

## 〔5〕 上 水 道

### 5.1 概 況

#### 5.1.1 水 道 局

ペンシルバニア州の水道はPWAで管理されているが、PWAはジョージタウン市議会市水道部と州公共土木部水道課とが1973年1月に合併統合されたものである。

#### 5.1.2 給水区域と給水人口

ウィルズレイ郡の全人口の約70%に相当する280,000人が上水道から給水されている。

給水区域は図Ⅱ-7に示したとおりである。

#### 5.1.3 給 水 量

ウィルズレイ郡における過去数年間の年次別給水量は表Ⅱ-1.0に示すとおりである。

表Ⅱ-1.0 年間総給水量(1969~1974) 単位: 1,000,000

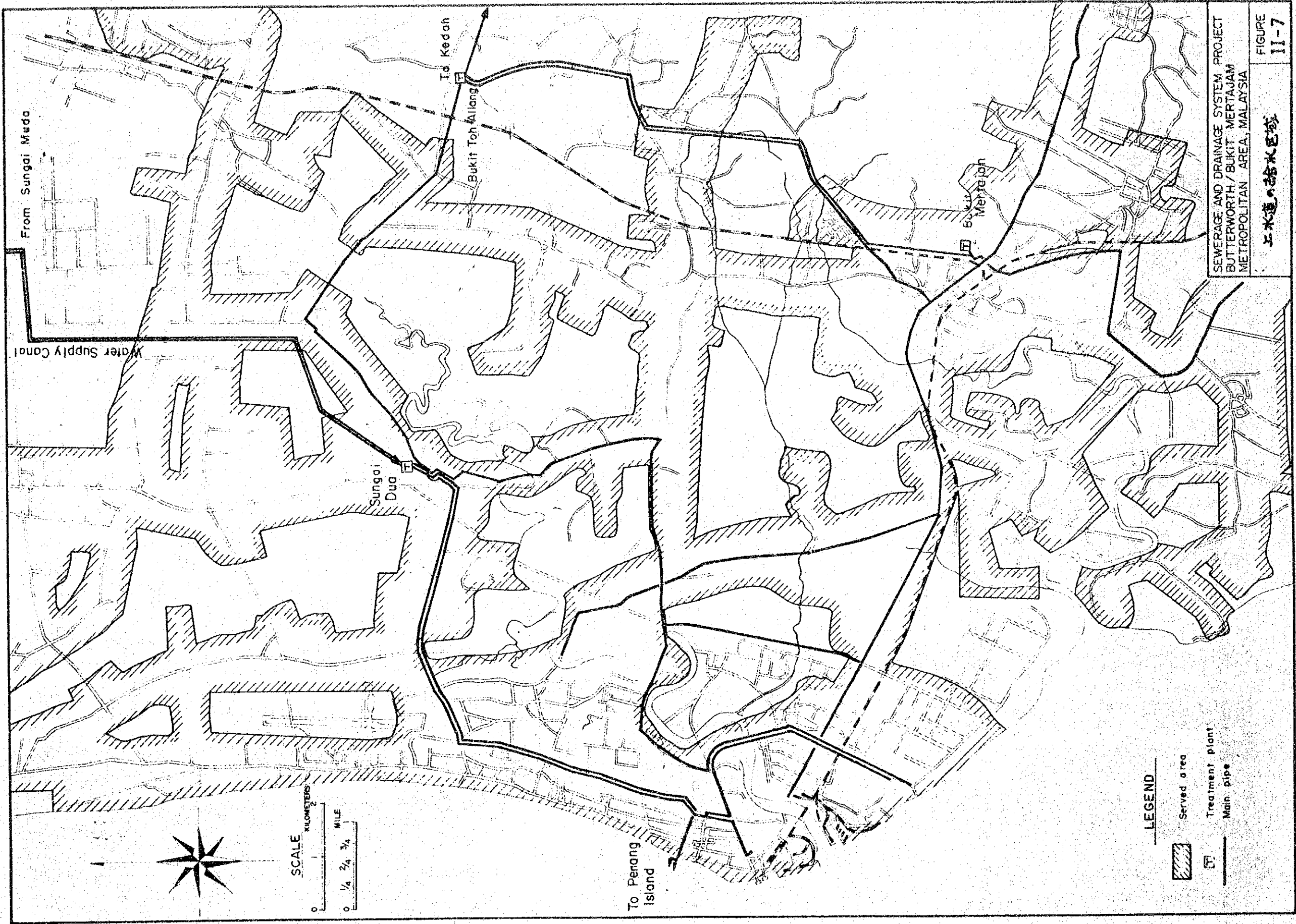
年	北 部	中 央 部	南 部	計
1969	12,029	1,500	1,786	15,315
1970	13,438	1,772	1,723	16,933
1971	17,770	1,587	1,987	21,344
1972	19,116	1,623	1,627	22,366
1973	21,230	1,623	2,223	25,076
1974	24,430	1,714	1,623	26,767

Data source: 1969~1974, PWA記録

#### 5.1.4 給 水 状 態

ウィルズレイ郡における給水状態は質量ともに良好である。全地域に対しての給水本管は布設済みであり、将来すぐにも全人口に給水できる態勢である。

FIGURE II-7



### 5.1.5 自家水道

ウイリスレイ県では、現在のところ自家水道もあって、水源として井戸ときには灌漑用水を使用している。これらの地区は近い将来上水道から給水される予定である。

## 5.2 施設の現況

### 5.2.1 施設の概要

給水区域は北部、中央部、南部の3地区に分割できる。

#### (a) 北部地区

プロビンスウイリスレイの北方の村落とバタワース市街が対象地区である。スンガイクリム ( Sungai Kulim ) で取水された水はブキットトゥアラン給水施設 ( Bukit Toh Allang ) まで導水される。バタワースおよびブキットメルタジャムに対しては、 $4,0914 \text{ m}^3/\text{日}$  の給水能力である。

#### (b) 中央部

この地区の系統はブキットメルタジャム市街地とプライに対する給水である。水源はブキットメルタジャム丘陵の3つの溪流に求め山腹の貯水池に集めている。さらに前述のブキットトゥアラン浄水場から一部補給されている。

#### (c) 南部地区

原期的な給水区域としてニボンテェバル ( Nibong Tebal ) とスンガイバカプ ( Sungai Bakap ) である。取水は貯水池によっているが、ブキットパンコール ( Bukit Panchor ) の給水施設より給水している。

ウイリスレイ県での現有施設による給水量は合計  $4,9870 \text{ m}^3/\text{日}$  である。

貯水容量はつぎのとおりである。

Bukit Toh Allang	2,7276	$\text{m}^3$	
Bukit Mertajam	9,092	"	( 2 貯水池 )
Sungai Bakap	4,546	"	
Bukit Panchor	4,546	"	( 4 貯水池 )
Butter Worth	2,546	"	( 2 貯水池 )
North Province Wellesley	9,55	"	( 2 貯水池 )
Prai	9,09	"	
計	4,9870	$\text{m}^3$	

### 5.2.2 水 源

ウイルスレイ県における水道水源は表Ⅱ-11に示す。

表Ⅱ-11 水 道 水 源

給水施設名	水 源
Bukit Toh Allang	Kulim 川
Bukit Mertajam	丘陵地帯の溪流
Bukit Panchor	貯 水 池
Sungai Dua	Muda 川

### 5.2.3 ポンプ場

ウイルスレイ県には上水道のためのポンプ場が5か所あり1973年における送水量の実績は表Ⅱ-12のとおりである。

表Ⅱ-12 ポンプ場送水量 (1973年)

(単位：1000 )

ポンプ場名	水 量
Bukit Toh Allang	3 7 4 6 6
Bukit Mertajam	7 2 8
Bukit Panchor	4 1 2
Sungai Buaya	1 3 8
Sungai Dua*	1 4 6 7
計	4 0 1 9 1

注：\*……1973年4月から運転

Data Source : PWA 1973年年報

5.2.4 浄水施設

浄水場の処理プロセスを表Ⅱ-1.3に示した。

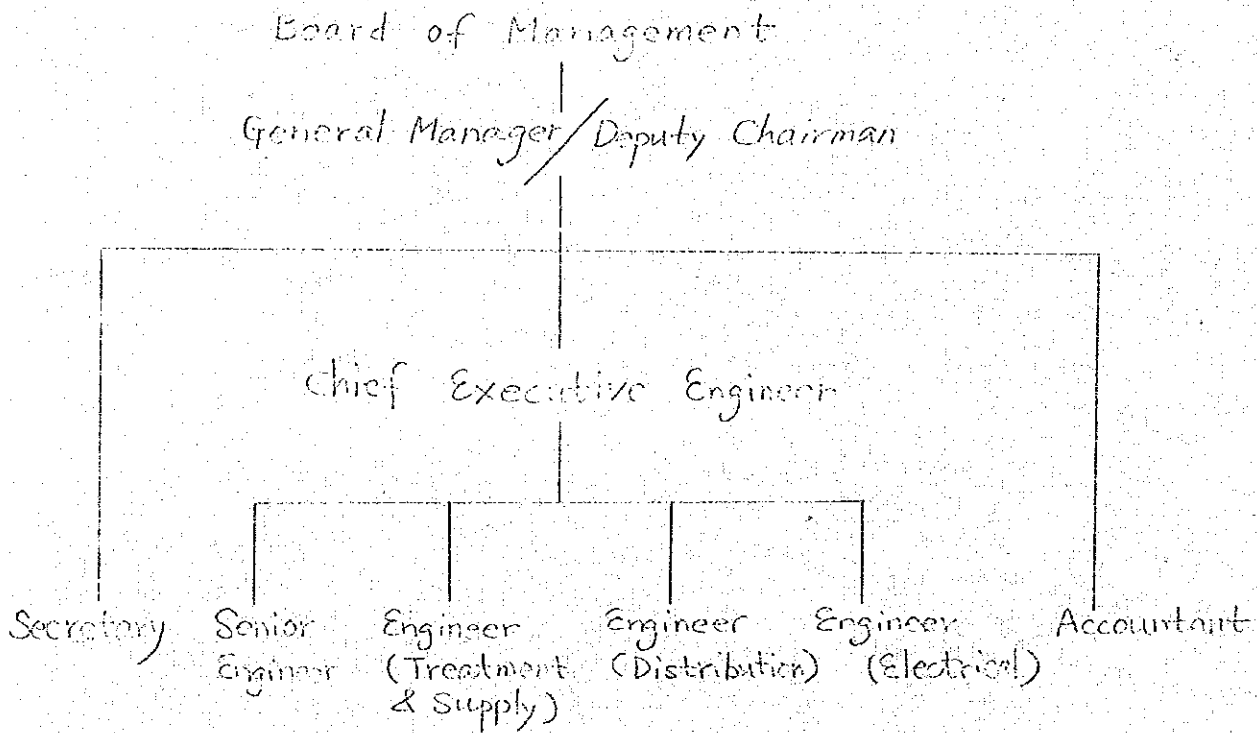
5.2.5 水質

原水水質の分析例を表Ⅱ-1.4に示した。

5.3 運営管理

PWAの現在の組織図は図Ⅱ-8のとおりである。

図Ⅱ-8 PWA 組織図



Treatment Plant (浄水場)	System	Pre-Sedimentation (薬品注入)	Sedimentation (沈殿)	Filtration (濾過)	Stabilization (滅菌)	Conditioning (水質調整)
Bukit Ton Allang	Pumped	Chlorine Soda Ash Alum	Levo Type	Rapid Gravity	Chlorine	Lime Dry Feed
Bukit Meritjam	Gravity w/Pumped Auxiliary Supply	Alum Lime Chlorine	Horizontal Type	Rapid Gravity	Chlorine	Lime Dry Feed
Bukit Panchor	Gravity w/Pumped Auxiliary Supply	Alum Lime Sodium Aluminate	Horizontal Type	Rapid Gravity	Chlorine	Lime Dry Feed
Sungai Dua	Pumped	Lime Alum Soda Ash	Horizontal Type	Rapid Gravity	Chlorine	Lime Dry Feed

表II-14 水質分析結果

- Location : (1) Bukit Toh Allang Service Reservoir  
 (2) Sungai Kulim (Raw water)  
 (3) Prai Post Office  
 (4) Kg. Selamat Sekolah

Sample taken on ; (1976)	(1)	(2)	(3)	(4)
Time (採水時刻)	8 : 50	10 : 15	8 : 00	10 : 25
<b>CHEMICAL ANALYSIS</b> (mg/l)				
Salinity	0.1	—	0.1	0.1
Chlorides as Cl	6	3	5	6
Total solids dried at 105°-120°	7.5	16.0	5.5	7.5
Oxygen absorbed from $K_2Cr_2O_7$ 4 hrs., 27°C	0.25	1.65	0.20	0.25
Ammonical Nitrogen	0.01	0.02	0.01	0.01
Albuminoid "	0.02	0.10	0.01	0.01
Oxidised "	0.30	0.15	0.15	0.35
Nitrite "	—	0.001	—	—
Iron expressed as Fe	0.15	0.25	0.15	0.10
Total Hardness as $CaCO_3$	3.5	1.0	2.0	3.0
Fluoride as F	0.08	0.04	0.02	0.04
Turbidity	Clear with slight sedi- mentation	Turbid	Clear	Clear
Odour	Nil	Nil	Nil	Nil
Colour	—	—	—	—
pH	6.7	7.8	8.3	8.4

Data Source : PWA

## 〔6〕 し尿処理の現況

### 6.1 便所の形式と処理方式

各家庭での便所の形式はつぎの形式に分類できる。すなわち、浄化槽またはインホフタンクつき水洗便所、バケツ便所、ピット便所である。

“Population and Housing Census of Malaysia 1970” から得たデータでは市街地ならびに村落部での各形式の分布状況は表Ⅱ-15のとおりである。

市街地では約90%以上が水洗式かバケツタイプであるが、村落部ではピット便所が普通である。川の上の便所や便所のない家は計画区域外でないと見当らない。

表Ⅱ-15 北部および中央地区における便所(1970年)

		Flush toilet	Bucket toilet	Pit privy	Toilet water-way	No toilet	Total
Central District	Bukit Mertajam	993 (28.5)	2,396 (68.9)	54 (1.6)	2 (0)	34 (1.0)	3,479 (100)
	Rural	1,355 (8.7)	3,485 (22.4)	6,955 (44.7)	1,182 (7.6)	2,593 (16.7)	15,570 (100)
North District	Butterworth	2,620 (30.6)	5,177 (60.4)	501 (5.8)	55 (0.6)	218 (2.5)	8,571 (100)
	Rural	2,548 (7.5)	5,898 (17.5)	14,150 (41.9)	1,800 (5.3)	9,354 (27.7)	33,750 (100)

Note: North and Central Districts includes the outside areas of the Project Area. Rural means the remainder of Butterworth and Bukit Mertajam Town Areas in the North and Central Districts respectively.

新しく建設された集合住宅では浄化槽またはインホフタンクと砕石槽が設けられた共同形式の装置でし尿が処理されている。スフランジャヤ地区の新設集合住宅は台所排水とし尿をあわせて酸化池(Stabilization Pond)で浄化処理している。1976年時では1,900人分を処理している。これらの共同浄化施設の管理はウイリスレイ県(MCPW)によって行なわれる。関連施設の分布状況を図Ⅱ-9に示す。



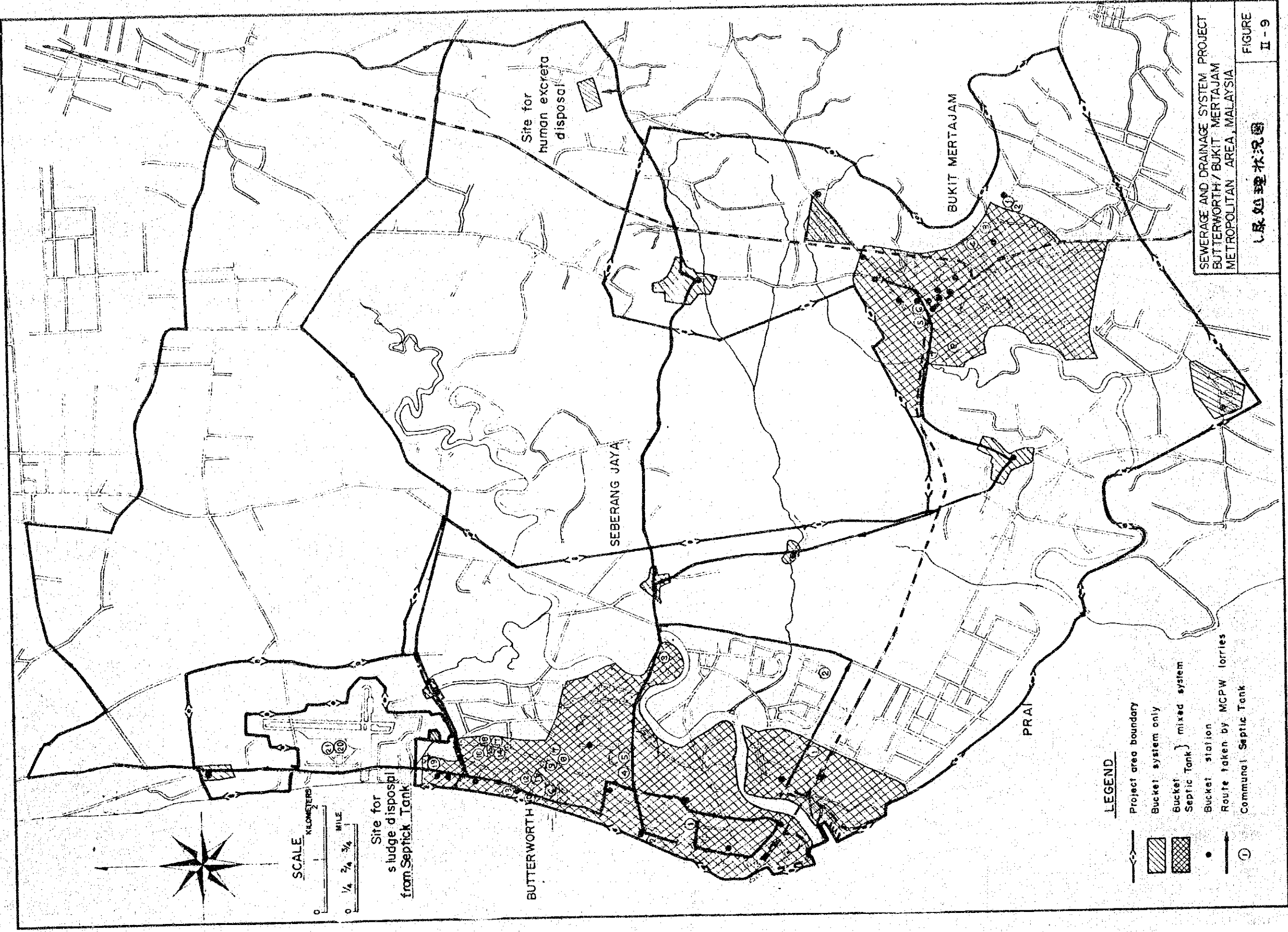
## 6.2 汚泥収集と処分

共同浄化槽および個人浄化槽からの汚泥収集と処分はMCPWで管理されている。汚泥はバキューム車で集め、環境衛生上支障ない特定の投棄場所に運搬される。計画区域内で収集した汚泥は空軍基地付近のバガンアジャン（Bagan Ajan）の空堀に投棄している。

また収集したし尿の処分はテロワン（Telok Wang）で投棄処分を行っている。この場所は計画対象区域の北東側の外側に位置し、特別な処理施設はない。

バキュームカーの運搬経路と、し尿投棄地点は図II-9に示した。

FIGURE II - 9



SEWERAGE AND DRAINAGE SYSTEM PROJECT  
 BUTERWORTH / BUKIT MERTAJAM  
 METROPOLITAN AREA, MALAYSIA

FIGURE II - 9

污水处理状况图

## (7) 下水の種類とその処理の現況

計画対象区域には小規模な共同浄化槽方式以外には近代的な下水道施設はない。雨水排水施設は開渠方式が一般的であるが、その地域内のし尿以外の汚水を流入させているため形式的に合流式の役目を果たしている。対象区域は大別して住居地区と工業地帯に分類でき、下水の種類も同様に大別できる。

### 7.1 一般家庭下水

#### 7.1.1 排水の現況

既成市街地や新興住宅団地には多くの開渠式の道路側溝が設けられている。この側溝はし尿浄化槽の放流水や風呂、台所排水を受け入れており、これが雨水排水路、河川を経て海に流出する。

住宅地区で発生する家庭下水は全く処理されずに放流される。

#### 7.1.2 流量と濃度

計画区域内の人口は1976年で238,000人でその約80%以上がPWAによる上水道を利用しているので、井戸水は殆んど用いられていない。家庭下水量と濃度を把握するためにMCPWの担当官と協議のうえ典型的な住宅街を選定して現地調査を行なった。調査内容は対象地区の家庭訪問および流出下水量の実測、試料採取が含まれている。

この調査結果に基づいて家庭下水の量と質を推測することにしたが、あわせて各家庭での水使用量、PWAのデータを参考とした。この結果を再びマレーシヤ国内の主要都市およびアジアの諸都市の実績と比較した。

計画区域内での家庭下水の量と質を表II-16のとおりと試算した。

表II-16 家庭下水の量と質

濃度 mg/l		量 l/H・人	原単位 g/日・人	
BOD	SS		BOD	SS
185	185	170	37	37

### 7.1.3 し尿浄化せう放流水

計画区域内の約30%に相当する人口がし尿浄化せうを用いている。

この形式は腐敗せう、インホフタンク、酸化池が採用されている。

放流水はBOD: 15~250 mg/l、SS: 5~700 mg/lで大腸菌数1,000  
ヶ/ℓ程度で、近くの側溝または水路へ放流している。

## 2 工場排水

### 7.2.1 計画区域内の工業

ペナン開発局(PDC)は計画区域内の工業開発のためマクマンディン工業地帯、プライ工業地帯、スプランジャヤ工業地帯を建設中である。

これら工場地帯では現状で100工場程度が建設済であり、1976年末にはさらに36工場の建設が予定されている。これら工場の業種は食料品および繊維工場が殆んどである。

小規模な家内工業的な工場は市街地、新興住宅団地等の近郊にみられ、<sup>その業種は</sup>金属加工、木材加工、各種修理工場等である。しかし、いずれも水使用量はきわめて少い。

### 7.2.2 工場排水調査

工場排水の量と質を予測するため、つぎの3種類の調査結果を利用した。すなわちウイルスレイ県によるもの、連邦政府環境庁によるもの、さらにNSCチームによるもので、いずれも1976年に実施された。

ウイルスレイ県の調査は用排水量を中心としたアンケート調査でプライ工業地帯にある73工場を対象としたが、56%の回答を得ている。さらに悪質排水を生ずるとみられる22工場で、放流水の採取分析が行なわれた。

環境庁の調査はプライ工業地帯とブキットメルタジャム地区から工場を選出し、この負荷量を推定するために実施したが、これら2回の調査はシニル河汚濁防止対策のため行なわれた。

NSCによる調査は当該事業計画のため実施したもので、以下に述べる内容のアンケート調査を主体としているが、あわせて若干の補足のための排水分析を実施した。アンケートは、(1)水使用量、(2)排水、廃棄物量と処分、(3)排水処理施設、(4)放流水質、(5)工場規模と拡張計画、(6)作業(稼働)時間、(7)排水、廃棄物を生ずる製造工程などである。

### 7.2.3 工場排水の性状

表Ⅱ-17に主要工場の敷地面積あたりの水使用量と排水のBOD、SS濃度を平均値で示した。また表Ⅱ-18に入手した資料に基づいて発生源原単位を示した。

表Ⅱ-17 対象区域内の主要業種別用水量と排水性状

業種 用水量*	食品	繊維	化学	その他
	水質	120.6	165.7	104.6
BOD mg/ℓ	200	122	73	67
SS mg/ℓ	399	58	106	127

\*単位：m<sup>3</sup>/日/工場面積 (ha)

表Ⅱ-18 発生源原単位

水質濃度 mg/ℓ		排水量*	発生源原単位**	
BOD	SS		BOD	SS
122	1125	90.9	11	11

\*単位：m<sup>3</sup>/日/工場面積 (ha)

\*\*単位：kg/日/工場面積 (ha)

### 7.2.4 工場排水処理

工場排水に含まれる成分で、取り扱え上から問題になるものとしては食品(高濃度BOD)、繊維(高濃度BOD、色調)、化学(有害化学成分)、その他重金属類を排出しやすい金属加工等があげられる。

計商区域内の工場調査の結果、幾つかの工場では排水処理施設を持っているし、前処理が必要であれば、このために要する用地は十分あるとみなせる。工場排水に関する水質規制は現状では政府レベルで検討中といわれる。

家内工業規模のものについては市街地にかなり分布しているが、水量的には少なく、通常  
の下水道に流入させても問題のない種類とみなしている。

## 〔8〕 雨 水 排 水

### 8.1 現 有 施 設

計画対象区域はプライ河、シユル河の流域で地勢は平坦かつ低地であり面積は1,160.0 haである。プライ河は計画区域の北部地域を東から西へと流下し、パタワースおよびスブランジャヤ区域の排水を流下させる河川である。流域内の地盤高は0.1 mから3.8 mの範囲である。プライ河はきわめて勾配の小さな“感潮河川”であってかなり上流域まで潮の影響を受ける。

シユル河もプライ河と同様“感潮河川”である。この河は計画区域の南部地域を東から西へと蛇行しながら流下し、ブキットメルタジャム地区からの吐け口になっている。この流域は地形的に比較的起伏の多い地区と平坦部に分かれる。前者は海拔5 m～230 mの地域であり、その他の低地は0.0～2.9 mの地域である。

一方、海面レベルは最高潮位レベルの記録で1.68 m、大潮の平均高水位は1.10 mである。この潮位によって感潮河川のレベルがきまってくる。

以上に述べてきたような地形的条件から、計画対象区域内のかなりの区域が湿地帯であり、それらの大部分が海水遡上によって影響される。このため内陸部からの排水口には防潮水門が必要であり、実際に設けられている。低地帯の開発には雨水排除設備や盛土が必要になってくる。この対策は現在開発中であるところのプライ工業地帯、スブランジャヤ地区でも採用されている。

現在の雨水排除施設は河川につながる水路と直接海に放流されるものがある。これらは基本的に自然水路であって、かなり土砂が堆積している。平坦地では排水が滯水状態を形成し、そこから河川または海に流出する。道路側溝はUまたはV字形構造で、保守管理は比較的良くなされている。詳細は、排水施設マスタープランの項で述べる。一般的に云えば、雨水排水施設の現状は若干の整備を行なうことによって現時点での雨水排水に関する要求を満足させるものとみられるが、地域的に浸水被害を繰り返すようなところでは早急な対策が必要であろう。

### 2 計画対象区域内の浸水状況

浸水が報告されている地区はパタワース地区の排水路A、B、Dとシユル河流域沿いである。パタワース地区での浸水は現存排水路での逆流に起因するもので、浸水被害額については公式データはないが、担当官庁では浸水被害額は殆んどないとみている。(図II-10参照)

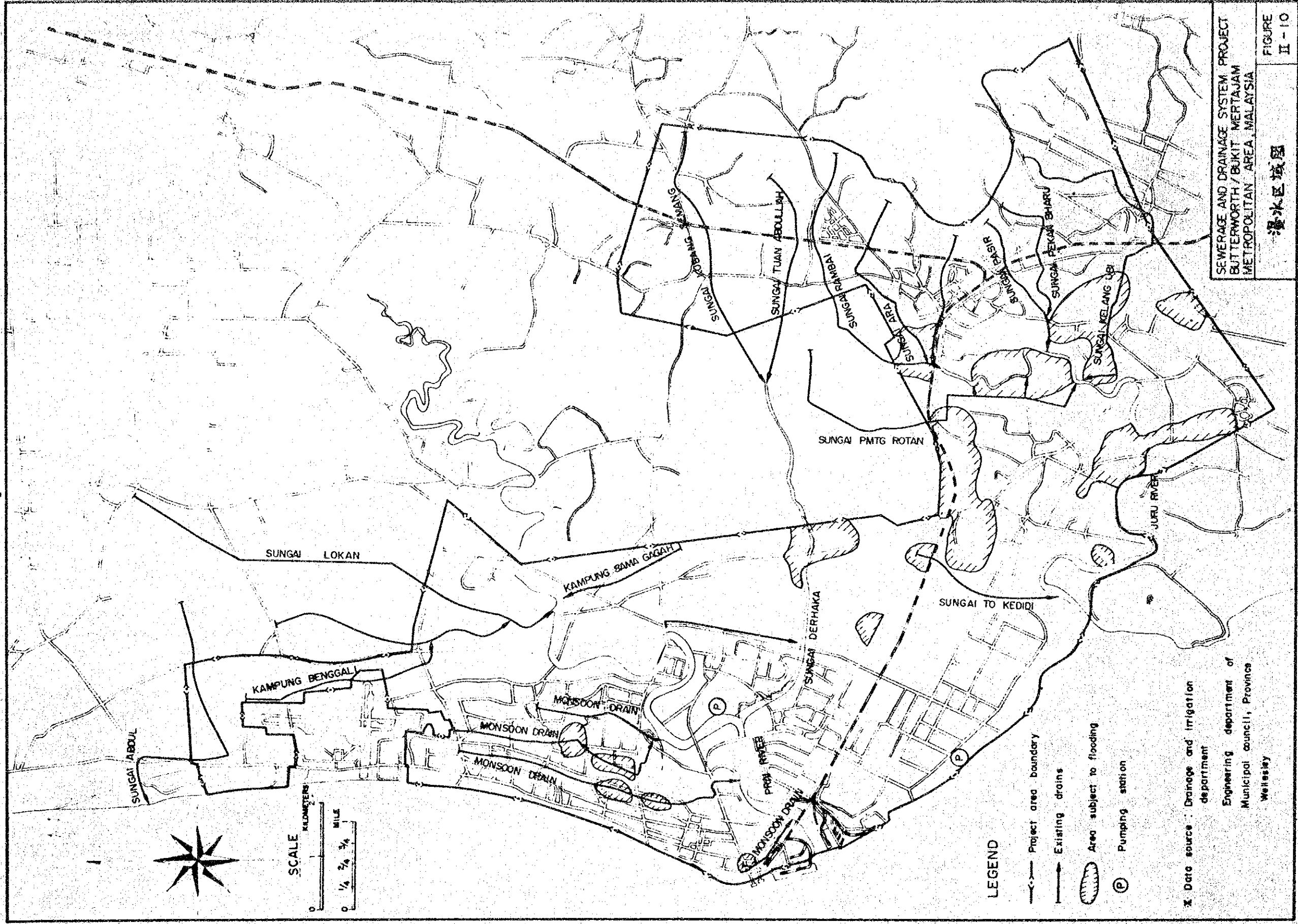




ツル川流域で浸水を受ける区域は、未開発の湿地帯、ヤシノヒゲゴム園がほとんどであり、プアットメルクム市街地の南端部だけがまばらな居住区である。従って現時点では浸水問題はそれほど重要な課題ではないが、これらの地区はゆくゆくは住宅地として開発されることになってくるので、当然、排水施設の整備が必要になってくるであろう。

現段階での浸水状況は現地調査の結果から問題視する必要がなく、例えば、道路横断部の水路内に堆積した土砂類の除去などによって改善できるところが殆んどとみられる。

FIGURE II-10



## [9] 汚水処理の現況

### 9.1 住 環 境

計画対象区域内には近代的な下水道施設はなく、区域内で発生する家庭、商工業排水を含めたすべての排水は現存水路やその他の公共水域に流出する。一方、し尿は浄化槽で処理したりえで近接した開渠に放流したり、バケツ形式では汲み取り処分によっている。このため市街地での停滞水路はときとして嫌氣的になっている。

このような公共水域での水質汚染の原因は必ずしも未処理の汚水を直接流入させている<sup>ため</sup>だけではないが、汚濁原因をおおまかに推定すると、かかる排水に起因するB.O.Dほごみ等を含めた固形廃棄物によってもたらされる量とほぼ同程度とみなされる。

計画区域の地形条件が平坦で、そのなかの水路は比較的停滞しがちのため、嫌氣的になりやすく、時として悪臭を発することがある。

### 9.2 水 質 汚 濁

計画対象区域内の主要河川はシユル河とブライ河であり、これらの支川が流域内の汚水、雨水排除の役割を果たしている。河川には市街地や工場地帯で発生する汚水だけではなく、雨天時には路面等からの汚濁物質があわせて流入することになる。

計画区域内の水路はかなり複雑であり、海水 遡上を防ぐため防潮水門が設けられている。ブライ河とシユル河は河口から計画区域外の上流部までが感潮域である。現状では家庭汚水と工場排水は側溝またはその他の公共水域に放流されている。ここに流入した汚濁負荷は、その水路内で浄化を受けたのち、最終的に海へ流出する。これらの水路での流速は一般に $0.5 \text{ m/sec}$  またはそれ以下である。

主要な公共水域での水質調査はN.S.C.によっても実施され、その結果、市街地での側溝等は汚染されていることが確認された。シユル河、ブライ河の河口での溶存酸素量は $3.6 \sim 6.9 \text{ mg/l}$ の範囲であった。シユル河の感潮水域の汚染はそれ程ではないが外観は灰色を帯びている。

上水道水源は計画区域外から取水しているので、前述した水域での汚染は全く関係がない。河川での漁業は殆んど行われていないが、水質汚濁と年間漁獲量との相関を示すようなデータはなかり、しかし過去10年間の内水面での漁獲高は増加しているものの、増加率は

近年ほど減少の傾向を示している。

ペナン州はマレーシアにおける重要な保養地になっている。そのため水質環境保全及び生活環境を良好な状態に保たなければならない。

第 三 部

下 水 处 理 计 画

## 第 三 部

### 下 水 道 マ ス タ ー プ ラ ン

#### 目 次

(1)	既存関連調査	III-1
1.1	ペナンマスタープラン	III-1
1.2	上水道計画	III-1
1.3	WHO研究レポート	III-2
1.4	その他	III-2
(2)	基本構想と土地利用	III-3
2.1	背景	III-3
2.2	下水道マスタープランと土地利用	III-3
2.3	下水処理区および分区	III-5
(3)	人口予測	III-8
3.1	概要	III-8
3.2	計画対象区域内の人口	III-8
3.3	処理区単位の人口	III-11
(4)	基本計画	III-12
4.1	序論	III-12
4.2	排除方式	III-12
4.3	処理、処分方法	III-13
4.3.1	処理の必要性	III-13
4.3.2	各種処理方式の比較	III-15
4.4	工場排水処理	III-18
4.4.1	家庭下水と工場排水の合併処理について	III-18
4.4.2	計画区域内の工場排水処理	III-18

(5) 設計諸元	III-21
5.1 下水管とその性状	III-21
5.1.1 家庭下水	III-21
5.1.2 工場排水	III-21
5.1.3 浸透水その他	III-21
5.1.4 発生総下水管量	III-22
5.2 管きよの設計	III-22
(6) 下水道施設	III-23
6.1 各下水処理区の人ロ	III-23
6.2 下水道施設の設計	III-24
6.2.1 管きよの設計	III-24
6.2.2 マンホール	III-25
6.2.3 管種および材質	III-25
6.2.4 各戸取り付け	III-26
6.2.5 ジョイント	III-26
6.2.6 ポンプ場	III-26
6.2.7 処理場	III-27
6.3 計画下水道施設	III-28
6.4 実施順位	III-31
6.4.1 分による実施順位	III-31
6.4.2 施工年次計画	III-34
(7) 建設・維持管理費	III-37
7.1 建設費	III-37
7.1.1 公共下水管きよ	III-37
7.1.2 取付け管	III-37
7.1.3 ポンプ場	III-37
7.1.4 処理場	III-37
7.1.5 年次毎の建設費	III-37
7.2 維持管理費	III-46
7.2.1 管きよ	III-46
7.2.2 ポンプ場	III-46
7.2.3 処理場	III-46
7.2.4 年次毎の維持管理費	III-46

(8) 便益	III-48
8.1 便益予測	III-48
8.2 便益の評価	III-48
8.2.1 公衆衛生面の便益	III-48
8.2.2 水質汚濁防止上の便益	III-49
8.2.3 土地の価値の向上	III-50
8.2.4 他の経済上の便益	III-51
8.3 便益の正当性	III-52



## 〔 1 〕 既 存 関 連 調 査

当該プロジェクトに関連してパタワース、ブキットメルタジャム都市圏ならびに周辺地区を含めた地域に対する重要とみられる既存の調査研究報告をここに略述する。

### 1.1 ペナンマスタープラン

この計画は、ペナンマスタープラン委員会のため Robert Nathan Associates Inc が 1970 年 3 月、報告書を提出したもので、ペナン州の市街化区域の長期開発計画構想 (1971~1985 年) を社会経済、基幹構造を論拠として示したものである。

1969 年における分析であったため、1970 年に実施された国勢調査結果が反映されていない。そのため将来人口予測はやや過大評価となつていさざらがある。

経済成長を促進する手段として工業開発、観光開発、漁業振興政策が打ち出されている。農業振興は労働人口を吸収できないものとして積極的には推めていない。労働人口吸収対策としては前述した基本政策のなかの工業開発に重点を置いている。

主要工場団地は当該事業の計画対象区域であるパタワース、ブキットメルタジャム都市圏に開発されている。

パタワース、ブキットメルタジャム都市圏に対する下水道計画は早期達成事業計画の一つとしてペナンマスタープランで取りあげられている。

### 1.2 上水道計画

ペナン州全域を対象として西暦 2000 年を目標とした長期上水道計画は Binnie & Partners Consultant Co, Ltd が州政府のために作成した。この計画の骨子は以下のとおりである。

- (a) 2000 年時における給水人口は 944,600 人 (推定上限値) ~ 683,900 人 (推定下限値) とみなす。
- (b) 2000 年時における水需要量は 277,000  $\text{m}^3$  / 日とみなす。
- (c) 2000 年時における 1 人 1 日あたり使用量は 230  $\ell$  / 日とする。
- (d) 2000 年時における工業用水量は 126,000  $\text{m}^3$  / 日とする。

以上の条件はこの下水道マスタープラン策定における将来発生下水算出基礎とした。

### 1.3 WHO 研究課題レポート、1973年

この報告書は前述のペナンマスタープランを根拠とした、バタワース、プキットメルタジャム都市圏における下水道施設整備に対する勧告書である。

適当な範囲で下水処理区を設定し、処理場（酸化池方式）まで自然流下方式で最少勾配となるような方式を提案した。潮位が高いため地下水位も高く、流入下水は酸化池にポンプアップすることになる。このポンプ場の必要はプライ河地点で最少流量は118MGDとみなされる。

地盤条件が悪いため鉄筋コンクリート管、アスベストセメント管はラバーリング継手とし、各処理区ごとに沈殿池なしの酸化池によって処理してよかる。

### 1.4 その他

この調査報告書で参考としたその他の関連報告書は以下のものである。

- (1) 第3次マレイシアプラン
- (2) Kuala Lumpur Sewerage Master Plan, D. Balfour & Sons
- (3) Ipoh Sewerage Feasibility Study, ENNEX of New Zealand
- (4) George Town Sewerage Study

## 〔 2 〕 基本構想と土地利用

### 2.1 背 景

ペナン州政府の都市計画局（TCP）は、人口増に見合った社会経済的な基本事項に応じた将来計画として15年計画を企画した。この計画は土地利用と同様に基本的な事項についての将来計画をも目的としている。

TCPによる土地利用計画は将来市街化区域を、その目標年度までの開発計画に対応して4種類の土地利用に分けている。下水道排水計画は2000年次を予想したものであるから、この時点を考慮した土地利用形態としておく必要がある。

現状での土地利用は、工場団地としてブライ、スランジャヤ、マクマンディンがあり、さらに住宅団地、官庁街などもペナン開発協会（PDC）によって新たに計画されている。

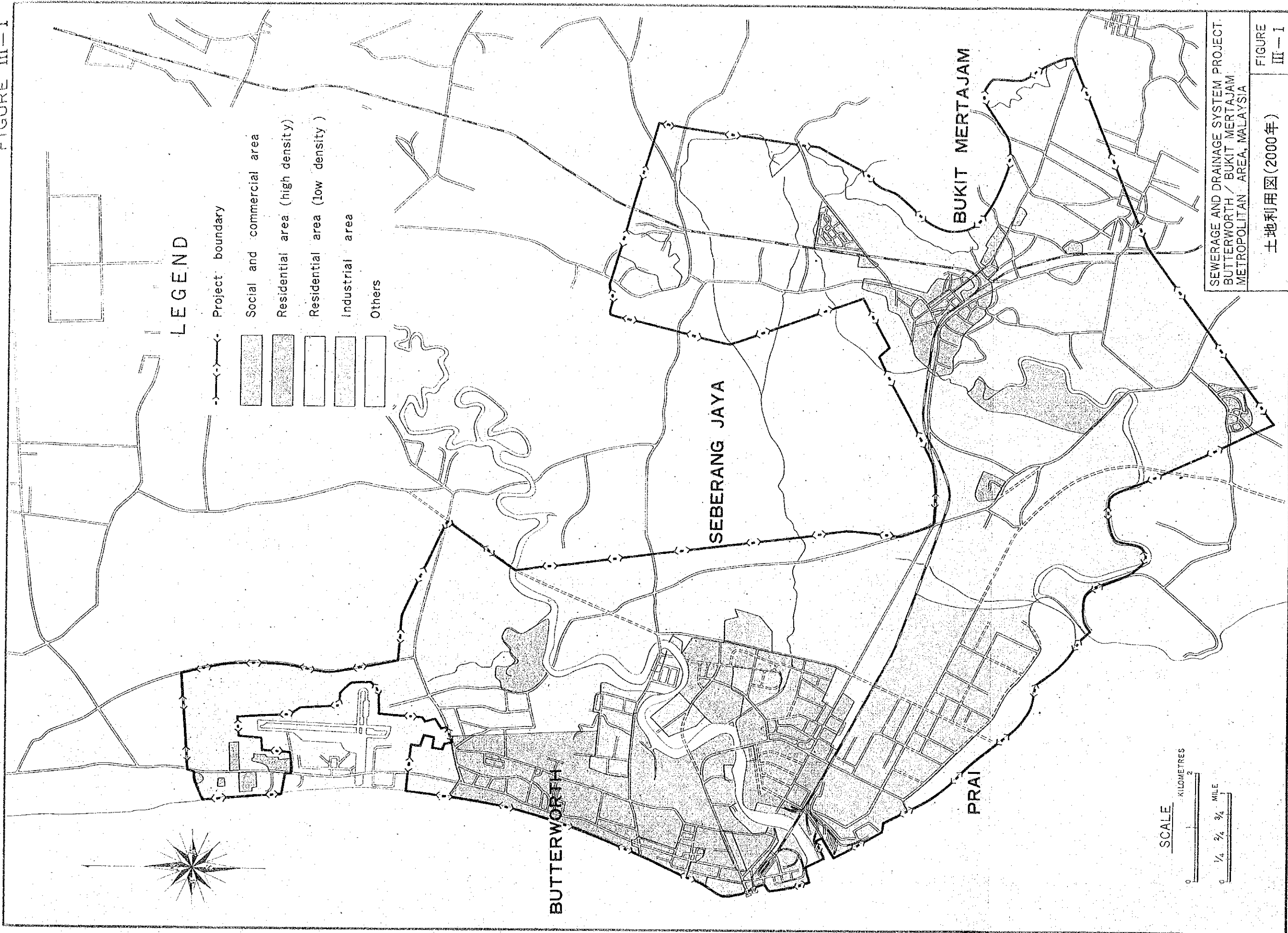
さらに、スランジャヤ地区は別として、計画区域内には民間デベロッパーによって進められている新興住宅造成計画がある。この作業はプロビンスウイルスレイ市（MPSP）の承認を得たうえで進められる。

### 2.2 下水道マスタープランと土地利用

当該事業計画のための、将来における土地利用形態は以下の各条項を考慮することにした。

- 1) 非居住区を明確にする。例えば河川、基地、海拔60 m以上の山陵などでいずれも開発不可能のところ
- 2) 工業地帯を明確にする。即ちブライ、スランジャヤ、マクマンディンがPDC計画でできまっている。2000年までにはPDCの計画以外には特別の開発計画はない。
- 3) PDC開発計画に応じてスランジャヤにおける住居地区、商業地区等を明確にする。
- 4) 民間のデベロッパーによる新興住宅造成計画でMPSPの承認を得た地域を明確にする。
- 5) 上記区域以外で住宅地区に適する区域とみなし得るところを明確にする。

計画対象区域は目標年次までには原則として市街化される筈であり、したがって、村落や農業地帯はなくなる予定である。計画対象区域は工業地帯、官公庁、商業地区、住居地区、村落地区、農業地帯、その他（非居住区）の6種地区に分項でき、目標年次には村落地区と農業地帯が他の用途に転用される筈である。



LEGEND

- > Project boundary
- [Stippled] Social and commercial area
- [Cross-hatched] Residential area (high density)
- [Horizontal lines] Residential area (low density)
- [Vertical lines] Industrial area
- [White] Others

SCALE

KILOMETRES  
0 1 2

MILE  
0 1/4 3/4

SEWERAGE AND DRAINAGE SYSTEM PROJECT.  
BUTTERWORTH / BUKIT MERTAJAM  
METROPOLITAN AREA, MALAYSIA

土地利用图 (2000年)

FIGURE III-1

これに従って2000年次の計画区域を用途地域別に分類してみると表Ⅲ-1、図Ⅲ-1のとおりになる。

表Ⅲ-1 2000年次における土地利用

a. 工業地帯	1,289 ha
b. 官公庁、商業地区	168 ha
c. 住居地区	9,397 ha
d. その他	746 ha
計	11,600 ha

住居地区に関しては、市街地での高人口密度地帯で160人/ha、新興住宅団地では120人/ha、低人口密度地帯で52人/haが将来適当であろうとした。

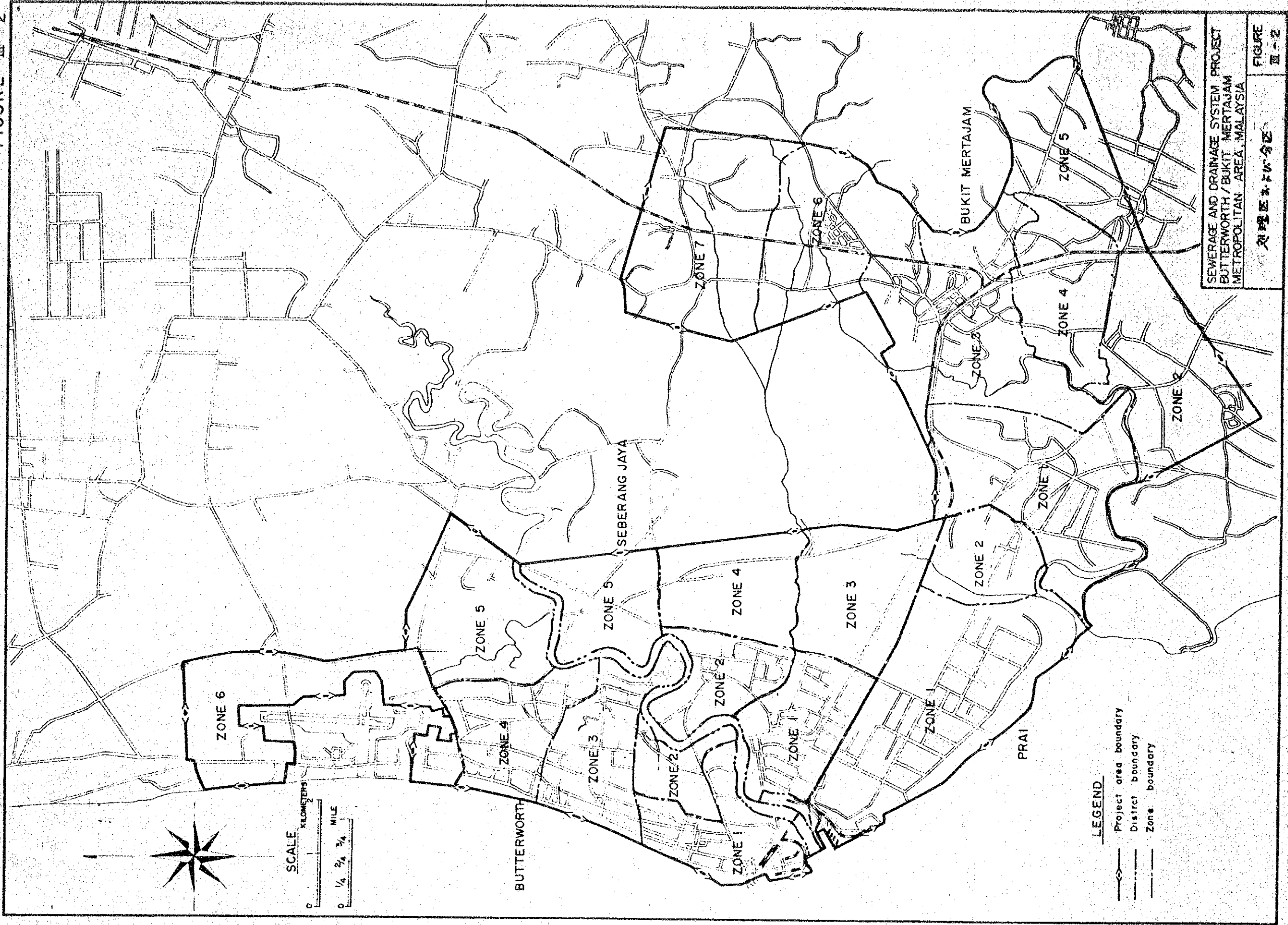
### 2.3 下水処理区および分区

計画対象地区を地形的な条件と、社会的な条件により独立した4区の下水処理区に分割した。これをさらに処理区内の独自の特長に応じて細分化した。以下に細分化した分区を示す。

非居住区には山間部、河川、墓地が含まれ、これらに相当する面積が約746haで計画区域は11,600haになる。

下水処理分区	面積 (ヘクタール)			
	処理対象区	その他	計	
パタワース	Z-1	367	23	390
	Z-2	182	18	200
	Z-3	457	33	490
	Z-4	444	6	450
	Z-5	551	19	570
	Z-6	670	—	670
スプランジャヤ	Z-1	438	42	480
	Z-2	305	55	360
	Z-3	510	—	510
	Z-4	430	—	430
	Z-5	368	52	420
ブライ	Z-1	1,063	167	1,230
	Z-2	268	12	280
ズキットメルタヤム	Z-1	892	48	940
	Z-2	715	15	730
	Z-3	927	53	980
	Z-4	467	3	470
	Z-5	459	31	490
	Z-6	573	87	660
	Z-7	768	82	850
計	1,0854	746	11,600	

FIGURE III - 2



## 〔 3 〕 人 口 予 測

### 3.1 概 要

人口予測は1970年に実施した国勢調査で得られた27の個人別人口を基にして、1970年の計画対象区域の人口を172,230人とし、さらに年間増加率を5.5%として1976年の人口を238,000人と推定した。

### 3.2 計画対象地区内の人口

計画対象地区内の人口は前述のとおり1970年および1976年を予測し、これを根拠として2000年の人口予測を行なった。1970年の予測は国勢調査結果、1985年の人口はペナンマスタープランに基づいたが、1970年から1985年間の年間増加率は計画対象地区内で5.5%とした。年間人口増加率はペナン州全域では平均2.2%である。

また、1995年における人口はWHOレポートの結果を用いたが、これは1985年から1995年までの年間人口増加率を3.5%とみなしており、2000年までの平均増加率はこれと同じく3.5%とした。

計画対象地区内の人口予測結果を表Ⅲ-2に示す。

表Ⅲ-2 計画対象地区内の将来人口

年	人 口 (人)	年平均人口増加率(%)
1970	172,230	5.5
1976	238,000	5.5
1980	294,400	5.5
1985	385,000	3.5
1990	458,000	3.5
1995	545,000	3.5
2000	648,000	



表Ⅲ-3 汚水処理分区の土地利用と人口（1976年）

地区	処理分区 (乙)	面積 (ヘクタール)							人口密度 (人/ha)				人口 (人)			
		地区中 公団用地	住宅	工業	商業	空地	その他	公団用地 人口密度	公団用地 人口密度	公団用地 人口密度	公団用地 人口密度	公団用地 人口密度	公団用地 人口密度	公団用地 人口密度	公団用地 人口密度	公団用地 人口密度
バスター	1	390	16*	190	67		70	972	160	160	57920	7520	30400			
	2	200		55			167	179	1086	3585		3585				
	3	490	2	175	107		86	577	120	28255	240	240	21120	6895		
	4	450		21			18	585	120	26352		2520		23212		
	5	570					251	69	264		3961			3961		
	6	670		18			316	133		120	8902		2160	6742		
サブライン	1	480		157		2	114	285	80	229	13657		12560	1597		
	2	360				3	99	32	229	99	69			69		
	3	510				155	59	55	300	193	2991			2991		
ブライ	1	430				143	23	175	264	23	7518			7518		
	2	420				138	167	104	115	167	4369			4369		
	3	1250				94	404	15	93	404	1860			1860		
	4	280				106	56	71	138	56	1974			1974		
	5	940		16		299	175	80	450	175	7559		1280	6279		
ブキットムルダヤム	1	730		38		144	59	87	509	59	6387		3040	3347		
	2	980	20	209		376	288	465	87	288	45540	2400	24920	10220		
	3	470		9		193	20	129	248	20	6977		720	5357		
	4	420				235	31	148	224	31	7257			7257		
	5	660		46		208	87	210	319	87	13640		5520	6320		
	6	850				265	62	117	503	62	9947			9947		
	計	11,600	16*	913	844	3,484	4,549	2,225			1,472		101,600	107,825	12,0015	

注：\*印は菜地、農地、工業、公共建築物等の非居住地区

表Ⅱ-4 汚水処理分区での土地利用と人口(2000年)

処理区	処理分区 (区)	面積(ヘクタール)				人口密度(人/ha)				人口(人)					
		処理区分計	公共・商業	住居(密)	住居(稀)	工業*	その他*	処理分区 人口密度	公共商業	住居(密)	住居(稀)	処理人口	公共商業	住居(密)	住居(稀)
パタワース1	1	390	16* 47	237		67	23	1165	160	160		45440	7520		37920
	2	200		182			18	1092	120			21840			21840
	3	490	2	275	73	107	33	756	120	120	520	37059	240		37999
	4	450		212	232		6	834	120	120	520	37514			25440
	5	570		74	477		19	591	120	120	520	33705			8980
	6	670		36	654			557	120	120	520	37516			4320
スプランジヤ1	1	480		354	82	2	42	974	120	120	520	44748			42480
	2	360	18* 35	154	48	50	55	699	120	120	520	25178	4200		16480
	3	510		510				520			520	26543			26543
アラ1	4	430	30*	400				494			520	20618			20618
	5	420		368			52	456			520	19152			19152
	1	1230				1063	167	0			520				
	2	280		268			12	498			520	13948			13948
	3	940		16	876		48	505	120	120	520	47512			1920
アキッドマルチム1	2	730		38	677		15	565	120	120	520	39794			4560
	3	980	20	355	552		53	752	120	120	520	73729	2400		28729
	4	470		9	458		3	530	120	120	520	24917			1080
	5	490		459			31	488			520	26889			26889
計	6	660		46	527		87	499	120	120	520	32948			5520
	7	850		768			82	470			520	39970			39970
計		11600	64* 104	1988	7409	1269	746		1551	1248	520	648000	14360	248240	385600

注: \*印は緑地、農地、工場、公共建築物等の非居住地区

### 3.3 処理地区単位の人口

計画対象地区はすでに述べたとおり、独立した4区の処理地区に分割したが、各処理地区はそれぞれの特徴を有し人口増なども若干異った傾向を示す筈である。ここでは将来の土地利用計画を念頭に人口密度を推定し、これによって処理地区別の人口予測を行なった。

予測に用いた人口密度はつぎのとおりである。

- (1) 公共、商業地区（官公庁街）-----0, 120 または 160 <sup>人</sup>/ha
- (2)       "       （商業地区）-----120
- (3) 住 居 地 区（既成市街地）-----160
- (4)       "       （新興住宅団地）-----120
- (5)       "       （そ の 他）-----52
- (6) 工 業 地 帯 -----0
- (7) その他（非居住地区）-----0

1976年の土地利用状況に準拠して処理区毎の人口を推定し、さらに2000年までを推定した。これらを表Ⅲ-3、表Ⅲ-4に示した。

表Ⅲ-5に各処理地区毎の1976年から2000年までの人口予測値を示す。

表Ⅲ-5 処理地区別人口予測

処 理 地 区	1980	1985	1990	1995	2000
パタローヌ	108,900	146,200	164,700	186,800	212,900
スブロンジヤ	28,600	68,000	87,500	110,800	138,400
ブ ラ イ	3,900	7,500	9,300	11,400	13,900
ブキットノルタジャム	96,600	163,300	196,500	236,000	282,800
計	238,000	385,000	458,000	545,000	648,000

## (4) 基本的考察

### 1 序論

下水処理の基本的な目的は、発生した汚濁物質を衛生的な手段で処理場まで運ぶことと、放流水域に悪影響を及ぼさないように処理することである。これらの作業は当然経済的に行なわれなければならない。財政面からの検討はとくに重要であり、限られた予算での実施に対する検討が要求されよう。

以上の観点から、このプロジェクトにおいても幾とおりかの実施可能とみられる代替案を技術的、経済的な見地から検討した。

基本計画は(1)計画区域全域について施設の輪郭をえかく、(2)環境衛生上問題のあるとみられる地区を優先させて計画を立てる(3)公共水域すなわちペナン海峡までを含めた水域の汚濁防止が十分達成できる下水処理方式を立案する、という手順で行なわれる。

### 2 下水の排除方式

計画区域に最適の下水道施設を確立するために次の事項を考慮した。

- (a) まず計画区域内には DID が建設した排水路と自然水路の存在を考慮しなければならない。こういった排水路がある地区に新たに雨水と汚水を同時に排除する必要がある場合には問題である。このような場合には合流式の採用は必ずしもかろう。
- (b) 区域内での水質調査結果では水路等は豪雨下水で汚染が小さい。特に乾季には著しい。したがって河川、水路等を汚染から守るためには合流式を採用すべきである。
- (c) 合流式下水きは通常雨水きよりも深く埋設されるので建設費がかさむ。また深くなるだけポンプ場建設費や運転費が合流式の場合よりも高くなる。
- (d) 計画区域内の交通はかなり激しく口径が大きく深く埋設しなければならない合流式管きは工事による交通や他の社会活動の停滞をまねくことになる。

(e) 全域に同時に汚水きよめを布設することは必ずしも容易ではない。実際には緊急態に依りし計画を立てていくべきである。したがって現在し尿浄化槽で処理している地区で環境衛生上の当面支障がないと判断されるところやカンポン地区のように小排水路がありた急急に種排水を主要幹線汚水きよめへつなぐことができない地域などではそれらの施設を暫分の間使っていくことはやむを得ないであろう。

### 3. 処理処分方法

附F. 水質汚濁検討で述べたように市街地内の川や水路は家庭汚水や工場排水の流入によりすでに汚染がはじまっている。もしこのまま汚濁物質を河川や水路へ放流することを続けていくならばこれらの地区は更に汚染され低レベルの街になってしまうであろう。

したがって汚水施設計画の一部として汚水処理の打点と処分位置について検討を加える必要がある。

#### 4.3.1 処理の必要性

最終放流、処理のレベルと処理方法は放流先に悪影響を及ぼさないように十分考慮してきめなければならない。

一般的にいうと最終処分方法として次の3つが考えられる。

(1) 無処理で川または水路へ放流する。

バタワースの海岸沿川には家産下水や浄化槽からの流出水を含む多数の汚水きよめがあり附F.で指摘したようにこれらの放流先附近は大腸菌により汚染されている。このことは厚生省が行った水質汚濁防止研究のデータにおいても認められる。

ブライ、シエルの両川からの流出水も大腸菌により汚染されており浄化槽の機能が思わしくなく糞便による汚染の因となっていることを物語っている。

大腸菌による汚染は上述のように河川や海岸で見られるが、有機物による汚染は現段階ではさほどひどいものではない。

このことは糞便をのぞく家庭下水の直接放流は現状では河川や海岸の水質をよくなるほどのものではないことを示している。しかしながら現状の直接放流は個々からのものであり集約されたものではない、これが集約されて特定の河川（たとえば、ジユル河）へ直接流出せよとすれば著しい環境破壊をもたすことは明らかである。

## (2) 無処理で海へ放流する。

次の事項が解決されるならば無処理で海へ放流することは経済的に大変有利である。

(a) 適当な放流区がある

(b) 水域の利用に対してその保護のための規準が定められている

(c) 汚水の集約に必要な長距離の管布設と維持管理が可能である。

### (a) 放流区

環境汚染を防ぐために放流区は強い潮流のある開水域がよい。もしもこの方法が当汚水施設計画に採用されるとすれば、ペナン海峡がその位置がよい放流水域となるであろう。

ペナン海峡は巾2km、日最大26~100 cm/secの潮流のある狭い海峡であり、潮流による計画区域からの有機汚濁物の掃流力は十分である。

### (b) 安全規準

ペナン港の範囲はペナン海峡全域に広がるマレーシアでも有数の港であり計画区域に面する地帯は特に船の停泊地として重要である。したがって海中施設は航海の安全を以てその施設自体の安全のためにその建設をさけるべきである。

また海岸は沐浴や水車スポーツに利用されるので水質汚濁防止も必要であるが放流区は浮遊物や大腸菌が海岸へ戻って来ないように距離をとって設けなければならぬ。

しかしこれは海峡が狭い上に潮流が速いので非常にむずかしい。

ジョージタウンでの経験によれば無処理放流では大腸菌による汚染は避けられぬということが結論づかぬ。

### (c) 長距離管布設

個々の汚水発生量と放流量を小さくするために長距離の管布設が必要である。計画区域がフキオマルクシヤムの一部を除けば平坦なので管内に土砂が沈積したり硫化水素が発生したりするのを防ぐための流速を保つために埋設管が深くなるか多数のポンプ場が必要となる。長距離管方式では建設のための初期投資が大きくなり後の維持管理費も大きくなる。

### 3) 二次処理後 河川または水路へ放流

現地調査の結果二次処理方式によって適切に処理された汚水は河川や水路に放流して問題ないことは確かである。

### 4) 結論

以上の考察の結果当計画区域内の木質汚濁防止を確立するために最終処分は二次処理後行なうことが望ましい。

### 3.2 各種処理方式の比較

用地購入の可能性、熟練した作業員の確保の可否、放流先の条件、建設費等の地域特性を考慮した上で当計画に最もふさわしい施設を選択しなければならないかその選択対象として次の3つの処理プロセスを考えた。即ち(1)スタビリゼーションポンド (2)エアレーテッドラグーン (3)オキシレーションユニットの3つである。

#### (1) スタビリゼーションポンド プロセス

スタビリゼーションポンドによる処理は太陽光線と空気の存在のもとで藻類とバクテリアの活動によって行なわれる。補修と維持管理に都合のよいように池は2以上の複数とする。またこのプロセスはファクultatイフポンドとマチュレーションポンドの2つが成る。

#### (2) エアレーテッドラグーン プロセス

このプロセスはエアレーテッドラグーンとマチュレーションポンドが成り、返還汚泥の有り活性汚泥法ともいえる。所要空気の供給と攪拌のためにフローティングエアレーターが通常用いられる。

エアレートラグーンからの流出水は更にマチュレーションポンドで  
滅菌処理を受ける。これはエアレートラグーンとマチュレーションポンド  
は補修や維持管理を容易にするために少なくとも2ユニット  
とする。

### (3) オキシデーションディッチプロセス

このプロセスは本質的には活性汚泥法の変法であり、汚水は  
エアレーターで汚物を循環中に曝気され好氣的酸化を受ける。  
汚物を出た汚水は沈殿池に送られて固形物を除去された後の  
滅菌を受け放流される。沈殿汚泥は乾燥床に送られる。

これらの処理プロセス、即ち(1)スタビリゼーションポンド(2)エアレート  
ラグーン(3)オキシデーションディッチで処理された汚水は流入BOD  
の75%以上が除去されている。

3案を比較するために各プロセスについて日平均流入量で5000m<sup>3</sup>  
から200000m<sup>3</sup>の施設を設計して費用比較を行なった。

費用と所要用地の比較を表III-6に示す。各案の費用は  
建設費、維持管理費、償却費を含めた年間コストで比較した。  
費用比較の結果スタビリゼーションポンドプロセスが当計画には  
最もふさわしい処理処分施設であるという結論に達した。

### (4) 推奨する施設

上記の検討の結果他の案に較べてスタビリゼーションポンドが  
最も有利な施設であることが判った。この案の有利な点は次の  
ようなものである。

- (a) このプロセスは建設、維持管理の面で最も経済的であ  
る。ただし他のプロセスよりも広い用地を必要とする。
- (b) 計画区域内では人口増によって必要となった用地の拡大  
は十分できると思われるがもしも後に所要スペースが得ら  
れないようなことになっても容易に他のプロセス(エアレート  
ラグーンやオキシデーションディッチ)への転換ができる。
- (c) この方式は将来設計条件が変わっても水面積の調整  
が容易に対応できる。
- (d) 機械、電気施設が少ないので建設費の大部分が現



地賃でまかなえ 経済的に有利である。

(e) 維持管理費が主として人件費となるため 庶務核会の増加と維持管理の容易さという利点をもつ。

(f) ポンプはしばしば臭いを発するので 住宅地や商業地から遠ざけて設けなければならぬのが実情である。

スタビリゼーションポンプは上記のような利点や欠点をもち、利点か欠点に勝り当該地域においてはこの方式がふさわしいと結論づけられる。当初は一部のみの建設され次に拡張あるいは処理レベルのアップなどの要求が生じた場合にエアーリフトラグーンやオキシデーションタンクなどへ変更すれば

表 III-6 処理プロセスの比較

1) 年間費用の比較

	(単位: 1000 マーキュート/日)				
	流量 (m <sup>3</sup> /日)				
	5,000	10,000	50,000	100,000	200,000
スタビリゼーションポンプ	66.8	122.7	571.0	1131.4	2252.0
エアーリフトラグーン	150.2	288.8	1389.3	2761.2	5511.4
オキシデーションタンク	220.1	419.9	1915.3	3644.9	7254.7

2) 所要用地の比較

	流量 (m <sup>3</sup> /日)				
	5000	10000	50000	100000	200000
スタビリゼーションポンプ	6.0	11.2	52.4	98.7	197.3
エアーリフトラグーン	2.3	4.3	20.2	38.0	76.1
オキシデーションタンク	0.6	1.1	4.9	9.2	18.5

## 4.4 工場排水処理

### 4.4.1 家庭下水と工場排水の合併処理について

公共下水には通常家庭下水と工場排水とが含まれこれを合併処理するのか最も望ましい形式であるか時として問題が生じることがあるので注意を要する。

工場排水の中には油脂類、引火性の溶剤、強酸、強アルカリ、有毒物質等の有害物質を含まれていることがあり下水道施設を腐蝕、閉塞、破裂等のダメージから守り十分な維持管理を行なうための考慮が必要である。

下水処理施設は生物処理であるから満足な操作のために極端な量の工場排水は避け混合下水は(1)流量ともにてできるだけ均一で過負荷を防ぎ(2)浮遊物、懸濁物による高負荷がなく(3)強酸、強アルカリがなく(4)非分解性物質と有毒金属がなく(5)サウ、でん粉、セルロースなどの高BOD物質があまり多くなく(6)油脂分の濃度の低くもであることが肝要である。

しかしながら、工場排水が家庭下水に較べて比較的少ない場合には圧倒的に多量の家庭下水による工場排水による害は緩和されるので前処理施設は必ずしも必要ではなくなる。

工場排水量が家庭下水量よりも多い場合にはその量に十分注意すべきであり必要に応じて次の項目の1つまたは数個を行なって対策しなければならぬ。

- (a) 処理プロセスでの滞留時間を延長する
- (b) 施設の改良としてはオイルスキマー、エレーター、沈殿池、送送活泥施設等を付設する
- (c) 工場排水の量及び世を規制する。工場排水規制を定めることにより(1)工場からの有害となりうる高BOD、高SSの物質を規制でき(2)公共下水へ放流される前に有害物質や非溶解性物質を含む危険な排水を除去できる。

### 4.4.2 計画区域内の工場排水処理

計画区域内の工場の分布状態は区域内に散在するもの

と工場団地内にかたまっているものとの2つの形態に分けられる。工場排水に対する検討結果を次に示す(詳細は附E.排水の特性参照)

(1) 関連下水処理分区分別日平均下水水量

処理区名	処理分区分名	(A) 工場排水 m <sup>3</sup> /日	(B) 家庭下水 m <sup>3</sup> /日	流量比 (A):(B)
バターワース	ゾーン1	1,600	10,450	1:6.5
〃	〃 3	8,560*	8,520	1:1
スプラングヤ	〃 1	160	10,750	1:67
〃	〃 2	4,000*	5,790	1:1.5
フライ	〃 1	85,040*	0	1:0

\* は工場団地内排水

(2) BOD, SS 濃度

平均濃度は

BOD 150 mg/l  
SS 150 "

(3) 排水の特性

食品と繊維工場からの排水は質、量ともに現況と将来とではほとんど変りないものと考えられるので生物処理で運ばれるであろう。2,3の工場では現在重金属や浮遊物の多い排水を出しているのでこれについては将来何らかの考慮が必要になるであろう。

上記のことが考えれば大規模の工場排水は家庭下水と一しょにすることにかなりの質がほかにあるので合併処理が可能である。

生物処理の一種であるスタビリゼーションポンドが合併処理施設として推奨される。なぜならこの方式が家庭下水と現況工場排水も十分に処理できるものと考えられるし維持管理が容易で費用が安らかうである。

しかしながら、特に工場用地での工場排水の量と質については継続的に監視をし、セクション4.4.1で述べたように場所によっては集水と処理の方法の改良をすることが必要となる。

[ 5 ] 設 計 諸 元

5.1 下水量とその性状

5.1.1 家庭下水

家庭下水の将来予想原単位をつぎのとおりとする。

表一Ⅲ-7 下水の性状

年	量 $l$ / 人 / 日	BOD $g$ / 人 / 日	SS $g$ / 人 / 日
1976	170	37	37
1980	182	38	38
1985	194	40	40
1990	206	42	42
1995	218	44	44
2000	230	46	46

2000年における家庭下水の平均BOD濃度は、以上の結果から200  $mg/l$ となる。下水管渠の設計には同様にここで得られた下水量を用いて、各処理地区の2000年における予測人口で総量を算出した。

5.1.2 工場排水

将来計画を含めて、工業団地での排水量は80  $m^3/ha/日$ と推定した。さらに将来の土地利用計画に基づいて得た2000年における工業用地面積1289 haで、工場排水量を推算した。

工場排水の性状については、業種別に推定したが、本質的には家庭下水と同様の性状であるものと仮定した。

以上の見地から2000年における工場排水の性状を下水管渠流入時でのBOD, SSの平均濃度を150  $mg/l$ とした。

5.1.3 浸透水、その他

合流式下水道方式では、汚水量の変動に対する余裕及び地下水その他の浸透水が流入することを見込んで管渠の規模を決定するが、本計画では地下水等の流入水量を18  $m^3/km/日$

とした。

#### 5.1.4 発生部下水

各計画年次での家庭下水量、工場排水量を合計して下水量を試算し、ピーク係数を乗じた。

## 5.2 管きよの設計

下水管渠の規模の決定には、マンニング公式を用い、粗度係数“ $n$ ”は管渠は0.013、切石積の $n$ 値は0.025とした。

最小管径は225mmとしたが、各戸取付管は150mmを用いる。

管内流速は満流または浅水深流で、陶管(VCP)を用いた場合、マンニング公式で $n:0.013$ とすれば、60cm/S以下にはならないよう、鉄筋コンクリート管(RCP)やセメント管では $n:0.013$ として、最小流速を75cm/Sとした。

最小勾配は管の種類によって異なるが、前記の流速以下にならないようにした。

また、管内流速は3m/Sを越えないように計画したが、これは管内磨耗を防ぐためである。地盤が急傾斜の区域で3m/S以上にになるとみられるところでは管内磨耗を防ぐ対策を講ずるべきである。

管渠設計は設計最大流量に対して十分な容量とし、小口径管を大きい管と接合するときは管頂接合とする。

管きよの土かぶりは各家庭よりの取り付け高さ及びトラック荷重を考慮して1m以下にならないようにする。

## (6) 下水道施設

### 6.1 各下水処理区の人口 (現況(1976年))

各下水処理区の面積と人口を以下に示す。(詳細は附図、下水道施設計画を参照)。

#### (1) バターワース処理区

分 区 名	面積(ha)	現況人口 (人)	現況人口密度 (人/ha)
ゾーン1	367	37,900	103
“ 2	182	3,600	20
“ 3	457	28,200	62
“ 4	444	26,300	59
“ 5	551	4,000	7
“ 6	670	8,900	13
計	2,671	108,900	41 (平均)

#### (2) スフランジャヤ処理区

分 区 名	面積(ha)	現況人口 (人)	現況人口密度 (人/ha)
ゾーン1	438	13,600	31
“ 2	305	100	0.3
“ 3	510	3,000	6
“ 4	430	7,500	11
“ 5	368	4,400	12
計	2,051	28,600	14 (平均)

#### (3) フライ処理区

分 区 名	面積(ha)	現況人口 (人)	現況人口密度 (人/ha)
ゾーン1	1,063	1,900	2
“ 2	268	2,000	7
計	1,331	3,900	3 (平均)

(4) フキットメルクシヤム処理区

分 区 名	面積 (ha)	現況人口 (人)	現況人口密度 (人/ha)
ゾーン 1	892	7,600	8
“ 2	715	6,400	9
“ 3	927	45,500	49
“ 4	467	6,100	13
“ 5	459	7,300	16
“ 6	573	13,800	24
“ 7	768	9,900	13
計	4,801	96,600	20 (平均)

6.2 下水道施設の設計

6.2.1 管きよの設計

決定した<sup>主要</sup>幹線管線平面図を図1-3に示したが、これは現時点で入手可能な地図、地形図ならびに現地調査結果から作成したもので、処理場候補地も示した。

地域によっては正確な道路位置に関する資料が入手できなかったため、関連開発計画に示された案をもとにして幹線ルートを決した。

幹線管線の規模の決定は、入手した地図1/7,500、1/10,000、および1/25,000を基にして各下水管線の受け持つ面積から計算した。流量は2000年における人口予測値と工場排水量、地下水その他の浸透量を含めて計算した。

計画区域内の数ヶ所で住宅及び工場団地開発事業が進められている。しかしこれらの地区の大部分での道路計画が未だ草案の段階で最終案が確立するのは数年後になるものと思われる。従って現段階で入手可能なデータに基づいて計画したこれらの地区の管きよルートは最終段階で多少の手直しが必要となる。開発事業と下水道の建設との時期的な調整が未だなされていないので道路計画を含む都市開発計画との連携が必要で下水道の設計と建設時期は未だ決められない。実施設計や建設の前にはルートや高低に關しより詳細な調査が必要である。



管内平均流速は満流または半水深流としてマニング公式で計算し、VCPではn値0.013として60cm/s以上、RCPおよびセメント管では管内最小流速75cm/s以上としたが、これらの決定は管内での硫化水素発生防止を念頭に取ったものである。計画区域では下水中の有機物が高温度の条件下で腐敗しやすくその結果硫化水素が発生しやすいと考えられるため、管渠の腐食防止を目的としたものである。

最小土被りを1mとしたがこれは他の地下埋設物への影響をふせぎ管を輪荷重から護るためである。しかし場所によっては1m以下でも可能である。

### 6.2.2 マンホール

マンホールは平面図に示していないが方向変化点、管径の異なる地点などに用いるが、一般には維持管理を考慮してマンホール間隔はつぎの値を最大値とする。

下水管口径 (mm)	最大マンホール間隔 (m)
300以下	50
～ 600	80
～1,000	100
～1,500	150
～1,650	200

一般に、浅い管渠は例外として、中に入ったり、管清掃のために十分な大きさを必要とし、マンホールの内径は120cm以上とし、将来の管渠延長にも合わせて設計してある。

### 6.2.3 管渠および材質

マレーシアで現在入手できる管渠は口径と種類に制限がある。

アスベストセメント、遠心力鉄筋コンクリート、陶管、ビッチファイバーパイプなどの国際的に認められているようなものが現地で製造もしくは輸入されている。幹線管渠で375mm以上は遠心力鉄筋コンクリート管とし、375mm以下では陶管を原則とした。硫化水素による腐食防止のため遠心力鉄筋コンクリート管はライニングすることにした。枝線管渠は円形管で最小口径225mmとした。

陶管は酸アルカリ等の腐食に対して抵抗性があると同時に流速による磨耗にも強いので300mmまでの小口径のものには適当とみられる。

## 6.2.4 各戸取り付け

取り付け管は各戸下水を下水本管とを接続するために布設する。管口径は150mm以上で勾配は2%以上とする。この管についてもマスタープランで直接必要なわけではないが、各戸取り付け管の長さは平均15mと仮定した。

## 6.2.5 ジョイント

管の接合はコンクリート管はゴムリングを用いるタイプ、また陶管には可撓継手を用いる。

## 6.2.6 ポンプ場

一般的事項として以下のことを検討した。

### 1) タイプ

ポンプ場は小規模な中継ポンプ場などを除いて原則として附外型とする。室内型の場合には十分な保守ができるようにしておかなければならない。

### 2) 設計流量

一般にピーク流量で設計しているが、それ以下の場合には、特殊な条件でその流量が正當に評価されたものでなければならぬ。管はすべて最大流量に見合うように設計するか、若干の異常な下水量の増加分にも対応できるようにしている。ポンプ場での貯留効果を十分考慮し、汚水量に見合うポンプの設備台数とする。

### 3) 構造

所要設備の主体はポンプおよび動力である。ポンプ保護のためバースクリーン（人力または機械かき揚げ）を用いる。

### 4) ポンプ

各ポンプ場では最低2台のポンプを設ける。台数は流量と流量変動を考慮して決める。できれば同一機種の間容量のもので、いずれも最大汚水量に十分見合うものとする。3台以上の場合には1台は予備として扱えるようなポンプ能力で考える。

容量と同時に揚程に際しても十分な注意を払って設計しなかつてはならない。ポンプ井と吐出井の水位が常に変動しているからである。口径に限りがあるので小容量ポンプは非閉塞型とすべきである。

## 6.2.7 処理場

本章"基本的考察"で述べたようにスタビライゼーションポイントが当プロジェクトに最も小さい処理方式である。

処理場の設計に当たって考慮すべき一最事項は次のようなものである。

### (a) 設計流量

処理施設の容量は日平均流量を基に設計する。最大し便、水浴等は予測と相対ピーク流量に対して設計する。

### (b) 流入下水の水質

処理場への流入下水の BOD, SS 濃度を家庭下水 200 mg/l, 工場排水 150 mg/l とする。

### (c) 放流水の水質

放流水は排水路、河川または直接海に放流される。要求される処理程度は放流水域の利用状況や負荷の受容能力によって決めるべきである。

放流水域の考慮すべき条件は流量、現状の利用状況または潜在価値等を季節変化を含めたものでなければならない。

処理水の水質は流入水質 BOD 濃度の 25% 以下を目標とする。

### (d) 構造

池はファクタルタテのポンプとマチュレーションポンプの別々の操態をもつ 2 つの池から成る。清掃などのことを考えて施設は少くとも 2 系列以上とするのが好ましい。

池は原則として堀削と土盛りによって造成し、堤防の傾斜面は 1/3 とし、漏水や地下水汚染を防止するように配慮する。このため底盤は粘土等の入手しやすい物を用いて被覆する。

### 6.3 計画下水道施設

以上の検討の結果当計画区域内の最適下水道施設として全域を20の分區に分割しそれぞれに処理場を設けることを提案する。処理場の位置は現状調査時に検討し放流は近くの水路に行わせることとした。

それぞれの処理分區には下水管基、ポンプ場、スタビリゼーションプロセスによる処理施設が提案された。図III-3と表III-8に計画下水道施設を示す。スタビリゼーションプロセスのフローシートは下図に示すとおりである。

分區式管基

ポンプ施設

処理場

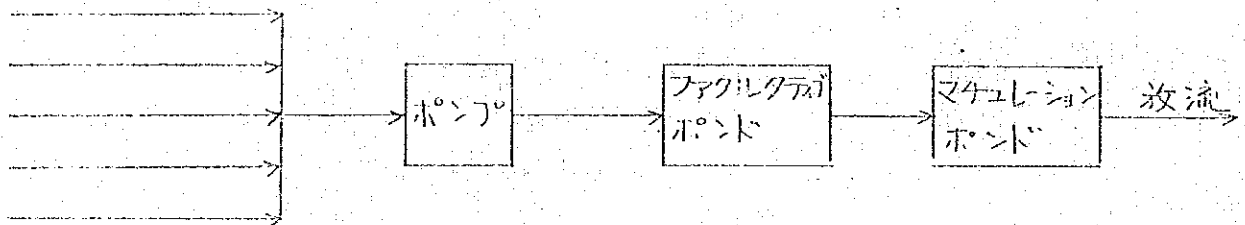
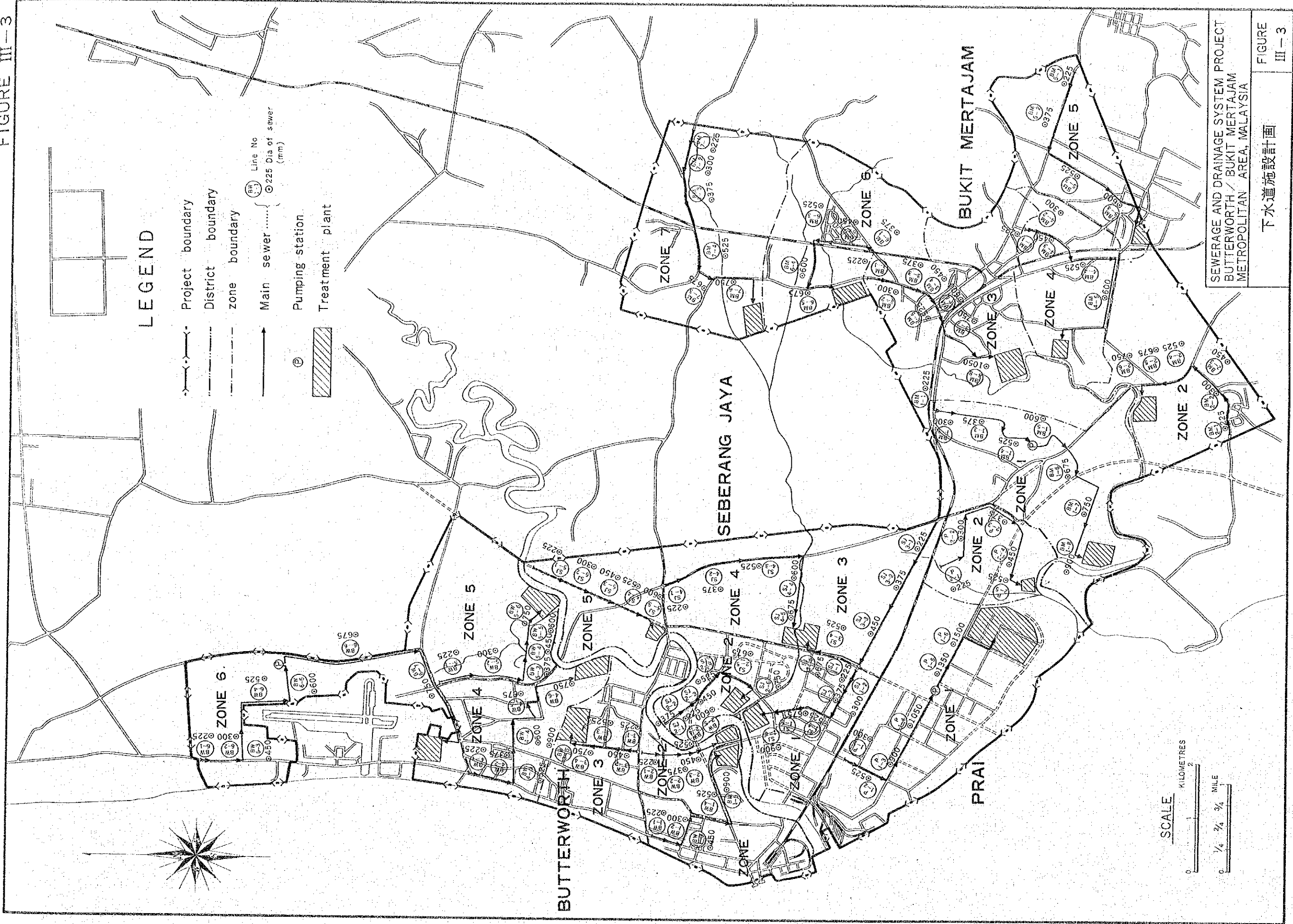


FIGURE III-3



**LEGEND**

- Project boundary
- - - District boundary
- - - zone boundary
- Main sewer ..... (Line No. 225 Dia of sewer (mm))
- ⊙ Pumping station
- ▨ Treatment plant

SEWERAGE AND DRAINAGE SYSTEM PROJECT  
 BUTTERWORTH / BUKIT MERTAJAM  
 METROPOLITAN AREA, MALAYSIA

FIGURE III-3

下水道施設計画

処理分區名	下水管きよ		取付管		ホーン7°場		処理場		
	径 (mm)	延長 (m)	径 (mm)	延長 (m)	径流量 (m <sup>3</sup> /s)	所需用地 (m <sup>2</sup> )	7°切 (m <sup>3</sup> /d)	所需用地 (ha)	
バターワース 分區-1	225-900	92,200	150	110,800			S.P.	15,800	17.6
" -2	" -600	54,600	"	65,500			"	7,200	8.4
" -3	" -900	116,800	"	125,700			"	21,500	23.6
" -4	" -750	133,200	"	111,100			"	13,000	14.6
" -5	" -750	165,300	"	98,200			"	12,500	14.1
" -6	" -750	201,000	"	108,000	0.18	100	"	14,100	15.8
スプランジャ									
分區-1	225-900	131,000	"	140,000			"	15,800	17.6
" -2	" -750	82,000	"	88,700			"	12,900	14.5
" -3	" -675	153,000	"	76,500			"	10,200	11.6
" -4	" -675	129,000	"	70,800			"	8,400	9.7
" -5	" -600	110,400	"	55,200			"	7,400	8.6
ブライ									
分區-1	225-1,500	116,900	"	148,800	0.89	1,540	"	90,400	92.0
" -2	" -525	80,400	"	40,200			"	5,400	6.4
ブキットメルグジャム									
分區-1	225-900	267,600	"	137,200	0.14	90	"	18,100	20.0
" -2	" -750	214,500	"	115,200			"	15,000	16.8
" -3	" -1,050	278,100	"	217,800			"	25,900	28.1
" -4	" -600	140,100	"	71,900			"	9,500	10.9
" -5	" -600	137,700	"	68,900			"	9,200	10.5
" -6	" -675	171,900	"	95,600			"	12,400	14.0
" -7	" -750	230,400	"	115,200			"	15,300	17.1

注: S.P. --- スタビリゼーションポイント