

## 奈良県・和歌山県・福井県の瓦粘土の性質 (3)

— 総括<sup>1)</sup> —

小村 良二\*

KOMURA, R. (1986) On the mineralogical character of the roofing-tile clays in Nara, Wakayama and Fukui Prefectures. Part 3 Summary. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 37 (8), p. 403-416.

**Abstract:** The Echizen roofing-tile clay occurs in the river terraces along the Teno River in the Niu Mountains in Fukui Prefecture. This paper describes the geologic occurrences and mineralogical properties of the Echizen roofing-tile clay samples collected from five localities.

These clay samples are composed of montmorillonite, chrolite, mica clay mineral, kaoline mineral, mica/montmorillonite mixed-layer mineral, quartz and feldspar. The ratios of clay normative minerals are as follows; montmorillonite 2-7%, chrolite 2-3%, mica clay mineral 12-22%, kaoline 17-37%. Some differences in granular variations and heat expansion-contraction coefficients were recognized among these clay samples.

As a whole, it was revealed that granular variations and chemical compositions of these roofing-tile clays in Nara, Wakayama and Fukui Prefectures are quite similar.

## 1. はじめに

第1報(小村, 1983)で奈良県下, 第2報(小村, 1984)では和歌山県下において採掘・使用されている瓦粘土の諸性質について記載した。第3報では福井県丹生郡に産出する瓦粘土の諸性質を記載し, さらに第1-3報に記載した3県の瓦粘土の諸性質を整理して, 他県産瓦粘土の諸性質と比較・検討を行い, 総括した。なお, 瓦粘土採掘場の切羽から採取した相当数の粘土試料(原土)のうち, その粘土層の外観上の特徴を最もよく示している部分の粘土試料を選んで諸試験を行った。その試験方法及び測定装置はすべて前2報と同じである。

本研究をすすめるに際し, 多くの方々にお世話になった。熱膨張測定及び粒度分布測定では前2報と同様に大阪工業技術試験所の藤井祿郎, 堀昭二, 関八千穂の3氏から種々の便宜をいただき, また, 耐火度の測定は福井県工業技術センター特産技術部にお願した。化学分析は技術部化学課の元技官藤貫正氏及び大森貞子氏によってなされ, 化学分析値に基づく粘土ノルム計算を五十嵐俊雄北海道支所長及び鉾床部鉾物資源課の須藤定久技官にお願した。地質部層序構造課の吉田史郎技官からは,

三重県菟野町の瓦粘土の試・資料を提供していただき, また, 愛知県豊田市田辺地区の瓦粘土試料採取にあたっては名古屋出張所の高田康秀技官及び岡部賢二前所長のご協力をいただいた。以上の方々には謝意を表す。

## 2. 地質及び産状

福井県下の瓦粘土は, 主に丹生郡織田町と同郡宮崎村及び武生市周辺において採掘されている<sup>2)</sup>。採掘対象は河岸段丘堆積物中のシルトや粘土である。そのほか, 若狭地方では沖積土などが採掘されているが, いずれも小規模である。本報文では織田町桜谷地区など第1図に示した5箇所の瓦粘土について報告する。

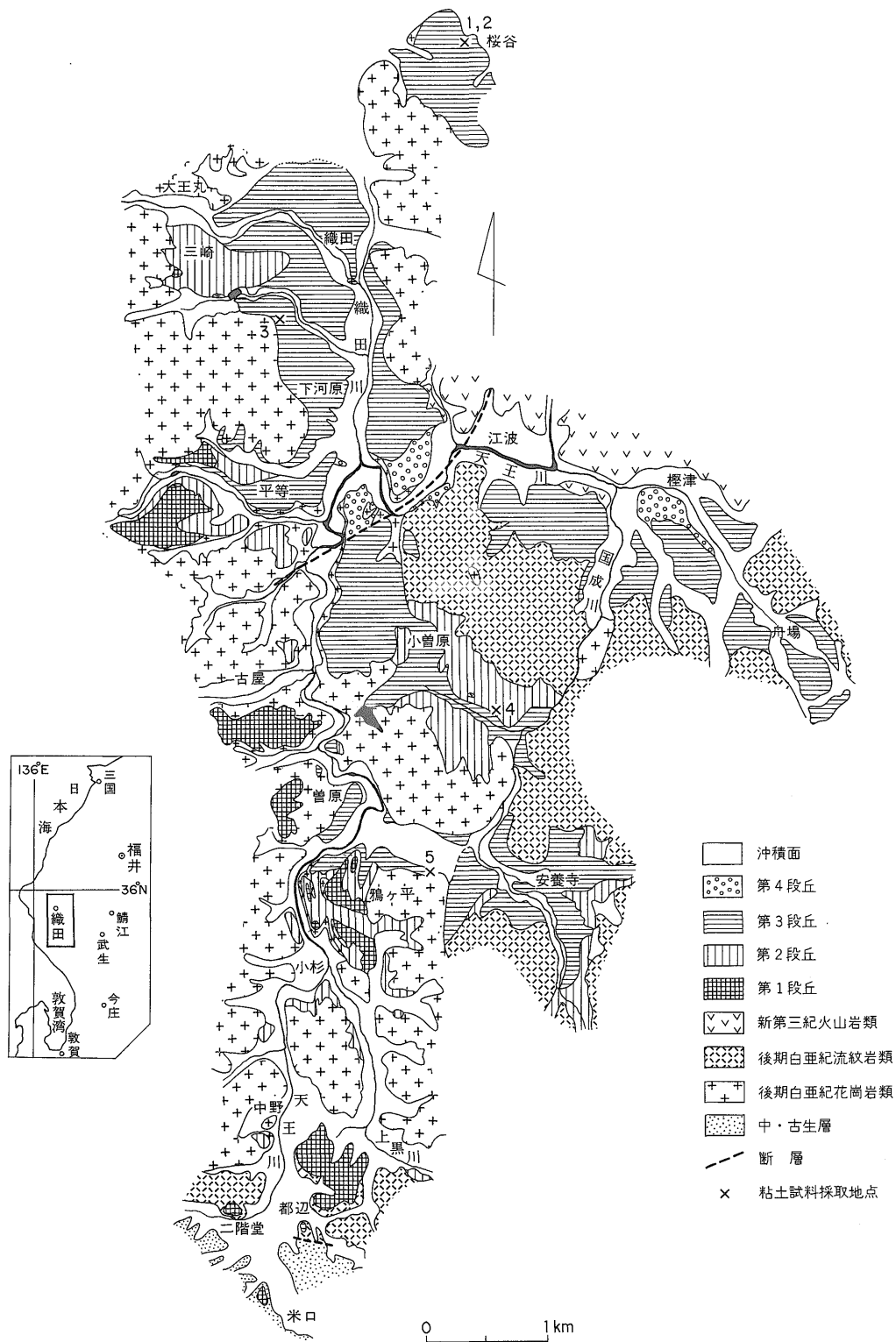
福井県丹生郡織田町から宮崎村及び武生市に至る天王川上流域とこれに注ぐ小河川沿いには, 種々の高度をもつ段丘堆積物が発達している。この段丘地形については, 4段の段丘面を確認し(第1図), これを第1, 第2, 第3, 第4段丘に区分してその分布を詳述した(小村, 1982)。したがって本報文ではこれらの記載を略述するにとどめる。

最上段の第1段丘は, 古天王川の氾濫原や支流の扇状地が段丘化したものである。堆積物は一般に砂質シルト

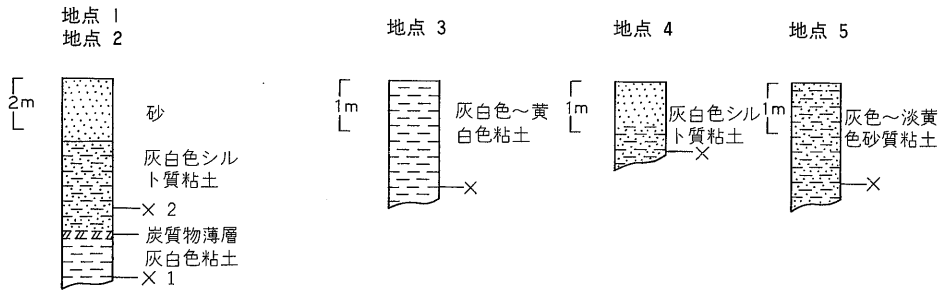
\* 大阪出張所(現鉾床部)

1) 第170回地質調査所研究発表会(1985年3月)にて一部講演。

2) 瓦製品は「越前瓦」と呼ばれている。



第1図 天王川上流域の地質図及び試料採取地点



第2図 瓦粘土採掘地の地質柱状図 (×は粘土試料採取位置)

やシルト質粘土などが多く、礫は比較的少ない。段丘面は赤褐色風化殻を伴う。

第2段丘には、局地的な分布を示す岩石段丘と扇状地などが段丘化した堆積段丘がある。その堆積物は砂質シルトや粘土質砂などが主体で、周辺の山地の花崗岩や流紋岩の礫はわずかに含まれる程度である。宮崎村小曾原の〔地点4〕粘土試料は、第2段丘堆積物から採取した灰白色を呈するシルト質粘土である。

第3段丘は、地形原面が天王川の氾濫原や支流の扇状地で、それらが段丘化したものであり、定高性の平坦面が広範囲に発達する。段丘堆積物は下位一中位までが比較的新鮮な礫を多く含む砂礫であり、最上位にはシルトや粘土が堆積している。それらの試料として第2図に示した織田町下河原の〔地点3〕の厚さ約250cmで灰白色～黄白色粘土と、武生市安養寺西の〔地点5〕の灰色～淡黄色砂質粘土がある。また、織田町桜谷の〔地点1〕及び〔地点2〕の試料は、第2図に示すように炭質物の薄層を挟んだ約240cmの厚さの灰白色粘土層と、その上位の厚さ約350cmの灰白色シルト質粘土層である。挟在する炭質物薄層は、堆積過程における一時的な休止期を示すものであろう。

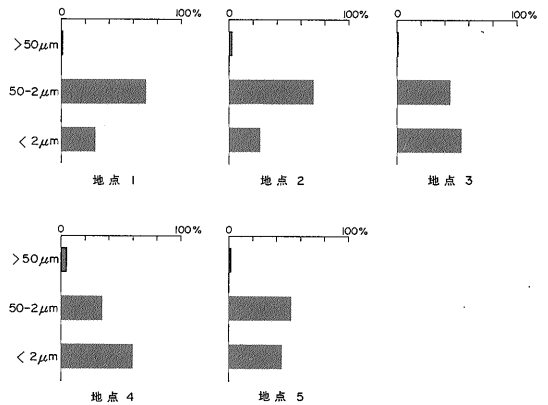
第4段丘は、天王川や小河川の氾濫原が段丘化したもので、小規模な分布を示す。

これら段丘堆積物の基盤は、標高500m前後の丹生山地を構成する後期白亜系の流紋岩類と花崗岩類、中新統の火山岩類などである。

### 3. 粒度組成

5地点の粘土試料の粒度分析結果は以下の通りである(第3図)。

〔地点1〕の粘土試料は粒径50~2 $\mu\text{m}$ が71%、粒径2 $\mu\text{m}$ 以下が28%であり、〔地点2〕の粘土試料は粒径



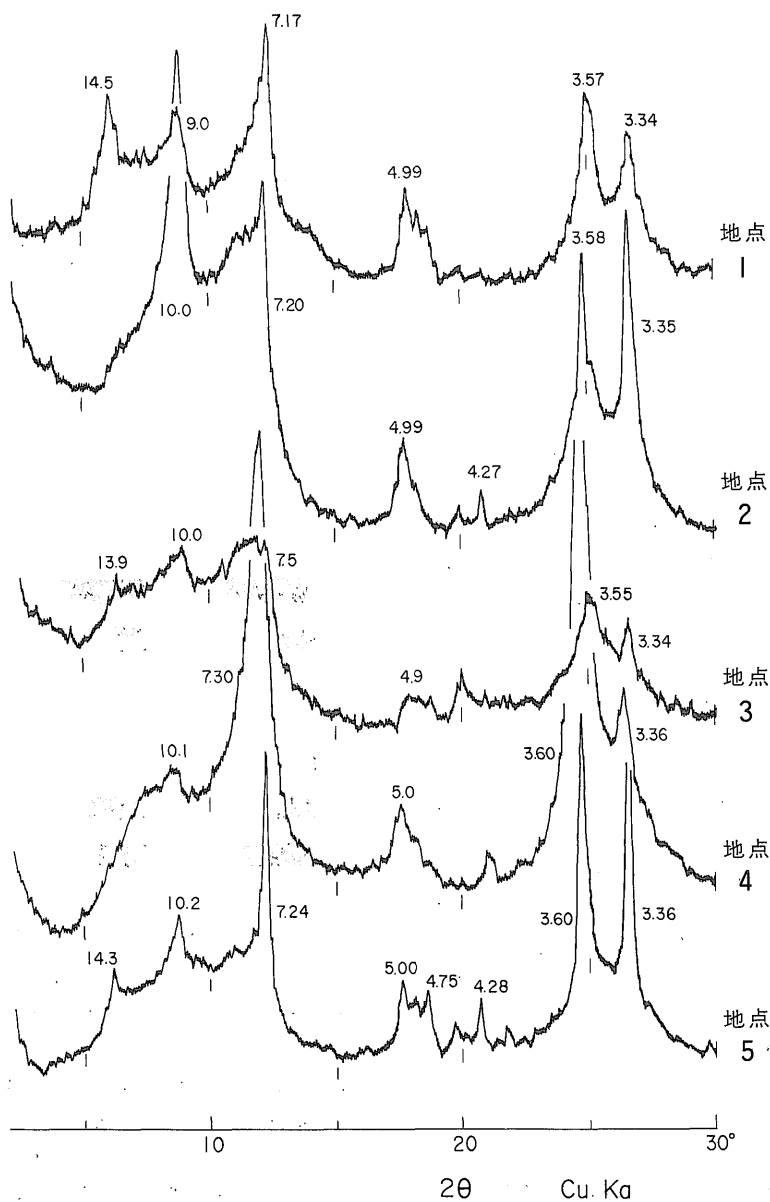
第3図 粒度組成図

50~2 $\mu\text{m}$ が71%、粒径2 $\mu\text{m}$ 以下が26%で両者の粒度組成は類似している。〔地点3〕の粘土試料は粒径50~2 $\mu\text{m}$ が45%、粒径2 $\mu\text{m}$ 以下が54%でやや細粒の粘土である。〔地点4〕の粘土試料は粒径50~2 $\mu\text{m}$ が35%、粒径2 $\mu\text{m}$ 以下が60%で最も細粒の粘土である。〔地点5〕の粘土試料は粒径50~2 $\mu\text{m}$ が53%、粒径2 $\mu\text{m}$ 以下が45%で地点1及び2と地点3及び4の中間の組成を示す。

### 4. 鉱物組成

各粘土試料の鉱物組成をX線回折により同定した。X線回折用の粘土試料は、1) 風乾の後メノウ乳鉢で粉碎した粉末試料、2) 粘土鉱物の同定のため、水鏡懸濁液をスライドガラス板に塗布した粒径2 $\mu\text{m}$ 以下の水鏡試料、の2種類を作製した。粘土鉱物の同定は次の基準に基づいている。

1) 雲母粘土鉱物と10Åハロイサイトの区別……水鏡



第4図 X線回折図(粒径 <math>< 2 \mu\text{m}</math>)

回折条件 Target : cu, Filter : Ni, Voltage : 30 KV, Current : 16 mA, Count Range : 800 c/s, Time Constant : 2 sec., Scanning Speed : 1°/min., Chart Speed : 1 cm/min.

試料をエチレングリコール処理後及び 300°C 以上で加熱処理した後も, 10Å 回折線に変化が認められない場合を雲母粘土鉱物とした。

2) カオリン鉱物とクロライトの区別……水鏡試料を 6N 塩酸処理した後も, 7Å 回折線がほとんど変化しない

場合をカオリン鉱物, 回折線の強度が弱まる場合をカオリン鉱物とクロライトが共存するものとした。

3) モンモリロナイトとクロライトの区別……水鏡試料をエチレングリコール処理した後, 14Å 回折線が 15~17Å に移動する場合をモンモリロナイト, 移動しない場

合をクロライトとした。クロライトとする場合は、6N 塩酸処理による 14Å 回折線の変化の有無も考慮した。

4) X 線回折図の 5.0Å 付近の回折線を雲母粘土鉱物の 2 次反射, 4.7Å 付近の回折線をクロライトの 3 次反射, 11~13Å 付近の回折線を混合層鉱物のそれぞれによるものとした。

第 4 図に水鏡試料の X 線回折図を示す。

[地点 1] の試料には 14.5, 9.0, 7.17, 4.99, 3.57, 3.34Å に明瞭な回折線が認められる。このうち 14.5Å の回折線は、エチレングリコール処理でややブロードになって強度が弱まり、塩酸処理により 10Å の低角度側に尾を引く不明瞭な回折パターンに変化する。また、300°C 加熱処理では 10Å の強度が増し、低角度側に尾を引くブロードな回折パターンになる。このように 14.5Å 回折線は、モンモリロナイトとクロライト両方の特徴を示すので、それらの重複した回折線と考えられる。そのほかの回折線は上述の基準によって雲母粘土鉱物、カオリン鉱物に同定した。なお、カオリン鉱物は結晶度も低く、7Å 回折線がクロライトと重複しているため、鉱物種の判定までには至らなかった。粉末試料では石英、斜長石の回折線がみられる。

[地点 2] の試料では 10.0, 7.20, 4.99, 4.27, 3.58, 3.35Å に回折線が認められた。7.20Å の回折線が低角度側に尾を引くのは膨潤層を含んでいるためであろう。300°C 加熱処理によって尾を引く回折パターンは消失するので、この回折線は 7Å ハロイサイトと考えられる。また、10.0Å 回折線は雲母粘土鉱物であり、このほかに石英、斜長石、カリ長石が含まれる。

[地点 3] 試料の X 線回折図は、全体にブロードな回折パターンを示す。特に 10.0Å と 7.5Å 回折線は低角度側に尾を引いていることから、膨潤層を含んでいるものと思われ、300-450°C 加熱処理後はこの回折パターンが消失して 9.91Å と 7.36Å の鮮明な回折線になる。また、13.9Å 回折線は、10.0Å 回折線から尾を引いた回折パターン中にみられる不明瞭なピークであり、300°C 以上の加熱処理によって 9.91Å へ移動する。これらの特徴から、本試料中の粘土鉱物は 7Å ハロイサイト、雲母粘土鉱物及び雲母—モンモリロナイト混合層鉱物と考えられる。なお、粉末試料の回折図では石英の回折線が鮮明である。

[地点 4] の試料は 10.1, 7.30, 5.0, 3.60, 3.36Å に回折線がある。このうち 10.1Å のブロードな回折線は、エチレングリコール処理により 14.2Å 付近にまで連続する幅広い回折バンドになり、300°C 加熱処理で 9.9Å に回折線が明瞭になる。これらの処理から 10.1Å のブ

ロードな回折線は雲母—モンモリロナイト混合層鉱物と、雲母粘土鉱物の重複した回折線と考えられる。カオリン鉱物は 7.30Å (001), 3.60Å (002) であり、粉末試料の回折図で I (002)/I (001) が約 1.0, (020) 反射と (002) 反射強度がほぼ等しく、35°~40° 領域の回折線が少なく、ブロードであること、から disorder 型カオリナイトに近いと思われる。粉末試料の回折図では石英、カリ

第 1 表 化学分析値及び粘土ノルム鉱物組成

試料	地点 1	地点 2	地点 3	地点 4	地点 5
	wt. %	wt. %	wt. %	wt. %	wt. %
SiO <sub>2</sub>	58.31	64.46	55.69	69.51	63.38
TiO <sub>2</sub>	0.81	0.88	1.12	0.89	0.63
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.64	19.40	21.51	17.35	19.45
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.39	1.26	4.39	0.91	2.11
FeO	1.27	0.26	0.62	0.18	0.48
MgO	1.35	0.55	1.33	0.37	0.76
CaO	0.34	0.04	0.23	0.06	0.14
Na <sub>2</sub> O	0.95	0.52	0.31	0.10	0.27
K <sub>2</sub> O	2.47	2.69	1.48	1.56	1.67
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.07	0.02	0.06	0.02	0.02
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	7.32	6.64	9.81	6.66	7.02
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	2.74	2.80	2.99	2.38	3.68
Total	99.66	99.52	99.54	99.99	99.61
Ig. loss	10.63	9.83	13.58	9.11	11.63
SK	15 <sup>-</sup>	29 <sup>+</sup>	20	30	20 <sup>+</sup>
石英	33.43	39.03	27.45	48.22	39.18
曹長石	8.04	2.01	—	—	2.28
灰長石	1.23	0.07	0.75	0.17	0.56
カオリン	17.53	22.42	37.72	29.69	32.89
セリサイト	20.89	22.75	12.52	13.19	14.12
モンモリロナイト	—	6.48	7.13	2.30	—
クロライト	3.72	—	—	—	2.10
褐鉄鉱	7.11	1.40	4.88	1.01	2.35
チタン鉄鉱	1.54	0.55	1.31	0.38	1.01
燐灰石	0.17	0.05	0.14	0.05	0.05
頑火輝石	—	—	1.81	0.44	—
金紅石	—	0.59	0.43	0.69	0.10
その他	6.01	4.16	5.40	3.85	4.96
Total	99.66	99.52	99.54	99.99	99.61

化学分析: 大森貞子技官(元化学課)  
耐火度測定: 福井県工業技術センター特産技術部  
ノルム計算: 五十嵐俊雄技官(北海道支所), 須藤定久技官(鉱物資源課)

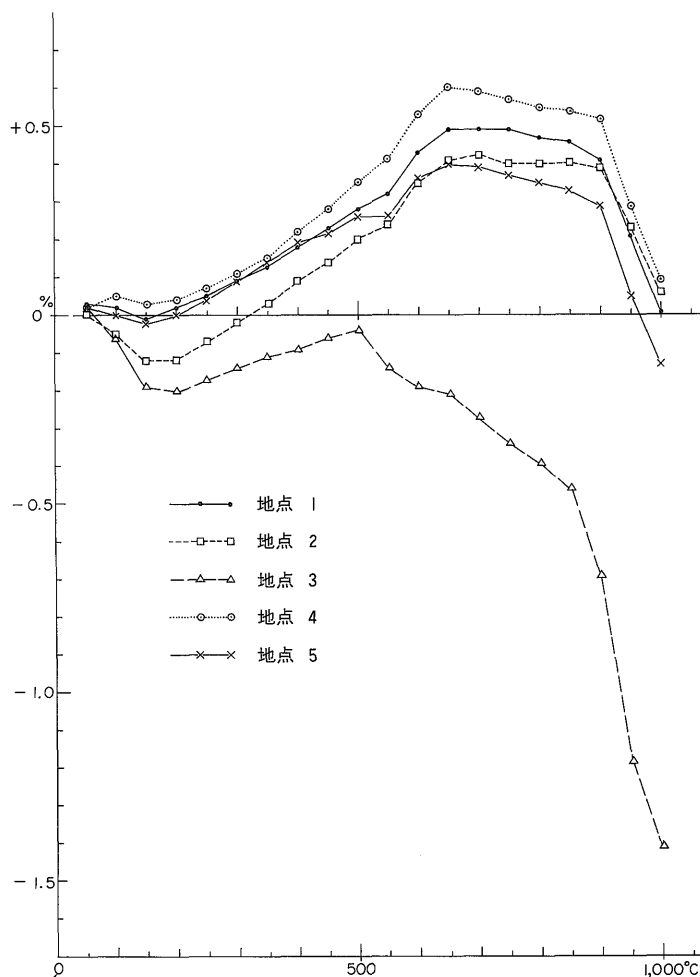
長石がみられる。

〔地点5〕の試料は 14.3, 10.2, 7.24, 5.00, 4.75, 4.28, 3.60, 3.36Å に回折線がみられる。このうち 14.3Å 回折線はエチレングリコール処理では不変で、塩酸処理によりブロードになって 13.1Å へ移動する。塩酸処理では 10.2Å 回折線もブロードになる。したがって 14.3Å 回折線はクロライト, 10.2Å 回折線が雲母粘土鉱物と考えられ、雲母—モンモリロナイト混合層鉱物も存在すると思われる。また、7.24Å 回折線はクロライトとカオリン鉱物が重複しており、カオリン鉱物の区別は困難である。ほかには石英, 斜長石, カリ長石が含まれる。

### 5. 化学組成

瓦粘土の化学分析値及び耐火度 (SK) を第1表に示す。SiO<sub>2</sub> は〔地点3〕粘土試料が最も少なく 55.69% であり, 〔地点4〕粘土試料が最も多い 69.51% で 13.82% の差がある。Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> は SiO<sub>2</sub> とは逆に〔地点3〕粘土試料が最も多く 21.51% であり, 〔地点4〕粘土試料が最も少ない 17.35% である。Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, FeO, MgO, CaO, Na<sub>2</sub>O は〔地点1〕粘土試料が最も多く 10.30%, 〔地点4〕粘土試料が最も少ない 1.62% である。この5化学成分と耐火度 (SK) との関係は、負の相関を示す傾向がみられる。

次に、前項の X 線回折により判明した鉱物組成を参



第5図 熱膨張曲線  
 測定条件 Heating Rate : 5°C/min., Chart Speed : 2.5 mm/min.,  
 Standard Sample : Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

考にして、化学分析値に基づき計算された粘土ノルム鉱物比を第1表下段に示す。ノルム鉱物ではカオリンは17~37%, セリサイト(雲母粘土鉱物)は12~22%, モンモリロナイトは2~7%, クロライトは2~3%であり、石英は27~48%, 褐鉄鉱は1~7%である。前述のように〔地点3〕粘土試料にはSiO<sub>2</sub>が最も少なく、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>が最も多いが、ノルム鉱物は石英が27.45%, カオリンが37.72%である。他方、SiO<sub>2</sub>が最も多く、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>が最も少ない〔地点4〕粘土試料のノルム石英は48.22%, カオリンが29.69%である。

### 6. 熱膨張収縮率

熱機械分析装置により測定した熱膨張率の結果を第5図に示す。

〔地点3〕以外の4試料は200°Cまたは300°Cから膨張し始め、650°Cにおいて最大の0.6%〔地点4〕~0.4%〔地点5〕の膨張率に達する。収縮率は1000°Cにおいて0.13%〔地点5〕を示す。これら4粘土試料とは対照的に〔地点3〕粘土試料は、100°C以上の全温

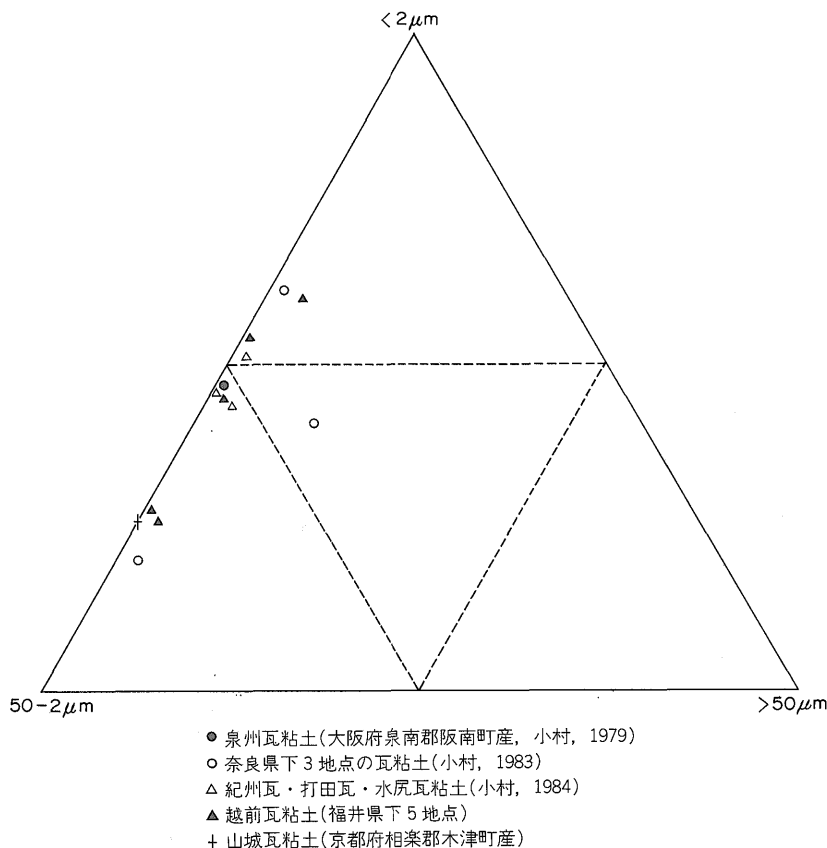
度にわたって収縮し、1000°Cにおいては収縮率1.41%に及ぶ。このように〔地点3〕粘土試料に限って特異な熱膨張パターンを示すのは、第1表化学分析表の灼熱減量値などにみられるように、ほかの4粘土試料より多い有機物や結晶水などが低い焼成温度から焼結を促進させているためであろう。さらにSiO<sub>2</sub>(石英量)が少ないことも収縮率に影響している。

### 7. 各地域の粘土性状の比較

第1報では奈良県、第2報では和歌山県、第3報で福井県の瓦粘土の試験性状を記載した。ここでは他県産瓦粘土の試験性状と比較・検討する。

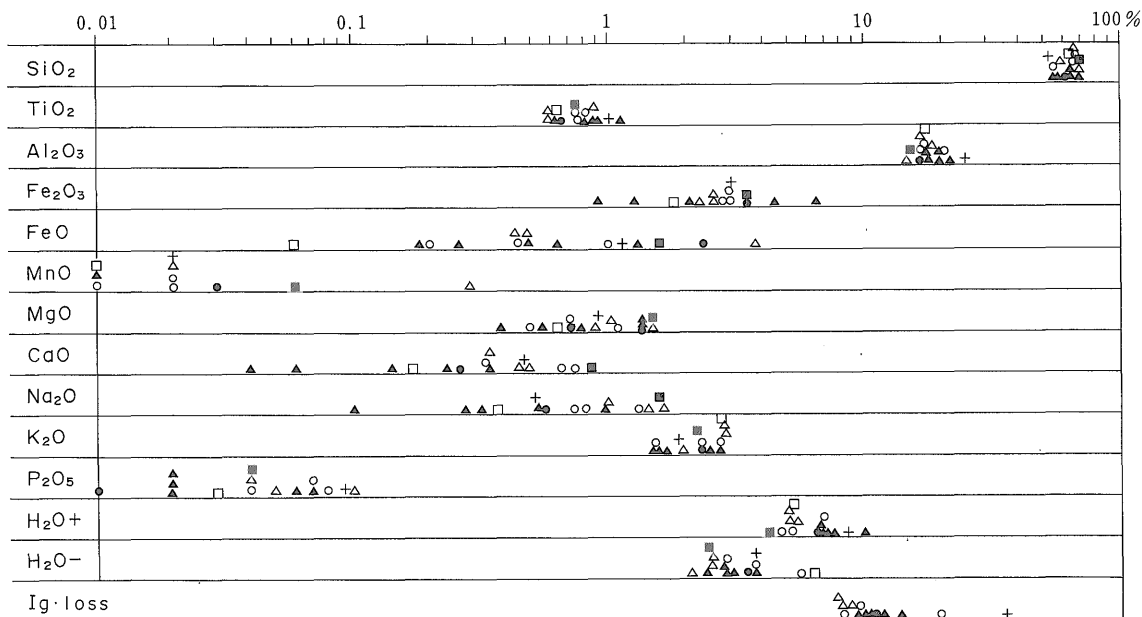
#### 7.1 粒度組成

粒径を50μm以上、50~2μm、2μm以下の3区分とし、それぞれを頂点とした三角ダイヤグラムに近畿5府県の瓦粘土の粒度分析結果をプロットした(第6図)。本図から明らかなように5府県の瓦粘土の粒度は、50μm以上の部分が極めて少なく、50~2μm部分と2μm以下の部分の広い範囲に分散する。



第6図 近畿5府県の瓦粘土の粒度三角ダイヤグラム

第2表 近畿5府県及び愛知県, 三重県の瓦粘土の化学分析値比較表



- 泉州瓦粘土 (大阪府泉南郡阪南町産, 小村, 1979)
- 奈良県下3地点の瓦粘土 (小村, 1983)
- △ 紀州瓦・打田瓦・水尻瓦粘土 (小村, 1984)
- ▲ 越前瓦粘土 (福井県下5地点)
- 三州瓦粘土 (愛知県豊田市田板南産)
- 三重県下の瓦粘土 (三重県三重郡菟野町産)
- +

三州瓦粘土及び三重県菟野町の瓦粘土, 山城瓦粘土の化学分析値の詳細は第3表に示した。

### 7.2 化学組成

第2表に近畿5府県と三州瓦粘土(愛知県), 三重県菟野町の瓦粘土の化学分析値とを比較した。化学分析値のうち  $\text{SiO}_2$  が 53-70% 内,  $\text{TiO}_2$  が 0.5-0.9% 内,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  が 14-25% 内,  $\text{K}_2\text{O}$  が 1.5-2.8% 内, 強熱減量(Ig. loss) が 7.7-12.6% 内でかなり近似しているが,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  は分散している。なお, これら瓦粘土の耐火度(SK)は12-30である。

山城瓦粘土(京都府), 三州瓦粘土(愛知県)及び三重県菟野町の瓦粘土の化学分析値と耐火度(SK)は第3表に示した。

### 7.3 熱膨張収縮率

近畿5府県の瓦粘土の熱膨張測定結果を第7図に示す。熱膨張曲線の一般的傾向として, 500-600°Cと850-950°Cの2つの特定の温度範囲において, 曲線の傾きが急激に変化する。500-600°Cの変化は, 粘土鉱物の脱水・分解領域及び石英の $\alpha\cdot\beta$ 転移温度領域(573°C)に一致する。800-950°Cの変化は, 無水状態から焼結・収縮領域への移動であろう。さらに, 瓦粘土の熱膨張曲線のパ

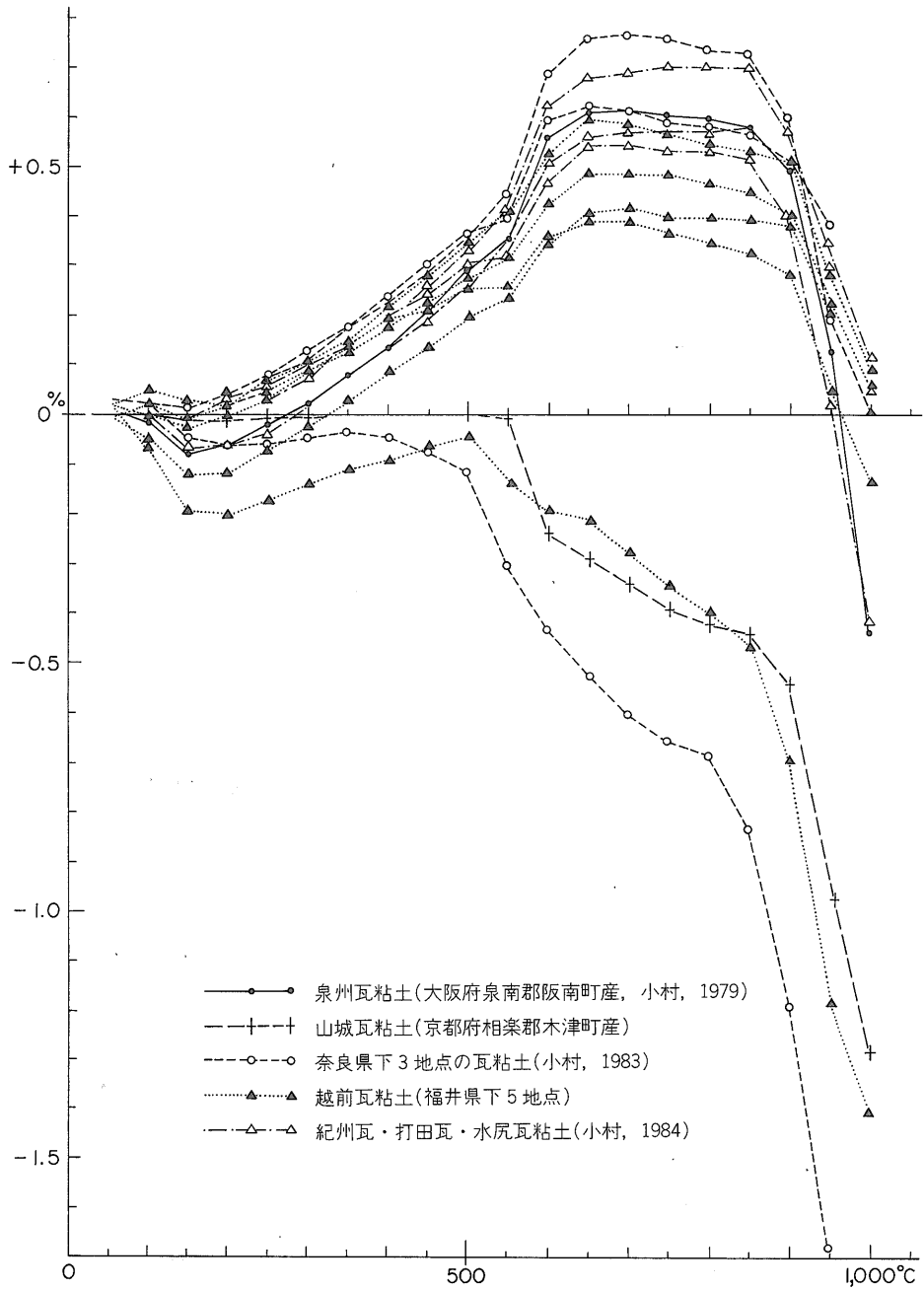
ターンは, 対照的な2つのグループに区分できる。第1は主要なパターンが膨張側に位置するグループであり, 第2はパターンが収縮側に位置するグループである。この差異の要因は, 化学分析値により明らかである。すなわち, 第2グループの粘土試料は第1グループに比べて明らかに有機物や結晶水などが多く,  $\text{SiO}_2$ (石英量)が少ない。このために焼結による収縮が非常に大きいものと考えられる。

### 7.4 分散性

粘土の水中における分散状態は, 瓦粘土を練り土にする場合の難易の目安になる。第4表は簡単な試験によって粘土の分散状態を調べた結果であるが, 分散状態の悪い泉州瓦粘土と奈良県五條市今井地区の瓦粘土は, 特に入念な粉砕が必要となる。五條市今井の瓦工場の生産工程においては, 従来から採土した粘土を乾燥した後に乾式粉砕し, 水を加えて練り土にしている。

水中において粘土の分散性が悪いのは, 粘土粒子間に保持されている可溶性成分のうちのCaイオンとMgイオン及びKイオンの存在による, とされている(前田ほか, 1983, 1985)。





第7図 近畿5府県の瓦粘土の熱膨張曲線

第3表 京都府、愛知県及び三重県の瓦粘土の化学分析値

試料	山城瓦粘土	三州瓦粘土	三重県菰野町瓦粘土
	wt. %	wt. %	wt. %
SiO <sub>2</sub>	53.16	64.04	66.58
TiO <sub>2</sub>	1.02	0.62	0.73
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	25.10	17.58	15.32
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.07	1.80	3.21
FeO	1.14	0.06	1.54
MnO	0.02	0.01	0.06
MgO	0.90	0.61	1.46
CaO	0.46	0.17	0.84
Na <sub>2</sub> O	0.51	0.36	1.58
K <sub>2</sub> O	1.90	2.69	2.29
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.09	0.03	0.04
ZrO <sub>2</sub>		0.02	0.03
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	8.53	5.23	4.13
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	3.73	6.25	2.35
C	0.15	0.07	0.11
S	0.01	0.00	0.01
Total	99.79	99.54	100.28
Ig. loss	12.66		
耐火度 (SK)	20+	1670.112°C (30)	1347.898°C (12-)
耐火度 (測定)	福井県工業技術センター特産技術部	計 算 値	
化学分析	三田直樹技官 (化学課)	藤眞正技官 (元化学課)	

7.5 ま と め

瓦の原料には通常は不純成分の多い低級粘土を使用する。本節に述べた瓦粘土の大部分は単味で使用されているので、低級粘土としては比較的良質の瓦用原土といえよう。したがってすべての低級粘土が瓦用の原土になり得るものではなく、瓦の成形に適した可塑性・吸水率・収縮率・粒度組成・耐火度・焼結温度範囲などが要求される。本報文第1-3報では近畿4府県の瓦粘土の成形要素に関係する原料特性試験を行い、その結果に基づいて原料特性標準値を得ることに努めた。今後、可塑性や曲げ強度、気孔率の測定などの物理試験をも行い、総合的な原料特性を明らかにし、それらを定式化する必要がある。

8. 瓦粘土の鉱物組成と地質

本報文第1-3報に記載した瓦粘土の試験性状は、鉱物組成とその量比を強く反映している。このことは熱膨張曲線が石英量の多少によって570°C付近が変化したりすること、などすでに各節において述べた諸点に示されている。したがって鉱物組成(比)は原料粘土の諸特性を判断するうえで重要である。

近畿5府県の瓦粘土は石英、長石以外は6種の粘土鉱物組成からなり、その組成(比)は瓦粘土ごとに異なっている。以下に、第5表に基づいて各地域の瓦粘土の粘土鉱物組成を区分し、瓦粘土層の産出層や産状、後背地・基盤岩類、堆積環境などについて概括する。

8.1 瓦粘土の鉱物組成

瓦粘土の粘土鉱物組成には地域的同一性がなく、第5表のように粘土試料ごとに異なり、モンモリロナイト、クロライト、雲母粘土鉱物、カオリナイト、ハロイサイト、雲母-モンモリロナイト混合層鉱物からなる。これらは1)カオリン鉱物(カオリナイト、ハロイサイト)を主とするもの、2)カオリン鉱物とモンモリロナイトまたは雲母粘土鉱物を主とするもの、3)クロライトまたは混合層鉱物を含むもの、に大略の区分ができる。このような粘土鉱物組成を示す瓦粘土の産出層は、鮮新一更新統の大阪層群と菖蒲谷層、上部更新統の河岸段丘堆積物、沖積層であり、次にそれらの地質環境について述べる。

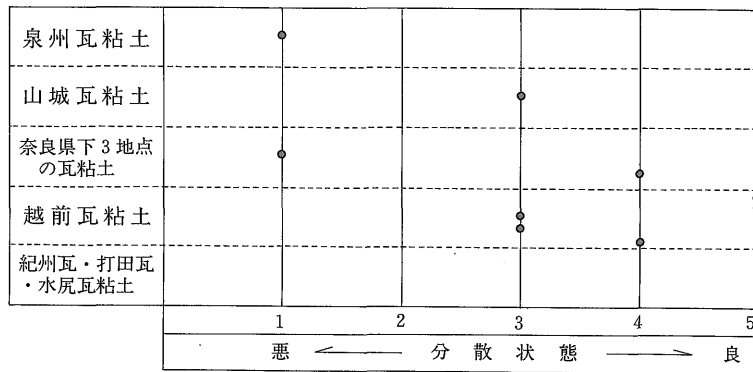
8.2 瓦粘土の産出層と地質環境

8.2.1 鮮新一更新統堆積物(大阪層群及び菖蒲谷層)

大阪府泉南郡阪南町で採掘・稼行されている泉州瓦の原料粘土には、鮮新一更新統の大阪層群の粘土が利用されている。粘土採掘切羽では、粘土層中に木片や炭化物のほか、後背地の白亜系和泉層群の砂岩・頁岩 ball が認められる。また、粘土の薄片を鏡下で観察すると、黄褐色を呈する不定形ないし不規則な楕円状の菱鉄鉱(FeCO<sub>3</sub>)が多量に含まれている。粘土採掘場の南側一帯に広く分布する後背地の和泉層群は、層理の発達したかなり風化のすすんだ頁岩を主体とし、随所に細粒の砂岩層を伴っている(小村, 1979)。鏡下における頁岩は石英、斜長石などの造岩鉱物の間隙を充填した微粒の菱鉄鉱が観察される。これらの事実から、本地区の大阪層群の粘土層は、和泉層群から供給された碎屑物に由来するものと推定される。粘土鉱物組成はカオリナイトを主とし、モンモリロナイト及び雲母粘土鉱物である。

紀州瓦粘土は、和歌山県橋本市小原田で採掘・稼行されており、鮮新統末期頃の湖沼堆積物-菖蒲谷層である。

第4表 近畿5府県の瓦粘土の分散性



- 分散性区分 5: 粘土数 g を水中に投入したら分散した  
 4: その後30分間の煮沸により分散した  
 3: 煮沸後ゴム栓で塊状物を潰し、水を加えたら分散した  
 2: 再度30分間煮沸したら分散した  
 1: なお細かい塊状物が残る

菖蒲谷層は紀ノ川溪谷に沿って分布し、北側が白亜系和泉層群、南側が三波川変成岩類に接している。泉州瓦粘土層と同様、菖蒲谷層の瓦用粘土層にも菱鉄鉱が含まれており(小村, 1984)、この粘土層の由来する碎屑物の一部は和泉層群から供給されたものと考えられる。粘土鉱物組成はカオリナイト、雲母粘土鉱物、クロライトと少量の雲母—モンモリロナイト混合層鉱物である。

この2地区のほかには、京都府相楽郡木津町と奈良市平松町において、大阪層群の粘土やシルトを瓦用粘土に採掘している(第8図)。京都府木津町の瓦粘土(製品名称「山城瓦」)には、大阪層群最下部の粘土が用いられている。第8図のようにこの粘土層は厚さが4m以上で緑灰色を呈し、上限から3m下位に薄い白色火山灰層を挟有している。粘土鉱物組成はカオリナイトを主とし、モンモリロナイト、雲母粘土鉱物、雲母—モンモリロナイト混合層鉱物である。奈良市平松町の瓦粘土採掘場では、厚さ約5mの砂混りシルト—粘土質シルト層を採掘している。粘土鉱物組成はカオリナイト、モンモリロナイトである(小村, 1983)。これらの粘土採掘場を有する奈良市北方から木津川左岸に沿う広範な丘陵地帯は、京阪奈丘陵<sup>3)</sup>と称され、その形成過程及び造盆地運動は複雑で、堆積物の供給地も不明な点が多い。

### 8.2.2 上部更新統堆積物(河岸段丘堆積物)

第2-6節に述べたように越前瓦の原料粘土には、福井県丹生山地南部の天王川上流域に発達する河岸段丘堆積物が利用されている。段丘面は第1-第4段丘に区分でき、本論文第2-6節で検討した粘土試料が第2段丘に1試料、第3段丘に4試料ある。各段丘堆積物は旧河川水系によってもたらされ、第1段丘堆積物が角礫—亜角礫を含む砂質シルトであり、第2段丘堆積物が周辺の花崗岩類や流紋岩類の山地から供給された砂質シルトや粘土質砂を主とする。第3段丘堆積物は“古生層”に由来する再堆積礫と周辺山地の花崗岩類、流紋岩類などの碎屑物からなっている。第4段丘堆積物は“古生層”起源の再堆積礫のほか、周辺の花崗岩類の礫などである。粘土鉱物組成は本節1項に述べた3区分すべてが含まれており、それらの相違はそれぞれの碎屑物に由来するものであろう。

段丘堆積物を瓦粘土に利用している地区は、このほか奈良県五條市今井、和歌山県那賀郡岩出町(打田瓦粘土)及び同県有田郡吉備町(水尻瓦粘土)の3地区である。五條市及び岩出町の河岸段丘は、吉野川—紀ノ川の長い流域に沿ってかなり広範囲に発達したもので、その成因は中央構造線の活動を反映して複雑である。粘土鉱物組成はカオリン鉱物と雲母粘土鉱物が多く、クロライトや雲母—モンモリロナイト混合層鉱物を含む(小村, 1983, 1984)。吉備町の河岸段丘は、有田川低地に発達した扇状地性堆積物が段丘したもので、後背地は白亜系外

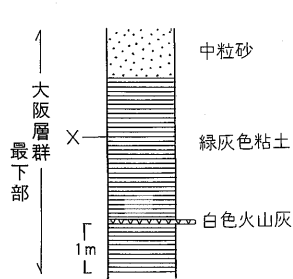
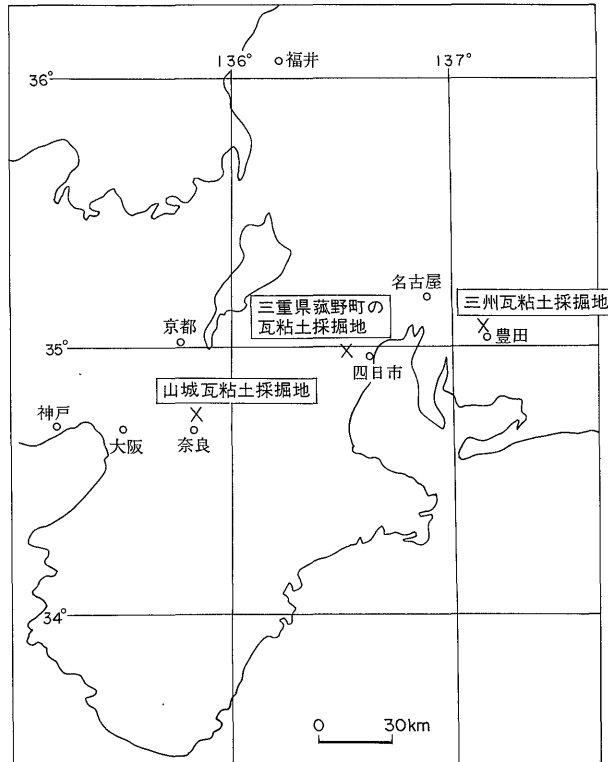
3) 京阪奈丘陵一帯は関西文化学術研究都市建設予定地である。

第5表 近畿5府県の瓦粘土の鉱物組成と地質、産状

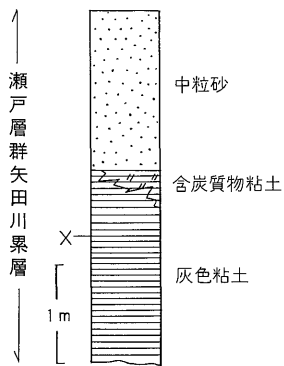
瓦粘土試料		粘土鉱物組成 (X線回折試験による)					石英量 (検査線による)	長石		地質・産状		備考	
		M	C	S	K	H		Mx	Pl	Kf	産状		後背地又は基盤岩
泉州瓦粘土 (大阪府泉南郡阪南町)		○		○	●			42%	○	○	大阪層群最下部の灰白色粘土	和泉層群の砂岩・シルト岩・頁岩互層	小村 (1979)
山城瓦粘土 (京都府相楽郡木津町)		○		○	●		○	21%	○	○	大阪層群最下部の緑灰色粘土	花崗岩類	
奈良県下の瓦粘土	地点1 (奈良市平松町)	●		?	●			38%	?	○	大阪層群下部の砂混りシルト-粘土質シルト	花崗岩類	小村 (1983)
	地点2 (五條市今井)	○	○	○	○			38%	○	○	吉野川沿い低位段丘堆積物の緑灰色粘土		
	地点3 (山辺郡都祁村)	○			●		○	31%			沖積田土(黒褐色腐植土)	都介野層群の砂岩・礫岩・泥岩互層	
越前瓦粘土 (福井県下)	地点1 (丹生郡織田町)	○	○	○	●			34%	○	?	天王川支流沿い段丘堆積物の灰白色粘土	流紋岩類	
	地点2 (丹生郡織田町)			●		●		51%	○	○	天王川支流沿い段丘堆積物の灰白色粘土	流紋岩類	
	地点3 (丹生郡織田町)			○		○	○	30%			織田川沿い段丘堆積物の灰白色粘土	花崗岩類	
	地点4 (丹生郡宮崎村)			○	●		○	44%		○	国成川支流沿い段丘堆積物の灰白色シルト質粘土	流紋岩類	
	地点5 (武生市安養寺西)		○	○	○		○	42%	○	○	国成川沿い段丘堆積物の灰白色砂質粘土	花崗岩類	
和歌山県下の瓦粘土	紀州瓦粘土 (橋本市小原田)		○	○	○		○	36%	○	○	菖蒲谷層の緑灰色粘土	三波川変成岩類 和泉層群の砂岩類	小村 (1984)
	打田瓦粘土 (那賀郡岩出町)			●		●	○	33%	○		紀ノ川沿い段丘堆積物の砂混り泥質土		
	水尻瓦粘土 (有田郡吉備町)			○		●	●	42%	○		有田川沿い段丘堆積物の砂混り泥質土	外和泉層群の砂岩・頁岩互層	

●多い, ○存在する……X線回折図から推定したおおよその相対量比

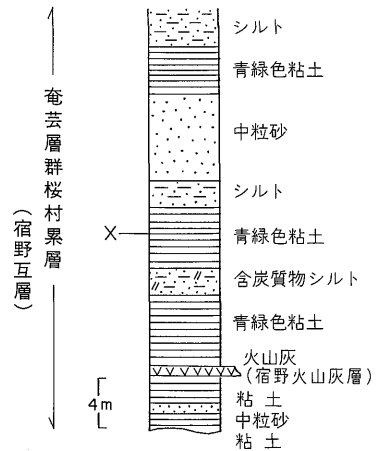
鉱物組成の記号 M: モンモリロナイト, C: クロライト, S: 雲母粘土鉱物, K: カオリナイト, H: ハロイサイト, MX: 雲母-モンモリロナイト混合層鉱物, Pl: 斜長石, Kf: カリ長石



山城瓦粘土採掘地の地質柱状図  
(京都府相楽郡木津町)



三州瓦粘土採掘地の地質柱状図  
(愛知県豊田市田靱南)



三重県菟野町の瓦粘土採掘地の地質柱状図 (吉田, 1984による)  
(三重県三重郡菟野町)

第8図 京都府、愛知県及び三重県の瓦粘土採掘地の位置と地質柱状図

和泉層群の砂岩・頁岩互層である。粘土鉱物組成はハロイサイト、雲母—モンモリロナイト混合層鉱物、雲母粘土鉱物である(小村, 1984)。

### 8.2.3 沖積層

奈良県山辺郡都祁村白石では、沖積層の黒褐色腐植土を瓦粘土に用いている。周辺は中新統一鮮新統の都介野層群の砂岩・礫岩・泥岩の互層が分布する。粘土鉱物はカオリナイトを主とし、モンモリロナイトと雲母—モンモリロナイト混合層鉱物を含む(小村, 1983)。

### 8.2.4 まとめ

上述したように瓦粘土の堆積環境は、すべて淡水域である。淡水湖中では粘土鉱物の自生はほとんど起こらない、とされている(LERMAN, 1984)。したがって粘土鉱物組成(比)が瓦粘土試料ごとに異なっているのは、瓦粘土とそれを挟在する堆積物の供給源や風化作用、堆積盆地内における位置などの地質環境に強く影響されているためと考えられる。

## 9. 要約

福井県下5地点の瓦粘土(越前瓦原料粘土)を各種の試験に供した結果、以下の諸性質が明らかになった。

1) 瓦粘土の鉱物組成はモンモリロナイト、クロライト、雲母粘土鉱物、カオリン鉱物(カオリナイト,  $7\text{\AA}$  ハロイサイト)、雲母—モンモリロナイト混合層鉱物のほか石英、長石である。

2) 瓦粘土の粒度組成は粘土試料によって異なり、粒径  $50\sim 2\mu\text{m}$  部分が  $71\sim 35\%$ 、粒径  $2\mu\text{m}$  以下の部分が  $60\sim 26\%$  である。

3) 瓦粘土の主な化学組成は、 $\text{SiO}_2$ :  $55.69\sim 69.51\%$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ :  $17.35\sim 21.51\%$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ :  $0.91\sim 6.39\%$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ :  $1.48\sim 2.69\%$ 、 $\text{I.g. loss}$ :  $9.11\sim 13.58\%$  であり、耐火度(SK)は  $15\sim 30$  である。化学分析値に基づいた粘土ノルム鉱物比はモンモリロナイト  $2\sim 7\%$ 、クロライト  $2\sim 3\%$ 、雲母粘土鉱物  $12\sim 22\%$ 、カオリン鉱物  $17\sim 37\%$  である。

4) 瓦粘土の熱膨張パターンは、主要なパターンが膨張側に位置する4試料と、収縮側に位置する1試料がある。前者4試料の  $1000^\circ\text{C}$  における最大の収縮率は  $0.13\%$  であるが、後者の1試料の  $1000^\circ\text{C}$  における収縮率は  $1.41\%$  を示す。

本シリーズのまとめとして、3県の瓦粘土の諸性質を他県産瓦粘土の性状と比較・検討した結果、粒度組成は

粒径  $50\mu\text{m}$  以上の部分が僅少で、粒径  $50\sim 2\mu\text{m}$  部分と粒径  $2\mu\text{m}$  以下の部分の広い範囲に分散すること、化学分析値は  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{I.g. loss}$  がかなり近似していること、熱膨張パターンは主要なパターンが膨張側に位置するグループと収縮側に位置するグループに区分でき、後者のグループは前者のグループに比べて有機物や結晶水などが多く、 $\text{SiO}_2$  が少ないこと、分散性は2地区の瓦粘土のほかは比較的良好な分散状態を示すこと、などが明らかとなった。

また、瓦粘土の粘土鉱物組成(比)は、堆積物の供給源や風化作用、堆積盆地内における位置などの地質環境の影響を受けて様々に異なることが特徴的である。

## 文 献

- 小村良二(1979) 大阪府阪南町の瓦粘土の産状と性質。地調月報, vol. 30, p. 459-467.
- (1982) 福井県丹生山地, 天王川上流域の水系変化—河岸段丘による検討—。地調月報, vol. 33, p. 133-140.
- (1983) 奈良県・和歌山県・福井県の瓦粘土の性質(1)—奈良県—。地調月報, vol. 34, p. 587-591.
- (1984) 奈良県・和歌山県・福井県の瓦粘土の性質(2)—和歌山県—。地調月報, vol. 35, p. 119-125.
- LERMAN, A. (1984) Lakes—chemistry, geology, physics—, 「湖沼の科学—化学, 地質学, 物理学—」(奥田節夫・半田暢彦監訳), 古今書院, 東京, p. 320
- 前田武久ほか(1983) 窯業原料としての粘土の有効利用に関する研究。昭和57年度版通商産業省工業技術院特別研究報告集, 通商産業省工業技術院編, 日本産業技術振興協会, 東京, p. 302-322.
- (1985) 蛙目粘土の分散性と可溶性陽イオン。名古屋工業技術試験所報告, vol. 34, p. 203-209.
- 吉田史郎(1984) 四日市地域の地質。地域地質研究報告(5万分の1図幅), 地質調査所, 第13図(784).
- (受付: 1985年10月5日; 受理: 1986年6月11日)