

**Table 2-24 Planned Density of Housing Units at Kampong Pandan Estate (Site Area: 134 acres), 1979**

Type of Housing	No. of Units	Ground Area for Total No. of Units (acres)	Density (units/acre)
Detached Houses	36	4.76	7.6
Terrace Houses (1)	110	3.88	28.3
Terrace Houses (2)	1,095	27.64	39.7
Cluster Terrace Houses	160	2.75	58.2
Flats	240	3.52	68.0
<b>Total</b>	<b>1,641</b>	<b>42.55</b>	<b>38.6</b>

**Table 2-25 Density of Low-Cost Housing Units by High Rise Buildings per Acre of Site Area at Various Estates in Kuala Lumpur**

Estate (site area)	No. of Stories	Population	No. of Units	Density per Site Area	
				Persons/acre	Units/acre
Jalan Loke Yen (9 acres)	9, 12	6,905	1,036	767	115
Suieman Court (2 acres)	4, 12	1,906	321	953	161
Jalan Pekeliling (18 acres)	4, 17	13,592	3,009	755	167
Jalan Shaw	17	4,708	808	1,177	202

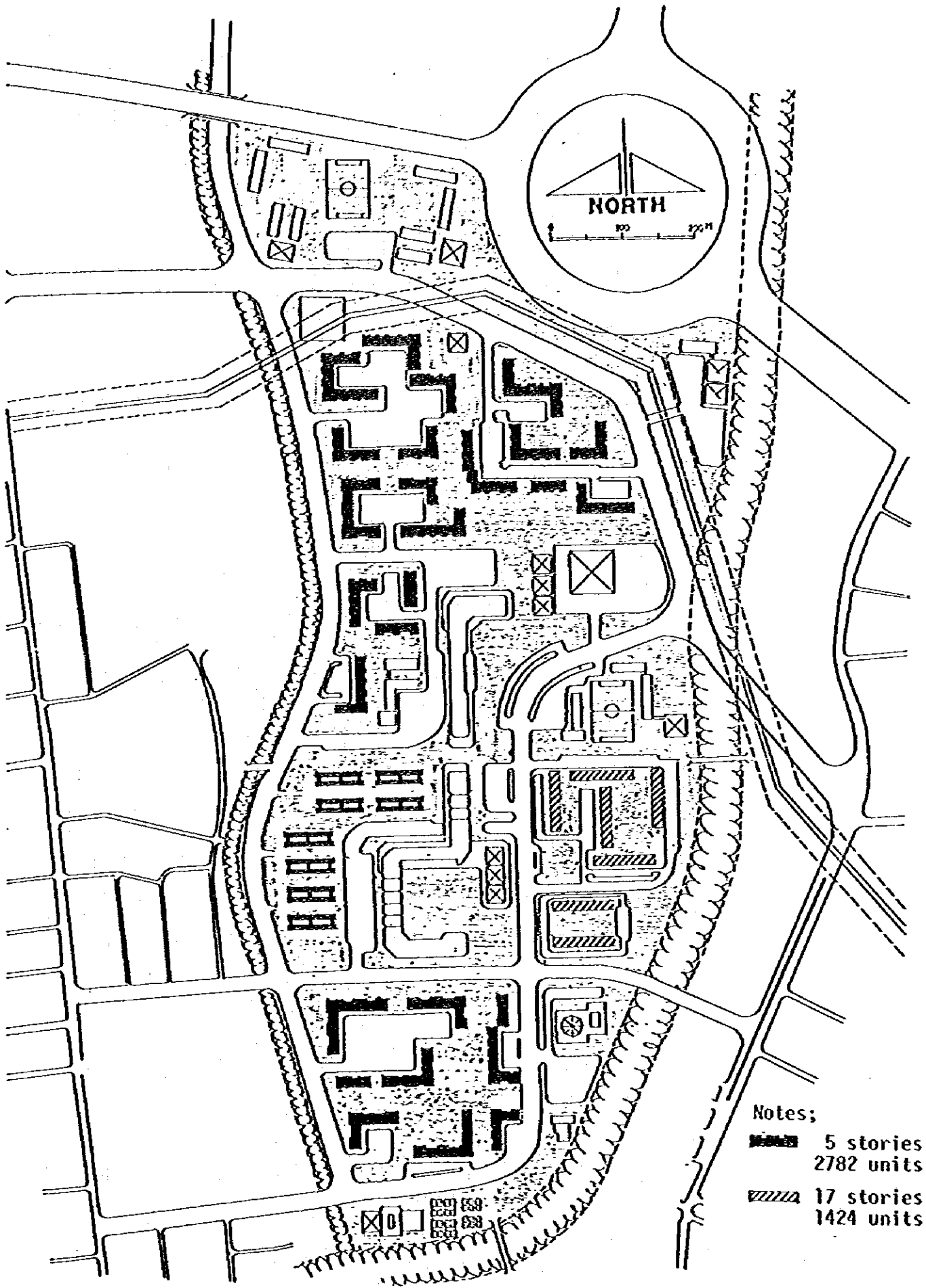


Fig. 2-21 Location of Sentul Township

アパート 1,424 戸、および中層 5 階建アパート 2,782 戸によって構成され、計画面積 220.34 エーカー (約 89.00 ha)、総戸数 4,206 戸となっており、戸数密度約 20 戸/エーカーである。

## (2) 住棟計画

公営低価格住宅の設計の場合、住棟の階数により次のように分類している。

- 1) 低密度住宅計画 1 ~ 2 階建
- 2) 中密度住宅計画 3 ~ 5 階建
- 3) 高密度住宅計画 17 ~ 20 階建

これらに対応した住戸、住棟の形式はそれぞれ次の通りである。

- 1) 低層住宅：バンガロータイプ、テラスハウス、独立・2 戸建・連続住棟など
- 2) 中層アパート：外廊下、中廊下、TC 型など
- 3) 高層アパート：外廊下、中廊下、TC 型など

この他、住宅用地の高密度利用とコストダウンを目的として、クラスターリンクテラスハウスが建設されている。これは Fig. 2-22 に示すように、4 住戸が吹抜けを中心に集約された低層高密度形式である。クアラルンプールのチェラス地区における計画例では、建ぺい率 90%、戸数密度は 58 戸/エーカーと中層以上の高密度になっている。

高層住宅は、構造工費が高くエレベーターの設置によるコストアップ、またそのメンテナンスの問題があり、中層および低層住宅による開発が多いようである。City Hall の担当者のお話では、これまでの低層・中層・高層の住棟の比率はおおよそ 10:50:40 程度であったが、今後は高層の比率が下ると予想される。

## (3) 住戸計画

住戸の規模は 1 室・2 室・3 室住戸の 3 種類に分類されているが、リビングルームも 1 室として数えられている場合もある。Table 2-26 は、一戸当りの床面積を示し、また Table 2-27 は、KL における住宅団地の 1 戸当たりの部屋数の例を示す。1 室当り 3 人として計算すると、1 人当りの居住面積は 50 ないし 60  $\text{ft}^2$  と比較的小さい値となる。Fig. 2-23 は 1 室・2 室・3 室住戸の標準間取りを示す。住戸の規模は 2 室住戸が主体であったが、最近 3 室住戸の比率が増加しつつあるようである。

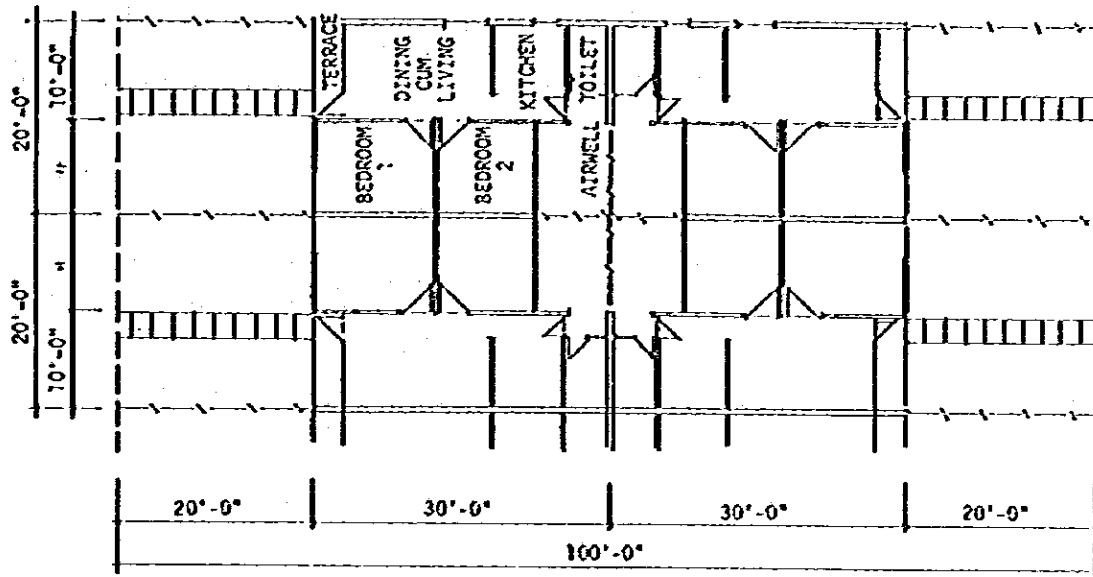


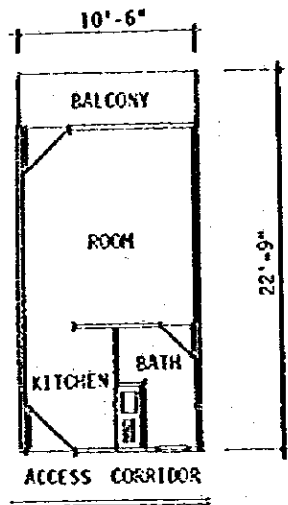
Fig. 2-22 Floor Plan of Single Storey Cluster-Link Terrace House at Kg. Konggo

Table 2-26 Planned Average Floor Area of Low-Cost Housing Units

Type of Housing	Rooms per Unit		
	1 Room	2 Rooms	3 Rooms
Terrace House (1 Storey)	-	336 - 387 ft <sup>2</sup>	458 - 750 ft <sup>2</sup>
Terrace House (2 Storeys)	-	395	447 - 553
Cluster-Link Terrace House (1 Storey)	-	-	-
Medium and High-rise Flats	227 - 390 ft <sup>2</sup>	381 - 386	505 - 551

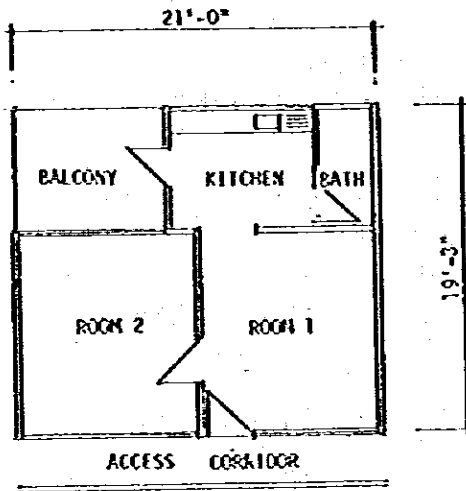
Table 2-27 Number of Rooms in Rented Housing Units of Various Estates in Kuala Lumpur

	No. of Units	No. of Rooms				Public Rooms
		1	2	3	4	
SULEMAN COURT	274	14	216	44	0	1
JALAN LOKE YEN	1,016	32	797	111	76	8
RAZAK MANSIONS	661	0	333	328	0	3
JALAN PEKELILING	2,969	0	2,521	448	0	124
JALAN SHAW	786	0	623	160	3	2
JALAN CHERAS	1,260	0	640	620	0	2
SUKIT BANGSAR	864	0	476	388	0	0
JALAN SAN PENG	802	0	406	393	0	3
HDA CHERAS	672	0	675	0	0	0



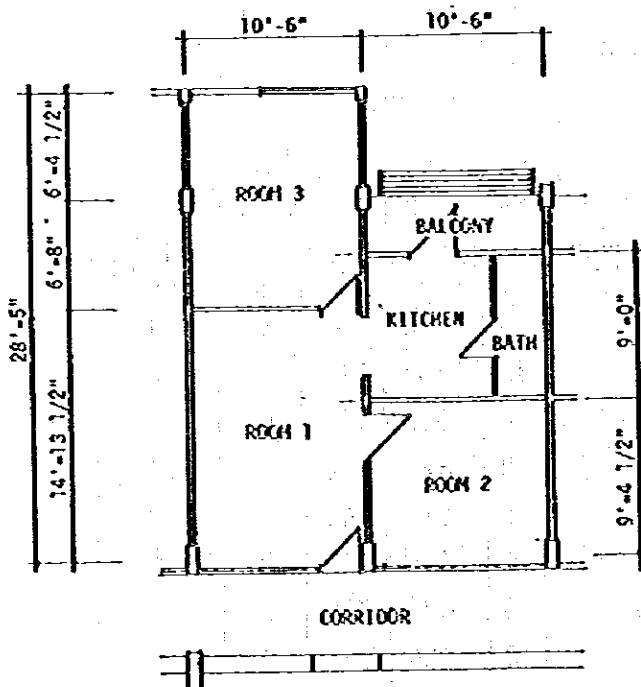
**1 ROOM FLAT**

Room	120 sq.ft.
Balcony	31
Kitchen	48
Bath & W.C.	23
<b>Total</b>	<b>222</b>



**2 ROOMS FLATS**

Room-1	120 sq.ft.
Room-2	120
Balcony	61
Kitchen	61
Bath & W.C.	24
<b>Total</b>	<b>386</b>



**3 ROOMS SINGLE CORRIDOR FLATS**

Room-1	160 sq.ft.
Room-2	98
Room-3	137
Kitchen	63
Bath & W.C.	32
Balcony	42
<b>Total</b>	<b>532</b>

Fig. 2-23 Typical Plan of a Flat Unit

#### (4) 建築構造

低価格住宅の構造は木造のバンガロータイプを除いて、すべて鉄筋コンクリート造のラーメン構造を主体とし、外壁および内壁には練瓦やコンクリートブロックを用いている。

- 主体架構 : 鉄筋コンクリート造のラーメン構造
- 床 : 鉄筋コンクリート造、ただし、1階床は無筋の土間コンクリート
- 屋根 : 木造または鉄骨トラスに石綿スレートや鉄板葺
- 外壁・戸境壁 : 鉄筋コンクリート造または練瓦造
- 内 壁 : 練瓦造またはコンクリートブロック造

マレーシアは台風、ハリケーンといった強風におそわれることもなく、また大きな地震災害の記録もない。設計規準には、水平荷重として風荷重のみを規定しており、それも地上3.3mまでは5.6 miles/hour (2.5 m/sec) の風圧に対応した荷重である。したがって、マレーシアにおける建物の構造は、高層ビル以外は鉛直荷重（建物の自重と人間、家具などの積載荷重）のみを支持する構造として計画されている。そのため、鉄筋コンクリート造のラーメン構造も、床と梁の荷重を基礎および地盤に伝達するための骨組であって、低層の建物の柱は5インチ×5インチ、中層で9インチ×18インチで、各階同一である。高層（17～20階建アパート）になると風荷重による曲げ応力、および、柱の軸力も下層では大きくなるため、柱断面は変化している。

これらの住宅建築物の1階当りの重量は低層で0.72 t/㎡、中層で0.78 t/㎡、高層で0.93 t/㎡程度である。

基礎構造は地中梁・フーチングおよびクイで構成されている。地中梁のはたらきは水平力（風荷重）による柱脚の曲げ応力の分担、および、その上部の壁の重量と自重を基礎に伝達するものであるが、風荷重も小さく鉛直荷重も小さいため、その断面寸法は一般に5階建で6インチ×18インチ（15cm×45cm）、17階建でも12インチ×21インチ（30cm×53cm）程度となっている。また低層、中層住宅では、柱列間に壁のない場合、地中梁を省略している。基礎にかかる応力が小さいという条件では、1階の柱脚を固めるといった設計思想は生まれてこないかも知れないが、これを省略すると不等沈下に対しては剛性が小さくなり、これに抵抗できないと思われる。

良質な地盤では、クイ基礎は高層の場合に用いられ、低層および中層住宅には用いられない。埋立地のような場合、bakau pile等の摩擦クイ、木クイやコンクリートクイ、古レールクイ等の支持クイを採用している。直接基礎の形式には独立フーチングが一般的である。

### 第 3 章

### クアラルンプールの錫鉱業

---



### 第3章 クアラルンプールの錫鉱業

	ページ
3.1 マレーシアの錫の世界市場における位置 .....	3-4
3.1.1 マレーシアの錫生産高 .....	3-4
3.1.2 錫の価格 .....	3-4
3.1.3 錫の生産コスト .....	3-7
3.1.4 錫の用途 .....	3-7
3.2 マレーシアにおける錫鉱業の社会的および経済的位置 .....	3-11
3.3 錫鉱石の起源 .....	3-13
3.3.1 錫 鉱 石 .....	3-13
3.3.2 錫鉱石の起源 .....	3-13
3.4 マレーシアにおける主要な錫鉱の採鉱方法 .....	3-17
3.4.1 ドレッジング法 .....	3-17
3.4.2 グラベルポンプ法 .....	3-26
3.5 クアラルンプールの錫鉱業 .....	3-35

### 第3章 クアラルンプールの錫鉱業

マレーシアは今日まで、錫鉱および金属錫の世界最大の産出国のゆるぎない地位を保っている。生産高は金属錫として年間7万ないし8万トンであり、これは自由世界の錫生産高の約35%ないし40%に相当する。

マレーシア最大の錫鉱床地帯は、ペラ州の首都イポ周辺のキンタ谷である。キンタ谷地帯は年間約3万5千トンの錫を産出している。キンタ谷地帯に次ぐ錫鉱床地帯は、クアラルンプール周辺であり、さらにこの近辺には、より小さい鉱床地帯がセランゴール州、ネグリセビラン州およびその他の州にかけて散在している。これら錫鉱床の分布をFig. 3-1に示す。また、各州の錫生産高をTable 3-1に示す。

この章のはじめの部分では、クアラルンプールの錫鉱業を理解するための一助として、世界の市場におけるマレーシアの錫の位置、およびマレーシアの錫鉱業のマレーシアにおける社会的・経済的位置付けについて述べている。次いで、マレーシアの錫鉱石の起源と主な採鉱方法について述べている。終りの部分では、この章の主なテーマであるクアラルンプールにおける錫鉱床の分布と今日の錫鉱採取法について述べている。

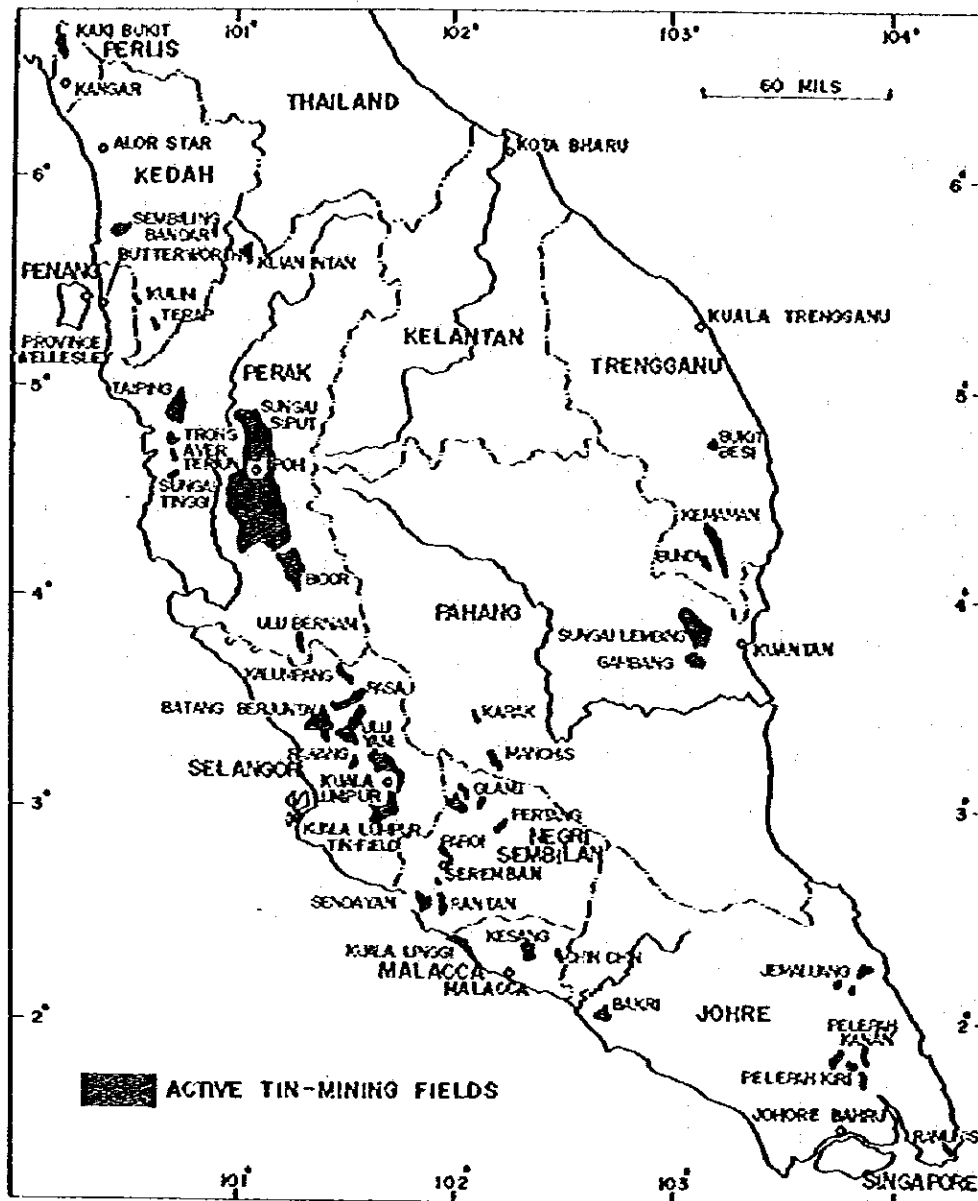


Fig. 3-1 Active Tin-Mining Fields in Malaysia (Yip, 1969)

Table 3-1 Production of Tin-in-concentrates by Malay States

(Metric tons)

Year	Perlis	Kedah	Perak	Selangor	Federal Territory	Negeri Sembilan	Malaka	Johor	Pahang	Trengganu	Kelatan	Total (All over Malaysia)
1963	296	525	34,640	19,349	---	833	97	1,354	2,550	1,264		60,909
1964	280	617	35,525	18,759	---	950	133	1,335	2,561	807		60,967
1965	313	612	37,688	19,610	---	814	131	1,776	2,797	950		64,692
1966	288	756	39,616	21,486	---	908	157	2,576	2,815	1,388		69,991
1967	228	723	41,510	23,190	---	1,050	178	2,269	2,698	1,431		73,278
1968	292	661	44,243	23,078	---	959	192	2,451	2,938	1,459	1	76,274
1969	242	653	42,427	22,435	---	833	314	2,181	2,828	1,412		73,325
1970	401	652	43,446	22,189	---	861	298	1,896	2,777	1,274		73,794
1971	301	575	45,772	22,208	---	635	218	1,914	2,864	1,004		75,441
1972	436	766	45,480	23,771	---	554	144	1,721	3,222	736		76,830
1973	384	764	42,165	23,309	---	475	115	1,372	2,870	806		72,260
1974	419	808	40,277	21,533	(3,248)	418	82	1,198	2,766	621		68,122
1975	231	562	37,436	21,089	(2,709)	395	62	1,272	2,657	660		64,364
1976	189	462	34,992	23,075	(2,063)	330	76	917	2,588	772		63,401
1977	181	466	32,947	21,287	(2,496)	301	204	613	2,398	306		58,703
1978	123	458	34,773	23,034	(2,931)	431	274	895	2,203	459		62,650
1979	92	434	35,710	22,424	(2,552)	406	286	897	2,291	455		62,995
1980	---	Not available yet	---	---	(2,423)	---	Not available yet	---	---	---	---	---

### 3.1 マレーシアの錫の世界市場における位置

#### 3.1.1 マレーシアの錫生産高

マレーシアは、Figs. 3-2および3-3に示すように、世界最大の錫産出国であり、また世界最大の錫輸出国でもある。輸出高は年間約7万トンであり、これは世界の錫の供給量の約35%に相当している。

この35%ないし7万トンのうち、30%ないし6万トンは、マレーシア国内で採掘し製錬されたものであるが、残りの5%ないし1万トンは、オーストラリア・ルワンダ・インドネシア・ビルマなどから錫鉱石を輸入し、マレーシア国内で製錬されたものである。大部分の錫は、金属錫として輸出されており、主な輸出先はFig. 3-4に示すように、アメリカ合衆国・日本および西ヨーロッパの国々である。

錫のマレーシア国内における消費量は微々たるものであり、1979年の統計では、生産高の約0.5%が国内で消費されたにすぎない。

#### 3.1.2 錫の価格

世界の市場における錫の価格は、国際錫協議会による International Tin Control が施行されているにもかかわらず、不安定である。大部分の錫は西側の工業国によって輸入されているので、錫の価格はそれらの国々のわずかな政治的・経済的変化によっても大きく変動する。

年間の平均的な錫の価格については、Fig. 3-5に示すように、1975年を除いて1973年から1979年にかけて急騰を続けている。1973年以前の錫の価格は、トン当たり1万ないし1万2千マレーシアドル(トン当たり約100万円ないし120万円)であったものが、1979年には、トン当たり3万マレーシアドル(トン当たり300万円)にはわ上っている。1980年の錫の価格は若干下落し、トン当たり2万9千マレーシアドル(トン当たり約290万円)程度となっている。この下落は、おそらく「アメリカ合衆国が大量の錫のストック分を放出するのではないか」という噂に起因するものであろう。

この1980年の錫価格の若干の下落に加えて、錫の生産コストの著しい高騰によって、マレーシアの錫鉱業は難しい時期を迎えている。この生産コストの高騰の理由は、1978年中頃には1バレル当たり12USドルであった石油の価格が、現在では、32USドルに急上昇したこと、および条件のいい鉱床が掘り尽くされてきているた

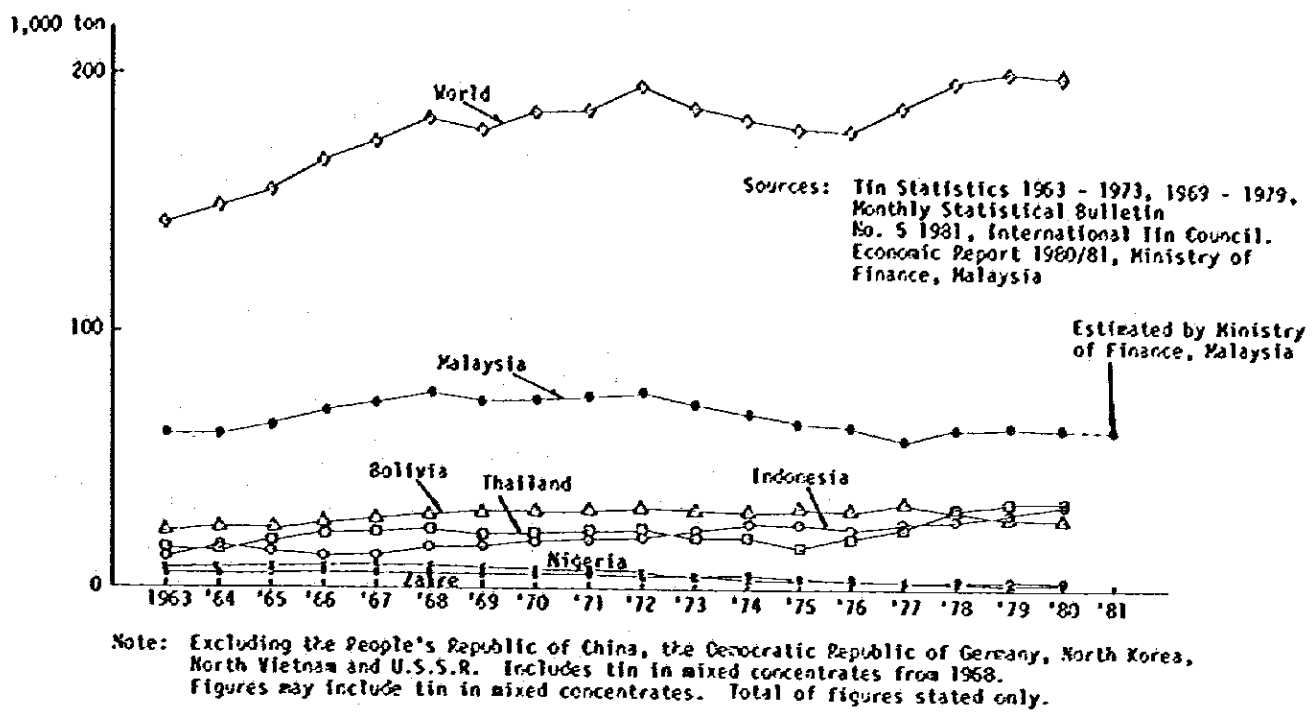


Fig. 3-2 Production of Tin-in-concentrates and Tin-metal

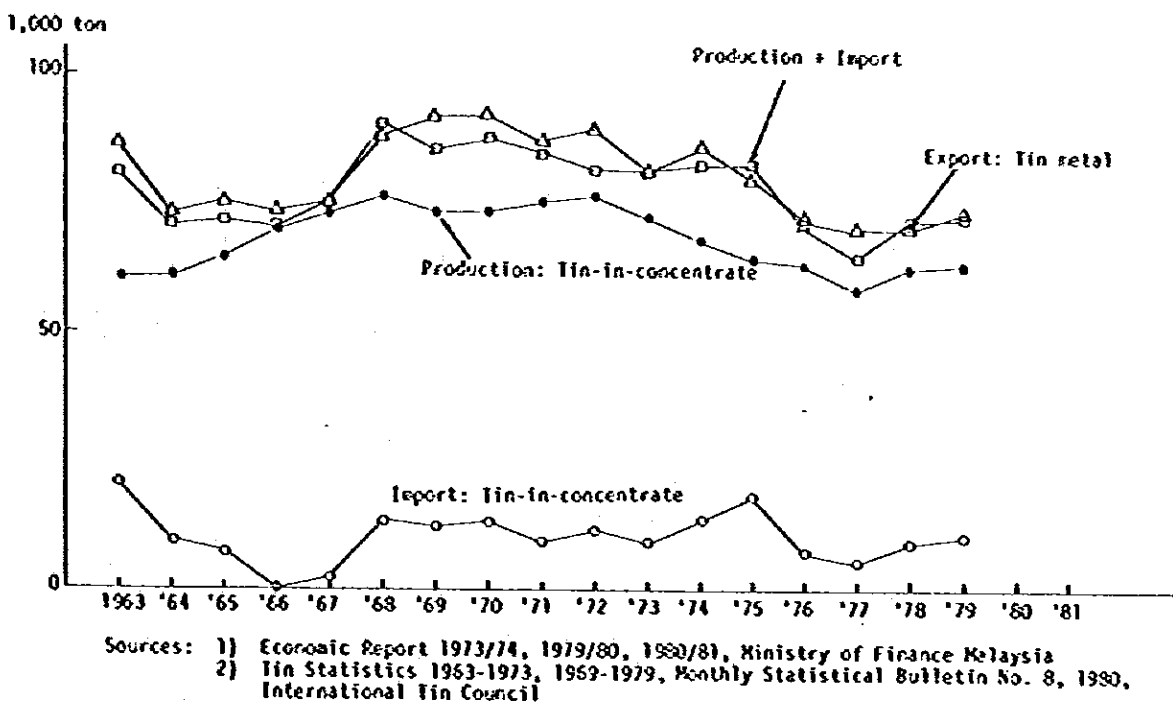
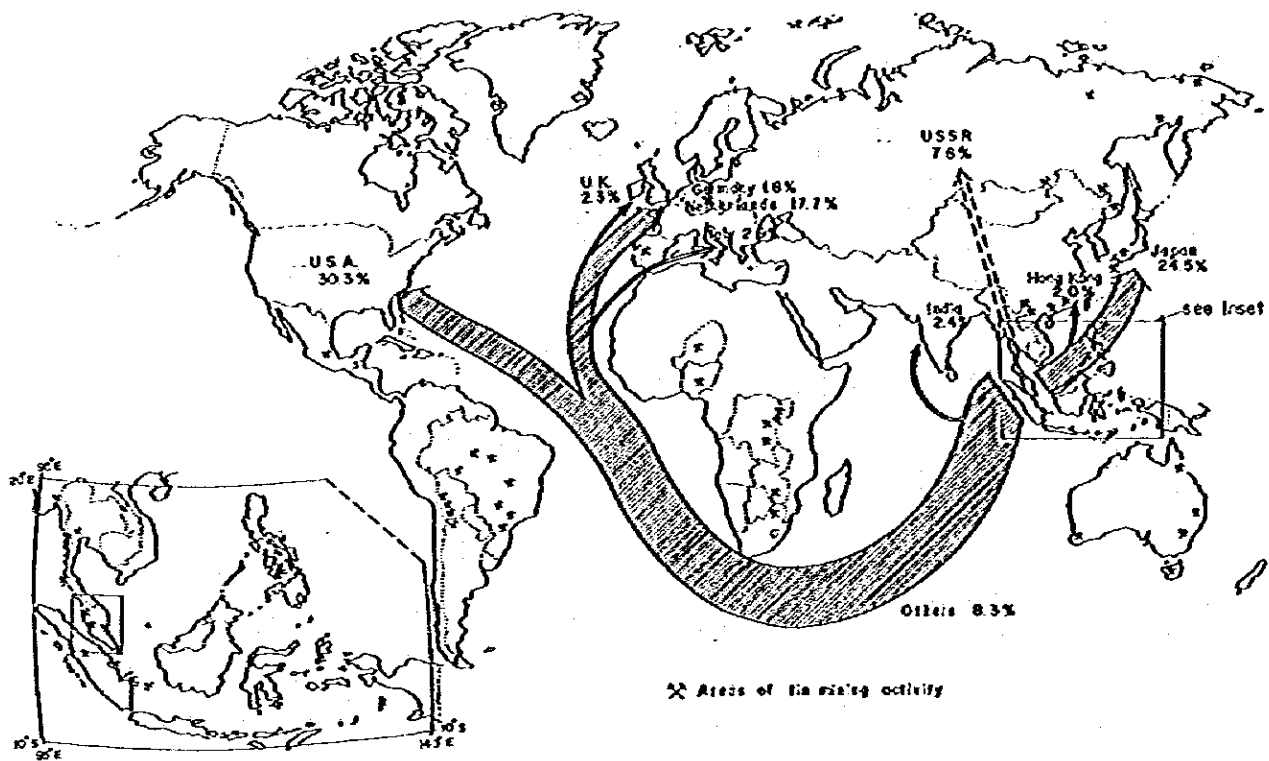


Fig. 3-3 Tin-in-concentrates and Tin-metal: Production in, Import to and Export from Malaysia



Source: Monthly Statistical Bulletin No 8 1980 International Tin Council

Fig. 3-4 Destinations of Malaysian Tin

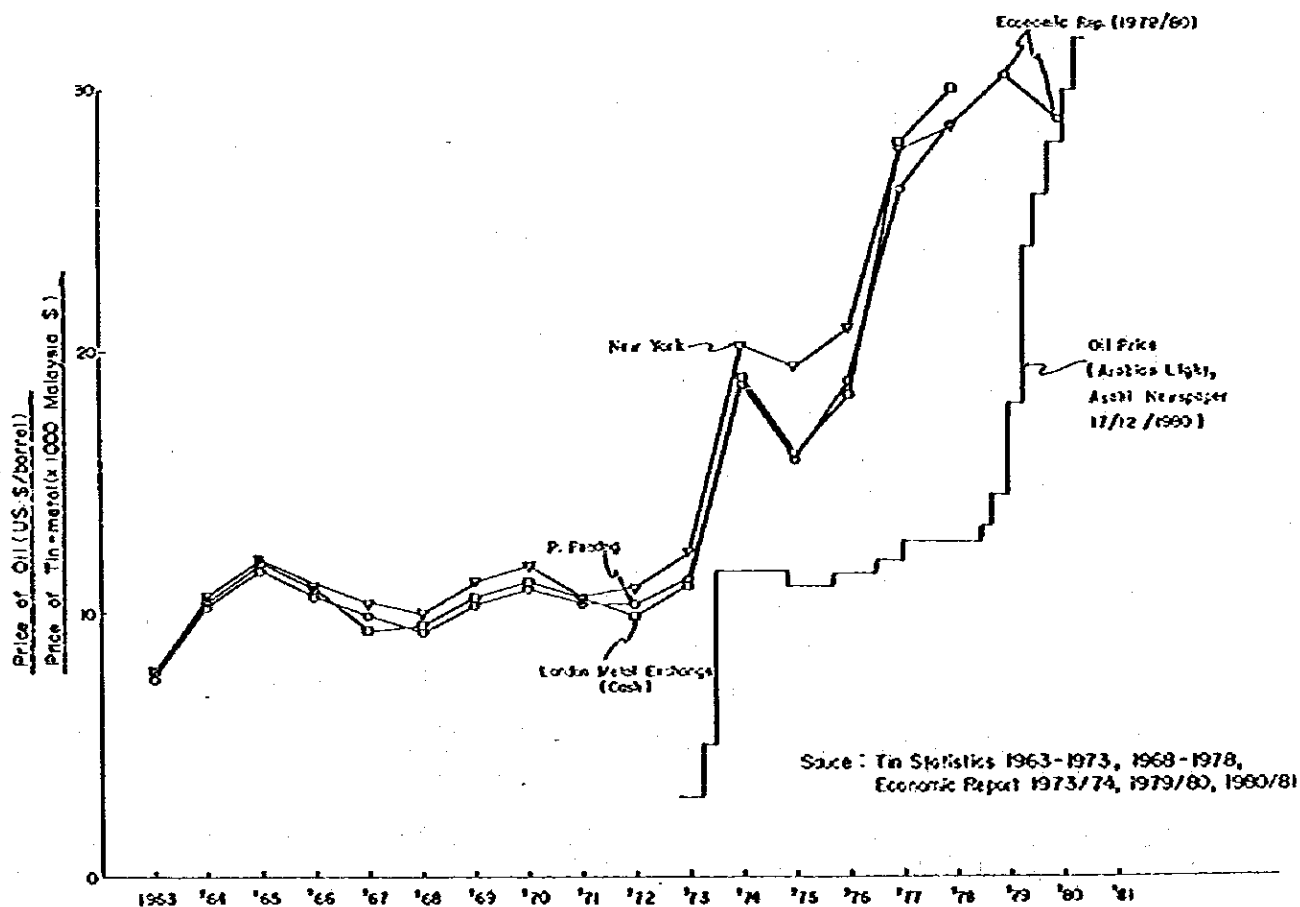


Fig. 3-5 Annual Average Tin Price

めに地盤内の相対的な錫含有量が少なくなっていることである。

### 3.1.3 錫の生産コスト

マレーシアの錫生産コストは、世界のそれに比べて最も低い。その理由は、地盤内からの錫鉱石抽出に係るコストが低いこと、および抽出された錫鉱石に含まれる錫含有量が高いことである。事実、マレーシアの錫の約95%が漂砂鉱床からドレッシングないしグラベルポンプ法を主とする地表採鉱法によって採鉱されている。また一般的に言って、これらマレーシアの漂砂鉱床から採取される錫鉱石の錫含有量は約75%であり、これはTable 3-2に示すように最も高い範囲にある。

単位土量当りの掘削および選鉱に要するコストは、Table 3-3に示すように、ドレッシングではM\$ 1.0ないしM\$ 1.2/m<sup>3</sup>であり、一方グラベルポンプ法ではドレッシングのほぼ倍となっている。従って、ドレッシングによる操業は、グラベルポンプによっては経済的に成立しない貧鉱に対しても可能である。

漂砂鉱床中に含まれる錫鉱石の含有量は場所により著しく異なる。また最近は、富鉱部がすでに掘り尽くされてきているために、1950年以前は土砂1立方メートル当り240gの錫鉱石を採取することは普通であったが、今日では150gも採取できればいい方であると言われている。ドレッシングによる平均採取率をTable 3-4に示す。

Table 3-2からTable 3-4に示した数値を使って、1977年における平均的な錫の生産コストの概略値を求めると、錫金属1トン当り1万2千ないし1万5千マレーシアドル(120万円ないし150万円)である。

Fig. 3-6は、錫の生産コストおよび錫鉱業における利益の分配に関する分析結果を示すものである。この図では、仮定された金属錫の価格が実際のそれに比べて相当低く設定されているが、生産コストと利益の比率はさほどかけ離れてはいないだろう。従って、この比を用いて錫鉱山の経営者の利益を算定すれば、金属錫1トン当り2千マレーシアドル(20万円)となる。

### 3.1.4 錫の用途

錫は、純粋な金属錫としては、変形可能なチューブ類・薄膜・パイプ類等の製造を除いては、殆んど使用されない。工業用金属材料としては、普通他の金属との合金に



Table 3-2 Normal Range of Tin Content  
in Tin-Ores

Sources of Concentrates	Normal Range of Tin Content Percentages
Malaya, Thailand, Indonesia	72-75
China, Kochiu	70-72
Burma	72-73
Indo-China	55-65
Bolivia	18-66

Source: The development of The Tin Mining Industry of Malaysia, 1969

Table 3-3 Tin Mining Costs

		(M\$/m <sup>3</sup> )			
		1978 a	1978 b	1979 a	1979 b
Dredging	Power	0.221	0.220	0.230	0.266
	Salaries & labour	0.264	0.239	0.230	0.211
	Materials	0.255	0.212	0.279	0.283
	Depreciations	0.131	0.017	0.119	0.118
	On property exploration & development	0.008	0.003	0.001	0.022
	Other charges & overheads	0.187	0.209	0.216	0.242
	Total:	1.066	0.978	1.075	1.141
Gravel Pumping		1978 a	1978 b	1979 a	1979 b
	Power	0.589	0.593	0.603	0.681
	Salaries & labour	0.661	0.700	0.712	0.814
	Materials	0.382	0.388	0.392	0.506
	Depreciation	0.169	0.224	0.198	0.288
	On property exploration & development	0.034	0.037	0.048	0.064
	Other charges & overheads	0.279	0.285	0.347	0.356
	Total:	2.112	2.226	2.299	2.709

Source: Jabatan Galian, Kuala Lumpur, Malaysia

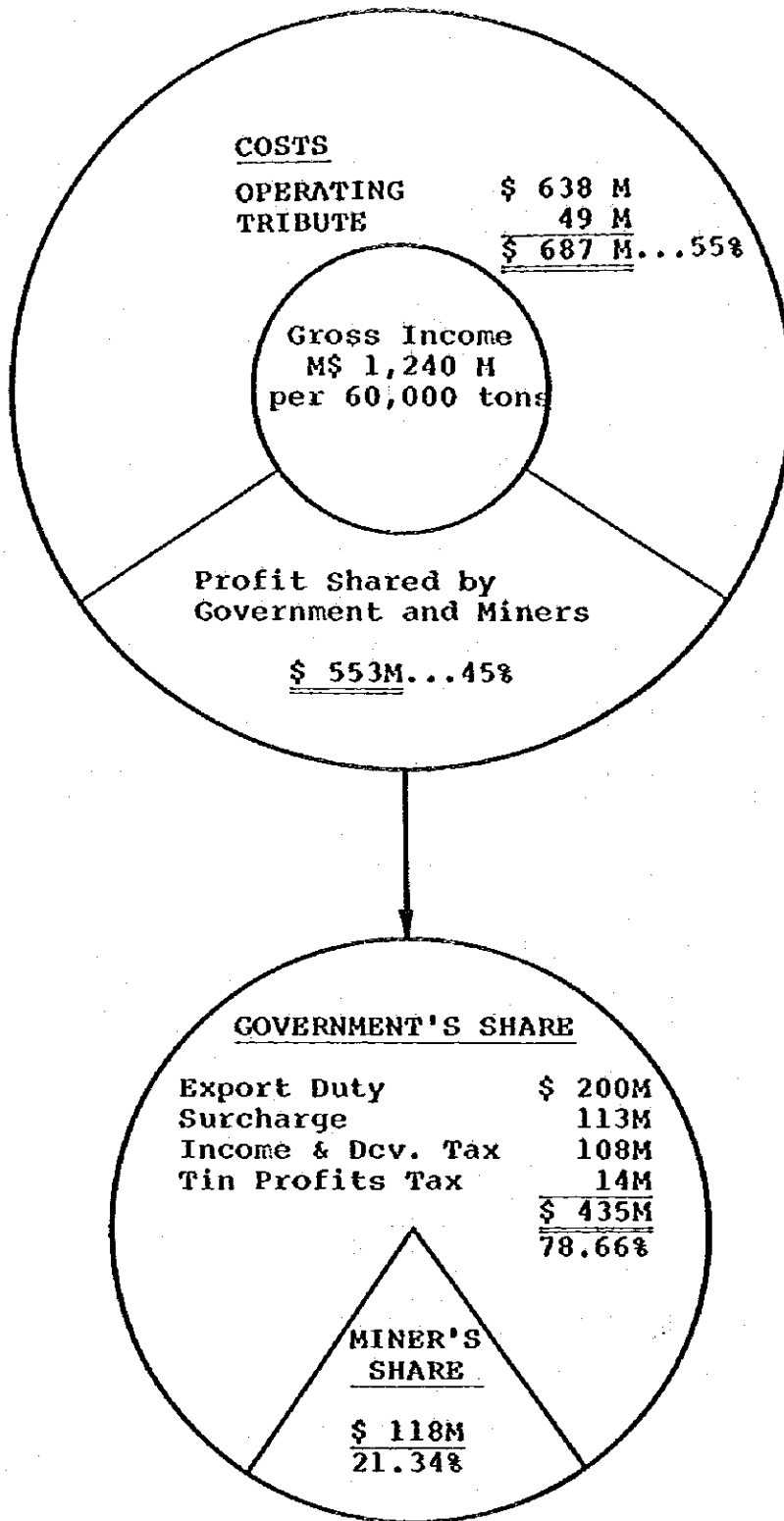
a: First and Second Quarter  
b: Third and Fourth Quarter

Table 3-4 Tin-mining Operation Production Statistics

By Dredger

Year	Nos. of Dredger	Output Tin-ore ton (Piculs)	Area worked, Km <sup>2</sup> (Acres)	Volume worked, 1,000,000 m <sup>3</sup> (Cubic yards)	Average Recovery g/m <sup>3</sup> (Katties/c.yard)	Average output of Tin-in-concentrates per a drege per year, tons (piculs)	Average Mining Cost MS/c. yard
1963	72	37,088 (613,245)	9,235 (2,282)	146.2 (191,147,783)	(0.32)	386.3 (6,388.0)	
1964	72	34,622 (572,467)	9,328 (2,305)	149.4 (195,381,538)	0.29	360.6 (5,963.2)	
1965	71	33,663 (556,610)	9,542 (2,358)	159.5 (208,579,676)	0.27	355.6 (5,879.7)	
1966	67	32,104 (530,825)	9,174 (2,267)	152.5 (199,437,110)	0.27	359.4 (5,942.1)	
1967	71	32,238 (533,050)	9,340 (2,308)	155.6 (203,485,425)	0.26	340.5 (5,630.8)	
1968	73	31,293 (517,424)	8,940 (2,209)	158.2 (206,884,809)	0.25	321.5 (5,316)	
1969	69	32,287 (533,860)	8,931 (2,207)	161.7 (211,430,220)	0.25	350.9 (5,802.8)	
1970	69	31,798 (525,772)	9,174 (2,267)	163.7 (214,061,107)	0.25	352.3 (5,714.9)	
1971	63	32,408 (535,857)	8,964 (2,215)	172.6 (225,786,131)	0.24	385.8 (6,379.3)	
1972	63	31,856 (526,729)	8,935 (2,208)	173.1 (226,365,775)	0.23	379.2 (6,270.6)	
1973	64	29,251 (493,660)	8,814 (2,178)	174.6 (228,326,874)	0.22	342.8 (5,785.1)	
1974	58	29,253 (483,690)	8,745 (2,161)	180.9 (236,632,984)	0.20	378.3 (6,254.6)	
1975	57	26,938 (446,240)	8,664 (2,141)	180.3 (235,798,285)	0.19	355.1 (5,871.6)	
1976	56	30,610 (506,120)	7,956 (1,966)	174.0 (227,530,170)	0.22	410.0 (6,778.4)	
1977	53	27,225 (450,162)	8,596 (2,124)	189.05 (247,255,397)	0.18	385.3 (6,370.2)	
1978	53	26,786 (442,894)	- - -	Not Available	Yet - - -	379.0 (6,267.4)	\$0.78
1979	54	26,413 (436,723)	- - -	Not Available	Yet - - -	366.8 (6,065.6)	\$0.85
1980			- - -	Not Available	Yet - - -		

No Data Available



Distribution of Gross Income of \$1,240 Million on Sale of 60,000 tons (991,600 Piculs) Metal at an Assumed Metal Price of \$1,250 Per Picul, National Seminar on the Mining Industry, KL 11 & 12, Aug. 1977.

Fig. 3-6 Production Cost and Profit Share of Tin-Mining Industry

されたり結合して用いられる。錫の用途は3つのグループに大別されるだろう。その1つはブリキ板、もう1つは錫合金、残り1つのグループがその他の用途である。

錫の世界における消費量のうち約40%は、ブリキ板の生産に用いられる。これらのブリキ板は、主としてカン詰用のカンの製造に用いられる。ブリキ板の重量に占める錫の重量は平均約0.6%であり、1979年のブリキ板生産高は1,400万トンである。

合金の製造に用いられる錫の量を推定することは、用途が極めて広範に渡るために難しい。従って、用途の例を示すにとどめる。

#### 主な錫合金

\*ハンダ用の錫～鉛合金

\*エンジンベアリング用の錫～アルミニウム合金

\*摩擦低減金属・軸受・偽銀等の耐荷重金属用の錫～アンチモン～銅～鉛合金

\*青銅・砲金・真鍮等の錫～銅合金

その他の錫の用途の主なものとしては、錫コーティングを施した銅線および電気の接続器具等である。純粋な金属錫は、蒸留水・ビールおよびその他の飲料物の移送用パイプ類、トレイや医療器具用の可塑性パイプ類の製造等に用いられる。

目下のところ錫に代わる代用金属は見あたらないので、近い将来にその需要が著しく低下することはないであろう。

### 3.2 マレーシアにおける錫鉱業の社会的および経済的位置

錫鉱業はマレーシアの鉱業の中で、極めてきわだった存在である。錫鉱業はTable 3-5に示すように、全鉱業生産の約35%を占め、鉱業労働者の約90%を雇用している。

マレーシアの初期の経済発展は、錫鉱業の発展と密接に係り合っている。マレー半島の富である錫は20世紀以前に、最初中国人によって開発され、続いてヨーロッパ人によって採掘された。それらは、後年のマレーシアの急速な経済発展の基金を作った。

しかしながら、この10年間について言えば、マレーシアの経済における錫鉱業の相対的な重要性は、油田の開発およびゴム・材木・ヤシ油等の工業の発展によって、国家経済が全般的に発展したために相当低下している。とは言え、絶対的な意味での政府の

Table 3-5 Mining Industrial Statistics (1976)

Mineral Production Peninsular Malaysia	Number of Mines	Labour Persons Employed	Machinery Active Horse-Power	Production (Tons)	Value \$
Tin-in-concentrates	811	36,828	954,994	63,401	1,199,860,230
Bauxite	2	250	7,687	660,235	13,125,472
Iron-ore	5	210	4,637	308,184	13,338,204
China Clay	10	244	1,747	26,252	3,500,967
Gold	3	32	990	3,574 ozs	915,444
Wolfram	1	118	1,346	109	1,662,441
Ferro-Manganese	2	225	5,202	94,112	5,909,292
Barite	1	22	270	6,096	*
Schoelite (b)	-	-	-	15	308,661
Columbite (b)	-	-	-	46	692,996
tin Slag	-	-	-	19,401(e)	2,168,762
Ilmenite (b)	-	-	-	179,995(e)	8,188,050
Monazite (b)	-	-	-	1,879(e)	929,189
Zircon (b)	-	-	-	3,129(e)	1,217,681
Xenotime (b)	-	-	-	139(e)	403,286
Oil	-	1,415	34,501	8,025,743 +	1,941,626,192
Copper concentrates	1	1,175	57,500	77,617	71,855,236
Gold	4	94	1,088	965 ozs	247,214
Antimony	4	121	426	601	654,060
Natural Gas (b)	-	-	-	611,674,140 M3	‡
Total:	844	40,734	1,070,388	-	3,266,603,377

Note

(b) By Products

(c) Exports

+ Equivalent to 60,546,960 U.S. Barrels

‡ Not known

\* Not known as there were no exports.

歳入および国民総生産への貢献度は、依然重要な地位を占めている。Fig. 3-7は錫の国民総生産への貢献度を他の主要産業とともに示し、Fig. 3-8は錫の総輸出額に占める割合を他の主要輸出品目とともに示したものである。これらの図に明らかなように、1979年の統計では、錫は国民総生産の約4%を占め、また、総輸出額の約11%を占めていることが解る。

### 3.3 錫鉱石の起源

#### 3.3.1 錫 鉱 石

マレーシアで採取されている錫鉱石は、すべて錫石( $\text{SnO}_2$ )である。錫石の単結晶の色は、灰白色から黒色の範囲にある。よく成長した単結晶の形は、一般的に柱状ないし低い錐状であり、結晶の大きさは、普通中粒の砂程度であるが、最大のものとなると長さ7cm・直径4cmに及ぶものもある。

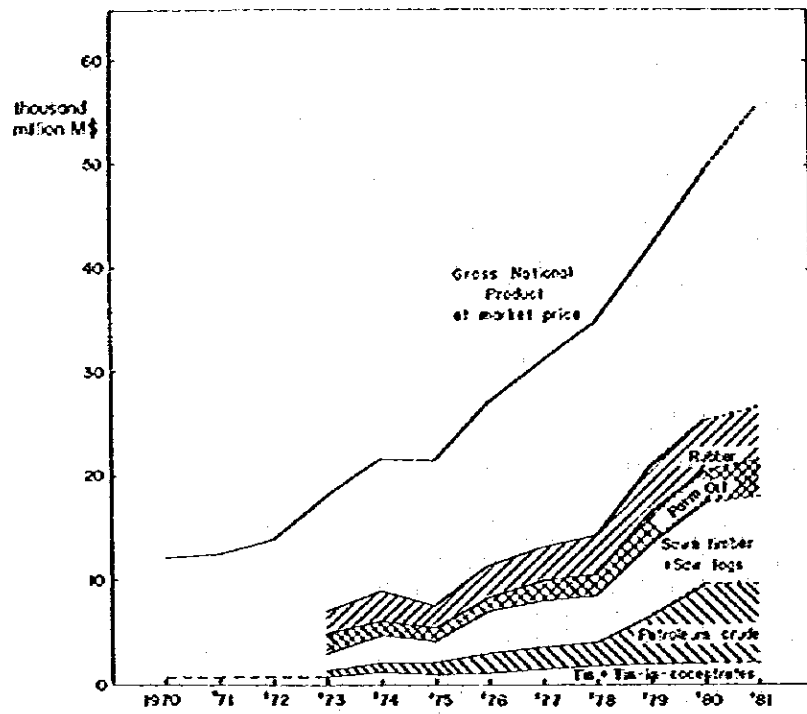
純粋な錫石の金属としての錫含有量は、理論的には78.8%と計算される。しかし、錫鉱石は不純物を含んでいるために、マレーシアの市場に出回る錫鉱石の一般的な錫含有量は、約75%と言われている。

#### 3.3.2 錫鉱石の起源

マレーシアにおける錫鉱石の起源は、マレーシア半島の背梁山脈を形成する花崗岩であることに疑いの余地はない(Fig. 3-9)。Fig. 3-10は、錫鉱床の形成過程を模式的に説明したものである。

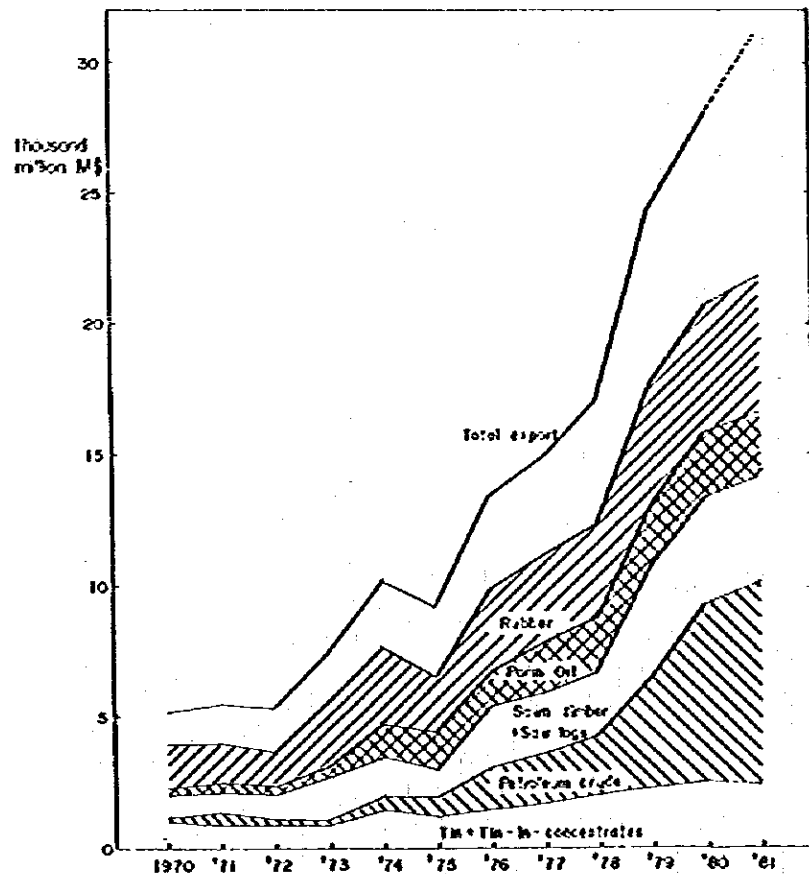
中生代(約1億年前)に石灰岩や片岩等の母岩に、錫を含有する液体を含んだ花崗岩マグマが貫入した。この過程で、錫石が花崗岩の中に形成され、また一部の錫を含有する液体が母岩に浸透してその中に錫石を形成した。従って、錫鉱石は花崗岩の中およびそれらの接触部近辺の母岩の中に見い出されるのである。

花崗岩貫入の後、持上げられて山脈を形成するようになった岩石類は、風化と侵食にさらされるようになった。そして、風化され侵食された錫鉱石を含む土砂は、河川水によって運ばれ、流速の衰えた地域に堆積した。この堆積の過程で、堆積面が相対的に上昇し、これが後に侵食されて段丘を形成した。この段丘を形成する堆積物がマレーシアでは“Old Alluvium(古い河川堆積物)”と呼ばれており、このOld Alluviumこそ、マレーシアにおける主要な錫含有堆積物である。



Source: Economic Report 1979/80, 1980/81, Ministry of Finance  
 Note: Figures for 1980 and 1981 are estimated by the Ministry of Finance

Fig. 3-7 Gross National Product and Major Commodity Production



Source: Economic Report 1974/75, 1979/80, 1980/81, Ministry of Finance  
 Note: Figures for 1980 and 1981 are estimated by the Ministry of Finance

Fig. 3-8 Major Commodity Exports from Malaysia

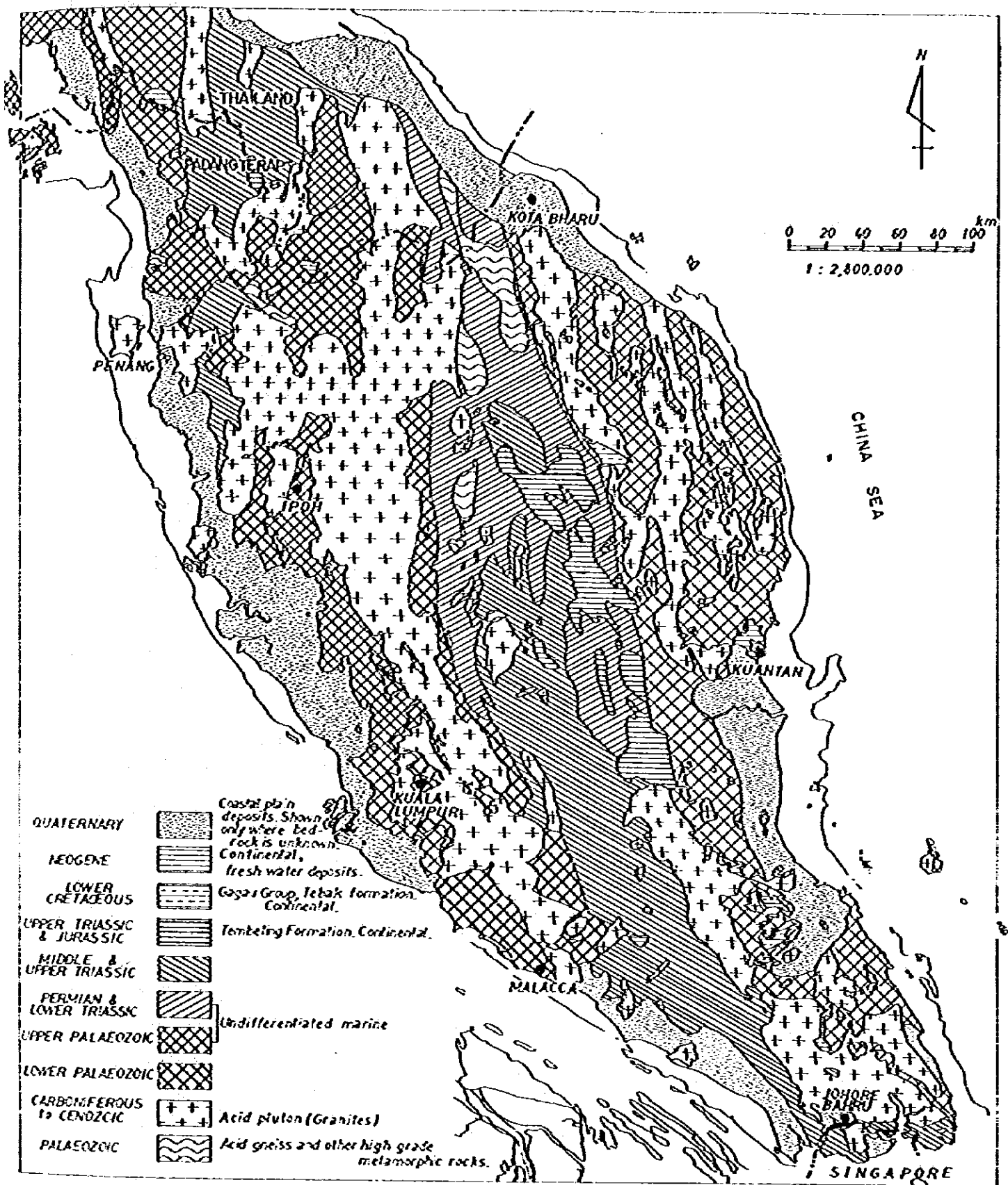


Fig. 3-9 Geological Map of the Malay Peninsula

(After D.J. Gobbett, 1972)



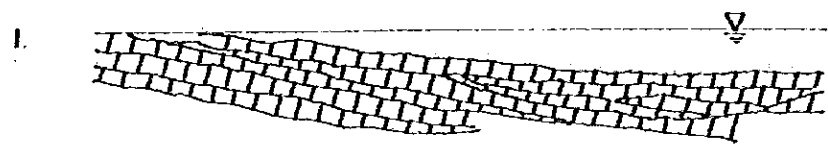


Fig. 3-10a  
Formation of Older  
rocks

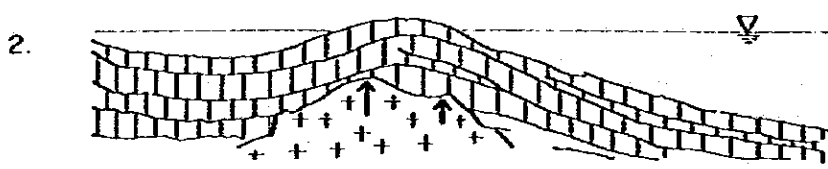


Fig. 3-10b  
Intrusion of Granite

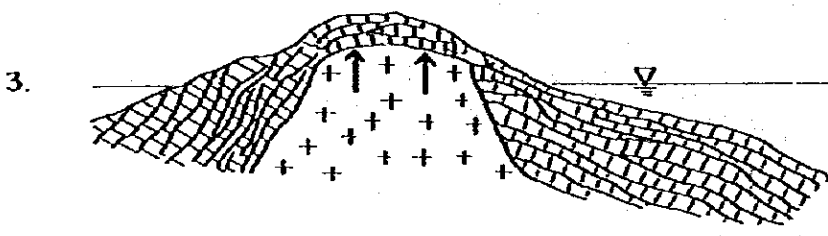


Fig. 3-10c  
Formation of Mountains

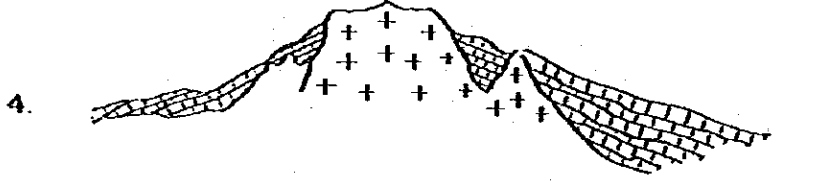


Fig. 3-10d  
Weathering and Erosion

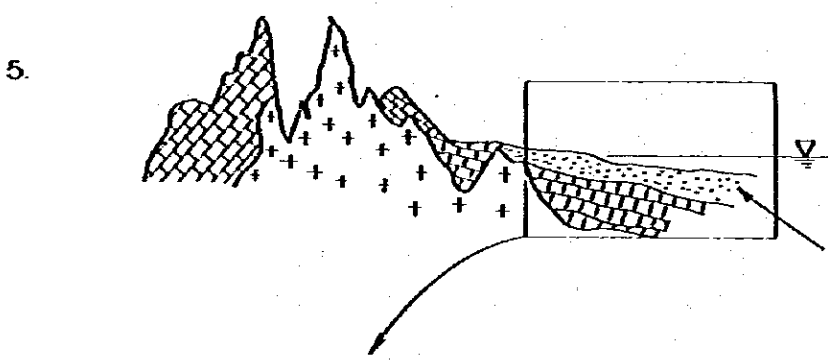


Fig. 3-10e  
Deposition of Alluvial  
deposits

Alluvial Deposits

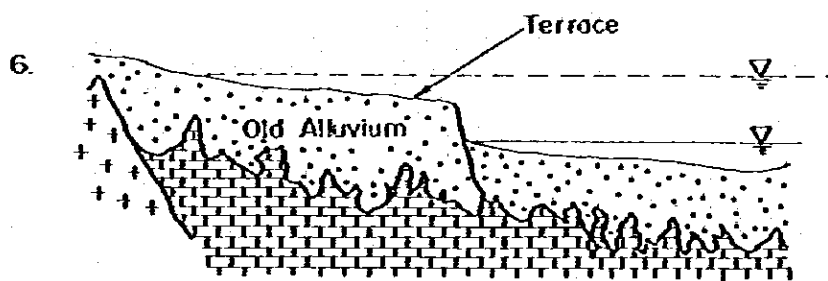


Fig. 3-10f  
Terrace Formation  
(Old Alluvium)

Terraces caused by episodes  
of abrupt lowering of water  
level.

Fig. 3-10 Geological Development of Tin-Ore Deposits

この河川堆積物の堆積する前には、その地域の基盤岩は風化され侵食されていた。石灰岩の分布する地域では、侵食によっておびただしい数の尖塔、くぼみ、深い溶食溝などからなる典型的なカルスト地形を形成していたであろう。この複雑な地形は、堆積過程にあった錫石の重たい粒子を保持し、集積する天然のリップルを形成した (Fig. 3-11)。これはほとんどの錫鉱山が石灰岩を基盤岩とする地域に分布する1つの大きな理由である。

硬い岩石の中の錫鉱石を採取することは可能であるが、あまり経済的ではない。一方、河川堆積物中に混在する錫鉱石を採掘しそれを抽出することは、比較的簡単であり、またより経済的である。というのは、河川堆積物はそれほど固結していないからである。

### 3.4 マレーシアにおける主要な錫鉱の採鉱方法

#### — ドレッシングとグラベルポンピング —

マレーシアの錫の約95%は、ドレッシングおよびグラベルポンピングという2つの主要な採取法によって、河川堆積物の中から採取されている。Table 3-6は、マレーシアにおける錫の生産高を採取法別に示したものである。約30ないし35%の錫がドレッシングによって、約50ないし55%の錫がグラベルポンピングによって採取されている。Fig. 3-12は、典型的なドレッシングが行なわれている地域の空からの眺を示し、Fig. 3-13は、典型的なグラベルポンピングの実施されている地域を示す。

その他の河川堆積物を対象とする採鉱方法は、オープンキャストイングとハイドロライジングであるが、今日これらは一般的でない。

また、地下採掘も実施されているが、その生産量は、ドレッシングやグラベルポンピングのそれに比べ、極めてわずかである。ドラッグワッシングは、マレーシアの伝統的な錫採取法であって、流水路内で行なわれる挽かけ法である。これは1979年の全錫生産高に対して約5%も貢献している。

#### 3.4.1 ドレッシング法

ドレッジャーは錫鉱業において、単体としては最大の錫生産ユニットである。1979年の統計によると、1ドレッジャー当たり年間約370トンの錫が生産されており、稼働中の合計54のドレッジャーでは約2万トン、マレーシアの総生産量の約32%を

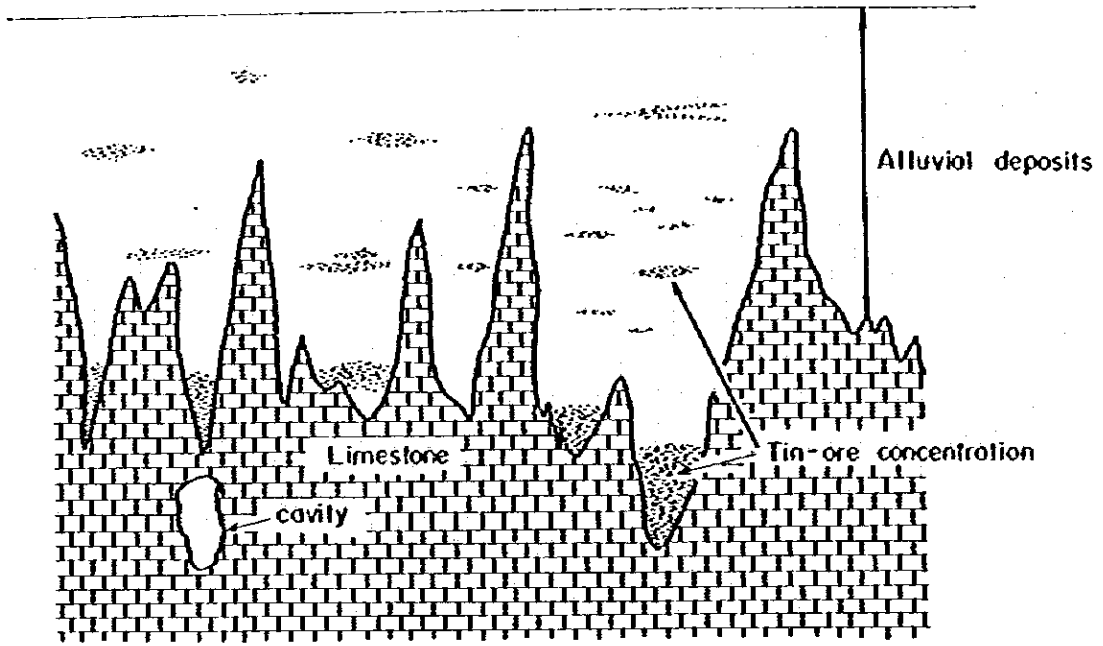


Fig. 3-II Tin-ore Location in Alluvial Deposits

Table 3-6 Tin Mining Activity in Malaysia

	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
Number of tin mines operating*1												
Dredges	65	65	61	63	58	58	56	55	51	53	53	54
Gravel pumps	994	955	979	965	940	873	932	810	724	784	833	772
Hydraulic	3	3	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-
Opencast	8	8	7	7	10	12	9	12	11	12	22	21
Underground*2	28	25	28	28	27	26	22	30	22	23	23	21
Other*3	12	11	6	13	7	5	6	3	3	2	5	5
Total	1,110	1,067	1,083	1,078	1,044	974	1,025	910	811	874	936	873
Output of tin-in-concentrates by method of mining (tons)												
Dredges	23,526	24,301	23,931	24,417	23,992	22,486	22,047	20,331	23,103	20,547	20,218	19,937
% of total	30.8	33.1	32.4	32.4	31.2	31.1	32.4	31.6	36.5	35.0	32.3	31.7
Gravel pumps	44,151	40,201	40,740	41,508	42,801	38,963	36,332	35,183	31,662	29,926	33,556	34,182
% of total	57.9	54.8	55.2	55.0	55.7	53.9	53.3	54.7	49.9	51.0	53.5	54.3
Hydraulic	251	271	145	27	27	10	0	-	-	-	-	-
% of total	0.3	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	-	-
Opencast	2,093	2,250	2,491	2,713	2,579	3,637	2,908	2,534	2,275	2,268	2,825	2,861
% of total	2.7	3.1	3.4	3.6	3.4	5.0	4.3	3.9	3.6	3.8	4.5	4.5
Underground	2,046	1,946	2,253	2,222	2,570	2,337	2,319	1,893	1,832	1,718	1,401	1,220
% of total	2.7	2.6	3.1	3.0	3.3	3.3	3.4	2.9	2.9	2.9	2.3	1.9
Dulang washers	1,483	1,528	1,406	1,753	2,976	3,048	3,070	3,083	3,051	3,093	3,157	3,261
% of total	2.0	2.1	1.9	2.3	3.9	4.2	4.5	4.8	4.8	5.3	5.0	5.2
Other*4	2,724	2,828	2,829	2,803	1,884	1,780	1,446	1,340	1,478	1,151	1,493	1,534
% of total	3.6	3.9	3.8	3.7	2.5	2.5	2.1	2.1	2.3	2.0	2.4	2.4
Total	76,274	73,325	73,795	75,443	76,829	72,261	68,122	64,364	63,401	58,703	62,650	62,995
Deliveries from mines*5 (tons)	75,779	74,358	74,628	76,777	77,846	72,620	71,403	62,589	68,508	59,601	64,531	63,524
Labour employed in tin mines*1	48,190	46,458	46,457	46,360	45,574	41,744	44,050	39,736	36,828	38,478	40,471	39,109

\*1 At year-end

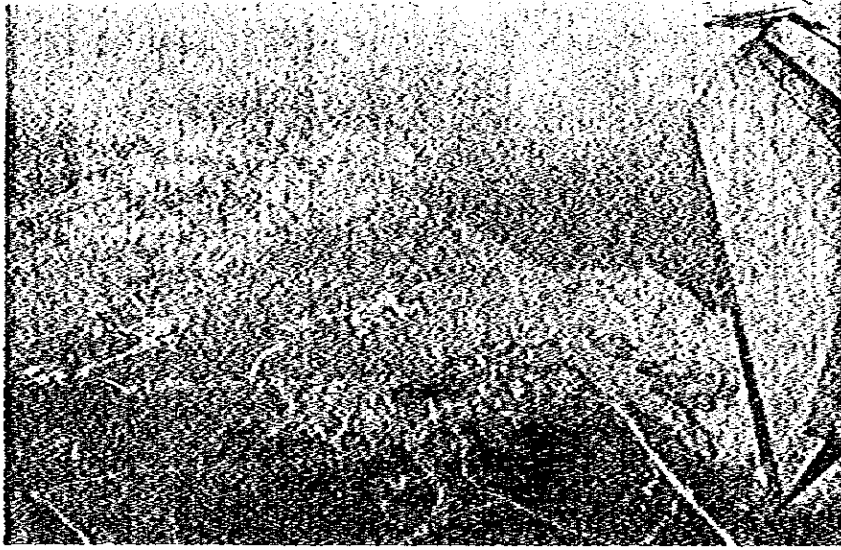
\*2 One major mine; the balance refers to small operators.

\*3 Excludes retreatment operations and Dulang washers.

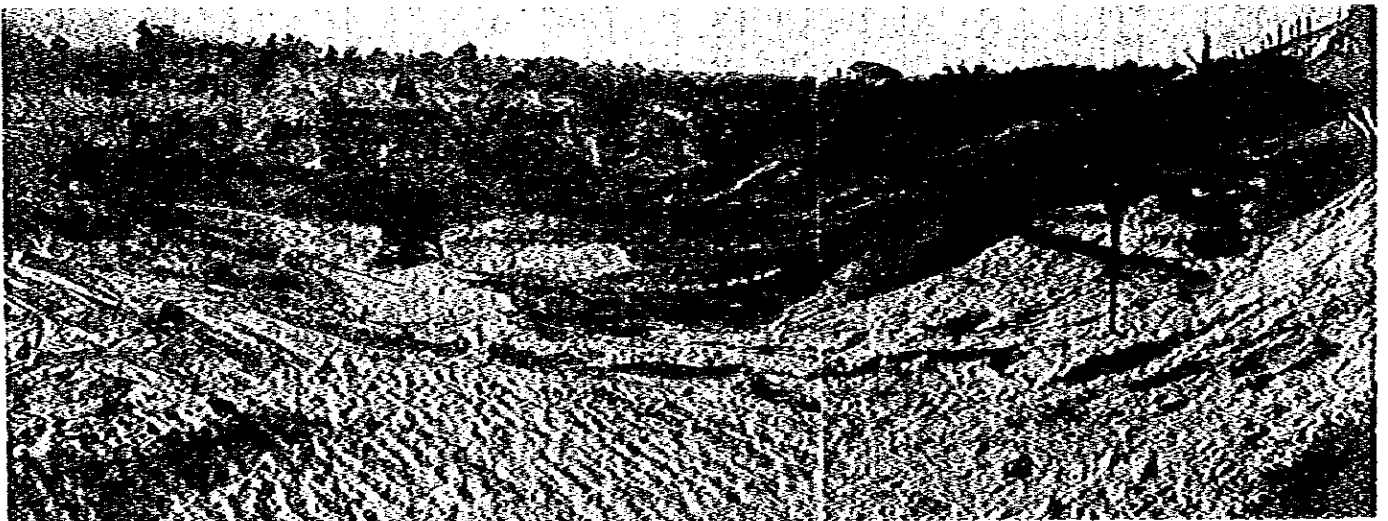
\*4 Includes retreatment operations.

\*5 To smelters at Penang and Butterworth.

Source: Tin Statistics 1968 - 1978, 1969 - 1979 International Tin Council



**Fig. 3-12 Tin-dredging Area**



**Fig. 3-13 Gravel-Pump Mining**

生産している。1ドレッジャー当りの掘削土砂量は、Table 3-4に示したように、1日平均1万立方メートルに達している。Fig. 3-14はドレッジャーの写真を示し、Fig. 3-15は典型的なドレッジングによる錫採取方法について、模式的に説明したものである。

錫採取に用いられるドレッジャーは、機械的な掘削機、フルイ分け器、浮遊選鉱器などの錫鉱石抽出に必要な機能が人工の池に浮かぶ台船の上に設置されたものである。

錫採取の過程は大きく次の4つに区分される。

- 1) まず最初に、Fig. 3-16に示すようなチェーンバケットにより池の底や側壁から錫鉱石を含んだ土砂が掘削される。
- 2) 次にその土砂は、Fig. 3-17に示すような回転フルイ分け器(トロメル)に投入され、大きい礫・かたい粘土塊・その他のゴミ等の粗粒分が分離され、ロックシュートを通して投棄される。フルイを通過した細粒分は、通常直径13mm以下であるが、これが錫鉱石を含み、さらにFig. 3-18に示すようなスライスと呼ばれる錫鉱石抽出器に投入される。
- 3) スライスの中では、普通のレキ・砂および粘土等の比較的軽い細粒分は洗い流され、錫の鉱石とその他の重鉱物が保留される。これらの重たい鉱物類は、ジグと呼ばれる機械によって、スライスの底から吸い出され、さらに錫鉱石のみを分離するための操作に回される。Fig. 3-19は得られた錫鉱石のサンプルを示している。
- 4) 錫鉱石抽出の過程で採取されなかった軽い細粒分は、テイリングと呼ばれ、それはFig. 3-20に示すように、テイリングスタッカーを通して、ドレッジャーの後方に運ばれて投棄される。

以上の操作を連続して行なうために、ドレッジャーは、その前方の陸上にアンカーをとってワイヤーで引っ張りながら前進する。

ドレッジャーの最大掘削深度はラダーの長さによるが、このラダーの長さがドレッジャーの大きさを規定すると言ってもよい。マレーシアにある最大のドレッジャーは、水面下約47mまで掘削できる。また普通の大きさのものは、水面下約37mまで掘削できる。この掘削深度は、池の水位を下げて、ラダーが池の底に届くようにすれば増すことができる。

ドレッジャーのバケットは岩を掘削することができないので、着岩すれば掘削は中止せざるを得ない。従って、Fig. 3-21に示すように、岩盤の中の割目や岩の尖

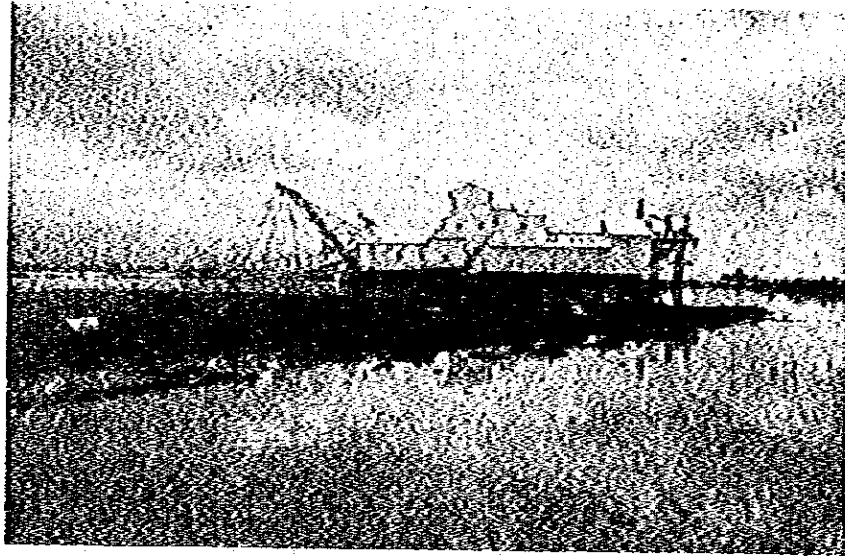


Fig. 3-14 Dredge in Operation

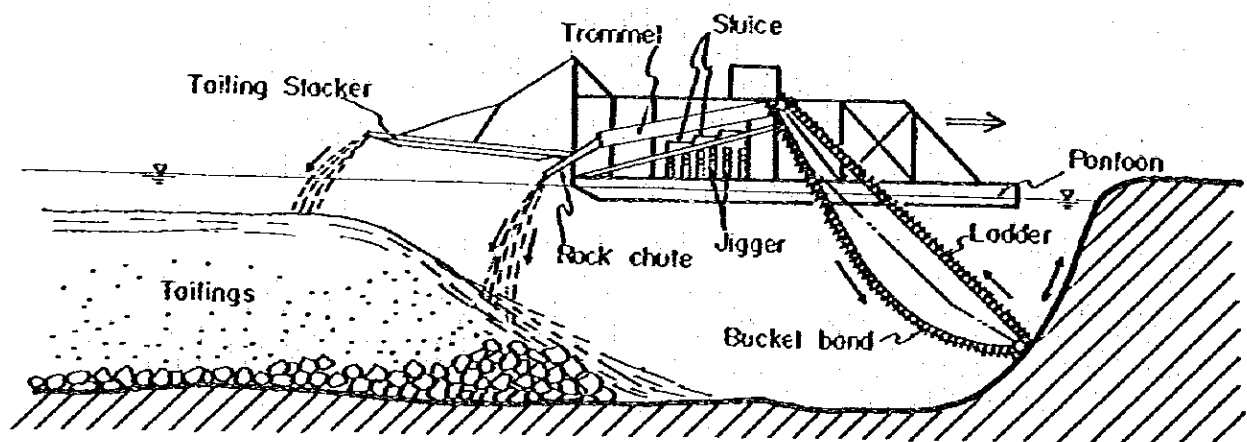
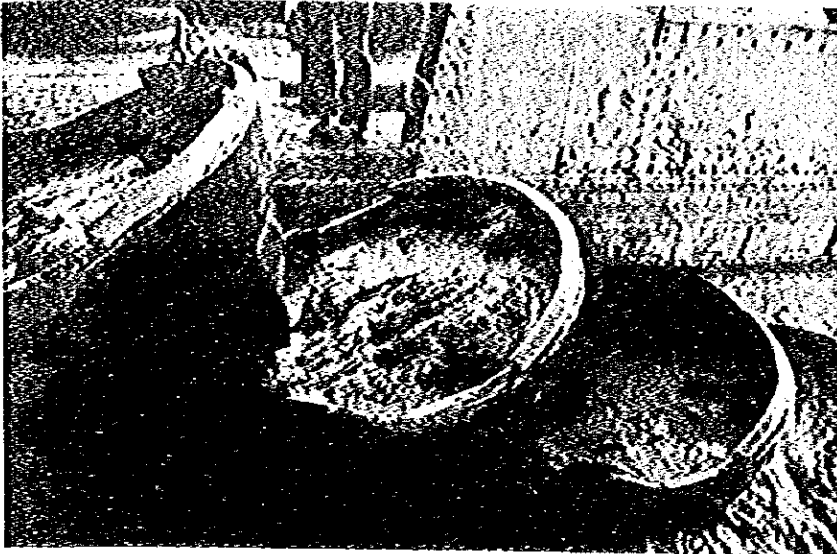


Fig. 3-15 Concept of Dredging Operation



**Fig. 3-16**  
**Continuous Chain of**  
**Steel Buckets**



**Fig. 3-17** Trommel



**Fig. 3-18**  
**Tin-ore Recovery**  
**Devices (Sluices)**



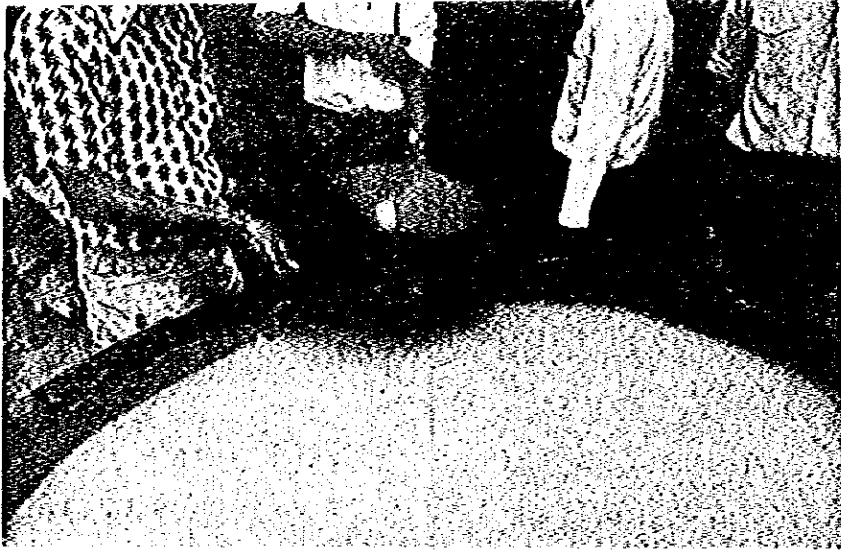


Fig. 3-19  
A Sample of Tin-ore

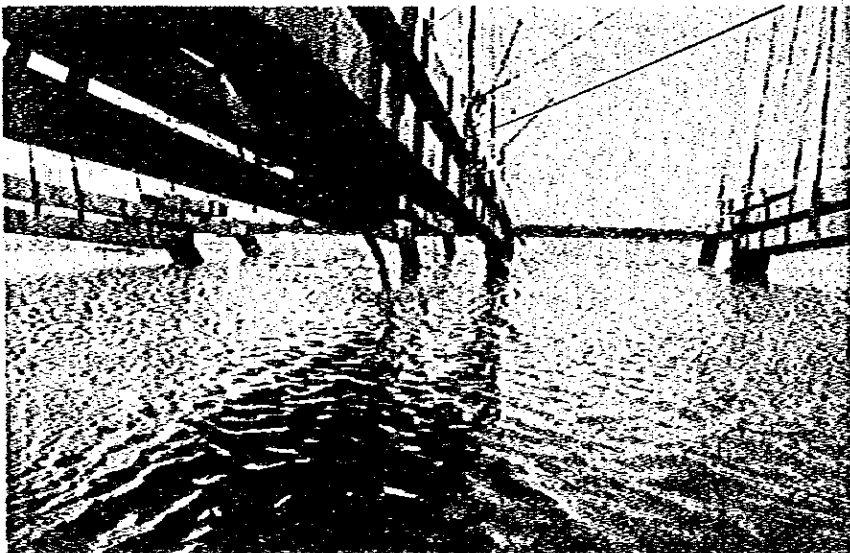


Fig. 3-20 Tailings

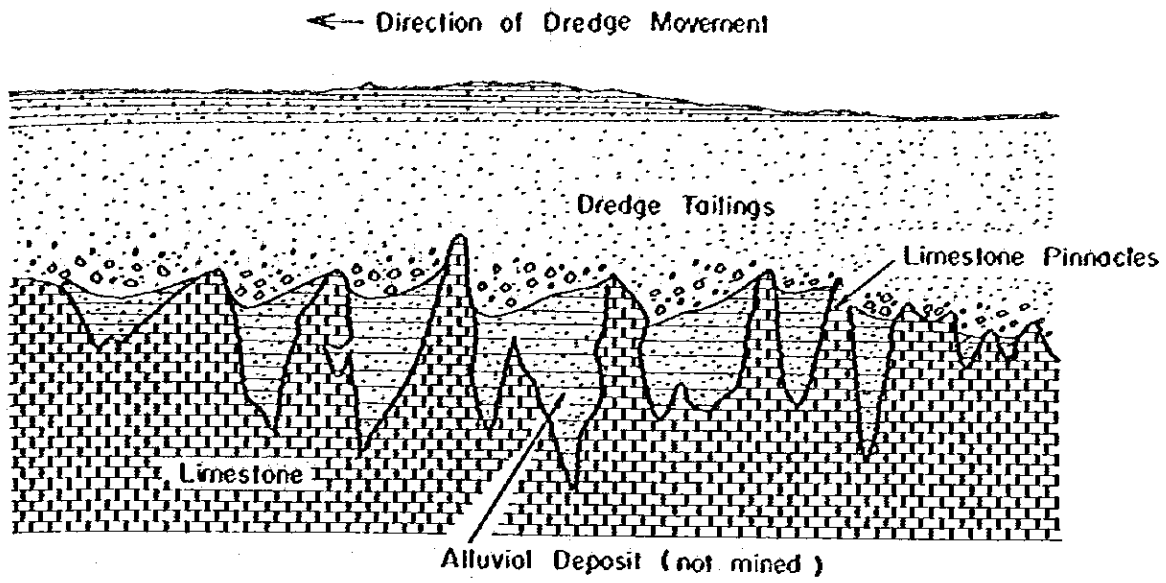


Fig. 3-21 Schematic Soil Profile of Dredged Area

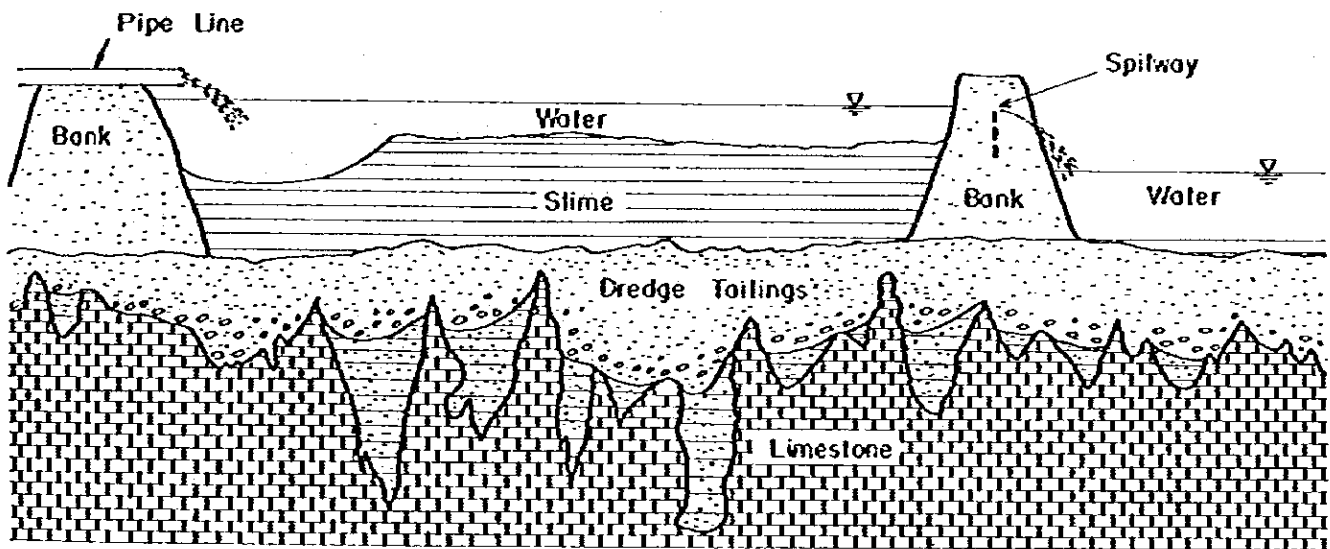


Fig. 3-22 Schematic Soil Profile of Slime Pond in Dredged Area

塔の間の富鉱体は、ドレッジャーでは採取されずに残され、グラベルポンプによる採取に委ねられる。

ドレッシングの過程において、シルトおよび粘土分は泥水を形成し、このシルト分および粘土分が沈澱してスライムを形成する。スライムが一定レベル以上に溜ると、ドレッシングと浮遊選鉱に支障をきたすので、このスライムはポンプによって排除される。このポンプで汲み上げられたスライムは、パイプラインを通じて沈澱池に送られ、Fig. 3-22に示すように、沈澱池からはその上澄が再びドレッシングの行なわれている池へ流入するようになっている。

各種の錫鉱石採取方法のうち、単位掘削土量当りの運転費について言えば、ドレッシングが最も小さい。その運転費はグラベルポンプ法のほぼ半分にすぎない。ただし、その初頭における投資額は、ドレッジャーを建造しなければならないので極めて大きい。この低い運転費のために、他の方法では経済的に成り立たない貧弱な鉱床でも十分な利益を上げながら掘削することができる。1980年時点では、ドレッシングによれば1立方メートル当たり80gの錫鉱石を含んでいれば利益が得られると言われている。事実、錫鉱石を分離する技術の進歩によって、その技術のあまり進んでいなかった時代に一度ドレージされて残されたテイリングでさえ、今日再び掘削し、再選鉱されている。

### 3.4.2 グラベルポンプ法

グラベルポンプによる錫の採取は、マレーシアにおいては最も一般的な方法である。1979年には、全部の採鉱法の合計で873の採鉱ユニットが稼働しているが、このうちの772ユニット(88%)がグラベルポンプ法であった。しかし、グラベルポンプ法による全採鉱量は、Table 3-6に示したように、その年の全採鉱量の54%にすぎない。これらの数値から1ユニット当りの年間採鉱量を計算すると、金属錫に換算して約44トンになる。Fig. 3-23はグラベルポンプ法によって採鉱を行っている現場を示し、Fig. 3-24はグラベルポンプ法の原理を示したものである。

グラベルポンプ法による採鉱は露天の凹地で行なわれる。まず、グラベルポンプが、事前のボーリング調査によって明らかにされている鉱区内での基盤岩深度の最も深い地点に設置される。この配慮は、掘削深度が深くなるにつれてグラベルポンプを移動

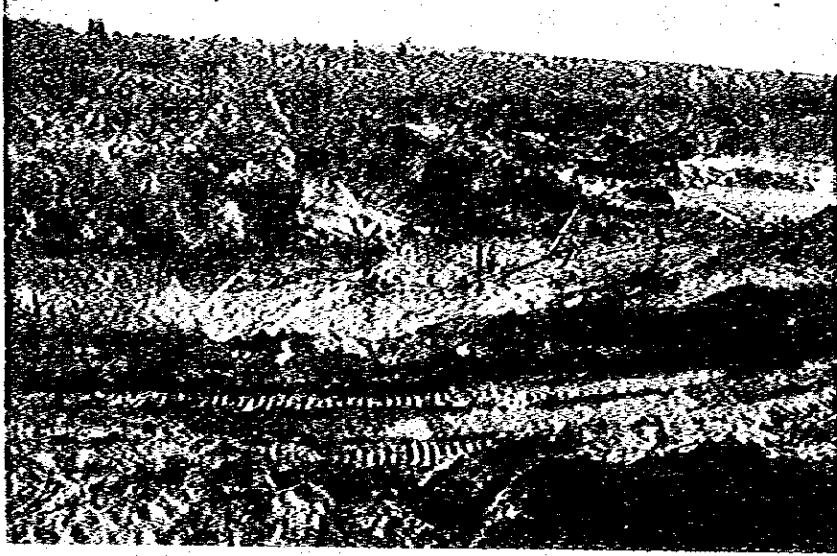


Fig. 3-23 Gravel-Pump Mining in Operation

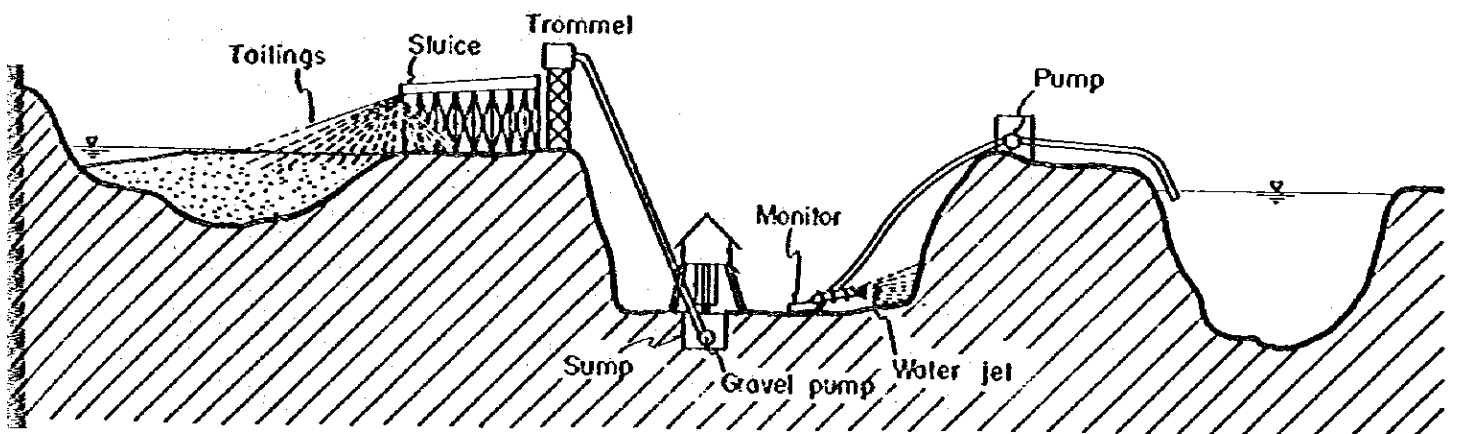


Fig. 3-24 Concept of Gravel-Pump Mining

させないで擠むことを狙って行なわれるものである。

Fig. 3-25に示すようにグラベルポンプ法では、モニターから発射されるジェット水によって土砂が切崩され、その土砂が水とともに釜場に流れ込む。そしてこの土砂がグラベルポンプによって汲み上げられてトロメルと呼ばれる回転フルイへ送られる。グラベルポンプは直径10 cm程度のレキでも問題なく汲み上げる。トロメルに入った土砂からは、Figs. 3-26および3-27に示すように、ドレージの場合と同様、オーバーサイズの分が分離されその近くに投棄される。トロメルのフルイを通過した錫鉱石を含む土砂は、Fig. 3-28に示すようにスライスへ流れ込む。スライス内では錫鉱石が分離され集積される。Fig. 3-29に示すように、スライスから流出するテイリングは、スライスの末端部の外に自動的に堆積するが、そこは通常、以前掘削された錫鉱跡の凹地であることが多い。スライスの末端部近くに堆積したテイリングは、ブルドーザーとトラックを使ったり、Fig. 3-30に示すように、別のグラベルポンプとパイプラインを使って取除かれ、別の地域へ移される。このパイプラインによって運ばれたテイリングがテイリング地区に排出された場合、Fig. 3-31に示すように、粗粒分は排出地点に近い所に堆積し、泥水は遠方へ流れていって、沈殿池が作られている場合はそこに流入する。そして沈殿池の上澄は再びジェット水として利用される。Fig. 3-32はグラベルポンプによる錫鉱石採取地のレイアウトの例を示したものである。この図には、掘削された土砂の移動方向と、用水の循環系などが示されている。

グラベルポンプ法の主な利点は、初期の投資金額がドレージングのそれに比べて非常に小さいことである。従って、この方法は比較的小規模な鉱山会社に一般化している。グラベルポンプ法のもう一つの利点は、ドレージャーによって採掘できなかった、岩盤の小さい凹地や割目に溜っている富鉱体を完璧に掘削することができる点である。

以上のような訳で、このグラベルポンプ法による錫鉱石の採取の結果、基盤岩が一度は完全にむき出しになる。Figs. 3-33から3-37に示すように、石灰岩地帯においてはおびただしい数の石灰岩の尖塔が錫鉱跡の凹地に露出することになる。

グラベルポンプ法による掘削深度には、着岩する以外には限界がない。いくつかの鉱山では100 mよりも深い所を採掘している。ただし、平均的な掘削深度はおそらく20ないし30 m程度であろう。

グラベルポンプ法によって錫鉱石が採取された跡地の地盤状況は、Fig. 3-38

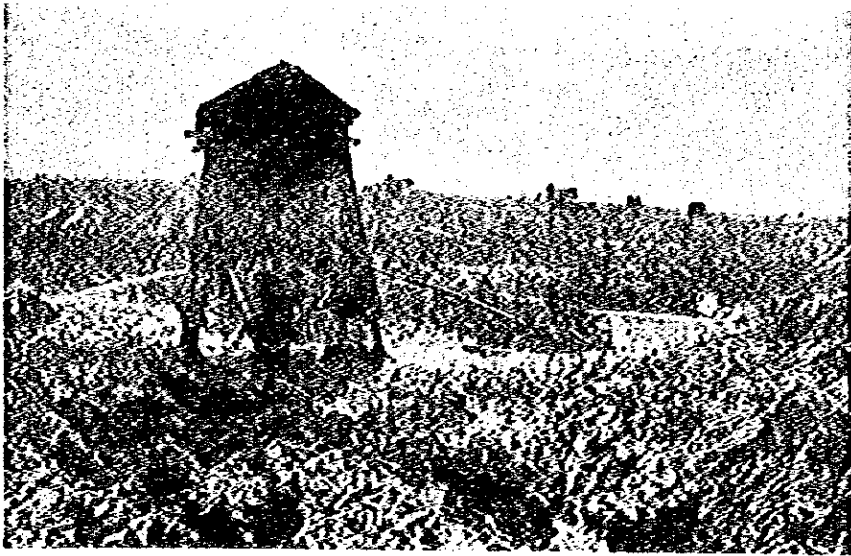


Fig. 3-25  
Gravel Pump and  
Monitor (Water  
Jet Nozzle)



Fig. 3-26  
Trommel



Fig. 3-27  
Coarse Material  
Rejected by  
Trommel



Fig. 3-28  
Tin-Ore Separation  
in Sluice

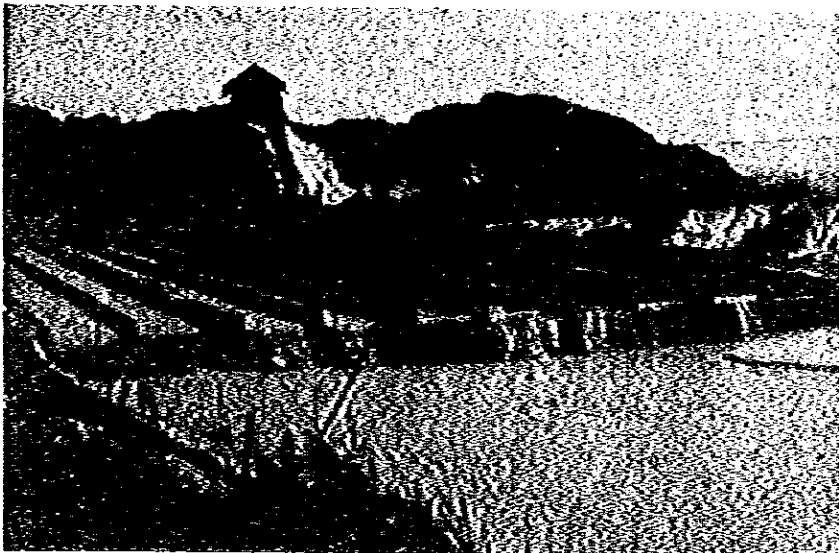
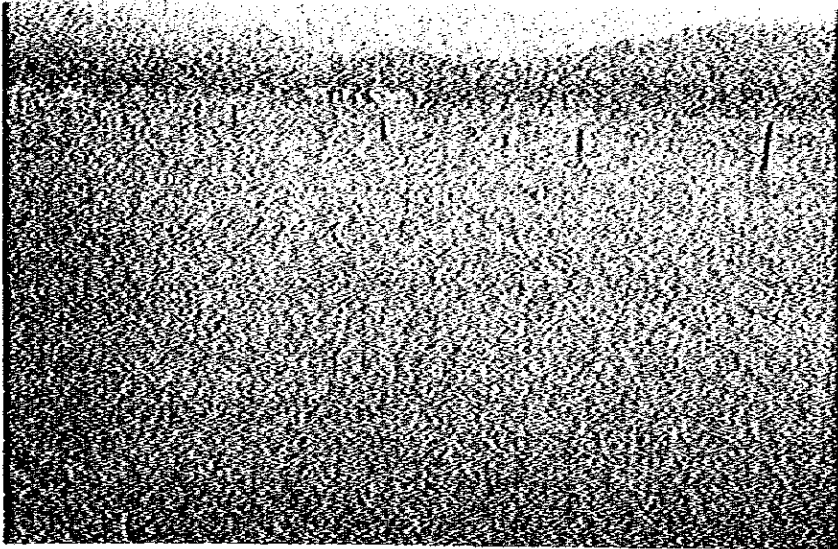


Fig. 3-29  
Tailings Being  
Deposited at the  
End of the Sluice



Fig. 3-30 Tailings Removal by Gravel Pump



**Fig. 3-31**  
**Tailings Outlet**

**Note: Fig. 3-32 is  
presented on the  
next page.**

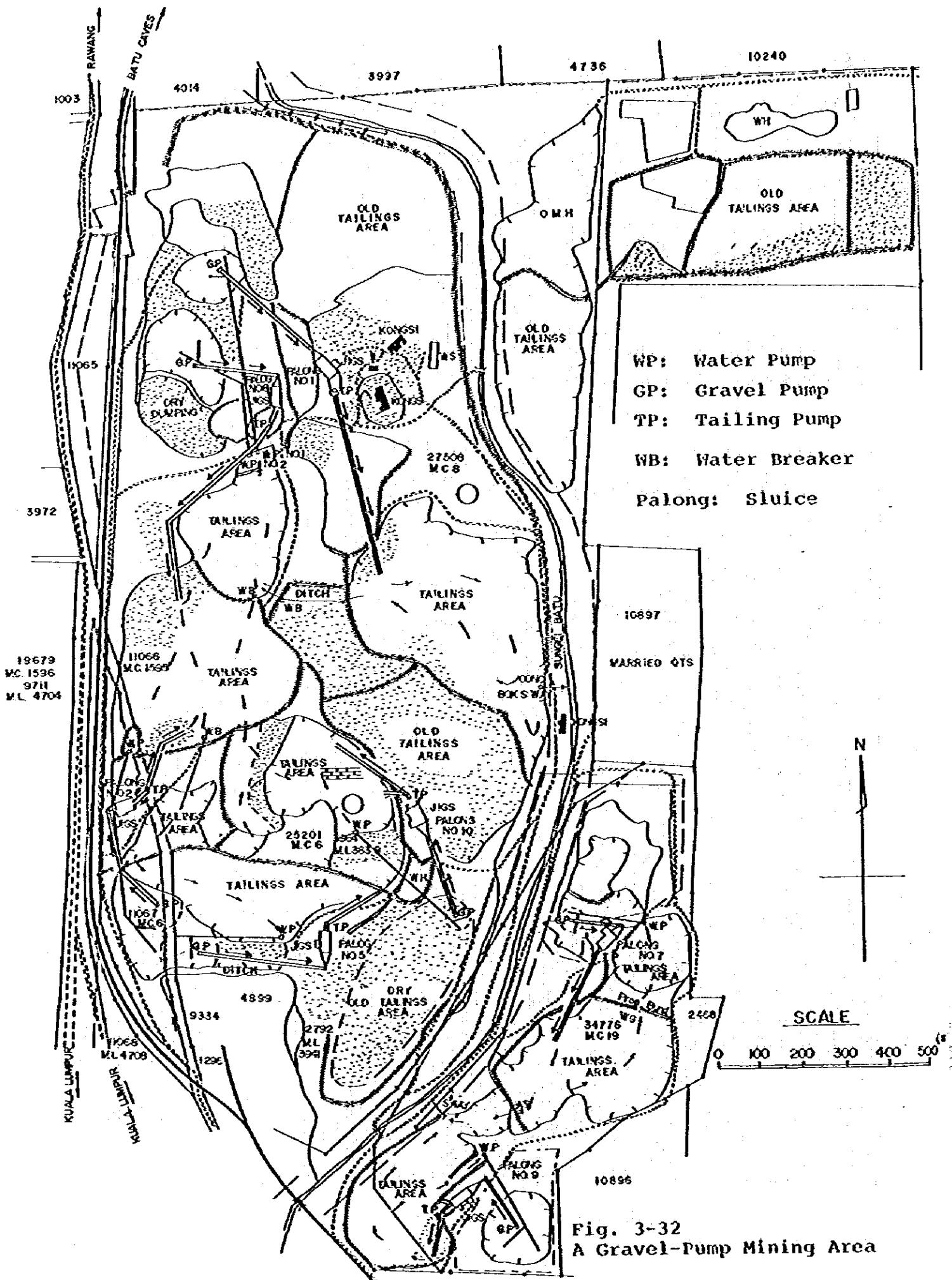


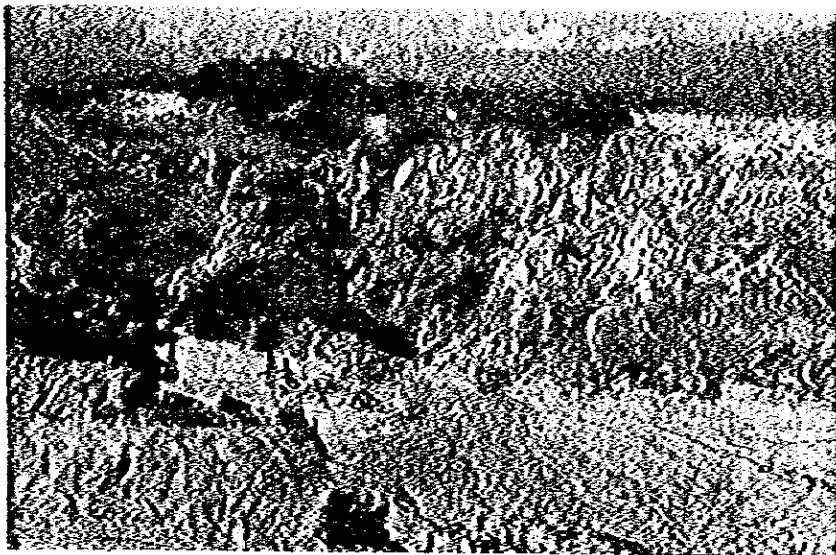
**Fig. 3-33**  
**Limestone Pinnacles**



**Fig. 3-34**  
**Limestone Pinnacles**



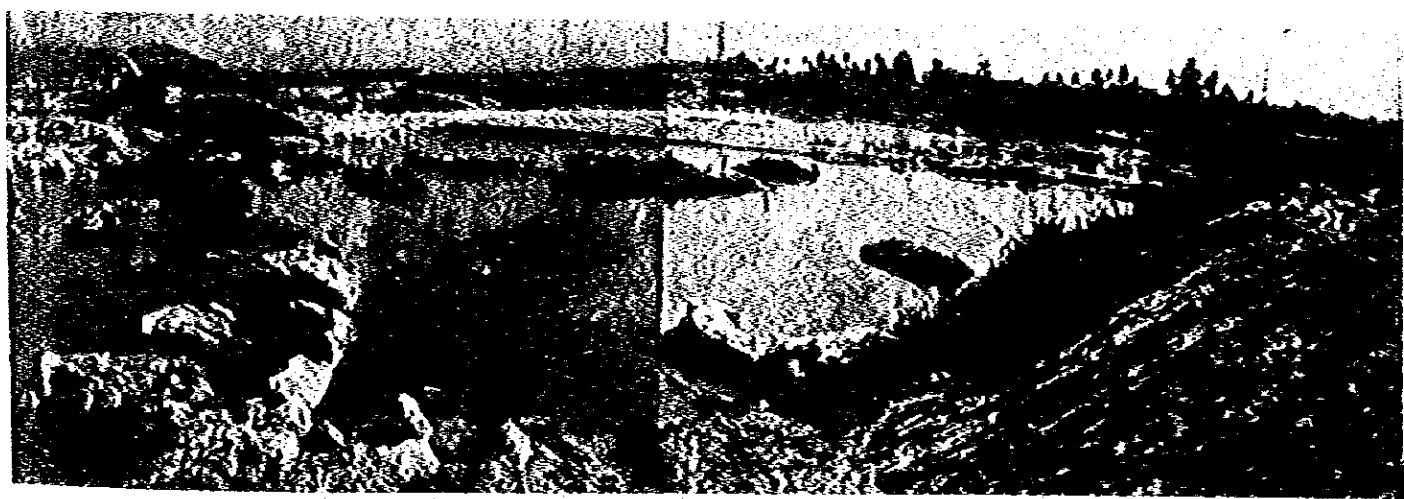




**Fig. 3-35**  
**Limestone Pinnacles**



**Fig. 3-36**  
**Limestone Pinnacles**



**Fig. 3-37 Limestone Pinnacles**

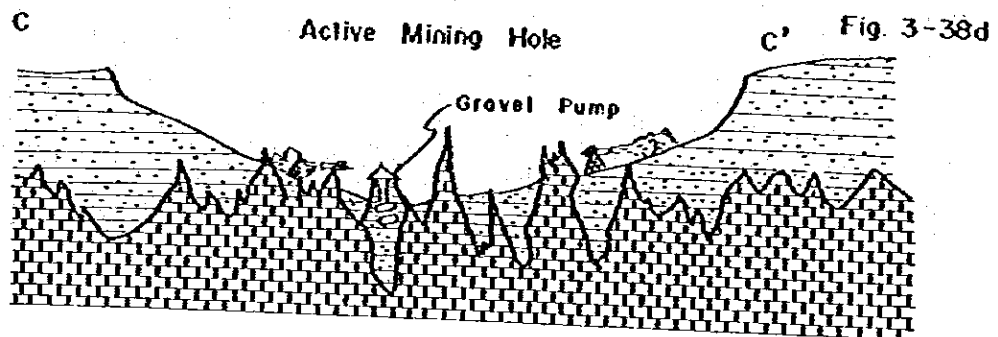
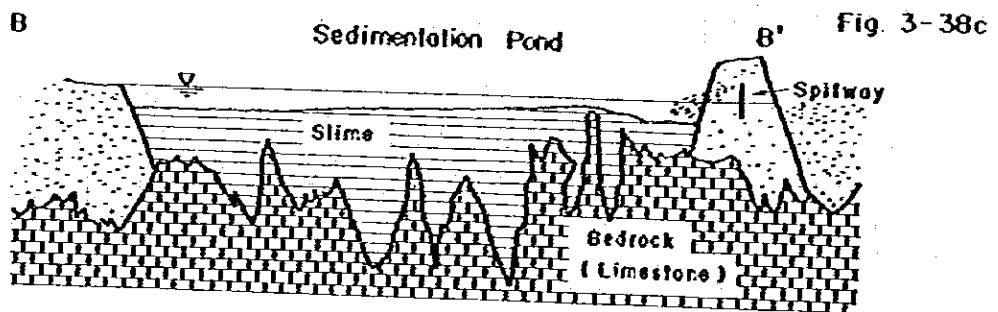
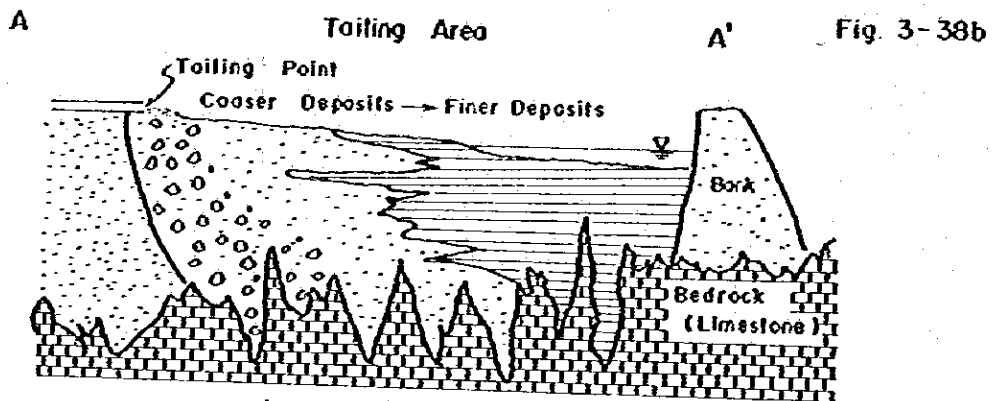
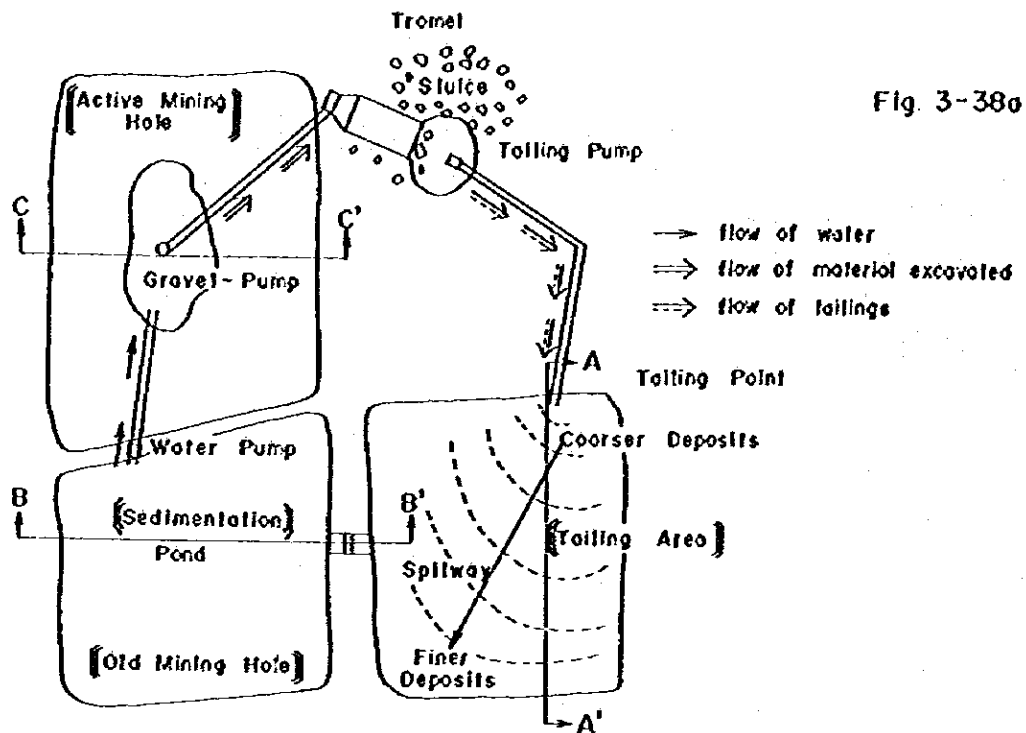


Fig. 3-38 Schematic Soil Profile Caused by Different Usage Histories of Mining Land

に示すように、錫鉱石採取時のその場所の使われ方によって異なる。テイリング地区では、すでに述べたように、テイリングの排出口付近には粗粒なものが堆積し遠くには細粒のものが堆積する。そのため排出口付近は砂勝ちの地盤となり、遠くには粘土勝ちの地盤ができる (Fig. 3-38b)。

ジェット水に用いる水を採るために、しばしば沈殿池が設けられる。これは通常、以前に錫鉱石を掘った凹地が利用される。この池は、テイリング地区とは余水路によって分離されており、テイリング地区からあふれた泥水が流れ込む。従って、沈殿池の主な堆積物は、一般にスライムと呼ばれる微粒分である (Fig. 3-38c)。

埋戻されなかった鉱山跡地の中には、基盤岩が露出する。それらは通常 Figs 3-33 から 3-37 に示したような石灰岩尖塔である。これらの凹地は、時間の経過につれて雨水が溜り、池となるであろう。この池の底には、しばしば薄くスライムが溜っている。この池が長年月放置されれば、やがては沈殿池と同様の地盤状況となるであろうが、その埋積の速さは沈殿池のそれに比べて著しく遅いだろう。

以上に述べたように、鉱山跡地の地盤は採鉱時の土地の使われ方によって著しく異なる。これに加えて、掘削の対象とする土砂の粒度分布の違いによって、テイリングの粒度分布も著しく異なってくる。さらに、実際の採鉱作業はそれほど単純ではない。錫鉱石採取の過程で、鉱山業者はテイリングの排出口の位置を変更するであろうし、同じ地区の用途も変更するだろう。また、古いテイリングや表土をブルドーザーやトラックを使って移動させるかも知れない。このような操作は、錫鉱跡地の地盤をより複雑にするだろう。Fig. 3-39には、錫鉱跡地の実在可能な地盤状況の一例を示した。

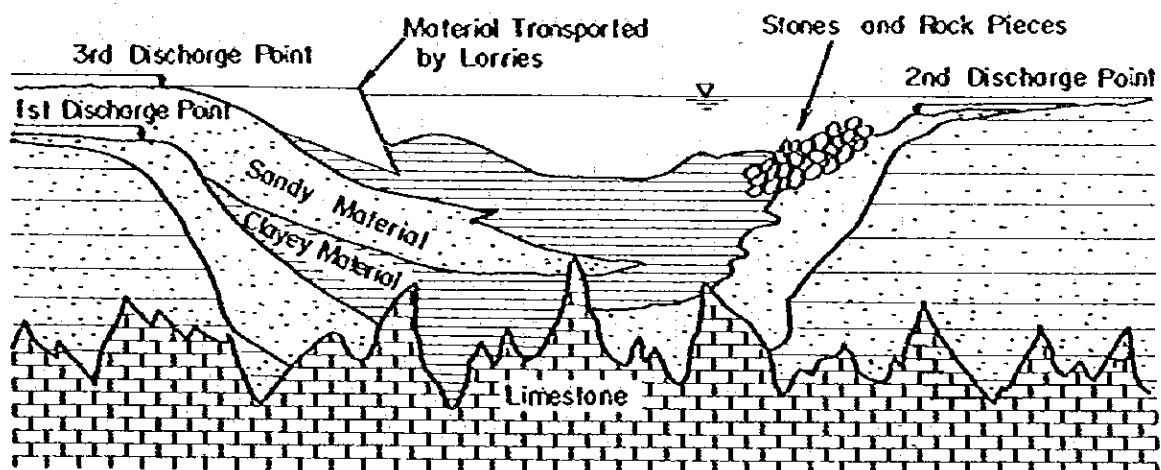


Fig. 3-39 Possible Soil Profile of Previously Mined Land

### 3.5 クアラルンプールの錫鉱業

Fig. 3-40に示すように、クアラルンプール地区の錫鉱山のほとんどは石灰岩の分布する地域に分布している。現在、フェデラルテリトリー内には12以上の操業中の錫鉱地区がある。これらの地区の分布は、錫鉱跡地の分布とともに、Fig. 3-41に示している。すでに操業が予定されている鉱区および現在操業中の鉱区の合計面積は約1,271haであり、また今後操業されるであろう鉱区的面積は約142haである。Table 3-7は、フェデラルテリトリー内の操業中の錫鉱山をリストアップしたものであり、そこでは合計24ユニットのグラベルポンプが稼働している。

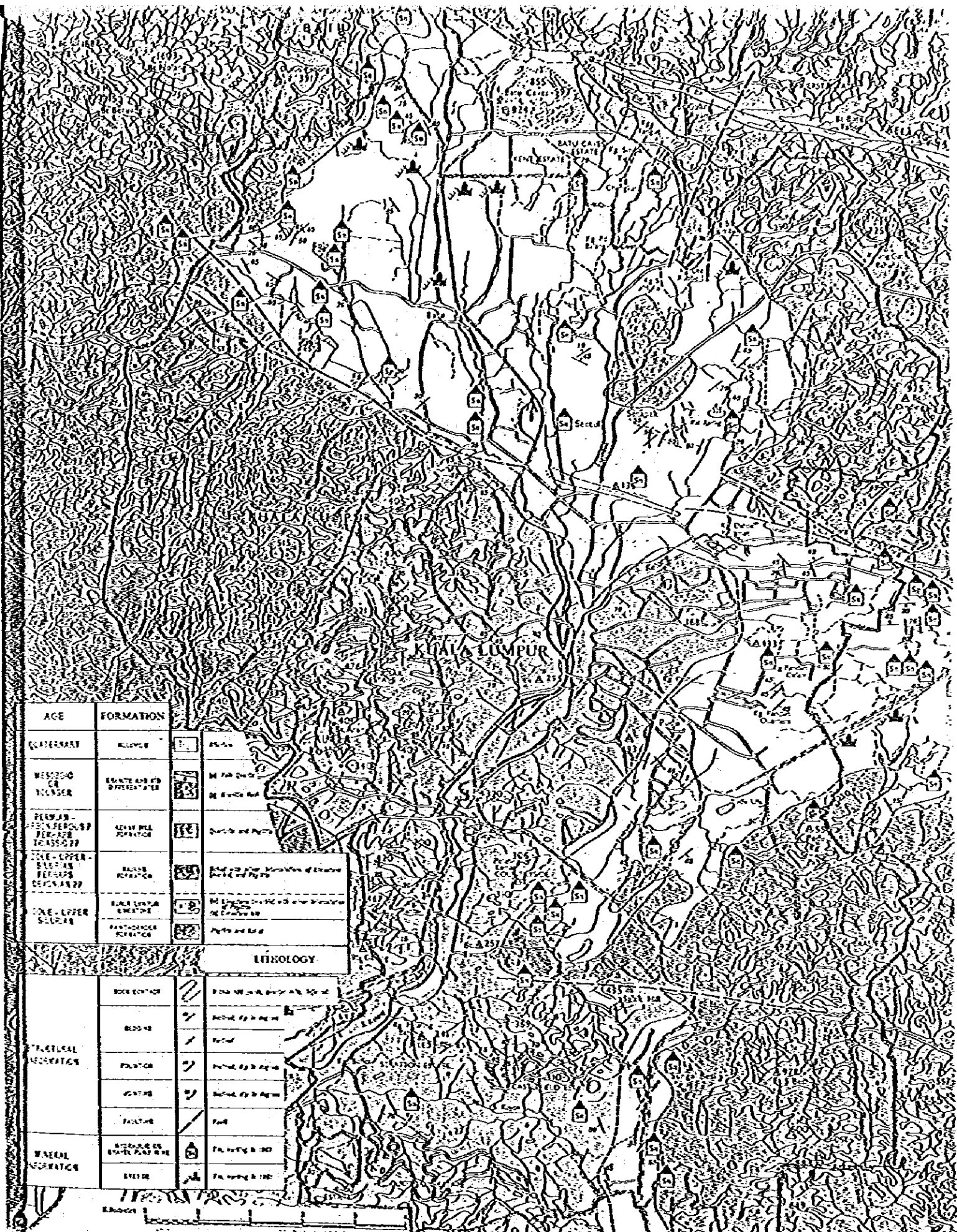
これらフェデラルテリトリーの鉱山からは、Table 3-8に示すように、年間約2400トンの錫が生産され、それはマレーシア国内の総生産量の約4%に相当する。これらの数値からグラベルポンプ1ユニット当りの年平均の錫生産量を算定すると90ないし100トンとなり、これはマレーシア全体の平均の倍以上に相当する。

フェデラルテリトリー内の錫鉱床地帯は、そのほとんどの地区がすでにドレッジャーによって採掘されたために、通常、錫を含む処女地帯は地表では見られない。従って、鉱山業者のほとんどは、Fig. 3-21に示したように、ドレッジングによって取残された石灰岩尖塔間の隙間や石灰岩の割目の中の鉱床を狙って操業している。それらの鉱床は通常厚さ10ないし25mのドレッジテイリングによっておおわれている。

現代の効率のよいグラベルポンプと進歩した抽出技術を用いれば、錫鉱石を十分に抽出し尽されなかったドレッジテイリングのいくらは採算に合った操業の対象となりうる。しかしそれが採算に合わない場合、スライムを含むドレッジテイリングは単に除去し、別の場所へ移さなければならない。その除去作業はブルドーザー・ショベルドーザー・トラック等を用いて行なわれ、またグラベルポンプとパイプラインによっても行なわれる。スライムを除去しなければならない場合はドラグラインも用いられる。これらの再操業は、さらに錫鉱跡地の地盤状況を複雑にするものである。

Fig. 3-32はフェデラルテリトリー内の錫鉱山の一例を示したものである。この鉱山はSyarikat Trimal Sdn. Bhd.によって操業されているものであるが、現在フェデラルテリトリー内では最も大規模な操業中の鉱山地区の1つとなっている。ここでは、1980年現在合計6ユニットのグラベルポンプが稼働中である。同図には用水の循環系および掘削された土砂の移動方向も示されている。

フェデラルテリトリーにおける平均的な錫鉱山の掘削深度は20ないし30m程度であり、最大掘削深度はおそらく100mを越えるであろう。



CONTOUR INTERVAL 250 FEET

Fig.3-40 Geological Map of the Federal Territory (Geological Survey of Malaysia 1969)

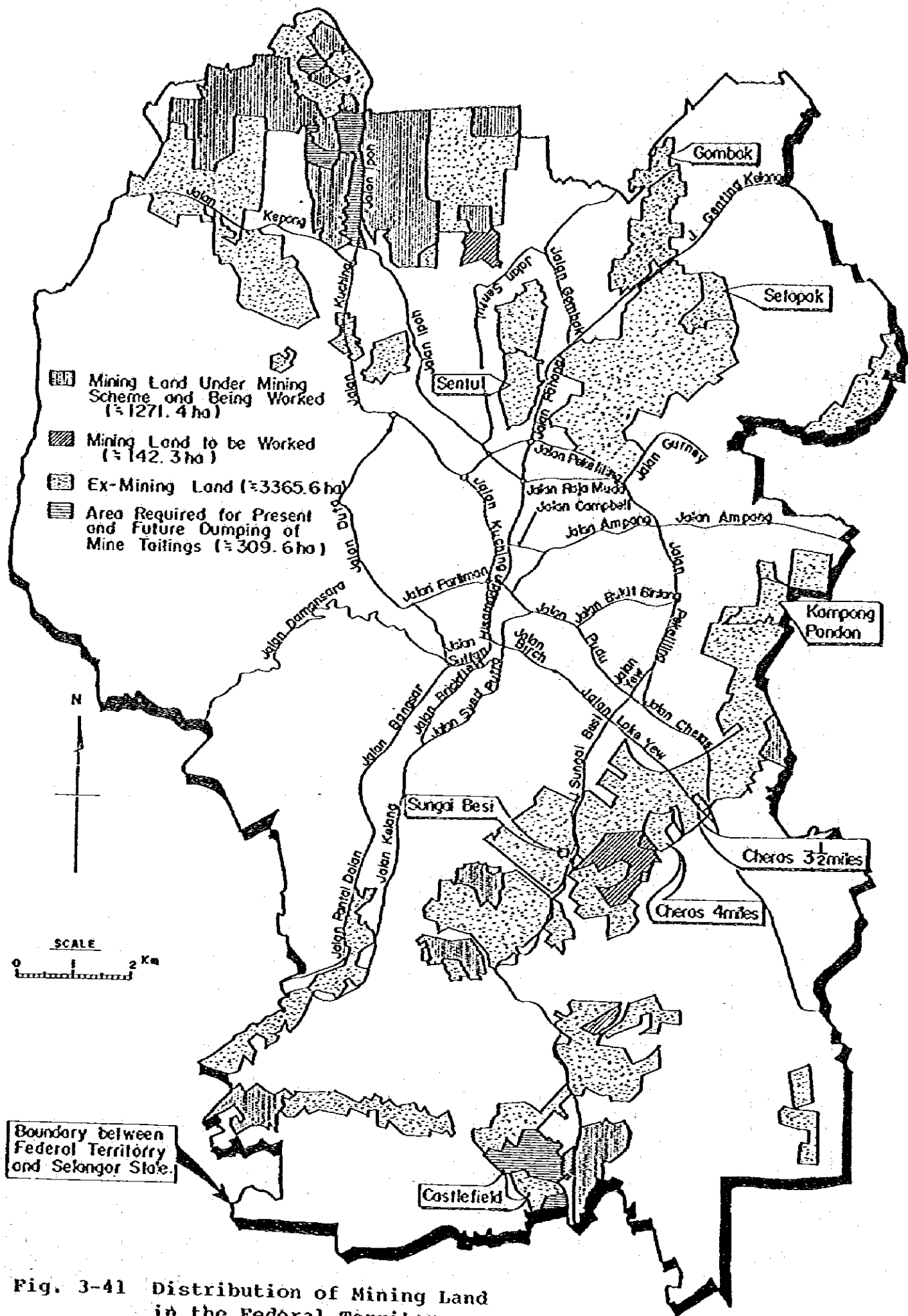


Fig. 3-41 Distribution of Mining Land in the Federal Territory

Table 3-7 List of Active Mines in the Federal Territory

1.	Syarikat Trimal Sdn. Bhd.
2.	Syarikat Galian Kita.
3.	Timah Setapak S/B.
4.	Yap Woon Peow Tin Mg. Co. Setapak
5.	Kin Yip Mining Co. S/B.
6.	Batu Tujuh Mg. Co. S/Bhd.
7.	Syarikat Galian Jaya.
8.	Weng Kok Mg. Co.
9.	Mukim Batu.
10.	Chim Lee Tin Mg. Co. S/B.
11.	Pacific Oriental Minerals S/B.
12.	Nam Seng Tin Mg. (Sel), S/B.
13.	Num Num Mg. Co. S/Bhd.
14.	Syarikat Belantan S/Bhd.
15.	Sungei Kuyoh Mining Sdn. Bhd.
16.	Loong Sin Tin Mining Co. Ltd.

Table 3-8 Tin Mining Statistics in the Federal Territory

Year	Number of Gravel-Pumping Units	Labour (Persons Employed)	Machinery (Active Horse-Power)	Production of Tin-in-Concentrates (Tons (piculs))	
				Total	Per Unit
1974	34	1,389	42,414	3,248 (53,697)	95.5 (1,579)
1975	29	1,025	37,095	2,709 (44,792)	93.4 (1,545)
1976	22	798	28,189	2,083 (34,444)	94.7 (1,566)
1977	28	1,057	35,434	2,496 (41,278)	89.1 (1,474)
1978	32	1,092	43,067	2,931 (48,470)	91.6 (1,515)
1979	28	966	38,336	2,552 (42,197)	91.1 (1,507)
1980	24	808	34,450	2,420 (40,064)	101.0 (1,669)

Note: Wilayah Persekutuan (Federal Territory) came into being on 1.2.1974 & departmental statistics for the area start in the same year.





## 第 4 章 カンボンパンダンとセンツルの地盤状況

---

## 第 4 章 カンボンバンダンとセンツルの地盤状況

	ページ
4.1 カンボンバンダン .....	4-1
4.1.1 カンボンバンダンで実施した地盤調査の詳細 .....	4-1
4.1.2 カンボンバンダンの地盤状況 .....	4-5
4.2 センツル .....	4-13
4.2.1 センツルで実施した地盤調査の詳細 .....	4-13
4.2.2 センツルの地盤状況 .....	4-46

## 第4章 カンボンバンダンとセンツルの地盤状況

第1章で説明した様に、今回の調査では、代表的な錫鉱跡地として、カンボンバンダンとセンツルの2つのサイトを選定した。Fig.4-1はこれらのサイトの位置を示す。錫鉱跡地の地盤状況を調べるためにフェーズIおよびフェーズIIにおいてこれらのサイトで詳細な土質調査を実施した。

フェーズIの現場調査は、1979年12月から1980年2月にかけて実施し、フェーズIIの現場調査は、1980年9月から1981年7月にかけて実施した。

カンボンバンダンとセンツルで行なった土質調査は、現場地盤調査と、室内土質試験の2種に分類される。

地盤状況をより詳細に調べるために、センツルにおいてパイロットテストエリアを設定し、非常に詳細かつ多様な地盤調査を実施した。これら多種類の地盤調査に加えて、このパイロットテストエリアでは試験盛土を実施し、盛土荷重による軟弱地盤の挙動を観測した。試験盛土の詳細とその結果については、第6章にとりまとめている。

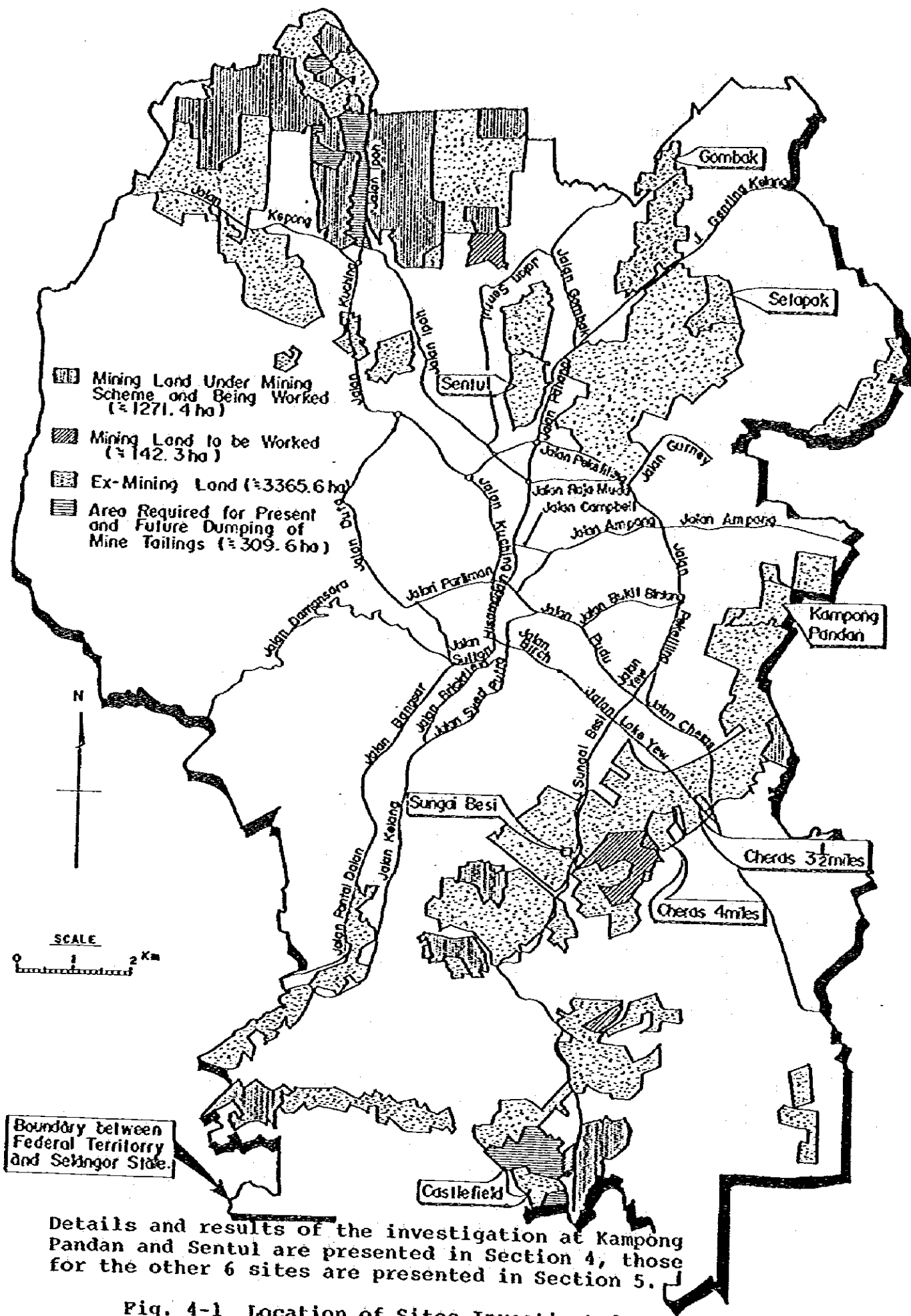
この章の前半の部分ではカンボンバンダンで実施した地盤調査の内容と結果およびその地盤状況について述べる。後半の部分ではセンツルにおける地盤調査の内容と結果およびその地盤状況について報告する。

### 4.1 カンボンバンダン

カンボンバンダンのサイトは都心から約5 km 離れたところに位置し、連邦区の東端縁、ロイヤルセランゴールゴルフコースの隣に位置する。このサイトの面積は約4.3ヘクタールである。サイトには多くの池があり、水草が繁茂している。乾上がった地域はほとんどはスコッター（不法居住者）によって占拠されている。

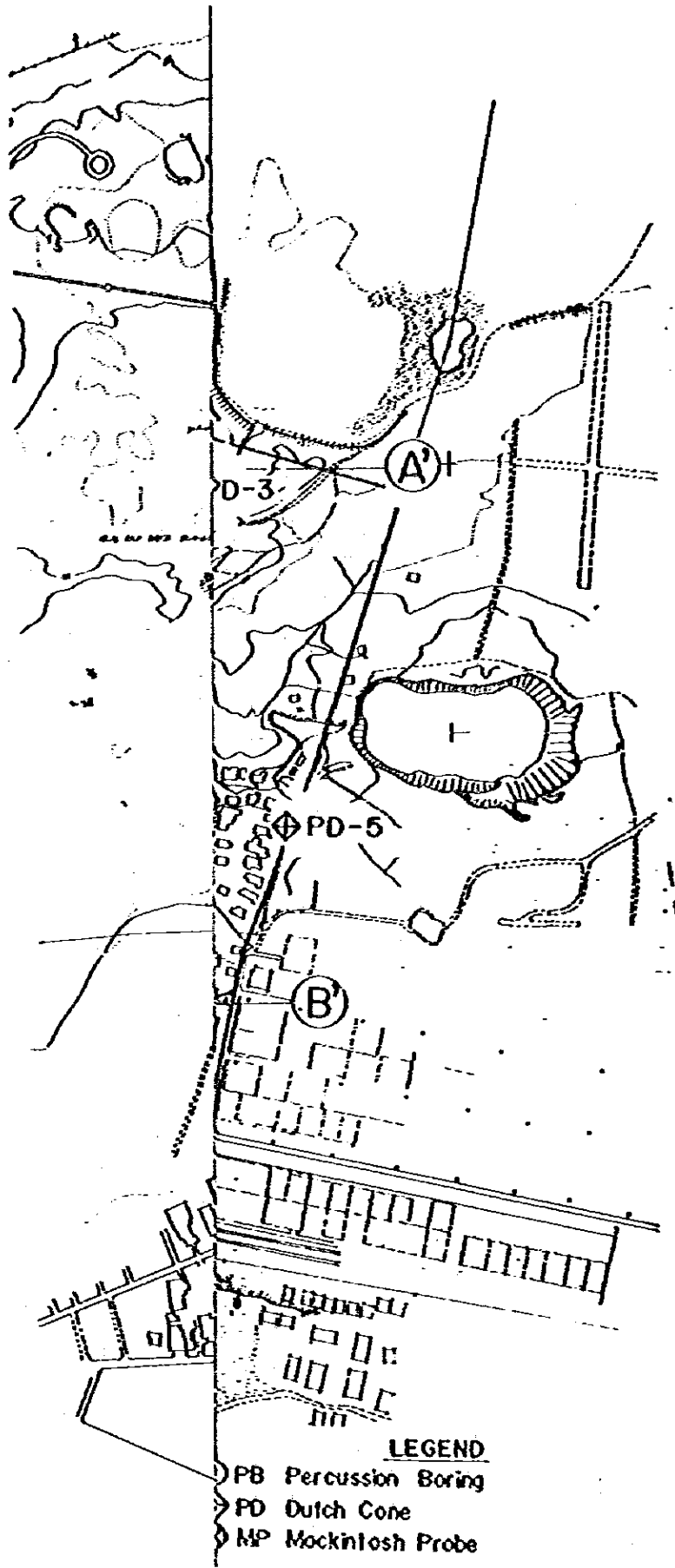
#### 4.1.1 カンボンバンダンで実施した地盤調査の詳細

前述の様に、カンボンバンダンサイトに対して現場調査と、室内土質試験を実施した。カンボンバンダンサイトの平面図と、調査地点をFig.4-2に示す。陸上部ではパーカッションボーリングを5地点で実施し、それに伴って深度1 m毎に標準貫入試験を行なった。また、ダッチコーン貫入試験を9地点で行なった。池底部の堆積物については、マッキントッシュサウンディングと土質試料の採取を行なって調査した。



Details and results of the investigation at Kampong Pandan and Sentul are presented in Section 4, those for the other 6 sites are presented in Section 5.

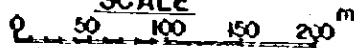
Fig. 4-1 Location of Sites Investigated



**LEGEND**

- PB Percussion Boring
- ◇ PD Dutch Cone
- ◇ MP Mockintosh Probe

**SCALE**



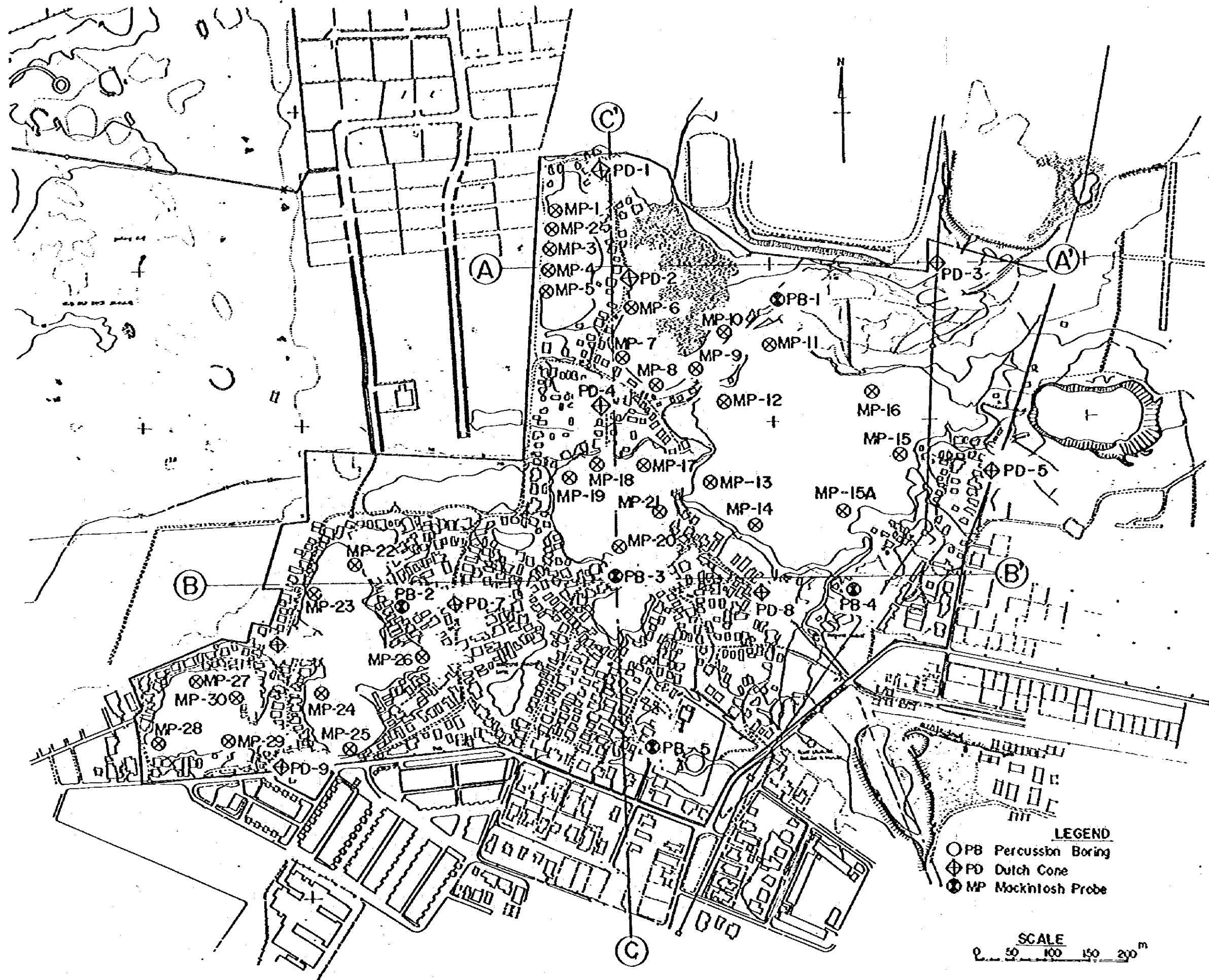
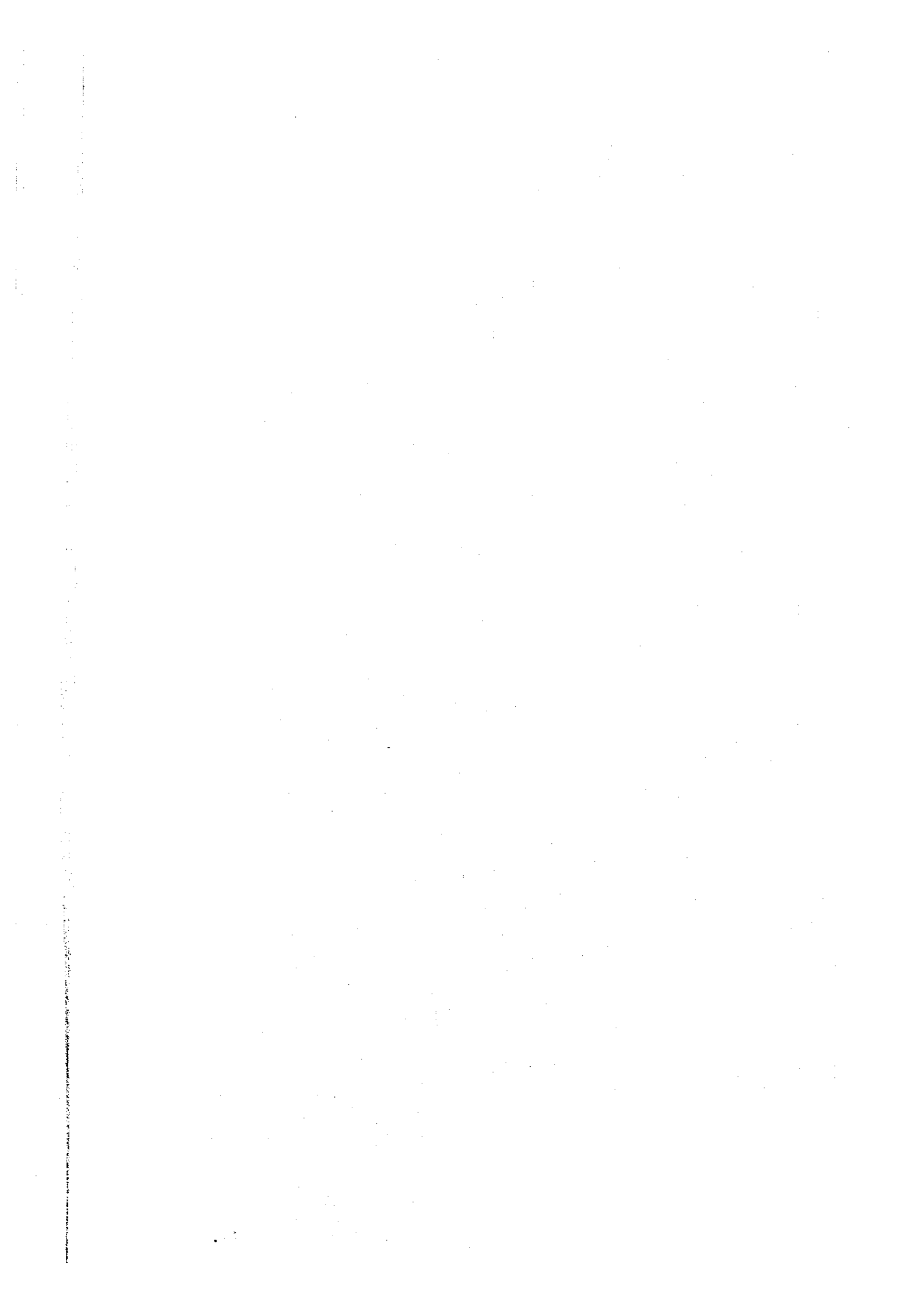


Fig. 4-2 Boring and Sounding Locations at Kampong Pandan Site





土質試料の採取はピートサンプラーを用いて行ない、攪乱試料を採取した。現場調査の詳細についてはTable 4-1にまとめて示す。

室内土質試験は、標準貫入試験に伴って得られた土質試料を用いて行なった。実施した室内試験の種類と数量をTable 4-2にまとめて示す。これらの土質試験は、基礎地盤コンサルタンツ株式会社シンカホール支社の土質試験室で行なった。

#### 4.1.2 カンボンパンダンの地盤状況

カンボンパンダン地区の探査記録によると、この地区の地盤は大きく砂質土地盤と粘性土地盤の2つに分類される。しかしながら粘性土地盤の大半の地域は現在水で浸されているために、パーカッションボーリングとダッチコーン貫入試験は主に砂質土地盤地域で実施した。ボーリングとダッチコーン貫入試験の位置は、Fig. 4-2に示した。Fig. 4-3 aからFig. 4-3 cにこのカンボンパンダンサイトの土層断面を示す。カンボンパンダンで採取したサンプルを用いての室内土質試験の結果は、Table 4-3に示す。

第5章で詳細に説明するように錫鉱跡地の地盤はTable 4-4に示す5つのタイプに分類出来る。カンボンパンダンサイトにおいても、この5タイプ全部の地盤が認められる。しかしながらカンボンパンダンではタイプAの地盤が卓越している。ここではN値50以上の硬い層は深度7mないし20mに存在し、その平均深度は、約13.5mである。地下水位は深度2mないし4mに存在する。カンボンパンダンの各土層の特性は次の通りである。

##### (1) 粘性土層

カンボンパンダンサイトの粘性土層は一般に砂およびレキ分を含み、一般にそのN値はセンツルサイトの粘性土より高い。しかし、カンボンパンダンサイトにはTable 4-5に示すように極めて軟弱な粘性土も分布している。

上記の極めて軟弱な粘性土以外の粘性土層は次の土性値を示している。

N 値	:	1~11、	平均6
自然含水比	:	25~75%、	平均40%
砂、レキ分含有量	:	0~50%、	平均30%

##### (2) 砂質土層

砂質土層は一般に非常にゆるい砂ないしゆるい砂からなり、N値は10以下であ

Table 4-1 Details of Field Ground Investigations Performed at Kampong Pandan

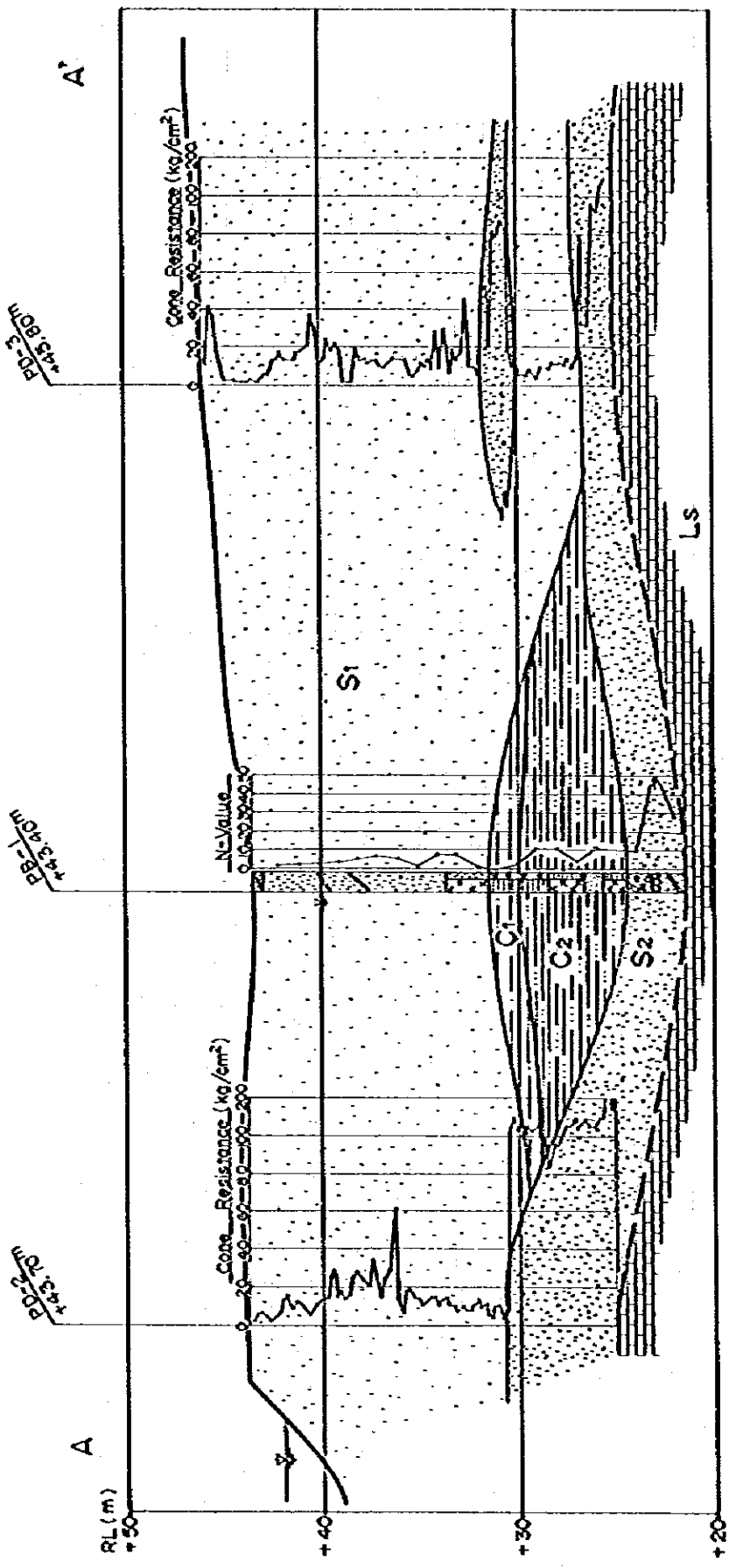
On Land					In Pond			
Percussion Boring			Dutch Cone Penetrometer Test		Mackintosh Probe Sounding			Disturbed Soil Sampling*
Boring No.	Boring Depth (m)	Standard Penetration Test (Nos.)	Test No.	Sounding Depth (m)	Pond No.	Location No.	Sounding Depth (m)	(Nos.)
PB-1	21.80	22	PD-1	22.6	P-1	KP-1	7.6	3
PB-2	7.25	7	PD-2	18.4		KP-2	9.1	3
PB-3	14.75	15	PD-3	20.8		KP-3	9.4	3
PB-4	11.55	11	PD-4	13.8		KP-4	10.0	3
PB-5	15.10	15	PD-5	6.0		KP-5	10.6	2
			PD-6	16.8	P-2	KP-6	7.5	5
			PD-7	16.6		KP-7	9.7	5
			PD-8	6.0		KP-8	10.9	6
			PD-9	18.2		KP-9	10.1	5
						KP-10	10.0	4
					P-3	KP-11	7.9	5
						KP-12	9.4	3
						KP-13	8.5	6
						KP-14	8.8	4
						KP-15A	11.5	5
					KP-15	8.5	6	
					KP-16	7.9	4	
					P-4	KP-17	9.3	4
						KP-18	8.1	3
						KP-19	9.4	3
						KP-20	7.5	2
						KP-21	9.4	3
					P-5	KP-22	4.8	4
						KP-23	6.6	3
						KP-24	4.9	3
						KP-25	6.6	3
						KP-26	5.4	3
					P-6	KP-27	11.6	2
						KP-28	8.2	2
						KP-29	9.1	4
						KP-30	11.9	3
<b>Total</b>	<b>70.45</b>	<b>70 Nos.</b>	<b>9</b>	<b>132.2 m</b>	<b>6</b>	<b>31</b>	<b>320.8 m</b>	<b>133 Nos.</b>

\* Disturbed soil samplings were performed at Mackintosh probe test locations using a peat sampler

\*\* loc.: locations

Table 4-2 Laboratory Soil Tests Performed on Samples from Kampong Pandan

Area		On Land				
Type of Boring		Percussion Total				
Boring No.		PB-1	PB-2	PB-3	PB-4	PB-5
Physical Property Tests	Water Content (Nos.)	10	5	9	7	31
	Specific Gravity (Nos.)	10	5	9	7	31
	Unit Weight (Nos.)	-	-	-	-	-
	Atterberg Limits (Set)	4	4	3	-	11
	Grain Size Analysis	By Sieve Only (Nos.)	4	1	3	7
By Sieve and Sedimentation (Nos.)		6	4	6	-	16
Study Phase		I				



LEGEND

LAYER	LEGEND	COLOUR	N-VALUE	qc (kg/cm <sup>2</sup> )
Mud		Dark Grey	1-0	1-0
Upper Clayey Layer (Very Soft to Soft Clay)	C1	Greyish-White ~ Greyish-Brown	0-1	1-0
Lower Clayey Layer (Soft to Medium Clay)	C2	Greyish-Brown ~ Dark-Gray	3-6	2-10
Upper Sandy Layer (Very Loose to Loose Sand)	S1	Light-Gray	1-10	<40
Lower Sandy Layer (Medium-Dense Sand)	S2	Light-Gray, Dark-Brown	1-20	40-120
Limestone bedrock	LS	Grey, Whitish-Gray	>30	>100

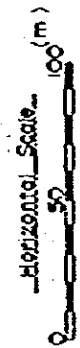
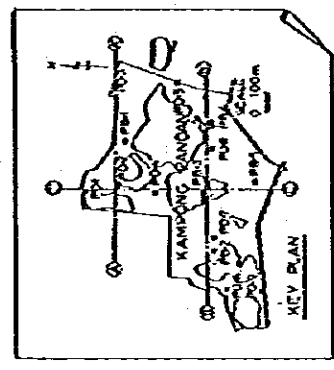
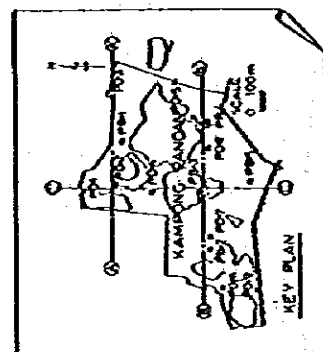
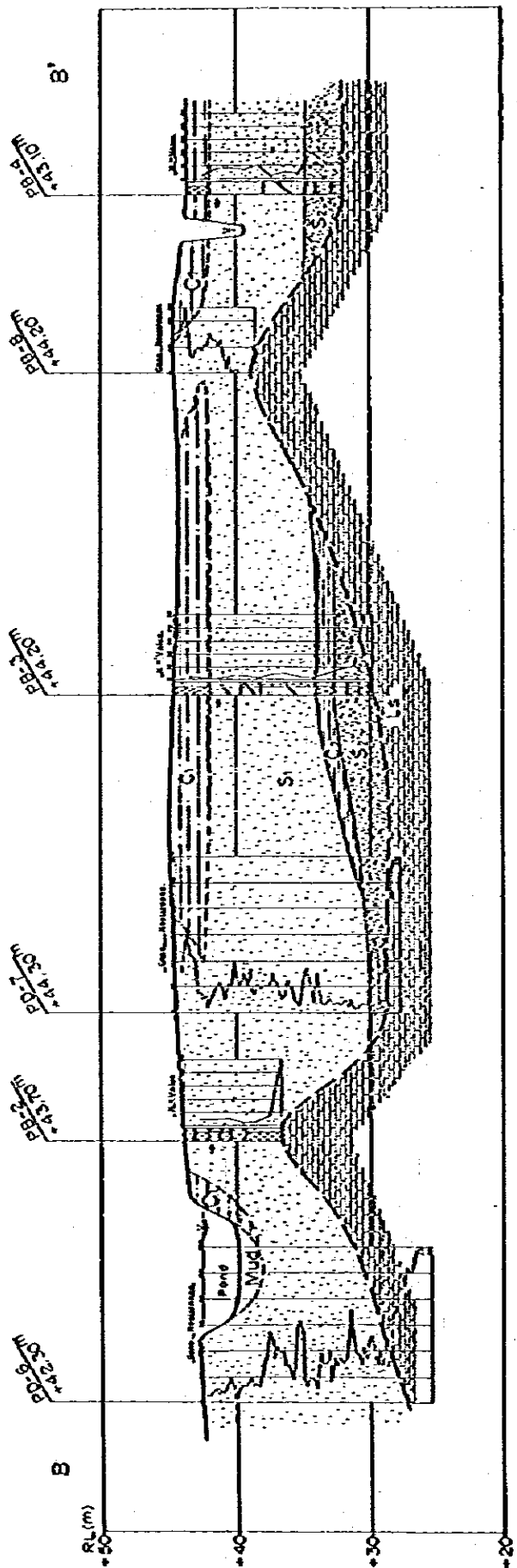


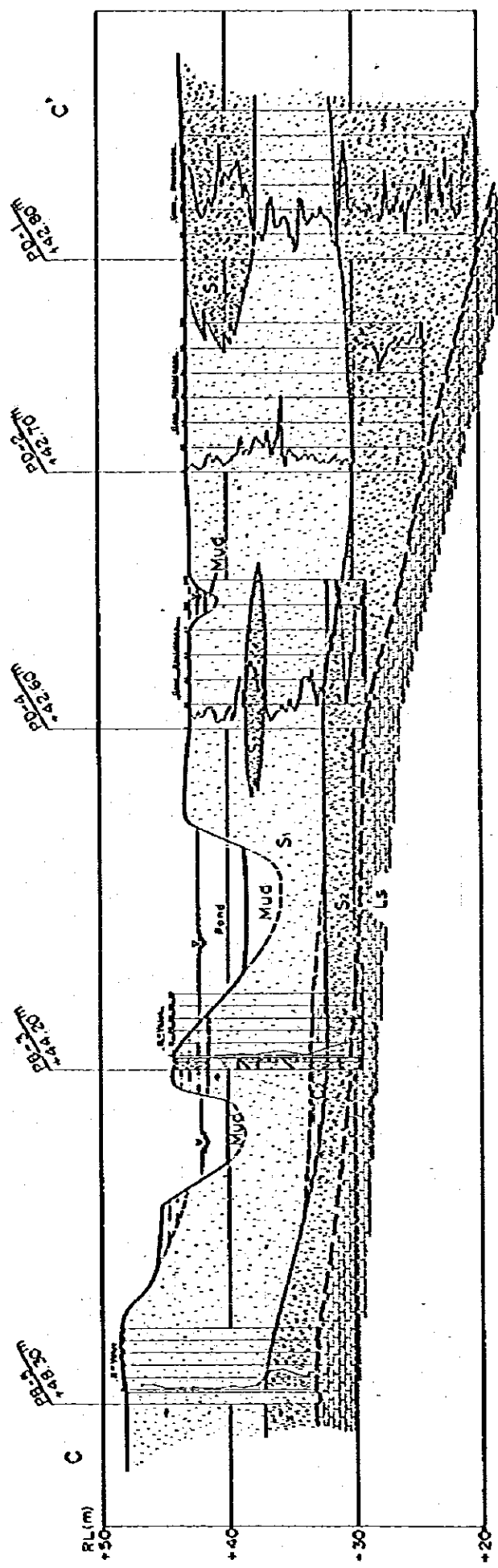
Fig. 4-3a Soil Profile at Kampong Pandan, Cross Section A-A'



**LEGEND**

LAYER	LEGEND	COLOUR	Moisture (%)	Moisture (cc)
Mud	Mud	Dark Grey	1.0	1.0
Upper Clayey Layer (Very Soft to Soft Clay)	CL	Greyish-White - Greyish-Brown	0 - 1	1.0
Lower Clayey Layer (Soft to Medium Clay)	Ca	Greyish-Brown - Dark-Grey	3 - 6	2 - 10
Upper Sandy Layer (Very Loose to Loose Sand)	S1	Light-Grey	1 - 10	< 40
Lower Sandy Layer (Medium-Dense Sand)	S2	Light-Grey, Dark-Brown	1 - 20	40 - 120
Limestone Bedrock	Ls	Grey, Whitish-Grey	> 30	> 120

Fig. 4-3b Soil Profile at Kampong Pandan, Cross Section B-B'



Horizontal Scale 0 50 100 (m)

LEGEND

LAYER	LEGEND	COLOUR	N-value	q <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
Mud	MUD	Dark Grey	1-0	1-0
Upper Clayey Layer (Very Soft to Soft Clay)	C1	Greyish-White	0-1	1-0
Lower Clayey Layer (Soft to Medium Clay)	C2	Greyish-Brown	3-6	2-10
Upper Silty Layer (Very Loose to Loose Sand)	S1	Light-Grey	1-10	<40
Lower Silty Layer (Medium-Dense Sand)	S2	Light-Grey, Dark-Brown	1-20	40-120
Limestone Bedrock	LS	Grey, Whitish-Grey	>30	>120

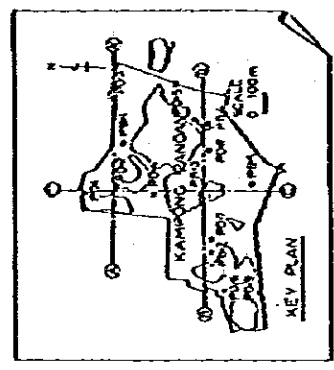


Fig. 4-3c Soil Profile at Kampong Pandan, Cross Section C-C'

Table 4-3 Summary of Soil Tests on Samples from Kampong Pandan

Boring No.	PB-1													PB-2					
	P-1	P-4	P-7	P-9	P-11	P-13	P-15	P-17	P-19	P-20	P1/D2	P2/D3	P3/D4	P4/D5	P5/D6				
Sample No.*	1.15m	4.15m	7.15m	9.15m	11.15m	13.15m	15.15m	17.15m	19.15m	21.15m	1.00m	2.00m	3.00m	4.00m	5.00m				
Sample depth	1.45m	4.45m	7.45m	9.45m	11.45m	13.45m	15.45m	17.45m	19.45m	21.45m	1.45m	2.45m	3.45m	4.45m	5.45m				
Natural water content, %	13.8	12.5	9.3	8.5	33.1	39.7	20.5	42.8	20.7	18.1	23.2	17.3	32.7	23.2	19.9				
Specific gravity	2.648	2.633	2.644	2.651	2.605	2.612	2.726	2.608	2.655	2.722	2.599	2.611	2.575	2.617	2.632				
Liquid limit, %	-	-	-	-	35.0	51.1	34.0	61.3	-	-	61.9	-	59.8	41.8	33.6				
Plastic limit, %	-	-	-	-	21.4	27.0	19.5	33.8	-	-	22.0	-	24.9	18.2	15.4				
Plasticity Index	-	-	-	-	13.6	24.1	14.5	27.5	-	-	39.9	-	34.9	23.6	18.2				
Gravel, %	21	6	22	22	14	0	24	0	5	15	8	18	5	4	8				
Sand, %	76	93	75	74	24	14	39	0	48	48	58	71	35	44	50				
Silt, %	3	1	3	4	37	37	21	47	18	18	7	11	10	15	15				
Clay & colloid, %	9.52	9.52	9.52	9.52	25	49	16	53	29	9	27	50	37	27	27				
Max. diameter, mm	9.52	9.52	9.52	9.52	9.52	2.00	9.52	0.074	9.52	9.52	9.52	9.52	4.76	4.76	9.52				
Diam. at 60%	1.1	0.60	1.0	1.1	0.062	0.016	0.75	0.012	0.16	0.83	0.50	1.2	0.085	0.17	0.31				
Diam. at 10%	0.18	0.17	0.21	0.24	-	-	-	-	-	0.0077	-	-	-	-	-				
Visual soil description	Gravel Sand	Sand	Gravel Sand	Gravel Sand	Sandy Clay	Silty Clay with Sand	Clayey Sand with Gravel	Silty Clay	Clayey Sand	Silty Sand	Clayey Sand	Sand	Sandy Clay	Sandy Clay	Clayey Sand				
Unified soil classification	SW	SP	SP	SP	CL	CH	SC	MH	-	-	SC	-	CH	CL	SC				

Boring No.	PB-3													PB-5					
	P-1	P-3	P-5	P-7	P-9	P-11	P-12	P-13	P-14	P-17	P-19	P-20	P-10	P-12	P-14	P-15			
Sample No.*	1.15m	3.15m	5.15m	7.15m	9.15m	11.15m	12.15m	13.15m	14.00m	1.15m	4.15m	7.15m	10.15m	12.15m	14.15m	15.00m			
Sample depth	1.45m	3.45m	5.45m	7.45m	9.45m	11.45m	12.45m	13.45m	14.18m	1.45m	4.45m	7.45m	10.45m	12.45m	14.45m	15.10m			
Natural water content, %	17.1	14.7	14.5	16.9	17.7	73.5	38.9	37.7	13.2	8.8	15.9	21.6	19.8	16.4	21.2	9.5			
Specific gravity	2.642	2.649	2.639	2.637	2.621	2.499	2.474	2.623	2.712	2.643	2.632	2.637	2.647	2.656	2.651	2.638			
Liquid limit, %	-	-	-	-	-	82.2	50.6	48.8	-	-	-	-	-	-	-	-			
Plastic limit, %	-	-	-	-	-	42.7	32.3	26.0	-	-	-	-	-	-	-	-			
Plasticity Index	-	-	-	-	-	39.5	18.3	22.8	-	-	-	-	-	-	-	-			
Gravel, %	18	37	3	11	27	0	16	4	2	7	6	2	2	7	6	46			
Sand, %	64	55	86	79	48	0	36	29	58	80	86	96	91	86	88	48			
Silt, %	10	8	11	10	14	18	24	38	32	13	8	2	7	7	6	6			
Clay & colloid, %	8	8	8	8	11	82	24	29	8	-	-	-	-	-	-	-			
Max. diameter, mm	9.52	19.1	4.76	9.52	9.52	0.022	9.52	4.76	4.76	4.76	4.76	4.76	4.76	4.76	4.76	25.4			
Diam. at 60%	0.95	2.1	0.35	0.68	1.1	-	0.25	0.044	0.18	0.47	0.49	0.67	0.53	0.46	0.46	5.0			
Diam. at 10%	0.0092	0.10	-	0.074	0.0030	-	-	-	0.0075	-	0.087	0.21	0.15	0.11	0.12	0.10			
Visual soil description	Sand w/Silt	Gravel Sand	Sand	Sand	Gravel with Clay	Silty Sand	Sandy Clay	Sandy Clay	Silty Sand	Sand	Sand	Sand	Sand	Sand	Sand	Gravel Sand			
Unified soil classification	-	(SH-SM)	(SP-SM)	(SH-SM)	(SH-SM)	MH	MH	CL	-	(SP-SM)	SP	(SP-SM)	(SP-SM)	(SP-SM)	(SP-SM)	(SP-SM)			

\* Note: All samples are disturbed.

Table 4-4 Types of Ground in Ex-mining Land Classified from Engineering Viewpoint

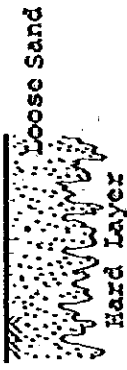




Type of Deposit on Bedrock or Other Bearing Layer	Relation to Mining Operation	Examples of Ex-Mining Land
<p>Type A</p>  <p>Loose Sand Hard Layer</p>	<p>Tailing Area near Tailing Point</p>	<p>Kampong Pandan Cheras 3-1/2 miles Cheras 4 miles Sungai Besi</p>
<p>Type B</p>  <p>Loose Sand Soft Clay Hard Layer</p>	<p>Tailing Area and/or Slime Pond Covered Later with Sandy Tailing or Sandy Dumping</p>	<p>Gombak, Kampong Pandan, Cheras 3-1/2 miles, Cheras 4 miles Sungai Besi, Castlefield</p>
<p>Type C</p>  <p>Soft Clay Loose Sand Hard Layer</p>	<p>Tailing Area far from Tailing Point, or Slime Pond</p>	<p>Sentul, Gombak Kampong Pandan, Cheras 3-1/2 miles, Cheras 4 miles</p>
<p>Type D</p>  <p>Soft Clay Hard Layer</p>	<p>Slime Pond, Tailing Area far from Tailing Point</p>	<p>Sentul, Setapak Castlefield</p>
<p>Type E</p>  <p>Water Soft Clay/ Loose Sand Hard Layer</p>	<p>Old Mining Hole</p>	<p>Pond of Kampong Pandan Setapak</p>

Table 4-5 Extremely Soft Clay Layers Found at Kampong Pandan

Location	Depth of the Layer	Cone Resistance
PD-3	1.0 to 3.0 m	0 kg/cm <sup>2</sup>
PD-5	0.5 to 5.0 m	0 kg/cm <sup>2</sup>
PD-8	4.2 to 5.6 m	0 kg/cm <sup>2</sup>

Table 4-6 Water Depth, Thickness of Floating Mud or Very Soft Clay at Bottom of Ponds at Kampong Pandan

Site	Pond No.	Water Depth at Sounding Point	Thickness of Floating Mud or Very Soft Clay at Bottom of Pond
Kampong Pandan	P-1	1.5 m	0 ~ 3.0 m
	P-2	2.0 m	0 ~ 1.5 m
	P-3	1.5 m	0 ~ 2.0 m
	P-4	2.0 m	0 ~ 2.0 m
	P-5	2.5 m	0 ~ 2.5 m
	P-6	1.5 m	0 ~ 2.5 m



る。この層には10%ないし40%のレキ分が含まれている。

### (3) 硬い層

N値50以上の硬い層は深度7mないし20mに分布し、その平均深度は約13.5mであった。ダッチコーン貫入試験は、深度6mないし22.6mで貫入不能となり、その平均深度は、15.5mであった。

### (4) 池の底の堆積物

池の底の堆積物についてはマッキントッシュサウンディングと特別のサンブラーによる土質試料採取を行なって調査した。Fig.4-4にこの調査によって明らかにされた池の土層断面を示す。各池の水深および浮遊泥(極軟弱粘性土)の厚さを4-12ページのTable4-6に示す。

## 4.2 センツル

センツルサイトは、都心から約3km北に位置する。しかしながらこのサイトの地盤状況は対策工なしで構造物を建設するには悪すぎるために現在そのほぼ全域が使用されていない。シティーホールではクイ基礎を用いての低価格住宅の建設を始めている。

### 4.2.1 センツルで実施した地盤調査の詳細

センツルサイトに対する地盤調査は、現場調査および室内土質・岩石試験から成る。調査の詳細は、下記の通りである。

#### (1) 現場調査

現場調査の種類とその数量は、Table4-7およびTable4-8に一括して示す。センツルサイトにおける現場調査の種類、実施位置およびその調査の主要目的をTable4-9にまとめた。

##### (a) 全地域

センツルサイトの陸上全地域を対象にした地盤調査としてパーカッションボーリング・ダッチコーン貫入試験・電気探査および微重力測定を実施した。これらのボーリングおよびサウンディングの実施位置をFig.4-5に示す。パーカッションボーリングでは深度1m毎に標準貫入試験を実施した。ダッチコーン貫入試験は10tの押込み能力のあるものを用いボーリングの地点間を精完して地盤のコーン支持力の測定を行なった。

ボーリング、標準貫入試験およびダッチコーン貫入試験の結果は、土層断面図としてFig. 4-6a からFig. 4-6g にまとめた。土層断面図の断面の位置はFig. 4-5 に示した。

(b) 池

池の底の堆積物はマッキントッシュサウンディングおよび特殊なサンプラーを用いて調査した。試験位置はFig. 4-5 に示した。これらの結果に基づく土層断面図をFig. 4-7 に示す。水深と池の底の浮遊泥あるいは極めて軟らかい粘性土の厚さとをまとめるとTable 4-10 の様になる。

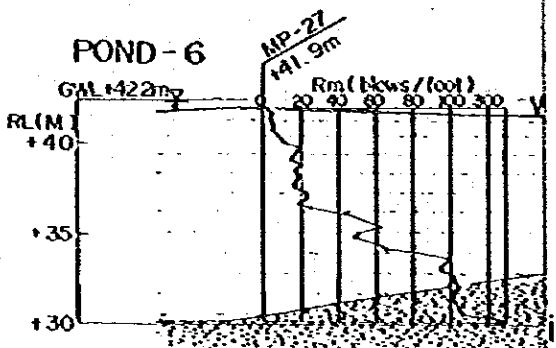
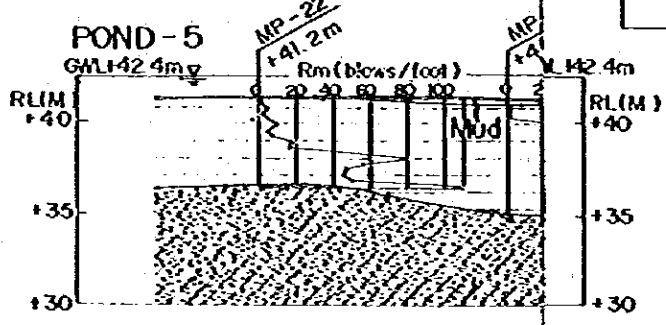
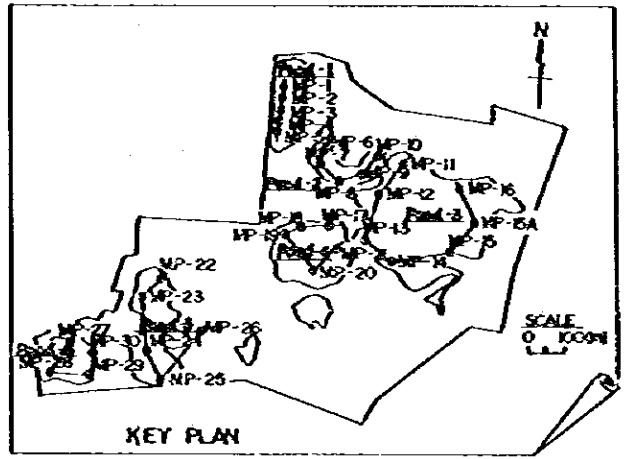
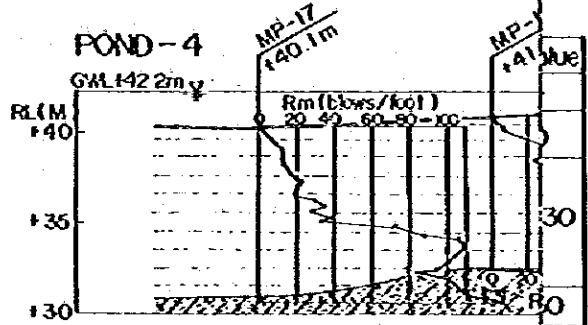
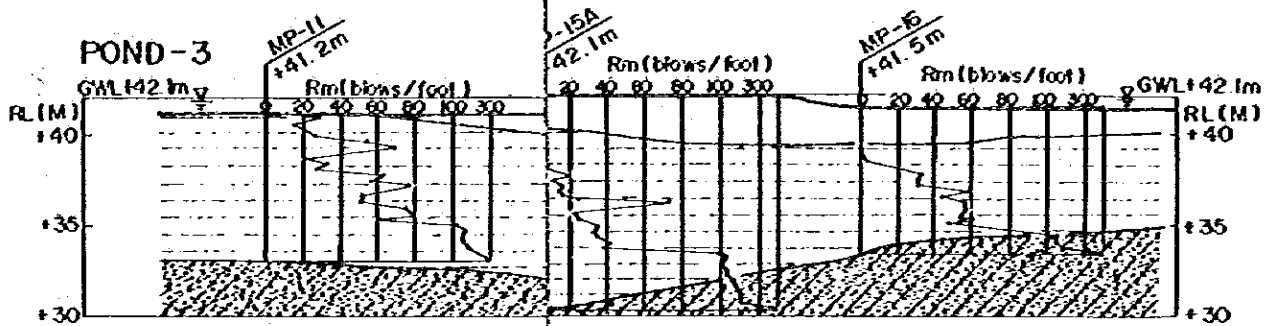
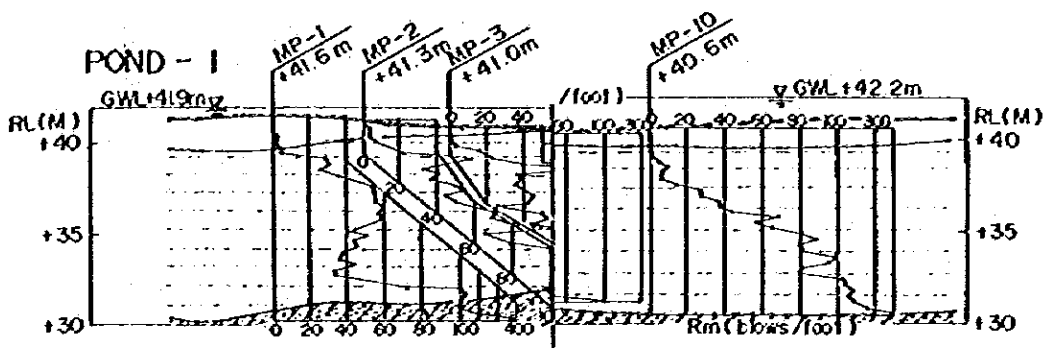
(c) パイロットテストエリア

錫鉱跡地の土質特性を詳細に調査するために、センツルサイトにパイロットテストエリアを設定して内容豊富な調査を実施した。パイロットテストエリアは100m×100mの区域とし、さらにその中を10m×10mの小区域(Sub-section)に分割した。集中的な土質調査をこの小分割したサブセクションのうちA、A'、A"およびBで実施した。パイロットテストエリアおよび試験盛土の位置・形状およびそれらの配置をFig. 4-8 に示す。また小区域内で実施した試験の位置はFig. 4-9 に示す。

センツルのパイロットテストエリアにおいて実施した土質調査内容は、次の通りである。

○フェーズI

- 1) 電気探査
- 2) 微重力測定
- 3) ダッチコーン貫入試験
- 4) 動的貫入試験
- 5) ボアプレッシャーサウンディング
- 6) パーカッションボーリング
- 7) ロータリーボーリング(岩盤ボーリングを含む)
- 8) 不攪乱試料の採取
- 9) 標準貫入試験
- 10) ベーンせん断試験
- 11) プレシオメーター試験



Files of Ponds at Kampong Pandan

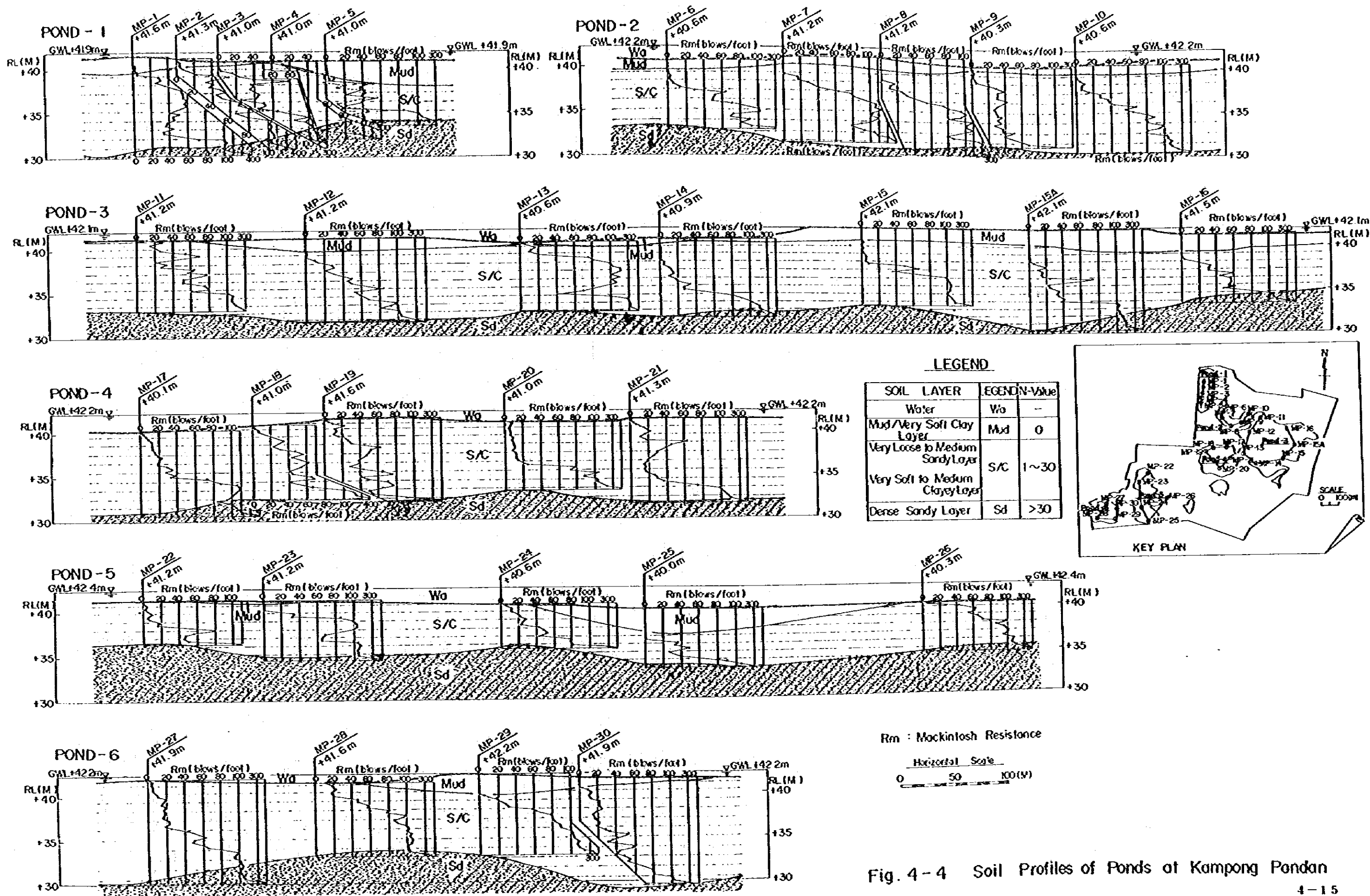


Fig. 4-4 Soil Profiles of Ponds at Kampong Pandan

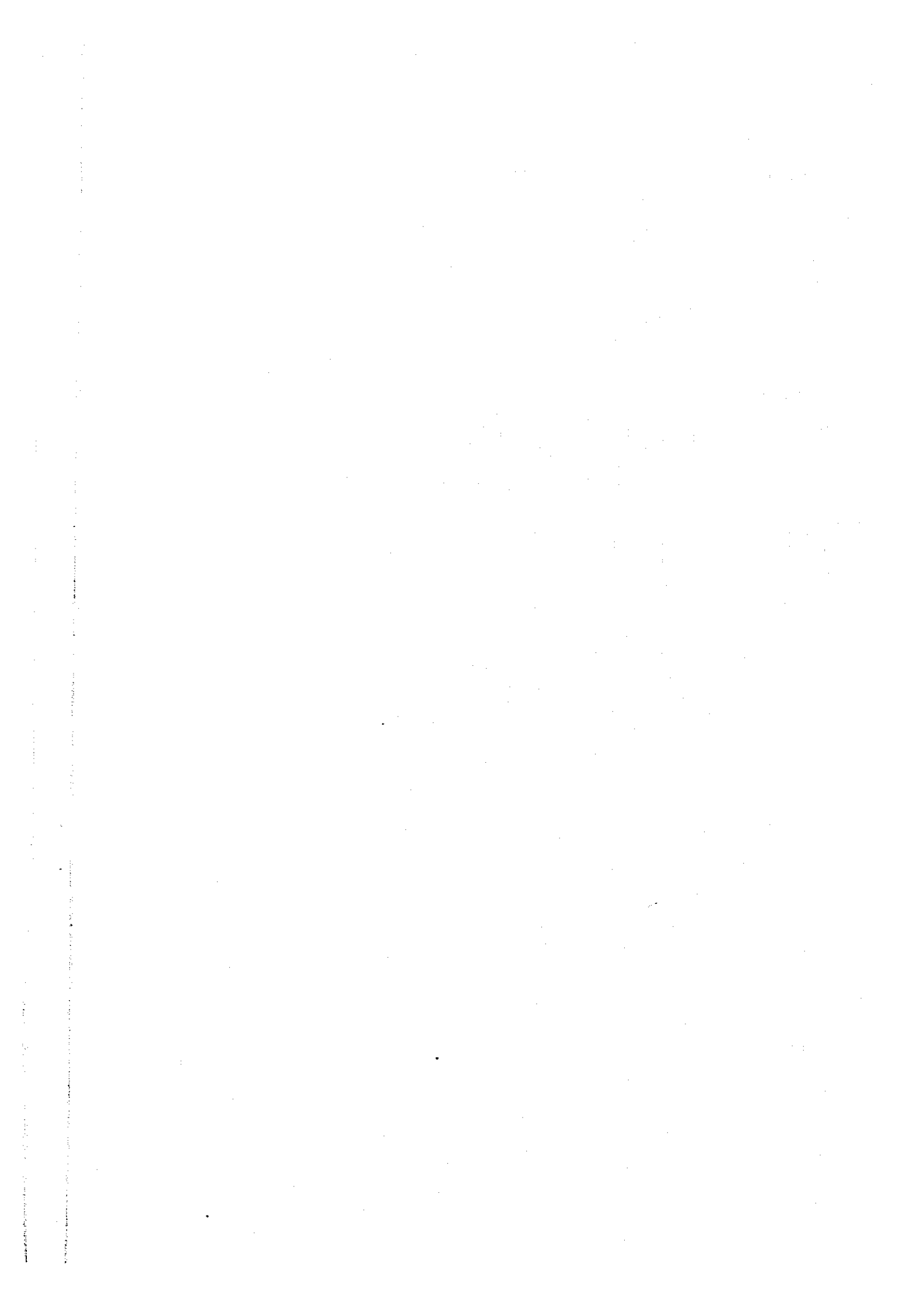


Table 4-7 Details of Field Ground Investigation Performed at Sentul

Geophysical Survey	Soundings										Dis- turbed Soil Sampling (Nos.)	Boring		
	Electri- cal Sounding	Micro- gravity Measure- ment	Dutch Cone Pene- trometer Test		Dynamic Cone Test		Pore Pressure Sounding		Swedish Sounding	Mackintosh Probe Sounding				
			Test No./ Location	Sound- ing Depth (m)	Test No./ Location	Sound- ing Depth (m)	Loca- tion	Test No.		Sound- ing Depth (m)		Test No./ Loca- tion	Sound- ing Depth (m)	
Entire Area On Land	25 Lo- cations	121 Lo- cations	A'	7.8	-	-	A"	1	2.69	Refer Detail in Table 4-11 & 4-12			Refer Detail in Table 4-8	
			A"	12.8	A"	19.2	2	2.68						
			B	16.0	B	14.2	2	11.50						
	5 Lo- cations	121 Lo- cations	3 Lo- cations	36.0m	2 Lo- cations	33.4m	2 Lo- cations	4	28.47m	96 Lo- cations	4 Locations 66.0 m	10 Locations 227.1 m	Refer detail in Table 4-8	
			SD-1	28.8										
			SD-2	17.2										
			SD-3	18.6										
			SD-4	17.4										
			SD-5	20.2										
			SD-6	27.4										
			SD-8	12.6										
			SD-9	15.4										
			SD-10	22.0										
			SD-11	20.2										
			SD-12	19.4										
			SD-13	19.6										
			SD-15	13.8										
			SD-16	17.8										
SD-17	15.0													
SD-18	7.4													
In Pond														
Total	5 Lo- cations	9 Lo- cations	16 Lo- cations	292.8m	0 Lo- cation	0 m	0 Lo- cation	0 Tests	0 m	0 Loca- tion	5 Lo- cations	50.6m	9 Locations 144.3 m	0 Location 0 m
	30 Lo- cations	130 Lo- cations	19 Lo- cations	328.8m	2 Lo- cations	33.4m	2 Lo- cations	4 Tests	28.47m	96 Lo- cations 1179 m	5 Lo- cations	50.6m	13 Locations 210.3 m	10 Locations 227.1 m

Table 4-8 Exploratory Boring Performed at Sentul

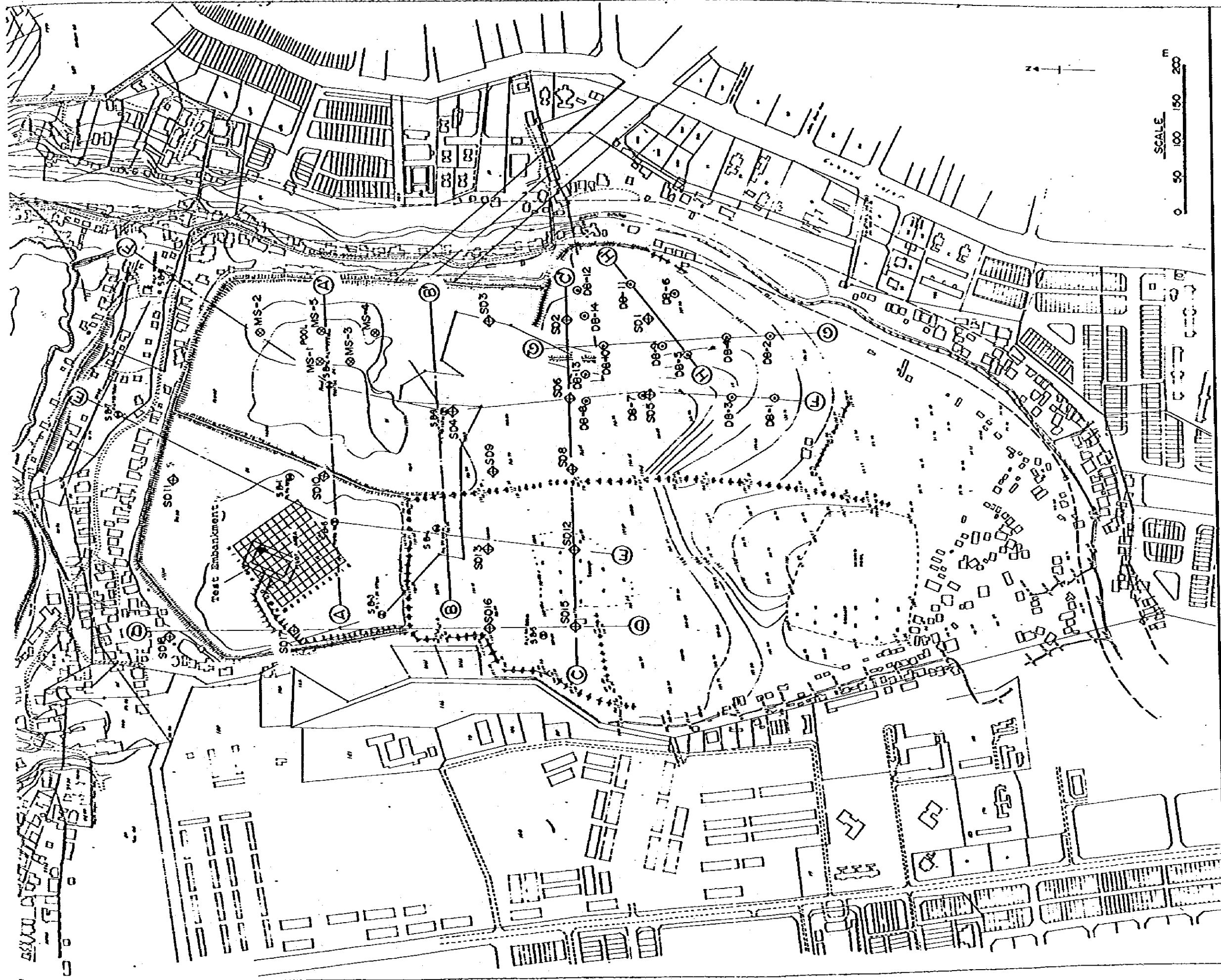
Type of Boring	Area	Sub-Section	Boring No.	Boring Length			Undis- turbed Sampl- ing (Nos)	In-Situ Tests in Boreholes			
				Soil Boring (m)	Rock Boring (m)	Total (m)		Standard Penetra- tion Test (Nos)	Vane Test (Nos)	Pres- sure- meter Test (Nos)	In-Situ Perme- ability Test (Nos)
Percussion Boring	Pilot Test Area	A	10.80	0	10.80	0	11	0	0	1	
		A'	10.03	0	10.03	0	10	0	0	1	
		A''	19.20	0	19.20	0	19	0	0	4	
		B	26.00	0	26.00	0	26	0	0	0	
		Sub-Total	66.03	0	66.03	0	66	0	0	6	
	Entire Area on Land	SB-1	13.05	0	13.05	0	13	0	0	0	
		SB-2	8.70	0	8.70	0	9	0	0	0	
		SB-3	10.52	0	10.52	0	11	0	0	0	
		SB-4	20.01	0	20.01	0	20	0	0	0	
		SB-5	17.02	0	17.02	0	17	0	0	0	
		SB-6	36.10	0	36.10	0	36	0	0	0	
		SB-7	10.10	0	10.10	0	10	0	0	0	
		SB-8	12.03	0	12.03	0	12	0	0	0	
		SB-9	16.80	0	16.80	0	17	0	0	0	
		Sub-Total	144.33	0	144.33	0	145	0	0	0	
	Total	210.36	0	210.36	0	211	0	0	9		
	Rotary Drilling	Pilot Test Area	A	21.25	8.20	29.45	3	7	0	1	0
			B	14.15	5.55	19.70	0	0	2	5	0
			A	29.00	7.00	36.00	9	14	0	5	0
B			26.00	7.50	33.50	0	1	11	0	3	
Sub-Total			90.40	28.25	118.65	12	22	13	11	3	
Test Embankment			SBH-1 <sup>*1</sup>	18.11	0	18.11	8	10	27	0	0
			SBH-2 <sup>*1</sup>	20.15	0	20.15	8	12	23	0	0
		SBH-3 <sup>*2</sup>	25.00	0.50	24.50	17	9	36	0	0	
		SBH-4 <sup>*2</sup>	23.06	0	23.06	9	7	17	0	0	
		SBH-5 <sup>*3</sup>	24.20	0	24.20	11	7	11	0	0	
		SBH-6 <sup>*3</sup>	26.17	0	26.17	10	11	12	0	0	
Sub-Total		136.69	0.50	136.19	63	56	126	0	0		
Total		227.09	28.75	254.84	75	78	139	11	3		
Grand Total	437.45	28.75	465.20	75	289	139	11	12			

Notes: \*1 SBH-1 and SBH-2 were performed before trial embankment.  
 \*2 SBH-3 and SBH-4 were performed after 1st stage of embankment  
 \*3 SBH-5 and SBH-6 were performed after 2nd stage of embankment  
 \* SBH-1 to SBH-6 were performed in Phase II, others in Phase I

Table 4-9 Types, Location, and Main Objects of Field Ground Investigations at Sentul

Type of Field Ground Investigation	Location	Main Object
Electrical Sounding	◦ Pilot Test Area	Average Depth to Bedrock
Microgravity Measurement	◦ Pilot Test Area	Undulation of Bedrock Surface and Existence of Cavities in Bedrock
Rotary Boring	◦ Sub-Sections A" and B	Depth to Sound Bedrock and Obtainment of Rock Core Samples
Percussion Boring	◦ Entire Area ◦ Sub-Sections A, A', A" and B	Depth to Hard Layer
Undisturbed Sampling	◦ Sub-Sections A" and B ◦ Test Embankment Area	Obtainment of Samples for Mechanical Property Tests
In-Situ Vane Test	◦ Sub-Sections A" and B ◦ Test Embankment Area	Undrained Shear Strengths of Soft Materials
Standard Penetration Test	◦ Entire Area ◦ Test Embankment Area ◦ Sub-Sections A, A', A" and B	Relative Density of Sand or Consistency of Clay
In-Situ Permeability Test	◦ Sub-Sections A" and B	Permeability of Sandy Layer
Pressuremeter Test	◦ Sub-Sections A, A' and A"	Deformation Properties of Hard Materials
Dutch Cone Penetrometer Test	◦ Sub-Sections A, A' and B ◦ Entire Area	Cone Resistance of Ground and Depth to Hard Layer
Dynamic Cone Test	◦ Sub-Sections A" and B	Penetration Resistance of Ground and Depth to Hard Layer
Pore-Pressure Sounding	◦ Sub-Sections A" and B	Detection of Thin Embedded Layers of Sand or Clay
Swedish Sounding	◦ Test Embankment Area	Sounding of soil Type Depth to Hard Layer
Macintosh Probe Test	◦ Pond	Depth to Hard Layer





**LEGEND**

- ⊙ Boring (Performed by Malaysian Government)
- ⊕ Percussion Boring
- ⊕ Dutch Cone
- ⊕ Mockintosh Probe and Special Sampling

Fig. 4-5 Sentul Site with Pilot Test Area and Test Embankment