

弥生の館むきばんだの展示ケース内の鉄遺物の腐食状態調査

李 素妍*・長尾かおり**・陶澤真梨子**・卯津羅香織*・高橋裕子*・
永井好和*・畠中沙綾*

Corrosion Diagnosis Investigation of Archaeological Iron Objects in Exhibition Case of Tottori Mukibanda Yayoi Settlement Site

LEE Soyeon*, NAGAO Kaori**, SUZAWA Mariko**, UZURA Kaori*, TAKAHASHI
Yuko*, NAGAI Yoshikazu*, HATAKENAKA Saaya*

キーワード：鉄遺物，腐食状態，保存環境

Key Words: Archaeological Iron Objects, Corrosion Level, Conservation Environment

1. はじめに

鉄や青銅などの金属を材料として製作された金属製遺物は、製作されたときには金属特有の性質を有しているが、長時間土の中に埋まっていると錆が進行し、脆くなって崩壊し、元の形状が判別できないほど錆の塊と化する（京都造形芸術大学編，2002）。金属遺物を良好な状態で保存して文化財保護につなげるために、保存科学では遺物の腐食原因を究明し得られた情報をもとにして適切な保存処理を行っている。出土遺物の保存処理は、第一に、遺物の損傷の原因を除去するとともに、それ以上に崩壊が進まないようにする科学的処置、第二に、さまざまな要因によって崩壊し、形状がわからなくなった遺物を元の形に戻す考古学処置の2本の大きな柱を中心に行なわれる。また、保存処理を行うことによって、製作技法など遺物の持つさまざまな情報を得ることができる。これらの情報を考古学や保存科学の分野にフィードバックすることも保存処理に関わる者に課せられた任務である（京都造形芸術大学編，2002）。

保存処理処理後の鉄遺物に再び腐食が進行する場合があります、その原因として保存処理が適切ではなかったことや保存環境の変化によることがある。保存処理によって腐食反応を遅らせるだけであり、鉄遺物を良好な状態で守るためには適切な保存環境に遺物を展示・保管し、遺物の腐食状態を定期的に観察することが必要である。腐食状態の調査によって応急処置および再保存処理を必要とする遺物の選定が可能であり、崩壊などの損傷から遺物を守ることができる。また、遺物の担当者が遺物の腐食状態を把握できる情報および近くの遺物の相談窓口がわかると、遺物の損傷を押さえることができると考えられる。本研究では、鳥取県立むきばんだ史跡公園と鳥取大学地域学部地域環境学科の保存科学の共同研究として、弥生の館むきばんだの展示ケース内に保管されている鉄遺物の腐食状態を診断し、再保存処理を必要とする鉄遺物を選定することができたので、その研究成果を報告する。

*鳥取大学地域学部地域環境学科

**鳥取県立むきばんだ史跡公園

II. 弥生の館むきばんだの展示ケース内の鉄遺物に関する調査

1. 妻木晩田遺跡出土鉄遺物の展示

妻木晩田遺跡（鳥取県西伯郡大山町・米子市淀江町）は、1995年から1997年にかけておこなわれた発掘調査によって弥生時代の大規模な集落跡であることが明らかになり、1999年に遺跡の保存が決定し国指定史跡に指定された。2000年に遺跡の調査・整備・公開を担う現地事務所が開設され、事務所内に設けられた展示室で出土遺物が公開された。当初展示していた鉄遺物は12点である。その後、2010年4月にガイダンス施設「弥生の館むきばんだ」が開館し、出土遺物の展示は、施設内に新たに設けられた展示室で行うこととなった。新たな展示室は、ガイダンスロビーと分離せず一続きの構造である。遺物の展示ケースは展示室壁面と一体化した作りになっており、ケース背面には、映像室がある。展示ケース内へは、ケース正面横の前室と背面の映像室の2カ所にもうけられた扉から出入りする構造である。

2010年に弥生の館むきばんだに展示品を移管する際、展示替えが行われ、鉄遺物についてはそれまで公開されていた12点のうち6点を残し、2003年～2008年にかけて新たに出土した25点を加えて31点を展示することとした。展示する鉄遺物は全て保存処理を終えたものから選択されたものである。

2. 調査の経緯

弥生の館むきばんだでの展示開始から約1年半が経過した2011年12月、展示していた鉄遺物1点に腐食の進行が認められ、この鉄遺物の展示を中止した。鉄遺物の腐食が進行した理由の1つとして展示環境からの影響が考えられたため、2012年12月より展示ケース内に温湿度計（T&D社製温湿度計データロガー‘おんどとり’）を設置し、温湿度のモニタリングを開始するとともに、2013年2月より、調湿剤（富士シリシア化学社製‘アートソープ’）を設置し、展示ケース内の湿度変化を小さくするよう調整を試みた。

さらに2013年度より、鳥取県立むきばんだ史跡公園から鳥取大学地域学部地域環境学科に依頼し、展示ケース内で鉄遺物に腐食が進行した原因を探るための共同研究を開始した。まず始めに、展示を中止した鉄遺物について再保存処理を実施し、遺物の観察と分析をおこなった。その結果、保存処理の過程において脱塩処理が不十分であった可能性が指摘された（李ほか、2014）。また、鉄遺物の保存環境を調査するために展示ケース内における腐食因子の調査と温湿度のモニタリング結果の分析を進めた。その結果、鉄遺物の腐食促進因子は検出されなかったが、腐食に湿度が影響を与えた可能性が指摘された（小川、2013）。以上の調査結果から、鉄遺物の腐食が進行した原因は、鉄遺物内に存在していた塩化物イオンが高湿度により溶出したためと推測された。なお、調査の過程で、展示ケースと館内の空間を分ける仕切りの扉に隙間が確認され、展示ケースが湿度調節剤の効果が発揮されにくい可能性が指摘された（小川、2013）。

2014年度は、引き続き展示ケース内の温湿度のモニタリングを継続するとともに、展示ケース外の温湿度変化が展示ケース内の環境に与える影響について明らかにするため、展示ケース正面と背面の空間の温湿度測定を開始した。さらに、展示中の鉄遺物については腐食状態の調査を行い、再保存処理が至急必要な鉄遺物の存在が明らかになったため、現在再処理を行っているところである。また、良好な状態であることが確認できた鉄遺物についても今回設定した腐食レベルの分類を基準としながら、定期的な観察を続ける予定である。

Ⅲ. 鉄遺物の腐食状態調査

1. 調査対象

弥生の館むきばんだの展示ケース内の鉄遺物 30 点に対して腐食状態を調査した。調査対象の遺物用途、掲載文献の情報を表 1 に示す。

表 1 調査対象の鉄遺物

No.	遺物用途	掲載文献	図番号	遺物番号
1	袋状鉄斧	文献 B	61	F1
2	袋状鉄斧	文献 C	162	F1
3	袋状鉄斧	文献 E	94	2
4	ヤリガンナ	文献 D	102	F1
5	ヤリガンナ	文献 A	75	F1
6	ヤリガンナ	文献 C	50	F1
7	袋状鉄斧	文献 G	36	F1
8	袋状鉄斧	文献 G	56	F1
9	鋤先	文献 G	47	F12
10	鋤先	文献 B	99	F1
11	曲刃鎌	文献 E	93	9
12	鉄鍬	文献 F	25	298
13	鉄鍬	文献 G	46	F1
14	鉄鍬	文献 E	94	13
15	鉄鍬	文献 E	94	12
16	刀子	文献 B	91	F3
17	刀子	文献 G	75	F4
18	穿孔具	文献 A	72	F1
19	穿孔具	文献 E	92	8
20	穿孔具	文献 E	91	12
21	穿孔具	文献 G	75	F3
22	裁断鉄片	文献 A	54	F1
23	裁断鉄片	文献 B	16	F1
24	裁断鉄片	文献 H	19	F21
25	裁断鉄片	文献 B	107	F1
26	裁断鉄片	文献 G	51	F5
27	裁断鉄片	文献 G	51	F1
28	板状鉄製品	文献 H	25	F1
29	板状鉄製品	文献 E	93	7
30	袋状鉄斧	文献 E	93	8

※掲載文献の一覧は本文末尾に記す。

2. 調査方法

鉄遺物を調査するために、鉄遺物の腐食状態の調査表の作成、腐食状態の識別基準の選定、写真撮影、及び肉眼調査を行った。腐食状態の調査表には、遺物写真、発掘調査内容および遺物の出土状況を記入した。腐食状態の識別基準は、遺物を速やかに選別して処置方法を提案するために、腐食状態に合わせて腐食レベル1から3まで分けて作成した(松井, 2009)。腐食レベル1は至急に再保存処理が必要な遺物、腐食レベル2は今後の再保存処理が必要な遺物、腐食レベル3は遺物状態が良好で再保存処理は要らない遺物である。腐食レベル内容を表2に示す。肉眼調査では、遺物外観をルーペーによって観察してその結果を腐食状態の識別基準に照らし合わせて腐食レベルを決めた。

表2 鉄遺物の腐食状態の識別基準(松井, 2009 内容を一部改変)

腐食レベル	腐食状態	処置方法
レベル1	<ul style="list-style-type: none"> ・亀裂や破損が激しい ・隙間がひろがってその部分の樹脂が伸びている ・新しいさびが生成されている 	<ul style="list-style-type: none"> ・至急に再保存処理が必要である ・再保存処理までに酸素や水分を遮断した方が望ましい
レベル2	<ul style="list-style-type: none"> ・亀裂や隙間が見られる ・隙間部分に樹脂の伸びがない ・新しいさびが生成されている 	<ul style="list-style-type: none"> ・今後、再保存処理が必要である ・再保存処理までに定期的に観察が必要である ・再保存処理までに酸素や水分を遮断した方が望ましい
レベル3	<ul style="list-style-type: none"> ・亀裂や破損がない ・新しいさびの生成はみられない ・遺物状態が良好である 	<ul style="list-style-type: none"> ・再保存処理は要らない ・定期的に観察した方が望ましい

3. 調査結果

鉄遺物30点の腐食診断を行なった結果、腐食状態が悪いレベル1の遺物は2点、レベル2の遺物は1点、レベル3の遺物は27点であった。図1、図2に腐食レベル1の遺物、図3に腐食レベル2の遺物、図4～図7に腐食レベル3の一部を示す。腐食レベル1の遺物は亀裂が激しく、遺物を裏返すと二つに割れる可能性が高くて遺物崩壊の防止のために表面のみ写真撮影をした。腐食レベル2の遺物は隙間部分に赤色の腐食生成物が生じていて腐食進行の可能性がみられた。腐食レベル3の遺物は腐食進行が見られず良好な状態であった。本研究では、鉄遺物の肉眼調査のみを実施していたので腐食原因を調査することができないが、レベル1の鉄遺物は再保存処理が行われているので、保存処理結果をとおして腐食原因が明らかにされると考えられる。

鉄遺物の保存処理工程では鉄遺物の強化や腐食防止のために、遺物にアクリル系の樹脂を含浸させる。処理終了後、一定期間が経過してから何かの原因によって鉄遺物の腐食が進行すると新しい腐食生成物が生じたり、保存処理前から遺物に生じていた隙間が腐食進行により広がるとともにその部分に含浸されていた樹脂が伸びることもある。本研究の調査対象の鉄遺物において隙間部分に樹脂の拡がり確認されたので図8に示す。また、事例として遺物における樹脂の拡がりの写真を図9および図10に示す。図9および図10の遺物表面の白糸は再保存処理中の崩壊を防止するために巻かれていた。図のように隙間部分において変化がみられると、鉄遺物の腐食が進んでいる可能

性が高いので素早く対応しなければならない。

本研究の対象の鉄遺物はほとんどが良好な状態であったが、保存環境の変化などにより遺物の腐食が進行するケースがあるので、引き続き遺物の観察や展示ケース内の温湿度のモニタリングを必要とする。



図1 腐食レベル1の鉄遺物

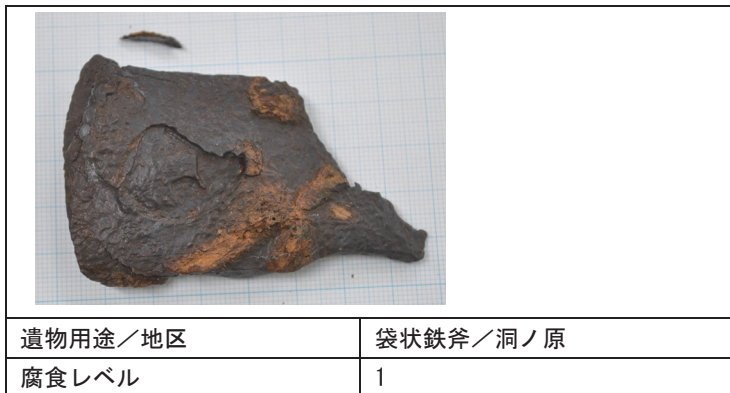


図2 腐食レベル1の鉄遺物



図3 腐食レベル2の鉄遺物


	
遺物用途／地区	袋状鉄斧／妻木山
腐食レベル	3

図4 腐食レベル3の鉄遺物


	
遺物用途／地区	袋状鉄斧／妻木新山
腐食レベル	3

図5 腐食レベル3の鉄遺物

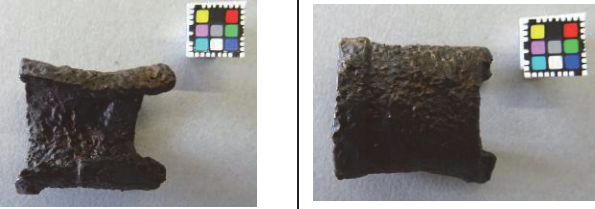
	
遺物用途／地区	袋状鉄斧／洞ノ原
腐食レベル	3

図6 腐食レベル3の鉄遺物


	
遺物用途／地区	ヤリガンナ／松尾城
腐食レベル	3

図7 腐食レベル3の鉄遺物

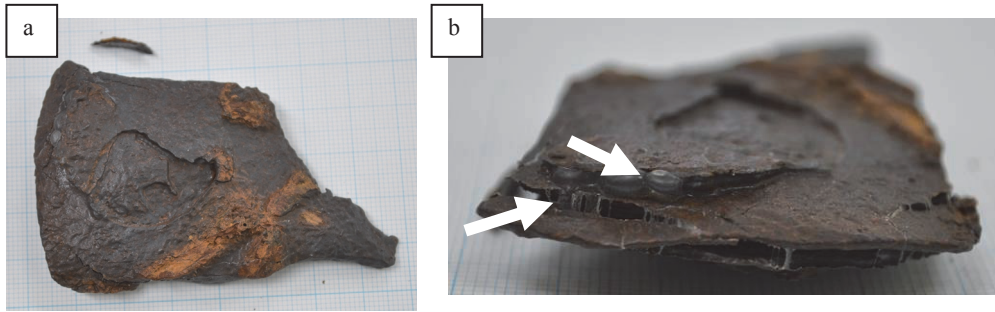


図8 腐食進行による樹脂の拡がり

a. 鉄遺物の全体図, b. 樹脂の拡がり部分 (白色矢印)

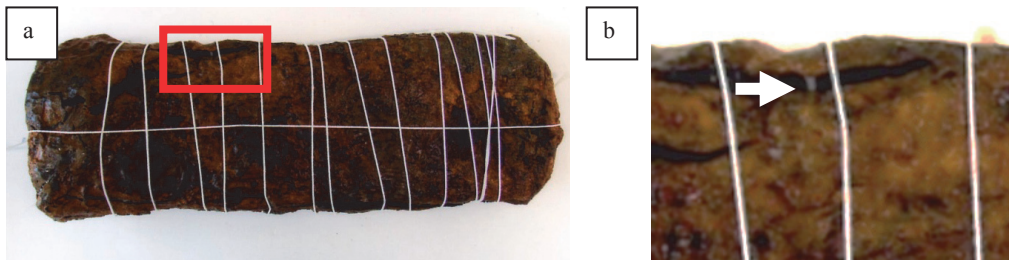


図9 腐食進行による樹脂の拡がり

a. 鉄遺物の全体図, b. aの赤枠部分の拡大図

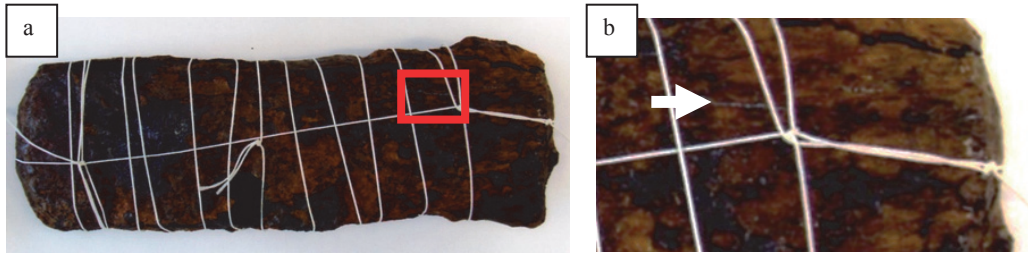


図10 腐食進行による樹脂の拡がり

a. 鉄遺物の全体図, b. aの赤枠部分の拡大図

IV. おわりに

平成25年度より、鳥取県立むきばんだ史跡公園と鳥取大学地域学部地域環境学科の保存科学は協力して鉄遺物の腐食原因を究明するための調査を開始し、本研究では展示ケース内の鉄遺物の腐食状態調査をとおして至急に再保存処理を必要とする遺物を選別することができた。鉄遺物をはじめとする文化財は保存処理後、適切な環境に保管して定期的に観察することが重要である。また、鉄遺物の異常を早期発見して必要な処置を施すと遺物の崩壊が防止できる。しかし、鉄遺物の腐食診断方法や人力不足などによって遺物を観察することが難しいことが多数である。鳥取県では保存科学の専門スタッフがいる機関が少なく、さらに遺物に関する相談窓口の情報が少ないので鳥取県内

における文化財保存科学の情報ネットワークの構築が急がれる。本研究をとおして鉄遺物の腐食診断基準や観察方法に関する情報が発信されて、鳥取県内の文化財保存に繋がることを期待する。

謝辞

本研究の遂行にあたり、鳥取県立むきばんだ史跡公園のご協力をいただきました。記して御礼申し上げます。

参考文献

- 京都造形芸術大学編 (2002) 『文化財のための保存科学入門』. 角川書店, 253-254 pp.
- 李素妍, 陶澤真梨子, 長尾かおり (2014) 『弥生の館むきばんだの鉄遺物の再保存処理』. 鳥取大学地域学部紀要, 111-117pp.
- 小川奈々 (2013) 『弥生の館むきばんだにおける展示ケース内の環境調査』, 鳥取大学地域学部地域環境学科卒業論文.
- 松井敏也 (2009) 『出土鉄製品の保存と対応』. 同成社, 25p.
- 文献 A (2000) 大山スイス村埋蔵文化財発掘調査団・大山町教育委員会 『妻木晩田遺跡発掘調査報告書 I 松尾頭地区』. 大山町埋蔵文化財発掘調査報告書 17.
- 文献 B (2000) 大山スイス村埋蔵文化財発掘調査団・大山町教育委員会 『妻木晩田遺跡発掘調査報告書 II 妻木山地区』. 大山町埋蔵文化財発掘調査報告書 17.
- 文献 C (2000) 大山スイス村埋蔵文化財発掘調査団・大山町教育委員会 『妻木晩田遺跡発掘調査報告書 III 妻木新山・仙谷地区』. 大山町埋蔵文化財発掘調査報告書 17.
- 文献 D (2000) 大山スイス村埋蔵文化財発掘調査団・大山町教育委員会 『妻木晩田遺跡発掘調査報告書 IV 洞ノ原・松尾城地区』. 大山町埋蔵文化財発掘調査報告書 17.
- 文献 E (2003) 鳥取県教育委員会 2003 『史跡妻木晩田遺跡第 4 次発掘調査報告書一洞ノ原地区西側丘陵の発掘調査一』. 史跡妻木晩田遺跡発掘調査報告書第 I 集.
- 文献 F (2006a) 鳥取県教育委員会 『妻木晩田遺跡発掘調査研究年報 2005』.
- 文献 G (2006b) 鳥取県教育委員会 『史跡妻木晩田遺跡妻木山地区発掘調査報告書』. 史跡妻木晩田遺跡発掘調査報告書第 II 集.
- 文献 H (2008) 鳥取県教育委員会. 『史跡妻木晩田遺跡松尾頭地区発掘調査報告書』 史跡妻木晩田遺跡発掘調査報告書第 III 集.

(2015 年 1 月 30 日受付, 2015 年 2 月 4 日受理)