

国際協力事業団  
セネガル共和国  
水利省

ダカール市周辺地域

下水・排水施設整備計画調査

ファイナルレポート  
(要約)

1994年10月

株式会社 パシフィック コンサルタンツ インターナショナル  
株式会社 東京設計事務所

社調二

J R

94-115

JICA LIBRARY



1118923[0]



国際協力事業団  
セネガル共和国  
水 利 省

ダカール市周辺地域

下水・排水施設整備計画調査

ファイナルレポート  
(要 約)

1994年10月

株式会社 パシフィック コンサルタンツ インターナショナル  
株 式 会 社 東 京 設 計 事 務 所

本報告書では、事業費を1994年3月時点の市場価格で見積り、  
FCFAで表示した。また、使用した通貨換算率は以下の通りである。

FF 1 = FCFA 100 (FF 1 = ¥ 18.64)

国際協力事業団

27413

## 序 文

日本国政府は、セネガル共和国政府の要請に基づき、同国のダカール市周辺地域下水・排水施設整備計画にかかるマスタープラン策定及びフィージビリティ調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成5年6月から平成6年8月までの間、4回にわたり、株式会社パンフィックコンサルタンツインターナショナルの武智昭氏を団長とし、同社及び株式会社東京設計事務所から構成される調査団を現地に派遣しました。

調査団は、セネガル国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成6年10月

藤田 公郎

国際協力事業団  
総裁 藤田 公郎

## 伝 達 状

平成6年10月

国際協力事業団  
総裁 藤田 公郎 殿

拝 啓、

ダカール市周辺地域下水・排水施設整備計画調査の報告書を提出申し上げます。本報告書は平成5年5月13日、平成6年1月28日、平成6年5月2日に貴事業団と株式会社パシフィックコンサルタンツインターナショナルおよび株式会社東京設計事務所によって構成される共同企業体との間で締結された契約に従って作成されました。

本報告書には、ダカール市および周辺地域の下水・排水施設に係る現況分析、施設整備のマスタープラン、優先プロジェクトに対するフィージビリティ調査の結果が記載されています。

本報告書は、要約報告書、主報告書、付属報告書、データ集によって構成されています。要約報告書は調査全体を簡潔にまとめ、主報告書には調査の背景、調査地域の状況、下水・排水整備のマスタープランの策定、優先プロジェクトの選定とそれに対するフィージビリティ調査のすべての調査結果を記載しています。付属報告書は主報告書の内容をさらに詳述し、データ集には解析に使用された一次資料がまとめられています。

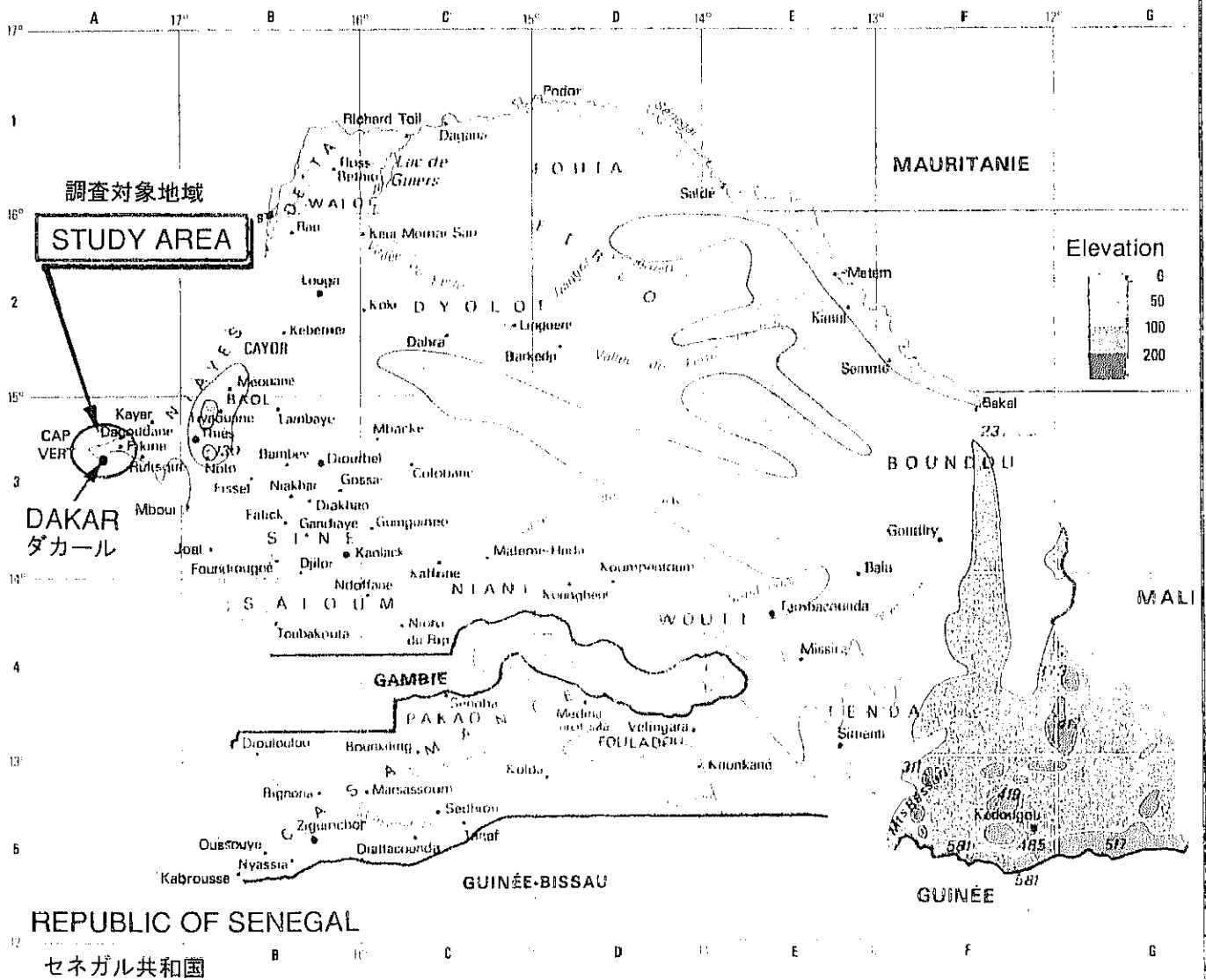
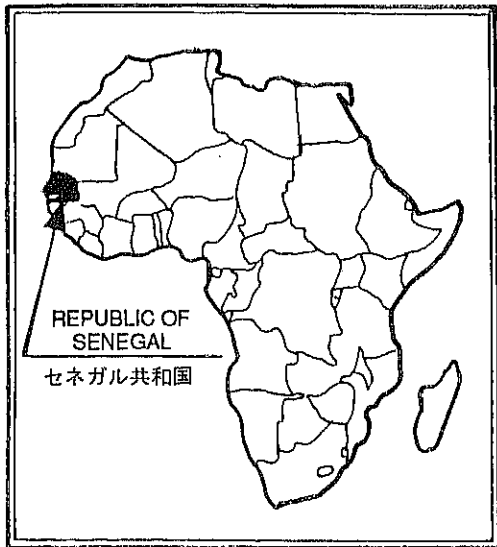
本報告書の提出にあたり、全調査期間に互り多大なご支援を賜った貴事業団、作業監理委員会、外務省、建設省、在セネガル国日本国大使館の諸賢、ならびにセネガル国政府機関の関係各位に対して心から感謝の意を表するとともに、本調査の成果が、ダカール市およびその周辺地域の下水・排水施設整備の進展と社会の発展の一助となることを希望する次第です。

敬 具



調 査 団 長

武 智 昭



位置図  
LOCATION MAP

# ダカール市周辺地域下水・排水施設整備計画調査

## 計画概要

### I. 下水道システム

1. 目標年次： 2010年

2. 対象区域・人口

面積： 3,480 ha (調査対象地域の20%)

人口： 1,041,328人 (調査対象地域人口の35.8%)

3. 下水道マスタープランの構成

3.1 施設の要素

汚水収集網の建設： 1,302 ha

汚水幹線の建設： 34.3 km

下水処理場の増設： 90,000 m<sup>3</sup>/日

オウカム地区の既存污水管の改修

3.2 非施設の要素

工場排水： 各工場における個別処理

下水非収集地域での汚水処理： 便所の改善

4. 事業費

直接建設費	83,500百万FCFA
土地収用	827百万FCFA
技術費	8,350百万FCFA
政府事務費	1,252百万FCFA
予備費	8,350百万FCFA
合計	102,279百万FCFA

5. 財務評価

建設費の全額を政府が負担すること、利用者は運転費を下水道料金（水道料金の8%）として負担をすることを条件として、事業は財務的に実施可能。

6. 優先プロジェクト

6.1 地域： パーセルアセニとその周辺地域

6.2 対象人口： 167,000人

6.3 建設する施設

ポンプ場： 12ヶ所の新設または改修

2次収集管： 20haの汚水収集網の2次収集管の建設

下水処理場： カンベレン下水処理場の現況10,000m<sup>3</sup>/日を30,000m<sup>3</sup>/日に増設。



#### 6.4 事業費

直接建設費	13,963百万FCFA
污水管洗淨機器	455百万FCFA
技術費	1,389百万FCFA
政府事務費	210百万FCFA
予備費	1,396百万FCFA
合計	17,413百万FCFA

### II. 雨水排水システム

1. 目標年次： 2010年

2. 対象区域： 160.4 km<sup>2</sup>

#### 3. 雨水排水マスタープランの構成

##### 3.1 施設の要素

すでに市街地が進行し、なおかつ海等への排水口を持たない閉鎖性の地域に対する、排水路、排水ポンプ場、貯溜浸透池の建設。

##### 3.2 非施設の要素

地域内の雨水の貯溜・浸透の奨励。

#### 4. 事業費

直接建設費	18,985百万FCFA
ポンプ車	500百万FCFA
土地収用	881百万FCFA
技術費	1,329百万FCFA
政府事務費	298百万FCFA
予備費	2,149百万FCFA
合計	24,143百万FCFA

#### 5. 経済評価

EIRRは8.7%と計算され、プロジェクトの公共性を考慮し、経済的に実施可能と判断された。

#### 6. 優先プロジェクト

6.1 地域： セントラルピキン (11.3 km<sup>2</sup>)

##### 6.2 建設する施設

雨水管：	合計7.0 km
雨水路：	合計3.3 km
ポンプ場：	8ヶ所
滞留池	5.1 ha

### 6.3 事業費

直接建設費	8,686百万FCFA
土地収用	250百万FCFA
技術費	608百万FCFA
政府事務費	134百万FCFA
予備費	968百万FCFA
合計	10,647百万FCFA

### 6.4 事業評価

純現在価値 (NPV)	430百万FCFA
費用便益比 (B/C)	1.07
経済的内部收益率 (EIRR)	10.8%

## 目 次

1.	はじめに.....	1
2.	下水道計画.....	2
2.1	下水道の現況.....	2
2.1.1	既存の下水道施設.....	2
2.1.2	下水道システムの普及率.....	2
2.1.3	下水道施設.....	2
2.2	設計条件.....	2
2.2.1	人口および土地利用.....	2
2.2.2	処理区域の選定.....	2
2.2.3	汚水量及び負荷量.....	3
2.3	下水道マスタープラン.....	3
2.3.1	調査対象地域全体の下水道システム.....	3
2.3.2	下水道マスタープラン.....	5
2.3.3	プロジェクト評価.....	6
2.4	優先プロジェクトに対するフィージビリティ調査.....	7
2.4.1	優先プロジェクト.....	7
2.4.2	事業費と実施計画.....	8
2.4.3	プロジェクト評価.....	8
3.	都市排水計画.....	8
3.1	調査対象地域の現況.....	8
3.1.1	既存の雨水排水施設.....	8
3.1.2	浸水の状況.....	9
3.2	計画条件.....	9
3.2.1	土地利用.....	9
3.2.2	設計確率雨量.....	9
3.3	雨水排水計画マスタープラン.....	10
3.3.1	一般.....	10
3.3.2	マスタープラン.....	10
3.3.3	プロジェクト評価.....	11
3.4	優先プロジェクトに対するフィージビリティ調査.....	11
3.4.1	優先プロジェクト.....	11
3.4.2	事業費及び事業実施計画.....	12
3.4.3	プロジェクト評価.....	12
4.	提 言.....	13
4.1	下水道システムに関する勧告.....	13
4.2	雨水排水システムに関する勧告.....	14

## 1. はじめに

セネガル共和国の首都であるダカール市は、同国でもっとも人口が集中した、工業及び商業の中心地である。郊外における急速な都市化の進展は、社会的な問題や環境問題を悪化させている。当該地域における衛生状況はもっとも重要な問題のひとつとして指摘されており、雨水排水システムと汚水処理システムの改善は、良好な生活環境の維持にとって不可欠なものとなっている。

そうした問題に対処するため、セネガル国政府は1991年世銀およびUNDPの協力により、ダカール周辺の下水・排水の現況、将来予測、問題点の解決についての調査（「戦略計画」と呼ぶ）を実施した。その後、セネガル国政府はさらに下水・排水施設整備事業の実施を目指し、下水・排水施設整備の基本計画の作成、緊急事業についてのフィージビリティ調査を目的として、日本政府に対して技術援助を要請した。

本調査、「ダカール市周辺地域下水・排水施設整備計画調査」はセネガル国政府の要請を受けて、1993年6月より1994年8月にかけてセネガル共和国水利省及び上下水道公社の協力により国際協力事業団の調査団によって実施されたものである。

調査の目的は、

- i) 調査対象地域に対し2010年を目標とした雨水排水計画及び下水道計画のマスタープランとその実施計画を策定すること。
- i i) マスタープランで選定された優先プロジェクトに対してのフィージビリティ調査を実施すること。

である。

調査対象地域は、図1.1に示すとおり、ダカール市とその週辺地区（ダカール県及びピキン県）の約160平方キロメートルである。

なお、本調査は下図に示す日本側及びセネガル側組織の協力により実施された。

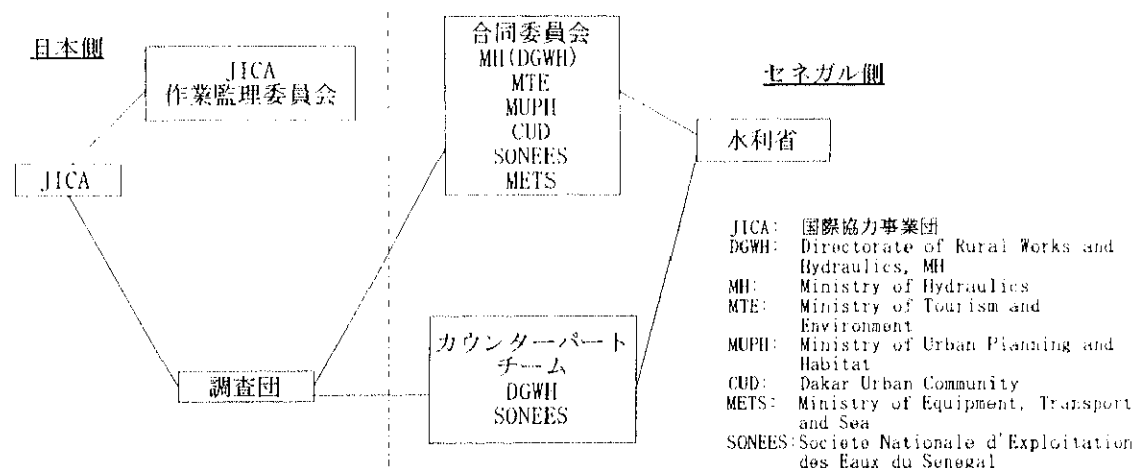


図 調査実施組織

## JICA調査団

名 前	分担業務
武智 昭	総括・下水道計画
白岩 弘行	雨水排水計画
宮本 正史	施設計画（下水道）
松丸 亮	施設計画（雨水排水）
萩原 充道	施設計画（処理場）
河内 政広	水質・工場排水処理
アルン・カマール・ヴィスワナス	環境
柳内 龍二	組織・実施計画
プラシド・メルスマン	都市計画
成島 信夫	施工計画・積算
石橋 直道	経済・財務分析
野越 修	測量・地質調査

## JICA監理委員会

氏 名	担 当	所 属
田野 嘉男	委員長／下水道計画	地域振興整備公団
藤木 修	排水計画	日本下水道事業団

## セネガル側カウンターパートチーム

氏 名	分担業務	所 属
Birama NDIAYE	総括	DGWH/DHUA
M. Alioune BA	下水道	DGWH/DHUA
Cheike FALL	下水道	SONEES
Ousmane CAMARA	雨水排水	SONEES
Ibrahima SOW	雨水排水	DGWH/DHUA
Fatoumata NIYANG	水質分析	SONEES
Papa Ibarahima DIONE	水質分析	SONEES
Chikh SYLLA	水質分析	MTE
Alioune BAKHOUM	組織	DGWH/DHUA
Baba COULIBALY	組織	SONEES
Mame Pierre CAMARA	経済分析	DCET/MEFP
Souleymane DIOP	測量	DGWH/DHUA

## 2. 下水道計画

### 2.1 下水道の現況

#### 2.1.1 既存の下水道施設

調査対象地域内の市街地の衛生施設は、オフサイトシステムと、オンサイトシステムの2種類に大別される。オフサイトシステムは、家庭およびさまざまな建物より污水管により污水を収集するものである。調査対象地域内の既存の下水道施設は、分流式下水道として設計建設されており、污水と雨水を別々に収集している。収集された污水は、処理された後または未処理のまま海に放流される。

オンサイトシステムは、污水の発生場所において個別に処理を行うシステムである。

#### 2.1.2 下水道システムの普及率

現状での污水収集人口は、453,958人と推定され、この数字は、調査対象地域内の人口1,517,400人の30%に相当する。面積では、調査対象地域の34%に相当している。

上記の人口を基に、污水原単位量と負荷量を考慮して、発生汚水量と発生負荷量および収集量を推定した。

#### 2.1.3 下水道施設

現況の下水道施設を以下に示す。

- ・ 污水収集区域内の污水管網
- ・ 収集した污水を処理場および海中放流管におくる本管
- ・ ポンプ場25ヶ所
- ・ 污水処理場2ヶ所（2ヶ所の処理場のうち1ヶ所は機能していない）と海中放流管

ダカール地区の污水管網で収集された污水は、主としてファン岬より未処理で海中に放流される。カンペレン污水処理場では、主にバセールアセニ地区からの污水を処理している。

## 2.2 設計条件

### 2.2.1 人口および土地利用

人口、土地利用は基本的には1991年の「戦略計画」によったが、戦略計画には含まれていない10ヶ所の新規開発が調査を通じて明らかになった。

新規の開発を含めた調査対象地域内の2010年におけるプロジェクト対象人口は、戦略計画に示されている2,915,459人から2,908,871人に変更された。

### 2.2.2 処理区域の選定

以下の要素を考慮して下水道による処理区域を選定した。

- ・ 上水道の供給レベル（一人当たりの水道水消費量）

- ・ 人口密度
- ・ 個別処理の物理的、経済的な適用性

このように選定された処理区域内人口は、2,135,435人（2010年の調査対象地域内の人口の73.4%）と推定される。

### 2.2.3 汚水量及び負荷量

2010年における汚水量の合計は、511,007m<sup>3</sup>/dayと推定され、そのうちの484,197m<sup>3</sup>/dayが家庭からの汚水であり、26,814m<sup>3</sup>/dayが工場などからの汚水である。2010年における負荷量は、202.9 BODton/dayと推定され、そのうちの178.5 BODton/dayが家庭から発生し、24.4 BODton/dayが工場などから発生する。

### 2.3 下水道マスタープラン

下水道計画は2.2.1で選定した下水道整備地域全体に対して行なわれた。しかしながら、財政的な面と工事量の面からその計画が2010年までに完了することが難しいと判断され、マスタープランでは、全体の計画からいくつかの地区を除外し、マスタープランが2010年の完了という目標に対し妥当なものとなるような提案となることがセネガル政府によって了解された。

したがって、本調査は選定された下水道整備地域全体をカバーする下水道計画を立てたが、そのうちの一部のみがマスタープランとして提案されていると言うことを、ここで注記しておかなければならない。

#### 2.3.1 調査対象地域全体の下水道システム

##### (1) 下水道システム

下水道整備区域は、地形条件と下水道システムの現況を考慮して、14の処理区に分割される。提案する下水道システムは、図2.1に示すように、14の処理区を7ヶ所の処理場によってカバーしている。全体のプロジェクトコストを以下に示す。

内 訳	金額 (1000FCFA)	
・ 直接工事費 (DCC)	255,166,953	
下水管網	60,211,067	
収集本管	34,560,549	
圧送管	5,702,463	
ポンプ場	32,071,099	
汚水処理場	121,862,715	
海中放流管	709,060	
・ 土地収用	1,162,450	
・ 技術経費	25,511,695	DCCの10%
・ 政府事務費	3,826,754	DCCの1.5%
・ 予備費	25,511,695	DCCの10%
合 計	311,129,548	

##### (2) 工場排水処理

上述した下水道計画では工場排水処理のための処理場が1ヶ所含まれているが、工場排水処理の代替案の一つとして、各工場において個別に処理をすることを提案する。提案は、

業種ごとの適正な処理方法と費用の見積りを含んでいる。2010年における建設費の合計は、20,160百万FCFAと見積もられた。

### (3) 個別処理

個別処理については、衛生状況の改善と地下水の汚染の防止という観点から、調査が行なわれた。

衛生状況の改善のために、トイレの改善を提案する。

地下水の汚染の防止のために、し尿の収集、処理、廃棄システムが検討されたが、それに対する費用が310,000百万FCFAと見積もられ、し尿の収集、処理、廃棄システムは、経済的にできないと判断された。

### (4) 処理水再利用

処理水の再利用について、高度処理を行わず従来の処理方法で処理した水を灌がいと散水に利用するといった前提に基づいて、検討した。

グランニアイエの周辺の農地の灌がい用水よりの施設と、国道沿いの並木とムバオの植林地帯への散水用の施設の2つの施設を提案され、2つの施設の建設費はそれぞれ、1,372百万FCFAと680百万FCFAである。

## 2.3.2 下水道マスタープラン

前節(1)で述べた下水道計画を2010年までに完了可能な大きさにするために、いくつかの処理区域が、費用効果、開発状況、現況の下水道システムの程度などを判断基準として除外された。

その結果、カンベレン処理区中心とする地域を対象とするマスタープランが提案された。マスタープランを図2.2に示すとともにその内容を以下に示す。

プロジェクトの構成要素	対象地区
収集管網の建設	パセールアセニ、ダカール・ヨフ、アン、ゲジャワエ、ピキンレギュラー
収集本管の建設	パセールアセニ、ダカール・ヨフ、ゲジャワエ、ピキンレギュラー
汚水処理場の建設	カンベレン汚水処理場
既存収集管渠の改善	オウカム

プロジェクトコストは、以下のように見積もられた。

内 訳	金額 (1000FCFA)	
・直接工事費 (DCC)	83,499,556	
・土地収用	826,650	
・技術経費	8,349,955	DCCの10%
・政府事務費	1,252,497	DCCの1.5%
・予備費	8,349,961	DCCの10%
合 計	102,278,619	

優先順位は主として地域毎に単位汚水量を収集するのに必要な建設費を比較することに決定された。その結果は下記のようになり、実施計画はプロジェクトの優先順位を基に提案さ



れた。

- 優先順位 1      パセールアセニ地区
- 優先順位 2      グランヨフおよびアン地区  
                         オウカム地区の収集管の改善
- 優先順位 3      ゲジャワエ・ピキンレギュラー地区

### 2.3.3 プロジェクト評価

提案された下水道プロジェクトは、調査対象地域の20%、3,480 h aをカバーしている。このシステムでは、調査対象地域の2010年における人口の35.8%に当たる1,041,328人からの汚水を収集し、97,200m<sup>3</sup>/day (635,466人相当)の汚水を処理する事となる。この事によって、下水道の普及率は現在の29.9%から35.8%に上昇し、処理率は4.2%から21.8%に上昇する。

環境に対する影響は、処理場やポンプ場の近くでは、騒音や悪臭といった悪影響があるかもしれないが、これらの影響は、プロジェクトがもたらす効果に比して、小さなものと判断される。

財政計画のために、以下に示す3ケースを比較した。

- ケース1：      初期投資額の100%：政府からの補助金
- ケース2：      初期投資額の100%：政府からの借入れ
- ケース3：      初期投資額の70%：政府からの借入れ  
                         初期投資額の30%：政府からの補助金

注：それぞれのケースにおいて、維持管理費は料金収入より支払う。

それぞれのケースにおいて、次に示す下水道料金が提案される。下水道料金をほぼ住民の支払い意志の範囲（水道料金の24.7%）に納められること、FIRRは6.8%から7.4%と計算されたことからいずれのケースも財政的には実施可能と判断された。しかしながら、政府に負担能力があればケース1を採用すべきである。すなわち、下水道プロジェクトは下水管に接続した住民だけが便益を受けるものでなく、地域の衛生環境、水域の水質環境の改善を通じ、整備区域の住民、下水放流先付近の住民も便益を受けるものである。さらに、提案され下水道料金は住民の支払い意志の範囲にあるとはいえ、住民にとってなお高負担であることには変わりはない。

期 間	ケース1	ケース2	ケース3
2000年まで	水道料金の6.1% (21.01 FCFA/m)	水道料金の6.1% (21.01 FCFA/m)	水道料金の6.1% (21.01 FCFA/m)
2001年～2010年	水道料金の7% (24.12 FCFA/m)	水道料金の14% (48.23 FCFA/m)	水道料金の12% (41.34 FCFA/m)
2010年以降	水道料金の8% (27.56 FCFA/m)	水道料金の28% (96.46 FCFA/m)	水道料金の22% (75.79 FCFA/m)

## 2.4 優先プロジェクトに対するフィージビリティ調査

### 2.4.1 優先プロジェクト

#### (1) 調査対象地域

優先プロジェクトに対するフィージビリティ調査の対象地域は、マスタープランの中より選定した。選定された対象地域は、カンベレン処理区の一部である。

処理区内は、既設のポンプ場のサービス区域や開発状況を考慮して、14の処理分区に分割した。

#### (2) 人口および汚水量

1993年時点と2010年における計画人口および汚水量は以下のとおり。

年	1993年	2010年
人口	159,618	260,696
収集人口	51,306	167,237
接続率	32.1	64.1
汚水量		
収集汚水量	3,169	23,946
発生汚水量	11,360	39,383
発生最大汚水量	22,720	78,762

#### (3) 施設計画

図2.3に施設計画を示す。施設計画は下記の施設の建設からなる。

- ・ ポンプ場：  
12ヶ所のポンプ場の建設または改善
- ・ 2次管：  
予備設計の目的から20ha以上の収集区域をもつ収集管を2次管と定義する。
- ・ 汚水処理場：  
2系列を増設する事により、カンベレン処理場の処理能力を30,000m<sup>3</sup>/dayに引き上げる。

### 2.4.2 事業費と実施計画

建設費は、合計で11,750百万FCFAと見積もられた。内訳は以下のとおり。また維持管理費は年間392百万FCFAである。

内訳	合計金額 (1000FCFA)	内貨分 (1000FCFA)	外貨分 (1000FCFA)
・直接工事費(DCC)	13,962,706	3,644,865	10,317,841
・管渠洗浄器材	445,000	0	445,000
・土地収用	350	350	0
・技術経費(DCCの10%)	1,396,271	418,881	977,389

・政府事務費(DCCの1.5%)	209,441	209,441	0
・予備費(DCCの10%)	1,396,271	1,396,271	0
合計	17,420,039	5,669,808	11,750,230

2000年までの実施計画は、測量や設計、入札などの準備期間を考慮してたてられている。投資スケジュール以下のとおりである。

(1000FCFA)

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	合計
内貨分	177,438	177,688	933,821	987,752	1,539,589	1,853,521	5,669,808
外貨分	344,881	344,881	2,032,765	2,096,574	2,745,848	4,185,281	11,750,230
合計	522,319	522,569	2,966,586	3,084,326	4,285,437	6,038,802	17,420,039

### 2.4.3 プロジェクト評価

優先プロジェクトは下記からなる。

- ・ 既存施設の改善（ポンプ場、収集管網、パーセルアセニ地区の面整備：414ha）
- ・ 非収集区域への収集管の敷設（306ha）
- ・ カンベレン処理場の拡張
- ・ カンベレン処理場からの処理水を放流する海中放流管の再建設

事業内容は既存施設の更新と拡張である。したがって、プロジェクト施設が運転されても何等現状を変化させるものではなく、プロジェクト完成後環境への影響は無視できるものである。一方、建設段階では工事に伴う騒音、埃の発生、周辺交通への障害は避け得ないが、いずれも期間・地域が限定されたものであり、工法の選択、迂回路設定等により軽減できる。

財政的な見地から見ても、政府が建設費を負担し、利用者が運転費を下水道料金として（現況水道料金の6.1%を将来は8%に値上げする）支払うことにより実施可能と判断される。

## 3. 都市排水計画

### 3.1 調査対象地域の現況

#### 3.1.1 既存の雨水排水施設

調査対象地域（面積160.4平方キロメートル）はその自然条件から以下に述べるような7つの地区に分割される。

- A-1: ダカール市街地
- A-2: グランヨフ及びオウカム
- A-3: ダカールヨフ空港及びその周辺
- A-4: ヨフゲジャワエ海岸地区
- A-5: グランニアイエ地区

A-6: ピキン地区

A-7: ピキン東部地区

調査対象地域内の雨水排水網はダカール市街地、ダカールヨフ空港地区と一部のピキン地区にのみ存在している。ダカール市街地の雨水のほとんどは、雨水排水施設が無い地区とグランニアイエに排出されている地域を除いて、自然流下により海へ排出されている。

ピキン地区では、市街化により雨水の流出形態が変化したにもかかわらず、雨水排水システムは自然のままの状況のままである。雨水の大部分はグランニアイエ、他の低地、湿地、砂地に排出される。海岸線の極く一部の雨水のみが海に排出されている。

### 3.1.2 浸水の状況

調査対象地域内の浸水は雨期（7月、8月、9月）に発生している。1989年の浸水が記録にある過去最大の浸水である。日雨量は113.7mmでこれは10年確率の雨量に相当すると推定される。この大雨はダカールとピキン地区のいたるところに洪水を引き起こした。主な浸水の原因は、以下のとおりである。

- ・ 雨期に雨水の集まっていた低地部の都市化
- ・ 市街化の進展による流出率の上昇と雨水の地下浸透能力の減少
- ・ 一部の地域における雨水排水システムの不完全

## 3.2 計画条件

### 3.2.1 土地利用

2010年における土地利用計画を計画に適用する。調査対象地域の土地利用状況は下記の通りである。

土地利用分類	面積 (km <sup>2</sup> )
住居地域 (農村、自然発生市街地-ルキユア)	4.2
住居地域 (自然発生市街地-ルキユア、計画市街地)	41.3
住居地域 (集合住宅、高層住宅)	12.1
公共施設	15.0
公園、墓地、軍隊	14.4
工業地域	14.6
農地	24.3
空き地	3.4
植林地帯	11.1
合計	160.4

グランニアイエ、低湿地、植林地帯及びピキン東部の一部を除き、調査対象地域の大部分は2010年までに市街化されると予想される。

### 3.2.2 設計確率雨量

雨水排水施設に適用する設計確率雨量は次のとおり。

雨水排水路： 5年確率  
ポンプ場、調整池/浸透池： 10年確率

### 3.3 雨水排水計画マスタープラン

#### 3.3.1 一般

調査対象地域における雨水排水システムは、以下に述べるようなコンセプトに基づいて提案された。

- ・ 2010年を目標年とする。
- ・ 排水分区は、建設費、維持管理費を節約するために、自然地形を基にして決める。
- ・ 雨水はできる限り浸透させ地下水源とする。
- ・ ポンプによる排水をできるだけ少なくするために、自然流下による排水を原則とする。
- ・ それぞれの排水分区は、ニアイエ、低湿地、河川等を排出先とする。
- ・ 排水路が幹線道路を横切ることのないようにする。
- ・ 構造物による対策は1989年洪水で問題となった地区に対して行う。比較的標高が高い（5m以上）砂地に対しては、浸透による雨水の排除、低地の土地利用規制等の非構造物的対策を適用する。

#### 3.3.2 マスタープラン

本調査で提案されるマスタープランを図3.1に示す。マスタープランは、ダカールIV-3、オウカム、グランヨフ、ダカールヨフ空港、ヨフ水路、セントラルピキン、ラック1のサブプロジェクトからなる。マスタープランで提案される雨水排水施設は、雨水排水路、ポンプ場、浸透池/調節池である。

図に示されるような施設計画に加え、マスタープランでは浸透や雨水の貯留といった非構造物的対策が提案されている。

マスタープランのコストは以下に示すように241億FCFAである。

内 訳	金額 (100FCFA)	
・直接工事費 (DCC)	18,985,222	
・ポンプ車	500,000	
・土地収用	881,100	
・技術経費	1,329,015	DCCの7%
・政府事務費	298,095	DCCの1.5%
・予備費	2,149,404	DCCの10%
合 計	24,143,447	

サブプロジェクトの優先順位は次の事柄を考慮して提案される。

- ・ 洪水の深刻さ
- ・ 将来の市街化による洪水問題の可能性
- ・ 必要なコストとサブプロジェクトの効果
- ・ サブプロジェクトが実施されない場合の解決の困難さ

- ・ サブプロジェクトの進行状況

### 3.3.3 プロジェクト評価

提案されたマスタープランは、構造的対策及び非構造的対策によって調査対象地域全体をカバーしている。このマスタープランによって1989年洪水での浸水地域は同等の降雨による浸水より守られる。

マスタープランは、地形状況を考えない開発行為を浸水問題の主たる原因として挙げている。したがって、すでに市街化されてしまった地区に対して構造的対策を提案すると共に、将来の開発のために、雨水を浸透させるための低地を確保しておくといった、非構造的対策を強く勧告する。

提案された施設の建設中にはネガティブな影響があるが、建設する施設が小さいため、これらの影響は小さいものである。

経済的費用と経済的便益を基に、経済的内部収益率（EIRR）を計算することによって経済評価を行った。

EIRRは、8.7%と計算された。この値は途上国の一般的な資本の機会費用（OCC）10%をやや下回るものの、雨水排水プロジェクトは地域の最低限の住環境の改善に寄与するものであり、プロジェクトの実施は経済的に妥当と判断された。

## 3.4 優先プロジェクトに対するフィージビリティ調査

### 3.4.1 優先プロジェクト

#### (1) プロジェクト対象地域

フィージビリティ調査の対象地域は、マスタープランによって最優先地域として選定されたセントラルピキンとその周辺地区で、面積は11.3平方キロメートルである。セネガル国側と調査団の協議を通じ、ポンプ排水システムの一部である、国道沿いの雨水排水路を、現在その排水域内の開発が進行中だという理由で、フィージビリティ調査の対象地域に含めることとなった。

#### (2) ポンプ排水システム

ポンプにより排水を行う地区はピキン（CP1-1、CP1-2）及びチャアロエ（CP2）の2つの地区である。2つの地区のポンプ排水システムを図3.2と図3.3に示すと共に、施設の概要を表3.1に示す。

#### (3) 非構造的対策

上述した地域以外については、特に構造的対策は提案しない。しかしながら、以下に述べる非構造的対策を都市排水の観点から提言する。

- ・ それぞれの排水区において、低地部を浸透池／調節池として確保すると共に、出来るかぎり各戸における雨水の浸透を実施する。
- ・ ポンプ排水システムが提案されている地区の北側のピキンイレギュラー地区の標高4m以下の地区においては、狭い範囲ではあるが浸水域が存在する。そのような地区は、再開発の際に雨水の浸透が容易になるように地盤をかさ上げする。
- ・ 国道沿いに存在する低地（北部：標高2m、南部：標高1m）は浸水の可能性が

あるので、開発に際しては土地のかさ上げを必要とする。

- ・ セントラルピキン地区の北縁にある低地は雨水排水の貯留・浸透にとって重要な地区であるので、市街化をしない。

### 3.4.2 事業費及び事業実施計画

建設費は、106億FCFAであり内訳を以下の表に示す。また、維持管理費は270百万FCFAである。

内訳	合計金額 (1000FCFA)	内貨分 (1000FCFA)	外貨分 (1000FCFA)
・直接工事費(DCC)	8,686,730	3,235,077	5,451,653
・土地収用	250,800	250,800	0
・技術経費(DCCの7%)	608,071	182,421	425,650
・政府事務費(DCCの1.5%)	134,063	134,063	0
・予備費(DCCの10%)	967,966	967,966	0
合計	10,647,630	4,770,327	5,877,303

プロジェクトは1995年に開始し、2004年までの10年間で終了する。なお、2000年以降は2次排水管網の整備のみである。投資計画は以下のとおりである。

	内貨分(1000FCFA)	外貨分(1000FCFA)	合計(1000FCFA)
1995	69,494	121,614	191,108
1996	162,833	121,614	284,447
1997	904,917	1,982,306	2,887,223
1998	1,458,636	2,173,964	3,632,600
1999	938,593	475,489	1,414,083
2000	247,171	200,463	447,634
2001	247,171	200,463	447,634
2002	247,171	200,463	447,634
2003	247,171	200,463	447,634
2004	247,171	200,463	447,634
合計	4,770,328	5,877,303	10,647,630

### 3.4.3 プロジェクト評価

提案されたセントラルピキンに対する排水計画は、以下のように評価される。

プロジェクトは、建設時においては技術的に見ていかなる困難さもない。また、排水施設の機能、維持管理においても大きな問題があるとは考えられない。

工事中における現場周辺の騒音や振動といった悪影響は避けることができない。しかし、そのような影響は短い期間と狭い範囲にのみ限られるものである。ポンプ場や調整池の建設は土地収容を必要とするが、施設の予定地には、低湿地、たび重なる浸水により廃墟となった住宅地、公共施設内の空きスペースを選定しており特に問題となるようなことはない。

マスタープランと同様な手法により、経済費用、経済便益に基づいて経済評価が行われた。

結果は下記に示すとおりである。

純現在価値額 (NPV) : 430百万FCFA

費用便益比 (B/C) : 1.07

経済的内部収益率 (EIRR) : 10.8%

#### 4. 提言

##### 4.1 下水道システムに関する勧告

- 下水道マスタープランは、財政上の制約から、調査対象地域全体をカバーする下水道開発計画からいくつかの地域を除外することによって作成された。したがって、提案された下水道マスタープランは、将来、地域の下水道整備を進めるために最低限必要な要素と理解されるものである。それ故、マスタープランに添ったプロジェクトは早急に実施されなければならない。早期実施のために、政府はこれまでどおり建設費の全額を負担することが望ましい。
- マスタープランのプロジェクトがこのマスタープランに含まれない地区に拡張される際には、このマスタープランを見直す必要がある。
- 現況を改善する努力、特に、現在下水道が整備されている地域内で接続率を高めることによって、カンペレン処理場への流入量を増やすことは、今後も継続される必要がある。利用者の接続工事費支払いに分割払い制度を導入することは、接続率の向上に寄与することだろう。
- 現状では水利省が下水道の計画、建設を行い、SONEESが運転を担当しているが、水道事業においてSONEESが計画、建設、運転の事業全般を担当するように、下水道事業においてもSONEESあるいはSONNESを改組し、一つの組織が事業全般に責任を持つようにすべきである。水利省は計画の許認可を通じ、国の下水道政策を事業に反映すべきである。
- 工場排水は汚染源の主たるものと認識できるが、工業地域に対する下水道システムはマスタープランから除外されている。その理由は、工場排水は個別に処理をするか、工業地域の工場によって建設され運営される処理場で処理されるべきと判断されたからである。したがって、政府が工場からの汚水排出に対して個別又は工業地域内で処理を行なうような規制を適用することを勧告する。
- 個別処理におけるトイレの改善は当該地域の衛生問題の軽減、特に浅井戸における細菌汚染の軽減、に寄与するものである。
- チャロエの代替水源の確保は高い硝酸性窒素が含まれた水を供給することを避けるための基本である。そのため、カイヨールカナルプロジェクトの早期実行を強く勧告する。
- ニアイエ処理場の生汚水の灌がい用水への再利用はすぐに中止すべきである。
- 関連する省庁などの調整・協力が、下水道プロジェクト建設、施設の維持管理をうまく行っていく上で、必要不可欠である。これに関連し、調整機関の設立を勧告する。
- 下水道事業の実施機関として、一つの組織に、計画、プロジェクトの実行、施設の維持管理、組織の運営、財務といった下水道事業のすべてに責任集中するべきである。水利省は現在プロジェクトの実施に責任を負っているが、事業の許認可を通じて事業



を監督する行政組織となるべきである。

#### 4.2 雨水排水システムに関する勧告

深刻な洪水被害を考慮すると、早急な施設の建設を勧告する。

また、提案された構造的対策を補助し、調査対象地域の雨水排水プロジェクトを達成するために、次に述べるような、非構造的対策を勧告する。

- 標高4 m以上の地区については、浸透による雨水の排除を原則とする。ポンプによる排水が提案されている地区以外の閉鎖排水区における低地部は、浸透と調節機能のために確保しておかなければならない。また、各戸における雨水の浸透処理を標高の高い地区に対して適用する。
- テクノポールの開発に関連して、ピキンの一部とテクノポールからの雨水をグランニアイエに排水するために開水路を建設する必要がある。開水路の建設の際に発生した掘削残土はテクノポール地区の盛土に利用することができる。
- ポンプ排水システムが提案されている地区の北側のピキンイレギュラー地区の標高4 m以下の地区においては、狭い範囲ではあるが浸水域が存在する。そのような地区は、再開発の際に雨水の浸透が容易になるように地盤をかさ上げる。
- 国道沿いに存在する低地（北部：標高2 m、南部：標高1 m）は浸水の可能性があるため、開発に際しては土地のかさ上げを必要とする。
- セントラルピキン地区の北縁にある低地は雨水排水の貯留・浸透にとって重要な地区であるため、市街化をしない。
- 施設の維持管理は、ダカール共同体とSONEESによって行なわれる事となるが、そのうちの一部は、プロジェクトの直接の受益者である浸水地区の住民によって行う事を提案する。なお、その内容は、以下のとおりである。
  - 雨季の前の排水路の清掃、排水路を良好な状態に保つための監視といった浸水域の排水路の維持。
  - 調節池の予定地点で現在耕作をしている住民による調節池の維持管理。

表 3.1 フィージビリティ調査で提案された施設一覧表

地区	施 設	合 計	
CP 1 グランニアイエへの排水系統			
雨水管の建設	2 系列合計 L= 4,460 m		
	C. P. 1-1	(L=2,970m)	
	d=1,100mm CP	(250m)	
	d=1,000mm CP	(1,050m)	
	d=900mm CP	(620m)	
	d=800mm CP	(1,050m)	
	C. P. 1-2	(L=1,490m)	
	d=1,100mm CP	(260m)	
	d=1,000mm CP	(550m)	
	d=600mm CP	(680m)	
	開水路の建設 (2m x 0.4 - 0.6m, 1)		2 系列合計 L = 400m
	C. P. 1-1	(100 m)	
C. P. 1-2	(300 m)		
ポンプ場の建設		2 系列合計 7 pls	
C. P. 1-1 (1.0 m <sup>3</sup> /s 2pls, 0.3 m <sup>3</sup> /s 1pls)	3 pls		
C. P. 1-2 (1.5 m <sup>3</sup> /s, 1.0 m <sup>3</sup> /s, 0.5m <sup>3</sup> /s, 0.3m <sup>3</sup> /s)	4 pls		
雨水圧送管の建設 (Ductile Iron Pipe)		2 系列合計 L= 2,630m	
C. P. 1-1	(L=690m)		
d=600mm DCIP	(420m)		
d=800mm DCIP	(270m)		
C. P. 1-2	(L=1,940m)		
d=600mmDCIP	(570m)		
d=1100mm DCIP	(920m)		
d=801mm DCIP	(450m)		
CP 2 海への排水系統			
雨水排水路 (開水路) の建設 (1-3m x 0.4-1.6m, 1)		L = 2,940 m	
現況水路の改修 (3m x 0.9m, 1)		L= 770 m	
ポンプ場の建設 (1.5 m <sup>3</sup> /s)		1 Place	
調整池		合 計 5 .1ha	

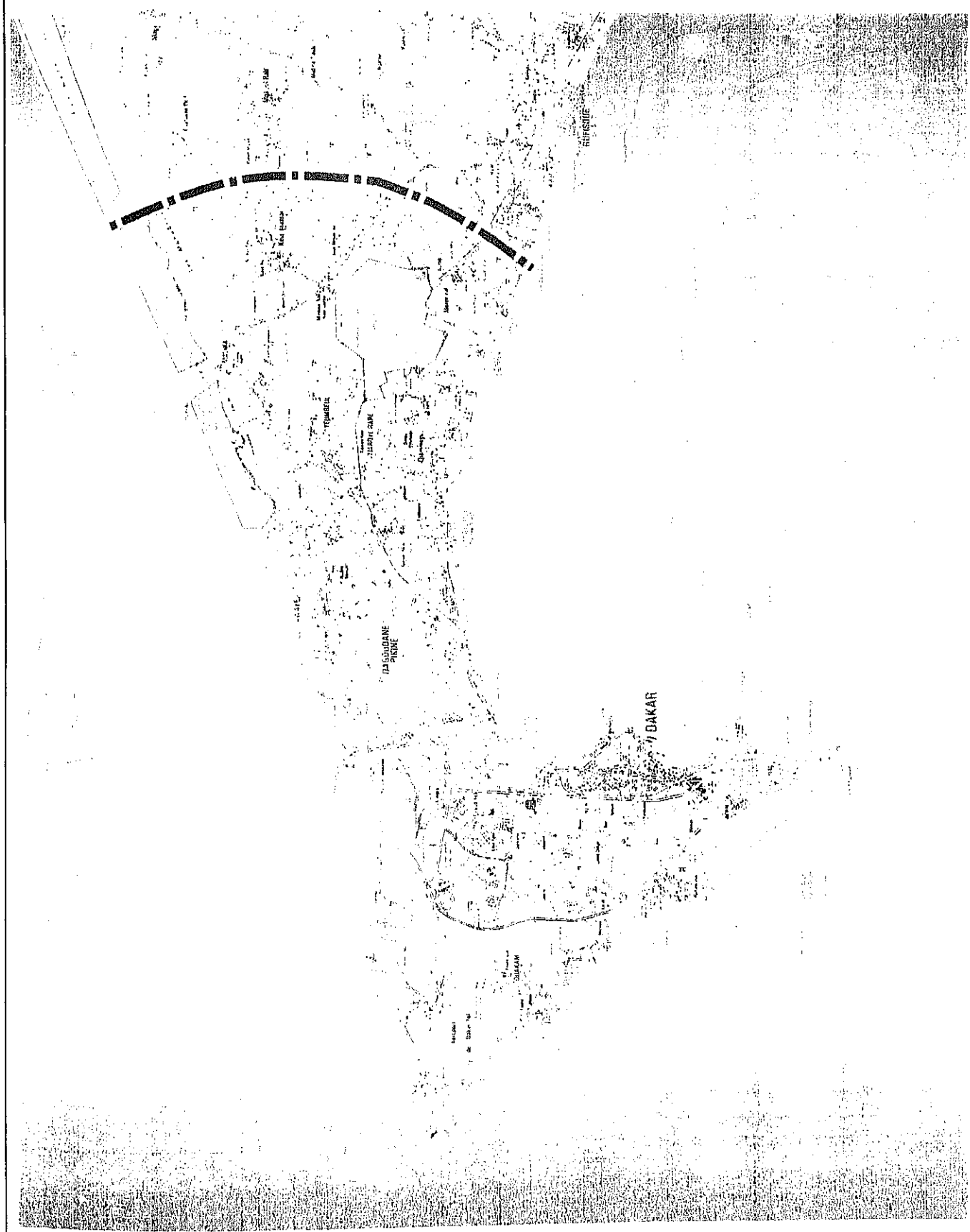
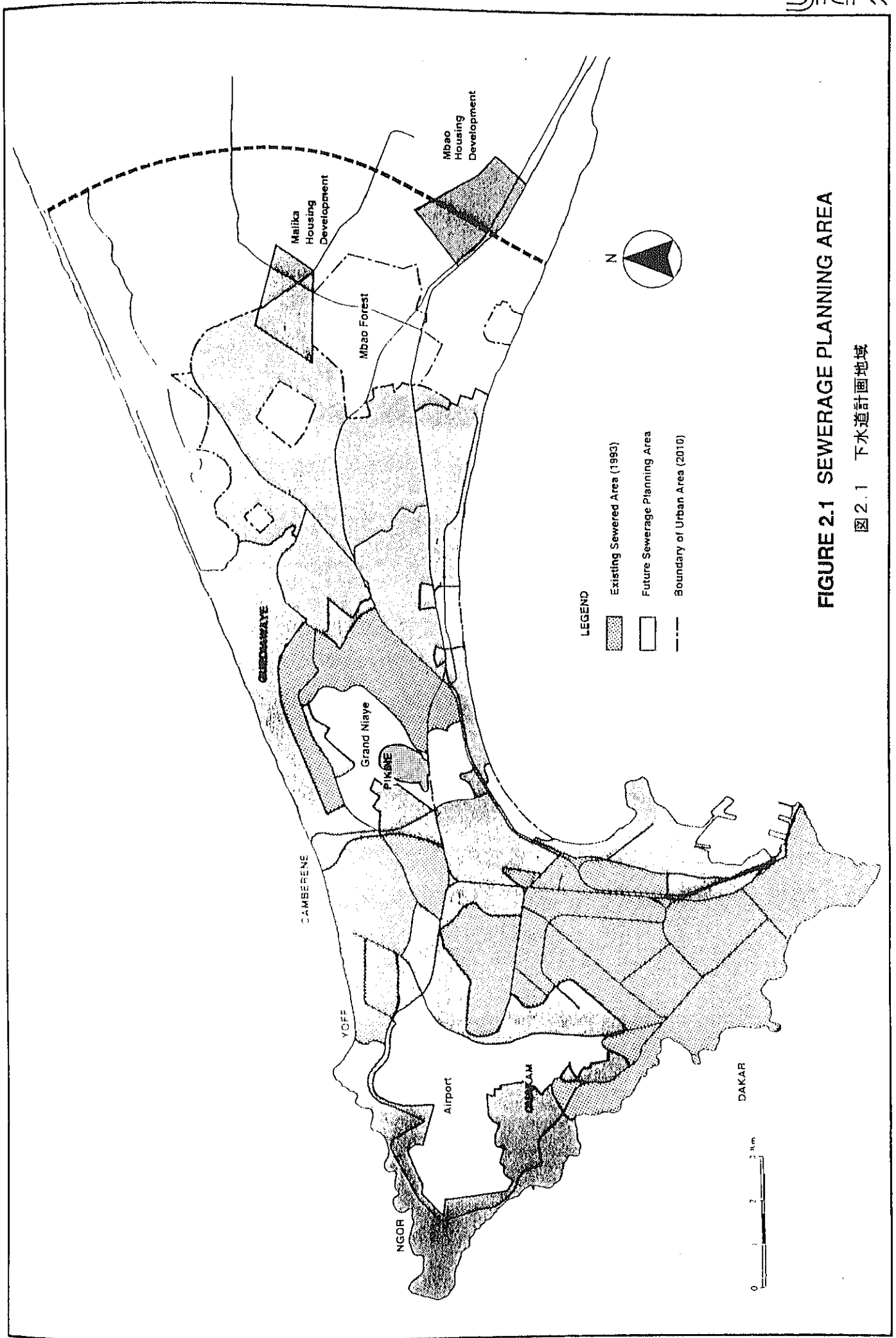


FIGURE 1.1 STUDY AREA

图 1.1 调查对象地域



**FIGURE 2.1 SEWERAGE PLANNING AREA**

图 2.1 下水道計画地域

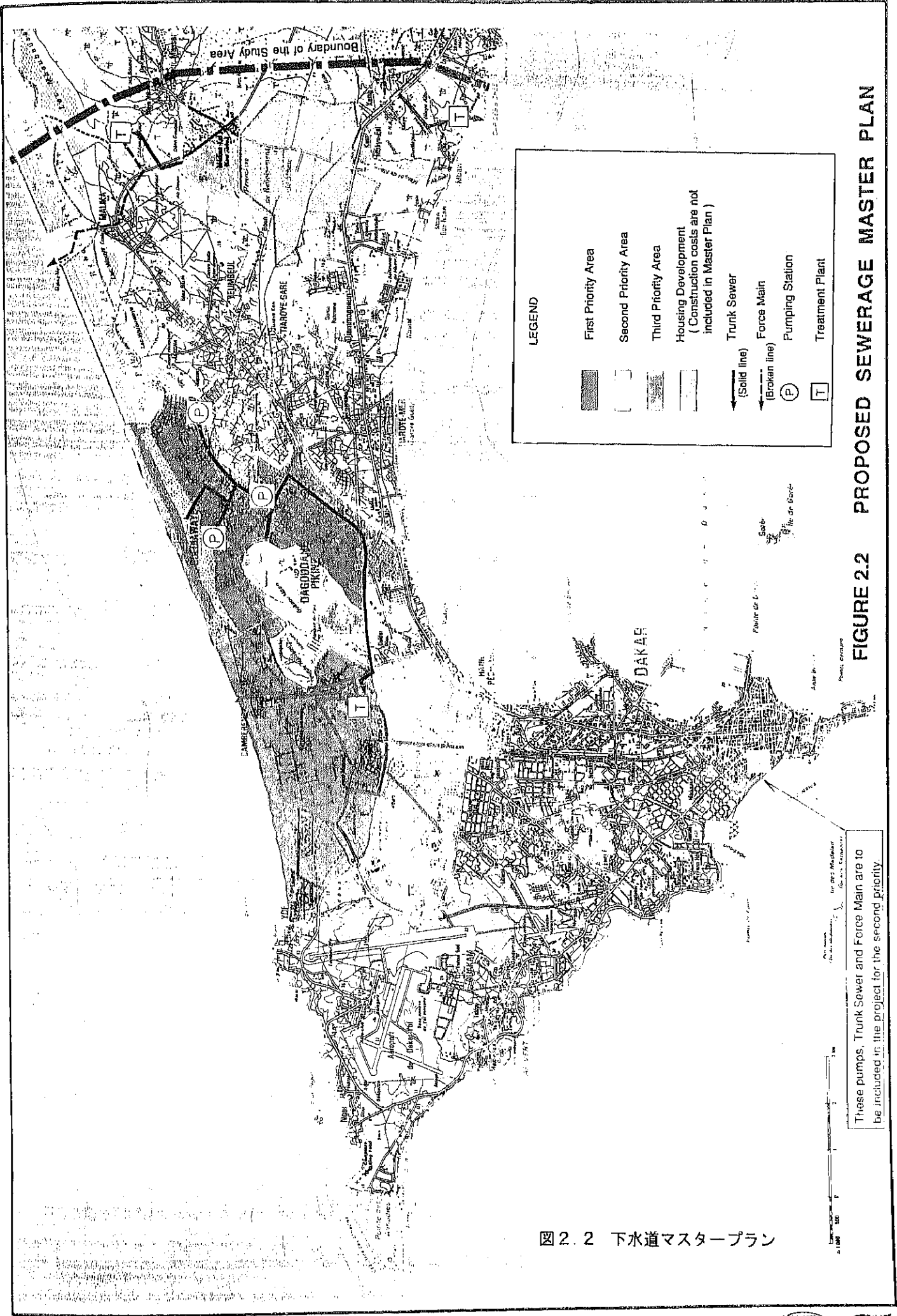


FIGURE 2.2 PROPOSED SEWERAGE MASTER PLAN

図 2.2 下水道マスタープラン

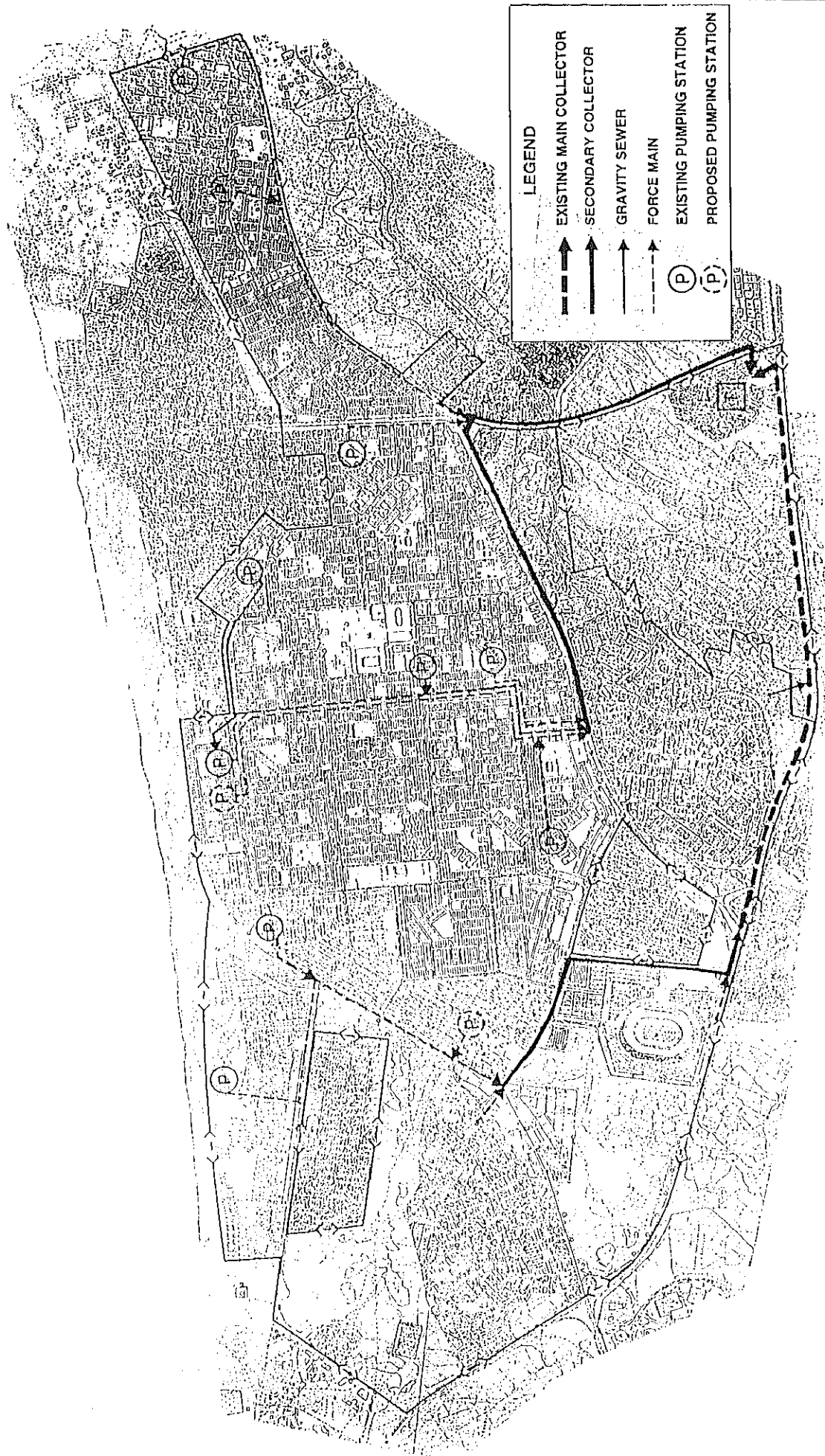


FIGURE 2.3 PROPOSED FACILITY PLAN FOR THE PRIORITY PROJECT

図 2.3 優先プロジェクトに対する施設計画

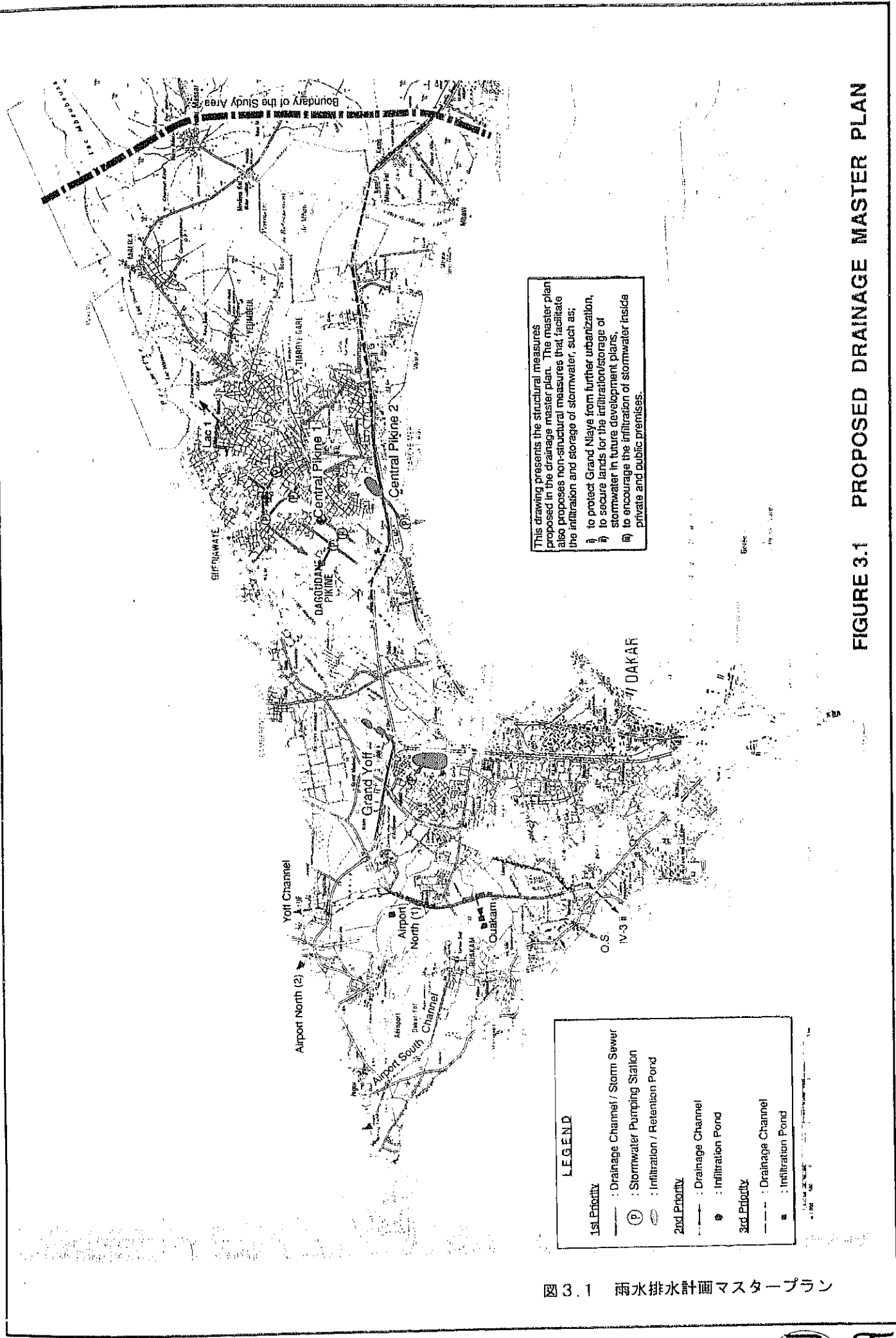
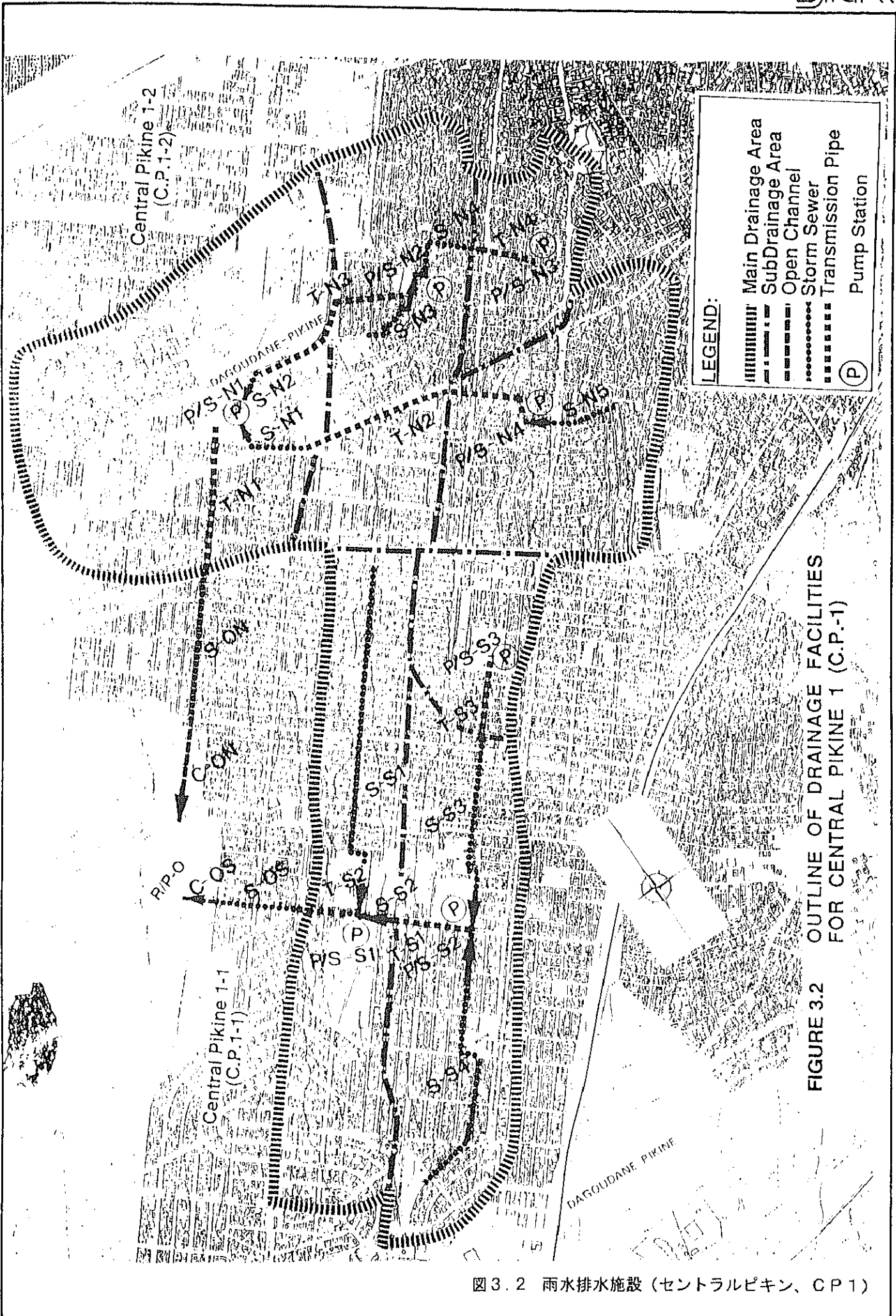


FIGURE 3.1 PROPOSED DRAINAGE MASTER PLAN

図 3.1 雨水排水計画マスタープラン



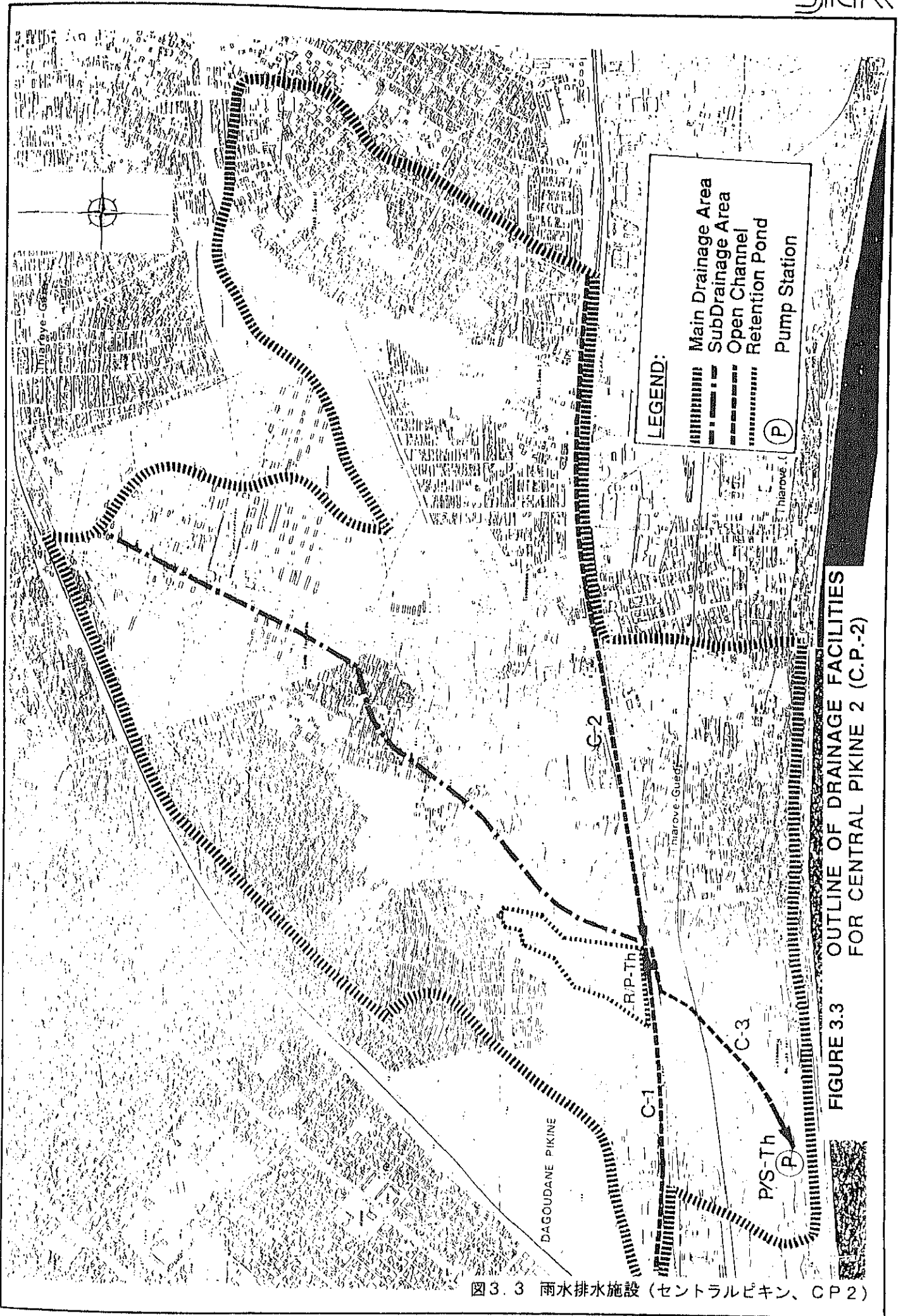
**LEGEND:**

- ▬▬▬▬▬▬ Main Drainage Area
- - - - - Sub Drainage Area
- Open Channel
- ..... Storm Sewer
- ▨▨▨▨▨▨ Transmission Pipe
- (P) Pump Station

FIGURE 3.2 OUTLINE OF DRAINAGE FACILITIES FOR CENTRAL PIKINE 1 (C.P.-1)

図3.2 雨水排水施設（セントラルピキン、CP1）





**LEGEND:**






-  Main Drainage Area
-  SubDrainage Area
-  Open Channel
-  Retention Pond
-  Pump Station

FIGURE 3.3 OUTLINE OF DRAINAGE FACILITIES FOR CENTRAL PIKINE 2 (C.P.2)

図 3. 3 雨水排水施設 (セントラルピキン、CP2)



JICA