

ノルム計算法の土器への応用

梅 田 甲 子 郎^{*}

は し が き

土器の化学組成は、火成岩の化学組成と同様に、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 FeO 、 Fe_2O_3 、 CaO 、 MgO 、 K_2O 、 Na_2O などが主成分であるが、それらの主成分の分析、いわゆる完全分析の結果得られる分析値の羅列から推論し得るものはあまりにも少ない。そのため、土器の完全分析のような労多くして功少なき仕事はとかく敬遠され勝ちであり、我国においても、土器の完全分析の報告は誠に寥々たるものである。そこで、土器の化学組成に何らかの意義を見出すべく“粘土化率”というものを考えてみた。土器は岩石に比すると粘土化作用のため、 Al_2O_3 がかなり多い。粘土化率とはこの濃縮された Al_2O_3 に着目し、岩石学で用いられているノルム計算法の考え方を土器にとり入れて得られる粘土化の割合を示す数値である。

ノルム計算法

1902年、アメリカの岩石学者のCross, Idding, Pirsson, Washingtonが協力して新しい火成岩分類法を考案して発表した¹⁾。この分類法は火成岩の現実の鉱物組成の如何を考えないで、化学組成のみから導き得られる理想的標準鉱物(これをノルム鉱物とよぶ)を一定の規則に従って算出し、そのノルム鉱物の種類と量により火成岩を分類する方法である。ノルム鉱物には、角閃石や雲母のような複雑な組成の鉱物は省かれ、比較的簡単な組成のものがえらばれている。この分類法は考案者の名前をとってCIPMノルム分類法、または単にノルム分類法とよばれていたが、ノルム分類法は、ノルム鉱物の計算後の分類が繁雑であり、火成岩の実状にそぐわぬ点もあるため、現在ではほとんど顧みられない。しかし、化学組成をノルム標準鉱物に置き換える考え方と計算法は、今でも岩石学者に愛用されていて、ノルム計算法とよばれている。

土器への応用

土器は、火成岩がさまざまな風化・淘汰過程を経て生成されたものを加熱したものであって、も

* 奈良教育大学、奈良市高畑町

とをただせば火成岩の造岩鉱物から変質したものである。そこで、土器の現実の鉱物組成がどのようなであれ、それは考えないで、化学組成の各成分が“どのような鉱物に由来するか”を考える。つまり、火成岩の造岩鉱物を構成していた各成分が、姿・形をかえて残存していると考ええる訳である。ただし、土器中のFe₂O₃には、もとの岩石中のFeOが酸化したものがかなりある筈であるから、ここではFe₂O₃の総量の半分はFeOから変ったと仮定しておく。また、H₂Oは、風化・変質・焼成の際の出入りが多く、考慮に入れなくてもよいので、一切計算から除外し“水入らず”で算出する。

ここに、極く平凡な弥生式土器の計算例を第1表にあげておく。まず、土器の化学組成を分子比に換算する。しかる後、一定のノルム計算法の順序に従って、各成分を組合せて順次鉱物を作っていく。(a)TiO₂に等しい分子数のFeOを組合せてチタン鉄鉱をつくる (b)K₂Oと同量のAl₂O₃，6倍のSiO₂を組合せてカリ長石をつくる (c)Na₂Oと同量のAl₂O₃に6倍のSiO₂を加えて曹長石をつくる (d)CaOと同量のAl₂O₃と2倍のSiO₂で灰長石をつくる (e)FeOとFe₂O₃で磁鉄鉱をつくる (f)MnO，MgO，FeOとSiO₂でシソ輝石をつくる。

上記の順序で計算して行くと岩石の場合と異なるのは、多量のAl₂O₃が残ることである。岩石では殆んど残らず、残っても極く微量である。土器の場合のAl₂O₃は粘土化作用のため濃集したものであり、一般に粘土化の進むほど多量になるから、粘土化の強弱の目安にもなる。このAl₂O₃に2

第1表 粘土化率と酸性度の計算

計算例 No 15 (弥生式土器)

成 分	重量%	分 子 比	チタン鉄鉱	カリ長石	ソウ長石	灰長石	磁鉄鉱	シソ輝石	粘土鉱物	石 英
SiO ₂	56.64	944		78	102	122		99	288	305
Al ₂ O ₃	23.92	235		13	17	61			144	
Fe ₂ O ₃	4.42	29					29			
FeO	5.87	82	9				29	44		
MgO	2.17	54						54		
CaO	3.44	61				61				
Na ₂ O	1.08	17			17					
K ₂ O	1.18	13		13						
TiO ₂	0.85	9	9							
MnO	0.05	1						1		
P ₂ O ₅	0.01	0								
計	99.63	分子比	9	13	17	61	29	99	144	305
		分子 量	152	556	524	278	232	{ 132 100	222	60
		百分率%	1.34	7.23	8.91	16.99	6.72	11.34	31.97	15.30
									粘土化率	酸性度

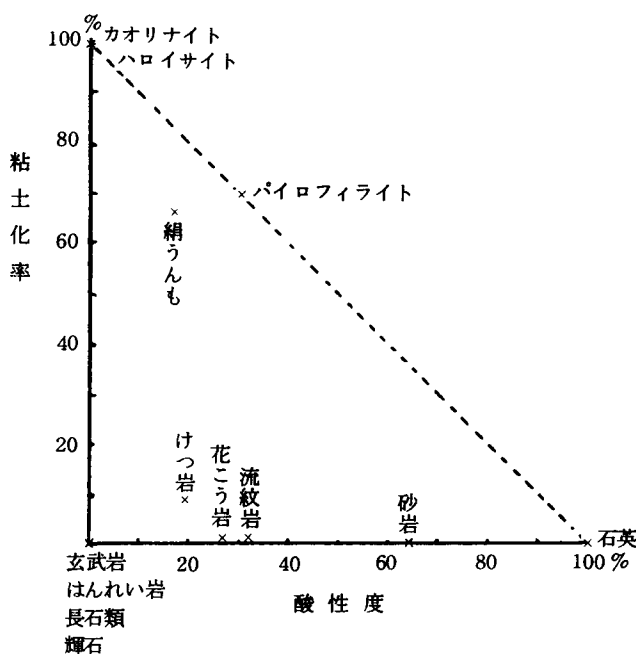
倍の SiO_2 分子を加えて粘土鉱物とする。これは水を除いたカオリナイトまたはハロイサイトの化学組成を示すものである。最後に SiO_2 が残るので、これを石英とする。

上記の各鉱物の分子比を重量パーセントに直し、粘土鉱物の重量パーセントを粘土化率、石英のそれを酸性度と名付ける。すなわち、粘土化率とは粘土化作用の結果、もとの造岩鉱物から完全にはなれて粘土になった割合を示し、酸性度とはフリーの珪酸の量であって、珪酸の過飽和の程度を示すものである。

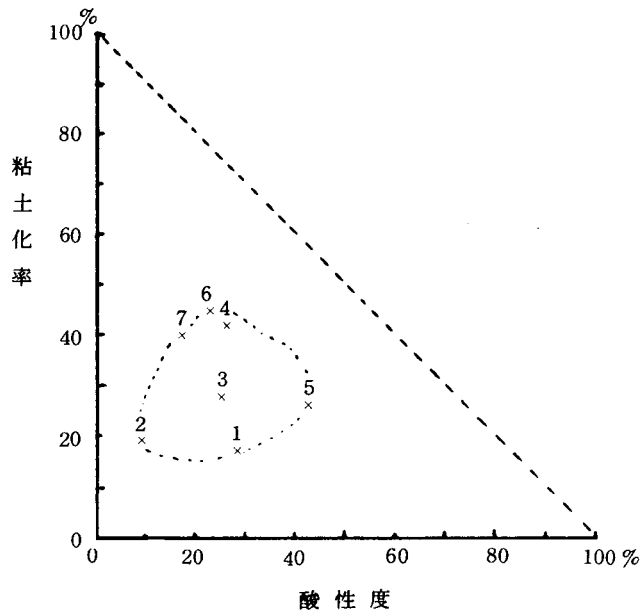
主な鉱物・岩石および日本の古代土器の粘土化率と酸性度

代表的な鉱物の粘土化率と酸性度を計算し、それを、粘土化率を縦軸、酸性度を横軸とするグラフに記入すると第1図ようになる。すべての鉱物・岩石は、直角二等辺三角形内にあり、また、大部分の鉱物、岩石は、ほとんど原点に位置するが、特に珪酸の多いものは右へ、粘土化の進んだものは上方へ移る。

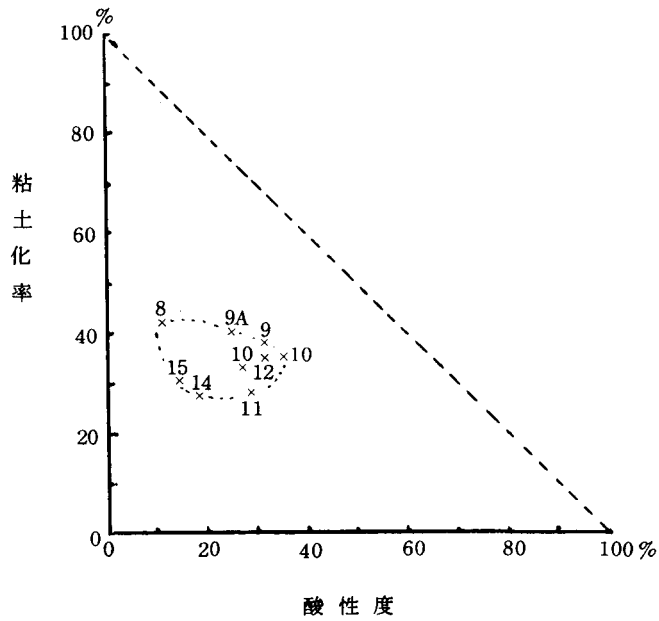
次に、日本の古代土器は、上述のグラフのどの付近に位置するかを、既存のデータに基いて記入してみる。筆者が得た縄文式土器、弥生式土器および須恵器の分析値から²⁾粘土化率と酸性度を算出し、それをそれぞれ第2図、第3図および第4図に示す。縄文式土器は、粘土化率17～45%，



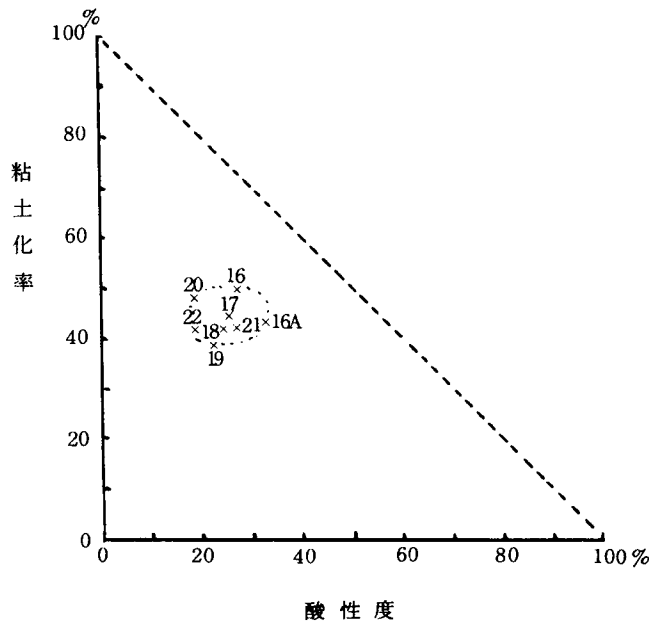
第1図 主な岩石鉱物の粘土化率と酸性度



第2図 縄文式土器 (7点)



第3図 弥生式土器 (9点)



第4図 須恵器(8点)

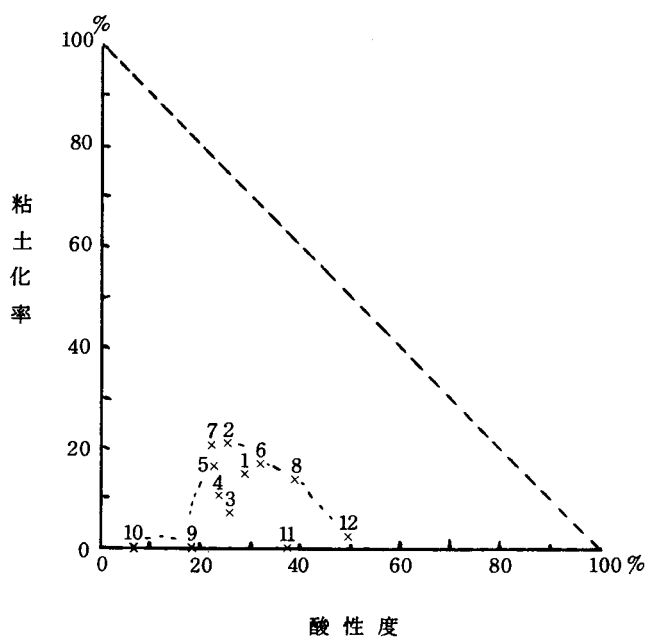
酸性度 7 ~ 42 % とその質にかなりのバラツキがある。弥生式土器になると、粘土化率の最低が 27 % 程度となり、土器の原料が全般的に上質となる。須恵器は粘土化率 40 ~ 50 %, 酸性度 20 ~ 32 % と大変上質な粘土を利用しており、その質のバラツキも少ない。

中国の古代土器の粘土化率と酸性度

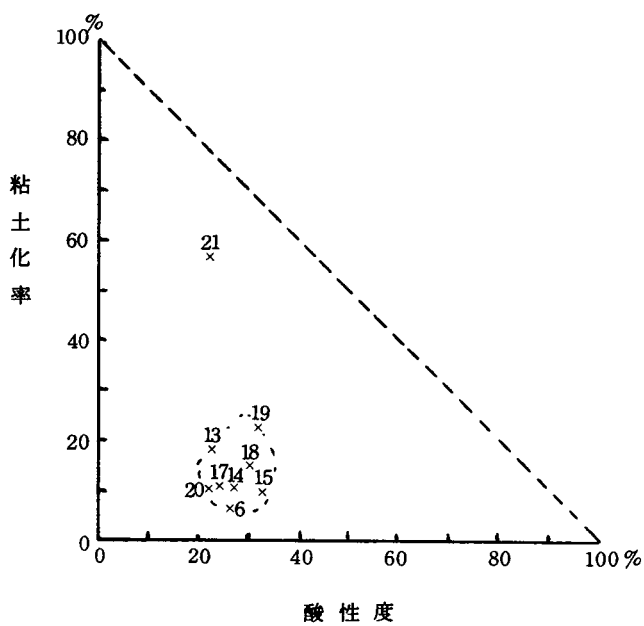
日本と中国の古代土器を比較するため、中国の考古学報(1964年)³⁾に報告されている黄河流域の古代土器の化学組成より、それらの粘土化率と酸性度を計算してみた。

第5図は、仰韶(ヤンシャン)の土器を示す。全般に粘土化率は 10 ~ 20 % 前後で、日本の縄文式土器に比べてずっと質が悪く、特に 4 点は粘土化率が 0 または 0 に近く、原料の粗悪さが目立つ。第6図は竜山(リュウザン)の土器であって、粘土化率は 10 ~ 20 % であり質の点では仰韶の土器と大同小異であるが、粘土化率 0 というような、特に粗悪なものはない。No. 21 は白陶と記してあり、粘土化率は 50 % をこえ、特に良質の粘土であり、竜山土器では例外的存在である。

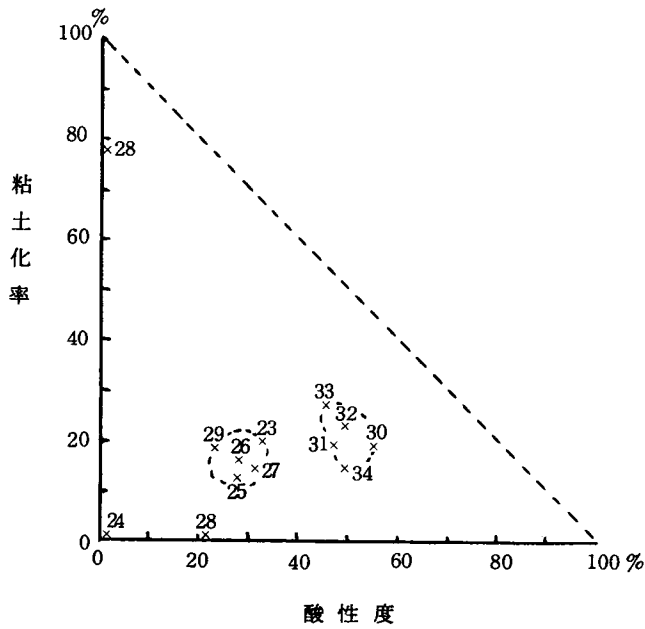
第7図は殷および周の土器である。No. 8 までが主として殷の土器、No. 29 以降が周の土器である。粘土化率は 20 % 前後が多く、No. 22 と No. 24 の悪質なものを除くと、仰韶・竜山の土器より全般に上質である。殷の土器は酸性度 30 % 前後、周の土器は酸性度 50 % 前後が中心の、それぞれのグル



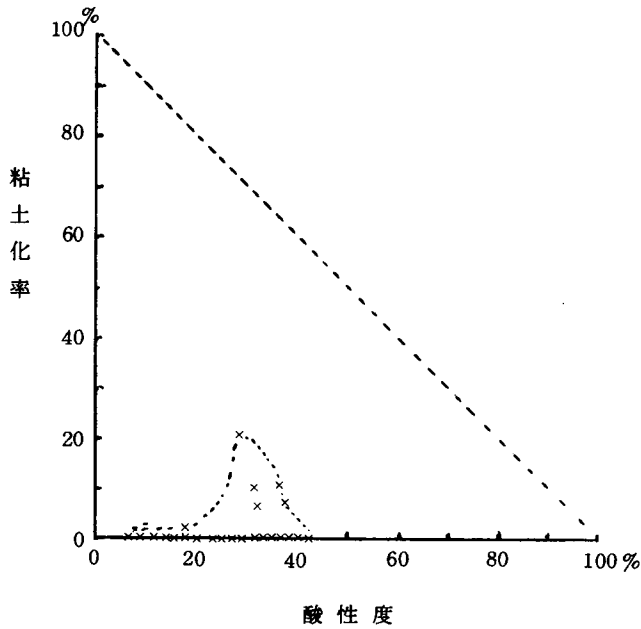
第5図 中国仰韶の土器（12点）



第6図 中国竜山の土器（9点）



第7図 殷・周の土器 (13点)



第8図 黄河流域の古代土器の原料であった可能性のある
粘土・黄土 (25種)

ープに分け得られないこともない。しかし、いずれも、まだ日本の縄文式土器に比べて原料の質が落ちる。

さらに、考古学報の同報文には、黄河流域における古代土器になり得る可能性のある各地の粘土類・黄土類の分析値が報告されていたので、それらの粘土化率・酸性度を計算してみた。その結果を第8図に示すが、25種の原料土のうち20種が粘土化率0あるいは0に近い値であった。つまり、大部分の原料は極めて粗悪で、土器の原料となり難いものであり、可能性のありそうなものでも、粘土化率が20%のもの1種、10%前後が4種であって、決して上質とは云えない。中国は世界における陶磁器の元祖の国ではあるが、古代の黄河流域は黄土に被れて良質の粘土に乏しく、土器の原料難に悩まされていたのではなかろうか。

参 考 文 献

- 1) W. Cross, J. P. Idding, L. V. Pirsson and H. S. Washington, *Journal of Geology*, **10**, 555 (1902).
- 2) 梅田甲子郎, 日本古代土器の熱的性質について(そのⅠ)奈良教育大学紀要(自然科学) **15**, 61 (1967)。
- 3) 周仁・張福康・郑英圃我国黄河流域新石器時代和殷周時代製陶工藝的科学总结 考古学報 1964 年第1期 P. 1 (1964)。

Application of Norm Calculation to Earthenware

Koshiro UMEDA

Department of Earth Science, Nara University of Education, Takabatake, Nara

Norm Calculation is used in Petrology to determine qualities and quantities of standard minerals, called Norm Minerals, from chemical compositions of igneous rocks. The writer has tried to apply the calculation to earthenware in order to determine from what mineral every chemical component derives. After calculation of earthenwares, large quantities of Al_2O_3 and SiO_2 are remained. They are set as clay mineral and free quartz which are called respectively degree of argillization and acidity. These two factors may show the chemical and mineralogical properties of materials of earthenwares. The materials of Japanese old earthenwares such as Jomon, Yayoi

and Sueki are compared by degree of argillization and acidity. The Chinese old earthenwares occurred in the Yellow River Valley are also discussed about their chemical properties and raw materials from these points of view.

