

島尻泥岩（クチャ）を原料とする人工軽量骨材の製造

— 原料の性状と発泡・膨化性について —

窯業室 照屋輝一
宜野座俊夫
仲村三雄
照屋善義

1. 緒言

従来コンクリート用骨材は河川や海岸あるいは山岳等に堆積する天然鉱物資源を採掘、または加工し砂利や砂として利用してきた。骨材はコンクリートの65%~80%を占め、その良否はコンクリートの品質を大きく左右する重要な材料であるが、骨材資源の需要は年々増大の一途を辿ってきており、その結果産出源である河川の枯渇化や山海の荒廃化を招いている。最近では自然保護の立場から河川法や森林法等による法律の規制が厳しく、骨材の確保対策は全国的に大きな問題となっている。

一方近年の建築工事の増加と中高層建築など構造物の軽量化と相まって、天然骨材の不足分を人工骨材に求めざるを得ない状況にきている。特に軽量化に伴って人工軽量骨材(Artificial Light Weight Aggregate, A. L. A.)の生産は増加し、また種々の原料からの製造実験も数多く試みられており、^{1)~5)}その需要は今後さらに増大する傾向にある。

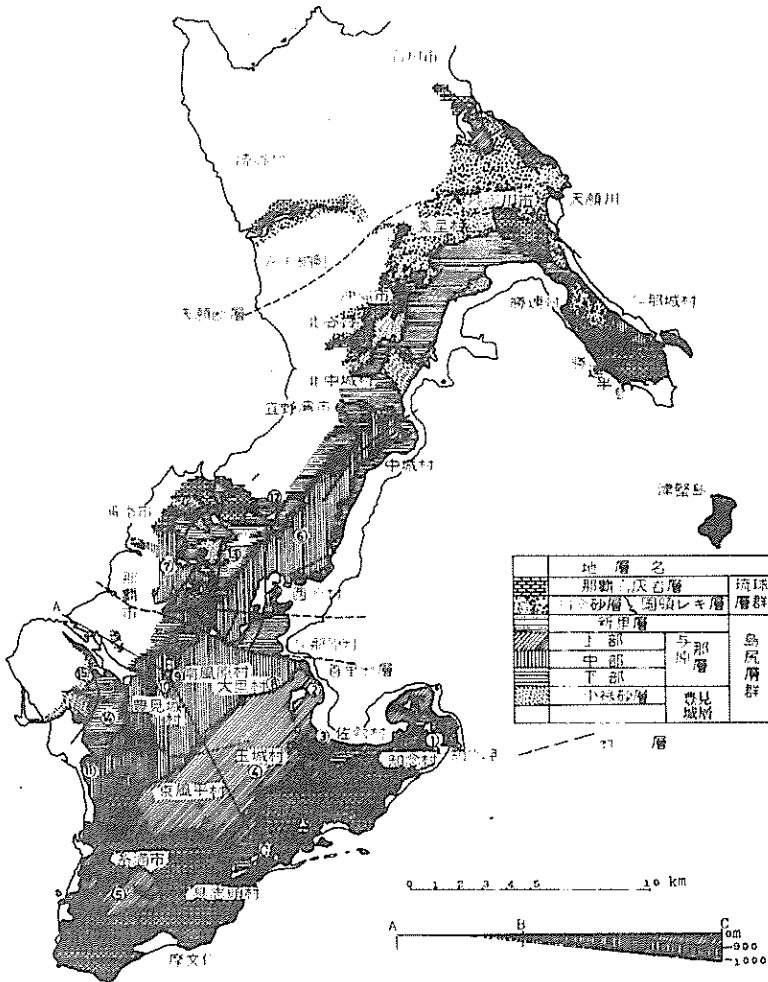
人工軽量骨材は頁岩、粘土、フライアッシュなどを主原料とし、これを加熱処理して発泡・膨張させて軽石状の構造をとらせたもので、骨材自身の強度が大きく、吸水量が比較的小さいので構築物の長大化、高層化に伴う重量の軽減を図るための重要な材料である。その絶乾比重はJIS A 5002-1978に粗骨材で2.0未満と規定している。この軽量化は発泡、膨張による密閉気孔の生成によるもので、したがって耐火、断熱、吸音などの付随的特性を有し、軽量性に主眼をおく用途のみでなく、直射日光の強い沖縄泉の場合は断熱効果の面からのコンクリート用骨材としての利点も大きい。

一方、沖縄本島中南部には、未利用窯業資源として、緑灰色~灰色の島尻泥岩が大量に賦存し、また採掘性、輸送性の面でも、窯業原料として安価に稼行できる条件下にある。この島尻泥岩の一部は、従来赤瓦や壺屋焼(荒焼)の原料として利用されてきたが、生活様式の変化に伴いその需要は激減し、また島尻泥岩を利用した煉瓦や花鉢等の製造も試みられてはいるが、泥岩の基礎性状が十分に把握されていないことに由来して、品質の問題や低歩留りによるコスト高を招き需要の低迷を余儀なくされているなど、島尻泥岩の利用度はきわめて低い。したがって当該業界が抱える問題も多く、既存製品の品質の向上や島尻泥岩を利用した付加価値の高い製品への開発など資源としての有効利用を図ることが切望されている。

本研究では、骨材対策と資源開発の観点から、島尻泥岩の有効利用の第一歩として県産の人工軽量骨材を開発する目的で、島尻泥岩の基礎性状試験(化学組成、耐火度、pH、鉱物組成等)造粒試験および電気炉による発泡・膨化試験を行ない人工軽量骨材原料としての適性について検討した。

2. 原料の分布状態と試料採取地

図1に示すように島尻泥岩は、沖縄本島中南部、すなわち天願断層以南に島尻層群として広く分布している。島尻層群は新第三紀鮮新世ないし中新世の年代に属する海成の堆積物とされており、その露頭は上部から新里層、与那原層および小禄砂層に分類され、島尻泥岩はその中の新里層、与那原層に広く発達している。与那原層は、さらに上部、中部および下部の三層に区分される。島尻層の各層の露頭の分布は図1に示すとおりであり、そのほとんどを与那原層が占めている。



※
 図1 沖縄本島中南部地質図と試料採取地
 (※地質調査所月報第21巻第11号「第5次
 沖縄天然ガス資源調査研究概報」より)

与那原層は緑灰色～灰色のシルト質粘土岩を主岩相とし、全体の層厚は900mにおよび量的に豊富で、また比較的採掘の容易な条件下に賦存する。そこで本研究の主要な対象原料としては、与那原層上部層4点、中部層6点、下部層3点を採取し、研究試料として検討した。新里層はシルトと砂岩の互層を、小禄砂層は微細粒砂を主岩相とし、発泡・膨化の可能性は小さいが、島尻層群の一部として、両層からもそれぞれ1点を試料として採取し検討した。これらの試料の採取地点は図1に示し、表1にこれを地層別に分類した。

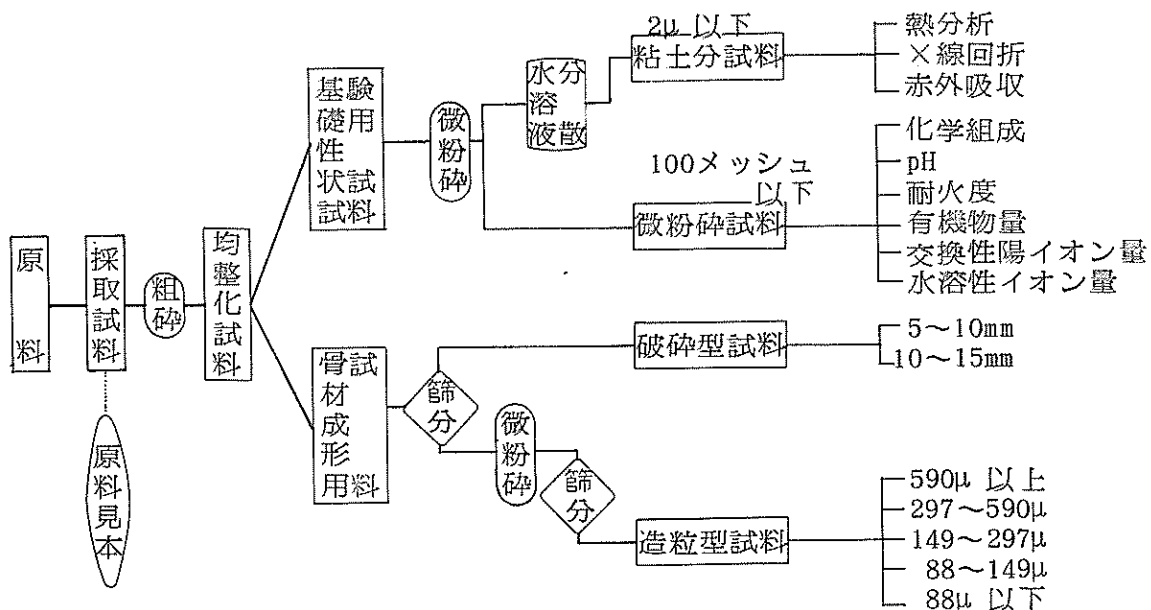
表1 地層別による試料の分類

地層		層厚m	岩相	試料番号(採取地)	
島 尻 層 群	新里層	250	シルトと砂岩の互層	Na1(知念村久手堅)	
	与那原層	上部	350	灰色～緑灰色 シルト質粘土岩	Na2(佐敷村馬天)、 Na3(佐敷村新里) Na4(大里村稲嶺)、 Na5(糸満市真壁)
		中部	500	緑灰色シルト質粘土岩	Na6(西原町上原) Na7(那覇市古島) Na8(大里村古堅) Na9(那覇市真地) Na10(南風原村津嘉山) Na11(糸満市潮平)
		下部	50～80	緑灰色シルト質粘土岩	Na12(西原町森川) Na13(浦添市前田) Na14(豊見城村宜保)
	豊見城層	小禄砂層	80	微細粒砂	Na15(那覇市小禄)

3. 実験方法

3.1 原料処理と調製

原料は50～150mm塊で採掘し、風乾後、ジョークラッシャ、フレットミル、らいかい機、メノー乳鉢等を用い、下に示す試料調製系統図に従って基礎性状試験用試料、造粒性状および造粒型試験用試料および破砕型試験用試料としてそれぞれ処理調製した。



試料調製系統図

3・2 基礎性状試験

3・2・1 化学組成、耐火度およびpH 試料の化学組成はJIS M 8854に準拠して求めた。

耐火度はJIS R2204に準拠して、酸素-プロパン炉耐火度試験機（東京工業試験所式）を用いて測定した。

pHは試料10gに蒸留水50mlを加えて、ガラス電極法により、懸濁状態における値（ $\overline{\text{pH}}$ ）および遠心分離液の値（ pH° ）を測定した。

3・2・2 X線回折・赤外吸収スペクトル・熱分析

X線回折：理学製X線回折装置（ガイ ガフレックス）を用い、30KW、20mA、時定数1、走査速度 $2^{\circ}/\text{min}$ の条件で粉末法および底面反射によるX線回折パターンを測定した。

熱分析：理学製卓上高温型熱分析装置を用い、試料量200mg、標準試料 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 、昇温速度 $20^{\circ}\text{C}/\text{min}$ の条件で、空気雰囲気下の示差熱分析曲線（DTA）および加熱による重量変化曲線（TG）を求めた。

赤外吸収スペクトル：島津製赤外分光光度計IR-430型を用い、KBr錠剤法（1.5mg/150mg）により $330\sim 5,000\text{cm}^{-1}$ の範囲のスペクトルを測定した。

3・2・3 有機物、水溶性および交換性イオン

試料中の有機物は加熱法により求めた。すなわちあらかじめ 350°C で加熱処理し、精秤した磁製坩堝に2g内外の試料を精秤し、はじめに 110°C で1時間乾燥・秤量後、電気炉で 350°C に3時間保持し減量を測定し有機物量とした。

水溶性陽イオンは試料10g/200ml蒸留水の条件で溶出し原子吸光法で分析した。一方陰イオンは試料100g/500ml蒸留水の条件で溶出し、塩素イオンを原子吸光法で、硫酸イオンをEDTA法で分析した。

交換性イオンはショーレンベルジャー法（吉田らの改良法）により置換し原子吸光法によりそれぞれのイオン濃度を測定し求めた。

3・3 造粒性状試験

原料の造粒性はさらの直径600mm、深さ80～150mm、傾斜角度 $40^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 、回転数12～45rpm（周速23～85m/min）のさら型造粒機を用いて、原料の供給速度、バインダー（水）量、さらの回転数、深さ、傾斜角度をパラメータとして検討した。

造粒物の性状は最適な造粒条件で調製した造粒物を篩分し、10～15mmの径の造粒物を用いてその性状について以下の定性的検討を行った。

- ①風乾、および 110°C 、 250°C の24時間乾燥の過程における亀裂生成の有無。
- ② 600°C 、 800°C 、 $1,000^{\circ}\text{C}$ および $1,200^{\circ}\text{C}$ に保持した電気炉での瞬間焼成による亀裂の生成、あるいは破裂の有無。
- ③70cm、100cm、および130cmの高さからの落下による衝撃強度の検討。
- ④指圧による圧壊強度および耐摩耗性の観察。

3・4 電気炉による発泡・膨化試験

テコランダムを発熱体とする13KWの前扉式箱型電気炉を用い、これを所定の温度に保持し、試料を瞬間的に投入、一定時間焼成する瞬間焼成法により試料の発泡・膨化性を検討した。すなわち、試料に破砕型と造粒型を用い、発泡・膨化におよぼす試料径、焼成時間、焼成温度等の影響・効果

を焼成物の絶乾比重、吸水率および見掛け気孔率を JIS A 1135 に準拠して求め検討した。

予備試験として試料 №8 の破碎型について焼成温度 1,200℃、保持時間 10 分間の条件で 5 回実験を行ったところ、標準偏差 0.05 で絶乾比重 1.52 の結果が得られた。これより電気炉による瞬間焼成法の実験の精度および再現性は大略この程度のもので実験結果の判断の資料とした。

なお造粒型については 48～170 メッシュの範囲で原料粉体の粒径の影響を検討したが、その影響はみられなかったため、本実験では 48 メッシュ以下の粉砕物を用いて造粒し実験に供した。

4. 結果と考察

4・1 原料の基礎性状

4・1・1 化学組成、耐火度および pH 原料の化学組成、耐火度および pH の分析測定結果を表 2 に示す。新里層、与那原層および小禄砂層間には化学組成において顕著な差が認められる。しかしながら与那原層の上部、中部および下部層間の化学組成の差はほとんどない。

表 2 原料の化学組成、耐火度および pH

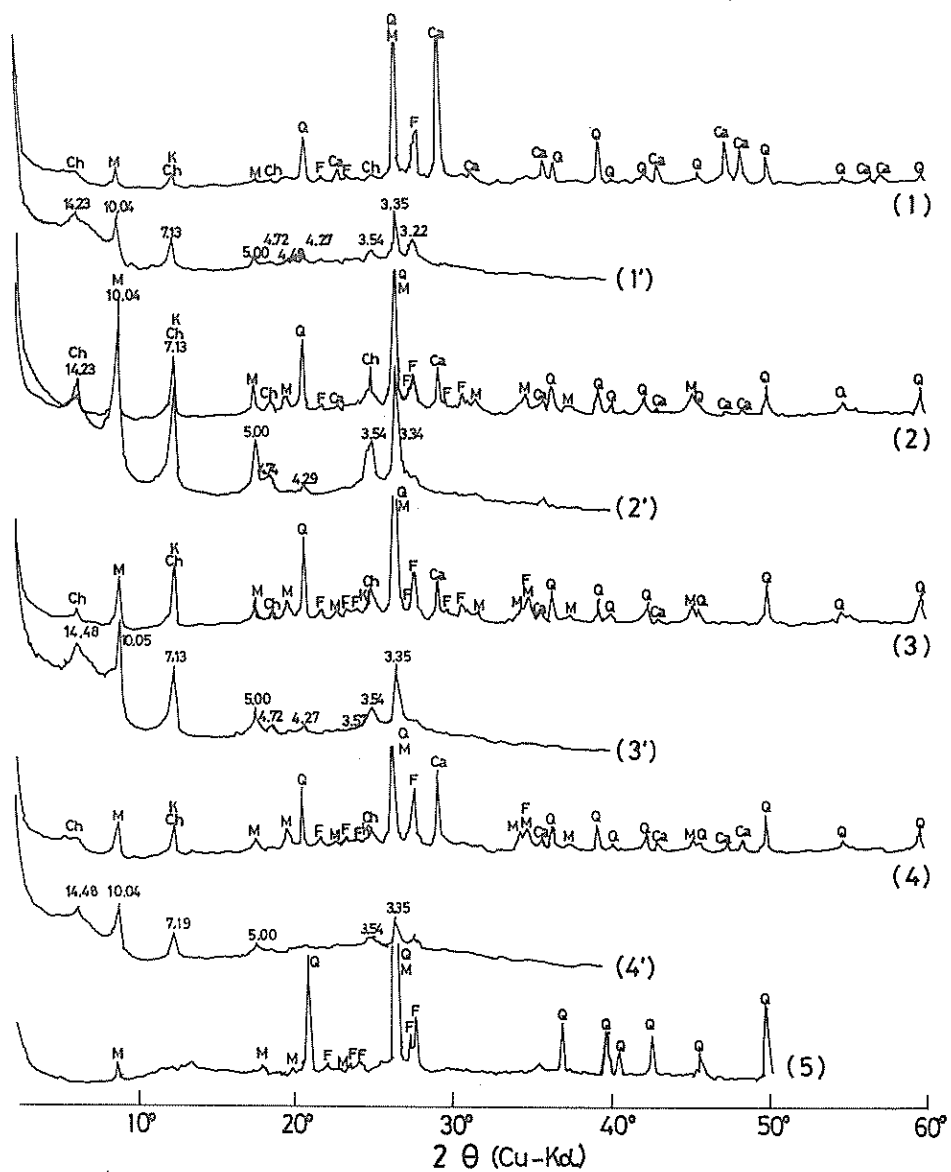
№	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	Ign loss	計	耐火度 SK (℃)	pH ^o pH
1	40.22	7.74	5.07	0.49	22.95	1.80	1.06	1.53	0.05	18.85	99.76	4a+(1160)	8.5 8.2
2	51.79	15.89	7.60	0.87	4.53	2.70	1.18	3.60	0.09	8.85	100.10	3a (1140)	9.3 9.1
3	54.34	15.69	7.70	0.82	4.92	2.76	0.93	3.74	0.06	8.40	99.36	2a+(1130)	8.2 8.0
4	54.22	15.48	7.14	0.85	5.93	2.54	1.06	3.18	0.07	8.98	99.45	2a+(1130)	8.3 8.3
5	54.36	15.07	6.63	0.81	7.01	2.55	1.13	2.83	0.07	9.07	99.53	2a+(1130)	8.2 8.0
6	52.14	14.70	6.78	0.77	8.36	2.43	1.13	2.82	0.10	10.71	99.94	2a (1120)	8.3 8.2
7	54.61	14.58	6.51	0.81	7.35	2.30	1.12	2.83	0.07	10.05	100.23	2a (1120)	8.2 8.0
8	56.20	16.33	7.52	0.89	3.34	2.36	1.31	3.31	0.09	7.93	99.28	2a+(1130)	9.7 9.5
9	55.43	15.12	6.83	0.81	5.64	2.38	1.30	3.06	0.06	8.83	99.46	2a (1120)	9.6 9.4
10	54.93	14.87	6.80	0.82	6.03	2.34	1.36	3.06	0.06	9.21	99.48	2a+(1130)	9.6 9.4
11	54.48	14.75	6.60	0.81	6.95	2.57	0.98	3.20	0.07	9.64	100.05	2a+(1130)	8.5 8.3
12	52.67	14.78	6.60	0.79	8.06	2.47	0.95	2.89	0.08	10.71	100.00	2a+(1130)	8.2 8.1
13	54.49	15.14	6.87	0.79	6.23	2.44	1.19	2.84	0.06	9.16	99.21	2a+(1130)	8.4 8.3
14	53.27	14.49	6.89	0.72	6.75	2.64	1.33	3.09	0.11	9.92	99.21	2a+(1130)	9.6 9.4
15	75.03	10.80	5.17	0.74	0.25	0.86	1.16	2.26	0.06	3.14	99.47	10 (1300)	6.2 6.4

すなわち、与那原層の化学組成は SiO₂ 52.1～56.2%、Al₂O₃ 14.5～16.3%、Fe₂O₃ 6.5～7.7%、CaO 3.3～8.4%、MgO 2.3～2.8%、Na₂O 0.9～1.4%、K₂O 2.8～3.7% の範囲にある。ただし、層序によるものではないが、CaO にかなりの変動がみられることが注目される。新里層 (№1) は与那原層と比較して、SiO₂ および Al₂O₃ が少なく、CaO を多量に含み、小禄砂層 (№15) は、与那原層と比較して、SiO₂ が多く、Al₂O₃、特に CaO および MgO が少ないのが特徴である。

与那原層の耐火度の層序による差異は認められず、SK 2a(1,120℃)～SK 3a(1,140℃) の範囲にある。新里層はこれより若干高く、また小禄砂層はこれよりかなり高い耐火度を示す。

pH は小禄砂層は 6 程度を示すが、その他の試料は 8.2～9.7 の範囲にある。また、与那原層の層序による差異は認められず、この範囲でばらついている。なお各試料とも懸濁状態における値 (pH^o) とその遠心分離液の値 (pH) との間に大きな差は観測されない。

4・1・2 鉱物組成 原料の鉱物組成の知見を得るために X 線回折、赤外吸収スペクトル、熱特性の測定を行なった。その結果を図 2、図 3 および図 4 に示す。これらの結果から各原料の主要な



K : カオリン 鉱物 M : 雲母粘土 鉱物 Ch : 緑泥石
 Ca : 方解石 F : 長石 Q : 石英

- (1) №.1 粉砕物 (1') №.1 水ひ物 (2) №.2 粉砕物 (2') №.2 水ひ物
 (3) №.8 粉砕物 (3') №.8 水ひ物 (4) №.13 粉砕物 (4') №.13 水ひ物
 (6) №.15 粉砕物

図2 代表的試料の X線回折パターン

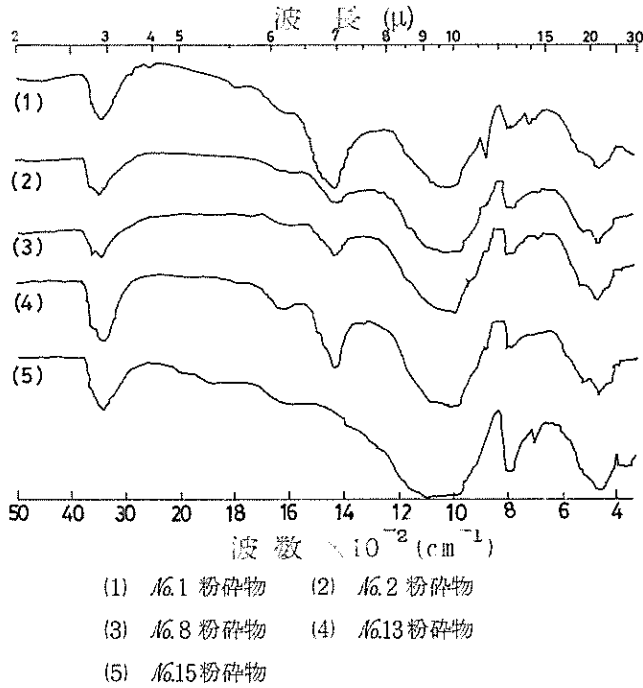
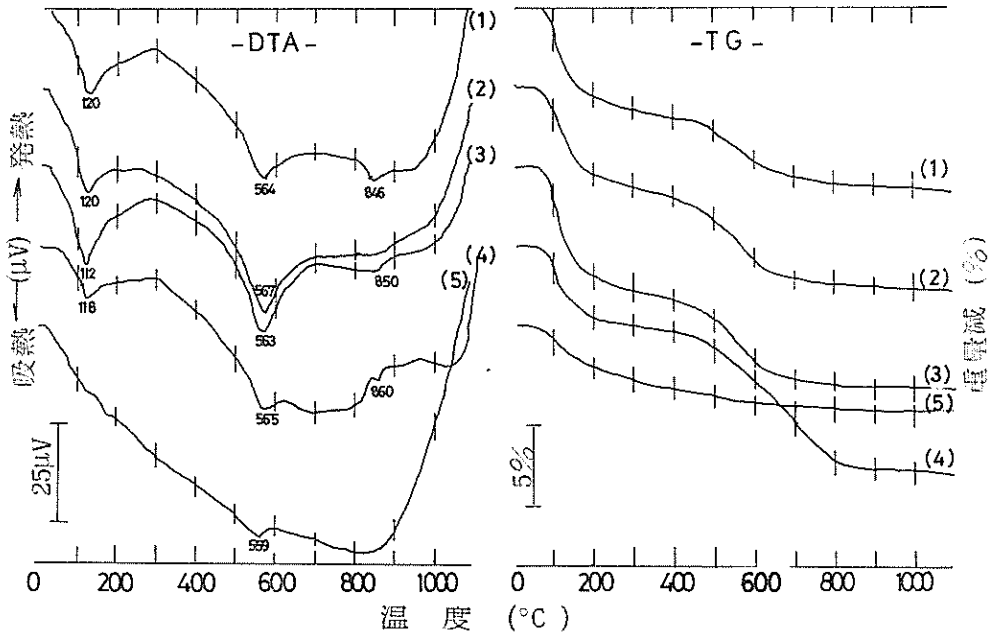


図3 代表的試料の赤外吸収スペクトル (KBr 錠剤法)

構成鉱物として次のような鉱物が推定される。すなわち、新里層と与那原層の粘土鉱物は、緑泥石、雲母粘土鉱物（イライト）およびカオリン鉱物（ハロイサイト）から成り、それに石英、方解石および長石の非粘土鉱物を含む。なお新里層と与那原層間には方解石の含有量の差が認められる。また与那原層については層序による鉱物組成の差はほとんど認められない。小緑砂層の鉱物組成はほとんど石英から成り、それに若干の長石と雲母粘土鉱物が含まれるが、新里層および与那原層中に顕著に認められる緑泥石および方解石の存在は確認できない。なお図2には示していないが、薬品処理によって新里層および与那原層に若干のモンモリロナイトの存在が確認できた。



(1) A6.1 水ひ物 (2) A6.2 水ひ物 (3) A6.8 水ひ物 (4) A6.13 水ひ物 (5) A6.15 粉碎物

図4 代表的試料の示差熱分析および熱重量変化曲線

4・1・3 粒度組成, 可塑水量, 水溶性イオン, 交換性イオンおよび有機物等

人工軽量骨材原料としては、後述するように、その諸特性から与那原層が有望であり、また賦存量、採掘性の良さなどから、特に上部および中部層が重要である。そこで、代表的試料として $\Lambda 6.2$ および $\Lambda 6.8$ を選び、粒度組成, 可塑水量, 乾燥収縮率, 有機物, 水溶性イオンおよび交換性イオン等についての検討を加えた。それらの結果を表3～表6に示す。なお表3は既報⁶⁾のデータの再録である。これらの結果は与那原層の上部, 中部の層序による諸性状の差はほとんどなく、ほぼ同質とみなしてよいことを示している。

表3 試料の真比重^{*}, 粒度組成^{**}, 可塑水量^{***} および乾燥収縮率^{****}

試料番号	真比重	粒 度 組 成						可 塑 水量(%)	乾燥収 縮率(%)
		>44(μ)	44~17(μ)	17~13(μ)	13~9(μ)	9~5(μ)	5~(μ)		
$\Lambda 6.2$	2.77	0.2	1.0	5.2	9.1	25.5	59.0	37	7.7
$\Lambda 6.8$	2.77	0.1	3.9	7.1	10.1	18.7	60.1	36	7.0

^{*} JIS A 1202

^{**} 湿式沈降天びん法

^{***} Pfefferkom 法

^{****} 常法

表4 試料からの水溶性イオン

(単位: me/100g)

試料番号	Na	K	Ca	Mg	Mn	Fe	Cl	SO ₄
$\Lambda 6.2$	5.29	0.19	0.30	0.17	0.00 ₂	0.11	0.30	0.25
$\Lambda 6.8$	5.39	0.13	0.47	0.17	0.01	0.26	0.40	0.03

表5 試料中の交換性陽イオン

(単位: me/100g)

試料番号	Na	K	Ca	Mg	Mn	Fe
$\Lambda 6.2$	0.70	0.83	109	22.8	0.09	0.09
$\Lambda 6.8$	1.03	0.86	68.3	11.4	1.04	0.08

表6 試料中の有機物

(乾体基準重量%)

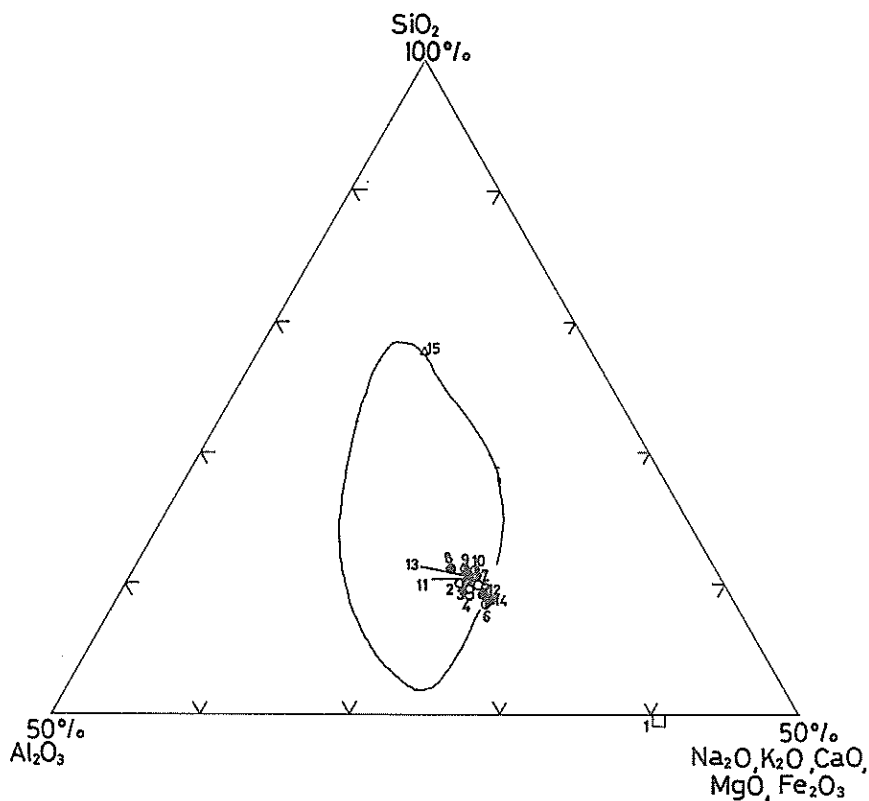
試料番号	有機物
$\Lambda 6.2$	0.9
$\Lambda 6.8$	1.1

4・1・4 基礎性状からみた人工軽量骨材原料としての特性 人工軽量骨材原料としては、粘性の増加、ガラス化の促進など、発泡・膨化に寄与する融剤成分(CaO, MgO, Na₂O, K₂O)が6%程度含まれること。発泡ガス源としてFe₂O₃を少なくとも4%(6~8%が最適)を含むこと、また低火度(980~1210℃)で膨化すること、適性原料のほとんどはpH 5以上であるなどといわれている。⁷⁾

与那原層はその層序に関係なく、融剤成分は10~15%、発泡ガス源としてのFe₂O₃が6.5~7.7%と最適範囲にあり、耐火度もSK 2a(1120℃)~3a(1140℃)と低く、またpH 5以上を示すなど人工軽量骨材原料として一応の適性条件を備えている。

これに対して、新里層はCaOが23%と異常に高いこと、また小緑砂層は融剤成分が4.5%と低く、耐火度がSK 10(1300℃)と高いことなどから人工軽量骨材原料として好ましくないようである。

一方、Riley⁸⁾ は図5に示す三成分系座標で実線の範囲に入る化学組成をもつ原料が発泡・膨化しやすいことを経験的に示している。新里層はRileyの膨張範囲を大きくはづれ、小禄砂層はSiO₂側に若干はずれる。与那原層は融剤側に偏ってはいるが、すべてが膨張範囲、あるいはその近傍にあって、発泡の可能性は大きい。なお造粒性や発泡性に関連すると考えられる鉱物(モンモリロナイト)も与那原層中には存在する。以上のように、検討した各試料の基礎性状から、沖縄県における人工軽量骨材原料としては与那原層の島尻泥岩が、その上部、中部、下部の層序に関係なく有望であると推定することができる。



- ◇：新里層 ○：与那原層上部層 ●：与那原層中部層
 ●：与那原層下部層 △：小禄砂層 —：Rileyの膨張範囲

図5 原料の組成範囲

4・2 原料の造粒性状

島尻泥岩はその破砕に際してかなり微粉砕物を生じる。その微粉砕物の有効利用のためにさら型造粒機による造粒条件の検討を行なった結果、以下のことがわかった。

- イ 造粒のための原料の粉砕度は48メッシュ以下であれば十分である。

ロ 水分量は風乾粉末試料に対して17%前後が適量である。

ハ 造粒径5~15mm程度の必要な強度のものを選択的に得るには、原料の供給速度0.5kg/min回転数35rpm、傾斜角度60°、さらの深さ10cm前後が適している。

なお、各試料の造粒はバインダとして水を用いることで十分であるが、とりわけ与那原層中部層のNo.8は造粒性がよい。

前述の条件により調製した造粒物を径10~15mmに篩分し、これを用いてその性状を定性的に検討した結果以下のことがわかった。

イ 乾燥過程における亀裂等の生成はなかった。

ロ 種々の条件下での乾燥物について、600℃、800℃、1,000℃および1,200℃に保持した電気炉により10分間の瞬間焼成を行って亀裂の生成、あるいは破裂の有無を検討したが、乾燥条件によらず600℃~1,200℃の温度範囲では亀裂あるいは破裂などの現象は生じなかった。

ハ 落下による衝撃強度は、乾燥温度による差がほとんどなく、また100cm以上の距離で若干破損する程度である。

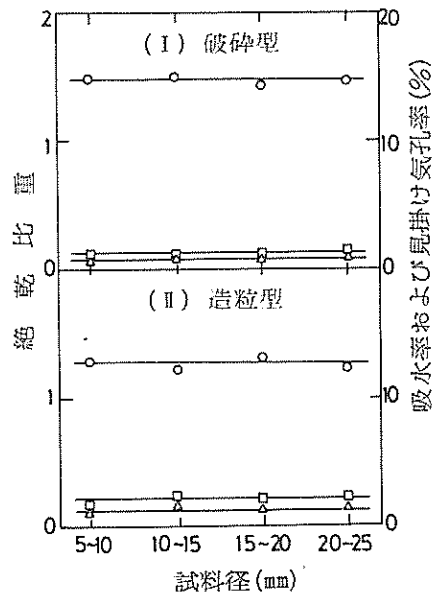
ニ 定性的にみた圧壊強度も焼成操作に耐え得ると判断されるが、耐摩耗性はそれほど大きくはない。

原料は、径50~150mmで採取、風乾後ジョークラッシャで径5~15mmの大きさに粗砕し、5~10mmおよび10~15mmの径の粒度に篩分して風乾あるいは所定の温度で乾燥して破砕型の人工軽量骨材用原料として用いられるが、この破砕工程で5mm以下の粉砕物がかかり生じる。したがって各原料がとりわけ与那原層が水のみをバインダとして容易に造粒できること、またその造粒物がロータリーキルン等での焼成操作に十分に耐え得る性状を有することは原料が有効に利用できることを示している。

4・3 電気炉による発泡・膨化試験

4・3・1 試料径の影響 与那原層

中部層の試料No.8の破砕型および造粒型を用いて、その試料径の影響について検討した結果を図6に示す。焼成時間5分、焼成温度1150℃、1250℃と焼成条件を変えてもその結果は同様であり、これらの結果から、発泡・膨化におよぼす試料径の影響は検討した径の範囲で無視できると考えられる。



○: 絶対乾比重 △: 吸水率 □: 見掛け気孔率
試料No.8、焼成温度1200℃、焼成時間10分

図6 電気炉焼成における試料径と焼成性状の関係

4・3・2 焼成時間の効果 与那原層中部層の試料No.8の破碎型および造粒型を用いて、焼成時間による焼成性状の変化を検討した。結果を図7に示す。図は焼成時間の変化による原料の焼結、発泡・膨化の過程を明瞭に示しているものと考えられる。すなわち、破碎型で5分、造粒型で3分程度の焼結期間においては絶乾比重の増加があるが、その後急激な絶乾比重の低下が見られ、発泡膨化過程の進行を示している。10分以上の焼成時間では、その変化は緩慢となり焼成時間の効果は大きく顕われな。これらの変化に対応して、焼成物の外観も5分程度までは素焼状で赤褐色を呈するが、焼成時間が長くなるにつれて黒褐色に変化し、さらに焼成物の表面もガラス化がすすみ光沢を帯びてくる。また焼成物の内部は焼成時間15分程度になると大気孔が生じはじめ、25分程度になるとこれが空洞化する傾向を示した。そこで以下の実験では焼成時間は10分で行った。

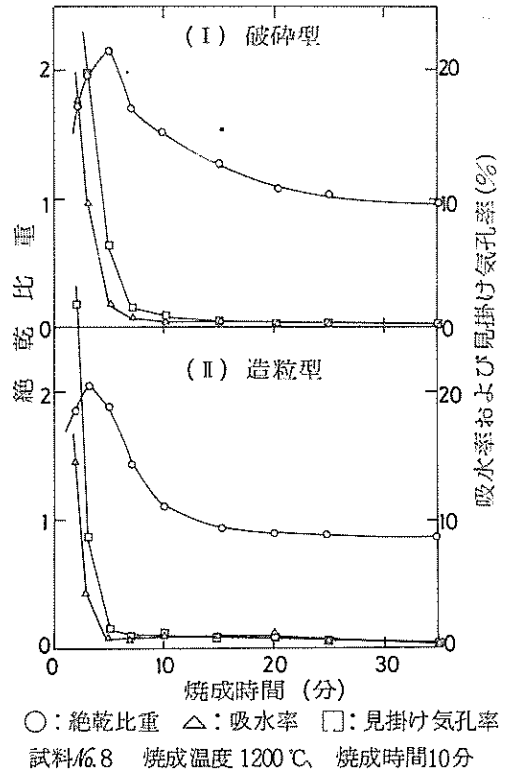


図7 電気炉焼成における焼成時間と焼成性状の関係

4・3・3 焼成温度の影響 1000～1250℃の温度範囲で、各原料の破碎型および造粒型の発

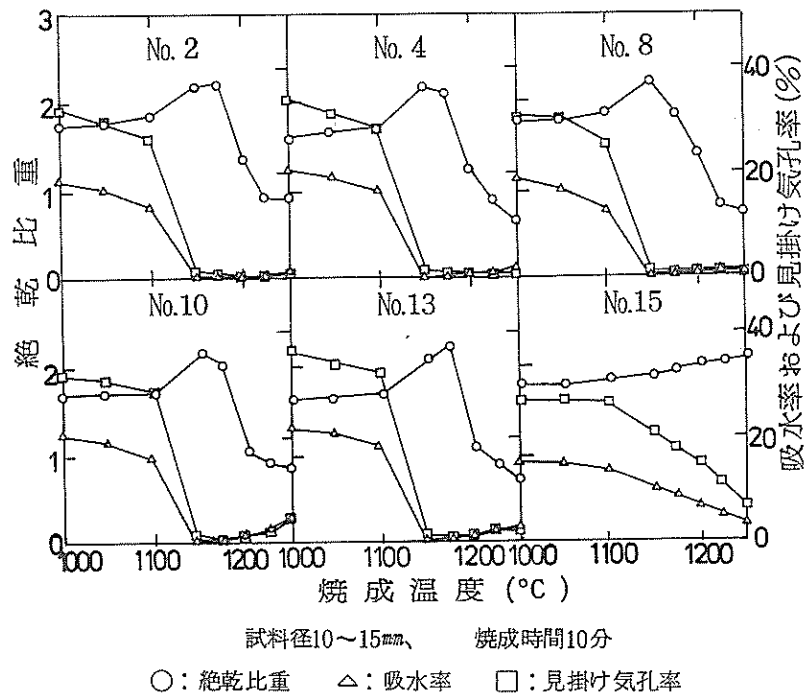
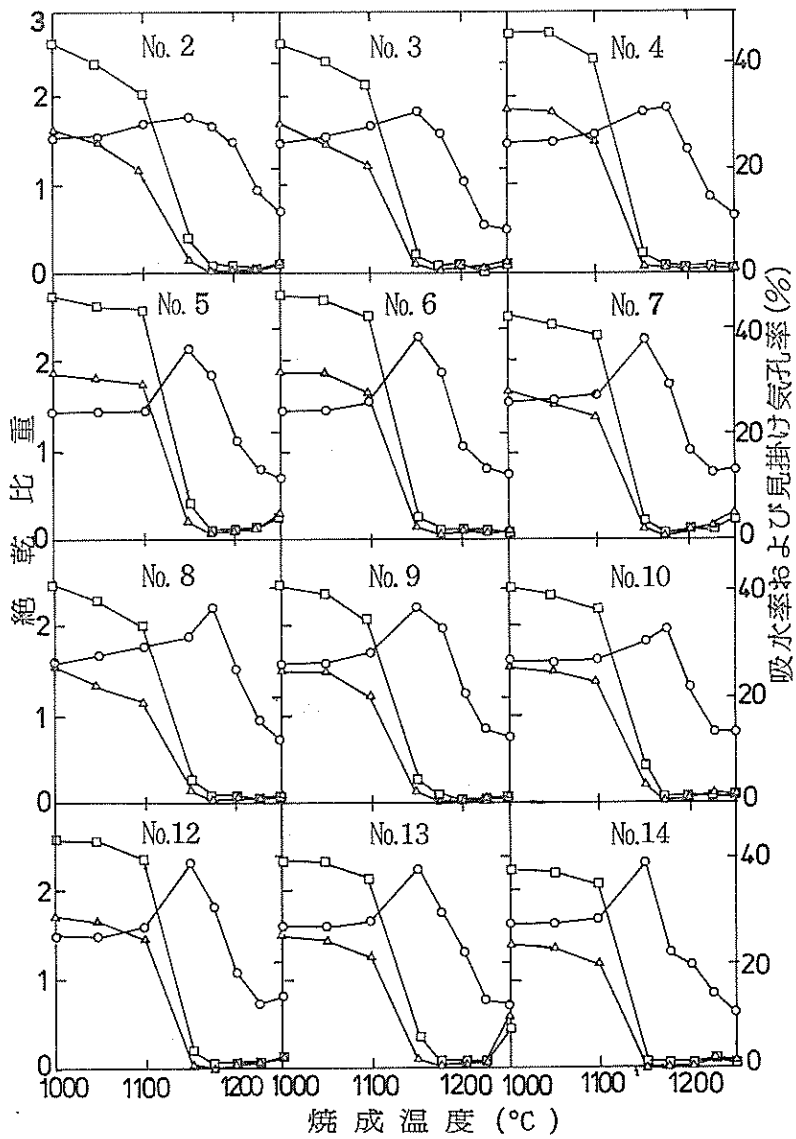


図8-1(1) 電気炉焼成における焼成温度と焼成性状の関係(造粒型)



試料径10~15 mm、 焼成時間10分

○：絶乾比重 △：吸水率 □：見掛け気孔率

図8-(II) 電気炉焼成における焼成温度と焼成性状の関係(破碎型)

泡・膨化性について検討した。結果を図8に示す。

新里層(No.1)は焼成後の冷却過程で多量のCaCO₃の含有に起因すると考えられる崩壊現象を起こし人工軽量骨材原料としては不適格であることを示した。また、小塚砂層(No.15)は、原料が微細粒砂状であるため破碎型は得られず、造粒型についてのみ検討したが、その基礎性状から予測されるように、1000～1250℃の温度範囲では全く発泡・膨化する傾向はみられず、この原料も不適格であることがわかった。

一方、与那原層は層序や破碎型、造粒型の区別によらず、焼成温度による焼成性状はほとんど同じとみなしてよい。1175℃前後から発泡・膨化し絶乾比重として1.1～1.4を得るに要する焼成温度は表7に示すように1200±25℃の範囲である。焼成試料をその中心でカットし、断面の写真撮影を行い、その気泡分布を観察した結果を写真1に示す。

絶乾比重が1.4前後となる1175℃前後から明らかな気泡の生成が認められ、絶乾比重が1.1以下になる1125℃前後から大気泡への生長が認められる。

以上の電気炉試験の結果は原料の基礎性状に基づく予測とよく合致していて、与那原層が、その層序に関係なく、人工軽量骨材原料として適していることを示している。

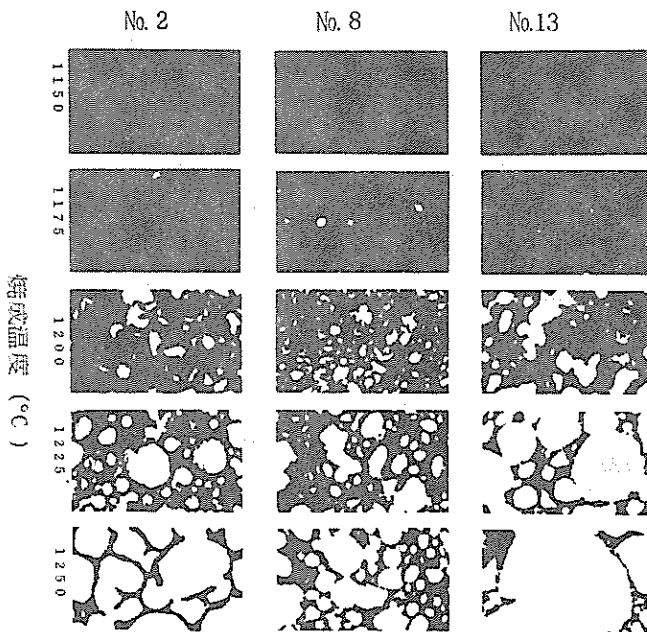


表7 絶乾比重1.1～1.4を得るに要する温度

試料番号	温度範囲(℃)	
	破碎型	造粒型
No.1	—	—
No.2	1205～1220	1200～1215
No.3	1180～1195	—
No.4	1200～1215	1195～1210
No.5	1190～1200	—
No.6	1190～1200	—
No.7	1185～1195	—
No.8	1205～1210	1190～1200
No.9	1195～1210	—
No.10	1195～1210	1190～1200
No.11	1195～1210	—
No.12	1190～1200	—
No.13	1195～1210	1190～1200
No.14	1175～1205	—
No.15	—	発泡せず

破碎型10～15分、焼成時間10分

写真1 電気炉焼成物の気泡の分布(2倍)

5. まとめ

沖縄本島の中南部には、未利用窯業資源として島尻泥岩が多量に賦存している。その有効利用の第一歩として、県産人工軽量骨材の開発研究を行ったところつぎのことがわかった。

(1) 島尻層群より地層別に新里層（1 試料）、与那原層（上部層4 試料・中部層6 試料・下部層3 試料）、小禄砂層（1 試料）の15試料を採取し、その化学組成、耐火度、pH、鉱物組成などの基礎性状を明らかにした。すなわち、新里層、与那原層、および小禄砂層のそれぞれの基礎性状には顕著な差異があり、与那原層においてはその上部、中部および下部の層序による差異はほとんどない。

また、島尻層群の大部分を占める与那原層の泥岩が人工軽量骨材の原料として有望とみなせる基礎性状を有する。

(2) 与那原層の泥岩の造粒性は良好で、48メッシュ以下の粉碎物で、水のみをバインダとして容易に造粒物が得られる。最適水分量は17%前後である。

(3) 電気炉を用いた瞬間焼成法による試料の発泡・膨化試験から新里層、小禄砂層の試料は人工軽量骨材の原料としては不適格であるが、与那原層の試料の発泡・膨化性は層序や採取場所によらず良好で、ほとんど同程度の微細気孔を有する軽石状の焼成物が得られる。1175℃前後から発泡・膨化し、絶乾比重として1.1～1.4を得るに要する焼成温度は1200±25℃の範囲にあることがわかった。

なお本研究の一部は昭和53年度中小企業技術開発研究費補助事業（A・共同研究 窯業資源の有効利用に関する研究）として行われたものである。懇切なご指導とご助言をいただいた名古屋工業技術試験所第6部加藤悦三部長、中小企業庁技術課ならびに沖縄総合事務局商工課に対し感謝の意を表します。

文 献

- 1) 緒方 修・河野幹雄、宮崎県工試研究報告、No.18、49（1973）
- 2) 松田応作・広末英晴・秦納美代子、セラミックス、4、752（1969）
- 3) 坂本栄治・小野正行・山田昭朗・泊 正雄、近大理工学部研究報告、第7号、177（1971）
- 4) 土弘 隆、選炭、16、179（1966）
- 5) 田辺澄生、骨材資源、No.35、137（1977）
- 6) 照屋善義・仲村三雄・宜野座俊夫・照屋輝一、沖縄県工試業務報告、49（1976）
- 7) 素木洋一、「セラミック外論1」、5、窯業協会（1966）；日本粘土学会編、「粘土ハンドブック」、720、技報堂（1967）
- 8) C. M. Riley、*J. Am. Ceram.*、34、121（1951）

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。