

- 279 平野雅之 1988 『花山遺跡』 助君津郡市文化財センター
- 280 平山誠一ほか 1994 『島戸境 1号墳発掘調査報告書』 助山武郡市文化財センター
- 281 福間 元ほか 1986 『飯塚遺跡群発掘調査報告書』 八日市場市教育委員会
- 282 福間 元ほか 1989 『三田遺跡発掘調査報告書』 芝山町教育委員会
- 283 藤岡孝司ほか 1987 『八千代市井戸向遺跡』 助千葉県文化財センター
- 284 藤崎芳樹 1982 『市原市番後台遺跡・神明台遺跡』 助千葉県文化財センター
- 285 藤崎芳樹ほか 1990 『佐倉市大作遺跡』 助千葉県文化財センター
- 286 星 竜象ほか 1982 『物井一号墳』 四街道市教育委員会
- 287 堀部昭夫ほか 1980 『千葉県我孫子市日秀西遺跡発掘調査報告書』 助千葉県文化財センター
- 288 増崎勝仁ほか 1985 『三輪野山八重塚遺跡B地点』 流山市遺跡調査会
- 289 松浦有一郎ほか 1975 『夏見大塚遺跡』 船橋市教育委員会
- 290 松尾昌彦 1988 『上総金鈴塚古墳出土飾履の再検討』 『MUSEUM』第446号 ミュージアム出版
- 291 松田政基ほか 1990 『小原子遺跡群』 山武考古学研究所
- 292 松村恵司ほか 1977 『山田水呑遺跡』 山田遺跡調査会
- 293 松本昌久ほか 1991 『千代丸・力丸横穴墓群』 助長生郡市文化財センター
- 294 松本 勝 1995 『狐塚遺跡発掘調査報告書』 助君津郡市文化財センター
- 295 丸子 亘ほか 1978 『城山第一号前方後円墳』 小見川町教育委員会
- 296 三浦和信ほか 1977 『吉高山王遺跡』 印旛村教育委員会
- 297 右島和夫ほか 1976 『下総片野古墳群』 芝山はにわ博物館
- 298 道沢 明 1988 『双賀辺田No.1 遺跡発掘調査報告書』 鎌ヶ谷市教育委員会
- 299 光江 章 1987 『念仏塚遺跡』 助君津郡市文化財センター
- 300 宮 重行ほか 1990 『佐原市仁井宿東遺跡・牧野谷中田遺跡』 助千葉県文化財センター
- 301 宮 重行ほか 1995 『新シ山・柳和田台遺跡 青山中峰遺跡 青山宮脇遺跡』 助千葉県文化財センター
- 302 宮 文子 1991 『敷内遺跡発掘調査報告書』 助印旛郡市文化財センター
- 303 宮 文子 1992 『木野子大山遺跡発掘調査報告書』 佐倉市
- 304 宮内勝巳ほか 1984 『昭和58年度埋蔵文化財調査報告』 市川市教育委員会
- 305 村田一男 1974 『千葉県八千代市村上供養塚発掘調査報告書』 八千代市教育委員会
- 306 村田一男ほか 1978 『千葉県香取郡多古町坂並白貝古墳群発掘調査報告-坂並白貝20、21号墳・17、18号墳-』 多古町教育委員会
- 307 村田一男ほか 1984 『北押出し遺跡調査報告書』 酒々井町教育委員会
- 308 村山好文ほか 1985 『平賀』 平賀遺跡群発掘調査会
- 309 村山好文ほか 1985 『長倉宮脇』 横芝町教育委員会
- 310 村山好文 1992 『神代夏方遺跡・稻荷入砦跡・稻荷入1号塚・2号塚』 助香取郡市文化財センター

II 県内出土青銅製品の集成

- |     |              |      |   |
|-----|--------------|------|---|
| 311 | 村山崑雄ほか       | 1986 | 『東京国立博物館図版目録 古墳遺物編 (関東III)』 東京国立博物館                 |
| 312 | 毛利光俊彦        | 1978 | 「古墳出土の銅鏡の系譜」『考古学雑誌』第64巻第1号日本考古学会                    |
| 313 | 百瀬幸徳ほか       | 1994 | 「千葉市種ヶ谷津遺跡-奈良時代の特殊遺物について-」『研究連絡誌』第41号 (助)千葉県文化財センター |
| 314 | 矢戸三男ほか       | 1975 | 『阿玉台北遺跡』 (助)千葉県都市公社                                 |
| 315 | 矢戸三男ほか       | 1979 | 『千葉市西屋敷遺跡』 (助)千葉県文化財センター                            |
| 316 | 山口直樹         | 1984 | 『小田部新地遺跡』 (助)市原市文化財センター                             |
| 317 | 山口直樹ほか       | 1986 | 『村上城跡』 (助)市原市文化財センター                                |
| 318 | 山口直人ほか       | 1986 | 『瑞穂横穴群』 (助)山武郡南部地区文化財センター                           |
| 319 | 山口直人ほか       | 1994 | 『南麦台遺跡』 (助)山武郡市文化財センター                              |
| 320 | 山口典子ほか       | 1986 | 『千葉都市モノレール関係埋蔵文化財発掘調査報告書』 (助)千葉県文化財センター             |
| 321 | 山口典子ほか       | 1989 | 『千葉市荒久遺跡(1)』 (助)千葉県文化財センター                          |
| 322 | 山口典子ほか       | 1991 | 『佐倉市栗野 I・II 遺跡』 (助)千葉県文化財センター                       |
| 323 | 山口典子ほか       | 1992 | 『佐倉市松向作遺跡』 (助)千葉県文化財センター                            |
| 324 | 山口典子ほか       | 1995 | 『佐倉市池向遺跡』 (助)千葉県文化財センター                             |
| 325 | 山路直充ほか       | 1994 | 『下総国分寺跡-平成元年～5年度発掘調査報告書-』 市川市教育委員会                  |
| 326 | 山路直充ほか       | 1995 | 「国分遺跡」『下総国分寺』市立市川考古博物館図録17 市立市川考古博物館                |
| 327 | 山田磯夫         | 1993 | 特別展図録『甦る光彩-関東の出土金銅仏-』 埼玉県立博物館                       |
| 328 | 山本哲也         | 1992 | 『文協遺跡』 (助)君津郡市文化財センター                               |
| 329 | 八日市場市史編さん委員会 | 1982 | 『八日市場市史 上巻』 八日市場市                                   |
| 330 | 横芝町史編纂委員会    | 1975 | 『横芝町史』 横芝町  |
| 331 | 横田正美ほか       | 1992 | 『千葉中央ゴルフ場遺跡群発掘調査報告書』 (助)千葉市文化財調査協会                  |
| 332 | 吉田章一郎ほか      | 1983 | 『千葉県山武町森台古墳群の調査』 青山学院大学森台遺跡発掘調査団                    |
| 333 | 吉田博之ほか       | 1992 | 『下男山遺跡』 (助)香取郡市文化財センター                              |
| 334 | 渡辺修一         | 1991 | 『四街道市内黒田遺跡群』 (助)千葉県文化財センター                          |
| 335 | 渡辺修一         | 1991 | 『千葉市荒久遺跡(3)』 (助)千葉県文化財センター                          |
| 336 | 無署名          | 1927 | 「二川村高田古墳」『史蹟名勝天然記念物調査』第四輯 千葉県                       |
| 337 | 麻木脩平         | 1987 | 「山形・円福寺の銅造観音菩薩立像とその“兄弟仏”」『佛教藝術』175 毎日新聞社            |
| 338 | 東京国立博物館      | 1987 | 『特別展 金銅仏』図録 東京国立博物館                                 |

- 339 進藤泰浩ほか 1994 『印旛村道山田平賀線予定地内埋蔵文化財調査報告書』 (財)印旛郡市文化財センター
- 340 阪田正一ほか 1985 『八千代市北海道遺跡』 (財)千葉県文化財センター
- 341 山下亮介 1992 『千葉市立山城跡』 千葉市教育委員会
- 342 飛田正美 1990 『千葉市砂子遺跡 (C区)』 (財)千葉市文化財調査協会
- 343 大野康男 1994 『八千代市権現後遺跡・北海道遺跡・井戸向遺跡』 (財)千葉県文化財センター
- 344 佐藤順一 1987 『芳賀輪遺跡・太田アラク遺跡』 (財)千葉市文化財調査協会
- 345 菊池健一 1992 『千葉市芳賀輪遺跡』 千葉市教育委員会
- 346 栗田則久ほか 1983 『千葉東南部ニュータウン14-パクチ穴遺跡・有吉遺跡 (第3次)・有吉南遺跡-』 (財)千葉県文化財センター
- 347 飛田正美 1993 『千葉市新田遺跡』 (財)千葉市文化財調査協会
- 348 大場磐雄ほか 『上総市原古墳群の調査』 市原町教育委員会
- 349 対馬郁夫ほか 1976 『大竹遺跡』 大竹遺跡発掘調査団
- 350 (財)山武郡市文化財センター 1993 『(財)山武郡市文化財センター年報No.8』(財)山武郡市文化財センター
- 351 (財)山武郡市文化財センター 1994 『(財)山武郡市文化財センター年報No.9』(財)山武郡市文化財センター
- 352 山武考古学研究所 1994 『山武考古学研究所年報No.12』 山武考古学研究所
- 353 丸子 亘 1969 「新発見の『山邊郡印』をめぐって」『古代文化』第21巻第1号  
古代学協会
- 354 石橋一恵 1984 「千葉市文六第2遺跡出土の銅鏡について」『貝塚博物館紀要』  
第11号 千葉市立加曽利貝塚博物館
- 355 市川市史編纂委員会 1974 『市川市史』第2巻 吉川弘文館
- 356 (財)山武郡市文化財センター 1995 『文化財かわら版』第5号 (財)山武郡市文化財センター
- 357 井上哲朗 1992 『松尾町山室城跡』(財)千葉県文化財センター
- 358 石田守一ほか 1980 『新木東台遺跡発掘調査概報』我孫子市教育委員会
- 359 千葉日報 1985 「上の台遺跡から出土」『千葉日報』昭和61年1月17日の記事





### III 県内出土青銅製品の科学的分析

#### 1. はじめに

一口に銅製品と言っても、その内容は様々である。私たちが良く用いる「青銅」という言葉を例にとっても、「青銅」とは本来銅に錫等を加えた合金を表すと考えられるが、考古遺物を振り返ると、必ずしも厳密に用いられていないようである。遺物の正確な成分は分析しなくては解らないが、分析する以前の遺物に付いても銅を主体とする遺物の通称として青銅製品と呼称しているケースが多い。

最近では成分の内容に合わせて、青銅、白銅、黄銅、佐波理と言った使い分けが必要である、という意見もみられる。しかしこの呼び分けは、歴史的名称・考古学的呼称・金属学や化学用語・金工用語と様々な分野で微妙に定義が違うため、いずれの立場をとるかで意味も変化し、混乱を招いている。

実際に遺跡からみつかる銅製品を分析してみると、銅以外の元素も多く含まれ、個々の元素にはそこに含まれるそれぞれの理由がある事がわかる。

分析によって発見される元素は、合金の主要な成分となる元素から、微量元素として検出される元素までであるが、これは原料となる鉱石中に、不純物として始めから含まれているものと、加工上、製作上の理由から加えられたものがある。銅は、それ自体比較的硬度が低く、加工しやすい事に加え、組み合わせる金属によって、硬さや色や形、加工性を様々に変えることができる金属なのである。

例えば、錫を銅に適量混ぜると、本来比較的軟質な銅の持つ性質を補い、強度・硬度を向上させ利器として利用することを可能にし、耐蝕性を増すことができる。錫の量によっては、見た目に黄金色の輝きを持たせることもできる。錆びにくくするという点では砒素にも同様な作用が認められる。また鑄造品では、鉛が加わることによって型への流動性（湯流れ）が良くなり、その後の加工性も向上させることができる。さらに鉛や砒素には、銅の溶解温度を下げる働きもあることが注目される。因みに、砒素は製品中に1パーセント加わると、銅の溶融点は約20度低下すると言われている（註1）。

このように様々な元素を組み合わせる合金を作ることによって、見た目や、強度、製作加工の利便性が変わってくるのである。製作工人たちは、古来からこうした金属の様々な特性を理解して、製作に携わってきたと考えられる。

今日では上記のような銅合金の特性を考慮した上で、考古資料の分析結果を考察することで、

### III 県内出土青銅製品の科学的分析

合金の製錬技術や、遺物の製作技法等が解明されつつある。加えて、遺物の製作された時期に対する想定さえも行えるようになったことは、近年行われている分析の成果からも明らかである。

一方銅鉱床に天然に含まれる銅以外の元素についてみてみよう。現在日本国内で、古代より銅を産出していた可能性が指摘されている地域は、20例に満たず(註2)、実際に精錬炉等を伴う遺跡の報告は数例に過ぎない(註3)。しかし中世以降飛躍的に銅山の開発が進み、戦前の日本は、世界でも有数な産銅国として知られていた。こうした銅山より産出される鉱物の内容をみると、鉱石が銅鉱石単一と言うところはなく、たいてい砒素・アンチモン・銀などが少なからずみつまっている。最近では銅製品の中に含まれるこうした微量元素から、その銅の出自をもとめることも、一部で出来るようになってきたのである。

現在では、様々な装置が開発され先端技術が駆使されている金属遺物の分析であるが、その歴史は意外に古く、大正時代にまで遡る。大正七年から八年にかけて、理学博士近藤眞澄氏の行った一連の調査で得た、青銅製品についての成分分析の結果は、若干の批判の余地があるものの、今日に至っても十分通用する内容を示している。しかし考古学者ではなく物理学者である彼の研究は、遺物に対する考古学的検討が充分なされているとは言いがたく、どちらかという遺物に対する科学的考察と言うより、銅製品を構成する合金の成分の解明に力点がおかれた研究になっている(註4)。

次いで、このような状況を打開すべく考古学的立場から分析をおこなったのが、梅原末治氏である。梅原氏は青銅製品の成分についての考古学的研究を目指し、成分分析から導かれる情報と考古学的考察の摺り合わせをおこない、その成果を発表している(註5)。梅原氏は、従来の青銅器の研究者達は、遺物の形式の異同や相対年代についての研究はしているが、遺物の成分についての調査をしていないことを指摘し、その理由として考古学側の研究者だけではおこなえない調査のため、成分分析を思うように実施することは困難であることをあげている。その上で、これまでの分析から推理された成果は考古学的な立場で検討されていないことが問題だとして、化学分析が考古遺物の形式や分類上の理解の上で実施される必要性を述べている。

実際に分析を実施するに当たっては、分析作業もさることながら、分析の対象となる試料の確保も重大な問題である。梅原氏の研究以来、今日に至るまでを振り返ると、分析例は多くあるものの、銅製品は特殊な遺物として扱われることが多いためか、残念ながら系統だって網羅的に分析が実施された例は少ない。近年、荒神谷遺跡の遺物や藤ノ木古墳の遺物の化学的分析が学際的、組織的に検討されるに至って、ようやく意欲的な研究例が各方面でもみられ始めるようになった。こうした原因の一つには、分析に使用する機器の性能と技術の向上があげられるのではないだろうか。

## 2. 銅製品の分析の目的と方法

### 1) 分析の目的

金属分析の目的は、遺物に対するより詳しい知見や、それを得る手掛かりを求めることにあると考えられるが、具体的にその幾つかを例にとると、1 産地の推定、2 原材料の推定、3 製作技法の推定、4 製作時期の推定、5 流通範囲の推定等が主に考えられる。

原材料の推定や製作技法について知るためだけなら、一つの遺物を分析するだけで、その目的は達成できるが、そのほかの場合はより多くの分析成果を比較検討する必要がある。製作技法に関しても、出来ることなら数多い個体を比べた上で、各々の遺物の状況も参考にした方が良い事は明らかである。比較検討する資料は多いに越したことはないのである。しかしこの場合も、出来るだけ考古学的にみて確かな情報を持つ遺物を扱うことが大切であることは言うまでもない。

銅製品の成分分析を行う上で留意する必要があるのは、銅合金の組織上の特性である。先に述べたように、銅製遺物は様々な金属から成る合金である場合が多く、例えば、銅・錫・鉛の合金の場合、製品中の3元素の組み合わせは、そう単純ではないらしい。これは合金を作る際の、溶融温度や冷却速度によっても違いが生じるようである。この3種類を用いて製品を作る時、銅と錫はある程度まで溶け合うことが出来るので、製品中には、まず銅の多い銅錫合金部分次に錫の多い銅錫合金部分が形成される。錫の多い製品などでは、その量が銅にとけ込む飽和量を超えているため銅に混ざりきらない。こうした残りの錫と、鉛、その他の混和物（微量元素）が銅の多い組織の間に広がっていく。なかでも鉛は銅とは溶け合わない性質なので、銅と錫の隙間に粒状に散在した状態で観察される。今回、面分析を実施した幾つかの試料でもこの状態は確認されている。このため、後に分析の実施の所でもふれるように、製品中の偏析については十分に考慮する必要がある。

また、銅製品のみならず、すべての金属製遺物は発見された時点で、製作時そのままの組織を保っていることは少ないと考えられている。外見上は、ほとんど変化していないようにみえるにも係わらず、内部の組織はすっかり変質していることが多い。遺物は長時間埋蔵されている間に、周辺の様々な物質（土や水、棺の中であれば人体組織や布、鉄製品、その他の副葬品など取り巻く環境は様々である）と反応し、化学変化を起こす。つまりそのもの自体が錆びたり、特定の元素が溶け出したり、あるいは、外部の物質が内部に侵入したりするなど、予想の困難な変化が起こる。実際に、出土した遺物の分析結果をみると、銅製品中の銅・錫は、長時間埋蔵されると土中に溶けだしたり錆になったりするため、割合は減少していることが多い。

### III 県内出土青銅製品の科学的分析

一方鉛は、銅や錫に比べて土中には溶け出しにくいいため製品中により多く残存することも報告されている。また、遺物中の成分の分布を断面的に観察すると、表面に近い部分には製品中から溶け出した銅・錫が多く含まれる傾向にあるということが幾つかの調査結果によって確認されている(註6)。こうしたことからみても、銹の上からの分析では遺物本来の正確な成分比を伝えるためには不十分であることが伺える。

一方、分析の方法によっては製品の原料の状態や、製作方法の想定もできる。銅製品の作られる工程については、近年様々な鑄造関連遺跡や銅製品の鑄型等が調査されるに従って、徐々に解明されつつあるが、精錬方法、製作技術の実態については未だ不明な点も多い。また、原料の状態についてみても、インゴット説、酸化銅・自然銅使用説、青銅器鑄潰し説、と様々に考えられている。これは時代や製品の種類によっても、あるいは違いがあるのかも知れないが、同時に銅や鉛など、原材料の調達経路の問題も含んでおり興味深い所である。

例えば、自然銅の使用については、分析した試料の金属組織の中に赤銅鉱が溶けないまま観察されていることから、その存在が裏付けられている(註7)。

#### 2) 分析の方法

今日わが国の考古資料の科学分析に採用されている方法には、いくつかの種類がある。各々の分析方法は、試料に何らかの外部エネルギーを与え、その結果試料の内部で生じる変化の差異を様々な方法で解析する事によって、元素の種類や量を調べる、と言う方法が一般的である。このため、試料に与える外部エネルギー源の種類や、各原子からの反応を読み取る方法によって、実に様々な種類の分析方法がある。中でも金属分析の分野で実用されているのは、蛍光X線分析・原子発光分析(発光分光分析)・原子吸光分析などである。

また、上記の方法とは全く違ったアプローチとして、金属元素の質量分析による同位体比の測定を行う分析も注目されている。

それぞれの方法には長所・短所があるが、これまで考古遺物の分析法として主に利用され、報告されている例では、蛍光X線を用いるものが最も多いようである。分析対象となる、遺物の破壊を最小限度にとどめられると言う理由から、この方法が選択されているのであろうが、反面、データの信頼度や安定度という観点からは、必ずしも充分な方法ではないという指摘もある。

ここでそのすべてを説明する事は不可能なため、現在金属製考古遺物に適用されている分析の方法や装置について、の代表的なものを選んで簡単に内容を説明したい。この他の方法や原理については、いくつかの文献で紹介されているのでそちらを参考にされたい(註8)。

## 発光分光分析

原子は原子核とそれを取り巻く軌道を運動する電子からなっている。原子に外部エネルギーを与えると、電子は定常の軌道からより高いエネルギー準位の軌道に移るが、この電子は外部エネルギーの供給が無くなると、その場所にとどまることができず元の軌道にもどる。この際にエネルギーの差が特定の波長を持つ光として放出され、この光を分光器に通すと、各元素により特有の原子スペクトル線を観測することができる。また、物質中に含まれているある元素の量によってスペクトル線の強度も変化するため、このスペクトル線の強弱や有無により各元素の定量値分析を得ることもできる。

物質に外部から与えるエネルギーを励起源と呼ぶ。励起源としてはアーク放電・スパーク放電・誘導結合形高周波プラズマ (Inductively Coupled Radio Frequency Plasma: ICP) などの種類があるが、ICPを用いる方法が最も有効とされている。

ICPが発光分光分析の光源として優れている点は、溶液試料を使用するため、固体試料に比べて標準試料の作製が容易で分析精度も向上することや、各種の元素に対して極めて高感度であること、同一条件で多くの元素を励起でき、主成分元素から微量成分元素までの多くの元素を同時に定量することが可能であることなどがあげられる。また、発光分光分析に使用する分光器は、多数の原子スペクトル線を分離しなければならないので、できるだけ分解能力の優れた装置が必要である。

このICPによる分析は、現時点では最も信頼できる定量値を得られることから、近年とみに着目されている。この方法は、試料を溶液化する必要があるため、非破壊を原則とした考古資料の分析には残念ながら最良とは言えない。しかし、資料的な制約を満たす範囲で、サンプリングの場所や、方法を十分検討し実施すれば、良好かつ安定した結果が得られる方法である。

## 原子吸光法

原子吸光法は発光分析とは違い、すでに炎などによって原子化されて基底状態に存在する原子が吸収する光を測定することにより、試料中の原子濃度を分析する方法である。これは原子状態で存在する元素の濃度は、試料中の濃度と比例関係にあるという原理に元づく方法である。一次光源としては、一般に安定したスペクトル線を得るため中空陰極放電管が使用され、原子化するための方法としては、化学炎・抵抗加熱炉などが実用化されている。この方法は原子スペクトルの測定により直接その原子の存在を確認できるため、共存元素による妨害も比較的少なく、多くの金属元素を高感度で分析することができる。

### 蛍光X線分析法

蛍光X線分析とは、蛍光X線を試料に照射し、そこから反射する特性X線を波長分散型分光器に通して分光する分析方法である。この方法は、多元素を高精度に同時定量でき、遺物に与える影響が少ないことから、現在でも最も多用されている。同様にX線を照射し、特性X線をエネルギー分散型の分光器で分光する迅速方法（EDS）もあるが、分析精度は波長分散型の方が優れている。

試料面にX線を照射すると、それぞれの元素により特性の異なるX線が発生する、これが蛍光X線である。これを分光器などで読み取り成分を特定する。蛍光X線の波長は元素毎に特有なので、波長を解析することによって含有元素の定性分析が可能で、また、強度を測定することによって定量分析を行うこともできる。さらに、波長のシフトなどから状態分析をおこなうことも可能である。分光結晶を用いる波長分散型の他に半導体検出器を用いるエネルギー分散型もある。

これらの方法は試料を壊さないですむ非破壊分析で、多くの試料を比較的短時間で測定することができしかも同時に多元素を分析できるので、考古学資料の分析には有効とされ、金属以外の遺物にも応用されている。ただし、注意すべき点は共存元素によっては、互いに影響を及ぼし合うので、定量分析する際には試料と組成の似かよった標準試料を用いるなどの補正が必要となる。

同じように特性X線が発生させる方法では、電子線マイクロプローブX線アナライザー（EPMA）やエネルギー分散型X線マイクロアナライザー（EDS）がある。しかし、EDSの方は、軽元素を高感度に定量分析するには精度の点からも不向きである。波長分散型のEPMAは、最近ではコンピュータと接続され、高次元の分析成果が得られるようになってきた。方法は、真空中で試料面に電子線を照射した時にそこから発生する特性X線を波長分散型の分光器で分ける方法である。はじめに試料に対して照射する手段こそ違いますが、蛍光X線分析法と同じような原理である。

この他にも試料に衝撃を与え核反応を起こし、それによって生じる放射能の有無や種類から分析を行う放射化分析などもある。

### エネルギー分散型X線分析器を備えた走査型電子顕微鏡

走査型電子顕微鏡（Scanning Electron Microscope: SEM）は細い電子ビームで試料面上を二次元的に走査することにより、試料面上の微細構造を観察する装置である。加速された電子は電子レンズによって集束され、試料面上に微少なスポットを結像する、この部分から電子と物質の相互作用により二次電子や特性X線などが放出される。二次電子を測定したものが二次電子像、特性X線を測定したものが特性X線像である。この装置の特長は、半導体検出器を使

用しているのも、かなり広い範囲で電子線を走査しても、発生する特性X線をすべて検出出来ることである。そして、走査している間に、各元素の特性X線の積分強度が測定できるので、資料に偏析がある場合にも平均的な分析値を求めることが出来る。さらに像の倍率が選択できるので、偏析の模様などを拡大して表示する事も可能である。この時の写真の見方としては、白く写っている箇所にはその元素が存在し、黒い箇所には存在しないことを示している。

一般的に、こうした機器には分析結果を解析する装置が接続されており、同時に定量値などが測定できるようになっている。

### 鉛による同位体比の質量分析

銅製品には鉛を含むものが多い。この鉛の同位体比を分析する事によって原料である青銅の産地を求め、併せて銅製品の生産地をも推定しようとするのが、鉛同位体の質量分析である。

地球上に存在する元素の2/3は、化学的性質が全く同じでも質量数の違う2種類以上の同位元素があり、これを同位体と呼ぶ。各々の元素の同位体の比率は、地球が形成された時点で定まったものである。例えば、鉛以外の銅製品の主要成分である銅・錫等は、地球のどの場所で採掘された物を比較しても、同位体比はほとんど同じである。しかし鉛はその比率が場所により異なり、また、各鉱床ごとにほぼ一定の値を示す。このことから鉛の同位体比による分析が行われるようになった。本来、鉛の同位体比も地球ができた時点ではほとんど差異がなかったと考えられている。しかし、鉛の同位体比は、ウラン・トリウムなどの放射性元素と共存することにより、少しずつ変化していく。ウランやトリウムにも同位体が多種あり、それぞれ放射性を持っている。これらは壊変の結果、長時間経つ間に鉛に変化するが、出発点であるウラン・トリウムの同位体の種類によって、結果である鉛の同位体が異なってくる。つまり鉛の同位体比の違いは、地中でのウラン・トリウム・鉛の割合や、共存する時間の経過の差異によって決まるのである。このことから鉛の同位体値は鉱床ごとに違ふと考えられ、そのため同位体比を比べることによって鉛の生産地が判明するのである。

この同位体の違いは、通常の化学分析では区別がつかず、「質量分析法」という方法でのみ分析できる。この分析法は鉱床や岩石等の生成過程や年代を調べる手段の一つとして、地質学や地球科学の分野で用いられてきた。

方法としては、薬液に溶かした試料を分析装置中で鉛イオンに換え、各同位体のイオンを検出器で受ける、すると質量毎にイオンが運ぶ電氣量が違い、その比率から同位体の比率を求める事ができる。同位体比は鉛の量や状態によって変化するものではないので、例えば銅製品が錆びてしまっていたり、製品中に偏析があつて鉛の濃度が部分的に違つたりしても、鉛さえ検出できれば分析は可能である。分析の試料もほんのわずかな錆び等を採用すればすむので、試



### III 県内出土青銅製品の科学的分析

料の本体をあまり損ねることなく実施することが可能である。

また、最近では鉛だけでなく銀（銀も銅製品中に微量元素として良く検出される成分で、銅自体に初めからわずかに含まれるものと考えられている）による同位体比の測定も研究されている。

しかし同位体の比率を分析することによって、原料の一部である金属の生産地は限定出来るとしても、これをそのまま銅製品全般に応用できるのではあるだろうか。同位体比によって生産地を求めるためには、その製品が、同じ鋳床からとれた原材料のみを使用して作られたと言う前提が必要となる。その点を考慮するとこの分析方法は、弥生時代や古墳時代に大陸からもたらされた青銅製遺物の検証には有効と思われる。しかし、主に古代以降の国産の銅製品は、「繰り返し鋳直すことができる銅の性質を、最大限に利用して再加工されることが多い」「良い銅製品は、純銅だけやスクラップだけでは作れない」等と言われている。こうした意見については十分な検討が必要ではあるが、鋳直された可能性も考慮すると、銅製品の分析には同位体分析以外の方法も併せて考える必要があると思われる。

また、違う鋳床の原料が複数混ざった場合は、同位体比が、どのような値を示すのか興味のあるところである。今回の当センターの調査では、残念ながら同位体比の分析を実施することができなかったが、様々な遺物についての基礎データを蓄積していくためにも、数多い遺物の分析が望まれる所である。

## 3. 分析の実施

### 1) 今回行った分析方法

今回行った分析調査は、蛍光X線を用いて、主に銅製品がどのような金属の組成で出来ているかを知るため、成分分析を中心に行った。

蛍光X線分析では、照射されるX線が試料の表面下約およそ数十ミクロンまでしか入り込めないで、当然反射される2次X線によってもたらされる情報は、試料のごく表面の事に限定されてしまう。そのため、先の分析の方法の所でも述べたように、データとしての信頼度はICP等に比べると劣ることは否めない。しかし今回は、遺物を出来るだけ現状変更しないと言う大前提があったため、やむなくこの方法を選択した。このため、より信頼性の高い結果を得るために、分析箇所の被覆錆等は極力取り除いた上で分析をおこなった。

完全に非破壊で、錆の上から行った分析の値から地金の組成を推定できれば望ましいのかもしれないが、それが不可能であることは、各方面でおこなわれている現在までの分析結果からも明らかである。そこで今回、果たしてその結果にはどの程度の違いがあるのかを確かめるた



めに、数点を例に取り錆の上からの分析も試みた。しかし錆に含まれる成分は多種多様で、組成の割合を100%とする値に直し、定量値を表すことは無意味であるため、今回は分析箇所二次電子像および各元素の特性X線像、定性X線図形のみを表示した。これらの分析は同じ箇所地金についても同様に行っているため、比較参照されたい。

分析予定の遺物については、あらかじめ表面観察・X線撮影や実測等の基礎作業を行い分析方法を検討した。遺物によっては、製作上の理由や消耗度、錆の進行の具合により一部分研磨して定量分析を行えない遺物も多く、このように、製品中の元素を定量的な値で表せないものについては、有効と思われる部分の定性分析と面分析を実施した。

製品中の元素の定量分析を実施する遺物については、X線写真から製品中の金属メタルの残存を確認した上で、良好な場所での分析がおこなえるように分析点の選定をした。しかし、分析機器の物理的都合等により、必ずしもこちらの希望した箇所を分析できない遺物もあった。

分析を行う資料の大きさは、分析機器の試料室の大きさに左右される。また蛍光X線分析では、試料に対して照射されるX線とそこから反射されるX線の角度によって分析箇所が左右されることがある。最近では分析機器も様々な種類があり、こうした不便も多少解消されているようであるが、分析を委託する会社によっても設備は当然異なってくるので、分析を委託するのであれば、事前にこうした点に付いての調査も重要である。

分析を実施するにあたり当センターでは(株)川鉄テクノロジーに遺物の定性および定量分析の作業を委託した。委託に際してセンターが指定した作業基準は以下の5項目である。

#### ① 分析点の設定

選定した分析点を、あらかじめグラインダーなどにより、直径5mmまたは7mmの円形状に錆を除去し、金属面を露出させる前処理をおこなう。一部試料については被覆錆の上からの分析もおこなう。

#### ② 資料及び分析点の記録

分析箇所を明らかにした遺物の状況を、分析前に写真等によって記録する。

#### ③ 分析点に於ける組織観察および元素の面分析

走査型電子顕微鏡の資料室に入る比較的小型の資料についてのみ

走査型電子顕微鏡により金属組織を観察し、結晶構造、偏析などの現れ方を検討し、分析を行う面について顕微鏡写真の撮影をおこなう。

また付属のエネルギー分散型の分光器により同一画面上における指定された元素の分布状態を観察し、それぞれ元素ごとに顕微鏡写真の撮影をおこなう。

#### ④ 分析点の成分分析

走査型電子顕微鏡による分析では前記③の面分析と同時に、同一画面上での元素の定性・

### III 県内出土青銅製品の科学的分析

定量分析を実施する。エネルギー分散型蛍光X線分析装置による分析では分析点に於ける定性・定量分析を実施する。

#### ⑤ 分析成果について

分析箇所二次電子像、及び各元素の特定X線像を写真で示す。(図版1～63)

### 定量分析

定量分析に際してはエネルギー分散型X線分析装置(EDX)を備えた走査電子顕微鏡(SEM)を使用した。

銹の付着したままの資料を直径約5mmの大ききで任意に2箇所指定し、その場所に導電のためのカーボン蒸着した後、1mm角の範囲を2箇所ずつ合計4箇所の分析をおこなった。次に同様の場所で銹を除去し、地金を露出させ、導通を取り同様に1mm角の範囲を2箇所ずつ定性及び定量分析をおこなった。各箇所について2点の分析ポイントを設けたのは銅・鉛などの偏析の影響をできるだけ軽減させるためである。

銅製資料の多くは鉛が含まれていることが多いが、鉛は銅とは固溶せず、機械的に混ざり合っているだけのため、必ず偏析(不均一性)がみられる。偏析の形や量、大きさやばらつきについては、共存する元素の量的な割合の他にも、溶解や凝固の温度・時間といった様々な条件によって変わってくるものと考えられるが、詳しい原理はわかっていない。したがって、偏析による影響を少なくするためには、出来るだけ広い範囲を分析の対象とすることが望ましい。しかし資料をなるべく現状変更しないためには、銹を落とし研磨する範囲をいたずらに広げないように考慮する必要がある。そのため、分析の箇所を複数点設けたり、偏析状態を確認できるように分析面の二次電子像の撮影を行う等の方法を実施した。

### 定性分析

銹びを除去し地金からの、定量分析が不可能な遺物に対しては、電子線マイクロアナライザー(EPMA)を使用し、微小X線開析装置による定性分析を行った。

この方法を用いた遺物の多くは耳環である。耳環の多くは、製作過程で地金の銅の上に金や銀の箔を巻いたり、鍍金を施したりすると想定されており、このような状態が確認できるものも多い。こうした遺物に対しては、表面を覆うものを無視して地金を露出させての成分分析は不可能なためである。

表面の肉眼観察において銹びの状態、鍍金の剥がれた部分などを考慮し、それぞれの部分に含まれる元素を調べた。もちろん外部からの影響や銹びの影響も受けているわけではあるが、こうした作業によって、現在までに想定されている耳環の製作方法を裏付けることにもなると考

えたのである。そこで、鍍金された耳環は鍍金部分とその物が剥れたような部分を重点的に分析してみることにし、全体に錆びが広がり鍍金層の存在が確認されない遺物については、錆びの色毎に分析を行い、そこから検出される成分すべてを抽出した。

## 2) 分析結果

今回分析を行った遺物について簡単な事実記載をおこなった上で、各々の分析結果に付いて簡単に記述する。既に報告されている遺物については、基本的に報告書の内容に従った。分析を実施した遺物については、第3図・第4図、図版1・2に実測図及び写真を掲載した。分析の結果については、定量分析の分析値を第2・3表に、定性分析のチャート図及び面分析の写真は図版3～63にまた、分析を実施した項目及び分析条件については第1・5表にまとめた、合わせて参照されたい。

実際に実施した分析方法は、遺物の内容や状況により若干違う方法を取らざるを得ない物があったため、幾通りかの方法になっている。基本的には、1から30までの遺物についてはSEMによる面分析と定量・定性分析を用い、31から44までの遺物についてはEPMAによる定性分析を用いた。

各々の分析結果の細かなデータに付いては、出来る限り掲載するように努めたが、掲載しきれない物も多々あった、データ原本については、千葉県文化財センターで保管している。

### 1 (第3図-1、図版3)

市原市草刈遺跡I区から出土した小銅鐸である(註9)。弥生時代後期の竪穴住居跡の覆土内から出土している。完形ではなくほぼ半分が残存している。表面は緑青錆に覆われていたが金属組織の依存状態は比較的良好であった。分析箇所は本体の内面下方に設定して行った。定量分析の結果によると、ほぼ純銅の中に微量の鉛・錫・アンチモンが含まれている。面分析の2次電子像をみると、金属の凝固の状態が均一で無いことが観察される。

### 2 (第3図-2、図版4)

市原市草刈遺跡F区から出土した指輪である。弥生時代の竪穴住居跡の覆土からほぼ完形の遺物が半分に割れた状態で出土している。薄い銅板を指輪状に丸めた作りで、白っぽい緑青色の錆に覆われているが、依存状態は比較的良好である。銅・鉛・錫の合金でわずかにアンチモンを含む、鉛による若干の偏析の影響が残るがポイントの平均値をとれば真値に近づくとと思われる。

### 3・4 (第3図-3・4、図版5)

印西市泉北側第2遺跡出土の銅鏃である。別々の弥生時代後期の竪穴住居跡から出土した。弥生時代の銅鏃に多い腸状形を呈すると思われるが、基部が欠損していたり外縁が殆ど腐食し

### III 県内出土青銅製品の科学的分析

たりしているため、全容は不明である。分析によると2点ともほぼ似た成分比の合金で、銅の中に微量の鉛・アンチモン・錫・銀を含むことがわかった。3・4とも腐食が激しいため、双方とも状態の良い場所を選んで1箇所2ポイントの測定しか行えなかった。(文献193)

#### 5・6・7・8 (第3図-5・6・7・8、図版6～9)

4点とも沼南町石揚遺跡の同じ竪穴住居跡から見つかった銅鏃である。5・6・7は中央に鑄のある腸状形で断面は菱形を呈する。8は無茎のもので中央に矢柄を固定する小孔があり、断面は刃の部分を除いて、やや平坦な印象である。資料の大きさと状態を考慮し、分析箇所は一個所2ポイントとした。7と8は錆で接着された状態で検出されている。6は腐食が激しかったが、金属組織が残っていることが確認されたので、分析を行うことができた。いずれも90%以上の銅の中に錫及び、わずかに鉛・アンチモンを含む。面分析の一次電子像の写真をみると、4点とも銅の中に微量の鉛が粒状に固まっている様子が観察され、特に無茎のタイプの8でこうした状態が目立った。(文献56)

#### 9・10 (第3図-9・10、図版10～13)

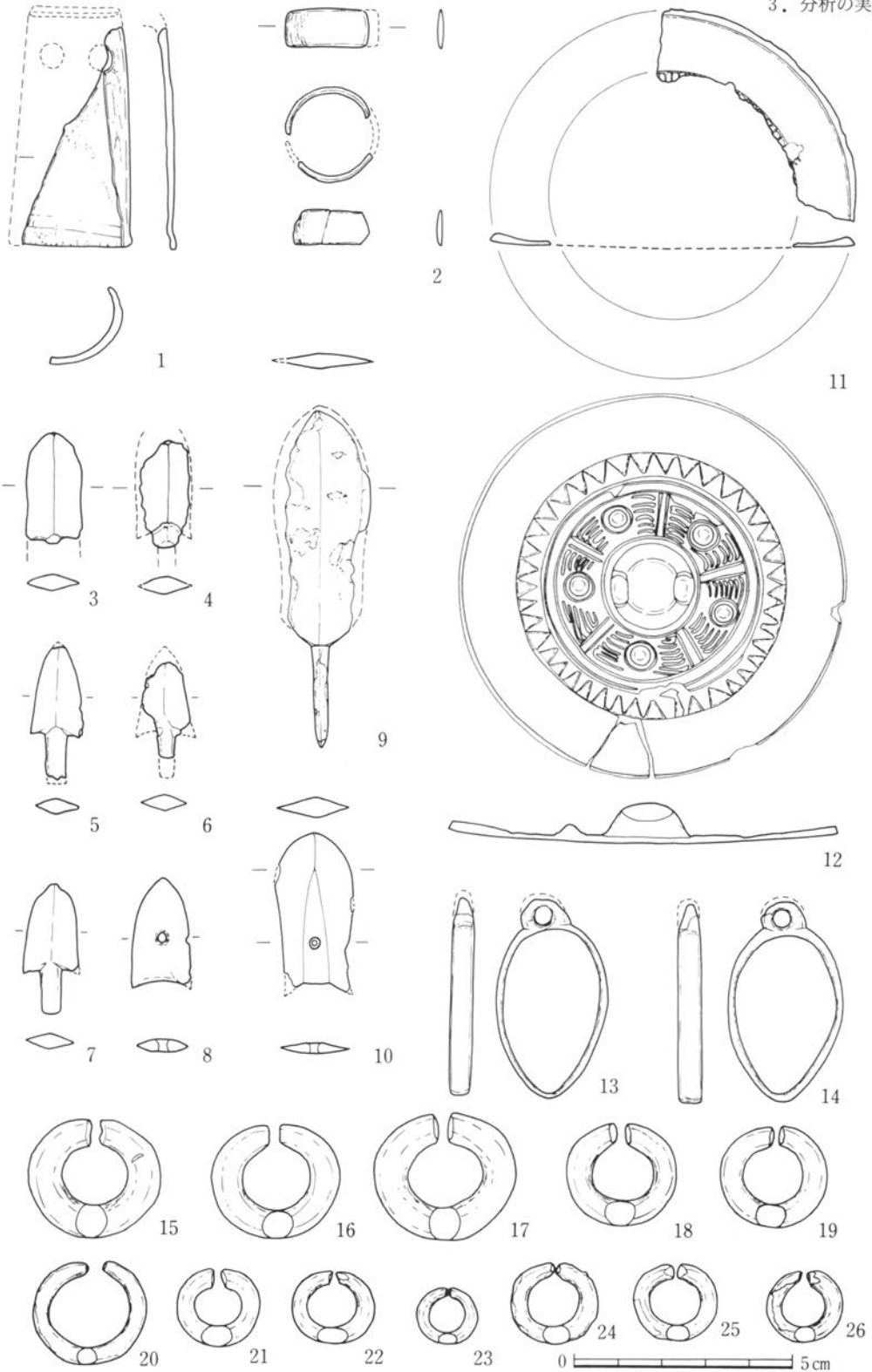
木更津市椿3号墳第1主体部出土の銅鏃である。椿3号墳は現在整理中の遺跡のため詳細は不明であるが、古墳時代前期の方墳と考えられている。銅鏃の出土した第1主体部は3号墳の墳頂部に位置し、舟形木棺を直葬した埋葬施設で、遺物は銅鏃の他に鉄製の剣・槍、ガラス小玉などが確認されている。これらの遺物はすべて木棺内からみつまっている。9はいわゆる柳葉形と呼ばれるタイプで、刃部は腐食が激しい。10は無茎のタイプで、逆刺がわずかにみられる。鑄は先端に近い部分のみで、中央の平坦な部分には矢柄を装着するための小孔が観察される。2点とも銅・鉛・錫の主要元素で構成されるが、銅の含有量は70%前後で次いで錫が多く約20%、鉛が3～6%含まれる。分析を実施した他の銅鏃に比べ、錫の割合が多くなっている。これは他の銅鏃との形態を比較しても理解できるように、鑄造した後に研ぐ事により、より薄く刃を作り出すことを考慮した成分比であることが伺える。(文献190)

#### 11 (第3図-11、図版14)

市原市草刈遺跡D区出土の小型仿製鏡である。後世に塚に改変された円墳の封土内から検出され、墳丘の基底面より50cmほど上面に、鏡面を上にした状態で検出された。鏡は周縁部のみの破片であるが、外区の一番外側には櫛歯文帯が一部確認できる。未報告のため詳細は不明であるが、古墳時代前期のものである。材質は良好で、破損が激しい割には腐食は進んでいない。定量分析の結果によると70%程度の銅に錫を20%強、鉛を10%弱含む合金であることが解った。面分析の2次電子像を見ても、大きな偏析は確認出来ない。

#### 12 (第3図-12、図版15～17)

木更津市俵ヶ谷古墳群4号墳の墳丘封土出土の振文鏡である。ほぼ完形の状態で確認された



第3図 分析遺物実測図(1)

### III 県内出土青銅製品の科学的分析

が外縁部が一部欠損しており、欠損部の小片は墳丘上の第1主体部からみつがっている。出土の詳しい状況については、報告書に記されているので参照されたい。この鏡については表面観察の上、銹の状態の違う3箇所（黒色・緑色・白色部分）にそれぞれ分析点を設定し、銹の上からと銹を完全に除去した状態で実施した。黒色部分とした箇所は、表面上はほとんど付着した状態の銹もなく黒緑色を呈し、テカテカしている。面分析の2次電子像によると、肉眼では観察出来ないクラックが無数にみられる。研磨前の定性分析によると、この部分はたまたま鉛の偏析部分にあたったためか、酸化した状態の鉛が多く検出され、銅や錫は若干検出されたのみである。銅製品に通常みられる緑色の銹が表面を覆う状態の部分では、地金の成分の銅と土中の成分であるアルミニウムや珪素がみられ、白色部分でもカルシウム・アルミニウム・酸素が検出され、製品本来のデータより外部の影響が大きくなっていることが観察されている。次にこの3箇所について地金部分の分析を行ってみると、銅・鉛・少量の錫が主成分であることがわかった。定量分析の数値は別表中に記してある。元素の偏析が大きいかかわらず、定量値が3つともほぼ同じ値になったことについては、試料に照射する電子線のある程度広げ（約 $100\mu\text{m}\phi$ ）一箇所の分析を10回程度行い平均を取ったので、偏析の影響が抑えられたためと考えられる。（文献80）

#### 13・14（第3図-13・14、図版18）

千葉市馬ノ口古墳群5号墳出土の刀の足金物である。5号墳には埋葬施設が3箇所みつがっており、その中の第1主体部第2石棺から検出された。この埋葬施設からはかなり豊富な副葬品がみつがっており、この金具の付く圭頭太刀の他にも、刀子、鉄族（48本）、小札、玉類、耳環がある。時期は7世紀前半と考えられる。分析を行った耳環は、鍍金が肉眼でも観察でき、表面で部分的に検出された銀は、芯である銅に箔状に巻き付けた加飾の名残と思われる。水銀も検出されていることから、銅芯に銀を巻いた上にアマルガム蒸着法による鍍金が施されていたことが想定される。（文献58）

#### 15（第3図15、図版19）

東金市久我台遺跡出土の耳環である。古墳時代後期の竪穴住居跡の床面から出土している。円柱状に加工した銅を耳環の形に曲げて作られている。肉眼では表面の鍍金等の加飾はみられないが、定量分析を見ると銅の他に若干の銀を検出しているため、銀による表面の加飾の可能性も考えられた。しかし面分析の写真をみると、銀はほぼ均一に合金中に分布しているため、銅の中に含まれる微量元素の一つと思われる。面分析ではその他に鉛・錫も微量観察されている。（文献263）

#### 16（第3図-16、図版20・30）

千葉市高沢遺跡の竪穴住居跡から検出された耳環である。傷みが激しく、表面の加飾は半分

ほど剥がれてしまい、芯である銅の部分がみえている。剥がれた加飾部分は厚みがあり、銅に直接鍍金を施したのでは無いことが伺える。分析の結果からみると、表面に銀は多く検出されているが、金は加飾部分の裏側にわずかに検出されたのみで、アマルガム蒸着法による鍍金を裏付ける水銀はどの部分にも検出されなかった。(文献183)

17 (第3図-17、図版21~23・30)

佐倉市池向8号墳出土の耳環である。8号墳は埋葬施設が周溝内を含め、14施設もみつまっているが、その中の墳丘上に位置する第二施設より出土した。第二施設は木棺直葬の埋葬施設で、今回分析した銅芯の耳環1点の他に錫製の耳環が一对、土師器杯、刀、刀子、鉄鏃、小玉が検出されている。棺内での出土状況からみると、被葬者が装着した状態ではない。耳環は、部分的に腐食し鍍金が剥れているものの比較的遺存状態は良い。なお、この耳環はたまたま分析作業中に鍍金膜が剝離してしまったために、鍍金膜の裏側からの分析や鍍金膜の断面の状態の分析を実施することが出来た。(図版22・23) この結果、銅芯に銀箔を巻いて、その上に金を鍍金したものであることが確認されている。鍍金層断面の分析をすべての資料に付いて行い得た訳ではないので、はっきりとした確証は無いが、鍍金層の剥がれた部分や様々な部分を分析した結果、他の耳環についても同様な製作過程が想定できる遺物が幾つかあった、また同様な例は以前にも市原市中永谷遺跡の耳環でも確認されている(註10)。(文献324)

18・19 (第3図-18・19、図版24・25)

佐倉市池向4号墳出土の耳環である。同一の埋葬施設からみつかっており、2個は対になるものと思われる。埋葬施設は粘土郭木棺直葬で、耳環の他には鉄製の刀子、滑石製の白玉、ガラス小玉が検出されている。耳環は中央部東よりに11cmの間隔を開けて検出されている。被葬者が装着した状態であろうか。1対の耳環は割と大振りなもので、遺存状態も比較的良く、きれいに鍍金が施されていた。分析によると鍍金層は金銀の合金で、黒色部分は鍍金層の下の銀が土中の硫黄と結合して硫化銀になったために黒色を呈したと思われる。鍍金方法は、水銀が検出されているためアマルガム蒸着法と考えられる。(文献324)

20・21・22・23 (第3図20・21・22・23、図版26~28)

木更津市請西大山台遺跡の古墳の埋葬施設から出土した耳環である。未発表資料のため、出土の経緯などの詳しいことは報告書に譲る。20の緑色部分は23と同じく、地金である銅成分が酸化した物である。茶色部分は珪素・アルミニウム・酸素が主成分で、他の検出された成分をみても、土中の成分と思われる。表面観察では、いずれも腐食が激しく、22は金色に光る箇所が部分的にみられるが、21・23ではかろうじて、表面の加飾が分析から推定できる程度である。21の緑色及び黒色部分は、銅の酸化物が主成分で、地金の銅が酸化したもので、茶色部分は銀が多く検出され、金も微量であるが検出されることから、銅芯に銀を巻き付けその上にさらに



### III 県内出土青銅製品の科学的分析

金または金・銀合金を貼って作られたと思われる。しかし銀と金の密着性が良くなかったために大部分が剥がれてしまったのではないだろうか。水銀が検出されないためアマルガム蒸着法による鍍金ではないと考えられる。22は表面部分は金・銀が主成分で水銀が検出されている事からアマルガム蒸着法による鍍金と考えられる。黒色部分は銀と硫黄が検出されることから、銅芯に銀を巻いた部分が、土中の硫黄と結合し硫化銀になったために黒くみえる。表面の部分には鍍金層はわずかしか残存しておらず、そのため分析では地金である銅の成分も検出されている。23の緑色部分及び黒色部分は銅の酸化物が主成分で、地金の銅部分が酸化した状態と思われる。しかし黒色部分には銀の成分も微量検出されていることから、地金の上に銀が存在していた事が推察される。銀と地金の密着性が悪かったために、地金が表面上に露出し、酸化したものである。

#### 24・25 (第3図24・25、図版29)

請西遺跡群諏訪谷横穴内の埋葬施設から、一対で出土した耳環である。双方とも主な成分は銅が酸化した状態で観察され、微量の金も検出されている。肉眼による表面観察では、地金部分の表面を何らかの金属で覆った状態が確認されているが、分析の結果では表面部分からも銅が検出され、銀や水銀等は検出されていない。また、この一対の耳環に付いては磷及びカルシウムが多量に検出された、これはもちろん耳環のそのものの成分ではないが、単に土中の成分とも考えにくい。被葬者に装着された状態で埋納されていたために、人骨の影響を受けた成分と推定される。発掘時に於ける検出位置の特徴を表す資料として興味深い。(文献149)

#### 26 (第3図-26、図版30)

千葉市小金沢古墳群3号墳の石室から検出された耳環である。耳環の他にガラス玉が16点みついている。耳環は腐食が激しく加飾部分はほとんどが剥落しているが、残った部分は皮をかぶったような状態にみえる。報告では銅地金貼りとされているが、分析によると加飾部分からは錆の影響しか認められず、逆に銅芯の部分から銀が多く検出されたため、表面の想定ができる結果となっている。(文献211)

#### 27 (第4図-28、図版31~34)

八千代市白幡前遺跡から出土した丸軛である。奈良時代後期から平安時代前期にかけての堅穴住居跡から検出されている。帯金具の分析に際しては、可能な遺物については錆の上からの分析も実施した。分析箇所を研磨し錆を除去する前に、まず面分析を行い定性チャートを録り、その後、同一箇所の地金についても同様の分析をおこない、次いで定量値を求めた。27は丸軛の表金具で、遺存状態も良好である。厚みがある重厚な作りで、幅約3mmの透孔がある。銅を60%以上鉛を約30%、砒素を約10%含み、その他に錫・アンチモンが若干検出されている。研磨後の面分析の2次電子像をみると、鉛の偏析がかなり斑な状態で確認されている。(文献60)



## 28・29 (第4図27・29、図版35～42)

八千代市権現後遺跡から出土した帯金具である。27は巡方の表金具で、透孔を持ち、内面四隅には、銅製の鉾が立ち上がった状態で残存している様子が観察される。鉾は表面から貫通するタイプではなく、内面に作りつけられている。分析によると約75%の銅に、鉛・砒素を10%強含み、若干の錫が混じる。鉛の偏析の状態は27よりも大きく、固まりで存在している。29は蛇尾の裏金具で、3方に鉾などを用いて革帯にとめる鉾孔が認められる。90%近い銅に5%以上の砒素、砒素より若干少ない量の鉛を含み、僅かに錫が混じる。27・29ともに、28の丸鞆同様重厚な作りである。(文献140)

## 30・31・32・33・34 (第4図30・31・32・33・34、図版19・43～56)

千葉市高沢遺跡から出土した帯金具である。32は平安時代前期の掘立柱建物の柱穴のそばから、それ以外は奈良時代後期から平安時代前期にかけての竪穴住居跡から出土している。32は幅5mmの透孔を持つ丸鞆の表金具である。遺存状態は良好と思われたが、地金部分は酸化が著しく、分析が不可能であった。そこで、内面に付けられた鉾部分のみ分析を行った。銅を約85%、砒素を約12%、鉛を約3%含む合金で、面分析の2次電子像では鉛の偏析が目立った。33は丸鞆の表金具である。透孔を持ち、裏面に3本の鉾が残る。遺存状態は比較的良好と思われたが、全体が白緑色に粉を吹いたように腐食しており、研磨した上での分析が困難だったため、定量値を求めることは出来なかった。銹を除去した状態は他の地金と明らかに色が違っており、きれいな銀色に光っていた、定性チャート図をみると鉛が検出されており、鉛の含有量の多い事の現れと思われる。30・31は丸鞆で、表金具(30)と裏金具(31)が組合わされた状態で出土した。丸鞆は、表金具・裏金具共に透孔が開き、表金具の内側に付く3本の鉾でとじ合わせようになっており、裏金具側からは鉾の頭が確認できる。この遺物については表金具・裏金具ではどのような違いがあるのかを調べるため、各々について分析をおこなった。結果をみると、表金具は90%以上の銅に5%前後の鉛、3%弱の砒素、裏金具は95%以上の銅に2%前後の鉛と砒素を含み、わずかに錫が混じるのは、表裏ともに共通していた。表金具の方が多少多く鉛が含まれているのは鑄造の過程でそうなったのか、あるいは出来上がりの色などを想定した上での結果なのかは不明である。3%という鉛の差がもたらす効果が果たしてあるのか、また、同時に鑄造した場合でも鑄型に流し込む順番などによって成分比は変化するのであろうか。34は蛇尾の裏金具である。周縁部の破損が激しいが、鉾孔が2箇所確認できる。分析によると、銅を約95%、砒素を約5%、鉛を1%強含み、分析箇所によっては錫・銀なども若干検出されている。(文献183)

27～29の帯金具に比べ高沢遺跡出土の遺物は、見た目より内部の腐食が激しく、地金の金属組織が崩壊しており、分析箇所の選定に苦労するものもあった。双方の違いを分析結果からみ

### III 県内出土青銅製品の科学的分析

ると、高沢遺跡出土の帯金具の方が、製品中に占める銅の割合が高いことが解った。研磨前後での定性分析を行い比較してみると、研磨前のチャート図ではアルミや珪素・カルシウムといった土に由来する成分が目立つのに対し、研磨後の図ではこれらが陰をひそめ、かわりに鉛・砒素といった元素が観察されるようになる。銅は研磨前でも多く検出されているが、これは表面を覆う錆の中に、地金の銅成分が溶け出している事を裏づけている。これらの現象は、おおむね他の帯金具に付いても共通して確認された。

#### 35 (第4図35、図版57)

成田市木戸下遺跡出土の銅製足金具(刀装具)である。双脚の足金物で、上部に山形の飾り金具がついている。平安時代前期の竪穴住居跡の覆土から出土しているが、かなり上面での検出のため本住居跡に伴う遺物では無いと思われる。しかし分析の結果をみると少量の鉛に加え砒素が検出されている、こうした点から奈良時代以降、ほぼこの住居跡の時代の遺物と考えられる。分析によると、銅・鉛・砒素と微量の錫・銀を含む合金であることが解った。(文献97)

#### 36 (第4図36、図版58)

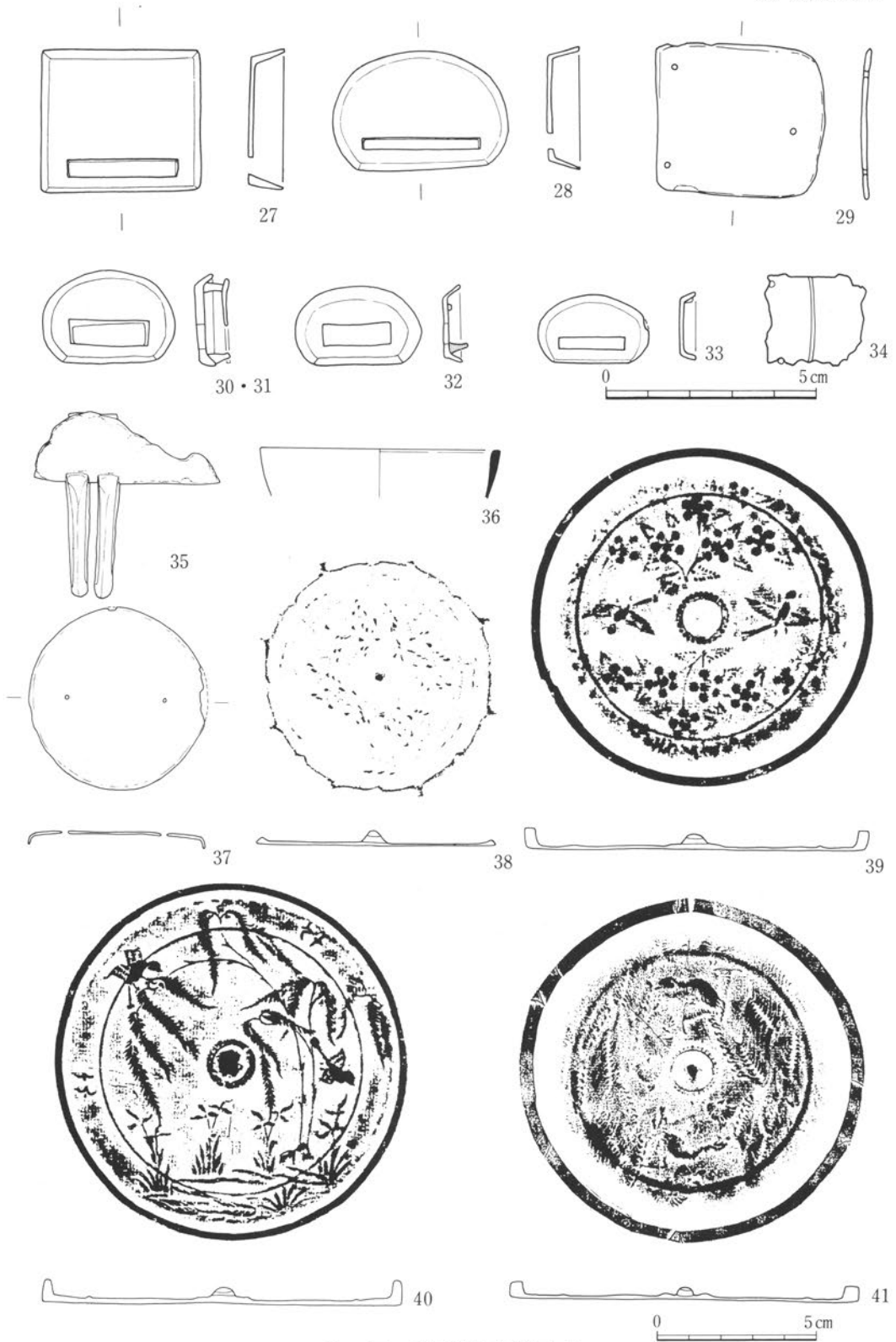
佐原市吉原三王遺跡出土の銅鏡片である。グリッド出土のため伴う遺構は不明である。口縁部だけの破片で、1/5程度しか残存していない。全体にやや厚めだが、口唇部が肥厚する平安時代に特徴的な銅鏡の器形である。分析によると、銅が75%程度で20%近い鉛、6%程の砒素を含み、その他に錫・鉄がわずかに混じっている。面分析の2次電子像をみると、かなりの量の鉛が銅の中に溶けきらずにかなり大きい班粒状で点在している事が確認された。(文献114)

#### 37 (第4図37、図版59)

佐原市吉原三王遺跡土壙墓出土の合子の蓋である。土壙は一辺2m弱の小型で、合子の他に和鉢・毛抜き・刀子・青磁器碗と39の和鏡が埋納されていた。平安時代後期から鎌倉時代の遺物と思われる。銅蓋の付く合子の身部分は青白磁で、影青の透明釉で体部外面上半及び内面を施釉する、平らな菊座形を呈する。蓋は緑青が全体に吹き出し、口縁が一部欠損するが、遺存状態は良好である。天井部と口縁部は一体で円盤上の銅板を折り返して成形され、天井部に径1.5mmの小孔が2箇所穿たれている。分析によると、銅の値がほぼ純銅であるが、場所によって鉛や砒素がみられ、少量の銀も含まれる。偏析の影響で、ポイントによってやや定量値に開きが出た結果となった。(文献114)

#### 38 (第4図38、図版60)

佐原市吉原三王遺跡竪穴住居跡出土の八稜鏡である。住居跡のカマド脇の床面より、鏡面を上にした状態で検出された。緑青が吹き出し部分的にひび割れがみられる。文様は摩耗のため明瞭でないが二重の圈線が巡り、内区の文様は紐を中心にして秋草が対象的に上下に配されている。報告によると、全体の形状および文様構成から平安時代中期の所産と考えられている。



第4図 分析遺物実測図(2)

### III 県内出土青銅製品の科学的分析

約83%の銅に10%弱の錫と5%以下の鉛・砒素を含む。面分析の2次電子像をみると、鉛が細かい粒状に観察されるものの、ほぼ均一に混ざり合っている。(文献114)

#### 39 (第4図39、図版61)

佐原市吉原三王遺跡土壌墓出土の和鏡である。37と同じ土壌内の出土である。縁がわずかに外傾し、平坦な鏡面を呈する円鏡である。遺存状態は良好である。鏡胎は薄く、鏡背面には直径7.8cmの単界線が巡り、紐は菊座形である。鏡背の図柄が、菊座紐を中心に雀と思われる双鳥を左右に配される「山吹双鳥鏡」である。報告によると文様構成の特徴等から平安時代後期から鎌倉時代初期にかけての製品である。銅を約76%、鉛を約16%、錫を約8%含み、その他に微量の鉄も検出されている。面分析の2次電子像をみると、鉛の偏析がやや小さい斑点状に確認できる。(文献114)

#### 40 (第4図40、図版62)

東金市久我台遺跡土壌墓出土の和鏡である。和鏡は掘り方の北東隅の近く、やや浮いた状態で、鏡面を上に向けて検出された。全体に緑青が出ているが遺存状態は良好で文様もはっきりしている。鏡背面には単圈圏線が巡り、内外区に分けられているが、文様はそれを無視した形で配されている。水辺の風景に、柳、かきつばた等が配され、雀が二羽飛んでいる他に、かなり簡略化された二羽一對の鳥が二箇所にもみられる。紐は菊座形を呈し、垂柳双雀鏡と呼ぶものであろうか、と報告されている。平安時代後期から鎌倉時代初頭の製品のようなものである。偏析の影響か、定量分析の値は測定ポイントによって多少幅がみられるが、70%以上の銅に約15%の鉛、10%前後の錫を含み、その他に微量の砒素や鉄が混じっている。(文献263)

#### 41 (第4図41、図版63)

成田市大台遺跡土壌墓出土の和鏡である。未報告の資料のため出土状況等詳しい事は不明であるが、時期はおおむね鎌倉時代前期の製品である。鏡背面には圏線が一条巡り、文様は錆のため識別しにくい。飛ぶ鳥、松、波などが観察される。85%以上の銅に10%近い鉛、次いで約6%の錫を含み、微量の鉄も検出されている。38の和鏡と並んで、砒素がほとんど検出されない点が、奈良時代以降の銅製遺物としては珍しいと思われる。

当センターが委託して分析した遺物は上記のとおりである。各々の説明文の後に付加した文献番号は、II-4の参考文献一覧の番号である。なお、12・20～25の遺物については、(勅)君津郡市文化財センターの御厚意を得て実施することができた。

No.	遺跡名	遺物名	装置	分析項目	分析ポイント及び箇所	図版No.
1	草刈I区	小銅鐸	EDX/SEM	定量分析・面分析	①・②	3
2	草刈F区	指輪	EDX/SEM	定量分析・面分析	①・②	4
3	泉北側第2	銅鍍	EDX/SEM	定量分析・面分析	①	5
4	泉北側第2	銅鍍	EDX/SEM	定量分析・面分析	①	5
5	石揚	銅鍍	EDX/SEM	定量分析・面分析	①・②	6
6	石揚	銅鍍	EDX/SEM	定量分析・面分析	①・②	7
7	石揚	銅鍍	EDX/SEM	定量分析・面分析	①・②	8
8	石揚	銅鍍	EDX/SEM	定量分析・面分析	①・②	9
9	椿3号墳	銅鍍	EDX/SEM	定量分析・面分析	A/B①・②	10,11
10	椿3号墳	銅鍍	EDX/SEM	定量分析・面分析	A/B①・②	12,13
11	草刈D区	銅鏡	EDX/SEM	定量分析・面分析	①・②	14
12	依ヶ谷4号墳	銅鏡	EPMA/SEM	定量分析・面分析	黒・緑・白灰色部の研磨前	15,16,17
13	馬ノ口5号墳	刀装具	EPMA	定性分析	鍍金部・錆部	18
14	馬ノ口5号墳	刀装具	EPMA	定性分析	鍍金部・錆部	18
15	久我台	耳環	EDX/SEM	定量分析・面分析	①	19
16	高沢	耳環	EPMA/SEM	定性分析・面分析	鍍金部・黒色部・鍍金層の裏面	20,30
17	池向8号墳	耳環	EPMA/SEM	定性分析・面分析	鍍金部・黒色部・鍍金層の断面及び裏面	21,22,23,30
18	池向4号墳	耳環	EPMA/SEM	定性分析・面分析	鍍金部・黒色部	24
19	池向4号墳	耳環	EPMA/SEM	定性分析・面分析	鍍金部・黒色部	25
20	請西大山台	耳環	EPMA	定性分析	緑色部・茶色部	26
21	請西大山台	耳環	EPMA	定性分析	緑色部・黒色部・茶色部	27
22	請西大山台	耳環	EPMA/SEM	定性分析・面分析	鍍金部・黒色部・茶色部	27,28
23	請西大山台	耳環	EPMA	定性分析	緑色部・黒色部	26
24	諏訪谷横穴	耳環	EPMA	定性分析	緑色部・茶色部	29
25	諏訪谷横穴	耳環	EPMA	定性分析	白灰色部・茶色部	29
26	小金沢3号墳	耳環	EPMA/SEM	定性分析・面分析	緑色部・黒色部	30
27	白幡前	丸柄	EDX/SEM	定量分析・面分析	A/B①②研磨前・後	31,32,33,34
28	権現後	巡方	EDX/SEM	定量分析・面分析	A/B①②研磨前・後	35,36,37,38
29	権現後	鈍尾裏金	EDX/SEM	定量分析・面分析	A/B①②研磨前・後	39,40,41,42
30	高沢	丸柄	EDX/SEM	定量分析・面分析	A/B①②研磨前・後	43,44,45,46
31	高沢	丸柄裏金	EDX/SEM	定量分析・面分析	A/B①②研磨前・後	47,48,49,50
32	高沢	丸柄鋸	EDX/SEM	定量分析・面分析	①鋸部分	19
33	高沢	丸柄	EDX/SEM	定量分析・面分析	A/B①②研磨前	51,52
34	高沢	鈍尾裏金	EDX/SEM	定量分析・面分析	A/B①②研磨前・後	53,54,55,56
35	木戸下	刀装具	EDX/SEM	定量分析・面分析	①・②	57
36	吉原三王	銅腕	EDX/SEM	定量分析・面分析	①・②	58
37	吉原三王	合子蓋	EDX/SEM	定量分析・面分析	①・②	59
38	吉原三王	和鏡	EDX/SEM	定量分析・面分析	①・②	60
39	吉原三王	和鏡	EDX/SEM	定量分析・面分析	①・②	61
40	久我台	和鏡	EDX/SEM	定量分析・面分析	①・②	62
41	大台	和鏡	EDX/SEM	定量分析・面分析	①・②	63

第1表 分析項目一覧

#### 4. 分析結果に基づく考察

今回は、製品と錆の関係を知るために、錆の上と地金部分について分析を実施した。分析面の顕微鏡写真では、錆の上からと研磨後に撮影した場合には明らかな違いがあることが、分析面の顕微鏡写真からも理解できる。錆の上から分析した場合は、銅の分布すべき箇所には珪素や鉄といった外部からの影響を表す元素が広がり、定性チャートでは、表層である錆の部分には、製品中から溶け出したとみられる錫や銅が検出されている。同一箇所でも地金を露出させ定性分析をおこなったものと前者を比較すると、双方の結果では成分比のピークが逆転しているものも確認される。さらに、地金部分の分析ではじめて検出される成分もあった。こうしたことから、やはり錆の付着したままの資料から地金の成分を定量的に推定するのは、かなり困難であることが理解できる。

定量分析の結果ほぼ同じ成分比で作られている遺物でも、研磨した後の二次電子像から合金の様子を観察すると、偏析の現れ方や金属組織の組成には差があることが認められた。これは合金の溶解温度や凝固温度、凝固速度などといった環境に影響されるためであろうか。

一方、部分的な研磨が難しく、微少X線による定性分析のみを実施した遺物は、錆の付着した状態のまま肉眼で観察出来る差異に注目して分析点を設定した。結果は土中の成分と思われる珪素・アルミニウム・カルシウム・鉄と、地金の成分と思われる銅・鉛などが検出されている。肉眼で差異が区別できる部分については成分比上の差異も同様に確認され、錆の色調の差も成分の差に由来することが確認できた。また、鍍金を施した製品では同じく錆とみられる中にも、地金部分が錆びたものと鍍金部分に生じた錆があることがわかった。これは錆の発生の原因とも深く関係するが、このような錆のタイプの違いについては以前から各方面で研究が進められていることが知られている（註11）。

次いで、分析によって得られた定量値から若干の考察をおこなってみる。今回分析した遺物は数も少なく分析試料も系統だった選定がされているとは言い難いため、銅製品についての総合的な解釈をおこなうには至らなかった。分析値の一覧を第2・3表に掲載しているので参考にして頂きたい。なお、分析結果の考察に当たっては、当センターが実施した分析結果に加え、それに先だって千葉県立房総風土記の丘で実施した同様の分析結果を合わせた。委託先は(株)川鉄テクノロジーで、分析条件や分析装置は当センターと同一である。

これらの分析結果からみるとまず第一に、弥生時代から古墳・歴史時代と移り変わるにつれて銅の割合がだんだん減ってくる事である。これは分析した遺物の種類による特性に影響されている部分が多いと思うが、総体的な流れとして注目される動きである。(第5図)

また、それぞれの時代の合金の組成は、製品の種類によって、違っていることがわかる。こ

これは製品の機能や製作上の理由によって成分が規定されるためと考えられる。例えば、古墳時代初期の銅鏝で、同じ銅鏝の中でも突出して鉛・錫が多いものがある。これは銅鏝の中でも新しいと思われる遺物のため時期的な特徴とみることもできるが、形態的にみて鑄造後研ぎ出されるタイプのため、加工性が考慮された結果こうした成分比になったと考える方が妥当であろう。さらに、古墳時代以降に錫、鉛の比率が各時代で平均すると多くなるのは、この時期からそれらを多く含む鏡が登場するためと思われる。各時代の主要元素の平均値比較の他に製品毎の成分比率も掲載しているので参照されたい。(第6～8図)

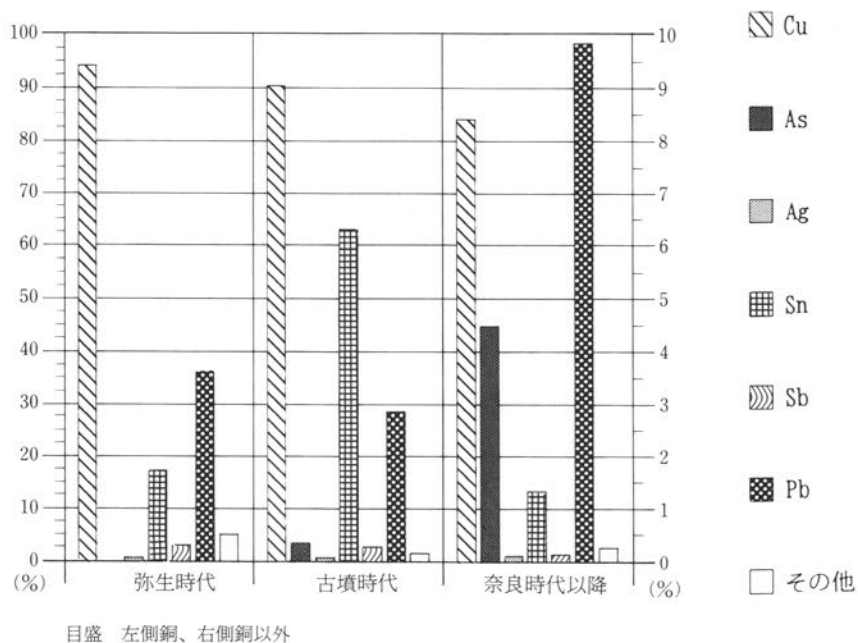
時代が下るに従って、銅の比率が徐々に減少し、錫・鉛等の含有率が増加していることがわかる。次に、銅・錫・鉛の主要3元素以外の微量元素に目を移すと、奈良時代以降に入って、それまで殆ど検出されなかった銀・砒素が含まれるようになる。(古墳時代の耳環の定性分析でも微量の銀が検出されているが、この場合は地金の銅の中に含まれていたと言うより、表面の加飾に関係して検出されたと思われる。また、古墳時代に砒素が若干あらわれているのは、7世紀代の古墳から出土した遺物に影響されているためと考えられる。)

国産の銅鉱石には、始めから不純物として僅かな砒素や銀が含まれることが知られている。歴史時代になって砒素・銀と言った微量元素が、銅以外の元素の中で急激に増加するのは、飛鳥時代以降に国内の銅鉱山が開拓され、国産の銅鉱石を使用した生産が開始されたことが原因と考えられる。それでは国産の銅を使用した製品は、歴史時代に至るまで本当に無かったかという、国産の自然銅を使用しておこなわれていた可能性は十分に想定できる。また銅鉱石を原料にする製品の生産がおこなわれるようになったからと言って、自然銅が一切使用されなくなる訳ではないことも考慮するべきである。

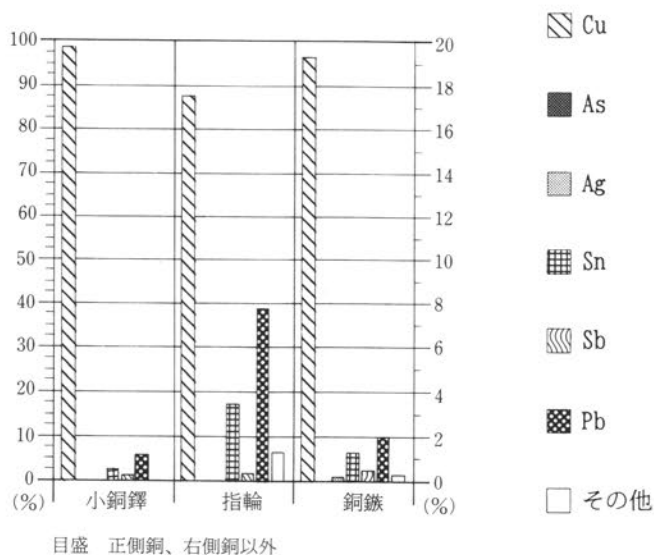
しかし、国産の銅鉱石に砒素が含まれると言っても、その量は極めて微量である。従って、砒素の量が目立って多い遺物に関しては、製作手法の一つとして故意に加えられていることが考えられるが、これは先にも述べたように砒素を配合することにより銅の溶解温度が極端に下がるため、その効果を狙ったものと思われる。砒素についてもう少し付け加えると、国産の銅鉱石から微量混入物である砒素を完全に取り除く技術は、「しろめを抜く」といい、江戸時代になって初めて完成した方法と言われている。

国内で数少ない銅の精錬炉を検出した遺跡として注目されている山口県の長登銅山は、銅中の砒素の割合から、奈良時代に東大寺の大仏鑄造のための銅原料の産地としても注目されている。奈良に銅を納めた事から「奈良登り」、それがなまって長登と呼ばれるようになったと古くから伝えられているが、その事実は近年発掘された木簡からも明らかである。また科学分析でも、長登の銅は砒素の含有量が多いことが確認されており、奈良の大仏と比較して、含まれる砒素の割合が似ていることが指摘され、史実を裏付けている(註12)。秋吉台地の南東部に位置

III 県内出土青銅製品の科学的分析

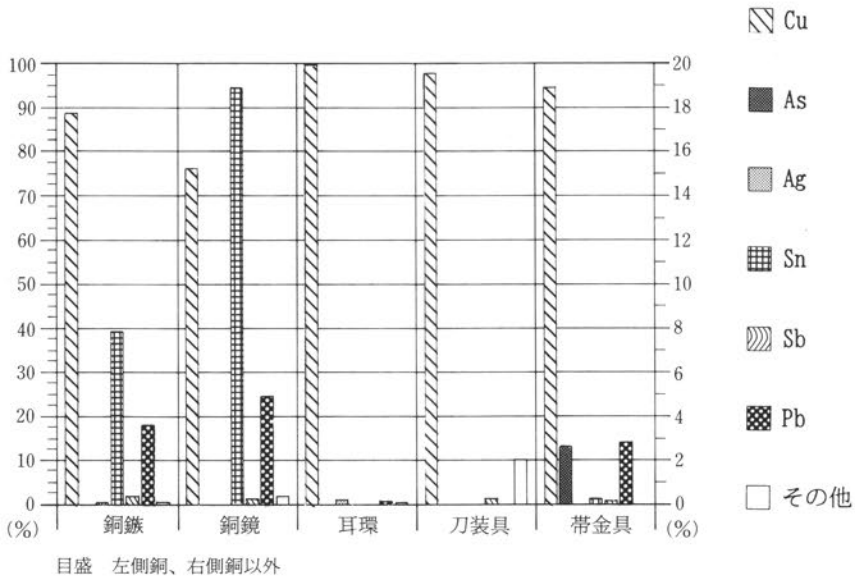


第5図 時代別成分組成

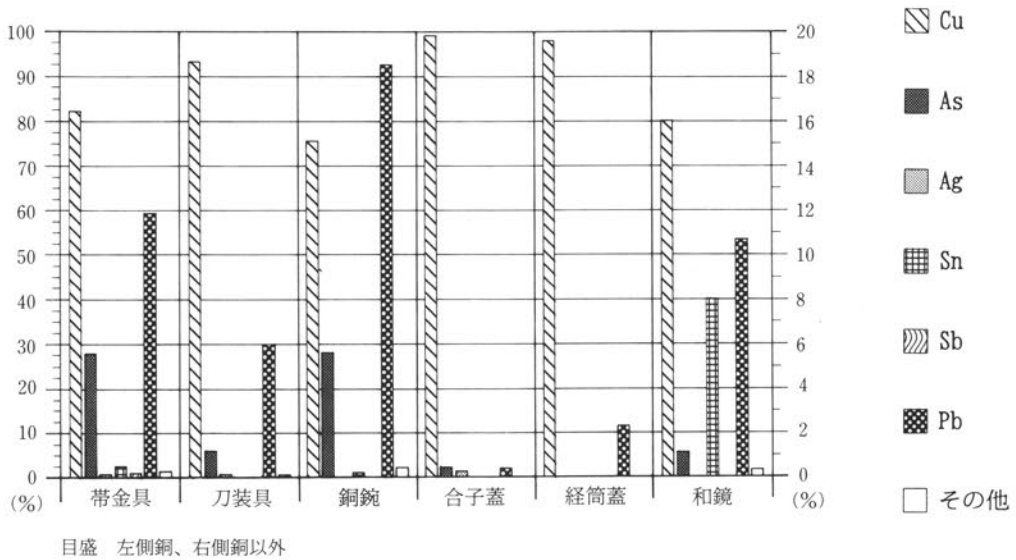


第6図 種類別組成 弥生時代





第7図 種類別組成 古墳時代



第8図 種類別組成 奈良時代以降

する谷筋の鉱脈では奈良時代から現代にいたるまで銅鉱石の採掘が行われ、大量のからみ片が谷筋を埋めており、その堆積は優に5mを越えている。また、長門国では、長登に先行する7世紀代の秋吉台周辺の集落跡から鑄造関連遺物も確認されているが、(中村遺跡・国秀遺跡) こうした集落は、長登銅山の開設と同時期に終息している。この現象の理由として、前述の集落に住む技術者たちが、長登銅山の開設に伴い、銅山付属の工房に再編成された可能性が指摘されている(註13)。

一方、『続日本紀』和銅元年正月乙巳(708年)の条には、埼玉県の秩父地方から銅が献上され初めて貨幣を鑄造し、年号を慶雲から和銅に改めたという記述もみられる。これ以降公的には銅の私的採掘は禁止されているが、実際にはその後も各地で小規模な私採はおこなわれていたと思われる。

銅製品の生産に付いては、近年鑄造関係の遺跡の発掘例が徐々に増加しているものの、まだ不明な点が多く、採掘・製錬・鑄造と言ったプロセスの解明はいまだ不十分である。県内でも歴史時代の集落から時々、銅滓の付着したとりべの破片のような遺物が検出されるが。鑄造を裏付けるような遺構は、わずかに市原市上総国分寺周辺の調査で発見されているにすぎない。地方において銅製品の製造が果たして頻繁に行われていたかは疑問であるが、小型の銅製品の鑄造は、材料さえ整えば比較的小規模に行うことができたのではないかとも思われる。

註

- (1) 内田俊秀 1984「出土青銅製品の保存科学的観察」『出土青銅製遺物の実態調査報告書』弥生時代篇 元興寺文化財研究所・葉賀七三男 1988 「古代金属とヒ素」『金属博物館紀要』13 金属博物館
- (2) 池田善文は1996「古代産銅地考」 坂詰秀一先生還歴記念論文集『考古学の諸相』のなかで、文献上に残る古代の銅生産地と、実際のその地域で調査された遺跡を対比させ、検証作業を行っている。
- (3) 美東町教育委員会 1990『長登銅山跡Ⅰ』・1993『長登銅山跡Ⅱ』、梅崎恵司・柴尾俊介 1992『尾崎遺跡』 財団法人北九州市教育文化事業団等があげられる。
- (4) 近重真澄 1918「東洋古銅器の化学的研究」『史林』第3巻第2号、1919「化学より観たる東洋上代の文化」『史林』 第4巻第2号
- (5) 梅原末治 1940「支那古銅利器の成分に関する考古学的考察」『東方学報』、1925「銅鐸の化学成分について」『東洋史論叢』 白鳥博士還暦記念、1934「化学上より観たる支那の純銅器時代の確認に就いての疑問」『史学』 第13巻第1号

- (6) 三辻利一・伊達宗泰他 1977「メスリ山古墳出土銅鏃・鏡片のケイ光X線分析」『メスリ山古墳』 榎原考古学研究所  
沢田正昭 1988「非破壊分析の方法とその信頼性」『日本出土青銅器の材質分析による編年研究』等。
- (7) 久野雄一郎 1979「伝羽曳山出土(狭山藩旧蔵)銅鐸の金属学的調査報告」『考古学論攷』第三冊 榎原考古学研究所
- (8) 国立歴史民俗博物館編 1992「歴史資料の非破壊分析法の研究」『国立歴史民俗博物館研究報告』38集、田口勇・斉藤努編 1995『考古学資料分析法』 ニューサイエンス社
- (9) 相京邦彦 1995「東日本における『小銅鐸』の終焉」『古代文化』第47巻10号に遺物の概要が紹介されている。
- (10) 白井久美子他 1994『千原台ニュータウンⅣ－中永谷遺跡－』 千葉県文化財センター
- (11) 前掲6と同じ
- (12) 久野雄一郎 1990「東大寺大仏の銅原料についての考察」『考古学論攷』第十四冊 榎原考古学研究所
- (13) 渡辺一雄 1994「長門における産銅の起源－長登銅山開設以前の産銅について－」『月刊文化財』374号

III 県内出土青銅製品の科学的分析

弥生時代

番号	POINT	遺跡名	種類	挿図	Al	Cl	Fe	Cu	As	Ag	Sn	Sb	Pb	Si
1	1	草刈I区	小銅鐸	1	<0.1	<0.1	<0.1	98.3	<0.1	<0.1	0.4	0.3	1.0	<0.1
1	2	草刈I区	小銅鐸	1	<0.1	<0.1	<0.1	98.3	<0.1	<0.1	0.4	0.1	1.2	<0.1
2	1	草刈F区	指輪	2	<0.1	0.3	<0.1	86.2	<0.1	<0.1	3.1	0.3	9.1	0.9
2	2	草刈F区	指輪	2	<0.1	0.9	<0.1	88.5	<0.1	<0.1	3.8	0.2	6.3	0.3
3	1	阿玉台北021-31	銅鐸	*	<0.1	0.2	<0.1	96.9	<0.1	0.2	1.4	0.3	1.1	
3	2	阿玉台北021-31	銅鐸	*	<0.1	0.3	<0.1	95.3	<0.1	<0.1	1.1	0.5	2.8	

古墳時代

番号	POINT	遺跡名	種類	挿図	Al	Cl	Fe	Cu	As	Ag	Sn	Sb	Pb	Si	Zn
4	1	泉北側第2	銅鐸	3	<0.1	<0.1	<0.1	97.3	<0.1	0.3	0.4	0.7	1.3	<0.1	
5	1	泉北側第2	銅鐸	4	<0.1	<0.1	<0.1	96.5	<0.1	0.1	1.3	0.4	1.7	<0.1	
6	1	石揚	銅鐸	5	<0.1	<0.1	<0.1	94.5	<0.1	<0.1	1.6	0.5	3.4		
6	2	石揚	銅鐸	5	<0.1	<0.1	<0.1	94.8	<0.1	<0.1	1.7	0.5	3.0		
7	1	石揚	銅鐸	6	<0.1	<0.1	<0.1	94.2	<0.1	<0.1	1.6	0.5	3.7		
7	2	石揚	銅鐸	6	<0.1	<0.1	<0.1	95.2	<0.1	<0.1	1.6	0.4	2.3		
8	1	石揚	銅鐸	7	<0.1	<0.1	<0.1	94.1	<0.1	<0.1	1.5	0.4	4.0		
8	2	石揚	銅鐸	7	<0.1	<0.1	<0.1	93.0	<0.1	<0.1	1.5	0.3	5.2		
9	1	石揚	銅鐸	8	<0.1	<0.1	<0.1	93.4	<0.1	<0.1	1.2	0.7	4.8		
9	2	石揚	銅鐸	8	<0.1	<0.1	<0.1	94.4	<0.1	<0.1	1.3	0.6	3.7		
10	A-1	椿3号墳	銅鐸	9	<0.1	<0.1	<0.1	74.0	<0.1	<0.1	22.3	<0.1	3.7		
10	A-2	椿3号墳	銅鐸	9	<0.1	<0.1	<0.1	75.9	<0.1	<0.1	21.2	<0.1	2.6		
10	B-1	椿3号墳	銅鐸	9	<0.1	<0.1	<0.1	78.2	<0.1	<0.1	17.9	<0.1	3.9		
10	B-2	椿3号墳	銅鐸	9	<0.1	<0.1	<0.1	79.3	<0.1	<0.1	17.5	<0.1	3.2		
11	A-1	椿3号墳	銅鐸	10	<0.1	<0.1	<0.1	67.3	<0.1	<0.1	27.0	<0.1	5.7		
11	A-2	椿3号墳	銅鐸	10	<0.1	<0.1	<0.1	66.2	<0.1	<0.1	28.4	<0.1	5.3		
11	B-1	椿3号墳	銅鐸	10	<0.1	<0.1	<0.1	64.1	<0.1	<0.1	29.8	<0.1	6.0		
11	B-2	椿3号墳	銅鐸	10	<0.1	<0.1	<0.1	70.4	<0.1	<0.1	23.8	<0.1	5.8		
12	1	東寺山石神40	銅鐸	*	<0.1	<0.1	<0.1	92.5	<0.1	0.1	2.5	0.4	4.5		
13	1	東寺山石神4号墳	銅鐸	*	<0.1	<0.1	<0.1	94.7	<0.1	<0.1	0.9	0.4	4.1		
13	2	東寺山石神4号墳	銅鐸	*	<0.1	<0.1	<0.1	95.6	<0.1	<0.1	1.0	0.4	3.0		
14	1	飯合作1号墳-1	銅鐸	*	<0.1	<0.1	<0.1	94.5	<0.1	<0.1	1.9	0.6	3.0		
14	2	飯合作1号墳-1	銅鐸	*	<0.1	<0.1	<0.1	93.7	<0.1	<0.1	2.0	0.6	3.7		
15	1	飯合作1号墳-2	銅鐸	*	<0.1	<0.1	<0.1	95.2	<0.1	<0.1	1.8	0.4	2.6		
15	2	飯合作1号墳-2	銅鐸	*	<0.1	0.8	<0.1	95.6	<0.1	<0.1	1.4	0.4	1.8		
16	1	公津原028-15	銅鐸	*	<0.1	<0.1	<0.1	94.4	<0.1	<0.1	2.0	0.6	3.0		
17	1	城の腰表採-12	銅鐸	*	<0.1	0.1	<0.1	95.1	<0.1	<0.1	1.5	0.5	2.8		
17	2	城の腰表採-12	銅鐸	*	<0.1	0.1	<0.1	95.8	<0.1	<0.1	1.3	0.5	2.4		
18	1	草刈D区	銅鏡	11	<0.1	<0.1	<0.1	71.7	<0.1	<0.1	20.7	<0.1	7.6	<0.1	
18	2	草刈D区	銅鏡	11	<0.1	0.3	<0.1	69.0	<0.1	<0.1	22.5	<0.1	8.2	<0.1	
19	1	依ヶ谷4号墳	銅鏡	12			<0.1	79.0			17.0	0.4	2.8		0.1
19	2	依ヶ谷4号墳	銅鏡	12			<0.1	79.0			17.0	0.4	2.9		0.1
19	3	依ヶ谷4号墳	銅鏡	12			<0.1	80.0			17.0	0.4	2.7		<0.1
20	1	久我台	耳環A	15	<0.1	<0.1	<0.1	99.4	<0.1	0.6	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	
21	1	下部多供養塚-4	耳環	*	<0.1	0.1	<0.1	99.9	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	
21	2	下部多供養塚-4	耳環	*	<0.1	<0.1	<0.1	100.0	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	
22	1	公津原059-9	耳環	*	<0.1	0.1	<0.1	99.9	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	
22	2	公津原059-9	耳環	*	<0.1	<0.1	<0.1	100.0	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	
23	1	大坂2墳2主-2	耳環	*	<0.1	<0.1	<0.1	99.8	<0.1	0.2	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	
24	2	大坂2墳2主-2	耳環	*	<0.1	<0.1	<0.1	100.0	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	
25	1	大坂2墳2主-3	耳環	*	<0.1	<0.1	<0.1	98.9	<0.1	0.5	<0.1	<0.1	0.6		
25	2	大坂2墳2主-3	耳環	*	<0.1	<0.1	<0.1	99.1	<0.1	0.4	<0.1	<0.1	0.5		
26	1	阿玉台北066-26	刀装具	*	<0.1	2.6	<0.1	97.3	<0.1	<0.1	<0.1	0.3	<0.1		
26	2	阿玉台北066-26	刀装具	*	<0.1	1.7	<0.1	98.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.2	<0.1		
27	1	阿玉台北004墳-3	鉸具	*	<0.1	<0.1	<0.1	94.8	2.2	<0.1	0.4	0.2	2.4		
27	2	阿玉台北004墳-3	鉸具	*	<0.1	<0.1	<0.1	94.8	1.8	<0.1	0.6	<0.1	2.8		
28	1	天王船塚50墳-201	鉸具	*	<0.1	<0.1	<0.1	96.0	2.1	<0.1	<0.1	<0.1	1.9		
28	2	天王船塚50墳-201	鉸具	*	<0.1	<0.1	<0.1	95.3	2.3	<0.1	<0.1	<0.1	2.4		
29	1	天王船塚50墳-202	鉸具	*	<0.1	<0.1	<0.1	91.8	3.8	<0.1	0.1	0.1	4.2		
29	2	天王船塚50墳-202	鉸具	*	<0.1	<0.1	<0.1	93.4	3.4	<0.1	0.1	0.2	2.9		

第2表 定量分析値一覧 弥生時代・古墳時代

奈良時代以降

番号	POINT	遺跡名	種類	挿図	Al	Cl	Fe	Cu	As	Ag	Sn	Sb	Pb	Si
30	A-1	権現後	巡方	28	<0.1	<0.1	<0.1	73.5	12.0	<0.1	0.8	0.2	13.6	
30	A-2	権現後	巡方	28	<0.1	<0.1	<0.1	75.7	11.8	<0.1	0.6	<0.1	11.9	
30	B-1	権現後	巡方	28	<0.1	<0.1	<0.1	80.2	11.8	<0.1	1.1	<0.1	6.9	
30	B-2	権現後	巡方	28	<0.1	<0.1	<0.1	74.9	11.8	<0.1	1.0	0.2	12.2	
32	1	村上込の内156-110	巡方	*	<0.1	<0.1	<0.1	57.0	3.6	<0.1	0.6	0.5	38.3	
32	2	村上込の内156-110	巡方	*	<0.1	<0.1	<0.1	54.3	4.5	<0.1	0.7	0.3	40.3	
33	1	村上込の内156-111	巡方	*	<0.1	<0.1	<0.1	67.6	5.0	<0.1	<0.1	0.1	27.2	
33	2	村上込の内156-111	巡方	*	<0.1	<0.1	<0.1	63.4	5.3	<0.1	<0.1	0.1	31.2	
34	1	村上込の内520-14	巡方	*	<0.1	<0.1	<0.1	86.8	2.4	<0.1	0.7	0.1	10.0	
34	2	村上込の内520-14	巡方	*	<0.1	<0.1	<0.1	86.6	2.3	<0.1	0.6	0.1	10.4	
35	A-1	白幡前	丸柄	27	<0.1	<0.1	<0.1	61.8	8.1	<0.1	0.5	0.2	29.3	
35	A-2	白幡前	丸柄	27	<0.1	<0.1	<0.1	62.0	10.0	<0.1	<0.1	0.4	26.8	
35	B-1	白幡前	丸柄	27	<0.1	<0.1	<0.1	61.4	7.8	<0.1	0.5	0.2	30.0	
35	B-2	白幡前	丸柄	27	<0.1	<0.1	<0.1	61.9	10.2	<0.1	0.5	0.2	27.2	
36	1	高沢	丸柄紙	32	<0.1	<0.1	<0.1	84.9	11.7	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	
37	A-1	高沢	丸柄	30	<0.1	<0.1	<0.1	91.7	2.8	<0.1	0.3	<0.1	5.2	
37	A-2	高沢	丸柄	30	<0.1	<0.1	<0.1	92.6	2.5	<0.1	0.4	<0.1	4.4	
37	B-1	高沢	丸柄	30	<0.1	<0.1	<0.1	92.9	2.6	<0.1	0.2	<0.1	4.2	
37	B-2	高沢	丸柄	30	<0.1	<0.1	<0.1	91.6	2.7	<0.1	0.3	<0.1	5.4	
38	A-1	高沢	丸柄裏	31	<0.1	<0.1	<0.1	95.9	1.8	<0.1	0.4	<0.1	1.9	
38	A-2	高沢	丸柄裏	31	<0.1	<0.1	<0.1	95.9	1.6	<0.1	0.3	<0.1	2.2	
38	B-1	高沢	丸柄裏	31	<0.1	<0.1	<0.1	95.8	2.6	<0.1	0.2	<0.1	1.4	
38	B-2	高沢	丸柄裏	31	<0.1	<0.1	<0.1	95.9	2.5	<0.1	0.3	<0.1	1.3	
39	1	公津原065-3	丸柄	*	<0.1	<0.1	<0.1	73.4	6.7	<0.1	0.2	0.2	19.5	
39	2	公津原065-3	丸柄	*	<0.1	<0.1	<0.1	71.7	4.9	<0.1	0.2	0.2	23.0	
40	1	公津原066	丸柄	*	<0.1	<0.1	<0.1	71.8	8.9	0.6	0.5	0.5	17.7	
41	A-1	権現後	鉦尾裏	29	<0.1	<0.1	<0.1	89.4	5.3	<0.1	1.2	<0.1	4.0	
41	A-2	権現後	鉦尾裏	29	<0.1	<0.1	<0.1	82.8	7.2	<0.1	2.6	0.3	7.1	
41	B-1	権現後	鉦尾裏	29	<0.1	<0.1	<0.1	91.5	4.6	<0.1	0.9	<0.1	3.0	
41	B-2	権現後	鉦尾裏	29	<0.1	<0.1	<0.1	91.5	4.9	<0.1	1.1	<0.1	2.4	
31	A-1	高沢	鉦尾裏	34	<0.1	<0.1	<0.1	94.8	3.9	0.3	0.2	<0.1	0.8	
31	A-2	高沢	鉦尾裏	34	<0.1	<0.1	<0.1	94.3	4.4	0.1	<0.1	0.1	1.1	
31	B-1	高沢	鉦尾裏	34	<0.1	<0.1	<0.1	94.7	3.9	<0.1	<0.1	<0.1	1.4	
31	B-2	高沢	鉦尾裏	34	<0.1	<0.1	<0.1	94.5	4.3	<0.1	0.1	<0.1	1.0	
42	1	公津原003-14	鉦尾	*	<0.1	<0.1	<0.1	96.1	1.2	0.2	0.2	<0.1	2.3	
42	2	公津原003-14	鉦尾	*	<0.1	<0.1	<0.1	95.9	1.1	0.2	0.3	<0.1	2.5	
43	1	公津原018-8	鉦尾	*	<0.1	<0.1	0.3	88.3	4.4	0.5	0.1	0.1	6.3	
43	2	公津原018-8	鉦尾	*	<0.1	<0.1	0.4	87.8	4.9	0.5	0.1	0.1	6.2	
44	1	公津原031-23	鉦尾	*	0.7	<0.1	0.8	95.1	<0.1	<0.1	0.4	<0.1	3.0	
44	2	公津原031-23	鉦尾	*	0.7	<0.1	0.8	95.1	<0.1	<0.1	0.4	<0.1	3.0	
45	1	村上込の内076-22	鉦具	*	<0.1	<0.1	0.5	64.7	9.3	<0.1	0.2	0.2	25.1	
45	2	村上込の内076-22	鉦具	*	<0.1	<0.1	0.5	61.2	9.2	<0.1	0.2	0.2	28.6	
46	1	大道023-20	鉦具	*	<0.1	<0.1	<0.1	80.2	8.4	0.3	0.2	0.2	10.7	
46	2	大道023-20	鉦具	*	<0.1	<0.1	<0.1	80.9	8.2	0.4	0.4	0.2	9.9	
47	1	木戸下	刀装具	35	<0.1	<0.1	<0.1	94.8	1.1	0.1	<0.1	<0.1	4.0	<0.1
47	2	木戸下	刀装具	35	<0.1	<0.1	<0.1	90.7	1.1	0.1	<0.1	<0.1	8.0	<0.1
48	1	吉原三王	銅錠	36	<0.1	<0.1	0.4	74.7	5.8	<0.1	0.3	<0.1	18.7	<0.1
48	2	吉原三王	銅錠	36	<0.1	<0.1	0.3	76.0	5.4	<0.1	0.1	<0.1	18.2	<0.1
49	1	吉原三王	銅製蓋	37	<0.1	<0.1	<0.1	99.7	<0.1	0.3	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
49	2	吉原三王	銅製蓋	37	<0.1	<0.1	<0.1	98.2	0.9	0.2	<0.1	<0.1	0.7	<0.1
50	1	旧文化センター327	経筒蓋	*	<0.1	<0.1	<0.1	99.3	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.7	
50	2	旧文化センター327	経筒蓋	*	<0.1	<0.1	<0.1	96.2	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	3.8	
51	1	吉原三王	和鏡	38	<0.1	<0.1	0.3	76.8	<0.1	<0.1	7.4	<0.1	15.5	<0.1
51	2	吉原三王	和鏡	38	<0.1	<0.1	0.3	76.1	<0.1	<0.1	7.7	<0.1	15.9	<0.1
52	1	吉原三王	和鏡	39	<0.1	<0.1	<0.1	83.9	2.8	<0.1	9.7	<0.1	3.6	<0.1
52	2	吉原三王	和鏡	39	<0.1	<0.1	<0.1	83.0	2.8	<0.1	9.7	<0.1	4.4	<0.1
53	1	久我台	和鏡	40	<0.1	<0.1	0.4	71.5	1.7	<0.1	10.4	<0.1	15.8	0.3
53	2	久我台	和鏡	40	<0.1	<0.1	0.4	76.9	1.4	<0.1	8.8	<0.1	12.5	<0.1
54	1	大台	和鏡	41	<0.1	0.2	0.2	86.2	<0.1	<0.1	5.2	<0.1	8.2	<0.1
54	2	大台	和鏡	41	<0.1	<0.1	0.2	85.3	<0.1	<0.1	5.1	<0.1	9.3	<0.1
55	A-1	大膳野北	薄板状		<0.1	<0.1	0.8	90.8	7.1	<0.1	0.6	0.2	0.6	
55	A-2	大膳野北	薄板状		<0.1	<0.1	0.9	89.8	7.0	<0.1	0.7	0.1	1.5	
55	B-1	大膳野北	薄板状		<0.1	<0.1	0.6	92.7	5.5	<0.1	0.7	0.1	0.4	
55	B-2	大膳野北	薄板状		<0.1	<0.1	0.5	92.8	5.8	<0.1	0.5	<0.1	0.4	

\*印は房総風土記の丘で分析を実施・同一番号は同一遺物を表す

第3表 定量分析値一覧 奈良時代以降



## IV まとめ

従来の銅製遺物に対する考古学的研究を振り返ると、その対象は銅鐸・鏡と言った特定な遺物にやや偏っていた感が否めない。このような状況は、これらの遺物についての研究が、特に古くからおこなわれていたことに起因すると考えられる。その一方で、近年のように開発に伴う調査が数多く実施される以前は、遺物自体の数も限られていたため、包括的な研究が難しい状態だった事も主要な理由であろう。

また、鑄造遺跡等の生産遺跡に関しても、これまでは調査例も限られ、なかなか実態を理解するまでに至らなかった。しかし、山口県長登銅山の本格的な調査や、奈良県飛鳥池工房跡、東大寺境内の鑄造関連遺構、京都府淳和院内の鑄造工房等、近年の相次ぐ調査により、資料が増えつつあり、ようやく研究の気運が高まっている。

千葉県内でも、鑄造に関連する遺物が出土した遺跡は幾つか発見されている(註1)。未報告の遺跡を含め別表第4表にまとめてあるので参考にされたい。一覧でもわかるように、県内出土の鑄造に関係すると言われている主な遺物は、ほとんどが坩堝やトリペ・銅滓等の遺物単体であることが多く、明らかにその場所で操業され、銅製品の生産が行われていたことを証明するような遺物のセットは認められず、生産を立証しうる遺構も少ない。このような状況は、遺跡の調査方法等の問題が多分に含まれると考えられるため、今後はこうした点に配慮した調査が望まれるところである。

遺跡名	所在地	時期	遺構	遺物	発行	文献
谷津	千葉市中央区	平安	鍛冶跡	銅滓・銅印鋳型	1984千葉市教育委員会	谷津遺跡
観音塚	千葉市中央区	平安	竪穴住居	銅付着土器	未報告	
鐘つき堂	千葉市緑区	平安	鍛冶跡	銅滓	1995千葉県文化財法人連絡協議会	註 a
小山城跡	千葉市緑区	平安	竪穴住居	銅滓・銅塊・羽口	1995千葉県文化財法人連絡協議会	註 a
草刈G区	市原市草刈	平安	竪穴住居	銅滓	1986千葉県文化財センター	年報12
上総国分尼寺	市原市山田橋	奈良・平安	工房跡	銅滓・鋳型・坩堝	1981市原市教育委員会	上総国分寺台発掘調査概報
砂田中台	山武郡大網白里町	奈良・平安		銅滓・坩堝	1994山武郡市文化財センター	山武郡市文化財センター発掘調査報告書17
曾谷窪	印西市大森	平安	鍛冶炉	銅滓	1996印旛郡市文化財センター	千葉県印旛郡印西市曾谷窪遺跡発掘調査報告書
公津原	成田市山口	平安	鍛冶跡	銅滓付着土器	1981千葉県文化財センター	公津原II
向台	印旛郡栄町	奈良		銅滓・羽口	1985千葉県文化財センター	註 b
大畑I	印旛郡栄町	古墳	不明	銅付着土器	1985千葉県文化財センター	註 b

註 a 千葉県金属生産遺跡調査表(製鉄関係)平成7年度共同研修会技術部会別添資料

註 b 主要地方道成田安食線道跡改良工事(住宅地関連事業地内)埋蔵文化財発掘調査報告書

第4表 県内鑄銅関係遺跡

本書では、こうした銅製遺物の研究の現状と課題をまとめると共に、様々な方面から銅製品関係の文献を集めて、簡単に解説を行っている。

今回実施した集成作業は、おおよそ弥生時代から平安時代末までの範囲を中心に、平成7年度までに県内で発見された遺物を対象に行った。県内の各市町村の質回調査と既刊の報告書に基づいて集成表を作成し、あわせて各機関にも調査に赴き、未報告の資料も出来るだけ掲載するように努力した。十分に、拾いきれなかった遺物も多いと思われるが、その点はご了承願いたい。

本県に於ける銅製品の出土傾向としては、弥生から古代末までの範囲の遺物に限ると、平成6年3月現在で、全県で2000点余の銅製品が確認されている。この数は、銭貨を除いた数なので、これを含めると合計数は優に3000点に近いものとなる。

千葉県出土の銅製品としてまずあげられるのは、小銅鐸であろう。現在までに県内では8例が確認されており、出土遺跡はいずれも東京湾岸に集中している。これらの小銅鐸については、出土状況も様々で、祭祀行為に使用されたのではないかと想定されているが、いまだに使用方法等は明確にされていない。同時期の遺物としては釧・指輪といった装飾品もある。始めから製品の形を鑄型によって鑄造するタイプと、銅を棒状や板状に作ってから輪の状態にするタイプ等幾通りかの型式がみられ、製作の技術的な系譜が一つではないことを伺わせる。

次にあげるのは銅鏃である、本県出土の銅鏃は弥生時代から古墳時代の境、微妙な時期に位置する場合が多い。便宜上古墳から出土した遺物は古墳時代とし、集落の竪穴住居跡から出土した遺物については、住居跡の共伴遺物等を検討した上で分類した。

銅製品全体を通して、時代別に出土の傾向をみていくと、やはり古墳時代に属する遺物が多く、1000点を超えている。これは古墳の副葬品としての銅製品が多いことと、古墳によっては一つの埋葬施設から多数出土していることが原因の一つと考えられる。地域的な出土の傾向をみると、調査例に比例している感はあるが、これも金鈴塚・親王塚を代表として東京湾岸地域に比較的多いように思われる。

古墳時代の遺物として県内で最も多いのは耳環である。今回は銅製品の集成と言うことで、銅製の遺物のみを対象としたが、耳環の中にも金・銀で加飾されたり、中空であったり、大きさも様々で実にいろいろなタイプが出土していることがわかった。遺構や出土状況についても、埋葬施設から一対で出土する例や、住居跡から1点のみみつかる場合も多いようである。次いで鏡であるが、鏡は古墳に副葬される例に加え、集落の竪穴住居跡からみつかる場合もあり、その内容も豊富である。破鏡として二次的に使用された痕跡を持つ例もあり、孔を開けて垂飾品に転用しているものもみられる。

次に奈良時代に入ると、出土する銅製品は大きく様変わりする。主な遺物は、仏像・風鐸・



銅鏡・托といった仏教に関係する器物や、帯金具等の律令制との関わりが想定されるものが多くなるのである。中でも帯金具の出土例は8世紀から9世紀初頭の集落に大変多く、竪穴住居跡などから多く検出されている。しかし本来丸柄・巡方・鉞尾が揃って帯に装着された状態が、1セットのはずであるにも係わらず、千葉県集落からの出土例をみると、丸柄・巡方といった遺物のみが単体でみつかると例が圧倒的で、1セットが揃って見つかった例は少数である。銅製の袴帯は衣服令によって使用が規定されており、なおかつ『日本後紀』延暦15年12月辛酉(796年)の条によると、銭を作る銅が不足しているため、銅製の帯金具の使用を禁止した記述もみられる。県内出土の帯金具は本来の用途から離れてどのように使用されていたのであろうか。

平安時代になると再び土坑墓などの副葬品としての銅製品が目立つ。和鏡や合子の蓋、経筒などがあげられるようになるが、古墳時代にくらべ調査例が少ないためか、本県での出土の件数はあまり多いとはいえない。

また奈良時代以降は、弥生・古墳時代の遺物に比べると、そのものみでは用途や名称がはっきりしないため、不明品とされる遺物が多いことも特徴である。こうした遺物は、何かの一部として使われた(例えば飾り金具など)可能性が考えられ、それだけ銅という素材が普及してきたことが伺える。

次いで科学分析についてみていくと、荒神谷遺跡の発見以来、最近では様々な遺跡から出土する銅製品の考古学的手法のみにとどまらない学際的調査が活発になってきた。しかし実際には、分析の実施例は限られている。これは分析を実施するには、専門家の力を借りる必要があり、発掘担当者が独自では行なえないことに加えて、分析の方法やシステムがまだ良く認識されていない事と、完全非破壊での分析では、結果から得られる情報に限りがある等、が原因として考えられる。

発掘担当者と分析担当者は通常意見を闘わす機会が少く、分析したデータが共通の場所で検討されることも少ない。かつて内田俊秀氏は、こうした点についての反省を踏まえた上で、鑄造遺跡を例にとり、調査の実施にあたり、双方はどのような態度が望ましいかについて、「鑄造遺跡をめぐる発掘担当者と成分分析担当者の役割」の(註2)中で、提案されている。

この問題は鑄造遺跡の調査に限った事ではなく、科学分析の実施にあたっても同様で、考古学の人間が他分野に対して協力を求める場合、常に考えるべき問題である。実際、大学等の研究機関に分析を委託する場合は別として、業者に分析の委託を行った場合、成果のみがやりとりされ、分析の内容についての説明や、実施する上での問題点の説明が十分になされないことが多い。分析を委託する側にしても、委託する際に遺物について十分な説明が来ているであろうか。まして化学的な分野をあまり得意としない担当者の場合、業者へ適切な発注がおこなえているのか、業者から提出された結果に対しても、果たして公正な評価ができてい

ろうか?という疑問もある。

考古遺物は特に珍しい遺物、貴重なものほど出土した状況や、背景が無視され一人歩きしがちである。例えばこのような遺物を分析したとしても、その遺物に対して違った方面からの理解は深まるが、分析の成果が、その遺物の持つ真の意味や歴史的な背景等に向いてつながらないという状況に甘んじる羽目になる。

発掘を担当する我々の時点で出土状況・供伴遺物・時期を十分に検討する事は勿論として、分析を行う前に、何が知りたいか、それを知ることによってどんな意味があるのか等、問題の所在をはっきりさせた上で分析をおこなわなければ、せっかく分析した成果を生かすことは難しい。もちろん分析を依頼する相手にも遺物を理解して頂くために、双方十分な話し合いの必要なことは言うまでもない。

また、非破壊分析といっても、銹を研磨し地金を露出させる行為は、それを行う時点で、既に非破壊とは言い難く、多少の犠牲を伴うものである事は否定できない。

しかし、こうした検討がおこなわれた上での分析によって得られたデータは、たとえその時点で有意義な新発見につながらなかったとしても、基礎データの蓄積と言う点で、大きな意義を持つ資料になるはずである。我々は分析から得た結果のみで、性急に真実を導き出そうとする事は慎むべきで、一つの発見から突出した推論をおこなうのではなく、いかに信頼度の高い情報を集めていくかが重要であろう。加えて、金属は常に変化し続け、土器とは違ってそれ相当の手当をしなくては、その姿が永久に失われてしまう危険がある。しかし、保存処理された後の遺物の分析は、困難なことも考慮しなくてはいけない。いずれにしても信頼できる基礎データの増加が望ましく、データの量が増えるに従って、もっと様々なことが解ってくるのではないかと期待している。

前項でものべたように、今日行われている化学分析には様々な方法がある。しかし今回行った調査では、個々の遺物の持つ様々な事情から、必ずしも成果を上げるために最も適した方法が選べず、今一つ踏み込んだ調査が行えなかったことが反省点として残った。しかし今回の調査で得られたこれらの分析結果が今後の銅製遺物を考える上で、基礎的なデータとして何らかの形で役立てば幸いである。

註

- (1) 川野邊渉 1989 「前近代の銅生産遺跡に関する基礎的研究」『考古学と自然科学』第21号
- (2) 内田俊秀 1991 「鑄造遺跡をめぐる発掘担当者と成分分析担当者の役割」『いもの研究』1号 鑄造遺跡研究会

主要参考文献

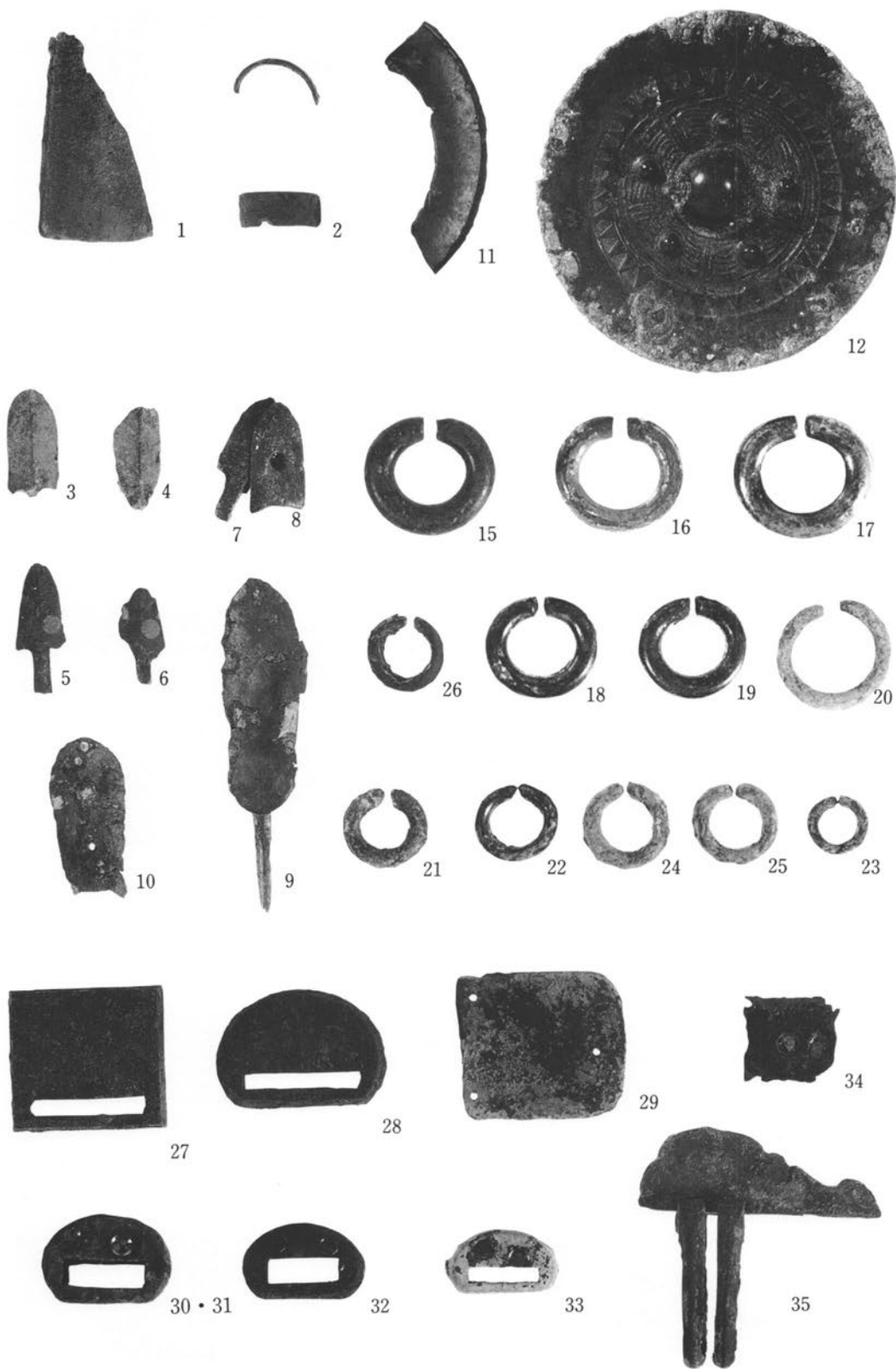
- 小林行雄 1962 『古代の技術』 塙書房
- 馬淵久夫 富永健 編 1981 『考古学のための化学10章』 東京大学出版会
- 日本金属学会編 1982 『金属便覧』 日本金属学会
- 沢田正昭 1983 「青銅製遺物の組成とサビ～サビ層と地金層における主要成分の変動」『文化財論叢』 奈良国立文化財研究所
- 葉賀七三男 久野雄一郎 内田俊秀 1986 「Studies on Non-Ferrous Metals in Ancient Japan」『金属博物館紀要』 11号 金属博物館
- 馬淵久夫 富永健 編 1986 『続考古学のための化学10章』 東京大学出版会
- 中井一夫他 1987 「東大寺大仏殿西廻廊隣接地の発掘調査」『奈良県遺跡調査概報』 1987年度 (第1分冊) 奈良県教育委員会
- 肥塚隆保 1988 「文化財全資料型X線回析装置による分析」『日本出土青銅器の材質分析による編年研究』
- 永嶋正春 1988 「耳環の素材と製作技法について」『井上コレクション弥生・古墳時代資料図録』 言叢社
- 成瀬正和 1989 「正倉院の銅製品」『金属博物館紀要』 14号 金属博物館
- 久野雄一郎 1989 「日本の古代非鉄金属について」『日本金属学会会報』 第28巻第7号
- 美東町教育委員会 1990 『長登銅山跡Ⅰ』 美東町教育委員会
- 久野雄一郎 1990 「東大寺大仏の銅原料についての考察」『橿原考古学研究所紀要考古学論攷』 第14冊 橿原考古学研究所
- 齊藤努 馬淵久夫 1993 「(コラム) 鉛同位体比による青銅の産地推定」『科学の目で見る文化財』 国立歴史民俗博物館編
- 美東町教育委員会 1993 『長登銅山跡Ⅱ』 美東町教育委員会
- 内田俊秀 1994 「日本における7世紀から10世紀の銅合金の特徴について」『金属博物館紀要』 21号 金属博物館
- 村上隆 1994 「ミクロな眼で探るわが国金工技術の世界」『仏教芸術』 213号
- 馬淵久夫 1995 「鉛同位体比による青銅器原料産地の推定」『新しい研究法は考古学になにをもたらしたか』 クバプロ
- 島根県古代文化センター編 1995 『荒神谷遺跡と青銅器』 島根県古代文化センター
- 千葉県文化財法人連絡協議会 1995 「千葉県金属生産遺跡調査表(製鉄関係)」平成7年度共同研修会技術部会別添資料

IV まとめ

池田善文 1996 「古代の銅生産について—長登銅山跡の調査から—」『資源・素材学会平成  
8年度春季大会発表資料』社団法人資源・素材学会

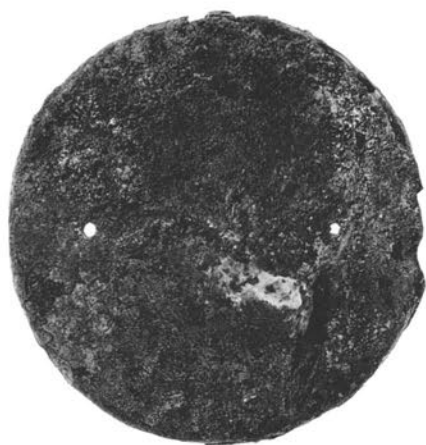
Tokyo National Research of Institute Cultural Properties 1993 『Current Problems in the  
Conservation of Metal Antiquities』 International Simposium on the  
Conservation and Restoration of Cultural Property.

# 版 図





1/1



36 1/1

37



2/3



38 1/2

39

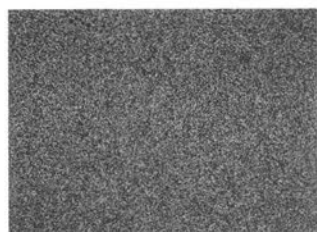
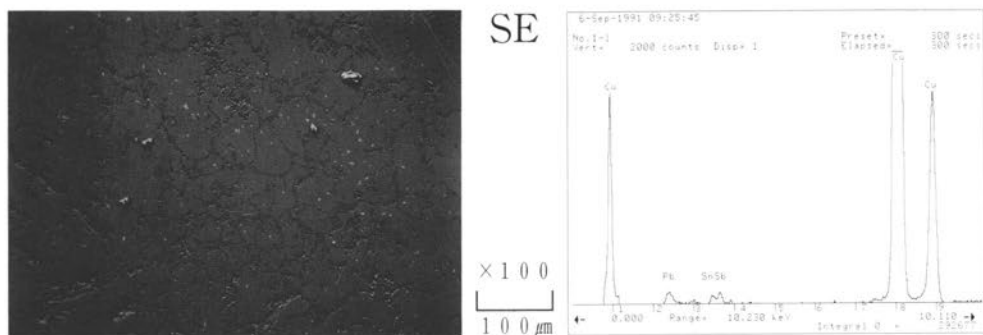


1/2



40 1/2

41



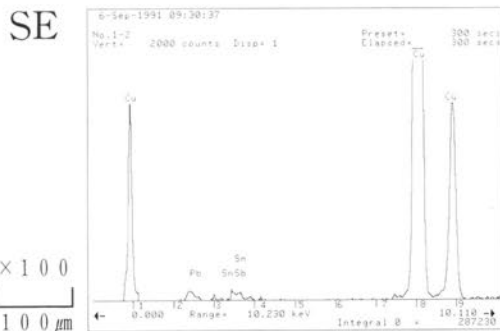
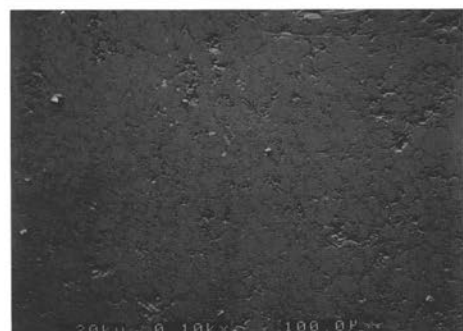
Cu



Pb



Sn



Cu



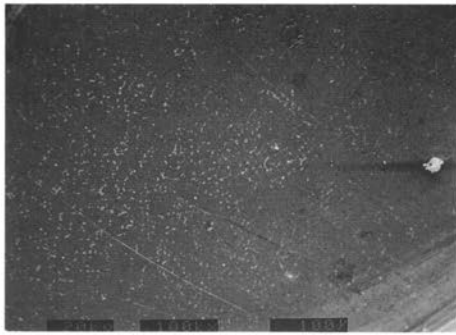
Pb



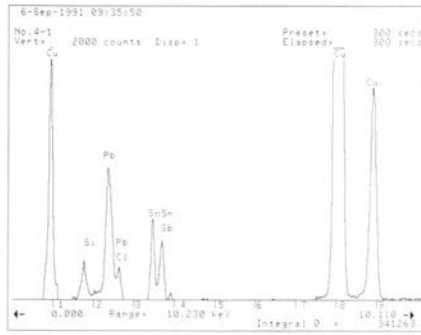
Sn

草刈遺跡 I 区出土の小銅鐸 1 蛍光 X 線スペクトル及び面分析写真①・②





SE



× 1 0 0  
1 0 0 μm



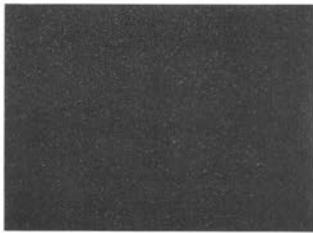
Cu



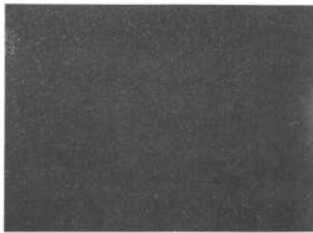
Pb



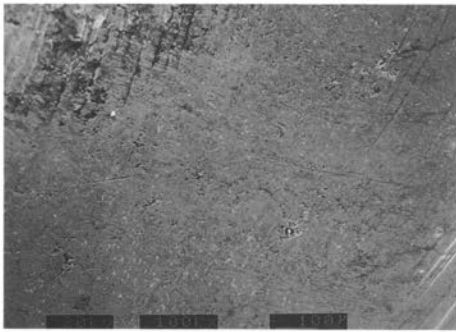
Cl



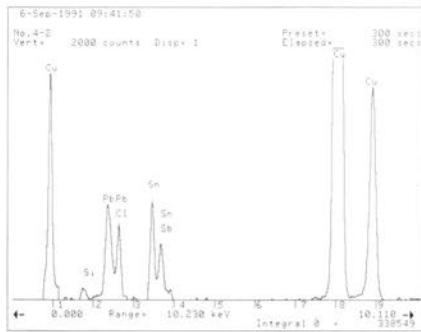
Sn



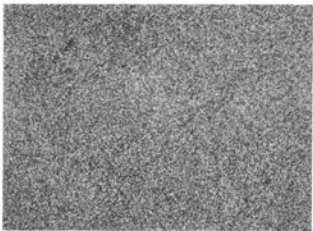
Si



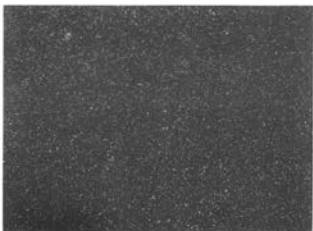
SE



× 1 0 0  
1 0 0 μm



Cu



Pb



Cl



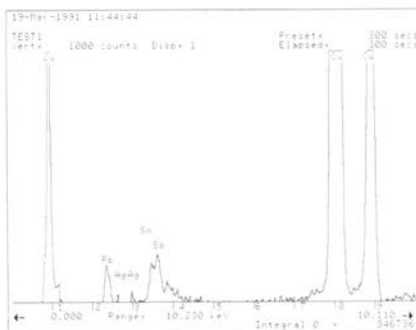
Sn



Si



SE



×100  
100 μm



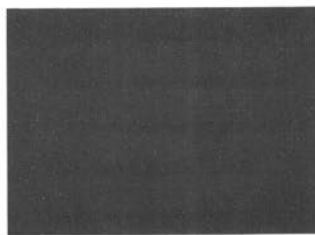
Cu



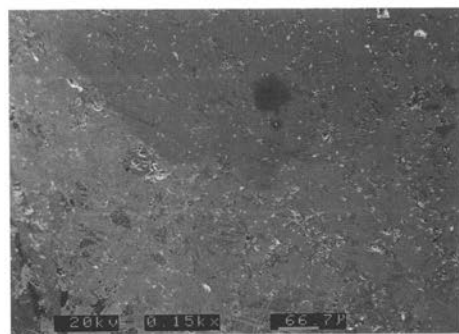
Pb



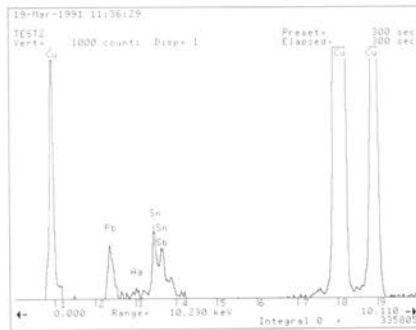
Sn



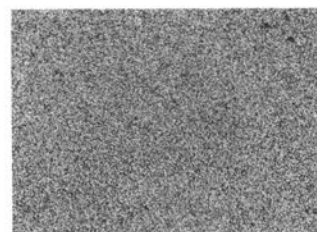
Ag



SE



×100  
100 μm



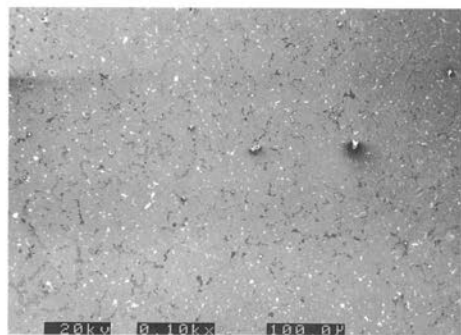
Cu



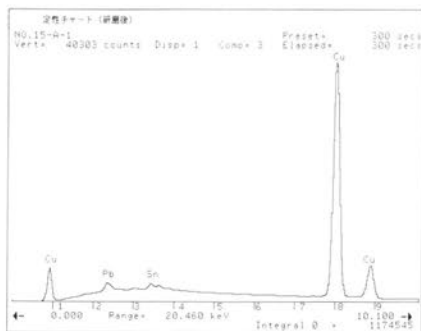
Pb



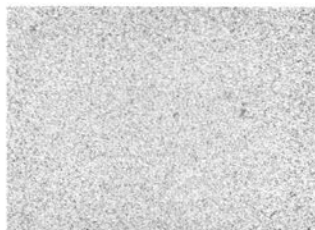
Sn



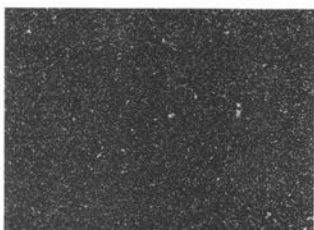
SE



×100  
100 μm



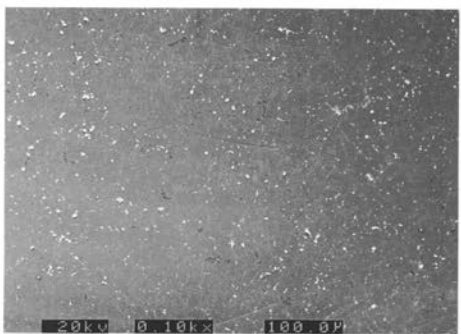
Cu



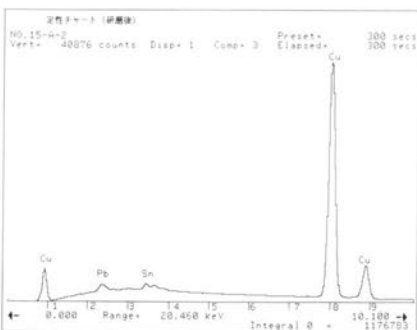
Pb



Sn



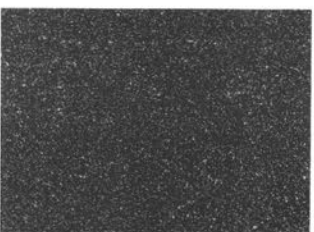
SE



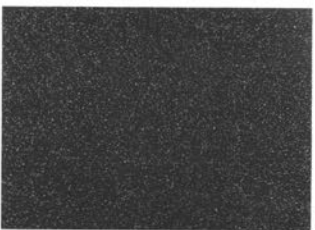
×100  
100 μm



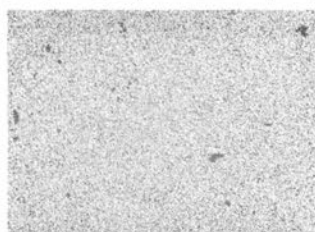
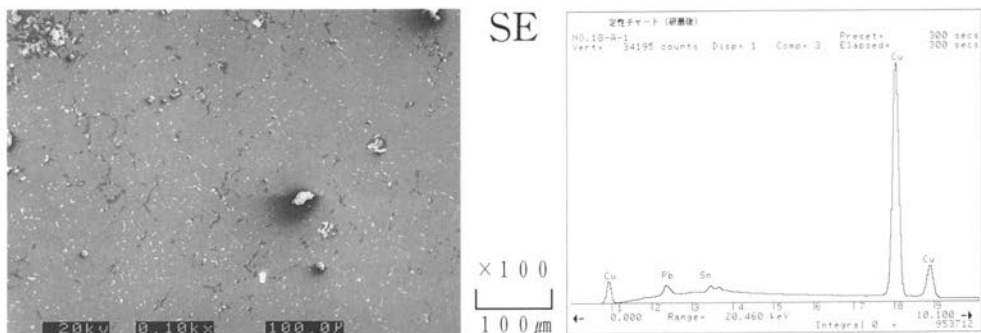
Cu



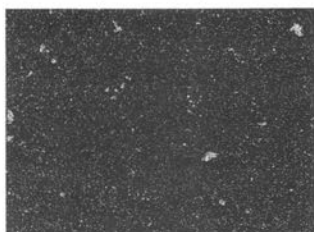
Pb



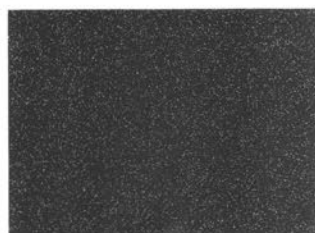
Sn



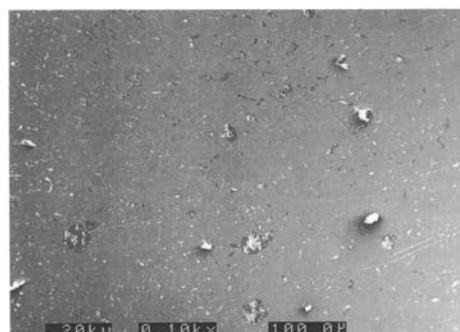
Cu



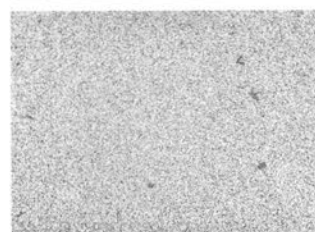
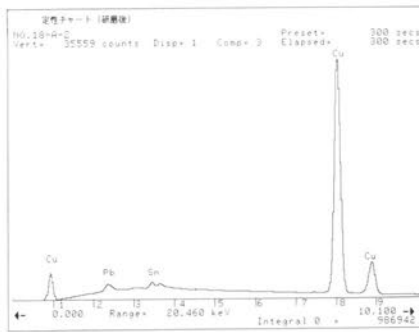
Pb



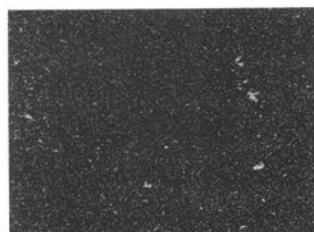
Sn



SE



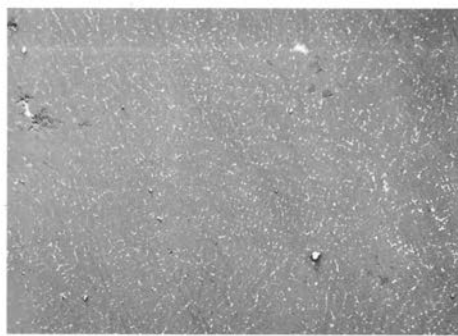
Cu



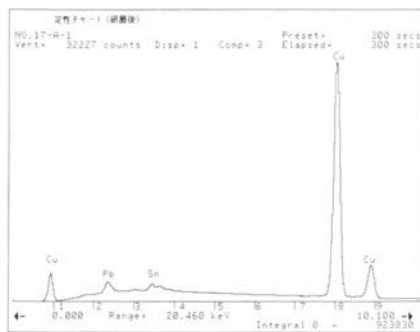
Pb



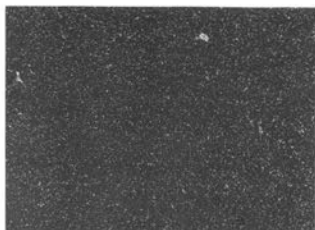
Sn



SE



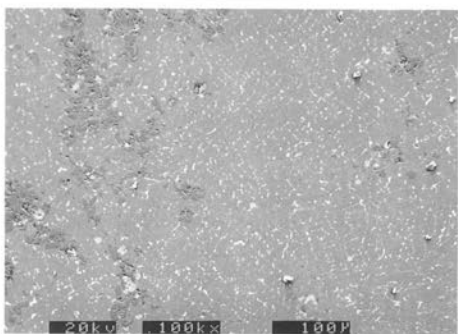
Cu



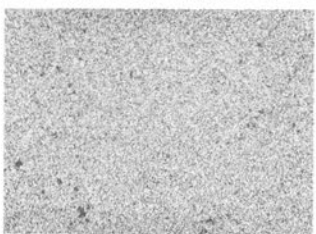
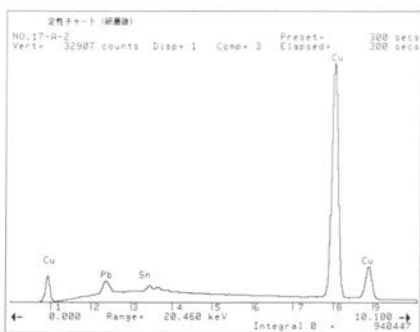
Pb



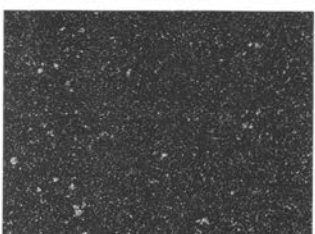
Sn



SE



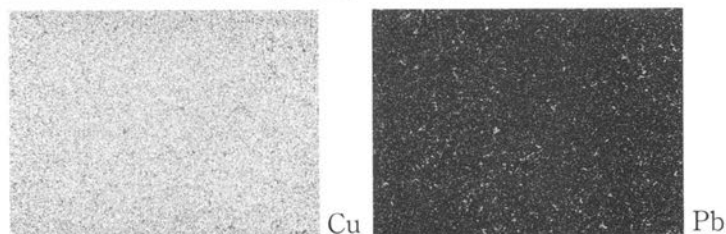
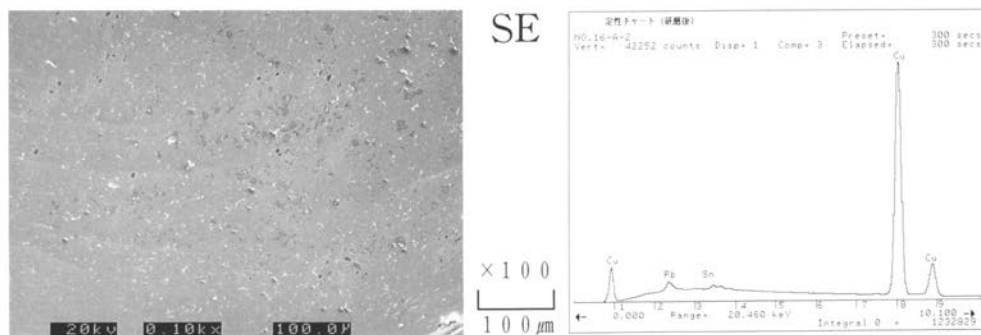
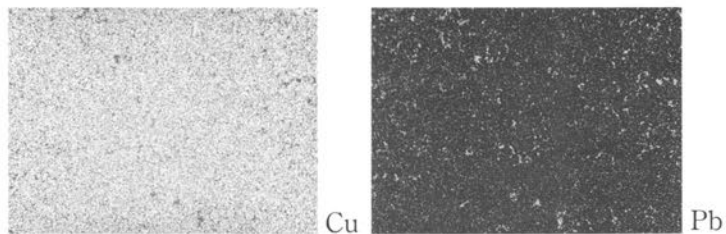
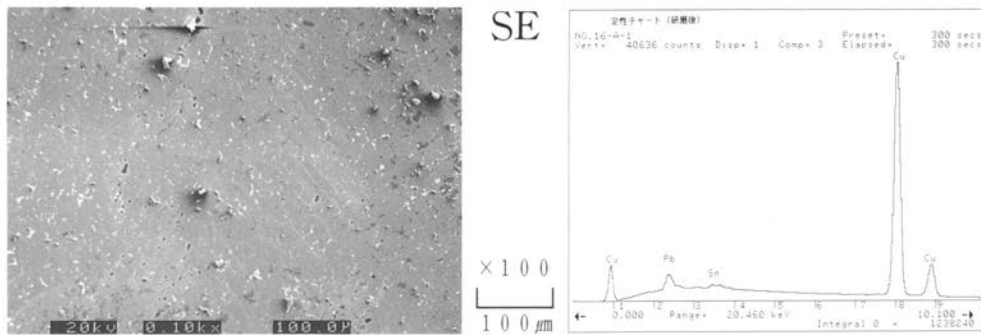
Cu



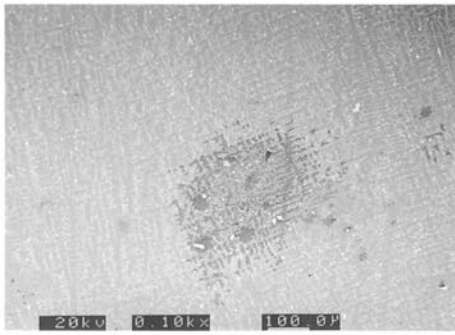
Pb



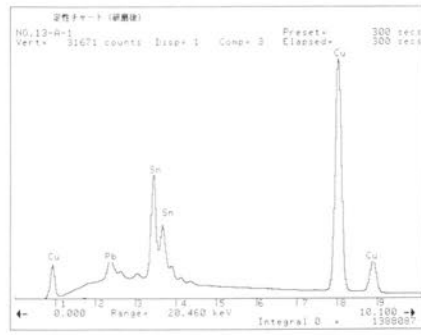
Sn



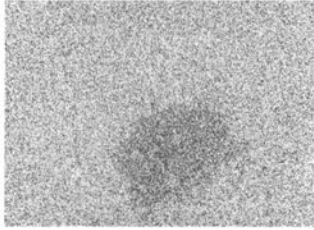
石揚遺跡出土の銅鉄 8 蛍光X線スペクトル及び面分析写真①・②



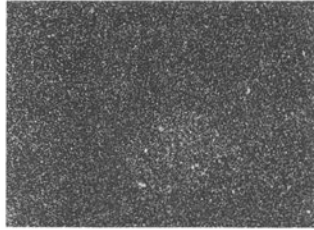
SE



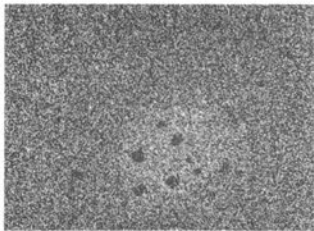
×100  
100 μm



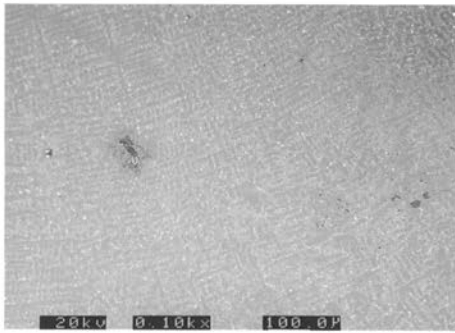
Cu



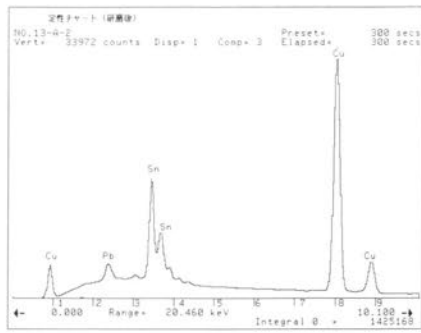
Pb



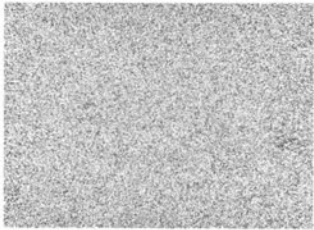
Sn



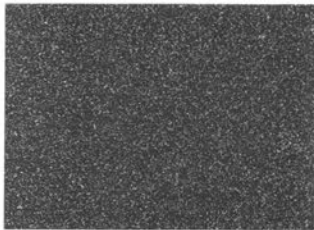
SE



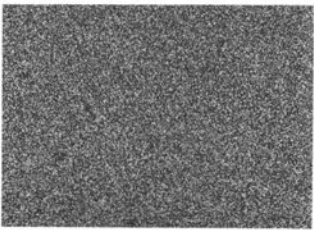
×100  
100 μm



Cu

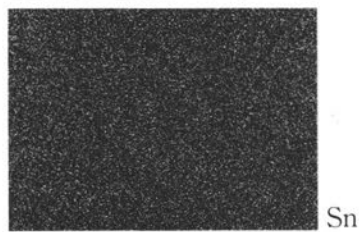
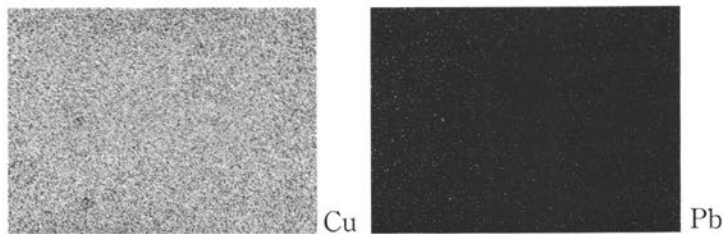
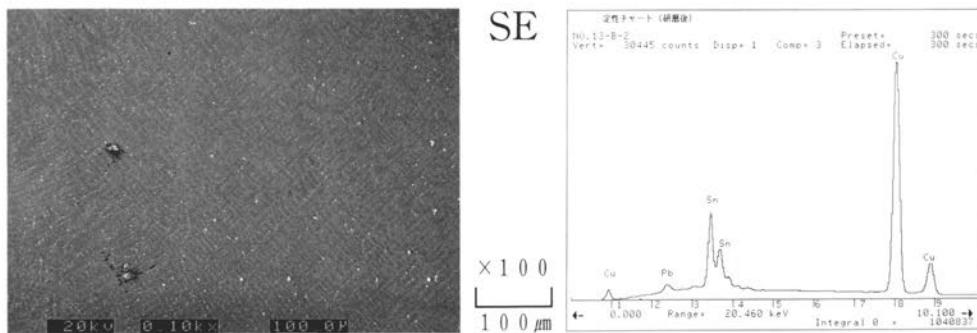
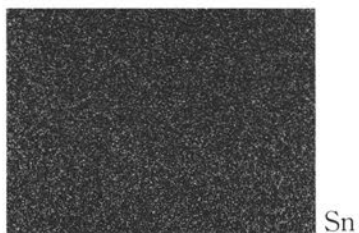
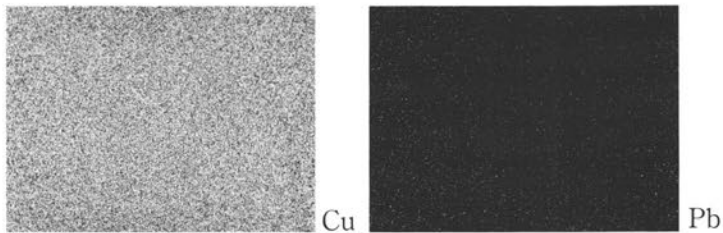
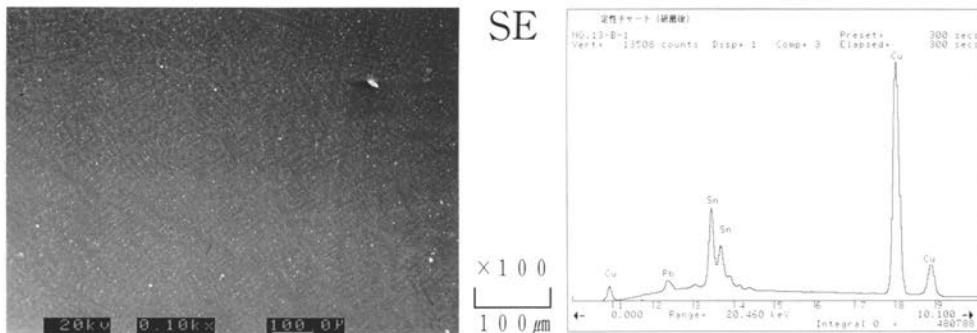


Pb



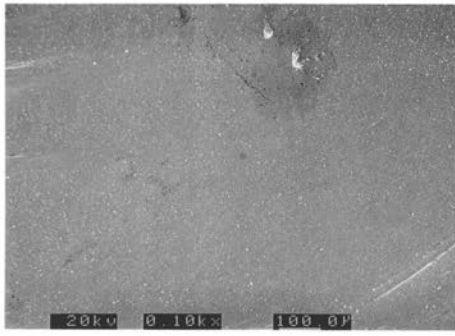
Sn



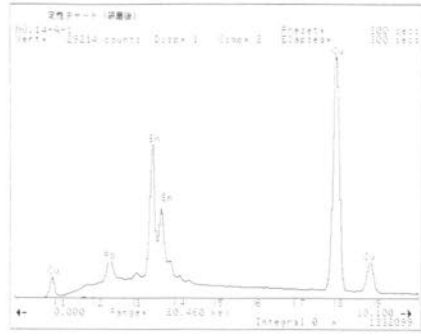


樽3号墳出土の銅鉄9 蛍光X線スペクトル及び面分析写真B-①・②

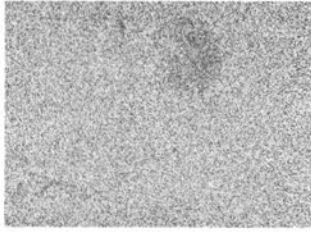




SE



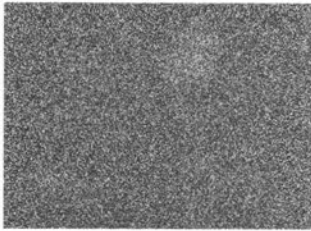
×100  
100 μm



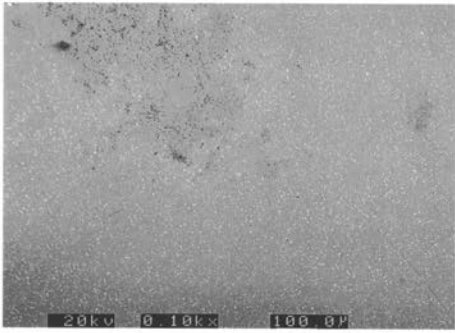
Cu



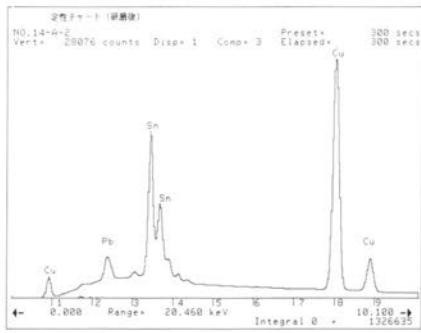
Pb



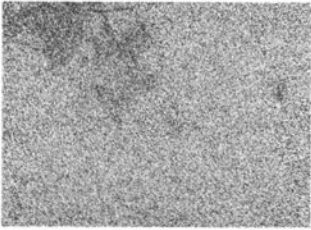
Sn



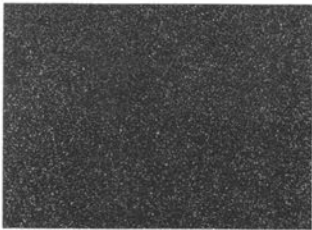
SE



×100  
100 μm



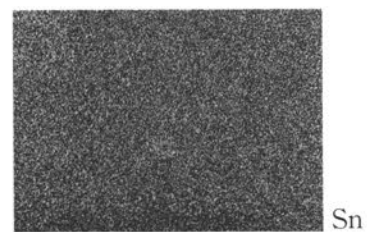
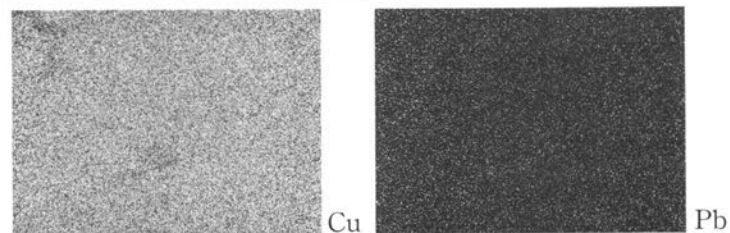
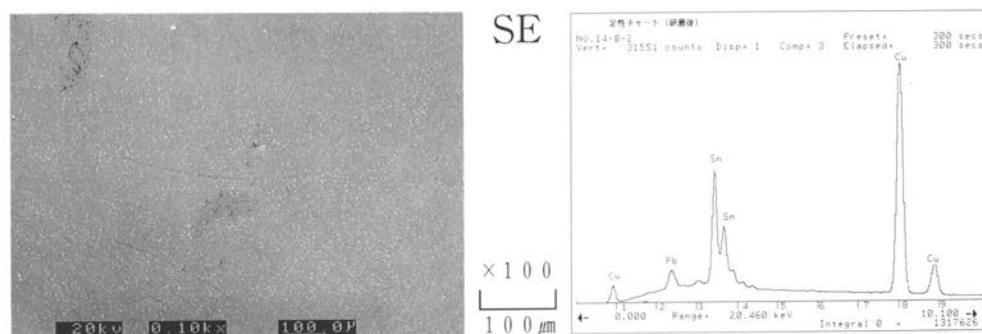
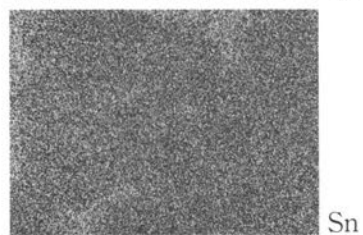
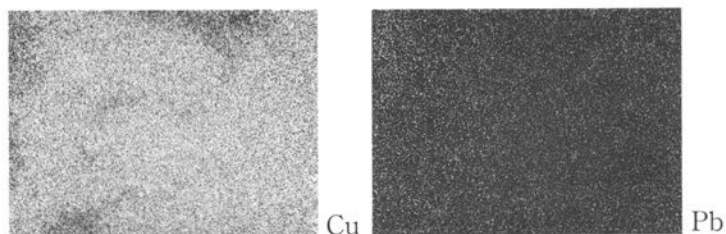
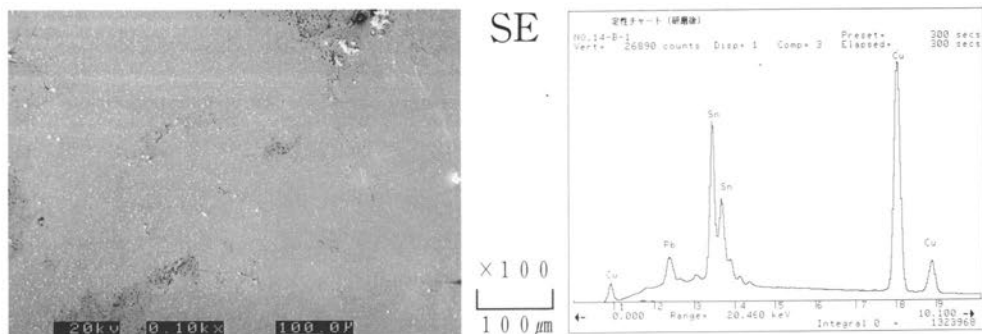
Cu



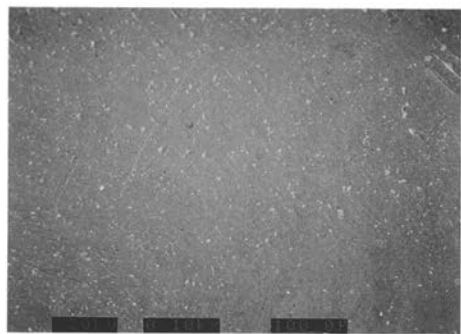
Pb



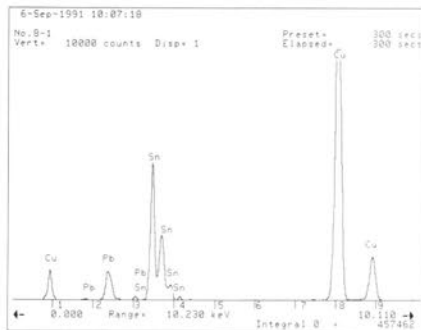
Sn



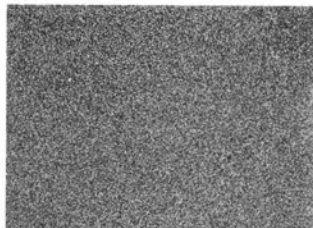
椿3号墳出土の銅鍍10 蛍光X線スペクトル及び面分析写真B-①・②



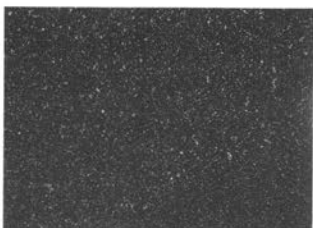
SE



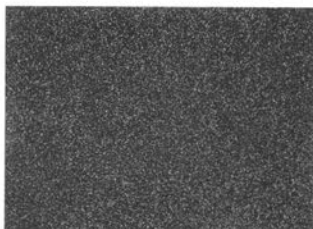
×100  
100 μm



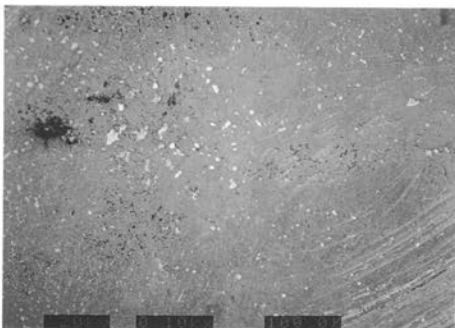
Cu



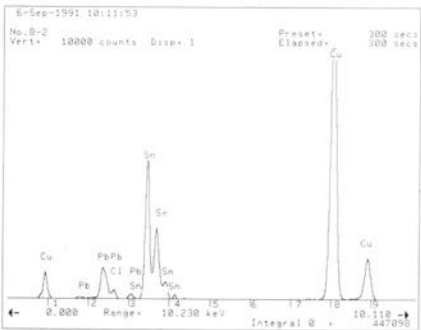
Pb



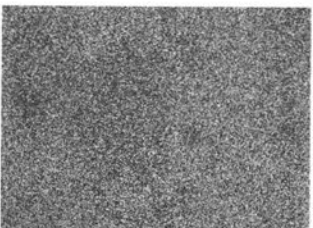
Sn



SE



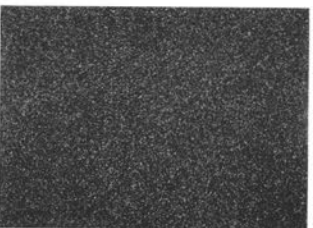
×100  
100 μm



Cu



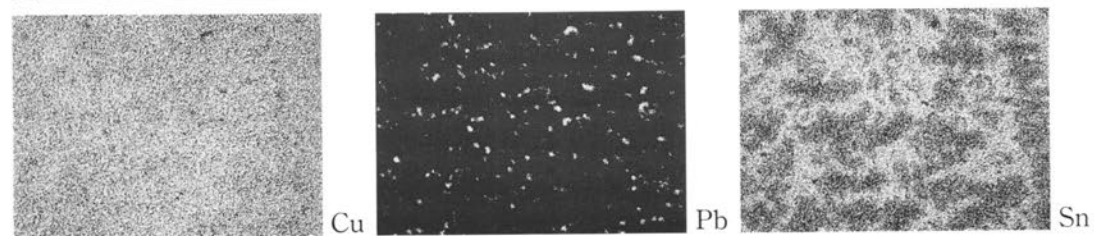
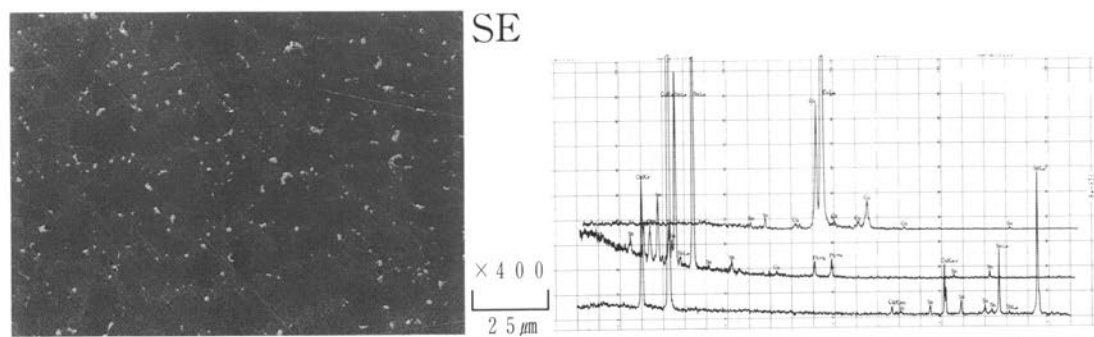
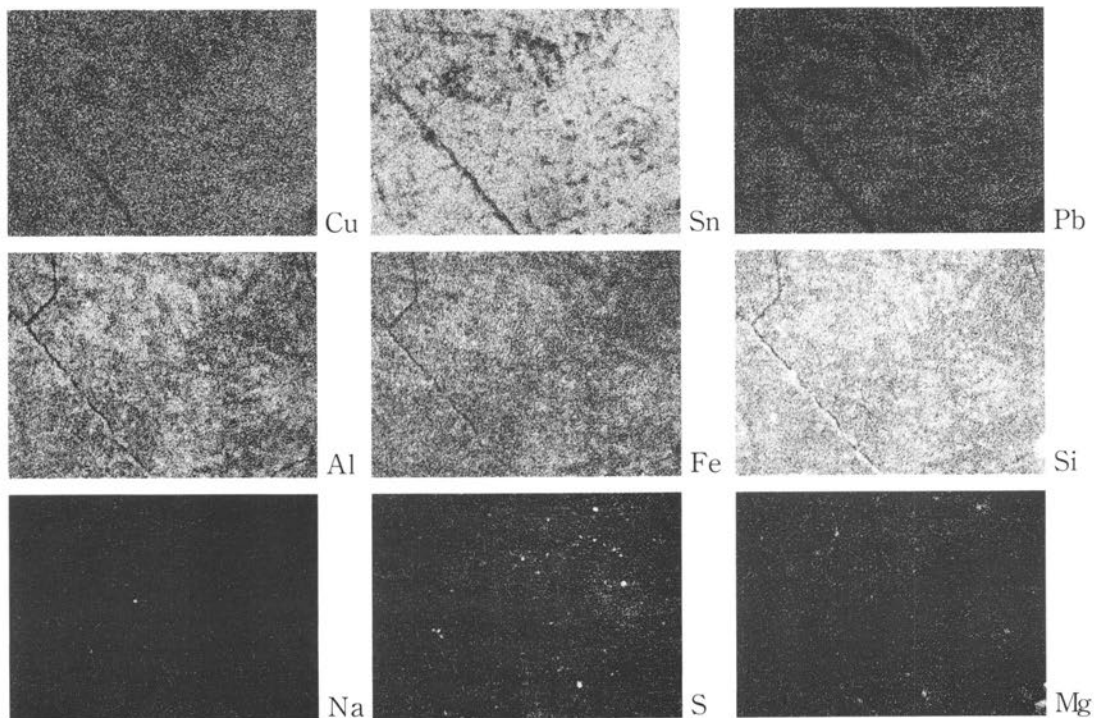
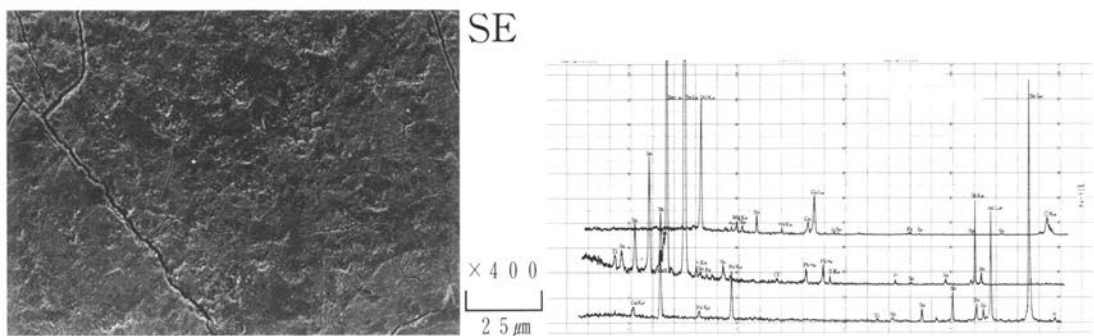
Pb



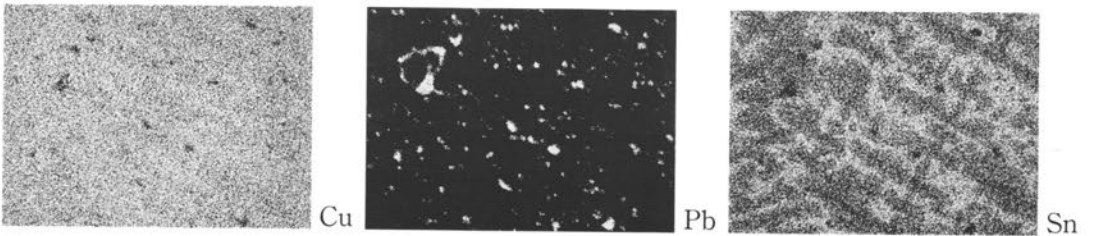
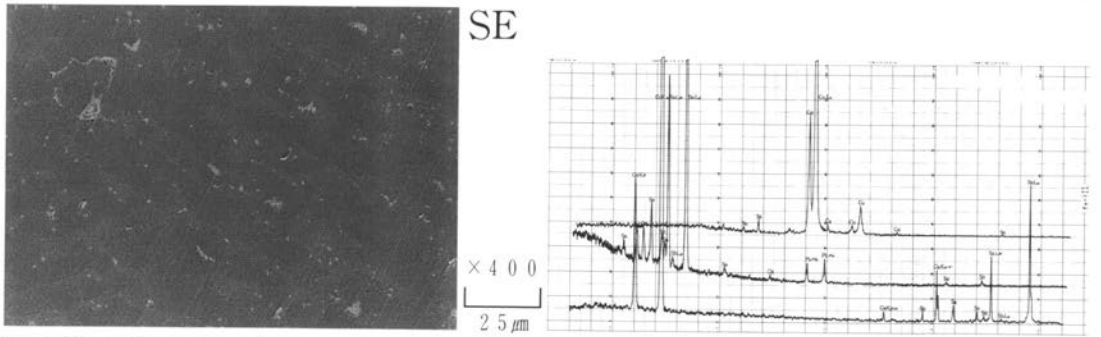
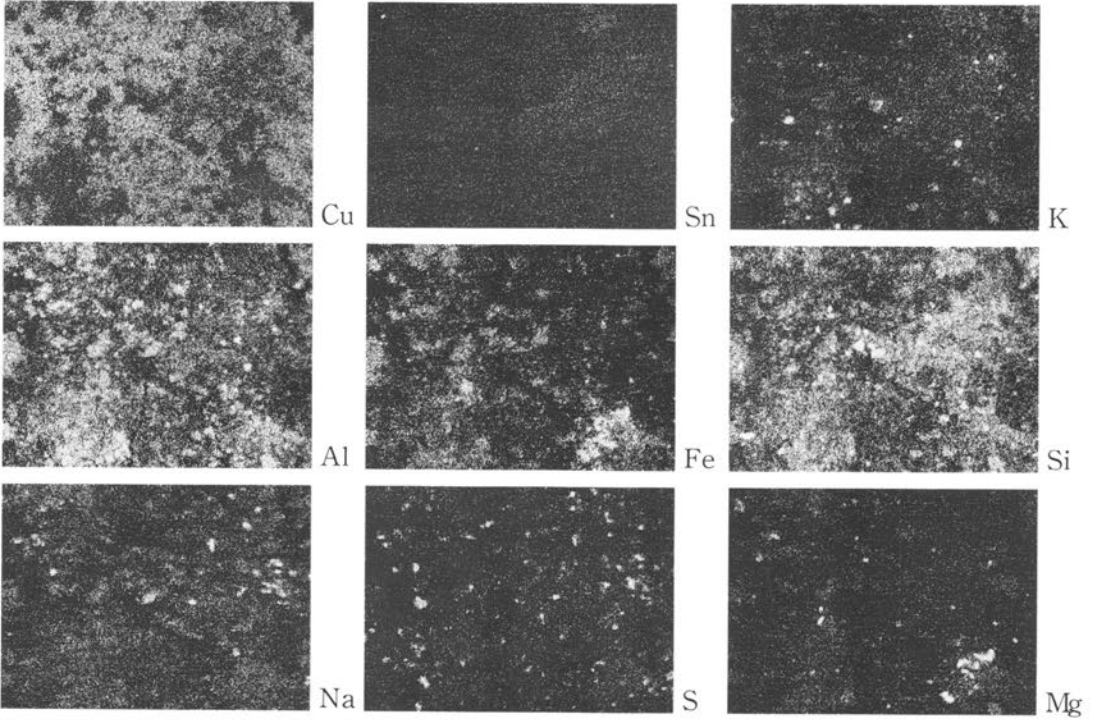
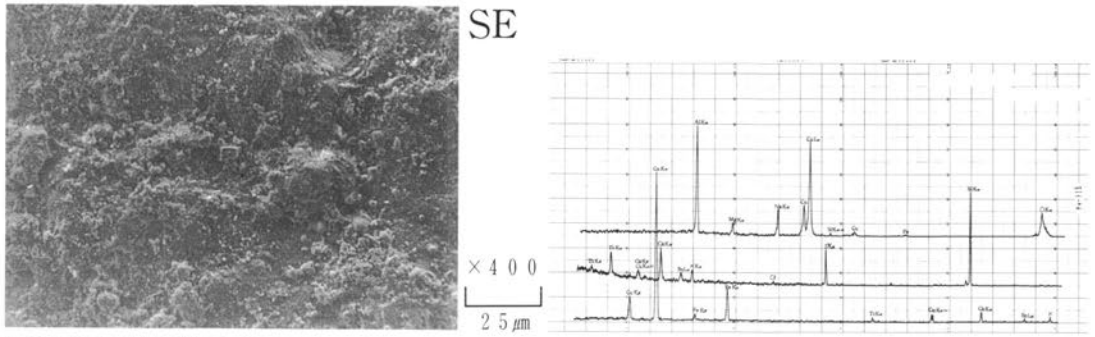
Sn



Cl

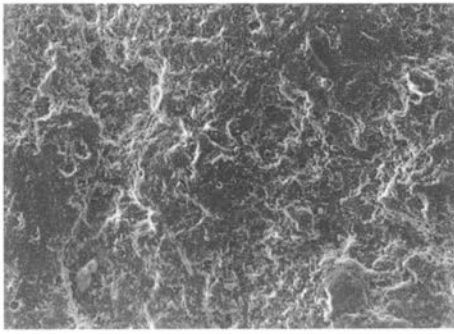


俵ヶ谷4号墳出土の銅鏡12 蛍光X線スペクトル及び面分析写真 黒色部-研磨前・後

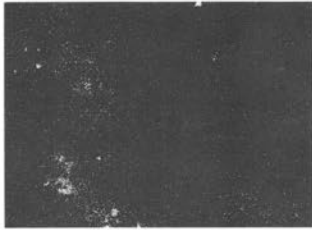
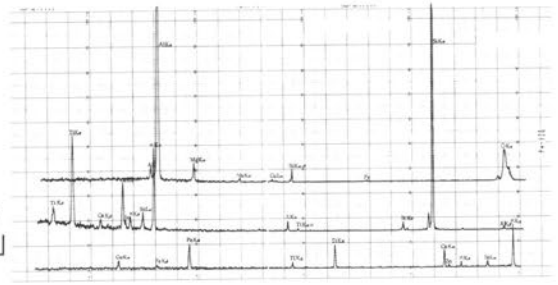


俵ヶ谷4号墳出土の銅鏡12 蛍光X線スペクトル及び面分析写真 緑色部-研磨前・後





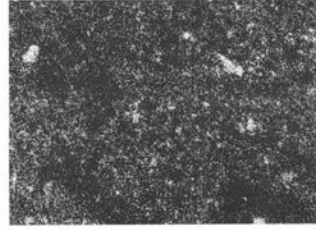
SE



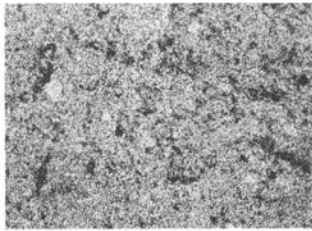
Cu



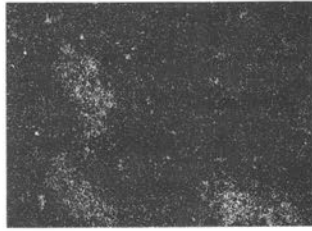
Sn



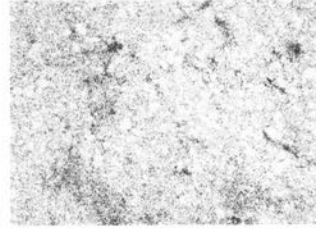
K



Al



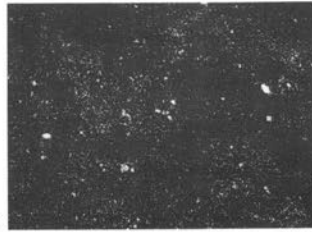
Fe



Si



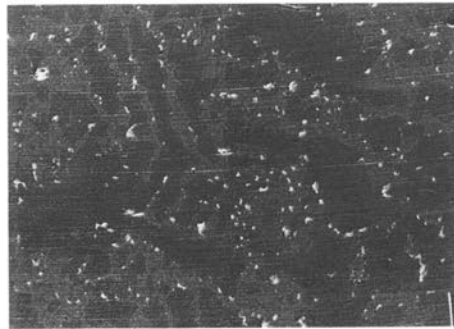
Na



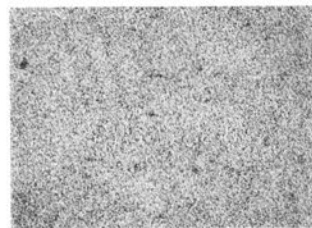
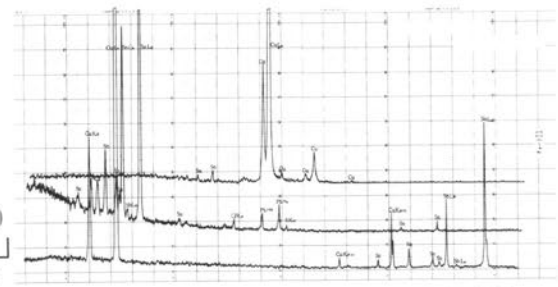
S



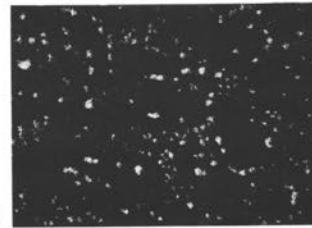
Mg



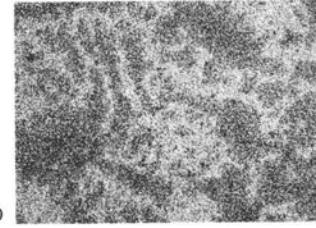
SE



Cu

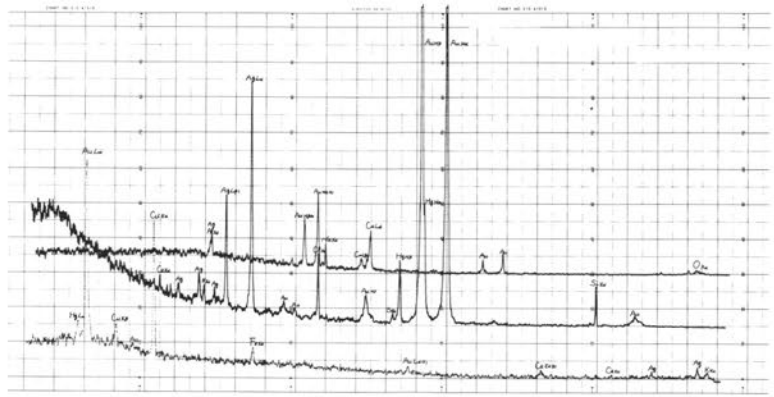


Pb

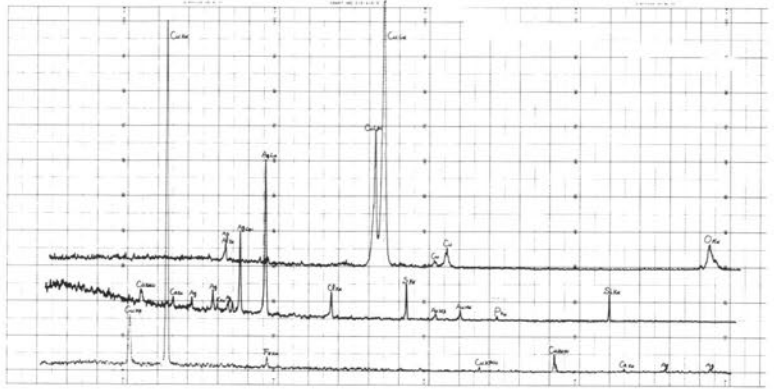


Sn

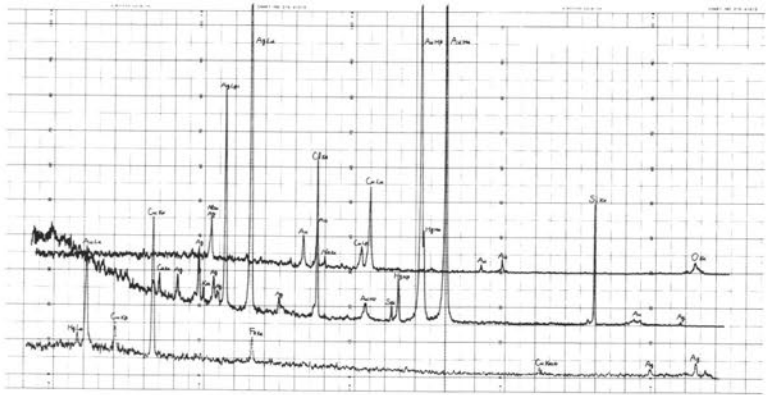
俵ヶ谷4号墳出土の銅鏡12 蛍光X線スペクトル及び面分析写真 白色部-研磨前・後



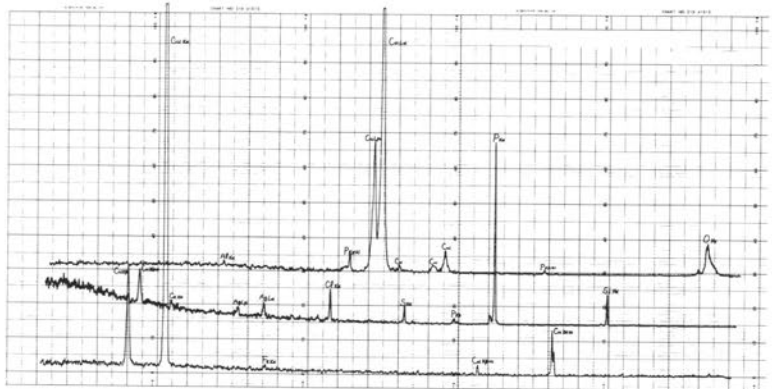
鍍金部分



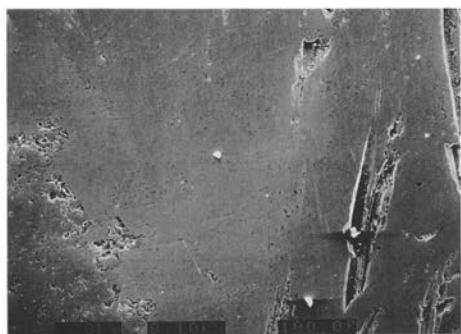
錆部分



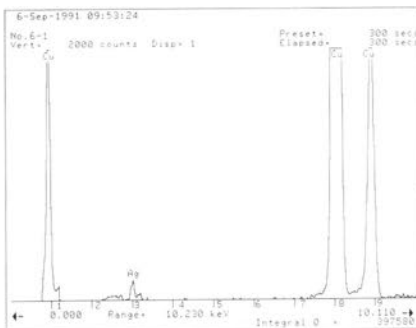
鍍金部分



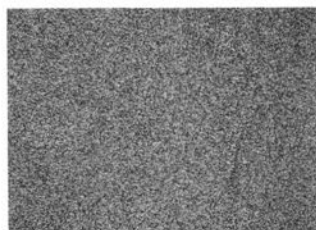
錆部分



SE



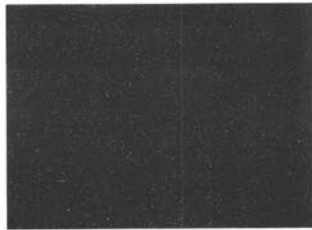
×100  
100 μm



Cu



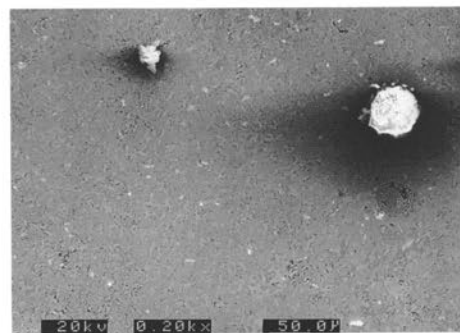
Pb



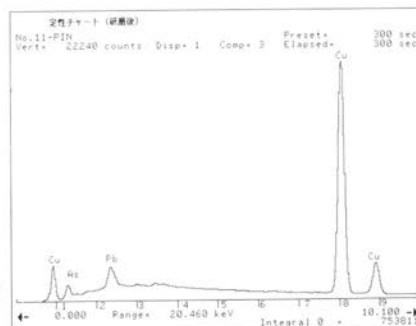
Ag



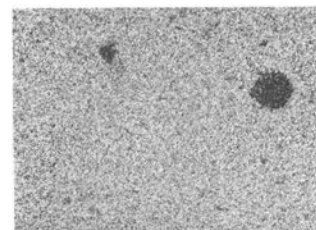
Sn



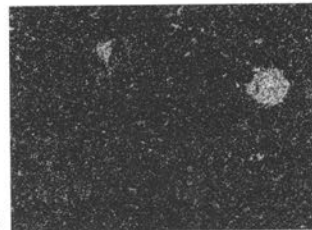
SE



×200  
5 μm



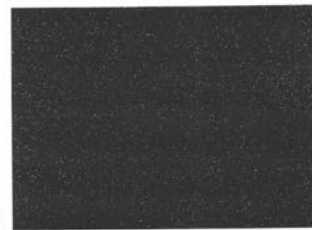
Cu



Pb

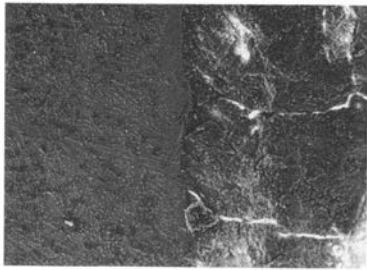
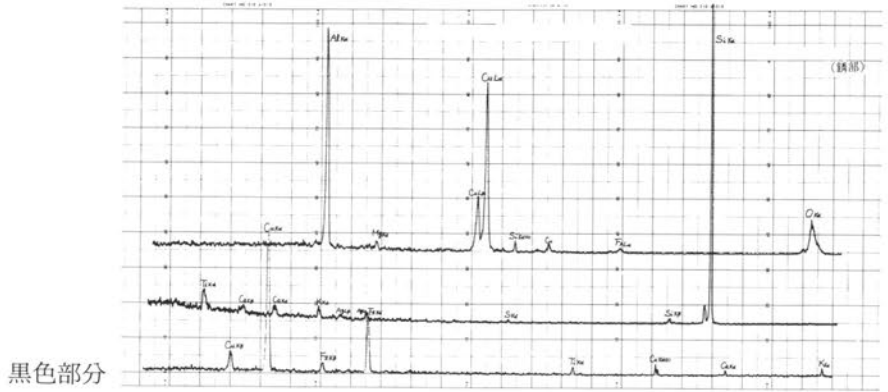
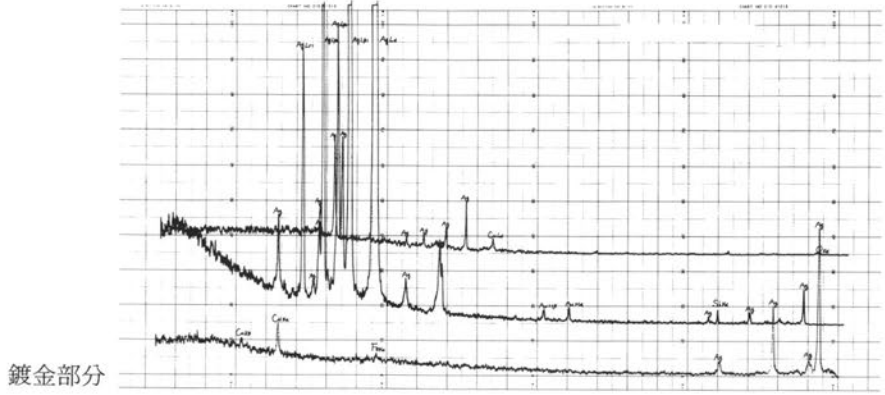


Sn



Si



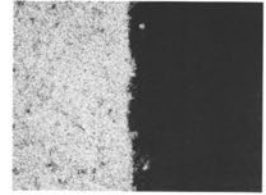


SE

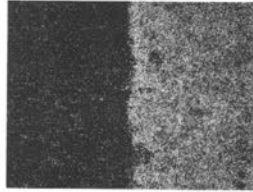
× 200  
50 μm



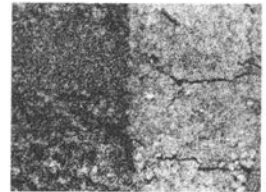
Au



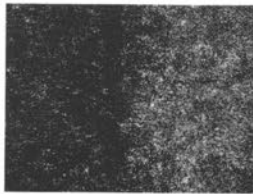
Ag



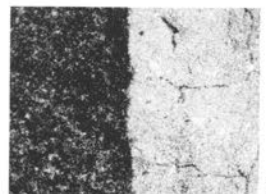
Cu



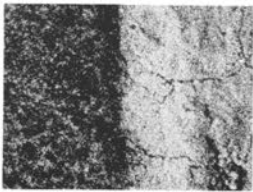
Al



Fe



Si



O



C