

# 天然及び合成有機化合物の成分または色素分析に関する基礎的研究

## Basic Studies on Natural and Synthetic Pigments and Compounds in their Analyses

赤池 照子・佐藤 雅, 宇高 京子,  
山口 功・松村 真紀, 山本 良子

ト部, 松山らは, 古来から植物色素による緑色染色は, 黄色染料と青色染料の二度染めで得ていたが, チューリップ花卉から抽出した色素を繊維に染着後, 媒染すると, 直ちに緑色が得られることを発見した。この理由の解明を行うために, 得られた色素成分を分画分取し, それらの組み合わせ染料で緑色発色の実態を確認したところで研究を閉じられ, 昨年退職された。

宇高は, アズキ, ササゲ, インゲンマメ, ベニバナインゲン, エンドウ, ソラマメおよびゴマなどの種子中の食塩含有緩衝液可溶性タンパク質のSDSポリアクリルアミドゲル電気泳動による移動度の差異を検討した。また, ダイズの発芽時のタンパク質分解酵素プロテアーゼ活性の変化を追求し, 発芽三日目から, その活性は増加し, 五日目には最高に達し, その後徐々に活性を弱めていくことを明らかにした。詳しいことは本学の研究紀要本年号を参照していただきたい。

山口, 松村らは, アロエベラの凍結乾燥葉肉中のゲル中に含まれている各種成分をn-ヘキサン, ベンゼン, クロロホルム, アセトンおよびエタノールなどで抽出し, 濃縮抽出液の一部を日本電子社製DX-30型GC-MS装置に注入し, 測定された多数のマススペクトラムを解析することにより, 各種成分の化学構造を多数明らかにした。本年度はn-ヘキサン第二画分, クロロホルム画分, ベンゼン画分およびアセトン第三

画分の分析を行い, 各種パラフィン, オレフィン, 脂肪酸, アルキルシクロヘキサン, アルキルベンゼン, フェノール類, ナフタレン誘導体, ステロイドおよびテルペン類など多数の化合物を同定した。上記の結果の一部はBiosci. Biotech. Biochem., 57(8), 1350-1352(1993)を参照して頂きたい。

赤池, 山本, 佐藤らは前年度に引き続き, 古代の貴重な資料の繊維および染料についての分析を非破壊で迅速かつ簡便に行える日立製U-6500型顕微分光光度計を用いて行った。茜染めの各種媒選別試料についての基礎データを収集し, 古代染織遺物である各試料特有のスペクトルパターンを得た。それらの研究成果の詳細は本号誌を参照されたい。

(山口記)

### インカ古代裂の文様と色彩について

赤池 照子, 佐藤 雅

#### はじめに

「天然および合成有機化合物の成分または色素分析に関する基礎的研究」として, 私達は考古遺物の染織品について色素分析を行った。

今回は, ペルーのインカ帝国時代のものといわれる古代裂を資料とした。

言うまでもなく古代裂は貴重な資料であるた

め、出来る限り現存の形で後世に受けついで行かなければならず、破損や破壊に対しては慎重に扱わなければならない。特に今回扱った資料については一応インカ帝国のものといわれているため、約6～700年は経過しているはずである。従ってこの資料に対して多くの問題点があげられる。

1) 古代裂は貴重なものであるため、資料を非破壊法で検査、測定しなければならない。

2) 入手しにくい資料で、ぜい化がはげしくて破損分解しやすい。

3) 資料が土の中から発掘されたため、汚染物の附着が多い。

4) 染色部分の変退色が著しい。

5) 資料に対する直接的な文献が非常に少ない。

このようなことから今回破損・破壊せずして分析できる方法として

1) 地理、歴史的背景から文様の構成を分析

2) 資料の表面の色彩と復元の染色品との比較分析

3) 破損、破壊せず、微細な資料で測定できる顕微分光光度計による分析を行い、製作年代の推定を考察した。

## 1 ベルーの地理的条件

南アメリカの西側、太平洋岸に沿って南北に、約9,000kmに渡ってアンデス山脈がはしっている。ベルーは、北はエクアドル共和国から南はチリまで、約4,000kmに渡った範囲で、沿岸の砂漠地帯、アンデス高地の山岳地帯、アマゾン川上流の熱帯雨林地帯の3つに区分される。沿岸の砂漠地帯では、アンデス山脈から流れ出る水によってできた河川が数十本あり、河川の流域のオアシスでは早くから植物採集や狩猟生活を行うことが可能であった。また、アンデス高地は、熱帯高地であるため、広々とした高原や盆地には、冬でも人間の居住が可能で、植物の栽培化、動物の家畜化がおこなわれた。

こうしてベルーは豊富な資源のもと5500年前

ごろから人々が村落をかまえ、綿で綱や織物もつくりはじめて文明の基礎をつくった。

## 2 アンデス文明と染織品について

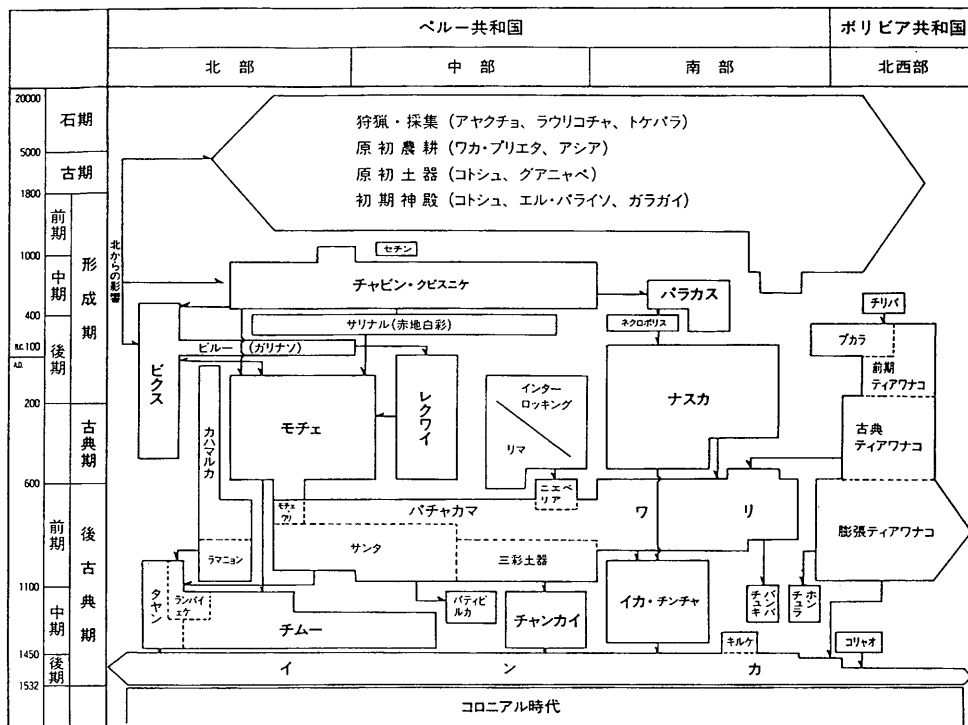
ベルーの沿岸地帯ではB.C2000年ごろには村落をかまえ、ピラミッド神殿を中心とした定住生活が営まれた。織物は日常の衣服として使われただけでなく、宗教におけるシンボルや権威の象徴としても、また死者とともに葬られることもあった。沿岸地域の村落はやがて放棄され、河川に沿って内陸に新しい様式の神殿を中心とした村落が築かれるようになり、それらは、地域ごとの交流によってますます豊かな文化を築くことになった。狩猟・採集生活から農業の生産・家畜化生活が定着し、社会が体系化されるようになると、各村落が統合され様式化された文化へと発展する。

最初の村落の統一はベルー中部の高原を中心としたチャビン文化である。紀元前1000年頃から数百年にわたり、信仰の中心となって栄えた。土器の製作や染織などの工芸技術が発達し、大胆な造形力は、チャビンの神体であるヘビ、ジャガー、コンドル、魚、カニなどが図象としてしばしばあらわされている。(図1) また、それら神体全体をあらわすばかりでなく、牙や爪、上目づかいの目、など部分的なものを強調した画きかたもチャビン文化の特徴である。

アンデス文化の基礎を作ったチャビン文化は、紀元前200年ごろ消滅したが、各地に影響を与えた。チャビン文化のあとをうけて南部の海岸地域に生まれたのがパラカス文化である。動物繊維素材を使った織物は染色技術の発達によって色彩が鮮かになり、赤、藍、緑、黄土色がみられる。更に綴れ織、二重織や刺繍などの技術も進歩した。文様にはジャガーの神像や獣面動物などのくり返しがみられる。

紀元200年ごろから北海岸に台頭したのが、モチェ文化と南部のナスカ文化である。このころから各地域の獲得戦争がはじまり、軍事的性格の強い社会になっていった。したがって図象

表 1



には、戦士像や首長、神官などの表象があらわれるようになった。しかし根本的には宗教的性格の強い社会構成であるため、太陽、月などの天体や風、雷、稲妻、波などの自然現象も神格化され、図象化されている。特にナスカの文様は抽象的表現が豊かで、農業の豊穡をねがってとうもろこし、豆類などの植物や、リャマ、猿、蛙、ペリカン、コンドル、蜂鳥などの図象化は他に類をみない。(図2)

南部山岳地帯におきたティアワナコ文化の影響を受けて発展したのがワリ文化である。紀元700年から1000年の間、独自の宗教と強い武力によってペルーの中部および南部を制覇した。染織の技術も高度になり、儀杖をもつ神像、翼をもつ鳥神像など多彩な色づかいで細かに表現されている。(図3)

巨大なワリ文化が紀元1000年ごろ衰退に向うと再び各地に地方文化が展開するようになった。チムー文化、チャンカイ文化、イカ文化は最も勢力のあった国で、特にチムー文化はモチエ文

化を受けつぎ、北部一帯を征服した。双頭の蛇、魚、鳥、幾何文様など細かく組み合せた連続文様が目立つ。(図4、図6)

一方、中部海岸の谷にチャンカイ文化がおこり、北部や南部の影響を受けながらも独自の文化が広まった。特に織りと染めの技術が高く、刺繍、レースや羅織りなどにあらわれている。鳥や波、人物など幾何文様と組み合せたのが多く残されている。描き染や絞り染もさかんに行なわれた。(図5)

### 3 インカ帝国の成立

12世紀ごろ、クスコを中心に勢力をのぼしたインカ族が各地の地方的政治組織を統一して、インカ帝国を築き上げた。15世紀ごろにはエクアドル地方、チリ、アルゼンチンの北部もインカの領土とし、巨大な帝国となった。それでも各部族のもっている独自性を尊重しながら、インカ独特の文化を発展させた。染織品では二色の市松文様や紋織と経緯の組み併せの織物(図

7)で、技術的には著しい発展はみられないが、インカ文様としての特徴があらわされている。皇帝には星型や鍵文様が装飾化された特徴をもっている。インカ帝国は1532年、スペイン人の侵略によって征服され、スペインの植民地となった。

#### 4 インカの古代製の染色と色の測定

アンデス地帯の遺跡から多くの染織品が発掘されたのは、この一帯が雨が少く、乾燥地帯であることが幸いしている。しかも衣服を必要とする気候であったため、早くから織物の技術が考え出された。素材としては綿とリヤマ、アル

パカ、グアナコ、ビクーニャなどのラクダ科動物の獣毛が使われた。これらは自然のままの白、薄茶、濃茶、灰、褐色などの色を織物に使う場合と糸に紡いでから染色する場合がある。染色も早くから行なわれ、藍、くるみ、はんの木の皮、コチニール、アワビモドキなどが使われた。媒染剤としては鉄分を含んだ泥、石灰、明ばんなどを利用して発色させ、その量の加減によって濃淡をつけたり、染め重ねなども行っていた。今回、32点の貴重な資料から色として特色のある資料16点を選んでハンド・カラーコンピューターで表面の色を測定した。更に文献「伝統の色」からインカ古代製に比較的多く使われてい

「伝統の色」より

表 2

	H	V	C	
1 黒 ログウッド	8.96RP Y 3.79	2.24 X 0.3249	0.75 y 0.3086	西インド諸島産の豆科の喬木。 新大陸発見当時からヨーロッパに輸入された。
2 藍 なんばん こまつなぎ	3.48PB Y 8.70	3.44 X 0.2257	5.30 y 0.2302	原始藍の染法＝生葉に含まれているインジカン を直接染めつける。藍の生葉をつんで石の上で 水をやりながら手で揉みながら糸に染めつける。 メキシコ、オアハカ、台湾にもみられた。
3 黄土 オールドフ スチック 〔ゲレップ〕	1.00Y Y 42.20	6.94 X 0.4136	6.28 y 0.4038	ブラジル、メキシコ、西インド諸島に生育する 喬木。新大陸発見以後、ヨーロッパにもたら せた。樹皮、芯材に存在する。
4 黄 うこん	5.37Y Y 75.18	8.83 X 0.4000	7.26 y 0.4246	インドを中心として熱帯、亜熱帯地方で広く 栽培されている。インドカレー、日本ではたく あん等に食用染料として使われている。
5 赤 ブラジル ウッド	5.97R Y 21.78	5.22 x 0.4164	6.51 y 0.3286	ポルトガル人が南米でこの木を発見し、その 国名をブラジルと名付けた。
6 赤 コチニール	1.73R Y 15.05	4.43 X 0.4741	11.01 y 0.2928	うちわさばてんに寄生する貝殻虫の一種。 プレインカの古裂にアルミニウム媒染のコチ ニール染がある。
7 ・ 8 紫 貝紫	2.5RP	4.00	6.00	アワビモドキ 塗り染

る色7色を選んで表面色をカラーコンピューターで測色した。測色値はマンセル記号である。資料の古代裂と比較した結果、資料の№1, 2, 3の赤とブラジルウッドの赤がほぼ近い。ただしブラジルウッドの方が明度がやや高い。№4の黄が、オールドフスチックの黄に近い。また№5の赤がコチニールの赤の記号が接近し、ピンクのところが見紫に近い数値であった。

表3 カラーコンピューターによる表面色測定表

	資	料	H	V	C
1	ジグザグ文様	赤	4.8R	3.0	6.6
		黄	9.4YR	4.9	5.0
		黄土	8.3YR	4.0	3.7
2	地・赤 鳥の頭・黄 地・黄土		4.4R	3.0	6.0
			9.2YR	4.8	6.0
			9.3YR	3.7	4.0
3	地・こげ茶 文・赤 文・黄		6.2YR	3.2	4.0
			6.8R	3.0	6.4
			7.0YR	4.0	5.1
4	中央地・茶 縞・赤 うす緑 黄		8.3YR	3.7	4.3
			9.9R	3.2	5.5
			8.4YR	3.8	4.0
			0.1Y	5.0	6.1
5	縞・黄 縞・黄土 縞・ピンク 縞・赤		0.1Y	5.6	7.0
			9.8YR	4.9	5.4
			3.8RP	4.2	7.0
			3.6R	2.9	8.5

## 5 文様の構成による比較分析

今回取り上げた資料が、一応インカ帝国（AD1400年－1532年）時代のもので云われているが、どこかの遺跡から出土したものであるかが、はっきりしていない。そこで分析の手がかりのもう一つの方法として文様構成から調査した。

アンデス文明の文様の特徴は、文字を持たないかわりにシンボルとしてさまざまなものが図象化されたり、農耕生活を営む上で豊穡を祈る神の存在から天体気象の神格化が目立つ。即ち、太陽、月、風、雷、稲妻、波、ジャガー、ピューマ、コンドル、リャマ等の動物や蛇、鳥、かに、蛙、魚なども図象化されている。ナスカ文明のころは神像や首長像なども多くみられた。

## 資 料

・インカ古代裂の鳥の縫織織（写真1，図4）

チムー文化期（AD1000－1500）の織物の見本と思われる中に同じような鳥の文様がある。

・波の文様（写真2，図2，4）

波の図象化は大変古くから装飾化されており、チムー文化期の織物の見本の中にもあるが、ナスカ文化期（BC200－AD600）の二重織の帯にも波の上下組合せの連続文様がみられる。インカの資料の中にも縞の間にみられる。

・鳥と幾何文様（図6）

鳥は神との間を自由に飛翔するということから、古くからいろいろな表現方法であらわされている。幾何文様も早くから文様化され、他の図象化されたものと組み合わせることもしばしばである。

・蛇と鳥の組み合わせ文様（写真3）

蛇の組み合わせ文様の中に鳥が組みこまれている。ナスカ文化期にも蛇と鳥の組み合わせ文

様があり、またインカ文化期にも良くみられる。

・幾何文様と縞（図7）

幾何文様を縞に表現した裂は、インカ文様の特徴の一つである。紋織のところには、動物の図柄が織り出されている。

・描き染（写真4）

描き染はチャビン文化期（BC1000-500）にはすでに見られるが、このように何色も色を使うようになったのはチャンカイ文化期（AD1000-1450）のころである。

ま と め

貴重な資料を非破壊法の一つとして色の測定と文様の分析から行ってみた結果、次のことがわかった。

1. カラーコンピューターで測色したが、60年以上たった資料は変退色していると思われるので、その表面の色と復元の色とを比較しては無理である。

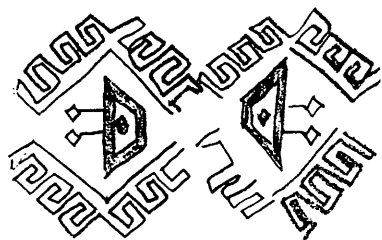
2. 文様の点から分析した結果、調査に使った資料は、明らかにアンデス伝統の図柄が多い

ことから、ペルーのものであることに間違いはない。しかし年代は断定しきれない。

3. かつてペルーの文化は、インカ帝国時代以前は各地に独自性の強い文化が栄え、強い国は弱い国を亡ぼし、その国の文化を吸収しながらまた独自の文化を作ってきた。インカ帝国は、15世紀にペルー全土を統一し、巨大な国家となったが、各地方の独自性のある文化を保ちながら、インカ独特の文様も作られてきた。従って、今回の調査結果から、もっと多くの参考資料をもとに比較検討を加えるべきであることの結論を得た。

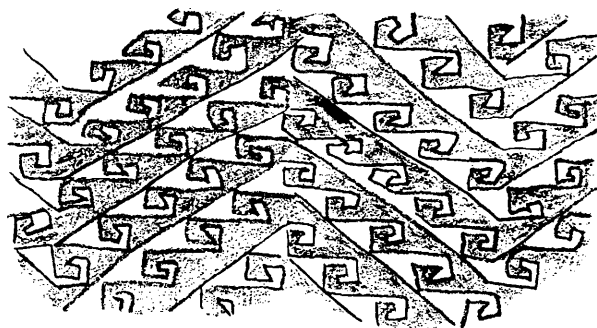
参 考 文 献

- 1) 吉岡常雄：伝統の色 光村推古院 1973
- 2) アンデスの染織と工芸展より 1987
- 3) シカン発掘展より 1994
- 4) 吉岡常雄：帝王紫探訪 紫紅社 1983
- 5) 増田義郎監修：アンデスの秘宝 講談社 1980



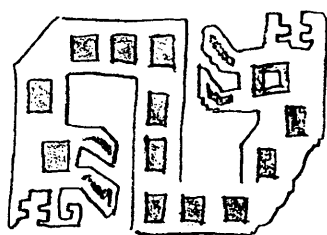
かにと波文様

パラカス文化期 図1



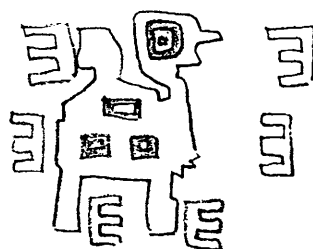
波文様

ナスカ文化期 図2

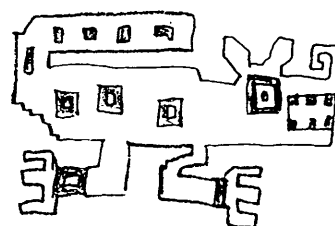


双頭の蛇

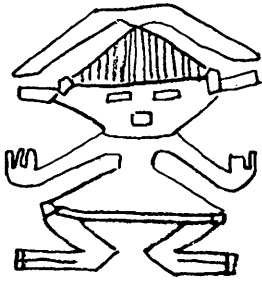
ワリ文化期 図3



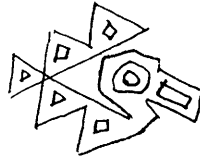
コンドル



ジャガー



人神像

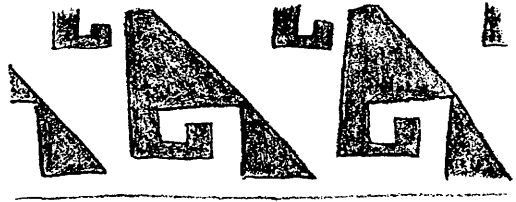


鳥

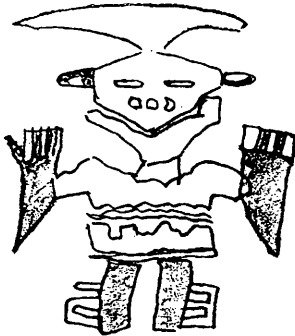


人神像

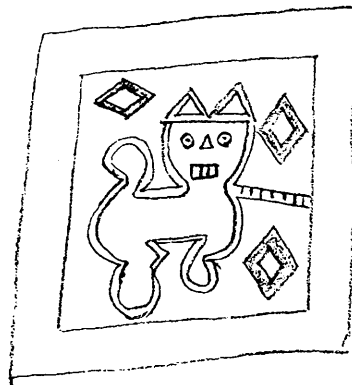
チムー文化期 図4



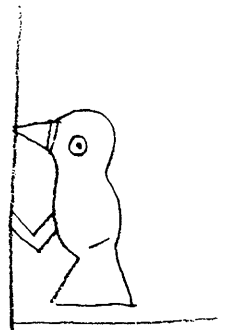
波文様



楯を持つ首長



ピューマ



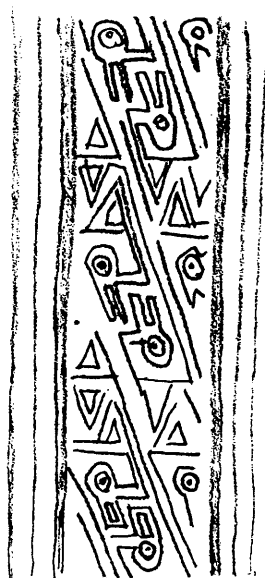
鳥

チャンカ文化期 図5

描き染



鳥の連続文様



イカ文化期 図6

蛇文様と縞



インカ文化期 図7



写真 1



写真 2

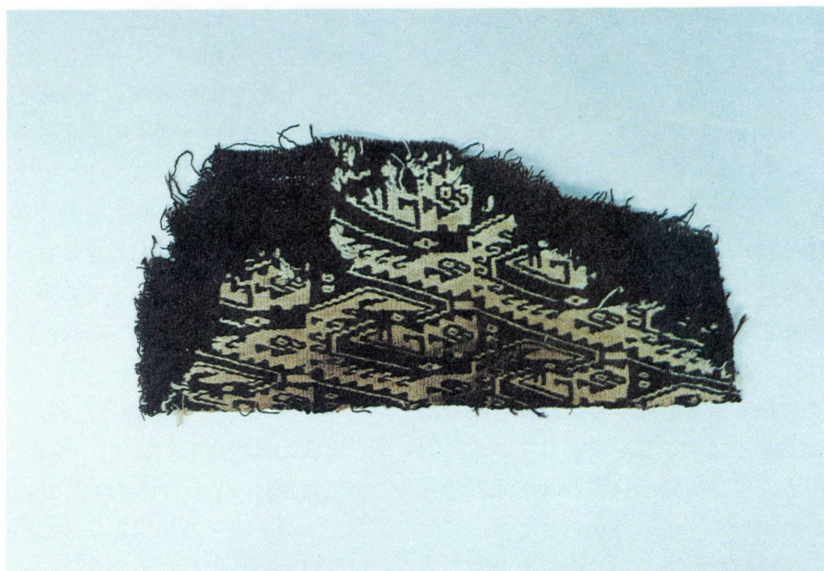


写真 3

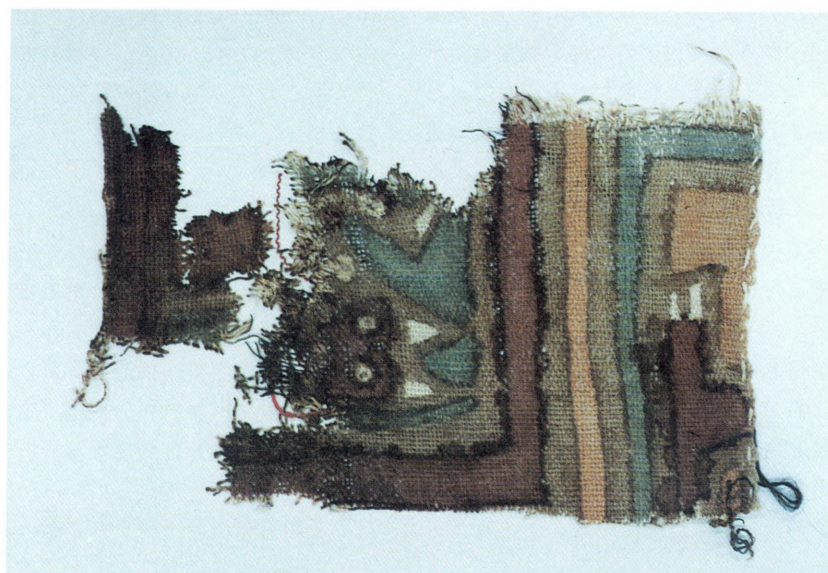


写真 4

## U-6500形顕微分光光度計による 色素分析

山本 良子

### 1. はじめに

考古遺物を科学的に分析する場合に、なによりも優先しなければならないことは、その考古遺物をそのままの状態の後世に伝えていかなければならない。したがってそのものの分析には、考古遺物を破損したり破壊するような方法では意味がない。そこで現在おこなわれている科学的分析手段としては、破壊を伴わない非破壊分析法が行われている。この方法としては、X線回折や蛍光X線解析があるがX線を用いる方法では、遺物に含まれる金属などの元素分析はできても、有機物である染料色素のような分子の分析には利用できない。

これまでは考古遺物が染色品である場合は、肉眼による色彩判定がおこなわれており、熟練した人の目のわずかな色相の相違の判定と光学顕微鏡などによる観察とを合わせることで、ある程度推定することができた。しかし古代の遺物は一般的に変化がいちぢるしく、肉眼による判定は難しく困難になっている。いずれにしても科学的根拠によりうらづけをすることが必要である。そこでこれまでの分析方法では化学薬品で処理して、その反応や染料の色素成分を抽出し、分析機器にかけて同定する方法が行われている。これでは資料の破壊や、かなりの量の資料が必要とされ、これまでの研究では、試料が十分にある場合のみ分析が可能とされてきたがそのため分析の結果はごく一部の限られたものであった。

そこで近年注目されている分析手法として活用される蛍光分光スペクトル分析法が、植物染料で染色された染色物は、使用された植物染料の色素成分(分子構造)によって、それぞれ異なる固有の蛍光スペクトルを持っていて、古くなって外観の変化が進んでいても少しでもその

色素成分が染色物に残っていれば、そのものの固有の蛍光分光スペクトルを測定することが出来る、しかも蛍光スペクトル測定は非破壊で行えるので、染料色素を同定する分析方法としては最適な方法とされる。そこで本研究でもこの蛍光分光スペクトル測定をおこない、更に試料が極微量な場合に対応できるU-6500形顕微分光光度計を用いて、ペルーの織糸の染織品の染料色素の同定を行ったものの一部を報告する。

### 2. 供試料

実験には写真1-1、1-2に示した、ペルーの染織試料の中から6種の基本色のもの赤・ベージュ・黄・紺・茶・黒と、他に時代不明の帯試料の縞糸の中の貝紫染めと見られる糸と、オレンジ・黒の糸を試料に選び、これと対応する絹布の伝統の色(吉岡常雄著)より6色とを対照に、さらに貝紫の綿と絹の織糸を試料とした。また染料は下地となる繊維の試料との関係もあるのでペルーの古代裂地には、綿および動物の毛(ビクーニャ・アルパカ等)もあるので、現代の毛とビクーニャ毛の藍染めしたものも試料とした。

### 3. 実験方法

3-1 顕微分光光度計U-6500形試験機は光学顕微鏡の観察領域内にある微小面積の試料の反射・透過・蛍光スペクトルを測定することができる試験機で、構造は写真2の通りである。

分光反射スペクトル分析は、染色物から反射してくる光(色)を測定する分析方法として適切な分析方法で、変化していない染色品であれば、その分光反射スペクトルから色彩を同定し、その染料をある程度は判定することができるといわれている。しかし、これまでの測定機は、ある程度の試料の大きさを必要とし少ない試料では測定が困難であった。ところが本機は、検出限界が、1  $\mu\text{m}$ 径で微小部の分析が可能である。また測定時間の短縮で励起光によって、変化(退色)しやすい試料の測定が容易である。



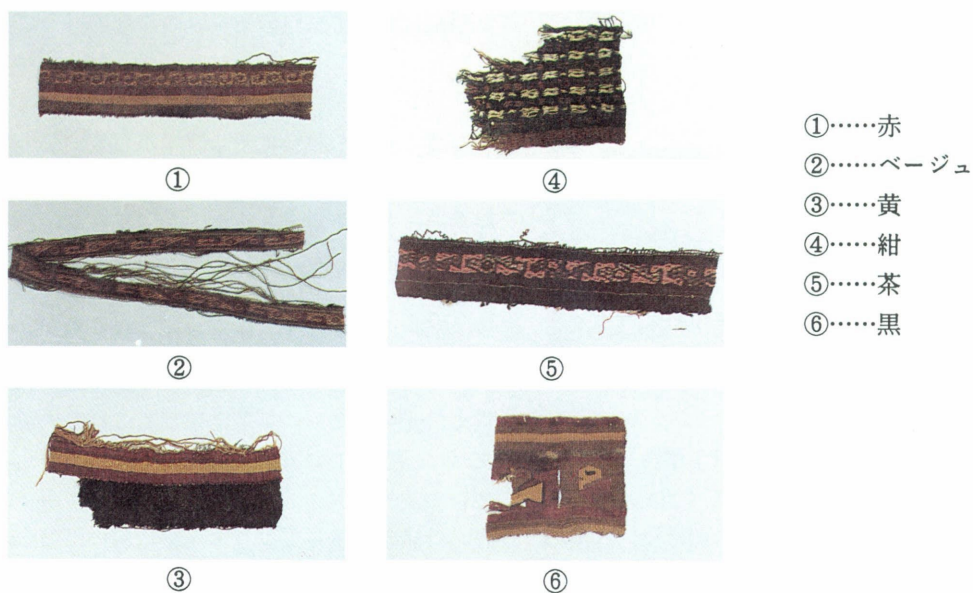
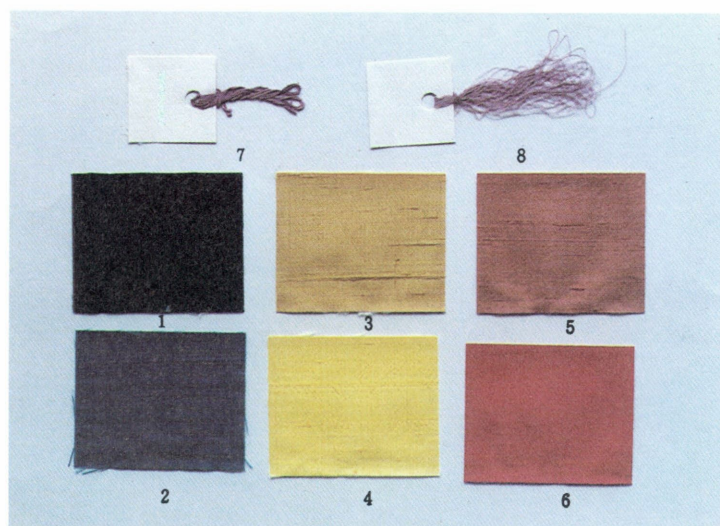


写真 1 - 1 ペルーの染織品試料



7 綿		8 絹
1 黒 ログウッド	3 黄土 オールド クスチック	5 赤 ブラジル ウッド
2 藍 なんばん こまつなぎ	4 黄 うこん	6 赤 コチニール

写真 1 - 2 古代の復元色

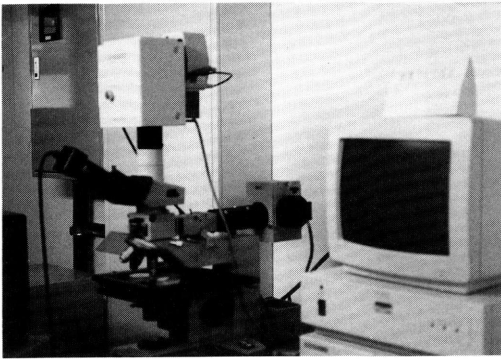


写真2 U-6500形顕微分光光度計

また植物染料の色素成分（分子構造）によってそれぞれ異なる固有の蛍光スペクトルを持ち、各染料試料の蛍光スペクトルの強度は、濃淡の差があってもそのものの持つ固有の波長域に出現する。紙に書かれたボールペンの文字もインキの染料はメーカーにより原料が異なるが、この方法でメーカーの同定ができる。したがってこれを応用することで繊維1本でも染料の同定ができる事が分かりこれを用いることにした。

### 3-2 伝統の復元色の測定

写真1-1の試料に示した6色と貝紫染の綿

糸絹糸について試料のデータの蓄積を行うことにした。

### 3-3 ペルーの染織裂地の測定

写真1-2の試料に示した中から3-2の復元色と対応できる染糸について測定し、植物染料が持っている蛍光スペクトルの特性が現れているかを測定した。

## 4. 結果と考察

図1は絹布上の古代染色試料の基本色6色の蛍光分光スペクトル測定結果で、これを見ると文献に示されている蛍光分光光度計法で得られている蛍光スペクトルの結果と、非常に良く一致した傾向を示しており本実験に用いた微小域測定法でもよい結果を示している。これによりこれまでに微小の試料でどこまで分析が可能であるのか、困難視されていたのが解消できることになった。

図2はペルーの古代裂地の測定結果で、これを見ると、試料No.1～6までの各色の①の赤は単一染料ではなく重ね合わせた染色品と見られ2か所に吸収が示されている。②のベージュと

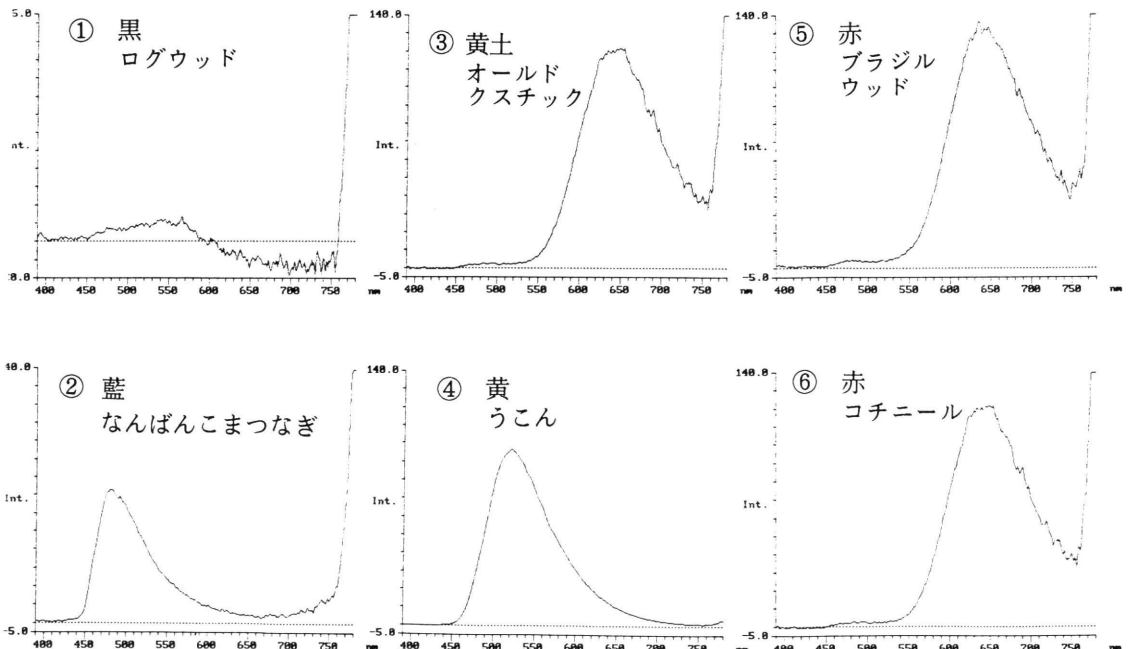


図1 古代の復元色の蛍光スペクトル

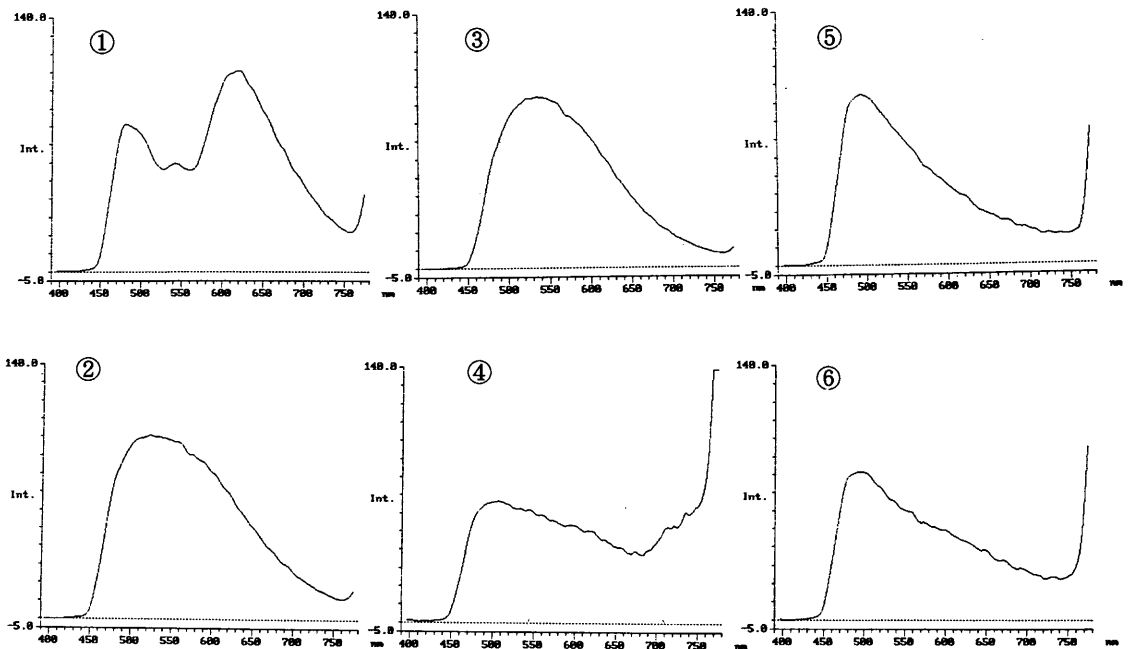


図2 ペルーの染織品の蛍光スペクトル

みたものは、うこんのスペクトルと類似したスペクトルを示している。③の黄も②に似ている。④の紺は藍のスペクトルと類似したスペクトルを示した。⑤の茶、⑥の黒も④と同様のスペクトルを示している。この結果からは試料の染色における染料と媒染方法の関係も明らかにすることが必要で、これに関する資料のデータがないので測定中である。

図3は伝統の復元色の貝紫と試料のスペクトルを示した。これによると貝紫の蛍光スペクトルの波長は濃淡の差があっても同一波長にその吸収スペクトルを示すことが明かとなった。

図4-1は現代の藍染めと未知試料のスペクトルを示した。これをみると同一波長にその吸収スペクトルを示している。

図4-2は現代の藍染めで羊毛とビクーニャおよび綿について染色した試料の結果である。これをみると獣毛は同一波長域に吸収が示されたが、綿の蛍光スペクトルがわずかに低波長側に移動しているのがみられる。

このことについては植物染料が持っている特

定波長の蛍光スペクトルが重ね染めなどによっても特性をあらわし、波長域に幅を持つことからこの点の検討をすることが必要とされる。

## 5. まとめ

本実験の結果からU-6500形顕微分光光度計は、これまでの蛍光分光光度計による蛍光スペクトル測定で測定できない微量の試料での染料

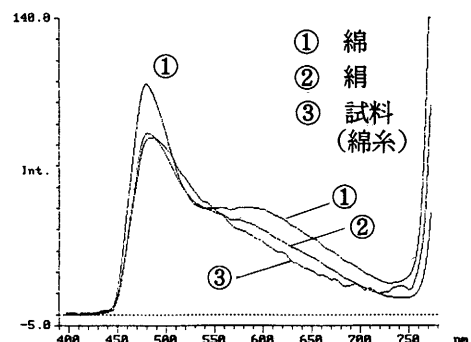


図3 貝紫の蛍光スペクトル

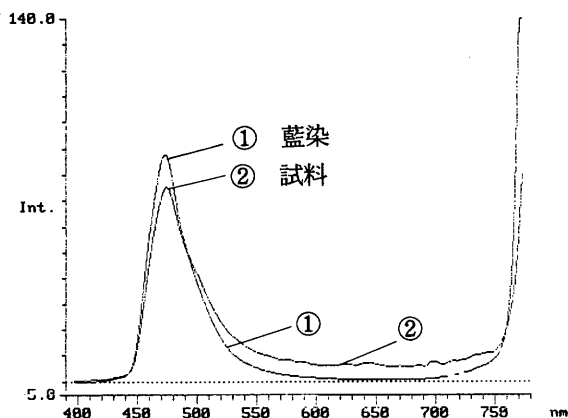


図4-1 藍染の蛍光スペクトル

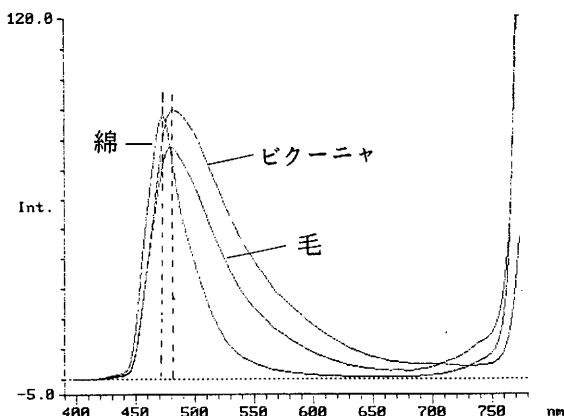


図4-2 繊維別藍染の蛍光スペクトル

分析の同定が容易に行えることが明かとなった。

非破壊分析手段としては最適の方法である。蛍光スペクトル法を用いれば古代染織物の染料同定が極めて有効であること、ただし必要とする基準染料のデータが少ないので、分析データの蓄積によりコンピューターの検索を容易にすることが必要である。

また視感分析では反射スペクトルから得られた情報と紋様などの文献との照合、劣化の程度等から時代の推定はできるが、後世に修理・制作された類似の品もある。したがってここからは古代製の年代の判定は難しい。

したがって今後の課題として非破壊分析を活用して、古代製の染料の同定をおこない基礎データの活用が有効に行えるようにして、染織品の染料から制作年代の判定をも容易にすることのできる方法を模索して行く方向を考えている。

なお本実験に用いたペルーの染織製試料は、本学生活資料館所蔵の貴重な資料であることを付記し感謝致します。また蛍光スペクトルの測

定に当たり協力いただいた川崎紀子実験助手に深謝します。

#### 文 献

- 1) 吉岡常雄, 伝統の色 光村推古書院 (1973)
- 2) 下山進・片岡邦雄・江藤栄一・野田裕子・前田景, 植物染色の科学 [IX] SENSHOKU ALPHA (1991) No.126
- 3) HITACHI TECHNICAL DATA UV-VIS No.112
- 4) 松井繁・根本勲・笹田勝弘, THE HITACHI SCIENTIFIC INSTRUMENT NEWS (1989) VOL.32 no. 1
- 5) HITACHI TECHNICAL DATA UV-VIS No.116
- 6) HITACHI TECHNICAL DATA UV-VIS No.110
- 7) 前田雨城, 色一染と色彩 法政大学出版局 (1991)