国際プロジェクト　---216
西浦忠輝(東京国立文化財研究所)・増井正哉(奈良女子大学)・濱崎一志(滋賀県立大学)・海老澤孝雄(㈱ぎ・エトス)
P82　青森・三内丸山遺跡出土クリ遺体の **DNA** 解析**(2)**　---218
山中慎介(静岡大学農学部)・岡田康博(青森県埋蔵文化財調査センター)・佐藤洋一郎(静岡大学農学部)
P83　静岡・曲金北遺跡の水田から出土した植物遺体の分析による古代の水田稲作様式の研究---220
佐藤洋一郎(静岡大学農学部)・豊田幸宏(同)・佐野五十三(静岡県埋蔵文化財調査研究所)・及川司(同)・花森功仁子(静岡大学農学部)

第一部
口頭発表

S1

南島考古学の可能性

大理大学名誉教授　金関　恕

日本文化財科学会は、従来われわれの祖先が遺した物質的資料に対して、自然科学的な研究推進を主な目的とし、多くの輝かしい業績をあげて来た。学会の目的と事業はもはや固定された感がある。確かに、今日文化財といえば考古遺物、美術品、古建築などが念頭に浮かぶ。そのためであろうが文化財保護法でも、民俗芸能など、形として触知できないものについては、無形文化財として分類している。しかし、文化財という語の原義はむしろ無形の伝統であった。文化財行政に従事する人々が、座右に備える『文化財保護の実務』（第一法規出版　1997年)の冒頭の座談会の記録で、戦後の文化財保護行政に中心的役割を果たした関野克は、文化財という語は決して戦後の造語ではなく、戦前すでに「生活財」などにあい対して、精神的伝統のようなものを表現するために用いられていたことを述べている。文化財とはもともと無形のものであった。1943年に出版された、ダンツェルの著書の翻訳『原始民族の文化と宗教』（大場千秋訳　河出書房刊）でも精神文化の伝統を示す訳語として「文化財」が用いられていることはその傍証であろう。

今一つ訴えたえことは、科学的にアプローチする「科学」とは、別に自然科学に限定する必要がないであろうということである。民族学、民俗学など人文科学の諸分野の方法論を手段として、伝統的精神生活の解明を志すことは「文化財科学会」の目的に抵触するものではないと思う。以上、饒舌をふるったのは、この度の筆者の話が、古代南島人の心の暮らしに触れるものであり、この学会の趣旨とは違和感のあることを危惧するためである。

弥生文化を彩る要素の一つに南島の貝文化のあることは広く知られている。弥生人たちはゴホウラ、イモガイ、オオツタノハなど南島産の貝殻を輸入して腕輪に仕立て上げた。北部九州を中心とする弥生の国々の首長は貝の腕飾りをもって身分の徴としていた。この習俗は古墳時代にも伝わり、貝の輸入が途絶えた後には、碧玉でその形を写して宝器とした。

九州には伝わらなかったが、弥生時代の終わりごろから古墳時代にかけて、沖縄、奄美の諸島や種子島などでは、長方形に削った板状の貝にさまざまな紋様を彫刻し、再葬集骨した遺体にそえる習俗があった。その貝製品の起源は、弥生時代後半期ごろ直葬した遺骸の装着した貝製のペンダントに求めることができる。紋様の型式的な変化をたどることもできる。種子島の広田遺跡で発掘された遺骸のペンダントには相当擦り減ったものがあるので、生前永く身に着けていたことが知られる。それらは上下の辺の中央を削りこみ、切り欠きを入れるなどして糸巻き形に仕上げている。この原形をさらに追求するならば、沖縄本島を中心として、縄文時代の後期ごろから作られているジュゴンの骨製のペンダントにたどりつく。

沖縄考古学会の島袋春美氏は『南島考古学』11号に「いわゆる蝶形骨器について」と題する優れた論文を発表した。沖縄のジュゴンの骨製品は、あきらかに蝶を意識

して作ったものであることが分かる。諸民族例から類推するならば、蝶形ペンダントは護符として佩用されていたものであろう。おそらくは人の魂の形は蝶形であり、うつせみの蝶は人の体から脱け出た魂だという信仰があったに違いない。谷川健一氏は『魔の系譜』（講談社学術文庫1984年）において古代の蝶の信仰をめぐる研究を繰り広げている。

沖縄の古代叙情詩の「おもろ」（『おもろさうし』）には次の歌がある。

あがおなり、みかみの、まぶら、てて、おおちゃむ、やれ、えけ、おと、おなり、みかみの、あや、はべる、なりよわちへ、くせ、はべる、なりよわちへ。

（わが妹なる御神が、見守ろうとしていらっしゃったのだろう。やれ、えけ（掛け声）、美しく霊妙な蝶にお化身なされて。鳥越憲三郎訳）。

航海の守護神である「おなり神（妹神）」が、美しい蝶に化身して船に近づいてくる様が謳われているのである。谷川氏はまた、長崎県西彼杵半島の黒崎地方の、かくれキリシタンが伝える「天地始之事」に、聖霊が蝶となってマリアの口にとびこみ、マリアが身ごもる叙述のあること、不慮の死をとげた人の魂が蝶となって飛び立つという新潟県の民間伝承などもあげている。

沖縄の縄文時代にあったと見られる蝶と魂の信仰を考えれば、浙江省河姆渡遺跡で出土した、骨製あるいは木製の蝶形の飾り板を想起せざるをえない。前300年ごろの宋の哲学者、荘周の著した『荘子』斉物論の、夢に胡蝶になる話は有名である。

昔、荘周夢に胡蝶となる。栩栩然として胡蝶なり。自ら志に適へるを喩り周たるを知らず。俄然として覚むれば即ち蘧蘧然として周なり。知らず周の夢に胡蝶となれるか。胡蝶の夢に周となれるか。周と蝶とは則ち必ず分有らん。此を物化と謂ふ。（諸橋轍次）

蝶の造形といえば、古代エジプトの壁画に見られ、ミケーネの王墓の副葬品の黄金の胡蝶がある。ギリシア人は蝶の類の蛾に、魂を意味するプシケの名を与えた。釈迦の故郷の蝶への説法はよく知られている（V.ミヒェルス）。

われわれの身近にひらひらと舞う蝶が霊魂の化現であるという信仰は、おそらく世界的な広がりをもっているであろうが、東アジアでは、長江流域の文化に組み込まれて、縄文人の間に早くから伝わったのではないだろうか。

最後に心をうつヘルマン・ヘッセ蝶の詩の一節をあげておこう。

おお　おまえ！世界がまだ朝のように清らかだった子供の頃　まだ天があんなに近く感じられた頃　おまえが美しい羽をひろげるのを見たのが最後だった（岡田朝雄訳）

ヘッセの子供の心はまた、揺籃期の人類の心でもあった。

S2

種子島広田遺跡出土人骨の安定同位体分析について

小池　裕子（九大・比文）・Brian Chisholm (Univ. of British Columbia)

安定同位体は放射性同位体とは異なり，時間が経過しても変化しないため，自然界の物質循環のトレーサーとしてよく用いられ，たとえば動物体の安定同位体比はその動物が何を食べていたかという食性分析に適用されている．炭素安定同位体比δ^{13}Cの値は、一次生産者のδ^{13}Cが陸上植物と水産生物との間で大きな差をもつのが特徴で、通常の森林植物やイネ・コムギなどのＣ３植物(代表値-26.5‰)・トウモロコシやヒエ・キビ・アワなどの雑穀を含むＣ４植物（代表値-13.5‰）・珪藻や海洋プランクトンなど海洋一次生産者（代表値-19.5‰）とそれぞれ特有の値を示す．またそれらを混食した場合には、それぞれの生態系起源の食物の割合にしたがい比例配分した値をとる．δ^{13}C分析は微量で測定でき、先史時代の人骨の場合には分析材料として骨中コラーゲンが用いられ，食物の平均δ^{13}C値を推定するには、栄養段階による+1‰の差とコラーゲン（ゼラチン）による+3.5‰の差を合わせた+4.5‰を補正値として用いる．

一方，窒素の場合には，植物のδ^{15}N値の変動は主として土壌δ^{15}N値に対応しているといわれ，一般の高等植物のδ^{15}N値は-2‰～+5‰である．δ^{15}Nは、食物と捕食者の間のδ^{15}N値の差、いわゆる栄養段階による分別がおおよそ4～5‰と大きいのが特徴で、したがって海洋哺乳類などの高次生産者は高いδ^{15}N値をもつと考えられ，より高次の生産者を保有する生態系，つまり生物多様性の指標になりうると考えられる(Koike, H. 1995)．

δ^{13}C値が測定された人骨は分析数が多く，九州地域では縄文時代晩期の山鹿貝塚13個体（δ^{13}C値の平均値は -14.9‰（食物推定値-19.4‰））は，縄文時代晩期御領貝塚の7個体（-22.7‰）と大きく異なった値を示した．山鹿貝塚のδ^{15}N値が+14‰前後で，この値は本州縄文時代人の中で最も水産系食物の摂取が多いとおもわれる称名寺貝塚，あるいは北海道近世アイヌの中で最も水産系食物の摂取が多いグループにほぼ匹敵する値であった．

水稲農耕が導入された以降の時代では、弥生時代前～中期に属する土井ヶ浜遺跡，（δ^{13}C平均値-18.3‰（食物推定値-22.8‰）、金隈遺跡（-19.2‰（-23.7‰））で,互いに類似した値を示した.これらの遺跡のδ^{15}N値は縄文時代人骨のδ^{13}C・δ^{15}N分布の回帰直線より傾きの少ない傾向が認められた．広田遺跡の人骨はδ^{13}Ｃ平均値-18.8‰（食物推定値-23.3‰）で九州弥生人骨の範疇に入るものであった．

九州古墳時代15遺跡の安定同位体測定値をもとにδ^{13}C・δ^{15}N値の示す食性の背景にある要因について，海岸部遺跡と内陸部遺跡の立地別，古墳時代の前期・中期・後期の時代別，および前方後円墳，方形周溝墓や小円墳，横穴墓の埋葬形式別に考察したところ，全般的には立地条件と食性が強い相関性を示す傾向がみられたが，社会的関係でより下位と推測されるする上ノ原・竹並・十一横穴遺跡の人骨の分布が大きくばらつき，δ^{15}N値の低いＣ４植物の摂取の可能性が示唆され，水産食糧の摂取の割合のみならず，陸上植物の質の問題など，かれらの食性はより複雑に関係していたと考えられる．

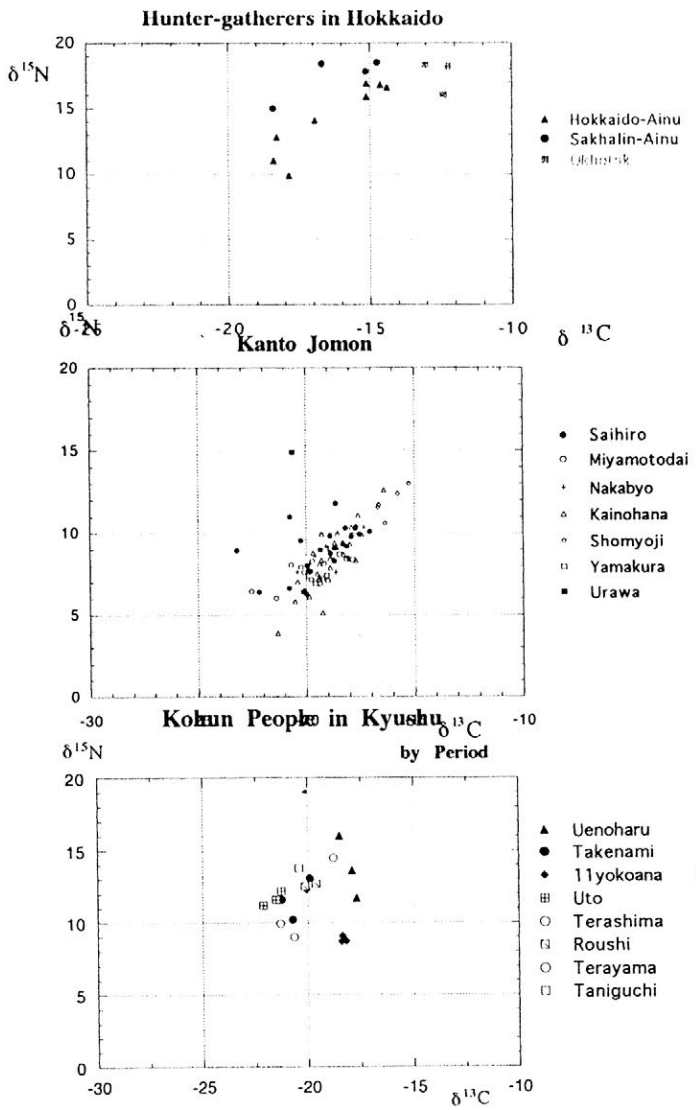


図１　出土人骨の $\delta^{13}C$・$\delta^{15}N$ 分布
上段：北海道・サハリン出土人骨
中段：関東縄文貝塚出土人骨
下段：九州古墳時代出土人骨

広田遺跡出土人骨

Lab. No.	人骨番号	年齢	性別	13C
837	D-I-5	adult	M	-17.4
838	D-II-2		MIXED	-17.5
839	D-II-3	adult-mat	F	-19.5
840	D-III-1	adult	F	-19.7
841	D-III-2		?	-19.8
842	D-IV-6	mature	M	-18.1
843	D-IX-1	adult	M	-18.2
844	E-III-1		F	-19.8
845	E-IV-1	adult	F	-19.6
846	E-IX-1	adult	M	-17.4
847	E-X-1	adult	F	-19.5
848	E-X-2	adult	F	-19.1

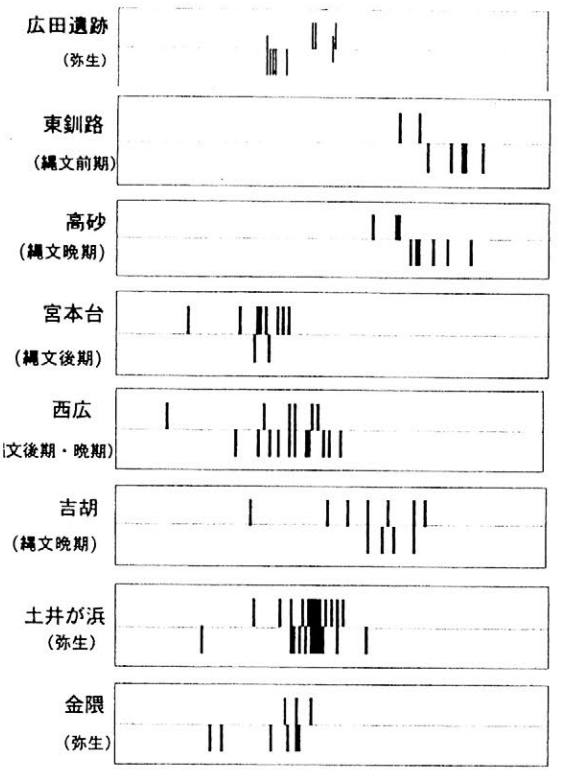


図２　出土人骨の $\delta^{13}C$ 値の男女差
上段：男性人骨
下段：女性人骨
中間値：幼児または性別不明個体

S3

同位体を用いた南西諸島出土縄文土器の産地推定の試み

○坂本　稔・西谷　大・齋藤　努・今村峯雄（国立歴史民俗博物館）
小林貴之（日本大学文理学部）

1.　はじめに

考古遺物の産地推定は，その時代における人々や物の交流を追跡する上で重要な役割を担っている。縄文土器については，土器型式の分類による検討が続けられている。土器産地の推定には，胎土成分が最も直接的な情報を与えうることは言うまでもないが，従来縄文土器の胎土を分析してその産地を推定することは困難とされてきた。この問題に対し，講演者らのグループは南西諸島及び熊本県出土の縄文土器片の胎土に含まれるアルカリ長石を抽出し，鉛同位体比法による土器の分類を試みた（アルカリ長石―鉛同位体比法）。その結果，縄文土器のグルーピングの可能性を初めて指摘することができた[1]。

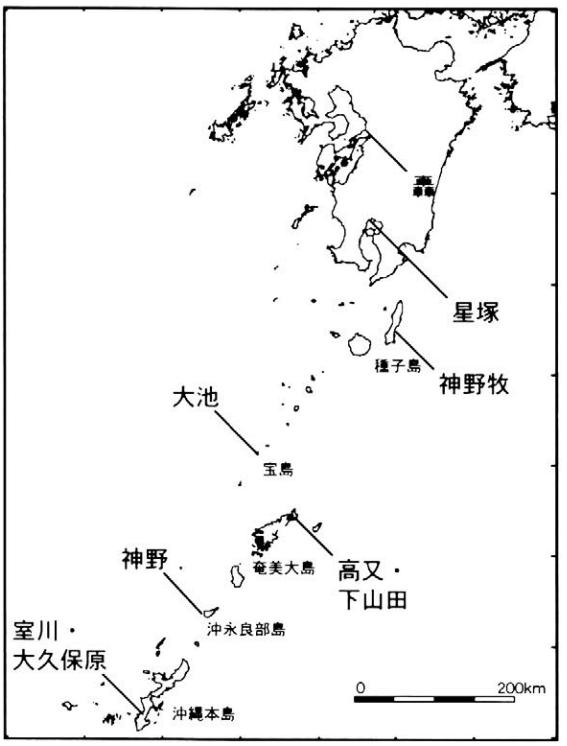


図1　縄文土器出土地点

南西諸島における縄文時代の生産や流通の過程を解明することは興味深い課題である。島嶼部はこのような研究目的にかなう地域であるとともに，胎土成分を左右する地質学的条件も差があると予想されるので，胎土分析の有効性が期待できる。今回，鹿児島県教育委員会・熊本大学考古学研究室・北谷町教育委員会・読谷町教育委員会のご厚意により，南西諸島および鹿児島県出土の縄文土器片を分析することができた。また，アルカリ長石抽出―鉛同位体比法によるグルーピングに加え，胎土の主成分である粘土鉱物に濃縮されているベリリウムの分析を行い，あわせて土器の分類の可能性を検討した。

2.　資料・実験操作

分析に用いた土器片が出土した遺跡を図1に示す。いずれの資料も，縄文時代前期のも

1　坂本　稔・齋藤　努・西谷　大・高塚秀治，日本文化財科学会第13回大会研究発表要旨集

のと推定されている。

胎土中に含まれるアルカリ長石および粘土鉱物を他の鉱物から分離・抽出するために，重液分離法を適用した。土器片をめのう乳鉢で粉砕し，試験用ふるいで粒径をそろえ，超音波洗浄を行った。粉砕された胎土からは比重を調整したブロモホルム―アセトン溶液を用いて，アルカリ長石（比重2.56～2.62）と粘土鉱物（比重2.56以下）とを分離した。効率よい分離のために，遠心分離器を利用した。分離・抽出操作を図2に示す。

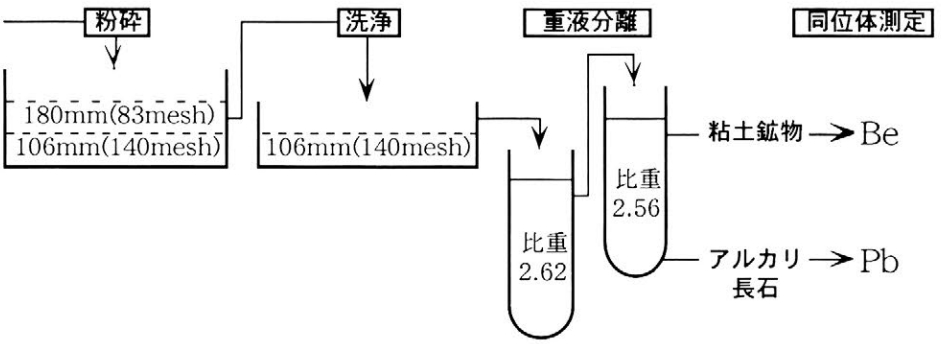


図2　分離・抽出操作

3.　結果・考察―鉛同位体比

アルカリ長石は，鉛の濃度が高くウラン・トリウムの濃度が低い。そのため，鉱物として晶出した際の鉛同位体比を保持し，その後の放射壊変による鉛同位体比の変動が小さいことが地球化学的な研究から知られている。土器片から分離・抽出されたアルカリ長石の鉛同位体比を，高周波加熱分離―鉛同位体比迅速測定法[2]によって分析した。

前報とあわせた分析結果を，土器片が出土した地点ごとに作図したものを図3に示す。いずれも，これまで報告されている日本の鉛の同位体比（図中の楕円で示す）の範囲近傍に分布している。

本図からは，期待された土器のグルーピングは必ずしも明らかでない。星塚（鹿児島県），神野牧（種子島）出土の資料は，分析数が少ないこともあってグルーピングは難しい。前回報告した轟（熊本県）出土の資料のうち3点が比較的近い分布を示したのと対照的である。室川・大久保原（沖縄本島）出土の資料もまとまりを見せていないが，うち2点が日本の鉛の同位体比の範囲の左端に分布しているのが特徴的である。

高又・下山田（奄美大島），神野（沖永良部島）出土の資料を比較すると，後者が前者よりも図中右上に分布しているようにも見えるが，重複する範囲も大きい。奄美大島資料の一部は比較的狭い範囲に集中している。ただし，この範囲には高又出土，下山田出土の両資料が含まれており，出土地によって区別できるものではない。縄文土器の出土地がすなわち土器胎土の産地とは限らないものの，データの蓄積によりこの範囲に資

2　齋藤　努・田口　勇，日本文化財科学会第11回大会研究発表要旨集

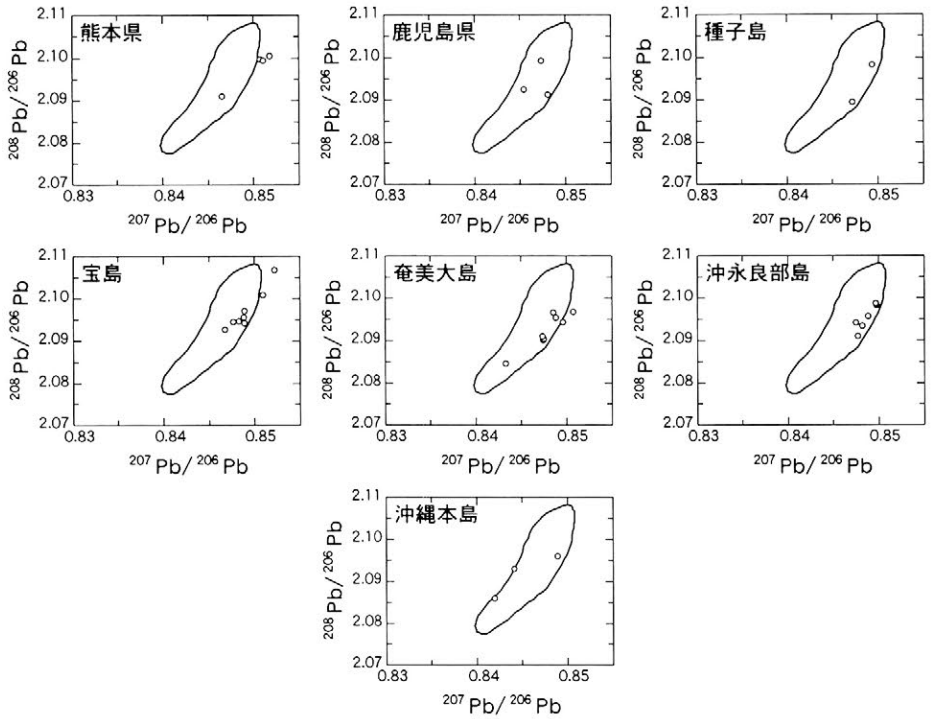


図3　縄文土器片に含まれるアルカリ長石の鉛同位体比

料が集中することがあれば，土器胎土が同一の地域に由来する可能性を指摘できるようになるだろう。

宝島はトカラ列島の南西に位置する小島である。この島から出土する縄文土器の産地を推定することは，当時の交流の様子を解明する上でも興味深い課題である。図3では，宝島出土の資料についても必ずしも明確なグループをなしているとはいい難いが，それでも楕円で示した日本の鉛の同位体比の範囲に含まれるものと，それよりもやや右上に外れたものの2つのグループに分けることができる。後者の位置に存在する資料としては，これまでのところ轟（熊本県）出土のものだけが該当している。ただし，これを胎土の同一性に結び付けるのは性急であり，地質学的な検討が必要である。

九州から南西諸島に至る地域は，地質構造的に数本の帯に分類されている。阿蘇山・桜島からトカラ列島に延長する新期火山帯，屋久島から奄美大島・沖永良部島・沖縄本島中北部に至る古期岩帯，種子島から喜界島・沖縄本島南部に連なる第三系帯である。地質学的には古期岩帯が最も古く，この地域の基盤岩をなしている。アルカリ長石はマグマから晶出する火山岩であり，侵食・堆積などの地質学的イベントを経て最終的に土器胎土に取り込まれることになるものの，例えば奄美大島と沖永良部島との資料の鉛同位体比の結果に重複する部分が見られたのは，両者が同じ地質構造帯にあることが一因とも考えられる。宝島出土の資料が他の南西諸島出土の資料に近い値を示すことは，逆に当時の交流の様子を表しているのかもしれない。

4.　結果・考察―ベリリウム

アルカリ長石が火山岩であるのに対し，粘土鉱物は堆積作用の結果生ずるものである。粘土鉱物にはアルミニウムが多く含まれているが，ベリリウムはアルミニウムと化学的な挙動が似ているので，粘土鉱物に濃縮されやすい。

ベリリウムには質量数が10の同位体（^{10}Be）が存在する。これは，大気圏上層で宇宙線の照射によって生ずるもので，多くは海洋に降下し，堆積作用によって粘土層に取り込まれる。したがって，^{10}Beの濃度は粘土層の堆積過程の違いを反映した固有の値を示すことが予想される。

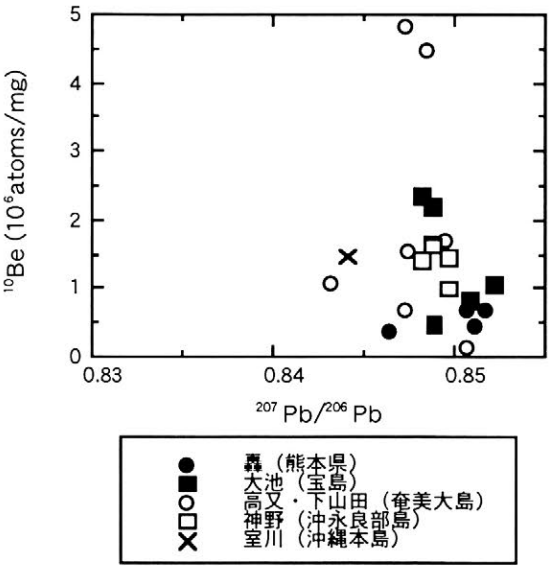


図4　縄文土器片に含まれる粘土鉱物中の^{10}Be濃度

今回分析に供した土器片の一部から分離・抽出された粘土鉱物を化学処理し，東京大学原子力研究総合センターのタンデム加速器質量分析計で^{10}Beの濃度を測定した。横軸を図3の鉛同位体比と同じくして作図した結果を図4に示す。

轟（熊本県）出土資料の^{10}Be濃度が比較的低い値を示したのに対し，島嶼部から出土した資料の多くは比較的高い濃度を示す傾向にあった。高又・下山田（奄美大島）出土資料の^{10}Be濃度は大きくばらついているが，特徴的に高い^{10}Be濃度を示すものがある。一方，神野（沖永良部島）出土資料は，分析数は少ないものの比較的まとまった^{10}Be濃度を示している。

大池（宝島）出土資料の^{10}Be濃度は2つのグループに分けられるように見える。高濃度側のグループは，特徴的に高い濃度を示した奄美大島出土資料に次いで高い値である。ただし，鉛同位体比からは近いグループとされた資料の中に異なった^{10}Be濃度を示す資料が見られるなど，このグループは鉛同位体比を用いて行ったグルーピングとは異なっている。

5.　まとめ

南西諸島出土の縄文土器の産地を推定することを最終的な目的とし，胎土の同位体分析からそのグルーピングを試みた。これまでのところ，必ずしも明確な分類が可能になったとは言い難い。最も注目されるであろう土器型式との関連もはっきりとせず，検討を要する課題は多い。同位体測定の精度を高めるために，鉱物の分離・抽出操作の工夫も必要である。

1

樹脂含浸による埋蔵遺跡保存法の研究（その４）

― 狭山池堤体保存におけるPEG含浸処理の結果 ―

○住野正博[1)]・川地　武[1)]・石田道彦[1)]　　1)（株）大林組技術研究所
金井重利[2)]・吉田八左右[2)]・青井博志[2)]　　2)大阪府富田林土木事務所

１．はじめに

狭山池（大阪狭山市）は日本最古のダム形式のため池である。その堤体内部には７世紀初期の築造から現在に至るまでの千数百年に亘る築堤史が盛立て土層の違いとして残っている。この貴重な土木技術史の残る堤体の全断面（高さ15m、底幅60m）を高さ1.5m、長さ３ｍ、厚さ0.5mの土ブロック101個に切出し、PEG含浸・補強処理後、乾燥させ、移設・復元する工事が行われている。工事は現在、含浸処理（最長712日）が終了し、ブロック全数が乾燥されている段階である。

本報では、含浸計測結果に基づく堤体全断面の含浸予想、含浸実測値と計測結果の対応、先行乾燥ブロックでの実測強度と必要強度の比較結果などについて報告する。

２．PEG含浸基準

38％PEG4000水溶液に浸漬中、PEG含浸管理は土中の比電導度と液中重量で行った。非導電性のPEGが土中水と置換しながら含浸すると、土中の比電導度は次第に低下する。その変化を土中に打ち込んだ電極で検知し、また事前に比電導度と含浸PEG量の関係を把握しておくことで、含浸進行が管理できる。同様に液中重量と含浸量の関係を把握しておけば、重量変化で管理できる。

表―１の含浸管理目標値は既報の室内実験と実大ブロック実験の結果を基に設定している。このうち比電導度45 μ S/cmは、電極位置深さ（75 cm）すなわちブロック中心部でPEG含有率が３％、表層部で12％前後になり、ブロック平均では５％以上になること、また５ μ S/cmは電極位置に38％PEG液が到達し、含有率が８％以上になることを示している。置換率60％は、土中間隙水の60％が38％PEG液で置換されたことを示す。

３．含浸処理の結果

３．１　含浸区分　ブロック101個のうち、表―１の含浸管理基準を満たすブロックは88個で全体の87％、目標値に達していないが、かなり近づきつつあるブロックは13個、13％であった。

３．２　含浸予想値と実測値の比較　ブロック13個が含浸目標値に達していないと予想されたため、比電導度を計測していたものを中心に抽出し、ブロック引き上げ後、その上面中央部で下面方向にコアを採取してPEG含有率を実測した。結果を表―２に示すように、目標値に達していないと予想されたものでも含有率はブロック中心部で3.4％以上を示しており、表―３の含浸後ブロックの管理目標値を満足している。また実測値と比電導度による予想値はかなり対応している。

３．３　コア試料による強度の確認　先行して引き上げたブロックNo.７ｂ（粘質土）、No.８（砂質土）のコア試料の圧縮強度と含水比の関係を図―１に示す。前者は含水比10％以下で、後者は８％以下で、表―３に示す土ブロックの自立強度（安全率３）を確保できる。このことはPEG含浸砂質土では所要強度を得るために、管理目標値よりも乾燥を進める必要があることを示している。

４．先行乾燥実験による乾燥期間の予想

図―２はブロックNo.２（粘土質砂）、No.７ｂ、No.８の乾燥実験データーから予測した乾燥進行を示している。乾燥は大型の空調機とファンを備えた膜構造の簡易ハウス内で進めたが、その温湿度環境は外気とあまり変わらない状況であった。図示するように、所要強度を得られる含水比すなわち砂質土で８％、粘質土で10％になるまでに約1.5年の乾燥期間を要することが推察される。

謝辞　堤体保存計画について御指導いただいている狭山池堤体保存委員会（委員長：今本京都大学工学部教授）の諸先生、とりわけ奈良国立文化財研究所の工楽、沢田両先生に深謝いたしま

すとともに、引き続き御指導をお願い申しあげる次第である。

表—1　計測項目と含浸管理基準値

計測項目	管理目標値	測定数
土中 PEG 含有率	ブロック平均で５％以上	８ブロック
土中の比電導度 （電極３本／ブロック）	低下傾向を示し、且つ 45 μ S/cm以下が２本以上、または当初から 5 μ S/cm以下が２本以上	３点×20 ブロック
含浸土ブロックの重量	PEG 液置換率 60％以上（38％濃度換算）	６ブロック

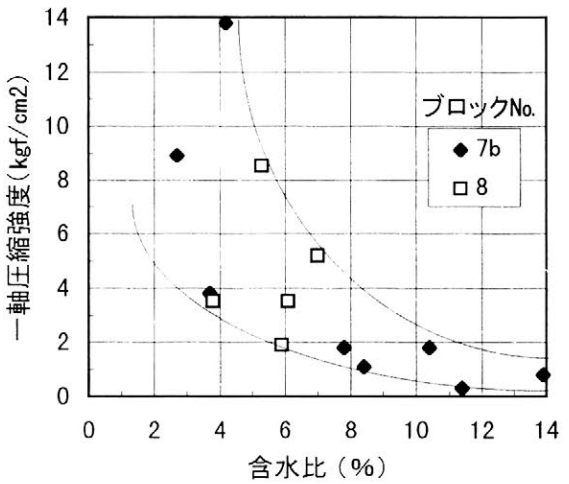
表—2　含浸予想値と実測値の比較

土　質	ブロック No.*1)	比電導度 μ S/cm	電極深さ位置の PEG 含有率　％		
			予想値	実測値	
粘土	3	2、2、2	10 以上	11.0～16.0	11 *3)
粘質土	5 *2)	66、53、43	2.5～3	7.0～12.0	7.2 *3)
粘質土	6 a *2)	84、62、44	2.3～3	3.0～7.0	3.7 *3)
粘質土	6 b	60、42、41	2.6～3.2	3.4～13.8	3.4 *3)
粘土	7 a	188、61、38	2以下～3.3	6.4～14.0	6.7 *3)
粘質土	7 b	（置換率 64％）	－	6.9～13.6	9.2～9.8 *3)
砂質土	8	－	－	3.8～8.1	6.6～6.7 *3)
砂質土	9 *2)	77、62、1	2.3～10 以上	4.4～8.3	

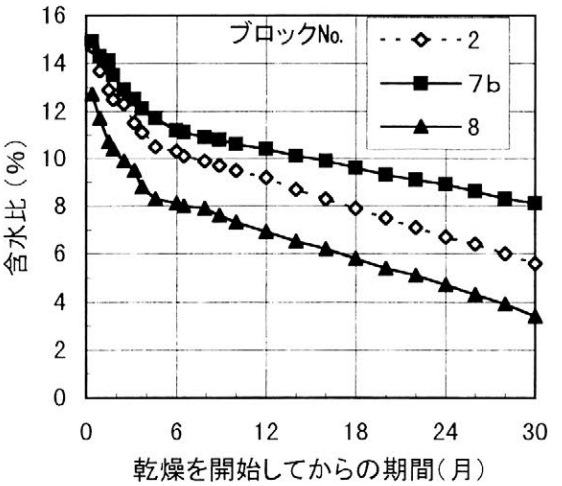
*1)　数字は堤体断面頂部から数えた切出しブロックの段数
*2)　含浸程度が管理基準値に達していないが、かなり近い状態にある
*3)　電極位置深さ（ブロック中心部）での PEG 含有率

表—3　PEG 含浸後ブロックの管理目標値

管理項目	管理目標値
乾燥後の含水比	１０％以下
PEG 含有率	平均含有率５％、中心部３％以上
乾燥後の一軸圧縮強度	粘性土 qu＝1.8 kgf/cm²、砂質土 qu＝3.0 kgf/cm²　（安全率３）



図—1　含水比と一軸圧縮強度の関係



図—2　今後の乾燥進行予測

2

仙台市富沢遺跡における２万年前の森の跡と遺構の保存処理と公開

斎野裕彦（仙台市富沢遺跡保存館）
竹田幸司（仙台市教育委員会文化財課）

１、はじめに

宮城県仙台市富沢遺跡では、1987・88年の学校建設にともなう第30次調査で、旧石器時代（約２万年前）の森の跡と人類の生活跡が一緒に発見された。そこで、仙台市は、予定されていた学校建設を変更し、調査対象地区の保存を決定した。それを活用するため森の跡を発掘されたままの状態で公開することにし、樹木を取り上げることなく土壌と一緒に処理する保存処理方法の研究を進めた。その結果、有機硅素化合物処理剤（ポリシロキサン）をこの遺跡の保存に合うように開発し（註１）、公開することが可能となった。1994年10月から公開施設である仙台市富沢遺跡保存館の建設が始まり1995年12月から1996年３月にかけて地下展示室800㎡の保存処理作業が行われ、1996年11月に開館した。今回はこの保存処理の概要と公開展示の状況を報告する。

（註１）株式会社Ｃ＆Ｐ研究所に保存処理システムの策定業務の依頼をした。

２、保存処理の条件

（１）土壌：遺構面の土壌は粘土質シルト及び砂の層を中心にしていた。水分の量や状態の変化が、亀裂・色調や質感の変化・地衣菌類の発生・金属の析出の原因となることが考えられた。そこで、これらを抑えるため、水分を保ちつつ水の活量を抑える方法（水を構造化）有効であると考えた。

（２）樹木：検出された樹木は、セルロースなどの成分が溶脱し、水を大量に含んでおり、この水が樹木の形状を保っていた。富沢の場合、地下水位が影響するので、水の存在を認めた上での保存処理法を検討しなければならなかった。よって、基本的には土壌同様の方法であるが、より広い水分濃度に対応して水を構造化することが有効であると考えた。

３、ポリシロキサンについて

－Si－Ｏ－を主鎖に持つシロキサン結合の重合体の総称である。石材の保存処理で使用されるシラン系撥水剤など文化財などでも使用されている。側鎖を変化させることにより疎水性にも親水性にもできる分子構造を有する。今回富沢では、疎水基にCH_3、親水基にOCH_3基あるいはＯＨ基をもつ物質を使用し、その割合を調整することにより、２の条件に応じたポリシロキサンの索定をした。

４、保存処理システム（表１参照）

（１）土壌：ＥＲ－００２は土壌に噴霧すると、OCH_3基（親水基）が働き土壌中の水を捕縛しながら土壌の中へ入りこんでいき、水を構造化する。よって、水分を保ちながら水の活量を抑えることができる。また、CH_3基（疎水基）によって外界からの水に馴染まない。

（２）樹木：ＥＲ－００７はＥＲ－００２同様に水を捕縛しながら樹木の中へ入りこんでいき水を構造化するが、ＥＲ－００７のＯＨ基（親水基）はＥＲ－００２のOCH_3基（親水基）より水に馴染みやすいため、樹木の中心部へ入りこみやすい。また、その後、

架橋反応が進行し、CH_3 基（疎水基）がある三次元の網目構造を形成し、外界からの水に馴染まなくなる。

5、保存処理工程

（1）土壌はＥＲ－００２を簡易スプレーガンを用いて噴霧した。

（2）樹木は綿布を巻きＥＲ－００７を刷毛で塗布した。太い樹木は繰り返し塗布した。保存処理環境が５～８℃であったので、溶液を４０℃に暖めて使用した。

6、薬剤の取り外し方

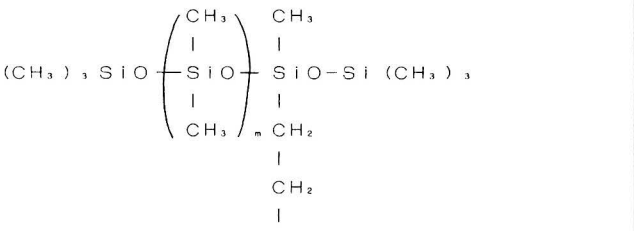
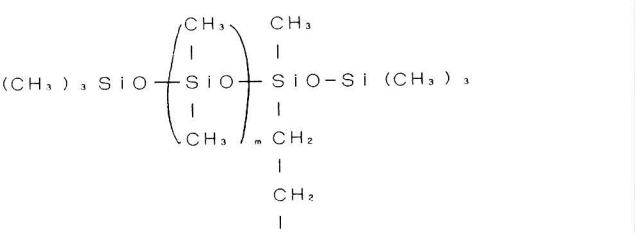
エチルアルコールと水の混合液により取り外しが可能である。

7、現在の状況

（1）地下展示室の空調は24時間稼働しているが、開館前後の湿度調整の過程で65％より下がると土壌の亀裂や樹木の部分的な収縮が生じた。そのため、湿度を70％以上に保ち、地下に設置した水中ポンプの排水レベルを遺構面下10cm（標高6.40m)に設定した。その結果、土壌の亀裂は収まっている。樹木の収縮についてはＥＲ－００７より水をより多くとらえることのできるポリシロキサン系の高分子の薬剤を塗布し抑えている。

（2）現状では、黴などの発生は認められない。

表１　富沢で使用した保存処理剤

土壌保存処理用 （品番ＥＲ－００２）	構造式  比重（25/25 ℃）１．０１ ＯＨ価（KOHmg/mg）　９３ 流動点（℃）　－５
樹木保存処理用 （品番ＥＲ－００７）	構造式  比重（25/25 ℃）１．０９ ＯＨ価（KOHmg/mg）１３０ 流動点（℃）　２２

3

出土木材の乾燥に伴う収縮予測

○ 酒井温子(奈良県林業試験場)
今津節生(奈良県立橿原考古学研究所)
横山　操(京都大学木質科学研究所大学院)

1. はじめに

出土木材は、発掘されるまでの長期間に様々な劣化を受け、脆弱な状態になっている。また、含水率の高い土壌から出土することが多く、木材も高含水率状態にあるため、自然に乾燥させると、劣化が激しいほど著しい収縮や変形を生じる。一方、ＰＥＧ#4000（ポリエチレングリコール）含浸法による保存処理においては、劣化程度の低い木材（含水率約200%以下）では含浸が困難であったり[1]、劣化が中程度の木材（含水率約300～500%）ではＰＥＧの木材中への拡散よりも木材中からの脱水が生じやすいために、収縮が生じやすいことが知られている[2]。また、糖や糖アルコール含浸法では、含浸終了時点で数10%の水分を含むために、劣化が著しい高含水率の木材では含浸後の乾燥過程で収縮が生じる場合がある[3]。このように、劣化の程度は乾燥による収縮量のみならず、保存処理の難易度や処理方法の選択にも大きな影響を与える。

出土木材の劣化の程度は一般に含水率で表現され、測定方法として、(ア)乾燥前後の重量差から算出する、(イ)水中重量と空中重量から算出する[4]という２方法がある。しかし、(ア)では木製品から採取した一部の試料が破壊され、(イ)は非破壊法ではあるが算出される含水率は木製品の平均的な値であり、木材の劣化の程度を部位ごとに知ることができないという欠点がある。

一方、含水率と乾燥に伴う収縮率の関係については、すでに多くの検討例があるが[5,6]、同じ含水率でも樹種によって収縮率が異なることは、経験的には知られていたものの、詳細な報告はなかった。そこで、今回は、出土木材に針を侵入させ、侵入に要する加圧力から含水率を推定し、樹種ごとの含水率と乾燥に伴う収縮率の関係に当てはめることで、乾燥に伴う収縮率の予測を試みた。

2. 材料と方法

2. 1 材料

発掘された出土木材を約20mm立方に切断し、減圧下で水を注入して飽水状態とした。樹種は広葉樹８種、針葉樹５種を用いた。

2. 2 方法

① 針の侵入に要する加圧力の測定

カトーテック（株）製圧縮試験機、およびシンポ工業（株）製デジタルフォースゲージを用いて、試料に針を侵入させ、侵入に要する加圧力を測定した。

② 木口面収縮率の測定

木口面にステンレスのピンを接線方向と半径方向に立て、このピンを基準にノギスにより寸法を0.01mmの精度で測定した。その後105℃で48時間乾燥させ、室温まで放冷した後に再度寸法を測定した。接線方向および半径方向収縮率から、木口面収縮率を算出した。

③ 含水率の測定

①の測定終了後、および②の測定と同時に、含水率の測定を行った。試料は105℃で48時間乾燥させ、乾燥前および後に、試料の重量をデジタル天秤により0.01gまで測定し、（乾燥前後の重量差÷乾燥重量）で算出した。

3. 結果と考察

3. 1 針の侵入に要する加圧力と含水率の関係

含水率が高い部位ほど、針の侵入に要する加圧力は低くなった。また、図１に示したように、乾燥前後の重量差から算出した含水率と、針の侵入に要する加圧力から換算した含水率の推定値がほぼ一致した。

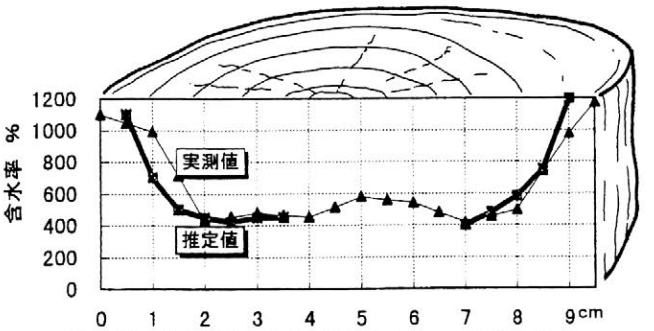


図1 針の侵入試験による木材(クリ)内部の含水率の推定

3. 2 木口面収縮率と含水率の関係

図２に、遺跡から多く出土し、かつ含水率の異なる試料が多く入手できた７樹種について木口面収縮率と含水率の関係を示した。含水率が高くなると、木口面収縮率は増加するが、含水率が約400～500%までの劣化が小から中程度の領域では、含水率が同じでも収縮率は樹種によって大きく異なった。今回検討した範囲では、針葉樹材（図２の黒塗りのプロット）は広葉樹材（図２の白ぬきのプロット）よりも収縮率は小さかった。これに対して、含水率が約500%以上の劣化が著しい領域では、樹種による差はかなり小さくなった。

以上の結果から、樹種および針の侵入試験で推定された含水率が明らかになると、出土木材の乾燥に伴う収縮率が予測でき、さらに保存処理の難易度や処理方法の選択の指標も得られるといえる。

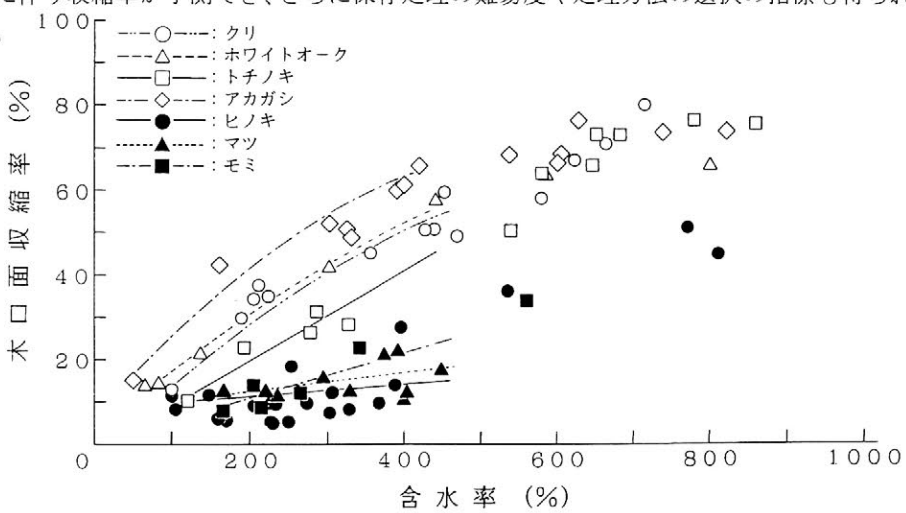


図2 木口面収縮率と含水率の関係

参考文献

1) Hoffamm P. "On the stabilization of waterlogged oakwood with PEG -, Molecular size versus degree of degradation". 2nd Waterlogged Wood Working Group Conference Grenoble, 1984, p.95-115.
2) 酒井温子：出土木材へのポリエチレングリコールの含浸速度について. 元興寺文化財研究No. 34, 1990, p. 3-12.
3) 今津節生：糖アルコールを用いた水浸出土木製品の保存（Ⅰ）－糖類含浸法とPEG含浸法の比較研究－. 考古学と自然科学　第28号, 1993, p. 77-95.
4) 松田隆嗣、植田直見：日本文化財科学会第５回大会研究発表要旨集, 1988, p. 54～55.
5) 酒井温子：出土木材と水の相互作用, 元興寺文化財研究No. 37, 1991, p. 2-8.
6) 高妻洋成・沢田正昭：出土木材の空隙率と最大体積率の関係, 日本文化財科学会第13回大会研究発表要旨集, 1996, p24-25.

4

グルコン酸ナトリウムとホウ酸を用いた出土木製遺物の保存処理法
－ 機械装置を用いない保存処理法の試み －

福島県立博物館　松　田　隆　嗣

1．はじめに

遺跡から出土する木製遺物の保存処理法としては、ＰＥＧ含浸法や真空凍結乾燥法など世界的に広く普及している方法がある。処理法として、古くはミョウバン法、アルコール・エーテル・樹脂法、アセトン・ロジン法、エチルシリケート法、アリガルＣ法などがあり、近年になっては真空凍結乾燥法(糖類－PEG)、高級アルコール法、高級脂肪酸エステル法など様々な新しい方法が報告されている。

演者は、保存処理法開発にあたり、現在報告されている処理方法がどのような基本原理により、処理を実施しているのかの分類することにより新しい原理による保存処理方法の可能性を模索してきた。

その結果、現在広く処理が行われているＰＥＧ含浸法や真空凍結乾燥法とは異なり、加温式の含浸装置や真空乾燥装置などを用いずとも処理ができる可能性がでてきたので報告する。

2．原理

報告されている保存処理法の主なものをその基本原理により分類すると次のようになる。

A．温度を下げることにより薬剤を固化させるもの

①.加熱した高濃度溶液(あるいは溶融液)の温度を下げて薬剤を固化させるもの

a.水に薬剤を溶かすもの　　ミョウバン法、ＰＥＧ含浸法、糖アルコール法

b.有機溶剤に薬剤を溶かすもの　　高級アルコール法、高級脂肪酸エステル法

②.加熱した中濃度溶液を凍結し薬剤を固化させるもの

a.有機溶剤に薬剤を溶かすもの　　真空凍結乾燥(t-BuOH・PEG)

③.常温の中濃度溶液を凍結し薬剤を固化させるもの

a.水に薬剤を溶かすもの　　真空凍結乾燥法(糖類－PEG)

B．真空乾燥により薬剤を濃縮固化させるもの

a.水と相互溶解度の大きな有機溶剤に薬剤を用いたもの　　アセトン・ロジン法

b.水と相互溶解度の小さな有機溶剤に薬剤を用いたもの

アルコール・エーテル・樹脂法

C．化学反応により薬剤を固化させるもの

a.水を用いるもの　　アリガルＣ法

b.有機溶剤(水以外のもの)を用いるもの　　放射線重合法、エチルシリケート法

D．自然乾燥法　　MannitolとSucroseの混合液法

このように分類してみると、全く関連のない処理法と思えるものでもいくつかの共通点がみられるようになる。なかで、演者が最も注目したのが薬剤の固化という共通点である。つまり、薬剤を固化させるために温度を下げる、急激に凍結する、濃縮するなどの操作を行っているという点である。

薬剤溶液から薬剤を固化するということであれば、例えば砂糖水の溶液にアセトンやアルコールを多量に加えることにより砂糖を析出させることが可能であり、このような現象を用いて保存処理を行おうとするのが今回報告する方法である。

E．中濃度の薬剤溶液に他の溶媒加え固化させるもの

a.水溶液に相互溶解度の大きな有機溶剤を加えるもの

グルコン酸ナトリウムとホウ酸

この方法では、他に重要な要因として薬剤の溶解度と結晶の状態が挙げられる。今回、薬剤としてグルコン酸ナトリウムとホウ酸を用いたが、この薬剤に興味ある性質を確認したことから用いることとした。

通常、薬品を水に溶解し徐々に濃縮すると薬剤は結晶化し析出するが、グルコン酸ナトリウムとホウ酸を各々1g当量づつ取り混合した溶液は、ガラス同様に無定形の状態で固化するという性質をもっている。このような特異な性質を有する薬剤を用い処理を試みた。

3．方法

この処理法は、大きく４工程から成り立っている。薬剤調製、含浸、固化、乾燥である。

①.薬剤調製

グルコン酸ナトリウムとホウ酸を1g当量づつ取り、これを温水に溶解し反応させる。

②.含浸

調製した薬剤は、常温で約70%までは液状であるので、20%,40%,60%,70%と順次資料に含浸する。

③.固化

表面の余分な薬剤を除去したあと、エチルアルコールに浸漬し薬剤を固化させる。

④.乾燥

エチルアルコール溶液中より取出し、大気中で乾燥する。必要とあれば表面処理を行う。

4．結果

含水率約800%～1,000%のサンプル材(広葉樹)に対して処理を行った、この結果、収縮率でみると接線方向で1%以下のばあいから4%程度までとややバラツキがみられる。このバラツキの原因には、固化時のエチルアルコールに含まれる水の濃度や乾燥時の部屋の相対湿度などが関与していると考えられ、現在、これらの点を考慮した実験を実施している。

5

タイの遺跡における煉瓦の塩類風化

－タイの遺跡における石材とその劣化(Ⅱ)－

朽津信明（東京国立文化財研究所）

【はじめに】　筆者は、タイの遺跡保存に関わる研究を続けているが、今回は煉瓦の塩類風化を取り上げる。塩類風化は、タイばかりでなく、モエンジョダロなど各地の遺跡でも大きな問題となっており、その記載は、同様な問題を抱える各地の遺跡保存にも貢献し得ると考えられる。ここでは、塩類風化が起きている部分だけでなく、起きていない部分の記載も行い、両者の環境を比較することから、塩類風化を起こりにくくする方法の考察も試みる。（なお、報告中の「石材」の語は、煉瓦など天然の岩石ではない近親物質も含む。）

【塩類風化の概要】　タイのアユタヤ遺跡では、例えばステージ状構造物側面の煉瓦壁面において、抉られたような劣化が見られることがある（図１）。こうした劣化は、基壇にラテライトが使われている場合にはその上の煉瓦では一般に見られず、地面に直接煉瓦が積まれている場合の地表面付近において主に観察される。特に、雨に洗われにくいような凹部に塩類の析出が多く観察され、そうした部分が劣化している場合が多いことから、この劣化は主に塩類の析出によるもの（塩類風化）であると判断される。なお、煉瓦の表面がモルタルで覆われている場合には、そのモルタルの表面では一般に塩類は見られず、塩類析出は、直接露出した煉瓦の表面に顕著である。また、たまたま高温で焼かれたと見られる黒色化した煉瓦が希に見られるが、その黒色煉瓦表面で塩類が見られることはない。

塩類風化が観察される煉瓦において、定期的な写真撮影による定点観測を続けた結果、塩類の産状には顕著な季節変化が観察された。すなわち、タイでは雨季と乾季の区別が明瞭であるが、塩類析出においては、雨期には微量の塩類しか見られないものが、乾期のはじめには多量に観察され、それが成長も後退もせず乾期の間とどまって、また雨期に消失するというサイクルが明らかにされた。また、塩類鉱物の種類としては、雨期には、石膏などの難溶性鉱物しか観察されないのに対し、乾期には、テナルダイト（Na_2SO_4）やコンヤアイト（$Na_2Mg(SO_4)_2 \cdot 5H_2O$）等をはじめとする多種多彩な可溶性鉱物が検出された。

【石材の諸性質と考察】　塩類風化は、水によって運ばれた成分が、その蒸発に伴い表面に析出する現象と考えられている。マハタート寺院で見られる各石材の透水係数を表１に示す。ラテライト基壇上の煉瓦や、黒色煉瓦で塩類が見られないのは、ラテライトと黒色煉瓦は通常の煉瓦に比べて透水性が極めて乏しい（表１）ため、水が供給されにくいことが原因として考えられる。モルタルについは、透水性は通常の煉瓦とさほど変わらない

が、水分特性曲線から保水性が煉瓦を遥かに上回ると考えられ（図２）、乾期にもある程度蒸発が抑制されるために表面に塩類が形成しにくいのであろう。実際、乾期には、モルタルに覆われた部分と表面に出ている煉瓦とでは体積含水率に著しい違いが見られる（表２）。そして、表面に露出した煉瓦では、蒸発過剰となる乾期に含水率が低下するので（表２）、その雨季から乾季へと移り変わる時期に、雨期の間にステージ内に蓄えられた水を一気に放つため、一時期に多量の塩類を析出させて表面の劣化を促していると考えられる。

【保存対策】　以上のように、タイの遺跡における煉瓦の塩類風化には、およそ一年周期の煉瓦の湿潤・乾燥が大きな役割を演じていると考えられる。だとすれば、煉瓦（ステージ）に水が供給されることをなるべく妨げ、また乾期には表面蒸発をなるべく制御して、煉瓦が水を保持しやすくすることなどが対策として考えられる。もちろん、実際の遺跡保存では、塩類風化だけでなく生物劣化等の影響も考慮される必要があるため、具体的対応については一概には言及はできないものの、特に劣化が見られない部分で今回得られたような水分特性に関する具体的な数値が、現実対応の参考として寄与することが期待される。

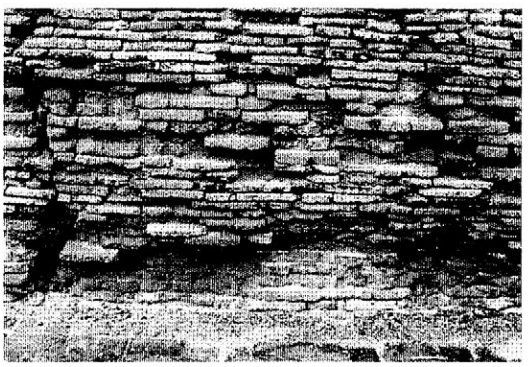


図１．煉瓦の塩類風化の例

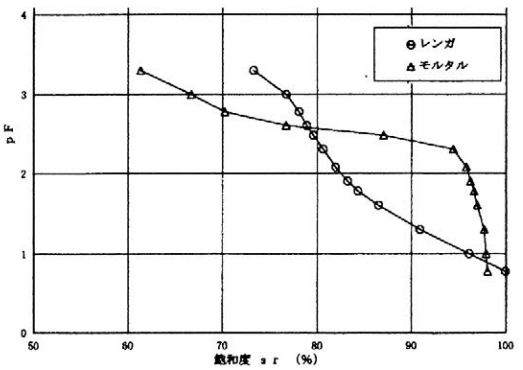


図２．煉瓦とモルタルの水分特性曲線

	ラテライト	通常の煉瓦	黒色煉瓦	モルタル
透水係数	7.90E-06	4.20E-04	2.19E-05	4.00E-04

表１．各石材の透水係数（cm/S）

	煉瓦	モルタル
雨期	31%	29%
乾期	5%	14%

表２．体積含水率の比較

謝辞　なお、本研究の一部には、東京国立文化財研究所の西浦忠輝氏が代表者の科学研究費の一部を使用させていただいた。また、透水係数及び水分特性曲線の測定に関しては、（株）青木建設研究所の尾崎哲二氏にご協力いただいた。ここに記して両氏に感謝します。

6

空調を伴う展示空間の湿度環境について

○赤沼英男（岩手県立博物館）、石川陸郎（東京国立博物館）、宮野秋彦（名古屋工業大学）

1．まえがき：コンクリート造の建物は防災面では優れているが、建築環境設計の方法を誤ると、構造体に結露や湿潤を生じたり、さらに蒸れ返しによるアルカリ分の蒸発などが起こることがある。その上、最近は前報でも述べたように、博物館等の文化施設で空調設備が原因と考えられる過乾燥現象が発生している。

本報では、某文化施設の建屋躯体の断熱、防水および防露改修工事に伴う、展示空間の湿度環境の変化について解析したところを報告する。

2．解析結果と検討：対象となったは建物は、鉄筋コンクリート造、地下 1階、地上 2階の総合文化施設で、建設後、館内空気のアルカリ濃度が高く、季節によっては館内が湿潤となることがあり、一部の屋根面や外壁からの漏水が見られるという状態が続いていた。

調査、検討の結果、屋根防水層の保証期限の10年が経過した時点で、外壁躯体の補修も含めた外装全面に亙る改修工事が行なわれた。

建物完成以降の経過は以下の通りである。1980年 4月：施設建物竣工、1990年 5～12月：外壁補修工事実施、1995年 5～12月：屋根防水、断熱改修工事実施。

図１には、1982年、1991年及び1994～1996の二階展示フロアーにおける月平均相対湿度の経年変化を示す。図の1982年は建物竣工後 2年目、1991年は外壁補修工事完了直後の 1年間、1994年～1996年は屋根防水、断熱改修工事期間を挟む前後 3年間ということになる。

この建物では、屋根コンクリートの打設時にその下面に断熱材を打ち込む工法が採用されて

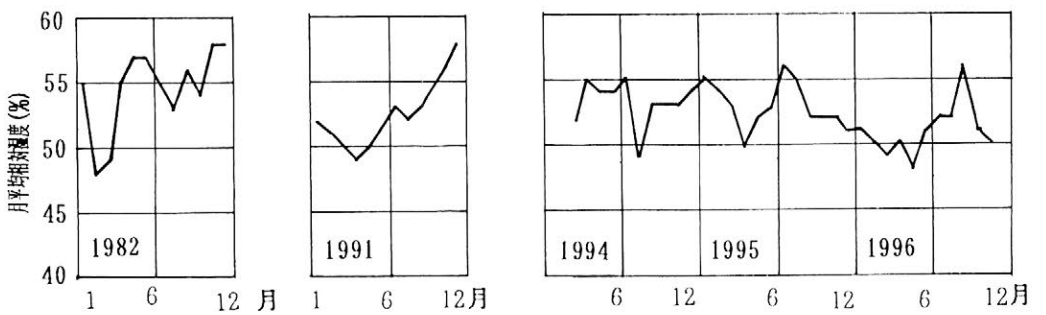


図１　月平均相対湿度の経年変化

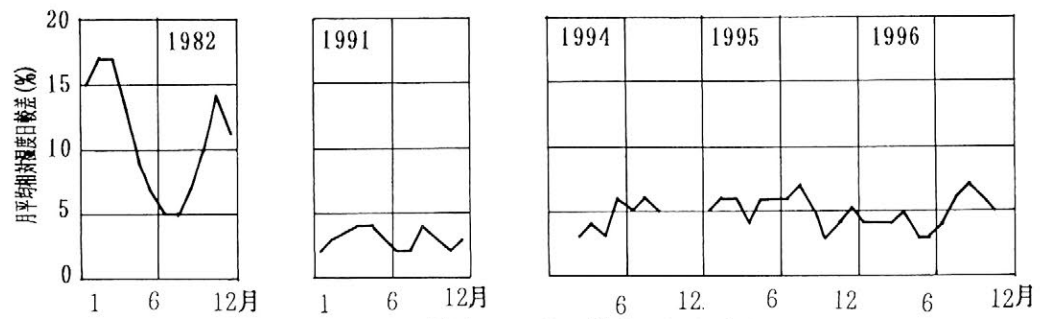


図２　月平均相対湿度日較差の経年変化

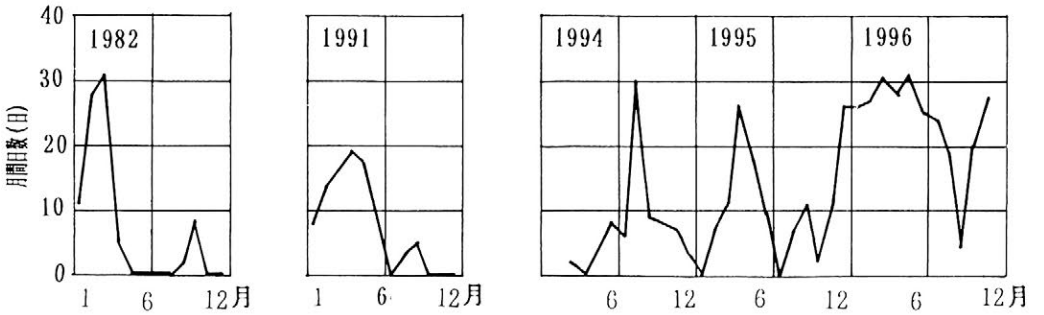


図３　相対湿度が１日２時間以上50％以下となった月間日数

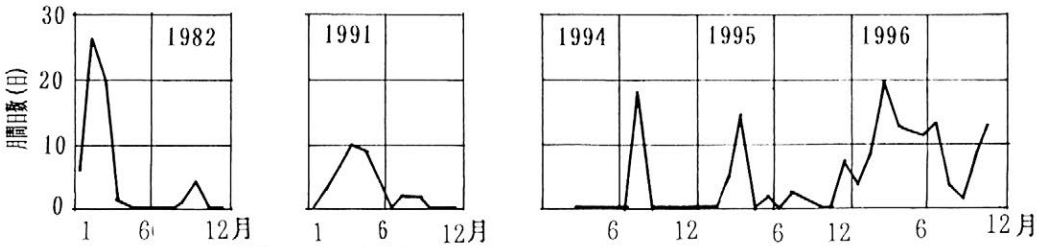


図４　日平均相対湿度が50％未満となった月間日数

おり、約 2インチ厚のスタイロフォームが施工されている。なお、格子天井のため、断熱材の下面は直接展示フロアーの空気に接している。

寒冷な地方でこのような断熱工法を採用すると、コンクリート内の水分が冬季防水層下面に向かって移動し、それが春以降の気温上昇と日射によって蒸れ返すため、コンクリート中のアルカリ分を含んだ水分が室内に蒸発して、室内空気のアルカリ濃度が増加する結果となる。

図１において、1982年および1991年の2～3月から12月にかけて展示フロアーの相対湿度が増加している点及び1994年以降ではこの傾向が消滅していることから、このことが推定される。

なお、外壁補修工事の効果は、図 2の相対湿度の日変動較差の経年変化にも現われており、外壁補修工事によって建物の気密性が格段に改善された結果が明瞭に現われている。

再び、図 1の1994年以降の結果を見ると、外壁の補修工事完了後数年を経た頃から、展示室内の相対湿度の年変化が冬から春にかけて下降し、夏から秋にかけて上昇するという傾向に定着するかに見えたのが、屋根の改修工事完了後になって、前報で報告したような過乾燥化現象の兆候が早くも現われ始めている様子がうかがわれる。

図3、4は、展示フロアーの相対湿度が 2時間以上に亙って50％を下回った月間日数及び日平均相対湿度が50％未満となった日の月間日数を示した結果である。

図より、フロアーの相対湿度は1991年頃までは外気湿度の影響が支配的であったのが、屋根の改修工事完了以降にわかに過乾燥化が進行したかに見える。

詳細な検討を行なうには　、なおしばらく観察を続ける必要があるが、全面的な改修工事の結果、気密性が向上したため空調設備による過乾燥現象が発生したものと考えられる。

３．むすび：空調を伴うコンクリート造建物に関する過乾燥化現象については、従来も吸放湿材料を内装することによって調湿を計る方法が行なわれているが、建築設備の分野においても、博物館、美術館などの施設に相応しい湿度調節機能を備えた空調設備技術の開発、研究が待望される。

7

旧石器遺跡に関連するテフラ・堆積土のルミネッセンス年代測定

上高森遺跡・袖原遺跡・原セ笠張遺跡について

長友恒人（奈良教育大学）・小松久美（同）・佐野陽子（同）
梶原洋（東北福祉大学）
鎌田俊昭（東北旧石器文化研究所）・藤村新一（同）・横山祐平（同）
柳田俊男（郡山女子短大）

はじめに

宮城県における旧石器遺跡の発掘は1970年代から多数行われてきた。なかでも高森遺跡は層序から約50万年前と考えられ、複数の自然科学的年代測定法の結果がこれを支持している。1993年から調査が継続されている上高森遺跡は高森遺跡で石器が発見された層の下に位置する倉ノ沢テフラ層直下の層から意識的に配置されたと考えられる石器群が検出されており、50万年より古いことは確実であろう。

1996年の山形県袖原遺跡第３次調査では17点の石器群が検出された30万年より古いと考えられる第５文化層のさらに２メートル下の層から尖頭器とスクレイパーが検出された。また、福島県原セ笠張遺跡では４文化層から石器が検出されており、最下層の40層は層序からみて10万年をかなり遡る可能性がある。

これらの石器が発見された文化層の年代を確定することは旧石器文化研究にとって不可欠である。相対年代の推定は石器形式による他、層序・古地磁気法などの方法が考えられる。絶対年代測定による年代の推定はいくつかの方法が適用可能であるが、ここでは、従来からテフラに対して適用されてきた熱ルミネッセンス（ＴＬ）法とテフラの他に堆積層の鉱物も測定試料とする光ルミネッセンス（ＯＳＬ）法の適用を試みたので、これらを予報的に報告する。

測定試料について

従来適用してきた石英粗粒子法に加えて、微粒子法による測定をするために2-10μmの粒径の微粒子を選別するための試料処理法を確立した。原理的にはアセトン中での鉱物粒子の沈降速度の差異を利用して必要とする粒径の鉱物をアルミ板上に沈着させる方法である。

測定と結果について

パレオドースの測定

ＴＬ測定は室温から約550℃まで昇温速度10℃/secで、粗粒子法の場合は検出波長350-570nmで、微粒子法の場合は検出波長330±10nmで測定した（図１参照）。

ＯＳＬ測定は、粗粒子法・微粒子法とも、プレヒートなし・試料台温度80℃・検出波長 330±10nm で測定した（図２参照）。

年間線量の評価

上高森遺跡はＴＬＤ素子による実測を行った。原セ笠張遺跡はγ線スペクトル法による U, Th, K 分析値から推定した。袖原遺跡も実測による評価であるが、'97年4月現在ＴＬＤ素子を設置中であるため、γ線スペクトル法による U, Th, K 分析値から推定した。

微粒子法の場合、α線の年間線量が必要であるが、U, Th, K 分析値から推定した。分析値から評価する方法の信頼度をチェックするため、β線量率について実測値とγ線スペクトル法による評価値を比較したが、違いは1%以下であった。α線のルミネッセンス効率は15%と仮定した。

同一試料でのＴＬとＯＳＬ測定

ＴＬ測定でもＯＳＬ測定でも同一試料を繰り返し測定することはできないが、ＯＳＬ測定済みの試料でＴＬ測定が可能であることが分かった（逆は不可）。これはＴＬとＯＳＬに寄与する電子捕獲中心が異なるからであり、同一試料によるクロスチェックができることを意味する。

堆積物のＴＬ年代測定

上高森遺跡に関連する倉ノ沢テフラ層の直下およびその下層は堆積土である（古環境研究所、早田氏の教示による）。堆積土は通常太陽光によるゼロイングが不十分であり、ＴＬ法による年代決定は困難である（ＯＳＬは可能）が、今回の試験的なＴＬ測定でこれら２つの層について 50-60 万年の年代値が得られた。堆積速度が遅い場合にはＴＬ法が適用可能であると考えられる。因みに、原セ笠張の堆積層はゼロイングが不十分であり、ＴＬ測定による年代決定はできなかった。

各遺跡の詳細について、当日発表する。

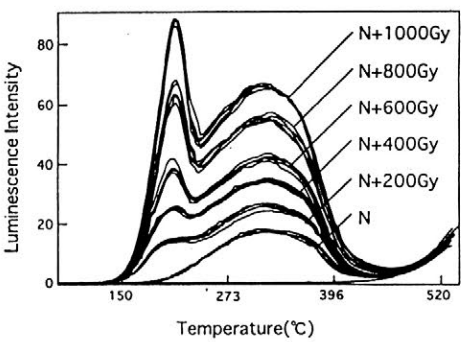


図１　TL測定例（上高森）

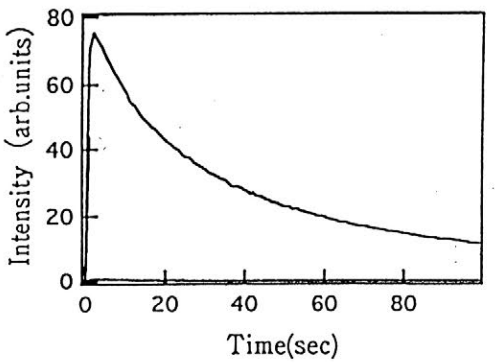


図２　ＯＳＬ測定例

8

縄文土器のC－14年代（1）

○　吉田　邦夫　（東京大学総合研究博物館）
本多　亜紀子（東京大学総合研究博物館・日本大学文理学部）

1．はじめに

縄文土器については、すでに土器の形式の違いに着目した考古学的編年の方法が確立しており、非常に緻密で日本考古学界が世界に誇る成果となっている。これは、土器の形式学的研究と遺跡における層序学に基づき、さらに土器とともに伴出する遺物のC－14年代測定値によって支えられている。このような関係をもとに、それぞれの土器形式に対する絶対年代が与えられる。土器そのものに含まれる情報から、年代を直接決定する試みは、熱ルミネッセンス、フィッショントラック法などで行われているが、C－14年代測定においては、土器そのものに付着、または含まれている物質を用いて測定した例は、極めて少ない。

最近では、青森県三内丸山遺跡で出土した炭化材について、土器形式から予想される年代より500年以上古い測定値が得られた、という報告もあり、土器形式の他地域への伝搬、土器の流通の可能性を考えると、土器の年代を直接決定することが望ましい。加速器質量分析（AMS）法が、さらに発展して、この願いを叶えてくれる状況となった。

2．加速器質量分析法

東京大学原子力研究総合センターのタンデム加速装置を用いたAMS法によるC－14年代測定は、1985年7月にスタートし、1991年度から装置更新のために一時中断していたが、1995年度から新システムが利用可能となった。周知のように、AMS法はこれまで行われてきたβ線計数法にくらべ、少なくとも3つの点で優位に立っている。

1）***微量で測定可能***：β線計数法では、炭素の量にして1～10gの資料が必要であったが、AMS法では、その千分の一の量があれば測定可能で、1mgに満たない資料でも年代が決定できる。

2）***古くまで測れる***：β線計数法の測定限界は、およそ4万年であるが、AMS法では6～7万年前の資料まで、測定可能である。

3）***測定時間の短縮***：β線計数法の測定は、通常一昼夜続けて行われるが、AMS法で同じ程度の精度（誤差）で測定するために必要な時間は、10分前後である（新システム）。

第2世代のシステムでは、測定精度0.5‰（±40年）を予定し、$^{13}C/^{12}C$比も同時に測定できるので、微量の資料についても、同位体分別効果の補正を行い、精度の良い年代値が得られる可能性を持っている。しかし、残念ながら、当初予定した性能がまだ得られていないので、ここでは、予備的な測定値を示すが、夏過ぎには、予定の性能が実現できるものと期待している。

3．年代測定に用いる土器資料

微量の資料で、精度よく年代が決定できるAMS法を用いると、土器そのものの年代を直接決定することが可能になる。資料としては、次のようなものが対象となる。

1）製造する際に意識的あるいは偶然に土器の中に取り込まれた有機物(藁など)とその炭化物

2）使用時に付いた穀物片や食物、油脂などの有機物やその炭化物あるいは加熱燃料のすす

前者が土器の製造年代を、後者はその使用年代を示すはずであるが、予定している測定精度をもってしても、この違いは測定し得ないものと思われる。

3－1　縄文早・前期の繊維が混じる土器－－－製造年代の決定－－－

埼玉県内で出土した、花積下層、関山、黒浜式の繊維土器群の提供をうけた。胎土に混入された繊維はかなり多く、炭化したまま原型をとどめているものもあり、ほとんどの土器片において、十分酸化されずに炭素が残っていて、表層部の厚さ1mm程度を除いて、黒色を示す。ここでは、繊維の残骸である黒色部分に残る炭素を用いた年代測定を試みた。

【測定試料の調製と年代値についての検討】

土器片2～3㎠をダイヤモンドカッターで切断し、茶褐色を示す両側表層の厚さ約1mmの部分を、カーバイト（超硬）バーを装着した超精密切削研磨器によって削り取る。残った黒色部分を砕き、炭化生成物がある場合に、ハンドピッキングで集めて別試料とした。得られた試料は、酸－アルカリ－酸処理を行った後、適当量の酸化銅(Ⅱ)粉末を加え、真空下８５０℃で2時間加熱し、二酸化炭素とする。これを、鉄触媒の存在下、水素ガスで還元し、測定用のグラファイト試料を得る。

繊維起源のものにくらべると胎土自身に含まれていた炭素はきわめて少ないと思われるが、これは古い年代を与える効果をもつ。この点を検討するために、黒色部分と（原型をとどめた）炭化生成物の年代値を比較検討する。また、一つの土器片の表面に付着炭化生成物があったので、三者の年代値が一致するかどうかを検討することにした。

3－2　表面に付着物のある土器－－－使用年代の決定－－－

展示や写真で見ると、明らかに有機物起源と思われる黒色付着物をもつ土器はかなり多い。そこで、この付着物を年代測定や分析に用いることを目的にした場合の土器洗浄方法を検討した。

新潟県葎生（むぐろ）遺跡（新潟県中頚城郡妙高町葎生）から出土した土器片を用いた。縄文後・晩期とされており、表面にべったりと黒色物質が付着しているものがいくつかあったので、分析のために、洗浄前の泥付きの状態で、2袋の提供を受けた。

まず、乾燥させ、大雑把に見分ける。付着物がありそうなものは、約1分間超音波洗浄にかけ、大まかに泥を取り除く。さらに、泥の塊部分だけを指でこすり取り、超音波洗浄を行う。指で軽くこする程度では、付着物がはがれ落ちることはなく、超音波洗浄（出力150W）でも1分程度なら泥は浮くが付着物は剥離しなかった。超音波洗浄は1分間ずつ繰り返し、水に色が付かなくなるまで行った。なお、超音波洗浄については、高出力のものは危険で、特に水面近くで大きな破壊力を発揮することがあるので、注意しなくてはならない。

乾燥後、質量を測定した。個数、質量ともに全体の4割弱に付着物が残っていた。

	総量（質量）	黒色部分総量	内　側	外　側	両　面	彩　色
1	133（2208g）	53（975g）	10（267g）	33（579g）	10（130g）	5（90g）
2	134（2263g）	45（732g）	15（155g）	28（502g）	2（ 75g）	2（20g）

付着物はかなり強固に接着しているものもあるので、一概には言えないが、通常のブラッシングによる洗浄によって失われる付着物もあると思われる。洗浄には、注意が必要である。

また、これらの付着物については、埋蔵過程で付着した可能性もあるので、出土地点の土壌中の有機物、フミン酸の測定、土器片内部の黒色部分の測定も行う予定である。

なお、本研究は平成８～１０年度、文部省科学研究費補助金・基盤研究（B）（課題番号 08451086「土器の製造および使用、さらに伝搬についての暦年代」、研究代表者：吉田　邦夫）による成果の一部である。

9

韓国における地磁気永年変化曲線の測定

成　亨美（島根大）・鄭　澄元（釜山大博物館）・全　玉年（同）
尹　銑（釜山大地質学科）・伊藤晴明（島根職能短大）・時枝克安（島根大）

私達は、韓国における地磁気年代法の実用化、アジア地域の地磁気変動解析を目的として、日韓共同で韓国の地磁気永年変化曲線を測定している。初年度は、韓国南部の遺跡の18サイトの焼土から467個の定方位試料を採取し、交流消磁を行って、表と図に示す14点の地磁気方向を求めた。測定点はまだ少数であるが、考古学と地磁気の分野で次の成果を得た。この研究は日本学術振興会と韓国科学財団の援助を受けている。

［考古学］

(1)住居址床面の焼成の実証

韓国では平滑な堅い赤褐色表土を床面とする住居址が青銅器時代～三国時代の長期にわたって多数出土する。今まで、これらの床面は外見から人工焼成によるものと推定されてたが、科学的根拠はなかった。我々の測定結果では、林堂遺跡の同様の床面が一方向の強い残留磁気をもつことから、これらの床面がその場で人工焼成されたことを実証できた。

(2)焼土の焼成年代の比較

例1：図のA，B，C，Dは林堂の４基の住居址の焼成床面の残留磁気の方向であり、４基とも考古学的に同年代(3C末～4C初)とされている。残留磁気から見ると、相互に近接するA，Bは同年代、C，Dは似た年代になる。しかし、遠く離れた両グループは異なる年代に属し、日本の地磁気変動の傾向を仮の尺度としてあてはめると、A，BはC，Dよりも50年以上古くなる。

例2：盆山王宮里遺跡の年代は武王関連の古記録に基づく百済後期説が有力である。一方、王宮址の焼土跡の残留磁気の方向Kは、百済後期と確認できる窯のデータE，Fとは明白に違うので、焼土跡は百済後期のものではないと判断できる。このように、標準曲線がなくても焼土の焼成年代を比較できる。

(3)残留磁気による土器分類

上述の焼成床面の残留磁気の方向を指標として住居址出土土器を分類できるので、韓国の青銅器時代～三国時代の土器編年を従来の古墳出土土器を基準とする方法とは異なった角度から研究できる。

［地磁気］

(4)定点の決定

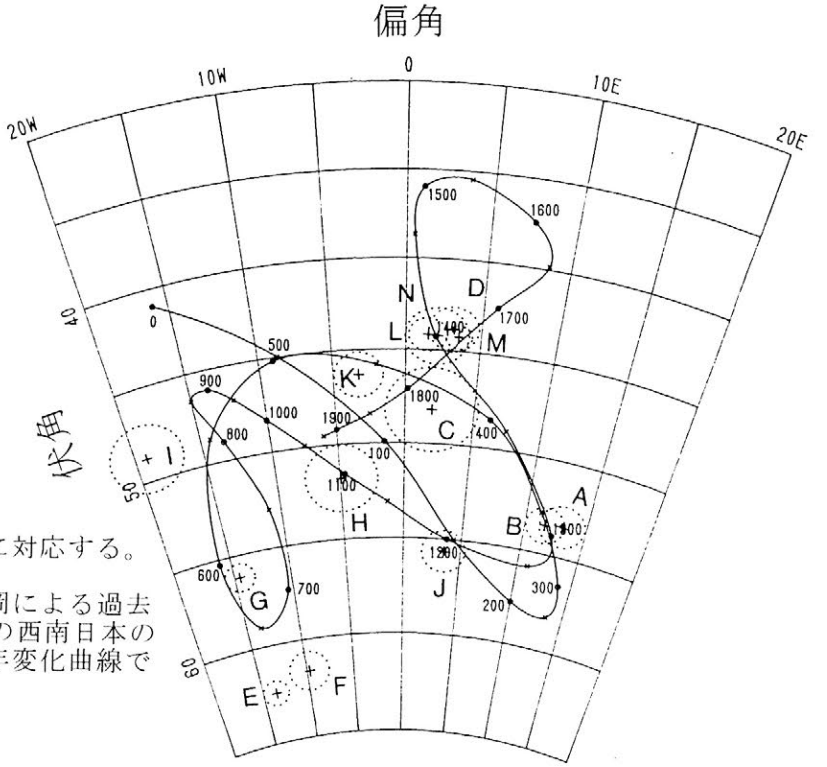
年号刻印のある瓦を伴う窯から1317年に相当する地磁気永年変化曲線の定点を決定できた。確実な年代をもつ測定点の存在は標準曲線の決定にとって貴重である。

(5)地磁気の地域差

1317年の測定点は日本よりも約8度西偏している。また、測定点E，F，G，Iを連結する線を7C末～9C初の韓国標準曲線と想定すると、日本と比較して形はよく似ているが、E，Fでは伏角が約5度深くなり、G，Iでは偏角が約5度西偏している。このように、韓国の標準曲線は日本とくらべて各年代でずれているが、曲線の全体の形は似ていると予想している。

(6)紀元前地磁気データの収集

蔚山検丹里遺跡の住居址(BC5C頃)は焼成床面を伴うことが報告されている。同様の遺跡の焼成床面および共出木炭に対して考古地磁気法と放射性炭素年代法を適用することにより韓国の紀元前時代の地磁気永年変化を測定できる。



A-N は表に対応する。

曲線は広岡による過去2000年間の西南日本の地磁気永年変化曲線である。

図	遺　構	考古学年代	Im	Dm	k	θ_{95}	n/N	消磁磁場
	龍川市禾長洞瓦窯址							
	住居址1号焼土	2C～3C	---	---	---	---	0/20	
	住居址5号焼土	2C～3C	---	---	---	---	0/20	
	慶山市林堂1地区遺跡							
A	住居址1号焼成床	3C末～4C初	53.39	13.03	2169	1.11	9/28	10 mT
B	2号焼成床	3C末～4C初	53.51	11.66	3998	0.95	7/30	20
C	5号焼成床	3C末～4C初	48.19	1.94	463	2.25	10/30	20
D	12号焼成床	3C末～4C初	43.84	3.18	1783	1.22	9/44	10
	公州錦城洞艇止山遺跡							
	住居址4号炉跡	6C初	---	---	---	---	0/28	
	住居址6号炉跡	6C初	---	---	---	---	0/20	
E	鎮安郡月渓里瓦窯址2号	7C末	62.44	-13.62	2817	0.65	18/40	NRM
F	青陽郡冠山里瓦窯址	7C末～8C初	61.61	-9.70	1839	1.00	12/25	NRM
	龍川市禾長洞瓦窯址							
G	瓦窯1号	8C初	56.16	-14.49	8072	0.75	6/25	10
H	瓦窯2号	8C初	51.78	-4.92	1416	1.78	6/25	30
	益山市彌勒寺址遺跡							
I	半地下式瓦窯	8C末～9C初	48.76	-19.14	1748	1.83	5/19	10
J	高麗瓦窯	A.D.1317	55.64	3.50	2241	1.09	9/20	10
K	益山市王宮里遺跡焼土	不承	46.31	-3.23	1467	1.19	11/32	10
	山清郡放牧里遺跡							
L	磁器窯1号	15～16C	44.17	1.48	3122	0.92	9/16	10
M	磁器窯2号	15～16C	44.23	3.54	3374	0.64	16/41	10
N	磁器窯3号	15～16C	44.22	2.10	896	1.53	11/30	10

Im :平均伏角, k: Fisher の信頼度係数, n/N:採用試料数/採取試料数
Dm:平均偏角, θ 95:95%誤差角

10

苫小牧市柏原5遺跡から出土した昆虫遺体とそれらによる古環境の復元

宮武頼夫（大阪市立自然史博物館）・初宿成彦（同）

1．はじめに

北海道の考古遺跡から出土した昆虫遺体の報告例はあまりなく、苫小牧市美沢Ⅰ・Ⅱ遺跡、深川市納内６丁目付近遺跡、小樽市忍路土場遺跡などが知られているのみである。1992～93年度に、苫小牧市埋蔵文化財調査センターが、苫小牧市柏原の「柏原５遺跡」のC地区とD地区で行った発掘調査で、470点を越す昆虫遺体が発見された。昆虫遺体が多く出土したのは２つの泥炭層で、それぞれ縄文後期前葉、縄文後・晩期、奈良・平安期のものである。同定された昆虫は14科に上り、その内種レベルまで同定できたものは、疑問種も含め50種に上った（表1）。これらの昆虫遺体の研究から、それぞれの時代の古環境、古気候を推定した。

2．縄文後期前葉（砂層下泥炭層）の古環境

合計24点の昆虫遺体が出土した。エゾアカガネオサムシやキヌツヤミズクサハムシなどの出土から、スゲ群落を主体とした湿原・湿地の環境であったと推定される。マメゲンゴロウが生息するような，水深のある池沼も存在したと考えられる。ツノアオカメムシが多く出土しており、アカスジキンカメムシ、サクラコガネ、アオハナムグリなどの出土から、樹種の多い落葉広葉樹林も広がっていたことが分かる。なお、現在北海道に分布せず、本州以南のみから知られているアカスジキンカメムシが出土していることから、当時の気候は現在よりも温暖であったと推定される。

3．縄文後・晩期（第７層２Ｂ泥炭層）の古環境

シラハタミズクサハムシ、キヌツヤミズクサハムシ、ヒメセマルガムシなどの出土から、スゲ類の群落を主とした湿原・湿地が広がり、マメゲンゴロウが生息するような、水深のある池沼も存在した。湿原にはアザミ類もあったことが、ハスジゾウムシの出土で分かる。ルリハムシやミヤマヒラタハムシの出土で、周辺にはハンノキ類が繁茂していたと思われる。また、ヒメコガネやサクラコガネなどの食葉性コガネムシ類、ハナムグリやアオハナムグリなどの、訪花性コガネムシ類、モンキアワフキなどの出土から、落葉広葉樹の疎林や二次林が存在したと推定される。また、スジコガネの出土は、針葉樹の存在も示唆している。オオセンチコガネの多産に加えて、センチコガネ、ダイコクコガネ、ミヤマダイコクコガネ、クロマルエンマコガネ、ウスイロマグソコガネなど、食糞性コガネムシ類が多種出土していることは、動物の糞がかなり大量に供給された場所であるといえる。また、ヒメヒラタシデムシ、クロヒラタシデムシ、ヒメエンマムシなど、動物の死体や腐肉などに集まる昆虫類も得られている。これら動物の糞や死体が多量に供給される環境としては、人の居住地の近くで、これらのものが日常的に廃棄される場所であった可能性が考えられる。また、エゾシカなどが水飲みや摂食のため群れて集まる場所であったか、両方の要素が、混在する場所であったかもしれない。現在北海道に分布しないミヤマダイコクコガネが出土しているので、当時の気候は現在より温暖であったと推定される。

4．奈良・平安期（第５層１Ｂ泥炭層）の古環境

シラハタミズクサハムシやキヌツヤミズクサハムシの出土から、スゲ群落の湿原・湿地が広がっていたと考えられる。ハンノキハムシの出土から、湿原か周辺にはハンノキが点在していた可能性が高い。食葉性・訪花性コガネムシ類や、アオドウガネ、アオカナブン、カナブンなども出土しているところから、樹種の豊富な広葉樹林がかなり広がっていたと推定される。また、クロカタビロオサムシ、ヒメクロオサムシ、エゾマイマイカブリなど森林性のオサムシ類の出土からも、森林の存在が示唆される。セアカオサムシ、オオゴミムシ、セアカヒラタゴミムシ、ヨモギハムシなどは、草原、河川敷、水辺の草原など、ややオープンな草地が広がっていたことを示している。サワダマメゲンゴロウ、オオシマゲンゴロウ、クロズマメゲンゴロウ、エゾコガムシなど、止水性の水生甲虫が多数出ているので、水深もあり水生植物も多い、多様な水域が存在したと推定される。食糞性コガネムシは、オオセンチコガネが更に多く出土しているが、他にはケブカマグソコガネしか見られないのは、動物の種類相が単純化したのかもしれない。オニヒラタシデムシ、クロヒラタシデムシ、ヒラタシデムシなど、動物の死体に集まる甲虫も数種出ているので、死体や腐肉の供給も相変わらずあったと思われる。従って、人の居住地の近くで、糞便や動物の残骸などを廃棄した場所の可能性もあるが、エゾシカなどが水飲み場として利用する、より自然度の高い環境であったとも考えられる。オニヒラタシデムシ、ケブカマグソコガネなどは、現在本州以南のみに分布するので、気候は現在よりも温暖であった可能性があるが、なお検討を要する。

表1　苫小牧市柏原5遺跡から出土した昆虫遺体の一覧表

（種まで同定されたもの、数字は点数を示す）

	種名	縄文後期前葉 砂層下泥炭	縄文後・晩期 2B	奈良・平安期 1B
	クロカタビロオサムシ			1
地	エゾカタビロオサムシ	1		
	ヒメクロオサムシ			1
表	エゾアカガネオサムシ	1		
	セアカオサムシ			1
性	エゾマイマイカブリ			2
	オオゴミムシ			1
甲	セアカヒラタゴミムシ			1
	ヒメヒラタシデムシ		3	
虫	オニヒラタシデムシ			1
	クロヒラタシデムシ		1	1
	ヒラタシデムシ			1
食	ヒメエンマムシ		1	
	オオセンチコガネ		33	57
糞	センチコガネ		2	
	ダイコクコガネ		1	
性	ミヤマダイコクコガネ		1	
	クロマルエンマコガネ		15	
甲	ウスイロマグソコガネ		1	
虫	ケブカマグソコガネ			2
	ヒメコガネ		1	9
	アオドウガネ			1
	ヤマトアオドウガネ			1
	サクラコガネ	3	2	9
食	コガネムシ	1		
	スジコガネ		1	
葉	アオハナムグリ	1	5	8
	ハナムグリ		1	3
性	シラホシハナムグリ			1
	アオカナブン			5
甲	カナブン			1
	カミナリハムシ*			1
虫	ハンノキハムシ			2
	ルリハムシ		1	
	ヨモギハムシ			4
	ミヤマヒラタハムシ		1	
	ハスジゾウムシ		1	
	サワダマメゲンゴロウ			1
水	オオシマゲンゴロウ			1
	クロズマメゲンゴロウ			1
生	マメゲンゴロウ	1	1	
	エゾコガムシ			2
甲	ヒメセマルガムシ		7	2
	ヒメガムシ			1
虫	シラハタミズクサハムシ		1	1
	キヌツヤミズクサハムシ	1	1	5
そ	ツノアオカメムシ	7		17
の	アカスジキンカメムシ	1		
他	モンキアワフキ		1	
昆	クロキクシケアリ*			2
虫				

* 印は現生のまぎれこみ。

11

エル・サルバドル、ホヤ・デ・セレン遺跡における畑土壌の肥沃度

○伊丹麻子（㈱田中地質コンサルタント）、田中保士（同）、
大井邦明（京都外国語大学）

はじめに

マヤ文明は華麗な石造建築で知られるが、BC1000 年頃に始まる初期文明の段階は土の建築文化が主流であり、マヤ北・中部ではやがて石の建築文化に変化していくものの、南部ではAD1000 年頃まで土の建築伝統が持続する。その一つに 1994 年に世界文化遺産として登録されたエル・サルバドルのマヤの村落遺跡ホヤ・デ・セレンがある。ホヤ・デ・セレンでは見事な土造りの民家や畝（うね）をもつ畑が AD600 年頃の噴火による火山灰に埋もれていた。畝跡からはトウモロコシも出土した。

ホヤ・デ・セレン遺跡があるマヤ南部一帯には大都市遺跡カミナルフユをはじめ多数の土の都市遺跡がある。このような高度な文化と多数の人口を支えるには、高い農業技術と土壌の生産力が必要なはずである。トウモロコシは排水性の良い土壌を好み、また養分収奪が激しいため連作すると地力（土壌の生産力）が極端に消耗する作物であるが、ホヤ・デ・セレンでは排水性を高める畝を立てたり、地力を増強するマメ科作物との輪作を行うなど高度な営農技術をもっていたことが推察された。

考古学の土壌学への期待は、古環境を明らかにすること、或いは土壌学上の土壌生成・変容のメカニズムに干渉を加える人間の行為を抽出することであろう。本研究は遺跡土壌の分析により当時の土壌肥沃度や農法に関して考古学的知見を補足・補強することを目的とする。

土壌試料および分析項目

土壌試料はホヤ・デ・セレン遺跡内 9 号建造物付近の畑跡および床部分から採取した。また比較のため遺跡付近の自然土壌から表層土(自然土 1)および遺跡が含まれると考えられる層位の土壌(自然土 2)を採取した。各土壌採取位置を図 2 に示した。

これら土壌試料について pH、電気伝導度、全炭素・全窒素、有効態リン酸、交換性塩基および塩基置換容量の土壌肥沃度に関わる一般理化学性分析を行った。

図 1 エル・サルバドルの位置

結果および考察

土壌分析結果を右表に示した。比較のためわが国の普通畑土壌の改良目標値も併記した。

一般にトウモロコシを連作すると土壌 pH が酸性化するが、畑土壌ではそのような酸性化は確認されなかった。マメ科作物との連作の他に石膏のような pH 矯正剤を散布していたのかもしれない。畑土壌の電気伝導度は明らかに高かった。これはおそらく施肥の影響であろう。畑土壌は床土や自然土に比べて、窒素、カリウム、カルシウム等の養分が少なかった。これは作物による吸収や雨水による洗脱のためと考えられる。しかし養分のなかでリン酸だ

けは畑土壌と床土はともに自然土より明らかに高かった。リン酸の富化は人間活動と関連づけられることが多いが、人糞など何らかの形で畑にリン酸を補給していたことも推測された。塩基置換容量は土壌がどれ位養分を保持できるかという指標である。畑土壌の塩基置換容量は床土と比べて多少低いが、改良目標値以上であり、充分良いといえるであろう。畑土壌では有機物含量が全炭素量で約1%と比較的少なかった。

土の建物や畑の土壌は普通雨や風に浸食されて形を残さないが、ホヤ・デ・セレン遺跡では厚い火山灰のために良好な状態で保存されている。ホヤ・デ・セレンの畑は、土壌肥沃度的には有機物が少ないことを除いてはまずまず肥沃であるといえ、マヤ古代文化の基盤となる生産力をある程度を明らかにすることができた。さらに当時の農業技術は考古学的にも土壌学の側からも非常に大きな関心事であり、土壌分析結果の解析から、文献や遺物などの考古学的資料の裏付けを行っていきたい。

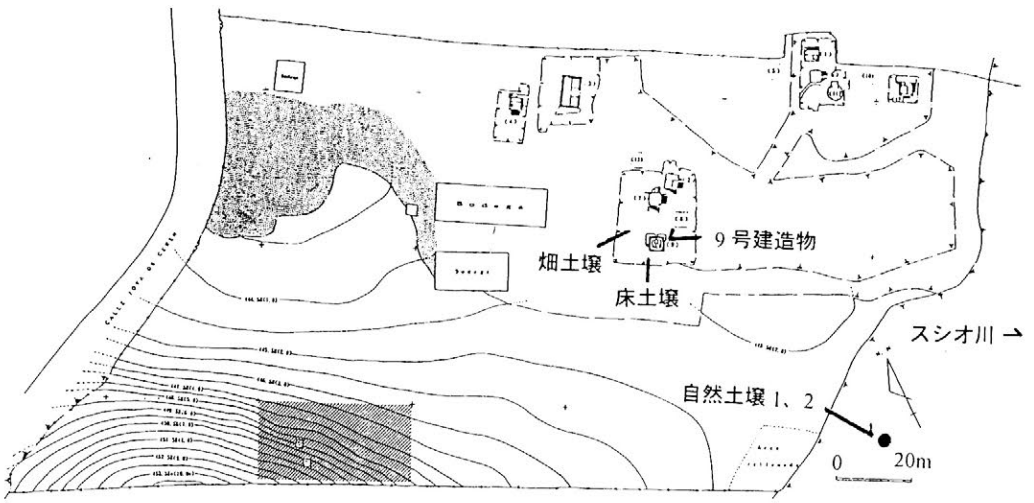


図2　ホヤ·デ·セレン遺跡概要と土壌試料採取位置

表　分析結果および普通畑土壌の改良目標値との比較

項　　目	畑土壌	床　土	自然土1	自然土2	改良目標値
pH　(H_2O)	6.58	6.60	7.01	7.06	6～6.5
電気伝導度　(μS/cm)	463	152	34	25	100～200
有効態リン酸 (mg/kg)	321.4	324.0	198.4	283.6	—
全　炭　素　(%)	1.10	4.20	9.50	1.40	—
全　窒　素　(%)	0.25	0.38	1.05	0.29	—
交換性 K　(cmol(+)/kg)	0.80	1.09	1.64	1.10	0.1～0.4
交換性 Na　(cmol(+)/kg)	0.14	0.34	0.05	0.07	—
交換性 Ca　(cmol(+)/kg)	2.26	4.92	3.63	4.40	4～5以上
交換性 Mg　(cmol(+)/kg)	1.31	1.80	1.52	1.33	—
塩基置換容量　(cmol(+)/kg)	12.0	15.1	13.2	17.1	10以上
塩基飽和度　(%)	37.6	54.0	51.8	40.4	51～72

12

古代銅製品にみられるアンチモンについて

村上　隆（奈良国立文化財研究所）・肥塚隆保（同）・沢田正昭（同）

《アンチモンとは？》

アンチモン（Sb）は、輝安鉱（Sb_2S_3）の形で、古くは眼のまわりの化粧に用いられたという。学名Stibumはこのラテン語に因むが、英名Antimonyはアラビア語のal-ithmidに由来するといわれる。融点：630.5℃、比重：6.68。

《なぜアンチモンに注目するのか》

これまで青銅器を中心に古代の銅製品は多数分析されてきたが、関心は主成分である銅と錫、及び鉛に集まっていた。しかし、最近、飛鳥地域、藤原京跡や平城京跡で特定の種類の銅製品にアンチモンが有為に含まれることがわかってきた。そこで、これまで副次的な元素としか扱われてこなかったアンチモンを中心に据え、古代銅製品を見直すことによって新たな視点が生まれる可能性を探ることにした。

《アンチモンは古代にすでに認識されていたのか？》

最近、奈良県飛鳥池遺跡の工房跡からアンチモンの硫化物である輝安鉱を含む鉱石が出土し、正倉院宝物の中でこれまで「白銅」のインゴットとされてきたものがアンチモンのインゴットであることが分析によって確認された。さらに、７から８世紀にかけて和銅開珎や富本銭など、ある特定の種類の銅製品にアンチモンが有為に含まれることが確認されたことは、ただ偶然と片づけることはできない。化学史においては、アンチモンを単独の金属として単離できるようになるのは少なくとも15世紀まで下がるとされ、「アンチモン」という呼称自体も本来はアンチモンの硫化物を指すものであった。わが国においても、すでに７世紀には、アンチモンは輝安鉱の状態で理解されていたと考えてよいだろう。では、古来わが国におけるアンチモンの呼称は何であったのか、興味ある問題である。

《７世紀～８世紀に特別の用途があったのか？》

７世紀から８世紀に製作された銅製品の中で、アンチモンを有為に含むことをこれまでに確認した銅製品は、古い時期の和銅開珎、厭勝銭といわれる富本銭などの銭、小型の海獣葡萄鏡などに限られているのが特徴である。和銅開珎に関しては、藤原京跡出土の2点の他、平城京跡出土の147点中45点に少なからずアンチモンが含まれていることを確認している。また、これまで出土した富本銭はすべてアンチモンを含んでいる。これらの事実は、和銅開珎の成立や富本銭の意味を考える上で重要な知見になり得ると考える。アンチモンを含む小型海獣葡萄鏡は、飛鳥地域や平城京に限らず、石川県寺家遺跡や同じく伝舳倉島出土、滋賀県東光寺出土などが確認されており、さらに分析例が増えていくと特定の地域に限らない分布をみることができるのではないかと期待できる。

また、飛鳥池遺跡から出土した輝安鉱は、ガラス原料の一部、例えば釉薬などに利用されたという見解もあり、飛鳥から奈良時代にかけて金属やガラス製品の製作にアンチモンが利用されたと推定される。このことはまたアンチモンを含む鉱石を産出する鉱山が当時すでに開発されていたことをも裏付けると考える。

《アンチモンを含む弥生時代の銅製品》

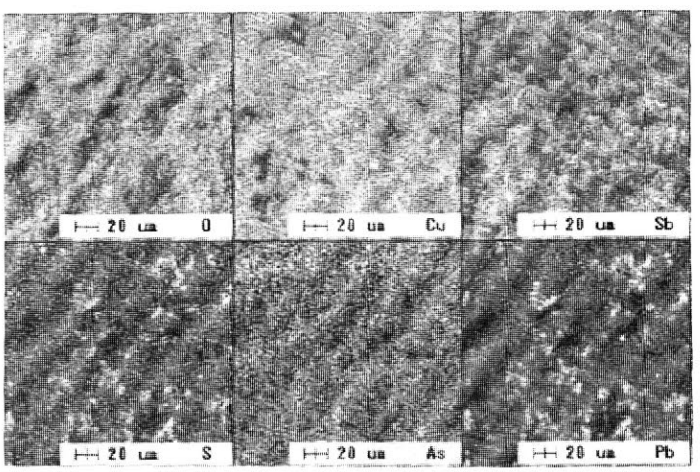
アンチモンを含む銅製品は、弥生時代にも認められる。最近では、石川県寺家遺跡や兵庫県熊内遺跡から出土した銅鏃や、佐賀県本行遺跡出土の銅矛などの青銅製品にもアンチモンが有為に含まれていることがわかってきた。しかし、これら弥生の青銅製品は、飛鳥・奈良時代のものとは原料の入手経路が異なっていると考えるのが妥当であろう。弥生時代の銅製品に対しても、アンチモンを軸に再考してみる必要があるだろう。

《古代銅製品中のアンチモンの分布について》

古代銅製品におけるアンチモンの確認はこれまですべて非破壊的手法の蛍光X線分析によって行ってきたが、輝安鉱以外に、鉛、銅などの鉱石に混じって産出することもあるといわれるアンチモンが製品中でどのような分布をしているのか興味深い。今回、藤原京跡で出土した和銅開珎の破断面において、アンチモンをはじめとするさまざまな元素の分布を電子顕微鏡に付帯するX線分析装置によって探ってみた。その結果、アンチモンは、銅よりむしろ錫などと共存する傾向が認められた。また、砒素もほとんどアンチモンと共存しない分布状態が観察された。（下図参照）

《今後の課題》

7から8世紀において製作された銅製品の中でアンチモンを有為に含むものが、富本銭や小型海獣葡萄鏡などの特定の製品に限られるのか、さらに分析事例を増やして確認していく必要がある。同時に弥生時代の銅製品も見直していけば、わが国古代の技術の系譜に対してこれまでとは異なった観点からの考察が可能になると考える。古代工人がアンチモンなどの金属をどのようにして認識していたのかということも興味ある課題である。



藤原京跡（藤原京右京一条一坊）出土の和銅開珎の破断面における諸元素の分布

13

奈良市薬師寺講堂の銅造薬師三尊像に関する材質調査

○平尾良光・榎本淳子（東京国立文化財研究所）
竹中みゆき（東芝 研究開発センター）

はじめに

奈良市薬師寺講堂の銅造薬師三尊像は平成５年度から８年度まで修理が行われた。この修理過程で材料調査として金属の耐久強度、補修材料の選択等のために、化学組成・金属強度・間隙率・錆の結晶組成などが調査された。鉛同位体比の測定はこれら調査の一環として取り上げられた。化学組成および鉛同位体比の値から当初材、補修材などに関して得られた知見をまとめた。

試　料

試料は本尊・日光・月光菩薩像の各位置から、当初材、補修材とはっきりわかる部位を含めて化学組成測定用に約 50 点が採取された。鉛同位体比測定のためにはもう少しきめ細かく試料が選ばれ、化学組成用試料を含めて 約70 点が採取された。

測　定

試料の化学組成は ICP 法を用いてテクネット株式会社で測定された。また一部の試料は本研究室で ICP 法を用いて測定された。鉛同位体比は当研究室にて表面電離型質量分析計で測定された。

結　果

化学組成の測定結果からすると、ほとんどの部分で銅が 90 %を越えており、少量元素としてヒ素が１～２%、鉛 0.5～１%、鉄１～２%、スズ１%以内であった。後世の補修材部分では銅が 80 %台となることもあり、少量元素にもばらつきがみられた。全体としてスズ・鉛・ヒ素濃度が低く、これら少量元素が意図的に加えられたのか、銅の精錬時に銅が純粋化されずに不純物元素として銅の中に含まれてしまったのか判断しにくい状況である。補修材料の幾つかははっきり異なる化学組成を示した。

測定された鉛同位体比の値を図１で示した。この図において、今までの研究からＡは中国華北、Ｂは中国華南、Ｃは日本、Ｄは朝鮮半島産の鉛が多く集中する領域であると理解されている。今回測定された薬師三尊像試料の鉛同位体比は日本産の鉛が集中するＣ領域にすべて含まれた。図２には図１における鉛同位体比の分布を拡大して、各三尊像（●：本尊、■：日光像、▲：月光像）毎に各部位の鉛同位体比の値を示した。修理担当者から当初材と判断された試料は三尊とも図中の「ｐ」領域に含まれ、かなり似た同位体比を示した。それ故、三尊像は当初、同一材料を利用して鋳造されたと推定される。その後の補修材と推定される部分では明らかに異なる同位体比を示す部分が認められた。本尊の螺髪は「ｐ’」領域にまとまって分布した。これは「ｐ」領域とは異なった値と判断できよう。また江戸時代の修理と言われる試料は「ｓ」領域に分布し、当初材の「ｐ」領域とははっきり異なった同位体比を示した。しかも断続的に当初材との間に分布した。

月光菩薩像の台座試料は「ｑ」領域に位置し、「ｐ」領域の材料とは異なった値を示した。また日光菩薩像の幾つかの試料だけが「ｒ」領域を形成した。これらをどう考えるかはこれからの問題である。これら鉛同位体比の測定から得られた材料に関する違いは修理担当者の意見と非常に良く一致した見解であった。

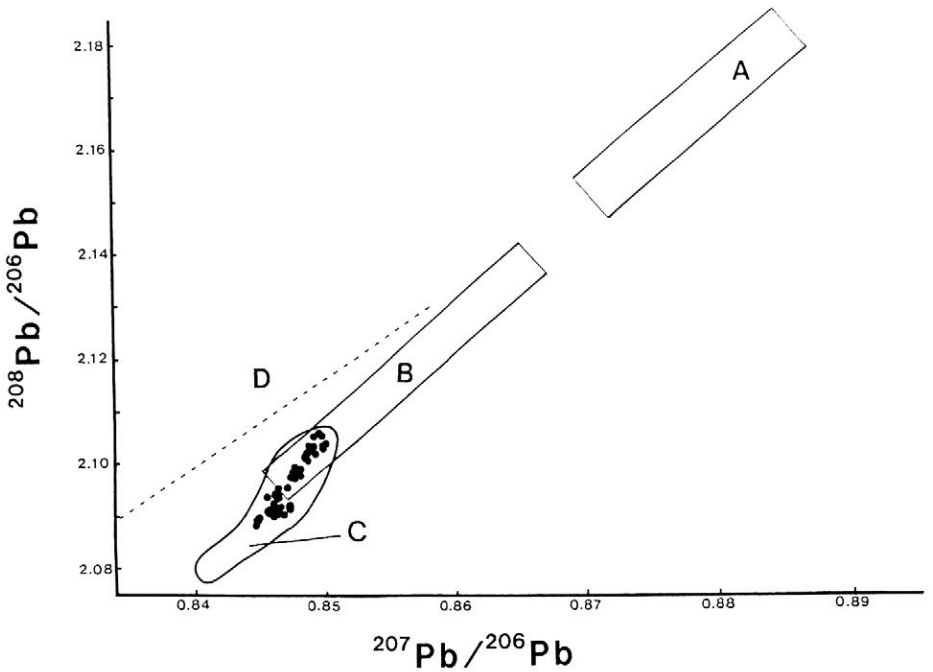


図１　薬師三尊像の鉛同位体比

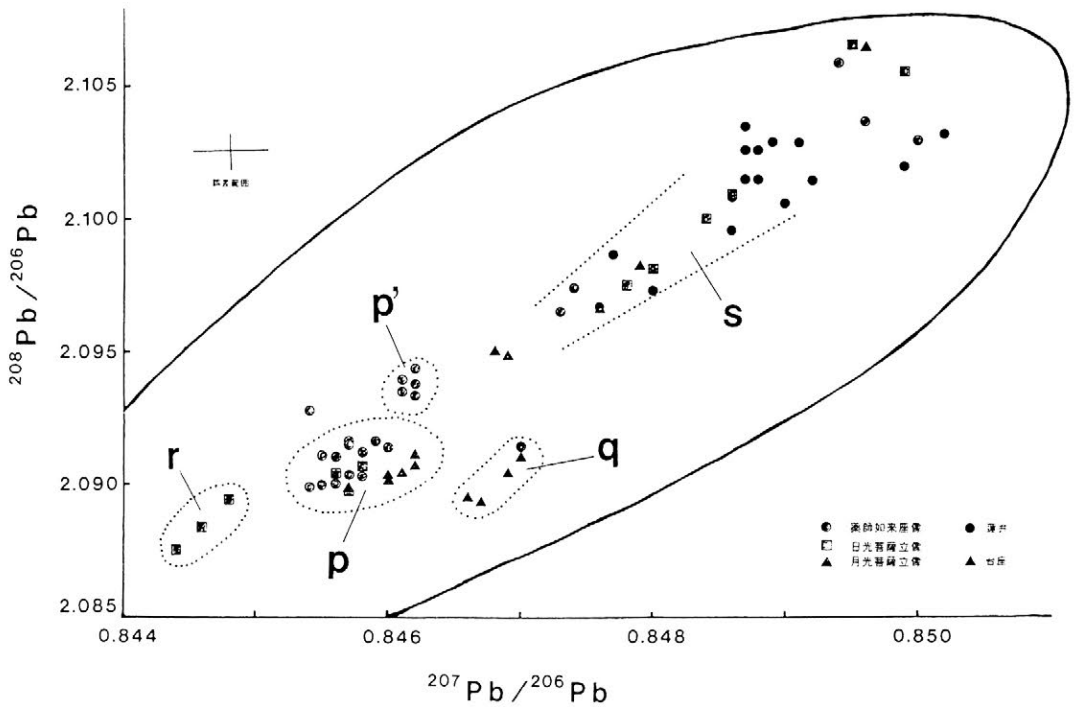


図２　薬師三尊像の鉛同位体比分布図（拡大図）

14

蝦夷錦およびアイヌ民族服に用いられた金属糸の分析[1)]

小原奈津子（昭和女子大学）、佐々嘉彦（早稲田大学）、桜井清彦（昭和女子大学）、宇田応之（早稲田大学）

緒言

アイヌ民族の文化の起源とその変遷を知ることを最終目的として、われわれは考古学、文化人類学、文学、家政学などの異なる分野の研究者で構成されたグループとしてアイヌ民族の伝統文化についての調査、研究を進めてきた。本研究はこの研究の一部として、被服材料学の観点から、主としてアイヌ衣服およびアイヌ民族によって伝えられ、所有されていたとされる山丹服に使用されている金属糸の金属箔について分析を行った。山丹服は、蝦夷錦と通称される錦織物から作られた、本来は明朝、清朝の官服といわれているが、アイヌ民族はこれを交易により得、日本にも伝えたとされている。

実験

試料：表１に示すように、北海道開拓記念館、土佐林コレクションおよび池田良一氏の所蔵よりアイヌ民族服2点、山丹服4点、布片および打敷（共に蝦夷錦）各1点に用いられている金属糸のうち、破壊を要する分析には布から離脱した糸のみを使用した。

顕微鏡観察：SMZ2T型実体顕微鏡（ニコン）およびJSM-T-300型走査型電子顕微鏡（日本電子）を用いて観察した。なお、電子顕微鏡観察には、JEE-400型真空蒸着装置（日本電子）によりあらかじめ金属箔に炭素を真空蒸着させて用いた。

X線回折：ガイガーフレックスRAD-IIIB型X線回折装置（理学電機）により、試料枠あるいはシリコン無反射結晶板に試料を固定し、CuK_{α}線を用いて測定した。

SEM-EDS分析：あらかじめ炭素を真空蒸着させた金属箔の組成元素を、S-570型走査電子顕微鏡（日立製作所）に接続させたEMAX-2200型エネルギー分散型X線分析装置（堀場製作所）あるいはJSM-5300型走査型電子顕微鏡に接続させたJED-2100型エネルギー分散型X線分析装置（共に日本電子）を使用した。

結果と考察

分析した金属糸の形態は、表１に示すように平金あるいは撚り金であった。

SEM像から測定した金属箔の金属層の厚さは表２に示したように、0.2～3.0μmの範囲にあった。また、金および銀の組成比から、以下の６グループに分類することができた。Ⅰ：金のみ、Ⅱ：金≫銀、Ⅲ：金＝銀、Ⅳ：金＜銀、Ⅴ：金≪銀、Ⅵ：銀のみ。単一の衣服においても、刺繍された模様の部位により金属糸の金属組成は異なり、例えば、Gの山丹服における竜の頭にはグループⅠの金糸が、竜の胴、紋様の境界線、雲の一部にはグループⅢの金糸が、その他の雲にはグループⅣの金糸が用いられていた。グループⅡの２種の金糸は、共にアイヌ民族服にアップリケされた布に刺繍された金糸であり、そのアップリケに用いられた布は紋様から日本製と推察された。その他、X線回折のパターンから、各試料の金属層の配向度の評価[1)]を試みた（表２）。

表1　分析試料および試料を採取した繊物

繊物試料			金属糸	
コード	形態*1	所蔵機関*2	コード	形態
A	山丹服	1	A-1	撚り金
B	山丹服	1	B-2	撚り金
C	山丹服	1	C-3	撚り金
D	蝦夷錦布片	1	D-4	平金
E	アイヌ衣服（色裂置文衣）	2	E-5	撚り金
F	アイヌ衣服（色裂置文衣）	2	F-6	撚り金
G	山丹服	2	G-7	撚り金
			G-8	撚り金
			G-9	撚り金
			G-10	撚り金
			G-11	撚り金
H	蝦夷錦打敷	3	H-12	平金
			H-12	撚り金

*1 A,B,C,D,GおよびHは竜文が中心文様の蝦夷錦であり、E、Fには幾何学的紋様がアイヌ民族の手法でアップリケ、パッチワークおよび刺繍によって現されている。*2 1、北海道開拓記念館；2、土佐林コレクション（早稲田大学）；3、池田良一氏。

表2　金属糸の分析結果

グループ	試料	金属層の厚さ（μm）	金属組成 金	銀	銅	その他	配向面	配向度
I	A-1	0.3～0.6	++++*1	-	tr.	Si, Al, Fe,	(200)	+++*4
	B-2	0.5～1.0	++++	-	tr.	Al, Si, Fe,(Ca, Ti, K)*2	(200)	++
	C-3	0.7～1.2	++++	-	tr.	Fe, (Ca, Ti)	N.D.*3	
II	E-5	0.2～0.3	+++	+	tr.	Si, Ca, (Al, Fe, K)	(200)	++
	F-6	～0.4	+++	+	tr.	Si, Al, (Fe)	(200)	+
III	G-7	0.6～0.9	++	++	-	Si, Al, S, Fe	(200)	+
	G-9	0.4～0.9	++	++	tr.	Si, Al, S, Fe	(200)	+
	G-10	0.7～0.9	++	++	-	Si, Al, Fe, S, (Ca)	(200)	++
IV	G-11	0.7～1.1	++	+++	tr.	Si, Al, S, Fe	N.D.	
	H-13	2.0～3.0	++	+++	tr.	Si, Al, Fe	N.D.	
V	D-4	0.3～0.6	+	+++	tr.	Si, S, Al, Cl, (Fe)	(200)	++
VI	B-2	0.4～1.0	-	++++	tr.	Cl. Si, Al, S, Fe, (Mg, Ti)	(200)	++
	H-12	0.4～0.6	-	++++	-	Si, Al, S, Fe	N.D.	
	Ref.*5	0.2 ～	++++	-	tr.	(Fe, Si)	(200)	+++

*1 +の数は量を、tr.は痕跡量を示す。*2 （ ）内は痕跡量検出された元素を示す。*3試料量が不十分なためXRDで測定不可。*4 +、++および+++はそれぞれ回折強度比I_{200}/I_{111}＝～1、～3および～10に対応する[2]。
*5現代の金糸（今道金糸工場提供）。

1）本研究は平成5～7年度科学研究費補助金（一般研究C、05835012）の補助を得て行われた。

2）M. Uda and Y. Sasa, J. Solid State Chem., 46, 121(1983)

15

パイプ状ベンガラ粒子の復元

岡田文男（京都造形芸術大学）

1　はじめに

ベンガラは酸化第二鉄を主成分とする赤色顔料である。縄文時代から古墳時代にかけて全国各地で検出されている赤色顔料のなかにきわめて定形なパイプ状を呈するベンガラがあり、一般にパイプ状ベンガラと呼称されている。このベンガラは中空円筒状で直径が約1.2μm程度、長さはおよそ100μm以下であり、特殊な形状を呈することからその成因について多くの研究者によって関心がもたれてきた。これまでこのベンガラ粒子の成因は不明であったが、筆者は以下に述べる複数の天然素材を用いてこのベンガラ粒子の復元を試みたのでその結果を報告する。

2　パイプ状ベンガラの利用形態と産状

パイプ状ベンガラは縄文時代や弥生時代の赤色漆に用いられたほか、赤色顔料として単独で出土している。パイプ状ベンガラはしばしば網目状の三次元立体構造をなして産出しており、漆中にその残片が観察されることもある。パイプ状ベンガラは定量分析によって酸化鉄の含有率が非常に高いことが知られている。

3　パイプ状ベンガラに伴うケイソウ

筆者はパイプ状ベンガラの顕微鏡観察を通して、ベンガラ中にしばしばケイソウが伴っていることを発見した。ケイソウを確認した最古の例は福井県鳥浜貝塚出土の漆器であり、他に埼玉県寿能遺跡、佐賀県菜畑遺跡、福岡市雀居遺跡、青森県下出土の漆器があるほか、古墳時代の赤色顔料中にも認めている。これらから、パイプ状ベンガラはケイソウを伴う環境下で生成されたことが予測された。

4　鉄細菌生産物とパイプ状ベンガラ

崖端の湧水部や水田、地下水や伏流水中で赤褐色を呈している場所には鉄細菌が棲息しており、しばしば綿屑状に浮遊したり、沈澱物を生じている。鉄細菌は水中に溶存する2価の鉄を酸化して3価の鉄とし、これを体の内外に沈積する能力をもつ。ごく普通に観察される鉄細菌で鞘細胞を形成する種類にLeptothrix sp.やSiderococcus sp.がある。前者は糸状体の幅はほとんど一定で、鞘に鉄酸化物を沈着し、赤褐色の綿状集落を形成する。この沈澱物を乾燥させ、バーナーで約10分間燃焼すると赤色で、鉄の含有量がきわめて高く、遺跡から出土しているパイプ状ベンガラ粒子と同形状の粒子が得られた（写真1、2）。このベンガラにはしばしばケイソウが混入していた。

5　イグサ属の髄による網目状三次元立体構造の復元

パイプ状ベンガラは上述の方法で製造可能であり、網目状三次元立体構造はパイプ状ベンガラの成因の本質でなく、むしろ製造に伴う中間生成物と考えられる。従来報告された

網目状三次元立体構造にきわめて近い形状に、沼沢地に生育するイグサ属の髄に見られる星状細胞が形成する構造がある。試みにイグサ属の髄に鉄細菌の生産物を吸着させ、それを燃焼した結果を示す（写真３、４）。網目状三次元立体構造をベンガラ製造の中間生産物と仮定すると、イグサ属の種類、燃焼温度や燃焼時間により立体構造に若干の差が生じることが予想され、既報告の網目状構造はイグサ属の髄を燃焼してできた中間生成物の範囲に収まると考えられる。

6　まとめ

縄文時代から古墳時代にかけて用いられたパイプ状ベンガラは、崖端の湧水部や池中に沈澱した糸状体を形成する鉄細菌の生産物を燃焼した結果得られたものと判断できる。また、パイプ状ベンガラの産出にともなって観察された網目状三次元立体構造は、パイプ状ベンガラ製造過程において鉄細菌による生産物を水中から効率的に吸着するためイグサ属の髄を吸着材として利用した結果、燃焼過程においてできた中間生成物であると判断される。

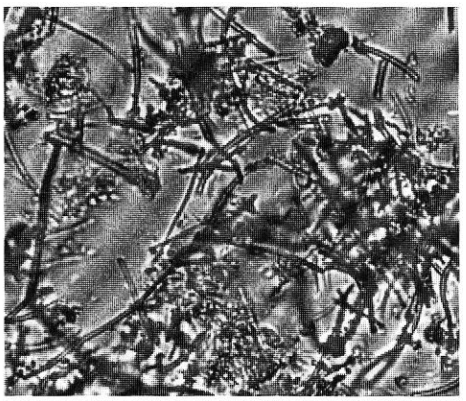


写真１．水中の鉄細菌生産物（400倍）

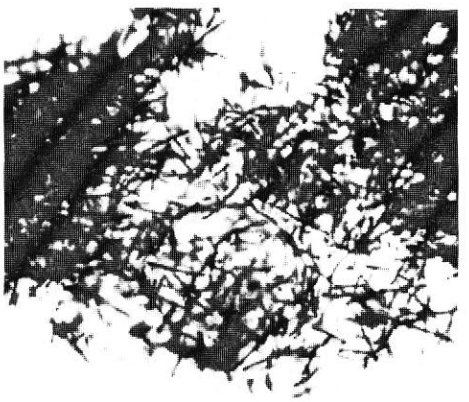


写真２．左の燃焼後（400倍）

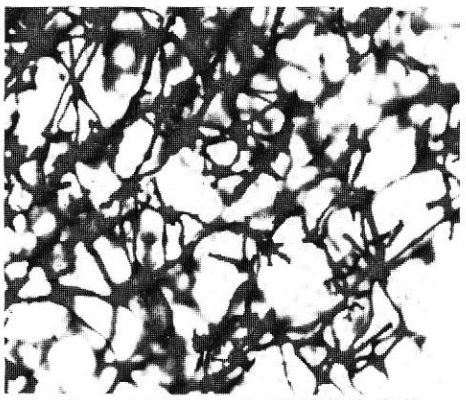


写真３．イグサの髄に鉄細菌生産物を吸着後燃焼したもの（200倍）

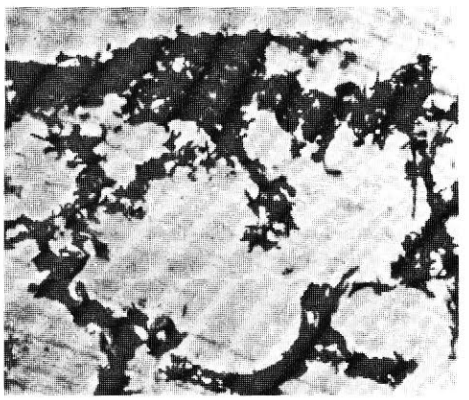


写真４．左をさらに燃焼したもの（　200倍）

16

粟津湖底遺跡出土漆製品の材質技法調査

中川正人（滋賀県文化財保護協会）

１．はじめに

大津市粟津湖底遺跡は、瀬田川河口に位置する縄文時代中期前葉に形成されたセタシジミを主とした貝塚である。本遺跡からは竪櫛や腕輪、耳栓、漆塗り土器など漆を利用した製品が数多く出土している。これらの漆製品の材質と技法を解明する目的で科学的な材質調査を実施した。今回はとくに竪櫛と赤漆塗り紐状製品の材質技法について発表する。

２．調査資料および調査手法

調査資料は、本遺跡出土の結歯式竪櫛をはじめとする漆製品13点を対象とした。調査手法として、表面および破断面の観察は実体顕微鏡観察を基本とし、竪櫛内部の構造調査はＸ線ラジオグラフィーを用いた。漆膜の材質と組成調査は、塗膜断面試料を個々に作成し顕微鏡で観察した。赤色顔料や混和材の同定には、奈良国立文化財研究所の協力を得て蛍光Ｘ線分析法、Ｘ線回折法、走査型電子顕微鏡を適宜用いた。とくに竪櫛２点と赤漆塗り紐状製品の断片２点については、各漆層の微小領域の蛍光Ｘ線分析による元素マッピング、ＳＥＭ(走査電子顕微鏡)画像の観察をおこなった。

３．調査結果

竪櫛の素胎(骨材)は、櫛歯および横架材、結束材から成り、遺存状態の良い竪櫛-1では17本の櫛歯を頭部が半円形に収まるように放物線状に寄せ集め、横架材２本で挟みながら植物質繊維で結束し形を整えている。また、赤漆塗り紐状製品は、直径0.5 ㎜程の細い蔓類を２．３本右撚りに合わせたものに漆を塗布して固め、赤漆で彩色したものとみられる。

塑形材の層からは錆漆系の鉱物質粒子は検出されず、竪櫛をはじめとする漆製品で観察された黒色の塑形材は、漆と植物質微粉末を混和した木屎漆系の塑形材である。特徴として、混和された微粉末の濃度は低く、漆製品の製作工程では塑形材としての利用目的に加え、木胎に漆分を浸透させる目的を兼ねたものと考えられる。

竪櫛-1の赤色漆層は、色調、粒度ともばらつきがある鉱物で構成されており、Ｘ線回折ではベンガラの鉱物成分である赤鉄鉱(hematite)の顕著なピークは検出されなかった。いっぽう、竪櫛-2では、赤鉄鉱の明確なピークが確認できた。電子顕微鏡によるＳＥＭ画像では、１μｍ前後のベンガラの微粒子がラセンを描いて集結し、円筒状の集合体(クラスター)を形成していることが明らかになった。

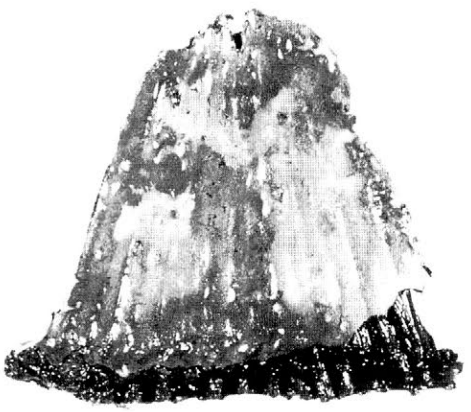
これら２点の竪櫛の色調を比較した場合、いわゆる円筒状ベンガラを使用したものの方が鮮やかな赤色を呈している。今回の調査で一部の漆製品を除き、すべての赤色漆層にいわゆる円筒状ベンガラが高い濃度で検出されたことは、当時赤色顔料の使用においてある選択がなされた結果と考えられる。

4．漆製品の製作技法について

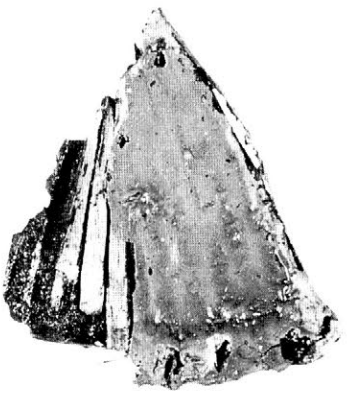
竪櫛は、形態的には長半円形に属しており、装飾性は乏しいが材質構造的に堅実な技法により製作されている。現在のところ、縄文時代の竪櫛は全国で56遺跡で出土し、結歯式、刻歯式を含め総計 230点以上にのぼるが、縄文時代中期前葉で同様な技法からなる類例は報告されていない。また、赤漆塗り紐状製品は、 細い蔓様の植物にベンガラ漆塗りとした製品を想定した。北海道忍路土場遺跡や伊茶仁チシネ第１遺跡からは類似した紐状製品が出土しており、腕輪や首飾りなどの装身具であろうと推定されている。今後これらの資料との材質比較調査が必要とされる。

5．まとめ

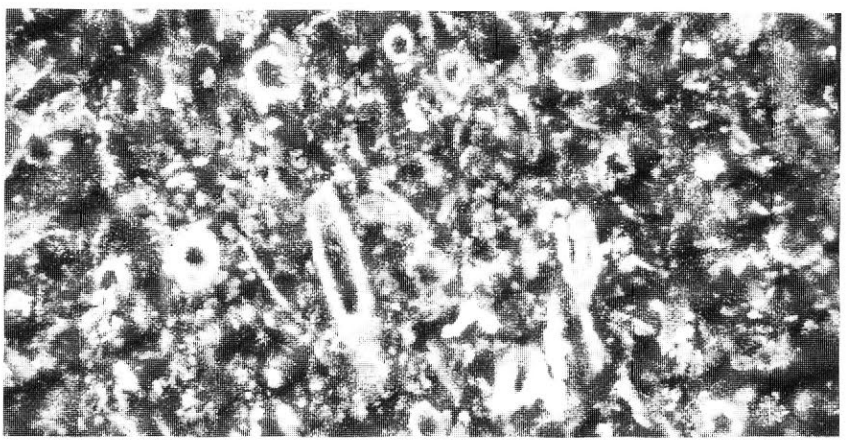
今回の漆製品の材質調査から、結歯式竪櫛の祖形ともみられる竪櫛の技法と、非常に繊細な漆塗りの装身具の材質調査が明らかになった。このように、すでに縄文時代中期前葉において材料の調達、素地の加工を含む漆工技術が確立していたことがここに改めて確認できた。今後も各専門分野の方々の協力を得て、引き続き材質技法調査を進めていきたい。



栗津湖底遺跡出土竪櫛－１



同遺跡出土竪櫛－２



竪櫛－２より検出された円筒状ベンガラ　5 μm

17

埼玉県寿能遺跡出土縄文漆器の研究（４）　－総括－

成瀬正和（宮内庁正倉院事務所）・岡田文男（京都造形芸術大学）

１．はじめに

埼玉県大宮市寿能遺跡からは縄文時代中期から晩期にかけての漆器が出土しており、それらの数は木器、櫛、土器を含めて百数十点にのぼる

1993年より、塗膜断面の顕微鏡観察および、蛍光Ｘ線分析、Ｘ線回折等によって、これらの漆器の漆塗技法および赤色漆に用いられた顔料等について調査を進めてきた　これまで個別のテーマについての報告を行ってきたが、その後の調査で明らかになった事柄を含め、調査結果をまとめ報告する

遺物の時期については、以下においてⅠ期（中期後半～後期初頭）、Ⅱ期（後期中葉）、Ⅲ期（後期末葉～晩期）と表現する

なお漆の同定は肉眼および顕微鏡観察によるものであり、有機化学的手法による裏付けは今後の課題としたい

２．赤色漆に用いられた赤色顔料

赤色顔料は蛍光Ｘ線分析、Ｘ線回折および顕微鏡による形態観察により同定した　朱漆層とベンガラ漆層が塗り重ねられている場合、あるいは朱とベンガラが同一漆層中で混合して使用されるている場合、Ｘ線分析のみでは、特にベンガラの同定が困難なことがある

縄文時代の赤色顔料に関する従来の研究によれば、ベンガラは縄文時代を通し用いられるのに対し、朱の使用の初見はいまのところ縄文後期からである

（１）ベンガラ

ベンガラは、Ⅰ期からⅢ期までを通し認められた　顕微鏡下で観察したベンガラ粒子の形状はきわめて定形的でハイフ状を呈するものと、不定形粒子からなるものの２種類があるが、前者が圧倒的に多い

（２）朱

朱は、Ⅱ期の遺物に集中的に確認された　ただしⅠ期とされる木胎漆器に朱の使用が確認された例があり、これについては遺物の時期比定を含め、再検討を要す

顕微鏡下で観察した朱の粒子は不純物の非常に少ないものと、石英などの混入の顕著なものとがある　また、朱の粒子には大小あり、平均長径２０μm前後の比較的大きな粒子を用いたものと、数μm以下の粒子ばかりを用いたものがある

（３）ベンガラと朱の併用

同一層にベンガラと朱を混合して使用した例を顕微鏡観察などで確認しているこの場合、ベンガラの割合が高く、朱は少ないことが多い

３．下地

下地が施されるのは赤色漆に限られる

（１）炭粉下地

Ⅰ期、Ⅱ期とも木胎漆器では木地表面に炭粉下地を施すものがある　Ⅲ期の漆塗土器には例外的に炭粉漆の下地が認められる　いずれも炭化物は木炭と考えられる

（2）地粉下地

II期の飾り弓および櫛に下地として地粉漆を用いるものがある。

4．赤色漆の塗装技法

（1）I期の漆器の塗装技術

土器は透明漆を1回塗り、その上に赤色漆を1回塗る層構造が基本である。

木器は炭粉漆層を下地として塗るものと、塗らぬものがある。その上の塗りは透明漆を1回塗り、その上に赤色漆を1回ないしは2回塗ることを基本とする。さらにこの上に透明漆を1回塗るものもある。

（2）II期の漆器の塗装技術

土器は透明漆1回、赤色漆1回、あるいは透明漆1回、赤色漆2回、あるいは赤色漆1回、あるいは赤色漆2回などの塗り方があり、層構造的にはバラエティがある。

木器は炭粉漆層を下地として塗るものと、塗らぬものがある。その上の塗りは透明漆を1回塗り、その上に赤色漆を2回ないしは3回塗ることを基本とする。

赤色漆は、すべてをベンガラ漆とするもの、すべてを朱漆とするもののほかに、朱漆とベンガラ漆を重ねるものがあるが、これについては原則として朱漆層が上となる。さらにこの上に透明漆を1回塗るものもある。

（3）赤色漆の塗り直し

I期、II期とも木胎漆器の一部には赤色漆層および透明漆層があわせて10層近く塗布されている例がある。従来、このような例については、漆技術が未発達のため、無原則に漆を塗布した結果ではないかと考えられていたが、そうではなく使用の過程で塗直しの必要が生じたため、上に述べた赤色漆の塗装の基本単位が2回以上繰り返された結果と解釈できる。

5．黒くみえる漆

報告書に「黒漆」と記載され、表面から黒く見える漆は、漆層中に黒色顔料の混和は認められない。本来は透明漆を塗ったものである。しかし劣化が著しく、表面付近が黒色化したり、あるいは亀裂が入っているものが多い。

6．その他

（1）櫛

寿能遺跡の竪櫛9点のうち8点はいずれも塗り直しが認められない。櫛はこれまで岡山県津島岡山大学構内遺跡（縄文後期）、滋賀県松原内湖遺跡（縄文後期）、大阪府森ノ宮遺跡（縄文晩期）などの出土品について層構造の調査を行っているが、いずれも塗り直しは認められない。このことは櫛の使用頻度に関係するのかも知れない。

弾弓材には漆に木粉を混和したいわゆる、木屎漆を利用するものと、漆に土を混和した地粉漆を利用するものがある。同一型式であるにもかかわらず一方は地粉漆をまた他方は木屎漆を利用してている例がある。

（2）篦目文様の木胎漆器

II期の漆器の中に、細密な篦目文様を施すものがある。木屎等の下地は認められず、篦目の文様は木胎の製作時に施されたものである。

19

出土漆の熱分解－ＧＣ／ＭＳによる漆の産地推定

明治大学理工学部　　○宮腰哲雄・高根沢　敏・山田　篤
東京国立文化財研究所　　佐野千絵

我々は、熱分解－ガスクロマトグラフ／質量分析計を用いた漆膜の分析・評価について研究している[1)-3)]。漆膜の一片を熱分解し、得られる分解生成物を分子の大きさや構造上の特徴により分離することができるガスクロマトグラフで分析し、更にこの分解生成物を分子の大きさや構造の相違を質量分析計で分析し、分解生成物の化学構造とこれらの化学結合の状況を検討し、漆膜の特性評価を行っている。そこで今回、古い漆器や出土漆を本方法で分析し、漆の産地推定に関する検討を行った。

漆は漆の木から得られる漆樹液を利用した天然塗料である。漆樹液に含まれている成分はウルシオール、多糖、糖タンパク、ラッカーゼ酵素及び水である。漆の硬化にはこれらの成分が互いに作用し合い、酸化重合する複合的な塗料である。漆の硬化はラッカーゼ酵素によるウルシオールの酸化重合とウルシオールの不飽和側鎖の自動酸化によって進行する[4)]。漆は広くアジアに生育しているが日本・中国産漆はRhus vernicifera に属し、ベトナムはRhus succedanea, タイ・ビルマはMelanorrhoea usitate に属する漆である。このように漆の脂質成分は産地により化学構造が異なる（図１）[5)]。そこでこの構造的な特徴を、熱分解－ガスクロマトグラフ／質量分析計を用いた分析法で調べ、漆器に用いられた漆の産地を推定しようとするものである。

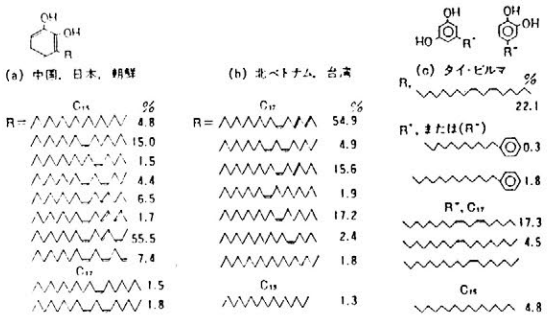


図１　アジアの漆成分

本研究に用いた分析装置はＨＰ社製ＨＰ６８９０型ガスクロマトグラム／ＨＰ製ＨＰ５９７２Ａ型質量分析装置にフロンティア・ラボ製ＰＹ－２０１０Ｄ型熱分解装置を装着して用いた。ガスクロマトグラムのオーブン温度は 40 ～300 ℃, 20℃/minで昇温した。分離カラムはUltra Alloy PY-1(100% methylsilicone) を用いた。熱分解に用いる試料は、特別な調製や前処理を行うことなく漆膜の剥落片を試料管に入れ、熱分解装置で500 ℃で熱分解した。この熱分解生成物をガスクロマトグラム／質量分析計で分析した。

分析用試料としては日本、中国、ベトナム及びビルマ産漆器の剥落片を用いた。たとえば江戸時代の漆器の剥落片を熱分解して得られたパイログラムを示した。漆膜の熱分解により多くの生成物が得られた（図２）。次にそれぞれの産地の脂質成分であるウルシオール類（分子量 320, 図２）、ラッコール類（分子量 346,348）およびチチオール類（分子量 310,326,338,354）を検出するためにそれぞれの分子イオンによる質量クロマトグラムを検討した（図３，４）。更にそれらのピークの質量スペクトルを検討し、別途合成した標準試料との比較により脂質成分の構造を考え、漆器に使われた漆の産地を推定した。

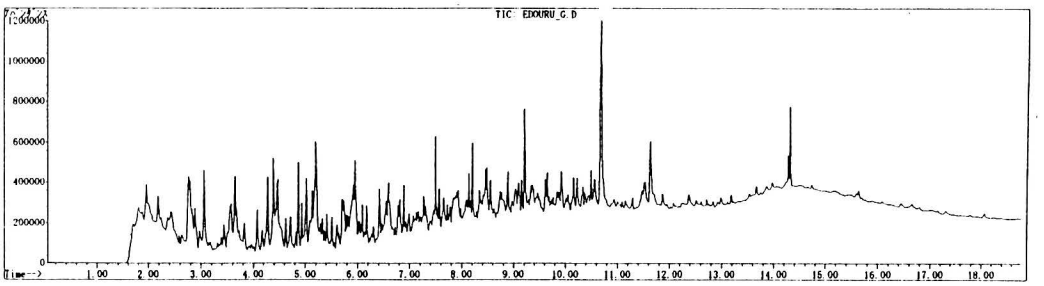


図2　江戸時代の漆器の剥落片のパイログラム

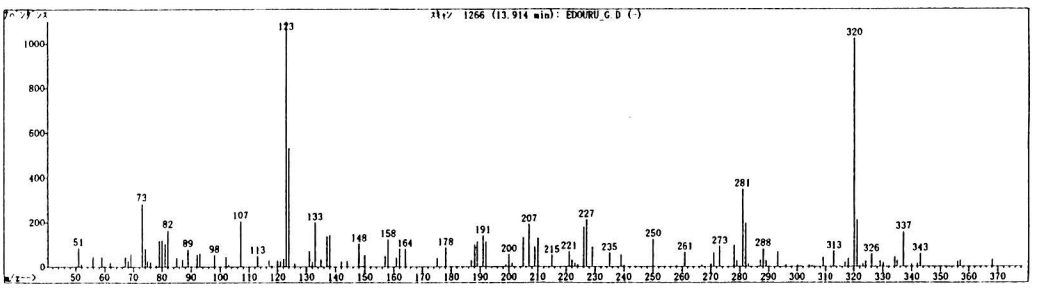


図3　ウルシオール（分子量 320）質量スペクトル

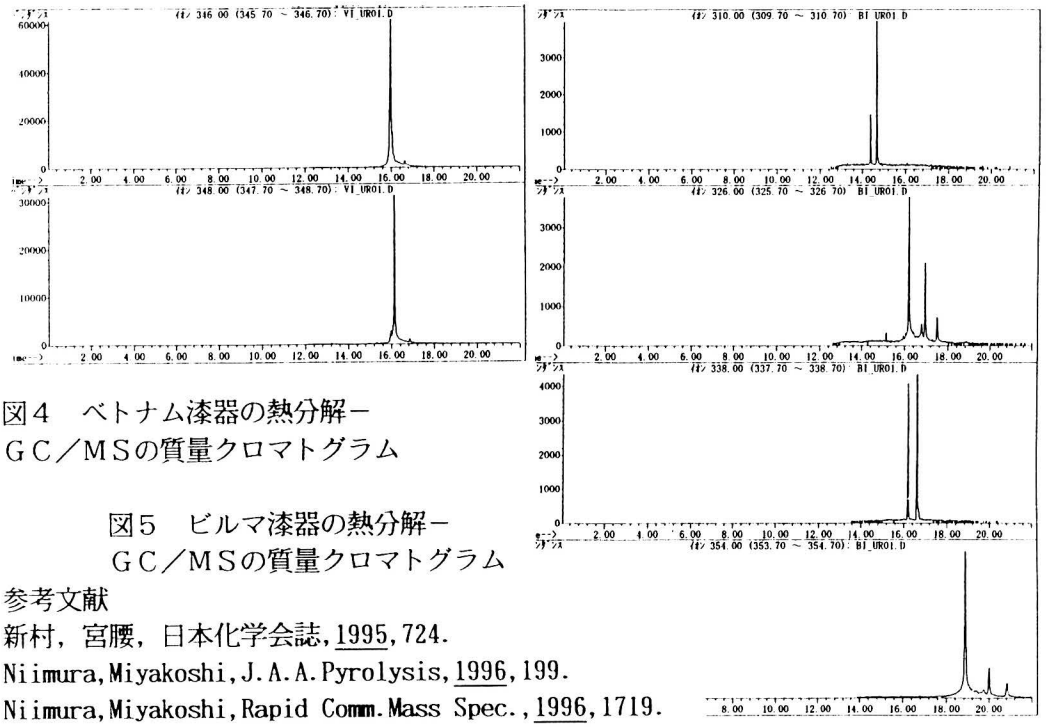


図4　ベトナム漆器の熱分解－
ＧＣ／ＭＳの質量クロマトグラム

図5　ビルマ漆器の熱分解－
ＧＣ／ＭＳの質量クロマトグラム

参考文献

1) 新村，宮腰，日本化学会誌，1995，724.
2) Niimura, Miyakoshi, J. A. A. Pyrolysis, 1996, 199.
3) Niimura, Miyakoshi, Rapid Comm. Mass Spec., 1996, 1719.
4) Kumanotani, J. Org. Chem., 50, 2613 (1985).
5) 熊野谿，化学と工業，36 (3), 151 (1983).

20

グロー放電質量分析装置による青銅資料の分析

齋藤　努（国立歴史民俗博物館）、坂本　稔（同）

1．はじめに

同位体比分析法と元素分析法は、青銅器などの歴史資料の産地推定を行うための有効な手段である。グロー放電質量分析法 (GD-MS) は、歴史資料の元素分析にきわめて有用であるが、同位体比分析については、精密な議論を行うには精度が十分ではなかった。最近国立歴史民俗博物館に導入されたグロー放電質量分析装置においては、イオン源と測定法の改良により、高精度で同位体比測定を行うことができるようになった。これによって、わずかなサンプリングと短時間の測定で、鉛同位体比と微量元素濃度の分析を同時に行うことが可能になったので、いくつかの青銅資料について解析を行った例を報告する。

2．方法

分析対象としたのは中国古代青銅器などの青銅資料である。測定は国立歴史民俗博物館に新たに導入された Finnigan MAT 社の ELEMENT （図１）によって行った。この装置は、イオン源としてグロー放電とＩＣＰの両者を使用できる、磁場型の二重収束質量分析装置である。測定試料は（1～3 mm角）×（15～20 mm長）のピン状に成型するが、分析実施後も試料の大半は残存する。鉛同位体比の測定は、磁場を固定し加速電圧と電場を変化させて高速スキャンを行う「ESCAN」法によって、微量元素濃度の測定は磁場と電場を変化させる「BSCAN」法によって行った。この分析法の利点としては、固体のまま直接分析できる、分析時間が短い（今回は鉛同位体比、微量元素濃度とも１０分程度）、試料消費量が少ない、軽元素を含めて多元素同時定量ができる、ダイナミックレンジが広い（ppb～%）、同位体比測定ができる、などが挙げられる。

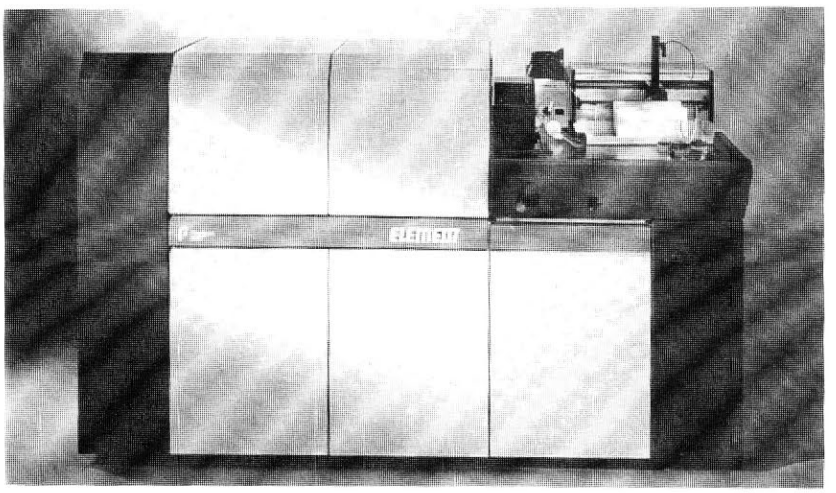


図１　グロー放電質量分析装置（Finnigan MAT, ELEMENT）

3．鉛同位体比測定結果

図2はＧＤ－ＭＳによる中国古代青銅器（資料１、２、３）の鉛同位体比の分析結果を、当館で開発した「高周波加熱分離－鉛同位体比迅速測定法（ＴＩ－ＭＳ）」による分析値と比較したものである。$^{207}Pb/^{206}Pb$、$^{208}Pb/^{206}Pb$ 比におけるＧＤ－ＭＳの測定誤差は0.05％以下であり、両者の値は比較的良く一致している。

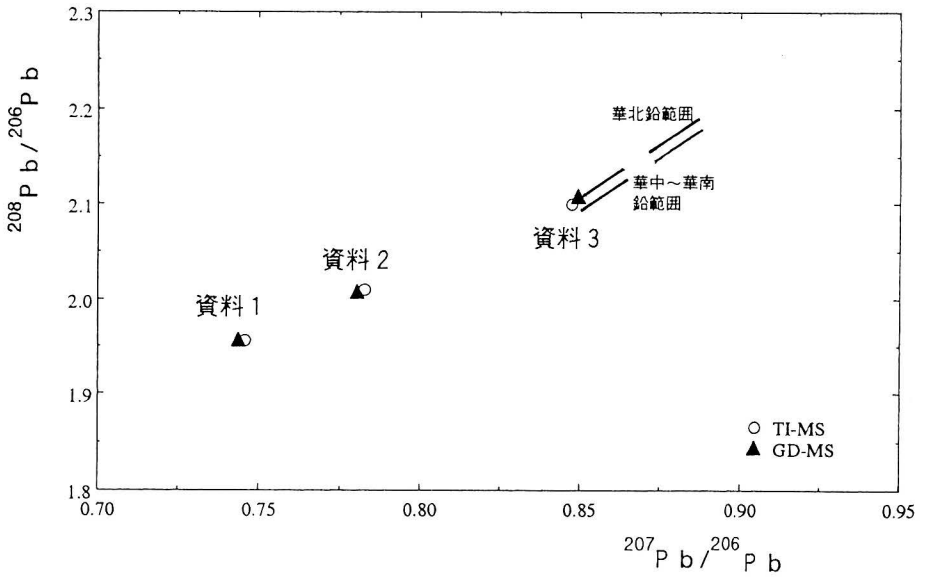


図２　中国古代青銅器資料の鉛同位体比測定例

4．微量元素濃度測定結果

図３は、上記の資料１について、微量元素濃度のＧＤ－ＭＳによる分析結果を中性子放射化分析による分析値と比較したものである（横軸：ＧＤ－ＭＳ、縦軸：放射化分析）。両者のデータは比較的良く一致し、またグロー放電質量分析法では放射化分析法よりも低濃度まで測定が可能であることを示している。

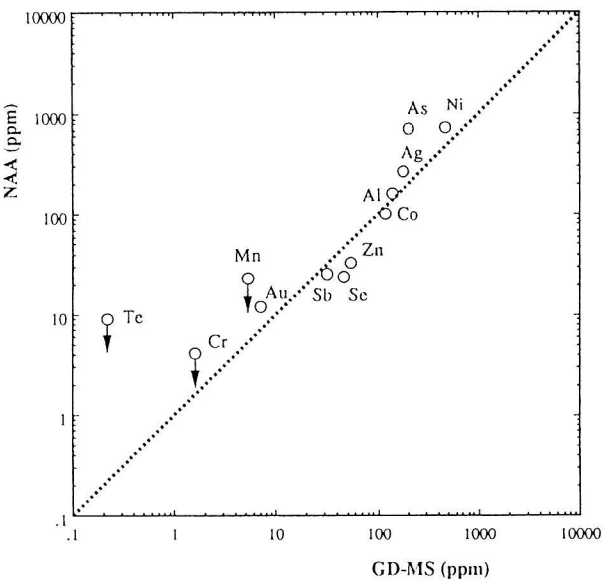


図３　中国古代青銅器資料（資料１）の微量元素分析例

21

地下レーダー探査結果のビジュアル化－古墳を例として－

峠　美穂（応用地質株式会社）・軽部　文雄（同）

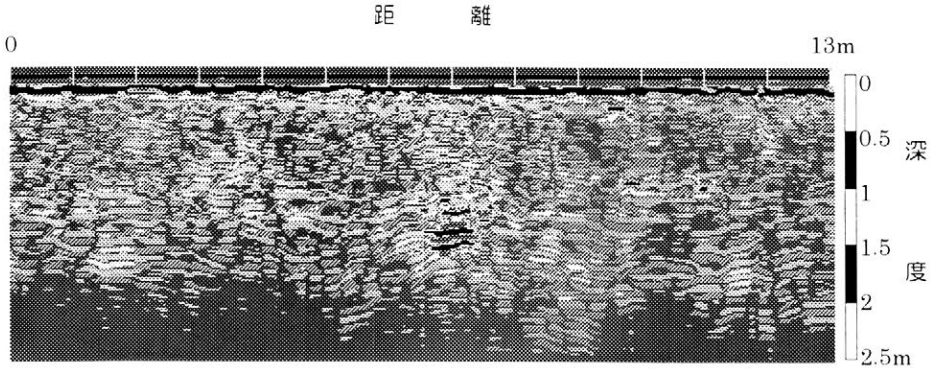
1．はじめに

現在、遺跡における探査では、地下レーダー探査法がもっとも普及している。我々も、数多くの地下レーダー探査を実施してきた。通常地下レーダー探査から遺構の平面分布状況を推定するためには、断面形式で得られる探査結果を目視で判読し、深度毎あるいは標高毎に平面図を作成する。しかし、近年コンピュータ処理ソフトの進歩により、簡便に断面記録を平面化することが可能になり、その客観性が評価されるようになってきた。そこで、本発表では、古墳における地下レーダー探査例をもとに、三次元表示や遺構の平面表示など、各種の探査結果の表示方法を紹介する。

2．地下レーダー探査の特徴

地下レーダー探査とは、地表から地中に向けて電磁パルス波を放射し、その反射波を捉えることによって、地下浅部の地盤構造や、空洞、埋設物などの異物を非破壊的に探査する方法である。地下に埋蔵されている遺跡の場合には、旧生活面、旧地表面などが地層境界面となり、そこに見られる地層の凹凸や連続性が地下レーダー探査によって捉えられ、記録上に表れる。

地下レーダー探査により得られた記録は、測線下の地下構造が時間断面として図化されたものであり、記録の横軸は測線上の距離、縦軸は反射面までの往復伝播時間である。この伝播時間は、地中の電磁波伝播速度を求めることにより深度に換算できるため、記録から地下の構造を深度断面として把握することができる（図－１）。

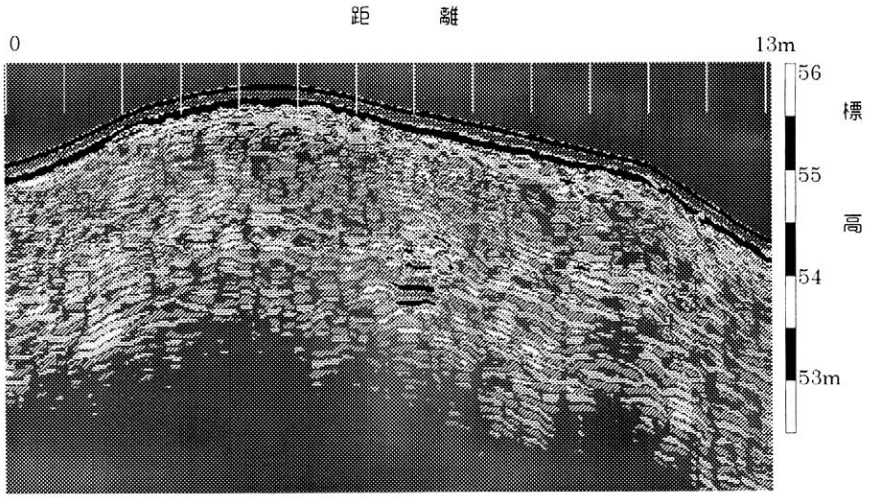


図－１　地下レーダー探査記録

3．古墳調査における地下レーダー探査記録の処理

古墳を対象とした地下レーダー探査は、一般的に、石室や周溝の有無やその位置の把握を目的として行われる。この場合墳丘の形状に沿って測定を行うが、得られた記録は、図－１のように地表面が平坦面として表現される。そこで、この記録を見やす

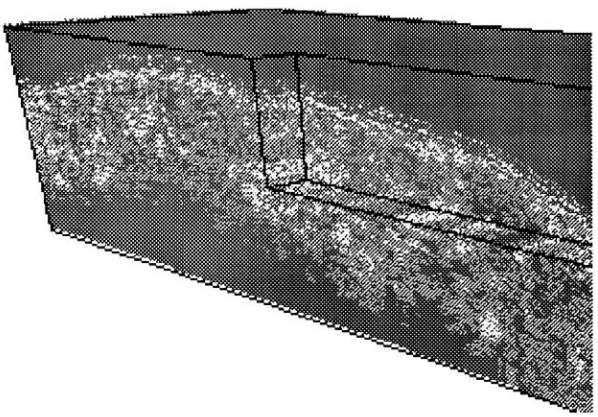
くするために、墳丘の形状に沿った形に地表面の形状を修正する処理を行ったものを図－２に示す。



図－２　地形補正後の地下レーダー探査記録

地下レーダー探査は、平行あるいは格子状にいくつかの測線を配置して行うため、それぞれの測線について、このような地形補正を行う。

これらの測線をファイル上で結合することにより、二次元断面図から三次元立体図が作成できる（図－３）。この三次元立体図から、任意のＸ断面、Ｙ断面について、あたかも地面を断ち割ったような図を得ることができる。また、任意のＺ座標で平面図を得ることも可能である。



図－３　地下レーダー探査記録の３次元表示

４．まとめ

従来、地形の凹凸は解析者の頭の中でイメージすることによって補正し、平面分布図は手作業で作成していた。それらの作業を迅速に行い、探査結果により客観性をもたせるためにも、以上のようなパソコン上での処理は有効である。また、パソコン上での処理は、任意の位置での断面図、平面図の作画を容易にし、色合い等の表示パラメータも自由に選択できるため、可視化の対応に優れている。

今後、さらに簡便かつ高速処理できるよう、研鑽していきたい。

22

木質文化財充填塑形樹脂の開発と修復技法

神戸市西区薬師寺仁王像を主な例として。

○矢野健一郎（東京芸術大学）　山井二三人（株・積水化成品工業中央研究所）
岡田文男　（京都造形芸術大学）谷内　章　（株・吉田生物研究所）

1、　はじめに

損傷を受けた文化財の保存修復作業は様々な工程が順序良く組み立てられ、整然と行われてゆく。中でも仏教美術の遺産である仏像の修復作業は作業内容が多分野にまたがり工程作りに苦労の多い仕事の一つである。今回は『こんな素材があれば』の思いから開発した合成樹脂について報告する。

2、木質文化財劣化の要因

木質文化財の損傷は大きく分けて三つある。

(1)水分の浸透と蒸発の繰り返しによる木細胞内樹脂分の流出による損傷。

(2)虫喰により木細胞や樹脂分が変質する事による損傷。

(3)太陽光を永く浴びる事により木質表面の木細胞が劣化する損傷。

木質の損傷は複合して起こることが多い。複合して起こる損傷は大きな欠損部を作り出し、造形表面を損ない文化財としての価値を失いかねない。今回開発した合成樹脂は健全な造形表面に何の負担も与えずに補強や塑形、古色（色合せ）の出来る特質を持つものになった。勿論、人間の身体にもできるだけ負担を与えないよう配慮した。

3、樹脂の開発

(1)開発した合成樹脂の成分

主成分：数種類のアルキルメタクリレートとアルキレートの混合物（液体）とポリアルキルメタクリレート（粉体）の共重合物

副成分：セルロース誘導体・抗菌剤・可塑剤

(2)施工目的

施工目的・・損傷を受け失われた造形表面の塑形。

(a) 木部が虫喰により造形面が欠損している箇所。

(b) 木部が水分の影響を長期にわたって受け造形面が流出している箇所。

(c) 木材が乾燥により割れ造形面を損なっている箇所。

(D) 木材に打ち込まれた鎹や釘の抜き穴や施工穴の繕い。

(3)施工技術

樹脂は液体と粉体の二つで1セットに組まれ提供される。

(a) 調合比率は液体1：粉体2がスタンダード。

(b) 調合容器は紙コップがベスト、分量は液20㌘・粉40㌘までが適量。

(c) 色合わせは一度撹拌した後に顔料や木粉（パウダー状）を混ぜて作る。

(D) 作業時間は気温にもよるが20℃で30分を目安に施工分量をきめる。

(e) 接着力も十分あるので欠損箇所に充填すれば良い。

(f) 硬化後に切削出来るがマチエールは充填時に造るのが良い。

(g) 樹脂内に硬化後無数の小穴が構成されるので最終の色合わせが楽。

(4)注意事項

色合わせの時に油分の有るものを混ぜない事、固まらない。

例：黒い色を作るのに油煙墨を使うと柔らかいままになる。同様に樹脂分の多い木質から作る木粉も多量に混ぜると硬化しない事がある（白檀・タイ産楠等）。

4、現在施工されている技術

現在、腐食や虫喰の著しい木質文化財の損傷箇所を修復するには天然の漆を主な素材として用いた塑形材料（麦漆・木屎と呼ぶ）を使用する事が明治31年に岡倉天心が創設し運営を新納忠之介が行った日本美術院第2部（修復保存技術部）を中心に慣習的に続けられてきている。

技術の手順と模式図

手順1・塑形剤を作る。

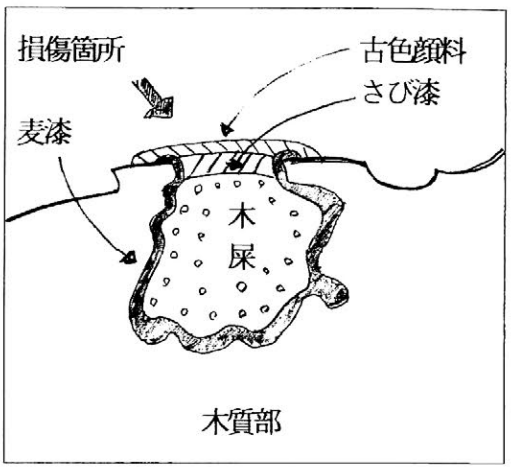
漆＋小麦粉→麦漆（接着剤にもなる）

麦漆＋木粉→木屎（塑形材）

漆＋砥の粉→さび漆（化粧材）

顔料＋膠或いはアクリル顔料（古色材）

漆には硬化後黒色を呈する事や漆の硬度が木材の硬度をはるかに超える欠点が有り修復箇所の質感や色味を合わせるのに多大な手間を必要とするし、刃物の研ぎにも多くの時間を費やしてきた。



今回開発した樹脂は接着と塑形を同時に行いついでに木材の色合わせも一緒に済ます事が出来るし硬化後刃物で木材と同様に切削することもできる。硬化後の樹脂内に小さな空隙が構成され古色に用いる顔料の定着が良いことや塑形材の表面に光沢が出ない事、或いは硬化時間の調整が可能な事、午前中に塑形したら午後から整形作業に入れる事など文化財の保存修復作業に従事する者の立場からの意見を多く取り上げた。

4、まとめ

今回開発した樹脂については現在行われている漆を使った修理を否定しているわけではない。木造で且つ素地の文化財の修復には漆にこだわらなくとも他の方法もあるのではないかという問題提示を行ったものである。

また修復現場と色々な分野の専門家が共同で開発研究を行うことで色々な文化財修復素材の開発が行える事の証明でもあると思う。