

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 6 月 4 日現在

機関番号：17102

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K16941

研究課題名(和文)三次元計測を用いた縄文・弥生移行期土器における木製板工具の復元方法開発

研究課題名(英文)A method for estimating species of tree of the wooden pottery-making tools using three-dimensional measurement

研究代表者

三阪 一徳(MISAKA, Kazunori)

九州大学・人文科学研究院・助教

研究者番号：00714841

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：縄文時代のおわり頃、北部九州では稲作と雑穀栽培、新たな文化要素が朝鮮半島の移住者によってもたらされた。これが契機となって、日本列島の広域に農耕が広がり、弥生時代へと移り変わっていく。本研究では土器の製作に使用された木製板工具に注目し、移住や農耕開始に伴う技術移転の実態解明を目指した。同時期の朝鮮半島では木製板工具痕が多くの土器の表面に認められ、この技術が北部九州に伝わる。しかし、両地域の木製板工具痕には微妙な違いが認められた。本研究では三次元計測を用いて、この違いが工具の樹種や割り方に起因することを明らかにし、さらに縄文時代と朝鮮半島の技術系譜、日本列島への技術移転の実態解明を目指した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は先史時代の土器を素材とした三次元計測にもとづき、日本列島の農耕開始期における移民や技術移転の実態解明を目指すものである。これは、農耕民と狩猟採集民の接触によって生じた文化変化をテーマとしたケーススタディであり、考古学に限らず、人類学や社会学においても普遍的な課題といえる。また、本研究ではデジタル写真から3Dモデルを構築するフォトグラメトリという手法を用いて、1mm以下の微細な対象物の三次元形状を取得することに成功した。この手法は、高価なレーザー顕微鏡や3Dスキャナを用いず、比較的安価な機材で実施可能であり、様々な研究分野での応用が期待される。

研究成果の概要(英文)：At the end of the Jomon period, rice and millet cultivation and new cultural elements were brought to the northern Kyushu by immigrants from the southern part of the Korean Peninsula. This immigration triggered the spread of agriculture in the Japanese archipelago and the transition to the Yayoi period.

In this research, we focus on the wooden tools used to make pottery. In the Korean Peninsula during this time, the scraping with a plate-shaped wooden tools were found on the surface of the pottery, and this technique had been transferred to northern Kyushu.

However, a slight difference is found in the scraping with wooden tools in both areas. Using three-dimensional measurement, we clarify that this difference is caused by the difference in the species of tree and the way of splitting wood of the tools. Furthermore, we clarify the technical lineage of pottery of the Jomon period and the Korean Peninsula, and the technology transfer to Japan.

研究分野：考古学

キーワード：土器製作 木製板工具 Photogrammetry 三次元計測 朝鮮半島 弥生時代 縄文時代 青銅器時代

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

北部九州では縄文時代のおわり頃(紀元前 800~600 年頃)、稲作や雑穀栽培、様々な文化要素が朝鮮半島の移住者によってもたらされたと考えられている。これにより狩猟採集を生業とした縄文時代の文化は変容を遂げ、ついには農耕を生業とする弥生時代に移行する。

申請者はこの文化変化の一端を解明するため土器の分析を実施した。当時の土器は調理や貯蔵、さらには葬送に用いられる道具であり、農耕と深く結びついている。分析の結果、北部九州の弥生時代開始期の土器には、縄文時代の伝統を引く要素が主体となりつつも、朝鮮半島南部の要素が少量ながら確実に存在することを明らかにした。このとき、土器の形態や文様だけではなく、製作技術まで伝わっていたことから、移住者の存在を裏づけた。さらに、土器には縄文時代と朝鮮半島の要素が複雑に共存し、在来者の土器あるいは移住者の土器といった単純な区分はできず、技術移転の複雑な実態を捉えた。

2. 研究の目的

本研究では、当時の農耕を伴った移住や技術移転の実態をさらに明らかにするため、土器製作に用いられた木製板工具に注目した。朝鮮半島南部の青銅器時代(無文土器時代)の土器には、木製板工具を使用した痕跡(刷毛目調整、板ナデ調整)が大半の土器の表面に認められる。この技術が弥生時代開始期の北部九州に伝わったと考えられている。

しかし、朝鮮半島南部の土器製作技術そのものと考えられてきた木製板工具調整を詳細に観察すると、両地域のそれには微妙な違いがみられた。具体的には、弥生時代開始期には、同時期の朝鮮半島に一般的な条間が粗い典型的な「刷毛目調整」は少なく、条間が密な「板ナデ調整」が多くみられるのである。

木製板工具の素材となる木の樹種や割り方など、つまり板材加工技術に起因して上記の差異が生じているものと推定された。これは、縄文時代の土器製作や板材加工の技術なかに、朝鮮半島から新しい技術が移転され、北部九州で独自の技術が生みだされた可能性を示唆する。

また、板材加工技術は、農具の製作や灌漑施設の構築など、農耕に深く関与していると予想される。これを裏付けるのは、弥生時代開始期に、やはり朝鮮半島に系譜をもつ石製の伐採斧や木材加工斧および木製農具が出現する点である。そして、木製品自体には丸太を放射状に分割することにより「柁目板」を獲得する「みかん割り」という板材加工技術が認められるようになる。縄文時代にはこの技術はなく、丸太を分割して「板目材」を獲得する技術が用いられていた。

3. 研究の方法

この課題を解決する手がかりとなるのは、土器について木製板工具痕の細かな形状の観察を通じて、工具の樹種(針葉樹か広葉樹)、木取り(柁目板か板目板)が判別可能であることを指摘した研究である(引用文献)。ただし、この研究は平面情報にもとづいたものであり、断面形状を含む三次元情報を加えることができれば、樹種や木取りの同定精度が高まることが予測される。これには、土器の表面にみられる木製板工具痕を、3D スキャナなどを用いて三次元計測が有効であると考えた。

そこで、本研究では以下の分析を行うこととした。a) 土器製作に利用された木製板工具の樹種・木取りの復元方法開発。a1) 実験: 樹種や木取りなどの条件を設定して作成した木製板工具を用いて、粘土板に擦過痕・押圧痕を製作し、これを三次元計測する。a2) 土器の分析: 日本列島の縄文・弥生時代移行期および朝鮮半島南部の青銅器時代の土器にみられる器面調整(擦過痕)・刻目(押圧痕)の三次元計測を実施する。上記でえられた三次元計測値の比較を通じ、土器に使用された木製板工具の樹種・木取りの同定方法を確立する。b) 木製板工具の製作技術的系譜の復元と変容過程解明。

4. 研究成果

(1) 三次元計測方法の開発

本研究では、土器表面のわずかな凹凸や木材の年輪など、微細な対象物の三次元計測を行うものである。当初、三次元計測は3D スキャナのみで実施予定であったが、近年普及しているフォトグラメトリ(Photogrammetry)を加え、2つの計測方法を試みた。

[3D スキャナ]当初、安価な3D スキャナで計測を実施予定であった。3D スキャナの選定にあたり、低精度から高精度の4機種での計測を実施した。その結果、微細な凹凸を捉えるには、点間ピッチが小さい、高価な機種が必要であることがわかった。この条件を満たす機器は予算内では購入できず、計測する場合は機器を有する業者等への委託する必要があった。また、考古資料を計測する場合は、資料もしくは資料から採取したシリコンレプリカを、機材がある施設まで移動させる必要がある。

[フォトグラメト]当初、撮影倍率・等倍のマクロレンズや顕微鏡を用いて写真撮影し、Agisoft社・Metashape(PhotoScan)で3Dモデル作成を試みた。しかし、1mm以下の微細な形状を再現可能な3Dモデルを作成することは困難であった。そこで、様々な撮影方法・機材やソフトウェアの使用を試み、微細形状についてより精度の高い3Dモデルを作成する方法を模索した。試行錯誤を繰り返した結果、つぎの方法が最適であることがわかった。デジタルカメラ+マクロレンズ+エクステンションチューブを用いて対象物をできるだけ大きく写す。撮影時は、後に深度合成(Focus stacking)を行うために、1カット数100枚程度のピントをずらした写真を撮影しておく。撮影した写真を深度合成ソフトウェア(Helicon Soft社・Helicon Focus)を用いて、全域に焦点が合った画像を生成する。この画像を用い、フォトグラメトリ用ソフトで3Dモデルを生成する。ソフトウェアについては、Metashape、3DFLOW

社・3DF Zephyr、Capturing Reality社・RealityCaptureの3つを試した結果、RealityCaptureが微細な対象物の三次元計測に適することがわかった。さらに点群データ編集ソフトウェア(CloudCompare)を用いて、断面形状の切り出しや計測を行った。なお、フォトグラメトリの利点としては、考古資料を保管場所から運び出す必要はなく、これに伴うリスクやコストがないことである。

(2) 実験

縄文時代と弥生時代の遺跡出土品には、土器製作に用いられた木製板工具と認定できる資料は今のところない。なお、先行研究では弥生時代開始期の木製品に使用された木材の樹種が明らかにされている。本研究ではこのなかから木材(玉切りの丸太)が入手可能なものを探した結果、実験には針葉樹のスギと、広葉樹のクヌギを試料とすることにした。また、対象時期の土器の表面には、木製板工具だけではなく、二枚貝貝殻を用いた痕跡も多くみられる。そこで、遺跡から出土し、かつ現生しているサルボウの貝殻を試料に加えた。

木材については柱目板の板工具を作成し、貝殻は加工を加えず実験に用いた。3つの工具を用いて粘土への擦過を行った。なお、木製板工具については200m擦過後の擦過痕を計測した。これらの工具および粘土の擦過痕について、上に示した方法で三次元計測を行った。



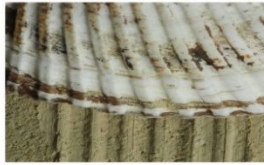






工具	広葉樹・環孔材(クヌギ)	針葉樹(スギ)	二枚貝貝殻(サルボウ)
擦過距離	200m	200m	1m
写真 (工具、擦過痕)			
3Dモデル (擦過痕)			
断面形状 (擦過痕)			

図 実験試料による擦過痕の三次元計測と断面形状

(3) 考古資料

弥生時代開始期の日本列島および同時期の朝鮮半島南部の土器について、表面の三次元計測および製作技術に関する調査を実施した。日本では佐賀県宇木汲田遺跡、福岡県曲り田遺跡、徳島県庄・蔵本遺跡、徳島県三谷遺跡、韓国では晋州大坪里遺跡、泗川本村里遺跡の資料について調査を実施した。

また、実際に土器製作に用いられた木製板工具に関する調査も実施した。対象としたのは、佐賀県吉野ヶ里遺跡から出土した、弥生時代中期の針葉樹で製作された板状木製品である。

(4) まとめ

まず、微細な対象物の三次元計測方法開発に時間を要した。しかし、開発に成功したことは研究を進めるうえで重要な成果となった(引用文献)。この方法を用いて、実験試料の擦過痕の平面・断面形状を計測した結果、使用した工具の素材を一定程度復元することができた。針葉樹と特定の二枚貝貝殻は明確に判別可能であった。広葉樹については一定程度判別できることがわかった。北部九州の弥生時代開始期の土器に使用された製板工具の素材は、朝鮮半島に典型的な針葉樹はわずかで、広葉樹が多いと推定された。つまり、朝鮮半島の技術がそのまま受容されたわけではなく、元来からある技術の援用や周辺植生に対応した原材料の確保など、一定の変容を伴って技術を受容したと解釈できる(引用文献)。今後は、考古資料からのさらなるデータ収集と、木製板工具の製作に用いられた木工技術を解明することが課題となった(引用文献)。

<引用文献>

- 横山浩一、刷毛目調整工具に関する基礎的実験、九州文化史研究所紀要、1978、23、1-24
- 三阪一徳、日本列島・朝鮮半島南部の稲作受容期における土器製作技術の変容過程解明への予察、考古学は科学か:田中良之先生追悼論文集、2016、287-303
- 三阪一徳、刷毛目調整工具の樹種と木取りに関する検討、平成29年度九州史学会大会考古学部会、2017、口頭発表
- 三阪一徳、土器製作技術からみた縄文から弥生へ、日本考古学協会第84回総会、2018、150-151、口頭発表
- 三阪一徳、縄文・弥生時代移行期における木製板工具調整、考古学ジャーナル、729、2019、5-9
- 三阪一徳、朝鮮半島無文土器と刻目突帯文土器、第191回九州古文化研究会・第4回弥生時代研究部会、2019、口頭発表

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 0件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 三阪一徳	4. 巻 729
2. 論文標題 縄文・弥生時代移行期における木製板工具調整	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 考古学ジャーナル	6. 最初と最後の頁 5-9
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 三阪一徳	4. 巻 -
2. 論文標題 先史時代の遼東半島と膠東半島における土器製作技術	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 東北アジア農耕伝播過程の植物考古学分析による実証的研究	6. 最初と最後の頁 93-123
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 三阪一徳	4. 巻 上
2. 論文標題 日本列島・朝鮮半島南部の稲作受容期における土器製作技術の変容過程解明への予察	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 考古学は科学か：田中良之先生追悼論文集	6. 最初と最後の頁 287-303
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 三阪一徳	4. 巻 3
2. 論文標題 庄・蔵本遺跡第27次調査出土の木製品	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 国立大学法人徳島大学埋蔵文化財調査室紀要	6. 最初と最後の頁 29-44
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計9件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 三阪一徳
2. 発表標題 朝鮮半島無文土器と刻目突帯文土器
3. 学会等名 第191回九州古文化研究会・第4回弥生時代研究部会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 三阪一徳
2. 発表標題 遼東半島と山東半島の農耕伝播期における土器製作技術
3. 学会等名 日本中国考古学会九州部会第80回例会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 三阪一徳
2. 発表標題 The process of the expansion of agriculture in north-eastern Asia by analyses of pottery-making techniques
3. 学会等名 Eighth worldwide conference of the Society for East Asian Archaeology (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 三阪一徳
2. 発表標題 土器製作技術からみた縄文から弥生へ
3. 学会等名 日本考古学協会第84回総会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中村豊, 端野晋平, 三阪一徳, 河原崎貴光
2. 発表標題 縄文/弥生移行期の集落について
3. 学会等名 日本考古学協会第84回総会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 三阪一徳
2. 発表標題 遼東半島・山東半島における土器製作技術の変化と農耕伝播(予察)
3. 学会等名 日本中国考古学会九州部会第78回例会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 三阪一徳
2. 発表標題 刷毛目調整工具の樹種と木取りに関する検討
3. 学会等名 平成29年度九州史学会大会考古学部会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 三阪一徳
2. 発表標題 日本列島・朝鮮半島南部の稲作開始期における土器製作技術と木材加工技術
3. 学会等名 考古学研究会岡山例会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 三阪一徳
2. 発表標題 三次元計測を用いた土器木製板工具の復元
3. 学会等名 考古フォーラム蔵本
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 端野晋平（編），三阪一徳	4. 発行年 2018年
2. 出版社 徳島大学埋蔵文化財調査室	5. 総ページ数 116
3. 書名 庄・蔵本遺跡3	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考