

● 第 III 部 各論

1 セラミック製品の需要ならびに原料使用に関する調査結果

1.1 セラミック製品・原料の需要規模推定

インドネシアにおけるセラミック製品および原料の需要規模を的確に把握できる統計はない。以下では、主として MOIT（工業貿易省）による推定をもとに、企業訪問調査により得られた情報を勘案し、需要を推定している。

これによれば、1995 年度にインドネシアにおいて床・壁用タイル、衛生陶器、テーブルウェアに使用されたボディ用の主要原料は、1) 粘土 116 万 6,000 トン、2) 長石 70 万 2,000 トン、3) カオリン 35 万トンであったと推定される。

1.1.1 原料需要推定プロセス

(1) ベースデータ

表 1-1 は、セラミック製品の 1994 年から 1998 年に至る 5 カ年計画数値と、1994、95 年における実績推定および 96 年見通しを示す。計画数値と実績推定値は MOIT によるもので、96 年見通し数値は ASAKI の資料による（ASAKI の数値の 94、95 年度推定値には MOIT と同じ数値が用いられており同じベースでの数値と見られる）。推定の根拠は明確ではないが、各社からの聴き取り等によって得られた数値であると見られる。

また、同表の 93 年までの実績推定値は、95 年の MOIT によるデータでそれ以降のデータとはソースが異なる。

生産についての唯一の公式統計である「工業統計」は個々の製品別に生産量と金額を集計している。コード No.36111 は「Household wares made of porcelain」で、その中からテーブルウェアだけを集計すると 105,385,000 pcs.(セットで集計されているものは 1 セット 6 pcs.として換算)となり、上記 MOIT の実績推定値とほぼ一致する。同じくコード No.36112 「Structural materials made of porcelain」の内、Ceramic floor tile および Porcelain floor tile は合計 46,270,000 m² で、この数値もほぼ上記 MOIT の実績推定値に一致している。

この MOIT の 93 年実績推定値と、最初の計画値・実績推定値との間には、床タイルおよびテーブルウェアについて大幅なギャップが見られる。しかし、ASAKI によれば、後者は業界内での集計や製造設備メーカーからの情報をもとに推定したものであるとのことであり、比較的信頼のおける数値と考えられる。従って、以下では、このデータをもとに推定を行っている。

なお、工業統計はサニタリーウェアの生産実績についてほとんど網羅できていない。従っ

て、上記の MOIT のデータを使用する。

また、ノベルティ製品の生産量については、ほとんどを個数で集計しており、製品によって大きさが全くまちまちであるためそこから得られるデータにより重量を推定する方法がない。また、量的には他の製品に比べると小さいと推定されるためここでは集計していない。

(2) 原料需要推定プロセス

上記ベース生産データはそれぞれ m^3 や pcs. で表示されている。これに、表 1-2 に示す各製品の重量換算係数を乗じ、重量表示による生産量を推定した（表 1-3）。重量換算係数は、ASAKI による推定値と、聴き取り調査による結果をもとに推定したものである。

次に、原料消費量は、製品生産量（重量表示による）に等しいものとした。原料の重量は、水分蒸発、焼成ロス、原料の歩留まりなどの関係で、焼成した段階では実際には減少しているはずである。しかし、釉薬の重量、また、タイル製造の場合はリサイクル原料の使用などにより重量が付加される。従って、これらを相殺し、原料消費量と製品重量は等しいものとした。

表 1-4 はこの製品生産量（すなわち原料消費量）を地域別に推定している。地域別製品生産量に関するデータは全くない。従って、MOIT の製造工場リスト（表 1-5、1-6、1-7）をもとに、地域別生産能力の割合を算出、その割合により上記製品生産量（すなわち原料消費量）を推定した。

次に、この原料消費量に原料別使用比率を乗じ原料別消費量を地域別に推定した（表 1-8）。原料別使用比率は、企業聴き取り調査のデータをもとに、ASAKI の Mr. Robert Unaya による推定を参照して想定した（表 1-9）。

1.1.2 原料の推定需要量

最大の原料消費サブセクターは床・壁タイルサブセクターであり、粘土の場合全消費量の約 85%、長石では約 80%を占める。ついで大きいのはテーブルウェアサブセクターで、粘土で 13%、長石で 19%を占める。

1.2 原料使用状況

1.2.1 タイル用原料

現在インドネシアで製造されているタイルの大部分は床用タイルと壁用タイルであり、ASAKI の資料によるとその生産比率は約 70 対 30 である。その他に少量のモザイクタイルも製造されている。

原料の仕様については製造メーカーにより、床用タイルと壁用タイルの定義が異なる場合がある。例えば床用タイルと壁用タイルの違いは吸水率の差で、床用タイルが 3～6%、壁用タイルは 6～10%といわれている。また、メーカーによっては、使用するボディの原料は同一でも外装のデザインが違うだけで、いずれも原料の吸水率が 17%との定義を行っているところもある。また、床用タイルを Red Body、壁用タイルを White Body と定義している場合もある。

タイルメーカーによる原料使用状況ならびに購入価格を表 1-10 から表 1-12 に示す。

タイルメーカーは、一般に安価な原料を使用している。たとえば、粘土については、テーブルウェアメーカーの場合 Rp.80/kg 程度のものを使用しているのに対し、タイルメーカーでは Rp.35/kg レベルのものを使用しているなどである。タイルメーカーではあまり色についても問題としていない。釉薬によってボディの色が隠されるためである。また、いずれのタイルメーカーも複数の原土を混合使用できるよう自社設備を保有しており、品位が低いものも使用できる体制にある。従って、タイルメーカーの原料開発への期待は、主として品質の安定にある。

(1) 床用タイル

床用タイルは、低アルカリ含有量の長石と粘土を主成分としており、製造メーカーにより違いはあるものの、これら使用原料の割合は、1) 長石 (32～52%)、2) 粘土 (58～48%)、3) シリカ (0～10%)、4) カオリン (0～5%) となっている。また、タイルメーカー全般の平均をとると使用原料割合は、1) 長石 (44～45%)、2) 粘土 (53～55%)、3) シリカ (2%)、4) カオリン (1%) となっている。これらの原料はいずれもジャワ産の Tuff 系の不純物の多い粘土と長石である。

(2) 壁用タイル

インドネシアで製造される壁用タイルでは、使用される原材料が蠟石建てのものはほとんどなくなっており、長石、粘土、石灰石建ての調合になっている。使用する原料は比較的鉄分の少ない Belitung の粘土、カオリン、珪砂などが使われている。ASAKI のデータでは、壁

用タイルの原料の調合割合は、1) 長石: 7% (Rp.60/Kg) 、2) 粘土: 45% (Rp.35/Kg) 、3) カオリン: 10% (Rp.100/Kg) 、4) 石灰石: 15% (Rp.40/Kg) 、5) シリカ: 20% (Rp.125/Kg) 、6) その他: 3%としている。

(3) モザイクタイル

モザイクタイルのメーカーは現在国内に 1 社しかなく、原料使用量も年 6,000 トン程度である。原料は Blitar 産の長石と Rembang 産の粘土の 2 種である。これらの原料使用比率はそれぞれ 70%対 30%である。

1.2.2 サニタリーウエア用原料

インドネシアのサニタリーウエアメーカーは、高級品の製造を主体とする大企業と、国内市場向けの便器だけを生産する小規模企業に 2 分される。また、タイルの製造メーカーが一部サニタリーウエアを製造しているケースも過去にはあったが、タイルの内需拡大にともない現在はサニタリーウエアの生産を中止している。国内市場向けの便器だけを生産しているメーカーは国内産の原料だけを使用している。しかし、大形で複雑な形状の高級品を造るメーカーでは、スリップの成形性が厳しく要求され、国内産の原料だけでは満足する性状が得られないため、50 から 60%を輸入原料に頼っている。

表 1-13 から表 1-15 にサニタリーウエア用原料の使用状況を示す。これらの企業で使われる原料のうち、長石の 20%、粘土の 60%、また陶石の 100%が輸入品である。良質の長石、ボールクレイ、また、西ジャワでのセリサイト系の陶石などの開発に対し関心を持つメーカーもあるが、国内産原料にはほとんど期待を持っていない企業もある。後者の国内原料への失望感は単に賦存原料の品位についての失望感というよりも、国内原料供給業者の品質管理に対する失望感をあわせたものである。

1.2.3 テーブルウエア用原料

表 1-13 から表 1-15 (いずれも前掲) にテーブルウエアの原料使用状況を示す。ASAKI によるとテーブルウエアの原料の調合割合は、1) 長石 (25%) 、2) 粘土 (25%) 、3) カオリン (30%) 、4) シリカ (20%) となっている。

テーブルウエアメーカーで使われる原料のうち、中級品を製造しているメーカーでは現在輸入長石を使っているため、良質の国産長石の開発が実現すればその使用には興味を持っている。また、高級品製造メーカーでは、鉄分、チタン分の少ない良質のボールクレイ、カ

オリンが開発されれば使用する可能性を持っている。

テーブルウェアについては、日本、ヨーロッパの陶磁器メーカーがインドネシアでの生産に強い関心を持ち、進出計画が進行している。この場合、原材料のほとんどは輸入品が使われることになるが、上記のように、良質な長石、ボールクレイが開発されれば国産品への切り替えに期待が持てる。しかし、既に Banjarnegara の長石精製について検討したとおり、現在の需要レベルでは未だ採算が取れない。将来こうした外資進出の動きが活発化し、良質長石需要が拡大した場合には、再度検討の余地があると考えられる。

1.2.4 小規模ノベルティおよびアートウェア類

インドネシアには各地に小規模な陶磁器製造企業集団地区がある。Malang、Plered、Kiala Condong、Bali、その他に企業集落があり産地ごとに異なるタイプの製品を生産している。無釉低温焼成の粗陶器質のものも多いが、Malang 地区や Kiala Condong では磁器質のものを生産している。これら小企業集団地域の内、Malang や Plered では、政府機関がその地区の製品にあわせた配合済み坯土の供給を行っている。Plered では、こうした政府機関の動きに追随して坯土業者もできている。

表 1-16、1-17 に小規模アートウェアメーカーの原料使用状況を示す。

表1-1 セラミック製品の生産量計画数値と実績推定値

	Estimated actual					Projected/ Estimated					Projected			
	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	% growth	1996	% growth	1997	% growth	1998	% growth
Floor/wall tile ('000 m ²)														
Plan *1)						107,051	128,243	20	153,640	20	184,077	20	220,557	20
Realization *1)						105,000	140,000	33						
Estimated (1) *2)									170,000	33				
Estimated (2) *3)	30,942	32,180	37,255	40,921	45,198									
Sanitary ware ('000 pcs.)														
Plan *1)						2,721	3,134	15	3,608	15	4,155	15	4,785	15
Realization *1)						1,800	2,500	39						
Estimated (1) *2)									2,750	39				
Estimated (2) *3)	1,647	1,898	2,183	2,510	2,887									
Roof tile ('000 pcs.)														
Plan *1)						45,936	50,530	10	55,583	10	61,141	10	67,255	10
Realization *1)						50,000	80,000	60						
Estimated (1) *2)									100,000	60				
Estimated (2) *3)	24,377	25,300	26,500	33,038	41,760									
Tableware ('000 pcs.)														
Plan *1)						773,434	840,476	9	1,025,229	22	1,180,030	15	1,358,609	15
Realization *1)						400,000	600,000	50						
Estimated (1) *2)									800,000	9				
Estimated (2) *3)	56,064	71,964	84,156	96,588	106,896									

Sources: *1) Ir. I.B. Agra Kusuma, "Pola Pengembangan Industri Keramik Nasional Dalam Nasional PELITA VI"

(1996: Paper for Seminar on Ceramic Industry in Indonesia)

*2) Ir. Robert Unaya, "Permasalahan Bahan Mentah Keramik di Indonesia" (1996: Paper for Seminar on Ceramic Industry in Indonesia)

*3) MOI, "Industri Keramik, 1995"

表1-2 各セラミック製品の重量への換算係数の推定

Source Products	ASAKI ¹⁾	Field Survey ²⁾	Assumption by Study Team ³⁾
Floor/wall tile	14.9 kg/m ²	13.5 - 25 kg/m ²	*1) 14.9 kg/m ²
Sanitary	-	0.21 - 68 kg/piece	*2) 24.5 kg/piece
Roof tile	5 kg/piece	3.2 kg/piece	*3) 3.2 kg/piece
Tableware	0.5 kg/piece	0.2 - 2.4 kg/piece	*4) 0.68 kg/piece
Novelties	-	0.2 - 30 kg/piece	*5) 4.31 kg/piece

Notes: *1) ASAKIの推定値による。Study Teamの調査による結果は以下のとおり。

Company	10 x 20cm	20 x 20cm	30 x 30cm	40 x 40cm
A	14.0kg	13.5kg	16.0kg	-
B	-	-	17.1kg	18.7kg
C	14.0kg	25.0kg	-	-

*2) 一個あたりの洋式便器の重量による。

*3) Study Teamの調査の結果により、推定値を算出。

*4), 5) 工業統計の生産重量と個数により、一個あたりの重量を算出。

Sources: 1) Robert Unaya, "Permasalahan Bahan Mentah Keramik Di Indonesia"

(1996:Paper for Seminar on Ceramic Industry in Indonesia)

2) Study TeamのField Interviewによる。

3) Study Teamによる重量換算に採用した係数。

表1-3 セラミック製品の国内推定生産量

Products	Year	1994	1995	1996	1997	1998
Floor/wall tile						
Plan		1,595,000	1,911,000	2,289,000	2,743,000	3,286,000
Estimated		1,565,000	2,086,000	2,533,000	-	-
Sanitary						
Plan		67,000	77,000	88,000	102,000	117,000
Estimated		44,000	61,000	67,000	-	-
Roof tile						
Plan		147,000	162,000	178,000	196,000	215,000
Estimated		160,000	256,000	320,000	-	-
Tableware						
Plan		526,000	572,000	697,000	802,000	924,000
Estimated		272,000	408,000	544,000	-	-

Note: Converted figures using the conversion factors estimated by the Study Team

Source: Table1-1

表1-4 地域別セラミック製品生産 (トン数表示)

	1995					1998				
	Floor/wall tile	Sanitary Ware	Roof tile	Tableware		Floor/wall tile	Sanitary Ware	Roof tile	Tableware	
Total	1,911,000	77,000	162,000	572,000		3,286,000	117,000	215,000	924,000	
Estimated Breakdown of Production by Region:										
Jakarta	69,000	7,000	0	8,000		118,000	11,000	0	13,000	
West Java	936,000	45,000	135,000	275,000		1,610,000	69,000	179,000	444,000	
Central Java	0	13,000	0	40,000		0	20,000	0	65,000	
East Java	688,000	12,000	27,000	69,000		1,183,000	18,000	36,000	111,000	
Bali/Riau	2,000	0	0	177,000		3,000	0	0	286,000	
South Sumatra	57,000	0	0	0		99,000	0	0	0	
West Kalimantan	34,000	0	0	3,000		59,000	0	0	6,000	
South Kalimantan	124,000	0	0	0		214,000	0	0	0	

Source: Estimate by the Study Team

表1-5 床・壁用タイルの地域別生産能力 (1994)

No.	Company	Location	Production Capacity (in m ²)	Production Capacity (in Ton)	Number of Employees
Country Total			226,783,000	3,176,000	23,000
Jakarta					
1	A	Jakarta	2,244,000	31,416	460
2	B	Jakarta	4,500,000	63,000	1143
3	C	Jakarta	240,000	3,360	105
4	D	Jakarta	36,000	504	128
5	E	Jakarta	1,200,000	16,800	152
Jakarta Total			8,220,000	115,000	1,988
Regional Capacity/Country (%)				3.6	
West Java					
1	A	Tangerang	265,000	3,710	254
2	B	Tangerang	6,169,000	86,240	1502
3	C	Tangerang	13,240,000	185,360	854
4	D	Tangerang	3,600	50	
5	E	Tangerang	4,000,000	56,000	364
6	F	Tangerang	2,100,000	29,400	302
7	G	Tangerang	12,000,000	168,000	318
8	H	Tangerang	1,700,000	23,800	352
9	I	Bogor	720,000	10,080	69
10	J	Bogor	1,220,000	17,080	473
11	K	Bogor	320,000	4,480	195
12	L	Bogor	2,100,000	29,400	396
13	M	Bogor	3,900,000	54,600	84
14	N	Bogor	1,800,000	25,200	198
15	O	Cikarang	2,750,000	38,500	375
16	P	Bekasi	8,500,000	119,000	853
17	Q	Bekasi	7,500,000	105,000	576
18	R	Bekasi	2,000,000	28,000	404
19	S	Cirebon	185,000	2,590	192
20	T	Pedalarang	600,000	8,400	341
21	U	Indramayu	1,600,000	22,400	135
22	V	Serang	4,250,000	59,500	535
23	W	Majalengka	3,600,000	50,400	600
24	X	Bogor	1,000,000	14,000	234
25	Y	Serang	2,184,000	30,576	210
26	Z	Karawang	7,220,000	101,080	482
27	AA	Serang	600,000	8,400	102
28	BB	Cirebon	10,266,000	143,724	555
29	CC	Tangerang	2,850,000	40,320	402
30	DD	Tangerang	2,160,000	30,240	152
31	EE	Serang	4,368,000	61,152	310
West Java Total			111,191,600	1,557,000	11,819
Regional Capacity/Country (%)				49	
East Java					
1	A	Gresik	2,000,000	28,000	355
2	B	Gresik	32,000,000	448,000	936
3	C	Gresik	1,080,000	15,120	152
4	D	Gresik	2,220,000	31,080	310
5	E	Tulungagung	578,000	8,092	595
6	F	Tulungagung	3,770,000	52,780	787
7	G	Sidoarjo	110,000	1,540	255
8	H	Sidoarjo	35,009,999	490,140	2691
9	I	Sidoarjo	1,080,000	15,120	252
10	J	Sidoarjo	250,000	3,500	115
11	K	Surabaya	1,588,000	22,232	1514
12	L	Surabaya	600,000	8,400	
13	M	Malang	1,400,000	19,600	426
East Java Total			81,685,999	1,144,000	8,388
Regional Capacity/Country (%)				36	
Riau					
1	A	P. Balam	320,000	4,480	54
Riau Total			320,000	4,480	54
Regional Capacity/Country (%)				0.1	
South Sumatra					
1	A	Tanjung Pandan	6,700,000	93,800	
South Sumatra Total			6,700,000	94,000	
Regional Capacity/Country (%)				3	
West Kalimantan					
1	A	Pontianak	1,800,000	25,200	335
2	B	Pontianak	2,327,000	32,578	381
West Kalimantan Total			4,127,000	58,000	716
Regional Capacity/Country (%)				1.8	
South Kalimantan					
1	A	Banjar	14,540,000	203,560	48
South Kalimantan Total			14,540,000	204,000	
Regional Capacity/Country (%)				6.5	

Source: Ministry of Industry

表1-6 衛生陶器製品の地域別生産能力（1994）

No.	Company	Location	Production Capacity (in m ²)	Production Capacity (in Ton)	Number of employees
Country Total			2,640,000	65,000	1,902
Jakarta					
1	A	Cengkareng	240,000	5,880	150
Jakarta Total			240,000	5,880	150
Regional Capacity/Country (%)				9	
West Java					
1	A	Bogor	650,000	15,925	753
2	B	Tangerang	360,000	8,820	662
3	C	Tangerang	300,000	7,350	
4	D	Bekasi	250,000	6,125	
West Java Total			1,560,000	38,220	1,415
Regional Capacity/Country (%)				59	
Central Java					
1	A	Semarang	120,000	2,940	337
2	B	Semarang	325,000	7,963	
Central Java Total			445,000	10,903	337
Regional Capacity/Country (%)				17	
East Java					
1	A	Sidoarjo	3,450	85	32
2	B	Malang	91,482	2,241	76
3	C	Tulungagung	300,000	7,350	
East Java Total			394,932	9,676	108
Regional Capacity/Country (%)				15	

Source: Ministry of Industry

表1-7 テーブルウエア製品の地域別生産能力 (1994)

No.	Company	Production Capacity (in m ²)	Production Capacity (in Ton)
Country Total		750,508,000	510,345
Jakarta			
1	A	3,240,000	2,203
2	B	7,000,000	4,760
Jakarta Total		10,240,000	6,963
Regional Capacity/Country (%)			1.4
West Java			
1	A	10,800,000	7,344
2	B	1,200,000	816
3	C	39,900,000	27,132
4	D	7,448,000	5,065
5	E	6,968,000	4,738
6	F	31,500,000	21,420
7	G	1,200,000	816
8	H	144,000	98
9	I	4,200,000	2,856
10	J	8,000,000	5,440
11	K	38,050,000	25,874
12	L	12,000,000	8,160
13	M	5,000,000	3,400
14	N	144,000,000	97,920
15	O	19,350,000	13,158
16	P	400,000	272
17	Q	24,000,000	16,320
18	R	990,000	673
19	S	2,000,000	1,360
20	T	540,000	367
21	U	6,024,000	4,096
West Java Total		363,714,000	247,326
Regional Capacity/Country (%)			48
Central Java			
1	A	24,000,000	16,320
2	B	25,950,000	17,646
Central Java Total		49,950,000	33,966
Regional Capacity/Country (%)			7
East Java			
1	A	7,500,000	5,100
2	B	6,000,000	4,080
3	C	10,000,000	6,800
4	D	24,000,000	16,320
5	E	14,556,000	9,898
6	F	1,200,000	816
7	G	25,000,000	17,000
East Java Total		88,256,000	60,014
Regional Capacity/Country (%)			12
Bali			
1	A	23,400,000	15,912
Bali Total		234,000,000	159,120
Regional Capacity/Country (%)			31
West Kalimantan			
1	A	4,348,000	2,957
West Kalimantan Total		4,348,000	2,957
Regional Capacity/Country (%)			6

Source: Ministry of Industry

表1-8 地域別、製品別による原料消費量（トン）

	1995			1998		
	Floor/wall Tile	Sanitary ware	Tableware	Floor/wall Tile	Sanitary ware	Tableware
Clay Total^{*1)}	1,039,000	23,000	143,000	1,788,000	35,000	231,000
Jakarta	37,000	2,000	2,000	64,000	3,000	3,000
West Java	509,000	14,000	69,000	876,000	21,000	111,000
Central Java	0	4,000	10,000	0	6,000	16,000
East Java	374,000	3,000	17,000	644,000	5,000	28,000
Bali/Riau	1,000	0	44,000	2,000	0	72,000
South Sumatra	31,000	0	0	54,000	0	0
West Kalimantan	19,000	0	1,000	32,000	0	1,000
South Kalimantan	68,000	0	0	116,000	0	0
Feldspar Total^{*1)}	602,000	12,000	143,000	1,035,000	18,000	231,000
Jakarta	22,000	1,000	2,000	37,000	2,000	3,000
West Java	295,000	7,000	69,000	507,000	11,000	111,000
Central Java	0	2,000	10,000	0	3,000	16,000
East Java	217,000	2,000	17,000	373,000	3,000	28,000
Bali/Riau	1,000	0	44,000	1,000	0	72,000
South Sumatra	18,000	0	0	31,000	0	0
West Kalimantan	11,000	0	1,000	19,000	0	1,000
South Kalimantan	39,000	0	0	67,000	0	0
Kaolin Total^{*1)}	57,000	23,000	171,000	99,000	35,000	277,000
Jakarta	2,000	2,000	2,000	4,000	3,000	4,000
West Java	28,000	14,000	82,000	49,000	21,000	133,000
Central Java	0	4,000	12,000	0	6,000	19,000
East Java	21,000	3,000	21,000	36,000	5,000	33,000
Bali/Riau	100	0	53,000	100	0	86,000
South Sumatra	2,000	0	0	3,000	0	0
West Kalimantan	1,000	0	1,000	2,000	0	2,000
South Kalimantan	4,000	0	0	6,000	0	0

Note: 各地域の企業数割合の四捨五入値により合計は必ずしも一致しない。

表1-9 セラミック原料推定原単位表^{*1)}

Unit: (%)

Source Raw Material	ASAKI ^{*2)}	Field Survey ^{*3)}	Assumption by Study Team ^{*4)}
Floor/wall tile			
Clay	45.0-55.0	30.0-76.0	52.0 ^{*5)}
Feldspar	7.0-30.0	7.0-70.0	29.0 ^{*6)}
Kaolin	10.0	5.0	8.0 ^{*7)}
Sanitary			
Clay	30.0	24.0-36.0	30.0 ^{*8)}
Feldspar	15.0	14.0-38.0	21.0 ^{*9)}
Kaolin	30	26.0-41.0	34.0 ^{*10)}
Roof tile			
Clay	99.0	-	99.0 ^{*11)}
Feldspar	-	-	0
Kaolin	-	-	0
Tableware			
Clay	25.0	27.0	26.0 ^{*12)}
Feldspar	25.0	21.0	23.0 ^{*13)}
Kaolin	30.0	31.0	30.0 ^{*14)}

Sources: *1) Ratio for use of each raw material to total use of raw material in each ceramic product.

*2) Ir. Robert Unaya, "Permasalahan Bahan Mentah Keramik Di Indonesia" (1996: Paper for Seminar on Ceramic Industry in Indonesia)

*3) Based on field interview by the Study Team.

*4) Estimated by the Study Team based on *1) and *2).

Bases of estimation as follows:

*5) and *6) are average of med-range value of ASAKI and numbers collected during the survey. *7), *12), *13) are average.

*8), *9), *10) are average of med-range value of ASAKI and numbers collected during the survey.

表1-10 タイルメーカー主要な原料とソースおよび購入価格

Raw material and source	Factory	U-1	U-2	U-3	U-4	U-5	U-6	U-7	U-8	U-9	U-10	ASAKI ^{*1)}
	Location	Tangerang	Tangerang	Belitung	Malang	Malang	Jakarta	Gresik	Tangerang	Tangerang	Bandung	
	Products	W.J.	W.J.		C.J.	C.J.	W.J.	E.J.	W.J.	W.J.	C.J.	
		Floor	F/W	Wall	Mosaic	Floor	F/W	Floor	Floor	F/W	F/W	F/W
Feldspar	Sukabumi	◎ 31	◎									
	Blitar				⊗	⊗						
	Banjarnegara						◎ 50			○ Average.60		
	Cipanas						◎ 32				◎ 55	
	Cikalenga											
	Lampung									○ Average.60		
	Lankasbit									○ Average.60		
	Not Announced							38	◎			◎ 50
Kaolin	Belitung		○	○ 200							○	
Clay	Sukabumi	⊗ 30	⊗				⊗ 28		◎	⊗ 35	◎ 35	
	Belitung			◎ 23			◎ 51		○			
	Rembang				◎							
	South Malang					⊗						
	Leuwilang						○ Own site					
	Parungpanjang								○	○ 53		
	Belitung											
	Not Available							27.5				◎ 35
White Clay (Sericite)	Belitung	○		◎ 10			○ 41					○
Silica Sand	Kalimantan		○									
Toseki (Pyrophyllite)	Argomulyo			◎ 90								
Lime	Padarang (Bandung)						○ 35				◎ 40	

Notes: *1) Informations obtained during the seminar on ceramic industry in Indonesia.

◎: Major material ○: Less used material ×: Problems commented

Figures: Price Rp/kg

Source: Informations obtained by Study Team through the field survey.

表1-11 タイルの原料使用比率

(Unit: % of total)

Factory	U-1	U-2	U-3	U-4	U-5	U-6	U-7	U-8	U-9	U-10	Robert ^{*3)}	Robert ^{*3)}
	Tangerang	Tangerang	Belitung	Malang	Malang	Jakarta	Gresik	Tangerang	Tangerang	Bandung		
	W.J.	W.J.		C.J.	C.J.	W.J.	E.J.	W.J.	W.J.	W.J.		
Products	Floor	F/W	Wall	Mosaic	Floor	F/W	Floor	Floor	Floor	F/W ^{*2)}	Wall	Floor
Raw Material												
Feldspar	52	39		70	48	35	46		40	17	7	32
Clay	48	44	44	30	52	60 ^{*1)}	54		55	76	46	58
Kaolin		5	5						5		10	
Silica Sand		12	23								21	10
Lime						5				7	16	
Toseki (Pyrophyllite)			24									
Sericite Clay			4									
Total	100	100	100	100	100	100	100		100	100	100	100

Notes: *1): Belitung 26%, Sukabumi 34%

*2): Water absorption: 17%

*3): Source: Ir. Robert Unaya, ASAKI

U-3: Firing temperature Wall tile: 1,200°C, Traditional Wall tile

U-4: Mosaic tile, water absorption 0%, Firing temperature: 1,290°C

U-10: Firing temperature: 990°C, Firing temperature during glazing process: 1,060°C,
Water absorption: 17%

U-6: Producing floor and Wall tiles. Mixing ratio of raw materials are not announced.
26% use of Belitung clay considered as special case.

Source: Informations obtained by Study Team through the field survey

表1-12 タイル原料使用量

Raw Material	Factory	U-1	U-2	U-3	U-4	U-5	U-6	U-7	U-8	U-9	U-10
	Location	Tangerang	Tangerang	Belitung	Malang	Malang	Jakarta	Gresik	Tangerang	Tangerang	Bandung
		W.J.	W.J.	W.J.	C.J.	W.J.	W.J.	E.J.	W.J.	W.J.	W.J.
	Products	Floor	F/W	Wall	Mosaic	Floor	F/W	Floor	Floor	Floor	F/W
Source											
Feldspar	Sukabumi	80,000	51,000								
	Blitar				4,200	20,100					
	Banjarnegara						45,000				
	Cipanas						30,000				
	Cikalenga										3,240
	Lampung										
	Lankasbit										
	Not Announced							35,000	20,000	50,000	
Kaolin	Belitung		7,000	1,400						6,250	
Clay	Sukabumi	75,000	58,000				60,000		150,000	67,500	14,400
	Belitung			13,000			54,000				
	Rembang				1,800						
	South Malang					22,500					
	Leuwilang						15,000				
	Parungpanjang										
	Not Available							41,000			
	Belitung										
White Clay	Belitung			1,100							
Silica Sand	Kalimantan		15,000								
Silica Sand	Belitung			7,000							
Toseki (Pyrophyllite)	Argomulyo			7,200							
Lime	Bandung						9,600				1,320
Total	ton/year	155,000	131,000	29,700	6,000	42,600	213,600	76,000	170,000	123,750	18,960

Source: Informations obtained by Study Team through the field survey

表1-13 サニタリーおよびテーブルウェアメーカーの主要な原料とソースおよび購入価格

Raw Material	Factory Location	Quality of Products Source	S-1	S-2	S-3	R-S	T-1	T-2	T-3	T-4	R-T
			W.J.	C.J.	W.J.		W.J.	W.J.	C.J.	W.J.	
			High	Low	High		Medium	Medium	Low	Medium	
Feldspar	Jepara				⊙						
	Lodoyo	⊗			⊙ 70						
	Banjarnegara			⊙					⊙ 35		
	Lampung						⊙ 70			⊙ 120	⊙ 200
	India						⊗ 200				
	Australia	⊙ 220									
	Malaysia				⊙						
	Not Available					⊙ 200					
Kaolin	Belitung			⊙ 185			⊙	⊙	⊙ 156	⊙ 70	
	Bangka	⊗ 200							⊙ 100		
	U.K.	⊙ 200									
	Not Available					⊙ 100					
Clay	Kalimantan	⊙ 100									
	Belitung						⊙		⊙ 74		⊙ 80
	Tubang			○ 40							
	Parungpanjang						⊗ 57	⊙			
	Not Available					⊙ 125					
Ball Clay	U.K.	⊙ 300			⊙						
	Thailand				⊙						
Silica Sand	Belitung	60	⊙ 75				⊙	⊙	⊙ 64	⊙ 100	
	Bangka										⊙ 125
Toscki (Sericite)	Malaysia	⊙ 300									
	Not Available					⊙ 450					

Notes: S: Sanitary ware

R-S: Based on information from ASAKI (Sanitary ware)

T: Tableware

R-T: Based on information from ASAKI

⊙: Major material

○: Less-used raw material

⊗: Problems commented

Numbers: Price Rp/kg

Source: Informations obtained by Study Team through the field survey

表1-14 サニタリーウェアおよびテーブルウェアメーカーの原料使用量

Raw Material	Factory	S-1	S-2	S-3	R-S*	T-1	T-2	T-3	T-4	R-T*
	Location	W.J.	C.J.	W.J.		W.J.	W.J.	C.J.	W.J.	
	Quality of Products	High	Low	High	Not available	Medium	Medium	Low	Medium	Not available
Source										
Feldspar	Jepara			2,600						
	Lodoyo									
	Banjarnegara		210					4,600	15	
	-				(10,312)					(100,000)
	India					480				
	Australia	3,200								
	Malaysia			2,600			2,000			
Kaolin	Belitung		300	3,600		720	5,500	1,600	60 - 70	
	Bangka	7,500								
	U.K.				(20,625)					(120,000)
Clay	Kalimantan	1,500								
	Belitung					550		4,800		
	Tubang		35							
	Parungpanjang					80				
	-				(20,625)					(100,000)
Ball Clay	U.K. Thailand	3,800		4,900						
	Parungpanjang						5,000			80,000
Silica Sand	Belitung	500	180	?			5,000	1,300	10	
	Bangka					480				
Toseki (Sericite)	Malaysia	6,000								
	-				(17,187)					
Total Consumption / year		22,500	725	13,700	(68,749)	2,310	7,500	12,300		(400,000)

Note: * Consumption of R-S, R-T are estimated based on annual production of the country

Source: Informations obtained by Study Team through the field survey

表1-15 サニタリーウェアおよびテーブルウェア原料使用比率

Factory Location Quality of Products Raw Material	S-1	S-2	S-3	R-S ^{*2)}	T-1	T-2	T-3	T-4	R-T ^{*2)}
	W.J.	C.J.	W.J.	Not Available	W.J.	W.J.	W.J.	Not Available	
	High	Low	High		Medium	Medium	Low	Medium	
Feldspar	14	29	38	15	21	11	37	16	25
Clay	24	5	36	30	27	29	39		25
Kaolin	33	41	26	30	31	31	13	74	30
Toseki (Sericite)	27			25					
Silica Sand	2	25	? ^{*1)}		21	29	11	10	20
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Notes: *1) No replies to the questionnaire.

*2) Information obtained from Ir. Robert Unaya, ASAKI, during the seminar on ceramic industry in Indonesia.

Information on ratio of raw material use supplied from Mr. Robert Unaya are same as S-1 shown in above chart.

It seems that some problem to identify that raw material use in sanitary ware manufacturing company.

It is not clear that the ratio of the use of raw material of R-T shown in above chart is not average ratio among tableware manufactures in the country.

Source: Informations obtained by Study Team through the field survey

表1-16 坏土工場および小規模企業の概要と原料仕様

	Factory Location	P-1	P-2	P-3	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7	A-8
		Malang	Malang	Plered	Banjarnegara	Malang	Cakalang	Jipang	Jipang	Jipang	Mimaffa	Bage
	Product	Ready-mix	Ready-mix	Ready-mix	Art Ware	Art Ware	Others	Novelty	-		Novelty	Table Ware
		Porcelain	Porcelain	Ceramics	-	Porcelain	Ceramics		Ceramics	Ceramics	Ceramics	Porcelain
	Classification	-	-	-	30	42	214	10	-	4	8	25
		120	480	120	50	168	18					50~60
	Number of employees				Man. Jigger	Casting Jigger	Molding	Molding	Jigger	Jigger	Casting Jigger	Casting Man. Jigger
	Production/year (Ton)											
	Production process											
	Firing temperature(°C)											
Raw Material	Source											
Feldspar	Lodoyo	○										
	Blitar		○ 75									
	Banjarnegara	○ 70										
	Lampung											
Kaolin	Belitung	○ 185	○ 250									○ 70
	Not Available											○120
Clay	Anjer			◎								
	Tubang	○ 40										
	Rembang		○ 55									
	Citeco			○								
	Banjarnegara				○ 15							
	Alluka Go Wa								○ 50			
	Not available						○		50	○ 50	○	○
Silica Sand	Alluka Go Wa											
	Not available						○ Local	○ 100	○			○
Lime				○								
Ready Mix								○ 150	○ 450	○ Local		

Note: * Shipping ready-mix material (20 water content, 250Rp/kg)

Source: Informations obtained by Study Team through the field survey

表1-17 坏土工場の原料使用量

Raw material	Factory	P-1	P-2	P-3
	Location	Malang	Malang	Plered
	Product	Porcelain	Porcelain	Porcelain
Feldspar	Blitar		340	
	Banjarnegar	35		
Kaolin	Belitung	50	140	
Clay	Tumba	5		
	Rembang		34	
	Citeco			96
Silica Sand	Belitung	30	13	
	Tumba			12
Lime				12
Total		120	527	120

Source: Informations obtained by Study Team through the field survey

2 セラミック原料鉱物の賦存状況と採掘・供給面からの評価

2.1 資源賦存概況

2.1.1 地形・地質概況^{1,2}

地質図によればスマトラ島北西部、Kalimantan 島西部、Bangka 島、Belitung 島には深成岩相 (Plutonic phases) が存在しており、一方、スマトラ島からジャワ島にかけて火山岩相 (volcanic rock phases) がつながっている。これらの事からスマトラ島北西部、Kalimantan 西部、Bangka 島、Belitung 島には花崗岩類 (granites) に起因するセラミック原料の存在が期待でき、スマトラ島南部、ジャワ島では火山岩に起因するセラミック原料が主体になる事が考えられる。

図 2-1 にインドネシア周辺の地殻構造図と図 2-2 にインドネシアの地質図を示す。

インドネシアは、アジアプレートとこれに対し相対的に西北西に運動している太平洋プレートと北に運動しているインド洋-オーストラリアプレートが交差する地域の中にありこれらのプレートの相互作用によりプレートの沈みこみや衝突が繰り返され、それと共に火山活動や堆積作用が進行し、大陸地殻の断片を土台に複雑な島弧が成形されてきた。したがって、この地域の地質は土台となった先第三紀相 (Pretertiary phases) を第三紀 (Tertiary) の堆積岩 (sediments)、火山岩 (volcanic rocks) が覆い更に第四紀 (Quaternary) の堆積岩 (sediments)、火山岩 (volcanic rocks) が覆うという基本構造になっている。

先第三紀について見るとインドネシア西半部のスマトラ島とジャワ島、Kalimantan 島の西部では中・古生層 (Mesozoic・Paleozoic phases) とこれを貫く花崗岩類 (granites) からなっている。しかし、異なる大陸地殻の断片の上にある Kalimantan 島北～東部、Sulawesi 島ではメランジ帯 (melanges)、変成岩類 (metamorphics)、超塩基性岩類 (ultramafics) が卓越するなど全く異なっている。

2.1.2 インドネシアにおける窯業原料調査

インドネシアの窯業原料に関する調査は、古くは 1976 年から 5 年間にわたって行われた「窯業原料の特性試験と調整に関する研究」がある。このプロジェクトは日本の通産省工業

¹ Hamilton W (星野一男訳) (1978) 「インドネシア地域のテクトニクス」 (地球科学講座 14 「世界の地質」、P399～424、岩波書店)

² 新エネルギー、産業技術総合開発機構、(社) 日本セラミック協会「窯業等基礎素材資源の状況に関する調査 (タイ・インドネシア) 調査報告」 (1991)

技術院により国際産業技術計画（ITIT プロジェクト）に基づいて実施されたものであり、DP（Departemen Perindustrian, Ministry of Industry: インドネシア工業省）の BBK（Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Kramik, Institute for Research and Development of Ceramic Industry: 窯業中央研究所）と日本の名古屋工業技術試験所（現名古屋工業技術研究所）（GIRIN: Government Industrial Research Institute Nagoya）の共同研究である。このプロジェクトにおいてはスマトラ島、ジャワ島および Kalimantan（西部のみ）の主要な原料産地はつづさに調査を実施しており、さらに新たに窯業産業においては重要な原料である陶石を西部ジャワ（Talang）および東部ジャワ（Pacitan）に発見するなど大きな成果を上げている。

最近では、1990 年に日本の通産省からの委託による「総合開発計画調査（アジア諸国における研究開発基盤形成に関する基礎調査）」の一環として、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）と（社団法人）日本セラミックス協会が共同で、タイ、インドネシアを対象とする「窯業等基礎素材原料の状況に関する調査」を実施している。

インドネシア政府による調査活動は DPE（Departemen Pertambangan dan Energi, Department of Mines and Energy: 鉱業・エネルギー省）の DSM（Direktorat Sumberdaya Mineral, Directorate of Mineral Resources: 鉱物資源局）が中心になって行っており、1990 年に発行された「インドネシアの産業用鉱物（Bahan Galian Industri di Indonesia）」が最新の報告書である。

同研究所と同省の鉱物技術研究開発センター（The Mineral Technology Research and Development Center: MTRDC）および窯業中央研究所（BBK）は共同でインドネシア国内の窯業原料についてのデータベースを作成しており、逐次新しく得られたデータを補完することになっている。

2.1.3 原料鉱物別賦存状況概況³

(1) カオリン

カオリンは花崗岩中の長石が風化分解したものであり、風化分解したままの残留鉱床と水に流されて河川の流域に堆積した堆積鉱床がある。残留鉱床の場合有色鉱物も残留しているため純白のカオリンは少なく、粒子も比較的粗い。堆積鉱床は自然水簸効果により一般的には品質は良好であり、また鉱量も大きい。

インドネシアではカオリンはスマトラ、Kalimantan に多く賦存している。代表的な産地は Bangka 島、Belitung 島であり、鉱床も大きく、それぞれ 700 万トン、600 万トンと確認されている。品質も安定していることから東南アジア諸国を始め日本からも注目され、古くから輸出されている。その他ジャワ島にもカオリンは賦存するが、Bangka、Belitung に比べ鉱床

³ 本調査の対象となった原料（カオリン、粘土、長石、陶石/珪石）に関する最新データを表 2-1 に示す。

は小さく、Narawita や Bakom などはずでに堀りつくされている。

(2) 粘土

粘土はインドネシア全土で産出される。特にジャワ島の粘土はタフ系 (Tuff) の長石が風化分解して粘土となったものであり、母岩が火山系であるためカオリナイト (Kaolinite) の外にハロイサイト (Halloysite)、セリサイト (Sericite) を含む。粒子は小さく可塑性はあるが、有色物質を多く含むため焼成呈色は非常に悪い。鉍量は全般に大きい。

インドネシアで最も多く使用され名前の知られている粘土産地は Parungpanjang、Sukabumi であるが品質は必ずしも満足できるものではない。良質で安定した品質を求めて各社独自の粘土山を持ったり、西 Kalimantan に新たな原料山 (Monterado) を開発するなどの努力が行われている。

(3) 長石

長石にはペグマタイト (Pegmatite) 系 (花崗岩系) の長石と火山系の長石がある。前者は花崗岩の長石、珪石、雲母が巨大結晶分化したもので、良質な鉍山では完全に長石と珪石が分離してレンズ状を成しており、雲母の混入もなく焼成呈色の良好なものが多い。しかし一般的には鉍量が小さく、産地が少ないことが難点である。北スマトラの鉍床 (Pangaribuan) はこの花崗岩系に属し少量サンプルを見るかぎり品質的には期待される鉍床である。

後者は流紋岩や安山岩質のもので比較的アルカリ分の多いものを長石として利用しているものである。正確には補助長石あるいは長石質原料と呼ぶべきものである。Tuff 系であるため有色不純物を多く含み、焼成呈色が非常に悪く、またアルカリ分が少ないため耐火度が高い欠点がある。しかし鉍量は一般に非常に大きく、ジャワ島の各所で産出し長石原料として広く利用されている。Narawita 長石や、Banjarnegara 長石がこのタイプに属している。

(4) 蛭石・陶石

蛭石・陶石は Tuff 系 (流紋岩、安山岩) の長石が熱水作用を受けて分解したものであり、セリサイト (Sericite) 含有率の高いものを陶石、ピロフィライト (Pyrophyllite) 含有率の高いものを蛭石と呼んでいる。熱水の性状 (酸性、アルカリ性)、温度により蛭石になったり陶石になったりする。長い間には熱水も変化するので相互に混合した状態で存在する場合が多い。また有色不純物は熱水に溶けて流出するため焼成呈色は比較的良好であるが、一般的には純度の高い高品質のものは全体の 10-20% と少ない。ただし鉍量は大きいものが多い。

スマトラ、Kalimantan、ジャワ島に広く賦存しているが、鉍床の大きいものは東部ジャワにあり、Pacitan が古くから利用されている。最近では Malang の近くの Argomulyo の蛭石が品質

が安定しているとのことで利用する企業もある。西部ジャワの Talang 陶石はもともと鉱量が小さくすでに堀りつくされている。

2.2 原料山別賦存状況と採掘・利用面からの評価

2.2.1 Sukabumi 粘土

2.2.1.1 所在地および地形・地質の概況

地質図（図 2-3）によれば、鉱床のある Sukabumi 県 Cisaat 地区は、東西約 100km、南北約 40km にわたる第四紀火山噴出物帯 (quaternary volcanic products zone) の中部南端近くに位置し、すぐ南側には、中新世堆積相 (miocene sedimentary phases) および、中新世石灰岩相 (miocene lime stone phases) がある。更に南には中新世堆積相が広がっており、近くには、古第三紀 (eocene) の地層の露出もみられる。また Sukabumi 市の西方から南西方向にかけて、幅約 10km 長さ約 30km にわたる断層多発地域があり、Cisaat 地区はその周辺部に位置しているため、地層の変化は大きい。このような地質の中で Sukabumi 粘土は第四紀火山噴出物が、粘土化したものと推定される。

Sukabumi は、ジャカルタの南方 80km およびバンドンの西方約 80km に位置し、粘土山は Gunung Guruh (Guruh 山) と称し、Sukabumi 市街中心からさらに西へ約 8km ほど進めた所で、3つの郡 (Kecamatan Cibadak, Cisaat, および Cikembar) にまたがっている。地形としては山並と谷間が東西方向に走っており、山腹の傾斜は 5-45° の範囲（平均的には 10-25°）でかなり険しい地形である。実際の採掘場は大きく分けて 2カ所に分かれ、北部の Kampung Citoheh Desa Cicantayan および南部の Kp. Padaraang, Desa Sirnaresmi (Gunung Guruh), Kec. Cisaat, Kab. Sukabumi である。Sukabumi 県 (Kabupaten Sukabumi) には、かなり広範囲な地域に多くの山々を有し、ここで述べる粘土産地の Gunung Guruh 以外に、他の窯業原料の産地としても、その名を知られている。

ジャカルタから Sukabumi 間は、高速道路と舗装された幹線道路で結ばれており、車で約 3 時間で山麓の村へ到着でき、インドネシアで最大の需要地であるジャカルタ周辺への原料供給搬送については、非常に恵まれた位置である（図 2-4, 5）。

北部採鉱地は Cisaat から Cikembar の近くの Bojong へ通ずる道の途中の Cicantayan 地区で、採掘場はこの舗装道路沿いの起伏の多い山並に点在している。道路の周辺には赤煉瓦の工場が数軒ずつ集まっており、それらの地区から何本か採鉱場へ向かう未舗装の道路が山腹を走っており、その道路の山側や谷側に小規模の採鉱場がある。Cicantayan には周辺の 4 村が構成している地区事務所があり、また採掘粘土のストックヤードはこの地区事務所から 2km

ほど Cisaat 方向へ戻った所にある。当地区の特徴はトラックの走行が可能な幹線道路へのアクセスが容易であり、これが鉱山開発の重要な要素となっていることと、山の多い地形であるため小鉱分立にならざるを得ないことである。

南部の採鉱地へは、Sukabumi 市街から Cikembar へ通ずる舗装された幹線道路の途中の Pangleseran の手前のわき道を北に曲がり、途中の山麓の村から、約 2km 未舗装の山道を 10 分ほど登ると、いくつかの小山が連なった台地状の山頂付近に出る。山麓の村との標高差は、約 300m 程度である。この台地に立って見渡すと、北方数キロメートル先に北部採鉱場のある向い側の山を見渡すことができる。採鉱地への登山道路は、2 ルートあり、いずれも道幅は、しっかり確保されており、5 トントラックぐらいまで通行可能である。なお 2 ルートのうち、一つは出荷場への搬出ルートとして使用されているが、雨によるスリップ、後記するが採鉱場所の小口分散という現場の状況もあって、出荷場への搬出には、2 トン車が多く用いられている。

2.2.1.2 資源賦存状況

写真 2-1 参照。DSM レポートによると Gunung Guruh 全体の鉱区面積は 500 ha で層厚は 20m と記載されているが（表 2-2）、現地の採掘状態を見る限り層厚は数メートル程度と判断される。層は 3 層になっており、表層は可塑性のない赤土で層厚は 0.5-3 m（所によりそれ以上）の幅で変動している。第 2 層は若干可塑性が高い褐灰色の粘土層で、その厚みは大きく変動し、所どころに珪石あるいは珪砂（Sand stone）の塊が含まれている。第 3 層は最も可塑性に富む灰色の粘土層から成っている。BBK の地質学者によると、特に南端の Gunung Walat の山は珪石や珪砂から成っており、従って南寄りの方が珪石・珪砂の混入割合が高くなっているとのことである。Sukabumi 粘土採掘共同組合が把握している粘土賦存域は 150 ha で、鉱量は 1,000 万トンである。

現在の採掘地は山の山腹（北部採掘地）または頂上（南部採掘地）であり、造山活動などで複雑に鉱脈が乱れた地域で採掘が行われているが、一般には大規模開発に適する粘土の鉱床は平坦部にあり、既に住宅地や農耕地として開発されている平坦部も含めた詳細な埋蔵量の調査も行い、地域開発と連動した総合的な開発計画を策定する必要がある。

(1) 北部採鉱地（Cicantayan 地域）

北部採鉱地では、山腹を走っている粘土搬出道路沿いに小規模の採掘場が点在しているが、採掘場ごとの粘土賦存状況は大きく異なっている。直線距離で 50m 程度しか離れていない所でも 1 カ所では砂質の多い粘土を採掘しており、他の場所では粘土分の多い粘土を掘っている。このように近接した場所ですら、かなり品質の異なる粘土が賦存していることから、こ

の地域の鉱脈は複雑に変化していることが伺われる。このことは大規模な採鉱開発を進める上で大きな障害となることを現している。

(2) 南部採鉱地 (Padaraang 地域)

鉱区はいくつかの小山の山部分および、小山と小山の間の凹部分から成り、平坦地ではないが、かなり見通しの良い尾根が数百メートルにわたって続いている。この尾根のあちこちに、小さな切り立った岩山（母岩）が点在しており、岩山と岩山の間は、採鉱跡と見られる窪地と、その周囲に除かれた表土が盛り上がっている。現在の採掘場周辺は、あらゆるところを掘削中もしくは掘削済みといった状態であるが、向かい側の北部採鉱地との間の谷間は未だ樹木が植わったままの状態である。これらから総合的に判断すると、谷間も含め粘土が賦存している可能性は大である。この地域の総堆積面積は 24 ha であり、そのうち 8 ha について政府から採鉱認可を得ている。

粘土の堆積状況はポケット状ではなく、採掘箇所の状態からみて、10～12m 程度沈積し、厚さを形成しているものと推定できる。堆積粘土の成因については、地質調査を行っていない現状では、的確な判断はできないが、採掘断面からみると堆積レベルがかなり乱れている。本来、水平であるべき石脈が完全に垂直となっている部分もあり、かなりの地殻変動を受けているものと判断できる。今後、大規模な採掘が行われるようになった場合、採掘等の効率低下の原因となることが考えられる。また、谷側急斜面は草木地となっておりまだ手が付けられていない。

2.2.1.3 採掘と精製・利用の現状

Sukabumi の土地所有状況については、北部の粘土堆積地は主に中央政府が所有しているが、現在主に採掘が行われている Cicantayan は民間の個人が所有しており、一方南部の堆積地は主に地方政府所有の土地である。粘土採鉱権については、周辺の各村が採鉱共同組合 (Koperasi Penambang Tanah Liat Kabupaten Sukabumi: Clay Mining Cooperative of Sukabumi Prefecture) を組織して地方政府から採鉱権を得て採掘を行っている。この組合は組合員総数 700 名で、組合員の中には個人企業や採鉱会社の労働者も含まれている。組合の規約により、当地区の組合員以外は採掘した粘土の販売権を持てないことになっている。このため、土地と採掘権を持っている粘土供給業者も、自社の採鉱労働者に当組合の組合員になるよう働きかけている。組合の役員は 3 年ごとに改選されるが、選出は組合員の合意で行われている。

同共同組合は粘土の売上賦課金を徴収し、その収入の一部で運営されている。賦課金は Rp.3/kg で分配は次のように行われている。

Rp. 1.00 /kg	粘土供給協会（後述）
0.60	Sukabumi 県政府（Prefectural Government of Sukabumi）
0.30	西ジャワ地方政府（Provincial Government of West Java）
0.75	粘土採鉱共同組合（組合の運営費用）
0.10	環境改善費用（清掃、健康、安全）
0.10	土地再生利用費用
0.15	組合員の保険費用

Sukabumi 地区全体では粘土供給業者は 17 社あり（主な供給業者の代表者は Mr. Parmin、Mr. Dibyo、Mr. M. Ahmad Dasuki、Mr. Aben）、その中の何社かは個々の採掘者から粘土を集めるか買い上げて、窯業メーカーに販売している。一部の粘土供給業者は自社の土地と採掘権を持っている。全ての供給会社は不平等な取扱いや、無益な競争を避けるために粘土供給協会（APTALI: Association of Clay Supplier）を組織してその協会に所属している。

採掘粘土は Tangerang、Bekasi、Cileungsi、Bogor、Cirebon（屋根瓦メーカー）等の窯業メーカー（主に床タイルメーカー）で広く使用されている。ただし、南部の Padaraang の粘土は山頂の鉱区が既に枯渇しかかっており、主に Bandung のノベルティメーカー等の小規模事業所への出荷が多い。一方北部の Ciantayan の粘土は Tangerang 等の大手タイルメーカーへ出荷されている。

Sukabumi 粘土の合計採掘量は 1,000-2,000 トン/日と言われ、正確な採掘量は共同組合でも把握されていない。これは時期（乾期、雨期）により採掘量が変動が大きく把握しにくいこともあるが、組合による採掘量・出荷量など生産に関する基本的な管理が充分行われていないことの現れである。

なお、北部、南部の採掘場の詳細は次の通りである。

(1) 北部採掘地

当地区では、搬出道路脇の崖状の露出地とか道路脇の住宅の崖下で採掘が行われており、この道路沿いに小規模の採掘場が数多く分散している。1カ所当たり 4-5 人がグループとなって手掘りで掘っており、採掘量は 5 トン/日程度である。白色の砂質粘土を採掘し、砂分を篩分けしているところもある。この種のサンドクレーはブロックに成形して石灰炉のライニング材などに使用されている様であるが、資源の有効利用と廃土発生量を軽減して、公害発生を防ぐ意味でも、総合的な活用研究が望まれる。

山元の作業は午前中を採掘に当て、午後は採掘粘土を 4-5 トンの小型トラックに入手で積み込み、ストックヤードへ搬出している。山元から山麓までの搬出道路は急な坂が多く、小

型トラックは頭上から滑り落ちて来る様な格好で山を下って来る。採掘場は各所に分散しているので毛細管を思わせる様な収集作業にならざるを得ない。

ストックヤードでは大型車（10 トン車）への積み替えが行われるが、小型車からの荷卸も人手であり、大型車への積み込みも人手で一杯一杯竹箆で積んでいる。この間両車とも待機することになり、輸送効率も採掘効率も非常に悪い（この様な作業状態では 2 トン/人・日程度の採掘量ではないかと推定される）。

(2) 南部採鋇地

南部の土地の所有者は政府であるが、鋇区の利権（採掘権）は Ds. Sirnaresmi、Ds. Kebonmanggu、Ds. Kartaraharja、Ds. Pasakahlima の各村が所有している。採掘は地域住民が個人の資格で任意の場所を選んで採掘しており、組織的な採掘は行われていない。採掘者も一応赤粘土、2 級品、1 級品と言った様な区分は行っているが、普遍的な確固たる選別基準が無いことと、均質な堆積がほとんど見られないことなどから、品質や残存鋇量等全く考えず、掘りやすい所から手当たり次第に掘っている。また自身が居住していない他村の所有地を掘ってもよいことになっている。採鋇夫は季節により、かなり増減するが、雨期の農繁期になると 100 名程度と少なくなる。

採掘方法は、角鋇による手掘りのため、すり鉢状になっていて完全に採掘できず場所によっては下部や周辺に粘土が、かなり残っている場合が多い。粘土層を被っている表土（赤土）は、厚みが 0.5～2m 程度あり、村の費用によりショベルカーを使い取り除いている。この表土の一部は、地元の小規模瓦メーカー向けに活用されている。

粘土の品質は、適度のねばりがあり、使いやすそうだが、焼成呈色はかなり悪いものと思われる。表層の鉄分を多く含んだ赤土により被覆されているため、表土に近いものほど、鉄分の浸透を受けて、赤味を呈する度合いが強くなる。この赤土部分の中には、微砂が含まれており、これの混入度合いにより品質は大きく左右される。現状は目視により、Red (Plastic) clay、White (Plastic or Ball) clay（場合により 1 級品と 2 級品に分けられる）、Sand stone の 3 種類（または 4 種類）に分けて採掘・運搬されており、その厚みは場所により一定していない。

また、現在 White clay を掘っているレベルより、2～3m 下（従って表土を除いた地表面から 5～6m 以上掘り下げた付近）に、更に良質の（Super White Clay と言われる）White Clay があるが、産出量については極く僅かであるため独立したグレードで販売することはできず、White clay に混合して出荷されている。採掘後は、尾根伝いに採掘現場近くまで敷設された運搬道路を利用して、2 トントラックを主力として、山麓のストックヤードへ、1 日 10～15 回（100 トン/日）往復して搬出している。ストックヤードは 2 カ所あり、一つは個人所有で山

頂の採掘場より2~3km下った麓に、面積8,000m²程度の広場を有し、出荷前の一時置場としている。大部分は屋根はなく、床も土を踏み固めた程度であり、土地の段差を利用して、一辺をトラック積み込み用ホームとしている。ホームは、20 トントラック 5~6 台が同時に停められ、積み込み作業は人力で行われており、White Clay と Super White Clay が適当にミックスされている。そのほか、採鉱夫共同組合の代表者（個人）の保有する一部小屋かけ（300 m²）で、総面積約1,600m²のストックヤードがある。

ここのストックヤードにおける粘土の取引価格は次のとおりである。

1 級品（CHU） Rp.13.5/kg

2 級品（CP） Rp.12.5/kg

赤粘土（PRU） Rp.10.0/kg

このうち採掘場からストックヤード（距離 2-3 km）までの輸送費は Rp.6,000/m³=Rp.3/kg である。また、ストックヤードからユーザー（窯業会社）までの運賃は Rp.8-11/kg である。従って粘土の工場着の平均価格は Rp.22-25/kg （1.05-1.20 円/kg）である。

村への納付金は、6m³車 1 台当たり、1 万ルピアで、比重 1.4 として換算すると（約 8.5 トン/車）約 Rp.1.2/kg となる。これらはオーナー経由で村へ納付されている。

用途は、タイル用が主体で、一部衛生陶器にも配合されている。納入先および出荷量は次のとおりである。

納入先: Ikad, Super Itali, KIA, Bandung のノベルティメーカーetc.

出荷量: 多い時期 20 トン車 10~12 回/日、雨期等減少時期 20 トン車 5 回/日程度
（平均 200 トン/日）

2.2.1.4 採掘輸送上の留意点

(1) 採掘方法

採掘者が、タコ壺掘り式に、個人個人勝手に品質の良い所、掘りやすい所から手当たり次第に、手掘りにて採掘している現状では、可採効率は、かなり悪くなる。仮に、層厚 10m とすると、1m² 当たり 19 トン（見かけ密度 1.9、水分率 20%換算による）となり、推定可採率が 50%であれば、9.5 トンが残っていることになり相当量の資源が残存したままとなりいずれ採掘可能資源は早期に枯渇する。

資源の有効活用のためにも、採掘方法に対して、早急な改善対策が必要である。資本力のある企業に広範囲の採掘権を与えるなり、公営化してユンボ等の機械化と手掘りの併用による合理的な採掘をさせるなりが必要である。特に、ある程度の鉱区について採掘場の表土を取り除き、採掘面（切り羽）の全様を明かにして、粘土の賦存状態（品質別に）を把握した後、採掘方法、品質区分方法、混合出荷方法などを決めて採掘に取り掛かることが重要で

ある。幸い、地形的には、傾斜があり、廃土処理が簡単で、排水路もできる。重機を使用すれば、雨期でも、採掘量を落とすことなく、品質のコントロールも含め、安定供給が可能となる。

(2) 品質安定化

品質の安定化は、上記の山元での対策と共に、ストックヤードでの施策も重要である。山元ではサブストックヤードを設け、採掘した粘土を品質別に区分して保管する必要がある。ストックヤードは、村営事業とし、少なくとも屋根付きのストックヤードを設ければ、雨期乾期にかかわらず、ストックヤードでの大量貯蔵ができる。また、ショベルカーを導入して、強制混合を行えば、今以上に品質の安定化が可能であり、出荷が、コンスタントになるので、安定供給、シェア拡大、利益向上が望める。ただし、高価な商品に使うためには精製が必要となるが、精製は微砂が多いため採算的に困難と見られ、出荷先は、現在のタイル主体に品質の悪いところは瓦、煉瓦用に利用するしかないものと考えられる。

2.2.2 Parungpanjang 粘土

2.2.2.1 所在および地形・地質の概況

地質図（図 2-3）によれば Parungpanjang 粘土鉱山は、ジャワ島西端の南側海岸から北東に幅広く伸びている鮮新世堆積相（Pliocene sedimentary phases）（南北約 10km、東西約 25～50km）の北東端近くに位置し、更に東には更新世の火山相（Pleistocene volcanic phases）、南には中新世堆積相（Miocene sedimentary phases）が広がっている。この鮮新世堆積相は、北西のカラン山（G.Karang）の火山帯とジャワ島を東西に走る火山帯の中間にあり、Parungpanjang 粘土はこれらの火山帯の火山噴出物（Volcanic products）からなる凝灰岩類（Tuffaceous rock）が粘土化したものと推定される。

即ち、Parungpanjang 粘土は凝灰岩類が風化して生成したハロイサイトを主成分としモンモリロナイトを含むため大きな可塑性を有している。

採掘場はジャカルタの西約 60km、Bogor 県に位置し周辺地形は沖積地である。比較的起伏の緩やかな農地の山寄りにある（図 2-6, 7, 8）。

採掘場へはジャカルタから車で 2 時間を要するが、その中で舗装されたメイン道路が 50 分、地方道路が 40 分、舗装なしの凹凸の激しい細道が 25 分で距離の割合には道路状況が悪く、車も多いので時間を要する。しかしながら採掘サイトの傍まで 8 トントラックが近付くことができ、道路整備をすれば輸送には問題はないと判断される。

2.2.2.2 賦存状況

現在の採掘場は道路のすぐ近くの平地であり、表土の赤土は 1.2～1.5m、次に鉄分の多い可塑性に富む粘土層が 0.5～0.7m、その下層には白色のスーパーボールクレーから褐色の程度の異なる各種のボールクレーが混在している。

採掘場オーナーによればボーリングの結果で層厚は 58m あるとの事であるが、DSM⁴によると層厚は 45m、鉱床の広がりには 40ha となっている。

上記の粘土層が全鉱区に平均して存在するとすれば鉱量は大きいと推定されるが、ボーリングに関する記録はない。

2.2.2.3 採掘と精製・利用の現状

現在の採掘場（20ha）周辺には表土の赤土を採掘して赤煉瓦を製造している小さな企業が 100 社程度ある。しかし、これらの企業は自家用のみで粘土の採掘販売はしていない。現行の採掘業者は 1 社（個人）のみであり、3.5km 離れた場所に 20ha の別の鉱区を保有している。土地所有権は同オーナーにある。従業員は 2 つの鉱区で 200 人を有し 25 年前から採掘している。

(1) 生産品種・生産量・出荷先

生産品種は主として可塑性の粘土とサンドストーンであり、可塑性粘土は下記の 4 種類に分類され取引されている。

- 1) スーパーボールクレー（White）
- 2) ボールクレー（青味を帯びた White）
- 3) プラスチッククレー（赤味を帯びた White）
- 4) 屋根瓦用クレー（Red）

生産量はボールクレーとプラスチッククレーを合わせて 200 トン/日である。これには別の採掘場で採掘されているサンドストーンは含まない。

出荷先はタイルメーカーや耐火物メーカーで下記のとおりである。

タイル用: KIA、IKAD、ベルミス、ユニオン等

⁴ データを表 2-2 に示す。

耐火物用: インドポーレン

(2) 採掘方法・ストックヤード (Stock pile)

採掘方法は人力による手堀でベンチカット方式の採用やショベルカーなど機械類の導入は行っていない。採掘場は採掘しやすい場所をあちらこちらとタコ壺的に人力で露天堀を実施している。一つの採掘現場には 5～6 人程度の作業員が組を作りスコップなどの手道具を使用しての掘削、籠による運搬を行なっている。表土のぬかるみがひどく採掘跡には水が溜まっており排水や安全に問題がある。

ストックヤード兼乾燥場として屋根付きの自然乾燥場が 5～6 棟、各所に分散してあるが採掘量に比較して少なくスペース不足である。また屋根はあるが単なる土間でコンクリートの舗装もなく仕切りもなく、グレード別に置かれているに過ぎない。出荷の仮置場といえる程度である。

(3) 精製

出荷されるボールクレーは客先の要求により屋根付きの乾燥棚で自然乾燥させる程度で水簾や粉碎などは実施していない。

(4) 品質管理状況

オーナーおよびオーナーの指導を受けた人が指示し粘土の色により 4 種類に分類、貯蔵している程度で耐火度の測定等を行っていない。目視による選別以外の品質管理は、ほとんど行っていない。

(5) 製品価格・輸送コスト

製品価格は採掘現場で色などを基準にユーザーと話し合っ決定する。従って現実には更に細かく区分されるが標準としては次のとおりである。

1) スーパーボールクレー: Rp.50～100/kg

2) ボールクレー: Rp.50～100/kg

ジャカルタまで運搬して Rp.120～250/kg であり、これらは粘土の乾燥状態によって異なる。

3) プラスチッククレー: Rp.50/kg

4) 屋根瓦用クレー: Rp.35/kg

輸送時の荷姿は客先の要求があった時のみ袋詰め（乾燥品も同じ）を行う。従って通常は生粘土をトラックでバラ積みして出荷する。出荷はすべてトラックであり、8 トントラック 14 台を所有し出荷の多い時はさらに 10 台のトラックのレンタルが可能である。出荷量はボールクレー、プラスチッククレーで 800 トン/週程度（8 トン/台 x 100 回/週）である。

品質別出荷の内訳はほぼスーパークレーが 2 車、ボールクレーが 6～7 車、プラスチッククレーが 4～5 車、屋根瓦用粘土が 6～7 車位の比率である。

2.2.2.4 採掘・輸送上の留意点

(1) 粘土の鉱量把握

正確な鉱量はボーリング調査結果が確認できないため不明である。しかし現場の状況およびオーナーからの情報では当面充分なだけの鉱量が存在すると判断される。しかし開発に当たっては正確に再確認の必要がある。特に品種ごとの鉱量の把握が必要である。

(2) 品質

品質は可塑性が大きすぎる事と鉄分がやや多い点でそのままでは陶磁器用原料としては問題があるものと推定される。用途の拡大には水簸などのなんらかの精製が必要である。ただし現地はほぼ平地であるので、水簸設備など設置の際水の供給や排水についての検討を要する。

(3) 原料の輸送

輸送条件としては道路が舗装されていない所があり、また車の混雑のため時間がかかる欠点があるが、距離的には首都のジャカルタに近く良好の方と判断される。採掘場近くの道路の舗装が好ましい。ただし、輸送手段のトラック不足に対して対策が必要である。

(4) 採掘場の状況

採掘は人力による手堀りのため多量の受注に対して対応が困難である。対策としてはストックヤードの整備拡大が必要である。採掘条件は現在人力による手堀りで採掘能力に限界があるが機械化が可能で充分合理化の余地がある。また、雨季には表土のぬかるみ対策や安全上の採掘場所の排水対策が必要である。

2.2.3 Cipeundeuy 粘土

2.2.3.1 地形・地質の概況

地質図（図 2-9）によれば、Cipeundeuy の地質は、バンドン市の東南に広がる東西約 150km、南北約 50km の第四紀未分化火山噴出物帯（quaternary undifferentiated volcanic products zone）のほぼ中央に位置し、東側には東西約 5km、南北約 40km の、斑レイ岩カンラン岩相（Gabbro, peridotite phases）がある。

Cipeundeuy 粘土は、未分化火山噴出物帯の中で地域的に、熱水作用、風化作用が進み、粘土化したものと推定される。

Cipeundeuy の粘土山はバンドンの東南東約 65km に位置し、所在地は Kp. Cipeundeuy, Desa Cikarang, Kota Malangbong である（図 2-4, 10, 11）。舗装された幹線道路をバンドンから車で約 3 時間走り、途中 Cicalengka を経て、山間にある小さな山麓の村に到達する。この村の幹線道路沿いに、Cipeundeuy 粘土山の採掘権を持つ採掘会社の事務所とストックヤードがある。粘土山は、この事務所の近くにある鉄道の駅 Cipeundeuy より、さらに東北へ約 3km 標高 500m および 350m 程度の二つの山の斜面に作られた田畑のそばのあぜ道や、谷間の林の中の山道を、徒歩で約 40 分、高さ 300m ほど登った所にある。この採掘場から山麓のストックヤードまでの道路は、人が一人やっと通行できる程度の山道で、地形や周辺の状態からみて、車が通行できるような搬出道路の敷設は途中が田畑に活用されているため難しい。

2.2.3.2 資源賦存状況

鉱区の地形は、2 つの山の谷間を階段状に開墾した、田畑の最高地点近辺に位置し、高い山の中腹から上方に向かって展開している。鉱区の広さは DSM のデータでは 27ha で、いままでに（約 35 年前より）採掘された面積は、約 0.5ha である。粘土層の厚みは 18m あり、その下からは水が出る。

採掘場所は、古くからの従来鉱と、1995 年 10 月から採掘を開始した、新鉱の 2 カ所がある。この 2 カ所間の距離は、約 100m、高さの差は約 10m という非常に近い位置関係にある。この 2 つの鉱区の状況から、粘土層の厚みを推察すると、比較的安定した堆積状態と見受けられるので、採掘可能な粘土鉱脈の広がり大きさは、かなり期待できる。しかし、採掘はできても、山麓のストックヤードまでの道程 3.3km の運搬は、人の背に頼る方法のみという悪条件が、当鉱山開発の最大のネックになっている。従来鉱と新鉱の鉱脈の概況を、図 2-12, 13 に示す。

2.2.3.3 採掘と精製・利用の現状

採掘は、山の斜面の表土を剥ぎ取ったところに、粘土層が、立て壁状に現れており、横穴を掘るように、その粘土層を削り取って採掘している。現在 2 カ所ある採掘現場を、作業員 2～4 名が角鋤による手掘りで行っている。掘削中の粘土層の壁の大きさは、新鋤が幅 4m x 垂直面 3m、従来鋤が幅 5m x 垂直 3m である。新鋤は、これまで、水平方向に 5m ほど掘り進んだ程度であるが、従来鋤は、すでに幅 80m x 水平方向 60m (約 5,000m²) ほど掘った形跡がある。しかし採掘中の 5m 幅の所以外に、この幅 80m の壁面の範囲内で、過去どれほど粘土層があって採掘ができたかは、古くから採掘していることと、かつ上部から赤土が崩落したり廃土で埋め戻されたりしているので、現在では確認することができない。また現在白色粘土層と思われる露頭が、図 2-12, 13 に示すように、わずかに観察できるが、これが、利用できる粘土層の鋤脈に続いているかどうかは確認できない。現在、両鋤とも、下方から水が流れ出ており、その下部に、良質の粘土があるといわれているが、水が溜っており採掘ができない状態である。

粘土は、青味を帯びたもの、灰白色のものと、2 種類に分けて、乾燥→ストックされているが、販売上は両者同品質として扱っており、納入先でも全く問題にしていない。

採掘されている粘土は、水を加えてみても、いずれも全く粘りがなく、耐火度が高いので、主として耐火物メーカーへ納入されており、他の用途への利用は難しく、今後もこの用途が主体となるものと考えられる。

採掘後の搬出方法、量、コストは概略下記のとおりであり、山麓のストックヤードまでの山道 3.3km を、すべて労務者の背により運搬されている。

運搬作業員数	50 名 (農繁期・雨期) ～300 名 (多い時)
運搬量	320kg/(人・日) (80kg/回 x 4 回/(人・日))
運搬費	Rp.1,500/100kg

採掘場所付近には小屋や広場は全くなく、掘り出した粘土は、手元の平らな場所に仮置きして直ちに麓のストックヤードまで運搬される。選別はすべて目視によっている。

ストックヤードは、屋根付きで、乾燥場を兼ねて 195m² (15 x 13m) と、72m² (6 x 12m) の 2 つがあるが、乾燥場のウエイトが高いため、多量のストックはできない。しかし現在は、需要が旺盛で長期にストックする必要がなく、現状のストックヤードの広さで間に合っている。天日乾燥粘土は中庭的な場所や、裏の畑を利用して、丁寧に広げ、天日で乾燥を行っている。これは、納入先で粉砕作業を行う場合に、乾燥していないと効率が上がらないので、条件を付けているものである。

主な納入先および納入量は次のとおりである。

インドポーレン社（耐火煉瓦）	6～8車/週 (1 車/12～14 トン)	78～108	トン/週
スーパーイタリー社（タイル）	3～4	39～52	
KIA（タイル）	3～4	39～52	
PT. JARIFU（耐火煉瓦）	2	26	
合計		182～238	トン/週

価格は次のとおりである。

乾燥したもの（水分 15%）	Rp.60/kg
未乾燥のもの（水分 20～25%）	Rp.40～45/kg

2.2.3.4 開発上の留意点

採掘については、現在もっぱら人力に頼っており、重機が使用できない状況にある。従来鉱の現状は、図 2-14 のように、下部に良質の粘土があるが、水が溜まっているので、採掘ができない。改善案として、図 2-15 のように地形を変えれば、水が溜まらずに採掘可能となるのではないかと考えられる。改善案は、廃上の処分や、機械力の導入が難しいといった現実的な難点があるが、すでに従来鉱では、上部から利用できない粘土の大塊が落下し、採掘場を埋めている。これ以上、掘進すれば、いずれ表土の除去もできなくなり、結局、新鉱のように、またその場限りの逃げ道を探さなければならなくなる。

このような状況では、将来の安定供給が危ぶまれる。山元からの運搬方法の改善については、道路もしくはロープウエーによる搬送設備を作ることも考えられるが、コスト面、技術面ともに、非常に難しい。

今後の開発に関しては、採掘、ならびに搬出面については、上記のような大きな問題点をかかえていること、また品質面では他所の粘土より耐火度が高く粘性が低いといった特性があるので、用途分野を考慮するなど十分な検討が必要である。

2.2.4 Monterado 粘土

2.2.4.1 所在地および地形・地質の概況

地質図（図 2-16）によれば、Kalimantan（ボルネオ島）一帯は白亜紀に生成した花崗岩の風化物が第 3 および第 4 紀に堆積した堆積層と、中生代深成層および同堆積層から成ってい

る。調査団が訪問した鉱床のある西 Kalimantan 地域は、バンカ島やブリトン島と同様の中生代の堆積層が点在し、良質の窯業用粘土原料が期待される地質構造を成している。ジャワ島のような、新しく、しかもインド洋オーストラリア・プレートの潜り込みによる隆起、沈降、活発な断層活動や火山活動の影響で複雑な地質構造となっている地域と比べ、西 Kalimantan 地域は比較的落ちついた地質構造であり、均質で大きな鉱床が期待される。また同地域一帯は、ジャワ島と違って白色の表土で覆われ、鉄分等有色不純物による汚染が少なく、白色磁器に適した原料が得られる地質である。

西 Kalimantan で現在粘土の採掘が行われている所は、Pontianak の北方約 80 km の Kp. Capkala, Ds. Mandor, Kcc. Sungai Duri, Kab. Sambas である。当地は Pontianak から車で舗装された幹線道路を約 3 時間走行し（走行距離として約 120km）、Sungai Pankalan の先を東へ約 6km 入った所である（図 2-17）。このわき道は道幅 5-6 m で 5 トン車が走行できる程度であるが、道路は舗装されており、ジャワ島のような急な坂道もなく、雨期であっても製品の輸送には全く問題とならない。

この道路を東北へ 15km ほど行くと、Ds. Monterado へ到達する。Monterado には金、ウラン、ボーキサイトなどの鉱山があり、インドネシアでは古くからその地名が知られているため、Capkala Mandor の粘土も一般的には Monterado 粘土と呼ばれている（現地案内者によれば、Pontianak の北方約 40km の所に当粘土採掘場の Ds. Mandor と同名の Kec. Mandor があり、誤解を生じないためにも実際の地名の使用を避けているとのことである）。

Capkala Mandor の粘土採掘場は、前述のわき道の南側に面した所にあり、周辺はなだらかな丘陵地帯である。この丘陵地帯は北方約 30km の Singkawang まで連なっており、白色の砂地の表土で覆われた所が随所にしかも広範囲に見られる。現地案内人によると白色の表土の下には良質の Ball clay が存在するとのことであり、これが本当であればこの地域の粘土の鉱量は膨大な量となる。

2.2.4.2 資源賦存状況

写真 2-2 参照。西 Kalimantan の粘土賦存状況は表 2-3 および図 2-18 に示すとおりである。現在 10 の鉱山会社またはセラミック製品製造会社が地方政府または鉱山・エネルギー省の地方事務所に探鉱申請を行っている。このうち現在操業を行っているのは 1 社のみ（PT. Clay and Minerals Indonesia）であるが（詳細は後述する）、同社は現在の採掘場（Capkala Mandor）に 1,000ha の採掘権を得ている。この 1,000 ha のうち数十カ所にテストピットを掘って、既に 200ha については、表層 1m は砂（珪砂）で 3-5 m は良質の Ball clay が存在する（所により 6m）ことを確認している。同社は最初はさらに奥地で Monterado に近い所の 300ha について探鉱認可を得て試掘を行ったが、実際には良質の粘土は 165 ha しか存在しな

いことが判明し、現在の採掘場から操業を開始したとのことである。さらに同社は Capkala Mandor の南方 40km にある Sungai Pinyuh にも 1,000ha について探鉱認可を得て開発を手がけている。

その他 Capkala Mandor から数キロメートル離れた所で 1 社 (Bumi Borneo Kreasi) が 600ha に亘って探鉱と市場開発を手がけたが、現在はまだ操業開始には至っていない。また Singkawang の近くの Pajantan では 2 社が合わせて約 800ha について探鉱認可を得ており、これら全てを合わせると 5,000ha を越える面積となる。このうち良質の粘土が得られる面積を 50% と見積もっても、鉱床の深さが平均 4m とすれば合計鉱量は 2.5 億トンとなり、膨大な埋蔵量が期待される。

Capkala Mandor の採掘場における粘土賦存状態は、ジャワ島の粘土山の場合と様子が全く異なっている。ジャワ島の粘土山においては、良質の粘土層が断層により分離されたり、珪砂や岩石の層の隙間にスポット状に存在するなど複雑な賦存状態である。従って採掘に機械を導入することが困難な状態にある。一方 Capkala Mandor では、表土 (珪砂) は比較的薄く (約 1m)、その下部は深さ方向に層状を成しているが、層ごとに品質は均質で広く広がっているため、機械掘りの導入が容易な地質構造である。

2.2.4.3 採掘と精製・利用の状況

(1) 採掘場の状況

先に述べたように、西 Kalimantan で現在実際に粘土の採掘権 (Exploitation license) を得て操業している企業は、イギリスの大手の窯業原料供給会社の WBB (Watts Blake Bearne & Co. PLC) のインドネシア合弁会社である PT. Clay and Minerals Indonesia (通称 Clayindo) の 1 社のみである。他の 9 社 (表 2-3) は探鉱権 (Exploration license) を得ている段階であり、操業を開始するまでには試掘と市場評価を行うと同時に、環境評価 (Environment study) を行い、地方政府から採掘権を得る必要がある。

Clayindo 社は Sungai Pangkalan から Monterado へ抜ける舗装道路の途中の Capkala Mandor に道路を挟んで南北に 1,000ha の採掘権を得ており、現在は道路の南側の 200ha を採掘中である。操業開始は 1989 年で現在の採掘量は 150 トン/日である。採掘方法としてはエクスカベータと人力 (Max. 120 名) により、まず 3 x 3m で深さ 5m 程度のテストピットを掘り、各層からサンプルを採取し、英国の WBB 本社へ送付して各層の品質を評価した後に、採掘時の製品区分を行う。品質区分は 120mesh 以上の粗粒 (珪砂分) の含有量を基準としており、製品は上層から CK-1、CK-2、CK-3 の 3 つに分けられている。CK-2 が品質的には最も優れており (珪砂分が少なく、可塑性が高い)、量的にも最も多く、この粘土山の主力製品である。

採掘時も適時サンプルを採取し、採掘場の入り口に設置された試験室で品質チェックを行う。この試験室には電気炉（Max. 1,000℃）、乾燥機、篩、小型攪拌機が備えられており、灼熱減量、水分率、120mesh 篩残渣を評価している。採掘した粘土は品種ごとに所定の場所に野積みし、品質評価結果問題なければ 50kg 用の袋に詰めた後、屋根付きのストックヤードで保管して出荷に備えている。この採掘場では水簸などの精製は行わず、厳密な品質区分と製品管理、および用途に合わせてブレンドを行うことが安定した品質の製品を供給するための品質管理のポイントとなっている。

採掘場には溜まり水（雨期には雨水）を排水するための排水路を設け、また採掘跡は新規採掘場の表土で埋め戻しを行うなど環境面についても十分に配慮されている。

(2) 出荷先

現在生産量 150 トン/日（約 5 万トン/年）の大部分はタイル向けに出荷され、約 10%が衛生陶器用に出荷されている。Clayindo によれば、東部ジャワのタイルメーカーへも Capkala Mandor 粘土を供給している。同社は今後、タイルより高品質の粘土が要求される衛生陶器用に市場を拡大したい意向を持っており、そのために現生産量の倍増計画（10 万トン/年）を進めている。

実際には採掘場の手前で道路に面した場所に 2 棟のストックヤード（Stock pile）を建設中である。さらに、Pontianak から北へ車で 30 分の Wajok で Kapuas 河岸に 5 千トンの船が停泊できる船着き場（約 60m）を建設中である。この船着き場にも事務所の他にストックヤード（10 x 50m）を建設中で、すでに荷積み用の設備も入荷している。また採掘した粘土をブレンドして用途に適した品質の粘土を供給できるようにするため、混合ペレタイジング設備を設置する予定であり、すでに製品の試作を完了し、現在機械を製作中である。

2.2.4.4 開発上の留意点

(1) 製品輸送コスト

Clayindo 社によれば、粘土山から船着き場までのトラック輸送は、幹線道路までのわき道の道路幅（5-6 m）が律足となり 5 トン車が限度である。需要地のジャワ島までの船輸送およびジャワ島内でのトラック輸送を合わせると、製品輸送コストは粘土の工場渡し価格の 75%を占めるとのことである。また Pontianak のある輸送会社によれば、Pontianak 港からジャカルタ港までの船輸送には 45 時間かかり、費用は最低 1,000 トン単位で Rp.25,000/Fios-ton（Free in out system）とのことである。現在は 50 kg 袋で輸送しているが、1 トン袋による輸送も可能とのことである。しかしバルク輸送はまだ行われておらず、需要量の増大に伴って輸送方法の合理化によるコストダウンが今後の課題である。

(2) 用途開発

前述したように、Clayindo 社は WBB の指導を得て自社の粘土製品について、用途別に品質設計を行い、製品区分とブレンドで顧客の要求する品質の製品を安定供給している。

しかし、同社が採掘している Capkala Mandor の北方 4-5 km の所には別の鉱山会社 (PT. Bumi Borneo Kerasi) が過去 (1993 年頃) に試掘を行って、磚子用として使用の可能性を評価するために BBK に粘土サンプルを持ち込んだことがある。その後まだ事業化には至っていない。当試掘跡は道路の東西を広範囲に亘って 1-1.5 m 程度の有機質を多く含む表土と、その下の砂質部を掘り返し、一部道路沿いで 3-4 m 深く掘った跡があり、周辺に比較的可塑性の高い粘土を詰めた袋が散乱している。これは開発を行った事業体が粘土の品質 (特に用途とその要求品質) に関する知識不足のため事業化に結び付けることができなかったものと推定される。たとえ良質の原料であっても事業化に至るまでには、原料品質と需要側の要求品質に関する十分な知識と評価期間が必要であることを示している。

なお、Clayindo 社は衛生陶器用の原料としての市場開発を積極的に進めているが、高級食器用原料開発については現在では取り組んでいない。

(3) 西 Kalimantan 地域の窯業産業

西 Kalimantan には目立った窯業産業はない。僅かに Singkawang の近くの Desau にノベルティーおよび耐火煉瓦を製造している中小企業が 5 社集まっている。最も大きい企業でも従業員は 80 名程度で、当地域の粘土と Capkala Mandor 粘土を混合使用し、足練りと蹴りロクロでかなり大型の鉢類や壺を成形し、登り窯で薪を燃料として焼成している。登り窯は 4-5 日サイクルで 4 回/月程度の焼成である。焼成温度は、製品の焼成状態から判断してもあまり高い温度ではなく、1,150℃程度と推定される。特徴的なことは釉薬で、合成顔料を使用せず、全て稲粃、灰、貝殻など天然品を使用して、青、紫、茶、緑などかなり多彩な色を出している。技術の由来は中国からで、その歴史は古く 1933 年から操業を開始している。そのほか Pontianak の空港の近くに耐火煉瓦および耐火断熱煉瓦を主力製品 (並型で 1,000 個/月) としてノベルティーも生産している企業が 1 社ある。ここでは台湾製の焼成炉を備え、燃料には灯油を使用して焼成温度も 1,240℃と若干高めである。その他電動ロクロや粘土解砕機など Singkawang の企業に比べると近代的な設備を置いている。

ただし、当地にはジャワ島にあるようなタイル工場や屋根瓦工場は見当たらない。また近代的な公共建物や高級住宅を除くと、一般住宅には屋根瓦よりもトタン板や木の皮や葉を引いた屋根が多く、タイルも充分普及していないように見受けられる。当地域も、スマトラ北部 (Medan) と同様に、屋根瓦を使用する習慣がない (土製品を屋根に置くことを嫌う--迷

信) ため窯業産業が育つ風土がないこともあるが、最も重要なことは、窯業産業で必須となる燃料(ガス)の供給源がないことと、電力の安定性に欠ける(3-4 回/日の停電がある)点である。

西 Kalimantan の人口は 350 万人で、Pontianak は 50 万人であり、今後一般住宅に窯業製品が普及するようになれば、同産業が伸びる可能性は充分にある。また現在 Kalimantan の北西の Natuna 島に天然ガスの開発プロジェクトが進んでおり、これが完成すれば大型窯業工場の誘致も可能となり(電気の問題は残るが)、同産業にとって将来性のある地域と言える。

2.2.5 Banjarnegara 長石

2.2.5.1 地形・地質の概況

地質図(図 2-19)によれば、この地区は、Banjarnegara 市南方 5km 付近に東西にのびる大きな断層(Fault)、また更に南にも、東西にのびる逆断層(Overthrust Fault)があり、この断層(Fault)に囲まれるように南北 15km 東西 40km にわたり安山岩(Andesite)が噴出している。安山岩(Andesite)は、玄武岩(Basalt)、輝緑岩(Diabase)をともない東西に数本の岩脈状に発達している。

また、南北に数カ所の大きな断層(Fault)もみられる。地質構造の複雑なインドネシアでも、この地区は特異の地質構造を示しており地殻変動の複雑さを表している。鉱物学的には、比較的長石分の多い、流紋岩質(Rhyolite)である。この地域の長石はアルカリ分が少ないため(長石の半分程度)耐火度が高く、有色不純物を多く含むため焼成呈色が悪い等の欠点はあるが、鉱量は非常に大きく、開発対象鉱山として大いに期待できる。

Banjarnegara の長石山はジャワ島中部の Banjarnegara 市の南部に位置し、市の中心街から車で、メインロードを経て山道を通り、約 1 時間ほどの所の山地にある。採掘場は数カ所あり、いずれの採掘場へも 5 トントラックが通行できて、搬出路としては良い方である。この地域全体が長石山となっており⁵、交通の便の良い所から開発を開始している。

その他、この地区は、粘土、タルク、その他のセラミック原料も産出し、採掘が行われている。

2.2.5.2 資源賦存状況

Banjarnegara には Kalitengah 鉱山、Kebon Dalem 鉱山、Kebutuh Jurang 鉱山の 3 つの鉱山がある(図 2-20, 21)。

⁵ Banjarnegara 県による。

3 鉱山の位置関係は、Kalitengah 鉱山から 5km 離れた地点に Kebon Dalem 鉱山、さらに 10km 離れた地点に Kebutuh Jurang 鉱山と直線上にあり、鉱脈は東西 15km にわたり賦存している。

- 1) Kebutuh Jurang 鉱山の長石層の延長方向に、他の 2 鉱山が望見できる。
- 2) 県の関係者および鉱山関係者も、3 鉱山は連なっているとの認識を持っている。
- 3) 3 鉱山の鉱床状況、石質の外観からみて、同一品質のものである。

などの点から 3 鉱山は個々の鉱床ではなく岩脈状に連なっている公算が強い。また、岩脈状に連なっているとすれば、推定できないほど膨大な鉱量が期待できる。

DSM によれば、Ds. Kalitengah 鉱山は 495ha、層厚 60m、Ds. Kebon Dalem 鉱山は 192ha、層厚 50m とされている⁶。

地形地質の状況からは、上記 15km 範囲の外にも、長石が発見される可能性があり、インドネシアの長石資源の主柱となる鉱床と考えられるが、まだ賦存状況、鉱量の詳細調査は行われていない。

2.2.5.3 採掘と精製、利用の現状

当鉱山は Banjarnegara 県の積極的な支援の下で採掘が行われている。悪質なユーザーや販売業者に買いたたかれないように指導監督を行い、労働者の安全衛生についても指導を行っている。道路整備、長石の共同集荷場の設置等も精力的に行っている。

(1) 表土の除去

表土層の厚みは場所によって異なる。表土の除去には重機を投入することではなく、全て人手に頼っている。鉱山によっては表土の捨場のない所もある。

(2) 採掘

採掘は全て人手による手堀りである。各鉱山とも人員配置の関係で切り羽が数カ所に分散している。採掘人員が多い場合と少ない場合で採掘される切り羽の数は異なる。各切り羽ごとの鉱石の品質は若干異なっているが、品質安定化を計るために区分するとか、一定比率で混合するなどの処理は取られておらず、採掘した製品はそのまま出荷されている。従って採掘人員の多い場合と少ない場合で製品品質は大きく変動する。

(3) 出荷先

全量県外に出荷されている。大部分がタイル向けであるがごく一部は食器用途にも出荷されている。タイルであれば上記方法で充分と考えるが、長石には Mica、粘土を含み、また表

⁶ Ds. Kebutuh Jurang 鉱山についてのデータは不詳である。

土の汚染部（赤色部）もあり、必要に応じて水洗いを検討すべきである。

2.2.5.4 開発上の留意点

(1) 重機使用

鉱山の状況から判断して重機を使用することにより、採掘量の増大、供給量の安定化等は容易であるが、現時点の供給量を考えると時期は早い。需要量の増大に合わせて機械化すべきものとする。しかしながら、人手による廃土処理が限界にきている鉱山もあるので、公的機関または各鉱山が共同で小型ブルドーザーを導入し、全鉱山を合わせて廃土の処理をするなどの検討が必要である。

(2) 採掘方法と品質安定化

切り羽別の採掘量を一定割合になるように人員配置をするか、切り羽別にストックヤードを持ち、出荷時に一定割合に混合出荷することで、品質は安定する。この場合最低 3 カ所の切り羽が必要である。

鉱山のオーナーならびに作業員に、安定品質と安定供給は採掘業者の責任であり義務であることを教育するとともに、採掘方法の指導が必要である。作業員は勤勉で、よく働く優秀な人達なので、作業を標準化し適切な指導をすれば必ず品質は安定する。

(3) 輸送関係

原料の積み込み、荷おろしに時間がかかり、また時間待ちの車が多い。ダンプ輸送と、ショベルカーによる積み込み作業の改善検討が必要である。鉱山では、採掘原料をホッパーに貯め、運転手が 1 人で積み込む事ができるようにする。集荷場では、ショベルカーを使って貯鉱して積み込む事により、時間が短縮できてダンプカーの時間待ちもなくなり稼働率が上がる。

なお、トラックとダンプと共用できるトラックの使用も検討すべきである。

(4) 品質向上

品質的には、Tuff 系の長石のため焼成呈色は悪く、耐火度も高い欠点はあるが、品質的にタイル以下の製品には充分使用できる。また Tuff 系なるが故に、鉱量が多い利点がある。鉱石は少し力を加えると、ばらばらになり、石英・長石・雲母が分離し混合した状態となる。従って精製処理による品質アップの可能性も大であるので、種々な角度から基礎的な研究を行う必要がある。

(5) 鉱量

長石の賦存状況、鉱量等につき、鉱山専門家による詳細調査が必要である。その上で行政レベルでの基本開発計画を立てるべきである。それだけ価値のある長石鉱山である。

2.2.5.5 Banjarnegara Kalitengah 鉱山

(1) 地形・道路の概況

Banjarnegara 市よりメインロード・半舗装道路・山道を経て約 1 時間で山元に達する。山道は 5 トントラックが楽に通行可能である。

山元の状況は、小部落の奥の山地という感じではあるが、小山が集まっておりこれらの中腹から山頂にかけて長石を採取している。Kalitengah 鉱山には次の 4 つの採掘会社があり小さな谷をはさみ向かって左側が、Pursahaan Daerah 鉱山会社（一番大きい）で、右側は他の鉱山会社で Banjar Utama、Sari Alam、Gunung Mas の 3 鉱山がある（図 2-22 参照）。

(2) 資源賦存状況

1) 鉱山状況

写真 2-3 (1) 参照。切り羽は上中下段に分かれ、その高低差は約 10m ある。いずれも青味を帯びたぬみ色の均一な岩板状で表面は硬いがもろく砕けやすく風化がかなり下部まで進行している。流紋岩質火山岩が自然風化と若干の熱変質作用を受けて、もろくなったものと推定する。

鉱体の一部には表土により汚染した赤褐色の粉鉱の層がみられるが、その量は全体の 20% 以下と少ない。表土はあまり厚くなく、0.5～1.5m 程度である。DSM によれば、Kalitengah 鉱山の鉱区は 495ha、層厚は 60m で鉱量は大きい。

長石層の下部に黒色岩（玄武岩または蛇紋岩）が見受けられる。黒色岩は Kalitengah 鉱山のみならず他の 2 つの鉱山にも共通している。

2) 品質

全体的に細い Mica がかなり混在しており、微量の粘土の付着がみられる。鉱体は粉鉱部を除けば大きな品質差はなく、粉鉱部は粘土量の多い鉄汚染（表土汚染）があり、塊鉱よりも耐火度が高く焼成呈色は悪い。全体的に品質差は小さく安定している。

(3) 採掘と精製、利用の現状

1) 採掘

採掘は、鉄棒および掻き鍬による手掘りで行い、製品は袋詰めにして運搬している。鉱石の表面は硬いので手掘りでは大変な作業である。手掘り作業のためどうしても切り羽が立ち、切り羽の高さはすでに 4m ほどまで高くなり、傾斜掘りようになって作業困難の状況にある。幸いな事に岩石の混在がないため落石などの危険性はないがこれ以上切り羽が高くなると作業場が狭くなり危険である。

2) 荷卸、検量、仮置き

袋詰めした製品 4 袋をそり（両サイドに車をつけたもの）に乗せ人力で急な坂を引き下ろして仮置き場まで運んでいるが、途中谷底に転落した袋もあり非常に危険な作業である。

採掘場別に鉱石は袋に詰めて仮置き場に運搬されるが、検量後は袋を開けるためそこで混合される。採掘場によって鉱石の色、形体は異なるが、袋詰め作業は採掘場所別または粉鉱塊鉱別に品質上区別しているのではなく、各作業者の採掘量、運搬量の数量チェックのために行っている。従って採掘現場では厳密な品質区分や品質管理は行われていない。

3) 採掘量・価格・出荷先

採掘量・価格・出荷先は次のとおりである。

採掘量 雨季 60 トン/日（50 名）、乾季 150 トン/日（125 名）

（ただし、DSM のデータでは 15～20 トン/日としている。）

価格 山元土場渡し Rp.17/kg、うち荷卸し Rp.4/kg

出荷先 フロアタイルメーカー

(4) 開発上の留意点

1) 採掘効率の向上

採掘道具の改良が必要である。例えば、小型の電動ビッグハンマー等を使用すれば採掘効率がアップする。山は傾斜もあり、表土も少なく廃土処理は容易である。また Pursahaan Dacra 鉱山だけでなく、右側の他社の 3 鉱山と一体化して重機を用いて計画的に採掘すればより効率の良い鉱山とすることができる。

2) 品質安定化

品質の安定化のためには、3 カ所以上の切り羽を持ち各切り羽の採掘量が常に一定になるように人員を配置して採掘し、一定比率で混合出荷するなどの採掘現場における作業管理の徹底が必要である。

特に、品質の悪い切り羽がある場合、例えば赤色不良部等は全体の 20%以下になるように採掘して良品と混合出荷し、単独では出荷しないようにすることが重要である。

現在水洗は行っていないが、水洗することにより有色不純物を多く含む粘土が除去されて焼成呈色は若干向上するが⁷耐火度は少し上がる。ただし、雲母の除去は難しい。

ユーザーから品質改善の要請があれば必要に応じて水洗だけでも行えば、ある程度の改善は可能である。ただし事前に水洗い方法の試験を行いその効果を確認しておく必要がある。

⁷ 粉鉱を水洗いして焼成すると焼成呈色は、未水洗の塊鉱より良くなった。

3) 安全管理

現在のそりによる搬出は、非常に危険な運搬方法である。採掘場と検量場所は高低差もあり、また直線距離も遠くないため、シュートあるいは索道等簡単な設備の設置が安全対策としては有効である。

2.2.5.6 Banjarnegara Kebon Dalem 鉾山

(1) 地形、道路の概況

県の共同集荷場よりメインロードを経て半舗装の一般道路を行くこと約 50 分で鉾山に着く。この道路から鉾山開発道路を 40～50m 入ると採掘場に達する。製品の搬出には非常に便利な所である。

(2) 資源賦存状況

1) 鉾山状況

写真 2-3 (1) 参照。正面切り羽は採掘面が約 20m と高くなっており、その上に表土が厚くかぶさっているため採掘を一時中断している。現在は山の麓の方（一般道路に近い方）の表土のうすい部分で新しく採掘を開始している。それでも表土は 2～6m あり、掘進すればするほど、表土が厚くなる傾向がある。周辺は民家が密集し、田畑も多いため、廃土の捨て場に困る地形である。

DSM のデータでは、鉾区は 192ha、層厚は 50m となっており鉾量は大きい。

鉾山の状況は、図 2-23 のとおりである。

2) 品質

長石を見ると Kalitengah 鉾山長石と同じ石質であるが、Mica が大きくかつ多い。また粘土も混在している。全体的に品質は Kalitengah 鉾山より劣る。焼成呈色が悪く耐火度が高いと客先からクレームを受ける場合もある。

正面右側に Kalitengah 鉾山と同様の黒色岩が見受けられる。

(3) 採掘と精製、利用の現状

1) 採掘

個人所有の鉾山であり、4～5 年前に開発された。比較的ゆるやかな山を手堀りで掘りくずして採掘している。

2) 精製

本鉾山も水洗いその他精製処理は行っていない。

3) 採掘量・価格・出荷先

採掘量・価格・出荷先は次のとおりである。

採掘量	乾季 20～25 トン/日、雨季では少なくなる。
採掘人員	10～15 名
価格土場渡し	Rp.15/kg
ジャカルタまでの運賃	Rp.25～30/kg (距離 400km)
出荷先	フロアタイルメーカー

(4) 開発上の留意点

廃土処理が最大の課題である。周辺に廃土の捨て場がなく、現状では人手による廃土処理は無理であり、重機の投入などが必要である。

品質向上については Kalitengah 鉱山と同様に、水洗いする事でどの程度改善されるか検討が必要である。

2.2.5.7 Banjarnegara Kebutuh Jurang 鉱山

(1) 地形、道路の概況

Banjarnegara 市よりメイン道路を経て、簡易舗装、未舗装道路を車で走行して約 40 分で鉱山に達する。未舗装道路は比較的ゆるやかに起伏する山の中腹を、小部落をつなぎながら走っている。ちょうど鉱山付近の道は、山の尾根部を通っており、その道路より 10m 付近まで長石を採掘している。未舗装道路は長石の輸送および産業開発のために県が造ったもので、現在も整備改良中である。道幅も充分広く 5 トントラックは通行可能である。

(2) 資源賦存状況

1) 品質

写真 2-3 (2) 参照。鉱石には Mica の混入が少ないように見えるが細かいものがかなり含まれている。カオリンの付着もみられる。外観から前記の Kalitengah、Kebon Dalem の両鉱山と同一系統の長石である。3 鉱山の中ではこの鉱山の品質が一番よいが、他の 2 鉱山のものに比べて若干硬い。

2) 鉱山状況 (図 2-24 参照)

正面採掘切り羽は、道路までの距離が 10m までせまっており、しかも採掘面の深さは 30m ほどまで切り立っているため現状ではこれ以上採掘はできない。正面中央に大きな長石ブロックがあるが、良質のため温存しており、現在は左側奥の品質の劣る部分を採掘している。

採掘跡の下部も長石層であり、かなり残存している。道路真下に長石の富鉱体があるようであり、長石脈の方向に他の 2 鉱山が望見される。正面右下側に他の 2 鉱山と同様の黒色岩がある。

(3) 採掘と精製、利用の現状

この鉱山では CV. Purwogiri が採掘を行っている。

1) 採掘

他鉱山と同様に人手による採掘を行っている。採掘したものは籠に入れ天秤棒を荷なって仮置場に運ぶ。産出量は竹籠の数でチェックしている。現在は、左側奥の品質の劣る所を掘っているが、前述したように正面中央の良質長石は温存している。これはユーザーが価格の安いものを望むためである。

トラック積み込み場は一段低く下げてトラックが横付けできるように工夫しており、積み込み作業は容易である。

この鉱山は採掘に関して県政府の指導を受けており、指導料として Rp.2/kg を県に支払っている。

2) 採掘量・価格・出荷先

採掘量・価格・出荷先は次のとおりである。

採掘量 20 トン/日であり（条件の良い乾期）、作業員は 20 人程度である。

価格 Rp.16/kg（品質が劣るもの）、Rp.20/kg で売れば良質部を出荷するが今のところ要望がない。

出荷先 販売業者に売却しているため最終ユーザーは不明。

(4) 開発上の留意点

1) 品質安定化

良質部（良質と言っても少し品質が良い程度のものである）は、温存するのではなく品質調節剤として活用すべきである。一定割合で混合出荷することにより安定品質が保て、ユーザーの信用も得られる。また、不良鉱も一部使用できて資源の有効利用につながる。

長石の賦存状況はまだ調査されておらず、賦存状況を調査し道路の移設も含め採掘方法を検討する必要がある。

2) 品質改善

良質部の凹部に溜まった白色粘土を採取して不純物を除き焼成してみた結果、ちょうど赤煉瓦並の焼成呈色となった。これは、長石を水洗いして粘土を除去すれば若干焼成呈色が良くなる事を示している。

2.2.6 Pangaribuan 長石

2.2.6.1 地質の概況

地質図（図 2-25）によれば、Pangaribuan 鉱山のある北スマトラの Toba 湖周辺地区は古生層（Paleozonic phase）とこれを貫く深成岩（Plutonics）と、さらにそれらを被う火山岩（Volcanic rocks）から成っており、火山岩層（Volcanic rock phase）は Toba 湖を囲み幅約 150km、長さ約 250km の広がりを持つ。Toba 湖の西側の火山岩帯のさらに西側にはスマトラ島の北端から南東に伸びる古生層帯があり、Toba 湖の南東には火山岩帯の中に幅約 50km、長さ約 100km の古生層帯がある。それらの古生層帯を貫いて深成岩帯がみられる。Pangaribuan は Toba 湖の南東部にある古生層帯の西端部に位置し、Pangaribuan 長石鉱床は古生層を貫いて出た花崗岩（Granite）そのものと造岩時に分晶してできた長石とからなるものと推定される。

2.2.6.2 所在地および周辺状況

Pangaribuan 長石鉱山は北スマトラの大都市 Medan の南南東約 180km、Tapanuli 県北部（Kabupaten Tapanuli Utara）に位置する（図 2-26）。Medan から舗装された幹線道路を車で約 3 時間南下するとやがて Toba 湖の西側に出る。湖畔のリゾートタウン Prapat を経てさらに約 2.5 時間南下すると Tarutung に到達する。

Tarutung には鉱山を所轄する工業省の Tapanuli 県 Tarutung 支所がある。支所には地元産出のセラミック原料のサンプル 35 種類やモミガラを利用して焼成した素焼きの壺などが展示されており、セラミック産業の振興に力を入れている様子がうかがわれる。Tarutung から東へ 25km、一部凹凸のある山道を約 2 時間走ると Pangaribuan の村に入る。村にはストックヤードがあり、そこからさらに非常に凹凸の激しい登山道を車にて 10km 約 1 時間走行すると採掘場へ到達する。村から採掘場までの道路は道幅は 3m 強あるが、傷みがひどく 6 トン車の通行がやっとである。特に最後の 2km は現在のところ車の乗り入れは不可能な状態となっている。

2.2.6.3 資源賦存状況

Pangaribuan 鉱山は高さ 300m ほどの山の頂上付近一帯に広がっており両サイドは切り立った深い谷になっている。小山の連なった尾根の頂上部に、長さ 300m、幅 10～30m、および斜面の谷方向 20～50m にわたって、主として赤褐色の風化花崗岩（カントリーロックと呼ばれる）がみられる。採掘場は尾根の長さ方向 300m の中に 4 カ所あり（図 2-27）、一番奥の採

掘場の状況、および手前のかなり以前に掘り終えた採掘場に残された原石から推察して、いずれも本鉾山の長石賦存状態は大部分が塊状ではなく、薄片状となって花崗岩の上に分布していたと考える。BBK が保有しているペグマタイト系の良質の長石は表土近くに一部塊状のまま賦存していたものと考えられる。

鉾量に関する詳細な調査結果は MTRDC/BBK のデータベースにも、DSM の報告書にもみられないが、地元関係者によれば当鉾山は深さ 50m までは長石の存在が確認されているとのことなので、鉾量を計算すると約 40 万トンの長石が残存していることになる。しかしながら山頂から下方の谷へ向かって斜面の多くは剥ぎ取られた状態にあり、その採掘跡の最下部付近には岩石や岩石屑などは見当たらない。また斜面に大きく爪でえぐったような幅 1~2m の数本の溝が縦方向にフィン状に走っており、そこが良質の長石を採掘した場所とのことである。その掘削跡も白色粘土の塊が少しみられる程度で、表面には良質長石はみられず既に掘りつくされている。現在の採掘サイトは広さ 10ha であるが、さらに本鉾山の南北 5km 先および 10km 先にも同様の長石山があり、合わせると鉾区面積は 100ha であるとのことであり、鉾量は大きいものと推察する。

2.2.6.4 採掘と精製・利用について

Pangaribuan 長石鉾山の所有会社は「PT. Mica Nic Maduma」で、経営者が数人の土地の所有者の合意を得て県から採掘権を得ているが、1 年前から休山中である。地元関係者によると休山の理由は、ユーザーから 200~300mesh の微粉末で納入するよう要請され、台湾の共同経営者と粉砕設備の検討を行ったが進展せずに現在に至っているとのことである。推測であるが生産量が少なく設備を導入しても価格的に採算が合わなかったものと判断される。

採掘場跡の山頂一帯は樹木がほとんどなく周囲は深い谷へと下っている。下方 50m 位まで斜面を人力により採掘していた模様であり、採掘面が急傾斜面であることと通路の狭さなどから機械は全く使用していなかったようである。採掘場は 4 カ所あり 50~60m 間隔で奥へ向かって縦に尾根沿いに並んでいる。まず第一採掘場は最奥部に位置し、奥行長さ 30m、掘削面高さ 20m で通路面より 5m ほど高くなった小山になっており、南側片斜面に前述のペグマタイト系の良質長石の採掘跡の溝が残っている。溝の大きさは幅 1~2m、深さ 1~2m、縦の長さ 10~15m で、掘削跡はまだ新しく操業中止直前まで掘っていた模様である。高さ 5~6m の頭頂部は長さ 10m にわたって岩を削り取っているが未だ若干ではあるが掘削残の状態にある。

次に第二採掘場は取り付け道路入り口手前東側にあり、広さ 20 x 20m、高さ 4m の丘の上部が採掘されている。赤褐色の風化の進んだ花崗岩とみられる粉末状の原石が一時置場に山積み状態で残されている（分析試験用としてサンプリングを行い「FP-2」とした）。

第三採掘場は本鉱山中央部に位置し、長さ 30m、幅 20m の台地に高さ 2~3m の大きな花崗岩（地元ではカントリーロックと呼ぶ）が多数重なり合っておりかなり残存している。このカントリーロックを削り予備試験的に水洗いしてみると、カオリン 40%、珪石リッチの長石 60%であった。この珪石リッチの長石を分級してみると、珪石 75%、長石 25%であり、原石に占める長石の割合は 15%と少なかった（サンプルは「FP-3」とした）。

第四採掘場は取り付け道路入口正面に位置し、長さ 30m、頂上の幅 2~5m、高さはほぼ通路面と同じであり、通路面から下方へ 50m は斜面を削り取られた状態である。この採掘跡はかなり以前に掘り終えて、その後篩による分級や一時置場に使用した形跡がある。置場には粗粒長石の製品が残されており、それらは珪石の混入率は 5%以下と少なく良質の長石である（分析試験用としてサンプリングを行い「FP-4」とした）。

2.2.6.5 品質

本鉱山は全体的に風化が進んでいるため珪石と長石の分離が容易であり、採掘現場で手篩によって簡単に粒度分けや珪石の除去が可能である。従って原石を分級することにより高品質の長石が採取できたものと推察する。採掘跡の花崗岩は風化が進んでおり、長石はほとんどカオリン化していて残留長石は少ない。風化花崗岩はカオリン・リッチであり、しかも岩石は脆く粉砕になりやすいなどのことから、将来近くにタイル工場等ができた場合採掘方法、精製方法等を工夫すれば原料として利用の可能性は充分ある。

2.2.6.6 出荷

過去の生産量は 50 人の作業員で 1 日 2 トン、年間 600 トン程度であった。薄い層状でありかつ風化が進んでいることなどから手掘りによる採掘はできたが、他の長石鉱山に比べて作業人数の割りに生産量が低くコストの面ではやや高かったと考えられる（価格は不明）。

ストックヤードは採掘場から 10km 離れた山麓の Pangaribuan 村の民家の立ち並んだ中にある。敷地は $40\text{m} \times 40\text{m} = 1,600\text{m}^2$ であり、建物は間口 20m、奥行 10m 程度の平屋建てで頑丈な造りをしている。入口には鍵がかかっており中を伺い知ることはできなかった。関係者によると内部には長石が保管されていて、需要があれば出荷するとのことである。

2.2.6.7 開発上の課題

(1) 賦存状況と品質

従来出荷されていた Pangaribuan 長石はペグマタイト系の長石であり品質は良好といわれているが、良質長石はすでに掘りつくされており、風化花崗岩（カントリーロック）のみが残っている。良質長石は数本の脈状の下部にいくらか賦存している可能性があるが、脈の幅

が 1~2m と小さいため量的には期待できない。残存花崗岩は珪石と、細粒で脆い長石およびカオリンからなっており、これらを水洗いや篩分けなどにより分離して長石分の割合を高め、品質を一定にすれば、タイルなど中級品用長石原料として利用の可能性はある。しかし、現在は北スマトラには大型のタイル工場は存在せず、将来タイル工場が設立されたとしても、風化花崗岩を原料とする場合は分離精製等が必要となり、それによるコストアップは避けられず、本鉱山の開発が事業として経済的に成り立つか否かが今後の課題である。

(2) 採掘方法の近代化とインフラ整備

本鉱山の岩石は脆くて粉鉱になりやすい性質があるので、技術的には採掘や分離精製等は容易である。地形から見て重機使用による採掘も可能であり、また廃土の捨て場も確保できる。今後本鉱山を再開発するには採掘の機械化による合理化やカントリーロックの精製方法の研究とその設備構築など品質安定化対策とともに、道路の整備などのインフラ整備にもかなりの投資が必要となる。また分離精製時の副産物である珪石の需要先を確保しなければ採算的に経営が難しくなる。

これら価格アップの要因とともに北スマトラ内陸部という地域性も大きなネックとなっている。インドネシア最大の需要地ジャワ島には遠く陸路海路ともに問題が多すぎる。港湾施設としては Medan の Bara 港、並びに同じ Andaman 海に面する Tanjungbalai 港となるがいずれも距離があり過ぎる（後者は Bara 港より近いが私企業の専用の港であり関係者以外は利用できない）。またインド洋に面する Sibolga 港は小さな漁港であり現状では大型船の接岸は難しい。港を拡張してもインド洋は波が荒く原鉱石などを運搬する 1,000 トン以下の船の運行は困難である。

以上のことから Pangaribuan 長石の需要地をジャワ島に求めた場合、品質的には特上級の長石で、かつ大量に産出量がないと事業採算には合わないと考えられる。従ってこれらの制約条件からみて操業再開、産出量の増加、需要の拡大などについての可能性は非常に小さいものと判断される。

2.2.7 Narawita 長石

2.2.7.1 地形・地質の概況

地質図（図 2-9）によれば、Narawita 鉱山の地質は、バンドン市の東南に広がる、東西約 150km、南北約 50km の、第四紀未分化火山噴出物帯（quaternary undifferentiated volcanic products zone）の、中央やや西寄りのところに位置している。西側にはバンドン市方向から伸びている幅約 15km の斑レイ岩カンラン岩（Gabbro peridotite phases）がある。Narawita 鉱山

は、この未分化火山噴出物帯の中のアルカリが多く、鉄分の少ない部分を長石として採掘している。

Narawita 長石鉱山はバンドンの東方約 40km に位置し、所在地は Kp. Cicadas, Desa Narawita, Kec. Cicalengka である（図 2-4, 2-28）。舗装された幹線道路をバンドンから車で約 50 分走行し Cicalengka に到達する。その Cicalengka 市街を抜けて南方向への脇道に入ると未舗装の田舎道、やがて大きな石を敷きつめただけの山道となる。車は、上下左右に大きく揺れるので、スピードは出せない。バンドンを出発して、ほぼ 2 時間にて、小高い Narawita Hill に到着する。山元から麓までの搬出道路は、車で約 15 分程度であるが、非常に狭く、勾配も大きいので、5 トントラックぐらいが、やっと通行可能である。平地から山地へのかかりといった地形でありあまり高くない小山が起伏しており、椰子、バナナ等の植生が見られる。採掘場では必要に応じてユンボを入れており、山の上方部を削り取って、新しく切り羽を作っている。

2.2.7.2 資源賦存状況

Narawita Hill は、長石山 20ha と珪石山 20ha とが、連なって構成されておりこれらが Narawita 地区で、政府から公認されている唯一の鉱山である。

現場での情報によると高さ 30m 程度の立て壁状となっている長石山の長石賦存域は、現在の採掘地を中心に北へ 2km、南へ 1km、東へは 2km 以上、西は 2km と大きく鉱脈は広がっている。鉱層の深さは現在の採掘底面から、さらに下方へ 40m までボーリングチェック済みである。

採掘面（垂直断面）には断層が縦・横・斜めに入り混じっている。また図 2-29 のように、鬼板（板状の酸化鉄）を多く含む褐色層、良質長石を含む白～淡灰色層、中間の淡褐色層、ピンク色、灰色や紫色に近い層などが、部分的に混在し複雑な外観を示している。鉱石は全体に軟質で、容易に採掘できるし、指頭で潰すこともできる。本鉱山は採掘開始から、約 7 年間経過しており、山の奥行き 60～70m 程度を取り崩している。

2.2.7.3 採掘と精製・利用の現状

採掘中の鉱区は、2m 前後の表土が取り除かれて、小山の半分ぐらいを、すでに露天掘りで削り取っている。外観上、山頂に近い、やや紫色を帯びた部分と、採掘断面の 60% を占める、鉄によると思われる褐色の脈が多く入り組んでいる層および白色とやや褐色度の薄い部分が入り混じっている層から成る。11 カ所の採掘穴を、10 人以下の作業者が、角鋸等により、タコ壺状に掘り進めている。

ここの鉱山では、長石と珪石の 2 品種が産出され、長石の中で良質長石として出荷されているものは、見かけ上白色あるいは、これに近い部分の中にポケット状に存在する最良質の

部分から、主として手堀りで採掘されている。現場では、良質の長石および着色したもの（廃土）の二手に区分され、その比率は 20 : 80 と言われているが、採掘断面の観察では、良質のものは 5% から、せいぜい 10% 程度と判断される。

長石の品質については、肉眼観察では全般的に非常に軟質で指頭により強く押すと、潰れて粉化するほか、雲母と思われる黒色細粒がわずかな量であるが、粉体の中に細かく散在している。これら不純物の除去はかなり難題である。良質部分以外の鉱石は一部瓦用として出荷しているが大部分は廃土として山積しており、このままでは、いずれ廃土の始末に行き詰まる可能性が大きいので、今後その品質評価と活用研究を進める必要がある。

なお、山頂部に賦存している珪石リッチの部分は、別に袋詰めして釉薬用として出荷しているが、最近では出荷量は激減している。また、採掘場入口付近のストックヤード手前に新しく横穴が掘られ、珪石リッチな長石を産出している。珪石リッチの部分は、表層が水洗いされ珪石が多く残留したために発生したものと考えられるので、今後コンスタントに産出できるものではない。

採掘後の搬出は、作業員 5～6 人が、天秤棒の両籠に入れて、採掘場内屋根付き仮設ストックヤードまで運び、計量後荷おろしし山積みしている。仮設ストックヤードには 5 トントラックが横付けでき、作業員 10 人余りが交替で、スコップにより積み込みを行い、5km ほど下った所にある山麓のストックヤードまで運び込んでいる。この山麓のストックヤードは Kp. Cilulumpang Rt2/Rw2 Ds. Cikasungka Kec. Cikaneung Kab. Bandung 40396 の住宅地内にあり、屋根付き、コンクリート壁囲い（215m³ (5.5 x 13m x 1.5mH x 2 力所)）で、約 300 トン程度の鉱石を収容可能である。山元から 60 トン/日（5 トン車 x 12 回）が搬入されているが、その量に対して大きさは不足であり、単に中継ぎとしての役割でしかない。ストックヤードから出荷先への搬出道路は舗装されており、また幹線道路までの距離があまりない点では、恵まれた方である。

出荷先および出荷量は次のとおりである。

PT. Raja Keramik:	75 トン/日（月 20 日とすると、1,500 トン/月）
PT. Asahimas:	100 トン/月以下
PT. Abadi:	100 トン/月以下

出荷先は、上記 3 社に限定供給しているが、実質的には PT. Raja（タイル・メーカー）への納入が主体である。PT. Abadi（瓦メーカー）に対しては、良質の長石と、廃土をミックスして出荷している。廃土は、100mesh pass まで粉砕され、ルーフィング・タイルおよび、不焼成レンガ（パタコ）の原料として使用されている。また以前は、25 トン/日程度珪石が出荷

されていたが、現在は、珪石の出荷はほとんどない。

価格は下記のとおりである。

長石:	Rp.42/kg
廃土:	Rp.0.2/kg (5 トン車一杯 Rp.1,000)
良質長石:	Rp.70/kg (100mesh pass 程度の粉碎品 50kg 袋入り)

良質長石の篩分け品は、麓のストックヤードに保管されて、客先より要望があった時に、18 トン/回ぐらいで客先の仕向け車により、引き取られている。出荷先はジャカルタ方面が多い⁸。

2.2.7.4 開発上の留意点

採掘については、現在の底部から、深さ 40m まで長石が賦存するといわれているが、雨期の排水や、利用できる長石の比率が低いので、今後できるだけ、早い時期に手前の谷地から、採掘レベルを下げて、堀り直した方がよい。現在、長石と廃土に分けて採掘しているが、長石は 5%かせいぜい 10%ぐらいしかない。その長石は、粘土化の途中の、俗にいう弱石で、硬くなく力を加えれば粉末状になる。

Narawita 長石は、火山岩系の長石で粒子が小さく、吸水し易く、ペグマタイト系長石に比べ、酸による脱鉄が容易であると考えられる。本調査での予備試験では、塩酸による脱鉄の可能性があると判断される⁹。

しかし、酸処理による脱鉄には、水の問題、洗浄酸性水による環境汚染問題、設備の問題等、解決しなければならない問題も多い。また Narawita 長石は、鉄汚染だけでなく、珪石の混合割合の変動により、品質が不安定になる問題もある。珪石の混合割合は、目視では選別しにくいので、何らかの方法で均一化、安定化を計らねばならない。

ジャワ島には、Narawita 鉱山と同様な火山岩系の長石が豊富にあり、この種の長石から良質で安定した長石が得られるようになれば、インドネシアの陶磁器原料の中の、最大の問題である、良質の長石不足が解決できることになる。

⁸ その他、この長石採掘場から 500m 離れた場所にカオリンの鉱山があり、過去処理設備（粉碎）を使用しながら操業されていたが現在は堀りつくされて廃鉱となっている。

⁹ Narawita 長石の外観上白いものおよび、赤味を帯びたものを焼成したところ、鉄分の影響が大きく出て、前者は黒灰色になり、後者は黒褐色となった。次に同じ鉱石を 20%HCl 液中に 14 日間浸漬し、処理した塊について溶融試験を行ったところ、その呈色は、いずれも日本の一流磁器メーカーで使用している長石の呈色に劣らないものであった。このことは、塩酸処理により充分に脱鉄されることを示している。

2.2.8 Lampung 長石

2.2.8.1 地形・地質の概況

地質図（図 2-25）によると、Lampung の長石鉱山のあるスマトラ島南部は土台が先第三系で、中古生層と花崗岩類からなっており、その上を第三紀、第四紀の堆積岩、火山岩が覆っている地域である。表土は花崗岩地域特有の白色を帯びた色をしており、ジャワ島のような鉄分を多く含む赤味を帯びた色と異なっている。

Lampung には南端のジャワ島へ接続するフェリー港近く（Kec. Penengahan）や¹⁰、Bandar Lampung 市の北西の Seputi 川、Pubian 川、Sulan 川の周辺¹¹（Kec. Padangratu）などに長石の鉱山がある（図 2-30）。前者は幹線道路脇の民家の裏山であり、特に企業形態を持って組織的に採掘業を行っている団体はいない。後者は PT. Ferindo Perkasa が採掘業を営んでいる鉱山で、2カ所の採掘場を持っている。所在地は次のとおりである。

Kalimati 鉱山: Kp. Kalimati, Ds. Nyukanghardjo, Kec. Padangrato, Kab. Lampung

Trenggalok 鉱山: Kp. Trenggalok, Ds. Nyukanghardjo, Kec. Padangrato, Kab. Lampung

これらの鉱山は Bandar Lampung の空港から幹線道路を北へ 30km 車で走り、Gunung Sugih から左折して西へ 50km 走った所にある。採掘場へは幹線道路からわき道に入りさらに 3km 走ると到達できる。このわき道は舗装されておらず、ジープで時速 10km/h 程度しか走れないところもあるが、ほとんど平坦で、道幅は 7-8m はあり、20 トン車程度の大型トラックによる採掘鉱石の搬出にも問題はない。

インドネシアでは窯業産業が集中している西部ジャワ（JABOTABEK）近辺に良質の長石鉱山がなく、従来から東部ジャワの Lodoyo 産の長石を 1,000km 以上の道のりをトラック輸送して使用するのが一般的であった。Lampung 鉱山は地理的にもジャカルタに比較的近く、またその長石の品質も鉄分など有色不純物の含有量が少なく中級陶磁器用途に適した原料であることから近年各タイルメーカーから注目されている。

以下に調査団が訪問した PT. Ferindo Perkasa の所有する鉱山について詳細を述べる。

2.2.8.2 賦存状況

この鉱山一帯は花崗岩地域であり、鉱山以外の所でも風化の進んだグラナイトが観察でき、近くを流れる川の底にも長石が見られる。鉱山の広さは 30ha であり、更に、この鉱山付近前

¹⁰ BBK のスタッフが訪問し少量サンプル採取

¹¹ BBK スタッフと共に調査団員が訪問し少量サンプル採取

後 1km、深さ約 30m が長石資源である。DSM の報告書によれば、この地域の長石の鉱量は 1,250 万 m³ であり非常に大きい。

石の質は、風化の進んだグラナイトであり、鉱山の垂直方向の上部層と下部層では花崗岩の風化の程度が異なる。上部は砂質の石、もしくは塊状を呈していても手で触ると砕けるような柔らかい石からなる比較的石英の多い層であり、下部は石質がロック状であり多少長石分の多い層をなしている。石の質は下部へ行けば行くほど硬くなり、長石の質としては良くなる。石にはマスコバイトやマイカなどを含んでおり、これらは焼成後の石の呈色を悪くする成分となると予想される。

2.2.8.3 採掘と精製・利用の状況

(1) Kalimati 鉱山

写真 2-4 参照。鉱山への入り口は道路面から緩やかな傾斜道を 10m 程上ったところにあり、ここには鉱山の事務所と作業員の休憩所を兼ねた建物が設営されている。採掘はおおむね図 2-31 (1), (2) のような状態で進められている。正面の 70-80m 程の小山を掘り崩しており、3 段の切り羽があり、各切り羽の高さは 15-20m 程度である。図 2-31 (1) の B の切り羽が鉱山の入り口と同レベルである。その手前は露天掘りの状態に掘り下げられているが、雨期でも採掘面に水が溜まることのないよう排水路が整備されている。採掘は手掘りであるが、鉱層が均質であるためスポット的に掘るのではなく、切り羽全体を掘っている。地形からみてユンボやパワーシャベルなどの重機を導入することは容易である。採掘された鉱石は袋詰めにして切り羽ごとに採掘跡の広場に保管されている。切り羽によって長石の品質（硬さおよび長石の含有率）が異なるので、製品は品質別に区分され、保管・管理されることになる。

正面の採掘面 A、B の左側に、A、B を取り囲むように別の採掘面があるが、この鉱床は A、B 面の風化が進んだ花崗岩からなる長石より長石分が多く雲母分の少ない長石、および結晶としては小さいが珪石の結晶と噛み合った状態のペグマタイト系の長石が多く混在している。この良質の長石は他の砂状のものとは区分されているが、粉砕などによる珪石との分離は行われず、そのまま袋詰めして出荷されている。

(2) Trenggalok 鉱山

写真 2-5 参照。この鉱山は、Kalimati 鉱山から道のり 3km、直線距離でおよそ 1km 程度しか離れていない所にあり、鉱山への道は Kalimati 鉱山への道より狭くて路面の状態も悪く、5 トン車以上のトラックの通行は困難である。鉱山の入り口には作業員の休憩用の簡易小屋が設置されており、採掘場は図 2-32 (1), (2) のような状態である。鉱山の広さは Kalimati 鉱山より少し小さめであり、石質は Kalimati 鉱山のものとほとんど外観上の違いはない。向かつ

て、左側の採掘面の石質は、柔らかくボロボロとしたもので、かつ、採掘面が急勾配なため、雨期には崖崩れの危険があり採掘ができない場合がある。雨期には石質の硬い右側の切り羽を採掘している。

この鉱山の土地所有権は両鉱山とも各村民にあるが、村役場が村民をまとめ、PT. Ferindo が村役場と契約し、県から採掘権を得ている。

採掘量は合計約 3,000 トン/月である。15 トントラックを 20 台所有し、1 カ月に 8-9 回動かしている。出荷品のうち塊状の長石リッチ品は 30%、砂質の珪石リッチ品は 70%の比率である。前者はおもにフロアタイル用に、後者はストーンウエア用として使用されている。

価格は土場渡しで Rp.25/kg である。主な納入先は西ジャワ、ジャカルタ周辺であり、ジャワに渡るフェリー代が Rp.35/kg である。ちなみにボゴールの Gunungputri までの運賃込みの値段は Rp.95/kg となる。PT. Ferindo のサイト案内者によると、タイからの輸入長石の価格は US\$60/Ton (約 Rp.130/kg) とのことであり、品質が同レベルであれば当鉱山の長石がコスト的に有利である。

主な出荷先は PT. Cikarang Indah、PT. Indopenta Sakti Teguh (IMOLA)、PT. Muliakeramik Indahraya などである。PT. Cikarang は 1988 年まで日本の釜戸長石を使用していたが、釜戸長石の価格が高いため、Lampung 長石に切り替え現在はこれを使用している。PT. Muliakeramik は今年 (1996 年) から Lampung 品の使用を開始した。なお Kedaung グループの PT. Angsa Daya (IKAD) は今年から使用開始すべく現在検討中である。その他同鉱山会社はボゴールの Cibinon 地域でフロアタイル会社 3 社、ストーンウエア会社 1 社に売り込み中である。なおボゴールにある食器メーカーの PT. Sari Koyotoki が Lampung の長石を使用開始したが、品質の変動が大きく使用を中断したとの情報もあるが、これは同鉱山の長石ではない。

PT. Ferindo は米国、英国にも同鉱山の長石の輸出を行っている。さらには韓国からもサンプルの提供依頼を受け、すでに評価を終えて長石分の多い硬い長石の引き合いを得ている。

2.2.8.4 開発上の留意点

本鉱山の開発上の優位性として次のような点があげられる。

- 1) 鉱山に入る道路は比較的良好であり、また舗装された幹線道路からの距離も近く、産出品の大型トラックによる搬出に大きな問題はない。
- 2) 鉱山自体も平坦な平野の中にある緩やかな丘の麓にあり、採掘しやすい地形で、重機などの導入による採掘方法の合理化も容易である。
- 3) 埋蔵量も比較的豊富であり、鉱床も単純で大規模開発に適している。
- 4) 窯業産業の集中している西部ジャワに比較的近く、他の長石鉱山に比べ製品の輸送上

有利である。

一方同地域の原料の品質に対する評価はユーザーである窯業メーカーによって異なるが、次のような改善により一層評価を高めることが可能である。

- 1) 現在は、掘りだしたものをその場で袋詰めしているが、品質、あるいは場所による仕分けを行い、ストック量を多く持って均一混合することによりもっと安定した製品として出荷することが可能となる。
- 2) この長石は比較的粉砕が容易であるため、粉砕分級による高品質製品の生産も可能性がある。

2.2.9 Belitung

Belitung 島は Bangka 島と並んで鉱量、品質共に有望なインドネシアの代表的なカオリンの産地である。Belitung 島にはカオリン鉱山が 9 社ある。採掘量は最大の鉱山で 7 万トン/年で (PT. Alter Abadi)、1 社平均 4 万トン/年、全体としては 36 万トン/年に達する。このうち 5 社はウォーターサイクロン方式など新しい精製設備を持っており、4 社は古い設備である。

2.2.9.1 地形・地質の概況

Belitung 島は地質構造としては中・古生代の深成岩および堆積岩から成っており、比較的単純な構造である (図 2-25)。地形的には全体としては山地が少なく平地が多く、しかも平地は農地よりも森林が多いため新規採掘場の開発も容易に実行できる環境にある。表土は白味がかっており、林地あるいは農地は有機質の混入で黒味がかっているが、粘土鉱山の断層や一般の断層を見ても、ジャワ島のような有色不純物 (鉄分) を多く含む赤土が目立つ所はない。従って表土中の鉄分が下層の有用鉱層に浸透することも少なく、品質的には均質で良好な鉱物の埋蔵が期待される。また表土の層も薄いため採鉱に当たって表土の撤去にさほど労力を要しないという利点がある。

2.2.9.2 資源賦存状況

Belitung 島のカオリンの埋蔵量については MTRDC、BBK のデータベースによれば 700 万トンと推定されている。一方 DSM は 7 カ所の鉱区について調査を行っており、うち 2 カ所について埋蔵量を 750 万トンおよび 1,230 万トンと推定している。

9 社のうちの PT. Aneka Kaolin Utama 社の鉱山は鉱区全体の広さは 25ha、層の深さは 20m で、実際の採鉱場は 150m x 40m の面積を約 20m の深さまで掘下げられている。表土は若干

の着色が認められるが、鉍層全体は均質でほぼ水平に広がっており、良質で広大な鉍量が埋蔵されていると判断される。この平坦な採掘場と川を挟んで反対側にカオリンとは品質の異なるホワイトクレイ（white clay）の鉍区が続いており、これも合わせると全体の鉍区は 70ha の広さとなる。

2.2.9.3 採掘と精製・利用の現状

上記 PT. Aneka Kaolin Utama の鉍山は 1952 年から採掘を開始し、現在従業員数 100 名で年間 3 万 1,200 トンの採掘を行っている。この鉍山で今後 20 年間は継続可能な鉍量を持っている。鉍山の状況は図 2-33 に示すとおりであり、平坦地を大規模に掘り下げた形で、採掘にはユンボを 2 台使用（前述の粘土山と共用）している。鉍山の採掘場と平行に約 50m の所に搬出道路が走っている。採掘された原鉍は同図の向かって右側の傾斜道からまず処理場へ運び出され、精製処理後コンテナバッグに詰めて出荷される。精製処理はウォーターサイクロンによる水簸精製であり、次のような工程でカオリンとシリカサンドを分離している。水簸には川水および井戸水を 400m³/hr 使用しているが、使用した水はできるだけ再利用するように努めている。排水（公害）対策は自然沈降のみであるが現在のところ問題になっていない（図 2-34 参照）。

カオリンの収率は 30-40%であり、一般的な収率から見ると良いほうである。分離された 60-70%のシリカサンドは鉍区内に堆積し需要があれば売っているが、カオリンほど作れば売れるというほどではない。品質管理としては最終工程（精製乾燥後粉碎品）で 1 時間ごとにサンプリングし、サンプルは小袋に入れ、サンプリングの日時を記入して保管し、評価基準に従って評価を行う。テストの項目は化学分析、粒度、白色度、水分、摩滅度（Abrasion）である。化学分析はジャカルタの試験専門会社（SUCOFINDO）に依頼するが、その他は自社の試験室内に機器を備えて自社で評価している。

出荷先はセラミック原料としては国内の大手タイルメーカー（Roman、KIA、Asia）向けであるが、その他ペンキ会社にも出荷しており、製紙用としては日本の製紙会社へ輸出を行っている。

2.2.10 Pacitan

2.2.10.1 地形・地質の概況

Pacitan 地域は地質地図によれば第 3 紀中新世の堆積層であり、東西 100km、南北 50km に広がり、北側は第 4 紀の火山岩質で南側（海側）は第 3 紀中新世の石灰岩に挟まれ、全体的

には比較的単純な地質構造となっている（図 2-35 参照）。従って鉱脈も質の異なった石脈が混入しているとは考えられず、均質で広く広がった鉱脈が期待される。

Pacitan の陶石採掘場は東部ジャワの Pacitan 県（Kabupaten Pacitan）に位置し、ジョクジャカルタ市内から車で Surakarta (Solo)市を経て約 3 時間 40 分東に走行（実走行距離約 200km）した山奥にある。現地は Wonogiri 県の Purwantoro から Pacitan 県の Arjosari へ抜ける起伏の多い山道の途中の、Nawangan の南約 2km の所で、住所は Kampung (部落) Mlokomanis, Desa (村) Karanggade, Kecamatan (郡) Arjosari,である（図 2-36, 37 参照）。この山道は簡易舗装は行われているがすでに路面の傷みがひどく、道幅も常用車のすれ違いがやっとできる程度であり、また急な坂道が多く、5 トン車以上の車では輸送困難である。現地へは北の Purwantoro からと南の Arjosari から入る 2 つの方法があるが、後者の方が Solo 市内からの距離は遠くなるが道路の状態は良く、容易である。

周辺は海拔 500-600m の山並が連なっており、この山並の稜線近くを道路が通りその道路の周辺に民家が集まっている。また山はほとんど頂上まで開墾されており、険しい山であっても表土の粘土質は雨で流されることなく残っていることから、表層の粘土の粘性は高いものと推察される。

2.2.10.2 資源賦存状況

採掘現場は山の頂上近辺を走っている道路の脇から谷に向かって開けている（図 2-38 参照）。急な斜面の中腹から採掘を開始した様子であり、廃石は急斜面を谷に向かって掻き落としている。採掘面はすでに山頂と垂直に近い所まで達しており危険な状態となっている。山頂近辺の表土は約 1m 程度で、採掘面や露頭はすべて岩石質であり、あちこちで表土の地滑りが見られる。

この採掘場は主に蛭石が得られる場所であり、陶石はこの場所から 50m 程度離れた所の、さらに切り立った谷間にあり、たまたま雨で表土が滑り露頭が現れた部分を試し堀りした状態である。

採掘面から判断する限り、鉱層はそれほど複雑な様子はなく、比較的均質であるように見受けられる。また蛭石を採掘している山頂から陶石の露頭が現れている場所までの落差は約 50m は有り、このことから層の厚みも相当厚いものと推察される。

同地域は東部ジャワ地方政府の依頼を受けて民間測量会社が東西 1km、南北 500m にわたって 40-60m 間隔でテストピットを掘って鉱量調査を行っており、蛭石（Pyrophyllite）が広く産出することを確認している（図 2-39 参照）。また鉱業・エネルギー省の DSM も同地域の調査を実施しており、518 万 800m³ の埋蔵量が期待できることを確認している（Bahan Galian Industri di Indonesia より）。

陶石については同地域に関して詳細な情報は得られないが、採掘場でのオーナーの情報のとおり、上述の場所で採取したサンプルは外観上は蠟石と異なり、後述する分析評価結果からも陶石であることが確認されている。

2.2.10.3 採掘と精製・利用の現状

同地域で窯業原料の採掘を業とし、会社の形態を取っている企業は存在せず、約 10 名程度の個人事業家が各所で蠟石を採掘している。そのうちの 1 カ所はこの中でも最も古くから手広く採掘事業を行い、自ら 3-4ha の土地を所有し正式に東部ジャワ地方政府から採掘認可を得ている唯一の個人である。同オーナーの情報では他にも政府認可を得ていない採掘業者がいる。また最近 Surabaya 方面の大手のタイルメーカーがこの近辺で 40-50ha の土地について政府に採掘許可申請を行っているが、まだ認可は得られていない。

以下、上記採掘業者についてのデータである。

(1) 生産品種・生産量・出荷先

生産品種は現在蠟石のみである。1979 年から採掘を開始し、現在生産量は 50 トン/月であり、出荷先は耐火煉瓦メーカー（ジャカルタ市内）のみである。1984-87 年の最盛期にはこの場所から 6,000 トン/月生産し、耐火煉瓦メーカー以外に、Gresik にある大手のタイルメーカー 2 社、および Trung Agung の陶業地に出荷していた。出荷量激減の理由は当時蠟石を使用していたタイルメーカーとの契約が継続できなかったためで、内容的には価格・品質共にタイルメーカーの要求を満足できず、メーカーが原料を他の原料に切り替えたためである。

陶石については過去トラックで 5-6 車サンプルとして出荷した程度である。その後陶石の供給要請は毎月あるが、資金面の問題とマーケティング力の不足（ユーザーや工場と直接接触するルートを持たない）から定常的に供給するまでに至っていない。同採掘業者は今後陶石の開発に力を入れたいと考えているが、ユーザーからの使用状況などは聞かされておらず、供給側と使用側との間の品質に関する詳細な情報交換はあまり行われていないようにうかがえる。

(2) 採掘方法・ストックヤード

採掘は手堀りである。現在は 10 名程度で採掘している。採掘面は比較的均一であるため、他の採掘場で見られるような良品をタコ壺状に掘ることもなく、全面に掘られている。ただし急斜面であるので各所で表土が地滑りを起こしており、危険な箇所を避けて採掘している。

製品は採掘場への取り付け道路周辺およびメイン道路の脇に集積しているが、ストックヤードといえるようなものではない。5 トン車に一杯分溜まると個人持ちの車を借りて出荷

する。特に専用の運送業者はこの地区にはいない。

(3) 精製

出荷された蛭石は Solo 市内の粉碎工場で手粉碎（機械を使用しない）された後に耐火煉瓦工場へ出荷される。最盛期には原石の他に採掘業者自身がボールミルで粉碎して粉碎品も出荷したこともある。

(4) 品質管理状況

採掘された蛭石は全体として蛭感のある部分が多く、外観上次のとおり区分できる。

- 1) 青味を帯びた白色ですでに軟らかくなりかけているもの
- 2) やや硬くハンマーを使用しないと欠けない部分もあるが、一般に緻密なもの
- 3) いくぶん気孔を含み、褐色から淡桃色など入れ混じったもの
- 4) 中間的なもの

いずれも品質的には同じということで特に区分はしていないが、粉碎のしやすさから、硬いものと軟らかいものは区分して管理し、粉碎後は混合してユーザーに出荷している。特に山元側で品質チェックはなにも行っていない。

その他表層近くの鬼板など鉄分が多く、かつ蛭感のない部分は取り除かれ谷間に捨てられている。

前述したようにユーザーからの本質的な品質要求が採掘業者に伝わっておらず、原料品質の安定化や品質管理強化の上では問題である。

(5) 製品価格・輸送コスト

ここで産出される蛭石は土場渡しで Rp.9/kg、陶石は Rp.18-20/kg である。陶石の価格は蛭石の 2 倍強であるが、サンプル出荷時の価格であり量産時の価格ではない。一方輸送コストは Solo 市内までが Rp.22/kg、Surabaya までが Rp.27/kg、Ponorogo までが Rp.11/kg である。またジョクジャカルタ市内からジャカルタまでの運送費用に関する別の情報（木材の運搬）では、5 トン車 1 台 10 万ルピアで（10 トン車の場合でも単純に 2 倍）、Rp.20/kg となる。従ってここからジャカルタまで輸送すると製品価格は、蛭石の場合 Rp.51/kg（上記採掘業者によれば最盛期は蛭石のジャカルタ渡し値は Rp.50/kg であった）、陶石は Rp.60-62/kg 以上となる。Pacitan の原料については輸送コストが製品コストよりはるかに高く、製品コストを圧迫している価格構造になっている。

2.2.10.4 開発上の留意点

(1) 陶石の鉱量把握

Pacitan の原料鉱物の鉱量は DSM や東部ジャワ地方政府などにより、かなり広範囲にわたって測量が行われているが、蛭石と陶石が区分された状態での詳細な調査はまだ行われてはいない。いまのところ蛭石質のものが多く、陶石の鉱量は明確に把握されていない。蛭石は主に耐火煉瓦に使用されるが、大口ユーザーであるタイル業界ではあまり高く評価されていない。タイルや衛生陶器、食器メーカーでは陶石の需要は大であり（むしろ生地の基本組成ともいえる原料）、インドネシアでは数少ない陶石の産地として期待されるので、Pacitan 鉱山の開発に当たっては陶石の鉱量を蛭石と区分して正確に把握する必要がある。

(2) 原料の輸送

Pacitan は東部ジャワにあり、主需要地をジャカルタと考えた場合輸送コストが製品全体のコストに占める割合が高くなり、大きなハンディを負うことになる。特に Pacitan はたとえ海に面しているとはいえ、鉱物の出荷ができるような港がなく輸送は全てトラック輸送に頼らざるを得ない。輸送費の点を考慮すると需要地としては比較的近い Surabaya 地域に限定するのが得策である。また西ジャワへの供給を目指すのであれば船による輸送ができるような港の開発から取りかかる必要がある。この場合はよほど大きな需要が無ければ経済的に成り立たず、他の産業・資源の開発など総合的な地域開発計画の中での判断が必要である。

(3) 採掘場の状況

周辺地域は前述したように険しい山の中であり、山の中腹の急な斜面を採掘しているため機械を導入して効率的な採掘を行うことができず全て手掘りである。また訪問した採掘場は山頂近くを通っている道路脇の下の谷を掘っており、採石はこの主道路脇または採掘場への取り付き道路まで人手で運び出している状況で効率が悪い。

外観上鉱層は比較的大きく、均質のように見受けられ、またメイン道路が山頂近くを通っていることなどから考えて、山の頂上から表土を除いて機械を導入するなど合理的な採掘方法を採用することは容易と判断される。ただし大々的な採掘方法の変更や道路移設などインフラ整備を行うためには、一定の需要規模と一定の事業継続期間が必要であり、さらに詳細な鉱量の調査（特に陶石に関して）、需要調査、蛭石の用途拡大の検討などが必要である。