

平成29年度
東北芸術工科大学

文化財保存修復研究センター紀要

TOHOKU UNIVERSITY OF
ART AND DESIGN

Bulletin of Institute for
Conservation of Cultural Property

TOHOKU UNIVERSITY OF ART AND DESIGN

Bulletin of Institute for Conservation of Cultural Property

平成29年度 文化財保存修復研究センター紀要

東北芸術工科大学
文化財保存修復研究センター



ごあいさつ

文化財保存修復研究センター

澤田 正昭

山形の置賜地方（内陸部南部）にも初夏の気配を感じさせるこのごろです。山形市内の南から北西部に向けて走る「馬見ヶ崎川（まみがさがわ）」は、蔵王連峰を水源にもつ最上川水系須川支流の河川です。その馬見ヶ崎川の堤防沿いにはおよそ200本の桜並木が、夜には一部がライトアップされ、市民の目を楽しませています。例年ですと、4月中旬から下旬にかけて桜トンネルにライトが照らされるのですが、今年は開花が早く、10日にライトアップを決めました。温暖化のせいでしょうか、今年は全国的に開花が早まりました。

文化財行政にも全国的な動きがありました。2017年12月、文化審議会は文化財の確実な継承に向けたこれからの時代にふさわしい保存と活用の在り方、そして伝統文化を如何に継承していくかについて、第1次答申を公開しました。何年も前から言われてきた懸案の事項ではありますが、これを具体的に促進させようとの表れなのでしょうか。文化財修復の大学教育の一端を担う当大学にとりましても、真摯にこれを受け止め、教育活動に積極的に取り込んでいく態勢が求められます。

大学教育の在り方に関する研究会、「文化財保存修復の大学教育・教育活動に関する研究会」を、2018年3月、関西大学（国際文化財・文化研究センター）と共催いたしました。文化財保存修復担当の教員が全国から参加され、文化財保存修復という、或る意味で異分野教育の在り方に関する情報交換を行いました。

文化財の活用が強調される今日、文化財の保存修理や教育に携わる者として、今後、活用を念頭におくべき重要事項であることを再確認した次第でした。

このたび、当センターが平成29年度に実施しました受託事業、文化財の保存修復にかかる調査研究、公開講演会・研究会などにつきまして「研究紀要No.8」にまとめて刊行いたしました。ご高覧賜り、ご叱正とご支援を賜りますよう重ねてお願い申し上げます。

平成30年4月23日

目次

ごあいさつ	03
-------------	----

【論文】

I 石造文化財保存処理の現状と課題

澤田 正昭

はじめに	08
1. 遺跡整備の目的	08
2. 遺跡保存の黎明期	08
3. 石造文化財保存の現状	09
4. 今後の課題	12
おわりに	13

II 山形市の重要文化財「鳥居」の劣化に関する総合調査

石崎 武志、小柴まりな、澤田 正昭

1. 緒言	15
2. 針貫入試験	15
3. 音響トモグラフィによる鳥居の構造調査	19
4. まとめ	22

III 寒冷地における石造文化財の劣化調査と保存対策に関する研究

—石材の樹脂処理法を中心に—

石澤 夏帆、米村 祥央、石崎 武志

1. 緒言	23
2. 毛越寺庭園について	23
3. 毛越寺庭園遺水景石と凍結破壊	23
4. 凍結融解防止の実験	24
5. まとめ	29

IV 近現代彫刻作品の保存修復

—阿部誠「バスの中で」を対象として—

金澤 馨

はじめに	31
------------	----

1. 作者概要	31
2. 修復対象作品	31
3. 制作技法、構造	32
4. 損傷状態	32
5. 処置方針	32
6. 実施処置	32
7. 鉄汚染について	35
8. おわりに	37

【受託事業報告書】

I 保存修復受託研究活動

平成29年度修復・調査研究一覧	40
-----------------------	----

II 保存修復受託研究事例

石巻文化センター所蔵六曲屏風の保存修復	41
個人蔵 《三浦文次肖像画》の保存修復	49
渡邊泰三作 《えんぶり》の保存修復	54
東根市所蔵 武田靖夫作《牧童》の保存修復	56
白鷹町所蔵 梅津五郎作《秋》の保存修復	58
白鷹町所蔵 梅津五郎作《調理場》の保存修復	61
善寶寺五百羅漢像保存修復業務 2017年度事業報告	63
重要文化財「鳥居」詳細調査（第二次調査）	75
重要文化財「鳥居」冬季養生の効果検証及び周辺環境調査	78
三内丸山遺跡大型竪穴建物跡保存処理	80
毛越寺庭園遺水の景石周辺環境に関する調査	83
史跡羽州街道竪下宿金山越文化財分布調査	87

【文化財保存修復研究事業】

I 「寒冷地域における文化財の保存修復に関する研究」

●平成29年度 活動報告	96
●公開講演会『石造文化財の保存と修復』	98
「韓国の石造遺産の保存研究」	
イ・チャンヒ・公州国立大学文化遺産保全科学科	99
「石造文化財の保存、修復に関する事例」	
名越切通の保存整備事例	
小林 恵・応用地質株式会社	102

● 専門家会議『寒冷地域における遺跡の保存に関する諸問題と対策』	106
Ⅱ 「文化財保存修復の大学教育・教育活動に関する研究会」	
● 平成29年度 開催報告	107
Ⅲ センター公開講座	
平成29年度 文化財保存修復研究センター連続公開講座	109
著者略歴	110
研究員一覧	112

ICCP-Bulletin 2017

論文



I 石造文化財保存処理の現状と課題

澤田正昭 SAWADA, Masaaki／東北芸術工科大学 文化財保存修復研究センター

はじめに

人間が創り伝えてきた歴史は、人類社会の進むべき方向、理想的なあり方を示唆すると言われる。そのひとつが文化遺産や遺跡であり、それは人類社会の羅針盤ともいえる、歴史的な物的証拠なのである。

遺跡は、地域の歴史を学ぶ場、未来を考える場として活用できるように保存し、整備されてきた。最近では地域の活性化を図り、町づくり推進のために遺跡を活用することが活発化している。特に、近年の傾向では観光資源としての活用が強調されるようになり、行政が率先して地域文化の創生に傾注する地域も少なくない。他方では、世界遺産登録推進活動の展開や、日本遺産の認定を受けることで歴史や文化を通じた地域の活性化をめざすところも多い。このように文化遺産・遺跡を媒体にした地域のアイデンティティを前面に打ち出した文化的活動が近年の傾向といえる。かつての芸術的・学術的な価値をもつ文化遺産という認識から、観光資源として地域振興のために活用する遺産へと文化遺産・遺跡に対する概念が変わりつつあるように思う。

遺跡保存の分野においても、公開・活用を前提とした技術開発を進める必要があるようだ。遺跡保存の一翼を担うはずの保存科学分野だが、こうした動きに適切に対応しなければならない。

1. 遺跡整備の目的

遺跡の公開・活用にあたっては、考古学的な発掘調査で検出された遺構をありのままに展示・公開することができれば理想的である。しかし、地下水の浸入に伴う遺構表面への塩類の析出、さらには黴や地衣類などが発生して遺構を劣化させてしまうリスクを背負うことになる。そのため、遺構をいったん埋め戻して保護し、芝生や灌木の植栽、石やレンガ等を用いて遺構表示するなどの整備手法が一般的であり、加えて集落遺跡では堅穴住居などを復元することもある。遺跡の全容をよりわかりやすく、しかも正しく理解してもらうことが、遺跡整備の第1段階の目標である。

遺跡の保存整備に至るまでには遺跡に関する多

角的な調査研究が行われるが、その過程で遺跡から学び取ることも多い。たとえば、古代における集落や住居の築造技術、石組みの技術、さらには古代の社会的構造の管理・運営の方法などがみえてくるかもしれない。こうした遺跡から抽出される古代の知恵や技術は、遺跡の保存整備に有効なヒントを与えてくれる可能性がある。古代の技術から学び取った知恵を現代科学技術と融合させることによって、新しい保存整備の技術開発が、無理強いのような遺跡整備の第二の目的としたい。

また、遺跡には予測不能の限らない情報が秘められていると考えるべきである。つまり、遺跡研究は現時点における最高レベルの科学研究が行われるのだが、進歩する科学技術は将来において新たな遺跡情報を引き出す可能性もある。したがって、保存科学的な処理の際に合成樹脂や化学薬品による遺跡の汚損があってはならない(図1)。遺跡を新鮮なままに保存し、後世に伝えること、将来の科学研究のための障害にならない処理技術・材料研究を第三の目的に据えたい。

2. 遺跡保存の黎明期

整備の補助制度

遺跡の調査研究の成果をもとに保存整備し、これを公開・活用するようになるのは1950年代になってからのことである。わが国では、行政的な



図1. 石質遺構保存処理と遺構保護
(薬品等は布や紙おむつに吸収させて回収)



図2. 尖石遺跡の現況



図3. 平城宮跡の全体整備状況

指導や補助制度が始まる前から郷土史家たちの手によって地域における遺跡の保存と活用が進められてきた。たとえば、長野県所在の尖石遺跡は縄文時代中期の集落遺跡である。1949年頃から独自に遺跡を整備し、公開・活用が試みられてきた。こうした地道な活動が結実して、尖石遺跡が特別史跡に指定され、1980年頃には本格的な活用・公開の施設が整備されるようになった（図2）。弥生時代後期の集落・水田跡が発見された登呂遺跡（静岡県）は、1943年に第1次発掘調査が行われ、水田跡の遺構を検出、1952年には国の特別史跡に指定されている。

史跡が公園化された初期の遺跡のひとつは、百済寺跡（大阪府）である。この遺跡は1965年から1966年にかけて整備されており、その後、平城宮跡（奈良県）、多賀城廃寺跡（宮城県）、下野国分尼寺跡（栃木県）などの遺跡が補助事業として整備されている。公園化、整備という言葉が示すように、遺跡をどのように整備し、パブリックな活用を図っていくかを念頭に置いていることがよくわかる。平城宮跡に関しては、古代律令国家樹立の歴史的考古学的研究の推進と同時に、市民に還元する国家事業として市民が憩える場を模索した整備の基本構想が打ち出されていた（図3）。

補助対象は遺跡整備の他、遺跡にかかる保存施設にまで増進する。壁画古墳・装飾古墳の保存整備に際しては、1972年から墳丘全体を保護する保存施設や石室内の保存環境を制御する施設の整備事業が始まっている。特別史跡高松塚古墳（奈良県）、特別史跡王塚古墳（福岡県）などがその例である。しかし、こうした整備事業に連動するはずの保存科学分野がその役割を担うようになるのは、もう少し先のことになる。

保存科学的処理

遺跡の構成要素は、土質や石質の遺構が中心であり、保存科学的な処理対象はほとんどが土や石ということになる。いずれも地盤に付随した状態にある例がほとんどであり、保存環境はもとより地下水等の影響も受けやすく、これらを露出した状態で恒久的に保存するには、解決しなければならない課題はあまりにも多い。

遺跡の保存科学的な処理は、1960年代半ばから実施されつつあった。1962年にたたら遺構（愛知県尾張一宮市）の鉾澤が残存するピットの強化処置が行われている。また、1966年には銅鐸 土遺構（大阪府箕面市）のアクリルエマルジョンによる強化処置が行われている。

1970年代に入ってから遺跡の発掘調査が全国的に急増し、出土遺物の保存処理が急務となっていく。したがって、遺物保存に関しては保存科学的な処理方法が開発されており、すでに実用化の段階にある。しかしながら、遺跡に関しては、それは世界的な傾向でもあるのだが、保存科学的研究の立ち後れは否めない。ともあれ、遺跡の保存整備が国の補助事業として実施されるようになり、史跡指定された遺跡が保存・活用のためのかたちを整えていくようになる。

石造文化財に関する初期の整備事例には、1967年から1969年にかけて実施された特別史跡多胡碑（群馬県）がある。多胡碑は、奈良時代初期に多胡郡が誕生したことを記した記念碑であり、石造文化財の初期の補助事業による整備事例といえる。

3. 石造文化財保存の現状

遺跡には、住居跡・窯跡などを含む土質遺構と、石仏（摩崖仏）・石塔・石碑・住居跡の礎石などの他、古墳の石室、庭園の景石、石造建造物・石橋などの石質遺構がある。特殊なものでは、木樋や暗渠など木材からなる遺構も珍しくない。

土質遺構の強化処理には、エポキシ系、アクリル系、イソシアネート系合成樹脂などが利用されてきた。石質遺構には、エポキシ系、アクリル系、ケイ酸エステルなどの他、個別の遺跡に特化した保存材料を調製して利用することも行われてきた。

遺跡保存に汎用されたもののひとつに、変性エポキシ系合成樹脂（商品名：サイトーFX）がある。擬土・擬岩の作成に有用な合成樹脂で遺跡保存に利用されている。土を混ぜることによって土まがいの「擬土（ぎど）」を造ることができ、粉碎した石の粉を混合することによって「擬岩（ぎがん）」を作成することができる。これらは、吸放湿性があり、土や石の物性を保持していながら土や石以上の強度をもたらしすることができる。しかも、合成樹脂の混合割合を加減することによって擬土・擬岩の強度と吸放湿性を調整できるのが特徴である。遺跡保存の際に極めて有効な保存材料として重宝されており、遺構の欠損部の補修や遺構表面の補填・整形などに利用される。

石造文化財の劣化現象の要因は、通常は単独ではなく、生物的・化学的・物理的な要因が有機的に絡みあっている。なかでも、塩類風化と凍結融解による劣化や破損は文化財にとって深刻な問題である（図4）。

1965年頃、重要文化財・般若寺十三重石塔初重軸石（奈良県）の表面部分が劣化してチョーキング現象を呈していた。ここでは、表面の崩落防止の保存処置が施された、石造文化財に対する初期事例である。さらに、於美阿志神社境内にある石塔（奈良県）に関しては随所に表面剥離がみられ、また、笠石の各所の稜線部分が劣化して、欠失している箇所も多かった。全体の強化処置の他、欠損部分については、強化剤に用いたエチルシリケート（テトラエトキシシラン）に石の粉を混ぜた擬岩ふうの素材を充填し、整形を行っている。また、1969年に修理した大谷寺石仏（栃木県）では、エポキシ系合成樹脂、およびアクリルエマル



図4. 塩類風化による激しい劣化（白杵石仏）

ジョンが併用されている。1973年に修理された不動寺（群馬県）の石仏に対しては、エポキシ系・アクリル系・イソシアネート系などの合成樹脂が接着剤や強化剤として使用されている。

一乗谷朝倉氏遺跡（福井県）は、1573年に織田信長との戦いで滅亡した朝倉氏一族の館跡、および集落が分布していたところである。1930年、国の史跡、名勝指定を受け、1967年から継続して本格的な発掘調査がおこなわれた。1972年、土地を公有化する一方で、整備事業を同時進行で計画された（図5、6、7）。

建物の礎石や雨落ち溝には安山岩・花崗岩・砂岩・凝灰岩などのさまざまな石が利用されている。



図5. 福井県・一乗谷館跡整備風景（1972年頃）



図6 一乗谷朝倉氏遺跡の整備状況（2018年3月）



図7 一乗谷朝倉氏遺跡の整備状況（2018年3月）

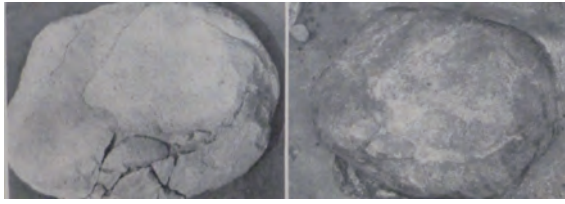


図8. 朝倉氏遺跡（左：処理前の礎石、右：処理後）

これらの石のほとんどは土に埋もれ、長年の間、露出されることはなかった。それが発掘調査によって、突然、外気にさらされたために急速に劣化が進行し、特に被熱した礎石は木柱が載っていた痕跡がわかるほどに、被熱した部分が赤味を帯びており、その外周部分はタマネギ状にひび割れていた（図8）。およそ2000個に及ぶ礎石や溝石などを対象に接合・強化した。破断した部分についてはエポキシ系接着剤で接合し、欠損部の補填にはエポキシ系樹脂と石の粉を混ぜた擬岩を用いた。先述の擬岩作成に利用する吸放湿性をもつ変性エポキシ系合成樹脂はまだ登場しない。

施工後40年を経て、福井県は遺跡のリニューアルを計画しており、接着剤や擬岩等の耐候性について検証している。合成樹脂等の劣化はあまりみられず、今後の保存修理事業を立てる際の参考にしたいと報告している。

1980年には、史跡萩反射炉（静岡県）の保存整備が行われている。また、磨崖仏の修理では特別史跡臼杵磨崖仏（大分県）や、史跡大分元町石仏（大分県）がある。元町石仏は、1986年からおよそ10年をかけて第1次修理事業が実施された。その後、2010年頃から基礎調査を継続的に実施し、保存修理事業を再開している。

磨崖仏は地盤に付随する構造のため、地下水侵入の影響を避けられず、その点で保存が難しいもののひとつである。地下水の侵入を防ぐために仏像の背後に排水用のトンネルや水抜き用のパイプを設置する措置がとられている例もある。

大分県の元町石仏では、塩類風化にともなう崩落が激しく、地下水などの侵入経路を断つために、1986年から石仏の背後にトンネルを穿ち、背後から浸出してくるであろう水をトンネルに引き込み、石仏への侵入を防ぐ工法が採択された。さらには、地下からの水の侵入を避けるために石仏の下部地盤に水平方向に20本の水抜き用のパイプを扇状に設置し、石仏に向かって上昇してくる地下水を集水井戸に導入して排水し、水の侵入を封じる方策を講じた。万全を期したはずの保存対策であった



図9. 元町石仏



図10. 覆屋を架けて保護（臼杵石仏）

が、石仏における塩類析出の現象はいつこうに減衰する気配がなく、今なお対策に苦慮しており、室内環境の改善などに取り組んでいる（図9）。

臼杵石仏の場合には、前庭部にお堂を建立することで風雨が直接及ばないようにしている。それは、遺跡としての景観を保全することも考慮しなければならないが、覆屋を架けて、遺跡を風雨から保護するなどの措置は、有効な手段のひとつになる（図10）。

石造文化財の強化剤として最もよく利用され、実績を上げている素材のひとつに珪酸エステルがある。アンコール遺跡群のうち、アンコール・トム都城の中心に位置するバイヨン寺院を取り巻く砂岩からなる回廊の壁面に彫られている浮彫保存に適した保存材料の開発をめざしており、ケイ酸エステルのモノマー成分とポリマー成分の構成比を調製し、それぞれの耐候性と作業性を評価するため、バイヨン寺院の境内において耐候試験を実施している。

現在カンボジアで実施中の10年にわたる実験結果では、強化剤と撥水剤の耐候性に関する成果を得ているが、両者を同時併用することで保存効果が相乗的に倍加することがわかってきた（図11、12）。



図11. カンボジア・バイヨン寺院



図12. 試験体に保存材料を含浸、耐候試験

4. 今後の課題

保存材料

石造文化財における最も大きな課題のひとつは、保存材料の選定である。文化財の保存材料とは言いが、文化財修理のために製造販売されている商品はほとんど無いと言ってよい。文化財修理で使われる保存材料は、産業界に比べるとごく少量の消耗になるので商業ベースの製造・商品化には結びつかない。そのため、修理者は市場をリサーチして修理仕様に見合う材料を利用しているのが現状である。文化財に特化した材料を確保するシステムづくりが今後の課題といえよう。

保存材料に求められる課題のひとつが耐候性である。通常では、人工的に耐候試験を行うことのほか、5、10年をかけて現地において暴露試験を行うこともあろう。実際には、30、50年間の経年変化を、展示室や遺跡が立地する現地において観測できれば理想的である。顔料の耐候試験などは大学の研究室で担当者何年にもわたって引き継

いで測定することもあるが、遺跡における保存材料の暴露試験では施工事例そのものの歴史が浅く、経年変化を的確に観測できる適当な物件を捜すことは容易ではなかった。しかし、先に紹介した一乗谷朝倉氏遺跡における修理事例はすでに40年以上が経過しており、現地に暴露された絶好の耐候試験材料でもある。施工後の経年変化を詳細に評価できる試料の出現が、今後増えてくるはずであり、保存材料の開発研究がいよいよ加速することが期待できる。

そして、もうひとつの課題として、地球温暖化にともなう劣悪な保存環境と共生できる保存材料や保存技術の開発研究の促進を強調しておきたいと思う。

保存処理技術

石造文化財の強化剤を投与する技術的な課題である。保存材料を含浸する方法に関しては、より効率的に施工するなどの改善・改良の余地があると思っている。

合成樹脂による強化処置に際しては、石造文化財は次の二つのタイプに分けられる。一つは、遺跡から取り外して、室内に搬出することができる状態のものである。石塔の笠石などは地盤に付随していないので、修理のためには解体して屋内で修理作業ができるタイプである。他方、庭園の景石や建物跡の礎石などは、これを取り外した後、完全に元の位置に戻すことは不可能に近いことであり、文化財の分野では修理のために取り外すことはない。また、岩盤に付随した磨崖仏や、付随していなくてもモアイ石像のような巨大な石造などは、物理的にも取り外したり、搬出したりすることはできない。

これらの石造文化財に対する強化剤の投与に際しては、いくつかの含浸方法が行われている。前者のタイプでは、単独に取り外すことができるので、樹脂溶液が入った水槽に浸漬してしみ込ませる、いわゆる「どぶ漬け」法がある。さらには、水槽内を減圧し、樹脂溶液を投入して充分な量をしみこませる方法、すなわち「減圧含浸」法が効率的な施工法といえる。修理物件にとって良くも悪くも、必要な分量を存分に含浸させることができる。取り外すことができない後者のタイプでは、まずは刷毛塗りを繰り返すことで可能な限りしみ込ませる塗布法がある。また、どぶ漬け法に見合う方法でもあるのだが、適量の樹脂溶液を連続的



図13. 平城宮跡・東院庭園の景石

に投与する含浸方法がある。文字通りの点滴の器具を利用して必要量の樹脂溶液を連続的に点滴する方法で、「点滴法」と呼ぶことにした。石造物に布などを巻き付けて、まんべんなく全体にしみ込ませることができるように配慮する。同時に、溶剤の蒸発を抑止する措置が必要である。

後者のタイプに対しても減圧含浸に見合う方法を考案している。すなわち、移動させることができない石造物に対しては、その形態に則った硬質のカバーを、一定の空間を設けつつ、取り付ける。ある意味で石造物の形に沿った変形の水槽に納めるような状態になる。石造物表面と硬質カバーとの間のわずかな空間を堅持しつつ減圧し、同時に樹脂溶液を投入する。いわば、減圧して樹脂溶液を含浸する「減圧含浸」システムを受け継いだ方法になる。取り外し可能な石造物を水槽に漬ける場合に比べると、完全な減圧含浸ということにはならないが、塗布方法・どぶ漬け法・点滴法などに比べれば、それ以上の含浸が期待できることは明確である。

樹脂溶液を塗布するばかりでなく、点滴方式や減圧方式による含浸法を実施した修理事例がある。1980年代に入ってからになるが、瑞泉寺庭園（神奈川県鎌倉市）において施工した。庭園を構築する岩盤は砂岩質性凝灰岩からなっており、池にある中之島も水を吸収しやすく、塩類風化の現象を繰り返してきた。ここでは、できうる限りの樹脂含浸による強化処置を施すことで、水分の吸収を回避し、塩類風化等の劣化を抑制することにした。

1980年頃、平城宮跡東院庭園の池をめぐる景石、さらには、平城京左京三条二坊宮跡庭園（奈良市）の池をめぐる景石の保存処理においても減圧方式による含浸処理を実施している（図13）。

将来の課題

石造文化財に対する今後の課題として、ここでは次の3点を提起しておきたい。

- 1) 個々の遺跡に特化した保存材料の開発である。すなわち、市場に出回る既製品に頼るばかりでなく、修理対象となる物件に特化した保存材料を独自にブレンドするような時代の到来を期待している。一乗谷朝倉氏遺跡の例にみるように、保存修理後45年を経て絶好の試料を得ることが現実となった今日、材料研究の促進を期待したい。
- 2) 石造文化財は、同一個体であっても劣化の状態はさまざまで、部分的に異なる。つまりは強度的にも均質な状態にはない。このような石造物を保存強化した際には全体の強度が均質化するように処理することをめざすべきである。
- 3) 地球温暖化に伴い、環境の劣悪化が進行している現在、文化財資料を収蔵庫の奥へ奥へとしまい込むのではなく、劣悪化するであろう環境と共生できるような保存材料や技術開発を進めるべきである。もちろん、公開・活用を前提としてのことである。

おわりに

文化審議会は文化財の確実な継承に向けたこれからの時代にふさわしい保存と活用の在り方について、2017年12月、第1次答申を公開している。そこには、推進強化を掲げ、特に地方自治体における活用に係る資質向上を提起している。

遺跡の活用が強調されると、保存科学的技術が着実にフォローしていけるかどうかはともかく、遺跡を露出した状態で展示・公開することが一層求められるようになる。公開・活用が先行すれば、保存対策が確立しないまま公開に見切り発車せざるを得ない事態も想定しておく必要がある。遺跡保存のための技術的な研究分野では、社会情勢の変容に柔軟に対応しつつ、市民の考え方の変化にも呼応した保存策を模索し続けることになる。

参考文献

- 1) 文化庁文化財部記念物課『史跡等整備のてびき』総説編、2004年
- 2) 文化財保存全国協議会編『新版遺跡保存の事典』平凡社、2006年
- 3) 樋口清治・青木繁夫「遺構の取り上げ保存」『保

- 存科学』15、東京文化財研究所、pp.88-101、1976年
- 4) 高瀬要一「遺跡復原論『奈良国文化財研究所論叢』Ⅱ、pp.911-927、1995年
 - 5) 文化庁文化財部記念物課『史跡等整備のてびき』事例編、pp.124-127、2004年
 - 6) 福井県足羽町教育委員会『一乗谷朝倉氏遺跡』Ⅱ、pp.8-11、1971年
 - 7) 朽津信明「日本の「遺跡保存」の歴史と「保存科学」の役割」『保存科学』52、2013年
 - 8) 奈良文化財研究所『地域における遺跡の総合的マネジメント』2011年
 - 9) 奈良文化財研究所『遺構露出展示に関する調査研究報告書』2013年
 - 10) 澤田正昭「保存科学からみた遺跡の保存・活用」『遺跡学研究』第10号、pp150-157、2013年

Ⅱ 山形市の重要文化財「鳥居」の劣化に関する総合調査

石崎武志 ISHIZAKI, Takeshi／文化財保存修復研究センター研究員・教授

小柴まりな KOSHIBA, Marina／芸術学部文化財保存修復学科 4年

澤田正昭 SAWADA, Masaaki／文化財保存修復研究センター長・教授

1. 緒言

本研究での調査対象は、山形県山形市鳥居ヶ丘の住宅地にある石鳥居である（図1）。周辺一帯の地名から「元木の石鳥居」、「元木の鳥居」などの通称がある。鳥居は凝灰岩で作られ、大きさは高さ351cm、左柱の径が97.1cm、右柱の径が92.3cmである。元木石鳥居の正確な建立年代は不明である。瀧山信仰の全盛期、天延年間（973－976年）に瀧山大権現へ奉納されたという言い伝えがあり、明確に建立年代等を示す文献や記録は不明であるが、様式が古いことから平安時代末期であると推定されている。明神系鳥居といわれるこの様式は、笠木の反りがわずかであり、木口が垂直であることが特徴である。また柱間と貫下の空間が横長である傾向が強い。これらは、特徴は室町時代以前に多くみられたものであることから、平安時代末期のものであると考えられている。石造美術研究家 川勝政太郎によれば元木の石鳥居は日本最古のものであり、大阪天王寺鳥居や大分県の臼杵市深田の石鳥居よりも古いとされている。

元木石鳥居は1927年（昭和2年）に山形県の名勝として指定されたのち、1937年（昭和12年）に国宝指定の申請を行い、1952年（昭和27年）11月22日に国の重要文化財に指定された。重要文化財としての指定名称は「鳥居」である。所有者は小立地区で、文化財保護法第32条の2の規定に基づく重要文化財の管理団体として山形市が指定されている。



図1. 重要文化財「鳥居」の外観

2017年に、山形市より依頼を受け、重要文化財「鳥居」の劣化に関する総合調査を行った。ここでは、針貫入試験および音波トモグラフィーにより測定した石材の強度について以下に報告する。

2. 針貫入試験

調査対象となる石鳥居凝灰岩の現在の劣化強度を把握するために行った。丸東製作所製 軟岩ペネロペ計SH-70の針貫入試験機を使用した。基本強度は成形した未風化の成沢地区凝灰岩で測定した。石材表面の強度評価を行うために、柱部分で、東西南北の方向で、高さ1m、2m、2.8mのそれぞれ3カ所および貫部分、笠木部分で、針貫入試験を行った。測定場所を、図2に示す。また、測定点、B、C、D、H、I、Jの石材表面の状況を図3、4、5、6、7、8に示す。

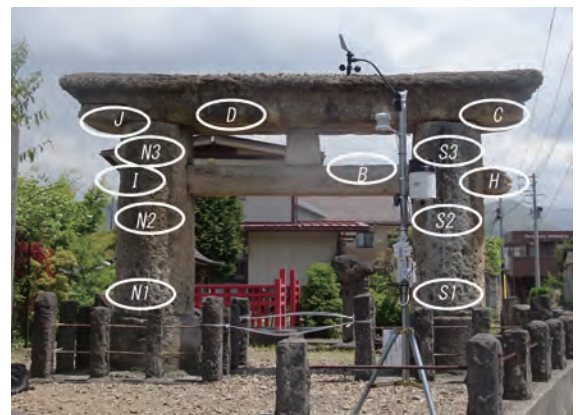


図2. 針貫入試験測定点



図3. 測定点Bの石材表面状況

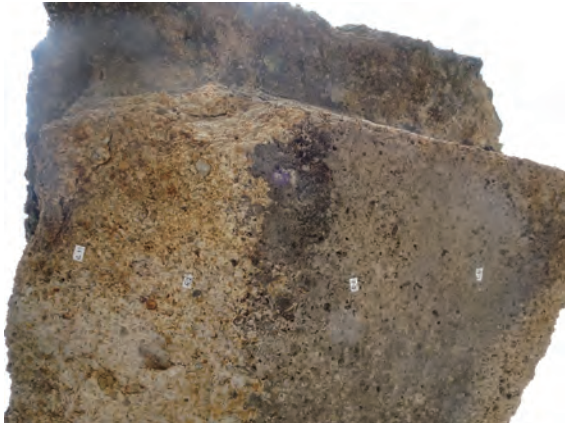


図4. 測定点Cの石材表面状況



図7. 測定点I（貫穴部分）の石材表面状況



図5. 測定点Dの石材表面状況



図8. 測定点J（笠木剥ぎ石部分）の石材表面状況



図6. 測定点H（貫部分）の石材表面状況

これらの点で、針貫入試験を行い、得られた針貫入勾配より、一軸圧縮強度を求めた。針貫入勾配は、軟岩ペネロペ計の針を1mm貫入させるために、何ニュートン（N）の力が必要かという意味で、単位はN/mmで表示される。また、一軸圧縮強度は、100kN/m²の単位で示される。これは、1kgf/cm²に対応している。

表1に、南側柱の針貫入試験測定結果を示す。

表1. 南側柱の針貫入試験測定結果

	東側 針貫入勾配強度 (N/mm)		南側 針貫入勾配強度 (N/mm)		西側 針貫入勾配強度 (N/mm)		北側 針貫入勾配強度 (N/mm)	
	100kN/m ²	(N/mm)	100kN/m ²	(N/mm)	100kN/m ²	(N/mm)	100kN/m ²	(N/mm)
1m高さ	22	85	29	111	24	93	33	129
	29	111	50	192	25	97	20	78
	15	61	25	100	67	254	29	111
2m高さ	25	97	33	128	33	129	21	81
	40	154	40	154	33	129	18	71
	50	192	20	78	50	192	24	93
2.8m高さ	50	192	67	254	50	192	38	148
	31	121	50	192	50	192	17	65
	12	47	50	192	40	154	67	254

この表で、強度は、一軸圧縮強度、また、100kN/m²は、0.1MPaでkgf/cm²に対応している。

南側柱の針貫入勾配は、12～67N/mmの範囲で、これから計算される一軸圧縮強度は47～254 *100kN/m²であった。

表2. 北側柱の針貫入試験測定結果

	東側		南側		西側		北側	
	針貫入勾配強度		針貫入勾配強度		針貫入勾配強度		針貫入勾配強度	
	(N/mm)	100kN/m ²	(N/mm)	100kN/m ²	(N/mm)	100kN/m ²	(N/mm)	100kN/m ²
1m高さ	20	78	50	192	33	129	20	78
	14	56	36	138	12	48	24	93
	33	129	26	102	12	47	50	192
2m高さ	40	154	33	129	33	129	26	102
	50	192	50	192	12	47	36	138
	25	97	31	121	33	129	22	87
2.8m高さ	50	192	25	97	24	93	33	129
	24	93	25	97	24	93	33	129
	33	129	17	65	25	97	25	97

北側柱の針貫入勾配は、12～50N/mmの範囲で、これから計算される一軸圧縮強度は47～192 *100kN/m²であった。

表3. 貫B点の針貫入試験結果

B-1		B-2		B-3		B-4	
針貫入勾配強度		針貫入勾配強度		針貫入勾配強度		針貫入勾配強度	
(N/mm)	100kN/m ²	(N/mm)	100kN/m ²	(N/mm)	100kN/m ²	(N/mm)	100kN/m ²
33	129	8	33	6	25	7	29
20	78	7	29	4	17	50	192
15	61	50	192	6	25	14	56

貫B点の針貫入勾配は、4～50N/mmの範囲で、これから計算される一軸圧縮強度は17～192*100kN/m²であった。

表4. 笠木C点の針貫入試験結果

C-1		C-2		C-3		C-4	
針貫入勾配強度		針貫入勾配強度		針貫入勾配強度		針貫入勾配強度	
(N/mm)	100kN/m ²	(N/mm)	100kN/m ²	(N/mm)	100kN/m ²	(N/mm)	100kN/m ²
40	154	36	138	25	97	50	192
33	129	50	192	50	192	67	254
33	129	25	97	40	154	36	138

笠木C点の針貫入勾配は、25～67N/mmの範囲で、これから計算される一軸圧縮強度は97～254 *100kN/m²であった。

表5. 笠木D点の針貫入試験結果

D-1		D-2		D-3		D-4	
針貫入勾配強度		針貫入勾配強度		針貫入勾配強度		針貫入勾配強度	
(N/mm)	100kN/m ²	(N/mm)	100kN/m ²	(N/mm)	100kN/m ²	(N/mm)	100kN/m ²
22	87	36	138	33	129	25	97
25	97	17	65	12	47	40	154
26	102	21	81	20	78	40	154

笠木D点の針貫入勾配は、12～40N/mmの範囲で、これから計算される一軸圧縮強度は47～154*100kN/m²であった。

表6. 測定点H（貫部分）の針貫入試験結果

H-1		H-2		H-3		H-4		H-5	
針貫入勾配強度		針貫入勾配強度		針貫入勾配強度		針貫入勾配強度		針貫入勾配強度	
(N/mm)	100kN/m ²	(N/mm)	100kN/m ²	(N/mm)	100kN/m ²	(N/mm)	100kN/m ²	(N/mm)	100kN/m ²
50	192	12	48	22	87	25	97	25	97
10	40	22	87	50	192	15	61	25	97
20	78	25	97	33	129	10	40	20	78
H-6		H-7		H-8		H-9		H-10	
針貫入勾配強度		針貫入勾配強度		針貫入勾配強度		針貫入勾配強度		針貫入勾配強度	
(N/mm)	100kN/m ²	(N/mm)	100kN/m ²	(N/mm)	100kN/m ²	(N/mm)	100kN/m ²	(N/mm)	100kN/m ²
100	378	29	111	50	192	20	78	50	192
200	744	22	87	40	154	20	78	33	129
200	744	20	78	50	192	22	87	67	254

測定点H（貫部分）の針貫入勾配は、10～200N/mmの範囲で、これから計算される一軸圧縮強度は40～744*100kN/m²であった。

表7. 測定点I（貫穴部分）の針貫入試験結果

I-1		I-2		I-3		I-4	
針貫入勾配強度		針貫入勾配強度		針貫入勾配強度		針貫入勾配強度	
(N/mm)	100kN/m ²	(N/mm)	100kN/m ²	(N/mm)	100kN/m ²	(N/mm)	100kN/m ²
167	622	50	192	50	192	50	192
4	17	25	97	100	378	17	65
200	744	25	97	45	175	33	129
I-1		I-2		I-3		I-4	
針貫入勾配強度		針貫入勾配強度		針貫入勾配強度		針貫入勾配強度	
(N/mm)	100kN/m ²	(N/mm)	100kN/m ²	(N/mm)	100kN/m ²	(N/mm)	100kN/m ²
29	114	33	129	50	192	29	111
11	44	33	129	25	97	29	111
50	192	67	254	14	56	25	97

測定点I（貫穴部分）の針貫入勾配は、4～200N/mmの範囲で、これから計算される一軸圧縮強度は17～744*100kN/m²であった。

表8. 測定点J（笠木剥ぎ石部分）の針貫入試験結果

J-1		J-2		J-3		J-4	
針貫入勾配強度		針貫入勾配強度		針貫入勾配強度		針貫入勾配強度	
(N/mm)	100kN/m ²	(N/mm)	100kN/m ²	(N/mm)	100kN/m ²	(N/mm)	100kN/m ²
50	192	67	254	200	744	200	744
29	111	67	254	200	744	29	111
29	111	67	254	200	744	100	378

測定点J（笠木剥ぎ石部分）の針貫入勾配は、29～200N/mmの範囲で、これから計算される一軸圧縮強度は111～744*100kN/m²であった。

また、重要文化財「鳥居」の石材に使用されていると考えられる、劣化度の低い成沢地区凝灰岩試料を、図9に示すように、直径5cm、高さ3cmの円柱に成形し、ラベルで表示した部分の針貫入試験を行った。これを表9に示す。結果は、針貫入勾配は、25～200N/mmの範囲で、これから計算される一軸圧縮強度は97～744*100kN/m²となり、ばらつきはあるものの、高い強度を示した。

また、図10に示したように、表面が劣化していると考えられるラベルで表示した部分の針貫入試験を行った。これを表10に示す。結果は、針貫入勾配は、20～67N/mmの範囲で、これから計算される一軸圧縮強度は78～254*100kN/m²となり、表9のものより、低い強度を示した。



図9. 劣化度の低い成沢地区凝灰岩試料の石材表面



図10. 劣化度の高い成沢地区凝灰岩試料の石材表面状況

表9. 劣化度の低い成沢地区凝灰岩試料の針貫入試験結果

S-1		S-2		S-3		S-4	
針貫入勾配強度		針貫入勾配強度		針貫入勾配強度		針貫入勾配強度	
(N/mm)	100kN/m ²	(N/mm)	100kN/m ²	(N/mm)	100kN/m ²	(N/mm)	100kN/m ²
40	154	100	378	67	254	200	744
100	378	25	97	67	254	200	744
56	212	200	744	100	378	67	254

表10. 劣化度の高い成沢地区凝灰岩試料の針貫入試験結果

A-1		A-2		A-3		A-4	
針貫入勾配強度		針貫入勾配強度		針貫入勾配強度		針貫入勾配強度	
(N/mm)	100kN/m ²	(N/mm)	100kN/m ²	(N/mm)	100kN/m ²	(N/mm)	100kN/m ²
25	97	33	129	20	78	67	254
50	192	33	129	50	192	50	192
50	192	50	192	33	129	22	87

3. 音響トモグラフィーによる鳥居の構造調査

この方法は、石材中の音波の伝搬速度を測定することにより、内部の石材の強度を評価する手法である。石材が、劣化していると音波の伝搬速度は遅くなり、健全であると音波の伝搬速度は速くなる。ここでは、図11に示した位置の、音波の伝搬速度を測定した。また、劣化度の低い成沢地区凝灰岩試料の音波の伝搬速度を測定し、鳥居での測定結果との比較を行った。測定場所は、北側柱、南側柱において、地面より、130cm、190cm、250cmの高さの部分である。



図11. 音波の伝搬速度測定場所

本調査で用いた測定システム(ドクターウッズ)は音響波を用いた樹木内部診断システムである。計測対象物の表面に設置した発振・受信兼用のセンサを用いて、各センサ間の中で縦波を発振・受信する。縦波の到達時間と各センサ間の距離から伝播速度を計算し、逆計算と呼ばれる手法で各メッシュの速度を求める。調査原理と計測フローを図12、図13に示す。

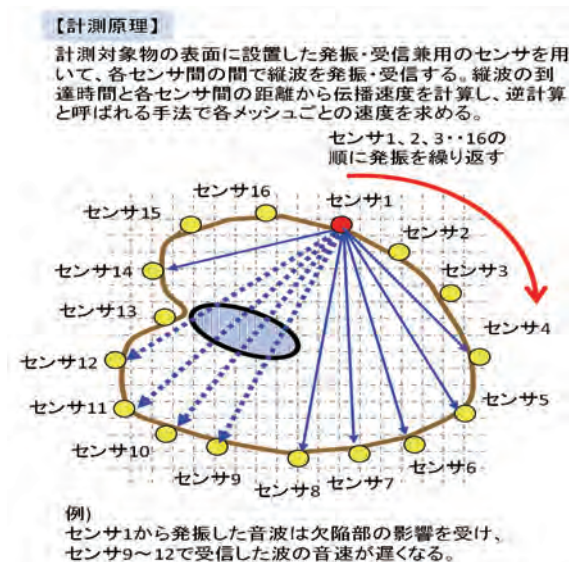


図12. 音波の伝搬速度測定原理

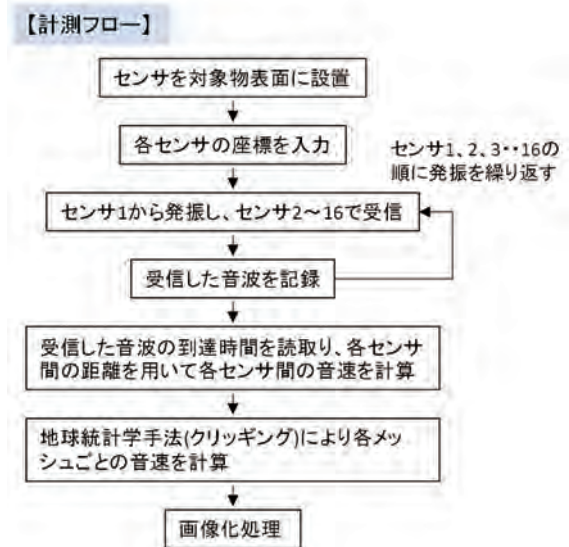


図13. 音波の伝搬速度測定原理

本調査で用いた測定システム(ドクターウッズ)の計測機器の写真を図14に示す。



図14. 音波の伝搬速度測定システム

音波の発信・受信兼用センサーは、図15に示したように、測定部分の周囲に、均等な間隔で、16個設置した。



図15. 音波の発信・受信兼用センサーの設置

音波の発信・受信兼用センサーの拡大写真を図16に示す。センサーと石材との間に、粘土を挟み込み、音波がスムーズに伝わるように工夫がなされている。



図16. 音波センサー設置部分の拡大写真

図11に示した、北側柱の地面より、130cm、190cm、250cmの高さの部分で測定結果を、以下の図17、図18、図19に示す。

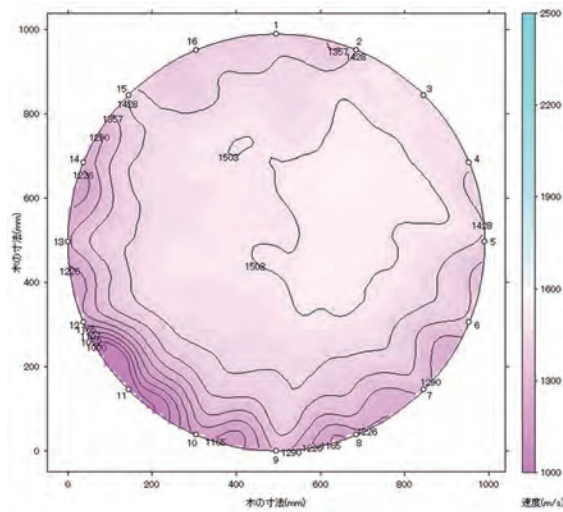


図17. 北側柱の地面より130cm高さの測定結果

図11に示した、南側柱の地面より、130cm、190cm、250cmの高さの部分で測定結果を、以下の図20、図21、図22に示す。

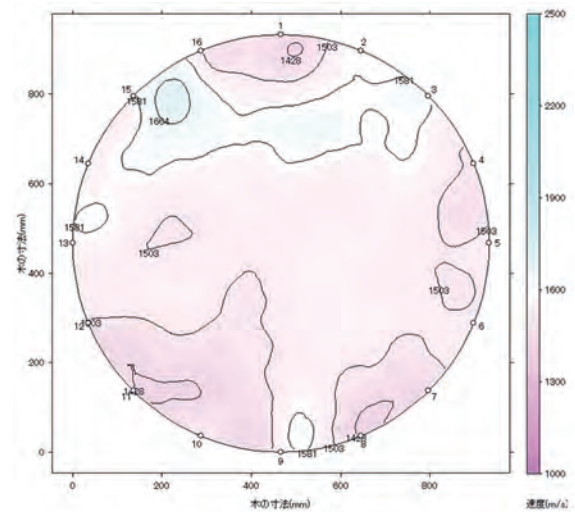


図20. 南側柱の地面より130cm高さの測定結果

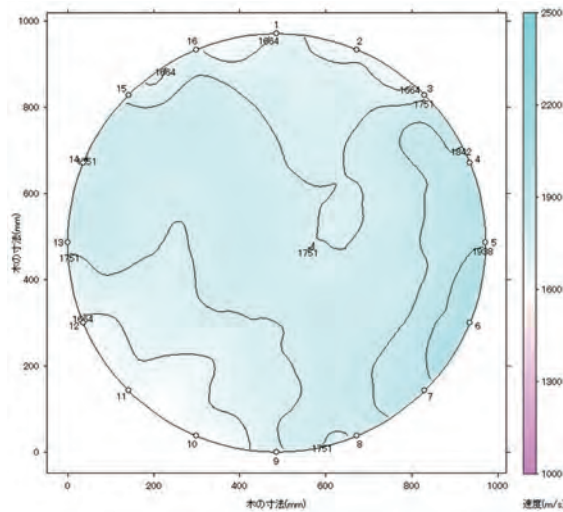


図18. 北側柱の地面より190cm高さの測定結果

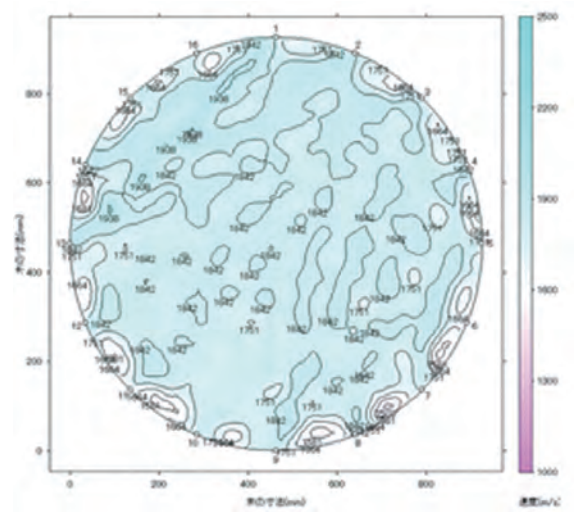


図21. 南側柱の地面より190cm高さの測定結果

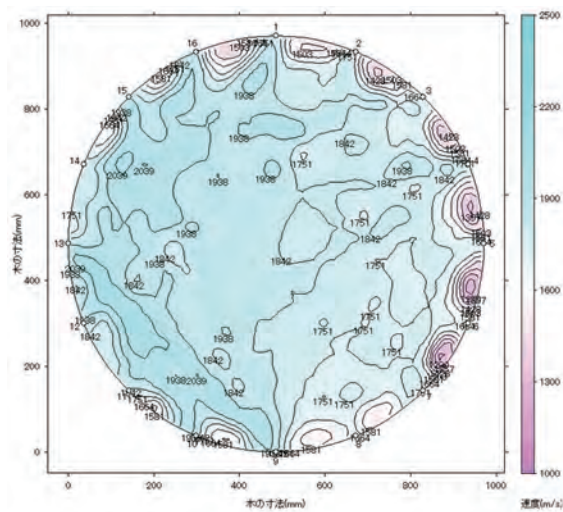


図19. 北側柱の地面より250cm高さの測定結果

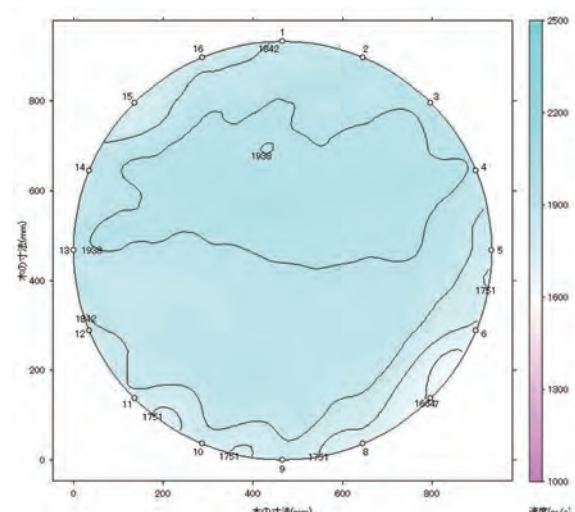


図22. 南側柱の地面より250cm高さの測定結果

これらの値と比較するため、劣化度の低い成沢地区凝灰岩試料の音波伝搬速度を測定した。測定の様子を図23に示す。



図23. 劣化度の低い成沢地区凝灰岩の音波伝搬速度の測定をしている様子

この測定結果から、劣化度の低い成沢地区凝灰岩試料の音波伝搬速度は、1,560m/sの値が得られた。

図17の北側柱の地面より、130cm高さの測定結果では、柱周囲では、1,000m/sの値を示すところが見られたが、柱内部では1,400～1,500m/sの値が見られ、内部は、劣化度の低い成沢地区凝灰岩の音波伝搬速度とほぼ同じ値が得られた。

図18の北側柱の地面より、190cm高さの測定結果では、柱内部では1,600～1,700m/sの値が見られた。

図19の北側柱の地面より、250cm高さの測定結果では、柱周囲では、1,300m/sの値を示すところが見られたが、柱内部では1,700～1,800m/sの値が見られた。

図20の南側柱の地面より、130cm高さの測定結果では、柱内部では1,400～1,500m/sの値が見られた。

図21の南側柱の地面より、190cm高さの測定結果では、柱内部では1,500～1,800m/sの値が見られた。

図22の南側柱の地面より、250cm高さの測定結果では、柱内部では1,600～1,900m/sの値が見られた。

これらの測定結果から、柱の周囲部分では、音波伝搬速度が低く、強度が低下している部分が見られるものの、柱内部では、劣化度の低い成沢地区凝灰岩試料の値より大きな音波伝搬速度が見られ、強度が強い状態に維持されていると評価される。

4. まとめ

2017年に、山形市より依頼を受け、重要文化財「鳥居」の劣化に関する総合調査を行った。調査の中で、石材の強度を把握するために、針貫入試験を行い、石材表面の強度を評価すると共に、音波トモグラフィーにより、石材内部の強度の評価を行った。

針貫入試験の結果から計算された一軸圧縮強度に関して、貫（B点）部分の表面の劣化度の大きい部分では、1.7MPa程度の低い部分があることが分かった。またその近傍では、25.4MPaの値が得られるなど、強度のばらつきが見られた。また、南側柱の表面強度は、4.7～25.4MPa、北側柱の表面強度は、4.7～19.2MPaと計算された。

音波トモグラフィーによる測定結果からは、柱表面近くで、音波伝搬速度が低く、強度が低下している部分が見られるものの、柱内部では、劣化度の低い成沢地区凝灰岩試料の値より大きな音波伝搬速度が見られ、強度が強い状態に維持されていると評価された。

なお、本研究は山形市からの受託業務、重要文化財「鳥居」詳細調査（第二次調査）により行ったものである。調査にあたっては、山形市社会教育青少年課の皆様にご協力をいただき実施することができましたことを、ここに記し感謝申し上げます。

Ⅲ 寒冷地における石造文化財の劣化調査と保存対策に関する研究 —石材の樹脂処理法を中心に—

石澤夏帆 ISHIZAWA, Kaho／芸術文化専攻保存修復領域 修士2年

米村祥央 YONEMURA, Sachio／文化財保存修復研究センター准教授

石崎武志 ISHIZAKI, Takeshi／文化財保存修復研究センター研究員・教授

1. 緒言

岩手県平泉の毛越寺庭園遣水の景石は石の割れや表面の剥離が激しいため、保存処理が検討されている（図1）。石の劣化には様々な要因があるが、特に、気温の変動が0℃を上下し、岩石内の水分の凍結で引き起こされる石の凍結破壊は、岩手県という寒冷地にある景石の劣化の主な要因と考えられる。樹脂含浸強化法は、石材に樹脂を浸透させ石材を強化する方法で行われる。樹脂処理による凍結破壊防止の研究や事例は、日本において岩石材料として占める割合の多い凝灰岩を中心に行われており、粘板岩についての検証は行われていないのが現状である。凝灰岩と粘板岩は石の性質が異なるため、本研究では粘板岩の凍結破壊防止のための有効な樹脂処理の方法の検証を目的とする。



図1. 毛越寺庭園遣水の景石の劣化

2. 毛越寺庭園について

毛越寺境内は名称「毛越寺境内附鎮守社跡」として大正11（1922）年に国指定史跡、昭和27（1952）年に国指定特別史跡に指定され、「毛越寺庭園」も昭和32（1957）年に国指定名勝、昭和34年（1959）年に国指定特別名勝に指定された。さらに平成23（2011）年に名称「平泉－仏国土（浄土）を表す建築・庭園及び考古学的遺跡群－」の構成資産の一つとしてユネスコの世界遺産に登録された。毛越寺庭園は浄土庭園の風景を保っていくことで、文化遺産の活用のための役割を担っていると言える。

3. 毛越寺庭園遣水景石と凍結破壊

岩石の凍結破壊の要因として岩質・水分供給・寒冷度の3条件があるとされ、このうち1つを取り除くことで石造文化財の凍結破壊を防止することが可能と言われている。この3条件を踏まえ、毛越寺庭園遣水の景石の調査を行った。

寒冷度について、毛越寺庭園遣水付近の気温は±4℃以上を行き来する回数が1、2月に特に多く見られる（図2）。景石の表面（図3）および地表面（図4）の温度データからは、景石や地表が、気温に伴って温度変化を繰り返していることがわかる。図3、図4で1月中旬から下旬にかけて温度変化が小さくなっているのは、この時期に積雪があり、この積雪層が断熱層となっていたためであると考えられる。

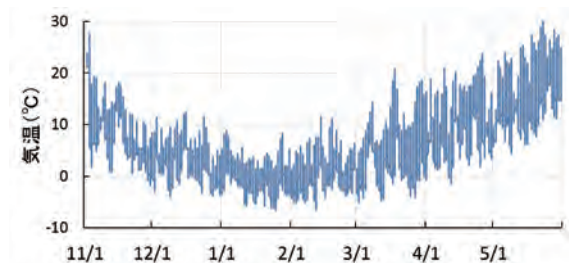


図2. 毛越寺庭園遣水付近の気温

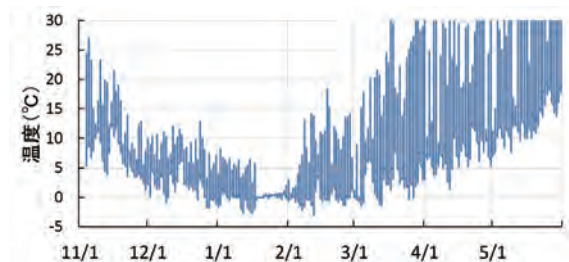


図3. 景石表面の温度

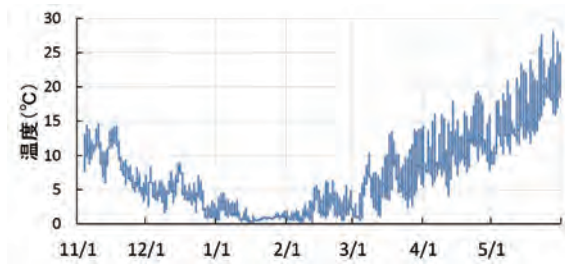


図4. 遣水付近の地表温度

水分供給については、景石が置かれている遣水には常時水が流れており石は水と接している状態である（図5）。また、景石は土壌と接しているため、景石全面が外部から継続的に水分供給される環境にあると言える。



図5. 遣水の景石の様子

岩質について景石と凝灰岩（小樽軟石）を走査型電子顕微鏡（SEM）で観察し空隙を比較したところ、小樽軟石（図6）と比較して、景石（図7）の空隙が少ないことが分かった。

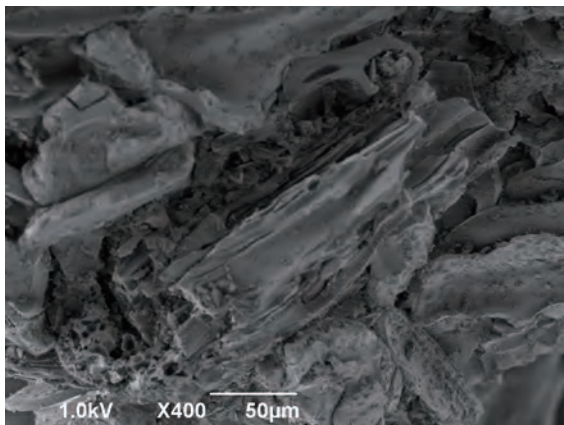


図6. 小樽軟石のSEM画像

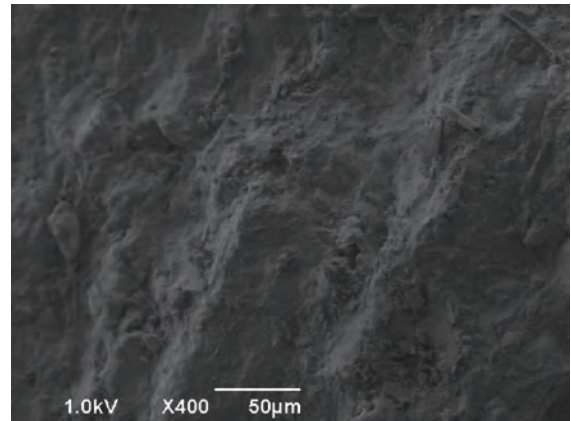


図7. 景石のSEM画像

毛越寺庭園遣水では、気温が $\pm 4^{\circ}\text{C}$ 以上を行き来する期間があるため、凍結融解が起こりやすい環境であると言える。岩石についても、毛越寺庭園遣水で劣化している景石には粘板岩以外もあるが、凝灰岩のように全体的に消耗していくのではなく層状に割れ風化していく特性の粘板岩が特徴的なものとして見られる。遣水には水流があることや景石の割れた断面に大量の土が付着していたことから、土や枯れ草も一因であると思われるが、石の崩壊には大きな力が必要となるため、凍結融解が主な要因と考えられる。

4. 凍結融解防止の実験

樹脂強化法は主に塗布法、浸漬法、減圧含浸法の3つの方法がある。塗布法は、岩石の表面に合成樹脂を塗布し染み込ませる方法、漬浸法は、岩石を合成樹脂の入った槽に一定時間漬浸する方法、減圧含浸法は、岩石を合成樹脂に浸した状態で真空ポンプ等で減圧する方法である。本実験は、これらの樹脂強化法と岩石の凍結融解耐性の関係を明らかにすることを目的とした。この実験において、岩石の空隙率による差異についても観察するため、それぞれに空隙率の異なる岩石サンプルを用意し比較した。

4-1. 予備実験

樹脂含浸処理において広く使用されている合成樹脂Wacker OH100は水と粘度がほぼ同等であるため、岩石への含浸比もほぼ同様の結果になると考えられる。予備実験として、Wacker OH100と蒸留水の岩石への浸透を比較するため、それぞれの重量含水比を測定した。使用した岩石サンプルは以下の通りである。

1. 凝灰岩（小樽軟石）
2. 凝灰岩（成沢地区産）
3. デイサイト質溶結凝灰岩（白河石）
4. 泥岩（毛越寺庭園遣水景石）

測定結果は代表として小樽軟石の結果を載せた（図9、10）。全てのサンプルの結果は、論文末に表として掲載した（表8）。

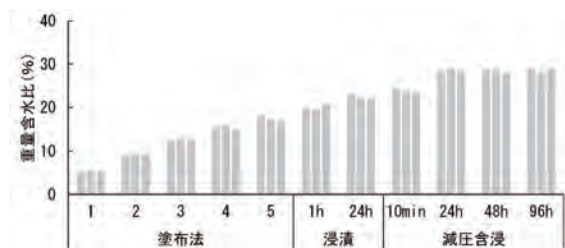


図8. 小樽軟石の重量含浸比（蒸留水）

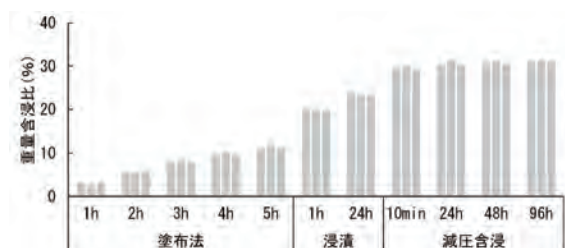


図9. 樽軟石の重量含浸比（Wacker OH100）

蒸留水とWacker OH100の含浸比を比較したところ、どのサンプル、含浸条件においても、ほぼ同様の数値が得られた。従って蒸留水の含水から得られる浸透過程の評価は、Wacker OH100含浸の考察において有用であると言える。以降の実験では蒸留水含水の実験の結果をもとに考察を進めていくこととする。

4-2. 含浸方法による樹脂の浸透

本実験では、樹脂含浸方法による岩石への樹脂の浸透の違いを検証した。“4-1. 予備実験”の結果を受けて、蒸留水の体積含水率を樹脂含浸と同等の結果として取り扱った。使用した岩石サンプルは予備実験と同様で、条件は以下の通りである（表1）。

表1. 含水の条件

●回数と時間

塗布法……………全5回
浸漬……………1時間、24時間
減圧含浸……………10分、24時間、
48時間、96時間

●減圧含浸の圧力

1気圧、0.7気圧、0.3気圧、0.05気圧

実験の結果はグラフ（図10、11、12、13）と表（表2、3、4、5）の通りになった。含浸方法による樹脂の浸透については、4種の試料全てにおいて、塗布<浸漬<減圧含浸の順に有効であることが再確認されたが、白河石や景石のような空隙率の小さい岩石については、空隙率の大きい凝灰岩と比較し含浸方法による浸透の差が少なかった。減圧含浸の際の減圧度については、景石のような空隙率の低い岩石では、含浸方法による液体の浸透の違いは見られたが、空隙率の大きい凝灰岩と比較し浸漬法や減圧含浸による体積含水率の伸びが小さいことがわかった。

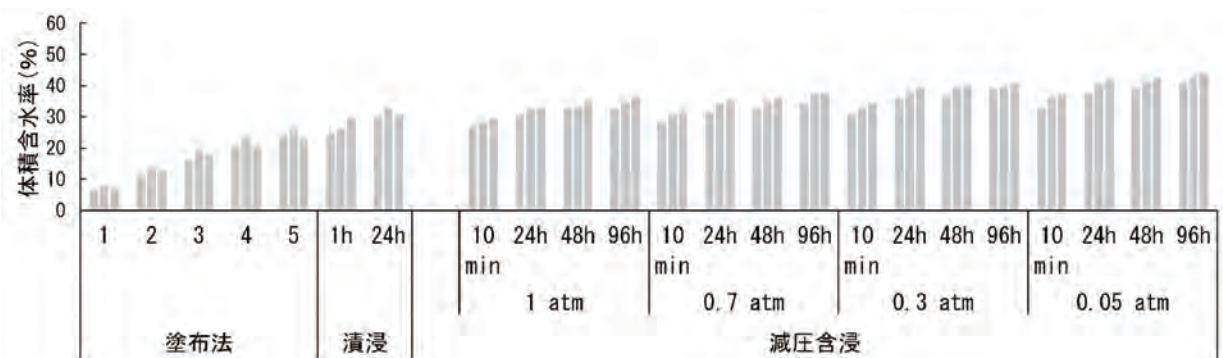


図10. 小樽軟石

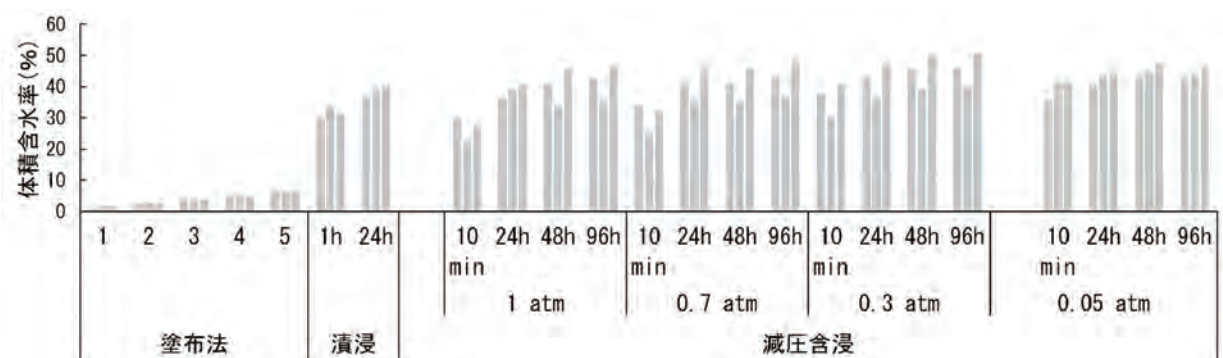


図11. 成沢地区凝灰岩

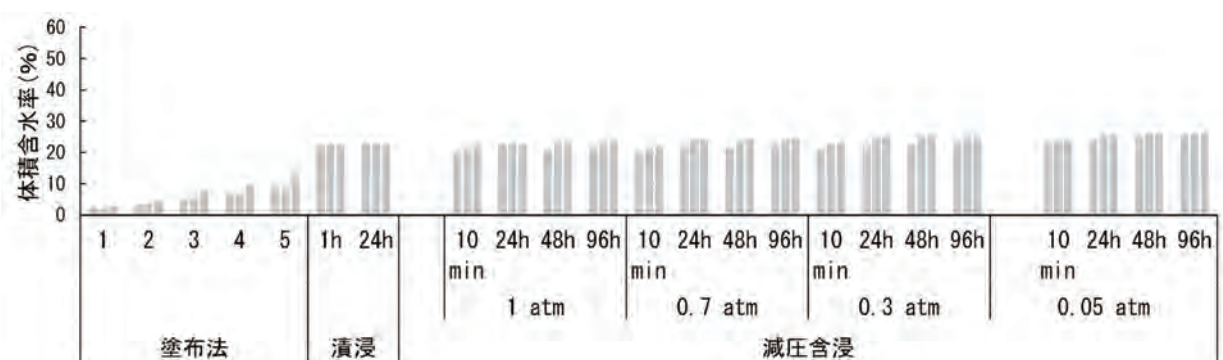


図12. 白河石

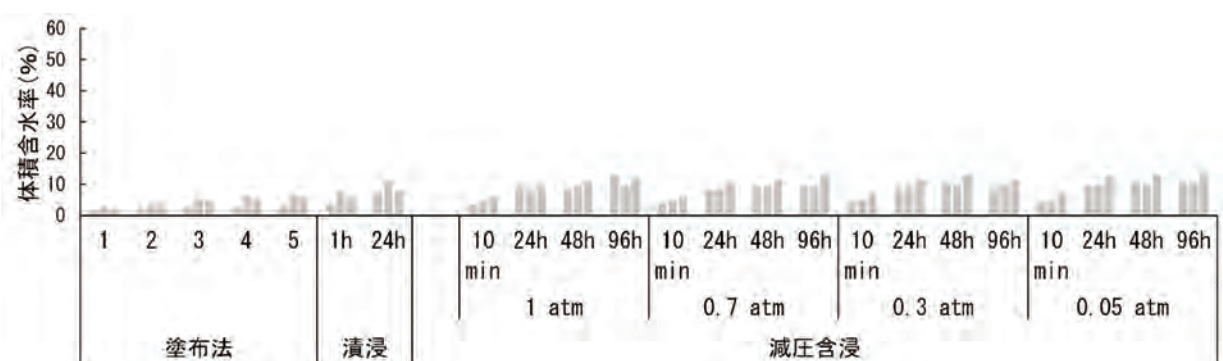


図13. 毛越寺庭園遣水景石

表2. 小樽軟石

	塗布					浸漬		減圧含浸															
	1	2	3	4	5	1h	24h		1気圧				0.7気圧				0.3気圧						
									10min	24h	48h	96h	10min	24h	48h	96h	10min	24h	48h	96h			
OA1	6.7	11.6	16.2	20.5	23.8	24.9	30.4	OA4	27.0	30.6	32.4	32.7	28.3	31.5	32.5	34.5	30.6	35.6	36.9	38.8			
OB2	7.8	14.2	19.3	23.3	25.6	26.4	32.8	OB5	28.4	32.4	33.4	34.9	30.7	34.6	35.1	37.2	33.1	38.1	39.4	39.7			
OC3	7.3	12.9	17.8	20.5	23.0	29.8	30.6	OC6	29.5	33.0	35.2	36.1	31.8	35.2	36.2	37.9	34.7	39.6	40.0	40.8			
ave.	7.3	12.9	17.8	21.4	24.1	27.0	31.3	ave.	28.3	32.0	33.7	34.6	30.3	33.8	34.6	36.5	32.8	37.8	38.8	39.8			

表3. 成沢地区凝灰岩

	塗布					浸漬		減圧含浸															
	1	2	3	4	5	1h	24h		1気圧				0.7気圧				0.3気圧						
									10min	24h	48h	96h	10min	24h	48h	96h	10min	24h	48h	96h			
NA1	1.0	2.6	4.0	5.3	6.8	29.7	36.3	NA4	29.7	36.3	41.0	42.3	34.1	41.5	41.4	43.4	38.0	43.3	45.5	45.6			
NB2	1.5	2.8	4.1	5.4	6.6	33.6	39.0	NB5	22.3	39.0	34.2	35.4	25.2	34.9	35.1	37.0	30.7	36.4	39.2	39.6			
NC3	1.5	2.5	3.8	5.0	6.3	31.4	40.6	NC6	27.7	40.6	45.4	46.6	32.0	45.5	45.8	48.2	40.7	47.6	50.2	50.9			
ave.	1.3	2.6	4.0	5.2	6.6	31.5	38.6	ave.	26.6	38.6	40.2	41.5	30.4	40.6	40.7	42.9	36.5	42.4	45.0	45.4			

表4. 白河石

	塗布					浸漬			減圧含浸															
	1	2	3	4	5	1h	24h		1気圧				0.7気圧				0.3気圧							
									10min	24h	48h	96h	10min	24h	48h	96h	10min	24h	48h	96h				
SA1	2.5	3.3	5.3	6.9	8.9	22.2	22.9	SA4	19.7	22.9	20.9	21.6	19.7	21.6	21.6	22.2	20.7	22.3	22.6	23.0				
SB2	2.3	3.6	5.2	6.9	8.8	22.6	23.0	SB5	21.5	23.0	23.2	23.6	21.6	23.9	23.5	24.1	22.9	24.8	25.3	25.0				
SC3	2.7	4.7	7.7	9.7	12.7	22.6	22.7	SC6	22.2	22.7	23.5	23.9	22.2	24.1	24.2	24.7	23.3	25.2	25.4	25.5				
ave.	2.5	3.9	6.0	7.9	10.1	22.5	22.9	ave.	21.1	22.9	22.6	23.0	21.2	23.2	23.1	23.7	22.3	24.1	24.4	24.5				

表5. 毛越寺庭園遺水景石

	塗布					浸漬			減圧含浸															
	1	2	3	4	5	1h	24h		1気圧				0.7気圧				0.3気圧							
									10mi	24h	48h	96h	10mi	24h	48h	96h	10mi	24h	48h	96h				
KA1	1.5	2.2	2.5	2.6	3.3	3.5	7.1	KA4	3.5	9.1	8.6	12.8	3.8	8.3	9.1	9.3	4.2	8.5	10.1	8.6				
KB2	2.5	3.6	5.2	6.2	6.7	7.6	11.1	KB5	4.2	8.5	9.3	9.3	4.4	8.6	9.1	9.0	5.1	9.1	9.9	9.9				
KC3	2.3	3.5	4.8	5.3	5.6	5.6	7.9	KC6	5.7	10.0	10.9	12.2	6.0	10.5	11.4	12.6	7.2	11.5	12.9	11.8				
ave.	2.1	3.1	4.2	4.7	5.2	5.6	8.7	ave.	4.4	9.2	9.6	11.4	4.7	9.1	9.9	10.3	5.5	9.7	11.0	10.1				

4-3. 凍結融解耐性の実験

“4-2. 含浸方法による樹脂の浸透”の実験結果を踏まえ、岩石への樹脂の浸透と凍結融解への耐性の関係について検証した。実験試料として、大きな劣化した粘板岩試料が得られなかったため、劣化していない粘板岩（雄勝石）を用いた。

実験試料

- 1. 凝灰岩（成沢地区産）
- 2. デイサイト質溶結凝灰岩（白河石）
- 3. 粘板岩（雄勝石）

実験方法

- 1) それぞれの岩石を直径5cm高さ3cmで裁断し、1種につき12個の試料を用意した。
- 2) 以下のようにサンプルをWacker OH100に含浸し、体積含浸率を測定した（図14、15、16、表6、7、8）。

- ・ 無処理
- ・ 塗布法……全5回
- ・ 浸漬……94時間以上
- ・ 減圧含浸…0.05気圧で94時間以上

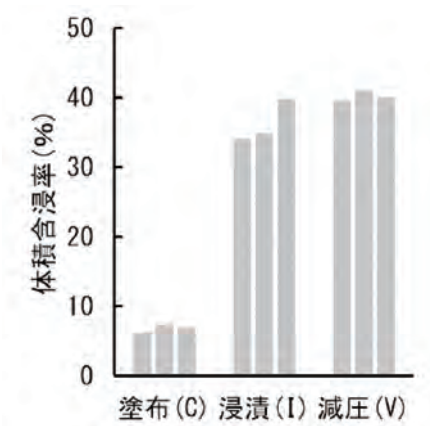


図14. 成沢地区凝灰岩の樹脂含浸率

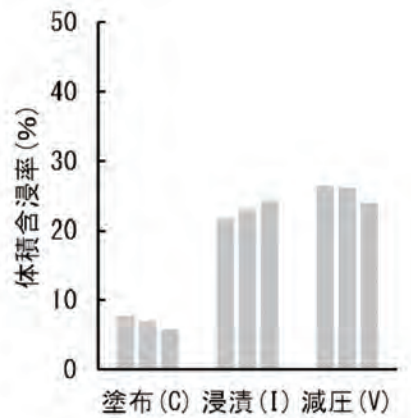


図15. 白河石の樹脂含浸率

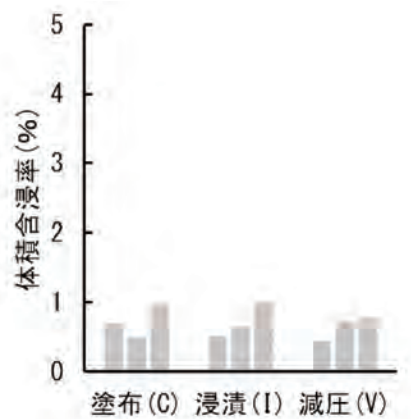


図16. 雄勝石の樹脂含浸率

表6. 成沢地区凝灰岩の樹脂含浸率

	塗布(C)	浸漬(I)	減圧(V)
a	6.2	34.0	39.6
b	7.2	34.8	41.1
c	6.9	39.8	40.0
ave.	6.8	36.2	40.2

表7. 白河石の樹脂含浸率

	塗布(C)	浸漬(I)	減圧(V)
a	7.8	21.6	26.3
b	7.1	22.9	26.1
c	5.8	24.2	23.8
ave.	6.9	22.9	25.4

表8. 雄勝石の樹脂含浸率

	塗布(C)	浸漬(I)	減圧(V)
a	0.7	0.5	0.4
b	0.5	0.7	0.7
c	1.0	1.0	0.8
ave.	0.7	0.7	0.6

3) 蒸留水に浸し0.05気圧で94時間減圧し水で飽和状態にしたのち凍結融解試験を開始した。

4) サンプル周辺の気温が、約 $+5^{\circ}\text{C}$ ～ -5°C の間で変動するように低温恒温恒湿機を設定し各温度2時間ずつ、1サイクル4時間で凍結融解試験を行った。

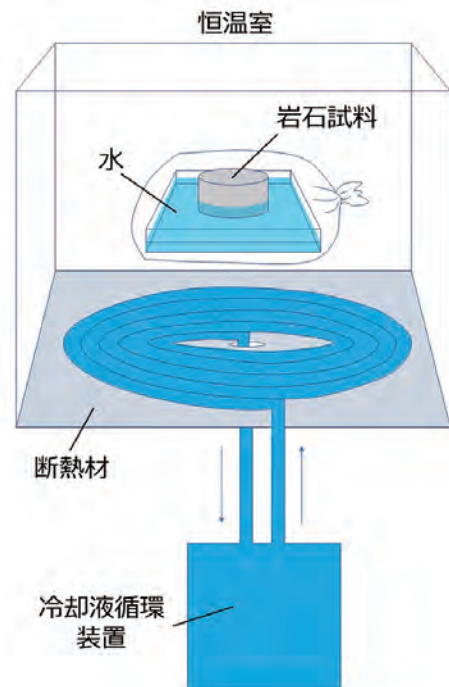


図17. 凍結融解実験模式図



図18. サンプルの様子

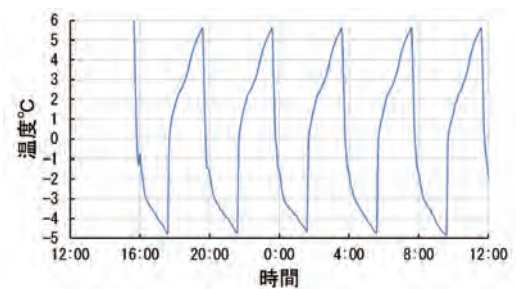


図19. サンプル周辺の温度変化

実験前（図17）、凍結融解59サイクル目（図18）、107サイクル目（図19）の岩石サンプルの様子を比較した。成沢凝灰岩のような空隙率の大きい岩石は、塗布法のような浸透の少ない含浸方法では少ないサイクル数でも容易に崩壊に至ることに対し、白河石や雄勝石のような空隙率の小さい岩石は、同じサイクル数でも凝灰岩と比較し耐久性が大幅に異なるということが分かった。



図20. 実験前



図21. 凍結融解17サイクル目



図22. 凍結融解23サイクル目



図23. 凍結融解59サイクル目



図24. 凍結融解107サイクル目



図25. 凍結融解160サイクル目

5. まとめ

“2. 毛越寺庭園について”で述べたように、毛越寺庭園は景観に価値の重きが置かれているため、遣水やその周辺の景観を破壊しない方法で石材の強化を行うことが求められる。従って、石材自体を強化する樹脂処理法が最適であると言える。

本研究では、岩石の空隙率により岩石への樹脂の浸透に違いが現れることがわかった。試験期間では、成沢凝灰岩に劣化が見られた。17サイクルでは、無処理の試料が崩壊をはじめた。23サイクルでは、塗布法の試料が崩壊をはじめた。ここでは、塗布法による強化処理も試料の凍結劣化を遅らせる上で有効であることがわかった。また、160サイクルまでは、浸漬法および減圧含浸で処理した成沢凝灰岩は崩壊しなかった。

白河石や雄勝石は、“4-2. 含浸方法による樹脂の浸透”の実験で、減圧度による体積含水率の差が空隙率の大きい凝灰岩と比較し、ごくわずかであったことから、樹脂含浸処理を行う際、空隙率が小さい岩石については樹脂含浸の方法による凍結融解への耐久効果の違いが、今回の凍結融解回数では見られなかった。今後、凍結融解のサイクル数増やした実験を行う予定である。

含浸方法による岩石への含浸率の違いについて、未劣化の粘板岩は違いがほとんど見られないことに対し、景石のような劣化した粘板岩は凝灰岩と

似たようなグラフの動きとなることがわかった。従って、劣化した粘板岩に対しては、凝灰岩と同様に減圧含浸による樹脂含浸が有効であることが考えられる。

実験室で行う凍結融解は短期間に集中して強制劣化させるが、現場で起こる凍結融解は長期間にわたりゆっくりと進行するといった違いがあるため、実際の現場では含浸した樹脂自体の劣化といった問題もあると考えられる。そのため、現場作業では定期的に樹脂含浸処理をし直すことが前提となることが考えられる。

また、本研究における実験の過程で、樹脂含浸処理において広く使用されている合成樹脂の岩石への含浸率と蒸留水の含水率の結果がほぼ同等のものとなることがわかったため、合成樹脂の含浸方法の評価には、岩石への透水等の先行研究を参考にすることが重要であると考えられる。

参考文献

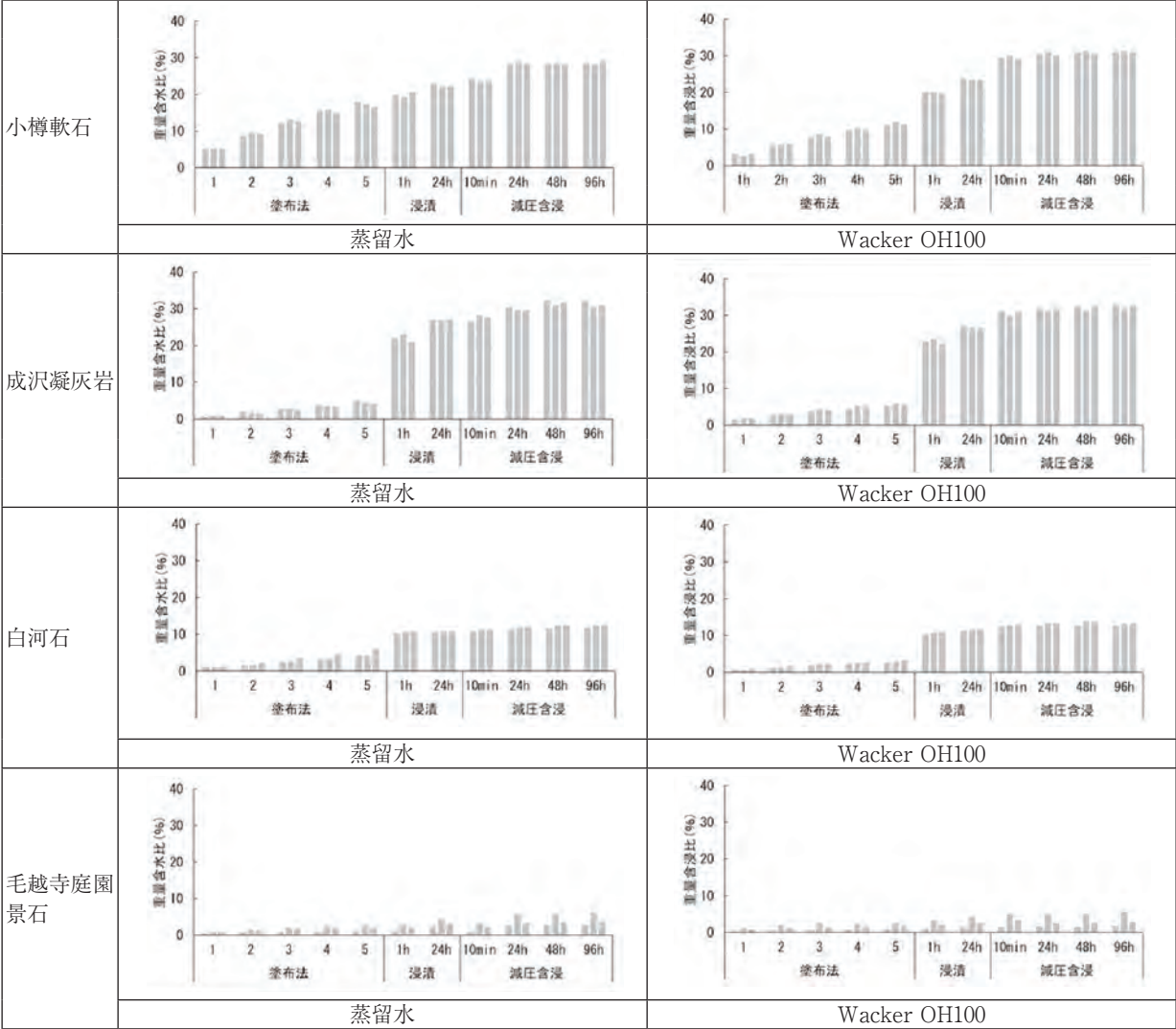
1) 福田正己, 三浦定俊, 西浦忠輝, 松岡憲知『石造遺跡の凍結破壊と樹脂によるその防止効果の実験』保存科学, No.22, p1-14 (1983)

2) 三浦定俊, 福田正己, 西浦忠輝『合成樹脂による岩石の凍結破壊防止』石造文化財の保存と修復, p23-32 (1985)

3) 平成27年度特別史跡毛越寺境内附鎮守跡保存修理事業第4回保存修理指導委員会資料(抜粋), 宗教法人毛越寺, 株式会社環境事業計画研究所 (2015)

4) 石崎武志『毛越寺庭園遺水の景石周辺環境に関する調査』平成28年度東北芸術工科大学文化財保存修復研究センター紀要, p70-73 (2017)

表9. 予備実験の結果



IV 近現代彫刻作品の保存修復 —阿部誠「バスの中で」を対象として—

金澤馨 KANAZAWA, Kaoru

担当教員 米村祥央准教授

はじめに

20世紀以降、日本には西洋彫刻の伝来により、表現主義を初めとした新たな表現形態が普及し、作品に用いられる素材も金属や石、ガラスなど多様化が進んだ。特に工業技術の発展に伴い、合成樹脂など素材利用の多様化は顕著である。また、技術的練熟でなく情感表現や新規性を求める傾向は多素材を用いた実験的な試みを促進させ、結果として保存修復の視点からすると作品は以前には見られなかった未知の劣化、損傷を負うリスクがある。

近代以降において、芸術作品や文化財は施設内などの比較的良好な場所で保管がなされることが多く、収集の対象は限られたものであった。施設外の多くの芸術作品、文化財は個人宅などにて保管がなされ、温湿度変化や生物被害への対策を万全にすることは困難であり、適切な環境下では見られない著しい劣化損傷を負う可能性がある。近現代の芸術作品においては、素材や技法の多様性、保管環境上の問題が組み合わさることで、より複雑で多くの劣化、損傷が生じ、保存修復の方法も新たな見識が求められている。

本研究は山形県出身の彫刻家、阿部誠の制作した「バスの中で」を修復対象とした。複数の彫刻群から構成される本作を展示活用に繋げることを研究全体の目標とし、科学的・物理的な側面から劣化状況、劣化要因を把握・特定することとした。そして、これまで検討されてこなかった“鉄汚染”を中心とした損傷に対して、現代の保存修復としてより適切な科学的な方法を新たに検討する。

1. 作者概要

作者の阿部誠は山形県長井市に生まれた。同県出身であり、日本の近代彫刻を代表する作家の1人である桜井祐一を師、鈴木実を兄弟子として1960年から1980年代後半にかけて活躍した作家である。

作家としての活動は、師や兄弟子と同様に国画

会彫刻部やS.A.S（彫刻家集団）などで出展を重ね、1970年には国画会会員に推挙されるなど注目されていた。しかし、1981年に脳梗塞で倒れ、左半身が不随となり、以降は作品の寸法や素材を変え



写真1 阿部誠

リハビリを兼ねて制作を続けたが、1988年に国画会を退会、翌年1989年の「裸婦と手のモニュメント」を最後の作品とし、2002年に逝去した。

2. 修復対象作品

タイトル：「バスの中で」

作者：阿部誠

制作年：1980年

所蔵：米沢市上杉博物館

出展：第54回国会展

寸法：h183.5cm/w165cm/d165cm

材質：木材（ヒノキ・キリ）、鉄、合成樹脂接着剤

構成：人物、鞆、右手、右腕接続棒、金属支柱、椅子、展示台

阿部誠は1978年から1980年にかけて、本作に類似する日常の風景を表現した作品を制作していた。本作はそれらのシリーズにおいて最後の作品であり、寸法、部材数が阿部作品の中でも規模が大きな作品である。また、1980年の前後は中国への視察や師の桜井祐一、同門の兄弟子である茨木敏夫が逝去しており、阿部自身も脳梗塞に倒れ、以降の制作には多大な影響が及んでいる。特に「バスの中で」は作品規模や制作前後の出来事からみて



写真2 「バスの中で」 出展時写真

も彫刻家阿部誠にとって重要な位置付けにあると判断できる。

3. 制作技法、構造

木彫部は複数の材を接合して表現され、加工には木工用サンダーや鑿等を用い、接合は鉄釘とポリ酢酸ビニル接着剤により行われており、接合面の間隙や表面の亀裂には木粉と接着剤を混合した充填材が塗布されている。

金属部は全て鉄が用いられ、溶接による接合が行われている。表面処理としては、金属棒の中央にのみ亜鉛メッキが施されており、その他は地金の露出した状態である。

4. 損傷状態

人物

- ・人物固定台座に著しい金属腐食が生じ、それに伴う破損・亀裂が見られた。また、脚部底部には虫喰や微生物の繁殖による脆弱化など構造的な損傷が多く、人物の自立に際する安定性が失われていた。
- ・帽子部分に乾燥応力が生じ発生した欠損が見られた。また、上辺と底部を中心として作品全体に保管環境に存在した塵埃や砂泥、パルプなど

の付着が目立ち、金属部の周囲の木材に錆染み、鉄汚染による変色が発生するなど作品本来の形状、外観から大きく変化が見られた。

鞆

- ・鞆の持ち手を接合している鉄釘が腐食し、腐食膨張による木材の破損が見られた。
- ・全体に塵埃が堆積し、鉄釘の腐食生成物の木部への浸透により錆染みや鉄汚染が発生し美観を損ねていた。

右手

- ・木材横棒の挿入部が欠失しており、設置が困難となっていた。
- ・全体に塵埃の堆積が見られたほか、使用された鉄釘周辺の木材と接着剤に鉄汚染の発生など外観的損傷が生じていた。

金属支柱

- ・亜鉛メッキの施されている部分の鉄は保護されたが亜鉛メッキの施されていない箇所には金属腐食が生じ、特に底面において著しい進行が見られた。

椅子

- ・鉄釘の腐食崩壊や接着剤の劣化、木材の変形によって部材が脱落し、形状を維持できない状態であった。
- ・使用された鉄釘の周囲に非常に濃い鉄汚染による変色が生じ、美観を著しく損ねていた。

部材の欠失

- ・金属支柱と右手首を接合するための接続棒、全体を設置するための展示台が作者アトリエから美術館への輸送前にすでに失われており、作品の組み立てが不可能な状態にあった。

5. 処置方針

金属の腐食や強度低下を伴う亀裂や欠損など、構造体の安定性に関わる部分の処置を優先的に行い、今後の適切な保管・展示により劣化の進行を避けることが可能な箇所は現状維持に留める。

美観に関わる箇所は、カビの発生など二次的な被害につながる付着物や進行性のある変色のみ処置を行う。作品全体の統一感を損なわせる危険がある洗浄等の処置は最小限に留めることとする。

6. 実施処置

6.1 人物

- ・エスカルフィルムによる密封後、炭酸ガスを用いて燻蒸を行い、殺虫処理を行った。

- ・脚部底部に癒着した固定台座をディスクグラインダー等を用いて解体し、残存した芯棒を筒状の鋸（ホルソー）により除去を行った。その後、固定台座をオリジナルの形状と同様に設計し、新規に作成した。
- ・刷毛、粘着テープ、蒸留水、イオン交換水により付着物の除去を行った。
- ・エタノール、塩化ベンザルコニウムにより脚部底面に繁殖していた微生物の殺菌、漂白を行った。
- ・脆弱化した脚部底面に対し、中性PVAcエマルジョンによる含浸強化を行い、エポキシ樹脂充填剤による欠損部の充填を行った。
- ・破損した脚部爪先は接着部にステンレスの芯棒を設け、アクリル樹脂（パラロイドB-72）による保護膜形成後、エポキシ樹脂接着剤による接着を行った。
- ・脚部背面亀裂はアクリル樹脂接着剤をジエチルエーテル、イソプロパノール、アセトンにより物理的な特性、特に表面張力や硬化時間を調整した後、亀裂内部に注入、接着を行った。また、強度向上のため間隙の大きな部分にエポキシ樹脂接着剤と鋸による接合を行った。
- ・チアグリコール酸アンモニウムにより錆染みの漂白を行った。
- ・鉄汚染に対してリン酸、ハイドロサルファイトを用いて漂白を行った。



写真3 固定台座の解体



写真4 新規固定台座

6.2 鞆

- ・綿棒を用い蒸留水による付着物の洗浄を行った。
- ・剥離した木材樹皮をヒドロキシプロピルセルロース（クルーセルG）により接着した。
- ・鉄汚染箇所をチアグリコール酸アンモニウム、ガラスペンによる漂白、除去を行った。



写真5 鞆上面 洗浄前



写真6 鞆上面 洗浄後

6.3 右手

- ・刷毛、蒸留水、イオン交換水による付着物の除去を行った。
- ・間隙の生じた接合部にアクリル樹脂接着剤の部分的な含浸を行い、接合力の強化を行った。
- ・展覧会写真や断面などから欠損部を設計し、木

材を加工、内部にステンレス芯棒を設け、エポキシ樹脂接着剤による接着を行った。



写真7 欠損部の接合



写真8 欠損部の接合後

6.4 金属棒

- ・クルミブラスト、ディスクグラインダーにより腐食生成物の除去を行い、脱脂した後に赤錆転換剤（赤錆を緻密な黒錆に転換させ金属腐食を抑制する防錆剤）の塗布、ウレタン樹脂塗料による塗装を行い防錆処置を施した。
- ・上部鉄パイプ内の破片をミニルーターにより整形し、木材の挿入時に破損を防ぐ処置をとった。



写真9 クルミブラストの処置写真

6.5 椅子

- ・燻蒸袋にて炭酸ガスによる燻蒸を行い、殺虫処理を行った。
- ・刷毛、蒸留水、イオン交換水による付着物の除去を行った。
- ・座面脱落部の崩壊した鉄釘や接着剤の除去後、アクリル樹脂接着剤による接着、間隙の充填を行い、座面の再接合を行った。
- ・鉄汚染発生箇所にはリン酸を塗布し漂白を行った。



写真10 椅子部背もたれ 鉄汚染漂白前



写真11 椅子部背もたれ 鉄汚染漂白後

6.6 欠失部の補作

- ・失われていた右手接続棒は、出展時写真や金属棒上部の寸法から設計し、新規に制作を行った。また、鉄材との接触による鉄汚染の発生を防ぐため、EDTA水溶液の塗布を行った。
- ・作品の全部材を設置する展示台を出展時の写真を元に設計し、新規制作を行った。

7. 鉄汚染について

鉄汚染とは木材中に含まれる有機物質であるタンニンと鉄イオンとが反応し、錯体化合物を形成することで木材繊維を青～緑黒色に変色させる汚染現象である。発生に関係する因子としては鉄イオンの溶出とその濃度や量、木材中に含まれるタンニンの量やpHが挙げられ、木材の含水率も大きく発生の有無に関係する。

7.1 タンニンについて

タンニンとは木材中に含まれ、ゼラチンやたんぱく質と反応し不溶性の沈殿物を生じる特性を持つ。抽出されたタンニンは水やエタノール、アセトンに可溶であり、エーテルやベンゼン、クロロホルムに不溶である。

タンニンは木材樹皮に多く含まれ、心材や辺材部にも含まれており、特に多く含まれているミズナラやウォルナットでは含有量の少ない樹種に比べて変色が発生しやすい。しかし、樹種ごとに含有するタンニンの種類が異なるため、含有量の少ないヒノキやキリにおいては鉄イオン濃度が少なくとも容易に変色が発生することがわかっている。

表1 樹木中のタンニン含有量

樹種	タンニン含有量 (%)
針葉樹	スギ (心材)
	スギ (辺材)
	ヒノキ (心材)
	サワグルミ (心材)
広葉樹	ミズナラ (心材)
	ミズナラ (辺材)
	ブラックウォルナット (心材)
	キリ (心材)

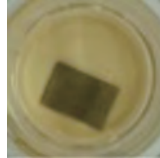
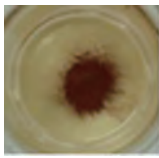
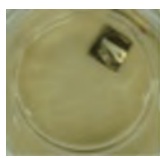
7.2 鉄含有物質の溶出と鉄汚染発生の関係

鉄汚染は鉄イオンによって引き起こされる木材の変色現象のことである。現代社会において鉄イオンを含んだ物質は非常に多く存在しており、各物質によって鉄汚染の発生に差異が生じる。こ

では純鉄片の外、文化財に汎用される材料としてベンガラ粉末とステンレス片を比較試料とし、鉄イオンの溶出や変色の有無を確認した。

結果は純鉄片のみタンニン溶液への浸漬後間もなく変色が発生し、時間経過とともに濃く変化する様子が確認され、弁柄とステンレス片は全く変色が発生することはなかった。このことから純鉄は室温において溶液中にイオンが溶出し、弁柄とステンレス片においては全く鉄イオンが溶出していないと思われる。鉄を含む物質であっても、イオンの溶出が起これば鉄汚染は発生しないことが確認された。

表2 鉄含有物質の鉄汚染発生の有無

	純鉄	弁柄	ステンレス
変色前			
変色後			

7.3 水分、pHとの関係

鉄汚染は鉄イオンの溶出とタンニンの他、鉄イオンを溶出させる水分の存在も重要であり、木材含水率が20～40%における繊維飽和点を越えた状態で鉄汚染の発生が促進される。含水率が28%以下では水分は木材繊維と結合した分子の状態であるが、28%を越えると自由水となり細胞内腔の空隙に液体状で存在するようになる。この状態で木材中に鉄が存在すると自由水が鉄のイオン化を促し木材繊維を鉄イオンが移動するため、タンニンと鉄イオンが接触するし鉄汚染が発生すると考えられる。

鉄汚染発生を促進させる因子としてはpHの存在が挙げられ、酸性領域において発生は促進される。pH 7～4といった弱酸性領域において鉄汚染の発生が促され、pHが2以下になると鉄汚染の発生は抑制され変色起きない状態となる。これは酸性領域において鉄の溶出が進み腐食速度が加速するものの、pH 2以下においては鉄の溶出が抑制されるためと考えられる。「バスの中で」に使用されているヒノキはpH5.3～5.4、キリが

pH4.8と弱酸性を示し、鉄汚染が発生し易い樹種である。

7.4 鉄汚染の予防

鉄汚染は鉄イオンとタンニン、水分の要素が揃うことで発生に至るため、何れかの因子を排除することにより発生を阻害が可能である。予防方法は、タンニンの含有量が少ない樹種の使用、イオンの溶出がし難いステンレス等の合金や表面処理を施した物を使用することで鉄汚染の発生を根本的に防ぐことができる。また、加工時などに使用する鉄製工具の表面処理や作業環境を整備し木材と鉄イオンの接触を避ける事も重要である。加工後の予防方法としては、木材の保管環境を低湿度に保ち結露を防ぐため、温度を一定に保つことで発生を防ぐことが可能である。また、木材が酸性領域になくとも酸性雨などによる外部要因によって木材pHが酸性に傾く場合もあるため、劣悪な外部因子との接触を回避する必要がある。

7.5 文化財保存修復における鉄汚染漂白

鉄汚染発生後の処置にはシュウ酸による漂白が主に行われているが、シュウ酸の使用は文化財にとって好ましいものとは言えず以下の欠点が挙げられる。

- ・シュウ酸は強酸であり、木材が変色する「酸焼け」の可能性がある。
- ・シュウ酸は大気暴露により二酸化炭素に分解され、再度鉄汚染が発生する可能性がある。
- ・シュウ酸が酸素分子を還元し過酸化水素を作ることにより、酸性に弱い木材セルロース分子を切断し、木材の強度を低下させる危険がある。

以上のリスクは必ずしも全てのケースにおいて問題となるわけではない。しかし、本研究における保存修復としての最大の問題点は鉄汚染の処置はリスクの有無に関わらず、手法選択の余地がない点にあった。しかしながら、今後の保存修復をより安全に展開していくためにも漂白能力の所在を試験的に確認することとし、次項にまとめた。

7.6 漂白能力の所在

鉄汚染に対する漂白能力は還元性漂白剤、もしくは酸性薬品に存在することが事前実験により確認された。そこで漂白能力の所在を明らかにし、本研究内での薬品以外にも漂白効果を期待できる作品を示唆するため、漂白効果を数値化し効果を

比較することとした。

比較した薬品は金属イオンや腐食生成物の除去に用いられるキレート剤、酸性物質、還元剤を用い、テストピースに各薬品を塗布、積分球分光測色計を用いて変色後と漂白後の差が大きいほど漂白効果が高いものとした。

結果としては鉄汚染の漂白能力はいずれの薬品においても効果が見られたが、特にリン酸やシュウ酸、チアグリコール酸アンモニウム、ハイドロサルファイトなどの還元性漂白剤に高い効果が示された。次いでpHが酸性領域にある薬品に効果が見られ、金属イオンの封鎖剤として有用されるキレート剤に関しては効果は示すものの低い値であった。この結果は鉄汚染に対して漂白効果のある薬品は数多く存在することがわかり、漂白能力の関係性としては「還元作用>酸性>キレート」であると判断できる。また複数の作用を併せ持つ薬品ほど高い漂白効果を持つ可能性が高い。

本実験によって、これまでリスクを伴うシュウ酸のみであった処置方法の選択肢が広がる結果となった。変色の濃度が高く、変色後の経過時間が長い鉄汚染に対してはシュウ酸よりも漂白効果の高いリン酸やチアグリコール酸アンモニウムが効果的であり、木材の状態によってはチアグリコール酸アンモニウムやハイドロサルファイトなど中性の薬品が有効である。また、変色が薄いが美観のため僅かに漂白を行いたい場合にはEDTAやシュウ酸アンモニウムなど効果の薄い薬品による処置を選択することができる。

漂白能力の所在が明らかとなったため、本実験において取り上げた薬品以外にも多くの薬品が漂白効果を示すのではないかと考えられる。そのため、漂白対象の状態などによって更なる選択肢を増やすことが可能となったと考える。

表3 鉄汚染の漂白実験

試薬	pH	色差(Δ)	順位
リン酸（還元作用）	1	22.21	1
チアグリコール酸アンモニウム（還元作用）	6	17.91	2
シュウ酸（還元作用）	1	17.81	3
ハイドロサルファイト（還元作用）	6	14.31	4
クエン酸ナトリウム（キレート作用）	5	12.37	5
硝酸	1	10.65	6
EDTA（キレート作用）	4	9.23	7
シュウ酸アンモニウム（キレート作用）	7	6.44	8
蒸留水	8	1.45	9

8. おわりに

近代以降の保存修復における記録は、素材や技法が多様化し表現形態も複雑化が顕著であるが、膨大な劣化、損傷の全てを把握することは困難であり、そこに作品の保管環境など外部要因を含めると更に複雑化は進行する。そのため情報を更新していくことで、未知の劣化損傷とその処置方法を減らすことができる。

本研究においては実際の作品に対する保存修復処置を行うことを研究の根幹とし、近現代の修復として観察や実験を行い、物理的・化学的な視点によって損傷の原因を探り、より適切な処置を行った。

本作の保存修復においては作品の展示を目的とし、失われた部材の復元や強度の向上を中心に処置を行った。しかし、現状では十分な検討がなされていない鉄汚染による変色が発生しており、鉄汚染という損傷の原因を究明し、さらなる処置方法の改善を行っていきたいと考えている。

本研究においては近現代以降の保存修復における情報の更新、作品を展示可能な状態へ回帰することを目的とした作品の修復を完了した。「バスの中で」が再び地域の方々の目に触れ、作者への理解が深まることを望む。

最後になりますが、立体作品は素材や形状、重量の部分で自分一人では移動や処置が行えない場合も多く、ゼミ生をはじめとする多くの方々にご助力いただく場面が何度もありました。この場をお借りして御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 松浦力、『木材の鉄汚染防止』、広島県立東部工業技術センター研究報告第16号、2003年
- 2) 峯村伸哉・梅原勝雄、「色戻りのない木材の鉄汚染の除去方法」、林産試月報、1981年3月
- 3) 武南勝美、「木材の化学汚染について」、材料第16巻 第169号、昭和42年10月
- 4) 今村博之編、「木材利用の化学」、共立出版 1983年3月
- 5) 岡野健・祖父江信夫、「木材科学ハンドブック」、朝倉書店、2006年2月
- 6) 森林総合研究所、「木材工業ハンドブック」、丸善株式会社、平成16年
- 7) 下平三郎、「腐食・防食の材料科学」、アグネ技術センター、1995年
- 8) 岡本剛・井上勝也、「腐食と防食」、大日本図書株式会社、昭和46年
- 9) 日本家政学会編、「被服の機能性保持」、朝倉書店、1992年6月
- 10) 皆川基・藤井富子・大矢勝、「洗剤・洗淨百科事典」、朝倉書店、2003年10月

ICCP-Bulletin 2017

受託事業報告書



平成29年度修復・調査研究

受託名	委託者	期限	担当者
善寶寺五百羅漢像保存修復業務	宗教法人 善寶寺	2017.04.01～2018.03.10	柿田 喜則
斉藤求作「阿蘇中岳」	株式会社荘内銀行	2015.09.01～2017.06.30	中右恵理子 長峯 朱里
故三浦文次肖像画保存修復処置業務	個人	2017.04.01～2018.04.30	中右恵理子 長峯 朱里
国史跡羽州街道栖下宿金山越文化財分布調査委託業務	上山市	2017.04.25～2018.03.31	北野 博司 山畑 信博
重要文化財「鳥居」詳細調査（第二次調査）業務委託	山形市	2017.04.01～2018.03.31	石崎 武志
梅津五郎『秋』『調理場』保存修復	白鷹町	2017.05.01～2018.03.31	中右恵理子 長峯 朱里
山本家文書修復業務	むつ市教育委員会	2017.07.14～2018.03.20	大山 龍顕
願行寺所蔵親鸞聖人御影保存修復	宗教法人願行寺	2017.04.01～2018.03.20	大山 龍顕 杉山 恵助
渡邊泰三『えんぶり』修復	個人	2017.05.01～2018.03.20	長峯 朱里
米沢市上杉博物館木彫修理業務	公益財団法人米沢上杉文化振興財団	2017.04.01～2018.02.28	藤原 徹
石巻文化センターの書画修復業務	全国美術館会議	2017.05.01～2018.02.28	大山 龍顕 杉山 恵助
山形東高校奉公旗修復業務	個人	2017.06.01～2018.08.30	大山 龍顕
遠藤桑珠作日本画応急処理	公益財団法人米沢上杉文化振興財団	2017.05.01～2017.05.31	大山 龍顕
福王子法琳「ヒマラヤの朝」応急処置業務	山形市文化振興事業団	2017.07.01～2018.01.31	大山 龍顕
不動明王八大童子及び蓬田仙助秀実像の応急処理業務	公益財団法人米沢上杉文化振興財団	2017.07.01～2018.03.20	杉山 恵助
収蔵品額装等修復業務委託	東根市	2017.08.07～2018.03.31	長峯 朱里
三内丸山遺跡大型堅穴建物跡保存処理業務委託	青森県教育委員会	2017.09.11～2017.11.10	米村 祥央
佐藤忠良作「夏」の修復業務	宮城県美術館	2017.10.27～2018.03.20	藤原 徹
特別史跡毛越寺境内附鎮守社跡保存修復事業 遣水景石の保存処理に関する調査分析業務	株式会社環境事業計画研究所	2017.04.24～2018.03.24	石崎 武志
重要文化財「鳥居」冬季養生の効果検証及び周辺環境調査業務委託	山形市	2017.04.01～2018.03.31	石崎 武志
花巻市博物館所蔵花巻人形彩色調査研究業務	花巻市	2017.11.28～2017.03.20	米村 祥央
医療法人社団ぶなの森所蔵作品保存修復処置	医療法人社団ぶなの森	2017.11.01～2019.03.20	長峯 朱里
個人蔵作品保存修復処置	個人	2017.11.01～2018.09.30	長峯 朱里
高橋源吉「本合海」調査修復業務	個人	2017.12.01～2019.03.31	長峯 朱里

石巻文化センター所蔵六曲屏風の保存修復

杉山恵助 SUGIYAMA, Keisuke／文化財保存修復研究センター研究員・准教授

大山龍顕 OYAMA, Tatsuaki／文化財保存修復研究センター研究員・専任講師¹

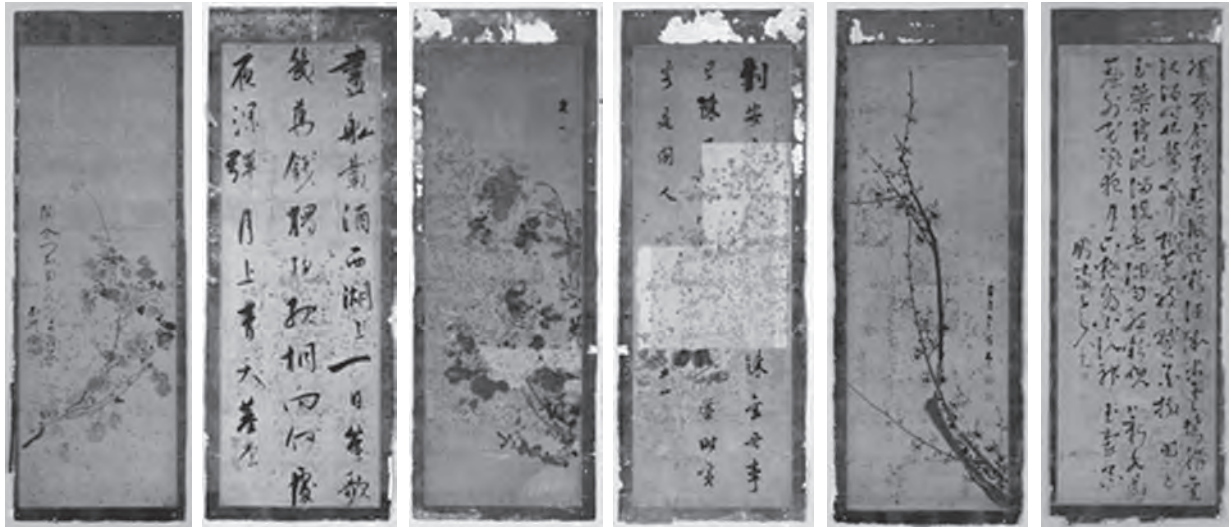


図1 修復前



図2 修復後

はじめに

当センターでは2011年3月11日に発生した東日本大震災により被災した石巻文化センターの津波被災作品の立体作品と日本画作品の保管、修復を進めてきた。東洋絵画修復室では2015年度から修復に取り組んでおり、2018年度に実施した「六曲屏風」の修復について報告する。

第一章 作品概要

○作品名：「□南湖」

○目録番号：142

○員数：1

○法量：修復前／全体²：縦1656mm×横3494mm
見込み（厚み）18mm

本紙寸法³：縦1316mm×横449mm

修理後／全体：縦1650mm×横3450mm

見込み（厚み）18mm

本紙寸法⁴：縦1316mm×横449mm

○作者名：各扇に銘と落款あり（詳細は不明）

○形状：屏風装六曲一隻（台貼屏風）

*旧表装

パネル：骨組子に下張り。下張紙は、茶色の厚紙や反古紙が使用されている。

縁木：木地に茶地塗装、角金具、飾り鋲、一文字飾り。

台紙：銀箔台紙。

小筋：真鍮による砂子。

大縁：焦茶地花唐草裂

小縁：茶地金糸入り裂

裏貼紙：萌黄地布

*新表装

パネル：骨組子に下張り。下張紙は手漉き和紙。

縁木：木地に茶地塗装、ネジにより固定

金具は再使用

台紙：銀箔台紙。

小筋：金箔による砂子。

大縁：茶地牡丹唐草緞子

小縁：白茶地小花唐草金蘭

裏貼紙：黄茶地布

○材質技法：紙本墨字（1、3、5扇）

紙本墨画（2、4、6扇）

○本紙組成：短繊維の紙

○制作年：江戸後期（詳細は不明）

○備考：本作品は津波被災によるカビの発生など損傷が甚大だった。本紙を安全に保存することを優先して、屏風から切り離された状態でセンターに移送され、収蔵庫内に保管されていた。その間に、写真撮影、状態調査、燻蒸処置⁵、応急処置が施されている。

第二章 作品状態

3-1. 損傷劣化について

レスキュー活動による応急処置に加えて、パネルからの解体を経ており、本紙と屏風のパネル部分は別になっていた。また、付着物の除去なども進められていたため、2018年の修復前の状態は2011年の保管開始時期とは異なっているが、以下の状態を確認した。

六扇の本紙全てに経年の汚れがみられた。本紙の変色もみられ、銀箔台紙は黒変していた。本紙にはカビの痕跡が大小様々に点在しており、パルプ屑が残存して付着していた。本紙の一部は剥離し、別保管されていた。また、別に保管された屏風のパネルの状態をみると、裏張りの汚れ、褪色の変色が生じていた。また、下貼りの和紙にもカビの痕跡が広がっていた。カビの痕跡は骨組みに沿って格子状に集中していた。（図3）

上記の状態以外に各扇の特徴的な損傷状態を以下に、それぞれ確認してみる。

・1扇目（図4）

本紙中央部から向かって右半分に黴痕が集中していた。本紙の一部（約縦45mm×横100mmの紙片が剥離していた。

・2扇目

本紙中央部から向かって左半分に黴痕が集中していた。特に下方は骨組子の格子状に沿って黴痕が集中していた。

・3扇目（図5）

本紙中央部から向かって右半分に黴痕が集中していた。

本紙の中央が剥離していた（約縦300mm×横250mm、約縦300mm×横450mm）。4扇目の本紙の一部が付着していた。

・4扇目（図6）

本紙中央部から向かって左半分に黴痕が集中していた。

本紙の一部（約縦150mm×横250mm）が欠失し

ていた。

・ 5 扇目

本紙中央部から株にかけて黴痕が集中していた。

・ 6 扇目（図7）

本紙中央部から株にかけて黴痕が集中していた。



図3 修理前（旧屏風下地）

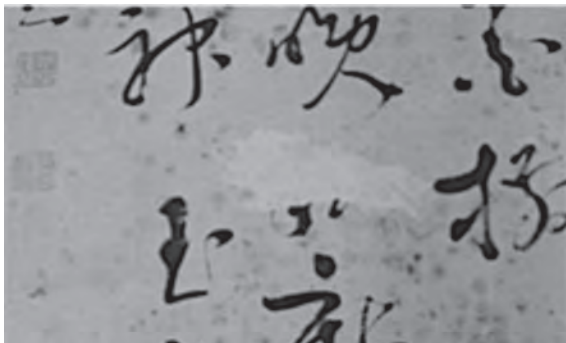


図4 修理前部分（第1扇）



図5 修理前部分（第3扇）

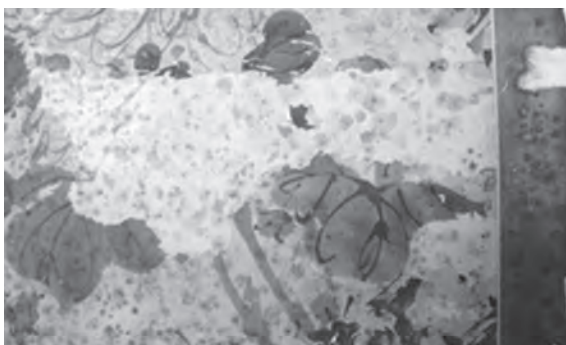


図6 修理前部分（第4扇）



図7 修理前部分（第6扇、センターに移送された状態）

第三章 処置方針

作品状態を確認すると、経年による劣化の進行や本紙の脆弱化に加え、津波被災による水損が大きく影響して著しく損傷が進行し欠失、破れや突き痕、擦れなどの損傷につながったとみられる。

一時保管のために本紙が解体されていることから、再装丁を行う必要がある。そこで、肌裏紙を交換し、屏風装による本格修理を行う。

また、剥離した本紙は元の箇所に戻し、3, 4 扇が密着したことで付着して移動した本紙は可能な限り元の位置に戻す。パルプ屑などの付着物については除去を行う。本紙の汚れや津波被災における本紙に残存した塩分についてはウェットクリーニングにより脱塩処置を行い緩和する。

本紙に発生した黴痕は過度な薬品を用いたクリーニングは行わず可能な範囲での除去に留める。

表装は原本の屏風に近い形式へ再表装を行う。修復材料は再修理可能な伝統的修復材料を使用する。

第四章 処置内容

修復方針に則り、以下の処置を行った。各扇の処置は基本的には全て同様に行った。個別の処置については記載した。

1. 修理前の記録。損傷箇所の調書などをとり、写真撮影を行った（PENTAX645IR）。
2. 刷毛（熊野筆）やミュージアムクリーナーによるドライクリーニングを行った（図8）。表面に付着したパルプ屑（2014年時に応急処置により大部分は除去した）の残存箇所を慎重に除去した。



図8 ドライクリーニング（第4扇）

3. 墨や落款部にごく薄い膠水（牛膠3%水溶液）で剥落止めを行った。
4. 本紙の裏面に残った下張り紙に湿りを入れて、慎重に除去しながら本紙と下張り紙、台紙の残存などを分離した（図9）。



図9 旧増裏打ち紙の除去

5. 裏打ち紙（薄美濃紙、長谷川聡製、2.5匁）を天然染料の矢車で染め、古色付を行った。また、損傷箇所の補紙として、画宣紙（紅星牌／単宣）を天然染料の矢車と墨を用いて本紙と同様の色調に整えた（図10）



図10 裏打ち紙の紙染め

6. 吸取紙を敷いた上にポリエステル紙と本紙を重ね、上から浄水を霧吹きにより噴霧し、ウェットクリーニングを行った。下に敷いた吸取紙を交換しながら、本紙の汚れと共に残留した塩分の除去、緩和を行った。ウェットクリーニング後は敷干しにより乾燥させた（図11）。



図11 ウェットクリーニング

7. 本紙をライトテーブル上に敷いたポリエステル不織布の上に敷き重ね、湿りを与えながら、慎重に裏打ち紙を除去した（図12）。



図12 ライトテーブル上で行う旧裏打ち紙の除去

8. 旧肌裏打ち紙を慎重に除去した後、用意した補修紙を用いて補紙を行った。第1扇と第3扇の分離していた本紙の紙片を可能な限り元の位置に戻した。第3扇に付着していた第4扇の本紙については、第3扇を湿らせて小さくしたレーヨン紙を当てながら、可能な範囲で部分的に剥離した。その後、第4扇の欠失箇所に戻して裏打ちを行った。しかし、全ての箇所を剥離することはできず、第3扇の本紙も一部剥離しなければ除去はできない箇所があった。そのため、第3扇の墨字と重なっていた箇所は剥離せず残した（図13、14）。



図13 第3扇に付着した本紙の剥離

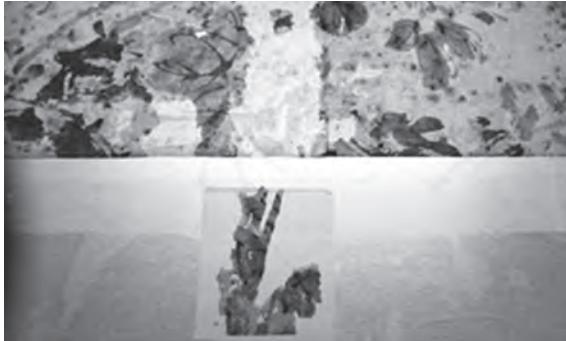


図14 第3扇から剥離した第4扇の本紙



図16 補紙にドーサを引く

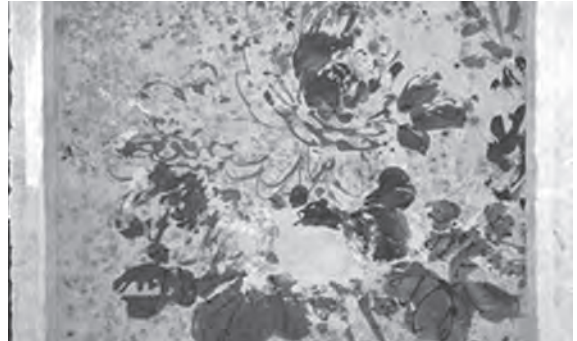


図17 補彩前（第4扇部分）

9. 補修紙を用いて補紙を行ったのち、全体に湿りを与えて本紙の位置を整えた。その後、裏打ち紙に小麦澱粉糊（以下、新糊）を塗布して本紙裏面に接着し、撫刷毛で撫ぜ、裏打ちを行った（図15）。



図15 肌裏打ちの交換

10. 肌裏打ち後、やや厚手の楮紙（石州紙、3.5匁）に新糊を塗布して増し裏打ちを行い、仮張りに貼り込み乾燥させた。
11. 補紙を行った箇所にはドーサ液を塗布して滲み止めを施した後、棒絵具を用いて補彩を行った（図16、17）。

12. 銀箔台紙⁶を用意して薄美濃紙により裏打ちを行い、仮貼りに張り込み乾燥させた。銀箔台紙と同様の紙にドーサを引き、砂子を撒き小筋を用意した。
13. 補彩を行った本紙を所定の位置に周囲を裁ち、小筋を新糊で接着させた。
14. 銀箔台紙に本紙が接着できる位置に所定の窓を開け、窓の裏に新糊を塗布して本紙を接着させた（図18）。



図18 本紙と台紙を切継ぎ

15. 本紙と接着させた台紙の裏面に楮紙に新糊を塗布して裏打ちを行い仮貼りに張り込み乾燥させた（図19）。



図19 仮貼りに貼る

16. 組子（骨）に手漉き和紙による下張り⁷（骨縛り、胴張り、蓑掛け三層、蓑押さえ、を表裏に行った（図20）。



図20 下貼り（骨縛り）

工程ごとに吊るした状態で乾燥させた。17. 紙蝶番⁸をつけ、屏風に仕立てたのち、袋掛け（上、下）を行った（図21）。



図21 下貼り（上袋掛け）

18. 仮貼りから本紙と台紙を剥がし、裏面に新糊を塗布したのち、屏風の角扇の所定の位置に張り込んだ。蝶番のつなぎ目に切り込みを入れた（図22）。



図22 本紙を貼る

19. 縁裂（大縁、小縁）を用意し、楮紙により裏打ちを行い⁹仮貼りにかけて乾燥させた。乾燥後、模様の配置を考慮して裂を裁ち、裏面に新糊を塗布して所定の位置に張り込んだ（図23）。



図23 縁裂を貼る

20. 裏張り用の絹地（紺色雁皮紙から原本に近い裂地に変更した）に裏打ちを行い、仮張りにかけて乾燥させた。その後、乾燥した裏張りに新糊を塗布し、屏風裏面に裏張りを張った。蝶番のつなぎ目に合わせて切り込みを入れた。

21. 出尾背、背尾背にそれぞれ、銀箔台紙、裏張りに使用した裂を用いて貼り込み、蝶番に合わせて切り込みを入れた。

22. 縁木は原本と同様の断面の材に漆塗装を施したものを用意した。また、屏風の骨組みとの接合には原本は釘を用いていたが、木ネジを用いることとした。金具については再使用できるように、汚れを除去し、再鍍金と古色付けを行った。また、欠失していた飾り鉾については同様の物を作成した。縁木を設置した後、金具を設置して屏風装を仕立てた。

23. 補紙部分に補彩を行い、全体の色調を調整した。カビの痕跡については、過酸化水素水¹⁰を用いて漂白を行ったものの、全体が緩和される程度に抑えた。

24. 保存ケースを作成して納めた。
25. 修理後の写真撮影をした。
26. 修理報告書の作成。

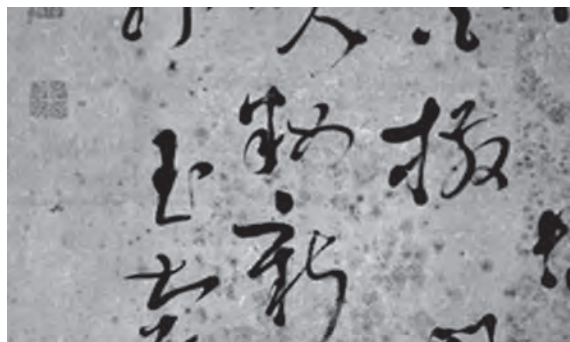


図24 肌裏打ちの交換

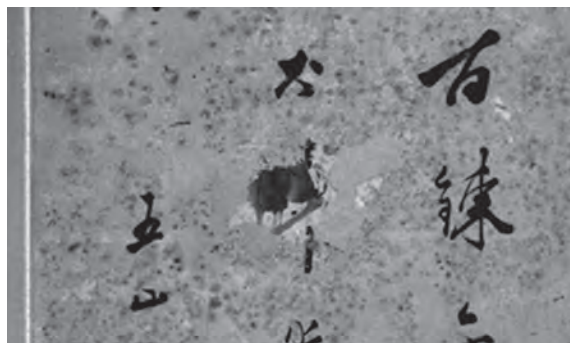


図25 修復後部分 (第3扇)



図26 修復後 (第4扇)

第五章 まとめ

本稿では、六曲屏風の修復事例について報告してきた。本作品は津波被災による付着物や損傷状態が著しく、レスキュー時において解体され、本紙と台紙、屏風のパネルが別保存となった。屏風の再装丁を行うかどうか判断が難しかったことも修復まで時間がかかったことの一因ともなった。修復全体としては本格修理と呼ばれる肌裏紙を交換し、再装丁を行う文化財修理の工程に近い処置により行ったが、修復前と後で作品がどのように

変化したかを確認することとしたい。

各所に見られた本紙の破損箇所は本紙裏面の肌裏紙を交換したことで全体の補強を行うことができ、再装丁により屏風の形態に復元したことで、安定した状態となった。損傷箇所には本紙と同様の組成の補紙を行い。さらに地色補彩を行い周辺の色調との調和を図った。本紙が剥離、欠失していた第1扇、第3扇の本紙が剥離していた箇所については元の位置に戻すことで、裏打ちにより安定し、違和感を緩和することができたといえる(図24)。しかし、第3扇に付着した本紙は第4扇に戻すために、文字のない箇所には第4扇の本紙と一緒に剥がれた箇所がある。反対に、第3扇の本紙の墨字を優先して第4扇の本紙を残した箇所もあった。可能な限りもとに戻すよう取り組んだが全てを復元するまでは至らなかった(図25、26)。

全体の中央に位置し、注目される位置にある画面の第4扇の本紙の欠失は最も大きく、同様に補紙と補彩により鑑賞する際の違和感を緩和したことの効果は大きい。

作品を支える屏風のパネル部分については、津波被災により、下張りにも格子状のカビが発生しており、内部にまで海水やカビの影響があったことから新調は妥当であったといえる。組子为新調し手漉き和紙を用いて下地を整えたことで作品の保存性は向上し安定した。今回の下地パネルへの下張りは学生を指導して仕立てられた。これまで、石巻文化センターの日本画修復には調査から修復まで、多くの学生が関わってきたが、実際の修復処置を交えて学習する機会ともなったことも大学において保管したことによる成果でもある。

しかし、一方で、震災から7年が経ち、津波被災の資料の安定化処理が広く実施されているが、処置を行いながら、塩分濃度を計測した丁寧な洗浄処置が確立しているが、本作品はそこまでの脱塩処置は実施していない。ウェットクリーニングに加えて、裏打ち紙の交換時にも汚れを吸収紙により吸い取りよく洗浄したが、7年間作品の状態を確認してきたが、津波の海水による変化は確認されておらず、古文書の被災で聞く悪臭等もないことから、本紙の状態を確認しながら洗浄の状態を判断することとした。

画面の全体に残るカビの痕跡は過酸化水素水により緩和したが、全ての痕跡は緩和する程度とした。

これまで修復を行ってきた津波被災作品について

てもいえることだが、本作品は津波被災にあった絵画作品であるものの、津波被災の歴史資料でもある。全てのカビの痕跡を除去する負担を考えると、全体の状態が安定して鑑賞しやすい状態に修復を進めることで、震災遺構でもある本作品の文化遺産としての側面が重要視されている修復となったと考えている。

再装丁についても、可能な範囲で原本に近い印象とし、安定した保存環境を整えられるように素材と技法を選択して配慮した。これらの修復処置を通じて、作品が安定して保存され、地域史の一端を受け継いでいくことを願うばかりである。

これまでの石巻文化センターの日本画作品の修復を通してみると、今回の日本画作品では絵画文化財としての指定をされた作品ということではなく、むしろ実際に地域の中で使用されていた絵画環境を背景とした文化遺産という側面が強く現れている。そのため、原本の状態はできる限りそのままの状態で保存されることで、地域文化遺産としての価値も保存することに繋がるものと考え、できるだけ原本の印象に近づけようと修復を行ってきた。

担当者は石巻文化センターからの救出後の応急処置から本作品に関わったが、レスキュー時の作品が濡れる中で応急処置の中で台紙は新調になるものと考え本紙を剥がす際に台紙部分から切除して分離した。この方法についてはもう少し配慮が可能であれば、台紙については再使用をすることができた可能性もある。作品の価値は本紙にあるのは当然だが、被災文化財に際しては「文化財等」という範囲が考慮されつつある中であって、今後の救済においては、より配慮した応急処置ができるよう、修復担当者が各所に配置されるような社会環境の整備と、災害時の作品への移動方法、対処可能な範囲を平時に検討しておくことが必要であることを示している。

震災から7年が過ぎて、ようやく石巻文化センターの書画作品の修復までこぎつけることができた。2015、2016年度に実施した作品と合わせても7点という数としては多くはない。しかし、被災地から安全な場所に移送されるレスキュー活動、次いで宮城県美術館における一時保管、各専門機関において社会状況の安定と修復に至るまで保管する期間、そして作品の修復処置。一つ一つ事業が進むごとに、作品は日常の保存管理に近くなる。今回の修復により、預かっていた日本画作品が全

て返却され、また少し津波被災作品のレスキュー活動から通常の作品の管理保存に復帰することができたといえるのかもしれない。

注

- 1 修復担当者・執筆者
- 2 全体の寸法は本紙を剥がした、屏風の骨組み寸法を採寸した。
- 3 本紙寸法は一扇分。
- 4 前掲注3に同様。
- 5 イカリ消毒株式会社により、当大学文化財保存修復研究センター内で実施（2012.4.28～30）。
- 6 銀箔台紙は鳥の子一号紙に純銀箔。
- 7 下張り紙は以下の通り。骨縛り／月山紙、三浦一之製。胴張り／タルク入り楮紙。蓑掛け三層／月山紙、三浦一之製。蓑押さえ／石州紙4.5匁、西田誠吉製、上袋掛け／石州紙3.5匁、西田誠吉製、下袋掛け／石州紙4.0匁、西田誠吉製）
- 8 紙蝶番は五箇山紙8.0匁、宮本友信製。くるみは八女紙4.5匁、溝田製。
- 9 裂の肌裏打ち紙は五箇山紙2.5匁、宮本友信製、増し裏打ちは石州紙3.5匁、西田誠吉製。
- 10 過酸化水素水水溶液は3%とした。

個人蔵《三浦文次肖像画》の保存修復

中右恵理子 NAKAU. eriko / 文化財保存修復研究センター専任研究員・講師

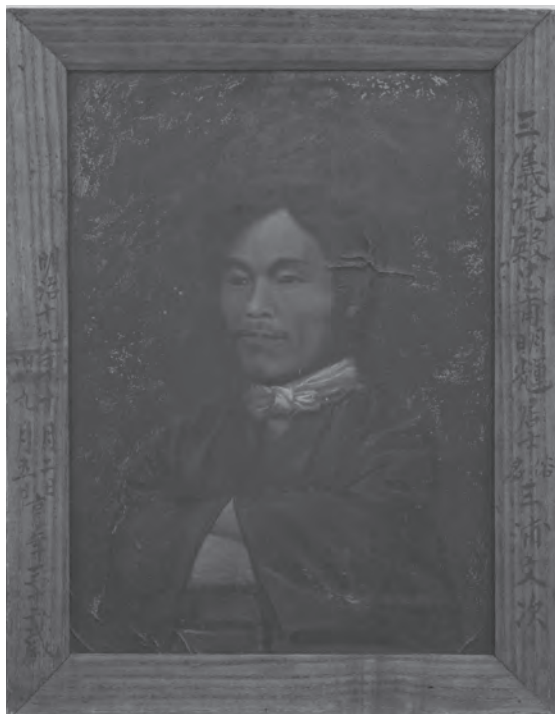


図1. 修復前

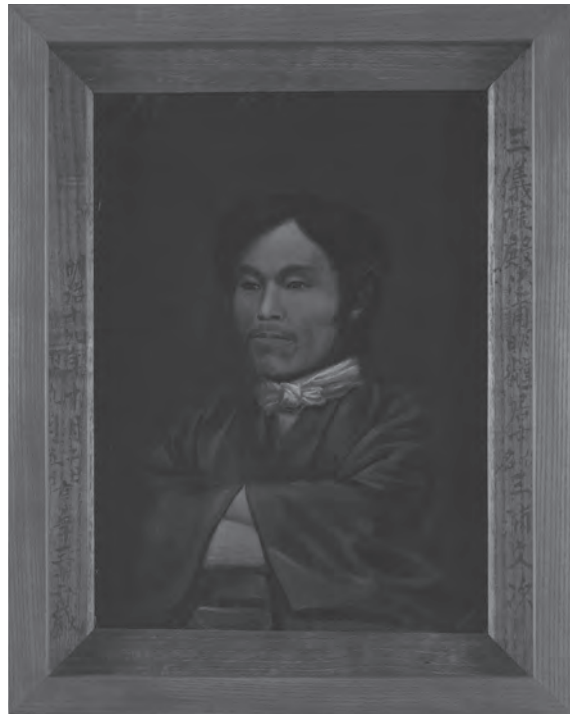


図2. 修復後

第一章 作品概要

- 作 者：不明
- 作品名：三浦文次¹肖像画
- 制作年：不明
- 寸 法：天地348×左右255mm（厚み約20mm）
- 材質技法：油彩／画布
- 署 名：なし
- 所蔵先：個人蔵
- その他：額前面右側に「三儀院殿忠甫明輝居士 俗名三浦文次」、左側に「明治十九年 十月二日旧九月五日 享年三十二歳」の墨書あり。
- 付属品：額
- 額寸法：修復前 外寸 天地411mm×左右318mm（厚み31mm）
修復後 外寸 天地439mm×左右346mm（厚み65mm）

額は木製で、木目の特徴や繊維の顕微鏡観察結果から杉材と思われる。裏蓋で密閉された箱型の形状をしている。前面にはガラス板などは嵌め込まれていない。各部の寸法は以下の通りである。

窓寸法：左辺340mm・右辺345mm×
上辺250mm・下辺248mm

内寸法：天地348mm×左右255mm

入子寸法：深さ8～10mm×幅約3mm（下辺のみ左端が1mm、右端が6mmと、幅が不均一になっている。）
入子の幅の違いは画面寸法に合わせて調整した結果とも考えられる。箱型という額としては珍しい

¹ 三浦文次は安政2年（1855年）現在の喜多市山都町に生まれた。自由民権運動家として知られる。加波山事件により捕らえられ明治19年（1886年）に没した。

形状から、箱作りを本業とするような職人が額の制作を行ったのではないかと考えられる。

第二章 損傷状態

額に大きな損傷は見られず保存状態は良好である。画面側は、周縁部に擦れ、欠け、凹み傷が数箇所認められる。特に左辺端に擦れが目立つ。欠け傷が角部分に生じている。また僅かに虫糞のような微小な黒褐色の点状の付着物がある。裏面側も周縁部に擦れが多く認められた。裏面には黒褐色と白色の微小な点状の付着物が数箇所に認められる。裏面の中央から下方にかけて多く見られ、1箇所にくつもの点が集中している。これらも虫害の可能性が考えられる。虫食いや黴の発生は認められない。

支持体の裏面は非常に保存状態が良く、麻布の酸化劣化による褐色化のような変色や、木枠の酸化劣化による変色も認められない。木枠には僅かに汚れの付着や引っ掻き傷が認められる。支持体には破れもなく、経年に伴う張りの弛みもまったく認められず、変形も生じていない。本作が三浦の没年である明治19年頃に制作されたものであれば、100年以上経過している油彩画としては大変良好な状態である。これは本作が箱状の額により密閉された状態で保管され、裏面が保護されていたためと考えられる（図3）。額内部が外部環境の温湿度変化から直接的な影響を受けず、外部の空気からも遮断された環境にあったことが、作品の良好な保存につながったと思われる。地塗り層から生じた亀裂の口が開いている箇所は、支持体裏面にもやや黄化が認められる。これは外部環境と接している画面側から、亀裂の開開口部を通して空気に触れ、酸化したことによる変化ではないかと推測する。

4つ角を中心とした周縁部（特に左辺側）、そして人物の頭部に4方向に分かれた大きな亀裂が発生している。また画面左側にも小さな亀裂が3箇所認められる。周縁部の亀裂は張りしろ部分からつながって発生している。これらの亀裂は地塗り層から発生しており、亀裂は凸状に変形し口が開いている。口の開いた箇所には支持体の麻布が露出している。亀裂の発生は本作の地塗り層の硬さに原因があると考えられる。顕微鏡観察や分析結果から明らかとなった本作の地塗りの組成は、

炭酸カルシウムと膠による水性地である。乾性油を含む油性地やエマルション地に比べ、水性地は柔軟性に欠ける性質を持つ。さらに本作に特徴的なのは、通常地塗り層に比べ、顔料の含有量が少なくほぼ膠のみで出来ているのではないかとと思われる点である。膠は経年により硬化や脆弱化が進むと考えられ、地塗り層にぱりぱりとした脆い感触を感じる。画面には地塗り層が剥落している箇所は見られないが、張りしろ部分には角の折り込み付近に支持体からの剥落が認められる。亀裂の発生が角付近などの周縁部に多く認められることは、物理的な負荷の大きな箇所に発生したと考えられる（図4）。人物の頭部などに生じた亀裂も、物が当たるなど何らかの物理的負荷により発生した可能性が高い。また地塗り層が露出している張りしろにはやや黄化が認められ、汚れも付着していた。

画面側は露出していたため、経年による埃汚れの付着が著しかった。ワニスの褐色化と相まって画面の色調を暗くし、絵具の色を見えにくくしていた。下辺には額の縁に接していた箇所に額擦れが見られた。また本作は絵具層に細かな点状の剥落が多数生じていた。背景の黒褐色に最も剥落が多く生じていたが、青色の着物の部分にも多く認められた。剥落は全て地塗り層と絵具層の間で生じていた。またほとんどの剥落が点状であることも特徴である。本作の場合、地塗り層に柔軟性は感じられないものの、物理的負荷が原因と考えられる一部の亀裂の発生にとどまっており、全体としては目立つ亀裂は発生していない。剥落が絵具層のみに発生している点から、地塗り層と絵具層の固着の問題と考えられる。

ワニスは経年により著しく褐色化しており、汚れの付着とともに本作の色調を暗くしていた。背景の黒褐色には大きな影響は感じられなかったが、肌色や着物には暗色化が目立った。また、幅広の筆のようなもので塗られた跡が部分的にむらになっており、光沢の強い部分と光沢がない部分の差が多く生じていた。

第三章 処置方針

作品の状態などの観察から、以下の処置方針を立てた。

- ・本作は個人蔵であり、所蔵者が自宅で鑑賞するため、作品の損傷を目立たなくさせ、美観を回復することに重点を置く。
- ・本作は、所蔵者の先祖であり、歴史上重要な人

物の肖像画という歴史的価値を重視し、制作当初の材料や構造を維持する。

- ・修復後も個人宅で保管されることから、画面側の保護のため前面にアクリル板を嵌め込んだ新規の額を装着し、長期的に安定して保存できるようにする。
- ・修復材料は、耐溶剤テストを行った上で、作品に影響のないものを使用し、将来的に除去可能なものを使用する。

第四章 修復処置

処置方針を踏まえ、以下の処置を行った。

1. 修復前の写真撮影、状態調査を行った。
2. 額本体から裏蓋を外し、作品を取り出した(図5)。
3. 亀裂や剥落周囲の絵具層の浮き上がり箇所を膠水を用いて接着強化した(図6)。
4. 支持体の変形箇所に裏面から湿りを入れ、画面側からプレスして変形修正を行った。
5. 裏面の埃汚れを筆、ミュージアムクリーナー、天然ゴムスポンジで除去した。
6. 側面の埃汚れを精製水で湿らせた綿棒で洗浄した。
7. 画面の埃汚れを精製水と0.2%アンモニア水で洗浄した。
8. 釘の錆をメス、アセトンで可能な限り除去し、錆予防のためにパラロイドB72を塗布した。
9. 褐色化したワニスをミネラルスピリットとエタノールの混合溶液で洗浄した。
10. 亀裂開口部に、石膏と膠の充填材を筆で塗布し、乾燥後メスなどで削り、周囲に合わせて整形した。
11. 充填箇所を、周囲の色に合わせて、水彩絵具とアクリル樹脂絵具で補彩した。
12. ダンマル樹脂テレピン溶液を画面全体に噴霧した。
13. 絵具層の点状の欠損部をアクリル樹脂絵具で補彩し、ダンマル樹脂で光沢を調整した(図7)。
14. 額裏板の釘穴周囲の割れを膠水を用いて接着強化し、欠損部に杉材を埋めて補修した。
15. 損傷のなかった木釘は再利用し、割れたり折れたりした木釘は新調し、作品を額に収めて裏蓋を閉じた。さらに一回り大きな新規の額に装着した。
16. 修復後の写真撮影を行った。

第五章 まとめ

本作の支持体は麻布であると考えられるが、地塗りの組成から、本作の画布が輸入キャンバスとは考えにくい。また顔料に比して膠分が多く、硬いため、地塗りを作成し慣れていない者の手による可能性が高いと考える。明治前期に描かれた油彩画の調査では、炭酸カルシウムが単独に含まれる水性地の事例は少ない。

絵具層は黒、褐色、赤、青、白と、使用された色数が少なく、作者は絵具を豊富に所有していなかったと思われる。画面には点状の剥落箇所が多く認められるが、表面を観察すると顔料の塊のような粒状の凸部が多く見られ、この部分が剥落につながっている可能性がある。粒状の塊は顔料と媒材の練り合わせが不十分であることをうかがわせ、手製の絵具である可能性がある。

加えて、描画についてもX線画像から観察できる顔の明暗表現などに曖昧さが見られることから、本格的には西洋画法を学んでいない者が描いた可能性が高い(図9)。

以上のことから、本作は、油彩画の制作にはまだ不慣れな作者が地塗り、絵具とも手製で制作した可能性が考えられる。一方、目、鼻、口の描き方や衣服のしわの表現には達者さも感じられることから、絵画そのものにはある程度習熟した画家の手によると考えられる。

本作の制作年は不明であるが、制作時期としては、額に三浦文次の戒名と没年が記されていることから、一周忌などの法事に際して制作された可能性が最も高いのではないかと考える。絵画と額が同時期に制作されたかどうかについては、本作の裏面に劣化が認められないことから、制作直後から現在の額に入れられたものと考えられる。

本作の作者についても、署名、裏書がなく不明である。肖像画の制作は明治前期から多く見ることが出来る。油彩画の先駆者である高橋由一にも似た構図の肖像画が多く見られる。由一は明治14年から20年にかけて東北地方を訪れているが、三島通庸との関係から三浦文次の肖像画を描いたとは考えにくく、また本作の組成からも由一とは考えにくい。由一の弟子は多く、肖像画を手掛けていた画家もいた。画風などから本作もその流れを汲む画家の手による可能性は高い。前述のように油彩画制作にはまだ不慣れな部分も感じられ、画材も潤沢ではなかった様子が見受けられる。制作年が明治20年頃とすると、当時すでに多くいた地

方の洋画家の中から作者を特定するのは難しいと考える。

本作は写真をもとに描かれた可能性が高いが、当時、山形県の酒田市で写真館を営みながら肖像画を制作していた池田亀太郎という画家は、故人の一周忌の法事に祀るために肖像画を制作していたことが知られている。本作もそのような肖像画のひとつとして制作された可能性が考えられる。

修復処置後の所見として、汚れの付着とワニスの褐色化で暗くなっていた画面は、修復後にやや明るくなり、顔の描写も細かな部分が見えやすくなった。着物は修復前は緑色に近く、修復後は青色に近くなり、明暗や立体感がより感じられるようになった。多数発生していた点状の剥落箇所を補彩したことで、画面全体に統一感が生まれ、絵画として鑑賞しやすくなった。

作品調査と修復作業のために取り外した裏蓋を再度装着し、木釘が再使用不可能となった箇所には新規の木釘を打ち込んだが、釘穴と木釘の形状がなかなか一致せず、取り外し前に比べ若干の隙間やずれが生じた。改めて制作者の技術の高さが感じられた。

損傷が目立つ画面側の保護のために、前面にアクリル板を嵌め込んだ新規の額に、旧額装ごと装着した。低反射機能のあるアクリル板を用いたため、暗い画面でも反射が少なく鑑賞しやすい。また紫外線カット機能も備えているため、今後の保存においてワニスの変色が軽減されることが期待できる。裏面には軽量で耐久性の高いポリカーボネイト板を取り付けており、画面・裏面とも保護された状態で、作品を安定して保存することが期待できる。



図3 額縁裏面



図4 画面左上の剥落箇所修復前

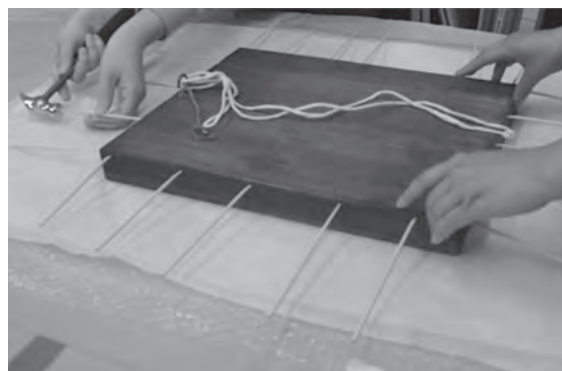


図5 額裏蓋取り外し



図6 亀裂の接着強化



図7 亀裂開口部の充填後補彩



図8 図4同箇所修復後



図9 X線画像

渡邊泰三作《えんぶり》の保存修復

長峯朱里 NAGAMINE. akari／文化財保存修復研究センター嘱託研究員



図1. 修復前



図2. 修復後

第一章 作品概要

- 作 者：渡邊泰三
- 作品名：えんぶり
- 制作年：1976年（昭和51年）
- 寸 法：910mm×1166mm 50号 F型
- 材質技法：油彩／画布
- 署 名：画面左下に赤絵具でTaizowatanabe
- 付属品：額
- 額寸法：970mm×1230mm×60mm

第二章 損傷状態

仮額、銀縁。絵具が乾ききる前に装着したためか、仮額の内側一部に絵具が付着していた。ガラス・アクリルは無し。仮額を直接作品に釘で固定していたため、作品の一部に変形が見られる。

地塗り層は白色で、布目が見える中程度の地塗りが施されている。キャンバスの折り返し部分にも地塗りが施されているため、既定のキャンバスであると伺える。作品を固定している釘の跡が地

塗り層に残っており、張りなおした形跡が見られた。

本作品の絵具層は非常に厚い。筆触は大きく、筆やペインティングナイフを使用し、幾多にも重ね、盛り上げるように描かれている。茶褐色や赤を混ぜた灰色が最下層に塗られ、その上に明るい灰色や白色を用いて立ち上げるように描かれている。基本的に白色を混ぜた不透明色で描かれているが、人物の法被などには透明色が重ねられている。損傷として、ガラスのない仮額にて長年飾られていたため、全体的に埃が付着している。加えて、絵具層の浮き上がりや剥落が多数散見された。亀裂の原因は、絵具が分厚く、キャンバスの柔軟性が高いため、キャンバスの動きに合わず生じたものと推察される。生じた亀裂は絵具層のみで、層間剥離が多く、地塗り層自体に亀裂は見られなかった。また、絵具層の重みから支持体がたわみ、中棧に当たって横方向の亀裂が生じている。上部に見られる背景部分のちりめん皴は、地塗り層か

ら紺、赤味の灰色、エメラルドグリーンと厚く重ねてゆき、最後に薄く油で溶いた緑や茶褐色、灰色を重ねていたため、下層の絵具が乾く前に上層の絵具が乾いたことで生じたものと考えられる。

ワニス層は溶剤テストの結果から、塗布されていないと判断した。しかし、全体的に艶がかっている部分が多く見られるため、描画時にリンシードオイルなど油を加えて描いたと考えられる。

第三章 処置方針

作品の状態などの観察から、以下の処置方針を立てた。

- ・ 作品の絵具層の浮き上がりが著しく、剥落の危険性が高い。これらを膠水溶液で接着を行い、絵具層を安定させる。
- ・ 本作品は長らく額縁にアクリルが無い状態で展示されていた。これまでに堆積された埃を除去し、作品の鑑賞性を向上させる。
- ・ 仮額から本作品を外し、新調した額に入れ、作品の保管環境を改善する。額の画面側にはアクリル板、裏面には裏板を入れることで埃の侵入・付着や湿度の影響を受けにくくする。
- ・ 本作品の展示方法は、壁にL字金具で固定し、上部はテグスで吊り下げ、浮かせている状態だった。そのため、より安全性の高い新規吊り金具と吊り紐に変える。
- ・ 修復時に使用するものはすべて可逆性のあるものを使用する。

第四章 修復処置

処置方針を踏まえ、以下の処置を行った。

1. 修復前の写真撮影、状態調査を行った。
2. 額から作品を取りはずした。
3. 亀裂や剥落周囲の絵具層の浮き上がり箇所を膠水を用いて接着強化した(図3)。
4. 画面の埃汚れを精製水と0.2%アンモニア水で洗浄した。
5. 木枠は精製水で洗浄した。木枠の下部分に付着した接着剤痕はミネラルスピリットで除去と、エタノール水溶液で拭き、木枠を消毒した(図4)。
6. 裏面の埃汚れを筆、ミュージアムクリーナー、天然ゴムスポンジで除去した。
7. 亀裂と剥落部に、石膏と膠の充填材を筆で塗布した。乾燥後、メスなどで削り、周囲に合わせて整形した。

8. 充填箇所を、周囲の色に合わせて、水彩絵具とアクリル樹脂絵具で補彩した(図3)。
9. 新規額縁にシーリングテープを貼り、入子部分にはフェルトを張り付け、額当たりを緩和させた。
10. 作品裏面と裏板の間に湿気の予防と酸の緩衝材としてピュアボードなどを挟んだ。
11. 作者名が掘られた画題に付着していた接着剤をミネラルスピリットを用いて除去した(図4)。
12. 画題にニスを手で噴霧し、光沢を整えた。
13. 修復後の写真撮影を行った。

第五章 まとめ

本作の処置は現在の劣化の進行を防ぎ、鑑賞性を向上させることを目的として行った。作品の展示箇所、展示方法から、より作品の保管性と安全性を向上させるため、新規額縁を提案した。展示方法は従来のものから、ピクチャーレールを設置し、新規吊り金具を使用した。処置の終えた本作が長く保存・展示されることを願う。



図3 亀裂の接着強化



図4 接着剤痕の除去

東根市所蔵 武田靖夫作《牧童》の保存修復

米田奈美子 YONEDA. namiko／文化財保存修復研究センター専任研究員・講師

長峯朱里 NAGAMINE. akari／文化財保存修復研究センター嘱託研究員



図1. 修復前



図2. 修復後

第一章 作品概要

- 作 者：武田靖夫
- 作品名：牧童
- 寸 法：1305mm×1630mm 100号 F型
- 材質技法：油彩／布（ジュート）
- 署 名：黒絵具 画面右下「Y.TAKEDA」
- 付属品：額
- 額寸法：1570mm×1888mm×64mm

第二章 損傷状態

全面油絵具での描画で、半透明～不透明の絵具を使用している。様々な幅の筆を用いて絵具が重ねられ、分厚い絵具層となっている。粘度の高い絵具を使用した後、褐色の薄く溶いた絵具を使用するなど、多様な表現方法を取っている。キャンバスの布目を生かし、岩のような凹凸のマチエールを作っている。長年立てられたまま保管されていたため、砂のような粒状の埃汚れが表面の凹凸の上部に溜まっており、全体的に埃の付着が見られる。

全面の亀裂と亀裂に伴う浮き上がりが2～3

mm程度のサイズの剥落が数か所観察された。亀裂は地塗り層も含まれており、絵具層間の固着は強いが支持体との固着力は場所によって弱い。亀裂は乾燥時に発生したものと、支持体の動きによって経年で発生したものの両方がある。牛の角のハイライト部分には、虫糞と思われる付着物と液体が見られた。

絵具層の剥落と共に地塗り層の剥落も見られる。特に四辺の折り込み部分に亀裂と剥落が生じていた。支持体が柔らかいことで固化した地塗り層が割れやすく、固着状態も良くないため、剥落が発生しやすい状態である。

本作は保存箱の無い状態で長年保存されていたため、裏面の埃汚れも著しい。素材のジュートの毛羽立ちが多く、埃を集めやすいところに原因が伺える。支持体の目が粗いため、画面上にも数多く穴として見られ、裏面には地塗り層が滲出している箇所も散見される。

木枠の右上接合部に割れと欠損が見られるが、木枠自体の強度に問題はない。

第三章 処置方針

作品の状態などの観察から、以下の処置方針を立てた。

- ・ 作品の亀裂や剥落が目立っており、鑑賞の妨げとなる部分も見られた。これらを膠水溶液で接着を行い、絵具層を安定させる。
- ・ 絵具層剥落部に充填補彩を行い、作品の鑑賞性を向上させる。
- ・ 本作品は額より高さがある状態である。この状態は平置きした場合作品に負荷がかかり、更なる損傷を招く恐れがあるため、額の泥足の高さを調節し、作品の保管環境を改善する。
- ・ 吊り金具、釣り紐を交換する。
- ・ 修復時に使用するものはすべて可逆性のあるものを使用する。

第四章 修復処置

処置方針を踏まえ、以下の処置を行った。

1. 修復前の写真撮影、状態調査を行った。
2. 額から作品を取りはずした。
3. 画面の埃・汚れを刷毛を用いてドライクリーニングした。
4. 亀裂や剥落周囲の絵具層の浮き上がり箇所を膠水を用いて接着強化した（図3）。
5. 裏面の埃汚れを筆、ミュージアムクリーナーで除去した（図4）。
6. 亀裂と剥落部に、石膏と膠の充填材を筆で塗布した。乾燥後、メスなどで削り、周囲に合わせて整形した。
7. 充填箇所を、周囲の色に合わせて、水彩絵具とアクリル樹脂絵具で補彩した。
8. 額縁に泥足を作成・接着した（図5）。
9. 額縁にシーリングテープを貼り、入子部分にはフェルトを張り付け、額当たりを緩和させた。
10. ステンレス製T字金具で作品を額に固定した。
11. 新規吊り金具、釣り紐を設置した。
12. 修復後の写真撮影を行った。

第五章 まとめ

作品の亀裂や剥落を接着したことにより、作品の安定性が向上した。画面全体に見られた埃汚れの付着や剥落は、本修復によって画面が全体的に明るくなり、鑑賞性を回復することができた。加えて、作品よりも短かった額の泥足は、高さを調節し裏板を入れ、作品の保管環境を改善することができた。本作は従来の亜麻キャンバスではなく、

ジュートを縫い合わせたものを使用している。本作品のようにジュートを使用した例は日本では多くは見られないが、今後、近似作品の修復の場合の有用な所見を得ることができた。

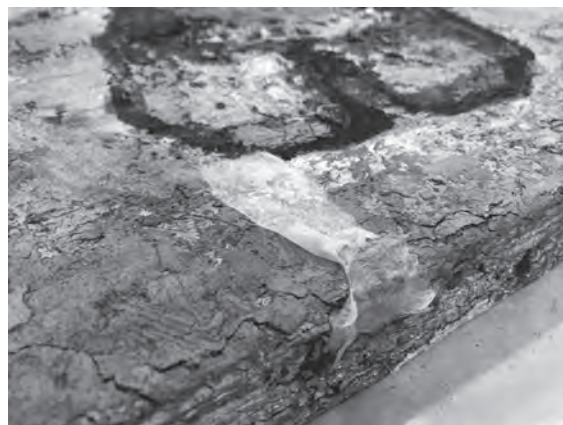


図3 典具帖を使用した亀裂接着強化



図4 裏面清掃

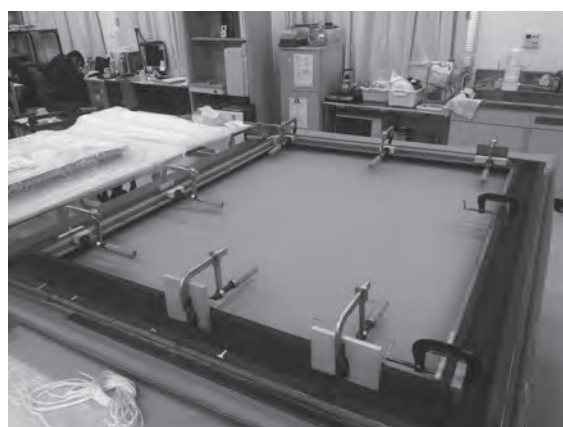


図5 泥足接着

白鷹町所蔵 梅津五郎作《秋》の保存修復

中右恵理子 NAKAU. eriko／文化財保存修復研究センター専任研究員・講師

長峯朱里 NAGAMINE. akari／文化財保存修復研究センター嘱託研究員



図1. 修復前



図2. 修復後

第一章 作品概要

- 作 者：梅津五郎
- 作品名：秋
- 制作年：昭和21年（1946年）
- 寸 法：910mm×1165mm 50号 F型
- 材質技法：油彩／画布
- 署 名：黒色絵具 画面右下「Y.TAKEDA」
- 付属品：額
- 額寸法：1350mm×1110mm×75mm

第二章 損傷状態

ワニスの塗布むらによる光沢の違いが生じている。画面全体に亀裂の発生が著しい。特に空の部分に多く発生している。また、木枠の角に近い画面周縁部に剥落が多く生じている。本作は張りしろにも絵具が塗られているため、木枠の角の折れ部分に負担が生じ、剥落につながっていると考えられる。画面の左上の端近くには亀裂と剥落が密集して生じている。この部分に湿りなどの物理的な負担がかかったためと考えられる。左下角付近に白色の塗料のような付着物が認められる。左上

の山と空部分に2箇所補彩と思われる箇所がある。画面の絵具層の剥落箇所には、支持体の麻布が見えている箇所が多く、地塗り層から剥落していることがわかる。また、張りしろ部分の剥落箇所にもほぼ麻布が見えており、剥落のほとんどは地塗り層から生じていると考えられる。

画面側の上辺左側に幅1cm、長さ3cmほどの破れが木枠の角付近に生じていたほか、画面の下方中央付近に小さな穴が生じていた。ほかに下辺の張りしろの左側に長さ5cmほどのL字型の破れが生じていた。張りしろ部分には、釘穴や小さな破れなど損傷が目立った。支持体の麻布は酸化劣化して、褐色化、脆弱化が進んでいるように思われる。柔軟性がなく破れやすい状態である。裏面には油絵具かワニスが染みて生じたような褐色のしみが多く生じている。また、地塗り塗料のような黄白色の付着物が所々に見られた。

支持体の麻布は波打ち状に変形しており、とくに画面の下方に凹凸の変形が著しく認められる。木枠に張られた状態での緩みが認められ、絵具層が厚塗りのためもあってか、画面の下方に弛みが

生じ、変形につながったと考えられる。木枠の幅に沿った亀裂の発生と変形も認められる。張りの緩みからキャンバスが木枠に接していた状態であったため、木枠に当たって亀裂、変形が生じたと考えられる。

木枠には擦傷や凹み傷が所々に見られた。凹み跡は木枠の四辺全体に認められ、キャンバス張り器の跡であると考えられる。

第三章 処置方針

作品の状態などの観察から、以下の処置方針を立てた。

- ・白鷹町に寄贈された梅津五郎の作品を、長期的に安定した状態で保存できるように構造上の強化を行う。
- ・定期的な作品の展示のために、鑑賞の妨げにならない程度に美観を整える。
- ・作品の保管に適した額装とし、作品保護のための裏蓋を取り付ける。保存箱は中性紙製のものにする。
- ・作品のオリジナリティーを尊重し、出来る限り既存の材料を再使用し、過度の変更は行わない。
- ・修復材料は将来的に除去可能な可逆性のあるものを使用する。

第四章 修復処置

処置方針を踏まえ、以下の処置を行った。

1. 修復前の写真撮影、状態調査を行った。
2. 亀裂や剥落周囲の絵具層の浮き上がり箇所を膠水を用いて接着強化した。
3. 裏面の埃汚れを筆、ミュージアムクリーナー、天然ゴムスポンジで除去した。
4. 亀裂や剥落周囲の絵具層の浮き上がり箇所を膠水を用いて接着強化した。
5. 側面の埃汚れを精製水で湿らせた綿棒で洗浄した。
6. 画面の埃汚れを精製水で湿らせた綿棒で洗浄した（図3）。
7. 画面の周縁部にポリエステル紙とクルーセルを用いて養生した（図4）。
8. 支持体の変形箇所に、ゴアテックスを用いて裏面から湿りを入れ、画面側からプレスして変形修正を行った。
9. 木枠をミュージアムクリーナー、天然ゴムスポンジで清掃した。
10. 木枠の割れ部分を膠水で接着強化し、欠損部

にエポキシ樹脂系の木材用パテを充填し整形した。

11. 釘穴を木粉と膠水、メチルセルロースの混合物で充填した。
12. 支持体の補強のため、ステンレス製ステーブルで、ポリエステル布を予め木枠に張り込んだ（図5）。
13. 支持体裏面の付着物をメスで削り、裏面を平坦にした（図6）。
14. 画面の破れ、穴の箇所を麻布を嵌め込み、膠水で接着して補修した。
15. 張りしろの破れ箇所に、ポリエステル不織布をBEVAフィルムで貼り補修した。
16. 作品の張りしろ裏面に、麻布をBEVAフィルム接着材で接着し、張りしろを補強した。
17. 作品をポリエステル布の上から木枠に張り戻した。使用可能な釘は再使用し、痛みの激しい釘は新規のステンレス製キャンバス釘に変えた。
18. 絵具層の欠損部分に、石膏と膠の充填材を筆で塗布し、乾燥後メスなどで削り、周囲に合わせて整形した。
19. 充填箇所を、周囲の色に合わせて、水彩絵具とアクリル樹脂絵具で補彩した。
20. ミュージアムクリーナー、天然ゴムスポンジで額の清掃を行った。
21. ステンレス製T字金具で作品を額に固定後、ポリカーボネート板を裏蓋として取り付けた。
22. 強度の高いケブラー繊維の吊り紐を新調した。
23. 修復後の写真撮影を行った。

第五章 まとめ

画面全体に生じていた亀裂を接着強化し、作品を安定して保存できるようになった。また、支持体に生じていた変形を修正し軽減することができたことで、新たな亀裂や剥落の発生を防ぐことができ、作品を鑑賞する上でも見やすくなった。支持体の破れや穴を補修し、構造的に強化を図るとともに、欠損箇所を充填・補彩することで美観を回復した。



図3 画面洗浄

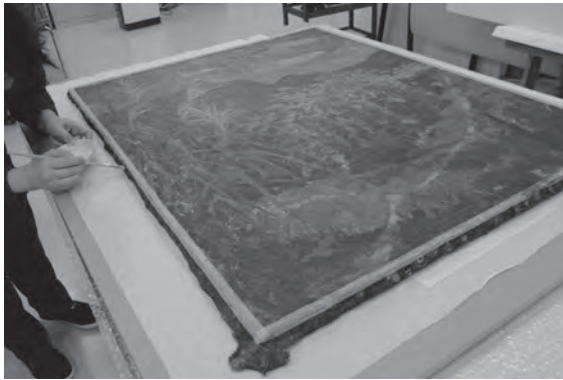


図4 周縁部の養生



図5 ルースライニング



図6 付着物除去

白鷹町所蔵 梅津五郎作《調理場》の保存修復

中右恵理子 Nakau, Eriko／文化財保存修復研究センター専任研究員・講師

長峯朱里 Nagamine, Akari／文化財保存修復研究センター嘱託研究員



図1. 修復前



図2. 修復後

第一章 作品概要

- 作 者：梅津五郎
- 作品名：調理場
- 制作年：1956年（昭和31年）
- 寸 法：910mm×1165mm 50号 F型
- 材質技法：油彩／画布
- 署 名：赤絵具で画面右下端に“G”
- 付属品：額
- 額寸法：1210mm×1709mm×78mm

第二章 損傷状態

本作品の支持体は下の大きな1枚と、裏面右端の小さな1枚、横の細長い1枚の計3枚を継いで作られている。裏面左上と下のキャンバスは端布の部分が使用されている（図3）。

本作品は2005年に応急処置が施されている。旧処置報告書によると、合成樹脂系のワニスが塗布されている。ワニスによる光沢ムラが部分的に生じており、塗布時の刷毛目が見られる。ページのタイル部分には、ワニスだまりのような半透明の層が確認できる。旧処置内容は以下の通り。

1. チアベンダゾールを表裏に刷毛塗り（防カビ処置）
2. ワニスを塗布
3. 亀裂・剥落部位にワックス充填（未整形）
4. 部分補彩

画面下部の赤レンガや鶏の亀裂は旧処置にてワックスで押えられている。ワックスは滴下した

状態のまま固化しており、作品鑑賞の妨げとなっている。

絵具層では、全体的に細かな乾燥亀裂、経年に伴う亀裂が生じている。時に下部の赤茶色のタイル部分に上下方向の大きな亀裂が見られる。一部には著しい浮き上がりが見られ、剥落の危険性が高い状態である。支持体の継ぎ目はキャンバスの動きが大きいいためか、亀裂が多く観察された。

支持体への旧処置は無い。画面側の絵具層に合わせて支持体の変形が見られた。全体的に張りがゆるく、キャンバスがたわむ状態である。裏面には絵のモチーフに沿ってできた油染みが全体に見られる。

第三章 処置方針

作品の状態などの観察から、以下の処置方針を立てた。

- ・作品の亀裂や剥落が目立ち、剥離の危険性が高い状態である。これらを膠水溶液で接着を行い、絵具層を安定させる。
- ・旧処置のワックスは出来るだけ除去し、鑑賞性を向上させる。
- ・作品下辺の右側の支持体は短い状態で、釘の酸化による穴が多数見られ、張りが弱い状態だった。部分的に張りしろの接着と穴の補填を行い、張り直すことで作品の構造を安定させる。
- ・本作品の木枠の中棧は額より高さがある。そのため、額の泥足の高さを調節し、作品の保管環

境を改善する。額の裏面には裏板を入れることで埃の侵入・付着や湿度の影響を受けにくくする。

- ・吊り金具、釣り紐を交換する。
- ・修復時に使用するものはすべて可逆性のあるものを使用する。

第四章 修復処置

処置方針を踏まえ、以下の処置を行った。

1. 修復前の写真撮影、状態調査を行った。
2. 亀裂や剥落周囲の絵具層の浮き上がり箇所を膠水を用いて接着強化した（図4）。
3. ワックスが過分に施された箇所はアセトン溶液を用いて除去した。
4. 裏面の埃汚れを筆、ミュージアムクリーナー、天然ゴムスポンジで除去した。
5. 画面の埃汚れ・膠の付着を精製水で洗浄した。
6. 作品下辺の釘を数本抜き、部分的に新規張りしろと、穴部分に小さい布をBEVA371で接着した（図5）。
7. 釘の錆をメス、アセトンで可能な限り除去し、錆予防のためにパラロイドB72を塗布した。
8. 木枠の釘穴にメチルセルロースと木粉を練り合わせた充填剤を入れた。
9. 作品を張り込み直した（図6）。
10. 絵具層の欠損部分に、石膏と膠の充填材を筆で塗布し、乾燥後メスなどで削り、周囲に合わせて整形した。
11. 充填箇所を、周囲の色に合わせて、水彩絵具とアクリル樹脂絵具で補彩した。
12. ステンレス製T字金具で作品を額に固定後、ポリカーボネート板を裏蓋として取り付けた。
13. 強度の高いケブラー繊維の吊り紐を新調した。
14. 修復後の写真撮影を行った。

第五章 まとめ

作品の亀裂や剥落を接着し、作品の安定性が向上した。旧処置のワックスの除去を除去したことで、画面に統一性が出て、鑑賞性を回復することができた。張りしろの接着と穴の補填を行い、張り直したことで、部分的なキャンバスのたわみが解消し、作品が構造的に安定した。額の泥足の高さを調節し裏板を入れ、作品の保管環境を改善することができた。



図3 作品裏面



図4 絵具層の亀裂・浮き上がり



図5 部分張りしろ接着



図6 作品張り込み

善寶寺五百羅漢像保存修復業務 2017年度事業報告

柿田喜則 KAKITA, Yoshinori／文化財保存修復研究センター研究員・教授

笹岡直美 SASAOKA, Naomi／文化財保存修復研究センター研究員・准教授

井戸博章 IDO, Hiroaki／文化財保存修復研究センター常勤嘱託研究員

1. 善寶寺五百羅漢像保存修復事業について



龍澤山善寶寺 五百羅漢堂



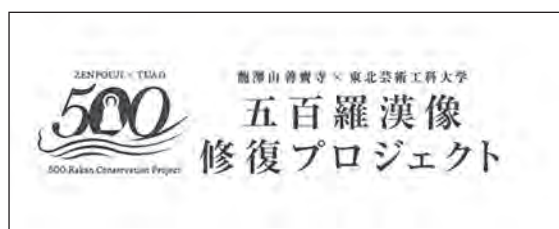
五百羅漢堂内

本事業は龍澤山善寶寺（山形県鶴岡市）五百羅漢堂内安置の500体を超える仏像群に対する保存修復事業で、宗教法人善寶寺（第42世五十嵐卓三住職）からの委託により2015年度に開始された。本修復は概ね20年間をかけて完了する予定で、大学の附置研究機関と寺院による事業としては異例の長期間であるといえる。

2015～16年度までに、堂内の保存環境や仏像の現状写真撮影と損傷状況調査、および2体の羅漢像の修復を完了している（前担当者・藤原徹／現

センター客員研究員）。

2017年度からは事業担当者が変更し、また東北芸術工科大学全体の協力を得て、本事業のロゴマーク作成や五百羅漢堂前への看板設置等を行い（中山ダイスケ／グラフィックデザイン学科教授、阿部貴博／同学科非常勤講師、他）、事業の推進と周知を進めている。



ロゴマーク

2. 2017年度事業概要

2017年度の修復数は12体で、五百羅漢堂内入口より向かって左面手前エリアに安置する像が対象（p.74参照）、12体のうち9体が羅漢像、3体が五百羅漢堂寄附者・発願者像である。修復業務は主に文化財保存修復研究センターにて行った。

2017年度の主なスケジュール

4月	2017年度修復計画・調査
5月	善寶寺→文化財保存修復研究センターへ第1次搬出（寄附者・発願者像） 詳細調査・X線撮影・以降修復作業
8月	善寶寺→文化財保存修復研究センターへ第2次搬出（羅漢像） 詳細調査・X線撮影・以降修復作業
3月	修復後撮影・記録 文化財修復研究センター→善寶寺へ 修復完了像搬入

3. 修復概要

本事業においては、五百羅漢像を含む堂内の仏像が群像表現であることに鑑み、全体として統一感のある修復を目標としている。さらに、2016年度までの事業に関する改善点として、修復の進捗状況の可視化と明確化に留意し計画を遂行した。また仏像の配置と損傷状況の追加調査を行い、本事業のための再附番と損傷評価の見直しを行った。本報告に記載した附番は2017年度の再附番に基づいている（p.74参照）。



2017年度修復像（画面向かって左側）



修復状況の可視化

五百羅漢堂は堂内の木札に安政2年（1855年）落慶であることが明記され、堂内の仏像群は同時期に制作されたと考えられる。像の品質構造は、木造寄木造・彩色または漆箔・玉眼・挿首である。制作から160年以上が経過して表面に塵埃が厚く

積り、多くの像は彩色や漆箔の破損・本体や台座の構造崩壊等の損傷を被っている。

羅漢像には漢字・漢数字による附番が元々なされているが、現状、本体や台座等に明記される附番の組み合わせの多くが不一致で、本体・台座・光背等が入れ替わり、また手先等の細かな部材が脱落や欠失する。

本修復において、処置を2段階に分けて計画した。第1段階として、①像の自立、②現状彩色の維持（剥落止め）、③台座構造の強度回復、を計画し、第2段階として、④欠失箇所の新補、⑤補彩を位置付けた。当初、第2段階の処置は複数年度にわたる一定数の修復と、像と台座の照合および脱落部材の照合が進行してから行うと計画していたが、群像表現として統一感のある修復を目標とした場合、第1段階のみの完了では各像の仕上がりのはらつきが統一感を阻害し、⑤補彩は不可欠であると判断し本年度より行った。また④欠失箇所の新補についても、今後、不足している部材が発見される可能性が高い場合は、当初計画通りに補作を行わなかったが、発見の可能性が低く、かつ修復による美観の回復を妨げる箇所が欠失していた場合は補作を行った。

①像の自立・③台座構造の強度回復については、主として台座への処置が該当した。羅漢像の台座は制作時からの構造的な問題として、部材同士の接着機能（主に膠による接着）が失われると解体崩壊する構造になっており、本年度修復対象のうち3体の台座は部分解体が進行していた。そこで、すべての台座内部に新たな部材を追加し、構造補強と改善をはかった。また、12体中羅漢像1体については、像自体が分解しており自立が不可能となっていたため、本体の解体と構造補強をおこなった。

附番の異なる本体・台座・光背について、元の組み合わせが見つからなかったものは、本体と台座を微調整した上で現状のままとしたが、光背については明らかな違和感（物理的に挿しこめない・頭部と高さが合わない）が判明したため現状では設置せず、別保存とした。修復事業が進行するなかで附番を照合し、組み合わせを見つけて戻す方針とした。

また五百羅漢堂（安置場所）と文化財保存修復研究センター（修復場所）に環境落差があることが判明した。五百羅漢堂内に設置した温湿度ロガー11台から収集したデータと文化財修復研究セ

ンター内作業場所の状況を比較したところ、温湿度の推移に大きな差があり、特に湿度についてはその落差が判明した。五百羅漢堂内の年間平均湿度はおおよそ80%なのに対し、センター内作業場では40%を下回ることもあった。環境差は羅漢像の2次的な破損に直結するため、落差軽減の対策として作業空間の湿度管理に留意し、善寶寺五百羅漢堂の湿度条件に近付けた専用の空間（移動式ビニールハウス）を設置して対応した。

4. 修復報告

12体の羅漢像および寄附者・発願者像は、2回に分けて五百羅漢堂からセンターへ移送した。

修復処置前には、全体と部分の写真撮影・損傷状態や法量確認など目視による詳細調査・X線調査による構造調査・二酸化炭素による殺虫処理をおこなった。修復処置後は全体と部分の写真撮影・記録をおこなった。

本修復に使用した主な修復材料は、剥落止めの材料として主に牛膠・布海苔を使用し、損傷状況に応じてアクリル樹脂・セルロース等を併用した。部材の接着には、矧ぎ面にアクリル樹脂を塗布した上で、エポキシ樹脂系化学反応形接着剤や中性PVA c 接着剤を使用した。補彩にはアクリル絵の具・日本画顔料を併用した。

また像の搬出入時や詳細調査には、本学美術史・文化財保存修復学科保存修復コース立体修復専攻の修士1年生や4・3年生の学生を修復に関する事前授業を行った上で参加させ、修復現場の体験教育とした。

さらに同専攻4年生の2名（栗原典子 KURIHARA.Noriko・斎藤里歩 SAITO.Riho）が実際の修復作業に携わった。栗原典子は卒業研究『龍澤山善寶寺所蔵「木造伊達林右衛門像」の保存修復 剥落止めにおける膠とアクリル樹脂・パラロイドB-72の比較』（2017年3月）を成果として発表した。



像の搬出

4-1 五百羅漢堂寄付者・発願主像

像高約34～36cm（3体）

衝立高48.0cm 衝立幅133.7cm

衝立奥14.4cm

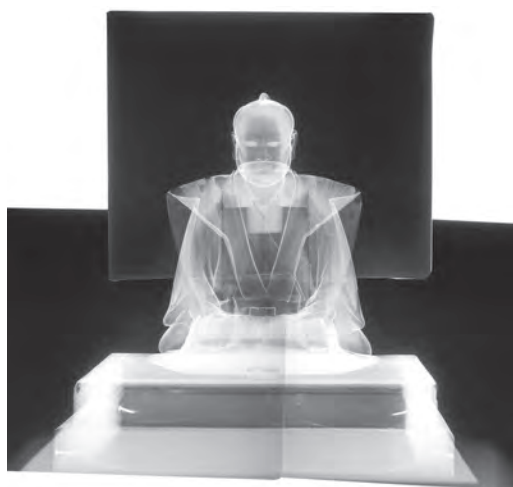
【画像向かって左より】 栖原六右衛門（寄付者）・
伊達林右衛門（寄付者）・清水平三郎（発願主）



修復前



修復後



X線調査（清水像）

3像の安置場所には各像の名前などを明記した木札が打ちつけられており、本修復ではこれを採用している。ただし、衝立に隠れていた段側面材には、木札の順とは異なる像の配置が明記され、何らかの理由で現在の配置に変更されたことがうかがえる。



像前には名前を明記した木札



衝立裏の段側面銘文、かつての配置か

清水像の首底に「畑」の文字を確認した。当センターの『平成22～26年度「複合的保存修復活動による地域文化遺産の保存と地域文化力の向上システムの研究」成果報告書』（岡田靖 石井紀子・p73～78・2015年）や『江戸時代後期における京都仏師の東北地方進出と在地仏師の動向』（長谷洋一・関西大学文学論集66-2・p129～149・2016年）などから、「畑」は七条仏師の正流仏師31代康朝の弟子にあたる畑次郎右衛門の系譜の可能性が考えられる。



清水像の首底、仏師名の可能性が高い

※修復作業（伊達像）：栗原典子
（栖原像）：斎藤里歩

4-2 羅漢像【24-31】

総高（框地付～頭頂）64.7cm

框座高7.5cm 框座幅47.5cm 框座奥33.7cm

※框座法量は羅漢全像にほぼ共通

本体・台座（岩座・框座）・持物に「三百六十五」と明記される。光背のみ「二百七」で、設置した時に本体と高さが合わないため別保存とした。

岩座と框座内に「よし■（川か）／ゆひをし」と明記されていた。

主な損傷は、全体を厚く覆う塵埃と彩色の剥離・剥落であった。



修復前



腰部、彩色の剥離・剥落



修復後



膝前、塵埃の付着



X線調査

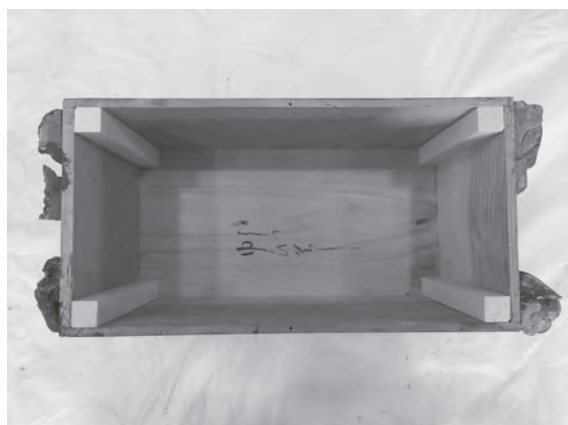


肩、塵埃の付着と彩色の剥離・剥落

羅漢像の台座は制作時からの構造的な問題として、部材同士の接着機能（主に膠による接着）が失われると解体崩壊する構造になっていた。全羅漢像台座への共通の処置として、新たな構造材（ヒノキ材）を追加した。



框座内の補強（全羅漢像框座に共通で補強）
および、天面裏に銘文が明記



岩座内の補強（全羅漢像岩座に共通で補強）
および、天面裏に銘文が明記

4-3 羅漢像【25-29】

総高（框地付～光背）76.3cm



修復前



修復後



X線調査

本体・台座（岩座・框座）・光背に「三百五十四」と明記され、すべての附番が一致していた。

4-4 羅漢像【25-30】

総高（框地付～頭頂）65.1cm

岩座内に「福嶋作／岩ニ付」と明記される。「福嶋」は仏師名か。



修復前



岩座内部



修復後



岩座内部の銘文



X線調査

本体・台座（岩座・框座）に「三十五番」と明記される。光背には番号の明記がなく、設置した際に本体と高さが合わないため別保存とした。

4-5 羅漢像【25-31】

総高（框地付～光背）77.5cm



修復前



修復後



X線調査

本体・光背に「四百九十三」と明記される。岩座は「四百三十三」で、本来の岩座が発見されるまで現状のままとした。框座は「三百二」で【26-30】岩座と符合したので、入れ替えを行った。

4-6 羅漢像【26-29】

総高（框地付～光背）78.5cm



修復前



修復後



X線調査

岩座・光背に「筆葉」と明記され、本体に銘文はないものの、持物と合致しており、岩座・光背と一具と考えられる。框座は「珠ず持」と明記されるが、現状のままとした。

4-7 羅漢像【26-30】

総高（框地付～頭頂）67.3cm



修復前



修復後



X線調査

本体は銘文なし（光背受を欠失）、岩座「三百二」、框座「三百四」、光背は無番であった。本岩座と【25-31】の框座「三百二」とが符合したため、入れ替えを行った。

4-8 羅漢像【26-31】

総高（框地付～光背）77.0cm



修復前



修復後



X線調査

本体・台座（岩座・框座）・光背に「三十四ばん」と明記され、すべての附番がそろっていた。

4-9 羅漢像【27-29】

総高（框地付～頭頂）66.0cm



修復前



修復後



X線調査

本像は本年度修復対象の中で最も破損が著しく、彩色の損傷が甚大で、さらに本体・台座はほぼ解体状態にあった。本体「二百十八」、台座（岩座・框座）「二百三十四」、光背「三百七十六」と明記

されていた。本体と台座は現状のままとし、光背は本体との高さが合わないため、別保存とした。

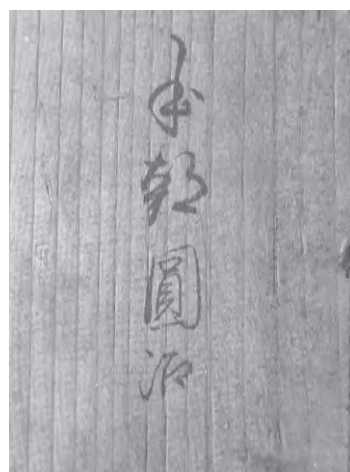
像底には「本朝圓治」と明記される。



体部・膝前・裳先に解体



像底



像底の銘文

4-10 羅漢像【27-30】

総高（框地付～頭頂）66.1cm



修復前



修復後



X線調査

本体には銘文がなく、台座（岩座・框座）に「四百七十三／山七」、光背「三百二」と明記される。框座の岩が本体と当たったため一旦岩を取り外し（別保管し附番が合致する本体が判明した時点

で付け戻す）、設置を調整した。光背「三百二」は【26-30】の岩座と【25-31】の框座に明記された附番と合致するものの、【26-30】の本体は光背受を欠失している上に附番の明記がないため、現時点では別保存とした。

本像は表面の汚損が他の像よりも著しかった。



糞（ヤモリか）が彩色表面に付着

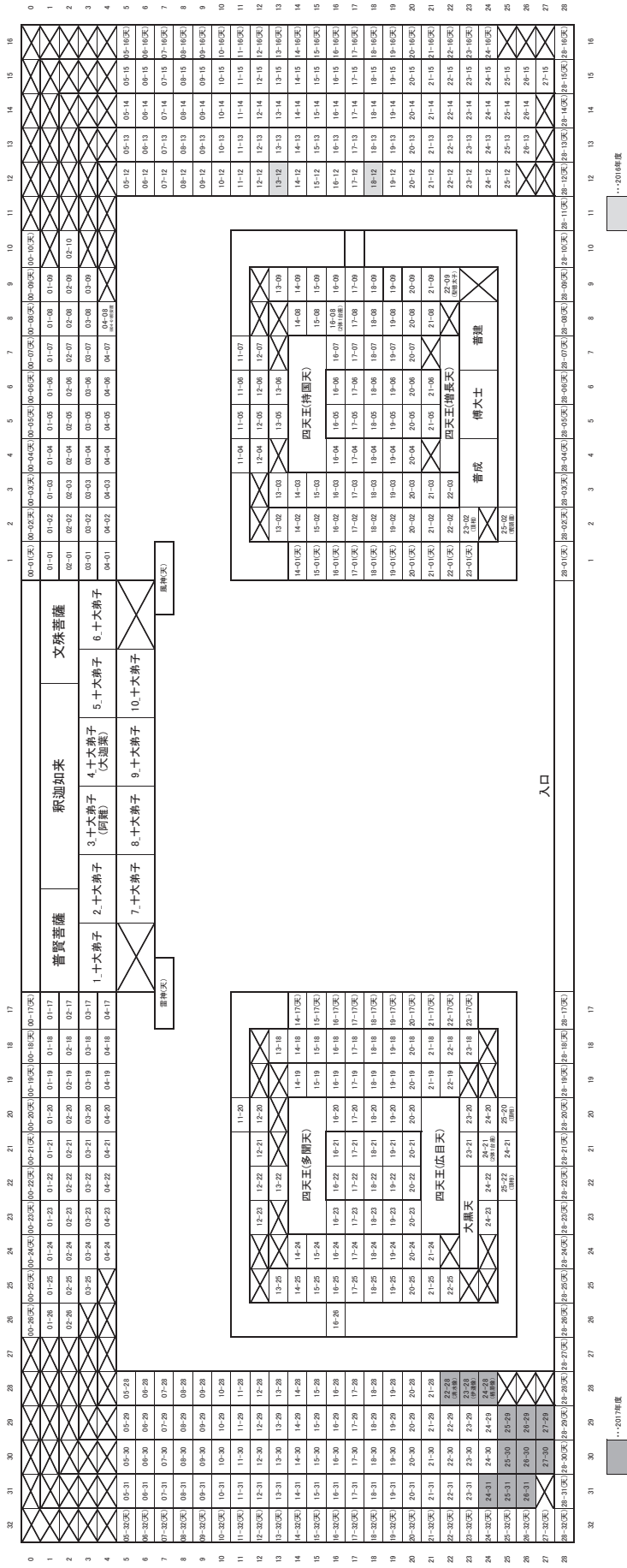
5. 今後について

本年度の修復によって、羅漢像のより具体的な状況が明らかになり、次年度以降の修復内容の改善や進捗につなぐことができた。

また、本年度以降も本学学生が関わることで、善寶寺や修復事業に関連する事柄が卒業研究対象となり、研究の継続的な蓄積は将来的に大きな成果につながると考える。

本事業の特色のひとつは20年にわたる長期プロジェクトであることで、数年度先までの計画内容を善寶寺側に提示しつつ、円滑な計画推進をはかる必要がある。通常の事業における修復設計や処置内容の計画だけにとどまらず、将来的な担当者の交代および修復者の増加・拡大を念頭に、短期・中期・長期の各段階の進捗を関係者各位と共有できる仕組み作りを検討する。

龍澤山善寶寺五百羅漢堂内 仏像配置図



重要文化財「鳥居」詳細調査（第二次調査）

石崎武志 ISHIZAKI, Takeshi／文化財保存修復研究センター研究員・教授

1. 調査の概要

平成29年度に山形市より、重要文化財「鳥居」詳細調査（第二次調査）に関する受託を受けた。調査目的としては、重要文化財「鳥居」の保存修理方針検討のため、鳥居本体及び周辺環境の詳細調査である。調査項目は、次の8点からなる。①定点観測…鳥居周辺の微気象を測定する装置を設置し、観測を行い、データ解析を行う。測定項目として、鳥居周辺の温湿度、鳥居の笠木部分と柱部分の石材表面温度の測定を行う。また、石材の間の動きを調べるために、変位測定用ゲージを設置し、計測を行う。②針貫入試験…石材表面の強度に関して、針貫入試験を行い、一軸圧縮強度を数値によりデータ化する。③微小振動特性による鳥居の構造調査常時微動に関する測定を行い、構造の特性を把握し、地震時の動きを数値によりデータ化する。④音響トモグラフィーによる鳥居の構造調査…石材中に音波を伝搬させ、その伝搬速度を調べることで、内部の構造を調査する。⑤鳥居を構成する部材の物性調査委託者が準備した鳥居と同等の石材を用いて、水分特性、透水係数などの測定を行う。また、この試験部材を用いて針貫入試験と一軸圧縮強度等の関係を求める。⑥鳥居の3Dデータの解析と保存修理に向けた検討…鳥居の3Dデータの解析と保存修理に向けた検討を行う。⑦石材強化処理実験結果の提供…委託者が準備した鳥居と同等の石材を用いて、薬剤による石材強化処理実験を行い、その結果を提供する。⑧貫のくさびの年代測定…鳥居の南側貫の仕口穴にある木のくさびについて、年代測定を行う。これらの項目の内、②、④、⑦に関しては、紀要の部分で報告するので、その他の項目に関して、下記に説明する。

2. 定点観測

図1に示すように、鳥居周辺の微気象を観測する装置を5月8日（月）に設置し、鳥居周辺の温湿度、降水量、日射、風向、風速を30分おきに測定した。また、図2に示す様に、石材間の動きを調べるために、変位測定ゲージを設置した。



図1. 気象観測ステーションの様子



図2. 変位測定ゲージの拡大図

3. 微小振動特性による鳥居の構造調査

計測は、速度計を図3及び図5に示すように、鳥居の両柱部と基礎部及び地盤（Aタイプ）と左右の貫と鳥居の両柱部及び地盤（Bタイプ）に設置し、かけやによる加振時に対して、発生する振動を測定した。速度計を用いた理由は、微小振動に対する感度が加速度計よりも高いことによる。



図3. Aタイプの振動測定位置図

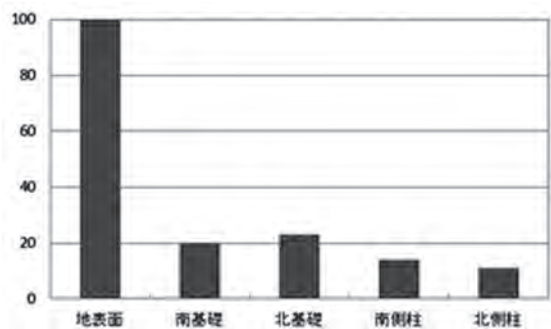


図4. 水平-縦断成分における地表面・基礎部及び柱部での最大振幅の減衰率

加振は、かけやによる板たたき法により、鳥居に対して直交（水平－縦断）方向へ実施した。加振回数は10回実施し、それぞれの加振で測定された速度波形の最大振幅の平均値により、地盤から鳥居への振動の伝播状況を評価した。加振時における最大振幅は数10mm/sであり、非加振時における振幅の10～20倍程度の振動が発生していることが判明した。加振時においては、発生した最大振幅を用いて地盤から鳥居部への振動伝播の減衰状態を算出し、沓石の有する免振効果についての評価を実施した。加振は水平－縦断方向であるので、振動計の水平－縦断成分における地表面・基礎部及び柱部での最大振幅の減衰率を図4に示す。



図5. Bタイプの振動測定位置図

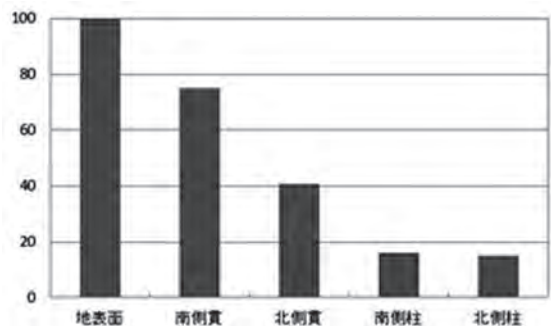


図6. 水平-縦断成分における地表面・貫部及び柱部での最大振幅の減衰率

図6から、加振時における各測定位置での水平－縦断方向の減衰率は、地表面を100%とした場合に、柱部ではAタイプと同じ程度の15%まで減衰するが、貫部におい地表面部に対する減衰率は、右側貫部：75%・左側貫部：41%まで増加していることがわかる。非加振では認められなかった沓石の免震効果が、加振時において柱部に対して大きく作用しているが、貫部では柱部ほど大きく作用していないことが判明した。さらに、左右の貫部において、減衰率が大きく異なることから、貫における振動は左右で整合的でなくねじれが発生しているものと考えられる。

4. 鳥居の3Dデータの解析と保存修理に向けた検討

重要文化財「鳥居」の計測に、今回は SfM (Structure from Motion) を用いて三次元形状を生成した。これは、デジタルカメラで撮影した画像からコンピュータ解析により、三次元モデルを生成する方法である。

SfMについて

SfM (Structure from Motion) は、コンピュータビジョンの分野で開発された技術で、カメラの視点を変えながら撮影した画像から撮影位置を推定する手法である。撮影された各画像から特徴点を抽出し、各画像間でマッチングすることで各カメラの位置を推定する技術である。Tomasi-Kanade の因子分析法を基礎とし、SIFT (Scale-Invariant Feature Transform) やSURF (Speeded Up Robust Features) による処理を用いることで、撮影方向や大きさが異なっても特徴点と推定位置が得られるようになった。

使用機材

撮影には、ニコンD5000一眼レフカメラ (23.6 × 15.8 mm CMOS、1290万画素)、SONY DSC-RX100M4コンパクトカメラ (13.2mm × 8.8mm CMOS 2100万画素) を使用し、位置推定と三次元モデル生成ソフトには、Agisoft PhotoScanを用いた。

作業手順

デジタルカメラを用い、おおよそ60～70%程度重なる画像撮影を鳥居全体で行った (図7)。さらに、距離を確定するための標定スケールの入った撮影も行った (図8)。Agisoft PhotoScan にて、カメラ撮影位置の推定処理、高密度点群データの生成、ポリゴンモデルの生成、標高データ・長さ

データの修正を行った後、ポリゴンデータから必要箇所を切り取り、鳥居展開図の作成（テクスチャー画像、陰影図）を行っている。



図7. 三次元解析のための鳥居の写真を撮っている様子

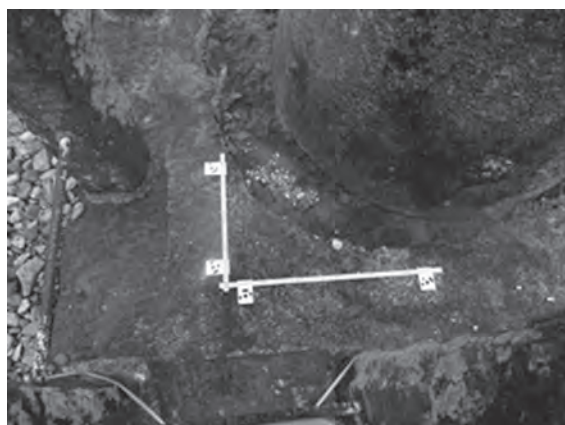


図8. 三次元解析のための鳥居の写真を撮っている様子

対象の撮影および三次元処理

SfMの処理が行いやすいように、連続性のある画像を約1300枚撮影した。Agisoft PhotoScanで撮影画像を読み込み、Exifデータからレンズキャリブレーションを考慮した計算と特徴点を自動的に計算し撮影推定位置を算出する。撮影位置の推定処理を行い、特徴点から生成された疎な点群データを生成した。疎な点群では、十分な形状を生成できないため、MVS (Multi-View Stereo) による形状復元手法を用い、撮影対象の同一点に対する視差を計算し、高密度の点群データを再構成する処理を行った。この点群を用いてポリゴンモデルを作成することによって三次元のモデルが作成された。

5. 貫のくさびの年代測定

試料は、鳥居の貫の部分押さえて採取された木材である。最終形成年輪は残存しておらず、部位不明であった。また、剃刀を用いて切片を採取し、光学顕微鏡で観察したところ、樹種はクリーコナラ節であった。

試料は調製後、加速器質量分析計（パレオ・ラボ、コンパクトAMS：NEC製 1.5SDH）を用いて測定した。得られた ^{14}C 濃度について同位体分別効果の補正を行った後、 ^{14}C 年代、暦年代を算出した。

元木の鳥居において貫の部分押さえて採取された木材（PLD-35521）は、 2σ 暦年代範囲（確率95.4%）に着目すると、1456-1524 cal AD（52.2%）および1558-1632 cal AD（43.2%）であった。これは15世紀中頃～17世紀前半で、室町時代～江戸時代前期に相当する。

木材は最終形成年輪部分を測定すると枯死もしくは伐採年代が得られるが、内側の年輪を測定すると内側であるほど古い年代が得られる（古木効果）。今回の試料は終形成年輪が残存しておらず、残存している最外年輪のさらに外側にも年輪が存在していたはずである。したがって、木材が実際に枯死もしくは伐採されたのは、測定結果の年代よりもやや新しい時期であったと考えられる。

重要文化財「鳥居」冬季養生の効果検証及び周辺環境調査

石崎武志 ISHIZAKI Takeshi／文化財保存修復研究センター研究員・教授

1. 調査の概要

平成29年12月9日（土）に、石鳥居の簡易養生を行った。養生の様子を写真1に示す。この養生の際に、養生表面および、石材表面の温度を笠木部分上面、額束部分、貫部分、北柱部分で測定した。また、石鳥居周囲の気温、湿度を測定するための気象観測ステーションを設置した。3月24日（土）に装置の撤去を行うまで、約4ヶ月間の観測を行った。



写真1. 石鳥居の冬季養生の様子

また、石鳥居の積雪状態を観測するためのタイムラプスカメラを設置した（写真2）。



写真2. タイムラプスカメラの様子

2. 観測結果

1) 石鳥居周辺の温度

測定された気温変化を図1に示す。12月、1月、2月、3月と気温が零下になる日が続いているのが分かる。また、気温の最低は2018年1月12日6:30に -10.2°C であった。

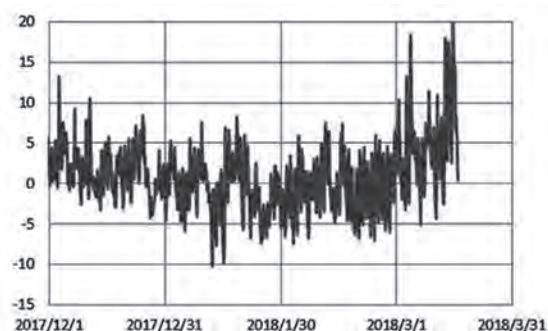


図1. 石鳥居近くの気温変化（最低気温 -10°C 程度になっている）

図2には、養生内部の石材表面に設置した、温度センサーによる石材表面の温度を示す。12月から3月までの測定期間中、最低温度は -1°C 程度であり、数日 0°C 以下の日は見られるが、ほとんどの期間石材表面温度は、 0°C 以上であり、石材の凍結劣化リスクがないことが分かった。この様な、簡易な冬季養生でも、冬期間の、石材の凍結劣化を防止する上で十分な機能を果たしている。

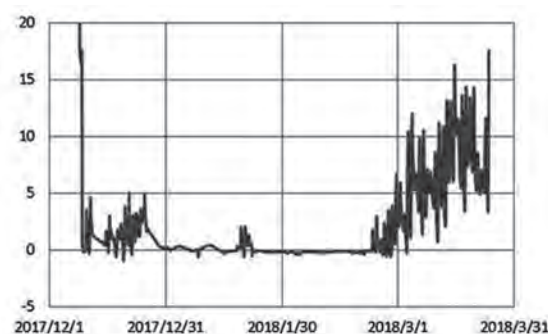


図2. 養生内部の石材表面温度（ほとんど 0°C 以下には下がっておらず、養生が有効に働いている様子が分かる）

図3には、額束部分の石材表面の温度変化を示す。気温変化と同様に大きく変動し、 -7°C 程度を示している日もある。

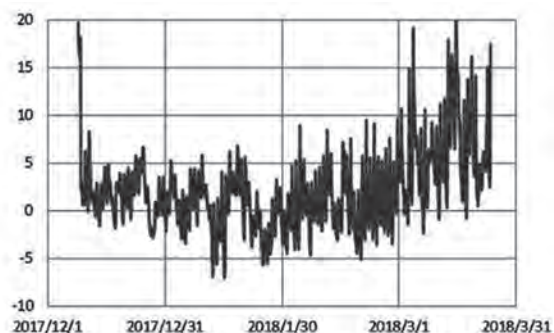


図3. 額束部分の石材表面温度（ほとんど外気の温度変化と同様に変化している。最低温度は、 -7°C である。）

図4には貫部分の石材表面温度を示している。養生は薄いシートとむしろなので、養生が有効に働かず、ほぼ気温と同様な温度変化を示している。

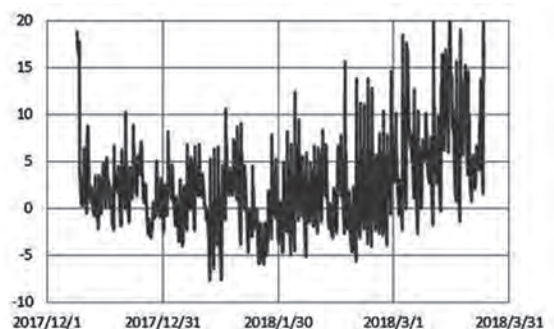


図4. 貫部分の養生内部の石材表面温度（養生部分は、養生は薄いシートとむしろなので、ほとんど外気の温度変化と同様に変化している。）

図5には、北柱部分の養生内部の石材表面温度を示している。気温変化と同様に大きく変動し、 -7°C 程度を示している日もある。日中温度が、気温より高くなっている部分は、朝方太陽の日射を受けている影響である。養生シートの構造としては笠部分と同様にしたもの、養生の効果がほとんど見られない結果となっている。

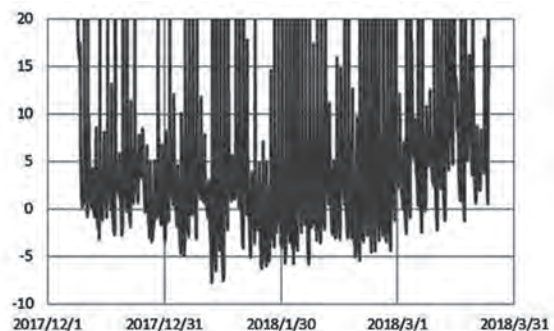


図5. 北柱部分の養生内部の石材表面温度（養最低温度は、 -8°C である。）

図6には、北柱部分の養生シートの表面温度を示している。気温変化と同様に大きく変動し、 -7°C 程度を示している日もある。

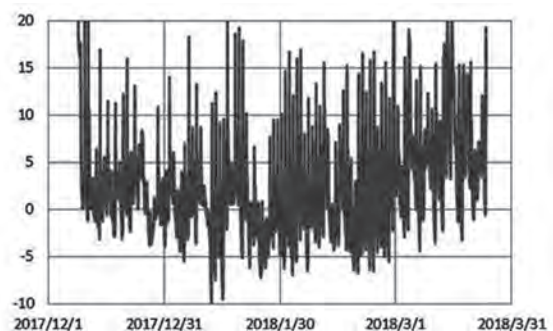


図6. 北柱部分の養生シートの表面温度（ほとんど外気の温度変化と同様に変化している。最低温度は、 -10°C である。）

まとめ

平成29年12月9日（土）に、石鳥居の簡易養生を行った。養生の様子を写真1に示す。この養生の際に、養生表面および、石材表面の温度を笠木部分上面、額束部分、北柱部分で測定した。また、石鳥居周囲の気温、湿度を測定するためのデータロガーを設置した。3月24日（土）に装置の撤去を行うまで、約4ヶ月間の観測を行った。これらの観測結果から、笠木部分のように、シート、わらすさ、シートの様に三層構造として養生した部分の断熱効果は見られ、石材表面の温度低下をうまく押さえているように思われる。しかし、額束部分や北柱部分の養生に関しては、養生の構造としては、笠部分と同様にしたにもかかわらず、断熱効果があまり見られなかった。これらの観測結果から、笠部分では、ほとんど 0°C 以下にならないのは、気温の低いときに、笠の上に積雪があり断熱材として有効に働いたためと考えられる。一方、断熱シートの構造としては、北柱部分でも同様であるが、ここには積雪がないため、温度が低下するものと考えられる。

ただし、シートがあることにより、石材内の水分量は上昇しないため、凍結融解による石材の劣化防止としては、効果が十分にあると考えられる。

三内丸山遺跡大型竪穴建物跡保存処理

石崎武志 ISHIZAKI, Takeshi／文化財保存修復研究センター研究員・教授

1. 現場の状況

平成29年10月13日の、三内丸山遺跡「大型竪穴建物跡」の全景を写真1に示す。これは、大型竪穴建物跡の上面に土の保護層を置き、その上に遺構面の状況をベースをウレタン樹脂で作成し、その表面にFRP（繊維強化プラスチック）で形を作り、その上に擬土（変性のエポキシ系合成樹脂に土壌を混ぜた、土に似せた土）を置き復元した物である。この復元が行われてから、ほぼ20年が経過しているが、10年前に修理が行われている。現状では、表面の擬土部分が所々、劣化して剥離している状況が見られる。



図1. 大型竪穴建物跡の全景写真

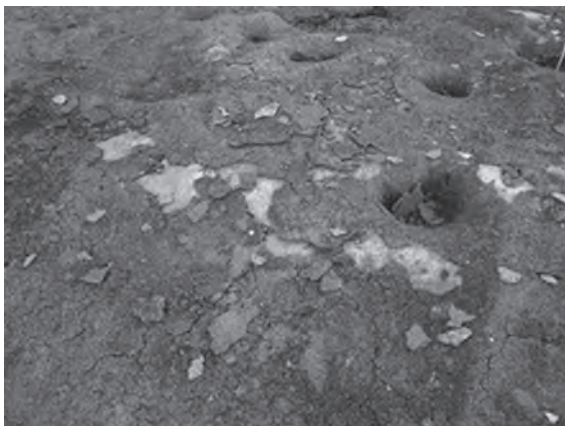


図2. 大型竪穴建物跡表面の擬土の剥離状況

2. 大型竪穴建物跡表面の擬土の除去

現況の破損している擬土を除去する。この状態ではレプリカの支持体となるFRPベースが露出することになる。表層の擬土の除去は、金属製のヘラなどを用い、FRP面に損傷を与えないように注意して行った。



図3. 現況の破損している擬土を除去する



図4. 擬土を除去し、FRPを露出させた

3. FRP ベースを補強するためのエポキシ系合成樹脂の準備と塗布

屋外露出レプリカのベースとなっているウレタンフォームを保護している FRPを補強するため、エポキシ系合成樹脂によるコーティングを行う。そのために、エポキシ系合成剤の主剤と硬化剤を混合し、十分にかき混ぜ、コーティングのための合成樹脂を準備した。ここでは、主剤（LY554）300 g、硬化剤（HY837）100 g を混合し、400 g

の合成樹脂を作成し、混合するという作業を繰り返した。作業にはヘラや箸などを用い、十分に混合を行った。

作成したエポキシ系合成樹脂を刷毛やスポンジ等を用いて、FRP表面に、隙間が無いように気をつけて塗布を行った。



図5. エポキシ樹脂主剤と硬化剤を計量して混合する



図6. エポキシ系合成樹脂をFRP表面に塗布する

4. 擬土用の土の作成

遺跡周辺の土地をふるいにかけて粒度を整えて準備し、珪砂8号を混ぜて擬土用の土を作成した。写真8には、遺構土周辺の土と珪砂8号が、一定の割合に混合されるように、重さを計測している状況を示している。また、混合が十分に行われるよう、スコップや鍬等を用いて注意深く拡販を繰り返し行った（図7、図8）。



図7. 遺跡周辺の土と珪砂8号の重さを計量している



図8. 遺跡周辺の土と珪砂8号を混合している様子

5. 擬土作成のための合成樹脂の作成

擬土作成のための合成樹脂は、サイトFX（SP）を用いた。作成は、サイト主剤2kgに、サイト硬化剤1kgをペール缶に投入し、3kgを混合する。混合の状況を写真11に示す。さらに、水5kgを、ミキサーにより混合して計8kgのエマルジョンを作成した。この作業によって、吸放湿性の素材を作るので重要な工程となる。この混合の様子を図10に示す。その後、つなぎ材24g（0.3%相当）を添加・混合し合成樹脂を作成した。この際にも、サイト主剤とサイト硬化剤が十分に混合されるように、注意をして作業を行った。



図9. サイトFX主剤と硬化剤を混合している状況



図10. 水を入れミキサーで混合しエマルジョンを作成

6. 擬土の作成

5. で作成した8kgのエマルジョンを2つのペール缶に分け、4. で作成した擬土用の土を加え、電動ミキサーで混合するという作業を繰り返すことにより、混合土と合成樹脂の十分な混合が行われるように注意しながら作業を行った。



図11. エマルジョンに土を入れている状況



図12. エマルジョンと土をミキサーで混合している状況

7. 擬土をエポキシ樹脂で強化したFRP表面に塗布する

作成した擬土を、樹脂で強化したFRP表面に、ヘラで押さえつけるようにして貼り付け、大型竪穴建物の復元地表面を作成する。ここでは、なるべく擬土の厚さが均等になるように細心の注意を払い、擬土を伸ばしながら塗布した（図13）。この作業の後、柱穴部分に、水が地下に浸透する上で障害となるものがないかを確認し、適度のレベルになるように土を投入した。最後に、全体の調整を行い、復元作業が完了した（図14）。



図13. 擬土をFRP表面に塗布している状況



図14. 大型竪穴建物跡の半分の復元地表面を作成した

毛越寺庭園遣水の景石周辺環境に関する調査

石崎武志 ISHIZAKI, Takeshi／文化財保存修復研究センター研究員・教授

1. 調査の概要

平成27年11月3日（火）に、毛越寺庭園遣水の景石周囲の気温、湿度を測定するためのデータロガーを設置したので、平成29年度も継続してデータを取得した。データロガーの設置状況の写真を図1に示す。現在も継続して計測を行っている。また、景石の表面および、地表面を、遣水下流部分（図2）、遣水上流部分（図3）で測定した。測定間隔は30分である。なお、本年も12月6日より、タイムラプスカメラを設置し（図1）、1日に一回、遣水上流部分の積雪状況を観察した。



図1. 温湿度測定装置およびタイムラプスカメラの設置状況



図2. 遣水下流部分の景石表面および地表面温度測定



図3. 遣水上流部分の景石表面および地表面温度測定

2. 観測結果

2-1. 気温測定結果

2017年11月1日から2018年2月27日の測定期間での日平均気温の測定結果を図4に示す。赤線は、現地での測定結果、青線は、一関の気象庁のアメダス地点の測定結果である。一関のアメダス地点は、現地よりほぼ7kmの距離にある。現地の測定結果とアメダス地点の測定結果とはほぼ対応している。

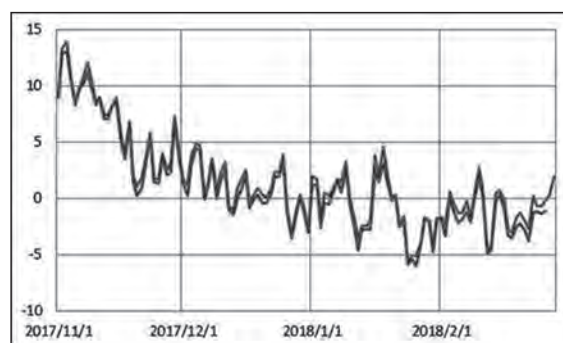


図4. 日平均気温の測定結果（2017年11月1日から2018年2月27日）

また、図5には、30分ごとの気温データを示している。測定結果から、最低気温は、1月27日（土）早朝4：00に記録された -11.2°C である。

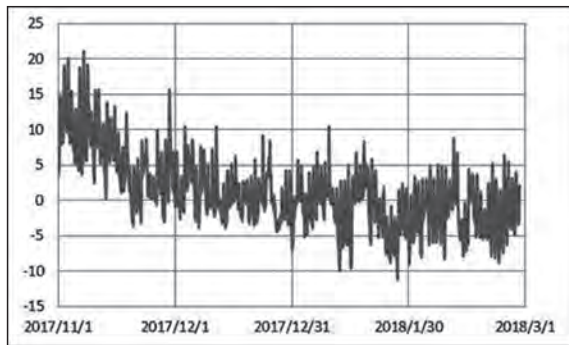


図5. 気温の測定結果（2017年11月1日から2018年2月27日）

2-2. 積雪量測定結果

2017年11月1日から2018年2月28日の測定期間での一関の気象庁のアメダス地点の積雪測定結果を図6に示す。この間の降雪量の冬期間の積算値は、118cmであり、昨年の冬期間の積算値105cmを既に越えている状況である。

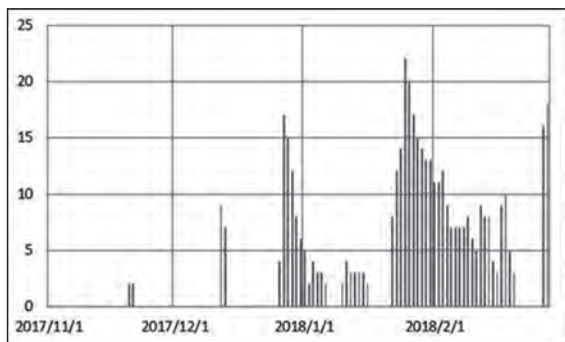


図6. 積雪深の測定結果（2017年11月1日から2018年2月28日）

2-3. 遣水下流部分での景石の表面および、地表面温度測定結果

2017年11月1日から2018年2月27日の測定期間での景石の表面温度の測定結果を図7に示す。測定結果から、最低温度は、1月15日（月）早朝6：30に記録された -7.8°C である。

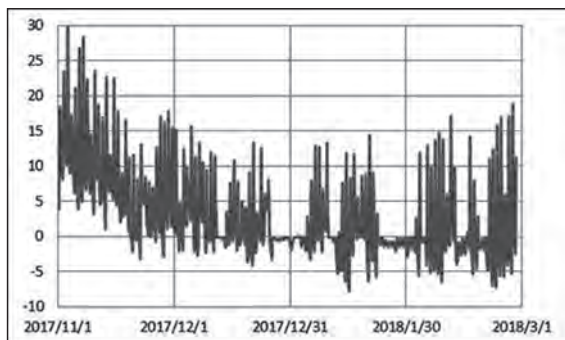


図7. 景石の表面温度の測定結果（2017年11月1日から2018年2月27日）

また、地表面温度の測定結果を図8に示す。12月から1月にかけて、および1月から2月にかけて温度変化が見られないのは、積雪により覆われたためである。

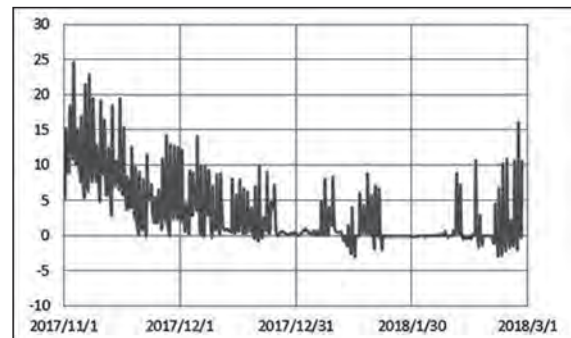


図8. 地表面温度の測定結果（2017年11月1日から2018年2月27日）

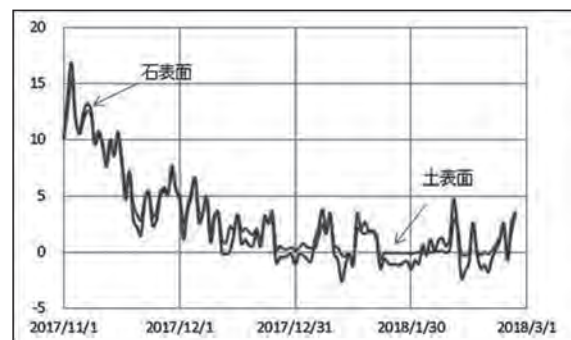


図9. 景石の表面温度および地表面温度の日平均温度の測定結果（2017年11月1日から2018年2月27日）

2-4. 遣水上流部分での景石の表面および、地表面温度測定結果

2017年11月1日から2018年2月27日の測定期間での景石の表面温度の測定結果を図10、地表面温度の測定結果を図11に示す。また、日平均温度を、図12に示す。景石表面での最低温度は、 -4°C 程度になっているので、遣水上流部分の方が、遣水下流部分より若干高くなっていると考えられる。これは、上流部の背後に、木があり、放射冷却しにくい状況になっているためと考えられる。

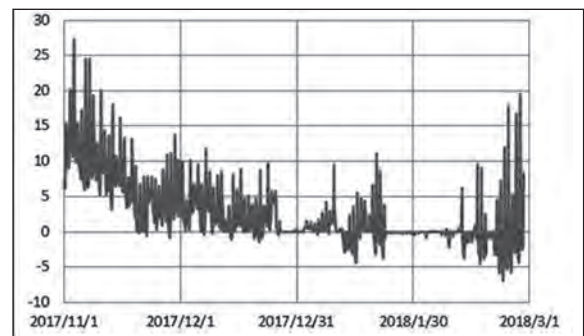


図10. 景石の表面温度の測定結果（2017年11月1日から2018年2月27日）

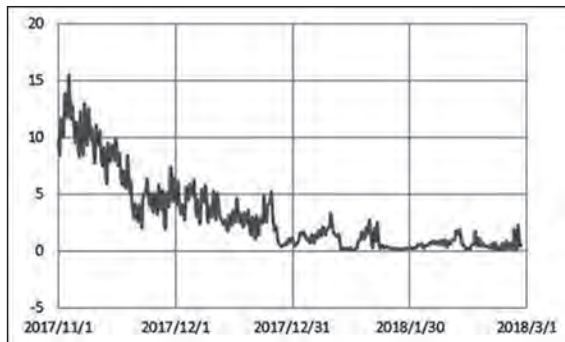


図11. 地表面温度の測定結果（2017年11月1日から2018年2月27日）

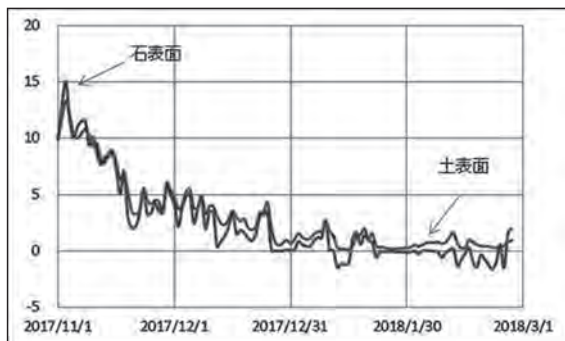


図12. 景石の表面温度および地表面温度の日平均温度の測定結果（2017年11月1日から2018年2月27日）

3. タイムラプスカメラによる画像

12月6日にタイムラプスカメラの撮影を開始した。12月15日～19日までの様子を図13～図17までに示す。遣水上流部での積雪の様子がよく分かる。



図13. 遣水上流部の様子（12月11日）



図14. 遣水上流部の様子（12月12日）



図15. 遣水上流部の様子（12月13日）



図16. 遣水上流部の様子（12月14日）



図17. 遣水上流部の様子（1月25日）

なお、タイムラプスカメラの画像から、積雪の状況が分かったのは、12月12日～15日までの4日間および、12月26日～2月27日までの64日間、合計68日であった。この結果は、一関の気象庁のアメダス地点の降雪観測状況と対応している。なお、アメダス地点で積雪ゼロの記録の日でも、積雪が見られるのは、周囲の木の影響であると考えられる。

4. まとめ

昨年度の観測データと同様に、景石表面温度の30分間隔の観測データとしては、最低温度に関して、下流側の景石で -8°C 程度になっており、上流側の景石で、 -4°C 程度になっているため、冬季に凍結・融解の繰り返しにより、劣化するリスクが高いことが分かった。また、下流側の景石表

面の温度が、夜間に上流側より下がっているのは、下流側では、周囲に遮るものがないため、夜間の放射冷却の度合いが大きいと考えられる。なお、昨年度より景石表面の最低温度は低くなっており、かつ積雪量も多いという結果となった。

史跡羽州街道榎下宿金山越文化財分布調査

北野博司

はじめに－調査の経緯

上山市の南東部に位置する「史跡羽州街道榎下宿金山越」は平成9年に国史跡に指定された。このうち金山エリアの旧羽州街道が、平成26年7月9日～10日にかけての集中豪雨、金山川の氾濫・浸食によって法面の崩壊等が発生し、23か所で損傷した。上山市教育委員会では文化庁、県教育委員会と協議するとともに、「史跡羽州街道榎下宿金山越調査委員会」を組織し、平成26～27年度の2か年にわたって災害復旧事業に取り組んだ。

本史跡は国指定後の県による総合計画（整備活用計画）はあったものの、策定後約20年を経過していることや、史跡の保護に関する総括的な事項を定めた「保存活用計画」がないことから、上山市は平成29～30年度に「史跡羽州街道榎下宿金山越保存活用計画」を策定することとし、その調査の一部を東北芸術工科大学に依頼した。

本調査では榎下集落に残る文化財を総合的に把握する視点から取り組み、宅地遺構、古建築、石造アーチ橋（硯橋）、古文書、信仰に関わる石造物などを対象とした。あわせて戸別の聞き書きと古写真の収集を行った。

古建築の調査は山畑信博（建築・環境デザイン学科教授）、古文書は竹原万雄（歴史遺産学科准教授）が、その他を北野が担当した。本文は平成29年度の調査成果をまとめた実績報告書を一部抜粋したものである。

第1章 榎下集落の位置と環境

1. 集落の概況

上山市榎下は山形盆地の南端に位置する戸数91、人口約320人の小集落である。江戸時代に羽州街道の宿駅がおかれた町として知られ、今も町並みの随所に往時の面影を残している。集落は須川とその支流である金山川の河岸段丘上に立地し、標高255～280mをはかる。江戸時代の初め～中ごろは須川右岸の「元屋敷」や「流町」にも集落があったが、街道の振替えや度重なる洪水により金山川左岸に移転し、最終的には宝暦7年（1757）の大洪水後、現在の姿となった。街道を南に進むと榎下の枝郷であった赤山と金山の集落がある。



図1 榎下の位置

榎下は中心部の街路がコの字状に折れており、道に沿って上町、横町、下町（本町）、新町と4地区に区分される。戦国期は両河川の合流点に向けて南東側から延びる段丘の先端（台の上）に榎下城があったといわれ、その西麓に本陣や脇本陣のあった下町が形成された。集落の西から金山川に合流する大水沢川は深く河道を侵食し、その出口に崖錐堆積物による扇形の地形を形成する。現在、砂防指定地となり堰堤が設けられているが、かつてはここに家屋はなく、街道はこの危険なエリアを避ける形でコの字状に設定された格好である。

羽州街道は奥州街道の桑折宿（福島県桑折町）から分かれる脇往還である。津軽藩や秋田藩など奥羽13藩の大名が参勤に利用したほか、湯殿山参りの行者や商人たちでにぎわった。山形城下から松原宿・黒沢宿（間宿）、上山城下（上山宿）を通り、三本松の追分を南下して榎下宿に至る。ここから国境の難所である金山宿（間宿）・金山峠を越え、宮城県の七ヶ宿に入った。三本松の追分から西は米沢街道に通じ、赤山から柏木峠を越えれば高島町二井宿に至る。

榎下宿の町並みと金山峠の道は近世における羽州街道の様相をよく示す地区として、平成9年（1997年9月11日）に国の史跡に指定された。榎下宿地域では曲尺折れの道路形態がよく残る中心部の街路とそこに架かる二つの石橋（明治初期の築造）、本陣、脇本陣等、宿場機能の中核を担っ

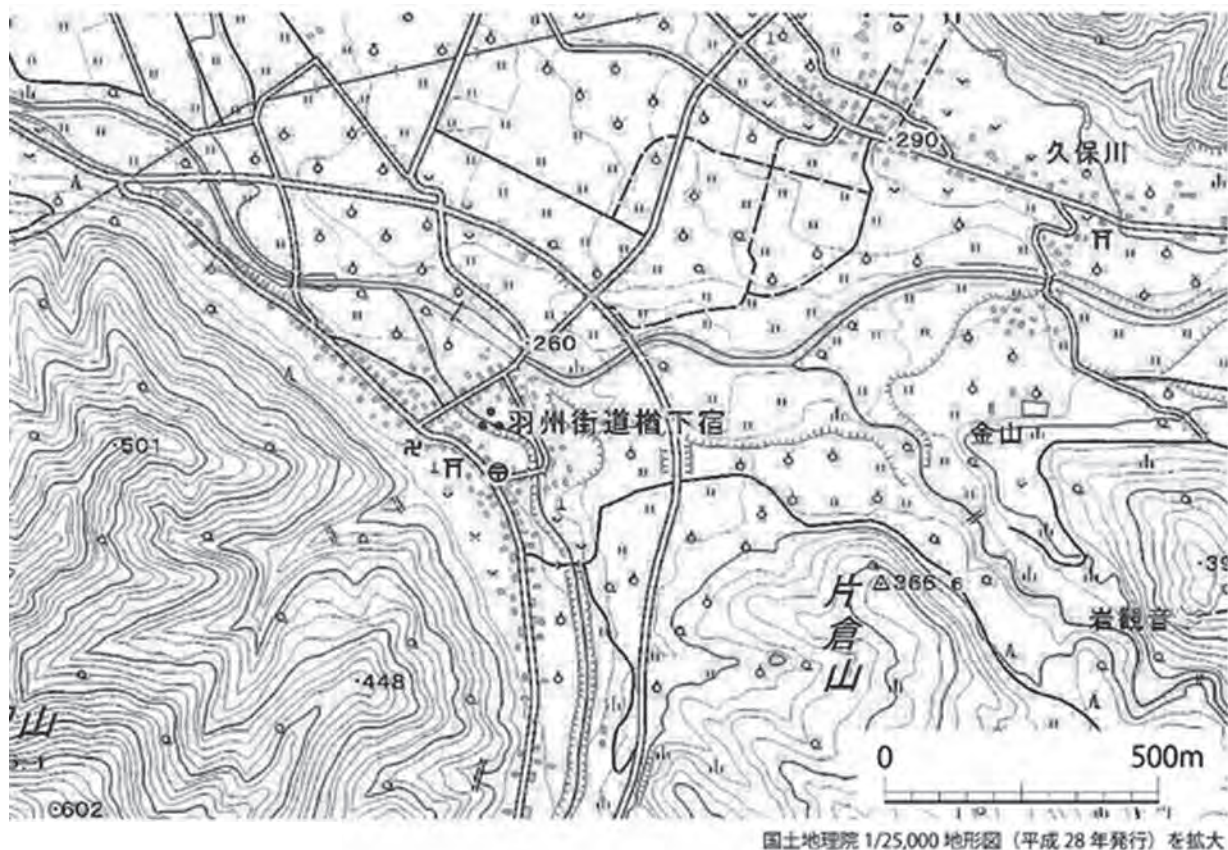


図2 下宿の地形図

た役宅跡が含まれる。

2. 下宿の景観とその変遷

ここでは主に、江戸、明治の絵図や国土地理院の地形図、空中写真、『数字で見えるかみのやま』の統計資料から集落の景観の変遷とその背景を検討した（以下略）。

第2章 建造物等の調査

今年度はTY家、EA家の家屋等の実測調査を行い平面図・立面図、敷地図を作成した。また、歴史的な下宿の町割（敷地境界）の変化を確認することを目的に集落の町割調査を行った。

下宿の町並みには土蔵が多く残っている。現在31棟を確認した。今年度はリストを作成し、うち21棟について外観調査を行った。江戸期に遡るものは4棟程度で、明治～大正期に建てられたとみられるものがほとんどである。

下宿の土蔵はほとんどが蔵座敷として利用された。2階建てで二室に仕切られており寝室として利用されることが多かった。

土蔵は整地した基壇の上に基礎石をおいて建設

される。基壇の列石は玉石（円礫）1段積みが一般的で、土蔵の基礎は、玉石1段＋棒状の切石1段というパターンが多い。ほかには切石1段、切石2段という事例があった。

古い土蔵は災害の歴史が刻まれる。本陣SH家の蔵は荒壁で外壁に火熱痕が認められる。記録では安永7年に火災のあったことが確認できる。

第3章 宅地遺構の分布調査

1. 調査の方法

ここでは宅地の中に存在する様々な工作物のうち、敷地境界や母屋、蔵などの基壇・基礎の石列、礎石、井戸跡など、主に石材を利用した工作物を悉皆的に記録し、歴史的な価値を持つ遺構の分布を把握することを目的とした。29年度は50軒分の調査が終了した。

近世から近代にかけての宿場集落の景観を伝える上で重要と考えられる遺構をいくつか抽出することができた。

①宅地の基礎地形に伴う土留め石列

かつては母屋や土蔵を立てる際、基礎地形を行い、土留め石列を巡らせた。周囲に大型の玉石を



図3 宅地遺構の調査（平成29年度）

「面」を外に向けて列状に並べる。茅葺き古民家の数は減ったが、かつての建築の面影を今に伝える貴重な遺構と考える。楯下では昭和40～50年頃の近代建築への建て替えの際にも、大規模な整地を行わず、旧来の建築を踏襲して母屋（たて屋・よこ屋）を配している例が多い。そのことがこの石列を今日まで伝えてきた要因であろう。

下町の本陣や脇本陣滝沢屋では大型石材が使われており、後者では一部、面にノミ加工の痕跡が見られるなど、手の込んだつくりとなっている。

②石垣

楯下は河岸段丘面を利用して町割りされており、段丘崖や丘陵裾に石垣を設ける場所が多い。特に金山川沿いから見上げる上町・横町・新町側方向

の景観においては、石垣が重要な景観形成要素となっている。

石垣は使用石材と積み方によって何タイプかに分類できる。使用石材は安山岩等の円礫（川石）を主体とするもの、流紋岩・凝灰岩質の角礫（山石）を主体とするものがある。前者は大型の円礫を主体とするもの、小型長楕円形の円礫を主体とするものに細分できる。前者は布積み傾向、後者や谷積み傾向があり、ある程度年代差を反映しているように思われる。このほか、凝灰岩の間知石で積まれた石垣もある。詳細な分析は今後の課題であるが、近世にさかのぼるものとみてよいものに、旧庄屋SH家背面北側の石垣がある。大型の円礫（自然石）を布積みとし、間詰めを打ち込ん

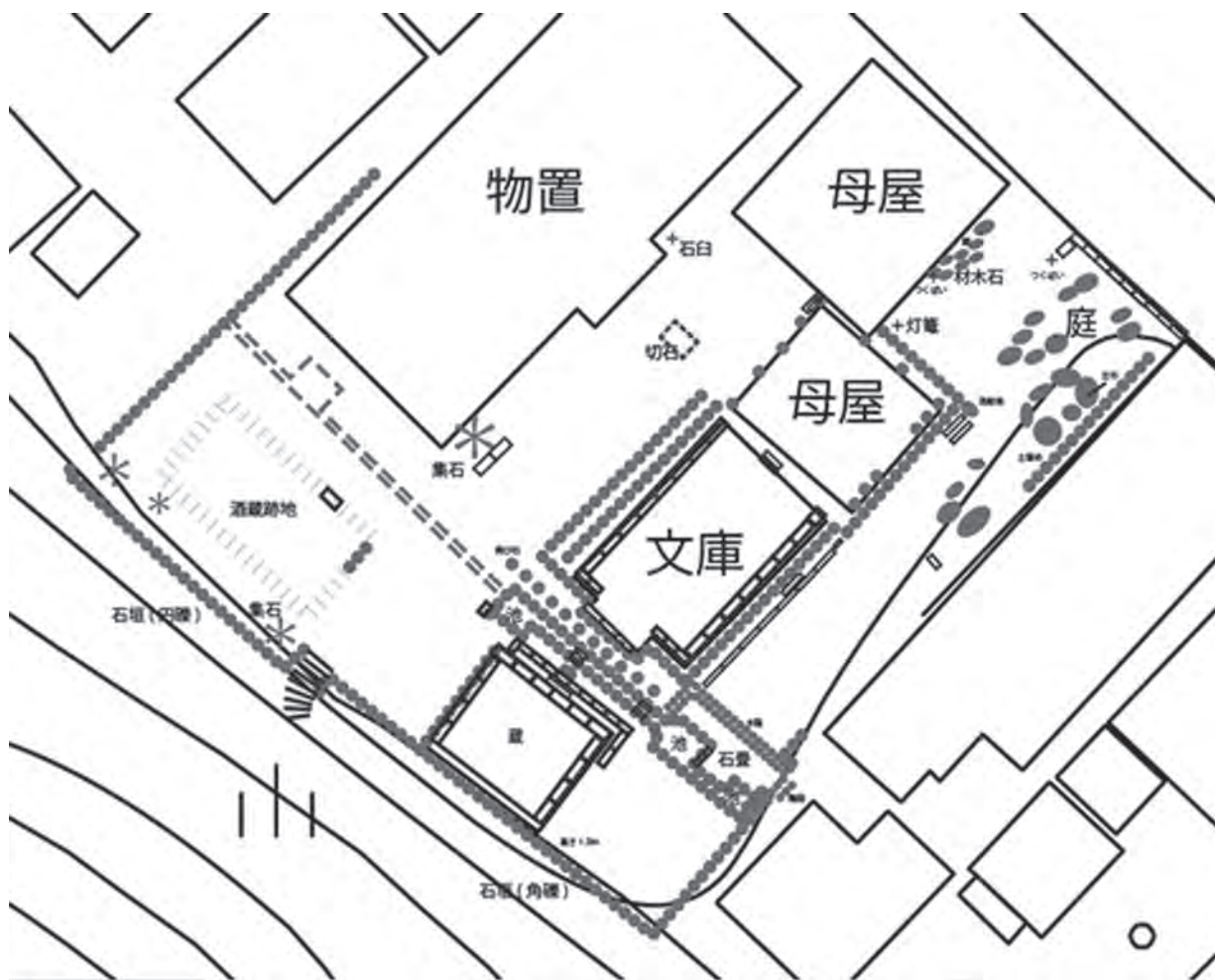


図4 旧庄屋SH家の石材利用

だ意匠は近世期の技術として貴重である。

流紋岩質の角礫を主体とする山田屋の高石垣は大正年間のもの（丹野文右衛門著『羽州街道橋下宿駅の歩み』で、凝灰岩を切り合わせて積んだ浄休寺の石垣は昭和期（戦前）のものである（『同上』）。間知石積みの多くは戦後のものであろう。

③水路と水溜め・池

水路は宅地の前面を流れ、a、街道の側溝として機能したものと、b、宅地の裏庭を横断するものの2種がある。

aはかつて石組水路であったが、現況道路の数次のかさ上げに伴い、ほとんどがコンクリート側溝となっている。新町SK家では旧側溝の列石が今も健在である。古写真や証言から知られる水路に付属する水溜め（洗い場）は、道路整備に伴い破壊されたか、埋め殺されたかで顕在化していない。新町の街道沿い（OS家付近）、EA家、TK家にもあった。下町では横町との接点にあり、編み物に使う「もあだの木（シナノキ）」の皮を浸し

ていたという。

bでは、上町の山側、SH家の裏庭や、下町のAR家・TS家の裏庭、横町のAHから金山川にかけての水路があげられる。これらは水源から供給される水を、複数の宅地を横断してリレー式につなぐもので、宅地内に設置した洗い場や池などで貯水機能を持たせている。この貯水施設は、野菜等の洗い物のほか、鯉の養魚（下町）、融雪などにも利用していた。

④井戸跡

かつてはほとんどの家にあったが、今は埋没しており顕在化していない。上町SH家（旧庄屋）、横町SM家（旧問屋）のような役宅では石組井戸（川原石積み・切石積み）が設けられており、近代に入ると一般住宅でも打ち込み式の井戸が普及した。現在もホームポンプを置いて井戸水を利用（「飲む水」ではなく、「使う水」）する家は少なくない。



図5 新町の町並み（宿頭から）



図6 新町の町並み（宿尻から）

第4章 石造物の調査

1. 石橋

橋下には金山川にかかる新橋・硯橋という石造アーチ橋があり、ともに昭和51年に市有形文化財に指定されている。橋下宿が宿駅として機能した江戸期には木造橋であり、明治期に石製にかけ替えられた。その後、橋本体については修理の記録がなく、現在も車両が通行する現役の石橋（重量制限4t）である。輪石の上部にほとんど土被りはないが、河床部、河岸部に安定した岩盤をもち構造体としては安定している。橋の袂には両岸に袖石垣を設置し、基部の安定と水勢からその浸食を防いでいる。なお、欄干には山石である「滝沢石」が用いられたという（『羽州街道橋下宿駅の歩み』）。現在までに何度か修理され、新材が補填され箇所ではカスガイで連結している。

新橋（新町橋）は明治13年（1880）4月末に着工し、7月末に完成している。架設のきっかけは明治13年に起こった新町橋（川久保橋）の大破である。後述するように明治30年に記念式典が開かれ、新町橋碑が建てられた。全長14.7m、幅員4.4m。アーチの高さ4.4m、川床部で径12mを測る。石材は須川右岸から産出する「大門石」と呼ばれる

溶結凝灰岩である。

建設の経緯は旧庄屋「佐藤家文書」に詳しい。事業は村が県令三島通庸に陳情して始まり、3割の県費補助と住民有志の立替え、橋銭徴取による補填によって賄われた。石工は山形市旅籠町の伊藤権兵衛、片岡孫兵衛らで、須川対岸の大門から石を切り、「石車」で運搬した。片岡らは明治11年の常盤橋（山形市にあった五連式アーチ橋）工事に参加し、三島が招聘した薩摩の技師や石工から技術を学んでいる。架橋にあたっては木材で支保工を組み、輪石を積んでいった。

新橋はアーチ基部の両岸が現代に補修工事が行われ、河床部にもコンクリートが打たれている。また袖石垣の上下流側にも新たに石垣やコンクリート擁壁を設ける護岸工事が行われている。

硯橋（下町橋）は新橋より一回り小さい。全長10.8m、幅員3.5m、アーチの高さ3.8m、川床部径8.4mを測る。明治15年築造と言われるが、今のところ築造年を示す確かな史料は確認されていない。文久3年に「石垣小破に付き普請」の記録があることから木橋時代から橋台のような石造構造物があった可能性がある。

新橋と硯橋はこれまで実測や測量が行われておらず、今回株式会社パスコの協力を得て、三次元レーザー計測を行い、オルソー写真の作成と図化を行った。

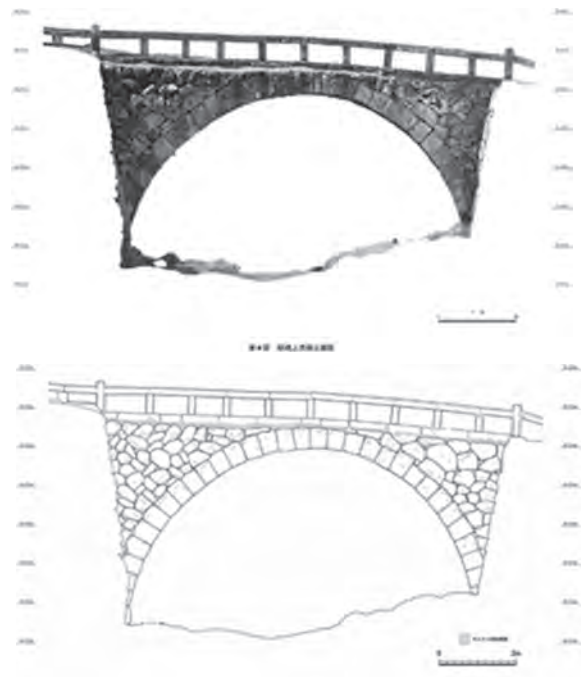


図7 硯橋のオルソー写真と立断面図

2. 石造物－石碑、石祠、石灯籠、石仏、墓標など

石造物調査カードに、No.、名称、法量、所在地、所有者、備考、調査年月日、調査者、造立年（西暦）、銘文、所在地付近略図、写真・図等の12項目を設けて記録した。29年度は101基を調査した（以下略）。

最も古いのは板碑で、永正五年（1508）、天文十八年（1549）の銘がある。ほかに榑下下原の文明五年（1474）の板碑がある。これらはいずれも街道（旧街道）に面し、マウンドの上に建てられている。

江戸期では天和2年（1682）が最も古い。榑下駿河守「関貞光」の墓標である。板碑は古い墓標には材木石（小笹の小豆森から産出する流紋岩質凝灰岩の柱状節理石材）が使われている。

墓標は江戸期では安山岩の自然石（玉石）が一般的で明治後期まで使われた。切石角柱型は19世紀には出現し、明治期に自然石型と交代していく。

第5章 古文書・関札の調査

1. 佐藤家文書の整理

3箱のダンボールに収納されていた古文書とかつて県史編さん室が作成した目録を照合。目録番号を付した中性紙封筒に入れ替え、ダンボールに再収納した。

その際、念のため、2017年8月現在での3箱のダンボールに入っていた現状を撮影し、番号を付した。また、複数の文書をまとめるために使用していたもののうち、ビニール紐・茶封筒・ゴムなど保存に悪影響を与えるものは現状を撮影した上で除去した。但し、茶封筒をはじめ文字が記載されているものなどは、念のため「付属資料」として保存し、「付属品」と書いた付箋を貼ったダンボールに収納した。

照合を終えた古文書を、保存に悪影響を与えるゴム・セロテープ・付箋などを除去しながら1点ずつ撮影した。その際、除去する前に現状を撮影した。

県史編さん室が作成した目録をエクセルに入力し、現状の番号などの情報を追加した「上山市榑下佐藤家文書目録」を作成した。

県史編さん室が作成した目録を参考に項目ごとの点数を確認し、「佐藤家文書」の特徴を分析した。作業の結果、古文書5箱、「付属品」1箱、あわせて6箱のダンボールに整理された。目録に掲載されていない古文書が36点みつかったため、「目

録外」として5箱目のダンボールに収納。その内容に関しては、「上山市榑下佐藤家文書目録」に反映させた。

表1 佐藤家文書の分類別数量

分類	項目	数量	分類	項目	数量
支配	法令	19	農林	林産物	0
	御用留	11	水産	漁業	0
	その他	2		その他	20
村政	村の行政	8	水利	治水	41
	議定	2	土木	水論	0
	村法	0	工業	土木	39
	村役人	13		建築	0
	村明細	17		紡織工業	0
	陰図	61		鉱山業	0
	村形出入	2	商業	商業一般	6
	村入用	11	金融	金子借用	503
	その他	30		質地証文	1
	宗門人別帳	0		その他	18
戸口	五人組帳	0	林野	御林	0
	その他	0		百姓株	0
				株場	0
土地	検地帳・土地所有	230		その他	0
	名寄帳	0	交通	陸上運輸	36
	その他	0		河川運輸	0
年貢・租税	年貢割付	23		海上運輸	0
	皆済	307		寺社書上	0
	その他	1	寺社	寺社領	0
凶災・救恤	災害	1		その他	0
	飢饉	0			71
	貯穀	0	私文書	日記	3
	夫食	5		家計	7
農林・水産	農作物	6		その他	154
	耕作	2	計		1660
	畜産・養蚕	10			

県史編さん室が作成した目録を数えると「佐藤家文書」の総数は1,660点であった。さらに分類項目ごとに点数を確認したものが【表1】である。

商業・金融の「金子借用」関係の文書が503点と突出して多く、そのうち宝暦年間のものが多くを占めていた。次が年貢・租税の「皆済」が307点で、明治10年代の「諸税金上納証」が最も多く見られた。続く土地の「検地帳・土地所有」は230点で、明暦元（1655）年～明治20年代までのものがあり、土地の譲渡関係の文書が多く残されていた。総じて、佐藤家の経営に関する文書が多くを占めているといえよう。

2. 関札

関札とは江戸時代、参勤交代で大名が宿場に来た際に宿場の入口と本陣に掲げられたものである。宿札とも呼ばれる。関札は木製または紙製で大大

名は宿駅の出入口と本陣の門前の3ヵ所、小大名は宿駅の片側の入口と本陣前の2ヵ所に立てた。木製の宿札は用材として杉・檜・松などが多用された。関札は大名側で制作し、休泊の数日前までに関札役人が持参して渡していた。使い回しはしない。『草津宿本陣田中家歴史資料調査報告書1』)。

名前の下には休泊の種類が書かれ、檣下関係の関札で多いのは「休」「寓」、ほかに「宿」「泊」の4種類がある。「休」はお昼休憩(「寓」は小休憩か)、「宿」は行列が米や味噌を持ちこみ、料理は行列が連れてきた料理人が行う。行列が自身で賄いをする場合をいい、「泊」は本陣が賄いをする宿泊をさす。この点からも大名行列の檣下宿の利用形態が推察される。

大名のほかに「(榊原)左兵衛様御泊」「岡田右近様御泊」があり、幕府巡検使の宿泊が行われたこと、その場合は尊称の「様」や「御」を使ったことが読み取れる。

今回の調査で確認した関札は計25枚で、そのうち本陣SH家に22枚(うち3枚は脇本陣滝沢屋に展示)、旧庄屋SH家に一枚(佐はもう一点「岡田右近様」の札があり、現在上山市郷土資料館に所蔵されている)。



図8 関札の調査風景

本陣SH家にはこのほか「十一月十五日宮崎寛三郎様御寓」の札があった(齋藤光氏撮影の写真)。現在は所在不明である。

檣下の関札は80cm台のものが多く、最大は91cmの「佐竹右京大夫」の関札だった。裏にホゾのある関札が確認できるものがあった。

大名の参勤は旧暦の夏四月が交代期とされており、檣下に来たのもこの時期が最も多い。次いで多いのが秋七～八月。羽州街道を利用した十三藩のうち九藩の名がみえる。米沢藩上杉氏の名前がみえる理由は定かでない。

第6章 まとめ－史跡の価値と構成要素

檣下は江戸時代の羽州街道の宿場町の様相を良く残す貴重な地域として平成9年(1997)に国史跡に指定された。「檣下宿」エリアで現在の指定されている範囲は図(省略)のとおりである。図にはあわせて史跡として「本来指定すべき範囲(試案)」を破線で示した。史跡の保存活用計画では、この未指定エリアも視野において計画を策定する必要がある。

ここでは、史跡指定後20年が経過していることから、付加すべき要素や史跡の価値について再検討してみたい。

(1)宿場町の様相を現在に伝える街路、地割が良好に残っている。

この街路と町割りは、本陣が置かれた下町(本町)を中核としつつ、江戸初期の街道の付け替え(牧野街道から本庄街道へ)と江戸前期と中期、2度の須川右岸－元屋敷、流町から金山川左岸への集団移転によって完成した。後者は寛文大洪水による上町・横町の町立て、宝暦大洪水後の新町の町立てである。このような計画的なまちづくりによって街道の両側に間口の狭い短冊形に「たてや」を置く町割りが形成されていった。その中にあっても庄屋や本陣、問屋などの役宅は間口の広い敷地に「よこや」を置くなど、宿駅機能や階層による使い分けを見ることができる。

この街道と宅地の地割は人間の骨と肉に例えられるもので、「宅地割り変遷図」が示すように、集落では居住者の転出があっても、隣家が土地を買収するなど、地割を大きく変えずにその骨格を維持してきた。

(2)宅地境界や斜面に築かれた石垣、建物基壇の列石、側溝の縁石、石造アーチ橋など、檣下らしい景観を構成する石積み、石組み遺構が顕在化し

ている。

集落は大水沢山の山麓で二つの河川に挟まれ河岸段丘上に立地している。このような自然地形が生み出す豊富な石材資源（河川の円礫、丘陵から産する角礫、材木石、切石など）を、高低差のある地形や洪水から建物を守る基壇の造成に用いており、江戸期から近代にいたる様々な石積み、石組み遺構が現在もその機能を保ちながら露出している。

(3)宿場町の系譜をひく街路と地割に江戸期から明治・大正期にかけて作られた古民家が約10棟、土蔵が20棟余り残っており、歴史的な風情を感じる土地利用と町並みが形成されている。

江戸時代の旅籠の多くは「たてや（前庭型、通り庭型、）」を街路に面して配置しており、現在もその姿がよく残る。車社会化により、道路と母屋の間に広く前庭、駐車場を置く家が増えるなか、檐下では伝統的な建物配置を継承してきた。家の建て替えに際して、「たてや」は「たてや」に、「よこや」は「よこや」に、旧状を継承してきた結果であろう。母屋の裏庭に小屋や畑を置く土地利用も健在である。

(4)宿場町の近世・近代の歴史を伝える「佐藤家文書（旧庄屋）」、「斎藤家文書（旧本陣）」、「鈴木家文書（旧問屋）」など、往時の情報を具体的に知ることができる古文書・絵図、関札、石造物、

その他の有形文化財、祭礼、信仰等の民俗文化財が豊富に存在しており、史跡の歴史的価値を高めている。

以上に挙げた価値のうち、(1)は宿場町檐下宿の本質的価値と言えるもので、史跡指定理由にもうたわれている内容である。(2)は檐下の集落景観を特徴付ける多様な石積み・石組み遺構の価値であり、今回新たに加えた要素である。(3)は街路・地割と建造物を合わせた「歴史的町並み」の価値である。(4)は史跡の価値を高める要素といえる。

史跡檐下宿を文化財として保存、活用していくためにはこれらの構成要素をできる限り保全しつつ、住民の近代的で快適な生活と調和を図っていく必要がある。次年度、上山市が策定する保存活用計画において、価値の項目に基づいた構成要素の洗い出しと、現状変更の取扱い基準を定めていかなければならない。

檐下には史跡の保存活用に関わる団体として地区会、檐下宿保存会、羽州街道「檐下宿」研究会がある。これまでも住民と行政が手を携えてまちづくりを進めてきた檐下ではあるが、住民が誇りを持ち、来訪者がさらなる魅力を感じる、史跡を核とした歴史まちづくり実現のためには、なお一層の連携と合意形成への努力が求められるであろう。



図10 昭和30年代の上町の町並み（宿尻から）

文化財保存修復研究事業



I 平成29年度「寒冷地域における文化財の保存修復に関する研究」

●活動報告

石崎武志 ISHIZAKI, Takeshi／文化財保存修復研究センター研究員・教授

平成29年度「寒冷地域における文化財の保存修復に関する研究」の活動として、平成29年11月18日（土）に公開講演会「石造文化財の保存と修復」を東北芸術工科大学で開催した。また、平成29年11月19日（日）に専門家会議「寒冷地域における遺跡の保存に関する諸問題と対策」を東北芸術工科大学で開催した。遺跡調査に関しては、北海道開拓の村（札幌市）、大船遺跡（網走市）、青森県の三内丸山遺跡（青森市）、秋田県の伊勢堂岱遺跡（北秋田市）、毛越寺（平泉町）、山形県の元木の石鳥居（山形市）等で、観測機器を設置し、冬季の環境調査および劣化調査を行った。それぞれの活動について以下に報告する。

1. 公開講演会「石造文化財の保存と修復」

主 催：東北芸術工科大学文化財保存修復研究センター

共 催：北海道・東北保存科学研究会

開催日：平成29年11月18日（土曜日）13：30～17：00

会 場：東北芸術工科大学本館301講義室

プログラム

- 13：30～13：40 開会挨拶
- 13：40～15：10 特別講演：韓国の石造文化財の保存の現状（イ・チャンヒ教授、国立公州大学、韓国）
- 15：10～15：20 休憩
- 15：20～15：50 講演1：石造文化財の保存処理の現状と問題点（澤田正昭、東北芸術工科大学）
- 15：50～16：20 講演2：石造文化財の保存、修復に関する事例（小林恵、応用地質株式会社）
- 16：20～17：00 総合討論
- 17：00 閉会挨拶

山形のある東北地方、その北に位置する北海道では、冬季に気温が零度以下になり、また降雪もあり、屋外の遺跡や石造文化財は、凍結・融解の繰り返しによる劣化現象が起こる。東北・北海道

地域における文化財の保存は、過酷な環境条件に対応する保存材料や技術の開発が重要な課題となっている。本学文化財保存修復研究センターでは、これらの地域の文化財保存の担当者と共同で、寒冷地域における文化財の保存対策の構築に取り組んでいる。本年度は、韓国の国立公州大学のイ・チャンヒ教授を招聘し、公開講演会を企画した。この他に、国内で石造文化財の保存、修復に関わっておられる専門家を招聘し講演をお願いした（写真1）。



写真1. 公開講演会の会場の様子

まず、本学文化財保存修復研究センター澤田正明センター長より、開会の挨拶があった。

次に、韓国国立公州大学イ・チャンヒ教授が「韓国の石造文化財の保存の現状」というテーマで、特別講演を行った（写真2）。



写真2. 講演する韓国国立公州大学イ・チャンヒ教授

ここでは、イ・チャンヒ先生が長く取り組んでこられた、韓国の石造文化財の保存修復研究に関して報告された。特に、様々な手法を用いての石造文化財の劣化度の詳細調査は、大変参考になるものであった。

次に、本学文化財保存修復センターの澤田センター長より「石造文化財の保存処理の現状と問題点」というテーマで報告がなされた。ここでは、澤田センター長が、奈良文化財研究所、筑波大学、国士舘大学在任中に、取り組んだ国内の石造文化財の保存修復事業やカンボジアのバイヨン寺院での石造文化財保存修復事業などについて報告を行った（写真3）。



写真3. 講演する本学文化財保存修復研究センター澤田教授

次に、応用地質株式会社の小林恵氏が、「石造文化財の保存、修復に関する事例」というタイトルで、名越切通の保存整備事例について報告を行った。名越切通は、鎌倉時代に中世都市鎌倉を取り囲む丘陵の尾根部を掘削して造られた鎌倉七口（七切通）の一つで、鎌倉から逗子、三浦半島に至る主要交通路である。



写真4. 講演する応用地質株式会社の小林恵氏

この史跡の保存整備事業に関して、基礎調査、対策工法の検討、保存対策工事の実施、施工効果の確認等、事業全体の流れが説明され、大変参考になる講演であった（写真4）。石造文化財の保存に関しては、文化財の保存修復の担当者にとって、重要な問題であるので、質疑応答が活発になされた。

2. 専門家会議「寒冷地域における遺跡の保存に関する諸問題と対策」

主 催：東北芸術工科大学文化財保存修復研究センター

開催日：平成29年11月19日（日曜日） 9：30～12：00

会 場：東北芸術工科大学文化財保存修復研究センター

プログラム

09：30	開会
09：30－09：40	開会挨拶（澤田正昭・東北芸術工科大学）
09：40－10：00	石垣の凍害、（北野博司・東北芸術工科大学）
10：00－12：00	寒冷地域の遺跡の保存に関する諸問題と対策に関する討論
12：00	閉会

まず、本学文化財保存修復研究センター澤田正明センター長より、開会の挨拶があった。ここでは、本学の特別プロジェクトとして進めている「寒冷地域における文化財の保存修復に関する研究」の概要説明がなされた。

次に、本学歴史遺産学科の北野教授より、函館市五稜郭跡、松前町松前城跡、弘前市弘前城跡、会津若松市若松城跡、白河市小峰城跡の石垣の凍害に関して詳しい報告がなされた。特に、石垣の、水堀水面ライン近くや屋根からの雨水のあたる部分の劣化が大きく、その保存対策に苦慮しているという説明であった。この後、本学文化財保存修復研究センターの石崎より、小峰城での環境測定結果が報告された。

次に、本専門家会に出席した専門家同士で、遺跡を保存する上での問題などに関して話題提供をして頂き、その保存対策の提案などに関して、活発な意見交換がなされた。

東北芸術工科大学文化財保存修復研究センター
●公開講演会『石造文化財の保存と修復』

主 催：東北芸術工科大学文化財保存修復研究センター

共 催：北海道・東北保存科学研究会

開催日：平成29年11月18日（土曜日）13：30～17：00 参加無料

会 場：東北芸術工科大学本館301講義室（山形市上桜田三丁目4番5号）

実施要項

13：30～13：40 開会挨拶

13：40～15：10 特別講演；韓国の石造文化財の保存の現状
（イ・チャンヒ教授、国立公州大学、韓国）
逐次通訳あり

15：10～15：20 休憩

15：20～15：50 講演1；石造文化財の保存処理の現状と問題点
（澤田正昭、東北芸術工科大学）

15：50～16：20 講演2；石造文化財の保存、修復に関する事例
（小林恵、応用地質株式会社）

16：20～17：00 総合討論

17：00 閉会挨拶

担当

東北芸術工科大学文化財保存修復研究センター 石崎武志

〒990-9530 山形市上桜田三丁目4番5号

TEL 023-627-2281（dial in）FAX 023-627-2303

韓国の石造遺産の保存研究

イ・チャンヒ LEE, Chan Hee／公州国立大学文化遺産保全科学科、公州、韓国・教授

1. はじめに

1.1. 地質環境特性

- 朝鮮半島は、主に山岳地帯によく見られる非常に多様な地質学と岩石学を示している。
- 半分以上は花崗岩と花崗片麻岩で構成されている。
- 朝鮮半島の地質学的特徴は、韓国の石造遺産を形作る材料や工法の選択と密接に関係している。

1.2. 韓国石の遺産の代表的な種類

- 岩面彫刻・支石墓・仏教塔(24.8%)・仏像(22.9%)
- 石仏、石碑(18.0%) など

1.3. 石造遺産における石の種類の分類

- 火成岩；80.4%（花崗岩；68.3%、花崗閃緑岩；6.1%）
- 堆積岩；8.6%、変成岩；9.6%

1.4. 目的

- 開発されたNDT&E技術の紹介、デジタル文書化、変位測定
- 近年の韓国石造遺産に関連する代表的プロジェクトの簡単な説明
- 石造遺跡の保存に関する様々な試みと活動についての議論

2. NDT&Eの開発

2.1. 赤外線サーモグラフィー(I R T)

- IRTは、現在までの欠陥領域の位置を定性的に分析する。
- 欠陥領域のマッピングとその定量的領域の計算が難しい。
- 欠陥ゾーンの文書化とマッピングのための定量的モデリングの開発
- 熱伝導率および熱容量の低下による外部温度および熱に対する敏感な膨れおよび損傷箇所
- 膨れ箇所に石用の樹脂を注入して空気層を除去する際の熱特性の緩和
- ゾーンの熱特性を比較することによる保存効果の非破壊評価

2.2. 超音波検査と測定

- 平滑面を有する建築物や土木構造の超音波探傷にゲルタイプの結合剤を使用する。
- 結合剤のゲルは石に浸透し、美観を損ね、石造遺跡の物質を変化させる。
- 超音波信号の減衰が少ない非残留ドライカップリング剤を使用するより適切な方法
- 指数関数型トランスデューサ用エラストマーの開発
- 材料特性および風化度を決定するための代表的なNDT法
- 相関関係を特定して得られた標準値に基づいて修正する必要がある。
- 高い測定信頼性を確保するための直接的および間接的な結果
- 新鮮な採石場および一般的な硬岩と比較した相対的および絶対的な風化グレードの評価

2.3. P-XRF分析

- 岩石表面の風化による色の変化を計算するために色度を測定した。
- 岩石の表面色が新鮮な岩石よりも明るく、黄色に変わった。
- ポータブルXRF分析での測定により、風化による化学組成の変化を確認した。
- 盤亀台岩石の表面のCaとSrの含有量は、新鮮な岩石よりも非常に低い。
- 分析のために生成されるX線の透過深度は、試験体の密度によって異なる。
- Ca含有量：フレッシュエリアで60,330～71,379ppm、風化層で1,425～8,862ppm
- 風化深さは、ほとんどの場合2mmと計算され、約3～4mmと判断された。

2.4. 間接的内部調査

- レーダー波法による鉄鋼強化の調査(RCレーダー)
- 磁気誘導法による鋼鉄強化の調査(PM-650)
- パルスエコ法による超音波CT測光(PL-200PE、A1040 MIRA)
- 電気抵抗法による腐食度の測定(Resipod)

3. デジタル記録

3.1. 3次元スキャン

- 計測データに基づく3次元モデル作成のためのデジタル文書化技術
- 高い操作速度、機動力、およびアクセシビリティにより、3Dジオメトリを迅速かつ正確に取得する。
- 地上のレーザースキャンと近距離の便利なスキャンを使用した元の形式のドキュメントのためのアクティブアプリケーション
- データ後処理：データ登録、マージ、フィルタリング、ポリゴンメッシュモデリング、テクスチャマッピング、描画、実測

3.2. 表面深さモデリング

- 遺跡における模様や文字の表面の深さや三次元形状を特定する必要がある。
- 3Dモデリングと等高線図を使用した2次元平面上の数値深度情報のマッピング
- 写真やポリゴン画像と比較して比較的鮮明な奥行きと輪郭を表示。
- 通常の3Dスキャンとマッピングによる不明確な部品の可視表現と劣化モニタリングの可能性。

3.3. 変位解析

- 建築遺産に3Dスキャニングシステムを適用した変位解析
- 各標高における絶対的な垂直線に対する水平変位の解析
- 重心の移動と方向に基づく平面変位の計算

3.4. 3D仮想復元と劣化評価

- 容積形状の欠損部品の3D劣化率の計算の重要性
- 新鮮なオリジナルフォームに基づく不足部分への仮想復元技術の適用

4. 自動測定

4.1. システムコンポーネント

- トランスデューサが傾斜するにつれて、内部電極は導電性流体によって覆われるか、覆われないか。
- プロセスは電気抵抗の変化をもたらし、傾斜データはデータロガーに記憶される。
- 保存されたデータは、自動モバイルモデムシステムを介してデータ処理のために実験室コン

ピュータにダウンロードされる。

4.2. リアルタイムモニタリング

- リアルタイム自動計測用カスタマイズソフトウェアの開発と応用
- 不測な変化や緊急事態に対応した迅速な識別と管理
- しきい値超過イベント発生時のモバイルSMSによるアラーム情報の送信

4.3. 行動モニタリング

- 石造遺産の傾斜変化を監視して時間経過に伴う行動特性を調べる。
- 年間の行動変化を気象データと比較する。
- 季節・月・日の行動特性を分析する。
- 石造遺産の長期メンテナンスの重要性

4.4. 環境モニタリング

- 環境モニタリングは環境保全の評価に重要な役割を果たす。
- 様々なセンサを用いて各環境要因のモニタリングが行われる。
- モニタリングの環境要因：温度、湿度、結露、日射、降雨、風速、風向など

5. 保存処理

5.1. 石塔

- 材料特性と劣化診断による保存処理の性能
- 処理プロセス：石の取り替えによる復元、洗浄、接合および統合

5.2. 恐竜の足跡

- 材料特性、3D画像解析、フィールドテスト、劣化評価に基づく保存処理
- 発現した過去の修復材料による構造的な亀裂および亀裂の再処理
- 総合保全システムの構築への貢献
- 未来志向の自然保護活動の確立

5.3. 破壊財産に再加入する設計

- 岩石中の破断面積、一軸圧縮強さ、耐候係数および破断型の測定
- 金属材料の補強位置と個数、形状および長さの設計
- 岩石タイプ：花崗岩、超音波速度：3.37km/s（平均）、風化係数：0.3

○UCSの測定：1,362.18kg・f/cm²、風化面の面積：
1102.98mm²、断面積：355,799.5mm²

6. 最近の研究

6.1. ソウル市壁の石積み

- 14世紀以降の朝鮮時代の首都ハンニャン（現在のソウル）を守るために建設されたソウル市壁（約18.1km）
- 暫定的なユネスコの世界遺産リスト（2012年）に最近掲載された壁画
- 目的：ソウル市壁の石源地を推定するための起源地の広範な調査による古文書の分析と岩石データベースの構築
- 方法：古文書検索、地質学的調査、磁化率、偏光顕微鏡、XRD、地球化学分析、採石および切断痕跡の調査

6.2. 慶北宮殿において使用されている石材（Bakseok）の産地と輸送方法

- 景福宮内の勤政殿の石材は、排水溝としての役割を果たす板状の床石である。
- 弱いミルメカイト組織を有する異方性の中粒黒雲母花崗岩の組成
- 目的：使用されている石材と元の花崗岩の産地と輸送方法の解明
- 結果：使用されている石材に近い花崗岩が、ソクモド島のナクガサン山の周辺に発見された。
- ソクモド島の剥離花崗岩ドームの風化特性を利用した石材の加工法

6.3. 東・東南アジア石造遺産

- GSJとのCCOP（地球科学プログラム調整委員会）運営
- 東・東南アジアにおける石造遺産の代表例
- 目的：CCOP地域における遺跡の地質学的背景について読者が理解できるよう支援する。
- 種類と材質別に16件の韓国石造遺跡の紹介
- 内容：使用された石の歴史的価値、岩質および起源、劣化状態、NDT&E（簡易試験、超音波試験、サーモグラフィ、P-XRF分析など）、デジタル文書、自動行動測定、保存処理

6.4. 益山寺跡地における石塔の修復

- 1915年の修復のためのコンクリートによる石の盛土の補強と上部の覆屋
- 2001年10月以降、NRICHによる修復・保守の

実施

- 保存科学、建設、考古学、美術史を通じた詳細データの収集

6.5. 公山城要塞壁の保存科学的診断

- 公山城要塞壁は、土と石で作られ、約2,660mの長さである。
- 百済王国（475～538年）の文化的生活を把握する貴重な遺跡として評価されている。
- 一部の砂漠地帯は、雨の流入、物理的な損傷、不安定な基礎、および2013年の地盤沈下のために部分的に崩壊した。
- 目的：不安定な要塞の壁面の目視検査と行動監視を用いて、城壁の石の非破壊検査を行う。
- 方法：目視検査、材料分析、超音波測定、自動挙動および環境測定

6.6. 世界文化遺産の保存研究－ラオスのワット・プー

- 目的：構造的および生物学的劣化のため、早急に復元および修復が必要である。
- ラオス世界遺産のホン・ナン・シーダとワット・プー寺院の体系的・科学的修復のための重要なデータとしての利用
- 内容：材料分析、ダメージマップ、超音波測定、サーモグラフィ、P-XRF、構造調査、将来の保存計画

石造文化財の保存、修復に関する事例

名越切通の保存整備事例

小林恵 KOBAYASHI, Megumi／応用地質株式会社

1：はじめに

史跡における保存対策では、“オリジナルへの影響を最小限にする”、“景観を損なわない”という条件が一般的な土木対策工と大きく異なる点である。そのため、史跡における保存対策を立案するにあたっては、通常の地質調査はもとより、遺構の劣化状況や保存環境に関しても詳細かつ慎重な調査をした上で対策工法を検討する必要がある。ここでは弊社が関わってきた国史跡「名越切通」(神奈川県逗子市)の事例を用いて、石造文化財における保存整備事業について報告する。

2：史跡の概要

2.1 史跡の概要

名越切通は、鎌倉時代に中世都市鎌倉を取り囲む丘陵の尾根部を掘削して造られた鎌倉七口(七切通)の一つで、鎌倉から逗子、三浦半島に至る主要交通路である。史跡指定地内には、鎌倉の防衛にも関係すると考えられる平場や切岸、鎌倉と縁の深い地域に分布する横穴状の納骨・供養施設であるやぐらや火葬跡が分布する「まんだら堂やぐら群」、長さ800m以上にわたり石切り場の跡が残る「大切岸」などが残っている。

第一切通は、両側の崖面がそそり立っており、切通路としての景観を最もよく残しているものの、崩落による落石災害の危険性が高いことから通行禁止となっていた。また、まんだら堂やぐら群や大切岸でも、樹木の根が岩盤の亀裂に入り込んで不安定化し、崩落の危険性が高い箇所がみられた。

そこで、「史跡の景観を守る」「安全な公開活用を図る」という2つの観点から、史跡を公開活用するための整備と並行して遺構の保存整備事業が進められている。図-1に名越切通における整備事業の流れを示す。

2.2 地質

史跡周辺の地質は、新第三紀三浦層群の池子層と逗子層からなる。池子層は、軽石を含む火山砕屑岩で鷹取山火山砕屑岩部層に相当する(以下、「池

子層砂岩」)。逗子層は、逗子層主部に相当する泥岩優勢の泥岩砂岩互層に相当する(以下、「逗子層泥岩」)。

第一切通の地質は下部が逗子層泥岩、上部が池子層砂岩である。一方、まんだら堂やぐら群と大切岸の地質は池子層砂岩である。



図-1 名越切通整備事業の流れ

3：保存整備事業の内容

3.1 基礎調査

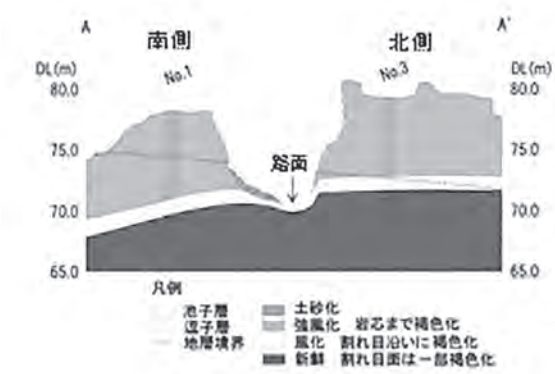
本史跡では、平成13年度に専門の学識者からなる「国指定史跡名越切通崩落対策検討委員会」が設置された。そこで、まずは通行禁止となっていた第一切通の崖面形状をこのままの形で保存し、かつ来訪者の安全を確保するための崩落防止の対策検討が行われることとなった。そして、そのために必要な基礎的調査として、平成13年度に地質調査と室内岩石試験、平成14年度に環境計測と薬

剤選定試験を実施した。表－１に基礎調査の内容を示す。

地質調査の結果、当地の岩盤は切通の路面付近まで風化が進行しており、特に切通南側は岩芯まで風化が進み、亀裂が発達した状態であることがわかった。また、池子層砂岩は比較的大きな割目が多く、逗子層泥岩は細かい割目が多かった。以上の結果から、崖面表面の崩落を止めるだけでなく、岩盤全体の強化も必要であることが判明した。また、切通付近の地下水位は切通の路面以下であった。

表－１ 基礎調査の調査項目

年度	調査内容	調査項目	数量
平成13年度	地質調査	オールコアボーリング	3地点 計24m
		ボアホールカメラ観察	3地点 計24m
	室内岩石試験	物理試験 ・単位体積重量・飽和度	24供試体
		強度試験 ・一軸圧縮試験	24供試体
		劣化試験 ・簡易スレーキング試験	10供試体
平成14年度	環境計測	温湿度、雨量	1箇所
		岩盤温度	2箇所
		岩盤含水比	8箇所
		開口亀裂の変位計測(伸縮計)	1箇所
	薬剤選定試験	強化剤 ・色彩・反発硬度・超音波速度 ・一軸圧縮試験・耐久性試験 撥水剤 ・吸水率・耐久性試験	6種類 3種類



図－２ 切通の風化状況断面図

また、室内岩石試験の結果、切通に分布する池子層砂岩及び逗子層泥岩は「軟岩」に分類された。また、スレーキング試験の結果、池子層砂岩は表面から砂状に若干崩れる程度であるのに対し、逗子層泥岩は内部のヘアークラックが発達して数個の小岩片に分離することが確認された。このことから、逗子層泥岩の風化の主因は乾湿繰り返し（スレーキング）であることが判明した。

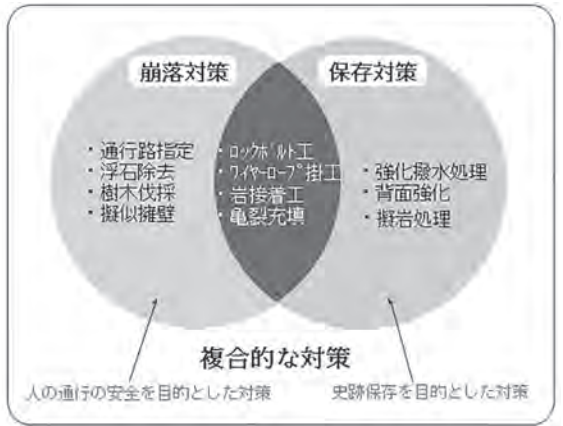
１年間の環境計測では、岩盤表面の温度が0℃

以下になることはなく、当地において凍結融解による風化の恐れはきわめて少ないことが判明した。また、岩盤表面の含水比は、池子層砂岩が降雨の影響を受けているのに対し、逗子層泥岩は降雨の影響は小さく、日照による日変動の影響を受けていることが確認された。

さらに、薬剤選定試験の結果、池子層砂岩、逗子層泥岩ともに、強化剤の塗布により強度が増加することを確認した。風雨に対する耐久性を確認する曝露試験では、池子層砂岩は自然状態でも比較的安定した形状を保つが、逗子層泥岩は強化剤・撥水剤の塗布効果が高いことが判明した。試験結果から処理に使用する薬剤を選定した。

3.2 対策工法の検討

これらの調査結果を踏まえて、崩落対策の基本方針や工法を検討した。名越切通は交通遺跡であることから、基本方針は「通行可能な状態に整備し公開すること」とした。次に、切通内の危険箇所を抽出し、7エリアに区分し、図－3に示す対策の考え方に基づいて、リスク要素からみた工法選定を行った。



図－３ 崩落対策・保存対策の概念図

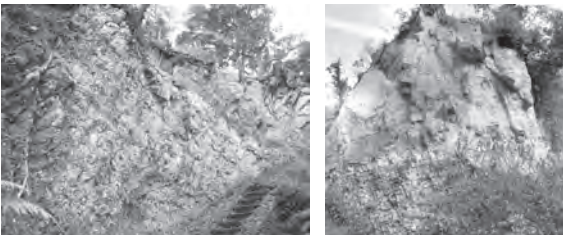
3.3 切通の崩落対策工事

切通の崩落対策工事は、対策の目的に応じて、表－２に示した①～⑧の内容を２か年に分けて実施した。

表－2 切通の崩落対策工事

対策の目的	工法	工法の内容	適用性
岩盤の一体化	①グラウト注入工	ボーリングによって岩盤内に割れし、セメント系固化材を地山内部に注入することにより、地山全体の一体化を図る。	砂岩 泥岩
	②亀裂充填工	亀裂の前面に目地工を行って壁を作った後に、亀裂に充填材を注入し、岩同士を接着させることで岩塊の一体化を図る。	砂岩
	③ロックボルト工（ピンニング工）	ロックボルト工・ピンニング工は、比較的風化の程度の進んでいない岩盤までロックボルト（鋼棒）を挿入し、オーバーハング部の岩盤の安定性を確保する。	砂岩
	④棚式補強工	棚式補強工は、不安定岩塊の自重を支える為に不安定岩塊下端の安定岩盤に片持ち梁構造の棚を設ける。	砂岩
風化の防止	<砂岩> ⑤基質強化処理工	基質強化処理は、岩盤内の空隙を充填して強化するもので、接着効果はない。一方、表層強化処理は岩石表面部分を接着することで強化する。	砂岩 泥岩 （特に泥岩）
	⑥撥水処理工	撥水処理は、岩盤への雨水の浸透を防ぐ為に行う。	
	<泥岩> ⑤基質強化処理工		
	⑥表層強化処理工		
外観の維持	⑦撥水処理工		
	⑧擬岩処理工	亀裂充填工による目地やロックボルト、ピンニングによる穿孔跡等を周辺建構面との違和感なく上げる為、遺構と同様の岩塊を砕砕・粒度調整した石粉とバインダー樹脂から成る擬岩組成物を適用箇所に貼り付ける。	砂岩 泥岩

工事終了後の平成17年4月より第一切通の通行が可能となり、保存対策工事を行ったことを感じさせることなく、来訪者が安全に中世鎌倉を偲ぶことができる状態で公開され、現在に至っている。



写真－1 施工後の第一切通（左：南側、右：北側）

3.4 大切岸の保存工事

大切岸は切り立った崖面と平場が連なるダイナミックな地形が特徴であることから、整備事業では前面平場に園路を新設し、崖面の壮大さを体感できる空間として活用する計画とした。一方、大切岸崖面の一部には開口幅20～40cm程度の比較的大きな亀裂が垂直に対して20度程度の傾斜で発達し、この亀裂が連なって不安定岩塊を形成していた（写真－2）。この不安定岩塊が崩落した場合、園路に近接しており極めて危険であること、岩塊の規模が大きい為、景観上での変化が大きいことから平成25年度に保存工事を行った。



写真－2 大切岸（左：施工前、右：施工後）

保存工事の内容は、切通での調査成果や施工実績を踏まえ、地山との一体化を図る“亀裂充填工”（表－2の②）、亀裂周囲の岩盤の劣化の進行を抑制するための“基質強化処理工”（同⑤）、亀裂を閉塞したモルタルの表面の充填箇所を目立たなくするとともに、析出物の発生を抑える“擬岩処理工”（同⑧）である。

3.5 やぐらの保存工事

まんだら堂やぐら群は2m四方程度の小規模なものを中心に150基以上の存在が確認されている有数のやぐら群である。これだけまとまった数のやぐらを保存のよい状態で見ることでできる遺跡は鎌倉市内にも少なく、大変貴重である。しかし、やぐらの壁面が長年風雨に曝されて脆弱化したり、樹木の根が岩盤に入り込んで亀裂を拡大することにより、不安定化して崩落の危険性が高い箇所も見られた。このため、平成16年度にやぐらの劣化状況を調査し、対策の必要なやぐらの抽出を行った。その結果、保存工事の対象となるやぐらが48基と多いこと、公開活用に必要な整備工事も同時期に必要なことから、抽出したやぐらを崩落の危険性（対策の緊急性）により高・中・低の3つにランク分けした上で対策を行うこととした。すなわち、施工性を考えて施工範囲を数ブロックに分け、公開活用されるエリアから優先的に保存工事を行う計画とした。なお、本格的な工事に先立ち、落盤が懸念されるやぐらについては、応急対策（支保工）を行った。

やぐらの保存工事は、平成17年度に設計のための試験施工を行い、平成26年度から本格的に始まった（現在も継続中）。保存工事の主な内容は、亀裂を充填して岩盤を一体化させる“亀裂充填工”（表－2の②）、落盤や落石が懸念される箇所を地山に縫い付けて固定する“ピンニング工（同③）、岩盤表面に薬剤を含浸させて強化することにより風化作用を軽減する“基質強化処理工”（同⑤）、亀裂充填箇所やピンニング工頭部を景観に馴染むように修景する“擬岩処理工”（同⑧）である。



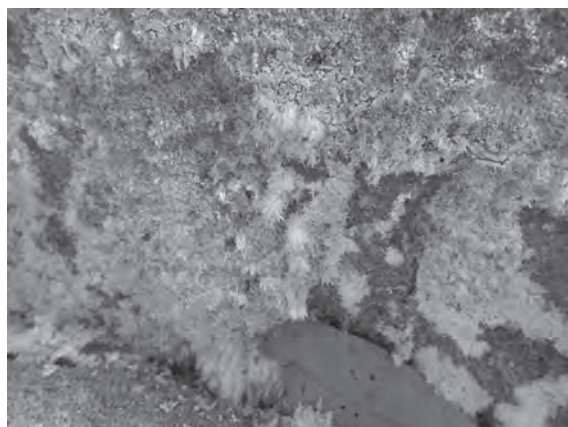
写真－3 やぐらの例（左：施工前、右：施工後）

4：石造文化財における保存整備の課題

4.1 塩類対策

やぐら内部の壁面や五輪塔では、乾燥期（およそ11月から4月）に白色の析出物（塩類）が出現する（写真－4）。析出物は岩石の粒子間に水が浸透することにより、岩石中の元素がイオン化して溶出し、岩石表面へ移動してきて気温の低下によって結晶化すると考えられる。ここで見られる析出物は硫酸マグネシウム（ MgSO_4 ）が主体である。析出物は岩盤を構成する物質であり、結晶が成長する時に表面の石材粒子も一緒に持ち上げたり、自身の重みで表面から落下したり、圧力で岩石表面層を剥離させるため、表層の状態が悪化する。このため析出は極力抑えることが好ましい。

現状では基質強化処理を行うことで塩類の析出量が減少する傾向は見られるものの、根本的な解決策には至っていない。



写真－4 やぐら内の塩類

4.2 施工効果の確認

保存工事においては、施工した効果が十分得られたかどうかが重要である。例えば、強化処理は施工前後の岩盤表面の強度（硬さ）を測り、施工後に強度が上がっていることで評価できる。一方、亀裂充填工やピンニング工は効果確認のためにコア抜きを行ったり、固定したピン1本1本について引き抜き試験を行うことは、遺跡の破壊にもつながり現実的ではない。そのため、現在、非接触での振動調査を用いた効果確認方法を検討中である。

4.3 経過観察

史跡の保存工事は、工事が終了したら終わりではなく、その後も経過観察が必要である。名越切通でも定期的な巡回の他、地震時や台風などによる大雨後には確認することになっている。また、現地を定期

的に写真撮影して記録に残している。

さらに、強化処理、撥水処理は薬剤の効果は5～10年程度と言われているため、定期的に現地を確認したり、基礎調査で薬剤を containment させた供試体を屋外に曝露し、定期的に経過観察を行っている。曝露試験の結果は、その後の保存工事で薬剤を使用する際の参考にもなっている。

5：まとめ

遺構の保存工事は、遺構を保存するために行うものだが、一方で遺構に手をつけることにもなるため、工法の選定にあたっては十分かつ慎重な検討が必要である。

名越切通では、遺構の現状保存と来訪者の安全確保という整備方針に基づき、公開活用整備と並行して石造文化財の保存整備を継続的に実施してきた。具体的には、第一切通における基礎的な調査、対策工法の検討、試験施工を経て、状況と目的に応じて土木的手法（亀裂充填工、ロックボルト工など）と化学的手法（強化撥水処理工、擬岩処理工）を使い分けた保存工事を行っている。そして、その実績は次の大切岸ややぐらの保存工事に活かされている。

一方で、塩類に対する対策方法はまだ十分に解明されておらず、今後の課題である。また、経過観察やその後の再処理は、その必要性を十分認識しているが実施していく上での課題もある。

石造文化財の保存整備は、公開活用とうまく調整を図りながら、継続的に実施していく息の長い事業である。

謝辞

今回の講演に際し、発表の許可をいただいた逗子市教育委員会に記して謝意を表します。

引用・参考文献

- 1) 逗子市教育委員会：国指定史跡名越切通整備基本計画策定報告書（2005）
- 2) 逗子市教育委員会：国指定史跡名越切通崩落対策工事報告書（2007）
- 3) 逗子市教育委員会：国指定史跡名越切通整備実施計画（2007）
- 4) 逗子市教育委員会：国指定史跡名越切通パンフレット（2016）
- 5) 小林恵、高瀬尚人、橋本直樹：レーザードップラー振動計による史跡保存工事の効果判定、第52回地盤工学会研究発表会発表論文集、0049（2017）

東北芸術工科大学文化財保存修復研究センター

●専門家会議『寒冷地域における遺跡の保存に関する諸問題と対策』

主 催：東北芸術工科大学文化財保存修復研究センター

開催日：平成29年11月19日（日曜日）9：30～12：00

会 場：東北芸術工科大学文化財保存修復研究センター 4 階

実施要項

11月19日（日曜日）

09：30 開会

09：30－09：40 開会挨拶（澤田正昭・東北芸術工科大学）

09：40－10：00 石垣の凍害（北野博司・東北芸術工科大学）

10：00－12：00 寒冷地域の遺跡の保存に関する諸問題と対策に関する討論

12：00 閉会

Ⅱ 平成29年度「文化財保存修復の大学教育・教育活動に関する研究会」 ●開催報告

澤田正昭 SAWADA, Masaaki／文化財保存修復研究センター長・教授

平成29年度「文化財保存修復の大学教育・教育活動に関する研究会」を、平成30年3月16日（金曜日）に、関西大学国際文化財・文化研究センターと共催で、開催した。

文化財保存修復担当の教員が全国から参加され、文化財保存修復という教育の在り方に関する情報交換を行った。文化財の活用が強調される今日、文化財の保存修理や教育に携わる者として、念頭におくべき重要事項であることを再確認した次第であった。

共 催：関西大学国際文化財・文化研究センター、
東北芸術工科大学・文化財保存修復研究センター

開催日：平成30年3月16日（金曜日）13：00～
17：00

会 場：東北芸術工科大学本館6階会議室

プログラム

- 13：00－14：00 東北芸術工科大学文化財保存修復学科および文化財保存研究センター紹介および施設見学
（米村祥央、東北芸術工科大学）
- 14：00－14：20 開催趣旨の説明
（澤田正昭、東北芸術工科大学）
- 14：20－15：00 基調講演「文科省からみた大学教育の現状と文化財教育の課題」（松坂浩史・文化庁地域文化創生本部事務局長）
- 15：00－15：15 休憩
- 15：20－15：45 基調報告「文化財保存修復教育の実態調査と課題」（松井敏也・筑波大学・世界遺産専攻教授）
- 15：45－17：00 総合討論
- 17：00 閉会挨拶

当日のプログラムとしては、まず、東北芸術工科大学の米村准教授が、東北芸術工科大学の保存修復学科での授業や文化財保存修復研究センターの学生教育の関わりなどについて説明を行い、そ

の後、文化財保存修復研究センターの見学を行った。

次に、会議に先立って、文化財保存修復研究センター長の澤田より本研究会の開催趣旨に関する説明を行った。ここでは、グローバル化の中で現代科学との協働、ある意味での文理融合型の研究が進められたことと相俟って教育内容が高度化し、守備範囲の広い人材育成が進められたこと。さらには、文化遺産・遺跡のマネジメントを専門にする高度専門技術者を育成することで、就学者の活躍の場を拡充することの重要性などが述べられた。

次に、文化庁地域文化創生本部事務局長の松坂浩史氏から、大学に迫る様々な改革課題について具体的な説明があった。特にフランスにおける大学のシステムと日本のシステムの違いについての説明は、大変参考になるものであった。また、松坂氏の所属する地域文化創成本部の取り組みに関して、文化庁の機能の強化のための活動等について説明がなされた。



写真1. 文化庁松坂浩史氏の講演の様子

次に、筑波大学・世界遺産専攻教授の松井敏也氏から、文化財保存修復教育の実態調査と課題というテーマで講演が行われた。松井敏也氏は、以前、当大学にも勤務しておられた経験がある。ここでは、筑波大学での文化財保存修復に関する教育を中心に、課題解決のための、教育制度、教育内容、教育環境などの改革の必要性が述べられた。

総合討論では、参加者がそれぞれの大学での文化財保存修復に関する問題点などを述べ、短い時間ではあったが、大変有意義な情報交換ができたと考えられる。本テーマでの研究会は、次年度も本学で開催する予定である。

Ⅲ センター公開講座

平成29年度文化財保存修復研究センター

連続公開講座「みんなで守っぺ！おらだの文化財」

東北芸術工科大学文化財保存修復研究センターでは、地域の文化財をいかに守り、その活用の技術的課題について地域の方々とともに考え、語り合う場として、「連続公開講座」を開講しています。地域の生活・文化を守り、地域とともに歩むことを目指して、地域に根差した文化財の保存・活用について考えます。

平成29年度では、研究センターの研究員が様々な分野について全5回の講座を開催いたしました。

公開講座一覧

回	講 演 日	題 目	演 者
第16回	平成29年 7月15日（土）	正倉院宝物を科学する	客員教授 成瀬正和
第17回	平成29年10月28日（土）	白帝城大遺址考古与保釈 －三国志を掘る－	センター長 澤田正昭 教授 石崎武志
第18回	平成29年11月18日（土）	石造文化財の保存と修復	韓国国立公州大学教授 イ・チャンヒ 教授 石崎武志
第19回	平成29年11月22日（水）	知られざる油絵	研究員 長峯 朱里
第20回	平成29年12月 9日（土）	津波被災作品の応急処置から 保存修復を終えるにあたって ～宮城県石巻文化センター 日本画への取り組みから～	講師 大山龍顕



第20回 講演会の様子 大山講師

著者略歴

澤田正昭 Masaaki Sawada

現職／東北芸術工科大学・文化財保存修復研究センター・センター長・教授

学歴／東京藝術大学大学院保存科学専攻修了

専門／文化財保存科学

著書／『文化財保存科学ノート』など

論文／

- (1) 澤田正昭：「世界の遺跡の保存と活用」、『狭山池を未来に伝える』記録集、国史跡指定記念 狭山池シンポジウム2015、pp.47-63、2017.
- (2) 澤田正昭：「東アジアの中の韓日技術交流」、『Proceedings of the 44th International Conference of the Korean Society of Conservation Science for Cultural Heritage』、pp.83-85、2016.

石崎武志 Takeshi Ishizaki

現職／文化財保存修復研究センター研究員・教授

学歴／北海道大学地球物理学科修士卒業 理学博士

専門／保存科学、文化財科学、地盤工学

著書・論文／

「博物館資料保存論」講談社2012

Deterioration of wall of historical stone building in cold region and its protective measures. Proc. 6th International of Cultural Properties with Earthen Materials and their protective measures. pp.26-29, Proc 2015 International Symposium on Conservation of East Asia Cultural Heritage in Nara, 2015

石澤夏帆 Kaho Ishizawa

現職／諸橋近代美術館・学芸員

学歴／東北芸術工科大学 芸術工学研究科 芸術文化専攻 保存修復領域 修了

専門／文化財保存科学

著書・論文／

「寒冷地における石造文化財の劣化調査と保存対策に関する研究－

石材の樹脂処理法を中心に－」（修士論文）、東北芸術工科大学大学院、2017年

金澤馨 Kaoru Kanazawa

現職／元興寺文化財研究所

学歴／東北芸術工科大学大学院 芸術工学研究科 芸術文化専攻 保存修復領域修了

専門／立体文化財保存修復

著書・論文／

「近現代彫刻作品の保存修復-阿部誠「バスの中で」を対象として」(修士論文、東北芸術工科大学大学院2017年)

イ・チャンヒ Chan Hee Lee

現職／公州国立大学文化遺産保存科学科、公州、韓国・教授

学歴／ソウル国立大学 地質学、地球科学専攻卒業

専門／石造文化財の保存、岩石及び鉱物に関する地球科学

著書・論文／

Stone Heritage of East and Southeast Asia. CCOP, p.234. 2016.

Displacement analysis of Mulgeolri, a three-story stone pagoda in Hongcheon, using 3D documentation. International Journal of Applied Engineering Research, 10(79), 717-721, 2015.

Quantitative modeling of blistering zones by active thermography for deterioration evaluation of stone monuments. Journal of Cultural Heritage, 15, 621-627.

小林恵 Kobayashi Megumi

現職／応用地質株式会社 メンテナンス事業部技術部

学歴／東京学芸大学 情報教育科学課程 文化財科学専攻卒業

専門／文化財科学 石造文化財の保存

著書・論文／

「名越切通の整備－掘削を伴わない施設整備事例－」東京学芸大学考古学研究室雑誌『Archaeo-Clio』第11号、2014年3月、p.47-54.

「名越切通における砂岩及び泥岩に対する強化撥水処理の効果」2015東アジア文化遺産保存国際シンポジウムin奈良、2015年8月、p.106-107.

「レーザドップラー振動計による史跡保存工事の効果判定」第52回地盤工学会研究発表会、2017年7月、p.97-98.

研究員一覧

平成30年4月1日現在

○センター長

澤田 正昭 教授／文化財保存修復研究センター／保存科学

○センター研究員

石崎 武志 教授／文化財保存修復研究センター／保存科学

米村 祥央 准教授／文化財保存修復学科兼任／保存科学

北野 博司 教授／歴史遺産学科兼任／日本考古学

長井 謙治 准教授／歴史遺産学科兼任／考古学

杉山 恵助 准教授／文化財保存修復学科兼任／東洋絵画修復

米田奈美子 講師／文化財保存修復学科兼任／西洋絵画修復

柿田 喜則 教授／文化財保存修復学科兼任／古典彫刻修復

笹岡 直美 准教授／文化財保存修復研究センター／古典彫刻修復

大山 龍顕 専任講師／文化財保存修復研究センター／東洋絵画修復

長峯 朱里 嘱託研究員／文化財保存修復研究センター／西洋絵画修復

井戸 博章 嘱託研究員／文化財保存修復研究センター／古典彫刻修復

○客員研究員

岡本 篤志 保存科学

河崎 衣美 榎原考古学研究所／保存科学

佐々木淑美 保存科学

中右恵理子 西洋絵画修復

藤原 徹 立体作品修復

森田 早織 東洋絵画修復

和田 浩 東京国立博物館 学芸研究部保存修復課環境保存室

脇谷総一郎 奈良文化財研究所埋蔵文化財センター 保存修復科学研究室

平成29年度
東北芸術工科大学 文化財保存修復研究センター紀要

平成30年5月31日発行

東北芸術工科大学
文化財保存修復研究センター

〒990-9530 山形県山形市上桜田三丁目4番5号

TEL 023-627-2204

FAX 023-627-2303

E-mail iccp@aga.tuad.ac.jp

ホームページ <http://www.iccp.jp>



TOHOKU UNIVERSITY
OF ART & DESIGN

Bulletin of Institute for
Conservation of Cultural Property 2017



TOHOKU UNIVERSITY OF
ART AND DESIGN

Bulletin of Institute for
Conservation of Cultural Property