

平成 25 年度日本海学研究グループ支援事業研究成果報告書

碓石による海域間交流の研究 — 黄海と対馬海峡・博多 3 —

小川 光彦・鈴木 和博・片多 雅樹

1. 研究の目的

日本海学推進機構の助成による当該研究は今年度で3年目となる。1年目は韓国忠清南道泰安郡馬島沖で発見された碓石と壱岐所在碓石の考古学的型式分類により、両者は共に碓石分類の2類(模倣型)に分類され、福岡市志賀島発見の碓石も含めて韓半島(黄海)と壱岐(対馬海峡)・博多の航路を結ぶ韓半島タイプの碓石として捉えることが妥当であると考えるに至る。しかしながら、日本の船舶も同様な碓石を使用していた可能性があり、石材の産地同定は必須の課題であると思われた(小川 2011)。2年目は壱岐と韓国泰安馬島沖碓石の薄片試料による理化学的分析により両者の石材比較を検討したものの、破壊を伴う試料採取が困難な状況にあるため、屋内据置型に比べると精度の低いポータブルタイプの蛍光X線分析器による石材元素分析を試験的に行ったところ、比較的有効なデータを得られる可能性が確認された(小川 2012)。そこで、3年目となる今年度は、ポータブル蛍光X線分析器による碓石試料の非破壊分析を実施することとした。尚、ポータブル蛍光X線分析器は長崎県埋蔵文化財センター所有の“OSD-6000(米国 Innov-X Systems 社)”を使用し、同センターの片多雅樹が測定を行った。比較岩石板試料の測定には据置型分析器である“XRF-1800(島津製作所)”を使用し、名古屋大学年代測定総合研究センターの鈴木和博が測定とポータブル分析器データも含めて解析を行った。

また、今年度は壱岐や韓半島や日本国内の碓石と組み合わせて使用されたとと思われる木製部位の出土例として極めて重要な静岡県元島遺跡出土の木製碓の資料調査も行っている。

2. 調査と研究の概要

(1) 壱岐・志賀島碓石のポータブル蛍光X線分析器による測定(2013年12月11日～14日)

a. 調査の経過

・12月11日(水)

午前：各自移動。

午後：博多駅にて鈴木先生と合流し、博多港へ。⇒波浪によりジェットfoil欠航のため、福岡にて宿泊。

・12月12日(木)

8:00 博多発⇒壱岐(郷ノ浦)着 9:10。着後レンタカー手配。

9:30 長崎県埋蔵文化財センターにて片多氏と合流し打合せ。

午前：岩石サンプルの測定試験。



写真1 壱岐少式公園碓石測定状況

午後：現地・試料調査。

①少弐公園碓石(JN01)試料調査(10point×2 mode)(写真1)。

②旧役場横碓石(JN04)試料調査(10point×2 mode)。

・12月13日(金)

午前：現地資料調査続き。

③千人堂碓石(JN03)試料調査(10point×2 mode)。

④大師堂碓石(JN02)試料調査(10point×2 mode)。 **写真2 志賀島碓石測定状況**



午後：壱岐(芦辺港)発 14:10⇒博多港着 15:15(片多は夕方移動)。

・12月14日(土)

午前：バスにて博多駅⇒福岡市埋蔵文化財センターへ。

⑤志賀島表採碓石(JF28)試料調査(10point×3 mode)(写真2)。

午後：解散。

b. 試料調査の方法

ポータブル蛍光X線分析器には複数のモードがあり、碓石の石材岩石を成分分析するのに適したモードで測定するために、現地調査に先立ち測定モードと成分比表示の確認を行ったところ、合金分析モードの“Xpress Alloy Mode”(％表示)と土壌分析モードの“Soil Mode”(ppm表示)において有効な成分表示がなされると判断された。そこで、各碓石の外観により表面の鉱物に偏りが無く、風化が少なく、かつ比較的平坦な箇所を選定し、実測図への記入とデジタルカメラとマイクロスコープで撮影の後、測定を行うこととした。

測定は本装置の分析範囲が直径10mmのため、10cm定規を碓石に固定して1cm間隔で各モードとも10ポイントずつ測定し、志賀島表採碓石に関しては“2 beam Mode”も含めて3種類のモードにおいて測定を行ない、総計110ポイントの測定を行った。

(2)比較岩石板試料の測定(2014年3月16日～18日)

名古屋大学年代測定総合研究センターにおける屋内据置型の元素分析装置(島津製作所：XRF-1800)による高精度な元素組成の測定結果を出した比較岩石板試料とポータブル蛍光X線分析器により測定した元素組成では組成比の細部が一致しないが、これに加えて岩石表面の凹凸も測定結果に影響を与えている可能性が考えられることから、比較岩石板試料の凹凸面においてポータブル蛍光X線分析を再度行うこととした。碓石試料測定時同様に10cm定規を固定し測定を行ったが、比較岩石板試料は10cm以下の石板のものがほとんどであるため各資料5ポイントずつの測定を行った。比較岩石板資料は火成岩の鉱物粒径の大きさの異なるものを選定し、凹凸面と平坦面を合わせ持つ試料3点と平坦面のみの資料4点を“Xpress Alloy Mode”と“Soil Mode”でそれぞれ測定し、計100ポイントの測定を行った。

(3)計測データの解析

a. 比較岩石板試料による測定試料分析表面凹凸の影響(グラフ1)

中粒変斑れい岩は凹凸の程度が少なく、中粒黒雲母角閃石トータル岩は凹凸が大きい。分析表面の影響が無ければ各元素の黒丸データ点は線上に並ぶが、凹凸が大きいほど線上から離れて分析値に誤差が生じることを示すが、大きく外れる値は少ないと言える。

b. 比較岩石版試料によるポータブル蛍光X線分析器とXFR1800との測定値の換算（グラフ2）

Xpress Alloy Mode では SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 TiO_2 の4元素で、Soil Mode では Fe_2O_3 、 CaO 、 K_2O 、 Co 、 Sr 、 Rb 、 Zr の7元素で、それぞれポータブル蛍光X線分析の測定値とXRF1800の測定値を対応させると、大きく外れる値もあるが、概ね一定の関係性が確認された。この検量線を用いて、ポータブル蛍光X線分析の測定値を較正することができる。

c. ポータブル蛍光X線分析器による壱岐・志賀島碇石の化学組成（表1）

ポータブル蛍光X線分析器の測定値は幾つかの仮定が内包されており、そのまま岩石の成分を示していると見なすことは出来ない。また、碇石の表面は平坦ではないため、凹凸の影響も考慮する必要がある。測定面の凹凸が大きい場合には測定値が大きく変化し、複数個所の測定値を平均しても、その影響を受けやすい一部の元素では岩石の組成とは異なってくるものの、幾つかの元素では検量線法により岩石の組成に較正が可能であることが確認された。志賀島表採の玄武岩製碇石(JF28)のポータブル蛍光X線分析の測定値を検量線で較正すると、ガラスビード法(鈴木他 2000)の分析値と近値する化学組成が得られる。この方法で壱岐の碇石(JN01~04)の化学分析を行ったのが表1である。

MnO 、 MgO 、 Na_2O 、 P_2O_5 は、今回使用したポータブル蛍光X線分析器では分析できない。JF28ではポータブル蛍光X線分析値は SiO_2 を除き繰返し測定の変動範囲内でガラスビード法と一致するが、 SiO_2 の不一致はJF28の測定面の凹凸が許容範囲を超えているためと考えられる。また、 FeO が少なくなるとポータブル蛍光X線分析値のXpress Alloy ModeとSoil Modeの $\text{Fe}_2\text{O}_3(1)$ と(2)の差が大きくなる点も未解決である。Soil Modeの $\text{Fe}_2\text{O}_3(2)$ の方が真値に近い。こうした幾つかの考慮すべき点はあるものの、ポータブル蛍光X線分析値で得られた TiO_2 、 FeO 、 CaO 、 Rb 、 Sr 、 Zr などの含有量比は石材産地同定の参考になるものであり、破壊や移動の出来ない岩石製文化財の化学分析には有効な手段であると思われる。尚、表1に記載した碇石の岩石名称は、肉眼観察にポータブル蛍光X線分析器による暫定的な分析結果を加味して判定を行っている。

(4)元島遺跡出土の木製碇資料調査（2014年3月13日～15日）

a. 元島遺跡と木製碇出土遺構の概要（(財)静岡県埋蔵文化財調査研究所 1998・1999）

元島遺跡は静岡県磐田郡福田町豊浜に所在する弥生～室町時代の集落遺跡で、太田川と原野谷川の合流地点から約1km下流で、遠州灘から2km遡った標高2mの沖積平野に立地する。木製碇は8区の58号土坑(SF58)より出土している(図1)。土坑は長辺約8m、短辺2mの瓢箪形で、深さは約0.7mである。中世の遺構検出面で新旧2期の遺構が切り合っており、木製碇は古期の土坑より出土している。新期の土坑からは常滑産8型式の片口鉢、瀬戸産7もしくは8型式の山茶碗、三ツ沢産と考えられる鉢もしくは壺の破片が出土しており、15世紀中頃～後半に廃絶した遺構とされる。木製碇が出土した古期の土坑は時期決定できる遺物の出土は無いものの、14世紀～15世紀前半の年代が推定されている。

木製碇はヒサカキの枝分かれ部分を利用し「レ」字状を呈し(図2)、胴部長124.5cm・径約8cm、爪部長約75cm・径6cmを測る。頭部と胴部の緊縛痕より、胴部の中央部に横

木を渡し石等の錘を付けていたと推定される。志戸呂(古瀬戸後IV期平行期)の壺もしくは甕が共伴しているおり木製碇も同時期のもので、年代は15世紀代と考えられるとされる。

b. 木製碇の観察

木製碇は財団法人静岡県埋蔵文化財センターにおいて、共伴遺物も合わせて16点を閲覧した(写真3)。木製碇は既にPEGによる保存処理を終えており、閲覧時の法量は全長123 cm、爪部長57.5 cm、頭部長6 cm、椀身中央部径7×6 cm、頭端部径4.5×3.5 cm、尾端部径4.7×4 cm、爪部径6×4.5 cmを測る。PEG処理により幾分か収縮があるものと思われる。木の幹と枝の分かれる付近を原木から切り取り、枝部分を残して幹を半裁し(報告書断面図の年輪より推定)、幹(椀身)部分の4側面を削り断面が方形に近づくように面取りを行っており、所々に刃物痕を残す。ただし、枝(爪)部分の先端部以外と椀身の爪側稜部には樹皮を除いた樹木表面がそのまま観察される。報告書に記載された綱の緊縛痕は保存処理による表面変化のためか肉眼では観察出来ない。爪部の先端部分は破損により現存長が短くなっているが、付近には削りにより尖らせていた痕跡が見られる。椀身部分の爪側面とは反対面の中央部よりやや後方に長さ29 cm、深さ0.5～1.5 cmの抉り加工があり、明瞭な刃物痕が観察される。椀身部の頭端部と尾端部は胴部に比しやや細めに加工されている。頭端・尾端と爪先端部には磨滅痕が見られる。

以上の観察結果より、同木製碇は同様な「レ」字状のものを2本使用し、中央部後寄りの抉り部分に碇石を挟んで両爪の木石碇として使用し、頭端部・尾端部と抉り加工部の前後で縄掛けして開きを抑えていたものと思われる。『北野天神縁起絵巻』(宮内庁三の丸尚蔵館所蔵「御物本」)第二巻第四段所載の和船の舳先には、「レ」字状の木製部位に挟まれた自然石に近いと思われる碇石を挟んだ2門の木石碇が描かれている。人物の体よりより幾分小さく描かれ、大きさも使用法も元島遺跡出土木製碇の使用例を的確に示していると言えよう。ただし、2次的使用で片爪の木石碇として使用された可能性も考えられるが、その場合には椀身の爪側面に碇石を取付けて、重心を爪側に置くことで爪部分が下方を向いた状態で海底に沈むように使用したものと思われる。

3. 研究の成果と課題

壱岐と志賀島の2類(模倣型碇石)の石材産地同定は韓半島タイプ碇石と日本タイプ碇石の相違を考える際に極めて重要な課題である。しかしながら、破壊を伴う組成分析が困難な状況下ではポータブルタイプの蛍光X線分析器の使用に頼る他なく、その有用性を検証し、壱岐と韓国の碇石の岩石学的比較研究を行うことがその目標であった。

ポータブル蛍光X線分析器の岩石測定値には幾つかの問題点はあるものの、TiO₂、FeO、CaO、Rb、Sr、Zrなどの含有量比は石材鑑定と産地同定には比較的有効性が認められるものであり、今後もその測定値の較正を検証しつつも使用に値するものと判断された。この結果を踏まえて、韓国碇石のポータブル蛍光X線分析器による石材測定を行うことも念頭には置いていたものの、国際状況と予算の面から実施には至っていない。

今回、比較岩石板試料による検証によりポータブル蛍光X線分析器の有用性が確認されたことは、壱岐と韓国の碇石の岩石学的比較研究のみならず、中国タイプの碇石と中国の石材との比較研究においても有用な研究方法でもある。本来ならば試料採取による分析が最も有効な手段であることには違いないが、破壊が許されない条件下においては石材比較・

鑑定の第2の選択肢として考慮されるものである。

謝辞 当該調査・研究においては、長崎県教育庁長崎県埋蔵文化財センター、壱岐市教育委員会、名古屋大学年代測定総合研究センター、福岡市埋蔵文化財センター、田上勇一郎氏、財団法人静岡県埋蔵文化財センター、及川 司氏より施設利用、資料閲覧において多大なるご協力を賜りました。末筆ながら記して謝意を表します。

<引用・参考文献>

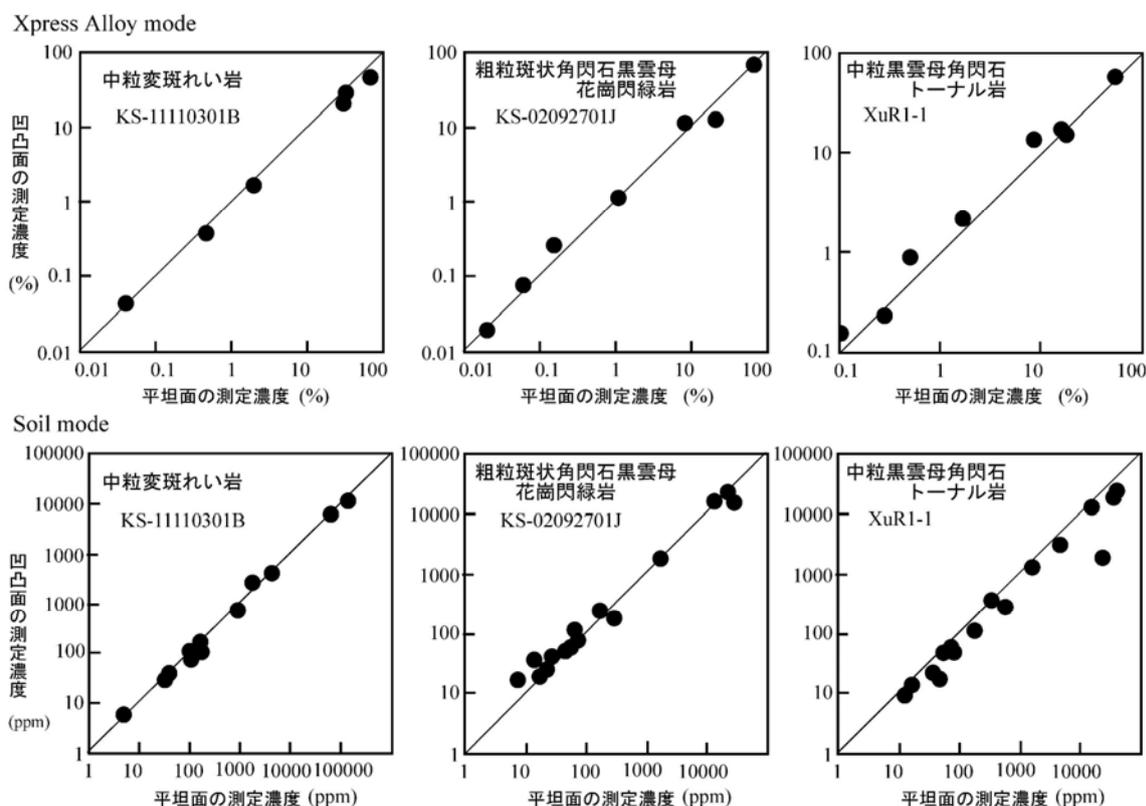
財団法人静岡県埋蔵文化財調査研究所 1998「元島遺跡 I (遺構編)」『静岡県埋蔵文化財調査研究所調査報告』第109集。

財団法人静岡県埋蔵文化財調査研究所 1999「元島遺跡 I (遺物・考察編 1-中世-)」『静岡県埋蔵文化財調査研究所調査報告』第116集。

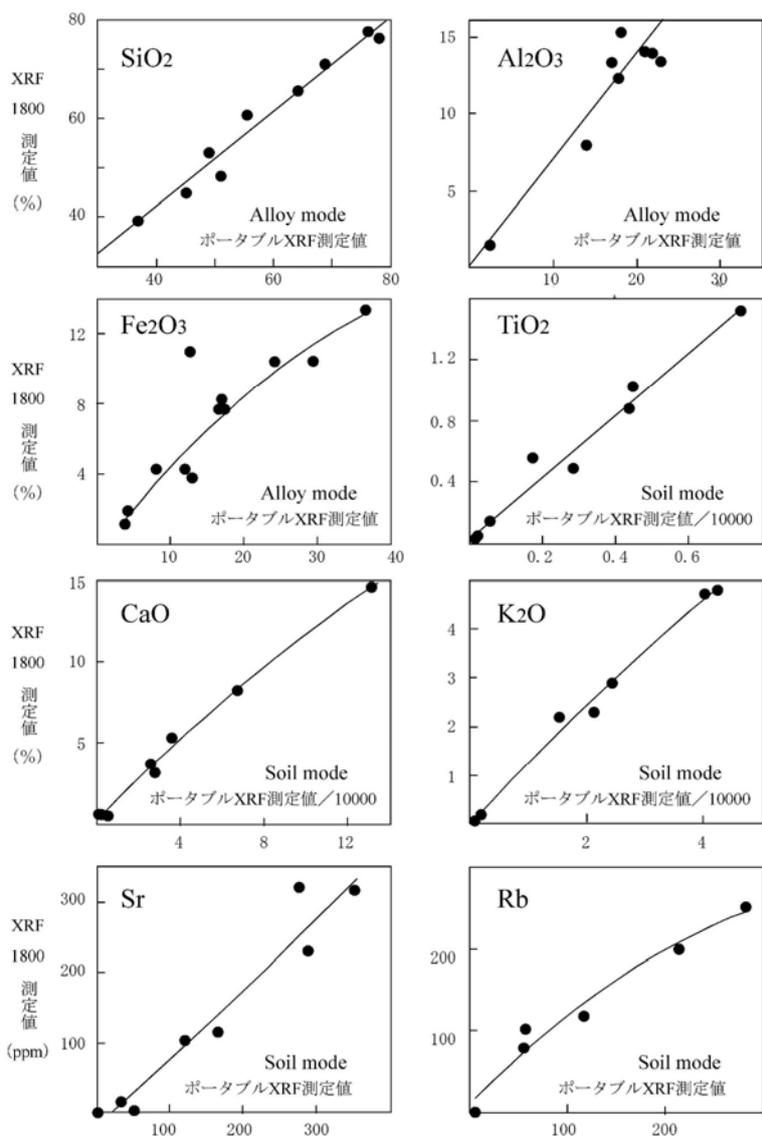
鈴木和博・與語節生・加藤丈典・渡辺誠 2000「博多湾、志賀島で発見された玄武岩質碓石の産地」『名古屋大学博物館報』16。

小川光彦 2011「碓石による海域間交流の研究—黄海と対馬海峡・博多1—」『平成23年度日本海学研究グループ支援事業研究成果報告書』日本海学推進機構(Web. 公開情報)。

小川光彦 2012「碓石による海域間交流の研究—黄海と対馬海峡・博多2—」『平成24年度日本海学研究グループ支援事業研究成果報告書』日本海学推進機構(Web. 公開情報)。



グラフ1 比較岩石板試料のポータブル蛍光X線分析における分析表面の凹凸の影響



グラフ2 比較岩石板試料のポータブル蛍光X線分析値を濃度に換算する検量線

表1 ポータブル蛍光X線分析装置で分析した彦岐と志賀島碓石の化学組成

	少士公園	大師堂	千人堂	旧役場横	志賀島(福岡市埋文)	
	JN01	JN02	JN03	JN04	JF28	
	角閃石黒雲母 閃緑花崗岩	トラカイト	優白質黒雲 母花崗岩	流紋岩	玄武岩(ハワイアイト)	
	ポータブル	ポータブル	ポータブル	ポータブル	ポータブル	ガラスビード
SiO ₂	63.8	69.4	69.2	70.2	38.3	45.92
TiO ₂	0.57	0.32	0.30	0.59	2.86	2.75
Al ₂ O ₃	13.1	11.0	12.3	11.9	14.4	16.16
Fe ₂ O ₃ (1)	7.34	4.74	3.53	3.98	13.4	12.83
Fe ₂ O ₃ (2)	4.54	1.85	1.53	2.69	12.6	
MnO	—	—	—	—	—	0.16
MgO	—	—	—	—	—	6.63
CaO	2.60	0.38	1.90	1.02	8.26	7.74
Na ₂ O	—	—	—	—	—	3.45
K ₂ O	3.52	3.63	3.46	3.49	2.17	1.4
P ₂ O ₅	—	—	—	—	—	0.64
Co (ppm)	18	4	5	7	82	45
Rb (ppm)	127	169	114	125	56	16
Sr (ppm)	345	61	631	15	524	616
Zr (ppm)	100	187	124	237	233	241

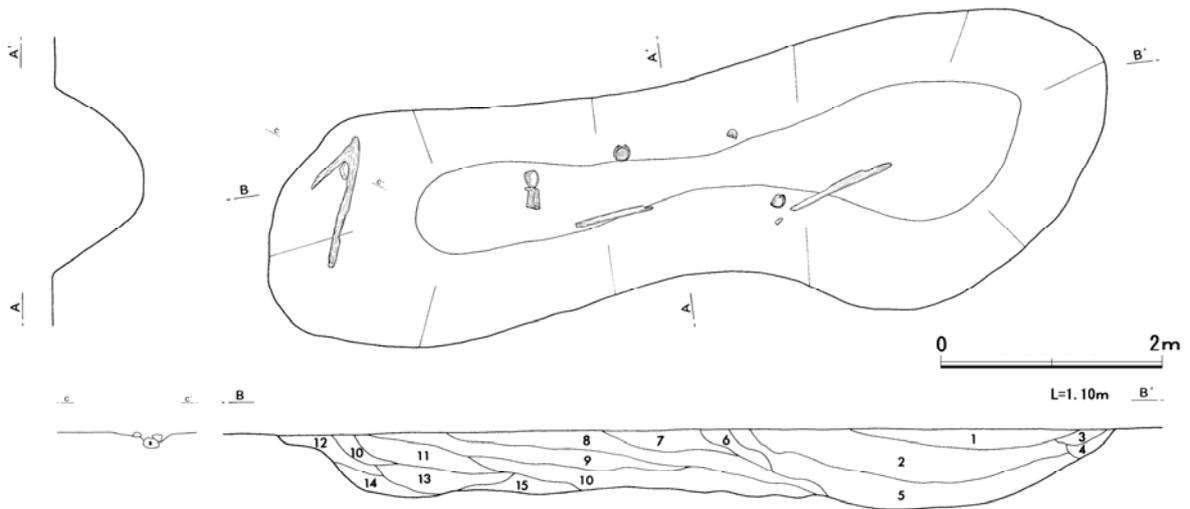


図1 木製碇出土土坑 SF58 実測図(「静岡県埋文 1998」より転載、一部改変)

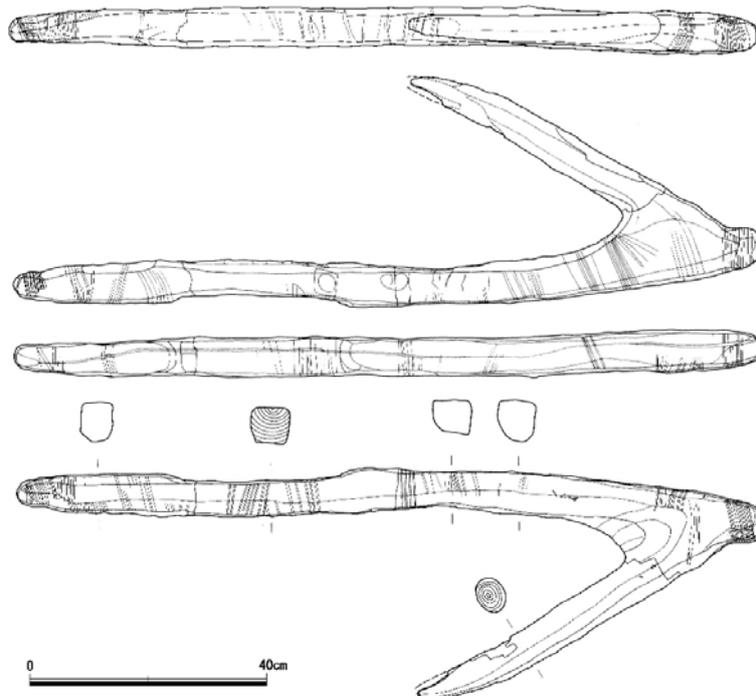


図2 元島遺跡出土「木製碇」実測図(「静岡県埋文 1999」より転載、一部改変)



写真3 元島遺跡出土「木製碇」