日本文化財科学会第25回大会・2008年度総会　日程表

第1日　6月14日（土）

受付　8：30～

開会　9：30

歓迎挨拶・開会挨拶　9：30～9：40　　421教室(A会場)

口頭発表：A会場（421教室）、B会場（411教室）

A会場（421教室）	B会場（411教室）
文化財科学一般①（9：40～10：48）	古環境①（9：40～10：48）
文化財科学一般②（10：52～12：00）	古環境②（10：52～12：00）

昼休憩（12：00～）・評議委員会　7号館3階 国際文化学部会議室

ポスターセッション解説、機器展示（12：30～13：30）　ポスター：2号館1階
機器展示：4号館1階

特別講演　西中川　駿（鹿児島大学名誉教授）（13：40～15：00）　A会場（421教室）
「九州の遺跡出土骨からみたウシとウマ―渡来時期とその経路―」

文化財科学一般③（15：00～16：08）	保存科学①（15：00～16：08）
年代測定①　（16：12～17：20）	保存科学②（16：12～17：03）

アトラクション
懇親会（18：00～）

第2日　6月15日（日）

受付　8：30～

ポスターセッション掲示　9：00～15：00　2号館

口頭発表：A会場（421教室）、B会場（411教室）

A会場（421教室）	B会場（411教室）
年代測定②（9：30～10：38）	材質・技法①（9：30～10：38）

総会（11：00～12：00）

昼休憩（12：00～）

ポスターセッション解説、機器展示（12：30～13：30）　ポスター：2号館1階
機器展示：4号館1階

年代測定③（13：40～14：14）	材質・技法②（13：40～14：48）
産地同定　（14：18～15：26）	材質・技法③（14：52～15：43）

閉会挨拶　15：50　B会場（411教室）

研究発表プログラム

第1日　6月14日（土）

A会場(421教室)

文化財科学一般①　9：40～10：48

A-01　遺跡立地・分布に関する社会生態的数値シミュレーションアプローチ
○津村宏臣・鎌倉快之(同志社大学文化情報学部)・樋泉岳二(早稲田大学教育学部)

A-02　オマーン沿岸域貝塚における人類生態史と発達地形の総合調査 —Ras Jibsh貝塚における調査を中心にして—
○樋泉岳二(早稲田大学教育学部)・津村宏臣(同志社大学文化情報学部)・早川裕一(日本学術振興会)・堀出大介(同志社大学文化情報学部)

A-03　日本における年輪年代学の現状と将来への展望
○星野安治・大山幹成(東北大学植物園)・米延仁志(鳴門教育大学学校教育学部)

A-04　「黒曜石学」の創生と研究所（施設）設立の提言
鈴木正男・○渡辺圭太(立教大学)

文化財科学一般②　10：52～12：00

A-05　土器煮沸内容物の推定
○西田泰民(新潟県立歴史博物館)・吉田邦夫・原辰彰(東京大学総合研究博物館)

A-06　鹿児島県指宿市開聞中学校校庭の物理探査 —開聞岳噴火で埋もれた枚聞神社を求めて
○亀井宏行・古川桂・齋藤健太郎・安藤涼介(東京工業大学)・指宿市教育委員会

A-07　薩摩焼の生まれたところ —近世苗代川窯跡群における調査と物理探査—
○金田明大(独立行政法人国立文化財機構奈良文化財研究所)・渡辺芳郎(鹿児島大学)

A-08　宇久松原遺跡の埋葬施設に使用された石材の岩石学的分析
○鐘ヶ江賢二(鹿児島国際大学)

昼休憩・評議委員会　12：00～
ポスターセッション解説、機器展示　12：30～13：30　2号館1階　211・212・213・214教室、4号館1階
特別講演：6月14日（土）13:40～15:00　4号館421教室（A会場）

文化財科学一般③　15：00～16：08

A-09　横隈狐塚遺跡出土銅剣嵌入人骨の科学的調査
○小郡市埋蔵文化財調査センター・比佐陽一郎(福岡市埋蔵文化財センター)・鳥越俊行・今津節生(九州国立博物館)

A-10　未盗掘の竪穴石室・勝負砂古墳の科学的調査
○松木武彦(岡山大学大学院)・今津節生(九州国立博物館)

A-11　高松塚古墳石室解体におけるアコースティックエミッション法の応用
○高妻洋成・降幡順子・脇谷草一郎・肥塚隆保(奈良文化財研究所)・建石徹(文化庁)

A-12　東名遺跡における現地保存された貝塚の環境モニタリング
○福島優美・松山泰治・軽部文雄(応用地質株式会社)・西田巌(佐賀市教育委員会)・宮崎寛章(国土交通省九州地方整備局)

年代測定①　16：12～17：20

A-13　南九州における縄文時代草創期から早期の炭素14年代測定
○遠部慎(国立歴史民俗博物館)・小林謙一(中央大学文学部)・宮田佳樹・坂本稔・西本豊弘(国立歴史民俗博物館)

A-14　東北地方北部におけるトチノキ利用の編年
○國木田大・吉田邦夫・宮崎ゆみ子・松崎浩之・辻誠一郎(東京大学)

A-15　日本先史時代火災住居構築材複数試料の炭素14年代測定
○小林謙一(中央大学文学部)

A-16　弥生時代を網羅する日本版炭素14年代較正曲線の構築
○尾嵜大真・坂本稔・今村峯雄(国立歴史民俗博物館)・松崎浩之(東京大学大学院)・中村俊夫(名古屋大学年代測定総合研究センター)・小林紘一・伊藤茂・丹生越子((株)パレオ・ラボ)・光谷拓実(奈良文化財研究所)

B会場(411教室)

古環境① 9：40～10：48

B-01 プラント・オパール分析による中国山東省楊家圏遺跡における生産遺構探査
○宇田津徹朗(宮崎大学農学部)・宮本一夫(九州大学文学部)・田崎博之(愛媛大学法文学部)・欒豊実・靳桂雲(山東大学(中国))

B-02 南九州における後期旧石器時代初頭の植生と環境
○杉山真二(古環境研究所)

B-03 会津盆地における縄文時代の地形環境変化 ―湯川村沼ノ上遺跡の調査から―
○福島雅儀((財)福島県文化振興事業団)

B-04 瀬戸内海海進期における水産動物遺存体からみた古海況の特徴
○富岡直人・畑山智史(岡山理科大学総合情報学部生物地球システム学科)

古環境② 10：52～12：00

B-05 大分市横尾遺跡からみた縄文時代早期後葉以降の植生と環境の変遷
○金原正明（奈良教育大学）・塩地潤一（大分市教育委員会）・金原正子（古環境研究所）・古川匠（大分市教育委員会）・金原裕美子（奈良大学）

B-06 鹿児島県芝原遺跡出土土器の付着炭化物について
○住田雅和(国立歴史民俗博物館)・黒川忠広(鹿児島県立埋蔵文化財センター)・西本豊弘(国立歴史民俗博物館)・小林謙一(中央大学文学部)

B-07 京都市上里遺跡縄文晩期層出土の植物遺存体と縄文農耕の可能性
○泉拓良(京都大学)・高橋潔(京都市埋蔵文化財研究所)・金原正明(奈良教育大学)・佐藤洋一郎(総合地球環境学研究所)・西本豊弘(国立歴史民俗博物館)

B-08 小氷期がアイヌ民族に与えた影響
○添田雄二・山田悟郎(北海道開拓記念館)

昼休憩・評議委員会 12：00～
ポスターセッション解説、機器展示 12：30～13：30 2号館1階 211・212・213・214教室、4号館1階
特別講演：6月14日（土）13:40～15:00 4号館421教室（A会場）

保存科学① 15：00～16：08

B-09 強化保存剤を用いた遺構斜面の保存処理技術
谷祐治・田中謙次(株式会社田中地質コンサルタント)・○豊田昌宏(大分大学工学部応用化学科)

B-10 近赤外分光法による木質文化財の非破壊材質計測
○米延仁志(鳴門教育大学大学院学校教育研究科)・稲垣哲也・土川覚(名古屋大学大学院生命農学研究科)・小田寛貴(名古屋大学年代測定総合研究センター)・Heinz W. Siesler (Department of Physical Chemistry, University of Duisburg-Essen)

B-11 リグノフェノールを用いた出土木材の保存処理Ⅳ ―超臨界二酸化炭素を用いた乾燥―
○片岡太郎(秋田県立大学大学院・学術振興会特別研究員DC)・栗本康司(秋田県立大学木材高度加工研究所)・高妻洋成(奈良文化財研究所)

B-12 新規に開発された石造文化財の撥水処理剤に関する研究
○脇谷草一郎(奈良文化財研究所)・山路康弘(別府大学)・高妻洋成・肥塚隆保(奈良文化財研究所)

保存科学② 16：12～17：03

B-13 タ・ネイ遺跡の石材表面に付着する地衣類と基物への菌糸の陥入
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)

B-14 レバノン共和国ティール市郊外所在ローマ時代地下墓の壁画保存環境
○西山要一(奈良大学文学部教員)・Nader Seklawi(レバノン考古総局)・辛長河・倉賀野健・中山真吾(奈良大学大学院生)・板垣泰之・中谷可奈・石郷岡怜(奈良大学文学部生)

B-15 高松塚古墳石室解体時の石室及び周辺地盤の温湿度性状の熱水分同時移動解析
○小椋大輔・多羅間次郎・鉾井修一(京都大学大学院工学研究科)・石崎武志(東京文化財研究所)・北原博幸(トータルシステム研究所)・犬塚将英(東京文化財研究所)

第2日　6月15日（日）

A会場(421教室) ――――――――

年代測定②　9：30～10：38

A-17　ウィグルマッチング法による榛名渋川噴火の年代決定
○中村賢太郎(パレオ・ラボ)・早川由紀夫(群馬大学)・藤根久・伊藤茂・廣田正史・小林紘一(パレオ・ラボ)

A-18　麦島城建築部材の放射性炭素年代測定について
○中尾七重(武蔵大学)・今村峯雄(国立歴史民俗博物館)

A-19　炭素14年代法による長楽寺開山堂・塑造栄朝禅師像の制作年代
○坂本稔(国立歴史民俗博物館)・岡部央(群馬県立文書館)・朽津信明(東京文化財研究所)

A-20　古筆切の伝承筆者と書跡史学的年代・^{14}C年代との相違に関する研究　―伝藤原俊成筆顕広切・御家切・了佐切を中心に―
○小田寛貴(名古屋大学年代測定総合研究センター)・池田和臣(中央大学文学部)

総会　11：00～12：00

昼休憩　12：00～

ポスターセッション解説、機器展示　12：30～13：30　2号館1階　211・212・213・214教室、4号館1階

年代測定③　13：40～14：14

A-21　考古遺跡堆積物の残存TLを考慮した熱ルミネッセンス（TL）法による年代測定の有効性　―光ルミネッセンス（OSL）法との比較―
長友恒人(奈良教育大学)・○下岡順直(日本学術振興会特別研究員、奈良教育大学)・小畑直也(倉吉博物館)

A-22　ルミネッセンス法を用いた縄文草創期土器の年代測定
○笹田幸佑(奈良教育大学大学院)・長友恒人(奈良教育大学)・小林謙一(中央大学文学部)

産地同定　14：18～15：26

A-23　西本願寺境内から出土した鉄滓と御影堂の鉄釘との関係
○平井昭司・加藤将彦・岡田往子(武蔵工業大学)

A-24　骨ストロンチウム同位体比に与える続成作用の影響
○南雅代・後藤晶子(名古屋大学年代測定総合研究センター)・長谷川拓也(名古屋大学大学院工学研究科)

A-25　マルチアイソトープ分析による日本中世馬の移動経緯に関する研究
○覚張隆史・米田穣(東京大学大学院・新領域創成科学研究科)・鵜澤和宏(東亜大学・人間科学)・本郷一美(総研大・生命共生体進化)・向井人史(国立環境研究所)・中野孝教(総合地球環境学研究所)

A-26　土器の産地推定に向けた河川の砂の分析の有効性と課題
○鐘ヶ江賢二(鹿児島国際大学)

閉会の挨拶　15：50～　B会場

B会場(411教室) ――――――――

材質・技法①　9：30～10：38

B-16　中世の金精錬技術に関する科学調査について　―甲斐金山遺跡を中心に―
○沓名貴彦(山梨県立博物館)・鈴木稔(帝京大学山梨文化財研究所)・谷口一夫(湯之奥金山博物館)・萩原三雄(帝京大学山梨文化財研究所)・村上隆(京都国立博物館)

B-17　中～近世模鋳銭の材質に見る一様相
○比佐陽一郎(福岡市教育委員会)・梅崎恵司(北九州市芸術文化振興財団埋蔵文化財調査室)・鈴木瑞穂・大澤正己((株)九州テクノリサーチ)

B-18　徳丹城跡出土木製冑の復元とその実用性
○塚本敏夫(元興寺文化財研究所)・岩倉雅美(井波彫刻工芸士)・西野修(矢巾町教育委員会)

B-19　象嵌大刀と耳飾からみた5～6世紀金線製作技法
○林志暎(韓国国立釜山大学校博物館特別研究員)

総会　11：00～12：00

昼休憩　12：00～

ポスターセッション解説、機器展示　12：30～13：30　2号館1階　211・212・213・214教室、4号館1階

材質・技法②　13：40～14：48

B-20　三角縁神獣鏡の原料 —「舶載鏡」と「仿製鏡」の関係について—
○馬淵久夫(くらしき作陽大学)

B-21　蛍光X線装置を用いた元素マッピングによるリン・カルシウム分析
○藤根久・佐々木由香・中村賢太郎((株)パレオ・ラボ)・(財)岐阜市教育文化振興事業団

B-22　ポータブル粉末X線回折計への蛍光X線分析機能の付加とエジプトにおけるオンサイト分析
○阿部善也・K.タンタラカーン・中井泉(東京理科大学理学部応用化学科)・前尾修司・宇高忠(大阪電気通信大学)・谷口一雄(株式会社X線技術研究所・大阪電気通信大学)

B-23　放射光XAFS分析によるラスター彩陶器顔料の化学的特性化
○三浦早苗・保倉明子・中井泉(東京理科大学)

材質・技法③　14：52～15：43

B-24　日本における各種ベンガラ顔料の生産と使用 —最近の調査事例から—
○北野信彦(東京文化財研究所)

B-25　染織文化財に用いられた染料の超微量分析の試み (2)　質量分析による黄色染料の分析
○佐々木良子・佐々木健(京都工芸繊維大学)

B-26　シンクロトロン顕微赤外分光法を応用した出土繊維資料の材質調査における基礎的研究
○奥山誠義(奈良県立橿原考古学研究所)・佐藤昌憲(奈良文化財研究所・京都工芸繊維大学)・吉松茂信(宮内庁正倉院事務所)・赤田昌倫(京都工芸繊維大学大学院)

閉会挨拶　15：50～　B会場

ポスターセッション

解説時間：6月14日（土）・15日（日）　12：30～13：30　2号館1階　211・212・213・214教室

P-001　年輪年代法による年代決定：クロスデーティングの実演
○米延仁志(鳴門教育大学大学院学校教育研究科)・大山幹成・星野安治(東北大学植物園)・Dieter Eckstein(University of Hamburg, Department of Wood Science)

P-002　岐阜県飛騨地方におけるブナ材製民具の年輪年代測定
○星野安治(東北大学植物園)・大河内隆之・光谷拓実(奈良文化財研究所)

P-003　マイクロフォーカスX線CTによる池口寺木造菩薩形立像の非破壊年輪年代測定
○大河内隆之・光谷拓実(奈良文化財研究所)・児島大輔(日本学術振興会特別研究員)

P-004　日本産ツガ属の年輪年代測定 —近世建造物における試み—
○藤井裕之(奈良文化財研究所)・竹口泰生(奈良県文化財保存事務所)

P-005　東京都千代田区弥勒寺跡出土の木棺材より構築した年輪幅クロノロジー
○大山幹成(東北大学植物園)・鈴木伸哉(早稲田大学人間科学部)・八木千紘((株)アットホーム)・鈴木三男(東北大学植物園)

P-006　TL法を用いた磁器の年代測定にみられる問題点の検討
○青木智史・長友恒人(奈良教育大学)

P-007　考古遺跡を形成する堆積物の光ルミネッセンス（OSL）年代測定 —多試料法と単試料法による蓄積線量評価の比較—
長友恒人(奈良教育大学)・○下岡順直(日本学術振興会特別研究員、奈良教育大学)・小畑直也(倉吉博物館)

P-008　学術創成研究「弥生農耕の起源と東アジア」による弥生期の高精度編年
○坂本稔(国立歴史民俗博物館)・学術創成研究グループ(代表者:西本豊弘)

P-009　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
○尾嵜大真・藤尾慎一郎(国立歴史民俗博物館)・小林謙一(中央大学文学部)・坂本稔・春成秀爾・今村峯雄・西本豊弘(国立歴史民俗博物館)・松崎浩之(東京大学大学院)・中村俊夫(名古屋大学年代測定総合研究センター)・光谷拓実(奈良文化財研究所)

P-010　敦煌莫高窟初期窟の放射性炭素年代
○高林弘実(東京文化財研究所)・中村俊夫(名古屋大学)・郭青林(敦煌研究院保護研究所)・岡田健(東京文化財研究所)

P-011　北陸地域における環状木柱列の年代観の再検討 ―考古学的編年と^{14}C年代の比較―
○西本寛(名古屋大学大学院環境学研究科)・高田秀樹(能登町教育委員会)・中村俊夫(名古屋大学年代測定総合研究センター)

P-012　長崎県鷹島沖から回収された元寇関連資料の放射性炭素年代
○中村俊夫(名古屋大学)・山田哲也(元興寺文化財研究所)・松尾昭子(鷹島町教育委員会)・太田友子(名古屋大学)・植田直見(元興寺文化財研究所)

P-013　統計データによる土器付着炭化物の^{14}C年代測定結果の評価
○今村峯雄・坂本稔(人間文化研究機構・国立歴史民俗博物館)

P-014　琵琶湖周辺の遺跡の炭素14年代と淡水リザーバー効果の可能性
○宮田佳樹・遠部慎・坂本稔・今村峯雄(国立歴史民俗博物館)

P-015　AMS年代測定法による弥生時代墳墓の検討 ―長崎県宇久松原遺跡の石棺墓と甕棺墓―
○川宿田好見(鹿児島国際大学)

P-016　アムール下流域・マラヤガバニ遺跡における新石器文化編年の検討
○國木田大・吉田邦夫(東京大学)・I. Shevkomud(極東国立博物館)・大貫静夫・熊木俊朗(東京大学)・福田正宏(東北芸術工科大学)・A. Konopatskii(ノボシビルスク教育大学)

P-017　アンコール遺跡(カンボディア)の木材に対する^{14}C年代測定
○内田悦生(早稲田大学理工学術院)・オリビエ=クニン(Centre for Khmer Study)・下田一太(早稲田大学理工学研究所)・田久保豊・中川武(早稲田大学理工学術院)

P-018　Lake Megata 2006 Project: 湖沼年縞堆積物による古環境復元
○米延仁志(鳴門教育大学大学院学校教育研究科)・山田和芳(国際日本文化研究センター)・五反田克也(千葉商科大学政策情報学部)・北川淳子(国際日本文化研究センター)・篠塚良嗣(北海道大学大学院地球環境科学研究院)・奥野充(福岡大学理学部)・斎藤めぐみ(国立科学博物館地学研究部)・原口強(大阪市立大学理学部)・安田喜憲(国際日本文化研究センター)・Lake Megata 2006 Project Members

P-019　1669年に起きたシャクシャインの戦いの「遠因」について
○添田雄二(北海道開拓記念館)

P-020　日本産樹木による古気候復元の試み
○大山幹成(東北大学植物園)・米延仁志(鳴門教育大学学校教育学部)・星野安治(東北大学植物園)

P-021　大分市横尾遺跡における縄文時代早期後葉以降の遺体群集の検討と環境の変遷
金原正明(奈良教育大学)・塩地潤一(大分市教育委員会)・○金原正子(古環境研究所)・古川匠(大分市教育委員会)・金原裕美子(奈良大学)

P-022　下之郷遺跡出土の磨製石剣に巻かれた樹皮のDNA鑑定
○花森功仁子(東海大学大学院地球環境科学研究科・(株)ジェネテック)・望月峰子((株)ジェネテック)・岡田喜裕(東海大学大学院)・川畑和弘(守山市教育委員会文化財保護課)・佐藤洋一郎(総合地球環境学研究所)

P-023　後期旧石器時代および縄文時代の石器残存デンプン
○渋谷綾子(総合研究大学院大学文化科学研究科)

P-024　イネと稲作の起源に関する最近の知見
○佐藤洋一郎(総合地球環境学研究所)・中村郁郎(千葉大学大学院園芸学研究科)・石川隆二(弘前大学農学生命科学部)・趙志軍(中国社会科学院　考古研究所)・D. Fuller(ロンドン大学　考古学研究所)

P-025　完新世における日本産ハイガイの成長速度の多様性
○畑山智史・富岡直人(岡山理科大学)・若松挙史(瀬戸内市)・田嶋正憲(岡山市)

P-026　山梨県における古墳時代 ～古代の馬生産
○植月学(山梨県立博物館)

P-027　古市川湾における縄文時代の環境変動と人間活動
○植月学(山梨県立博物館)・阿部常樹(國學院大學研究開発推進機構)・村田泰輔(東京大学新領域創成科学研究科)・領塚正浩(市立市川考古博物館)・中村俊夫(名古屋大学年代測定総合研究センター)・吉田邦夫(東京大学総合研究博物館)

P-028　不かく乱土壌試料を用いた土壌分析 ～旧石器時代の石器混入土壌の土壌微細形態学的特徴～
○須永薫子(東京農工大学)・平山良治(国立科学博物館)・安蒜政雄・野口淳(明治大学)・明治大学校地内遺跡調査団

P-029　滋賀県畦ノ平遺跡出土材にみる古代の伐採・製材技術
○村上由美子・光谷拓実(総合地球環境学研究所)・横田洋三・北原治((財)滋賀県文化財保護協会)

P-030　岡本前耕地遺跡出土漆器の材質と技法
○武田昭子(昭和女子大学)・上條朝宏・飯塚武司(東京都埋蔵文化財センター)・門倉武夫(東京国立文化財研究所名誉研究員)・赤沼英男(岩手県立博物館)・土谷信高(岩手大学)

P-031　一乗谷朝倉氏遺跡出土漆器塗膜断面構造から推定される下地調整技法 (2)
○武田昭子(昭和女子大学)・水村伸行(一乗谷朝倉氏遺跡資料館)・赤沼英男(岩手県立博物館)・土谷信高(岩手大学)

P-032　達磨大師像台座に用いられた漆塗膜と下地の科学分析
○神谷嘉美(明治大学大学院理工学研究科)・宮腰哲雄(明治大学理工学部)

P-033　縄文文化前期の漆製品に関わる材質と技法 ―帯広市大正8遺跡の事例から―
○小林幸雄(北海道開拓記念館)・北沢実(帯広百年記念館)

P-034　北海道における縄文文化晩期の朱彩漆器 ―釧路町天寧 (テンネル) 1遺跡の事例から―
○小林幸雄(北海道開拓記念館)・南武志(近畿大学)・工藤研治(北海道教育委員会)・福井淳一(財団法人北海道埋蔵文化財センター)

P-035　島根県内の赤色顔料について
○柴崎晶子(島根県埋蔵文化財調査センター)

P-036　堤方権現台古墳木棺内におけるパイプ状粒子の生成
○藤根久・佐々木由香(パレオ・ラボ)・松原典明(堤方権現台古墳調査団)

P-037　愛知県朝日遺跡の赤色顔料分析
○堀木真美子(愛知県埋蔵文化財センター)

P-038　弥生時代の赤色顔料の生産・消費工程の復元　―奈良県唐古・鍵遺跡出土の「内面朱付着土器」を中心として―
○西野摩耶(慶應義塾大学大学院)・奥山誠義(橿原考古学研究所)・藤田三郎(田原本町教育委員会)

P-039　前期前方後円(方)墳から出土するベンガラの地域性に関する研究
○志賀智史(九州国立博物館　学芸部　博物館科学課　保存修復室)

P-040　上水流遺跡 (鹿児島県南さつま市) 出土の赤色粒子と鉄バクテリアの関連について
○内山伸明・森雄二・永濵功治・中村幸一郎・西園勝彦・黒川忠広(鹿児島県立埋蔵文化財センター)・橋本英樹・古谷充章・團野瑛章・高田潤(岡山大学大学院自然科学研究科)

P-041　鹿児島県内出土ガラス製小玉類の科学的調査
○森雄二・大久保浩二・内山伸明・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-042　蛍光X線分析法を用いた近世絵画の彩色分析
○石川優生・稗田貞臣・平尾良光(別府大学大学院文学研究科)

P-043　鹿児島集成館などからの反射炉関連資料の成分分析
○加藤将彦・平井昭司・岡田往子・鈴木章悟(武蔵工業大学)・長野遥(佐賀大学)

P-044　せん佛および関連物質のX線顕微鏡による科学分析
杉下知絵(龍谷大学理工学部学生)・○藤原学(龍谷大学デジタルアーカイブ研究センター)・松下隆之(龍谷大理工学部)・江南和幸(龍谷大学デジタルアーカイブ研究センター)

P-045　把手付坩堝の復元的研究 ―真鍮地金の調合について―
○伊藤幸司(財団法人　大阪市文化財協会)

P-046　国宝彦根屏風の彩色材料調査
○早川泰弘・城野誠治(東京文化財研究所)

P-047　三次元デジタイザ計測法による弥生時代武器形青銅器の同笵関係検討
小林公治・○今津節生・河野一隆・輪田慧(九州国立博物館)・境靖紀(春日市教育委員会)

P-048　ロシア沿海地方の渤海遺跡出土金属製品の材質分析と保存処理
小嶋芳孝・○中村晋也(金沢学院大学)・V. Boldin・A. Ivliev・Y. Nikitin・E. Gelman(ロシア科学アカデミー極東支部歴史学考古学民族学研究所)

P-049　出土絹製遺物の顕微赤外分析による研究Ⅱ
○赤田昌倫(京都工芸繊維大学大学院　先端ファイブロ科学)・佐藤昌憲(奈良文化財研究所　客員教授)・奥山誠義(橿原考古学研究所)

P-050　土坑内のリン、炭素、窒素の濃度分布と粒度分布、検出花粉化石と埋葬の可能性について
○渡辺正巳(文化財調査コンサルタント株式会社)・伊藤徳広(島根県埋蔵文化財調査センター)・園山薫(出雲市文化財課)・後藤啓光(文化財調査コンサルタント株式会社)

P-051　出土した金属製品に付属する繊維製品の非破壊調査 ～九州および北海道の事例～
○手代木美穂(東北芸術工科大学文化財保存修復研究センター)

P-052　繊維鑑別のための基礎的研究 ―ベトナム(ドンソン文化時代)の出土繊維を試料として―
○伊藤美香・小原奈津子(昭和女子大学)・Nguyen van Viet (The Centre for Southeast Asian Prehistory)

P-053　善通寺市菊塚古墳出土空玉・耳鐶の科学的調査とその意義について
○杉本和江(古美術修理　すぎもと)・川本耕三((財)元興寺文化財研究所)・笹川龍一(善通寺市教育委員会)

P-054　化粧土を塗布した土器の化学的考察 ―青銅器時代を中心に―
○黄嵩凱・中井泉(東京理科大学理学部)

P-055　平城京跡出土三彩・緑釉陶器と緑釉瓦の自然科学的分析
○降幡順子・神野恵・今井晃樹・肥塚隆保(奈良文化財研究所)

P-056　刀剣製作における焼き入れ工程の温度条件
○齋藤努・高塚秀治(国立歴史民俗博物館)

P-057　レバノン共和国ティール市郊外所在ローマ時代地下墓の壁画顔料の分析
○西山要一(奈良大学文学部教員)・Gaby Maamary(バラマンダ大学教員)・Nader Seklawi(レバノン考古総局)・辛長河・倉賀野健・中山真吾(奈良大学大学院生)・板垣泰之・中谷可奈・石郷岡怜(奈良大学文学部生)

P-058　化学組成からみた二上山産サヌカイトの石器石材への利用動向
○高橋豊(富士常葉大学環境防災研究所)・佐藤良二(香芝市教育委員会)

P-059　旧石器時代細石刃の使用痕分析
○寒川朋枝(鹿児島大学埋蔵文化財調査室)

P-060　鷹島海底遺跡出土武具の分析調査
○塚本敏夫・橋本英将・植田直見(元興寺文化財研究所)・鳥越俊行・今津節生(九州国立博物館)・中田敦之・松尾昭子(松浦市教育委員会)

P-061　X線CTスキャナーを活用した千歳市梅川4遺跡フレイク集中の解析
○田口尚・鈴木信(北海道埋蔵文化財センター)・今津節生・鳥越俊行(九州国立博物館)

P-062　X線CTスキャナーを活用した赤色漆塗櫛の構造と製作技法の調査
○田口尚・鈴木信・土肥研昌(北海道埋蔵文化財センター)・今津節生・鳥越俊行(九州国立博物館)・小林幸雄(北海道開拓記念館)

P-063　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)

P-064　文化財用X線CTスキャナによる弥生時代青銅器の鋳造方法の検討
○小林公治・今津節生・鳥越俊行・河野一隆・輪田慧(九州国立博物館)・境靖紀(春日市教育委員会)

P-065　上月隈遺跡出土銅剣の復元における鋳造実験
小泉武寛(和銅寛)・斎藤伸治(株式会社スタジオ三十三)・田上勇一郎・瀧本正志・比佐陽一郎(福岡市埋蔵文化財センター)・○撫養健至(株式会社スタジオ三十三)

P-066　縄文～古墳時代の装身具に用いられる石材の蛍光X線分析について
○比佐陽一郎(福岡市教育委員会)・大坪志子・小畑弘己(熊本大学埋蔵文化財調査室)

P-067　福岡県内の古代遺跡から出土するガラス製品について ―蛍光X線定性分析による調査―
○比佐陽一郎(福岡市教育委員会)

P-068　三次元計測を用いた装飾古墳製作工程の研究 ―熊本市千金甲1号墳の事例―
○池田朋生(熊本県立装飾古墳館)・朽津信明(東京文化財研究所)・増田智仁(凸版印刷)・森本哲郎・池内克史(東京大学)・林田和人(熊本市教育委員会)・前田真由子(熊本県教育委員会)

P-069　縄文時代のベンガラの獲得と利用に関する基礎的研究 ―新潟県中越地域の縄文時代中期・晩期の集落遺跡を中心として―
○西野摩耶(慶應義塾大学大学院)・佐藤雅一(津南町教育委員会)・上條朝宏(東京都埋蔵文化財センター)・建石徹(文化庁美術学芸課)

P-070　鉛同位体比の表現方法について
○廣坂美穂・山本英二・亀田修一（岡山理科大学院総合情報研究科）

P-071　九州出土経筒の鉛同位体比が語るもの
○石川ゆかり・平尾良光（別府大学大学院）

P-072　韓国益山市王宮里遺跡から出土したガラス製品に関する鉛同位体比調査
○魯禔玹・平尾良光（別府大学大学院　文学研究科）・金奎虎・金那瑛（韓国、公州大学文化財保存科学科）・田庸昊・韓松伊（韓国、国立扶餘文化財研究所）

P-073　韓国武寧王陵から出土したガラスに関する鉛同位体比調査
○魯禔玹・平尾良光（別府大学大学院　文学研究科）・金奎虎・金那瑛（韓国、公州大学文化財保存科学科）・李允姫（韓国、国立公州博物館）・姜炯台（韓国、国立中央博物棺）

P-074　長崎県原城跡から出土した鉛製弾丸の鉛同位体比
○西田京平（別府大学大学院）・角元友美（別府大学）・平尾良光（別府大学大学院）・松本慎二（南島原市教育委員会）

P-075　カンボジア王国プンスナイ遺跡から出土した青銅器に関する鉛同位体比
○角川茂・平尾良光（別府大学大学院文学研究科）・宮塚義人（宮塚文化財研究所）・安田喜憲（国際日本文化研究センター）

P-076　石器・玉類の原材産地分析（24）
○藁科哲男（遺物材料研究所）・丹羽佑一（香川大学）・出原恵三（高知県埋蔵文化財センター）・中村大介（高麗大学校　考古環境研究所）

P-077　蛍光X線分析による産地推定における遠隔産地、不明産地の黒曜石について
○成島優・望月明彦（沼津工業高等専門学校応用物質工学専攻）

P-078　新潟県小千谷市真人原遺跡出土黒曜石の産地推定
○梧桐翔大・望月明彦（沼津工業高等専門学校応用物質工学専攻）

P-079　霧島火山北麓の縄文遺跡出土黒曜石の産地同定
○高橋豊（富士常葉大学環境防災研究所）

P-080　黒曜石水和層の産地間比較
○渡辺圭太（立教大学）・比屋根肇（東京大学）・鈴木正男（立教大学）

P-081　鹿児島県内遺跡における黒曜石原産地推定の試み　―大口市小原野遺跡・出水市上場遺跡について―
○杉原重夫（明治大学地理学研究室）・金成太郎（明治大学文化財研究施設）・中村守男（大口市教育委員会）・岩﨑新輔（出水市教育委員会）・長井雅史・柴田徹（明治大学文化財研究施設）

P-082　中性子回折法、蛍光X線分析法、および岩石学的手法による縄文土器胎土分析の比較
○河西学（帝京大学山梨文化財研究所）・小林謙一（中央大学文学部）・神山崇・池田進（高エネルギー加速器研究機構）・新免歳靖（総合研究大学院大学）・坂上恵梨・二宮修治（東京学芸大学）・永嶋正春（国立歴史民俗博物館）

P-083　万之瀬川下流遺跡の古墳時代及び古代の出土須恵器と布目瓦の蛍光Ｘ線分析
○上床真・黒川忠広（鹿児島県立埋蔵文化財センター）・三辻利一（大阪大谷大学）

P-084　鹿児島県内遺跡出土の平安時代の須恵器の産地問題
池畑耕一・堂込秀人・○森雄二・黒川忠広・上床真（鹿児島立埋蔵文化財センター）・三辻利一（鹿児島国際大学）

P-085　宮崎県内出土古墳時代の須恵器の産地問題
北郷泰道・橋本英俊（西都原考古博物館）・○三辻利一（大阪大谷大学）

P-086　西都原古墳群周辺の粘土の蛍光X線分析
○北郷泰道・橋本英俊（西都原考古博物館）・有馬義人（新富町教育委員会）・犬木努・三辻利一（大阪大谷大学）

P-087　西都原169、170号墳出土埴輪、土師器の考古科学的研究
○犬木努（大阪大谷大学）・北郷泰道・橋本英俊（西都原考古博物館）・近藤麻美・三辻利一（大阪大谷大学）

P-088　男狭穂塚古墳、女狭穂塚古墳出土埴輪の考古科学的研究
○犬木努（大阪大谷大学）・福尾正彦・清喜祐二（宮内庁書陵部）・北郷泰道・橋本英俊（西都原考古博物館）・近藤麻美・三辻利一（大阪大谷大学）

P-089　宮崎県内の古墳出土埴輪、土師器の考古科学的研究
○北郷泰道・橋本英俊（西都原考古博物館）・有馬義人（新富町教育委員会）・犬木努・三辻利一（大阪大谷大学）

P-090　徳之島、カムィヤキ窯群出土陶器、粘土、岩石の蛍光X線分析
○新里亮人(伊仙町歴史民俗資料館)・三辻利一(鹿児島国際大学)

P-091　徳之島の遺跡出土軟質土器の考古科学的研究
○新里亮人(伊仙町歴史民俗資料館)・三辻利一(鹿児島国際大学)

P-092　南西諸島の遺跡出土カムィヤキ陶器の検出
上村俊雄・○三辻利一(鹿児島国際大学)・新里亮人(伊仙町歴史民俗資料館)

P-093　マツノト遺跡出土土器の考古科学的研究
○中山清美(奄美博物館)・三辻利一(鹿児島国際大学)

P-094　K-Ca、Rb-Sr分布図は何故、有効に地域差を表すのか
○三辻利一・中園聡・鐘ヶ江賢二・川宿田好見(鹿児島国際大学)

P-095　胎土分析からみた南西諸島先史時代土器の地域性（沖縄諸島、先島諸島）
○新里貴之(鹿児島大学)・西銘章(沖縄県立埋蔵文化財センター)・島袋綾野(石垣市史編纂室)・宮城弘樹(今帰仁村教育委員会)・安座間充(金武町教育委員会)・大屋匡史・榊原えりこ(鹿児島大学)・三辻利一(鹿児島国際大学)

P-096　胎土分析からみた南西諸島先史時代土器の地域性（奄美諸島）
○新里貴之(鹿児島大学)・黒川忠広(鹿児島県立埋蔵文化財センター)・松村智行(龍郷町教育委員会)・鼎丈太郎(瀬戸内町教育委員会)・松本信光(奄美市教育委員会)・新里亮人(伊仙町歴史民俗資料館)・森田太樹(知名町教育委員会)・大屋匡史・榊原えりこ(鹿児島大学)・三辻利一(鹿児島国際大学)

P-097　蛍光X線分析による鹿児島大学構内遺跡出土須恵器の胎土的特徴について
○中村直子・新里貴之・寒川朋枝・河野裕次・真邊彩(鹿児島大学)・三辻利一(鹿児島国際大学)

P-098　蛍光X線分析による鹿児島大学構内遺跡出土笹貫式土器の胎土的特徴について
○中村直子・新里貴之・寒川朋枝・河野裕次・真邊彩・本田道輝(鹿児島大学)・三辻利一(鹿児島国際大学)

P-099　フィジーにおける土器の蛍光X線分析
○黒木梨絵・川宿田好見・平川ひろみ・中園聡(鹿児島国際大学)・松本直子(岡山大学)

P-100　薩摩半島西部における縄文～古墳時代土器の化学特性
○黒木梨絵・平川ひろみ・下原三奈・徳留直広・中園聡(鹿児島国際大学)

P-101　初期須恵器窯跡群における須恵器および粘土の蛍光X線分析
○平川ひろみ・花田寛典・米森祐太・田中健太・西元直行・三辻利一・中園聡(鹿児島国際大学)

P-102　ポータブル蛍光X線分析装置を用いたイスラーム陶器の白色釉薬の考古化学的研究
○権代紘志・加藤慎啓・中井泉(東京理科大学理学部応用化学科)・真道洋子(イスラーム考古学研究所)

P-103　史跡津山城出土の「作」刻印瓦の胎土分析
行田裕美(岡山県津山市教育委員会)・○白石純(岡山理科大学自然科学研究所)

P-104　岡山県内の遺跡から出土した陶棺の胎土分析
木下崇・○山口一裕・白石純(岡山理科大学理学部)・小郷利幸(津山市教育委員会)

P-105　漆喰壁土蔵の劣化機構と保存対策（3）　～漆喰壁下地の物理的特性～
○鈴木雄太・松田泰典(東北芸術工科大学大学院)・米村祥央(東北芸術工科大学)

P-106　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
○米村祥央(東北芸術工科大学)

P-107　出土木製品の科学的保存処理法の比較研究
○植村明男(奈良大学大学院)・西山要一(奈良大学)

P-108　収縮・変形した出土木製遺物の形状回復に関する研究・その4　―PEG含浸法による収縮木材の回復試験―
○井上美知子・植田直見・伊藤健司・山田卓司((財)元興寺文化財研究所)

P-109　出土木製品の凍結乾燥処理について　―乾燥終点をめぐる諸問題―
○川本耕三・木沢直子・植田直見((財)元興寺文化財研究所)

P-110　糖アルコール含浸法における処理設備の改善　―より安価で安全な新しい試み―
○伊藤幸司・藤田浩明(財団法人大阪市文化財協会)

P-111　糖アルコール含浸処理における固化・乾燥工程の検討（その2）　―トレハロースを添加した際の結晶促進方法―
○伊藤幸司・藤田浩明(財団法人大阪市文化財協会)

P-112　日本画の色材の表面物性に関する研究
○沓名貴彦(山梨県立博物館)

P-113　飯田市・文永寺石室五輪塔における蘚苔類の繁茂について
○朽津信明・二神葉子(東京文化財研究所)

P-114　臼杵磨崖仏における凍結破砕防止策の検討 (3)　―覆屋内温熱環境の予測と凍結防止策の提案―
○森井順之(東京文化財研究所)

P-115　高松塚古墳・キトラ古墳壁画の生物劣化に係わる微生物について　―石室内菌類相の変化と主要な菌類の正体―
○佐野千絵・木川りか・三浦定俊(東京文化財研究所)・喜友名朝彦・安光得(株式会社テクノスルガ・ラボ)・杉山純多(株式会社テクノスルガ・ラボ　東京事務所)

P-116　高松塚古墳の版築土および石室石材の水分特性測定
カリル　マグディ(東京文化財研究所、エジプト治水・水利省、国立水利研究センター)・○石崎武志(東京文化財研究所)

P-117　石造文化財の保存修復用撥水剤の開発
○山路康弘(別府大学文化財研究所)・安田奈央(日本文化財科学会会員)

P-118　七寺一切経及び唐櫃の保存環境調査
○吉川也志保(一橋大学大学院)・中村一紀(宮内庁書陵部)

P-119　松浦市鷹島海底遺跡出土漆製品の保存処理について
○植田直見・川本耕三・木沢直子・大国万希子・山田哲也((財)元興寺文化財研究所)・高妻洋成・大河内隆之((独)国立文化財機構奈良文化財研究所)・中田敦之・松尾昭子(松浦市教育委員会)

P-120　水質検知管を用いた脱塩溶液中の塩素イオン濃度測定の有効性について
○松田隆嗣(福島県立博物館)

P-121　青銅器時代の青銅細文鏡の復元製作技術の研究
○鄭光龍(大韓民国　韓国伝統文化学校)・尹用賢(大韓民国　国立中中央科学館)・李鉉相・李壽熙(大韓民国　韓国伝統文化学校)

P-122　金銅製品の表面の青銅錆の除去技法研究
○鄭光龍・李壽熙・李周泫・朴東熙(大韓民国　韓国伝統文化学校)・黄振周(大韓民国　国立文化財研究所)

P-123　青銅遺物保存処理用の表面強化処理剤の比較研究
○趙賢景・趙南哲(大韓民国　公州大学校)・姜炯台(大韓民国　国立中央博物館)

P-124　文化財調査用可搬型X線検出器の開発研究
○犬塚将英(東京文化財研究所)

P-125　日本酸性土壌における考古試料のアミノ酸ラセミ化率とDNA保存性の関連性
○覚張隆史・太田博樹(東京大学大学院新領域創成科学研究科)・大谷進(神奈川歯科大学高次口腔研究所)・米田穣(東京大学大学院新領域創成科学研究科)

P-126　ステレオ移動撮影による簡易形状計測手法を用いた泉崎横穴のデジタル化
○朽津信明(東京文化財研究所)・○運天弘樹・三橋徹(凸版印刷)

P-127　三次元デジタルデータを用いた考古資料の比較研究 ～同型鏡の製作工程の検討～
○水野敏典・○奥山誠義・岡林孝作・山田隆文・樋口隆康(奈良県立橿原考古学研究所)

P-128　三次元プリンタを用いた実体模型の展示・研究における活用
○今津節生・鳥越俊行・輪田慧(九州国立博物館)

P-129　X線CTスキャナによる今和泉島津家墓地出土品の科学的調査
中摩浩太郎(指宿市考古博物館)・荒木祐一郎(葵文化)・鳥越俊行・○今津節生(九州国立博物館)

P-130　蛍光X線による西本願寺書院虎の間における障壁画の顔料分析
清水俊貴(龍谷大学大学院理工学研究科大学院生)・○森正和・江南和幸・岡田至弘(龍谷大学デジタルアーカイブ研究センター)・河野益近(京都大学大学院工学研究科)

P-131　VR画像を活用した装飾古墳の壁画保存・展示のためのデジタルアーカイブ
○河野一隆・赤司善彦(九州国立博物館)・武廣正純・天賀光広・村上浩明((株)とっぺん)

P-132　大谷コレクション「本草集注序録」・「比丘含注戒本」用紙の科学分析
坂本昭二・○江南和幸・岡田至弘・森正和・滝澤昌子(龍谷大学古典籍デジタルアーカイブ研究センター)・河野益近(京都大学大学院工学研究科)

P-133　大谷コレクション五代時代経典「妙法蓮華経」，「維摩詰所説経」の用紙の科学分析
○江南和幸・坂本昭二・岡田至弘(龍谷大学古典籍デジタルアーカイブ研究センター)・土屋和三(龍谷大学文学部)・河野益近(京都大学大学院工学研究科)・増田勝彦(昭和女子大学)

P-134　文化財総合情報システムSTISの開発と応用　―ローカルナリッジとしての文化知の可視化と定量評価に向けて―
○津村宏臣・鎌倉快之(同志社大学)・澤田砂織(京都高度技術研究所)・寺村裕史(総合地球環境学研究所)

P-135　山形県置賜地方における江戸時代建立の草木塔の保存と活用について　～保存状態調査とGISによる視覚化の試み～
吉田由希・○松田泰典(東北芸術工科大学大学院)

P-136　GIS/CAD/VRによる長岡京の3次元ビジュアライゼーションとその活用
○河角龍典(立命館大学)・橋本隆憲((株)キャドセンター)・矢野桂司・高瀬裕(立命館大学)

P-137　考古遺跡調査へのRFID技術の導入 ～ミューチップICタグの耐性試験～
安藤涼介・長瀬智(東京工業大学)・岡本篤志(東北芸術工科大学)・○亀井宏行(東京工業大学)

P-138　凝灰岩における塩類風化被害の形態分析と定量評価の試み
○神田涼・アンドラス・モルゴス・松井敏也(筑波大学大学院)

P-139　土器に残存する塩の検出方法の開発：製塩土器の同定に向けて
○堀内晶子・落合暢夫(国際基督教大学教養学部)・宮田佳樹(国立歴史民俗博物館)

P-140　豊前地域の鉄生産の成立 ―古墳時代後期遺跡出土の鉄滓の分析をとおして―
村上久和(大分県埋蔵文化財センター)・○山田拓伸(大分県立歴史博物館)

P-141　狩猟動物の解体・加工と骨角器製作からみた縄文時代の動物資源利用　―中国地方の遺跡出土資料を中心として―
○石丸恵利子(総合地球環境学研究所)

P-142　東京都中央区日本橋一丁目遺跡より出土した江戸時代の建築用材の樹種
○鈴木伸哉(早稲田大学)・能城修一(森林総合研究所)

P-143　美術品輸送に関する文化財用免震装置の開発 (1)
○塚本敏夫・雨森久輝(元興寺文化財研究所)・駒井利定(有限会社CP輸送)・小島誠・横尾淳一(株式会社エーエス)

P-144　展示ケース内装用シートの透湿特性
○宮野則彦(日本大学)

P-145　伝統的祭服の収納保存ケースとその性能　第2報 ―（財）神山復生病院復生記念館において―
○武田昭子(昭和女子大学)・小嶋康子((財)神山復生病院)・宮野秋彦(名古屋工業大学)

P-146　ハンセン病施設における関連資料の保存環境に関する研究（その1）　―菊池恵楓園社会交流会館収蔵庫について―
○宮野秋彦(名古屋工業大学)・武田昭子(昭和女子大学)・野上玲子(菊池恵楓園)・安陪愛(熊本大学)・古閑誠(菊池恵楓園)

P-147　ハンセン病施設における関連資料の保存環境に関する研究（その2）　―長島愛生園神谷書庫の内部温湿度環境調査結果―
○宮野秋彦(名古屋工業大学)・武田昭子(昭和女子大学)・田村朋久(長島愛生園)

P-148　京都府普賢寺の基壇を対象とした探査研究
○岸田徹・津村宏臣(同志社大学文化情報学部)・若林邦彦(同志社大学歴史資料館)・置田雅昭(天理大学文学部)

P-149　京都府下司古墳群7号墳における地中レーダ探査研究
○岸田徹・津村宏臣(同志社大学文化情報学部)・辰巳和弘(同志社大学歴史資料館)・中谷正和(同志社大学文化情報学部)・辻井祐(㈱アイティーティー)

P-150　ハンディ型光学顕微鏡を使った微小領域の彩色材料可視反射分光分析
○吉田直人(東京文化財研究所保存修復科学センター)

P-151　帯磁率計を用いた被熱遺構の調査
○永濵功治・大久保浩二・内山伸明・森雄二・中村幸一郎・黒川忠広・上床真・西園勝彦(鹿児島県立埋蔵文化財センター)

P-152　ガラス質火山岩の比重による分類についての提案
○柴田徹・長井雅史(明治大学文化財研究施設)・杉原重夫(明治大学地理学研究室)

P-153　骨部位の違いによる炭素・窒素同位体比の相違 ～現生人骨での検討～
○瀧上舞・米田穣(東京大学大学院新領域創成科学研究科)・南雅代・中村俊夫(名古屋大学年代測定総合研究センター)・百々幸雄(北海道文教大学人間科学部)

P-154　徳之島近世人に認められた逆生歯の一例
○下野真理子・竹中正巳(鹿児島女子短期大学)

P-155　宮崎県えびの市島内地下式横穴墓群出土の糞石およびハエ蛹
○竹中正巳(鹿児島女子短期大学)・中野和浩(えびの市教育委員会)

P-156　土器製作者同定法の開発 ―レプリカ法の応用等による工具痕の個体識別―
中園聡・○池平壮峻(鹿児島国際大学)

P-157　土器製作の基礎的実験Ⅰ ―大型専用甕棺復元の試み―
川宿田好見・○重信美那子・赤木翠・平川ひろみ・池平壮峻・新屋敷久美子・泉さやか・中園聡(鹿児島国際大学)

P-158　砂丘砂に埋没した小型遺物のデフレーションに関する実験的研究 ―鹿児島県南種子町広田遺跡の被葬人骨装身具珠類の事例にもとづいて―
○松田順一郎(史跡鴻池新田会所管理事務所)

P-159　開聞岳噴火罹災と生活変移 ―874年の噴火に着目して―
片岡伸彰・○阿児雄之・亀井宏行(東京工業大学)

P-160　カンボジア、バイヨン寺院南経蔵中央抗における出土金属製品の出土状況と組成分析について
山本信夫(早稲田大学理工学術院理工学研究所)・内田悦生・中川武(早稲田大学理工学術院)・○中松万由美(早稲田大学創造理工学研究科)

機器・図書展示（五十音順）

株式会社北九州中国書店
株式会社パレオ・ラボ
株式会社三ツワフロンテック
理研計器株式会社

広告（五十音順）

株式会社アクト
エクスロン・インターナショナル株式会社
株式会社田中地質コンサルタント
株式会社パレオ・ラボ
株式会社三ツワフロンテック

特別講演

九州の遺跡出土骨からみたウシとウマ

—渡来時期とその経路—

西中川　駿
（鹿児島大学名誉教授）

近年、全国各地の古墳時代以降の遺跡からウシやウマの出土例が数多く報告されているが、ウシやウマがいつ頃、どこからわが国へ渡来したかについては、多くの説があり、未だに明らかにされていない。そこで演者と共同研究者は、これまでわが国の古代のウシやウマの形質や渡来時期とその経路を知るために、日本在来牛や在来馬と全国各地の遺跡から出土したウシやウマの遺体について、特に骨や歯を形態計測学的に調査、研究を行ってきた。ここではまず、九州の遺跡から出土した哺乳類遺体について紹介し、次にわが国の在来牛、在来馬並びに遺跡から出土するウシやウマについて話を進めることにする。

九州の遺跡から出土した哺乳類遺体は、食虫目から海牛目まで9目28種が検出されているが、特に珍しい動物としてツキノワグマ、オオカミ、オオヤマネコ、カワウソ、アマミノクロウサギおよびジュゴンなどがあげられる。また、縄文、弥生時代は、出土量からみて九州本土ではイヌを伴侶として、イノシシやシカを中心とした狩猟が行われていたことが推測される。

今から数万年前、わが国にも野牛や野生馬が生息していたことは、岩手県花泉町で発見されたハナイズミモリウシや岐阜県可児町のヒラマキウマなど化石種が存在したことから明らかである。しかし、このような化石種は氷河期に一旦絶滅し、古代遺跡から出土するウシやウマは、民族の移動に伴って新たな系統が移入されたとされている。長谷部は熱田貝塚や轟貝塚などからウマを、陸平貝塚からウシの遺体を検出し、「石器時代にウマ、ウシあり」を論じ、また、林田は出水貝塚からの馬歯の出土をもって、縄文時代にウマのいたことを報告している。しかし近年、松浦・近藤らのフッ素による年代測定により、縄文時代のものは悉く時代が新しくなってきている。

現在、古代の形質を受け継いでいるわが国の在来牛には、萩市見島の見島牛（体高、雄129.5cm、雌114.9±3.4cm）と鹿児島県十島村の口之島野生化牛（雄122.5±2.5cm、雌110.9±2.9cm）の2集団があり、また、在来馬には木曽馬、御崎馬、北海道和種の中型馬（体高 130～135cm）と対州馬、野間馬、宮古馬、与那国馬およびトカラ馬の小型馬（体高114～120cm）の8集団が、先人たちの努力により今もなお各地で系統保存されている。これら在来牛、在来馬の系統について、並河や野澤は中国、韓国および東

南アジアの在来種の遺伝学的調査から、ウシは華南の黄牛よりも欧州系が、ウマは蒙古系のウマが渡来したと論じている。そこで演者らは遺跡出土遺体を同定する基礎資料を得るために、これらの在来種の骨や歯をDrieschの方法に従って計測値して、体高や年齢の推定式並びに性の判別式を作成して、九州の遺跡から出土したウシ、ウマの遺体への応用を試みた。

九州沖縄の各県別、時代別出土状況を報告書や現地調査からみると、ウシの出土した遺跡は沖縄の26ヶ所が最も多く、次いで福岡（16）、熊本（12）、長崎（10）、鹿児島（9）、佐賀（6）の順で、合計85遺跡がある。時代別では中世が39ヶ所で最も多く、次いで弥生（12）縄文（8）、平安（6）、古墳、近世（6）であるが、沖縄では殆どが中世（24）のものである。この中で縄文、弥生時代のものは古い調査のために時代が不確実であり、長崎県壱岐の原ノ辻遺跡（弥生中期）のものが最も古いとされている。

ウマの出土した遺跡は、福岡が41ヶ所で最も多く、次いで熊本（28）、鹿児島（10）、佐賀、宮崎（7）、長崎（6）、大分（4）の順で、合計113遺跡である。時代別では中世が34ヶ所で最も多く、次いで古墳（29）、平安、近世（12）であるが、熊本では古墳時代のもの（14）が最も多い。また、牛と同じく縄文時代（9）の報告もあるが、現在フッ素の年代測定の結果、年代が新しくなっており、今のところ福江市の大浜遺跡のAD40±90年の弥生中期が最も古いと考えられる。

出土した骨や歯の大きさや形状は、ウシ（40遺跡）では上記2種の在来牛のものとよく似ており、また、骨の大きさに明らかな雌雄差が認められる。骨や歯の計測値から体高を推定すると、雄で123.3±2.8cm、雌で113.9±4.3cmであり、これらの値は在来牛とほぼ同じ高さである。一方、ウマ（48遺跡）では御崎馬などの在来馬によく似ている。しかし、雌雄の判別は犬歯の有無や寛骨の形状のみに認められ、長骨では雌雄差がないことから、雌雄を一括した推定体高を示すと、128.5±3.1cmの中型馬が多い中に、117.8±3.9cmの小型馬が含まれており、当時もトカラ馬と同じ大きさのウマがいたことが示唆される。また、臼歯からの年齢の推定はウシでは3～19歳、ウマはで3～16歳であり、老齢の個体もあることから使役や繁殖に供されていたことが考えられる。

わが国のウシ、ウマの渡来時期について、3世紀の「魏志倭人伝」には「その地に牛、馬、虎、彪、羊、鵲なし」と書かれており、また、現在のところウシの出土については東京都の伊皿子貝塚や前記の原ノ辻遺跡、ウマでは前記の大浜遺跡が最も古いことから、ウシ、ウマ共に弥生中期以降に渡来したと考えられる。また、渡来経路としては、欧州系のウシと蒙古系のウマが大陸中央部から中国華北、朝鮮半島を経由して、農耕文化を持つ民族の移動に伴って北部九州に入り、日本列島を南下、北上して伝播し、古墳時代以降は当時の人々によってウシは主に農耕や運搬用として、ウマは運搬や騎馬用として飼育されていたことが想像される。

A−1

遺跡立地・分布に関する社会生態的数値シミュレーションアプローチ

○津村宏臣[1] ・ 鎌倉快之[1] ・ 樋泉岳二[2]
([1]:同志社大学文化情報学部 ・ [2]:早稲田大学教育学部)

はじめに

これまで文化財科学における古環境復原や集落立地・分布の研究では、存在する遺跡や周辺景観の静的なイメージの復原に主眼が置かれてきた。復原された時空間断面の帰納的連続体としてのダイナミズムが人類史であると理解する方法論である。これに対し、人類の文化や社会は、ある一定の理論・法則で決定的な現象となるのではなく、人や社会相互の確率論的な時空間的連鎖作用によって予測不可能な挙動となることが、文化進化論や社会生態学的な視座では一般的になりつつある。こうした考えに基づけば、自然科学的に確度の高い古環境復原が可能だとしても、これを舞台とした人文科学で記述しうる人類史のダイナミズムは、還元(因果)的には決定できない。言い換えれば、舞台の上の演者が、どんなに舞台において決定論的に"振る舞った"としても、その結果発現する連環作用として、人類史のダイナミズムは演者の"振る舞い"の微細な差によって、1つの歴史に帰納されないことになる。

本研究では、実際の遺跡情報をGISに格納して"人類史の舞台"を復原し、これに基づいて社会の相互作用と遺跡や文化の動態がどのような実体であったかを、生態学的なエージェントシミュレーションによって議論を進める。特に、ヒト・環境の相互作用のある貝塚立地と分布を基礎データに、それらが時間どのような相互作用を伴って次の時間の位相となるかを、数値演算処理によってパラメータの側面から明らかにする。

対象

縄文時代中期から後期にかけての千葉県(下総台地)の貝塚遺跡を対象とした。GISに格納した基礎情報は、樋泉ら(樋泉・津村・西野 2002)によって構築された遺跡空間データベースを利用した。

方法

エージェントシミュレーションについては、①エージェントが活動できる空間の復原と評価、②エージェントの状態のモデル化、③エージェントの生態的行動パラメータの設定、を行った。通常シミュレーションについては、得られる結果が一意でないため、その結果の評価があわせて必要となるが、集落立地を議論する場合、得られる結果は現象として実在するため、この結果に近づくパラメータの組み合わせと離散的時系列推移を繰り返し演算処理によって求めた。

手順①については、津村(津村 2006)で示した、DEMを基盤とした古環境属性値を説明変数とした重回帰モデルから、エージェントの環境利用空間を点数化した。この時、エージェントの行動空間を50mメッシュで設定し、説明変数と遺跡(集落)の関係を相関係数として次式で求め、変数の有意性をt検定で評価するステップワイズ重回帰モデルとした。

$$r = \frac{\sum_x \sum_y [(A(x,y) - \overline{A(x,y)})((B(x,y) - \overline{B(x,y)})]}{\sqrt{\sum_x \sum_y (A(x,y) - \overline{A(x,y)})^2} \times \sqrt{\sum_x \sum_y (B(x,y) - \overline{B(x,y)})^2}} \quad \cdots\cdots \quad ①$$

手順②については、マルサスの人口増加モデルにヴェアフルストの制限モデルを拡張し、

$$N' = N + a \times N \times (1 - N / Nmax) \quad \cdots\cdots \quad ②$$

(N:現在の人口, N':次の時点の人口, Nmax:人口の収束点(生死が一定になる点), a:人口増加の加速度)

の離散的な人口増加モデルを設定した。

手順③では、②式に移動閾値mv-threshold 移動係数mv N >= mv-threshold で、mv * N 分の人口が移動する、という"振る舞い"のルールをパラメータとして設定した。

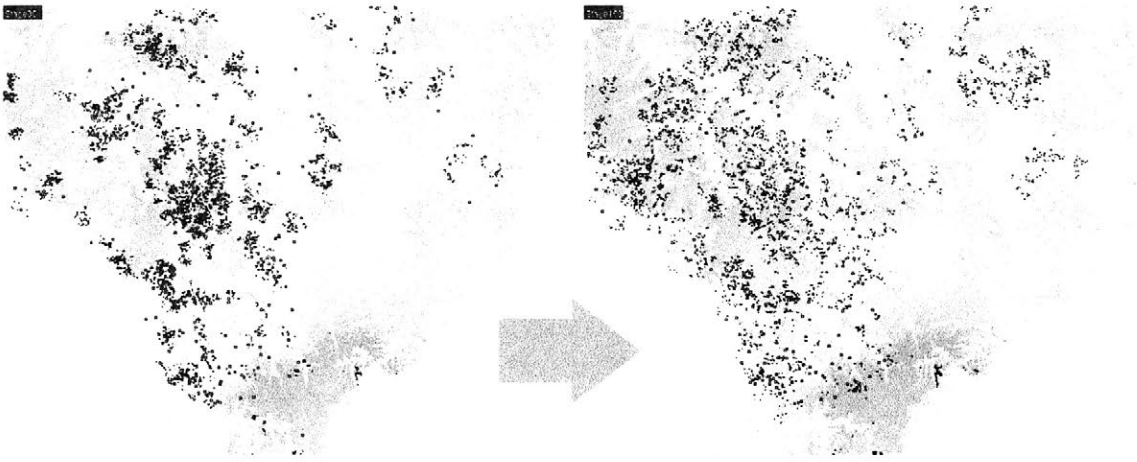


Fig.1 シミュレーションの結果（遺跡の内陸への拡散と評価）

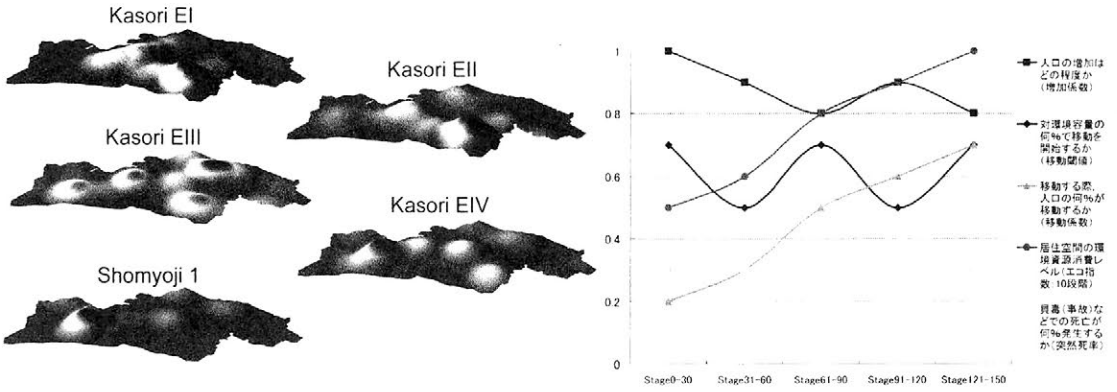


Fig.2 遺跡分布のカーネル密度推定値とパラメータの推移

結果

縄文時代中期から後期にかけての貝塚遺跡数の減少や遺跡立地・分布の変化についてシミュレーションを行うと、行動の各パラメータにはFig.2のような推移となった。集落規模で重み付けした遺跡分布のカーネル密度推定値と調和的な結果を得るためには、居住空間における環境利用度（疲弊度）を低下させ、集落内での人口移動比を上昇させると、拡散的な人口分布となることが読み取られる。また、集落数減少と線形の関係で理解されやすい死亡率については、特に変化が見られなかった。

上記の結果は単純な拡散モデルに移動パラメータを設定しただけのエージェントモデルであり、ヒトーヒト、ヒトー社会の相互作用そのものの様態に関する変数は設けられていない。今後は、より階層的な変数の設定、評価、検証により、古環境復原と人類社会・文化復原との関連と定量化が期待される。

謝辞：本研究は、科学研究費補助金若手(B)「文化財の統合情報システムの構築とこれを用いた文化財情報科学・解析法の研究」(17700635)および、基盤(A)「データ科学の新領域の開拓－文化財データ解析－」(18200020)の成果による。

引用参考文献

樋泉岳二・津村宏臣・西野雅人　2002「東京湾東岸と印旛沼周辺の縄文後期貝塚群の動物資源利用と遺跡立地の諸相」日本第四紀学会講演要旨集 32

津村宏臣　2006「遺跡立地の定量的解析と遺跡存在予測モデル」実践 考古学 GIS(宇野隆夫編 NTT 出版)

A−2

オマーン沿岸域貝塚における人類生態史と発達地形の総合調査

−Ras Jibsh 貝塚における調査を中心にして−

樋泉岳二[1] ・ 津村宏臣[2] ・ ○早川裕一[3] ・ 堀出大介[2]
([1]:早稲田大学教育学部 ・ [2]:同志社大学文化情報学部 ・ [3]:日本学術振興会)

はじめに

筆者らを中心としたOKKプロジェクトチームは、先史海洋民族に関する比較考古学的研究の国際共同研究の一環として、2004年より活動を開始し、これまで3シーズンの調査を実施してきた。昨年の2007年度は、Ras Jibsh貝塚の予備調査のまとめとして、貝塚のLRFとDGPSによる地形測量、および表面採集データの定量評価とマッピング、古環境復原と地形発達に関するデータ収集を実施した。本報告では、主にRas Jibsh貝塚に関する測量と表面採集データの統合、採集された貝類による古環境復原について報告する。

DGPS−LRF−DCによる地形測量

Hayakawa et al. (2007)で開拓された、数百メートル四方の範囲を対象とした、デジタルコンパス付レーザー距離計(LRF, Laser Range Finder)のみを用いたDEM(Digital Elevation Model)作成と、これに由来する等高線図の析出や地物配置図などの作成手法は、調査現地における地形計測に強力な手法である。しかし、LRFの誤差精度や計測点が開放トラバースとなることなどにより、累積的な誤差伝播の問題が指摘されている。そこで、本調査では調査手法の簡便性を損なうことなく計測精度を上げるため、新たに計測点をDGPSを用いて取得し、計測点からLRFを用いて地表面標高の3次元座標を求め、高解像度の地形情報(DEM)および地形図を構築する手法を採用した。

使用したDGPS機器は、Magellan社Mobile Mapper Pro、デジタルコンパス付LRFは、Laser Technology社Impulse 200 LR with MapStar Compass Moduleである。地形計測には、これらを2セット準備し、Ras Jibsh貝塚の地形測量を計測者二人で行った。基準局としてのDGPS機器は貝塚最高位部の基準点に設置し、移動局としてのDGPS機器により、計測点を調査範囲に順次設定した。移動局DGPSの計測時間は長く取るほど後処理での精度が向上するため、各計測点におけるDGPS測量は、LRFによる計測作業にも左右されるが、可能な限り長い時間(10分〜20分以上)を確保した。LRFにより取得された地表面の点データは、各日実働2–3時間で2日間を通して収集された。このほか、DGPSのトラック機能を利用して調査範囲の地物(建物・道路等)の平面配置情報(XY座標)を取得した(Fig.1・2)。

Fig.1 LRF−DGPS−DCキット

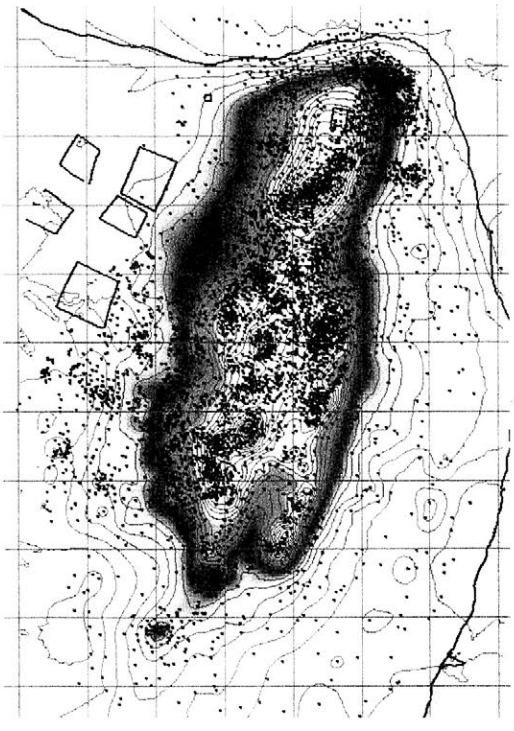


Fig.2 計測点と析出した等高線図

表面採集の定量化

これまでの表面採集調査の結果から、Ras Jibsh 貝塚の地表面で検出される石器や貝類には、分布の粗密があることが明確だったが、これまでの現地での調査において、こうした情報を定量的に把握することは困難であった。本年度調査では、導入したDGPSを用いて、貝類についてはランダムウォークサンプリングを、石器については定点サンプリングを実施し、それぞれ各計測点での粗密を、前者は視覚的に得点化、後者は採集点数で評価した。

各計測点の位置座標に属性値として得点および採集資料点数を与え、空間自己相関値を基準とした補間(内挿)によって、分布傾向面を作成した(Fig.3)。これにより、貝塚の北西から西半部では、石器・貝類が同等に頻出すること、貝塚の東斜面部では、貝類の分布に対して石器の分布が著しく少ないことなどの傾向が看取された。これは、貝塚西側にかつてラグーンであったと考えられるサブカが広がること、貝類の組成から貝塚形成期には西側に生業空間が展開していたこと、などとの関連が想起される。

Fig.3 貝類の分布傾向(左)と石器の分布傾向(右)

Table.1 採集貝類の傾向

Shells of Ra's Jibsh (JBH) collected in the general survey 2006. a: abundant, c: common, r: rare, +: present

Species (after Bosch et al. 1995)	Site JBH1	Site (JBH2)	Habitat (Bosch et al. 1995)
GASTROPODA			
Lunella coronata	+	+	intertidal on rocks
Cerithidea cingulata	r		intertidal in sand and among mangroves
Terebralia palustris	r		mud among mangroves
Cypraea lamarckii	+	+	among rocks, mud and silt
Nerereita (Glossaulax) didyma	+		in sand
Cympatium (Monoplex) parthenopeum		r	intertidal rock pools and offshore
Murex sp.	+		–
Bullia (Bullia) otaheitensis	+		in sand
Bullia (Bullia) semiplicata	+		in sand
Oliva bulbosa	+	+	intertidal and offshore in sand
BIVALVIA			
Barbatia obliquata	c	a	attached to rocks and in crevuces, littoral and sublittoral
Scapharca inflata	+	+	offshore
Saccostrea cucculata	?	?	covering rocks or in clumps in mangroves, upper middle shore
Ostrea sp. ?	c	a	(on and under rocks, mid to lower shore) ?
Chlamys townsendi ?	r		(attached to or among rocks, lower shore and below) ?
Pillucina angela	+		offshore
Mactra lilacea	r		in sand, offshore
Circenita callipyga		c	in sand and sandy mud, mid-tide levels
Tivela rejecta	r		in muddy sand, lower shore and below
Amiantis umbonella	a		sand flats, lower shore and below
Marcia marmorata	a		sand flats, intertidal

貝類からの古環境復原

貝塚北半(JBH1)では Amiantis umbonella が多く、Barbatia obliquata、Saccostorea cucculata、arcia marmorata も普通である。ごく少数ながら Terebralia palustris(キバウミニナ)が確認されたことは、貝塚形成当時周辺にマングローブ湿地が周辺に存在したことを示唆する。地形的には西側に広がるサブカがこれに当たる。貝塚南半では Barbatia obliquata、Saccostorea cucculata が多く、Circenita callipyga も普通である。Amiantis umbonella、Marcia marmorata は少なく、北半とは貝の組成が異なっている。将来的には、これらの貝類の生息環境の評価、ならびに水域環境の復原から、石器分布や地形との関連が評価できる可能性がある。

謝辞:本研究は、科学研究費補助金若手(B)「文化財の統合情報システムの構築とこれを用いた文化財情報科学・解析法の研究」(17700635)の成果による。

A−3

日本における年輪年代学の現状と将来への展望

○星野安治[1]，大山幹成[1]，米延仁志[2]
[1]東北大学植物園，[2]鳴門教育大学学校教育学部

はじめに

年輪年代学は，年代測定の手法だけではなく，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る。日本ではこれまで，年輪考古学と年輪生態学の分野における研究が主流を占めてきた。前者では，樹木年輪の標準的な暦年変動パターン(暦年標準パターン；標準年輪曲線；クロノロジー)の開発とその文化財の年代測定への応用，あるいは^{14}C 年代の暦年較正への利用が，後者では森林科学における樹木の肥大成長に影響を及ぼす環境因子(気象，公害など)の分析がなされてきた。一方，世界的には，さらに一歩踏み込んで気候復元と産地推定が先端的な研究として行われている。発表者らは近年，日本各地の老齢林，埋没木，遺跡出土材などを用いてクロノロジーネットワークの構築と，気候復元に関する研究を行ってきた。本発表では，日本における年輪年代学のこれまでの成果を概括し，国際的な動向を踏まえた今後の展望について述べる。

年代測定，クロノロジーネットワークの構築

文化財科学の研究において，遺物の年代を正確に知ることは極めて重要である。年代測定手法としての(狭義の)年輪年代学では，クロスデーティングとよばれる方法(本大会 P-001 参照)を用いて，遺物から得られた年輪の暦年代が 1 年の精度で誤差無く得られる。試料の状態(樹皮・辺材等)によっては，年輪年代から用材の伐採年代や，ときには「史料」年代が有効に推測されることもあり，最外年輪の組織観察から伐採された季節の特定も可能である。さらに保存科学分野における木質遺物の経年劣化の評価(本大会 B-10 参照)の際には，従来の史料年代より正確に経過年数の情報が得られる。

日本における年輪考古学の先駆的な研究は，奈良文化財研究所の光谷により行われた。光谷は，ヨーロッパで行われているクロスデーティングの方法を日本産針葉樹材に応用して，年輪年代学的研究が日本でも可能であることを示し(光谷, 1987a; b)，文化財の年輪年代測定を行っている(例えば光谷, 1988; 1995)。日本文化財科学会の「20 年誌座談会記録」(考古学と自然科学, 48・49, 2004 年)によると，現在，ヒノキ・スギで過去約 3000 年間のクロノロジーが構築されている。地域クロノロジーの構築・延長とクロノロジーのネットワーク化に関する努力は，ヒノキ・サワラ(Yonenobu and Eckstein, 2006; 本大会 P-005)，スギ・ヒノキアスナロ(ヒバ)(Ohyama et al., 2007)，ブナ(星野ら, 2006; Hoshino et al., 2008; 本大会 P-002)を主な対象として現在も続けられている。

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。これに対して，日本を含む東アジア地域においても，今後，年輪ネットワークの拡充により，同様の研究が可能になると期待される。日本でその端緒となる研究としては，星野ら(2006)がブナのクロノロジーの相関分析から，中部および東日本で 4 地域に区分されることを示し，Ohyama et al. (2007)が，下北および津軽地域で作製したヒバのクロノロジーを用いて廃棄建造物に使用されていた木材の産地を示唆したことがあげられる。

年輪計測やクロスデーティングの方法に関しては1990年代の電算技術の導入以降，必要なソフトウェアが完備し，より迅速で簡便なデータ処理が行われるようになった。特にコンピュータの処理能力の向上により，高解像度のスキャナーやデジタルカメラを用いた年輪の画像計測も導入された。またインターネットの普及により，世界中の多くの地点の年輪データベース(International Tree-Ring Databank, ITRDB)から生データやクロノロジーの利用が可能となった。しかしながら年輪計測自体は数々の試みが行われてきたが完全な自動化はなされておらず，また多くの場合，試料の破損を伴うことが課題となっている。試料の非破壊計測に関しては文化財を対象とした研究では重要な課題であり，Okochi et al. (2007)が微焦点X線断層撮像法を導入によりこれを可能としたことは特筆に値する。

気候復元

年輪気候学における近年の顕著な成果として，北半球平均気温の推定が挙げられる(例えばEsper et al., 2003)。気候変動に関する政府間パネル(IPCC)の第4次レポート(2007)でも，樹木年輪を中心に気候復元の成果が，地球温暖化の科学的根拠の一つとして取りあげられている。しかし，半球あるいは全球レベルでの気候変動を推定するには，検討する地点数が少なく，気候変動の地域差や地域間(テレコネクションパターンなど)の比較研究が今後とも重要であるという問題点があり，データの空間密度の向上と時間軸の延長が望まれている。ITRDBでは，東アジアは樹木年輪記録の空白地帯であり，気候システムの最も重要の要素の一つある東モンスーンに関して過去の変動の推移とその性質を明らかにすることは，IPCCの将来予測的な文脈だけではなく，人類の歴史と環境との相互関係などをより深く考察するためにも重要な課題である。

日本におけるこの分野の研究は，多くが樹木の成長に影響を及ぼす環境因子(気象，公害など)の分析にとどまっており，さらに環境復元の成果を充実させる必要がある。近年，日本およびその周辺で，年輪による気候復元の成果がいくつか公表されつつあり(Davi et al. 2002; Jacoby et al. 2004; Yonenobu and Eckstein, 2006)，現在，発表者らにより，東北地方でも複数の樹種で気候復元（気温）に関する研究が進行中である(本大会P-020参照)。

引用文献

Davi, N., D'Arrigo, R., Jacoby, G., Buckley, B. and Kobayashi, O., 2002. Warm-season annual to decadal temperature variability for Hokkaido, Japan, inferred from maximum latewood density (AD 1557 – 1990) and ring width data (AD 1532 – 1990), Climatic Change, 52, 201-217.

Esper, J., E.R. Cook, E. R. and Schweingruber, F., H., 2002. Low-frequency signals in long tree-ring chronologies for reconstructing past temperature variability. Science, 295, 2250–2253.

Haneca, K., Wazny, T., Van Ackera, J. and Beeckman, H., 2005. Provenancing Baltic timber from art historical objects: success and limitations. Journal of Archaeological Science, 32, 261-271.

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晶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，54，69-79.

Hoshino, Y., Yonenobu, H., Yasue, K., Nobori, Y. and Mitsutani, T., 2008. On the radial-growth variations of Japanese beech (*Fagus crenata*) on the northernmost Honshu Island, Japan. Journal of Wood Science, 54, doi: 10.1007/s10086-007-0935-3.

Jacoby, G., Solomina, O., Frank, D., Eremenko, N. and D'Arrigo, R., 2004. Kunashiri (kuriles) oak 400-year reconstruction of temperature and relation to the pacific decadal oscillation. Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology, 209, 303–311.

光谷拓実，1987a．わが国における年輪年代学の確立とその応用（第1報）現生木のヒノキによる年輪変動パターンの特性検討．木材学会誌，33，165-174.

光谷拓実，1987b．わが国における年輪年代学の確立とその応用（第2報）産地を異にするヒノキ相互間およびヒノキと異樹種間との年輪変動パターンの相関分析．木材学会誌，33，175-181.

光谷拓実，1988．わが国における年輪年代研究法の現状と展望．考古学と自然科学，20，1-6.

光谷拓実，1995．古墳の年代を年輪から計る．考古学と自然科学，31･32，11-20.

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, 367-373.

Okochi, T., Hoshino, Y., Fujii, H. and Mitsutani, T., 2007. Nondestructive tree-ring measurements for Japanese oak and Japanese beech using micro-focus X-ray computed tomography. Dendrochronologia, 24, 155-164.

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.

A−4

「黒曜石学」の創生と研究所（施設）設立の提言

鈴木 正男・○渡辺圭太（立教大学）

黒曜石の産出地（露頭（黒曜石溶岩流が地表に露出しているところ）と河川の流域などに見られる転礫の集積地）は，環太平洋地域（北・中・南米太平洋沿岸，ニュージーランド，日本（約１００箇所），朝鮮半島など）を中心に，地中海沿岸（イタリア，ハンガリー，トルコなど），アフリカ東部などに約８００箇所が報告され，ようやく緒についたインドネシアやフィリピンなどの調査が進展すれば１０００箇所を超えるであろうと予測される。

黒曜石は，石材としての重要性，運搬・交易の広域性，及び時間的継続性（日本では約４万年前から約１５００年前までの期間）の面において他に類例を見ない。また我が国の黒曜石は，産地密度が高く（米国は約４００箇所），形成された水和層の健全性が優れている点においても世界に類例を見ない。何故ならば，水和層は容積が増加し歪みが生じるから，アフリカのように高温で水和速度が速いと厚さが３０ μm を超えて剥落し，記録されていた情報が失われるからである。よく知られているように日本では，北海道，本州中部，九州の，列島中央部と両端に主要な黒曜石産地が集中し，その中間地帯へ，またそれを超えて運搬・交易されていたという，産地の地理的な配置の妙もある。温暖な気候下における水和層形成，歴史の古さの点で我が国は研究面できわめて有利な位置にある。こうした点が，黒曜石の，そして日本の黒曜石研究の特異なところである。

［産地推定］

遺跡出土黒曜石全点をエネルギー分散型蛍光 X 線分析（EDXRF）を用いてスクリーニングを行う。判別分析あるいはクラスター分析で露頭群と同定され，個別露頭の識別が望まれる黒曜石・地域にあっては，グループ化された試料からランダムに標本を抽出して，判別精度の高いレーザー誘導結合プラズマ質量分析法（LA/ICP-MS）で露頭同定を行う。機器中性子放射化分析は，測定の過程で非密封放射性廃棄物が発生するので，Missouri 大学など世界のセンターとして機能している研究施設に限定することが望ましい。EDXRF による産地推定は，すでに数箇所の民間研究施設において営業ベースでサービスが行われている。

［年代測定］

黒曜石水和層年代測定の研究は Anovitz *et al.*（1999）論文の発表によって，それ以前（通常の光学的方法）と以後（二次イオン質量分析による H+プロファイリング分析法（SIMS Proton Profiling 法））に画期できる。

H+プロファイルには，産地特異性が認められ，産地ごとにプロファイルが異なる。その原因（組成・化学系，晶子・微晶などの種類と密度などの鉱物学系など）が何に由来するのかまず明らかにする必要がある。

産地特異性の原因が究明されるまでの間は，EDXRF によるスクリーニングを経た試料を分析するか，あるいは，大きな試料を用いることができる場合には，一部を H+プロファイリング分析に用い，一部に直接促進水和実験を適用して水和速度を測定すればよい。

促進水和実験を適用する場合には，重水によるマーキングを行って，プロファイル上での D（重水素）の移動を追跡すれば，水和層に固定される水，内部へ拡散する水，水和層最先端の水の挙動などが明らかになる。

［黒曜石考古気候学］

水和層研究は，当初，年代測定法として研究が進んだが，ラセミ化年代測定法と同様に化学変化を利用した年代測定法は一般に温度依存型であり，最終氷期内に認められる複数回の亜氷期・亜間氷期などを経た試料では，得られる年代の信頼性はAMS C-14年代と比較してあまり高くはない。

このことは逆にいえば，古気候・古気温を数値化して算出できる可能性がきわめて高いということである(Suzuki, 2003; Anovitz *et al.*, 2006)。

この研究へのアプローチの方法には，複数の文化層が累重する遺跡出土の（非被熱／被熱）黒曜石を用いて，OB(sidian)H(ydration)，補正C-14，FT年代を比較して，時間シーケンスに沿った気候変動を割り出す方法，および，黒曜石表面から水和層内部へのSIMSによるH(+)のプロファイルのパターン類別による方法，の２つがある。

発表者の一人（渡辺）は，沼津市愛鷹山遺跡群においてシーケンシャルなH+プロファイルの読み取りを行ったが，北海道（例えば北見市中本遺跡）や九州（例えば佐世保市泉福寺遺跡）において同様なH+プロファイルの読み取りを行えば，古気候変動の地域性を明らかにすることができよう。

［黒曜石岩石・鉱物学］

黒曜石は顕微鏡で，形成され生長する順に晶子・微晶（中間段階）・斑晶（結晶の特性を備えたもの）が観察され，晶子形態法による産地推定はまさにこの模様によって産地を推定する方法で，理化学的分析以前の産地推定に用いられた。全反射蛍光X線分析(TXRF)による核種のマッピング技術と組み合わせると，結晶の進化の過程が明らかになる。

［黒曜石学の創世と黒曜石研究所（施設）設立の提言］

このように，黒曜石研究は，「黒曜石学」(Obsidianology、新造語)と呼ぶに相当する深さと広がりがある。黒曜石研究における我が国の特異性に鑑みると，とくに我が国において黒曜石研究所の設立を提案するところである。

産地推定・年代測定・古気候復元を研究の３本の柱として，黒曜石研究所（施設）が担うべき役割には，

１．黒曜石産地（集積地を含む）及び遺跡黒曜石産地同定データベースの構築，産地名称のコンコーダンスの作成
２．分析のための標準試料の調整と研究者への提供
３．黒曜石産地の調査と産地の保存
４．国内学会の設立と国際学会IAOS(U.S.A.)との連携，国際的な学術定期刊行物の刊行
５．世界の原産地及び遺跡を含めた分析結果の収集と交換
６．定期的な国際研究集会の開催
７．測定サービス業務

実際のところ，SIMS装置一つをとっても，ランニングコスト，テクニシャン雇用，メンテナンスの経費などを考えると，独立行政法人のような公的な立場でなければ運用は難しいといわざるを得ない。

すでに民間で行っている産地推定サービスと連携しながら，民間では困難な研究・開発に重点をおいた研究所の設立が切に望まれるところである。

A−5

土器煮沸内容物の推定

○ 西田泰民(新潟県立歴史博物館)・吉田邦夫・原辰彰(東京大学総合研究博物館)

目的と方法

発表者らは土器付着炭化物の由来と成因を実験的手法によって明らかにする試みを行っている(吉田 2006 など)。その目的の一つは古代人の食性を明らかにすることであり、もう一つは年代測定資料となる炭化物が何から生成したのかを知ることで年代測定値を解釈する情報を得ることである。

煮沸実験に使用しているキャリパー形の土器は市販の陶芸用粘土を用いて紐作りで成形し、電気窯で焼成したものである。サイズは高さ、最大径とも 20cm 程度(容積約 2.5l)、器壁7〜8mm ほどであるが、複数の製作者による手作りであるため、若干ばらつきがある。

食材約500ccを入れて水をくびれ部まで加え、加熱は薪によって行い、おおむね水分が蒸発し終わるまで加熱を行っている。加熱時間は平均 2 時間ほどで、土器の外壁温度は最高で 300℃から400℃に達する場合が多い。これまで主に単一食材で炭化物を生成させて測定することを繰り返し、再現性を確認してきた。2種類を混合して煮沸する実験はまだ4回行ったのみである。

生成した炭化物は年代測定資料の場合と同じ方法により、メスでアルミ箔に採取し、IsoPrime EA 安定同位体比質量分析装置(Micromass,UK)により安定同位体比、C/N比を測定した。

資料を測定する際にばらつき等も確かめるため乳鉢などですり潰さず、顕微鏡を使い異なる形、光沢などを選び、また胎土や灰汁などの異物はなるべく避け、3 回測定を行った。使用量は炭素同位体比の測定には0.2〜0.4mgを使用し、窒素同位体には2.0〜6.0mgを使用した。煮炊き前の資料は凍結乾燥を行い、測定をした。

結果

年代測定資料の採取時に土器付着炭化物の形態を観察すると、ガラス質の光沢があることが特徴的である。混合物の煮沸実験資料では、シカ＋クリの組み合わせ以外ではいずれも光沢のある炭化物が生成した。

食材は均一とは言えず、特に混合した場合には、炭化物が不均一である恐れがあるので、形態が異なるものなどを選んで分析したが、結果は均質であることがわかった。

食材の中にはこれまでデータが公表されていなかったものがある。アブラハヤやニゴイはいずれも飼育されていたものではないが、人里近くに生息していたため、富栄養化の影響が及んでいる可能性はある。人間の及ぼす環境への影響のため淡水魚の本来の値は現生標本から得ることは難しいことはYonedaら(2004)の指摘しているところである。

考察

安定同位体比がもとの煮沸内容物を反映するかどうかの前提として、炭化前後で同位体比がどの程度変動するかが問題となる。今回測定をした乾燥資料から炭化物の炭素同位体の変動はイノシシが+4.4‰、アブラハヤが−2.8‰を除けば 1‰前後の変動しかみられない。窒素同位体比の変動はシジミ、サケ、マス、白ヒエが 1‰以下の変動で、アブラハヤが−1.5‰、ニゴイが+2.5‰、他は 1.5〜2.0‰増加した。これまでのところ、炭素、窒素ともにあまり大きな変動がないことが確かめられている。ただし、その変動の方向は一様ではなく、炭化過程においてどのような変化が生じているのか、理論的な検討が今後必要であると考えている。

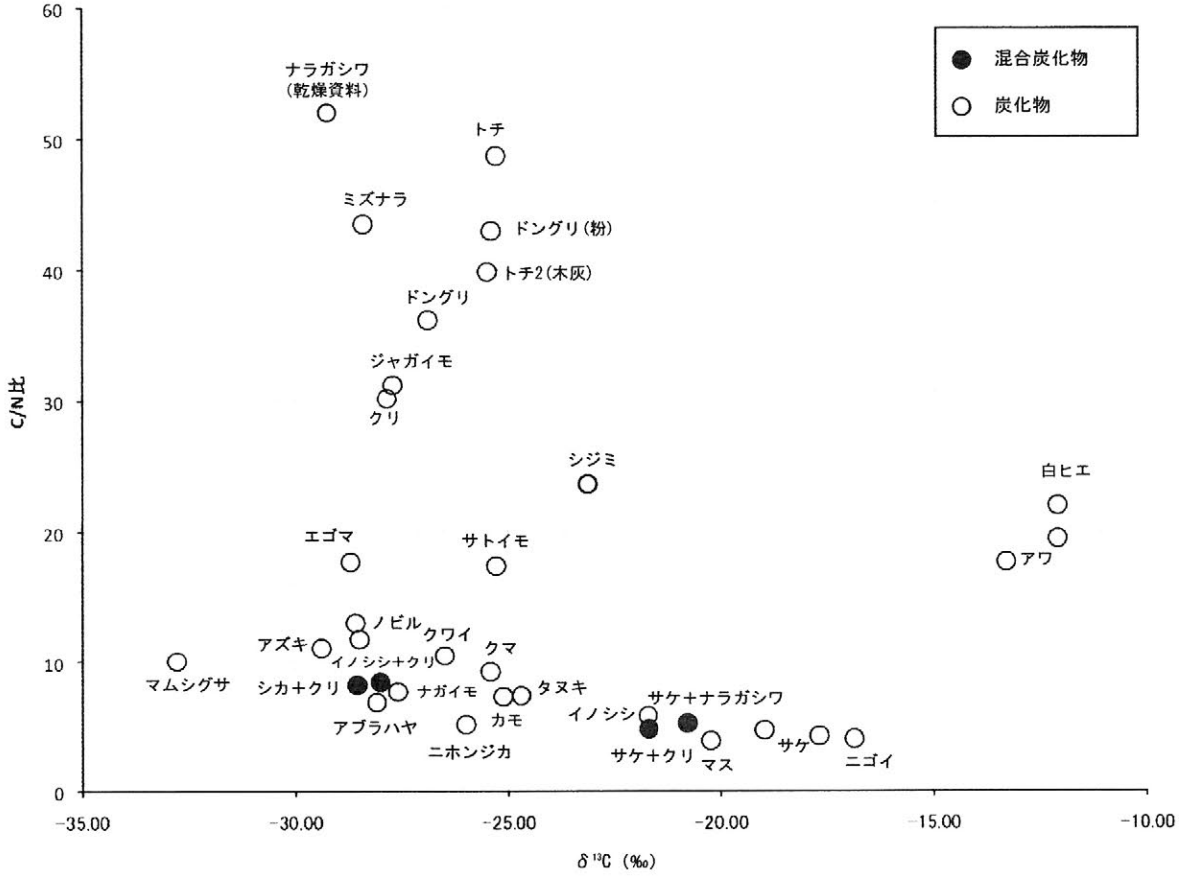
煮沸内容物を推定する際には炭素と窒素の安定同位体比のみでは、もっとも利用されたと考えられる陸上動物とC3植物が明確に分離できないが、C/N 比を比較することで、デンプン質でタンパク質をあまり含まない植物質食料とそれ以外を判別することが出来ると見込まれる。すなわち、縄文時代において主たる食料であったと想定されているクリ、トチノミ、コナラなどの堅果類は C/N 比が高く、

あく抜きを行った場合やこれらのみを調理した場合に生じた炭化物はC/N比によってそれ以外と区別できるであろう。

これまでの実験の経験から、動物質食材の場合は測定に足りるほどの炭化物が生じる場合が少なく、デンプン質食材が主な炭化物の生成原因であったかと思われるほどであった。したがって、2種の食材の混合煮沸で生じた炭化物の測定結果も、植物質食材に近いものと予想していたのであるが、シカとクリの組み合わせを除き、意外にも動物質食料に近い値となった。これは、出土した土器付着炭化物のC/N比が20を超えるものがきわめてまれであるという結果に合致する。溶け出した油成分がデンプン質炭化物に取り込まれ測定結果に大きく寄与したとも考えられる。今回の実験では両者はほぼ同じ重量であったが、これが両者の分量の違いによってどう変化するかはこれからの検討課題である。

吉田邦夫 2006「煮炊きして出来た炭化物の同位体分析」『新潟県立歴史博物館研究紀要』7、p. 51-58

Yoneda M. *et al.* 2004 "Isotopic evidence of inland-water fishing by a Jomon population excavated from the Boji site, Nagano, Japan", *Journal of Archaeological Science* 31: p. 97–107



A−6

鹿児島県指宿市開聞中学校校庭の物理探査
― 開聞岳噴火で埋もれた枚聞神社を求めて

○ 亀井宏行・古川桂・齋藤健太郎・安藤涼介（東京工業大学）、指宿市教育委員会

はじめに

薩摩国一宮である枚聞神社は、元々は開聞岳を御神体として創建されたと考えられている。御神体とされた開聞岳は、薩摩半島の南端に位置する成層火山で、この 2000 年間に少なくとも 4 度噴火したことが確認されている。また『日本三代実録』には、開聞岳が貞観 16 年 7 月 2 日（874 年 3 月 24 日）に噴火した様子が記録されている。このときの噴火で開聞岳の山麓に位置していた枚聞神社は被災し、北東へと移転させられた。現在の枚聞神社は後に開聞岳近くに再建されたものである（図 1）。伝承によると、874 年の噴火前の枚聞神社の位置は、現在の開聞中学校の辺りと考えられている。そこで中学校の校庭を地中レーダ探査と電気探査を用いて枚聞神社の遺構の有無を探るべく 2006 年と 2007 年に調査を実施した。

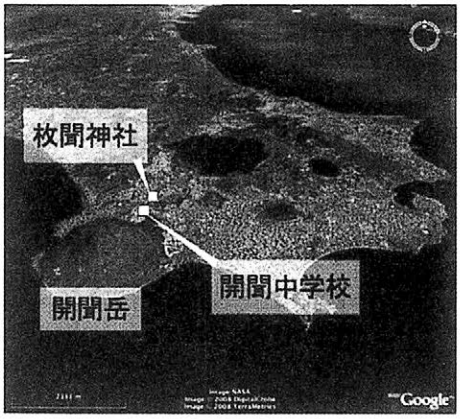


図 1　枚聞神社と開聞中学校の位置

探査の概要と分析（2006 年）

2006 年では、南北方向に延びる一測線 Line 0 を校庭に設定し、電気探査と地中レーダ探査を実施した。電気探査では、Line 0 上の 63.5 メートルを探査した。使用機器は、当研究室が開発した MEDUSA（Multi Electrode Device for Underground Survey in Archaeology）を用い、電極間隔 0.5ー14.0 メートル、ウェンナー配列で実施した。電気探査の断面図（図 2）において、20 メートル付近から 30 メートルにかけて、また 35 メートルから 50 メートルにかけて、北へと傾斜する反応が確認できる。これら 2 つの反応は、山の斜面に堆積した火山灰をとらえたものと考えられる。これに対し、10 メートル付近に見られる反応は傾斜がきつく、他の 2 つの反応とは明らかに異なるものをとらえていると考えられる。一方、地中レーダ探査は、pulseEKKO PRO 500MHz アンテナを用い、電気探査の出発点の 10 メートル南か

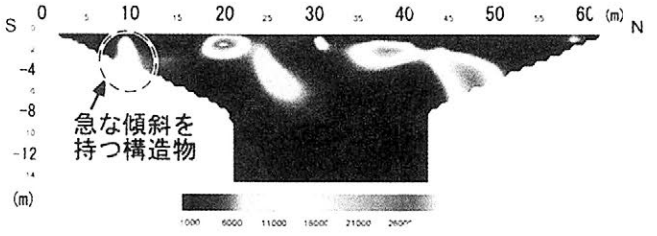


図 2　電気探査の断面図（2006）

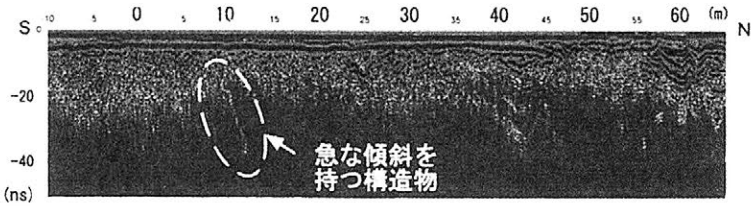


図 3　地中レーダ探査の断面図（2006）

らLine 0上の75メートルを測定した。地中レーダ探査の断面図（図3）からもわかるように、10メートル地点で垂直に近い線状の反応を確認することできた。上記の2種類の探査の結果は、10メートル付近に急な傾斜をした反応があることを示しており、これらは枚聞神社に関連する構造物をとらえたものと考えられた。そしてその急な傾斜から、神社の石垣ではないかと推測された。

探査の概要と分析（2007年）

前年度の結果を受け、2007年には石垣と推測される反応がどちらの方向に延びているかを探るため、調査範囲を拡大した。2007年は地中レーダ探査のみを用い、2006年度の-10メートル地点を2007年調査の基準地として設定し、40×40メートルの範囲を探査した。Line 0の断面図（図4）からは、石垣の遺構と考えられる反応をより明確にとらえることができた。断面図に見られる傾斜の先端にある大きな反応は、石垣の底部におかれていた石と推測される。さらにその反応は、断面図を重ねて見ていくと、北北東へと延びていることが確認され、タイムスライス図（図5）ではAからBの方向へ延びている。図5のBの方向からAの方向を見ると、開聞岳の山頂をまっすぐ望むことができることも確認された。また、これと同じ方向性をもつ構造物がいくつかみられる。これらの反応はともに開聞岳の山頂を向いているということから、開聞岳を御神体としていた枚聞神社と関連性がある遺構が存在している可能性があると分析した。

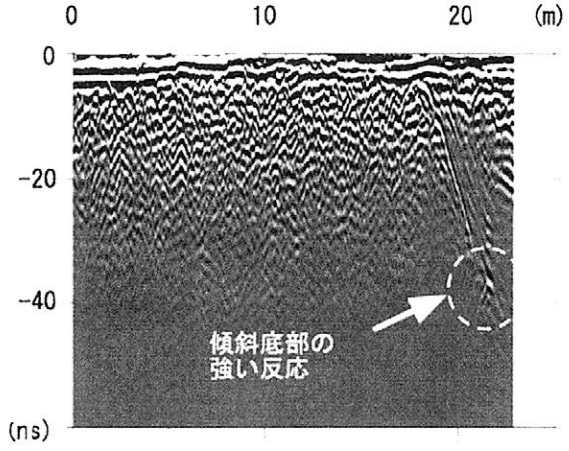


図4　地中レーダ探査の断面図（2007）

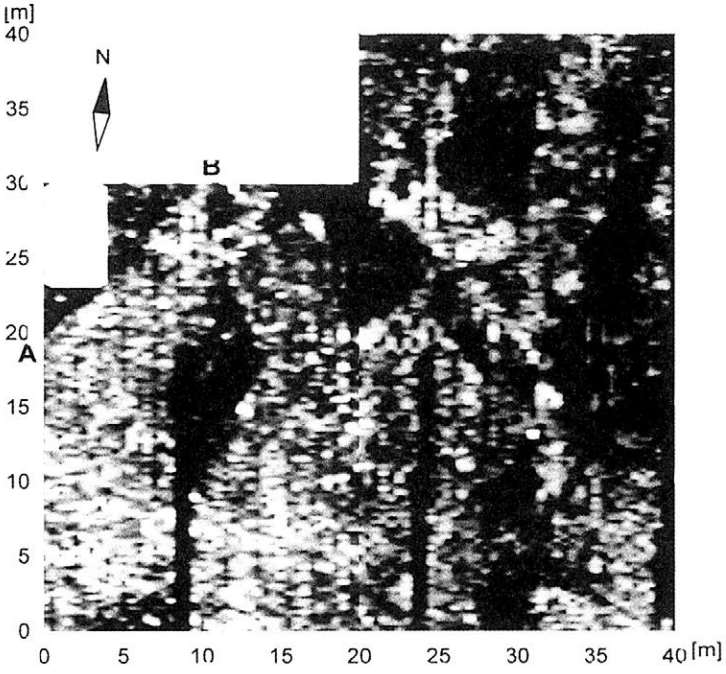


図5　地中レーダタイムスライス図（16-17nsec）

本研究は、文部科学省研究費補助金特定領域研究「火山噴火罹災地域の地力回復過程の時空間解析に関する研究」（研究代表者：亀井宏行、課題番号16089206）の一部として実施された。

A−7

薩摩焼の生まれたところ－近世苗代川窯跡群における調査と物理探査－

○金田明大（独立行政法人国立文化財機構奈良文化財研究所）・渡辺芳郎（鹿児島大学）

薩摩焼は、豊臣秀吉の朝鮮出兵（1592-98）の際に、薩摩領主・島津義弘らによって連れてこられた朝鮮陶工によって始まる。彼らに直接の淵源を持つ窯場のひとつ苗代川系窯場（現日置市美山）では、近世を通じて甕・壺・摺鉢・土瓶などの日用品を焼成し、幕末～明治には輸出用金襴手薩摩を生産した。現在でも鹿児島県を代表する窯場である。

近世苗代川窯跡群における考古学的調査は、古く 1934 年に田沢金吾・小山富士夫によって先鞭がつけられたが、これまでに発掘調査された近世窯跡は堂平窯跡（17 世紀）のみにとどまり、その全容は明らかでない。そこで渡辺は 2006 年に窯跡分布調査を実施し、近世～近現代の窯跡および窯跡推定地約 30 地点を確認した。その際、A：窯体が地表面から観察される地点、B；窯体は確認できないが、物原（失敗品・窯道具の廃棄場所）が確認され、窯跡の可能性が高い地点、C：製品・窯道具が散布する地点、D：窯があったと伝えられるが、窯体・物原が確認できない地点の 4 種類に分類した。

2007 年以後、A 地点の測量調査を行っているが、B・C・D 地点における窯跡の有無の確認は、窯跡群全体の様相を把握する上で重要であり、将来的な発掘調査の際の調査地点設定にとって必要である。また苗代川では単室登窯と連房式登窯の 2 種類の窯構造が採用されており、事前に両者が判別できれば、発掘調査をより効率的かつ高い精度で実施することが可能になる。そこで 2008 年 2 月に金田と協力して物理探査を実施した。

目的にあわせ、まず窯構造が確実な御定式窯（県史跡：連房式）・南京皿山窯（市史跡：連房式）・A07 地点（連房式）・A08 地点（単室）で比較データを取得し、続いて B・C 地点で窯跡を確認することとした。A 地点で磁気探査・地中レーダ（GPR）共に 4 箇所、B・C 地点は磁気探査 4 箇所、GPR 2 箇所を選定した。

窯体は浅い部分に残存すると推測され、また多くの地点は樹木が繁茂しており、機器の使用に制限があった。このため、フラックスゲート式磁気探査機 FM-36（Geoscan 社）による磁気探査をメッシュ状に各点 1 m間隔で実施し、結果をもとに必要地点の植生を適宜伐採し地中レーダ（GPR）SIR-3000（GSSI 社）を用いて窯の存在と形状の確認を測線間隔 0.5m でおこなった。GPR アンテナの中心周波数は 400MHz である。

磁気探査の結果、連房式登窯である御定式窯・南京皿山窯では窯体部分において東西方向への細長い磁気異常が南北に正負交互に連続する。これは岡山県備前市伊部南大窯（西村 2003）の連房式登窯の探査例と類似した結果である。伊部南大窯においては事例が少ないこともあり、理論的な検討を含めて事例の増加を待ち検討をおこなう必要性が指摘されているが、本例により、新たな事例を追加できたことになる。GPR の成果においても等間隔に反射の強い部分が存在する。A07 地点における隔壁に対して直交する走査においても想定箇所は同様の反応であり、隔壁をとらえている可能性がある。

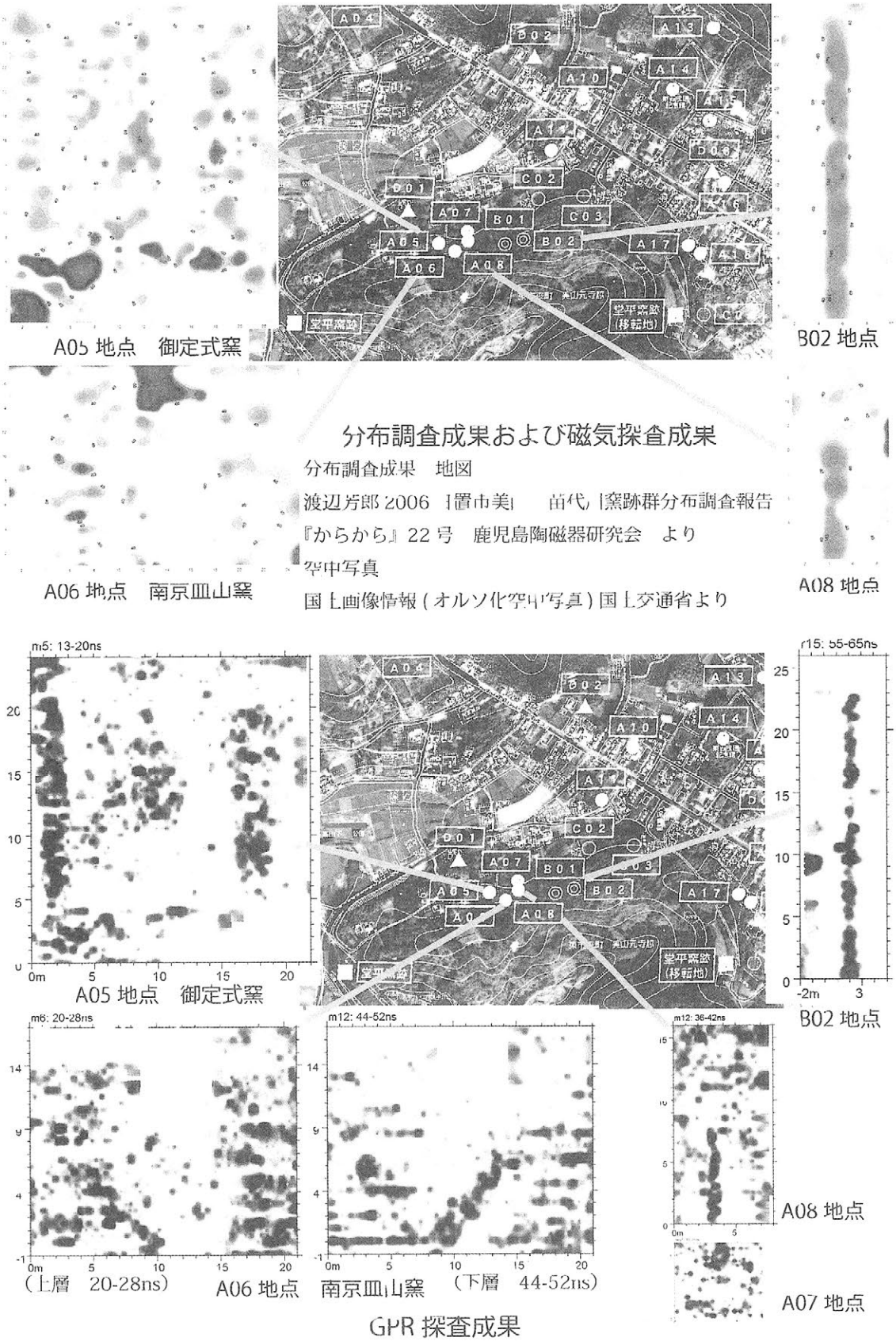
A08 地点で確認された単室登窯の結果からは、連房式登窯とは異なった反応を示している。今回取り上げた各地点はいずれも南北方向に長軸をとる形で築窯されており、この反応の違いは、窯の規模および隔壁の有無に起因する可能性を指摘できる。

また、南京皿山窯の GPR の成果からは連房式登窯の構築面よりも下部に線状の反射がみられる。この反射は単室登窯が存在する可能性を示している。今後その特定をおこなう調査が必要である。

B 地点では B02 地点において単室登窯の存在を明らかにすることができた。

今回の成果から、磁気探査・GPR を効率的に運用することで、地表観察では特定できない窯構造を判別できる可能性を指摘できる。今後、他の探査手法や調査技術、位置決定技術の導入を加えて窯業遺跡における調査手法の洗練、とりわけ窯構造と探査成果との連関についての検討を進めたい。

参考文献：西村康 2003 伊部南大窯の探査『伊部南大窯跡周辺窯跡群確認調査報告書 1』備前市教委


A05 地点　御定式窯
B02 地点
A06 地点　南京皿山窯
A08 地点
分布調査成果および磁気探査成果
分布調査成果　地図
渡辺芳郎 2006「置市美」　前代「窯跡群分布調査報告
『からから』22 号　鹿児島陶磁器研究会　より
空中写真
国土画像情報（オルソ化空中写真）国土交通省より
m5: 13-20ns
m15: 55-65ns
A05 地点　御定式窯
B02 地点
m6: 20-28ns
m12: 44-52ns
m12: 36-42ns
（上層　20-28ns）
A06 地点
南京皿山窯
（下層　44-52ns）
A08 地点
A07 地点
GPR 探査成果

A−8

宇久松原遺跡の埋葬施設に使用された石材の岩石学的分析

鐘ヶ江賢二(鹿児島国際大学)

1．はじめに

宇久松原遺跡は，長崎県五島列島の宇久島に所在し，弥生時代の前期から中期を中心とする甕棺や石棺が検出されている(中園・松本編，2008)。宇久松原遺跡で使用された埋葬施設の石材は，肉眼観察によって安山岩質のものが使用されていることは推測できたが，宇久島では，鉱物組成や組織などが異なる，複数の種類の安山岩が分布することが明らかにされている(松井，1990；長岡ほか，2003)。埋葬施設に使用された石材が，どこで採取されたものであるのか，そして石材の選択に一定の傾向や通時的変化がみとめられるかどうかを詳細に検討することは，埋葬施設の構築技術の復元や，一連の埋葬儀礼のプロセスなどを検討するための基礎的作業としても，重要となる。

そこで，埋葬施設に使用された石材の種類や性質を詳細に把握し，上述した問題に役立てるために，偏光顕微鏡を用いた岩石学的分析を実施した。本発表では，分析結果を示すとともに，それをもとに宇久松原遺跡の埋葬過程における石材利用の特質について検討してみたい。

2．分析方法

採取された石材に対して，まず肉眼観察によって分類し，その代表的なサンプルに対して偏光顕微鏡による分析を実施した。試料は，石の表面を研磨した後，熱硬化性エポキシ系接着剤を用いてスライドグラスに接着させた。約 0.03mm の厚さになるまで研磨し，薄片を作成した後に偏光顕微鏡下で観察を行い，石材の検討を行った。

3．分析結果

偏光顕微鏡下では，大きく分けると 2 種類の石材に分類され，鮮新世初期から後期にかけて活動した宇久島火山岩類に含まれる「野方安山岩」と「采盛山火山岩」の安山岩(松井，1990)とおよそ合致すると考えられる。出土状況をみると，野方安山岩と采盛山安山岩両方が検出された遺構もみとめられたが，野方安山岩が主体を占めるのは，城ノ越式甕棺の SK032 や中期とみられる石棺墓 SK027 であった。また采盛山安山岩を主体的に使用するのは，弥生前期と推測される石棺墓 SK025，前期の甕棺墓 SK026 や 031，および弥生後期とみられる石囲墓 SK008 であった。

4．考察

石材の使用傾向についてみると，野方安山岩が主体的に使用されているのは，中期の遺構である。野方安山岩は，宇久島の東半部に分布する安山岩で，板状の節理が発達しているため，SK027

のような石室に類似した埋葬施設を構築するには，適した材質の石材であるといえよう。鉱物組成からみると，野方安山岩の中でも宇久島北側の海岸域に分布するものに近く，宇久松原遺跡からややや離れた地点から採取したものと推測される。またSK027と032は中期に相当すると考えられるため，野方安山岩は中期に主体的に使用された石材である可能性もある。

一方，采盛山安山岩が主体的に使用されるのは，弥生前期の遺構や弥生後期の石囲墓と考えられるSK008である。采盛山安山岩は，宇久島の中央に位置する城ヶ岳の西方にある采盛山を分布の中心とし，南側の海岸域にも分布することから，宇久松原遺跡近辺で採取できる石材であり，採取のためのアクセス，運搬の利便性という面から埋葬施設の構築に利用されたとも考えられる。また采盛山安山岩のみで構成される遺構は，現状では中期段階の埋葬施設には確認されていないため，前期や後期以降において主体的に使用された石材であると評価できるかもしれない。

おわりに

以上の結果から，宇久松原遺跡の埋葬施設に使用される石材は，前期から中期，後期にかけて変化した可能性がある。今後さらに周辺遺跡で使用された石材を分析し，石材使用の傾向やその選択の要因について検討をすすめたい。

文献

松井和典 1990「小値賀島及び肥前平島地域の地質」『地域地質研究報告(5万分の1地質図幅)』地質調査所

長岡信治・塚原博・角縁進・宇都宮恵・田島俊彦 2003「野首遺跡における石器の石材と原産地の推定」『野首遺跡』小値賀町教育委員会文化財調査報告書，7

中園聡・松本直子編 2008『長崎県宇久松原遺跡の学術調査』鹿児島国際大学考古学ミュージアム調査研究報告，5

A—9

横隈狐塚遺跡出土銅剣嵌入人骨の科学的調査

○小郡市埋蔵文化財調査ｾﾝﾀｰ・比佐陽一郎（福岡市埋蔵文化財ｾﾝﾀｰ）
鳥越俊行・今津節生（九州国立博物館）

1．はじめに

福岡県小郡市横隈狐塚遺跡７地点では 200 基を超す弥生時代中期甕棺墓が検出された。平成 19 年９月には、報告する 197 号甕棺（弥生時代中期前半）から銅剣嵌入人骨が伴って発見された。検出状況で銅剣切先は胸椎に刺さっていることがわかり、刺さっている部分の骨は捻転している状況がうかがえた。埋葬者は背中側の右斜め下方から刺されたものと思われる。骨の増殖が見られず、直接的な死因となった可能性が高い。

本例は殺傷人骨の良好例である。銅剣切先の刺さっている状況、および原位置の保持状態で取り上げ、詳細観察を行いたいものの、胸椎は非常に脆弱であり、また、軽い衝撃でも動いてしまうような状態であった。しかし、貴重な殺傷人骨であることを考えると、銅剣切先の刺さっている状態を保持して取り上げ、綿密な調査をする必要があった。そこで、本調査では、周辺各機関と協力することで、発掘現場で脆弱な状態で検出された銅剣嵌入人骨を強化して人骨の原位置の保持と取り上げを行い、その後、出土状況のＸ線 CT スキャナ調査を実施することで銅剣・人骨の詳細な位置情報を把握した。

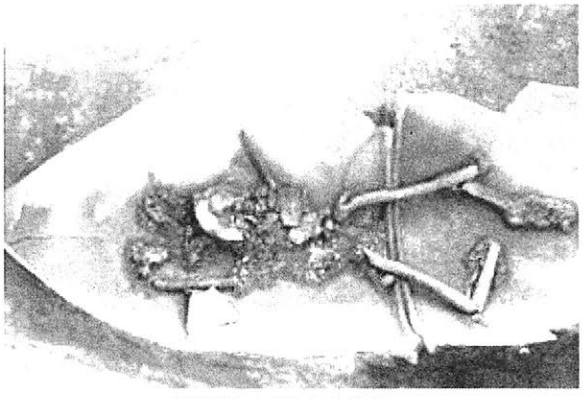
2．銅剣嵌入人骨の取り上げ

銅剣切先の刺さった状況、および原位置を示すと考えられる人骨の保持・Ｘ線 CT スキャナ調査による３次元記録化を目的とし、取り上げを行った。胸椎は現地において捻転が指摘されており（九州大学　田中良之氏）、その状況も本資料にとって重要な要素であった。そこで、原位置を示すと考えられる胸椎７個分を甕棺に固定し、取り上げる方法を採用した。

まず、切り取り範囲以外の人骨は記録後、事前に取り上げておいた。次に、パラロイド B72（3%→5%）を用いて銅剣・人骨の強化および甕棺への固定を行った。その後、ガーゼによる上面からの保護、医療用ギブスによるフェーシングを行い、甕棺ごと地面からの切り離しを行った。

3．Ｘ線 CT スキャナ調査

取り上げ終了後、九州国立博物館にてＸ線 CT スキャナ調査を行った。重量 100kg、直径１m以内（有効範囲は 60cm）の文化財が調査可能であり、本資料についても一時保管・運搬用コンテナに入れた状態でそのまま調査を進めることができた。現地から取り上げた状態のまま（固定処置を施したまま）での調査が可能であり、原位置を保った状態で、位置関係や３次元による立体構造観察が可能である。資料を安定した状態で、無理な姿勢に動かす必要がない点が事前調査として特に有効である。



197 号甕棺人骨検出状況

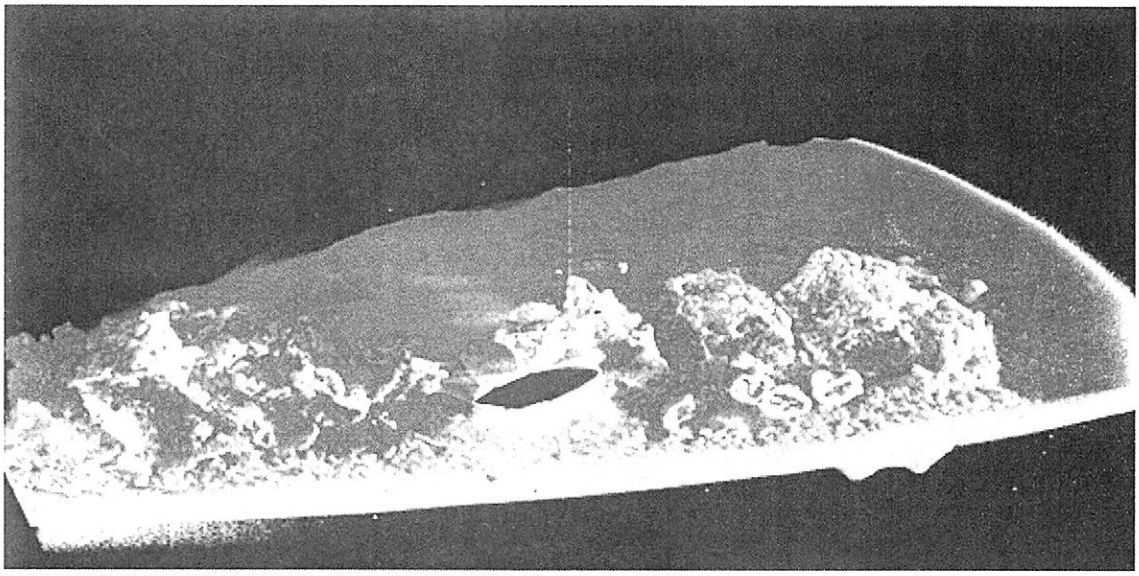
銅剣嵌入状況

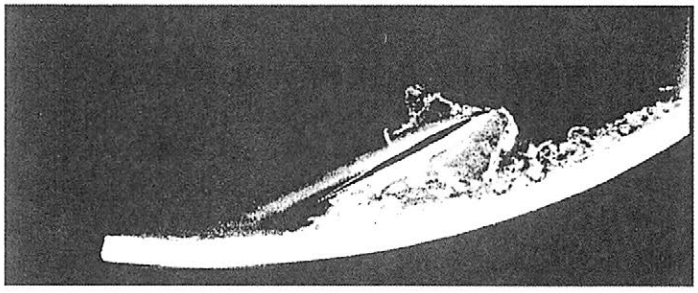
資料は銅剣と脆弱な人骨という質量差の大きいものを対象とするので、X線出力を調整しながら撮影を進めた。撮影後の画像編集では、様々な方向からの３次元観察を行い、銅剣・人骨の詳細な位置情報を明らかにした。詳細な立体構造と断面観察の結果、銅剣切先の嵌入角度や胸椎の捻転状況、銅剣が２胸椎にわたり嵌入している状況が詳細に把握できた。また、銅剣の腐食状況も併せて知ることができた。

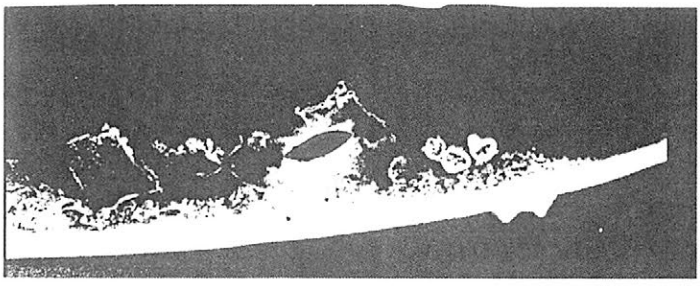
４．まとめ

本調査の有効性は複雑な出土状況の遺物・遺構の現状（原位置）を保持して取り上げ、X線CTスキャナ調査によって三次元による詳細な立体構造を把握することで、発掘現場だけでは得られない豊富な情報を得たことにある。併せて、それらの情報は今後の調査方針についても非常に役立つ情報である。

今後、複雑な出土状況の遺物・遺構について、現状（原位置）を保持する取り上げ技術とX線CTスキャナによる詳細な立体構造の把握によって、現場で得られる以上の詳細な情報を得られることが期待できる。また、本調査では周辺各機関が連携をとり、発掘現場から室内科学的調査への一連の調査が迅速に行うことができた。協力体制・ネットワークづくりも今後も推進すべき課題である。







上段）３次元立体画像
（手前側は断面）
中段）３次元断面画像
（銅剣嵌入角度）
下段）３次元断面画像
（胸椎の捻転部位）

A−10

未盗掘の竪穴石室・勝負砂古墳の科学的調査

○松木武彦（岡山大学大学院・今津節生（九州国立博物館）

1．はじめに

勝負砂（しょうぶざこ）古墳は、岡山県倉敷市真備町下二万字勝負砂に所在する、墳丘の長さ 42m の前方後円墳である。岡山大学考古学研究室は、この古墳の墳丘や周溝の形状、盛土の構築手法、埋葬施設の形態や内容などを明らかにするために、2001 年以来8次にわたって発掘調査を実施してきた。2007 年の第7次発掘調査では、後円部のほぼ中心、深さ約 4mのところを基底として築かれた竪穴式石室を精査し、多数の副葬品を初めとする多くの情報を得ることができた。

この古墳は未盗掘であったため、約 1500 年前の埋葬当時の空間がそのままの形で残されていた。副葬品の配置だけではなく、それらに本来伴っていた有機質など、通常は朽ち果てて残らない品物や情報が良好な状態で保たれていたため、千載一遇のチャンスとして、最新の技術による調査と記録が求められた。

第7次発掘調査は、おもに文部科学省科学研究費と学長裁量経費により、倉敷市教育委員会・倉敷埋蔵文化財センターの協力を得て、考古学研究室の教員と大学院生・学生を中心に、2007 年2月下旬から7月末までの約5ケ月間をかけて行った。さらに、石室の基礎構造等を調べるために、第8次発掘調査を、同様の体制で 2008 年2月下旬から4月初旬までの約 40 日間実施した。

本古墳は、まず地山面を整形して竪穴式石室を構築し、木棺・遺骸・副葬品を容れて葬送儀礼を済ませた後にその上に盛土を施して墳丘を築くという、通常の日本列島の古墳にみられる伝統的な工程とは逆の手順で築造されていた。したがって墓壙（石室・棺を容れる墓穴）はもたない様式に属する。この墳丘盛土については、古墳周辺の地理学・地質学・岩石学・土壌学的検討からその採土先の同定、および切り取ったサンプルの粒子分析などから、その採土、混ぜ合わせ、盛り重ね、踏み固めなどの工程を復元する試みを地質学・堆積学の研究者とともに進めている。

竪穴式石室は、長さ 3.59m、幅 1.1～1.2m、高さ約1mであるが、底面に 25～30cm の置土を施し、四周を低く中を高くしてその上面に小礫を敷き、棺床としている。壁体は角礫に粘土をはさみながら構築しており、上に述べた石室と墳丘の構築手順とともに、朝鮮半島南部の加耶地域からの影響を受けたものと考えられる。木棺は、棺床上面が中軸線に沿って緩く凹むことからU字形の底面をもっていたものと推測されるが、腐朽して全形はわからない。棺を収めた後、石室は8枚の蓋石を被せられ、さらに粘土で密封されている。その上に厚さ約3mの墳丘盛土が施されている。蓋石の上面および石室の壁面・床面は、主として非接触3Dデジタイザー（VIVID）により、誤差約2mm 以内の精度をもって記録された。

2．遺物の取り上げと科学調査

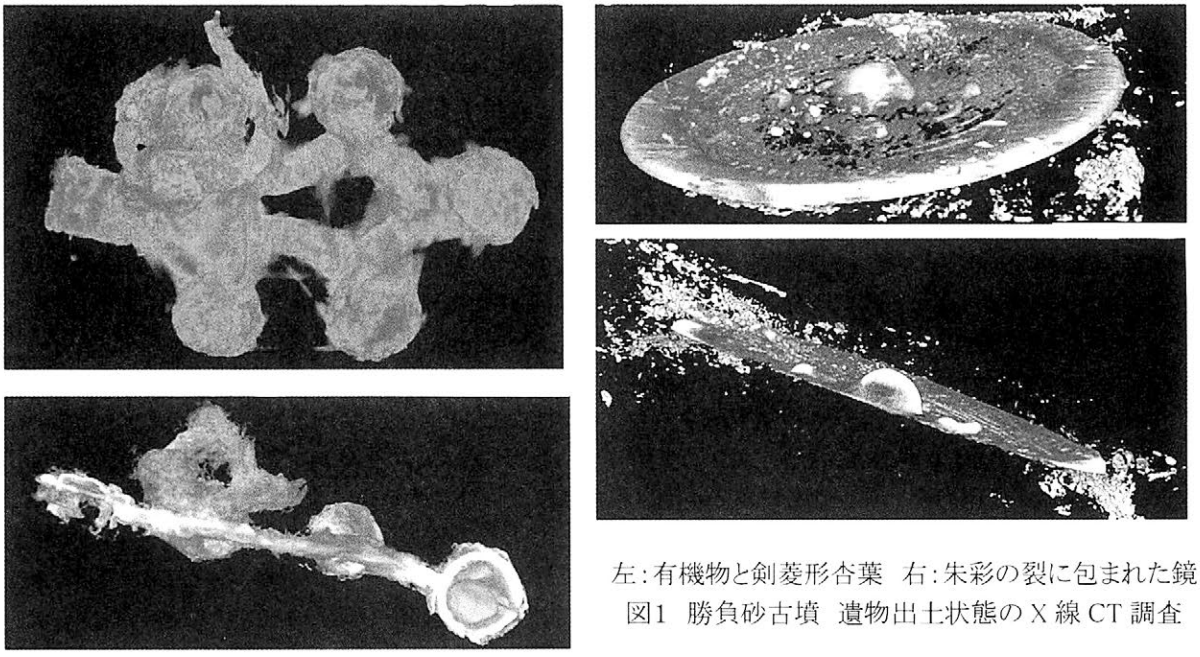
石室内には、人骨・歯のほか青銅製の鏡1面、青銅製の部品を含む馬具1式、横矧板鋲留短甲1領、鉄刀2本、鉄矛2本、矢3束 100 本以上（うち1束は胡簶入り）、鉄製農工具（鎌・斧・鍬・鑿・刀子など）約 20 点、弭金具形骨角製品、滑石製臼玉約 100 点、砥石4点、土器2点など、武装具を中心とした質量ともに豊かな副葬品が出土した。型式や特徴から、5世紀後半の所産と考えられる。これら各種副葬品の出土状況や空間的位置関係は重要な情報を含むが、きわめて脆くて失われやすいので、非接触3Dデジタイザー（VIVID）によってその精確な配置を漏らさず3次元で記録したのち、個々に取り上げられるもの以外は、なるべく大きな単位ごとに医療用ギブスで固めてそのまま取り上げた。

取り上げた副葬品は調査終了後の 2008 年8月に九州国立博物館に運搬し、文化財用の高精度CT スキャナ装置（X 線 CT）で内容や構造の分析を行った。

馬具は、部品同士の位置関係が乱れないようにギブスに密封したままスキャニングを行ったところ、轡は鉄製の2連のはみの両端に1対の青銅製棒状鏡板（はみえだ）が組み合わさったもので、緩い S 字状を描く棒状のはみえだの両側に6個の鈴が付くものであることが判明し、この鈴の中に小石と思われる物体が封入されている様子も映し出された。そのほか、5個の鈴を付けた剣菱形の鈴杏葉2点は、菱形部分に外形に沿った菱形の大きな透かしをもつという日本列島では初発見の型式で、鈴杏葉の成立過程を考える上で重要な資料であることが確認された。

鏡は、吉松茂信氏(宮内庁正倉院事務所)によって付着繊維の分析が進行中で、表面は水銀朱(HgS)で着色した裂を含む何層もの布帛に覆われ金属面はまったく見えず、さらに片面には木棺材が分厚く付着していたにもかかわらず、文様の相当部分はX線CTで把握することができ、おおよその鏡式の特定に成功した。

そのほか、短甲、鉄鏃、鉄矛、土器などについてもX線CTを行い、多くの知見を得ることができた。なかでも束になった鉄鏃の本数と並び方、鉄矛袋部の末端が圭頭状に加工されている可能性があることなどがわかったことは、今後の整理作業の指針となるだけではなく、古墳時代鉄製品の製作技法に関する検討をさらに深めるための短所となりうる情報である。また、土器の内部にきわめて比重の高い物質が充填されていることがX線CTによって明らかとなり、さらに元素分析によってこの物質が水銀朱である可能性が高まった。



左:有機物と剣菱形杏葉　右:朱彩の裂に包まれた鏡

図1　勝負砂古墳　遺物出土状態のX線CT調査

勝負砂古墳の石室内調査で行った新しい調査方法

1. 三次元(3D)測量によって　遺物の位置関係を精細に記録
2. 医療用ギプスを使って　遺物をそのままの位置関係で取り上げ
3. X線CTスキャナを使って　遺物の位置関係と構造を三次元で記録
4. 三次元情報を元に室内での解体作業と分析調査を実施

3. まとめ

このように、勝負砂古墳の調査では、岡山大学考古学研究室と九州国立博物館の共同作業により、3D 測量で位置関係を精細に記録した後に、医療用ギプス等を用いて一定範囲の遺物をそのままの位置関係で取り上げ、そのX線CTによる撮影を行ってから環境の良い室内でその後の解体や個々の品目の分析を行うという手法をとった。従来、有機質も含めて複雑に絡み合った遺物を発掘現場で解体しながら取り上げることが行われてきたが、こうした作業においては、いかに多くの写真や図面を用いても、結局は遺物が混乱・散逸して努力が水泡に帰する場合が多かったことは否めない。また、危険で環境の悪い発掘現場に長く置くことで遺物の劣化も激しく、調査員の疲労の蓄積という弊害もみられた。今回、勝負砂古墳で行った手法は、こうした問題の多くを大幅に軽減するものである。

いっぽう、広い範囲の副葬品群を取り上げる際に棺床などを大きく切り取る必要がある点や、付着有機質ごと取り上げるために、いわゆる「きれいに清掃された」状態の棺内遺物写真記録を残すことができないなどの点を問題として指摘する意見もあろう。後者の点については、古墳副葬品の多くが本来は繊維製品や革製品・木製品などの有機質に包まれて棺内外に配置されていたことが明らかになりつつある今日、「きれいに清掃され」金属遺物だけになったむき出し状態の遺物写真にどれほどの意味があるのか、むしろ疑問といえる。前者の問題については、3D 測量によって3次元的位置関係を復元可能な程度に万全に記録しておくなどの措置が考えられよう。

A−11

高松塚古墳石室解体におけるアコースティックエミッション法の応用

○高妻洋成・降幡順子・脇谷草一郎・肥塚隆保（奈良文化財研究所）
建石徹（文化庁）

1．はじめに　石材に応力が発生して微小破壊が生じるとき、人間の耳では感知できない高周波の「音」が発生する。この「音」をアコースティックエミッション（AE）という。高松塚古墳石室の解体および石材の移動をおこなう際には、石材に微小な破壊が生じることが想定された。このような微小な破壊の連続的な進展は最終的には取り返しのつかない大きな破壊に結びつく危険性があるため、石室解体時および石材移動時の安全を確保することを目的に、目視観察をはじめ、コンクリートマイクによる破壊音監視、治具の梁応力測定などとともにAE法を適用することとした。

高松塚古墳の石室解体では、取り上げる石材の形状・破損状態などを考慮して、各石材の解体に最適な治具を調整・使用した。全石室石材 16 石について、地切り、把持移動、梱包移動、回転、搬送などの各工程でのAEを得たが、ここでは、比較的取り上げが困難であった天井石１（南から１番目）の把持移動（2007 年 5 月 30 日実施）といわゆる飛鳥美人が描かれた西壁石 3(西壁石のうち南より 3 番目)のコロ移動（2007 年 5 月 10 日実施）に際して得られたAEデータを紹介することにする。

なお、AEの測定には携帯型のAE計測装置（Physical Acoustics Corporation, Pocket AE）を用いた。AEセンサーはシクロドデカンを用いてあらかじめ石材の表面に接着しておいた鉄板（縦 5 cm×横 5 cm×厚 1 mm）に両面テープと粘着テープで固定した。

2．天井石１の地切り時のAE観測　図３に天井石１の地切りをおこなった時に観測されたAEのカウント数を示す。圧力を上昇させるまでに観測されたAEならびに梱包枠に設置した後で観測されているAEはボルトなどを扱ったときに接触した工具などのノイズによるものである。また、北に移動中に観測されたAEは天井クレーンの電気的なノイズに起因していることがわかっている。10 時 32 分に観測されているAE、10 時 51 分のAE、梱包枠に設置する直前の 11 時 13 分から設置し終わるまでに観測されたAEは、それぞれ把持圧の上昇により南北方向の亀裂がわずかに閉まったこと、2cm上昇のときのわずかな衝撃、梱包枠への石材の接触と南北方向の亀裂のわずかな動きを反映するものと考えられる。これらのAEは瞬間的なものであり、石材の破壊の進行を示唆するものではなかった。

3．西壁石３のコロ移動時のAE観測　高松塚古墳石室の床は側壁を立てる部分が 3 cm 程の段差をもつように削り込まれており、その段差の形状もほぼ垂直であった。この床石の段差に対して西壁石３は密着して嵌めこまれており、Γ型の治具を用いた場合、床石と西壁石３の接点に破壊が生じることが懸念された。また、Γ型の治具を取り付ける部分には大きな亀裂も存在していた。このような理由から、西壁石３の地切りにはΓ型の治具を用いず、コロを用いて徐々に床石の段差から西壁石３を分離した後に北へ移動させる方法がより安全であると判断された。

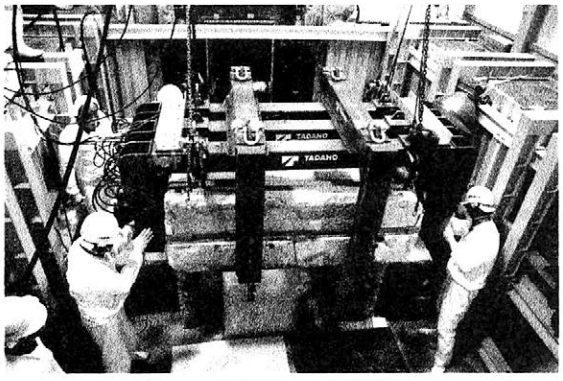


図１　天井石１の把持移動

図２　西壁石３のコロ移動

図４に西壁石３のコロ移動時の AE カウント数を示す。ジャッキ操作を経てコロを床石と西壁石３の間に挿入した後、北へゆっくりと移動を開始したが、その間、全く AE は観測されなかった。コロ移動の終盤の 14 時 10 分に観測された AE は、当初から断裂を生じていた破片を取り外したときのものである。また、移動を完了する直前の 14 時 17 分に観測された AE は、コロを挟んでいたステンレス板が不足したため、最後に壁石の一部が床石と直接接触したことによるものである。

４．まとめ　高松塚古墳石室解体で応用した AE の一例を示した。観測時には様々なノイズなどもあったが、事前にそれらの事象を把握しておくことにより、石材の破壊に起因するものであるかどうかをある程度区別することができた。石室解体工程において、AE をモニタリングすることで、石材に破壊が進行していないかどうかを把握することが可能となり、安全な石室解体の遂行の一助とすることができたといえる。AE 法は石造文化財のみならず、様々な文化財の取扱・移動などにおいてきわめて有効なモニタリング法のひとつであるということができる。

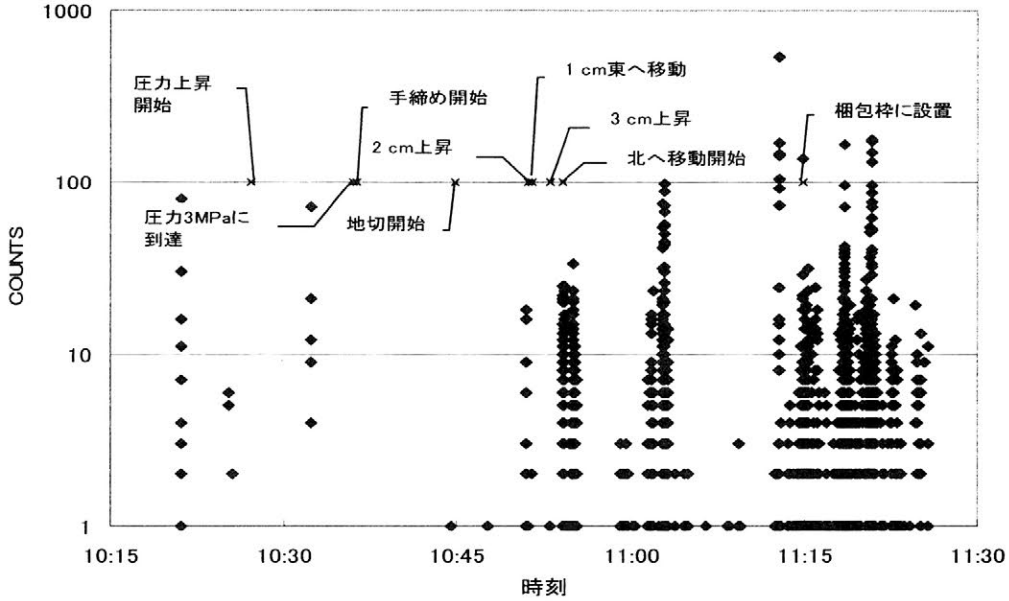


図３　天井石１の把持移動時の AE カウント数

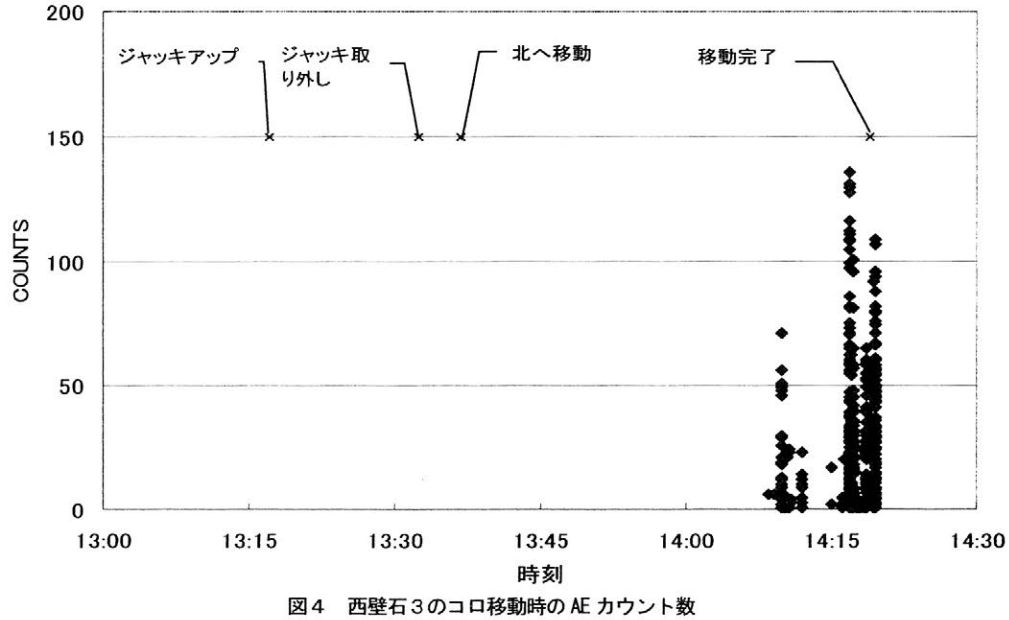


図４　西壁石３のコロ移動時の AE カウント数

東名遺跡における現地保存された貝塚の環境モニタリング

○福島　優美*・松山　泰治*・軽部　文雄*・西田　巖**・宮﨑　寛章***
（*応用地質株式会社・**佐賀市教育委員会・***国土交通省九州地方整備局）

1．はじめに

東名遺跡は、国土交通省が佐賀平野の中央部に建設中の洪水調整池の掘削工事中に発見された縄文時代早期の集落跡と見られるところで、６ヶ所の湿地性貝塚とその周辺の貯蔵穴群などからなる大規模な遺跡である。調整池工事上残せない２ヶ所の貝塚については発掘調査し、残り４ヶ所の貝塚については、遺跡の重要性に鑑み、現地保存することになった。現地保存においては、試験施工により対策工法を選定し、現地発生土とセメントによる改良土で貝塚上部をキャッピングした。キャッピングの効果を確認する為、貝塚層及びその上下の地盤・地下水環境を連続観測しており、対策後、地盤の酸化還元電位が酸化状態から還元方向に移行する過程や地中温度の年較差など貴重なデータが得られ、対策工の効果が確認できたので、これを報告する。

2．遺跡がおかれた環境と遺跡保存対策

巨勢川調整池は、標高 5m程度の水田面から 5～6m掘削する計画で、一部を除き掘削は終了している。平成 2 年度の工事開始時に遺跡の確認調査、平成 5 年度から平成 8 年度にかけて発掘調査が実施され、標高 3m付近で集落跡及び墓地が発見された。

平成 15～16 年度の調査では縄文時代早期の貝塚が 6 箇所発見された。

現在そのうち第 1、第 2 貝塚についての本格的な発掘調査が実施されており、日本最古級の貴重な木製品、網籠、装身具、木櫛などの遺物が出土するとともに、ドングリ類の貯蔵穴や礫群など、7,000 年前の縄文人の生活の様子がわかる遺構が発見された。

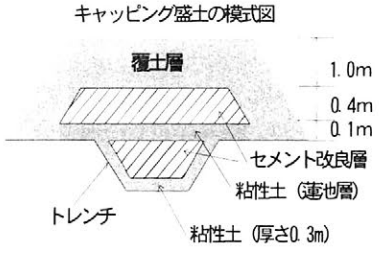
遺跡保存対策は、

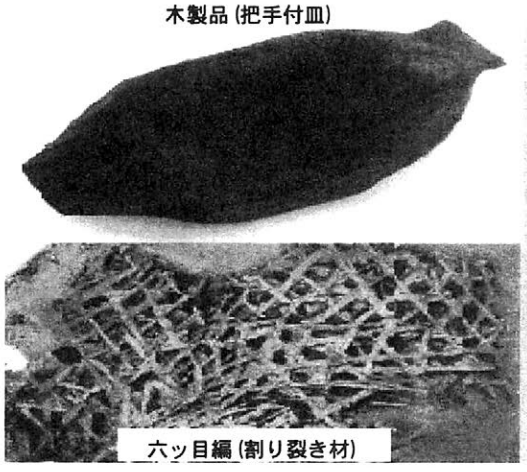
①大気による酸素の影響を遮断する、

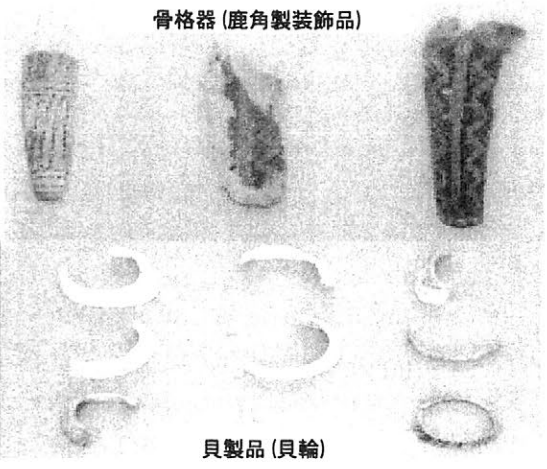
②遺跡を劣化させる恐れのある溶存酸素を含んだ
地下水の流入を抑制する、

③土壌の乾湿の繰返しを避ける、

の３つの方針に基づいて掘削以前の環境である還元状態に戻すことを目標とした。







３．遺跡保存環境の対策工

対策工として、調整池の治水機能の確保を前提に、遺跡をキャッピング（「セメント改良土層」と「覆土層」）することを基本とした。キャッピングの範囲を決定するに際し、地下水中の溶存酸素が地層中で消費されるのに必要な長さを検討するため、溶存酸素消費試験を実施した。東名遺跡は有明粘土の下に埋没されており還元状態にあったため、保存状態は極めて良好であった。しかし、巨勢川調整池の掘削工事によって、次第に酸化を受けて、露出された遺跡は風化・劣化したものと推定されている。したがって、保存対策のためにキャッピング層で遺跡の上面を覆う工法が想定されているが、キャッピング層の厚さ、範囲については、他に事例もなく決め難かった。そこで、キャッピング層の施工範囲を設定することを目的として、酸化と距離との関係を把握するための現地試験施工を実施し、決定した。

４．対策工後のモニタリング

遺跡の保存対策工の施工中及び施工後の効果を検証するため、第４貝塚、第５貝塚で平成19年２月より地下水環境のモニタリングを開始した。モニタリングは、施工中及び施工後を通じて行うものとするため、設置型とした。貝塚内に設ける土壌環境及び地下水環境の監視基準案(下表)を設け、監視を行った。

2008年３月現在、土壌・地下水の酸化還元電位、地下水のpHは安定しており、溶存酸素やカルシウムイオン、硫酸イオンも基準値案を満たしているが、今後もモニタリングを継続する予定である。

項目	モニタリング結果	基準値案
pH	中性付近で安定している。	中性付近であること
酸化還元電位	-200～+100mVで安定している。	+100mV程度以下であること
溶存酸素	おおよそ2mg/L未満となっている	2mg/L未満であること
$Ca^{2+}SO_4^{2-}$	第４貝塚は減少傾向にあり、第５貝塚は横ばいになっている。	上昇傾向にないこと

５．まとめ

遺跡保存対策としてキャッピングを行ってから、第５貝塚で約１年半、第４貝塚で約１年が経過した。モニタリング結果によると、土壌環境・地下水環境とも還元状態を維持しており、遺跡の保存環境は保たれていると判断でき、対策工は効果を発揮している。

土壌環境については還元状態への移行を確認でき、モニタリング計器のメンテナンスが困難なため、今後は地下水環境を主体にモニタリングを継続し、土壌環境・地下水環境が良好に保たれていることを注意深く観測していく計画であるが、当面は土壌環境の観測も行い参考資料とする。

謝辞

本発表にあたっては、「東名遺跡モニタリング委員会」（国土交通省佐賀河川総合開発工事事務所）の議論を参考にさせていただいた。ここに、三浦哲彦委員長（佐賀大学名誉教授）を始めとする各委員の方に謝意を表する。

A－13

南九州における縄文時代草創期から早期の炭素14年代測定

○遠　部　　慎[1)]・小林謙一[2)]・宮田佳樹[1)]・坂本　稔[1)]・西本豊弘[1)]
（1）国立歴史民俗博物館、（2）中央大学

はじめに

九州地方では、縄文時代草創期から早期前半にかけての考古学的研究は、土器編年を中心に地域ごとに構築されてきた。そのため、各地域の独自性が主張されるものの、その対応関係については、踏み込んだ見解が少ない。それゆえ、各地の編年網の対比は十分でなく、その地域性がどのように形成され、どういった意味合いを持つのか、十分に検討されていない。

そこで、九州の中でも土器編年の１つの柱であり、かつ独自色が強いとされる南部九州において、縄文時代草創期～早期の土器付着物を中心に年代測定を行う。当該期の土器を中心に年代値を集積した研究は少なく、本研究で一定の見通しを与えることが可能であり、各型式の大まかな位置付けについて検討を行う。その中でも、南九州独自とされることの多い、隆帯文土器や貝殻文円筒形土器を中心としたい。

南部九州（鹿児島・宮崎）における縄文時代草創期の炭素14年代測定例

国立歴史民俗博物館年代測定研究グループの測定では、西之表市三角山Ⅰ遺跡の隆帯文土器からは、12080±70BP、11790±45BP、11795±50BP、鬼ヶ野遺跡では12180±40BP、11880±60BPの年代値が得られており、種子島を中心としたデータはよくまとまる。ほぼ同時期の宮崎市塚原Ｃ遺跡のデータも概ねそれと矛盾しない。つまり、隆帯文は、12000-11500BPにその測定値が集中し、薩摩火山灰層下位から出土するという各遺跡の状況と矛盾しない。こうした状況から、上黒岩遺跡９層などに後続する可能性が高いと判断したい。

草創期の測定例は、隆帯文土器以降については少なく、今後の課題は多い。ただし、この時期の年代測定例が少ないのは、南部九州に限ったことでなく、全国的な現象である。

南部九州（鹿児島・宮崎）における縄文時代草創期の炭素14年代測定例

南部九州の縄文時代早期は、貝殻文円筒形土器がかなりの時間幅を占めるとされる。貝殻文円筒形土器は、岩本→前平→加栗山→吉田→石坂→下剥峰・桑ノ丸という型式変遷が考えられている。三角山Ⅰ遺跡の岩本式は9890±60Bを示し、測定できた資料は、いわゆる岩本式でも古相と考えられる。続く前平式は9500-9400BPにまとまり、加栗山式は9400-9300BP、吉田式は9200BP台となる。さらに、石坂式は、概ね8900BP代にまとまり、桑ノ丸式土器は8735±35、8540±45BPという測定値である。また、貝殻文円筒形土器に伴出することの多いとされる政所式は、9200-9100BPの測定値が得られている。

測定例は少ないが、南部九州で押型文土器が存続する期間は、8700-8000BP頃と考えられる。南部九州における押型文期の測定例は少ないが、全国的な流れと大きな矛盾はなく、押型文土器単純期は確実に存在する可能性が高い。押型文以降、平栫式や塞ノ神式の測定は今後の課題としたい。

早期終末、鹿児島市湯屋原遺跡の轟２式の測定例は、6450±40BPである。これはアカホヤより下位と考えられる測定値であり、考古学的な状況とも矛盾しない。

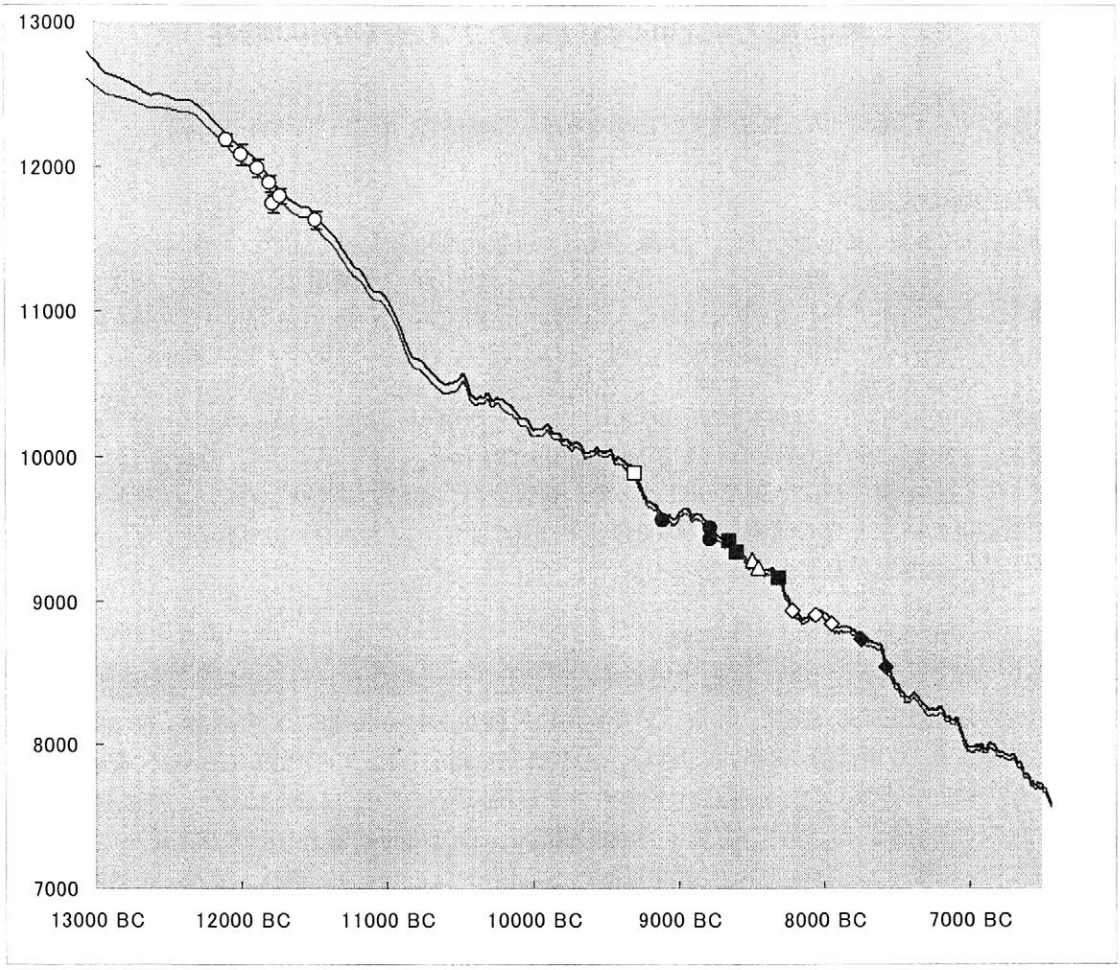


図１　南部九州のおける縄文時代草創期から早期の年代測定
（○隆帯文, □岩本式, ●前平式, ■吉田式, △加栗山式, ◇石坂式, ◆桑ノ丸式）

まとめ

以上の得られた炭素 14 年代値から、隆帯文土器は縄文時代草創期でも 12000-11500calBC、貝殻文円筒形土器は、9550-7500calBC 頃に位置づけられることが明らかになった。ただし、草創期・早期・前期の各境界については、さらに測定を行う必要がある。

隆帯文土器以降から、上黒岩６層以前の年代値は少ない。東日本でも、11500-10000BP 頃は、測定値があまりなく重要な課題の１つとなろう。早期後半から前期初頭についても同じである。また、熊本県地域は、当該期の年代測定をほとんど行っていない。今後の課題としたい。

本発表は、平成 16-20 年度科学研究費補助金学術創成研究　課題番号 16GS0118、平成 19-20 年度科学研究費若手研究課題番号 19800058）の成果の一部である。

A−14

東北地方北部におけるトチノキ利用の編年

○國木田大、吉田邦夫、宮崎ゆみ子、松崎浩之、辻誠一郎（東京大学）

1．研究内容の要約

本研究の目的は、東北地方北部（青森、秋田・岩手北部）におけるトチノキ利用の変遷過程（仮説モデル）とその年代を解明することにある。縄文時代中期から後期にかけては、寒冷化に伴い環境が激変したことが知られている。特に、三内丸山遺跡では、人為干渉の高いクリ林から、低地部でのトチノキ拡大という植生変遷が明らかにされており、生業の変化や人為生態系の成立が議論されている。本発表では、トチノキ利用が、①円筒上層ｄ・ｅ式段階（約4400 BP）に本格的な利用が開始され、②大木9・10式段階（約4100 BP）において住居での備蓄や精神世界への導入がみられ、③十腰内Ⅰ式段階（約3700 BP）に集約的な利用の開始をむかえる、という3段階の画期を経て変遷していくことを明らかにできた（図3）。その背景には、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（約4400 BP、約3700 BP）と、大木9・10式段階にピークをむかえる活動の広域拡散化があると考えられる。

2．仮説モデル提示の根拠となる資料

青森県、特に三内丸山遺跡の周辺地域を中心に、①トチノキの出土・検出事例（種実遺体・花粉・産出状況の類型化）（22遺跡）、②トチノキ利用に直接かかわる既知の^{14}C年代値（56点）、③土器型式と関係する^{14}C年代値（246点、図1）、④本研究で測定した^{14}C年代値（79点）、を項目別に集成し、その傾向を考察した。前期出土のトチノキ資料に関しては、人為的かどうか判断が難しいため、今回の対象資料には含めていない。紙面の都合上、既知の年代値と今回の測定値79点を全て紹介できないので、重要遺跡について簡単に触れるに留めたい（表1）。榎林、最花、十腰内ⅠA・ⅠB式は、年代値が不足していたため、土器付着物19点の測定を行った（図2）。

3．考察内容

トチノキの出土事例としては、明戸遺跡（円筒上層ａ）、三内丸山（9）遺跡（円筒上層ｂ）が古い時期の例として評価できるが、類例は少ない。円筒上層ｄ・ｅ段階になると、近野遺跡（D区、F区、E区）、三内丸山（6）・（9）遺跡などで、トチノキ種皮片が集積した遺構や簡素な水場遺構が確認される。これらの種皮片は食料利用残滓と理解できる。富ノ沢（2）、野場（5）遺跡の事例のように、榎林や最花段階になると、住居跡や土坑などで炭化種子が大量に出土する事例が増加する。これらの資料が、食料備蓄の残余物なのか、あるいは儀礼行為による廃棄物であるのか判断が難しいが、いずれにせよ台地集落上での利用痕跡が顕著になる時期である。大木9・10段階では、御所野、田代、新田遺跡など、大木圏の影響が強い地域での出土が目立つ。特に、御所野遺跡では、掘立柱抜き取り後の柱穴に、大量のトチノキ炭化種子を廃棄する行為が行われ、精神世界との関連を窺わせる事例がでてくる。後期前葉以降になると、上谷地、柏子所Ⅱ遺跡に代表される大規模な水場遺構が継続的に利用される。両遺跡の木組み遺構自体の年代は、後期中葉～後葉以降であるが、沢の利用開始は前葉段階からであることが注目される。

花粉分析と年代を対比できる資料は、大矢沢野田、三内丸山（南の谷）、近野（F区）遺跡であり、トチノキ花粉増加開始の年代は、いずれも約4450 BPである。トチノキの増加時期と食料としての利用開始に時間的な差はほとんどない。

先行研究における土器型式の年代値集成から、円筒下層ａの開始（約5100 BP）、円筒下層ａから下層ｂ（約4900 BP）、円筒上層ａの開始（約4600 BP）、円筒上層ｄ・ｅの終焉（約4400 BP）、大木9（約4100 BP）、大木10（約4000 BP）、十腰内Ⅰ（約3700 BP）の年代が見えてくる。今回の榎林、最花、十腰内Ⅰの土器付着物の測定では、海洋リザーバー効果の影響もあり、ややばらついているが、榎林と最花が約4300～4000 BP、十腰内ⅠAが約3700 BPであることを確認できた。

4．今後の課題

本発表で提示した仮説モデルが、東北南部や北海道南部といった周辺地域にあてはまるのか、また縄文海退、砂丘形成などの年代とどのように関連してくるのか検討していきたい。

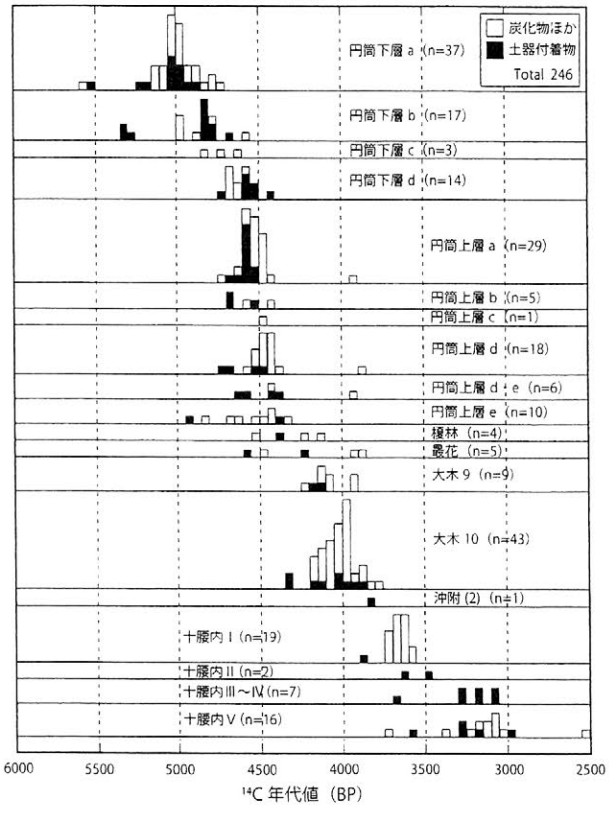


図1　先行研究における年代値の集成

遺跡名	測定資料	^{14}C年代値(BP)	備考・(年代値文献)
近野遺跡(F区)	トチノキ種皮片 水場遺構構築材	4320-4300, 4120 BP 4660-4350 BP	円筒上層d-e, 大木10(本研究) 円筒上層d-e(青森埋文,2006)
三内丸山(9)遺跡	トチノキ種皮片 関連土器付着物	4450-4370 BP 4385 BP	円筒上層e(本研究) 円筒上層e(本研究)
富ノ沢(2)遺跡	トチノキ炭化子葉	4165, 4130 BP	榎林, 住居出土(本研究)
野場(S)遺跡	トチノキ炭化種子	4110-4020 BP	最花, 土坑出土(本研究)
御所野遺跡	トチノキ炭化子葉	4110-3780 BP	大木9・10, 住居・柱穴出土(本研究)
三内丸山遺跡 (第27次調査)	炭化材など (第683号住居)	4045-3880 BP	大木10(村本,2007) (トチノキ炭化種子片出土住居)
柏子所II遺跡	トチノキ種皮片 水場遺構構築材	3750, 3285, 3030 BP 3400-2870 BP	後期前葉～(後葉が主体)(本研究) (構築物は後葉が主体)(秋田埋文,2005)
上谷地遺跡	トチノキ種皮片 水場遺構構築材	3490 BP 3430-3230 BP	後期前葉～(中葉が主体)(本研究) (構築物は中葉が主体)(秋田埋文,2005)
三内丸山遺跡 (岡の谷)	ボーリングコア 試料	4450 BP	トチノキ花粉増加開始(吉川ほか,2006)
大矢沢野田遺跡	ボーリングコア 試料(泥炭)	4460 BP	トチノキ花粉増加開始(後藤・辻,2006)

表1 代表的なトチノキ出土例とその年代

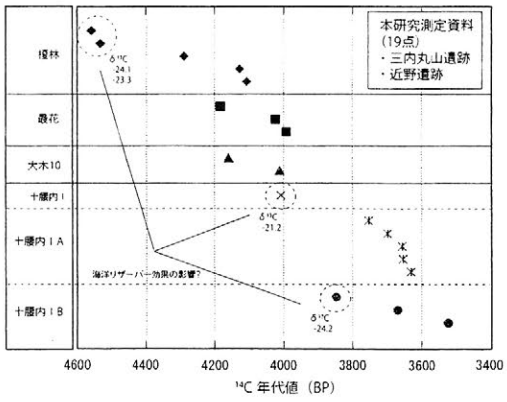


図2　榎林、最花、十腰内Ⅰ式の土器付着物年代値

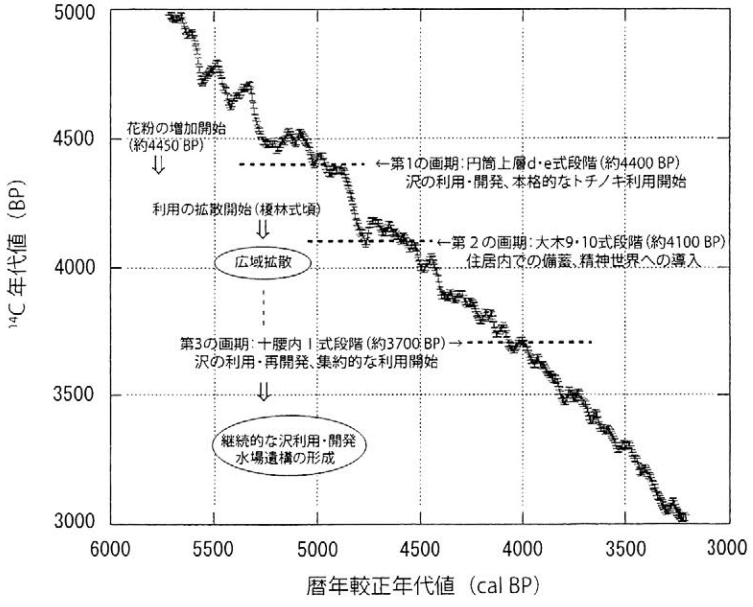


図3 トチノキ利用の仮説モデルと暦年較正曲線（IntCal04）の関係

A−15

日本先史時代火災住居構築材複数試料の炭素１４年代測定

○小林謙一（国立歴史民俗博物館）

筆者は、日本先史時代の年代測定研究を進める中で（小林 2004 ほか）、竪穴住居跡など遺構の構築・使用・廃棄・埋没に関わる時間的整理（ライフサイクル）を、炭素 14 年代を利用して検討してきた。

今回は、弥生・古墳時代を中心に焼失と考えられる竪穴住居跡内より出土した複数試料の炭素 14 年代測定例を紹介する。なお、本稿では試料名は歴博での試料ナンバーで記し、炭素 14 年代測定結果を ^{14}C BP、IntCal04 と呼ばれる較正曲線を用い２σの範囲で求めた較正年代値を cal BC または cal AD で表記する。

１．縄紋時代の例

筆者がこれまで測定した縄紋時代の測定例については、旧稿で紹介している（小林 2007）ので、代表例として臼尻小学校遺跡例（縄紋時代後期ホッケマ式）をあげる。住居自体に伴う試料では H7 号住居出土の炭化材 6 点（HDMK-C2 は棟木,C5 は垂木と推定される床面上遺存の構築材、HDMK-C3,C4,C7,C9 は床面上の細材）で、ほぼ一致した測定値を示し、同一の時期の所産である可能性を示している。

２．弥生時代以降の例

次に、弥生時代以降の火災住居内複数炭化材測定例を以下に挙げ、図を示す。

島根県田和山遺跡 SI09 号竪穴住居（弥生中期Ⅲ−２期）

炭化材を２点（2090±40、2230±40^{14}CBP）測定している。時期差があるが、「2200 年問題」と呼ぶ較正曲線の大きな波があり、解釈は難しい。

京都府岩倉忠在地遺跡の１号竪穴（弥生後期庄内式期）

測定結果より、C1・C2 はやや古い古材の利用かと推定できる。

千葉県佐倉市六崎外出遺跡 10 次１竪穴住居（古墳時代前期初頭）

炭化材２点。１点は、50 年程度は住居構築時期よりも古い年代に伐採した材である可能性が高い。

３．結果と解釈

以上、縄文時代の火災住居と弥生・古墳時代の火災住居の構築材の測定において、前者ではほぼ同一の伐採年かつ想定される住居の帰属時期に近い年代が得られるのに対し、後者では一部に古い測定値を示す試料が認められる。古材の再利用例が多いのではないか。測定例数はともに少なく予察に留まるが、構築時における木材調達のシステムなど住居ライフサイクルの時間的動態をリアルタイムスケールで検討したい。

本稿での成果は、科学研究補助金基盤Ｃ「炭素 14 年代測定を利用した縄紋時代の居住期間の研究」、学術創成研究「弥生農耕の起源と東アジアー炭素年代測定による高精度編年体系の構築ー」（代表西本豊弘）の成果を含み、坂本稔、村本周三、遠部慎および資料提供者の協力を得ている。

＜参考・引用文献＞

小林謙一 2004『縄紋社会研究の新視点ー炭素 14 年代測定の利用ー』六一書房

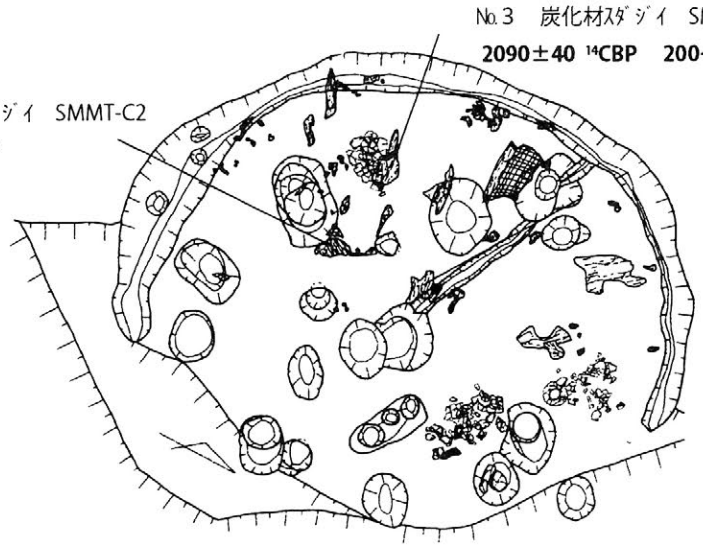
小林謙一 2007「AMS^{14}C 年代測定試料の検討と縄紋住居居住期間の推定」『考古学研究』第 54 巻 2 号,考古学研究会

小林謙一・春成秀爾・坂本　稔・尾嵜大真・新免歳靖・松崎浩之 2005「松江市田和山遺跡出土試料の ^{14}C 年代測定」『田和山遺跡』松江市教育委員会

年代測定研究グループ 2006「北海道函館市臼尻小学校遺跡出土炭化材の ^{14}C 年代測定」『臼尻小学校遺跡』函館市教育委員会

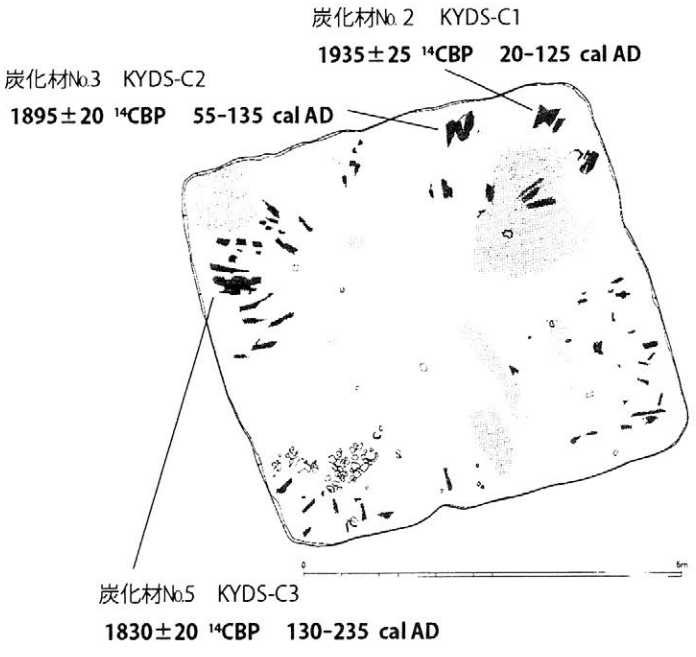
年代測定研究グループ 2006「岩倉忠在地遺跡出土炭化物の ^{14}C 年代測定」『岩倉忠在地遺跡 同志社小学校建設に伴う発掘調査報告書』同志社歴史資料館調査研究報告第 6 集,同志社大学歴史資料館

年代測定研究グループ 2006「千葉県佐倉市六崎外出遺跡（第 10 次）出土試料の ^{14}C 年代測定」『平成 16 年度佐倉市埋蔵文化財発掘調査報告書』佐倉市教育委員会



火災住居
構築材が床面に
放射状に遺存
前 2 世紀頃と推定

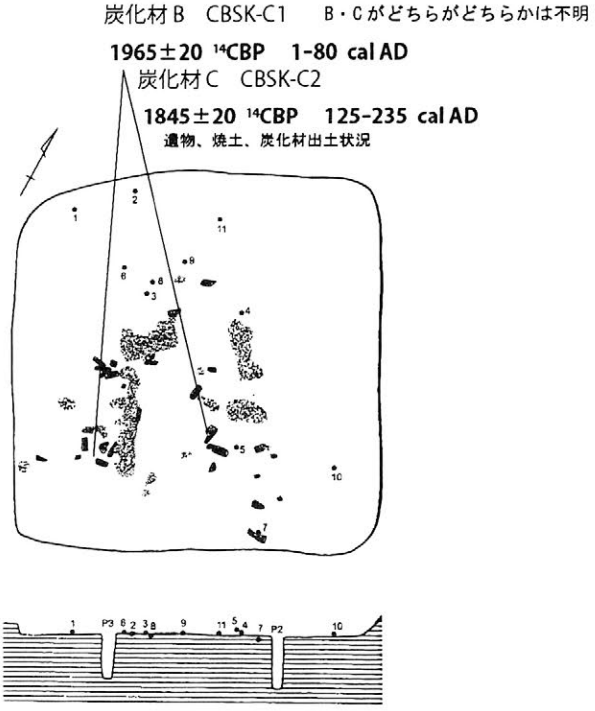
島根県松江市田和山遺跡　SI-09 住居跡（弥生Ⅲ-2 期）
（松江市教育委員会 2005『田和山遺跡群発掘調査報告Ⅰ』に加筆）



京都府岩倉忠在地遺跡　竪穴住居 1（庄内式期）
（同志社大学歴史資料館 2006『岩倉忠在地遺跡』に加筆）

火災住居
構築材が床面に放射状に遺存
時期的には 2 世紀頃か

ただし、実年代的には AD80 ～ 200 年代頃は日本産樹木では、IntCal04 よりも数十年程度新しくなる可能性が指摘されている（尾嵜大真、今村峯雄、坂本稔、中村俊夫、光谷拓実らによる）。



千葉県佐倉市六崎外出遺跡　竪穴住居 1
（古墳時代前期初頭）
（佐倉市教育委員会 2006『平成 16 年度佐倉市埋蔵文化財発掘調査報告書』に加筆）

火災住居
構築材が床面に放射状に遺存
時期的には 3 世紀頃か

炭化材は、すべて調査担当者が採取

図　弥生・古墳時代火災住居の構築材と思われる炭化材の年代測定例

弥生時代を網羅する日本版炭素 14 年代較正曲線の構築

○尾嵜大真[1]、坂本稔[1]、今村峯雄[1]、松崎浩之[2]、中村俊夫[3]、
小林紘一[4]、伊藤茂[4]、丹生越子[4]、光谷拓実[5]
[1]国立歴史民俗博物館、[2]東京大学大学院、[3]名古屋大学年代測定総合研究センター、
[4](株)パレオ・ラボ、[5]奈良文化財研究所

はじめに

我々の研究グループでは、遺物資料の炭素 14 年代をもとに縄文から古墳時代にかけての高精度編年体系の構築を行っており、炭素14年代から暦年代への較正には北半球一般で汎用的とされているIntCal04(Reimer et al. 2004)を用いている。しかし、近年の加速器質量分析(AMS)法の発展に伴い、少ない試料量でも短時間で精度の高い炭素 14 年代測定が得られるようになり、年輪試料についても多くの炭素 14 年代測定が行われるようになってきた。その結果、時期や地域によってはIntCal04との違いのあることが指摘されるようになり(Kromer et al. 2001, Sakamoto et al. 2003)、地域効果などと呼ばれている。我々が目標とする高精度での編年体系の構築には日本における地域効果を考慮した日本版ともいえる炭素 14 年代較正曲線が必要不可欠であり、我々は年輪年代法により年代付けされた日本産樹木年輪試料の炭素 14 年代測定を精力的に行ってきた。本報告ではその測定結果から明らかとなった IntCal04 との違いや特徴について報告する。

試料と実験

本研究では、年輪年代法により年代付けされた日本産樹木年輪試料として秋田県仁賀保町で見つかったスギの埋没樹幹(AKNKH)、広島県東広島市黄幡 1 号遺跡から出土したヒノキの加工木材資料(HRHH)、長野県飯田市畑ノ沢地区で見つかったヒノキの埋没樹幹(NNIH)、長野県南信濃村遠山川河床で見つかったヒノキの埋没樹幹(NNMSM)の 4 つを用いた。これらの試料の年代範囲を IntCal04 とともに図 1 に示した。図 1 には Sakamoto et al. (2003)で用いられた試料についても示してある。図 1 からもわかるようにこれらの試料により紀元前 1000 年から紀元後 500 年ほどまでがカバーされており、弥生時代全体を網羅している。

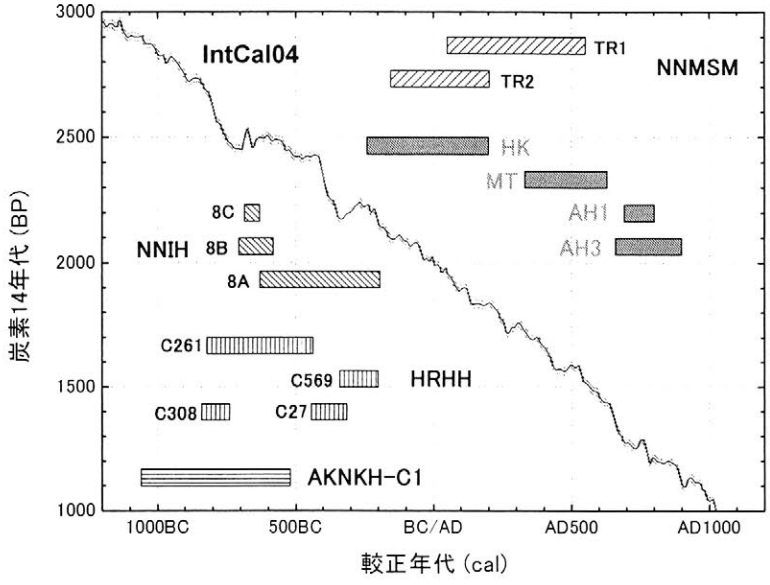


図 1 本研究および Sakamoto et al. (2003)で用いた日本産樹木年輪試料の年代幅と IntCal04

年輪試料は細かく粉砕あるいはカッターにより薄膜状とした後、酸-アルカリ-酸（AAA）処理、塩素漂白、濃アルカリ溶液処理を行い、α-セルロースを抽出した。得られたα-セルロース試料から真空ラインを用いて二酸化炭素を分離・精製した後、グラファイトとし、AMS 測定用の試料とした。AMS 測定は名古屋大学年代測定総合研究センター、東京大学工学系研究科タンデム加速器施設、（株）パレオ・ラボにて行った。

結果と考察

本研究および Sakamoto et al.（2003）の日本産樹木年輪試料の炭素 14 測定をもとに日本版ともいえる炭素 14 年代較正曲線を作成し、図 2 に IntCal04 とともに示した。紀元前 800 年以前と紀元前 200 から紀元後 50 年の範囲はまだすべての測定を終えていないために誤差が大きいが、日本産樹木年輪試料の炭素 14 年代は全般的に IntCal04 と整合的であり、弥生時代全般において日本でも IntCal04 を用いた暦年較正が十分実用的であると言える。

しかし、いくつかの例外がある。一つは紀元前 700 から 650 年にかけて IntCal04 から大きくずれ、炭素 14 年代が大きく振幅している。これは地域効果というよりも IntCal04 の構築の際に必要以上に平滑化されてしまったことに原因があるものと考えられる。しかし、この時期の試料の炭素 14 年代は紀元前 700 から 400 年にかけて一定となってしまうこともあり、正確な実年代を得るために詳細な較正曲線は非常に重要なものとなる。さらに、紀元後 1 から 2 世紀では日本産樹木年輪試料の炭素 14 年代が系統的に 50 年程度古くなっており、その年代の資料についての暦年較正結果が IntCal04 を用いた場合と大きく異なってしまうことは明らかである。

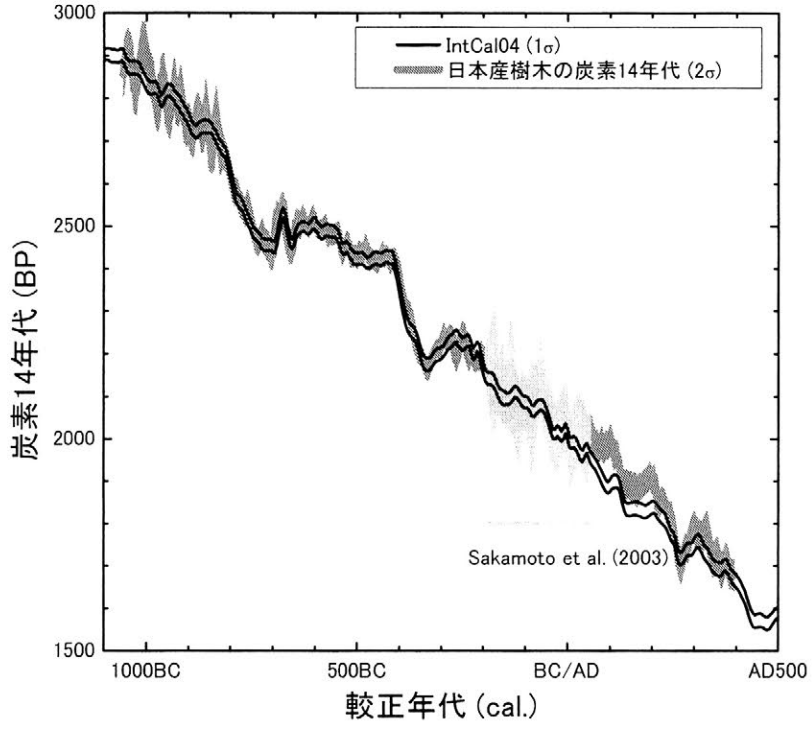


図 2 本研究および Sakamoto et al.（2003）により得られた日本産樹木年輪試料の炭素 14 年代をもとに作成した日本版ともいえる炭素 14 年代較正曲線と IntCal04 との比較

参考文献

Kromer et al. (2001) *Science* **294**:2529-2532.
Reimer et al. (2004) *Radiocarbon* **46(3)**:1029-1058.
Sakamoto et al. (2003) *Radiocarbon* **45(1)**:81-89.
Sakamoto et al. (2004) *Nucl. Inst. Meth. B.* **223-224**:298-301.

ウィグルマッチング法による榛名渋川噴火の年代決定

○中村賢太郎*・早川由紀夫**・藤根久*・伊藤茂*・廣田正史*・小林紘一*
＊パレオ・ラボ　＊＊群馬大学

1. はじめに

群馬県の榛名山は6世紀に2回の噴火を起こしたとされ、このうち榛名渋川噴火は6世紀第1四半期の年代が考えられている。年代推定の根拠は考古資料との層位関係および考古資料の暦年代観であるが、文字史料が乏しい当該時期における考古資料の暦年代観には議論の余地がある。

一方、放射性炭素年代測定法や熱ルミネッセンス法は、考古資料を用いた方法に比べ年代の絞りこみがしにくいという問題がある。また、年輪年代法は対象となる樹種が限定される。

こうした問題を解決するため、榛名渋川噴火の噴出物（榛名二ツ岳渋川テフラ：Hr-FA、以下FA）から採取された埋没樹木の放射性炭素年代測定を行い、その結果についてウィグルマッチングを行った。

2. FA降下年代の考古学的根拠

FA降下年代の推定は、群馬県内の考古資料を用いて行われてきた。

石川正之助らは、FA直下から出土する土師器（鬼高式I期後半）の暦年代観とFA下位から検出された古墳の暦年代観を根拠にFA降下年代を6世紀前半（6世紀第1四半期後半から第2四半期初頭ごろ）と推定した（石川ほか，1979）。

右島和夫は、石川らの研究に疑問を提示した。FA前後の須恵器と須恵器模倣の土師器の検討からFA降下を須恵器のTK47型式とMT15型式の間と想定し、白石太一郎（白石，1979）の暦年代観を採り、FA降下年代が5世紀末葉ないし6世紀初頭まで遡ると推定した（右島，1983）。

坂口一は、FA降下年代が須恵器および土師器の編年（Ⅰ～Ⅵ類）でのⅣ類（MT15型式相当）の時期にあたることを明らかにし、白石太一郎（白石，1979）や都出比呂志（都出，1982）の説に従いMT15型式に与えた暦年代観から、6世紀第1四半期と推定した（坂口，1986）。

酒井清治は、関東地方の須恵器編年（1～5期）での1期（TK47型式以前でMT15型式の一部を含む可能性あり）の暦年代をおよそ西暦500年以前と考えた。1期にFA直下出土須恵器やFA前後とされる須恵器が含まれ、近年FA直下からMT15型式相当の須恵器出土例が増加していることから、FA降下年代は西暦500年を上限としてそれよりもやや新しいと推定した（酒井，2002）。

これらの研究に基づくと、FAの降下年代は、須恵器の陶邑編年MT15型式期に相当し、6世紀前半、特に6世紀第1四半期と考えられる。当該時期の須恵器型式に与えられる暦年代の主な根拠を図1に示した。

3. 試料と方法

試料は、群馬県渋川市の二ツ岳東側山腹にあたる標高696mの大規模寺院建設現場の地下5mから採取した。この地点のFAは下部の小豆色火山灰と上部の火砕流（熱雲）堆積物からなり、小豆色火山灰の厚さは3～4mと見られる。樹木は未炭化の状態で小豆色火山灰の中に完全に包み込まれていた。小豆色火山灰は火山豆石を含み、気泡が多く、低温で水分に富む状態で堆積したと考えられる。樹木は斜面下方に向かって倒れていた。以上の状況から、水分に富んだ重い火山灰が樹木の枝に降り積もり自重を支えられなくなって倒れたと考えられる。

工事に伴って多数の樹幹が掘り出されたが、そのうちBK926A、BK926B、BK928D（大樹幹）の3点の年代を測定した。BK928Dが最も太く長くて、直径55センチ、長さ5メートルだった。3本とも樹皮が残っていた。樹種はBK926Aがカエデ属、BK926Bがブナ属、BK928D（大樹幹）がハンノキ亜属である。いずれも晩材で成長が停止しており、3点の樹木が活動を停止したのは同時期で、夏の終期から翌年に成長を開始するまでの間だったと考えられる。

BK926Aは、最外年輪から85年目年輪までを5年ずつに分割し、このうち最外年輪～5、11～15、21～25、31～35、41～45、51～55、61～65、71～75、81～85 年目を測定対象とした。BK926B は、最外年輪から 85 年目年輪までを5年ずつに分割し、このうち最外年輪～5、11～15、21～25、31～35、41～45、51～55、61～65、71～75、81～85 年目を測定対象とした。BK928D（大樹幹）は、年輪幅が狭く分割が困難だった最外30年輪を除き、31～35、41～45、51～55、71～75、81～85、91～95、101-105、111-115、121-125、131-135、141-145、151-155年目を測定対象とした。

試料について超音波洗浄と酸・アルカリ・酸処理を行い、次にCO_2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。放射性炭素年代測定はパレオ・ラボAMSシステムを用いて行なった。

得られた^{14}C年代についてウィグルマッチングを行なった（OxCal3.10、IntCal04）。ウィグルマッチング法は、試料の年輪間での^{14}C年代変化パターンを年代既知の樹木から得られた^{14}C年代変化パターンと照合することで、より高い精度の年代決定を行う方法である。産出状況と材組織の観察に基づき樹木試料 3 点が同時に活動を停止したとみなし、3点分全てを合わせて較正曲線とのマッチングを行なった。

4. 結果

ウィグルマッチングの結果、樹木最外部の年代は489±4calAD（1σ：68.2%）であった。

5. 考察

ウィグルマッチングの結果、FAの降下年代は、従来言われていた6世紀第1四半期を遡り、5世紀末だったと結論づけられる。

この結論から派生する考古学や古代史研究上の問題を挙げると次のとおりである。

- FAを鍵層とする遺跡（遺構・遺物）の暦年代を整理し直す必要がある。
- FA直下からMT15型式の須恵器が出土することから、MT15型式存続期間の一端は5世紀末にあると考えられる。これは5世紀から6世紀にかけての考古資料の暦年代観を議論するための定点となり、当該時期における日本列島と朝鮮半島の考古学研究に影響する。
- 埼玉県稲荷山古墳礫郭出土鉄剣銘の「辛亥年」は、同礫郭出土遺物の編年上の位置（TK47型式併行期の最終的様相あるいはMT15型式併行期のやや古い段階）とMT15型式が5世紀末に存在することを総合すると、一般的な説である471年が妥当である。
- 辛亥年が471年であれば、鉄剣銘にある「獲加多支鹵大王（ワカタケル大王）」を雄略天皇と解釈する説が妥当である。

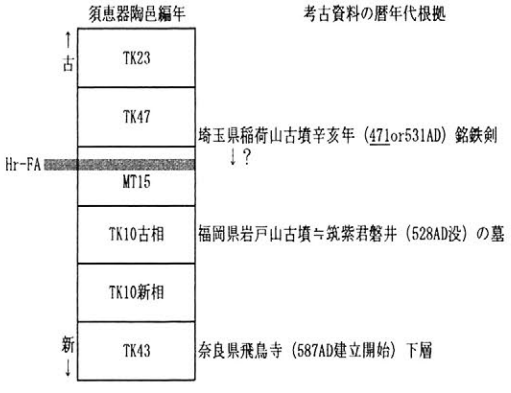


図1　Hr-FA降下年代の考古学的根拠

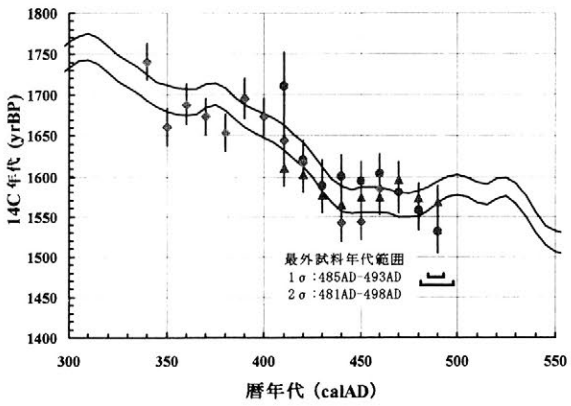


図2　ウィグルマッチングの結果
▲BK926A、●BK926B、◆BK928D

麦島城建築部材の放射性炭素年代測定について

○中尾　七重（武蔵大学）、今村　峯雄（国立歴史民俗博物館）

1．はじめに

熊本県八代市麦島城跡より発掘された建築部材の放射性炭素年代測定結果を発表する。

麦島城は、天正五（1587）年の豊臣秀吉九州攻めと国割によって、九州に入国した豊臣氏配下の大名が建設した城郭で、織豊系城郭としては九州で最古に属する。正確な築城年・竣工年は不明であるが、小西行長が1588年ごろ、それまでの古麓にあった中世八代城（古麓城）を廃城にし、秀吉の直轄港とされる徳渕之津に面した麦島古城町に織豊期八代城（麦島城）の築城を開始した。慶長三（1600）年の関が原合戦までには主要部分の縄張りや施設は完成していたと考えられる。1600年以降は加藤清正の支城となったが、元和五（1619）年の地震により倒壊し、元和八（1622）年に麦島城は破却され廃城となった。代わって松江に建設された近世八代城（八代城）は、江戸期に火災再建を繰り返しつつ維持され、明治三（1870）年に廃城となった。

麦島城には3期の画期が認められる。第1期は小西氏により麦島城の当初建築がなされた時期で、発掘調査の層序第5層の第1期遺構（天正16～慶長3）に対応する。第2期は加藤氏が小西時代の麦島城を改修した時期で、層序第4層の第2期遺構（慶長3～元和5）に対応する。第3期は、地震倒壊から破却を経て廃城となった時期で、層序第3層の第3期遺構（元和5～元和8）に対応する[1]。

今回測定した建築部材は、元和五（1619）年の地震で倒壊したと思われる平櫓の小屋材である。平成14（2002）年の都市計画道路敷設に伴う発掘調査で、麦島城推定二ノ丸の東側堀部分から大量の建築部材が出土した。この建築部材は、屋根が堀底に、その上面に壁体部分が埋まって、建物が反転した形状で発見された。すなわち、この建築部材は、出土地西側石垣上の平櫓であったものが、元和五（1619）年の地震で倒壊して、上下ひっくり返り堀に落下したと考えられる[2]。水没部材の保存状態が良好であったことと、後世の撹乱がほとんど見られなかったことより、これらの建築部材は平櫓の復原に有効な資料であり[3]、織豊期の城郭建築の様相を知る上で非常に重要な発見となった。平櫓の建築年代推定のために、出土建築部材の年代測定を行った。

2．建築部材の炭素14年代測定

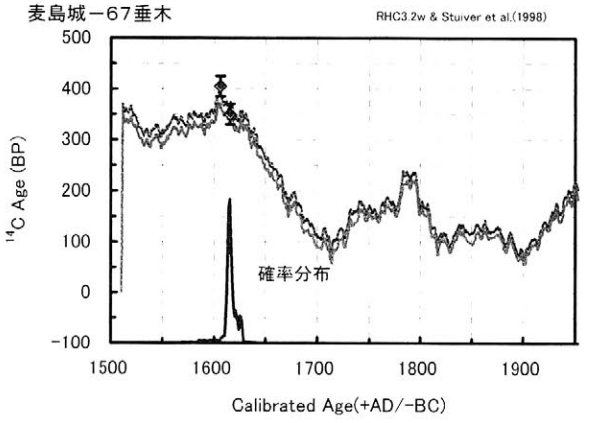
2007年8月28日八代市文化財管理センターで麦島城建築部材年代測定資料調査を行った。二ノ丸外堀出土の建築部材の多くは樹脂による保存処理が施されていたため、未処理のNo.28垂木、No.67垂木、No.85垂木、No.189小屋束を選択し、写真撮影・実測および試料採取を行った[4]。No.67垂木1年目試料[5]・10年目試料、No.85垂木1年目試料、No.189小屋束1年目試料について、酸・アルカリ・酸による洗浄処理（AAA処理）、化学洗浄した試料の二酸化炭素への変換、二酸化炭素のグラファイト化、ならびに^{14}Cの加速器質量分析を一括してパレオ・ラボ社に委託した。

3．建築部材の年代解析結果

得られた炭素14年代測定値を較正曲線IntCal04によって暦年較正すると、いずれも15世紀後半～17世紀前半となる。1588～1619年の31年間のみ存在した麦島城の平櫓建築部材の伐採年代としては、妥当な結果となった（表1）。また、16世紀後半～17世紀前半の年代域に限定し、No.67垂木の、測定した1年目と10年目の2点について、ベイズ統計を用いて確率分布を求めると、1606～1628年に93.6%の確率を得ることが出来る（図1）。解析ではStuiverら（1998）[6]による1年ごとの炭素14測定データを使ったが、日本産木材で得られているデータ[7]（図2）でも、1600年前半に、400yrBP程度の炭素年代値が得られており、今回No.67垂木で測定された405±20yrBPはこの期間に対応すると思われる。

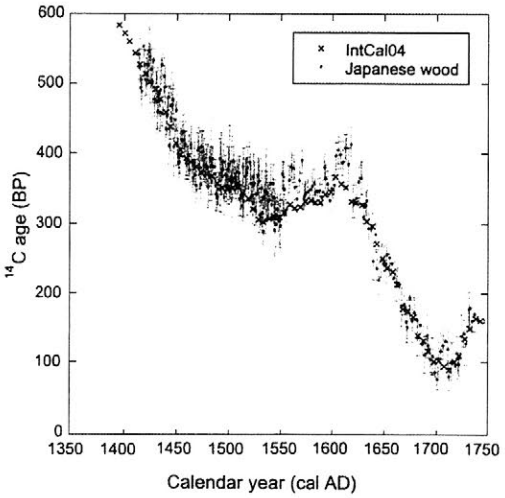
表1　麦島城出土部材年代測定結果

測定番号	δ ^{13}C (‰)	^{14}C 年代 (yrBP±1σ)	遺跡データ	樹種	^{14}C年代を暦年代に較正した年代範囲 2σ暦年代範囲
PLD-8836	-28.95±0.22	350±20	67垂木　1年目年輪/12年輪	マツ	1450AD(44.5%)1530AD 1550AD(50.9%)1640AD
PLD-8837	-27.65±0.24	405±20	67垂木　10年目年輪/12年輪	マツ	1430AD(88.3%)1520AD 1600AD(7.1%)1620AD
PLD-8838	-31.57±0.18	305±20	189小屋束　1年目年輪/15年輪	マツ	1490AD(95.4%)1650AD
PLD-8839	-30.18±0.17	355±20	85垂木　1年目年輪/年輪数不明	マツ	1450AD(47.1%)1530AD 1550AD(48.3%)1640AD



解析結果 (1551 ～ 1650)

t_{median}	=	1616	cal AD		
95.2% range					
1586	cal AD	～ 1586	cal AD	(	0.3%)
1591	cal AD	～ 1591	cal AD	(	0.3%)
1596	cal AD	～ 1597	cal AD	(	0.5%)
1602	cal AD	～ 1603	cal AD	(	0.6%)
1606	cal AD	～ 1628	cal AD	(	93.6%)



左：図1　No.67 垂木の確率分布解析結果
右：図2　日本産木材による年代曲線
(Nakamura et al.[6])

4．麦島城平櫓の建築年代

今回測定した平櫓部材の年代は、文献史料による 17 世紀初頭前後の時期と合致する結果となった。さらに、測定した垂木の１つは 1600 年代伐採の可能性がかなり高い。更に詳しい調査測定が必要であるが、平櫓が加藤氏時代に建築されたか、あるいは加藤氏時代に平櫓の屋根を改造し、垂木を入れ替えたと考えられる。平櫓の建築年代を絞り込むためには、転用材ではない当初材で、柱などの主要構造材の測定が必要であろう。なお、発掘調査に際しては、樹脂保存の前に年代測定のための試料を採取しておくことが望まれる。

---

[1] 麦島城跡－都市計画道路建設に伴う発掘調査－　八代市文化財調査報告書　第30集　八代市教育委員会　2006.1

[2] 出土建築部材に桁や梁の大材が見当たらず、倒壊後に一部部材の引き上げが行われたか、桁・梁部分が他部分と同時に落下しなかったと考えられる。あるいは、地震倒壊ではなく、破却の可能性も指摘されている。前掲報告書

[3] 平櫓の復原については、加治屋俊文　第４節　建築部材の建築史学的調査　pp.208-237　前掲報告書、原田聰明・北野隆　麦島城の出土部材について－近世初期城郭建築に関する研究－　日本建築学会九州支部研究報告第42号 pp.429-432　2003.3、原田聰明・北野隆　出土建築部材による麦島城櫓の復元について－近世初期城郭建築に関する研究（その5）－　日本建築学会学術講演梗概集（関東）pp.91-92　2006.9

[4] 中尾、安田哲也（川崎市立日本民家園）。八代市教育委員会山内淳司氏に御協力頂いた。

[5] 部材の最外層年輪を１年目とした。

[6] Stuiver M. et al., High-Precision Radiocarbon Age Calibration for Terrestrial and Marine Samples, Radiocarbon ,40(1998)1127-1151

[7] Toshio Nakamura et al., High precision ^{14}C measurements and wiggle-match dating of tree rings at Nagoya University ,Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, 259(2007)408-413

炭素14年代法による長楽寺開山堂・塑造栄朝禅師像の制作年代

○坂本　稔（国立歴史民俗博物館）・岡部　央（群馬県立文書館）・朽津信明（東京文化財研究所）

1.　はじめに

群馬県太田市世良田に所在する長楽寺の開山，栄朝禅師の塑像について，加速器質量分析法による炭素14年代法（AMS-^{14}C法）で制作年代を策定した。この像は、栄朝入寂の宝治元(1247)年に制作されたものであることが，享保18(1733)年銘の修復記録に書かれている。中世の作とされる塑像の年代を策定することは，当時の塑像文化を理解し，禅宗文化の影響を推定する上でも重要である。AMS-^{14}C法は少ない試料量での年代測定が可能で,試料採取を最小限にとどめたい文化財の測定に有効である。

2.　試料と測定

試料の採取は平成18年9月28日，太田市教育委員会の立会のもと，長楽寺にて行われた。像座部の木材（GMCRJ-1）は年輪層を目視にて観察し，5層ずつを採取した。像の左奥からシュロ（GMCRJ-2），左心木から植物繊維(GMCRJ-3),右膝の裏から土状試料に含まれていた繊維をふるい分けた(GMVRJ-4)。像本体からは，左膝から塑土に混ぜ込まれたスサを採取した（GMCRJ-5）。スサは像の制作に伴って用いられたものであり,その測定値は制作年代を示すと考えられる。また,像の右膝にあった布(GMCRJ-6),像の渡し木（GMCRJ-7）を採取し，測定に供した。

測定試料の調製は，国立歴史民俗博物館の年代測定資料実験室で行った。自動装置（光信理化学製作所：K-RS-C-U）により必要な酸・アルカリ・酸処理を施した後，2mg前後を分取してAMSのためのグラファイトを調製した。元素分析計（Thermo社：Flash EA1112）と真空装置（光信理化学製作所：K-RS-EL）を組み合わせた装置により試料を燃焼，得られた二酸化炭素を精製し，水素還元によりグラファイト化した。炭素14を含まないブランク試料（添川理化学炭素:No. 75795A），標準試料（米国標準技術局シュウ酸：SRM 4990C，通称 NIST OxII），検証試料（国際原子力機関：IAEA C5，C6，C7）からもグラファイトを同様に調製し，専用ホルダに充填した。

測定は，まず東京大学大学院工学系研究科のタンデム加速器研究施設のAMS装置で行い，改めてグラファイト化した試料の再測定を(株)加速器分析研究所に依頼した。

表1：長楽寺塑造栄朝禅師像関連資料の年代（ゴシック体はもっとも確率の高い年代）

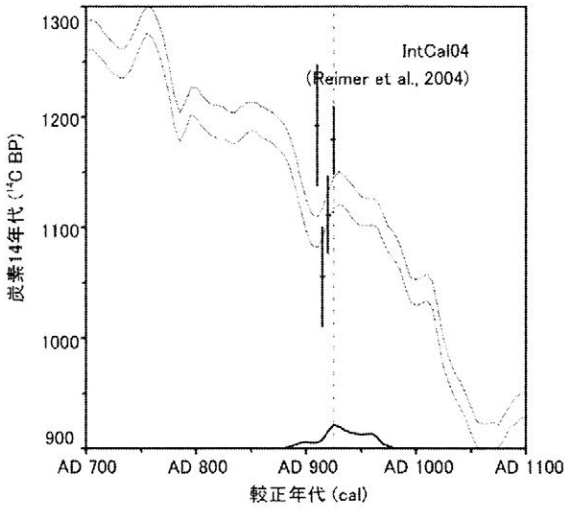
試料番号	機関番号	炭素14年代（^{14}C BP）	較正年代			採取部位	種類
GMCRJ-1	wiggle-matching		**AD880 － AD980**	**（ 95.4% ）**		栄朝像座部	木材
			AD1640 － AD1685	（ 36.1% ）			
GMCRJ-2 1	MTC-09460	220 ±30	**AD1730 － AD1810**	**（ 44.7% ）**		栄朝像左奥	シュロ
			AD1925 － AD1955	（ 14.6% ）			
			AD1530 － AD1540	（ 0.8% ）			
GMCRJ-3 (re)	MTC-09461	230 ±30	**AD1635 － AD1685**	**（ 41.7% ）**		栄朝像左心木	植物繊維
			AD1735 － AD1805	（ 40.5% ）			
			AD1930 － AD1955	（ 12.4% ）			
GMCRJ-4 (re)	IAAA-71607	770 ±30	**AD1215 － AD1285**	**（ 95.4% ）**		栄朝像右膝裏	土状
			AD1190 － AD1195	（ 1.0% ）			
GMCRJ-5 (re)	IAAA-71608	780 ±30	**AD1205 － AD1280**	**（ 94.5% ）**		栄朝像左膝	ワラ
GMCRJ-6 a (re)	IAAA-71609	310 ±30	**AD1485 － AD1605**	**（ 72.5% ）**		栄朝像右	布
			AD1605 － AD1650	（ 23.0% ）			
GMCRJ-7 (re)	IAAA-71610	950 ±40	**AD1020 － AD1165**	**（ 95.4% ）**		栄朝像左渡し木	木材

3. 結果と考察

測定結果を表1に示す。機関番号MTC-は東京大学大学院による測定を表し，IAAA-は加速器分析研究による測定を表す。試料番号の(re)は再測定であることを意味するが，両機関の結果はほぼ一致したものであり，測定結果としては後者の値を採用することとした。

炭素14年代は試料中の炭素14濃度を読み替えたもので，暦上の実際の年代ではない。これを樹木年輪など実際の年代の判明した試料の炭素14年代と比較することで，未知試料の年代を得ることができる。較正曲線IntCal04[1]に基づいた，較正プログラムRHC[2]による計算結果を較正年代として示す。

GMCRJ-1は，5年ごとに採取した年輪層4試料の測定結果を較正曲線と照合するウィグルマッチ法により，年代を絞り込んだ(図1)。



試料番号	GMCRJ-1		
較正年代	cal AD 880	cal AD 980	95.1%
			95.4%
中央値	cal AD 930		
最尤値	cal AD 925		

図1：ウィルグマッチ法による栄朝禅師像心木の年代

塑土から採取したスサは，13世紀のものであることがわかった。土状試料中の繊維も同じ年代を示し，像の制作年代を鎌倉時代中期とほぼ特定することができる。また，像内部のシュロや植物繊維は17～18世紀になって補われたものと考えられ，享保年間の修復記録と整合する。右膝部の布も後世の補作と考えられるが，上記の植物繊維よりは古い年代を示している。一方，木材の年代はスサよりも200～300年古い年代を示した。炭素14年代法による木材の年代は当該部の年輪の生育年代を示し，必ずしも伐採年や加工年と一致するものではないが，それを加味してもこの年代差は古材利用の可能性を示唆するものである。

日本における塑造技法は，主として天平時代と，鎌倉時代後半から室町時代頃にかけて用いられたとされている。中世における塑像文化の復活には禅宗，宋文化の影響が指摘されているが，今回得られた年代は，これまで判明している限りでは後者の中で最古のものとして位置づけられることになる。栄朝禅師は栄西に学んだ高弟であり，その像が東国の禅宗寺院に存在することは，中世塑像の起源を考える上できわめて重要である。

4. 謝辞

塑像からの試料採取を快諾された長楽寺住職の高橋亮秀氏に謝意を申し上げる。太田市教育委員会の遠坂純伸氏には，調査の際の便宜をお図り頂いた。試料調製には南部逸江氏の，AMS測定には東京大学大学院の松崎浩之准教授の助力を賜った。記して感謝する。国立歴史民俗博物館の年代測定資料実験室は，科学研究費補助金（学術創成）「弥生農耕の起源と東アジア-炭素年代測定による高精度編年体系の構築-」の実施に伴って整備されたもので，試料調製においてその資源の一部が利用された。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」の一環として実施された。

---

[1] P. J. Reimer et al. (2004). IntCal04 Terrestrial Radiocarbon Age Calibration, 0-26 Cal Kyr BP. Radiocarbon 46: 1029-1058.

[2] 今村峯雄（2007）．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137：79-88.

A－20

古筆切の伝承筆者と書跡史学的年代・^{14}C年代との相違に関する研究 ── 伝藤原俊成筆顕広切・御家切・了佐切を中心に ──

○小田寛貴(名古屋大学年代測定総合研究センター)・池田和臣(中央大学文学部)

問題の所在と研究目的

平安・鎌倉時代に書写された物語や歌書の写本で，完本の形で現存するものは極めて稀である．それらは古く美しい稀少な筆跡で書写されているゆえに，室町時代の末頃から一頁あるいは数行ごとに裁断され，茶会の折に鑑賞する掛軸などに利用されてきたためである．その古写本断簡が古筆切とよばれるものである．稀少な平安・鎌倉写本の内容や筆跡を伝える古筆切は，極めて高い史料的価値を有するものである．しかし，掛軸等の需要に応えるための偽物や美しい筆跡を手本とした後世の臨書も多く含まれている．それゆえ，古筆切の高い史料的価値も，書写年代や筆者が明らかにされなければ潜在的なものに過ぎないのである．古筆切には，その筆者を記した極札という鑑定書が付されている．この極札にある人物を伝承筆者という．しかし，16 世紀末以降の鑑定であるため，古いものや歴史上有名な人物の筆とされるものほどその根拠は薄い．古筆切とはこうした固有の問題をもった史料なのである．

江戸時代末，古筆切を網羅的かつ体系的に分類整理した本に，『新撰古筆名葉集』(安政５年刊)がある．その「五条三位俊成卿」の項には，住吉切・久安切・補任切・御家切・日野切・了佐切・顕広切など 12 種類の古筆切が挙げられている．俊成の筆跡は力強く鋭く，枯れ枝がぽきぽき折れたような特徴をもっているが，さきの 12 種の中で書風の異なるものが二つある．御家切と顕広切である．顕広切には「顕広ト名入ノ切ナリ」という，注目すべき注記が加えられている．また，『写本 名葉集』には「永暦年中顕広と奥書有」と注記されている．俊成が俊成と名乗るようになったのは 53 歳の時，仁安元(1169)年．それ以前は顕広と名乗っていた．注記にある永暦年間とは，1160 から 1161 年で，まさに俊成が顕広と名乗っていた時代に当たる．永暦という年号と顕広の名が奥書に書かれていたことが本当なら，顕広切は俊成 44 から 45 歳の筆跡ということになる．御家切は顕広切より鋭さがあるので、50 代の筆跡．了佐切は，60 代以降の確実に俊成筆跡と判明している筆跡にほぼ同じなので，俊成 60 代はじめ頃の筆跡．すなわち，顕広切→御家切→了佐切というように俊成の書風が展開したと考えるのが，書道史および国文学の通説になっている(例えば，田中登『古筆切の国文学的研究』p360, 1997)．

しかし，奥書というものは，転写本が書かれる時に，そのまま転写されることが良くあり，奥書があるからといって原本である証拠にはならない．顕広切も顕広の書いた原本の，後代の転写本の断簡である可能性を否定できない．御家切もそれが俊成の筆跡である客観的な根拠はなにもない．

池田は兼ねてより，顕広切と御家切が俊成の筆跡であることに疑いをもっていたが，ようやく顕広切・御家切・了佐切を入手できたので，本研究において，それらが書かれた自然科学的年代を明らかにすべく ^{14}C 年代測定を行った．また結果を比較するため，俊成が歌人・能筆として活躍していた時期以前の資料(類従歌合切・東大寺切)と俊成以降の資料(円山切)についても ^{14}C 年代測定を行った．

実験および結果

各古筆切から紙片を採取し，蒸留水中にて裏打紙を剥離した後に凍結乾燥を行ない，文字のある本紙を分離した．この本紙(ca. 10-30mg)を以下の調製に供した．まず，蒸留水中において超音波洗浄(r. t., ca. 45min)を行った．その後，1. 2N HCl による処理(r. t., 一晩；60-70℃, ca. 8h)，1. 2N NaOH による処理(r. t., 一晩；60-70℃, ca. 11h)，再度 1. 2N HCl による処理を行った(r. t., 一晩；60-70℃, ca. 6h)．蒸留水で HCl を洗浄した後，ホットプレート上にて加温した蒸留水での洗浄に供した(60-70℃, ca. 5h)．処理後の試料を真空デシケーター中にて乾燥させ，その ^{14}C 年代測定を株式会社パレオ・ラボに依頼した．試料の一部(ca. 5mg)が CuO によって酸化(850℃, 2h)され，Fe を触媒とした H_2 での還元(650℃, 6h)によりグラファイトに調製された．^{14}C 年代測定は，パレオ・ラボ Compact-AMS(アメリカ NEC 社製 1. 5SDH)で行なわれた．測定結果を表１に示した．

表１．古筆切の ^{14}C 年代測定

古筆切名	伝承筆者 書写年代	^{14}C 年代 [BP]*1	較正年代 [cal AD] *2
類従歌合切	1120-1126 年頃	946±22	1029(1038)1059, 1086()1122, 1138(1143, 1149)1156
		±43	1022(1038, 1143, 1149)1160
東大寺切	1120 年	919±23	1039(1063, 1085, 1123, 1138)1142, 1150(1157)1161
		±45	1029(1063, 1085, 1123, 1138, 1157)1189, 1204()1205
顕広切	藤原俊成	553±21	1332()1339, 1398(1405)1413
		±43	1326()1347, 1392(1405)1425
御家切	藤原俊成	872±22	1160(1164, 1167, 1187)1214
		±44	1058()1087, 1122()1138, 1156(1164, 1167, 1187)1221
了佐切	藤原俊成	922±23	1038(1059, 1087, 1122, 1138)1143, 1149(1156)1161
		±47	1026(1059, 1087, 1122, 1138, 1156)1165, 1165()1188
円山切	鎌倉初期	791±22	1222(1259)1276
		±43	1215(1259)1281

*1) 上段は１σ，下段は２σの誤差を示す．*2) 括弧内の値は ^{14}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．

考察

類従歌合切(二十巻本歌合切)は，平安末に企画編集された歌合集成の草稿の断簡である．陽明文庫等に伝来しているものは国宝・重要文化財に指定されており，国文学の研究から 1120～1126 年頃に編集されたと考えられている古筆切である．唐紙の料紙に薄墨の罫線をもつ東大寺切は，三宝絵詞の現存する最古の写本断簡であり，1120 年の書写に成る古筆切である．これら 1120 年代の書写年代をもつ古筆切の較正年代は，11 世紀初～12 世紀の値を示している．一方，円山切は，伝承筆者を慈円(1155-1225)とする古筆切であるが，真に慈円によるものか否かについては両説ある．しかし，一般には鎌倉初期の書とされており，現存最古の新古今集写本の断簡であることについては異論がなく，較正年代も鎌倉時代を示している．藤原俊成筆とされる古筆切の新旧を，通説に従って並べると，古い方から，

顕広切 ＜ 御家切 ＜ 了佐切

の順になる．しかしながら，較正年代の確率分布に基づいて並べると，その順序は全く逆転することになる．しかも，書写年代の判明している類従歌合切・東大寺切・円山切と比較すると以下のようになる．

類従歌合切 ≒ 東大寺切 ≒ 了佐切 ≦ 御家切 ＜ 円山切 ≪ 顕広切

了佐切および御家切については，俊成が能筆として活躍した時代を含む年代が測定から得られている．誤差が大きく，類従歌合切・東大寺切と同程度の較正年代を示しているが，これは当該時期の較正曲線が横ばいになっているためであり，了佐切を俊成筆とすることとは矛盾しない結果である．御家切の較正年代は，類従歌合切・東大寺切・了佐切よりやや新しい確率分布を示している．御家切については，俊成の筆ではなく後世の転写本とする説があるが，測定結果からその点に関して判断をすることは難しい．ただし，転写本としても俊成の時代よりそれほど下らない時期のものであるとみることができる．

了佐切・御家切に対して，顕広切の較正年代は鎌倉末期から室町前期との結果が得られている．加えて，鎌倉初期とされる円山切の年代と比較しても，それよりも時代の下る値が得られている．すなわち，俊成の壮年期の書と伝えられている顕広切は，^{14}C 年代測定の結果から判ずるに，俊成の筆跡ではなく，数世紀下った別人の手になる俊成風の筆跡であると結論付けることができる．

なお，今回の測定に際し，使用する資料が資料として間違いのないものであることを，文献学的に厳密に吟味した．が，古筆切は美術品として高価なため，まま偽物がつくられる．万が一のことを考慮し，顕広切については別のツレについても年代測定を行い，確実性を確保する所存である．

謝辞

^{14}C 年代測定を行うに際し，株式会社パレオ・ラボの小林紘一先生，丹生越子氏，伊藤茂氏，廣田正史氏，瀬谷薫氏，Zaur Lomtatidze 氏，Ineza Jorjoliani 氏，佐々木由香氏，中村賢太郎氏には，測定に際して大変お世話になり，多くの情報および有益なご助言を賜りました．記して深く感謝する次第です．

考古遺跡堆積物の残存 TL を考慮した熱ルミネッセンス（TL）法による年代測定の有効性－光ルミネッセンス（OSL）法との比較－

長友　恒人[1]・○ 下岡　順直[1,2]・小畑　直也[3]
1：奈良教育大、2：日本学術振興会特別研究員、3：倉吉博物館

1. はじめに

考古遺跡で検出された土器や焼土、焼石、もしくは火山噴出物は、熱ルミネッセンス（TL）法を用いた年代測定が可能である。TL 年代測定法は、加熱によってタイムゼロイングされた試料に対して有効である。これに対して、遺物包含層（文化層）など堆積物の年代測定には、光ルミネッセンス（OSL）法が用いられる。この方法は、太陽光などに露光されることでタイムゼロイングされた試料に対して有効である。

堆積物を TL 測定すると、光では消去できない TL 信号（残存 TL）が存在することが知られている。よって、堆積物の通常の TL 年代測定を行うと、年代を過大評価することになる。そこで、光で消去されない残存 TL を評価し、残存 TL を差し引くことで堆積物の TL 年代測定を行う方法として Total bleach 法（残存 TL 差し引き法）が、OSL 法が開発される以前に用いられていた。しかし、残存 TL の程度を精度よくしかも再現性を持って測定できる保証がなかったため、OSL 法の進展によりこの方法が使われることは少なくなった。OSL 法では、試料のゼロイングを確認する方法として露光実験が有効な手段として用いられている。そこで、OSL 信号がゼロイングされた段階の TL を残存 TL とみなして評価すれば、堆積物の TL 年代測定も行えると考えられる。よって、同一試料を用いて TL と OSL の露光実験を行い、TL 信号と OSL 信号の露光による減衰の時間経過を比較した。そして、その結果を用いて、中国河北省泥河湾地域に位置する油房旧石器遺跡を形成するレス堆積物を試料として、残存 TL 差し引き法による TL 年代測定を行い、OSL 年代測定の結果と比較して、その有効性を確認した。

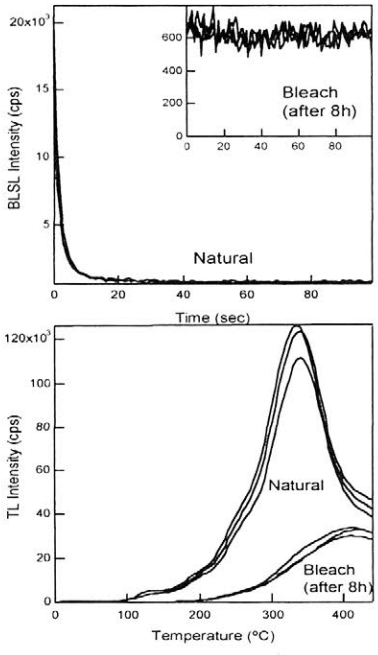


図1　レス試料から抽出した石英微粒子の露光実験。
露光なし（Natural）と 8 時間露光後のスペクトルの比較。
上：青色光励起の光ルミネッセンス（BLSL）減衰曲線
下：TL グローカーブ

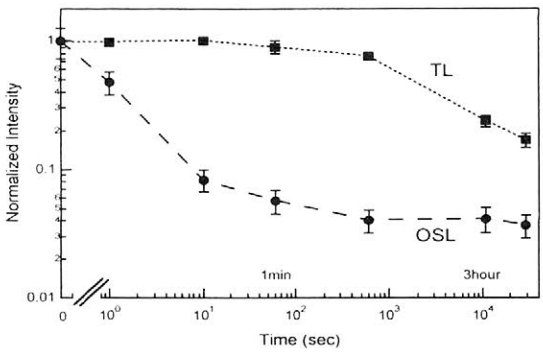


図2　石英微粒子の TL 信号と OSL（BLSL）信号の露光による減衰の時間経過（8 時間後まで）。ルミネッセンス強度は，露光なしの信号強度で規格化した。

2. 露光実験

試料には、旧石器遺跡を形成するレス堆積物から抽出、純化した約 1ー8μm 程度の微粒の石英（以下、石英微粒子）を用いた。石英微粒子に ^{60}Co γ線を 30Gy 照射後、人工太陽システム（約 60kℓx）のもとで、0 秒（露光なし）、1 秒、10 秒、600 秒、10800 秒（3 時間）、28800 秒（8 時間）間露光を行った。その後、二分して、片方を TL 測定、もう一方を青色光励起の OSL（BLSL）測定を行った。露光なしと 28800 秒（8 時間）間露光後の TL 測定と OSL 測定の結果を図 1 に示す。TL 測定では、露光なしで見られた約 340℃付近の TL ピークが減衰していることがわかった。OSL 測定では、8 時間で信号がほとんど減衰しないレベルにまで小さくなっていた。そこで、TL では約 340℃の信号を、OSL では測定開始 1 秒間の信号を用いて、露光による時間経過を観察した（図 2）。TL では、1 分経過後まではほとんど減衰しないが、3 時間で約 24%、8 時間で約 17%にまで減衰した。これに対して、OSL では、露光開始 10 分後で約 8%程度まで減衰し、その後 8 時間経過後 4%まで緩やかに減衰した。このように、TL 測定だけでは露光によるタイムゼロイングの確認はできないが、OSL 測定を併用することで残存 TL 評価の信頼性が向上することがわかった。

3. 旧石器遺跡堆積物の TL 年代と OSL 年代の比較

露光実験の結果を用いて、旧石器遺跡堆積物（レス堆積物）の残存 TL 差し引き法による TL 年代測定を行った。残存 TL の評価では、まず石英微粒子を 8 時間露光した。露光終了後 OSL 測定を行い、OSL 信号強度がほぼゼロになっていることを確認して TL 測定を行った。TL 信号が安定している温度領域を確認するプラトーテスト行い、約 295ー310℃の温度範囲を積算して生長曲線を作成した（図 3）。また、同一試料について、併せて OSL 年代測定を行った。その結果、TL 年代で 17±2ka、OSL 年代で 16±3ka となり（表）、非常によい一致を見せた。

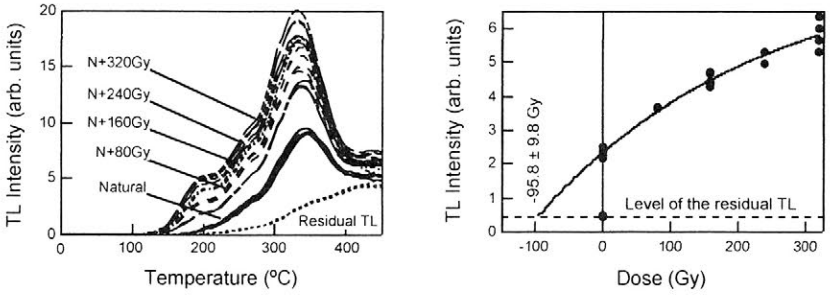


図 3　残存 TL 差し引き法による TL 測定を用いた蓄積線量評価（積算範囲：295ー310℃）

4. まとめ

このように、残存 TL 差し引き法による TL 年代測定において、残存 TL の評価法の手順に OSL 測定を追加することで、露光により OSL 信号がほぼゼロになった時点での TL を残存 TL と見なして測定を行うことが有効であることがわかった。これにより、考古遺跡堆積物の TL 年代測定法を行うことが可能になった。また、これまで有効とされてきた考古遺跡堆積物の OSL 年代測定とクロスチェックする方法として用いることができるようになり、考古遺跡堆積物の高精度な年代推定を行うことがますます可能になるだろう。

表　残存 TL 差し引き法による TL 年代と OSL（BLSL）年代の比較

	蓄積線量（Gy）		年間線量（Gy/ka）	ルミネッセンス年代（ka）
	等価線量（Gy）	低線量域補正（Gy）		
BLSL法	85.5±15.8		5.49±0.45	16±3
	121.3±13.4	-35.8±8.4		
TL法（Total bleach）	95.8±9.8			17±2

ルミネッセンス法を用いた縄文草創期土器の年代測定

○笹田幸佑（奈良教育大大学院）・長友恒人（奈良教育大）・小林謙一（中央大）

1．はじめに

縄文時代草創期の実年代は、約16,000～11,600年前と評価されている（小林 他 2006）。これは測定技術が向上し、暦年への換算を導入した放射性炭素年代測定法（^{14}C 法）による測定データの蓄積による結果である。

本研究では縄文時代草創期の年代を、土器片を試料として熱ルミネッセンス法（TL 法）を用いて推定した。TL 法では30年以上にわたって縄文土器の年代測定を行われてきたが、草創期土器の出土例が少なく、また小片の出土であることが多いため、土器片の破壊を伴う TL 法による測定例は僅少である。本発表では、従来の Multiple Aliquot Additive-Dose(MAAD) 法の 10％程度の試料量でも測定が可能となる Single Aliquot Regeneration(SAR)法を導入し、草創期土器に適用した結果を報告する。TL 法は ^{14}C 法とは対象試料と測定原理が異なるので、従来、^{14}C 法以外の方法による数値年代が少ない縄文時代草創期の年代をクロスチェックすることは重要である。

2．測定

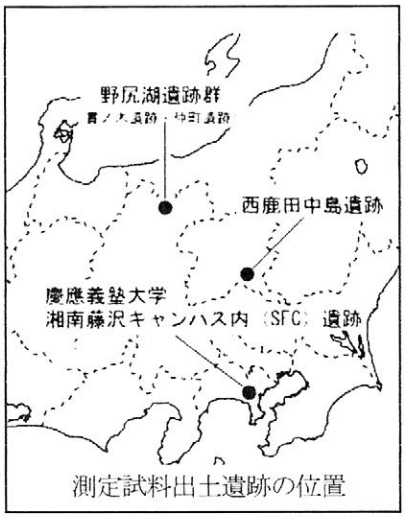
蓄積線量は、石英粗粒子（QCG）が十分に得られた土器片には SAR 法を、そうでない土器片には多鉱物準微粒子（SFG）を測定試料として SAR 法または MAAD 法を適応した。また、参考のために測定した土壌試料については SFG を測定試料として赤外光励起ルミネッセンス（IRSL）法で評価した。

年間線量の評価は熱ルミネッセンス線量計（TLD）素子を用いた直接測定法とγ線スペクトロメトリーを応用した間接測定法を併用して行った。

表１　測定試料

遺跡	測定試料	
貫ノ木遺跡(MKN)	隆起線文土器（Ⅱ期）	3点
仲町遺跡（MNK）	無文土器（Ⅱ期）	14点
西鹿田中島遺跡 (SSD)	隆起線文土器（Ⅱ期）	1点
	爪形文土器（Ⅲ期）	4点
	表裏縄文土器（Ⅳ期）	2点
慶應 SFC 遺跡(SFC)	隆起線文土器（Ⅱ期）	3点
	土壌試料	2試料

※表１中のⅠ期～Ⅳ期の区分は、佐川（2005）に従っている。



測定試料出土遺跡の位置

3．結果

測定結果を表２に示す。なお、SFC の結果は 10 回測定を行い、その中央値の平均とその標準偏差であるが、その他の測定は数回の測定の平均値で測定誤差を評価している。これ

は、SAR 法では 1 回の測定につき 5mg 程度必要であるが、SFC 遺跡の土器からは十分な量の石英粗粒子が採取されたのに対し、その他は土器片が小さく、QCG が少量しか採取できなかったためである。個体間では年代値のばらつきが見られるが、概ね ^{14}C 年代に整合した値が評価され、暦年較正による ^{14}C 年代を支持する結果となった。

今回の測定によって、微量な土器片試料に対する SAR 法による TL 年代測定の有効性が確認された。

試料を提供いただいた関係者の皆様に感謝申し上げます。

表２　ルミネッセンス年代測定結果

試料	測定方法（試料）	蓄積線量(Gy)	年間線量(mGy/year)	ルミネッセンス年代（year）
1-MKN（隆起線文）	SAR(CG)	27.8 ± 2.4	1.92 ± 0.18	14,500 ± 1,800
2-MKN（隆起線文）	SAR(CG)	27.5 ± 1.2	1.92 ± 0.18	14,300 ± 1,500
3-MKN（隆起線文）	MAAD(SFG)	44.0 ± 4.1	2.77 ± 0.30	15,300 ± 2,400
6-MNK（無文）	SAR(CG)	18.8 ± 1.4	1.40 ± 0.13	13,400 ± 1,600
7-MNK（無文）	SAR(CG)	14.8 ± 1.5	1.40 ± 0.13	10,500 ± 1,500
8-MNK（無文）	SAR(CG)	19.4 ± 1.9	1.40 ± 0.13	14,000 ± 2,000
11-MNK（無文）	SAR(CG)	35.5 ± 2.2	2.62 ± 0.15	13,500 ± 1,200
12-MNK（無文）	SAR(CG)	35.7 ± 4.9	2.62 ± 0.15	13,600 ± 2,000
13-MNK（無文）	SAR(CG)	32.8 ± 1.8	2.62 ± 0.15	12,400 ± 1,000
16-MNK（無文）	SAR(CG)	26.8 ± 1.4	1.93 ± 0.13	13,900 ± 1,200
19-MNK（無文）	MAAD(SFG)	36.4 ± 4.7	2.59 ± 0.30	14,500 ± 2,900
20-MNK（無文）	MAAD(SFG)	28.7 ± 5.6	2.59 ± 0.30	11,100 ± 2,500
21-MNK（無文）	SAR(CG)	26.7 ± 0.6	1.86 ± 0.14	14,300 ± 1,100
22-MNK（無文）	SAR(CG)	25.2 ± 5.6	1.86 ± 0.14	13,600 ± 3,200
23-MNK（無文）	SAR(CG)	22.9 ± 2.7	1.69 ± 0.21	13,600 ± 2,200
24-MNK（無文）	SAR(CG)	17.7 ± 1.7	1.57 ± 0.17	12,800 ± 1,900
25-MNK（無文）	SAR(CG)	16.5 ± 2.3	1.57 ± 0.17	12,000 ± 2,100
a-SSD（爪形文）	SAR(SFG)	30.7 ± 1.8	2.42 ± 0.28	12,700 ± 1,700
b-SSD（爪形文）	SAR(SFG)	31.6 ± 2.8	2.18 ± 0.28	14,500 ± 2,300
c-SSD（爪形文）	SAR(SFG)	25.6 ± 2.2	2.06 ± 0.28	12,400 ± 2,000
d-SSD（爪形文）	SAR(SFG)	23.1 ± 5.3	2.16 ± 0.28	10,700 ± 2,800
e-SSD（隆起線文）	SAR(CG)	18.7 ± 0.6	1.35 ± 0.06	13,900 ± 800
f-SSD（表裏縄文）	SAR(CG)	16.6 ± 0.6	1.33 ± 0.12	12,500 ± 1,200
g-SSD（回転縄文）	SAR(CG)	17.1 ± 1.5	1.36 ± 0.04	12,500 ± 1,200
SFC R-1（隆起線文）	SAR(CG)	16.4 ± 0.3	1.09 ± 0.08	15,000 ± 200
SFC R-2（隆起線文）	SAR(CG)	10.8 ± 0.6	0.71 ± 0.11	15,200 ± 900
SFC R-3（隆起線文）	SAR(CG)	17.5 ± 0.2	1.17 ± 0.08	14,900 ± 100
SFC IIIb 直上層	IRSL(SFG)	2.6 ± 0.6	0.48 ± 0.06	5,400 ± 1,400
SFC IIIb 層	IRSL(SFG)	3.2 ± 0.8	0.52 ± 0.06	6,100 ± 1,700

西本願寺境内から出土した鉄滓と御影堂の鉄釘との関係

○平井昭司、加藤将彦、岡田往子（武蔵工業大学）

1. はじめに

西本願寺の御影堂は、寛永 13 年（1636 年）に再建された世界最大級の木造建築物で、現在重要文化財建築物になっている。建立から約 360 年の間、寛政 12 年（1800 年）から文化 7 年（1810 年）の 10 年間の大修理のほか幾度かの修理が行われたが、老朽化が厳しく、平成 10 年（1998 年）から約 10 年間にわたって大がかりな修復工事が行われてきた。修復工事当初の屋根瓦の葺き替え工事に伴なって抜き取られた約 40cm の瓦用鉄釘や屋根の裏甲に打たれた約 20cm の鉄釘を分析する機会に恵まれ、演者らはこれら鉄釘の材質や特性を明らかにし、発表してきた[1]。

また、西本願寺境内の防災設備の充実工事を平成 18 年度から 3 ヵ年計画で行った際、(財)京都市埋蔵文化財研究所が同時に埋蔵文化財調査をも行った。国宝唐門の北側（御影堂及び書院の南面)を防災配管溝用に掘削した折り、黒色土の詰まった土壙があり、そこからは鉄滓や羽口片が多量に出土した。この土壙の壁面や底には、焦げた様子が見られなかったことから、投棄穴かと思われている。本研究では、この鉄滓を理科学的手法により観察及び分析したところ、以前分析した鉄釘と深い関係があることが分かったので発表する。

2. 分析に供した鉄滓

分析に供した鉄滓は 6 点で、いずれも褐色の凹凸がある塊である。小さい塊は約 150g、大きな塊は約 1100 g と種々の大きさの塊が出土した。これらの塊は共通して細かい木炭や小石が塊表面に付着していると伴に、椀形の形状をなし、椀形鍛冶滓に分類される鉄滓であることが推察された。これらの塊の磁石による着磁性は 1 点を除いて非常に弱く、着磁性の強い塊を切断したところ、滓内部に鉄金属が残存していることが分かった。また、全ての塊で切断された内部の面の色は黒色で、数多くの気泡痕(径数 mm)がみられた。

3. 理化学的材質の調査

鉄滓の理化学的調査は、①光学顕微鏡による鉄滓組織の観察（100 倍）、②電子線マイクロアナライザー（EPMA）による微小部（400 倍）の元素分布測定、③中性子放射化分析（INAA）による微量元素の定量、④燃焼赤外線吸収法による炭素及び硫黄の定量の 4 種類を行なった。金属部が残存している試料では、できるだけ金属部が観察できるようにその周辺を削り出し、その他の試料は滓内部を削り出した。光学顕微鏡と EPMA の試料は同一の試料を用いた。EPMA では、JXA-8200（日本電子㈱製）を用い、C、O、Na、Al、Si、P、S、Cl、Ca、Ti、Fe 等 15 元素のマッピング画像を収集した。INAA では、日本原子力研究開発機構の原子炉 JRR-4 を用いて、微量元素を含む約 40 種の元素を定量した。特に、金属部が残存している試料では、金属部とその周辺の滓部とに分けて分析を行った。さらに、金属部残存試料では、燃焼赤外線吸収法により炭素と硫黄を定量した。

4. 結果及び考察

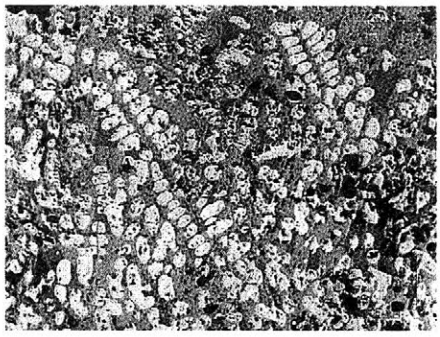


図1　鉄滓の光学顕微鏡観察(100倍)

(1) 鉄滓の光学顕微鏡観察図（図1参照）及びEPMAの元素分布図により、鍛冶滓に特有の繭玉状あるいは樹枝状のウスタイト（Wustite：FeO）及び滓成分であるファイヤライト（Fayalite：Fe_2SiO_4）の結晶像が見られた。このことは、出土した鉄滓の周辺で鉄材が加工されていたことの証となる。

(2) EPMAの元素分布図では、ウスタイトやファイヤライト以外に造滓成分のSiO_2、Al_2O_3、CaOの化合物が観察された。

(3) 鉄金属が残存する箇所のEPMAの元素分布図では、主にFeが観察されたが、一部には鉄が錆化したか滓成分がみられた。なお、鉄鉱石原料の指標となるSやPは観察されなかった。

(4) INAAの結果、約30元素について定量値を得たが、金属部が残存している試料では、約20元素と定量された元素の数が少なかった。従来の分析結果と同様に、金属部試料では滓試料に比べて親鉄元素や親銅元素の濃度が高く、親石元素の濃度が低かった。

(5) AsとSbが定量された試料のAs/Sb濃度比を計算すると10~15を得た。この値は、以前報告した御影堂の瓦用鉄釘や裏甲用鉄釘と同一の値であり、鉄原料の産地が同一であることを示唆するものである。（図2参照）

(6) 金属部が残存している箇所のC濃度は、0.92±0.08%と高炭素鋼になっており、瓦用鉄釘のC濃度（0.01~0.3%）より高濃度になっている。このことは、釘を加工する前の鉄材では、高炭素であったのが、鍛冶により加工する過程で脱炭されていったものと推察でき、滓試料には元の鉄材の痕跡が残っていたものと思われる。

以上の結果をまとめると、分析した鉄滓は、鉄材を鍛冶により鉄釘等に加工した際廃出されたものであることが判明した。すなわち、奥出雲の砂鉄を原料に製鉄された鉄材が西本願寺境内に運ばれ、そこで使用する用途に合わせて鍛冶加工されていたと思われる。それゆえ、何万本の鉄釘が使用されたことを考えると、多量の鉄材が境内に運ばれ、大々的に鍛冶作業が行われ、多量の鉄滓が廃棄されたものかと思われる。

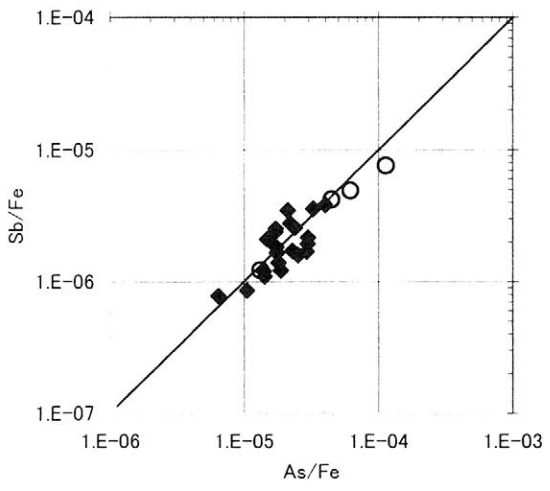


図2　御影堂の鉄釘（■）と鉄滓（○）のAs/FeとSb/Feとの相関関係

図中45度の直線は、As/Sb濃度比が10である。

（参考文献：1）平井昭司：日本文化財科学会第18回大会研究発表要旨集、32-33（2001）

A−24

骨ストロンチウム同位体比に与える続成作用の影響

○南　雅代[1]・後藤晶子[1]・長谷川拓也[2]
([1]名古屋大学年代測定総合研究センター・[2]名古屋大学大学院工学研究科)

【はじめに】

動物や人間の組織内のストロンチウム同位体比（$^{87}Sr/^{86}Sr$）は、生息している土地の地質情報を反映すると言われている。したがって、遺跡から出土された古人骨・歯の $^{87}Sr/^{86}Sr$ 同位体比を測定することにより、その遺跡に埋葬されている人がどこから来たかを推定することが可能である。しかし、骨組織には空隙が多く存在するため、土壌中に埋没している間に続成作用を受け易く、周りの土壌、水のSrが混入して、食物由来のSrの情報を保持していないことが多いと言われている。本研究では、鎌倉由比ヶ浜地域から出土した中世古人骨と歯の $^{87}Sr/^{86}Sr$ 同位体比、Sr、Ca濃度を測定し、鎌倉地域の土壌の $^{87}Sr/^{86}Sr$ 同位体比、現生動物の骨・歯試料の値と比較しながら、鎌倉古人骨試料および歯試料の $^{87}Sr/^{86}Sr$ 同位体比が食物由来Srの情報を保持しているかどうか、Sr、Ca 濃度に違いが見られるかについて議論し、鎌倉由比ヶ浜地域に埋葬されている人がどこから来たのかを探ることを目的とした。

【試　料】

用いた試料は、鎌倉の由比ヶ浜南遺跡の単体埋葬墓から出土した10個体それぞれの骨（肋骨）と歯である。これ以外に、同じ遺跡の単体埋葬墓から出土した人骨（肋骨）、人骨獣骨集積墓から出土した人骨（下肢部分）についても分析を行った。一部の骨試料に関しては、付着していた土壌の分析を行った。その他、鎌倉地域の土壌の Sr 同位体比を調べるため、鎌倉周辺の河川堆積物の分析もいくつか行った。

【実験方法】

歯試料はデンタルドリルを用いてエナメル質と象牙質に分離し、骨試料は表面の汚れを削り取った。その後、試料を超純水−0.2M NaOH−超純水で超音波洗浄し、凍結乾燥して粉砕した。粉砕した試料は5%酢酸によるリーチングを行い、酢酸可溶成分、酢酸不溶成分に分けた。それぞれの成分を2.4M HClに溶解し、陽イオン交換カラムでSrフラクションを分離した。骨に付着した土壌に関しては、塩酸で軽くリーチングした上澄み液（酸可溶成分）について同様にカラム分離を行なった。河川堆積物に関しては、フッ酸分解を行い、乾固後、2.4M HClに溶解し、同様にカラム分離を行なった。$^{87}Sr/^{86}Sr$ 同位体比の測定は、名古屋大学大学院環境学研究科の表面電離型質量分析計（Sector-54）により行った。骨・歯中のCa、Sr濃度の測定は、酢酸不溶成分を2M HNO_3 に溶解し、名古屋大学大学院工学研究科の誘導結合プラズマ発光分析装置 (IRIS Intrepid XSP)により行った。

【結　果】

骨の $^{87}Sr/^{86}Sr$ 同位体比は 0.7088−0.7092 の範囲内の値を示すのに対し、歯のエナメル質の $^{87}Sr/^{86}Sr$ 同位体比は個体毎に異なる値を、歯の象牙質は、骨とエナメル質の中間の値を示す傾向が見られた（図1）。骨の酢酸可溶成分（周りの土壌や水由来のSrを含む成分）と酢酸不溶成分（食物由来 Sr を含むと考えられる成分）の値はほとんど同じであり、鎌倉由比ヶ浜地域近くの河川堆積物の $^{87}Sr/^{86}Sr$ 同位体比も、骨とほぼ同じ0.70874の値を示した（図2）。また、図3に示すように、歯エナメル質中のSr濃度は400ppm以下と低いのに対して、骨中のSr濃度は1000ppmと高い。他方、死後間もないイノシシ、シカの骨・歯のSr濃度を測定したところ、いずれも300ppm

程度の低い値を示した。これらのことから、鎌倉古人骨のSr濃度は、周囲の土壌・水からのSrが混入したために高濃度になっていると考えられ、骨の酢酸不溶成分には食物由来Srだけでなく、続成由来のSrも多く含んでいることがわかる。すなわち、鎌倉古人骨の場合、今回のような酢酸リーチング処理だけでは、食物由来Srの情報を取り出すのは困難であることがわかった。

一方、本研究で分析した歯は、Sr濃度も低く、生前の食物由来のSrの情報を保持していると期待できる。歯エナメル組織は結晶サイズが大きく空隙がほとんどないため、骨に比べてSrの汚染を受けにくかったものと考えられ、象牙質は、エナメル質に比べてSr濃度が高く、$^{87}Sr/^{86}Sr$同位体比も骨とエナメル質の中間の値を示すことから、一部、食物由来Sr以外のSrも混入していると考えられる。歯エナメル質の$^{87}Sr/^{86}Sr$同位体比が鎌倉周辺の土壌の値より低い個体や高い個体がいくつか存在しており、この$^{87}Sr/^{86}Sr$同位体比の違いは、出身地の違いを表している可能性がある。図2から、鎌倉以外の地域は$^{87}Sr/^{86}Sr$同位体比が低い傾向が認められるので、歯エナメル質の$^{87}Sr/^{86}Sr$同位体比が低い人は、鎌倉の外からやってきたことが示唆される。今後、さらに詳細な議論を行うためには、分析個体数を増やすとともに、鎌倉周辺の詳細な地質データが必要であると考えられる。

【謝　辞】

骨試料採取に際しては名古屋大学年代測定総合研究センターの中村俊夫教授、聖マリアンナ医科大学の平田和明教授、長岡朋人博士、東亜大学の鵜澤和宏博士に、$^{87}Sr/^{86}Sr$測定に際しては名古屋大学の田中剛教授、浅原良浩博士にお世話になりました。また、河川堆積物試料採取に際しては、産業技術総合研究所の今井豊博士、太田充恒博士にお世話になりました。ここに記して感謝の意を申し上げます。本研究は、平成19年度科学研究費補助金　基盤研究（B）「人骨のストロンチウム同位体比に関する基礎的研究とその考古学的応用（研究代表者：南　雅代）」を用いて行われました。

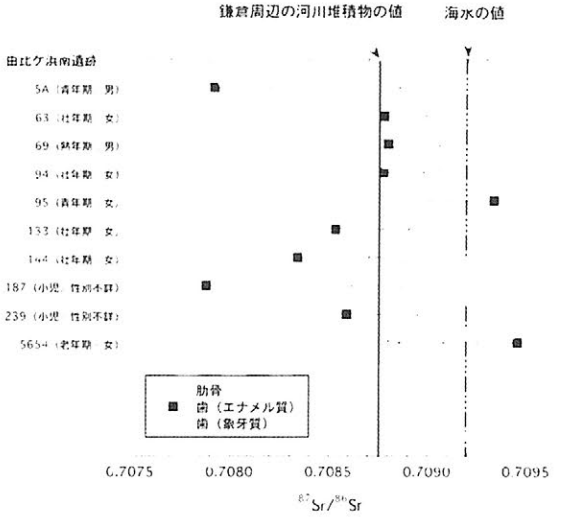


図1　同一個体の骨と歯（エナメル質、象牙質）の$^{87}Sr/^{86}Sr$同位体比の比較

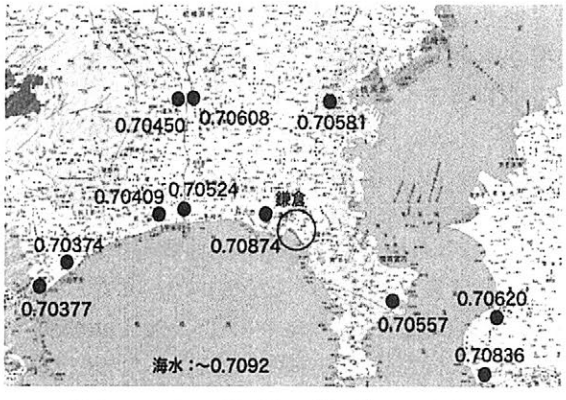


図2　鎌倉周辺の河川堆積物の$^{87}Sr/^{86}Sr$同位体比

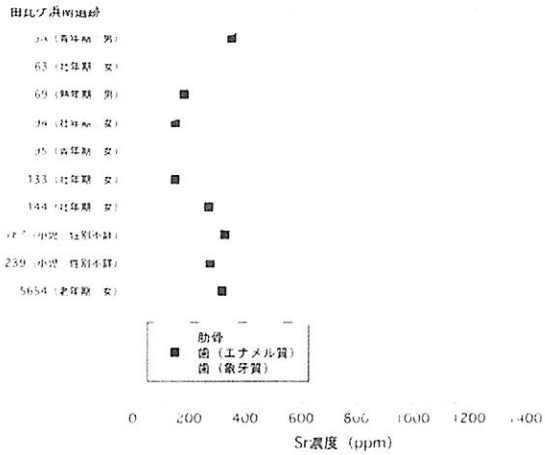


図3　同一個体の骨と歯（エナメル質、象牙質）のSr濃度の比較

A−25

マルチアイソトープ分析による日本中世馬の移動経緯に関する研究

○覚張隆史・米田穣（東京大学・新領域）・鵜澤和宏（東亜大学・人間科学）・本郷一美（総研大・生命共生体進化）・向井人史（国立環境研究所）・中野孝教（総合地球環境学研究所）

【背景および目的】

近年、同位体分析によって遺跡より出土する人骨および動物遺存体の分析が盛んに行なわれている。例えば、歯骨よりコラーゲンを抽出し、炭素および窒素同位体比を求め、生物の食性を復元する試みや、歯のハイドロキシアパタイトからストロンチウム同位体比、鉛同位体比や酸素同位体比を求め、生物の産地判別や移動性を議論する研究が挙げられる。この様に、同位体測定は歯骨の形態から抽出が困難な情報を得ることができるため、重要な研究領域として位置づけられてきた。しかし、哺乳動物のストロンチウム同位体による産地判別は、局所的な地域における研究は日本においても行なわれているが、日本全国における産地判別に必要な同位体地質学的な多様性が、哺乳動物に反映しているかは実際の調査が皆無なため、その有用性は評価されていない。

また、ストロンチウム同位体比のみで産地同定を試みる場合、雑食で複雑な行動をする可能性がある生物種（例えば、ヒト、イヌ、ネコなど）で移動経緯を検出するよりも、人に良く管理され、生態学的な制限がある草食性家畜であるウシやウマを利用して、手法の有用性を検証することが重要といえる。また、産地判別に対するストロンチウム同位体比の有用性を示すには、異なる産地の混合集団と産地集団を比較し、検証する必要がある。

神奈川県由比ヶ浜南遺跡より、最少個体数が約 100 個体にのぼる馬集団の存在が報告されている。これまでの形態学的分析により、この馬集団は現代の日本在来馬に類似した小型および中型の形質をもつ混合集団である可能性が報告されている（鵜澤・本郷 2006）。この様な小型および中型が混在したと推定される遺跡は、由比ヶ浜南遺跡以外にも報告されており（西中川 1992）、現代の日本在来馬の系統に関する研究で注目されている。これらの集団で体高のばらつきが生じた要因は、遺伝的なばらつきが大きいためか、あるいは複数の産地から移入してきた混合集団の可能性が推測される。また、歴史学的な背景として、新田義貞の鎌倉攻めにおける斃死馬か、装飾品の作成に利用されていた可能性が議論されている。

本研究で、我々は由比ヶ浜南遺跡出土の馬集団が複数産地から移入された混合集団であるかを検証するために、ストロンチウム同位体比を測定することで判別が可能か検証した。また、歯のエナメル質の形成時期が異なることを利用して、1 個体内でエナメル質の形成時期が異なる部位のストロンチウム同位体比を比較し、移動が生じているかを検証した。また、同一サンプルより炭素・窒素同位体比を測定し、飼育形態による食性の違いが生じているかを確認することを目的とした。

【試料および方法】

分析試料は由比ヶ浜南遺跡より出土した馬歯骨、その他の獣歯骨を用いた（国立歴史民族博物館・西本豊弘教授のご厚意により借用）。また、比較対象として日本各地の遺跡出土の馬歯骨を用いた。

ストロンチウム同位体比測定は組織ごとにエナメル質、象牙質、骨に分けて測定した。エナメル質は、セメント質を除去し、実体顕微鏡でひび割れの無いことを確認したエナメル質（core enamel）を分析に用いた。また、形成時期の違いによるストロンチウム同位体比の変動を確認するために、歯冠部から歯根部に沿って 4mm 間隔で試料を採取し、測定に用いた。また、象牙質は歯髄腔内部を、骨は海綿質ではなく緻密層を測定に用いた。すべての試料のサンプリングは、歯科用ドリルで行い、刃先はタングステンカーバイトを用いた。サンプリングした試料（約 10 mg）は、0.1N 酢酸バッファーにより 20 分間で 2 回リーチングと超純水でリンスし、遠心した後、上清を除去した。酸不溶成分を 6N HNO_3 で溶解し、ホットプレートにて 100℃で一晩蒸発乾固させた。乾固したサンプルに 2N

HClを加え、陽イオン樹脂交換カラムにてストロンチウムのみに精製した溶液を測定に用いた。すべての精製作業はクリーンルーム内で行なった。ストロンチウム同位体の測定は総合地球環境学研究所の表面電離型質量分析計（Triton, Thermo Fisher Scientific）にて $^{87}Sr/^{86}Sr$ を測定した。

炭素・窒素同位体比は、歯科用ドリルにて象牙質および骨（約400mg）を採取し、表面の汚れを除去し、超音波洗浄した。次に、凍結乾燥したサンプルを粉砕し、アルカリ処理及び脱灰処理し、コラーゲン抽出した。抽出したコラーゲンは、国立環境研究所の元素分析計・同位体比質量分析計（Finnigan MAT 252, Carlo Erba 1500）にて $\delta^{15}N$ および $\delta^{13}C$ 測定した。

【結果および考察】

由比ヶ浜南遺跡及び他地域の馬歯エナメル質を測定した結果、日本各地において現在までに $^{87}Sr/^{86}Sr$=0.7045～0.7100 の範囲をとることが示された（図1）。分析試料を同位体地質学的な背景と対応させた場合、特に東北地方の $^{87}Sr/^{86}Sr$=0.7055 という値はよく一致しており、馬産地である東北地方の馬をストロンチウム同位体で検出する有用性が示された。また、産地と考えられる地域においては、出土する動物遺存体は産地の値を示す個体の頻度が高く、今回の分析では東北の同じ遺跡から出土した試料の変動はほとんど無かった。さらに、島嶼においては $^{87}Sr/^{86}Sr$=0.7093 以上の値を示し、他の地域とは区別ができる可能性が示唆された。この様に、日本において、ストロンチウム同位体比が哺乳動物に対する産地判別の指標の一つとして有用であることが示唆された。

また、由比ヶ浜南遺跡出土の馬歯エナメル質を測定した結果、$^{87}Sr/^{86}Sr$=0.7083～0.7085（Ⅰ群）と $^{87}Sr/^{86}Sr$=0.7061～0.7065（Ⅱ群）の値を示した。従って、この集団が少なくとも2つ以上の産地が異なる混在集団である可能性が示唆された。成長線サンプリングの結果からは2つの群にわたる変動は確認できなかった。また、由比ヶ浜南遺跡出土獣歯エナメル質は $^{87}Sr/^{86}Sr$=0.7085～0.7090 を示し、由比ヶ浜南遺跡周辺の値を示す可能性が示唆されたが、雑食性哺乳類であるために、海産物由来のストロンチウム同位体の影響を受けている可能性がある。

一方、由比ヶ浜南遺跡馬歯骨より抽出したコラーゲンの炭素同位体比は－19～－15‰、窒素は4～7‰とばらつきが大きいことが示された（図2）。また、他の地域における東北や五島地方の馬の値を比較すると、島嶼における特殊な環境でなければ産地の識別は困難である可能性が示唆された。

今後、本研究で分析した馬歯より、体高に関する形態的な考察を加える予定である。

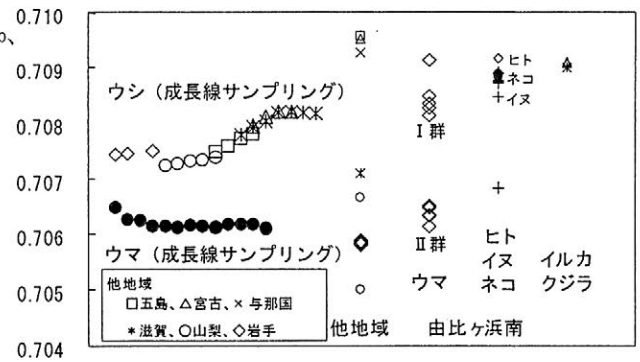


図1. 日本におけるエナメル質のストロンチウム同位体比

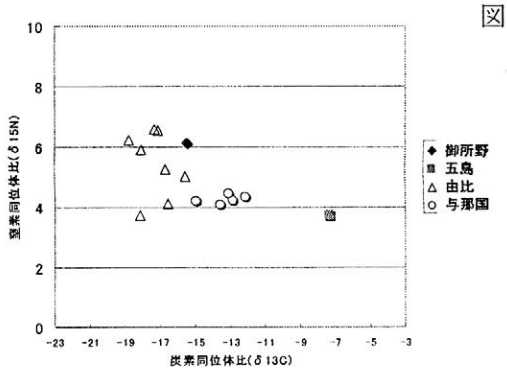


図2. 由比ヶ浜南遺跡出土馬歯骨のC・N同位体比

【謝辞】

分析試料は、国立歴史民族博物館、奈良文化財研究所、岡山理科大学・富岡直人准教授御所野縄文博物館など、多方面の方々のご厚意で測定させていただいた。記して御礼申し上げる。

A−26

土器の産地推定に向けた河川の砂の分析の有効性と課題

鐘ヶ江賢二(鹿児島国際大学)

1．はじめに

須恵器のように窯が検出され，土器の生産地が明らかな場合には，蛍光 X 線分析など生産地の土器の胎土に関するデータを蓄積することによって，生産地から消費地への土器の動きをトレースすることが可能になる。しかし生産の痕跡が明瞭に残らないことが多い縄文土器や弥生土器などに対しては，生産地の推定や土器の流通，移動の把握は容易ではない。

一方，土器の産地推定の研究においては，遺跡周辺の河川の砂を分析する試みもみられる。すなわち，土器の胎土に含まれる砂粒と河川の砂との比較をつうじて，土器の材料の採取地を推測するための手がかりを得ようとする試みである。

このような河川の砂の分析は，土器胎土と遺跡周辺の自然環境とを比較検討する際に客観的な材料を提供するという点で有効性をもつが，同時に課題もあると考える。本発表では，鹿児島県での河川の砂の分析の実践例を示し，土器の産地推定に向けた河川の砂の分析の有効性と課題について論じたい。

2．河川の砂の分析の有効性

鹿児島県では，鹿児島県立埋蔵文化財センターによって県内の河川の砂の肉眼観察による分析が実施され，土器の胎土との関連についても論じられている(鹿児島県立埋蔵文化財センター，2005)。それをふまえ，演者は鹿児島県立埋蔵文化財センターから収集された砂を提供いただき，偏光顕微鏡による岩石学的分析をすすめている(鐘ヶ江，2006，2007)。顕微鏡下における鉱物組成と，県内の地質図と比較対照したところ，河川の砂の鉱物組成は，鹿児島県内の地質の状況をよく示すということを確認することができた。

3．土器胎土観察から提起される課題

次に，土器の産地推定に向けた河川の砂の分析における課題について，種子島や屋久島で出土する縄文時代後期の土器の胎土分析の事例をみながら検討してみたい。

屋久島の屋久島横峯遺跡や，種子島の藤平小田遺跡で出土する一湊式土器には，ほぼ例外なく黒雲母が多量に含まれている。これに対しては，黒雲母を混和材として土器に意図的に混ぜた可能性も想起される。しかしながら，偏光顕微鏡で土器胎土を観察すると，大粒の黒雲母が観察されるとともに，基質にも微細な黒雲母や，黒雲母と連続的な構造を呈する粘土鉱物が多量に含まれていることを確認することができる。すなわち，肉眼で観察される黒雲母は，微細な粘土鉱物と連続的な関係にあるものであり，混和材として混ぜられたものではなく，採取した材料に元来含まれていたものである，と判断するのが妥当なのである。

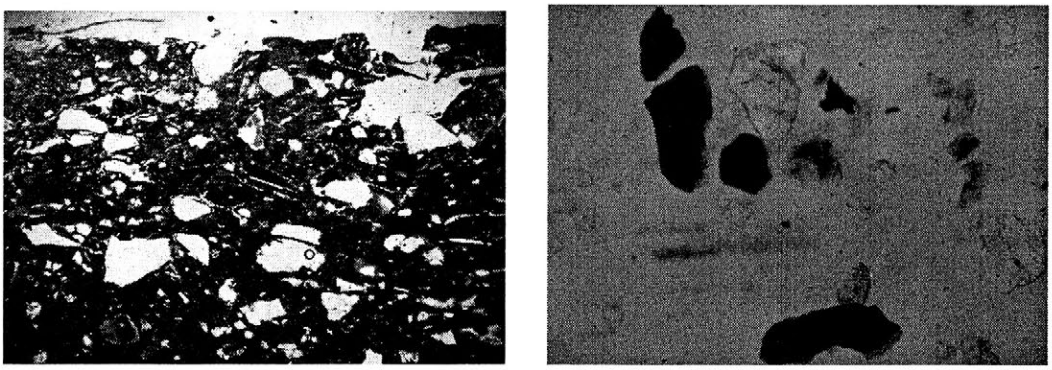


図1 屋久島横峯遺跡出土土器（左）と屋久島の河川の砂（右）の偏光顕微鏡写真
（開放ニコル，写真長辺は約 3.3mm）

さらに，屋久島は島の中心に花崗岩が貫入して形成されたものであるが，土器に含まれる黒雲母は風化がすすんでおり，屋久島の河川の砂に含まれる黒雲母とは整合しない。また，胎土中には，深成岩に由来する粒子もほとんど含まれない。このことから，一湊式土器の製作のために使用された材料は，花崗岩が風化・変成したものではなく，海岸段丘上に含まれる火砕流に由来するものであると推測される。こうした一湊式の胎土観察によって得られる所見は，土器胎土に由来する環境は表層的な地質状況だけではなく，海岸や河岸段丘などに分布する第四紀の堆積物なども含めて複合的にとらえるべきであるということを示している。さらに，土器の材料の採取方法や選択は，環境だけでなく社会的・文化的要素に関わる可能性もあることに留意すべきである。

おわりに

河川の砂の分析は，土器の産地推定のための基礎的作業となりうるものの，土器製作のための材料の成因や土器胎土の選択の要因は複雑である。材料採取に関わる諸要素を複合的にとらえることが，土器生産地推定のための分析法を洗練させることにつながると考えられる。

文献

鹿児島県立埋蔵文化財センター2005「土器胎土の鉱物を求めて－土器製作推定地のための基礎研究－」『縄文の森から』，3：1-16．鹿児島県立埋蔵文化財センター

鐘ヶ江賢二 2006「鹿児島県における河川の砂の岩石学的分析(第 1 報)」『鹿児島国際大学考古学ミュージアム調査研究報告』，2

鐘ヶ江賢二 2007「鹿児島県における河川の砂の岩石学的分析(第 2 報)」『鹿児島国際大学考古学ミュージアム調査研究報告』，3

プラント・オパール分析による中国山東省楊家圏遺跡における生産遺構探査

○宇田津徹朗（宮崎大学農学部）・宮本一夫（九州大学文学部）・田崎博之（愛媛大学法文学部）・
欒豊実（山東大学（中国））・靳桂雲（山東大学（中国））

1．はじめに

近年の中国における発掘調査の結果、山東半島の新石器時代の遺跡からイネ遺物の検出が複数報告されており[1)]、同時代にすでに長江下流域の稲作が秦嶺淮河線を越え、北進していた可能性は極めて高いと考えられる。

しかし、一般に秦嶺淮河線の北側では、年間降水量が減少する（750mm以下）ため、水田稲作はもちろん稲作には厳しい環境となる。したがって、北進した稲作がどのような形で受容・定着したのかは、大変興味深く、また朝鮮半島や日本への伝播を考える上で重要な問題である。

この問題へのアプローチであるが、イネは畑でも水田でも栽培可能な作物であるため、出土したイネ遺物の調査ではこの問題について明確な結論を得ることは難しく、その解明には、畑や水田といった生産遺構や焼畑などの生産空間を探査・発掘する実証的な調査が必要不可欠である。

図１　楊家圏遺跡の所在

そこで、筆者らは、山東龍山文化期の稲作遺跡周辺での生産遺構調査の実施を計画し、2004年より、山東大学、九州大学、愛媛大学、宮崎大学の研究者による国際共同研究として、山東半島における稲作遺跡として広く知られている楊家圏遺跡（図１）での調査の機会を得ることができた。

ここでは、2004年および2005年に当該遺跡周辺で実施したボーリング調査と採取試料のプラント・オパール分析による生産遺構探査の概要とその結果について報告することにしたい。

なお、本研究は、科学研究費補助金による研究「日本水稲農耕の起源地に関する総合的研究」（研究代表者：宮本一夫）の一環として行われたものである。

2．調査・分析の概要

1）遺跡の立地

楊家圏遺跡は、烟台市の南西、山東省栖霞県に所在する大汶口文化から山東龍山文化にわたる遺跡である（図１）。山東省文物考古研究所と北京大学によって発掘調査が行われ、龍山文化期の堆積層と灰坑から粟と籾殻が発見されている[2)]。

図２は、遺跡の周辺の地形を示したものである。遺跡は、清水河の西の段丘上に立地しており、その南北には、清水河へ繋がる小さな谷が形成されている。もし、当該遺跡周辺で稲作が営まれていたとすると、日本での調査事例から考えると、これらの谷によって形成された段丘面が最も可能性が高いと推定された。

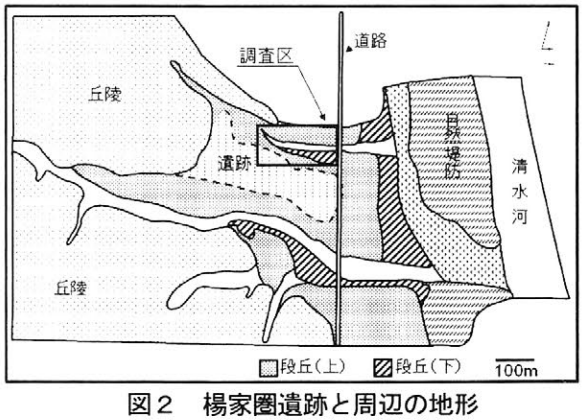


図２　楊家圏遺跡と周辺の地形

2）調査区の設定と試料採取

調査区は、現地での聞き取り調査およびボーリングによる地下の堆積状況の調査を行い、図2に示した遺跡の北側の谷部に設定した。当該地区は、遺跡から数十mに位置しており、生産遺構探査の要点である「年代決定に必要な遺物の出土が期待できる生活域との境界部分」という条件も満たしている（図2）。

図3は、調査区で実施したボーリングの地点を示したものである。ボーリングは、調査区を南北および東西方向で覆う形で、地表面の比高差等を考慮しながら 10～25m 間隔で合計 32 地点について行った。

ボーリングは、ハンドボーリングを用い、現地表面から地山層または 3.0mまでの土壌を採取した。採取試料は合計254試料である。

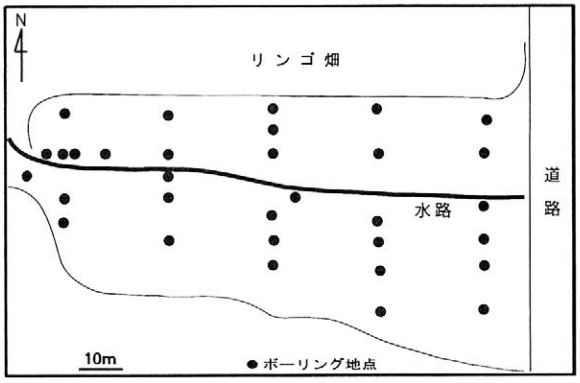


図3　ボーリング地点の配置

3）試料の分析

採取した土壌については、プラント・オパール定量分析用試料に調整し、イネ（*Oryza sativa* L.）、ヨシ属（*Phragmites*）、タケ亜科（*Bambusoideae*）、ウシクサ族（*Andoropogoneae*）、キビ族（*Paniceae*）について定量分析を行った。

3．結果および考察

1）探査結果

ボーリングで採取された土壌に混入する紅焼土の出現状況等から、地表下 1.5m以下の土層が新石器時代のものであると推定された。

図4は、これらの層からイネプラント・オパールが検出された地点を示したものである。

検出密度は最も高いもので、3,000 個/g を超えている地点もあり、正確には土壌の堆積速度を加味して評価する必要があるが、日本での探査・発掘の事例に照らすと、水田遺構の存在も十分に期待できると判断される。

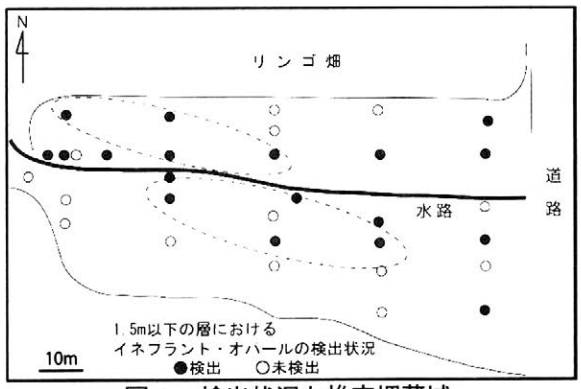


図4　検出状況と推定埋蔵域

この結果とボーリングデータによる古地形復元から、比較的安定した生産遺構の埋蔵域としては、図4に楕円で示した範囲（水路の両側の部分）が最も有望であると推定された。

2）生産遺構のイメージ

今回の探査によってとらえられた生産遺構についてであるが、イネにともなってヨシ属のプラント・オパールが検出されていることから、河川の水や湧水を利用した水田であった可能性も十分に考えられる。しかし、イネプラント・オパールの検出密度が 1,000 個/g 程度の地点も多く、全体的には安定した水田の存在を推定することは難しい。その点では、生産遺構のイメージとしては、水が豊富な時は湛水状態で栽培し、水が少ない時には河川から浸透した水分等に依存してイネを栽培する天水田のようなものであった可能も視野に入れておく必要があると考える。

【参考文献】

1）欒豊実：海岱地区先史農業の生成、発展及び関連する問題，「東アジアと日本－交流と変容―」，創刊号，P11-23，2004

2）山東省文物考古研究所，北京大学考古実習隊：「山東棲霞楊家圏遺址発掘簡報」，「史前研究」，1984 年第 3 期，1984

B－2

南九州における後期旧石器時代初頭の植生と環境

○杉山真二（古環境研究所）

１．はじめに

鹿児島県種子島の立切遺跡（中種子町教育委員会，1999）や横峯Ｃ遺跡（南種子町教育委員会，2000）では、種Ⅳ火山灰（約3.5万年前；奥野・小林，1994）の下層や上層から礫群、炉跡、焼土などの生活遺構をはじめ、磨石、敲石、台石、石皿、砥石、磨製石斧などの石器類が検出され、石器組成などから植物質食料に依存していた可能性が指摘されている（堂込，2000）。また、鹿児島県指宿市の西多羅ヶ迫遺跡（指宿市教育委員会）や宮崎県川南町の後牟田遺跡（後牟田遺跡調査団・川南町教育委員会，2002）などでも、後期旧石器時代初頭に相当する層準から植物質食料加工用とされる石器類が出土している。

２．後期旧石器時代初頭の植生と環境

種Ⅳ火山灰が降灰した約3.5万年前は、最終氷期の亜間氷期（相対的な温暖期）にあたる酸素同位体ステージ３の一部に対比される。福井県三方湖などの花粉分析によると、この時期はスギ属とともにブナ属、コナラ亜属などの落葉広葉樹が優勢であり、冷涼・湿潤で積雪量が比較的多い気候が推定されている（安田、2005）。

種子島や屋久島における植物珪酸体分析では、種Ⅲ火山灰（約4.5万年前）の下位層から姶良Tn火山灰（AT，約2.9万年前）の上位層にかけて、照葉樹林の主要要素であるシイ属、コナラ属アカガシ亜属、イスノキ属、クスノキ科などが検出され、最終氷期を通して照葉樹林が分布していたと推定される（杉山・早田，1997）。また、九州島南端の指宿市でも、ATの下位でクスノキ科が検出されている（杉山，未公表資料）。なお、標高約120ｍの台地上に位置する立切遺跡では、ATの上位で照葉樹が減少しており、最終氷期の最寒冷期（酸素同位体ステージ２）には照葉樹林が一時的に衰退していた可能性が考えられる。

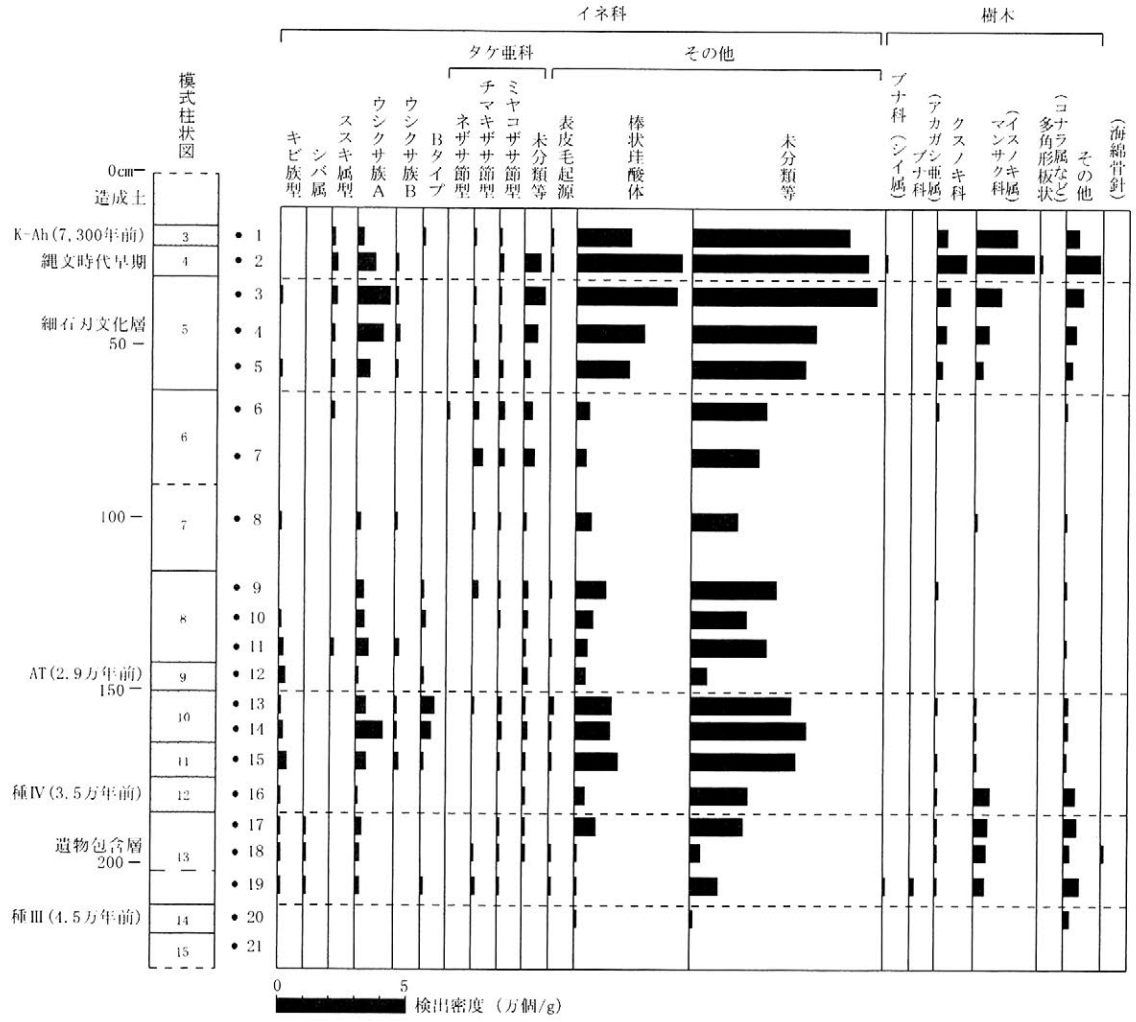
３．植物の利用について

種Ⅳ火山灰の下層では、部分的に炭化物の集中が認められ、横峯Ｃ遺跡では照葉樹のコナラ属アカガシ亜属、イスノキ、クスノキ科が同定された（パリノ・サーヴェイ(株)，2005）。また、立切遺跡でもハイノキ属などが同定され、周辺に分布していたこれらの樹木が燃料などとして利用されていたと推定される。

シイ属やコナラ属アカガシ亜属などの堅果類（ドングリ）は、食用として有用であり、植物質食料加工用とされる石器類との関係で注目される。立切遺跡における残留デンプン分析では、種Ⅳ火山灰下位の台石や磨石からデンプン粒が検出され、給源植物の特定が検討課題となっている（渋谷，2007）。立切遺跡では、照葉樹とともにキビ族型の植物珪酸体が検出されていることから、イヌビエなどのイネ科植物の種実が食用として利用された可能性も示唆される。

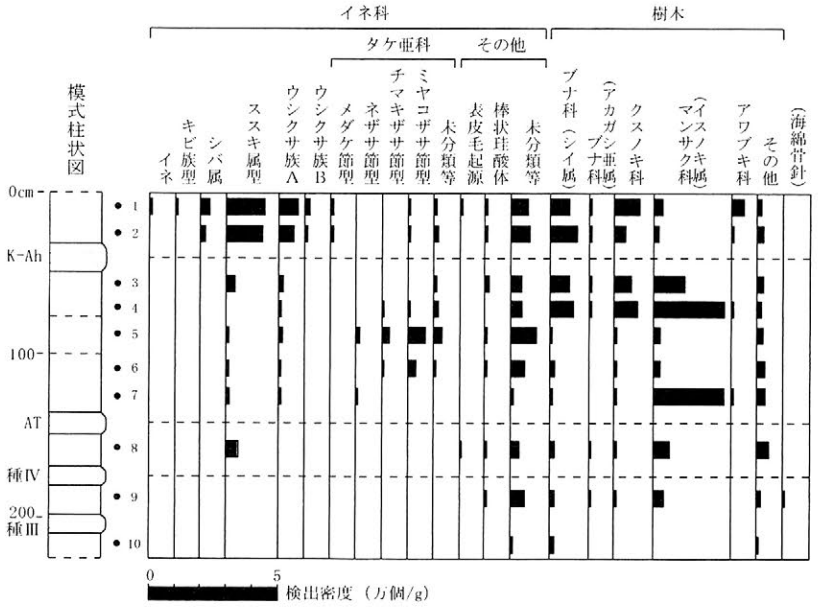
４．落とし穴について

立切遺跡に近接する大津保畑遺跡（鹿児島県立埋蔵文化財センター，2007）では、種Ⅳ火山灰の下位から国内最古の落とし穴とされる土坑が多数検出された。AT下位の落とし穴が検出された静岡県三島市の初音ヶ原遺跡（三島市教育委員会，1998）では、ネザサ節やウシクサ族などのイネ科を主体とした草原植生が推定され、遺構の形態や配列などから対象動物としてシカなどが想定されている。大津保畑遺跡についても同様の検討が進められており、当時の落とし穴およびその周辺の植生や環境に関する新たな知見が得られるものと期待される。



鹿児島県中種子町立切遺跡１区西壁地点における植物珪酸体分析結果

遺跡の位置図



鹿児島県南種子町島間における植物珪酸体分析結果

B－3

「会津盆地における縄文時代の地形環境変化」

―― 湯川村沼ノ上遺跡の調査から――

（財）福島県文化振興事業団　　福島　雅儀

会津盆地は、福島県の西部、奥羽山脈の西側に位置している。南北 25 キロ、東西 15 キロ程度で、盆地内部の平坦面は、標高 170～200m程度である。

基本地形　平山光衛は、盆地の段丘を高位面、中位面Ⅰ、中位面Ⅱ、低位面Ⅰ、低位面Ⅱに区分して、現在と変わらない会津盆地の地形が完新世に出現したことを明らかにした。(1969)。このうち中位面Ⅰ上には、縄文時代前期末葉（大木 6 式期）に沼沢火山灰（5,400ＢＰ）が堆積している。また、中位面Ⅱの基盤層には、沼沢火山灰が含まれている。これについて庄司貞雄などは、沼沢火山灰が湖底に降下し、さらに湖成堆積物に挟まれたとみている（1987）。つまりこの時点で、会津盆地に大きな湖が存在していたことになる。その後、中位面Ⅰの基盤層からＡＴが検出されたことから、中位面Ⅱ以下は最低位段丘面と区分されている（山元孝広 2006）。

会津盆地の古地形に関して、考古学から周東一也は、「沼沢火山灰の降下により只見川が塞き止められ、この影響で標高 180～200mの盆地は、中期初頭まで湖沼になっていた」と想定した（1977）。この後、1980 年代から始まった大規模開発に伴う発掘調査により関連する知見の蓄積が進んだが、湖の範囲や陸化過程、その時期などの考古学的検討は、ほとんど行われていない。

遺跡分布　図１は、平山による地形区分に、縄文時代の遺跡分布を加えたものである。遺跡番号は、標高の低い方からつけた。低位面で、遺跡は確認されていない。1～17 番の遺跡は、中位面Ⅱの縁辺部に分布し、縄文時代中期末葉より古くなることはない。18 番の出崎山遺跡（標高 193～197m）以降の遺跡は、中位面Ⅰより高位に位置し、縄文時代各時期の遺跡が確認されている。

遺跡は、18 番を境にして、立地場所・形成時期が大きく異なっている。中位面Ⅱにおいて住居跡の確認できるのは、後期前半からである。盆地縁辺に近い場所である（10 番の砺波遺跡）。これに対して盆地の中央部では、遺物と土坑・土器埋設遺構が、数基確認されている程度で、縄文時代の住居跡は検出されていない。活動痕跡はあるが、居住には不適な環境であった結果であろう。

縄文時代の湖　中位面Ⅰ以上では、縄文時代各時期の遺構と遺物が確認されている。集落が営まれた場所、陸地であった。これに対して、縄文時代中期末葉以前の中位面Ⅱより低所は、地質学と考古学の知見から、湖沼が存在していたことになる。また鶴沼川と阿賀川南半部の低位面は、縄文時代を通して居住に適さない環境、湖沼あるいは氾濫原であった。

沼ノ上遺跡　2007 年に発掘調査を実施した湯川村沼ノ上遺跡では、湖が陸地化した後に、これを開析する小河川が形成され、縄文時代後期には人工池が造られたことが明らかになった。沼ノ上遺跡は、標高 177m前後、中位面Ⅱに立地している。遺跡の基盤層、標高 176.3m付近で、沼沢火山灰の湖底降下層を検出した。これは、火山灰降下当時の湖底標高である。また沼ノ上遺跡から北に８ｋｍにある喜多方市高堂太遺跡では、標高 199m付近で、当時の地表面に降下した火山灰を確認している。

人工池　中位面Ⅱが陸化すれば、これを開析する河川が形成される。沼ノ上遺跡で調査区の東端で、幅４m、深さ 1.2mの自然河川跡が確認されている。この河川痕跡は、航空写真を見ると東部の丘陵地帯に続いている。調査区の中央部から西部では、河川を掘削して３基の池跡が造られていた。蛇行する河川の低部を掘り下げ、両岸を整え、上流と下流に土橋状の掘り残しを設けた池である。池跡全体の形状は、膿盆状である。

最も良好に遺存していた２号池跡は、長さ 20m、幅７m、深さ 3.5mである。土木工事と呼べる造作である。池跡の堆積土は上下に分かれ、上層は沼沢火山灰を多量に含む土層であった。盆地南部から運搬された洪水による堆積土である。この時期、会津盆地の東側、阿武隈川上流域でも、集落を覆う洪水堆積層が三春町柴原Ａ遺跡などで確認されている（福島 1989）。

人工池跡からは、クリ、エノキ、コナラなど樹幹が出土している。長さ５m、直径 0.6m程度である。また低部の砂礫層からは十分な湧水があり、常時湛水状態になる。湧水は鉄分を多く含んで苦く、飲用には不適である。この遺構からは、縄文時代後期前半の土器が出土している。樹幹の炭素年代測定でも、3700～3800ＢＰの値を得た。この用途は、貯木施設である。盆地東部の丘陵で伐採した丸太は、河川を利用して運搬することができる。

生成要因　会津盆地では、諸河川の流出口に、段丘を蛇行して横断する狭窄部をともなう盆地尻川(鈴木隆介 1998)が形成されている。しかも段丘の基盤層には、崩壊の容易な沼沢火山灰のハラール堆積土が多量に含まれている（山元孝広 2006)。あわせて盆地西端には、活断層も存在している。自然災害により、狭窄部が崩壊して盆地尻川の河道が塞き止められれば、盆地内部に湖沼ができる（吉田博行 2003)。事実、会津坂下町中平遺跡（標高 177 m）では、氾濫による砂層に覆われた古墳時代後期の集落跡が確認されている。また 1611 年の地震では、標高 175m以下の低地は水没して、山崎新湖が出現した（寒川 1987)。

まとめ　縄文時代の会津盆地縁辺で、集落景観を復元する場合、それは湖畔の風景でなければならない。湖沼の存在は、自然環境と結びついて、人々の活動に大きな影響を与えたはずである。

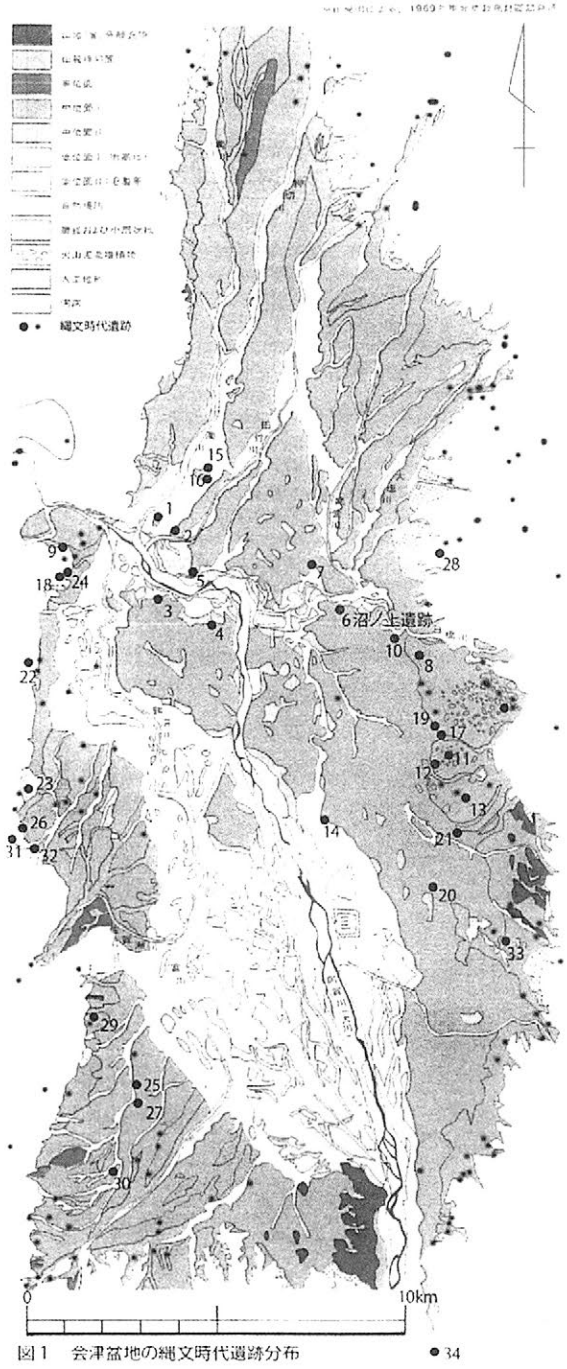


図１　会津盆地の縄文時代遺跡分布

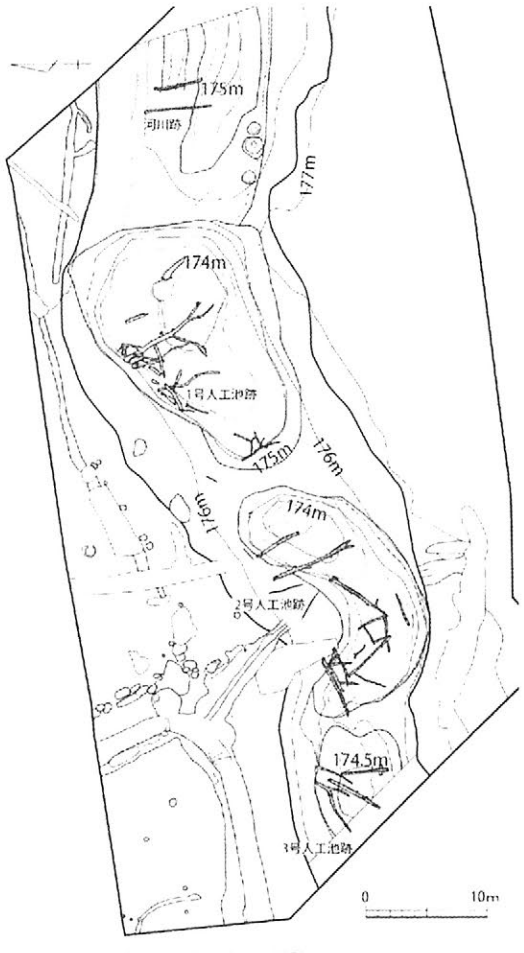


図２　沼ノ上遺跡　縄文時代人工池跡

瀬戸内海海進期における水産動物遺存体からみた古海況の特徴

○富岡直人、畑山智史（岡山理科大学総合情報学部生物地球システム学科）

はじめに

完新世になって現在の体を整えた瀬戸内海は、平均水深約40mの浅い内海としても有名である。そのほぼ中央北岸の岡山～広島沿岸部には貝塚が数多く残され、包含される動物遺存体からは海況の変化とそれに適応した漁労・採集活動の変遷がうかがわれる。

瀬戸内海成立期

更新世には既に大河川であった旭川・吉井川水系は東流して和歌山・徳島側で太平洋に注ぎ、高梁川水系は西流し、九州方面に流れ出ていた。これらの二大水系は、完新世初頭に河口～内湾奥部において海洋水の循環が停滞的な汽水域を生み出し、縄文早期押型文期には岩礁底とともに浅い砂底～砂泥底が形成された。

出土動物遺存体から推定すると、当初はヤマトシジミの生息域が拡大したが、海水準の上昇とともに徐々に泥質の堆積物の増加と塩分濃度の上昇が生じた。そのため泥底の汽水～塩水域に生息できるハイガイやマガキが増加したと考えられる。ただし、ヤマトシジミとハイガイ、マガキの生息域は当時も近接していたと考えられ、貝塚群などでの下層から上層への貝種包含率の変化は、明確な置換ではなく、比率の変化として捉えるべきものかもしれない。また、貝採集活動による貝種変化の可能性も十分考慮されなければならない。これらの問題は、細別層位を認定する慎重な発掘や酸素安定同位対比分析などが有効であろう。また、この時期におけるヤマトシジミやハイガイ、マガキの殻高と成長速度は、海進期以降の縄文時代の資料に比べて同等、あるいは貧弱であり、生息条件が比較的不良であった可能性が推定される。

また、高梁川水系が流入した湾でもほぼ類似した海況がみられたと考えられる。ただし、古播磨湾に比べてやや浅海域が広く、小蔦島貝塚のように多様な貝類が出土している点が特徴的であるとともに、高梁川水系が石灰岩地帯に水源を持つことから、古播磨湾と炭素リザーバー効果の条件を異にしているものと予想される。そのためこの2水系産貝類による放射性炭素年代測定値については、それぞれの条件の違いを慎重に考慮する必要が指摘される。

縄文海進ピーク期の海況

最暖期にむかって海水面の上昇がみられるが、関東・東北地方などと異なり、最高でも海水準は標高2m未満であったことが、岡山～広島沿岸の縄文時代前期初頭～前半の貝塚の標高から推定される。同様の指摘は河瀬（1998、2006:pp.91-92）でもなされ、せいぜい50cm程度までしか海水面上昇は想定できないと主張し、海水性地殻変動説による説明の有効性を指摘している。

海進・海退現象に伴い、河川および海流の堆積作用も変化する。最暖期を迎えた前期から冷涼化にむかう中期にかけて、沖積平野の形成が進み、大河川下流域には干潟が広がった。この地域の貝塚遺跡の特徴は、主体となる貝類が、干潟のように砂泥性の汽水～塩水域に生息する種で構成されている点である。特に岡山～広島の貝塚集中地帯での主体はハイガイやハマグリ、マガキであった。

魚類は、前期初頭以降に出土例が増加する。これは、漁労文化の変化に起因する可能性があるとともに、環境変動が穏やかに収束し、各資源の変動が安定し、生産量が増加したという自然環境の影響も考えられる。この時期以降、瀬戸内海ではサメ類、マダイ、ヒラメ科など、内湾から外洋で捕獲されやすい魚種が捕獲されているが、河口～内湾奥部～河口に来遊するクロダイ、スズキ、コチ属、ボラ科やエイ類が数多く出土しており、河川水の流入する海況に応じた漁労活動が盛んであったことが推定される。

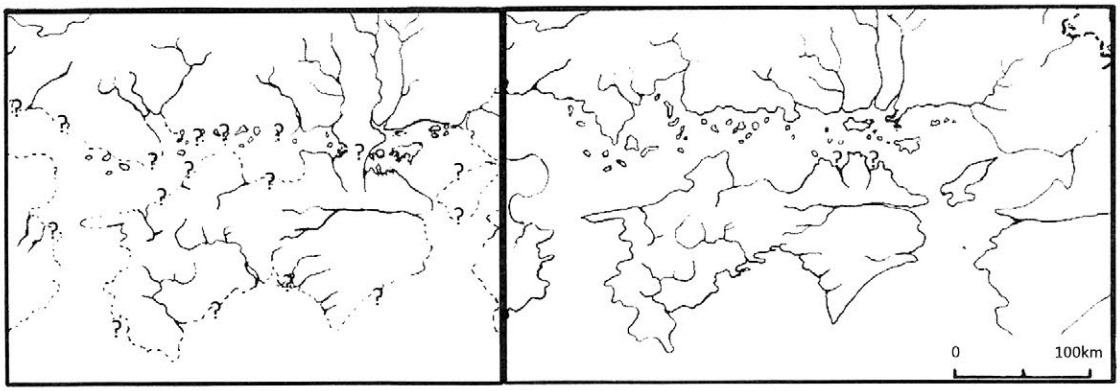
また、ウミガメ類は、後・晩期の縄文遺跡でみられるが、現在までに海進期の瀬戸内海沿岸遺跡群から発見されておらず、今後の継続的分析が必要である。

参考文献

岡山県教育委員会 2003『岡山県遺跡地図』
岡本寛久他　1979『大橋貝塚発掘調査報告　岡山県埋蔵文化財発掘調査報告9』
奥村晃史、浅沼しの　2002「海底地形の数値化と視覚化」『瀬戸内海に関する研究』[財団法人福武学術文化振興財団]
遠部　慎、宮田佳樹、加藤久雄、米田穣　2007「瀬戸内海最古の貝塚－豊島礼田崎貝塚の再評価－」『LAGUNA（汽水域研究）』14:pp.69-76
金子浩昌1999「倉敷市船倉貝塚出土の節足、脊椎動物遺体」『船倉貝塚　倉敷市埋蔵文化財発掘調査報告』
金子浩昌　1993「矢部貝塚出土の動物遺体」『山陽道建設に伴う発掘調査8　4.矢部奥田遺跡』
鎌木義昌　1949「備前黄島貝塚の研究」『吉備考古』77
鎌木義昌　1986「涼松貝塚」『岡山県史』18
鎌木義昌　1986「黄島貝塚」『岡山県史』18
鎌木義昌　1986「磯の森貝塚」『岡山県史』18
鎌木義昌、池田次郎　1951「岡山県磯の森貝塚発掘調査報告」『吉備考古』81,82合併号
河瀬正利　1998「瀬戸内海北岸部の縄文低地性遺跡と海水準変化」『列島の考古学－渡辺誠先生還暦記念論集－』:pp.595-602
清野謙次　1969『日本貝塚の研究』[岩波書店]
倉敷市史研究会　1996『新修倉敷市史』第1巻
近藤義郎　1986「黒島貝塚」『岡山県史』18
酒詰仲男　1961『日本縄文石器時代食料総説』
田嶋正憲編　2006『彦崎貝塚　範囲調査報告書』
高橋　護　1986「彦崎貝塚」『岡山県史』18
高橋　護　1986「里木貝塚」『岡山県史』18
高橋　護　1986「羽島貝塚」『岡山県史』18
津田　寛　1979　『瀬戸内海の自然と環境』
富岡直人　1998『朝寝鼻貝塚発掘調査概報』
直良信夫　1999「日本新石器時代貝塚産貝類の研究－付録1黄島・黒島・小蔦島貝塚のシジミ類」『動物考古学』12
西本俊典　2007『瀬戸内海事典』[南々社]
日本海洋学会編　1985『日本全国沿岸海洋誌』
平井　勝　1989「縄文時代」『岡山県の考古学』
藤田謙司、間壁葭子、間壁忠彦　1975「羽島貝塚の資料」『倉敷考古館研究集報』
間壁忠彦他　1972『倉敷の古代』[倉敷考古館]
間壁忠彦他　1975「羽島貝塚の資料」『倉敷考古館研究集報』11 [倉敷考古館]
間壁忠彦　1985「岡山県児島湾岸の遺跡群」『探訪縄文の遺跡（西日本編）』[有斐閣]
間壁葭子、間壁忠彦　1971「里木貝塚」『倉敷考古館研究集報』
宮本一夫 1993-96『江口貝塚1-3』[愛媛大学]
山崎京美　1998　『遺跡出土の動物遺存体に関する基礎的研究』[文部省科学研究費補助金（基礎研究(C)(2)研究成果報告書]

第1表　瀬戸内海海進期前後の遺跡出土動物遺存体

時期	県	遺跡	軟骨魚綱 Chondrinchus：エイ目：トビエイ属	軟骨魚綱 Chondrinchus：エイ目：属不明	軟骨魚綱 Chondrinchus：サメ類：メジロザメ属	軟骨魚綱 Chondrinchus：サメ類：属不明	軟骨魚綱 Chondrinchus：ネズミザメ科：属不明	軟骨魚綱 Chondrinchus：目不明	硬骨魚綱 Osteichthyes：アジ科：ブリ属	硬骨魚綱 Osteichthyes：アジ科：アジ属	硬骨魚綱 Osteichthyes：アジ科：属不明	硬骨魚綱 Osteichthyes：スズキ科：スズキ属	硬骨魚綱 Osteichthyes：スズキ科：属不明	硬骨魚綱 Osteichthyes：タイ科：マダイ属	硬骨魚綱 Osteichthyes：タイ科：クロダイ属	硬骨魚綱 Osteichthyes：タイ科：属不明	硬骨魚綱 Osteichthyes：カサゴ科：属不明	硬骨魚綱 Osteichthyes：サバ科：サバ属	硬骨魚綱 Osteichthyes：サバ科：ソウダ	硬骨魚綱 Osteichthyes：サバ科：属不明	硬骨魚綱 Osteichthyes：マグロ科：属不明	硬骨魚綱 Osteichthyes：カワハギ科：属不明	硬骨魚綱 Osteichthyes：ニベ科：属不明	硬骨魚綱 Osteichthyes：ハゼ科：属不明	硬骨魚綱 Osteichthyes：アナゴ科：属不明	硬骨魚綱 Osteichthyes：ハモ科：属不明	硬骨魚綱 Osteichthyes：ニシン科：ニシン	硬骨魚綱 Osteichthyes：ニシン科：属不明	硬骨魚綱 Osteichthyes：フグ科：属不明	硬骨魚綱 Osteichthyes：ヒラメ科：ヒラメ属	硬骨魚綱 Osteichthyes：コチ科：コチ属	硬骨魚綱 Osteichthyes：コチ科：属不明	硬骨魚綱 Osteichthyes：ドロ科：属不明	硬骨魚綱 Osteichthyes：その他	その他の脊椎動物門	貝類	備考(岡山県の資料は岡山県教育委員会編「遺跡地図」を参考にしている)
早期	岡山	黄島上層																																ハイガイ◎・ヤマトシジミ・マガキ・オキシジミ・ハマグリ・ヘナタリ	池田・鎌木による調査
	岡山	黄島下層																																ヤマトシジミ◎・ハイガイ・マガキ・オキシジミ・アカニシ・イボニシ	池田・鎌木による調査
	岡山	黒島上層																																ヤマトシジミ◎	遠部他2007、近藤1986
	岡山	黒島下層																																ハイガイ、カキ類	遠部他2007、近藤1986
	岡山	渡鹿崎																																ヤマトシジミ◎・イタボガキ科	遠部他2007、河瀬2006
	香川	井島大浦																																ヤマトシジミ◎、マガキ	遠部他2007
	香川	小鷲島																																ハマグリ○、ハイガイ○、サルボウガイ、オキシジミ、ヤマトシジミ、ヘナタリ類、シオフキ、マガキ、アカニシ、その他	遠部他2007
	香川	礼田崎																																ヤマトシジミ	遠部他2007
前期前刀類	岡山	大橋																																シカ、イノシシ、タヌキ、テン、アナグマ、イヌ	ヤマトシジミ◎、ハイガイ(◎)、マガキ、ハマグリ	岡本1979、河瀬2006
前期前半	岡山	里木(里木Ⅰ)																																	マガキ◎	間壁、岡山県教委2003、河瀬2006
	岡山	磯の森		○			(○)	○				○		○	○	○																		ハイガイ◎・ハマグリ◎・イタボガキ科・アカニシ(表面観察ではイボニシ、カリガネエガイ(内湾タイプ)がみられる)	池田・鎌木による調査
前期前刀類～後葉	岡山	船倉	○	○	○		○		○			○		○	○	◎			○？			○	○	○			○			○			○	カマス類	イノシシ◎、シカ、タヌキ、アナグマ、イヌ、サル、カエル類、カメ類	マガキ◎、ハイガイ、アカニシ、ウミニナ類	金子1999
前期前半～後半	岡山	竹原																																	ヤマトシジミ◎、マガキ、ハイガイ、ヘナタリ類	河瀬2006
前期後半	岡山	羽島																																	ハイガイ◎、マガキ(◎)、ハマグリ、その他	藤田他1975
前期後半(彦崎Z Ⅱ)	岡山	彦崎	○	○				◎				◎		○	○	○																	○	ギマ	イノシシ◎、ニホンジカ◎、両生綱無尾目、キジ属、ニホンザル、ムササビ、タヌキ、アナグマ	ハイガイ◎・マガキ◎・ウミニナ・ホソウミニナ・イボウミニナ・フトヘナタリ・ヘナタリ・アカニシ・デンダニシ・サルボウ・イチョウシラトリ・ウネナシトマヤガイ・ハマグリ・オオノガイ・ヤマクルマガイ	田嶋他2006
前期後葉～中期中葉	愛媛	江口	○					○				○	○	◎	◎	○				○	○	○		○			○					○	メバル属・アイナメ・アマダイ属・ヘダイ・フエフキダイ科・コブダイ	イルカ類		宮本他1993～96
中期前半(船元Ⅰ～Ⅳ)	岡山	彦崎	○	○		○		◎				○		○	○							○								○					イノシシ◎、ニホンジカ◎、タヌキ	カリガネエガイ・サルボウ・マガキ◎・ハマグリ・オキシジミ・オオノガイ・カワニナ・フトヘナタリ・アカニシ	田嶋他2006
	岡山	船元																																		ハマグリ、ハイガイ、マガキ、(表面観察ではヤマトシジミもみられる)	河瀬2006
中期後半(里木Ⅱ)	岡山	彦崎	○	○		○		◎				○		○	○																			イノシシ◎、ニホンジカ◎、タヌキ、アナグマ、イヌ	サルボウ・マガキ◎・ハマグリ・オキシジミ・アカニシ	田嶋他2006
前～晩期	兵庫	日笠山												○	○			○																			
中期	大阪	讃良川	○				○					○			○																	○		コイ、ナマズ			
	岡山	里木(里木Ⅱ)																																			ハイガイ◎、ハマグリ	間壁他1971、河瀬2006
	岡山	西岡																																			ハイガイ◎	
	岡山	大内田鳥下層																																			マガキ(純貝層)◎	河瀬2006
中期後末	岡山	天部奥田	○			○						◎			○							○											○	ガンギエイ科、カサゴ目、フナ、ナマズ、ギギ科	イノシシ◎、ニホンザル、ムササビ、タヌキ、アナグマ、ニホンジカ、スッポン、ナメラ科？	ヤマトシジミ◎、ハイガイ(◎)、マガキ、ハマグリ、オキシジミ、フジナミガイ、マテガイ、カワニナ、カワアイガイ、フトヘナタリ、アカニシ、その他	金子1993
中～後期	岡山	津松																																			ハイガイ◎、マガキ、テングニシ、ウミニナ類、ハマグリ、オキシジミ	河瀬2006
	岡山	大橋																																			ヤマトシジミ	
中期刀類～後期後半	徳島	雲崎													○																						
中～晩期	岡山	津雲						○																											クジラ類		岡山県教委2003
	岡山	舟津原																																		ハイガイ、カキ類(藤田憲司は供伴土器から後・晩期とする)	河瀬2006



第1図　瀬戸内海海進期の海況(推定図)　左:約8,500年前　右:　約6000年前

大分市横尾遺跡からみた縄文時代早期後葉以降の植生と環境の変遷

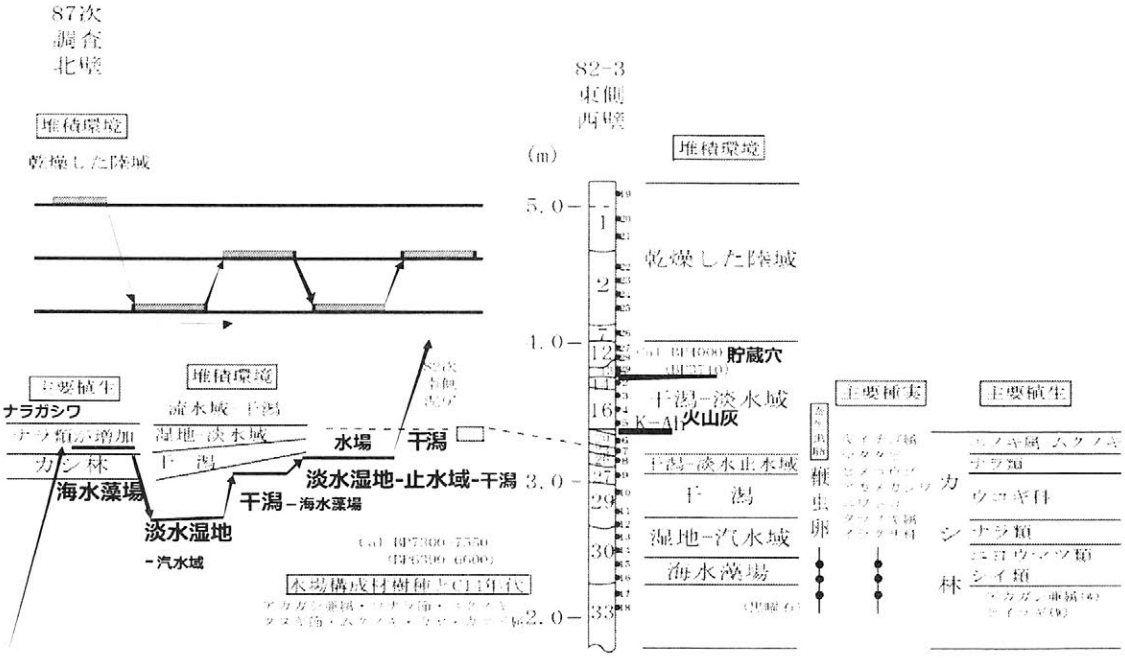
○金原正明（奈良教育大学）、塩地潤一（大分市教育委員会）、金原正子（古環境研究所）、古川匠（大分市教育委員会）、金原裕美子（奈良大学）

大分市横尾遺跡は、全国的にも極めて希なアカホヤ火山灰降灰前から降灰後そしてそれ以降の植生と環境の変化が詳細に記録されている遺跡である。花粉、種実、木材という部位や器官による植物遺体および珪藻分析の総合的に行った結果、植生と環境の詳細な変遷を探ることが可能であった。

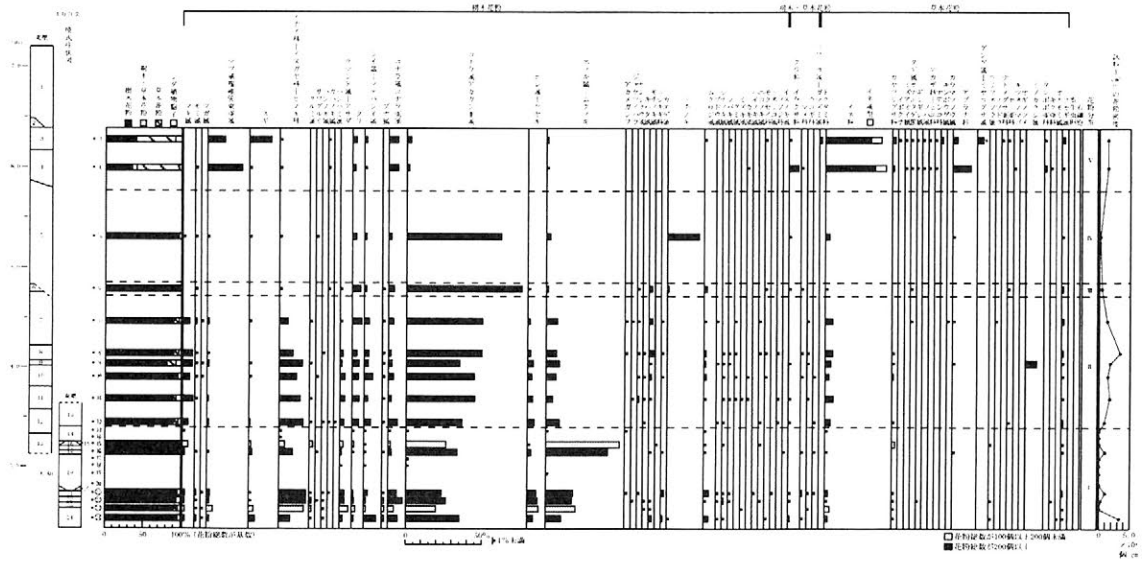
珪藻分析によって海水の影響がよく示され、アカホヤ火山灰降灰前の縄文時代早期後葉の水場遺構（82-3 次）地点では、約 7500 年前に、標高 2.5m地点で海水の影響が強く海進の進行しており、標高 3.2m前後の水場遺構の時期では淡水の影響が強くなり、一時的な海進の停滞が認められ、その時期に遺構が形成される。その後海進が進行し、アカホヤ火山灰降灰時とその直後には、水場遺構（82-3 次）地点では標高約 4m、谷口部（103 次）地点では標高約 4.7mまで干潟の環境が認められた。その後、海退し、後期の貯蔵穴群が営まれる。

以上の海水準の変動に伴う水域・河川の変遷が示されたが、また特に多様な植生分布が示され、通常花粉分析で広域に分布するカシ類（アカガシ亜属）が主要となるが、地点によって異なり、特に谷口部（103 次）地点の縄文時代早期後葉には、花粉ではカシ類（アカガシ亜属）とエノキ属−ムクノキを主とするが、木材ではスダジイ、ヤブツバキなどの照葉樹、ムクノキ、サクラ属、カエデ属、ムクロジなどの落葉広葉樹、カヤを主とする針葉樹の分布が示唆される。火山灰降灰後は落葉広葉樹が減少し、マキ属やクリが増加する。明らかな火山灰降灰の影響が認められた。

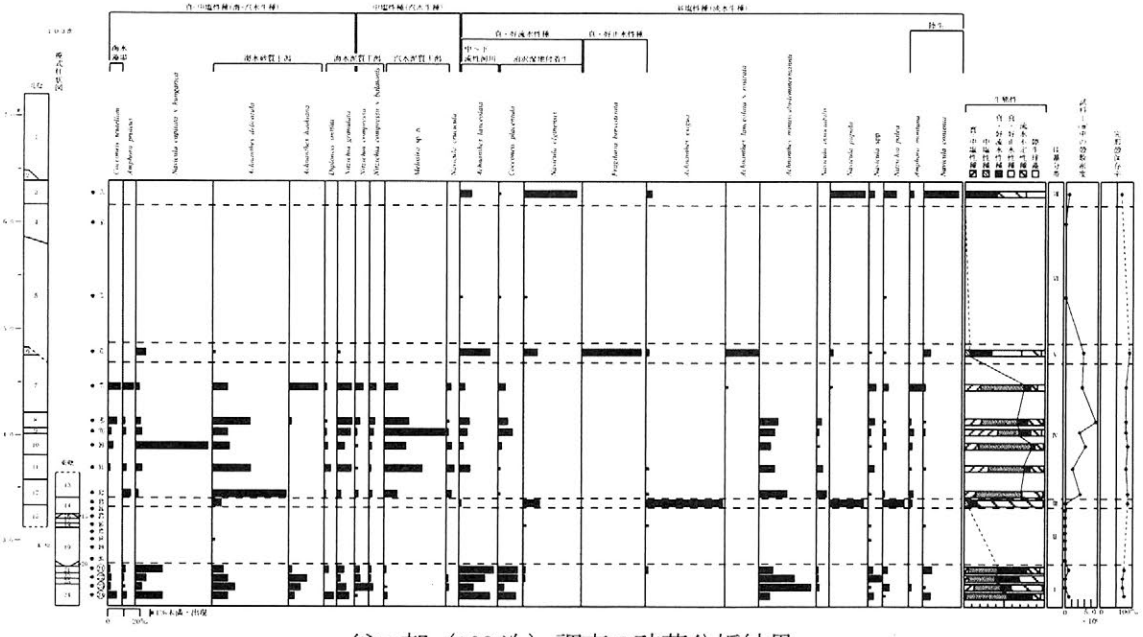
横尾遺跡における環境・植生の変遷



周辺には基本的にカシ林を主とする照葉樹林が分布し、シイ類やナラ類がやや増減するが、谷口部（103 次）地点を中心にエノキ属－ムクノキなど落葉広葉樹が比較的多く分布していた。また、ニワトコ、アカメガシワ、クマノミズキなどの二次林要素が水場遺構（82-3 次）地点など人の活動域に多く分布していた。アカホヤ火山灰降灰後は、落葉広葉樹が激減し、火山灰降灰の大きな影響がみられた。落葉広葉樹は火山の影響を受けやすく大きく減少し、カシ類を中心とする照葉樹と常緑針葉樹は影響なく、二次林としてシイ類やクリがやや増加する。この時期の人々は大きな環境の変化の中で、生活をし、食生活まで影響があったと推定される。



谷口部（103 次）調査の花粉分析結果



谷口部（103 次）調査の珪藻分析結果

鹿児島県芝原遺跡出土土器の付着炭化物について

○住田雅和 (国立歴史民俗博物館) 黒川忠広 (鹿児島県立埋蔵文化財センター)
西本豊弘 (国立歴史民俗博物館) 小林謙一 (中央大学文学部)

鹿児島県南さつま市の芝原遺跡では、炭化物が付着した多量の縄文時代後期の土器が出土した。その付着炭化物には同心円状の様態を示す"リン片状炭化物"も含まれていた。(図 2-1,2) 直径が 1cm 強のの同心円状の構造が (図 2-3) 土器片に密集していたが、個々のリン片状の構造はタール状の炭化物 (図 2-5) に覆われ、その表面の観察は困難である。しかし、同心円状の中心域にそれが及んでいない箇所もあり (図 2-4,6)、そこからは植物の表皮細胞らしき長方形状の構造が認められた。同定には至らなかったが、植物起源のノビルなどの球根の炭化物であると思われる。

リン片状炭化物が最も厚く付着している部分で、その断面を観察したところ二つに分層できた。(図 2-7,8) 便宜的に土器側を内層とし、もう一面を外層とする。内層は均質で緻密なタール状の炭化物に、種実らしきものを含む炭化物が散在する。外層はマトリックスは内層と同様のタール状炭化物だがリン片状炭化物が密集する。二層の境界は土器片の断面の曲線とは無関係な直線をなす。これはタール状炭化物は炭化する前は液状で、比重の小さな球根が浮遊して分層して炭化したものと思われる。そしてこの炭化物は、球根などが単体で炭化したものではなく、料理の炭化物であろう。全体のマトリックスをなすタール状炭化物は本来は澱粉質の糊化したもので、それが球根や種実類などを覆って炭化したと考えると、この炭化物の様態を上手く説明できる。

内層で観察できた種実類は、直径 1mm 程度の球状である。(図 1-2) 前述のとおりタール状炭化物中に埋まっているような状態であり、残念ながら同定は困難である。しかし、食用となる植物をサイズ・概形から考えるとアワが想定可能である。アワは畠作そして特に焼畑で重要な作物である。近年、議論されることの多い水田稲作以前の農業で、栽培が想定されることの多い穀物である。その同定に向け資料の精査を進めている。

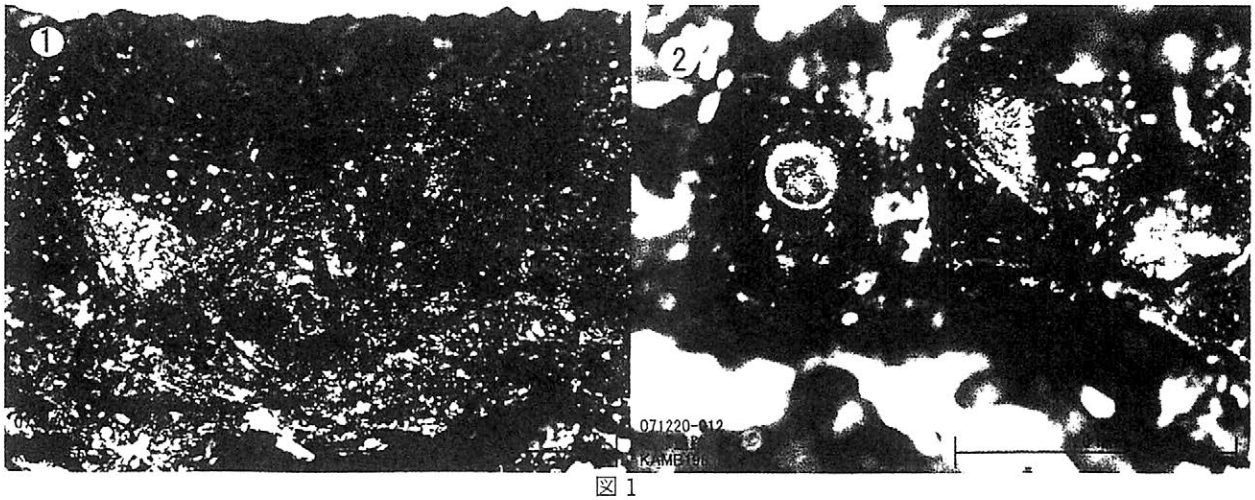


図 1

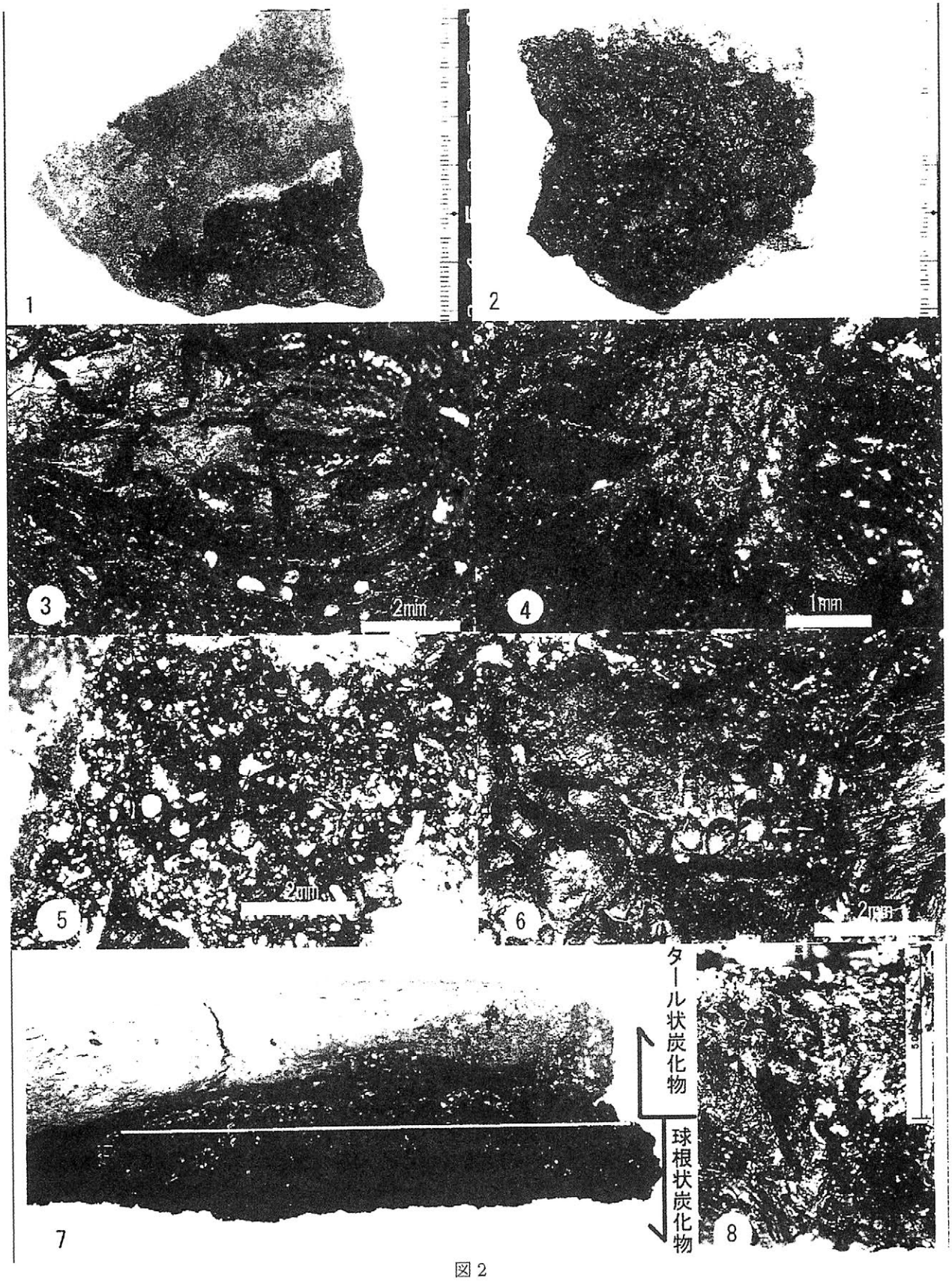


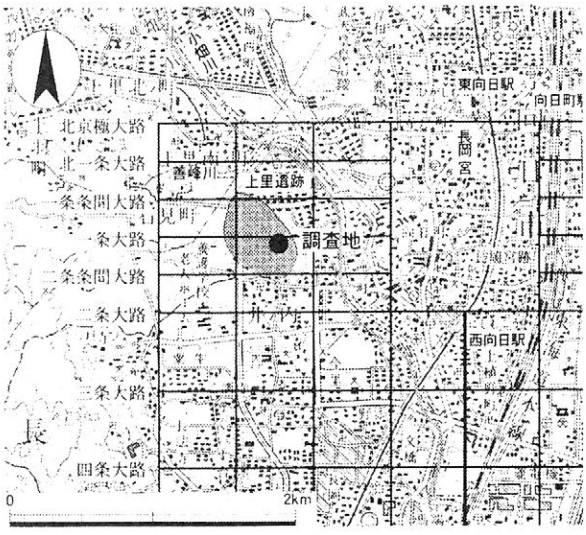
図 2

京都市上里遺跡縄文晩期層出土の植物遺存体と縄文農耕の可能性

○泉拓良（京都大学）・高橋潔（京都市埋蔵文化財研究所）・金原正明（奈良教育大学）・佐藤洋一郎（総合地球環境学研究所）・西本豊弘（国立歴史民俗博物館）

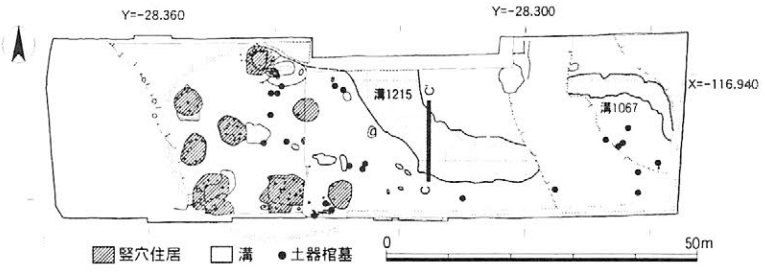
1．遺跡の概略（高橋）

上里遺跡は、京都市西京区大原野上里と長岡京市井ノ内にまたがる縄文時代から中世にかけての複合遺跡である。京都盆地の西、向日丘陵をさらに西へ越えた西端部に位置する。西山山地の東麓に拡がる西から東へ緩やかに下降する高位・低位段丘面に立地しており、向日丘陵との間には小畑川が南流する。なお、長岡京跡の北西部、右京二条三坊にもあたっている。



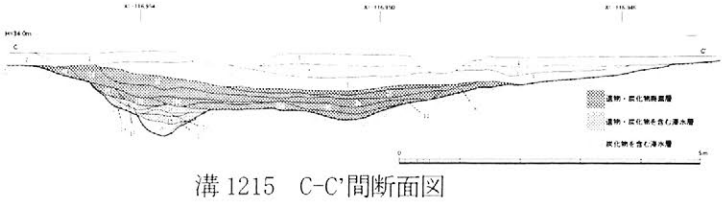
遺跡位置図

調査は京都市の道路建設工事に先立って2001年度より（財）京都市埋蔵文化財研究所が継続的に行っているもので、縄文時代晩期の遺構群を検出した2006・2007年度調査地点は、段丘面の東端部、小畑川の氾濫原に近い箇所で、現地表面の標高は34ー35mである。



縄文時代晩期遺構分布模式図（1：1,200）

縄文時代晩期の遺構面は標高33ー33.5mで検出し、後述の溝1215を境に西側は安定した黄褐色系の砂泥層、東側は河川氾濫などにより供給された砂礫を主体とする堆積層からなっており、比較的起伏に富んだ地形であったと思われる。この面を覆う厚さ0.3ー0.6mのにぶい黄褐色砂泥上面では、弥生時代前期（畿内第Ⅰ様式新段階）の遺構を検出している。



溝1215　C-C'間断面図

縄文時代晩期の主な遺構には、竪穴住居・土器棺墓・土壙墓・溝・炉・土坑・ピットなどがある。遺構の分布の状況も大きく溝1215の東西に別れて把握できた。西では竪穴住居8棟のほか土器棺墓14基・土壙墓4基などを検出した。溝1215が住居域の東端を限る役割を担っていたと考えられ、土器類・石器類とともに多量の炭化物が、住居域側から棄てられ堆積する状況で検出した。この溝の暗・黒褐色土壌の水洗選別の結果、断面図の□層の下層部を中心に小動物や魚類の骨小片や炭化した穀物種子（マメ・コメ）・堅果類（ドングリ・クリ・クルミ）などを検出した。溝1215は自然に形成された凹みを利用したものと考えられ、幅10m前後、北から湾曲して東へ向かい途切れる。北と東が浅く、湾曲した中央部は約1mと深くなる。一方、東には人工的に掘削された幅4mの溝1067が東西方向から大きく南へ湾曲して東へ延びる。この溝の南にも土器棺墓7基や焼土痕などを検出した。

出土した遺物は深鉢・浅鉢など滋賀里ⅢａーⅢｂ式を中心とした土器類と石鏃・石錐・小型磨製石

斧・石棒（石刀）・敲石・磨石・凹石・台石など石器類のほか、滑石製勾玉、翡翠製丸玉などがある。

２．上里遺跡の植物種子の年代測定結果(西本)

炭化米と炭化豆（ササゲ属）の資料各１点をＡＭＳ法により炭素１４年代測定を行った。その結果、炭化米は測定値２３６５±２５年 ^{14}ＣＢＰであり、較正年代は５１０～４３５年ＢＣ（40.0%）と４３０～３９０年ＢＣ(55.0%)となり、この炭化米は近畿地方の弥生前期後半のものであろう。

炭化豆(ササゲ属)は、年代測定値２８９５±２５年 ^{14}ＣＢＰであり、較正年代は１１９０～１１７０年ＢＣ(4.15%)、１１６５～１１４０年ＢＣ(4.8%)、１１３０～１０００年ＢＣ(86.2%)となり、この炭化豆は縄文晩期のものであろう。

３．イネの遺伝子（佐藤）

出土した種子は肉眼的にはイネの種子（玄米）であった。さらに詳しく遺伝子型を推定するためPCR法によってDNAの抽出を試みたが、葉緑体、核DNAの領域とも増幅反応は認められなかった。

４，植物珪酸体・珪藻（金原）

溝1215の第６層から９層までを分析した。いずれの資料においても、植物珪酸体と珪藻は、検出されず、破片などもなかった。

５．花粉分析（金原）

出現した分類群は、樹木花粉７，樹木花粉と草本花粉を含むもの１、草本花粉４、シダ植物胞子２形態の計１４である。また、寄生虫卵についても観察したが検出されなかった。以下に出現した分類群を記載する。

［樹木花粉］マツ属複維管束亜属、スギ、イチイ科－イヌガヤ科－ヒノキ科、ハンノキ科、ハシバミ科、コナラ属コナラ亜属、コナラ属アカガシ亜属。［樹木花粉と草本花粉を含むもの］ニワトコ属－ガマズミ属、［草本花粉］イネ科、アカザ科－ヒユ属、タンポポ亜科、ヨモギ属、［シダ植物胞子］単条溝胞子、三条溝胞子。

花粉群集の特徴として、溝1215からのいずれの資料においても花粉密度が極めて低く、樹木花粉では、コナラ属コナラ亜属、マツ属複維管束亜属、草本花粉では、イネ科などがわずかに出現する。

６．まとめ

京都市上里遺跡の溝 1215 から出土した植物遺存体には、栽培種と思われる炭化米と、栽培された可能性の高い炭化豆（ササゲ属）がある。これらの炭化物が出土した層からは縄文晩期中葉の滋賀里Ⅲa・Ⅲb式が出土し、凸帯文土器や弥生土器は出土していない。この包含層の上部には遺物が確認できないにぶい黄褐色砂泥層が堆積している。この層の上面では畿内第Ⅰ様式新段階の遺構が検出でき、中段階の土器も出土している。したがって、通常は炭化米・豆の出土した層は縄文晩期中葉と考えられる。しかし、西本によれば炭化米は2365±25^{14}CBP(弥生時代前期後半、近畿では前期初頭)、炭化豆は2895±25^{14}CBP(縄文晩期前半、近畿では中葉)であり、土器との対応では炭化豆は一致するが、炭化米は一致しない。炭化米はおおよそ 10%の水洗が終わった段階で３粒発見しており、出土地点に違いがあり、混入したとは考えにくい。解釈としては、土層の堆積は縄文晩期中葉から弥生前期最初期にかけてであるが、凸帯文土器期以降の土器がたまたま含まれていない場合(炭化米は凸帯文期ないし弥生前期最初期)と、^{14}C 年代の誤差の範囲とする場合（縄文晩期中葉）が可能に思われる。未水洗の資料がかなりまだあり、今年度に溝1215の続きを発掘する予定もあり、より正確な資料が得られると期待している。上里遺跡は、短期間に形成・廃棄された遺跡にもかかわらず、竪穴住居跡が多く検出され、打製石斧や磨石が多いという特徴があり、同時期の遺跡に対しその特異性を指摘できる。

B−8

小氷期がアイヌ民族に与えた影響

○添田雄二，山田悟郎（北海道開拓記念館）

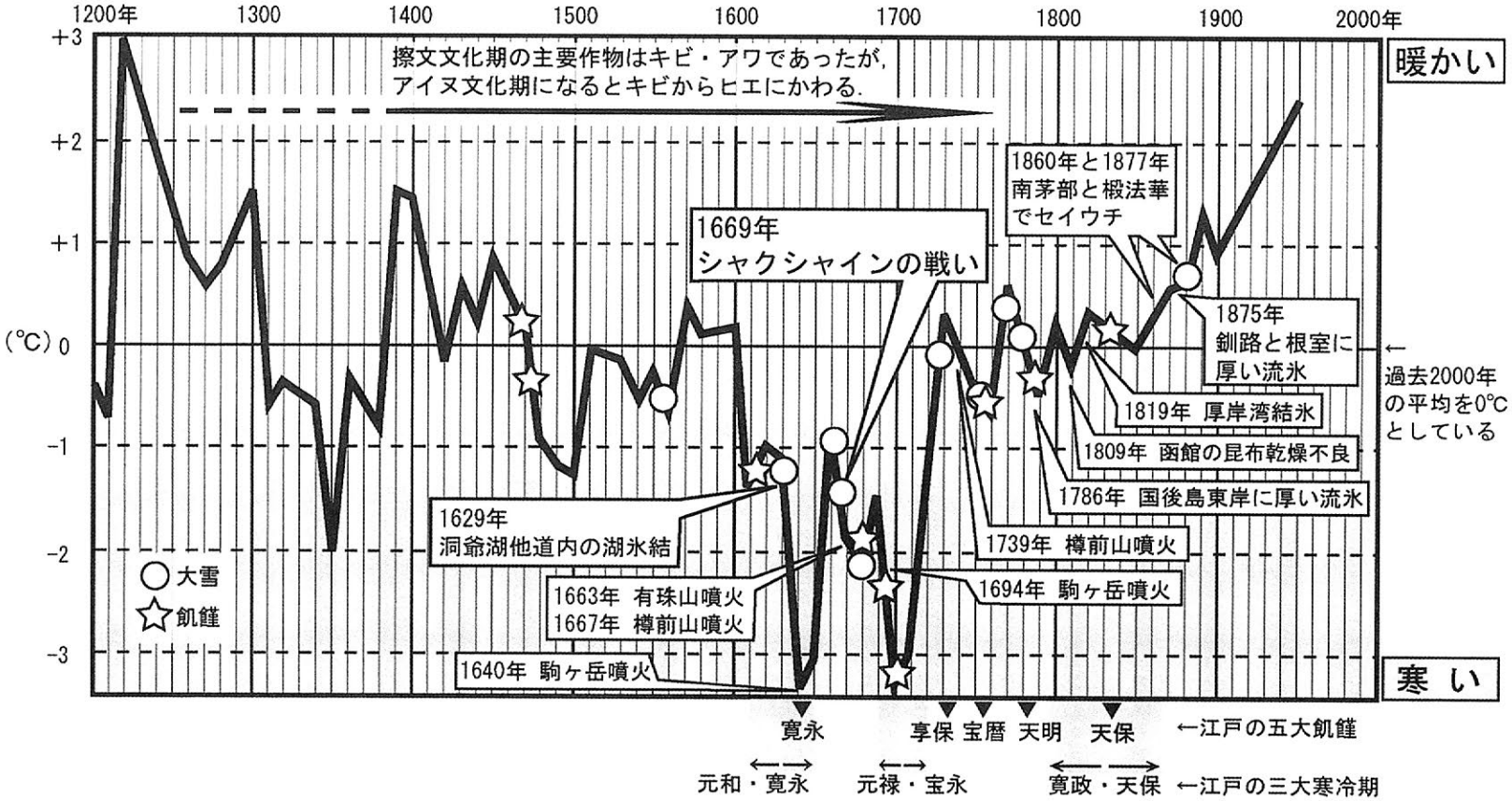
IPCC は、2007 年に地球温暖化の影響・対応等に関する第四次報告書を公表し、温暖化が今後自然環境だけでなく、社会にも重大な影響を及ぼすことを警告した。しかし、この温暖化が引き起こされる以前は、「小氷期（Little Ice Age）」と呼ばれる寒冷期であった。小氷期は 13 世紀頃から 19 世紀半ば頃までみられ、16 世紀からの約 300 年間が特に寒冷であった（例えば三上，1993）。北海道において、この期間はまさにアイヌ文化期に相当する。

小氷期は、江戸時代の自然環境を厳しいものにしたうえ、農作物の不作を引き起こし、飢饉が発生するなど社会にも多大な影響を及ぼしたことが知られている（例えば、市川編，2004）。また、北川・松本（1998）および市川編（2004）は、小氷期中の日本は現在より最高で 5℃も寒冷であったとしており（第 1 図）、自然環境だけでなく，人間社会にも重大な影響を及ぼしたことが予想される。しかし、北海道に関するそのような研究例はほとんどない。そこで、まず北海道の古環境に関する既存研究を評価し、自然科学的証拠から小氷期の存在を再確認した。次に、13 世紀以降における北海道の古文書に記された大雪や湖沼の結氷記録等（開拓使編，1973；北海道編，1989）を調べ、北川・松本（1998）のデータと照らし合わせてみた（第 1 図）。その結果、それらが記録された時期は，小氷期と実に良く一致した。しかも，大雪に関する記録のほとんどは、現在真冬でも積雪量が少ない北海道南部の松前周辺において記されたもので、当時、この大雪によって死者が出たことや家が倒壊したこと、寒さで病人が多数出たことも記録されている。さらに、当時の結氷記録に出てくる湾や湖は今日現在不凍であり、小氷期における北海道の冬が特に寒冷であったことを示す証拠と考えられる。また、擦文文化期の主要作物がキビとアワであったのに対し、アイヌ文化期にはキビから寒さに強いヒエに変わることが、近年の遺跡発掘にともなう関連調査研究によって明らかにされている（山田・椿坂，2006；山田，2008）。これは、北海道の小氷期が作物の種類を変えなければならいほど寒冷であったことを示唆している。

本発表では、以上の成果に加え、他にもいくつか具体例を示しつつ北海道における小氷期の証拠を提示し，それがアイヌ民族の生活に与えた影響についてのべる。

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）によるものである。

引用文献：三上岳彦，1993，地学雑誌，102，105-106；市川寛明編，2004，一目でわかる江戸時代，小学館；北川浩之・松本英二，1998，気象研究ノート，191，1-13；開拓使編，1973，北海道志（下），歴史図書社；北海道編，1989，新北海道史年表，北海道出版企画センター；山田悟郎，2008，北海道開拓記念館研究紀要，36，37-56；山田悟郎・椿坂恭代，2006，科学研究費補助金（基盤 B）「雑穀資料からみた極東地域における農耕受容と拡散過程の実証的研究」（課題番号 16320110，研究代表者：小畑弘己）中間研究発表論文集，極東先史古代の穀物 2，熊本大学，15-26.



第1図　屋久杉の年輪成長および炭素同位体比から推算した気温の変動(北川・松本, 1998；市川編, 2004を基に作製)と小氷期(LIA；13世紀後半～19世紀)に関連していると思われる北海道の諸事象

強化保存剤を用いた遺構斜面の保存処理技術

谷祐治・田中謙次（株式会社田中地質コンサルタント）・○豊田昌宏（大分大学工学部応用化学科）

1．はじめに

屋外の土造り遺構は，長年の風化や浸食などによって，その一部あるいは全体が劣化することがある．さらに，近年各地で頻発している局地的豪雨などの異常気象によっても，保存環境の悪化が一層危惧される．特に斜面部では，浸食や剥落などが生じやすいため，平坦部より確実な保護処理が必要である．そのため，現地の環境を見極め，それに相応した保存処理技術が必要とされている．

また，近年では遺構に留まらず，旧堤防跡などの土木遺産，さらに教育遺産の保存も重要視され始め，種々の保存条件下に耐えうる処理技術の確立が急がれている．

これまで，使用に際し人体や環境への影響が少ないクリーンマテリアルタイプの保存剤として開発されたケイ素を主成分とするアルコキシド溶液（土と石の強化保存剤 TOT），空隙の多い砂質土や風化岩に対して有効である無機-有機ハイブリッド材（TOT-V）の有効性を報告してきた．本研究では，斜面等の過酷な条件に対して２種の保存剤を組み合わせた場合の有効性について検討した．

2．処理実験

材料はマサ土を使用した．一般的性質を Table 1 に示す．締固めに最適な含水比に調整した 1 kg の試料を直径 15 cm，高さ 3 cm に突固め，4 個の供試体を作成した．それぞれの強化処理条件と処理工程を Table 2 に示す．

処理後の供試体は室内にて１週間自然乾燥させた後，供試体側面をフィルムで保護した．供試体は屋外の 60 ° の傾斜面に設置して，屋外暴露試験を 2008 年 2 月 19 日から２ヶ月間行った．その間の降雨による浸食，日照条件や気温変化による乾燥，凍結融解に伴う収縮・膨張によって引き起こされる形状変化について観察するとともに，表面硬度の測定も行い，強化処理の有効性について検討を行った．

Table 1 土の一般的性質

土粒子の密度ρ_s		2.54 g / cm^3
湿潤密度ρ_t		2.04 g / cm^3
乾燥密度ρ_d		1.82 g / cm^3
含水比 W_n		11.8 %
飽和度 S_r		75.7 %
粒度分布	礫分	50.1 %
	砂分	42.4 %
	細粒分	7.5 %

Table 2 供試体の強化処理条件

処理工程	サンプル No.			
	A	B	C	D
1	無処理	TOT 20 ml 塗布	TOT-V 20 ml 塗布	TOT 20 ml 塗布
2		40 ℃,12 h 乾燥	40 ℃,12 h 乾燥	40 ℃,12 h 乾燥
3		TOT 20 ml 塗布	TOT-V 20 ml 塗布	TOT 20 ml 塗布
4		—	—	40 ℃,12 h 乾燥
5		—	—	TOT-V 5 ml 塗布

3．結果と考察

Table 3 に作成したサンプルの形状と TOT および TOT-V の浸透状況のモデルを示す．TOT-V は TOT より粘度が高いために，浸透性が抑えらている．そのためサンプル B と C を比較すると，同量の塗布にもかかわらずサンプル B（TOT）の方が深くまで浸透している．サンプル D はサンプル B と同量の TOT 処理後，少量の TOT-V によって表面が薄く処理されている．

Table 3 供試体形状と強化保存剤の浸透状況

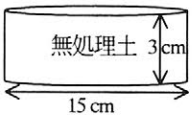
サンプルA	サンプルB	サンプルC	サンプルD
			

Fig.1 に暴露試験開始直後と３ヵ月後の供試体の変化を示す．屋外暴露試験期間は降雪や降雨が多く，更に最低気温が零下となる日もあり，悪条件の環境下で試験が行われた．３ヶ月後の表面形状で最も変化が認められたのは無処理のサンプルＡである．度重なる降雨の影響などを受け，表面の細粒分が流出し，浸食を受けた表面には礫の露出が著しい．また，受け板に溜まった土量からも浸食の様子がうかがえる．サンプルＢは，表面の土が僅かながらに流出しているものの，ほぼ試験開始直後の状態を維持している．サンプルＣでは，表面形状の変化はほとんど確認されないが，凍上による影響で表層が剥離し，その一部が剥落した．剥離した試験片より，TOT-V の浸透厚は 1 cm 程度であり，無処理部分の土との寒暖差に伴う膨張率の差が剥落に繋がったと推察された．一方，サンプルＤは，Table 3 のモデル図に示されるように，供試体深部は TOT が作用し，TOT-V が表面の土の流出を防いでいるため，３ヶ月経過後も目立った変化は確認されなかった．

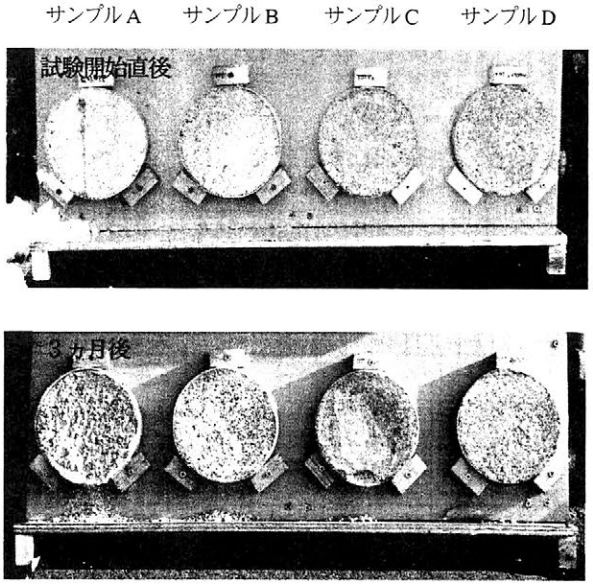


Fig.1 供試体の状況 試験開始後（上）と３ヵ月

Table 4 に強化処理された各サンプルの表面硬度 L_D の測定結果を示す．暴露試験前，サンプルB,CおよびDはサンプルAのおよそ 1.5～2 倍の表面硬度を示した．試験開始後，連続的降雨で極端な湿潤状態となり水が飽和状態に達したサンプル A の硬度は，測定不可能となり，このときの表面は，軽く指で撫でるだけで崩れるまでに風化していた．その後，表面は著しく浸食されたため，これ以降の硬度測定は行っていない．試験開始 1 週間後のサンプルB,CおよびDの硬度は，いずれにおいてもわずかに低下した程度であった．これは，含水比の増加による土の軟化と考えられる．１ヵ月後，好天が続きサンプルが乾燥した状態で測定した結果，サンプルＢとＤはほぼ試験前の硬度まで回復したが，サンプルＣは表面の剥離が進行したため，硬度は更に低下した．

Table 4 表面硬度 L_D 測定結果

	サンプル No.			
	A	B	C	D
試験前	123	238	182	223
1 週間後	—	211	166	211
1 ヵ月後	—	223	149	243

4．まとめ

今回使用したマサ土に関して，２種類の強化保存剤についてその効果を確認した．その結果，浸透効果の高い TOT と表層付近で強力に作用する TOT-V を組み合わせることで，急勾配の斜面において保存処理直後の状態を長期間に渡り維持できることを確認した．今後は様々な土質条件についても検討を行い，土質材料の違いに応じた最適な強化保存剤の組み合わせを見出す予定である．

近赤外分光法による木質文化財の非破壊材質計測

○米延仁志（鳴門教育大学大学院学校教育研究科），稲垣哲也，土川覚（名古屋大学大学院生命農学研究科），小田寛貴（名古屋大学年代測定総合研究センター），Heinz W. Siesler（Department of Physical Chemistry, University of Duisburg-Essen）

はじめに

貴重な文化財を扱うことが多い保存・修復科学では、非破壊性・非浸襲性への要求度が高い。分光分析法では、これまで文化財の材質や表面性状の計測に、ラマン分光法やFT-IR法などの適用が行われてきた。一方、近赤外分光法は、簡便・迅速に多成分が同時に計測できるという文化財資料を扱う際に極めて重要な特徴を有するにもかかわらず、適用例は少ない。

発表者らは和紙、古建築材などの木質文化財や埋没樹木遺体の非破壊材質計測技術に近赤外分光法を導入した。さらにFT-NIR法に重水素置換法を援用することで、これまでにないマイクロスケールでの木質文化財の経年劣化機構を明らかにした。本講演では、これらの研究について紹介する。

近赤外分光法による木質材料の非破壊材質計測

現代木質材料のNIR吸収スペクトル

図1に木質材料の典型的な近赤外吸収スペクトルを示す。NIRスペクトルでは、木質材料の重要な構成成分（セルロース、ヘミセルロース、リグニン）が全て同時に観測される。1400～1600 nmの波長帯では、セルロース水酸基の伸縮振動による吸収が、結晶領域、半結晶領域、非晶領域ごとにみられる。1670 nm近傍ではリグニン芳香核、1710, 2330 nmではヘミセルロース、さらに2380 nm近傍では、材中の多糖類の吸収がみられる。古文化財試料では、これらのスペクトルピークを標準的な現代試料と比較することにより、構成成分の相対的な増減に関する情報が得られる。その際、標準試料と文化財試料の差スペクトルを計算する。

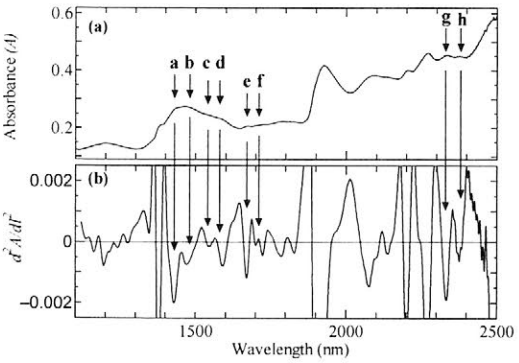


図 1 木質材料の近赤外吸収スペクトル（ヒノキ現生木）. (a) オリジナルスペクトル, (b) 2次微分スペクトル.

古文書和紙の材質

NIR測定用の古文書和紙試料に、徳島城博物館所蔵の中村氏藩政記録および賀島氏国学関係文書を用いた。これらは、約140点の文書（天正14年(1556)～明治15年(1883)）からなり、ほぼ江戸時代全体にわたって文書資料が利用できる。

図２に測定結果の一例を示す。古文書和紙の NIR スペクトルは、現代の手漉き和紙に比べて、セルロース、ヘミセルロースとも吸収ピークが高い値を示す。差スペクトルを計算した結果、古文書和紙試料では、セルロース非晶領域(a)、セルロース準結晶領域(b)、ヘミセルロース(e, f)の順に減少している。これに対して、和紙の多糖類全体の量を示すホロセルロース(h)では、差スペクトルが小さい値を示すことから、これら和紙試料の劣化過程では、構成多糖類の減少よりむしろ、非晶質化と低分子化の進行が支配的に起こっていることが明らかとなった。この結果は、従来の破壊的な化学分析と調和的な結果を示す。

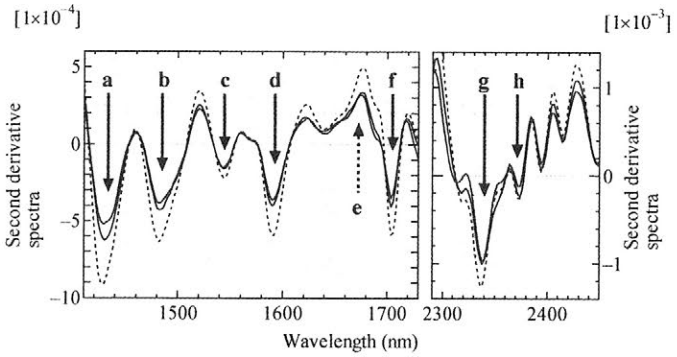


図 2 和紙の二次微分スペクトル。実線は古文書資料．年代は万治元年(1658)および慶長 19 年(1614)．点線は現代和紙．

古建築用材

7 世紀初頭に建設された建築物を NIR 測定に供し、材質の推定を行った。測定に使用した部材は建築物の柱材に使われたものである。樹種は、破断面の実体顕微鏡による観察からヒノキ材と同定された。測定結果を図３に示す。差スペクトルの値が負に小さいほど対応する物質が相対的に減少していることを示している。セルロース非晶領域が大きく増加し(a)、ホロセルロース(h)が大きく減少している。これらは、木材の弾性的性質の低減を示唆する。一方、リグニンは増加している(e)。古材では化学劣化により構成物質の絶対量は減少することから、この増加は相対的なものであるが、リグニン含有量の相対的な増加は、木材の脆性の増加をもたらす。

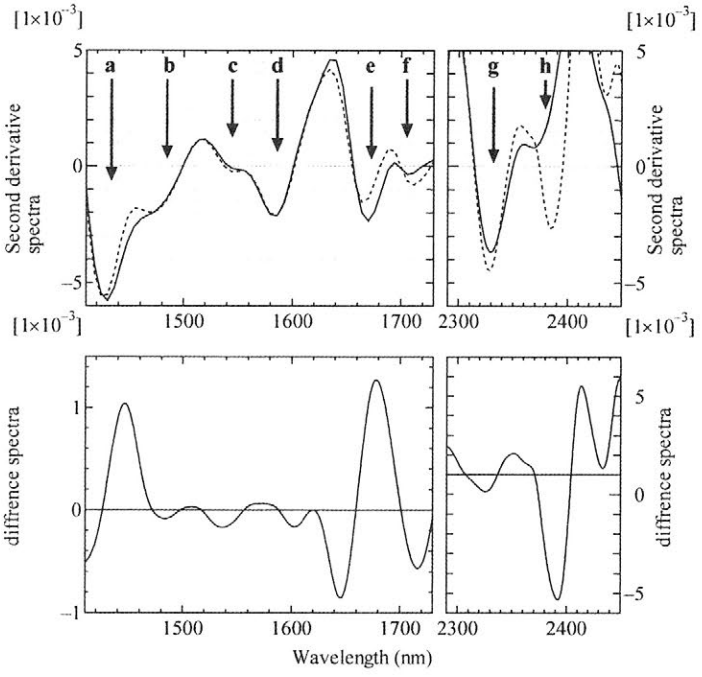


図 3 古建築材の２次微分スペクトル(上)．実線は古材，点線は現代の比較試料．下図は差スペクトル．

リグノフェノールを用いた出土木材の保存処理 IV

－ 超臨界二酸化炭素を用いた乾燥 －

○片岡太郎（秋田県立大学大学院学術振興会特別研究員 DC）
栗本康司（秋田県立大学木材高度加工研究所）・高妻洋成（奈良文化財研究所）

1. はじめに

本研究は、出土木材の細胞壁をリグノフェノールによって重点的に強化することで、軽量であり、剛性が高くなる保存処理方法の開発を目指すものである。これまで、リグノフェノール処理では、リグノフェノールを含浸する工程（含浸工程）と真空凍結乾燥（乾燥工程）の 2 工程で行ってきたが [1]、本研究では、乾燥工程に、超臨界二酸化炭素（臨界点 31.1°C、 7.38MPa）を用いた乾燥法を検討した。

超臨界乾燥は、均相系での乾燥が可能となることから、真空凍結乾燥を用いる場合よりも寸法変化の軽減が期待できる。これまでの研究で、出土木材に含まれる水は超臨界二酸化炭素への溶解度が極めて低く乾燥効率が低いため、試料内の水を超臨界二酸化炭素と親和性の高いエタノールで置換する前処理が有効であることがわかっている [2]。一方で、強化剤にステアリン酸やマンニトールを用いた場合、超臨界乾燥後の強化剤の試料内残存率が低くなってしまうため、残存率が高くなるような強化剤が必要とされている [3]。

本研究では、超臨界乾燥後のリグノフェノールの試料内残存率を確認するとともに、超臨界乾燥法を用いたリグノフェノール処理前後の寸法安定性を真空凍結乾燥法を用いた場合と比較検討した。

2. 実験

2. 1 試料

最大含水率 500%の出土地不明のサクラ材（*Rosaceae Prunus*）を使用した。

2. 2 リグノフェノールの調製

機能性木質新素材技術研究組合から提供された粗リグノ-*p*-クレゾールを定法 [4]に従い精製したものをリグノフェノールとして以下の実験に使用した。

2. 3 超臨界乾燥法あるいは真空凍結乾燥法を用いたリグノフェノール処理

試料から 20×20×5mm（繊維×放射×接線方向）の試験片（N＝3）を切り出した。試験片の空中重量、水中重量、寸法を測定した後、*t*-ブチルアルコール（TBA）あるいはエタノール置換した。

表 1 に溶媒、リグノフェノールの最終濃度、乾燥の条件を示す。TBA 置換した試験片を 5wt.%リグノフェノールの TBA 溶液に所定時間浸漬した後、溶液濃度を 5wt.%ずつ最終濃度まで上昇させた。その後、試料を−40°C に設定したチャンバー内で 24 時間予備凍結した。チャンバー内を減圧し、試料の温度が一定になった時点で、チャンバー内の温度を 5°C ずつ常温まで徐々に上昇させて、急激に昇華しないように真空凍結乾燥した。一方、エタノール置換した試験片では、リグノフェノールのエタノール溶液に所定時間浸漬した後、試験片を、5kg のドライアイスとともにオートクレー

ブに入れ、50°C、10MPa の条件で 76 時間インキュベーションした後、オートクレーブ内のエタノールの二酸化炭素混合流体が気体状態を維持するように、徐々にチャンバー内をリークして乾燥した。

なお、リグノフェノール含浸中の寸法変化は、TBA 系およびエタノール系のいずれにおいても、ほとんどみとめられなかった。乾燥後には、試験片の空中重量および寸法およびを測定した。

表 1 試験片のリグノフェノール処理条件

シンボル	溶媒	リグノフェノール最終濃度（%）	乾燥法
FD Control	TBA	0	真空凍結乾燥
FD 10%	TBA	10	真空凍結乾燥
FD 20%	TBA	20	真空凍結乾燥
SC Control	エタノール	0	超臨界乾燥
SC 10%	エタノール	10	超臨界乾燥
SC 20%	エタノール	20	超臨界乾燥

3. 結果

表 2、表 3 に、真空凍結乾燥、超臨界乾燥した試験片の収縮率をそれぞれ示す。超臨界乾燥前後の寸法変化は、リグノフェノール含浸した試料（SC 10%および SC 20%）の放射方向と繊維方向ともに 1%以下であり、真空凍結乾燥の 2.2～4.2%（FD 10%および FD 20%）と比較して低かった。

表 4 に、超臨界乾燥前のリグノフェノールのエタノール溶液中の試料重量および超臨界乾燥後の試料空中重量から算出したリグノフェノールの試料内残存率を示す。残存率は、最終濃度が 10%および 20%のいずれも約 90%であり、これまでの研究で用いられている強化剤の残存率のステアリン酸やマンニトールの約 10%[3]と比べて大きく増加した。

以上から、超臨界二酸化炭素を出土木材の保存処理における乾燥工程に利用する場合、リグノフェノールは残存率が高く有効な強化剤であり、TBA を用いた真空凍結乾燥を利用した場合よりも乾燥にともなう寸法変化が軽減できることがわかった。

表 2 真空凍結乾燥した試験片の収縮率

シンボル	繊維方向（%）	放射方向（%）
FD Control	6.5（2.2）*	7.7（2.2）
FD 10%	4.2（0.9）	2.2（2.2）
FD 20%	2.2（1.0）	2.9（0.8）

*括弧内の数値は標準偏差を示す。

表 3 超臨界乾燥した試験片の収縮率

シンボル	繊維方向（%）	放射方向（%）
SC Control	3.8（1.1）	1.0（0.8）
SC 10%	1.0（0.4）	-0.1（0.3）
SC 20%	0.9（1.0）	0.1（0.8）

表 4 超臨界乾燥後のリグノフェノールの試料内残存率

シンボル	残存率（%）	標準偏差（%）
SC 10%	92.4	5.4
SC 20%	87.6	3.2

参考文献

[1] 片岡太郎、栗本康司、高妻洋成：日本文化財保存科学会第 24 回大会要旨集、262-263(2005)

[2] 手代木美穂、田畠英一郎、菊池幹夫、猪股宏、高妻洋成：日本文化財保存科学会第 17 回大会要旨集、44-45(2000)

[3] 手代木美穂、田畠英一郎、菊池幹夫、猪股宏、高妻洋成：日本文化財保存科学会第 19 回大会要旨集、106-107(2002)

[4] 船岡正光：“木質資源循環利用技術研究成果報告書”、機能性木質新素材技術研究組合編、2006、pp. 27-108

B－12

新規に開発された石造文化財の撥水処理剤に関する研究

○脇谷草一郎[*1]・山路康弘[*2]・高妻洋成[*1]・肥塚隆保[*1]
([*1]奈良文化財研究所・[*2]別府大学)

1 はじめに　一般的に石造文化財の劣化要因は物理的、化学的、生物的要因に大別される。これらの劣化要因の多くは水の存在を介するものであり、したがって石造文化財の保存処理では撥水処理によって過剰な水を断つことが有効な手段となる。また、現在保存処理で使用される撥水剤は限られており、使用にあたっては選択する余地がほとんどない状況で、保存処理に使用した撥水剤が必ずしも石材や環境に適しているとは言えない。そのため少しでも石材や環境に適した撥水剤が保存処理に使用されるために今回新規の撥水剤を開発した。

2 実験方法　各実験に供した石材試料は多胡砂岩（空隙率約22%、一軸圧縮強度約33.9 N/mm^2、φ52 mm、高さ20および10 mmの円柱に整形）と笏谷石（凝灰角礫岩、空隙率約44%、一軸圧縮強度約16.0 N/mm^2、底面50 mm×50 mm、高さ20および10 mmの角柱に整形）である。新規に開発された撥水処理剤YMJ604、YMJ621をこれらの試料に対して塗布含浸した。さらに比較のために撥水処理剤SILRES BS290（Wacker社製、以下290と略記）と強化撥水剤OM20（アクト社製）、さらに基質強化剤SILRES BS OH100（Wacker社製、以下OH100と略記）（いずれもケイ酸エステル共重合体）を塗布含浸した試料を調製した。

色差：　各ポリマーの含浸処理により生じる色差（⊿E）の評価をおこなった。分光測色計（MINOLTA社製、CM-2022）を用いて測定をおこない、CIE（国際照明委員会）によるL*a*b*表色系に則して次式より色差を算出した。

$$\Delta E = ((L^*_T - L^*_{UT})^2 + (a^*_T - a^*_{UT})^2 + (b^*_T - b^*_{UT})^2)^{1/2} \qquad (T: \text{treated}、UT: \text{untreated})$$

接触角：　水に対する濡れを評価するために、各ポリマーにより処理した試料の接触角を測定した（協和界面科学社製、Drop Master 500）。液体試料は超純水とし、固体、液体温度および雰囲気温度はすべて25℃とした。

溶出実験：　塩類風化においては、その塩類の起源が石材自身から溶出したものである場合も認められる。本実験では、石材の溶出に対する撥水剤の抑制効果について検討をおこなった。高さ20 mmに整形した試料石材に各ポリマーを塗布したもの、および無処理の石材（control試料）を試料とした。ポリマー塗布前時における絶乾重量の10倍量の超純水中（Milli-Q Academic A10製）に各試料を72時間浸漬した。試料水の温度を約40℃に調整し、pHは空気と炭酸ガスを通気することにより（空気：約1.9 L/min、炭酸ガス：約0.2 L/min）およそpH5-6の間に調整した。試料水をろ過後（孔径0.45 μm）、イオンクロマトグラフィ（ダイオネクス社製、ICS-1000）を用いてろ液中のNa、K、Mg、Caについて測定をおこなった。

蒸気の透過性試験：　磨崖仏などでは水の供給を絶つことは不可能であるため、撥水処理を施した表面においても蒸気の透過性が確保されなければならない。本実験では水を入れたPP製容器に対して石材試料を蓋としてこれらを密閉し、24時間ごとの重量変化を測定して下記の式から試料石材を透過した水分量を算出した。各試料はシリカゲルと共に密閉容器内におき、雰囲気温度は23±0.5℃に調整した。

$$\Delta M_i = (m_i - m_{i-1}) / S \qquad (m_i: \text{時刻} t_i \text{における試料重量(g)}、S: \text{試料石材底面積(cm}^2\text{)})$$

毛管現象による吸水実験：　毛管現象による吸水に対する各撥水剤の効果について検討をおこなった。一端のみを水に浸したろ紙上に各試料石材をおき、適時重量を測定して吸水量M_iを算出した。得られた吸水量M_iを時間t_iの平方根（$t_i^{1/2}$）に対してプロットして、得られた直線の傾きKを吸収係数として比較をおこなった。

$$M_i = (m_i - m_0) / S \qquad (m_i: \text{時間i での重量(g)}、S: \text{試料石材底面積(cm}^2\text{)})$$

$$M = K \cdot t^{1/2} \qquad (K: \text{吸収係数})$$

3 結果および考察　砂岩および凝灰岩に対する色差、接触角、蒸気透過量、吸収係数に関する実験結果をそれぞれ表1、2に示す。表に示した結果から、色差に関しては撥水性を有するポリマーではいずれも⊿Eの値が

10前後となり一定の色差を生じることが示唆された。中でもYMJ604、YMJ621はL*の値（明度）が他に比べて低下しており、若干の濡れ色を呈することが示唆された。接触角ではYMJ604、YMJ621、290はいずれも140°前後と大きな値を示し、撥水性に優れることが示唆された。笏谷石ではOH100のみでも接触角が90°以上と撥水性を示した。石材が多孔質であり表面において石材が占める割合が少ないため、表面構造によって撥水性を示したものと推察される。蒸気の透過性に関しては、多胡砂岩での結果はポリマーを塗布した試料ではいずれも一様に透過量が大きく減少した。笏谷石についての結果では290、YMJ621では透過量が比較的大きく減少したが、OM20、YMJ604ではそれらに比べて透過量を維持する結果を得た。2種の試料石材の結果のみをもって、これらの差異を生じる原因について断定はできないが、試料石材の細孔径の差異に起因するものと推察される。水の吸収係数に関しては撥水性のポリマーを塗布した試料では、いずれも吸収係数が大きく減少しておりポリマー間において有意な差異は認められなかった。溶出実験の結果について多胡砂岩のものを図1に示す。いずれの撥水処理においても各元素とも溶出量が減少していることが認められる。中でもYMJ604と290において溶出量の著しい減少が認められた。また笏谷石においてもほぼ同様の結果が得られた。

以上の結果から新規に開発された撥水処理剤は高い撥水性を有することが示唆された。とくにYMJ604に関しては既存の撥水剤と同等ないしそれ以上の結果を示したが、YMJ621に関しては蒸気の透過性などにおいて若干改善の余地が認められた。今後は暴露試験などをおこない、ポリマーの耐久性についても検討をおこなっていく予定である。

表1　多胡砂岩における各実験結果

	control	YMJ604	YMJ621	290	OM20	OH100
⊿E	-	13.3±0.9	13.8±1.3	11.0±1.5	9.9±2.4	4.9±1.2
contact angle(°)	-	145.7±0.4	141.1±1.8	137.2±1.3	128.8±1.0	31.6±1.8
⊿M(g/cm^{2}day)	1.50E-02	6.86E-03	5.94E-03	6.82E-03	8.11E-03	7.85E-03
K(g/cm^{2}sec$^{1/2}$)	3.03E-03	3.01E-05	2.09E-05	3.25E-05	3.71E-05	2.31E-03

表2　笏谷石における各実験結果

	control	YMJ604	YMJ621	290	OM20	OH100
⊿E	-	10.7±0.6	10.2±0.9	8.9±1.3	9.1±1.2	4.9±0.6
contact angle(°)	-	146.4±1.4	144.7±1.4	138.4±1.6	122.9±0.7	107.3±1.6
⊿M(g/cm^{2}day)	1.26 E-02	9.85 E-03	8.80 E-03	7.20 E-03	1.01 E-02	1.12 E-02
K(g/cm^{2}sec$^{1/2}$)	1.08E-02	7.06E-05	6.52E-05	7.11E-05	1.31E-04	3.49E-03

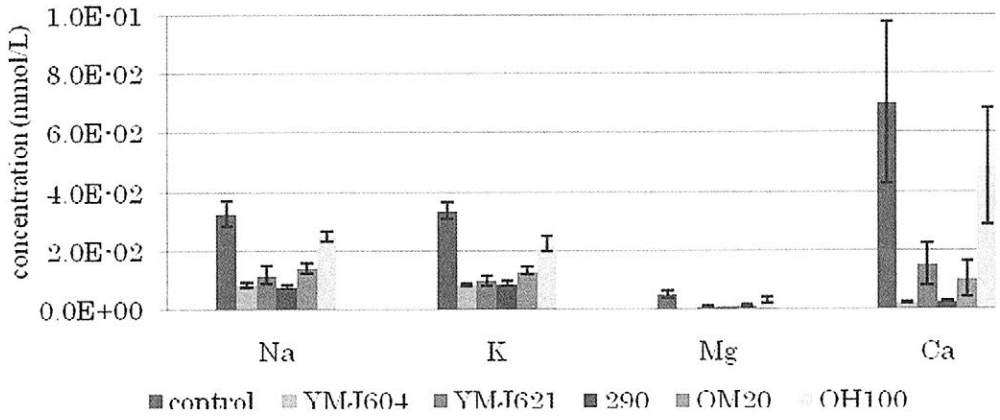


図1　溶出実験結果（多胡砂岩）

本研究は科学研究費補助金若手研究（B）“石造文化財と水に関する研究ー溶出実験から捉えた化学的風化ー”の成果の一部である。

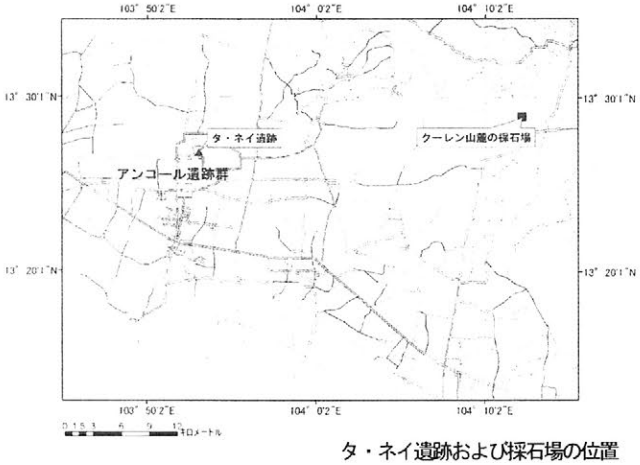
タ・ネイ遺跡の石材表面に付着する地衣類と基物への菌糸の陥入

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

地衣類は菌類と藻類とが共生関係を維持しながら生活する複合体である。地衣類は世界中に広く分布し，発表者らが調査を行っているカンボジアのアンコール遺跡群でも多様な地衣類を観察することができるが，カンボジア産地衣類の多様性や分類学的研究に関する報告はほとんどなされていない。また，遺跡の石材上での地衣類の生育は石材の劣化を促進するとされるが，地衣類がどの程度基物に侵入するのかを示す具体的な報告はほとんどない。

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とともに，地衣類の遺跡石材への影響を検証する調査を行っている。今回，砂岩およびラテライト上に生育する地衣類菌糸が石材内へ陥入する状況が明らかになったので報告する。



タ・ネイ遺跡および採石場の位置

材料と方法

地衣類の現地調査は2005-2007年にタ・ネイ遺跡及びその周辺地域で合計3回実施し，約250点の資料を得た。得られた資料は水洗後さく葉標本とし分類学的研究に供した。なお，用いた標本は国立科学博物館植物研究部標本庫に保管されている。地衣類の同定には，地衣体と生殖器官の形態学的特徴と地衣体含有の二次代謝産物の特徴を主要な形質として用いた。また，岩石内の菌糸の観察のための資料は，縦横約5cm，厚さ約2cmの岩石ブロックをタ・ネイ遺跡の北北東約50kmに位置するクーレン山の旧採石場付近で当局の許可を得て採集し，室温で乾燥後，滅菌した容器に入れて持ち帰り観察に供した。

岩石内の菌糸の観察は，資料をニッパーで切断し，エアスプレーで切断面を清浄したあとSEM及び画像処理装置（Keyence VHX-900）を用いて行った。岩石内に侵入している菌糸が地衣類のものであることを特定する手段として，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。菌糸の進入状況の観察には，固着地衣類の *Caloplca* sp., *Porina mastoidea*, *Trapelia coarctata*, 鱗片状地衣類の *Phyllopsora furfuracea*, 葉状地衣類の *Peltula omphaliza*, *Pyxine coralligera* を用いた。

結果と考察

出現する種の概要：これまでに調査地付近で確認された地衣類は42属50種（全てカンボジア新産種，少数の種名不明種を含む）である。地衣類は一般に基物特異性が高いと考えられているが，調査地内では，岩石着生19種，樹皮着生26種，両者に出現するもの5種が認められた。これらは生育形の違いにより痂状地衣類（薄膜状の地衣体を持ち，髄層の菌糸で基物に固着する）39種，鱗片状地衣類（地衣体は径数mm内外の鱗片状で地衣体の一部から菌糸を伸ばして基物に固着する）2種，葉状地衣類（地衣体は表裏がはっきりと区別され，裏面の仮根で基物に付着する）9種に類別される。

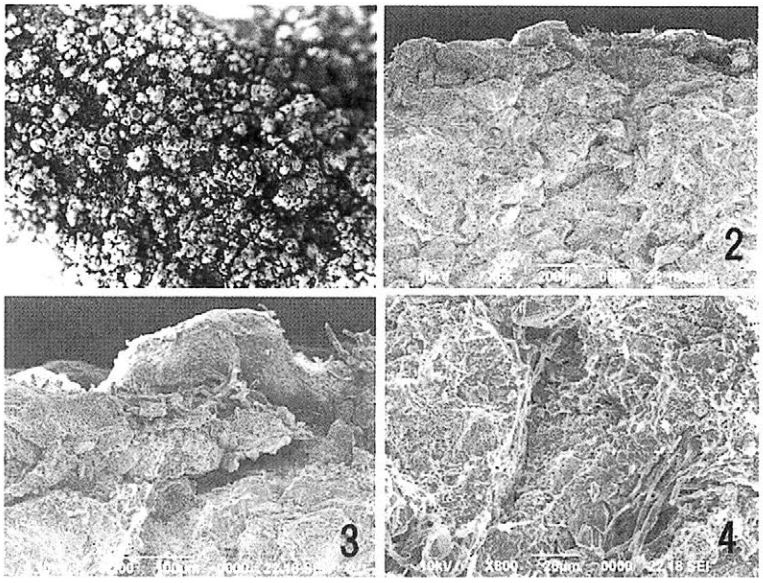
石材の違いと地衣類の種特性：タ・ネイ遺跡の建物は基底部にはラテライトが，壁面には主に砂岩が建築用材として用いられている。建物の周囲に21個の方形区（10×10cm）を設けて出現種を調べた結果，常在度50%以上の種は，*Crypthethecia* sp., *Endocarpon pallidulum*, *Enterographa zonata*, *Fellhanera fuscatula*,

Lepraria sp., *Phyllopsora furfuracea*, *Porina tetracerae*, *Porina mastoidea*, *P. nuculastrum*, *Pyxine coralligera*, cynobacteria（ラン藻），*Trentepohlia*（緑藻）であることがわかった。各方形区によって優占種が占める割合には差があるものの *Letrouitia leprolyta* と *Verrucaria* sp.が砂岩上に，*Porina tetracerae* がラテライト上に特異的に出現するほかは大きな差は認められなかった。

石材内に陥入する菌糸の状況：生育形と生育基物を考慮して砂岩生の6種，*Caloplaca* sp.（痂状），*C. subsquamosa*（鱗片状），*Peltula omphaliza*（鱗片状），*Phyllopsora furfuracea*（鱗片状），*Pyxine coralligera*（葉状），*Trapelia coarctata*（痂状）とラテライト生の *Porina mastoidea*（痂状），*P. nuculastrum*（痂状）について石材内に侵入する菌糸の状況を観察した結果，次のことが明らかになった。

A. 砂岩着生の種

砂岩着生の種では，葉状地衣類の *Pyxine coralligera* を除く検定した全ての種で地衣体菌糸が石材の 7-20mm の深さにまで達することがわかった。岩石内では菌糸が典型的な繊維状とはならず，類円形状或いは不定形の細胞となる場合がある事例も認められた。



Caloplaca subsquamosa, 1） 生育状況，鱗片状の地衣体を持ち皿状の子器が見える，2）石材の表面に付着する地衣体，3）髄層の菌糸は伸長して石材内（写真は石材表面から約 1mm 内部）に陥入し，表面から約 7mm に達する。

陥入する菌糸の発生点は種の生育形を反映している。痂状地衣類では髄層菌糸がそのまま伸長する。鱗片状地衣類の *Phyllopsora furfuracea* では地衣体周辺に発達する下生菌糸が伸長するのに対し，*Caloplaca subsquamosa* では地衣体下部の縁に生じる菌糸束が伸長することがわかった。また，*Peltula omphaliza* は地衣体下面中央部の付着器官の菌糸が伸長して石材内に侵入している。*Pyxine coralligera* の仮根は基物に付着するだけで石材内への伸長は確認されなかった。

B. ラテライト着生の種

Porina mastoide, *P. nuculastrum* ともに髄層菌糸が伸長して，石材表面から 6-8mm まで菌糸が伸長することが確認された。

このように葉状地衣類の *Pyxine coralligera* を除く他の痂状地衣類，鱗片状地衣類はいずれも地衣体の菌糸の一部が伸長して石材内へ深く菌糸を伸ばしていることが確認された。砂岩着生の種類はいずれも岩石内への菌糸の伸長が著しいが，比較的大型の鉱物片を含むラテライト着生の種類では，岩石の亀裂や微小な割れ目の存否によって，菌糸の伸長に著しい差があるように見える。いずれにしても，タ・ネイ遺跡の構造物（石材）上には様々な地衣類が生育しており，その大部分が痂状及び鱗片状地衣類であることを考えると，遺跡の石材内に地衣類の菌糸が入り込んでいる可能性は極めて高い。

まとめと今後の課題

本研究により，地衣類の菌糸が遺跡石材へ陥入する様子が観察されるとともに，種ごとの陥入の様相の違いが明らかとなった。今後は，地衣類の種と，付着する石材表面の強度など他の属性の差異との関連についても定量的に評価するとともに，生育環境の違いに関する調査を進めていくことで，環境の制御による地衣類の生育の制御の可能性について考察を加えていきたいと考えている。

レバノン共和国ティール市郊外所在ローマ時代地下墓の壁画保存環境

○西山要一(奈良大学文学部教員)、Nader SEKLAWI(レバノン考古総局)、辛長河・倉賀野健・中山真吾(奈良大学大学院生)、板垣泰之・中谷可奈・石郷岡怜(奈良大学文学部生)

はじめに　レバノン共和国はアジア大陸の西端に位置し、南北180kmの細長い国土の西は地中海に面し東は標高2000m級の山脈を控え、中東では珍しく温暖で豊かな雨量にも恵まれた緑の深い国である。古代レバノンのフェニキア文化が生まれそれを支えたレバノン杉の育った自然環境を今も髣髴とさせる。

奈良大学はレバノン共和国南部のティール市郊外の壁画地下墓TJ04について、2004～2007年度の4年間に5次合わせて130日間、教員・学生延べ50名を派遣し、レバノン側からは考古総局・大学生・市民延べ50名が加わり、調査・修復を実施、2008年3月に本研究を終えることができた。

1 地下墓の構造　壁画地下墓TJ04は石灰岩の丘の裾に5mの下降階段と奥に7m四方、高さ3mの空間を掘削し、この内部に石灰岩の板石を組上て、2.9m四方、高さ2.2m、およそ25 ㎥の墓室と、左右の壁、奥壁、床下に巾60cm、高さ90cm、奥行2mの納棺施設21基を築いている。なお、墓室天井と墓室上丘陵斜面との厚さは、最も薄い部分で170cm、最も厚い部分で410cmである。

2 墓室内の温度・湿度　修復前の2002～03年には、墓室入口の鉄格子扉および南壁納棺棚と墓室南西角の破損部から外気の流入があり、頻繁に温度・湿度の大幅な変化が見られる(図1)。破損部の修復と入口扉の断熱密閉型への改良、そして墓室修復をほぼ終えた2007年秋には、温度は0.3℃以下のわずかな日変化があるものの湿度は100%に安定している(図2)。これらを同時期の外気(City Site)の温度・湿度変化と比較すると、墓室内温度・湿度の変化は小さく安定していることがわかる。

3 墓室壁画表面の温度　2008年3月4日の北壁壁画面と天井壁画面の日変化はそれぞれ0.2℃と1.2℃である(図3)。多人数作業のため墓室内温度の日変化は1.8℃になるが、これと比較しても壁面の変化は小さく、墓室外表面温度(階段側壁)の日変化14.3℃に比べると極めて小さな変化である。

4 墓室と壁画面の照度　2008年3月4日午前中の扉を開放した状態での照度は、北壁壁画面で最大22.9lx、墓室中央で178.8lx、午後の扉を閉じた状態での照度は、北壁壁画面で最大1.38lx、墓室中央で6.93lxと極めて低い。墓室外の照度は最大で91,700lxである(図4)。墓室入口の扉を閉めれば極めて微量の光しか入らず、人の目には何も見えない暗闇の状態である。

5 墓室内の紫外線強度　2008年3月4日午前中の扉を開放した状態での紫外線強度は、北壁壁画面で最大0.2μw/cm²、墓室中央で5.6μw/cm²、午後の扉を閉じた状態での照度は北壁壁画面で0μw/cm²、墓室中央で0.2μw/cm²、墓室外のこの日の紫外線強度は最大で3,030μw/cm²である(図5)。扉を閉めれば紫外線はほとんど入射しない。

6 墓室内の二酸化炭素(CO^2)濃度　2008年3月4日の7～9時30分には、墓室の扉を開放した状態で5名の軽作業と4名の重作業を並行して行い墓室内の二酸化炭素濃度は最大0.2%まで上昇したが、9時30分～11時の休憩と墓室外作業時には墓室内二酸化炭素濃度は0.04%に減少した。しかし、11～13時の扉を開放した状態での3名の軽作業と2名の重作業を並行して行い二酸化炭素濃度は0.1%まで上昇した。13時以降扉を閉じた状態では15時でも0.05%を保っていた。墓室外大気中では0.04%である。

7 墓室内の植物・コケ・カビ　天井の岩盤の亀裂から直径約1mm、長さ1mの1本の細い植物根が墓室に垂れ下がっている。天井の最も薄い部分である。墓室の壁面下部と天井に緑色の苔類が見られるが、その分布は壁面漆喰の破損した部分と一致し、健全な壁面・壁画面には見られない。また、かつて墓室破損部の外気流入と外光のある部分に小さな規模でカビが発生し、また、進入した鼠の糞にカビが発生したが、修復後には壁・天井の苔類の拡大は見られず、カビの新たな発生もない。

8 大気汚染　2002年からのシティーサイトでは二酸化硫黄3～6ppb、二酸化窒素6～14ppb、塩化物イオン10～350μg/100cm²を観測している。二酸化硫黄と二酸化窒素は奈良東大寺境内と同程度であるが、塩化物イオンは冬に高く、海塩粒子の飛来によるものである。TJ04墓室内では二酸化硫黄、二酸化窒素

が 3ppb、塩化物イオン 5 μg/100cm² の低濃度を測定している。

結　論　レバノン共和国は前述のごとく中東の国の中では珍しく複雑な地形と温暖・多雨な気候に恵まれ多種多様な動植物を育んでいる。ティール市の気温は 6～32℃、湿度は 30～100%、夏が乾季、冬が雨季であることを除けば日本の気候とよく似ている。TJ04 の壁画は、墓室内の気温の緩やかな年変化(12～25℃)、一定した湿度(100%)、照度・紫外線強度・大気汚染の影響の懸念もなく好環境下にある。1～2 世紀に描かれ 2000 年近くを経てもなお鮮やかな壁画・色彩を保つことを可能にしたのは、このような安定したかつ穏やかな変化の大気環境であろう。今後は人の出入りによる二酸化炭素濃度の上昇、植物・コケ等生物の影響、今後深刻になるであろう大気汚染については継続して注意が必要である。

図1　TJ04 墓室修復前 2002 年 12 月 4 日－2003 年 1 月 4 日(左：外気 City Site, 右：TJ04 墓室内部)

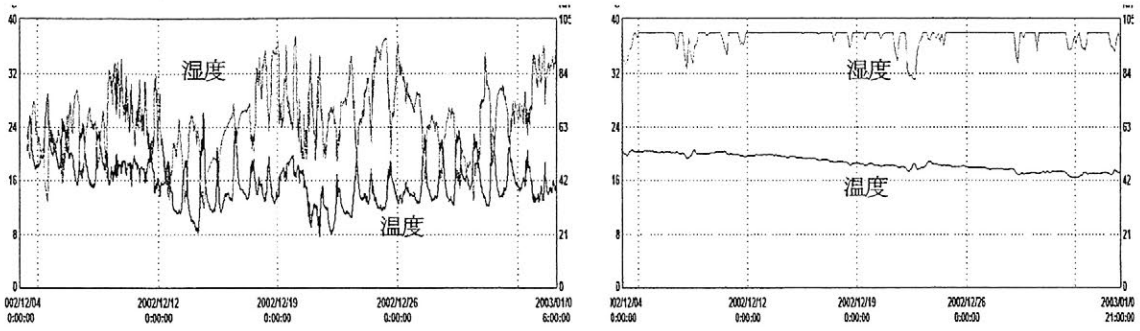


図2 TJ04 墓室修復後 2007 年 9 月 8 日－2007 年 11 月 6 日(左：外気 City Site, 右：TJ04 墓室内部)

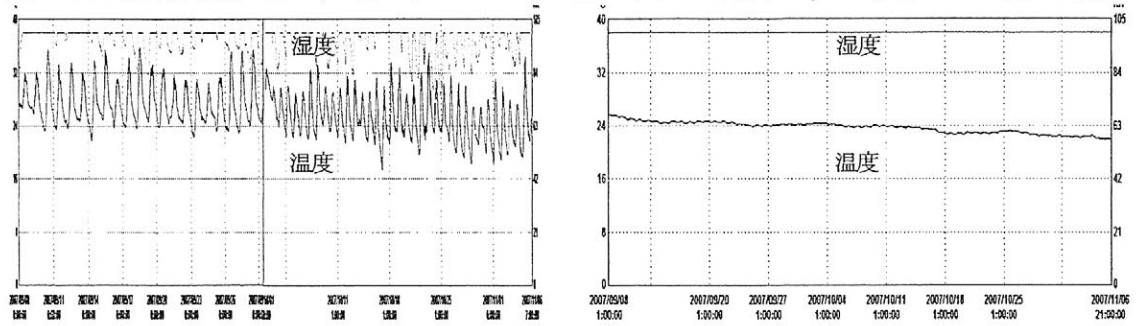


図3

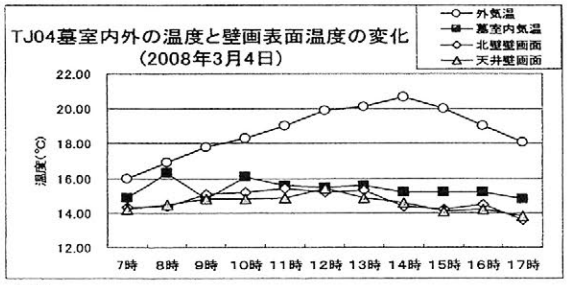


図4

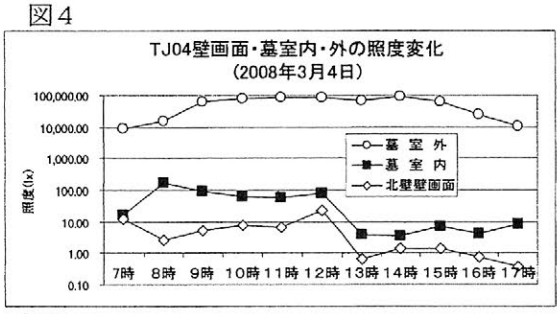


図5

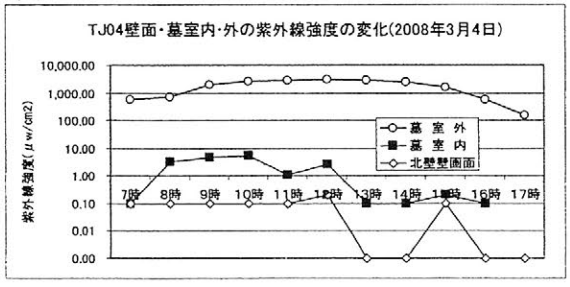
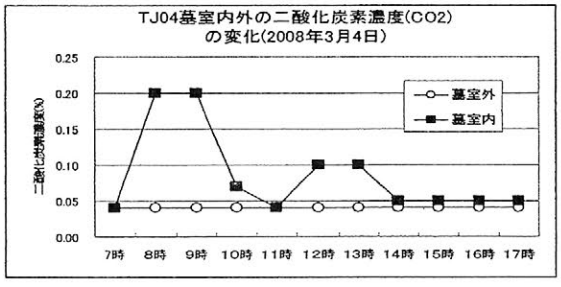


図6



高松塚古墳石室解体時の石室及び周辺地盤の温湿度性状の熱水分同時移動解析

○小椋大輔[1)]　多羅間次郎[1)]　鉾井修一[1)]　石崎武志[2)]　北原博幸[3)]　犬塚将英[2)]

1)京都大学大学院工学研究科，2)東京文化財研究所，3)トータルシステム研究所

1. はじめに　高松塚古墳は、2006年10月から2007年8月にかけて石室の発掘・解体作業が行われ、石室を構成する全ての石材の取り外しに成功した。この解体期間において、壁画の劣化を抑えるため、仮設の覆屋の内部に、高断熱性覆屋(断熱覆屋)を設け、石室周囲の温湿度の制御が2007年1月末から8月にかけて行われ、一度も停止することなく運転され、温湿度は目標値を平均的に維持できるように制御ができ、壁画の結露の防止及び乾燥の抑制ができた[1)]。これは、空調制御を始め現地で行われた石室内における温湿度管理の保存対策の成功が大きく貢献したといえる。しかし、そうした対策が石室の温湿度性状に与える影響については、十分に明らかになっていない。保存対策が石室の温湿度性状に与える影響を明確にするために解析モデルによる数値シミュレーションを利用することは非常に有効であると考えられる。ただし、石室解体時には地盤の掘削作業により周囲の地盤は大きく形状を変化しており、こうした地盤の形状の変化は、石室周辺の地盤全体における熱水分の容量・伝導に変化をもたらすため、解析モデル作成において、これらを適切に考慮する必要がある。

以上のことから、本研究では、石室解体時における石室の温湿度挙動について解析モデルを用いた数値シミュレーションにより再現し、そのモデルを用いて現地で行われた保存対策の効果を明らかにすることを目的とする。上記検討には、熱水分同時移動理論を用い、発掘に伴う墳丘部の形状変化や解体に伴う石室空間構成の変化を考慮した解析モデルを作成する。

2. 熱水分同時移動解析モデル

2.1 解析方法　解析対象は、図1に示すように、石室を含む2次元の地盤系である。地盤及び石材等の内部での熱水分移動は、松本の熱水分同時移動方程式[2)]を用いる。石室の温湿度は全期間を通じて1質点として取扱う。外界気象条件、取り合い部・前室・機械室といった室空気の温湿度、冷却管の水温は、現地の測定値を用い、外界気象条件は、墳丘部周囲が仮設覆屋に覆われていることを考慮して、外気温、相対湿度のみを考える。計算領域は、石室から水平方向に最小で 25.5m 離れた位置で、断熱・断湿条件とし、墳丘頂部から深さ 23m で温度と含水率を指定した。地盤の温度・含水率分布の初期条件は、石室解体の前年に行われた冷却管による墳丘部の冷却時の解析を助走計算として行い、そこで得られた結果を用いた。石室の周囲地盤の熱水分物性値は、墳丘部で採取された版築を用いて測定された熱伝導率・平衡含水率曲線[3)]を元に推定を含めて決定し、周囲地盤に対して、これらを一様に与えている。凝灰岩の熱水分物性値は、文献値[4)]を元に推定した。石室内の湿気伝達率の値は石室温湿度の解析値が測定値と良い一致を示すように同定した。

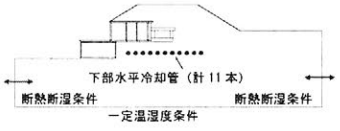


図1　解析対象と境界条件

2.2 石室解体時の墳丘部・石室の形状変化　図2,3にそれぞれ示すような墳丘部と石室の形状変化を考慮して、現地での発掘面が、掘削面表層のコントロールヴォリューム(CV)の底面に達した時点で、その CV を取り去るようなモデル化を行った。石材の取り外し期間の換気回数は、石室の開閉などを考慮して推定を行った。

2.3 現地での保存対策・現場作業の計算上の取扱い

2.3.1 断熱材・土嚢の設置の影響　石室上部温度の低下による天井面での結露が懸念されたため'06年12月28日から断熱覆屋設置まで掘削面に断熱材・土嚢が設置された(図2)。解析では掘削面に熱湿気抵抗を与えた。

2.3.2 石室内への人の入室の影響　9月初め、10月中旬、12月中旬の石室

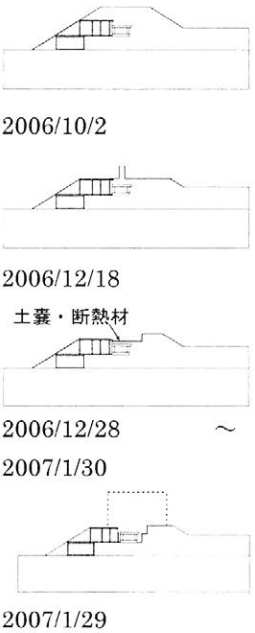


図2 墳丘の形状変化

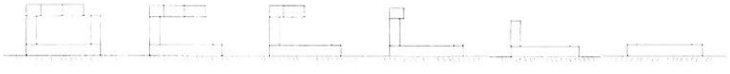


図3　石室の形状変化

内への人の入室は、石室内の発熱量・水分発生量・取り合い部との換気量を考慮し、それぞれ 100W、30g/h、20 回/h とした。

3. 解析結果と考察 図 4,5 に、石室解体中の石室内温度・相対湿度変動の測定値と解析値の比較を示す。図より温度変動に関しては、石材取り出し開始後の短い周期の温度性状の一致がよくないが(注)平均的には全期間を通じて非常に良い一致を示している。相対湿度変動に関しても、石材を取り外す以前の結果に関しては、測定値と解析値の間で良い一致を示している。石材の取り外し期間に関しては、測定値と解析値の間でそれほど良い一致は見られないものの、石材の取り外し後の低下による乾燥と、その後高い状態に戻るという性状と、石材の取り外しに伴う作業により、それが繰り返されるという性状は十分再現できているといえる。こうした石材の取り外しの時期の室内の乾燥が起きる原因としては、石室と覆屋との間の換気が促進されることが挙げられ、石室の石材からの放湿と換気量のバランスを適切に考慮することにより説明が可能と考えられる。

4. 温湿度環境維持のための保存対策の有効性の検討

4.1 断熱覆屋の影響 石室解体時に断熱覆屋の設置の有無に関する計算結果の比較を行い、断熱覆屋が石室内温湿度に与える影響を検討する。断熱覆屋が無い場合は、仮設覆屋のみが存在する場合であり、外界条件は外気温、外気相対湿度のみ考慮する。図 6 に石室内温湿度変動の断熱覆屋の設置の有無による比較を示す。図より、第 2 次掘削の中頃から両者の値に差が生じ、石室内温度は、覆屋の無い条件の解析結果が低温となっており、冬の外気の影響を大きく受けていることが分かる。石室内相対湿度は、'08 年 3 月初めには 100%となり、結露が発生しやすく、カビ等の微生物が発育しやすい環境となり、その後、3 月の終わりには、86%程度まで急激に低下し、壁画漆喰層の剥落を引き起こしやすい環境となっている。以上から仮設覆屋のみでは、解体時の壁画劣化の危険性が非常に高くなっていたといえ、断熱覆屋内の空調制御が有効であったといえる。

4.2 断熱材・土嚢の設置の影響 断熱覆屋設置前の掘削面への断熱材・土嚢の設置の影響について検討を行う。図 7 に 2 月 1 日 0 時の壁体表面温度分布の比較を示す。図より、設置無しの場合が、有りの場合より、天井と床の上下の温度差が大きくなり、天井・北壁で石室内の露点温度に近づいているのが分かる。以上から断熱材・土嚢が無ければ、結露発生の危険性が高くなっていたといえ、掘削面への断熱材・土嚢が有効であったといえる。

5. 結論 本研究では、石室解体時における石室の温湿度環境の解析モデルを示し、それを用いた数値解析により、測定結果の再現を行った。次にこのモデルを用いて現地で行われた保存対策の有無の数値解析を行い、対策の効果を明らかにした。

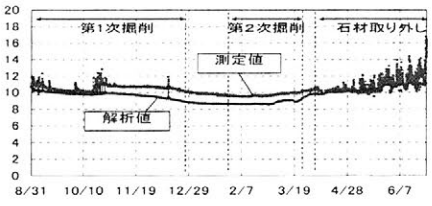


図 4　石室内温度変動

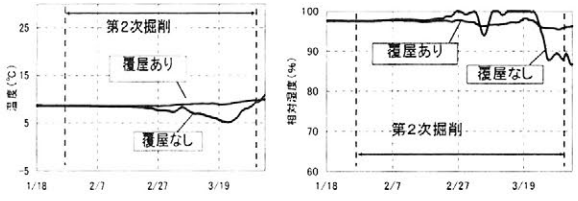


図 6　石室内温湿度変動の比較

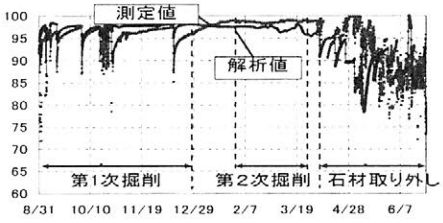
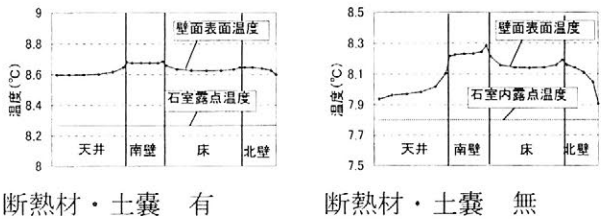


図 5　石室内相対湿度変動



断熱材・土嚢　有　　断熱材・土嚢　無

図 7　2 月 1 日 0 時の壁体表面温度分布の比較

注) この時期の測定値については、4 月以降に石の取り上げの作業により、日中にセンサーを石室の外へ取り出したり、石室を開放したりしたことが影響している。**謝辞:** 平成 19 年度科学研究費補助金基盤研究(A)(課題番号 18206062 研究代表者　鉾井修一) の補助を受けた。記して謝意を表す。 **図表出典:** (i) 高松塚古墳壁画保存管理の経緯 (平成 18 年 10 月～)、高松塚古墳の現場、文化庁 HP にて掲載　**参考文献:** 1) 小椋大輔他 5 名、高松塚古墳石室解体時の壁画保存のための温湿度環境の制御、保存科学、第 47 号、pp.1-10、(2008)、2) 松本衛他：新建築学大系 10、環境物理、彰国社(1983)、3) Magdi KHALIL and Takeshi ISHIZAKI : Moisture Characteristic Curves of the Soil of Takamatsuzuka Tumulus、保存科学、46 号 (平成 18 年度)、4)北野晃一他 3 名：高温岩石の力学特性、熱特性に関する文献調査、応用地質、Vol.29、No.3,(1988), pp.242-253

中世の金精錬技術に関する科学調査について
― 甲斐金山遺跡を中心に ―

○ 沓名貴彦*、鈴木稔**、谷口一夫***、萩原三雄**、村上隆****
（*山梨県立博物館　**帝京大学山梨文化財研究所　***湯之奥金山博物館　****京都国立博物館）

1. はじめに

出土遺物からの非鉄金属精錬技術に関する科学的調査は、飛鳥池遺跡や石見銀山遺跡において行われてきた。これまでにルツボ片などの調査により古代官営工房解明の成果や、貴鉛やルツボの調査による銀精錬技術解明の報告がされている。

一方、それらの調査以前に調査が行われた山梨県の甲斐金山遺跡では、出土遺物に関する科学的調査事例として、黒川金山出土遺物に対し行われた事例がある。また、中山金山出土遺物には、充分な科学的調査はされていない。

今回、甲斐金山遺跡出土遺物の使用目的や、そこでの精錬技術の解明のため、黒川金山、中山金山出土の遺物に対して改めて再調査を行った。

2. 甲斐金山遺跡について

国指定史跡甲斐金山遺跡は、現在黒川金山遺跡（甲州市）と湯之奥金山遺跡中の中山金山遺跡（身延町）から構成される史跡である。どちらの遺跡も1980年代に総合調査が実施され、出土遺物は一括して県指定文化財に指定されている。

総合調査として行われた文献調査の結果、黒川金山に関する文書記録では元亀2年（1571）のものが最古、湯之奥金山に関する文書記録では永禄11年（1567）の写が最古とされている。これら記録から、どちらの金山もそれ以前の操業と考えられ、共に武田氏の発展を支えた金山として有名である。

出土遺物に対する科学調査は、どちらの遺跡においても総合調査の一環として実施された。

黒川金山遺跡では、金粒付着土器や熔融物付着土器、製鉄関連資料等に対して行われている。中でも、金粒付着土器に対するEDXやXRFを用いた調査では、金粒から金や銀が検出され、周辺の黒色ガラス質の熔融物からは鉄、ビスマス、銅、鉛等の検出報告が報告書中でされている。しかし、それ以上の議論は行われていない。

中山金山遺跡では、鉱滓に対してWDSを用いた成分分析が行われているのみであり、出土土器に対しての調査は行われていない。

3. 今回の再調査について

調査は精錬技術の解明が主目的であり、出土土器に対して非破壊分析手法により実施した。

・ 光学顕微鏡による観察

土器表面の金粒の有無について、光学顕微鏡を用いて詳細に観察を行った。

・ X線透過撮影による重元素の分布状態の確認

金粒付着土器に対しX線透過撮影を行い、土器に付着している重元素の分布状態を調査した。

・ 蛍光X線分析（XRF）による元素分析

金粒付着土器中のX線透過撮影で吸収の強い部分に対し、XRFを用いて元素分析を行った。

・ SEM-EDXによる元素分析

土器金粒付着部周辺に対し、SEM-EDXマッピング分析を用いて元素の分布状態を調査した。

4. 調査対象

黒川金山遺跡から土器の出土は、D地点と呼ばれる地点から最も多量に出土している。このD地点出土資料や、熔融物の付着が見られる土器を中心に43点について調査を行った。

一方、中山金山遺跡からの土器の出土は少なく、合計11点しか出土していない。これらの土器は全てAテラスと呼ばれる地区から出土しており、このAテラスは「精錬場」と呼称されている。これら全ての土器に対し調査を行った。

5. 調査結果

・ 光学顕微鏡による観察

黒川金山遺跡の土器片からは、既知のものも含め金粒の付着が見られる土器5点を確認した。中山金山遺跡からは、これまで未確認であった金粒の付着土器を1点確認した。

・ X線透過撮影による重元素の分布状態の確認

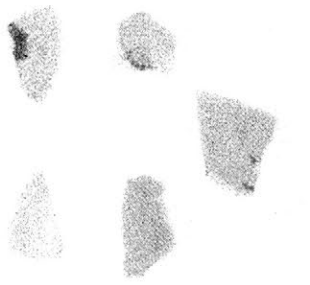
X線透過撮影による画像から、どちらの金粒付着の土器からも金粒周辺に重元素によると見られる吸収の強い部分が観察された（図1参照）。

・ 蛍光X線分析（XRF）による元素分析

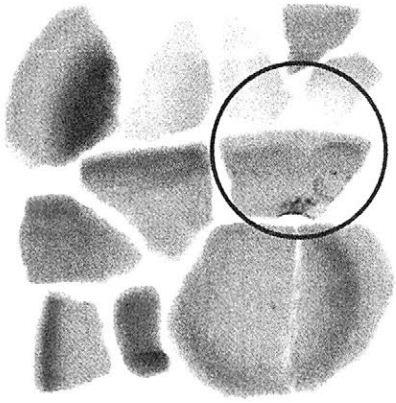
このX線透過撮影から確認された吸収の強い部分について、黒川金山遺跡の土器片からは、金・銀・鉛・ビスマスが特徴的に検出された。一方、中山金山遺跡の土器片からは、金・銀・鉛が検出され、ビスマスは検出されなかった。

・ SEM-EDXによる元素分析

両金山土器片に対しEDXのマッピング分析を行ったところ、図2(a),(b)の画像が得られた。金粒周囲に鉛が広がっている画像が得られ、鉛を用いた製錬が行われていたと考えられた。

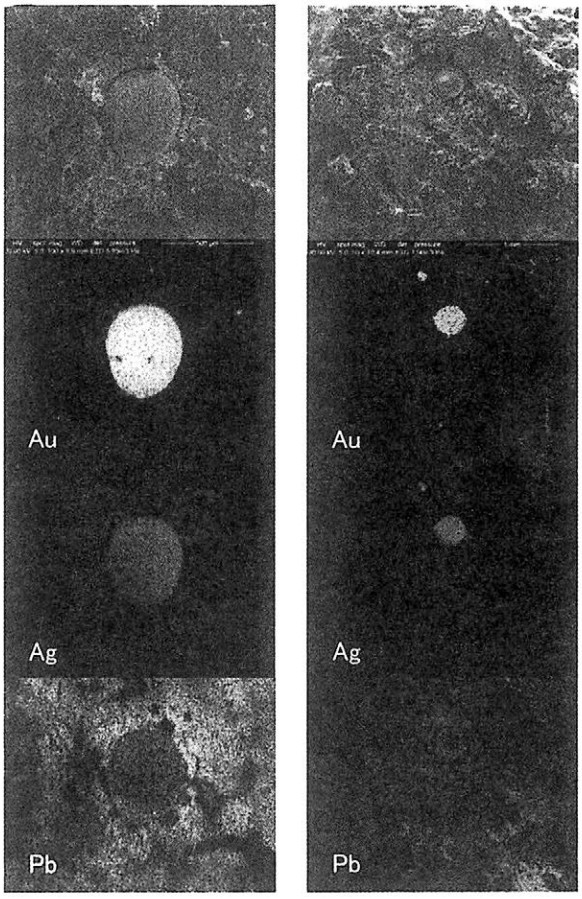


(a) 黒川金山出土土器



(b) 中山金山出土土器

図1. X線透過画像



(a) 黒川金山出土土器　(b) 中山金山出土土器

図2. SEM及びEDXマッピング像

5. まとめ

今回、甲斐金山遺跡出土遺物に対する調査の結果、山元でも金の製錬が行われていたことが示された。また、両金山遺跡でも金粒付着部周辺からの検出元素に異なる傾向が見られた。これらについては、より詳細な調査を元に今後の検討として重要であると考えられる。

参考文献

村上 隆：「飛鳥池遺跡第87次調査出土の材質とルツボ」『奈良国立文化財研究所年報1999-Ⅱ』32（1999）

村上 隆他：「近世の銀製錬技術、[灰吹法]に関する材料科学的検証」『日本文化財科学会第24回大会要旨集』108-109(2007)

村上 隆：「古代の金・銀精錬を考える　…飛鳥池遺跡の事例を中心に…」『奈良文化財研究所紀要2007』1-2（2007）

中～近世模鋳銭の材質にみる一様相

○比佐 陽一郎（福岡市教育委員会）・梅崎 恵司（北九州市芸術文化振興財団埋蔵文化財調査室）
・鈴木 瑞穂・大澤正己（(株)九州テクノリサーチ）

■はじめに～研究の端緒～

福岡市に所在する博多遺跡群は、砂丘上に立地する中世の一大都市遺跡として知られている。この地は現代でも交通、経済の要衝地であり、1977 年の地下鉄建設に伴う発掘調査を嚆矢として現在まで 30 年間で約 200 箇所の調査が行われ、中世都市の様相が明らかにされてきている。そこでは活発な経済活動の痕跡として、多数の銭貨が出土するが、その数は小畑弘己・西山絵里子両氏の研究によれば、約 14,000 枚に及ぶとされている（小畑・西山 2007）。演者のうち比佐は、これまで、保存処理の立場でこれらの銭に接してきたが、当然のこととして全ての資料の処理は到底不可能であり、ごく一部を目にしているに過ぎない。

その様な中、博多 153 次調査で出土した銭群を保存処理している際、通常と異なる腐蝕の様相を呈したものが 1 点含まれることに気付いた。処理前の状況では鉄錆色の分厚い腐蝕生成物に覆われ、鉄銭を想定していたが、クリーニングを進めると次第に緑青が現れたのである。結果的に腐蝕層を除去すると、銀紫色の表層が現れた。銭文は非常に不鮮明で、元祐通寶または元豊通寶と見られ、中世の出土銭としては比較的普遍的な銭種である。特徴的な外観なため、蛍光 X 線分析により材質を見たところ、鉄と銅を中心に、明瞭なヒ素のピークや微弱な鉛、錫が検出されるという、これまでに経験のない分析結果であった。

■北九州市黒崎城鋳銭場出土資料の調査

黒崎城は北九州市八幡西区に所在する。1604 年に黒田長政が家臣の井上周防之房に命じて築城された。その城下町が 2003 年から道路建設に伴い発掘調査されたが、多くの成果の中で特に注目されるのが銅を中心とする金属製品の加工場跡で、そこには銭の製作痕跡も含まれている。寛永通寶製作以前の鋳銭場と考えられ、17 区とした調査区を中心に、坩堝や棹、加工の工程で生じると見られる金属塊などが出土。また、やや離れた 25 区では、鉄錆色を呈した祥符通寶が 10 枚、銹着した状態で発見されている。

昨年、福岡市の埋蔵文化財センターにおいて、これらの遺物から代表的なものを抽出し、概要を把握するために蛍光 X 線による非破壊での定性分析が行われた。すると、祥符通寶、棹、金属塊が、いずれも銅を中心にして鉄やヒ素を特徴的に含み、他に鉛、錫も検出されるという、先の博多出土銭と同様の結果を得たのである。

その後、九州テクノリサーチでは、これら資料について、金属組織調査や一部資料の定量分析などを行った。その結果、鋳棹、製品である祥符通寶、元豊通寶において、銅に鉄とヒ素が豊富に含まれていることが裏付けられ、その金属組織の状態も観察することができた。その組織は非常に似通っており、これらの銭貨がこの地で作られた可能性が高いことを示す結果となった。

■その他の類例

過去、福岡市の埋蔵文化財センターで、沖縄県当山東原遺跡で出土した洪武通寶の銭文がスタンプされた土製品の分析調査を行った際、比較のための参考資料として、同じ遺跡で出土した洪武通寶、いわゆる加治木銭についても分析を行っていた。今回改めてその結果を見直すと、やはり、鉄と銅、それにヒ素が明瞭なピークとして表れている。

加治木銭は中世末～近世初頭に大隅国加治木郷（鹿児島県）で鋳造されていたとされる銭で、背面に加・治・木のいずれかが鋳出されていることを特徴とする。古くから磁性を帯びることが

知られ、分析でも鉄やヒ素などが含まれる量が多く、銅に比して錫や鉛が少ないとされる。(咲山ほか 1997)。また、赤沼英男氏らが行った山口県銭屋遺跡出土の祥符通寶でも、銅－鉛系の合金とされながらヒ素と鉄を５%程度含む資料が認められている（赤沼ほか 2005)。ちなみに、叶手元祐と呼ばれる模鋳銭も、古銭学の立場からは磁性を持つなどの点で、加治木銭との共通性が指摘されているようである（斉藤ほか 1998)。

一方で大阪府堺市の堺環濠都市では、以前から中世の模鋳銭製作址が確認され、バリの付いた模鋳銭の科学分析も行われているが、いずれも Cu 系(銅銭)とされており、定量値が示されたものでは、鉄、ヒ素ともに１%以下の数値である。(富沢ほか 1997)。

■結語～今後の研究課題

今回の調査により、鉄とヒ素を豊富に含む模鋳銭の類例が新たに確認されると共に、その製作地の一つが明らかとなった。現在の所、中世末～近世初頭という限られた時期に、九州内で２カ所（筑前黒崎・大隅加治木)、この様な特異な組成の銭が作られていたことになる。更に組成や製作地は確認されていないが、加治木銭と材質が近いとされる叶手元祐が、豊後元祐あるいは長崎銭と、九州内の地名を付して呼ばれることは興味深い。時期や地域がどの程度限定的なのかは、今後の課題の一つである。

また、この様な組成の銭が作られた技術的背景についても、未だ解明に至っていない。鉄やヒ素が原料に伴う不純物なのか、意図的に添加されたものかも前提として考える必要があるが、その中で、山口県美東町銭屋遺跡が手掛かりになるかもしれない。ここでは時期がやや下がるものの、長州藩銭座で用いられる材料が調製されていたと考えられており、そこには白目と呼ばれる銅とヒ素を中心とする化合物が含まれていた。これは銅合金の鋳造において用いられる添加物で、溶解温度の低下や湯回りを向上させる作用があるとされ、銭の鋳造にも使用された物質である。銭屋遺跡では鉛の精錬が行われ、その際、鉛白目と呼ばれる鉄とヒ素を中心とする化合物が作られ、それを精製して白目が作られていたと想定されている（植田 2005)。鉛白目の物性、鋳造における作用などは確認していないものの、仮に、銭の鋳造において白目ではなく鉛白目が添加されれば、鉄やヒ素の割合が高い製品ができるのではないだろうか。仮説の一つとして今後検討していきたい。

近年、出土資料に対する科学分析の事例が増加し、模鋳銭についてもその様相が明らかにされつつあるが、出土銭の総量からすれば全容の把握にはほど遠い状況である。しかし鉄やヒ素を含む模鋳銭のグループは、定性的に大きな特徴を示すものであり、蛍光 X 線分析が比較的普及している現在では、発見しやすい状況といえよう。これらの資料は、中～近世の技術系譜を追える可能性のある資料である。まだ課題が山積した状態ではあるが、今後も注目し、慎重に調査を進めていきたい。

赤沼英男・佐々木整 2005「銭屋遺跡 C 地区出土銅関連資料の金属考古学的調査結果」『銭屋遺跡Ⅱ』山口県埋蔵文化財センター調査報告第 49 集　(財)山口県ひとづくり財団・山口県埋蔵文化財センター

植田晃一 2005「銭屋遺跡 B 地区における金属生産に関する冶金学的考察」『銭屋遺跡－平成 11 年度・16 年度主要県道萩秋芳線単独道路改良工事に伴う埋蔵文化財発掘調査－』美東町文化財調査報告第 12 集　美東町遺跡調査会

小畑弘己・西山絵里子 2007「中世博多における出土銭貨と流通」『市史研究ふくおか』第２号　福岡市博物館市史編纂室

斉藤努・高橋照彦・西川裕一 1998「中世～近世初期の模鋳銭に関する理化学的研究」『金融研究』日本銀行金融研究所

咲山まどか・赤沼英男・櫻木晋一・佐々木稔 1997「中世出土銭の形態的特徴と材質の比較研究」『わが国における銭貨生産－出土銭貨研究会第 4 回大会報告要旨－』出土銭貨研究会

富沢威・横山哲也・米沢仲四朗・薬袋佳孝・富永健・嶋谷和彦 1997「中世銭貨の化学組成」『堺市文化財調査概要報告』第 61 冊　堺市教育委員会

徳丹城跡出土木製冑の復元とその実用性

○塚本敏夫（元興寺文化財研究所）岩倉雅美（井波彫刻工芸士）西野修（矢巾町教育委員会）

1. はじめに

岩手県矢巾町に所在する徳丹城は9世紀に廃絶する古代城柵である。徳丹城より出土した木製冑は放射線炭素年代測定結果及び考古学的な調査の結果、7世紀後半から8世紀前半に鉄製冑をモデルに製作された木製冑であることが判明した。律令国家が機能する7～9世紀の武装については不明な点が多い。このため徳丹城より出土した木製冑は、律令国家における武装を研究する上で鍵となる重要な資料であるといえる。

本発表では報告書作成時には解明できなかったいくつかの問題点について、各種の分析調査の結果を基に行った復元模造品製作から、実用的な木製冑であることが判明したのでその概要を発表する。

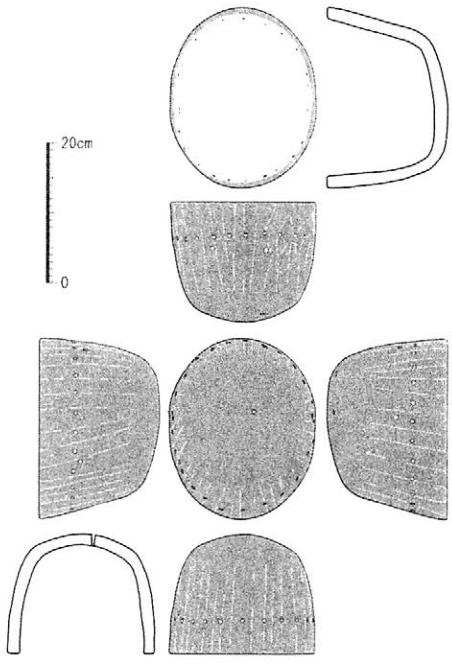
2. 木製冑の概要

2.1. 出土遺構について

律令国家による本州島東北部計略の政治・軍事的拠点「城柵」のうち、最後に（811年～814年）造営されたのが徳丹城である。冑は、徳丹城政庁西側の工房跡と推測される建物群の井戸「SE1300」より、水桶として転用されたことを窺わせる状況で出土した。

2.2. 木製冑の特徴

木製冑は、平面形が楕円形を呈し、左右方向からみた側面形が前方の傾斜が後方よりもより強い扁台形を、前後方向からみた側面形が台形を呈する。表面には黒色を呈する漆膜がほどこされている。また、覆輪、錣付孔の可能性が考えられる小孔が各所に穿たれている。また鉢下端より4cmほど上に何らかの有機質が施されていたことが推測される漆膜の荒れが観察できる。



第1図　木製冑復原図

3. 理化学的分析とその成果

3.1. 樹種鑑定

分析の結果、樹種はトチノキであることが確認できた。徳丹城の存する岩手県内では、本例のように挽物・刳物としてのトチノキ利用は少ないため、注目される。

3.2. 塗膜の分析

外面に付着する塗膜状物質について、成分分析および膜面構造の観察を行った。分析の結果、冑外表面には2層の漆が塗布されており、木胎直上に生漆を塗布して下地とし、その上に黒色物質を混和した漆を塗り黒色に発色させるという丁寧な造りであることが判明した。漆膜の荒れについても分析を行ったが、その原因となった付加装置の正体を究明することはできなかった。

3.3. 放射線炭素年代測定

外表面より漆膜を含む木片を採取し、①漆膜とその直下の木片、②内部の木胎のみからなる木片へと分割し、AMS 法による分析を行った。分析の結果、暦年較正後の年代の、2σ 暦年代範囲は①は A. D. 640～A. D. 690、②は A. D. 570～A. D. 650 であり、遺跡・遺構の年代よりも大きく遡る結果となった。

4. 木製冑の製作上の問題点

①木取りは伏板部の前後に節のある材が使われていた。刳り物を製作するのに加工しにくい節のある材をなぜ使用したか。

②縦方向の加工痕について鉄製の縦矧板の模倣として意図的に加工したのか、模倣ではなく、仕上げ研磨を施さずに縦方向の削り加工のみで見かけ上縦矧板の模倣のように見えるのか

5. 木製冑の復元模造品製作

外面観察による考古学的知見および各種分析によって得られた成果をもとに第 1 図のような復元図を作成した。作成に際しては、分析によっても正体を究明できなかった漆膜の荒れなど木以外の有機質装置については今後の検討に委ねることとし、復元をおこなっていない。

復元に際してはできる限り、分析データに基づいて復元製作を行った。

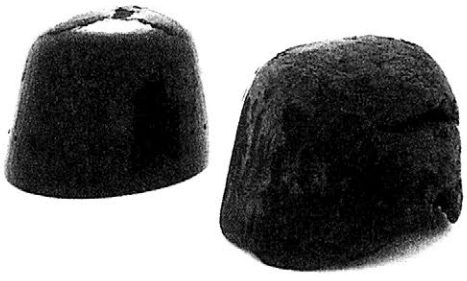


写真 1　復元模造品と木製冑（遺物）

5.1　使用材料

木地には東北産（会津産）トチノキを使用し、木取りは伏板部の前後に節のある材を使用した。漆には青森産の生漆は黒漆（松墨）を使用した。

5.2　模造品製作

木地加工：製作には設計図を基に荒加工を行い、3 次元データから作ったゲージを使って、現物に忠実に鑿で整形した。部分的に鑢とサンドペーパーで仕上げ加工を施した。

孔加工：現物と同じ位置に孔を錐を用いて穿孔した。

漆加工：生漆で地固めした後、黒漆を塗布し、仕上げ研磨して完成させた。

6. 模造品製作によって知り得た知見

模造品製作を通して、まず節のある材を選定したのは頭部保護の目的で強度を得るためであり、あえて加工がしにくい節部分を意図的に選定して使っていたと推測された。このことは実用性を考慮した冑であることを示している。実際、節部分の加工はやりにくく、途中何度も鑿の刃を砥ぎ直した。

一方、縦方向の加工痕は意図的に稜線を残そうとしないとできないことがわかり、鉄製の縦剥板を意識した意匠であると思われる。敢えて模倣したということから黒漆を施して後に、黒漆塗りの鉄製冑と区別がつかないように意識していた可能性が指摘できよう。

7. おわりに

今回木製冑の復元模造品製作を通じて、遺物の観察、分析だけではわからなかった知見を知ることができた。このことにより、この木製冑が 7 世紀後半から 8 世紀前半に鉄製冑をモデルに製作された実用性の高い木製冑であることが判明した。

今回の復元は部分的な復元であり、今後は発見されていない錣や腰巻板の覆輪部分の復元を含めた冑の全体像の復元を目指して検討を行っていきたい。

B－19

象嵌大刀と耳飾からみた５～６世紀金線製作技法

○林志暎（韓国国立釜山大学校博物館特別研究員）

１．はじめに

発表者はこれまで韓日の象嵌技術の製作技法を調べるうえで、遺物に確認できる製作痕から製作過程を仮説化し、それに沿って製作復原を実施、実験過程で得られた製作痕を遺物のそれと比較してきた(林 2000)。その過程で確認できた新たな情報として、地物を彫って象嵌溝を造り、その中にはめ込む針金に、これまでも象嵌研究で知られていた hammering(鍛造で叩いて伸ばしたもの)や strip-drawing(引き板を使って引いて造ったもの)以外に、Oddy(1979)の分類による strip-twisting(鍛造で造った棒状の線を撚ったもの)、block-twisting(板状に叩いて伸ばした金箔をリボン状に切り、芯を中心に巻いたもの、金糸の製作方法と類似する)で造られた金属線が使われていることを挙げられる。

今回は針金がふんだんに使われる耳飾や、歩揺を繋げる針金を中心に観察することで、針金の製作技法を調べる。今回は、製作痕の確認が容易である金製のものに限り観察をおこなった。

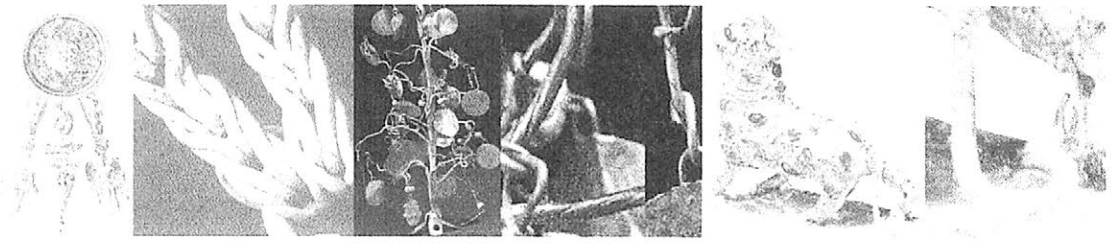
２．研究史

針金の製作技法は、金属工芸技法の分類によれば、細工技法のなかでも細線細工に属する。Filigree といわれる細線細工は、最も古くから存在する宝飾技術である(濱田 1922)。濱田は細線細工の定義と共に、その起源を広い範囲まで言及している。もちろん、Filigree の糸と Granum の粒を含んだ意味である。装飾のない針金については、上記したように、キプロスで出土したミケーネの耳飾から分類した Oddy の研究がもっとも早い。また、古代ギリシャの遺物を中心に、直径 1mm 以下の針金を製作するには撚りや巻き技法が一般的であるとの研究(D.Williams･J.Ogden 1994)がある。

韓日における装飾のない針金製作技法については、引き板の使用についての言及が報告書(東京国立博物館 1981、周炅美 1998 ほか)などでなされており、鍛造製作については歩揺を取り付ける針金を測定し、製作実験を行った例(鈴木･勝部 1998)を挙げることができる。そのほかに、厚さ 0.1～0.2mmの金糸については、その製作技法の分析が多くなされている(村上 1998、李蘭暎 2001 ほか)。

３．撚りや巻き技法の起源

針金の製作は、既に B.C.2500 年の Ur で金工技法の発生と共に始まっており、hammering、strip-drawing、strip-twisting、block-twisting に分類できる(Oddy 1979)。リボン状のものを長さ方向に撚ったり巻いたりする技法は、ギリシャでは紀元前 400 年頃には、装飾線に非常に一般的に使われるもので、記録はないものの、一定の間隔の線が併行に連続する状況を確認することができる(1995『ТРЕЧЕСКОЕ ЗОЛОТО』)。ここでは、その例をいくつか挙げたい。

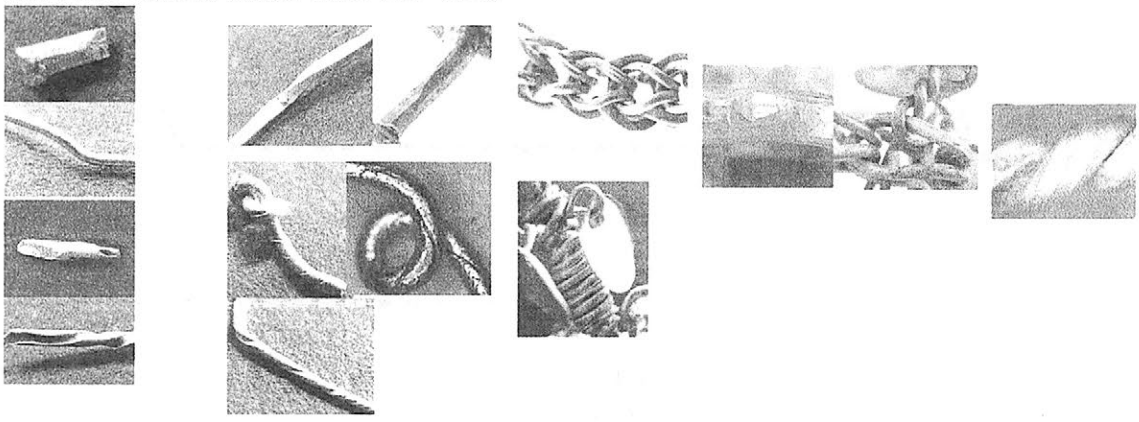


左から順に、ギリシャ・ピン(B.C.330～300 年、大英博物館所蔵、直径 2.4cm、高さ 6.0cm)と鎖の電子顕微鏡写真、Tillya tepe・歩揺冠(A.D.100 年、アフガニスタン)と細部拡大写真、東漢辟邪(A.D.25

～220年、中国河北省定州市博物館所蔵、高さ4cm)と拡大写真（各々、1995『ГРЕЧЕСКОЕ ЗОЛОТО』p97、2006『武寧王陵』p162、2007『中国国宝展』p37から）

4．製作技法による分類

近年、扶餘王宮里遺跡の工房跡から多様なガラス、金製品などが報告された(扶餘文化財研究所 2006)。7世紀前半代とみられる遺構からは、金の半製品が出土しており、これまで韓半島内では咸安馬甲塚出土大刀や桂城明里Ⅲ-1 号墳から出土した象嵌大刀にしかみることができなかった幅1㎜の撚りや巻き技法による針金が確認できた。これらの多様な針金をOddyの分類に沿って分類した上で、今回調査を行った耳飾と歩揺を繋げる針金を対比していきたい。
(それぞれの製作方法は林2000を参考に)。



5．おわりに

金工技術の開始と共に始まった金線の撚りや巻き技法は、韓日においては最も早い時期のものが5世紀代の象嵌技法に確認できるが、同時期の金製品にはみられない。このような選択的な技法の使用は、首長集団や工人の好みの問題だけでは説明しにくく、製作技法の受容と何らかの関係があるものと思われる。日本では6世紀後半から撚りや巻き線による象嵌大刀が増え、韓国王宮里でも幅0.3～2mmの針金の大部分だけでなく、幅1mmの環や0.7ｍｍの刻目帯も撚りや巻き技法で造らており、両地域の推移を共にしている。

技法や技術の移動や伝播は単線的なものではないため、各々の遺物から単純に点と点を結ぶことはできない。しかし、細かな製作特徴などから、多様な伝播ルートの中の一つを繋げ、また、その組み合わせから人や物の移動についても語ることが可能になると考える。今回の発表では、韓国の耳飾を中心に観察を行ったが、今後は日本の金製品や工房出土遺物の観察を通して韓半島との比較をしていきたいと思っている。

謝辞

今回の遺物調査にあたって、韓国国立扶餘文化財研究所の田庸昊、国立公州博物館の崔聖愛、国立慶州博物館の李陽洙、国立金海博物館の張龍俊各先生のご援助をうけた。また今回の発表は、未熟である演者に、博物館の特別研究員として8ヶ月に亘る研究活動を許していただいた釜山大学校博物館の先生方のご温厚があってこそ可能であった。この場を借りて厚く御礼を申し上げたい。

引用文献

Oddy, W.A.　1979「Hand-made Wire in Antiquity」『MASCA Journal』1-2
濱田耕作　1989「細線細工に就いて」『濱田耕作著作集』第三巻（初出『史林』7-4、大正11年）
АО „СЛАВИЯ" САНКТ-ПЕТЕРБУРГ　1995『ГРЕЧЕСКОЕ ЗОЛОТО』
村上隆　1998「上塩冶横穴墓群出土金製品の材質と製作技法」『上沢Ⅱ遺跡・抓廻谷古墳・大井谷遺跡』
林志暎　2000「古代韓国と日本における金属象嵌線の製作技法」『第17回日本文化財科学会大会』
国立扶餘文化財研究所　2006『王宮里』

三角縁神獣鏡の原料
―「舶載鏡」と「仿製鏡」の関係について―

馬淵久夫（くらしき作陽大学）

筆者は1980年代、東京国立文化財研究所（当時）在籍中に、西田守夫氏のご指導のもと、平尾良光氏の協力をえて、三角縁神獣鏡を含む漢式鏡の鉛同位体比を測定し、データそのものは論文・文部省科学研究費報告・雑誌解説記事などに大部分公表してきた。しかし、データ解析に納得のいく解釈ができなかったため、三角縁神獣鏡に関する論文の執筆は避けてきた。しかし最近、1990年代に進展した型式学の成果と比較検討した結果、①「舶載鏡と仿製鏡の区別」、②「関連鏡群との比較」、③「原料産地」、④「製作地論争」、などのテーマについて意味ある見解が出せると思うようになったのでご報告したい。ここでは時間の関係で、話を①のテーマに絞る。

1）1980年代の疑念

20年前に頭を悩ませたのが図1である。「舶載鏡」と「仿製鏡」は分布に違いがあるが、イ）交錯する資料がある、ロ）仿製鏡がつねに接近して下に付いている。単に産地の違いでは片付けられない何かがある、と考えた。

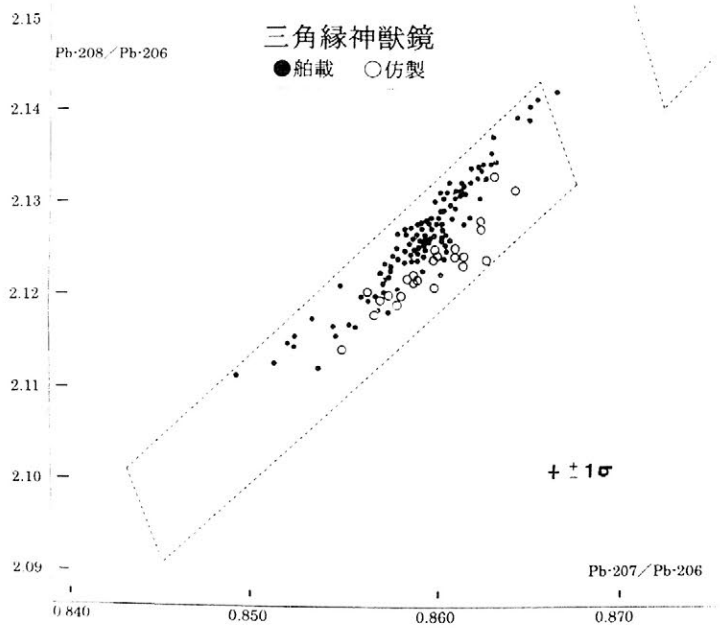


図1　三角縁神獣鏡の鉛同位体比分布
右上端の枠：A（前漢鏡）領域の一部　　中央の枠：B領域

2）編年との比較

イ）の疑問は編年によって解決した。編年には岸本直文、新納泉、福永伸哉、澤田秀実のものがあるが、ここではまず、福永伸哉の「舶載鏡」A,B,C,D段階分類を使って別々にプロットしてみる。

領域Bを上下に分ける補助線を中央に引いてプロットした段階A・Dを図2・3に示す（段階B・Cは段階Aと本質的に同じなので省略）。段階Dに補助線の下の仿製領域にはみ出すものがある。

段階Dを詳しく見るために、段階Dを構成する岸本直文による表現⑩、⑪、⑫、⑬、⑮を別々にプロットした。その結果、仿製領域にはみ出すのは表現⑪、⑫、⑬であることがわかった。これら3種の表現は、岸本、福永、澤田いずれの編年においても「仿製鏡」に渡るブリッジの場所にあり、京大目録では「舶載鏡」だが、鉛同位体比では「仿製鏡」に分類されることになる。京大目録を基にした大古墳展（2000）カタログには、「舶載」約380面、「仿製」約130面が掲載されてい

るが、「舶載」約380面のうち約30面が表現⑪、⑫、⑬に属している。

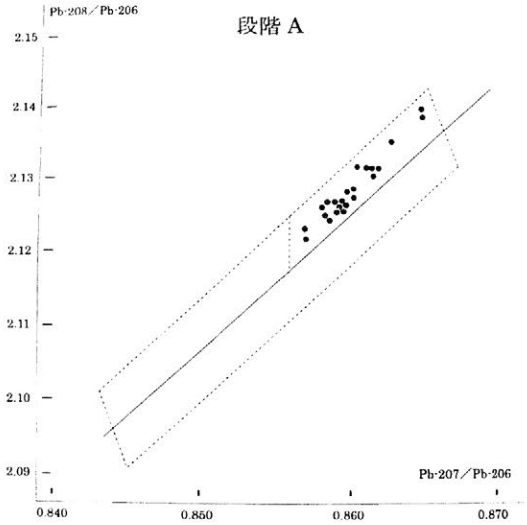


図2　初期の鏡はよくまとまっている

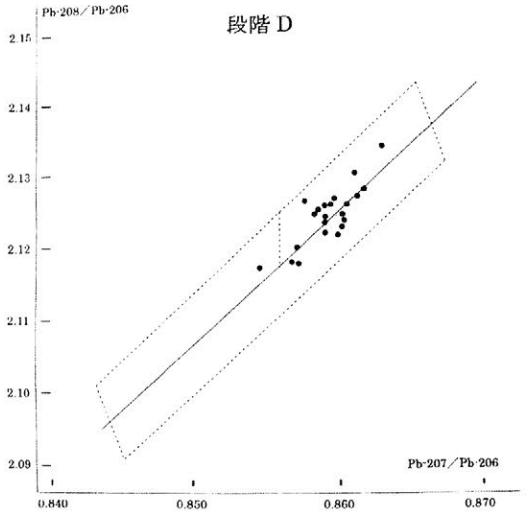


図3　補助線の下(仿製領域)のものがでてくる

3)「仿製鏡」は「舶載鏡」(スクラップ?)に銅インゴットを混ぜて鋳造された(仮説)

1)のロ)の疑問はこの仮説で一応説明される。図4は、舶載鏡(Sn 23%, Pb 5%、分布範囲を直線とみなす)と銅(Pb 5%◎)を混合するモデル図。このモデルで仿製鏡の鉛同位体比とスズ含有量の低さ(およそ13-18%)を同時に説明することができる。◎の鉛同位体比は、中国東北地方の銅器(綏遠青銅器など)に存在する。銅インゴット混合は弥生時代に行われていた。

図5は仮説を検証する1例(兵庫県城の山古墳出土鏡)。Sn%は1号鏡13.6、2号鏡14.5、3号鏡17.8(安田博幸1973)。ただし、この3面は表現⑪(1号、2号鏡)、表現⑫(3号鏡)である。図5は検証結果が良好の例だが、このような例を増やして仮説を検証する必要がある。

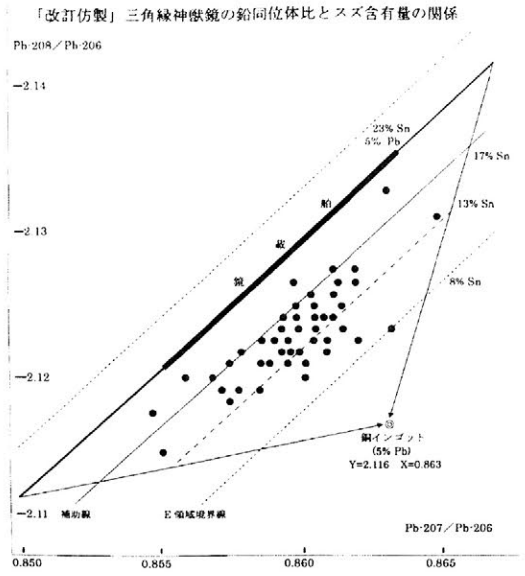


図4　舶載鏡に銅◎を混ぜると仿製鏡になる

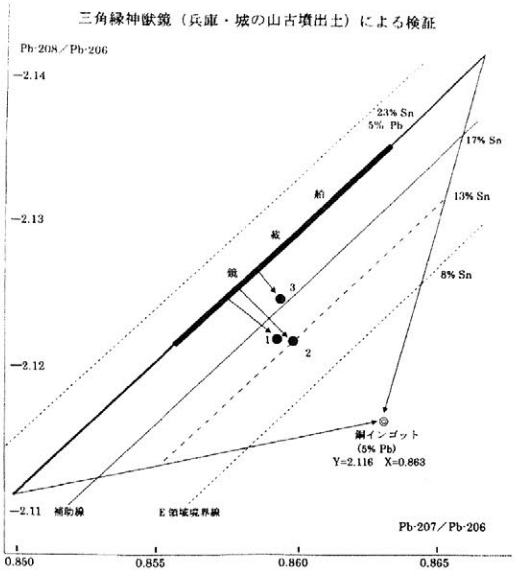


図5　　3号鏡が1・2号に比べてSn%が大

B－21

蛍光X線装置を用いた元素マッピングによるリン・カルシウム分析

○藤根　久・佐々木由香・中村賢太郎(㈱パレオ・ラボ)・(財)岐阜市教育文化振興事業団

1. はじめに

発掘調査では、様々な形状あるいは性格をもつと思われる土坑が多く検出される。しかしながら、これら土坑の性格については、遺物や周辺遺構との関係などから推定されているが、多くは不明である。

土坑の性格について分析的に調べる場合、水洗選別による関連微細遺物の抽出、化学分析などが行われている。

このうち、埋葬遺構の可能性を検討する場合、酸性土壌が原因となり骨質の残存状態が悪く、骨質物の抽出が実際的に困難であるため、化学分析によるリン・カルシウム分析が行われている場合が多い。しかし、この分析法は、分析に供する土壌試料の容量に大きく左右され、十分な成果が得られているとは言い難い状況である。

ここでは、岐阜市鷺山市場遺跡における中世火葬墓の覆土を用いて、蛍光X線装置を用いた元素マッピングによるリン・カルシウム分析法について報告する。この元素マッピングによる方法は、土壌中の微細な骨片粒子(1mm以下)をリン濃度またはカルシウム濃度として平面的に抽出する方法であり、抽出された部分のリンおよびカルシウム含有量を直接的に測定できる点において有効な方法と考える。

2. 試料と方法

試料は、岐阜市鷺山市場遺跡の中世火葬墓(SK392)の副葬品土師器皿(カワラケ)内の埋土である(写真1)。この埋土中には微小骨片が散在していることから、火葬墓の埋土と同じ土である。

分析に供する試料は、土師器皿内の土壌試料約 20g 程度採取して乾燥させた後、セラミック乳鉢内で軽く粉砕した。粉砕した試料は、塩化ビニール製リング(内径 31.5mm)に充填した後、油圧プレス機を用いて 20t プレスをして測定用ブリケットを作製した。

リン・カルシウム分析は、エネルギー分散型蛍光X線分析装置を用いて元素マッピング分析を行った後、主にリン(P)マッピング画像について濃度の高い位置を各5ヶ所選定して点分析を行った。

測定は、X線分析顕微鏡(㈱堀場製作所製 XGT-5000TypeⅡ)を用いた。元素マッピングの測定条件は、X線導管径 100μm、加速電圧 50KV、1mA、測定時間 10,000sec である。点分析の測定条件は、X線導管径100μm、加速電圧50KV、電流自動設定、測定時間500sec である。定量計算は、標準試料を用いないFP(ファンダメンタルパラメータ)法で半定量分析を行った。

3. 結果と考察

分析した試料は、火葬墓内から出土していたことから、微小骨片が散在する試料である。

人間を含め動物の骨や歯を構成する主要な成分は、水酸燐灰石(ハイドロキシアパタイト:$Ca_5(OH)(PO_4)_3$)からなるが、使用した蛍光X線分析装置では、無機元素としてリン(P)とカルシウム(Ca)がほぼ等量検出されているものと判断される。土壌中の分析値から、骨成分が残存しているかどうかの判定は、リンおよびカルシウムの両元素がほぼ等量で高い値であることが必要と考えられる。

元素マッピングを行った結果、リン濃度およびカルシウム濃度の高い部分が複数箇所検出された(図1)。

さらに、リン濃度の高い部分について点分析を行った結果、リンが最大22.95%、カルシウムが最大27.00%であった(表1)。なお、定量によって得られたリンの分析値は、分析感度から 0.3%以上検出

写真1 中世火葬墓(SK392)

された場合に有効な値である。

リン含有量の高い位置の点分析結果では、両元素はほぼ等量検出されたことから、骨に由来するリンおよびカルシウムが抽出できたと考えられる。ただし、リン濃度が高いもののカルシウム濃度が低い部分も見られたことから、偏在部分もあり、検討の余地があることも示された。

なお、自然界では、リンとカルシウムからなる天然鉱物が 61 種ほど知られていることから、遺構外の土壌を同時に分析することが望ましいと考えられる。

4. まとめ

元素マッピングによるリン・カルシウム分析は、微細な骨質物の抽出が可能であり、埋葬遺構の検討を行う際に有効な方法であることが示された。なお、自然界では、リンとカルシウムからなる天然鉱物が存在することから、遺構外の土壌を同時に分析することにより、より確かな成果が得られるものと考えられる。

なお、この元素マッピングによる方法は、リン・カルシウム分析のほか、土壌中の微細な金属遺物や赤色顔料などの抽出においても有効であり、応用範囲も広いと考えられる。

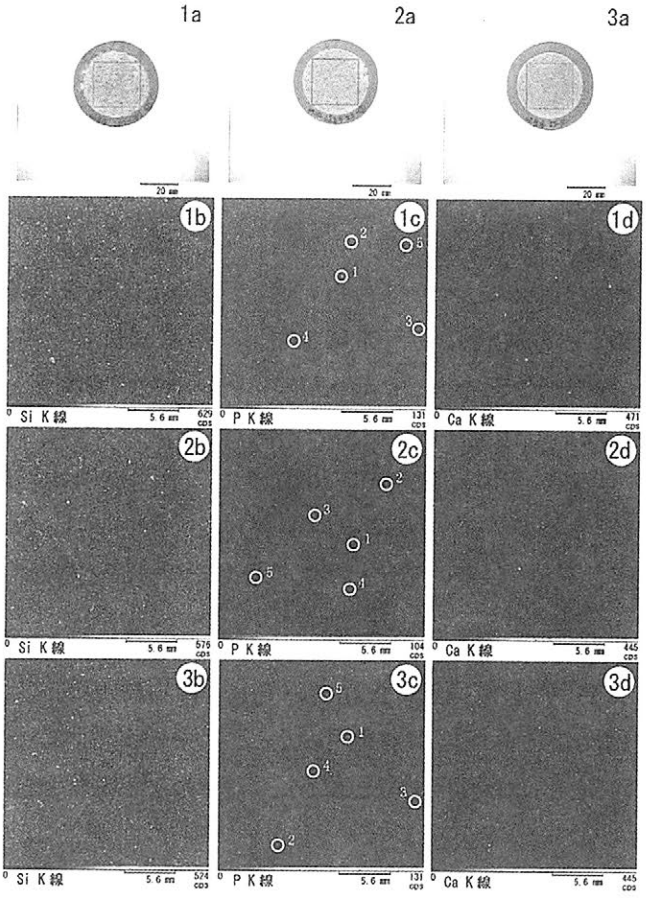


図1 土師器皿内埋土プレス試料の元素マッピング図(○:点分析位置)
1a-1d.分析No.1 2a-2d.分析No.2 3a-3d.分析No.3
a.測定範囲 b.ケイ素(Si) c.リン(P) d.カルシウム(Ca)

表1 リン濃度の高い位置における点分析結果(単位%)

分析No.	遺物名	点No.	MgO	Al_2O_3	SiO_2	P_2O_5	SO_3	K_2O	CaO	TiO_2	MnO_2	Fe_2O_3	Rb_2O	SrO	Y_2O_3	ZrO_2	Total	備考
1	土師器2	1	0.40	8.04	35.26	22.95	0.90	0.93	27.00	0.20	0.12	4.13	0.02	0.03	0.01	0.02	100.01	
		2	1.74	17.26	69.20	0.53	1.02	3.08	0.65	0.53	0.11	5.83	0.02	0.02	0.00	0.03	100.02	
		3	0.90	14.27	72.16	0.44	1.02	2.78	0.53	0.93	0.51	6.38	0.02	0.02	0.01	0.02	99.99	
		4	0.50	16.20	72.27	0.22	1.08	3.79	2.28	0.50	0.06	3.04	0.01	0.02	0.01	0.02	100.00	
		5	0.79	16.45	72.06	0.41	1.03	2.76	0.75	0.74	0.06	4.90	0.02	0.02	0.01	0.01	100.01	
2	土師器3	1	0.86	14.24	57.79	8.78	1.04	3.90	7.38	0.55	0.16	5.23	0.02	0.02	0.01	0.02	100.00	
		2	0.62	16.56	70.42	0.54	1.24	2.60	0.46	0.89	0.16	6.42	0.01	0.02	0.01	0.04	99.99	
		3	0.72	15.54	69.83	0.70	1.16	3.07	0.57	0.82	0.17	7.34	0.02	0.02	0.01	0.03	100.00	
		4	0.31	14.87	67.34	3.69	1.11	3.08	2.56	0.63	0.25	6.10	0.02	0.01	0.01	0.02	100.00	
		5	0.27	18.83	66.48	0.48	1.24	5.20	0.80	0.50	0.22	5.53	0.02	0.02	0.01	0.41	100.01	結晶
3	土師器4	1	0.63	13.33	46.33	18.40	1.53	2.86	2.56	0.87	0.11	13.25	0.04	0.02	0.01	0.04	99.98	
		2	1.02	12.78	42.59	14.63	1.08	1.91	17.87	0.76	0.09	7.19	0.02	0.03	0.01	0.02	100.00	
		3	1.03	14.35	71.70	0.00	1.31	4.40	0.52	0.97	0.20	5.16	0.02	0.01	0.01	0.32	100.00	結晶
		4	1.09	17.23	67.72	0.56	1.26	3.43	0.62	0.92	0.27	6.85	0.02	0.02	0.01	0.02	100.02	
		5	0.88	16.54	70.57	0.48	1.32	2.54	0.88	0.57	0.59	5.15	0.02	0.01	0.00	0.42	99.97	結晶
最小値			0.27	8.04	35.26	0.00	0.90	0.93	0.46	0.20	0.06	3.04	0.01	0.01	0.00	0.01		
最大値			1.74	18.83	72.27	22.95	1.53	5.20	27.00	0.97	0.59	13.25	0.04	0.03	0.01	0.42		
平均値			0.78	15.10	63.45	4.85	1.16	3.09	4.36	0.69	0.21	6.17	0.02	0.02	0.01	0.10		

B－22

ポータブル粉末X線回折計への蛍光X線分析機能の付加とエジプトにおけるオンサイト分析

○阿部善也[1]・K.タンタラカーン[1]・中井 泉[1]・前尾修司[2]・宇高 忠[2]・谷口一雄[2,3]
(1 東理大・理, 2 大阪電通大, 3 (株)X線技術研究所)

1. はじめに

考古遺物のオンサイト分析に適したポータブル X 線分析装置の開発をめざして，我々は研究を進めている。今回，従来開発した粉末 X 線回折計を改良して新たに蛍光 X 線分析の機能を付加し，粉末回折データと蛍光 X 線スペクトルの同時測定を可能にした。これにより結晶構造と化学組成の双方の情報から高精度の相同定が可能となった [1]。発表では本装置の性能を紹介するとともに，実際の発掘現場への応用例として，早稲田大学エジプト調査隊が継続して発掘を行っているエジプトのアブ・シール南丘陵遺跡 (隊長：吉村作治教授) の調査に同装置を持ち込んで分析する機会が得られたので，その測定結果 [2]の一部を紹介する。

2. 装置概要と分析内容

開発した装置は Cu 管球と Si-PIN 検出器を備え，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と共に，今回の蛍光 X 線分析機能の付加を可能にしている。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。

まず付加した蛍光 X 線分析機能について，標準試料と合成顔料を用いて実験室系での評価を行った。実際の発掘現場に本装置を持ち込んだオンサイト分析では，アブ・シール南丘陵遺跡から出土している鮮やかな青色の顔料で着色された青色彩文土器の青色顔料について非破壊で蛍光 X 線スペクトルと粉末 X 線回折パターンを測定した。また青色彩文土器とは別に，第 18 王朝中期からは顔料保存容器と思われる土器製品が同遺跡から出土しており，その内壁に付着していた青色の顔料塊の分析も行った。いずれも測定条件は管電圧 30 kV，管電流 0.3 mA とした。

3. 結果と考察

標準試料および合成顔料の分析から，開発した装置が蛍光 X 線分析装置としても十分な性能を発揮することが確認された。遺物のオンサイト分析の結果，保存容器に残っていた青色顔料は Cu と Ca に富むことが蛍光 X 線分析により確認され (Fig. 1(a))，さらに回折パターンからこの青色顔料は Cuprorivaite ($CaCuSi_4O_{10}$) と同定された (Fig. 2(a))。これはエジプシャンブルーとして知られる古代エジプトの合成顔料である。一方，青色彩文土器の青色顔料は蛍光 X 線スペクトルから Mn, Fe, Co, Ni, Zn の存在が確認され (Fig. 1(b))，回折パターンからは石膏 ($CaSO_4{\cdot}2H_2O$) や岩塩 (NaCl) といった析出塩のほかにスピネル構造の結晶性物質が見いだされた (Fig. 2(b))。これはスピネル MAl_2O_4 の 8a サイトに M = Mn, Fe, Co, Ni, Zn が固溶した物質だと考えられ，古代エジプト特有の合成顔料であるコバルトブルーの組成と一致する。このように 2 種類の青色顔料について化学組成と結晶構造の同定ができ，考古遺物のオンサイト分析における本装置の高い実用

性が実証された。なお講演では，米国の Mark Lehner 博士によるギザの発掘調査 (The Giza Plateau Mapping Project) に参加して行なった測定結果についても一部紹介する予定である。

【謝辞】アブ・シール南丘陵遺跡の調査に参加して貴重な資料を分析する機会を提供して下さった調査隊長の吉村作治教授に深く感謝する。また青色彩文土器に関する考古学的研究は，同調査隊の高橋寿光氏，河合 望氏との共同研究[3]として現在進行している。記して謝意を表する。

【文献】

1) 阿部善也 他:『X 線分析の進歩』**39**, pp.209-222 (2008).
2) 中井 泉 他:『エジプト学研究 別冊』, 早稲田大学エジプト学会, **12**, pp.66-87 (2008).
3) 高橋寿光 他:『日本西アジア考古学会第 11 回総・大会』, 慶応義塾大学, 6 月 (2008).

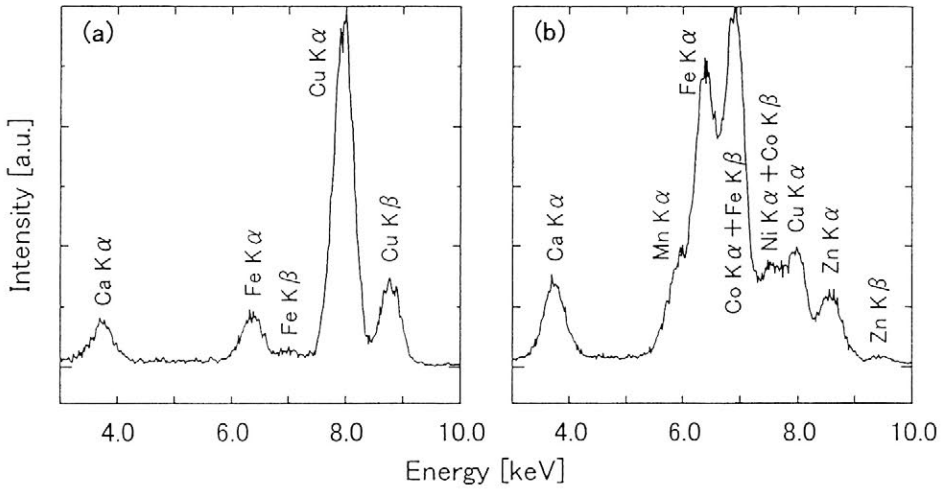


Fig. 1 2 種類の青色顔料の蛍光 X 線スペクトル
(a) 保存容器付着物, (b) 青色彩文土器の青色部

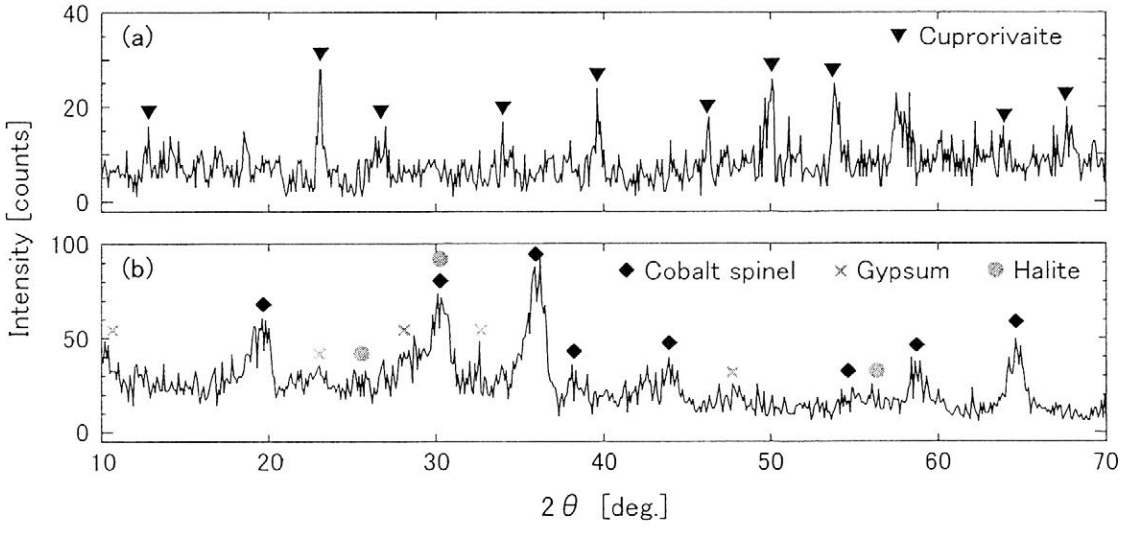


Fig. 2 2 種類の青色顔料の粉末 X 線回折パターン
(a) 保存容器付着物, (b) 青色彩文土器の青色部

放射光ＸＡＦＳ分析によるラスター彩陶器顔料の化学的特性化

○三浦早苗・保倉明子・中井 泉 （東京理科大学）

１．目的

9 世紀頃のイラクで製作が開始されたラスター彩陶器は、白色釉薬などの表面に金属顔料による装飾が施された芸術性の高いイスラーム陶器である。ラスター彩陶器に使われる顔料は主に茶色や緑褐色を呈したものが多いが、初期のイラク製ラスター彩陶器の中には鮮やかな赤色を呈したタイプもある。さらに後期になると、金属光沢を持つ単彩のラスター彩陶器も作られ、それらの顔料の色は多岐にわたる。ラスター彩陶器における発色機構についての先行研究としては、XAFS 解析を用いる研究が最近行われ始めており、陶器表面の釉薬中に拡散した Cu や Ag の金属ナノ粒子がその発色の起源であるとされている [1]。そこで本研究では、ラスター彩陶器の顔料と釉薬の化学組成と化学状態に着目し、金属光沢を持つ金色ラスター彩の顔料や、赤色、褐色、緑褐色の顔料の化学的特性化を行い先行研究の検証をするとともに、ラスター彩についての理解を深めることを目的とした。

２．試料・装置

本研究に用いられた試料は、日本国内で個人所蔵されている青釉ラスター彩陶器、白釉ラスター彩陶器、そして出光美術館所蔵のイラク製ラスター彩陶器（伝フスタート遺跡）である。これらの試料について蛍光Ｘ線分析を行い、釉薬および顔料の化学組成から試料の特性化を行った。分析には、ポータブル蛍光Ｘ線分析装置 OURSTEX 100FA II（OURSTEX 製）を用いた。また、紋様と金属顔料の分布の対応を調べるためにＸ線顕微鏡（XGT-2700　HORIBA 製)を用いた蛍光Ｘ線イメージングを行った。さらに高エネルギー加速器研究機構の放射光施設 Photon Factory (PF)にて、イラク製ラスター彩陶器の Cu と Ag の蛍光 XAFS 測定を行い、その化学状態を解析した。Cu の K 吸収端スペクトルの測定については PF BL-12C で、同様に Ag の L 吸収端スペクトル測定は PF BL-9A で行った。

３．結果・考察

ラスター彩陶器の紋様部と白色釉薬部との蛍光Ｘ線スペクトルの比較検討を行ったところ、紋様部分では Cu のピークが強く検出された。この結果は顔料の発色を問わず、全ての試料において認められ、ラスター彩顔料に Cu が広く用いられていることを支持した。そこで、紋様の色調と成分元素のより詳細な対応を明らかにするために、蛍光Ｘ線顕微鏡による元素イメージングを行った。その結果の一部を図 1、2 に示す。釉薬のアルカリ成分である K（図 1 a、図 2a）や融剤の役割を持つ Pb（図 1 b、図 2b）は陶器表面に一様に存在しているが、Cu や Ag は紋様とよく対応していることが分かる。図 1 の試料では赤色紋様部に Cu、緑褐色紋様部に Ag が検出された。一方、図 2 の試料では茶褐色紋様部も緑褐色紋様部でも Cu と Ag（図 1c、d）が検出されている。このようにイラク製ラスター彩陶器の彩色にも Cu や Ag を含む顔料が用いられていることが確認された。

いずれの試料においても顔料は Cu や Ag が含まれているが、一方でラスター彩陶器は赤色、茶褐色、暗褐色、緑褐色などといった多様な色彩を持つ。この原因として、Cu や Ag の化学状態の違いが色彩の差となっていることが推定される。そこでこれらの試料に対して放射光蛍光 XAFS 測定を行った。ラスター彩陶器の様々な色を呈する紋様の部分で Cu K-XANES 測定を行った結果を、化学形態が既知の参照試料のスペクトルとともに図 3 に示す。図に見られるように、金属銅、酸化第一銅、酸化第二銅では Cu の化学状態の違いを反映した、それぞれ特徴あ

るスペクトルが得られた。これらと試料の紋様部分を比較することで緑褐色部ではCuの酸化状態は1価であり、茶褐色や暗褐色部では1価と2価が混在していることが示唆された。さらにAg L-XANES測定を行った結果を図4に示す。今回測定を行った全ての試料で同様のスペクトルが得られ、これらは参照物質である金属銀のスペクトルと酷似していた。また紋様部で金属光沢の有無に関わらず、金属銀と同様のスペクトルが得られたことにより、ラスター彩陶器の顔料に含まれるAgはいずれも還元作用により金属として存在しているといえる。一方、金属光沢のない紋様部でも、低濃度ではあるがAgが含まれていることが明らかとなった。今後は、多彩ラスター彩陶器の紋様部における銅の含有量や化学状態の違いについて詳細に検討し、同一表面で様々な色彩をもつ多彩陶器の発色メカニズムについてさらに考察を加えていく。

【謝辞】イラク製ラスター彩陶器を貸与してくださった出光美術館と、その便宜をおはかり下さった岡野智彦氏（中近東文化センター付属博物館）に深く感謝いたします。

1) T. Pradell, et al., *J. Am. Ceram. Soc.*, **87**, (2004),1018.

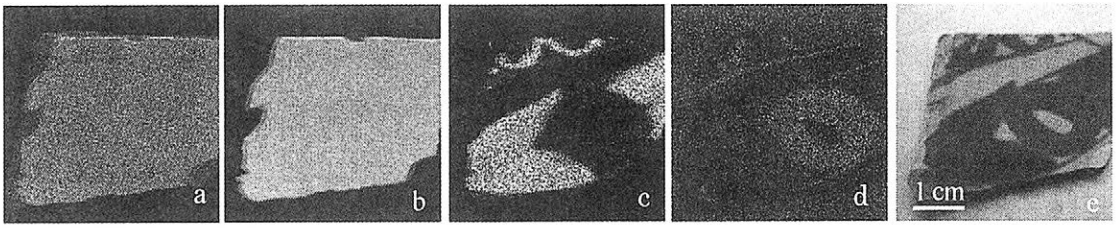


図1. イラク製ラスター彩陶器（伝フスタート遺跡）蛍光X線イメージング

(a. K の分布 b. Pb の分布 c. Cu の分布 d. Ag の分布 e. 試料写真)

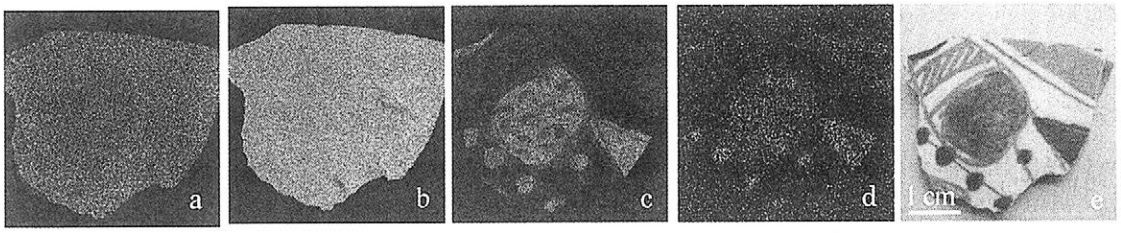


図2. ラスター彩陶器（個人所蔵）蛍光X線イメージング

(a. K の分布 b. Pb の分布 c. Cu の分布 d. Ag の分布 e. 試料写真)

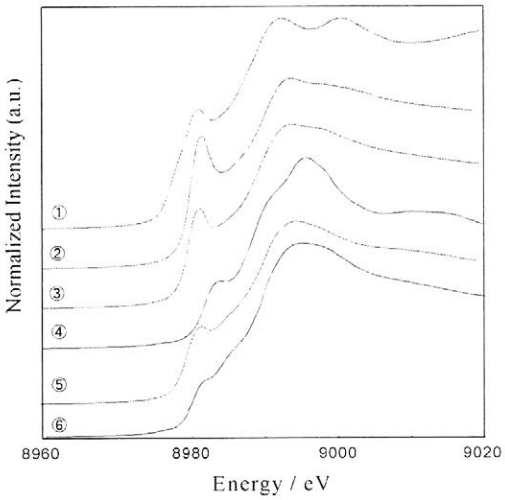


図3 Cu K-edge XANES スペクトル

① Cu 金属 ② Cu_2O ③ 緑褐色紋様
④ CuO ⑤ 茶褐色紋様 ⑥ 暗褐色紋様

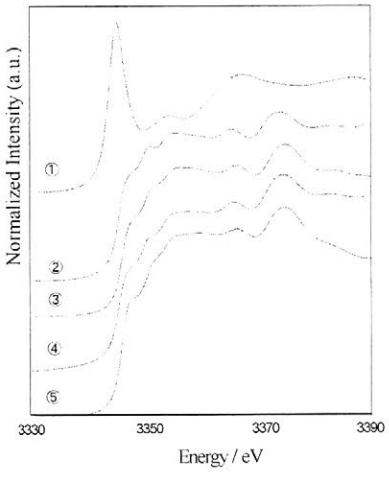


図4 Ag L-edge XANES スペクトル

① Ag_2O ② Ag 金属 ③ 緑褐色紋様
④ 茶褐色紋様 ⑤ 暗褐色紋様

B－24

日本における各種ベンガラ顔料の生産と使用　―最近の調査事例から―

○　東京文化財研究所　　北野信彦

1、はじめに

歴史的にも古くから多用されていたベンガラ顔料には、原材料や製法、赤い色相などが異なるいくつかの種類が存在し、それぞれの「時」と「場所」に応じて、これらは生産もしくは調達されて使用されてきた。発表者は、これら赤い色相を有する酸化第二鉄（Fe_2O_3）を主成分とした広義のベンガラ顔料を、(a)赤土ベンガラ、(b)丹土ベンガラ、(c)赤泥ベンガラ、(d)パイプ状ベンガラ、(e)鉄丹ベンガラ、(f)ローハベンガラ、さらには(g)湿式法からなる現代のベンガラ、の７種類に分類し、それぞれの製法や性状に関する基礎調査を行なってきた。その結果、それぞれのベンガラ顔料の製法には、いずれも明確な化学的根拠が存在しており、これらの個々の顔料粒子の形態は、電子顕微鏡を用いた高倍率観察を行うことにより、原材料や製法の違いを反映して異なることなどを本学会誌などを通じて報告してきた。本発表では、このような日本における各種のベンガラ顔料の生産や使用について、最近調査を行なったベンガラ顔料に関する幾つかの事例をトピックス的に取り上げ、これらの生産と使用に関する歴史的な変遷などを検討する。

2、調査対象試料

(1) 西隆寺跡出土瓦に付着したベンガラ顔料（奈良時代後期）

(2) 元興寺極楽坊出土瓦に付着したベンガラ顔料（奈良時代後期）

(3) 西京極遺跡井戸跡 No.249 底部出土のベンガラ顔料小塊片（奈良時代後期～平安時代前期）

(4) 平安京左京二条二坊十町出土瓦に付着したベンガラ顔料（平安時代前期頃）

(5) 平安京右京六条二坊三町出土の灰柚碗内検出のベンガラ顔料小塊片（平安時代前期頃）

(6) 烏丸四条町屋跡出土の瀬戸美濃系天目碗内に付着したベンガラ顔料（江戸時代前期）

(7) 芝増上寺跡出土の台徳院霊廟関連部材に塗装された漆の使用ベンガラ顔料（江戸時代前期）

(8) 大坂城下町関連町屋跡出土の焙烙鍋内に付着したベンガラ顔料（江戸時代後期）

3、分析方法

(1) 蛍光 X 線分析装置（堀場製作所製 MESA-500 型）による無機構成元素の定性分析

(2) X 線回折分析装置（リガク製 RINT-2500 型）による鉱物結晶相の同定

(3) 走査電子顕微鏡（日立製作所製 S-3200N 型）および金属顕微鏡による個々の赤色顔料の粒子形態の観察

(4) 測色計(ミノルタ製スペクトロメータ CM-2600d)を用いた赤色顔料の赤い色相の測色

(5) 示差熱分析装置（リガク製 TG-8101P 型）を用いた吸熱・放熱遷移点の温度測定

(6) レーザー回折/散乱型粒度分析装置（堀場製作所製 LA-910 型）を用いた顔料粒子集合体の粒度分布

4、結果

出土状況や共伴遺物から年代観が明確な出土のベンガラ顔料を各種分析調査した結果、以下のようないくつかの結果を得た。

(1) 元興寺や西隆寺関連建造物の軒平瓦に付着した赤色顔料は、いずれも鉄分を多く含む黄土を焼いて作成する量産可能でやや不定形の形態を有する「丹土ベンガラ」であることが確認された。

(2)西京極遺跡出土ベンガラ小塊片は、赤い色相が鮮明であり、不純物をほとんど含まない天然赤鉄鉱を粉砕

して0.2μm程度の微粒子に粒度を揃えた極めて良質な「赤土ベンガラ」集合体であると判断した(写真1)。

(3) 平安京左京二条の堀川殿跡出土の灘波宮式軒平瓦には「パイプ状ベンガラ」が付着していた。また右京五条の廃棄土壙からも、灰柚碗に充填された形で「パイプ状ベンガラ」の小塊片が検出された（写真2）。

(4) 四条烏丸町屋跡からは絵具皿と想定される天目碗が出土し、均質な「赤土ベンガラ」の付着がみられた。

(5) 芝増上寺跡からは宝永火山灰層の下から台徳院霊廟関連の廃棄部材が出土した。このうちの一点には天然赤鉄鉱を粉砕した粗い「赤土ベンガラ」漆が塗装されていた（写真3）。これと何らかの関連性がある文献史料に、津軽藩が赤根沢産天然赤鉄鉱の赤土ベンガラを、徳川家霊廟造営に寄進したという記録がある。

本発表は科学研究費補助金 基盤研究(C)(細目：文化財科学；課題番号 19500872)『建築文化財における外観塗装材料の変遷と新塗料開発に関する研究』（研究代表者：北野信彦）の成果の一部を含む。

写真１－１：赤色顔料が出土した西京極遺跡の井戸(No.249)

写真１－２：赤色顔料の小塊片

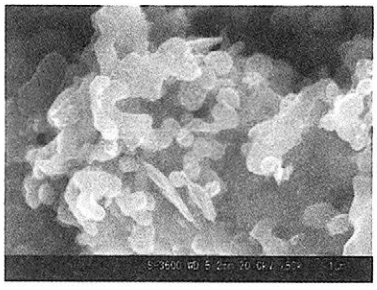


写真１－３：同左赤土ベンガラ粒子の電顕写真(50,000倍)

写真２－１：平安京右京五条の赤色顔料付着灰柚碗の出土状況

写真２－２：赤色顔料の小塊片

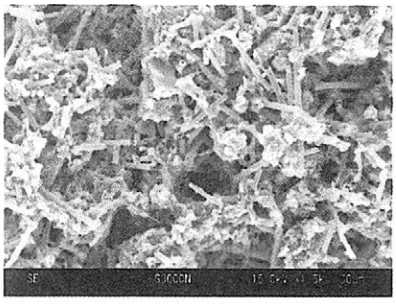


写真２－３：同左パイプ状ベンガラ粒子の電顕写真(1,500倍)

写真３－１：芝増上寺跡における廃棄部材の出土状況

写真３－２：ベンガラ漆が塗装された台徳院霊廟関連出土部材

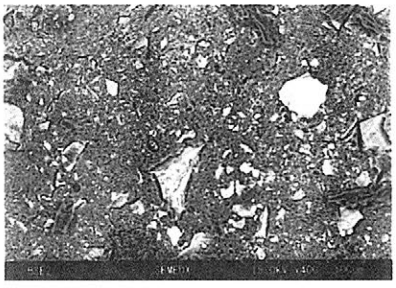


写真３－３：同左ベンガラ漆表面の天然赤鉄鉱粒子の電顕写真（400倍）

B－25

染織文化財に用いられた染料の超微量分析の試み（2）
質量分析による黄色染料の分析

○ 佐々木良子、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分析において、非破壊分析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への分光法や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極微量での高精度同定法を開発し[1]、特に、抽出液の直接質量分析を行う微量分析手法の有効性を示してきた。今回、昨年のアントラキノン系赤色染料に続いて[2]、黄色染料についてESI法による質量分析を適用した。測定条件の最適化とともにMS^n法を併用することにより極微量の破壊試料での分析が可能である。ここでは微量分析の実例として顕微蛍光分光を併用した質量分析手法の有効性を議論する。

実　験

分析：微量試料に対して、蛍光顕微鏡写真測定及び蛍光スペクトルの測定後、試料より染料成分を抽出し、ESIイオン化による質量分析を行った。

標品：刈安（*Miscanthus tinctorius L.*）、黄蘗（*Phellodendron amurense*）、　槐（*Sophora japonica L.*）、鬱金（*Curcuma longa L.*）、梔子（*Gardenia jasminoides*）の絹染色布を用いた。

資料：『分銅つなぎに梅、印金裂』（AN.489）京都工芸繊維大学美術工芸資料館蔵　江戸時代からの脱落繊維片を分析に供した。

結果と考察

1　顕微蛍光分析

繊維断片の顕微鏡下での蛍光を観察するとともにその蛍光スペクトルを測定した。励起光として紫外光と可視光（450nm）の二波長を用いた。蛍光性黄色染料として黄蘗あるいは鬱金が想定されるが、蛍光励起スペクトルの違いからこの二つの波長での蛍光強度を観測することで容易に区別することができる。黄蘗染絹糸標品及び『分銅つなぎに梅、印金裂』（AN.489）の顕微蛍光スペクトルをFig.1に示した。AN.489では570nm付近における紅成分のカーサミン由来の強い蛍光とともに、黄蘗染絹糸と同様に、二波長励起でいずれも520nm付近の蛍光発光が観測され黄蘗の存在を示唆した。

2　ESI法による質量分析

黄色染色絹標品のメタノール抽出液について質量分析を行った。槐ならびに黄蘗染織布からの抽出液ではいずれも主成分の分子イオン（Rutin、Berberine）がきわめて高感度で検出できた。通常の分光あるいはHPLC分析における試料（1~2 mg/mL）を10^{-7}に希釈した溶液においても十分な感度を有していた。MS^nにより特徴的なプロダクトイオンが生成し（Fig.2）、分子イオンピークと併用することで染料成分の構造に基づく同定が可能である。刈安と鬱金ではいずれも主成分とされる物質（Luteorin、Curcuine）の検出は可能であったが、感度は大きく低下した。黄蘗について微量試料での実例を示す。Fig.3の顕微鏡写真（挿図）に示した1mm長の絹の単繊維約10本から50μlのメタノールで染料成分を抽出し、その10倍希釈液（1mm長の単繊維数本からの抽出に相当）について質量分析を行った。Fig.3のスペクトルに示したように黄蘗成

数本からの抽出に相当）について質量分析を行った。Fig.3のスペクトルに示したように黄檗成分の分子イオン（336）が認められ、MS^nによりベルベリンに特徴的なプロダクトイオンの生成が確認できた。

3　江戸期の裂地試料『分銅つなぎに梅、印金裂』（AN.489）の分析

赤地の非破壊三次元蛍光スペクトル分析では、紅の他に黄色成分が確認され、紅が退色した部分から、極微量の黄檗の存在が推定された資料である。顕微蛍光分析においても紅と蛍光性黄色染料が認められている。この資料から脱落した繊維片のメタノール抽出成分について質量分析を行った（Fig.4）。通常のESIイオン化MSスペクトルでは、経年あるいは糊などの未知夾雑物の存在によりノイズレベルが高く染料成分に特徴的なイオンは検出されなかったが、ベルベリンの分子イオンに相当するm/z 336のイオンをターゲットにMS^nスペクトルを測定したところ、黄檗標品と同じプロダクトイオンのみが観測され、微量のベルベリン存在が示され、黄檗が用いられていることを確定できた。

この様にMS^nスペクトルは単純なMSで多数の不純物のピークを示すような極微量の物質の同定に極めて有効であり、極微量での精度の高い同定法として利用できることが分かった。

1)佐々木良子、松原淳子、岡田文男、土橋理子、佐々木健　『紫円文コプト織りの材質分析――微量分析手法への顕微反射スペクトルと質量分析の適用――』考古学と自然科学　2007, **56**, 27-39

2)佐々木良子・四方真由美・梶谷宣子・佐々木健　『染織文化時に用いられた染料の超微量分析の試み（1）質量分析によるアントラキノン系赤色染料の分析』日本文化財科学会第24回大会（奈良）研究発表要旨集P106-107　2007年6月

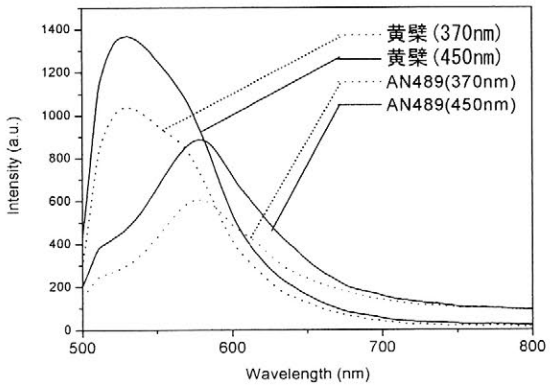


Fig.1　黄蘗染絹糸及びAN.489の顕微蛍光スペクトル（λ_{EX}=370, 450nm）

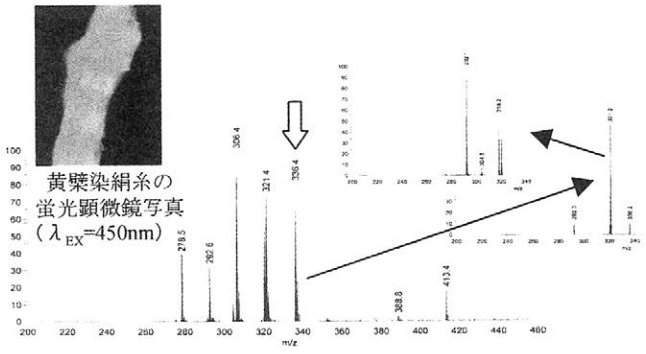


Fig.2　黄蘗染絹糸のMS^nスペクトル（MeOH抽出液）

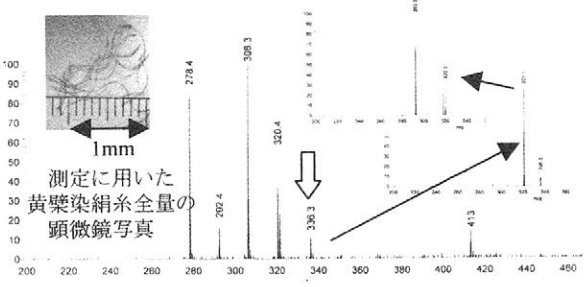


Fig.3　微量の黄蘗染絹糸のMS^nスペクトル（MeOH抽出液）

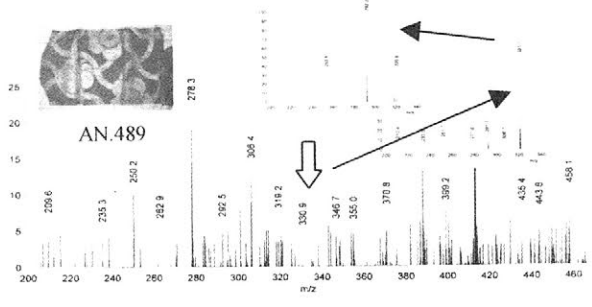


Fig.4　AN.489の脱落糸のMS^nスペクトル（MeOH抽出液）

シンクロトロン顕微赤外分光法を応用した出土繊維資料の材質調査における基礎的研究

○奥山誠義(奈良県立橿原考古学研究所)、佐藤昌憲(奈良文化財研究所・京都工芸繊維大学)
吉松茂信(宮内庁正倉院事務所)、赤田昌倫(京都工芸繊維大学大学院)

1. はじめに

われわれの研究グループでは、シンクロトロン放射光赤外分光法を中心に、出土繊維資料とその同定の基礎資料となる現代参照品の調査研究を継続的に進めてきた。本研究の目的は、きわめて少量の劣化状態の異なる出土繊維資料について、赤外分光分析を実施し、材質と劣化状態を把握するための基礎的研究を行うことにある。植物繊維については、特に麻類に代表される靭皮繊維について中心的に調査を進めてきた。

麻類に対する材質調査については、先行研究により、赤外分光分析法では非常に酷似したスペクトルを示すことから、単繊維の断面・側面の形態観察との併用が有効であると指摘されている[i]。そこで、走査型電子顕微鏡(SEM)による観察により、断面・側面の情報を取得し、形態的特徴と赤外分光分析の測定結果から、繊維の同定が従来よりも一層容易になる手法を検討した。また、現代参照品の形態観察と赤外分光法のデータを基に古墳出土資料について材質調査を行ったのでその成果を報告する。

2. 調査方法

本研究において、測定及び観察に供した資料は、大麻(hemp)、苧麻(ramie)等の現代参照品と奈良県内の古墳から出土した繊維資料である。現代参照品については、同一品種でも産地など条件の異なる複数の資料が入手可能な場合は、複数の同一品種を測定・観察した。古墳出土資料は顔料により赤色に染色された布と染色のない白色の布の2種類である。

まず、資料のおおよその化学的な情報を得るため、赤外分光分析では、シンクロトロン放射光を光源とする赤外分光法(SR-FTIR)より測定・分析を行った。SR-FTIRで得られたデータを検討するため、必要に応じ蓄積データの豊富なグローバー灯を光源とする赤外分光法(G-FTIR)による測定を行い相互比較した。

SR-FTIRは、大型放射光施設SPring-8のビームラインBL43IRを利用した。SR-FTIRの特徴は、赤外光の輝度が高く、きわめて微量な試料での分析に有効な点である[ii]。SR-FTIRでは、偏光子を挿入し、繊維軸方向及びそれに直交する(横断)方向の測定を行った。測定条件は、測定波数領域4000～400cm^{-1}(SR)・4000～700cm^{-1}(G)、積算回数320または640、分解能4cm^{-1}である。

赤外分光分析に続いて、形態的特徴を把握するため、走査型電子顕微鏡(SEM)により繊維側面・断面を観察した。

3. 結　果

赤外分光分析では、同一資料についてSR-FTIRにより繊維軸方向、横断方向の測定を行った(Fig.1)。その結果、各々に異なる

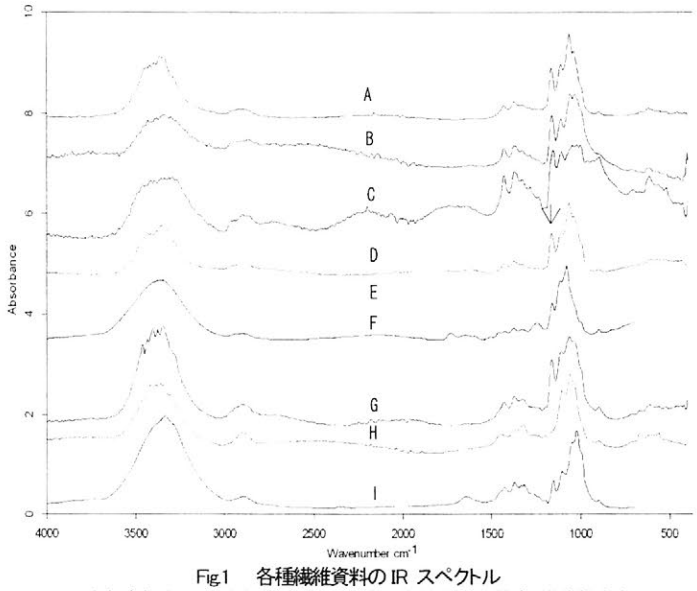


Fig.1　各種繊維資料のIRスペクトル
(A) 白色布経糸　(B)白色布緯糸、(C)赤色布緯糸、(D)苧麻(繊維軸方向)、(E)苧麻(繊維軸直交方向)、(F)苧麻(G-FTIR)、(G) 大麻(繊維軸方向)、(H) 大麻(繊維軸直交方向)、(I)大麻(G-FTIR)
※特に記述のないものはSR-FTIR

スペクトルを示すことが確認できた。苧麻・大麻共に横断方向では 1160cm^{-1} の吸収帯の減少と、700cm^{-1} 以下の低波数領域の変化が確認できた。品種間の差異については、スペクトルが酷似しており見極めが困難であった。

SEMによる観察では、品種間の断面形状に特徴的な差異があることが認められた(Fig.2)。また、同一品種でも形状や大きさは一様ではなく、形態的な特徴が異なることが確認できた。

出土資料については、極微小片による赤外分光分析(SR-FTIR)により、おおよそ麻類であることを確認した上で、試料を採取し形態観察を行った。その結果、内腔や側面等の形態的特徴から苧麻であると考えられる。

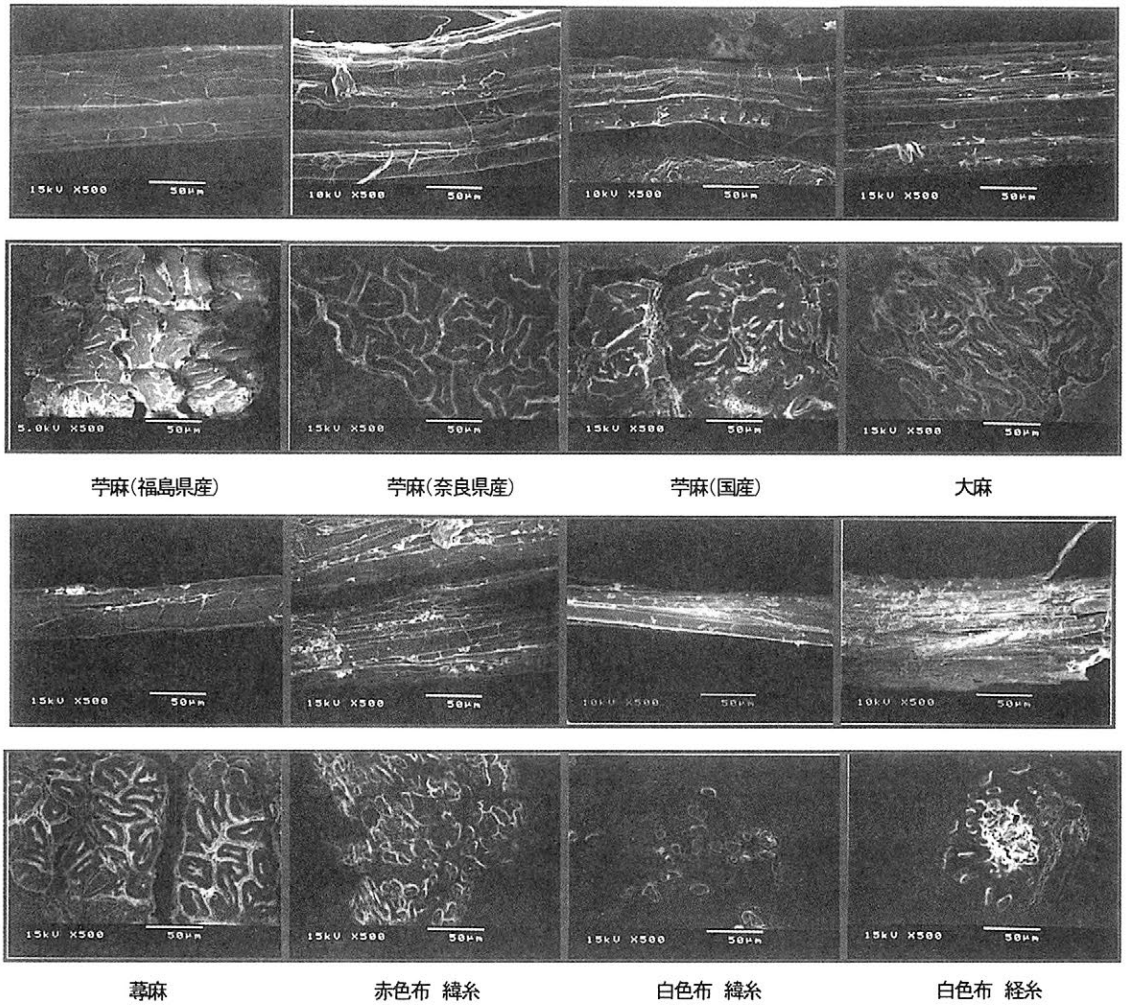


Fig.2 各種繊維の SEM 画像【各写真の上段:繊維側面、下段:繊維断面】

4. まとめ

きわめて微量しか試料が得られない場合の分析手段として、シンクロトロン放射光赤外分光法が有効であることを確認できた。今後も、引き続き形態観察と赤外分光法による分析例を積み重ね、出土繊維の分光学的手法による分析法を検討していきたい。

本研究におけるシンクロトロン顕微赤外分析については SPring-8 における奥山誠義の下記の課題申請、
課題番号 2007B1364:シンクロトロン顕微赤外分光法による古代遺跡出土繊維資料および漆資料の材質と保存に関する基礎的研究 (II)
課題番号 2008A1442:シンクロトロン顕微赤外分光法による古代遺跡出土繊維資料および漆資料の材質と保存に関する基礎的研究 (III)
により行われたものである。

---

[i] 佐藤昌憲 「植物繊維文化財の研究に関する問題点」『文化財保存修復学会第 23 回大会講演要旨集』(2001)

[ii] 佐藤昌憲、佐々木良子ほか「シンクロトロン顕微赤外分析法による古代絹繊維の研究」『文化財保存修復学会第 27 回大会研究発表要旨集』 (2005)