

### 第3章 バンコック市内のクローンの現況



## 第3章 バンコック市内のクローンの現況

### 3.1 社会経済的な背景とクローンの概要

#### 3.1.1 バンコックの概要

タイの首都バンコックは、1986年現在、人口約550万人、面積1,570km<sup>2</sup>であり、タイ全土の人口約5,000万人の約1割が集中している。

##### 地形・地質

市街地の西側を流域面積約16,200km<sup>2</sup>のチャオピア川が南流しており、約50km下流でタイ湾にそそいでいる。

バンコックは、このチャオピア川の形成した沖積平野上にあり、標高は2 m以下である。そのうえ、都市化に伴う地下水の過剰取水により、年間5～10cmの割合で地盤沈下が進行している。(図3-1)

市内には、クローンが網の目のようにはりめぐらされている。

地質は、地表面下20～30mの間は、粘土と緩い砂の互層になっており、透水性はあまりよくない。

##### 気候

本地域は、熱帯モンスーン帯に属し、季節は涼季(11月～1月)、暑季(2月～4月)、雨季(5月～10月)に分かれる。月平均気温は25°C～30°Cであり、年平均湿度は78%である。年間降雨量は約1,400mmであり、年間蒸発散量は約970mmと推定されている。(表3-1)

#### 3.1.2 バンコックの発展と課題

##### 人口

バンコックの人口は急速に増加している。1960年の人口は225万人であったが、10年後の1970年には344万人に、さらに10年後の1980年には507万人に、そして1986年には547万人にも達している。

また、市街地面積も、1971年から1981年の10年間に2倍に増加し、約350km<sup>2</sup>に達している。(図3-2)

##### 経済

タイ国の経済発展は著しく、1960年から1980年の20年間に年率8%の成長をなしとげている。その結果、国民一人あたりのGDPは2倍に増加し、1980年には770米ドルに達している。特に、バンコックにおける成長は著しく、一人あたりGDPは全国のその2.4倍にも達している。このため、バンコックでは著しい人口流入が続いており、都市基盤整備がおいつかない現状にある。

##### 課題

バンコックにおける都市基盤整備上の主要課題は、交通渋滞の解消、洪水対策及びスラム対策といわれている。

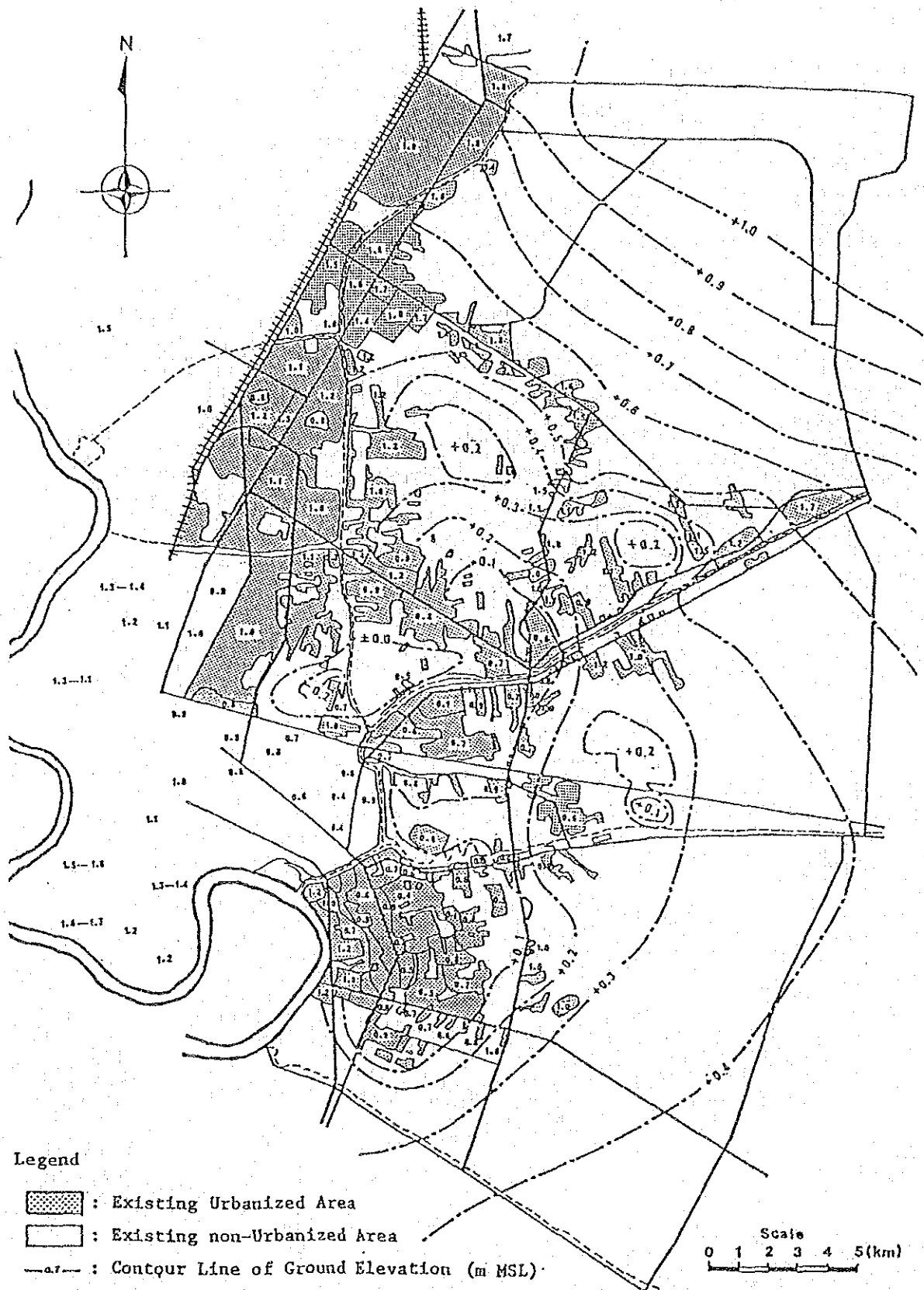


图 3 - 1 地盤高

表3-1 バンコックの気象条件

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
気温℃(平均)												
最高	32.0	32.5	33.5	34.7	34.0	33.2	33.0	32.5	32.4	32.3	31.5	31.4
最低	21.2	23.0	24.9	25.9	25.4	25.3	25.1	24.9	24.7	24.3	22.4	20.8
平均	26.3	27.4	28.8	29.9	29.4	29.0	28.6	28.3	28.2	28.0	26.6	25.8
湿度												
湿度	74.9	76.7	77.6	77.0	78.8	78.1	78.5	79.3	82.1	80.7	75.7	72.8
降雨記録(平均)												
降雨日数/月	2	3	3	7	16	17	19	21	22	16	5	2
降雨量mm/月	14	30	20	59	200	159	144	181	343	188	46	18
風速												
平均km/時	3.5	5.9	7.9	7.0	5.3	5.8	5.8	5.6	3.7	3.3	4.1	3.9

降雨記録：1970～1979、平均降雨量1,402mm

出典：気象庁

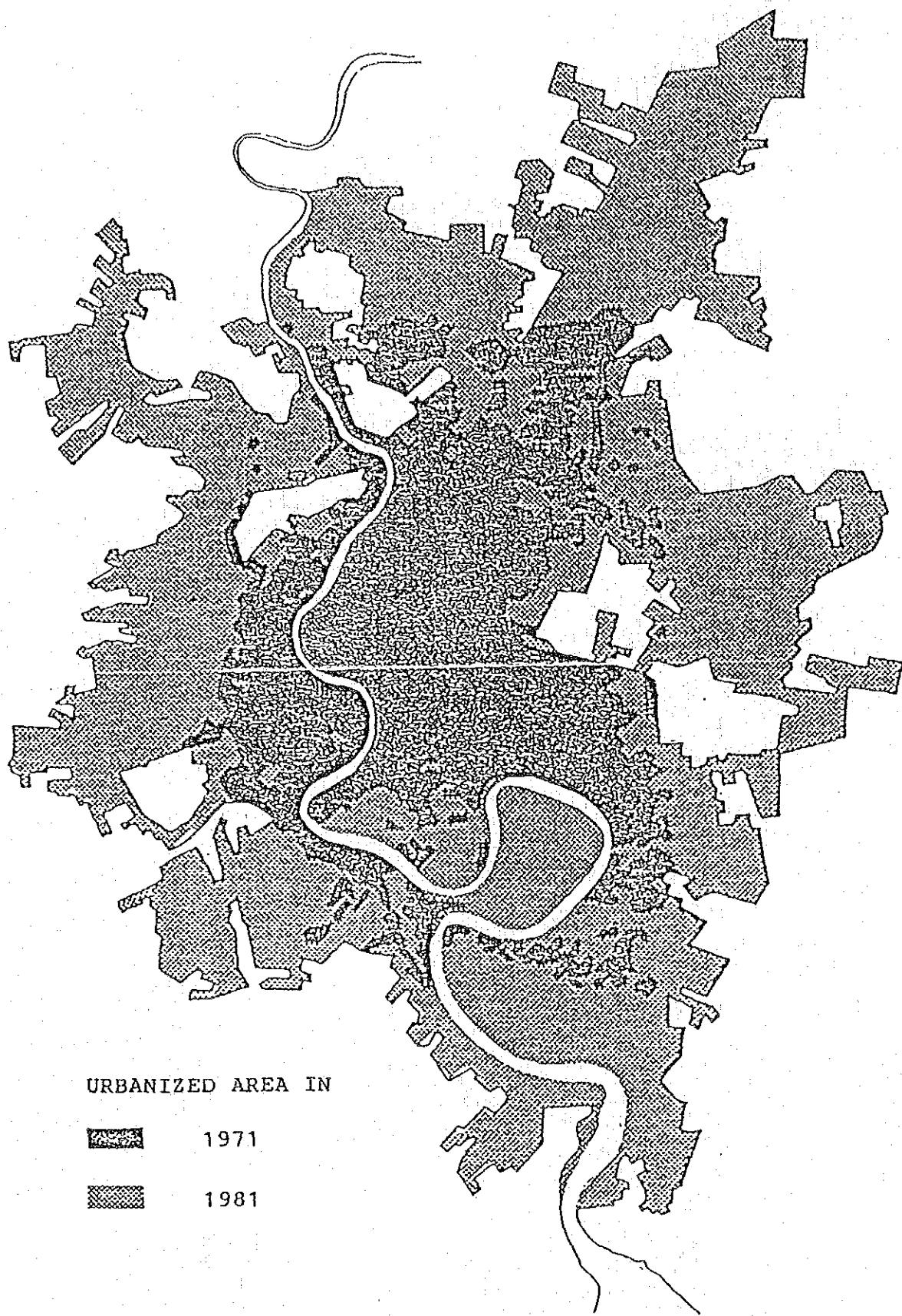


図3-2 市街化の進展

それに加えてクローンの水質が、汚水の流入により相当悪化している。このため、下水道整備もまた急務とされているが、主に財源の問題で、計画的な整備に着手されていないのが現状である。

なお、チャオピア川西岸地区についても、クローンの水質が悪化しつつある。こちらの場合は、現在もかんがい等に利用されており、対策が望まれている。

### 3.1.3 クローンの状態

#### 概要

バンコック市内にはクローンが網の目のようにはりめぐらされており、その延長は約300kmにも達する。

クローンの規模は、幅5m未満の小さなものから、幅20m以上の大きなものまで種々みられる。大規模な主要クローンとしては、Bang Sue、Sam Sen、Saen Saep、Phra Khanong、Tan などがある。クローンの流下能力は、1~100m<sup>3</sup>/s程度である。(図3-3)

#### 利用状況

クローンは、かつては舟運、かんがい、漁業、排水路などとして利用されてきた。しかし、道路網の発達、市街化の進展、水質の悪化などにより、市内のクローンの大部分は、排水路として利用されるにすぎなくなっている。それでも、水質の少しでもましなところでは、釣りや投網の光景がみられる。

なお、チャオピア川西岸地区では、クローンの水質も東岸地区ほどには悪化しておらず、舟運、かんがい等に利用されている。

#### 管理

クローンの手管理は、一部のポンプ場を除き、BMA (Bangkok Metropolitan Administration) の下水排水局、DDS (Department of Drainage and Sewerage) が行っており、水門、ポンプ場の操作、護岸、しゅんせつ工事等を実施している。BMA、DDSの組織を図3-4、3-5に示す。

クローンのチャオピア川への流入地点等には、ポンプ場16箇所(合計能力約290m<sup>3</sup>/s)、水門5箇所などが設置されている他、クローンの要所に簡易な水門が設置されている。これらのポンプ及び水門を適切に操作することにより、雨季におけるクローンの水位を低く維持し、洪水に備えている。今回の調査期間中にも、約80cm水位が下げられているように見うけられた。

#### 汚濁源

クローンの手汚濁源としては、し尿、家庭雑排水、工場排水などが主なものである。

し尿に関しては、浄化槽もしくは、貯留槽による処理が一般的である。その中でも、貯留槽の利用が人口の70%に達している。この場合、槽からの溢流水は大部分地下浸透されることになっているが、十分浸透してはいないようである。また、水路等に不法に放流されている場合もあり、これらがクローンに流入している。

家庭雑排水は、大部分そのままクローンに流入している。

工場排水については、工場排水規制値は定められているが、必ずしも守られてはいないらし

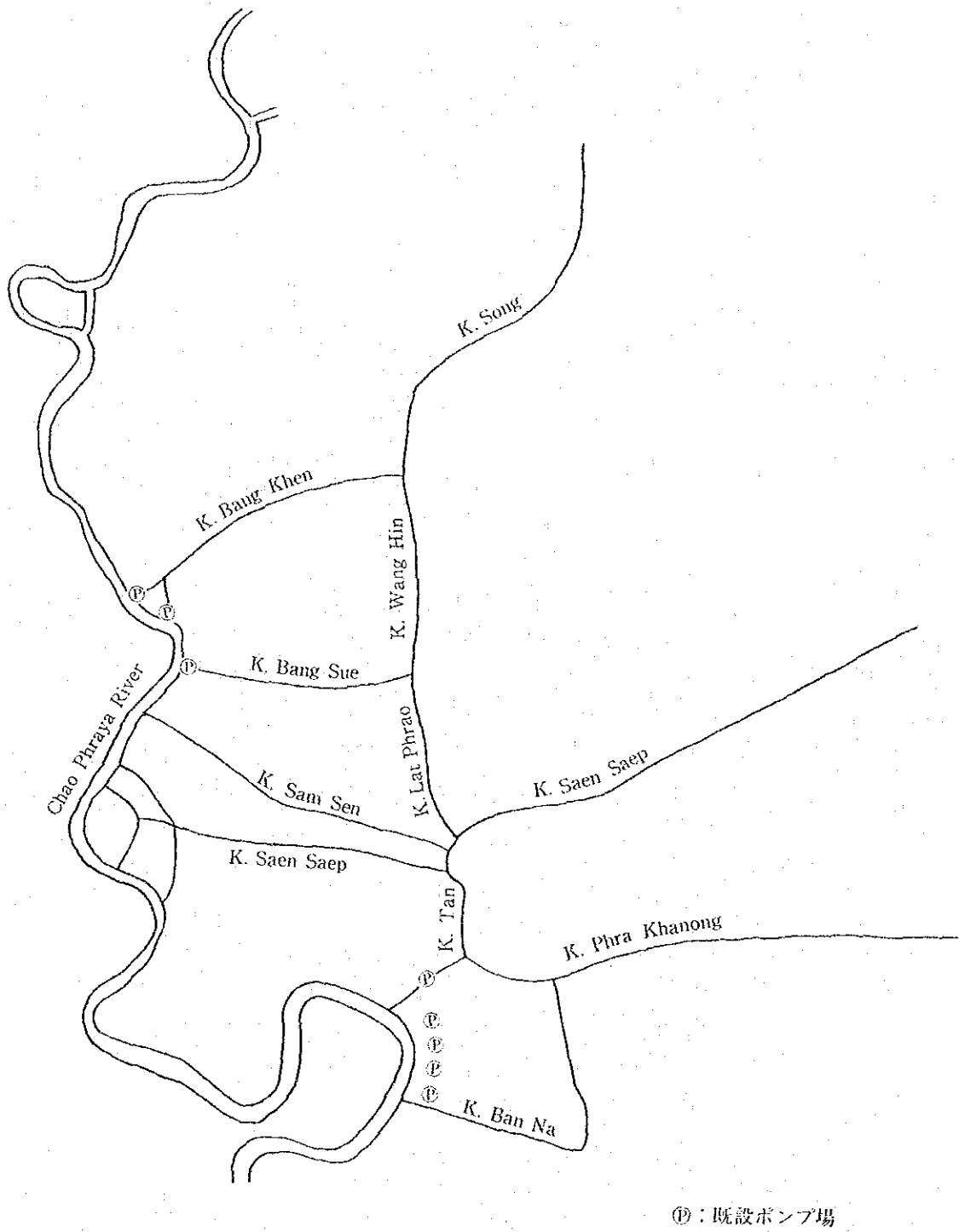


図 3 - 3 主要クローン網



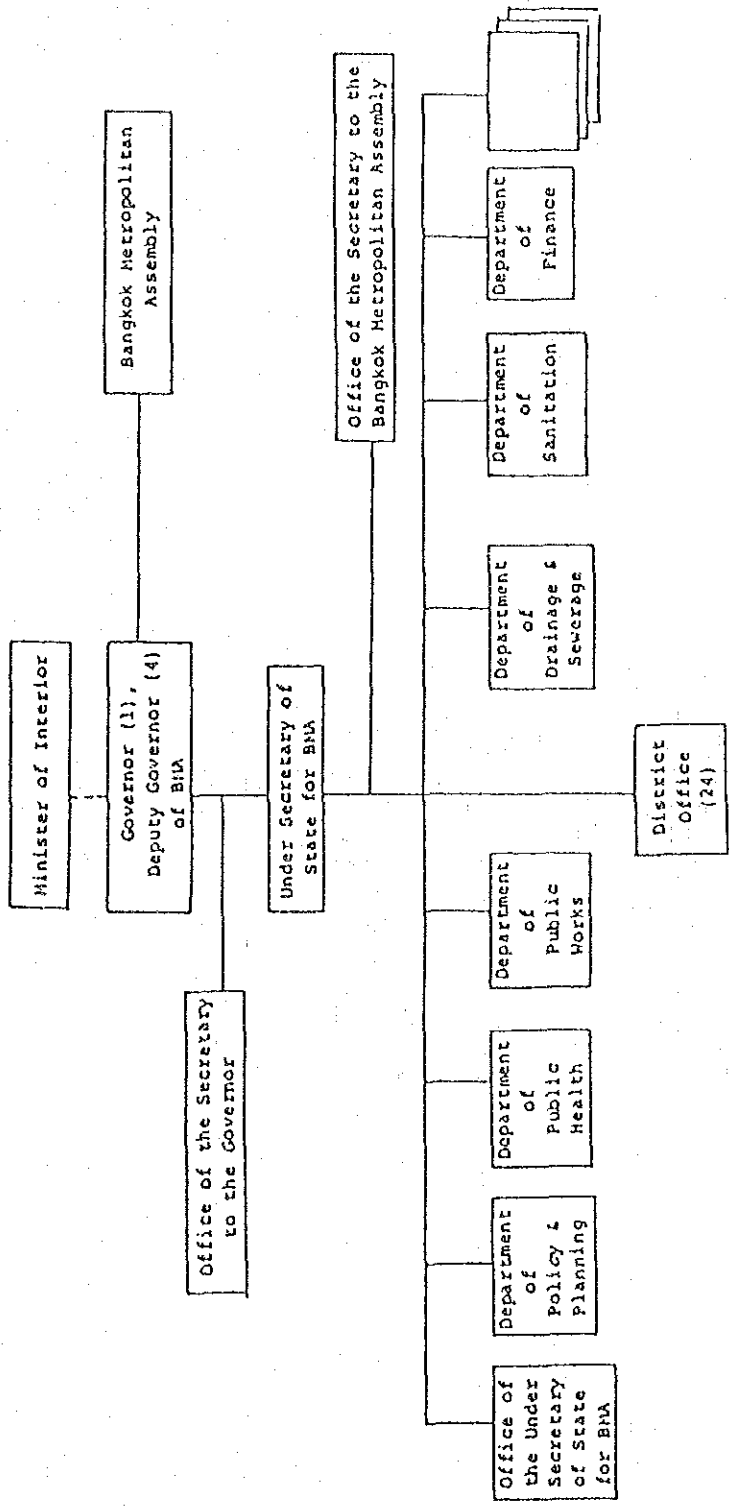
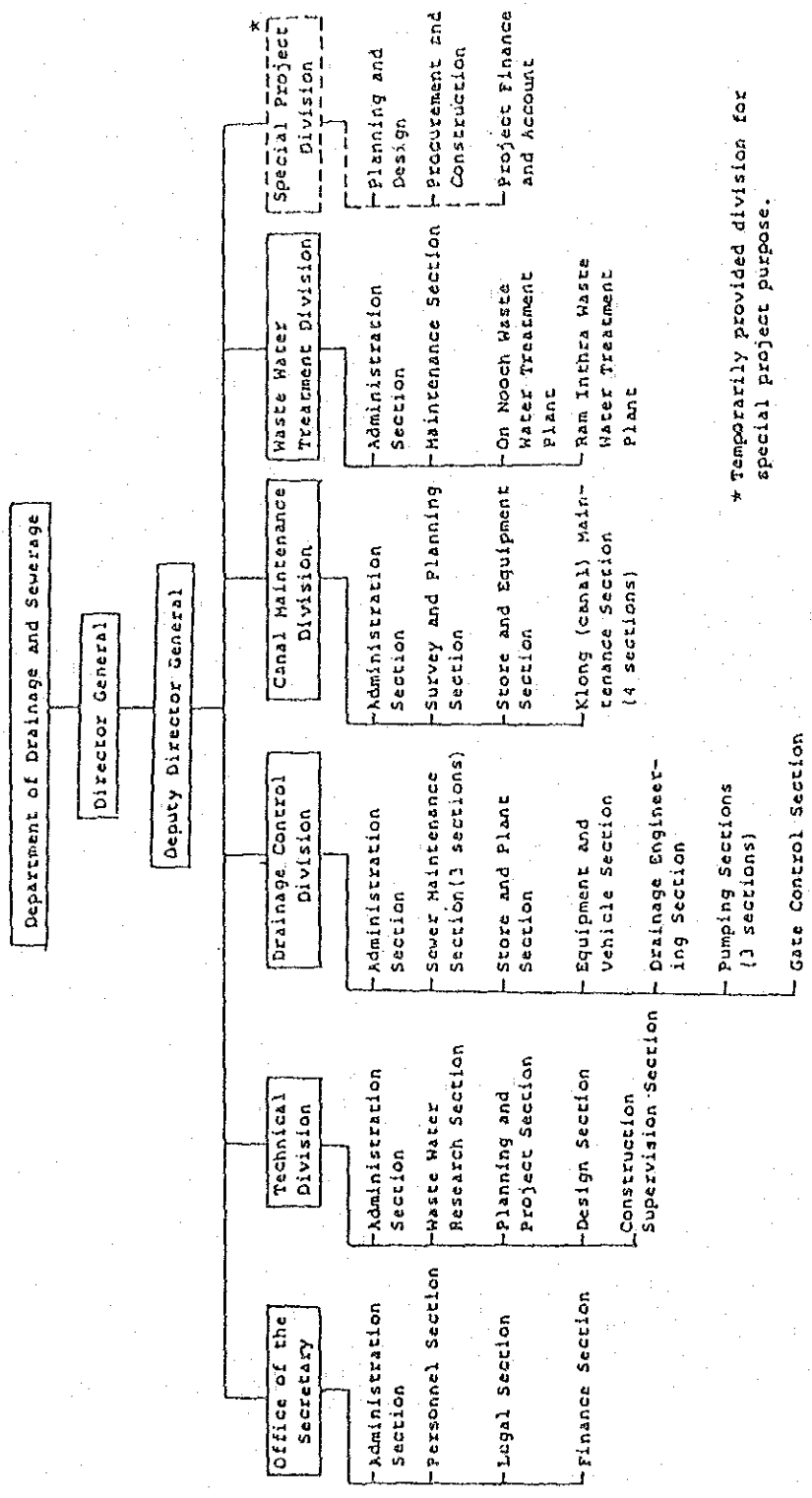


図 3-4 バンコック市下水道プロジェクト関連部署



\* Temporarily provided division for special project purpose.

图 3 - 5 下水道局 (DDS) 組織図

い。BODの放流基準値は20~60mg/lである。

なお、バンコック市下水道整備計画マスタープラン調査報告書によれば、1980年における1人当り汚水量は、234l/日/人、BODは、260mg/l、1人当りBOD負荷は、61g/日/人と算定されている。

### 3.2 クローンの水質・水質特性

バンコック市内は、大小のクローンが縦横にめぐり、クローンに沿って住宅や商店が建ち並び、各家々の前にはかならず舟着場がある。現在のような自動車交通が発達する以前は、クローンが交通手段の中心であり、まさにバンコックにとって不可欠なものであった。

しかし、急激な人口増加(7%以上)、経済発展(市内に15,000以上の工場)にもかかわらず汚水の処理が不十分なため汚水のたれ流しや一部クローンの埋立なども行われたため、水質汚濁が進み、いまでは市内を流れるクローンは完全に“下水路化”している。クローンのほとりに立つと強い悪臭が漂う“死の河川”と化している。

#### (1) クローンの水質汚濁過程

クローンの水質浄化対策を検討する前にまず調査対象区域(バンコック市中心部を含めたチャオピア川東岸地区、面積約350km<sup>2</sup>)のマクロな、現状の水及び汚濁物質の挙動を把握しておくことが必要である。

クローンの水質汚濁過程の概念を図3-6に示す。

またチャオピア川の水質・水文特性についても、浄化用水としての利用を含め、クローンの水質に大きな影響をおよぼすため、これら諸特性についても十分把握することが必要であ

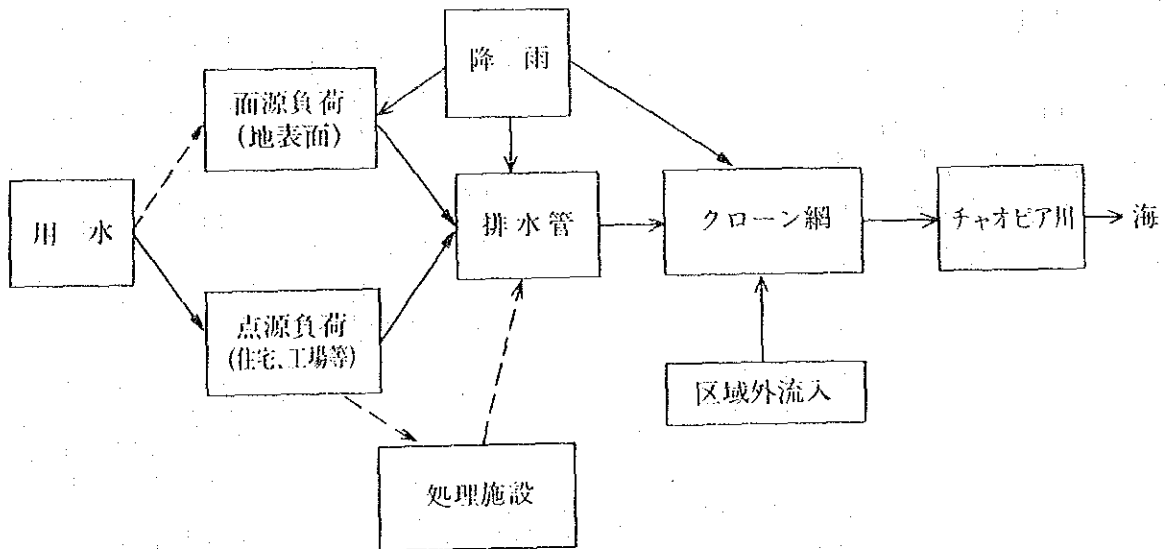


図3-6 クローンの水質汚濁過程

る。

具体的なクローン水質浄化計画を検討する場合には、上記の水質・水文特性の結果をもとにシミュレーションモデルを作成し、浄化用水の導入案を含めた各種の水質改善対策案をインプットし計算結果に基づき適切な計画を策定し、経済比較等を行い、実現性を検討することになる。

## (2) 必要な水文・水質特性の選定

以上よりクローン水質浄化対策の検討には次の項目が必要となる。

- ① クローンの断面特性
- ② クローンの水文特性
  - ・降雨・蒸発散
  - ・クローンの水位・流量
  - ・調査対象区域外からのクローンへの流入
  - ・チャオピア川への排水
  - ・用水（上水道、工事用水等）
- ③ クローンの水質特性
  - ・クローンの各種水質
  - ・汚濁負荷量及びその発生源分布
  - ・クローンの自然浄化率等
- ④ チャオピア川の水質・水文特性

## (3) クローンの断面特性

調査対象区域内には大小のクローンがあり総延長は約300km、うち主要なものは70km程度である。そのうちいくらかは自然のものであるが、大部分は人工のものである。クローンの幅は1m程度のものから30m以上のサイズのものまであり、排水管、側溝または直接雨水や汚水を受け入れ、チャオピア川まで排水する役割をしている。縦断こう配は1/20,000程度で極めて緩やかで、またチャオピア川の水位に影響をうけ、十分な流下能力が得られないため洪水を受けやすい。図3-7に平均的なクローンの流下能力を示す。特に1983年にはバンコック市内に大洪水が発生したため、緊急洪水対策事業が実施され、しゅんせつ工事が行われ、上のう、水門、ポンプ等が整備され、洪水防止のため水位や流量の調整を行っている。

## (4) クローンの水文特性

### 1) 降雨及び蒸発散特性

降雨はタイの多くの機関で観測されており、よく整理されている。前述の通り年間降雨量は約1,400mmで我が国の平均年間降雨量より2割程度少ない。また、1,400mmの85%が5月～10月の雨季に降るため11月～4月の乾季にはクローンの水量が少なくなり、水質悪化を助長していると言える。

また蒸発散量は都市排水対策計画調査（マスタープラン）報告書（JICA、昭和60年3月）によれば約970mm/年で、我が国の値より2割程度大きい。

### 2) クローンの水位・流量特性

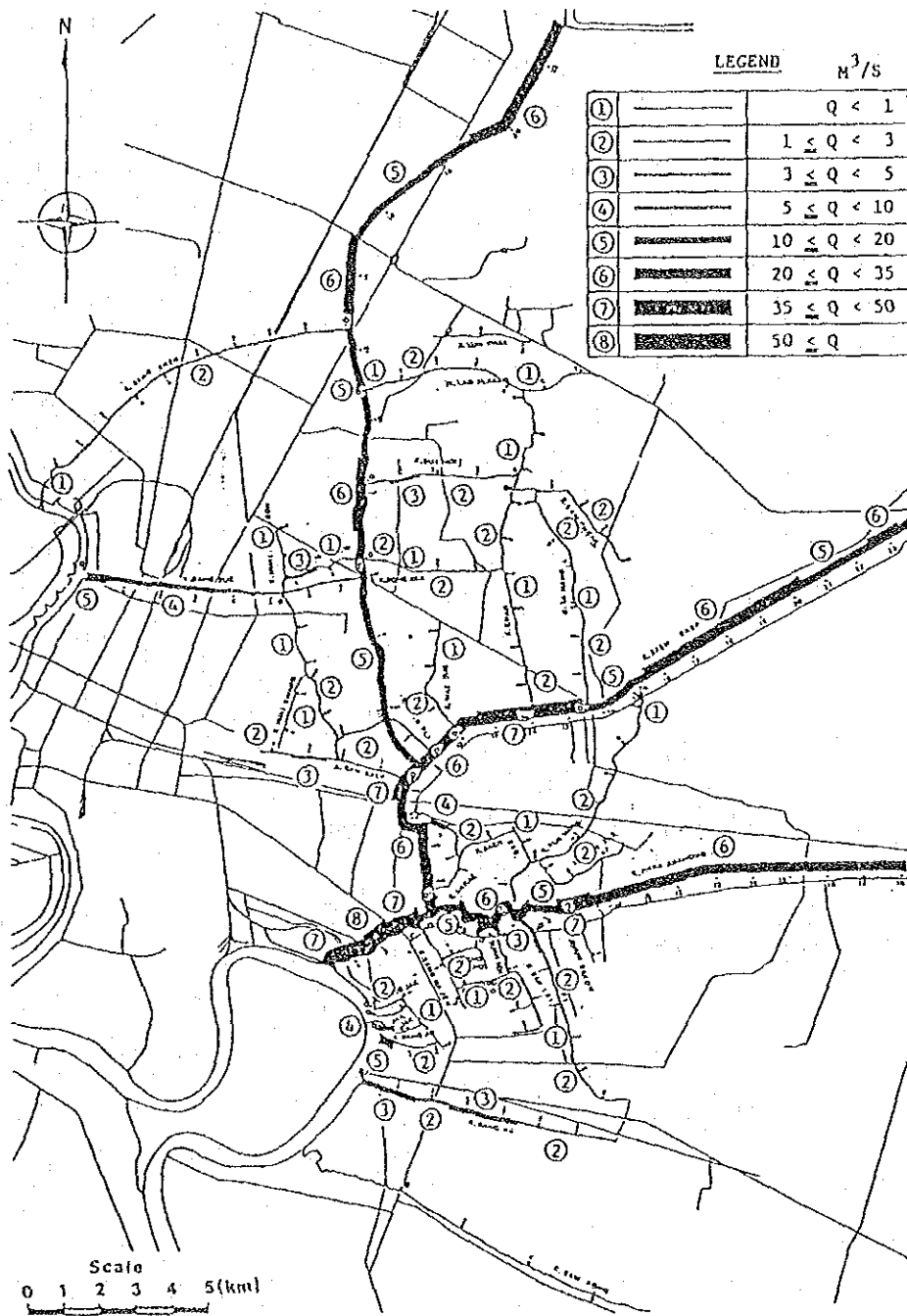


図3-7 クロンの現況流下能力  
(バンコック市都市排水対策計画調査(マスタープラン)報告書より)

クローンの水位・流量データは精度的に信頼できるものはほとんどない。各クローンは縦断こう配はほとんどなく、チャオピア川の水位や合流点のポンプ場の稼働状況により流量や水位が変動する。特にチャオピア川に近いクローンはこの傾向が強く、クローンの水質にも影響を与える。

たとえば現在、試行的にチャオピア川の水を水門から Klong Padung Krung Kasem に引き入れて、下流側ポンプ場を稼働させ再びチャオピア川に排水しており、この間のクローンの水質はチャオピア川の水で希釈されているため良好である。クローンに設けられた既設の主要排水施設を図3-8に示す。これらの運転記録や操作記録は保存されているとのことであるが今回整理状況までは確認できなかった。これらの記録はクローンの水の動きを知る上で重要と考えられ、今後本格調査の段階でポンプ運転とクローンの流量・水位・水質への影響及びその範囲について十分調査を行う必要がある。

### 3) 調査対象区域外からの流入水の特徴

調査対象区域内への流入にはクローン上流域からの流入水と用水が考えられる。区域は西をチャオピア川、東をインナーバンクで囲まれており、クローン上流域からの水の流入は水門等により制御されている。各クローンは、各々上流に集水域を有しているため、特に雨季は増水し調査対象区域に流入しようとするため、洪水防止のため水門を閉め、区域外からできるだけ水が流入しない操作がなされている。乾季にはインナーバンク寄りの水門は原則として開かれているため、クローン上流からの水が区域内に流入するが、水量は比較的少ないようである。なお、この水質は比較的良好である。

用水には、上水道や工業用水などが考えられる。水源はチャオピア川及び地下水であるが具体的使用量の詳細については不明である。これらのうち量的にもっとも多いと思われる上水道は区域内の人口を370万人、1人当りの水使用量を約250 $l$ /日/人で $340 \times 10^6$   $m^3$ /年が入入していることになる。(浄水場のデータの確認も必要であろう) これら流入量は使用后、汚濁されて、クローンに排水されることになる。

### (5) クローンの水質特性

現在バンコク首都圏庁下水排水局 (DDS) により、クローンネットワークの約30地点において表3-2に示す水質項目にしたがい2-3ヶ月に一度定期的に測定が行われている。測定方法等については我が国より派遣中の下水専門家の指導が行われている。測定地点を図3-9に、測定結果の代表例を表3-3、図3-10に示す。

主な水質項目の特徴は以下の通りである。

#### 1) 一般的特徴

- ① 水温は28~30 $^{\circ}C$ 程度である。
- ② DOは0~9.5 $mg/l$ 程度、また場所によっては嫌気化しているところもある。
- ③ BODは平均30~60 $mg/l$ 。最大240 $mg/l$ に達するところもある。
- ④ SSは50 $mg/l$ 前後で、最大230 $mg/l$ のところもある。
- ⑤ Clは100~200 $mg/l$ 、最大1,000 $mg/l$ を越えており、潮の干満による海水のその上の影響がクローンにもおよんでいる。

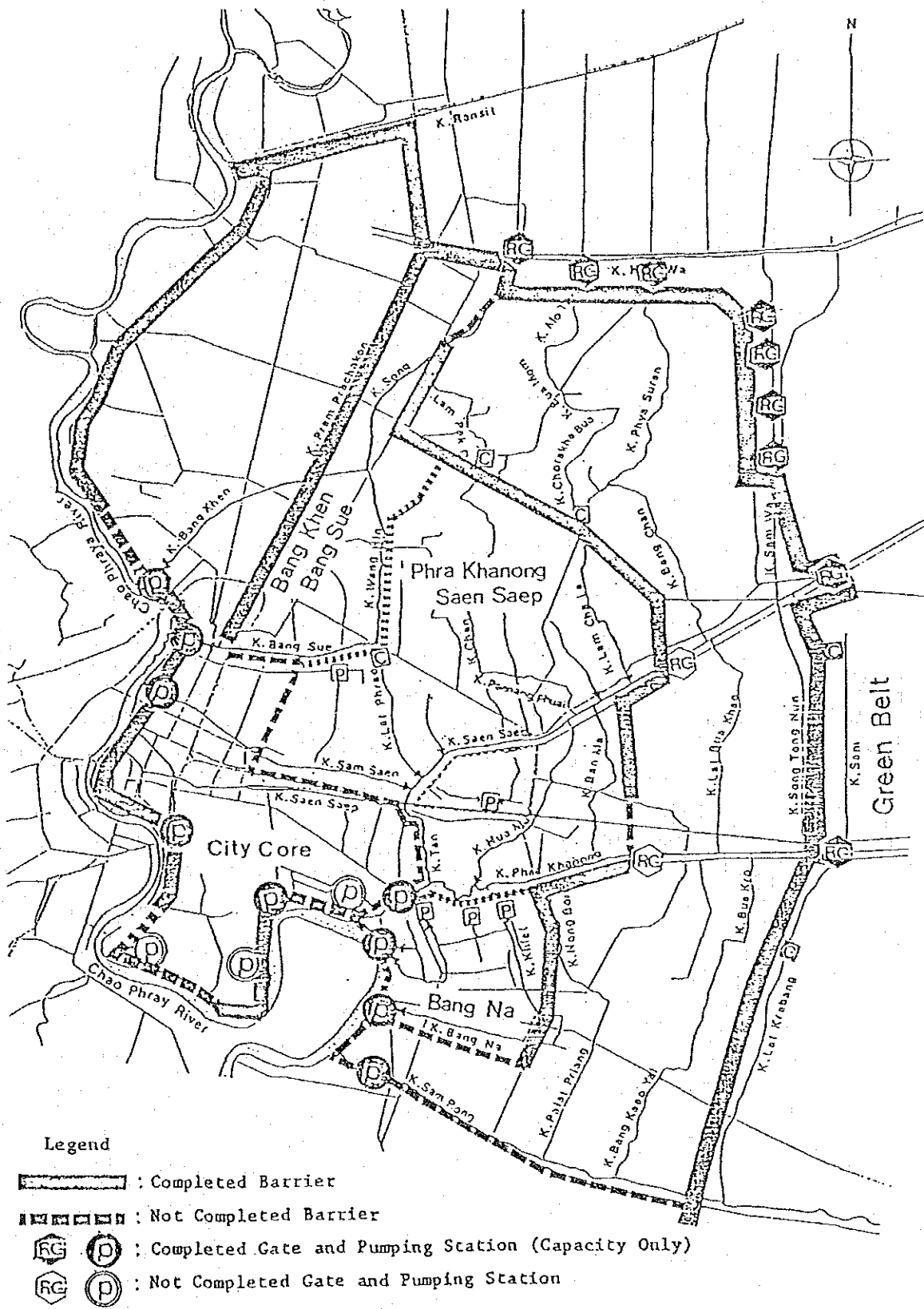


図3-8 既設の主要排水施設  
 (バンコック市都市排水対策計画調査(マスタープラン)報告書より)

表 3 - 2 水質測定項目

Sampling point no \_\_\_\_\_ Klong \_\_\_\_\_ Place \_\_\_\_\_

Date \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Time \_\_\_\_\_ Air Temp. \_\_\_\_\_ °C

Weather 1. fine 2. little cloudy 3. cloudy 4. small rain 5. heavy rain

Flow Direction \_\_\_\_\_ Tide \_\_\_\_\_ Velocity \_\_\_\_\_ m/s 1. fast 2. average 3. slow 4. stagnant

Flow \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup>/sec 1. large 2. average 3. small

Floating Plant 1. no 2. small 3. average 4. large

Floating garbage 1. no 2. small 3. average 4. large

Velocity _____	s/m
Width _____	m.
Depth _____	m.
Flow _____	m <sup>3</sup> /sec.

PHYSICAL

Color 1. natural 2. yellow green 3. green 4. gray 5. black 6. other \_\_\_\_\_

Water Temp. \_\_\_\_\_ °C pH \_\_\_\_\_

CHEMICAL

DO \_\_\_\_\_ mg/l H<sub>2</sub>S \_\_\_\_\_ mg/l Cl<sup>-</sup> \_\_\_\_\_ mg/l

BOD \_\_\_\_\_ mg/l mg/g COD \_\_\_\_\_ mg/l mg/g SS \_\_\_\_\_ mg/l mg/g

VSS \_\_\_\_\_ " " TS \_\_\_\_\_ mg/l TVS \_\_\_\_\_ mg/l

TDS \_\_\_\_\_ mg/l TKN \_\_\_\_\_ mg/l mg/g NH<sub>3</sub>-N \_\_\_\_\_ "

NO<sub>2</sub>-N \_\_\_\_\_ " NO<sub>3</sub>-N \_\_\_\_\_ mg/l T - P \_\_\_\_\_ mg/l mg/l

Surf. \_\_\_\_\_ mg/l mg/g Oil \_\_\_\_\_ mg/l mg/g TOC \_\_\_\_\_ " " "

COD Mn \_\_\_\_\_ mg/l mg/g

TOXIC SUBSTANCE

CN<sup>-</sup> \_\_\_\_\_ mg/l mg/g Phenol \_\_\_\_\_ mg/l mg/g F<sup>-</sup> \_\_\_\_\_ mg/l mg/g

Ag \_\_\_\_\_ " " As \_\_\_\_\_ " " Pb \_\_\_\_\_ " " "

Cd \_\_\_\_\_ " " Cr<sup>6+</sup> \_\_\_\_\_ " " Cu \_\_\_\_\_ " " "

Pb \_\_\_\_\_ " " Hg \_\_\_\_\_ " " Alk-Hg \_\_\_\_\_ ug/l ug/l

Mn \_\_\_\_\_ " " Ni \_\_\_\_\_ " " Zn \_\_\_\_\_ mg/l mg/g

μ BHC \_\_\_\_\_ ug/l ug/kg μ BHC \_\_\_\_\_ ug/l ug/kg γ BHC \_\_\_\_\_ ug/l ug/kg

δ BHC \_\_\_\_\_ " " Aldrine \_\_\_\_\_ " " Dieldrin \_\_\_\_\_ " " "

Endrin \_\_\_\_\_ " " o,p'-DDT \_\_\_\_\_ " " o,p'-DDT \_\_\_\_\_ " " "

Heptachlor \_\_\_\_\_ ug/l ug/kg Heptachlor epoxida \_\_\_\_\_ ug/l ug/l

BIOLOGICAL

Total Coliform \_\_\_\_\_ Col/100 ml Fecal Coliform \_\_\_\_\_ Col/100 ml

Fecal Streptococci \_\_\_\_\_ " Salmonella \_\_\_\_\_ "



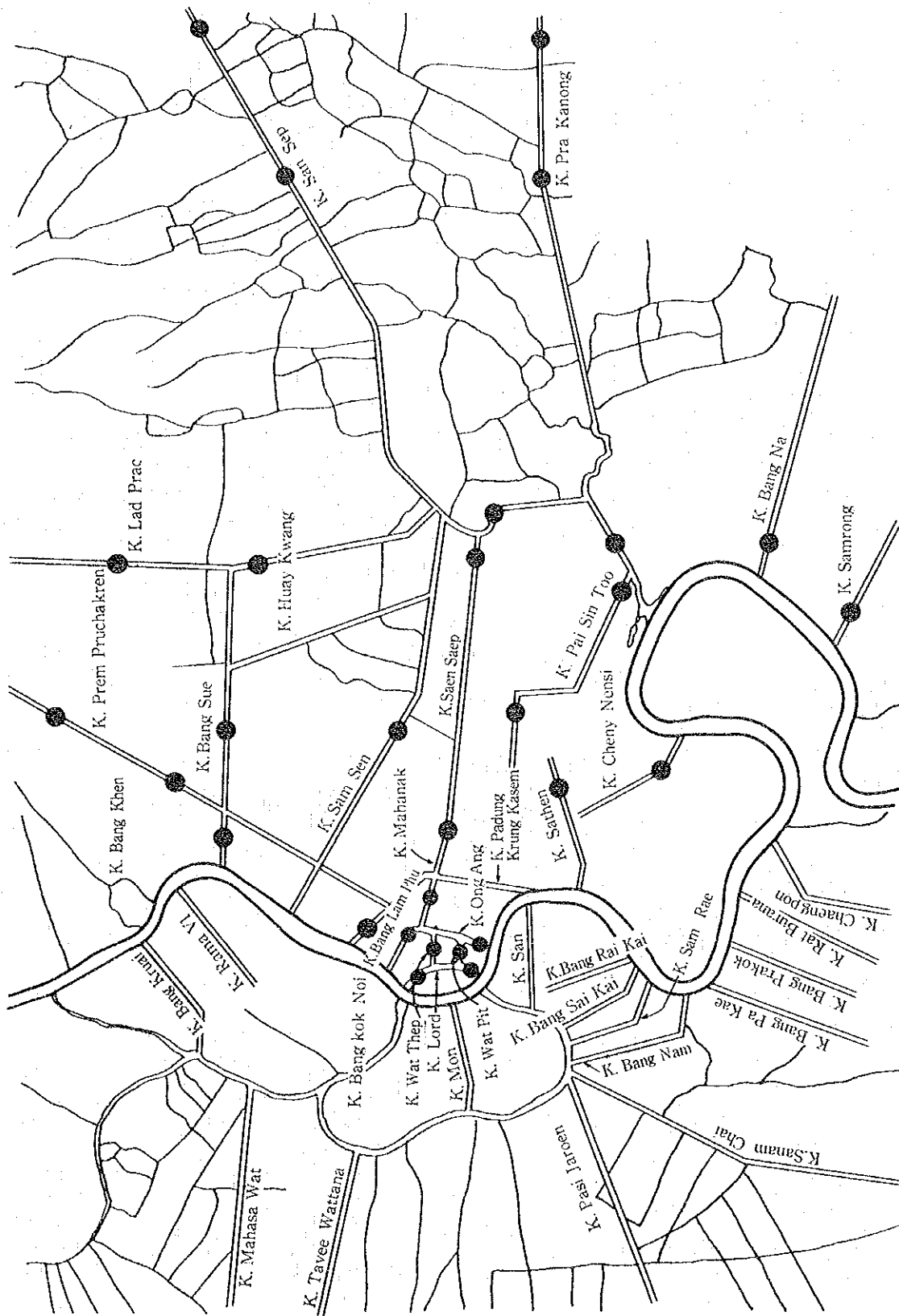


图 3-9 水质测定地点

表 3-3 クロームの水質測定結果の例

Name	Sampling Point No.	Date	Time	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	SS (mg/l)	Coliforms (MPN/100ml)
Klong Pading Krung Kasem	No. 072	13 March	9:30	0	37	-	-
		3 April	9:25	0	48	39	-
		28 April	10:46	0	47	79	-
		22 May	10:05	0	41	-	-
		5 June	9:30	0	33	-	-
	3 September	-	0	45	26	5,400,000	
Klong Sathorn	No. 131	22 March	11:50	0	91	-	-
		9 April	12:45	0	40	36	-
		9 April	13:20	0	75	-	-
		27 May	9:50	0	40	-	-
		16 September	-	0	38	17	19,500
Klong Chong Nonsi	At near the Chao Phya River	22 March	11:30	2.6	31	-	-
		9 April	12:45	2.9	11	27	-
		9 April	13:30	2.5	55	-	-
		27 May	10:05	0	48	-	-
		16 September	-	3.5	3	230	1,340
Klong Pai Sing Two	No. 301	16 September	-	0.3	28	16	12,700
Klong Toey	At near Klong Phra Kanong	27 March	11:05	0	48	-	-
		23 April	10:30	0	25	26	-
		8 May	11:20	0	124	-	-
		16 May	10:50	0	45	18	-
		16 September	-	-	9	19	1,600

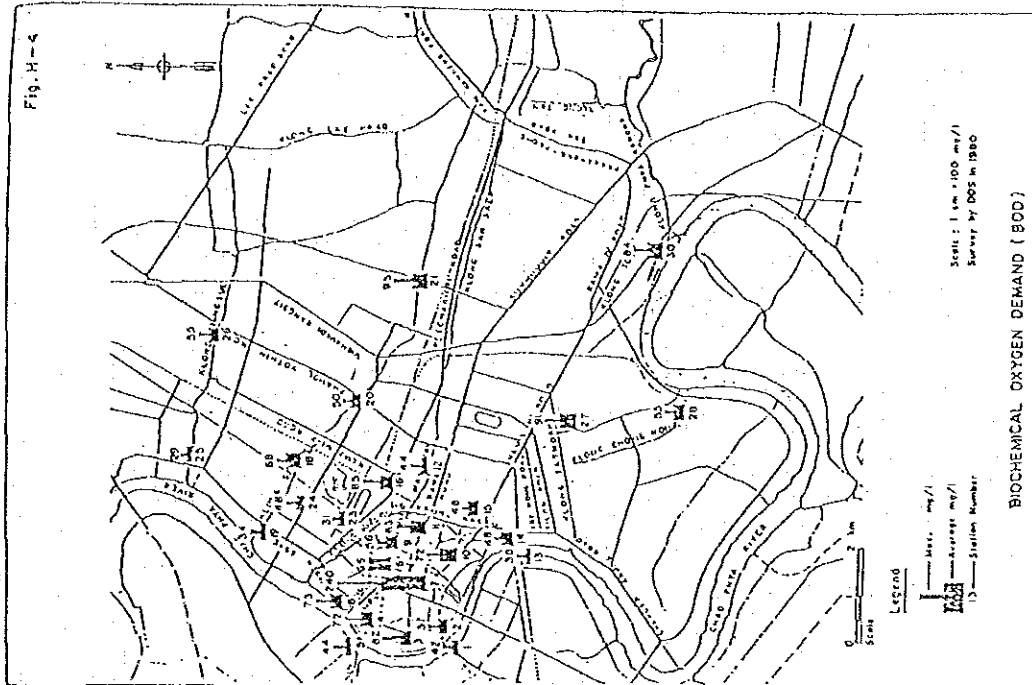
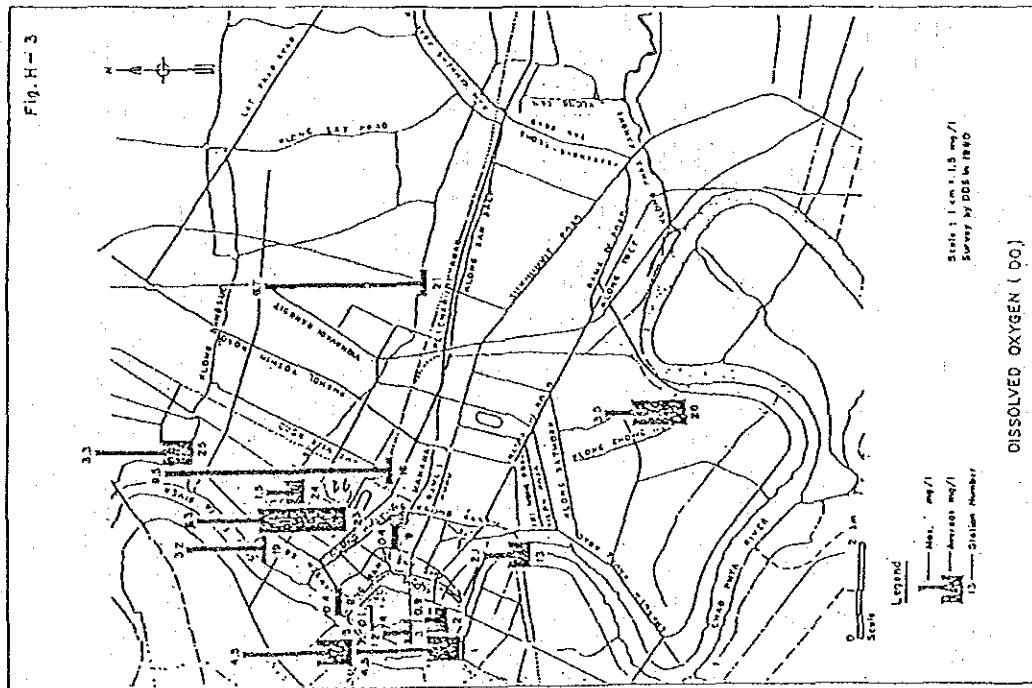


図 3-10 クロウンの水質測定結果の例  
 (バンコック市都市排水対策調査(マスタープラン)報告書より)

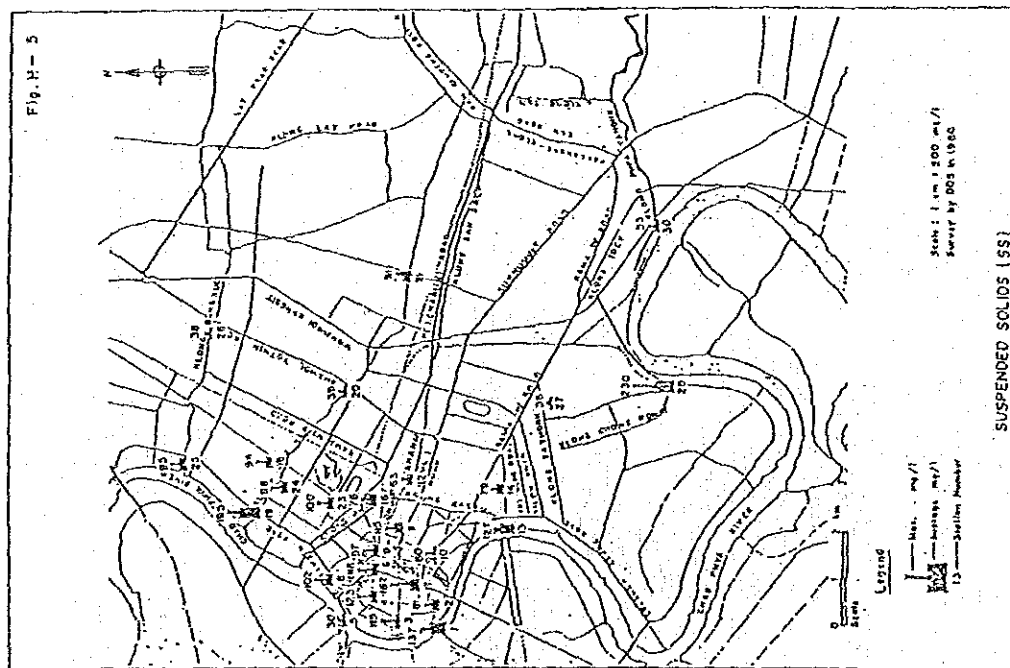
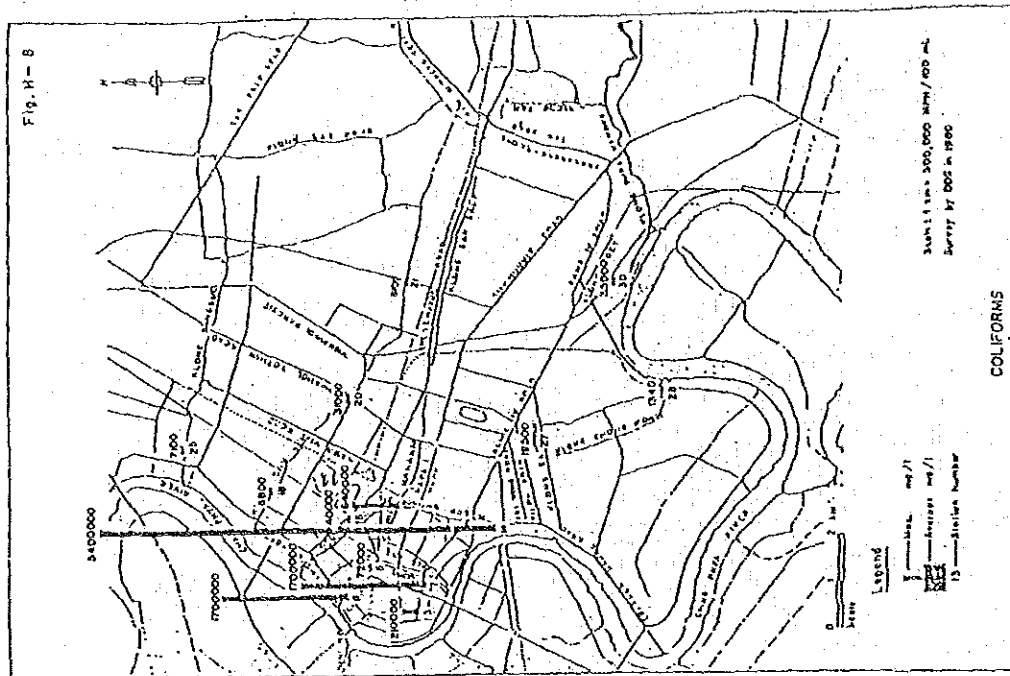


図 3-10 クロロンの水質測定結果の例  
 (バンコック市都市排水対策調査(マスタープラン)報告書より)

⑥  $H_2S$  は  $0.5 \sim 0.6 \text{ mg/l}$  で臭気の原因となっている。

⑦ 大腸菌は  $5,400,000 \text{ mg/100ml}$  程度である。

## 2) 地域的特徴

チャオピア川に近いクローンや市街地から離れたクローンでは相対的に水質は良好。逆に市街中心地や上下流が閉そくされたクローンでは水質汚濁が著しい。

## 3) 季節的特徴

一般に雨季に比較し、乾季に水質汚濁の程度が著しい。

## 4) その他

近年治水対策の進展により、水門やポンプが各地に設置されたため、クローンの流れに変化が生じ、これらの運転・操作等により水質の時間的・地域的变化がみられる。

## (6) チャオピア川の水質・水文特性

現在 JICA によりチャオピア川を対象とした「洪水予報システム計画調査」が実施中であり、その中で水文特性等について詳細に検討中である。また水質データについてはタイ環境庁 (NEB) において定期的に測定されており、本格調査にはこれらの資料が利用できる。表 3-4、図 3-11 に水質測定結果の例を示す。

既往調査によれば、チャオピア川の流域面積約  $162,000 \text{ km}^2$  (利根川の約 10 倍) で最大流量は約  $3,500 \text{ m}^3/\text{s} \sim 4,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 、最小流量は  $60 \sim 100 \text{ m}^3/\text{s}$  程度と言われる。水質はたとえば BOD で通常  $2 \sim 3 \text{ mg/l}$ 、多いときには  $10 \text{ mg/l}$  程度である。またバンコックは河口から約  $30 \sim 60 \text{ km}$  間に位置しており、感潮区間となっている。この感潮区間は河口より  $160 \text{ km}$  にも及び、バンコック付近では潮による水位変動幅は約  $1 \text{ m}$  である。

本調査で特にチャオピア川に関しては特に次の調査項目が必要と考えられる。

- 1) チャオピア川の低水流況とその水質
- 2) 浄化用水の取水可能性 (量的検討とその影響)
- 3) クローンからの排水による下流への影響

### 3.3 浄化用水導入に関するマクロな検討

以上の今回の事前調査で知り得た水質水文特性をもとに浄化用水導入の効果について、ごく概略の検討を行うことにする。このために、まず、区域内の水収支及び BOD の年間及び乾季における収支を、ごく概略に計算してみる。

#### (1) 水収支

一般に水収支は以下の式に基づいて行われる。

$$\text{降雨量 (R)} + \text{区域外流入量 (Qin)} + \text{用水量 (W)} = \text{蒸発散量 (E)} + \text{区域外排水量 (Qout)}$$

3.2 で調査した結果及び上記の式を用いて、調査対象区域の水収支を行った結果を図 3-12 に示す。なお、各諸量とも精度的に不明な点が多く以下のような多くの仮定を設けており、今後の調査により修正されうるものである。

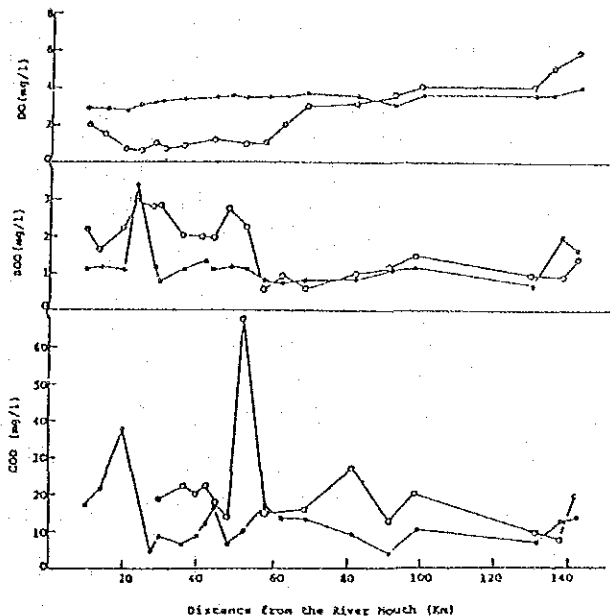
- 1) 年間降雨量は  $1,400 \text{ mm/年}$ 、年間蒸発散量は  $970 \text{ mm/年}$  とした。
- 2) 区域外排水量はすべてチャオピア川へのポンプ排水量であり、チャオピア川沿いに設

表 3-4 チャオピア川の水質測定結果の例

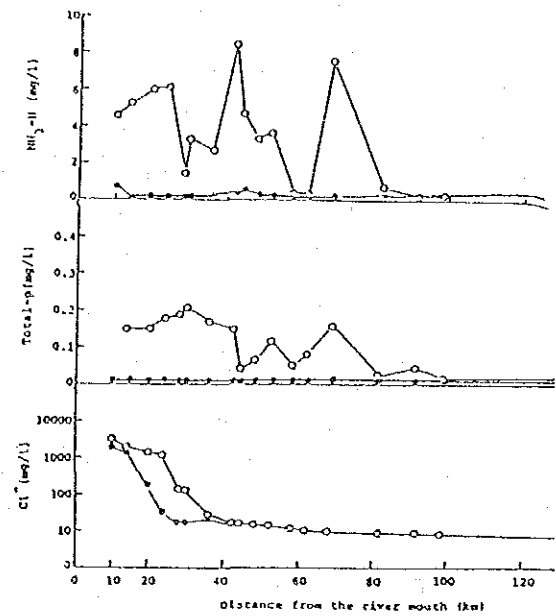
Name	Sampling Point No.	Date (1985)	Time	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	SS (mg/l)	Coldform (MPN/100ml)
Chao Phya River	Memorial Bridge	3 June	-	1.0	1.7	-	-
		17 June	-	2.7	2.5	-	-
		1 July	-	4.5	1.5	-	-
	Bangkok Bridge	3 June	-	0.5	2.8	-	-
		17 June	-	2.5	2.8	-	-
		1 July	-	3.9	1.7	-	-
	Bangkok Port	3 June	-	1.1	2.9	-	-
		17 June	-	1.7	3.2	-	-
		1 July	-	3.3	2.2	-	-

Data Source: Master Plan Report for Bangkok Sewerage System Project (2524)

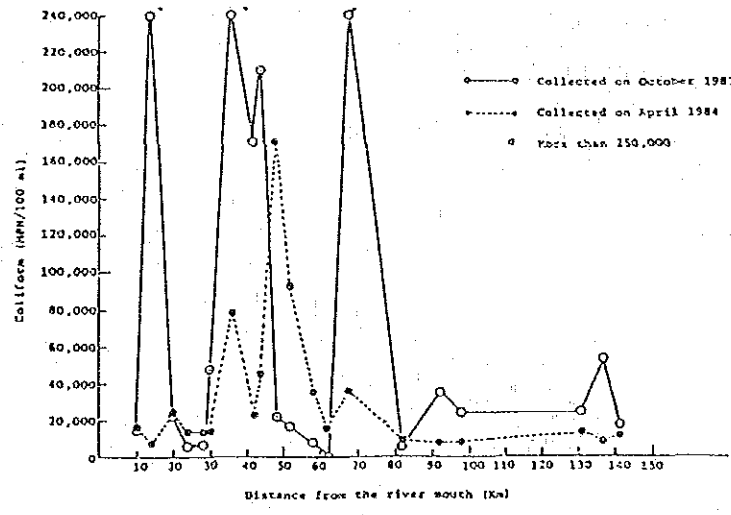
Note : Data of klongs were obtained from DDS Laboratory and data of the Chao Phya River were obtained from NEB.



DO, BOD, and COD Distributions in the Chao Phraya River  
 ○—○ : April 1984 as dry season  
 ●—● : October 1983 as rainy season



Distribution of  $NH_3-N$ , Total-p, and Chloride Ion in the Chao Phraya River.  
 ○—○ April 1984 as dry and hot season.  
 ●—● October 1983 as rainy season.



Discoidal Distribution of Coliform in the Chao Phraya River

図3-11 チャオピア川の水質測定結果の例  
 (バンコック市都市排水対策調査(マスタープラン)報告書より)

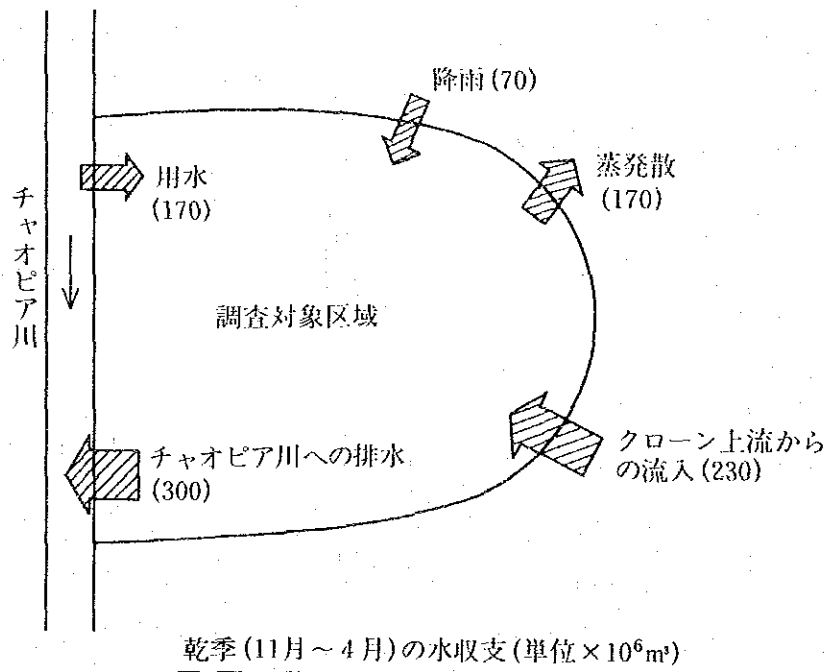
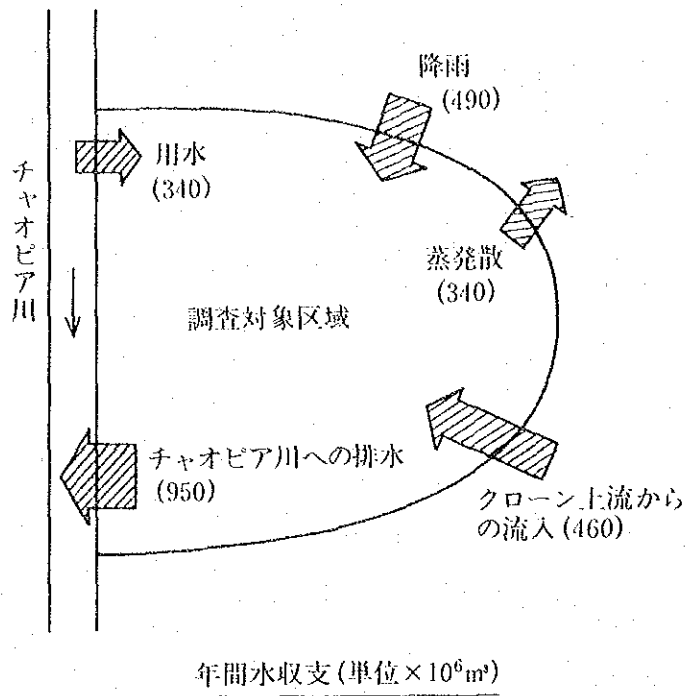


図3-12 水収支結果



置されているポンプ（総容量約290m<sup>3</sup>/s）の年間稼働率を1割として計算した。

- 3) 区域内への流入量はクローン上流からの流入量であるが、観測されておらず、水収支から逆算した。
- 4) 用水量は上水道使用量から概略算定した。
- 5) 乾季（11月～4月）についても1)～4)の仮定を用いた。

図3-12より、特に乾季には区域外からの流入（R、Q<sub>in</sub>及びW）が減少するため（年間総流入量の約35%）、汚濁負荷量が希釈されにくく、乾季にクローンの水質汚濁が著しくなる要因の一つであろう。

## (2) BOD収支

上記水収支を前提に水質指標の代表としてBODの年間及び乾季の収支を計算した。結果を図3-13に示す。

なお計算には水収支同様、以下の仮定をした。

- 1) クローンへのBOD流出負荷は「下水道整備計画マスタープラン調査報告書（昭和56年8月、JICA）」により60g/日/人とした。
- 2) チャオピア川及びクローン上流からの流入水のBODは2mg/lとした。
- 3) チャオピア川にはBOD60mg/lのクローン水が排水されるとした。

図3-13の結果によればBODの年間収支より調査対象区域内にBOD負荷が約24,000×10<sup>6</sup>gも蓄積されることになる。これはBOD負荷量や流量等の仮定の誤差に起因することが大きいと思われるが、仮にこの誤差を考えなければ負荷量の約30%がみかけ上浄化されることになる。特に乾季にはこの数字は56%となるが、年間収支から考えて、30%が排水前やクローン内で浄化されるとしても、残り26%のBOD負荷が乾季中、一時的に蓄積されることになる。

## (3) チャオピア川からの浄化用水導入のマクロ検討

チャオピア川からの浄化用水導入について、調査対象区域を一つのタンクに見たてて、マクロな検討を行う。

たとえば乾季にチャオピア川から50m<sup>3</sup>/sの浄化用水を導入したとすると

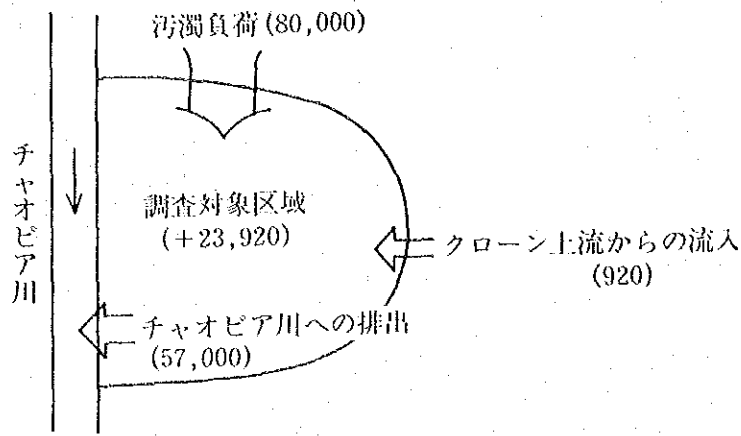
$$\frac{\text{汚濁負荷量(g)} + \text{浄化用水に含まれる汚濁量(g)}}{\text{総自然流入量(m}^3\text{)} + \text{浄化用水量(m}^3\text{)}} = \frac{40460 \times 10^6 + 1600 \times 10^6}{470 \times 10^6 + 800 \times 10^6} \\ = 33\text{g/m}^3 = 33\text{mg/l}$$

クローン内で30%の浄化が期待されるとすれば

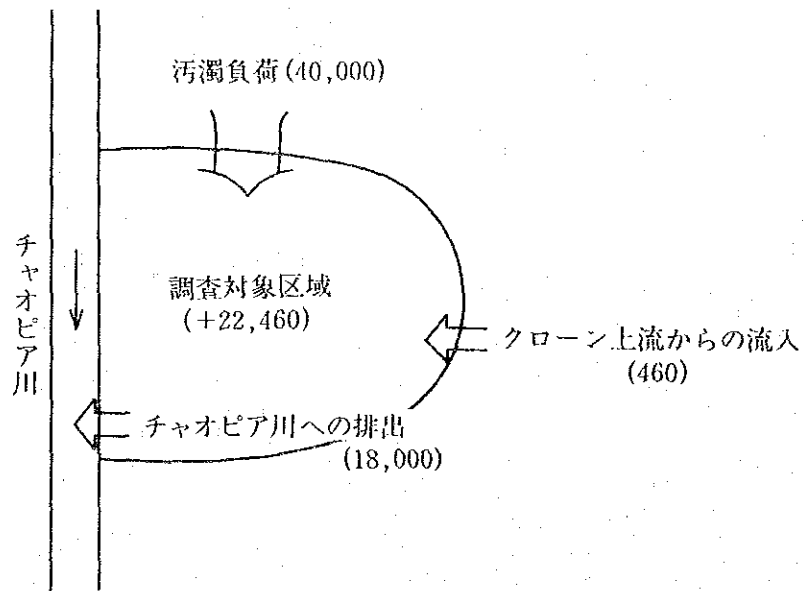
$$33 \times (1 - 0.3) = 23(\text{mg/l})$$

クローン全体で平均23mg/lのBODに浄化されることになる。クローンネットワーク全体に対してはクローン断面改修、ポンプ場、水門の増設等によりできるだけ浄化用水を均等に導入することが必要であるが、実際にはどうしても浄化用水が届かないクローンもでてくるため、クローンごとに浄化の程度は異なることになろう。

以上はあくまでごく概括的な計算であり、詳細についてはクローンネットワークをモデル化し、シミュレーション解析の結果を待たなければならない。



年間BOD収支(単位×10<sup>6</sup>g)



乾季(11月～4月)BOD収支(単位×10<sup>6</sup>g)

図3-13 BOD収支結果

また、クローンの水質浄化に当っては浄化用水導入のみならず、クローンのしゅんせつ、水質汚濁発生源対策（たとえば特に汚濁負荷の高い地区に対して下水道の建設や排水規制などを行う）及び池を利用したりクローン内での水質浄化促進策などを組み合わせて、合理的な対策を検討する必要があるだろう。



## 第 4 章 既存の水質改善計画



## 第4章 既存の水質改善計画

### 4.1 既存の水質改善計画の内容と課題

#### 4.1.1 バンコック市下水道整備計画マスタープラン (JICA、1979—82)

バンコック市下水道整備計画マスタープランは、1968年アメリカのコンサルタント CDM 社によって、汚水、雨水計画について作成された。雨水排水施設の一部はこのマスタープランに基づいて事業化されたが、汚水整備は一大処理区ということもあって、具体化されなかった。

JICAのマスタープラン調査は、この見直しを目的として、3ヶ年にわたり実施されたものである。

##### (1) 下水道システム

- ① 総合的下水道整備基本計画 (マスタープラン) は、バンコック市の既成市街地と市街化予定地域の計37,000haを対象として、作成された。
- ② マスタープランは、西暦2000年を目標年次とし、2000年の計画人口を560万人と予測している。
- ③ 下水道施設設計基準は、モデル地区における実態調査の結果から定めた。(表4-1)

表4-1 設計基準

項 目	設 計 基 準
1人1日平均汚水量	246ℓ (2000年)
1人1日排出BOD負荷量	64g (2000年)
浸透水量	7.6 m <sup>3</sup> /day/ha
ピーク流量/平均流量	5:1~2:1
ポンプ場設計流量	ピーク流量
処理場設計流量	日平均流量

- ④ 下水排除方式は原則として分流式であるが、既に雨水幹線が布設されている地区 (第2処理区等) では、雨水と同時に生活排水も排除されていることから、これを有効利用することとし、暫定的に合流式下水道を採用している。
- ⑤ 全体計画区域を10処理区に分割し、下水道整備を段階的に行う。10処理区の処理区割は図4-1に、面積、人口、汚水量は表4-2に示す。

このうち、第4処理区 (ラタナコシン地区) については、タイ政府側の計画が先行しており、実施設計も行われている。第2処理区については、本調査の結果、下水道優先整備地区として選ばれ、引き続き1981—82年に、処理分区2-Aを対象にフィージビリティ調査 (F/S) が行われた。

表4-2 10処理区の面積、人口、汚水量

処理区	面積 (ha)	2000年	
		処理人口	日平均汚水量 (m <sup>3</sup> /day)
1	3,400	1,018,700	274,700
2	3,600	823,800	375,100
3	2,500	499,600	119,400
4	200	23,000	14,800
5	3,100	457,300	115,500
6	2,600	245,600	69,200
7	6,400	742,200	197,800
8	4,200	336,700	100,200
9	4,600	368,100	109,600
10	5,500	1,085,000	276,700
全計画区域	36,100* <sup>*</sup>	5,600,000	1,653,000

\*公共水域面積900haを除く。

なお、市中心地域の処理場予定地は次のとおりである。

第1処理区：マカサン地区の池

第2処理区：タバコ工場横の池

第3処理区：チャンノンスイクローンの河口付近

- ⑥ 処理方式は、気候、確保可能用地面積、技術レベル、必要放流水質等の地域条件及び用地費、建設費、維持管理費等の経済比較を検討して定めるが、第1～4処理区については、適当な用地が確保できないことから、モデファイドエアレーション法を、また、その他の処理区については、用地の確保が可能であることから、エアレーテッドラグーン法を採用している。

## (2) 事業実施計画

- ① タイ政府の敗政規模から、西暦2000年までに事業化可能な区域を第2処理区に限定し段階的な建設計画を立案した。(表4-3)
- ② このうち第1期計画(処理分区2-A)について、フィージビリティ調査が1982年に行われ、より詳細な事業費が算出されている。(表4-4)
- ③ 第一期事業費883百万バーツの財源計画は、国内資金(中央政府の補助及びバンコック市負担分)346百万バーツ、国外資金(IBRD、OECF等の融資)461百万バーツ、とする案がフィージブルであると提案されている。

一方、下水道利用者からの下水道料金は、住民の支払い能力調査に基づき一家族88バーツ/月、ただし1994年以降は136バーツ/月としている。



表4-3 段階的建設費(1980年価格)

単位：百万パーツ

対象区域	第1期 (1983~1987)		第2期 (1988~1992)		第3期 (1993~1997)		第4期 (1998~2002)		計	
	分区 2-A		分区 2-B及び2-C		分区 2-D、2-E 及び2-Fの一部		2-Fの残り		第2処理区	
コスト	小計		小計		小計		小計		小計	
	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨
政府負担分	687		601		697		747		2,732	
	327	360	239	362	355	342	526	221	1,447	1,285
個人負担分	0		0		193		247		440	
	0	0	0	0	193	0	247	0	440	0
計	687		601		890		994		3,172	
	327	360	239	362	548	342	773	221	1,887	1,285

表4-4 第一期下水道事業費(1984~1988)

(百万パーツ)

内 訳	内 貨 分	外 貨 分	計
1 管 渠	132.41	23.75	156.16
2. 中継ポンプ場			
a) チ ュ ラ	2.01	1.79	3.80
b) チャーロンクルン	2.16	1.84	4.00
c) サ ッ ト ン	1.74	1.26	3.00
3. 処 理 場	274.34	144.82	419.16
4. 清掃機器及び水質試験器具	4.50	5.10	9.60
5. 小 計 (1+2+3+4)	417.16	178.56	595.72
6. コンサルタントフィー(5×10%)			
a) 実 施 設 計	14.90	14.90	29.80
b) 施 工 管 理	14.90	14.90	29.80
7. 予 備 費 ((5+6)×20%)	89.40	41.70	131.10
8. 用 地 費	96.69	—	96.69
9. 小 計 (6+7+8)	215.89	71.50	287.39
10. 総 計 (5+9)	633.05	250.06	883.11

### (3) 下水道整備による便益

下水道整備によって期待できる便益を、①公衆衛生の向上、②生活環境の改善、③当該地区への経済的効果等に大別している。

①公衆衛生の向上では、政府、自治体にとっては、病気の予防や病院等への財政負担を軽減でき、地域住民にとっては、水系伝染病の発生率の減少によって、寿命が延び、治療費の減少、収入の増大が図られる。

②生活環境の改善では、クローン景観の改善、レクリエーション環境の改善、及び観光資源の回復が期待できる。

③下水道の整備は経済面でも様々な分野に貢献する。すなわち、生活環境の改善に伴う地価の上昇、土地利用の改善及び固定資産税の増収が期待できる他、雇用機会の増大及び建設資材の市場拡大等の内需拡大に寄与できる。

以上の下水道整備による便益を、数量化することは非常に難しいが、このうち比較的数量化し易いものについて、処理分区 2-A で算定した結果を表 4-5 に示す。

表 4-5 数量化した便益の総括表：処理分区 2-A (1981年価格)

内 訳	便益額 (百万バーツ)
健康に関する便益 (252,500人)	40.8
1. 水系伝染病の減少による治療費	28.20
2. 働けることによって得られる収入 (治療期間中)	1.20
3. 働けることによって得られる収入 (死亡)	11.40
地価の上昇 (970ha)	1,166.10
計	1,206.90

### (4) 中間施策の提案

マスタープランでは、下水道システムの完成までには非常に長い年月がかかるため、下水道が整備されるまでの期間、少ない投資で環境改善を図るための中間施策を以下のように提案している。

- ① 既存の不完全な各個し尿処分施設を DDS が提唱している浄化槽に改造する。
- ② 特に水質が悪化しているクローンの流域内の家屋を対象に浄化槽等の排泥を頻繁に行う。
- ③ 既存排水きよの浚渫、清掃回数を上げる。
- ④ 分散している既存の汚水処理施設の管理機構を 1ヶ所に集約する。
- ⑤ 新規に開発される住宅団地には汚水処理施設を設けさせる。

### (5) チャオピア川の水質改善効果と処理場からの放流水質

下水道整備によるチャオピア川の水質改善効果を評価するために、独自に数学モデルを作成し、水質予測を行っている。

この水質予測は、2000年時点で次の4ケースについて行われ、その結果を図4-2に示す。

- ケース1 下水道整備を行わなかった場合
- ケース2 第2処理区に下水道が完備し、工場排水が工場排水基準を満たした場合
- ケース3 ケース2プラス第1処理区に下水道が完備した場合
- ケース4 マスタープラン区域内のすべての地区に下水道が完備し、工場排水が基準を満たした場合

これによれば2000年の汚水量に対し、何の手段も講じなければ嫌気性状態が河口にまで及び、下水道整備と工場排水のコントロールを行えば汚染はほとんどなくなる。またケース2のDO曲線は、第2処理区の下水道整備効果により著しく汚染が軽減されている事を示している。このケースでは、処理施設からの流出水質はBOD60mg/lとしており、もし、第2処理区から未処理で放流されるなら、下流域は嫌気性状態で、不快な状態になると予測している。

以上の予測から、ケース2程度の河川水質を期待するとすれば、処理場からの排水基準は、下水道整備の初期段階ではBOD60mg/lが適当であると提案している。

#### (6) 市内クローンの水質改善効果と放流水質

前述したように、チャオピア川に対する水質改善効果については記述されているが、バンコック市内クローンに対する水質改善効果については、特に言及されていない。

下水道の整備がなされれば、現在、クローンに沿って排出されている汚濁負荷がカットされ大部分のクローンの水質は改善される。しかし、処理場からの処理水が放流されるクローンについては、放流水質が60mg/lであるので、水質改善は余り期待できない。

また、殆どの処理場からの処理水がクローンに直接60mg/lで放流されるため、区域外からの希釈水導入がなければ、クローンの水質改善は余り期待できない。

以上より、下水道の段階的整備によるクローンの水質改善効果について、放流水質の高級化(20mg/l)も含め、検討する必要がある。

### 4.1.2 浄化用水導入によるクローンのフラッシング計画

#### (1) City Core 地区排水計画 (NEDECO、1981-84)

バンコック City Core 地区(約80km<sup>2</sup>)の排水計画調査の中で、クローンの水質改善のための浄化用水導入計画を提案している。

定量的な検討は行われていないが、定性的な検討から、既設あるいは計画されたポンプ施設によるクローン水位の低下及びチャオピア川水位の干満差を利用した自然流下方式による、浄化用水導入システムが提案されている。(図4-3)

これによると、希釈後の排水の一部は北部及び東部の隣接地区へ排出されることになっている。このため、City Core 地区だけでなく、隣接地区を含めたバンコック市街化区域全域の浄化用水導入計画が必要となる。

#### (2) バンコック市東部郊外地区排水計画 (JICA、1983-85)

バンコック東部郊外地区マスタープラン地区(260km<sup>2</sup>)の排水計画の中で、クローンの水質改善のための浄化用水導入計画を提案したものである。

この排水計画が実施されると、調査地域は、ポルダ一堤や水門によって、外部と遮断され、特に雨季には、クローンの貯留能力を増加させるためクローンの水位は現況水位より約80cm低い維持水位に低水管理される。その結果、クローンの水質は、さらに悪化することが予想されている。

水質改善対策としては、外部から浄化用水を取り入れ、フラッシングすることが有効と考えられる。但し、浄化用水の取入れに当っては、調査地域の今後の水文状況を十分予測し、洪水を引き起こすことのないよう注意することが必要である。

この排水計画調査では浄化用水導入の効果を評価しているが、図4-4に示すように、改善効果は30%程度認められるものの相変わらずBOD値は10ppm~20ppmで臭気が発散する。従って、しゅんせつによるヘドロの除去のみならず、基本的な水質改善対策としての下水道プロジェクトの実施が今後必要になるとしている。

## 4.2 水質改善計画の実施

### 4.2.1 下水道整備計画の事業化

#### (1) 第4処理区

第4処理区は、バンコック発祥の地であり、その昔「東洋のベニス」として栄えた城郭都市—ラタナコシン地区をカバーしている。

本計画は、この地区の環境改善を目的として、JICAによるバンコック市のマスタープラン作成以前から、BMAの手により計画されて来ている。(事業費280百万バーツ—管渠工事3km、クローン護岸工事1.6km、処理場能力19,000m<sup>3</sup>/日)

本計画は、国王生誕60年(1987年12月)記念事業の一環として事業化すべく、1985年予算年度において第一期事業(護岸工事、管渠工事)の予算化がなされたが、未だに実施されていない。

#### (2) 第2処理区

JICAによるF/Sの完了(1982年)後、BMAは、知事の諮問により技術委員会(議長はチュラロンコン大学教授)を設置し、マスタープランをベースに、事業実施基本方針について検討を行った。技術委員会は、これらの検討を基に、1985年下水道技術セミナーを開催し広く関係者の意見を求めた後、バンコック知事に対して答申を行った。

現在、外貨分、内貨分の手当て等財政面での調整、用地の取得、使用料金徴収制度化等事業化への動きはない。

### 4.2.2 現在の水質汚濁防止対策

#### (1) 行政組織

水質保全行政に携わっている主要官庁は、次のとおりである。

\* 科学技術エネルギー省環境庁 (NEB : National Environment Board)

\* 工業省工業局 (DIW : Department of Industrial Works)

- \* 公衆衛生省衛生局 (DOH : Department of Health)
- \* 運輸省港湾局 (HD : Harbour Department)
- \* 内務省公共事業局 (DPW : Department of Public Works)
- \* 経済社会開発庁 (NESDB : National Economic and Social Development Board)
- \* バンコック首都圏庁 (BMA : Bangkok Metropolitan Administration)

NEB は、水質保全施策全般の企画調整、水質環境基準の設定、水質モニタリング等を担当している。ただし、直接的な排水規制の権限は有していない。

DIW は、工場排水規制を担当し、工場法に基づき排水基準の設定及びその施行を行っている。

HD は、海洋汚染、特に船舶から排水される廃油による水質汚濁問題を担当している。

BMA は、特に生活排水系事業所排水施設の監視を担当している。

## (2) 水質環境基準

水質環境基準は、国家環境保全法 (Improvement and Conservation of National Environmental Quality Act) 第17条第2項に基づき、NEB が設定している。現在、地表水、海域に分けて基準が設けられている。

地表水の環境基準は、国家環境保全法第15条に基づき設置された「水質委員会」の下部機関である「チャオピア川小委員会」で1981年8月15日に作成された。その後一部変更され1985年1月31日に、国家環境委員会で承認されたが、現時点では、未だ官報告示という法手続きが採られていないため、法的効力は有していない。

基準の内容は、表4-6に示すように、有機汚濁物質、有害化学物質等28項目について、水域の利水目的別に5段階の基準を設け、各水域にあてはめるようになっている。これは日本の水質環境基準の生活環境項目と同様の方式である。この基準は、上記委員会で設定と同時に、チャオピア川下流部を3ゾーンに分けて、河口より類型4、3、2にあてはめられた。

海域の環境基準は、1983年12月27日にNEBの上部機関である科学技術エネルギー省より告示されている。その内容は表4-7に示すように、生活環境に係る8項目のみである。現在この基準は、プーケットのカロン湾にあてはめられている。この基準は、海域の水質環境全般に目を向けたものではなく、むしろカロン湾のみの水質環境保全のガイドラインを設定するために作られたもので、その内容も、水泳、珊瑚礁保全の利水目的で分類されている。

## (3) 工場排水対策

DIW は、工業省令第1号に基づき、工場の種類を99に分類し、全国で約8万、バンコックで約2万の工場を登録している。このうち汚水発生業種としては、食品、農産物加工、繊維が多い。

工場排水による汚濁を防止するために、工業省は、工場法第39条14項に基づき、工業省告示第2号 (1970年7月24日付) により排水基準を定めている。この基準は表4-8に示すように、生活環境項目から重金属まで計26項目について定められ、スソ切りの制度がないため工場法にいう工場全てに適用されている。

更に、大規模工場における公害防止を推進するために公害防止管理者の制度が設けられ、



表4-10 NHAが管理するコミュニティープラント

住宅団地名	処理方式	処理人口 (人)	処理水量 (m <sup>3</sup> /d)	BOD(mg/l)		Septic Tank の有無
				流入	流出	
Huamark	ラグーン	2,940	1416	78	52	有
Rongsit	エアレーテッドラグーン	7,140	1440	68	28	有
Hnaykwang	活性汚泥法	16,800	3087	224	25	無
Ramintra	"	4,060	798	118	38	有
Klongchan	"	32,190	4791	78	25	有
Tasai	"	7,095		79	58	有
Piboonwattana	"	2,060	172	142	32	有
Dindaeng	"	5,100	1163	196	42	無
Prachanivet	オキシデーションディッチ	18,945	2563			有
Bangbua	オキシデーションディッチ	6,070	584	182	66	無
Lard Krabung	活性汚泥法	3,830				有
Bangna	オキシデーションディッチ	8,280	562	215	85	無

この他、病院、ホテル、デパート、アパート及び民間開発団地等の事業所排水に対しては、浄化槽等の処理施設が設置されている。

## ② 生活排水対策の現状

日本の水質汚濁防止法が対象としている工場、事業場のうち、工場については上記のように工場法に基づく各種告示により対処されているが、事業場については、明確な規定はなく所管官庁もはっきりしていない。

このため、1984年5月27日に、「水質委員会」の下部機関である「生活排水基準小委員会」で、生活排水基準が作成され、1985年1月31日に国家環境委員会で承認されている。今後、関係省庁と合議のうえNEBより告示される予定である。

生活排水基準(案)は、表4-11に示すように、居住人数別に4ランクに分け、BOD等7項目について基準値が設けられている。100人以下のAランクでは一次処理程度で対応できる濃度で、最も厳しいDランク(2,500人超)では、二次処理施設が必要な基準値となっている。

この基準の施行は、地方公共団体に委ねられる予定である。バンコック首都圏庁(BMA)は、NEB告示をガイドラインとして、バンコックの実情を勘案し、同等又はより厳しい値を施行基準として採用することとなる。

#### (5) 今後の課題

以上のような、現在の水質保全行政各施策は、関係機関の努力にも拘わらず、行政的、技術的な経験不足により、施策の消化が不十分で、スムーズに施行されているとは言い難い。制度は比較的容易に策定されるが、その施行を担保する、行政的な指導力の強化及び監視体制の整備等が今後の課題となる。そのためには、財源の確保、技術者の養成及び資機材の確保が必要不可欠である。

一方、上記工場排水基準及び生活排水基準が施行され、排水処理施設が設置されたとしても、大多数を占める個々人の家庭雑排水は依然未処理で排水されるため、特に人口過密の大都市バンコックは、クローン、河川の水質汚濁防止の観点から、下水道の整備が強く望まれる。

#### 4.2.3 浄化用水導入計画

本計画は1985年4月、国王がバンコック市内の排水施設の視察を行った際に提案されたものである。

これは、チャオピア川の河川水の導入によって、クローンを希釈し、水質浄化を図ろうとするものである。この基本的な考え方は、クローン網の下流端に位置するポンプ場（パカノンポンプ場）から排水してクローンの水位を下げ、高潮位時に、チャオピア本川水位（外水位）とクローン水位（内水位）との水位差で、河川水を導入しようとするものである。

排水下水道局（DDS、BMA）は、この提案に基づき、表4-12のように、雨季と乾季において、河川水導入の試行を行い、クローンの水質改善効果が最大となる、ポンプ及びゲート施設の最適運転操作方式を見出す努力を行った。

この結果、①チャオピア川に近く、河川水を導入しやすいクローンでは、顕著な水質改善効果があったが、清浄な河川水の届かない内陸のクローンでは、水質改善効果が十分でなかったこと、②排水ポンプ場や河川水導入ゲートの運転操作が複雑になること、等の課題が浮き彫りにされた。

この原因は、希釈水量の不足及び効果的な希釈水の配分を行うための流量制御施設の不足等があげられる。

DDSは、現在も、主として乾季において、浄化用水導入計画を実施している。

#### 4.2.4 マカサンポンド計画

本計画は1987年6月、国王がマカサンの池を視察を行った際に、提案された。

これは、このマカサンポンドの環境整備を行うと共に、この池の自然の浄化能力（水草等）を利用して、マカサンポンド及びクローンの水質浄化を行おうとするものである。

マカサンポンドは、都心部に位置し、国鉄の車両基地に隣接しており、全域、国鉄用地である。この池は都心部に残された数少ない公共用地であるため、下水道計画マスタープランでは第1処理区の処理場用地に、雨水排除計画では雨水貯留池に、また公園計画では公園用地にそれぞれ予定されている。（図4-5）



現在、関係機関が、本計画を実施中であるが、確固たるマスタープランがなく、関係機関の調整機関もできていないため、本計画の目標、フレーム、作業量及び関係機関の責任分担も定まっていない。

しかし、本計画の着眼点、すなわち、マカサンポンドの多目的利用及びマカサンポンドを利用したクロール水質浄化という考え方は、非常に評価されるべきものであり、的確なマスタープランの提示によって、極めて有効なクロールの水質浄化対策となり得る。

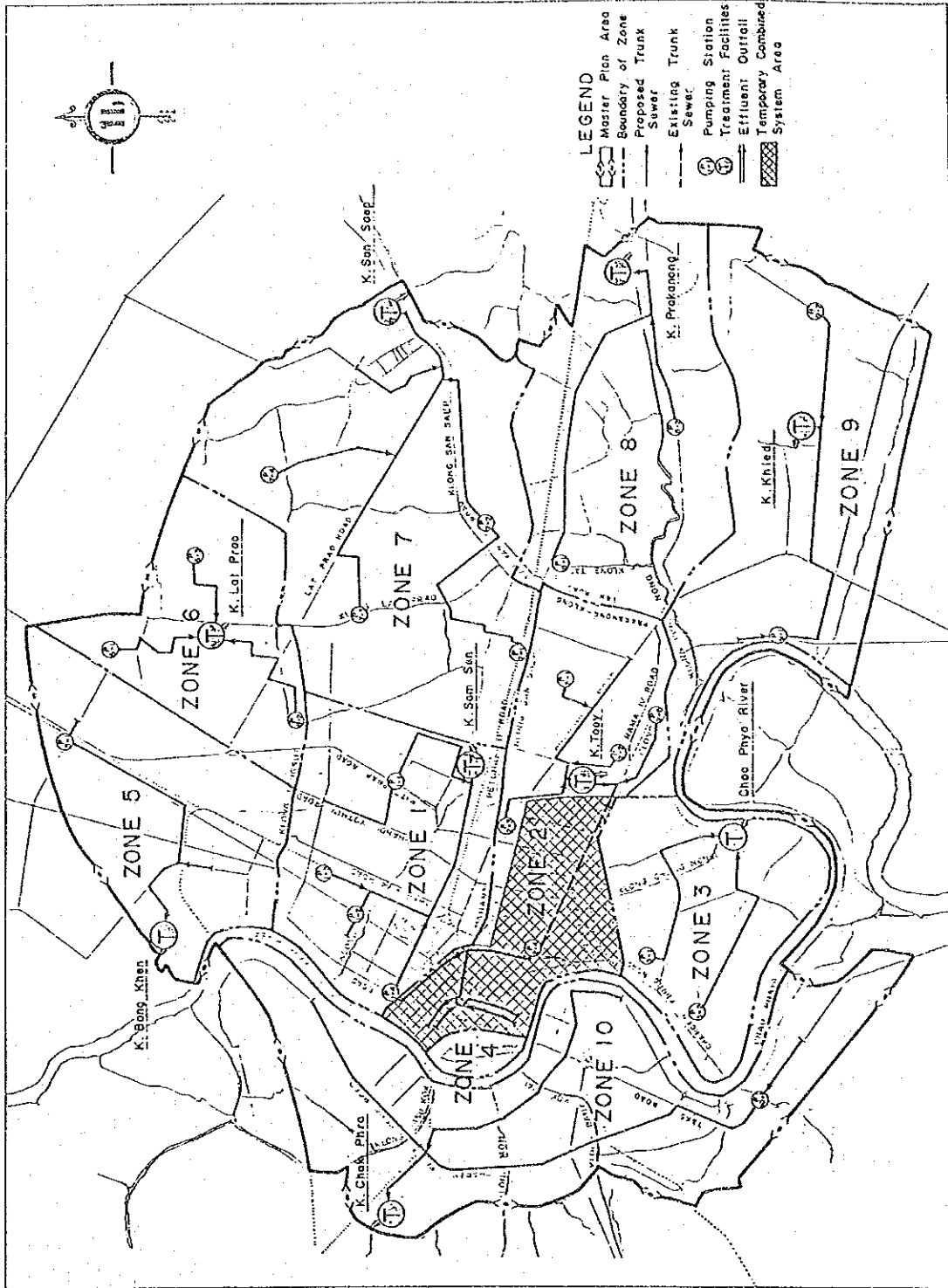


図 4-1 計画下水道システム

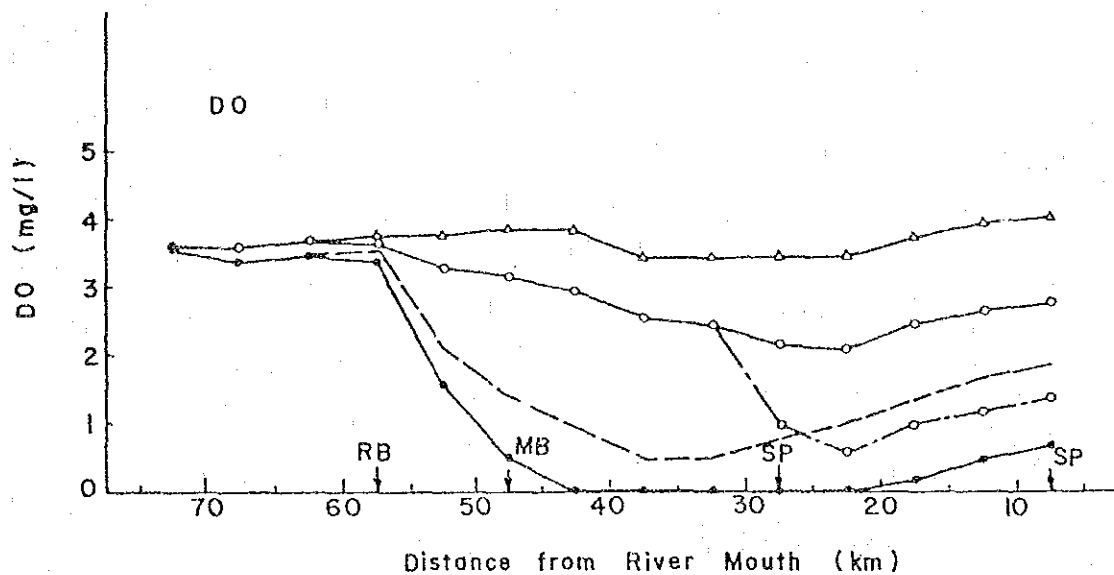
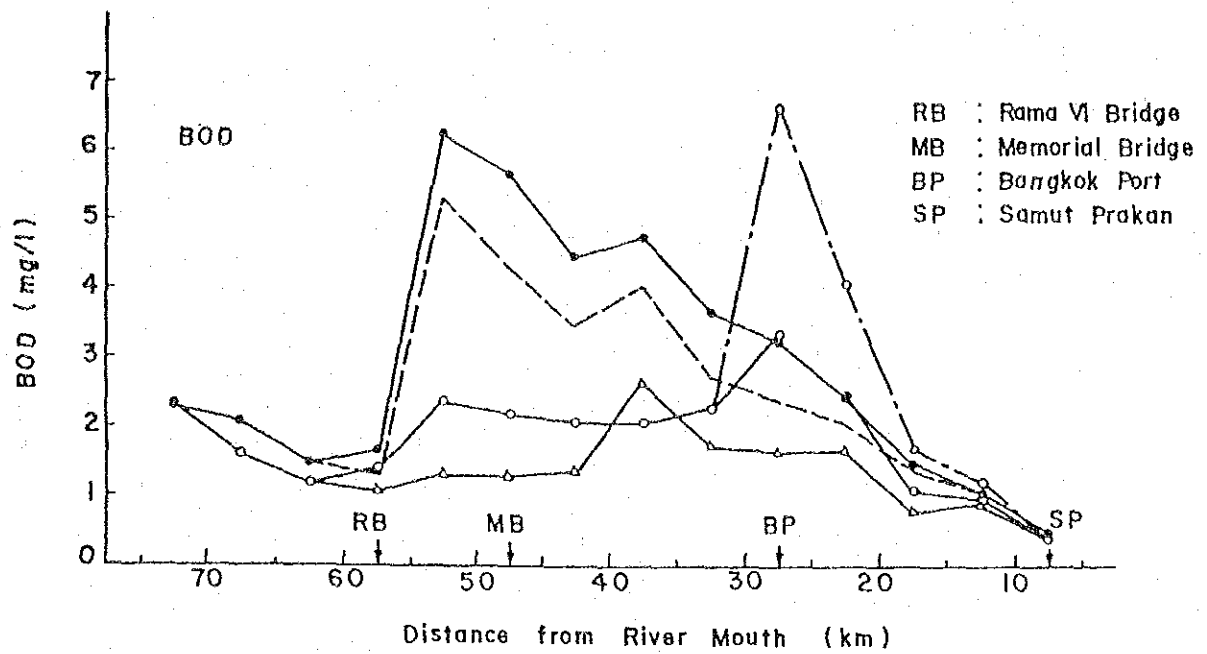


図4-2 チャオピア川の子想水質

- Case 1 : No Measure (2543)
- Case 2 : Sewerage System is Completed in Zone 2 (2543)
- ◇— Case 2 : No Treatment in Case 2 (2543)
- △— Case 4 : Completion of Sanerger System (2543)
- Present 2523 (1980)

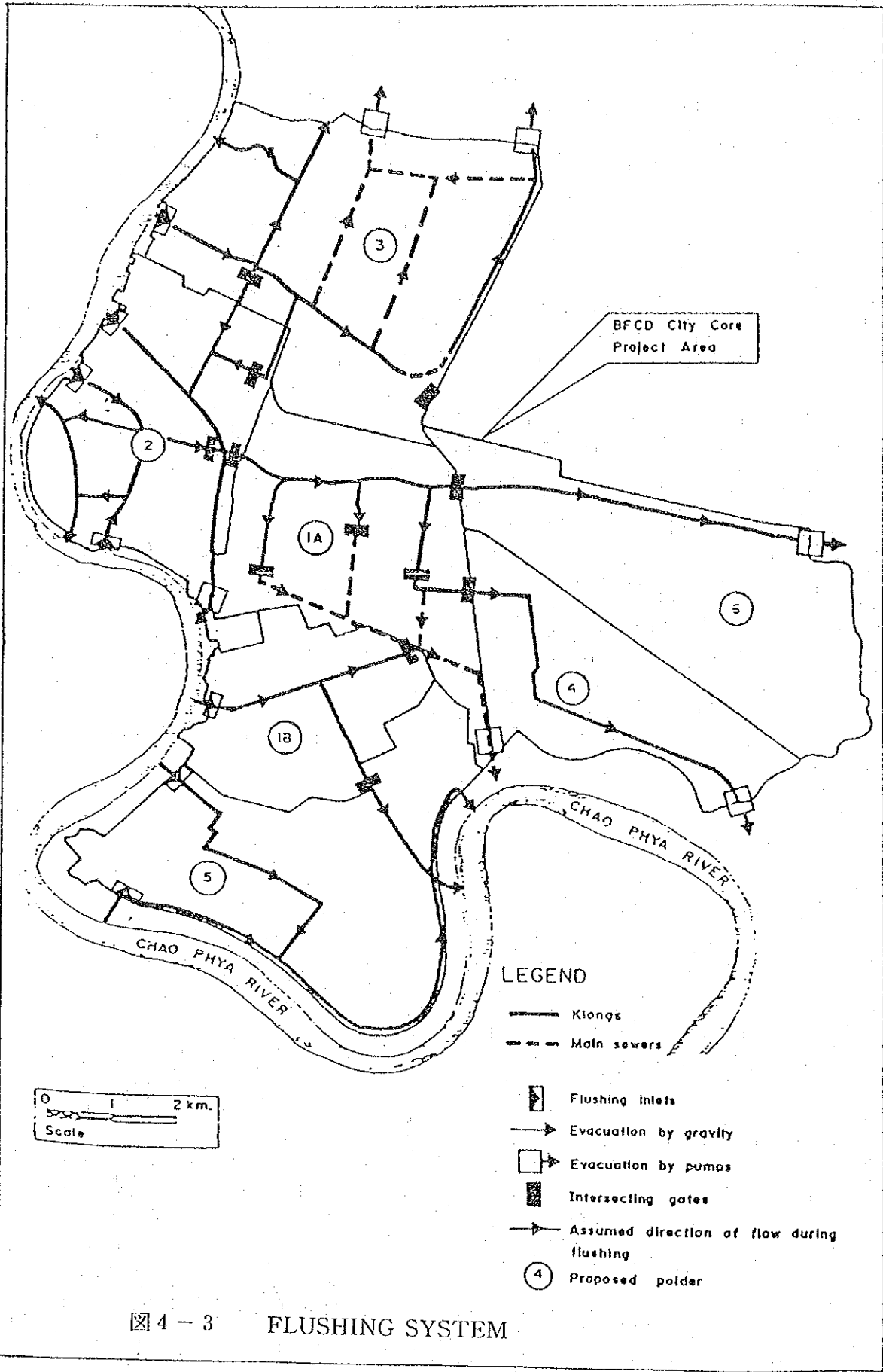


图 4-3 FLUSHING SYSTEM

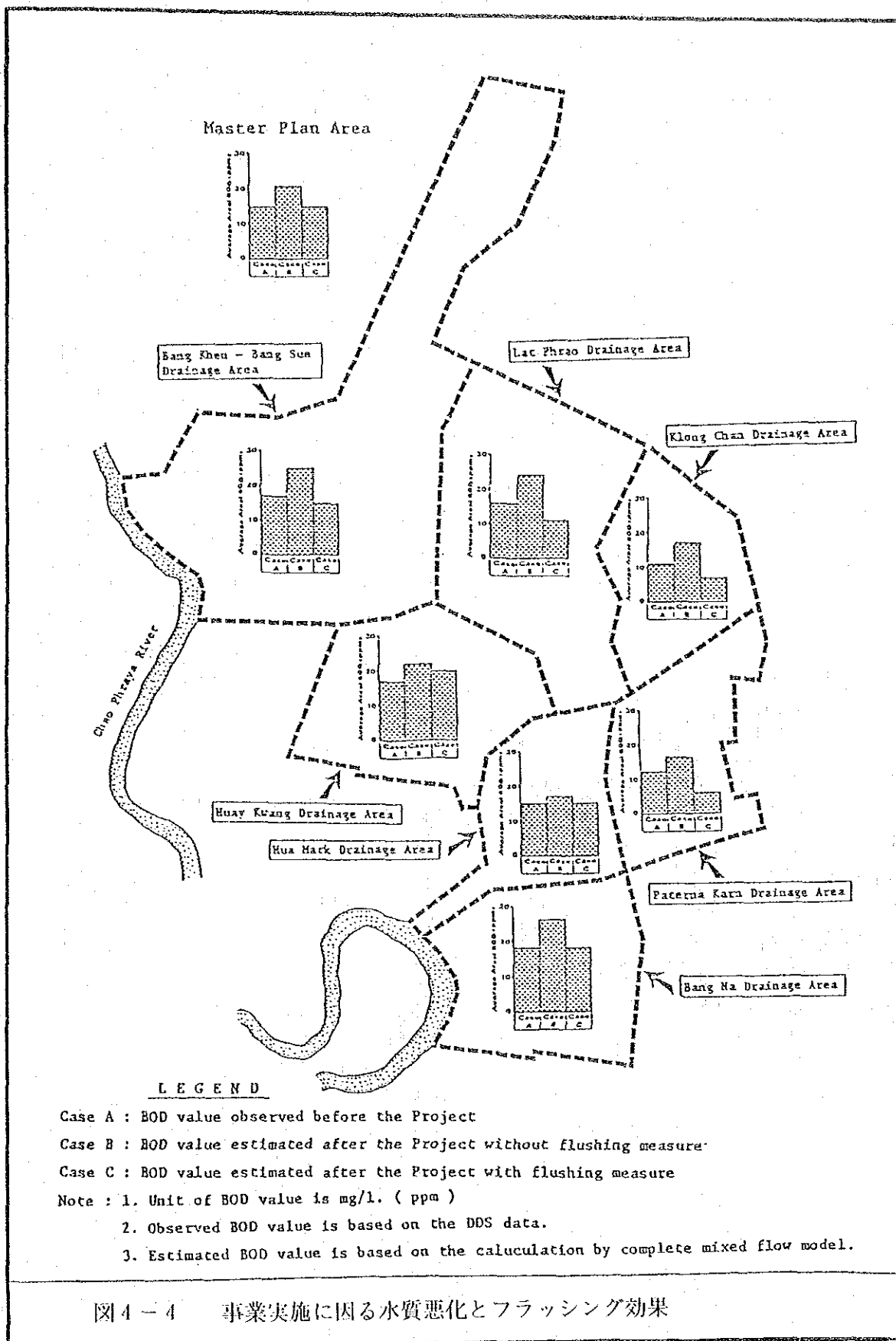


図4-4 事業実施に因る水質悪化とフラッシング効果

表4-6 水質環境基準(地表水)

項目	単位	類型				
		1	2	3	4	5
水温	度(C)	n	n'	n'	n'	
PH	-	n	5-9	←	←	
DO	mg/l	n	6	4	2	
BOD5(20度)	mg/l	n	1.5	2.0	4.0	
大腸菌総数	MPN/100ml	-	5,000	20,000	-	
ふん便性大腸菌	MPN/100ml	-	1,000	4,000	-	
NO <sub>3</sub> -N	mg/l	n	5.0	←	←	
NH <sub>3</sub> -N	mg/l	n	0.5	←	←	
フェノール類	mg/l	n	0.005	←	←	
Cu	mg/l	n	0.1	←	←	
Ni	mg/l	n	0.1	←	←	
Mn	mg/l	n	1.0	←	←	
Zn	mg/l	n	1.0	←	←	
Cd	mg/l	n	0.005*	0.05**	←	
Cr(6)	mg/l	n	0.05	←	←	
Pb	mg/l	n	0.05	←	←	
T-Hg	mg/l	n	0.002	←	←	
As	mg/l	n	0.01	←	←	
シアン	mg/l	n	0.005	←	←	
放射能(α線)	ベクレル/l	n	0.1	←	←	
放射能(β線)	ベクレル/l	n	1.0	←	←	
総農薬	mg/l	n	0.05	←	←	
DDT	μg/l	n	1.0	←	←	
αBHC	μg/l	n	0.02	←	←	
ディルドリン	μg/l	n	0.1	←	←	
アルドリン	μg/l	n	0.1	←	←	
ヘプタクロル	μg/l	n	0.1	←	←	
エンドリン	μg/l	n	ND	←	←	

- (注) 1. n : 自然な状態  
 2. n' : 自然な状態から3度以上変化しないこと  
 3.\* : 硬度100mg/l(CaCO<sub>3</sub>)未満のとき  
 4.\*\* : 硬度100mg/l(CaCO<sub>3</sub>)以上のとき  
 5. 水域の類型分類は、次ページの表による。

## 水域の類型分類

類型	水の状態	利水目的
1	極めてきれい	1.水道（殺菌以外の水処理は不要） 2.生態系の保全（生物が自然の状態です繁殖できる）
2	ひじょうにきれい	1.水道（通常の水処理で可） 2.生活及び漁業のための水生生物の保護 3.漁業 4.レクリエーション
3	きれい	1.水道（通常の水処理が必要） 2.農業
4	ややきれい	1.水道（特別の水処理が必要） 2.工業 3.その他の活動用
5	1-4以外	1.船舶の航行

表4-7 水質環境基準(海域)

項目	単位	類型		測定法
		水泳	珊瑚礁保全	
PH	—	6.5-8.3	7.5-8.9	PHメーター
水温	度(C)	23-33	23-33	温度計
DO	mg/l	4.0以上	5.0以上	アザイド変法
大腸菌	MPN/100ml	1,000以下	—	MPN法
塩分	‰ / 10	—	29-35	電導度法
油分	mg/l	ND	ND	N-ヘキサン抽出法
SS	mg/l	20以下	10以下	グラスファイバーフィルター法
透明度	m	10以上	15以上	セッチ板法

表4-8 産業排水基準

項目	単位	基準値	備考(適用の特例)	
BOD <sub>5</sub> (20°C)	mg/l	20-60	水産物缶詰製造業、デンプン製造業(沈殿)、麵製造業、皮なめし業、パルプ製造業及び食品製造業は、100	
SS	mg/l	用水/排水の比による 基準値 比密(倍)		
		30 8-150		
		60 151-300		
	mg/l	150 301-500		
DS	mg/l	2,000-5,000	塩分2,000mg/l 以上の水域に放流の場合は、水域のDS+ 5,000	
PH	-	5-9		
COD(Mn)	mg/l	60		
硫化物(as H <sub>2</sub> S)	mg/l	1.0		
シアン(as HCN)	mg/l	0.2		
タール	mg/l	ND		
油分	mg/l	5.0	石油精製及び潤滑油製造業 15	
ホルムアルデヒド	mg/l	1.0		
フェノール、クレゾール	mg/l	1.0		
遊離塩素	mg/l	1.0		
殺虫剤	mg/l	ND		
放射能	-	ND		
重金属				
Zn	mg/l	5.0		亜鉛工業 3
Cr	mg/l	0.5		亜鉛工業 0.2
As	mg/l	0.25		
Cu	mg/l	1.0		
Hg	mg/l	0.005	亜鉛工業 0.002	
Cd	mg/l	0.03	亜鉛工業 0.1	
Ba	mg/l	1.0		
Se	mg/l	0.02		
Pb	mg/l	0.2		
Ni	mg/l	0.2		
Mn	mg/l	5.0		
Ag	mg/l	-	亜鉛工業 0.02	



表4-11 生活排水基準(案)

項目	単位	ランク (居住者数:人)				測定法
		A (-100)	B(101- 500)	C(501- 2500)	D(2501 -)	
BOD <sub>5</sub> (20℃)	mg/l	90	60	30	20*	アザイド変法
固形物						
SS	mg/l	60	50	40	30	ろ過法
Settle-S	mg/l	0.5	0.5	0.5	0.5	60分静置
T-DS	mg/l	+500	+500	+500	+500**	蒸発法
硫化物	mg/l	4.0	3.0	1.0	1.0	
遊離残留塩素	mg/l	-	-	0.3	0.3***	オルトリジン法
窒素						
TKN	mg/l	40	40	-	-	ケルダール法
ORG-N	mg/l	15	15	10	10	NH <sub>3</sub> 分離後カタール法
NH <sub>3</sub> -N	mg/l	25	25	-	-	ネスラー法 (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 使用)
NO <sub>3</sub> -N	mg/l	-	-	-	-	
PH	-	5-9	5-9	5-9	5-9	電極法
油分	mg/l	20	20	20	20	ソックスレー抽出法

- (注) 1.\* : Settled BOD(30分)  
 2.\*\* : 使用した水のT-DS値+500mg/l  
 3.\*\*\* : 伝染病流行時の最大許容限度

表 4 - 12 Term and goals of the flushing project

STAGE	TERM	KIND	SCOPE OF INVESTIGATION
1	1985 April, 5	main	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Carrying out the project by various operating systems of the water gate and the pumping station as shown in Fig.</li> <li>2. Taking samples at 34 points in the proposal area and analyzing the water quality.</li> <li>3. Measuring the flow volumes of each khlong.</li> </ol>
	April, 30	support	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Improvement and Installation of current measuring poles.</li> <li>2. Dredging the khlongs to improve the flow condition.</li> <li>3. Removal of obstacles in khlongs.</li> <li>4. Arranging the operation control center for the effective operation.</li> </ol>
2	May, 1	main	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Analysis of the corrected data.</li> <li>2. Making the proposal for the effective control of the project.</li> </ol>
	August, 30	support	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Putting the every data into computer.</li> <li>2. Making the mathematical model in order to have a theoretical backing.</li> </ol>
3	September, 1	main	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Carrying out the proposed scheme.</li> <li>2. Investigating whether the water quality is improved or not by the scheme.</li> <li>3. Making the regulation for the appropriate operation.</li> </ol>
	December, 31	support	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Research by using the mathematical model.</li> <li>2. Improvement of khlongs (dredging or others)</li> </ol>
4	1986 January, 1	main	Execution of the project by the optimum condition, on the dry season.



