

サヌカイトの蛍光X線分析

京都大学原子炉実験所 藁 科 哲 男

打製石器は、大きく分けて黒曜石を用いた石器とサヌカイト(讃岐岩)を用いたものとに大別でき、これらの石器が何年頃、どこで作られたかということは興味深いことである。何年頃どこで作られたかという年代測定は、C-14法、熱ルミネッセンス法、フィッシュントラック法、水和層の測定等々、直接的、間接的に多くの方法により研究されているが、一方どこで作られたかという産地分析については、発光分析、蛍光X線分析、放射化分析の方法があり現在のところ確実でかつ一般的な方法は見付かっている。今までにはアメリカで黒曜石器の原産地を推定しようとした例¹⁾があるにすぎない。

産地を明らかにするということは、文化の伝播、交流を知る上では重要な要素である。西日本においては、打製石器の九割以上がサヌカイトで作られており、各地で産出するが、サヌカイトの原産地となると数ヶ所しか知られていない。例えば岡山県の遺跡から出るものは香川産のサヌカイトが、滋賀県から出るものは奈良県産のサヌカイトが用いられたと漠然と想像されているにすぎない。

これらの確証を得るのに蛍光X線分析器を用いて実験を行った。実験の方法は、奈良県産のサヌカイト、香川県産のサヌカイトの、それぞれの元素組成を調べ、その両者の差異(サヌカイトの原産地間の差異)を明らかにし、次に出土した石器の元素組成を求めて原石のデーターと比較して、その産地を推定するという方法である。このため、サヌカイトの原産地の原石のデーターを基礎データーとして持っておく必要がある。この基礎データーはまだとり始めたところであるが、その実験方法とデーター処理について説明していくことにする。

試料は、図1に示す、奈良県の二上山周辺の7点から得た14ヶの試料と香川県の西山、国分寺町との各2点から得たサヌカイトを比較検討した。

1. 実験方法

原石のサヌカイトの不純な表面を削り落とし、新鮮な切片だけを取り出したものを鉄製のシリンダーモルタルを用いて粉末にし、真ちゅう製のメッシュで100~200メッシュの粉末2gを得て試料として用いた。

2図に蛍光X線分析装置の原理をしめしたもので、測定範囲は、3 KeV~50 KeVまでを

1024チャンネルに分割している。装置の分解能は5.9 KeVのX線で170 eVになり、カリウムからウランまで測定できる。

試料は試料皿の上に均一に分布させ、試料皿のごくうすいマイラ膜（厚さ約0.1mm）を通して、励起用 γ 線源アイソトープ（100 mCi） ^{242}Am から来るX線をコリメーター（Sn）でコリメートして試料を下の半導体検出器（Si）で検知して、波高分析器で各元素から出る特性X線を元素ごとに分離して、マルチチャンネルで測定時間だけ積算を行うという方法がなされ、データーは電子計算機で処理できるように紙テープにさん孔して得た。測定にあたって試料の形状による各試料間の散乱の違いの誤差なくするため、すべて同条件下で実験を行い、各試料30分の測定時間で観測した。その結果のスペクトルを図3に示す。

2. 結果と考察

図3は代表例として、香川県の国分寺町のものを示している。縦軸は特性X線の量を表わし、横軸に各元素を表わしている。この図は、すでに散乱線等によるバックグラウンドを差引いたスペクトルで、各元素のピークの面積を算出し、おのおの、16ケの試料全部について同様の方法で行い、データー処理をした。

ここで各元素のピーク面積からその絶対量を算出して比較するには、各試料を測定する間、装置の増巾度の変動があつてはならない、この変動を補正するために、標準サンプルを定量混入して測定を行うとか、いろいろのやり方があるが、今の目的のためには、各元素の絶対量は必要でなく、相対量だけが問題である。したがって、データーの処理は、相対的量を用いた。各試料のCaの量を基準に取り、K、Ti、Sb、Baの比を取って解析の対象とした。この5元素は比較的含有量が大いので、きれいに、バックグラウンドが差引けたが、他にも16種の小さなピークが観測される。なお、試料を鉄製の器により粉末にしたため、Feは対象からはずしている。

各16ケの試料の結果を図4にまとめた。この図から分かるように同じ奈良県産（二上山周辺産）の14ケの試料でもバラツキを持っており、これ（統計学上の標準偏差）を評価するのが最も大切である。奈良県産14ケの試料のK/Ca、Ti/Ca、Sb/Ca、Ba/Caの平均値を求め、これを1として、この平均値から、14ケの試料がどれだけの巾でもってずれているかを表わしたものが第4図で、標準偏差は太線のバーで示している。また点線のバーは標準偏差の2倍の（ $\pm 2\sigma$ ）を表わしており、新しく二上山周辺産のサンプルを採取して測定するとその測定値がこの点線の外にはみ出す確率は5%（100ケの内5ケが点線のバーからずれる）であるということを示している。これはK/Ca、Ti/Ca、Sb/Ca、Ba/Caのうち一つの点線バーからずれる確率で、すべての点線バーからずれるとなると確率は5%よりはるかに小さくなってしまふ。図4で黒丸

と白丸とで示した香川県西山，国分寺の試料はこの点線バーからずれて，二上山試料との差は推計的に考えて有意だと考察され，このことは蛍光X線装置を用いて産地分析が可能であることを示していると思える。

サヌカイト製の打製石器の産地分析をより正確に行うために，今後は図4のような図をサヌカイトの原産地すべてについて求めておくことが要求され，また各原産地ごとのバラツキ（標準偏差）を正確に求めるには，1つの原産地についての試料の数は多い方が良く，また，今対象としているピーク，Ca，Ti，Sb，Baだけでなくすべてのピークを対象とすることが望ましく，このため外部からの不純物の混入に十分注意が必要で現在使用している，鉄製シリンダーモルタルの元素組成を把握するとか，真ちゅう製のメッシュの代りに絹製のものを使うとかが必要である。

今までは試料はすべて粉末を対象としてきたが，考古学の大きな制約である非破壊での分析が大きな課題として残っている。この点についても蛍光X線分析は本来非破壊測定が可能な分析器であるので今後の研究しだいが可能になるのではないかとと思われる。

最後に私達は測定ができるが打製石器等の試料が手に入らないと言うことが一番つらいことであり，考古学者の方で試料があるが測定ができないという人と共同で実験を進めていくことが理想的であり，今後どうしても通る道だと思われる。測定に使う試料の量が今のものの半分（1g）になれば，測定時間を倍にしてカバーするということができるので，少量で測定が可能であるから，小破片でも測定できる。

今回の実験が出きたのは，大阪府立放射線中央研究所，真室哲男，溝畑 朗氏のご助力によるもので，ここに感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) D. P. Stevenson, F. H. Stoss, R. F. Heizer, Archaeometry 13, 17 (1967)

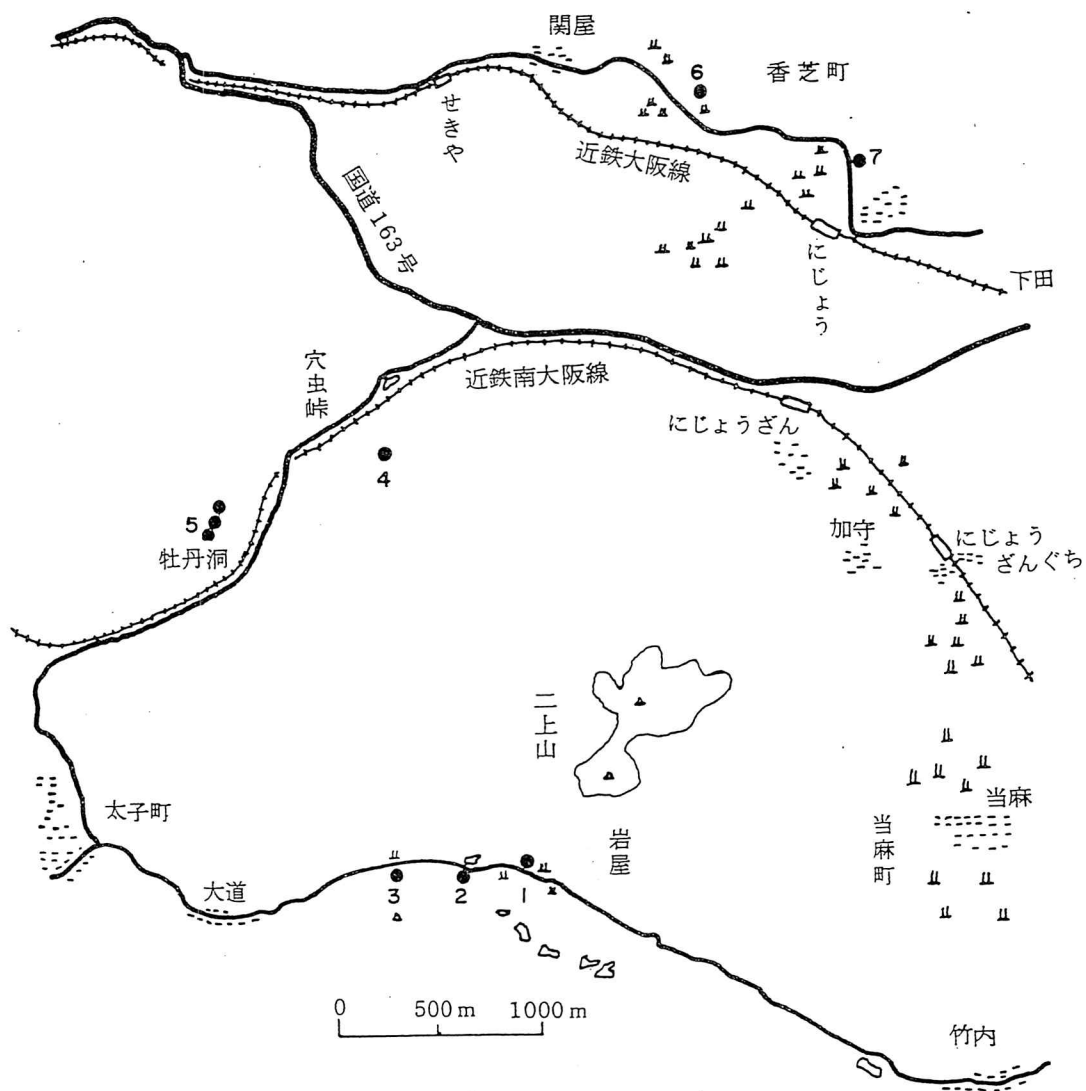


図1 奈良県二上山周辺の地図，1～7までの地点にて数ヶづつサヌカイトの試料を採取した。

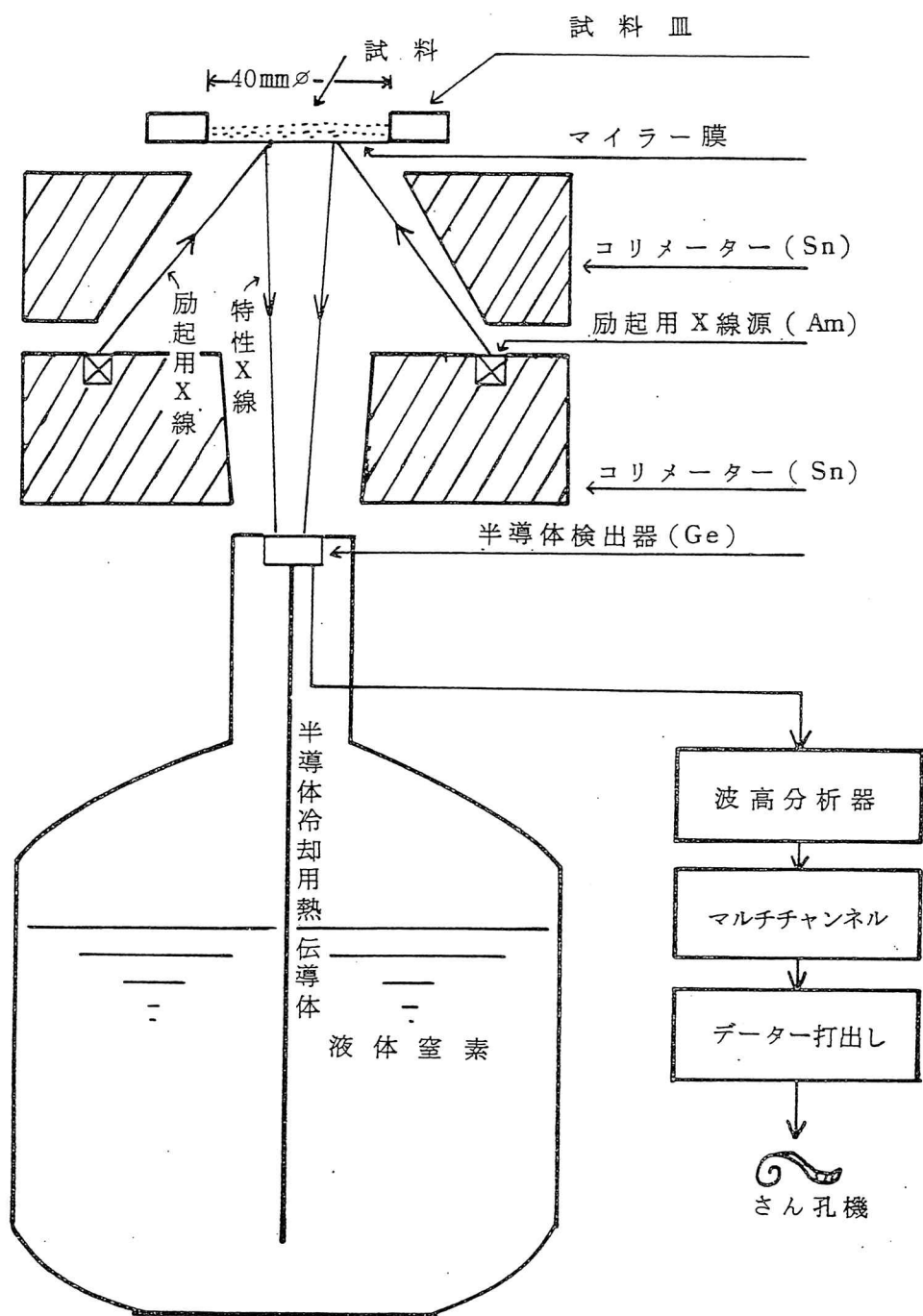


図 2 蛍光 X 線の原理図

香 川 県 国 分 寺
サ ス カ イ ト

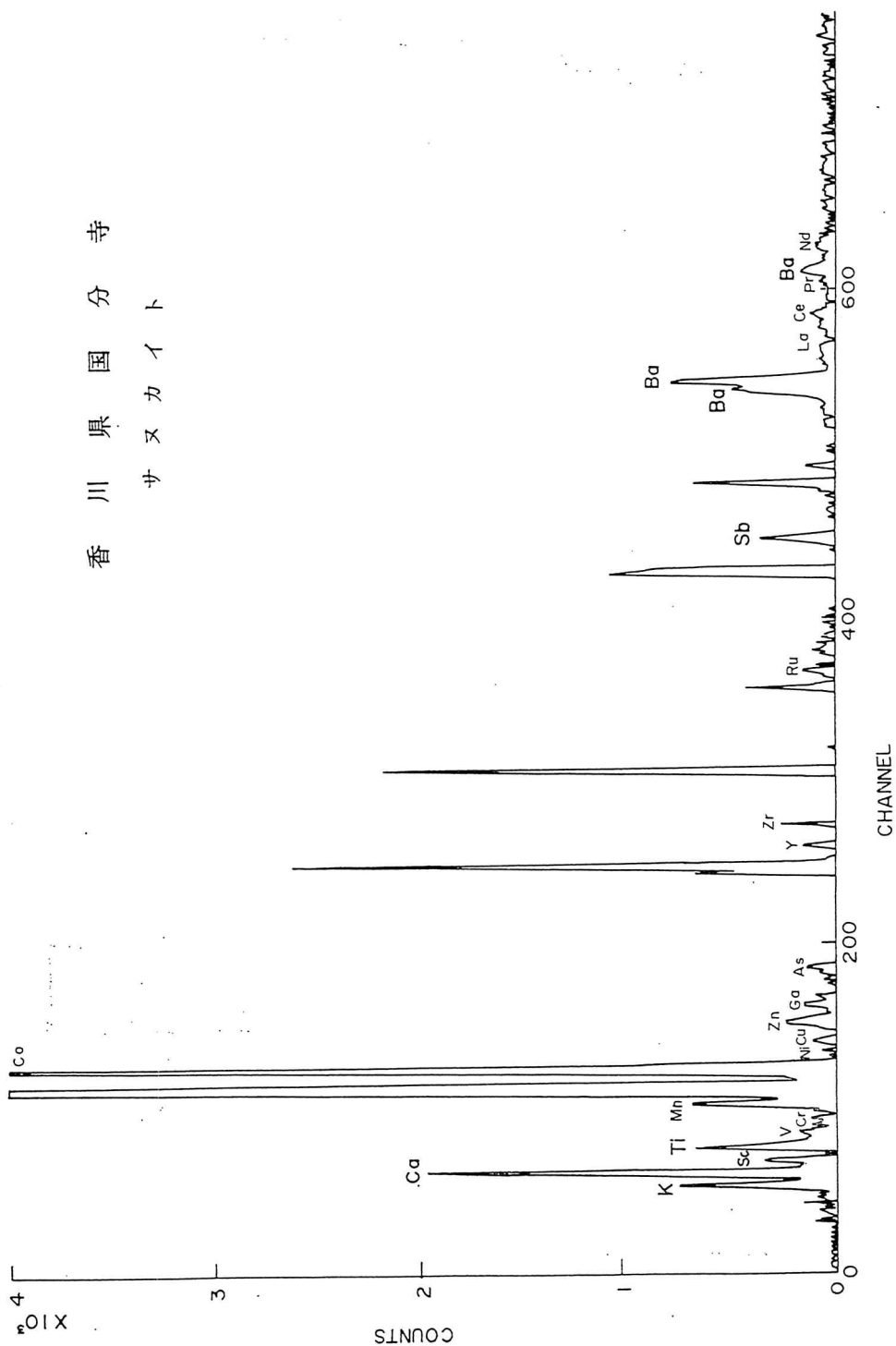


図3 蛍光X線のスペクトルで、すでにバックグラウンドを差引いている。

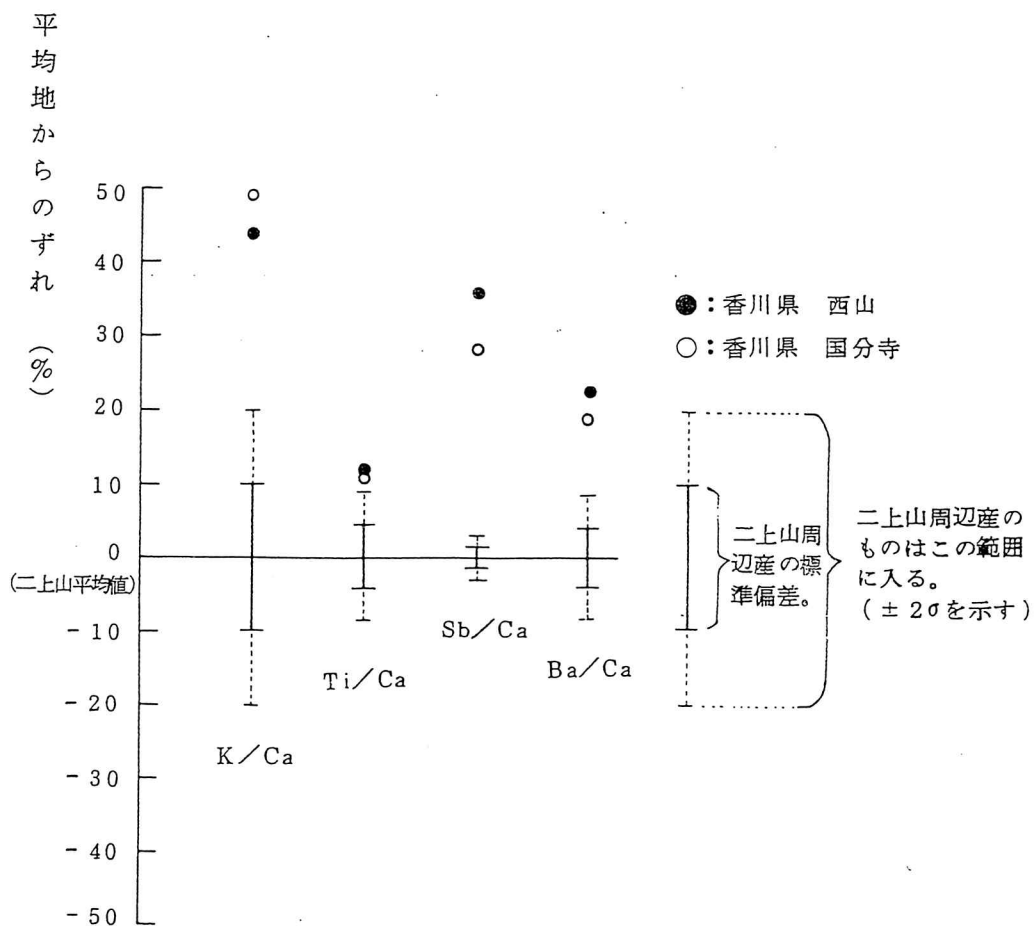


図4 奈良県二上山周辺の14ケのサヌカイトの標準偏差と香川県西山、国分寺の試料の比較