

窯業原料調査（その6）

（西表島地域）

赤嶺公一、中村英二郎、赤嶺欣哉、花城可英、与座範弘

沖縄県工業技術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、離島地域より試料を採取し、窯業原料としての評価を行っている。今回は西表島地域の未調査及び既に窯業原料として利用されている地点から試料を採取し、窯業原料としての基礎特性（化学組成、鉱物組成、呈色、耐火度等）を明らかにした。また、硫化鉱物を含む試料について遠心分離・水洗い処理による削減効果を検討した結果、一部の試料について硫黄分と鉄分の減少が認められた。

1 はじめに

西表島は八重山諸島の一島で、面積約284km²、琉球列島の中で、沖縄・大島・屋久・種子の諸島につぐ、5番目に大きい島である¹⁾。西表島は主として先第四系基盤岩類の八重山層群で構成され、地質系統は下記に大別されている¹⁾²⁾。

完新統堆積物（新时期砂丘砂層など）	（完新統）
段丘堆積層、琉球石灰岩	（更新統）
祖納礫岩、八重山層群（A～G層）	（新第三紀）
野底層、宮良川層	（古第三紀）
トムル層	（中生代）

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55年に実施された「石垣島・西表島の窯業原料について」の報告がある³⁾。この報告では、西表島内において八重山層群F層上に堆積する堆積性粘土と推定される試料を採取分析し窯業原料として有用であると報告されている。

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、これまでの報告、地質図¹⁾²⁾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、現地で行った。

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、一部の試料は耐火度を測定した。化学組成、鉱物組成の結果より、一部の試料にパイライト等の硫化鉱物が含まれていると推定した。硫化鉱物を含む原料は、焼成すると白華現象やピンホールが懸念される。このため、遠心分離・水洗い処理による硫化鉱物の削減効果についての検討をおこなった。

2 実験方法

2-1 試料の採取方法

試料採取はスコップ、ハンマー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。

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、これまでの報告に記述されている採取地近郊にて粘土試料の採取を試みた。さらに、地質図上¹⁾²⁾、八重山層群などの地質に区分されている地点など西表島を構成する各種地層からの粘土採取を試みた。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。

表1 採取試料

No.	場所		外観	備考
	市町村	地域名		
1	竹富町	古見	岩石	相良川、真岩か
2	竹富町	古見	れき混じり粘土	相良川、石英粒まじり
3	竹富町	古見	岩石	相良川、表層から1.5m下、劈開
4	竹富町	古見	鬼板	相良川、No.2の下層
5	竹富町	古見	粘土	相良川泉道沿い、窪地
6	竹富町	古見	砂質	古見工事現場の法面、砂岩風化物
7	竹富町	古見	岩石	泉道沿い、古見工事現場の北
8	竹富町	古見	岩石	真岩か
9	竹富町	古見	砂岩	No.8の下層
10	竹富町	古見	砂岩	劈開、地表から
11	竹富町	美原	砂混じり粘土	相良川泉道沿い
12	竹富町	美原	砂混じり粘土	No.11の北側、泉道沿い、表層下30cm
13	竹富町	美原	チャート	No.12の層に入っていた
14	竹富町	美原	砂混じり粘土	泉道沿い
15	竹富町	美原	岩石風化物	野底層の風化物か
16	竹富町	野原	岩石	干枚岩
17	竹富町	野原	岩石	干枚岩、泉道沿い、トムル層か
18	竹富町	高那	流紋岩	高那、グリーンタフに脈として入る
19	竹富町	高那	砂混じり粘土	平川橋近く、灰白色岩脈
20	竹富町	祖納	粘土	灰白色、層厚20cm
21	竹富町	祖納	粘土	No.20近くの赤黄色混じり粘土
22	竹富町	上原	砂岩	石灰岩の下層
23	竹富町	上原	粘土	牧場近く、小川沿い
24	竹富町	上原	砂	ホテル近くの海岸、鳴き砂
25	竹富町	祖納	砂混じり粘土	祖納旧集落の山
26	竹富町	仲間川河口	砂混じり粘土	仲間川河口、陶器用粘土、提供物
27	竹富町	白浜	砂混じり粘土	髪洗い粉の粘土、小川沿い
28	竹富町	浦内川	砂岩	浦内川、林道（炭鉱跡）
29	竹富町	ゲータ川	砂岩	ゲータ川東側、泉道沿い
30	竹富町	上原	粘土	上原小学校近く、灰白色、層厚20cm
31	竹富町	上原	粘土	上原小学校近く
32	竹富町	高那	粘土	高那、粘土
33	竹富町	高那	岩石風化物	高那、量的に豊富
34	竹富町	上原	粘土	陶器製造業者提供
35	竹富町	上原	銻石	陶器製造業者提供

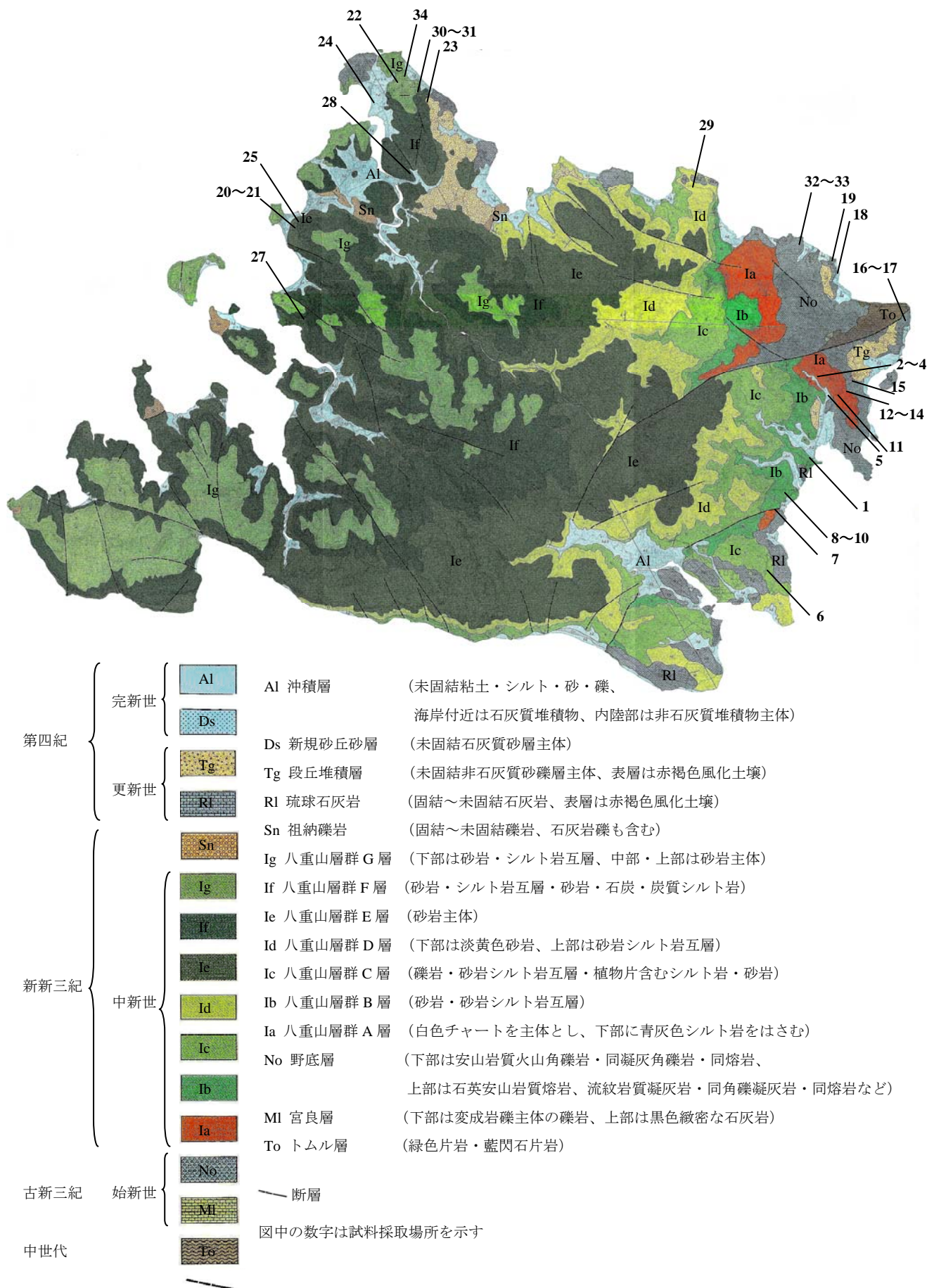


図1 西表島 表層地質図および試料採取場所 出典：土地分類基本調査図（表層地質図）西表島²⁾

2-3 化学組成及び強熱減量

採取した試料を 105℃で乾燥した後、サイクロミルを用いて粉碎した試料を化学組成、強熱減量の測定に供した。強熱減量は電気炉を用いて 1050℃で 3 時間強熱した後、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⁴⁾。測定成分は主要 9 成分 (SiO₂、Al₂O₃、Fe₂O₃、TiO₂、CaO、MgO、Na₂O、K₂O、MnO) と SO₃ の合計 10 成分とした。

2-4 鉱物組成

化学組成測定用試料を鉱物組成測定に供した。鉱物組成は、X 線回折装置 (株式会社リガク Ultima IV) を用いて粉末法で測定を行った。測定条件は、Cu 管球、40kV、30mA、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 呈色

化学組成測定用試料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⁵⁾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。

2-6 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、粗い粒子を除くことなくサイクロ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」⁶⁾を参考にした。なお、昇温速度は 150℃/hour である。

2-7 遠心分離・水洗い処理

パイライトが含まれていると推定した粘土試料 No. 32、その風化過程にあると考えられる岩石風化物 No.33 について遠心分離・水洗い処理による硫化鉱物の削減効果を調べた。

試料 No.32 は粗粉碎、試料 No.33 はスタンプミルにて粉碎したものを試料とした。試料 50g に純水 450ml を加え、ガラス棒で攪拌。さらに振盪機にて 20 分間処理し、6,000rpm で 10 分間遠心分離器にかけた後、沈降物の上部を採取し遠心分離処理とした。水洗い処理として、水を交換し同様の処理を 2 回繰り返した。

遠心分離・水洗い処理前後の試料について、化学組成

と鉱物組成を測定し硫化鉱物の削減効果を調べた。

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 線分析装置での半定量測定結果を表 1 に示す。

ほとんどの試料は SiO₂、Al₂O₃ を主成分とするものであったが、試料 No.4、No.16 は SiO₂ と Fe₂O₃ を、試料 No.35 は Fe₂O₃ を主体とする試料であった。それぞれ、Fe₂O₃ を 24.7% (試料 No.4)、19.5% (試料 No.16)、74.7% (No.35) 含むことから顔料として利用可能であると考えられる。SiO₂ の含有量が多い試料は試料 No.13 であった。試料 No.13 は直径 30mm の円礫で固く内部は層状をなすことからチャートだと推測する。

硫黄分は平川橋近くで採取した試料 No.19 や高那で採取した試料 No.32,33 に特に多く含まれていた。多くの硫黄分を含む原料を素地や釉薬として利用するさいは、焼成すると白華現象やピンホール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みでの測定のため、確定できない鉱物があるが、推定される鉱物組成を表 2 に示す。鉄分の多い試料にはゲータイトやヘマタイトのピークが認められた。また、硫黄分の多い試料 No.32 にはパイライトのピークとともに、ガラス質のハローが認められた。

3-3 呈色結果

呈色結果を表 2 に示す。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⁷⁾。鉄分を多く含む試料としては、試料 No.4(Fe₂O₃ 24.7%)や試料 No.35(Fe₂O₃ 74.7%)があり、これらを焼成するとそれぞれ赤褐色と黒色になった。鉄分が比較的少ない試料 No.3(Fe₂O₃ 1.2%)や試料 No.7(Fe₂O₃ 1.6%)は焼成後灰白色を呈する。

3-4 耐火度結果

耐火度試験結果を表 2 に示す。

今回、耐火度試験を行った 7 試料のうち、試料 No.20 が最も高い耐火度 (SK20+) を示し、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。

表2 試料分析結果まとめ

No.	化学組成 (%)											主要鉱物					乾燥後呈色					強熱後呈色					耐火度			
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	SO ₃	L.O.I.	Q	K	M	Ch	F	Goe	その他	色相	明度	彩度	色名	色相	明度	彩度	色名		色相	明度	彩度
1	63.4	21.2	1.9	1.1	0.1	1.2	0.5	5.1	0.01	0.03	5.0	◎	×	×	×	×	×	10YR	7	2	2	にぶい黄橙	10YR	8	4	浅黄橙	10YR	8	4	浅黄橙
2	73.6	13.9	5.6	0.5	0.0	0.5	0.3	1.0	0.01	0.09	4.2	◎	◎	×	×	×	×	10YR	7	6	6	明黄褐	2.5YR	6	8	橙	2.5YR	6	8	橙
3	59.5	27.4	1.2	0.8	0.0	0.9	0.6	3.2	0.01	0.04	5.9	◎	△	×	×	×	×	5Y	8	1	1	灰白	2.5YR	8	2	灰白	2.5YR	8	2	灰白
4	51.9	14.0	24.7	0.5	0.0	0.3	0.0	1.0	0.02	0.29	7.1	◎	×	×	×	×	×	7.5YR	5	8	8	明赤褐	2.5YR	5	8	明赤褐	2.5YR	5	8	明赤褐
5	53.4	22.5	9.6	1.2	0.2	1.1	0.7	2.2	0.02	0.44	8.3	◎	×	×	×	×	×	10YR	7	8	6	黄橙	2.5YR	6	6	黄橙	2.5YR	6	6	黄橙
6	67.1	20.7	3.1	1.0	0.0	0.6	0.4	2.3	0.01	0.12	4.3	◎	×	×	×	×	×	10YR	8	6	2	にぶい黄橙	5YR	8	2	灰白	5YR	8	2	灰白
7	69.0	20.5	1.6	0.7	0.2	0.5	0.2	3.1	0.03	0.04	3.8	◎	×	×	×	×	×	10YR	7	2	2	灰黄	2.5YR	5	6	明赤褐	2.5YR	5	6	明赤褐
8	60.6	17.3	6.2	1.0	1.1	2.5	1.0	3.7	0.12	0.12	6.0	◎	×	×	×	×	×	10YR	6	4	4	にぶい黄橙	2.5YR	4	6	赤褐	2.5YR	4	6	赤褐
9	61.6	16.0	8.5	0.8	0.9	2.0	0.9	2.8	0.29	0.31	5.4	◎	×	×	×	×	×	10YR	6	4	4	にぶい黄橙	2.5YR	4	6	赤褐	2.5YR	4	6	赤褐
10	59.5	18.9	6.3	1.0	0.4	2.4	0.7	4.1	0.10	0.13	5.9	◎	×	×	×	×	×	2.5Y	7	2	2	灰黄	5YR	4	8	赤褐	5YR	4	8	赤褐
11	65.1	19.2	6.7	0.7	0.1	0.4	0.3	1.0	0.08	0.11	6.1	◎	×	×	×	×	×	10YR	7	4	6	にぶい黄橙	2.5YR	6	6	橙	2.5YR	6	6	橙
12	54.8	20.1	9.8	1.4	0.1	1.4	0.5	1.0	0.02	0.21	10.3	◎	×	×	×	×	×	7.5YR	7	6	8	灰白	2.5YR	5	8	明赤褐	2.5YR	5	8	明赤褐
13	97.4	0.9	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.01	0.16	0.4	◎	×	×	×	×	×	7.5YR	8	2	2	灰白	2.5YR	7	3	淡赤橙	2.5YR	7	3	淡赤橙
14	53.4	21.2	10.2	1.4	0.1	1.3	0.5	1.0	0.02	0.21	10.3	◎	×	×	×	×	×	10YR	7	6	6	明黄褐	2.5YR	5	8	明赤褐	2.5YR	5	8	明赤褐
15	49.9	21.1	11.3	1.7	0.1	1.5	0.5	1.1	0.10	0.21	12.2	△	×	×	×	×	×	5YR	7	6	6	橙	2.5YR	5	6	明赤褐	2.5YR	5	6	明赤褐
16	46.1	11.6	19.5	2.9	6.3	5.9	2.2	0.2	0.27	0.04	4.3	×	×	×	×	×	×	5Y	6	2	2	灰オリーブ	5YR	3	6	暗赤褐	5YR	3	6	暗赤褐
17	67.2	11.2	10.9	0.7	0.1	2.5	0.6	1.5	0.10	0.06	4.5	◎	×	×	×	×	×	2.5Y	7	4	4	浅黄	2.5YR	4	6	赤褐	2.5YR	4	6	赤褐
18	64.7	15.9	5.0	0.5	0.0	1.5	0.5	7.7	0.05	0.39	3.2	◎	×	×	×	×	×	10YR	8	4	4	浅黄橙	5YR	7	6	橙	5YR	7	6	橙
19	66.4	17.1	1.7	0.5	0.0	1.1	0.8	6.6	0.02	1.95	3.3	◎	×	×	×	×	×	2.5Y	8	1	1	灰白	5YR	7	6	橙	5YR	7	6	橙
20	59.9	21.9	3.7	1.2	0.0	1.3	0.3	3.5	0.01	0.07	7.7	◎	×	×	×	×	×	2.5Y	8	3	3	淡黄	5YR	7	6	橙	5YR	7	6	橙
21	61.6	20.1	6.6	1.0	0.0	1.1	0.6	2.3	0.02	0.28	6.0	◎	×	×	×	×	×	7.5YR	7	6	6	にぶい黄橙	2.5YR	5	8	明赤褐	2.5YR	5	8	明赤褐
22	61.7	18.1	7.1	0.9	1.3	1.7	1.0	2.7	0.12	0.12	4.8	◎	×	×	×	×	×	10YR	7	2	2	にぶい黄橙	5YR	5	4	にぶい赤褐	5YR	5	4	にぶい赤褐
23	55.8	22.3	6.4	1.2	0.0	1.5	0.4	3.7	0.01	0.13	8.2	◎	×	×	×	×	×	5YR	8	6	6	浅黄橙	5YR	6	8	橙	5YR	6	8	橙
24	89.7	4.0	0.5	0.2	2.2	0.4	0.2	0.8	0.01	0.13	1.5	◎	×	×	×	×	×	2.5Y	8	1	1	灰白	5YR	7	4	にぶい橙	5YR	7	4	にぶい橙
25	62.8	20.1	5.9	0.8	0.1	1.1	0.5	2.5	0.07	0.12	5.7	◎	×	×	×	×	×	10YR	7	6	6	明黄褐	2.5YR	5	8	明赤褐	2.5YR	5	8	明赤褐
26	58.2	18.1	6.2	1.0	0.6	1.3	0.7	2.7	0.07	0.26	10.5	◎	×	×	×	×	×	10YR	6	3	3	にぶい黄橙	5YR	6	6	橙	5YR	6	6	橙
27	70.2	16.7	1.7	0.8	0.2	1.0	0.9	2.9	0.02	0.33	5.1	◎	×	×	×	×	×	2.5Y	7	2	2	灰黄	7.5YR	8	4	浅黄橙	7.5YR	8	4	浅黄橙
28	69.2	16.3	4.5	0.7	0.1	0.9	1.4	3.1	0.52	0.07	2.8	◎	×	×	×	×	×	10YR	5	4	4	にぶい黄褐	7.5YR	3	4	暗褐	7.5YR	3	4	暗褐
29	65.6	16.7	7.1	0.7	0.1	1.3	0.8	3.1	0.06	0.05	3.8	◎	×	×	×	×	×	10YR	7	4	4	にぶい黄褐	2.5YR	4	6	赤褐	2.5YR	4	6	赤褐
30	61.1	22.4	2.4	1.2	0.1	1.3	0.4	3.4	0.01	0.04	7.2	◎	×	×	×	×	×	10YR	7	4	4	にぶい黄褐	10YR	8	4	浅黄橙	10YR	8	4	浅黄橙
31	70.1	20.2	1.3	0.7	0.0	0.7	0.4	3.0	0.01	0.06	3.2	◎	×	×	×	×	×	2.5Y	8	3	3	淡黄	7.5YR	8	4	浅黄橙	7.5YR	8	4	浅黄橙
32	45.1	26.4	3.3	0.9	0.0	2.0	1.7	7.4	0.03	3.28	8.7	×	×	×	×	×	×	2.5Y	8	1	1	灰白	2.5YR	7	3	淡赤橙	2.5YR	7	3	淡赤橙
33	69.9	16.2	0.9	0.3	0.0	1.1	1.3	4.0	0.02	2.29	3.0	◎	×	×	×	×	×	2.5Y	8	1	1	灰白	2.5YR	7	2	明赤灰	2.5YR	7	2	明赤灰
34	55.3	21.3	7.1	1.2	0.1	1.2	0.4	3.4	0.03	0.16	9.4	◎	×	×	×	×	×	2.5Y	7	4	4	浅黄	2.5YR	5	8	明赤褐	2.5YR	5	8	明赤褐
35	6.4	3.2	74.7	0.2	0.0	0.8	0.0	0.4	1.27	0.36	11.8	◎	×	×	×	×	×	5YR	4	8	8	赤褐	5YR	1.7	1	黒	5YR	1.7	1	黒

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 Goe:ゲータイト Hem:ヘマタイト Pyr:黄鉄鉱
Fer:鉄藍閃石

◎:とても強い ○:強い ◯:強い △:弱い ×:とても弱い

3-5 遠心分離・水洗い処理結果

化学組成、鉱物組成の結果より、試料 No.32 にはパイライト等の硫化鉱物が含まれていると推定した。硫化鉱物を含む原料は、焼成すると白華現象やピンホールが懸念される。また、パイライトは鉄を含んでいるため、焼成後に有色になると想定される。このため、遠心分離・水洗い処理により、パイライト等の硫化鉱物がどの程度低減できるか検討した。高那で採取した凝灰角礫岩が粘土化した試料 No.32 と、その風化段階とみられる試料 No.33 を用いて、遠心分離・水洗い処理をおこなった。試料遠心分離・水洗い処理の効果を比較するため、処理前後の化学組成結果を表3、X線回折結果を図2、図3に示す。

試料 No.32 は処理後、硫黄分、鉄分の減少が化学組成結果より認められた。また、処理前後の X 線回折結果より $2\theta 33.0^\circ$ 付近などにパイライトと推定されるピークの消失が認められた。これは遠心分離・水洗い処理によりパイライトが沈降除去されたため、硫黄分、鉄分が少なくなったと考える。ただし、処理後においても1%以下だが、硫黄分が含まれているため ($\text{SO}_3 0.82\%$) 白華現象等の注意が必要である。

試料 No.33 には硫化鉱物のピークが認められず、硫黄分や鉄分の存在形態は不明である。しかしながら、処理後、硫黄分の減少、鉄分の増加が化学組成結果より認められた。また、処理前後の X 線回折結果より石英の減少、雲母粘土鉱物の増加が認められた。これは遠心分離・水洗い処理により石英粒が沈降除去され相対的に粘土分が増加したためと考える。

表3 遠心分離・水洗い処理後の採取物の化学組成

	SO ₃			SiO ₂			Al ₂ O ₃			Fe ₂ O ₃		L.O.I	
No.32処理前	3.28	45.1	26.4	3.3	8.7								
No.32処理後	0.82	49.8	28.6	1.5	6.3								
No.33処理前	2.29	69.9	16.2	0.9	3.0								
No.33処理後	0.38	53.0	26.4	1.4	6.0								

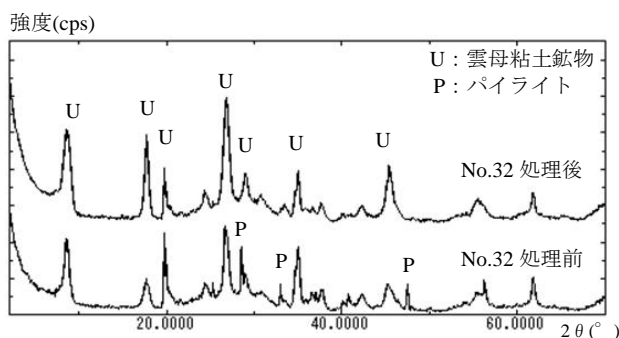


図2 試料 No. 32 遠心分離・水洗い処理前後の X 線回

3-6 採取試料の窯業原料としての可能性

①八重山層群西表層（下部層：A～D層）

本地域の八重山層群は下部より A 層から G 層までの 7 層に細分される。下部層は東部に、上部層は北西部に分布し、全体として、北西部へ緩傾斜する同斜構造をもつ¹⁾。八重山層群は北東部に分布する野底層を不整合におおう²⁾。八重山層群は礫岩、砂岩、シルト岩のいろいろな厚さの互層からなり、石炭・石灰質砂岩を伴い西表島の大部分を構成しているとされる²⁾。

当調査ではこれらの地層の境界を一部しか確認できなかったため、地質図上、八重山層群に相当すると考えられる試料のうち、東に分布する下部層 (A～D 層) と北西に分布する上部層 (E～G 層) にわけて窯業原料としての可能性について検討した。

今回の試料では、地質図上、試料 No.2、試料 No.5、試料 No.6、試料 No.14 などが八重山層群下部層 (A～D 層) に由来する粘土と考える。試料 No.2 は相良川上流で採取した粘土で、白色チャート主体の径 10～40mm 程度の円礫が多量に含まれるため相対的に粘土分が少ない。よって、水処理による粘土分の収率が悪くなると想定されるため、素地としての利用は限られると考える。試料 No.2 を採取した下層から板状物の試料 No.4 を採取した。これは風化作用によって溶け出された鉄分等が層の割れ目や表面に留まり吸着・凝集されたものと考えられる。Fe₂O₃ を 24.7% 含むため釉薬原料として利用できる可能性がある。試料 No.5 は窪地に堆積する淘汰のよい粘土質のため砂礫は少ない。この試料の耐火度は SK16+ を示すが硫黄分が比較的高いため ($\text{SO}_3 0.44\%$) 素地として利用する場合には白華現象に注意が必要である。試料 No.14 は県道沿いで採取した砂混じりの未風化粘土だが、比較的ねばりはあり、耐火度は SK17+ を示した。採取場所付近より、風化が進みねばりの強くなった粘土が採取できれば、有用窯業原料となる可能性がある。

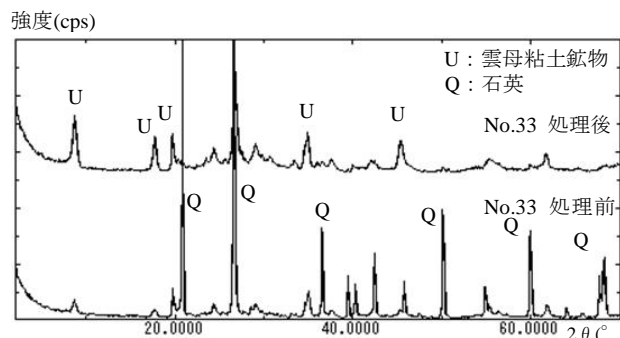


図3 試料 No. 33 遠心分離・水洗い処理前後の X 線回

②八重山層群西表層（上部層：E～G層）

下部層同様、砂岩やシルト岩より構成されるが、特徴として石炭をはさむ層がある。この石炭は、八重山層群F層中に認められ、最大層厚約30cm程度とされている²⁾。八重山層群F層上に堆積していると推定される粘土が窯業原料として有用であるとの報告³⁾もあり、上原地区などこれまで報告された採取地近郊にて粘土を採取した。

今回の試料では、地質図上、試料 No.20、試料 No.21、試料 No.23、試料 No.27、試料 No.34 などが八重山層群上部層（E～G層）に由来する粘土と考える。火葬場近くの法面において、近接する層（試料 No.21）と比べて明度が高い淡黄色の粘土（試料 No.20）を採取した。耐火度はSK20+を示し、今回西表島で採取した試料の中では最も高い耐火度を示した。しかし、法面にて確認できた層厚は約20cmのため利用は限られると推測する。試料 No.23 はねばりの強い粘土層から採取した試料である。粘土質で砂分が少なく、耐火度はSK19あり、西表島の粘土試料の中では硫黄分も少ない（SO₃0.13%）。地元の方からの情報によると、付近一帯で採取できるらしく、島内の陶器製造業者が使用する量としては十分賦存していると想定されるため、有用な窯業原料であると判断する。試料 No.34 は陶器製造業者が使用している粘土である。下層には石炭層がみられることから、八重山層群F層上に堆積していると推定される。試料 No.34 は石英、カオリン鉱物、雲母粘土鉱物、長石などを含み、粘土質で砂分が少なく、報告³⁾の採取地近郊であることから、浦内粘土³⁾に類するものと考え。浦内粘土は焼成性状試験などにより、耐火度はSK17を示し、焼成強度が高く焼結温度は1200℃（酸化）と報告されている。ただし、試料 No.34 の耐火度はSK19+を示し、浦内粘土よりも高いため、焼結温度も浦内粘土より高くなる可能性があると考え。試料 No.27 は小川から採取した髪洗い粉として昔利用されていた粘土である。砂混じり粘土でねばりは少なく耐火度はSK14+を示した。採取地点を観察した限りでは局所分布であり、窯業原料としての利用は限られる。

③トムル層

トムル層は西表島の北東部の野原崎一帯のせまい範囲に分布し、高压低温型の藍閃石変成作用を受けた変成岩類から構成されており、緑色片岩、藍閃石片岩などからなるとされている²⁾。西表島の変成岩類は、事実、石垣島のトムル層とまったく共通の岩相をしめすので、トムル層に含めることができると報告されている¹⁾。今回の試料では、試料 No.16、試料 No.17 がトムル層に由来する鉱物と考える。試料 No.16 は藍閃石、石英、カ

オリン鉱物、緑泥石と推定される回折ピークが認められ、外観からも石垣島のトムル層でも認められた剥離性に富む藍閃石片岩であると考え。Fe₂O₃を19.5%含むため釉薬原料としての利用可能性がある。なお、石垣島での窯業原料調査⁹⁾では、藍閃石片岩の風化物とみられる粘土は、粘りはあるが耐火度がSK9を示し単味での使用は困難であると結論づけている。近接する地層から鉱物（試料 No.17）を採取したが、鉄分は比較的少ないため（10.9%）、窯業資源としての利用は限られると判断する。

④野底層

野底層は西表島北東部に分布する火山岩類で、層相から石垣島の野底層の延長と考えられている¹⁾。本層下部は主として安山岩質火山角礫岩・同凝灰角礫岩・同溶岩などからなり、上部はデイサイト質溶岩・流紋岩質凝灰岩・同角礫凝灰岩・同溶岩等からなるとされている¹⁾。

今回の試料では、地質図上、試料 No.15、試料 No.18、試料 No.19、試料 No.32,33 が野底層に相当すると考える。試料は近接する層と比べ白色に近い層から採取した。有色成分である鉄分が少ないと考えたためである。そこで、グリーンタフに貫入した流紋岩の風化物とみられる箇所から試料 No.18 を採取し、平川橋近くの法面にて層厚30cmの灰白色の砂混じり粘土（試料 No.19）を採取した。試料 No.18 は粉碎すると浅黄橙色となり、鉄分も5.0%含むため強熱後の呈色は橙色となった。よって、有色系の窯業原料としての利用が可能である。試料 No.19 は鉄分が1.7%と比較的少ないが、強熱後の呈色は橙色である。硫黄分が1.95%と多量に含まれるため白華現象等が懸念され、窯業原料としての利用は注意が必要である。

⑤野底層 遠心分離・水洗い処理

高那地区には、野底層相当層の火山採屑岩および溶岩が分布する。凝灰角礫岩の露頭は、鉱床形成に伴う鉱化作用による変質で、全体的に白色に変色し、また、露頭の下部の方では著しく粘土化していることが報告されている⁸⁾。高那地区の県道沿いの法面より、凝灰角礫岩の風化物とみられる露頭から試料 No.33、風化が進み粘土化している箇所より試料 No.32 をそれぞれ採取した。試料 No.32 を焼成すると膨化する傾向があった。X線回折測定よりガラス質のハローが認められたことから、ガラス質に起因する膨化だと考える。試料 No.32 は遠心分離・水洗い処理をおこなうことにより硫黄分と鉄分の減少が認められた。X線回折の結果より、パイライトなどの硫化鉱物の沈降除去により硫黄分と鉄分が減少したと考える。試料 No.33 は処理前後において、硫黄分が減少し鉄分が増えた。

陶器製造業者がおこなう遠心分離・水洗い処理と同様の作業工程としては、水ひ処理がある。今後、陶器製造業者が現場でおこなう水ひ処理により、硫黄分と鉄分がどの程度減少するか焼成試験等による確認が必要である。硫化鉱物に起因すると考えられる硫黄分や鉄分を除去するには、磁力選鉱や浮遊選鉱および酸処理によって溶解する化学処理がある⁹⁾。ただし、硫黄分や鉄分がどの程度まで除去できるか現時点では不明であり、薬品や機械装置などの設備が必要になると推測される。窯業原料として利用できるか、費用対効果も含めて検討が必要である。

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
4	古見	Fe多い	釉薬(着色材)	鬼板
5	古見	SK16+,S多い	素地	
14	美原	SK17+	素地	砂混じり
16	野原	Fe多い	釉薬(着色材)	
20	祖納	SK20+	素地	薄層
23	上原	SK19,S少ない	素地	ねばり強い
26	仲間川河口	SK14	素地	
27	白浜	SK14+	素地	砂混じり
34	上原	SK19+,S少ない	—	業者の粘土
35	上原	Fe多い	釉薬(着色材)	鈴石

4 まとめ

西表島の窯業原料を調査するため、八重山層群西表層、トムル層、野底層にあたりと見られる地点から試料を採取し分析を行い、窯業原料としての基礎特性（化学組成、鉱物組成、呈色、耐火度）を評価した。その結果、次のようなことがわかった。

(1) 八重山層群は東に分布する下部層（A～D層）と北西に分布する上部層（E～G層）にわけて、窯業原料としての基礎特性を評価した。

下部層の粘土は比較的耐火度は弱い（SK16+やSK17+）、上部層の粘土に耐火度調整材として加えるなど、窯業原料として利用できると考える。

上部層では試験場報告にある八重山層群F層上に堆積しているとみられる粘土に相当すると考えられる粘土を採取し、基礎特性を再確認した。上部層の粘土はねばりが強く耐火度もあり（SK19やSK19+）、島内で焼き物業者が使用する量を十分確保できると想定されるため、有用な窯業原料であると判断する。

(2) トムル層に由来する鉱物と考えられる試料を採取し、剥離性に富む藍閃石片岩であると考え。Fe₂O₃を19.5%含むため釉薬原料としての利用可能性がある。

(3) 野底層から採取した白色系の試料は、鉄分や硫黄分が比較的多く含まれていた。よって、白色系の素地として利用するのは困難である。

(4) 野底層の凝灰角礫岩とみられる試料を高那地区の露頭から採取した。遠心分離・水洗い処理をおこなうことにより、硫黄分や鉄分の減少が認められた。さらに、硫黄分や鉄分を除去し窯業原料として利用するかは、費用対効果も含めて検討が必要である。

本研究は「窯業資源調査（2006技006）」の一環として行ったものである。

5 謝辞

西表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) 木崎甲子郎編著、「琉球弧の地質誌」, 沖縄タイムス(1985)
- 2) 沖縄県, 土地分類基本調査図(表層地質図), 西表島地域(1987)
- 3) 照屋善義, 仲村三雄, 与座範弘, 宜野座俊夫, 朝武士靖雄, 沖縄県工業技術試験場昭和55年度業務報告, 55-69(1980)
- 4) 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)
- 5) 小山正忠, 竹原秀雄編著, 「新版標準土色帖」, 日本色研事業(2006)
- 6) JIS R 2204 耐火物及び耐火物原料の耐火度試験方法(1999)
- 7) 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(2008)
- 8) 神谷厚昭, 西表島の地形と地質, 沖縄県立博物館, 2001
- 9) 社団法人日本セラミックス協会, セラミックス工学ハンドブック第2版 [応用], 39(2002)

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

T E L (098)929-0111

F A X (098)929-0115

U R L <https://www.pref.okinawa.lg.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。