社会開発調査部報告書

国際協力事業団

パプア・ニューギニア国

国家計画実施省

No. 2

パプア・ニューギニア国

ポートモレスビー市下水道整備計画調査

要　約

平成10年6月

JICA LIBRARY
J 1144028 [6]

株式会社東京設計事務所

日本上下水道設計株式会社

社調二
JR
98-050

パプア・ニューギニア国　ポートモレスビー市下水道整備計画調査　要　約　平成10年6月　国際協力事業団

1144028 [6]

国際協力事業団
パプア・ニューギニア国
国家計画実施省

パプア・ニューギニア国

ポートモレスビー市下水道整備計画調査

要　約

平成10年6月

株式会社東京設計事務所
日本上下水道設計株式会社

本報告書では、事業費を 1997 年 11 月時点の市場価格で見積もり、Kina 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。

1 Kina= ￥81.3 (1US$ = ￥124.20)

序　文

日本国政府は、パプア・ニューギニア国政府の要請に基づき、同国のポートモレスビー市下水道整備計画にかかる開発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９年４月から平成１０年３月までの間４回にわたり、株式会社東京設計事務所の百瀬和文氏を団長として、同社及び日本上下水道設計株式会社から構成される調査団を現地に派遣しました。また京都市下水道局の大楽尚史氏を委員長とする作業監理委員会を設置し、本件調査に関し専門的かつ技術的な見地から検討・審議が行なわれました。

調査団は、パプア・ニューギニア国政府関係者と協議を行なうとともに、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１０年６月

藤田公郎

国際協力事業団
総裁　藤田公郎

伝　達　状

平成１０年６月

国際協力事業団
総裁 藤田公郎 殿

拝啓

ポートモレスビー市下水道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９年３月１４日、平成９年１１月１１日、平成１０年５月１２日に貴事業団と株式会社東京設計事務所および日本上下水道設計株式会社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。

本報告書は、ポートモレスビー市の下水道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ー調査の結果が記載されています。

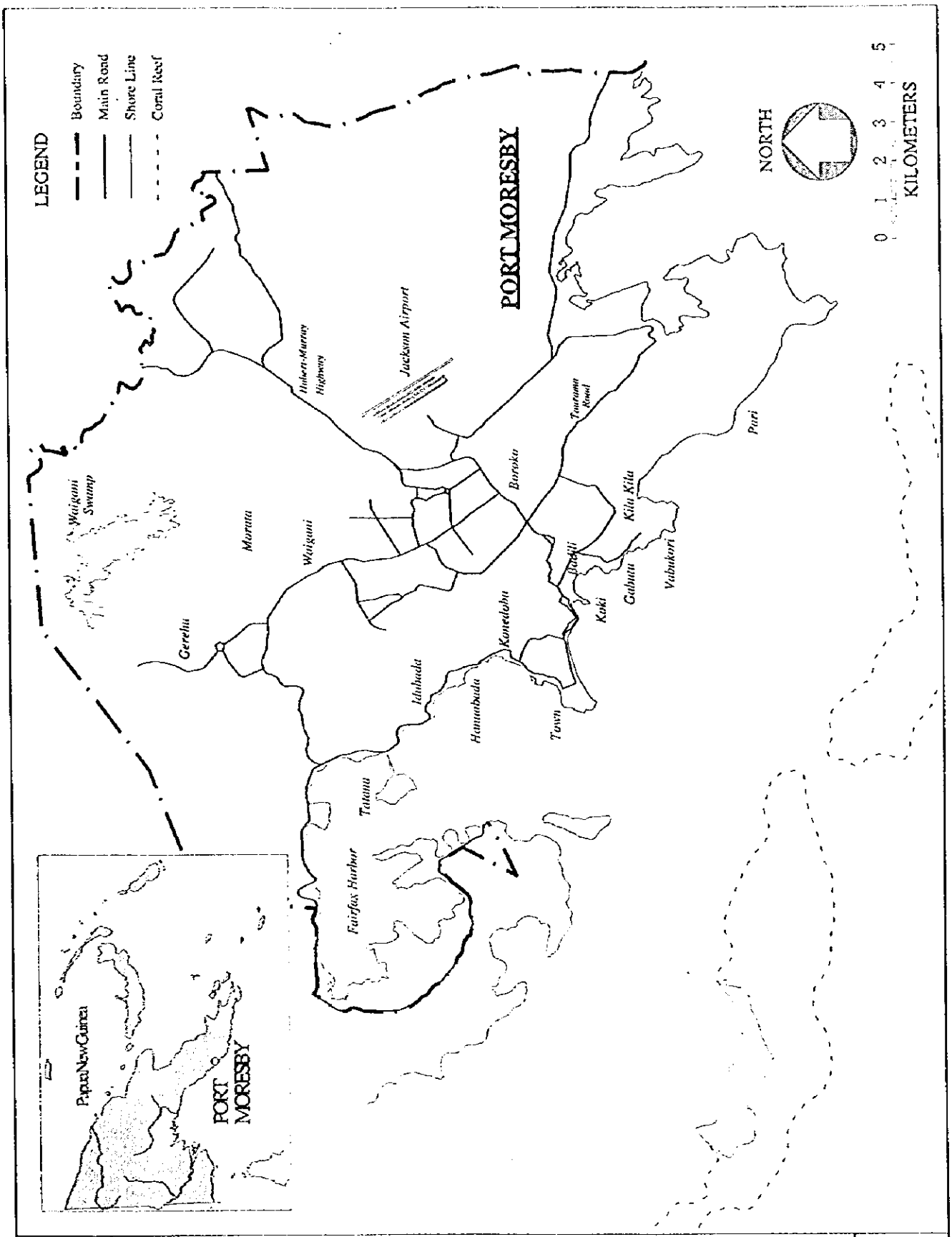
本報告書は、要約報告書、主報告書、付属報告書によって構成されています。要約報告書は調査全体を簡潔にまとめ、主報告書には調査の背景、調査地域の状況、下水道整備のマスタープランの策定、優先プロジェクトの選定とそれに対するフィージビリティー調査のすべての調査結果を記載しています。付属報告書は主報告書の内容をさらに詳述した資料がまとめられています。

本報告書の提出にあたり、全調査期間に亘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、在パプア・ニューギニア国日本大使館の諸賢、ならびにパプア・ニューギニア国政府機関の関係各位に対し心から感謝の意を表するとともに、本調査の成果が、ポートモレスビー市の下水道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

百瀬和文

調査団長
百瀬和文



Date	Title	Fig.
May 1998	Location Map of Study Area	1.1

THE STUDY ON SEWERAGE SYSTEM OF PORT MORESBY IN PAPUA NEW GUINEA

TOKYO ENGINEERING CONSULTANTS in association with NIPPON JOGESUIDO SEKKEI

ポートモレスビー市下水道整備計画調査

計画概要

1．目標年次　　２０１５年

2．対象区域・人口

面積：　２５，３８０ｈａ

人口：　５３１，０００人

3．マスタープランの構成

汚水幹線の建設（圧送管含む）：	約１０２ｋｍ
ポンプ場の建設及び改善：	新設２３ヶ所、改善１０ヶ所
下水処理場の建設及び改善：	新設　５ヶ所、改善３ヶ所
海中放流管の建設：	口径：９００mm,延長：３，６５０ｍ

4．事業費

直接工事費	72.47 百万Ｋｉｎａ
土地収用	8.36 百万Ｋｉｎａ
技術費	7.25 百万Ｋｉｎａ
事務費	1.09 百万Ｋｉｎａ
機材調達費	1.25 百万Ｋｉｎａ
予備費	7.25 百万Ｋｉｎａ
合計	97.66 百万Ｋｉｎａ

5．財務評価

下水道使用料金収入だけで下水道事業の維持運営を考えた場合、外部からの融資が必要不可欠であり、この場合商業融資では財務的に破綻することが明らかであり、低利優遇資金が利用出来れば、長期的な健全経営が可能となる。

6．優先プロジェクト

6．1 目標年次　　２００５年

6．2 対象区域・人口　　面積：６４９ha（可住地）---パガ、キラキラ地区を中心とした海岸地区

人口：９３，０００人

6．3 建設する施設

汚水幹線の建設（圧送管含む）：約２０ｋｍ

	ポンプ場の建設及び改善：	新設１５ヶ所、改善９ヶ所
	下水処理場の建設：	新設２ヶ所
	海中放流管の建設：	口径：９００mm
		延長：３，６５０m
６．４	事業費	
	直接工事費	27.17 百万Ｋｉｎａ
	土地収用	0.38 百万Ｋｉｎａ
	技術費	2.72 百万Ｋｉｎａ
	事務費	0.41 百万Ｋｉｎａ
	機材調達費	0.69 百万Ｋｉｎａ
	予備費	2.72 百万Ｋｉｎａ
	合計	34.07 百万Ｋｉｎａ

目　次

1．　はじめに…… 1

2．　調査の目的…… 1

3．　下水道事業の現況

3．1　既存の下水道施設…… 2

3．2　事業運営…… 2

4．　計画条件

4．1　人口及び土地利用…… 3

4．2　処理区域の選定…… 4

4．3　汚水量及び負荷量原単位…… 4

5．　下水放流先の状況と下水処理に関する検討

5．1　水環境に関する法制度の状況…… 5

5．2　検討対象とする下水処理方式…… 5

5．3　内陸部に関する検討…… 6

5．4　海域に関する検討…… 8

5．5　相手国関係機関…… 10

5．6　モニタリング計画…… 11

6．　下水道マスタープラン

6．1　下水道システム…… 11

6．2　建設費…… 13

6．3　実施計画…… 13

6．4　組織・制度…… 18

6．5　財務分析…… 20

7．　優先プロジェクトに対するフィ‥ジビリティー調査

7．1　下水道システム…… 23

7．2　建設費…… 24

7．3　実施計画…… 24

7．4　財務分析…… 30

7．5　プロジェクトの評価と提言…… 33

1．はじめに

パプアニューギニア国の首都ポートモレスビー市は、1970 年代初頭に約 77,000 人だった人口が、1995 年には約 250,000 人にまで増加し、その勢いは現在更に加速される状況にある。

本市の地形は、丘陵部と海岸部に分けられる。丘陵部は現在 3 個所の下水処理施設を有するが、海岸部は処理施設が存在しないため、直接未処理下水が海洋に放流され、海域汚染及び環境破戒に繋がる大きな原因になっている。これらの下水道システムは、オーストラリア植民地時代の 1960 年から 1970 年代に整備され、以後 1980 年代に入り、パプアニューギニア国政府によって調査が行なわれたが、資金の手当てが付かず、新規下水道事業は行なわれていない。

1992 年 6 月には、JICA によるポートモレスビー市上水道整備計画調査が実施され、この計画の事業実施による水供給量の増加で下水量が増大し、既存の下水道施設能力では、対応が困難な状況にある。

以上のような状況から、パプアニューギニア国政府は、ポートモレスビー市都市環境の保全及び衛生状態の改善を目的として、下水道整備のマスタープラン及び優先プロジェクトに関するフィージビリティー調査の実施について日本国政府に協力を要請した。

本調査「ポートモレスビー市下水道整備計画調査」は、パプアニューギニア国政府の要請を受けて、1997 年 3 月から 1998 年 5 月にかけて国家計画実施省及び首都圏上下水道公社の協力により、実施されたものである。

2．調査の目的

本調査の目的は、パプアニューギニア国政府と国際協力事業団との間で締結された S/W に基づくもので、その内容は以下の通りである。

（1）ポートモレスビー市の保健・衛生及び環境改善を目的とし、下水道事業体の経営改善計画を含む下水道整備にかかるマスタープランを作成する。

（2）同計画のなかで選定された優先プロジェクトにかかるフィージビリティー調査を実施する。

（3）本件調査を通じて、カウンターパートに対して技術移転を行なう。

3．下水道事業の現況

3．1　既存の下水道施設

（1）管渠施設

既存管の大部分は、1960年代前半に当時のオーストラリア政府により敷設された。以後、PNG (Papua New Guinea) 政府、NCDC (National Capital District Commission:首都圏庁）及び民間の宅地開発業者によって拡張されてきた。しかし、急激な人口増加に伴う管渠の流下能力不足が顕著になり、1980 年代前半から幹線系統の増強対策及び老朽管の布設替え等を徐々に行なってきた。1980年代以降のNCDCの主な事業実施状況は、以下の様であった。

1）海岸地区

・1982年にパガポイントの海中放流管の増強工事（600mm×2,700m）。

・1988年にコキ地区にポンプ場を設置し、圧送管及び自然流下管の布設。

・1990年までに各地区の老朽化したアスベスト管からＰＶＣ管への布設替え。

2）内陸地区

・1985年にボロコ、ゴードン及びホホラ地区の増強管の布設。

・1986年に空港北側のモイタカ地区からワイガニ処理場に至る約3ｋｍの間に口径 900 mm ～1350 mmの幹線を増強布設。

（2）ポンプ場施設

内陸部に 1 ヶ所、海岸部に 9 ヶ所の計 10 ヶ所が稼動しており、運転管理も専属職員により良好に行われている。運転管理記録はないが、職員からの聞き取り調査では、現在まで溢水等の大きなトラブルは無かったとのことであった。

（3）処理場施設

内陸部に最も規模の大きいワイガニを初めとして、モラタ、ゲレフの 3 ヶ所のラグーンが稼動しており、施設容量規模は流入水量に対してほぼ満足できるものであったが、池内に堆積した汚泥の除去が長い間放置されてきたことから、能力低下が懸念される。

3．2 事業運営

（1）組織の現況

パプアニューギニア首都圏の上下水道事業は、1996 年 2 月に発足した首都圏上下水道公社（通称：EDA RANU）に移管された。EDA RANU の事業活動は、上水の配水及び下水道施

設の建設、運転及び維持管理のみで、その他の業務は全て民間委託となっている。計画策定委員会は設置されているものの、未だ投資計画、財務計画等の事業指針・経営方針が全く決まっていない。下水道部門の技術者・技能者の不足、会計・財務計画スタッフがいない等、人材の補強が急務となっている。

（2）財務の現況

首都圏庁時代の過去 10 年間は、料金回収率が低かった（60～70%）ものの、一般的には上水は黒字、下水はやや赤字と理解されていた。EDA RANU 設立に伴う政府からの出資金約 6 百万キナは、出資金か補助金か融資なのか現状では曖昧で、NCDC から引き継いだ施設の評価及び貸借対照表も確定していない。下水道料金徴収は、JC-KRTA（コンサルタント）に委託し年 1 回の請求書発行をしているが、回収状況は著しくない。

4．計画条件

4．1 人口及び土地利用

（1）人口

1）現況人口

パプアニューギニア国では、10 年に一度の人口統計調査が実施されており、本調査では、この中の NCDC に関連した値（9 ブロック：市街地―7 ブロック、準市街地―2 ブロックに分割）を 1966 年、1971 年、1980 年及び 1990 年の 4 回からトレンドし 1995 年の現況値を求めた。

1966 年	41,848 人
1971 年	76,507 人
1980 年	123,624 人
1990 年	195,570 人
1995 年	251,000 人

2）将来人口

世界銀行は、1995 年に NCDC を対象地域とした土地利用計画（目標年：2015 年）「Urban Development and Services Study」を策定した。当該計画では、対象地域を 1 4 ブロックに分割し、また過去の人口統計調査値の伸び傾向を勘案しながら、下記に示す、高、中、低成長の 3 値を提案し、低成長値の 531,000 人を採用している。

高成長値―640,000 人、中成長値―590,000 人、低成長値―531,000 人

しかし、人口の伸び傾向を押さえる手段を講じなければ、640,000 人に届く可能性があるとも

指摘している。本調査では、同計画との整合を計る上から、計画目標年を 2015 年とし、将来計画人口を 531,000 人とした。

（1） 土地利用

当該計画では、増加する人口を約 2,200ha の住居地域を新たに開発することによって吸収する計画である。また、就業対策として商業地区を約 400ha、工業地区を約 500ha 開発する計画で、その他の利用を含めて、新たに開発される予定の総面積は約 6,700ha となる。

4．2 処理区域の選定

現在約 60%の家庭が公共下水道に接続しており、内陸部のボロコ、ホホラ、ゴードン等の比較的所得の高い地域では、90%近くの接続率となっている。本調査で行なった「住民意識調査」の中で、未接続地域住民の意識として、低所得であっても下水道が整備されれば、その使用料金は払う意志が有あると答えている。

一方、未接続地域の下水排水の特徴は、ハヌアバダ等の水上家屋では、直接海面に投棄している。その他、多くの家屋ではセプティックタンク等の、地面に掘り込んで溜め置きするトイレが普及しており、これらからの浸出液によって海域汚染が進んでいる。以上を勘案し、処理対象区域として現況及び将来の市街化区域の 15,000ha とした。

4．3 汚水量及び負荷量原単位

（1）汚水量原単位

1994 年に JICA が行なった「ポートモレスビー市上水道整備計画調査」によると、住居タイプによるバラツキは有るものの、基礎家庭汚水量は上限値で 380Lcd、下限値で 300Lcd、平均で 350Lcd であった。

過去に行なわれた３つの下水調査報告でも、基礎家庭汚水量は 350Lcd を採用している。

-Report on the Sewerage of Port Moresby, (1974)

-Port Moresby Sewerage Study, (1980)

-Environmental Plan – Joyce Bay Outfall Study, (1988)

一方、本調査では第一次現地調査（乾期―４月）と第二次現地調査（雨期―１２月）の２回に亘って家庭排水、工場排水等の水質調査を実施し、他の調査結果に近い値が得られた。また、営業用水については 100Lcd の値が得られた。以上より、汚水量原単位は 450Lcd (350Lcd+100Lcd)を採用することとした。

（2）負荷量原単位

一人当たりの負荷量原単位は、日本及び各国の値を参考にして 45g-BOD/capita/day を採用した。本調査の中で乾期、雨期の２回に亘って実施した水質調査では、家庭排水、工場排水及び内陸部に位置する３ヶ所の処理場の流入及び放流水質についても調査した。これらの調査結果に基づき、処理場流入水質は、BOD=170mg/l, SS=200mg/l とした。

5. 下水放流先の状況と下水処理に関する検討

5.1 水環境に関する法制度の状況

PNG における水環境関連の法令／ガイドライン等としては、下記のものがある。

① Water Resources Act (1982)

公共水域に放流される排水全般に拘束力を持ち、広義の水利用にかかる環境保全の概念を示している。

② Environmental Planning Act (1978)

下水の海中放流において策定しなければならない環境保全計画の根拠法である。

③ Recommended Water Quality Standards for Papua New Guinea (Draft)

水利用形態別の目標水質の概略を示しており、1)飲料用水のための原水基準、2)淡水域、海水域の生態系の保全、3)水域のリクレーション目的あるいは視覚上の価値基準などについて述べられている。現在も改訂中で未だ流動的である。

下水処理程度の検討に当たっては、上記の関連法制度を遵守する必要があるが、現時点ではエリア別の具体的な水利用形態や保全目標水質等を定めた、水域の指定は行われていない。従って、本調査では現況の水利用形態に準拠するものとし、放流水の目標水質あるいは下水処理程度の検討を行った。

5.2 検討対象とする下水処理方式

下水処理方式は、簡易処理法として沈殿法及び PNG で長期間にわたり運転実績を有する安定化池法を検討の対象とした。また参考として高度処理法（栄養塩除去法）を提示した。各方式の汚濁物除去効率を以下に示す。

処理方式別除去率　　（％）

水質項目	沈殿法	安定化池法	高度処理法（参考）
BOD	30 – 50	85 – 95	90 – 95
COD	30 – 50	70 – 85	85 – 95
T-SS	40 – 60	85 – 95	90 – 95
T-N	10 – 30	20 – 40	60 – 70
T-P	20 – 40	30 – 50	70 – 80

5.3　内陸部に関する検討

5.3.1 ワイガニ沼の現状

現況のワイガニ沼の機能は、1）３ヶ所の下水処理場放流水の仕上げ池的な働き、2)近隣住民の水浴場、3）近隣住民の漁場に分類される。特に漁業に関しては、数名の専業漁師がティラピアや鯉といった魚を市内マーケットなどで販売して生計を立てたり、自らの食用にしている。

航空写真及び現地実測に基づき、乾期におけるワイガニ沼の諸元を以下のように定めた。

1）流域面積　：　88.3km²
2）沼の表面水面積　：　2,600,000 m²
3）平均水深　：　0.7 m
4）沼の容量　：　1,820,000 m³

また、現地で行った水質調査の結果は以下のとおりである。

(mg/L)

Month	Location	pH	SS	COD	S-COD	DO	T-N	T-P
July '97	Waigani Swamp	7.8	81	124	-	14.0	6.4	0.18
Dec. '97	Jackson Creek	7.2	134	91	58	1.3	2.8	0.54
	Waigani Swamp	8.2	58	80	66	6.1	4.6	1.87
	Zooland Creek	7.0	8	53	72	2.0	5.8	3.95
	Laloki River	7.4	28	54	61	3.9	3.5	0.25

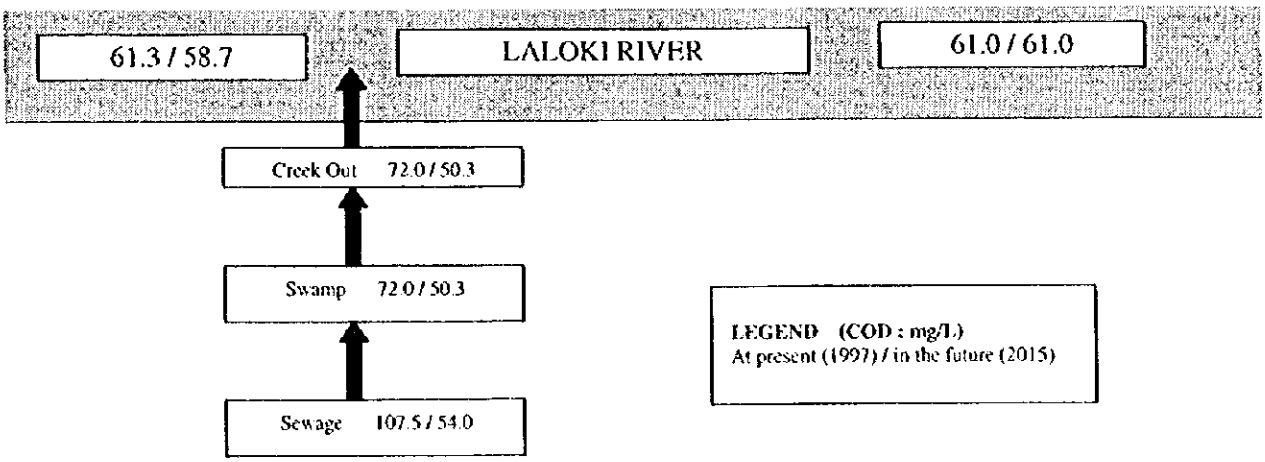
上表からも、ワイガニ沼のT-N, T-Pがかなり高く、富栄養化状態にあることが分る。

5.3.2　ワイガニ沼およびラロキ川下流域の汚濁解析

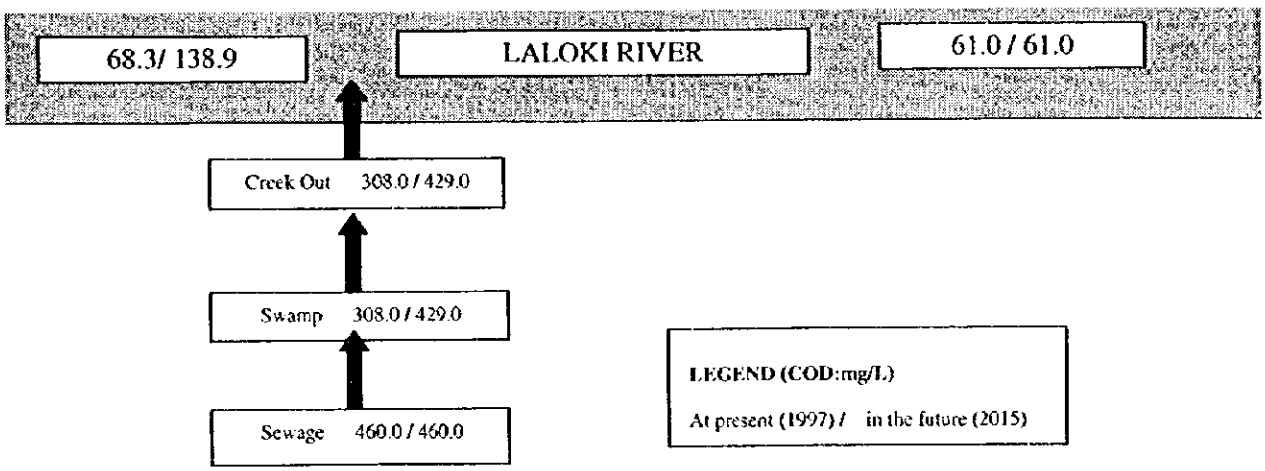
現況および将来（2015 年）における乾期と雨期のワイガニ沼およびラロキ川下流域の水質収支をモデル解析した。下水処理場からの放流水質については、現況は今回の水質調査結果を用い、将来については目標放流水質を適用した。さらに、下水処理の効果を検証するために下水処理を行わない（全生下水をワイガニ沼に流入させる）場合についても解析を行った。

乾期の解析結果を以下に示す。

(1)　Scenario 1: 下水処理を行う場合



(2)　Scenario 2: 下水処理を行わない場合



解析結果をまとめると、以下のようになる。

- 現状乾期のワイガニ沼流出水はラロキ川下流域（合流点以降）の水質にほとんど影響を与えていない。
- 将来、下水処理場の拡張と改善が行われ、適切な維持管理の元に良好な放流水質を維持できたとすれば、下水処理場放流水はワイガニ沼およびラロキ川下流域の水質改善に寄与する。
- 下水処理が行われないと仮定した場合は、ワイガニ沼の水質は4～8倍悪化し、ラロキ川下流域の水質は1.1～2倍悪化する。

5.3.3　下水処理方式の選定

現行の安定化池法が必要且つ十分な条件を満たすものと考える。将来的にワイガニ沼の富栄養化がさらに深刻な事態となった場合は、その時点で栄養塩除去対策を検討する必要があるが、この場合、技術面のみならず、水環境生態、社会経済面を包含した広範囲な調査・検討が必要である。

5.3.4　下水処理の実施に伴う環境への影響

1)改善が期待される項目

① ワイガニ沼水質の改善による水産業の安定

② ワイガニ沼の生物種（主として鳥類）の多様化によるレクレーション利用（主としてバードウオッチング）の促進

③ ワイガニ沼およびラロキ川の美観向上／臭気の低減

2）悪化が懸念される項目

① 将来の処理水量の増大により、予期せぬ富栄養化の進行が懸念される。

② ワイガニ沼内の大腸菌の挙動次第では保健衛生面への影響が懸念される。

③ 工場廃水に起因する有害物質の流入／蓄積が懸念される。

5.4　海域に関する検討

ポートモレスビー市を取り巻く海域は、まず港やジョイス・ベイ等の湾（海岸）、次に島、珊瑚礁に囲まれたラグーン（沖合）、さらに、珊瑚礁の外側に位置する珊瑚海（外洋）に分類される。これら海域を PNG 環境基準（案）で分類すると、港湾及びラグーンについては、リゾート・景観水域に分類され、外洋については自然保護水域に適合すると判断される。

調査団は本調査において海洋関連の (1)水質調査 (2)簡易水質予測 (3)珊瑚礁調査 (4)計画海中放流管ルート測量を実施した。以下に各調査の概要を示す。

(1)水質調査

ラグーン内３点の現状の水質は以下の通りであった。

（単位：mg/l）

採水箇所	COD-Mn	T-N	T-P
Paga 放流点	1.3	0.13	0.009
Kila Kila 放流点	1.4	0.25	0.009
外洋	1.3	0.09	0.008

(2)簡易水質予測

本計画に基づいて事業が実施された場合、Paga、Kila Kilaから放流される1次処理水(COD-Mn: 51mg/L, T-N: 37.44mg/L, T-P: 3.64mg/L 及び大腸菌群数: 2.4×10^8MPN/100mL) の、ラグーン内における水質変化をモデル解析した。解析結果の判断基準として、日本国の「生活環境の保全に関する環境基準」：海域A類型、II類型：水浴（COD-Mn: 2mg/L, 大腸菌群数: 1,000MPN/100mL, T-N: 0.3mg/L, T-P: 0.03mg/L）を適用した。まず、Paga水深24m、Kila Kila水深35mの放水口から海表面まで浮上した時の水質は以下の通りである。

浮上点での水質状況

項　　目		Paga地点	Kila Kila地点
浮上地点(放水口から流下方向距離)：m		25	30
希釈倍率		299	290
COD-Mn：	mg/L	1.6	1.6
T－N：	mg/L	0.32	0.32
T－P：	mg/L	0.021	0.022
大腸菌群数：	MPN/100mL	8.0×10^5	8.3×10^5

希釈を考慮した解析の結果、COD-Mn は基準以内となるが、T-N、T-P は基準値を越える。大腸菌群数は水平方向への流れによる希釈及び海水・太陽光による大腸菌の死滅率から、Paga では約 3.5km/0.41 H、Kila Kila では約 4km/0.46 H の放流により 1,000MPN/100mL 以内となり、前述の基準を満足する。

次に、T-N, T-P についてラグーン内の海水交換効果を考慮した完全混合モデルを用いて予測した。ラグーン内を 3 つのボックス(港、Paga, Kila Kila)に分割し、Kila Kila のみ外洋と接し海水交換率 0.1、他は各々のボックス間で交換率 0.05 と仮定し、予測した。2015 年における水質は以下の通りであった。

(単位：Mg/l)

項目	港	Paga	Kila Kila
T-N	0.220	0.220	0.180
T-P	0.020	0.021	0.016

上記のごとく、水質基準（T-N:0.3 mg/L, T-P:0.03 mg/L）を十分に満たす結果が得られた。

(3)珊瑚礁調査

今回の珊瑚礁調査は珊瑚礁の現状を観察、記録することを目的とし、パプアニューギニア大学の協力を得て実施した。大学の報告では、ウォルター湾（エラ・ビーチ及びコキ）、ジョイス湾が生活および産業活動から発生する汚水・ごみ処理が不十分なため著しく汚染されて

いることが述べられている。また、海中放流管の建設に当たっては、いかなるルートを選定しても珊瑚礁の破壊は避けられない。また、下水処理を行った上で外洋へ放流することが環境への影響が最も少ないとされている。

これは、生下水の放流が水域の溶存酸素の低下、栄養塩の増加を招き、魚類の死、プランクトンの増殖、そして、珊瑚礁の死滅に結びつくためである。ただし、生下水によるこれらの被害が発生するかどうかは、放流先水域の許容量や海水交換率等によるものであると述べている。将来の下水量が著しく増加する場合には、外洋への放流を検討する必要性が認められるが、本計画においては、2015 年時点で一次処理を行った後に、ラグーン内に放流することとしても、ラグーンは十分な受容能力を有しているため、著しい水質悪化を招くことはないと判断される。

前述のような検討から導かれる、海域の３区分についての下水処理方式並びに各々の問題点を以下に示す。

1)海岸

処理方式：安定化池＋塩素滅菌

問題点　：①富栄養化

②残留塩素

2)沖合い

処理方式：沈殿＋塩素滅菌

問題点　：①沈殿処理施設の建設に伴う用地、建設費

②残留塩素

3)外洋

処理方式：除塵＋除砂

問題点　：①沈殿物の残留

本調査に基づき事業を実施した場合、環境への影響は次のように推察される。

（長所）①処理水水質の改善

②景観の改善

（短所）①ラグーン内栄養塩の増加

5.5　相手国関係機関

PNG の環境関連機関のうち、本計画に関連する機関は以下の通りである。

−Dept. of Environment and Conservation (DEC)	環境保全全般
−Bureau of Water Resources, DEC 及び Water Resources Guard	排水量規制
−Dept. of Health (DOH)	保健衛生全般
−National Capital District Commission (NCDC)	首都圏保健衛生
−Eda Ranu	首都圏上下水道事業

5.6 モニタリング計画

ポートモレスビー市の水環境を改善するには、下水道整備計画を実施するとともに、継続的な水環境のモニタリングが必要である。また、このモニタリング計画の実施にあたっては、Eda Ranu, DEC 及び DOH の協力が必要となる。

水環境モニタリングの対象は以下のとおりである。

(1)放流水水質

下水処理場はもとより、工場排水（直接放流、下水道への放流）の水質を調査し、基準が守られているかを確認する。

(2)公共用水域

公共用水域の水質及び珊瑚礁の変化を継続的に調査し、公共用水域の環境保全対策のベースとする。

6．下水道マスタープラン

6．1 下水道システム

（1）下水道計画区域

調査区域 25,000ha の内、2015 年の土地利用計画に基づき、将来市街化区域を含めた 15,000ha を対象とし、地形的条件により大きく「内陸部」と「海岸部」に分割した。

（2）内陸部の整備方針

ワイガニ、ゲレフ及びモラタの３地区は、1970 年代初頭に安定化池をもって処理を開始した。本調査の中で確認した、各処理場の現況能力と将来計画流入量との関係は以下の様であり、何れも将来的には、能力不足になることが分かる。

処理場	現況処理能力(m^3/日)	計画流入量(m^3/日)
ワイガニ	57,157	86,741
ゲレフ	5,400	15,225
モラタ	7,325	18,018

将来開発が予想されるボマナ地区については、現状では具体的な開発プラン等がないため、当該地区の地形状況を勘案し、ラロキ川付近に処理施設（安定化池）を計画した。各施設の規模は以下の様になる。

-計画下水量：　39,887m³/day

-面整備管渠：　515,200m

-幹線管渠：　26,700m

（3） 海岸地区の整備方針

当該地区は、タウンを中心に最も早く市街化された地域で、施設の老朽化、未処理下水の海浜への放流等により、海域汚染が大きな問題となっている。その他、南東側にドグラコフ、北西側にベトロゴの２地区の開発予定区域が有り、全体で３地区が対象となる。

1）現況市街化区域

タウン地区を中心にして、小口径管渠がかなり整備されており、これらがパガポイントに集められて海中放流されている。この既存施設を最大限利用しながら、８つの代替案を提示し、「建設費」、「維持管理費」、「環境への影響」、「将来計画への適応性」及び「用地取得の容易性」等について比較検討した結果、パガ地区とキラキラ地区に処理施設を設置し、各々約３km 先に海中放流する案が最も妥当と判断された。

放流地点	計画人口（人）	計画下水量（m³/日）
パガポイント	36,000	20,700
キラキラ	70,100	41,000

2）開発予定区域

将来開発が予想されるドグラコフ地区及びベトロゴ地区については、現状では具体的な開発プラン等がないため、内陸部のボマナ地区と同様に地形状況を勘案し、海岸線に沿った区域に処理施設（安定化池）を計画した。各施設の規模は以下の様になる。

<u>ドグラコフ地区</u>

-計画下水量：　18,209m³/day

-面整備管渠：　169,400m

-幹線管渠：　8,800m

ベトロゴ地区

-計画下水量：　13,115m³/day

-面整備管渠：　235,200m

-幹線管渠：　12,200m

6．2　建設費

マスタープランで提案した、施設整備に要する事業費総額は 97,657 千キナである。このうち、海岸地区の優先プロジェクト区域が約 35%の 34,071 千キナ、その他内陸地区を主とする区域が約 65%の 63,586 千キナである。

6．3　実施計画

調査区域全域を見通したとき、施設の老朽化、海域汚染問題等の緊急に改善を要する、海岸地区を優先することとして、全体を 4 つのフェーズに分けて整備する計画とした。

1）フェーズ 1 (2000 年～2002 年)

海岸地区のキラキラ、コキ、バジリ、ガブツ、バブコリ及びパリの総可住地面積 317ha を対象区域とするもので、事業費総額は 21,755 千キナである。

2）フェーズ 2 (2003 年～2005 年)

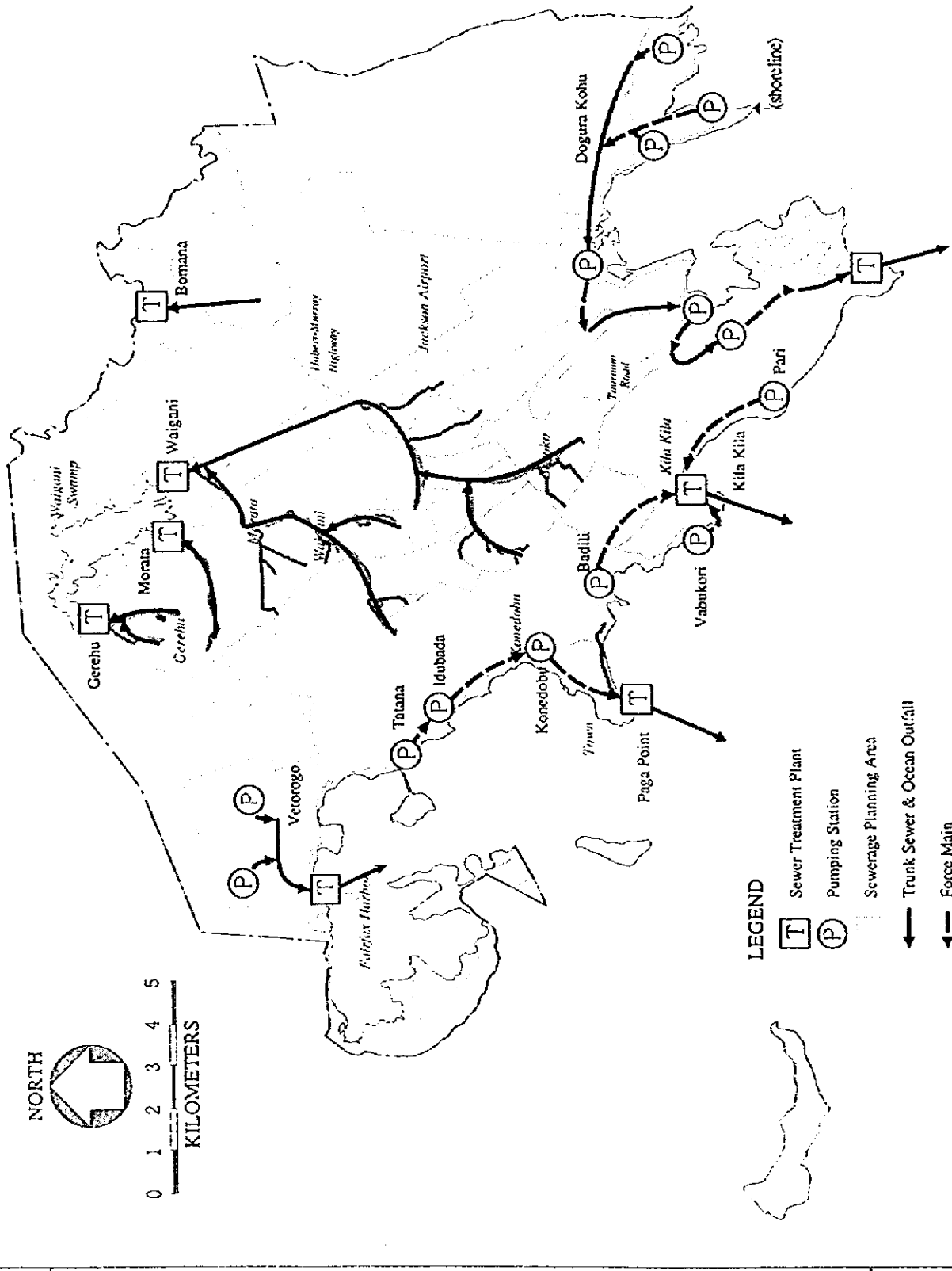
海岸区域のバルニ、タタナ、イドゥバダ、ハヌアバダ、コネドブ及びタウンの総可住地面積 332ha を対象区域とするもので、事業費総額は 12,316 千キナである。

3）フェーズ 3 (2006 年～2010 年)

内陸地区の現在処理区域となっているワイガニ、ゲレフ及びモラタが対象となるもので、既述したとおり 3 つの処理場共に処理能力が不足することから、処理施設の増設及び幹線管渠の流下能力不足に陥る箇所の増強等が、主な内容となる。事業費総額は 12,325 千キナである。

4）フェーズ 4 (2011 年～2015 年)

開発予定区域である、内陸地区に位置するポマナ地区（面積：3,680ha）、海岸地区に位置するベトロゴ地区及びドグラコフ地区がその対象となる。対象となる主な施設内容は、処理場（安定化池）が 3 ヶ所、ポンプ場、幹線管渠で、事業費総額は 51,261 千キナである。



Date	Title	Fig.
May 1998	Proposed Sewerage System	6.1

THE STUDY ON SEWERAGE SYSTEM OF PORT MORESBY IN PAPUA NEW GUINEA

TOKYO ENGINEERING CONSULTANTS in association with NIPPON JOGESUIDO SEKKEI

Table 6.1 Proposed Trunk Sewers and Force Mains

	Inland Area				Coastal Area			Total
	Waigani	Morata	Gerehu	Bomana	F/S Area	Vetorogo	Dogura Kohu	
1.Sewer Network (m)	4,900ha	720ha	810ha	3,680ha	649ha	1,210ha	1,680ha	13,649ha
	12,600	63,000	56,000	515,200	77,700	235,200	169,400	1,129,100
2.Trunk Sewer (m)								
200mm	0	0	0	0	10,161	0	0	10,161
250mm	0	0	0	0	303	0	0	303
300mm	463	0	949	8,800	3,490	5,000	2,900	21,602
350mm	2,320	0	0	7,700	270	4,400	2,600	17,290
400mm	2,212	1,712	1,362	2,900	310	1,600	1,000	11,096
450mm	0	912	0	1,900	640	1,200	700	5,352
500mm	3,337	712	0	4,500	1,233	0	1,600	11,382
600mm	0	0	0	900	2,216	0	0	3,116
S-Total	8,332	3,336	2,311	26,700	18,623	12,200	8,800	80,302
3.Force Main (m)								
150mm	0	0	0	0	2,120	0	0	2,120
200mm	0	0	0	0	3,500	0	1,700	5,200
250mm	0	0	0	0	0	500	0	500
300mm	0	0	0	0	2,086	500	1,500	4,086
350mm	0	0	0	0	220	0	2,000	2,220
400mm	0	0	0	0	0	0	0	0
450mm	0	0	0	0	3,640	0	1,200	4,840
500mm	0	0	0	0	303	0	0	303
600mm	0	0	0	0	0	0	2,000	2,000
700mm	0	0	0	0	0	0	0	0
800mm	0	0	0	0	360	0	0	360
S-Total	0	0	0	0	12,229	1,000	8,400	21,629
4.Ocean Outfall (m)								
					3,650			3,650
S-Total	0	0	0	0	3,650	0	0	3,650

Table 6.2 Project Cost for Seven Planning Sewerage Zones

(Unit:1000Kina)

	Inland Area				Coastal Area			
	Waigani	Morata	Gerehu	Bomana	F/S Area	Vetorogo	Dogura Kohu	Total
1.Sewer Network (m)	4,900ha	720ha	810ha	3,680ha	649ha	1,210ha	1,680ha	13,649ha
	12,600	63,000	56,000	515,200	77,700	235,200	169,400	1,129,100
2.Trunk Sewer (m)								
200mm	0	0	0	0	2,368	0	0	2,368
250mm	0	0	0	0	86	0	0	86
300mm	162	0	332	3,080	1,222	1,750	1,015	7,561
350mm	865	0	0	2,872	101	1,641	970	6,449
400mm	860	666	530	1,128	121	622	389	4,316
450mm	0	412	0	859	289	542	316	2,419
500mm	1,735	370	0	2,340	641	0	832	5,919
600mm	0	0	0	529	1,303	0	0	1,832
S-Total	3,623	1,448	862	10,808	6,130	4,556	3,522	30,951
3.Force Main (m)								
150mm	0	0	0	0	413	0	0	413
200mm	0	0	0	0	781	0	379	1,160
250mm	0	0	0	0	0	127	0	127
300mm	0	0	0	0	605	145	435	1,185
350mm	0	0	0	0	80	0	730	810
400mm	0	0	0	0	0	0	0	0
450mm	0	0	0	0	1,627	0	536	2,163
500mm	0	0	0	0	153	0	0	153
600mm	0	0	0	0	0	0	1,226	1,226
700mm	0	0	0	0	0	0	0	0
800mm	0	0	0	0	356	0	0	356
S-Total	0	0	0	0	4,015	272	3,307	7,594
4.Pumping Station								
Newly	0	125	0	0	4,014	250	1,291	5,680
Improvement	0	0	0	0	372	0	0	372
S-Total	0	125	0	0	4,386	250	1,291	6,052
5.Treatment Plant								
Newly				5,375	7,745	2,921	3,315	19,356
Improvement	1,363	1,074	1,187					3,624
S-Total	1,363	1,074	1,187	5,375	7,745	2,921	3,315	22,980
6.Ocean Outfall								
					4,893			4,893
S-Total	0	0	0	0	4893	0	0	4,893
G-Total	4,986	2,647	2,049	16,183	27,169	7,999	11,435	72,470

Fig.6.2 Project Implementation and Disbursement Schedule

(Unit:1000Kina)

		Phase-1				Phase-2			Phase-3					Phase-4				
		1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Implementation Schedule																		
1. Preparation of Project																		
2. Pre-Construction Stage																		
2-1. Detailed Design																		
2-2. Bidding																		
3. Construction																		
3-1. Collection System																		
Trunk Sewer																		
Force Main																		
3-2. Pumping Station																		
3-3. Sewage Treatment Plant																		
3-4. Ocean Outfall																		
4. Procurement Equipment																		
Disbursement Schedule	**Total Cost**																	
1. Land Acquisition	**8,360**	297	27			50								7,986				
2. Administration	**1,086**		14	60	190	5	37	101		22	40	40	42		114	114	153	153
3. Construction Work	**72,470**		938	4,012	12,688	342	2,437	6,752		1,483	2,691	2,691	2,817		7,623	7,623	10,183	10,190
4. Procurement Equipment	**1,247**							687					560					
5. Engineering Service	**7,247**		94	401	1,269	34	244	675		148	269	269	282		762	762	1,018	1,019
6. Contingency	**7,247**		94	401	1,269	34	244	675		148	269	269	282		762	762	1,018	1,019
Sub-Total of Annual Disbursement	**97,657**	297	1,167	4,875	15,416	466	2,961	8,889		1,802	3,270	3,270	3,983	7,986	9,262	9,262	12,372	12,381
7. O/M Cost	**17,544**					793	793	793	1,490	1,490	1,490	1,490	1,490	1,543	1,543	1,543	1,543	1,543
Total of Annual Disbursement	**115,201**	297	1,167	4,875	15,416	1,259	3,754	9,682	1,490	3,292	4,760	4,760	5,473	9,529	10,805	10,805	13,915	13,924

6．4 組織・制度

1）EDA RANUによる上下水道事業の開始

パプアニューギニア首都圏の上下水道の整備、運営・維持管理は、首都圏庁（NCDC: National Capital District Commission）の内部組織である実施部門が直接当該業務を担当していた。しかしながら、効率性改善が強く求められる業務遂行状態と、首都圏人口の増加に対応する上下水道施設の拡充への対応等、事業責任を明確にした独立法人化の要請から、政府の100%所有による首都圏上下水道公社（EDA RANU）が設立され、首都圏の上下水道の整備、運営・維持管理が1996年11月に全面的に引き継がれた。なお、NCDCからEDA RANUへの上下水道の整備、運営・維持管理の移管に当たって、2つの法律（"NCDC Transfer of Assets, etc. Act" -- 上下水道施設の移管に関する法律、"NCD Water & Sewerage Act" – EDA RANUの上下水道事業に関する法律）が制定されている。

2）EDA RANUの経営

EDA RANUはPty.Ltd.として登録された会社であるが、このPty.Ltd.は、「非公開会社」「閉鎖会社」であり、EDA RANUの定款においても（1)株主数を50名以内に限定し、(2)不特定多数に対する株式・社債の発行、不特定多数からの借入れを禁じている。また、政府が、51%以上の株式を保有する限り（現在、100%政府保有）、大蔵大臣は（1)新規株式の発行命令権、(2)役員の任命・解任への同意権、(3) 10万キナ以上のあらゆる契約（役員の雇用契約を含む）に対する承認権を有すると法律にも規定されており、当社は政府管轄の国有事業体である。

NCDCの上下水道の全資産が、EDA RANUに移転されているが、その評価額は算定作業未完了により簿価約5千5百万キナとされるも確定はしておらず、EDA RANUの資本金は未だ「2キナ、2株」のままとなっている。この株は、エネルギー・石油省と国家計画実施省の2省がそれぞれ1株づつ所有（名義は形式上それぞれの大臣）している。なお、移転資産のNCDCへの対価支払いは政府が行うことになっている。　運営資金については、EDA RANUは完全なる独立採算事業体として、その全てが政府金融機関からの借入（5百万キナ）と、上水道料金収入及び下水道料金収入により賄われている。

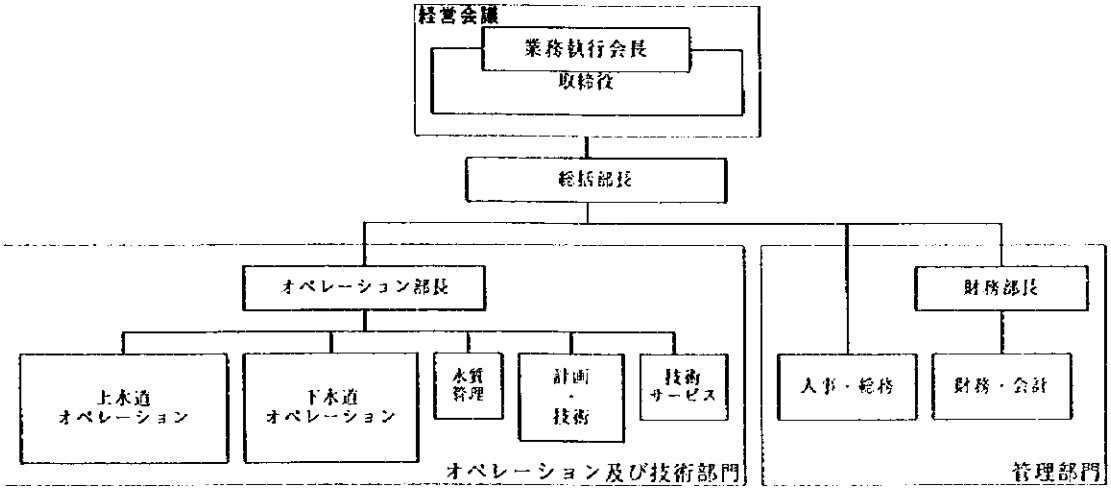
EDA RANUの経営は、取締役（Director）でもある業務執行会長（Executive Chairman、常勤、任期2年）と7人の非常勤取締役（任期3年）で行われている。業務執行会長は総理大臣により任命、他の取締役は株を所有する大臣の指名によるものである。従って、役員報

酬は全額 EDA RANU の会計から支払われているが、全ての役員の人事権は政府が所有していることになる。 経営の最高意志決定機関は、業務執行会長とその他の取締役で構成される経営委員会（Board）であるが、日々の事業運営は、経営委員会の下、総括部長（General Manager）をトップとした従業員（総数 140 人、'97 年 11 月現在）によって行われている。

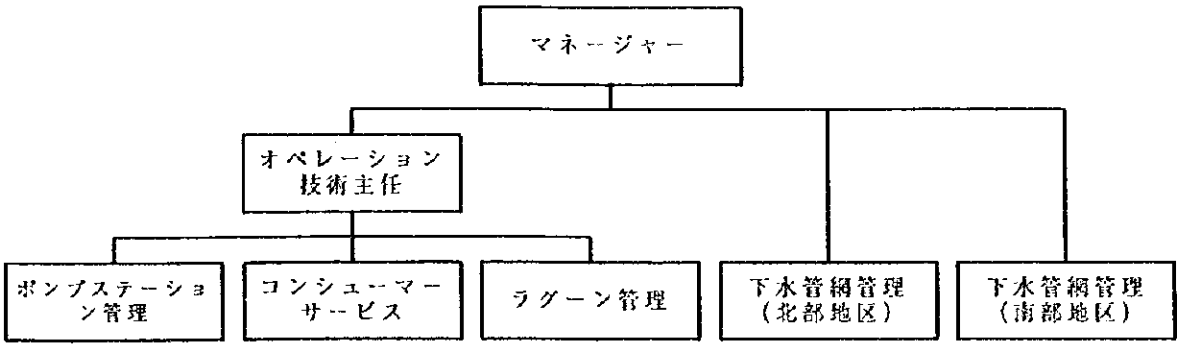
3）EDA RANUの組織

EDA RANU には、上下水道の運営・維持管理部門（上水道部門、下水道部門、技術・支援スタッフ部門より構成）と管理部門があるが、浄水場の運営・維持管理（コンセッション契約、期間 22 年）及び上下水道料金請求・徴収（委託契約、期間 22 年）が民間企業に委託された結果、上水道については配水・給水の施設整備、運営・維持管理を行うのみとなっている。

下水道施設の運営・維持管理については、ラグーンの清掃、下水管取替工事等、一部の業務を民間企業へ委託しているが、基本的には下水道オペレーション部門が、NCD の全ての下水道施設の運転管理、清掃、小規模な補修等を行っている。なお、下水道利用者からの接続申請対応は、下水道オペレーション部門ではなく、計画・技術部門が担当している。



図：EDA RANUの組織（1997 年 12 月）



図：下水道オペレーション部門の組織（総員数 31 名、1997 年 12 月）

6．5　財務分析

EDA RANUは1996年11月に民営化され、同時に下水道の料金徴収業務もコンサルタントのＪＣ－ＫＲＴＡ（ＰＮＧ）に委託された。ＮＣＤＣ時代は料金体系、料金の納入回数、料金回収率など全般に非常に問題があったが、民営化後１年を経過し経営内容の改善は次第に明らかになってきた。

ＪＣ－ＫＲＴＡ（ＰＮＧ）は料金収入の86%を占める上水道料金の徴収体制の確立に1996年11月の業務受託開始以来全力をあげてきたが、１年経過し上水道料金の徴収体制は次第に確立してきた。

下水道事業の財務基盤は料金収入であり、EDA RANUは、調査団の提案通り1998年6月請求分から、下水道料金の徴収を上水道料金の徴収システムとリンクさせる方向で全面的な料金改定を計画している。すなわち上水使用量をもって下水道料金の根拠とする従量制料金を採用し、使用量の多い富裕者により多く負担させること、住宅用料金と業務用料金とを区別し後者からの収入を増加させること、年間の支払回数を増加させ支払いやすくすることなどである。

維持的経費については1997年度は予算を大幅に上回って支出されている。その中には設立当初の一時的経費もあるが、収入が少ないので当初予算を余りにも少額に見積もった場合もある。いずれにしても運転資金は現在ほぼゼロであり、今後は収入の範囲に維持的経費も抑えてゆかなければならない。維持的経費の上水道、下水道の両部門への分類は行われておらず、恣意的な方法で比例配分するしかないが、管理会計制度導入も検討されており、将来は改善が期待されこれも民営化の効果の一つである。

財務分析は、今回のマスタープランの投資計画だけでなく、既存の下水道事業をも含めた全下水道事業部門について行った。財務諸表（資金フロー表、損益計算書および貸借対照表）は全マスタープランの期間について予測した。（表6.3参照）。下水道事業の収益性は高くなく、公共性、環境改善効果などからも投資計画は正当化されるべきであり、低利の資金を利用できればこのように財務的にも長期にわたり健全に経営できるが、商業金融による資金を投入しては財務的に破綻することも試算で明らかになった。

FIRRは、表6.4のように3.01%であり、また第一期工事にグラントが期待できればFIRRは更に改善され、民営化間もないEDA RANUの財務的基盤の健全性維持にはこのような外部からの支援は非常に貢献することが明らかとなった。

Table 6.3 The Financial Statesments of Sewerage Division of Eda Ranu : M/P
(Collection Rate 80 %(first five years), 85 % (after that), Interest Rate 2.7 %)

Phase	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	4
Year	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Fund Flow Table																	
Cash Collection 80%-85%	5,426	5,709	5,969	6,240	6,523	7,246	7,575	7,879	8,195	8,254	8,865	9,221	9,591	9,975	10,375	10,791	11,228
Loan (2.7%)	297	1,167	4,874	15,416	465	2,963	8,889	0	1,801	3,269	3,269	3,983	7,986	9,261	9,261	12,372	12,381
Investment	297	1,167	4,874	15,416	465	2,963	8,889	0	1,801	3,269	3,269	3,983	7,986	9,261	9,261	12,372	12,381
Interest Payment (2.7%)	8	40	171	587	600	680	920	920	969	1,057	1,145	1,250	1,457	1,678	1,898	2,198	2,486
Loan Repayment	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	73	317	1,088	1,111	1,259	1,704
O/M	3,502	3,684	3,851	4,026	4,209	4,676	4,887	5,084	5,288	5,501	5,721	5,949	6,188	6,437	6,694	6,964	7,249
Net Cash Inflow	1,916	1,985	1,947	1,627	1,714	1,890	1,768	1,875	1,939	1,697	1,984	1,949	1,628	772	672	370	-211
Income Statement																	
Cash Collection 80%-85%	5,426	5,709	5,969	6,240	6,523	7,246	7,575	7,879	8,195	8,254	8,865	9,221	9,591	9,975	10,375	10,791	11,228
O/M	3,502	3,684	3,851	4,026	4,209	4,676	4,887	5,084	5,288	5,501	5,721	5,949	6,188	6,437	6,694	6,964	7,249
Depreciation	0	23	164	606	614	684	1,003	1,003	1,039	1,106	1,174	1,284	1,284	1,476	1,669	1,940	2,211
Interest Payment (2.7%)	8	40	171	587	600	680	920	920	969	1,057	1,145	1,250	1,457	1,678	1,898	2,198	2,486
Balance	1,916	1,962	1,783	1,021	1,100	1,206	765	872	900	591	825	738	661	384	114	-311	-718
Balance sheet																	
Cash	1,916	3,902	5,848	7,475	9,189	11,079	12,847	14,722	16,661	18,357	20,342	22,291	23,919	24,691	25,363	25,734	25,523
Investment	0	1,140	6,014	21,430	21,845	24,808	33,697	33,697	35,498	38,767	42,036	46,019	46,019	55,280	64,541	76,913	89,294
Less Accum.Depreciation	0	23	187	793	1,407	2,091	3,094	4,097	5,203	6,377	7,661	8,945	10,421	12,090	14,030	16,241	16,241
Land	297	324	324	324	374	374	374	374	374	374	374	374	8,360	8,360	8,360	8,360	8,360
Total Assets	2,213	5,343	11,999	28,436	30,001	34,170	43,824	44,696	47,330	51,121	55,091	59,739	67,877	76,241	84,234	94,766	106,936
Loan (balance)	297	1,464	6,338	21,754	22,219	25,182	34,071	34,071	35,872	39,141	42,395	46,305	53,974	62,147	70,297	81,410	92,087
Reserved Fund	1,916	3,879	5,661	6,682	7,782	8,988	9,753	10,625	11,458	11,980	12,696	13,434	13,903	14,094	13,937	13,356	14,849
Total Liabil.&Capital	2,213	5,343	11,999	28,436	30,001	34,170	43,824	44,696	47,330	51,121	55,091	59,739	67,877	76,241	84,234	94,766	106,936

Table 6.4 FIRR of the Eda Ranu Sewerage Service (Master Plan)

(1000 Kina:1997 Price)

Year	Cash Collection	Investment (All)	O&M	Total Cash Outflow	Net Cash Flow	FIRR
1999	5,426	297	3,502	3,799	1,627	
2000	5,709	1,167	3,684	4,851	858	
2001	5,969	4,874	3,851	8,725	-2,756	
2002	6,240	15,416	4,026	19,442	-13,202	
2003	6,523	465	4,209	4,674	1,849	
2004	7,246	2,963	4,676	7,639	-393	
2005	7,575	8,889	4,887	13,776	-6,201	
2006	7,879	0	5,084	5,084	2,795	
2007	8,195	1,801	5,288	7,089	1,106	
2008	8,254	3,269	5,501	8,770	-516	
2009	8,865	3,269	5,721	8,990	-125	
2010	9,221	3,983	5,949	9,932	-711	
2011	9,591	7,986	6,188	14,174	-4,583	
2012	9,975	9,261	6,437	15,698	-5,723	
2013	10,375	9,261	6,694	15,955	-5,580	
2014	10,791	12,372	6,964	19,336	-8,545	
2015	11,228	12,381	7,245	19,626	-8,398	
2016	11,228	931	7,245	8,176	3,052	
2017	11,228	2,861	7,245	10,106	1,122	
2018	11,228	0	7,245	7,245	3,983	
2019	11,228	233	7,245	7,478	3,750	
2020	11,228	3,026	7,245	10,271	957	
2021	11,228	0	7,245	7,245	3,983	
2022	11,228	0	7,245	7,245	3,983	
2023	11,228	40	7,245	7,285	3,943	
2024	11,228	40	7,245	7,285	3,943	
2025	11,228	668	7,245	7,913	3,315	
2026	11,228	0	7,245	7,245	3,983	
2027	11,228	148	7,245	7,393	3,835	
2028	11,228	148	7,245	7,393	3,835	
2029	11,228	505	7,245	7,750	3,478	
2030	11,228	514	7,245	7,759	3,469	
2031	11,228	931	7,245	8,176	3,052	
2032	11,228	2,861	7,245	10,106	1,122	
2033	11,228	0	7,245	7,245	3,983	
2034	11,228	233	7,245	7,478	3,750	
2035	11,228	3,026	7,245	10,271	957	
2036	11,228	0	7,245	7,245	3,983	
2037	11,228	0	7,245	7,245	3,983	
2038	11,228	40	7,245	7,285	3,943	
2039	11,228	40	7,245	7,285	3,943	
2040	11,228	668	7,245	7,913	3,315	*3.01%*
2041	11,228	0	7,245	7,245	3,983	3.19%
2042	11,228	148	7,245	7,393	3,835	3.35%
2043	11,228	148	7,245	7,393	3,835	3.49%
2044	11,228	505	7,245	7,750	3,478	3.61%
2045	11,228	514	7,245	7,759	3,469	3.72%

7．優先プロジェクトに対するフィージビリティー調査

マスタープラン区域のうち、内陸地区については、現況の下水道施設能力で当面の対応は可能であることが分かった。しかし、海岸地区については、海域汚染問題が深刻で、緊急な改善対策が必要と判断された。このことから、タウン、キラキラ地区を中心とした現況市街化区域を優先プロジェクト区域として選定した。

7．1　下水道システム

（1）バガ地区

タウン地区の既存施設を有効利用しながら、新規にバルニ、タタナ、イドゥバダ及びハヌアバダの各地区の下水を収集し、タウンの既存施設に接続した後、バガポイントより簡易処理をして海中放流するものである。計画人口、計画下水量及び各施設の概要は次の通りである。

—計画人口：32,300 人(2005 年)、36,000 人(2015 年)
—計画下水量：18,900 m^3/day(2005 年)、20,700m^3/day(2015 年)
—新設ポンプ場：７ヶ所　（タタナ１．２．３．４、ハヌアバダ１．２、コネドブ１）
—既存ポンプ場の改善：６ヶ所（ヨットクラブ、コネドブ２、スタンレー、ローズ、ダ バラ、バガ）
—幹線管渠（自然流下管：コンクリート管、PVC 管）：約 5,500m、
—幹線管渠（圧送管：ダクタイル鋳鉄管）：約 4,300m、
—準幹線管渠（自然流下管：コンクリート管、PVC 管）：約 3,400m、
—処理場：一次沈殿処理池及び汚泥濃縮槽

（2）キラキラ地区

コキ、バディリ及びキラキラ地区には、既存の面整備管が約５０％程度布設されており、これらを利用しながら、新規にガブツ、バブコリ及びパリの各地区を接続し、キラキラ地区のジョイスベイに面した箇所に処理場を設置し、パプアン・ラグーン内へ海中放流するものである。計画人口、計画下水量及び各施設の概要は次の通りである。

—計画人口：61,400 人(2005 年)、70,100 人(2015 年)
—計画下水量：35,900 m^3/day(2005 年)、41,000m^3/day(2015 年)
—新設ポンプ場：８ヶ所　（キラキラ、ガブツ１．２．３、バブコリ１．２．３、パリ）
—既存ポンプ場の改善：３ヶ所（コキ、バディリ、カウゲレ）

—幹線管渠（自然流下管：コンクリート管、PVC 管）：約 3,100m、
—幹線管渠（圧送管：ダクタイル鋳鉄管）：約 7,900m、
—準幹線管渠（自然流下管：コンクリート管、PVC 管）：約 6,600m、
—海中放流管（高密度ポリエチレン管：900 mm）：3,650m
—処理場：一次沈殿処理池及び汚泥濃縮槽

7．2 建設費

優先プロジェクト区域の施設整備に要する全事業費は、34,071 千キナである。このうち、キラキラ地区は約 65%の 21,755 千キナ、パガ地区は約 35%の 12,316 千キナとなった。

7．3 実施計画

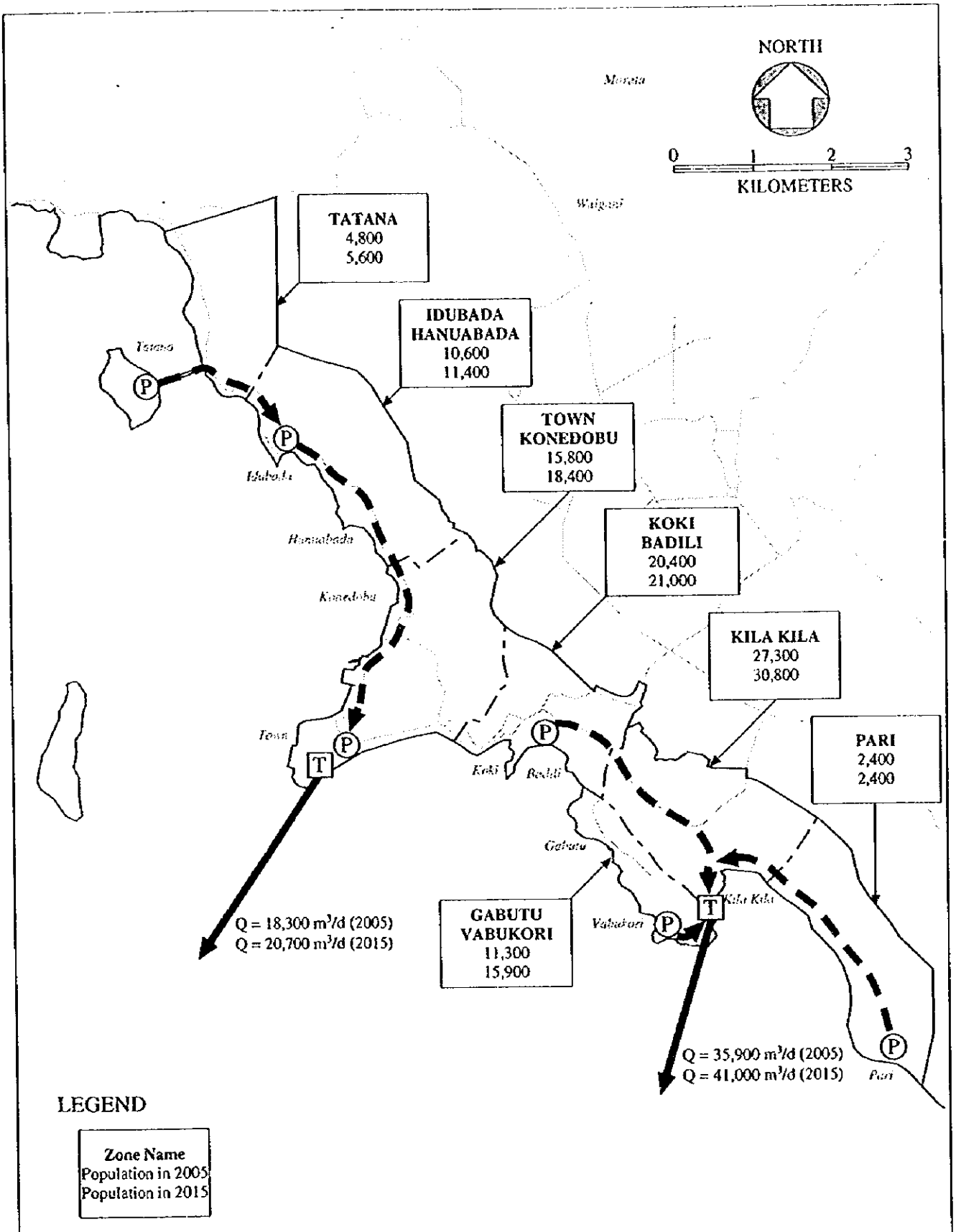
海域汚染の現況を見たとき、ジョイスベイは深刻な状況にあり、緊急な改善対策が必要となっている。一方、パガ地区については、パガポイント海中放流管による効果が大きく、本調査の中で行なった、海域に関する汚濁解析によっても、その効果を検証することができた。以上のことから、２つのフェーズに分け、フェーズ１はキラキラ地区、フェーズ２をパガ地区とした。

１）フェーズ１（2000 年～2002 年）

2000 年に最下流のキラキラ地区の幹線管渠から建設を始める。翌 2001 年からは、その他区域の幹線管渠を初めとして、キラキラ処理場の建設に入る。2003 年には同じくキラキラ処理場に付帯する、海中放流管及び各ポンプ場の建設で終了する。

２）フェーズ２（2003 年～2005 年）

2003 年コネドブ、タウンの幹線から建設に着手し、翌 2004 年にはその他区域の幹線管渠及びポンプ場の建設を、そして 2005 年の最終年には、パガポイントの処理施設とその他残事業を行なって、優先プロジェクト区域の全事業を終了する。



Date	Title	Fig.
May 1998	Proposed Sewerage System in F/S Area	7.1

THE STUDY ON SEWERAGE SYSTEM OF PORT MORESBY IN PAPUA NEW GUINEA

TOKYO ENGINEERING CONSULTANTS in association with NIPPON JOGESUIDO SEKKEI

Table 7.1 Proposed for Each Sewage Facilities

Zone / Item	Paga			Kila Kila				Total
	Baruni/Tatana	Idubada/Hanuabada	Konedobu/Town	Koki/Badili	Gabutu/Vabukori	Kila Kila	Pari	649ha
1.Sewer Network (m)	70ha	168ha	94ha	134ha	14ha	160ha	9ha	67,900
	9,800	23,520	-	18,760	1,960	22,400	1,260	
2.Sub-Trunk Sewer (m)								
200mm	550	2,460	160	3,049	0	2,302	520	9,041
250mm	0	130	116	57	0	0	0	303
300mm	0	0	0	0	0	430	0	430
400mm	0	0	0	0	0	200	0	200
S-Total	550	2,590	276	3,106	0	2,932	520	9,974
3.Trunk Sewer (m)								
200mm	760	0	0	0	360	0	0	1,120
250mm	0	0	0	0	0	0	0	0
300mm	2,580	0	0	0	480	0	0	3,060
350mm	0	270	0	0	0	0	0	270
400mm	0	110	0	0	0	0	0	110
450mm	0	640	0	0	0	0	0	640
500mm	0	0	1,181	0	0	52	0	1,233
600mm	0	0	0	373	0	1,843	0	2,216
S-Total	3,340	1,020	1,181	373	840	1,895	0	8,649
4.Force Main (m)								
150mm	960	0	0	0	1,160	0	0	2,120
200mm	0	0	0	0	300	0	3,200	3,500
250mm	0	0	0	0	0	0	0	0
300mm	220	130	0	336	1,400	0	0	2,086
350mm	0	0	220	0	0	0	0	220
400mm	0	0	0	0	0	0	0	0
450mm	0	1,480	1,000	1,160	0	0	0	3,640
500mm	0	0	303	0	0	0	0	303
600mm	0	0	0	0	0	0	0	0
700mm	0	0	0	0	0	0	0	0
800mm	0	0	0	0	0	360	0	360
S-Total	1,180	1,610	1,523	1,496	2,860	360	3,200	12,229
5.Pumping Station	Tatana-1	Hanuabada-1	Konedobu-1, 2	Koki	Gabutu-1, 2, 3	Kila Kila	Pari	
	Tatana-2	Hanuabada-2	Yacht	Badili	Vabukori-1, 2, 3			
	Tatana-3		Stanley	Kaugere				
	Tatana-4		Paga					
			Lawes, Davara					
6.Treatment Plant			Paga			Kila Kila		
7.Ocean Outfall (m)			Diameter in 560 mm			Diameter in 900 mm		
			Length in 3,000m			Length in 3,650		
			(Existing)					

Table 7.2 Project Cost

(Unit:1000Kina)

Zone / Item	Paga			Kila Kila				Total
	Barumi/Tatana	Iounada/Hamahada	Konedobu/Town	Koki/Badili	Gabutu/Vabukori	Kila Kila	Pari	
	70ha	168ha	94ha	134ha	14ha	160ha	9ha	649ha
1.Sewer Network (m)	9,800	23,520	-	18,760	1,960	22,400	1,260	67,900
2.Sub-Trunk Sewer (m)								
200mm	128	573	37	710	0	536	121	2,107
250mm	0	37	33	16	0	0	0	86
300mm	0	0	0	0	0	151	0	151
400mm	0	0	0	0	0	78	0	78
S-Total	128	610	70	727	0	765	121	2,421
3.Trunk Sewer (m)								
200mm	177	0	0	0	84	0	0	261
250mm	0	0	0	0	0	0	0	0
300mm	903	0	0	0	168	0	0	1,071
350mm	0	101	0	0	0	0.	0	101
400mm	0	43	0	0	0	0	0	43
450mm	0	289	0	0	0	0	0	289
500mm	0	0	614	0	0	27	0	641
600mm	0	0	0	219	0	1,084	0	1,303
S-Total	1,080	433	614	219	252	1,111	0	3,709
4.Force Main (m)								
150mm	187	0	0	0	226	0	0	413
200mm	0	0	0	0	67	0	714	781
250mm	0	0	0	0	0	0	0	0
300mm	64	38	0	97	406	0	0	605
350mm	0	0	80	0	0	0	0	80
400mm	0	0	0	0	0	0	0	0
450mm	0	662	447	519	0	0	0	1,627
500mm	0	0	153	0	0	0	0	153
600mm	0	0	0	0	0	0	0	0
700mm	0	0	0	0	0	0	0	0
800mm	0	0	0	0	0	356	0	356
S-Total	251	699	680	616	699	356	714	4,015
5.Pumping Station								
Newly	494	394	1,192	592	818	399	125	4,014
Improvement			249	123				372
S-Total	494	394	1,441	715	818	399	125	4,386
6.Treatment Plant								
			2,636			5,109		7,745
S-Total	0	0	2636	0	0	5,109	0	7,745
7.Ocean Outfall								
						4,893		4,893
S-Total	0	0	0	0	0	4,893	0	4,893
G-Total	1,953	2,135	5,441	2,276	1,769	12,633	960	27,169

Fig.7.2 Project Implementation and Disbursement Schedule

(Unit: 1000Kina)

		Phase-1				Phase-2		
		1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Implementation Schedule								
1. Preparation of Project								
2. Pre-Construction Stage								
2-1. Detailed Design								
2-2. Bidding								
3. Construction								
3-1. Collection System								
Trunk Sewer								
Force Main								
3-2. Pumping Station								
3-3. Sewage Treatment Plant								
3-4. Ocean Outfall								
4. Procurement Equipment								
Disbursement Schedule	**Total Cost**							
1. Land Acquisition	374	297	27			50		
2. Administration	407		14	60	190	5	37	101
3. Construction Work	27,169		938	4,012	12,688	342	2,437	6,752
4. Procurement Equipment	687							687
5. Engineering Service	2,717		94	401	1,269	34	244	675
6. Contingency	2,717		94	401	1,269	34	244	675
Sub-Total of Annual Disbursement	34,070	297	1,167	4,875	15,416	466	2,961	8,889
7. O/M Cost	2,379					793	793	793
Total of Annual Disbursement	36,449	297	1,167	4,875	15,416	1,259	3,754	9,682

Fig.7.3 Implementation Shcedule

(Unit :1000Kina)

Zone	Cost	Phase-1				Phase-2		
		1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Keki/Badili								
1.Trunk Sewer	946			473	473			
2.Force Main	616			308	308			
3.Pumping Station	714				714			
S-Total	2,276		0	781	1,495			
Gabutu/Vabukori								
1.Trunk Sewer	252				252			
2.Force Main	699			233	466			
3.Pumping Station	818				818			
S-Total	1,769		0	233	1,536			
Kila Kila								
1.Trunk Sewer	1,876		938	938				
2.Force Main	356				356			
3.Pumping Station	399				399			
4.Treatment Plant	5,109			1703	3,406			
5.Ocean Outfall	4,893				4,893			
S-Total	12,633		938	2,641	9,054			
Paci								
1.Trunk Sewer	121				121			
2.Force Main	714			357	357			
3.Pumping Station	125				125			
S-Total	960		0	357	603			
Total	17,638		938	4,012	12,688			
Barnai/Tetana								
1.Trunk Sewer	1,208						403	805
2.Force Main	251							251
3.Pumping Station	494							494
S-Total	1,953					0	403	1,550
Idubada/Hanuabada								
1.Trunk Sewer	1,043						522	522
2.Force Main	699						350	350
3.Pumping Station	393							393
S-Total	2,135					0	871	1,264
Konedobu/Town								
1.Trunk Sewer (m)	684					342	342	
2.Force Main (m)	680						340	340
3.Pumping Station	1,441						480	961
4.Treatment Plant	2,636							2,636
S-Total	5,441					342	1,162	3,937
Total	9,529					342	2,437	6,752
G-Total	27,169		938	4,012	12,688	342	2,437	6,752

7．4　財務分析

F/S の期間はマスタープラン期間のうち 2000 年から 2005 年までの 6 年間で、第一期（2000—2002 年の 3 年間）と第二期（2003 年—2005 年の 3 年間）をカバーする。2006 年は次の第三期のための準備期間である。人口予測その他の仮定は M/P と同一である。投資計画はマスタープランの投資計画の最初の 8 年間とまったく同じである。2005 年までに 34 百万キナの投資が計画されている。O & M 費用はこれらの投資に関連する O & M 費用だけでなく、既存部門を含めた全下水道事業部門の O & M 費用である。

1997 年の年間料金請求額は 2,774,000 キナであったが、現在計画中の新料金体系では年間 6,782,000 キナに増加する予定である。この改定案は調査団の提案内容に近く、また EDA RANU の健全経営のためには是非とも実現させなければならない。調査団の財務分析はこの料金体系の実現を前提としている。料金徴収率は最初の 5 年間は 80%、それ以後は 85%を予想している。以前の世銀調査の予測よりは大幅に収入が増加が見込まれ、民営化の効果は大きいことが分かる。

財務諸表（資金循環表、損益計算書、貸借対照表）の計算は表 7.3 に示される。投資資金は金利 2.7%で融資期間 30 年（据え置き 10 年）で借り入れられるものと仮定し、減価償却期間は土木 50 年、機械電気 15 年、定額法（残存価格ゼロ）で計算されている。F/S 期間終了後の設備投資はないものと仮定し、F/S 期間終了時点での設備を維持するものとして 2015 年までの財務諸表が予測されている。このような条件が満たされれば下水道部門の財務状況は健全なまま 2015 年を迎えている。

商業融資を受けた場合、現実の融資条件よりはかなり寛大な条件で試算しても全くフィージブルでないことが試算で判明した。従って、採算のよくない下水道事業にあっては、商業融資での投資は不可能であって、国際援助機関から融資やグラントを求めることが必要である。

この F/S 期間の投資計画の FIRR は表 7.4 に示されている。2015 年までの期間を考慮すれば 6.21%であり、考慮期間を更に長くとれば FIRR は改善される。これは投資計画の規模がそれほど大きくなく、また料金収入の増加と O & M 費用を料金収入に見合った範囲内に抑えられることなどを反映している。このようにこの投資計画の成功の鍵は、新しい料金体系を実現すること、水道料金を基礎にした料金徴収体制を確立すること、O & M 費用を収入に見合った範囲内におさえることであり、これらが実行されればこの F/S の投資計画はフィージブルであり、望ましい。

Table 7.3 The Financial Statesments of Sewerage Division of Eda Ranu : F／S

(Collection Rate 80% (first five year), 85% (after that), Interest Rate 2.7 %)

Unit: 1000 Kina 1997 Price

Phase	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	4
Year	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Fund Flow Table																	
Cash Collection 80%-85%	5,426	5,709	5,969	6,240	6,523	7,246	7,575	7,879	7,879	7,879	7,879	7,879	7,879	7,879	7,879	7,879	7,879
Loan (2.7%)	297	1,167	4,874	15,416	465	2,963	8,889	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Investment	297	1,167	4,874	15,416	465	2,963	8,889	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Interest Payment (2.7%)	8	40	171	587	600	680	920	920	920	920	920	918	909	880	850	816	770
Loan Repayment	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	73	317	1,088	1,111	1,259	1,704
O/M	3,502	3,684	3,851	4,026	4,209	4,676	4,887	5,084	5,084	5,084	5,084	5,084	5,084	5,084	5,084	5,084	5,084
Net Cash Inflow	1,916	1,985	1,947	1,627	1,714	1,890	1,768	1,875	1,875	1,875	1,860	1,804	1,569	827	834	720	321
Income Statement																	
Cash Collection 80%-85%	5,426	5,709	5,969	6,240	6,523	7,246	7,575	7,879	7,879	7,879	7,879	7,879	7,879	7,879	7,879	7,879	7,879
O/M	3,502	3,684	3,851	4,026	4,209	4,676	4,887	5,084	5,084	5,084	5,084	5,084	5,084	5,084	5,084	5,084	5,084
Depreciation	0	23	164	606	614	684	1,003	1,003	1,003	1,003	1,003	1,003	1,003	1,003	1,003	1,003	1,003
Interest Payment (2.7%)	8	40	171	587	600	680	920	920	920	920	920	918	909	880	850	816	770
Balance	1,916	1,962	1,783	1,021	1,100	1,206	765	872	872	872	872	874	883	912	942	976	1,022
Balance sheet																	
Cash	1,916	3,902	5,848	7,475	9,189	11,079	12,847	14,722	16,597	18,471	20,331	22,136	23,704	24,531	25,365	26,085	26,406
Investment	0	1,140	6,014	21,430	21,845	24,808	33,697	33,697	33,697	33,697	33,697	33,697	33,697	33,697	33,697	33,697	33,697
Less Accum.Depreciation	0	23	187	793	1,407	2,091	3,094	4,097	5,100	6,103	7,106	8,109	9,112	10,115	11,118	12,121	12,121
Land	297	324	324	324	374	374	374	374	374	374	374	374	374	374	374	374	374
Total Assets	2,213	5,343	11,999	28,436	30,001	34,170	43,824	44,696	45,568	46,439	47,296	48,098	48,663	48,487	48,318	48,035	48,356
Loan (balance)	297	1,464	6,338	21,754	22,219	25,182	34,071	34,071	34,071	34,071	34,056	33,983	33,666	32,578	31,467	30,208	28,504
Reserved Fund	1,916	3,879	5,661	6,682	7,782	8,988	9,753	10,625	11,497	12,368	13,240	14,115	14,997	15,909	16,851	17,827	19,852
Total Liabil.&Capital	2,213	5,343	11,999	28,436	30,001	34,170	43,824	44,696	45,568	46,439	47,296	48,098	48,663	48,487	48,318	48,035	48,356

Table 7.4 FIRR of the Eda Ranu Sewerage Service (F/S)

(1000 Kina:1997 Price)

Year	Cash Collection	Investment (All)	O&M	Total Cash Outflow	Net Cash Flow	FIRR
1999	5,426	297	3,502	3,799	1,627	
2000	5,709	1,167	3,684	4,851	858	
2001	5,969	4,874	3,851	8,725	-2,756	
2002	6,240	15,416	4,026	19,442	-13,202	
2003	6,523	465	4,209	4,674	1,849	
2004	7,246	2,963	4,676	7,639	-393	
2005	7,575	8,889	4,887	13,776	-6,201	
2006	7,879	0	5,084	5,084	2,795	
2007	7,879	0	5,084	5,084	2,795	
2008	7,879	0	5,084	5,084	2,795	
2009	7,879	0	5,084	5,084	2,795	
2010	7,879	0	5,084	5,084	2,795	
2011	7,879	0	5,084	5,084	2,795	
2012	7,879	0	5,084	5,084	2,795	
2013	7,879	0	5,084	5,084	2,795	
2014	7,879	0	5,084	5,084	2,795	
2015	7,879	0	5,084	5,084	2,795	*6.21%*
2016	7,879	931	5,084	6,015	1,864	6.90%
2017	7,879	2,861	5,084	7,945	-66	6.88%
2018	7,879	0	5,084	5,084	2,795	7.68%
2019	7,879	233	5,084	5,317	2,562	8.28%
2020	7,879	3,026	5,084	8,110	-231	8.23%
2021	7,879	0	5,084	5,084	2,795	8.73%
2022	7,879	0	5,084	5,084	2,795	9.14%
2023	7,879	0	5,084	5,084	2,795	9.48%
2024	7,879	0	5,084	5,084	2,795	9.77%
2025	7,879	0	5,084	5,084	2,795	10.02%
2026	7,879	0	5,084	5,084	2,795	10.23%
2027	7,879	0	5,084	5,084	2,795	10.40%
2028	7,879	0	5,084	5,084	2,795	10.56%
2029	7,879	0	5,084	5,084	2,795	10.69%
2030	7,879	0	5,084	5,084	2,795	10.80%
2031	7,879	931	5,084	6,015	1,864	10.87%
2032	7,879	2,861	5,084	7,945	-66	10.87%
2033	7,879	0	5,084	5,084	2,795	10.95%
2034	7,879	233	5,084	5,317	2,562	11.01%
2035	7,879	3,026	5,084	8,110	-231	11.01%
2036	7,879	0	5,084	5,084	2,795	11.06%
2037	7,879	0	5,084	5,084	2,795	11.11%
2038	7,879	0	5,084	5,084	2,795	11.15%
2039	7,879	0	5,084	5,084	2,795	11.19%
2040	7,879	0	5,084	5,084	2,795	11.22%
2041	7,879	0	5,084	5,084	2,795	11.25%
2042	7,879	0	5,084	5,084	2,795	11.28%
2043	7,879	0	5,084	5,084	2,795	11.30%
2044	7,879	0	5,084	5,084	2,795	11.32%
2045	7,879	0	5,084	5,084	2,795	11.34%

7．5 プロジェクトの評価と提言

優先プロジェクト区域として選定した海岸部は、老朽化した施設ではあるが、管渠収集システムの人口普及率は、概ね 50%近くに達している。しかし、多くの箇所で収集された下水が海浜部に放流され、これらが海域汚染の大きな原因の一つにもなっている。ここでは、本プロジェクトが実施された時の効果、及び将来に向けての提言を以下に述べることとする。

プロジェクトに必要な施設の概要は、以下の通りである。

—**準幹線管渠の布設**：既存管渠システムの末端と新設の幹線管渠との連絡管。

—**幹線管渠の布設**：準幹線を取り込み、ポンプ場を経由して処理場に至る。

—**ポンプ場**：地理的、地形的条件から幹線管渠ルートに沿って、１６ヶ所の新規ポンプ場が必要となった。また、既存の８ヶ所のポンプ場は、将来の水量増に伴い、大幅な改造により能力増強を図る。

—**処理場**：パガ、キラキラの２ヶ所の処理場に、一次沈殿処理施設及び汚泥濃縮施設を設置する。

—**海中放流管**：パガについては既存施設を利用し、キラキラには新規の放流管、口径 900mm 、延長 3,650m を布設する。

（1）公共用水域の水質保全効果

簡易汚濁解析結果によると、COD、大腸菌等に関しては、我が国の厳しい基準値以下に維持できることが分かった。また、分解しにくい T-N 及び T-P の蓄積にも、2015 年時点では問題ないことが分かった。このことから、公共用水域の浄化に伴い、次のような事が効果として期待される。

・水中及び水辺の動植物を守り、自然環境を維持する。

・水産資源を保護する。

・レクレーション活動の場所としての水辺の環境を保全する。

・美しい水域が都市内に存在することから、涼感、心理的安らぎ等が期待される。

（2）超長期における公共用水域の水質保全への提言

2015 年までの公共用水域における COD、T-N、T-P 及び大腸菌群数等の値は上述の通りである。しかし、N、P については、自然界の浄化機能では分解できず、パプアン・ラグーン内に徐々に蓄積され、富栄養化に伴う栄養塩の増加、溶存酸素の低下等により、魚

類の死、珊瑚礁等の死滅に結びつくことも懸念される。

本調査では、当該プロジェクトが実施された場合、周辺海域に多く生息する珊瑚礁に与える影響を調査するため、長期にわたるモニタリング・システムを構築するベースライン調査を実施した。このモニタリングの経過を見ながら、パプアン・ラグーン内に設定した海中放流口を、アウターリーフまで延長し、直接外洋に放流することも考慮する必要性があると思われる。

この場合、パガポイント及びキラキラの２ヶ所について、以下のようなケースが想定されると共に、処理場を設置した場合との概略事業費の比較をした。パガポイントの場合で、現計画に比し約3.4百万キナの増、キラキラの場合で、最も安価なA案の場合は約6.5百万キナの増加となる。この延長案を採用するか否かについては、実施前に再度検討を加える必要がある。

※パガポイントの場合

既存の放流管（口径600mm）をそのままアウターリーフまで4.5km延長する。

・総延長：　7,500 m
・既存管延長：　3,000 m
・追加延長：　4,500 m
・インナーリーフ内掘削延長：　0 m
・アウターリーフ内掘削延長：　2,000 m
・建設費：約5.418百万キナ

（単位：千キナ）

	処理場設置案	放流管延伸案（処理場無し）
1. Land Acquisition	50	-
2. Administration	143	185
3. Construction Work	9,531	(9,531-2,636)+5,418=12,313
4. Procurement Equipment	687	687
5. Engineering Service	953	1,231
6. Contingency	953	1,231
7. Total	12,217(1.00)	15,647(1.28)

※キラキラの場合

珊瑚礁内への配管掘削による影響を考慮すると、次の３ケースが想定される。

A案：現計画ラインをそのままアウターリーフまで延長した場合(処理場なし)

・総延長：　7,650 m
・現計画延長：　3,650 m
・追加延長：　4,000 m

・インナーリーフ内掘削延長：1,500 m
・アウターリーフ内掘削延長：1,000 m
・建設費：約 10.560 百万キナ

B 案：現計画ラインを半島先端まで移動し、アウターリーフまで延長した場合(処理場なし)
・総延長：　9,150 m
・陸上部延長：　1,650 m
・海底部延長：　7,500 m
・インナーリーフ内掘削延長：0 m
・アウターリーフ内掘削延長：1,500 m
・建設費：約 12.260 百万キナ

C 案：タウラマビーチまで陸上を行き、アウターリーフまで延長した場合（処理場なし）
・総延長：　10,000 m
・陸上部延長：　6,500 m
・海底部延長：　3,500 m
・インナーリーフ内掘削延長：0 m
・アウターリーフ内掘削延長：1,000 m
・建設費：約 14.270 百万キナ

（単位：千キナ）

	処理場設置案	放流管延伸案（処理場無し）		
		A案	B案	C案
1. Land Acquisition	324	-	-	-
2. Administration	264	346	372	402
3. Construction Work	17,638	23,089	24,780	26,799
4. Procurement Equipment	-	-	-	-
5. Engineering Service	1764	2,309	2,479	2,680
6. Contingency	1,764	2,309	2,479	2,680
7. Total	21,754(1.00)	28,053(1.29)	30,119(1.38)	32,561(1.50)

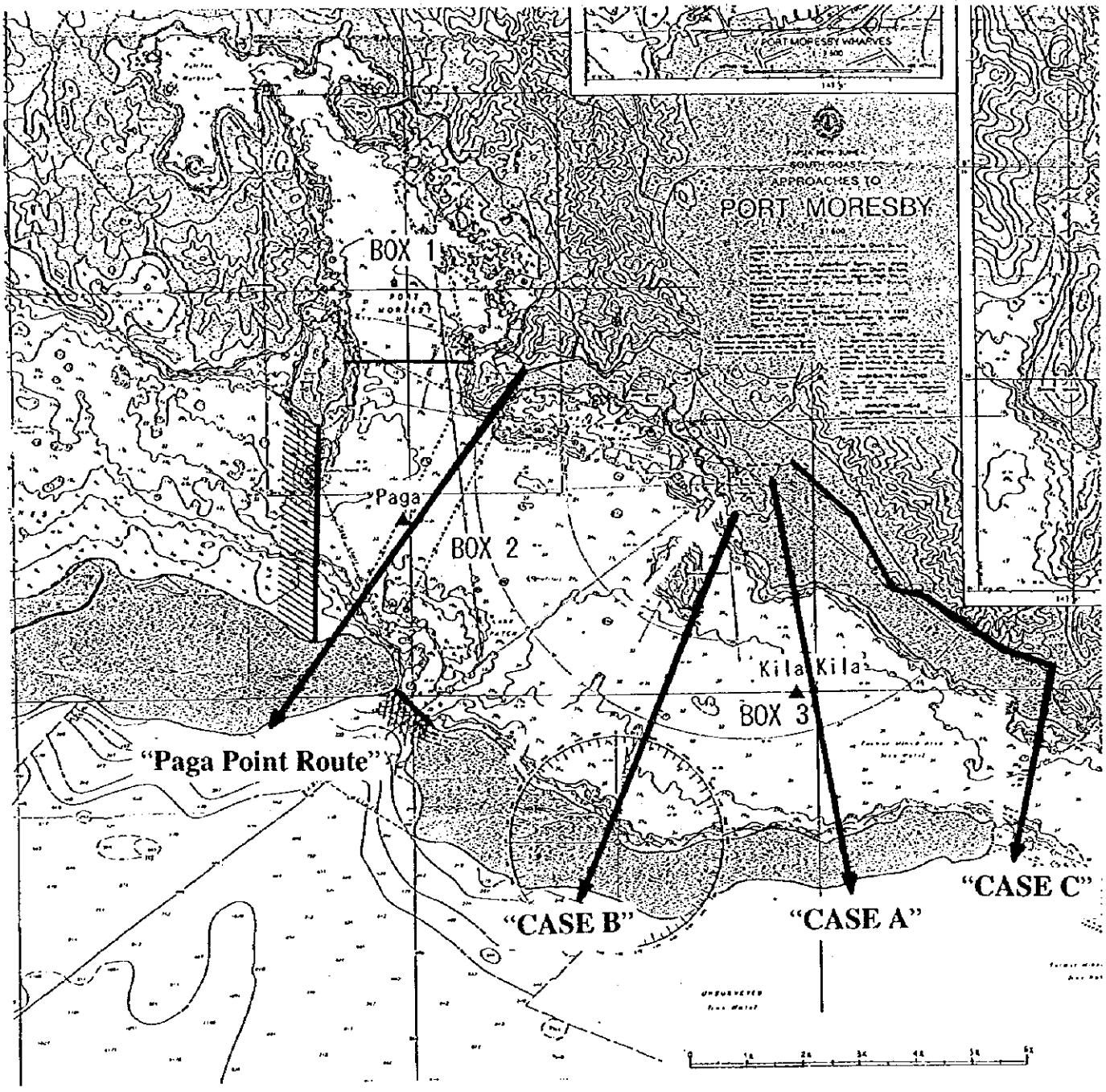


Fig 7.4 The Concept of Ocean Outfall Route

（3）下水道事業運営への提言

1）財務状況の将来展望

当該プロジェクトに関する FIRR は、2015 年までの期間を考慮すれば 6.21 %となる。この投資計画の成功の鍵は、新しい料金体系を実現すること、水道料金を基礎にした料金徴収体制を確立すること、O&M 費用を収入に見合った範囲内に押さえられれば、この投資計画はフィージブルであり、望ましいと言える。

2）下水道施設の拡充に対応する組織の見直し

EDA RANU の下水道業務担当部門の組織構造と規模は、現有の下水道施設の維持管理において概ね妥当なものといえよう。しかしながら、本調査団が提案する下水道施設の拡充、維持管理の強化において、更に、今後拡大される下水道施設のオペレーションと維持管理の実施能力の向上を図るため、組織と業務遂行の仕組みの見直しが必要である。

以下は、今後の下水道オペレーションと維持管理を想定した組織構造と各部門の責任業務である。尚、計画設計部門、資材調達・工事発注部門、及びワークショップ（倉庫、機材修理）部門は、組織効率の確保から、上水道、下水道個別にではなく一元的に組織し、それぞれの部門内に下水道担当並びに上水道担当を配置することとする。

組　織	担当業務
下水管渠維持管理部門	管渠施設の定期点検と清掃。 老朽・破損管渠の補修・更新。ハウスコネンクション。尚、作業部隊は、海岸部、内陸部に分ける。
ポンプ場維持管理部門	ポンプ場の定期点検、故障の修理、清掃。 尚、簡易な修理以外は外注。
処理場維持管理部門	下水処理場の点検、汚泥の除去。尚、体積汚泥の緑農地への搬出、場内の草刈り等の日次作業以外は外部委託。
水質検査担当	処理場流入水・放流水・放流先水質の検査、工場排水の監視・検査、有害物質の監視等。尚、詳細な水質検査は研究所等に外部委託。

＜以下の部門は、水道部門と共有とする＞

計画・設計部門	下水道台帳整備・保管。開発行為者の指導・協議。年度別整備計画作成。基本設計・積算。工事管理。
調達部門	資機材調達。工事発注。
ワークショップ部門	資機材の定期点検、修理。在庫管理。工作機械・工具類の整備。

JICA