No. 4

マーシャル諸島共和国

マジュロ環礁水道設備改善計画
基本設計調査報告書

昭和61年12月

国際協力事業団

マーシャル諸島共和国

マジュロ環礁水道設備改善計画
基本設計調査報告書

昭和61年12月

国際協力事業団

序　　文

日本国政府は、マーシャル諸島共和国政府の要請に基づき、同国のマジュロ環礁水道整備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。

当事業団は昭和６１年８月４日より８月３１日まで、無償資金協力計画調査部基本設計調査第一課　松永龍児を団長とする基本設計調査団を現地に派遣した。

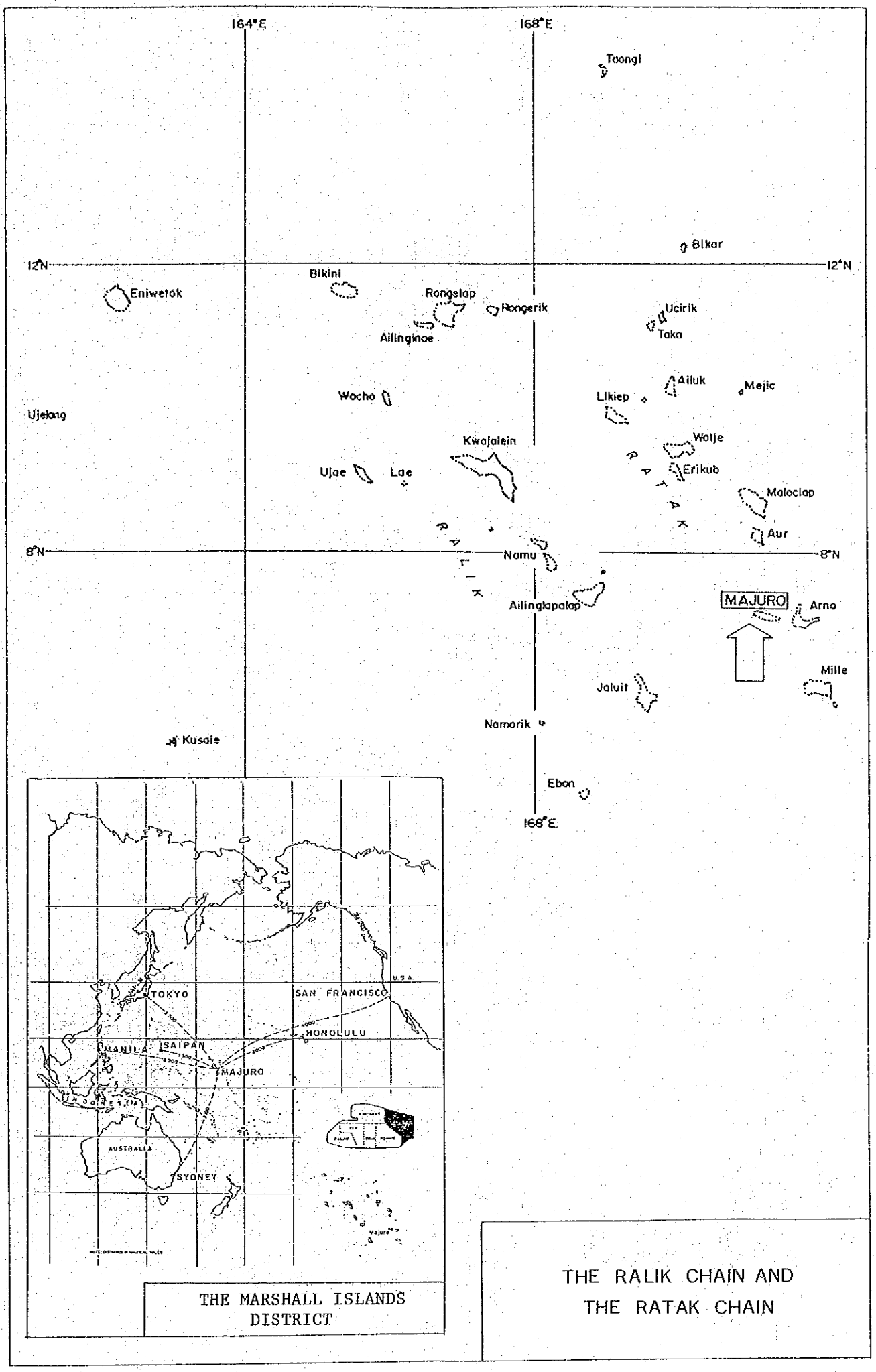
調査団は、マーシャル諸島共和国政府関係者と協議を行うとともに、プロジェクト・サイト調査、資料収集等を実施し、帰国後の国内作業、ドラフト・ファイナル・レポートの現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなった。

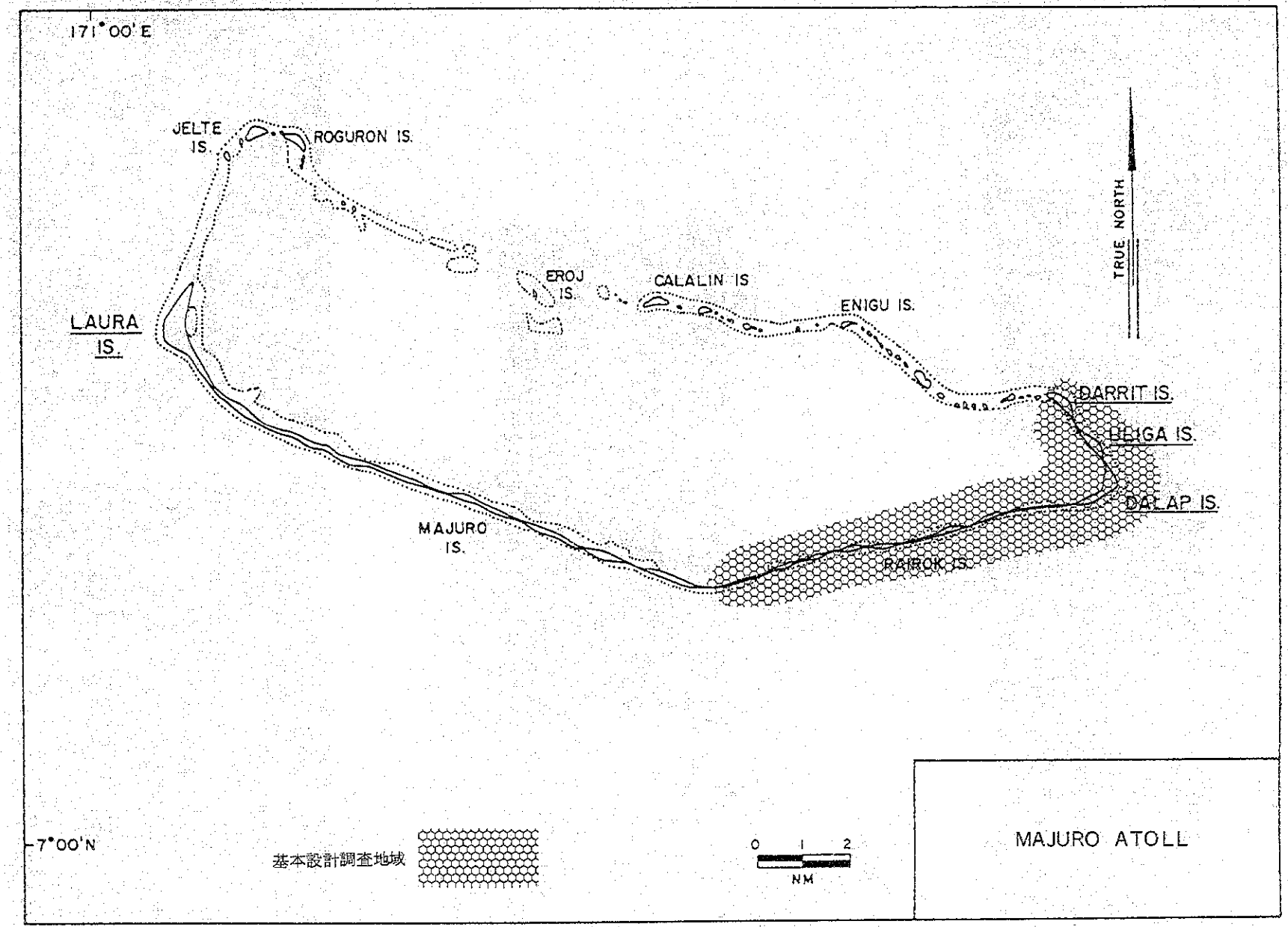
本報告書が、本プロジェクトの推進に寄与するとともに、マーシャル諸島共和国の給水事情の改善に成果をもたらし、ひいては両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものである。

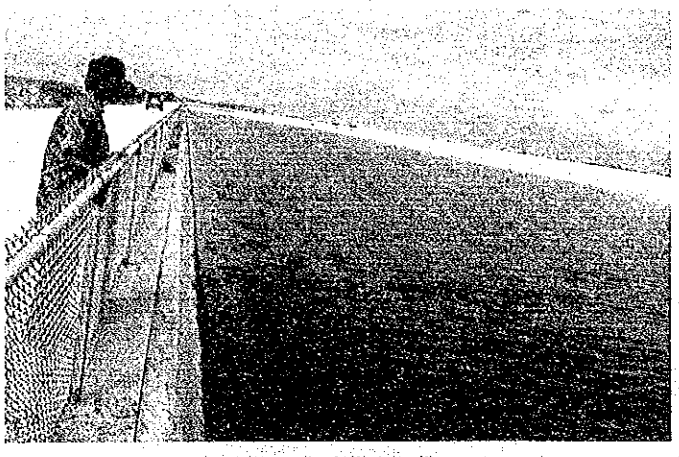
最後に、本件調査にご協力とご援助をいただいた関係各位に対し、心より感謝の意を表するものである。

昭和６１年１２月

国際協力事業団
総裁　有田圭輔


164°E
168°E
Taongi
Bikar
12°N
12°N
Bikini
Eniwetok
Rongelap
Rongerik
Ailinginae
Ucirik
Taka
Ailuk
Mejic
Wocho
Likiep
Ujelang
Kwajalein
Wotje
Erikub
Ujae
Lae
Maloelap
Aur
8°N
8°N
Namu
Ailinglapalap
MAJURO
Arno
Mille
Jaluit
Namorik
Kusaie
Ebon
168°E
TOKYO
SAN FRANCISCO
HONOLULU
MANILA
SAIPAN
MAJURO
AUSTRALIA
SYDNEY
THE MARSHALL ISLANDS DISTRICT
THE RALIK CHAIN AND THE RATAK CHAIN

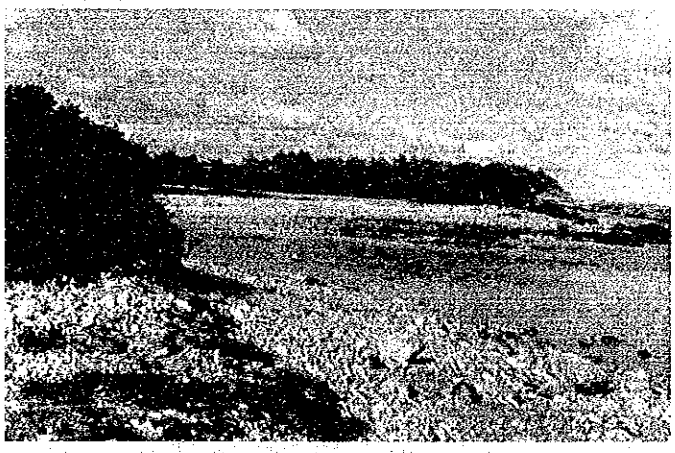

171°00' E
JELTE IS.
ROGURON IS.
EROJ IS.
CALALIN IS
ENIGU IS.
LAURA IS.
TRUE NORTH
DARRIT IS.
LIBIGA IS.
DALAP IS.
MAJURO IS.
RAIROK IS.
7°00'N
基本設計調査地域
0 1 2
NM
MAJURO ATOLL



空港滑走路集水設備
（豪雨直後：1986年8月6日）

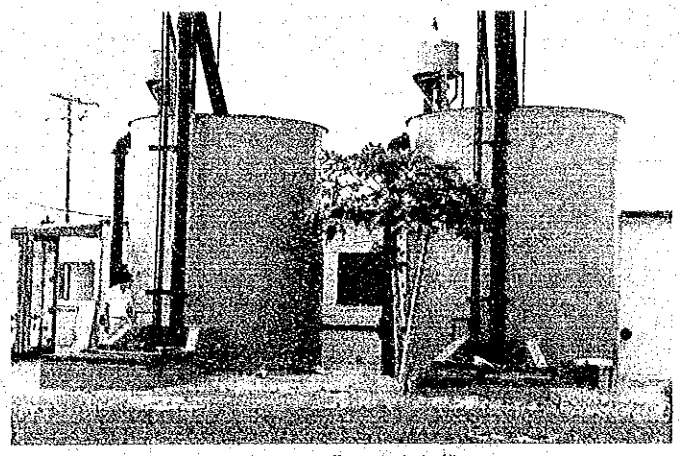
ポンプ場№4

浄水場"C"の原水貯水池

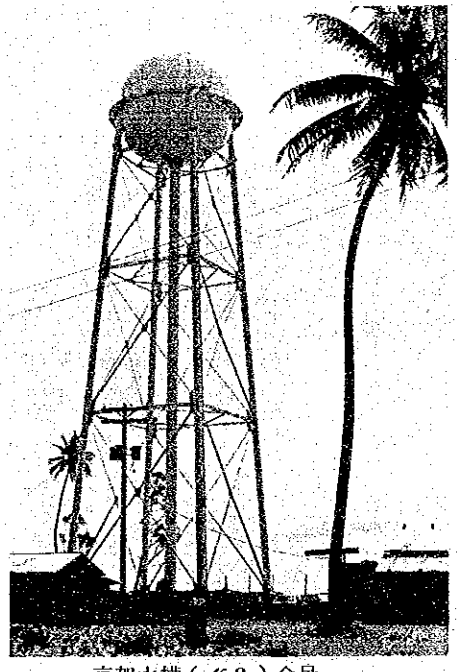


新設原水貯水池建設予定地

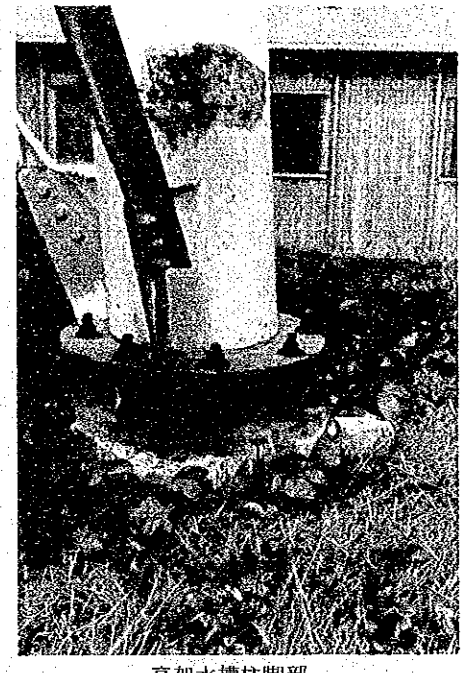
同　　左



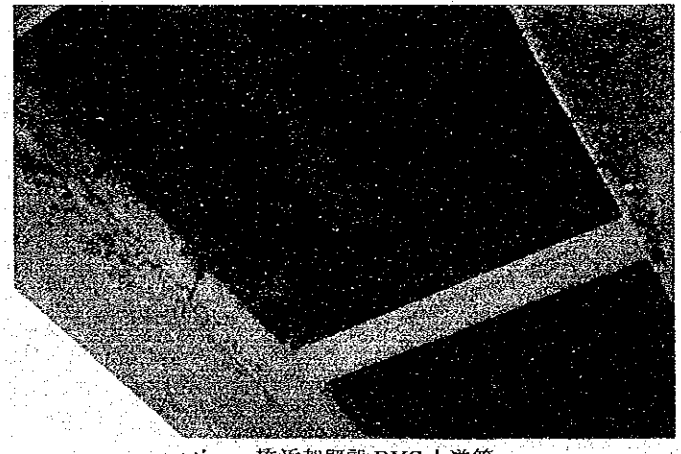
浄水場"C"の浄水設備



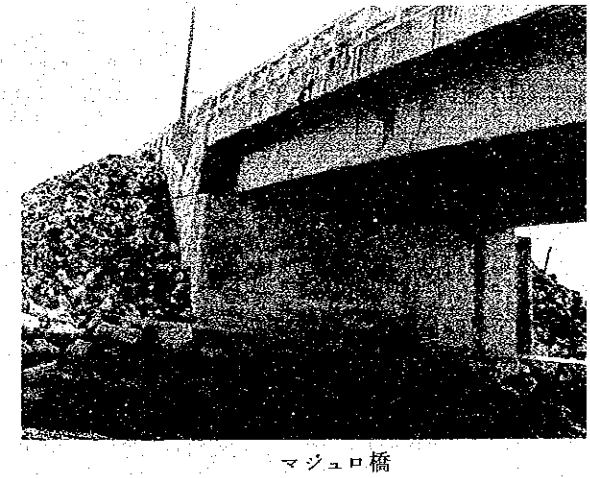
高架水槽（No.2）全景



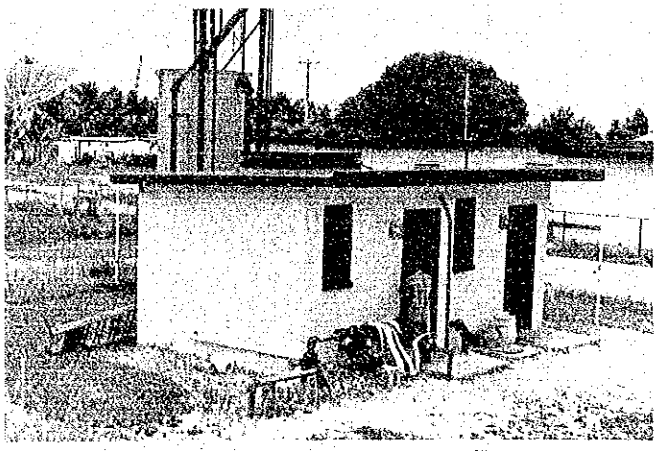
高架水槽柱脚部
（アンカーボルト，柱脚が腐蝕している）



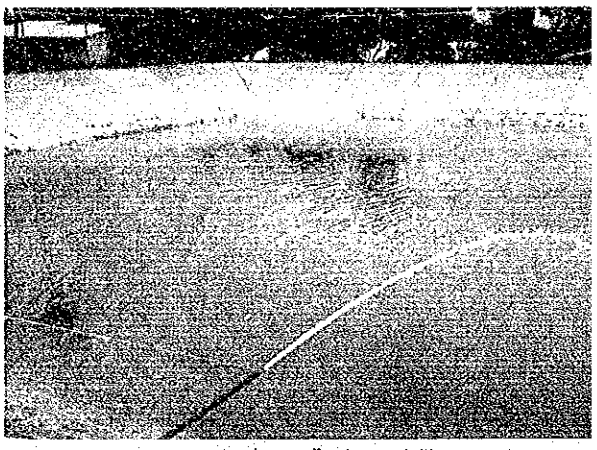
マジュロ橋添架既設PVC水道管
（コンクリートで支持）



マジュロ橋



浄水場"A"ポンプ室及び浄水設備

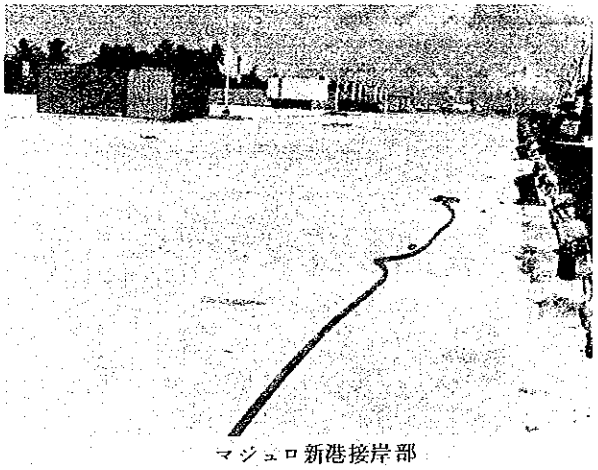


浄水場"A"原水貯水池

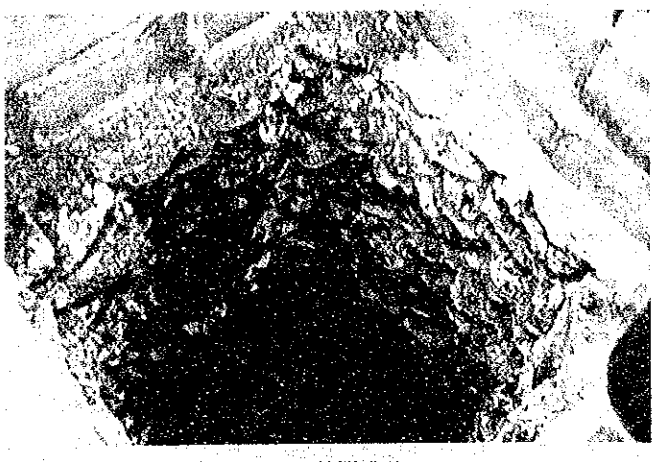
DUD地区市街地（マーシャル銀行付近）

下水管敷設工事状況

国立マジュロ病院

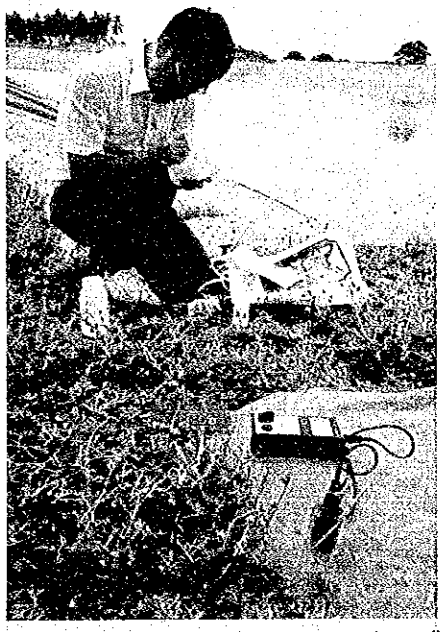


マジュロ新港接岸部



ローラ地区浅井戸

ＤＵＤ地区に設置されている個人用貯水槽
（天水及び公共水道兼用）



水質検査用サンプル採取状況（浄水場"Ｃ"）

地質調査テストピット（新港付近）

水準測量作業状況（南鰹付近）

序　文

地　図

写　真

目　　次

要　約 …… 1

第1章　緒　　論 …… 7

第2章　計画の背景 …… 9
2-1　国家開発計画の概要 …… 9
2-2　給水施設整備計画 …… 11
2-3　給水施設整備計画と本計画との関連 …… 12
2-4　給水状況 …… 15
2-5　給水施設の現状と水道事業 …… 17
2-5-1　給水施設の現状と問題点 …… 17
2-5-2　水道事業 …… 26
2-5-3　財政と外国援助 …… 28
2-6　要請の内容 …… 33

第3章　計画地の概況 …… 35
3-1　一般概況 …… 35
3-1-1　位置及び地形 …… 35
3-1-2　人　　口 …… 37
3-1-3　社会経済状況 …… 39
3-2　自然条件 …… 40
3-2-1　地　　質 …… 40
3-2-2　気　　象 …… 42
3-2-3　海　　象 …… 42
3-3　インフラ状況 …… 43
3-3-1　電　　力 …… 43
3-3-2　電　　話 …… 44
3-3-3　下 水 道 …… 44

第４章　供与計画の内容 …… 45
4-1　目的・内容 …… 45
4-2　要請内容の検討 …… 45
4-3　計画概要 …… 52

第５章　基本設計 …… 57
5-1　基本計画及び基本設計方針 …… 57
5-2　基本計画 …… 59
5-3　基本設計図 …… 94
5-4　概算事業費 …… 119

第６章　事業実施体制 …… 121
6-1　実施組織 …… 121
6-2　施工計画 …… 122
6-3　工事範囲 …… 125
6-4　実施スケジュール …… 126
6-5　維持管理計画 …… 130
6-6　資機材調達計画 …… 137

第７章　事業評価 …… 141

第８章　結論・提言 …… 145
8-1　結　　論 …… 145
8-2　提　　言 …… 146

APPENDIX

1. 議　事　録
2. 調査団員名簿
3. 現地調査の日程
4. 面談者リスト
5. カントリーデータ
6. 水文、気象、海象データ
7. RAIROK（マジュロ空港から火力発電所付近まで）地区地質調査データ
8. 送水管給水圧データ
9. 水質試験データ
10. 残留塩素及び大腸菌群試験データ
11. 現地調査時の水道設備改善案及び水道設備改善規模の検討
12. 原水貯水池遮水シートデータ
13. 浄水場"C" 機器設備データ
14. マーシャル諸島共和国負担事業費内訳
15. 維持管理費内訳
16. 現地調達可能建設資機材・労務及び価格
17. 収集リスト

基本設計図目録

1. 一般配置図 (GENERAL LAYOUT)

2. フロー図 (FLOW CHART)

3. ポンプ場No.4改善計画図 (IMPROVEMENT PLAN OF PUMP HOUSE NO.4)

4. 新設原水貯水池平面及び断面図 (PLAN AND SECTION OF NEW RAW WATER RESERVOIR)

5. 浄水場"C" の新設浄水設備図 (NEW PURIFICATION FACILITY AT TREATMENT PLANT "C")

6. 新設送水管路平面図 (1/3) (PLAN OF NEW WATER SUPPLY PIPE LINE (1/3))

7. 〃 (2/3) (PLAN OF NEW WATER SUPPLY PIPE LINE (2/3))

8. 〃 (3/3) (PLAN OF NEW WATER SUPPLY PIPE LINE (3/3))

9. 新設送水管路詳細図 (1/3) (DETAIL OF NEW WATER SUPPLY PIPE LINE (1/3))

10. 〃 (2/3) (DETAIL OF NEW WATER SUPPLY PIPE LINE (2/3))

11. 〃 (3/3) (DETAIL OF NEW WATER SUPPLY PIPE LINE (3/3))

12. 既設高架水槽No.1及びNo.2平面及び立面図 (PLAN AND SECTION OF EXISTING ELEVATED TANKS NO.1 AND NO.2)

ABBREVIATIONS

AC Pipe	Asbestos Cement Pipe
CIP	Capital Improvement Projects
DPW	Department of Public Works
DUD	Darrit, Uliga & Dalap
DWG.	Drawing
E/N	Exchange of Notes
EXIST.	Existing
Fig.	Figure
F/W	Fresh Water
GPM	Gallon Per Minute (= 3.785 liter/minute)
HP	Horse Power
kGal	Kilo-gallon
MPW	Ministry of Public Works
NINE GROUP	Nine Well Enterprise Co., Ltd. & Nine Golden Engineering Co., Ltd.
P/H	Pump House
PII	Pacific Internationl, Inc.
PPM	Parts Per Million
psi	Pound Per Square Inch (= 0.0703 kgf/cm^2)
Q'ty	Quantity
RMI	The Republic of the Marshall Islands
RPM	Revolutions Per Minute
R/W	Raw Water
TDH	Total Dynamic Head
T/P	Treatment Plant
TTPI	Trust Territory of the Pacific Islands
UN	United Nations
W/T	Water Treatment

要　　約

要　約

マーシャル諸島共和国マジュロ環礁の水需要は、近年の急激な人口増加と生活の高度化、病院、ホテル、魚工場等の大量水消費産業の発達により、年々高まっており、首都マジュロにおける安定的な給水計画が、緊急かつ重要となっている。現在の給水施設は、1973年、米国の援助により整備され、マジュロ空港の滑走路に降った雨水を集水し５つの貯水池（15百万ガロン）に貯水し浄化した後、各家庭・事務所に直接配水する方法を用いているが、現在の人口に対してすら適量の飲料水を給水するにはかなり不足している。このため常時の１日の給水時間を13時間（６時30分から19時30分）までに制限している。更に、乾期には雨期の降雨状態によって、朝、昼、夜の３回、朝、夜の２回、夜のみの１回あるいは、２～３日間に１回（各回２時間程度）の給水という厳しい給水制限を実施している。また、管路網が不備であり、均一な水供給が図られていない。このような背景のもとに、マーシャル諸島共和国は上水道供給施設改善計画について日本国政府に対して無償資金協力を要請してきた。

この要請に応えて、日本国政府は基本設計調査を行うことを決定し、国際協力事業団は、1986年８月４日から同年８月31日まで基本設計調査団をマーシャル諸島共和国に派遣した。

調査団はマーシャル諸島共和国関係者との協議、マジュロ環礁の給水事情調査、マーシャル諸島共和国国家開発５ヶ年計画及び既設水道設備についての資料・情報収集ならびに実態調査、送水管路沿いの地形測量及び土質試掘調査、水質試験及び水圧測定の実施、給水区域及び給水人口の調査、運転・維持管理状況の調査、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とりまとめた。

給水改善計画の基本事項は次のとおりである。

① 計画目標年次は、マーシャル諸島共和国が1981年に策定した国家開発計画の目標年次である2000年に設定する。

② 計画給水区域は、DUD 地区を含むマジュロ空港からリタまでとする。

③ 目標年次2000年の計画給水区域内の人口、給水人口及び給水率は、それぞれ16,000人、15,520人及び97%とする。

④ 2000年の計画目標年次における計画１日平均送水量は、 3,600㎥／日に設定する。これは１人１日平均給水量 200ℓ／人・日に相当し、このうち 140ℓ／人・日が生活用水使用水量である。

集水及び送水システムは次のとおりである。

a) マジュロ空港の集水域（滑走路及び周辺地区）に降った雨水を集水して、空港近くの原水貯水池に貯水した後、浄化し、浄水を貯水池に貯留する。

b) 既設原水ポンプ場NO. 4 に海水流入防止設備を建設し、荒天時、空港集水域に流入する海水に起因する高塩分濃度上水の給水を防止する。

c) 既設の浄水施設の送水ポンプより新設の送水管によってDUD 地区の既設高架水槽（２基）に揚水する。

d) 既設浄水施設には、浄水設備１基及び付帯ポンプ設備を増設し、適正な能力と、安定した衛生的な上水を確保する。

e) 配水は、高架水槽より既設の送・配水管を流用して、自然流下により行われる。これによって、マジュロ空港までの計画給水地域の家庭及び事業所等にできるだけ安定的・均一的な給水を図る。

f) 計画給水区域全域にほぼ均等に配水するために、現システムを計画変更する。そのために、新設の送水管を敷設し、既設の高架水槽を活用するとともに、既設送・配水管を配水管のみに使用するオーソドックスなシステムとする。なお、現況システムと同じように、送水ポンプ設備より各家庭の事業所に直接送水できる機能は確保する。

g) 上水送水ポンプ設備を高架水槽水位に応じて運転させるシステムとするため、送水ポンプ設備を送水管内水圧により自動起動、停止させる。

h) 現在、量水計のない家庭及び事業所に量水計機器を供与する。これによって家庭・事業所の蛇口等からの漏水を防止し、より安定した上水の確保、有効利用率の増大、使用水量をベースにした公平な水道料金の徴収、維持管理の改善、健全な水道事業の確立ならびに住民の啓蒙等に役立てる。

i) 高架水槽は既設施設を補強、改修、整備して活用する。

j) 新設の送水管は口径 350、 300、 250mmのダクタイル鋳鉄管を主体に敷設し、高架水槽の送・配水用管（口径 250、 200mm）は施工性、安全性を考慮して鋼管とする。管径は目標年次の水需要を予測して最適な管径を選定する。

給水施設改善計画の概要は以下のとおりである。

給水施設改善計画の主な概要

給　水　区　域	マジュロ空港よりリタまでの区域
計画給水人口	15,520人
計画1日平均給水量	3,600㎥／日
水　　源	現施設をそのまま利用
貯　水　池	新設原水貯水池（9百万ガロン）の建設
ポ　ン　プ　場 No. 4	既設ポンプ場の改造：海水流入防止設備の建設と原水ポンプ集合送水管の1部整備
浄　水　設　備	既設浄水設備の改造：自動重力式サイフォンフィルター (226ガロン／分) × 1基及び付帯ポンプ設備の増設
高　架　水　槽	既設高架水槽（ 100,000ガロン× 2基）の補強、改修及び付帯設備の整備
送水管	・送水管及び付帯設備の建設 ダクタイル鋳鉄管　φ 350mm×12.2km ダクタイル鋳鉄管　φ 300mm× 2.6km ダクタイル鋳鉄管　φ 250mm× 0.2km 鋼　管　φ 250× 132m（高架水槽2基分） 鋼　管　φ 200×　80m（オーバーフロー2基分） 付帯設備（仕切弁、空気弁、泥吐管）：1式 RC製サージタンク：3
配　水　管	既設石綿セメント送・配水管（φ6", 8", 10"及び12"）をそのまま利用
漏水防止用量水計	・量水計の供与　　：約 750個

マーシャル諸島共和国の負担事業の主なものは次のとおりであり、その概算費用は630,000ドル（1億円）である。

・着工前の原水貯水池用地の造成工事及び消波用の捨石（RIPRAP）の設置工事
・新設送水管路地沿いの送水管敷設前後のRIPRAPの撤去・復旧工事
・日本及び第3国からの輸入資機材に対する関税等の費用
・量水計取付工事費

マーシャル諸島共和国の本プロジェクト実施担当機関は、公共事業省（MINISTRY OF PUBLIC WORKS)である。マーシャル諸島共和国は日本のコンサルタント及び請負業者と密接な連絡、協議を図り本水道改善プロジェクトの一切の工事を円滑に進めることが肝要である。

日本政府の負担建設工事の内訳は次のとおりであり、その概算費用は、PHASE Ⅰ：4.1億円、PHASE Ⅱ： 5.4億円の合計 9.5億円である。

(1) PHASE Ⅰ

① ポンプ場の海水流入防止設備建設と原水ポンプ集合送水管の1部整備
② 浄水設備（1基）及び付帯ポンプ設備の増設
③ 原水貯水池（9百万ガロン×1基）の建設
④ 既設高架水槽（2基）の補強、改修及び付帯設備の整備

(2) PHASE Ⅱ

① 送水管路敷設工事
② 量水計機器の供与

建設工事期間は、実施設計及び入札業務を含めて、交換公文締結後、PHASE Ⅰ；14.5ヶ月、PHASE Ⅱ；17.5ヶ月を必要とする。

給水設備の年間維持管理費は約21万ドル（約34,650,000円）と算定され、維持管理主体は、公共事業省である。

なお、公共事業省はマーシャル諸島共和国負担工事範囲である原水貯水池（9百万ガロン）の建設用土地造成・ RIPRAP 設置工事ならびに送水管敷設ルート上のRIPRAPの撤去・復旧工事の所定期日までの施工、仮設用地を含む全ての建設用地の確保ならびに工事用電力・用水の必要量をサイトで無償支給すること等について責を負う。

本プロジェクトの実施によりマーシャル諸島共和国の首都マジュロのDUD 地区及び周辺地区の住民に対して安全で清潔な水道水を安定的に供給することが可能となり、住民の生活の安定と向上、保健衛生環境の改善ひいては産業の活性化に寄与することが期待される。以上より日本政府の無償資金協力によって行われる意義は大きく、多大な援助効果が期待されるものである。

第1章　緒　　論

第1章　緒　　論

太洋州の国々の大きな特徴の一つは、点在する多くの島を統合して国家を形成していることであり必然的に主島と他の 1～ 2の副島に政治、経済的機能が集中することにある。これは主要島の過密化と他の離島の過疎化を意味する。

マーシャル諸島共和国（以下「マ」国と呼称する）もまさに、その一般状況下にある。主島であるマジュロ環礁も幼児死亡率の低下と出産率の上昇、ならびに離島からの流入により、人口は急増している。ことに、就労を求めて、政治経済の中心地であるダリット、ウリガ、ダラップ（以下DUD 地区という）地区への集中が著しい。本DUD 地区はマジュロ環礁の南東部に位置し、政府庁舎、学校、病院、教会、新旧港湾、発電所等の主要な公共施設と住宅が環礁の2/3 の面積を占めるこの地区に集中している。

マジュロ環礁の住宅約 1,700戸の内2/3 の約 1,200戸、また、現在約11,000人の人口のうち大半はこのDUD 地区に集中している。しかし、開発計画の遅れから、インフラ整備は未だ満足すべき状態に程遠い。

なかんづく、マジュロ環礁における現状の給水施設は、DUD 地区において1973年に実施された米国の援助により整備されてはいるが、安定的に供給されるべき生活用水と地域産業開発に不可欠な給水施設の現状は、質、量ともに不十分である。また、地形的にも河川、湖沼を全く持たない環礁特有の狭い国土は安定した水源の確保を困難なものとしている。

現状の給水施設は、マジュロ空港の滑走路に降った雨を集水し、合計貯水量15百万ガロン（約57,000m3）の 5つの原水貯水地に貯水した後浄化し、一旦浄水を貯留した後、直接圧送方式で各家庭、公共施設等に給水する方法を採用している。貯水池容量は、約47日分の消費量しかなく、現在の人口についてすら適量給水するには多量に不足している。従って、 1日の給水時間は13時間（ 6時30分から19時30分）までに制限している。乾期には雨期の降雨状態によって、朝、昼、夜の 3回、朝、夜、の 2回、夜のみの 1回あるいは、 2～ 3日間に１回（各回 2時間程度）の給水という、厳しい給水制限を実施している。1986年 8月現在、朝 3時間、昼 2時間、夜 3時間のみの給水となっている。更に、給水管路網が不備であり、均一な水供給が図られていない。

更に、荒天時には、集水流域への海水の流入による上水の高塩分濃度化に伴う質の低下が生じている。また、給水本管から各家庭及び事業所等へ直接圧送給水するというシステム上の特徴による給水端末区域の極端な水不足、事業費ならびに予備品不足によるDUD 地区処理場設備の不十分な維持・管理に伴う機能の低下及び喪失や、定期的な塗装実施不履

行による高架水槽アンカーボルト、主柱等の腐蝕などの老朽化問題もあり、改善計画は急務である。マジュロ環礁水道設備改善事業は、「マ」国の 5ケ年計画でも緊急プロジェクトとして、公共事業の章でとりあげられ、その重要性が強く指摘されているとともに、具体的目標をかかげて国家計画事業の内でプライオリティ第一位に位置付けられている。

このような背景のもと、「マ」国は、DUD 地区への上水道問題を解決するため、現在の上水道供給設備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。

日本国政府は要請を検討した結果、本計画に関する基本設計調査の実施を決定し、この決定に基づき国際協力事業団は、無償資金協力計画調査部基本設計調査第一課　松永龍児を団長とする基本設計調査団（APPENDIX-2）を1986年８月４日から８月31日まで派遣した。

この調査の目的は、「マ」国より要請のあった、マジュロ環礁水道設備改善事業に関する設備建設について、現状を的確に把握しその計画の妥当性、援助効果などを検討することである。

今回の調査では、原水及び上水の水質ならびに給水圧テスト、計画ルート沿いの縦断測量ならびに地質試掘テスト調査にも留意した。

調査団は「マ」国政府および「マ」国水道設備の計画・設計・施工管理を実施している米国CIP(CAPITAL IMPROVEMENT PROJECTS) 関係者らと要請の背景、目的等について十分な協議と現地調査を行った。

討議の結果を議事録として巻末に添附した。

調査団は帰国後、給水の現状、既設給水設備の実情、維持管理の実態、関連事業計画との関係ならびに協力の妥当性、内容及び規模に留意しながらマジュロ環礁水道設備改善計画基本設計の報告書を作成した。

第２章　計画の背景

第2章　計画の背景

2－1　国家開発計画の概要

マーシャル諸島はおよそ80年間にわたるドイツの保護領の後、1914年から第二次世界大戦終了時まで日本がその統治を続けた。1947年に米国による国連信託統治領となり、1979年 5月 1日マーシャル諸島憲法が制定され対外的にもマーシャル人を代表とする自治政府が発足し、1982年国名も正式にマーシャル諸島共和国と宣言し独立へ歩み出した。その間、1978年米国との間で信託統治を終了するについて以後のマーシャル諸島共和国の政治、経済、軍事等に関する友好的な方向づけを記した自由連合協定（COMPACT OF FREE ASSOCIATION）が草稿された。自由連合協定は、先ず1983年 9月国民投票によってマーシャル諸島共和国が承認し、その後1986年 1月米国が承認した。現在、信託統治終了に関する議案が、国連安全保障理事会での承認待ちとなっている。

マーシャル諸島の開発計画には、先ず経済上の基本的問題を見きわめる計画（1976－1981）や事業化可能案件を含む投資計画（1981－1995）があったが、実施プログラムが無かったり、統合的開発戦略がなかったためどれも実施までには至っていない。

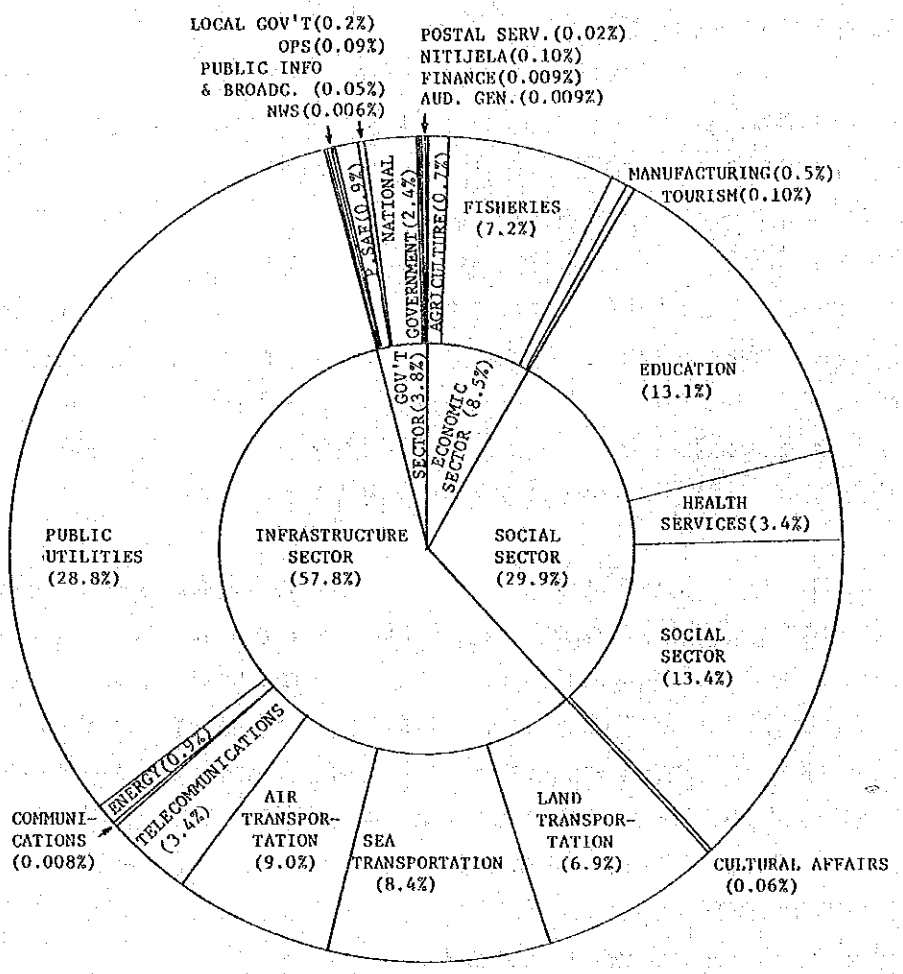
マーシャル諸島共和国は国家として、本格的な開発計画を1984年に第一次 5ケ年計画（1985－1989）として策定した。この計画は、自由連合協定に記載されている基本的理念および実施計画にもとずいて策定された、今後15年間の長期計画のうちの最初の 5ケ年計画である。 4編22章からなる第一次５ケ年計画は国家計画委員会（NATIONAL PLANNING COMMITTEE）の指示によって起草され、政府及び代表的民間機関の役割も明示している。第一次５ヶ年計画の長期目標は、

1．独立の実現に向け継続的努力をすること。
2．マーシャル国民の生活水準向上のため健全な経済基盤を築くこと。
3．急増する労働力に対する雇用機会拡大のための継続的努力をすること。
4．諸島間及び、異なる所得階層間の公平な開発をもたらすこと。
5．現在及び将来世代のため国家の文化的環境的遺産を保存すること。

となっている。当該プロジェクトに関連する第 3編には農業、水産から司法、法律及びサービスまでの13の各分野に於ける計画が記述されており、１．機構、２．問題と論点、３．目標、４．戦略、５．プログラムとプロジェクト、という構成となっている。

これらの内容を分野別に円グラフにまとめたものが図２－１である。この図は５ヶ年計画の中で基盤整備（INFRASTRUCTURE）に最も大きな比重をおいていることを示している。

図2－1　産業部門別投資計画図　1985－89



上水道事業については第19章で述べられており、人間が生活をしていくために絶対不可欠なものである給水、配水に関し、自然急増する人口、就労を求めて離島より政治・経済の中心であるマジュロ環礁、とりわけDUD 地区に集中する人口に対応する給水施設の改善が急務であり最優先に取り組むべきであると強調されている。

現在、住民は特に乾期における給水量の枯渇、下流給水区域への不均一な給水と給水量の不足、一部施設の老朽化等の問題で厳しい給水制限を余儀なくされているのが現状である。第一次５ヶ年計画の計画目標年次には一日総需要量の75%、即ち、一日18時間の給水を可能にするよう既設水道設備の改善を提言している。

更に、５ヶ年計画で期待されている産業の発展や観光化を実現する観点からも、その基盤ともいえる給水施設を整備することは優先されるべきであろう。

２－２　給水施設整備計画

「マ」国の給水施設整備計画はマジュロ環礁とクウェジェリン環礁イバイ（EBEYE）に重点をおいている。表２－１に示されているように、この２地区に「マ」国の人口の約60%が住んでいるためである。表２－２はマジュロ環礁における1985～1989年の給水施設整備 5ケ年計画の案件一覧であり、表２－２は同じ地区及びイバイにおける、給水施設整備 5ケ年計画の案件一覧である。これによるとマジュロ環礁における給水施設整備計画は、1985～1989年の 5ケ年に16,364万ドルの投資を計上している。

なお、表２－２には、DUD 地区の下水道施設の整備費（ 1,250万ドル）も含まれているが、これはこの環礁が現在、及び将来とも生活用水の水源として地下水に頼らざるを得ないことがわかっており、地下水の汚染を防ぐために下水道施設の整備が不可欠であるとの観点から広い意味での給水施設整備計画といえるものと考え含めた。

表２－１　１９８０年におけるマジュロ環礁及びイバイの人口と人口密度

	人口（人）	率（%）	面積(Km²)	人口密度（人／ Km²）
マジュロ環礁	11,791	38	9.6	1,228
内訳（DUD 地区）	(8,595)	(28)	(1.3)	(6,602)
イバイ（EBEYE）	6,169	20	0.3	20,563
小　計	17,960	58		
マーシャル全体	30,873	100	169.0	183

２－３　給水施設整備計画と本計画との関連

表２－３で示されているように「マ」国の給水施設整備 5ケ年計画は水源の開発、乾期における給水量の増加、水質保全、使用量の削減、下水道の整備を目的としている。

これに対して本計画は、上記計画ならびに既設施設との整合性をはかりながら乾期における給水量の増加、水質保全、浄水能力の増強と安定した給水設備の稼働、水の適正な配分、使用水量の削減を目的としている。

従って、 5ケ年計画で予定されている12百万ガロンの原水貯水池増設計画、及び量水計設置については、その規模を異にするが、本計画で検討する予定である。しかし、現在は 2-5-3項で述べるように財政的な問題が解決されていないため 5ケ年計画は、いまだ計画どおり進んでいない。更に 5ケ年計画どおり実施したとしても、既存施設が抱えている水の不均一な配分、いくつかの設備の能力不足、老朽化等については改善されない。

実際には、本計画に含まれるような既存施設の改善計画が実施されなければいくつかの根本的な問題が解決されず、実施した他の計画も効果的にその機能を発揮することが困難であると思われる。

従って本計画を遂行することによって、既存設備の改善も行い、いまだその実現の見通しが明確でない「マ」国の給水施設整備に関する長期計画のかなりの部分を実現することができる。

表２－３は第一次 5ケ年計画と本計画の関係を示している。

表２－２　マジュロ環礁及びイバイにおける水道関連設備改善・拡張事業計画（1985～1989年）

	案件	内容	金額	期間	援助源
マジュロ環礁	ローラ地区地下水開発 (LAURA LENS WELL)	ローラ地区に豊富な地下水があることが調査により確認されている。これを約 500.000ガロン／日開発し、人口増加が予測されるローラ地区で 250.000ガロン、DUD 地区で 250.000ガロン利用する計画である。	$ 3 million	1985 ～ 1987 (3ケ年)	2.5－CIP 0.5－COMPACT CAPITAL
	原水貯水池増設 (MAJURO 12-MILLION GALLON PROJECT)	現在18百万ガロンの貯水池を有しているが、乾期には貯水容量が不足するため、12百万ガロンの貯水池を増設する。	$ 500.000	1986 ～ 1988	COMPACT CAPITAL
	海水流入防止設備 (BACKFLOW PREVENTER PROJECT)	海水により汚染された地下水が、送水本管へ逆流しないように逆流防止設備を設ける。	$ 86.500	1985 ～ 1987	COMPACT CAPITAL
	量水計設備の敷設 (WATER METER PROJECT)	各家庭に量水計をつけ、水道の管理体制を構築する。	$ 48.000	1985 ～ 1986	COMPACT CAPITAL
	海水淡水化プラント建設 (POWER DESALINATION PLANT PROJECT)	DUD 地区にある火力発電所の余熱を利用した海水淡水化プラント（ 250.000ガロン／日）を建設する。	$ 250.000	未定	CIP
	下水道設備 (MAJURO SEWER)	DUD 地区における下水道設備の建設	$12.5 million	1985 ～ 1988	CIP
イバイ	火力発電所／海水淡水化プラント建設（POWER ／DESALINATION PLANT PROJECT ）	イバイ南端に火力発電所（ディーゼル／重油）と海水淡水化プラント（ 140.000ガロン／日）を建設する。	$ 17 million	1985 ～ 1988	THE KWAJALEIN ATOLL DEVELOPMENT AUTHORITY (KADA)
	上水道設備 (WATER DISTRIBUTION PROJECT)	幹線道路開通による住宅地及び商業地開発に伴う上水道設備の新設及び既存上水道設備を改善する。	$ 3 million	1986 ～ 1989	KADA
	集水・貯水施設建設 (RESERVOIR , CATCHMENT PROJECT)	750.000 SQ.ft の集水施設及び 4× 3百万ガロン貯水施設を建設する。	$ 4.5million	1986 ～ 1987	KADA

表２－３　第一次５ケ年計画と本計画との関係

案　件　名	目　　的	第一次 ５ケ年計画	本計画
ローラ地区の地下水開発	水源の確保	○	
原水貯水池の増設	貯水量の増大と乾期における給水量の増大	○	○
逆流防止設備の設置	水質の保全	○	
量水計の増設	水道の管理、水使用量削減	○	○
火力発電所廃熱を利用した海水淡水化プラントの建設	給水量の増大	○	
マジュロ環礁の下水道施設の建設	生活環境の整備と地下水の汚染防止	○	
海水混入防止設備の設置	水質の保全		○
浄水設備及び付帯設備の増設	既存設備能力の増強		○
送水管路及び付帯設備の建設	水の適正な配分		○
高架水槽の補修、改善、整備	水の適正な配分		○

2－4　給水状況

飲料水供給を雨水に依存しているような環境下にあって、給水施設の整備の遅れ、給水システムの不備、ならびに施設の老朽化が進んでいるうえに年々急増している人口の増加に伴う深刻な水不足と地域ごとに極端に不均一な給水状態が生じ、大きな国家的問題となっている。

前述したようにDUD 地区の水源は、西方約10kmにあるマジュロ空港の滑走路及びその周辺に降った雨水であり、それを公共水道の主な給水源としている。また住民は、公共水道の補完施設として各家庭で屋根の降雨を貯水槽に入れて使用するなど、個々に飲料水の確保に務めている。

ローラ地区は、島幅も広く、かつ不透水層が地下数メートルから10数メートルのところに形成され、その上層部には有孔砂質層（FORAMINIFARAL SAND）が堆積している。ローラ地区の地質はこのように地下水を滞水するために理想的ともおもわれる良好な条件に恵まれているうえ人口が少なく地下水が生活排水によって汚染されていないにもかかわらず、公共水道施設が完備されていないため、住民は、この豊富な地下水を飲料水に十分使用できず、屋根の降雨を貯水槽に貯留して使用している。

DUD 地区内には 3ケ所の既設地下水源用の井戸がある。しかし、地質が主にサンゴ砂から構成されているため透水係数が大きく、また、島幅がせまいため海水が進入して地下水の塩分濃度が高い。更に多くの人間が生活しているにもかかわらず、下水処理施設がないことから各家庭の汚水が地下浸透槽を通して地下水を汚染しているため、地下水源用の井戸は現在使用されていない。

マジュロ環礁に於ける給水システム及び給水状況は、上述のようにDUD 地区及びローラ地区で大きく異なっている。飲料水確保の現状は次のとおりである。

(1) マジュロ空港の雨水（DUD 地区）

延長約 2,400mの滑走路及びその両側の集水域より集められた雨水は、空港近くの原水貯水池15百万ガロン（約57,000㎥）に貯水された後、浄化され、主要道路沿いに敷設された送水管（ϕ＝12"、石綿セメント管）でDUD 地区に給水されている。

この給水施設は、1973年米国の無償援助で建設されたものである。乾期と雨期

で給水量のバラツキが非常に大きく、更に、給水システムが貯水池に近接する送水ポンプで各家庭、事業所等に直接、圧送するという方式を採用しているため、送水ポンプに近接する区域のホテル、工場、高級住宅で多量の水が消費されることとなり、末端給水区域（リタ）では極端に僅かな給水量になるという区域ごとに給水量のバラツキが顕著となっている。そのために水圧不足が生じ高架水槽への揚水が出来ず、その機能を全く果していない。

(2) 屋根からの水（DUD 地区及びローラ地区）

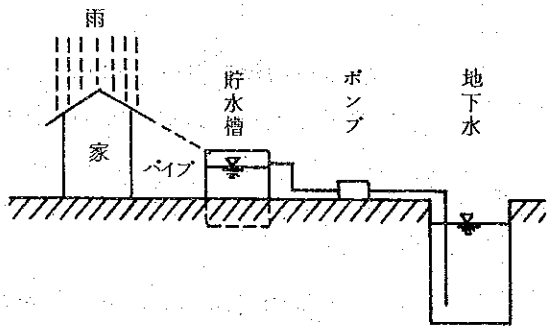
DUD 地区内にある主要な建物（病院、学校等）の屋上で集水した降雨も、貴重な飲料水となっており、施設内で使用されている。本施設と、公共水道施設はパイプで接続されており、余剰水を公共飲料水として使用しうる計画となっている。

しかし、現状は各施設内で使用するだけで、公共水道にまで補水するだけの水確保はできていない。

一方、各家庭でも、それぞれ貯水槽を設けており、飲料水の確保に努めている。1983年の異常旱魃時、3日間に1時間程度の給水という異常事態が生じ、飲料水問題が特に深刻になり、米国が1984年に、420個のステンレス製の貯水槽（約2㎥）を、DUD 地区に提供したことにより、それ以前よりは多少整備された。

(3) 地下水（ローラ地区）

上記のとおり、DUD 地区内での地下水利用は問題があるが、ローラ地区に於いては、公共水道設備が無いことから、地下に浸透した水を汲みあげて貯水槽に確保して飲料にしているか、直接井戸から取水して飲料水にしている。



場所によっては、DUD 地区同様局部的に地下水汚染が懸念されるが、ローラ地区全域として特に問題はなく、更に地下水量も豊富であることから開発が有望視されている。しかし、マジュロ環礁全体では、地下水への依存率は、わずか全体の10～15%程度である。また、上記(2) 及び(3) を複合した飲水システムを採用している家庭もあり、その概略は上図に示すとおりである。

2－5　給水施設の現状と水道事業

2－5－1　給水施設の現状と問題点

(1)　既存給水施設の概況

DUD 地区への給水施設は、前述したごとく1973年 9月に米国（アメリカン・インターナショナル・コンストラクター）により建設されたものであるが、1981年に増設工事も行われて改善され、現在のDUD 地区への唯一の給水施設となっている。

全体システムとしては、単純なものであるが全て自動操作となっている。またこれらの施設及びシステムの概要は、次のとおりである。

原水はマジュロ空港滑走路集水域に敷設されている管径 8～18" の集水パイプにより自然流下で、集められたあと、空港建物近くに設置されている 4台の送水ポンプ（それぞれ500GPM-35' TDH）により、原水貯水池に送水される。原水は浄水設備によって浄化されたあと、浄水貯水池に貯水され 3台の送水ポンプ（それぞれ500GPM-230' TDH ）によって、管径12" ～6"の送水管で、DUD 地区にある 2つの高架水槽と、各家庭等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後述するように給水量のアンバランス及び水圧不足など種々の問題点があり、その機能は十分発揮されていない。

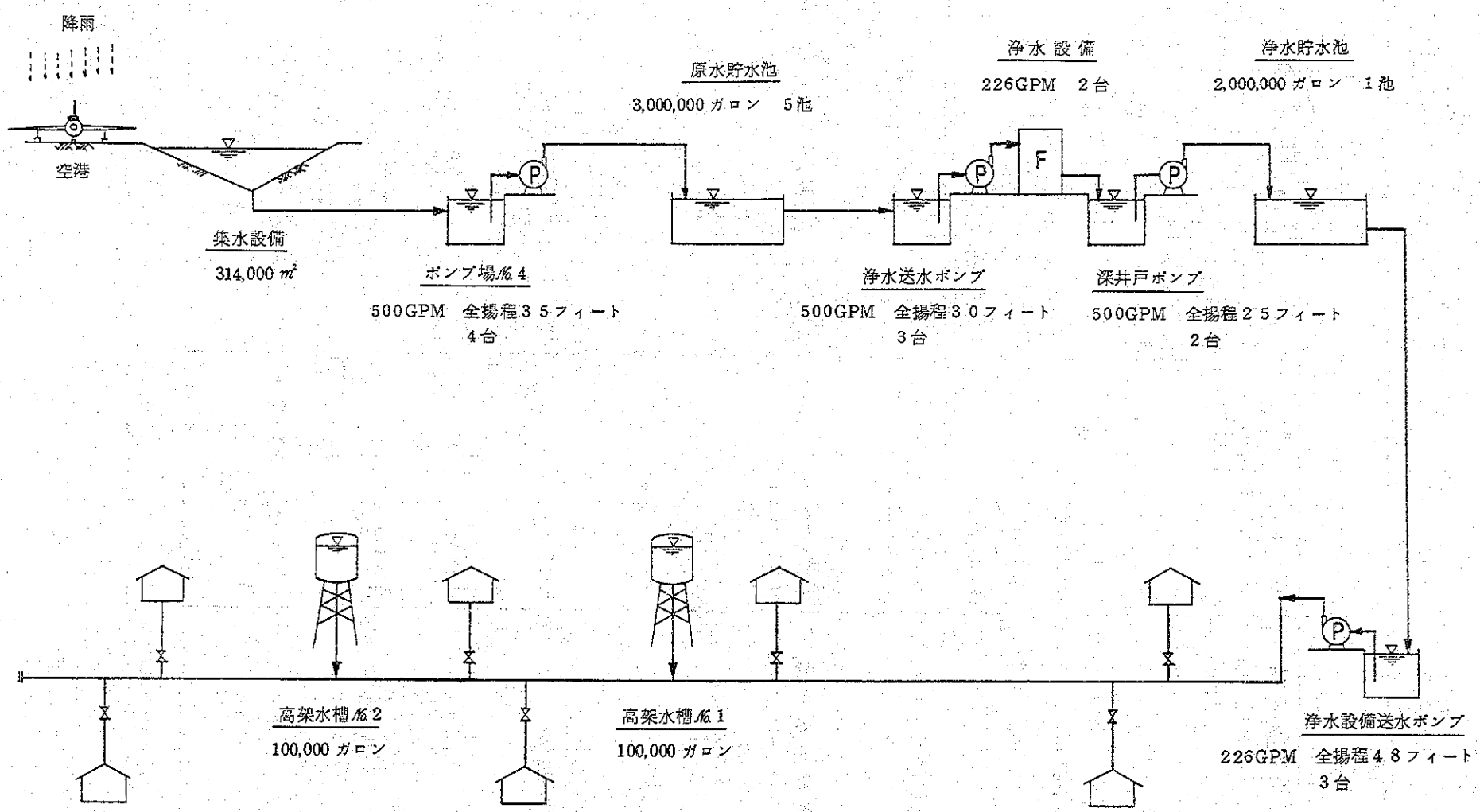
既設水道設備の概要及びそのシステムを概念図に表わすと表２－４及び図２－２に示すとおりである。

表２－４　既設水道設備の概要

		数　量	仕　　様
(1) 空港集水設備	集水面積	314,000m²	
	集水管		管径８インチ～18インチ（石綿セメント管）
	原水送水ポンプ（ポンプ場No.４）	4台	500 GPM ×35' TDH ×15 HP
	原水送水管	1,500m	管径10インチ（石綿セメント管）
浄水場"C"	原水貯水池	5基	３百万ガロン／基
	浄水設備	2台	直径12フィート 自動重力式サイフォンフィルター
	浄水設備送水ポンプ	3台	226 GPM ×48' TDH ×10 HP
	深井戸ポンプ	2台	500 GPM ×25' TDH ×5 HP
	浄水貯水池	1基	２百万ガロン
	浄水送水ポンプ	3台	500 GPM ×230' TDH ×40 HP
浄水送水設備	浄水送水本管	約16,000m	管径６インチ～12インチ（石綿セメント管）
	高架水槽	2基	10万ガロン，高さ約45m

		数　量	仕　　様
(2) 病院集水設備	原水送水ポンプ (原水ポンプ場No.1)	2台	200 GPM ×75' TDH
井　戸	井　戸	3	
浄水場"A"	原水貯水池	1基	50万ガロン
	浄水設備	1台	57 GPM 自動重力式フィルター
	浄水送水ポンプ	2台	90 GPM×148' TDH
(3) 学校集水設備	原水送水ポンプ (ポンプ場No.2)	2台	500 GPM ×175' TDH×50 HP
	原水送水ポンプ (ポンプ場No.3)	2台	150 GPM ×172' TDH× 7.5 HP
浄水場"B"	原水貯水池	1基	50万ガロン
	浄水設備	1台	57 GPM 自動重力式フィルター
	浄水送水ポンプ	2台	90 GPM×148' TDH

図２－２　既設水道設備概念図



(2) 給水施設の現状と問題点

既存給水施設の現状と問題点は次のとおりである。

a. 空港滑走路及び周辺地域の集水域

滑走路及び周辺地域集水域の太平洋側及びラグーン側には現在、RIPRAP（消波用ブロック）が積まれている。

しかし、荒天時の高波に対して、高さが十分ではなく、海水が直接集水域に流入するトラブルが生じている。この現象は、年によって異なるが、今年（1986）はすでに、 4～ 5回にもおよび塩分濃度の高い上水の給水状況がその都度生じ、住民及び HOTEL等から苦情が出ている。

滑走路集水域のうち、ローラ寄りの集水管路の管径が細く、強降雨後には数日間ラグーン側の主要道路沿いに長さ約数 100m、幅40～50mにわたって滞水することがしばしば認められる。

b. ポンプ場No.4の集合送水管路（約6m区間）の管径が各ポンプの吐出管径と同じφ6"であるため、その疎通能力が各ポンプ設備能力に比べ能力不足であり、隘路となっている。なお、原水ポンプ羽根車及び軸等の設備はケーシング内に内蔵されているため、目視調査を実施することが出来なかったが、運転状況から特に問題はないと判断する。

近い将来予定されている空港拡張事業実施の際、上記a.項等を含めて調査・検討し総合的な対策を講ずるのが得策と考える。

c. 上記b.項の1部集合送水管路改善区間を除き、原水貯水池までの送水管路は管径がφ10" （石綿セメント管）あり、送水能力、漏水等について問題はないと判断される。

d. 原水貯水池は15百万ガロンの貯水容量（3百万ガロン／池×5池）を有しているが、約47日分しか貯水容量がなく、乾期に必要水量を給水出来る施設となっていない。そのため、「マ」国及びCIP は、1983年とほぼ同じような僅かな降雨（平均38mm／月）しかない異常旱魃の状態が約6ヶ月間継続しても異常給水を回避するために、12百万ガロンの貯水池を建設する計画を立案している。しかし、その建設見通しは現在立っていない。

現在の貯水池の構造は遮水シートを内面に敷設した掘込み式盛土形式の貯水池であり、特に安全性、漏水等について問題はない。しかし、増設貯水池を既設原水貯水池の空港側に建設する場合、現状の航空機の運行ならびに空港拡張後の航空機の運行に支障のないようその構造形式、規模、施工法等について十分配慮する必要がある。

なお、既設原水貯水池の遮水シートは、一度張り替えられている。当初、敷設された遮水シートは、CPE シートであり、強い日光にさらされ、1年後には、表面が破損されその機能を失っている。現在、使用されているのは、HYPALON シートであり、強度及び飲料水としての水質面から特に問題はないと判断される。

原水貯水池の清掃は、年に1回、1週間ぐらいかけて行われている。現在、排水には水中ポンプが用いられているが、排水管路施設がないため排水に長時間を要し、費用ならびに施設機能上支障をきたしている。

e. 浄水場 "C"の浄水設備の計画能力と現状の運転能力は次のとおりである。

浄水設備計画能力： 226GPM× 2基（FILTER TRANSFER ポンプは 3台あり、1台は予備及びDEEPWELLポンプは 2台あり、1台は予備）

現状の浄水設備運転能力： 337GPM× 2基（浄水設備はオーバーロード、全ポンプ設備がフル稼働している）

浄水設備は、2基とも約 150%の過剰運転がされており、維持・管理し得る時間がほとんどない。

浄化設備の逆洗は自動的に 7分間行われ、だいたい 1週間に 1回ぐらい逆洗している。ろ過砂の交換はしたことがない。ただし、時々砂を補充している。現在、使用されている砂は台湾製（PERMTEK LTD ）であり、「マ」国では、島がサンゴ礁を主体に形成されているため、浄化設備用の砂は調達できない。

浄水設備送水ポンプは（計画送水能力：226 GPM ／台）現在3台設置されているが、浄水設備処理能力との関係で全部同時に稼働しているため、予備ポンプがなく、維持管理し得る時間がほとんどない。

又、集水管路径が細く、ポンプを増設した場合、疎通能力が不足し、溢路となる。

f. 浄水貯水池は現在1池（2百万ガロン）であるが、全面的にカバーされており、外部より不純物が入らないように処置されているため、当面問題はないと思われる。しかし、長期的にみた場合浄水貯水池の清掃、カバーの補修等の維持・管理作業が必要となる。従って、例えば既設原水貯水池を改造して浄水貯水池にするなどの対策が必要になると考える。

g. 浄水場の送水ポンプは自動制御設備がないため、オペレータが常駐し、手動操作で運転・管理している。また、送水量は流量メータがないため正確には把握されていない。オペレータによって運転日誌が書かれているので、ポンプの設計能

力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。ポンプの運転方法は次のとおりである。なお、ポンプの送水圧力は設計圧力約100 PSI に比べ、50～90PSI の間で設定されている。

① 平常時（貯水池にたくさん水がたまっている時）

給水時間；	(6:30)		(19:30)
ポンプ運転台数；	2台	1台	2台

送水圧力が50→90 PSIの間は 2台運転

送水圧力が90→50 PSIの間は 1台運転

② 給水制限時（貯水池に規定水量より水が少なくなった時は給水時間制限を強化する。）

貯水池の水量が５百万ガロン以下になった場合；１日２時間２台運転
ただし90 PSI以上になったら
１台とめる。

貯水池の水量が３百万ガロン以下になった場合；２日２時間２台運転
同　上

h. 既設設備の各家庭及び事業所等への給水は直接、送水本管に配水小管を取り付ける方式で行われている。そのため、送水ポンプ場側上流域付近で多量の水が使用されており、リタ地区下流域付近では残った僅かな水しか取水することが出来ず、極端に不均一な給水状況となっている。

今後、益々上流域に住宅、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。

既存送水本管から地上又は路面への漏水現象は確認出来なかった。その詳細な実態調査は管が地中埋設されているため非常に困難であるが、試験掘り結果では、既存の送水本管（石綿セメント管）の外観は健全であり、漏水現象も認められなかった。また、地質調査のため既存送水本管に近接（１～２ｍ以内）して実施した試験穴（19ヶ所）でも漏水現象は全く見られなかった。

i. 「マ」国及び本調査団は1986年給水域末端地区のリタ地区から送水ポンプ場までの送水管路沿の水圧分布測定と、リタ地区とリタ小学校付近の２ヶ所で1986年８月18日17時から19時までの２時間を約５分間隔で水圧測定した。

APPENDIX-8に示すように、リタ地区の水圧は約５～45 PSIであり、送水ポンプ場では約50～90 PSIで変動していた。リタ地区の水圧は送水ポンプの水圧及び各家庭・事業所の取水状況により変動すると判断される。

また、送水管路沿の水圧分布は図Ａ 8-2(APPENDIX 参照）に示すように、送水

ポンプ場から遠ざかるに従って急激に低下し、このことはh.項で述べたたように、既設高架水槽への揚水が出来ないうえ、リタ地区の給水状況が悪いことを裏づけている。

j. 既設高架水槽はi.項で述べたように送水圧の関係で、2基とも使われていないと思われる。なぜならば、高架水槽に揚水するためには、その高架水槽の高さとリタ地区までの配水管の距離との関係からリタ地区で45m以上の水圧が確保されなければ、揚水できないはずであるが、リタ地区で45m以上になることは極くまれであるためである。

高架水槽は温度・湿度の高い海洋性気候の国土に建設されているほかに、海岸近くに建設されているため、特に荒天時の強い潮風と波しぶきを受ける状況下にあって、アンカーボルト及びベースプレート等に塩害による腐蝕がひどく、かなりの改修を要する。

又、主要部材についても、主柱、ブレースの下部材に腐蝕が顕著に認められる。既設階段は、腐蝕がひどく、また安全カゴが付いていないため、保守点検が出来ない状況にある。

なお、鉄骨部材のボルトは1983年に公共事業省によってステンレス製に取替えられ、亜鉛塗装がなされているため腐蝕が認められない。

k. 浄水場"A"は、病院の屋根を利用した集水施設と井戸（SKIMMING WELL）より原水を取水する計画となっているが、今は、病院の集水施設からの雨水のみを用いている。井戸水は塩分濃度が高いため、トイレの洗浄水のみに使われ飲料水として使われていない。

集水施設から集水された雨水は原水貯水池（50万ガロン）に貯水され浄水場"A"にて処理された後、病院に給水されている。

l. 浄水場"B"は、高等学校の集水施設からの雨水を原水としている。集水された雨水は原水貯水池（50万ガロン）に貯水され、浄水場"B"で処理された後、公共水道施設に送水され、公共用水として使われている。高等学校の屋根樋は老朽化しており、現在、修理が予定されている。

m. リタ小学校の集水施設は老朽化しており、ポンプ場No. 3にはポンプ設備すら無く使用されていない。

n. 各家庭では、それぞれ小さな貯水槽が設けられており、屋根からの雨水を貯留し飲料水の確保に努めている。

特に、1983年の異常旱魃時に飲料水問題が深刻になり、米国が1984年に 420個のステンレス製の貯水槽（約２m^3）をDUD 地区住民に提供したことにより、それ以前より各家庭の貯水設備は整備されたが、根本的な解決とはなっていない。

また、各家庭は小さな貯水槽を持っており、給水時間中にその貯水槽に水を溜め飲料水の確保に努めている。ときには、その配管が洗濯機にも接続されており、断水時サイホン作用によって洗濯水が送水本管に逆流し水道水を汚染する可能性があることが懸念される。また、今回の調査中、水道蛇口を開け放しにしている家庭もあり、貯水槽より水があふれている現状を何箇所かで目撃している。「マ」国ならびに CIPはこの無駄使い防止対策を検討している。

o. DUD 地区から空港までの地区における各家庭の量水計取付状況は次のとおりである。

	ダリット	ウリガ	ダラップ	LONG ISLANDS（空港まで）	計	率
量水計を取付けてある戸数	361	47	182	89	679	47
量水計を取付けてない戸数	271	182	155	141	749	53
合　　計	632	229	337	230	1,428	100

送水本管の量水計はもとより、各家庭の量水計も完備されてないため、円滑な運転と給水管理が行われていない。従って、使用水量に応じた水道料金の徴収が困難であるうえ、住民も節水に対する十分な認識が乏しいため消費量がかなり多く、水の需給バランスがくずれており、特に、リタ地区で水が出にくくなっている原因の１つでもあると考えられる。

p. DUD 地区への給水時間は通常 1日13時間（ 6時30分より19時30分まで）であるが、乾期には朝・昼・夜の３回の給水となり、降雨状況によっては朝・夜の２回又は夜１回の給水という厳しい給水事情下にある。1983年には５～６ケ月間降雨がほとんどなかったため３日間に１回１時間だけ給水された。

本調査団の現地滞在時（1986年 8月）の給水状況は朝（３時間）、昼（２時間）、夜（３時間）の３回であり、深刻な給水量不足が生じていた。

2－5－2　水道事業

(1) 組　織

「マ」国の水道事業は公共事業省（MINISTRY OF PUBLIC WORKS）が担当しており、公共事業省大臣は、水道施設の運転・維持管理に対し、その責任と権限を持っている。その組織は図2－3に示すとおりである。

水道事業に関しては主に水道システム及び配管管理者（WATER SYSTEM & PLANNING SUPERVISOR）が施設の運営・維持管理を行っている。

(2) 財　政

水道計画及び施設の建設は米国の援助で行われてきたため建設に係る「マ」国の経済負担はこれまでなかった。

水道事業は米国による信託統治以来、同じ体制で運営されており水道料金を課している。しかし、実際には、量水計のないところが多く、住民からの料金徴収体制は整っていないのが現状である。政府はこのような現状からの脱皮をめざしており、5ケ年計画では水道料金の効果的な徴収により、水道事業の適切な運営と独立を計画している。なお、現状の水道料金体系は次のとおりである。

a.　一般住民に対しては

　　10,000ガロン未満　：　8＄／10,000ガロン

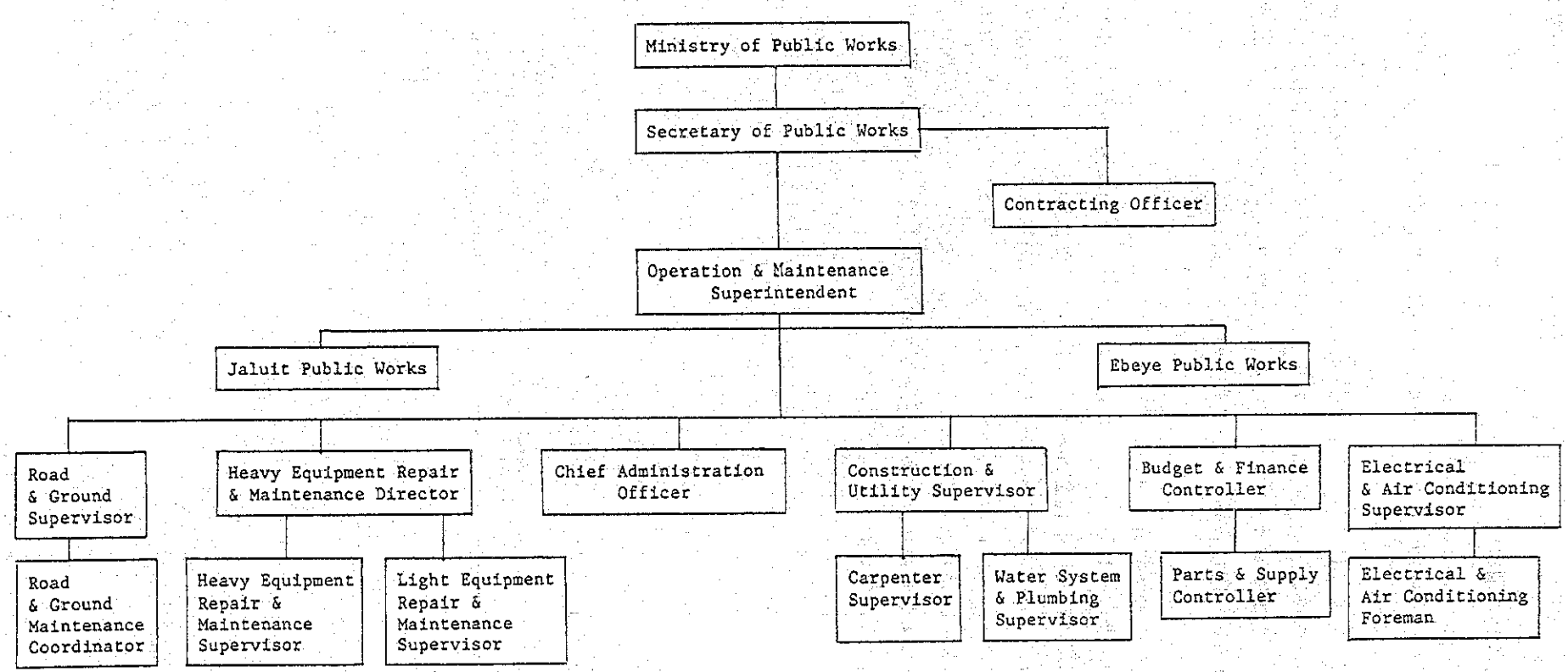
　　10,000ガロン超過分　：　0.008＄／ガロンである。

b.　事業所（ホテル、オフィス、レストラン等）及び政府に対しては

　　0.008＄／ガロンである。

量水計の検針及び料金徴収については、大蔵省により実施されているが、徴収率はあまり良くなく、水道料金収入は、的確に把握されていないのが現状の姿である。

図2－3　公共事業省組織図



2－5－3　財政と外国援助

表2－5、表2－6は1981年から1984年までの歳入及び歳出を示している。

財政規模は徐々に拡大している。国内収入は、所得税、輸入関税が大きく伸びている一方、米国からの援助が歳入全体に占める割合は依然60%を越えており、圧倒的に米国に依存している国家財政と言える。経常収支は年度毎に改善されているが、剰余金は少なく従って振り向けられる新規事業への資金も貧しい。

公共施設投資は、経常収支と別勘定になっている。

5ヶ年計画に必要な予算は表2－7に示されるように、 336.9百万USドルであるが、これに対する調達可能見込み資金は表2－8に示されるように、 215.4百万USドルで、不足額は約 121.5百万USドルにも及ぶ。しかも調達可能見込み資金には自由連合協定資金が極めて大きな比重を占めているにもかかわらず、1986年10月21日、自由連合協定がほぼ2年遅れで締結されたことを考えると、第一次5ヶ年計画事業を予定どおり遂行することはむずかしい状況である。このような状況を考えると米国以外の国からの経済援助が大きく期待されるところである。

表2－5　年度別項目別歳入　1981－1984

（単位：千ドル）

	FY 1981	FY 1982	FY 1983	1984
LOCAL REVENUE				
INCOME TAX	2,011	2,448	2,747	3,050
BUSINESS GROSS REVENUE TAX	1,928	1,808	2,190	1,670
IMPORT TAX	1,009	1,270	1,912	2,612
SALES TAX	281	261	231	197
FUEL TAX	39	91	-	694
BUSINESS LICENSE FEES	-	-	144	146
TOTAL INDIRECT TAX	5,268	5,878	7,224	8,369
FISHING RIGHTS INCOME	1,000	1,275	763	842
INTEREST INCOME	-	-	22	7
LOAN PAYMENTS	-	-	54	-
NON-TAX REVENUES(FEES AND SALES)	881	1,084	993	1,223
SEAPORT, SHIPPING & TELECOM RECEIPTS	-	-	-	930
	7,149	8,237	9,056	11,371
	(31.0%)	(32.2%)	(34.6%)	(37.5%)
U.S. GRANTS				
BASIC GRANT	7,831	9,769	10,484	11,277
FUEL SUPPLEMENT	828	343	-	-
TRANSITION FUNDS AND OTHER	600	537	510	241
SPECIAL MAINTENANCE	430	730	712	1,821
FEDERAL GRANTS	6,166	6,252	5,444	5,582
TOTAL U.S. REVENUES	15,855	17,631	17,150	18,921
	(69.0%)	(68.8%)	(65.4%)	(62.5%)
TOTAL REVENUE	23,004	25,631	26,206	30,292
	(100%)	(100%)	(100%)	(100%)

表2－6　年度別項目別歳出　1981－1984

（単位：千ドル）

	FY 1981	FY 1982	FY 1983	1984
GENERAL FUND				
HEALTH SERVICES	3,220	3,275	3,880	4,342
EDUCATION	2,874	2,974	2,589	2,774
TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS	2,228	1,795	1,348	1,678
INTERIOR AND OUTER ISLAND AFFAIRS	164	236	213	138
RESOURCES AND DEVELOPMENT	1,453	1,119	702	633
INTERNAL SECURITY	653	766	743	724
ADMINISTRATION/CHIEF SECRETARY OFFICE	190	208	265	266
FINANCE	399	709	1,920	773
PUBLIC WORKS	4,135	4,390	3,589	2,578
SOCIAL SEIVICES	234	253	170	156
FOREIGN AFFAIRS	536	411	362	418
CABINET	355	439	429	564
NITIJELA	614	648	557	741
COUNCIL OF IROIJ	102	104	105	139
AUDITOR GENERAL	38	75	42	73
PUBLIC SEIVICE COMMISSION	181	135	288	233
PUBLIC DEFENDER	51	57	49	57
JUDICIARY	54	107	196	274
ELECTORAL COMMISSION	-	-	-	90
TOTAL	17,463	17,701	17,447	16,651
U.S.				
FEDERAL GRANTS	6,166	6,252	5,444	5,582
OTHER	1,030	1,267	730	-
TOTAL	24,659	25,220	23,621	22,233

表2－7　第一次五ケ年計画所要予算　1985－89

（単位：千ドル）

SOURCE	1985	1986	1987	1988	1989	TOTAL
FEDERAL PROGRAMS	10,438	8,446	8,336	107	100	27,828
CAPITAL IMPROVEMENT PROGRAM	7,200	10,300	8,700	1,000	-	27,200
KWAJALEIN ATOLL DEVELOPMENT AUTHORITY	15,345	17,346	26,556	30,209	26,754	116,228
DEBT SERVICE	15,150	14,623	10,958	6,331	5,128	52,190
TIED COMPACT PROJECTS (OF WHICH:)	6,980	5,628	2,600	14,266	11,511	40,984
(SECTION 215(a,2) & 215(b,2))	(3,075)	(1,375)	(1,070)	(1,070)	(1,580)	(8,170)
(SECTION 216(a,1) & 216(b))	(2,525)	(2,825)	(-)	(3,440)	(-)	(8,790)
(SECTION 216(a,2))	(38)	(98)	(98)	(520)	(520)	(1,273)
(SECTION 216(a,3))	(897)	(897)	(897)	(897)	(897)	(4,487)
(SECTION 221(b))	(445)	(443)	(535)	(8,338)	(8,513)	(18,264)
COMPACT CAPITAL PROJECTS	15,395	16,817	13,446	12,977	13,489	72,123
OTHER PROJECTS	117	130	29	29	39	344
TOTAL PLAN PROJECTS	70,625	73,508	70,825	64,918	57,021	336,897

表2－8　第一次五ケ年計画調達可能見込み資金　1985－89

（単位：千ドル）

SOURCE OF FUNDS	1985	1986	1987	1988	1989	TOTAL
FEDERAL PROGRAMS	9,400	7,800	7,800	100	100	25,200
CAPITAL IMPROVEMENT PROJECTS (CIP)	7,200	10,300	8,700	1,000	-	27,200
KWAJALEIN ATOLL DEVELOPMENT AUTHORITY (KADA)	15,900	3,300	3,400	3,500	3,600	29,700
DEBT SERVICES (COMPACT)	15,150	14,623	10,958	6,331	5,128	52,190
COMPACT TIED	9,100	5,100	5,100	5,100	5,100	29,500
COMPACT CAPITAL ACCOUNT	-	-	642	5,569	7,172	13,383
OTHER SOURCES	117	130	29	29	39	344
SUB-TOTAL	56,867	41,253	36,629	21,629	21,139	177,517
SURPLUS FROM RECURRENT BUDGET	2,800	4,500	9,100	10,600	10,900	37,900
TOTAL FUNDS AVAILABLE	59,667	45,753	45,729	32,229	32,039	215,417

2－6　要請の内容

「マ」国の首都であるマジュロ環礁は東西約40km、南北10kmの楕円形の環礁を囲む海抜２～３ｍの低い地形の島々と浅いリーフから成っており、川も泉もなく、水源は雨水に頼らざるを得ず、前述したごとく毎年水不足に悩まされている。

マジュロ環礁の人口は1985年で約14,000人で、その大半は島の東部にあるDUD 地区に集中しており、ここには1973年につくられた上水道施設があり、その後1983年に一部拡張工事が行われ現在に至っている。

この上水道施設はマジュロ空港の滑走路を利用した集水施設により雨水を集水し、これを空港近くの浄水場で浄化した後、約16kmの送水本管でDUD 地区に給水している。

マジュロ環礁の水需要は、近年の急激な人口増加と、病院、ホテル、魚工場等の大量水消費施設及び産業の発達により、年々高まっており、首都マジュロにおける安定した均一な給水計画が緊急かつ重要となっている。

しかし、送水管から各家庭及び事業所等へ直接、圧送給水するという既存水道施設のシステム上の不備により、給水端末地域では極端な水不足を招く結果となっている。また唯一の水源である雨水が年間降雨量 3,400mm程度あるにも拘らず毎年乾期には極端な水不足に悩まされており、有効利用するための施設の増設と改善が必要である。

このような状況から今回日本国政府への無償援助協力の要請となった。

要請の内容は現在抱えているDUD 地区への水道問題を解決するために現在の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. 約９百万ガロンを有する原水貯水池１基の建設
2. 約10マイル（16km）の送水管の建設
3. 高架水槽２基の建設
4. 量水計の設置
5. 付帯施設の建設
   (1) 空港敷地内ポンプ場設備の更新
   (2) 浄水施設の増設
   (3) 塩素滅菌設備の増設
   (4) その他

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　位置及び地形

(1) 位　　置

マーシャル諸島は中部太平洋の北緯 4°～14°、東経 160°～ 173°に位置し31の環礁と島々からなる群島である。 130万㎢に及ぶ海域に 1,152の島々が散在するが陸地面積はわずか 181㎢である。マジュロ環礁はマーシャル諸島のほぼ東南（北緯 7°、東経 172°）に位置する東西約40km、南北約10kmの楕円形で約 410㎢のラグーン（礁湖）を含む64の低い地形の島々から成っている。陸地面積は11㎢にすぎない。ハワイのホノルルから約 3,220km、日本の東京からは約 4,020kmと先進国主要都市から極めて遠隔地と言える。

計画地域はマジュロ環礁の南東部、マジュロ空港よりライロク（RAIROK）地区（空港からマジュロ橋付近まで）を経てDUD 地区までの約16kmの区間となる。DUD 地区には政府庁舎、学校、病院、教会、新旧港湾、発電所等の主要な公共施設と島の約2/3の住宅が集中している。

(2) 地　　形

マーシャル諸島は31の環礁島と５つの分離島から成る群島国家であるが、その中でもマジュロ環礁は最大級のものであり、マーシャル諸島の東南端に位置している。

これら環礁島は火山活動等によって出来た浅海にサンゴが生息した結果、小島が複数環状につながったものである。

マジュロ島は、島幅が 500～７m程度と狭く、更に海抜２～３mと平坦な細長い帯状の地形をなし、河川、湖沼及び地下水の湧水などはない。

ラグーン（内海）は、90kmにもおよび礁部に囲まれており、約 410平方kmの広さを持っている。

当該プロジェクトの範囲の地形は約15m～数 100mの島幅を有し、標高約 1.3～ 3.4mの間をわずかに起伏する平坦な地形である。

陸上交通としてはDUD 地区とローラ地区間の約56kmが舗装された２車線（道路幅員 6.5m）道路で結ばれており、全体的に幹線道路の舗装状況は良好であるが、排水の大半は自然排水で、DUD 地区にはところどころに排水用の溝（深さ約30～40cm）がU

字形で道路を横断し、雨水をラグーン側に排出している。一方この排水溝に強降雨時にたまる雨水が車と舗装等に悪影響を及ぼしている。

DUD 地区市街地の一部（約 500m）区間を除き、路肩は舗装されておらず、砂地、草地で覆われており、一部海岸に近接している地域はRIPRAPで盛り立てられている。

道路信号、標識はほとんど見受けられない。

島内の交通機関は、自家用車と乗合タクシーが主体で、バスは１日に２便がDUD 地区とローラ地区を結んでいるにすぎない。DUD 地区内のタクシー料金は一律で、大人30セント（US$）、子供10セントである。

点在する諸島の開発には離島間を効率よく結ぶ交通システムの整備も必要としている。

以下に計画用地の概況について述べる。

ポンプ場No.４の海水流入防止設備、浄水施設及び高架水槽（No.１及びNo.２）の用地は既設施設の用地を利用する。原水貯水池の用地は現状では１部潟になっているが、既設貯水池に隣接している空港側の公共用地を選定する。

送水管路の用地は主要幹線道路のラグーン側が下水施設の用地になっているため、既設送・配水管と同じ外海側の公有地に敷設する。計画用地の概況は以下の表に示すとおりである。

計画用地の概況

	計画用地の概況
ポンプ場No.４の海水流入防止設備	空港用地内にあるポンプ場No.４から、ラグーンまでは約20mあり、境界フェンスの外側を主要幹線道路が通っている。地盤は比較的よく、岩盤は出ないと思われる。
原水貯水池（９百万ガロン増設）	既設貯水池の空港側隣接地は、空港造成時にRIPRAPを採取した窪地が部分的にあって、海水が溜まっている。また、木が生い茂っているところもある。なお、道路面と同じ高さまでの埋め戻しは「マ」国によって本計画施工開始前までに行なわれることになっている。
浄水施設（浄水設備付帯ポンプ設備及び配管増設）	浄水設備の増設位置に、コンクリートブロックで作られた建屋があるためそれを撤去する。また、ポンプの据付位置及び配管位置には既設設備が入り組んでいるため、最終的には実施設計調査段階で決定することとなる。
送水施設（送水管等の新設）	地盤は、一部岩地盤が出るところがあるが、全般的に地質はよく平坦である。また配管ルート沿に電柱や、やしの木が数ヶ所あって工事の支障となる。その部分は電柱の保護及びやしの木の植え替えによって対処する。DUD 地区には道路下に埋設物が多少ある。又、掘削時地下水が出る可能性がある。マジュロ橋のアプローチ部分は、既設管との関係で歩道下に埋設する。
配水施設（高架水槽No.１、No.２等の補修）	用地は高架水槽主柱で囲まれた部分が、約１m程度周辺地盤より高くなっているが、その他は平坦であり、アプローチ道路を建設する用地もある。海に近く、塩害が予想されるので、重防蝕塗装が必要である。 高架水槽No.１の周辺には看護学校（旧マジュロ病院）、学校、教会等があり、又、高架水槽No.２の周辺には高等学校があるので工事中公害が発生しないよう留意する必要がある。

3－1－2　人　　口

(1)　人口増加

マーシャル諸島の人口は、第二次大戦終了以降、非常に高い率で伸び続けている。1980年９月の国勢調査の時点での人口30,873人は1960年の約14,900人から倍増している。その間1967～1973年には他島の大半が減少する一方、クウェジェリン環礁で年平均 7.5%、マジュロ環礁で、年平均11.9%を記録した。マジュロ環礁への人口流入が主要因であったことを示している。1973～1980年になると、逆に他島に比べてマジュロ環礁は、増加率は年平均 2.0%に低く落ちついてはいる。

諸島全体の自然増加率は、高い出生率と低下する死亡率によって年 3.1%であり、特に女性のうち29才以下が75.9% にも達することは今後とも人口増加率が高い水準で移行すると考えられる。

1985年から始まった５ケ年計画によると年平均 3.9%で推移し、1990年には約45,600人に達するものと推察されている。

DUD 地区の人口は1986年現在約13,000人であり、1973年から1980年において年平均 1.5%程度増加しており、2000年には約16,000人に達するものと推定される。

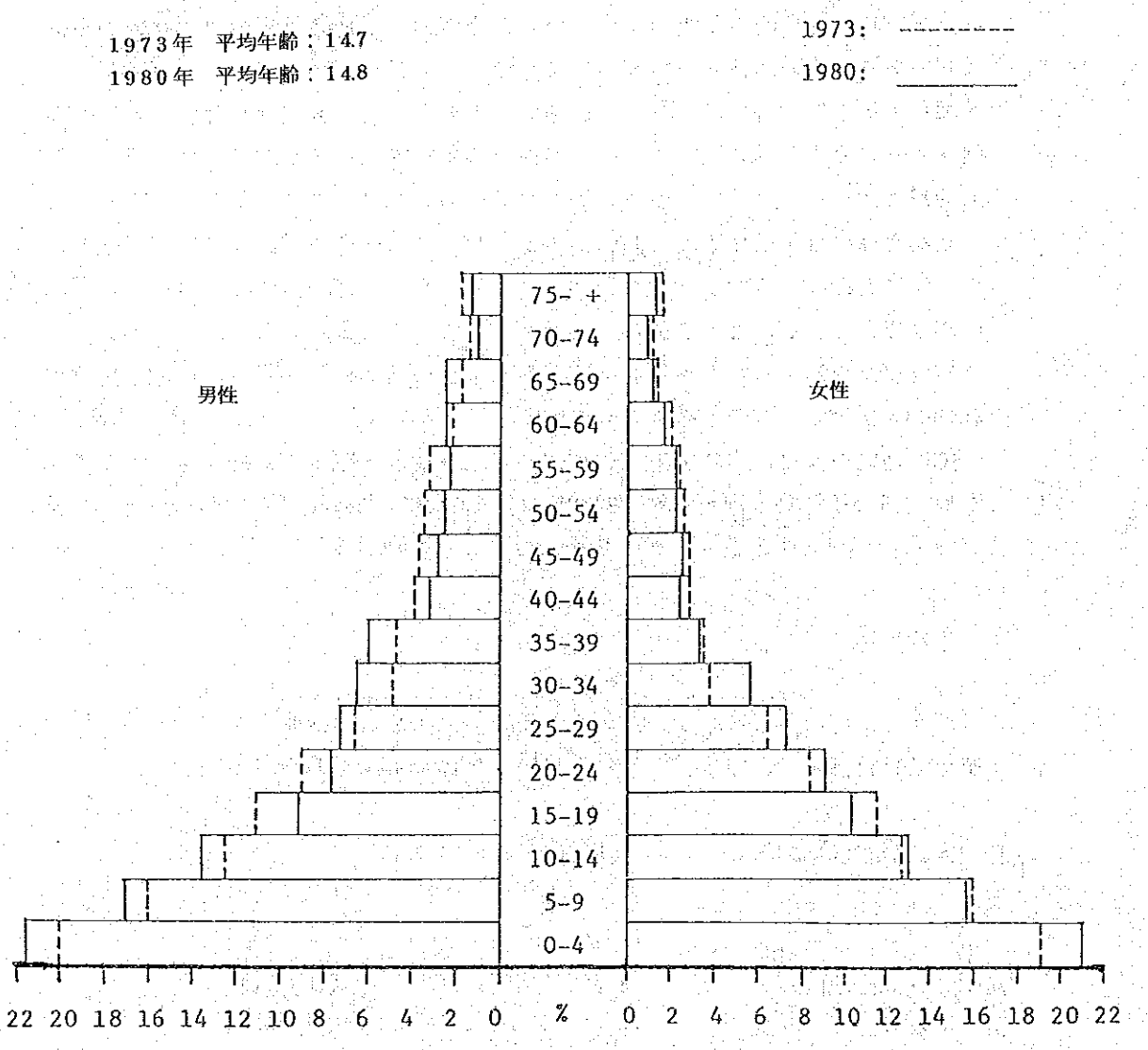
(2)　年齢構成

図３－１に示される通り、著しく若年層に偏った人口構成である。人口の中央値年齢は14.8才で、即ち、人口の半数以上が15才未満である。

(3)　人口分布（1980年）

		人口（人）	%	人口密度／mile^2
都市	マジュロ	11,791	38.2	3,142
	(DUD 地区)	(8,583)	(27.8)	(16,731)
	クウェジェリン	6,624	21.4	1,046
	(イバイ)	(6,169)	(20.0)	(51,408)
地方		12,453	40.4	202

図３－１　年齢・性別人口分布　１９７３年及び１９８０年



出典：Quarterly Bulletin of Statistics, TTPI, Vol. III, No.2, 1980;
1980 Census of Population, U.S. Bureau of the Census

3－1－3　社会経済状況

(1)　住宅の状況

マジュロ環礁の住宅約 1,700戸の内2/3 の約 1,200戸がDUD 地区に集中し、残りもう約 500戸がローラ地区そのほかに分散している。

1979年の高潮災害によって、マジュロ環礁の住宅の数10%、数千人の人々が被害を受けたといわれており、特に被害の大きかったDUD 地区の北部には低質な住宅が密集した地域がある。

ホテルはライロック地区に日本人経営のサンホテルがあり、DUD 地区にはロバート・レイマーズホテル、ホテルアジドリック等数軒ある。

(2)　DUD 地区における産業

DUD 地区における産業は極めて限られているが、下記のような産業をあげることができる。

1)　コプラ産業

2)　コンクリート・ブロック工場

3)　カツオ節工場

4)　手工芸品

5)　漁　　業

6)　サービス業

3－2　自然条件

3－2－1　地　　質

マジュロ環礁の土質は強いアルカリ性土質である。植生も自生力の強いヤシなど限られた種類の植物しか見られず、農業栽培には厳しい状況にあり、ローラ地区で僅かに野菜の生産が実験農場等で行なわれている程度である。

また、島の構造として大きく4つに分けることができる。

(1)　内海外海（LAGOON.OCEAN）

(2)　礁部（REEF FLAT）

(3)　平地（BEACH STRAND）

(4)　低地（MARSH）

本計画地域の地質はDUD 地区の下水道工事(PHASE　Ⅰ及びPHASE Ⅱ）の地質調査資料、PHASE Ⅰ工事現場での地質所見ならびに今回調査団が実施したライロク地区の試掘調査結果によると、両地区でかなりの差異があることが判明した。従って、配管等の基礎工、土工の建機・工法の選定及び工期の設定等に留意する必要がある。

－　ライロク地区；

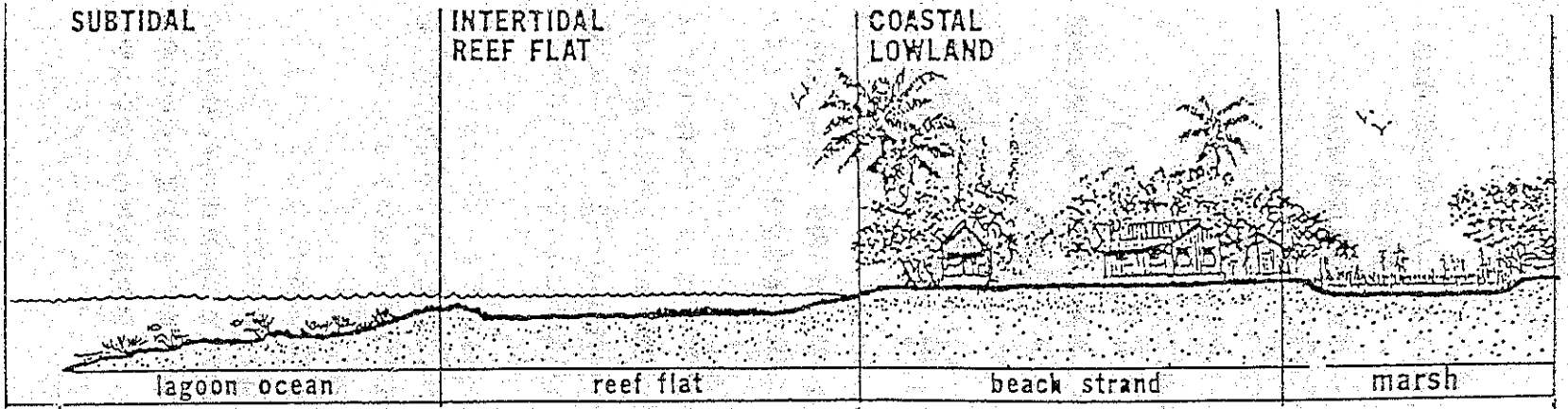
当地区の地質は地表の腐植土（約15cm）の下に砂、礫（約5～30cm程度）混り砂、又は砂混り礫層が存在し、島幅の狭い約 1.5km区間で地表より約80cm程度で軟岩又は風化岩が出現する。なお、全区間地下水は送水管床付面にほぼ等しい深さ（約 1.2m）程度では出ないと判断される。

－　DUD 地区；

下水道工事PHASE ⅠのWASTE WATER PUMP STATION　No.1からリタ地区までのDUD 地区の地質は砂層及び礫混り砂層であり、送水管床付面の深さまでには軟岩及び風化岩とも出現しないと判断される。

なお、地質が上記のような砂層であるため、透水係数が高く地下水位が海面水位に追随してタイム・ラグ及び水位差もほとんどなく変動している。

従って、地盤高が約 1.5～ 2.0mであるため、低い地盤高の区間では掘削、管据付け時約 1.0m程度の地下水が満潮時にあると考えられるので、工法の選定及び工期の設定等に留意する必要がある。



（内海及び外洋）	（環　　礁）	（平　坦　部）	（低　地　部）
・サンゴ礁岩 ・一部にサンゴ・シルト、軽石、砂が見られる。 ・２０％以上の勾配 ・常時海水中に位置する。	・サンゴ礁岩 ・砂、軽石が点在 ・１０％以下の勾配 ・干潮時露出	・サンゴ砂 ・１０％以下の勾配	・黒色土層 ・１０％以下の勾配

3－2－2　気　　象

マジュロ環礁は、海洋性熱帯気候に属し、12月から4月にかけて北東の貿易風が吹くが、この貿易風も夏から秋にかけては弱まるのが通常である。

年間降雨量は平均 3,400mmであり、6月から11月にかけては雨期であるが、シャワー型で降雨が長く続くことはまれである。

気温は、年間を通して25～35℃と変化は少ない。

湿度は、乾期に比べ雨期にはやや高い程度で、年間を通して変化は少ない。

また、日照時間は、高温の割に少なく、曇空の日が多い。

なお、小さなストームはしばしば発生するが、台風の発生又は通過はない。

従って、配管等の基礎工、原水貯水池の盛土工、高架水槽改修工等の建設機械選定及び工期の設定等に留意する必要がある。

3－2－3　海　　象

①　潮　　流

マジュロ環礁周辺海域の海流は、 300マイルの幅を持つ赤道海流である。東向きのこの潮流は、通常2ノットの速度であるが、マジュロ環礁付近では 0.4～ 1.0ノットである。

環礁内の島々あるいはリーフに沿った局部的な流れ、また、ラグーン内の流れは知られていないが、満干潮時におけるラグーン内への潮の流入、流出時の速度程度と考えられる。

潮流速度が遅いので、海運などには特に影響はないと考えられる。

②　潮　　位

マジュロ環礁における平均潮位は下記のとおりである。なお、基準面はL.W.L を零メートルとし、陸地の基準面より 1.0メートル低く設定されている。

H.W.L.（満潮位）	2.13m(7')
M.W.L.	1.07m(3.5')
L.W.L.（干潮位）	0.0m (0')

火力発電所からリタまでのDUD 地区の地質は前述のように透水性の高い砂質層であるため、満潮時掘削床付け面付近に塩水に近い塩分濃度を持った地下水位の湧水があると想定されるので、掘削及び管敷設工法ならびに建設機械等の選定や工期の設定に留意する必要がある。

３－３　インフラ状況

３－３－１　電　　力

1982年11月、新火力発電所（英国からの借款）の稼働開始により電力事情は好転し、それまではマジュロ空港からDUD 地区までが電力供給範囲であったが、1983年に入って空港からローラ地区までの地中送電線が台湾業者の手によって敷設され、その結果、電力の普及率も急速に高くなり、DUD 地区では70%を超えている。

ローラ地区への送電開始は1986年となっている。

発電所の概要は

発電機；最大出力3,270kW ×４基
ディーゼルエンジン；450 RPM ×４基,
燃料タンク基地；燃料油用８基
冷却海水取水設備
工作機械を含むメンテナンス工場

のとおりである。

これらの施設は、政府所有であるが、運営は、保全、トレーニング、燃料供給を含めてMARSHALL ENERGY CORPORATION(MEC)が行っている。この会社は「マ」国が75%、ISPECO MANAGEMENT LTD(UK) が25%の資本を保有する合弁企業である。

実際の運転を含む運営はISPECOより派遣された英国人技術者が主力となって行なっている。

発電容量は、全体で13MWの能力を持っているが、４基の内１基は、常時維持・修理のため休止の状態にあって、実質の発電能力は 9.8MW程度である。

現在の電気料金は、 8.8セント／kWh （14円／1kWh）である。

火力発電所からリタ及びマジュロ空港までの送電線が主要幹線道路沿に敷設されており、周波数は60HZ、３相３線式で 220ボルト、単相 110ボルトである。

従って、本計画に必要な工事用電力は安定的に十分な容量を確保し得ると考えられる。なお、本発電所は 430℃の排気を使って海水淡水化装置を併設することが可能な設計となっており、「マ」国によってその設置のフィージビリティースタディーが実施されている。

海水淡水化装置を併設する場合の造水能力は25万ガロン／日を予定している。

3－3－2 電　話

国内電話はマジュロ環礁とイバイ島にあって、ダイヤル自動交換システムを採用しているが、まだその普及率は低く、本計画の各サイトには全く電話はない。加入者は、

－マジュロ環礁　600
－イバイ島　200

である。離島通信としてマジュロ環礁、イバイ間は衛星通信を用いて行なわれ、2回線、平均通話数 140回／日と充実している。しかし、それ以外の離島はSSB (SINGLE SIDE BAND) によって行なわれている。

3－3－3 下 水 道

マジュロ環礁には公共下水道施設が完備されていないため、個別に地下浸透式汚水槽（現地名 BENJO）で処理しており、公共の建物（ホテル、病院、スーパーマーケット等）も同様である。

人口の密集しているDUD 地区では、海岸線に沿って多数の汚水槽が点在しており、その数は 300以上と推定され、このためラグーンサイドの海水汚染が進んでいる。これらの問題を解決するために、海水を用いた本格的な下水道施設計画が1984年末にようやく具体化に移され、DUD 地区のダラップ地区で第一期工事が1985年より着工されている。

工事は台湾のナイングループ(NINE WELL ENTERPRISE & NINE GOLDEN ENGINEERING)によって実施されているが、高い地下水位と硬いサンゴ礁の岩掘削のために工事が難航し、工程が約8ヶ月遅れているが、本年中には完工の予定である。

ウリガ及びダリット地区を中心とした二期工事については、「マ」国業者とニュージーランド国業者とのJ.V 業者がすでに受注し、近々のうちに着工され、88年3月には完工の予定である。

完工の暁には、地下浸透式汚水槽がなくなるためDUD 地区の地下水汚染の防止と下水の放流先が大平洋側になるため環礁内閉塞性水域の汚染防止に役立つとともにホテル公共施設等で多量に使用されていたトイレ洗滌用上水が海水に置き代えられるため、飲料水としてより有効にその利用が図られるものと期待されている。