学術調査

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りそうだ。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竪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、無理強いのようだが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り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的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、将来の科学的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）の鉱滓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、粉砕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すことができる。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。

図４．塩類風化による激しい劣化（臼杵石仏）

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）

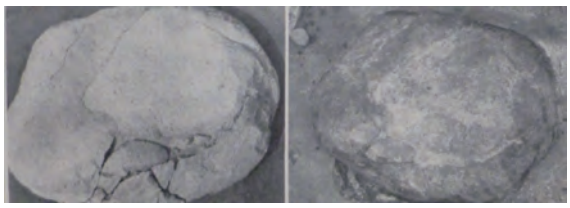

図８．朝倉氏遺跡（左；処理前の礎石、右；処理後）

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ワルを計画しており、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、今後の保存修理方針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っこうに減衰する気配がなく、今なお対策に苦慮しており、堂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侵、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うが、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が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。保存材料を含侵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「減圧含侵」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侵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、それ以上の含侵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侵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ージメント』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