

タイの窯業原料資源とその地質

Chumpon KUENTAG¹⁾ (訳: 高木哲一²⁾)

1. はじめに

タイの工業用粘土資源は白色カオリン・白色イライト・ボールクレー・可塑性粘土(カラークレー)・ディッカイト・ベントナイト・滑石などから構成される。これらは、風化残留鉱床としての産状を示すが、原岩は熱水・雨水・地下水によって変質された花崗岩や流紋岩、および熱水変質を受けた蛇紋岩・輝岩などであり、粘土化作用の根本的な原因は熱水による交代変質である。

白色粘土類は陶磁器・塗料の増量剤・製紙原料・農薬の増量剤などに利用されている。また、ボールクレー・可塑性粘土・ディッカイトは陶磁器に、ベントナイトは鑄造用砂型結合剤とボーリング用泥水調整剤に、滑石は陶磁器と塗料の増量剤に、それぞれ利用されている。

カリ長石は大部分がペグマタイト・文象花崗岩から、ソーダ長石は長石質岩から、混合長石はアプライト・優白質花崗岩から、それぞれ産出する。これらの長石類は主に陶磁器に利用されるが、ソーダ長石はガラス工業でも利用されている。

珪砂は主に中生層の砂岩を起源とするもので、その鉱床は海浜に隣接して産する。石英は主に石英脈として産するが、一部はペグマタイトからも産出する。これらのシリカ原料は陶磁器・砥石工業・紙やすり・吹き付け用砂などに利用されている。

この報告は、1992年8月27日から9月2日まで日本国名古屋および兵庫県で開催されたESCAP主催の“Workshop-cum-Study Tour on Industrial Minerals Development”(工業原料鉱物開発のためのワークショップおよび見学旅行)で発表されたタイの窯業原料鉱物資源に関する総説である。

本報告では、白色粘土類(白色イライト・白色カ

オリン)・ボールクレー・可塑性粘土(カラークレー)・ベントナイト・ディッカイト・滑石・長石・珪砂・石英の各窯業原料鉱物について述べる。

各資源の鉱床の分布については第1図と第2図に示した。また、最近の資源の生産量や輸出入量に関しては、白色粘土類・ボールクレー・ベントナイト・ディッカイト・滑石・長石・珪砂・石英の各鉱種ごとに、第1表から第8表にそれぞれ示したので参照していただきたい。

2. 窯業原料鉱物各論

2.1 白色粘土類

タイでは、白色イライト(面間隔が 10 \AA の粘土鉱物)と白色カオリンの2種類の白色粘土類を産する。

(a) 白色イライト

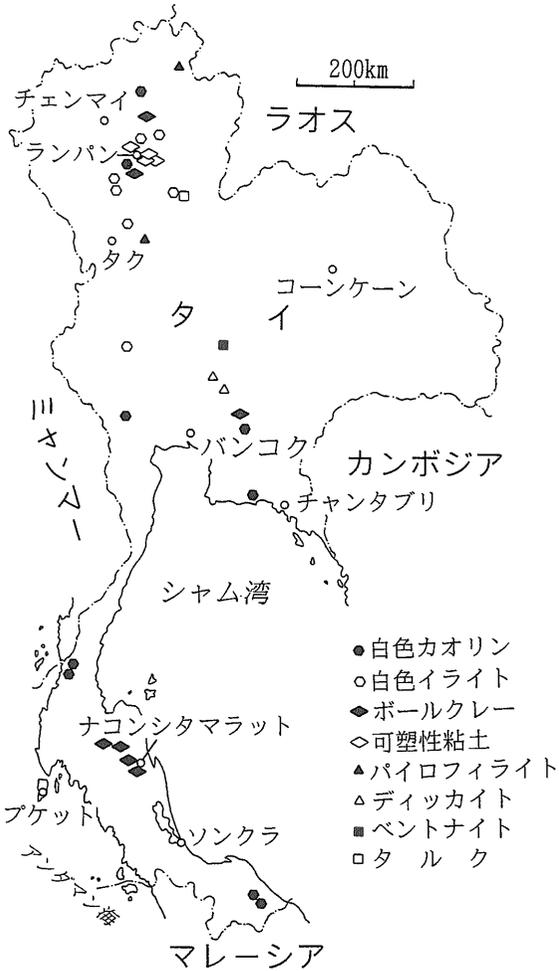
白色イライトの原岩は主として熱水交代作用を受けて変質した流紋岩であるが、一部は白色頁岩である。主な産地は、Lampang 県の Khao Pang Kha 地区(タイ国内最大の白色粘土類の産地。写真1参照)、Chae Hom 地区、Khao kiew Mamuen 地区(タイ国内第2の白色粘土類の産地)、それに Uttaradit 県の Muang 地区である。

Khao Pang Kha 産白色粘土類(変質流紋岩起源)は、イライトまたは絹雲母(55%)、石英(30%)、カオリン(15%)から構成される(NEDO, 1991)。白色粘土類の平均化学組成は $\text{SiO}_2=60.28\%$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3=27.03\%$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3=1.25\%$ 、 $\text{MgO}=1.16\%$ 、 $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}=0.30\%$ 、 $\text{I.g. loss}=5.07\%$ 、焼成色は白色、耐火温度は 1765°C である。この白色粘土類は、タイル・モザイクタイル・衛生陶器・食器などのあらゆる陶磁器製品の原料に適している。確定埋蔵量は

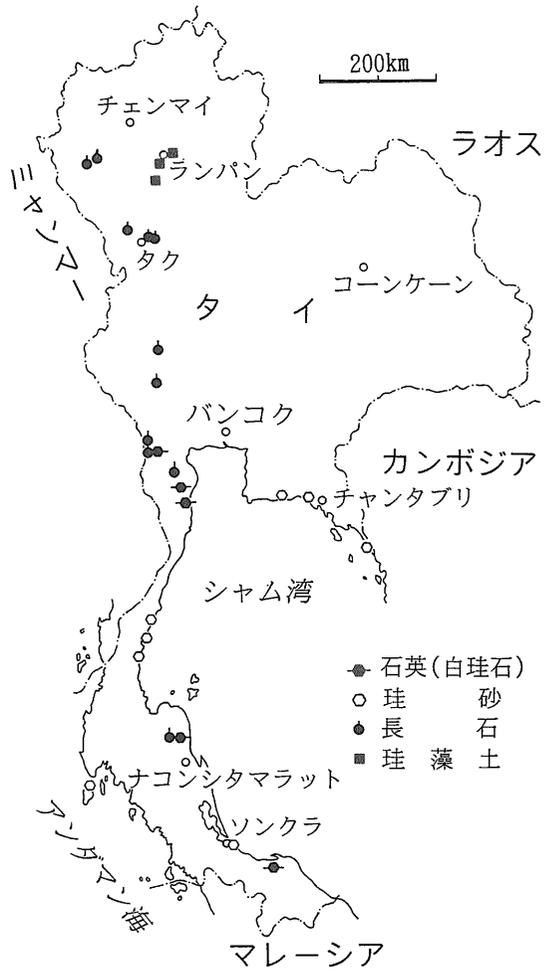
1) Department of Mineral Resources (タイ鉱物資源局):
Rama VI Road, Bangkok 10400, Thailand

2) 地質調査所 北海道支所

キーワード: 窯業原料, 粘土資源, ボールクレー, タイ, ベント
ナイト, カオリン, 長石, 珪石, 珪砂



第1図 タイの粘土質資源の鉱床分布図



第2図 タイの珪長質資源の鉱床分布図

第1表 白色粘土類(カオリン, イライト)の生産と輸出入[1985-1991, 単位 t]

年	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
生産							
原 鉱	—	16,118	22,339	46,724	152,226	139,342	125,512
水 鋳製品	104,704	116,037	184,052	221,789	175,751	208,029	255,540
輸出							
原 鉱	—	—	8,444	6,640	3,508	6,400	12,800
水 鋳製品	37	637	434	365	239	287	522
輸入	—	—	—	—	—	—	—
内需							
窯 業	1,169	3	3,313	8,905	4,789	12,728	17,590
製 紙	2,806	16,338	10,379	9,613	12,471	8,375	8,077
化 学	291	55	7	8,146	10,450	11,943	1,802
そ の 他	—	—	—	—	—	—	—

第2表 ボールクレーの生産と輸出入[1985-1991, 単位 t]

年	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
生産	7,988	11,203	57,719	86,890	134,941	183,313	178,192
輸出	728	260	1,210	1,799	1,180	4,278	5,223
輸入	533	502	610	1,787	2,550	2,553	4,778

第3表 ベントナイトの生産と輸入[1985-1991, 単位 t]

年	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
生産	—	—	1,114	1,114	1,855	948	228
原 鉱 水 洗 製 品	102	30	127	1,179	530	170	—
輸 入	2,914	3,243	5,368	11,474	12,043	32,390	22,407

第4表 ディッカイトの生産と輸出[1985-1991, 単位 t]

年	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
生産	26,754	41,111	37,396	37,285	39,799	29,290	42,690
輸 出	2,884	2,365	3,426	2,163	3,691	2,000	80

第5表 滑石の生産と輸出入[1985-1991, 単位 t]

年	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
生産	1,476	2,886	4,101	4,843	7,242	4,360	5,575
輸 出	—	—	54	88	1,230	934	1,449
輸 入	18,880	22,116	26,518	29,421	33,159	35,025	37,074

第6表 長石の生産と輸出入[1985-1991, 単位 t]

年	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
生産	92,620	107,964	164,635	288,208	489,368	295,398	384,151
ソ ー ダ 長 石 カ リ 長 石	11,966	7,199	4,246	5,478	16,383	15,851	18,484
輸 出	34,902	46,184	85,128	185,397	290,590	273,829	217,982
ソ ー ダ 長 石 カ リ 長 石	607	505	350	45	60	21	—
輸 入	589	24	2,559	—	—	—	—
ソ ー ダ 長 石 カ リ 長 石 混 合 長 石	—	—	—	879	1,158	441	3,057
	—	—	—	—	—	—	—

第7表 珪砂の生産と輸入[1985-1991, 単位 t]

年	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
生産	153,133	153,565	153,516	242,384	296,130	421,508	657,464
輸 入	13	83	135	181	444	414	—

第8表 石英の生産と輸出入[1985-1991, 単位 t]

年	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
生産	27,305	18,068	27,459	28,449	33,850	22,074	20,312
輸 出	25,182	16,702	10,000	24,439	24,800	16,800	15,938
輸 入	354	316	209	93	149	168	279

1千万トン、推定埋蔵鉱量は3千万トンである。

Khao Liew Mamuen 産白色イライトは、主としてイライトまたは絹雲母(58%)、石英(14%)、カオリナイト(13%)から構成される(NEDO, 1991)。白色イライトの化学組成は $\text{SiO}_2=66.7\%$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3=24.6\%$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3=1.8\%$ 、 $\text{CaO}=1.7\%$ 、 $\text{MgO}=1.5\%$ 、 $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}=1.9\%$ 、 $\text{I.g.loss}=1.9\%$ 、焼成色は暗灰色、耐火温度は 1320°C である。Khao Liew Mamuen 産の白色粘土類は、主として塗料の増量

剤、一部は紙のフィルター用として、また少量は肥料の増量剤として利用されている。確定埋蔵鉱量は5百万トン、推定埋蔵鉱量は1千万トンである。

(b) 白色カオリン

Ranong 県と Narathiwat 県の白色カオリンは、変質花崗岩を原岩とする。Ranong 県の花崗岩の変質は、気交代作用(Aranyakanon, 1961)または熱水交代作用によるものであるが、Narathiwat 県の風化花崗岩の変質が、雨水・地下水・熱水交代作用



写真1 ランバン県における陶石(白色イライト)の採掘
(須藤定久氏撮影)

のいずれによるものかはよくわかっていない。

Ranong 地方産白色カオリンは、カオリナイト+ハロイサイト(70%)と石英からなり、しばしば雲母類を伴うことがある(Pisutha-Arnond et al., 1989)。その化学組成は $\text{SiO}_2=47.18\%$, $\text{Al}_2\text{O}_3=36.53\%$, $\text{Fe}_2\text{O}_3=1.45\%$, $\text{CaO}=0.20\%$, $\text{MgO}=0.87\%$, $\text{K}_2\text{O}=1.28\%$, $\text{Na}_2\text{O}=0.21\%$, $\text{MnO}=0.04\%$, $\text{TiO}_2=0.08\%$, $\text{I.g.loss}=12.60\%$, 焼成色は暗灰色, 耐火温度は 1320°C である。このカオリンはあらゆる窯業製品の原料に適しているが、紙のフィルター用としても利用されている。確定埋蔵鉱量は6千万トンである。Ranong 県は、白色粘土類全体では国内3番目の産地であるが、カオリンの産地としては国内最大である。

Rangae 地区と Sungai Padi 地区を産地とする Narathiwat 県産白色カオリンはカオリナイト(75%)と石英からなり、イライトを伴うことがある(NE-DO, 1991)。それらの平均化学組成は $\text{SiO}_2=46.74\%$, $\text{Al}_2\text{O}_3=36.79\%$, $\text{Fe}_2\text{O}_3=1.37\%$, $\text{CaO}=0.04\%$, $\text{MgO}=0.08\%$, $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}=0.53\%$, $\text{MnO}=0.01\%$, $\text{TiO}_2=0.60\%$, $\text{I.g.loss}=12.7\%$, 焼成色は白色, 耐火温度は 1771.5°C である。これらのカオリンは主に陶磁器に、一部は紙のフィルター用に利用されている。推定埋蔵鉱量は1千万トンである。紙のフィルター用としては Narathiwat 県産カオリンの方が Ranong 県のものよりも良質である。

Prachinburi 県産カオリン(片岩起源の風化残留鉱床)は、ボールクレー風粘土として知られている。



写真2 ランバン県におけるボールクレーの採掘
(須藤定久氏撮影)

このカオリンはカオリナイトと石英から構成され、化学組成は $\text{SiO}_2=46.1\%$, $\text{Al}_2\text{O}_3=33.6\%$, $\text{Fe}_2\text{O}_3=1.7\%$, $\text{CaO}=3.2\%$, $\text{MgO}=2.1\%$, $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}=0.06\%$, $\text{I.g.loss}=12.7\%$, 焼成色は明黄白色, 耐火温度は 1760°C である。

2.2 ボールクレー

ボールクレーは、主としてカオリナイトと有機物から構成されており、一部で石英とイライトを含む。主な産地は、Lampang 県・Surat Thani 県・Nakhon Si Thammarat 県である。

Lampang 県の Than 村産ボールクレー鉱床は以前からタイ最大の鉱床として知られており、確定埋蔵鉱量は130万トンである(写真2)。ここでは、基盤の流紋岩を覆うボールクレー中に2枚の褐炭の薄層が挟まれる。新鮮なボールクレーは明灰色(最も良質なもの)から明黄灰色や明茶灰色を呈する。化学組成は $\text{SiO}_2=58.34\%$, $\text{Al}_2\text{O}_3=25.36\%$, $\text{Fe}_2\text{O}_3=2.58\%$, $\text{CaO}=0.09\%$, $\text{MgO}=0.25\%$, $\text{K}_2\text{O}=1.36\%$, $\text{Na}_2\text{O}=0.19\%$, $\text{MnO}=0.03\%$, $\text{TiO}_2=0.24\%$, $\text{I.g.loss}=10.82\%$ で、焼成色は黄白色またはピンクがかかった白色, 耐火温度は 1640°C である。用途としては、衛生陶器・食器・タイル・磚子の生産に用いられている。

Surat Thani 県および Nakhon Si Thammarat 県産ボールクレーは、普通、小規模な第四紀の沼地(盆地)に産する。各鉱床の埋蔵鉱量は、約2万~4万トンである。新鮮なものは茶灰色から黒褐色を呈し、焼成色は白色またはわずかに灰色がかかった白色である。3つの採掘場から採取したサンプルの平均化学組成は $\text{SiO}_2=49.79\%$, $\text{Al}_2\text{O}_3=31.05\%$, Fe_2O_3

=2.08%, CaO=0.22%, MgO=0.36%, K₂O=2.41%, Na₂O=0.17%, MnO=0.02%, TiO₂=0.22%, Ig.loss=13.66%である。これらのボールクレーは陶磁器にのみ利用されている。

2.3 可塑性粘土(カラークレー)

ここで言う可塑性粘土とは、焼く前と焼いた後の色にあまり変化がない種類の粘土で、耐火温度は1515°C以下であるため、白色粘土類・ボールクレー・耐火粘土とは区別されているものである。タイの可塑性粘土はボールクレーとは異なり、現世の沼地や水田地帯、河川の浅瀬などに堆積している粘土を常に意味することから、筆者は“カラークレー”という表現を用いることにしている。

可塑性粘土は、様々な割合のカオリナイト・イライト・モンモリロナイト・石英からなり、最大の産地はLampang県のHua Suer地区とMae Tha地区である。典型的な鉱石の化学組成は、SiO₂=50.50%, Al₂O₃=25.93%, Fe₂O₃=4.81%, TiO₂=0.78%, CaO=0.67%, MgO=0.87%, Na₂O=0.87%, K₂O=3.40%, MnO=0.02%, Ig.loss=6.58%である。確定埋蔵鉱量は5800万トン、推定埋蔵鉱量は数億トンに及ぶ。

2.4 ベントナイト

タイ国内で稼行している唯一のベントナイト鉱床はLopburi県のLam Narai地区とChai Badan地区に賦存する。これらのベントナイトは流紋デイサイトおよび二疊紀以後のガラス質凝灰岩が熱水交代作用を被って形成されたものである。主として膨潤度の小さいスメクタイト(50-70%)からなり(Morgan, 1990)、部分的にクリストバライトと長石を伴う。平均化学組成は、SiO₂=71.62%, Al₂O₃=15.22%, Fe₂O₃=1.96%, CaO=0.61%, MgO=1.66%, Na₂O=1.41%, K₂O=1.00%, Ig.loss=5.69%である。これらは、鑄造用砂型結合剤とボーリング用泥水調整剤に利用されている。推定埋蔵鉱量は20万トンである。

2.5 ディッカイト

時として希少粘土鉱物と呼ばれるディッカイトの鉱床は、タイでは2つの地域に産する。これらの初生的ディッカイト鉱床は流紋岩凝灰岩の熱水交代作用によって形成されたもので、Nakhon Nayok県とSaraburi県に産する。最大の鉱床は、Nakhon Nayok県のKhao Cha-ngokのものである。このデ

ィッカイトは、30年以上も前から“ソープストーン”として知られていたもので、今でもこの誤解のため、多くの人々に“ソープストーン”と呼ばれている。このディッカイトは滑石(ステアタイト)に類似しており、灰色・青灰色・オリーブ色・赤褐色・黄白色・濃青色などを呈する。純粋なディッカイト(A級ディッカイト)の化学組成は、SiO₂=44.54%, Al₂O₃=40.24%(構造上の理論値である39.5%より多い)、Fe₂O₃=0.32%, CaO=0.32%, MnO=0.09%, Na₂O=0.35%, K₂O=0.18%, H₂O+=12.48%である。

ディッカイトは品質により、A級(純粋なディッカイト)、B級(幾分不純物の混入しているディッカイト)、C級(流紋岩に類似)の3階級に分類して販売されている。C級の化学組成は、SiO₂=76.27%, Al₂O₃=15.72%, Fe₂O₃=0.53%, CaO=0.37%, TiO₂=0.22%, MnO=0.01%, MgO=0.15%, K₂O=0.08%, Na₂O=U.D., Ig.loss=5.89%である。A級ディッカイトは、耐火物と装飾用岩石の原料に用いられ、C級ディッカイトはタイル・モザイクタイル・白色セメントの原料に用いられる。

2.6 滑石

現在、稼行中の滑石鉱床は、Uttaradit県のTapla地区とUttaradit市にのみ見出される。

この滑石は熱水交代作用を受けた蛇紋岩や輝岩からもたらされたものである。化学組成はSiO₂=56.25%, Al₂O₃=1.98%, Fe₂O₃=4.65%, TiO₂=0.16%, CaO=1.04%, MgO=29.25%, Na₂O=0.01%, K₂O=0.02%, MnO=0.02%, Ig.loss=6.31%である。これらは陶磁器原料および塗料の増量剤に利用されている。

2.7 長石

製品のソーダ長石には7%またはそれ以上のNa₂Oが、カリ長石には10%またはそれ以上のK₂Oが、それぞれ含まれている。両長石の混合物のNa₂OとK₂O量は、両長石の相対的の量比によって変化する。

カリ長石(K₂O=10.12-12.63%)は、花崗岩・片麻岩・片岩に貫入するペグマタイト質花崗岩または文象花崗岩に産する。その主要な産地は、Tak県のTak地区(最大の産出地域。写真3参照)、Uthai Thani県のRai地区、Chiangmai県のHot地区、Mae Hong Son県のMae Saring地方と

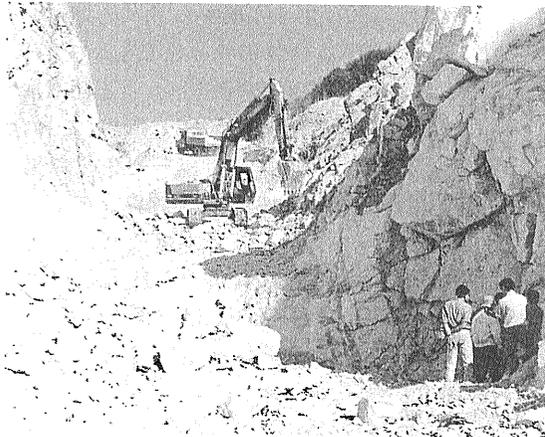


写真3 タク県における長石の採掘
(須藤定久氏撮影)

Ratchaburi 県の Suan Phung 地区である。

ソーダ長石($\text{Na}_2\text{O}=8.07\text{--}10.72\%$)は、長石質岩から産する。主要な産出地域は、Tak 県の Muang 地区と Tak 地区、Ratchaburi 県の Suan Phung 地区、Nakhon Si Thammarat 県の Tha Sala 地区である。確認埋蔵鉱量は5千万トンである。

混合長石(カリ長石+ソーダ長石)は、アプライトと優白質花崗岩から産し、その主要な産地は Tak 県の Muang 地区である。確認埋蔵鉱量は5千万トンである。

長石は、陶磁器原料とガラス原料として利用されている。

2.8 珪 砂

珪砂は、主に中生層の砂岩、一部は古生層の砂岩や中生代の花崗岩が起源である。珪砂鉱床は海浜に隣接するか、海岸から3 km 以内に位置しており、その層厚は平均1 m である。

重要な珪砂鉱床は、Rayong, Chanthaburi, Trat, Songkhla, Ghumphon, Nakhon Si Thammarat,

第9表 窯業製品の年間生産能力

製 品	年 間 生 産 能 力 (t)
タ イ ル	650,000 *
衛 生 陶 器	110,000 **
食 器 類	40,000 *
碍 子	10,000 *
耐 火 煉 瓦	130,000 *
ガ ラ ス	1,213,880 ***
そ の 他	4,000 ***

* : 工業省, 工業経済室
** : 商業省, 商業経済室
*** : Sonamai

Phuket, Pattani, Trang の各県に分布している。

Songkhla は珪砂の最も重要な産地として知られていたが、現在の主要鉱床は Rayong 県と Chanthaburi 県である。これらの珪砂の化学組成は、 $\text{SiO}_2=99.32\%$, $\text{Fe}_2\text{O}_3=0.12\%$, $\text{Al}_2\text{O}_3=0.03\%$, $\text{CaO}=0.03\%$, $\text{MgO}=0.02\%$ であり、大部分はガラス原料に、一部は陶磁器・铸造用に利用されている。確定埋蔵鉱量は2100万トン(Charuklas, 1992), 推定埋蔵鉱量は1億トンである。

2.9 石 英

石英は主として石英脈から、一部はペグマタイト(長石鉱床の副産物として)から産出する。典型的な鉱石の化学組成は、 $\text{SiO}_2=97.56\%$, $\text{Fe}_2\text{O}_3=0.05\%$ である。確定埋蔵鉱量は1200万トンである。

主な産地は、Prachuap Kiri Khan 県の Hua Hin 地区、Ratchaburi 県の Suan Phung 地区、Phetchaburi 県の Tha Yang 地区である。これらの石英は陶磁器、紙やすり、吹きつけ用砂などに用いられる。

3. 窯業原料資源の貿易の趨勢と国内需要

窯業原料鉱物の生産の年度毎の平均成長率

第10表 窯業製品の輸出入[1988-1992]

年	輸 入 (百 万 パ ー ツ)			輸 出 (百 万 パ ー ツ)			*: 予 測	
	1988	1989	1990	1988	1989	1990	1991	1992*
タ イ ル	0.35	0.13	0.27	897.0	1,177.1	1,002.8	877.4	1,000
衛 生 陶 器	0.80	0.21	0.89	285.3	405.5	499.0	784.8	960
食 器 類	7.10	0.37	0.72	588.6	990.9	1,258.5	1,469.9	1,600
碍 子	-	-	-	-	-	-	-	-
建 材	-	-	-	21.0	14.3	76.9	37.4	40
塑 像	70.07	82.57	19.81	-	-	-	-	-
他 の 製 品	-	-	-	223.0	493.0	813.8	1,126.9	1,300



写真4 チェンマイ市郊外の陶磁器工場にて
(富樫幸雄氏撮影)

(1985-1991)は、白色粘土類23.67%、ボールクレ-67.78%、ペントナイト14.34%、ディッカイト27.76%、ソーダ長石27.76%、カリ長石7.52%、珪砂27.49%であり、着実に生産が増加している様子が容易に理解される。ただし、石英は例外で毎年4.81%ずつ減少している。窯業原料鉱物の生産は、窯業側の需要増により上昇し続けるであろう。国内窯業の1991年度の生産能力を第9表に、窯業生産品の1988-1991年の輸出入と窯業製品の輸出予測(1992年)を第10表に、それぞれ示す。

4. おわりに

タイは、窯業原料資源に恵まれた国の一つである。おおよその埋蔵鉱量は、白色イライトが4千万トン、白色カオリンが7千万トン、ボールクレ-が150万トン、可塑性粘土(カラークレ-)が1億トン以上、C級ディッカイトが6百万トン、珪砂が2千百万トン以上、ソーダ長石が5千万トン以上、混合長石が5千万トン以上である。

端的に言うと、タイの窯業原料資源の資源量は、現在の窯業界の需要の100年分を優に越える。ただし、白色粘土類や長石などの窯業原料資源は、品質が安定していない。

窯業原料資源の品質の向上と管理が、適切かつ一貫して行われるならば、良質の生産物が得られると同時に、輸出も伸びるに違いない(写真4)。そして、それは国民経済にも良い影響を与えることとなるらう。

参考文献

- Aranyakanon, P. (1961) : The cassiterite deposit of Haad Sompan, Ranong Province, Thailand. Rept. Invest., no. 4, Dept. of Mineral Resources (DMR; タイ鉱物資源局), Bangkok, 181 pp.
- Charukalas, B. (1982) : Silica sand. Econ. Geol. Bull., no. 35, DMR, Bangkok, 60 pp. (タイ語)
- Department of Customs, Foreign Trade Statistics of Thailand (タイ関税局貿易統計), 1985-1990, Bangkok.
- DMR., Mineral Statistics of Thailand for 1985-1991 (タイ鉱物資源統計), Bangkok.
- Kuentag, C., Wasuwanich, P., and Punggrassami, T. (1978) : Clays. Econ. Geol. Bull., no. 19, DMR, Bangkok.
- Kuentag, C. (1985) : Clays of Lampang. Nonmetallic Minerals Section. Econ. Geol. Division, DMR. Bangkok. 300 pp. (タイ語)
- Kumanchan, P., Triyan, A. (1983) : Diatomite. Industrial Minerals Project. Econ. Geol. Division, DMR, Bangkok, 29 pp.
- Morgan, D.J., Inglethorpe, S.D.J. (1988) : Mineralogical examination of bentonite from Thailand. Mineralogy and Petrology Report, British Geological Survey.
- NEDO (New Energy Development Organization) (1991) : Basic research regarding the formation of infrastructure for research and development in Asia (Thailand, Indonesia).
- Pisutha-Arnond, V., Leelaophon, K., Phuvichit, S. (1989) : Mineralogical contrast of the crude kaolins from Ranong and Prachin Buri. (タイ語)
- Sripongpan, P. (1985) : Lithostratigraphy and depositional environment of diatomite deposits in the southeastern part of Changwat Lampang Basin, Changwat Lampang, Ms. Thesis, Dept. Geol., Chulalongkorn University, Bangkok, 112 pp.
- Sukserm, W. (1985) : Feldspar. Nonmetallic Minerals Section, Econ. Geol. Division, DMR, Bangkok, 18 pp. (タイ語)
-
- KUENTAG Chumpon (Translated by TAKAGI Tetsuichi) (1994) : Geology of ceramic raw materials in Thailand.

〈受付：1994年6月9日〉