

パラオ共和国
給水改善計画
基本設計調査報告書

平成 2 年 5 月

国際協力事業団

パラオ共和国
給水改善計画
基本設計調査報告書

JICA LIBRARY



1084864161

21518

平成 2 年 5 月

国際協力事業団

国際協力事業団

21518

序 文

日本国政府は、パラオ共和国政府の要請に基づき、パラオのコロール・アイライ両地区給水改善計画にかかる基本設計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した。

当事業団は、平成元年12月1日より12月25日まで無償資金協力計画調査部佐野美則調査役を団長とする基本設計調査団を現地に派遣した。

同調査団は、パラオ政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域の調査及び資料収集等を実施した。帰国後の国内作業の後、外務省経済協力局無償資金協力課 秦 義昭事務官を団長として平成2年4月16日より4月24日にかけて実施されたドラフト・ファイナル・レポートの現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなった。

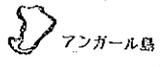
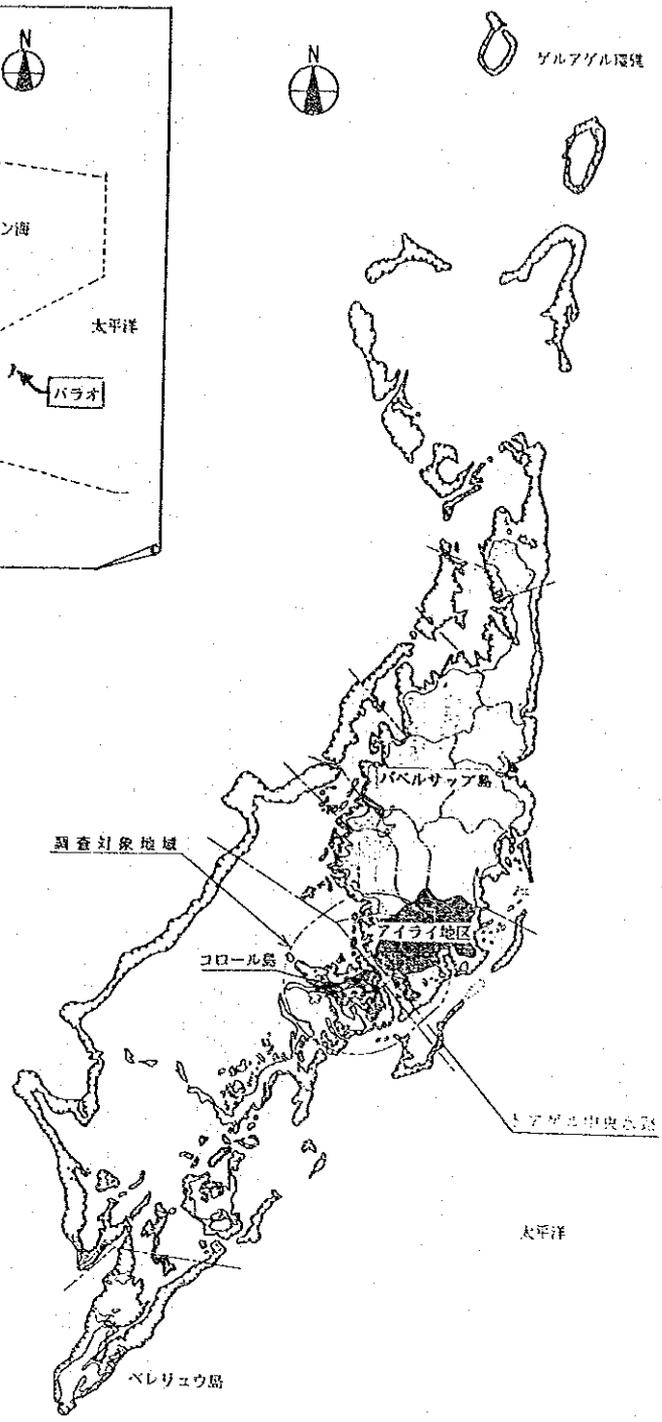
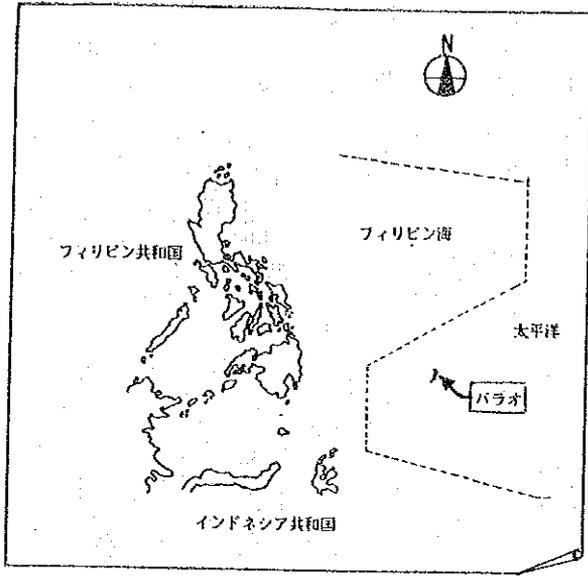
本報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、パラオの上水事情の改善に成果をもたらし、ひいては両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものである。

終りに、本件調査にご協力とご支援をいただいた関係者各位に対し、心より感謝の意を表するものである。

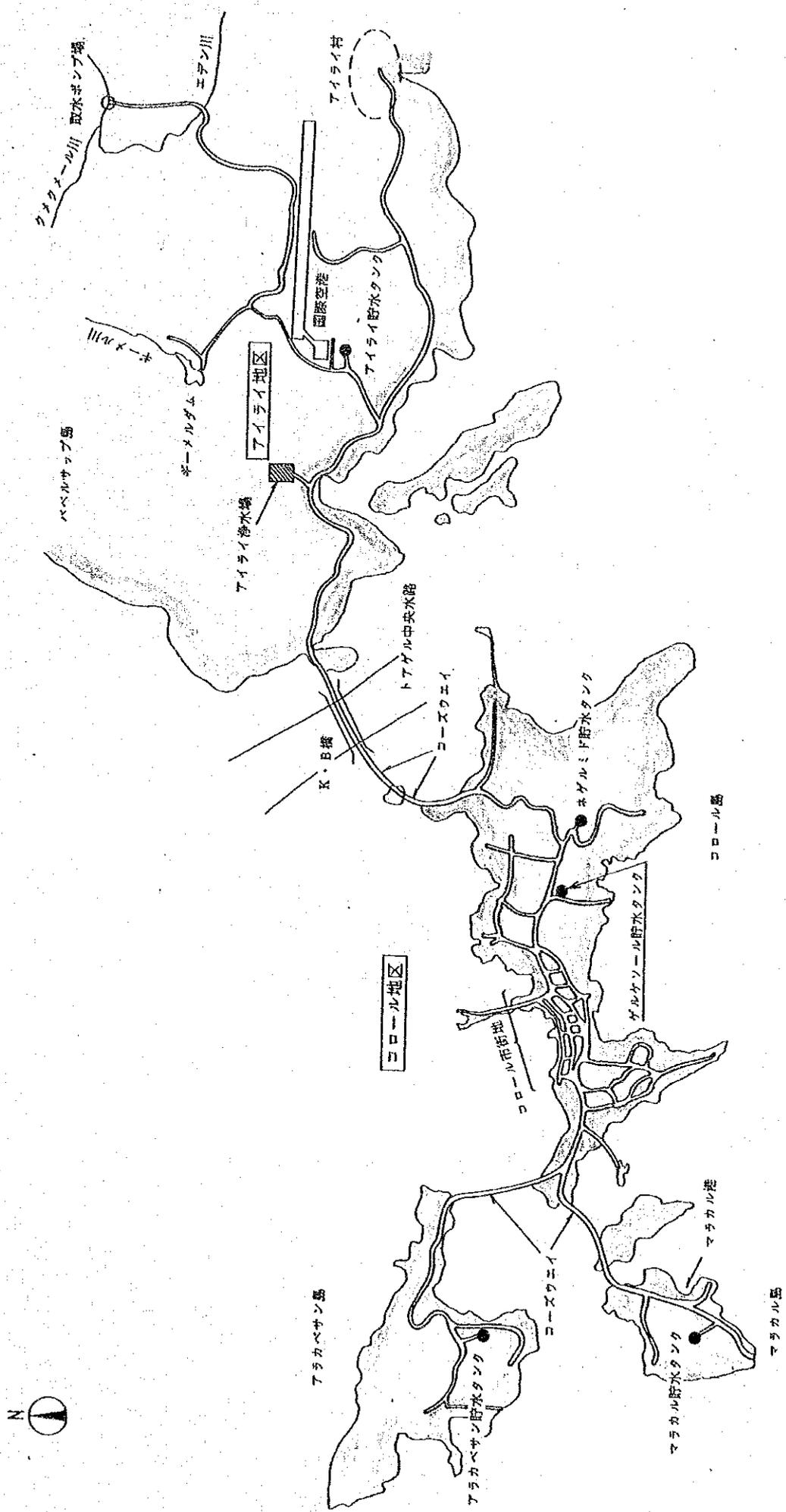
平成2年5月

国際協力事業団

総裁 柳谷謙介



パラオ全図



計画地域位置図



縮尺



要 約

要 約

パラオ共和国（以下パラオと称す）の首都圏はコロール・アイライ両地区を中心とする地域より構成されている。1981年にパラオは立憲政体の自治国家となり、コロール・アイライ両地区は政治・貿易・観光の中心地としてここ数年間に亘り、著しい発展を遂げ、人口の自然増加、建設工事に伴う海外からの大量の労働者の流入ならびに観光客が急増し、1986年には狭い地域に約1万人が居住する人口密集地域となっている。

しかしながら、コロール・アイライ両地区は既設上水道施設の欠陥、維持・管理及び料金徴収体系の不備等からくる水の無駄使い及び給水量と給水圧不足により、年間を通じて午後9時から午前5時まで1日8時間の断水が行われている。これに加えて高台の地域では日中の給水時間帯でも僅かな水しか取水できないという深刻な給水状態におちいつている。

乾期（2月から4月及び10月から12月頃まで）は、降雨の状態によって、さらに厳しい給水制限を実施している。

パラオは米国の援助により上水道施設の整備を進めるとともに第1次国家開発5ヶ年計画（1987-1991年）を策定し、その中で重点整備事業の1つとして住民の生活水準の向上と健康の増進、産業と観光開発等の発展を目的として、上水道施設の改善計画を重点に置いているが、米国の上水道改善事業に関する援助が、1990年に打ち切られるとともにパラオの財政事情が悪化していることから上水道施設の改善計画が十分に推進されていない。

両地区の上水道施設の改善はパラオ政府にとって最優先課題であり、1988年6月日本国政府に対し、2000年を目標とする給水改善計画に関する無償資金協力を要請したものである。

この要請に応じて、国際協力事業団は1989年9月4日より同年9月14日まで事前調査を実施し、無償資金協力を検討する意義及び改善計画内容を確認した上、1989年12月1日から同年12月25日まで基本設計調査団をパラオに派遣した。

基本設計調査団は、パラオ関係者との協議、コロール・アイライ両地区の給水事情調査、国家開発5ヶ年計画及び上水道施設についての資料・情報収集、実態調査、土質試験調査、水質試験、水圧測定試験、給水区域・給水人口調査、運転・維持管理調査、建設機材調査等の現地調査を実施し、帰国後、現地調査結果をもとに最適な基本設計計画をまとめた。ひきつづき1990年4月16日から同年4月24日まで基本設計ドラフトファイナルレポート調査団をパラオに派遣した。

調査の結果、全体給水量は給水人口13,600人に対して平均8,000 m³/日であるにもかかわらず、給水システムの欠陥により、裨益住民に平均に行き届いていない事が判明し、西暦2000年を計画目標年次とする上水道施設の改善計画は妥当であるとの結論に至り、本計画の実施に必要な最適案を策定した。

その計画の概要は以下のとおりである。

- 1) 取水ポンプ場からゲーメルダム貯水池までの導水管を増強する。
- 2) 既設管路が送水と各戸への給水を兼用していることから、給水区域によって給水圧及び給水量の極端な不均衡が生じており、本計画では専用の送水管路を新設し、既設管を配水管路にして、給水量及び給水圧を均一化する。
- 3) 機能の向上を計り、維持・管理を容易にするために送水設備の自動化を増強する。
- 4) 送水ポンプ施設を増強する。

本計画の実施により、全体給水量は減るが給水システムの欠陥が是正され住民に1人当たり1日257ℓの水が1日24時間均等に行き届くことになる。

なお、計画概要および工事期間ごとの事業概要を下表に示す。

計 画 及 び 事 業 概 要

(1) 計画概要

1) 計画目標年次	: 2.000 年
2) 裨益人口	: 20.600 人
3) 全体平均給水量	: 5.300 m ³ /日
4) 1人当り平均給水量	: 257 ℓ /日

(2) 事業概要

項 目	第Ⅰ期工事	第Ⅱ期工事	第Ⅲ期工事	備 考
計画対象地域	コロール・アイライ両地区	同 左	同 左	
送水幹線建設計画 1) 計画長さ 2) 管 径 3) 管 材 4) そ の 他	6.5km 300 ~ 200mm ダクティル铸铁管 (擁壁、橋梁添架管は鋼管) K・B橋添架既設管 (管径300mm ×長さ400m ×ダクティル铸铁管)を 活用する。	7.0km 400 ~ 200mm 同 左	6.4km 250 mm 同 左	総延長 19.9km
貯水タンク水位制御設備 建設計画 1) バルブ設備 2) 制 御 設 備	— —	3 基 3 式	1 基 1 式	計4基
浄水場送水ポンプ 建設計画 1) ポンプ設備 2) 原動機設備 3) そ の 他	— — —	1台 [3.97m ³ /分 (1.050ガロン/分) 多段式斜流ポンプ] 1台 (100HP 電動機) 既設ポンプ1台 [約1.3m ³ /分(350ガロン/分) 多段式斜流ポンプ] の撤 去及び吐出管敷設替	— — —	
アラカベサン貯水タンク 内外面塗装工事	—	—	1 式	

本事業を日本の無償資金協力で行う場合のパラオ側の負担事業の主なものは、建設用地、仮設資材置場と仮設事務所等の用地の確保、周辺清掃・整備工事及び各家庭・事業所の量水計設置工事であり、その概算費用は第Ⅰ期36,000ドル（530万円）、第Ⅱ期36,000ドル（530万円）、第Ⅲ期36,000ドル（530万円）である。

日本国側の負担事業は、第Ⅰ期工事、第Ⅱ期工事と第Ⅲ期工事に分けて実施し、その概算事業費は、以下のように見積られる。

第Ⅰ期工事：	4.10 億円
第Ⅱ期工事：	4.17 億円
第Ⅲ期工事：	3.92 億円
合 計	12.19 億円

建設工事期間は、業者契約の締結後、次の期間とする。

第Ⅰ期工事：	10.0ヶ月
第Ⅱ期工事：	9.0ヶ月
第Ⅲ期工事：	8.0ヶ月

なお、国家計画局は所定期日までにパラオ負担工事範囲である仮設資材置場、仮設事務所用地等を含む全ての建設用地を確保すること等について責を負うとともに日本側と協力して本プロジェクトを円滑に実施するためにパラオ関係機関との連絡、調整等について努力することが肝要である。

本計画の実施により、コロール・アイライ両地区住民の日常生活の向上、健康の増進、安定した都市計画の推進及び産業・観光施設の建設が可能となり、パラオ経済の拡大、市民生活の安定と向上に寄与することが期待される。また、1日24時間の給水と量水計の全住宅・事業所への設置により水の無駄使いがなくなり、適正な使用料金の徴収により水道事業の財政状態の改善にもつながる。よって、本上水道施設の建設が、日本国政府の無償資金協力によって行なわれる意義は大きく、その妥当性は非常に高い。

一 目 次 一

	(頁)
第1章 緒 論	1
第2章 計画の背景	3
2-1 パラオの概況	3
2-2 関連計画の概要	5
2-2-1 国家開発計画	5
2-2-2 地方開発計画	9
2-2-3 当該地区開発計画	9
2-3 上水道施設の現状と上水道事業	10
2-3-1 上水道施設の現状と問題点	10
2-3-2 組織・人員及び予算	30
2-4 要請の経緯と内容	33
第3章 計画地の概況	47
3-1 一般概況	47
3-1-1 地 勢	47
3-1-2 人 口	47
3-2 自然条件	48
3-2-1 地形・地質	48
3-2-2 気象・海象・水文	48
3-3 インフラ状況	49
3-3-1 住 居	49
3-3-2 上水道施設	49
3-3-3 下水道施設	49
3-3-4 雨水排水	49
3-3-5 港 湾	50
3-3-6 電力・電話	51
3-3-7 道 路	51
3-3-8 橋	52

第4章	計画の内容	53
4-1	目的・内容	53
4-2	要請内容の検討	53
4-2-1	計画案の妥当性, 必要性の検討	53
4-2-2	バラオの要請内容と改善計画案の比較	57
4-3	計画概要	59
4-3-1	実施体制	59
4-3-2	計画立案のための基本事項	59
4-3-3	計画の概要	60
第5章	基本設計	61
5-1	基本設計方針	61
5-2	設計条件の検討	63
5-3	基本計画	69
5-4	基本設計図	94
5-5	施工計画	115
5-5-1	建設事情及び施工上の留意事項	115
5-5-2	施工方針	116
5-5-3	施工管理計画	117
5-5-4	資機材調達計画	118
5-6	実施スケジュール	121
5-7	概算事業費	123
第6章	事業実施体制	125
6-1	実施組織	125
6-2	工事範囲	126
6-2-1	バラオの負担する範囲	126
6-2-2	日本国政府の負担する範囲	126
6-3	維持管理計画	127

第7章 事業評価	133
7-1 効果	133
7-1-1 直接効果	133
7-1-2 間接効果	134
7-2 妥当性	135
第8章 結論・提言	137

附属資料

1. 協議議事録	141
2. 調査団員名簿	157
3. 現地調査日程	159
4. 面談者リスト	161
5. 建設予定地状況	165
6. カントリーデータ	167
7. 気象・海象・水文データ	171
8. 水質試験調査データ	173
9. 現地調査時の上水道施設改善案の検討 (FIELD REPORT)	187
10. 現地調達可能建設資機材及び労務	239
11. 収集資料リスト	241

第1章 緒 論

第1章 緒 論

本給水改善計画の対象地域であるコロール・アイライ両地区は、パラオの首都圏を構成している。コロール地区は首都でありコロール島、マラカル島及びアラカベサン島から成り、国会、政府庁舎、市民会館、学校、病院、博物館、郵便局等の主な公共施設と住宅及びホテル等の事業所がこの地区に集中している。またアイライ地区はバベルサップ島の南端に位置し、国際空港、住宅、ホテル等の事業所がある。

これら両地区の人口は自然増加、地方からの人口の流入、都市施設の建設に伴う海外からの大量の労働者の流入及び観光客の増加により急増している。特に、政治経済の中心地であるコロール地区への集中が著しく、コロール・アイライ両地区の住宅約1,400戸の約2/3の約1,000戸がこのコロール地区に集中している。両地区の人口、住宅及び事業所は今後、増加の一途をたどるものと考えられる。しかし、財源不足から、社会基盤施設の整備は未だ満足すべき状態に程遠い。

なかならず、コロール・アイライ両地区における現状の上水道施設はごく一部の管路を除き1974～1990年に実施された米国援助により整備されているが、安定的に給水されるべき生活用水と産業開発に必要な用水の現状は量、質ともに不十分である。さらに地形的に、河川、湖沼を全く持たない堡礁特有の狭いコロール地区は特に安定した給水の確保を困難なものとしている。

現状の上水道施設はバベルサップ島南部地区にあるエデン川及びクメクメール川の水を原水とし、直接浄水場に導水して浄水するか、あるいは貯水池から導水して浄水した後、直接圧送方式で各家庭、事業所等に給水する方式を採用している。

また、給水本管から各家庭、事業所等へ直接圧送方式で給水するという給水システムの欠陥及び量水計の設置不足並びに維持・管理体制及び料金徴収体系の不備に起因する水の無駄使い等により給水下流域及び高台地区で極端な給水量不足と給水圧不足を生じている。

従って、1日の給水時間は16時間（午後5時から午後9時まで）に制限されており、乾期には降雨状態によって、日中でも断水を行うという、厳しい給水制限を実施している。

さらに、パラオの財政不足から、事業費及び予備品不足による給水施設の機能の低下や喪失問題もあり、改善計画は急務である。

コロール・アイライ両地区の上水道施設改善事業はパラオの5ヶ年計画でもその重要性が強く指摘されているとともに、国家計画事業の中で緊急課題の1つに位置付けられている。

このような背景のもと、パラオは、コロール・アイライ両地区の現在の厳しい給水事情の解決及び西暦2000年を計画目標年次とした上水道施設の改善を内容とする無償資金協力を日本国政府に要請してきた。

パラオ政府からの要請に対し、日本国政府は要請内容を確認するため、外務省経済協力局無償資金協力課 今村徹事務官を団長とする事前調査団を1989年9月4日から9月14日まで派遣した。

同調査団は、西暦2000年を計画目標年次とした上水道施設の改善の必要性は高いと結論づけている。かかる経緯のもと日本国政府は基本設計調査の実施を決定し、国際協力事業団は、無償資金協力計画調査部 佐野美則調査役を団長とする基本設計調査団を1989年12月1日から12月25日まで派遣した。

この調査の目的は、パラオより要請のあった、コロール・アイライ両地区上水道施設の現状を的確に把握し、その計画の妥当性、緊急性、援助効果等を検討することである。

今回の調査では、既設上水道施設の現況、給水の実情、計画管路沿いの漏水調査、土質試験調査、原水・給水水質及び給水圧試験を行うとともに、給水量不足の原因究明にも留意した。また調査団は、パラオ関係者と要請の背景、目的等について十分な協議と現地調査を行った。

調査団は、帰国後、既設上水道施設の現状、給水の実情、地形・地質、維持管理の実態、関連事業計画との関連、協力の妥当性、内容、規模等に留意してドラフト・ファイナル・レポートを作成し、外務省経済協力局 無償資金協力課 秦 義昭事務官を団長として1990年4月16日より4月24日にかけて実施されたドラフト・ファイナル・レポートの現地説明を経て、ここにパラオのコロール・アイライ両地区の給水改善計画基本設計調査報告書を作成した。

なお基本設計調査団及びドラフトファイナル・レポート説明調査団の構成、調査日程、パラオ関係者リスト、パラオ政府との協議議事録は附属資料として巻末に添付されている。

第2章 計画の背景

第2章 計画の背景

2-1 パラオの概況

パラオは、北緯7度30分、東経130度30分、フィリピンの東方約1,000kmの海上カロリン群島の西南端に位置しており、パラオ諸島と呼ばれる中心的な島々とその南方に散在する4つの珊瑚礁より構成される風光明媚な共和国である。

パラオ（土地面積は492km²）にはミクロネシアで最大の面積をもつバベルサップ島（404km²）があり、政庁はコロール地区に置かれている。

パラオ諸島は、200以上の島々からなり、そのうち常に人が住んでいるのは8島である。また3つの島を除いてパラオ諸島の島々はすべて単一のバリア・リーフ（堡礁）の中にあることから、地域内の交流を比較的容易にし、文化の均質性を可能にしている。

パラオは18世紀以来4ヶ国の統治を経験しており、そのためそれぞれ違った国民性と風俗習慣が現在のパラオの中に混在している。

歴史的には1885年から1899年までスペイン領であった。その後1899年から1914年までドイツ領となり、第一次世界大戦後日本の委任統治領となり、日本の南洋庁がおかれていた。第二次世界大戦後の1946年からは、米国の信託統治領となっている。

1956年米国によりパラオ議会の設置が認められた。その後1965年にミクロネシア憲法制定委員会が開かれ、1980年にパラオ憲法がパラオ人民により承認された。

1981年1月にパラオは立憲政体の自治国家となったが、民族意識はなお根強く、酋長の称号や影響力は一般社会に強く残っている。

(1) 社会経済状況

パラオの主要産品としては、海産物、木彫製品などがあげられる。

パラオの国民総生産は1975年には、約21億7千万円(1,500万ドル)、1977年には約25億2千万円(1,750万ドル)、1983年には約45億8千万円(3,170万ドル)であり、その増加率は平均年9.2%の伸びを示している。特に1977年から1983年にかけては、毎年10.5%の上昇となっている。このような国民総生産の急激な成長は物価高の原因となっている。

1983年における1人当たりの国民生産額は約340千円(2,345ドル)/年となっている。国民総生産にかかわっているのは外国系企業が多いうえ、外国人特にフィリピン人の出稼ぎ労働者が多数おり、このことからパラオ人の実質的な1人当たりの国民生産額は約250千円(1,716ドル)/年となっている。財政的には歳入が約21億円(1,450万ドル)で歳出が約38億4千万円(2,660万ドル)であり、この不足分は米国よりの援助に頼っている。

(2) 言語

主要言語はパラオ語で、全島民は方言格差の少ないパラオ語を話す。南西諸島の500人ほどの島民はトラック諸島で使われている言語に似た言葉を話すので、パラオ憲法ではこの2つの言語を国語として指定している。また英語も広く通用している。

日本委任統治時代に教育を受けた年配者の多くは日本語を話すことができる。

(3) 人口

1986年の調査では約2,000人の海外在住パラオ人を含めて約15,000人である。コロール地区の人口は約9,500人、アイライ地区は約1,000人であり、パラオの居住人口の70%がコロール・アイライ両地区に住んでいる。特に首都のコロール地区は政治・貿易・観光の中心都市としてここ数年間に亘り、著しい発展を遂げ、地方からの人口の流入、観光客の増加等により、その人口増加率は全国の0.7%に比べて3.5%という高い値を示している。

2-2 関連計画の概要

2-2-1 国家開発計画

パラオは、長期目標である自立国家の確立に向け、全ての国民の自由意志と機会均等を基盤とする社会造りの大きな一歩として、第一次5ヶ年計画（1987-1991年）を策定した。

第一次5ヶ年計画の目標は、

- 自由市場経済に於ける自立国家の基盤の構築
- 計画的開発による国家資源のあらゆる可能性の開発、外貨獲得のための輸出拡大、及びそれに伴う生活水準の向上と国内需要の増大
- 人材の開発と雇用機会拡大
- 各州間の調和の取れた成長と発展及びパラオ人民の生活水準の向上
- 環境保全と国家の文化的遺産の保存

となっている。

本5ヶ年計画では、経済開発、社会基盤整備、社会及び行政の4分野に大別し国家開発計画を策定している。

各分野毎の必要予算額は表2-1に示すとおりであり、これによると、交通、エネルギー、上下水道の整備等を行う社会基盤整備分野への予算が、全体の63.8%を占め突出している。

これは、第一次5ヶ年計画が社会基盤整備に最も大きな比重をおいていることを示している。

表 2-1 分野別開発予算計画 (1987-1991年)

(単位:1,000ドル)

分 野	1987	1988	1989	1990	1991	計	%
経 済 分 野	2,246	2,038	1,618	1,368	1,573	8,843	9.3
-人 材 開 発	30	-	-	-	-	30	-
-農 業	604	461	136	156	86	1,443	-
-水 産 資 源	640	590	345	30	105	1,710	1.8
-鉱 物 資 源	125	50	50	50	50	325	0.3
-観 光	327	187	187	132	132	965	1.0
-商 工 業	20	-	-	-	-	20	-
-銀 行	500	750	900	1,000	1,200	4,350	4.6
社会基盤整備分野	11,337	9,070	13,500	12,668	13,865	60,440	63.8
-交 通	3,979	1,000	3,250	5,020	6,450	19,695	20.8
-電 話 ・ 郵 便	562	1,645	250	398	165	3,020	3.2
-エ ネ ル ギ ー	1,630	1,625	3,000	4,500	5,500	16,255	17.2
-上 下 水 道	4,600	3,800	3,800	2,050	1,050	15,300	16.1
-政府施設、住宅	550	1,000	3,200	700	700	6,150	6.5
-環境、公害管理	20	-	-	-	-	20	-
社 会 分 野	6,719	6,705	6,216	1,780	1,851	23,271	24.6
-医 療	5,375	5,363	4,864	359	359	16,320	17.2
-教 育	1,223	1,296	1,305	1,374	1,444	6,642	7.0
-青 少 年 育 成	20	-	-	-	-	20	-
-文 化 、 行 事	101	46	47	47	48	289	0.3
行 政 分 野	1,542	520	120	-	-	2,182	2.3
-警 察 、 消 防	1,197	-	-	-	-	1,197	1.3
-律 法 、 司 法 サ ー ビ ス	-	300	-	-	-	300	0.3
-市 民 サ ー ビ ス	45	-	-	-	-	45	-
-そ の 他 政 府 サ ー ビ ス	300	220	120	-	-	640	0.7
合 計	21,844	18,333	21,454	15,816	17,289	94,736	100

(パラオ5ヶ年計画による)

表2-1に示す国家開発計画の分野別の概要は以下に示すとおりである。

(1) 経済開発分野

— 農業開発

農園を開発し、農業従事者の育成と食糧供給を目的とするもので、約2億8百万円(1.44百万ドル)の予算を想定している。

— 水産資源開発

政府は水産資源開発に特に力を入れており経済開発分野に於て、19.3%のシェアを占めており、約2億5千万円(1.71百万ドル)の予算を想定している。深海開発と水産業に従事する人の育成を行う方針である。

— 鉱物資源開発

鉱物資源開発には限度があるが、政府は民間の開発によるリン酸鉱物及びボーキサイト採集業の従事者のために労働規約の制定等に意を払い、地主と外国企業の相互補助や技術の導入を行う方針である。

— 銀行業

政府としてパラオ内産業、例えば農業、工業、漁業、観光業の発展のための融資を行う銀行に対して優遇しようとする方針である。

— 工業・商業・人材育成

工業・商業はその規模も小さく、また現状では採算性も期待できないが、人材を養成し、産業が自立できるよう高度な訓練と教育を行う方針である。

(2) 社会基盤整備分野

— 交通

道路については社会基盤整備分野のうち、32.6%のシェアを占め、その額は約28億9千万円(20.8百万ドル)である。特に米国政府の援助を含めて優先順位の高いものであり、年々増大している。

また、海洋交通に於ては、コロール島以外の島々にその停泊設備の整備を計画している。

－ 電信・電話

電話に関してはその予算のシェアは5%にすぎないが、現状より品質の高いものへと整備していく計画である。

－ エネルギー

エネルギー開発は社会基盤整備分野のうち26.9%のシェアを占め、その額は約23億5千万円(16.3百万ドル)であり、年々増大している。特にバベルサップ島の送電線がその大きなものである。これらには日本政府よりの無償援助によるものも含まれている。

－ 上下水道

上水道と下水道に関する事業費は、社会基盤整備の25.3%を占め、その額は約22億1千万円(15.3百万ドル)である。本事業計画の目的は主としてコロール・アイライ両地区の既設上下水道施設の改善と地方の上下水道施設の整備であり、内訳は下表に示すとおりである。

コロール・アイライ両地区の上水道施設の整備計画予算は、1987年をピークに毎年減少している。これは、地方の上水道整備とマラカル、アラカベサン下水処理整備計画が、1987～1989年に集中的に計画されているためである。

また、上水道事業については、5ヶ年計画の中で、コロール・アルライ両地区の原水貯水池であるゲーメルダムの容量不足、水の無駄使い等による水の消失、アイライ浄水場の水質の悪さ等が指摘されている。

上下水道開発予算計画(1987-1991年) (単位:1,000ドル)

プロジェクト	1987	1988	1989	1990	1991	合計
浄水場改善計画	—	—	—	450	450	900
コロール・アイライ両地区井戸開発計画	300	—	—	—	—	300
コロール・アイライ両地区上水道改善計画Ⅰ	200	—	—	—	—	200
コロール・アイライ両地区上水道改善計画Ⅱ	300	300	—	—	—	600
地方の上水道整備計画	2000	1000	—	—	—	3000
マラカル下水処理整備計画	—	1000	2000	1000	—	4000
アラカベサン下水処理整備計画Ⅰ	1500	1000	—	—	—	2500
アラカベサン下水処理整備計画Ⅱ	—	—	1000	—	—	1000
コロール地区住宅の下水道接続計画Ⅱ	200	200	—	—	—	400
コロール地区住宅の下水道接続計画Ⅲ	—	—	500	300	300	1100
コロール地区戸外下水設備計画	100	—	—	—	—	100
地方下水設備計画	—	300	300	300	300	1200
下水汚泥の投棄処分場	30	35	40	45	50	200
合計	4630	3835	3840	2095	1100	15500

(パラオ5ヶ年計画による)

— 政府施設と住宅

政府としては新首都を設定するために、1989年に約8億9千万円（6.15百万ドル）の予算を計上して大掛りな調査を始めた。

一方、低所得者用の住宅資金のために住宅庁より低利のローンの貸付けを開始した。

— 環境保全及び汚染

環境保全及び汚染に対して環境保全局を設置し、下水道設備を担当する公共事業局と相互にその対策を立てようと計画している。

(3) 社会分野

— 衛生保健

衛生保健は社会分野の70.1%のシェアを占め、その額は約23億6千万円（16.32百万ドル）である。このうち約21億円（14.5百万ドル）は、3年間にわたって新しい病院を設立するためのものである。その後も地方の衛生保健に対して対策を講じる計画である。

— 教 育

3年間にわたり各州の学校の整備を計る事を最優先として計画している。

2-2-2 地方開発計画

地方水道計画としてはコロール・アイライ両地区以外の全州、特に、バベルサップ島、ペレリュー、カヤンゲル及び南西の島の住民に対する飲料水の開発プロジェクトがある。これらの地方には約5,000人の住民がおり、これは全土の約33%の人口になる。

この計画の目的は経済開発だけでなく、住民の健康と衛生に対する基本的な環境状態の改善である。

2-2-3 当該地区開発計画

パラオでは、コロール・アイライ両地区に今後5～15年間の長期計画に基づき、図2-10に示すような大規模な住宅、ホテル開発等を計画している。この計画の中には、K、B橋に近いコロール島やアラカベサン島のように既に土地の確保を終了しているプロジェクトもあり、近年中にホテル等の開発が急激に進展するものと予想される。

2-3 上水道施設の現状と上水道事業

2-3-1 上水道施設の現状と問題点

2-3-1-1 既設上水道施設の概況

コロール・アイライ両地区の上水道施設は、日本委任統治時代に敷設されたコロール市街地の一部の管路（約 1.5km）を除き、米国の援助により1974～1984年に建設された。1989～1990年に一部の増設工事が米国の援助により行われて改善され、現在のコロール・アイライ両地区の唯一の上水道施設となっている。

既設水道施設の概要は、次のとおりである。詳細は表2-2及び図2-1に示すとおりである。

施設は取水施設、原水貯水池、浄水場、送水ポンプ場、管路、貯水タンク及び配水設備から構成されている。

原水はバベルサップ島アイライ地区にあるエデン川とクメクメール川の合流点に設置されている取水ポンプ場の150馬力3台の水中ポンプで、管径 300mmの石綿セメント導水管路にて直接浄水場に送水できるようになっている。またこの導水管路はバルブの切替えにより原水貯水池であるギームルダムへも貯水できるようになっている。

ギームルダムからは、上記導水管路とは別系統の管径 400mmの石綿セメント管で自然流下により浄水場に送水できるようになっている。

ギームルダムの貯水量が多い雨季は、ギームルダムから管径 400mmの管路で浄水場に送水されるが、乾期は管径 300mm管路で取水ポンプ場から直接浄水場に送水されている。

原水は4基の濾過器によって浄化された後、4台の送水ポンプ（約 1.3 m^3 /分 2台、約 4.0 m^3 /分 2台）によってコロール・アイライ両地区に送水されている。送水された水はコロール地区で 3,800 m^3 2基と 1,900 m^3 2基の貯水タンクに貯水され、アイライ地区では 3,800 m^3 1基に貯水された後、各家庭に給水するシステムとなっている。

しかし、システムは簡単であるが、既設上水道施設は給水システムの欠陥、維持・管理体制及び料金体系の不備、各家庭・事業所の無駄使い等に起因する給水量不足及び給水圧不足の問題があり、その機能は十分に発揮されていない。

2-3-1-2 現在までの改善事業

上記の国家開発計画に基づく現在までの既設上水道の施設の改善事業の概要は以下のとおりである。

(1) 1976-1980年の改善事業

- 1) 浄水場に自動バルブレス重力式砂濾過器3基の設置
- 2) 下記浄水送・配水管路の敷設
 - 浄水場からアイライ貯水タンクまで
 - 浄水場からゲルケソール及びネゲルミド貯水タンクまで
 - 上記のタンクから1940年頃敷設管路使用開始まで
 - 1940年頃敷設管路使用終点からアラカベサン及びマラカル貯水タンクまで
- 3) 下記の貯水タンクの設置
 - アイライ貯水タンク
 - ゲルケソール貯水タンク
 - ネゲルミド貯水タンク
 - アラカベサン貯水タンク
 - マラカル貯水タンク

(2) 1983-1984年の改善事業

- 取水ポンプ場の建設
- 取水ポンプ場からゲームダムまでの原水導水管路（口径 300mm）の敷設
- ゲームダムから浄水場までの口径 400mmの原水導水管路の敷設

(3) 1989-1990年の改善事業

- 取水ポンプ1台〔容量：約 5.3 m^3 /分(1,400 ガロン /分)〕
- 取水ポンプ場への送電線の増強
- ゲームダム部管路改修
- 自動バルブレス重力式砂濾過器1基〔容量：約2.65 m^3 /分(700 ガロン /分)〕
- ゲソール及びアング地区の配水管の敷設

2-3-1-3 今後の改善計画

上記の国家開発計画に基づくパラオの今後の改善計画は次のとおりである。

(1) 今回の日本国への無償資金協力要請改善計画

(2) 将来構想

将来構想として次のようなことを考えている。

- ギーメルダム貯水池に堆積した土砂を除去し、貯水池容量の増大を計る。
- 給水水質を向上するために浄水場にフロック形成池等の前処理施設の設置を計る。

2-3-1-4 現状と問題点

(1) 取水施設

取水施設は取水堰、取水ポンプ設備及び原水導水管路から構成されている。各施設の現状と問題点は以下のとおりである。

1) 取水堰

取水堰はエデン川とクメクメール川の水を取水出来るようにして原水取水量を増大するために、両河川の合流点の下流約40mに練り石積堰（長さ約18m×高さ約2m）形式で1989年に建設されている。

本取水堰については規模、機能とも問題ないと考えられる。

2) 取水ポンプ設備

取水ポンプ場は上記エデン川とクメクメール川との合流点の上流約300mのエデン川側に1983～1984年に建設され、原水取水容量を増大するために、1990年1月に取水ポンプ設備1台が増設され合計3台が設置されている。

しかし、本設備については以下のような問題があると考えられる。

a) 河川流量

過去8～14年間の流量観測データによるとエデン川及びクメクメール川の取水ポンプ場地点における日平均流量は計画目標年次の給水量5,300^{m³}（約1.4百万ガロン）の約65倍もあるため、降雨量の変動に起因する流量変動を勘案しても河川流量について全体として問題ないと考えられる。しかし、1983年の異常干ばつ時に発生した、日最小流量は計画給水量の約60%しかなく、そのような異常干ばつが再現した場合には短期間、計画給水量に見合う流量を取水出来ない可能性がある。

取水ポンプ場地点の平均流量は、米国が実施しているエデン川での14年間、クメクメール川での8年間の流量観測データによると、以下の計算に示すように約99,600^{m³}（約26百万ガロン）/日と推定される。

・エデン川の平均流量

$$\begin{aligned} Q1 &= 31.7 \text{ m}^3/\text{秒} \times 60 \times 60 \times 24 \\ &= 2,739,000 \text{ m}^3 \\ &= \text{約} 77,600 \text{ m}^3 \text{ (約} 20.5 \text{ 百万ガロン) / 日} \end{aligned}$$

・クメクメール川の平均流量

$$\begin{aligned} Q_2 &= 8.96 \text{ m}^3/\text{秒} \times 60 \times 60 \times 24 \\ &= 774,000 \text{ m}^3 \\ &= \text{約} 22,000 \text{ m}^3 \text{ (約 5.8百万ガロン)}/\text{日} \end{aligned}$$

$$\text{平均流量} = Q_0 = Q_1 + Q_2 = 99,600 \text{ m}^3 \text{ (約26百万ガロン)}/\text{日}$$

- － 取水ポンプ場地点の最小流量は上記流量観測データによると以下の計算に示すように約 3,130 m^3 (0.83百万ガロン) /日と推定される。

・エデン川の最小流量 (観測期間14年間、出現1983年4月15～17日)

$$\begin{aligned} Q_1' &= 1.1 \text{ m}^3/\text{秒} \times 60 \times 60 \times 24 \\ &= 95,000 \text{ m}^3 \\ &= \text{約} 2,690 \text{ m}^3 \text{ (約 0.7百万ガロン)}/\text{日} \end{aligned}$$

・クメクメール川の最小流量 (観測期間5年間、出現1983年4月14～17日)

$$\begin{aligned} Q_2' &= 0.18 \text{ m}^3/\text{秒} \times 60 \times 60 \times 24 \\ &= 15,500 \text{ m}^3 / \text{日} \\ &= \text{約} 440 \text{ m}^3 \text{ (約0.12百万ガロン)}/\text{日} \end{aligned}$$

$$\text{最小流量} = Q_0' = Q_1' + Q_2' = \text{約} 3,130 \text{ m}^3 \text{ (約0.83百万ガロン)}/\text{日}$$

b) 取水ポンプ設備

- － 取水ポンプ設備は1990年1月に約 5.3 $\text{m}^3/\text{分}$ (1,400ガロン/分) のポンプ1台が増設され、同一容量のポンプが合計3台が設置されている。
- － 取水ポンプ場への電源供給は、道路状態の悪いジャングル地帯及び丘陵地帯を約20kmの送電設備で行われている。強風時には樹木の倒壊等により送電線が切断し、その復旧工事に20～30時間以上を要している。

c) 原水導水管路

- 一 取水ポンプ場地点での日平均流量は前述のように計画給水量の約65倍もあるが、既設導水管路は取水ポンプ場から浄水場まで直接原水を送水するために主として使用されており、取水ポンプ場から貯水池であるギーマルダムへの原水専用導水管路が無く、無効放流されている。

(2) 原水貯水池（ギーマルダム）

- 1) ギーマル川、エデン川及びクメクメール川の水を貯水するギーマルダムは重力式コンクリートダムで、計画貯水容量は約94,600 m^3 （約25百万ガロン）であるが土砂の堆積及びラバーダムの破損で約75,700 m^3 （約20百万ガロン）まで減少している。
- 2) ギーマルダムの貯水能力を増大するために放水路頂部に設置されていたラバーダム（高さ約60cm、長さ約15.2m）は1969年に建設されたが既に破損・損失している。
- 3) 水源を多様化し、水の確保をより安定化するために、米国の援助（1989～1990年）によって地下に水源を求め、ギーマルダムサイトに3ヶ所の井戸約0.23 m^3 /分（60ガロン/分）/基が掘られ、より多くの給水量の確保に努めている。

(3) 浄水場及び送水設備

- 1) 浄水場には浄水設備として自動バルブレス重力式砂濾過器が4基設けられている。本濾過器は使用電力量が少なく、構造もシンプルで、浄水機能も良く、さらに維持・管理作業も容易であることから、濾過器については問題ないと判断される。
- 2) しかし、濾過器の前工程に、沈澱池等の前処理施設がなく、原水の浄水設備としては濾過器のみであるため、処理水質と水量によってその負荷が過大となり、機能低下を招いている。特に、雨季にはエデン川、クメクメール川の水は、流域の地質がラテライトから成るため、シルト分を流出して濁水する。取水ポンプから直接濾過器に送水する時は、濾過器の目詰まりが生じ、それを洗浄するために逆洗が頻繁に行われ、大量の水がそのために使用されて無効放流され、給水量が低下している。なお、乾期には濾過器の逆洗は1回当り5分間、1日に1回～2回ぐらい行われている程度で無効放流量は僅かである。

3) 浄水貯水池機能がほとんど無い。

浄水を貯水する施設としては送水ポンプ井があるが、約 300 m^3 程度しか貯水能力がないため、貯水池機能を有しているとは考えられない。従って、下記のような問題が生じている。

- 濾過器の浄水量に見合う水量しか給水することができない。
- 濾過器の能力低下が直ちに給水量の低下につながっている。
- 朝・夕のピーク使用水量に見合う給水量の送水が困難である。

4) 濾過器の計画浄水能力は約2.65 m^3 /分(700ガロン/分) × 4基であるが、上述のような原水水質の悪化及び維持管理の不備に起因する目詰まり等により現状の浄水能力は計画の約7割となっている。現在、浄水用として使用されている濾過砂は米国産である。パラオでは、島が玄武岩とその風化土であるラテライトを主体に形成されており、濾過砂をパラオで調達できないため砂の交換は維持管理費の不足から十分に行われていない。

5) 浄水送水ポンプは、大型ポンプ [約 4.0 m^3 /分 (約 1,050ガロン/分)] × 2台と小型ポンプ [約 1.3 m^3 /分(350ガロン/分)] × 2台から構成されており、下記のような問題が生じている。

- 小型ポンプ×2台が常用されており、老朽化と摩耗が激しく機能が低下している。
- 大型ポンプと小型ポンプ特性（吐出量及び揚程）が異なるため、運転が複雑で複雑となっている。
- 維持・管理費の不足からスペアパーツ、維持管理用工具が不足しており、機能が低下している。流量計すら破損したまま放置されており、給水量データが全くない。
- 浄水送水ポンプは自動制御設備がないため、運転員が3交代で24時間常駐し、手動操作で運転・管理している。

- 給水量は運転員によって運転日誌が書かれているので、ポンプの吐出圧と運転時間から、その概略を把握することが出来る程度である。ポンプの運転状況は次のとおりである。なお、ポンプの吐出圧力は定格圧力約125PSIに対し、100（昼間）～145PSI（夜間）の間で運転されている。

a) 午後9時頃から午前5時頃まで（夜間）

ポンプ運転台数：1.3 m^3 /分×2台及び4.0 m^3 /分×2台

b) 午前5時頃から午後9時頃まで（昼間）

ポンプ運転台数：1.3 m^3 /分×2台及び4.0 m^3 /分×1台

(4) 送・配水管路

- 1) 送水及び配水が送水ポンプにより1本の管路で行われているうえ、貯水タンク用ブースターポンプの容量が不足しているため、下記のような問題が生じている。

- 浄水場に近い給水地区は給水量及び給水圧とも十分であるが、浄水場から遠い給水区域は浄水場に近い給水地区の住民、事業所で自由に取水されてしまうため、極端な給水量不足と給水圧不足が生じ、不均一な給水状況となっている。
 - 給水区域の末端にあるマラカル及びアラカベサン貯水タンクは、上記の理由から給水量・給水圧が極端に不足しているため全く貯水されていない。
 - 給水地区のほぼ中央にあるゲルケソール及びネゲルミド貯水タンクは、その位置より下流側にある送・配水管路のバルブ及びアイライ地区への送・配水管路のバルブを午後9時から翌朝5時まで閉塞して住民への断水中に貯水し、翌朝のピーク使用水量を賄うよう計画されている。しかし、給水システムの欠陥及びネゲルミド貯水タンク用ブースターポンプの容量不足から前者はタンク容量の約50%、後者はタンク容量の約15%しか貯水されていない。
- 従って、朝のピーク使用水量を賄うことが出来ない状態となっている。

今後、上流域に住宅、公共施設等の建設が見込まれているため、その不均一な給水状況が顕著になると判断される。

(5) 貯水タンク

1) 貯水タンクの貯水及び利用状況

既設上水道施設は貯水タンク（計5基）を設け配水を行う計画であったが、ネゲルミド及びゲルケソール貯水タンクの機能が一部働いているのみで他の貯水タンク（3基）は機能していない。

a) アラカベサン貯水タンク

給水量・給水圧不足により建設以来貯水されたことがない。

b) マラカル貯水タンク

給水量・給水圧不足により本上水道施設からは、建設以来貯水されたことがない。このため、その近傍にある日本統治時代に建設されたコンクリート製タンクに山からの伏流水を一旦貯水しその伏流水を揚水してタンクに貯水していたが、その付帯設備が老朽化して使用出来なくなったため、給配水バルブが閉塞され、タンクに水を貯留したまま機能していない。

c) ゲルケソール貯水タンク

コロール島市街地、アラカベサン及びマラカル島、ならびにアイライ地区への給水を午後9時から翌朝5時まで断水してゲルケソール貯水タンクの貯水に努めているが、タンク容量の約半分しか貯留できず、貯水機能が半減している。

d) ネゲルミド貯水タンク

上記と同様午後9時から翌朝5時までネゲルミド貯水タンクの貯水に努めている。しかし、給水タンクが海拔約80mと高く、送水ポンプの給水圧が不足するためブースターポンプにより貯水に努めているが、ブースターポンプの容量がタンク貯水容量に比べて小さいことから約15%しか貯留できず、その機能が僅かしか発揮されていない。

e) アイライ貯水タンク

浄水場に近いため送水ポンプからの給水圧が高く、短時間で満水となるが、下記のような機能上の不備から給・配水バルブが閉塞されたまま、使用されていない。

- 一 貯水タンクの管路に設けられている仕切弁は、一般にタンク貯水位と連動して自動的に開または閉塞するが、アイライ貯水タンクの仕切弁は手動式であるため満水になっても送水され続け、オーバーフローして水を無駄に使用する危険性が大きい。
- 一 貯水タンクへの接続管は送・配水機能を兼用する1本の管路であるため、毎日数回仕切弁の開閉操作をタンク貯水位に合わせて実施しなければならず、この操作が煩雑である。
これらのことから常時閉塞され機能していない。

2) 貯水タンク本体の現況

全ての貯水タンクは鋼製であり、鉄板、アンカーボルト等の本体構造は腐食等による影響をほとんど受けていない。しかし、建設以来（1974～1975年）内面及び外面とも塗装の修理が行われていないため、全面にピンホール状の腐食が転々と認められる。さらに、地表面から約2mの間と屋根に刃物による損傷がかなり認められる。このまま放置した場合、外面の腐食は短年月で著しく進むものと思われる。

内面が腐食しているアラカベサン貯水タンクはタンクの安全及び給水水質を良好に保つために貯水を開始するまでに再塗装する必要があると判断される。

また、貯水タンクの周辺整備及び清掃作業が行われていないため、雑木・雑草が生い茂っている。上記のような人為的な損傷の防止と維持管理作業の安全を確保するために、周辺整備と清掃作業が必要であると思われる。

3) 貯水タンク配管仕切弁の現況

5基の貯水タンクの配管に設けられている仕切弁は、全て手動弁となっている。

上水道施設を改善するためには貯水タンクの水面と連動して自動的に開閉する仕切弁に変更する必要があると判断される。

(6) 給水圧の現況

浄水場から給水末端区域までの送・配水管路の水圧分布を合計22地点で測定した。測定位置及び測定結果は、付属資料“FIELD REPORT”の表AN-1及び図AN-3(1/2)(2/2)に示すとおりである。

最大給水圧は浄水場に近い地点で約7.0kg/cm²（100PSI）であったが、最小圧はコロール島市街地の高台で、全く水が出ない（圧力がない）状態であった。これら給水圧の不均一の原因としては浄水場に近い上流域から自由に取水できる送・配

水管兼用の給水システムの欠陥及び水の無駄使いと地盤高さの差異が考えられる。

上記のように、浄水場から遠ざかるに従って給水圧が低下しており、このことは貯水タンクに貯水が出来ないことと、アラカベサン及びマラカル島の給水状況が悪いことを裏づけている。

(7) 給水量の現況

前述のように給水量は直接把握することが出来ないため、浄水場の運転日誌に記載されている送水ポンプ吐出圧力計データとポンプ運転状況及びK、B橋のアイライ側流量計の24時間毎の観測データからコロール地区への流量を測定し、アイライ地区への流量を推定して、給水量を算定した。

これによると、給水量は、濾過器の浄水能力（運転台数と時間）、送水ポンプの送水能力（運転台数と時間）及び濾過器の逆洗回数により大きく変動しており、給水量は1日当たり約 4,500m³（約 1.2百万ガロン）～約 8,300m³（約 2.2百万ガロン）と推測される。

(8) 漏水の現況

浄水場から給水末端区域までの送・配水管路について漏水調査を数回にわたり実施した。下記の理由から漏水は僅かなものであると判断される。

1) 既設送・配水管路は日本の委任統治時代の1940年頃敷設し、コロール島市街地の約 1.5kmで現在も使用されている区間を除き1974～1980年に敷設されたものであり、老朽化したり、破損しているとは思われない。

なお、敷設年度の詳細は図2-2及び図2-3に示すとおりである。

2) K、B橋付近で撤去された1940年頃敷設された管路の一部が野積みされているが、損傷・破損したものが認められない。従って1940年頃敷設され現在も使用されている既設送・配水管路は老朽化したり、破損しているとは思われない。

3) 本計画地域の土質は粘性土であるため浸透性が非常に小さく、漏水がある場合には地表及び道路面に水が吹きだすのが通常であるが本計画区域の道路面及び傾斜面に漏水箇所が認められない。

- 4) 地質調査のため既設送・配水管に近接して実施した試験穴（21ヶ所）でも漏水現象は認められない。
- 5) 各島の間を結ぶコースウェイ区間については全区間基礎地盤まで現われる干潮時に管の漏水状況を調査したが、漏水及びその痕跡が全く認められない。
- 6) 敷設以来の既設送・配本管の主な漏水箇所及び修理箇所は1980～1987年の7年間に6ヶ所程度であり、非常に少ない。その位置及び漏水原因は図2-4に示すとおりである。

道路舗装後、漏水を生じた箇所は舗装をバッチ状に切断して修復し、その後再舗装しており、修復箇所の確認をすることができる。
- 7) 送・配水本管から各家庭、事業所等に分岐する配水枝管での漏水は配水枝管のゴム管部分の損傷によるものであり、その損傷箇所は少ない。
- 8) 漏水が起こっても公共事業局は漏水を発見次第、短日時に修復している。
- 9) 各家庭は小さな貯水タンクを持っており、給水時間中にその貯水タンクに水を溜め飲料水の確保に努めている。給水が断続的に行われるため、給水バルブの開閉をその都度行うことが面倒であることから給水バルブを開け放しにしている家庭及び事務所があり、貯水タンクより水があふれている現状を多くの箇所で目撃している。

パラオはこの無駄使い防止対策を検討しているが、いまだ有効な対策が見い出されていない。
- 10) 送・配本管に設置されている流量計の測定を行うことにより漏水状況を把握することとし、以下の2通りの方法で検討を行ったが漏水はほとんど認められていない。

各流量計の位置は図2-5及び図2-6に示すとおりである。

- a) K. B橋の両側の流量計の測定による検討；

ネゲルミド及びゲルケソール貯水タンクに貯水を開始する午後9時と貯水を終了する午前5時にK. B橋の両側に設置されている流量計（アイライ流量計及びネゲソール流量計）データを測定しその区間の漏水を検討した。そのデータの差の平均は、8時間当たり約85m³（約22,500ガロン）であり、給水量の約

3%である。詳細は表2-3に示すとおりである。

この区間にはレストラン、アスファルトプラント工場、民家及び農家があるため商業用水、工業用水、農業用水及び生活用水が使用されており、その差異はほとんど上記の目的のために使用されるとともに、給水バルブの開け放しによる無駄使いもあることから、漏水によるものではないと判断される。

なお、各家庭、事業所には量水計が設置されていないため正確な使用水量は測定されていない。

b) 流量計測定による流量とネゲルミド及びゲルケソール貯水タンクの貯水量の測定による検討；

上記貯水タンクに貯水を開始する午後9時と貯水を終了する午前5時にK. B橋のコロール側流量計（イナボ流量計）で測定し、その区間の漏水を検討した。その流量とネゲルミド及びゲルケソール貯水タンクへの流入水量との間で、1時間当たり約33m³（約8,900ガロン）の差異がある。詳細は表2-4に示すとおりである。

この区間にはホテル、商店、民家、農家等が約30軒以上ある。その差異は商業用水、農業用水及び生活用水に使用されるとともに、給水バルブの開け放しによる無駄使いもあることから漏水によるものではないと判断される。

(9) 水質の現状

1) 水質試験用検体の採取

原水の取水は、エデン川及びクメクメール川から行われている。この河川流域には住民も少なく、乾期には水は澄んでおり、水質はかなり良好である。しかし、雨期には流域のラテライトが流出して濁水となり水質は悪化している。

本上水道施設は原水を濾過器で浄化した後、次亜塩素酸ソーダを貯留タンクから重力により自然注入して殺菌を行っている程度であり、十分管理されていない。

原水の水質、浄化水質及び各家庭への給水水質を日本の水道法に基づく水質試験方法で確認するために広域的に、かつ出来るだけ多くの検体（12検体）を帰国直前に採取し持ち帰った。

検体採取場所は図2-7に示すとおりである。

2) 原水及び処理水水質の現地試験結果

現地では塩分濃度、有機物等を測定することを目的に簡易測定器（ECメーター）によるEC値（電気伝導度）の測定を行ったが、測定値は小さくバラツキも少ないので水質は良好と判断された。採取場所、水質試験の目的及びECデータは下記のとおりである。

採取場所	水質試験の目的	概略EC値
エデン川とクメクール川の合流点（取水地）	取水地点の原水質確認のため	84 μ s/cm
ギーマルダム（貯水池）	貯水池の原水質確認のため	96 μ s/cm
既設浄水施設内	既設浄水施設の浄化能力把握のため	85 μ s/cm
末端の各戸	既設給水システムでの水質を広域的に把握するため（管路への塩分を含んだ地下水あるいは汚水等の混入の有無の確認も含む）	90 μ s/cm
合計12検体		~100 μ s/cm

3) 原水及び処理水水質の国内試験結果

上記12検体について、水質検査を実施した。

原水及び濾過器直後の浄化水については、一般細菌及び大腸菌群が検出されたが、次亜塩素酸ソーダを注入後の処理水については検出されていない。

金属分が原水及び浄化水とも多少の差はあるが検出されている。これは不十分な浄水方法によるものであると思われる。処理水に、鉄（0.38mg/l）、亜鉛（0.05mg/l）が存在している。水の臭気及び味にも鉄分が認められた。これは、取水河川の流域の土壌が、鉄分を含むラテライトであることに起因するものと判断される。これらの微小な重金属は、濾過器を通過してしまうので浄水場にフロック形成池等の前処理施設を設置して、除去する必要がある。また消毒設備については給水量に適合する塩素剤を自動的に注入出来るよう改善する必要があると判断される。

(10) 量水計取付の現況

下記の表に示すとおり、既設送・配水管路より 2,054箇所 に配水が行われているが、機能している量水計は 1,037箇所（約50%）のみであり、量水計の設置が不足していることから各家庭及び事業所等の水の無駄使いの監視、防止、規制が出来ていない。

また、使用水量に応じた水道料金の徴収が出来ないうえ、住民の節水に対する認識が乏しいため使用水量が多く、水の需給バランスがくずれている。従って量水計の設置不足がコロール島市街地の高台、アラカベサン及びマラカル島で水が出にくい主な原因の1つであると考えられる。

配水戸数及び量水計設置状況

地区	配水戸数	量水計取付戸数	量水計を取付けてない戸数（破損している量水計箇所を含む）
コロール地区	1,754	1,037	717
アイライ地区	300	0	300
合計	2,054	1,037（約50%）	1,017（約50%）

（公共事業局資料による）

(11) 維持管理の現況

1) 量水計の設置不足・不備

前述の(10)項に示したように量水計が全家庭・事業所に設置されていない。

2) 料金体系の不備

量水計が各家庭及び事業所の約50%しか設置されていないため、住民から使用水量をベースにした料金を徴収する料金体系が整っていない。

現状の水道料金体系は次のとおりである。

- 基本料金 : 5ドル/月
- 量水計による料金 : 0.5ドル/1,000ガロン

量水計の検針及び料金徴収については、自治省の公共料金徴収課により実施されているが、徴収率は約54%であり良くない。

量水計がない家庭及び事業所からは使用水量に見合った料金が徴収できず、一律基本料金5ドル/月を徴収するシステムとなっている。

近年3年間の水道料金徴収実績は次のとおりであり、徴収された水道料金は大蔵省に納入されている。

従って、使用水量に基づいた料金徴収を徹底した場合には年間約300,000ドルの収入が国庫に入るはずであるが、現状は約110,000ドルにとどまっている。

水道料金徴収実績 (単位：ドル)

	1987年	1988年	1989年
基本料金に基づく徴収料金	22,205	21,790	26,315
量水計に基づく徴収料金	88,611	98,591	82,609
合計	110,816	120,381	108,924

(公共事業局資料による)

3) 水の無駄使い

夜間、断水が常時行われており、各家庭及び事業所はその時間帯にも水を使用出来るようにするために小容量の貯水タンクを持っている。日中の給水時にそのタンクに貯水するため給水バルブを常に開としてオーバーフローしても止めず無駄使いしている家庭及び事業所が多く認められる。

これに対し、水の無駄使いの発見と防止指導、無駄使い者のリストアップ、監視、防止キャンペーン、啓蒙活動等が十分行われていない。

4) 上水道施設の点検、保守・補修及び水の無駄使い防止、監視、指導、啓蒙活動等を行う専用車がない。

表 2-2 既設上水道施設の概要

	設 備	数 量	仕 様
(1) 取水施設	原水ポンプ	3 台	平均流量：約99,600 m^3 (260万ガロン) / 日 ポンプ容量：5.3 m^3 (1,400ガロン) / 分 原動機容量：150HP (うち、1台は予備機)
	原水導水管	5,100 m	管径：30cm (12インチ):石綿セメント管
(2) 原水貯水池 (ギ-メルダム)	重力式コンクリートダム	1 式	計画貯水容量：約94,600 m^3 (250万ガロン) 現貯水容量：約75,700 m^3 (200万ガロン)
	原水導水管	1,800 m 1,800 m	管径：40cm (16インチ):石綿セメント管 管径：30cm (12インチ):石綿セメント管
(3) 浄水場	濾過器	4 台	直径：6 m (20フィート) 形式：自動バルブレス重力式砂濾過器 浄水容量：2.65 m^3 (700ガロン) / 分
	濾過器 送水ポンプ	3 台	ポンプ容量：2.65 m^3 (700ガロン) / 分 原動機容量：15HP
	発 電 機	2 台	発電機出力：300KVA
	浄水送水ポンプ	2 台	ポンプ容量：1.3 m^3 (350ガロン) / 分 原動機容量：40HP
	”	2 台	ポンプ容量：4.0 m^3 (1,050ガロン) / 分 原動機容量：100HP

	設 備	数 量	仕 様
(4) 浄水送・配水管路	浄水場～アイライ貯水タンク間	1.800 m	管径：20cm (8インチ):石綿セメント管
	浄水場～アラカベサン及びマラカル貯水タンク間	8.400 m	管径：30cm (12インチ):石綿セメント管
		6.700 m	管径：20cm (8インチ):石綿セメント管
	K・B橋添架部	400 m	管径：30cm (12インチ:ダクタイル 鋳鉄管)
(5) 貯水タンク	アイライ貯水タンク	1 基	貯水容量：約 3.800m ³ (百万ガロン) 諸元：直径22.5m× 9.6m深
	ネゲルミド貯水タンク	1 基	貯水容量：約 3.800m ³ (百万ガロン) 諸元：直径20.0m×12m深
	同貯水タンク用 プー ス ター ポンプ	1 台	ポンプ容量：約0.95m ³ /分 (250ガロ/分) 原動機容量：10HP
	ゲルケソール 貯水タンク	1 基	貯水容量：約 3.800m ³ (百万ガロン) 諸元：直径22.5m× 9.6m深
	アラカベサン 貯水タンク	1 基	貯水容量：約 1.900m ³ (50万ガロン) 諸元：直径17.0m× 8.4m深
	マラカル貯水 タンク	1 基	貯水容量：約 1.900m ³ (50万ガロン) 諸元：直径17.0m× 8.4m深
	(6) 補給井戸	原水貯水池付近	3 基
浄水場付近		1 基	ポンプ容量：約0.25m ³ /分 (65ガロ/分)
ネゲリアス地区		1 基	ポンプ容量：約0.32m ³ /分 (85ガロ/分)
アラカベサン 地区		3 基	ポンプ容量：約0.09m ³ /分 (25ガロ/分) 基

表2-3 流量測定値及び測定区間流量差（アライ流量計～イナボ流量計間）

（単位：ガロン）

日付 (月/日/年)	時間	アライ流量計		イナボ流量計		流量差 ① - ②
		積算流量計の読み	流量①	積算流量計の読み	流量②	
12/27/89	9:00pm	243,553,000	873,000	184,268,000	843,000	30,000
12/28/89	5:00am	244,426,000		185,111,000		
12/28/89	9:00pm	245,348,000	865,000	186,028,000	841,000	24,000
12/29/89	5:00am	246,213,000		186,869,000		
12/29/89	9:00pm	247,900,000	691,000	188,421,000	678,000	13,000
12/30/89	5:00am	248,591,000		189,099,000		
12/30/89	9:00pm	249,899,000	770,000	190,320,000	747,000	23,000
12/31/89	5:00am	250,669,000		191,067,000		
12/31/89	9:00pm	251,989,000		192,294,000		
			平均799,750		平均777,250	平均22,500/8時間 = 2.813/時間 (約10.6 瓶/時間)

表2-4 流量測定値及び測定区間流量差（イナボ流量計～ネゲルミド及びゲルケソール貯水タンク）

(単位：ガロン)

日付	時間	イナボ流量計		ネゲルミド貯水タンク流量計		ゲルケソール貯水タンクへの流入量③	配管内残留水④	流量差 ①- (②+③+④)
		積算流量計の読み	流量①	積算流量計の読み	ネゲルミド貯水タンクへの流入量②			
12/27/89	9:00pm	184,268,000	848,000	203,333,000	149,000	505,196	40,292	148,512
12/28/89	5:00am	185,111,000		203,482,000				
12/28/89	9:00pm	186,028,000		203,534,000				
12/29/89	5:00am	186,869,000	841,000	203,675,000	141,000	577,367	40,292	82,341
12/29/89	9:00pm	188,421,000		203,688,000				
12/30/89	5:00am	189,099,000	669,000	203,838,000	150,000	433,025	40,292	45,683
12/30/89	9:00pm	190,320,000		203,901,360				
12/31/89	5:00am	191,067,000	747,000	204,059,000	157,640	541,281	40,292	17,787
12/31/89	9:00pm	192,294,000		204,126,100				
			平均775,000		平均149,410	平均514,217		平均71,081/8時間 =8,885/時間 (約33.6m ³ /時間)

2-3-2 組織・人員及び予算

(1) 維持管理組織

水道事業に係る組織は図2-8に示す組織表に示すとおりである。主として国家資源省の下部機関である公共事業局が上水道、下水道、電話及び電気の設備の管理運営を行うとともに、道路及び港湾の建設推進管理を行っている。

公共事業局は図2-9に示す組織であり、総勢 156名である。

現状の上水道施設の建設・運営・維持管理業務等の分担は表2-5に示すとおりである。建設業務は大統領直轄の国家計画局が担当し、運営・維持管理業務は公共事業局施設部上水道課が担当し、料金徴収業務は自治省公共料金徴収課が担当している。

公共事業局施設部上水道課は表2-6に示すように20名の職員で構成され、そのうち18名がコロール・アイライ両地区を担当している。

しかしながら、既設上水道施設のシステム及び設備を熟知している要員は、3名程度であり、上水道施設を専門的に取り組む組織及び人員が不備・不足している。現在、専門の知識を持った米国人2名のスーパーバイザーが常駐し、維持管理の技術指導を行っている。

さらに、公共事業局の運営は政府予算によって行なわれているため、独立採算による運営の認識が乏しい。

表 2-5 現状の建設・運営・維持管理業務等の分担

部門	建設		給水	営業	
担当	国家計画局		公共事業局施設部 上水道課	自治省公共料金 徴収課	
業務 分担	計画 ・ 設計	工事	上 水 道 施 設 の 運 転 ・ 維 持 管 理	量 水 計 の 検 針	水 道 使 用 料 金 徴 収

表 2-6 上水道課職員(1989年現在)

1.	A. Remoket	課長
2.	U. Debelbot	配管工(職長)
3.	M. Moses	配管工
4.	N. Senardo	配管工
5.	I. Ngelwong	配管工
6.	S. Rechiriki	配管工(職長)
7.	L. Antonio	配管工
8.	M. Petrus	配管工
9.	J. Ngiraklang	配管工
10.	D. Ngiralbai	配管工
11.	H. Renguul	配管工
12.	M. Daniel	配管工
13.	T. Tesei	浄水場運転員
14.	N. Blesoch	水道施設運転員
15.	J. Miedang	水道施設運転員
16.	T. Rengii	機械工
17.	R. Isaac	配管工
18.	M. Telei	配管工
19.	J. Belibel	上水道運転員(アンガー州上水道)
20.	H. Eungel	浄水場運転員(メレキョク州上水道)

(2) 予 算

上水道施設の運営・維持管理予算は、下表に示すとおりであり、1990年において、約 34.2 百万円(223,614ドル)が計上されているが、このうち上水道関係の
人件費が大部分を占めており、維持・管理用スペアパーツ及び工具の購入予算は
少ない。パラオ政府は公共事業局からの予算要求に対し、国家予算不足から大幅
に削減しているのが、現状である。

運営・維持管理体制及び予算処置は、本計画の目的及び機能を発揮するための
重要な要素となるので、今後十分な処置を講ずる必要があると考える。

上水道施設の運営・維持管理予算

年	1988年	1989年	1990年
年度予算	167,314ドル (約 24.9 百万円)	228,987ドル (約 34.3 百万円)	223,614ドル (約 34.2 百万円)

(公共事業局資料による)

2-4 要請の経緯と内容

(1) 要請の経緯

パラオの首都コロール地区は政治、貿易及び観光の中心としてここ数年間に亘り、著しい発展を遂げ、地方からの人口の流入及び観光客の増加により、その人口増加率は全国の0.7%に比べて3.5%という高い値を示している。

アイライ地区でも同様な現象が認められており、両都市の人口は1986年の約1万人から2000年には外国人季節労働者及び居住者を含め約2万人に達する見込みである。

現在、年間を通じて午後9時から午前5時にかけての断水、既設給水システムの欠陥、量水計の設置不足及び料金体系の不備等からくる水の無駄使い、給水量不足及び給水圧不足から、高台の住宅及び事業所では日中においても僅かな水しか取水することが出来ないという厳しい給水事情となっている。

また、乾期になると、給水量及び給水圧不足は更に深刻な事態となり、全地区にわたって日中でも降雨の状態によってさらに断水が強化され、住民は常時、高温、多湿下で苛酷な生活を強いられているとともに観光開発及び産業の発展に深刻な影響を受けている。

パラオは、第一次5ヶ年計画(1987-1991年)に基づきコロール・アイライ両地区の都市開発計画を進めているが、計画目標年次である西暦2000年に対する給水量の不足は、さらに深刻なものになると予測されている。

このような現状を改善するためにパラオ政府は我が国に対し2000年を計画目標とする上水道施設の改善計画に関する無償資金協力を要請してきたものである。

パラオ政府の要請に対し、日本国政府はパラオ政府の要請内容の確認、本上水道改善計画の基本構想、協力の必要性及び妥当性について調査するため「給水改善計画事前調査団」を派遣した。同調査団は、「本計画の実施によりコロール・アイライ両地区の水の安定供給が可能となり、住民の環境衛生に貢献し、社会開発のみならず経済開発効果も期待でき、我国の無償資金協力の対象として妥当である。」と結論づけている。

(2) 要請の内容

要請の内容は現在抱えているコロール・アイライ両地区の給水事情を解決するために既設の上水道施設を改善するものであり、その具体的な骨子は次のとおりである。

1) 取水ポンプ場用緊急発電設備の設置

300kW×2台の機材供与及び据付工事

2) 取水ポンプ場からゲームルダムまでの原水導水管の敷設

ダクタイル鋳鉄管 : 径400mm、延長6,200mの資材供与及び敷設工事

3) 浄水場から海の底を通過してコロールまでの管路の敷設

ダクタイル鋳鉄管 : 径400mm延長5,000mの資材供与及び敷設

鉄管(海底部分) : 径400mm延長500mの資材供与及び敷設

4) コロール市内の幹線管路の敷設

ダクタイル鋳鉄管 : 径400mm延長3,380mの資材供与及び敷設

” : 径300mm延長7,430mの資材供与及び敷設

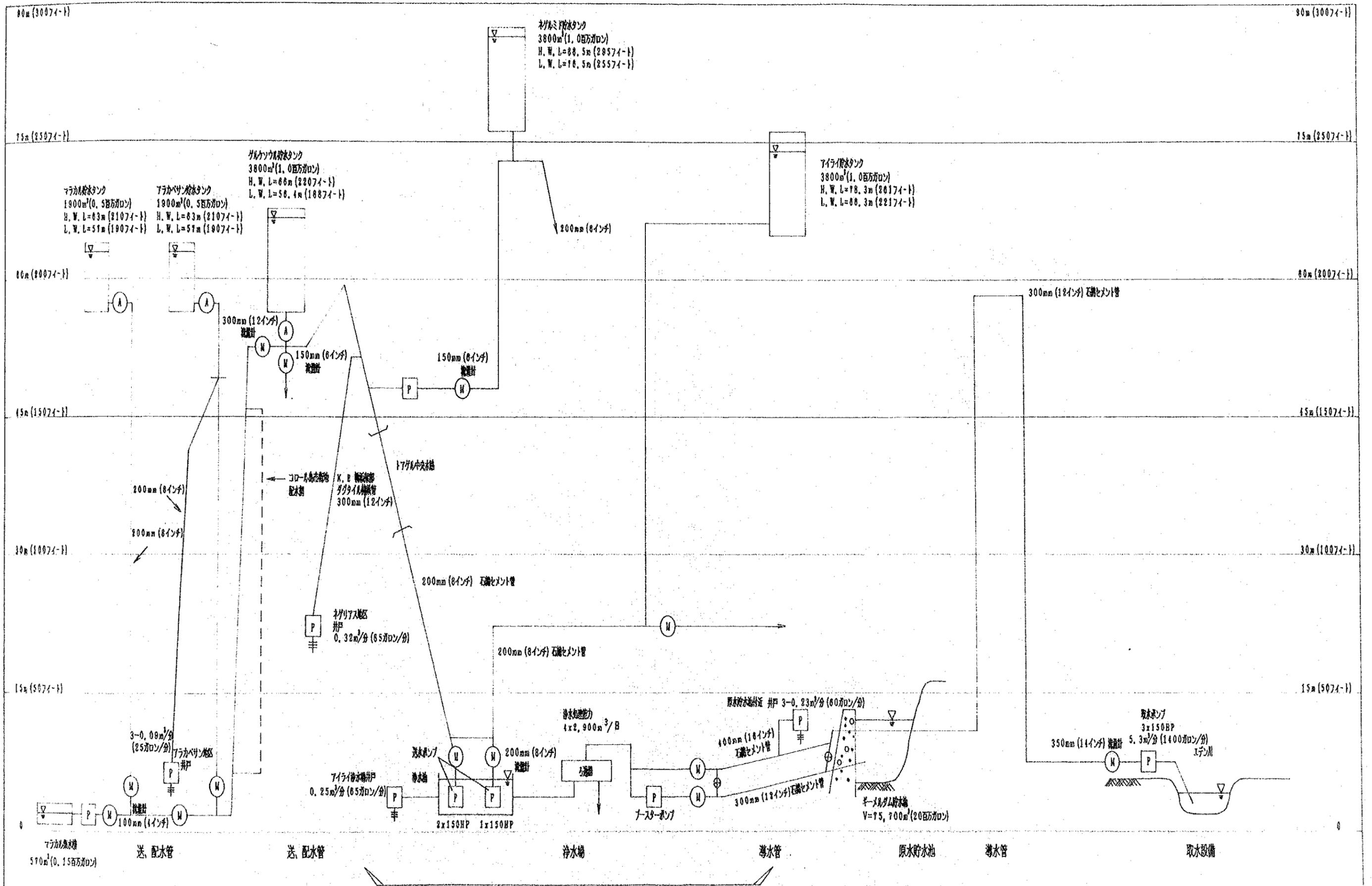
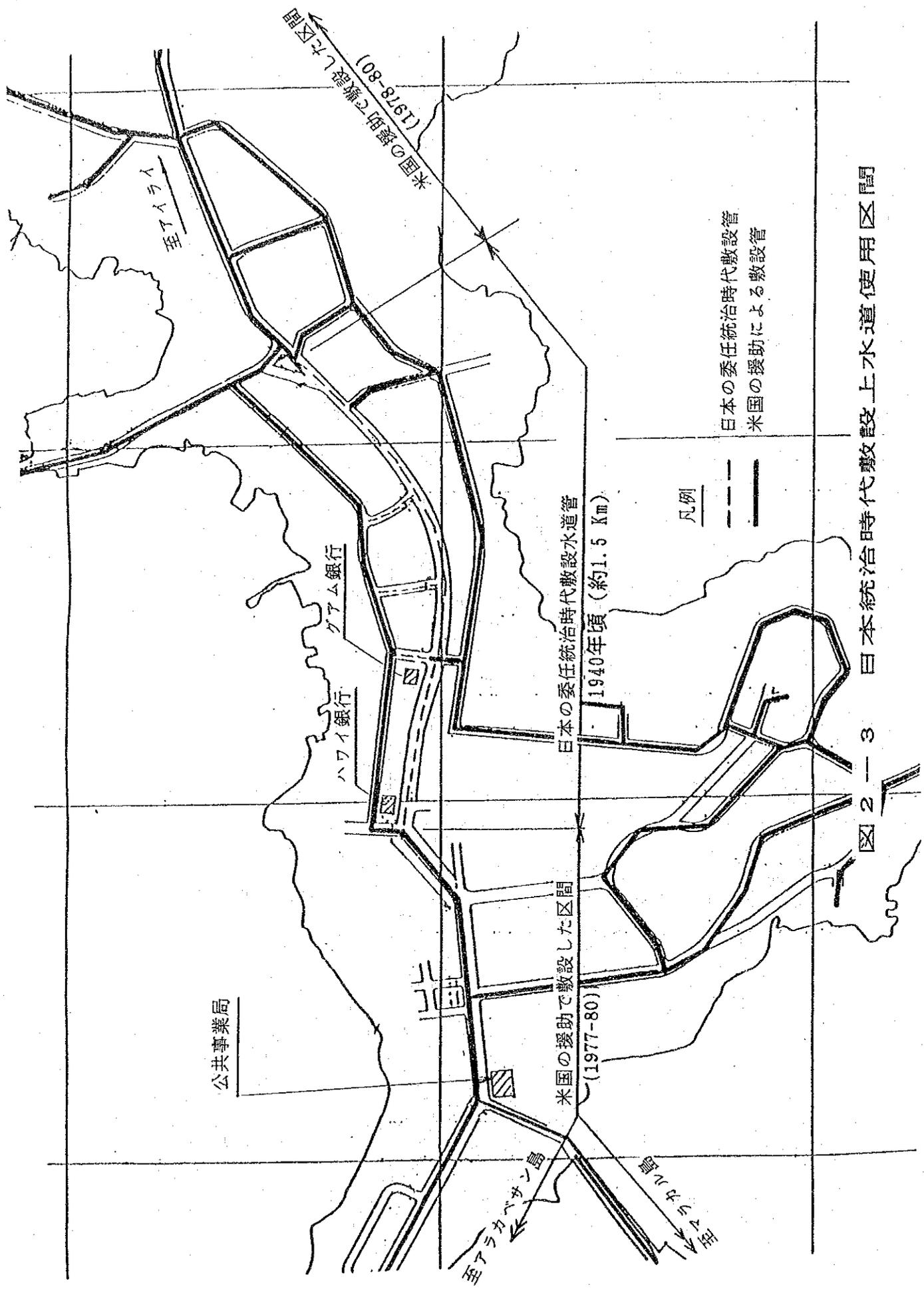


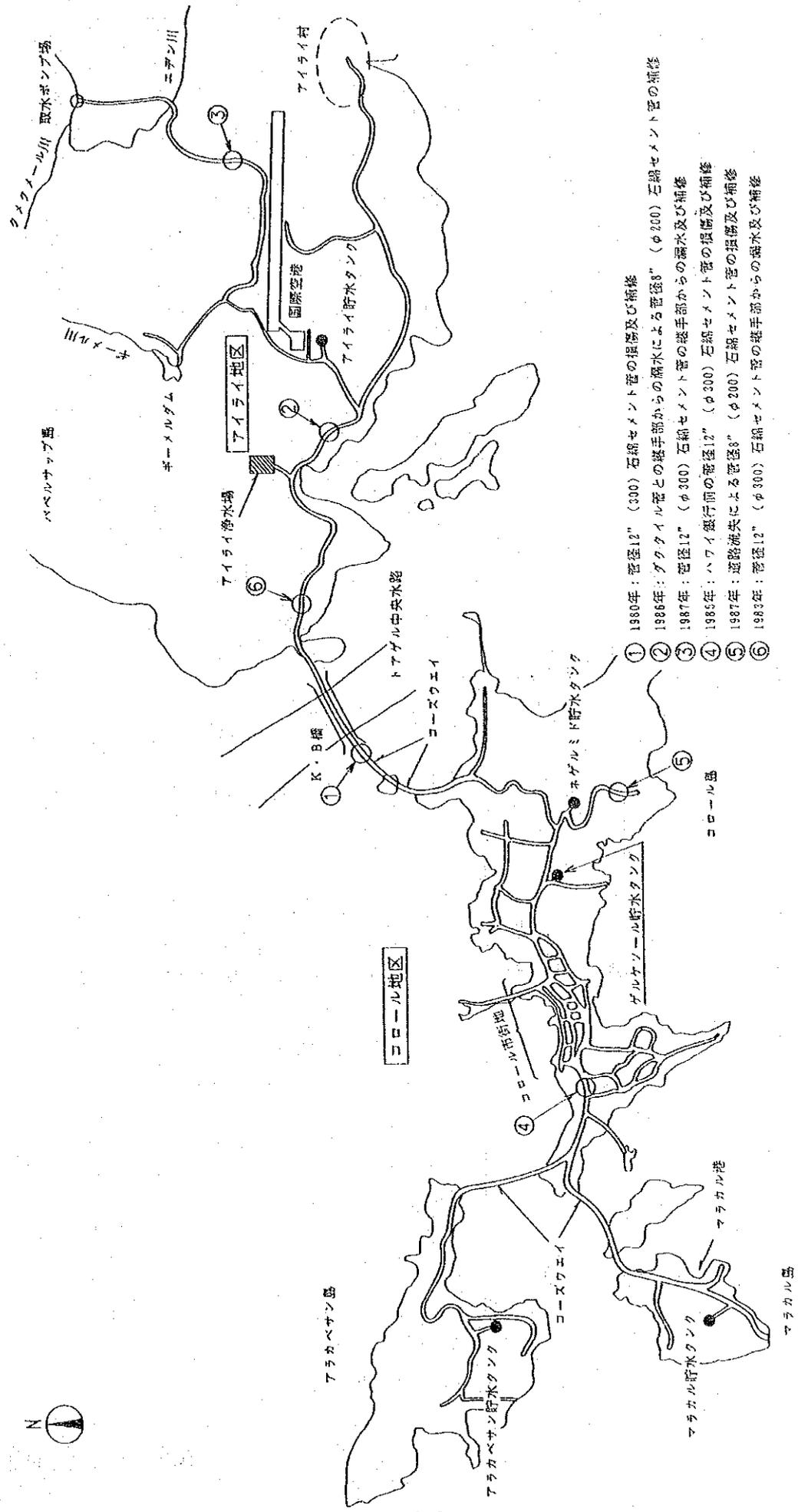
図2-1 現設水道設備



日本の委任統治時代敷設管
米国の援助による敷設管

凡例
 ————
 - - - - -
 ————

図 2-3 日本統治時代敷設上水道使用区間



- ① 1980年：管径12" (φ300) 石綿セメント管の損傷及び補修
- ② 1986年：グクタイル管との継手部からの漏水による管径8" (φ200) 石綿セメント管の補修
- ③ 1987年：管径12" (φ300) 石綿セメント管の継手部からの漏水及び補修
- ④ 1985年：ハワイ銀行前の管径12" (φ300) 石綿セメント管の損傷及び補修
- ⑤ 1987年：道路流失による管径8" (φ200) 石綿セメント管の損傷及び補修
- ⑥ 1983年：管径12" (φ300) 石綿セメント管の継手部からの漏水及び補修



図 2-4 既設上水道主配管の漏水及び補修箇所

縦尺

アイライ浄水場より

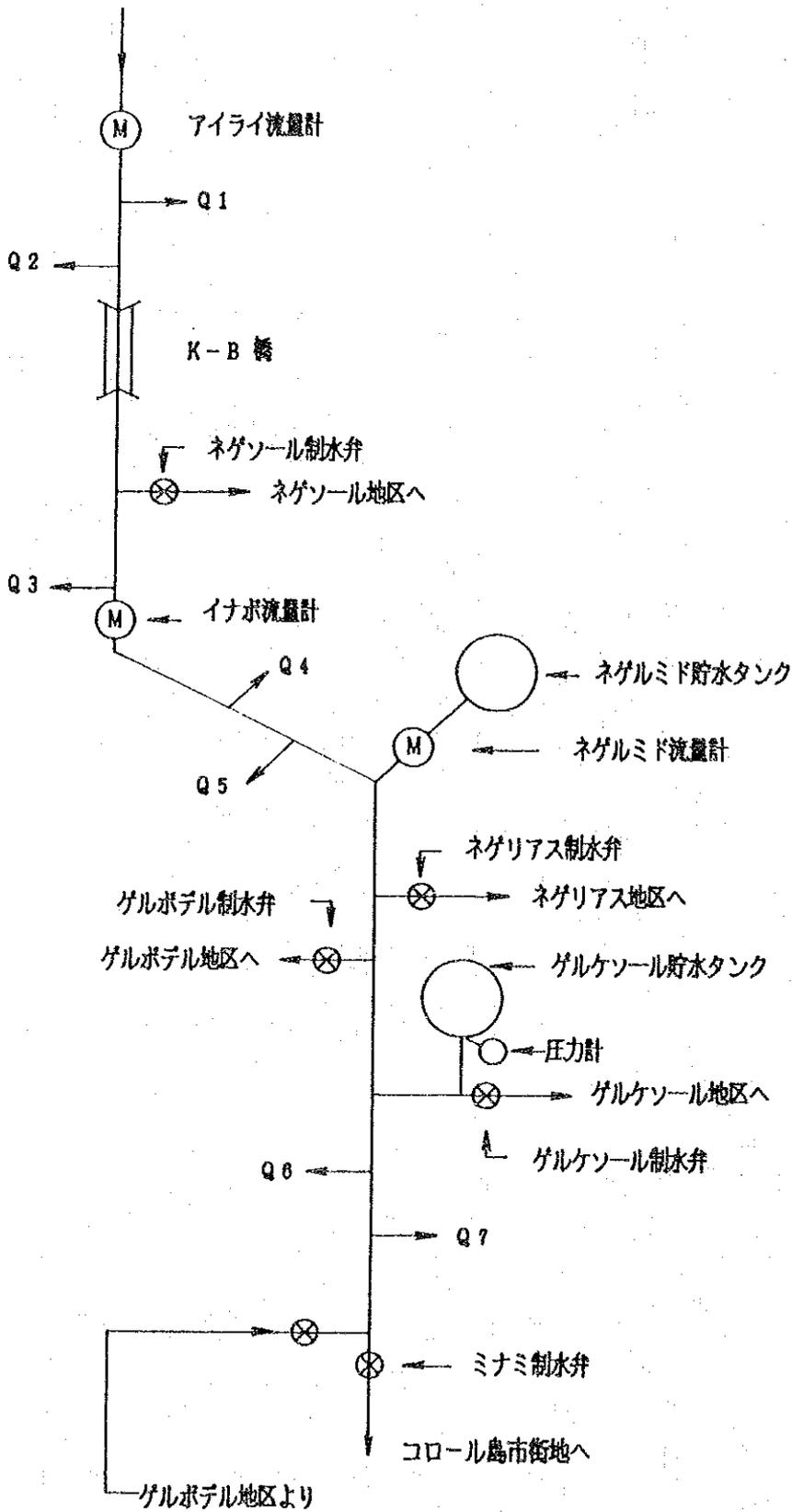


図2-5 流量計位置図

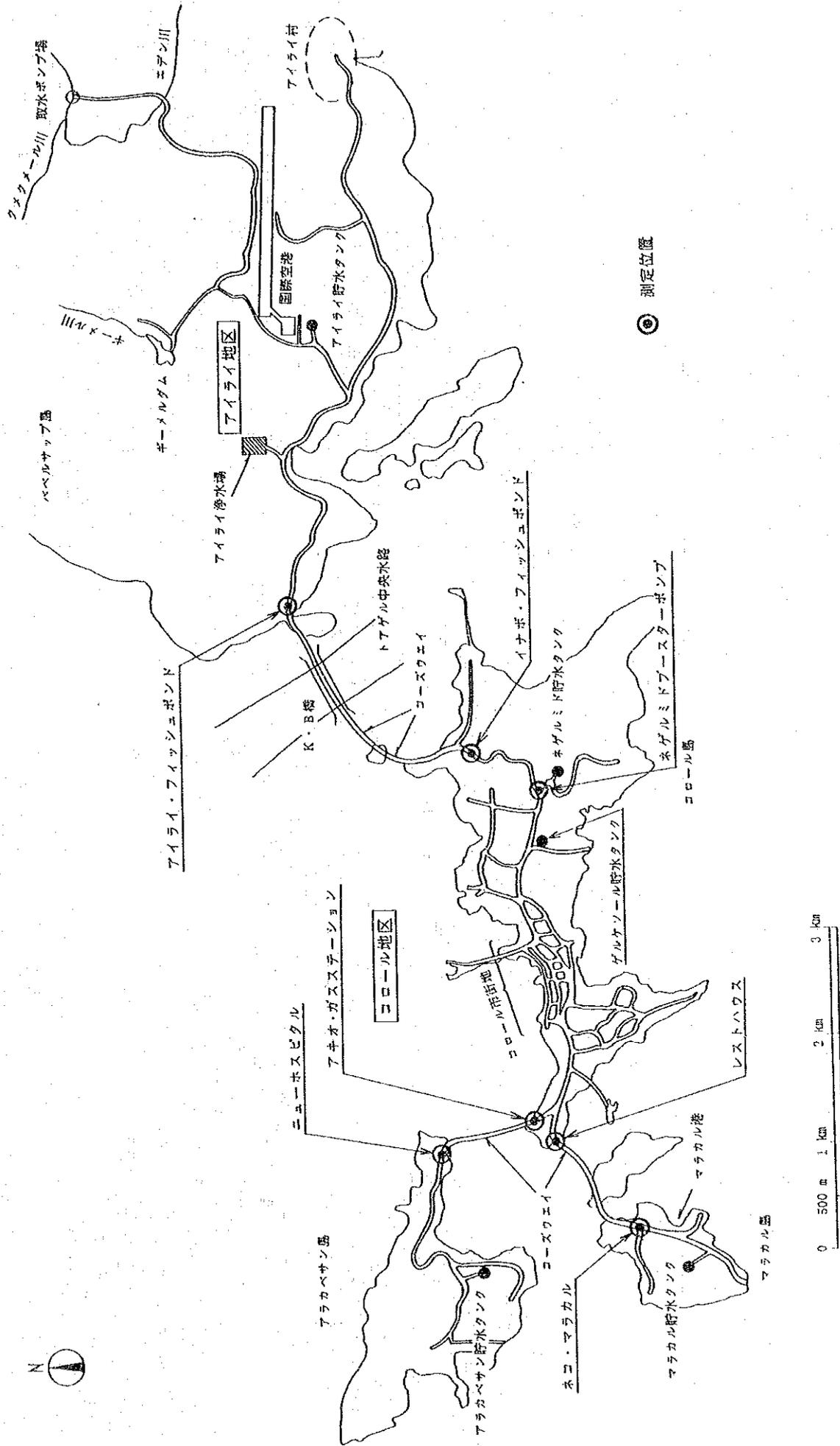


図 2-6 貯水タンク及び計量位置

縮尺

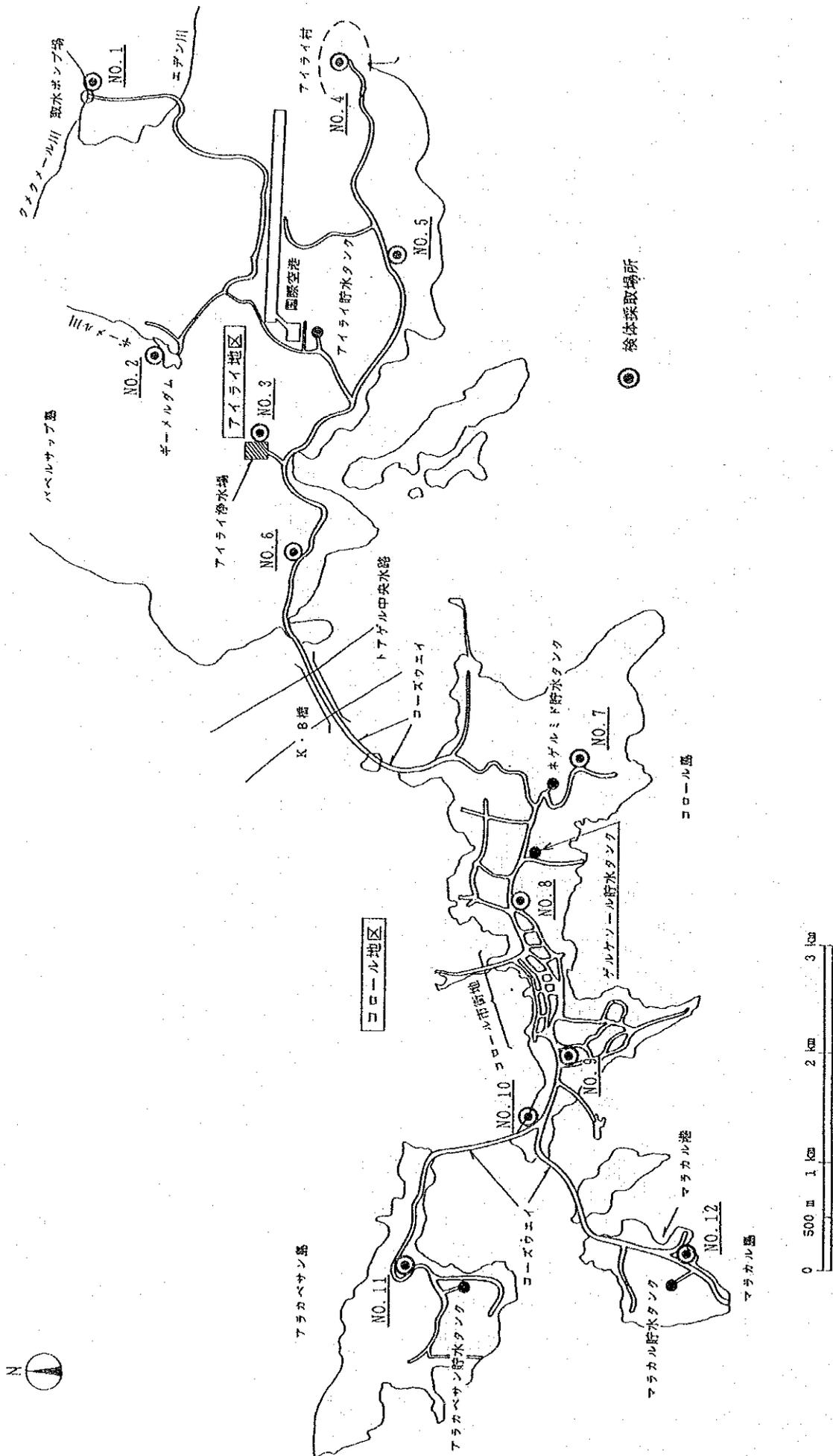


図 2-7 水質試験用検体採取場所

縮尺

圖 2-8 國家資源省組織圖

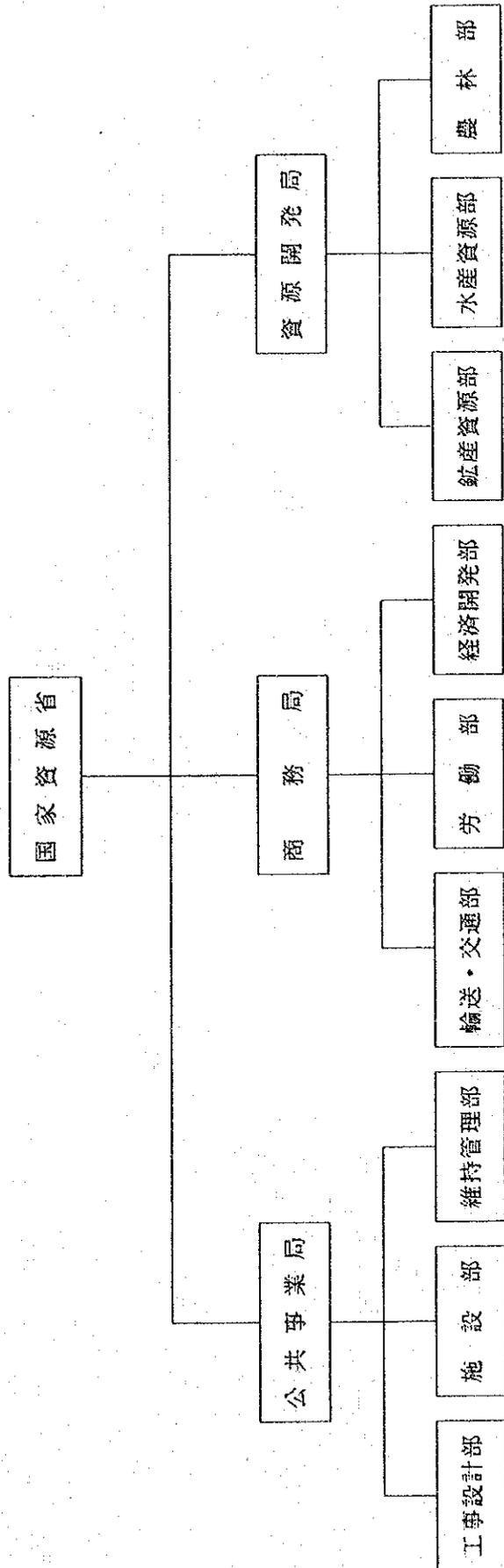
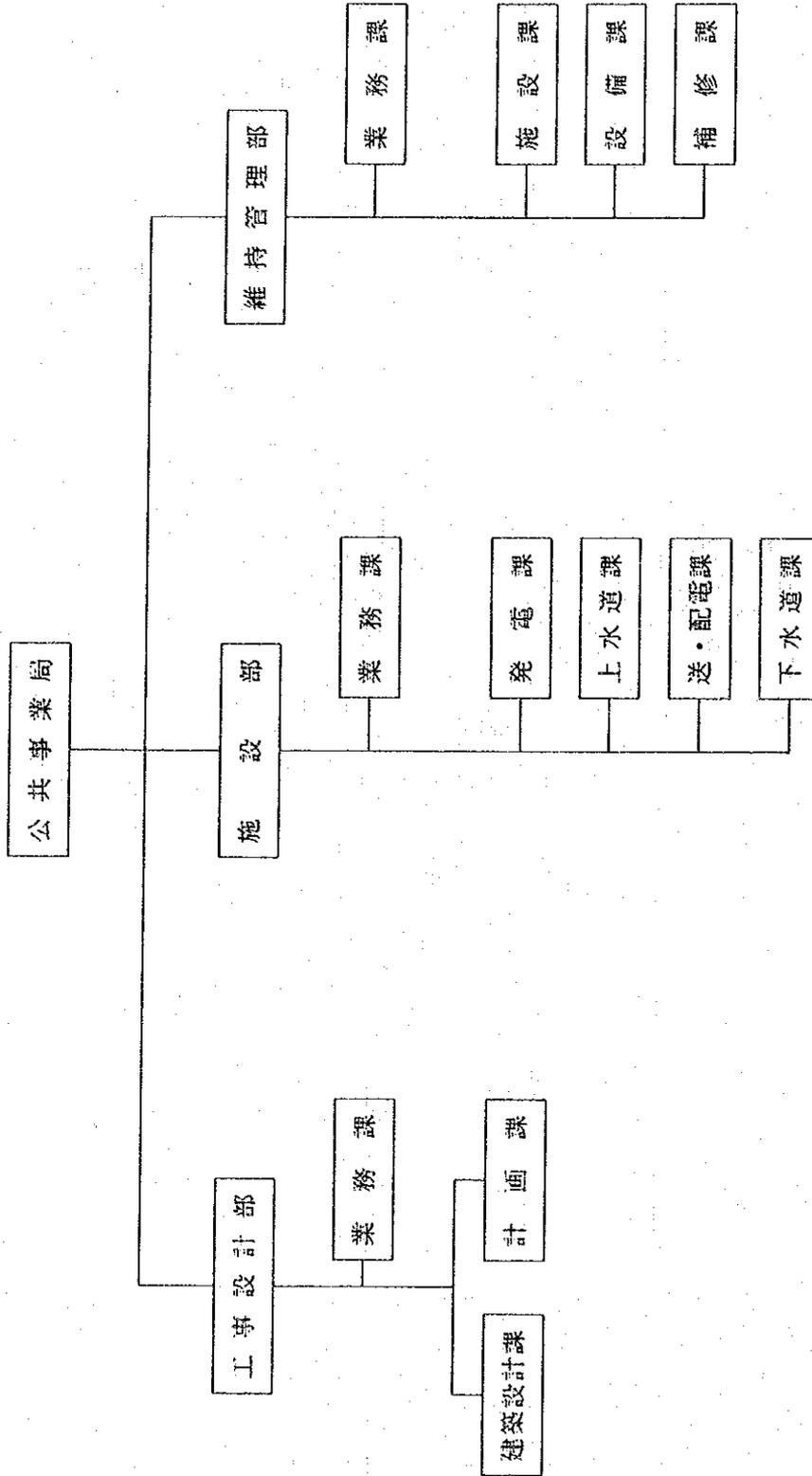


図2-9 公共事業局組織図



第3章 計画地の概況

第3章 計画地の概況

3-1 一般概況

3-1-1 地 勢

コロール地区を構成するコロール島、アラカベサン島及びマラカル島は、コースウェイで結ばれており総陸地面積は約10km²（約2,471エーカー）であるが多くの土地がアラカベサン島に代表されるように腕を伏せたような起伏の激しい平地の少ない丘陵地である。

従って、地域開発に適した平坦な土地はコロール島に集中し、マラカル島及びアラカベサン島では海岸沿いの一部に限られている。

コロール島は、細長い島（約6km）であるが、中央部に高台が馬の背状に縦に走る地形であり海岸沿いに平坦地があり、パラオの住宅及び商業開発の中心地となっている。

マラカル島は、海岸沿いに僅かに広がる平地にマラカル港を中心とした産業地帯がありパラオの産業開発の中心地域となっている。

アラカベサン島は、起伏の激しい丘陵地の多い島であり、平坦地が僅かしかなく、大統領府や住宅が高台にはりついている。

アイライ地区は、パラオ最大の島であるバベルサップ島（404km²）の南端に位置し、起伏の激しい丘陵地である。コロール島とはK・B橋で結ばれており、国際空港及び広大な空地を擁し、今後の住宅及び観光開発に対し立地条件に恵まれた地区である。

3-1-2 人 口

コロール・アイライ両地区の人口は1986年で10,463人であるが、そのうち9,442人（約90%）がコロール地区に居住している。さらに、コロール地区の人口は、コロール島に集中しており、その約88%にあたる8,100人が丘陵地を含むコロール島（約6.7km²）に居住している。

このような現状から、住民はコロール島の市街地以外に住宅地を求め高台に居住を余儀なくされており、コロール地区の人口の約9%にあたる約810人がアラカベサン島の傾斜の急な狭い高台に居住している。このような現象は、コロール・アイライ両地区に平坦地が少ないことから今後ますます顕著になると判断される。

1986年に実施された国勢調査によるとコロール・アイライ両地区の人口は次表のとおりである。

年	1986年
コロール地区	9,442人
アイライ地区	1,021人
計	10,463人

（1986年人口国勢調査による）

3-2 自然条件

3-2-1 地形・地質

本計画区域は全体として海拔30～90m程度の起伏が激しい丘陵地帯であるが、コロール島の南部は海拔2～3mの概ね平坦な地域である。

地質はK。B橋に近いごく一部を除き概ね玄武岩とその風化土であるラテライトから成り、水を含んだ場合、流動化し、排水及び乾燥が非常に悪い性質を有している。浄水場付近の一部(約1.5km)にはマングローブ湿地帯を埋め立てて道路を建設した区間があり、腐食したマングローブを含むヘドロ状の腐食性土壌を構成している。またコロール島のK。B橋寄りの一部にはコーラル・ロックの部分(約2.0km)がある。

したがって、これらの区間は工地上特別な対策(土留工及び岩盤破碎等)が必要になると考えられる。

3-2-2 気象、水文、海象

(1) 気象、水文

パラオは熱帯圏にあり年平均気温27度で、最高30度、最低でも20度以下になることはほとんどない。また、1年を通じてその変化は極めて少なく、1日の高低差も5度前後である。平均湿度も80%と高いが、貿易風とスコールにより気温と湿気は若干緩和されている。

雨量は極めて多く、年平均降雨量は約3,800mmである。なお、1年のうち、概ね1月、5月から9月頃を雨期、2月から4月頃、10月から12月までを乾期と見なすことができるが明確な区分はない。1日の降雨回数が多く、短時間(30分～1時間)で強い雨が降ることが多い。台風は1年中発生するが大型の台風は極めて稀である。

従って管路敷設工事に当たっては、前述したように土質が粘性土で水を含むと流動化し、排水、乾燥が非常に悪い特性を有し、降雨頻度が高く、強い降雨に遭遇する確率が高いので、掘削したトレンチに雨水が流入しないよう十分に留意する必要がある。

(2) 海象

1987年1月から12月までのマラカル港での観測データによると潮位変動(干満差)は最大約2.2mである。

また、潮流は最大約5～6ノットであると考えられる。

3-3 インフラ状況

3-3-1 住居

パラオの住宅の大部分は本計画地域であるコロール・アイライ両地区に集中している。大部分の住宅は平家であるが、コロール島市街地には3～4階建のアパートや事務所ビルなどが最近建設されている。

またホテルはアラカベサン島のパラオパシフィックリゾートホテル（100室）、アイライ島のグレースホテル（50室）、コロール島の日航ホテル（51室）、パラオホテル（38室）等がある。

3-3-2 上水道施設

本計画地域における既設上水道施設はほとんど米国の援助により建設されたものである。本管の材質は石綿セメント管、枝管はPVC管である。コロール島市街地は本管及び枝管が錯綜している。既設本管の土被りは基本的に90cmである。

3-3-3 下水道施設

取水ポンプ場からアイライ浄水場までの原水導水路区間を除き、本計画地域の全管路沿に米国の援助による下水道管路が完備されている。

マラカル島に下水処理場があり、ここで一括下水処理を行なった後、海へ放流されている。

3-3-4 雨水排水

コロール・アイライ両地区には、舗装道路の片側に雨水排水のためのV字型側溝が設けられており、そこから道路下にある雨水排水管に排水されている。

しかし、側溝及び雨水排水管の排水容量が小さく、10分間程度のスコールに対しても雨水が車道にあふれる状態となっている。

アイライ地区には道路を横断して、道路下にヒューム管（管径 900mm、土覆り約 0.5m）1ヶ所とカルバート（幅 2.1m×高さ 2m、土覆り 0.6m）2ヶ所が雨水排水用に設置されている。

3-3-5 港 湾

食料品、建設資機材、雑貨等を輸送するために7社以上の船舶が日本、米国、オーストラリア及び極東諸国より運航されているが、その運航は限られている。

日本からの定期運航は月1回程度である。

コロール・アイライ両地区における荷揚げ港は、マラカル島にあるマラカル港のみである。

マラカル港の埠頭設備の概要は次の通りである。

- 商業埠頭の長さ …… 155m (510フィート)
- 埠頭の舷側の深さ …… 8.9m (29フィート)
- バトラー型コンクリートブロック造りの倉庫
…… 2棟 / 15.2m × 30.5m
(50フィート × 100フィート)
- 水路の幅 …… 91.4m (300フィート)
- 水路の長さ …… 5,850m (19,200フィート)
- 水路の深さ …… 8m (26.1フィート)

なお、水路には、缶及び菱形浮標（ナン・ブイ）により航路が示されている。

- 停泊可能地点は、水路入口付近である。
- フェリー・サービス …… 利用が可能である。
- 停泊地からの距離 …… 5,850m (19,200フィート)
- 給水設備 …… 接舷埠頭
- 給油設備 …… 接舷埠頭
- 水先案内 …… 利用可能である。
- クレーンの揚力能力 …… 30トン（クローラー）と20トン（モービル）
- 埠頭の高さ …… 平面海面での海拔 104cm (3フィート5インチ)

マラカル港には、5,000~8,000tクラスの大型輸送船が接岸可能でコンテナによる輸送も多く、本計画に必要な建設資機材の荷揚げには十分な容量があると判断される。

3-3-6 電力・電話

(1) 電力

バベルサップ島西海岸にあるディーゼル発電所（発電容量：12,800KW）からの電力でコロール・アイライ両地区の需要を全てまかなっている。

送電線は日本からの無償資金協力により建設されたもので、現在安定した状態で電力を供給している。送電線は全て架空線であり、高圧線の電圧は34.5KV/13.8KV、低圧線の電圧は210V/120Vである。

電気料金は下記のとおりである。

0.09ドル/KWH (2,000KWH/月未満)

0.1ドル/KWH (2,000KWH/月以上)

本工事に必要な電力は送電線が倒木等で切断される事故時を除き、十分な容量があると判断される。

(2) 電話

衛星通信会社が、ハワイのオアフ島とパラオを結ぶ地上局をもっているので、オアフ島を経由して国際通信網に結ばれており、世界のどこへでも電話することができる。しかし、パラオの電話普及率は低く、ホテル等からの国際電話はかかりにくく、アラカベサン島にあるコミュニケーションセンターから国際電話するのが確実である。

電話線は全て架空線であり、埋設電話線はない。

3-3-7 道路

コロール地区の道路舗装は、米国の援助により1978年から行なわれ、幹線道路は既に終了し、残り約4.0km（約2.5マイル）の2級道路を残すのみとなっている。

アイライ地区については、K. B橋から空港に至る道路及びアイライ村への一部道路が舗装されているのみで、これ以外は未舗装である。

マラカル港からK. B橋を経てアイライ空港への幹線道路は2車線で、舗装されている。本計画における建設資機材の輸送には問題ないと判断される。

この幹線道路からギーメルダムへの取付道路は幅員約5mあるが15~20°程度の急坂が約300mあり、ラテライトの上にコーラルサンドを敷いた程度の整備状態で

あり、凹凸も激しく、雨水を含んだ場合、建設機械及び車輛等が滑ると推測されるため工事に当たっては路面の成形、整備及び維持管理、工事の安全、工程の確保等に十分留意する必要がある。

また、空港から取水口までの道路は、幅員が約5mであるがラテライト上にコーラルサンドを敷いた程度の整備状態であり、道路の凹凸が激しく、5～15°程度の坂道が約2kmあるため、工事に当たっては上記道路と同様な対策と留意が必要である。

3-3-8 橋

(1) KOROR・BABELTHUAP橋（以下K. B橋という）

K. B橋は1977年4月に2年の歳月をかけて完成したものである。最大スパン241m(790フィート)は、当時、世界最長のプレストレストコンクリート製ボックスガーター橋である。

設計はハワイのAlfred A. Yee & Associates, INC.が行ない、施工はグアムのSOCIO CONSTRUCTION Co.が行った。この会社は、橋の完成直前に倒産したが、政府の支援もあって完成させている。K. B橋は、ディビダーク工法により施工されたが、施工の不手際、中央部分の最終施工段階における施工会社の倒産によるトラブルにより、中央部に大きなへこみ（約60m）が生じている。

しかし、K. B橋は現在重量車輛が通行しており本工事の車両通行に支障はないと判断される。

(2) その他の橋

取水ポンプ場への道路に全長約20mの橋がある。橋げたの鋼材の腐食が厳しいので工事に当たって十分留意する必要がある。またコロール島からマラカル島へのコーズウェイ部に全長5～6mのコンクリート橋が数カ所あるが、工事に当たって特に問題ないと考えられる。

第4章 計画の内容

第4章 計画の内容

4-1 目的・内容

コロール・アイライ両地区住民は、給水システムの欠陥等から、年間降雨量が約3,800mmと多量であるにもかかわらず、年間を通じて午後9時から午前5時にかけての断水に加え、高台においては給水圧不足により日中においても水不足となっている。

既設施設は1974年以来、援助計画が終了する1990年まで、米国の援助のもとに改善が進められてきたが、2-1項に述べたように、既設上水道施設には問題が多く、この状況を放置しておいた場合、日常生活に困難をきたすことになる。本改善計画は2000年を計画目標年次として既設上水道施設の改善を行うことによって、コロール・アイライ両地区に1日24時間、清浄な上水を安定した状態で均一に供給することを目的としている。

本上水道施設改善計画は、パラオの中心地であるコロール・アイライ両地区住民の健康の向上、都市機能の確保、産業の発展ならびに民政の安定に大きく貢献するものであり、上記の目的を達成するため、日本政府が無償資金協力として水道改善施設を建設するものである。

4-2 要請内容の検討

現地の給水事情及びパラオの要請内容を踏まえて既設上水道施設の現況調査、パラオからの要請内容の確認と協議、現地収集資料・情報等に基づいて検討した改善計画案は次に示すような設備に改善することが適切であると判断する。その概要は以下に記述するとともに、表4-1 にパラオ要請の改善案及び基本設計調査改善計画案を示す。なお、現地調査時に附属資料9に示す改善計画案「FIELD REPORT」をパラオに提示し、技術、維持・管理等の事項について検討・協議を行った。

また、調査団は改善計画案の策定にあたり、上水道施設の現況とその緊急性、効果、妥当性、安全性、施工性、経済性及び工期の観点からの検討を加えただけでなく関連施設計画（米国の援助による上水道施設改善計画）、既設の上・下水道、道路等との整合を十分勘案した。

4-2-1 計画案の妥当性、必要性の検討

(1) 取水施設用発電機（緊急用）の設置

取水ポンプ場の電源は発電所から道路状態の悪いジャングル地帯及び丘陵地帯を約20kmの送電設備で供給されている。強風時には樹木の倒壊等により送電線が

切断され、その復旧工事に20～30時間以上を要し、復旧工事期間はエデン川より全く取水できない状態となっている。基本設計調査時現地で作成した改善計画案では緊急発電設備（300KVA）1台が必要であるとしたが、その後詳細に既設施設の規模等を検討した結果、下記の理由から緊急発電設備の設置は優先度が低いと判断される。

- 現貯水池は計画目標年次の1日給水量の約14倍もの容量を有している。
（現在の1日給水量の36倍）
- 送電線切断事故の頻度は少ないと考えられる。
- 事故復旧期間中の原水の供給はギームルダム貯水池の水を用いて行うことが出来るため断水あるいは給水量の低下をもたらす恐れはないと考えられる。

(2) 原水導水管路の敷設

エデン川及びクメクメール川の取水ポンプ場地点での日平均流量は計画給水量の約65倍もあるが、取水ポンプ場から貯水池であるギームルダムへの原水専用導水管路が無く、無効放流されている。

原水導水管路（口径 250mm、延長約 5.1km）を敷設することにより必要に応じてギームルダム貯水池に有効に貯水することが可能となり、給水量の増大、安定的な給水等が出来るようになるため、本原水導水管路を敷設することが適当と考える。

(3) ギームルダム余水吐部ラバーダムの設置

ギームルダムの貯水容量は約94,600 m^3 （約25百万ガロン）から土砂の堆積及びダムの余水吐部頂部に設置されていたラバーダムの破損で約75,700 m^3 （約20百万ガロン）まで減少している。現地で作成した改善計画案ではラバーダム（高さ60cm×長さ約15.2m）を復旧することにしたが、その後詳細に検討した結果、上記(1)項で述べたようにギームルダム貯水池の容量は十分あるので、ラバーダムの設置は優先度が低いと判断される。

(4) 浄水送水管の敷設

既設設備の各家庭及び事業所への給水は直接圧送方式で送水兼配水管路により行われている。このため、浄水送水ポンプ場側上流域で多量の水が自由に使用されることとなり、水の無駄使い等に起因してアラカベサン及びマラカル島の給水末端地域には僅かな水しか給水することが出来ず、極端な給水量不足及び給水圧不足となっている。

今後、上流域に住宅、公共施設等の建設が見込まれているため、計画目標年次に近づくに従って給水下流区域での給水量不足が顕著になると判断される。このような事態を解決するために、送水管を新設することによって、既設の送水兼配水管路を配水管のみの機能を有する本来の給水システムに代え、さらに、原水導水管の増設及び浄水送水ポンプの一部を設置替えして、給水量及び給水圧を増大させ4基の貯水タンクまで揚水して、これらを配水池として活用することによって、計画給水地域にはほぼ均一で安定した状態で給水が可能になる。

なお、新設送水本管については、浄水送水ポンプ場からネゲルミド及びゲルケソール貯水タンクまでの本管は口径 300mm、コロール島市街地の本管は口径 250mm、浄水送水ポンプ場からアイライ貯水タンクまでの本管は口径 200mmとするのが適当であると考ええる。

K・B橋部分については、要請では、トアゲル中央水路の海底部を敷設する計画になっているが、水深が約30~36mであり、潮流も5~6ノットであるうえ、第2次大戦時の不発弾が存在する可能性もあることから、海底部の管路敷設は不適當であると考ええる。

さらにK・B橋部分については、K・B橋に添架されている既設管（口径 300mm：ダクタイル铸铁管）は健全であると判断し活用することとする。従ってK・B橋部分の管路については今回のプロジェクトに含めないことが適当と考ええる。

(5) 既設貯水タンク用貯水位制御設備の設置

水の無駄使いを防止するために、アイライ、ネゲルミド、ゲルケソール及びアラカベサンの4基の貯水タンクには貯水位と連動して仕切弁が自動的に開または閉塞する貯水位制御設備を設置することが適当と考ええる。

(6) 浄水設備の設置

既設濾過器4台の内1台を予備機とし、他の3台を70%稼働率で運転することになり、既設濾過器の能力、台数で計画目標年次の給水量に十分な対応が可能である。従って、濾過器の増設の必要性はないと判断される。

(7) 浄水送水ポンプの設置

既設浄水送水ポンプは、大型ポンプ2台と小型ポンプ2台から構成されているが、小型ポンプ2台が常用されており、老朽化と摩耗が激しい。また、大型ポンプと小型ポンプの特性（吐出量及び揚程）が異なるため、運転が繁雑で複雑となっている。

また、自動制御設備がないため、運転員が3交代で24時間常駐し、手動操作で運転・管理している。

大型ポンプ1台を新設し、老朽化している小型ポンプと取替えることによりポンプ設備は送水能力を増大し計画目標年次の給水量を送水出来るとともに、所定の揚程が確保されるようになるため既設貯水タンクまで揚水することが可能となる。また既設大型ポンプと同一仕様のポンプ設備となるため運転、維持・管理が容易となり、機器の性能及び耐用年数を向上させることが可能となる。大型ポンプに取り替え、計画目標年次の給水量と給水圧を確保することが適当であると考える。

(8) アラカベサン貯水タンク塗装工事

全てのタンクは鋼製であり鋼板、アンカーボルト等の本体構造物は腐食等の損傷をほとんど受けていないが、内面、外面とも、塗装及び修理が行われていないため、全面にピンホール状の腐食が点々と認められるとともに、地表面近くと屋根に刃物による損傷がかなり認められる。

特にアラカベサン貯水タンクについては損傷が著しいので、このタンクの内外面の塗装工事が必要と考える。

(9) メンテナンス用トラック及び無線通信機付巡回車の供与

現在公共事業局は小型トラックを1台保有しているので、これにより水道施設の点検、修復工事、連絡の作業が可能である。

従って、本計画でメンテナンス用トラック及び無線機付巡回車を供与する優先度は低いと判断される。

(10) 量水計の供与

各家庭及び事業所の約50%に量水計が設置されている。

しかしながら、約50%の家庭及び事業所に、量水計が設置されていないこと、住民の節水に対する意識の低さ等から上水をかなり無駄使いしている人達がいると言われている。量水計を設置することは、それを監視・規制し、その人達を指導・啓蒙することによって、現在の水不足を比較的低廉な費用で緩和しうる有効な手段になり得ると考えられる。さらに、全水道使用者から使用水量に基づく公平な料金を徴収し得るようになり、健全な上水事業の運営手段の1つの道具として貢献すると考える。

1990年2月にアメリカの援助により量水計が供与され、現在家庭及び事業所への設置工事が進行中である。従って、この工事が終了すれば、量水計設置率は100%となり、日本からの量水計の供与は必要ない。

4-2-2 パラオの要請内容と改善計画案の比較

改善計画案は効果、緊急性、経済性、既施設との整合及びその活用を考慮して要請内容を変更した。その比較は表4-1に示すとおりである。

表4-1 パラオの要請内容と調査団の改善計画案の比較

項	日	要 請 内 容	改 善 計 画 案	増	減
1. 給水システム		給水システムは変更しない。即ち、既存送水兼配水管路を新設の送水兼配水管路に敷設する。既設管路は使用しない。	給水システムを変更する。即ち、送水兼配水管路を分離し、それぞれ専用の機能を持たせる給水システムとする。新設管路は送水管路とし、既設管路は配水管路とする。		
2. 取水ポンプ用緊急発電機 (300KVA)		2台	0	2台	減
3. 配管 (ダクタイル鑄鉄管) (1)取水ポンプ場からギーマルダムまでの導水管 (2)浄水場からアイライ貯水タンク及びK・B橋までの送水管 (K・B橋に添架する場合) (3)コロール、マラカル及びアラカベサン島の各貯水タンクまでの配管		<p>口径：400mm 延長：6.2km</p> <p>口径：400mm 延長：5.5km</p> <p>口径：300mm 延長：0.4km</p> <p>口径：400mm 延長：8.38km</p> <p>口径：300mm 延長：7.43km</p>	<p>口径：250mm 延長：5.1km</p> <p>口径：400mm 延長：0.1km</p> <p>口径：300mm 延長：2.3km</p> <p>口径：200mm 延長：1.8km</p> <p>口径：300mm 延長：3.3km</p> <p>口径：250mm 延長：6.8km</p> <p>口径：200mm 延長：0.6km</p> <p>(マラカルの送水管を継)</p>	<p>口径：400mm 14.98km減</p> <p>口径：300mm 2.33km減</p> <p>口径：250mm 11.9 km増</p> <p>口径：200mm 2.4 km増</p> <p>合 計 3.01km減</p>	
4. 既設タンク水位制御設備		-	4基	4基	増
5. 浄水送水ポンプ (容量：約3.97m ³ /分)		-	1台	1台	増
6. アラカベサン貯水タンク塗装工事 (内外面)		-	1式	1式	増

4-3 計画概要

4-3-1 実施体制

国家計画局が本計画の建設工事の担当であり、工事完了後の維持・管理を行う。

4-3-2 計画立案のための基本事項

本上水道改善計画立案のための基本事項は次のように設定する。

- (1) 計画目標年次は2000年に設定する。
- (2) 計画給水地域はコロール・アイライ両地区とする。
- (3) 計画目標年次における給水量は $5,300 \text{ m}^3/\text{日}$ (約 1.4百万ガロン/日) と設定する。
 - 1) 計画目標年次の給水人口は20,600人とする。
 - 2) 計画目標年次における1人当たり1日平均給水量は 257リットル (68ガロン) とする。
- (4) 既施設のハード面の改善は施設のシステム変更とポンプ設備及び管路等の増設を行う。
- (5) 既施設のソフト面の改善は運営・維持管理体制と水使用料金徴収体系等の改善を行う。

4-3-3 計画の概要

パラオ上水道改善計画の計画の概要は以下に示すとおりである。

改 善 計 画 の 概 要	
1) 原水導水管の敷設	
-	ダクタイル鋳鉄管 口径 250mm、延長 5.1km
2) 送水管の敷設 (但、K. B橋部分については、K. B橋に添架されている既設管 300mmを活用し、新設管は当該プロジェクトに含めない)	
-	ダクタイル鋳鉄管 口径 400mm、延長 0.1km
-	ダクタイル鋳鉄管 口径 300mm、延長 5.5km
-	ダクタイル鋳鉄管 口径 250mm、延長 6.8km
-	ダクタイル鋳鉄管 口径 200mm、延長 2.4km
3) マラカル貯水タンクを除く 4 基の既設貯水タンク貯水位制御設備の設置	
-	既設タンク (4 基) の貯水位制御設備 (自動弁及び水位制御設備)
4) 浄水送水ポンプの設置	
-	多段式斜流ポンプ 1 台 [3.97m ³ /分 (1,050ガロン/分)] (仕様: 既設多段式大型斜流ポンプと同じ)
-	原動機及び制御設備 1 式
-	既設多段式大型斜流ポンプ吐出管の一部改修
5) アラカベサン貯水タンク塗装工事 (内外面)	
	アラカベサン貯水タンク塗装工事に使用したサンドブラスター機は、他のタンクの維持、修理用としてパラオ側に供与する。