

中國水產經濟學
（第一版）

（第一版）

（第一版）

（第一版）

マレーシア国
ペナン州下水道・排水計画
基本計画報告書

(主報告書)

JICA LIBRARY



1059503E1J

1978年5月

国際協力事業団

国際協力事業団			
受入 月日	'84. 4. 25	113	
		61.8	
登録No.		03966	SDF

序

文

日本国政府は、マレーシア国政府の要請にもとづき、同国ペナン州バタワース及びブキット・メルタジャム地区の下水道・排水計画にかかるマスタープラン策定のための調査を行なうことを決定し、その調査を国際協力事業団が実施した。

マレーシア国政府は、着実な経済発展を背景に国民の福祉向上に力を入れている。このような政策の下に、住民の生活環境改善を目的としてバタワース及びブキット・メルタジャム地区の下水道・排水施設の建設が計画された。

事業団は、昭和51年10月27日より12月30日まで現地調査団を派遣し現地踏査並びに資料収集等を行なった後、中間報告書の提出と説明を昭和52年5月に、また最終報告書草案の提出と説明を昭和52年12月に行ない、ここに最終報告書提出の運びとなった。

本報告書が同地区の下水道・排水施設の建設に寄与するとともに、我が国とマレーシア国の友好親善の発展に役立つことを願うものである。

最後に、本件調査の実施に際し、ご協力をいただいたマレーシア国政府、在マレーシア日本大使館及びその他関係機関の関係各位に深甚なる感謝の意を表わすものである。

昭和53年5月

国際協力事業団

総裁 法眼晋作

第Ⅰ部 調査の結果と勧告

1. 序 論	I - 1
2. 調 査 結 果	I - 1
2.1 計画区域の現況	I - 1
2.2 検討の結果と結論	I - 2
3. 勧 告	I - 3
3.1 計 画 案	I - 3
3.2 施 工 順 位 案	I - 3
3.3 計画案の費用	I - 4
3.4 計画案の便益	I - 4
3.5 管 理 ・ 運 営	I - 11
3.6 今後の検討課題	I - 11

第Ⅱ部 計画のための背景資料

1. 計画の目的と範囲	II - 1
1.1 計 画 の 背 景	II - 1
1.2 作業の目的と範囲	II - 1
1.3 計画対象区域の定義	II - 1
1.4 検 討 課 題	II - 1
2. 計画対象区域の自然条件	II - 2
2.1 位 置	II - 2
2.2 地 勢	II - 2
2.3 気象および降雨特性	II - 3
2.4 現 況 河 川	II - 11
3. 公衆衛生状態	II - 11
3.1 保健医療機関	II - 11
3.2 疾病発生状況	II - 12
4. 人口および土地利用	II - 12
4.1 現在人口とその分布	II - 12
4.2 土地利用の現況	II - 13
5. 上 水 道	II - 17
5.1 概 況	II - 17
5.1.1 水 道 局	II - 17

5.1.2 給水区域と給水人口	Ⅱ-17
5.1.3 給水量	Ⅱ-17
5.1.4 給水状態	Ⅱ-17
5.1.5 自家水道	Ⅱ-17
5.2 施設の現況	Ⅱ-19
5.2.1 施設の概要	Ⅱ-19
5.2.2 水源	Ⅱ-19
5.2.3 ポンプ場	Ⅱ-20
5.2.4 浄水施設	Ⅱ-20
5.2.5 水質	Ⅱ-20
5.3 管理運営	Ⅱ-20
6. し尿処理の現況	Ⅱ-22
6.1 便所の形式と処理方式	Ⅱ-22
6.2 汚泥収集と処分	Ⅱ-22
7. 下水の種類とその処理の現況	Ⅱ-27
7.1 一般家庭下水	Ⅱ-27
7.1.1 排水の現況	Ⅱ-27
7.1.2 流量と濃度	Ⅱ-27
7.1.3 し尿浄化槽放流水	Ⅱ-27
7.2 工場排水	Ⅱ-27
7.2.1 計画区域内の工業	Ⅱ-27
7.2.2 工場排水調査	Ⅱ-28
7.2.3 工場排水の性状	Ⅱ-28
7.2.4 工場排水処理	Ⅱ-29
8. 雨水排水	Ⅱ-29
8.1 現有施設	Ⅱ-29
8.2 計画対象区域内の浸水状況	Ⅱ-30
9. 汚水処理の現況	Ⅱ-34
9.1 住環境	Ⅱ-34
9.2 水質汚濁	Ⅱ-34

第Ⅲ部 下水道計画

1. 既存関連調査	Ⅲ-1
1.1 ベナンマスタープラン	Ⅲ-1
1.2 上水道計画	Ⅲ-1

1.3	WHO研究課題レポート, 1973年	Ⅱ - 1
1.4	そ の 他	Ⅱ - 1
2.	基本構想と土地利用	Ⅱ - 2
2.1	背 景	Ⅱ - 2
2.2	下水道マスタープランと土地利用	Ⅱ - 2
2.3	下水道処理区および分区	Ⅱ - 4
3.	人 口 予 測	Ⅱ - 6
3.1	概 要	Ⅱ - 6
3.2	計画対象区域内の人口	Ⅱ - 6
3.3	処理区単位の人口	Ⅱ - 9
4.	基 本 的 考 察	Ⅱ - 9
4.1	序 論	Ⅱ - 9
4.2	下水の排除方式	Ⅱ - 10
4.3	処理処分方法	Ⅱ - 10
4.3.1	処理の必要性	Ⅱ - 10
4.3.2	各種処理方式の比較	Ⅱ - 11
4.4	工場排水処理	Ⅱ - 13
4.4.1	家庭下水と工場排水の合併処理について	Ⅱ - 13
4.4.2	計画区域内の工場排水処理	Ⅱ - 14
5.	設 計 諸 元	Ⅱ - 14
5.1	下水量とその性状	Ⅱ - 14
5.1.1	家 庭 下 水	Ⅱ - 14
5.1.2	工 場 排 水	Ⅱ - 15
5.1.3	浸透水その他	Ⅱ - 15
5.1.4	発生総下水量	Ⅱ - 15
5.2	管渠の設計	Ⅱ - 15
6.	下水道施設	Ⅱ - 16
6.1	各下水処理区の人口	Ⅱ - 16
6.2	下水道施設の設計	Ⅱ - 17
6.2.1	管渠の設計	Ⅱ - 17
6.2.2	マンホール	Ⅱ - 17
6.2.3	管種および材質	Ⅱ - 18
6.2.4	各戸取り付け	Ⅱ - 18
6.2.5	ジョイント	Ⅱ - 18
6.2.6	ポンプ 場	Ⅱ - 18

6.2.7 処 理 場	Ⅷ - 19
6.3 計画下水道施設	Ⅷ - 19
6.4 実 施 順 位	Ⅷ - 22
6.4.1 分区による実施順位	Ⅷ - 22
6.4.2 施工年次計画	Ⅷ - 25
7. 建設・維持管理費	Ⅷ - 26
7.1 建 設 費	Ⅷ - 26
7.1.1 公共下水管渠	Ⅷ - 26
7.1.2 取 付 け 管	Ⅷ - 26
7.1.3 ポ ン プ 場	Ⅷ - 27
7.1.4 処 理 場	Ⅷ - 27
7.1.5 年次毎の建設費	Ⅷ - 27
7.2 維 持 管 理 費	Ⅷ - 31
7.2.1 管 渠	Ⅷ - 31
7.2.2 ポ ン プ 場	Ⅷ - 31
7.2.3 処 理 場	Ⅷ - 31
7.2.4 年次別維持管理費	Ⅷ - 31
8. 便 益	Ⅷ - 32
8.1 便 益 予 測	Ⅷ - 32
8.2 便 益 の 評 価	Ⅷ - 32
8.2.1 公衆衛生上の便益	Ⅷ - 32
8.2.2 水質汚濁防止上の便益	Ⅷ - 33
8.2.3 土地の価値の向上	Ⅷ - 33
8.2.4 他の経済上の便益	Ⅷ - 33
8.3 便 益 の 正 当 性	Ⅷ - 34

第Ⅳ部 雨水排水計画

1. 計 画 区 域	Ⅳ - 1
1.1 区 域 の 概 要	Ⅳ - 1
1.2 排 水 区 域	Ⅳ - 1
1.3 市街化区域計画と未開発区域計画	Ⅳ - 1
2. 基 本 方 針	Ⅳ - 5
2.1 雨水排除システム	Ⅳ - 5
2.2 雨 水 の 貯 留	Ⅳ - 5
2.3 ポ ン プ 排 水	Ⅳ - 5

2.4 盛 土	IV - 6
3. 設計の基本	IV - 6
3.1 開渠と暗渠	IV - 6
3.2 測量基準面	IV - 6
3.3 雨水流出量	IV - 7
3.4 開渠の水利計算	IV - 8
3.5 滞水池の設計	IV - 9
4. 雨水排水計画	IV - 9
4.1 排水区別雨水排水計画	IV - 9
4.2 施 設 計 画	IV - 12
4.2.1 雨 水 幹 線	IV - 12
4.2.2 道 路 側 溝	IV - 12
4.2.3 滞 水 池	IV - 13
4.2.4 材料及び施工	IV - 13
4.3 段階的建設計画	IV - 13
5. 建設費及び維持管理費	IV - 18
5.1 建 設 費	IV - 18
5.1.1 雨 水 幹 線	IV - 18
5.1.2 道 路 側 溝	IV - 18
5.1.3 滞 水 池	IV - 18
5.2 維持管理費	IV - 20
5.3 段階的建設計画	IV - 21
6. 便 益	IV - 25
6.1 概 要	IV - 25
6.2 浸水被害の防止	IV - 25
6.3 集水区域内の開発の増進と地価の高騰	IV - 25
6.4 社会生活の改善	IV - 26
6.5 湿地の減少と蚊の発生防止	IV - 26

第V部 組 織 の 検 討

1. 序 論	V - 1
2. 組 織	V - 1
2.1 総 論	V - 1
2.2 組織の基本的要件	V - 1
2.3 新組織試案	V - 2

3. 法 規	V - 6
3.1 総 論	V - 6
3.2 市 条 例	V - 6
3.3 地 方 行 政 令	V - 7
3.4 道路、排水、および建築に関する法令	V - 9
3.5 都 市 計 画 法	V - 10
3.6 環 境 基 準 法	V - 11
3.7 結 論	V - 11
4. 財 政 計 画	V - 12
4.1 総 論	V - 12
4.2 概 算 費 用	V - 12
4.3 収 入 源	V - 19
4.4 財 政 計 画	V - 21

第 1 部

調査結果と勧告



1 序 論

2000年を目標年次とするバタワース・ブキットメルタジャム都市圏下水道・排水計画の設定にあたっては、技術面と経済面との両者の問題を解決しなければならない。

このような課題にそって20年間におよびる期間を4期に分け、一連の長期計画を立案した。ここに提出する報告書は標記の事業計画に対するマスタープランの最終構想を述べたものであり、そこには予想される課題に対する検討結果を含めている。さらに最終目標を達成するための実施計画案を提示し、全体構想を把握できるように努めた。

この報告書では計画区域内での西暦2000年目標の将来計画を段階的建設計画によって確立したものとするための種々の関連調査検討結果をあわせて含めている。これらの計画は、対象地域において将来予想される急激な発展によって引き起されるとみなされる水質汚濁の防止と地域内の環境衛生の改善のために必要な対策についても考察している。

2. 調 査 結 果

2.1 計画区域の現況

- (a) 1970年、ペナンマスタープラン委員会によって策定されたペナンマスタープランでは、本土側においてバタワース・ブキットメルタジャム地区を含む都市圏設定が提案された。この都市圏は1985年までに市街化される区域として定義されている。下水道計画の対象区域は基本的には、このバタワース・ブキットメルタジャム都市圏に一致する11,600 haとしたが、これから墓地、河川等の非居住地を除く1,085.4 haを計画対象区域とした。但し、雨水排水計画の立案に際しては、地形を考慮して対象区域外の4,290 haを加えて計画をたてた。
- (b) 計画区域内人口については、1970年国勢調査を基にし1970年を172,230人と見積りペナンマスタープランにおける増加率5.5%を用いて1976年を238,000人と推定した。
- (c) 計画対象区域はウェルスリー県に位置し、標高RL+15m以下の平坦な沖積腐台地で、東南部は丘陵地帯に接している。最も高いところはブキットメルタジャムの海拔RL+53.6mである。この丘陵地帯は中生代、後三畳紀に形成された花崗岩からなっている。

計画区域はブライ川およびジュル川の流域で、両河川は湿地帯を蛇行している。雨水排水と農業灌漑を整備することで、この地域は農業の適地となり、水稲、ココナッツ、パイナップル、ゴム、オイルヤシなどが栽培されている。

- (d) 気温は1年を通じて比較的安定しており、月平均での温度差は約2℃である。しかし連日気温の変化はかなりあり、日平均最高気温は29℃～33℃で日平均最低は夜間で22℃で、その温度差は5℃～8℃である。
 - (e) 降雨は9月、10月、11月に多く、1965年から1970年の5年のデータによれば、この3ヶ月で810mmが記録され、これは年間降雨量2,172mmに対して37%に達する。
 - (f) 計画区域を含める全マレーシアの経済は、豊富な天然資源開発に対する政府の努力によって近年著しく改善されている。経済開発が進むにつれて工業化が労働力の増加に対応する重要な経済分野として現われてきた。
- 第三次マレーシアプラン(1976年～1980年)が最近発表され、政府の開発経費は、公共施設の改善に対する力の入れ方を反映し年々増額されるべく予定されている。
- (g) ペナンは現在経済成長と向上の願望によって必要となってきた経済再建の途上にある。この経済再建は、中央および州政府の強い支持を受けて進められている。計画区域内では、工業開発が盛んで多くの工場が、マクマンディ

ンとブライ地区で操業中である。これら工業開発の発展につれて、ペナン州は益々投資者たちにとって魅力あるものとなり、州の総生産は増加し、同時に人口も増加している。

(h) 家庭、工場その他の排水による汚濁の影響は商業地域や住宅地域をとりまく排水路および工場地域に面する海域における我々の調査で明らかになった。その結果、できるだけ早急に工場排水を考慮した下水道施設の実施が必要であることを示している。

(i) 計画区域内における各家庭のし尿処理方式の現況は、ほとんどがバケツ方式および水洗浄化そう方式である。現況市街地人口の約30%が水洗浄化そう方式、60～70%がバケツ方式を利用し、また村落部ではピット方式（浸透式）を利用している。

浄化そうから引き抜かれた汚泥は、バキューム車で埋立て処分地に運ばれる。深さ1mのV形溝を掘り、これが汚泥で満たされると土砂で覆って均らされる。バケツで集められたし尿は、所定の場所に捨てられる。

(j) ペナン州には、個人診療所を除いて1総合病院、8病院、11産院そして13のヘルスセンターがあり、これらは適正に配分されている。

国立地方病院から得た資料によれば、最も発生している水系伝染病は、胃腸病次いで赤痢、腸チフスの順である。

(k) ウェルズリー県における給水状態は、質、量ともにきわめて良好である。全県域に主要幹線管路がすでに布設され、近い将来には全人口への給水が可能である。

(l) 計画区域の約80%がブライ川とジュール川の流域で、残りは多くの自然水路又は断片的に改修された水路を通して海に注いでいる。一般的には、既存水路は曲りくねっていて、巾、深さともに変化があり改修が必要である。計画区域は概して低地で平坦であり、既存水路の大部分は潮の影響を受ける。これらの水路には大いなる防潮ゲートが設けられ、洪水や海水による農産物への被害を防止している。計画区域の平均高度はRL+2m程度で、大部分はRL+1m位である。平均高潮位はRL+1.1mで最高潮位はRL+1.68mである。

(m) 急速な開発によって今まで洪水防止の滞水池として働いていた多くの湿地帯が埋立てられる結果、雨水のピーク流出量が著しく高くなることが予想される。また特にパタワースとブキットメルタジャムの市街地では、開発によって既存水路に過負荷がかかっていることが観察された。

2.2 検討の結果と結論

計画区域全域の環境衛生条件改善という最終目標に向って、既存の汚水処分と排水の施設について十分な調査を行った。

調査の結果を基にシステムに関する設計の基本が事業の実施、人口予測、汚水量、雨水流出量、汚水の水質及び施設設計の基準に関して検討された。これらの基本事項を次に示す。

(a) 計画区域の1985年の人口は、ペナンマスタープランの予測値に従い385,000人とした。これから先は、WHOの研究報告書に従って年間増加率を3.5%として1995年の人口を545,000人、2000年の人口を648,000人と推定した。

(b) 現地調査と検討の結果より、現在と将来の1人1日当り汚水量をそれぞれ170ℓと230ℓとした。

(c) 現地調査の結果、2000年における家庭下水のBOD及びSS濃度をともに200mg/ℓと推定した。

現況から判断して公共下水道へ排出される混合工場排水は2000年でBOD、SS濃度をともに150mg/ℓと推定した。

- (d) 下水道施設計画に当たっていくつかの代案を検討した結果、計画区域をバターワース、スプランジャ、ブライをしてブキットメルタジャムの4処理区に分割した。これはさらに詳細計画のために、地形、地理、土地利用状況その他の条件を基に、20の分区に分けた。
- (e) WHOの研究報告書、現況の分水界および土地利用状況等を考慮して計画区域を6排水区に分割した。さらにこれらを地形的条件によって45の分区に分けて計画を立案した。

3. 勧 告

3.1 計 画 案

下水道施設

- (a) 下水の排除方式は原則的には分流式とする。ただし、すでに排水路が完備している郊外地区のような所では完全分流式下水ができるまでの中間段階で汚水きょ、雨水きょ、部分的合流きょの併存形が採用される。
- (b) 計画下水道施設には(i)汚水幹線管きょ、枝線管きょ (ii)ポンプ場 (iii)処理場(スタビリゼーションpond)が含まれている。しかしながらこれはたとえば市街地などでスタビリゼーションpondに必要な用地が得られないような場合には、他の処理方式(エアレーテッドラグーンかオキシデーションディッチ)へ容易に変換できるものである。
- (c) 工場排水も下水道計画の対象とする。計画区域内の工場は、区域内に点在するタイプと工場団地にかたまっているタイプとの2つに分類できる。汚濁物排出の主工場は食品、ヤシ油、ゴム、繊維工場で、高BOD、SSの排水を出す。原則的には生物処理が可能である。

経済性と処理水の安定性という観点から、工場排水はスタビリゼーションpondで家庭下水との合併処理を行うことを推奨する。なお、将来における工場排水の変化にそなえての対策は考えておかなければならない。

- (d) 耐浸食性と酸、アルカリ、その他の腐食性物質に対する抵抗力が大きいという理由で300mmまでの小口径管には陶管を用いる。口径300mm以上の管には適当なライニング又はコーティングをしたヒューム管を用いる。

排水施設

- (a) 雨水の排除は開きょと滞水池によって行なうが、一部については盛土も考慮する。雨水は道路側溝に集水され改修された既存の水路を通してブライ、ジュルの両川、そして海へと放流される。
- (b) バターワース、ブキットメルタジャムの市街地では2年又は5年確率の降雨に対処できる開水路を設ける。またバターワース地区には2つの滞水池を設ける。未開発地域には100年確率の降雨に対して、その洪水被害をさけるよう流出雨水のピークカットのための滞水池を設ける。

3.2 施工順位案

下水道施設

- (a) 施工の順位を決定するために20の下水処理分区について点数法による評価を行なった。評価項目は次のとおりである。

- i 人口密度
- ii 汚濁負荷発生状況

iii し尿処理状況

iv 浸水状況

v 給水状況

vi 水系伝染病発生状況

評価の結果、バターワース処理区の第1、3、4分区及びブキットメルタジャム処理区の第3分区が最初にとり上げられるべき地区として選ばれた。

(b) 全事業計画を次の4期に分けた。

第1期 1981 ~ 1985年

第2期 1986 ~ 1990

第3期 1991 ~ 1995

第4期 1996 ~ 2000

第一期建設計画対象としてバターワース処理区の第1、3、4分区及びブキットメルタジャム処理区の第3分区が選定された。しかしながらこれら以外の分区でも新しく工業、住宅等の開発が予定されているものについては、政府の方針によっては早期の施工計画に加えられるであろう。

(c) 第一期計画には、口径225mmから1,050mmまでの総延長19.6kmの幹線管きょと4つのスタビリゼーションポンドが含まれる。各処理分区にはそれぞれ汚水量に見合っただけの規模の処理場が設けられる。

排水施設

(a) 緊急度に応じて20年間にわたる排水施設建設を5年毎の4段階に分ける。第1期ではバターワースとブキットメルタジャムの市街地を対象とする。

(b) 第1期には既存排水路の改修も含まれる。排水路の断面は2,200×1,300mmから25,000×3,000mmで総延長約25kmに及ぶ。さらにバターワースの中心地には2つの滞水池（容量10,000m³と17,000m³）及び道路側溝が建設される。

3.3 計画案の費用

下水道・排水施設の実施には建設費と維持管理費が必要である。表1-1から表1-5に各期毎の建設費を示し、維持管理費を表1-6に示した。建設費には20%の予備費と10%の技術料を見込んだ。すべての費用は1976年時点の単価で見積り物価上昇は全く見込んでいない。

3.4 計画案の便益

この計画によって直接及び間接的に公衆衛生と経済面でめざましい便益がもたらされる。すべての予測される便益はそれが数字に表わされるものと表わされないものに分けられる。しかしながらこれらの便益は完全に数字で表わせるものではないので、計画の経済的正当性を考える場合には数字で表わせないものが重要になってくる。

主たる便益には水系伝染病による生産力の低下及び他の手段による水質汚濁防止の不経済性のそれぞれの防止がある。しかしすべての便益を金に換算し、費用便益として表わすことは不可能である。費用便益は計算しなかったが、便益はコストに勝るものであり、計画は経済的であり技術的にも十分なものである。もしも当該地域に下水道及び排水施設が建設されなかったなら、既に市街地内の各地でみられるような衛生条件の悪化は益々進むであろう。

表1-1 施工期毎の建設費(1976年価格)

(1,000 マレーシアドル)

施工期	第1期 (1981-1985)	第2期 (1986-1990)	第3期 (1991-1995)	第4期 (1996-2000)	計
下水道施設	63,250	116,850	85,300	86,200	351,600
排水施設	68,330	8,410	38,550	111,940	227,230
計	131,580	125,260	123,850	198,140	578,830
下水道施設	100,790	51,410	137,110	163,480	452,790
排水施設	52,580	25,140	45,170	83,020	205,910
計	153,370	76,550	182,280	246,500	658,700
総計	284,950	201,810	306,130	444,640	1,237,530

注: 政府負担分と個人負担分の内訳は次のとおりである。

- a. 政府負担分………幹線管きょ、ポンプ場及び処理場工事費(以上下水道施設)、幹線排水路及び滞水池工事費(排水施設)、用地費
- b. 個人負担分………枝線管きょ及び取付管工事費(下水道施設)、道路側溝工事費(排水施設)

表I-2 第1期計画建設費(1976年価格)

(単位: 1000 マレーシアドル)

項 目	政府負担分		個人負担分		計		備 考
	現地貨	外 貨	現地貨	外 貨	現地貨	外 貨	
下水道施設							
幹線管きょ	25,980	6,500	—	—	25,980	6,500	
枝線管きょ	—	—	47,530	11,880	47,530	11,880	
取付管	—	—	13,560	3,390	13,560	3,390	
ポンプ場	—	—	—	—	—	—	
処理場	7,890	1,970	—	—	7,890	1,970	
用地費	5,590	—	—	—	5,590	—	
(A)小計	39,460	8,470	61,090	15,270	100,550	23,740	
(B)予備費	7,890	1,690	12,220	3,050	20,110	4,740	(A)×0.20
(C)技術料				—			
設計	1,720	1,150	4,580	—	6,300	1,150	(A+B)×0.05
監理	1,720	1,150	4,580	—	6,300	1,150	(A+B)×0.05
計	50,790	12,460	82,470	18,320	133,260	30,780	
	63,250		100,790		164,040		
排水施設							
幹線排水路	37,550	9,390	—	—	37,550	9,390	
道路側溝	—	—	31,870	7,970	31,870	7,970	
滞水池 ①	280	70	—	—	280	70	2年確率降雨
滞水池 ②	—	—	—	—	—	—	100年 "
用地費	4,490	—	—	—	4,490	—	
(A)小計	42,320	9,460	31,870	7,970	74,190	17,430	
(B)予備費	8,460	1,890	6,370	1,590	14,830	3,480	(A)×0.20
(C)技術料				—			
設計	3,100	—	2,390	—	5,490	—	(A+B)×0.05
監理	3,100	—	2,390	—	5,490	—	(A+B)×0.05
計	56,980	11,350	43,020	9,560	100,000	20,910	
	68,330		52,580		120,910		
総 計	107,770	23,810	125,490	27,880	233,260	51,690	
	131,580		153,370		284,950		

注: (1) 政府負担分と個人負担分の分類は次のとおりとした。

a. 政府負担分……幹線管きょ、幹線排水路、ポンプ場、処理場、滞水池の工事費及び用地費。

b. 個人負担分……枝線管きょ、道路側溝及び取付管の工事費。

(2) 外貨は次のように見積り残りは現地貨とした。

a. 全建設費の20%。

b. 下水道施設の政府負担工事にかかわる全技術料の40%。

表1-3 第2期計画建設費(1976年価格)

(単位: 1000 マレーシアドル)

項 目	政府負担分		個人負担分		計		備 考
	現地貨	外 貨	現地貨	外 貨	現地貨	外 貨	
下水道施設							
幹線管きょ	27,610	6,900	—	—	27,610	6,900	
枝線管きょ	—	—	20,540	5,130	20,540	5,130	
取 付 管	—	—	10,630	2,660	10,630	2,660	
ポンプ場	3,800	950	—	—	3,800	950	
処 理 場	17,180	4,290	—	—	17,180	4,290	
用 地 費	27,800	—	—	—	27,800	—	
(A) 小 計	76,890	12,140	31,170	7,790	107,560	19,930	
(B) 予 備 費	15,270	2,430	6,230	1,560	21,500	3,990	(A) × 0.20
(C) 技 術 料							
設 計	3,190	2,120	2,330	—	5,520	2,120	(A+B) × 0.05
監 理	3,190	2,120	2,330	—	5,520	2,120	(A+B) × 0.05
計	98,040	18,810	42,060	9,350	140,100	28,160	
	116,850		51,410		168,260		
排水施設							
幹線排水路	4,040	1,010	—	—	4,040	1,010	
道路側溝	—	—	15,240	3,810	15,240	3,810	
滞水池 (1)	—	—	—	—	—	—	2年確率降雨
滞水池 (2)	800	200	—	—	800	200	100年 "
用 地 費	330	—	—	—	330	—	
(A) 小 計	5,170	1,210	15,240	3,810	20,410	5,020	
(B) 予 備 費	1,030	240	3,050	760	4,080	1,000	(A) × 0.20
(C) 技 術 料							
設 計	380	—	1,140	—	1,520	—	(A+B) × 0.05
監 理	380	—	1,140	—	1,520	—	(A+B) × 0.05
計	6,960	1,450	20,570	4,570	27,530	6,020	
	8,410		25,140		33,550		
総 計	105,000	20,260	62,630	13,920	167,630	34,180	
	125,260		76,550		201,810		

注: (1) 政府負担分と個人負担分の分類は次のとおりとした。

a. 政府負担分……幹線管きょ、幹線排水路、ポンプ場、処理場、滞水池の工事費及び用地費

b. 個人負担分……枝線管きょ、道路側溝及び取付管の工事費。

(2) 外貨は次のように見積り残りは現地貨とした。

a. 全建設費の20%。

b. 下水道施設の政府負担工事にかかわる全技術料の40%。

表I-4 第3期計画建設費(1976年価格)

(単位: 1000 マレーシアドル)

項 目	政府負担分		個人負担分		計		備 考
	現地貨	外 貨	現地貨	外 貨	現地貨	外 貨	
下水道施設							
幹線管きょ	37,600	9,400	-	-	37,600	9,400	
枝線管きょ	-	-	71,660	17,920	71,660	17,920	
取付管	-	-	11,440	2,860	11,440	2,860	
ポンプ場	180	50	-	-	180	50	
処理場	6,880	1,720	-	-	6,880	1,720	
用地費	8,810	-	-	-	8,810	-	
(A)小計	53,470	11,170	83,100	20,780	136,570	31,950	
(B)予備費	10,690	2,230	16,620	4,150	27,310	6,380	(A)×0.20
(C)技術料							
設計	2,320	1,550	6,230	-	8,550	1,550	(A+B)×0.05
監理	2,320	1,550	6,230	-	8,550	1,550	(A+B)×0.05
計	68,800	16,500	112,180	24,930	180,980	41,430	
	85,300		137,110		222,410		
排水施設							
幹線排水路	13,660	3,420	-	-	13,660	3,420	
道路側溝	-	-	27,380	6,850	27,380	6,850	
滞水池①	-	-	-	-	-	-	2年確率降雨
滞水池②	9,200	2,300	-	-	9,200	2,300	100年 "
用地費	630	-	-	-	630	-	
(A)小計	23,490	5,720	27,380	6,850	50,570	12,570	
(B)予備費	4,700	1,140	5,470	1,370	10,170	2,510	(A)×0.20
(C)技術料							
設計	1,750	-	2,050	-	3,800	-	(A+B)×0.05
監理	1,750	-	2,050	-	3,800	-	(A+B)×0.05
計	31,690	6,860	36,950	8,220	68,640	15,080	
	38,550		45,170		83,720		
総計	100,490	23,360	149,130	33,150	249,620	56,510	
	123,850		182,280		306,130		

注: (1) 政府負担分と個人負担分の分類は次のとおりとした。

- a. 政府負担分……幹線管きょ、幹線排水路、ポンプ場、処理場、滞水池の工事費及び用地費
b. 個人負担分……枝線管きょ、道路側溝及び取付管の工事費。

(2) 外貨は次のように見積り残りは現地貨とした。

- a. 全建設費の20%。
b. 下水道施設の政府負担工事にかかわる全技術料の40%。

表1-5 第4期計画建設費(1976年価格)

(単位: 1000 マレーシアドル)

項 目	政府負担分		個人負担分		計		備 考
	現地貨	外 貨	現地貨	外 貨	現地貨	外 貨	
下水道施設							
幹線管きょ	41,520	10,380	—	—	41,520	10,380	
枝線管きょ	—	—	85,230	21,310	85,230	21,310	
取付管	—	—	13,850	3,460	13,850	3,460	
ポンプ場	160	40	—	—	160	40	
処理場	8,020	2,000	—	—	8,020	2,000	
用地費	3,200	—	—	—	3,200	—	
(A)小計	52,900	12,420	99,080	24,770	151,980	37,190	
(B)予備費	10,580	2,480	19,820	4,950	30,400	7,430	(A)×0.20
(C)技術料							
設計	2,350	1,560	7,430	—	9,780	1,560	(A+B)×0.05
監理	2,350	1,560	7,430	—	9,780	1,560	(A+B)×0.05
計	68,180	18,020	133,760	29,720	201,940	47,740	
	86,200		163,480		249,680		
排水施設							
幹線排水路	31,380	7,840	—	—	31,380	7,840	
道路側溝	—	—	50,320	12,580	50,320	12,580	
滞水池(①)	—	—	—	—	—	—	2年確率降雨
滞水池(②)	36,480	9,120	—	—	36,480	9,120	100年 "
用地費	—	—	—	—	—	—	
(A)小計	67,860	16,960	50,320	12,580	118,180	29,540	
(B)予備費	13,570	3,390	10,060	2,520	23,630	5,920	(A)×0.20
(C)技術料							
設計	5,080	—	3,770	—	8,850	—	(A+B)×0.05
監理	5,080	—	3,770	—	8,850	—	(A+B)×0.05
計	91,590	20,350	67,920	15,100	159,510	35,450	
	111,940		83,020		194,960		
総計	159,770	38,370	201,680	44,820	361,450	83,190	
	198,140		246,500		444,640		

注: (1) 政府負担分と個人負担分の分類は次のとおりとした。

- a. 政府負担分……幹線管きょ、幹線排水路、ポンプ場、処理場、滞水池の工事費及び用地費
- b. 個人負担分……枝線管きょ、道路側溝及び取付管の工事費。

(2) 外貨は次のように見積り残りは現地貨とした。

- a. 全建設費の20%
- b. 下水道施設の政府負担工事にかかわる全技術料の40%。

表1-6 維持管理費（1976年価格）

（1,000 マレーシアドル/年）

政府負担分	下水道施設	幹線管きょ	第1期区域	第2期区域	第3期区域	第4期区域	全区域
			330	350	470	560	1,710
		枝線管きょ	720	310	1,080	1,300	3,410
		ポンプ場	—	110	30	20	160
		処理場	250	310	260	270	1,090
	排水施設	幹線排水路	590	740	930	1,210	3,470
		道路側溝	280	450	610	830	2,170
	小計		2,170	2,270	3,380	4,190	12,010
個人負担分	下水道施設	取付管	400	310	340	410	1,460
	排水施設		—	—	—	—	—
	小計		400	310	340	410	1,460
計			2,570	2,580	3,720	4,600	13,470

注：維持管理費に関しては取付管のみを個人負担対象とした。

3.5 管理・運営

- (a) 計画区域内の下水道・排水事業の中心となる新機関を設定するために組織、法律、財政各方面を考慮した管理・運営方針を検討した。
- (b) 既存の組織を検討した上でいくつかの代替案を考慮し、新組織として下水道・排水事業に一般的に採用されている機関と既存機関との連合案を推奨する。
- (c) 現在計画区域を管理している市役所 (M P S P) が下水道施設の管理運営にあたり、排水施設に関しては D I D、P W D、及び M P S P の三者の分担で管理運営することを推奨する。
- (d) 当該プロジェクトに関連した既存法規として「市条例」、「地方行政法」、「都市計画法」及び「道路、排水、建築に関する法令」を検討した。
上記の条例や法令の当該事業に関連する条項を検討し主項目を提示した。「道路、排水、建築に関する法令」は下水道排水事業にたぶんにとり入れられよう。ある条項の修正や追加が特に工場排水規制には必要となる。
- (e) プロジェクトの実施のために最小限必要な資金を見積るために 2000 年までの財政計画相案を作り財政計画の内容と基本方針を提示した。詳細は引き続き行なわれるフィージビリティレポートで述べられる。

3.6 今後の検討課題

計画区域内の水域における水質コントロールのための解析プログラム及び計画を建てるためにはさらに詳細な調査が必要である。計画区域の環境改善のために特に緊急を要する検討事項は次のとおりである。

- (a) 計画区域内の特々市街地では水路内の水は既に家庭及び工場排水によって汚染されている。もしも水路内への汚濁負荷の放流を放置するならば、これらの地区はさらに汚染され近い将来レベルの低い地区になるであろう。したがって第 1 期計画区域に選ばれた地区に対しては早急にプレリミナリーエンジニアリングとフィージビリティスタディを行なうことを勧める。これが緊急課題の解決と将来への見通しを明らかにすることになる。
- (b) 下水道・排水計画のための新組織の形成に先だって、引き続いて早めの計画が必要であり、新しい仕事に対する準備と組織のスタッフに対する知識の伝達を始める必要がある。マスタープランに引き続いてこれらの活動を続けていくために、またこの報告書の中で提示されている事項の法的な追求をするために、州政府内の関連機関や Ministry of Local Government 等との連携の上で市役所がイニシアチブをとっていくべきである。
- (c) ジュル川に関するスタディの目的は、マレーシア政府が作成したスタンダードを基に滞水容量を知る程度に止める。しかしながら、政府は同川の有機汚染について憂慮しており、解析方法と水質コントロール、水理、水文学的解析のためのプランの必要性を認めている。従って別途水質基準と洪水コントロールプログラムを確立するためのプロジェクトが必要である。
- (d) ブライ工業地区に対しては、周辺水域の水質汚濁を防止するために長期間にわたる工場排水コントロールプログラムを確立するべきである。これには工場排水のモニタリングと排水基準の設定ということも含まれる。
- (e) 第 1 期計画区域のためのプレリミナリーエンジニアリングとフィージビリティに先だって次のスタディが必要である。
 - i 測量 (高低、既存水路の断面、地質調査等)
 - ii 1 人当り排出汚濁量調査
 - iii 水域における水質調査

iv 組織、財政について

- (f) 開発地区からの排水を公共下水へ接続する際の規則をすぐに確立しなければならない。この規則には排水水質の指標と処理方法などが含まれる。
- (g) マスタープランで提示された下水道施設のために必要な用地を前もって確保しておく必要がある。そうすれば将来十分な用地が獲得できなくなるようなことは避けられる。計画区域内では開発が急で住宅や工場開発によって空地がどんどん埋められているので、このような措置が必要と思われる。

第 II 部

計 画 の た め の 背 景 資 料



1 計画の目的と範囲

1.1 計画の背景

1970年に作成されたペナンマスタープランは本島における都市圏としてバタワース(BW)、プキットメルタジャム(BM)を含む地区を提案した。これに基づいて、マレーシア政府は日本国際協力事業団(JICA)に対し、バタワース、プキットメルタジャム都市圏の下水道・雨水排水計画を確立するための技術援助を要請してきた。

1.2 作業の目的と範囲

本作業の主要目的はバタワースおよびプキットメルタジャム都市圏に対する汚水および雨水排水計画のマスタープランを策定することであり、つぎのことが含まれる。

- (a) 対象区域における下水道にかかる現状での問題点を解決するための包括的長期計画の立案
- (b) 技術的分野での協調と制度上に対する提案

さらに当該事業の実施のため、JICAは1977年から2000年の23年間に考慮すべきことを以下に示した特殊な検討課題を含むものとして規定した。

- (a) 下水道のマスタープランとして2000年時点までの計画区域の現況と将来の必要度に応じた予測と一連の建設計画の確立のため人口増加、住宅開発、水使用と水道施設の拡張、経済成長、その他ウェルスリー県の将来に影響するとみられる国家的、地方的社会経済要因などを必要検討課題とする。
- (b) 下水道事業のため計画、建設、運転、維持管理、運営等に必要組織または部局に関連した調査および勧告
- (c) 報告書の提出

○計画区域での資料収集終了時におけるプログレスレポート

○下水道・雨水排水事業のためのマスタープランについて原案および最終報告書

1.3 計画対象区域の定義

当該事業の対象とする区域は11,600ha(メトロポリタン区域)とする。

メトロポリタン区域のうち、空軍基地は本事業計画に含めない。

計画区域の面積はつぎのとおりである。

- バタワース・プキットメルタジャム都市圏域 12,020ha(29,700acre)
- 空 軍 基 地 420ha(1,040acre)
- 計 画 対 象 区 域 11,600ha(28,600acre)

下水道計画では対象区域から、基地、河川その他の非居住地区約746haを除外して考えた。しかし雨水排水計画では、地形的条件から1,751haを流入区域として計画対象に加えた。

1.4 検討課題

計画対象区域約11,600haの人口は1976年で約238,000人である。近年、この区域では商工業活動の著しい発展によって、国内平均をこえる人口増加がみられた。さらに港湾施設と一連の整備された条件のため、

同区域の今後の発展が予測でき2000年における人口を試算した結果648,000人に達するものとみなされる。

生活水準の向上と技術改革は水使用量を増加させ、かつこれらの諸活動によって排水量を増加させることになる。計画対象区域での現況の排水量は110,000 m^3 /日とみられ、2000年には340,000 m^3 /日に達するものとみられる。現時点では排水の大部分は河川または側溝に流されたのちペナン海峡に流出する。

計画対象区域には現在、近代的な下水道設備はなく、家庭下水および工場排水の大部分は直接側溝や水路に流出している。し尿は浄化槽を経て側溝に流出するかバケットシステムで収集される。市街地の30%と郊外の7%に相当する家屋は浄化槽によってし尿を処分し、残りの家は浸透式またはバケット方式によっている。市内で発生する汚水の大部分が無処理で流される結果、側溝では水質汚濁が進み嫌気性になっていたり、乾季での渇水期には河川での汚染と沿岸海水の汚染が認められる。

市街地内の水路は流下するにつれて汚れてきているのが現状であり、このまま放置すれば2000年には一層汚染されるだろうことは予想にかたくなく、その結果、悪臭発生等の障害を生じることになる。

過去数年間での環境汚染防止に対する住民の関心のたかまりはマレーシア政府とペナン州政府に対し、水質汚濁防止を含む環境汚染防止計画を推進させることになった。

ペナン州における排水処理と公共水域の水質に対する最少限レベルの保持の要望は、この目的達成に必要とみられる費用にもとづく長期的計画と緊急措置計画を要求することになる。ここに提出する報告書は技術的ならびに社会経済的考察に基づく長期展望に立脚した計画案である。

2 計画対象区域の自然条件

2.1 位 置

マレイ半島は東南アジア大陸の南部に突出し、南西側はインドネシア諸島、東側はカリマンタン島に面している。マレイ半島は北緯1°~7°、東経100°~104°の熱帯地域に位置している。東海岸は南支那、西海岸はマラッカ海峡に面している。

ペナン州はマレーシア13州中で2番目に小さい州であり、半島の西北部で北緯5°7'~5°35'、東経100°9'~100°32'に位置し、北部および東部はケダ(Kedah)州、南部はペラク(Perak)州、西部はマラッカ海峡と接している。

ペナン州は地形的にみて、半島部にあるウエルスリー県(48km×17km)、ペナン島(23km×16km)に完全に二分されている。

当該事業の計画対象区域はウエルスリー県のほぼ中央に位置し、北部から南部にかけて約20km、東部から西部の幅約15kmで全体として鉤状を形成している。

2.2 地 勢

マレイ半島の地質は半島を平行に走行する古い水成岩に貫入している火成山脈とその両側を広い沖積層が海岸までのびているのが特徴である。北部における最高峰は2,150m、南部では900mである。

計画対象区域が含まれているウエルスリー県は沖積層台地が基本であり、南東部境界に位置する丘陵部まではほ

は15m以下の平地である。丘陵部の最高はブキットメルタジャムの海拔536mで中生代、後三疊紀に形成された花こう岩から成っている。

計画対象区域はほぼ平坦で、そのなかをブライ河とジュール河が流れているが、感潮域が長く湿地帯の中を蛇行しているのが特徴である。雨水排水と灌漑の整備によって、これらの沖積層台地は農耕に適し、水稲、ココナツ、パイナップル、ゴム、オイヤシなどの各種の農産物が栽培されている。

2.3 気象および降雨特性

赤道に近いため年間を通じて高温、多雨で高湿度の気候である。地域的に島国性気候となる赤道性気候でインド洋と南支那海を起点とする季節風を受ける。

マレーシアは台風圏外に位置するが雷雨の頻度は高い。南西モンスーンはスコールと突風を伴いがちであり、とくにマラッカ海峽沿いはその傾向が強い。

気温は年間を通じてほぼ一定であり、月間平均温度差は2℃である。しかし、日中温度の変化は著しく、沿岸部での平均最高昼間温度は29℃で～35℃で平均最低夜間温度は22℃であって温度差は5～8℃に達する。

計画対象区域を含めたペナン州の気候に関しては、マレーシア半島西海岸のものを適用できる。降雨量、気温、湿度、日照に関する記録を表Ⅱ-1、Ⅱ-2、Ⅱ-3およびⅡ-4に示す。

ペナン州での降雨量測定は灌漑・排水事業部(DID)および水道部(PWA)によって行なわれている。DIDのものは1933年からのものであり、1933年から1969年までのものは1日1回の記録であって、1970年以降は自記記録計によっている。PWAによる降雨記録は1954年以降のもので自動計器による連続記録である。計画対象区域の周辺には8か所の観測所がある。

DIDの降雨記録は確率降雨の算出に利用するには記録期間が短かすぎて使用できず、PWAで管理する第6観測所の記録が他のものに較べてよかったので、これを用いて降雨強度曲線を得ることとした。

なお、第6観測所はペナン島にあって、計画対象区域と離れているが、地形的、気象的条件からみて降雨特性にはあまり差がないとみられることから、現地政府担当官と協議の結果、ここでの観測値を用いることにした。

この地区の気候は季節風によってきまり、11月から翌年3月までは北東モンスーンによる乾期であり、6月から10月までは南西モンスーンによる雨期となる。9月から10月および移行期の11月にはこの地区の雨が多い。この3か月間での総降雨量は810mmに達し、年間降雨量2,172mmの約37%に相当することが、1965～1970年の6年間の平均で示されている。また2月は最乾月であって1965～1970年の6年間における平均降雨量は65.5mmであった。

表Ⅱ-6に1965年から1970年までの月別降雨量を示す。

Figure II-1

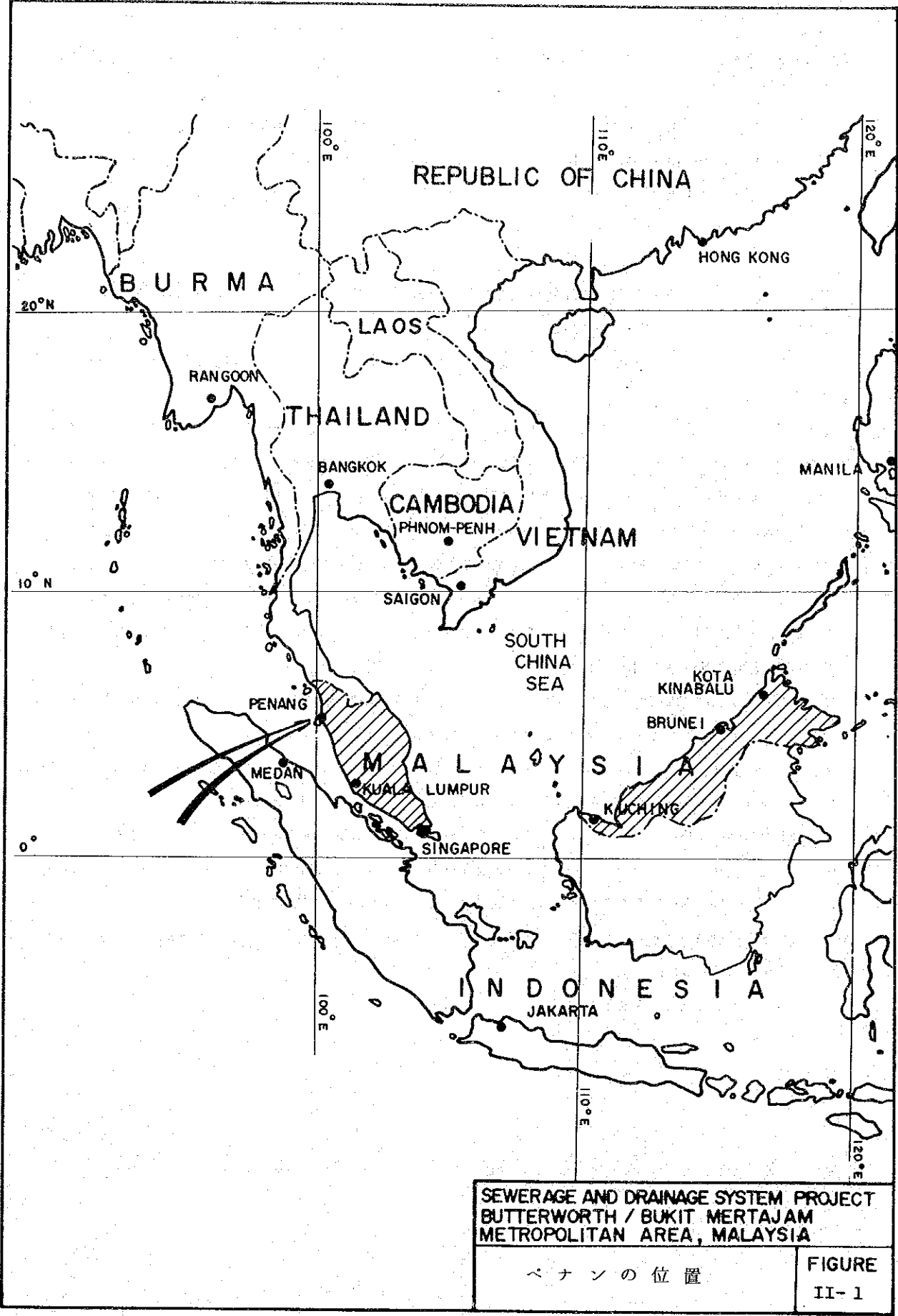


FIGURE II - 2

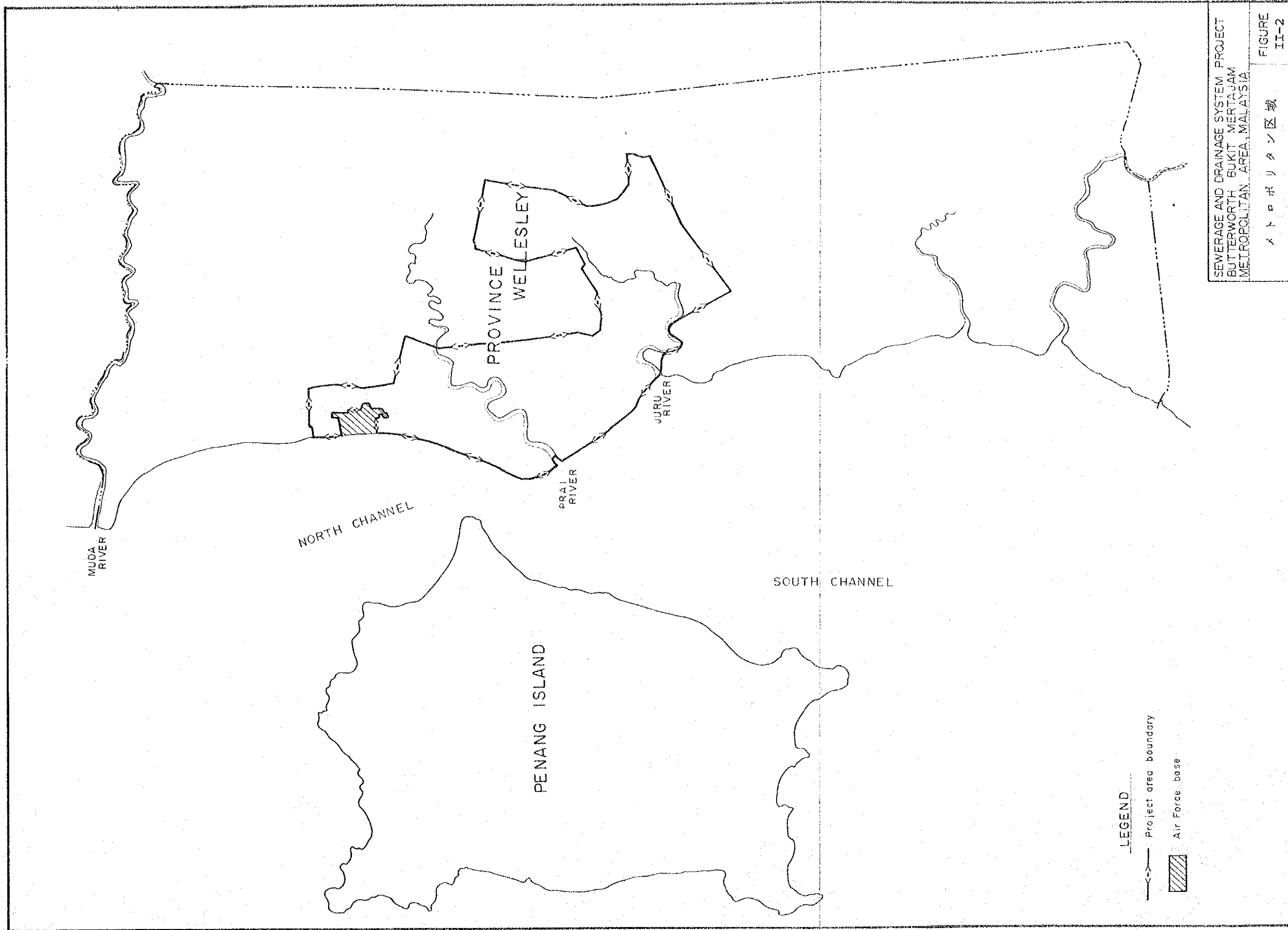


FIGURE II-3

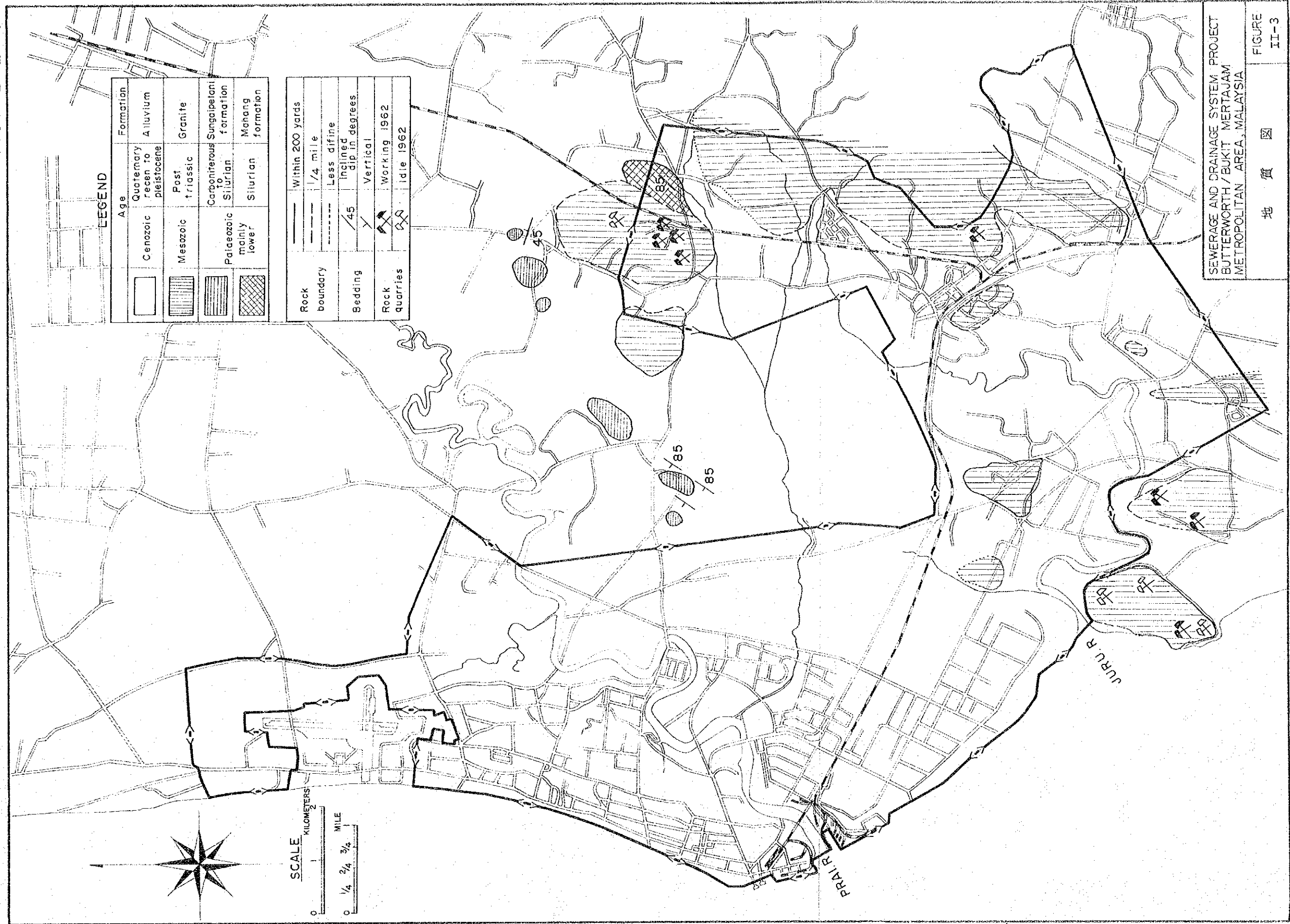


FIGURE II-4

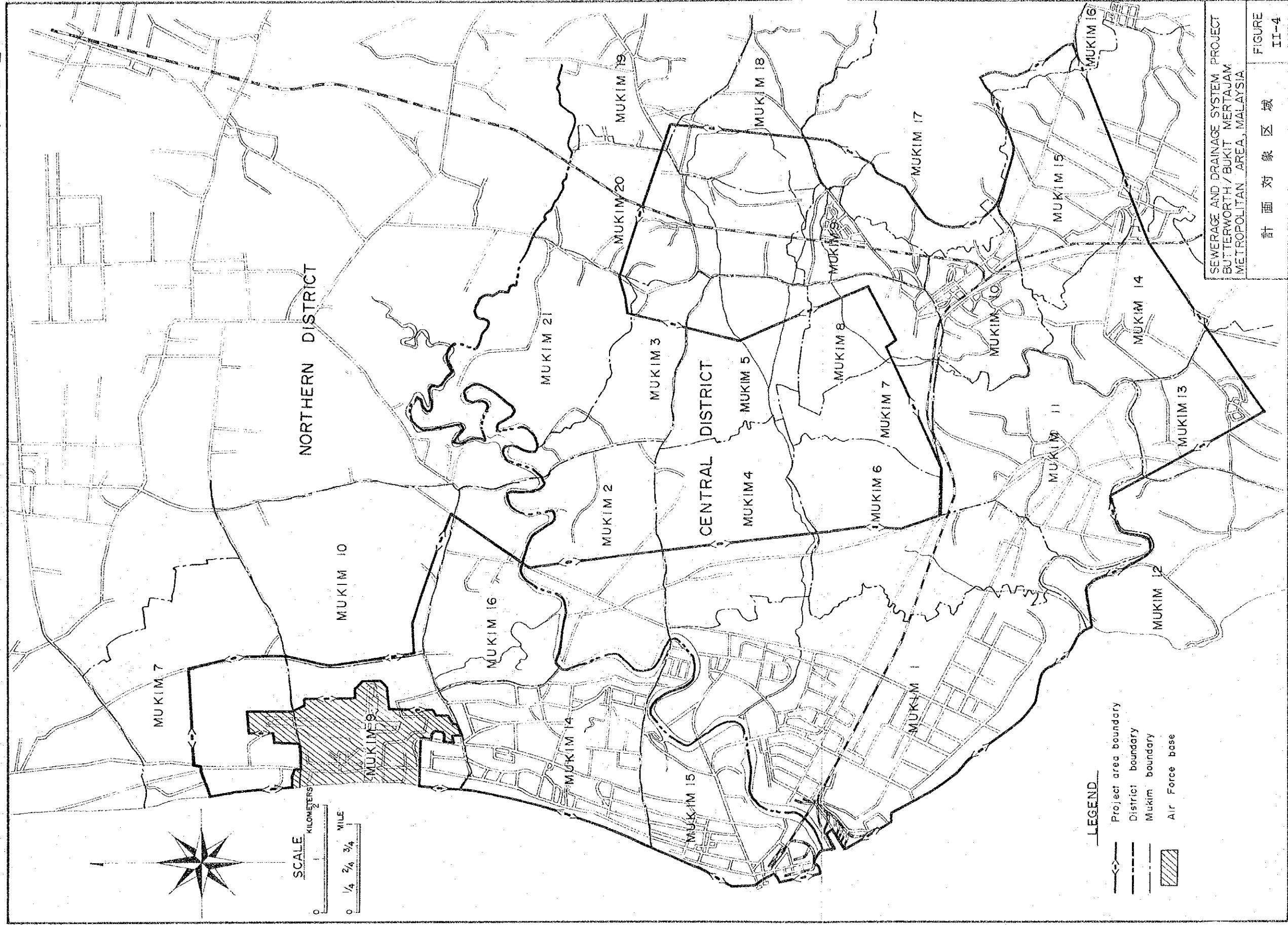
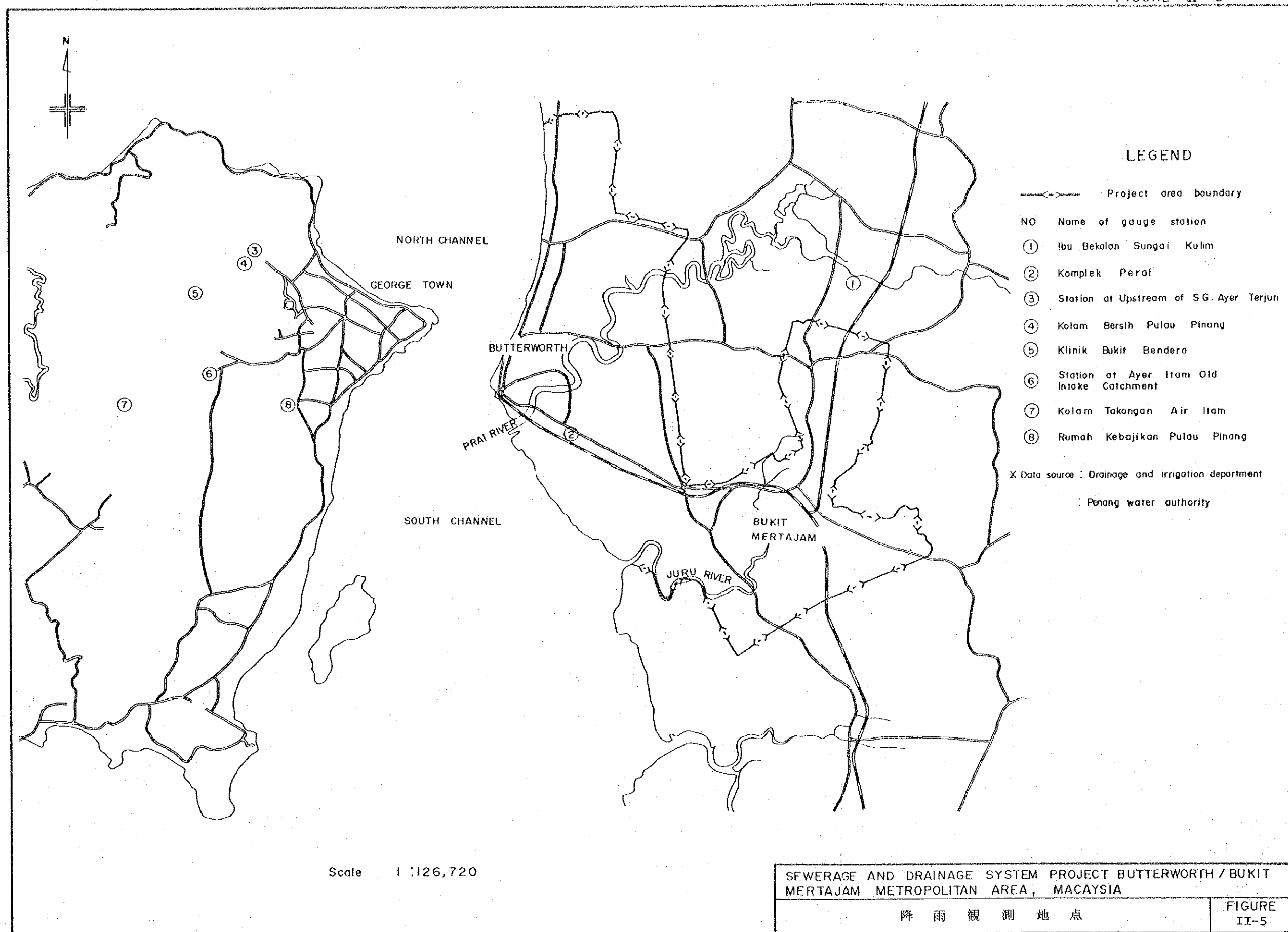


FIGURE II-5



表Ⅱ-1 降雨記録(mm) 1946~1976

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年 間
平 均	125.7	95.0	195.6	245.6	227.8	159.5	160.5	193.0	261.6	329.7	303.3	149.4	2445.0
24時間最大	94.5	95.0	177.0	97.5	111.5	126.2	119.9	119.9	139.2	164.8	157.5	114.3	177.9
48時間最大	100.1	104.1	177.0	111.8	206.0	182.6	119.9	176.8	154.9	164.8	198.1	125.2	206.0
72時間最大	154.4	104.1	177.0	113.3	222.3	225.3	123.4	181.6	207.0	189.5	233.2	188.0	233.2

資料提供：D I D

表Ⅱ-2 温度記録(℃) 於：バヤナルパス1959~1972 14年間

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年 間
24時間平均	26.8	27.2	27.4	27.6	27.6	27.2	26.9	26.7	26.5	26.3	26.4	26.6	26.9
日最大平均	31.1	31.7	31.7	31.8	31.7	31.3	31.0	30.8	30.7	30.3	30.3	30.5	
日最小平均	22.9	23.1	23.4	23.9	24.1	23.7	23.3	23.3	23.1	23.2	23.1	23.2	
最 高 値	35.6	35.0	35.0	34.4	33.9	33.9	33.3	33.3	33.3	33.9	33.3	33.9	
年		1959		1963		1959		1960				1970	
	1959	1965	sev	1971	1963	1972	sev	1972	sev	1972	1972	1972	
最 低 値	18.9	20.6	20.6	21.7	21.7	21.1	20.6	20.6	20.6	21.7	21.1	20.6	
年		1962			1968	1960			1964				
	1972	1968	sev	sev	1972	1961	1971	1964	1966	sev	sev	1959	

注 : sevは数年間を意味する。

資料提供：D I D

表Ⅱ-3 湿度記録 於：バヤンルバス

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間
24時間平均	74.9	75.7	78.9	83.0	84.2	83.8	83.5	83.7	85.1	86.2	84.4	80.3	82.0
日最大平均	92.5	94.2	96.3	97.2	97.5	97.6	97.4	97.5	97.8	97.9	97.1	94.6	96.5
日最小平均	55.2	53.1	56.3	62.4	64.5	64.3	63.2	63.5	64.5	66.1	64.1	60.8	61.5
年最小値	35	34	27	45	46	49	48	45	46	50	40	31	27
年	1973	1973	1973	1972 1974	1972	1972	1974	1974	1973	1970	1968	1968	1973

注：24時間平均、日最大平均、日最小平均は1963～1974の12年間の記録

年最小値は1968～1974の7年間の記録

資料提供：DID

表Ⅱ-4 日照量記録(時間) 於：バヤンルバス 1968～1976年の9年間

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
平均	8.0	8.2	7.8	7.5	6.5	6.3	6.4	6.3	5.2	5.2	5.6	6.0
最大	11.4	11.2	11.1	11.3	11.3	11.3	11.5	11.2	10.9	10.5	11.2	11.3
最小	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

資料提供：DID

表Ⅱ-5 降雨観測所

No	名 称	場 所	所 轄	記 録
1	イブ・ブカラン・スンガイ・クリム	ウエルスリ+県	DID	1970
2	コンブレック・ブライ	"	DID	1970
3	アイル・テルジャム	ベ ナ ン 島	PWA	1954
4	コラム・ベリシュ・ブラウベナン	"	DID	1970
5	クリニック・ブキット・ベンデラ	"	DID	1970
6	アイル・イタム取水点	"	PWA	1954
7	コラム・タコンザン・アイルイタム	"	DID	1970
8	ルマ・クバジイカン・ブラウベナン	"	DID	1970

表II-6 降雨記録(1965~1970)

(イブ・ブカラン・スンガイ・クリム)

(単位:mm)

年	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月
1965/66	125	244	380	226	371	321	704	803	178	183	160	82
1966/67	315	207	182	277	182	269	254	22	117	255	278	173
1967/68	36	153	164	374	388	29	21	29	171	287	101	110
1968/69	231	374	111	290	260	292	208	22	180	33	220	88
1969/70	99	142	174	351	271	180	269	17	81	309	214	93

資料提供: DID

2.4 現況河川

計画対象区域にはブライおよびジュルの二河川が流下し、これらの流域内には多くの支川、支流があり、灌漑、排水に役立っている。主要河川の概要はつぎのとおりである。

(1) ブライ河 (Prai river)

この河は約16km²の流域面積を持ち、比較的に広い川幅で流れのある感潮河川である。当該事業の計画対象区域内は前述した感潮水域のため上水道水源ならびに灌漑用水としての利用はない。現状ではベナン港と内陸工業地帯間の舟航に利用されるだけで、漁業やリクリエーションでの利用は殆んどない。

DIDはポントゥーン橋 (Pontoon bridge) 付近に防潮堰を設けることを検討中であり、これによって湿地帯の干拓排水事業に役立て、かつ、堰によって得られる淡水を工業用水に用いよう計画している。

ブライ河支流のジャラク (Jarak)、コロク (Korok)、クリム (Kulim) は灌漑ならびに上水源として利用されているが、取水地点はいずれも計画対象区域外である。

(2) ジュル河 (Juru river)

ジュル河は流域約2.6km²で、平坦な湿地帯と水田地帯、さらにその東北隅にはブキットメルタジャムの丘陵部を有している。河川水は市街地からの汚水と家畜農場からの汚水で汚染されているため殆んど利用されていない。

3 公衆衛生状態

3.1 保健医療機関

ベナン州での保健医療機関は十分であるとみてよく、総合病院1、病院8、産院11及び個人経営のクリニックを除く13の保健所がある。

計画対象区域にはパタワースとブキットメルタジャムに地域を担当する病院があり、1975年における病床数はそれぞれ134床、206床である。1975年における入院患者数はそれぞれ8,679名、14,505名

で平均入院日数はそれぞれ5.63日、5.18日であった。現在、計画区域内のスブランジャヤ地区(Seberang Jaya)にバタワース、プキットメルタジャム地区のための新しい総合病院が計画されている。

3.2 疾病発生状況

水系伝染病の患者数は表Ⅱ-7に示したとおりである。この患者数には計画対象区域外での発病者も含まれているが、ペナン州での医療担当官は計画対象区域内での実態もこれから推定し得るとしている。しかし患者数は未報告もあるとみられるので必ずしも全患者数を把握したものではないと指摘し、全患者数の約75%程度が報告されるに過ぎないとみなしている。

注：食中毒患者も参考に掲げた。

表Ⅱ-7 主な疾病の発生率

	1970		1971		1972		1973		1974		1975	
	PWN	PWC	PWN	PWC	PWN	PWC	PWN	PWC	PWN	PWC	PWN	PWC
コレラ	(74) 12	(425) 50	—	—	—	(57) 7	—	—	(51) 9	(08) 1	—	—
赤痢	—	(08) 1	(12) 2	(33) 4	(47) 8	(24) 3	(179) 31	(32) 4	(51) 9	(78) 10	(22) 4	(53) 7
食中毒	—	—	—	—	—	—	(12) 2	—	(28) 5	—	(72) 13	(23) 3
流行性肝炎	—	—	—	—	—	—	(355) 61	(48) 6	(266) 47	(16) 2	(254) 46	(53) 7
腸チフス	(06) 1	(17) 2	(42) 7	(92) 11	(266) 45	(49) 6	(266) 46	(95) 12	(23) 4	(54) 7	(28) 5	(61) 8
レプトスピラ インフェクション	—	—	—	—	—	—	(06) 1	—	—	—	—	—

Note: PWN: Province Wellesley North District (ウェルズリー県北部)

PWC: Province Wellesley Central District (ウェルズリー県中部)

()内は人口10万人当りの罹患率

4 人口および土地利用

4.1 現在人口とその分布

計画対象区域内の人口は1970年の国勢調査およびその他の資料に基づいて試算したものをを用いた。1970年の調査結果の人口は字(mukim)単位で統計処理されているので、計画対象区域に全部もしくは一部だけでも含まれる27のムキムについて人口を算出し、これから1970年の区域内人口を172,230人とした。これを表Ⅱ-8に示した。

さらに人口に関するデータはペナンマスタープランにも示されており、1970年、1975年、1985年の人口を予測している。これは1976年現在の人口推定のためにもきわめて有効なことが判った。1985年の人

口を385,000人と予測したことは、予測のための若干の偏差を含めた試算値としては妥当である。計画対象区域の1970年における各ムキム別の人口より1976年の人口を238,000人と予測した。1985年の人口予測に年平均増加率5.5%を使用するのは適当とみられる。

4.2 土地利用の現況

ウェルスリー県は農業地帯を主とする地域である。水田、ゴム園、ココナツ園等の農業地帯は計画区域11,600 haに対して4,049 haを占めている。

パタワースとキットメルタジャムの市街地は640 haを占めている。ペナン州政府による3つの大規模工業開発計画は現在進行中でかなり完成している。1976年では全工業地域は844 haを占めている。

計画対象区域の土地利用形態はつぎの6種類に分けられる。

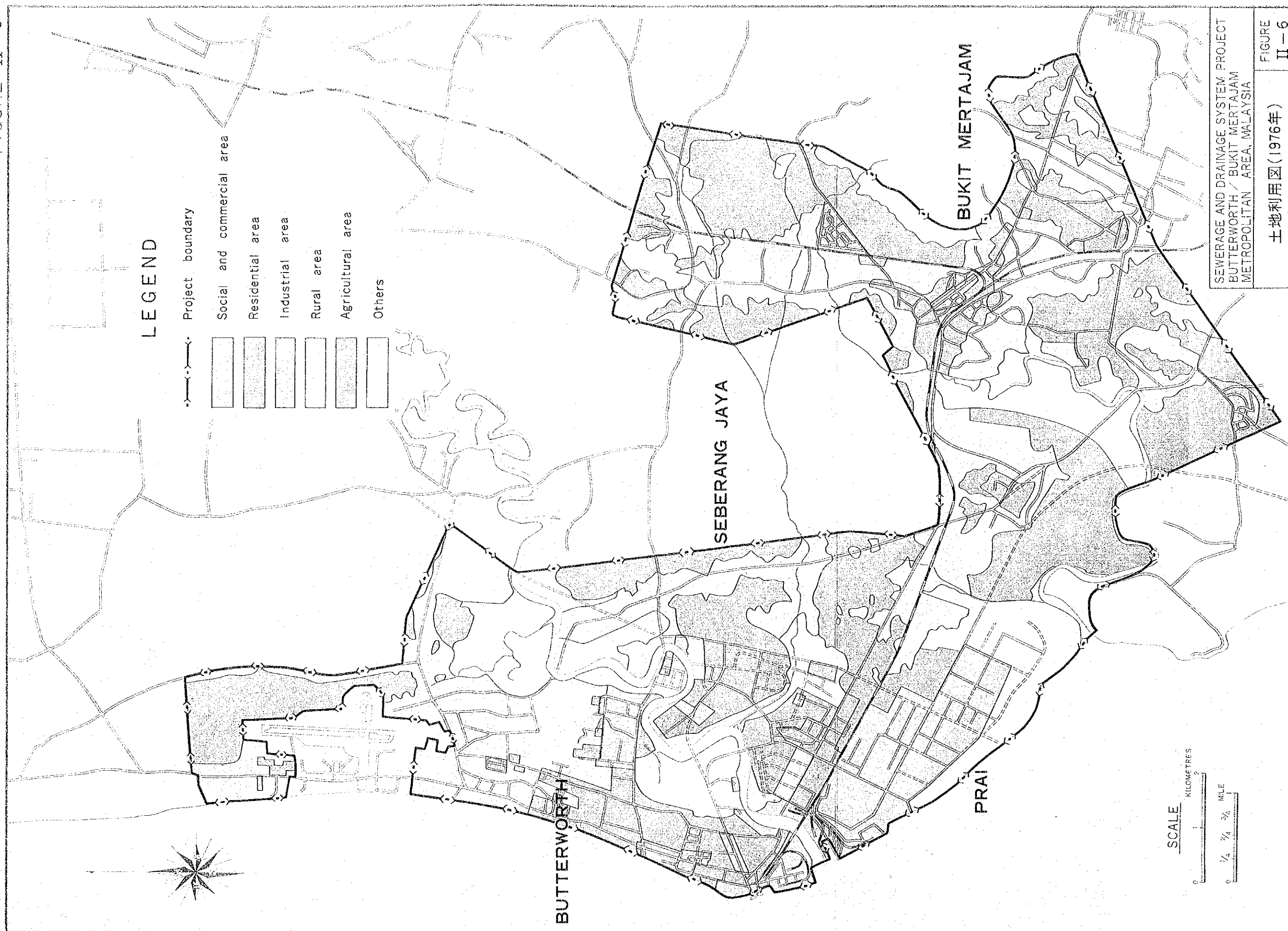
- a) 工 業
- b) 商 業
- c) 住 宅
- d) 村 落
- e) 農 業
- f) そ の 他

現状における土地利用状況を図Ⅱ-6に、また、各分類による面積を表Ⅱ-9に示した。

表Ⅱ-8 ムキム別人口

ムキム名	ムキム全体(1970の統計による)			計画区域内			人口 (1976)
	人口 (1970)	面積 (ha)	人口密度 (人/ha)	面積 (ha)	人口 (1970)	人口密度 (人/ha)	
N 7	8,485	1,152	7.4	389	3,751	9.6	5,183
N 9	6,917	650	10.6	281	2,691	9.6	3,719
N 10	3,286	1,059	3.1	47	146	3.1	202
N 14	39,502	885	44.6	885	39,502	44.6	54,587
N 15	30,035	645	46.6	645	30,035	46.6	41,505
N 16	3,441	668	5.2	523	2,720	5.2	3,759
C 1	10,875	2,174	5.0	2,174	10,875	5.0	15,028
C 2	3,952	848	4.7	420	3,162	7.5	4,369
C 3	3,381	457	7.4	88	2,029	23.1	2,804
C 4	5,934	781	7.6	354	5,341	15.1	7,381
C 5	2,861	625	4.5	187	2,253	12.0	3,113
C 6	4,096	1,035	4.0	762	4,096	5.4	5,660
C 7	1,665	1,176	1.4	54	1,665	30.8	2,301
C 8	10,116	406	24.9	193	10,116	52.4	13,979
C 9	9,131	270	33.8	270	9,131	33.8	12,617
C 10	19,641	445	44.1	445	19,641	44.1	27,141
C 11	5,116	1,060	4.8	1,060	5,116	4.8	7,070
C 12	2,740	1,480	1.9	60	114	1.9	158
C 13	2,776	1,328	2.1	366	2,776	7.6	3,836
C 14	6,645	1,813	3.7	618	3,323	5.4	4,592
C 15	9,706	1,535	6.3	681	8,735	12.8	12,071
C 16	5,567	1,688	3.3	5	17	3.3	23
C 17	1,100	2,195	0.5	309	155	0.5	214
C 18	1,405	1,055	1.3	215	280	1.3	387
C 19	2,137	1,551	1.4	5	7	1.4	10
C 20	6,477	1,008	6.4	557	4,534	8.1	6,265
C 21	2,438	902	2.7	7	19	2.7	26
計	209,380	28,891	73	11,600	172,230	14.9	238,000

FIGURE II-6



表Ⅱ-9 △キム別用途地域と人口(1976年)

△キム名	面 積 (ha)					人口密度 (人/ha)				人 口 (人)			計		
	商業地域	住居地域	工業地域	村 落	農 地	商業地域	住居地域	村 落	商業地域	住居地域	村 落				
N 7		18			141	230*		389		120	214		2,160	3,023	5,183
N 9					175	106*		281			213			3,719	3,719
N 10					30	17*		47			67			202	202
N 14	2	197		95*	530		61*	885	120	120	579	240	23,640	30,707	54,587
N 15	16*	33							0	108.6		0	3,585		
N 16	47	190		79*			280*	645	160	160		7,520	30,400		41,505
					201	58*		523			18.7			3,759	3,759
C 1						264*									
C 2		157		670*	108	593*	646*	2,174		80	229		12,560	2,468	15,028
C 3					138	115*	167*	420			31.7			4,369	4,369
C 4					67	21*		88			41.9			2,804	2,804
C 5					137	208*	9*	354			53.9			7,381	7,381
C 6					61	126*		187			51.0			3,113	3,113
C 7					304	382*	76*	762			18.6			5,660	5,660
C 8					49	5*		54			47.0			2,301	2,301
C 9	1	86			72	34*		193	120	120	49.2	120	10,320	3,539	13,979
C 10		57			148	65*		270		120	39.0		6,480	5,777	12,617
C 11	19	108			221	28*	69*	445	120	120	53.9	2280	12,960	11,901	27,141
C 12		16			292	450*	302*	1,060		80	19.8		1,280	5,790	7,070
C 13					4		56*	60			39.5			158	158
C 14		38			24	288*	16*	366		80	33.2		3,040	796	3,836
C 15		13			216	359*	43*	618		80	21.2			4,592	4,592
C 16					344	324*		681		80	32.1		1,040	11,031	12,071
C 17					5	2*		5			7.7			23	23
C 18					11	154*	144*	309			19.5			214	214
C 19					10	185*	20*	215			38.7			387	387
C 20					2	3*		5			5.0			10	10
C 21					189	296*	72*	557			33.1			6,265	6,265
					7			7			3.7			26	26
計	16* 69	913	844*	3,484	3,484	4,049*	2,225*	11,600	1472	118.1		10,160	107,825	120,015	238,000

注：* は非居住地域

5 上 水 道

5.1 概 況

5.1.1 水 道 局

ペナン州の水道はPWAで運営されているが、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

ウエルスリー県の全人口の約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

ウエルスリー県における過去数年間の年次別給水量は表Ⅱ-10に示すとおりである。

表Ⅱ-10 年間総給水量(1969~1974)

(単位: 1,000 m³)

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

出典: 1969~1974、PWA記録

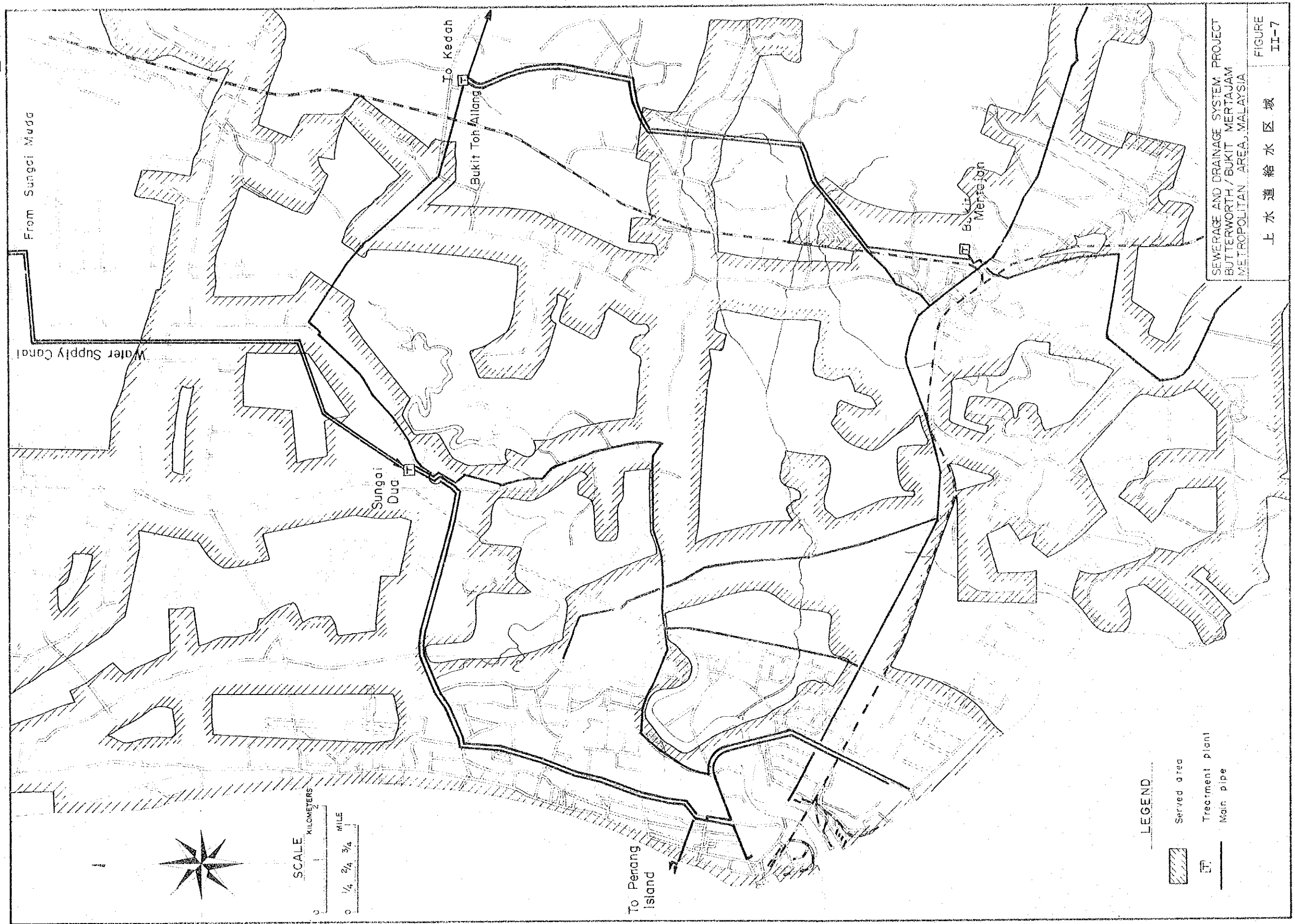
5.1.4 給水状態

ウエルスリー県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。

5.1.5 自家水道

ウエルスリー県では、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。

FIGURE II-7



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

ウェルスリー県の北部の村落とパタワース市街地が対象地区である。スンガイクリム (Sungai Kulim) で取水された水はブキットトウアラン給水施設 (Bukit Toh Allang) まで導水される。パタワースおよびブキットメルタジャムに対しては、 $4\,091\,4\,m^3$ /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ものである。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ウアラン浄水場から一部補給されている。

(c) 南部地区

原則的な給水区域としてはニボンテバル (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、ブキットパンチョール (Bukit Panchor) の給水施設より給水している。

ウェルスリー県での現有施設による給水量は合計 $4\,987\,0\,m^3$ /日である。

貯水容量はつぎのとおりである。

Bukit Toh Allang	27,276 m^3 /日	
Bukit Mertajam	9,092 "	(2貯水池)
Sungai Bakap	4,546 "	
Bukit Panchor	4,546 "	(4貯水池)
Butterworth	2,546 "	(2貯水池)
North Province Wellesley	955 "	(2貯水池)
Prai	909 "	
計	49,870 m^3 /日	

5.2.2 水源

ウェルスリー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

ウエルスリー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: 1,000 m³/年)

ポンプ場名	水 量
Bukit Toh Allang	37,466
Bukit Mertajam	728
Bukit Panchor	412
Sungai Buaya	138
Sungai Dua※	1,467
計	40,191

注: ※……1973年4月から運転

出典: PWA 1973年年報

5.2.4 浄水施設

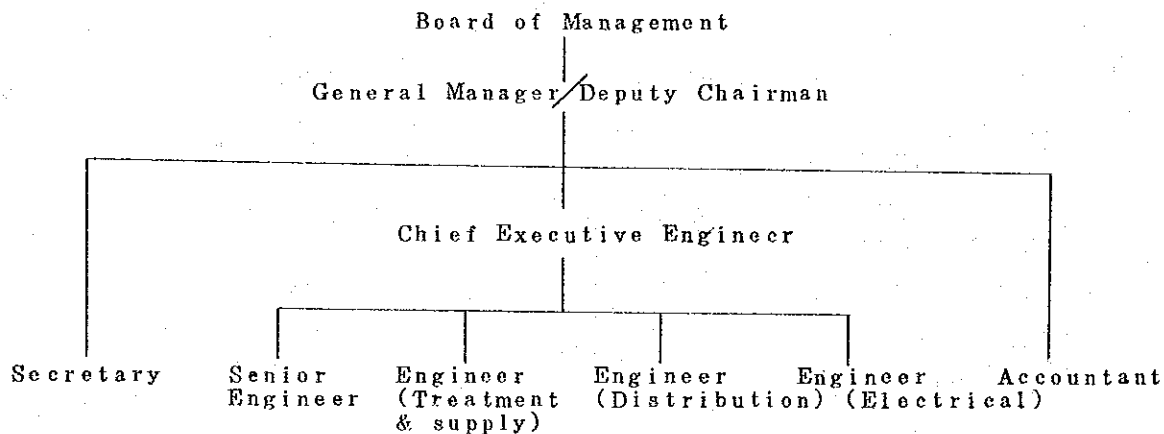
浄水場の処理プロセスを表Ⅱ-13に示した。

5.2.5 水 質

原水水質の分析例を表Ⅱ-14に示した。

5.3 管理運営

PWAの現在の組織図は図Ⅱ-8のとおりである。



表II-13 上水の処理法

Treatment Plant (浄水場)	System	Pre-Sedimentation (薬品注入)	Sedimentation (沈殿)	Filtration (濾過)	Sterilization (滅菌)	Conditioning (水質調整)
Bukit Toh Allang	Pumped	Chlorine Soda Ash Alum	Lovo Type	Rapid Gravity	Chlorine	Lime Dry Feed
Bukit Mertajam	Gravity w/pumped Auxiliary Supply	Alum Lime Chlorine	Horizontal Type	Rapid Gravity	Chlorine	Lime Dry Feed
Bukit Panchar	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

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

(1976) 採水時刻	(1) 8:50	(2) 10:15	(3) 8:00	(4) 10:25
化学分析 (mg/l)				
塩素イオン分	0.1	-	0.1	0.1
塩素イオン Cl^-	6	3	5	6
蒸発残渣 (100~105°C)	75	160	55	75
COD (カマンガン酸カリ法)	0.25	1.65	0.20	0.25
アンモニア性チッ素	0.01	0.09	0.01	0.01
アルブミノイドチッ素	0.02	0.10	0.01	0.01
亜硝酸性チッ素	0.30	0.15	0.15	0.35
硝酸性チッ素	-	0.001	-	-
鉄イオン (Fe^{++})	0.15	0.25	0.15	0.10
硬度 ($CaCO_3$)	35	10	20	30
フッ素 (F)	0.08	0.04	0.02	0.04
濁度	Clear with slight sedimentation	Turbid	Clear	Clear
臭気	Nil	Nil	Nil	Nil
色	-	-	-	-
pH	6.7	7.8	8.3	8.4

出典: PWA

6 し尿処理の現況

6.1 便所の形式と処理方式

各家庭での便所はつぎの3形式に分類できる。すなわち、浄化槽またはイムホフタンクつき水洗便所、バケツ便所、浸透式（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、村落部では浸透式便所が普通である。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 北部および中部地区における便所（1970年）

		水洗式	バケツ式	浸透式	川上式	便所なし	計
中部地区	ブキット・メルタジャム	993 (285)	2,396 (689)	54 (1.6)	2 (0)	34 (1.0)	3,479 (100)
	村 落	1,355 (8.7)	3,485 (22.4)	6,955 (44.7)	1,182 (7.6)	2,593 (16.7)	15,570 (100)
北部地区	バターワース	2,620 (30.6)	5,177 (60.4)	501 (5.8)	55 (0.6)	218 (2.5)	8,571 (100)
	村 落	2,548 (7.5)	5,898 (17.5)	14,150 (41.9)	1,800 (5.3)	9,354 (27.7)	33,750 (100)

注：この数字には計画区域外のものを含んでいる。

村落はバターワース、ブキットメルタジャム、それぞれの市街地以外の地区のことである。

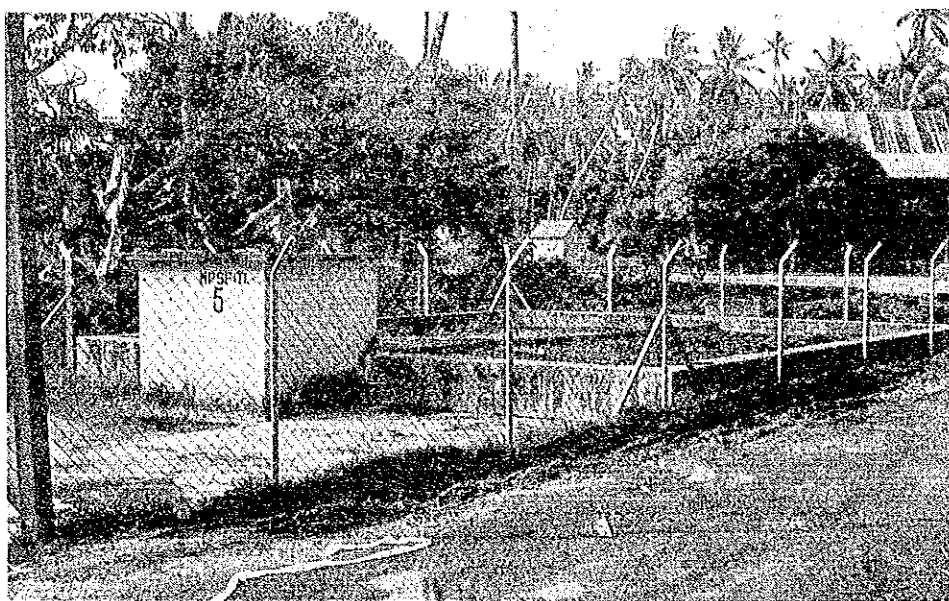
新しく建設された集合住宅では汚床つきの共同浄化槽またはイムホフタンクでし尿が処理されている。スプランジャヤ地区の新設集合住宅地にはスタビリゼーションボンドがあり、1976年時で1,900人分を処理している。これらの共同浄化槽の管理はウエルスリー県（MPSP）によって行なわれている。これらの施設の分布状況を図Ⅱ-9に示す。

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MPSPが行なっている。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）で投棄処分を行なっている。この場所は計画対象区域の北東の外側に位置し、特別な処理施設はない。

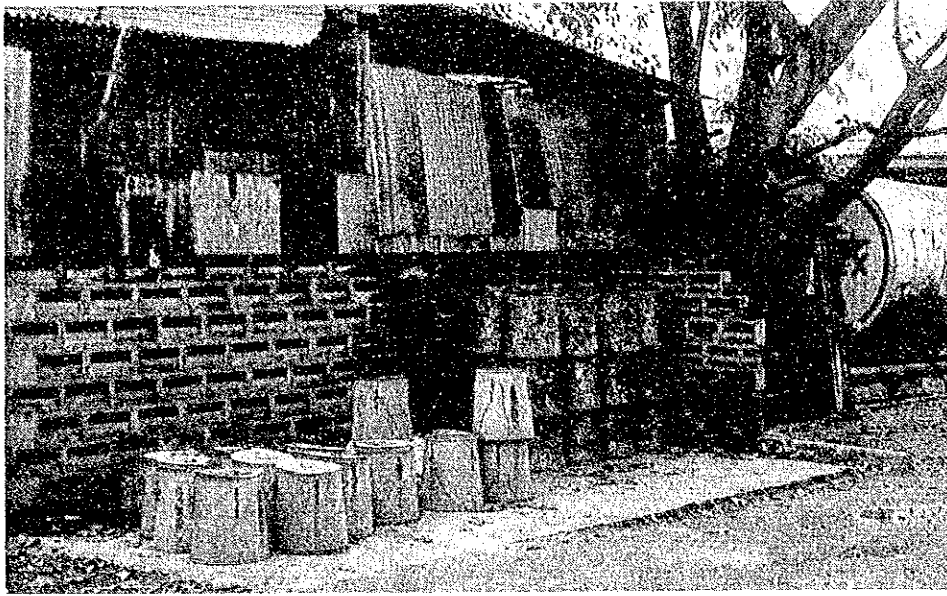
バキュームカーの運搬経路と、し尿投棄地点は図Ⅱ-9に示した。



写真Ⅱ-1 共同浄化そうの例



写真Ⅱ-2 浸透式便所



写真Ⅱ-3 パケットの集積所

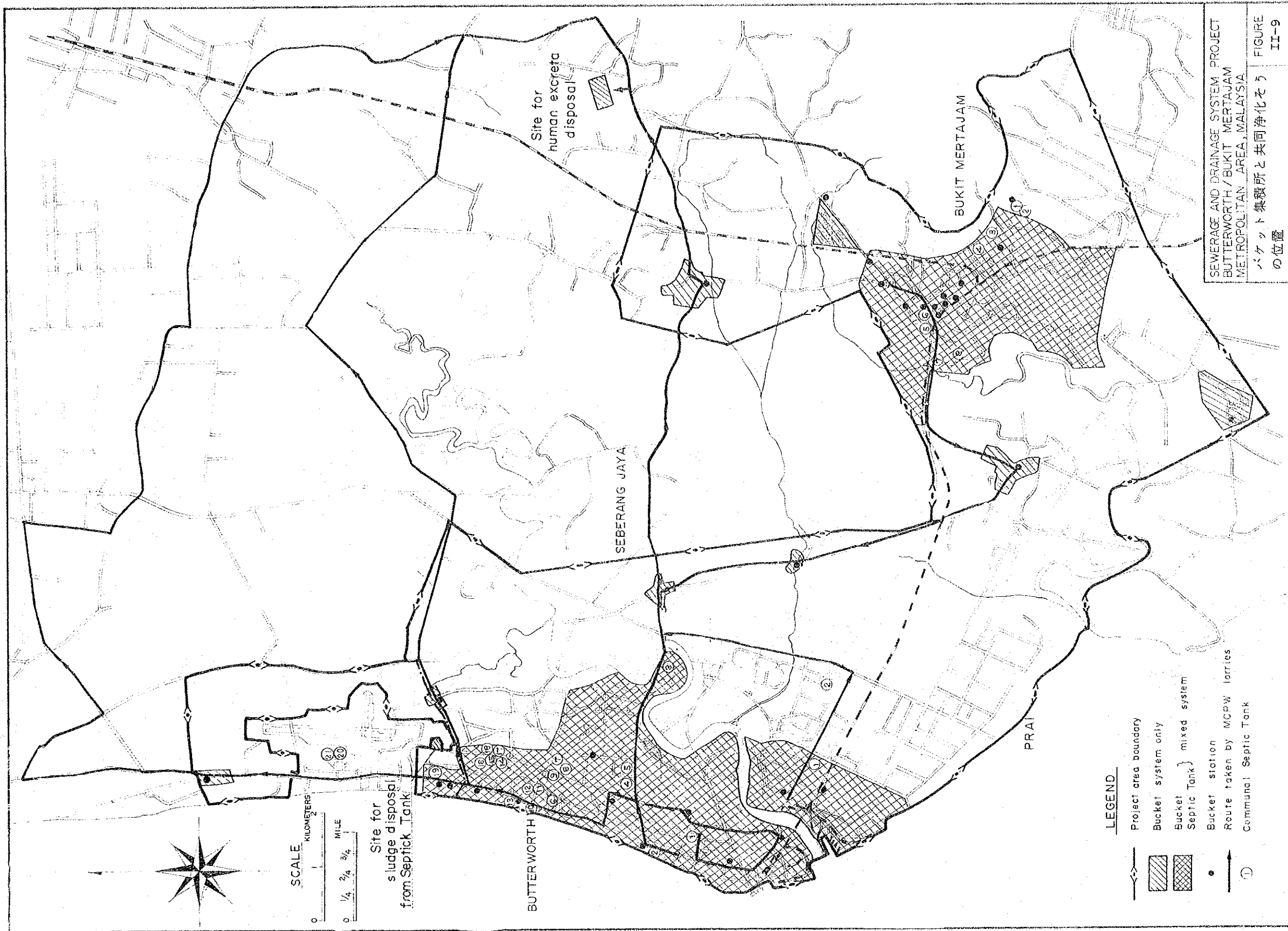


写真Ⅱ-4 浄化そうからの汚泥引き用ローリー



写真Ⅱ-5 浄化そう汚泥の投棄地

FIGURE II-9



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処理施設以外には近代的な下水道施設はない。家庭雑排水は浄化槽からの流出水や工場排水とともに既存の開水路に流れこんでおり、これらの排水路が合流式下水道の役目をはたしていることになる。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蓋なし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。

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MPSP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。この結果をマレーシア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/日/人	原単位 g/日/人	
BOD	SS		BOD	SS
185	185	200	37	37

7.1.3 し尿浄化槽放流水

計画区域内の約30%に相当する人口がし尿浄化槽を用いている。

この形式には腐敗槽、イムホフタンク、スタビリゼーションpondが採用されている。

放流水はBOD:15~250 mg/l 、SS:5~700 mg/l 程度で大腸菌数1,000 ヶ/ml 以上のものがしばしば放流され、水路の汚染の1因となっている(附D「水質汚濁」参照)。

7.3 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、ブライ工業地帯、スブランジャヤ工業地帯を建設中である。

これら工業地帯では現状で100工場程度が建設済みであり、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、その業種は金属加工、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。すなわちウエルスリー県によるもの、連邦政府環境庁によるもの、さらに本調査団によるもので、いずれも1976年に実施された。

第1回目はウエルスリー県が行ない、その方法は用排水量を中心としたアンケート調査でブ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、放流水の採水分析が行なわれた。

引き続き、第2回目の調査を環境庁が行なった。その調査はブ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回の調査はジュル河汚濁防止対策のため行なわれた。

第3回目は本調査団が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(稼動)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負荷単位を示した。

表Ⅱ-17 対象区域内の主要業種別用水量と排水性状

水質	業種 用水量	食 品	機 織	化 学	そ の 他
		120.6	165.7	104.6	220.8
BOD	mg/l	200	122	73	67
SS	mg/l	399	58	106	127

単位: m^3 /日/工場面積(ha)

表Ⅱ-18 発生負荷原単位

水質濃度 mg/ℓ		排水量	発生負荷原単位	
BOD	SS		BOD	SS
122	125	90.9	11	11

単位： $\text{m}^3/\text{日}/\text{工場面積}(\text{ha})$ 単位： $\text{kg}/\text{日}/\text{工場面積}(\text{ha})$

7.2.4 工場排水処理

工場排水に含まれる成分で、取り扱い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。

計画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は住宅地内に散在しており、その数は増加傾向にあるが水量的には比較的少なく、公共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

計画対象区域はブライ河、ジュール河の流域で地勢は平坦かつ低地であり面積は1,600 haである。ブライ河は計画区域の北部地域を東から西へと流下し、パ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RL+0.1 mからRL+3.8 mの範囲である。ブ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。

ジュール河もブライ河と同様“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、ブギ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RL+5 m～230 mの地域であり、その他の低地はRL+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RL+1.68 m、大潮の平均高水位はRL+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水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ブライ工業地帯、スブランジャヤ地区でも採用されている。

現在の雨水排水施設に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。平坦地では排水が滞水状態を形成し、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