

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 11 日現在

機関番号：16301

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23520924

研究課題名(和文) 3Dレプリカを用いた弥生時代武器形青銅器のライフサイクルの復元実験研究

研究課題名(英文) Study on the recycle of weapon-shaped bronze objects in Yayoi period based on the sharpening experiment using 3 dimension digital replicas

研究代表者

吉田 広 (YOSHIDA, Hiroshi)

愛媛大学・ミュージアム・准教授

研究者番号：30263057

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円、(間接経費) 1,200,000円

研究成果の概要(和文)：3Dレプリカを用いた研磨実験から、研磨進行および鋒折損再生に伴う武器形青銅器の形態変化の実態を具体的に提示した。その結果、銅矛・銅戈に対し、銅剣において研磨進行に伴う形態変化が大きいこと、鋒折損再生は限定的であること、斧刃状再加工においては磨製石器製作との関連が窺えること等を導くことができた。そして、武器形青銅器のライフサイクルとして、使用に伴う研ぎ減り・再生が限られ、大きな欠損を生じた場合は、原料として鑄潰された、あるいは小型利器素材として分割・流通した可能性が高いと結論づけた。

研究成果の概要(英文)：Based on the sharpening experiment using 3 dimension digital replicas, we have clarified the concrete situations of form changes of weapon-shaped bronze objects in Yayoi period, by sharpening advance and tip breakage reproduction. For example, form change of bronze swords is larger than that of bronze spears and bronze halberds, tip breakage reproduction is rare, and characteristic tip breakage reproduction is connected with the polished stone tool fabrication method. From the above experiment results, when a weapon-shaped bronze object was damaged severely, we have concluded that was recycled by materials of casting, or materials of small edged tools.

研究分野：人文学

科研費の分科・細目：史学・考古学

キーワード：武器形青銅器 研磨実験 3Dレプリカ

1. 研究開始当初の背景

研究代表者である吉田は、型式学的研究において、本来の武器という機能を如実に反映した研磨工程に注目することによって、武器形青銅器の分類・編年・意味などについて総合的に提示してきた。また、研磨を重要な分類指標とする視点を、復元銅剣の研磨実験を通じて明らかにし、弥生青銅器における研磨そのものもつ意味についても、文様や同范品製作技術との関連において、研磨が単なる技術に留まらず、青銅器が祭器として機能する上で不可欠な工程であり、その盛衰が分類に対応していることを詳細に論じている。

しかし、武器としての使用に伴う研ぎ直しや折損に伴う再加工による形態変化が生じるとして、武器あるいは武器形品の分類指標として、研磨の特徴は不適とする考えも提起されている。ただし、これらが提起する研磨による武器形青銅器の変形も、研磨技術を明確に復元して実証性をもって論じられてはいない。

2. 研究の目的

そこで、3Dレプリカを用いた実験の実施により、研ぎ直しや折損に伴う再加工による武器形青銅器の形態変化の実態を明らかにし、復元される武器形青銅器のライフサイクルから、武器形青銅器が弥生社会において果たした意味や青銅器製作工人の位置づけに対する考察を新たにすることを目的に、本研究を企画した。

3. 研究の方法

具体的アプローチ方法は、最新のデジタル機器を用いて製作した3Dレプリカを利用した実験考古学である。実際の出土品に替わって、レプリカに加工を施すことで、出土資料からどのような形状変化が可能であったのかを導き出すのである。これまでは、実際の出土遺物は言うに及ばず、そのレプリカに加工を施すといった復元実験すら試みられてこなかった。ひとえに、型取・着色を伴うレプリカ製作自体が高価で長時間を要するものであったからに他ならない。それが近年、インプットにあたる3D計測技術とともに、アウトプットにあたる3Dレプリカ製作技術が、精度の上昇・時間の短縮・費用の低下といった進展著しく、復元的実験考古学に導入できる環境が整った。本研究の申請から実施に及ぶ3年超の間にも、製作単価の低下は大きく、製作レプリカ数を増して、実験をより重ねることができた。同時に、3Dレプリカは、複数製作レプリカ間の相違が基本的にほぼ排されるため、複数回の反復実験が同一人物あるいは異なる人物の間で可能であり、実験の再現性が保証されるとともに正確な対比が可能となった。本研究でも、研究協力者という形で、複数の実験参加者を得て異なる視点からの分析を得ることができている。

研究実施にあたって、3Dレプリカ作成対象資料を、吉武高木3号木棺墓出土武器形青銅器4点(細形式yタイプ1号銅剣・細形

式2号銅剣・細形2類yタイプ銅矛1・細形式a1類銅戈)とした。理由は、細形式銅剣を除いて、刃部研磨が通常の銅剣より限定的で軽微である点である。例えば、通常銅剣では、刃部から連続して脊上に研磨が及んで両側からの研磨が頂部で隣り合って脊上に平行する3条の鑄が立つのに対し、1号銅剣では脊上頂部に研磨の及ばない曲面が広く残り、4条の鑄が立った格好。また研ぎ出し面の下端は丸みを残したyタイプである。銅矛も刃部下半の袋部上は同様で、研磨下端面もyタイプである。そして、銅戈は下方の胡付近の刃部は丸みを残したままの未研磨・鑄放し部分を残す等である。このような特徴から、日本列島出土の細形の武器形青銅器の中でも、吉武高木3号木棺墓は、最も研磨が軽微な、つまり鑄造直後の造形が少ない、逆に言えば、その後の変形を最も幅広く想定可能な資料である。そして、残存具合が良好で欠損が少ない。さらに、2号銅剣では幅の狭い研ぎ分けが確認されるなど、研磨技術の詳細も観察検討可能な資料群なのである。

4. 研究成果

(1) 研磨進行実験

銅剣

想定されてきたような、細形式yタイプから細形式xタイプ、そして細形式b類への変遷が、実際に跡づけられた。その過程では、幅の狭い砥石による作業の必要性が改めて認識でき、吉武高木遺跡3号木棺墓2号銅剣のような、幅の狭い研ぎ分け技術の存在も、それを示唆する。

銅矛

yタイプの研ぎからxタイプの研ぎへの変化を果たせたが、一部yタイプの研ぎの痕跡がなお残ってしまうことも確認できた。実際にyタイプからxタイプへと研ぎが交替できたのか留保しなければならない。あるいは、関部から直交する方向に留まった場合のyタイプの研ぎのみxタイプへと転じることが可能で、関部から下方に向かったyタイプの研ぎの場合は、xタイプへと変じることがなかったとも想定できるかもしれない。

銅戈

横断面における刃部と脊の微妙な関係において脊上への研磨の広がりが大きく左右されることが明白となった。細形式a1類の吉武高木3号木棺墓銅戈はいくら研磨を重ねても脊に研ぎが及ばないのに対し、柳沢5号近畿型式銅戈では容易に鑄が立ったのである。九州型として定型化していく中細形以降の銅戈は、脊が樋内で収束して鋒とは段状に分離しており、脊上には研ぎが及ばない。ただその定型化以前の細形段階には、多様な型式が混在しており、それぞれの横断面における刃部と脊の微妙な関係において、研磨進行に伴って脊上に研ぎが及ぶ・及ばない、の差異が生じたと考えられる。型式あるいは

個体毎に検討する必要がある。

小結

以上のような研磨進行に伴う変化を概観してみると、銅剣における研磨進行に伴う形態変化の大きさと、銅矛・銅戈におけるその小ささを改めて確認できたことになる。鑄出し鑄の銅戈においては、横断面における刃部と脊の微妙な関係において形の変化は左右され、鑄造直後の形、つまり鑄型に彫り込まれた時点で、変化の方向性はほとんど決まっている可能性が高い。鑄出し鑄ではないものの、中空の袋部を控えた銅矛も、研磨進行に伴う変化幅は限られると予測できる。このような研磨進行に伴う形態変化幅の相違は、銅剣の多様な型式展開と銅矛・銅戈の単系譜への収斂といった状況と、表裏をなしていると理解できる。ただし、銅剣においても、日本列島では研磨の進行した式b類が多数を占めるのでなく、式がむしろ多いことは、研磨進行が頻繁でなかったことを、一方で示しているとも言える。

(2) 鋒折損再生実験

銅剣

長短いずれも再生を行うことができはした。鋒部の範囲内での短い折損なら、出土例と比較して違和感のまだあまりない再生を果たしているものの、樋先端を超えた長い折損の再生品となると、極端に鋒が短くなってしまい、出土例に類品を見いだすことが正直難しい。再生した鋒部分だけが、取って付けたような違和感が正直ある。ただし、これも研究代表者吉田の感覚であり、研究協力者の宮里修氏においては若干異なるようである。日本列島出土品を主たる対象としてきた吉田と、朝鮮半島出土品を主たる対象としてきた宮里において、感覚の違いがあるのかもしれない。吉田が抱いたような感覚を解消するためには、突起以上の刃部を広範囲に研ぎ込むことが行われた可能性もあるが、それならば粉体レプリカで試験的行ったような形態(写真33・34)になってしまう。その場合、細身となった刃部上半と刳方以下のアンバランスが目立つことになる。日本列島出土品では、極端に鋒の短いものや、刃部上半と刳方以下がアンバランスなもの、全体に極端に細身にまで研ぎ込んだものは数少ない。その中であって、吉武高木遺跡117号甕棺墓出土銅剣は、吉武高木3号木棺墓1号銅剣短折損再生例に相似して刃部上半と刳方以下がアンバランスで、鋒が再生された可能性を指摘できる事例かもしれない。

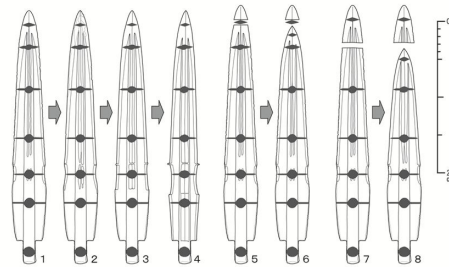
銅剣の鋒再生は十分可能であるが、日本列島出土品においては、鋒だけでなく全体に細身化することが不可避で、細身でない式の多い出土品にあつては、積極的に多くを想定することが難しいと、現時点では結論しておきたい。

銅戈

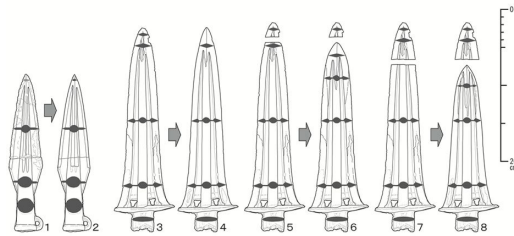
長短いずれも鋒の再生を行うことができはした。しかし、短い折損でも鑄出し鑄によ

り樋先端位置がほぼ固定しているため、既に違和感は大い。これが、鑄出し鑄の樋先端を下がった位置で破断したものの再生となると、辛うじて鋒の作出は叶ったものの、実際の出土資料と比較して、このような場合の鋒再生はまずなかったとみてよいだろう。

銅戈の鋒再生は、あつたにしても非常に限定的であつた可能性が高い。そして研磨進行実験でも言及したように、袋部中空が控える銅矛においても、やはり鋒再生は限定的であつたことが推察できる。



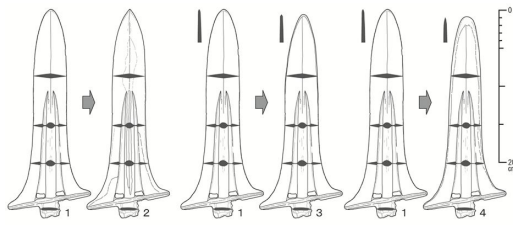
銅剣の研磨実験成果



銅矛・銅戈の研磨実験成果

(3) 斧刃状加工実験

斧刃状加工については、持砥石と置砥石という砥石の用法の差異を実験で検証した。結果、前者ではより明確な鑄が現れるのに対し、後者では明瞭な鑄を描き出すことができなかった。前者は滋賀県下ノ郷遺跡出土平形銅剣の再加工痕跡に近似するが、柳沢遺跡出土銅戈に見られる斧刃状加工は後者の特徴を示す。きわめて単純な条件下での実験であり、砥石の用法だけでなく形状や頻度等、多様な条件を加味して結論しなければならないが、少なくとも柳沢遺跡出土銅戈に見られる斧刃状加工が、方柱状の持砥石に拠ったのではないことは、認めて良いだろう。しかもその方柱状の持砥石は、武器形青銅器において研ぎ分け等の最も精美な研磨の際に使用が強く想定されているものである。北部九州とそれ以外で武器形青銅器研磨のあり方に差異があることを柳田康雄氏は指摘しており、斧刃状加工もそのような差異の一つにあたる。中部高地において、銅戈のみならず、銅戈模倣品である銅戈形石製品と斧刃状加工を共有することからすれば、斧刃状加工を磨製石器製作との関連に求めることも十分首肯できよう。



柳沢銅戈の研磨実験成果

(4) 武器形青銅器のライフサイクル

研磨実験を通じて明らかにしてきたように、まず研磨進行により多様な形態変化を生じ得た銅剣と、それが限られた銅矛・銅戈の差異があった。ライフサイクルという点で言えば、形態変化を伴うサイクルが可能な前者、それが限られる後者ということになる。これが即時間に置き換わるわけではないが、形態の固定性の高い銅矛・銅戈と、そうでない銅剣という差異を読み取ることが許されるだろう。そして、この相違が、銅剣と銅矛・銅戈の社会的価値の相違に反映されている可能性を考えておきたい。

一方、使用段階で折損が生じて再生に回される筋道は、鋒再生実験を通じて、樋先端以上の折損例ならば機能し得た。逆に、樋先端以下の事例でも、無理強いすれば可能ではあるが、実験結果と対照して、そのような出土例を指摘することはできない。銅戈や銅矛では一層困難である。すると、折損した鋒を再生することは、非常に限られていた可能性の方が高いことになる。

使用に伴って形態変化を大きく生じさせることが少なく、鋒折損の場合も再生は限定的であったことになると、武器形青銅器が毀損した場合は、どのような処置が講じられたのだろうか。日本列島出土品のうち、甕棺などの墳墓出土品でも、鋒再生を想定できるものがほとんどないとともに、細かい欠損は別として、鋒部を樋先端より下で大きく欠く例は多くない。争いなどの使用時に鋒を欠損したまま副葬された例があるにしても、なお少ないのが実状だろう。しかし一方で、鋒部片の出土例は少なくなく、その中には、人体に嵌入して残された折損片もあり得る。そしてそれらの中には、残った武器下半の再生が不可能なほどに、樋先端よりかなり下がった位置での破断品が多い。つまり、出土品において、鋒先端破断片に対して、対応すべき下半片が極端に少ないのである。

出土鋒部片が、武器による使用だけでなく、金属器として多様な意味を各地で持ち得たことが指摘されてきているように、考古資料として直接残らない、再生不可の武器形青銅器下半断片の利用も、武器形青銅器のライフサイクルに組み込んで議論する必要がある。一つには、原料として鋳潰されたこと、いま一つが小型利器素材として分割され、広く流通した可能性である。前者については、

科学的成分分析のからの検討が必要であるが、後者については弥生時代において少ないながら連綿たる利用のあることを既に明らかにしている。後者の可能性をより積極的に想定しておきたい。

(5) 今後の課題

実験を通じた成果を若干披露したが、同時に課題がなお多いことも最後に整理しておきたい。

まず、研磨実験について、計画当初より多くのレプリカを得て多くの実験を行えたものの、なお十分ではない。研究協力者の成果も十分は活かしきれなかった。問題意識を新たにして、実験を重ねる必要がある。

その実験の前提となる3Dレプリカについても、計測技術やレプリカ製作技術の進歩は目覚ましい。より効果的な方法・技術を見つけ出す努力を払っていかねばならない。例えば、今回主たる実験対象としたのは樹脂素材のレプリカだが、樹脂の特性として、温湿度や圧力による反りなどの形状変化が生じた。また透明性のある素材は、再度の3D計測や成果品の写真記録において困難を来した部分が小さくない。実験に適した素材の選択余地は大きい。また、3D計測による形状変化の提示について、差分比較等の解析を行う予定であったが、今回は果たし得なかった。レプリカに対する研磨実験というアナログな行為と、デジタル技術を駆使した計測・分析を、相互にフィードバックしながら、考古資料の歴史的意味を深く考察できるよう、研鑽を重ねなければならない。

それらの実験結果に基づいた考察においても、まず今回十分でなかった視点として、砥石に対する考察がある。実験では断面方柱状の砥石にほぼ終始したが、実際の出土品を検討した上で、多様な砥石形状を試みる必要があるし、その砥石形状自体、作業中ずっと固定したものではない。砥石についても、形状変化を伴うライフサイクルを想定しなくてはなるまい。そして、砥石と前提的に特定してきたが、固体でない多様な研磨素材にも留意すべきであろう。

砥石に限らず、多様な技術的検討を尽くした後に、改めて武器形青銅器のライフサイクルについて、墳墓出土武器形青銅器の再検討等、より客観的なデータに基づいて、体系的に提示する必要がある。争いの場面における武器使用の問題とも密接に関わり、争いを伴う社会構造まで含めた議論へも発展する。その際には、朝鮮半島を含めた東アジア的な視点での研磨技術の比較研究が不可欠で、より実践的な刃物を維持した世界との比較から得られるものは多いはずである。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計0件)

〔学会発表〕(計5件)

塚本敏夫・吉田広・宮井善朗・田尻義了・宮里修・柳田康雄、3Dデジタルレプリカを用いた武器形青銅器のライフサイクルの復元実験、日本文化財科学会第31回大会、2014年7月5日・6日、奈良市・奈良教育大学
吉田広・塚本敏夫・宮井善朗・田尻義了・宮里修、武器形青銅器のライフサイクルの復元実験研究、日本考古学協会第80回総会、2014年5月17日・18日、東京都・日本大学
吉田広、信州における青銅器の受容と祭祀、日本考古学協会2013年度長野大会、2013年10月19日・20日、長野市・若里市民ホール
吉田広・塚本敏夫・宮井善朗・田尻義了・宮里修、研磨による武器形青銅器の整形と変形 - 3Dレプリカを用いた弥生時代武器形青銅器の研磨進行実験から - 、アジア鑄造技術史学会2013嶺南大会、2013年8月24日・25日、大韓民国慶山市・嶺南大学校
吉田広・塚本敏夫・宮井善朗、3Dレプリカを用いた弥生時代武器形青銅器の研磨進行実験、アジア鑄造技術史学会2012愛媛大会、2012年8月25・26日、松山市・愛媛大学

〔図書〕(計1件)

吉田広・塚本敏夫、3Dレプリカを用いた弥生時代武器形青銅器のライフサイクルに関する復元実験研究、2014、91頁

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

吉田 広 (YOSHIDA, Hiroshi)

愛媛大学・ミュージアム・准教授
研究者番号：30263057

(2) 研究分担者

塚本 敏夫 (TSUKAMOTO, Toshio)

元興寺文化財研究所・研究員

研究者番号：30241269

(3) 連携研究者

()

研究者番号：