

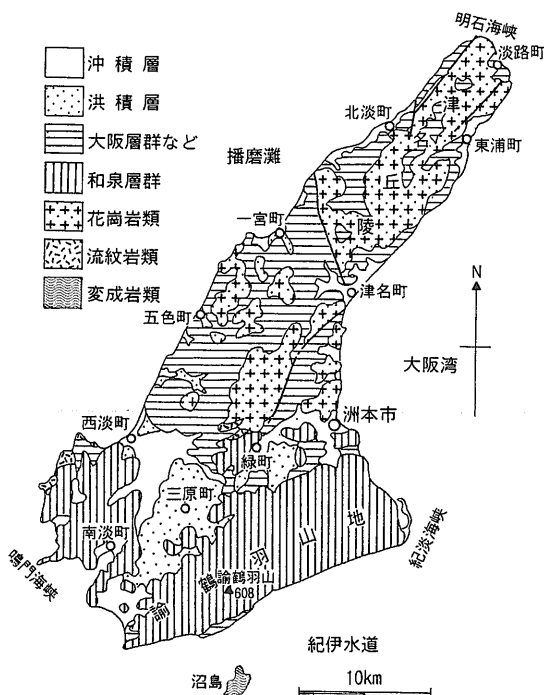
## 瓦の話(5) 兵庫県淡路島の瓦と粘土資源

須藤 定久<sup>1)</sup>

### 1. はじめに

兵庫県の淡路島は四国との間にある面積593km<sup>2</sup>の瀬戸内海最大の島である。最近、世界最長の吊り橋「明石海峡大橋」の完成により大阪方面からも簡単に行くことができるようになった。

白亜紀の和泉層群、花崗岩類からなる土台を新第三紀～第四紀初頭の大阪層群が覆うこの島には、緩やかな山地と丘陵が広がっており、畑作が盛んで、日本有数の玉葱の産地となっている(第1図)。



第1図 淡路島の地質概要。

淡路島はまた瓦の島でもある。年間生産量は約1億5,672万枚(1996年)におよび、我が国の3大瓦産地の一つとなっている。大阪層群中の粘土を原料とする淡路瓦は古くから大阪・京都を始め、瀬戸内地方へと広く供給されてきた。

今回、淡路島の瓦産業と瓦粘土資源の状況を見学し、今後の原料粘土の安定供給について考えてみた。淡路島の瓦産業と瓦粘土資源の概要を紹介してみよう。

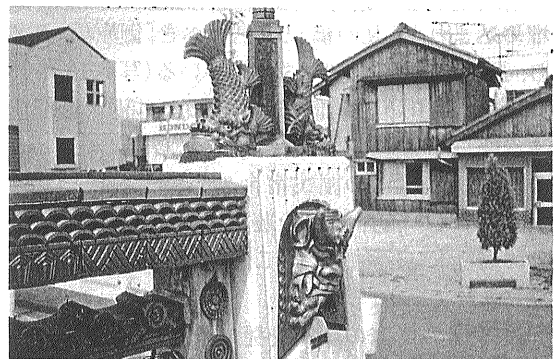


写真1 瓦の橋「御原橋」。西淡町の目抜き通りにあるこの橋の欄干にはさまざまな瓦が埋め込まれている。橋を渡る車にも瓦粘土を満載したダンプ・トラックが目立つ。

1) 地質調査所 資源エネルギー地質部

キーワード: 瓦, 粘土瓦, 淡路瓦, 兵庫県, 淡路島

## 2. 淡路島の瓦と瓦産業

### (1) 淡路瓦の歴史

豊富な粘土と燃料の松、そして水運の便に恵まれた淡路島は古くから瓦産地として知られている。特に島の南西部にある西淡町津井地区は、昔から瓦の産地として有名であった。丘の麓から産出する粘土で瓦をつくり、丘の松を焚いて瓦を焼き、船で大阪・京都や瀬戸内各地へ出荷してきた。京都や奈良の寺院の造営・修理、大阪城や姫路城の築城にあたってはこの半工半漁の集落からの瓦が大きな役割を果たしてきたようだ。

### (2) 瓦の島

淡路瓦の中心地は島南西部の西淡町、街の目抜き通りには瓦がいっぱい埋め込まれた「瓦の橋」とも言うべき「御原橋」があり、西淡町のシンボルともなっている(写真1)。

また、街並みの北側には、美しい砂浜と松原のある慶野松原がある。夏には海水浴客で賑わうこの海岸には町営の国民宿舎や各種保養所が立ち並んでいる。海岸沿いの遊歩道にもいろいろな瓦のモニュメントが並び、ここを訪れる観光客の目を楽しませている(写真2)。

淡路島の民家の屋根を見て驚くことがある。前報(須藤, 1999a)で、朝鮮から伝えられた中国式瓦は「本瓦」であり、現在では寺院などの大型屋根に

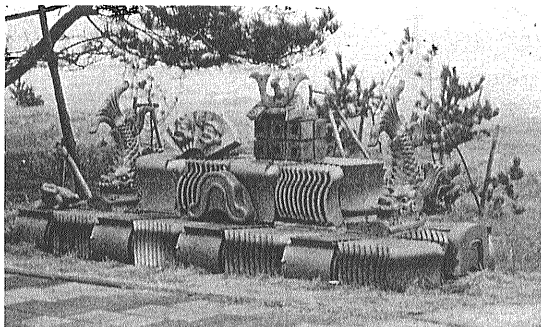
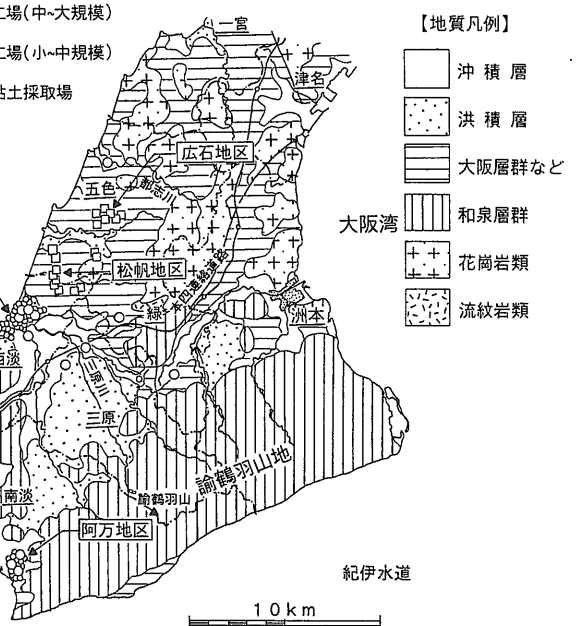


写真2 慶野松原海岸の遊歩道につくられた瓦のモニュメント。夏にはすぐうしろの砂浜は海水浴客で賑わう。



第2図 淡路島南部の地質と瓦工場の分布。

使われ、民家には殆ど使われていないことを紹介した。しかし、ここ淡路島では、民家でもごく普通に本瓦葺きが見られる(写真3)。この島が、古くから畿内の瓦供給地として伝統的な瓦をつくり続けてきた瓦の島であることの証かも知れない。

### (3) 淡路の瓦と瓦産業

瓦の年間生産量は約1億5,672万枚(1996年)におよび、全国シェアは12.5%で、三州、石州に次ぐ日本第三位の瓦産地である。淡路島で生産される瓦は、その殆どが素焼きした粘土瓦に高温で炭素

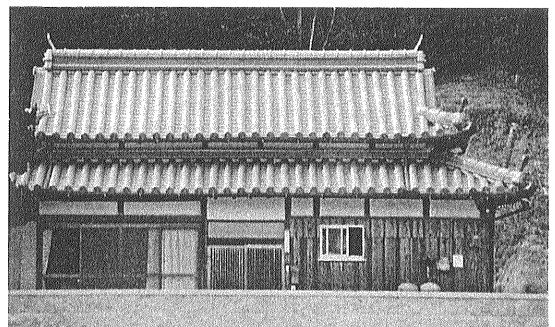


写真3 山間部の民家の瓦屋根。厚重な本瓦葺きで、棟の端には鳥象(ちょうきん)と呼ばれる角のような飾りがつけられている。

を蒸着させた銀色の「いぶし瓦」である。いぶし瓦だけで見ると、長い間日本最大の産地であったが、近年兵庫県南部地震による生産の停滞のため、三州に追いぬかれて第二位となってしまった。

すでに、前報(須藤, 1999b)で述べたように、いぶし瓦の生産には「いぶし」の工程があり、この工程は自動化されていない。このため、淡路島の瓦工場は中小工場がたくさん集まっているのが特徴となっている。

瓦工場は西淡町津井地区(約90工場)、同松帆地区(約80工場)、南淡町阿万地区(約30工場)に集中的に分布するほか、三原町、緑町、五色町にも点在分布している(第2図)。

松帆地区の細い路地を入ると瓦工場の密集地帯である。瓦工場の隣にはまた瓦工場が、その隣にもまた瓦工場が並ぶ(写真4)。各工場とも単独窯

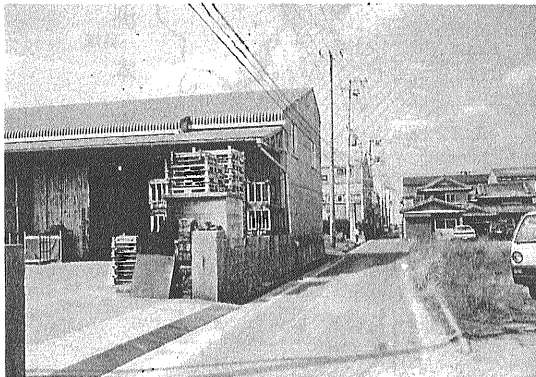


写真4 西淡町松帆地区に立ち並ぶ瓦工場。



写真5 瓦の生産ライン。中小規模の工場が多く、その生産ラインはコンパクトで、要所要所に人を配し、多種多様な製品の製造にすばやく対応できるようになっている。

による個性的な瓦の生産を目指しており、生産ラインも各所に人が配置され、多品種生産に即応できるものとなっている(写真5)。

一方、港の埋立地や街の郊外には、大規模・近代的な工場がつけられ、自動化された生産ラインで、一般的な瓦の大量生産を行っている(写真6)。

### 3. 淡路島の地質と瓦粘土資源

瓦の原料粘土は淡路島に広く分布する大阪層群中の粘土層が利用されてきた。かつては、各工場が密集する地区に隣接する丘陵地から採掘されてきたが、近年では、西淡町松帆地区と五色町広石地区で採掘が盛んに行われている。淡路島の地質と原料粘土採掘場の分布を第2,3図に示し、その概要を眺めていこう。

#### (1) 淡路島の地質

淡路島の地質は、南部諭鶴羽山地に分布する和泉層群、島北部～中部の山地に分布する白垂紀花崗岩類を覆って、島各地の丘陵部には大阪層群に属する砂・礫・粘土層が広く分布している。瓦粘土資源が採掘利用されている淡路島中部の西岸部にも大阪層群が広く分布しており、この地域の地質は高橋ほか(1992)により総括されている。

淡路島に分布する大阪層群相当層は淡路層群と呼ばれている。五色町周辺の淡路層群は下位の愛宕累層と上位の五色浜層とに区分されている。

以下、高橋ほか(1992)の地質図を簡略化して第3図に示し、各層の概要を高橋ほか(1992)に従って概説する。

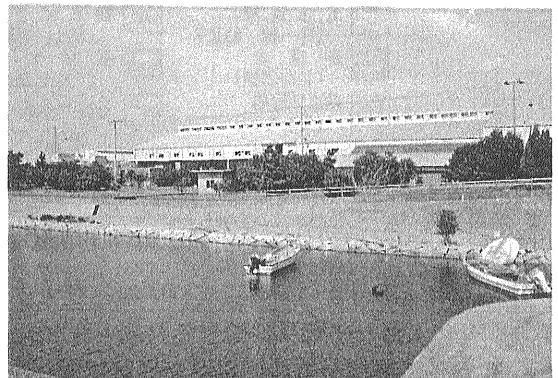
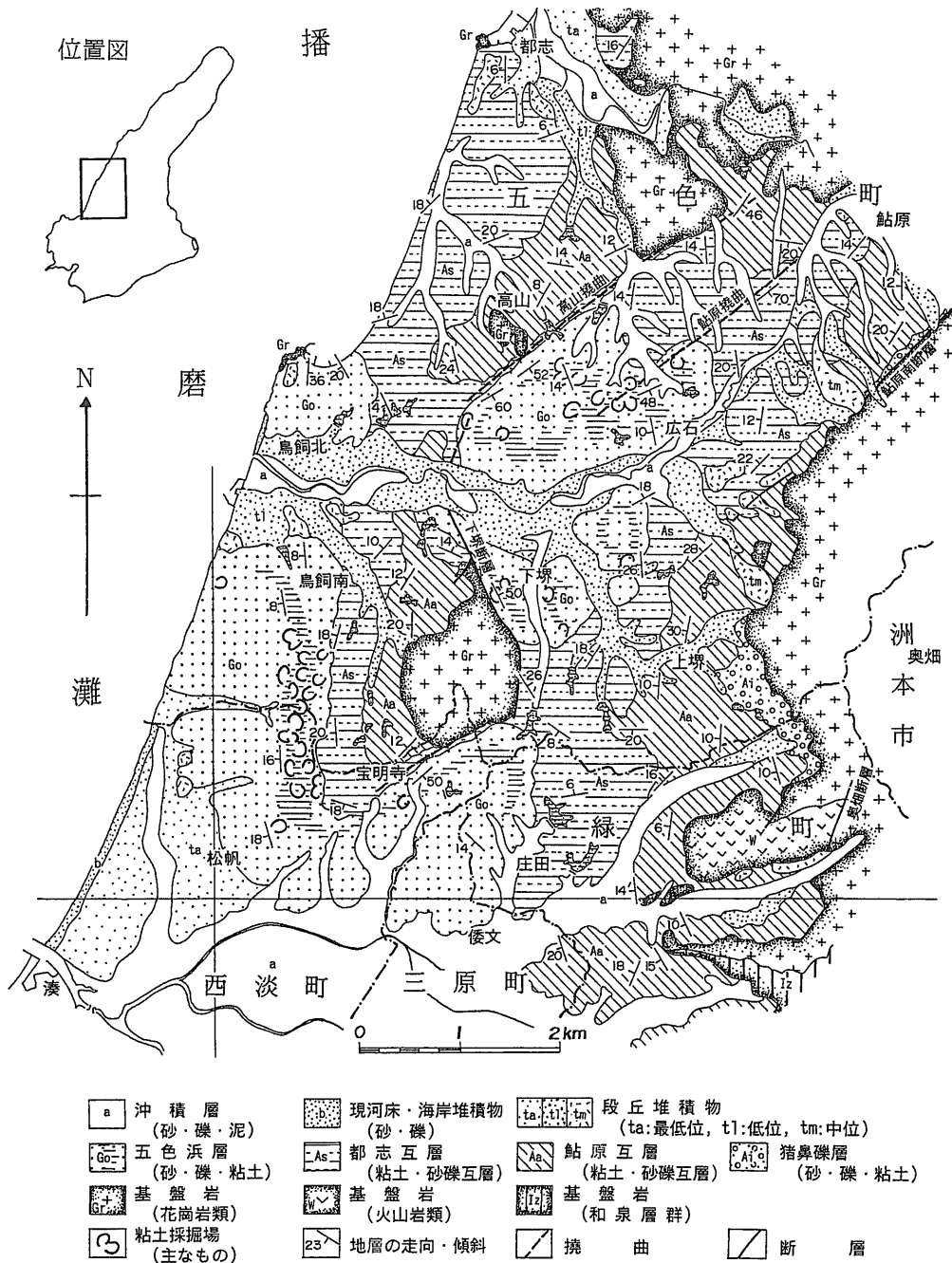


写真6 港の埋立地につくられた大型の最新鋭工場。



第3図 西淡町～五色町の地質と粘土採掘場。地質調査所発行の5万分1地質図「洲本」(高橋ほか,1992)を簡略化した。地層名の表記にあたっては、累層・部層は単に層と表記した。

A. 愛宕(あたご)累層

本累層は、河川ないし湖沼成の堆積物であり、シルト～粘土層、砂層及び礫層の互層からなる。上位の五色浜累層が結晶片岩礫を多量に含むものに対し、愛宕累層中の礫層には結晶片岩礫が全く

ないか少量しか含まれていない。

愛宕累層は岩相から下部「猪鼻礫層」、中部「鮎原互層」及び上部「都志互層」に分けられ、下部及び上部は比較的礫がちの層準で、中部はシルト～粘土層と砂層の互層が主体である。

### a.猪鼻(いののはな)礫層(Ai)

模式地は洲本市猪鼻で、層厚は約50m、淡路島中部地域の淡路層群の最下部に当たり、花崗岩類を不整合に覆う。岩相はは礫層を主とし、薄いシルト～粘土層や砂層を挟む。礫層は比較的淘汰のよい亜角～亜円礫からなり、礫種は砂岩、酸性火砕岩類、花崗岩類が多い。

### b.鮎原(あいはら)互層(Aa)

模式地は五色町鮎原で、層厚は100～120m。下位の猪鼻礫層に整合に重なり、また直接花崗岩類を覆う。岩相は厚さ10m以内のシルト～粘土層と花崗岩質砂層との互層で、礫層を挟む。また炭質のシルト層や砂層もところどころに挟まれている。

花崗岩類を直接覆う地域では、最下部に中～巨礫サイズの淘汰の悪い花崗岩類の角～亜角礫層がよくみられる。上部でも近くの山地から供給された角～亜角礫層をレンズ状に挟む。都志、鳥飼南付近では比較的円磨された砂岩、酸性火砕岩類、花崗岩類などからなる主として中礫サイズの礫層が下部の層準にみられる。

### c.都志(つし)互層(As)

模式地は五色町都志で、層厚は80～120mである。

本部層は下位の鮎原互層に整合に重なり、<sup>しとおり</sup>倭文火山灰層の数m～10m上位が本部層の下限に当たる。草香～深草付近では本部層は花崗岩類を直接不整合に覆っている。

岩相は一般に厚さ10m以内のシルト～粘土層と

砂層の互層が主体で、中～細礫サイズの礫層を挟む。下位の鮎原互層の岩層と比べると、礫径は全体的に細かく、また、円磨度の高いものが多い、さらにシルト層は比較的良好に連続する。

### B.五色浜(ごしきはま)累層(Go)

下位の愛宕累層都志互層に整合的に重なる礫層優勢層で、河川～湖沼成の堆積物である。

模式地は五色町鳥飼浜～鳥飼南で、層厚は150m以上である。中～下部は厚さ10m前後の礫層と砂層を挟む粘土・シルト層の互層である。礫層は淘汰のよい中礫サイズの砂岩、チャート、結晶片岩の円～亜円礫から構成され、愛宕累層の礫層に比べて結晶片岩の礫を多量に含むことで特徴付けられる。また粘土～シルト層は比較的良好に連続するものが2～5枚認められ、青灰色を呈し、厚いものは10m以上に達する。上部は、厚い礫層からなり、中～大礫サイズの円～亜円礫から構成され、愛宕累層の層に比べて結晶片岩の礫を大量に含むことで特徴づけられる。また粘土～シルト層は比較的良好に連続するものが2～5枚認められ、青灰色を呈し、厚いものは10m以上に達する。上部は、厚い礫層からなり、中～大礫サイズの円～亜円礫から構成され、中・下部と同様に砂岩、チャート、結晶片岩礫を主体としている。

## (2) 瓦粘土とその採掘

採掘場は西淡町松帆地区と五色町広石地区に

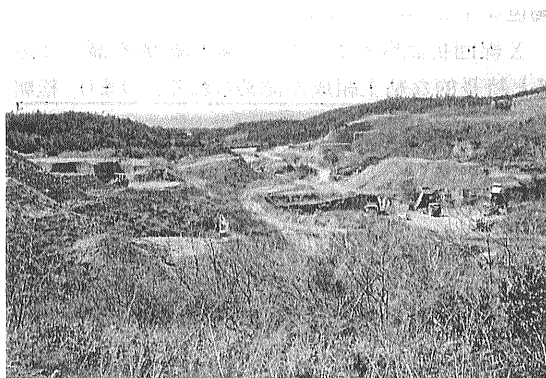


写真7 松帆地区の粘土採掘場。緩やかな丘の狭い範囲に多数の採掘場が集中分布している。

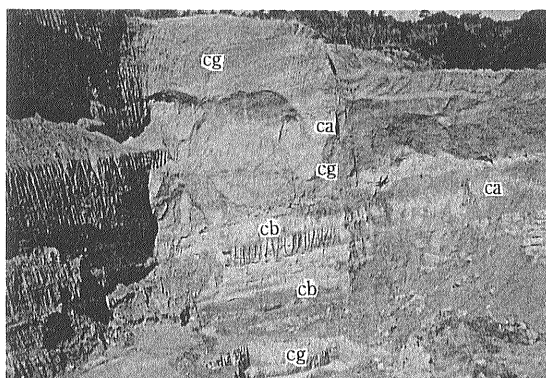


写真8 松帆地区の粘土の産状。厚い砂礫層(cg)中に粘土層が挟まれている。採掘場の上部には褐色粘土(ca)があるが、深部では青粘土(cb)となっている。

集中し、このほか五色町下塚地区でも採掘されている。原料粘土の採掘場の分布を第3図に示し、以下各地の粘土層の産状を概説する。

#### A. 松帆地区

西淡町松帆地区から倭文地区にかけて五色浜層が分布し、その下部に挟有される粘土が採掘対象となっている。西から南に緩く傾斜しているが、宝明寺付近を東北東から南南西に走る撓曲帯(地層が強くたわんだ部分)付近では、急傾斜の構造を示す。

南北1.5km、東西300mの範囲内に10ヶ所近い採掘場が設けられ、年間30万t前後の粘土が採掘されているものと推定される。

この付近では厚い砂礫層中に厚さ3～8mの粘土層が2～4層挟有されている。各採掘場では、まず地表部の風化した褐色の粘りけが強い粘土が採掘され、次第に深部へ、そして採掘場は西側へ移動しながら、採掘が進められる。地表から10mほど深部にまで採掘が進むと粘土は未風化の青いものとなる。採掘の進行とともに青粘土の比率が高まってきている。

#### B. 広石地区

五色町広石地区は、松帆地区の北東約3～4kmの位置にあり、東西2km、南北2.5km程の範囲に五色浜累層が分布している。5ヶ所の採掘場があり年間15万t程の瓦粘土が採掘されている。

この地区の五色浜層は一般に南西に10～15度

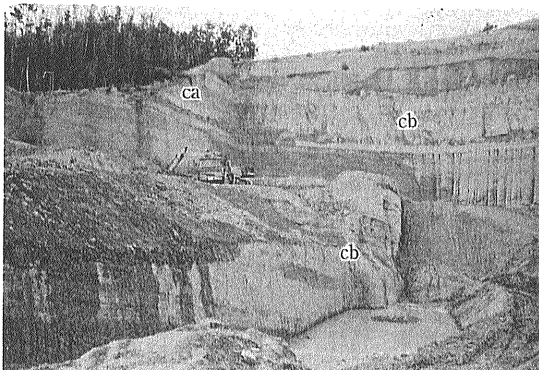


写真9 広石地区の粘土採掘場。砂礫層中の粘土層を大規模に採掘している。地表に近い部分は褐色である(ca)が、深部では青色粘土(cb)となっている。

程度傾斜しているが、北東-南西方向に走る「高山撓曲」や「鮎原撓曲」付近では南東側へ50度もの急傾斜を示すところもある。

この付近でも厚い砂礫層中に厚さ3～8mの粘土層が2～4層挟有されている。各採掘場では、まず地表部の風化した褐色の粘りけが強い粘土が採掘され、次第に深部の青色粘土へと採掘が進められている。

#### C. 下塚地区

広石地区の南側にある五色町下塚地区でも1～2ヶ所の採掘場があり、年間1万t程が採掘されている。広石を中心とする五色浜累層の分布の南端部に位置している。

一般に緩傾斜であるが、五色浜累層分布域の西側を画する下塚断層近くでは東側へ50度も急傾斜している。粘土の産状は広石地区と同じである。

以上採掘場の状況について述べたが、本地区では瓦粘土として利用されている粘土はほとんど五色浜累層下部の粘土層であることがわかった。

### 4. 瓦粘土の鉱物学的特徴

#### (1) 採掘場の粘土

ほとんどの採掘場の粘土がほぼ同じ層準の粘土層であるために、どの採掘場の粘土も良く似た鉱物組成や物性を持っているようだ。

青緑色で、径0.3mm程度の板状の粒子を多量に含んでおり、粘りけはあまり強くない。風化部では褐色を呈し、粘りけが強い。

X線回折試験をおこない、鉱物組成を調べてみると特長的な粘土組成が認められる。つまり、松帆の緑色粘土では、鉱物組成は、多い順に緑泥石(或いはパーミキュライト)、セリサイト、石英、長石、角閃石、緑泥石、ハロイサイトとなっている。褐色の風化部では若干ハロイサイトが多い傾向がある。

パーミキュライトという鉱物は緑泥石と良く似た鉱物で、識別が難しい。淡路の粘土ではX線回折パターン(第4図)では緑泥石に、熱分析試験(第5図)ではパーミキュライトに近い結果を示すが、十分な同定ができない。正確な同定は今後の研究課題として、ここでは緑泥石(パーミキュライト)と記述し、CVという略号で示すことにしよう。

## (2) 互用配合土

淡路瓦の原料は上に述べたように五色浜累層中の粘土層を採掘して利用しているため、配合土の鉱物組成も採掘場の粘土とよく似た鉱物組成を示す。

つまり、構成鉱物は緑泥石(パーミキュライト)、セリサイト、石英を主成分とし、少量の長石、モンモリロナイト、角閃石、ハロイサイトなどが伴われている(第4図)。未風化の青色粘土と風化した褐色粘土の混合物であり、両者の中間的なX線回折パターン、熱分析パターンを示している。

熱分析パターン(第5図)で特徴的な点は、D.T.A.カーブが1,100℃付近から急速に下方に曲がりだす。これは、試料の一部に溶融が始まったことを示しており、低温焼成が可能な淡路粘土の特徴を良く示していると言える。

## (3) 下位層の粘土

既に述べたように、五色浜累層は淡路層群の一部であり、下位には愛宕累層の「猪鼻礫層」、「鮎原互層」、「都志互層」などが分布しており、これらの地層中にも粘土層が多数含まれていて、瓦粘土と同様な粘土の分布が期待される。

そこで、下位層より5つの粘土試料を採取し、瓦粘土とともに試験を試みた。結果の一例を瓦粘土のものと比較して第4, 5図に示した。

瓦粘土と比較してみると、まずX線回折パターンを見ると鉱物組成が大きく異なることがわかる。瓦粘土が緑泥石(パーミキュライト)、セリサイト、石英を主成分としているのに対し、鮎原層の粘土では石英のほかにハロイサイト、モンモリロナイト、緑泥石、セリサイトなど様々な粘土鉱物が少しずつ混じっていることがわかる。熱分析のパターンでも瓦粘土に比べて鮎原層の粘土は低温部と中温部に明瞭な吸熱ピークが現れ、これとともにより大きな減量が起きていることがわかる。

一般に、堆積岩中の粘土は、堆積場所に流入してくる河川の流域からさまざまな種類の粘土鉱物が集ってくるので、鮎原層の粘土のような鉱物組成を持つ。つまり、淡路の瓦粘土は堆積性の粘土としては特異な粘土なのである。

地質の項で見たように、愛宕累層には結晶片岩の礫が殆ど見られないのに対して、五色浜累層は

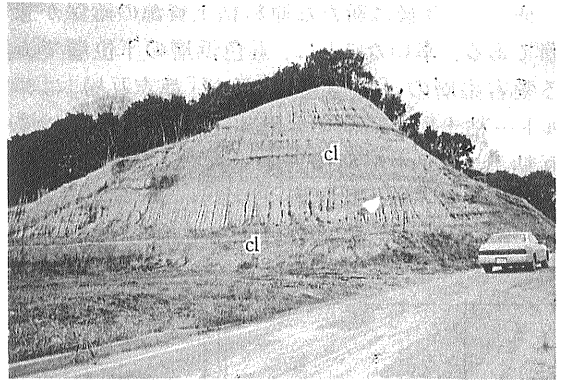


写真10 鮎原互層中の粘土層。五色町が造成している工業団地用地の一面には厚い粘土層(CI)が随所に見られる。郡家砂礫層との境界付近であるが、砂礫層が見られないので鮎原互層の一部と思われる。

結晶片岩の礫を多量に含むのが特徴となっている。このことから五色浜累層の堆積時には、南側の結晶片岩地帯から大量の砂礫や泥が供給されたために、多量の緑泥石(パーミキュライト)やセリサイトを含む特異な粘土層が形成されたものと思われる。

突然流入してくる河川の流域が変化し、礫の種類が変わった、いったいどんな天変地異が起こったのだろうか。

## 5. 今後の瓦粘土確保のために

以上述べたように、今回の調査において、本地区では瓦粘土として五色浜累層の最下部の粘土層の風化部が利用されてきたことが明らかとなった。

五色浜累層の分布は、五色町鳥飼浜～広石～下堺、西淡町松帆～<sup>しとおり</sup>緑町倭文などで、分布面積は約7km<sup>2</sup>程である。五色浜累層の大半は砂礫層から成っており、粘土資源が地表付近に賦存すると推定される地域は、五色層分布域の10～15%以下の70～105haに過ぎない。

現在及び過去の採掘場の殆どが資源が賦存すると推定される地域の一部を開発したものであり、これらを除外するとまとまった未開発部は殆ど見いだすことができない。つまり、従来使用してきた瓦粘土は、今まさに枯渇しようとしている状況にあると考えざるを得ない。

従って、今後は新たな原料粘土資源の確保が急務である。幸いなことに、五色浜層の下位層である愛宕累層の、「鮎原互層」及び「都志互層」はシルト～粘土層と砂層の互層が主体であり、随所に瓦粘土資源として利用可能であると考えられる粘土層の分布が認められる。

しかし、これらは一般に「こわ土」とか「青粘土」

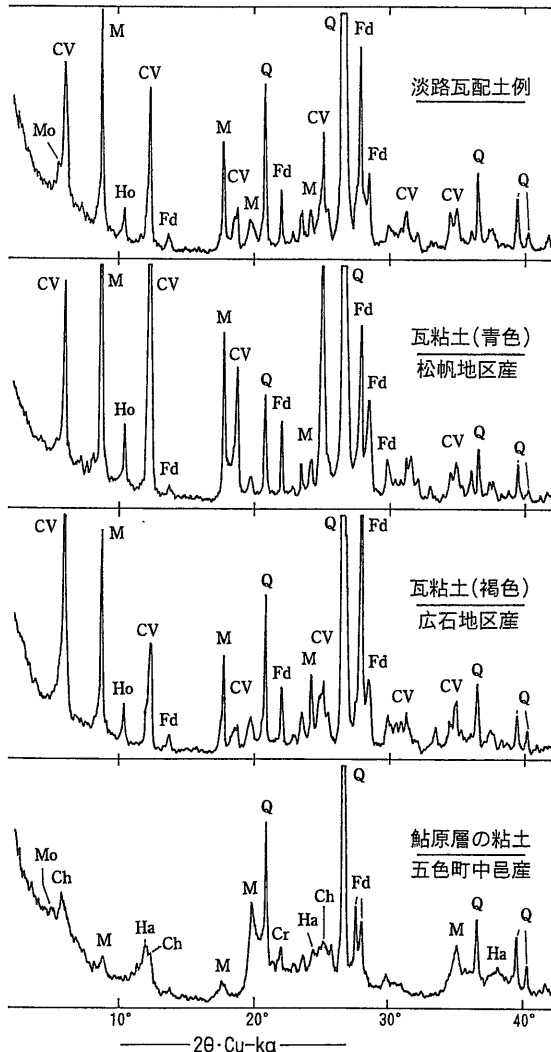
とか呼ばれ、従来使用できないとされており、そのまま現在の原土の代用として利用するには、問題もあろう。

1つは硫化鉄を含んでおりこれが瓦の発華現象の原因となること、もう1つは粘性に乏しく瓦の成形に問題が生じる可能性があることであろう。

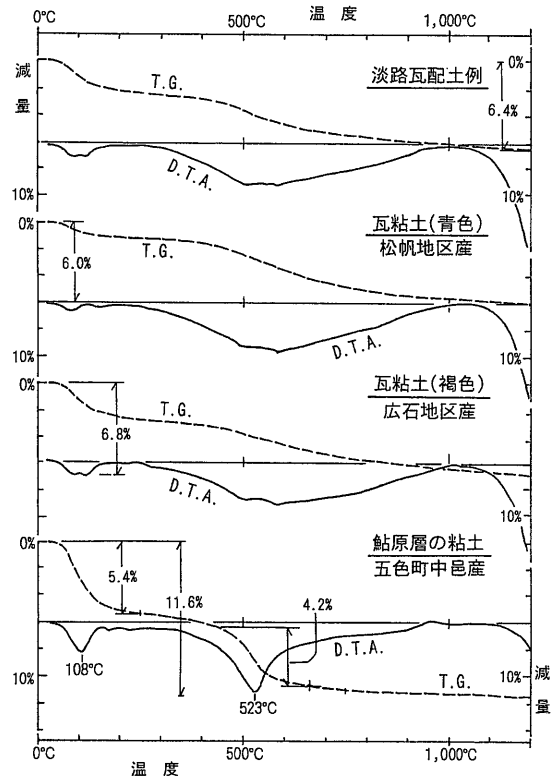
これらの粘土は地表における風化作用により使いやすい瓦粘土となる。青粘土やこわ土をくぐりて粒状とし、堆積場に広げて風雨にさらすなどにより人工的に風化を促すことが必要であろう。このような手法により比較的容易にほぐれ、また酸化して褐色化しやすい青粘土やこわ土を探しだし、積極的に利用していくことを、まず試みるのが重要であろう。

### 6. まとめ

淡路島の瓦産業と原料粘土について概査を行った結果、次のような点が明らかとなった。



第4図 淡路瓦配土と原料粘土のX線回折パターン。回折条件は電圧40kV、電流100mA、スリット系1°-1°-0.3mm、回折速度16°/分、チャート速度80mm/分、時定数0.2秒、フルスケール1600cps。鉱物名略号はMo. モンモロロナイト, M. セリサイト(雲母粘土鉱物), CV. 緑泥石(パーミキュライト), Ch. 緑泥石, Ho. 角閃石, Fd. 長石, Cr. クリストバライト, Ha. ハロイサイト, Q. 石英。



第5図 淡路瓦配土と原料粘土の熱分析パターン。試料重量は50mg、昇温速度は20°C/分である。



- (1) 五色浜累層中の粘土層の風化部が瓦原料として利用されており、これらは緑泥石(パーミキュライト)やセリサイトなどの粘土鉱物を主成分としている。
- (2) 近年採掘が進み、未風化の青色粘土も使われるようになり、硫化鉄に起因する発華現象が起こったり、成形に必要な粘性が不足したりする現象の増加が懸念される。
- (3) 五色浜累層の分布は限られており、今後開発可能な粘土は極めて少なくなっている。
- (4) しかし、五色浜累層よりも下位にあたる都志互層や鮎原互層中には、モンモリロナイトやハロイサイトを主成分とする粘土が多量に分布している。
- (5) 従って、今後は都志互層や鮎原互層中の粘土層をもあわせて、瓦粘土として利用していくことが重要であり、早急な利用技術の開発が望まれる。

## 7. おわりに

淡路島の瓦産業と瓦粘土資源について現地概査をおこない、その現状を紹介し、粘土資源の将来について考えてみた。

現地概査にあたっては、兵庫県立工業技術センターや兵庫県瓦工業組合からは淡路島の瓦に関する多くの情報を提供していただいた。ここに記して謝意を表します。

### 文 献

- 高橋 浩・寒川 旭・水野清秀・服部 仁(1992): 5万分の1地質図幅「洲本」地質調査所。  
須藤定久(1999a): 瓦の話(1)日本の瓦・中国の瓦 - 瓦の話あれこれ - 地質ニュース, no.536, p.39-50.  
須藤定久(1999b): 瓦の話(2)日本の粘土瓦工業 - 近代化された瓦製造 - 地質ニュース, no.538, p.23-31.

---

SUDO Sadahisa (2000): Roofing tiles (5) Awaji-kawara and it's raw materials.

< 受付: 1999年10月1日 >