エジプトにおける文化財保存の科学

——ファラオ時代の壁画への処置法——

Restoration Science of Cultural Properties in Egypt:
Examples from Mural Paintings of Pharaonic Age吹 田 浩^{*}
SUITA Hiroshi

序

本稿は、エジプト人研究者によるファラオ時代の壁画技術の分析とそれに基づく保存対策の具体的な事例を日本に紹介しようというものである。エジプトの文化財が危機的状況にあることはすでに周知のこととなっており、それらをいかにして保存・修復すべきかが今日の重要な問題となっている。本稿によって、日本とエジプトのあいだにおける文化財保存・修復活動の技術交流の足がかりとしたい。

両国のあいだの技術交流は、当然のことながら研究機関を中心にして継続的におこなわれるべきである。仮に特定の遺跡を日本の技術者が短期に修復するだけで終わるならば、エジプトの研究機関に技術が移転され、蓄積されることは難しい。また、具体的な技術が念頭におかれなければ、技術の継続的な交流は促進されないであろう。

一方で、現時点で両国の保存修復の研究者のあいだに直接的、継続的な接点はないように思われる。また、日本の保存修復の専門家がエジプト人研究者の研究に直接的に触れることは現実として容易ではない。日本の専門家のためには、エジプト側の包括的な技術が示される必要があるように思われる。本稿では、ファラオ時代の壁画の保存と修復に限定して、これを行う。

現在のエジプトには、複数の大学に保存修復を専門とするコースがおかれている。本稿で利用したのは、カイロ大学考古学部保存修復学科のエジプト人研究者、アフメド・サイエド・シュエイブ (Ahmed Sayed Shoeib) 氏の業績である。以下に紹介するように、アフメド氏の業績は、壁画の分析からその修復までを広く扱っており、この分野の代表的な研究者のひとりといえる。この点で、エジプト人研究者の技術を知り、日本の技術とつぎあわせるのに好都合である。

今日、エジプトの遺跡でもっとも深刻な問題は塩害の発生である。塩害は、エジプト

* 関西大学文学部教授
Professor, Kansai University

写真 2 エスナ神殿の正面 (アフメド氏撮影)
地下水位の高さが見られる

写真 1 カルナック神殿の大列柱室
柱の台座部分に塩が結晶化している

の多くの遺跡で見られる。写真1は、ルクソールのカルナック神殿でのものである。写真2は、アフメド氏が上エジプトの代表的な神殿であるエスナのクヌム神殿で撮影したものである。一見して、エジプトの文化財が危機的な状況にあることは明らかである。

このように大規模に塩害が発生している原因は、エスナのクヌム神殿で撮影された写真2に見られるように、直接的には地下水位の上昇にある。エスナにせよ、ルクソールにせよ、地下水の源の一つはナイル川からの水である。アスワン・ダム、アスワン・ハイダムが建設されて以降、ナイル川には水位の変化がなくなって増水期に地表の塩分が流されるということがなくなった結果、塩分は地下水の蒸発とともに地表に堆積するようになった。

さらに、エジプトで急速に進行しつつある都市化の問題がある。エジプトでは、都市開発にともなっておこなわれるべき下水道設備の整備がなされていないという事情がある。クヌム神殿の場合、「周辺の住宅にはまったく下水システムはない⁽³⁾」とされている。通常、古代遺跡が周辺の新しい住宅地に比べて低いところに位置するため、生活排水は直接的に古代の遺跡の地下に流れ込み、遺跡に打撃を与えることになる。このような事情は、エジプトのどの遺跡にも当てはまることであろう。

I. ファラオ時代の壁画の技術

本章では、古王国のマスタバと新王国の岩窟墓を例にして、それらの壁やプラスターの構造、顔料や有機接合材の分析を紹介する。保存修復の研究にとって重要なことは、修復そのものに先だって対象を分析することであるとされる。

古王国のマスタバの外壁については、第5王朝のカエムノフレトのマスタバを扱った論文、「古代エジプトの壁画における石灰をベースとしたプラスターの問題⁽⁴⁾」から見てみたい。この論考は、カエムノフレトのマスタバの特殊性に加えて、エジプトのプラスターについての基本的な情報を提供してくれるものである。

「プラスター」とは、一般的な言い方をすれば、レンガ、石、木などの表面に塗り、平滑な表面をつくるものであり、したがって、以下にあるように粘土のようなものもプラスターと呼ばれうる。ただし、通常検討の対象となるのは石膏プラスターと漆喰プラスターの2つである。石膏は硫酸カルシウム二水和物 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ である。漆喰は消石灰 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ をその成分とするが、消石灰が二酸化炭素を吸収して炭酸カルシウム CaCO_3 となるため、分析の対象は後者の炭酸カルシウムとなる。

このカエムノフレトのマスタバは、1994年と1995年にエジプトの考古局の手によって発掘されたもので、サッカラのホレムヘブの墓がある墓地の200mほど南に位置する。墓の構造（基底材）は、切り刻まれたわらを混ぜた粘土（アリッチオ）で覆われている。

これは 2.5 cm から 4.4 cm の厚さがあり、切り刻まれたわらが混ぜられている。この粘土のプラスターはきめが粗いが、その上に石灰とわらからなるなめらかな層（イントナコ）が 0.8 cm から 1.2 cm の厚さでのっている。さらに最上層として、0.3 mm という大変に薄いクリーム色をした上質の層がのっている。

分析に使われた手段は通常の化学分析の方法であるが、機器には東欧・ロシアのものが見られる。示差熱分析 (DTA) [ハンガリー製 MOM], 赤外線スペクトラル分析 [ドイツ製 Specord 75 IR], 薄層クレマトグラフィー, 断面技術, X線回析 [ロシア製 Dron-1], 薄切りによる岩石分析などである。アフメド氏の分析に詳細に触れることは本稿の域を越える。分析の結果を紹介することで、日本の研究者に足がかりとなる情報を提供することが可能であろう。

カエムノフレトのマスタバでは、最初の粘土でできている層には接合材として 0.5 cm から 1.8 cm の長さのわらが入れられている。これはプラスターが乾いた際にひびが入るのを防ぐものである。この層は、主に低温石英（アルファ石英）、カオリナイト、モンモリロン石から成る。石英は 1 mm を越えない大きさで丸みを帯びた形をしており、他に細かなシルトの粒、鉄の酸化物、粘土の鉱物が見られる。

第 2 層目については、通常のマスタバの場合、硫酸カルシウムの二水和物 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ と炭酸カルシウム CaCO_3 からなるが、その比率は個々の遺跡によって相当の差がある。このカエムノフレトの墓では、方解石 CaCO_3 45.83%, 水分 5.44%, その他 48.73% となり、その他のものは低温石英 SiO_2 、カオリナイト、モンモリロン石、赤鉄鉱になる。ただし、粘土の鉱物はきわめて少量にしか見られない。石英の大部分は丸みを帯びるが、角張ったものも見られる。0.4 cm から 1.2 cm の長さのわらも入れられている。ここでは、炭酸カルシウムの石灰が石英や植物繊維と混ぜられて接合材の役割を果たしている。石灰と他の付加物の割合は、ほぼ一対一である。注目すべきは、石膏の成分 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ がこの墓からは見つかっていないことである。

ここからアフマド・シュエイブ氏は、論考のタイトル「石灰をベースとしたプラスター」にあるように、石灰をベースにしたプラスターが少なくとも第 5 王朝からあったと考えている。これは、従来、プトレマイオス朝か、せいぜい新王国時代に始まると考えられていた漆喰の技術の起源を相当に遡らせることになる。氏は、石灰のプラスターには高温が必要であり、木材の限られたエジプトではその技術が王の葬祭に関連したものに限定して使われたためであろうと推測している。

次いで、新王国時代のプラスターについては、ルクソールにあるメレンプタハとメネナの岩窟墓をあつかった「古代の壁画下塗り」を現代に再構成するための石膏プラスターの構成、構造、技術の調査から見てゆきたい。

ルクソールの西岸にある墓は、よく知られているように、あまり質のよくない岩場を掘って作られている。そのため、彫り込まれた内部の壁は、先ず粗い石膏の層で整えられる。そしてその上に上質の層が塗られている。メレンプタハやメネナの墓などでは、おおよそ前者の粗い層が 3 mm-7 mm 程度、後者の上質の層は 0.5 mm-1 mm 程度の厚さがあるとされる⁽⁸⁾。

分析に使われた手段は、上記のカエムノフレトのマスタバ（第 5 王朝）の場合と同様に、X 線回析 [ロシア製 Dron-1]、示差熱分析 (DTA) [ハンガリー製 MOM]、赤外線スペクトラル分析 [ドイツ製 Specord 75 IR]、薄層クレマトグラフィー、岩石分析である。

メレンプタハの墓では、プラスターは微小孔性のもので、白いアラバスターと多くの赤いセラミックの粒が混ざられている。接合材には、石膏と場合によっては少量の方解石が使われている。石膏は繊維と鉄酸化物（赤鉄鉱）を含み、炭酸塩で覆われている。方解石が含まれているが、これが人為的なものであるかどうかはわからない。石英は丸みを帯び、0.1 mm の大きさをこえない。長石と、まれに雲母も見られる。多少焼かれた粘土、ローム層の鉱物 (0.1 mm-0.5 mm)、木炭のいくぶん長めの丸みのある粒も存在する。これらは低温で粘土が焼かれたことを意味すると思われる。

数多く見られる赤いセラミックの粒には石英は見られない。わらの長さは、1.2 mm から 2.2 mm である。プラスターの 41.22% は石膏によって占められ、方解石は 4.58% にすぎない。残りは、石英、粘土の鉱物などである。接合材と添加物は、ほぼ一対一の割合である。なお、塩分が 5.0%-7.5% の割合で含まれている。

メネナの墓の場合にも、結晶化した方解石が見られるが、これはメレンプタハの場合と同じく、人工的に加えられたものかどうかはわからない。鉄分を含む赤いセラミックや長石の丸みのある粒はほとんど見られない。方解石、セラミックの粒、石英の尖った粒 (0.4 mm の大きさをこえない)、アラバスターの細かな粒、粘土、ブラウンの木炭粒が確認される。さらに、5 mm から 8 mm の植物繊維も見られる。メレンプタハの場合と異なり、石膏は 70.82% とさらに大きなウェートを占め、方解石は 12.63% と低い割合になっている。メレンプタハの墓と同様に、塩化物の存在が確認される。

さらに、壁画に使われている顔料および有機的な接合材については、ルクソールにあるホレムヘブの墓をあつかった論考、「新王国（紀元前1348-1320年）に由来する古代エジプトの壁画に用いられた顔料、および、有機接合材の検査」⁽⁹⁾が情報を与えてくれる。

ここで分析に使われた手段は、顔料については、赤外線スペクトラル分析 [アメリカ製 Acculab G, Beckman Inc.]、X 線回析 [HZG4/A-2]、微量化学的・微視的分析であり、接合材については、赤外線スペクトラル分析、薄層クレマトグラフィー、ペーパー

クレマトグラフィーである。

ホレムヘブの墓に見られる色は、赤、黄、白、ブルー、黒の5色である。赤は、カオリナイトと鉄酸化物を多く含むオーカー Fe_2O_3 であり、他に方解石、石膏、石英も含んでいる。組成および粒度は不均質である。黄は、ほとんどはカオリナイトであり、わずかに石英と方解石を含むオーカー FeOOH である。組成および粒度はやはり不均質であるが、明瞭に等方性をもっている。白は、方解石の炭酸カルシウム（チョーク） CaCO_3 である。これは極めて均質なものである。ブルーは、珪酸塩と石英からなるエジプト・ブルー $\text{CaCuSi}_4\text{O}_{10}$ である。黒は、光を通さない極めて小さい粒でなっており、カーボン・ブラック C である。

有機接合材の検査に際しては、まず微生物が対象物に存在していないことが確認されている。バクテリアや菌の存在はクレマトグラフィーの検査結果に影響を与えるからである。接合材は、炭水化物（多糖類）が多く含まれることから植物性と考えられ、カゼイン、グルテン、卵などの可能性は排除される。また、単糖類が存在していないことから、蜜や、リンネルや穀物に由来する糊も排除される。同じようにフルクトースのような単糖類を低量含む樹脂も排除される。加水分解ののちに、ガラクトース、アラビノースが相当量確認され、植物性であることが裏づけられる。さらにクレマトグラフィーによって、グルクロン酸、ガラクトース、アラビノース、ラムノースが検出され、ガラクトースとアラビノースの割合はほぼ一対一であった。このことから、有機接合材としてアラビア・ゴムが使われていると考えられる。

II. プラスターの復元と塩害への対処法

本章では、壁画の修復手段について紹介する。まず、壁面の強化方法、次いでプラスターの復元、最後に塩害への対処法を扱う。

通常、壁画の表面処理は Paraloid B72⁽¹⁰⁾ という薬品をアセトン溶液に混ぜたもので行われている。Paraloid B72 は、Acryloid B72 とも呼ばれるが、アクリル酸メチルとメタクリル酸エチルの共重合体であり、1950年代からこの種の目的のために使用されている。他にアフメド氏はポリビニルブチラール（Mowital B 30H）と Raccanello E 55050⁽¹¹⁾ の名をあげ、特にアクリル系のシラン混合物である後者の有効性を指摘している。

しかしながら、塩害が起こるようなところでは、Paraloid B72 や、あるいはポリ酢酸ビニルのようなものよりも親水性のある樹脂の方が望ましい⁽¹²⁾。そこで、エジプトでもっとも深刻な問題になっている塩害への対策として興味深い論考として、アフメド氏がおこなった諸薬品の塩害への抵抗力を調べる風化実験を紹介したい。これは、「サッカラのアメンエムイネトの墓における水溶性塩分によって損傷を受けた古代壁画の予備的な強

化策に関する問題」⁽¹³⁾という論考からのものである。

実験室でのサンプルは4種である。1)基底材——「カルスト」石灰岩、支持体——石膏70%, 炭酸カルシウム20%, 低温石英10%の荒い層と、石膏75%, 炭酸カルシウム18%, 細かな砂からなる上質の層 2)基底材——石膏 900 mg と SiO₂ 300 mg を混ぜたもの、支持体——石膏70%, 炭酸カルシウム20%, SiO₂ 10%の層と同じ割合の上質の層 3)基底材——石膏のみ、支持体——石膏70%, 炭酸カルシウム20%, SiO₂ 5%の層 4)基底材——石膏 900 mg と砂 300 mg を混ぜたものに NaCl 3%を加えたもの、支持体——極上の石膏2層、あるいは、石膏70%, 炭酸カルシウム20%, SiO₂ 10%の荒い層と、石膏75%, 炭酸カルシウム20%, SiO₂ 5% (上質の粒)の上質の層。これらのサンプルは、16×14×4 cm の大きさである。

サンプルが乾いたのち、黒 (炭)、赤と黄のオーカー、白 (石膏かチョーク)、緑 (スマルトと黄のオーカーの一对一)、ブラウン (アンバー)、青 (ウルトラマリン)、エジプト・ブルーがサンプルに塗られた。その際、アラビア・ゴム (アカシア) が濃度1%以下で接合材として使われた。

サンプルの風化実験に先だって、以下の薬品が事前にしみこまれた。初めに、絵の層を傷つけないようにスプレーを使い、その後2回はブラシが用いられた。

Primal AC-33, Rhom and Haas, USA.

水で3%に薄める

Polyvinyle alcohol, Rhene-Poulenc, France.

水で3%に薄める

Polyvinyle acetate, Rhene-Poulenc, France.

トルエンで3%に薄める

Polymethyl methacrylate, Chemical Industries "Oswiecim," Poland.

トルエンで3%に薄める

Paraloid B-72, Rhom and Haas, USA.

トルエンで3%に薄める

Silicon Wacker Steinfestiger OH, Wacker Chemie, Germany.

Lascaux (acrylglasour 40X, acrylic resin 40%), Alois, Switzerland.

トルエンで3%に薄める

Acrylglasour, acrylic resin P-550-4TB, buthyl metacrylate 40% in mineral split 100/140, Switzerland.

トルエンで3%に薄める

以上のような要領でサンプルは、3%の塩化ナトリウムを溶かした蒸留水に8日間つけられ、その後、室温のもとに置かれた。

上記の実験でもっとも良好な結果を得たのは、Wacker Steinfestiger OH⁽¹⁴⁾であった。この薬品を塗ったところでは、半透明で、顕微鏡で見ると不規則な形をして、尖った、非常に細かなほこりのような風化物が黒、エジプト・ブルー、白、アンバーの部分に見られた。絵の層は、ほこりのように見える塩の非常に薄い、部分的に剝離した「皮」のもとでわずかに粉末状になる傾向がある。このように現れた風化物は機械的に簡単に取り除くことができる程度のものである。塩化ナトリウムの濃度を10%にすると、毛羽状の高く白い風化物が出てきたが、全体として他の薬品に比較して風化物を押さえるのに効果があった。

また、脱塩処理の方法も検討されている。壁面を和紙で壁面を覆い、湿布を行う方法である。この場合も、Wacker Steinfestiger OH は壁画の顔料が湿布によって失われることを防ぐのに効果があることが確認された。湿布を3回に渡って連続的に使用することが可能である。4回目には再度薬品をフェイシングを通して含浸させる必要がある。塩分を除くためには、このような過程がさらに3回必要とされる。

また、古代のプラスターが損傷している場合も多い。そのような場合、なるべく当時のプラスターに近いもので復元されなければならない。このような試みが、メレンプタハとメネナの墓を分析した考察「古代の壁画下塗りを現代に再構成するための石膏プラスターの構成、構造、技術の調査」⁽¹⁵⁾においてなされている。

そこであつかわれている実験は、カオリナイト $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ 、チョーク CaCO_3 、砂 SiO_2 (最大1 mm サイズ)、Malta (6001と6002— SiO_2 , CaO , Al_2O_3 , pfuoco)、赤煉瓦の粉末 (最大1 mm サイズ)、黒炭、石灰の組み合わせのなかから、プラスターとして強度のあるものを選ぼうというものである。あげられている資材のうち Malta と赤煉瓦の粉末は、強度を強めるためのものであり、セラミックの粉末と黒炭は、強度を与えたうえで、毛管現象がおこることを妨げ、水に対する維持力をつけさせるためのものである。

実験の結果、もっとも強度のあるプラスターを再現する組み合わせの割合は、カオリナイト：1、砂：1.5、マルタ 6001：0.25、赤煉瓦の粉末：0.20、黒炭：0.03 の組み合わせであった。次いで強度のあったものは、砂：3、石灰：1、マルタ 6001：0.75 の組み合わせであった。

またプラスターを再現する際、ポリマーや合成のエマルジョンを混ぜることは、乾いた気候のもとではプラスターにひび割れをおこす原因となりうるため避けられるべきで

ある。

結

本稿は、エジプトの文化財保護・修復活動の分野において日本とエジプトのあいだの技術交流の足がかりを得ようとするものであった。そのために、対象をファラオ時代の壁画の保存と修復の分野に限定して、エジプト人研究者、アフメド・サイエド・シュエイブ氏の技術を壁画の分析から保存処理までにわたって紹介してきた。このような方法をとったのは、両国のあいだの技術交流が研究機関を中心にして継続的におこなわれるべきであるが、日本の保存修復の専門家にとってエジプト人研究者の業績に直接的に触れることは必ずしも容易ではないからである。

先ず第1章では、古王国のカエムノフレトのマスタバと新王国のメレンプタハとメネナの岩窟墓を例にして、それらの壁やプラスターの構造、顔料や有機接合材の分析を紹介した。次いで第2章では、壁面の強化方法、プラスターの復元、最後に塩害への対処法を述べてきた。筆者は、アフメド・サイエド・シュエイブ氏の業績を追いつつながら、壁画に関して分析から修復にいたるまでのエジプト側の技術の一端を紹介できたのではないかと考える。

本稿の目的からしてアフメド氏の各論考にあった技術的な議論の詳細やその評価の問題には立ち入らなかったが、それぞれの論考で用いられた分析手段、分析機器、薬剤などの名前についてはなるべく紹介するようにした。氏が行っている、示差熱分析、赤外線スペクトラル分析、薄層クロマトグラフィーなどの分析手段は、化学分析において通常におこなわれている方法であるが、そこで用いられている機器については、言うまでもなく、日進月歩の状態にある。より新しい機器による分析が研究に新しい展望をもたらす可能性があり、そこに日本の研究機関が貢献できる可能性があるからである。

また、Paraloid B-72 をはじめとする薬剤の用法についても、日本の研究機関には複数の薬剤を組み合わせる方法や薬剤の含浸の方法などをめぐって研究の蓄積がなされている。例えば、日本の研究者は「彩色の剝落止めには、施工技術が合成樹脂溶液の選択以上に重要であることを忘れてはならない」という認識をもっている⁽¹⁶⁾。今後は、エジプト側の技術をいかにして評価し、日本側の技術とつぎあわせていけるかが検討される必要がある。

最後に、エジプト人研究者が ICCROM（文化財の保存及び修復の研究のための国際センター）などの国際機関との接触をもち、高い技術をもっている一方で、本稿で紹介された分析結果とそれに基づく修復技術がエジプト国内の実際の修復活動に必ずしも生かされていない現実を指摘しておきたい。例えば、本稿で塩害対策に関連して述べられた

ワッカー OH は、日本においても修復の多くの場合に有効であることは知られているところであるが、このワッカーがエジプトの現場でどれほど利用されているであろうか。あるいは、現場で修復のために使われているプラスターに、当時のものに似せた上で毛管現象による塩の結晶化を防ぐ工夫がどれほどなされているであろうか。

この研究動向の紹介は、日本とエジプトの技術交流のためのほんの足がかりにすぎない。エジプト側の技術の評価や日本の技術との比較ばかりではなく、保存修復現場への応用方法など、今後の課題は数多くあるように思われる。

注

- (1) 例えば、2000年に行われた第8回国際エジプト学会議でのミレニアム討論(Site Management and Conservation)において、世界の文化遺産に比較して「エジプトでの状況はさらに深刻である」と述べられている。*Abstracts Papers, Eighth International Congress of Egyptologists* (Cairo, 2000), 4.
- (2) 2002年1月に交際交流基金によって、中近東3国の遺跡保存修復専門家グループの招聘事業が行われ、エジプトからは5名の専門家(カイロ大学ファイユーム分校3名、考古最高評議会2名)が来日にした。これは、保存修復の分野に限定すれば、日本とエジプトの専門家の初めての組織的な接触であると思われる。
- (3) Ahmed Sayed Ahmed Shoeib, "Decay Phenomena on Painted Reliefs of Esna Temple (South of Luxor)," *Acta Universitatis Nicolai Copernici: Zabytkoznawstwo i Konserwatorstwo* 30 (1998), 146f.
- (4) Ahmed Sayed Ahmed Shoeib, "The Problem of Lime-based Plaster in Ancient Egyptian Wall Paintings," *Journal of the Faculty of Archaeology* (Cairo University) 9 (1998) [2001], 43-55.
- (5) アフメド氏によれば、Eibner が新王国から、Lucas がプトレマイオス朝からの利用を主張している。*Ibid.*, 54.
- (6) 石膏の場合、硫酸カルシウムを生成するには100度から200度が必要であるが、漆喰のための生石灰には900度が必要とされる。Cf. A. Lucas, *Ancient Egyptian Materials and Industries*⁴ (London, 1962), 79.
- (7) El-Sayd M. El-Banna, and Ahmed Sayed Shoeib, "Investigation, Structure and Technology of Gypsum Plaster for Contemporary Reconstructure of Ancient Wall Painting Renderings," *Bulletin of Faculty of Arts* (South Valley University) 6-1 (1996), 29-42.
- (8) これらの数字は、アフメド氏から直接に確認したものである。上記論文、31-32、および38の図1と図2にそれぞれの層の厚さがあげられているが、それらの数字には誤植があるように思われる。
- (9) Ahmed Sayed Ahmed Shoeib, "Examination of Pigments and Organic Binding

- Medis Applied on Ancient Egyptian Wall Paintings Dating from the New Kingdom,” *Bulletin of Faculty of Arts* (South Valley University) 5-2 (1995), 45-55.
- (10) この Paraloid B72 という薬品は、我が国の高松塚古墳の壁画剥落止めにも使われている。以前に困難視されていた厚塗彩色層の再接着にも有効と見なされている。『新建築学大系50 歴史的建造物の保存』（彰国社，1999年），312を見よ。
- (11) Ahmed Sayed Ahmed Shoeib, “The Problem of Lime-based Plaster,” *Journal of the Faculty of Archaeology* (Cairo University) 9 (1998), 43 and 54.
- (12) Ahmed Sayed Ahmed Shoeib, “Decay Phenomena on Painted Reliefs of Esna Temple (South of Luxor),” *Acta Universitatis Nicolai Copernici: Zabytkoznawstwo i Konserwatorstwo* 30 (1998), 149.
- (13) Ahmed Sayed Ahmed Shoeib, and Maria Roznerska, “Problem of Preliminary Consolidation of Ancient Wall Paintings Being Damaged by Soluble Salts in the Imm-m-int’s Tomb in Saqqara,” *Acta Universitatis Nicolai Copernici: Zabytkoznawstwo i Konserwatorstwo* 30 (1998), 73-93, and esp. 86-89.
- (14) この製品は、現在、Wacker Steinfestiger OH 100 と呼ばれる。ワッカー社の製品を扱う株式会社アクトから提供された資料によると、珪酸エチルエステルをベースに処方され、毛細管を通して材料に浸透し、ガラス状の珪酸ゲルを形成する。これは、耐酸性を有し、石の孔を塞がないため、水分透過率も変えないものである。
- (15) El-Sayd M. El-Banna, and Ahmed Sayed Shoeib, “Investigation, Structure and Technology of Gypsum Plaster,” *Bulletin of Faculty of Arts* (South Valley University) 6-1 (1996), 35-37.
- (16) 『新建築学大系50 歴史的建造物の保存』（彰国社，1999年），313。