

放射化分析の方法

京都大学原子炉実験所 武内 孝之

1. はじめに

一口に放射化分析といっても、かなり広範囲に渡るが、ここでは原子炉の中性子による放射化分析のうち、最も簡単な方法について述べる。

放射化分析も以前は、目的とする元素を化学分離した後に、放射化し定量を行っていたが、最近では高分解能の γ 線検出器が用いられるようになったために、非破壊で多くの元素を分離定量する事が可能になった。しかしその反面、測定データの量は増大し、これを処理するのに、かなりの労力が必要となり、手計算の限界をはるかに超えつつある。そこでこれらのデータを電子計算機で処理する事が考えられ、現在では試料中に含まれる元素を確認し、その含有量まで自動的に計算する事が可能になっている。

一方、現在広く一般に行なわれている相対法による定量には、分析しようとする各元素について、それぞれ重量のはっきり解った標準試料を作成する必要がある、これには、高度の技術と長い時間を要する。そこで一つの元素の標準試料だけで、検出可能な全ての元素を定量できる、絶対法による放射化分析が実用化されつつある。

この方法では、定性分析と定量分析が同時にできるので、何が含まれているか解らないような試料の分析には、特に有効である。以下では、この方法を用いた分析例について述べる。

2. 分析例

今回分析した試料は、武庫川女子大薬学部 of 安田氏提供の高松塚古墳の壁画顔料を主としたもので、第1表に示す通りである。標準試料としては、 $10\mu\text{g}$ と 1mg の Au を用いた。試料はそれぞれ、ポリエチレンの袋に封入し、京都大学原子炉の圧気輸送管で1分間照射を行った後2回測定を行った。さらに同じ試料を今度は1時間照射を行い、適当な冷却時間をおいて2回測定を行った。即ち測定は次のような4段階に渡って行われた。

- ① 照射終了時から数分後
- ② " " およそ1時間後、
- ③ " " およそ1週間後、

④ 照射終了時からおよそ1ヶ月後。

第1表 分析試料

試料 番号	試 料	重 量 (mg)
1	高松塚古墳 石室中央部 乾漆棺片(朱付着)	5.73
2	〃 〃 棺床清掃土中の緑色	36.1
3	〃 〃 西奥四人女と白虎との間のしっくいを含む土砂中の金箔	0.85
4	〃 〃 西奥四人女と白虎との間の茶褐色顔料(しっくいよりはくり)	3.57
5	〃 〃 西奥四人女と白虎との間の黄色しっくい片	279.5
6	〃 〃 棺東壁間土壌中の金箔(裏面青, 紺, 緑付着)	27.2
7	〃 〃 東壁中央青竜下の汚緑色のしっくい片	3.6
8	〃 〃 東壁奥四人女下の汚青(緑)色しっくい片	0.42
9	大和天神山古墳出土 朱	17.9
10	赤穂郡上郡町高田西野山Ⅱ号墳出土 朱	11.6

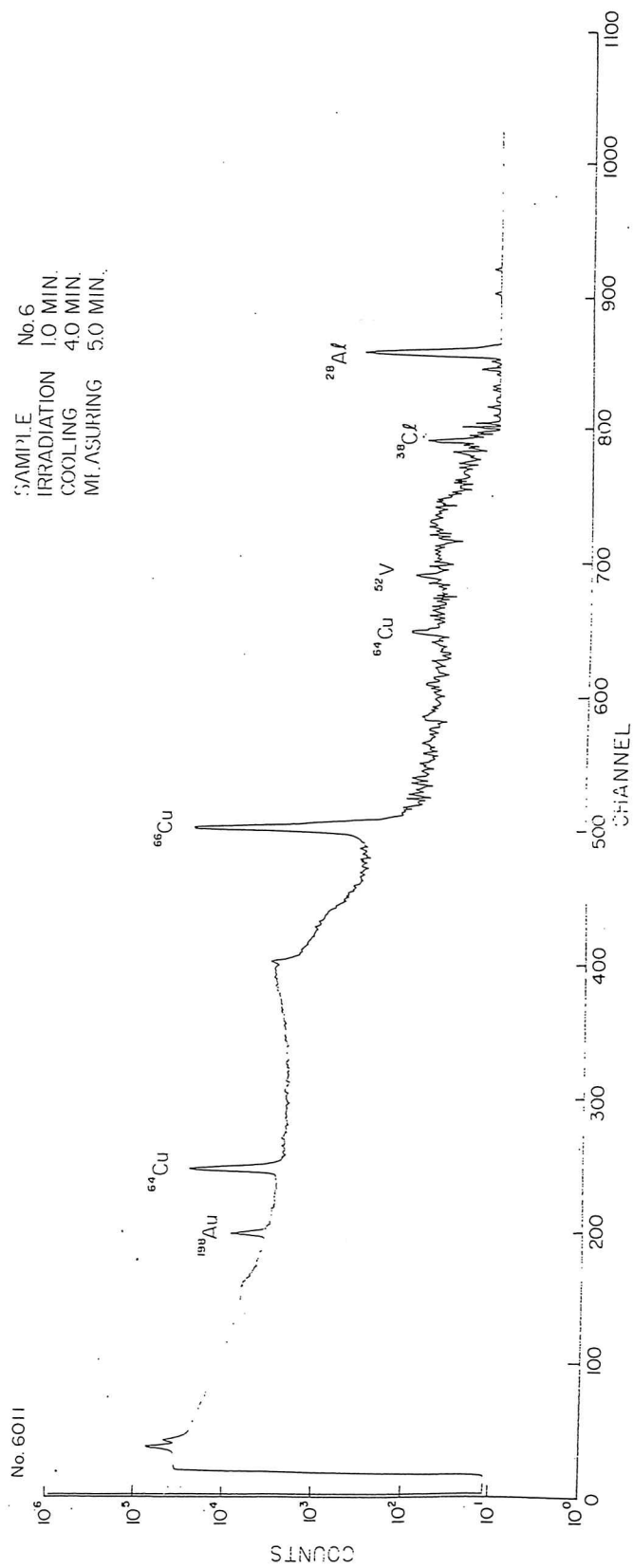
10試料の測定に要した人数と日数は、およそ次のようであった。①と②合わせて、2人がかりで1日半、③と④は、1人でそれぞれ2日および3日であった。この時に得られた γ 線スペクトルの1例を第1図に示す。

このようにして得られた γ 線スペクトルから、含有元素の確定及び定量を行うために、電子計算機でデータ処理を2日間に渡って行った。

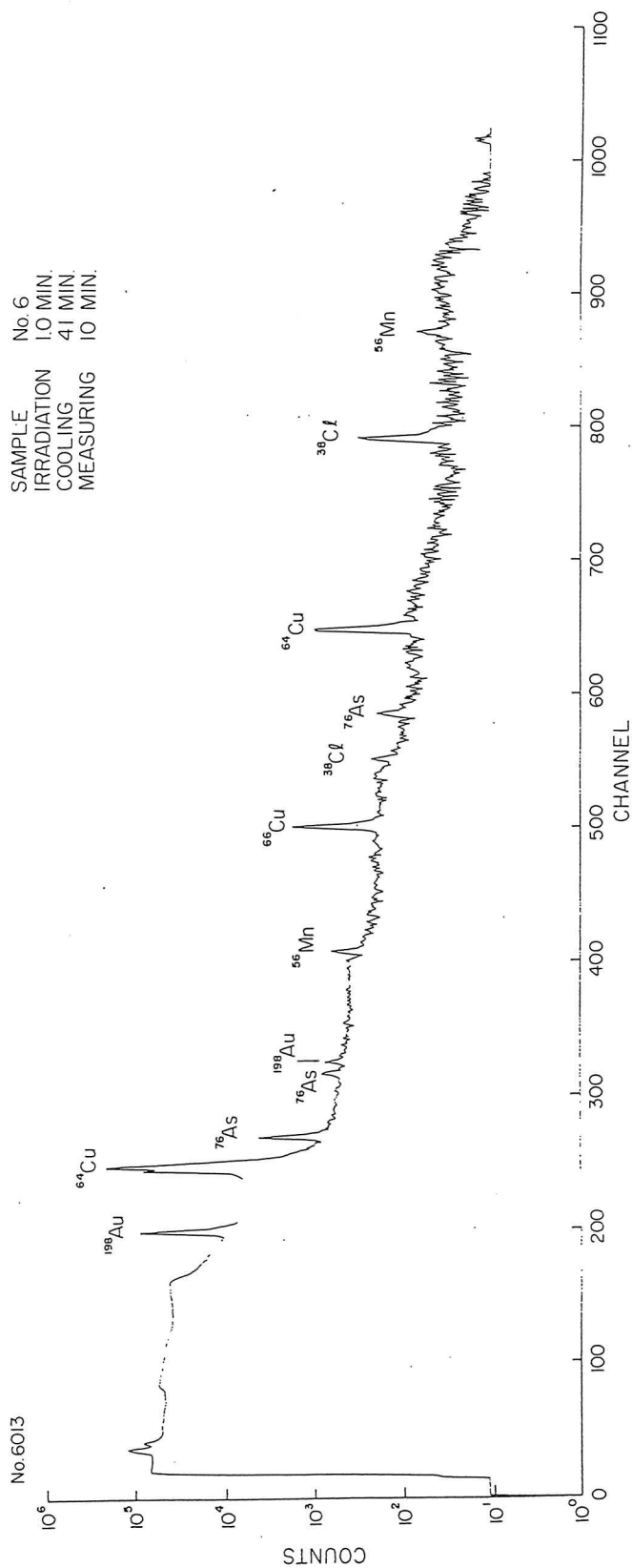
以上の手続きによって分析された元素及びその含有量は第2表に示す通りである。この結果から、2つの試料について共通する元素の含有量のパターンを示したのが、第2図～第6図である。

3. おわりに

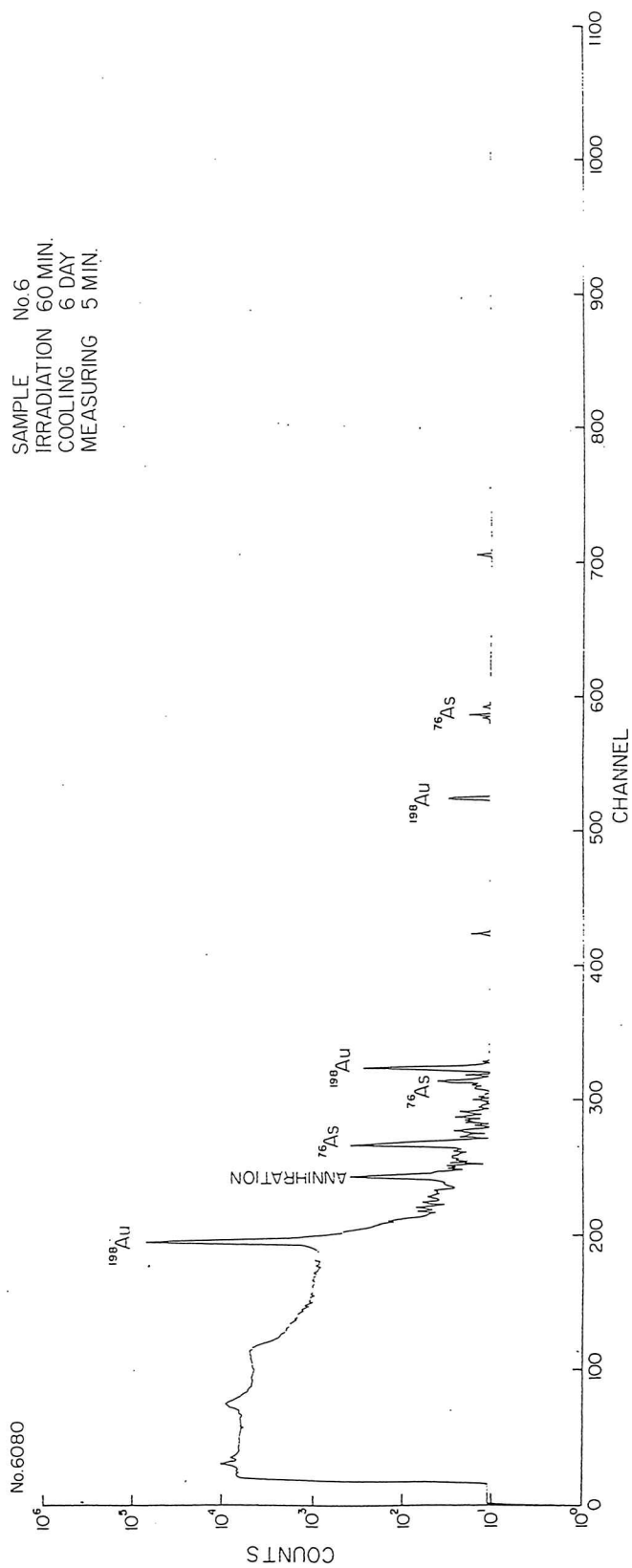
以上でお解りのように、放射化分析は、わずかな量でしかも非破壊で分析が可能であり、又特殊な技術も必要としないので、文科系の方でも利用していただけるのではないかと思います。放射化分析の利用については、原子炉実験所に於て、希望者が利用しやすい体制が計画されており、遠からず実現する見通しなので、考古学の分野に於ても、一人でも多くの方が利用されん事を念願してやみません。



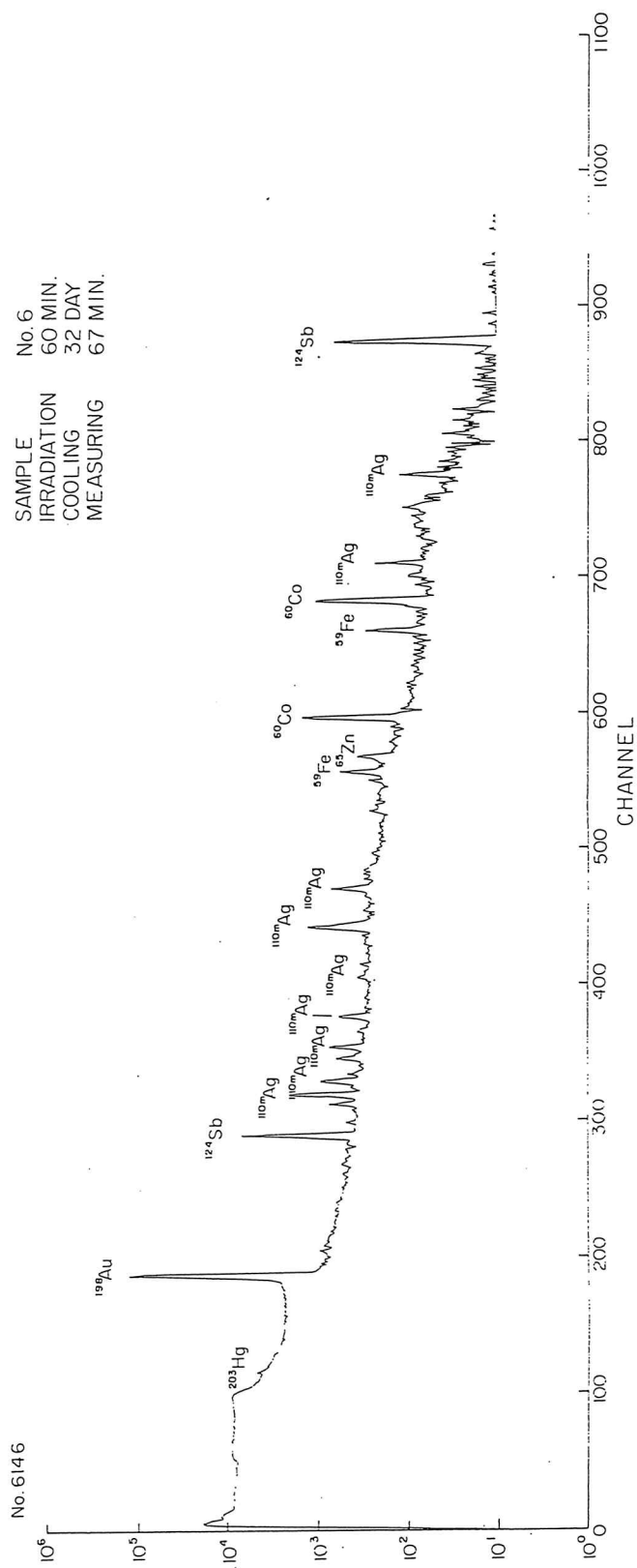
第1a図 照射終了後4分経過時の γ 線スペクトル。(1分間照射、5分間測定、試料No.6)



第1b図 照射終了後41分経過時のγ線スペクトル。(1分間照射・10分間測定・試料No.6)



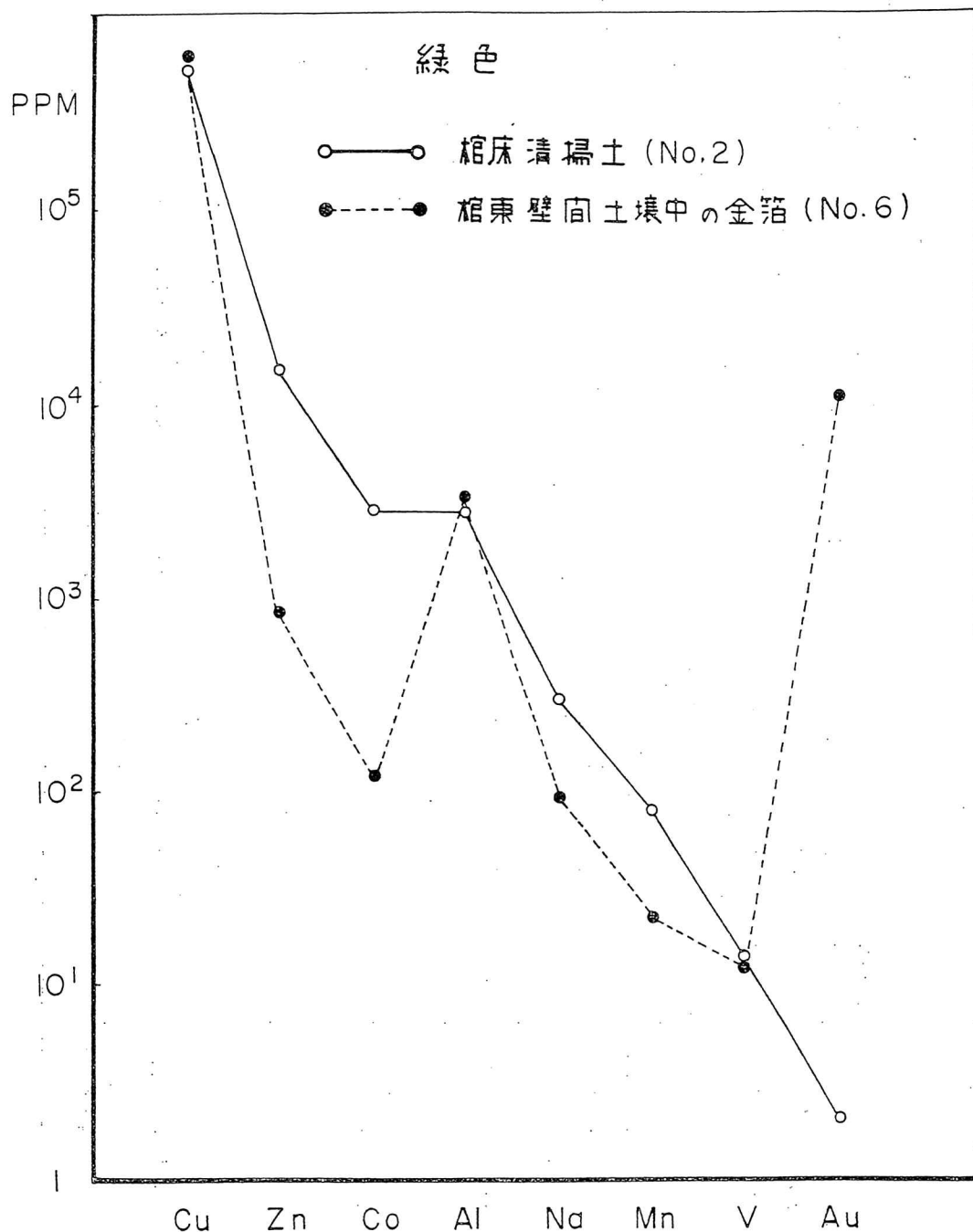
第1c図 照射終了後6日経過時の γ 線スペクトル。(1時間照射・5分間測定。試料No.6)



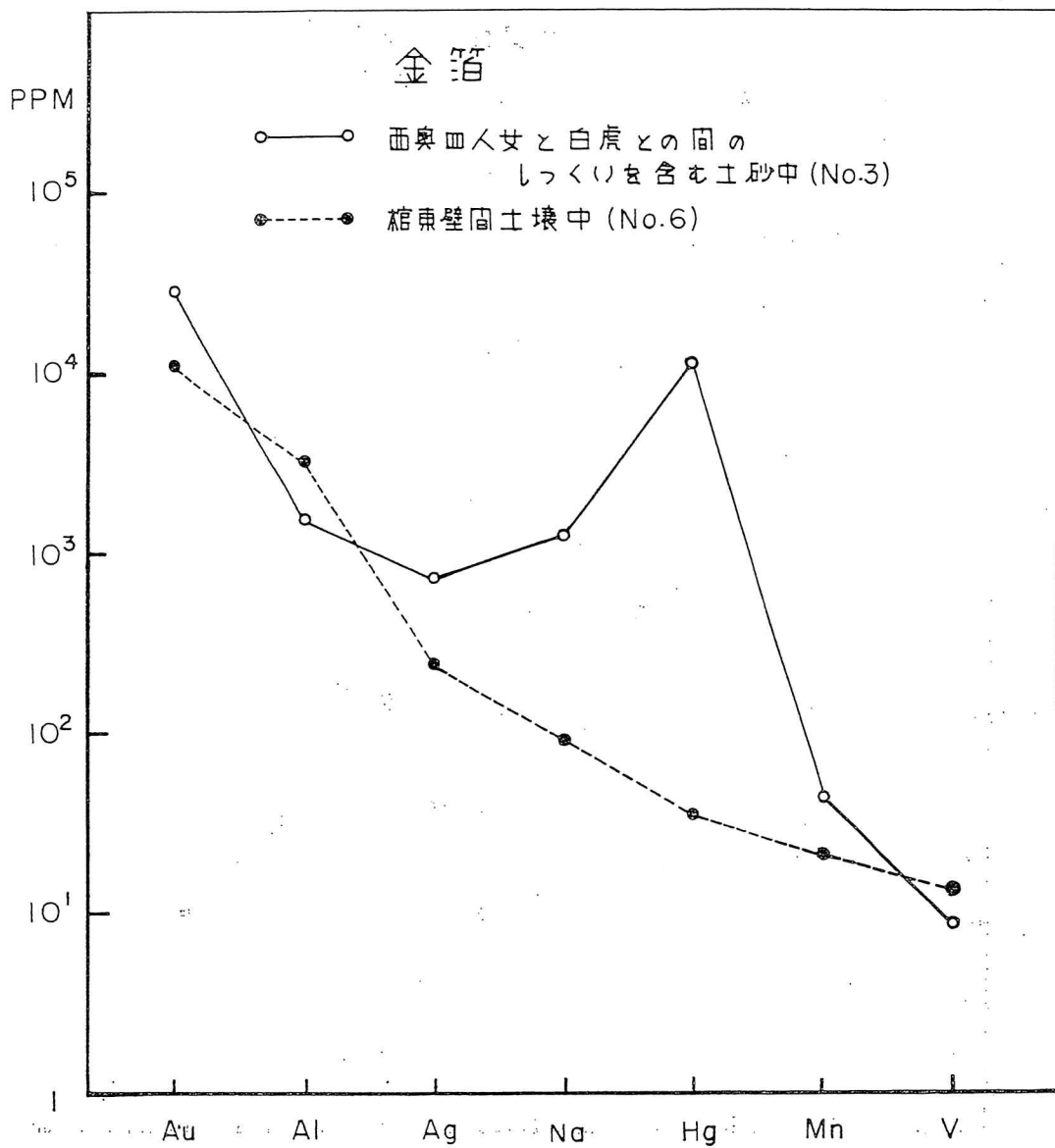
第14図 照射終了後32日経過時のγ線スペクトル。(1時間照射, 67分測定, 試料No.6)

第2表 分析結果, 単位は ppm ($1/10^6$)

元素	試料番号									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ag	5.5×10^4	2.8×10^3	6.9×10^2	1.1×10^5	6.5×10^2	2.4×10^2	8.6×10^3	6.7×10^3	1.9×10^3	3.3×10^4
Al	3.0×10^2		1.5×10^3	1.2×10^2		3.3×10^3	2.3×10^2			
As						1.0×10^4				
Au	3.3×10^2	2.0	7.7×10^4	1.1×10	3.0×10^{-2}	1.2×10^4	9.0	4.8		
Br				3.9×10	7.5					
Ca					1.5×10^5					
Cl				2.6×10^3	3.1×10^2	6.8×10^3	2.4×10^2			
Co		2.9×10^3		3.1×10	3.8×10^{-1}	1.2×10^2				
Cu	5.5×10^3	4.4×10^5				5.8×10^5	6.8×10^4	1.1×10^6	1.9×10^3	1.1×10^3
Eu					1.0×10^{-1}					
Fe	4.0×10^4			1.0×10^5	7.6×10^2	2.6×10^4	1.4×10^4			
Hg	1.0×10^5		1.1×10^4	7.1×10^2	1.4×10	4.0×10	4.1×10^3	1.2×10^3	1.0×10^6	5.9×10^5
K				2.2×10^4	1.6×10^3					
La				3.7×10	1.0×10		1.5×10^2			
Mn	2.2×10^2	8.2×10	4.1×10	6.7×10^2	8.6×10	2.2×10	1.1×10^2	5.0×10^2	2.0×10	1.2×10^2
Na	1.2×10^3	2.9×10^2	1.2×10^3	3.2×10^3	4.5×10^2	9.3×10	1.1×10^3	4.5×10^3	1.3×10^2	2.1×10^3
Sb						2.3×10^2	3.8×10	1.9×10^3		
Sc	1.5×10			2.2×10	2.4×10^{-1}		2.5	2.6		3.7
Tb					3.2×10^{-2}					
Ti	5.5×10^3			3.5×10^3					4.5×10^2	2.0×10^3
U					2.2×10					
V	9.0×10	1.1×10	8.5	1.4×10^2	2.2	1.3×10	3.5×10	2.3×10	4.8	
Yb					4.7×10^{-2}					
Zn		1.5×10^4				8.7×10^2	4.0×10^3			



第2図 緑色に共通する元素の濃度のパターン。



第3図 金箔に共通する元素の濃度パターン

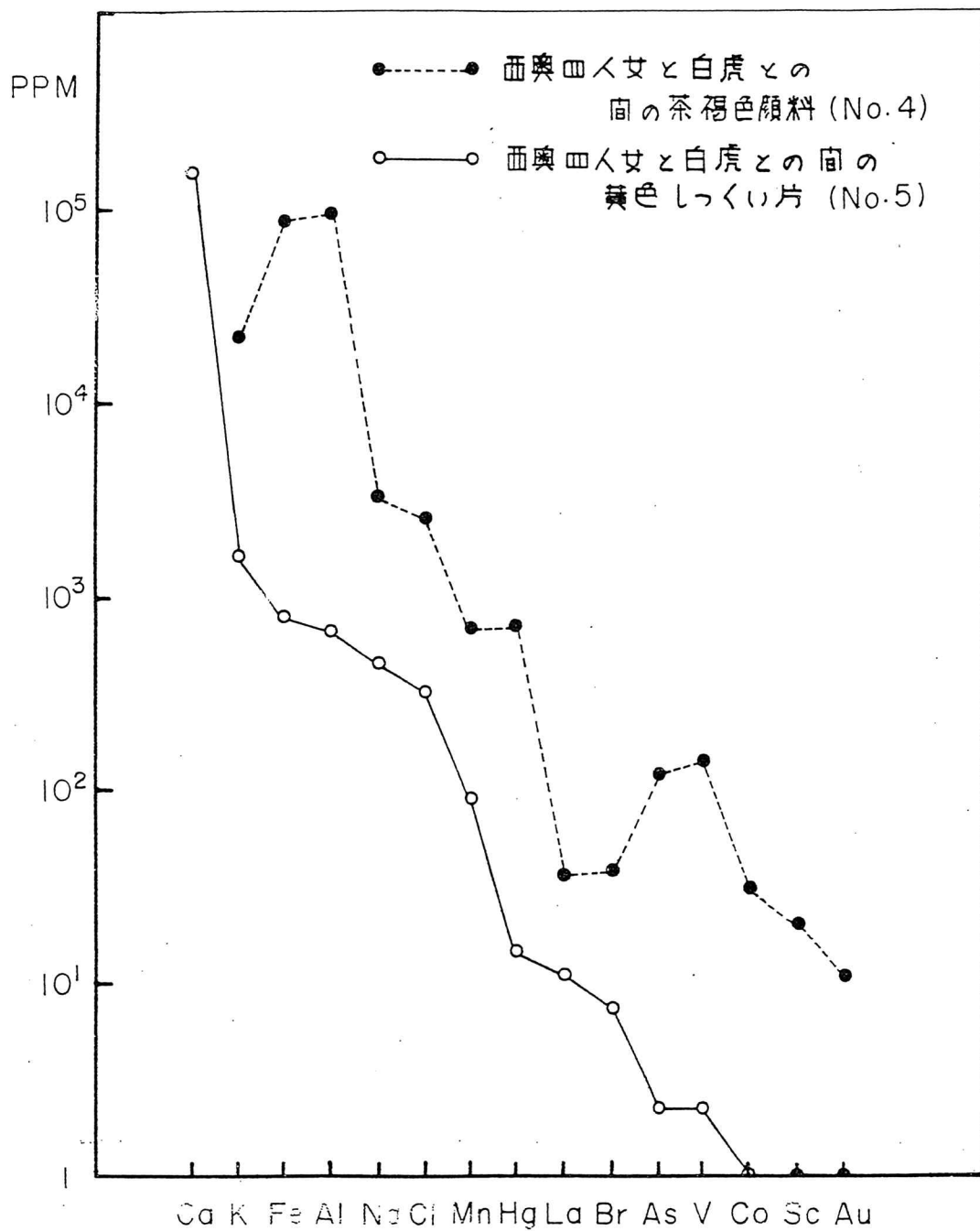
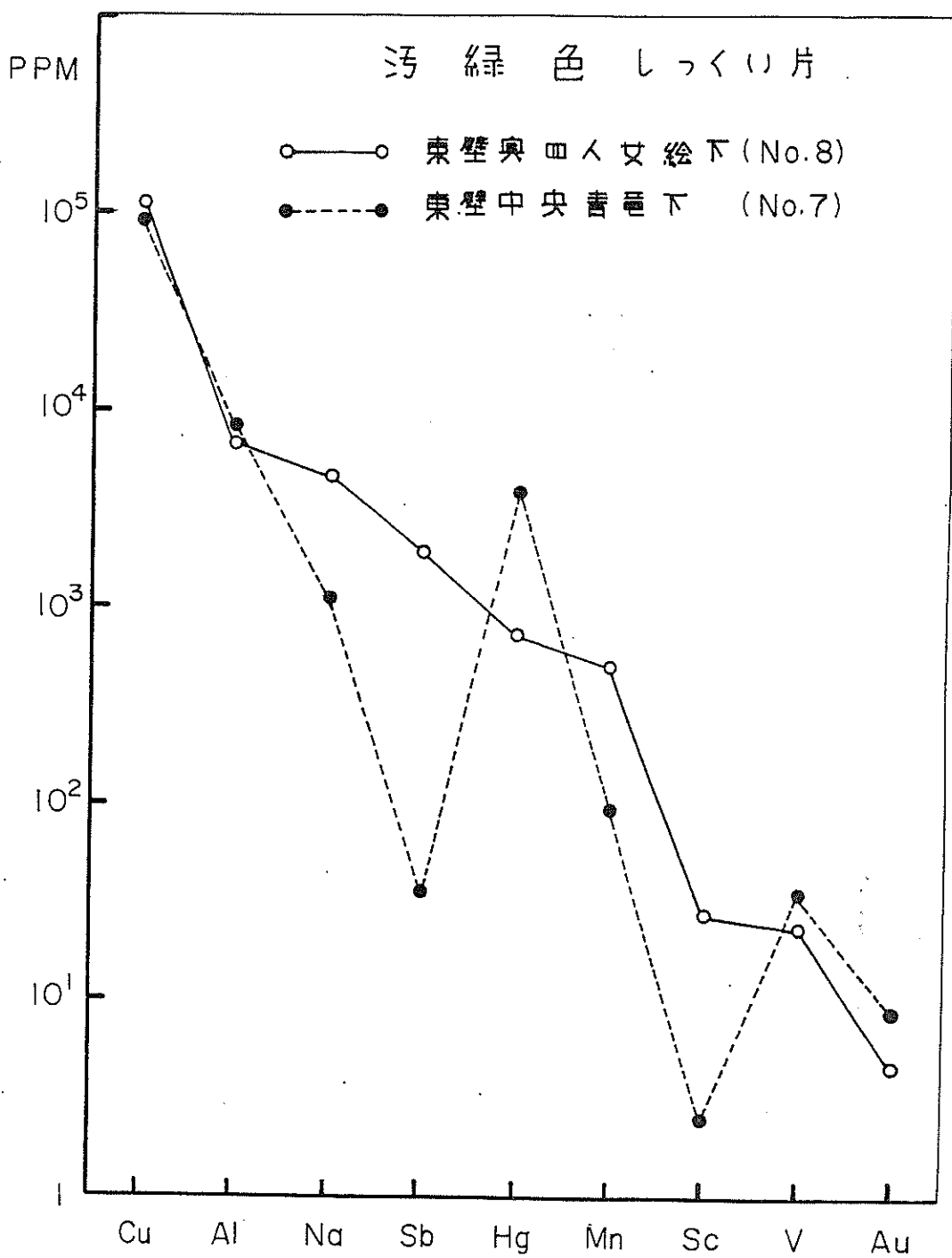
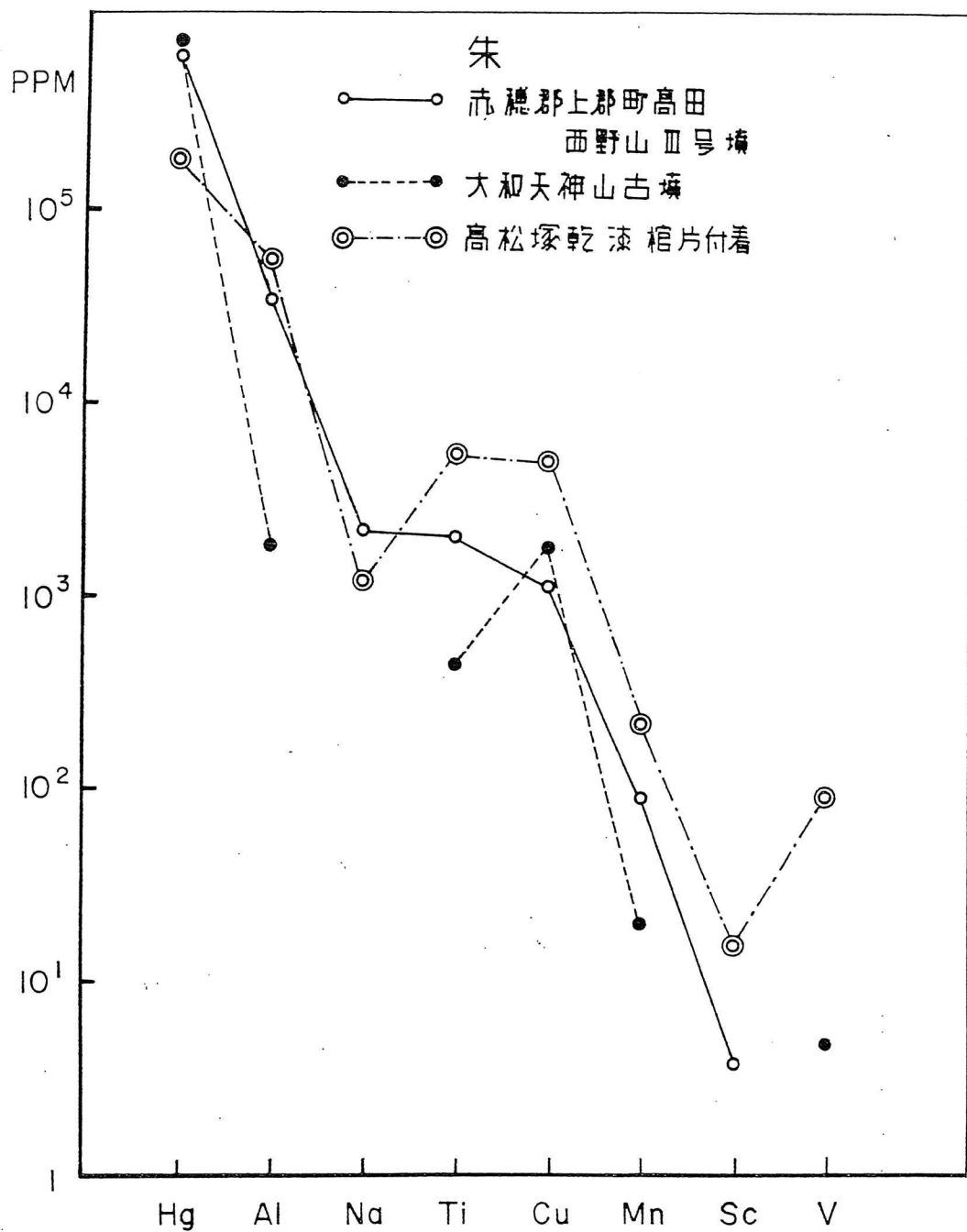


図4図 茶褐色と黄色に共通する元素の濃度パターン



第 5 図 汚綠色に共通する元素の濃度パターン



第6図 朱に共通する元素の濃度パターン。