

令和 2 年 7 月 8 日現在

機関番号：82620

研究種目：基盤研究(B) (海外学術調査)

研究期間：2016～2019

課題番号：16H05640

研究課題名(和文) ポンペイ及びエルコラーノ遺跡壁画保存修復新技法開発と遺跡保存管理体制の確立

研究課題名(英文) Establishment of the new conservation / restoration methodology and management system on the wall paintings of archaeological areas of Pompeii and Herculaneum

研究代表者

前川 佳文 (Maekawa, Yoshifumi)

独立行政法人国立文化財機構東京文化財研究所・文化遺産国際協力センター・研究員

研究者番号：80650837

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、「ポンペイ、エルコラーノ及びトッレ・アンヌンツィアータの遺跡地域」の名称でユネスコの世界遺産に登録される構成資産から、「ポンペイ遺跡」および「エルコラーノ遺跡」を対象に、新保存修復技法開発と遺跡保存管理体制の確立を目的に実施した。
両遺跡に残された壁画の多くは、これまで繰り返し行われてきた保存修復により様々な修復材料が表層面を中心に堆積していることから、従来の壁画保存修復技術では対処できない難しい状況にあった。本研究では、作品への負担を最小限に抑えた形での堆積物除去方法の開発に成功するとともに、継続して行う必要のある補強作業への活路を見出した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、開始段階より当該遺跡における壁画保存修復の問題点を明確にするため、入念な調査を繰り返し、研究の目的を明確にした。その結果、壁画表面に堆積する過去の修復材料をより安全な方法で除去する事に成功した。

現在も世界中から人々が訪れるポンペイ遺跡においてシンボリックな役割を担う壁画群。文化財保存学の領域において、この人類共通の遺産を後世に伝えるための研究に貢献できたことは、学術的にも社会的に大きな意義を持つといえる。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to investigate the new conservation and restoration methodology for the "Pompeii Ruins" and "Ercolano Ruins" from the constituent assets registered as UNESCO World Heritage Sites under the name of "Ruins of Pompeii, Ercolano and Torre Annunziata". In addition, it was carried out for the purpose of development and establishment of the conservation and management system of archaeological sites.
Many of the wall paintings on both archaeological sites, have accumulated various materials mainly on the surface layer due to the repeated conservation and restoration, it was difficult to remove with conventional techniques. In this study, we succeeded in developing a method for removing deposits that minimizes the burden of the wall paintings, and found a way to the continuous consolidation work.

研究分野：文化財保存学

キーワード：壁画 保存修復 文化遺産 conservation restoration wall painting affresco Pompeii

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

「ポンペイ、エルコラーノ及びトッレ・アンヌンツィアータの遺跡地域」の名称でユネスコの世界遺産に登録される構成資産である、「ポンペイ遺跡」および「エルコラーノ遺跡」では、古代ローマ時代の壁画の特徴のひとつである多層塗り漆喰構造が原因となり、複数層間での剥離が発生し、剥落損失の危機を迎えている。しかしながら、これまで繰り返し行われてきた保存修復により様々な修復材料が表層面を中心に堆積していることから、従来の壁画保存修復技術では対処できない難しい状況にある。

2. 研究の目的

本研究は、当該遺跡における先行研究をもとに作品への負担を最小限に抑えた形での堆積物除去方法の開発と、遺跡保存管理体制の確立を目的とした。

研究者は、国内・国外において壁画保存修復に係る調査研究を続ける中で、保存修復技法および材料が原因となり壁画の損傷を招いたと考えられる症状を数多く目の当たりにしてきた。当初は最良の方法と考えられていたものが、時間の経過とともに悪影響をもたらす原因となるのは世の常だが、その対処方法を考えていく事は大変重要であるといえよう。1970～1980年代には、世界各地で盛んに壁画保存修復事業が立ち上げられた時代である。それから4、50年が経過した今、経年による劣化の症状が現れる周期を迎えている。

3. 研究の方法

本研究は、ポンペイ遺跡およびエルコラーノ遺跡の壁画にみられる特徴的な損傷形態の記録、過去における保存修復技法ならびに材料の歴史的調査を通じて、本研究に適した壁画を特定することからスタートさせた。そして、保存修復事前調査研究（技法研究 / 写真記録 / 壁画および支持体建造物に関する歴史的調査 / 過去の保存修復に関する歴史的調査 / 顔料および壁画表面にみられる付着物の化学分析調査など）を実施し、本研究の目的である表層堆積物除去に向けた、壁画に負担の少ない新たな保存修復技法開発を目指した。また、通常、広い面積に描かれる壁画では、サンプルや特定範囲において一定の効果が得られる方法であっても、実用レベルに達しないケースが多い。したがって、実際の保存修復作業に導入することで新たなクリーニング法の効果および保存修復倫理の枠組みに収まる介入方法であることを証明した。

4. 研究成果

(1) 第1年次における研究概要

初年度における研究では、ポンペイ遺跡およびエルコラーノ遺跡において壁画が残存するエリアを中心に現状調査（保存修復事前調査）を行った。この際、広大な遺跡フィールドを調査するのに適した保存状況マッピングの作成を試み、その中でより詳細な研究へと移行するに相応しい壁画を絞っていった。結果、ポンペイ遺跡のメルクーリ通りとフッローニカ通りの間に位置する「アポロの家」が適切であると判断し、詳細グラフィック（図1）の作成を行った。



図1 保全状態を記録したグラフィック

(2) 第2年次における研究概要

前年度の調査研究を経て選択した「アポロの家」の壁画を対象に保存修復事前調査を実施した。調査は、主に漆喰層と彩色層の2つの観点から製作技法と保全状態に着目しながら調査を行った。

2-1. 「アポロの家」壁画の製作技法

■ 漆喰層

漆喰層は大きく分類して支持体に直接塗布されたアリッチョと彩色層にあたるイントナコの2層構造をもつ。アリッチョは、場所によって古代ローマの壁画技法の特徴でもある多層塗り工法が採用されており、厚い箇所では5cmに達する。また、AとBに描かれた壁画の漆喰層はマンマータと呼ばれる瓦の上に塗布されており、建造物の壁には直接塗布されていない。これは、マンマータを組み込むことで建物の壁との間に空間を設け、地下や外壁からもたらされる湿気を遮断することで室内への影響を抑制する目的に配慮されたものと推測できる。

■彩色層

主に背景色などにはブオン・フレスコ画技法が採用されており、人物や建築物といった細密な描画が必要とされる箇所にはビアンコ・ディ・カルチェ技法が採用されていることから、フレスコ画混合技法であることが分かった。

2-2. 「アポロの家」壁画の保全状況

・漆喰層における問題点

ノック法における漆喰層の剥離状況調査の結果、大きな問題はみられなかった。しかし、彩色層の状態から接触が危険と判断できる箇所があり、保存修復処置を進める中で確認する必要があるといえる。

・彩色層における問題点

過去の修復において、彩色層の補強を目的に蜜蝋や合成樹脂が前面に塗布されている。この処置が壁画の吸放湿性能を著しく低下させる原因となっており、壁画の表面に向かって移動する湿気の揮発経路が塞がれたことによる膨張現象が確認できる。また、ところどころに塩の析出が集中的に発生しており、結晶化による彩色層の破壊が目立つ。

(3) 第3年次における研究概要

本研究の目的である壁画表面に塗布された彩色層補強材の除去方法に関するクリーニング実験研究を実施した。

3-1. クリーニング実験研究の方法

全ての実験は最初に刷毛で壁画表面に付着した埃を除去し、脱イオン水を含ませた海綿スポンジによる事前クリーニングの後に行った。彩色層を傷めずに壁画表面の補強剤を除去する方法としては、各種溶剤を媒体を介して除去対象物に反応させるパック法を選択した。なお、パックを除去する際に発生するリスクが考えられる彩色層の剥離問題に配慮して、和紙は2重に重ねて貼付した。パック法に用いる媒体には、溶剤の揮発を抑制し、壁画表面での反応時間を確保するため保水性に長けたものを選択した。

3-2. パック法によるクリーニング実験

実施したパック法によるクリーニング実験で使用した溶剤と媒体、また貼付時間は図2の通りである。

	溶剤	媒体	貼付時間
実験1	炭酸アンモニウム水溶液	セルロースパウダー	23時間
実験2	アセトン+エチルアルコール	ジェル*	2時間
実験3	炭酸アンモニウム水溶液	媒体なし(クリスタル法を採用)	1時間30分
実験4	ニトロシンナー	ジェル*	1時間20分
実験5	アセトン	セルロースパウダー	1時間25分
実験6	炭酸アンモニウム水溶液+ニトロシンナー	ジェル*	1時間20分

*ジェルには製品名 Nevek (C. T. S 社製、イタリア) を使用

図2 クリーニング実験で使用した溶剤、媒体、貼付時間表

実験の結果、実験6の組み合わせから最も良い効果が得られた。前述したように、高い保水性を有する媒体を採用した訳だが、反応後には溶解した合成樹脂をも吸収し彩色層表面に留める効果があることが分かり、漆喰層内部への浸透を抑制する働きが得られた。パック除去後は、それぞれの実験に使用したのと同じ溶剤を染み込ませた綿棒で、主に合成樹脂による補強剤の除去を行った。一方、蜜蝋を溶かすためには高压スチームを使用し、溶解すると同時に海綿スポンジや綿花で拭うという方法を採用した。

3-3. 考察

実験6の組み合わせが補強剤の除去に適していたことから、補強剤が塗布された時点において壁画の表面には埃などの付着物があり、炭酸アンモニウム水溶液によってこれらの体積が膨張したと考えられる。この結果、補強剤と考えていたものは、単に彩色層の補強を目的に塗布されたのではなく、埃などの付着物によって観賞がし辛くなった壁画の見栄えをよくするために塗布された、いわばニスとしての役割を担っていた可能性が浮上した。この件に関しては、今回の研究目的からは逸れるが、ポンペイ遺跡における保存修復史に係ることから、現地専門家と情報を共有しながら検証を重ねていく必要があると指摘できる。

(4) 第4年次における研究概要

前年度の実験を通じて効果が確認されたクリーニング方法を、本格的な保存修復に導入しながらその実用性を検証した。検証するにあたっては、第3年次までの研究で明らかとなった各項目を念頭に置きながら忠実に進めた。

4-1. 第3年次までの研究成果

① 彩色層を傷めずに壁画表面の補強剤を除去する方法としては、各種溶剤をジェル媒体と混ぜ合わせ、除去対象物に反応させるパック法が効果的である。

- ② 揮発性の高い溶剤であっても、高い保水性を有するジェル媒体と組み合わせることで、壁画表面での反応を促すことが可能である。
- ③ 選択したジェル媒体の壁画への残留や彩色層の剥離を抑制するためには、和紙を2重に重ねて貼付することが効果的である。
- ④ 漆喰層を飽和状態にすることにより、溶解した蜜蝋および合成樹脂の漆喰内部への浸透を抑制する効果が得られる。

4-2. クリーニングの手順

- ① 毛先の柔らかな刷毛を使い壁画表面に付着した埃を除去し、続いて脱イオン水を含ませた海綿スポンジによる事前クリーニングを行う。
- ② クリーニングを行う範囲に炭酸アンモニウム水溶液を用いて和紙を貼付。このとき和紙は2重に重ねる。
- ③ 炭酸アンモニウム水溶液とニトロシンナーの混合液とジェル媒体（製品名：Nevek, C. T. S 社製, イタリア）と混ぜ合わせペースト状に練り合わせる。
- ④ 貼付した和紙の上に③のペーストを均等な厚さ（約3～4mm）で塗布する。
- ⑤ 壁画表面の状態によって溶剤の反応状況は異なることから、貼付時間はパックの乾燥状態を観察しながら調節する。
- ⑥ パックを剥がしたら、③で調合した混合液を綿棒に染み込ませ、壁面の合成樹脂を除去する。この時、彩色層には過大な圧力をかけないように注意しながら、繰り返し丁寧に行う。（図3）
- ⑦ 蜜蝋は高圧スチームを利用しながら溶解させ、綿花および海綿スポンジで拭いながら丁寧に処置する。（図4）



図3 クリーニングの途中経過



図4 高圧スチームによる蜜蝋の除去

4-3. 実用性の検証結果

壁画の保存修復では、サンプルや特定範囲において一定の効果が得られる方法であっても、実用レベルに達しないケースが多いことから、広範囲を対象にした実用性の検証を行うことは極めて重要である。検証の結果、第3年次に実施した実験時と同様に、良いクリーニング成果を得ることができた。

また、保存修復倫理に基づく評価を行なった場合にも、表面を覆っていた過去の補強材が取り除かれたことで各彩色の発色や素材感が蘇り、壁画全体に統一感をもたらしていることから、制作当初のオリジナル性を尊重した成果といえるだろう。（図5 および図6）



図5 クリーニング前の状態



図6 クリーニング後の状態

(5) まとめ

本研究は、当該遺跡における壁画の保存修復において近年問題となっている点を明確に捉え、着実なプロセスの積み重ねにより新たなクリーニング方法を確立させる事に成功した。壁画の保存修復では、例え使用される修復材料が同じであっても、それらをどのような方法、または技術で導入するかによって結果は大きく異なる。特に化学薬品などを用いることの多いクリーニングの過程においては、単なる化学式だけで反応を証明しても良い保存修復結果を得ることはならない。長年の経験や培われた技術がなければ、プロフェッショナルなレベルでの保存修復の実現は難しいことをここに明記する。

今回の研究により、壁画の吸放湿性能の妨げとなっていた補強材の除去が可能となったことで、保存状態の改善や更なる保存修復処置の可能性が高まったといえる。例えば、アポロの家の壁画は、構造体の内部からもたらされる塩の析出時に彩色層下で結晶化が発生し、その膨張現象による破壊が進んでいた。今後はスムーズな吸放湿が可能となることで、こうした被害の軽減が期待できる。また、漆喰層内部に含浸させて行う補強処置も可能となることから、多層塗りの特徴をもつ当該遺跡の壁画において頻繁に発生している層間剥離に関しても、これまでアプローチの難しかった方法の導入が可能となるのではなかろうか。今後はこの補強処置に焦点を当て、更なる壁画保存修復技術の向上を目指した研究を継続し、人類共通の文化遺産を後世に伝えるために貢献していきたい。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Yoshifumi Maekawa, Guido Botticelli, Stefania Franceschini, Monica Martelli Castaldi	4. 巻 -
2. 論文標題 Interventi di emergenza, conservativi e di restauro	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Parco Archeologico di Pompei	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yoshifumi Maekawa, Guido Botticelli, Stefania Franceschini, Monica Martelli Castaldi	4. 巻 -
2. 論文標題 Report; Casa di Apollo	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Parco Archeologico di Pompei	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yoshifumi Maekawa, Guido Botticelli, Stefania Franceschini, Monica Martelli Castaldi	4. 巻 -
2. 論文標題 Progetto di studio e ricerca scientifica sulle metodologie di intervento per la conservazione, restauro e manutenzione disulle pitture murali e finiture di superficie nell' area Pompeiana	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Parco Archeologico di Pompei	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件／うち国際学会 0件）

1. 発表者名 前川佳文、ガイド・ボッティチェリ、ステファニア・フランチェスキーニ、モニカ・マルテッリ・カスタルディ
2. 発表標題 ポンペイ遺跡「アポロの家」における壁画の保存状況調査
3. 学会等名 日本文化財科学会第35回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 前川佳文、ガイド・ボッティチェッリ、ステファニア・フランチェスキーニ、モニカ・マルテッリ・カスタルディ
2. 発表標題 ボンベイ遺跡「アポロの家」における彩色層補強材の除去方法に関する実験研究
3. 学会等名 日本文化財科学会第36回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 前川佳文、ガイド・ボッティチェッリ、ステファニア・フランチェスキーニ、モニカ・マルテッリ・カスタルディ、ルイーダ・ソロルドーニ
2. 発表標題 ボンベイ遺跡「アポロの家」における壁画クリーニング法の施工実験
3. 学会等名 日本文化財科学会第37回大会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	朽津 信明 (Kuchitsu Nobuaki) (50234456)	独立行政法人国立文化財機構東京文化財研究所・保存科学研究センター・室長 (82620)	
研究 分担者	増淵 麻里耶 (Masubuchi Mariya) (50569209)	独立行政法人国立文化財機構東京文化財研究所・文化遺産国際協力センター・アソシエイトフェロー (82620)	2016, 2017年度に参加
研究 協力者	ボッティチェッリ ガイド (Botticelli Guido)		

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	フランチェスキーニ ステファニア (Franceschini Stefania)		
研究協力者	カスタルディ モニカ マルテッリ (Castaldi Monica Martelli)		
研究協力者	ソロルドーニ ルイーヂ (Soroldoni Luigi)		