

壁画材料の研究

——カッパドキヤの岩窟聖堂壁画 の研究を中心にして——

東京芸術大学 小口八郎

1. 緒言

東京芸術大学では中世オリエント遺跡学術調査団を組織し、1966年以降、68年、70年の3回にわたって、トルコ国の主都アンカラの東南方、小アジアのほぼ中央部に位置したカッパドキヤ（Cappadocia）地方で、中世キリスト教の特異な遺跡として注目されている岩窟教会（rock-cut church）の壁画を総合的に調査研究した。筆者は1970年の第3次調査団に団長として参加し、壁画の材料および技法に関する科学的研究を分担した。この調査研究は、現在でも疑問点の多い東方キリスト教美術の成立及び発展の特質を解明することを目的としたもので、古文化財材質の科学的鑑識を主眼にした一般の保存科学的研究とは、多少ちがった研究を経験することができた。この機会に、美術史に関係した古美術材料の研究についてその概要を述べることにする。

考古・古美術の材料及び技法の研究は、今後、考古学、美術史、文化史等の研究と関連して研究される機会が多くなると思われるが、その際の参考になれば幸である。

2. 調査研究の課題と背景

東京芸術大学の中世オリエント遺跡学術調査は、小アジアのカッパドキヤ地方に多い、中世の岩窟修道院の聖堂壁画を対象に行ったもので、壁画の美術史的意義、特に、東方キリスト教美術の成立過程及びそれとビザンチン美術ならびに中世ヨーロッパ美術との関連を明かにすることを目的とした総合的な研究調査である。美術史を中心とした調査研究に、壁画の材料及び技法の科学的研究をどのように組み入れたら、よりよい貢献ができるかという調査研究の計画の立案に際しては、あらかじめ、カッパドキヤ地方の中世岩窟聖堂壁画及びその背景の概略について理解しておく必要がある。

岩窟聖堂の調査地域であるカッパドキヤ地方は、小アジアのほぼ中央部、Anatoria plateauの一部を占め、首都アンカラの東南方約340 Kmの位置にある古都カイセリの南西一帯約100 × 200 Km²にわたり、ネウシェヒール、カイセリ及びニーデの3県にまたがって広がっている。こ

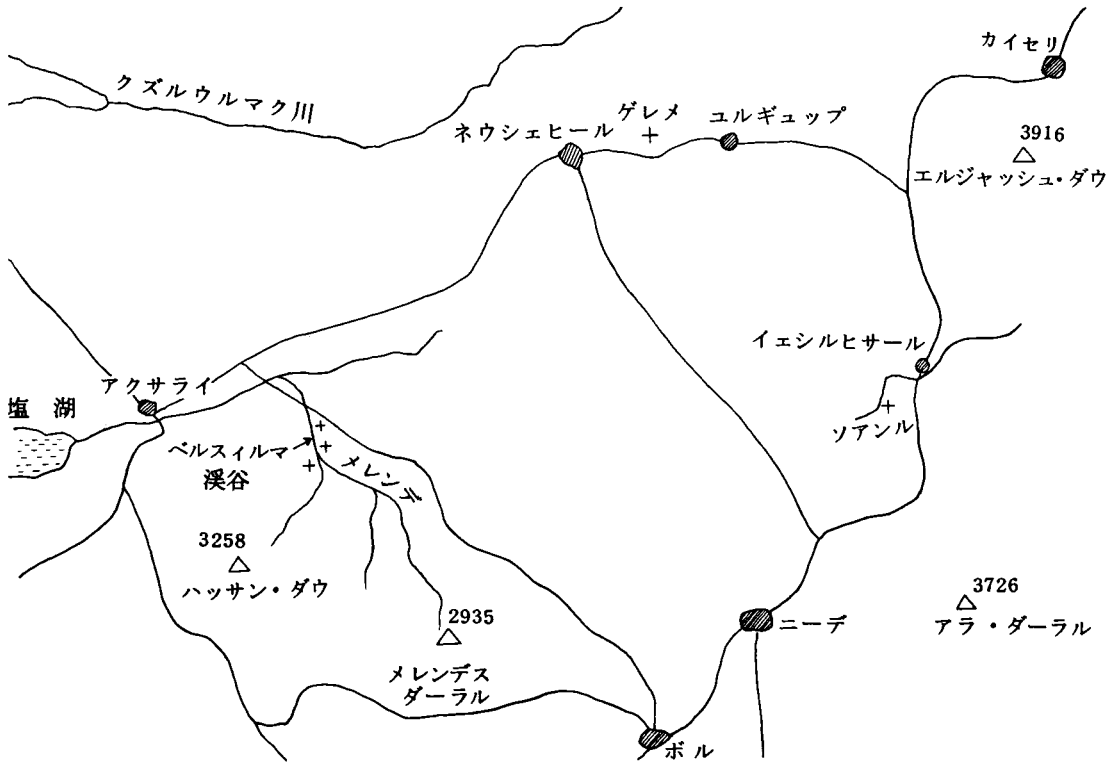
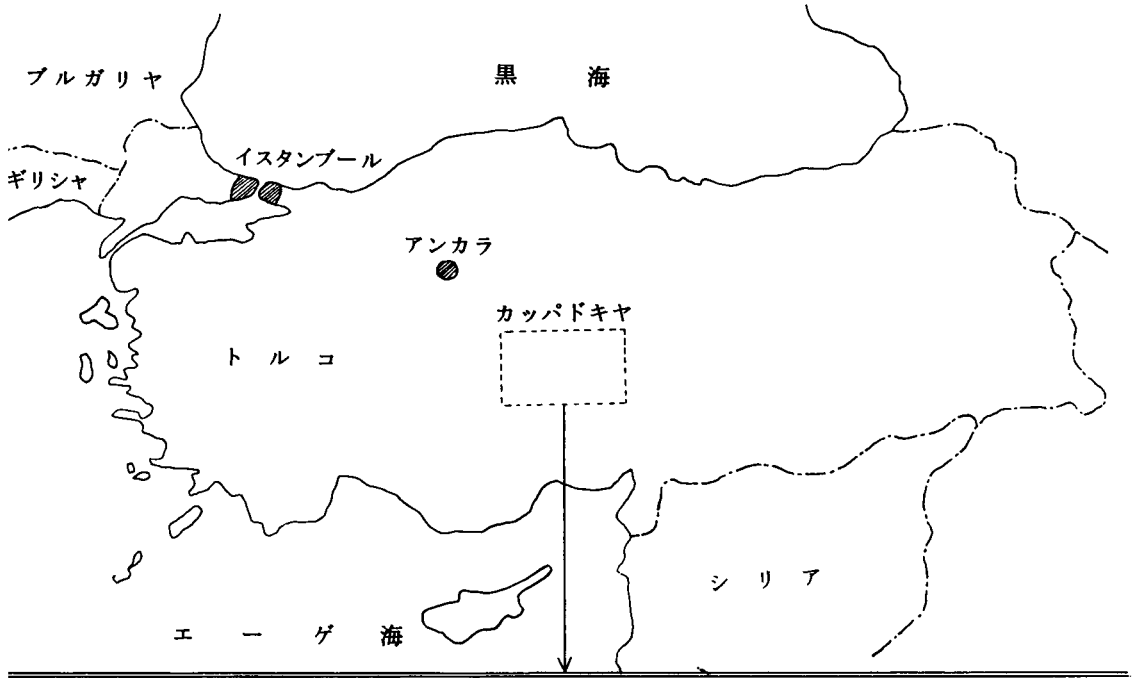


図1 トルコ国及びカッパドキヤ地方

の地方の緯度は北緯 38~39度で、周囲をエルジャッシュ・ダウ、アラ・ダール、ハッサン・ダウ等の 3000 m を超える高峰に取り囲まれ、その大地は厚い凝灰岩によって覆われ、海拔 1000~1500m の火山性台地を形成し、高冷な気候と荒蕪な景観を生み出している。

凝灰石や石英粗面岩からできているカッパドキヤの台地は漸新世、アルプス造山活動期、第 3 紀中期等数次の火山活動によるもので、この台地をとりまく火山の活動によっておびただしい火山灰と溶岩の巨大な推積があり、それが固まって軟質の凝灰岩や石英粗面岩となったものといわれている。¹⁾ 荒れ果てたそして単調な火山台地の景観を変貌させ、世にもまれな奇岩と珍峰の群がる勝景を出現させたのは、大自然の侵蝕作用である。この地方は冬期に多少の降雪があり、春季には時々豪雨があるが、その他の季節は大部分快晴日と湿度も低く、半砂漠地帯をなしている。台地の侵



図 2 ゲレメ地区の侵蝕谷

蝕は主に河川の流水、雨水によるもので、これに風の侵蝕、冬期の凍結や熱膨張による破碎も加わっている。降雨、特にはげしい雨は軟質の火山台地を侵蝕して川谷を作り、やがて複雑な侵蝕溪谷を形成してゆく。しかし、侵蝕の形態は降雨や流水等の侵蝕力と、侵蝕される岩の性質によって異ってくる。ゲレメ地区に多い石筍や円錐形岩は、比較的軟かい凝灰岩に降雨による流水、時に砂

嵐なども加わるが、比較のおだやかな侵蝕作用によって生じたものであろう。一方、河川の洪水による侵蝕作用は、激しい流水の働きによって火山台地に深い峡谷を穿つ。カッパドキヤ地方の中心をなすアクサライの東南方にそびえるハッサン・ダウ及びメレンディズ・ダーラルの2高峰から発するメレンディズ川は、やや硬質の岩盤を侵蝕して幅約100 m、高さ50～100 mの絶壁をなすベルスイルマ溪谷を形成した。



図3 ベルスイルマ溪谷

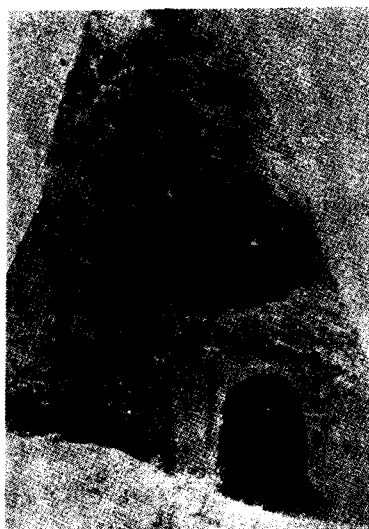


図4 岩窟教会の外景
(ÜSÜMÜLİ Kilise)

カッパドキヤ地方の岩窟聖堂壁画は、そのほとんど大部分が侵蝕谷の狭間にある。巨大な石筍、山塊、断崖の絶壁等の内部を、地上の修道院の建築様式と同じように削り抜いて作ったのが岩窟修道院である。カッパドキヤ地方にはこのような岩窟修道院が何百とあり、それらの修道院の中には、聖堂の壁面を福音書や黙示録に基づいて描いた絵 — 壁画で美しく飾ってあるものも数多くある。



図5 聖堂の内部 (YILANLI Kilise)

ところで、この荒れ果てたカッパドキヤの地に、何故このような多数の岩窟修道院が穿たれたのであろうか。その源は初期キリスト教時代のエジプトの修道院に発しているといわれる。²⁾ 3、4世紀頃の初期キリスト教社会、特に、エジプトでは終末論的思想が盛んになり、キリストが予告したこの世の終りと最後の審判の日を強く意識して、肉体や物欲を否定し、禁欲と断食、世間や肉身との一切の縁をたち切って、荒野や砂漠に住んで厳しい修業をする修道士が急激に増えていった。これらの修道士が集まって共同生活を営むようになり、それが修道院に発展していったという。荒野に修行を志す者はコプト人(エジプトのキリスト教徒)に限らず、シナイ半島を経てパレスチナ、ヨルダン、さらにシリアやメソポタミヤの砂漠を越えて小アジアの各地に増していった。4世紀の半ば頃には、カッパドキヤには修道院が広まりカイセリは初期キリスト教の聖地になっていた。カッパドキヤの侵蝕谷の岩窟修道院は、この頃から作られ始めたと思われるが、現在残っている岩窟修道

院から、初期キリスト教時代に作られたという証拠を見つけ出すことは困難である。初期キリスト教時代に岩窟修道院が穿たれたとしても、その後のキリスト教義の変更などによって、当時の修道院の造作は改廃され、今では跡方もなくなってしまったであろう。現在カッパドキヤ地方に散在する岩窟修道院は、ビザンチン帝国の変遷、イスラムの侵入と統治等の歴史的背景を考慮し、また、キリスト教義の改変と壁画様式の対比等から、年代の早いもので7、8世紀、遅いものでも12、13世紀は下らない時代に、ギリシャ系の修道士によって作られたものであろうといわれている。³⁾しかし、聖堂の壁画の製作年代を含めて、岩窟修道院に関する詳しい内容は未だよく分っていない。

美術史にとって最も重要な年代決定は、主に古文書と銘文によってなされるが、カッパドキヤ岩窟修道院に関する古文書は皆無に近く、研究の方法としては壁画に記された銘文を主に、壁画の図像及び文様の特徴を考慮して研究を進めるほかに道はなかった。一方、カッパドキヤの岩窟聖堂壁画には年代を明示する銘文が非常に少く、今世紀初頭以来ヨーロッパのビザンチン研究者たちによって精力的に行われて来た研究の成果⁴⁾にもかかわらず、製作年代の確定された壁画はわずか数例、それも比較的後代のものだけである。

カッパドキヤの岩窟聖堂壁画の調査研究には、以上に述べたような困難が予想されたので、東京芸術大学では従来の研究法を更めて、美術史を中心に材料科学、建築、絵画実技（模写）の各専攻分野を加えた総合的な研究態勢をとることになった。最後の仕上げとして行った第3次調査は、次表のような4班7名の班編成で行った。

班 名 (人数)	調 査 研 究 の 課 題
美 術 史 (3 名)	壁画の図像学的研究。壁画様式の研究。壁画文様の研究。銘文解釈
材 料 科 学 (1 名)	壁画材料の材質の研究。 壁画技法の科学的研究。
建 築 (1 名)	岩窟修道院の測量。 岩窟修道院の建築学的研究。
壁 画 模 写 (2 名)	壁画模写。 壁画技法の技術的研究。

* 723～846年 A. D. は聖像否定時代として有名である。

3. 壁画の材料及び技法の研究法

筆者の担当した壁画の材料及び技法の科学的研究で、美術史研究上最も重要な壁画の製作年代決定の資料を得る手段として第一に考慮されなければならないのは radiocarbon dating である。しかし、カッパドキヤの岩窟壁画の場合には、radiocarbon dating の困難な要因が二つある。ひとつは試料採集の困難である。壁画材料の中で radiocarbon dating にふさわしい材料は壁材料に用いられる筋であるが、dating に必要な量の筋を確保することはほとんど困難である。次に、測定誤差の難点である。カッパドキヤの洞窟壁画の製作年代はおよそ 1100～700 年以前であるが、美術史の研究上知りたい個々の壁画の製作年代決定には、測定誤差を±20 年以下に押えたいが、中世時代の遺物について微量の試料による dating で、このような精度を求めることはこれまでの測定結果⁵⁾から判断してほとんど見込みがない。

以上のような理由によって、壁画の製作年代を科学的に正確に求めることは断念せざるを得なかったので、次善の策として個々の岩窟聖堂の壁画材料を詳しく調査し相互に比較するとともに、できるだけ多数の壁画材料を集収して持ち帰り、東京芸術大学の保存科学研究室で改めて材質等を測定することにした。壁面の現場調査及び材質の測定に当っては、壁画の制作年代のちがいによる材料及び技法の特性を明にすることに主眼を置いた。こうすると、製作年代の正確な区別は無理であるとしても、壁画の図像、文様の特色に対応する大まかな年代の区分の科学的根拠を発見出来る可能性がでて来ると考えたのである。筆者が実際にとり上げた調査研究の課題は次のようなものである。

- (1) 基底壁の構造と材料
- (2) 壁画の着色材料
- (3) 壁画の展色剤
- (4) 描画技法

壁画の材料及び技法を制作年代に関連して研究しようとする場合には、壁画の歴史的背景、特に技術の歴史的・地域的変化の特質を重視する必要がある。ビザンチン及び中世の時代の壁画の技術は、その時代に独自に発達したのではなく、その時代よりはるか以前の壁画——古代エジプトの墳墓壁画、ミノア時代の宮殿の壁画、エトルリア墳墓壁画、ローマ時代のポンペイの壁画等——の技術を継承し発展させ、時には変型したものである。ヨーロッパの壁画研究者の中には、ビザンチン時代の壁画制作には、大体一定した技術が用いられたとする説⁶⁾もあるが、カッパドキヤ、マケドニヤその他の辺境においては、ビザンチン及び中世の時代にかけての壁画技術は、古代 Fresco* の伝承も含めて多様化していたことが報告されている。⁷⁾

* 一般に言う fresco はルネサンス時代に確立された Buon fresco を指すので、ビザンチン以前に行われた壁画技法を一応古代 fresco と呼んで区別する。

カッパドキヤ岩窟聖堂壁画の技術が多様化しているらしいことに着目すると、壁画の基底壁（ground）の材料と工法の調査は、壁画の年代区分を検討する上で重要な資料となる可能性がある。それで、上記「基底壁の構造と材料」の課題を重視し、出来るだけ多数の聖堂壁画について詳しい現場調査を行った。現場調査に用いた方法は肉眼及び立体顕微鏡による壁の構成材料の種類、大きさ（粒度）、形状、色彩等の観察を中心に、酸その他の溶剤による材料の溶解テスト、加熱による材質変化の観察等を行った。また、岩窟聖堂の現場には壁画の剝落片が散ばっているところが多かったので、それら剝落片の一部小片を持ち帰って、蛍光X線装置による元素分析及びX線回折装置による材料の解析を行い、相互に比較検討した。

壁画の着色材料については、壁画の製作年代との関係を探し出すことは非常に困難であることが予想される。特に、辺境の壁画においては、着色材料には、一般にその地域で入手出来る材料——赤土、黄土、緑土等が用いられるので、着色材料の時代差はあまりなかったかも知れないのである。それで、壁画の着色材料については、特殊な着色材料—例えば高価な顔料、人造顔料や染料等—が使用されていないかどうか注目した。なお、着色材料の種類及び用法については、ビザンチン及び中世時代の壁画技法に関する古文獻⁸⁾及び着色材料（絵具）の歴史の変遷を詳しく研究しておく必要がある。絵具の歴史の変遷との照合がなくては、壁画の製作年代と絵具との関連は全く薄れてしまうからである。以上のような研究法は壁画の展色剤にも全く同じように当てはまるものである。しかし、何れにしてもこれらの課題の研究は実際には非常にむづかしいのである。

次に、壁画の描画技法であるが、これには二つの問題がある。ひとつは壁画の技法そのものに関係するもので、fresco, secco, tempera 等の技法の問題で、他は彩色法に関するものである。カッパドキヤの岩窟壁画は、中世ヨーロッパの壁画と異なり、ほとんど大部分が乾いた壁面に適当な接着剤を用いて彩色した secco (fresco secco) painting であるから、問題は彩色法である。聖堂の彩色法については、iconographyと密接な関係があるので、美術史の分野でmanuscript (miniature) との関連において詳しく研究されている。彩色法が材料科学的に問題になるのは彩色面の変色である。この変色の原因には、着色材料自身の変質による内的な要因と、煤、塵埃等の附着等による外気汚染や石灰粒の表面折出等による外的要因とが考えられる。外的要因による変色は顕微鏡観察によって簡単に識別することができる。内的要因によって変色した着色材料の鑑識は chemical test, 蛍光X線分析, X線回折等の手段を必要とする。

ところで、壁画材料に限らず、一般に考古、古美術品の材料の材質の研究においては、鑑識の測定に用いる試料が微量である場合が多いので、材料の微量鑑識法を確立しておく必要がある。微量鑑識法には、化学的手段による多種類の分析法があるが、手軽でしかも比較的正確な微量鑑識法は蛍光X線による元素分析法とX線回折法である。筆者の研究室で実験した結果⁹⁾によると、蛍光X

線の場合は、普通の無機顔料中の金属元素を検出するには、面積が約 $0.5 \times 0.5 \text{ mm}^2$ 程度の試料があればほぼ十分である。また、X線回折の場合には、結晶性のよい材料では、微粉末にした試料のX線照射面の面積が $1 \times 5 \text{ mm}^2$ 程度あれば十分である*。試料が非常に僅少で顕微鏡によって確認出来る程度に微量である場合には、電子回折によって解析することが出来る。材料粒子の大きさと形状、電子線照射による加熱変化等の特性を利用すると、電子顕微鏡による材質の研究は極微量鑑識法として有効な手段である。壁画材料の研究では、必要に応じてこれら各種の方法を併用した。

4. 調査及び解析の結果と考察

カッパドキヤ地方に散在している何百という岩窟聖堂を2ヶ月間に全部調査することは到底出来ないで、材料調査は美術史斑と検討し合った上で第1次及び第2次の調査の結果重要で且つ問題のあると思われる聖堂、及びヨーロッパの研究者たちが未調査の聖堂について探索調査することにした。筆者が実際に現場に赴いて調査し、併せて解析試料を得ることの出来た聖堂は合計40ヶ所である。壁画試料の詳細な解析は未だ終わっていないが、これまでに行った壁画の材料解析からも、美術史に関連した興味ある事実が見え出されたので、以下課題別に説明する。

基底壁の構造と材料

壁画の下地となる基底壁の構造的なタイプには4種類が区別された(図6)。1型は岩肌の面に直接彩色がほどこされるもので、下地となる壁材はない。この型の聖堂はカッパドキヤには非常に多く、滑らかに削った岩盤面に紅殻色で十字文、葡萄樹その他の植物文、鳥獣文、鋸刀文等の簡単な文様が描かれているものである。2型は岩面を滑かに削り、その上にごく薄い(厚さ1mm以下)

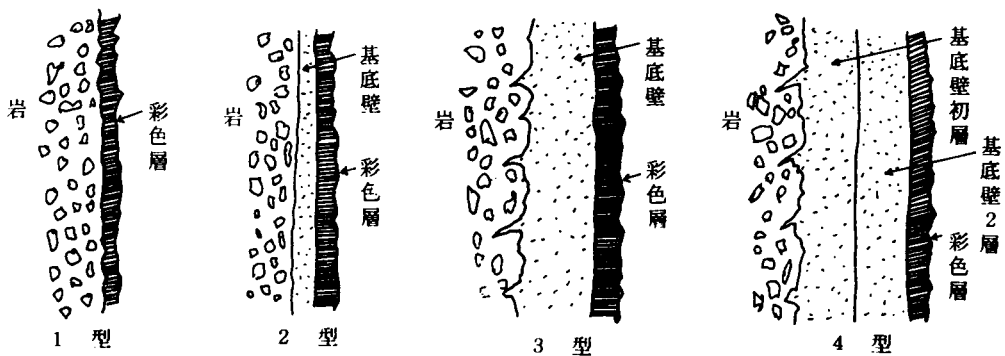


図6. 壁画壁の構造

* 試料が微量の場合には既知の粉末試料を加えて増量して行うと測定しやすくなる。

白壁（漆喰又は石膏）を塗りその上に彩色する。この型の壁をもつ聖堂の数はごく少い。3型は普通に見られる型で、基底壁の食いつきがよいように岩面をわざと粗く削ってその上に壁を2～5mm時には8～10mmの厚さに塗ってある。4型は基底壁を二重に重ね塗りしたものである。

基底壁のタイプは聖堂の製作年代とかなり密接な関係があるようである。聖像が全く描れていない1型の教会は iconoclastic controversy の時代（728－846 A.D.）に属するものと考えられているが、多数の例を詳しく調査してみると、1型の中には10世紀以後の新しい教会に属すると思われるものもあり、1型の教会が全て古い教会であると判断することは出来ない。2型に属する聖堂はごく少く、調査した実例は図像学的に10～11世紀頃に属すると推定されているものである。2型の壁は技術的には特殊なものであるが、事例が少く製作年代と関連させることはいまのところ困難である。3型はカッパドキヤ岩窟聖堂壁画に最も多く用いられている基底壁である。年代的には古い教会から新しい教会に至る各時代を通して用いられている型であるが、後述のように、壁材料の種類と工法に時代的な特徴がある。4型の壁は比較的新しいと推定されている聖堂に多い。なお、二重壁の中には、後世になってから古い聖像や文様を描き変えるために、白壁を塗り重ねて改めて彩画したものも多いので注意を要する。

基底壁の調査で特に入念に行ったものは壁材料の材質の鑑識である。中世ヨーロッパの壁画の標

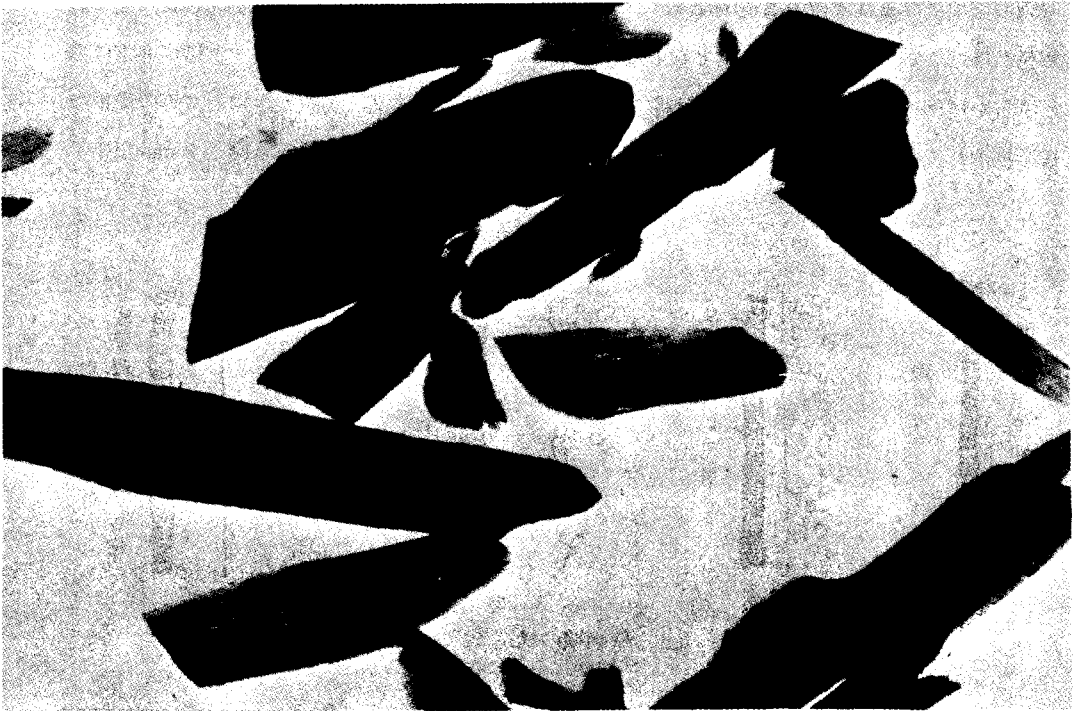


図7-A. 石膏粒子の電子顕微鏡写真（Ağaç Altı Kilise）

× 6,000

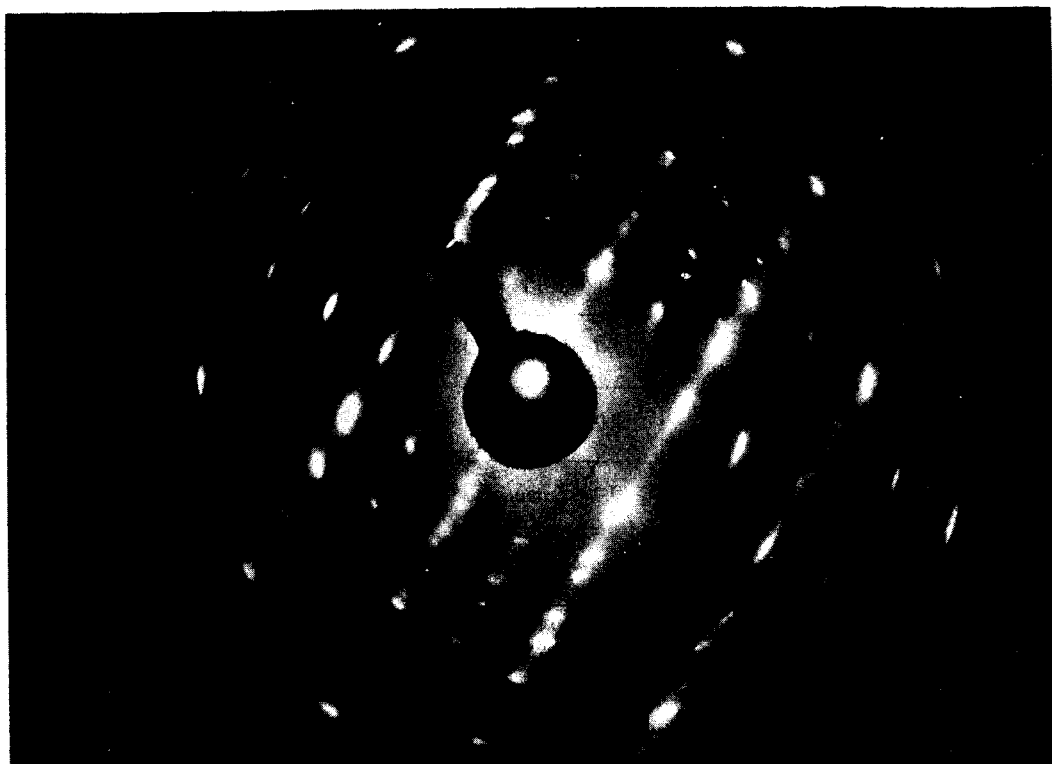


図7-B. 石膏粒子の電子回折像 (Ağaç Altı Kilise)

準となっている漆喰（石灰）壁と、古代オリエントの壁画技法の流れを汲むものと考えられる石膏壁とに注目したのである。石灰と石膏の材質のちがいは、簡単な chemical test（顕微鏡下で試料に塩酸2N溶液等の稀薄な酸をかける）で大体判定出来るが、X線回折又は電子回折によって正確に検出することができる。酸に溶け難い石膏は電子顕微鏡を用いると便利である。電子顕微鏡で検鏡すると、天然石膏の微粒子は特有の柱状結晶をなして居り、その回折図形も単斜晶系柱状結晶特有のパターンを現わすので検出が容易であった。

壁材料の材質鑑識の結果45例中16の聖堂壁画に石膏($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)が用いられていることが分った。しかも、石膏壁聖堂の特徴は特殊例を除いて壁画の製作年代がみな古いということである。これまでの壁画の聖像や文様の様式等から iconoclasm 以前と考えられていた聖堂¹⁰⁾は、ほとんど全て石膏壁で作られているのである*。石膏壁の構造は前述の3型に属すもので、天然石膏を粉末にしてから加熱脱水した後、わずかの動物繊維（ヤギや羊の毛）を混ぜ合せ、水を加えて粗

* 図像の様式、文様等から pre - iconoclastic painting と考えられていた聖堂で、石灰質の壁をもった例が唯一つあった (Mavrucan, Cruciform church)。

表1. カップドキヤの石膏壁教会
(推定年代は N. Thierryによる)

群	教会名	壁の構造と材質	推定年代
A	St. Stephen	2重塗り, 厚さ3~5mm 繊維, 砂(少々)入り	pre - iconoclastic period
	Timios Stavros	壁厚2~5 mm. 繊維(少々), 砂入り	pre - iconoclastic p. and 10 C.
	Acik Ismail Dere No 1	壁厚1~5 mm, 繊維(少)	不明
	" " " No 2	壁厚0.5~3 mm, 繊維(少)	不明
	St. Basil	壁厚1~6 mm, 繊維(少)	iconoclastic period
	Ağaç Altı Kilise	壁厚2~7 mm, 繊維(少)	pre - iconoclastic period
	Üsümüli Kilise	壁厚1~2 mm, 繊維(少)	不明
	Güllü Dere No 5	壁厚1~2 mm, 繊維(少)	pre - iconoclastic or iconoclastic period
	Balkan Dere No 1 (F)	壁厚2~4 mm, 砂入り, gesso	pre - iconoclastic period
	" " " (E)	壁厚0.5~1 mm, 繊維(少)	同上
Göreme No 4b	壁厚2~4 mm, 繊維(少)	pre - iconoclastic period	
B	Göreme No 1. (El Nazar)	壁厚2~3 mm, フラ筋入り 材質がやわらかい	early 10 C.
	St. Theodore (Urgup)	壁厚1~3 mm 砂入り, かたい	end 9 C.
C	Eri Taş K. (上部祭室)	漆喰下地の上塗り 壁厚0.5~1 mm	end 9 C.
	Ballı Kilise	漆喰下地の上塗り 厚さ0.5~2 mm	mid. or end 10 C.
	Karagedik Kilise	漆喰下地の上塗り 厚さ0.5mm	end 10 C.

い仕上げの岩肌に塗り上げたものである。石膏壁は純白で硬くなっているものが多かった。石膏壁聖堂の一覧表を表1に示す。A群は壁画の様式等から pre - iconoclasm (7~8 C.) 又はその

前後（8～9 C.）頃のものとして推定されているものである。この群の壁はみな純白の石膏壁である。A群の中で Üsümüli Kilise（葡萄の教会）はこれまで年代の推定がされていない教会であるが、図像及び文様の様式と壁材料から見て pre- iconoclastm 時代の教会に位置付けてもよいであろう。B群の石膏壁には藁筋や砂が混合してあり白黄色又は白灰色を呈し質はやわらかい。B群の壁



図8. apseの十字架（葡萄と角の文様）
（ÜSÜMÜLİ Kilise）

は凝固材として石膏を使用しているが、A群とは非常に異った技法を用いている。苧や砂を混合した壁の作りかたは、むしろ漆喰壁に類似した工法である。美術史側からのB群の年代推定は10世紀頃となっている。C群の壁は部分的石膏壁というべきもので、漆喰の基底壁の上に上塗りとして用いられたものである。表に掲げたC群の聖堂は何れもベルスイルマ渓谷にあって、石膏壁よりはむしろそこに用いられている特殊な顔料（lapis lazuli）から、カッパドキヤではかなり後期の壁画と推定されるが、図像の様式から見て異論があり問題を残している。

カッパドキヤの岩窟聖堂壁画には石灰（lime, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ）を用いた漆喰壁が一番多く見られる。漆喰壁には、石灰に砂や火山噴出岩（pumice）の破砕片又は煉瓦の粉末を混入した gesso と、石灰に藁や木皮を切り砕いて作った苧を混ぜ合せて塗ったものがある。gesso はビザンチンの正統派の流れを汲む中世ヨーロッパの標準的な漆喰壁で、藁や木皮入りの苧壁はカッパドキヤ

の地方的な技法と考えられる。10世紀以後のカップドキヤの岩窟聖堂壁画は、ごく少数の例外を除いて大部分は乾いた漆喰壁に適当な展色剤を用いて彩色した、いわゆる *secco* 技法による壁画であるが、漆喰壁の材料や技法の異同を詳細に検討すると、図像の様式を相互に比較検討する上で役立つ資料が得られる。例えば、同一の聖堂内でも *apse* と *niche* とで壁の材質を異にするような場合には、両者の壁画の製作年代が異っているか、又は、一方の壁画が後世になって造り変えられたかを示している。

カップドキヤにおける石膏壁と漆喰壁との変遷については、筆者は次のように考えている。古代エジプトで用いられた石膏壁の技法¹¹⁾が *Copt* に受け継がれ、それが、地中海東岸の三ヶ月地帯、シリアを経て小アジアのカップドキヤに入り、*iconoclasm* 又はそれ以前の岩窟聖堂の壁画の基底壁として利用された。しかし、ビザンチン正統派教会の勢力が増すとともに10世紀頃から漆喰壁の技術が次第にカップドキヤに導入されて来たものであろう。

石膏壁、漆喰壁の他に、比較的数は少いがわが国にも多い土・砂壁があった。土壁の場合は粘土に藁苳を混ぜ合せ、水で練って塗り固めたものである。砂壁は粒の揃った細砂を泥水で練ったものと考えられるものや、細砂に少量の石灰を加えて固めたものもある。土砂壁の材質が非常によく似たグループには表2に示す4聖堂があり、今後美術史の分野から検討し直す必要があることが分った。このように、壁の材料技法の科学的調査から、従来の美術史的な見方に対して再検討を示唆するいくつかの事例があるが、ここではその詳細は略することにする。

表2. 土砂壁の教会 (推定年代は N. Thierry による)

教会名	壁の構造と材質	推定年代
Balkan Dere №3	黄褐色, 厚さ5~6 mm, もろい壁構成, 土+砂+ワラ苳	early 10 C.
Göreme №3	黄褐色, 厚さ8~10 mm, もろい壁構成, 土+砂+ワラ苳 (側壁)	end 9 C.
Göreme №4 a	黄褐色, 厚さ8~10 mm, もろい壁構成, 砂+ワラ苳 (少量)	early 10 C.
Göreme №14,* Aynalı Kilise	黄褐色, 厚さ5~6 mm 壁構成, 細砂+繊維, もろい	10 - 11 C.?

* 土砂壁の上塗り(彩色下地)として、厚さ0.2~0.5mmの石膏の薄塗りがほどこしてあったが、壁の材質から見て表2に入れて比較した。

壁画の着色材料と展色剤

ビザンチン及び中世の壁画の着色材料や展色剤 (vehicle) については、正統派教会で使用するための絵具及び描画技法に関する古文獻¹²⁾が残されている。中世カッパドキヤ地方の聖堂壁画は地方色の濃いものであるが、着色材料と展色剤の種類、材質等を入念に調査すれば、古文獻との対比によって、壁画の時代的、或いは地域的な考察を可能にするような何等かの資料を得ることができるとも知れない。このような期待の下に、現地調査した主な聖堂壁画について、着色材料を主にその種類及び材質につき詳しい顕微鏡観察と科学鑑識を行った。その結果を表3に一括して示す。カ

表3 カッパドキヤ岩窟聖堂壁画の顔料

色	名称(化学組成)	教会名	摘要
赤色	朱(朱砂)(HgS)	St. Michael (Cemil)	15~17 C.
赤褐色	紅殻(化結)(Fe ₂ O ₃)	多くの教会	各時代共通
暗褐色	umber (Fe ₂ O ₃ +MnO ₂)	多くの教会	各時代共通
橙赤色	鉛丹(Pb ₃ O ₄)	St. Michael (Cemil)	15~17 C.
黄色	黄土(Fe ₂ O ₃ ·H ₂ O)	多くの教会	各時代共通
緑色	緑土(Fe, Mg, Al, K等を含む)	多くの教会	各時代共通
黄緑色	緑土	ベルスイルマ溪谷の教会	各時代共通
緑青色	緑土(海緑色)	Agaç Altı K. Gülü Dere No 5	Pre-icone- clastic period
青色	lapis lazuli (ultramurine)	Ballı, Eri Taş, Karagedik, St. George	13 C. ?
白色	石灰(CaCO ₃) 石膏(CaSO ₄ ·2H ₂ O)	多くの教会	各時代共通
黒色	木炭, 骨炭	多くの教会	各時代共通

註1. 桃色(ピンク)は白色顔料に紅殻を加えたものである。

2. 灰色は白色顔料と黒色顔料を混ぜ合せたものである。

3. 重ね塗りをして混合色を出したのもあった。

カッパドキヤ岩窟聖堂壁画の着色材料は特殊な例外を除いてほとんどが無機顔料、それもカッパドキヤ地方又はその近隣の地域に産出する岩又は土から作った顔料である。

赤、茶、褐色の系統の顔料は全て酸化鉄(Fe₂O₃)を主成分としたものである。赤色欄の中に朱及び鉛丹が加えてあるが、これは17世紀頃描き変えられたと言われている天使像からの試料で特殊な例である。桃色(ピンク)の大部分は紅殻に白色顔料を混ぜ合せた混合色である。

黄色系統の色材の主成分は含水酸化鉄であった。中世ヨーロッパで使用されていた有機色素は、

これまでに行った有機溶媒による溶出テスト、加熱による炭化テスト等からは検出出来なかった。

緑色系の色彩には濃緑、灰緑、純緑、黄緑、緑青色等かなり豊富なヴァリエーションが見られたが、材質はほとんどが鉄分を含む緑土（海緑色、緑泥岩等）であった。ヨーロッパの研究者の中には、カッパドキヤの岩窟聖堂壁画の緑色には organic colouring lake があると判断している人もあるが¹³⁾、筆者の得た緑色試料からは lake と見なされるものは検出出来なかった。また、緑色顔料の中に copper silicate (chrysocolla) と使われていると報告されていたが¹⁴⁾、筆者が同じ聖堂壁画から得た緑色試料からは銅は検出されず、他の聖堂で用いられていると同じ種類の緑土であることが分った。何れにしても、カッパドキヤ岩窟聖堂壁画の緑色材料は、この地方に多い緑色岩の粉末と緑土を主にしたものである。しかし、organic lake の使用が全くなかったとは断定出来ない。lake が使用されているとすれば、ビザンチンの正統派の影響が強められた 11 世紀以後の壁画であろうと思われる。筆者の調査は問題の多い古い聖堂に比重をかけていたので、この点から判断すると、ほぼ 10 世紀以前には、カッパドキヤの聖堂壁画にはビザンチン正統派の影響が少なかったということが、壁画材料の面からも強調出来るであろう。

青色は聖堂壁画には重要な色で、ビザンチン及び中世ヨーロッパの壁画では、鮮明な青色が使用されている*。しかし、カッパドキヤの岩窟聖堂壁画では、鮮明な青色顔料はベルスイルマ溪谷の 4 聖堂その他の小教例を除いてあまり使用されていない。カッパドキヤの聖堂壁画の場合には、正統派教会の図像で青色を用いるような場所には、灰色（白色顔料に木炭粉末を混ぜたもの）又は青味がかかった岩末が用いられている場合が多かった。ベルスイルマ溪谷の 4 聖堂の青色は、分析の結果は何れも lapis lazuli (natural ultramarine) で、彩色下地として薄い石膏壁が塗られていた。lapis lazuli の粉末は割合に細かく（直径 10～20 μ）、石膏粉と混ぜて用いていた。

lapis lazuli が貴重な顔料であったため節約して使用したものと考えられる。カッパドキヤのような辺境の岩窟聖堂壁画に、なぜ lapis lazuli のような高価な顔料が用いられたのか、その理由をはっきり分らないが、ビザンチンの正統派教会の影響を強く受けていた時代であることはほぼ間違いない。ベルスイルマ溪谷の 4 聖堂のうち St. George 教会の壁画には 13 世紀後期（1283～1295）の銘文があるので、他の 3 聖堂の壁画もほぼ同じ時代のものと推定することも可能である**（但し、Egri - Taş 教会の上部祭段の青色彩色は 13 世紀頃の彩色の塗り更えであろう）。鮮明

* 中世ヨーロッパでは青色々料として azurite や indigo, woad も用いられた¹⁵⁾。

** lapis lazuli を粉末すると不純物のために灰色となり青色顔料とはならない。lapis lazuli の粉末から不純物を除去して、美しい青色顔料をつくる技術がヨーロッパに入ったのは 13 世紀頃からである。（Thompson : The materials and Techniques of Medieval Painting 参照）

な青色の彩色は、ゲレメ地区の有力な教会 (Tokalı Kilise New-Church) にもほどこしてある。この教会の青色顔料の試料は得難いので材質を確認することは出来ないが、肉眼観察では lapis lazuli と思われる。この教会は図像学的に見てビザンチン正統派の影響を強く受けて居り、年代は様式等から10世紀の中～末期と認められている¹⁶⁾が、ベルスイルマ渓谷の青色聖堂の図像と対比して、年代の再検討をする必要があるかも知れない。^{*} lapis lazuli には顔料として使用される以前に装飾石材としての長い歴史があり、顔料として用いられるようになってからも、歴史的なエピソードをいろいろ持っている材料である。このような背景を考えるとカッパドキヤの岩窟聖堂壁画の lapis lazuli は、オリエントの絵画史の開ざされた1頁を開く上の貴重な資料であると見ることができよう。

白色には炭酸カルシウムと石膏が用いられている。白色顔料の炭酸カルシウムは、粒子の大きさ形状等から石灰石の粉末から作ったと考えられる。石膏は天然石膏の粉末である。何れも展色剤を用いて描いている。中世ヨーロッパの技術書¹⁷⁾には白色材として卵殻を砕いて作った粉末が用いられると書いてあるが、筆者の調べたカッパドキヤの白色顔料の中には卵殻と思われるものは見当らなかった。

黒色には木炭末が多く使われている。木炭末は拡大して見ると木炭特有の形をしているので見分けがつく。黒色に骨炭 (bone black) が使われているという報告もあるが、これはビザンチン正統派の影響であろうと考えられる。しかし筆者が調査した試料では骨炭を確認することは出来なかった。黒色顔料の中には煤 (soot) も使われたと考えられるが、実際にはあまり用いられていない。灰色顔料は黒色と白色の顔料を混ぜ合せたものである。カッパドキヤの彩色法には赤色を重ねて緑色を塗り、重ね混合によって暗色を出す描法があるが、これも一種の黒色としての効果がある。

カッパドキヤの岩窟聖堂壁画の着色材料についての概観は以上の通りで、lapis lazuli 以外は特に問題となるような材料はなかった。壁画の彩色で材質よりも更に重要なのは描画法と彩色法、すなわち、図像の人物の顔、手足、衣、文様、背景等の線描と色調の構成法である。図像の構成及び彩色法は図像の様式を特徴付ける重要な要素となるものであるが、これらは自然科学よりはむしろ美術史の特殊な研究分野なので、ここではこれ以上の説明は省くことにする。

壁画に用いられている展色剤については、材質の鑑識が非常にむづかしい有機物で且つ試料も微量であったため、器機分析等による identification は不可能であった。ヨーロッパの研究者は、カ

* もし、10 C. のカッパドキヤで lapis lazuli が使われたとすると、絵画技術史上の重要な発見となろう。

18)
ッパドキヤ壁画の展色剤として膠, casein, まれにゴム質が使われていることを報告している。筆者の行った立体顕微鏡の観察によれば、膠を展色剤に用いた例もかなりあった。膠の存在は、壁画の彩色面に附着している暗褐色の未溶解の膠の小塊と膠液の滴が固って出来た膠粒から知ることが出来る。カッパドキヤ地方は乾燥地帯なので(夏期の日中には相対湿度が30%以下の日が多い)、壁画表面の膠は特有の割れ目を作っているのである。膠と異り黄褐色で膠のように割れ目を作らない展色剤も使われている。これは山羊の乳から作った casein の展色剤らしいが、確かなことは分らない。膠, casein の他に、一見油性と思われる展色剤が使われているが、材質は分らない。こゝろ展色剤の異同を比較すると、何か有意義な参考資料が得られるかも知れないが、いまのところ興味ある結果は得ていない。

5. 結 言

カッパドキヤ岩窟聖堂壁画の材料研究の概要は以上の通りである。しかし、研究はこれで終わったわけではなく、これから取組まなければならない課題がたくさんある。すなわち、壁画材料の科学的資料を、聖堂の建築様式、更に美術史斑の研究課題である iconography や絵画様式、文様等と比較対照しながら詳しく研究して、カッパドキヤ壁画の特質を解明してゆかなければならないのである。

この小文を通して、考古学、美術史、文化史等に関連した自然科学の意義、特に考古・古美術の材料、技法の研究のありかたとそのむつかしさについていくらかの理解が得られたことと思う。考古・古美術品が対象となる保存科学、保存修復技術の研究においても事情は同じで、自然科学の研究が単に分析器機の解読に過ぎないようでは、研究の意義は半減する。材料・技法の研究は文献や書物だけの勉強では駄目で、材料や技法そのものを実物と実技に則してよく理解すると共に、関連した考古学や美術史の研究も是非必要である。このようにして初めて、考古学・古美術の科学研究は下請け研究から抜け出し、より広い有意義な研究分野の展望を得ることが出来るであろう。

文 献

- 1) ANDOLFATO, G. and ZUCCHI, F.: The physical setting, Art of Cappadocia, PP. 51-62, London, 1971.
- 2) LERCARO, G. C: Religious thought in Anatolia in the early Christian Period, Art of Cappadocia, PP. 29-32, London, 1971.
- 3) 柳 宗玄: 秘境のキリスト教美術, 34-35頁, 岩波新書, 1967.
- 4) JERPHANION, G. de: Une nouvelle province de l'art byzantin. Les

- Eglises rupestres de Cappadoce, Paris 1925-42.
- THIERRY, J. M. and N. : Nouvelle eglises rupestres de Cappadoce, region du Hasan Dagı, 1967.
- RESTLE, M : Die byzantinische Wandmalerei in Kleinasien, Recklinghausen, 1967.
- 5) Berger, R. : The Potential and Limitations of Radiocarbon Dating in the middle Ages : The Radiochronologist's View, Scientific Method in medieval Archaeology, PP. 89-139. London, 1970.
- 木越邦彦 : 年代測定 C-14法, 考古学と自然科学 第5号 1-6頁, 1972.
- 6) Eibner, A: Entwicklung und Werkstoffe der Wandmalerei vom Altertum bis zur Neuzeit, Munich 1926.
- 7) RESTLE M. : 前出
- 8) THEOPHILUS : De Diversis Artibus, Translated from the Latin with Introduction and Notes by C. R. Dodwell, Londn 1961.
- 前川誠郎, 森 洋 : テオフィルス「さまざまな技能について」 第一巻試訳 (-), 美術史59, Vol. XV, No 3, 1965.
- TOMPSON, D. V. : The Materials and Techniques of medieval Painting, New York 1965.
- CENNINO d'A. CENNINI : The Craftman's HandBook, New York 1960.
- EIBNER, 前出
- GETTENS, R. J. and STOUT, G. L. : Painting Materials, A short Encyclopedia, New York, 1960.
- HALE, G. : The Technique of Fresco Painting, New York, 1966.
- 9) 永島正春 : 彫刻の材料・技法ならびに修理材料の研究, 東京芸術大学保存科学専攻修士論文(昭和48年3月)
- 10) THIERRY, N. : The Rock Churches, Arts of Cappadocia, PP. 129-171. London 1971.
- 11) LUCAS, A. : Ancient Egyptian Materials and Industries, PP. 73-78, London 1934.
- 12) PAPAPOPOULOS -KERAMEUS : Painter's Book of Mount Athos, 前出 RESTLE, PP. 198-215.

- 13) RESTLE, M. : 前 出
- 14) 同 上 : 前 出
- 15) THOMPSON, D. V. : 前 出, PP. 130-134.
- 16) THIERRY, N. : 前 出, P. 202.
- 17) THOMPSON, D. V. : 前 出, P. 96.
- 18) RESTLE, M. : 前 出, PP. 229-230.