

画像資料と保存科学

青木 繁夫(東京文化財研究所 修復技術部長)

1. 保存科学における画像記録

保存科学の世界では、画像などの文化財情報をどのような目的で取得し、それをどのような形で取り扱っているのでしょうか。保存科学分野で、文化財情報を記録化するには2つの方向があります。

1つは文化財情報を自然科学的分析手法によって記録化する方向です。自然科学的手法によって得られる情報は非破壊で調査し、記録化するという条件があります。したがって文化財から分析試料を採取して調査を行うことはタブーになっています。しかし、どうしても情報化が必要であると判断された場合は、試料を採取して分析を行うこともあります。ここで問題になるのは化学分析、蛍光X線分析(写真1)、X線回折分析で得られる材質などの情報は局所的な情報でしかなく、面的な情報にはなり得ない問題があります。面的な情報を画像情報で得る方法があります。保存科学においては局所的な分析情報と面的な情報をどのように記録化して、相関性を持って理解するかは大きなテーマになっています。

2つ目の情報の記録化の方向としては、文化財修復における記録があります。修復時の記録は、医師が作成する診療記録と同じように必ず作成しなければならない原則があります。考古学を勉強している人達には、発掘調査に伴い作成される図面や写真などの記録と近いものであると考えていただければ理解してもらえらると思います。発掘調査が進行していくに従って、当然のことながら遺跡が破壊され属性情報が失われてしまいます。その破壊されていく情報は、図面や写真などの形で記録化され担保されます。それを「記録保存」という言葉でいいあらわしています。文化財修復の記録も考古学における「記録保存」と似たような考え方をとっていますが、文化財を理解するために修復時により積極的に情報を取り、研究などの新しい価値創造の場に還元活用しています。これは、担保された失われた情報は、常に利用できるような形にしておかねばならないということにも通じることです。

この記録には、当然のことながら今日のテーマである写真、映画、ビデオなどの画像が大きな比重を占めています。保存科学における画像記録は、文化財を単に記録にとどめるための通常の写真だけでなく、文化財情報を非破壊調査して記録化していくという意味では、自然科学的手法を駆使して得られた情報を画像に記録することがあります。その代表的なものとしてX線写真撮影があります。透過X線(写真2)の写真撮影は、かなり古く大正10(1921)年に我が国で最初に阿武山古墳から出土した人骨のX線調査を行なっています。1895(明治28)年にレントゲンがX線を発見してからわずか20年後には文化財調査に利用していて、世界でもかなり早い利用例だといえます。このほかにX線とコンピューター技術を融合させたX線断層写真などを使用した調査も実施しています。X線断層写真が最初に応用されたのは、昭和53(1978)年、神奈川県浄源寺の木彫仏の修復の際に、内部の損傷状態や構造を輪切りにして観察したいという希望から撮影したのが最初の例です。X線断層写真は、コンピューター技術の進歩によって内部構造を立体的に観察できるようになっています。とくに考古遺物の構造、製作技法や損傷状態の調査には必ず使用されるようになっています。通常の透過X線写真のほかに、反射X線で撮影するエミシオグラフィーという方法があります。普通の透過X線写真ですと、品物の中を通過した時のX線吸収の差をフィルム上に感光させます。エミシオグラフィーは絵画の調査によく使われますが、油絵や日本画の表面にフィルムをおき、その上からX線を照射します。照射されたX線が顔料とぶつかり反射X線が顔料から出てきます。それをフィルムに感光させます。

そのためフィルムは品物の表面に密着していなければなりません。この撮影法によって材質の分布などの情報が得られます。

X線の他に光を使用した方法としては、赤外線画像や紫外線蛍光写真などがよく使われます。赤外線は、有機物を分析する赤外分光光度計、絵画の下絵や漆紙文書の解読に使用できる赤外線テレビや赤外線写真、空洞や剥がれなどの損傷状態を表面の熱情報として表示する赤外線熱画像など文化財調査のさまざまな場面で応用されています。赤外線フィルムは、現在製造が中止されたため、デジタルカメラを使用して撮影しています。恐らく考古学や歴史学を研究している方々は「漆紙文書」の存在を知っていると思います。多賀城遺跡で皮製の座布団のようなものが出土しているが、どんなものか分からないので調査してもらえないかと持ち込まれたのが発見のきっかけです。持ち込まれたものを観察してみると確かに皮のように見えたが、動物の皮ならば埋蔵中に溶けてなくなるのが普通なので皮ではないと判断しました。しかし、薄い木の皮などは、今までにも出土例があるため可能性があるだろうと思いました。そこで斜光線や透過光などを用いて詳細な目視観察をしました。その結果、普通の状態では見えませんが、被膜の薄い部分を透過光で観察したときにぼんやりと文字が見えたわけです。この状態ならば絵画の下絵調査に使用している赤外線写真を撮影すれば可視光の下で人間に見えない文字が見える可能性があるかと判断して赤外線写真を撮影した結果、「文字」を発見しました。その後、被膜の顕微鏡観察や化学分析を実施した結果、被膜中の繊維の残り具合や分析結果から漆の可能性が大きいことが分かりました。要するに桶の中に保管されている漆は、そのままにしておくと固まってしまいます。今でも固化を防止するために漆の表面に和紙を置いて蓋をすることが行われています。その紙の中に漆が浸み込み固まります。それが廃棄され、土の中に埋ってしまえば紙の部分は腐食してなくなります。漆に固着された墨は、漆膜の中に封印されたような状態で保存されることとなります。このようにして見えない文字を赤外線写真によって画像にすることが可能になりました。しかし、赤外線写真では撮影できる波長範囲に限られることと現場で観察できないことがあって赤外線テレビの開発につながっていきます。赤外線テレビが開発されて調査が簡単に行えるようになり、その後の「漆紙文書」の発見に貢献できるようになったわけです。

敦煌では昨年まで赤外線写真や紫外線蛍光写真を撮影したことがありません。敦煌莫高窟壁画は、礫岩の上にスサ入り粘土を塗り、その表面に様々な顔料を使用して絵を描いています。青色顔料、緑色顔料、赤色顔料などさまざまな色の鉱物顔料が使用されています。一般的に絵画の下書きは墨で描くことが多く、赤外線写真を撮影すると明瞭に映像化できます。敦煌の場合には割付線などの下書きを墨で描いていません。ベンガラを使って描いています。ベンガラは赤外線では映像化出来ません。紫外線を照射すると物質が蛍光を発することがあります。その光を上手に撮影すると下書き線の映像化が可能です（写真3）。この調査によって敦煌莫高窟53窟壁画の壁画はベンガラを使用して下書きされたことが判明しました。また、敦煌では壁画顔料を蛍光X線分析やX線回折分析で同定していますが、その情報は局部的な情報でしかありません。面的な情報や肉眼で確認できない情報は赤外線や紫外線などを使用した光学的調査が必要不可欠です。特に有機系顔料や膠着剤の調査には欠かせないものです。例えば青色顔料はアズライトあるいはラピスラズリ等の鉱物を砕いて使用しています。光学的調査手法を利用して同定することが可能になっています。最近では特定の波長範囲の光を出すポリライトという照明装置ができ、それとデジタルカメラと併用して多様な調査が出来るようになっていきます。鉱物顔料は基本的に蛍光をださないといわれていましたが、ラピスラズリに紫外線を当てると蛍光を発することがわかり、ラピスラズリと他の青色顔料とを区別することが出来るようになりました。また作品の材質情報や修復に使用された樹脂範囲を映像化することで、修復の記録化にも使用

できます。赤外線にしても、紫外線蛍光写真にしても、昔は銀塩フィルム媒体を使ってごく限られた波長範囲の撮影しかできませんでした。原理的にはまったく同じですが、デジタル技術などの周辺技術が進歩していくと、新しい情報が得られるようになります。中心になる原理は常に変わらないですが、螺旋状に周辺技術が進歩していくことによって新しい研究分野が展開することがあります。

高松塚古墳壁画は 30 年前に発見されましたが、当時、床に落ちていた顔料を分析しています。その分析ではどの絵の顔料かわからず、いわば戸籍のわからない不確かで限られた情報しか得られませんでした。現在は、モバイル型の蛍光 X 線分析装置が開発され、石室の中へ分析装置を入れて壁画から直接、顔料の材質分析をしています。

2. 残された画像の記録

日本における文化財の科学的な画像調査は歴史が古く、すでに触れたように透過 X 線写真は、大正 10 年に撮影されています。阿武山古墳から出た人骨の X 線写真が日本で最初に撮影された文化財関係の写真であろうといわれており、いまだにそのフィルムは保存されています。東京文化財研究所には X 線写真が 15,000 枚ほどあります。ほとんど重要文化財および国宝の資料です。順次デジタル化しており、考古編と工芸編がカタログとして出版されています。

重要文化財である熊本県江田船山古墳出土大刀に銘文が象嵌されています。3 年前に再修復していますが、その修復の事前調査として過去の写真資料を全部集めて銘文象嵌部分の変化を追跡しました。明治にはわずかに十数文字しか確認されていませんが、時代を経るにしたがい文字数が増えていきます。最も増えるのは昭和 10 (1935) 年頃の写真に写っているもので、それからは現在確認されている文字数と変わっていません。この事実は帝室博物館 (現東京国立博物館) 考古課長高橋健自が、刀の研ぎ師に命じて研ぎ出させたといわれていたことと符合していました。3 年前に行われた修復時に文字がないかどうか改めて X 線透過撮影を行って調査しました。残念ながら新しい銘文は発見されませんが、鳥文の象嵌が新しく発見され、研ぎ出し処置が行われています。この銘文象嵌の調査は、文字が研ぎ出された歴史的経過を修復の場にフィードバックすることになりました。それは写真資料を積極的に活用した調査例として参考になると考えられます。江田船山古墳出土象嵌銘大刀の場合は、保存処理という言い方が適切かどうか分かりませんが、それなりの記録が残されて処理されたよい例だと思います。

浜田耕作がイギリス留学から帰国して昭和 11 (1936) 年に『通論考古学』を出版しています。『通論考古学』の中に保存の項がありますが、読んでみますと留学中に入手した文献を翻訳して掲載したようですが、保存の重要性を認識していたためかなりの頁数をさいています。その中にはさまざまな保存処理の方法が記述されていて、幾つかの保存処理方法は実践されたようで、昭和 12 (1937) 年前後に帝室博物館収蔵の鉄製品や西都原古墳から出土した鉄製品は、『通論考古学』に書いてある方法で処理されています。宮崎県総合博物館には、西都原古墳出土の鉄器がパラフィン処理されたままの状態でも保存されていて、このような雰囲気の中で江田船山古墳出土象嵌銘大刀も研ぎ出されたようです。東京大学では関野貞資料を整理していますが、その中に朝鮮半島関係の「保存」の写真があって面白いものがあります。現在、韓国弥勒寺址の花崗岩製の十三重塔の修理が現在行われていますが、この石塔は大正時代に当時の朝鮮総督府がセメントを使って修理をしています。日本でセメントを使用するようになったのが大正末期から昭和初期で、当時の日本でも最先端の技術です。セメントを使用した石塔修理は、恐らく当時の最新の技術を使用して実施しています。修理の時に新しく補充した石には「大正 14 年」の年号が刻まれています。慶州石窟庵には、神々しく美しい釈迦如来座像があり

ますが、花崗岩製の釈迦如来座像が置かれている石室の外側にはトンネルが掘られ、セメントを使用して大地から切り離されています。このような最新技術が使用された文化財修理は、日本においてよりも韓国において行われていた事例が多くあり、日本の保存科学の歴史を研究する上で、韓国で行われた保存修理を研究しなければ日本の保存科学の研究史を語れないことを痛感しています。韓国国立中央博物館には朝鮮総督府時代の文書や画像資料が保存されているそうですので、保存関係の行政文書も含めて調査したいと希望しています。

大谷探検隊の資料は、東京国立博物館と韓国国立中央博物館、それから中国旅順博物館に保存されています。韓国国立中央博物館には壁画などがありますが、去年から大谷探検隊が将来した壁画の保存修理を実施しています。この修理は私たちが技術的指導を行っています。

画像資料をよく利用するのは文化財の健康診断に使います。代表的な例は、鎌倉大仏ですが、鎌倉大仏は当然のことながら全身が錆びています。錆は、その種類によって固有の色を持っています。大仏の錆は、汚れもついていますから全て正しいというわけにはいきませんが、写真と色を測る機械(測色計)を併用することによって錆の色変化をマッピングして、その変化を時系列的に追っていき、錆色と表面の肌の状態から良性の錆と悪性ガンのような錆の分布と変化を把握して保存に生かそうとしています。この調査を5年毎に行って錆色情報を画像解析して劣化程度を知り保存に役立たせています。この診断に使用している基本画像は、撮影年代の明確なカラー写真を集め解析を行い、その結果を画像処理して錆色の分布地図を作成しました。しかし、色は光によって変化し、カラー写真は変退色するという問題があって必ずしも正確ではありませんが、昭和30(1955)年に撮影したカラー写真を画像解析して基本画像を制作しました。

コンピューターを利用した画像解析は、最近のものでは、源氏物語絵巻の解析を実施しています。

最近よく行われることですが、写真を利用してレプリカ作成を行うことがあります。一般的にレプリカは、シリコンラバーなどで型取りをして、それに樹脂を流して制作することが多いですが、写真と赤外線レーザーを使って三次元画像を取得して、三次元数値データから紫外線硬化型の樹脂を使ってレプリカを作る技術が急速に進歩しています。

3. イラクやアフガニスタンでの調査

現在、文化遺産の保存や修復の分野で積極的に国際貢献していくことが国の政策になっています。イラクやアフガニスタンでさまざまな文化財保存の国際貢献事業を行っています。新聞報道などでご存じのように、イラクでの文化財の破壊や盗難の現状を把握する調査団がユネスコによって組織され、7月に行われた調査に参加しました。そのことについて少しお話ししたいと思います。地震や台風などの自然災害あるいは火災によって文化財が消滅してしまうことがあります。戦争による破壊や略奪による文化財破壊は悲惨なものです。また、遺跡を軍事基地にしたり、組織的な盗掘被害に曝されたりして完全に消滅してしまう危険性が大きく、被害は甚大なものがあります。その消滅は民族としてのアイデンティティを失うことを意味しています。イラクには文化財保存のために日本がユネスコ信託基金を通じて100万ドルを支出しています。治安が安定してきて暫定政府ができれば向こう5年間ぐらいで10億程度の援助を行う予定になっています。これはバグダッドの国立図書館の写真です(写真4)。通常、よほどのことがないと本が芯まで燃えるのはありえないことです。このような状態では修復の余地もありません。写真資料はよく燃えます。また、消火に使用した水がフィルムのゼラチンを溶かし、フィルム同士が接着され、剥がれなくなって画像回復ができなくなる場合もあります。阪神大震災のときに古い写真を所蔵していた写真館が放水された消火水を浴びて、フィルムが接着し

たり、カビが発生して苦労した経験があります。イラク国立博物館は、イラクを代表する博物館ですが、展示室や収蔵庫、修復施設は破壊と略奪にあってひどい状況でした(写真5)。略奪された収蔵品は、収蔵品目録に残された写真をもとにインターポールがホームページを通じて世界各国に指名手配しました。この例はあまり歓迎できる写真の利用法ではありませんが、日本でも最近韓国の高麗ものの文化財がよく盗まれています。重要文化財が盗まれた例もあります。盗んでから手を加えて一見オリジナルのものと判らないようにして他国へ移動することが行われています。イラクやアフガニスタンの文化財盗難のこともあって昨年ユネスコの盗難防止条約に加盟しています。写真は、学術的に使うだけでなく、他に重要な使い方もあるということです。

アフガニスタンでは幾つかのプロジェクトが進行しています。1つは、ユネスコのプロジェクトとして進行しているものがあります。それはパーミヤンの保存に關してのことです。

パーミヤン遺跡を保存するためのマスタープラン作成

パーミヤン洞窟の壁画の保存と修復計画の作成

大仏の保存修復

保存マスタープランと修復計画の作成は、日本が担当することになりプロジェクトが進行しています。平成15(2003)年9月にパーミヤンに行って基礎的な調査をしました。

日本政府独自のプロジェクトとしては、パーミヤン遺跡の性格をより一層明確にしようとするプロジェクトがあります。これはユネスコのマスタープラン作成と連動してユネスコが出来ない部分を補うための調査です。現在、遺跡探査が行われています。この他には文化財の保存修復に關する技術移転と人材育成を行うプロジェクトです。11月にはカブール博物館で3週間程度の研修が実施されます。また、修復技術者を招聘して日本国内での技術移転と人材育成研修も行われています。日本国内でも進行している重要な仕事があります。過去に、日本の調査隊がパーミヤンで調査を行っていますが、最も早い調査は、東京文化財研究所の前身である美術研究所が昭和2(1927)年に行った調査です(写真6)。そのときの写真が文化財研究所に残っていてデジタル化の作業を行っているところです。昭和44(1969)年には名古屋大学が石窟の構造や壁画を、同45(1970)年頃には京都大学の調査隊が写真測量と壁画調査を、昭和50(1975)年には成城大学が壁画の調査を行っています。現在、パーミヤン溪谷の地形測量図を作成していますので、各大学と共同研究の形でそれらの写真をデジタル化して時系列ごとのパーミヤン遺跡の変化を、地理情報システムを用いて分析したいと思っています。それは保存のためのマスタープラン作りに大いに役立つものと考えています。また、画像による復元が出来れば現在との比較が可能になり、将来博物館が建設されれば、よい展示資料になると考えられます。パーミヤンの洞窟には昔から難民が住んでいます。その人達が洞窟の中で煮炊きをします。その煤が壁全体に厚くタール状に付着していて、ほとんど真っ黒で絵が見えない状態です、光学的な写真撮影調査をしてどのような画像があるかを調べる必要があります。敦煌莫高窟の保存状態に比べればとても厳しい状況です。敦煌莫高窟壁画も一部の洞窟はロシア革命で難民になったロシア人が洞窟に住んだことがあり、炊事による煤で汚れています。それは、ロシア革命の時に逃げてきた難民が洞窟の中に住むによって起きた汚れです。しかし、パーミヤンほどひどくはありません。

大仏は完全に爆破されてしまっています(写真7)。昭和2年の画像と比べて見てください。これは復元するのかこのままの状態にするのか、議論になっています。私は現在の状態もおろかな歴史的行為の一部ですから、そのまま保存すべきではないかと考えています。パーミヤン石窟の岩盤は、本能的には粘土と礫岩の塊ですから、1回崩壊したらそれをもとに戻すことはとても難しいことです。

4．敦煌莫高窟壁画の修復記録

敦煌莫高窟は、小さい石が粘土の間に詰まったような礫岩に洞窟が掘られています。掘りやすい岩ですが、そのため逆に崩れやすい状態です。そのため洞窟が掘られた崖面は、コンクリートで覆われています。昔は洞窟を巡る回廊もなく、礫岩の崖がむき出しの状態でした。この礫岩や壁画の土壁の中には、沢山の塩が含まれていて、それが塩類風化の原因になっています。私たちは敦煌研究院と壁画の保存処理の共同研究をはじめて20年経ちますが、53窟をフィールドとして昨年からは修復を始めています。修復に際しては、何時、誰が、どの場所に、どのような材料で、どのような処置をしたかを記録しなければなりません。ここでは新しく「壁画修復履歴管理システム」(写真8)を開発して記録を行っています。そのシステムは、デジタルカメラを使用して壁画全体のデジタルオルソ写真地図を作成して、その地図上に損傷状態や保存処置の方法の情報を記号で地理情報システムを利用して描き込んでいきます。処置内容は文字や写真情報で書き込みます。損傷や処置情報は地理情報システムによって、個々の情報としてレイヤーとして取り出すことが可能です。修復終了後も定期的に劣化の状態を記録していけば、どの部位が、どのような経過で変化していくかを時系列的に追うことができます。このシステムを使用することによって処置面積とか材料使用量など積算することが出来ます。したがって予算積算も可能になります。敦煌では壁画の模写をしています。壁画のある場所で紙に引き写しています。その作業量は膨大で、壁に影響を与えることもありますから、できるだけ引き写しをさせたくないと考えています。このシステムを進歩させればオルソ写真を原寸大に引き伸ばして、そこに絵の具をのせて模写を作ることも可能になります。壁画の土壁の中には塩の結晶が含まれていますが、観光客が沢山洞窟に入ると湿度が上昇して70%を超えることがたびたびあります。その空気中の水分が塩に吸収され、塩が溶け始めます。反対に湿度が下がると水は空気中に放出され塩が再結晶します。この繰り返しが壁画を破壊してしまいます。したがって洞窟の中に人をなるべく入れないことが大切です。そのためには映像や模写を使ったガイダンス施設を作ることが必要になります。このシステムは、高松塚古墳壁画やキトラ古墳壁画の修復記録作成にも使用されています。

時間になりましたのでここで終わらせていただきます。有難うございました。



写真1 蛍光X線分析装置



写真2 X線発生装置

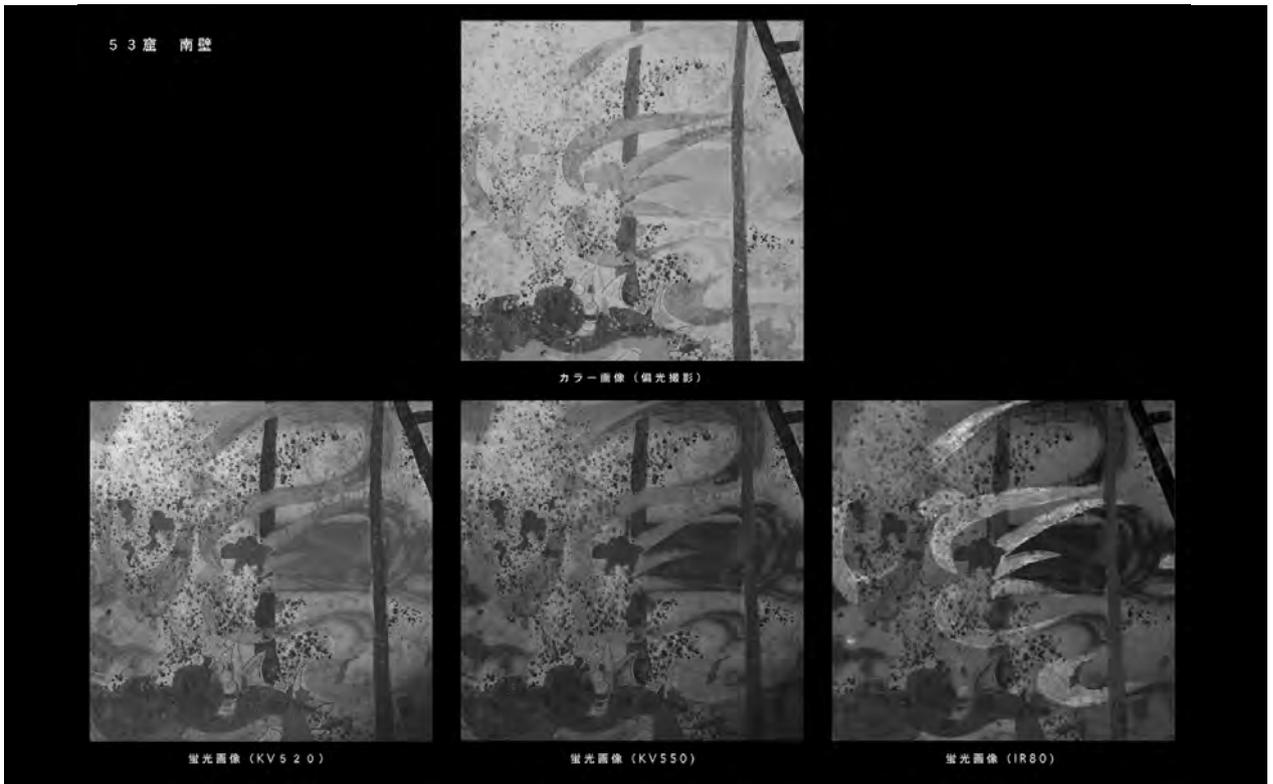


写真3 53窟の光学的調査



写真4 イラク国立図書館の破壊状態



写真5 イラク国立博物館の略奪状態

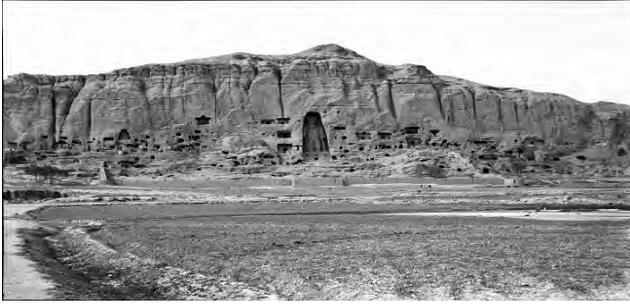


写真6 バーミヤン（左：1927年 右：2003年）



写真7 東大仏破壊前と破壊後の状況

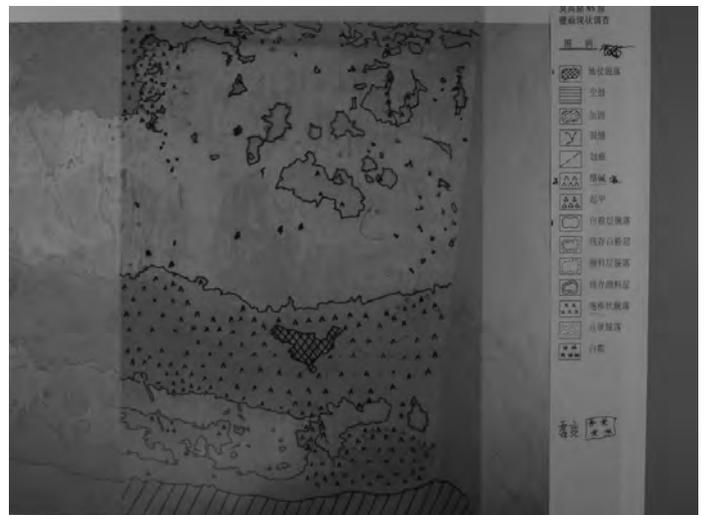


写真8 53窟壁画の損傷地図