[illegible]

[illegible]

[illegible]

(CM [illegible])

[illegible]

[illegible]

78

マレーシア国
ペナン州下水道・排水計画
基本計画報告書

(附　　録)

1978年5月

国際協力事業団

目　　次

附A　経　　済

附B　人口と土地利用

1. 人　　口 …… B—1

1.1　人口統計資料 …… B—1

1.2　計画区域における１９７０年と１９７６年の人口 …… B—1

1.3　２０００年までの人口計画 …… B—2

2. 土地利用計画 …… B—5

2.1　１９７６年の土地利用における人口配分 …… B—5

2.2　２０００年の土地利用における人口配分 …… B—6

2.3　下水道処理区と処理分区の人口 …… B—9

附C　上　水　道

1. 現在の給水システム …… C—1

1.1　水　道　局 …… C—1

1.2　給水区域、給水量及び使用水量 …… C—1

1.3　現在の給水施設の概略 …… C—4

2. 計画区域における給水計画 …… C—4

2.1　給水計画の概略 …… C—4

2.2　水　需　要 …… C—4

附D　水　質　汚　濁

附E　設　計　デ　ー　タ

1. 要　　約 …… E—

2. 設　計　諸　元 …… E—

3. 平均流速公式 …… E—

4. 下水管渠の設計と施工 …… E—

4.1　下水管の最小管径 …… E—

4.2　下水管の最小土被 …… E—

4.3　流　　速 …… E—

4.4　設　計　水　深 …… E—

4.5　ピ　ー　ク　流　量 …… E—

4.6　勾　　配 …… E—

4.7　管　の　位　置 …… E—

4.8　接　　合 …… E—

4.9　管　の　種　類 …… E—1

4.10　継　　手 …… E—1

4.11 マンホール …… E—12
追補 硫化物制御の方法 …… E—14
付F 下水の量と質
1. 家庭汚水 …… F— 1
1.1 家庭汚水の調査 …… F— 1
1.1.1 調査概要 …… F— 1
1.1.2 調査結果 …… F— 3
1.1.3 1人当り使用水量 …… F— 4
1.1.4 家庭汚水の日変化率 …… F— 5
1.2 家庭汚水の計画値 …… F— 5
1.2.1 汚水量および水質 …… F— 5
1.2.2. 他都市の設計値との比較 …… F— 5
1.2.3 家庭汚水の計画値 …… F— 6
2. 工場排水量および水質 …… F—10
2.1 総論 …… F—10
2.2 工場排水調査 …… F—12
2.2.1 工場排水調査 …… F—12
2.2.2 調査結果 …… F—13
2.3 工場排水量 …… F—17
2.3.1 工場用水量 …… F—17
2.3.2 工場排水量 …… F—18
2.4 工場排水の水質 …… F—19
2.5 将来の工場排水量 …… F—20
3. その他 …… F—20
付G 下水道システム
1. 基本方針 …… G— 1
1.1 概論 …… G— 1
1.2 下水道処理区と処理分区について …… G— 1
2. システムの検討 …… G— 6
2.1 概論 …… G— 6
2.2 下水道システムの検討 …… G— 6
2.2.1 集水施設 …… G— 6
2.2.2 下水処理及び処分方式 …… G— 7
3. 下水管の建設費 …… G—12
3.1 総説 …… G—12
3.2 建設費 …… G—13

3.2.1 基礎単価 …… G—13
3.2.2 下水管建設のための基礎単価 …… G—16
3.3 費用関数 …… G—17
4. ポンプ場の費用関数 …… G—19
4.1 総説 …… G—19
4.2 建設費用 …… G—19
4.3 費用関数 …… G—19
5. 処理施設の費用関数 …… G—22
5.1 総説 …… G—22
5.2 スタビリゼーションポンドプロセス …… G—22
5.3 エアレーテッドラグーンプロセス …… G—24
5.4 オキシデーションディッチプロセス …… G—26
6. 維持管理費 …… G—28
6.1 総説 …… G—28
6.2 管きょ …… G—28
6.3 ポンプ場 …… G—28
6.4 処理施設 …… G—31
7. 下水施設のための所要用地面積 …… G—35
7.1 総説 …… G—35
7.2 ポンプ場 …… G—35
7.3 処理施設 …… G—37
8. 下水道システムの経済分析 …… G—39
8.1 概論 …… G—39
8.2 施設の設計基準 …… G—39
8.3 下水道システムの費用 …… G—39
参考 G—1 流量計算 …… G—46
参考 G—2 流量表 …… G—48
附H 段階的下水道建設計画
1. 概論 …… H—1
2. 衛生状況の評価 …… H—1
2.1 評価の基本方針 …… H—1
2.2 評価システムの適用 …… H—1
2.2.1 人口密度 …… H—2
2.2.2 汚濁負荷量 …… H—7
2.2.3 し尿処理システム …… H—13
2.2.4 浸水状況 …… H—17

2.2.5 給水状況 …… H—19
2.2.6 水系伝染病の発生率 …… H—19
3. 評価の要約 …… H—25
附I 雨水流出量 —
1. 流出係数 …… I— 1
1.1 代表的な地域 …… I— 1
1.2 表面工種別流出係数 …… I— 1
1.3 代表的な地域の流出係数算定 …… I— 2
1.4 現況流出係数 …… I— 2
1.5 他地域との比較 …… I— 3
1.6 流出係数の決定 …… I— 3
2. 流達時間 …… I— 5
2.1 流入時間 …… I— 5
2.1.1 用途地域別流入時間 …… I— 5
2.1.2 他地域との比較 …… I— 7
2.1.3 流入時間の決定 …… I— 7
附J 雨水排水システム
1. パターワース地区内排水システム案 …… J— 1
2. 滞水池の設計 …… J— 3
3. 雨水排水計画に関する図及び表 …… J— 7
4. 盛土高 …… J—28
附K 組織案

附 A 経 済

当該プロジェクトの背景としてプロジェクト地域周辺及びマレーシア全体の経済特性を以下に述べた。

1. 総　　論

マレーシアは現在１３の州、すなわち北ボルネオ島のサバおよびサラワクの２州とマレー半島のジョホール、マラッカ、ヌグリ、スンビラン、パハン、スランゴール、トレンガヌ、クランタン、ペルリス、ケダ、ペラク及びペナンの１１州からなる。

各州は上院および下院の二院性に準拠した連邦政府により統治されている。

連邦政府は主として、国の基本政策に関した活動及び外交、国家治安、教育、防衛、財政、運輸通信および移民等の業務を司り、一方州政府は土地、水利用、農林業およびレジャー産業等の管理にあたる。

なお州政府の指揮管轄の下に州内部に夫々の地域を担当する地方自治体といったものが存在している。

2. 全マレーシア

マレーシアの経済は１９７５年の世界的エネルギー危機の影響は受けたものの、こゝ数年発展の途上にあり、特に工業化への動向が著るしい。

国民総生産高も年９％の伸びを示し、１９７６年現在でその総額は２６,９１４（百万）マレシアドルに達する。（表Ａ－１参照）

マレーシア経済は基本的には、輸出志向型で事実、過去数年間の貿易黒字は経済安定成長に大いに貢献してきた。国立銀行総外貨保有高は１９７６年９月現在1,９１７（百万）マレーシアドルに達した。

主な輸出品目はゴム、工業製品、石油、錫、椰子油および木材で１９７６年総輸出総高１２,０３０（百万）マレーシアドルの夫々２５％、２２％、１４％、１０％、７％及び５％を占めている。

国外需要の増加と国内の経済活動のレベルアップにより国内総生産高は上昇著しく特に石油、ゴム、椰子油、木材、錫及び加工品はその主たるものである。

なお、国内総生産高のうち３０％を占める農業部門は依然として、マレーシア経済の最も重要な位置を占めているが、工業部門は経済発展のリーダーとして最近とくにその重要性を増して来た。この工業部門は雇用の促進のためにも連邦ならびに地方政府の種々の助成策、すなわち、税金の免除、投資補助、総務補助等の恩恵を受けている。これに関連して工業団地の設定や関連機関の補強も進められている。１９７６年現在プライ、バヤンルパス、スンガイウェイ、タンジュンクリンおよびパタペレンダムは自由貿易地区として工業誘致の候補地として指定されている。１９７６年における連邦政府の支出額は国内公共支出総額の約６５％を占め、州政府支出は２１％、残りを地方自治体や公共団体が占めている。総公共支出総額は９,２１０（百万）マレーシアドルが見込まれているこれは第３次マレーシア計画（１９７６年～１９８０年）の早期実施を見込んで見積られた3,４０５（百万）マレーシアドルに達する公共投資に起因するものである。

１９７７年の開発事業費は貧困の除去、社会組織の改善、国家安全保障を目途とした第３次マレイシア計画の一部実施のため4,４９４（百万）マレーシアドルが見積られている。

農地、社会公共施設および衛生施設の開発のための支出が増えており特に農業開発のための予算割当が最も多い。１９７７年までの国内公共事業融資額は2,０００（百万）マレーシアドルに達し、うち政府発行債が1,７００（百万）

表A－1　国民総生産高

1970年から1976年までのもの（単位：100万マレーシアドル）

	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
個人消費	7,486	8,059	8,381	9,091	12,011	12,052	13,185
公共消費	1,997	2,243	2,777	3,122	3,811	4,745	5,220
個人投資	1,459	1,675	1,779	2,243	3,223	3,320	3,602
公共投資	693	852	1,308	1,552	2,157	2,518	2,890
輸出高	5,602	5,473	5,293	7,994	11,051	10,165	13,040
外貨保有高	＋315	－136	－63	＋1,398	＋683	－667	－125
輸入高	5,397	5,665	5,832	7,597	11,702	10,386	12,748
国民総生産	12,155	12,501	13,643	17,443	21,234	21,747	25,064
一人当り所得	1,087	1,118	1,209	1,530	1,813	1,807	2,049

出典：マレーシア大蔵省発行エコノミックレポート　　※SGV資料

表A－2(1)　職業別基準賃金

	高	低	平均
I 専門職			
1. Accountant	MS 2,610	MS 650	MS 1,625
2. Architect	2,725	875	1,800
3. Auditor	2,610	650	1,625
4. Chemical Engineer	2,175	810	1,500
5. Chemist	1,960	810	1,390
6. Civil Engineer	3,800	810	2,310
7. Clinic Physician	3,260	1,960	2,610
8. Dentist	2,725	925	1,825
9. Economist	1,125	875	1,000
10. Electrical Engineer	2,710	810	1,775
11. Geodetic Engineer	1,960	760	1,360
12. Geologist	1,960	975	1,475
13. Industrial Engineer	2,725	810	1,760
14. Laboratory Technician	925	240	590
15. Legal Officer	2,725	925	1,825
16. Mechanical Engineer	2,175	810	1,500
17. Mining Engineer	3,990	975	2,490

（つづく）

	高	低	平均
18. Nurse	MS 375	MS 275	MS 575
19. Personnel Officer	2,610	375	1,500
20. Pharmacist	2,175	550	1,360
21. Programmer	1,960	810	1,390
22. Purchaser / Buyer	1,300	550	925
23. Salesman	875	325	600
24. Statistician	1,960	810	1,390
25. Systems Analyst	1,625	760	1,200
26. Trial Lawyer	2,725	650	1,690
Ⅱ 一 般 職			
1. Accounting Machine Operator	MS 650	MS 240	MS 340
2. Bookeeper	975	210	600
3. Cashier	625	275	460
4. Clerk/Typist	375	160	275
5. Console Operator	810	490	650
6. Draftsman	1,090	225	650
7. Executive Secretary	1,460	760	1,110
8. Keypunch Operator/Verifier	650	240	450
9. Librarian	1,800	440	1,110
10. Messenger	160	90	125
11. Office Clerk	710	140	425
12. Secretary	875	325	600
13. Stenotypist	825	210	525
14. Storekeeper	540	125	340
15. Telegraph Operator	550	225	375
16. Telephone Operator	325	160	250

(つづく)

	高	低	平均
Ⅲ 労 務 職			
1. Carpenter	MS21.75	6.50	14.10
2. Driver	21.75	3.25	12.50
3. Electrician	10.90	7.10	9.00
4. Janitor	10.90	2.75	6.75
5. Laborer(Unskilled)	16.25	2.75	9.50
6. Lathe Operator	18.10	7.25	12.75
7. Mechanic	30.75	4.75	17.75
8. Painter	9.75	3.75	6.75
9. Plumber	8.75	5.50	7.10
10. Radio Technician	14.60	7.50	11.10
11. Security Gurd/Watchman	12.50	2.75	7.60
12. Tool and Diemarker	18.10	7.25	12.75

Ⅰ&Ⅱ：月 給

Ⅲ　：日 給

出典： Comparative Labour Costs, January, 1976, The SGV Group, management consultant, Philippine

表A－2(2) 職業別基準賃金

種　　別	マレーシアドル／日
1. 普通作業員	8
2. 熟練作業員	15
3. 大　　工	12
4. 石　　工	12
5. 配　管　工	15
6. 世　話　役	20

資料提供： ペナン州公共事業局

マレーシアドル、大蔵省証券が３００万（百万）マレーシアドルである。融資対象国としてのマレーシアの信用度は高く国際及び外国金融機関や国際金融市場からの融資は比較的容易である。１９７６年に於ける外貨融資総額は７３３（百万）M$で、うち営利事業融資が３７６（百万）M$、開発事業融資が３５７（百万）M$で融資元は世界銀行が１００（百万）M$、アジア開発銀行が９０（百万）M$、アメリカが９０（百万）M$、日本が６２（百万）M$、そしてその他の国から１５（百万）M$である。

開発事業融資が最近増加し、この傾向は第３次マレーシア計画の期間中にも続くとみられ内外融資総額５８億M$のうち３５億M$は国際金融機関および外国政府より融資されるものとみられる。第３次マレーシア計画に於ける政府開発事業費１４,１４３（百万）M$の３６％に当る5,０４０（百万）M$は融資によるもので、その融資対象としては関連機関の改善すなわち電気、水道、運輸通信等公共施設の拡張改善があげられる。

インフレーションは年次増加率3.3％の消費者物価指数（１９７６年を１００として１９７６年に１４８）の安定増加率を反映して現在の５％の低率に抑えられている。消費者物価指数がこの様に低い増加率を示しているのは主として世界的インフレ状況からの回復と食品物価の安定によるものである。政府としてもインフレ抑制のため生産統制法を施行しとくに生活必需品の供給を管理している。

マレーシアの金融機関は良く整備され国立中央銀行のバンクネガラは主として通貨安定と外国為替管理の業務にあたりこの指揮管轄下に幾多の商業銀行が各地に設立され地方に於けるビジネス活動の重要な機能の一部を果している。これらの銀行は金融関係の仕事にとどまらず財政や経営のコンサルティング業務も合せて行っている。商業銀行の融資金利は最高年１０％で一年定期預金利子率は７％から9.１％である。

好況経済とそれに伴う輸出志向及び雇用促進型産業の発展はマレーシアの雇用状況を好転させている。

農漁業部門は現在就業人口の４８％を占めて最も大きく、製造業がこれに次いでいる。失業率も１９７５年に７％であったのが１９７６年には6.8％と改善された。失業者は１５才から２９才迄の若年層に多く都会に於て特に著るしい。労働運動も活発で、労働条件の改良と高賃金保障のための団体交渉を増加している。

特に労使関係改善のため政府は法律の設定等種々の対策をたてている。参考のため表Ａ－２でマレーシアに於ける職種別基準賃金をリストした。表Ａ－３は過去１０年間の公共施設の普及状況を示したものである。

3. ペナン州

ペナン州には現在２つの地方官庁がある。すなわちペナン島側のペナン島市当局と半島側のウェルスリー市当局*の二つである。

市当局は基本的には財政自治の団体であり、その他地方にある種々の地方公共団体の中では最も権威ある役所である。市行政は全て市条令に基いて行われる。本プロジェクト地域のバタワースおよびブキットメルタジャム地区はウェルスリー市当局の管轄下にある。同じペナン州のウェルスリーとペナン島は海峡をへだて２分されているが、この海峡には昼夜２４時間フェリーボートが運航されて両地域の連結交流が行われている。

ペナン島はどちらかというと山岳型の地形であるが、ウェルスリー側は平坦で、海岸平野が多く、わずかに東南

注）＊：MPSP（municipal council Province Wellesley）を意味する。

表A－3　公共施設普及状況

	1965	1975
道路（マイル）		
舗装	9,504	11,306
未舗装	488	597
上水道		
給水人口（百万人）	3.4	6.4
給水管延長（マイル）	10,980	19,810
電話線ケーブル（マイル）	69,691	143,829
電力消費量		
工業用（百万KWH）	620	2,819
家庭用（百万KWH）	376	886
衛生施設		
千人当りのベッド数	1.87	1.66

参考文献　：　Economic Report　1976／77

表A－4　ペナンの経済（1969年）

区分	雇用者数内訳		生産高内訳	
	人数（1,000）	率（%）	生産高（百万マレーシアドル）	率（%）
Agriculture, Forestry & Fishery	65.5	31.2	110.0	16.2
Mining & Quarrying	0.5	0.2	1.0	0.1
Manufacturing	21.0	10.0	81.0	11.9
Construction	8.0	3.8	45.0	6.6
Electricity, Water & Sanitary Services	2.0	1.0	16.0	2.4
Transportation, Storage and Communication	13.0	6.2	36.0	5.3
Trade, Government and Services	100.0	47.6	391.0	57.5
合計	210.0	100.0	680.0	100.0

資料提供　：　Penang Development Corporation（PDC）

表A－5　ペナンの経済（1975年）

区　　分	雇用者数内訳		生産高内訳	
	人　数（1000）	率（%）	生産高（百万マレーシアドル）	率（%）
Agriculture, Forestry and Fishery	65.5	22.6	140.0	11.8
Mining and Quarrying	0.6	0.2	1.4	0.1
Manufacturing	51.4	17.7	258.0	21.7
Construction	14.1	4.9	95.0	8.0
Electricity, Water and Sanitary Services	3.2	1.1	32.0	2.7
Transportation, Storage and communication	19.7	6.8	65.0	5.5
Trade, Government and Services	135.5	46.7	596.6	50.2
合　　計	290.0	100.0	1,188.0	100.0

資料提供　：　Penang Development Corporation（PDC）

表A－6　労働人口と雇用状況（1969年）

	人　数（1,000）	%
雇　用	230.0	85.5
完　全	210.0	78.1
臨　時	20.0	7.4
失　業	39.0	14.5
計	269.0	100.0

資料提供；PDC

表A－7　労働人口と雇用状況（1975年）

	人　数（1,000）	%
雇　用	305.0	93.1
完　全	290.0	88.5
臨　時	15.0	4.6
失　業	22.5	6.9
計	327.5	100.0

資料提供；PDC

部に丘陵地帯があるのみである。

１９５７年の独立当時から１９６９年迄のペナンの経済は、主として貿易と農業が主流を占めていたが現在はこれに製造業が加わっている。

農業地域はペナン州の土地の大部分を占め、とくにウェルスリーでは２０３平方マイルのうち８０％が農業用地である。主要農産品はゴム、米、ココナツおよび油やしであり、とくに油やしは収益性の面で最近とくに注目されている。

ペナンは、またその恵まれた地理的条件のため東南アジアの貿易の拠点であり港湾設備も良く整備されている。ペナンは元来貿易自由港として幾多の特恵を与えられてきた。現在この優位性を保持するため港湾設備の改良や近代技術の導入など色々な開発計画が進んでいる。最近開発工事の終ったバタワース地区の波止場もその一例である。

こゝで一つ注目したいことは上記の農業及び貿易は１９５７年から１９６９年迄は経済活動の主流を占めてきたが、１９６９年以降は人口の急増とそれに伴う労働人口の増加をカバーできなくなり、こゝに経済機構の一大変革が必要となり新たに製造業が脚光を浴びるようになってきたことである。連邦および州政府もこの新産業に対する１９７０年以来種々振興策を実施してきている。

表Ａ－４、５、６および７は上記の産業経済機構の変化の状況を示したものである。ペナンの産業別発展のプロセスはマレーシアの他の州のものと比べて大いに異っている。すなわち、他の大部分の州に於ける主な開発計画は農業用地の開発であるがペナンでは地場産業の開発と輸出志向型の産業の開発計画が両の補助政策のもとに進められている。

なお、これらの新産業は主としてその地理的特性から本プロジェクト地域に集中している。とくにバタワース、プライおよびブキットメルタジャム地区のマクマンデイン及びプライ工業地帯はその主な発展地域である。また、州政府としても経済の発展と雇用の促進のために製造工業の他に、観光事業、漁業及び建設業にも力を注いでいる。

ペナン州のインフラストラクチャーは他州に比べて良く整備されている。その例はペナンポートコミッションにより運営されているペナン港、ペナン島のバヤンルパス空港とバタワースから北はケダ州、バンコック、南はクアラルンプール迄通じるマレー鉄道の幹線とプロジェクト地域内を走るその支線、民営及び公営のバス路線等である。タクシーはとくにペナン島に多い。テレックスや電話等の通信施設も良く普及し、１９７４年のデータでは、ペナン島に１５の電話交換局があり、ペナン島の加入者数は１５,０００、バタワースが3,０００ブキットメルタジャムが1,０００であった。電力供給も良く普及し、プライ工業地区の火力発電所の供給能力は９０メガワットで計画能力は２７０メガワットに達する。ウェルスリーの水道はペナン水道局（ＰＷＡ）により管理され、四ケ所の水源から最小１日4,５００万インペリアルガロンの水量を供給している。その他教育機関、医療、レジャー施設は良く開発されているが主にペナン島に集中し、本プロジェクト地域には未だ開発の余地が多々あるものと思われる。衛生管理施設は上記インフラストラクチャーに比べ不相応に未発達の状態にあり、プロジェクト地域では汚水処理施設も未だ未発達のものが多く、し尿の処分は浄化槽、バケット式、浸透式トイレ等で行なわれている。とくにバケット式のし尿の廃棄処分による衛生上の問題が生ずる恐れがある。

金融機関については充分な数の銀行がビジネス活動に対して必要な業務を行っている。とくに商業銀行が土地の産業開発に伴って新たに設置されてきた。貸付平均利率は対象企業により８％から9.７％に及ぶ。

当プロジェクトにおける下水道、排水施設の計画に直接関連した人口分布や予測については他の章において記述

表A－8　ペナン州の年令別人口予測（１９７０年～１９８０年）

年令階層別構成 ＼ 年	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
合　計	776,124	789,922	807,275	825,506	844,650	864,771	883,654	903,406	924,057	945,640	968,220
0～4	105,051	105,124	108,200	111,379	114,665	118,060	121,208	124,437	127,749	131,143	134,625
5～9	110,221	108,480	106,801	105,155	103,543	101,966	104,941	108,022	111,207	114,501	117,903
10～14	103,482	104,855	106,316	107,795	109,301	110,832	109,102	107,406	105,743	104,114	102,520
15～19	89,790	92,576	95,522	98,562	101,698	104,932	106,372	107,835	109,318	110,823	112,356
20～24	69,524	72,795	76,312	80,025	83,933	88,035	90,846	93,746	96,736	99,822	103,004
25～29	50,866	53,803	56,916	60,219	63,728	67,466	70,709	74,136	77,754	81,562	85,562
30～34	47,031	47,531	48,069	48,619	49,184	49,769	52,604	55,611	58,802	62,188	65,792
35～39	38,840	40,162	41,531	42,946	44,411	45,930	46,429	46,939	47,462	47,999	48,556
40～44	36,725	36,888	37,059	37,241	37,437	37,649	38,919	40,230	41,586	42,989	44,443
45～49	30,044	31,024	32,013	33,033	34,084	35,172	35,323	35,482	35,652	35,834	36,032
50～54	27,075	27,342	27,576	27,815	28,057	28,037	29,209	30,138	31,097	32,085	33,107
55～59	21,694	22,262	22,615	23,406	24,034	24,709	24,920	25,135	25,353	25,576	25,804
60～64	18,471	18,614	18,692	18,770	18,850	18,928	19,375	19,852	20,361	20,904	21,486
65～69	11,985	12,586	13,150	13,749	14,381	15,053	15,118	15,184	15,251	15,318	15,386
70～74	7,815	8,075	8,279	8,497	8,723	8,962	9,361	9,784	10,231	10,706	11,209
75才以上	7,510	7,805	8,024	8,295	8,621	9,003	9,218	9,469	9,755	10,076	10,435

資料提供　：　Department of Statistics

した。本章では、特に経済活動の重要なファクターとしての人口及び雇用の関係を述べることにした。

ペナン州は他の州に比べて人口密度が最も高い、これは高い出生率、減少した死亡率と男女の均衡比率に基いた年約３％に及ぶ高い人口増加率に起因していると思われる。

人口構成の特徴としてはマレー人、中国人、インド人、その他の多人種の混合があげられる。中国人が全体の56％と最も多く、主としてペナン島の都市部に集中している。

マレー人は全体の３０％で主としてウェレスリーのそれも農村部に多い。インド人及びパキスタン人は中国人と同じくペナン島の都市部に集中している。

人口分布は全体としてウェルスリーよりペナン島に多いが、人口の自然増加だけでなく予想される経済活動の拡大に伴う他地域からの人口流入も考えると、将来は開発計画の進展に伴って、ウェルスリーの北部及び中部に人口増加が予想される。

１５才以下の年令層は全人口の４１％でこれは他州の４４％に比べて若干少いが１５才から５４才迄の年令層は５１％で他州平均の４６％に比べて逆に多い。

人口増加と労働力の増大は開発発展の原動力であるが、逆にこれら増大された労働人口を収容するための社会経済の開発が要求されてきている。

ペナンの就業人口は１９７３年現在２７８,８００人で失業率は労働人口に対して約９％とやや高い。ペナンの労働者は生産性の面から質、量とも優れ、全体の労働人口の６０％は中級程度の教育を受けており無就学者はほんの僅かである。

給与、賃金については、最高クラスで月2,０００か4,０００マレーシアドルで技能労務者の日額賃金は８～１０マレーシアドルで、雑務従事者の場合で日額３～５マレーシアドルである。

なお、プロジェクト実施に直接に関連したプロジェクト地域の各戸別所得についてはとくに資料が無いので、戸別訪問によって大体を把握した。表Ａ－９にあるように一戸当り平均月収は約５００マレーシアドルである。

表Ａ－９　各戸別月収

月収／M$	家屋形態による分類（戸数）							
	計	A	B	C	D	E	F	G
２００以下	１２	１１	１					
２０１～４００	２４	７	１２	２	３			
４０１～６００	１６	１	５	４	６			
６０１～８００	７			３	２			２
８０１～1,０００	６		３				２	１
1,００１～1,２００	３			１			１	１
1,２００以上	２		１				１	
計	７０	１９	２２	１０	１１		４	４
平均月収	５００	２００	５００	６００	５００		1,３００	９００

注：A……カンプーン　B……一階平家住宅（長屋式）　C……二階住宅（長屋式）
D……高層住宅　E……商業家屋　F……二戸建て住宅（二軒長屋）　G……一戸建て住宅

4. 国家経済開発計画

マレーシアの経済開発は基本原則として貧困と人種間の不平等の撤廃により国の安定統一を目途とした新経済政策に基いたもので、１９７５年に一応終了した第二次５ケ年計画に引き続き、現在第３次５ケ年計画（１９７６年～１９８１年）が進行中である。

(1) 第２次５ケ年計画

最近終了した第２次５ケ年計画は、計画期間中の世界的不況の影響にもかかわらず新経済政策の大前提である均等経済の安定成長が維持された。とくに工業の発展は雇用の促進に寄与した。政府の振興策により農地開発も進められ、ゴム価格の安定、二毛作の促進、農村地帯の低所得者に対する生活改善等にいちじるしい進展をみせた。

(2) 第３次５ケ年計画

第３次５ケ年計画は第２次５ケ年計画とその開発基本原理は同じであるが、１９７４年から１９７５年にかけての世界的不況後の経済回復により、開発投資の規模も大型化が予想されている。第３次５ケ年計画の推計開発総額も、４４２億マレーシアドルと第２次計画より４９.３％も増額されている。

本計画の主目標として次のものがあげられる。

1）貧困者の生活水準向上

2）人種間の経済格差の是正

3）経済開発に必要な人材の確保、とくに先進科学技術に対応できる人材の養成

4）雇用促進のための農業及び工業開発

5）各分野に進出する各人種に平等の機会を与える。

6）農村地域の貧困を無くすために、工業や建設業を開発し、低所得者向けの住宅を建設する。

7）国の安全保障を計る。

8）環　境　保　全

附 B　人口と土地利用

1. 人　　口

1・1　人口統計資料

この計画に用いた人口資料は、次に示す4つで、これらには、国勢調査や各政府機関からの統計資料が含まれている。

1) ペナン州上水道計画書　：　1967年　Binnie & Partners コンサルタントが作成

2) ペナンマスタープラン　：　1970年　Robert Nathan Associates　会社が作成

3) WHO調査報告書　：　1973年　WHOが作成

4) マレーシアにおける人口計画書　：　1976年　統計局にて作成

(1) ペナン州上水道計画書（1967年）

人口推定に用いられている資料は、1957年の調査資料と、統計局の1957年～1982年の人口推計である。1965年から2000年の人口は、ペナン島とウエルスリー県に分けて算出されている。上記報告書の中で（これは、2000年次までの人口を推定している唯一の報告書）1970年の推定人口は、839,200人（下限伸び）と889,600人（上限伸び）としている。

しかしながら、1970年の調査結果は776,124人であり、この計画値は過大であると考えられる。

(2) ペナンマスタープラン（1970年）

この報告書で基礎となっている資料は、1957年調査と統計局による人口推定である。この報告書では本計画区域内に対し、1970年は166,000人、1975年は250,000人、1985年は385,000人と推定し、平均伸び率は5.5％である。

この報告書の資料は、年次別にペナン島とウエルスリー県に分け、ムキム別に算出されており非常に有用である。

(3) WHO調査報告書

この報告書での調査区域は、バターワース、ブキットメルタジャム地域で、ペナンマスタープランの1985年推定人口、385,000人を基礎に伸び率を3.5％として1995年値を545,000人と推定している。

(4) マレーシアにおける人口計画書（1976年）

この計画において統計局は、将来の人口推定にあたって5年毎の社会自然増を使用している。この社会自然増とは、当局の推定値の中間値である。この計画値には、州間の移動人口も含まれているが、州単位であるため小区域毎の値は示されていない。従って下水道計画の目的のためには有効ではない。

1・2　計画区域における1970年と1976年の人口

前述の資料は、調査区域および調査年次である1976年の土地利用に関しての人口と人口配分を特に示していないので、ここではこれらの要因を算出することとした。計算の基礎は1970年の調査においた。

この調査では州のすべてをムキム単位に配分してある。この中の27ムキムが当計画区域に含まれる。これらのムキムの全人口は209,380人で、全面積は 28,891ha であるが、ムキムの中のいくつかはその一部分しか調査区域に含まれていない。従って、1970年の調査区域の面積は11,600haで、人口は172,230人となる。これに関する詳細は、表B－1に示す。

このようにして１９７０年における調査区域内の人口は１７２,２３０人、面積は１１,６００ｈａと決定し、これを基に１９７６年の人口を推定した。１９７０年～１９８５年のペナンマスタープランで年平均増加率を5.5％としているのは適当かつ妥当なものと考えられるので、１９７６年については、この増加率を用いた。
すなわち、調査区域を含む２７ムキムの各々に対し、年平均増加率5.5％を使用し調査区域内の人口を２３８,０００人とした。これについては、表Ｂ－１と図Ｂ－１に示す。

１・３　2000年までの人口計画

1970年と1976年における人口は前項にて算出されたので、1980年、1985年、1990年、1995年、2000年についても求めることにする。
ペナンマスタープランにおける１９８５年までの年平均伸び率5.5％は適当と考えられるので１９７６年から１９８５年まではこの伸び率を適用した。
１９８５年から２０００年については、ＷＨＯ調査報告書で用いている年平均伸び率3.5％が適当と考えられるのでこれを採用した。以上の結果は表Ｂ－２に示す。

表Ｂ－２　調査区域の人口計画表

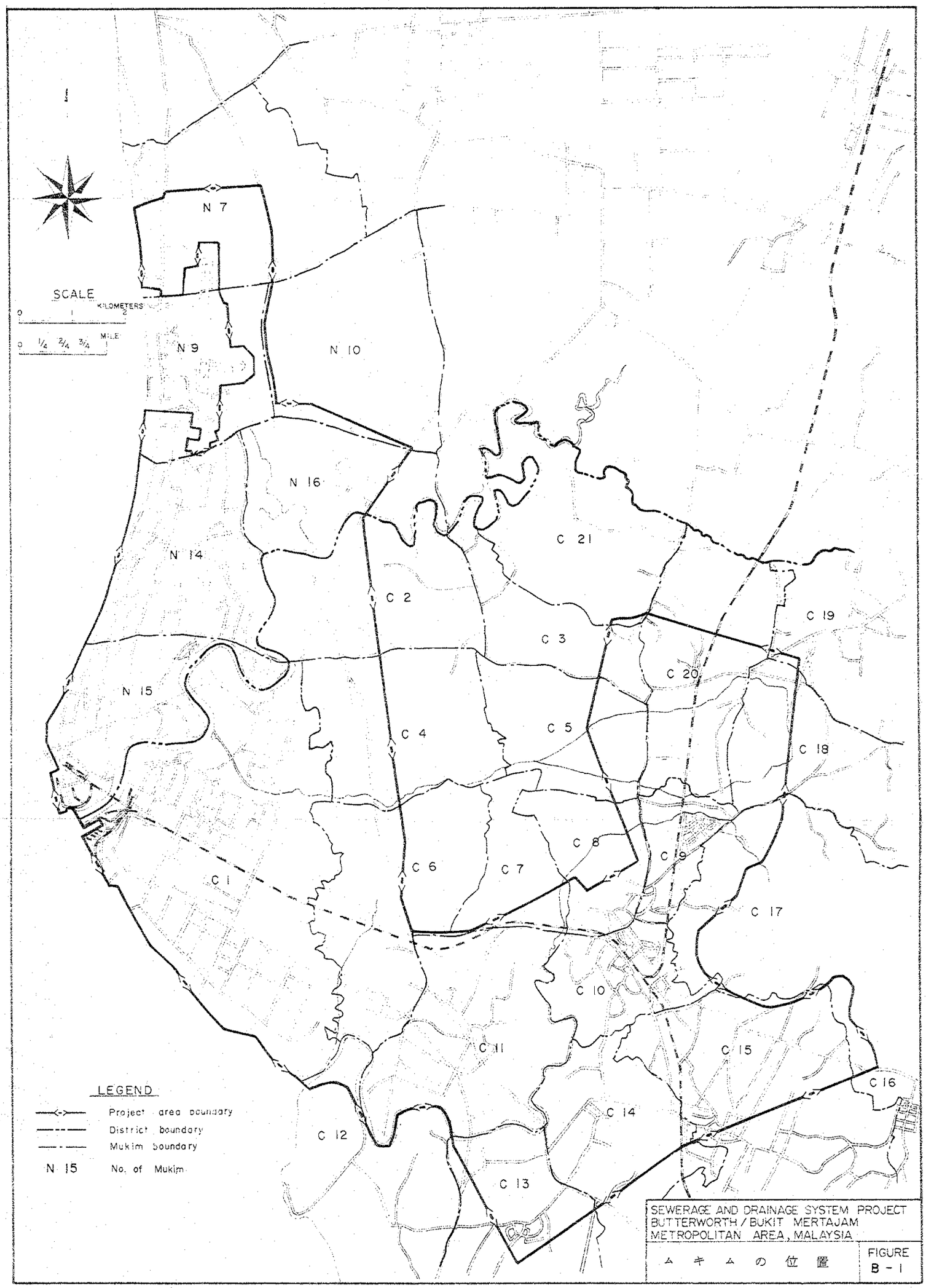
年　号	人　口	年平均増加率（％）
１９７０	１７２,２３０	
		5.5
１９７６	２３８,０００	
		5.5
１９８０	２９４,４００	
		5.5
１９８５	３８５,０００	
		3.5
１９９０	４５８,０００	
		3.5
１９９５	５４５,０００	
		3.5
２０００	６４８,０００	

表B－1　1970年と1976年のMukim毎の人口

ムキムの番号	全ムキム*			計画区域内**			
	面積	1970		面積	1970	1976	
	(ha)	人口	人口密度(人/ha)	(ha)	人口	人口	人口密度(人/ha)
N 7	1,152	8,485	7.4	389	3,751	5,183	13.3
N 9	650	6,917	10.6	281	2,691	3,719	13.2
N 10	1,059	3,286	3.1	47	146	202	4.3
N 14	885	39,502	44.6	885	39,502	54,587	61.7
N 15	645	30,035	46.6	645	30,035	41,505	64.3
N 16	668	3,441	5.2	523	2,720	3,759	7.2
C 1	2,174	10,875	5.0	2,174	10,875	15,028	6.9
C 2	848	3,952	4.7	420	3,162	4,369	10.4
C 3	457	3,381	7.4	88	2,029	2,804	31.9
C 4	781	5,934	7.6	354	5,341	7,381	20.9
C 5	625	2,861	4.5	187	2,253	3,113	16.6
C 6	1,035	4,096	4.0	762	4,096	5,660	7.4
C 7	1,176	1,665	1.4	54	1,665	2,301	42.6
C 8	406	10,116	24.9	193	10,116	13,979	72.4
C 9	270	9,131	33.8	270	9,131	12,617	46.7
C 10	445	19,641	44.1	445	19,641	27,141	61.0
C 11	1,060	5,116	4.8	1,060	5,116	7,070	6.7
C 12	1,480	2,740	1.9	60	114	158	2.6
C 13	1,328	2,776	2.1	366	2,776	3,836	10.5
C 14	1,813	6,645	3.7	618	3,323	4,592	7.4
C 15	1,535	9,706	6.3	681	8,735	12,071	17.7
C 16	1,688	5,567	3.3	5	17	23	4.6
C 17	2,195	1,100	0.5	309	155	214	0.7
C 18	1,055	1,405	1.3	215	280	387	1.8
C 19	1,551	2,137	1.4	5	7	10	2.0
C 20	1,008	6,477	6.4	557	4,534	6,265	11.2
C 21	902	2,438	2.7	7	19	26	3.7
計	28,891	209,380	7.2	11,600	172,230	238,000	20.5

注：　*：1970調査より

Figure B-1


N 7
N 9
N 10
N 16
N 14
N 15
C 1
C 2
C 3
C 4
C 5
C 6
C 7
C 8
C 9
C 10
C 11
C 12
C 13
C 14
C 15
C 16
C 17
C 18
C 19
C 20
C 21
SCALE
KILOMETERS
MILE
LEGEND
Project area boundary
District boundary
Mukim boundary
N 15 No. of Mukim
SEWERAGE AND DRAINAGE SYSTEM PROJECT
BUTTERWORTH / BUKIT MERTAJAM
METROPOLITAN AREA, MALAYSIA
ムキムの位置
FIGURE
B - 1

2. 土地利用計画

2・1　1976年の土地利用における人口配分

調査区域の全人口が、現在および２０００年まで算出されたので、次に土地利用の状況に応じ、人口配分計画を検討することが必要である。

そこで土地利用目的における地域を次のように定義する。

(1) 工業地域

この地域は、工場が立地しているか工業活動のために州政府のもとで立地されようとしている地域をいう。

(2) 商業地域

この地域は主に官公署や商店、事務所が立地している地域をいう。学校のような単独の公共地はこの地域には含まないが、自動車修理工場のような小規模な工場、作業場はこの地域に含まれる。

(3) 住居地域

これは比較的高い人口密度をもつ住居地をいう。住居地域と農村地域との違いは、人口密度の差であると言える。新興住宅開発地もこの地域に含まれる。

(4) 農村地域

これは家が散在する地域をさし、農村すなわち"カンプーン"が含まれている。

(5) 農業地域

ここは、水田やヤシ園、ゴム園がある地域である。

(6) その他の地域

川や湿地、山地、墓地などの非居住地域をいう。

表B－5は、１９７６年のムキム単位による人口と土地利用を示したもので、現地踏査と技術的判断を基にし、土地利用に従って全人口238,000人を分配したものである。

表B－3　1976年次の土地利用地域ごとの人口密度

土地利用	人口密度（人／ha）
商業地域	120 又は 160
住居地域	80 , 160
工業地域	0
農業地域	0
その他	0

2・2　2000年の土地利用計画における人口配分

前項で述べた表B－5を基に　2000年の全人口は648,000人と推定されるので、2000年の　ムキム毎の人口と土地利用は表B－6のようになる。つまり2000年には農村や農業地域は主に住居、工業地域となるので、このような住居地域のムキムは人口増において高い伸び率を示すものとなる。

表B－4　　2000年次の土地利用地域ごとの人口密度

土　地　利　用	人口密度　（人／ha）
商業地域	120　又は　160
住居地域（高密度地域）	120　又は　160
〃　（低密度地域）	52
工業地域	0

表B－5　1976年における人口と土地利用

ムキムの番号	面積 (ha) 商業地域	住居地域	工業地域	農村	農地	その他	計	人口密度 (人/ha) 商業地域	住居地域	農村	人口 商業地域	住居地域	農村	計
N 7		18		141	230*		389		120	21.4		2,160	3,023	5,183
N 9				175	106*		281			21.3			3,719	3,719
N 10				30	17*		47		120	6.7			202	202
N 14	2	197	95*	530		61*	885	120		57.9	240	23,640	30,707	54,587
N 15	16* 47	133 190	79*			280*	645	0 160	108.6 160		0 7,520	3,585 30,400		41,505
N 16				201	58*	246*	523			18.7			3,759	3,759
C 1		157	670*	108	593*	646*	2,174		80	22.9		12,560	2,468	15,028
C 2				138	115*	167*	420			31.7			4,369	4,369
C 3				67	21*		88			41.9			2,804	2,804
C 4				137	208*	9*	354			53.9			7,381	7,381
C 5				61	126*		187			51.0			3,113	3,113
C 6				304	382*	76*	762			18.6			5,660	5,660
C 7				49	5*		54			47.0			2,301	2,301
C 8	1	86		72	34*		193	120	120	49.2	120	10,320	3,539	13,979
C 9		57		148	65*		270		120	39.0		6,480	5,777	12,617
C 10	19	108		221	28*	69*	445	120	120	53.9	2,280	12,960	11,901	27,141
C 11		16		292	450*	302*	1,060		80	19.8		1,280	5,790	7,070
C 12				4		56*	60			39.5			158	158
C 13		38		24	288*	16*	366		80	33.2		3,040	796	3,836
C 14				216	359*	43*	618			21.2			4,592	4,592
C 15		13		344	324*		681		80	32.1		1,040	11,031	12,071
C 16				3	2*		5			7.7			23	23
C 17				11	154*	144*	309			19.5			214	214
C 18				10	185*	20*	215			38.7			387	387
C 19				2	3*		5			5.0			10	10
C 20				189	296*	72*	557			33.1			6,265	6,265
C 21				7			7			3.7			26	26
計	16* 69	913	844*	3,484	4,049*	2,225*	11,600	0 147.0	118.1		10,160	107,825	120,015	238,000

注：*は官庁街、水域、墓地、山地、公園、工業地域、農地などの非居住地域である。

表B－6　2000年における人口と土地利用

ムキムの番号	面積 (ha)						人口密度 (人/ha)			人口 (人)			
	商業地域	住居地域（高密度）	住居地域（低密度）	工業地域	その他	計	商業地域	住居地域（高密度）	住居地域（低密度）	商業地域	住居地域（高密度）	住居地域（低密度）	計
N 7		36	353			389		120	52.0		4,320	18,372	22,692
N 9			281			281			52.0			14,626	14,626
N 10			47			47			52.0			2,446	2,446
N 14	2	462	305	95*	21*	885	120	120	52.0	240	55,440	15,874	71,554
N 15	16*	207					0	120		0	24,840		
	47	237		79*	59*	645	160	160		7,520	37,920		70,280
N 16		74	430		19*	523		120	52.0		8,880	22,379	31,259
C 1	46*						0			0			
	35	508	297	1,024*	264*	2,174	120	120	52.0	4,200	60,960	15,457	80,617
C 2			368		52*	420			52.0			19,152	19,152
C 3			88			88			52.0			4,580	4,580
C 4	2*						0			0			
			352			354			52.0			18,320	18,320
C 5			187			187			52.0			9,732	9,732
C 6			659	91*	12*	762			52.0			34,298	34,298
C 7			54			54			52.0			2,810	2,810
C 8	1	86	106			193	120	120	52.0	120	10,320	5,517	15,957
C 9		57	213			270		120	52.0		6,840	11,086	17,926
C 10	19	108	315		3*	445	120	120	52.0	2,280	12,960	16,394	31,634
C 11		162	850		48*	1,060		120	52.0		19,440	44,239	63,679
C 12			46		14*	60			52.0			2,394	2,394
C 13		38	318		10*	366		120	52.0		4,560	16,550	21,110
C 14			610		8*	618			52.0			31,747	31,747
C 15		13	668			681		120	52.0		1,560	34,765	36,325
C 16			5			5			52.0			260	260
C 17			165		144*	309			52.0			8,587	8,587
C 18			195		20*	215			52.0			10,149	10,149
C 19			5			5			52.0			260	260
C 20			485		72*	557			52.0			25,242	25,242
C 21			7			7			52.0			364	364
計	64* 104	1,988	7,409	1,289*	746*	11,600	0 130.1	124.8	52.0	14,360	248,040	285,600	648,000

注：＊は官庁街、水域、墓地、山地、公園、工業地域などの非居住地域である。

2・3　下水道処理区と処理分区の人口

汚水計画を進めるために、下水道処理区と処理分区を設定した。

これは、地質上、地形上、人口統計上やその他の条件をもとに考えたもので詳しくは附G.「下水道計画」にて述べるものとする。それゆえ、計画としては、土地利用において処理分区と人口および人口密度との関係を調べている。詳細は表B－7、表B－8、表B－9に示されている。これらは計画書の中で特にマスタープランの中での建設計画で参照されよう。

表B－7　下水道処理区とムキムの関係

（単位：ha）

処理区	バターワース						スプランジヤヤ					プライ		ブキツトメタルジヤム							
処理分区	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	1	2	1	2	3	4	5	6	7	計
N 7						389															389
N 9						281															281
N 10					47																47
N 14			435	450																	885
N 15	390	200	55																		645
N 16					523																523
C 1							480	360	119	76		1,139									2,174
C 2											420										420
C 3																				88	88
C 4										354											354
C 5																			55	132	187
C 6									391			91	280								762
C 7														10		44					54
C 8																153			40		193
C 9																53			217		270
C 10																445					445
C 11														870		190					1,060
C 12														60							60
C 13															366						366
C 14															364		235	19			618
C 15																32	235	414			681
C 16																		5			5
C 17																63		52	194		309
C 18																			32	183	215
C 19																				5	5
C 20																			122	435	557
C 21																				7	7
計	390	200	490	450	570	670	480	360	510	430	420	1,230	280	940	730	980	470	490	660	850	11,600

表B－8　1976年における処理分区別土地利用と人口

下水道処理分区名	面積 (ha) 商業地域	住居地域	工業地域	農村	農地	その他	計	人口密度 (人/ha) 商業地域	住居地域(高密度)	住居地域(低密度)	人口 商業地域	住居地域	農村	計
バターワース 1	16* 47	190	67*			70*	390	0 160	160		0 7,520	30,400		37,920
〃 2		33				167*	200		108.6			3,585		3,585
〃 3	2	176	107*	119		86*	490	120	120	57.9	240	21,120	6,895	28,255
〃 4		21		411		18*	450		120	57.9		2,520	23,812	26,332
〃 5				231	75*	264*	570			17.1			3,961	3,961
〃 6		18		316	336*		670		120	21.3		2,160	6,742	8,902
スプランジャヤ 1		157	2*	48	159*	114*	480		80	22.9		12,560	1,097	13,657
〃 2			29*	3	229*	99*	360			23.0			69	69
〃 3				155	300*	55*	510			19.3			2,991	2,991
〃 4				143	264*	23*	430			52.6			7,518	7,518
〃 5				138	115*	167*	420			31.7			4,369	4,369
ブライ 1			639*	94	93*	404*	1,230			19.8			1,860	1,860
〃 2				106	138*	36*	280			18.6			1,974	1,974
ブキット メルタジャム 1		16		299	450*	175*	940		80	21.0		1,280	6,279	7,559
〃 2		38		144	509*	39*	730		80	23.2		3,040	3,347	6,387
〃 3	20	209		376	87*	288*	980	120	119.2	48.5	2,400	24,920	18,220	45,540
〃 4		9		193	248*	20*	470		80	27.8		720	5,357	6,077
〃 5				235	224*	31*	490			30.9			7,257	7,257
〃 6		46		208	319*	87*	660		120	40.0		5,520	8,320	13,840
〃 7				265	503*	82*	850			37.5			9,947	9,947
計	16* 69	913	844*	3,484	4,049*	2,225*	11,600	0 147.2	118.1	34.4	10,160	107,825	120,015	238,000

注：＊は官庁街、水域、墓地、山地、公園、工業地域、農地等の非居住地域である。

表B－9　2000年における処理分区別土地利用と人口

下水処理分区名		面積（ha）						人口密度（人／ha）			人口			
		商業地域	住居地域（高密度）	住居地域（低密度）	工業地域	その他	計	商業地域	住居地域（高密度）	住居地域（低密度）	商業地域	住居地域（高密度）	住居地域（低密度）	計
パターワース	1	16* 47	237		67*	23*	390	0 160	160		0 7,520	37,920		45,440
	2		182			18*	200		120			21,840		21,840
	3	2	275	73	107*	33*	490	120	120	52.0	240	33,000	3,799	37,039
	4		212	232		6*	450		120	52.0		25,440	12,074	37,514
	5		74	477		19*	570		120	52.0		8,880	24,825	33,705
	6		36	634			670		120	52.0		4,320	32,996	37,316
小計		16* 49	1,016	1,416	174*	99*	2,770				7,760	131,400	73,694	212,854
スプランジャヤ	1		354	82	2*	42*	480		120	52.0		42,480	4,268	46,748
	2	18* 35	154	48	50*	55*	360	0 120	120	52.0	4,200	18,480	2,498	25,178
	3			510			510			52.0			26,543	26,543
	4	30*		400			430			52.0			20,818	20,818
	5			368		52*	420			52.0			19,152	19,152
小計		48* 35	508	1,408	52*	149*	2,200				4,200	60,960	73,279	138,439
プライ	1				1,063*	167*	1,230							
	2			268		12*	230			52.0			13,948	13,948
小計		—	—	268	1,063*	179*	1,510				—	—	13,948	13,948
ブキット メルタジャム	1		16	876		48*	940		120	52.0		1,920	45,592	47,512
	2		38	677		15*	730		120	52.0		4,560	35,234	39,794
	3	20	355	552		53*	980	120	120	52.0	2,400	42,600	28,729	73,729
	4		9	458		3*	470		120	52.0		1,080	23,837	24,917
	5			459		31*	490			52.0			23,889	23,889
	6		46	527		87*	660		120	52.0		5,520	27,428	32,948
	7			768		82*	850			52.0			39,970	39,970
小計		20	464	4,317	—	319*	5,120				2,400	55,680	224,679	282,759
計		64* 104	1,988	7,409	1,289*	746*	11,600				14,360	248,040	385,600	648,000

注：＊は官庁街、水域、墓地、山地、公園、工業地域などの非居住地域である。

附 C 上 水 道

1. 現在の給水システム

1・1. 水 道 局

ペナン州の水道は、１９７２年のペナン水道局の立法化に従って１９７３年１月１日に設立されたペナン水道局（ＰＷＡ）によって運営されている。

ジョージタウン市議会の元市水道局と州公共事業局の元水道課が合併されペナン水道局（ＰＷＡ）として１本化されたのである。

1・2. 給水区域、給水量及び使用水量

ウエルスリー県における現在の給水は、行政上三区域 — 北部、中部、南部 — に分けられている。

給水面積、給水人口、給水量を表Ｃ－１、表Ｃ－２に示す。またウエルスリー県の月ごとの使用水量を表Ｃ－３に示す。

表Ｃ－１　ウェルスリー県における給水資料

項　目	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975
給水面積（ha）	27,213	27,516	27,658	27,956	28,184	28,434	
給水人口（人）	232,470	238,170	244,010	249,990	263,180	273,470	
給水量（m^3／日）	41,958	46,393	58,474	61,118	68,698	83,218	
有収水量（m^3／日）	37,555	36,485	40,634	43,379	49,991	62,927	64,490
無収水量（％）	10.5	21.4	30.5	29.0	27.2	24.4	
1人当り使用水量（l／日／人）	162	153	167	174	190	230	

出典：PWA

表C－2　ウェルスリー県における地区別給水資料

	項目	1969	1970	1971	1972	1973	1974
北部	給水面積 (ha)	12,290	12,380	12,414	12,473	12,590	12,717
	給水人口 (人)	125,510	128,590	131,740	134,970	141,200	145,880
	給水量 (m³/日)	32,950	36,816	48,685	52,234	58,163	64,125
	有収水量 (m³/日)	24,025	23,333	26,406	27,374	31,383	44,020
中部	給水面積 (ha)	8,109	8,311	8,412	8,599	8,684	8,752
	給水人口 (人)	69,120	70,810	72,550	74,330	78,850	83,380
	給水量 (m³/日)	4,112	4,855	4,350	4,441	4,443	4,615
	有収水量 (m³/日)	8,767	8,837	9,423	10,624	12,435	12,078
南部	給水面積 (ha)	6,814	6,825	6,832	6,884	6,910	6,965
	給水人口 (人)	37,840	38,770	39,720	40,630	43,130	44,210
	給水量 (m³/日)	4,896	4,722	5,440	4,443	6,092	4,478
	有収水量 (m³/日)	4,763	4,315	4,805	5,381	6,173	6,829

出典：PWA

表C－3　ウェルスリー県における月別水道使用量

単位：1,000 m³／月

月	1974			1975			1976		
	家庭用	工場用	計	家庭用	工場用	計	家庭用	工場用	計
1月				1,190	591	1,781	1,333	920	2,253
2月				1,186	663	1,849	1,293	799	2,092
3月				1,124	615	1,739	1,224	768	1,992
4月				1,219	732	1,951	1,313	838	2,151
5月				1,287	763	2,050	1,292	814	2,106
6月	1,165	479	1,644	1,206	750	1,956	1,266	841	2,107
7月	1,115	523	1,638	1,200	787	1,987	1,274	904	2,178
8月	1,136	504	1,640	1,256	883	2,139	1,289	925	2,214
9月	1,130	535	1,665	1,240	849	2,089	1,328	967	2,295
10月	1,122	572	1,694	1,292	874	2,166			
11月	1,108	610	1,718	1,138	865	2,003			
12月	1,097	610	1,707	1,149	844	1,993			
計	7,873	3,833	11,706	14,487	9,216	23,703	11,612	7,776	19,388
%	67.3	32.7	100.0	61.1	38.9	100.0	59.9	40.1	100.0

出典：PWA

1・3. 現在の給水施設の概略

ウェルスリー県の現在の給水地域は、北部、中部、南部の3地区に分けられている。

北部地区には、ウェルスリー県の北部と、バターワースの農業地区が含まれる。水は約12,950ヘクタール（32,000エーカー）の低地集水区域を受けもつクリム川から取水され、ブキット・トウ・アランの浄水場まで水路で送られる。バターワースとブキットメルタジャムへの本管は、現在40,914 m³／日（9m.g.d）の給水能力をもっている。しかも、新計画が進められれば、バターワースでの圧力は高められるだろう。その時本管は30,913 m³／日の生産高に相当する最高需要を供給するに充分な能力をもつであろう。余った分はケダー州のラナスやクリムへ供給されるであろう。

中部地区には、ブキットメルタジャムやプライの市街地が含まれる。その水は、約243ヘクタール（600エーカー）の集水区域を受けもつブキットメルタジャム丘の斜面の3本の小さな水路から引かれている。それぞれの水路には、貯水池があり、それらの貯水能力は218,210 m³（48m.g）で実浄水量は、4,546 m³／日（1.0m.g.d）である。その水源は拡大できないので、この地区の水の需要は北部地区のブキット・トウ・アラン浄水場から450mm（18インチ）のパイプラインを使って補充している。

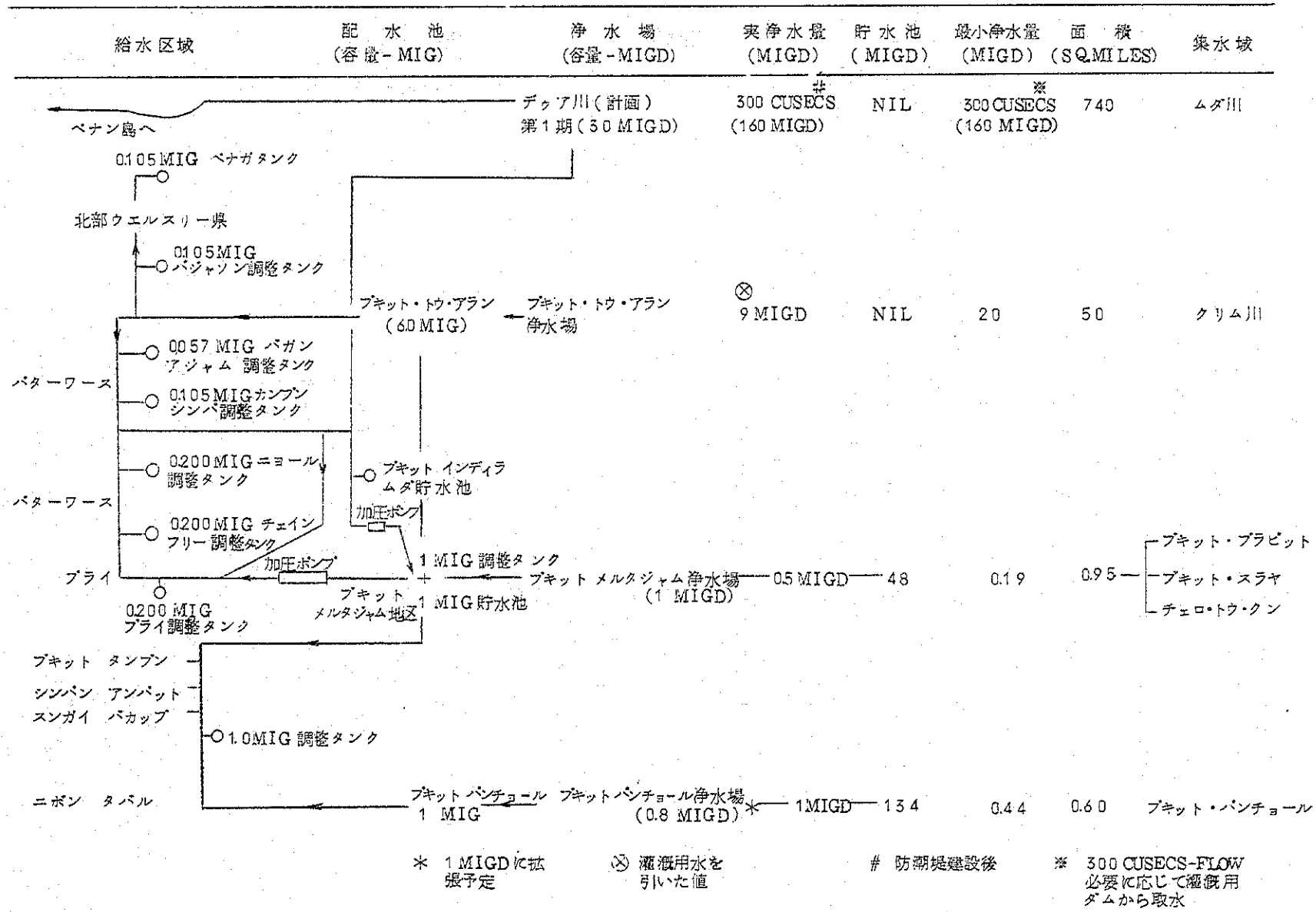
南部地区の主要給水区域は、ニポン・テバルとスンガイ・パカップである。水は609,164 m³（134m.g）の能力をもつ貯水池から取水され、ブキットパンチョールの浄化場で3,637 m³（0.8m.g.d）が浄化される。その貯水池の実浄水量は4,546 m³（1.0m.g.d）と評価されており、この浄水場の能力を増加するため沪過設備を計画している。そのため、給水は、ブキットメルタジャムを通ってブキット・トウ・アラン浄水場から引いた管によって補充されている。

ムダ川利水計画は一部完成されている。そして、余剰水は応急的に供給システムへ配給されることになった。

ムダ川は、ペナン州の最大の水源でバターワースの北約12マイルのところで海に流入している。ムダ川はケダー州からペナン州へ流れ、その北岸は州の境界をなしている。

上に述べられた給水施設の概略は図C－1に示されている。

図C－1　ウェルスリー県における上水道施設の現況および将来



2. 計画区域における給水計画

2・1. 給水計画の概略

Binnie & Partrersによって作成された「ペナン州給水計画」報告は1967年9月にペナン政府に提出されたもので、2000年までのペナン州の給水施設の長期計画が示されている。PWAはウェルスリー県の水の需要曲線を再調査し、その図と1967年Binnieの報告書の第1巻補遺3の曲線とを比較している。

ウェルスリー県の現在の給水施設と計画施設が図C－1に示されている。

2・2. 水 需 要

ウェルスリー県でPWAは総計50,000 m³／日（11m.g.d）の給水施設を有している。既存の本管は、要求に応じてケダー市に分配できるように10,000 m³／日（2.2m.g.d）の余裕をもち、州に40,000 m³／日（8.8m.g.d）分配することができる。そして工場用水を含む需要水量は2000年までには最大305,000 m³／日（67.1m.g.d）にまで増加するものと考えられる。従って264,000 m³／日の不足が生じることになる。

そこで、ムダ川利水事業はウェルスリー県において予想される最大需要量を満たすため、264,000m³/日（58.1m.g.d）の浄水能力にしなければならないことになる。

2－1.に述べられた将来の需要についての詳細は表C－4に示されている。

表C－4　ウェルスリー県における水需要量

		家庭用							工場用		総計	最大需要量	既存施設容量	ムダ川容量
		人口（市街地）	1人当り需要量（1/日/人）	総量（m³/日）	人口（農村）	1人当り需要量（1/日/人）	総量（m³/日）	計（m³/日）	需要量（1/日/人）	総量（m³/日）	（m³/日）	（m³/日）	（m³/日）	（m³/日）
	1965	96,300	182	17,700	202,200	91	13,200	30,900	14	1,400	32,300	35,500	40,000	—
上	1975	151,000	200	30,000	258,900	100	25,900	(51,800) 55,900	23	(30,000) 3,600	(81,800) 59,500	(96,800) 65,000	40,000	(56,700) 25,000
	1980	189,100	209	39,500	292,900	105	30,500	(65,900) 70,000	27	(45,500) 5,000	(111,400) 75,000	(122,700) 81,800	40,000	(82,700) 41,800
限	1990	296,400	223	65,900	374,900	114	42,700	(103,200) 108,500	41	(80,000) 12,300	(183,200) 120,800	(201,400) 131,800	40,000	(161,400) 91,800
	2000	464,800	227	105,500	479,800	123	54,500	(150,900 160,000	45	(126,400) 20,900	(277,300) 180,900	(305,000) 196,800	40,000	(265,000) 156,800
	1965	88,400	182	15,900	194,600	91	12,300	28,200	14	1,400	29,600			
下	1975	124,800	200	25,000	237,200	100	23,600	48,600	18	2,300	50,900			
	1980	148,200	209	30,900	261,900	105	27,300	58,200	20	3,200	61,400			
限	1990	209,000	223	46,400	319,200	114	36,400	82,800	25	5,000	87,800			
	2000	294,800	227	66,800	389,100	123	47,700	114,500	27	8,200	122,700			

注：最大需要量には平均家庭用水量の10％が加えられている。（ ）内の数字は1976年にPWAが調べたものである。

出典：「ペナン州給水計画」by Binnie & Partrars, 1967

附 D　水　質　汚　濁

1. 総　　論

本計画区域の半分は平坦なプライ川の沖積平野で、残りは、ブキットメルタジャム丘陵に源を発するジュル川の流域である。（図D－1参照）

プライ、ジュル川とも海水の影響を受ける。それらの流域内には広い湿地帯があるが、そのうちのあるものは開発のために埋立てられつつある。これらの河川には、多くの支流および水路が注いでおり、それらの支流や水路に雨水、灌漑用水、下水、浄化そう排水、そして工場排水が注いでいる。

降雨量は、年間約２７００㎜で、雨季と乾季とでの差はは小さい。

気温は、ペナン州において平均26.8℃，年間差９℃と年間を通して安定している。

マラッカ海峡は、日最大で２６～１００cm／secの強い潮流がある。ペナン海峡もまた、同様で年間最大で約８０～１００cm／secの潮流速である。

ペナン港における平均潮位差は約１.５ｍである。

ペナン海峡の全区域は、港湾区域として計画され、海峡においては、漁業活動はほとんどない。ペナン港は、マレーシアの最も重要な貿易港の一つで、ジョージタウンやバタワース港は、設備の拡張及び改善が進められている。

バタワース ― プライ沿岸には、特別な保養地はないが、バタワース沿岸は周辺住民が海水浴、魚つりなどで使用し、ジュル川河口と空港沿岸は定置網漁場として使われている。（図D－1参照）

2. 河川および水路調査

(1) 採水および分析

計画区域における河川および水路の水質は、１９７６年１２月に調査を行った。採水地点は図Ｄ－２に示す。

採水のほとんどは表面水で、水温、ＰＨ、溶存酸素、電導度を携帯用試験器で測定した。プライ川での資料はＳＳ、ＰＶ、大腸菌そして $C\ell^-$ を実験室で分析した。

分析方法は次のとおりである。

ＰＶ　：Oxigen Absorbed from Acid Permanganate, 27℃ 4 hours.

ＳＳ　：Glass Fiber Filter Method

大腸菌：Desoxycholate Method

$C\ell^-$：Silver Nitrate Titration Method

硫化物：Filter Colorimetry by Zink Acetate

これらは、ＡＰＨＡ－ＡＷＷＡ－ＷＰＣＦ，１９７５年第１４版の標準法に基づく

(2) 調査結果

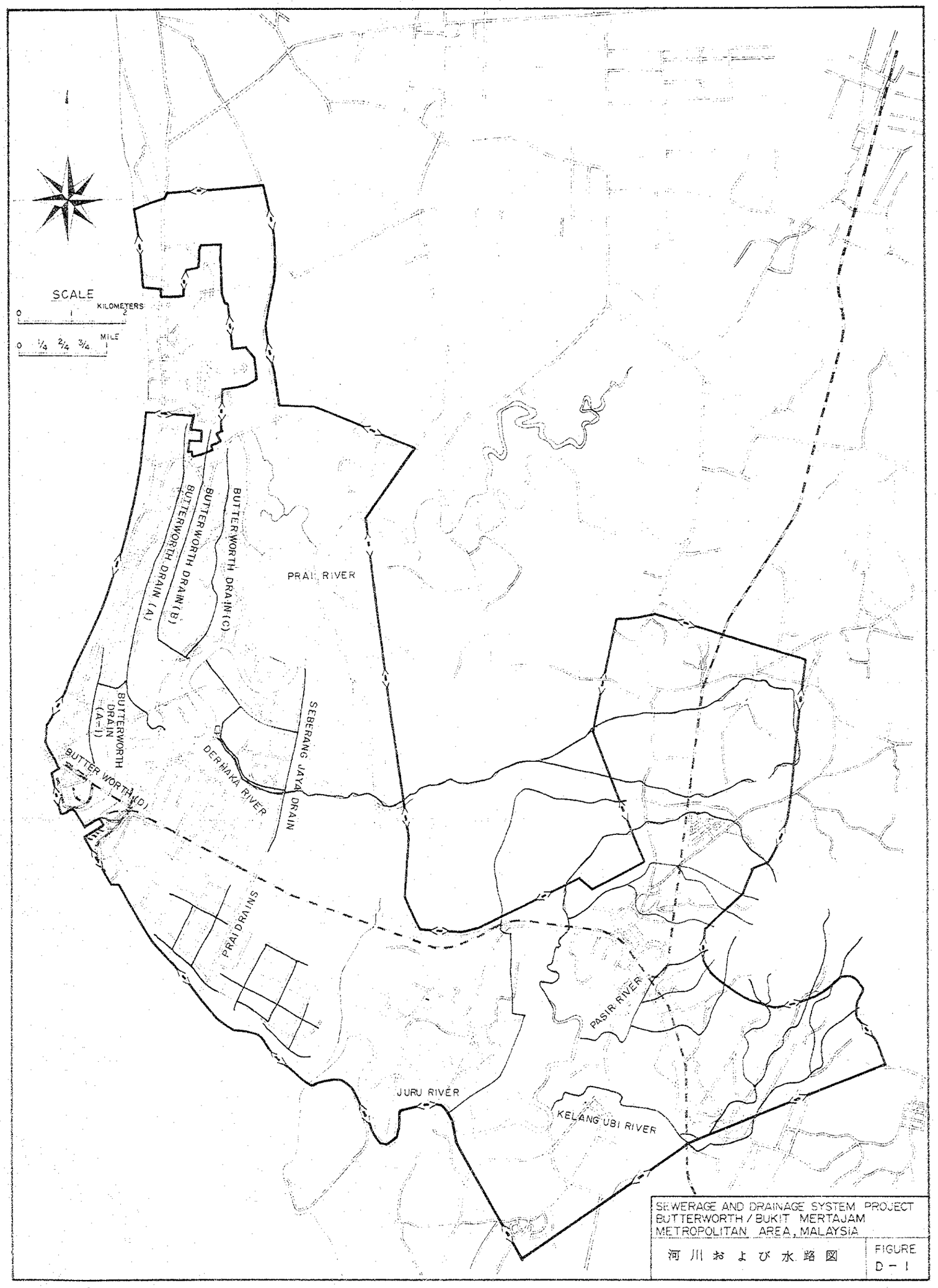
水質分析結果は表Ｄ－１に示すとおりである。

a. 水　温

表Ｄ－１に示すとおり、河川や水路の水温は、流れの状態すなわち、ゆるい流れでは高く、速い流れでは低いというように変化する。最高水温は調査時においてバタワースＡ－１で34.4℃が記録された。

最も暑い季節は、２月から５月で、年間最高水温は37℃以上で、プライ川の平均水温は28.4℃である。

Figure D-1


SCALE
KILOMETERS
0 1 2
0 1/4 2/4 3/4 1
MILE
BUTTERWORTH DRAIN (A)
BUTTERWORTH DRAIN (B)
BUTTERWORTH DRAIN (C)
BUTTERWORTH DRAIN (A-1)
BUTTER WORTH (D)
PRAI RIVER
SEBERANG JAYA DRAIN
DERHAKA RIVER
PRAI DRAINS
PASIR RIVER
JURU RIVER
KELANG UBI RIVER
SEWERAGE AND DRAINAGE SYSTEM PROJECT
BUTTERWORTH / BUKIT MERTAJAM
METROPOLITAN AREA, MALAYSIA
河川および水路図
FIGURE
D-1

一般的に、自然水路の水温は、本区域において年間を通じ有機物の分解活動に適している。

b．電　導　度

電導度は、水路への海水の浸透をあらわすもので、満潮時、河口から上流へ10km地点の№7まで海水が上がってくることを示している。さらに潮の水位変化が河口から上流へ20km以上の№10地点まであることが観察された。（図D－2参照）

ジュル川の場合、防潮ゲートが採水地点№2、Tuan Abdul Rahaman橋に設置されているので、海水はゲートで止められる。そこで電導度は№2地点より上流では低い。（表D－1）

c．溶存酸素

溶存酸素量は図D－3に示すとおりである。溶存酸素量ゼロ（1mg／ℓ以下）は、パタワースA－1、A、C、D水路、デルハカ川、プライ水路、そしてジュル川のゲート地点で記録された。この溶存酸素量の低下は家庭、工場、そして動物排水に含まれる有機物によるものである。水路の下流の色は黒く変化している。そして黒い物質は上に述べた地域に蓄積している。これは、すなわち、有機物負荷、酸素消費、還元、硫化物形成そして、硫化第一鉄の蓄積という連続反応の結果である。

排水が河川に流入すると、干満運動の洗浄効果により状態はすぐに回復される。

しかし、ジュル川のゲートは、上流の洗浄を妨げるので、ジュル川上流の汚染は速まっている。

スプランジャヤ水路の水温は調査期間中の平均で30℃、溶存酸素飽和量は7.5mg／ℓであった。地点S－1、2、3そして11における溶存酸素量は飽和量より多い。これは、水路中の水草の光合成と有機物の不足によるものである。

もし、有機物が滞流水に流れこむと、溶存酸素量は地点S－7、9のように減少するだろう。これは水路中での滞水の欠点の1つである。

d．BODおよびPV

ジュル川汚染調査結果によると、ゲートより上流でひどい汚染水が流れこんでいるにもかかわらず、BOD、PV値は低い、これは、海水の洗浄によるものであろう。同様なことがプライ川においても資料が限定されるがみうけられる。（表D－1参照）

Figure D-2

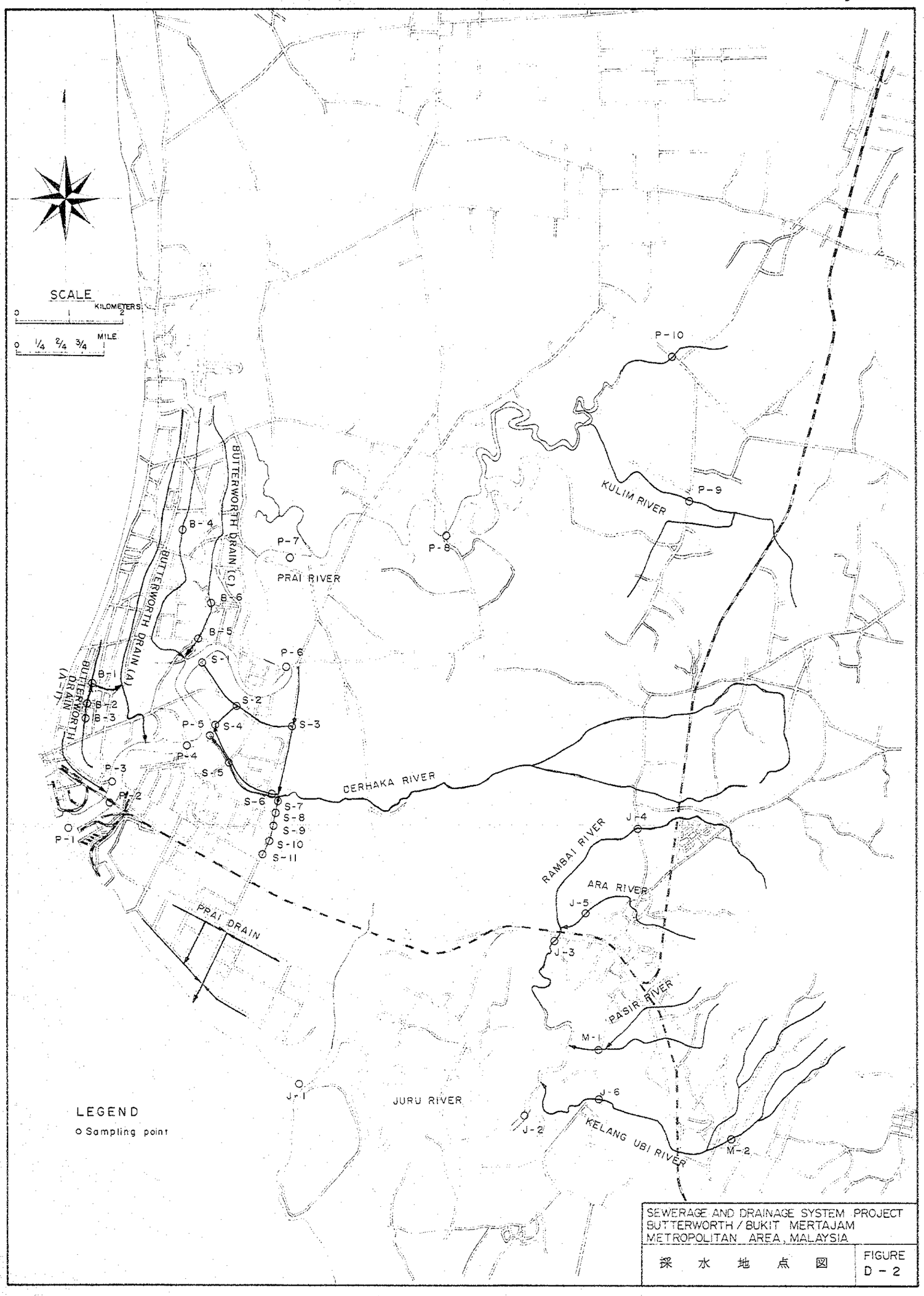
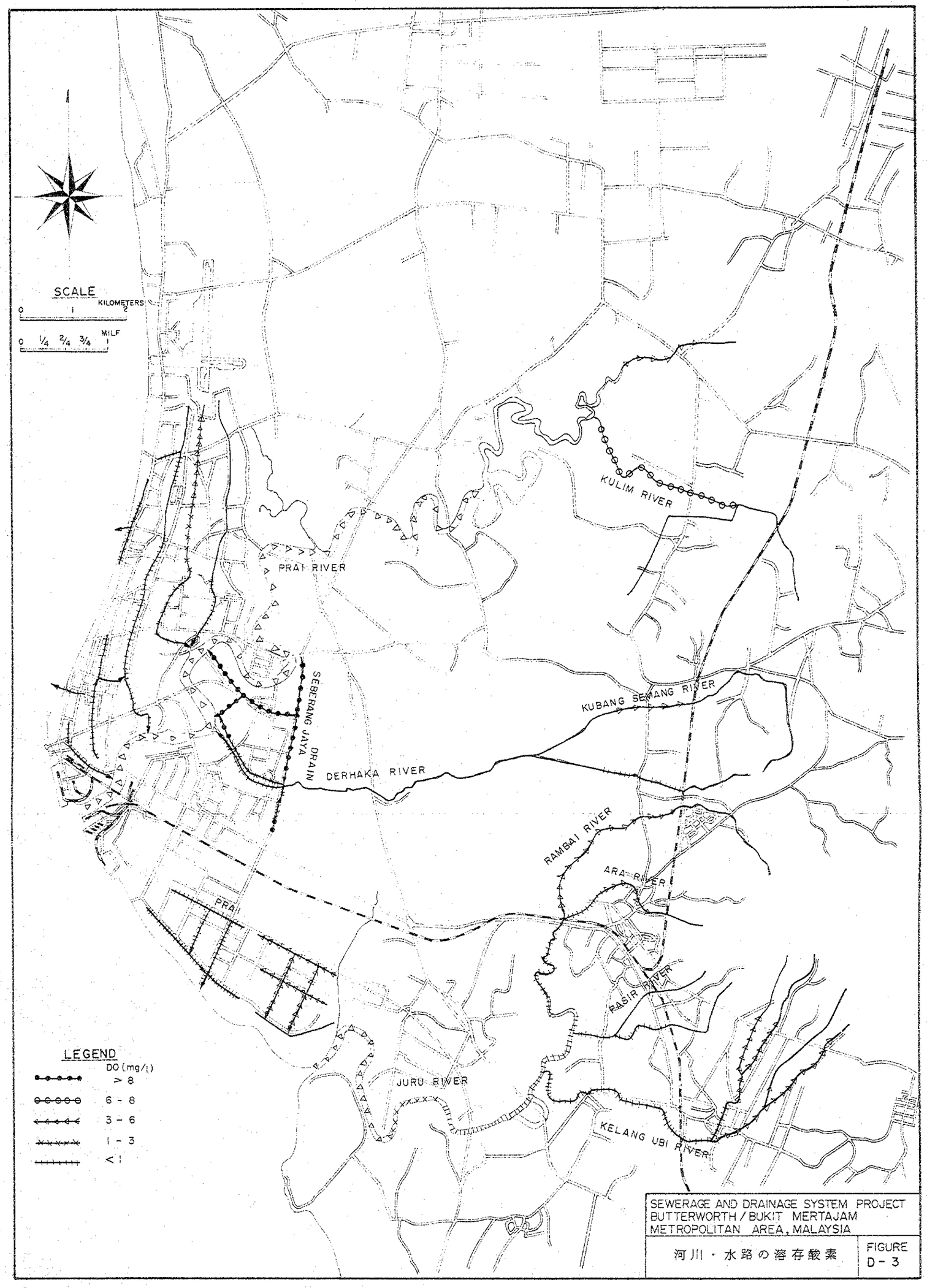

SCALE
KILOMETERS
0 1 2
0 1/4 2/4 3/4 MILE
P-10
KULIM RIVER
P-9
P-8
P-7
PRAI RIVER
BUTTERWORTH DRAIN (C)
BUTTERWORTH DRAIN (A)
BUTTERWORTH DRAIN (A-1)
B-4
B-6
B-5
B-1
B-2
B-3
S-1
S-2
S-3
S-4
S-5
S-6
S-7
S-8
S-9
S-10
S-11
P-6
P-5
P-4
P-3
P-2
P-1
DERHAKA RIVER
RAMBAI RIVER
ARA RIVER
J-4
J-5
J-3
PRAI DRAIN
PASIR RIVER
M-1
J-1
JURU RIVER
J-6
J-2
KELANG UBI RIVER
M-2
LEGEND
Sampling point
SEWERAGE AND DRAINAGE SYSTEM PROJECT
BUTTERWORTH / BUKIT MERTAJAM
METROPOLITAN AREA, MALAYSIA
採 水 地 点 図
FIGURE
D - 2

Figure D-3


SCALE
KILOMETERS
0 1 2
0 1/4 2/4 3/4 1 MILE
KULIM RIVER
PRAI RIVER
SEBERANG JAYA DRAIN
KUBANG SEMANG RIVER
DERHAKA RIVER
RAMBAI RIVER
ARA RIVER
PRAI
RASIR RIVER
JURU RIVER
KELANG UBI RIVER
LEGEND
DO (mg/l)
> 8
6 - 8
3 - 6
1 - 3
< 1
SEWERAGE AND DRAINAGE SYSTEM PROJECT
BUTTERWORTH / BUKIT MERTAJAM
METROPOLITAN AREA, MALAYSIA
河川・水路の溶存酸素
FIGURE
D - 3

表D－1　河川および水路の水質

地点番号	採水日時	T	PH	EC	DO	PV	SS	Cl⁻	大腸菌
		℃		m℧/cm	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	N/mℓ
P－ 1*	16 Dec.13:00	28.6	7.3	32.5	5.2	3.4	15	9,500	—
P－ 1**	17 Dec. 7:45	27.1	7.0	41.9	6.0	1.8	8	14,700	—
P－ 2**	9 Dec.16:20	28.9	8.3	47.2	8.4	—	—	—	—
P－ 3*	3 Dec.14:20	32.2	6.0	41.3	5.3	8	303	12,190	138
P－ 4**	9 Dec.15:55	29.3	8.2	45.1	8.7	—	—	—	—
P－ 5**	4 Dec. 9:57	27.7	6.9	28.2	4.2	—	—	—	—
P－ 6**	4 Dec.10:10	27.7	6.7	22.6	3.9	3	15	7,160	561
P－ 6**	9 Dec.14:00	28.4	7.6	32.2	4.4	—	—	—	—
P－ 7**	9 Dec.15:00	29.2	7.7	27.1	5.2	—	—	—	—
P－ 8**	4 Dec.11:00	27.2	6.8	0.1	3.8	2	20	222	25
P－ 9**	4 Dec.11:40	25.8	7.2	0.4	7.5	1	21	9	110
P－10**	4 Dec.11:45	28.2	6.7	0.4	4.3	1	11	8	43
J－ 1*	5 Dec. 9:20	27.4	6.6	37.2	3.6	—	—	—	—
J－ 1**	17 Dec. 8:44	26.7	7.8	43.6	6.9	3.3	62	15,600	15
J－ 2*	5 Dec. 8:50	27.9	6.2	3.8	0.5	—	—	—	—
J－ 3**	5 Dec.12:30	28.4	6.5	0.1	0.9	—	—	—	—
J－ 4**	5 Dec.12:55	26.6	6.6	0.2	2.0	—	—	—	—
J－ 5**	5 Dec.11:35	30.1	5.8	0.5	0.3	—	—	—	—
J－ 6**	5 Dec.12:40	27.7	6.5	0.2	0.7	—	—	—	—

（つづく）

* 低潮

** 高潮

表D－1　河川および水路の水質

地点番号	採水日時	T	pH	EC	DO	PV	SS	Cl－	大腸菌
		℃		m℧/cm	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	N/mℓ
B－1	7 Dec. 14:30	33.4	5.8	0.6	0.9	—	—	—	—
B－2	7 Dec. 14:45	34.4	6.6	0.6	0.7	—	—	—	—
B－3	7 Dec. 15:00	33.4	6.7	0.6	0.7	—	—	—	—
B－4	14 Dec. 18:30	28.8	7.0	0.5	1.1	—	—	—	—
B－5	3 Dec. 15:00	31.3	6.2	4.8	0.1	—	—	—	—
B－6	3 Dec. 15:10	33.7	6.2	0.5	0.5	—	—	—	—
S－1	3 Dec. 15:50	30.7	6.4	8.1	11.5	—	—	—	—
S－2	3 Dec. 15:45	30.7	6.4	2.6	12.9	—	—	—	—
S－3	3 Dec. 14:40	31.8	6.6	0.2	11.7	—	—	—	—
S－4	3 Dec. 15:58	28.5	6.6	0.2	0.2	—	—	—	—
S－5	3 Dec. 16:10	28.2	6.2	0.7	0.5	—	—	—	—
S－6	3 Dec. 16:15	31.4	6.1	0.1	0.5	—	—	—	—
S－7	3 Dec. 16:40	30.5	7.8	0.6	0.9	—	—	—	—
S－8	3 Dec. 16:35	27.7	7.8	0.1	2.3	—	—	—	—
S－9	3 Dec. 16:30	32.0	7.9	0.4	0.7	—	—	—	—
S 10	3 Dec. 16:32	32.3	7.9	0.3	1.8	—	—	—	—
S－11	3 Dec. 16:25	33.5	8.5	0.6	21.9	—	—	—	—
M－1	5 Dec. 11:40	28.4	6.5	0.3	0.7	—	—	—	—
M－2	5 Dec. 10:00	24.7	7.3	0.3	2.3	—	—	—	—

—：測定せず

3. 海域の調査

(1) 採水および分析

調査は１９７６年１２月にプライ河口から南方および北方に約13km をペナン海峡に沿って行った。

（図Ｄ－４参照）

資料は表面水を取り図Ｄ－４に示すとおり２６地点で次の項目を分析した。

a. 水　温（Ｔ）

b. ＰＨ

c. 電導度（ＥＣ）

d. 溶存酸素（ＤＯ）

e. ＰＶ

f. Cl^-

g. ＳＳ

h. 大腸菌

水温、ＰＨ、電導度、および溶存酸素は採水後直ちに携帯用水質器で測定し、その他の項目は、実験室に持ち帰り分析を行った。

分析方法は、前述の 2.(1) と同様である。

(2) 調査結果

分析結果は表Ｄ－２に示すとおりである。

a. 水　温

調査期間中に得られた表面水の水温は、２6.5℃～28.6℃で日の出とともに午前中に上昇する。日中の差は 2.5℃ 以上である。日中の気温差と強い潮流が海水の混合を促進する。

b. 電導度と Cl^-

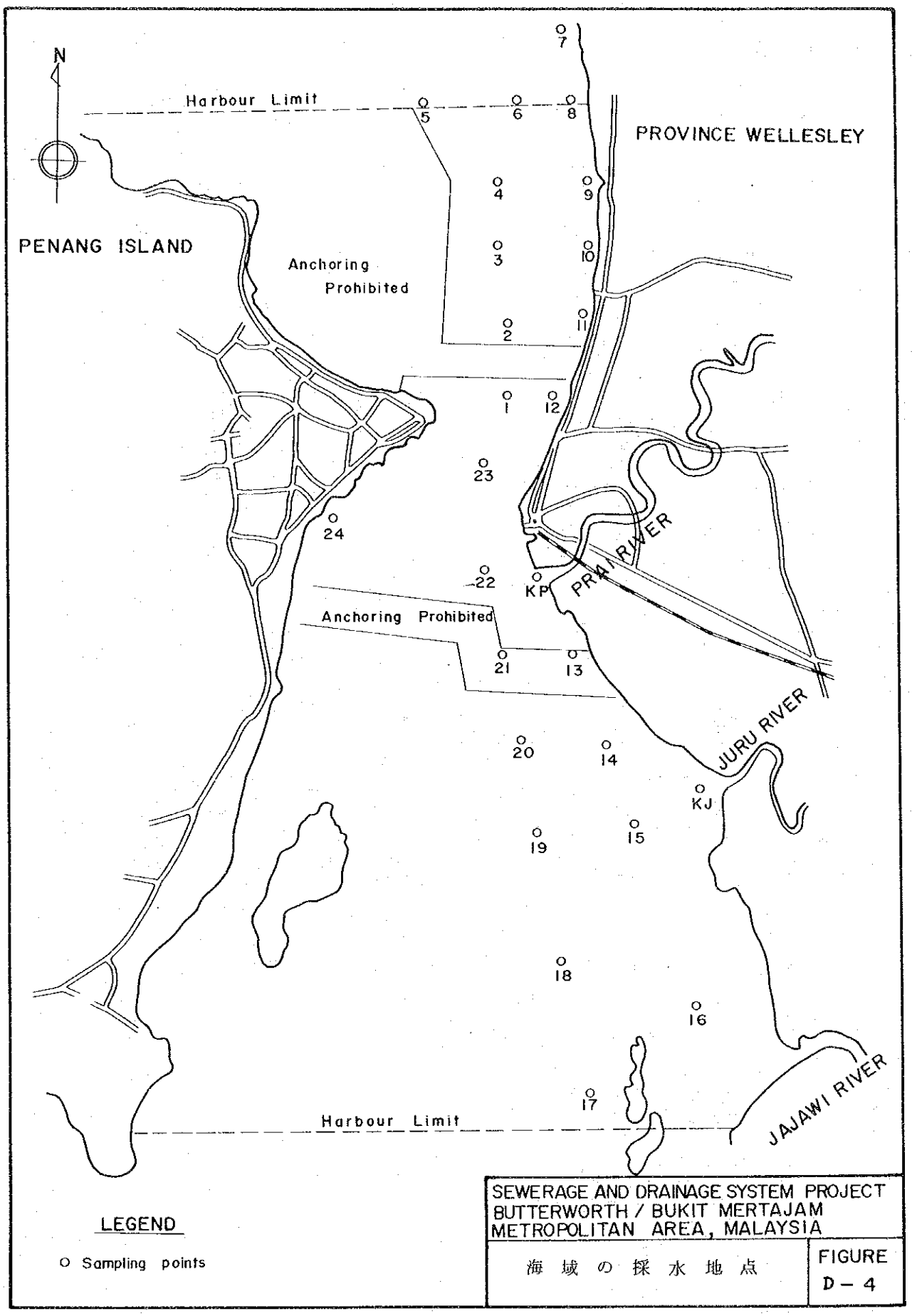
電導度と Cl^- は海水への真水の浸入度を示す。図Ｄ－５に示す電導度は干潮時におけるプライ川の流出範囲を示す。表Ｄ－２に示す、地点８、１３、１５、１６、２２、ＫＰおよびＫＪの低い値は河川水による海水の希釈を示している。

c. ＤＯとＰＶ

表Ｄ－２に示すＤＯとＰＶ値は、ペナン海峡は有機汚濁物質による汚染がまだ進でんいないことを示している。

しかし、河口近くにおいては、水質が悪くなっている。

FIGURE D-4


N
Harbour Limit
PROVINCE WELLESLEY
PENANG ISLAND
Anchoring Prohibited
Anchoring Prohibited
PRAI RIVER
JURU RIVER
JAJAWI RIVER
Harbour Limit
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
KP
KJ
LEGEND
O Sampling points
SEWERAGE AND DRAINAGE SYSTEM PROJECT
BUTTERWORTH / BUKIT MERTAJAM
METROPOLITAN AREA, MALAYSIA
海 域 の 採 水 地 点
FIGURE
D - 4

表D－2　海水の分析結果（ペナン海峡）

地点番号	T	PH	EC	Cℓ⁻	DO	PV	SS	大腸菌
	℃		mℳ/cm	o/oo	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	N/mℓ
1	27.1	7.7	47.7	18.4	6.8	1.6	3	5
2	27.3	7.9	46.7	18.4	6.8	1.3	14	18
3	27.6	8.0	47.9	17.0	6.8	1.2	9	2
4	27.5	8.0	47.8	17.3	6.8	1.1	5	0
5	27.4	8.0	48.0	17.2	7.0	1.4	12	0
6	27.6	8.0	47.8	17.3	7.5	1.3	3	2
7	27.7	7.9	48.3	17.2	7.3	2.0	20	0
8	27.9	7.8	43.9	14.6	6.9	2.7	21	0
9	28.3	8.0	49.2	17.3	6.9	1.4	14	0
10	28.6	8.0	49.1	17.2	7.1	1.8	27	1
11	28.6	8.0	49.0	17.2	7.3	1.8	55	0
12	28.2	7.9	48.8	—	6.3	—	—	—
13	26.5	7.9	46.8	17.3	6.8	1.5	14	1
14	26.7	8.0	47.7	17.3	7.3	1.5	11	4
15	27.1	7.5	46.3	17.1	7.5	1.5	24	0
16	26.4	8.1	46.1	17.1	7.2	1.6	12	0
17	27.0	8.0	48.0	17.3	7.5	1.0	5	0
18	27.3	8.0	47.7	17.3	7.7	1.3	16	0
19	27.3	7.9	47.7	17.2	7.2	1.3	3	1
20	27.5	7.9	47.7	17.4	6.8	1.0	8	4
21	27.6	7.9	47.5	17.2	7.9	1.1	5	7
22	28.6	8.3	47.7	17.8	7.3	0.8	6	0

（つづく）

表D－2　海水の分析結果（ペナン海峡）

地点記号	T	PH	EC	cℓ－	DO	PV	SS	大腸菌
	℃		m℧/cm	o/oo	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	N/mℓ
23	28.2	8.3	47.8	17.4	7.5	1.2	3	2
24	28.2	8.3	48.2	17.3	7.3	1.4	12	365
KP	28.6	7.3	32.5	9.5	5.2	3.4	15	125
22	28.4	7.7	38.2	12.5	5.5	3.2	8	145
KP	27.1	7.0	41.9	14.7	6.0	1.8	8	20
KP＊	26.2	7.5	43.1	17.0	6.8	2.4	114	305
KJ	26.7	7.8	43.6	15.6	6.9	3.3	19	15
KJ＊＊	25.7	7.8	41.2	16.5	6.1	2.3	62	30

注：＊深2.7 m、＊＊深5.0 m

T　：水　温

EC：電導度

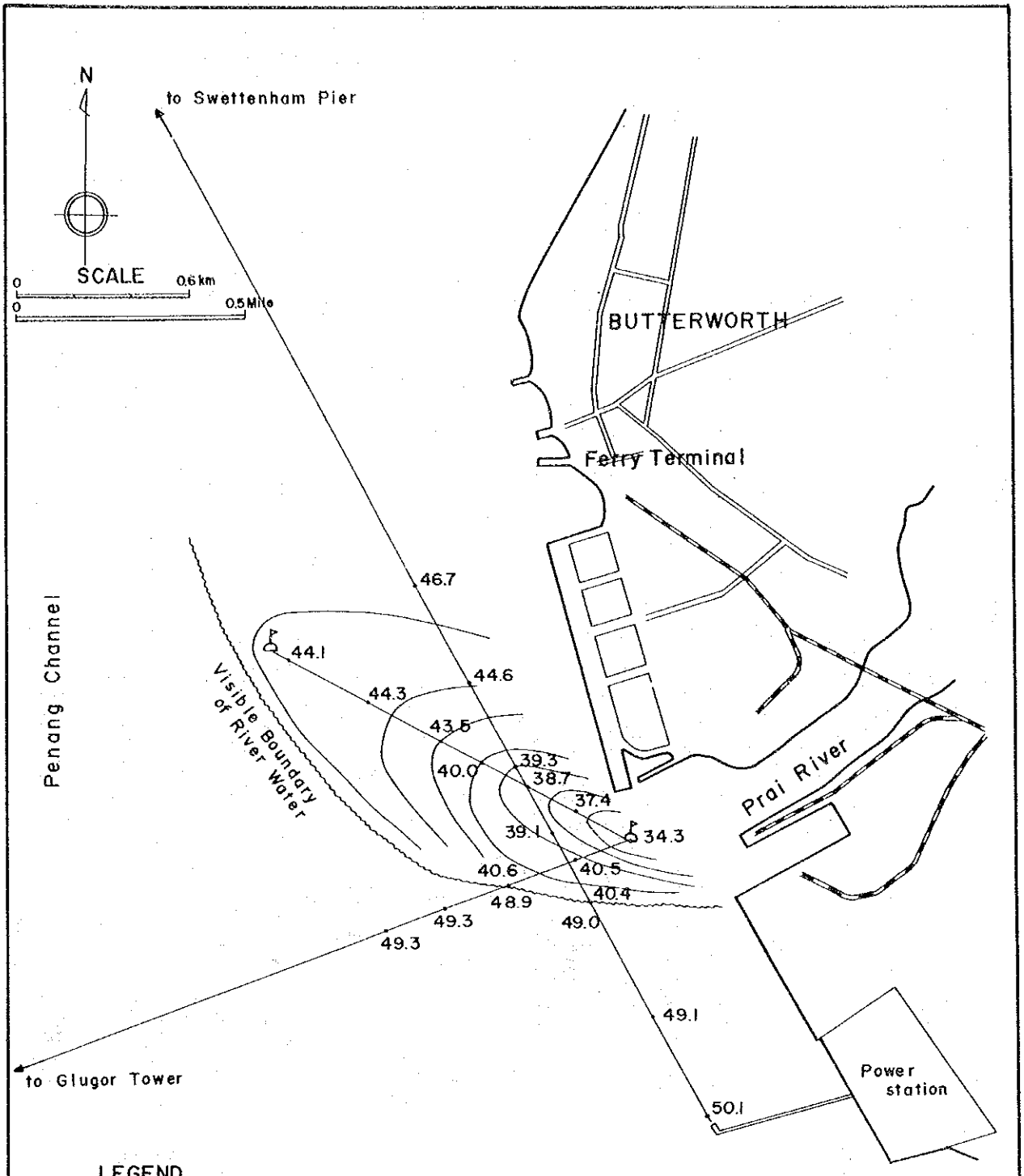
DO：溶存酸素

PV：Oxygen Absorbed from Acid Manganate

SS：浮遊物

測定日時1976年12月16～17日

特別な場合を除いて採水は表面から行なった。



LEGEND

44.1 Sampling point and figures of electric conductivity in mv/cm

Note: Sampling date
Dec. 16, 1976
(13:00～15:00)

SEWERAGE AND DRAINAGE SYSTEM PROJECT BUTTERWORTH / BUKIT MERTAJAM METROPOLITAN AREA, MALAYSIA	
干潮時のプライ川流出状況	FIGURE D-5

d、ＳＳと浮遊物質

分析結果はＳＳ濃度は沿岸より沖合の方が低いことを示している。これは、潮流と波によって、浅瀬の底質の縦方向混合のためとみられる。ジュル、プライ川河口の水面下のＳＳ濃度は表面水のそれよりも高い。これも同様な理由によるものとみられる。

調査区域は、ペナン港域に含まれ、プラスティック、木片、船から捨てたゴミ、あるいは、ジョージタウン、バタワースやその他の市街地からの水路や川から流れてくるゴミ等の浮遊物質がみられる。これらは地点５、１８、そして水路に沿った地点で見つけられる。

e．大　腸　菌

ジョージタウン、バタワース、そして他の市街地からの汚水流出にもかかわらず、大腸菌の濃度は、プライ川河口やジョージタウン下水道放流口付近を除いては比較的低い。

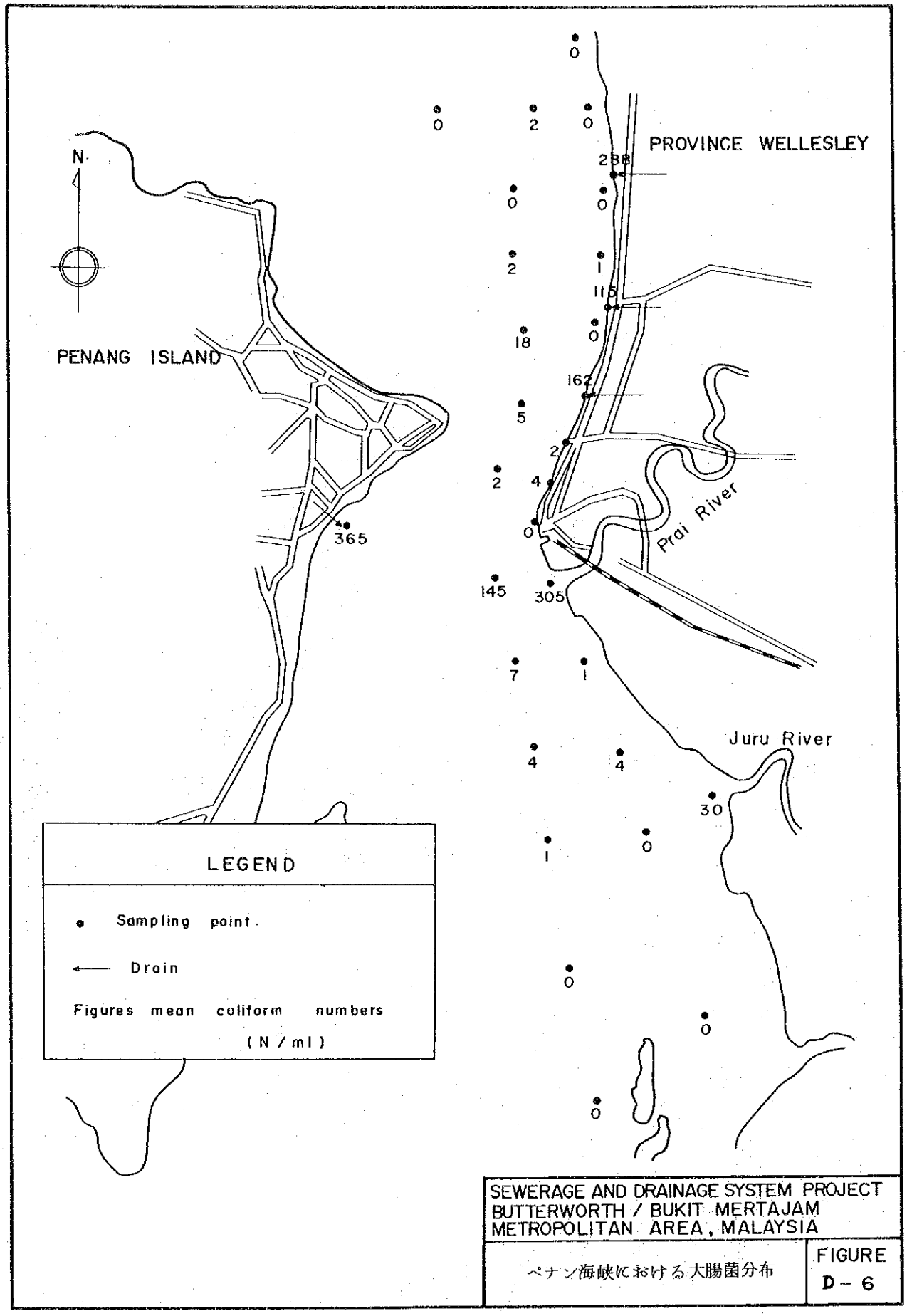
沿岸水の調査では、図Ｄ－６に示すように下水の流出地点付近にのみ認められた。バタワースの沿岸は、住民の海水浴場として使用され、大腸菌汚染は、海水浴や他のリクリェーションのために影響のない濃度におさえるべきである。

ＷＨＯ基準は、沈澱大腸菌を基にしており、海水浴に対しては0.5cells／mℓ 以下を許容値とし、0.5～２cells／mℓを微汚染、１０～２０cells／mℓ を汚染、２０cells／mℓ 以上を強汚染としている。

f．そ　の　他

プランクトン ： プランクトン群がペナン海峡沿岸にしばしば発生する。赤い動性のプランクトンが発生し、水面に薄い層を成している。発生範囲は約１～２ｋｍ の長さ、0.5～1.0ｋｍの広さと比較的小さく葉緑素含有量は、水中のプランクトン指標で、１９７６年１２月の調査時では0.4mg／m³ と高くはなかった。

沈殿物 ： ペナン海峡の沈殿物は水質調査といっしょに調査した。プライ工業地区付近の沈殿物は沈泥で、長い間に潮流によって蓄積されたものであろう。この泥は灰色で黒い有機物および黒い泥は含んでないが、硫化水素臭をもつ。プライ、ジュル川河口の沈殿物もまた灰色泥で、黒い排水および泥の影響を受けるにもかかわらず、それほど汚染されてはいない。これは、潮流の洗浄効果のためであろう。バタワースの区域のほとんどは砂質である。



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

ペナン海峡における大腸菌分布

FIGURE D - 6

附E　設計データ

1 要　約

この章においては、下水道設備の設計に必要な基本数値―平均流速公式、施設の形状寸法、下水の水理、施設の材料や硫化物の制御に必要となる基準を要約し以下に示す。

(a) 管路や水路の設計はマニング公式を使用するものとする。

(b) 公共汚水管の径は225㎜以上とする。

(c) 土被りは、荷重に対して特別な防護を施さない場合1m以上とする。

(d) 汚水管においては、陶管に対してマニング公式n＝0.013、満管または50％で流速を60cm/sec以上出すよう、鉄筋コンクリートまたはセメント管では最小流速を75cm/secとするよう設計施工されるものとする。

(e) 雨水管の流速は80cm/sec以上とする。

(f) 汚水管の容量は時間変動を考慮して決めなければならない。

(g) 管の最小勾配は、口径別に決めなければならないがどの場合にもコンクリート管で75cm/sec以上陶管で60cm/sec以上の流速を保つものとする。

(h) 下水管は一般にマンホール間に直線で敷設される。例外は曲線部の清掃が確実で有利な場合のみである。

(i) 下水管の接合は、管頂が同じ高さに置かれるものとする。

(j) 口径300㎜以下の汚水管は陶管とする。1,800㎜までは、国際的基準の遠心力鉄筋コンクリート管とする。

(k) コンクリート管の継手はゴムガスケットとし、陶管では押し込み式の弾力のあるタイプの継手を使用するものとする。

(l) マンホール間隔は200m以下とする。

2 設計諸元

下水管の容量決定に際しては、次のような考慮をする。

(1) 汚　水　管

a 家庭汚水のピーク流出量

b 工場のピーク排水量

c 地下水の浸入

d 掘削深

e 処理施設の位置

f ポンプ場の必要性

g 自己掃流及び硫化物発生防止に必要な流速

(2) 雨　水　管

a 計画確率年降雨に対する最大流出量

b 地域内の地形

c　川の状況

d　ポンプの必要性

3　平均流速公式

下水の流量決定には様々な公式がある。広く使用されるのは次のようなものである。

a　シェジー公式

b　マニング公式

c　クッター公式

d　ヘーゼンウィリアムス公式

クッターとマニング公式は満流やそれ以下の流れに対して、種々の形の水路に最もよく使われる。クッター公式は広く使用され、グラフや表が利用できるが、経験式であることと煩雑さという理由であまり使われなくなってきている。マニング公式は、式が簡単であることやn値がクッター公式と本質的に同じであることより、ますます広く使用されている。

クッター、マニング、ヘーゼンウィリアムスの3公式について円形管の流速を比較した。流速は、径225㎜から1,800㎜までクッター、マニング式では、n ＝0.013とし、ヘーゼンウィリアムス式ではこれに対応した、c＝110にて計算した。

表E－1に示すように、3式の計算結果は本質的には同じであり、小口径管ではクッター公式がもっとも小さな値となるが、口径が大きくなるに従い、順序は逆転する。この計算結果から式の適応性を判断するのは困難であるが、マニング公式が中間の値を示していることは明らかでありこれを採用するのが最も妥当であると考え本計画ではマニング式を用いることにする。

表E－1　流速の比較

管　径	勾配 ※	クッター（n＝0.013）	マニング（n＝0.013）	ヘーゼンウィリアムズ（c＝110）
225㎜	0.0045	0.700	0.758	0.824
300	0.0035	0.770	0.809	0.862
375	0.0026	0.784	0.809	0.845
450	0.0022	0.825	0.841	0.866
525	0.0018	0.835	0.843	0.857
600	0.0016	0.866	0.869	0.874
675	0.0014	0.881	0.879	0.876
750	0.0013	0.914	0.909	0.899
900	0.0011	0.955	0.944	0.922
1,050	0.0009	0.960	0.946	0.912
1,200	0.0008	0.991	0.975	0.931
1,350	0.0007	1.004	0.987	0.932
1,500	0.0007	1.078	1.058	0.996
1,800	0.0007	1.218	1.195	1.118

注：※必要最小勾配

これらのことより、管渠の設計にはマニング公式（次式）を推奨する。

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

ここに、　n：粗度係数

R：径深、m

S：勾配

粗度係数を選ぶときには注意が必要である。一般には、管の継手や材料により0.013～0.015が使用される。表E－2はマニング式に対する異なった材料に対するn値をまとめたものである。

表E－2　マニングのn値

管の材質	マニング公式のn値
1）暗渠	
アスベストセメント管	0.010—0.015
レンガ	0.013—0.017
鋳鉄管	
ライニングなしの新管	—
セメントライニング管	0.011—0.015
コンクリート	
なめらかな表面仕上	0.012—0.014
粗い表面仕上	0.015—0.017
コンクリート管	0.011—0.015
プラスチック管	0.011—0.015
陶管	0.011—0.015
2）開渠	
ライニングをした水路	
レンガ	0.012—0.018
コンクリート	0.011—0.020
植物が密生したもの	0.030—0.040
人工の水路	
土（直線で一様）	0.020—0.030
土（蛇行しているがほぼ一様）	0.025—0.040
岩	0.030—0.045
未清掃の水路	0.050—0.140
自然水路（小水路）	
ほゞ一様な断面	0.030—0.070
断面が不規則で滞流あり	0.040—0.100

出典：WPCF設計マニュアル第9号（1970）

粗度係数の選定に影響するファクターは、材料、レイノルズ数、形、大きさや水深である。これに加えて次のようなファクターを考慮する。

(a) 継手の不そろい

(b) 沈降や横への土の移動による線形の変化

(c) 下水管内の沈殿

(d) 流下物の量と大きさ

(e) グリースや他の物質での下水管内面のコーティング

(f) 木の根、継手材、および不良継手によるモルタルのコブ、その他の突出物

(g) 下水管への横からの流入

一般に下水道の設計には清浄な水と設備での実験室で得られる値よりもはるかに高い値が使用される。ある与えられた材質の管の係数に巾があるのは前述の事項で理解できる。

マニングのn値は計画にあたっては0.013、既存のものにはすべて0.015とする。老朽化、沈殿物または施工不良についてのデータが得られる場合には既存の水路に関してはもっと高い値を用いるべきである。

計画に用いるn値0.013は、内面が滑らかで、完璧に施工された1本の長さが5フィート以上のパイプに基づいている。

4 下水管渠の設計と施工

4・1 下水管の最小管径

最小管径を決定する必要がある。なぜなら経験的に225㎜よりも小さな管では時々木片や木の根のような比較的大きなものが入りそれらのためにつまったりすることがあるからである。小さな管では、特に勾配のゆるやかな地区ではごみや木の根の除去という作業頻度が高いといわれている。

最小口径を決定するもう一つの要因は、建設費であり、これは地形的条件で大きな影響を受ける。地表勾配が1,000 m に対して0.1 m～0.3 mという平坦地では管は深くなる。結果建設費は増大する。たとえば225㎜の管で流速を75cm/sec以上に保つとすれば勾配は0.0045にしなければならない。これに対し、150㎜の管では勾配は0.0076となり1 kmの下水管に対し3.1 m深さが異なってしまう。それゆえ150㎜の管が225㎜の管より安くはならない、なぜなら掘削費の増加が管を小さくすることにより安くなる値段より大きくなるからである。これらの理由により本計画での最小汚水管径は取付管を除いて225㎜とする。

取付管はもっと小さな管を使用できる。しかし、建物内の下水管を流下した物質を容易にのみ込むために取付管は建物の下水管より大きくなければならない。経験では、末端が150㎜以上になる大きなビルの場合を除き、取付管は150㎜以上で十分である。

4・2 下水管の最小土被

交通による荷重から守り他の地下埋設物の支障とならないように下水管と道路面との間には十分な

間隔をとらねばならない。許容最小土被りは管径、土質、舗装、交通荷重により決まる。

計算によれば、土被り１ｍでコンクリートの連続基礎であれば、２０ｔトラック荷重に対して安全である。計画区域内では、最小土被りを１ｍとする。

公共の管が必要とする土被りを決定するもう一つの要因は、公共管に接続する私設下水（取付管）の長さと勾配である。私設下水管（取付管）が深いところでは、公共管を深くするよりも、建物からポンプアップした方が経済的となることがある。下水管が深くなるのは、地盤が低いが家が道路から離れた位置の場合である。

私設下水（取付管）の深さをチェックするために住宅開発地域をとりあげてみた。代表的な家で公道から家屋までの距離が３０ｍ、管の平均勾配を２％、始点の深さを３０cmとすると自然流下でこの家の下水を取り入れるため公共管の最小土被りは１ｍとなる。

以上のような結果により特別に浅く施工できるところ以外は、公共管の土被りは１ｍ以上とする。

４・３　流　　速

(1)　最小流速

汚水は固形物の沈殿による下水管の容量のロスが起きないよう常に十分な流速で流さなければならない。このことは計画区域内が平坦であるので特に重要である。考慮すべき最も重要な事項を以下に示す。

a　一般に自己掃流の最小流速は汚水管で６０cm/secである。６０cm/secの流速で固体の沈殿は防止される。

b　ブキットメルタジャム処理区の一部を除いた区域の地表勾配は、だいたい０.０１～０.０３％くらいである。下水管の勾配は一般に地表勾配よりもきついのでより高い最小流速とすれば管は深くなり、建設費は高くなる。２２５mmの管では、ｎ値０.０１３に対して流速６０cmで0.30％、７５cmでは０.４５％の勾配が必要である。仮に地表勾配が０.０３％とすればこの２つの流速に対する建設費の差は１km当り４０,０００マレーシアドルとなる。

c　マレーシアのような熱帯地域を含む暑い気候の地域において汚水管の設計流速を決めるにあたって重要視すべきことは高温による硫化物の発生の問題である。これは下水管としてコンクリートや他のセメントパイプが使われている場所では特に重要である。何故なら硫化物をコントロールしなかったならばパイプをつないでいるセメントが攻撃され、遅かれ早かれパイプは構造的に破損を受けることになるだろう。

他の国々でのこの問題に関する経験によれば硫化物のコントロールの最も有効な方法は、平均流速を少なくとも７５cm／secに保つことだとされている（追補参照）。７５cm／secあるいはそれ以上の流速では下水管内の硫化物の発生は避けられるだろう。最終設計に当たっては硫化物の危険性（これは流速と同様、ＢＯＤと気温によるものである）を評価するためにより精密な方法が用いられるべきであるが、マスタープランでは先に述べた一般的な方法でよしとしておく。

硫化物問題に対するもう一つの解決策はコンクリートやその他の腐食性の材料が使われているところに適当なライニングやコーティングを行いパイプを守ることである。

d　雨水渠に関しては、より高い流速が望ましい。何故ならば雨水は一般に砂利や大粒の砂のように比較的重い固形物を含んでいるので、そのためにより高い掃流流速が必要となるのである。開きょに関しては、必要により比較的緩い勾配が許される。というのは開きょから沈殿物を取り除くことには比較的費用がかからないからである。

上に述べた説明を考慮して、次の基準を推奨する。

全ての汚水管は満管あるいは½流量での陶管の平均流速がマニング公式のn＝0.013で60cm／sec以上、また鉄筋コンクリート管や他のセメント管では最少流速は75cm／secとなるように設計施工し必要ならば適当なライニングやコーティングをしたパイプを使うべきである。

雨水管においては流速は少なくとも80cm／secにすべきである。地表の傾斜が比較的ゆるやかな地域の開きょに関しては沈殿物の除去が簡単かつ安価の場合には流速が30cm／secとなってもよい。

(2)　最大流速

最大流速は下水管の浸食を防ぐために3.0m／secを起えないようにする。地表が急勾配で流速が3.0m／secを起える場所では浸食と衝撃による変位を防ぐために特別な設備が必要となる。

4・4　設計水深

ペナン州における平均気温は27℃で下水の温度もまた高くなる。よって、生下水は急速に嫌気的になりがちだし、硫化物を発生しやすくなる。先に述べたように硫化物問題の解決に有効な処置のうち計画区域で活用できる有効な方法は流速を硫化物の増進を防ぐようにすることか、適当なライニングまたはコーティングパイプを使うことである。

代表地区での下水流出量の変動調査より（付録F参照）、最大流出量はたいてい午前8時と午後5時あたりに起こり、それぞれ約1時間続くことを示している。その日の残りの時間には、下水変動率はピーク時よりも低い。それ故に下水管がピーク流量の100％を基に設計されているのならば、1日の大半はパイプの中の水面上に空間ができている。

上に述べたような状態から考えて、全ての円形のパイプは100％満管状態に基づいて設計することを推奨する。

4・5　ピーク流量

ピーク流量は予期しうる瞬間的最大流量である。ピーク流量は一般に平均流量にあるファクターを乗じて得られる。小さな人口は大きなファクターを与え、大きな人口は小さなファクターを与える。ジョージタウンの下水道システムではピーク流量率を決めるための式が開発されていて長い間それを利用していて問題はない。その式は次のとおりである。

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

ここに、M：ピーク流量率

P：計画人口（1,000人）

検討中の計画区域における状態はジョージタウンのそれと似ているという事実を考慮して、ジョージタウンの式を適用することを推奨する。それ故に汚水管の流量は下記の方式のように表わされる。

$$Q = P' \times g \times M$$

ここに、Q：設計汚水量（m^3／日）

P′：人口

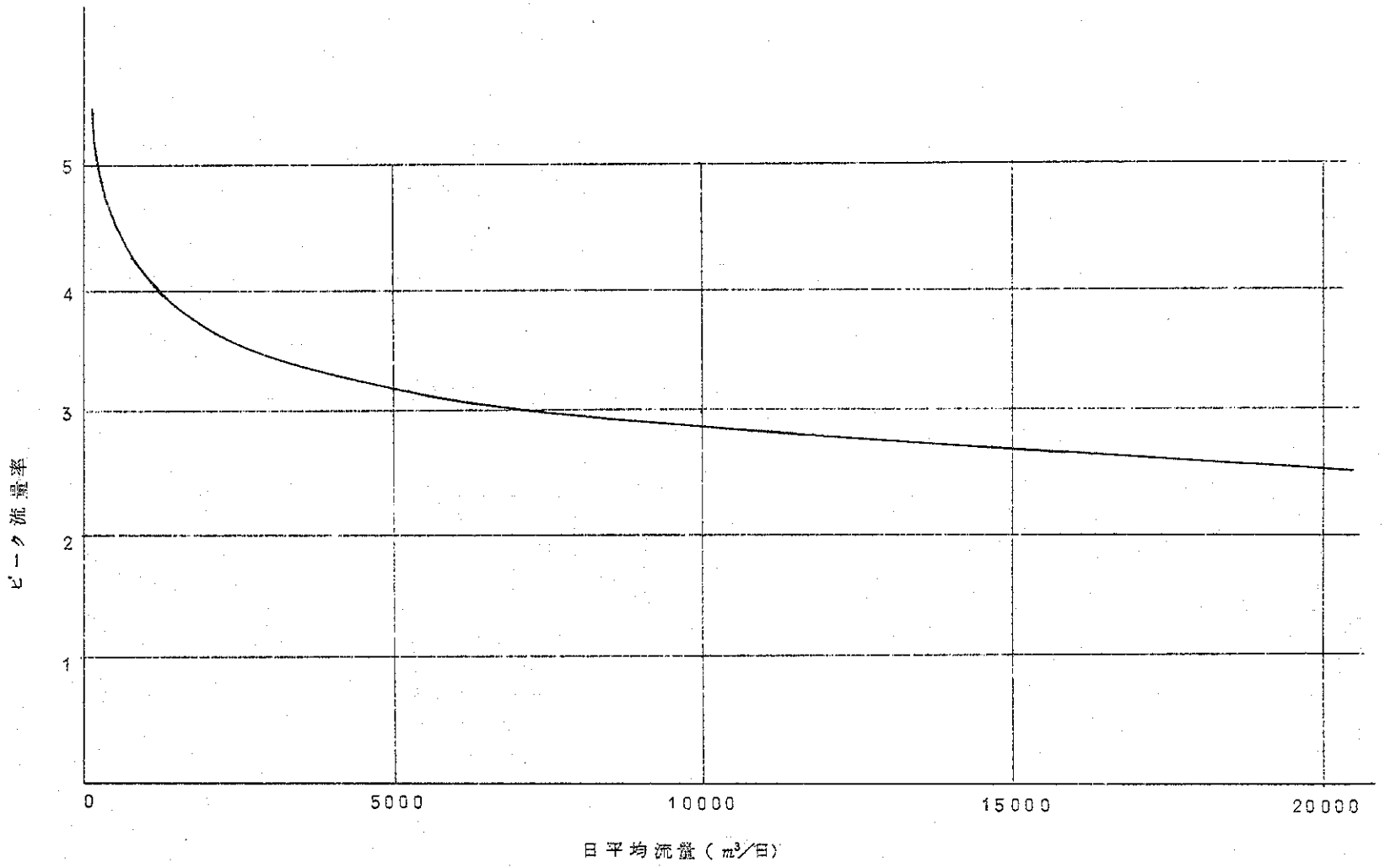
g：230 ℓ／人／日

M：ピーク流量率

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

この図式は図E－1のグラフに示す。

図E－1　日平均流量に対するピーク流量



4・6 勾　配

下水管の断面と勾配は流速が陶管では、少なくとも60cm／sec セメントパイプでは75cm／sec以上になるように設計されなければならない。それぞれのパイプ断面は硫化物をコントロールするのに必要な最低流速から決まることになる。各管種別の最小勾配は表E－3に示すとおりであるが実際はこれよりも大きいことが望ましい。

表E－3　汚水管の最小勾配

管　径	最小勾配（m／1,000m）		流速（m／sec）	
(mm)	陶　管	コンクリート管	陶　管	コンクリート管
225	3.0	4.5	0.619	0.758
300	2.2	3.5	0.642	0.809
375	1.7	2.6	0.655	0.809
450	1.4	2.2	0.671	0.841
525	1.2	1.8	0.688	0.843
600	1.1	1.6	0.720	0.869
675	1.0	1.4	0.743	0.879
750	0.9	1.3	0.756	0.909
900	0.8	1.1	0.805	0.944
1,050以上	0.7以下	0.9以下	0.834以上	0.946以上

注：マニング公式（n＝0.013）による

4・7 管の位置

下水管は一般にマンホール間を直線で敷設される。管内の清掃ができないような曲線敷設は避けるべきである。曲線敷設は管内が容易に清掃できるような大口径幹線に限られる。

4・8 接　合

小口径管が大口径管に接続されるときは同一エネルギーレベルに保つために大口径管のインバートを下げなければならない。その方法として以下に述べる4つがある。

(a) 両下水管の管頂部の高さを同一にする

(b) 両下水管の水面の高さを同一にする

(c) 両下水管の中心線を同一レベルにする

(d) 両下水管のインバートの高さを同一にする

水力学的な理由からすると方法(b)が最も望ましい。しかし、絶えず変動する流れに対して両方の水面の高さが同じである下水道を建設するのは不可能なことである。

埋設深さが小さいという理由で建設費は接続法(d)が最も安く、次に建設費がかからないのは方法(c)である。しかし、平均的な地形条件ではその差はほとんどない。それ故に、水力学的に考えても好都合で、多少費用がかかるにしても(a)を採用することを推奨する。

4・9　管の種類

下水道管のほとんどは粘土かコンクリートで作られている。アスベストセメントやその他の材料もまた、下水道管に適しているが価格的に無理であろう。

現在、マレーシアで利用できるパイプは、サイズと材料において限りがある。次に述べるパイプは、マレーシアで製造もしくは輸入され市場で手に入れられるものである。

(a)　直径３００㎜までの陶管

(b)　直径1,８００㎜までの遠心力鉄筋コンクリート管

(c)　直径６００㎜までのアスベストセメントパイプ

(d)　直径１００㎜と１５０㎜のピッチファイバーパイプ

この計画のための下水管の材料の選択に当たっては、下水管内に発生する硫化物によるパイプの浸食の問題を慎重に考慮すべきである。下水道システムが、たとえ硫化物が発生しないように設計運用されるべきだとしても、全下水道管内でこういった浸食を完全に防ぐことは不可能である。それ故に陶管やライニングやコーティングパイプといった浸食に対する抵抗性の大きい素材を使うべきである。

陶管は浸食に対する抵抗が大きいばかりでなく酸、アルカリ、その他の腐食性物質に対しての抵抗性でも他の素材よりも明らかにすぐれている。陶管の劣る点はサイズに限りがあることと他の管よりももろいということである。

遠心力鉄筋コンクリート管はマレーシアの市場で直径1,８００㎜までのものが手に入る。コンクリートパイプの有利なところは比較的簡単に必要な強度が得られ大きさや敷設延長の多様さに対応できることである。欠点は全てのセメントパイプは浸食を被るということであり、故に、硫化物浸食の問題を防ぐために、より速い設計流速が必要になってくる。より速い流速は、より大きな勾配を必要とするので、掘削とポンプの費用がかかることになる。

表E－4　下水管の価格（1976年、マレーシアドル／m）

径（mm）	管の材質		
	遠心力鉄筋コンクリート管	ハイアルミナセメントライニングをした遠心力鉄筋コンクリート管	陶　管
150	11.47	18.85	12.99
225	17.05	28.36	21.65
300	20.98	35.25	32.50
375	30.33	49.34	
450	35.25	57.87	
525	42.46	68.69	
600	47.57	76.88	
675	63.44	97.21	
750	70.82	107.70	
900	92.95	137.54	
1,050	122.95	174.75	
1,200	136.23	192.79	
1,350	179.84	246.07	
1,500	208.85	283.77	
1,800	281.47	369.67	

ピッチファイバーパイプもまた、マレーシアで直径100mmと150mmのものが手に入る。パイプ品質は一般に良質で国際的な標準にかなっている。

上に述べた状況を考慮して、下水道の素材を選ぶにあたって、次のことが考察される。

(a)　直径300mmまでの比較的小さな汚水管は原則として陶管を使うべきで、このパイプは価格的にも有利である。

(b)　直径375mmもしくは、それ以上の汚水管は国際的標準にかなったハイアルミナセメントモルタルライニングの遠心力鉄筋コンクリートパイプにすべきである。

4・10　継　　手

浸透水は、集水システムと処理施設両方の過負荷の主な原因である。ほとんどの浸透水の原因は欠陥接合か、粗雑な接合による。各戸からの公共下水道への取付管が多くの場合そのシステム自体よりも大きな浸透水を招く。故に、MPSPが材料や取付管の布設に対して適正な規約を設けることを推奨する。

多くの国々で一般に圧縮型とゴムガスケット型の接合法が下水道管内の地下水浸透を防ぐのに非常にすぐれた性能を示すことが実証されている。弾力性のある接合法の様々な形は市場で手に入る。

これらの中で、耐水性、弾力性と耐久性のある一番確実な接合法は、おそらくゴムガスケット型の接合法であろう。

上に述べたことがらを考慮して、次に述べる接合法を各下水道管に推奨する。

(a) コンクリートパイプ

最近、コンクリートパイプの製造工場は接合部に圧縮ゴムガスケットを使用している。故に全てのコンクリートパイプは弾性ゴムガスケット型で接合する。

(b) 陶　管

工場製のプッシュフィットジョイント付の陶管が手に入る。これらはポリエステルのリングやゴムのOリングが一体となっているもの、またはノブ付のポリウレタン製のものである。これらの接合材のうち浸水を防ぐものはどれでも適用できる。

4・11　マンホール

(a) 位　置

マンホールは、各管の末端に設置される。またすべての勾配、管径、方向の変る点及び交差点に設置される。しかし清掃のためにはいれるような比較的大きな下水管では、これにこだわらなくともよい。

(b) 間　隔

管径別の所要マンホール間隔は、表E－5で示したもの以下にすべきである。いかなる場合においてもマンホールは、管内で働いている人間が非常の際にたやすくマンホールにたどり着けるように200m以上離すべきではない。

表E－5　最大マンホール間隔

管径（mm）	300以下	600以下	1,050以下	1,500以下	1,650以上
最大マンホール間隔(m)	50	80	100	150	200

マンホールの最大間隔を決めるにあたって、マレーシアやその他の国々の類似した都市での例を調べてみた。1933年以来、分流式下水道を実施しているジョージタウンの場合は、600mm以下の下水管に対してマンホールの最大間隔を90mに、そして、それよりも大きな下水管に対しては150mにすることが設計の基準とされてきたが清掃にあたってなんら支障はなかった。マンホール間隔は、使用されている下水清掃装置の型によって決められるべきである。

サンドエジェクターのような高度に機械化された装置よりもロッドタイプの洗浄装置が主要な洗浄装置として使われよう。なぜなら、ずっと費用がかからないし、操作が簡単だからであり、労働力が豊富なことと労働者のために雇用機会を作り出す必要があるからである。よって最新型の清掃装置を使いより大きな間隔でよい場合を除いて表E－5に示す間隔を推奨する。

(c) 大　き　さ

特別に浅い水路や管渠まで1m以下の下水管を除いて、すべてのマンホールは人間が入ったり清掃作業に十分な大きさにすべきである。マンホールの内法寸法は少なくとも120cmとし、それ以上の寸法が望ましい。マンホールの内法寸法の標準は表E－6に示すとおりである。

表E－6　マンホールの大きさ

最小内径（mm）	接続管の径（mm）
1,200	900以下
1,500	1,200以下
1,800	1,500以下

(d) 材　　料

マンホールが洪水などによって水浸しになるかもしれない場所では鉄筋コンクリート製、鋳鉄製のいずれの場合でも密閉型のカバーをする。マンホールのカバーは60cmよりも大きくすべきである。

一般にマンホールは、鉄筋コンクリート造りの円形状のものにすべきである。比較的大きく、深いマンホールについては、重い積載量を支えるためにプレキャストコンクリート製の基礎で、テーパーつきの断面形をなし床版のついたものとすべきである。

追補　硫化物制御の方法

1　序

下水の操作上つきものの硫化水素や他の望ましくないガスは、嫌気的な環境で発生する。それゆえ、これらのガスのコントロールの鍵は、汚水を好気的に保つことである。硫化水素の発生の割合が下水管内に蓄積された汚泥と密接な関係にあることが観察されている。言いかえれば、良い設計で自浄作用のある下水管では硫化水素によって問題を引き起こすことがほとんどない。

ここに、次の３つを硫化物制御方法としてとりあげた。

1）特殊な防護はせずに流速を硫化物の発生を防ぐ速さに保つこと。

2）流速コントロールはせずに硫化物の発生が予想されるところで耐硫化物腐食の管を使用すること。

3）管の材質や、流速に特別に考慮をはらわず、好気的に保つため、空気を注入すること。

2　硫化物制御の流速

流速と限界ＥＢＯＤの関係を次式に示す

$$限界EBOD = 787 V^{3/4} b/p$$

ここに、$EBOD = BOD_5 \times 1.07^{(t-20)}$

T：温度（℃）

V：流速（m/sec）

b/p：表面積/湿潤長

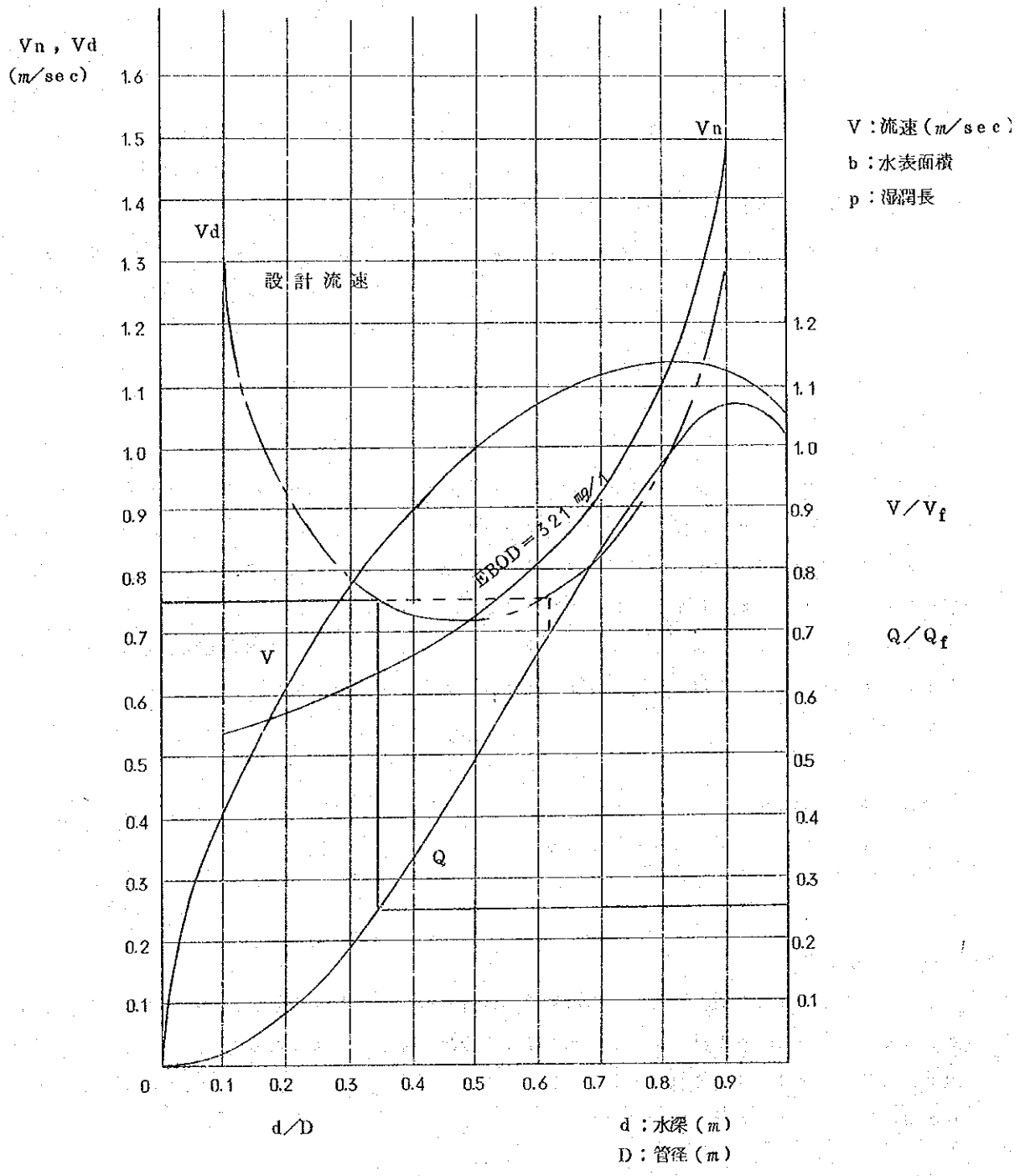
２０００年における下水のＢＯＤ濃度は、別の項で述べたように２００mg/ℓである。ＥＢＯＤの濃度は２７℃で

$$200 \times 1.07^{27-20} = 321 mg/\ell$$

２０００年の硫化物制御流速のカーブはこの追補の図Ｅ－２に示す。

限界有効BODに関するPomeroy-Davyの式

限界EBOD＝787 $V^{4/3}$ b／p



図E－2　硫化水素制御曲線

ピーク流量率が次のように示され

$$ピーク流量率 = \frac{5}{P^{\frac{1}{7}}}$$

ここに、P：人口（1,000人）

人口を4,800人とすればピーク流量率は4となる。すなわち人口4,800人の地域では、日平均汚水量がピーク流量の1/4になる。というのは、下水管では設計流量は満管としているからである。この人口に対して管径は300㎜となる（1人1日当り水量は230ℓ/人/日として）。この300㎜というのは、陶管の市場で得られる最大径である。最小流速は少くとも日平均汚水量の流速に基づいて決定されるべきである。ゆえに、最小流速を75㎜/secと決定した。

この図は仮に最小流速が75㎝/secとすると、硫化物の発生が設計流量の0.25～0.7の間で制御されることを示す。硫化物制御の問題は将来設計流量より比較的小さい流量の計画の当初の時期である。しかし図E－2に示すようにすべての流量変化に対し硫化物を制御することは不可能である。

3　耐腐食管

陶管、鉄筋コンクリート管、アスベストセメント管、ピッチファイバーパイプがマレーシアでは利用できる。硫化物腐食に対してこれらの中では陶管が最もすぐれている。しかし、利用できる陶管の市場製品は300㎜までであり大口径はコンクリート管もしくは、遠心力鉄筋コンクリート管または、現場うち管であり、これらは硫化物により腐食される。

ビニル、エポキシ樹脂、塩ビシート、ハイアルミナセメント、モルタル等の耐酸性のコーティングやライニングは酸の腐食に対してコンクリートパイプの防護に効果的である。

4　下水への空気注入

この方法は、主に圧力管にのみ有効である。

5　結　　論

以上のような考察の中で、特に下水道の将来の維持管理の問題を考慮して、すべての汚水管は、満流か½水深流で平均流速が次のような値となるよう設計、施工されねばならない。陶管で60㎝/sec以上、鉄筋コンクリート管や他のセメント管に対しては、最小流速を75㎝/secとし、適当なライニングがコーティングを施す。

附F　下水の量と質

1　家　庭　汚　水

1・1　家庭汚水の調査

1・1・1　調査概要

一人当り汚水量および負荷量の基礎資料として１９７６年１１月と１２月において住居地域における量と水質を調査した。

家庭汚水の調査にあたって家庭汚水が自然流下で直接流出し、またこの宅地の周りがコンクリート側溝で囲まれている代表的二地区を選んだ。これらの地区は、平均的住居地で、し尿は排出されていない。だからし尿の汚濁負荷についてはこの調査では推定できない。選定した地区の位置は図Ｆ－１のとおりである。

側溝の流出側で、Ｖノッチを設定し流量、採水、測定を行なった。これらの事を朝６時から夜１２時までの間で採水は２時間毎、汚水量測定は１５～３０分毎に行なった。

水温、ＰＨ、ＤＯそして電導度は携帯用水質器で測定した。

採水したものは、ＢＯＤ、ＣＯＤ、ＳＳそしてCl^-をDepartment of ChemistryとIndus Laborataries の実験室にて分析した。

分析方法は次のとおりである。

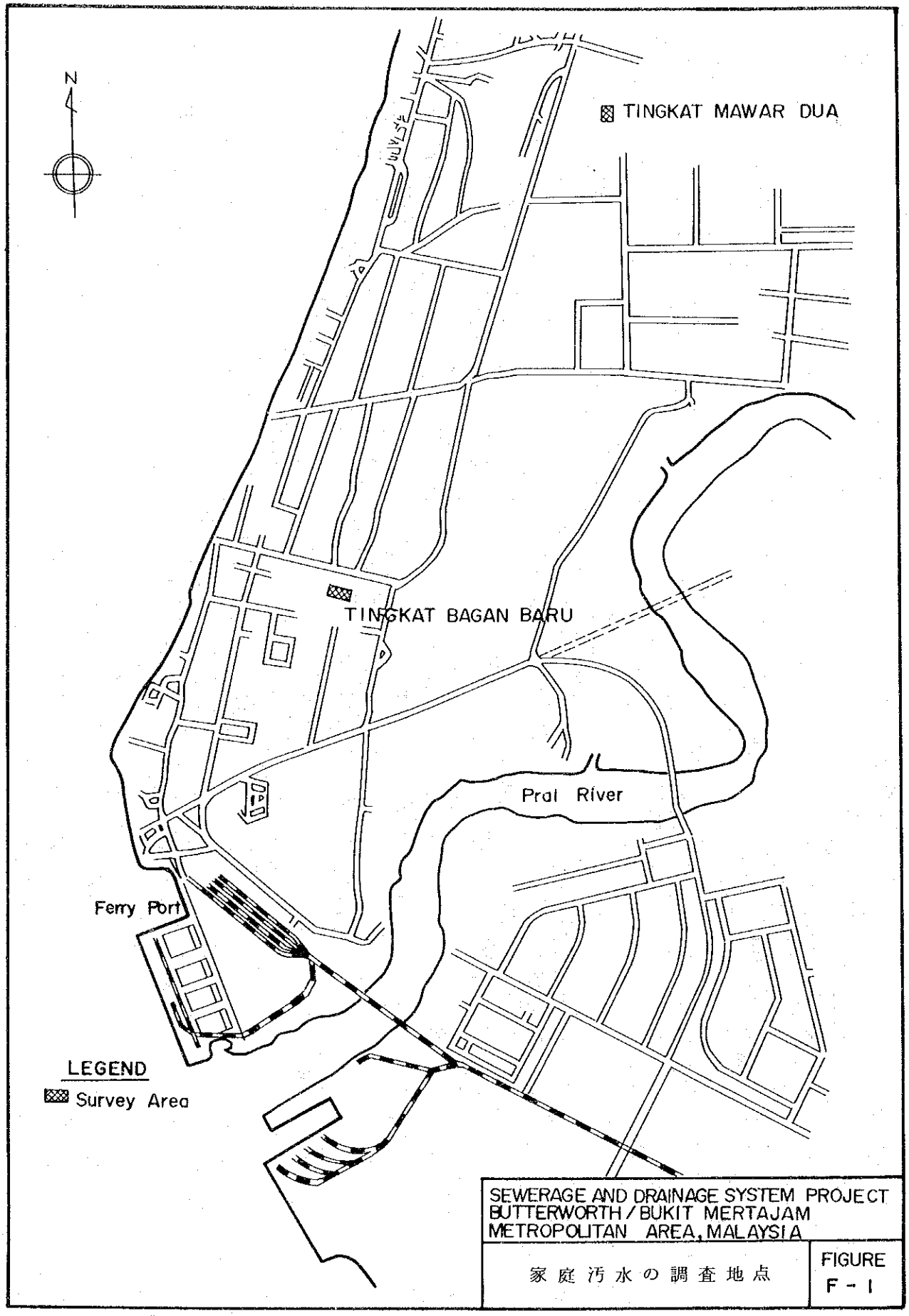
ＢＯＤ：標準法、５日間２０℃

ＣＯＤ：日本下水試験法、１００℃３０分

ＳＳ：標準法

Cl^-：標準法

Figure F-1


N
TINGKAT MAWAR DUA
TINGKAT BAGAN BARU
Prai River
Ferry Port
LEGEND
Survey Area
SEWERAGE AND DRAINAGE SYSTEM PROJECT
BUTTERWORTH / BUKIT MERTAJAM
METROPOLITAN AREA, MALAYSIA
家庭汚水の調査地点
FIGURE
F - 1

1・1・2　調査結果

家庭汚水の調査結果は表F－7、8に示すとおりである。

調査結果をもとに、BOD、SSを推定すると表F－1のとおりとなる。

表F－1　雑排水のBOD、SS濃度及び水量

地区	水量	BOD		SS	
	ℓ/日/人	mg/ℓ	g/日/人	mg/ℓ	g/日/人
R－1	93	241	22.4	31	3
R－2	95	224	21.3	42	4

住居地域からの雑排水量は約95ℓ/日/人、BODは105mg/ℓ～370mg/ℓで、表F－7、8に示すとおりである。雑排水のBOD負荷量は表F－1に示すように約22g/日/人と推定される。又SSは調査時において非常に低かったがこれは側溝にSS物質が沈殿したためと思われる。

下水道計画の家庭汚水の水量およびBODの決定にあたっては水路中の沈殿物および便所の使用水を考慮すべきである。

し尿は調査地区では水洗式共同浄化そうで処理されている。水洗水量は約60ℓ/日/人と見込まれる。

さらに、PWAの水道資料では月別平均使用量には約7％の変化がある。調査時は低い水道使用水量時に当るので約15ℓ/日/人を上積みするものとする。

よって、現在の家庭汚水量は約170ℓ/日/人と考えられる。

項目	水量（ℓ/日/人）
雑排水	95
水洗水	60
上積み水	15
計	170

表F－1に示すように、SS濃度が非常に低いのは流集する流速が低いので沈殿によりBOD物質が除去されるためと考えられる。このことは計画区域においてしばしば見うけられる、それは調査地区同様一般的な住宅地において水路勾配が非常に平坦であるためである。ここで10～20％の沈殿があると考えるとBOD負荷量で2～4g/日/人となりこれを上積みすることとする。

し尿のBOD量は13～20g/日/人と日本や他のアジア諸国では見積られている。本計画においては、日本の経験値よりし尿のBOD量を13g/日/人とする。

従って、計画区域内においては現況ＢＯＤ負荷量を３７g／日／人とする。その要約を次に示す。

項　　目	ＢＯＤ負荷（g／日／人）
雑排水（実測値）	２２
沈殿による	２
し　尿	１３
計	３７

表Ｆ－１に示すとおり雑排水のＳＳ濃度が非常に低いけれど、ＳＳ－ＢＯＤの家庭汚水の比率は一般に０.８～１.３と思われる。従ってＳＳ－ＢＯＤ比率を等しいとすれば１人当りＳＳ量は、３７g／日／人と推定できる。

現況家庭汚水の流量、水質は表Ｆ－２のとおりである。

表Ｆ－２　現況１人当り学庭汚水量と負荷量

流　量	負荷量(g／日／人)		水質（mg／ℓ）	
(ℓ／日／人)	ＢＯＤ	ＳＳ	ＢＯＤ	ＳＳ
１７０	３７	３７	２２０	２２０

１・１・３　１人当り使用水量

雑排水の実測に加えて計画区域内で選出した家庭に直接質問票で水道使用量、汚水の処分法、し尿の処分法、そして所得並びに家屋形態を調査し、１人当り汚水量を推定した。

家屋形態別の水道使用量は表Ｆ－３のとおりで、この形態別所得はＡタイプは低、Ｂタイプは中、Ｃタイプは高であった。

表Ｆ－３　一人当り水道使用量

水道使用量	家　屋　数			
（ℓ／日／人）	A	B	C	計
１００以下	1	4	0	5
１０１～１５０	5	１２	1	１８
１５０～２００	5	１１	1	１７
２０１～２５０	3	5	2	１０
２５１～３００	3	6	1	１０
３０１～３５０	0	2	2	4
３５１～４００	0	2	0	2
４０１以上	1	6	1	8
計	１８	４８	8	７４
平均使用水量	１７１	１９０	２３６	１９６

A：村落（木造）
B：テラスハウス（一階棟連続式）
C：一戸建および二戸建式

一人当り水道使用量は所得増に対し１７０ℓ/日/人から２４０ℓ/日/人と増加している。そして、中級所得層では約１９０ℓ/日/人である。

計画区域内における現況の家屋形態の比率は１９７０年の家屋統計では、表Ｆ－４のとおりである。

表Ｆ－４　計画区域内の現況家屋形態の比率

%

形　態	A	B	C
比　率	65.5	23.6	10.9

質問票の結果と表Ｆ－４を基にして現況の水道使用量を推定すると１８２ℓ/日/人となる。この値と前述した汚水量１７０ℓ/日/人の差は車の洗浄水、散水等と考えられる。

１・１・４　家庭汚水の日変化率

家庭汚水量の変化率は、調査地区において１５分～３０分毎に測定した。結果は図Ｆ－２のとおりである。そこで２つの異なったパターン即ちピークが２つの場合と３つの場合を得た。これらは、それぞれの生活活動、料理、入浴、洗たく等を反映しているものと考えられるがそれぞれのピークが必ずしも各生活活動に一致するものとはいえない。

１・２　家庭汚水の計画値

１・２・１　汚水量および水質

家庭汚水調査の結果は前述のとおりで汚水量は１７０ℓ/日/人である。これは、将来の経済成長、上水道の普及、水洗便所、その他の改善によって増加するであろう。

ＰＷＡの上水道計画と他都市の計画を基に、２０００年における家庭汚水量を２３０ℓ/日/人と推定する。

一人当り汚濁負荷量と水道使用量は経済および生活水準の高度化により増加するけれど、一般的に使用量の増加は負荷量の増加より大きい。だから汚水の水質としては将来少し減るかもしれない。そこでＢＯＤ濃度は２００mg/ℓと推定する。

この値と汚水量２３０ℓ/日/人を用いて、ＢＯＤ負荷量４６g/日/人を得る。

１・２・２　他都市の設計値との比較

他都市の汚水量および水質を比較すると表Ｆ－５のとおりである。

表F－5　他都市の設計値

都市名	目標年	BOD (mg/l)	SS (mg/l)	BOD (g/日/人)	SS (g/日/人)	流量 (l/日/人)	
バターワース	2,000	200	200	46	46	230	設計基準（推奨値）
イポー	1,968	370	276	—	—	205	平均
イポー	2,020	200	250	45	54	227	設計基準
クアラルンプール	1,985	250	—	55	—	220	設計基準
クアラルンプール	2,002	222	—	60	—	270	設計基準
サンジュアン	1,967	204	264	45	59	318	
テマガーナ	1,965	280	219	45	36	168	
ソウル	1,985	312	374	59	73	232	設計基準
日本	1,970	—	—	44	40	340	設計手びき
キールン	1,963	200	250	41	50	241	設計基準

注：上表の値は次の資料から得たものである

(1) Manila Sewerage Report（1969）

(2) Manicipality of Ipoh Sewerage Feasibility Study:ENNEX（1974）

(3) Kuala Lumpur Master Plan for Sewerage and Sewage Disposal: D, Balsour & Sons（1975）

(4) Japanese Design Manual for Sewerage System（1972）

本計画値230ℓ/日/人は、イポー、クアラルンプール、ソウルの各市の値に近い。汚水量は、地域の生活形態に影響されるが本計画区域では将来の2000年までは、商業地域は急激には拡大されないと考えられ、前述の230ℓ/日/人は妥当と考える。

一人当りBOD負荷量は、イポー、サンジュアン、テマガーナ、そして日本の各都市の値に近い、このうちでクアラルンプール、ソウル各市の値は他都市よりも高い。これは国の主要都市で商業地域が発展しているためであろう。

従って、BODは46g/日/人が妥当であると考える。

SS－BOD比率は各都市においてばらつきがあるのは、将来のSSを正確に推定することがむずかしいためであろう。比率を同じと仮定し、SS負荷量の計画値を46g/日/人とする。

1・2・3　家庭汚水の計画値

本計画での家庭汚水の計画値は表F－6のとおりである。

表F－6　家庭汚水の計画値

汚水量	一人当り汚濁負荷量		濃度	
	BOD	SS	BOD	SS
230ℓ/日/人	46g/日/人	46g/日/人	200mg/ℓ	200mg/ℓ

表F－7　家庭汚水量と水質調査の結果（住居地域－1）

時　刻	Q	T	pH	DO	BOD	COD－Mn	SS	Cl^-
	(m³/日)	(℃)		(mg/ℓ)	(mg/ℓ)	(mg/ℓ)	(mg/ℓ)	(mg/ℓ)
7：40	—	—		—	365	195	30	16
8：30	6.2	23.8	6.5	2.0	360	455	47	41
9：30	24.8	23.8	6.9	2.4	285	195	39	31
10：30	16.9	27.9	7.8	1.1	300	325	49	29
11：30	19.3	26.4	7.1	1.5	130	195	24	25
13：30	26.2	28.1	5.5	2.3	180	195	24	44
15：30	12.9	27.6	5.3	2.0	315	115	34	37
17：30	18.1	27.0	6.3	0.7	225	155	38	26
18：30	19.3	26.8	6.5	1.2	215	80	23	29
19：30	20.6	26.5	6.8	0.9	240	80	18	37
21：30	7.5	25.9	7.2	0.7	370	115	16	35
23：30	4.4	24.9	6.8	0.3	195	155	34	43

注：
- Q　流　量
- T　水　温
- DO　溶存酸素
- BOD　生物化学的酸素要求量
- COD－Mn　化学的酸素要求量
- SS　浮遊物質
- —　測定せず

採水日　1976年12月7日

採水場所：　Tingkat Bagan Baru Sepuluh, Butterworth

表F－8　家庭汚水量と水質調査の結果（住居地域－2）

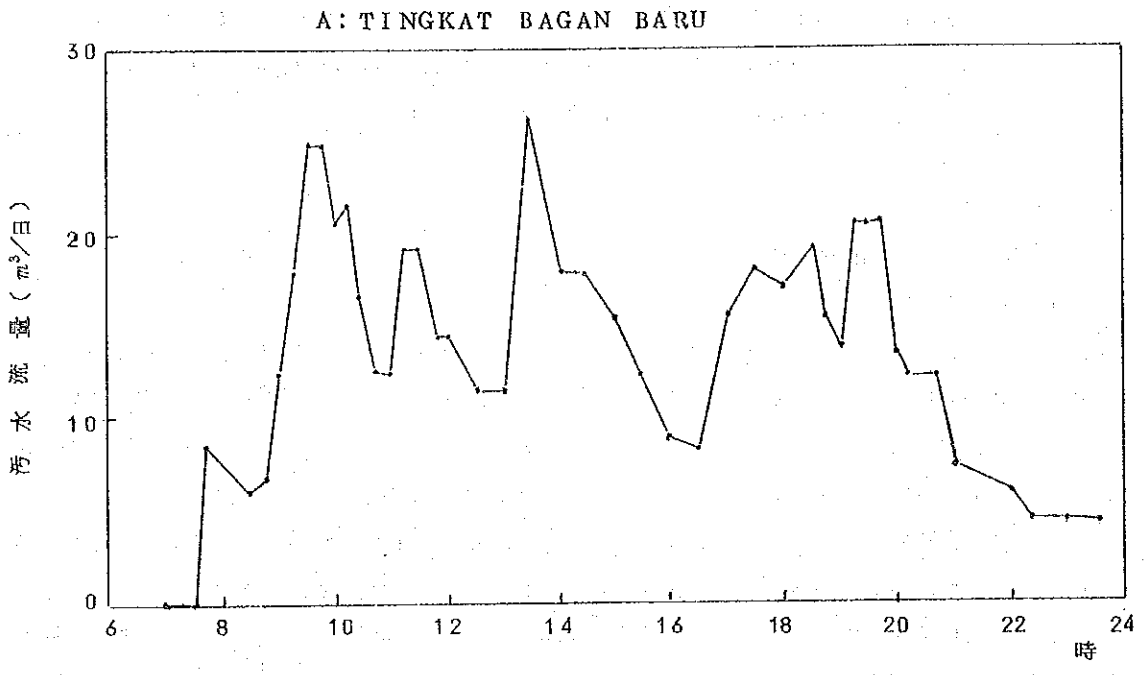
時　刻	Q	T	pH	DO	BOD	COD－Mn	SS	Cl^-
	(m^3/日)	(℃)		(mg/ℓ)	(mg/ℓ)	(mg/ℓ)	(mg/ℓ)	(mg/ℓ)
7：30	9.8	26.8	7.2	4.5	105	135	25	34
8：30	10.8	27.0	6.8	4.3	275	145	14	51
9：30	4.0	27.1	6.7	3.9	110	190	35	27
11：30	3.4	28.9	6.2	3.5	125	135	42	70
13：30	4.0	30.6	6.2	4.1	195	180	21	37
15：30	4.2	29.6	7.0	1.5	320	495	86	61
17：30	10.8	28.6	6.7	4.8	255	145	26	43
19：30	6.2	28.4	—	—	320	360	94	64
21：30	6.2	—	—	—	265	450	85	102
23：30	0.9	—	—	—	140	180	31	60

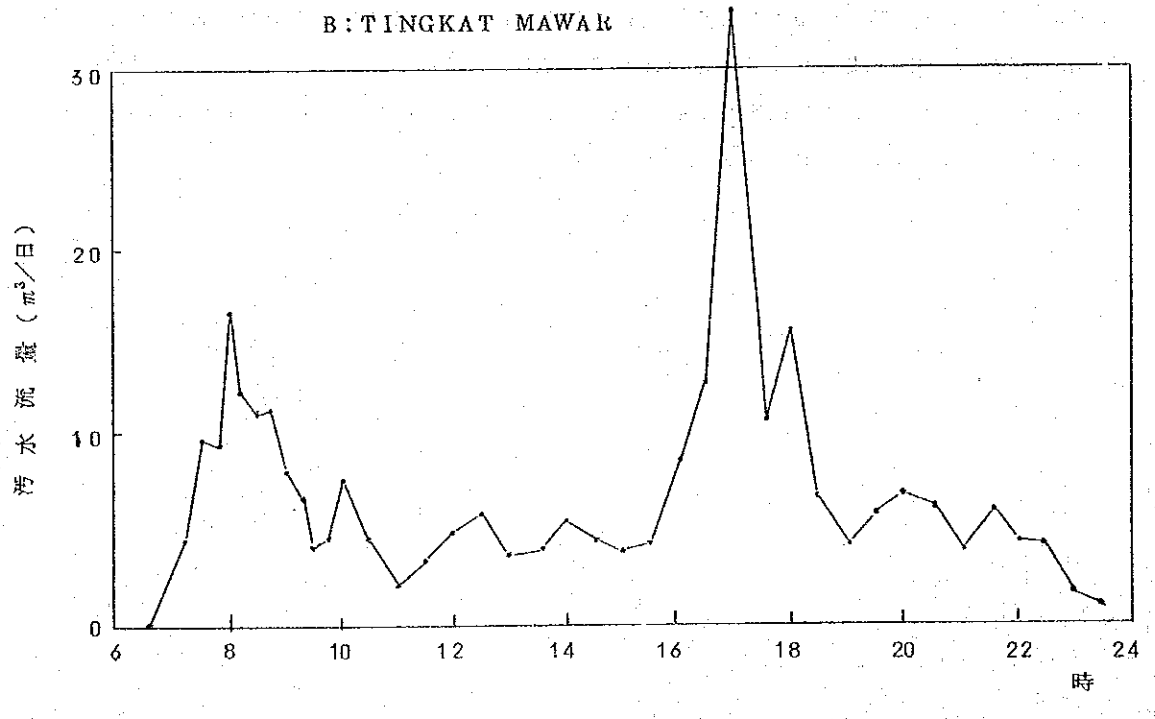
注：

Q	流　量
T	水　温
DO	溶存酸素
BOD	生物化学的酸素要求量
COD－Mn	化学的酸素要求量
SS	浮遊物質
—	測定せず

採水日　1976年12月14日

採水場所　Tingkat Mawar Dua, Butterworth





SEWERAGE AND DRAINAGE SYSTEM PROJECT
BUTTERWORTH/BUKIT MERTAJAN
METROPORITAN AREA, MALAYSIA

家庭汚水量の日変化率	図 F－2

2　工場排水量および水質

ここでは計画区域内の工場の現況と将来、ならびに工場排水の量と質について検討するものである。ここで使用したすべての資料および情報は環境庁、ＭＰＳＰ、Department of Chemisty, ＰＤＣ，ＰＷＡおよび訪問と質問票による現地調査によるものである。

２・１　総　　論

ペナン州には８工業地帯がある。そのうち５つはバタワース・ブキットメルタジャム都市圏内にある。（図Ｆ－３参照）

大、中工場のほとんどは、マクマンディン、プライ、スプランジャヤ工業地帯に存在する。残りの大、中規模工場はほとんどがブキットメルタジャム地区にそして少しは他地域に分布している。

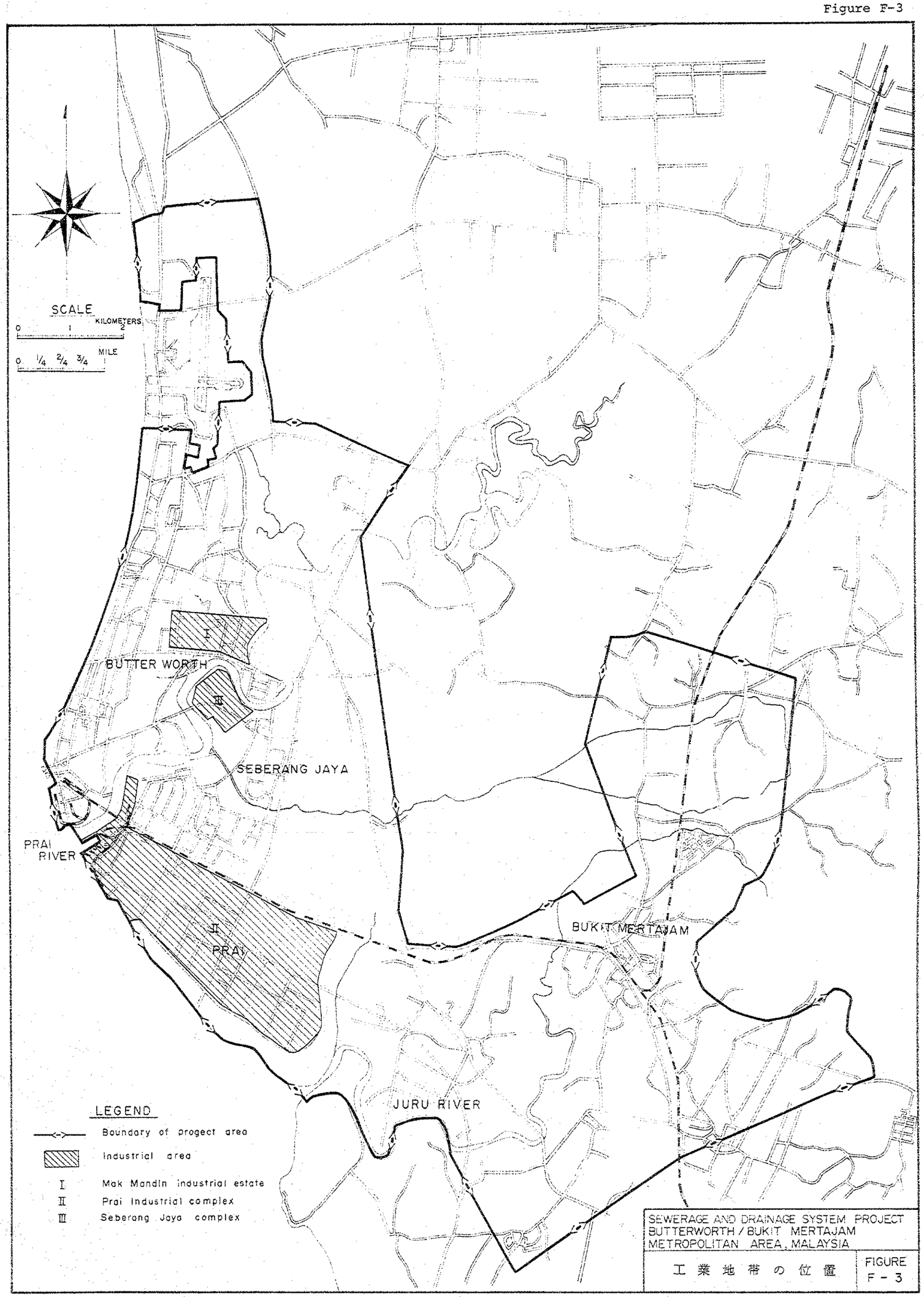
マクマンディン工業地帯は、バタワース市街地にあって約１１０ｈａの面積を占め主なものは食品工場で、その他繊維工場、軽金属、プラスチック工場等が操業している。１９７６年においては３２の工場が同地域で操業しさらに将来１３工場が操業することが予定されている。この他に４８の中規模工場がＭＩＥＬ集団として存在する。この地域はすでに飽和状態にある。

プライ工業地帯は、本計画区域の南端地域で約1,０００ｈａの区域である。マレーシアでは最大の工場地帯で、食品工業、繊維工業、軽金属、プラスティック工業その他の順で占められている。１９７４年においては、２７工場が操業し約6,０００人の従業員が従事していた。ＰＤＣの情報によれば、１９７６年末にはＭＩＥＬ集団内に７７工場、そして２３工場が立地される。このことは、同地域の開発が順調に進んでいることを示している。

スプランジャヤ工業地帯は約５０ｈａの区域である。ここは建設中で現在２工場が操業している。

各工業地帯の工場数は表Ｆ－９のとおりである。

Figure F-3


SCALE
KILOMETERS
0 1 2
0 1/4 2/4 3/4 1 MILE
I
BUTTER WORTH
III
SEBERANG JAYA
PRAI RIVER
II
PRAI
BUKIT MERTAJAM
JURU RIVER
LEGEND
Boundary of progect area
Industrial area
I Mak Mandin industrial estate
II Prai Industrial complex
III Seberang Jaya complex
SEWERAGE AND DRAINAGE SYSTEM PROJECT
BUTTERWORTH / BUKIT MERTAJAM
METROPOLITAN AREA, MALAYSIA
工業地帯の位置
FIGURE
F - 3

表F－9　各工業地帯における業種別工場数（１９７６年）

分類＊＊＊	マクマンディン 既存	マクマンディン 計画	プライ工業地帯 既存	プライ工業地帯 計画	スブランジャヤ工業地帯 既存
1	１１	1	１３	4	1
2	4	1	１１	1	1
3	2	—	6	3	—
4	4	—	9	4	—
5	—	1	4	1	—
6	5	3	１０	5	—
7	—	2	2	—	—
8	1	1	4	4	—
9	5	4	１８	1	—
計	３２＊	１３	７７＊＊	２３	2

＊　ＭＩＥＬ集団（４８工場）を除く

＊＊　ＭＩＥＬ集団を含む

＊＊＊　分類番号：　1　食品
2　繊維
3　化学
4　ゴム及びプラスチック
5　石及び陶製品
6　金属
7　電気
8　機械器具
9　その他

工業地帯以外においては、約６０の中規模そして約７００の小規模工場が散在し、これらはほとんどが住居そして商業地域に分布している。

２・２　工場排水調査

２・２・１　工場排水調査

ペナン汚染調査委員会は１９７６年にジュル川汚染を調べるためにＭＰＳＰ、Department of Chemistryと共同でプライ工業地帯において工場用水量、排水量について情報を得るために７３工場に質問票を送付した。その結果４１工場から情報を得たがさらに汚染のひどい２２工場から排出水を採水し分析を行った。

その調査に加えてマレーシアの汚染対策委員会を通じ環境庁はプライおよびブキットメルタジ

ャム地域のある工場に対し水質調査を行なった。これらの調査は現況および将来の工場地帯からの排水を推定するには十分ではない。

計画区域内における現況および将来の排水量と水質を推定するために調査班は１９７６年１１月に工場排水調査を行った。ＰＤＣの工場表を用いて工場を表Ｆ－１０のとおり９業種２９項目に分類した。質問票には、(1)用水量、(2)排水量およびその処分、(3)処理施設、(4)排出水質、(5)工場規模と拡張計画　(6)操業時間、(7)排水に関するプロセスが含まれており、これを４７工場に送付した。調査員は送付後工場を訪問し、担当者から説明を聞いた。質問票の８５％が送り返された。

さらに、工場訪問のとき悪質排水に対し７サンプルを集め、Department of Chemistry, Indus Laloratariesで分析した。

２・２・２　調査結果

用水量、排水量、排出水質、従業員数および敷地面積について環境庁、ＭＰＳＰ、そして調査班によって行なわれた調査結果の要約を表Ｆ－１１に示す。

表Ｆ－１１のすべての資料はＰＷＡからの１９７５年の用水量資料を除いて１９７６年を基礎としている。

マレーシアサイエンス大学とＭＰＳＰは１９７６年工場訪問でパタワース市街地における小規模工場の調査を行なった。パタワースにおける小規模工場数は表Ｆ－１２のとおりで、主に板金、木工、自動車修理、食品工場である。これらの工場のほとんどは家屋規模で汚濁問題に対しては重大な問題を引き起さないと思われる。

他地域の小規模工場についても同様である。

表F－10　工場分類表

コード番号		業　　種	備　　考
分類番号	グループ番号		
1		食　品	
	11	海産物	冷凍食品、かんづめ
	12	油脂類	やし油、油精製
	13	その他	
2		繊　維	
	21	紡　績	紡績糸
	22	紡　織	織　物
	23	染　色	
	24	衣服その他繊維製品製造業	
3		化　学	
	31	肥　料	
	32	合成化学	
	33	その他の化学	
4		ゴム及びプラスチック	
	41	ゴ　ム	ゴム乳液
	42	ゴム及びプラスチック加工	
5		窯業土石	
	51	ガラス	
	52	コンクリート	
	53	その他	陶器類
6		金　属	
	61	鉄　鋼	
	62	非鉄金属	
	63	金属製品製造	
	64	その他の金属業	
7		電　気	
	71	電子工業	
	72	その他の電気製品	
8		機械器具	
	81	機　械	
	82	機械器具組立	
	83	その他	部品／工具の製造
9		その他	
	91	バッテリー	
	92	板　金	
	93	木　材	
	94	その他の加工業	
	95	その他	

表F－１１　工場排水調査結果

	流出量		水質（mg／ℓ）		従業員数	敷地面積	分類コード番号
	Qc*	Qd**	BOD	SS		（ha）	
1	8,182.8	8,182.8	130.0	61.7	875	28.4	2—23—15
2	3,182.2	2,273.0	—	79.0	739	21.6	3—32—02
3	2,500.0	2,200.0	—	102.5	310	7.1	1—13—11
4	718.3	—	—	—	3,036	4.7	2—22—04
5	609.2	591.0	2.0	70.0	104	2.0	3—33—07
6	609.1	436.4	20.0	30.0	587	4.8	2—21—02
7	371.9	—	—	—	453	2.1	2—22—05
8	318.2	181.8	55.0	30.0	267	2.4	2—21—03
9	388.9	234.1	26.0	49.0	90	4.1	3—32—04
10	297.0	53.5	—	—	440	2.8	6—64—06
11	245.5	122.8	78.6	900.0	50	—	3—33—08
12	218.2	8.1	122.0	42.0	137	6.1	1—12—05
13	216.5	214.9	85.0	171.0	900	8.1	4—42—04
14	136.4	113.7	—	—	—	—	1—11—03
15	131.8	—	—	—	434	16.2	2—21—01
16	113.7	—	410.0	100.0	137	1.6	1—11—02
17	107.7	—	265.0	170.0	147	1.3	1—11—01
18	104.9	104.9	—	—	—	—	2—22—13
19	90.9	27.3	325.0	78.0	47	2.0	3—32—03
20	90.9	78.2	3.0	10.0	108	4.2	6—63—01
21	79.7	76.6	—	—	238	1.0	2—22—07
22	75.8	63.2	—	—	417	2.6	4—42—05
23	73.3	—	15.0	110.0	—	—	1—11—08
24	69.2	41.6	—	—	239	2.4	1—13—09
25	68.2	63.6	2,680.0	12,460.0	96	2.0	1—12—04
26	63.6	—	575.0	10.0	—	—	4—41—01
27	59.1	59.1	120.0	1,260.0	60	2.0	1—13—13
28	58.7	—	5.0	30.0	—	—	9—92—03
29	53.8	53.8	—	—	165	2.8	5—51—01
30	45.5	—	25.5	10.0	79	0.4	9—92—02
31	45.6	—	140.0	230.0	—	—	2—22—16
32	44.6		—	—	160	4.1	6—64—05
33	40.2	9.8	25.0	20.0	186	2.0	1—12—06
34	39.1	—	—	—	140	0.4	2—22—08
35	36.8	36.8	—	—	36	0.6	1—11—16
36	36.4	1.8	—	—	27	1.8	3—33—09
37	35.2	16.5	55.0	110.0	—	—	2—22—10
38	29.9	—	25.0	30.0	—	—	9—94—09
39	28.6	28.4	138.0	118.0	216	1.2	9—94—07
40	27.3	—	—	—	118	3.2	2—22—06

（つづく）

表F－11　工場排水調査結果

	流出量		水質(mg／ℓ)		従業員数	敷地面積	分類コード番号
	Qc＊	Qd＊＊	BOD	SS		(ha)	
41	26.4	6.6	—	—	—	—	2—22—12
42	25.6	—	—	2,430.0	110	—	1—13—10
43	25.6	—	3.0	20.0	16	5.1	3—31—01
44	25.0	18.2	—	—	82	1.3	8—82—01
45	24.1	—	—	—	150	4.1	6—64—02
46	22.7	—	—	—	215	0.6	3—33—06
47	20.5		—	—	131	4.0	9—93—05
48	20.0	20.0	—	—	210	1.7	9—93—06
49	19.4		10.0	40.0	52	3.9	3—33—05
50	19.2	13.6	30.0	65.0	—	—	6—64—08
51	18.4	—	3.0	80.0	—	—	6—64—07
52	18.0	—	615.0	3,455.0	—	—	1—12—07
53	17.3	13.6	—	—	137	6.1	6—64—03
54	16.7	—	—	—	105	1.7	1—13—12
55	15.9	3.2	—	—	—	—	9—95—13
56	14.1	14.1	—	—	—	—	9—94—12
57	13.6	3.0	—	—	—	—	4—42—06
58	13.3	—	—	—	535	2.2	7—71—01
59	12.9	10.3	25.0	20.0	72	0.4	2—22—09
60	11.5	—	—	—	98	0.8	9—93—04
61	11.5	—	20.0	80.0	—	—	1—13—14
62	11.4	—	320.0	130.0	—	—	4—41—02
63	11.4	—	85.0	475.0	—	—	4—41—03
64	10.8	—	740.0	40.0	—	—	2—22—09
65	10.2	10.2	4.0	15.0	64	0.4	8—83—02
66	9.1	9.1	—	—	20	1.2	9—95—10
67	8.0	—	13.0	10.0	—	—	9—91—01
68	7.2	7.2	—	—	157	0.4	6—64—09
69	3.2	3.2	20.0	460.0	—	—	9—94—08
70	1.9	1.0	43.0	113.0	34	0.4	9—94—08
71	0.7	0.7	—	—	—	—	6—64—04
72	0.5	0.5	—	—	—	—	2—22—11
73	0.2	0.2	—	—	—	—	1—11—15

＊　Qc　：　使用水量（m^3／日）

＊＊　Qd　：　流出量（m^3／日）

表F－１２　バタワースにおける小規模工場数

分類番号＊	工　場　の　種　別	工場の数	備　　考
1	食　品	７９	
2	繊維（衣服の製造を含む）	２２	
3	化　学	１５	
4	ゴム及びプラスチック	３１	製造業
5	窯業土石	１５	
6	金　属	１２１	製造業
7	精密機械	—	
8	運輸機器	８３	自動車修理工場
9	その他		
	木　材	９４	
	紙	１９	加工業
	印　刷	８	
	その他	６７	
	サービス業	１５	
	庭　師	３７	
	倉　庫	２８	

注：マレーシアサイエンス大学とＭＰＳＰによる　Survey of Small Scale Industries in Butterworth Town　（１９７６）より

＊　工業分類番号（表Ｆ－１０参照）

２・３　工場排水量

２・３・１　工場用水量

ＭＰＳＰと調査班によって行なわれた質問票の情報とＰＷＡの資料とから現況の工場用水量を推定できる。

表Ｆ－１３、表Ｆ－１４は従業員一人当り用水量と工場敷地面積当り用水量を表わしている。資料表としては各工場分類毎の用水量を推定するのに十分ではないが、各用水量値は各工場分類毎の特性を示している。表Ｆ－１３、表Ｆ１４とも食品、繊維、化学工業は用水型であることを表わしている。

表F－13　工場敷地当り用水量

分類	用水量（m^3/日）	敷地面積（ha）	敷地面積当り用水量（m^3/日/ha）	資料数
1	3,229.8	26.8	120.6	10
2	10,400.2	62.8	165.7	10
3	4,295.3	40.1	104.6	8
4	292.3	10.7	27.3	2
5	53.8	2.8	19.0	1
6	481.1	21.6	22.3	6
7	13.3	2.2	5.9	1
8	35.2	1.7	20.6	2
9	137.1	9.7	14.2	7
計	18,938.4	179.4	105.6	47

表F－14　従業員一人当り用水量

分類	用水量（m^3/日）	従業員数	従業員一人当り用水量（m^3/日/人）	資料数
1	3,255.7	1,564	2.08	11
2	10,400.2	6,220	1.67	10
3	4,540.8	1,340	3.39	9
4	292.3	1,317	0.22	2
5	53.8	165	0.33	1
6	481.1	1,152	0.42	6
7	13.3	535	0.02	1
8	35.2	146	0.24	2
9	137.9	788	0.17	7
計	19,209.5	13,227	1.45	49

計画区域における大工場の敷地面積当り平均用水量は表F－13のとおりである。現況の工場地域の全面積は約350haである。従って全工場用水量は、

105.6（m^3/日/ha）×350（ha）＝36,960（m^3/日）　である。

2・3・2　工場排水量

工場用水量の一部は蒸発（ボイラー等）や漏水によって失われその残りが汚水または非汚濁水として排出される。本書は汚濁された排水についてのみ考えるものとする。

工場排水量は、次のようなプロセスで推定する。

(1)　全資料を用い敷地面積当り用水量を算出する（表F－13）

(2)　用水量－排水量比率を算出する（表F－15）

(3)　排水量を(1)×(2)で算出すると

105.6（m^3/日/ha）×0.861＝90.9（m^3/日ha）となる

従って区域内に立地している全工場排水量は

90.9（m^3/日/ha）×350（ha）＝31,815（m^3/日）である。

表F－15　業種別排水量－用水量比率

（m^3/日）

	食品	繊維	化学	その他	計
用水量（C）	3,081.5	9,373.9	4,472.6	919.4	17,847.4
排水量（D）	2,496.1	9,019.1	3,250.0	608.4	15,373.4
比率（D/C）%	81.7	96.2	72.7	66.2	86.1
資料数	8	9	6	18	41

2・4　工場排水の水質

表F－11に示すように、工場排水の水質はBOD 2.0～2,680 mg/ℓ、SS 10～12,460 mg/ℓと変化がある。これは工場の形態と各工場の排水水質の違いによるものである。工場の形態による排水の水質は表F－16に示す。

表F－16　工場の形態による排水の水質

	食品	繊維	化学	その他
BOD（mg/ℓ）	200	122	73	67
SS（mg/ℓ）	299	58	106	127
排水量（m^3/日）	2,341	8,828	3,248	336
%	16	60	22	2
BOD（kg/日）	468	1,077	237	26
SS（kg/日）	934	516	345	43
資料数	5	5	5	6

工場排水の推定水質はBOD 122 mg/ℓ、SS 125 mg/ℓとする（表F－17参照）。すると単位面積当り排出負荷量は、

BOD：122（g/m^3）×90.9（m^3/日/ha）＝11,089.8（g/日/ha）

≒11 kg/日/ha

SS：125（g/m^3）×90.9（m^3/日/ha）＝11,362.5（g/日/ha）

≒11 kg/日/ha

となる。従って現況工場排出負荷総量は

11（kg/日/ha）×350（ha）＝3,850（kg/日）

となる。

表F－17　排出負荷量

濃　度（mg/ℓ）		排　水　量	単位当り負荷量（kg/日/ha）	
BOD	SS	（m³/日/ha）	BOD	SS
122	125	90.9	11	11

2・5　将来の工場排水量

計画区域内の大工業開発は3つの工業地帯に集中している。完成後は、全工業地域面積は、1,289haで、現在操業している工場はその約30％を占めている。全工業地域に対する詳細計画は完成していないけれど、業種構成が将来とも同じという仮定のもとで現況を検討することで将来を推定することが出来る。

業種別の大工場への訪問と質問票の結果より、大工場のほとんどは全操業を行なっていることを示し、操業、建設は施設いっぱいである、このことから工場排水量は、工業化の進展にもかかわらず将来においても一定であろう。

前述のことから、次のことが将来の工場排水量について考えられる。

(a)　工場排水量の増加は単位面積当り現況より10％以下であろう。

(b)　食品工場からのBOD量はプロセスの改善より下げられる。しかし全工場からのBOD量は面積当り生産量が増えることから単位面積当りで30％位増えるであろう。

(c)　BOD－SS比率は現況工場条件下でほぼ1に等しい。これは先進工業国の値に近いものである。だからこの比率は将来において同じであろうと考えられる。

(d)　全工場敷地面積は、将来の全工業地域面積の80％と考えられる。

単位工場面積当りの将来工場排水量は表F－18に示すとおりである。

表F－18　将来工場負荷量

濃　度（mg/ℓ）		排　水　量	単位負荷量（kg/日/ha）	
BOD	SS	（m³/日/ha）	BOD	SS
150	150	80	12	12

3　その他

下水道施設は下水量のみで設計されるということにもかかわらず、管の継手、マンホールや監視ぶた等から下水管に余分な水量が流入する。

このようなことから、分流式下水道では管断面決定に際し地下水量を見込む。マンホールぶた等を通して公共下水管および取付管からの地下水および地表水流入量として18 m³/日/km が適量と考えられる。これは管継手はコンクリート管に対してはゴムリング、陶管に対しては弾性形式とした場合を想定した上での値である。

浸透水量18 m³/日/km は、ジョージタウン下水道計画におけるスタディを基にした。ジョージタウン下水道計画では浸透水量として0.002 ft³/sec/acreを用いている。これは、12 m³/日/ha

に相当する。このようなことから地下水量は１８m^3/日／kmを最大下水量に加えることとする。土地利用別地下水量は次のとおりである。

土地利用別地下水量

土地種別	下水管延長	地下水量
住居		
高密度地区	６００m／ha	１２m^3/日／ha （１８m^3/日／km）
低密度地区	４５０m／ha	８m^3/日／ha （１８m^3/日／km）
工事	２５０m／ha	５m^3/日／ha （１８m^3/日／km）