

マレーシア国
アロースター下水道および排水計画
マスタープランおよびフィージビリティースタディー報告書

第 II 卷
下水道マスター・プラン編

1981年3月

国際協力事業団

JICA LIBRARY



1059544[5]

マレーシア国
アロースター下水道および排水計画
マスタープランおよびフィージビリティースタディー報告書

第 II 卷
下水道マスター・プラン編

1981年3月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 4. 24	113
登録No. 03917	61.8
	SDF

目 次

第1章 概 要	1
第2章 序 論	4
第3章 計画のための関連基礎資料	5
1. 位 置	5
2. 地形および気候	8
2.1 地形および地質	8
2.2 気 候	8
3. 社会経済	11
3.1 国家経済	11
3.2 地域経済	11
3.3 アロースターの経済	12
4. 土地利用と人口	13
4.1 土地利用の現況	13
4.2 現況人口およびその分布	14
5. 公衆衛生状態	15
5.1 病院および医療サービス	15
5.2 公衆衛生状態	15
6. 上 水 道	17
6.1 水道局	17
6.2 給水区域と給水人口	17
6.3 給水状態	18
6.4 水道施設	18
6.5 1人あたりの水使用量	20
7. 河川、雨水排水路及び農業灌漑水路	20
7.1 河 川	20
7.2 雨水排水システム	21

7.3 農業灌漑システム	21
8. 汚水処理施設の現況	24
8.1 し尿処理施設	24
8.2 し尿及び汚泥収集と最終処分	25
9. 公共水域の汚染状況	28
10. 関連報告書類のレビュー	28
10.1 フロースター及びその周辺地区の下水道プロジェクトに対する予備調査報告書	28
10.2 ケダ・ベルリス開発のための研究報告書	29
 第4章 計画の基本	 30
1. 調査対象区域の範囲	30
2. 年次別建設計画	30
3. 将来土地利用計画	31
4. 計画人口及び計画人口密度	32
4.1 計画人口	32
4.2 計画人口密度	32
5. 下水道システム	35
5.1 排水方式	35
5.2 処理方式	35
 第5章 基本計画	 38
1. 概要	38
2. 処理区及び処理分区	39
2.1 処理区及び処理分区の設定	39
2.2 下水処理区及び処理分区の概要	39
3. 処理分区別人口	43
4. 汚水の性状	46
4.1 一般家庭汚水	46
4.2 商業排水	46
4.3 官公庁地区排水	47

4.4	工場排水	47
4.5	その他の事業所排水	48
4.6	浸透水その他	49
5.	設計基準	50
5.1	管 渠	50
5.2	ポンプ場	51
5.3	処理施設	52
6.	下水道計画の概要	54
6.1	主要な施設の配置	54
6.2	工場排水の処理	55
6.3	処理方式	56
6.4	管渠及びポンプ場の設計	58
6.5	下水道施設の全体計画	59
6.6	水質監視	62
7.	施工順位に関する検討	63
8.	財政計画	66
8.1	資 金 源	66
8.2	第一期事業としての財政規模	68
9.	年次別建設及び維持管理費	71
9.1	建設費及び維持管理費に対する考え方	71
9.2	公共団体負担と個人負担	72
9.3	段階的施工計画及び建設費	72
9.4	段階別維持管理費	80
10.	便 益	82
10.1	便益予測	82
10.2	便益計測	82
10.3	便益の正当性	84

第 6 章 中間対策	85
1. 序 論	85
2. 中間対策提案	85
2.1 既存のし尿処理施設の改造	85
2.2 既存工場に対する改善	87
3. 新規開発地区に対する指導	88
3.1 住宅団地に対する下水道	88
3.2 工場地区に対する下水道	89
3.3 既存行為の継続	89
4. 中間対策に必要な費用	90

度量換算表

ヤード・ポンド法	乗 数	メートル法	除 数
acre	0.4047	hectare (ha)	2.471
ft	0.3048	m	3.281
ft/s	0.3048	m/s	3.281
ft ²	0.0929	m ²	10.76
ft ³	0.02832	m ³	35.31
ft ³ /s (cusec)	0.02832	m ³ /s (cumec)	35.31
gal	4.546	litre	0.220
gal	0.004546	m ³	220
hp	0.7457	kW	1.341
in	25.40	mm	0.03937
lb	0.4536	kg	2.205
lb/ft ²	4.881	kg/m ²	0.2049
lb/ft ³	16.03	kg/m ³	0.06243
mile	1.609	km	0.6214
mile ²	2.589	km ²	0.3862
ton	1.016	tonne	0.9842
yd	0.9144	m	1.094
yd ²	0.8361	m ²	1.196
yd ³	0.7646	m ³	1.308

第 1 章 概 要

1. 本調査計画の目的は以下のとおりである。

- (a) この報告書では将来人口、住宅開発、上水道の給水実績、および計画区域内住民の所得、地域経済等の現況を十分調査し、それぞれの関連を考慮しながら将来値を年次別に予測し、それらに基づいて下水道計画を策定した。
- (b) 特に汚濁が著しく、環境を悪化させている地域に対して、下水道が整備されるまでに、実施可能な、経済的かつ、有効な中間対策についてもふれた。
- (c) 下水道の計画、設計、建設、維持管理が遂行できるような組織および法令についても検討し、勧告した。

2. 調査対象区域は、日本政府とマレーシア政府が合意している 3,300 ha とする。(図 4.1 参照)

3. 調査対象区域内の現況は以下のとおりである。

- 調査区域内のいたるところで、住宅開発が、進行中である。
- 1,770 戸は、共同浄化槽によって、し尿処理されており、一方、約 23,610 戸は、個別浄化槽やバケットシステム等によって、処理されている。
- 調査区域内を流下しているケダ川およびアナ・ブキ川の河川水質は将来にわたって、下水道の整備を行わない場合、14、17 から 197、391 mg/ℓ (BOD) に悪化すると予測される。

既に、現況では、局所的な高密度の汚濁源によって排水路や道路側溝が汚濁されており、生活環境を悪化させている。

- 一部の低地域では、浸水が起こり、これらの区域はスンガイ・コロック通、ラジャ川、デルガ川、テロック・ワン・ジャ通沿い、およびマライ川の上流域である。
- コレラなどの水系伝染病は、この 3 年間増加傾向にある。
- 調査区域内の現在人口は、139,600 人であり、2000 年における計画人口は、318,300 人である。平均人口密度は、それぞれ 42 および 96 人/ha である。

4. 施設計画の概要は、以下のとおりである。

- 施工は、4 期に分けて実施するものとする。

- 排除方式は、雨水は開渠で排除し、汚水は暗渠で排除する分流式を採用した。この方法がこの区域にとっては最も施工、維持管理ともに有利である。
- 全体を5処理区とする。
- 施設の概要は図5.2に示すとおりである。
- 計画区域内の幹線の全延長は47km、枝線の全延長は380km、ポンプ場は18ヶ所、処理場は5ヶ所である。
- 処理方式としては、処理場用地の制約と建設および維持管理費の面からみて、比較的低廉な、エアレーティド・ラグーン法を提案するが、当初は、スタビリゼーション・ポンド法で処理を開始し、流入水量の増加に伴ってエアレーティド・ラグーン法に転換する方が、維持管理が容易であり、かつ費用もあまりかからなくてすみ、有効である。
- 計画区域内には、5処理区があるが、これを更に10の処理分区に分割し、各処理分区毎に次のような項目に従い、優先順位の検討を行った。

- (1) 人口密度
- (2) 開発状況
- (3) ヘクタール当り、発生負荷量
- (4) し尿処理、処分の現況
- (5) 浸水状況
- (6) 水系伝染病の発生状況

その結果は、B-1、D-1、E、C-1、A-1、D-2、B-3、B-2、A-2、C-2の順となった。(表5.13参照)

- 計画区域を、A-1処理分区のような、既に市街化している又は、しつつある区域とA-2処理分区のように、未だ市街化していない区域に分けた。前者は、既に市街化しているが、一部の区域を除いて下水道施設はなく、これらの地区の下水道施設の建設は、公共団体が行なわなければならない。後者の区域は、将来、開発業者によって開発が行なわれることが予想されるため、それらの区域の下水道整備は開発者の費用によって、行なわれるべきである。但し、処理施設や幹線管渠は、公共団体の費用でまかなわれるべきである。
- 第一期事業としての事業規模は、公共団体の財政状況や下水道利用者の支払意志および負担能力を考慮して、17百万マレーシア・ドルとした。
- 第二期以降は、経済成長等も見越して、公共団体の負担分をそれぞれ19、22、27百万マレーシア・ドルとした。

- それらの区域の開発業者等の私費負担は4、6、10、10百万マレーシア・ドルとした。
- 将来開発区域の公共団体負担は、49百万マレーシア・ドル、私費負担は62百万マレーシア・ドルとなる。
- 期別の維持管理費は、2、3、5、7百万マレーシア・ドル/年と予想される。
- 下水道の整備をすることによって、次のような便益が考えられる。
 - (1) 公衆衛生上の便益
 - (2) 水質汚濁防止上の便益
 - (3) 地価の上昇に伴う便益
 - (4) し尿処理施設の廃止に伴う支出の減少による便益

5. 下水道未整備地区に対しては次のような中間対策が考えられる。

- 便所の改善
- 新規開発地区に対しては、暫定的な処理施設を設けさせる。
- 浄化槽の汚泥引き抜きを定期的に行う。
- 工場、市場等に除害施設の設置を行う。
- Gotong-rovong の継続
- ゴミ投棄禁止条例の継続

第 2 章 序 論

3,300 ha からなる調査対象区域の 1979 年における人口は、約 139,600 人とみられる。過去 10 年間で、消長は、商工業活動の伸展に伴ない、人口も増加してきたが、今後も、同様の傾向とみられ、2000 年には、人口 318,300 人に達すると予想されている。人口増加に伴って社会的な活動も活発になり、生活および産業廃棄物が増え、地域内の生活環境に悪影響を与える。対象区域内における 2000 年次の発生水量は、現状の 2.1 倍とみられ発生汚濁負荷量は、3.1 倍とみられる。

対象区域内には、所謂、近代的水道施設はなく、新しく建設された住宅地域と工業団地の一部が、小規模な共同浄化槽方式の下水道を有するに過ぎない。家庭雑排水と工場排水の大部分は、近接する側溝や公共用水路に直接放流されている。一方、し尿は、浄化槽やバケット方式で処分されている。1979 年での対象区域内の家屋は、25,400 戸であり、このうち 1,770 戸は共同浄化槽方式で、残りは個別浄化槽方式あるいは、バケット方式などで処理されている。浄化槽放流水が、水路に流入するため、道路側溝や排水路の汚染が進み、とくに乾期に著るしい。雨期には水路に停滞していた汚濁物質が、掃流されて流出するためには、自浄作用能力を超えて嫌気状態に達している。

既成市街地内を貫流する河川は、流下するにつれて、汚染されてくる。例えば、アナ・ブキ川は、一般家庭、商店、工場などの排水によって、汚染され、水域によっては 3 mg/l 以下の DO レベルになっているところがみられる。

特に乾期において、既成市街地を流れている排水路の汚濁は著るしい。これらの河川や排水路に対して、何らかの水質汚濁防止対策が施さなければ、汚濁は更に進行するであろう。

最近、マレーシアでは、生活環境の整備、改善の要求が強まっている。Kedah-Perlis Development Study によれば、ケダ地方の中心であるアロースターには、近代的水道施設が必要であるとされている。以上のような状況であるため、最も経済的でかつ効果のあがる下水道施設に関するマスタープランの作成が必要となってきた。

そこでマレーシア政府は、アロースター地区の下水道計画に関するマスタープランの作成を日本政府に要望した。

第 3 章 計画のための関連基礎資料

1. 位 置

アロースター都市圏の属するケダ州は北緯 $5^{\circ}05'$ ～ $6^{\circ}32'$ 、東経 $99^{\circ}39'$ ～ $101^{\circ}08'$ に位置している。南東部ではペラク州に、南部はペナン州に接し、北部はペルリス州およびタイ国と境界を接している。北から南までの延長は約 163 km、その間の最大幅は約 103 km、面積約 9,480 km² である。又、ランカイ諸島は、ケダ州の一部である。

ケダ州は Langkawi、Kubang Pasu、Padang Terap、Kota Setar、Sik、Yan、Kuala Muda、Baling、Kulim、Bandar Bahru および Pendang の行政区に分かれる。

アロースターはケダ州の北西部に位置し、北緯 $6^{\circ}12'$ 、東経 $100^{\circ}25'$ に位置している。
(図 3-1、3-2 参照)

FIGURE 3-1

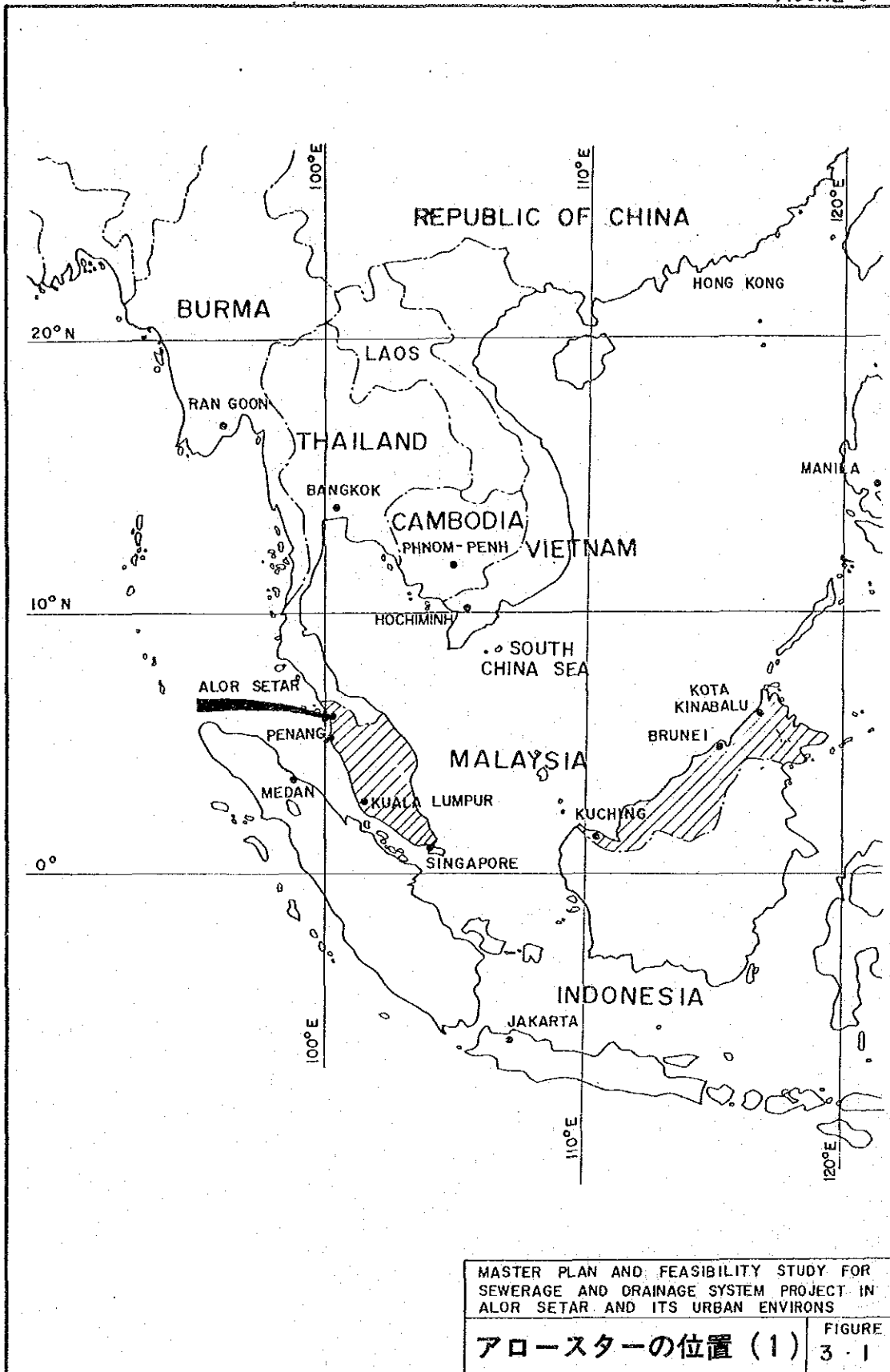
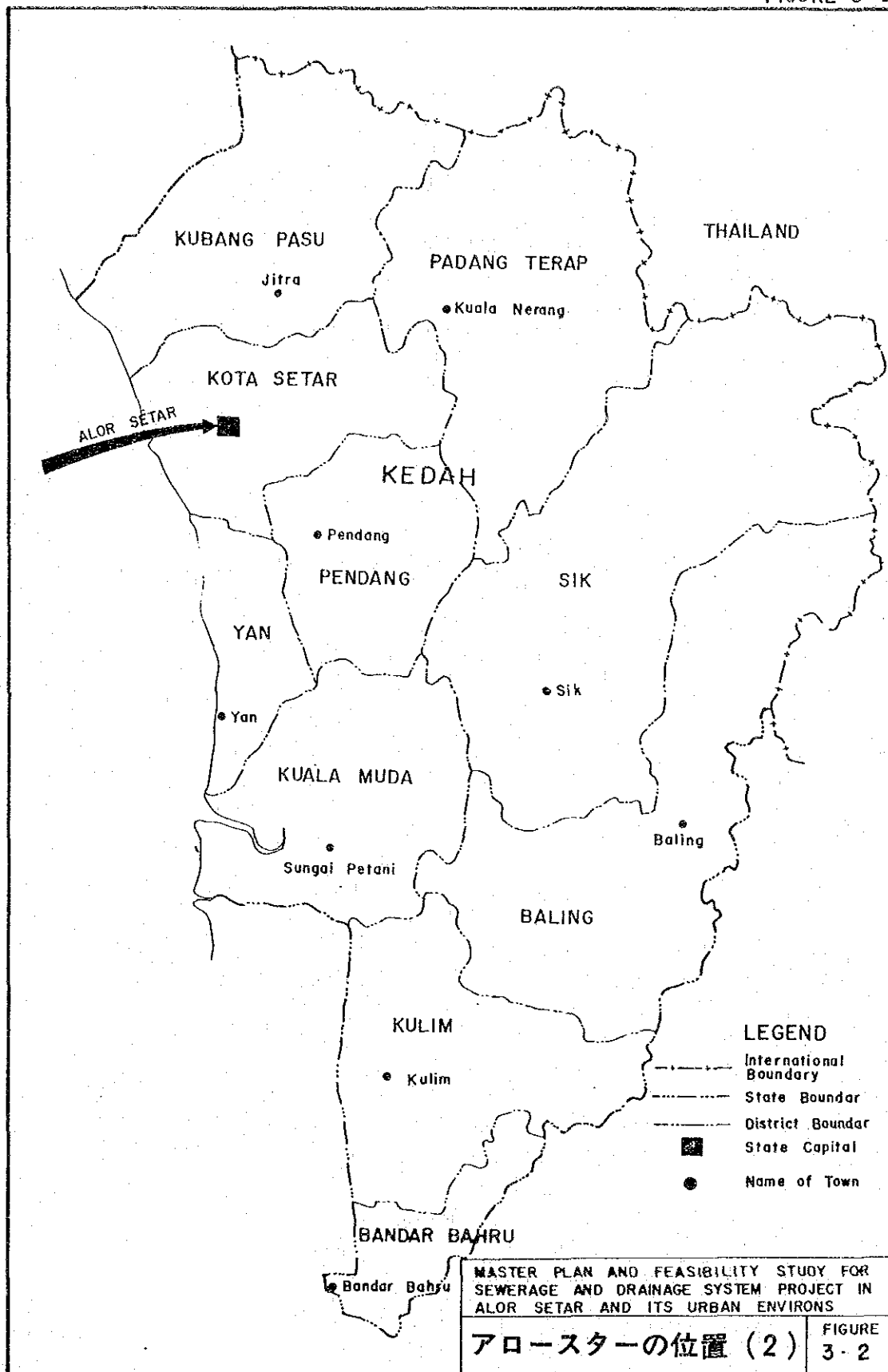


FIGURE 3-2



2. 地形および気候

2.1 地形および地質

調査対象区域は地質的には沖積性台地であって河川氾濫によって永年にわたって運ばれた土砂の積み重なった土壌である。対象区域全域にわたる地質条件については十分な資料はないが、全般的には沖積性粘土および細砂から構成されていると考えられる。地下水位は一般に高く、平均的にみて地表面から1.0 m付近である。

区域内を流下する河川はケダ川とアナ・ブキ川で、それぞれがかなりの数の支川をもっている。地形的な特長としては標高1.2～2.4 mの平坦地である。

これらの河川は感潮河川であり、平坦地を流下するために流速はきわめて遅く、また堆積土砂による影響も大きい。河川流域にみられる地質は、軟弱な黄褐色堆積土や若干の礫を含む砂質粘土である。

2.2 気 候

マレー半島の気候は熱帯モンスーン気候に属し、高温多湿で雨量も多いが、変化は少く、住みやすい気候である。熱帯モンスーンには2つの季節があり、10、11月から2、3月の間の北東モンスーンおよび4月中旬又は5月から9月又は10月中旬までの南西モンスーンとよばれている。又、それらのモンスーンの変り目には数週間があり、これをインターモンスーンとよんでいる。この季節には一定の風がふくわけではないが、しばしば激しい雨がふる。

マレーシアの西海岸では、南西モンスーンの時は雨期であり、東海岸では北東モンスーンの時に最も雨量が多い。マレー半島における雨量は所により異なり、1,650 mm/年～5,000 mm/年又はそれ以上の所もあるが、平均的には、2,500 mm/年ぐらいである。マレーシアは、台風やサイクロンがおそう地域ではないが、マラッカ海峡に面した西海岸では南西モンスーンの時期にしばしば激しい雨がふる。

ケダ州の気候は、マレー半島西海岸の気候であり、平均雨量は、2,176 mm/年、月平均最高気温は36℃、月平均最低気温は22℃であるが、日平均気温の差は一年を通して2℃しかない。湿度は70～90%ぐらいである。明け方は95%ぐらいあるが、午後は60%(乾期)、70%(雨期)ぐらいである。蒸発量は非常に高く、特に乾期においては著るしい。

表3.1-1 ケダ州の気象（1978年）

月 別	気 温			湿 度 (%)	風 速 (m/sec)	蒸 発 量 (mm/month)
	最 高	最 低	平 均			
1 月	33.3	22.2	26.8	77.3	1.1	151.3
2 月	35.6	22.6	28.1	69.4	1.3	166.3
3 月	35.1	23.3	27.9	78.4	0.8	157.4
4 月	33.8	23.7	27.7	81.3	0.8	132.4
5 月	33.1	24.7	27.9	85.1	0.7	115.9
6 月	31.5	23.8	26.9	85.4	0.7	99.2
7 月	30.8	23.5	26.5	86.5	0.7	99.2
8 月	31.4	24.1	27.0	85.2	0.8	93.5
9 月	30.6	23.2	26.0	87.5	0.7	89.8
10月	31.2	23.4	26.1	87.5	0.7	90.0
11月	31.9	22.5	25.8	86.0	0.6	93.8
12月	32.0	22.3	26.3	77.1	1.2	134.1

注：アロースター測候所

表 3.1 - 2 降 雨 量

(単位 : ㎜)

Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	TOTAL
1946	N.A.	N.A.	N.A.	246.9	216.4	191.0	58.7	130.8	371.8	367.0	164.3	135.4	N.A.
1947	87.4	97.3	137.9	181.9	420.8	101.1	225.8	136.9	166.6	301.7	114.0	178.0	2149.4
1948	59.4	78.2	134.4	194.0	56.1	83.3	220.2	331.2	221.2	374.3	131.6	18.5	1902.4
1949	1.3	71.9	142.2	382.5	314.7	175.3	290.3	145.8	307.6	466.8	298.2	89.4	2686.0
1950	35.3	112.8	97.3	266.7	343.4	80.5	376.6	241.5	325.3	336.5	250.7	43.7	2510.3
1951	38.3	158.7	79.0	169.9	163.8	92.5	243.8	246.1	346.2	199.4	456.9	122.7	2317.3
1952	40.1	95.7	250.4	293.9	326.4	150.9	116.8	103.6	178.8	317.7	296.9	114.8	2286.0
1953	91.7	50.8	104.6	374.9	140.2	209.3	245.6	172.5	339.8	273.8	234.2	93.2	2330.6
1954	171.4	32.8	151.1	260.3	117.9	144.5	297.1	225.8	315.2	294.9	106.2	16.3	2133.5
1955	27.2	94.5	41.4	202.2	186.9	306.0	69.3	316.2	103.9	429.2	284.5	21.3	2082.6
1956	48.3	70.3	146.8	169.1	324.3	204.2	146.0	298.9	330.2	325.6	160.0	89.9	2313.6
1957	35.3	58.4	60.7	229.3	161.3	183.6	511.5	88.6	331.9	291.1	144.0	72.4	2168.1
1958	21.6	104.4	81.8	82.5	250.7	186.9	72.9	192.3	235.2	273.0	230.6	Trace	1731.9
1959	2.0	50.0	261.9	95.5	406.1	173.5	233.9	245.9	221.7	306.8	312.6	86.9	2396.8
1960	32.0	11.9	201.4	164.8	262.9	242.0	298.2	238.5	431.5	134.9	200.4	32.3	2250.8
1961	66.5	75.2	110.0	183.1	186.9	222.7	114.0	114.5	351.2	331.2	121.9	215.9	2093.1
1962	10.2	1.3	131.3	182.6	212.8	128.0	258.8	301.2	145.5	433.5	152.4	37.1	1994.7
1963	27.9	7.9	49.0	66.5	155.9	109.0	117.1	151.9	431.2	329.7	305.8	62.7	1814.6
1964	3.5	2.8	0.8	208.3	214.4	65.0	314.9	113.8	298.4	154.9	352.0	72.9	1801.7
1965	0.0	41.4	182.6	335.5	157.5	106.2	211.3	244.8	288.3	385.5	199.9	251.4	2404.4
1966	58.9	141.5	193.5	128.5	312.6	247.9	186.7	246.4	212.6	254.2	141.0	193.5	2317.3
1967	124.7	4.8	60.5	239.8	337.8	388.1	128.5	220.7	220.5	393.4	141.7	4.3	2264.8
1968	0.0	33.8	96.0	116.8	217.7	200.7	250.4	128.3	301.0	227.8	43.9	89.7	1706.1
1969	258.3	37.1	109.5	143.5	164.1	303.0	66.5	352.3	153.1	401.0	328.6	13.7	2330.7
1970	38.9	0.0	121.1	169.7	296.4	156.7	315.7	282.9	291.3	425.7	189.5	97.0	2384.9
1971	3.5	322.3	108.7	41.4	315.7	284.5	75.9	158.7	342.9	296.6	304.8	225.3	2480.3
1972	0.0	83.3	26.4	221.0	126.5	103.4	119.1	228.6	634.1	317.0	359.6	99.1	2298.1
1973	43.7	8.4	85.1	483.3	226.8	134.1	153.1	229.1	175.8	379.9	159.3	174.2	2252.8
1974	51.8	10.2	97.0	269.2	439.4	153.1	142.5	344.6	593.0	175.0	244.6	9.9	2530.3
1975	97.3	144.6	127.4	134.5	250.9	87.8	238.8	132.3	241.6	277.2	266.4	184.2	2183.0
1976	0.0	35.3	134.1	212.3	315.3	172.5	258.7	130.0	337.5	403.2	188.5	61.4	2248.8
1977	10.6	24.7	3.0	78.6	216.8	170.3	90.8	339.9	311.2	326.4	46.9	18.3	1637.5
Average	48.3	63.4	111.7	194.7	240.3	182.5	195.5	216.6	302.3	309.6	220.5	91.1	2176.1

注 : アロースター測候所

3. 社会、経済

3.1 国家経済

マレーシアの経済は農業を基幹とし、ゴム、パーム油、硬質木材、コショウ、錫などの輸出に頼っている。しかしながら、最近の傾向は固有の天然資源を加工製品として製造するような工業化が進められてきている。この結果、製造業によるGNP増加への貢献度は9%であったものが1977年には12%を占めるに至った。これらの製品の輸出割合はマレーシアからの全輸出量の1/5以上を占めるとみられている。関連製品の世界的需要は低下しているにも拘らず、今のところ輸出は急速に伸びてきている。

政府は集約型農業を基幹とし、固有の原料の占める比率の高い製品を工業化し輸出することを政策の重点としている。これがために、開発レベルの低い地域への工場の分散を企て、地域格差が生ずることを防ぎ、政策に合致した計画をもつ投資家には魅力あるものになっている。

工業化を促進するために、政府は工業団地の開発計画を立案し、これによって進めてきた。今迄のところ、64か所の工業団地および自由貿易地域が整備され、32か所の工業団地が計画済みである。

マレーシアでの税収、支出バランスは1969年以降をみると好ましくなっている。1977年での剰余金は386億米ドルであった。新規外国資本と保有所得からなる個人的長期資本の投下は独立以後も比較的高くかく安定している。このことは国家としての成長性と安定性が外国資本家の信頼を得ていることを意味している。

マレーシアでの満足し得る税収支と外国替為保有高は国際金融基金規約第8条が適用可能である。これはIMFの事前承認が必要ないことを意味している。(付A参照)

3.2 地域経済

1970年次でのケダ州の人口は約993,000人で、年令別構成では1~14才の若年グループが約44%を占めている。1970年の国勢調査結果によれば、労働者人口は366,000人で年間増加率2.4%と推定されている又、失業率は4.3%とみられている。農業や林業の分野では失業問題を吸収するには限界があり、工業成長が大きく要望されるところである。これに対応するために、政府は雇用促進のための事業増加を奨励している。

ケダ州はマレー半島のなかではまだあまり開発されていない州の一つであり、1人あたりの年収は800マレーシア・ドルであって、これは国民1人あたり約1,512マレーシア・ドルの66%であるに過ぎない。

1970年の州としてのGDPは100億マレーシア・ドル、支出は63.4百万マレーシア・ドルとみなされている。州の経済は農業、林業、漁業に主として基づいているが、近年は工業化に伴う経済活動も大きくなってきている。又、ケダ州は国全体の1/2の米を生産している。

連邦ならびに州政府は州に残されている窮乏地区や未開発地域に対する商工業や基幹構造を含めた十分なるサービス網の整備、促進を重点施策としてきている。農業および工業部門では種々の開発事業が提案され実施されてきた。これらの詳細は第Ⅶ巻付Aに示してある。

3.3 フロースターの経済

政府ならびに個人企業からなる整備された施設によって経済活動は著るしく増加してきた。多数の銀行が開設され事業投資に必要なサービスを含む業務が行なわれている。

フロースターは、この地域の中心であり、フロースター及び周辺農業地域のために道路、鉄道、空港などが整備されているので今後も各種経済活動の核として発展することであろう。

フロースターは商業施設の多いパタワースとの輸送機関の整備拡充によって、貿易の中心としての立場をより強化できよう。さらにペルリス州に対しても同様の役割が果せることになる。

フロースターでの雇用状態は政府機関や商業部門ならびに関連下請業などを中心に雇用されている。工業での雇用はケダ州の他都市に較べるときわめて高い。政府はフロースターに工業団地を導入することで、従来の行政中心地としての活動からの転換を計っている。

現在のところ、工業団地はメルゴンに設けられているが、ここはフロースターから約1.5マイルの距離である。第1期計画では53haが造成され、第2期計画では41haが造成中である。これらの用地には軽工業の進出が予定されている。この地域の企業に対しては税法上から最大10年間にわたる救済措置が公示されている。1981年から始まる第4次マレーシアプランによればフロースターではさらに2か所の工業団地が予定されており、これには

- 1) Tandop, Jl. Sungai Korok、
- 2) Barrage Site, Margong

があげられ全面積107haが見積られている。

4. 土地利用と人口

4.1 土地利用の現況

アロースターおよびその都市圏の土地利用状況は S T C P が把握しており、当該事業における調査対象区域も含まれている。全域を 9 種目の用途に区分した。用途別面積は、表 3.2 および図 3.4 に示すとおりである。

表 3.2 調査対象区域内の土地利用の状況

用 途	面 積 (ha)	比 率 (%)
住 居 地 域	1,218.0	36.9
商業、官公署地域	80.0	2.4
工業地域	46.5	1.4
農業地域	1,290.0	39.1
公園、公共用地等	340.0	10.3
学 校	140.5	4.3
モスク、寺院他	33.0	1.0
幹線道路	42.0	1.3
河川および鉄道	110.0	3.3
計	3,300.0	100.0

アロースターは、ケダ州の州都であることから、多くの政府機関の事務所と商店が集まっている。最近、S E D C の工業開発計画が進められており、調査対象区域内に散在した小規模工場もメルゴン工業団地へ移転し、再整備が進んでいる。調査対象区域の約 39% は水田からなる農業用地で占められている。さらに、住宅開発計画も進められる予定である。

4.2 現況人口およびその分布

4.2.1 現況人口

マレーシアでは1970年以降人口調査は行われていない。そこで本計画では、1970年の人口にそれ以降の自然増加人口及び社会増加人口を考慮して、1979年の計画区域内人口を推定した。

自然増加率は、Kedah-Perlis Development Study に基づいて2.7%とした。1970年から1979年の間に増加した自然増加人口は27,216人となる。

次に社会増加率は新築家屋数の資料と現地調査結果とから、1970年から1975年までは0.8%、1976年以降は1.3%とした。この値に基づいて推定した1970年から1979年の間の社会増加人口は11,860人となる。従って、総合の増加率は1970年から、1975年は3.5%、1976年以降は4.0%となる。これに基づいて推定した1979年の計画区域内の人口は、139,600人となった。詳細は第Ⅶ巻付C参照。

4.2.2 地区別人口

1979年の人口分布は、表C-5及び図C-2に示すとおりであるが、これらの人口を表3.2、図3.4の土地利用に従って、集計した値が表3.3である。これによれば、計画区域内の平均人口密度は42.3人/haであるが、用途地域別にみると商業地域が特に高く、その人口密度は174人/haとなっている。

表 3.3 現況用途地域別人口

用 途	面 積 (ha)	人 口 (人)	人口密度(人/ha)
住 居 地 域	1,218.0	116,100	95.3
商 業 地 域	80.0	12,200	152.5
工 業 地 域	46.5	3,000	64.5
農 業 地 域	1,290.0	7,500	5.8
小 計	2,634.5	138,800	52.7
そ の 他 (空地、間地、 公共用地、鉄 道、河川、道 路等)	665.5	800	1.2
合 計	3,300.0	139,600	42.3

5. 公衆衛生状態

5.1 病院および医療サービス

ケダ州には5つの公立病院があり、病床数は、合計1,395床である。これは人口1,000人あたり1.4床の率である。これらの病院は、外来患者に対するサービスと急患のための24時間診療を行なっている。アロースターの普通病院は、将来総合病院に格上げとなる。州内には保健所、妊産婦クリニックなどがあるが、それらは次のような仕事を行っている。

- (1) 健康相談
- (2) 病気の治療
- (3) 伝染病予防
- (4) マラリヤの一掃作戦
- (5) 環境衛生
- (6) 衛生教育

5.2 公衆衛生状態

この地区での医療および保健衛生施設のたゆまざる改善にもかかわらず、衛生状態に関する人手可能な情報では伝染性疾患はいまだにきわめて悪い状態を示している。これらの疾病のうちでコレラは水系汚染の有力な指標となっている。表3.5に示したとおり、コタセタとペンダン地区でのコレラ患者は1977年は4名、1978年には94名であった。1979年の1月から3月にかけての州衛生局の資料では9名の患者と21名の保菌者が報告されており、その大部分はアロースターとクアラ・ケダ地区の人口密度が高く他の地区よりも衛生状態が悪いところで発生している。

アロースターおよび周辺地区に関してはその他の伝染性疾患も表3.4および3.5に示すとおりかなり多い。

表 3.4 総合病院での伝染病患者 (アロースター)

		(単位:人)		
		1974	1975	1976
1. 入院				
赤痢		2	4	—
アメーバ赤痢		2	—	—
チフス		8	2	—
消化器	2才以下	373	330	266
	2才以上	195	313	219
2. 外来				
消化器	2才以下	644	416	83
	2才以上	927	582	160

注:アロースター総合病院データによる(治療者数)。

表 3.5 主な水系伝染病

		1976		1977		1978	
病 名	患者数	100,000人 あたり	患者数	100,000人 あたり	患者数	100,000人 あたり	
コ レ ラ	N.A.	N.A.	4	1.10	94	25.30	
チ フ ス	37	10.48	40	11.04	47	12.66	
消 化 器	2,480	703.0	4,675	1,291	4,974	1,338	

出典: ケダ州衛生局、衛生区 No.4 による。

これらの表に示した数値では患者数が増加する傾向にあるが、これにはあまり重要な意味はないと衛生当局はみている。その理由として過去2年の間に監視体制がきわめてよくなったので、実際に近い数値が得られるようになったと考えられるからである。

6. 上水道

6.1 水道局

アロースター地域に対する水道は州公共事業局(JKR)によって管理されており、水道施設はケダ州全域に布設されている。実際の管理は3つの地域事務所によって担当されている。すなわち1) 北部ケダ、2) 中央ケダ、3) 南部ケダである。アロースター地域に対する水道は北部ケダ事務所の所管になっている。

現在の水道施設は1962年に実施された計画に基づいて施工されたものである。最近になって州のJKRは上水道施設に対する全体的検討を行っており、これには将来の水需要予測が課題として含まれている。さらに水資源に対する汚濁防止と同様に農業、水産、レクリエーションなど広汎な分野まで含まれている。この調査検討は1979年の末までには完了する計画である。

水道施設は地域事務所のもとに建設され運転管理されている。家屋およびビル毎に1か月おきに水道メータが読みとられ、使用量がチェックされる。水使用料の料金票は中央集計事務所で発行されている。水使用料金の集金は地域事務所に課せられた仕事となっている、料金票のコンピュータ化は当局によって検討されており、1981年までには実用化されと予想されている。

水使用料は1976年に修正されているが、その料率はずぎのとおりである。

コードA(家庭用)

最初の3,000 galまでは1,000 galあたりM\$1.0、それを超える場合には1,000 galにつき1.2M\$である。

コードB(商業地域内で営業用水の目的で用いない場合)

1,000 galごとに1.5M\$

コードC(営業用)

1,000 galごとM\$2.0

コードD(アイス工場、プールなど)

1,000 galにつき2.5M\$

6.2 給水区域と給水人口

ケダ州での水道給水人口は約500,000人で全人口の約50%にあたる。施設の拡張計画は現在進行中であり、この計画が完成するとケダ州の75%が1980年には恩恵を受けることになる。アロースター地域での給水家屋数は十分なデータがないので明らかでないが、

当局の推定によればアロースター市内の人口の約80%は給水を受けているとみられている。残り的人々は井戸水などに頼っている。

6.3 給水状態

アロースターにおける給水状態は浄水施設の能力と配水管の拡張によって大幅に改善したがそれでも問題は残っている。調査対象区域内では多くの場所で極端な低水圧に悩まされているし、特にピーク時に著しい。市域の南部地域や外周末端地域では浄水施設から遠いこととパイプ容量の不足に起因して、他の地区に較べてかなり給水状態が悪いため、この地域に水不足のところが集中している。例えばクアラ・ケダにあるカンブーンの住民は家庭での水道水圧がきわめて低いので公道わきに穴を掘って配水管から直接水をとっている。そのほか市域内でみられる問題としては濁った水が給水されることであり、当局側の説明では管内に堆積したスケールが管内水流によって剝離することが原因であると公表している。

市域での若干の地域ではまだ水道が普及していないし、水圧が低くすぎるために給水を中断しているところがある。これらの地域に対してはJ K Rが給水車によって水道水を各戸に給水している。

6.4 水道施設

水道施設は配水管網と浄水場であり、取水は5か所で行なっている。すなわち 1) Lengkuas の D I D の灌漑用水路、2) Bukit Wang、3) Yan、4) Perigi、5) Teloi であり、Lengkuas を除いては乾期には河川水位が下がるために取水できない。このためアロースターの主な取水源は Lengkuas の D I D 灌漑水路となっている。

(a) 浄水施設

殆んど大部分の水道水は Bukit Pinang 浄水場で浄化されている。この施設はつぎの3段階で建設拡張されている。

第一期： 1935年に完成したもので浄水施設はないが、塩素消毒設備が設けられている。1955年以降の浄水量は最大 $20,457\text{ m}^3/\text{d}$ 、最小 $1,818.4\text{ m}^3/\text{d}$ となっている。

第二期： 1967年に建設が終わり、運転されてきたもので、急速濾過槽が設けられている。浄化量は平均で $22,730\text{ m}^3/\text{d}$ である。

第三期： 1978/1979に $22,730\text{ m}^3/\text{d}$ の能力をもつ急速濾過槽が建設された。

浄水場の全能力は $65,917\text{ m}^3/\text{d}$ に達しているが、配水管設備が不十分であるため、平均 $54,552\text{ m}^3/\text{d}$ が造水されているにすぎない。フェーズⅣの拡張計画は目下進行中であり、

3～5年以内に完成する予定である。

1978年における1年間の Bukit Pinang 浄水場の記録では水使用量は表 3.6に示したとおりで、月別（または日別）の水使用状況の変動はそれ程大きくないことが明らかである。

(b) 給水施設

給水管網はアロースター全域、周辺町村すなわち Sanglang、Alor Janggus、Changloon、Tunjang、Kota Sarang Semut、Yan、などにおよんでいる。浄水場から遠く離れた地域では各戸給水のため水圧を大きくする必要があり、このため小規模な貯水池が設けてある。管網は時の経過とともに合理的に接続され、Yanと Bukit Wang にも小規模ながら水源を設けて給水されてきている。

表 3.6 Bukit Pinang 浄水場月別水使用記録

月	月間総量 $m^3/month$ (1)	日 量 m^3/day (2)	日平均量に対する比* (3)
1	1,464,453	47,240	0.97
2	1,322,259	47,224	0.97
3	1,404,950	45,321	0.93
4	1,354,431	45,148	0.93
5	1,382,761	44,605	0.91
6	1,412,001	47,067	0.97
7	1,625,731	52,443	1.08
8	1,610,511	51,952	1.07
9	1,537,989	51,266	1.05
10	1,601,197	51,652	1.06
11	1,434,195	47,807	0.98
12	1,643,947	53,031	1.09
年総量	17,794,425	平均 48,752	

注： * (3)に示した値は(1)で得られた数値を365日で除して(2)の平均との比を求めたもの。

Bukit Pinang 浄水場からの浄水は3系統の給水本管で配水されるが、それぞれ381 mm、457 mm、610 mmである。送水記録は朝の6時から翌朝6時までを区分して行なわれている。

住宅地区や工業団地内での取付管はそれぞれの造成業者の責任となっている。開発業者によって施工された施設はすべて保守および維持管理のため J K R に移管される。

6.5 1人あたり水使用量

1975年、1976年および1977年での浄水量と使用量は表3.7に示したとおりケダ州全域および北部ケダ地区のものが利用できる。これによれば北部ケダ地区の1人あたり水使用量は各年ともにケダ州全域の値よりも大きい、これは州都であるアロースターが前者に包含されているためとみられる。この過去3か年間の実績から1人あたりの水使用量は殆んど同じであるとみられる。

表3.7 ケダ州全体及びケダ北部の給水実績

種 別	1975		1976		1977	
	Kedah	North Kedah	Kedah	North Kedah	Kedah	North Kedah
給 水 人 口 (人)	410,991	234,590	439,849	247,960	455,991	253,900
配 水 量 (1,000 m^3)	27,319	19,712	31,251	21,411	31,987	20,956
有 収 水 量 (1,000 m^3)	16,434	10,270	17,516	10,321	21,703	13,787
有 収 率	60	52.1	56	48.2	68	65.8
日 平 均 給 水 量 (m^3)	74,827	57,598	87,874	43,960	87,556	63,098
1人1日平均給水量 (ℓ)	182	230	200	235	191	226

7. 河川、雨水排水路及び農業灌漑水路

7.1 河 川

アナ・ブキ川は、幹線道路として続くアナ・ブキ通り、アロー・メラ通り、パカル・パタ通りと平行しながら南下して流れる。バドリシャ橋のやや下流でケダ川と合流する。ケダ川には、アナ・ブキ川との合流点から南側の約4マイルの区間で、多くの小河川が流入してくる。ケダ川はムダ水田地帯を西方に約10マイル流れクアラ・ケダの近くで海にそそいでいる。

防潮水門は、合流点の約1/2マイル下流側に設けられている。この施設はムダ灌漑プロジェクトでD I Dの管轄で建設され、高潮時の海水の遡上防止の役目および低潮位のさいのケ

ダ川の上流流域から流出する排水を防ぐ役割をもっている。

7.2 雨水排水システム

市街地内の現有雨水排水施設は主要幹線、準幹線、道路側溝である。主要幹線の建設、改修は維持管理と同様にD I Dによって行なわれている。一方、準幹線やそれ以外のより小さな雨水排水設備は通常はM P K Sの所管となっている。住宅団地や工業団地などの開発地区内の雨水排水設備は、開発業者の責任であり、完成後にM P K Sに移管される。

市街化区域内は、一般的には雨水排水設備が整備されているが、場所によっては素掘りのままであったり、また排水路内での土砂類の堆積やゴミなどの不法投棄によって、流下断面が小さくなっている。さらに地盤が、海拔1.2～2.3 mときわめて低くかつ平坦であるため、市域のかかなりの区域が浸水や洪水に対して無防備状態である。雨期になって、高潮位の際には、公私有財産が蒙る被害は著しく、かつ多くの人達の正常な活動が阻害される。施設の建設、維持管理についてM A D A、D I D、M P K Sの間に調整がなされており、市街化区域内については、区域の決定にともないM A D AからD I D又はM P K Sに移管が行われる。

7.3 農業灌漑システム

7.3.1 ムダ農業開発事業団(M A D A)

ケダ州においてM A D Aは、農業灌漑施設の整備計画や施設建設、管理などを主管している。この事業団は1970年の7月に設立され、事業は独立採算の形で運営され、その目的を達成するには、複数の規制力によっている。M A D Aは、960 km²におよぶ地域に対する灌漑施設を設けるなどの国内での最大の施設を施工してきた。その結果、マレーシア国の半島側が必要とする米の約1/2を二期作によって産出している。この計画はケダ州およびペルリス州の沖積平野を対象としており、灌漑事業も主として、これら2州が主な対象となっている。この事業は1966年に着工し、1970年に完工した。事業費は40%のI B R Dと60%の政府借款によった。

M A D A以外には、ケダ州のD I Dがやはり灌漑事業に関係している。D I Dが主管する灌漑用水は、すべて河川から取水され、一般には自然流下方式によっている。

7.3.2 農業灌漑施設の現況

調査区域内及びその周辺の農業灌漑施設網は、水田を対象としたもので図3-5にその概要を示す。これら施設のいくつかは都市排水路を経て河川に流入している。

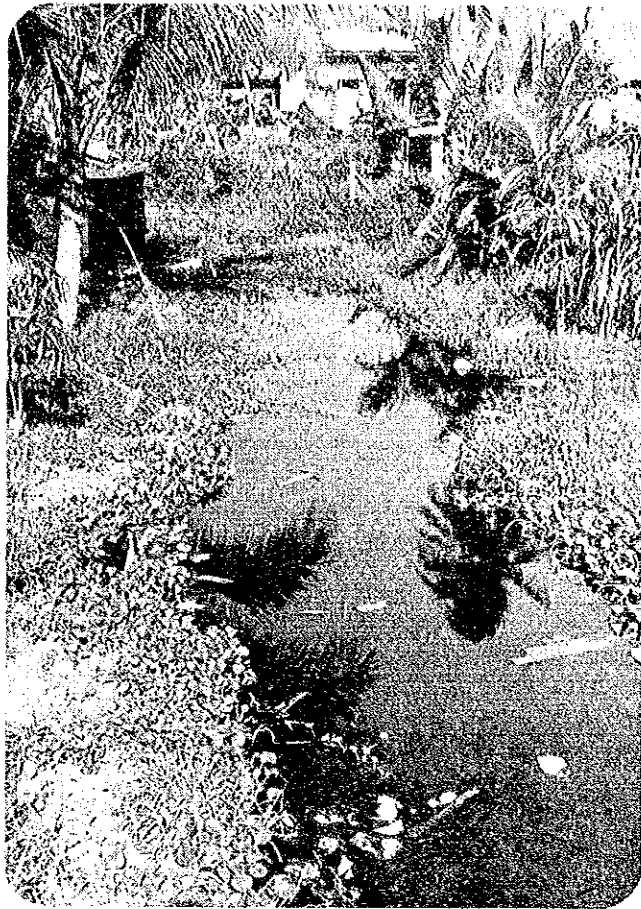


Photo 1 Natural drain at Jl. Titi Siam



Photo 2 Trunk drain at Jl. Sungai Korok



Photo 3 Sungai Kedah at Jl. Sungai Korok near
the railway bridge

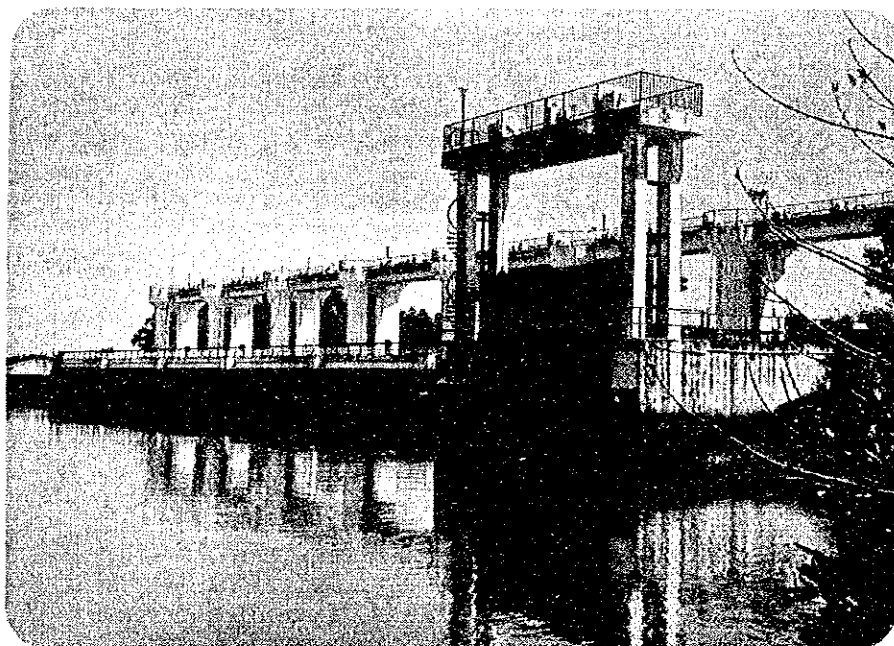


Photo 4 Tidal barrage near South Mergong
Industrial Area

8. 汚水処理施設の現状

8.1 し尿処理施設

調査対象区域でみられる、し尿処理の方式は以下に示す方式によっている。

- (1) 浄化槽をもつ水洗便所
- (2) 共同浄化槽やインホフ槽による小規模下水道方式による水洗便所
- (3) バケツ方式便所
- (4) ピット式便所や河上便所

浄化槽の清掃やバケツ方式のし尿収集の管理責任はM P K Sの所管であり、M P K Sはこの収集処分業務を業者に委託している。表 3.8 にし尿処理の状況を表示した。

表 3.8 調査対象区域内のし尿処理状況

形 式	施 設 数	世 帯 数
1. 浄化槽つき水洗便所	1 2 0 0 0	1 8, 0 0 0
2. 共 同 浄 化 槽	2 1	1, 7 7 0
3. バ ケ ッ ト 方 式	2, 5 3 3	4, 8 4 0
4. そ の 他	4 0 5	7 7 0
計		2 5, 3 8 0

注 第Ⅶ巻付A参照

バケツ方式に対するし尿の収集サービスはシングル方式とダブル方式の2種類にわかれている。前者は隔日収集で、月間料金は1戸あたり2.5 M\$であり、後者は毎日収集で月間料金は1戸あたり5 M\$である。ダブル方式ではバケツが収集業者によってし尿回収後、洗浄されるが、シングル方式ではこのサービスがない。1979年には2,533戸のバケツ方式によるうちダブル方式は301戸であり、残りの2,232戸はシングル方式によっている。

現時点では調査対象区域内には共同浄化槽は21施設があり、その殆んどがあまり良く機能していないので放流水のBODやSSがかなり高いため放流水域が汚染される原因となっている。共同浄化槽はM P K Sによって維持管理され、毎日最低2時間が運転されている。個人所有の浄化槽はそれぞれの所有者の責任で管理されている。汚泥が蓄積してくるとM P K Sに要請して汚泥の引き抜きを行なっている。

ピット方式便所はまだ使われており、とくに郊外地域で多くみられる。この方式ではし尿

は大地に浸透するように設計されている。しかしながら、地盤に勾配が殆んどないことや地下水位がきわめて高いのでし尿の浸透がうまく行かない。地域によっては雨季に便所からし尿が溢れ、そのために周辺や地下水までが汚染される。

8.2 し尿及び汚泥収集と最終処分

バケット方式の清掃作業は委託業者によって進められている。収集業務は早朝3時に始まり7時前に終わる。バケットは大型容器のところまで運ばれたのちバキューム車に移され最終投棄地点に運搬される。収集し尿は数か所の中継集積所が利用されていたが衛生的理由のためから中止されている。

現在、MPKSは1,000 gal 容量のタンクローリーを2台所有している。しかし、このうちの1台がし尿および汚泥収集に用いられており、他の1台は街路樹への散水や上水道給水に問題のある地区への給水に用いられている。

汚泥およびし尿の最終処分地は市の北東約19 kmにあるJabiの山地があてられている。投棄地点では4 ft × 4 ftの溝が掘られ、ここに投棄される。投棄後に表面に石灰を撒布し、さらに小枝で覆いをする。これはハエの発生を防ぐためである。溝が一抔にされると土でカバーする。最終処分地の面積は16 haで十分な広さである。5～10年ではほぼ全域が利用される予定であるが、この時期で再び最初埋立てた場所に戻って反復利用する。

バケット方式による手数料はMPKSが徴収するが委託収集業者はMPKSから料金を受取る。ダブル方式では1戸あたり2.2 M\$, シングル方式では2.1 M\$が1か月分である。1979年の実績ではMPKSが委託業者に払った月平均手数料は5,783 M\$であった。この地区における浄化槽の清掃頻度は7～8年に1回であり、浄化槽の放流水質を良好に保つための機能を発揮させるには長すぎるように思われる。調査区域内での浄化槽に関してもっと詳細なデータを得るために、普通の状態にあるとみられる浄化槽を幾つか取りあげて調査した。この放流水の水質分析結果ではBODが40～70 mg/lであった。この詳細は別途付録に示したとおりである。

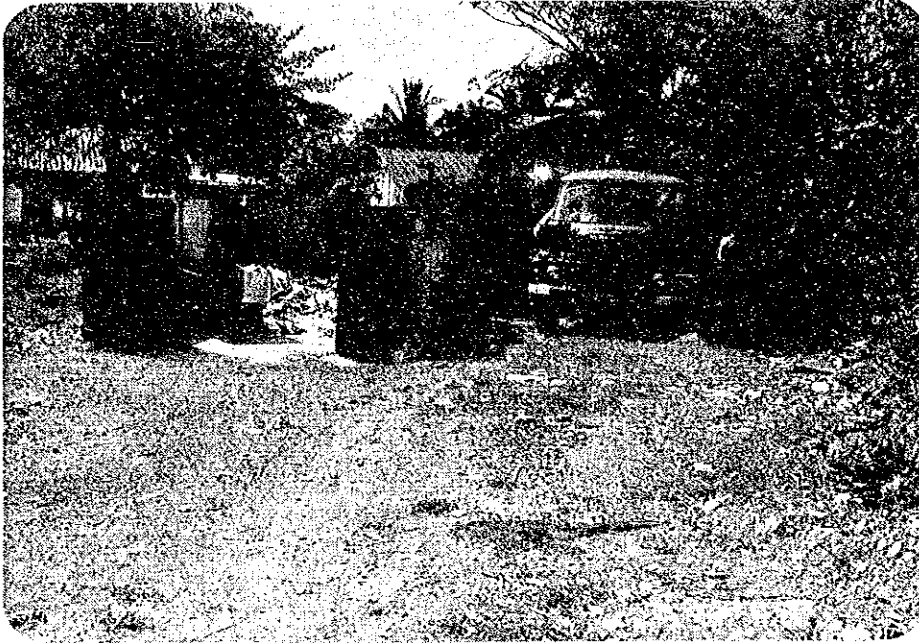


Photo 5 MPKS tank lorry in operation to withdraw
septic tank sludge at Lorong Shariff

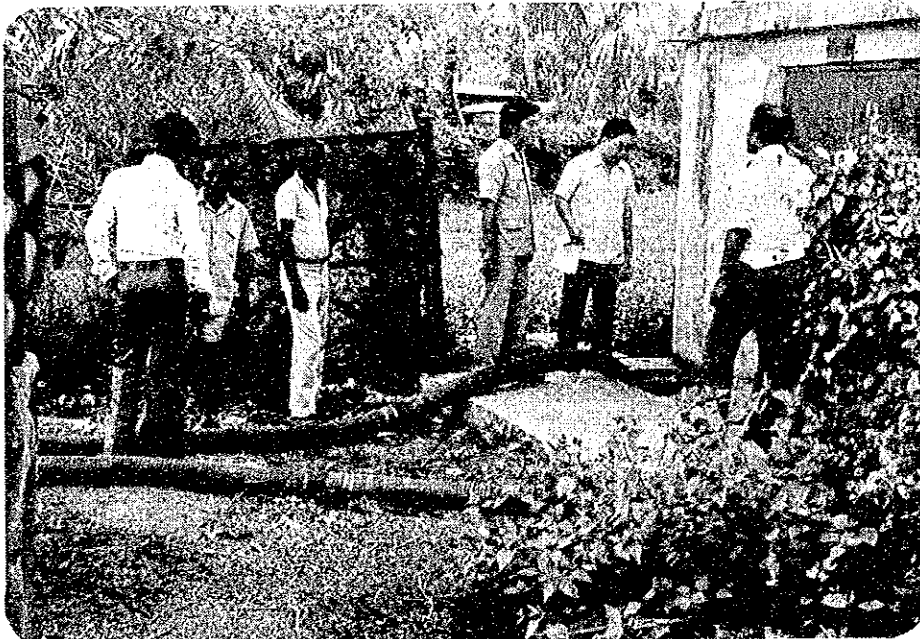


Photo 6 Suction hose of tank lorry



Photo 7 Excreta and sludge disposal site at Jabi

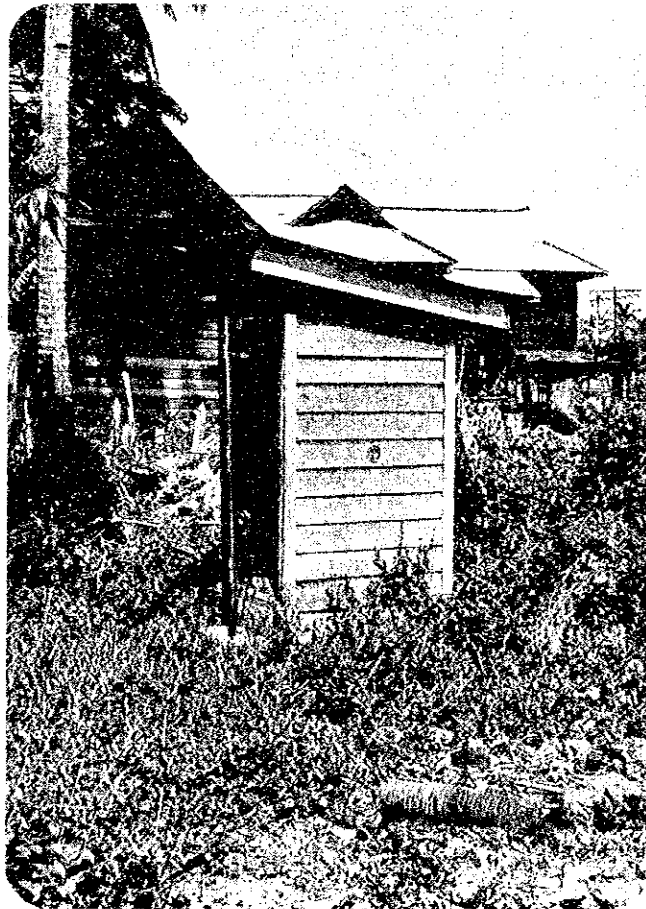


Photo 8 Conservancy toilet system

9. 公共水域の汚染状況

調査対象区域内にはケダ川、アナ・ブキ川のほか多くの小川や排水路がある。ケダ川とアナ・ブキ川の合流点から約 1.4 km 下流に防潮水門が設けられている。

防潮水門の上流側の流れは水門操作によって左右される。乾季には水門は殆んど閉じられているが、雨季には毎日少くとも一回以上が開けられている。

対象地域内の汚水は道路側溝や小水路を経て、最終的には河川に流れ出るため、両河川の水質は流入汚水によって影響されている。これらの河川水質については 1979 年 3 月の乾季における予備調査および 6 月の雨期に水質調査を実施した。

乾季での主要河川の水質は BOD で $14 \sim 66 \text{ mg/l}$ であったが、雨季での調査結果は BOD $3.8 \sim 19.9 \text{ mg/l}$ となった。これらの結果は図 3.7 に示したとおりである。水質調査結果の詳細は付録に示したが溶存酸素についても同様の傾向がみられた。

地域内の発生汚水量の性状を知るために水質調査を行なったがこれの詳細は付録に示した。河川に流入する道路側溝内の水質は殆んど下水化しているが、これが本川に流入すると希釈効果などによって浄化が進み水質も改善されてくる。

これらの状況は乾季についても同様であった。

10. 関連報告書類のレビュー

この調査に関連して参考にした研究報告書類は付録に示したが、つぎに主なものの概要を示す。

10.1 フロースター及びその周辺地区の下水道プロジェクトに対する予備調査報告書（保健省、環境衛生技術部、1978 年 10 月）

この報告書は日本政府に対する技術援助要請の原案であり、さらには下水道マスタープランの基本方針を示すものとしてきわめて有意義であった。

- (a) 急を要するものとしては、新規の住宅開発には水洗化による下水道施設を取り入れるべきであり、それには雑排水をも取り込むべきである。浄化槽を設ける場合には Street, Drainage and Building By-laws 1976 によるものとする。
- (b) 広汎な開発計画では既設道路、計画道路のほか住宅地区、商業地区などをレイアウトに示し、これによって下水道計画のマスタープランやフィージビリティスタディーにできるかぎり情報を与えておくようにする。
- (c) 計画区域の設定や現状に対する評価、下水道計画で適用する方式、実施にあたっての組

織、財政計画などを含む計画の立案

(d) 処理場用地の確保に対する要望

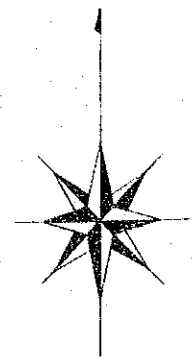
10.2 ケダ・ベルリス開発のための研究報告書

開発を促進するために以下のことを勧告している。

- (a) アロースターは地域的な中核として一層発展させる。
- (b) アロースターの立場をより高めるには工業化を進めるとともに各種経済活動の地域的中心地として現在の農業中心政策を変えて行くことが効果的と思われる。計画には(1)市の西側バイパス、(2)新規工業地帯の建設などが含まれる。
- (c) 州および連邦政府機関のアロースターへの再配置に関する勧告。これはアロースターの地域的中心地としての役割をさらに強化する。
- (d) 住宅の無軌道な分散建設の防止
- (e) 低家賃住宅プロジェクトの推進
- (f) 市街地内の雨水排水設備の改善と環境衛生の向上

この調査報告書はWHO/IBRDが実施した“Urban Sewerage Study”の勧告を支持している。これでは長期的には“Water Supply and Sewerage Authorities”を設けることを提案している。ここでの地方政府の役割は重要であって短期的にはSewerage Joint Committees をJKR、DID、TCPなどからの委員で設けることを勧告している。この委員会の役割は下水道、下水処理、水質汚濁防止、市街地の雨水排水、洪水対策などに責任を持ち、地方政府機関を代表して実施のさいの技術的監督指導を行なう。

環境衛生対策としては市街地に建設される家屋にはすべて十分な下水施設を考え、最少限でも浄化槽を設けさせるべきであるとしている。

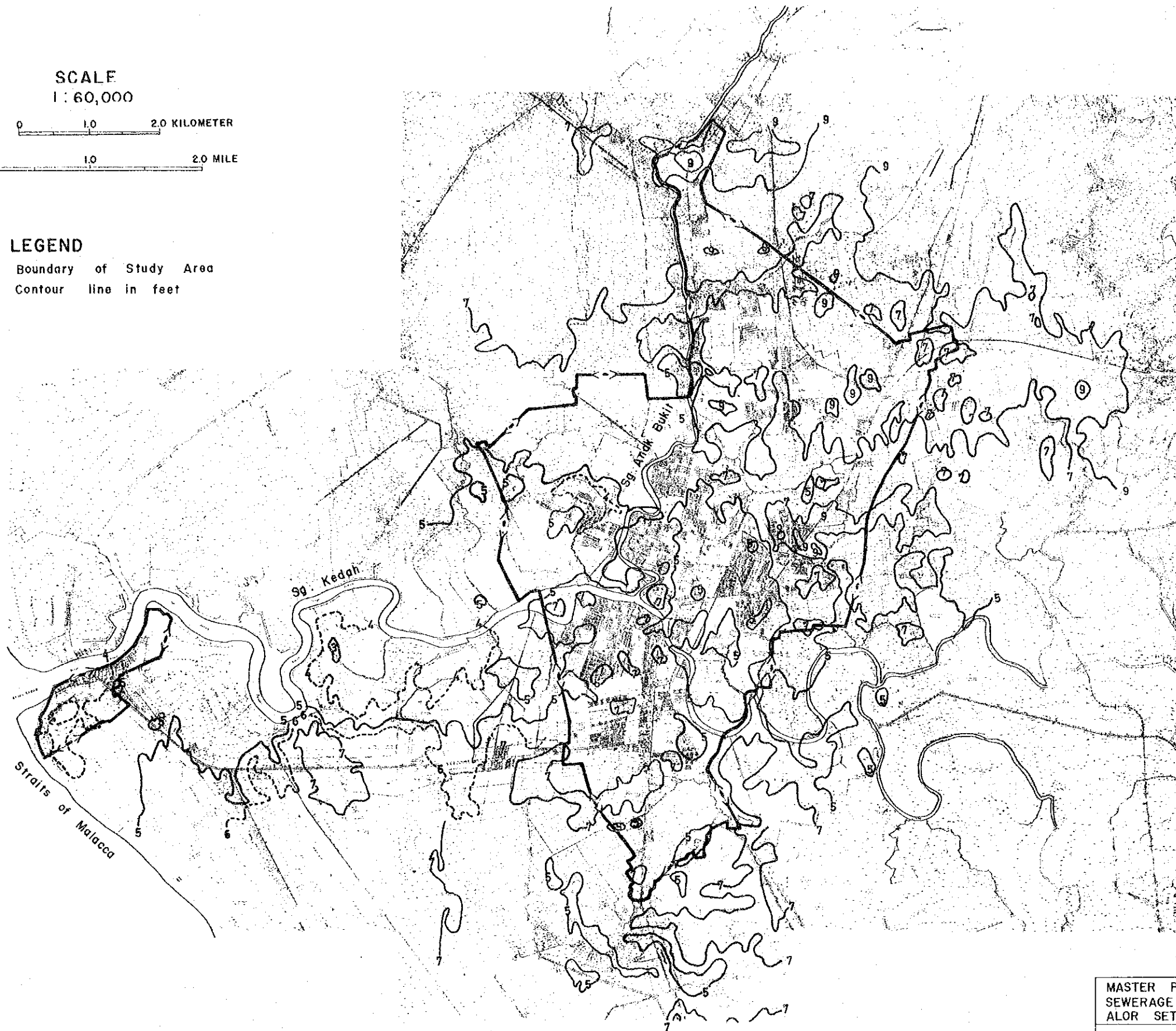


SCALE
1 : 60,000

0 1.0 2.0 KILOMETER
0 1.0 2.0 MILE

LEGEND

--- Boundary of Study Area
7 Contour line in feet



MASTER PLAN AND FEASIBILITY STUDY FOR
SEWERAGE AND DRAINAGE SYSTEM PROJECT IN
ALOR SETAR AND ITS URBAN ENVIRONS

計画区域内の地形

FIGURE
3 · 3

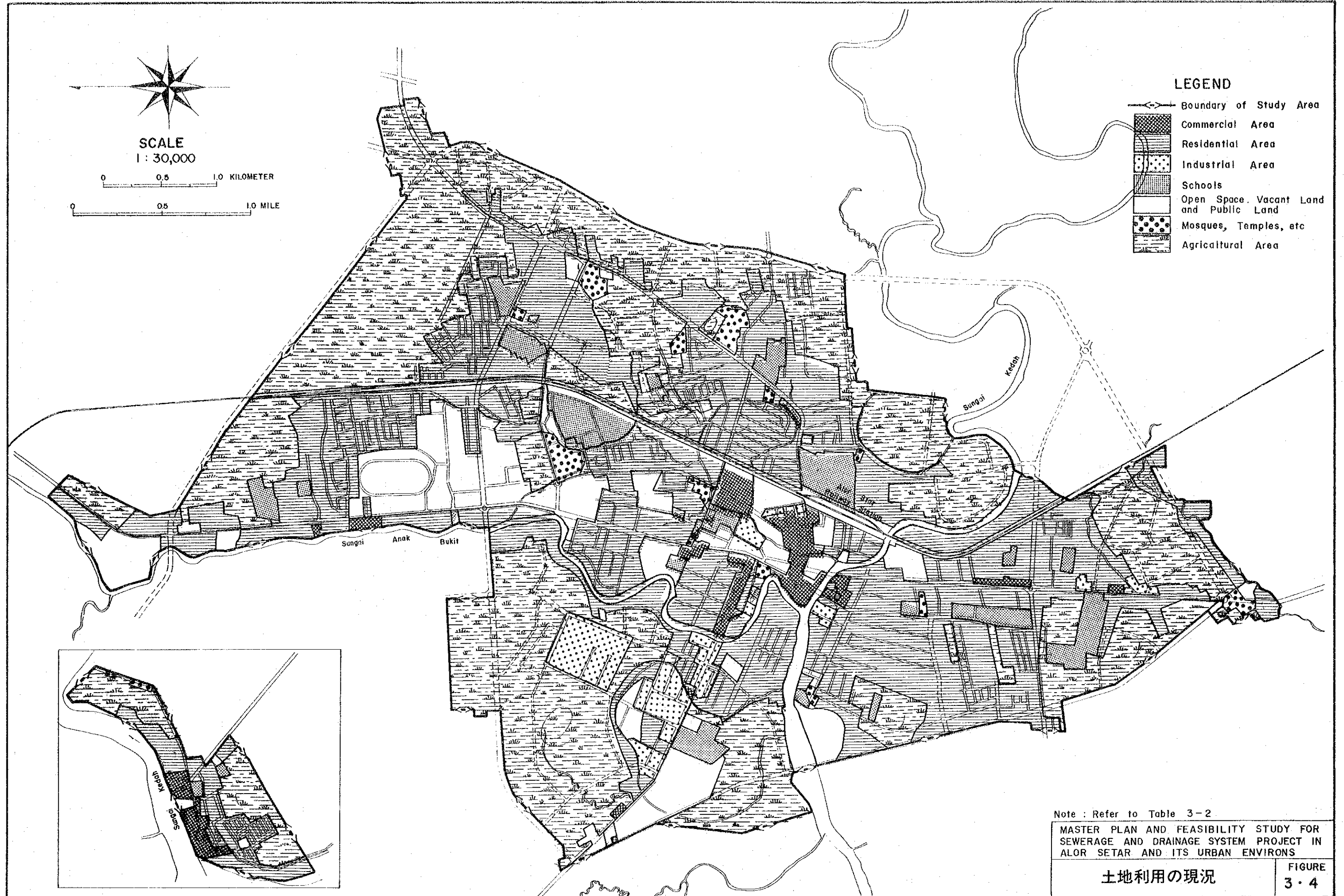
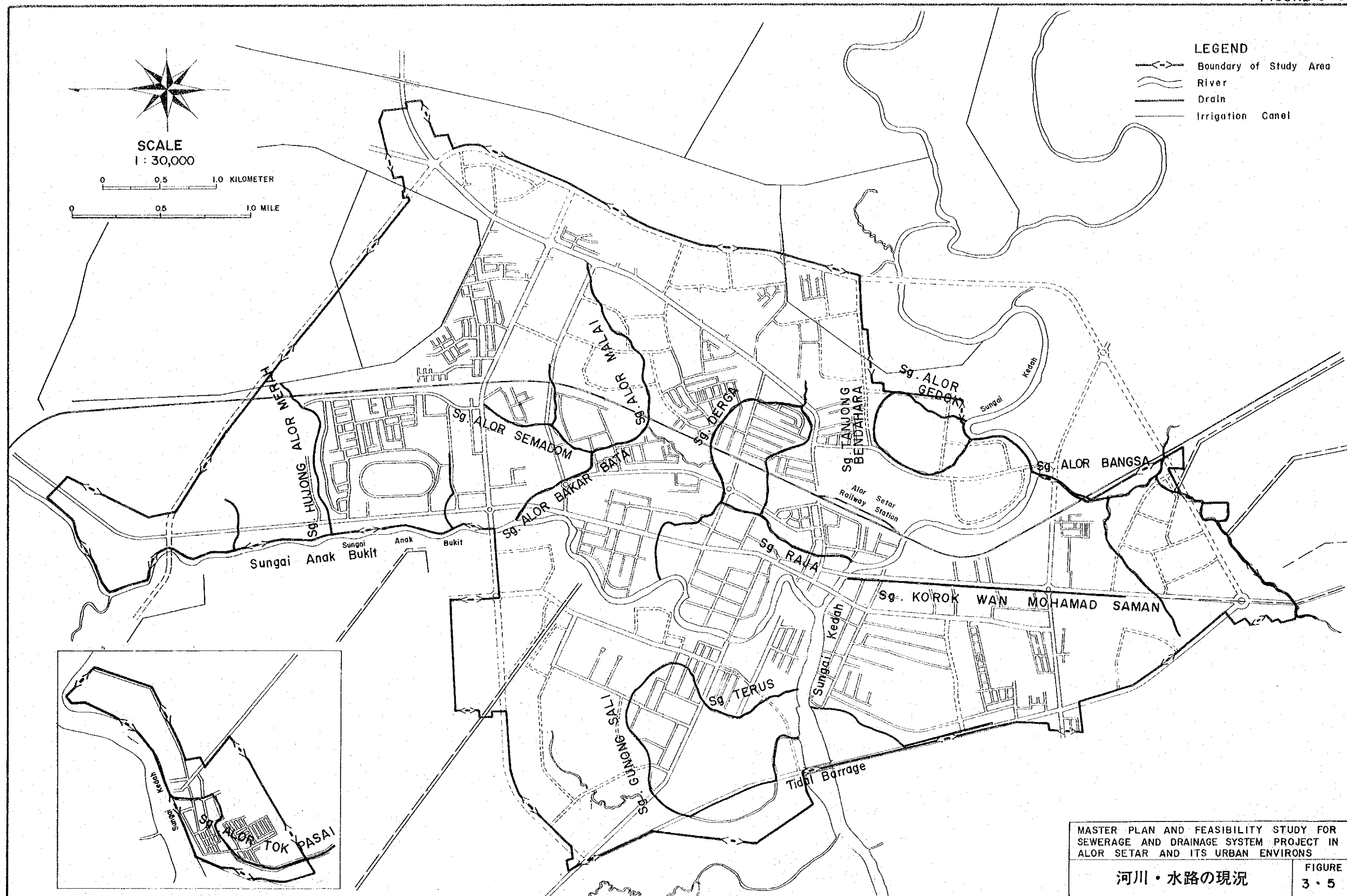
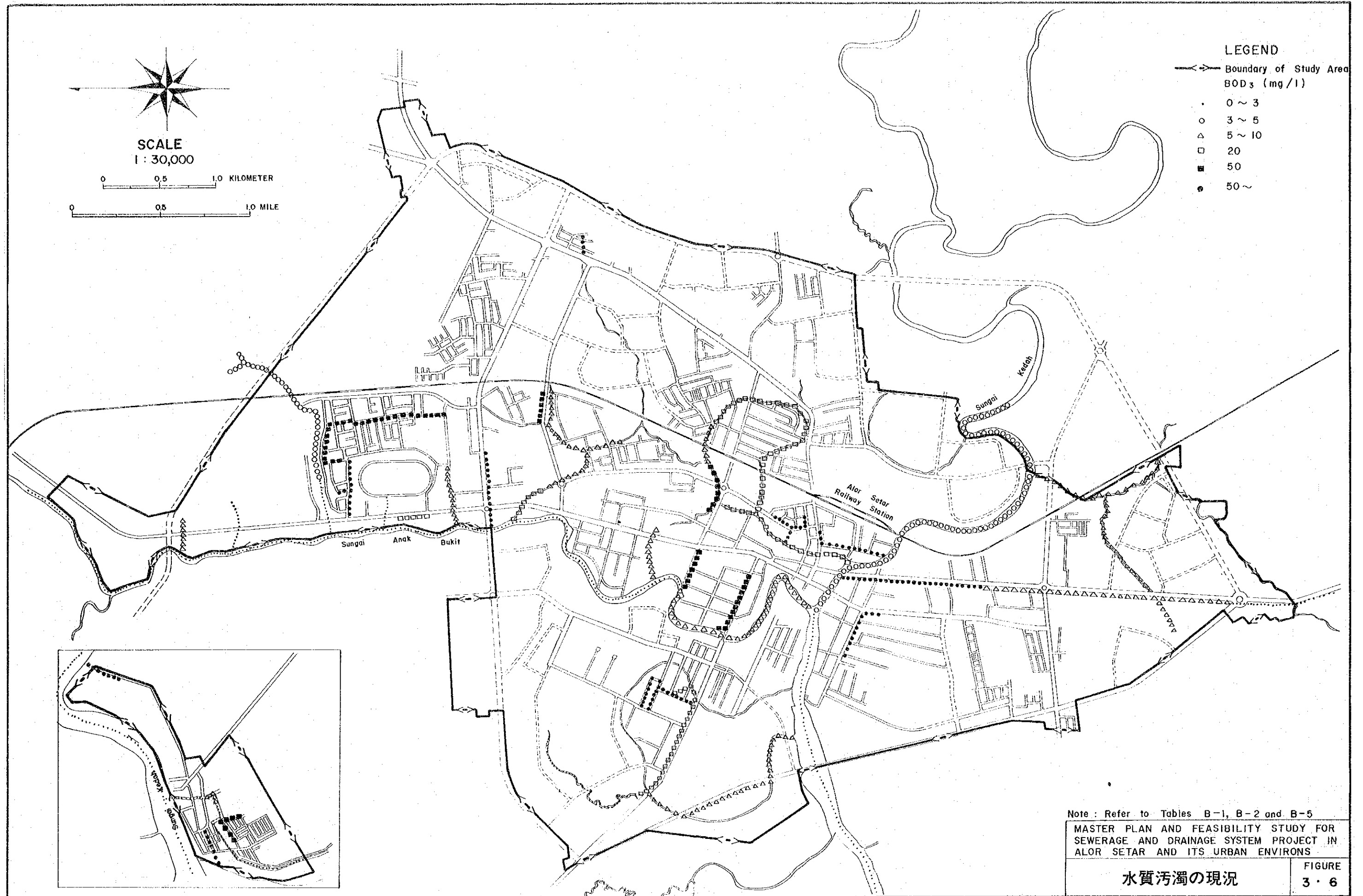


FIGURE 3-5





第 4 章 計 画 の 基 本

1. 調査対象区域の範囲

調査対象区域は図 4.1 に示すとおり対象面積 3,300 ha である。この区域は事前調査時点に想定した地区に、その後の開発事情などの実績を加味して、南部メルゴン工業団地（43 ha）および北部メルゴン工業団地の北側に計画されている低家賃住宅団地（46 ha）を加えたものである。全体区域にはクアラ・ケダ地区 125 ha も含まれている。この調査対象区域の範囲は両国政府間で合意をみたものである。

2. 年次別建設計画

マスタープランではプロジェクトの全期間を 1981 年から 2000 年の 20 年間で実施する計画である。

建設計画は段階的とし、2000 年までを 4 段階に区分する。各段階は実施設計に要する日数も含めて 5 年間とし、建設のための入札書類の準備および施工業者の選定および施工管理業務までが含まれている。段階別建設計画はつぎに示すとおりとする。

第 1 期 : 1981 年～1985 年

第 2 期 : 1986 年～1990 年

第 3 期 : 1991 年～1995 年

第 4 期 : 1996 年～2000 年

3. 将来土地利用計画

調査計画区域内における、土地利用状況の現状は、第3章4.1節の表3.2、図3.4に示したとおりであるが、これに基づいて2000年次における土地利用計画を作成した。これはSTCPと意見調整を行なったものであり、表4.1、図4.2に示すとおりである。

この土地利用計画によって用途地域別面積を算定し、これを下水道計画の基本とした。この内訳は表4.1に示すとおりである。

表4.1 2000年次における土地利用計画

用 途	住 宅 区	商 業 区	官 庁 区	工 業 区	公 園	学 校	モスク 寺院	河 鉄	川 道	計
面 積 (ha)	2,521.0	1,740	320	2,070	640	1,590	330	1,100	3,300	
配分比 (%)	76.4	5.3	1.0	6.3	1.9	4.8	1.0	3.3	100	

調査対象区域の89%は住宅、商業、工業地区の用途に含まれている。将来土地利用計画の特徴をあげればつぎのとおりである。

- (1) 調査対象区域の周辺地域の水田は住宅地区に転用する。
- (2) メルゴンおよびクアラケダの工業地帯を拡張する。
- (3) 商業地区を拡張する。
- (4) 官公庁地域を確立する。

4. 計画人口及び計画人口密度

4.1 計画人口

計画区域内の将来人口は、1975年以降の人口増加率4.0%に基づいて推定することとした。この結果は、表4.2に示すとおりである。詳細は第Ⅶ巻付C参照。

表4.2 計画区域内人口

年 次	人 口 (人)	増 加 率 (%)
1980	145,200	4.0
1985	176,700	
1990	215,000	
1995	261,600	
2000	318,300	

注(1) 1970年人口調査によれば計画区域内人口は100,439人であった。

(2) 1970～1975年の間は3.5%、1976～1979年の間は4.0%の人口増加率を用いて推計した1979年の人口は、139,600人となった。

1980年の人口145,200人は1979年の139,600人に4%の人口増加率を乗じて求めた。

4.2 計画人口密度

2000年における将来人口318,300人は、将来の土地利用計画に基づいて表4.3のとおり決定した。

住居地域Aは、旧市街地(1974年までの市街化区域)であり、既に市街化が進んでおり、かつ、現在も榮んに開発が行なわれている。一方、住居地域Bは新たに拡大された市街地であるが、街道沿いの一部を除けば未だ市街化されていない区域である。

住居地域Aの人口密度は120人/haとしたが、これは最近、開発された区域の平均人口密度が117人/haであるので、住居地域Aが全て開発が行なわれれば、その程度の人口密度になると考えたからである。

住居地域Bは、現在水田として使用されているが、このような区域が開発される場合は、かなり大規模に開発されると予想される。大規模な開発が行なわれる場合は、公園や学校も

併せて計画されるため人口密度が小さくなり、その値は、70人/ha程度と考えられる。

現況の商業地域の人口密度は、表3.3から知られるとおり、174人/haであるが、新バスセンター地区のような形態にスクラップアンドビルトが行なわれることも予想されるので、200人/haとした。北部メルゴン地区は工業地区であるが、住居併用であるため100人/haの人口を見込むこととした。

官庁地区、学校は若干居住者がいるが、計画上は無視することとした。しかし、この地区は、別途昼間人口を見込むこととしている。南部メルゴン及びクアラ・ケダ工業地区も同様に夜間人口は0としているが、別途工場排水は、見込むこととしている。公園、空地、間地、寺院、河川、鉄道の区域については、人口密度0とした。

表 4.3 用途地域別人口密度

用途種別	面積 (ha)	人口密度 (人/ha)	人口 (人)
住居地域			
A	1,863.6	(53.5) 120	(99,700) 223,632
B	566.0	(7.3) 70	(4,150) 39,620
C (*)	91.4		(3,650) 5,648
小 計	2,521.0	-	(107,500) 268,900
商業地域	174.0	(162.6) 200	(28,300) 34,800
官庁地域	32.0	(0) 0	(0) 0
工業地域			
A (北部メルゴン)	146.0	(20.5) 100	(3,000) 14,600
B (南部メルゴンおよび クアラ・ケダ)	61.0	0	(***800) 0
小 計	207.0	-	(3,800) 14,600
学 校	159.0	0	0
公 園	64.0	0	0
寺 院	33.0	0	0
河川・鉄道	110.0	0	0
計	3,300	(42.3) 96.5	(139,600) 318,300

注 (1) 住居 A は、既成市街地

住居 B は 1974 年の市域より外側

(2)(*)住居 C は、宮殿や官舎、高層住宅等の特に人口密度が高い地域又は低い地域

(**) 人口密度は道路、水路等を含む総面積に対する密度

(***)南部メルゴンの 800 人は将来 0 人となる。

(3) () 書は現況人口密度

5. 下水道システム

5.1 排除方式

排除方式としては、次の3方式が考えられる。

- (a) ケース1 — 合流式
- (b) ケース2 — 汚水、雨水を別々の暗渠で排除する分流式
- (c) ケース3 — 汚水は暗渠で、雨水は開渠で排除する分流式

本計画では以下のような理由からケース3を提案する。

- (1) 水質汚濁防止対策としては、分流式が有効である。
- (2) ケース3は、既存の排水施設を利用することが出来、経済的となるし、新規住宅団地からの排水も暫定的に既存施設を利用することが出来る。又、維持管理も容易である。道路には、汚水管のみを布設することとなるため、他の地下埋設物に対する影響も少なくて済む。
- (3) 調査区域内の排水基本計画をD I Dは既に準備している。

5.2 処理方式

5.2.1 処理の必要性とその程度

第Ⅶ巻付Bに述べてあるように、市街化区域内の河川および排水路の水質は、家庭下水や工場排水によって、汚染されている。これらの流入汚水に対して何らかの対策を講じなければ、調査対象区域内の河川、水路は近い将来、憂慮すべき事態になるとみられる。調査区域内の各地点の水質は、現在34～164mg/ℓ(BOD)であるが、もし将来とも下水道の整備を行わなければ、105～175mg/ℓ程度まで悪化するであろう。(付録、D、表D・17～18参照)

マレーシアでの水質に関する法令を考慮して、このプロジェクトで考える処理場からの放流水質は、暫定的に表4.4に示すものを提案する。

表4.4 下水処理場からの放流水質案

項 目	範 囲	備 考
BOD mg/ℓ	50	30℃ 3日間
大 腸 菌	1,000	MPN

この暫定案に基づいて2000年次での流入下水でのBOD106～175mg/ℓは、下水処

理場で65.3~70.2%除去され、50mg/lとなって放流される。処理の方式は、酸化池、エアレーテッド・ラグーン、酸化溝などで、これらの方法は、以下の項で述べるように経済的なものである。

ケダ川およびアナ・ブキ川の乾期における河川水質は、14~17mg/l(BOD)であるが、もし下水道を整備しなければ、20~35mg/lとなると予測されるのに対して、下水道を整備し、処理場から50mg/lで放流すれば、7.2mg/l以下となると予測される。(付L参照)

5.2.2 処理方式の比較検討

ここで比較検討のために取りあげた処理方式は実施可能のものとみられる3案についてであるが、この詳細は付録Eで述べることにする。処理方式としては(1)スタビリゼーション・ポンド法、(2)エアレーテッド・ラグーン法、(3)オキシデーション・デッチ法であって、検討にあたっては処理場用地の入手可能性、採用可能とみられる現場作業員のレベル、放流河川の状況、施設の建設費および運転管理費なども含めた。以下にその概要を示す。

(1) スタビリゼーション・ポンド法

この処理法は自然条件下での日光、水温の影響を受けながら藻類とバクテリアの総合作用を浄化に用いたものである。施設は運転操作上からみて柔軟性を有しかつ修復等が容易に行なえるように、池の構造は立地条件にもよるが原則として2池以上を平行に設ける。全体的な配列はファカルタティブ・ポンドと熟成池を直列に設けたものが前述した理由で2系列以上として施設される。

(2) エアレーテッド・ラグーン法

この処理法はエアレーテッド・ラグーンと熟成池から構成され、エアレーテッド・ラグーンでは強制通気されるため活性汚泥性生物が繁殖する。エアレーターの目的は酸素供給が主となる。

エアレーテッド・ラグーンからの流出水は熟成池でさらに仕上げ処理を必要とし、これによって細菌学的な浄化と浮遊物質の除去が進められる。この方式も維持管理面からみて2系列以上設置することが望ましい。

(3) オキシデーション・デッチ法

この処理法は基本的には活性汚泥法の変法である。円周状の池構造の溝で下水を機械的に回流させながら通気する方法で、好氣的に安定を計るものである。この状態で一定時間を経過したのち、混合液を静置、沈殿させ上澄水を放流する。

維持管理上から余剰汚泥の引き抜きが必要なこと、溝内の混合液の活性汚泥濃度を一定に保つなどの操作が必要であり、沈殿池を別途設けることが多い。この場合には汚泥の返送施設も設けるのが一般的である。余剰汚泥は引き抜き後、乾燥床で処分される。

この方式は施設の的には酸化溝、沈殿池、乾燥床から成る。

以上に述べた3種類の方法は設計条件が適当であって、効果的に運転されていれば、BOD除去率75%以上が期待でき、一般には自然流下方式で放流される。

比較検討のため、それぞれの方法について流量 $5,000 \text{ m}^3/\text{d}$ から $50,000 \text{ m}^3/\text{d}$ の概略設計によって建設費、維持管理費を試算した。(付録G参照)

表4.5に必要な用地面積と費用比較を示した。ここで示した費用は施設耐久性も一応考慮して1979年レベルでの年間経費を試算したものである。

費用比較の結果からはこの調査対象区域に対しては処理場用地が大きいにも拘らず酸化池法が適当といえる。

表 4.5 処理方式の比較

処 理 方 式	(M\$ 1,000)			
	水 量		(m^3/day)	
	5,000	10,000	30,000	50,000
スタビリゼーション・pond法	535.87	836.19	2,761.02	4,415.19
エアレーティッド・ラグーン法	633.55	1,167.54	2,723.10	4,144.53
オキシデーション・ディッチ法	877.35	1,660.56	4,513.83	7,575.07

注 第Ⅶ巻付E参照

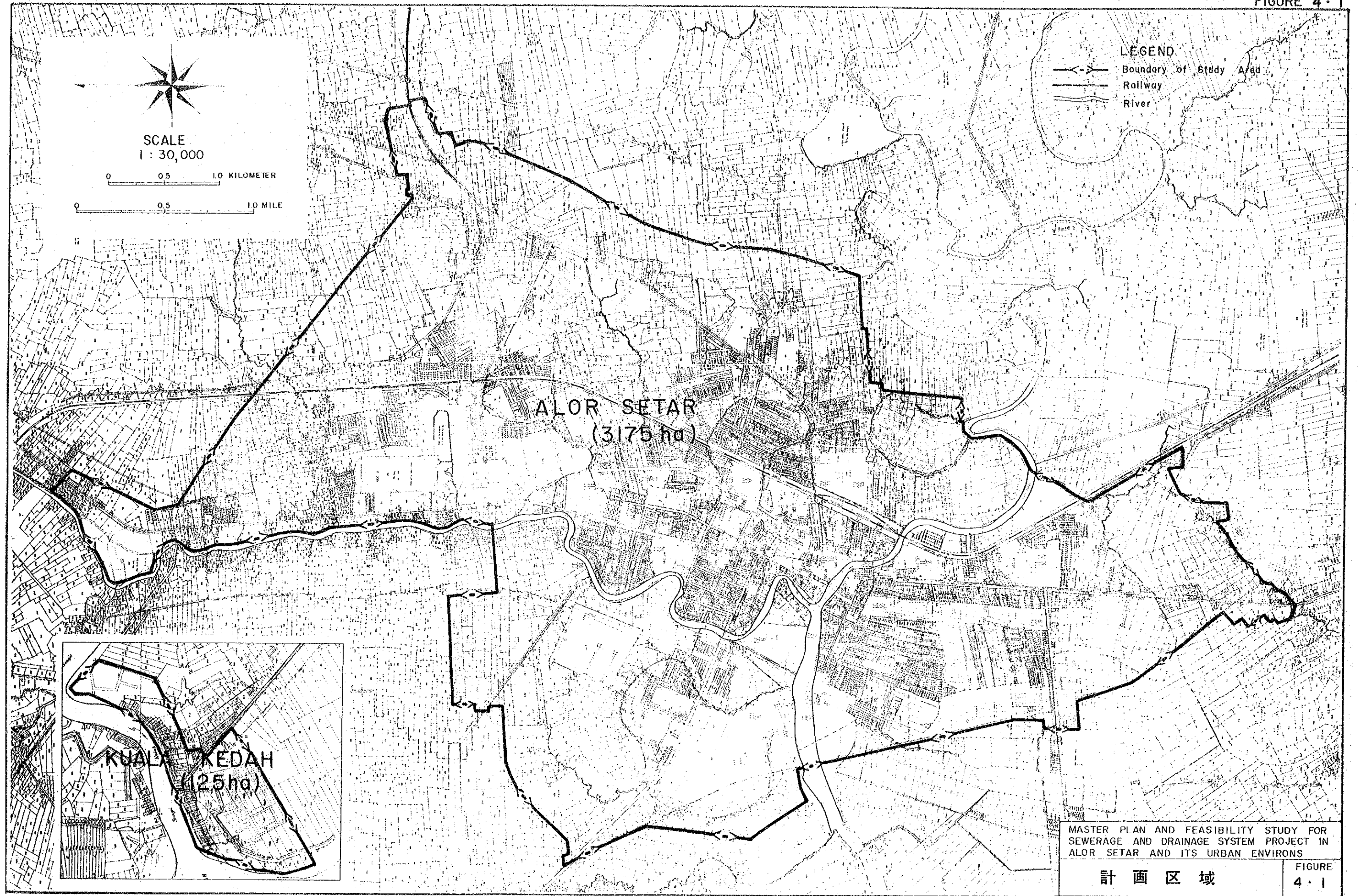
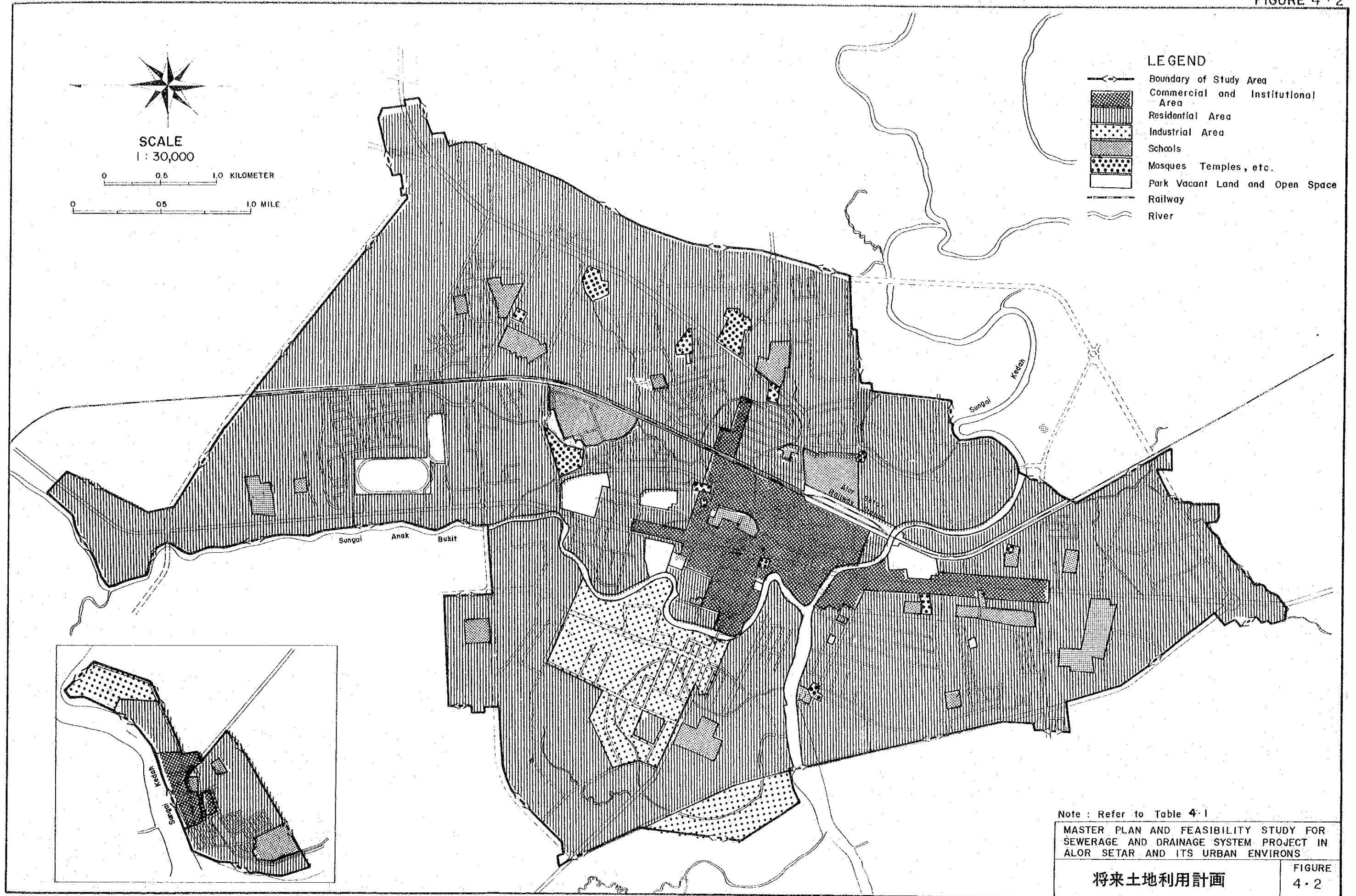


FIGURE 4 · 2



第 5 章 基 本 計 画

1. 概 要

調査対象区域 3,300 ha を対象とした基本計画は目標年次を 2000 年として、前章にて述べてきた計画の基本に基づいて展開するものである。

下水道の基本計画でとりあげる内容は、(1)下水処理区および処理分区、(2)処理区および処理分区に対する人口配分、(3)将来土地利用計画に基づく発生汚水量の試算、(4)設計基準の設定、(5)選定した下水道方式と主要施設、(6)優先順位の検討、(7)資金計画、財政能力、(8)建設および維持管理費、(9)事業便益などである。

この章で提案される計画や主要な項目の詳しい検討については関係付録を参照されたい。

2. 処理区及び処理分区

2.1 処理区及び処理分区の設定

調査対象区域には、既に市街化してしまっている区域と、現在は、農地であるけれども、将来開発が行われる区域とがあるが、いずれも平坦地である。

したがって、このような区域に大きな処理区を設定すると下水の幹線管渠は、大きくなり、かつ、深くなるため、建設費が高くなり、施工もしにくくなる。

そこで、本計画では表-1及び図5.1に示したような処理区に分割した。そうすることによって、以下のようなメリットがある。

- (a) それぞれの処理区の特性を考慮した設計が、可能となる。
- (b) 処理区別の下水道整備に対する優先度や財政規模に応じた段階的整備が容易となる。
- (c) 長い管渠がなくなり、硫化ガスの発生防止にもなる。
- (d) 将来開発区域に対しても、容易に対処出来る。

2.2 下水処理区および処理分区の概要

1) アロー・メラ処理区 (Zone A)

この地区は調査対象地域の北方に位置し、河川および鉄道のように下水道施設の対象としない地域を除いて822haの面積である。この地区は西側がアナ・ブキ川、南側はバカル・パタ川およびサルタン通り、東側と北側はバイパス道路に面している。

地形は殆んど平坦で南部から北部に向かって少し傾斜があり、東から西へ向かってMSWLで2.7mから1.8mの標高となっている。

一方、バカル・パタ通りは国道であり、この処理区の西側を南北に走り、鉄道は中央部を同様に南北に走っている。

この地区では家庭雑排水はアロー・メラ川か、バカル・パタ川のいずれかを経てアナ・ブキ川に流れ込んでいる。

処理区をA-1およびA-2の処理分区に区分した、A-1分区は開発地区、A-2分区は将来開発地区である。

(a) 処理分区 A-1

この処理分区は対象面積385ha、現在人口15,100人である。Taman GolfやTaman Udaなどの新興住宅地域と、アロー・メラ川に沿ったカンブーン地域がこの処理分区には存在している。さらにケダクラブ、競馬場、公園、総合病院、刑務所、学校などの施設もこの処理分区に集っている。

(b) 処理分区 A-2

対象面積は 437 ha、現在人口 3,700 人の処理分区で、住民の殆んどはバカル・バタ通り沿いに集中している。一部は水田地帯に散在している。

特別な施設として王宮がバカル・バタ通りに面して、この処理分区に位置している。

2) コタ・セタ処理区 (Zone B)

この処理区はアロスター地域の中心を占め、河川および鉄道を除いた面積は 971 ha である。西側にアナ・ブキ川、南側にケダ川、東側に計画バイパス道路、北側はバカル・バタ川とサルタン通りで画されている。

この処理区もきわめて平坦な地域で M S W L で 1.2 m から 1.8 m の範囲ではほとんど変化がない。ただし、サルタン通り、ランガー通りとアナ・ブキ川に囲まれた地区は他に較べて 30~60 cm 程度高くなっている。

数条の水路が東西および南北へと流れている。デルガ川は前者の例で、ラジャ川、タンジョン・ベンダハラ川、アロー・ゲドック川は後者の例である。これらは雨水排除に役立っているが、場所によっては水路が改修されていないため浸水が屢々生じたりしている。

この処理区も B-1、B-2、B-3 の処理分区に区分した。

B-1 地区は市街化地区で B-2 地区は将来開発地区である。一方、鉄道とアロー・マライ川、シラト・チナ通りにかこまれた三角形の土地は B-3 処理分区で大規模住宅地区の開発が S E D C によって予定され、この地区の下水道施設計画は別途関係機関によって進められる筈である。

(a) 処理分区 B-1

この処理分区の面積は 459 ha、現在人口は 44,400 人である。

この処理分区はアロスターの他地区に較べて市街化が進んでおり、人口密度は約 97 人/ha とかなり高い。

ケダ州の州都、および M P K S 等の行政中心地として関連行政機関が多く、さらにアロスターの商業地区の大部分がこの地区に入っている。

ラジャ川沿岸の低地帯、とくに上流域に人口密度の高い所があるが、ここでは屢々浸水を蒙っている。

(b) 処理分区 B-2

この処理分区は面積 410 ha、現在人口 11,400 人である。処理分区はケダ川から北東方向へと延びているランガー通りから東側の区域で占められている。

リボン状の市街化開発がランガー通り、デルガ通り、タンジョン・ベンダハラ通りに沿って進められている。一方、タンジョン・ベンダハラ川に沿ってカンブーン地区が形成されている。残りの区域では数か所の小規模な開発地区を除くと殆んどがまだ水田地帯である。

市街化開発は水田地帯の一角を通して計画されているバイパスが現実性を帯びるとともに一層促進されると考えられる。

(c) 処理分区 B-3

この区域は鉄道、サルタン通り、ランガー通り、アロー・マライ川で囲まれた面積 102 ha から成っている。このうち 34 ha は SEDC によって大規模住宅開発が具体化されてきている。

この区域の北西部には Taman Syed Mohamad と Sultanah Bahiyah の学校がある。残りの大部分は農業用地で若干の政府機関等例えば MADA などの建物がある。現在人口は 1,300 人である。

SEDC の開発計画にもられた下水道施設は 34 ha に対して約 2.1 ha の処理場用地を予定し、この地区の南西隅があてられている。

3) メルゴン処理区 (Zone C)

この処理区はケダ川の北部およびアナ・ブキ川の西部を占めている。処理区の面積は 614 ha で南側にケダ川、東側にはアナ・ブキ川、西部バイパスは西側、北側に計画道路という地勢である。地形は殆んど平坦で標高 1.5 m から 1.8 m である。

グノン・セリ川はこの処理区の西側を南流し、テルス川はこの処理区のほぼ中央部を南流し、ともにケダ川に流入する。

セベラン・プテラ通りの北部は北部メルゴン工業地区である。

南部メルゴン工業地区は南側にケダ川、東側にランコン・バラト通りに囲まれた大規模工業地帯で SEDC によって開発が進められている。

連邦政府によって進められる筈の低賃金者向住宅はこの処理区の北部に位置している。しかし建設計画はいまのところ明らかにされていない。

かかる状況から、この処理区を C-1 および C-2 処理分区に区分する。C-1 処理分区は市街化開発地区であり、C-2 処理分区は将来開発区域で南部メルゴン工業地区が含まれている。

(a) 処理分区 C-1

この区域は北部メルゴン工業地区とテルス川とセベラン・ブテラ通りの南側の市街化区域が含まれている。面積は187 haで現在人口は9,000人である。

北部メルゴン工業地区にある工場の大部分は小規模な家内工場や自動車整備工場などで工場排水は殆んど出てこない。しかしながら、廃油や廃グリースが道路側溝などに投棄され、環境悪化の原因となっている。

セベラン・ブテラ通りの南側はリボン地帯を除いて住宅地帯になっている。

北部メルゴン工業地帯の中央部は工業地区の従業員住宅であり、酸化池をもった下水道施設が設けられている。

(b) 処理分区 C-2

この区域は処理区Cの外周部で面積427 ha、現在人口2,900人である。

南部メルゴン工業地区と低賃金者向け住宅地域を除いて殆んど地区が水田地帯である。

4) ベンカラ・クンドル処理区 (Zone D)

この処理区はアロスターの南部を占め、北側にケダ川、西側に西部バイパス、南および東側にアロー・バグサ川に接し、面積658 ha、現在人口42,700人である。

この区域も殆んど平坦でMSWL 1.5 mから2.1 mであり、全体としては南から北に向けてやや傾斜している。

国道のコロック通りは、この区域の中央部を南から北へと通っている。この道路とケダ川に沿った市街化地域はアロスターでもっとも古い街並の一つであり、その他の地域は最近急速に開発されてきている。

家庭雑排水はコロック川、アロー・バグサ川、道路側溝を経て、最終的には、ケダ川に注いでいる。

下水処理区はD-1、D-2の処理分区に分区され、前者は市街化地域、後者は将来開発予定地域である。

(a) 処理分区 D-1

この地域の大半は市街化区域であり、古い街と新しい住宅地から成っている。面積は388 ha、現在人口は35,000人である。幾つかの住宅開発計画が終えている。

人口密度はセベラン・ベラク通りとコロック通りが高かったが、近い将来には処理分区B-1でみたようにほぼ同じレベルになるものとみられる。

(b) 処理分区 D-2

この処理分区は面積 270 ha、現在人口 7,700 人である。この区域の大部分は鉄道の東側とコロック通りに沿った地区を除いて水田地帯である。

5) クアラ・ケダ処理区 (Zone E)

この下水処理区はアロースターの市街地から約 8 km 西方にあたり、ケダ川の河口に位置している。この地区はケダ川に沿って約 2 km の長さで街の幅は 0.7 km である。面積は 125 ha、現在人口は 9,100 人である。

この地区は漁港として発展してきた。

極く最近、市街地再開発計画が TCP のプランで進められた。また、SEDC による地域開発策として大規模水産加工工業基地が開発されてきている。

地形的条件は 2.1 m から 1.8 m の地盤高のきわめて平坦な地域である。背景には MADA の水田地帯が 0.9 m ~ 1.2 m のレベルで存在する。

再開発の市街化区域は新規開発の住宅地区と同様に共同浄化そうか個人浄化そうを設けることになっている。一方、古い地区のカンプーンではピット式便所か河上便所が設けられている。

家庭雑排水はケダ川に直接流入するか、アロー・トク・パサイ川を経てケダ川に流れ込んでいる。

処理分区はこの区域では設けなかったが、これは面積が 125 ha と小さいのとこの地域全体が近いうちに市街化されると考えられているためである。

3. 処理分區別人口

処理分區別計画人口は表 5-1 に示す通りである。

又、これら処理分区の年次別人口は表 5-2 に示す通りである。

表 5.1 処理分区別計画人口

用途地域 人口密度(人/ha)	住居地域			商業 地域	官庁地域	工業地域		学 校	間 地	寺 院	Total
	A	B	C			北 部 メ ル ゴ ン	南部メ ル ゴ ン ク ア ラ				
	120	70	(**) 5 - 800	200	0	100	0	0	0	0	
A											
A-1	238.1 28,500	55.1 1,100			17.4 0			36.9 0	28.7 0	8.8 0	385.0 29,700
A-2	190.0 22,850	214.8 15,000	25.2 150					7.0 0			437.0 38,000
B											
B-1	251.9 30,220	3.4 780		116.0 23,200	14.6 0			34.5 0	25.7 0	12.9 0	459.0 54,200
B-2	242.7 29,040	152.2 10,700	1.2 960					5.7 0		8.2 0	410.0 40,700
B-3	92.9 11,100							8.1 0		1.0 0	102.0 11,100
C											
C-1	62.9 7,600		5.0 2,000			119.1 11,900					187.0 21,500
C-2	142.2 17,100	199.0 13,900				26.9 2,700	43.0 0	15.9 0			427.0 33,700
D											
D-1	315.5 37,840		1.5 660	40.0 8,000				19.3 0	9.6 0	2.1 0	388.0 46,500
D-2	249.6 30,000							20.4 0			270.0 30,000
E											
E	77.8 9,300			18.0 3,600			18.0 0	11.2 0			125.0 12,900
Total	1,836.6 223,650	556.0 39,600	91.4 5,650	174.0 34,800	32.0 0	146.0 14,600	61.0 0	159.0 0	64.0 0	33.0 0	3,190.0 318,300

表 5.2 年次別・処理分區別人口

(人)

処理区	処理分区	1979	1980	1985	1990	1995	2000 (target year)
A	A-1	15,100	15,800	19,300	22,700	26,200	29,700
	A-2	3,700	4,100	5,500	8,100	11,900	38,000
	Sub- total	18,800	19,900	24,800	30,800	38,100	67,700
B	B-1	44,400	44,900	47,200	49,500	51,900	54,200
	B-2	11,400	12,900	17,200	25,100	37,100	40,700
	B-3 Sub- total	1,300	1,300	6,500	8,100	9,600	11,100
C	C-1	9,000	9,600	12,600	15,600	18,500	21,500
	C-2	2,900	3,000	8,400	16,800	25,300	33,700
	Sub- total	11,900	12,600	21,000	32,400	43,800	55,200
D	D-1	35,000	35,600	38,300	41,000	43,800	46,500
	D-2	7,700	8,700	11,600	17,000	25,100	30,000
	Sub- total	42,700	44,300	49,900	58,000	68,900	76,500
E	E	9,100	9,300	10,100	11,100	12,200	12,900
	Sub- total	9,100	9,300	10,100	11,100	12,200	12,900
Total		139,600	145,200	176,700	215,000	261,600	318,300

注： (1) 処理分区 A-1、B-1、C-1 および D-1 は一次式により求めた。

(2) 処理分区 B-3 および C-2 については開発計画を考慮して 1985 年に
5,000 人を付加した。

4. 汚水の性状

計画目標年次で発生する汚水の量は、用途地域別にみた水の用途によって異なってくる。

水道水の使用状況に関する資料として、住居地区、商業地区、官公庁、工場地区などの過去1年間の実績をJKRの記録から、読みとることとした。

土地利用の将来計画を基にして、それぞれの用途地区に対する汚水の発生量を求めた。これは、JKRのデータ、マレーシア国内及びアジア地域で計画された都市の計画を考慮して決めた。

水質に関しては、さきに述べた用途地区に応じて、現状における代表例を選定し、実際に水質調査を行ない、この結果を従来の資料を参考にして発生量と同様に定めた。

これらの詳細は別途付録に示したとおりである。

4.1 一般家庭汚水

住居地区の代表として3地区を選定した。この地区での水使用状況はJKRが保有する過去1年間の記録から1人1日当りを算出した。1979年における1人/1日あたりの水使用量は平均170ℓ/人/dであり、家屋構造による使用量の差は殆んど認めなかった。

過去における水使用量の実績からみた年次別の増加と他都市における例から2000年における水使用量は230ℓ/人/dとした。

水質分析結果に基づいてBOD、SSは200mg/ℓ、汚水量は170ℓ/人・日とし、BODおよびSSは34g/cap/日とした。これに基づいて2000年次を試算した結果を表5-3-1に示した。

表5-3-1 家庭排水の性状

	汚水量 (ℓ/人/日)	汚濁負荷(BOD、SS)	
		1人1日当たりg/人/日	濃度mg/ℓ
1979年	170	34.0	200
2000年	230	46.0	200

4.2 商業排水

商業地域の水使用状況に関する資料収集は、代表的とみられる2地域について、JKRに保管されている過去1年間の記録をもとにして59事業所のものを集めた。これに含まれる業種には食料品、食堂、電気、衣料、書籍などの販売業であった。該当地域は一般には2階から4階建ての建物からなるブロックで、ときには住居と併用型となっているものもある。

現状における、この地域での1人1日あたりの平均水使用量は340ℓとなったが、2000

年次における1人あたりの汚水発生量は460ℓ/dと予測した。これを表5-3-2に示す。

表5-3-2 商業排水の性状

	汚水量 (ℓ/人/d)	汚濁負荷(BOD、SS)	
		1人1日当り(g/人/d)	濃度(mg/ℓ)
1979年	340	68	200
2000年	460	92	200

4.3 官公庁地区排水

アロースター地区は州政府の所在地でもあり、MPKSの事務所を中心として各種政府関連機関が存在する。これらの建築物には定住者はないものとしたが、下水道計画上からは昼間人口を考慮し、この種の地区における水使用量の実績から1人1日あたり23ℓとした。ここで定めた水量は2000年までは変化しないものとし、汚水濃度は1979年から2000年までBODで200mg/ℓとした。

表5-3-3 官公庁地区排水

	汚水量 (ℓ/人/d)	汚濁負荷(BOD、SS)	
		発生原単位(g/人/d)	濃度(mg/ℓ)
1979年 ～2000年	23	4.6	200

4.4 工場排水

工場団地からの発生汚水量については北部メルゴン、南部メルゴンおよびクアラ・ケダの地区を対象として排水の特質に対応できるように独自に算出した。しかしながら、工業地区以外に存在する小規模工場については訪問調査の結果、事業所としての排水が全くないものやあっても家庭下水と同様の性状のものとみなされたため、計画上からは住居および商業地区の排水と同様とみなした。

4.4.1 北部メルゴン工場地区

この地区に対しては16工場を対象として工場排水の水質分析も含めて、必要な調査を行なった。この選定にあたっては、対象地区でみられる業種を種別に分類し、これに基づいて代表的なものが含まれるように配慮した。このなかには食料品、ゴムおよびプラスチック、金属製品、電気、自動車修理およびその他の業種などが含まれている。

工場団地の単位面積(ha)あたりで発生する汚水量は平均19.2m³/日としたが、この値は計画目標年次の2000年までは変化しないものとした。この地区で発生する下水濃

度はBOD $60 \text{ mg}/\ell$ 、SS $100 \text{ mg}/\ell$ とし、入手可能な参考資料と比較検討の結果から2000年次においても変化しないものとした。

表5-3-4 北部メルゴン工場地区排水

	汚水量 ($\text{m}^3/\text{ha}/\text{d}$)	汚濁負荷 (mg/ℓ)	
		BOD	SS
1979年 ～2000年	19.2	60	100

注：単位面積には工場団地内の必要な道路なども含まれる。

4.4.2 南部メルゴン工場地区

計画区域全体は43haで、このうち工場が占める面積は36.24haである。このうち21.24haについては自動車用タイヤ、トイレットペーパー、シール材、と殺場の工場が設置されることが決っている。まだ確定していない用地は15haで、これには北部メルゴン工場地区で稼働している業種と同種のものが進出するものと予想した。

この結果、工場団地の単位面積あたりの排水量は $33.9 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{d}$ となり、2000年まで同じとした。下水濃度はBOD $280 \text{ mg}/\ell$ 、SS $270 \text{ mg}/\ell$ としたがこれについては、従来の関係資料を参考とした。

表5-3-5 南部メルゴン工場地区排水

	汚水量 ($\text{m}^3/\text{ha}/\text{d}$)	汚濁負荷 (mg/ℓ)	
		BOD	SS
1979年 ～2000年	33.9	280	270

4.4.3 クアラ・ケダ工場地区

この地区では現在操業中の水産加工、冷凍工場の3社について調査し、工場用地単位あたり $111.4 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{d}$ が得られた。この値から計画目標年次における団地内工場を同種の24工場とし、工場用地18haに対して発生汚水量を推定した。

3工場に対する調査結果から、BOD： $200 \text{ mg}/\ell$ 、SS： $500 \text{ mg}/\ell$ とした。

表5-3-6 クアラ・ケダ地区工場排水

	汚水量 ($\text{m}^3/\text{ha}/\text{d}$)	汚濁負荷 (mg/ℓ)	
		BOD	SS
1979年 ～2000年	111.4	2,000	500

4.5 その他の事業所排水

ここで調べた事業所としては学校、総合病院、刑務所、市場などがある。これらについて

は付録に詳細を示す。

学校における汚水量はつぎのとおりである。

表 5-3-7 学校排水

	汚水量 ($\ell/\text{人}/\text{d}$)	汚濁負荷 (BOD、SS)	
		発生原単位 ($\text{g}/\ell/\text{d}$)	濃度 (mg/ℓ)
1979年	8.5	1.7	200
2000年	11.5	2.3	200

総合病院および刑務所での現状における水使用状況は過去の実績によれば $316 \text{ m}^3/\text{d}$ 、 $110 \text{ m}^3/\text{d}$ であった。病院からの下水量は 2000 年次には施設拡充等も見込まれるので現況の 1.5 倍量とする。刑務所に対しては現況維持とした。

表 5-3-8 総合病院、刑務所排水

	汚水量 (m^3/d) 施設あたり		汚濁負荷 (BOD、SS) (mg/ℓ)	
	病院	刑務所	病院	刑務所
1979年	316	110	200	200
2000年	500	110	200	200

4.6 浸透水その他

計画対象地区および周辺には、地下水浸透などに関する資料を入手できるような下水道施設がない。ここでは、ペナン州バタワース、ブキットメルタジャム地区の下水道計画で採用された値を適用することにした。この値を表 5.3.9 に示す。

表 5-3-9 地下水浸透

用途地域	水 量 $\text{m}^3/\text{ha}/\text{d}$	管渠延長当り m^3/d
住宅地区	6.3	0.045
商業地区	4.5	0.045
工業地区	4.5	0.045

5. 設計基準

下水道施設の基本計画に必要な設計基準の要約は、以下に述べるとおりである。

5.1 管 渠

5.1.1 流量算出公式

管渠の流量計算は、マニング公式による。

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

ただし V : 流速 (m/sec) R : 径渠 (m)

n : 粗度係数 (0.015) S : 勾配

5.1.2 ピーク流量

日平均汚水量に対するピーク流量は、次式によって与えられる。

$$M = \frac{5}{P^{1/7}}$$

ただし M = 日平均流量に対するピーク流量の比

P = 計画人口 (単位 1000 人)

したがって設計流量は、次式により求められる。

$$Q = p' \times q \times M$$

ただし Q = 設計流量 (m^3/day)

p' = 人口 (人)

q = 日平均汚水量 ($m^3/人 \cdot day$)

5.1.3 流 速

陶管を用いた場合の最小流速は、 $0.6 m/sec$ とする。ただし、流量計算はマニング公式により、粗度係数 $n = 0.013$ とする。また、遠心力鉄筋コンクリート管を使用する場合の最小流速は、 $0.75 m/sec$ とし、粗度係数 n は、陶管と同様 0.013 とする。最大流速は、管渠を損傷したり、管渠の耐用年数を短くしないような流速にすることが肝要である。したがって、本計画では、最大流速を $3.0 m/sec$ 以下とする。

5.1.4 硫化ガス

陶管を用いる場合は、 $60 cm/sec$ 以上、遠心力鉄筋コンクリート管を使用する場合は、 $75 cm/sec$ 以上の流速を保つよう、設計あるいは施工されれば、硫化ガスの発生は防止できる。

5.1.5 設計水深

円形管を使用する場合は、満管流量を設計対象とする。

5.1.6 最小管径

取付管の管径は、150 mmとし、公共下水道の管渠は、225 mm以上とする。

5.1.7 マンホール

マンホール間隔は、次のとおりとする。

管 径	マンホール設置間隔
600 mm以下	100 m
675 mm以上	150 m

この値は、ジョージタウンで使用されている污水管の清掃方法などを勘案してきめたものである。通常、ロッドタイプ清掃方法は、1日150 mぐらい清掃ができ、サンドエジェクターのような高度な機械装置よりは、費用的にはるかに安く、かつ、取扱いが簡単である。

マンホールの大きさは、特別に浅く布設される管渠を除いて管渠の維持管理（主に清掃）用に人夫が、入れるような大きさとする。

マンホールの最小径は、つぎのとおりとする。

接合管径	マンホールの形状
900 mm以下	内径 1200 mm
900～1200 mm	内径 1500 mm
1200 mm以上	内径 1800 mm

マンホールの蓋は、鋳鉄製または、コンクリート製の防水性のものとし、冠水時でも使用できるものでなければならない。マンホールの立上りについても、必要に応じてプaster塗装を行ない防水につとめる。マンホール内の足掛け金物の材質は、硫化物による腐食を考慮し、鋳鉄製とする。足掛け金物は、30 cmおきに直壁に固定し、入口近くまで設ける。

5.1.8 下水管の最小土被り

下水管の最小土被りは、最低1.0 mとする。幹線、準幹線は支、枝管の接合に十分見合う深さとしなければならない。

5.2 ポンプ場

ポンプ場の建設のためには、位置、規模、構造、装置の種類および外観などの基本的な事項について、慎重な検討を要する。ここにおいては、下記に示すような基本事項のみを述べる。

5.2.1 容 量

下水管渠と同様にポンプ場は、ピーク流量により設計する。

また、ポンプ場内の配管計画は管渠設計に準ずるものとする。ポンプ井は流入下水に対してポンプが対応するのに容量的に見合うようにする。

5.2.2 形式および構造

一般に大規模容量については矩形構造とするが、小規模のものについては円形構造とする。これは現地でケーソン工事が可能であることから建設費の減少を計れることによる。

5.2.3 沈砂および除渣設備

家庭下水対象のポンプ場には沈砂設備は設けない。しかしながら、ポンプ井への比較的大きい浮遊物の流入を防止するため有効間隔 100 mm 程度の粗目スクリーンをポンプ井の前に設ける。スクリーンかすの除去は手動式とする。

5.2.4 換気および臭気・騒音防止対策

ポンプ場は付近住宅等への臭気・騒音防止の見地からコンクリート構造で密閉性のものとする。しかしながら、運転管理、保守のため適当な換気装置を設ける。

5.2.5 ポンプ設備

ポンプ施設は、2000年における流入量を対象に設計するが、ポンプは各建設年次における地域からの流入量の増加に見合うように各施工段階に応じて配置するものとする。

一般的にポンプの種類は、スクルー、遠心力、水中型などがあるが、これらの選定には、経済性および標準特性すなわち、流量特性、設置の難易性、維持管理上の問題、吸込み実揚程および吐出し量などを十分考慮する必要がある。ここでは、地域の現状から設置の容易性、維持管理性などから水中型のノンクログポンプを採用する。

5.2.6 ポンプの駆動力源

ポンプ駆動に対する検討は、電力事情、停電頻度等を検討し、費用比較を行なう。ここでは、電力を用いるのが経済性、信頼性からみて適当であり、マレーシアの他のポンプ場の実績からみても妥当である。

5.3 処理施設

スタビリゼーション・ポンド法、エアレーテッド・ラグーン法、オキシデーション・デッチ法の設計基準は、以下の表 5.4、5.5、5.6 に示すとおりである。

これらの値は、マレーシア国内や諸外国の資料を検討し、決定したものである。

表 5.4 スタビライゼーション・ポンドの設計基準

Item	Design Value
1. Scum Chamber Depth	1.5 - 2.5 m (max.)
2. Facultative Pond Surface BOD Loading Depth	300 kg/day.ha (268 lb/day acre) 1.5 m (5 ft)
3. Maturation Pond Detention Depth	3 days 1.5 m
4. Expected Effluent Quality BOD Coliforms	50 mg/l (max.) 1,000 N/ml

表 5.5 エアレーテッド・ラグーン的设计基準

Item	Design Value
1. Scum Chamber Depth	1.5 - 2.5 m (max.)
2. Aerated Lagoon Surface BOD Loading Depth	1,500 kg/day. ha (1,326 lb/day acre) 3 m (10 ft)
3. Maturation Pond Detention Time Depth	4 days 1.5 m (5 ft)
4. Expected Effluent Quality BOD Coliforms	50 mg/l (max.) 1,000 N/ml

表 5.6 オキシデーション・デッチの設計基準

Item	Design Value
1. Oxidation Ditch Volumetric BOD Loading Depth	0.4 kg/m ³ 1.5 m (5 ft)
2. Sedimentation Basis Detention Time	2 hr.
3. Chlorination Tank Detention Time	15 min.
4. Area of Drying Beds	0.10 m ² /m ³ /day
5. Expected Effluent Quality BOD Coliforms	50 mg/l (max.) 1,000 N/ml

