

論文

熊本市八ノ坪遺跡と白藤遺跡出土の青銅器鋳型について -3Dモデル製作と出土資料との比較検討-

下 村 智
玉 川 剛 司

【要 旨】

熊本市西区の八ノ坪遺跡は、熊本平野で初めて青銅器鋳造関連遺物がまとまって発見された遺跡である。2004（平成16）年度、東西屋敷地区経営体育成基盤整備事業に伴う熊本市文化財保護課の発掘調査で、小銅鐸や銅戈の鋳型、銅矛の鋳型などと送風管、青銅付着土器、青銅片、銅滓など遺跡内で青銅器鋳造を示す遺物群が出土した。

これまで八ノ坪遺跡出土の細形銅戈や出土朝鮮系小銅鐸の鋳型、採集した朝鮮系小銅鐸の鋳型などについてはすでに製品モデルの作製を試み、検討を重ねてきたが、その他の鋳型については3D計測しているものの未検討のままであった。

そこで、今回はこれまで未検討であった鋳型を中心に、取得した3Dデータから製品モデルの作製を試み、一部は出土製品との比較検討を試みた。あわせて、近隣の白藤遺跡から出土した鋳型についても鋳造された製品モデルの検討を行なった。

その結果、八ノ坪遺跡出土の細形銅戈両面鋳型では、鋳造された銅戈の幅や脊の大きさが表裏でそれぞれ異なることや、大型の細形銅戈を鋳造した両面鋳型の裏面で製作されたものは細形銅矛の袋部であることが確認できた。また、銅矛を彫り込んだ両面鋳型からは菱環耳の付いた細形の銅矛が作製でき、節帯中央から耳が取りつくタイプであった。裏面は細形銅剣と報告されていたが細形銅戈の内であることが判明した。また、小破片になった鋳型は砥石として報告されていたが銅鐸の一部であることを示すことができた。白藤遺跡の両面鋳型からは、細形銅戈の鋒と小銅鐸の舌のような棒状製品が作製できた。

製品との比較検討では、山鹿市蒲生下原の中尾・下原遺跡出土の細形銅戈と八ノ坪遺跡出土両面鋳型のA面銅戈3Dモデルが平面形態で類似していたので比較検討を行なったが、中尾・下原遺跡出土の細形銅戈は扁平な脊を持ち、八ノ坪遺跡出土鋳型の銅戈3Dモデルとは脊や刃部の形状が異なり、同鋳型で鋳造した製品ではないことが判明した。

【キーワード】

弥生時代、鋳造関連遺物、青銅器鋳型、細形銅戈、細形銅矛、小銅鐸、3D計測

I. 八ノ坪遺跡と白藤遺跡出土の青銅器鋳型

熊本市西区の八ノ坪遺跡は東西屋敷地区経営体育成基盤整備事業で発掘調査された遺跡である。調査対象地域は農業施設に関わる永久構築物の道路・水路部分であった。青銅器鋳型が出土した地域はH5A小区を中心とした面積的にはきわめて狭い範囲である。この範囲内に青銅器鋳造関連遺物がまとまって発見(林田2005)された。

また、白藤遺跡出土の鋳型は最も遺構密度が高い場所のピットから検出された。この遺構密集地域からは銅矛のミニチュアも出土している。

今回は、これまで未検討であった八ノ坪遺跡と白藤遺跡出土の青銅器鋳型および鋳型から作製された3Dモデルについて検討を加えたいと考えている。

1. 八ノ坪遺跡出土の鋳型

八ノ坪遺跡から出土した鋳型は7点である。武器形青銅器の鋳型が4点、小銅鐸の鋳型(未成品を含む)が3点ある。武器形青銅器の鋳型はほとんどが両面范で、小銅鐸系の鋳型は単面范であった。これらの鋳型の范面を合わせると鋳造面は都合11面になる。このうち、細形銅戈(下村・玉川2018a)と出土した小銅鐸および採集された小銅鐸片(下村・玉川2018b)についてはすでに発表しているので、今回はそれ以外の鋳型について検討を試みたいと考えている。今回検討する各鋳型については報告書(林田2005・2008)をもとに簡単に説明を加えておきたい。

図1-1は銅戈の両面鋳型である。「石材は石英-長石斑岩」で、「表裏とも銅戈型が彫り込まれて」いる。范面は「黒変して」おり、「最大幅6.9cm、最大厚1.8cm」を測る。「欠損部分」の端面は「風化が見られずきれいなことから」、この部分は「工事中に破損したものと考えられる。欠損部分は見つからなかった」とのこと。「鋒部小口に湯口装着の痕跡が見られ、A面では鋒が小口端部まで達していることから、先端から湯を注ぎ込んだと考えられ」ている。「B面の銅戈型鋒部分は剝離」によって失われている。報告によれば「使用面の前後関係は明らかでない」とされた。ともに鋒部を同じ方向に向けた両面鋳型で、范面に彫りこまれた型はそれぞれ脊の幅や身幅の大きさに違いが観察された。

図1-2は、「現存長5.8cm、現存幅5.9cm、厚さ3.1cmで色調は乳白色を呈する」石英長石斑岩製の鋳型である。A面は「銅戈型で脊・樋・穿・胡・内を確認できる」。すでに大型の細形銅戈として発表(下村・玉川2018a)しているが、裏面(B面)にも「銅矛型の袋部」と思われる彫り込みがある。ただし、節帯や耳などの彫り込みは確認されなかった。

図2-1も石英長石斑岩製である。大きく破損しており、残存部は長さ7.8cm、幅3.5cmで、鋳型下端面が残っており厚さは5.1cmを測る。表面は「被熱による黒変が認められ」、青銅器が鋳造されたことを示している。鋳造面はごく一部しかないが、「工具痕跡が残る」とされた横沈線と湾曲した面が残っている。報告では「鋳型の可能性も考えられたが確証が乏しいため、砥石」とされた。

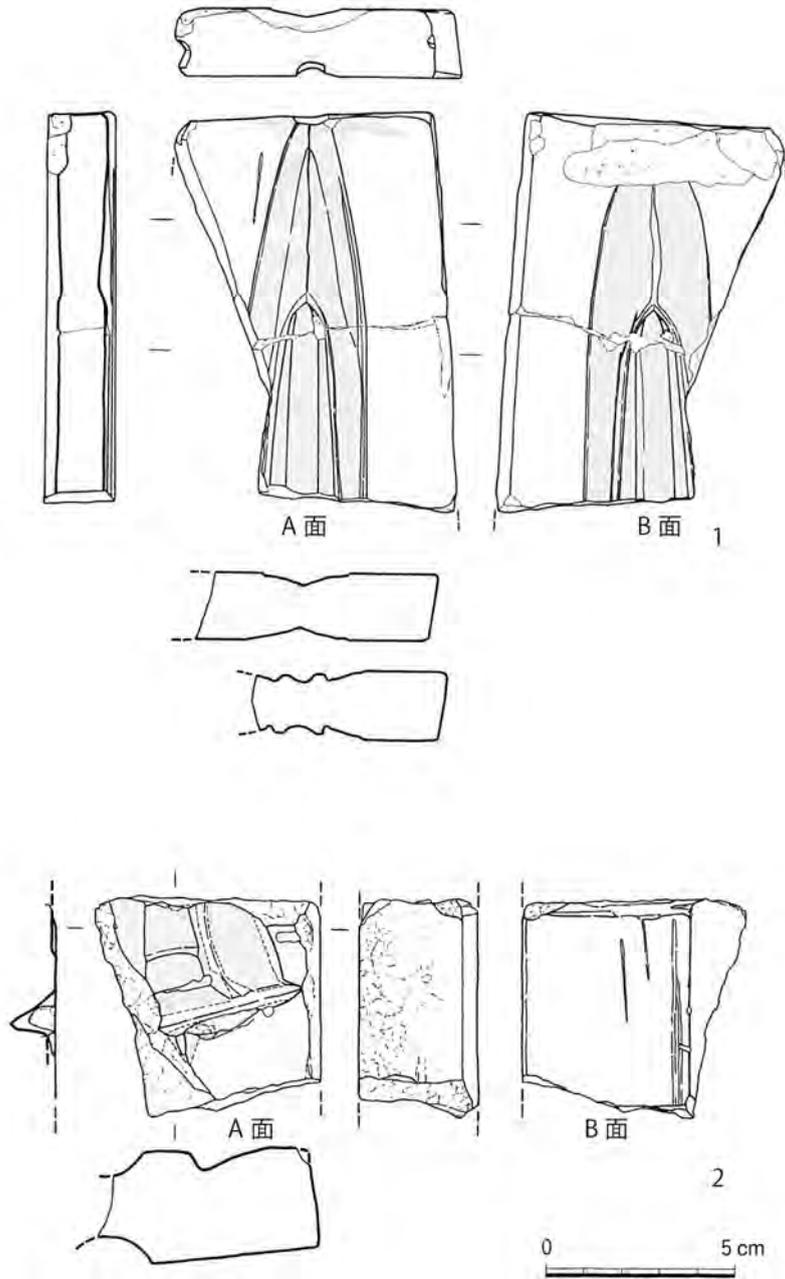


図1 八ノ坪遺跡出土鑄型実測図(1) (1/2) (林田2005)

図2-2は、KD1小区北遺構外から出土した「石英-長石斑岩」製の鋳型片である。上面と側面の二つの面で黒変と範面が確認できる。「小片のため製品を特定できない」が、一面は銅戈の内、もう一面は武器形青銅器の刃部の一部ではなかと推察される。「最大幅3.1cm、最大厚3.8cm」を測る。この鋳型は小片で残りがよくなかったため、3D計測は実施していない。

図2-3は「H5A小区から採集した鋳型」で、両面に範面が彫り込まれている。図の「左側をA面、右側をB面として」説明する。A面は銅矛型であり、袋部と菱環耳が確認できる。節帯は1条の「帯状で0.9cm」を測り、耳は節帯に取りついている。「鋳造に伴う被熱の痕跡や黒変は認められな」かったことから、この面は実際の鋳造には使用されなかったとみられている。

「B面は銅剣」と報告されているが、「残存状況が不良なため脊」や「身の幅については不明である」とされた。ただ、この面の側面「上端には黒変が認められることから実際には鋳造が行なわれた」とみられている。「残存する大きさは長さ4.8cm、幅6.4cm、厚さ2.8cm」を測り、「鋳型の中心軸より反転すると鋳型の幅は11cmほどに復元できる」とされた。「断面形はわずかに台形をなし、A面よりもB面が広い。鋳型の前後関係はB面が先で、A面が後と判断され」、「B面の銅剣に関部・茎が認められない」ことから、A面の「銅矛を彫り込むにあたって鋳型が切断された」と報告されている。

2. 白藤遺跡出土の鋳型

道路建設に伴って発掘調査された近隣の白藤遺跡からは、両面鋳型が出土しており、片面は細形の青銅製武器、もう一方の面は「銅ノミ・銅鏃基部などの可能性も考えられるが、いずれも決め手に欠ける」と報告(林田・原田1998)されている。今回、白藤遺跡の鋳型も含めて検討した。以下、報告によって簡単に説明しておきたい。

白藤遺跡群は熊本市教育委員会によって、「1997年4月から1998年1月にかけて白藤遺跡群第6次調査区の発掘調査」が行われた。同遺跡からは銅矛のミニチュアも出土しており、他の鋳造関連遺物は出土していないが、同遺跡で青銅器の鋳造が行なわれた可能性は高い。出土した鋳型は、「最も遺構密度が高い場所の、遺構検出面下40cm」のピットから出土した。同遺構からは「弥生中期の土器が出土している」ものの「細かな時期決定は困難」とされた。

図3は、「縦7.7cm、横8.3cm、厚さ2.4cmを測る。石英-長石斑岩」製の鋳型である。両面鋳型でA面は武器形、B面は現状では器種が同定しづらい形状を呈している。A面・B面とも砥石に使用されかなり擦り減ってはいるが、被熱の痕跡が認められることから青銅器の鋳造に使用されたことは間違いない。

「A面の彫り込みは武器形青銅器の鋒部にあたる」。「残存するのは鋒から5.4cmまで」で、鋒先端部から5cm下がったところで「幅2.5cmを測る」。「鋒の中央には鑄の線が彫り込まれ」、鋳型先端部まで伸びている。「被熱の痕跡はここまで認められる。残存長が短いため器種を特定するには至らないが、先端から4cmほどで樋が始まり、鋒が短いことなどから、細形の製品の可能性が高い」

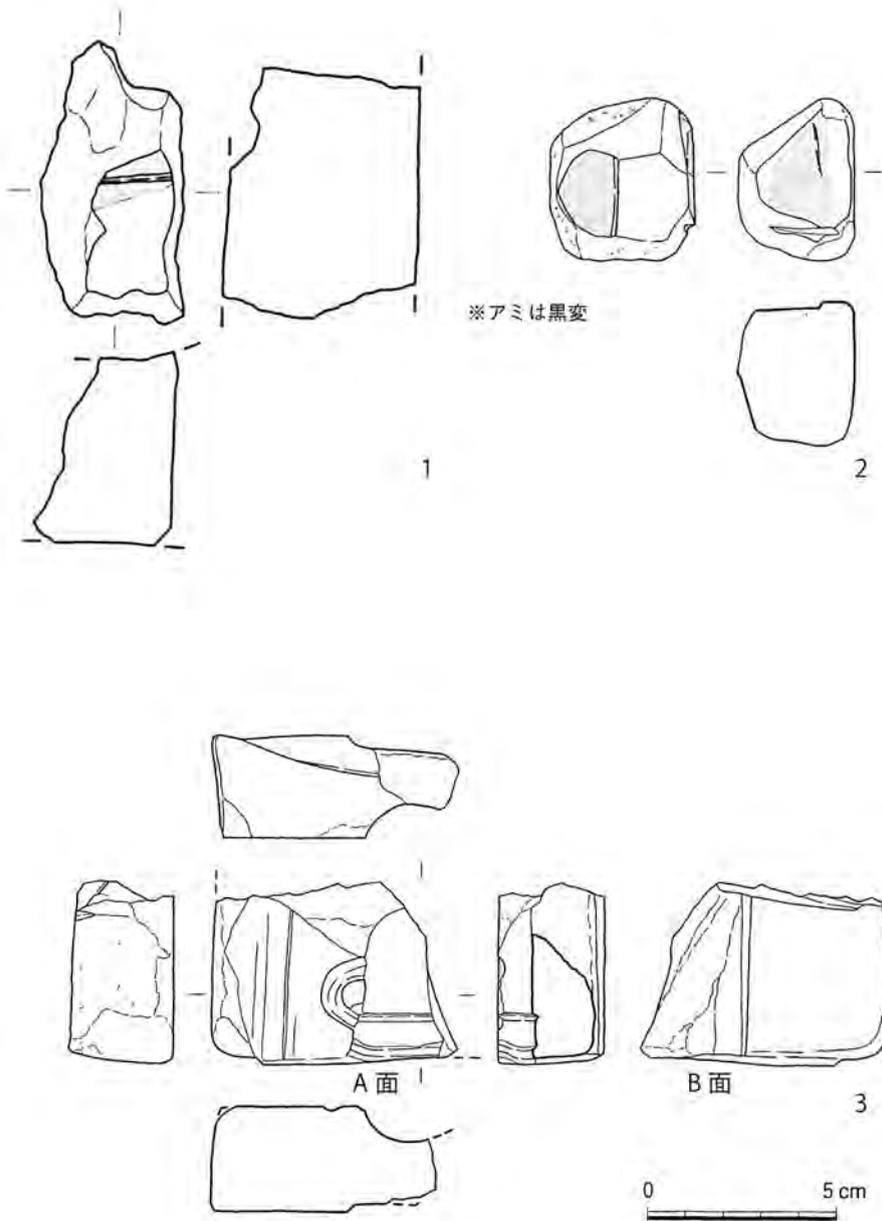


図2 八ノ坪遺跡出土鑄型実測図(2) (1/2) (林田2005・2008)

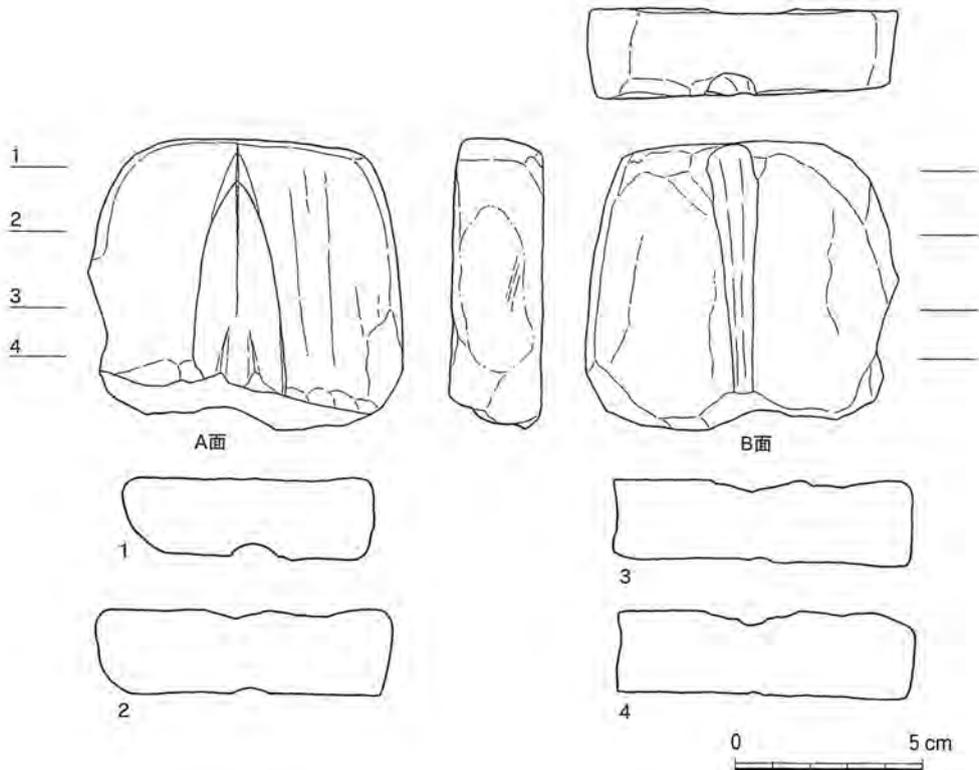


図3 白藤遺跡出土鋳型実測図 (1/2) (林田・原田1998)

と報告されている。

「B面の彫り込みは上から下にかけて幅がせばまり、上で1.4cm、下で0.5cmとなる。この彫り込みは長さが6.7cmもあり、全体を湯口とするには長すぎる。また、この彫り込み全体を製品とすると、銅ノミ・銅鏃茎部などの可能性も考えられるが、いずれも決め手に欠ける」とされた。「B面の表面は砥石として利用されたためか全体が擦り減り、厚さも均一でない。擦り減った厚さや、彫り込みの幅を考慮すると、矛形銅製品の鋳型という可能性も否定できない」とされた。A面、B面とも砥石として使用されかなり擦り減ってはいるが、鋳型の彫り込みはきわめてシャープである。

II. 3D技術を用いた鋳型の計測と鋳造製品の3Dデータ作製

これまで報告した鋳型については、すでに3D計測を実施しデータを取得している。これらのデータをもとに鋳造製品の3Dデータ作製と3Dプリンターによる出力⁽¹⁾を試みた。

1. 鋳型の3D計測と3Dモデルの作成方法

まず、3D計測の方法と使用機材等について簡単に説明しておきたい。本研究で使用した機器は3D SYSTEMS社のGeomagic Capture®Mini⁽²⁾で、機器を制御するソフトは同社のGeomagic Capture® Wrap®である。これらの機器やソフトを用いて鋳型の3D計測を実施した。計測した

データを同ソフトにより編集し、3Dデータを完成させていくという方法をとった(下村・玉川2018a・2018b・2019)。

次に、これら計測した鋳型の3Dデータを基に、鋳造されたであろう製品の3Dデータの作製を行った。その方法は、以下のとおりである。まず、出土鋳型を計測した3Dデータ(基範)を基に、反転させた鋳型をソフト⁽³⁾上で複製する。次に、基範データと複製データの鋳型面同士を合わせる。さらに、鋳型面同士を合わせた間の空間に別の3Dデータを押し当て、出土鋳型で鋳造したであろう製品を作製するという方法である。この方法で作製した製品のデータを3Dプリンター⁽⁴⁾で出力し、鋳造製品の3Dモデルについての実測や検討を行った。

2. 八ノ坪遺跡出土鋳型の3Dデータと鋳造再現製品

(1) 銅戈と銅戈の両面鋳型

図4は、両面鋳型で表と裏面に、銅戈の上半部が彫り込まれている。1は小口部分の見越し3Dモデルで、端面は平坦に仕上げられ、両端に鋳型緊縛用の窪みがみられる。鋒先端部にあたる部分は半円形に彫り込まれ湯口であったことが分る。2はA面で、写真や実測図に比べ范面がシャープに彫り込まれていることが観察される。3は欠損面からの見越しモデルで、表裏面の脊の位置が一致していることから、計画的に割り付けされたことが窺える。4はB面の3Dモデルである。A面同様シャープな范面の彫り込みである。5は基範データと複製データを合範して作製した製品モデルである。平面観、側面観、断面観を示しており、鋒に湯口の形状が写し出されている。この部分は、後の研磨で取り除かれる部分である。また下端から見た断面観では、脊のラインの延長上に鎬が伸びている。6はA面と同様の方法で合範して作製した製品の3Dモデルである。平面観、側面観、断面観を示している。なお、下端から見た断面観では、脊のラインの延長線と鎬のラインが微妙にズレているが、范面の割り付け線もズレて入れられている。

5と6を比較すると、A面はやや細身で、B面の方がやや幅広であるという若干の相違があることが確認できた。なお、製品モデルの特徴、法量等については後で述べたい。

(2) 銅戈と銅矛の両面鋳型

図5は、銅戈と銅矛の両面鋳型の3Dモデルである。なお、1の銅戈の范面については、以前検討しているためここでは省略する(下村・玉川2018a)。2は上部からみた3Dモデルである。銅矛断面をみると右側欠損部から若干内側に入ったところで一番深くなっていることが窺える。

3は1の銅戈の裏面で、銅矛の袋部と思われる円筒状の彫り込みがみられる。また、鋳型上辺が直線状となっており、范面から上部欠損面にかけて緩やかに傾斜変換していることから、鋳型使用後に擦切りによって切断されと考えられる。4は下部からの見越し3Dモデルである。両面の范面は、シャープに削られ、現状では破損面に向かって台形状にやや広がっている。5は欠損面からの見越し3Dモデルである。裏面の銅戈の主軸と同じ方向を向いているのが観察できる。6は銅矛の

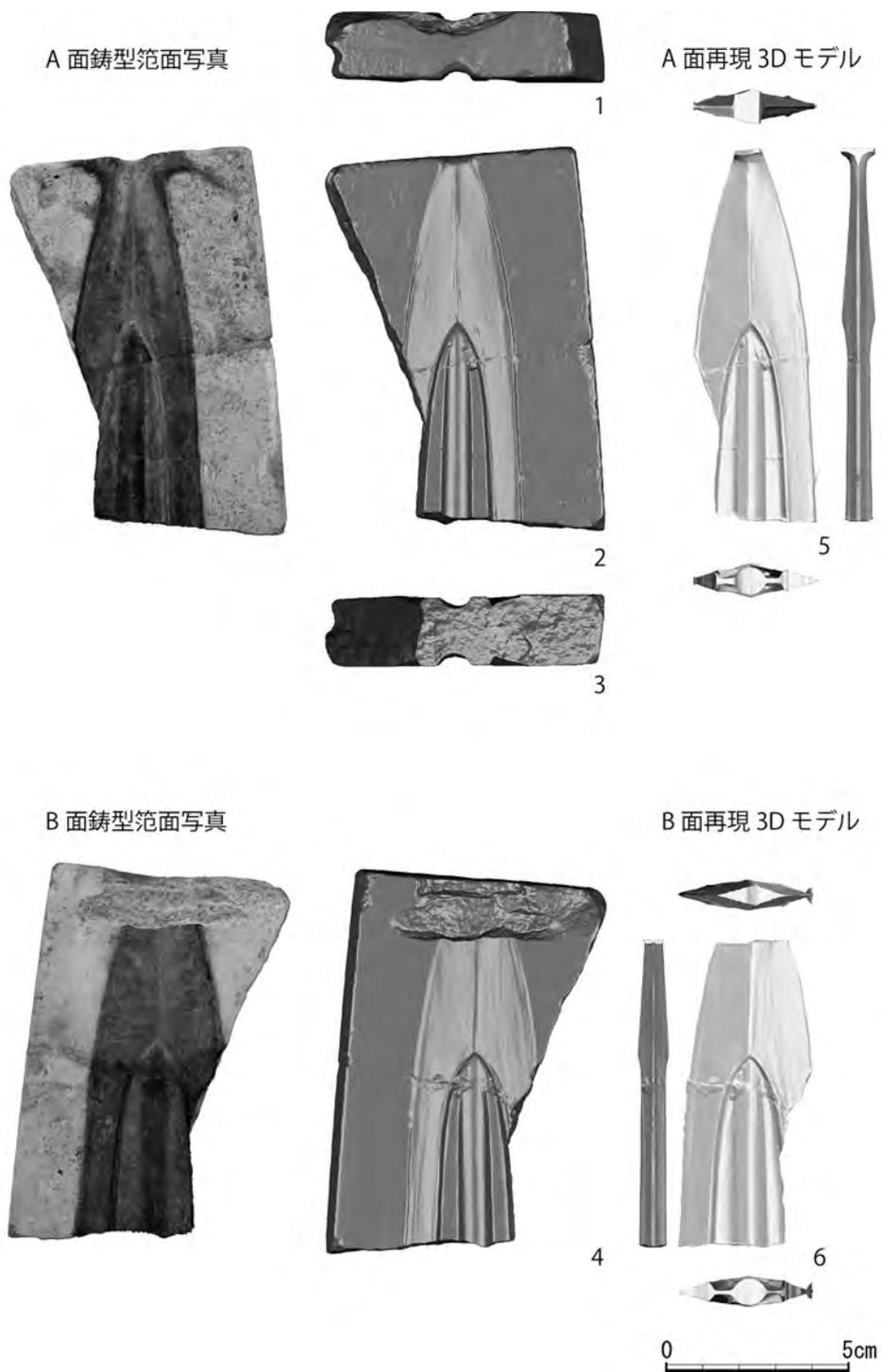


図4 八ノ坪遺跡出土両面鑄型（銅戈）3D図（1/2）

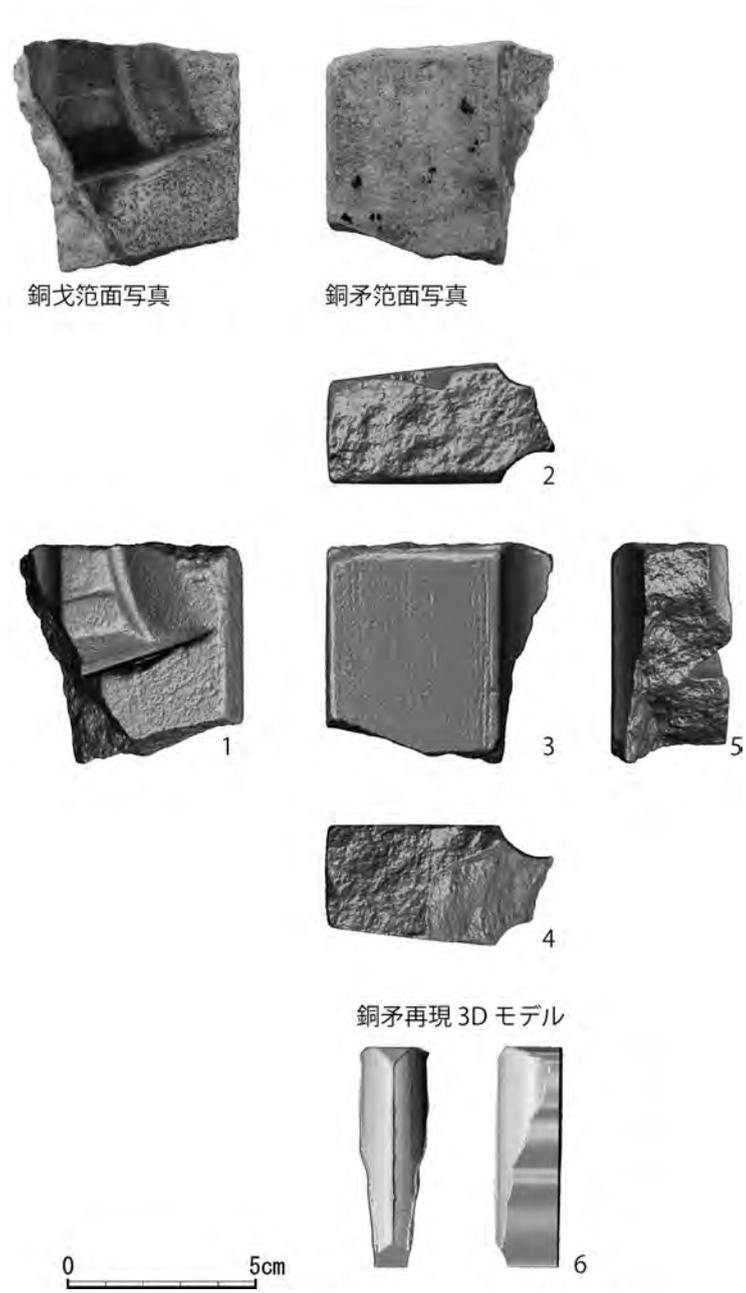


図5 八ノ坪遺跡出土両面鋳型（銅戈・銅矛）3D図（1/2）

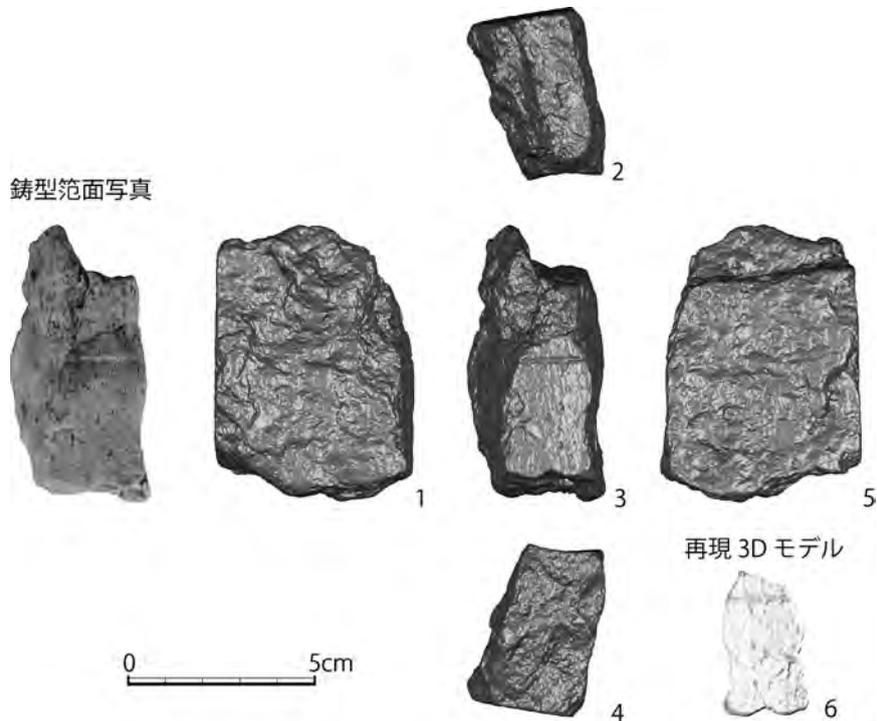


図6 八ノ坪遺跡出土鑄型（銅鐸？）3D図（1/2）

基範データと複製データを合範して作製した製品の再現3Dモデルである。平面観、側面観を示しており、銅矛の袋部の主軸と平面観、側面観の側縁とのラインは平行せず、若干裾広がりになっているのが確認できた。したがって下方が基部側になろう。

(3) 不明鑄型（銅鐸？）

図6は、1面だけが黒変している鑄型の破片である。3は鑄型面の3Dデータ図で、残存範面上部には深さ1mm程の横沈線が彫られている。1・5は左側面と右側面からの見越し3Dモデルで、範面の反対側が平坦になっている。この平坦面は本来の面が残っている部分である。2・4は3の上面と下面それぞれからの見越し3Dモデルで、範面が弧を描くように湾曲していることが観察できる。6は、範面に新規で作製した3Dデータを押しあて、鑄造された製品の再現3Dモデルである。上半部には突線が観察され、さらに2・4と同じように湾曲している面が確認できた。そこで、この範面で鑄造された製品について検討を加えるため、計測した鑄型の3Dデータを3つ複製し、合計4つの3Dデータを沈線が平行になるように配置しながら、さらに範面の湾曲率を合わせて範面の復元をソフト上で試みたのが図7である。

図7-1は計測した3Dデータ、2、4～6は1を基に複製した4つのデータを合わせた3Dモデ

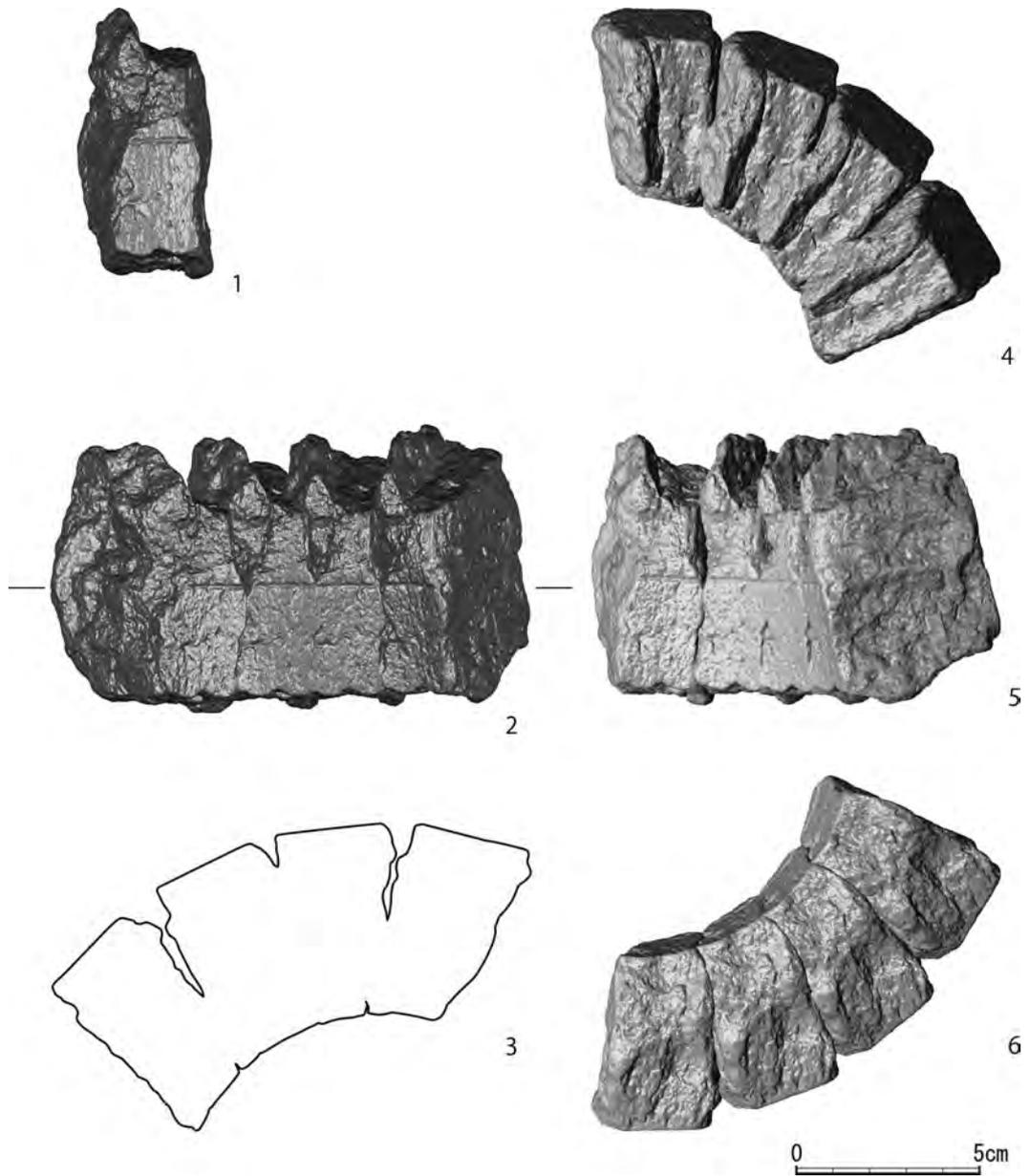


図7 八ノ坪遺跡出土鑄型からの鑄造製品検討3D図 (1/2)

ルである。3はその断面図である。5は沈線を平行にした際の3Dモデルで、沈線から下部にいくにつれて范面が外側に開き、上部は内側に内傾することが確認できた。つまり、軸を中心に外面が傾斜し、突線位置での復原長径が少なくとも10cm前後を測る筒形の製品となる可能性が高い。

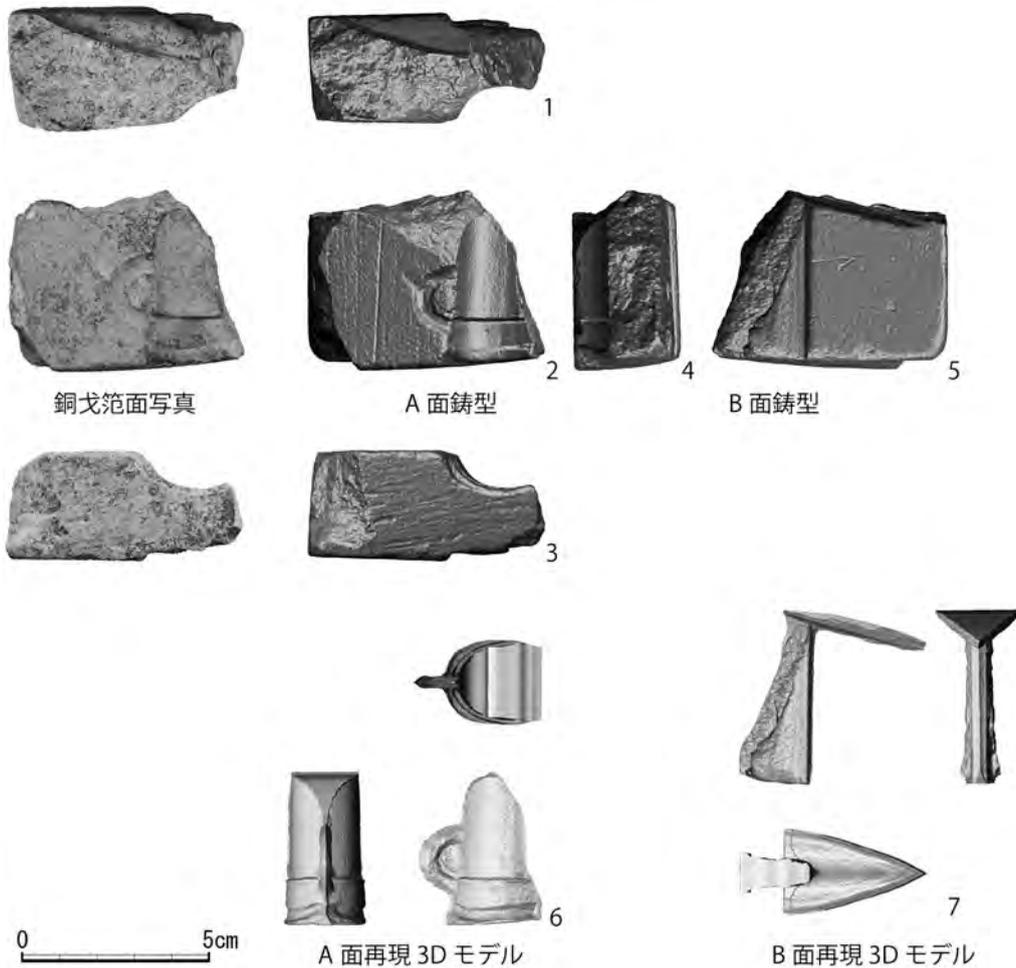


図8 八ノ坪遺跡出土両面鑄型（銅矛・銅戈）3D図（1/2）

(4) 銅矛と銅戈の両面鑄型

図8は、菱環耳のついた銅矛（A面）と銅戈（B面）の内の部分と思われる鑄型片である。1は上面からの見越し3Dモデルで、外湾しながらB面と接続するように彫り込まれ、彫り込み面は丁寧に調整されているのが観察できる。2は銅矛の下半部の鑄型面で、範面左側は平坦に加工され縦に線が彫り込まれている。銅矛部分の範面については、耳の内側部分の彫り込みがあまく、写真で見るとよりも荒くなっている。また、袋部の下端には一条の節帯が彫り込まれ、節帯の下辺の彫り込みがあまいことが観察できる。袋部の主軸は鑄型左側面の平坦面とほぼ平行しているのが窺える。3はA面の下からの見越し3Dモデルである。平坦に調整され、銅矛の範面が端面に達している。4は、範面の欠損部分からみた見越し3Dモデルである。5はB面の3Dモデルで、報告（林田2008）では銅劍の刃部の範面であるとされたものである。しかし、1で確認した彫り込みと、5の刃部と

考えられていた縦に伸びる彫り込みが上部で接しているので、5の範面と1の掘り込みからそれぞれ銅戈の内と胡になると考えた。

そこで、A・B面の両方について、範面で鋳造されたであろう製品の再現3Dモデルの作製を試みた。6はA面鋳型を反転復元し、合範して作製した銅矛の節帯から菱環耳部分の鋳造再現3Dモデルである。菱環耳は節帯に取りついている。7は、B面鋳型を反転復元し、合範して作製した鋳造再現3Dモデルで、銅戈の内と胡の部分であろう。内の外線と、6の袋部の主軸が平行していることが確認でき、両面鋳型として同一方向に割り付けし作成されたものと推察できる。また、A面では被熱による黒変は認められなかったが、B面上部には黒斑が認められた。

2. 白藤遺跡出土の鋳型

銅戈と青銅製品の両面鋳型

図9は、銅戈及び不明製品の両面鋳型の3D図である。2はA面の銅戈の鋒部の範面である。写真で見るとよりシャープに彫り込まれ、銅戈の鋳型の周辺は、砥石として使用されていたことに起因する擦痕が3Dモデルでもよく観察できる。1・3・4は2の展開見透し3D図である。5は、B面の不明製品を鋳造した範面の3D図である。これら両面の範面から鋳造された製品の検討をするため、計測した鋳型の3Dデータを基に、両面とも反転複製した3Dデータを合範し、鋳造製品の3Dモデルを作製した。6は銅戈の範面から作製した鋳造再現3Dモデルである。鋒は短鋒で、両側の樋は合わさらず、鎬が脊まで通っている。7は不明製品を鋳造した範面で鋳造再現した3Dモデルである。断面形が楕円形で、平面形が細長い形状を呈していることから、小銅鐸の舌ではなかろうか。

3. 山鹿市蒲生下原所在の中尾・下原遺跡出土細形銅戈

山鹿市立博物館が所蔵する、中尾・下原遺跡から出土した細形銅戈の鋒部の平面形態が、八ノ坪遺跡出土の銅戈の両面鋳型（図4）から作製した銅戈の3Dモデルと酷似していた。そこで、同範の可能性を検討するため、鋒部の3D計測を実施した。

図10-1・2・4・5は3の展開見透しの3D図である。3・6をみると、両面の脊には鎬が通っていない。4の方からの見通しでは脊が扁平で刃部の厚みも少ない。また、6では樋が合わさる部分については、右側の樋が、左側の樋と比べシャープではないことが窺える。全体的に扁平な作りの細形銅戈である。

Ⅲ 鋳型から作製された製品モデルの検討

ここでは、鋳型の3Dモデルから作製した製品モデルについて検討しておきたい。あわせて山鹿市博物館所蔵の細形銅戈との比較検討も行う。

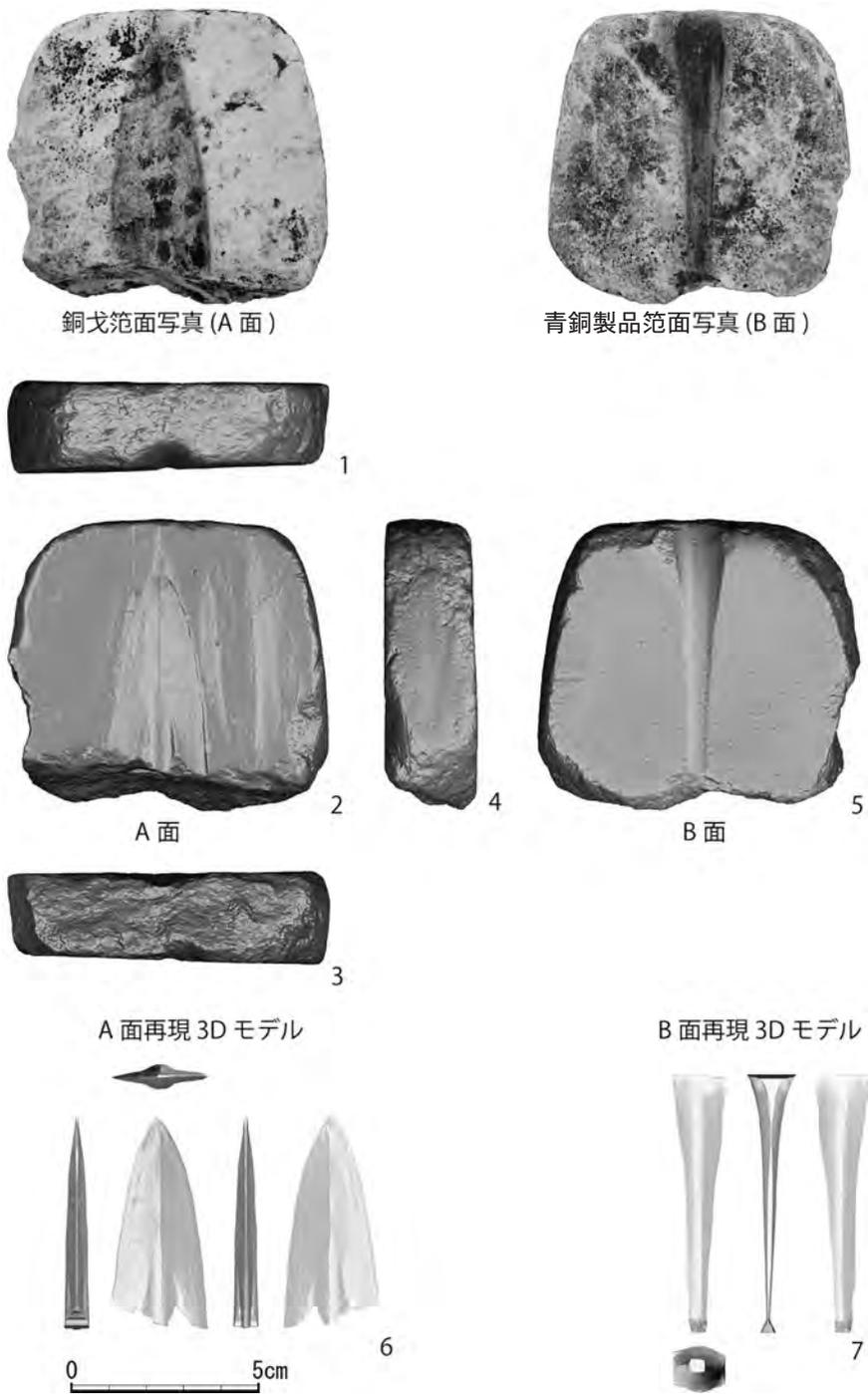


図9 白藤遺跡出土両面鑄型 (銅戈・青銅製品) 3D図 (1/2)

1. 八ノ坪遺跡出土の鑄型

図11-1は、図4の両面鑄型から作製された銅戈である。A面(左)の銅戈は、残存長10.1cm、残存部の最大幅は3.1cmで、下端部では最大幅3.5cmに復元できる。鋒部の長さは現状で4.7cm、ややゆがんだ鑄の割付線が付く。最大厚は樋の合さった部分で0.9cmを測り、先端部に向かうに従って厚さを減じている。残存部の脊の幅は0.8cm~0.6cm、脊の厚さは0.7~0.6cmで丸みを持っている。刃部の厚みは下端部で0.5cm、先端部にむかって厚みが大きくなっている。樋は先端部で合わさり、樋の幅は左右で微妙に異なっている。樋の最大幅は左が0.40cm、右が0.45cmで、刃部への立ち上がりは樋の幅が狭い左側がやや緩く、樋幅の広い右側がやや急角度になっている。刃部および鑄の平坦部は鑄上がった状態ではやや窪んでおり、刃部については鑄上がった段階で付刃されている。全体的にスリムな形状をとっている。

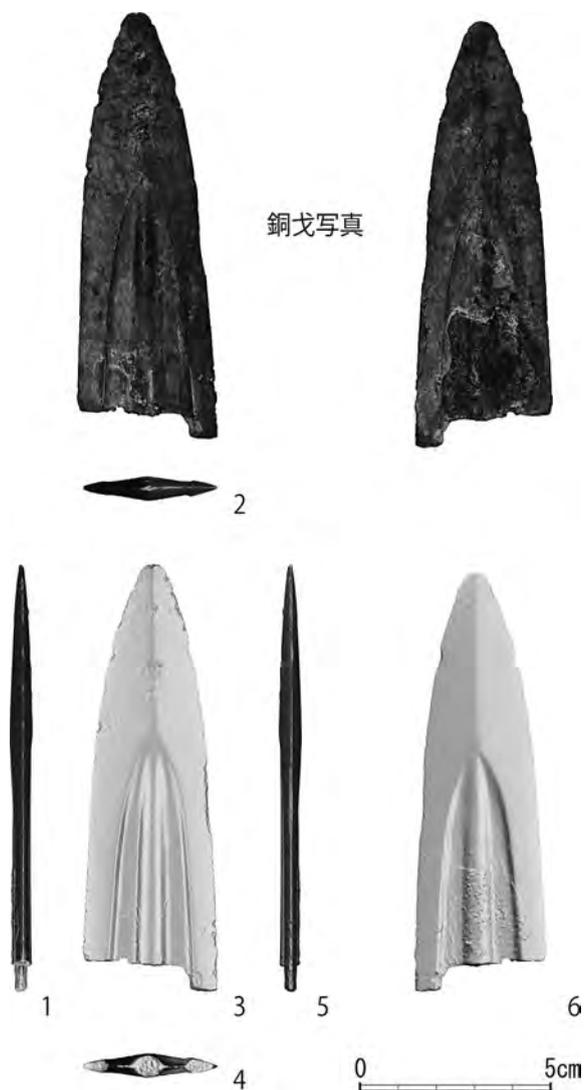


図10 中尾・下原遺跡出土細形銅戈3D図 (1/2)

図11-2はB面の銅戈である。A面の銅戈に比べやや幅広になっている。残存長8.4cm、鋒先端部の長さは范面が剥離しているため計測できない。残存幅は樋の合わさる付近で3.3cm、下端部で復元すると3.8cmになる。推定の鑄長は4.7cmで、A面とほぼ同じ長さである。厚みは樋の合さる部分で0.83cm、鑄はA面に比べるとシャープに掘り込まれている。脊の幅は0.95cm~0.8cm、脊の厚みは0.73cm~0.68cmである。やや楕円形に近い断面形状を呈しているが丸みを強く感じる。刃部の厚みは下端部で0.5cm、先端部にむかって厚みが大きくなっている。樋の幅は下端部近くで、左側0.35cm、右側0.5cmである。刃部への立ち上がりは樋の幅の広い右側がやや急角度である。A面同様樋が合わさるタイプの銅戈で、A面、B面ともに同時に鑄造されたとみられるが形態的にはや

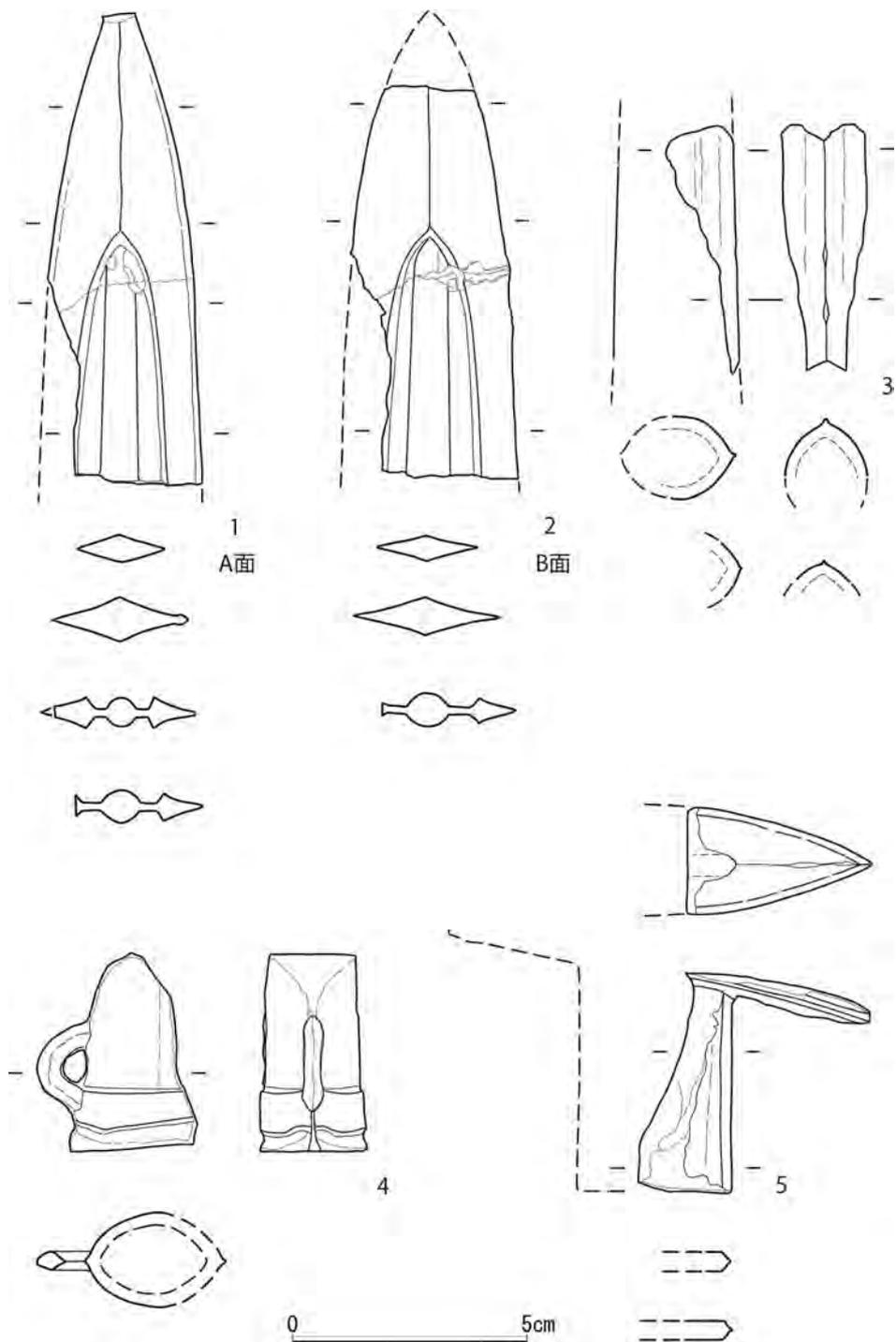


図11 ハノ坪遺跡製品モデル実測図 (2/3)

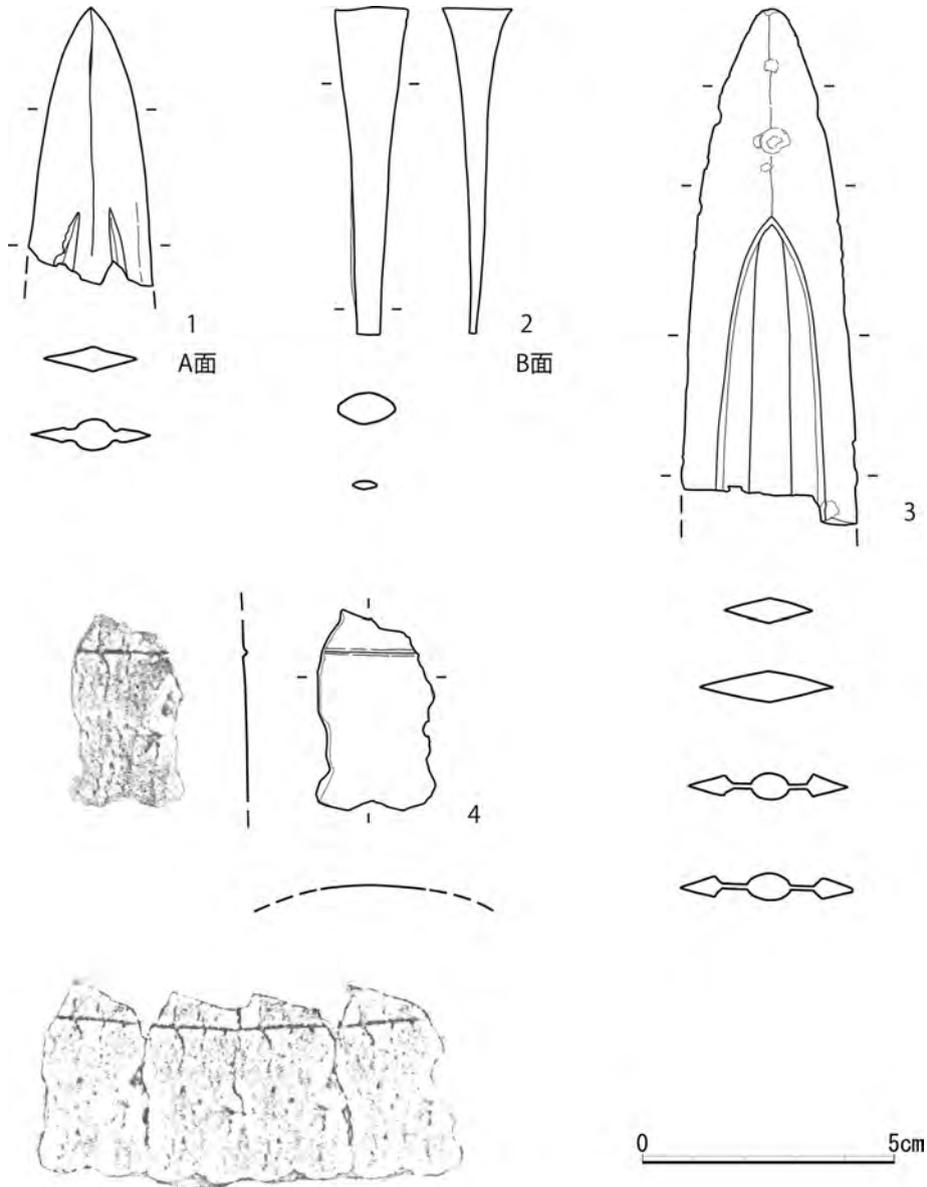


図12 八ノ坪遺跡、白藤遺跡、中尾・下原遺跡製品モデル実測図 (2/3)

や異なる形状になっている。短鋒で両銅戈とも形式的には細形銅戈Ⅱ' a式(岩永2003)に近いが、脊の断面形は丸くて厚い。Ⅱ b式にも近いがⅡ b式ほど長鋒タイプではないので、型式学的な検討が重要になってこよう。

図11-3は、図5の大型に復元できる細形銅戈鋳型の裏面から作製されたものである。残存長5.3cm、残存幅1.3cm(復元幅2.4cm)、残存厚1.7cmの製品の一部分である。銅矛の袋部とみられるが節帯や関部などの痕跡は残っていない。上部にむかってやや細くなり、径の大きさから細形銅矛の袋部ではないかと推察される。

図11-4と5は、図8で示した両面鋳型の3Dモデルから作製した武器形青銅器である。4は節帯と菱環耳の付いた銅矛の袋部である。鋳型の残存長は4.3cm、製品の残存長は節帯から上部まで3.6cmである。製品の残存幅は耳のある部分で測ると1.9cm、節帯の部分で測ると2.4cmになる。残存部の厚さは袋部の部分で1.9cm、節帯部分では2.2cmになる。節帯の幅は0.9cm~0.75cm、節帯の段は0.1cm、菱環耳の上下は高さ1.9cm、菱環耳の断面は0.33cmである。耳は節帯から袋部に取り付き、袋部中央にはわずかな縦の稜線が残る。ここを中央部として復元すれば幅3.0cm前後の袋部になる。袋部はやや扁平に感じられるが、鋳型面には黒変はみられず、実際の鋳造は行なわれなかった未成品とみられている。しかし、未成品ではあるものの、細い一段節帯を持つ細形銅矛の鋳造が志向されて鋳型が製作されたのは間違いなからう。

5は同じ鋳型の裏面から作製された、細形銅戈の内の部分ではないかとみられる部位である。報告では銅剣とされたが、3Dの製品モデルでは断面が厚く武器形青銅器の身や刃部とは異なっている。残存長4.7cm、残存部の内の長さは4.2cm、内の厚みは0.41~0.43cmで胡側が少し厚い。残存する胡の長さは3.7cm(復元推定長9.1cm)で、残存する胡の幅は2.2cmである。鋳型が破損していない部分の范面はシャープに残っている。また、上部に黒変があり実際に鋳造されたことを示している。内の復元幅は片面の銅矛中央部をもとに反転してみると幅3.2cmくらいになる。

長い内を持つ鋳型は国内では発見されていないが、韓半島の銅戈鋳型には4cmに近いものがある。

図12-4は、図6の鋳型と思われる小破片から起こした3Dモデルの実測図と拓本である。范面の残存部は縦3.9cm、幅2.2cmのわずかな部分であったが、やや湾曲した面を持っており、細い横沈線が確認された。

3Dモデルでは幅0.12cm、断面三角形の細い突線となっている。下方がわずかに広がる形態を有し、横断面形は曲面になる。横線の上部はわずかしか残っていなかったため、文様などは確認できなかった。現状の形態からみると有文の銅鐸であることは間違いなからう。小さな破片ではあったが曲面をつないでみる(図7)と、長径は10cm前後になりそうである。現状では突線のみ確認できるが、横帯文になるかどうかは出土した鋳型片では判断ができない。今後の鋳型資料の発見に期待したい。時期的には中期初頭を中心に前半代までには収まるものであろう。

2. 白藤遺跡出土の製品モデル

図12-1は白藤遺跡から出土した鋳型のA面から3Dモデルを作製したものである。残存長5.5cm、残存最大幅2.5cm、最大脊幅0.8cm、脊厚0.61cmでやや扁平、樋幅0.1~0.2cm、鋒は4.0cmで鐮のラインがややゆがむ。樋状の浅い窪みが確認できたので、これまで指摘されているとおり細形銅戈であろう。内がないので細かいことは分からないが樋が合わさらない細形銅戈I式の範疇に入るものであろう。

図12-2は同鋳型の裏面(B面)から作製した3Dモデルである。全長6.4cm、幅1.4~0.5cm、厚

さ1.25~0.11cmを測る。上方から下方に向けて細くなり、厚みも減ずる。范面が砥石として使用されかなり擦り減っているため、下端部などは本来の厚味を示していない可能性がある。鑿にも似ているが下端部の幅が狭い。砥石として磨り減ってはいるものの武器の刃部などは掘り込まれていないので武器の茎ではなかろう。断面は楕円形を呈し、黒変が観察されることから何らかの青銅器が鋳造されたことは間違いない。上下逆さまにすると下端部が広がる銅鐸の舌に似ている。下端部が広がる銅鐸の舌は鳥取県や兵庫県淡路島などで出土しているため、現状では小銅鐸の舌の可能性を考えておきたい。

3. 中尾・下原遺跡の細形銅戈

山鹿市蒲生下原の黒髪式甕棺から先端部が半折した細形銅戈が出土(岡部2014)した。現在山鹿市博物館に所蔵されているが、八ノ坪遺跡出土の鋳型から作製した細形銅戈と平面形態が類似していたため、出土製品の3D計測を行い比較検討してみた。

図12-3は、その3Dモデルの実測図である。残存長10.3cm、残存最大幅3.5cm、鋒部の長さは4.1cmである。脊の幅は下方が0.9cm、上方が、0.6cmで厚みは0.5cmである。樋の幅は0.5cmで、全体的に扁平な作りの細形銅戈である。全体的な形状はよく似ているが比較検討の結果、脊が扁平で、刃部が薄く八ノ坪遺跡出土鋳型製品とは形状が異なっていることが明らかになった。別の製作地で鋳造された製品であろう。

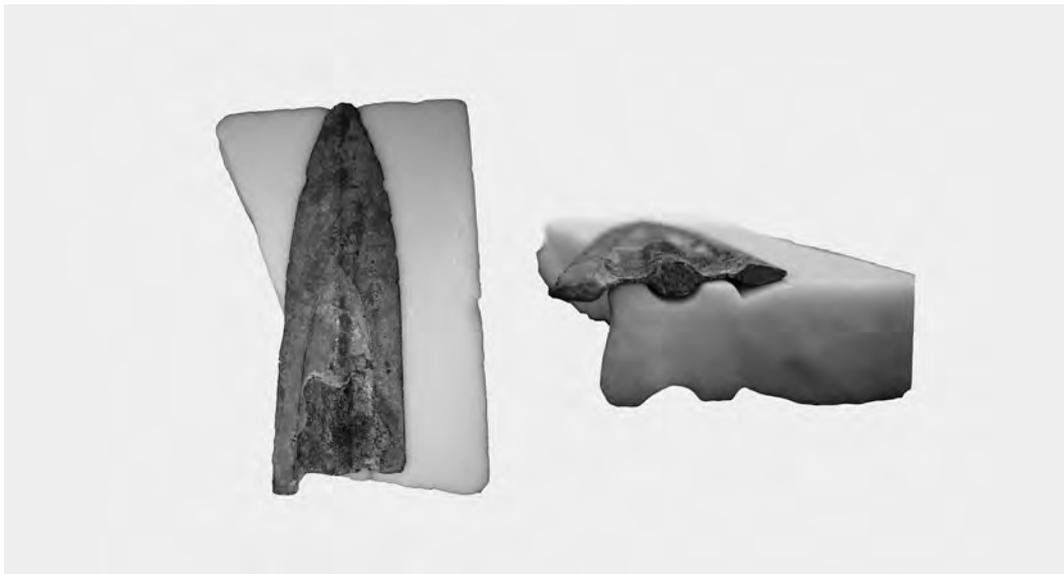


図13 八ノ坪遺跡出土両面鋳型の3Dモデルと中尾・下原遺跡の細形銅戈との比較

IV まとめ

八ノ坪遺跡と白藤遺跡から出土した青銅器鑄型は計8点で、範面は13面である。内訳は細形銅戈5面、銅鐸(未成品含む)3面、細形銅矛2面、銅舌1面、武器形製品2面である。銅鐸以外はすべて両面範である。

まず、最も多い5面ある銅戈についてみてみたい。図1-1は両面とも銅戈の上半部で、図1-2は胡を中心とした下半部、図2-3はB面の内、図3は白藤遺跡のA面の銅戈先端部である。すべて細形に含まれ、脊の断面が丸いのが特徴である。短鋒で八ノ坪遺跡のものは樋が合わさり、白藤遺跡のものは細身で樋が合わさらない。図2-1のA面は大型(下村・玉川2018a)の細形銅戈で、内の幅も3cmを超え厚みも強いと推察される。図2-3は内の一部とみなしたものである。4cmの長さを有するが断面形状からは内の形態に最も近い。国内の鑄型ではこのようなものは発見されていないが、韓半島の霊岩遺跡(岡内1958、小田・韓1991)から出土した銅戈鑄型には4cm近い内を持つものがある。今のところ国内ではこれらの鑄型で鑄造された製品は同定できていない。時期的には城ノ越式土器が主体となっており、中期初頭を上限として一部須玖I式土器が含まれるので新しくても中期前半を越えることはない。

次に、銅鐸の鑄型である。すでに朝鮮式小銅鐸(井上2003)と朝鮮式小銅鐸の未成品についてはすでに報告(下村・玉川2018b)しているが、図12で示したものは有文の銅鐸である。極めて小さな破片で全体の形状を示しえないが横線が明瞭に施されている。時期的には、さきに述べた銅戈と同様中期初頭の城ノ越式土器を中心に一部須玖I式が含まれるので新しく見積もっても中期前半には収まるものであろう。少なくともこの時期には高さ10cmを超える無文の朝鮮式小銅鐸と横線部分の長径が10cm前後になりそうな有文の銅鐸が鑄造されていたことが明らかになった。

さらに、銅矛についてもみておきたい。袋部だけのものと節帯と耳が付いた基部の部分の2点が確認されている。袋部だけのものは一部しか残っていないが、幅2.5cm前後に復元できることから細形銅矛の袋部とみなして差しつかえなからう。細い一条節帯に菱環耳の付いたものは未成品ではあるが、同形状の鑄造製品を意図して製作されたものである。一条節帯の銅矛には細形から中細形にかけて耳の付け方が大きく分けて二つのタイプがある。

一つは今回の出土例のように節帯をまたいで耳が付くものと、節帯の上端から節帯にかからないように耳が付くタイプのものがある。節帯をまたいで耳が付くものは、熊本県北部、福岡平野、宗像地域周辺から遠賀川上流域などにかけて分布している。節帯の上端から耳が付くものは唐津平野を中心に早良平野の一部にも見られる。それぞれ鑄造場所が異なっていたのであろうか。八ノ坪遺跡の銅矛鑄造は城ノ越式土器が主体となる時期で中期初頭まで遡るとみられる。

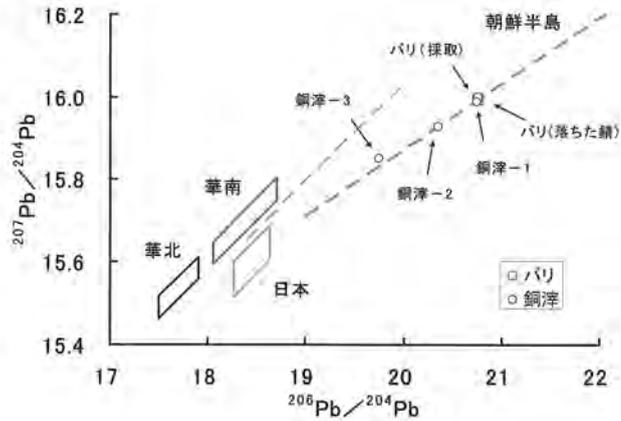
白藤遺跡出土鑄型のB面には器種が確定しづらい範面が掘り込まれていた。先にも記したとおり銅鐸の舌ではないかと判断した。砥石として擦り減った面をもとに3Dモデルを作製したので薄くなっているが本来はもっと厚みがあったものとみられる。八ノ坪遺跡では銅鐸の鑄型が目立つので近隣の遺跡で舌の鑄造もありえたのではなかろうか。

武器形の鋳型と見られる範面を2面持つ鋳型があったが、残存部が少なく器種の同定が難しかったので3Dモデルは作製しなかった。先にも記したように、1面は銅戈の内の一部と、もう1面は武器形青銅器の刃部の一部ではないかと考えている。

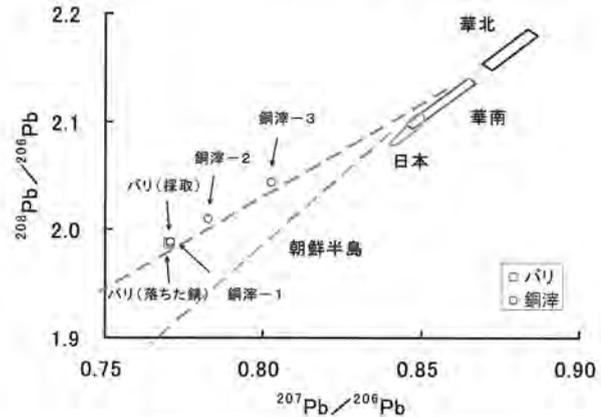
なお、今までのところ銅剣の鋳型は確認されていない。関連する遺跡と考えられる近隣の上代遺跡の流路からは完形に復元できる木製赤漆塗の銅剣束と盤部が出土している。束には銅剣の関部の当たり痕が明瞭に残っている。銅剣の鋳型は今のところ発見されていないが、細形銅剣そのものは存在していたとみてよからう。

最後に鉛同位体比について触れておきたい。八ノ坪遺跡からは青銅器鋳造に関する遺物群がまとまって出土しているが、その中でも銅滓やバリなどが複数見られた。そこで鉛同位体比分析を行なったところ、銅滓やバリはすべて韓半島産材料のデータとなり、かつ韓半島出土の青銅製品ともほぼ同じ値になった。したがって、八ノ坪遺跡で鋳造された製品は韓半島産の青銅材料で作られたとみられ、韓半島から流入した細形武器と八ノ坪遺跡で鋳造された青銅製品とは、鉛同位体比分析においては峻別がつかないことになる。宗像市の田熊石畑遺跡出土の青銅武器(西田・魯・山口・下村・平尾2014)もほぼ同じ結果であった。細形武器に関しては形式学的な検討がこれまで同様に重要になってこよう。

また、八ノ坪遺跡の集落構造についてはこれまでの4次調査を通してすでに検討(林田編2008)がなされている。青銅器鋳型や鋳造関連遺物がまとまって出土する地域(ムラB)には朝鮮系無文土器や擬朝鮮系無文土器が最も多く出土し、青銅器鋳造工人との関係の深さが指摘されている。熊本平野には朝鮮系無文土器を出す遺跡が13遺跡あり、その中で宇土半島基部に位置する宇土城三の



熊本市八ノ坪遺跡から出土したバリと銅滓の鉛同位体比
($^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ vs $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$)



熊本市八ノ坪遺跡から出土したバリと銅滓の鉛同位体比
($^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ vs $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$)

図14 八ノ坪遺跡出土銅滓の鉛同位体比
(魯 禔玟・下村 智・平尾良光2008)

丸の弥生前期の溝からは、青銅器の鋳型とみられる石製品と銅滓などが出土（宇土城三ノ丸発掘調査団・熊本勤労者住宅生活協同組合1982）している。熊本平野をとりまく複数の遺跡で青銅器鋳造が行われていた実態が明らかになりつつあり、他地域を含めて今後検討を深めたいと考えている。

おわりに

八ノ坪遺跡では、狭い範囲での検出であり、遺構が広がるかどうかは今後の確認調査等を待たねばならない。新聞報道であるように狭い範囲の青銅器鋳造かどうかは判断できないが、鋳造関連遺物の多さから見れば単純に狭い範囲の鋳造エリアとは断定できない。細形や中細形の武器は有明海沿岸を取り巻く鋳造集団によるものであり、佐賀平野から筑後平野、熊本平野へと広がっていたものと考えられる。これらの地域から出土した鋳型の多くは、既に3D計測をしている。引き続き検討していきたい。

本研究は、2016(平成28)年度から、文部科学省の私立大学研究ブランディング事業「九州における文化遺産保護研究の拠点形成のための基盤整備事業」の採択を受け、補助金によって非接触による3Dレーザースキャナーと計測データを打ち出す3Dプリンターを導入し、出土鋳型の3D計測や鋳型で鋳造された製品の作製を試み、出土製品との比較検討を行なった研究の一部である。

謝辞

本研究を進めるにあたって、3D計測は熊本市教育委員会と熊本県山鹿市教育委員会の許可を得て実施しました。熊本市教育委員会、山鹿市教育委員会、林田和人、芥川太朗、佐治健一、高木恭二、豊崎晃史の各機関・各氏には大変お世話になりました。末筆ではありますが、心より感謝申し上げます。

[註]

- (1) 青銅器の鋳造については、青銅の膨張率や収縮率を検討しなければならないが、今回は考慮していない。
- (2) [カログスハック] スキャン速度：985,000点/スキャン (0.3秒/スキャン)、解像度：0.080mm (近距離)、0.100mm (遠距離)、精度：0.034mm、スキャン範囲：87×68mm (近距離)、88×87mm (遠距離)
- (3) 3D SYSTEMS社 Geomagic®Freeform®。
- (4) ProJet® MJP 2500 (カログスハック) 造形：UV 硬化プラスチック、積層ピッチ：32ミクロン、解像度：800×900×790dpi、精度：±0.004インチあたり (±0.1016mm/24.5mm)

引用・参考文献

- 井上洋一 2003 「銅鐸」『考古資料大観6』小学館
- 岩永省三 2003 「武器形青銅器と型式学」『考古資料大観』第6巻 小学館
- 宇土城三ノ丸跡発掘調査団・熊本勤労者住宅生活協同組合 1982 『宇土城三の丸跡』
- 岡内三真 1958 「朝鮮出土の銅戈」『古代文化』第25巻 第7・8号
- 小田富士雄・韓炳三編 1991 『日韓交渉の考古学』弥生時代篇 六興出版
- 岡部裕俊編 2014 『狗奴国浪漫～熊本・阿蘇の弥生文化～』伊都国歴史博物館
- 下村 智・玉川剛司 2018a 「熊本市八ノ坪遺跡出土の銅戈鋳型について」『別府大学大学院紀要』第20号 別府大学
- 下村 智・玉川剛司 2018b 「熊本市八ノ坪遺跡から採集した石製鋳型の検討」『史学論叢』第48号 別府大学史学研究会
- 下村 智・玉川剛司 2019 「大分市岩屋遺跡出土の細形銅戈と住吉神社所蔵細形銅戈の同范関係について—3D計測と3Dモデル製作による細部の検討—」『史学論叢』第49号 別府大学史学研究会
- 魯 禔玪・下村 智・平尾良光 2008 「熊本市八ノ坪遺跡から出土した青銅製品に関する鉛同位体比」『八ノ坪遺跡Ⅳ』-東西屋敷地区経営体育成基盤整備事業に伴う埋蔵文化財発掘調査報告書4- 熊本市教育委員会
- 林田和人・原田範昭 1998 「白藤遺跡群出土の矛形銅製品・鋳型について」『肥後考古』第11号 肥後考古学会
- 林田和人編 2005 『八ノ坪遺跡Ⅰ』-東西屋敷地区経営体育成基盤整備事業に伴う埋蔵文化財発掘調査報告書1-本文編 熊本市教育委員会
- 林田和人編 2006 『八ノ坪遺跡Ⅰ』-東西屋敷地区経営体育成基盤整備事業に伴う埋蔵文化財発掘調査報告書1-分析・考察・図版編 熊本市教育委員会
- 林田和人編 2008 『八ノ坪遺跡Ⅳ』-東西屋敷地区経営体育成基盤整備事業に伴う埋蔵文化財発掘調査報告書4-熊本市教育委員会
- 林田和人 2008 「無文土器からみた中・南九州の渡来集団」『考古学ジャーナル』No.568 ニューサイエンス社
- 西田京平・魯 禔玪・山口将史・下村 智・平尾良光 2014 「宗像市田熊石畑遺跡出土の青銅製品に関する自然科学的調査」『国史跡 田熊石畑遺跡』宗像市文化財調査報告書第71集