

## 窯業原料調査（その4）

### （宮古島地域）

赤嶺公一、中村英二郎、宮城雄二、花城可英、與座範弘

窯業原料の安定確保は業界の恒常的課題の1つである。当センターでは安定的な窯業原料の確保に資するため、平成18年度より窯業原料調査を実施している。調査では、沖縄本島北部、離島などこれまで未調査の地域を中心に試料の採取及び評価を行っている。今回、宮古島地域について未調査及び既に窯業原料として利用されている地点の試料採取と分析を行い、窯業原料としての基礎特性（化学組成、鉱物組成、熱分析、呈色、耐火度）を明らかにしたので報告する。

#### 1 はじめに

宮古にはンタ焼と言う土器をさす言葉がある。ンタ焼は赤色粗質土器・宮古式土器とも呼ばれ、13世紀頃から作られたようだがいつの頃からか途絶えた<sup>1)</sup>。

宮古島は琉球島弧の主部を構成する非火山性島弧の一部に位置し、中新世―鮮新世、一部は更新世にまたがる島尻層群（砂岩・泥岩など）と、更新世の琉球層群、完新世の大野越粘土・風化土壌・古砂丘堆積物（西浜崎層）・砂丘堆積物及びビーチロックらによって構成されている<sup>2)</sup>。なお、大野越粘土は本地域が陸化されて以後、完新世に至る間において島尻層群などの基盤岩の風化によって形成された風化陸成層であり、一部には島尻層群以後から現在に至る地質時代が含まれる<sup>2)</sup>。

過去の窯業原料調査として、沖縄県工業技術センター（前身の沖縄県工業試験場を含む）において昭和58年に実施された「宮古の窯業原料について」の報告<sup>3)</sup>（以下、試験場報告）がある。試験場報告では宮古島に賦存する粘土資源を窯業原料として利用する場合、堆積性粘土を主とし、下記のように分類している。

- ①島尻層のうち特に分散性がよい泥岩層：クチャ
- ②見かけ上、石灰岩の風化物である粘土層：マージ
- ③大野越粘土層：土壌粘土
- ④島尻層の二次堆積物で淘汰の良い粘土層：ジャーガル
- ⑤大野越粘土層の二次堆積物で淘汰の良い粘土層：赤色まだら状粘土

なお、種々の試験結果から宮古島における陶器製品開発の方向として、ジャーガル粘土系による焼締製品（荒焼）、赤色まだら状粘土系による施釉製品（上焼）の可能性を示唆している。報告後、陶器原料としての粘土の基礎性状などが周知されたことも一因となり、陶器製造業者が増え、宮古島の粘土を用いた陶器製品を製造するに至っている。

このように窯業原料が賦存する地域であるので、新たな原料の探索および既存原料の再確認のため窯業原料調査を行った。試料採取にあたっては、試験場報告、地質図<sup>2)4)5)</sup>を参考にするとともに、地元で窯業原料に関する聞き取りを行い実施した。

採取試料は、窯業原料としての基礎特性である化学組成、鉱物組成、呈色、一部の試料は熱分析、耐火度の測定を行った。これらの基礎特性を測定することで窯業原料としての可能性を探った。

#### 2 実験方法

##### 2-1 試料の採取方法

試料採取は手ぐわ、ハンマー、スコップ等を用いて原土や岩石を採取した。原土試料を採取する際は、その表層を除き、平均的試料と思われる箇所から採取した。また、極力草木の混入を避けた。

##### 2-2 採取地点及び採取試料の外観

当調査においては、まず既存原料の再確認のため試験場報告に記述されている地点での試料採取を試みた。しかし、当時試料を採取した地点が土地開発等により現在採取できない状況となっていた。このため、当時の採取地点近郊や現在陶器製造業者が利用している地点を中心に粘土を採取し調査を行った。加えて、旧城辺町の新城では島の北西―南東方向へ延びる保良断層付近の法面に粘土などを採取し、旧城辺町の長間では瓦の破片が散在する窯跡近くの畑から粘土を採取した。さらに、各地点において、釉薬原料として利用できる可能性のある試料もあわせて採取した。試料を採取した地点は図1に数字で示し、一覧は表1に示す。試料一覧の中には、地元の方から提供された採取地点が明確でない試料も含む。

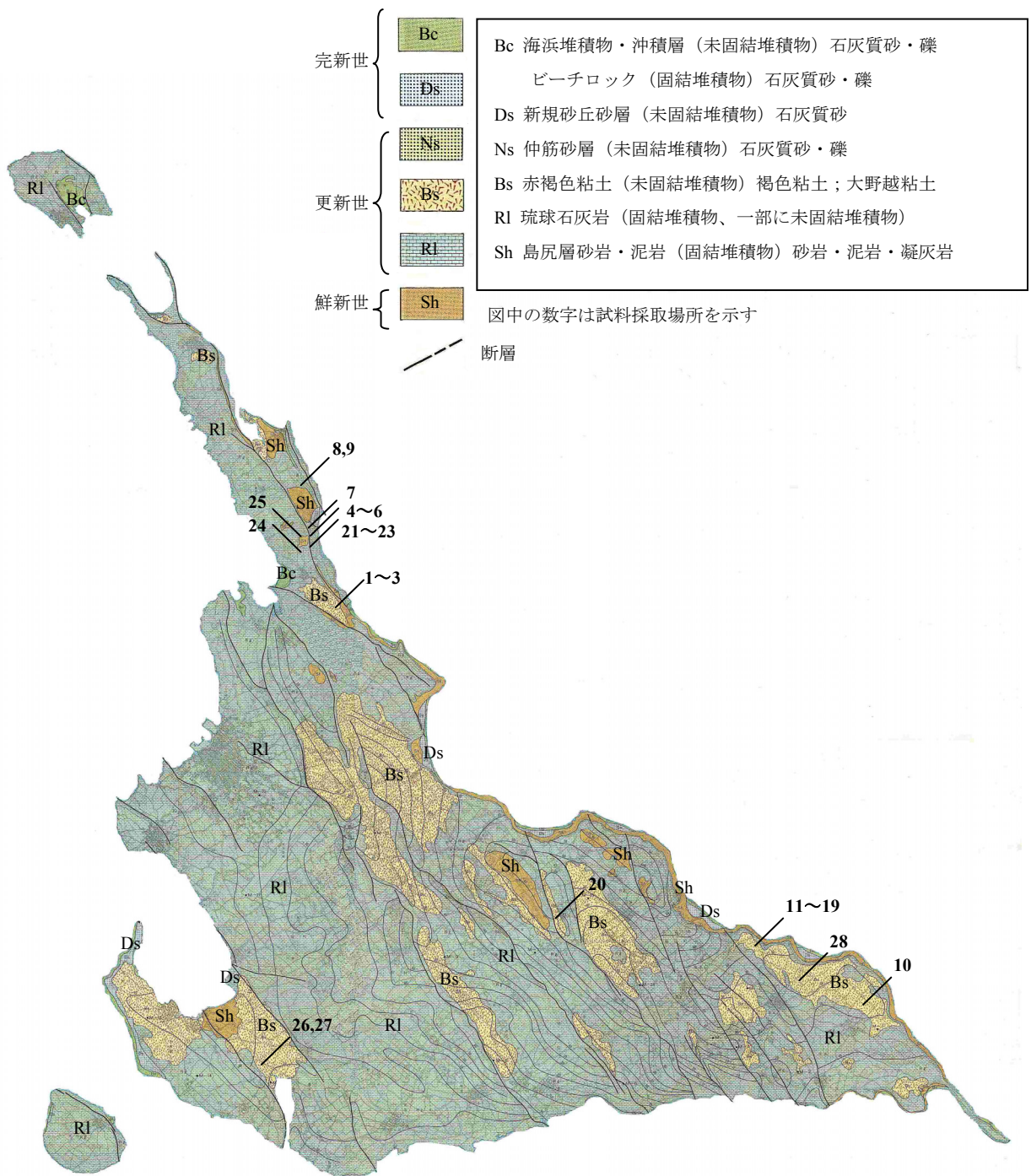


図1 宮古島 表層地質図および試料採取場所 出典：土地分類基本調査図（表層地質図）宮古島<sup>5)</sup>

表1 採取試料

No.	場所		外観	備考
	市町村	地域名		
1	宮古島市	西原	粘土	のり面
2	宮古島市	西原	約10cmの団塊	団塊表面の砂
3	宮古島市	西原	約10cmの団塊	団塊内部
4	宮古島市	大浦	約5cmの薄板状	薄板表面の砂
5	宮古島市	大浦	約5cmの薄板状	表面の砂 除去
6	宮古島市	大浦	砂質	
7	宮古島市	島尻	砂質	
8	宮古島市	島尻	岩石	No.9の母岩か
9	宮古島市	島尻	砂混じり粘土	陶器業者の原土
10	宮古島市	保良	れき混じり粘土	サウキビ畑の土
11	宮古島市	新城	粘土	のり面、黒色まじり粘土
12	宮古島市	新城	約10cmの団塊	黒色表面
13	宮古島市	新城	約10cmの団塊	団塊内部
14	宮古島市	新城	粘土	灰白色部分に選り分け
15	宮古島市	新城	粘土	灰白色粘土
16	宮古島市	新城	粘土	下層の泥岩近く
17	宮古島市	新城	粘土	頁岩
18	宮古島市	新城	約5cmの扁平	マンガン系
19	宮古島市	新城	約5cmの扁平	鉄系
20	宮古島市	長間	砂混じり粘土	窯跡近く
21	宮古島市	大浦	砂混じり粘土	石灰岩層の下層
22	宮古島市	大浦	粘土	石灰岩層の下層、泥岩
23	宮古島市	大浦	粘土	石灰岩層の真下
24	宮古島市	狩俣	砂混じり粘土	サウキビ畑横の斜面
25	宮古島市	狩俣	粘土	赤白まじり
26	宮古島市	洲鎌	粘土	黄灰色
27	宮古島市	洲鎌	粘土	黄灰色、赤色まじり
28	宮古島市	新城	砂混じり粘土	提供を受けた土

### 2-3 化学組成及び強熱減量

化学組成、強熱減量の測定は、採取した試料をアルミカップに適量取り 105℃で十分に乾燥した後、めのう乳鉢を用いて粉碎し測定に供した。なお、No.2, No.3 西原の団塊状試料、No.4, No.5 大浦の薄板状試料、No.12, No.13 新城の団塊状試料は、手選別やリユーター等の工具にて試料表面部と試料内部にそれぞれ分け測定に供した。

強熱減量は前処理を行った測定用試料を磁製るつばに約 1g 量り取り、電気炉を用いて 1050℃で 3 時間強熱した。デシケーター中で放冷後重量を量り、その減量から強熱減量(%)を算出した。

化学組成は、測定用試料をルーズパウダー法専用容器に詰め、エネルギー分散型蛍光 X 線分析装置 (SPECTRO xepos) を用いて、FP 法による半定量分析により測定した<sup>9)</sup>。測定成分は主要 9 成分 (SiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、TiO<sub>2</sub>、CaO、MgO、Na<sub>2</sub>O、K<sub>2</sub>O、MnO) と SO<sub>3</sub> の合計 10 成分とした。

### 2-4 鉱物組成

試料は化学組成測定用に粉碎したものを測定に供した。鉱物組成は、島津製作所 X 線回折装置 XD-D1 を用いて粉末法で測定を行った。測定条件は、Cu 管球、30kV、20mA、スキャン速度は 2° /min、2θ が 2~70° で測定を行った。鉱物組成は X 線回折の測定結果および化学組成から推定を行った。

### 2-5 熱分析

試料は化学組成測定用に粉碎したものを測定に供した。熱分析はリガク社製 Thermo plus TG8120 を用いて α-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 標準試料として昇温速度 10℃/min で 1300℃まで DTA-TG を測定した。

### 2-6 呈色

試料は化学組成測定用に粉碎したものを乾燥後の呈色観察用とした。また、強熱減量の測定を行った後の試料を粉碎し、強熱後の呈色観察用とした。

それぞれの呈色は、標準土色帖<sup>7)</sup>に示された標準色と目視で比べて、近似した標準色を以て試料の呈色とした。

### 2-7 耐火度

耐火度はそれぞれの地域を代表する特徴的な試料を選び、振動ミルを用いて微粉碎を行った後、測定に供した。試料の成形は JIS R 2204:1999「耐火物及び耐火物原料の耐火度試験方法」<sup>8)</sup>を参考にした。なお、昇温速度は 100~150℃/hour であった。

## 3 実験結果及び考察

### 3-1 化学組成結果

採取した試料のエネルギー分散型蛍光 X 線分析装置を用いた半定量測定結果を表 2 に示す。

測定した試料中、特に No.5 大浦、No.19 新城はそれぞれ鉄分の含有量が 37.1%、47.4%と多い。また、鉄分とマンガン分を多く含む試料もあり、No.12, No.18, No.19 新城はいずれも鉄分とマンガン分の含有量の和が 20%を超えるため釉薬原料として使えることを示唆している。

また、カルシウム分が多い試料として No.2, No.3 西原、No.8 島尻があげられる。ただ鉄分を含んでいるため、有色系の釉薬原料 (溶材) として使用可能と思われる。

硫酸分は No.1, No.2 西原、No.10 保良、No.18, No.19, No.28 新城の試料に多く含まれている。多くの硫酸分を含む原料を素地として利用する際は、白華現象が懸念されるため注意が必要である。

### 3-2 鉱物組成結果

試料の X 線回折分析結果から、鉱物組成の推定を行った。今回の測定では粉末法のための測定のため、確定できない粘土鉱物があるが、推定される鉱物組成を表 2 に示す。一部の試料に 2θ 18.2℃付近にピークが認められ、ギブサイト<sup>9)</sup>と推定した。代表例として、図 2 に灰白色粘土 (試料 No.15) の X 線解析図を示す。また、鉄分の多い試料にはゲータイト、カルシウム分の多い試料ではカルサイトのピークが認められた。

表2 試料分析結果まとめ

No.	化学組成(%)													主要鉱物										乾燥後の呈色			強熱後の呈色			耐火度	
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	MnO	SO <sub>3</sub>	L.O.I.	Q	K	M	Ch	F	Gib	Cal	Goe	その他	色相	明度	彩度	色名	色相	明度	彩度	色名	色相		明度
1	67.6	13.4	5.5	0.9	5.09	2.9	1.1	2.6	0.09	0.19	6.9	◎	×	△	△	△	△	△	△	△	5Y	7	1	灰白	5YR	5	8	明赤褐			
2	55.9	11.5	8.7	0.9	16.91	2.3	0.6	2.2	0.31	0.17	13.6	◎	×	△	△	△	△	△	△	△	2.5Y	7	3	浅黄	7.5YR	7	8	黄橙			
3	44.1	9.1	6.5	0.9	33.39	1.9	0.4	1.8	1.45	0.05	19.3	◎	×	△	△	△	△	△	△	△	2.5Y	7	3	浅黄	2.5Y	7	3	浅黄			
4	78.3	10.3	5.0	0.5	0.45	1.3	1.1	2.5	0.10	0.06	2.8	◎	×	×	×	×	×	×	×	×	2.5Y	7	4	浅黄	2.5YR	5	8	明赤褐			
5	50.5	7.2	37.1	0.4	0.62	0.8	0.1	1.9	0.21	0.06	6.7	◎	×	△	△	△	△	△	△	△	10YR	6	6	明黄褐	5YR	3	6	暗赤褐			
6	79.8	10.1	3.8	0.5	0.52	1.3	1.1	2.6	0.05	0.03	2.7	◎	×	△	△	△	△	△	△	△	2.5YR	8	3	淡黄	2.5YR	5	8	明赤褐			
7	74.8	12.4	4.6	0.7	1.63	1.7	0.8	2.7	0.04	0.06	4.5	◎	×	△	△	△	△	△	△	△	2.5Y	8	3	淡黄	2.5YR	5	8	明赤褐			
8	28.9	8.7	5.5	0.6	53.26	1.4	0.1	1.3	0.11	0.05	28.9	◎	×	△	△	△	△	△	△	△	2.5Y	8	2	灰白	2.5Y	7	4	浅黄			
9	74.2	14.2	5.7	0.7	0.56	1.3	0.5	2.1	0.07	0.08	5.9	◎	×	△	△	△	△	△	△	△	2.5Y	7	4	浅黄	2.5YR	5	8	明赤褐			
10	43.7	29.2	17.9	1.9	0.23	1.7	0.4	3.2	0.21	0.23	13.8	◎	△	△	△	△	△	△	△	△	10YR	7	4	に濃い黄橙	2.5YR	4	6	赤褐			
11	41.3	29.8	19.0	1.9	0.60	1.9	0.4	3.3	0.30	0.08	13.3	△	△	△	△	△	△	△	△	△	2.5Y	7	4	浅黄	2.5YR	4	6	赤褐			
12	39.4	29.1	17.2	1.7	0.79	1.8	0.7	3.1	4.50	0.06	14.1	△	△	△	△	△	△	△	△	△	2.5Y	5	4	黄褐	10YR	2	2	黒褐			
13	40.5	30.4	18.4	1.7	0.70	1.8	0.5	3.3	1.05	0.07	13.6	△	△	△	△	△	△	△	△	△	2.5Y	7	4	浅黄	7.5YR	3	4	暗褐			
14	50.1	34.4	4.5	2.0	0.68	2.2	1.1	3.7	0.04	0.13	12.7	○	△	△	△	△	△	△	△	△	2.5Y	8	2	灰白	10YR	3	3	浅黄橙			
15	48.3	34.1	7.0	1.9	0.68	2.1	1.0	3.6	0.04	0.12	13.5	△	△	△	△	△	△	△	△	△	10YR	8	3	浅黄橙	7.5YR	8	6	浅黄橙			
16	62.7	19.2	8.0	1.1	1.06	2.8	0.5	4.0	0.06	0.02	6.5	◎	×	△	△	△	△	△	△	△	2.5Y	8	4	淡黄	2.5YR	5	8	明赤褐			
17	61.2	17.9	7.4	1.1	5.13	2.6	0.4	3.6	0.13	0.03	8.6	◎	×	△	△	△	△	△	△	△	2.5Y	8	3	淡黄	2.5YR	5	8	明赤褐			
18	35.2	24.1	19.1	1.5	0.68	1.4	0.1	2.5	14.00	0.19	15.3	△	×	△	△	△	△	△	△	△	2.5Y	4	3	オリーブ褐	7.5YR	2	1	黒			
19	26.2	15.1	47.4	1.0	0.17	0.8	0.1	1.5	6.28	0.32	13.1	△	×	△	△	△	△	△	△	△	10YR	4	4	褐	7.5YR	1.7	1	黒			
20	65.0	17.8	8.1	1.1	1.07	2.4	0.8	3.0	0.10	0.09	7.6	◎	×	△	△	△	△	△	△	△	2.5Y	7	3	浅黄	2.5YR	5	8	明赤褐			
21	61.5	20.6	9.2	1.1	0.24	2.3	1.3	3.2	0.05	0.12	9.1	◎	×	△	△	△	△	△	△	△	2.5Y	7	4	浅黄	2.5YR	5	8	明赤褐			
22	62.5	16.1	8.0	1.1	5.36	2.3	0.7	3.1	0.16	0.07	8.4	◎	×	△	△	△	△	△	△	△	2.5Y	8	4	淡黄	5YR	4	8	赤褐			
23	64.3	17.8	8.3	1.1	1.22	2.5	0.8	3.2	0.11	0.05	6.7	◎	×	△	△	△	△	△	△	△	2.5Y	8	4	淡黄	2.5YR	4	6	赤褐			
24	74.9	13.7	5.8	0.7	0.14	1.2	0.6	2.3	0.02	0.10	5.7	◎	×	△	△	△	△	△	△	△	2.5Y	8	4	淡黄	2.5YR	5	8	明赤褐			
25	69.0	17.7	6.0	1.0	0.15	2.1	0.7	3.0	0.02	0.07	5.8	◎	×	△	△	△	△	△	△	△	2.5Y	8	3	淡黄	2.5YR	5	8	明赤褐			
26	64.2	21.5	5.8	1.2	0.40	2.3	0.8	3.4	0.02	0.06	8.4	◎	△	△	△	△	△	△	△	△	2.5Y	8	2	灰白	5YR	6	8	橙			
27	61.9	21.2	8.9	1.3	0.33	2.1	0.5	3.2	0.02	0.11	9.4	◎	△	△	△	△	△	△	△	△	10YR	8	4	浅黄橙	2.5YR	5	8	明赤褐			
28	55.0	24.0	12.1	1.5	0.21	1.9	0.8	3.3	0.19	0.18	9.8	◎	△	△	△	△	△	△	△	△	2.5Y	7	6	明黄褐	2.5YR	4	6	赤褐			

L.O.I.は強熱減量を示す

Q:石英 K:カオリン鉱物 M:雲母粘土鉱物 Ch:緑泥石  
F:長石 Gib:ギブサイト Cal:カルサイト Goe:ゲーサイト

◎:とても強い ○:強い △:弱い ×:とても弱い

### 3-3 熱分析結果

鉱物組成の結果より、一部の試料にギブサイトが含まれていると推定した。熱分析はギブサイトの検出感度に対して、X線回折法より遥かに高い<sup>10)</sup>ため、熱分析をおこないギブサイトの確認を試みた。代表例として、灰白色粘土(試料 No.15)の熱分析結果を図3に示す。

TG-DTA 曲線における 265℃、490℃付近をピークとする減量を伴う吸熱反応が認められた。前者がギブサイトに起因する<sup>10)</sup>と想定され、鉱物組成の結果からもギブサイトが含まれていると考える。後者はカオリン鉱物の構造水の脱水の離脱に起因する<sup>10)</sup>と想定される。また、925℃付近に小さな発熱ピークが認められた。

### 3-4 呈色結果

呈色結果を表2に示す。宮古島の試料は、鉄分を豊富に含むことから、化学組成の結果から予想されたように焼成後は赤褐色などを呈する。

有色原料では、鉄分の量が彩度に影響を与えている。鉄分が多ければ濃い褐色となる<sup>11)</sup>。また、今回マンガンも多く含む試料(No.12, No.18, No.19 新城)があったが、これを焼成すると黒色になった。

### 3-5 耐火度結果

試験場報告において、一部の試料は水ひをおこなった後で耐火度を測定している。今回の測定では JIS を参考に原土のまま粗い粒子もすべて粉碎して試験を行った。

今回、耐火度試験を行った 11 試料では、SK31 を超す試料は確認できず、鉱業法で規定される耐火粘土は認められなかった。ただし、一般には SK26 以上の粘土を総称して耐火粘土と呼ぶが<sup>12)</sup>、No.15 新城の試料が SK27+であり耐火粘土に相当する。

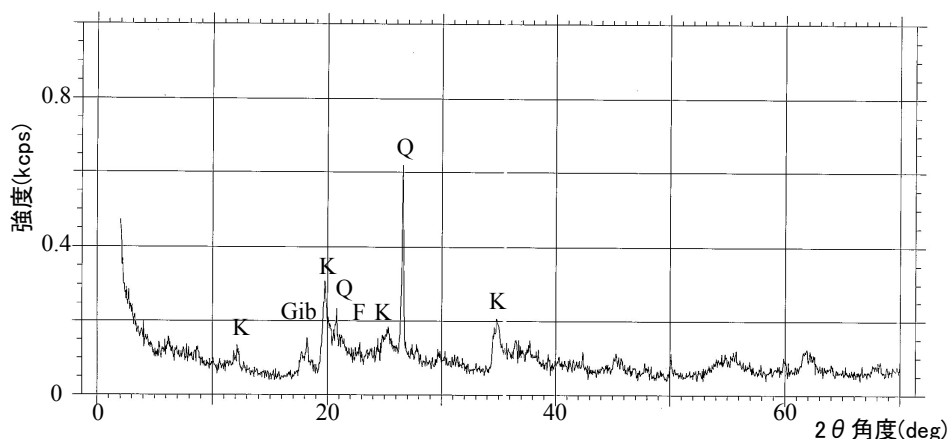


図2 灰褐色粘土(試料 No.15)のX線回折図

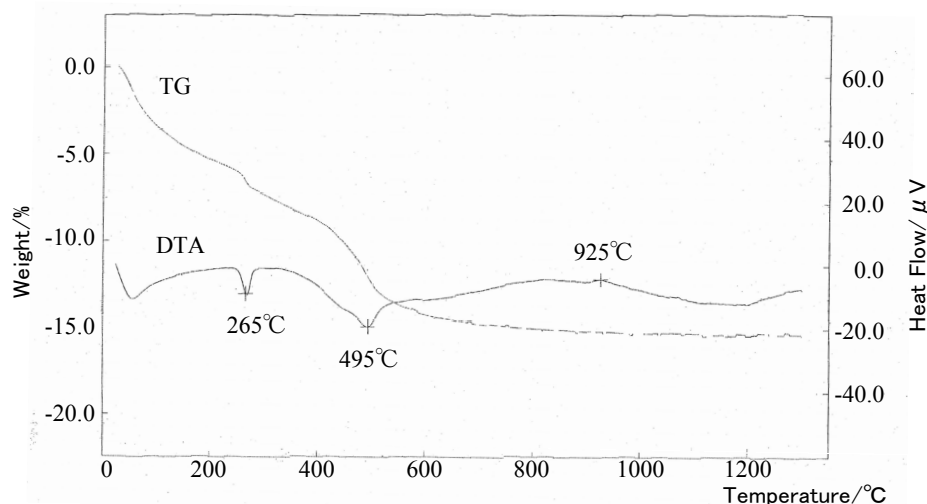


図3 灰褐色粘土(試料 No.15)のTG-DTA曲線図

### 3-6 採取試料の窯業原料としての可能性

#### ①宮古島南部の島尻層群試料（南部；大浦より南）

島尻層群は大神島層、城辺層、平安名層に区分され、宮古島南部（大浦より南）には、大神島層上部、城辺層及び平安名層が分布する<sup>2)</sup>。今回の調査ではこれらの地層の境界を確認することができなかつたため、宮古島南部の島尻層群は一括して島尻層として考察する。島尻層は、主として北東部から南東部を経て南部に達する海岸線に沿った帯状の分布や洲鎌部落周辺などに小分布がみられ、岩質は砂岩やシルト岩、泥岩などからなる<sup>2)</sup>。

No.1 西原、No.16 新城の試料が泥岩質、No.17 新城の試料は層理面があるため頁岩質であり、沖縄本島の泥岩（クチャ）に相当する。泥岩は粘土質のため粘りはあるが、粒度がかなり細かく単味試料では成形性が悪い<sup>3)</sup>。よって、試験場報告では後述する島尻層の砂岩を加えて、成形性の向上をはかった配合素地の検討をおこない、酸化焼成（焼成温度 1,150℃）において十分使用に耐える素地を得ている。今回採取した泥岩の耐火度は SK10（試料 No.16）、SK6a+（試料 No.17）である。それぞれの化学組成を比較すると、カルシウム分の量に大きな違いがあり（試料 No.16:1.06%、No.17:5.13%）、カルシウム分が耐火度に寄与していると推測する。沖縄本島の泥岩（クチャ）の耐火度は SK1a+から SK6a+であり<sup>13)</sup>、今回採取した泥岩の耐火度は比較的高いといえる。また、硫酸分の量にも違いがあり No.1 西原の試料には 0.19%の硫酸分が含まれるため、白華現象に注意が必要である。窯業原料として泥岩を利用する場合は、沖縄本島の泥岩同様、採取場所により耐火度や硫酸分のばらつきが想定されるため、事前に焼成試験を行うなどの管理が重要である。島尻層の泥岩は旧城辺町西里添から北方へ通じる基幹農道（現在は県道）沿いの台地表面に直接露出しており<sup>14)</sup>、島内の陶磁器業者が使用する量としては十分賦存していると判断する。

試料 No.16, No.17 の泥岩を採取した新城の法面において、泥岩層の上位層にあたる層厚数 m の赤色粘土層に挟まれた灰白色粘土層（試料 No.14, No.15）を確認した。灰白色粘土層は厚さ数 10cm 程度の簿層で産出している。灰白色粘土の鉄分は、試料 No.15 で 7.0%、灰白色部分を選り分けた試料 No.14 でも 4.5%含むため焼成後の呈色は浅黄橙色であり、白色系の窯業原料としての利用は困難である。ただし、灰白色粘土は耐火度が SK27+（試料 No.15）あり、一般に言われる耐火粘土に該当する（鉱業法で規定される耐火粘土は SK31 以上）。主要鉱物は化学組成、鉱物組成、熱分析より石英、カオリン鉱物、長石、ギブサイトからなると推定した（試料 No.15）。県内の代表的な耐火度粘土である前兼久粘土は主要鉱物と

して石英、カオリン鉱物、雲母粘土鉱物からなる<sup>15)</sup>。灰白色粘土はギブサイトを有することに特徴があり、採取した試料の中ではアルミナ質（ギブサイト）を比較的豊富に含むため、耐火度が高いと推測する。

灰白色粘土層を挟む赤色粘土の一部として、赤色粘土の割れ目を充填し、一部黒色（ゲータイト）に色付いた黒色混じり粘土（試料 No.11）を採取した。試料 No.11 は黒色部分によって鉄分が比較的豊富に含まれている（Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 19.0%）。灰白色粘土を窯業原料として採取する際は、赤色粘土や黒色混じり粘土が混ざる可能性が高く、媒溶剤としてはたらくと想定される鉄分量が増えるため耐火度は低くなることが予想される。実際、保良で採取したれき混じり粘土（試料 No.10）は灰白色粘土同様ギブサイトを含むが（Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 29.2%）、ゲータイトも含むため鉄分量（Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 17.9%）が多く、耐火度は灰白色粘土より低い SK19 である。よって、窯業原料として採取し使用する際は注意して扱う必要がある。灰白色粘土は宮古島南部の泥岩層の上位層にあたるため、前記した島尻層の泥岩が産出する地点を中心に分布する可能性がある。灰白色粘土の特徴を生かした利用法については、焼成試験などを行い今後検討していく必要があると考える。

新城の法面付近において、一辺の大きさ約 100mm で表層面の一部が黒色な団塊（試料 No.12, No.13）、法面の最上位層である地表にあたる畑からは約 50mm 幅の板状物（試料 No.18, No.19）を採取した。試料 No.11 と同じように、団塊表面の一部が黒色に色付いている団塊表面の黒色部（試料 No.12）の化学組成・主要鉱物を分析したところ黒色部は鉄分を 17.2%、マンガンを含ん でいた。畑から採取した板状物も鉄分やマンガン豊富に含んでいた（試料 No.18:Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 19.1%, MnO 14.00%、試料 No.19: Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 47.4%, MnO 6.28%）。これは風化作用によって溶け出された鉄分等が、試料 No.11, No.12 のように堆積性粘土の割れ目や表面に溜まり吸着・凝集され、さらに長時間堆積することにより試料 No.18, No.19 のようにマンガンや鉄分量が増え、そして硬くなった（コンクリーション）と推察する。鉄分やマンガンを多量に含むため、試料 No.11, No.12, No.13, No.18, No.19 はそれぞれ釉業原料としての利用可能性がある。

西原では琉球石灰岩の下層にあたる層から大きさ約 100mm の団塊状のコンクリーションを採取した。団塊の表面部（試料 No.2）と内部（試料 No.3）の化学組成・主要鉱物を比較したところ、炭酸カルシウムが集まりコンクリーション化していると判明した。石灰源として用いるには団塊がかなり硬く粉砕しづらく、釉業原料の一部など窯業的な利用は限られると判断する。

②宮古島北部の島尻層群試料（北部；大浦より北）

宮古島北部（大浦より北）に分布する島尻層群は下部層準を構成する大神島層だけである<sup>4)</sup>。大神島層は宮古北部海岸の平瀬尾願崎から島尻部落北岸にかけての海食崖・大神島周辺・池間島東方台地および山地地形を形成する東側断層崖に帯状の分布がみられ、岩質は砂岩、シルト岩、泥岩等からなる<sup>4)</sup>。

採取した試料の中では、No.6 大浦、No.7 島尻の試料が砂質の粘土であり、大神島層を構成する砂岩に由来する試料と想定される。耐火度はSK9（試料 No.6）で若干弱く、砂質のため粘りもほとんどない。そのため、窯業原料としての利用は試験場報告で検討されたように、泥岩に適量加え素地とする前記した方法等に限定されると判断する。

大浦で採取した No.22 の試料は泥岩質のため、窯業原料としては沖縄本島の泥岩（クチャ）に相当すると推測する。

大浦で採取した砂質の粘土（試料 No.6）表面に出っ張ってみえた‘きくらげ様’の試料 No.5 も、鉄分が吸着・凝集し風化に強いコンクリーション（Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 37.1%）として残ったものである。鉄分を多量に含むため、釉薬原料としての利用可能性がある。

③宮古島大野越粘土など

大野越粘土は、島尻層群のシルト岩・砂岩及び琉球層群の石灰岩などの風化砕屑物が粘土化したものである<sup>2)</sup>。

試験場報告では、宮古島に賦存する粘土資源を窯業原料として利用する場合、島尻層の二次堆積物で淘汰の良い粘土層をジャーガル系に分類している。今回の試料では、瓦の破片が散在する窯跡近くの畑から採取した長間の粘土（試料 No.20）が、ジャーガルに相当すると考える。長間の粘土の外観は表土が風化によりわずかに褐色を帯びた灰色を示しており、砂混じり粘土で粘りがあり、耐火度はSK10のため若干弱い。ただし、耐火度の高い他の粘土を配合することにより焼成温度（耐火度）は調整できるため、沖縄本島のジャーガル系粘土と同様に焼き締め用の原料として利用できる可能性がある。

また、試験場報告では大野越粘土層の二次堆積物で淘汰の良い粘土層を赤色まだら状粘土と称し分類している。今回の試料では、旧下地町の洲鎌で採取した粘土（試料 No.26, No.27）が赤色まだら状粘土に相当すると考える。洲鎌で採取した粘土の外観は黄褐、灰白、赤色まだら状である。まだら状のため堆積後に風化したと考えられるが、二次堆積物かは不明である。淘汰の良い粘土質で砂礫を含まず、ねばりが十分ある。耐火度はSK13（試料 No.27）である。地元陶芸家の話によると、洲鎌で採取し

た粘土は試験場報告で分類された赤色まだら状粘土同様に窯業原料として使用でき、採取地付近一帯に分布するとのことであるが詳細な分布状況は不明である。文献<sup>14)</sup>では旧下地町に洲鎌粘土と呼ばれる粘土が与那覇湾海底下まで延び最大12mにも達するとある。ただし、洲鎌粘土が採取した粘土に相当するか現時点では不明であり、賦存量に関しては今後の調査が必要である。

宮古島の陶器製造業者は、島尻（試料 No.9）や新城（試料 No.28）などから採取した砂混じり粘土を陶器の原料として利用している。ねばりは弱く、耐火度はそれぞれSK13（試料 No.9）、SK15（試料 No.28）である。耐火度だけで判断すると、今回採取した試料では保良のれき混じり粘土（試料 No.10）、新城の粘土（試料 No.15）、狩俣の砂混じり粘土（試料 No.24）、洲鎌の粘土（試料 No.27）の耐火度がSK13以上のため既存原料の代替として使える可能性がある。島尻層や大野越粘土に由来すると推定されるこれらの粘土の分布地域は限られる<sup>5)</sup>が、島内の陶磁器業者が使用する量としては十分賦存していると判断する。しかしながら、今後も賦存地の住宅化、農地改良等が進むと従来よりも粘土が採取しづらい状況が予想されることから、原料確保について検討する必要があると思われる。

表3 採取試料の特性と予想される用途

No.	地域名	特性	予想される用途	備考
1	西原	クチャ	素地	低火度用
2	西原	Ca多い	釉薬(溶材)	採取量少ない
3	西原	Ca多い	釉薬(溶材)	
4	大浦			
5	大浦	Fe多い	釉薬(着色材)	
6	大浦	砂質	素地	例 クチャ混合
7	島尻	砂質	素地	例 クチャ混合
8	島尻	Ca多い	釉薬(溶材)	
9	島尻	-	-	業者の原土
10	保良		素地	硫酸分多い
11	新城	Fe多い	釉薬(着色材)	
12	新城	Fe,Mn多い	釉薬(着色材)	採取量少ない
13	新城	Fe多い	釉薬(着色材)	
14	新城	耐火粘土	素地	火度調整用
15	新城	耐火粘土	素地	火度調整用
16	新城	クチャ	素地	低火度用
17	新城	クチャ	素地	低火度用
18	新城	Fe,Mn多い	釉薬(着色材)	
19	新城	Fe,Mn多い	釉薬(着色材)	
20	長間	ジャーガル	素地	
21	大浦			
22	大浦	クチャ	素地	低火度用
23	大浦			
24	狩俣		素地	
25	狩俣			
26	洲鎌	赤色まだら	素地	
27	洲鎌	赤色まだら	素地	
28	新城	-	-	業者の原土

#### 4 まとめ

宮古島の窯業原料を調査するため、試料採取と分析を行い、窯業原料としての基礎特性（化学組成、鉱物組成、呈色、一部熱分析と耐火度）を評価した。

その結果、試験場報告にある当時の採取地点近郊などで、当時採取した島尻層の砂岩（大浦や島尻の砂質）や泥岩（西原、新城、大浦の粘土）を採取し、また、ジャーガル系の粘土（長間の粘土）や赤色まだら状粘土（洲鎌の粘土）に相当すると考えられるそれぞれの粘土を採取し、基礎特性を再確認した。

新城の法面において、島尻層の泥岩の上位層にあたる層から一般に言われる耐火粘土に該当する灰褐色粘土（SK27+）を確認した。灰褐色粘土はギブサイトを含む。ギブサイトによりアルミナ質に富むことが要因となり、耐火度が高いと考える。その特徴を生かした利用法については、焼成試験などを行い今後検討していく必要がある。また、灰褐色粘土は泥岩が産出する地点を中心に分布する可能性があり、今後の調査が望まれる。

鉄やマンガンを豊富に含んだ原料を様々な地点から採取することができた。これらは釉薬原料等への利用が見込まれる。

#### 5 謝 辞

今回の宮古島について調査を行うにあたり、地元自治体、地元陶芸家、土壤に関する有識者の方々より貴重な情報を頂きました。ここに感謝の意を表します。また、分析用原料を提供して頂いた方々に感謝致します。

#### 6 参考文献

- 1) やちむん会, 図録沖縄の古窯, 70(1979)
- 2) 矢崎清貫, 大山桂, 地域地質研究報告 5 万分の 1 図福宮古島(19)第 4 号宮古島地域の地質(1980)
- 3) 宜野座俊夫, 与座範弘, 花城可英, 照屋善義, 工業試験場昭和 58 年度業務報告, 83-99(1983)
- 4) 矢崎清貫, 大山桂, 地域地質研究報告 5 万分の 1 図福宮古島(19)第 3 号宮古島北部地域の地質(1979)
- 5) 沖縄県, 土地分類基本調査図(表層地質図), 宮古 (1984)
- 6) 花城可英, 新里美須々, 中村英二郎, 沖縄県工業技術センター研究報告, 9, 107-110(2007)
- 7) 小山正忠, 竹原秀雄編著, 「新版標準土色帖」, 日本色研事業(2006)
- 8) JIS R 2204 耐火物及び耐火物原料の耐火度試験方法(1999)
- 9) 日本セラミックス協会, セラミックス工学ハンドブック 技報堂出版, 2363(1989),

- 10) 日本粘土学会, 粘土ハンドブック 第二版, 技報堂出版, 664-666(1994)
- 11) 中村英二郎, 赤嶺公一, 宮城雄二, 花城可英, 与座範弘, 沖縄県工業技術センター研究報告, 11, 55-60(2009)
- 12) 素木洋一, 陶芸セラミックス辞典, 技報堂出版, 592(1982)
- 13) 沖縄県工業試験場, 地域鉱物資源の利用技術と開発研究, 53(1990)
- 14) 沖縄県, 土地分類基本調査宮古地域「宮古島」5 万分の 1 簿冊(1984)
- 15) 中村英二郎, 赤嶺公一, 宮城雄二, 花城可英, 与座範弘, 沖縄県工業技術センター研究報告, 10, 43-54(2008)



編 集 沖縄県工業技術センター

発 行 沖縄県工業技術センター

〒904-2234 沖縄県うるま市字州崎 12 番 2

TEL (098)929-0111

FAX (098)929-0115

URL : <http://www.pref.okinawa.jp/site/shoko/kogyo/>

著作物の一部および全部を転載・翻訳される場合は、当センターにご連絡ください。