

マーシャル諸島共和国
マジュロ環礁水供給システム改善計画
予備調査報告書

平成 18 年 4 月
(2006 年)

独立行政法人 国際協力機構
無償資金協力部

無償

JR

06-156

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「マジュロ環礁水供給システム改善計画」に係る予備調査を行うことを決定し、独立行政法人 国際協力機構は平成18年1月から同年2月まで予備調査団を現地に派遣しました。

この報告書が、今後予定される基本設計調査の実施、その他関係者の参考として活用されれば幸いです。

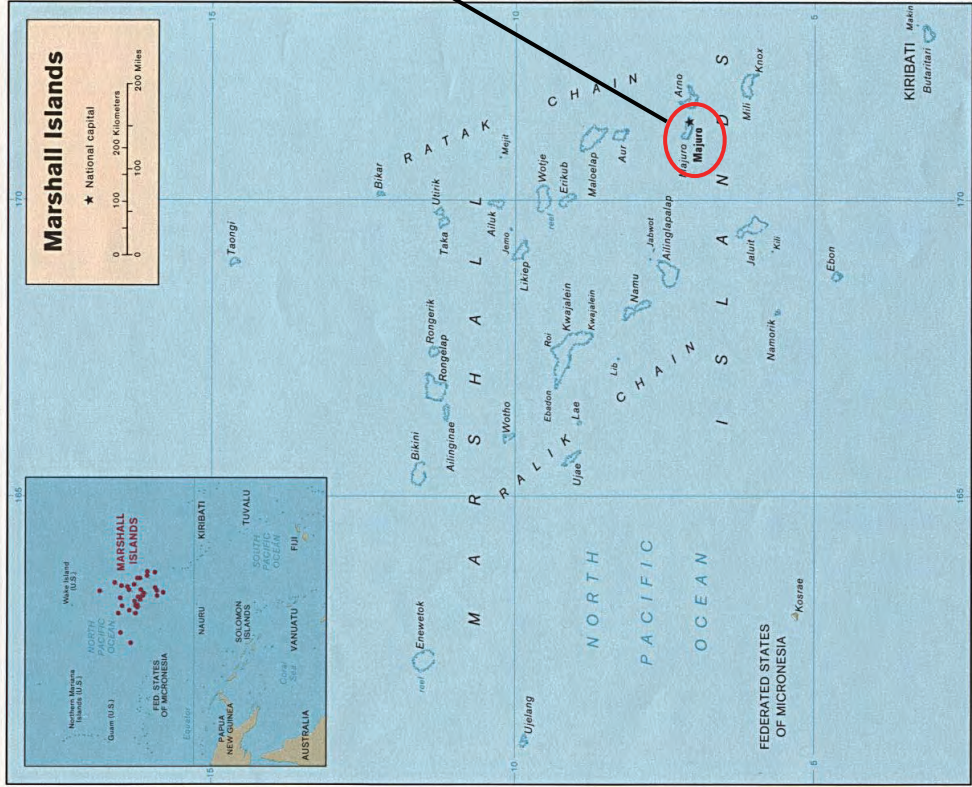
終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成18年4月

独立行政法人 国際協力機構
無償資金協力部長 中川和夫

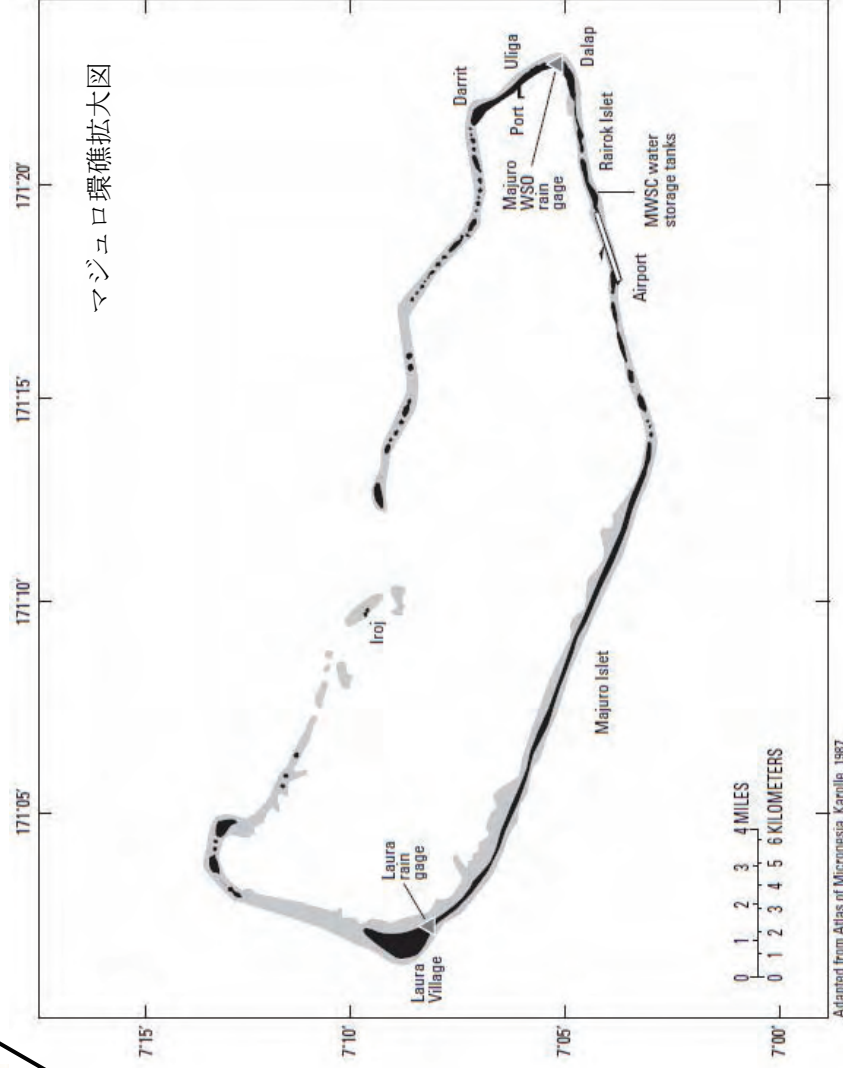
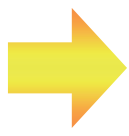


マーシャル諸島位置図



マジュロ環礁位置図

対象サイト (マジュロ環礁)



現地踏査写真



ウリガ海水ポンプ場
トイレの水洗用に使用する水を供給している



ローラ貯水池
(10万ガロン)



ローラレンズ井戸#2



ロジェムワ地区の住居



一般家庭の雨水集水装置



マジュロ空港滑走路
滑走路の雨水を収集している



原水貯水池（浄水場 C）
容量 500 万ガロン（約 150×65m）の原水用貯水池



処理水貯水池（浄水場 C）
ろ過処理をした水の貯水池。蒸発防止用のシートがかかり、その上に雨水がある状態



塩素注入装置（浄水場 A）
1998 年に更新された塩素注入装置



ろ過装置（浄水場 A）
青色（右）が 98 年更新されたろ過装置



配水管末端水圧（Rita 地区）
心配された末端における水圧に問題はなかった（1.5bar）



ロジェムワ地区外洋側埋め立て予定地
(空港側)



ロジェムワ地区外洋側埋め立て予定地
(ローラ側)



ロジェムワ地区のアスファルトプラント



ロジェムワ地区ラグーンのPIIによる
ドレッシング状況



マジュロにおけるゴミ処分場

図表一覧

表	2.1.2-1	マジュロ環礁の主要小島別の人口統計（1999年）
表	2.1.4-1	電力利用、発生電力量、電力料金の変遷
表	2.1.4-2	マジュロ及びクワジェリン環礁の飲料水源（%、1999年統計より）
表	2.1.4-3	飲料水及び海水利用世帯数の変遷
表	2.2.2-1	マジュロ・年及び月降雨量（mm、%）
表	2.2.2-2	マジュロ・月別最高・最低気温（度）
表	2.2.2-3	マジュロ・月別風速・日照・湿度
表	3.1.1-1	第1次5ヵ年計画：マジュロ環礁水道関連施設改善拡張事業計画概要
表	3.1.1-2	第2次5ヵ年計画：マジュロ環礁水道関連施設改善拡張事業計画概要
表	3.3.1-1	空港滑走路集水施設の概要
表	3.3.1-2	ローラ井戸施設の概要
表	3.3.1-3	ローラポンプ場の概要
表	3.3.1-4	ローラから処理場Cまでの送配水管の概要
表	3.3.1-5	処理場C及び貯水池（原水及び処理水）の概要
表	3.3.1-6	空港滑走路からの供給量（2002年）
表	3.3.1-7	マジュロ環礁の人口増加分析（1958年から1999年）
表	3.3.2-1	各貯水池の概略
表	3.3.2-2	各浄水場の浄水装置
表	3.3.2-3	各浄水場のポンプ
表	3.3.2-4	配水管路
表	3.3.1-1	マジュロで販売されている雨水収集タンク
表	3.3.1-2	マジュロの雨水収集タンク調査結果
表	3.5-1	上水道施設詳細
表	3.5-2	上水道設備の更新概要
表	3.7-1	無機化合物
表	3.7-2	合成有機化合物
表	3.7-3	揮発性化学物質
表	3.7-4	日常検査項目と基準値
表	3.7-5	水サンプル採取場所
表	3.7-6	MWSC水質検査機材及び検査キット
表	3.7-7	EPA水質検査機材
表	3.7-8	EPA水質検査キット
表	3.7-9	水質検査回数（2005年）
表	3.7-10	水質検査結果（2005年9月）

表	3.7-11	水因性疾患患者数（マジュロ病院）
表	4.2-1	MWSC の収入（計画と実際の比較、US ドル）
表	4.3-1	MWSC の水道料金体系
表	5.1.1-1	APRMI アスファルトプラント公聴会記録の概要
表	5.2.1-1	EPA の環境管理戦略
表	5.2.1-2	「マ」国における環境社会配慮システムの概要
表	5.2.2-1	土壌・地盤改変に係る EIA 申請書における主要質問事項一覧
表	5.2.3-1	スコーピングによる主要な環境影響因子の抽出結果
表	5.2.3-2	スコーピングチェックリストの検討結果
表	5.3.1-1	ロジェムワ地区における居住者リスト
表	5.3.1-2	ローラ地区における 7 ヶ所の水源井戸の権利者リスト
表	5.3.1-3	本件貯水池建設予定地の地権者リスト
表	5.3.3-1	PII プロジェクトにおける代替案の比較
表	5.3.4-1	「マ」国における登録 NGO
表	5.3.7-1	IEE 調査結果に基づく環境社会配慮上の留意点
表	7.1.2-1	マジュロ環礁で調達可能な建設機械及び搬送車輛（PII 所有）
表	7.5-1	水質試験項目
表	7.7-1	要請コンポーネントの妥当性評価結果
表	7.7-2	本案件の代替案

図	2.2.1-1	「マ」国位置図
図	2.2.1-2	マジュロ環礁全図
図	2.2.1-3	DUD 地区詳細図
図	2.2.1-4	ローラ地区の航空写真
図	3.2.2-1	民間雨水集水システムの概念図
図	3.2.2-2	ローラ淡水レンズ井戸の位置
図	3.2.2-3	ローラ淡水レンズの概念図
図	3.2.2-4	ローラ淡水レンズの構造図
図	3.3.1-1	処理場 C（処理プラント部）平面図
図	3.3.1-2	処理場 C の原水及び処理水貯水池平面図
図	3.3.2-1	マジュロ環礁における浄水場の位置
図	3.3.2-2	配水管路概念図
図	3.3.2-3	浄水場 C⇔リタ地区配水管路概念図
図	3.4.1-1	公共事業省の組織体系
図	3.4.2-1	MWSC の組織体系

- 図 3.6-1 漏水補修バンド
- 図 4.1-1 MWSC 水供給システムに係る維持管理システムの概念図
- 図 5.1.1-1 過去数十年間にわたり土砂採取が行なわれてきた場所
- 図 5.1.1-2 「マ」国側が要請してきた貯水池の平面図
- 図 5.1.1-3 サンゴ礁原の採石、埋め立て、護岸工事プロジェクト計画図
- 図 5.1.1-4 本案件に係るプロジェクトの相関図
- 図 5.2.1-1 EPA 組織図
- 図 5.2.1-2 EIA 承認プロセス
- 図 5.3.1-1 「マ」国におけるイロージ（酋長）制度
- 図 5.3.1-2 ロジェムワ地区の家屋分布
- 図 5.3.2-1 本案件サイトの現況
- 図 5.3.2-2 本案件サイトラグーン側における PII の珊瑚砂採取作業
- 図 6.1.3-1 ADB 融資によるマジュロ環礁水供給システム改善事業（1999 年）

略語一覧

ACP/EU	Africa Caribbean Pacific – European Union (アフリカ、カリブ海、太平洋－欧州地域委員会)
ADB	Asian Development Bank (アジア開発銀行)
APRMI	Anderson Pavements (RMI) Inc. (アンダーソン舗装会社)
CIP	Capital Improvement Project (社会資本改善プロジェクト：米国援助機関)
CMI	Collage of the Marshall Islands (マーシャル諸島大学)
DUD	Darrit – Uliga – Delap (ダリットーウリガーデラップ地区)
EIA	Environmental Impact Assessment (環境影響評価)
EPA	Environmental Protection Authority (環境保護局)
EPPSO	Economic Policy, Planning and Statistics Office (経済政策計画統計事務所)
ESCAP	United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific (国連アジア太平洋経済社会委員会)
FAA	Federal Aviation Administration (アメリカ連邦航空局)
FEMA	Federal Emergency Management Agency (連邦緊急事態管理庁)
GDP	Gross Domestic Products (国内総生産)
GPM	Gallon per Minute (1分あたりガロン)
IDMP	Infrastructure Development and Maintenance Plan (インフラ整備及び維持管理計画)
IEE	Initial Environment Examination (初期環境評価)
IMF	International Monetary Fund (国際通貨基金)
KAJUR	Kwajalein Atoll Joint Utilities Resources (クワジェリン環礁合同公益事業資源公社)
kW	kilo Watts (キロワット)
MEC	Marshalls Energy Company (マーシャル電力公社)
MIMRA	Marshall Islands Marine Resources Authority (マーシャル諸島海洋資源局)
MPH	Mile per Hour (1時間当たり1マイル)
MPW	Ministry of Public Works (公共事業省)
MWSC	Majuro Water and Sewer Company (マジュロ上下水道公社)
NTA	National Telecommunications Authority (電気通信庁)
PIF	Pacific Islands Forum (太平洋諸島フォーラム)
PII	Pacific International Inc. (パシフィックインターナショナル社)
POPS	Persistent Organic Pollutants (難分解性有機物)
PVC	Polyvinyl Chloride (ポリ塩化ビニル [通称：塩ビ])
OMIP	Operation and Maintenance Program (運営管理プログラム)
RO	Reverse Osmosis (逆浸透膜)
SOPAC	South Pacific Applied Geoscience Commission (南太平洋応用地球科学委員会)

T/A	Technical Assistance (技術支援)
TDS	Total Dissolved Sodium (全溶解性物質)
USD	United States Dollar (米国ドル)
USGS	United States Geological Survey (米国内務省地質調査所)
WHO	World Health Organization (世界保健機構)
WSO	Weather Station Office (気象観測事務所)

マーシャル諸島共和国マジュロ環礁水供給システム改善計画 予備調査

目次

マーシャル諸島位置図
マジュロ環礁位置図
現地踏査写真
図表一覧
略語一覧

ページ

第1章 要請内容と調査概要

1.1 要請内容.....	1
1.1.1 要請の背景と経緯.....	1
1.1.2 要請内容.....	2
1.2 予備調査の内容.....	3
1.2.1 調査の目的と内容.....	3
1.2.2 調査団の構成.....	4
1.2.3 予備調査のスケジュール.....	5
1.3 調査結果概要.....	6
1.3.1 先方との協議結果.....	6
1.3.2 現地調査結果.....	8
1.3.3 結論要約.....	9

第2章 マーシャル国及びマジュロ環礁の概要

2.1 社会経済状況.....	11
2.1.1 政治的背景及び国家機構.....	11
2.1.2 社会的背景.....	12
2.1.3 経済的背景.....	14
2.1.4 社会基盤の現状.....	15
2.2 自然状況.....	17
2.2.1 地形及び地質.....	17
2.2.2 気候・気象.....	21
2.2.3 水資源概況.....	23

第3章 マジュロ環礁水供給システムの現状と課題

3.1 上位計画と関連法規.....	24
--------------------	----

3.1.1	水供給計画の推移と現状	24
3.1.2	関連法規	28
3.2	マジュロ環礁水資源の特色	29
3.2.1	降雨及び渇水状況	29
3.2.2	水資源	30
3.3	マジュロ環礁水供給の現状と問題点	35
3.3.1	上水道事業	35
3.3.2	上水道施設	43
3.3.3	その他の水供給システム	48
3.3.4	下水及び廃棄物処理	49
3.3.5	課題	50
3.4	水供給関連組織	53
3.4.1	公共事業省	53
3.4.2	マジュロ上下水会社 (MWSC)	53
3.5	既存施設概要	54
3.6	漏水	58
3.7	水質	61
第4章 MWSC の運営・維持管理		
4.1	維持管理体制と活動	72
4.1.1	維持管理体制	72
4.1.2	活動状況	72
4.2	財務状況	74
4.3	水道料金徴収状況	75
第5章 環境社会配慮調査		
5.1	環境社会配慮調査必要性の有無	76
5.1.1	既存の環境社会配慮調査の実施状況	76
5.1.2	環境社会配慮調査の必要性の検討	82
5.2	環境社会配慮のスコーピング	83
5.2.1	マーシャル国における環境社会配慮システムの概要	83
5.2.2	EIA 申請書の概要	88
5.2.3	スコーピング	89
5.3	IEE レベルの環境社会配慮調査結果	93
5.3.1	社会環境	93
5.3.2	サイト周辺の自然環境	98

5.3.3	代替案	101
5.3.4	環境 NGO	103
5.3.5	環境ドナー	104
5.3.6	国際条約批准状況	104
5.3.7	プロジェクト実施における留意点	104
第 6 章 各ドナーの援助動向		
6.1	各ドナーによる援助実施状況	108
6.1.1	米国政府	108
6.1.2	日本国政府	108
6.1.3	ADB	109
6.1.4	その他	111
6.2	今後の援助動向	111
第 7 章 結論・提言		
7.1	基本設計調査に際し留意すべき事項	112
7.1.1	現地調達可能なコンサルタント・建設業者等	112
7.1.2	資機材調達事情	112
7.1.3	案件事業費概算	113
7.1.4	自然条件調査	114
7.1.5	団員構成	115
7.2	マジュロ環礁水供給の現状（総括）	116
7.3	漏水調査と漏水対策	116
7.4	他ドナーの援助との重複	117
7.5	施設建設予定地の妥当性検討	117
7.6	環境社会配慮	118
7.7	要請内容の妥当性及び代替案	120
7.7.1	要請内容の妥当性に係る検討	120
7.7.2	代替案	122
7.8	想定工程	126
添付資料		
1.	協議議事録（ミニッツ）	127
2.	主要面談者リスト	139
3.	資料収集リスト	141

4. 概算工事費内訳.....	146
5. 機材費例.....	149
6. 工程案.....	150
7. 関係図面.....	152
8. EPPSO 所有図書リスト.....	157

本 編

第 1 章 要請内容と調査概要

1.1 要請内容

1.1.1 要請の背景と経緯

太平洋中西部、ミクロネシア地域の東端に位置するマーシャル諸島共和国（以下、「マ」国）は、隣国であるツバルやキリバス同様、国土の全てが珊瑚礁から形成され、30 ほどの環礁と 1200 余りの小礁などから成っている。人口は 61,218 人（2004 年：世銀データ）、面積 181km² の小国で、国土のほとんどが海拔 2~3m 程度の低地である。一人当たり GNI は 2,370 ドル（2004 年：世銀データ）の低所得国であり、国家予算の 7 割以上を米国からの援助に依存する脆弱な財政状況が続いている。

「マ」国政府は 1986 年以来、米国との間で自由連合盟約（Compact of Free Association：通称「コンパクト」）を結ぶ関係にあり、経済援助を受けている。しかし、米国側は 2023 年を最後に経済援助を終了することを望んでおり、「マ」国側としても経済的自立が喫緊の課題である。このような背景をもとに、「マ」国は 2003 年から 15 年間の長期開発フレームワーク（Vision 2018）を策定し、10 の開発目標と 6 の開発戦略を掲げている。前者の開発目標の中では「健康なマーシャル人」が挙げられており、安全な水へのアクセスを改善することが求められている。また、安全な水を確保することは、水因性疾患の減少を目指す観点から、我が国の援助重点分野「基礎保健サービス改善」とも合致する。

他方、「マ」国の水資源は、その地形により大きく制限されており、空港の滑走路に降った雨水や、脆弱な資源である地下水（淡水レンズ）等に依存しているため、需要を満たすことが常に困難な状況にある。現在の給水量は 14 ガロン（53 リットル）/人/日であるが、乾季には月・水・金曜日の午前・午後各 4 時間、合計週 24 時間しか給水が行われていない。また、漏水を考慮すると、実際の供給量についてはさらに少なくなるものと考えられる。

同国においては、過去に我が国による無償資金協力「マジュロ環礁水道設備改善計画」（1986-87 年度）が実施され、マジュロ環礁住民への安全な水の供給に一定の役割を果たしてきた。しかしながら現在の需要は、当時の計画値（人口 16,000 人、計画給水原単位 90 リットル/人/日）をともに上回っており（人口 25,400 人、計画給水原単位 26 ガロン（98 リットル）/人/日（大洋州地域の 1 日 1 人あたり必要給水量として平均的な数値））、実際にかなり厳しい給水制限が行われていることから、給水量の増加が急務である。

本件は、「マ」国政府が上記のような状態を改善すべく、雨水貯水池の新規建設、既存貯水池の拡充、貯水タンクの配水池への転換、濾過・ポンプシステムの改善、ポンプ場の建

設等を内容とする無償資金協力を我が国に要請したものである。

本要請に関しては、(1)土地収用や住民移転が必要になるとされているが、詳細が不明であり、環境社会配慮カテゴリーB と判断されたことから、JICA 環境社会配慮ガイドラインに沿った IEE (Initial Environment Examination : 初期環境評価) とともに「マ」国の環境承認取得が必要であること、(2)貯水池の容量を一気に 1.8 倍まで拡大することの妥当性を検証する必要があること、(3)先方の要請額 11 億円の積算根拠が不明確であること等から、これらの検討に必要な情報を入手・分析し、本格調査の実施に必要な条件を整備することを目的として予備調査を実施した。

1.1.2 要請内容

(1) 当初要請内容

- ア. 6 池から成る 11.3 万 m^3 (3,000 万ガロン) の雨水貯水池 (盛土堰堤内面遮水シート張り) の新設
- イ. ローラ貯水池の拡張 (113 m^3 [3 万ガロン] →378 m^3 [10 万ガロン])
- ウ. 新設貯水池とローラ貯水池を結ぶポンプ場の建設
- エ. 既存の No.3 原水水槽の処理水槽への転換、既存濾過装置・ポンプシステムの改善
- オ. ウリガ海水ポンプ場の非常用発電機 (40kW) の調達

(2) 予備調査で確認した要請内容 (優先順・別添協議議事録参照)

- ア. ロジェムワ地区における 3,000 万ガロンの雨水貯水池新設 (容量については事業予算を考慮し、削減することも可とする。)
- イ. 浄水場 C における既存 No.3 (原水) 貯水槽の処理水槽への転換
- ウ. 浄水場 C における既存濾過装置・ポンプシステムの改善 (妥当性については、基本設計調査において精査する。)
- エ. 空港集水システムから新設貯水池に水を逆送するためのポンプ場の建設 (オリジナル要請には誤りあり。)
- オ. ローラ貯水池の拡張 (113 m^3 [3 万ガロン] →378 m^3 [10 万ガロン])

1.2 予備調査の内容

1.2.1 調査の目的と内容

(1) 調査の目的

- ア. プロジェクトの背景・目的・要請内容妥当性の確認
- イ. 基本設計調査を円滑に進めるための協議、要請内容絞込み
- ウ. サイトの現状及び実施機関の能力確認
- エ. 先方負担事項の確認
- オ. 環境社会配慮に係る確認

(2) 調査の内容

- ア. 要請の背景、目的、内容、積算根拠の確認
- イ. 水道事業の制度的枠組み、上位計画及び本プロジェクトの位置付けの確認
- ウ. サイト状況調査
 - (ア) 対象地域の給水現況（現有の全ての施設を含む）・衛生現況等の確認
 - (イ) 対象地域の社会経済状況、都市計画等の確認
 - (ウ) 過去に我が国無償資金協力で建設した施設及び類似水道施設の現況確認並びに教訓の抽出
 - (エ) 原水と供給水の水質および検査機関の確認
- エ. 水道事業における先方実施体制、実施機関の適格性及び能力の確認
 - (ア) 実施機関の組織、人員、予算の確認
 - (イ) 対象地域の水道施設の運営及び維持管理の現状と課題の確認
- オ. 環境社会配慮調査
 - (ア) スコーピング案の作成
 - (イ) JICA 環境社会配慮ガイドラインに沿った IEE レベル調査
 - (ウ) 「マ」国の EIA（Environmental Impact Assessment：環境影響評価）制度の確認
 - (エ) 「マ」国側が実施した環境社会配慮の確認及び妥当性の検証
 - (オ) プロジェクトを実施しない案を含む代替案の検討
- カ. 他ドナーによる援助動向の調査
- キ. 無償資金協力実施の必要性・妥当性の検討
- ク. 施設計画調査・機材計画調査
 - (ア) 先方要請内容に関する優先度の確認
 - (イ) 本プロジェクトで求められる水質の確認

- (ウ) 要請されている施設、機材の妥当性を検討した上での絞り込み
- ケ. 調達事情調査
 - (ア) 第三国調達の可能性の検討
 - (イ) 現地下請け業者の有無、技術レベルの確認
- コ. 技術協力との連携可能性の検討
- サ. 無償資金協力事業の説明
- シ. 基本設計調査実施への提言（団員構成、自然条件調査等）
- ス. 先方負担事項の確認（用地の確保、住民の移転等）

1.2.2 調査団の構成

氏 名	担 当	所 属
池城 直	総括	JICA フィジー事務所長
近藤 信孝	計画管理	JICA 無償資金協力部 業務第一グループ
白石 眞之	給水計画・維持管理計画	東電設計株式会社
地紙 広	水道施設計画	株式会社ブイエスオー
中沢 信之	環境社会配慮	イー・アンド・イーソリューションズ株式会社

1.2.3 予備調査のスケジュール

平成18年1月22日(日)～2月15日(水)

担当	JICA団員		コンサルタント団員				
	1. 総括	2. 計画管理	3. 給水計画・維持管理計画	4. 水道施設計画	5. 環境社会配慮		
氏名	池城 直	近藤 信孝	白石 真之	地紙 広	中沢 信之		
日付							
1 22-Jan 日			成田ーグアム (10:00-14:35 JL941)				
2 23-Jan 月			グアムーマジュロ (08:20-19:08 CO956)				
3 24-Jan 火			日本大使館、JOCV事務所、公共事業省(MEC)、マーシャル電力公社(MEC)、Pacific International Inc.(PII)訪問、サイト視察				
4 25-Jan 水			MPW	MPW、MWSC	MPW、環境局(EPA)		
5 26-Jan 木			マジュロ市役所訪問				
6 27-Jan 金			現地視察(全島)				
7 28-Jan 土			PII	PII、MWSC	財務省、MWSC		
8 29-Jan 日	ナディーホノルル (22:50-07:20 FJ820)	成田ーグアム (10:00-14:35 JL941)	資料整理・団内協議				
9 30-Jan 月	ホノルルーマジュロ (07:05-	グアムーマジュロ (08:20-19:08 CO956)	MPW、MWSC				
10 31-Jan 火	-10:00 CO957)	JOCV事務所			MEC	EPA、海洋資源局、海外漁業協力財団	
11 1-Feb 水	マジュロ市役所、日本大使館、外務大臣、MWSC総裁表敬訪問 JICA調整員事務所打合せ						
12 2-Feb 木	公共事業大臣表敬訪問 MWSC、MPW、EPA実務担当者とのキックオフ・ミーティング				内務省歴史保存館、保健省		
13 3-Feb 金	上記実務担当者との要請内容協議、ミニッツ協議				南洋貿易からの聞き取り、EPA		
14 4-Feb 土	現地視察(リタ地区、ウリガ海水ポンプ場、下水排水施設、空港水供給システム、ローラ貯水池、ローラ井戸No.2)						
15 5-Feb 日	資料整理・団内協議						
16 6-Feb 月	資料整理・団内協議						
17 7-Feb 火	ミニッツ署名、日本大使館報告 マジュローホノルル (20:00-02:30 CO956)	マジュローグアム (10:50-17:30 CO957)	南太平洋応用地球科学委員会(SOPAC)	MPW、MWSC	MPW、マーシャル短期大学(CMI)		
18 8-Feb 水	ホノルルーナディ (12:00-18:40 FJ823)	グアムー成田 (16:00-18:45 JL942)	資料整理・報告書作成	MPW、MWSC、市役所	EPA、MPW		
19 9-Feb 木			EPA、MWSC	市役所、現場聞き取り	EPA、CMI		
20 10-Feb 金			EPA、MWSC	現場聞き取り、MPW	マジュローグアム (10:50-17:30 CO957)		
21 11-Feb 土			政府統計局(EPPSO)、淡水化装置・ボトル水会社視察、MPW、MWSC			グアムー成田 (16:00-18:45 JL942)	
22 12-Feb 日			資料整理・団内協議				
23 13-Feb 月			資料整理・団内協議				
24 14-Feb 火			日本大使館、JOCV事務所への報告 MPW、MWSC				
25 15-Feb 水			マジュローグアム(10:50-17:30 CO957)				
	グアムー成田 (16:00-18:45 JL942)						

1.3 調査結果概要

1.3.1 先方との協議結果

(1) 要請内容について

当初要請は、①6池から成る3,000万ガロンの原水（雨水）貯水池の新設、②既存のNo.3原水貯水槽の処理水槽への転換（空港水供給プラント）、③既存濾過装置・ポンプシステムの改善（空港水供給プラント）、④ローラ貯水池の拡張（3万ガロン→10万ガロン）、⑤空港の集水システムから新設原水貯水池へ逆送水を行うポンプ場の建設、⑥ウリガ海水ポンプ場の非常用発電機（40kW）の調達であった。

①については極めて規模が大きく、今回の要請金額（1,000万USドル）の殆ど全てを占めてしまう可能性があること、現在の貯水量を一気に1.8倍に引き上げるものであることなどから、事前の対処方針では、その規模の妥当性を十分確認することとした。現地調査の結果、要請書にあった潜在需要45ガロン（170リットル）/人/日は誤りであり、26ガロン（98リットル）/人/日（大洋州地域の1日1人あたり必要給水量として平均的な数値）を目標として少しでも貯水量を増大させることが先方の意図であることが判明した。現在の給水量は14ガロン（53リットル）/人/日であることから、貯水量をほぼ倍にするものの必要性は認められる。しかし、現在の先方による事業費用見積は、現地のコントラクターが工事を行うことを前提としている。我が国の無償資金協力では、日本のコンサルタントが設計、日本の業者が工事を行うことから、要請書どおりの規模の貯水池を建設することは困難である旨先方に伝え、理解を得た。

また、②、③、⑤については、①を実施した場合に必要性が高いシステムであることから、①に次いで優先度の高い要請内容として双方の意見が一致した。④については、ローラ淡水レンズの水資源としての希少性については意見が一致した。しかし、調査団が（予算上の制約、現状を変えることでレンズに与える影響等を考慮して）④を要請内容から外すことを提案したところ、雨季については現在のローラ貯水池で貯水しきれないほどの水が集水可能であるとして、先方からはそれらの水を有効活用するために要請内容に含めたい旨の発言があった。最終的には、最も優先度の低いコンポーネントとして協議議事録に記載された。

⑥についてはそれほど大きな額ではないものの、予算の制約上、実施の可能性がほとんどないことから、要請内容から外すことで一致した（要請内容については別添協議議事録参照）。

(2) 現状における問題点

明らかな問題点としては、(既に明白であるが) 水の供給量が絶対的に足りないということが挙げられる。現在は乾季であるが、給水時間は月・水・金曜日の午前・午後各 4 時間で、合計週 24 時間しか行われていない。観光客が宿泊するホテルにおいても、トイレの洗浄水が止まる等の不具合が起こっている状況である。他方、乾季にもかかわらず、毎日のようにスコールがあることなどから、雨水を十分に集めて活用することが水供給の改善に大きな役割を果たすものと考えられる。この点については MWSC (Majuro Water and Sewer Company : マジュロ上下水道公社) の総裁も同様の考えを持っているようであった。

また、水供給と直接の関係はないが、土地所有制度に起因する問題が見受けられた。調査開始当初、様々な人間が調査団とのコンタクトを求め、「建設予定地には複数の候補があり、未だ決定していない」「空港からローラ地区の間であれば建設地はどこでも良い」といったような発言をすることがあった。この問題は現地の土地所有制度に由来するものであり、本案件が実施される場合には、土地の使用はリース契約によるため、土地使用料による収入を期待して利害関係者が案件を誘致しようとしたものと考えられる。しかしながら、建設予定地が決まらなければ環境影響評価も行うことができず、基本設計調査の実施も不可能である旨を先方に申し入れたところ、要請書は官房長、内務次官、公共事業次官、マジュロ市長、MWSC 総裁等、主要関係者全てから成る本案件の推進委員会で決定され、閣議承認を経たものであることから、変更はないとの回答を得た。したがって、要請書で挙げられたサイトを建設予定地として協議を進め、協議議事録にもその旨記載した。しかしながら本件については、協議終了後にテーブルを離れたところで「他にもっといい土地がある」などと発言する者が出る等、今後も予断を許さない状況である。

(3) 環境社会配慮

基本設計調査実施の条件として必要なマーシャル側の EIA について、骨材採取、アスファルト施設建設、埋立、堤防建設等に関して、マジュロ唯一の建設会社である PII (Pacific International Incorporated) が EPA (Environmental Protection Authority : 環境保護局) の承認を得ている (もともと空港改修工事のために取ったもの)。また土砂の移動については、MWSC が EPA より「口頭で」EIA 承認の必要がない旨、回答を得ている。

しかしながら、PII はあくまで民間会社であり、本案件の実施機関ではないこと、要請されている貯水池建設予定地の全てをカバーしていないこと、また、MWSC が得ている

「EIA 不要」の根拠が不明なこと等から、先方に対し、本案件の実施機関である MWSC（もしくは責任機関の公共事業省）が取得した本案件の EIA 承認が基本設計調査実施の前提条件である旨説明し、協議議事録に記載した。

1.3.2 現地調査結果

(1) 水供給施設の維持管理

水供給施設の維持管理については、他国の例などと比較しても割合適切に行なわれており、過去（2001～2003年の間に複数回）に米国による技術指導も入っていることから、我が国による新たな技術協力については緊急性の高いものではない。しかしながら、マーシャル側は、給水量を増加させることに対する意識は高いものの、無収水量（料金が回収できない水量：漏水、盗水等）を減少させる意識は低く、この点については我が国による何らかの技術協力の余地があるものと思料される。

(2) 既存送水管の水圧低下

居住地域の中で空港から最も離れているリタ地区において、水圧が低く、住民による水の使用に支障を来している可能性が懸念されたが、少なくともメインの送水管について水圧低下は生じていなかった。

(3) 海水淡水化

日本における事前の対処方針会議で議題に上った、貯水池の代替手段として検討される可能性のあった淡水化プラントについては、MWSC との議論の結果、維持管理面及び費用対効果の面から時期尚早であるという結論に達した。

(4) 環境影響評価

コンサルタント団員が大まかに確認したところでは、本案件において環境影響評価の対象となる箇所については、既に別の案件で EIA を取得しているものが多く、新たな案件による大規模な影響は想定されない。ただし、現地新聞報道によれば、上記 PII が取得した EIA に疑問を呈し、訴訟を起こしている人物もいるということであり、今後も継続的に状況観察していく必要がある。

(5) 下水道の現状

下水道については、マジュロ橋から東側のほぼ全域において、未処理のまま外洋に放

流されているのが現状である。本案件終了後、放水量の増大が予想されるが、基本的には外洋放流であり、特に大きな問題にはならないと考えられる。ただし、放水管の延長により沖合放流方式に変えることによって、生態系に与える影響をさらに緩和することが可能である。

1.3.3 結論要約

(1) 要請内容の妥当性

水供給の絶対量増加、浄水場施設のリハビリ、管路の更新、無収水率の改善及び人件費の削減等、解決すべき問題は多いが、現在最も注力すべきは供給量の増加である。この観点から、協議議事録で合意された要請内容（規模を除く）については妥当であると言える。

この点（水供給の絶対量増加が最重要事項であること）について調査団と「マ」国側が共通の認識を持っていたこと、MWSC の維持管理状況能力が比較的高いこと等は明るい材料であり、少なくとも本案件の実施によってマジユロ環礁の水供給状況が大幅に改善されることは疑いの余地がないところである。

したがって、4月末に「マ」国側から提出される EIA の内容に問題がなければ、引き続き基本設計調査に進み、適正規模の案件として取りまとめることが望ましい。

(2) 懸案事項

ア. 建設予定地問題

「本章 1.3.1(2) 現状における問題点」でも述べたが、土地使用料による収入を期待する者が、本案件への関与を持とうとして混乱が生じている。調査団現地滞在時のみならず、本報告書作成中においても、他の建設予定地候補について新聞で取り沙汰されるなど、多くの利害関係者が思い思いのことを述べており、協議時において先方政府側からあった「本案件の（閣僚級による）推進委員会で決定したものであり計画の変更は無い」という発言にもあまり説得力がない。

したがって、建設予定地の問題についても経過観察が必要であり、基本設計調査実施前に状況の変化が生じないか、引き続き情報収集を行なう必要がある。

イ. 先方政府のオーナーシップ

今回の調査中、特に協議については「マーシャル側の顔が見えない」ものであった。協議において発言するメンバーは、MWSC の英国人総裁、EPA が雇う米国人のみで、

公共事業省次官、次官補や EPA 局長などは協議に出席してもほとんど発言しないか、すぐに席を立ってしまうことが多かった。したがって、先方（特にマーシャル人）の本案件に対するオーナーシップを確立することが、案件実施段階及び案件実施後の重要な要素である。仮に本案件が実施され、完了したとしても、セクター開発計画の策定や、達成度のレビューに基づく同計画の改定が不十分であれば、状況に合わせた給水計画を行うことはできないからである。

第2章 マーシャル国及びマジュロ環礁の概要

2.1 社会経済状況

2.1.1 政治的背景及び国家機構

(1) 政治的背景

マーシャル諸島は1986年10月主権国家として独立し、125年以上続いた他国の支配を終結させた(1528年スペイン人到達、1885年ドイツ保護領、1914年日本による委任統治、1947年国連信託統治領として米国が統治、1979年自治政府発足)。独立後は米国と自由連合国(Freely Associated State)の関係にある。

独立以前の1982年には、自由連合盟約(通称「コンパクト」)を米国と調印し(1986年に批准)、独立後も政治、経済及び国防関係において米国との特別な関係を継続・維持している。この盟約では、「マ」国の自治権を認め、米国との相互義務関係を規定している。「マ」国は、米国の年間支出の代わりに戦略的拒否権(マーシャル内にある米軍基地の使用権及び第三国の米軍基地への立入を禁ずる権限)を与え、米国からは「マ」国民の米国内での居住権(永住権ではない)及び就業権を与えられている。

「マ」国は独立以降、国際社会の中で独立国としての立場を確立している。外交的な関係は70カ国以上に上り、国連、IMF、世銀、ACP/EU(アフリカ、カリブ海、太平洋-欧州地域委員会)などの国際機関やESCAP(Economic and Social Commission for Asia and the Pacific: 国連アジア太平洋経済社会委員会)、PIF(Pacific Islands Forum: 太平洋諸島フォーラム)、アジア開発銀行などの地域機関に加入している。

また、多くの国際条約にも加盟し、国連本部へ代表大使も送っている。在外大使館は、米国(ワシントンDC)、日本(東京)、フィジー(スバ)、台湾(台北)にあり、米国ハワイ州ホノルルには総領事館を置いている。

(2) 国家機構

「マ」国は、米国と自由連合関係を持った独立民主主義国家である。議会制民主主義に基づき、憲法は米国及び英国の統治法の内容を取り入れている。

立法府は議会であるニティジェラ(Nitijela)の33名の議員から成り、議員は居住者が存在する24の環礁及び島嶼から選出される。大統領は議員による過半数の投票によって選出される。議会は一院制であり、議員は国民の直接選挙によって4年に1回選出される。大統領は国家主席と首相を兼務し、ニティジェラより10名から成る内閣(大統領補

佐、財務、外務、保健環境、内務、法務、公共事業、資源開発、運輸通信の各大臣）を任命する。ニティジェラは年2回召集され全体で50日間としている。

また、イロージ（Iroij）と呼ばれる首長会議があり、10名程度から成る首長によって構成され、伝統的及び慣習的な事項について統括している（詳細については、「第5章 5.3.1 社会環境」を参照）。憲法は全ての国民の平等を規定し、法による外国人の保護を保障している。土地保有システム及び伝統的な法律は憲法によって維持されている。

立法府は中央集権であり、地方及び州による行政区分はない。居住者が存在する環礁及び島しょでは、地方自治体が形成されており、市長及び評議員（Council）は4年に1回選出される。

2.1.2 社会的背景

(1) 人口

「マ」国の総人口は、統計として最も新しい1999年の統計値では50,840人であり（2004年世銀データでは61,218人）、年平均人口増加率は1.5%、全人口の約68%は首都マジュロ及びクワジェリン（Kwajalein）環礁に集中している。その他の人口（32%）は離島（Outer Islands）に広く分布している。米軍は現在クワジェリン環礁に大規模な軍事施設を置いている。

1958年から1988年にかけての30年間では、爆発的な人口増加（増加率年平均3.9%）があり、米国との自由連合盟約による生活レベルの改善や財政的な繁栄が見られた。

1988年には、増加率は3.7%に低下し、1988年から1999年までの凡そ10年間では1.5%にまで落ち込んでいる。この原因は、出生率の低下（1988年では7.23、1999年では5.71）や米国への大量移民であると考えられる。

1992年に推定された1999年の人口は63,319人であったが、実際は推定値の凡そ80%程度であったことになる。

マジュロ環礁における1999年（最新統計値）の人口は23,676人で、世帯数は3,080世帯である。2004年の推定値では凡そ25,400人である。下記にマジュロ環礁の主要小島別（ローラ地区からリタ地区まで）の人口統計を示す。

表 2.1.2-1 マジュロ環礁の主要小島別の人口統計（1999年）

主要小島名（地区名）	総人口（人）
リタ（Rita）	7,103
ウリガ（Ulga）	2,044
ダラップ（Delap）	6,339
ライロック（Rairok）	3,846
アジェルタケ（Ajeltake）	1,170
ウォジャ（Woja）	343
アラック（Arrak）	249
ローラ（Laura）	2,256

(2) 文化及び社会構造

マーシャル文化は全般的には均等であると見られるが、南東のラタック（Ratak：マーシャル語で日の出の意）列島と北西のラリック（Ralik：日の入）列島間では若干の文化的及び言語的な相違がある。マジュロ環礁はラタック列島、クワジュリン環礁はラリック列島に属している。

マーシャル人は母系社会を形成し、国際社会の影響にもかかわらず家族の絆や相互依存が強い。家族という単位も広く認識され、つながりも強い。平均的な1家族の規模は7.8人であり、大洋州では一番大きい。

教会及び宗教は、1830年代に宣教師が布教を開始して以来、マーシャル人の生活態度を形作るための重要な役割を果たしてきた。マーシャル人は一般的に神への畏敬や平和的な慈恵の精神があり、人に寛容である。生活は一般に単純であり、ゆったりとしている。

近年では、非伝統的な職業に就業することで高い賃金が得られることから、現金ベースの経済活動が盛んになってきている。貨幣経済導入の結果の一つとして、輸入食品の消費量増加が挙げられる。しかし、これら消費の伸びとともに、食生活は悪化する傾向が強まっている。伝統的な栄養食は主にパンノキ、ココナッツ、タコノキ、タロ、魚類、鶏、豚であったが、缶詰や加工食品がこれらに取って代わってきた。

飲酒、喫煙、薬物乱用が特に青年層に多く見られ、犯罪件数も増加傾向を示している。

生活習慣の変化によって、糖尿病や糖尿病に関連する疾病の件数が近年多くなっている。疾患率、死亡率も高い。現在、伝染性疾患より非伝染性疾患による死亡が多く見られる。

2.1.3 経済的背景

(1) 総論

他の大洋州諸国同様、「マ」国の経済は、3つの基本的な財政、経済的な問題を抱えている。即ち、予算の赤字、収支のバランス、低レベルの国内預金高である。公共及び民間投資額が共に低い。政府の海外投資規制の緩和政策によって、中国、台湾、香港、韓国などのアジア諸国からの貿易が増え、小規模な投資が増えた。しかし、市場自体が小さく、土地所有への法的規制、辺境地であることによる輸送コストなどが海外からの投資を妨げている。

米国やアジア開発銀行の融資や他国からの支援が大きくマーシャル諸島国の経済を支えており、年間予算の規模はドナーなどからの財政支援の規模に大きく依存している。輸入は常に輸出を上回っている状態であり好ましくない。米国内務省による推定値によれば、1995年時点のGDPは1.053億ドル（市場価格表示）であり、1991年からの5年間のGDP成長率は年平均2.7%である。GDPの3分の2以上は貿易とサービス業から得られている。農業、漁業、工業から得られるGDPは全体の6分の1に過ぎない。

マーシャル諸島共和国は自国の通貨を持たず、米ドルを利用している。その効用としては、海外為替の変動に影響されないことが挙げられる。インフレ率は顕著ではない。人口1人あたりGNIは2,320ドル（2004年世銀データ）である。

(2) 就業者状況

マーシャルにおいては人口の20%程度が農業及び漁業従事者として生計を立てている。政府関連従事者は労働人口の58%、魚やココナッツの加工産業従事者は20%である。

(3) 主要産業及び産品

主要な農産物はココナッツ、トマト、メロン、タロ、パンノキなどである。豚や鶏の飼育も行なわれている。他の産業としては、コプラ（乾燥したココナッツの果肉）、魚加工、観光業、民芸品がある。

(4) 貿易概況

コプラ、ココナッツオイル、民芸品、魚などが主に米国、日本、オーストラリア、中国などに輸出される。輸入品としては、加工食品、機械、機材、燃料、飲料、タバコなどが挙げられ、米国、日本、オーストラリア、ニュージーランド、シンガポール、フィジー、中国、フィリピンなどから輸入される。

2.1.4 社会基盤の現状

(1) 総論

電力、上水道、通信などの公共施設は 80 年代後半や 90 年代初期に大規模に建設され、徐々に改善されてきた。マジュロ環礁の電力供給は、マーシャル電力公社（Marshalls Energy Company : MEC）、上下水道はマジュロ上下水道公社（MWSC : Majuro Water and Sewer Company）、通信は電気通信庁（NTA : National Telecommunications Authority）によって運営管理されている。

(2) 電力

マジュロ、エバイ（Ebey）、キリ（Kili）、ビキニ（Bikini）などでは殆ど全ての電力はディーゼル発電によって供給されている。1999 年の統計によれば、全体の 63.4%が電気、31%が灯油、残り 5.2%が太陽光である。首都マジュロの発生電力量は商業活動と人口増加によって 1990 年以来顕著に増加している。エバイでは、発電所の停止や修復などによって発生電力量の変動がある。

表 2.1.4-1 電力利用、発生電力量、電力料金の変遷

環礁名	90 年	95 年	01 年	02 年	03 年
マジュロ					
契約者数（#）	2,261	2,327	3,202	3,333	3,504
発生電力量（MWh）	42,912	61,668	73,523	79,764	81,297
電力料金（cent/kWh）	5.1	4.5	6.6	5.1	5.8
エバイ					
契約者数（#）	-	-	1,185	1,244	1,283
発生電力量（MWh）	-	-	14,007	16,184	11,338
電力料金（cent/kWh）	-	-	11.3	9.5	14.6

電気利用者の内訳では、商業用がマジュロ及びエバイで急増しており、マジュロでは 1996 年から 2003 年までで 33%増加している。エバイでは 2001 年から 2003 年まで、38%の伸びを記録している。政府関連利用では横ばいで、民生用ではマジュロ及びエバイいずれも増加傾向にある。

電力料金は輸入に 100%依存しているディーゼル燃料の料金によって変動する。マジュロでは、MEC が燃料販売を行なっていることによる便益によって電力料金がエバイの半分程度に抑えられている。

(3) 上下水道

飲料水の水源では、マーシャル諸島全域で雨水が支配的である。下記にマジュロ及びクワジェリンの主要飲料水源を示す。

表 2.1.4-2 マジュロ及びクワジェリン環礁の飲料水源（%、1999年統計より）

環礁名	公共給水 (住居内)	公共給水 (住居外)	雨水	井戸	ボトル	その他
マジュロ	6.2	5.3	75.4	1.1	9.1	2.9
クワジェリン	14.1	28.5	31.9	0.1	5.1	20.3

マジュロでは、MWSCによる公共水供給の水源は空港滑走路からの雨水集水とローラの淡水レンズからの地下水が主である。民間企業による瓶詰め或いはペットボトル入りの飲料水の生産も小規模ながら行なわれ、原水は雨水或いは塩水化された地下水を処理・浄化している。供給先は主に事業所である。

エバイ、ビキニ、キリなどでは逆浸透膜（Reverse Osmosis : RO）による海水淡水化プラントが利用されているほか、海水も汲み上げられ、飲料水以外の目的に利用されている。RO淡水化プラントは、生産コストがやや高いこと及び自然条件が厳しいことによるROプラントの脆弱性が問題である。2003年5月には、エバイのRO淡水化プラントが故障により停止し、復旧するまで公共水供給に多大な影響を与えた。

マジュロ及びエバイにおける淡水及び海水の利用世帯数の変化を下記に示す。

表 2.1.4-3 飲料水及び海水利用世帯数の変遷

環礁名	97年	00年	01年	02年	03年
マジュロ					
飲料水	2,788	3,098	3,016	3,064	3,130
海水	1,338	1,555	1,676	1,799	1,871
合計	4,126	4,653	4,692	4,863	5,001
エバイ					
飲料水	-	-	1,245	1,275	1,326
海水	-	-	1,146	1,266	1,310
合計	-	-	2,391	2,541	2,636

上記表で示す通り、飲料水を利用できる世帯数は年々増加しており、公共給水システムや雨水集水施設の増加が利用率を上げている。

マジュロでは、水道会社 MWSC が下水事業も行っており、エバイでは、KAJUR (Kwajalein Atoll Joint Utilities Resources) が事業主体である。

2.2 自然状況

2.2.1 地形及び地質

(1) 地形

「マ」国は、凡そ 1,225 の島々 (individual islands と islets を包含する) から成り、29 の環礁 (atoll) と 5 の単独で存在し低い珊瑚礁からなる島 (solitary low coral islands) を形成している。2 つの列島 (chain) 間は凡そ 200km 離れており、諸島全体では、ハワイとオーストラリアの中間に位置している。

マーシャル諸島は、太平洋の東経 160 から 173 度、北緯 4 から 14 度の範囲に位置し、約 181.3km² の領土を有する。排他的経済水域 (200 海里内) としては約 194 万 km² にも及ぶ海域を占め、環礁の内海では全体で 11,670 km² の海域になる。マーシャル諸島の平均標高は海拔約 2.0m である。標高の最低値は海拔 0m、最高値はリキエップ (Likiep) 環礁の 10.0m である。領土には肥沃な土壌、河川は一切存在しない。

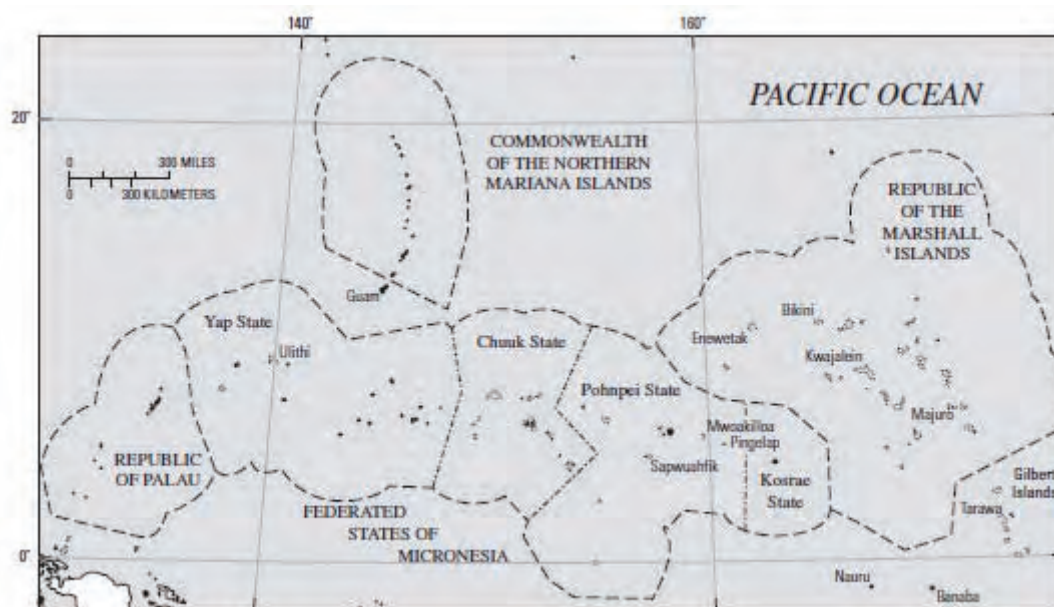


図 2.2.1-1 「マ」国位置図

(2) マジュロ環礁

マジュロ環礁は57の小島がおよそ100kmにわたってつながる細長い楕円形で、その約半周に及ぶ50kmが舗装道路で結ばれ、1つの長い島を形成している。島の幅は500mから7mほどであり、標高は海拔2mから3mと平坦な地形をなし、河川、湖沼及び地下水の湧水などはない。

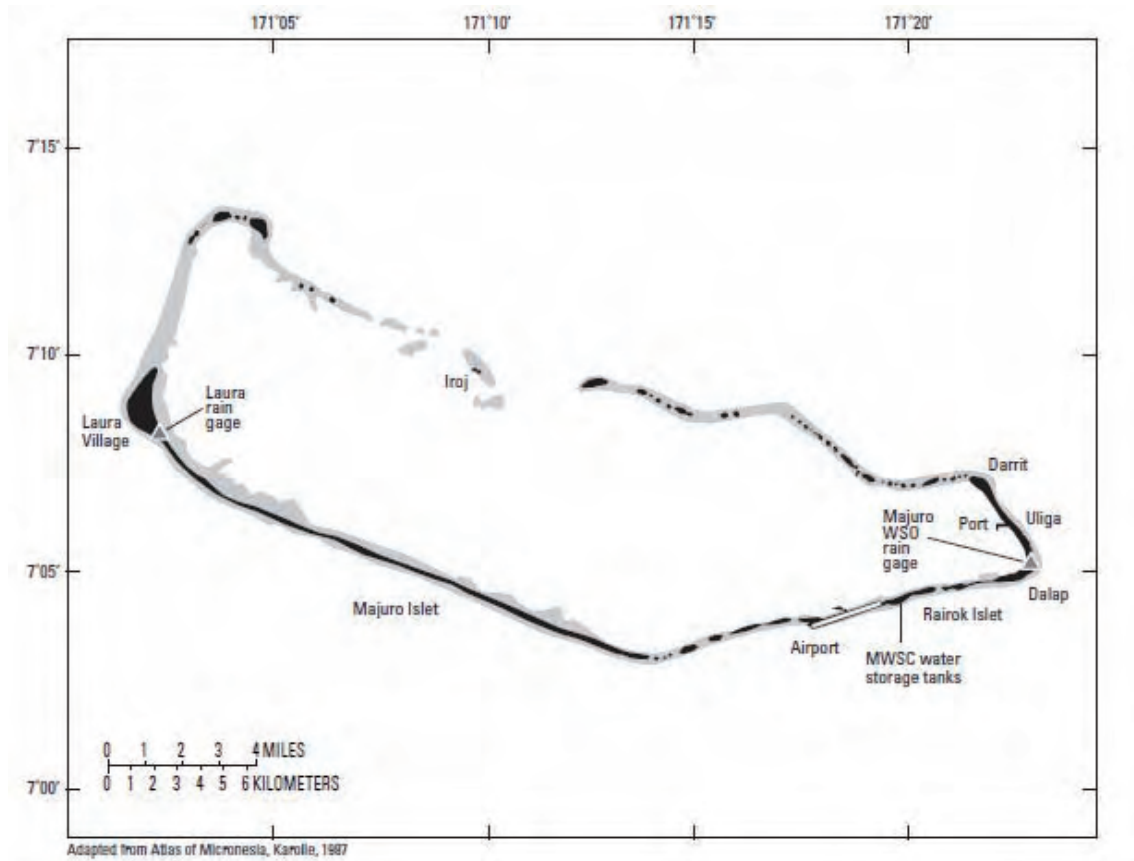


図 2.2.1-2 マジュロ環礁全図

環礁の北東部に首都マジュロの中心地である3つの島、即ちダリット (Darrit)、ウリガ (Uliga)、デラップ (Delap) の頭文字を取って DUD と呼ばれる地区がある。空港から DUD 方向 (東) へ8kmほどの位置に国内唯一の橋梁 (マジュロ橋) がある。

デラップ地区はマジュロ橋を超えた辺りから始まり、この地区には政府機関、議事堂、病院などの中枢機能が集中している。また、デラップ・ドックは離島への定期船やコプラ回収船の母港であり、大型貨物船、客船、が入港できる規模と設備が備えられている。

ウリガ地区は、ダウンタウンと呼ばれるマジュロの中心地で、ホテル、レストラン、ツアー会社やスーパーマーケットが集まっている。ウリガ地区にはデラップ・ドックより一回り小さい港があり、日本からのマジュロ船が入港する。

ダリット地区はリタとも呼ばれ、舗装道路の北端にある住宅街である。空港からリタの端までは凡そ17kmある。

空港からマジュロ橋までの区間はライロック地区（別名、ロングアイランド地区）であり、この地区には日本大使館、米国及び台湾の大使館がある。

空港から西に向かい、環礁の南西部先端にローラ（Laura）地区があり、舗装道路の終点となる。ローラ地区は面積が凡そ1.8 km²で、主にココナッツ、バナナ、パンノキ、タロなどの栽培が行なわれている。

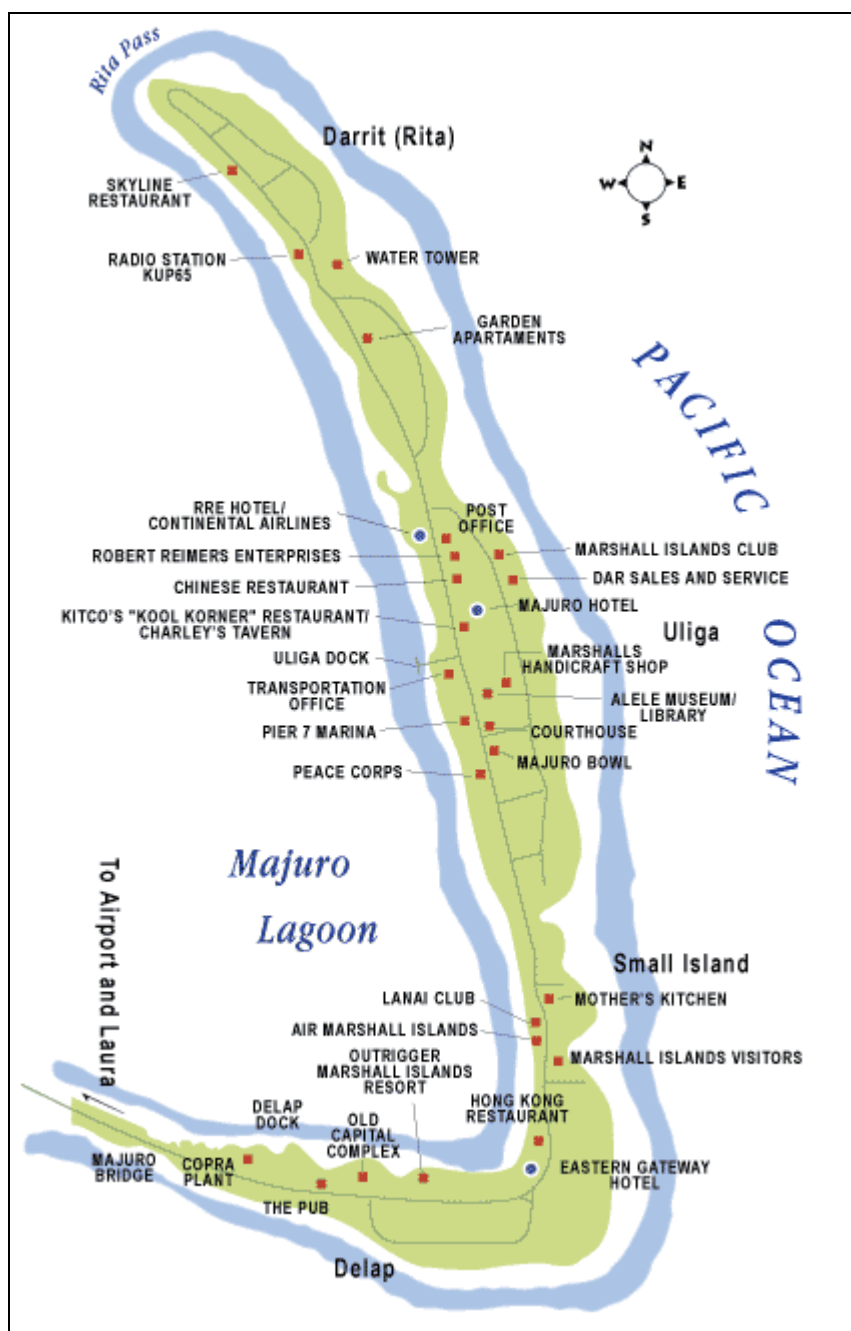


図 2.2.1-3 DUD 地区詳細図

(3) 地質

マジュロ環礁の土質は強いアルカリ性土質である。植生も自生の強いヤシなど限られた種類しか見られず、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行なわれている程度である。

また、島の構造としては、内海・外洋 (lagoon、ocean)、礁部 (reef flat)、平地 (beach strand)、低地 (marsh) の4つに大きく分けることができる。

ア. 内海及び外洋

珊瑚礁岩で構成され、一部に珊瑚、シルト、軽石を含む。砂が見られる。20%以上の勾配があり、常時海水中に位置する。

イ. 礁部

珊瑚礁岩で構成され、砂、軽石が点在する。10%以上勾配があり、干潮時露出する。

ウ. 平坦部

珊瑚砂で構成され、10%以下の勾配である。

エ. 低地部

黒色土層から成り、10%以下の勾配である。

マジュロ環礁の地質概況は以下のとおり。

ア. ライロック (Rairok) 地区

当地区の地質は地表の腐植土 (約 15cm) の下に砂、礫 (約 5 から 30cm 程度) 混りの砂、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。

イ. DUD 地区

DUD 地区の地質は砂層及び礫混り砂層であり、約 1.2m の深さまでは軟岩及び風化岩とも出現しないと判断される。なお、地質が砂層のため透水係数が高く、地下水位が海面水位と連動して時間差・水位差がほとんどない状態で変動している。

ウ. ローラ地区

ローラ地区には帯水層があり、石灰質の堆積層と石灰岩から構成されている。内海側では細かい堆積層が見られ、外洋側では、透水性の高いきめの粗い堆積層がある。

ローラ地区の鳥瞰を以下に示す。左側が内海、右側が外洋である。



図 2.2.1-4 ローラ地区の航空写真

2.2.2 気候・気象

(1) 気候

熱帯海洋性気候に属し、年間を通じて高温多湿である。年間降水量は北部地区で2,000mm、南部地区で4,000mmに達する。首都マジュロの平均気温は摂氏約27度である。国土が低地であるため、高潮の被害を受けやすいが、熱帯性低気圧や台風の発生は稀である。

(2) 気象

マジュロ気象観測所 (Majuro Weather Station) では降雨量、気温、風向、風速、湿度が観測され、以下のとおり観測されている。

ア. 年及び月降雨量（1959年から2001年の平均）

表 2.2.2-1 マジュロ・年及び月降雨量（mm、%）

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
年平均 3,346mm	210	154	217	281	291	290	319	323	323	349	324	294
全体に占める 割合(%)	6.3	4.6	6.5	8.4	8.7	8.7	9.5	9.7	9.7	10.4	9.7	8.8

上記の表が示すとおり、1月から3月にかけて降雨量が平均より低く、雨季・乾季の差はさほど無いものの、他の月と比較した場合、乾季と言える。過去凡そ40年の年平均降雨量は、3,346mmと多い。

過去40年間では、1992年と1998年にエルニーニョの影響と思われる早魃が発生し、1992年では2月から4月までの3ヶ月で総雨量は20mm（平年の3%）、1998年では、1月から4月までの4ヶ月の総雨量は71mm（平年の8%）という最悪の事態であった。

イ. 月別最高・最低気温（1960年から2001年の平均）

表 2.2.2-2 マジュロ・月別最高・最低気温（℃）

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
最高	27.9	27.9	28.3	28.3	28.3	27.9	28.2	28.1	28.2	28.2	28.1	27.9
最低	25.8	26.3	25.8	26.1	26.7	26.5	26.5	26.6	26.7	26.0	26.3	26.4

年間を通じて、気温の季節変動はほとんどない。最大と最低気温の差も小さい。

ウ. 月別風速・日照・湿度（1995年から2001年の平均）

表 2.2.2-3 マジュロ・月別風速・日照・湿度

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
風速(MPH)	11.8	13.0	12.5	12.7	11.7	10.4	8.7	8.4	7.7	7.6	8.9	12.1
日照時間(%)	63	63	71	63	60	57	54	59	61	53	49	51
湿度(%)	84	83	83	83	85	86	86	86	85	85	86	86

注：MPH：mile per hour

風速は乾季に大きく、日照時間も乾季に長い傾向が見られる。また、湿度の年変動は小さいが、乾季はやや低い。

2.2.3 水資源概況

(1) 水源

マーシャル諸島の水資源は雨水、地下水、鹹水（かんすい）の淡水化から成る。平水年では雨水の直接集水や地下水の涵養によってほぼ十分な水供給が可能であるが、降水量は各年で一定ではなく、エルニーニョ効果で引き起こされる渇水が周期的に発生している。

米国はこれまで、渇水が激しかった年にマジュロ環礁に 4 基、クワジェリン環礁のエバイ及びヤルート環礁にそれぞれ 1 基の淡水化機器を設置している。1998 年の大渇水では、日本の水処理業者の寄贈によりマジュロ環礁に 2 基の淡水化機器が設置されている。

(2) 原水の浄化処理

マジュロ環礁の水処理プラントでは、貯水池に貯留した原水（raw water）を塩素処理及び砂ろ過しているが、処理水（treated water）の供給は午前 4 時間、午後 4 時間に制限されている。水資源の保全という観点から、海水によるトイレの排水システム（dual distribution system）が採用され、また、各家庭や事業所では雨水集水及び貯留システムが装備されている。これら施設設置に対しては、低利子の融資が実施されている。

(3) 水利用

水供給システムが整備されている地域は、マジュロ及びエバイの都市部のみであり、マジュロの都市部では、ほぼ 100%安全な水道水にアクセス可能である。マジュロの中でもローラ地区のような地方部では、地下水や雨水に依存する必要がある。地方住民は 20%程度が貧弱な公共水供給システムから飲料水を得ているに過ぎない。

(4) 水質監視及びモニタリング

水質を管轄する機関は、保健環境省の下部組織である EPA である。EPA は 1984 年に設立され、環境改善、公共水の水質保全などを目的に公共水供給条例や国家水政策に基づき、モニタリングを実施している。

統計が示すように、人口増加に比例して水感染症が増加しており、エバイでは過去にコレラが発生している。水供給システムの汚染はトイレ、汚水浄化槽、墓地などからと見られている。

第3章 マジュロ環礁水供給システムの現状と課題

3.1 上位計画と関連法規

3.1.1 水供給計画の推移と現状

(1) 第1次5ヵ年開発計画

「マ」国は国家として本格的な開発計画を1984年に第1次5ヵ年開発計画（当初のフェーズは1985年から1989年までとしたが、最終的に会計年度1986/87から1990/91までと再調整された）として策定した。この計画は、米国との自由連合盟約に記載されている基本的理念及び実施計画に基づいて策定され、その後15年間の長期計画の最初の5年間である。本計画では、経済開発を最優先し、特に民間セクターの拡大、人材開発、雇用の創出、地域開発、人口計画、社会開発及び文化・環境保護が強調された。

上水道に関しては、人間が生活していく上で絶対不可欠なものである給水、配水については、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。

それまでの給水施設は1973年に米国の援助により整備され（1981年には増設工事も行なわれた）、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（1,500万ガロン）に貯水し浄化した後、各家庭・事業所に直接配水する方法を用いていたが、マジュロ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た。このため、平常時の1日の給水時間を昼間の13時間まで制限していた。更に、乾季には雨季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、或いは2～3日に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た。また、管路網が不備であったことから、均一な給水が図られていなかった。

第1次5ヵ年開発計画では、目標年次に1日総需要量の75%、即ち1日18時間の給水を可能にするよう既設水道施設を改善することを提言している。マジュロ環礁に関しての具体的な改善拡張計画は以下のとおり。

表 3.1.1-1 第 1 次 5 ヶ年計画：マジュロ環礁水道関連施設改善拡張事業計画概要

案件	内容
1. ローラ地区地下水開発	50 万ガロン／日の集水を可能にすべくローラ地区の地下水を開発
2. 原水貯水池増設	1,200 万ガロンの原水貯水池の増設（空港脇）
3. 海水流入防止設備	海水によって汚染された地下水の逆流防止のための設備設置
4. 量水計の敷設	各家庭への量水計設置による無収水率の改善
5. 海水淡水化プラント建設	既存火力発電所（DUD 地区）の余熱利用による日産 25 万ガロンの淡水化プラントの建設
6. 下水道設備	DUD 地区における下水道施設の建設

第 1 次 5 ヶ年計画で提言された、マジュロ環礁水道関連施設改善拡張事業のうち、上記 2. 原水貯水池増設及び 4. 量水計の敷設は、我が国の無償資金協力として実施されている（1989 年完工）。当該無償資金協力の詳細に関しては、「**本章 3.5 既存施設概要 (2)施設の更新記録**」及び「**第 6 章 6.1.2 日本国政府**」を参照。

(2) 第 2 次 5 ヶ年開発計画

第 2 次 5 ヶ年開発計画は 1991 年に策定され、会計年度 1991/92 年から 1995/96 年までの開発計画とされた。この計画では、1991 年時点のマジュロ環礁の水供給システム（空港滑走路からの集水及び空港脇の貯水池から成る）及び水供給事業組織について記述し、1988 年の統計より求めたマジュロの 1989 年の水消費量を年間 2 億 800 万ガロンとした。

第 1 次 5 ヶ年開発計画の実績として、第 2 次 5 ヶ年開発計画の中では下記の 2 プロジェクトに言及している。

ア. 貯水池容量の増強

1986 年時点で 1,900 万ガロンであった貯水池総容量は、1989 年時点には 2,200 万ガロンに増強された。内訳は、空港脇の原水貯水池容量が 2,000 万ガロン、処理水貯水池容量は 200 万ガロンである。その結果、1 日 63 万ガロンが空港脇の処理場（浄水場 C）で生産されることになった。

イ. ローラ淡水レンズ地下水開発計画

貯水池容量増強と並行して、ローラ地区淡水レンズの地下水開発事業が計画策定時点で実施中であり、1 日 40 万ガロンの新規給水が可能と推定された。本事業は米国の CIP（Capital Improvement Project）によって実施された。CIP は米国政府によるマーシャル政府への援助機関である。

第1次計画では、上記2つの新規水源開発によって、マジュロ環礁の人口21,000人に対して一人当たり毎日49ガロン（220リットル）の水供給が可能であると推定していた（計算式： $(630,000 \text{ ガロン} + 400,000 \text{ ガロン}) \div 21,000 \text{ 人} = 49 \text{ ガロン/日/人}$ ）。しかしながら第2次計画では、潜在的にはこの水量が供給可能であるにもかかわらず、実際には厳しい飲料水不足が続いており、特に乾季では給水制限や供給停止状態があることに言及している。

水供給不足は商業活動（魚の加工業など）の振興にも悪影響を及ぼすことから、同計画では、公共施設からの雨水集水などの代替水源の確保・開発が提言されている。また、同計画では、それまで数年間に建設された公共施設には雨水集水設備が備えられているにもかかわらず、それら施設の維持管理が十分でないことを指摘するとともに、将来建設される全ての建築物に雨水集水設備の設置を義務付けることも提案された。

第2次5ヵ年開発計画で提言されたマジュロ水供給システム改善事業は以下の5プロジェクトである。

表 3.1.1-2 第2次5ヵ年計画：マジュロ環礁水道関連施設改善拡張事業計画概要

案件	内容
1. 空港滑走路への海水流入防止設備	内海側に擁壁を設け、高潮などの海水流入を防止する。これによって、滑走路の集水面積を現在の73エーカーから80エーカーに拡張。
2. デラップ地区の新規配水網の敷設	詳細不明。
3. ローラ地区水供給施設	ローラ地区東部に空港までの12インチ送水管、水処理場、ポンプ場、貯水池を建設する。
4. ローラ淡水レンズ地下水開発	7本の井戸、海水流入モニタリング装置の設置。
5. 海水利用によるトイレ水洗システム	DUD からロングアイランド地区までをカバーする、海水によるトイレ水洗システム。1日あたり25万ガロンの水道水節約に寄与する。

計画策定後、上記事業は完成し運用している。また、将来計画として、マジュロ淡水化事業のフィービリティ調査の必要性、地方給水として一般家庭用の集水及び貯留タンク施設の建設や公共施設向け雨水集水施設の建設が提言されている。

(3) ADB 水供給プロジェクト

1995年、アジア開発銀行（ADB）によるMWSCの組織強化の技術支援（T/A）報告書が提出された。この報告書の目的は、MWSCの組織及び運営管理の改善であるが、水供給システムの詳細な評価及び提言が含まれている。

報告書では、過去のローラ淡水レンズからの給水状況を精査し、計画時に想定した乾季の40万ガロン/日の給水では淡水レンズに損傷を与え、淡水レンズを維持できないと判断し、日供給量の上限を15万ガロンと結論付けた。

ADBの技術支援報告書の提言を受け、マジュロ水供給システムの改善事業が実施され、追加の原水貯水池（1,450万ガロン）が建設されるなどした結果、総貯水量は3,650万ガロンと増加した（「第6章 各ドナーの援助動向」参照）。

(4) SOPAC 技術支援（1998年）

SOPAC（South Pacific Applied Geoscience Commission：南太平洋応用地球科学委員会）は南太平洋諸国によって1972年に設立された多国間国際機関であり、その本部をフィジーに置く。「マ」国もメンバー国であり、応用地球科学に係る技術支援を定期的に受けている。

1997年と98年に発生した大渇水に直面して、SOPACはマジュロ環礁における水供給への先端技術の適用可能性について技術評価調査を実施した。特に、海水淡水化技術に焦点を当てている。

同調査は、今後下記の代替案を検討すべきであると結論づけた。

- ア．大渇水時の水供給システムを完全に淡水化技術に依存する。
- イ．緊急用淡水化プラントを既存の雨水及び地下水利用システムの補完として導入する。
- ウ．一般家庭用の屋根集水及び貯留タンクシステムの設置を促進する。
- エ．漏水防止や水消費量削減など需要管理や水の保全戦略を推進する。
- オ．ローラ淡水レンズからの地下水取水量の最適化（乾季・雨季）を行なう。
- カ．平常時の第3の水源として、海水淡水化システムを利用する。

なお、この調査では、原水貯水池容量の増強案に関しては全く考慮していない。

(5) SOPAC 技術支援（2002年）

2002年には、SOPACによってマジュロ環礁の水資源の評価調査が実施されている。この調査によれば、ローラ淡水レンズからの日最大の供給量は（ADBの判断とは異なり）当初計画と同値の40万ガロンであると主張している。同時に、地下水資源のモニタリング及び人的活動が及ぼすローラレンズへの負の影響を軽減すること強調している。

1日1人当たりの無制限の水需要量（unrestricted demand）と規定している40～45ガロンについても言及し、この需要量に対する供給は雨季のみ可能であると述べている。調

査時点での総貯水量は 3,650 万ガロンであったことから、無制限の需要量を満たすための貯水量としては 1 ヶ月分程度で、3 ヶ月間続く大渇水には対応できないとしている。

(6) インフラ整備及び維持計画 2003

「マ」国は、2003 年 8 月にマーシャル諸島のインフラ整備及び維持計画（Infrastructure Development and Maintenance Plan 2003：通称 IDMP）を策定し、第 2 次 5 ヶ年計画に基づく具体的な各セクターの施設の整備、維持計画を提言している。

IDMP が対象とした施設は、学校、病院、保健所、空港、滑走路、固形廃棄物処理施設、水供給施設、廃水処理場とした。このうち、水供給に関してはマジュロ水供給の改善案が示されている。具体的には、

ア．原水貯水池の建設（3,000 万ガロン）

イ．ローラ地区への送水管敷設

を検討し、最終的には 3,000 万ガロンの原水貯水池の建設が提言された。

3.1.2 関連法規

(1) 水資源

マーシャル諸島には河川及び湖沼がないためか、表流水の利用に関連に係る法規は存在しないが、海水に関する規制及び沿岸の保全に係る法規が存在する。地下水に関しては下記「(2) 水供給」で後述する。

ア．海水規制

Marine Water Regulations が 1992 年に制定され、海水の保全・維持や基準値を満たす水質の保全を目的とした海水の利用規制が行なわれている。

イ．沿岸の保全

一方、The Coastal Conservation Act は 1987 年に制定され、沿岸の調査、沿岸管理計画の策定、沿岸開発行為の制限、沿岸保全計画の実施などが規定された。

(2) 水供給

1987 年に制定された国家環境保護法（National Environmental Protection Act）の下で、未だ効力のある“The Trust Territory Marine and Freshwater Quality Standard Regulations”がマーシャル諸島において唯一淡水と地下水に係る条例である。

この条例は、“The Trust Territory Water Supply Systems Regulations”（1978 年制定）を補

完し、水供給システムが汚染や汚濁に影響されないよう保全するためのものである。

これらの条例の下、EPA は下記を実施することになっている。

ア. 公共水供給システムのモニタリング（毎日）

イ. 沿岸のモニタリング（毎月）

ウ. 公共及び民間の集水域のモニタリング（要請ごと）

(3) 環境影響評価

ア. 総論

米国による統治が長年続いたため、法制度は米国の NEPA (National Environmental Policy Act) を受け継いでいる。また、170km²しかない国土の海岸線が激しい浸食に晒されているため、波による海岸線の浸食と海岸の開発による海の浸食を防ぎ海岸を保護することに重点を置いた環境保護を行っているところに特徴がある。

イ. EIA

国家環境保護法は環境影響評価に関し、基本的な政府の義務を定めている。また、環境に影響がある、もしくはありそうなすべての案件について、関係省庁に環境影響評価を行うことを要求している。しかしながら、最近まで環境影響評価はほとんど実施されていないというのが実態であり、下記の基本的な問題が指摘されている。

- ❖ 政府や民間の意見を環境評価に取り込むことを法律は求めているが、ほとんど実施されていない。
- ❖ 国家環境保護法は、環境影響評価を必要とする要件について明確に定めていない。
- ❖ 環境影響評価に盛り込むべき内容に関し、規定の表現が不十分なため、申請者の判断に任されている。
- ❖ 小規模開発と大規模開発の区別がなされていない。
- ❖ 政府の中で公聴会を開き、環境影響評価レポートを作成する省庁が決まっていない。

3.2 マジュロ環礁水資源の特色

3.2.1 降雨及び渇水状況（気候の詳細については「2.2.2 気候・気象」参照）

(1) 降雨

マジュロの降雨観測はローラ、ダラップのマジュロ気象観測所 (WSO) 及び空港の 3 箇所で行われている。WSO の 1954 年 5 月から 2000 年 3 月までの月雨量統計によれば、月平均降雨量は、11.09 インチであり、最大月降雨量は 1971 年 4 月の 31.10 インチ、最低

は 1992 年 3 月の 0.15 インチである。年平均降雨量は、133.07 インチで、最大年降雨量は 1991 年の 177.84 インチ、最低は 1971 年の 86.31 インチである。

(2) 渇水

マジュロ環礁では水供給の水源を限られた雨水集水域に依存しているため、渇水に影響されやすい。1954 年から 2000 年では、1970 年、1977 年、1983 年、1992 年、1998 年の乾季は平水年に比べ著しく降雨量が低く、渇水年と見なすことができる。渇水はおよそ 6 年から 9 年の間隔で発生している。マジュロの渇水期の特徴は、1 ヶ月から 4 ヶ月の期間で月降雨量が 2 インチに満たない降雨が続くこと、3 ヶ月から 7 ヶ月にわたって平均月降雨量に満たない場合が多いことである。

3.2.2 水資源

(1) 総論

第 2 章で概略を述べたとおり、マジュロでは、雨水集水、RO（逆浸透膜）淡水化プラント及び地下水開発によって、水供給の水源が確保されている。

MWSC による公共水供給システム及び一般家庭・事業所での雨水集水システムは降雨に頼らざるを得ず、地下水の利用は雨水集水システムに対して、乾季における補完的な役割に留めている。

民間の RO 淡水化プラントでは、商業的に常時淡水を生産している。また、公共用の淡水化機器としては、渇水期に MWSC が緊急用として移動式 RO 淡水化機器を利用できる体制が取られている。

(2) 公共及び民間雨水集水システム

公共雨水集水システムは MWSC によって運営管理され、「**本章 3.3.1 上水道事業**」で詳述している水供給システムを構築している。一般家庭や事業所では下記に示すような屋根、樋、貯水タンクから成る雨水集水システム（roof catchment）を設置している。タンクの容量は、概ね 1,000 ガロン程度である。乾季には MWSC からの公共給水をタンクに貯留する併用策を取っている。

下図の A は屋根、樋、貯水池タンクからなる雨水集水システムを示し、B は貯水タンク内の構造を示す。

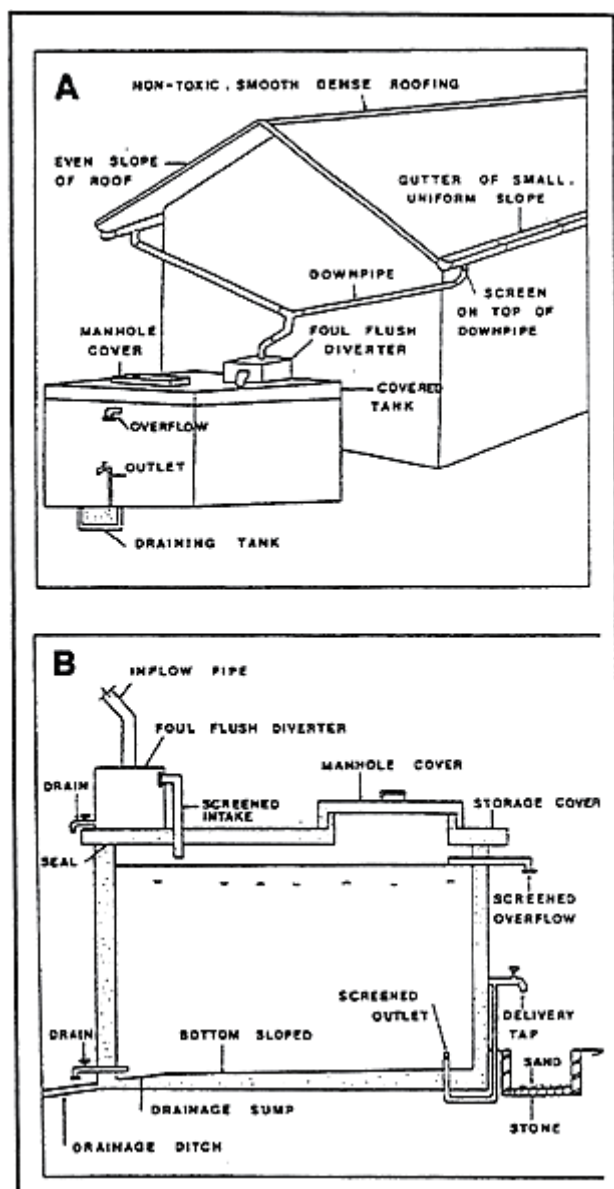


図 3.2.2-1 民間雨水集水システムの概念図

(3) 逆浸透膜 (RO) による淡水化システム

RO による淡水化プラントは商業用に水を供給している。主な需要者はホテル、醸造所、ボトル水販売業者などである。商業用 RO 淡水化プラントは日産 3,500 ガロンをボトル水販売業者に、また、日産 1,500 ガロンを醸造所に供給している。

渇水期には公共水供給用にも RO 淡水化機器が利用され、1998 年の渇水時には日本企業の寄贈による日産 6,000 ガロン生産可能な淡水化機器が水不足を補った。この機器は水供給システムには接続されておらず、緊急用として移動可能なものである。

また、同年米国の FEMA (Federal Emergency Management Agency : 連邦緊急事態管理庁) 及び「マ」国政府によって 5 基の淡水化機器が導入され、日産 12.5 万ガロンの供給が可能となった。これらの機器は水供給システムに接続されたが、渇水期の最後には運転停止され、現在まで使用されていない。

(4) 地下水資源

マジュロの地下水利用は、公共水供給用井戸と民間の井戸からなる。地下水利用は雨水利用を補完する役割に留まっている。雨水は水質や生産性の面から、地下水より多く利用されている。実際、マジュロの地下水は塩分濃度が高く、潜在的に汚染・汚濁の影響を受けやすい。

地下水は主に DUD 地区やローラ地区で汲み上げられている。DUD 地区では 1972 年に 3 本の井戸が建設され、日産 5 万ガロン程度の供給量であった。1998 年の渇水では、地下水の水位低下により海水流入や汚水浄化槽からの汚染が発生した。

1991 年には、ローラ地区の内海側の南北方向に 7 本の井戸が建設された。淡水レンズ保全のため浅井戸とされ、各井戸からは日産 8 万ガロンを汲み上げる計画であった。下記にローラ淡水レンズ井戸の位置及び淡水レンズの概念図を示す。

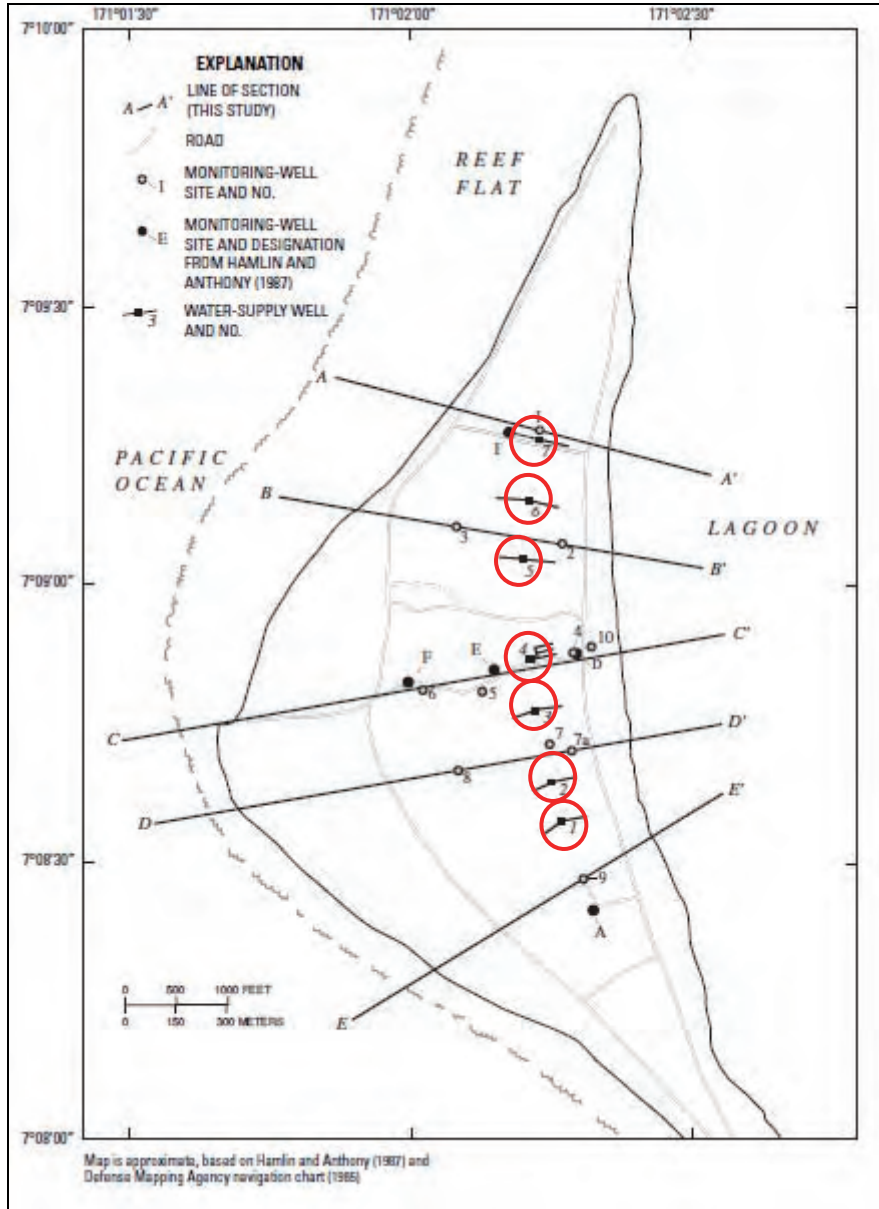


図 3.2.2-2 ローラ淡水レンズ井戸の位置 (赤丸が井戸)

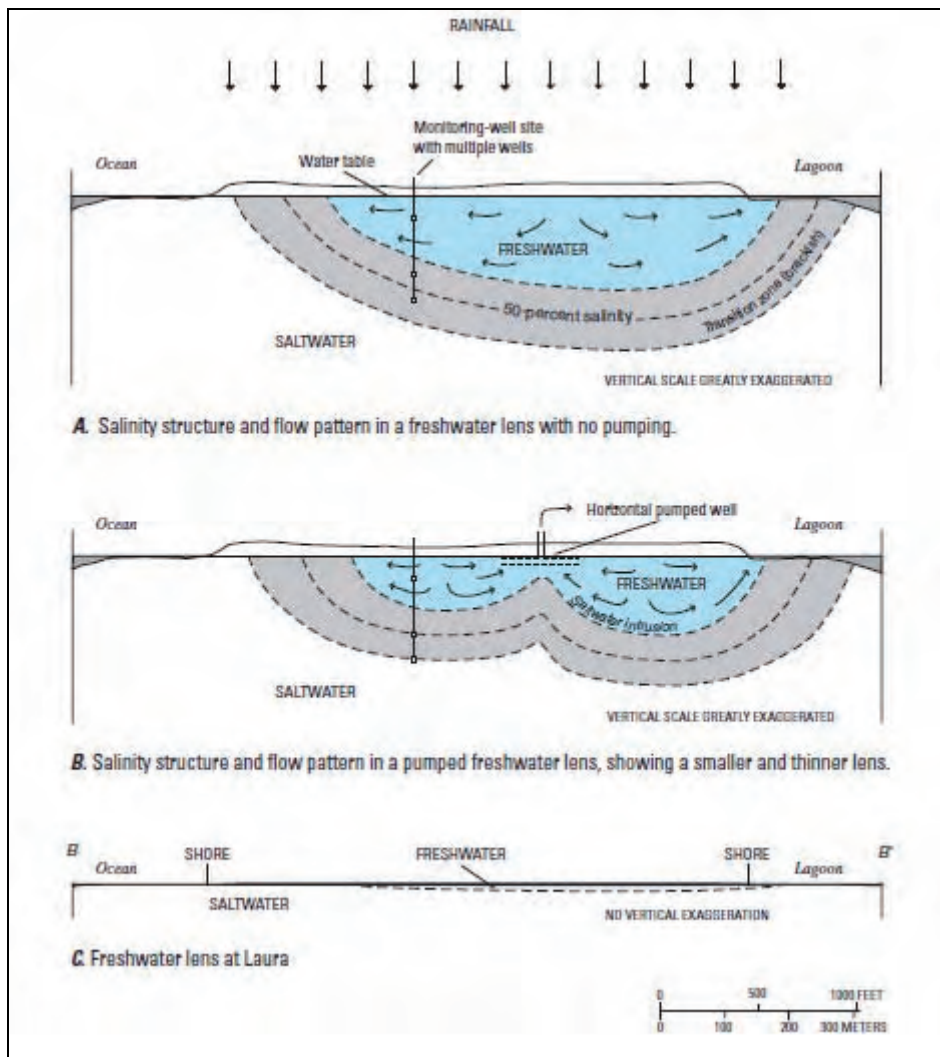


図 3.2.2-3 ローラ淡水レンズの概念図

上図の A はポンプによる取水がない場合の塩水の構造及び淡水の流れを示す。B では、浅井戸から淡水を汲み上げた場合の塩水の構造及び淡水の流れを示す。C は図 3.2.2-2 における横断面 B-B' の断面図である。

ローラ淡水レンズの井戸の構造は以下に示すとおり。淡水レンズの劣化を防ぐため井戸は浅井戸とし、地表から 8 から 9 フィートの深さに穴の開いた PVC プラスチック管を水平に敷設している。

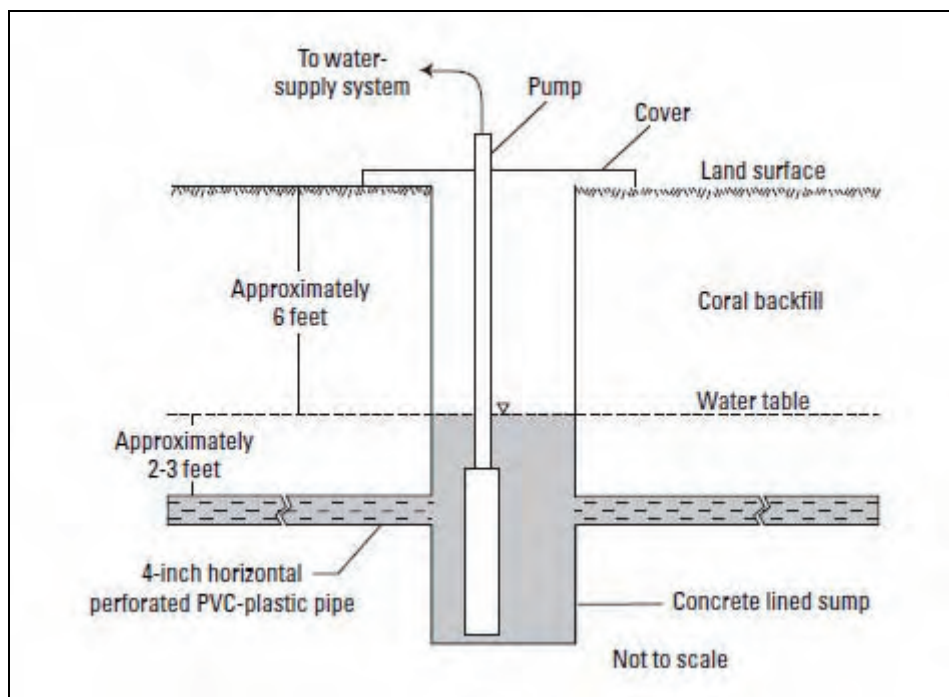


図 3.2.2-4 ローラ淡水レンズの構造図

3.3 マジュロ環礁水供給の現状と問題点

3.3.1 上水道事業

(1) 現状の水利用概況

現状の水利用について MWSC より入手した情報を下記に列挙する。

- ア. 主要な水源は、空港滑走路による雨水集水及びローラ淡水レンズの利用によって確保されている。過去の大渇水時においては、浄水場 C に設置している RO 淡水化プラントから日 12.5 万ガロンを供給していたが、貯水池が增強されてからは、緊急用以外の必要性がなくなった。
- イ. 給水システムへの送配水は週 3 日のみで、水不足の状況が続く場合、週 2 日の体制に変更される。通常は日産 100 万ガロンを供給している。
- ウ. 供給人口を 25,000 人とする、供給量は 1 日 1 人あたり 17 ガロンとなり、欧米の基準に比べかなり低い値である。しかしながら、ロングアイランド及び DUD 地区では

海水によるトイレの流水洗浄システムがあり、上水道の節約に貢献している。

- エ. 週 100 万ガロンが、ローラ淡水レンズから 12 インチの送水管によって給水されている。ローラ淡水レンズの水源としての潜在給水量は 1 日あたり 40 万ガロンと推定されているが、レンズの劣化を防ぐため、週 100 万ガロン（日 15 万ガロン弱）程度の給水としている。
- オ. 週 3 日間で給水された処理水は、一般家庭などの貯水タンク（概ね 1,000 ガロン程度の容量がある）に補給され、次の給水が開始されるまで利用される。
- カ. 雨季には、水需要量は日 140 万ガロンから 70 万ガロンに半減する。これは需要者が設置している屋根からの雨水集水システムで需要を満足させることによる。
- キ. MWSC の徴収記録によれば、全体の 70% が一般家庭による消費で、残り 30% は事業所によるものである。

(2) 水供給システム概況

ア. 水源

現在の空港滑走路集水施設及びローラ井戸施設の概要は以下のとおり。

表 3.3.1-1 空港滑走路集水施設の概要

項目	内容
1. 集水面積	約 80 エーカー
2. 降雨高 1 インチの理論的給水可能量	217.2 万ガロン
3. 降雨高 1 インチの有効給水量	170 万ガロン 注：蒸発散、その他の損失を除いた水量
4. マジュロ平均年降雨量	131 インチ
5. 95%年降雨量	約 100 インチ
6. 過去最低年降雨量	86 インチ
7. 平均年間給水可能量	2.23 億ガロン
8. 潜在的依存可能量	1.7 億ガロン

表 3.3.1-2 ローラ井戸施設の概要

項目	内容
1. 井戸本数	7 本（個々に設置されたポンプによりローラポンプ場まで送水される。1990 年に完成）
2. 最大供給可能量	日 40 万ガロン（米国の地質調査所（USGS）の推定）
3. 現在の給水率	2003 年 3 月の渇水期で、週 100 万ガロン（週末 3 日の給水で、ピークで日 33.3 万ガロン、平均では日 14.3 万ガロン）。これは MWSC の塩分濃度モニタリングから決めた乾季での給水上限である。
4. 依存可能給水量	年間 520 万ガロン程度で、仮に雨季の余剰分を貯水できるポンプ能力と貯水池容量を増強した場合は、それ以上給水できる。

イ. ローラポンプ場

ローラ地区東部のローラポンプ場の概要は以下のとおり。

表 3.3.1-3 ローラポンプ場の概要

項目	内容
1. 建設年	1990 年
2. 機能	井戸からの淡水を取水し、塩素処理後、合成ゴム製（ハイパロン）によってカバーされた貯水池に貯留させる。
3. ローラ地区向け送水ポンプ	2 基
4. 浄水場 C 向け送水ポンプ	2 基（ローラ地区向けとは別系統）
5. 総ポンプ容量	日 66 万ガロン（1 日 20 時間運転）

ウ. ローラから浄水場 C までの送配水管

ローラから浄水場 C までの送配水管の概要は以下のとおり。

表 3.3.1-4 ローラから浄水場 C までの送配水管の概要

項目	内容
1. 建設年	1990 年
2. 仕様	UPVC (硬質塩化ビニル) 管 (12 マイル) ダクタイル管 (8 マイル)
3. 選択送水	浄水場 C のバルブ操作により、DUD への送水管、 原水貯水池、処理水貯水池の何れかに送水選択が可能。
4. 推定損失水頭	138 フィート (毎分 650 ガロンとして)
5. 送水能力	日 48 万ガロン

エ. 浄水場 C 及び貯水池 (原水及び処理水)

空港脇の浄水場 (通称、浄水場 C と呼ぶ) に係る施設の概要及び水処理施設平面図は以下のとおり (拡大図については、別添資料 7 を参照)。

表 3.3.1-5 浄水場 C 及び貯水池 (原水及び処理水) の概要

項目	内容
1. 建設年	1972 年 (当初施設の建設)
2. 原水貯水池容量	3,300 万ガロン (カバーなし)
3. 処理水貯水池容量	350 万ガロン (カバーあり)
4. 自動重力式砂ろ過プラント	2 基
5. 塩素処理プラント	3 基
6. ポンプ施設	原水、砂ろ過などの給水システム用

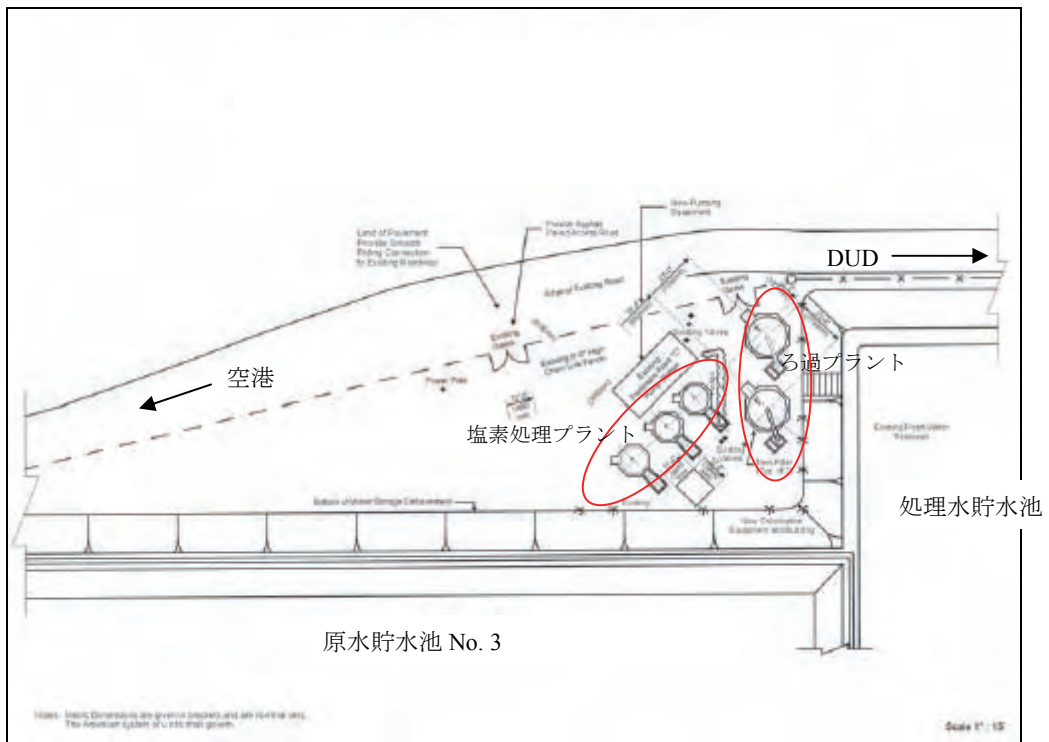


図 3.3.1-1 浄水場 C (処理プラント部) 平面図

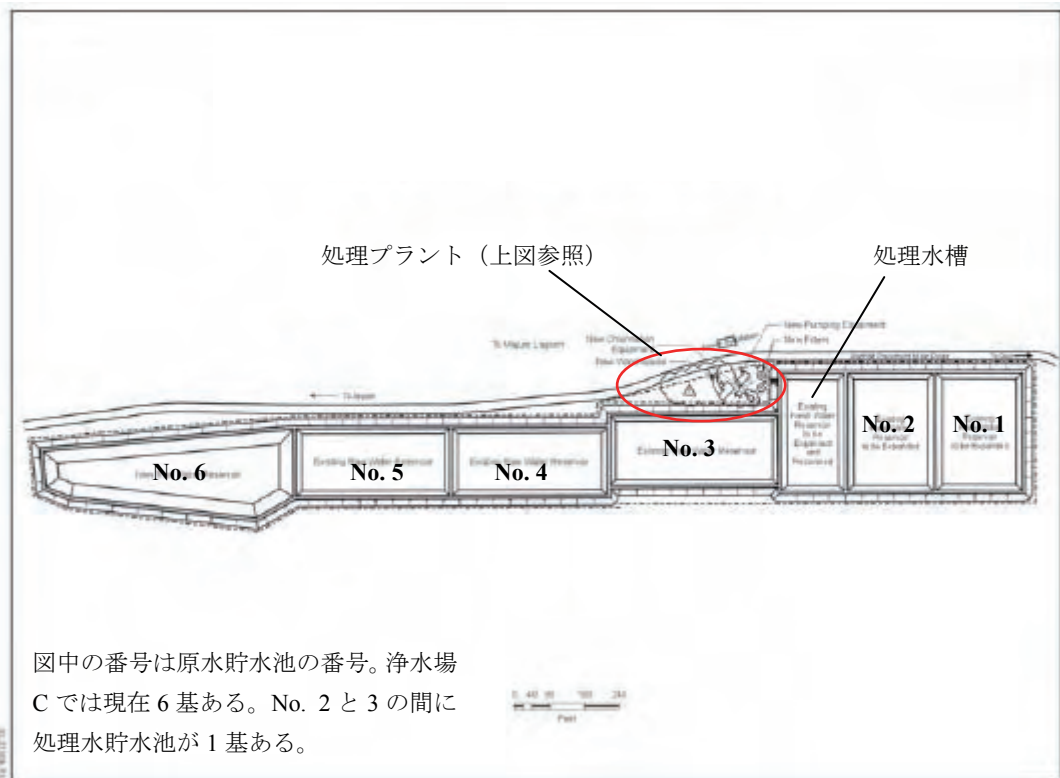


図 3.3.1-2 浄水場 C の原水及び処理水貯水池平面図

オ. MWSC からの情報

MWSC のジェネラル・マネージャーらとの協議で得られたその他の情報については以下のとおり。

- (ア) 原水貯水池からローラ淡水レンズまでの送水管の敷設は 2 段階で行なわれた。ローラ地区から約半分の距離までは UPVC（硬質塩化ビニル）管で、我が国のコントラクターが施工し、貯水池までの残り半分はダクタイト管でオーストラリアの建設会社、McConnell Dowell によって施工された。
- (イ) 現在の総貯水量は 3,650 万ガロンで、500 万ガロンの原水貯水池が 5 基、800 万ガロンの原水貯水池が 1 基、350 万ガロンの処理水貯水池が 1 基である。
- (ウ) 浄水場は、2 基の自動重力式砂ろ過と塩素処理プラントがあり、老朽化した 3 基の砂ろ過プラントは使用停止した。送水ポンプが更新され、マジュロにおける懸案であったリタ地区を含む末端への送水圧不足が解消された。
- (エ) 送水管の直径は通常 12 インチであるが、リタなど末端においては、10 あるいは 8 インチ管を用いている。
- (オ) 乾季における最大需要量は 1 日あたり 140 万ガロンであり、雨季は各家庭の雨水集水システムの利用から公共給水への需要は 70 万から 80 万ガロン程度に下がる。
- (カ) 雨季の終わりには貯水池は満水し、滑走路における湛水を防ぐため、余剰水を内海に排水している。MWSC としてはこの排水分を貯留したいという考えであり、現在の貯水池容量を 2 倍程度に増強したい。追加貯水池の設置場所は空港から西の平和公園（Peace Park）近傍までの地域と考えている。
- (キ) MWSC としては、ローラからの追加の送水管設置案は、乾季に有効であるものの建設コストがかかるため優先順位は低いと考えている。しかし、ローラ処理場の貯水容量については不足していることから、貯水池の増強が必要と考えている。

(3) 運営状況

MWSC の運営状況について下記に示す。

ア. ローラ井戸の管理

ローラ井戸からの給水は、井戸水の塩分濃度のモニタリングによって制御しているが、その井戸管理は問題なく行なわれている。MWSC は乾季の満潮時に特に注意を払っている。満潮によって海水が上昇し、淡水層を押し上げることによってレンズ内の淡水をあふれさせる傾向があるとのこと。

イ. 地下水の人口涵養

ローラ淡水レンズの人工涵養を目的とした、空港側からローラ地区への逆送水は行なわれていない。雨季には降雨が十分であり、ローラ淡水レンズの地下水涵養の必要性はなく、また、乾季には貯水池の余剰水がないため人工涵養の効果が期待できない。

ウ. オペレーションシステム

MWSC は操作の簡単な運用システムを採用しており、複雑なバルブ操作や遠隔操作による労務費の節約を図っている。

2003 年には、米国内務省支援による OMIP (Operation and Maintenance Program) が導入され、MWSC の水供給システムに係る維持管理システムが構築された (「第 4 章 MWSC の運営・維持管理」参照)。

(4) 水供給会社の運用記録

MWSC は最大の集水域である空港滑走路からの年間の給水可能水量を下記のとおり評価・分析している。

2002 年における各月の雨量、集水域から原水貯水池への供給量、供給率を下記に示す。

表 3.3.1-6 空港滑走路からの供給量 (2002 年)

月	月雨量 (インチ)	供給量 (100 万ガロン)	1 インチあたりの 供給率 (100 万ガロン/ インチ)	貯水池状況
1 月	7.98	15.097	1.892	減少中
2 月	5.41	8.515	1.574	減少中
3 月	6.05	10.040	1.659	上昇中
4 月	10.25	17.225	1.680	上昇中
5 月	14.00	22.725	1.623	
6 月		記録損失		
7 月	18.61	19.797	1.064	満水
8 月	12.51	22.465	1.796	満水
9 月	15.43	23.898	1.549	
10 月	17.61	26.737	1.518	減少中
11 月	5.65	11.507	2.037	減少中
12 月	13.66	23.011	1.685	減少中
年合計	127.16	201.017		

上表において、7月は貯水池が満水であったことから、余剰水は内海に排出された。7月以外では空港滑走路からの集水量は1インチ降雨あたり150万ガロン以上であった。MWSCは、仮に貯水池容量が滑走路からの水を全て貯留できるものであれば、余剰水を排水することなしに給水可能であるとしている。

(5) 水需要

ア. 人口予測

水供給対象人口は、システム運用上最も重要であることは明らかである。人口統計で最も信頼できるものは1999年統計であり、同統計によればマジュロ環礁の人口は23,676人である。1958年から1999年までの人口増加は以下のとおり。

表 3.3.1-7 マジュロ環礁の人口増加分析 (1958年から1999年)

年	人口 (人)	間隔 (年)	複合増加率 (%)
1958	3,415		
1967	5,249	9	1.049
1973	10,290	15	1.076
1980	11,791	22	1.058
1988	19,664	30	1.060
1999	23,676	41	1.048

*複合増加率 (compound growth rate) : 間隔年の増加率を一定とした場合の増加率

マーシャル諸島全体の人口増加率は2.9%であり、マジュロ環礁の人口増加率は全国平均の2倍弱である。過去の人口増加率平均5.0%を用いて将来人口を推定すると、2010年にはおよそ4万人、2015年には5万人となる。

イ. 料金徴収上の需要量

MWSCの過去の水使用料金徴収記録によれば、水利用者は4つに分類されており、商業事務所、政府関連、一般家庭、ローラ地区の一般家庭である。ローラ地区需要者に対しては、ローラ処理場から空港貯水池への送水ルートとは別のルートで配水されている。

2000年より3年間の記録から、料金徴収された給水量は年間平均1.05億ガロンである。

ウ. 現状の需要

2002年の記録では、1月から11月までの給水システムへの送水量は1.895億ガロン

であり、同期間の料金徴収された消費水量は 1.015 億ガロンである。その差 8,800 万ガロンは漏水、盗水などで損失されたと考えられる。つまり、無収水率は 46%となり、国際基準から見ても損失量が大きいことが分かる（通常、先進国では 10%程度、フィリピンやカンボジアなどの開発途上国で 30%程度）。損失率が 10%程度改善されたとすると年間の収入が 57,000 ドル増え、800 万ガロンの水の節約になる。この量は乾季 4 週間分の給水量に匹敵する。

当該問題に対しては、漏水検知や配水網の接続点検システムの構築が効果を上げられると思われる。

エ. 将来需要

現在、MWSC による公共水供給システムの主たる水源は空港滑走路への降雨とローラ淡水レンズに依存している。特に乾季は貯水池からの送水量が制限されている。

将来需要の推定は、多くの要素に依存している。具体的には、それらは公共水供給の利用度、一般家庭及び事業所の雨水貯留タンク容量の増加率、産業の発展、人口増加率などが上げられる。

今般の「マ」国から我が国への要請には、原水貯水池の増強を図るための 3,000 万ガロンの新規貯水池の建設が含まれるが、その規模算定上の根拠となる将来需要は年間 2.75 億ガロンである。

この 2.75 億ガロンは想定した目標年の必要水供給量ではなく、平水年に雨水集水及びローラ淡水レンズから供給できる総供給量と同量であり、それらを全て貯留するために必要となる貯水池の増量分を 3,000 万ガロンと推定したものである。

2014年には人口が1999年当時の2倍になることが予想される。また、将来的にMWSCが給水制限なしで水供給を行うことを計画する可能性もある。これらを考慮するのであれば、追加の貯水池あるいは新規水源の開発が必要になると考えられる。

3.3.2 上水道施設

(1) 貯水池

既存の貯水池で現在稼働しているものは、図 3.3.2-1 に示す浄水場の貯水池であり、各貯水池の概略は、表 3.3.2-1 のとおり。

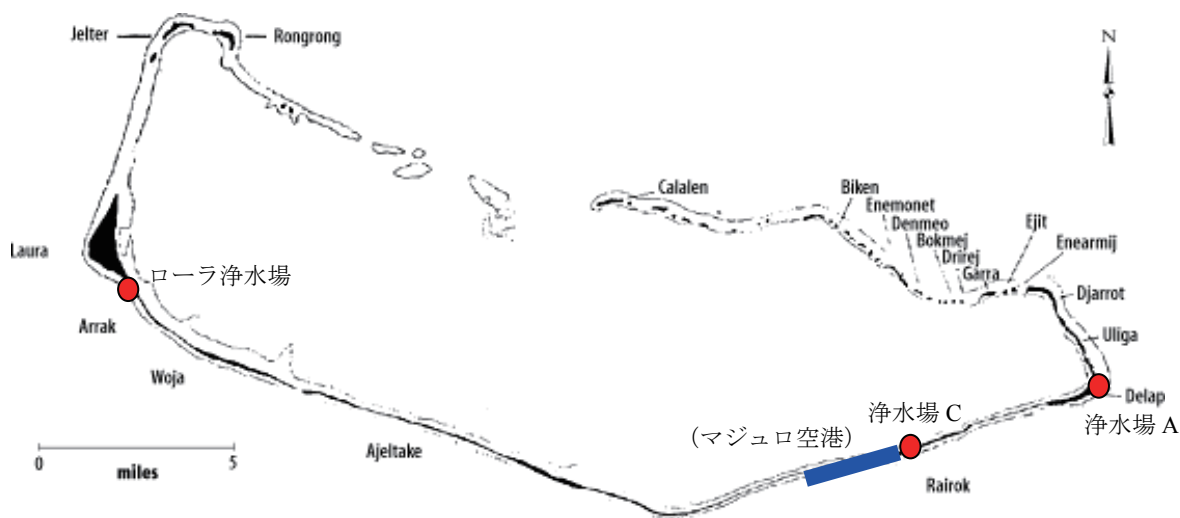


図 3.3.2-1 マジュロ環礁における浄水場の位置

表 3.3.2-1 各貯水池の概略

場所	種類	総量 (ガロン)	容積 (ガロン)	数量
浄水場 C	原水	3300 万	500 万	5
	処理水	350 万	350 万	1
浄水場 A	原水	50 万	50 万	1
ローラ浄水場	井戸水	3 万	3 万	1

出典：Majuro Water Supply and Sanitation Project As-Built Drawings、現地調査

800 万ガロンの原水貯水池は 1998 年に新設された。処理水用貯水池は、1998 年に壁の高さを上げることによって容量増設を行うと共に、蒸発防止用のシートが更新された。貯水池自体に大きな問題は見られないが、2006 年 1 月現在、1 週間に 24 時間のみの給水（週 3 回、午前 4 時間、午後 4 時間）という非常に厳しい給水制限を実施していることから、その給水量が需要に対して不足しているということが言える。

また、要請書で処理水槽への転換が求められている、浄水場 C の No.3 原水貯水池は、MWSC によれば、貯水池からの漏水はないとのことであった。現地調査でも貯水池内面の劣化は認められず、漏水も確認できなかった。しかし、貯水池の漏水を防ぐ遮水シートの更新が行われていないため、将来的には追跡調査が必要だと思われる。

(2) 浄水装置

浄水場 A 及び C では、原水をろ過するために自動重力式砂ろ過装置が稼働している。また滅菌のため、配水する直前に塩素を注入している。

表 3.3.2-2 各浄水場の浄水装置

場所	種類	サイズ	状況	数量
浄水場 C	自動重力式	18 フィート	稼働中	2
		12 フィート	停止	3
	塩素注入装置		稼働中	1
浄水場 A	自動重力式	6 フィート	稼働中	1
		6 フィート	停止	1
	塩素注入装置		稼働中	1
ローラ浄水場	塩素注入装置		稼働中	1

出典：Majuro Water Supply and Sanitation Project As-Built Drawings、現地調査

浄水場 A 及び C で現在稼働中のろ過装置は 1998 年に新規更新されたものであり、使用上の問題はないと考えられる。しかし、本案件の実施により既存の原水貯水池 No.3 を処理水貯水池へ転換し、ろ過装置の処理量が増加してその能力を越えるような場合は、ろ過装置の増設が必要となる。その場合、MWSC は、現在停止しているろ過装置 3 基が再生可能だとしているが、実際に再生が可能であるかどうかの検証が必要である。外観から判断する限り、浄水場 C の使用停止中のろ過装置は、逆洗浄用金属製配管がかなり腐食していることから、相当程度の部品交換などが必要であると予想される。したがって、ろ過装置を増設する場合、新設するケースと既存の装置を修理するケースの費用の比較検討を要する。

(3) 配水ポンプ

浄水場 A 及び C において、処理した水を配水するためのポンプは、次のとおり。

表 3.3.2-3 各浄水場のポンプ

場所	種類	能力	状況	数量
浄水場 C	配水ポンプ	500 GPM	稼動中	3
	ろ過装置用ポンプ	226 GPM	稼動中	4
浄水場 A	配水ポンプ	90 GPM	稼動中	2
	ろ過装置用ポンプ	56 GPM	稼動中	2
ローラ浄水場	配水ポンプ	90 GPM	稼動中	2
浄水場 B	配水ポンプ	90 GPM	停止	1

GPM : Gallon Per Minute

出典 : Majuro Water Supply and Sanitation Project As-Built Drawings、現地調査

注 : 「配水ポンプ」は、処理した水を家庭に給水するための配水ポンプであり、「ろ過装置用ポンプ」は、原水をろ過装置に送るためのポンプである。

浄水場 A 及び C のろ過装置用ポンプ（原水貯水池 → ろ過装置）は、1998 年にろ過装置を更新した際に更新された。しかし、処理水を供給するための配水ポンプは、現在まで更新されておらず老朽化が懸念される（「表 3.5-2 上水道設備の更新概要」を参照）。

浄水場 B は、1998 年 ADB プロジェクト実施時にマジュロ高校近くに給水タンクを建設したため、その機能が不要となり、以降停止している。

(4) 配水管路

浄水場から一般家庭への配水管路は、図 3.3.2-2 に示すとおり、浄水場 C からリタ地区へ平行して 2 本、ローラ浄水場から浄水場 C へ 1 本存在する。配水管路の概略は、表 3.3.2-4 のとおり。

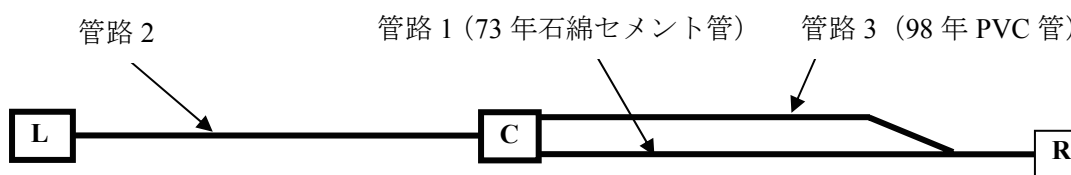


図 3.3.2-2 配水管路概念図

C : 浄水場 C、L : ローラ浄水場、R : リタ地区

現在でも管路 1 から 3 のすべての管路が使用されている。日本における石綿セメント管の耐用年数は 25 年なので、管路 1 については老朽化が進んでいると考えられる。ダクタイル鋳鉄管及び PVC 管の耐用年数は 40 年程度とされている。管路 1 (石綿セメント管)

は、当初から使用されているため主要な配水本管であり、各家庭への分岐配管（給水配管）も多く接続されている。

表 3.3.2-4 配水管路

	敷設年	材質	口径、距離	範囲
管路 1	1973 年	石綿セメント管	6～12 インチ 約 16,000m	浄水場 C からリタ地区
管路 2	1988 年	ダクタイル鋳鉄管、他	12～14 インチ 約 30,000m	浄水場 C からローラ浄水場
管路 3	1998 年	PVC 管	8～12 インチ 約 14,600m	浄水場 C からリタ地区

出典：Majuro Water Supply and Sanitation Project As-Built Drawings、現地調査

最も大きな問題点は、上記のとおり主要な配水本管が老朽化していることである。

また、1998 年に ADB が新配水本管を敷設した際は、リタ地区で水圧が充分確保できないという問題が発生した。計画では、給水タンクをマジュロ高校近くに建設し、リタ地区の水圧を確保する予定であった。しかし、予定の水圧調整が出来ず、タンクは結局使用されずに放置されている。水圧確保の対策として、管路 1 と管路 3 の連結部分（Cross Connection）バルブを操作（図 3.3.2-3 参照）した結果、現在ではリタ地区でも十分な圧力（1.5bar）が確保されている。

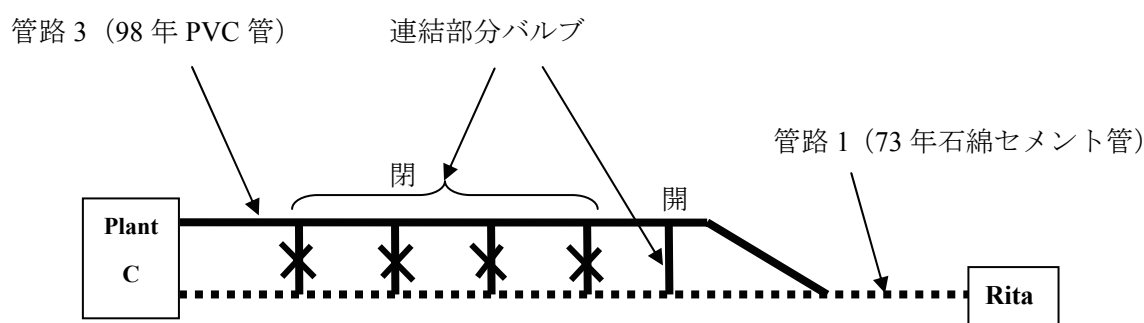


図 3.3.2-3 浄水場 C⇔リタ地区配水管路概念図

(5) その他指標

ア. 給水原単位

要請書に記されていた、潜在水需要 45 ガロン（170 リットル）/日/人は誤りであり、現地調査の結果、26 ガロン（98 リットル）/日/人であることが目標であり、現在の給

水制限を緩和することが先方の意図であることが現地調査において判明した。

イ. 漏水率

後述「3.6 (1) 漏水の現状と問題点」で記述しているとおおり、現在 MWSC では漏水を把握しておらず、データとしての漏水率は入手できなかった。

3.3.3 その他の水供給システム

マーシャル国では、飲料水を雨水に依存している割合が高く、1999 年では 75.4% (2004 Year Book) となっている。したがって、各家庭、施設には雨水収集タンクが設けられているケースがほとんどである。

雨水収集タンクは、コンクリート製、ステンレス製、プラスチック製と様々であり、その容積、形状は多様である。現在、マジュロで販売されている雨水収集タンクは、次のとおり。

表 3.3.3-1 マジュロで販売されている雨水収集タンク

販売店	材質 (形状)	容量 (ガロン)	価格 (US ドル)	付属品類
Jane's Do It Best	プラスチック (円筒形)	500	595.99	必要に応じて 組合せて購入 (約 10 US ドル)
		750	845.99	
		1,250	1,120.99	
		1,500	1,298.99	
ACE Hardware Store	プラスチック (円筒形)	317	369.99	付属品付き
		528	599.99	
MJCC	プラスチック (円筒形)	100	185	別途購入
		150	223	
		300	415	
		500	553	
		1500	1149	

出典：現地調査結果

マジュロで雨水収集タンクについて戸別訪問調査をした。調査対象は、マジュロ市役所を通じてリタ、ウリガ、デラップそして ロングアイランドの各地区評議員に無作為に抽出してもらった各地区 5 世帯、合計 20 世帯である。その調査の結果、次のことが分かった。

表 3.3.3-2 マジュロの雨水収集タンク調査結果

雨水タンク	飲料水	水道水	雨水タンクと水道
有：80% (16 世帯)	16：雨水	有：11 無：5	接合：1（飲料水は教会から確保） 分離：10（用途が異なる）
無：20% (4 世帯)	3：隣人からの雨水 1：ボトル水(水道有)	有：2 無：2	

出典：現地調査結果

- (1) 雨水収集タンクを有しているのは、80%（16 世帯）であった。その容量は、220 ガロンから 4,500 ガロンと様々であった。
- (2) 雨水タンクを有していない世帯（20%、4 世帯）のうち、3 世帯で飲料水は雨水であり、近所の家族や隣人に頼っている。
- (3) 雨水タンクをもたず、水道も使用していない世帯は 2 世帯であり、いずれも飲料水と生活用水は隣人に頼っている。
- (4) 雨水収集タンクと水道を接合しているのは 5%（1 世帯）であった。この世帯では飲料水としての雨水を別容器に確保しており、生活用水としての雨水が少なくなった場合に水道水を雨水タンクに確保して使用している。

3.3.4 下水及び廃棄物処理

(1) 下水道施設

ア. 下水道

1989 年にアメリカ内務省の援助により、下水道管路が整備された。下水道管のサービス範囲は、デラップにある MWSC からリタ地区まで下水本管約 4,000m（口径 18 インチ）である。マジュロの地形はほとんど平坦であるため、下水道本管に 7 箇所のポンプ場があるが、ポンプ場間の下水は自然流下である。下水道管路の最下流点は MWSC であり、現在は無処理のまま外洋へ放流している。下水道建設当初は MWSC 敷地内にピットと固形物粉碎機があったが、使用開始から数年で故障した後修理されておらず、現在、下水処理はされていない。

イ. トイレ用海水配管

MWSC では、トイレ用に独立した配管で海水を供給しており、サービス範囲は空港からリタ地区の約 14,000m（口径 6～10 インチ）である。下水道管路と合わせて整備

された後、1998年のADBプロジェクトで空港からマジュロ橋まで、約7km（口径6インチ）の延長が行われた。海水ポンプ場は4箇所（空港、ライロック、病院、Dock）である。海水の排水は、下水道管が整備されている地域では下水道管で収集し、下水道管が整備されていない地区（MWSCから空港方面）は戸々のセプティックタンク（腐敗槽）に排水している。

(2) 廃棄物処理施設

廃棄物処理場はマジュロ橋を空港方面に渡った、ロングアイランド地区の入口付近の外洋側にある。Landfillと呼ばれているが、実際には埋め立てではなく、単なるダンプサイトである。処理場の周囲はトタン板で塀が設けられているが、門には施錠が無く、守衛もない。処理場の周囲には、ゴミからの浸出水（Leachate）を回収する溝も無く、降雨があれば道路や外洋に流れ出るものと思われる。

市内に70個のSkip Binと呼ばれるバケツ（容量20立方ヤード＝約15.3m³）があり、車輦で回収が行われる。

3.3.5 課題

(1) 水量の問題

雨季は降雨量も多く、マジュロ環礁における水供給問題は深刻ではない。この期間、一般家庭では公共給水には依存せず、雨水集水をメインに利用することから、水需要も低下する。既述のとおり、貯水池が満水になり空港滑走路に湛水する場合は、内海に余剰水を排出するシステムとなっている。

他方、乾季には水需要が増加するが、供給量不足によって給水制限せざるを得ない。週3日の給水で1日100～140万ガロン程度の供給量である。

乾季の給水量を増加させる必要があることは明白であり、貯水池の容量を増強する必然性がある。貯水池容量の増加は空港滑走路及びローラレンズの供給量と関係付ける必要がある。

(2) 水質の問題

マーシャル政府はWHOの水質基準を適用している。MWSC及びEPAによって検査された主要な水質項目と許容限界値は以下のとおり。

ア. 混濁値：1ntu以下

イ. 自由塩素残差：0.5mg/L以上

ウ. 伝導率：1,000 マイクロシーメンズ/cm

エ. TDS (Total Dissolved Solid：全溶解性固形分)：600mg 以下

オ. 塩化物：250mg/L 以下

カ. 総大腸菌：大腸菌なし/mL

EPA の記録によれば、通常月 4 回の水質検査を実施し、許容範囲を超えた値が検出された場合は再検査し、必要であれば、ラジオを通じて飲料水の煮沸を呼びかける警告を一般に行っているとのことである。

EPA は、高い大腸菌レベルが塩素残差の不足や非合法の接続の結果であるとする。送水が停止されている場合、供給システムに非合法接続から水の逆流が起こっていると考えている。よって、乾季の水質は基準を満たさない場合が多い。

MWSC の処理場のオペレーターによれば、送水が週 3 日の不連続であるため塩素注入に問題が生じているとのこと。

(3) 上水道施設の課題

ア. 貯水池容積

本予備調査団が現地調査をした 2006 年 1 月では、週に 3 日間 (月曜、水曜、金曜)、午前 6:30~10:30 と午後 4:30~8:30 のみ給水するという給水制限が行われていた。また乾季であったので、原水貯水池の水位は低かった。しかし MWSC によると、雨季には貯水能力が限られているため、空港集水施設から貯水池へ移送できずに、やむを得ず内海へ雨水を捨てることもある。

イ. 浄水装置の能力

貯水池の新設などにより貯水池の容積を増加させたとき、浄水場 C の浄水装置が要求される処理能力に対応可能かどうかの検討が必要である。現在の処理能力は 1,000GPM (500GPM×2 基) である。

ウ. 配水ポンプ

浄水場 A 及び C に設置されている処理水を配水するポンプは、1973 年設置以来、更新されたことがない。1998 年の ADB プロジェクトでは、貯水池から浄水装置への送水ポンプのみが更新された。

現在は給水制限もあり、フル稼働していないことから、当面使用には支障がないように見える。しかし、日本では統一されたポンプの耐用年数は定められていないものの、一般的に 30 年が目安とされていることから、配水ポンプは更新を検討すべき時期

に来ている。

エ. 水道管路の漏水調査

空港からリタ地区への配水本管は2本あり、その1本は1973年当時からの石綿セメント管がそのまま使用されている。1998年に平行して2本目の送水本管が敷設されたが、各家庭への分岐は、基本的に古い方の配水本管からとっている。EPPSO（経済政策・計画・統計局: Economic Policy, Planning and statistics Office）によると1998年に1,800台だったマジユロの車輛数は、2002年に3,100台に増加している。配水本管は、マジユロの幹線道路下に敷設されており、車輛の負荷が増えると管材料強度への影響も無視できない。使用開始から30年を超えた水道管（石綿セメント管）については、破損事故による漏水があってもおかしくない状況にある。先述のとおり、MWSCでは漏水に関するデータを持っていないが、給水制限をしている状況に鑑み、水道管路の漏水調査は必要であろう。

3.4 水供給関連組織

3.4.1 公共事業省

公共事業省（MPW : Ministry of Public Works）は公共サービスに係る開発・管理を管轄し、関連施設の改善計画及び管理、設計、水供給及び下水施設の監査などの実施機関である。マジュロにおいては、後述するマジュロ上下水道公社（MWSC）が1989年に設立され、上下水道サービスに係る運営管理を行なっている。

公共事業省の組織体系は以下のとおり。

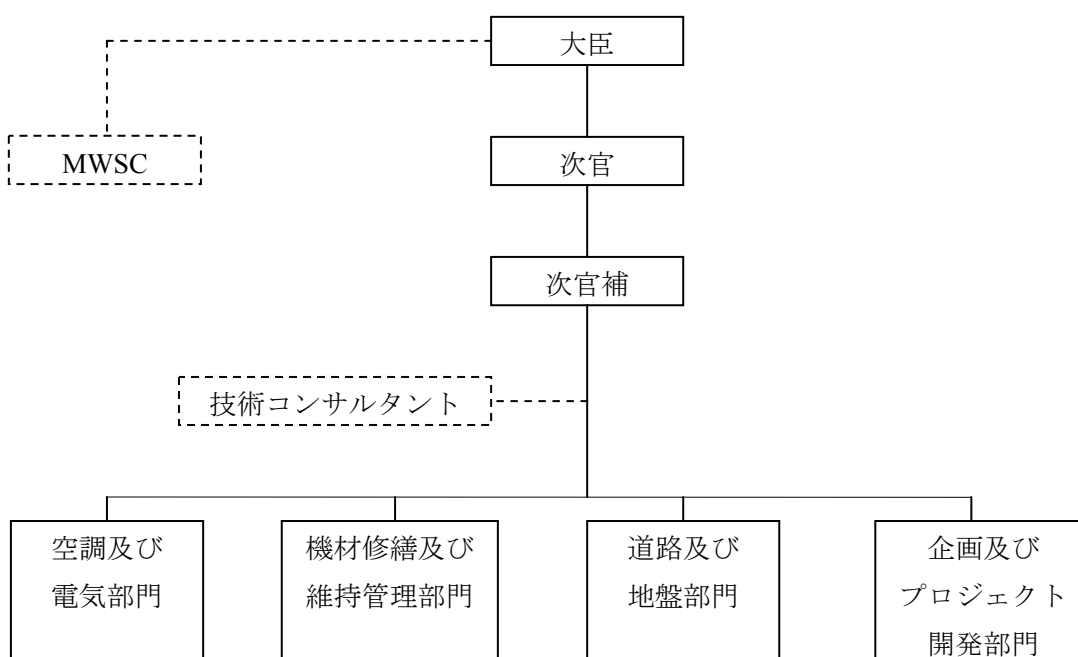


図 3.4.1-1 公共事業省の組織体系

3.4.2 マジュロ上下水道公社（MWSC）

マジュロ環礁の水供給及び下水道の運営及び維持管理は MWSC によって行なわれている。しかし、上水道施設の将来計画や事業実施については監督官庁である公共事業省が行なっている。

現在のスタッフの構成は以下のとおり。

- (1) ジェネラル・マネージャー及びマネージャー：各 1 名
- (2) 現場作業：33 名（内、2 人の技術者を含む）
- (3) 車輛の維持管理：6 名
- (4) 事務、徴収、会計：11 名

MWSC の組織体系は以下に示すとおり。

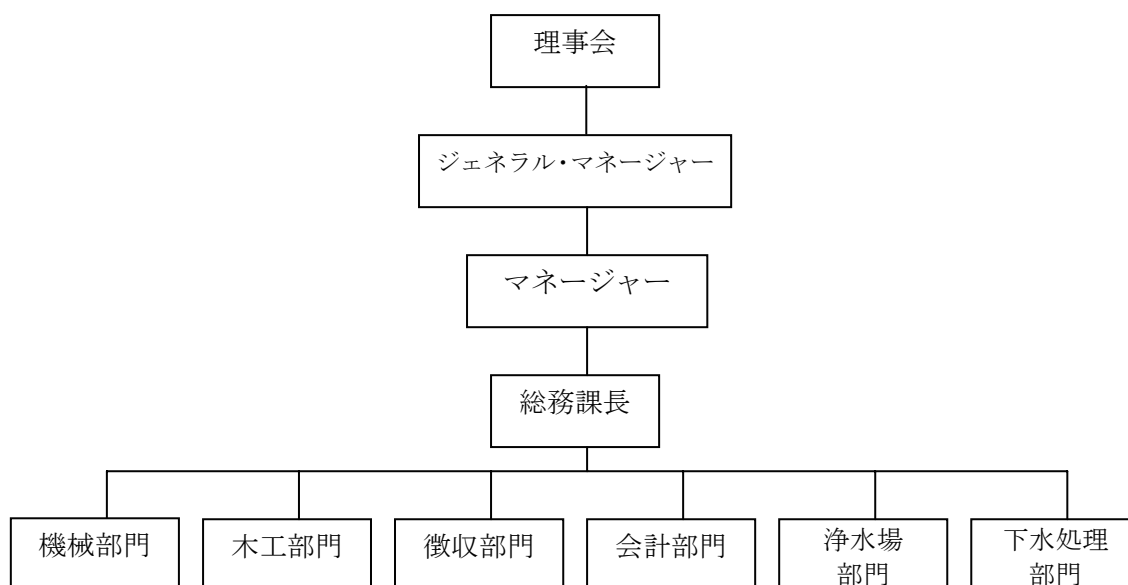


図 3.4.2-1 MWSC の組織体系

理事会（Board of Directors）を構成するメンバーは、理事長（公共事業省大臣）、副理事長（国会議員）、事務局長及び4名の理事から成る。ジェネラル・マネージャーは契約ベースの外国人であり、マネージャー以下はマーシャル人である。

3.5 既存施設概要

(1) 現況

既存の上水道施設は空港集水設備、浄水場 C（空港脇）、処理水配水管路、浄水場 A（マジュロ病院近く）、ローラ浄水場からなっている。原水はマジュロ空港滑走路集水域に敷設されている口径 8～18 インチの集水管により自然流下で集められ、空港建物西側に設置されている送水ポンプにより、原水貯水池（浄水場 C）に送水される。貯水池の原水は、砂ろ過による浄水設備で処理されたあと、処理水貯水池に貯水される。その後塩素注入を行い、配水ポンプによって、口径 6～12 インチの配水本管で水道水として供給される。

マジュロ病院の近くには浄水場 A があり、マジュロ病院とキャピタル・ビルディング（政府機関が集まる建物）で雨水収集して原水貯水池に貯水する。浄水場 C と同様に砂ろ過により浄水処理され、塩素注入して主にマジュロ病院とキャピタル・ビルディングに給水される。

マジュロ環礁の西、ローラ地区にはレンズ水の地下水があり、7基の井戸（うち6基が稼動中）よりポンプでローラ浄水場に貯水する。その後塩素注入を行い、ローラ地区及びローラ地区から空港方面の家庭に給水される。また、乾季にはローラの地下水は浄水場Cに送水され、DUD地区に給水されることもある。

表 3.5-1 上水道施設詳細

場所	項目	数量	仕様
1. 空港集水設備	集水面積	314,000m ²	
	集水管		口径 8~18 インチ (石綿セメント管)
	原水送水ポンプ	4 台	1,000GPM
	原水送水管	900m	口径 14 インチ (PVC 管)
2. 浄水場 C	原水貯水池	5 基 1 基	5 百万ガロン 8 百万ガロン
	浄水設備	2 基	直径 18 フィート 自動重力式フィルター 500GPM
	フィルター送水ポンプ	4 基 (予備 1 基)	226GPM
	処理水貯水池	1 基	3.5 百万ガロン
	塩素注入装置	1 基	
	処理水配水ポンプ	3 基	500GPM
3. 処理水配水管路	配水本管 (旧)	約 16,000m	口径 6~12 インチ (石綿セメント管)
	配水本管 (新)	約 14,600m	口径 8~12 インチ (PVC 管)
4. 浄水場 A	原水貯水池	1 基	50 万ガロン
	井戸	1 基 (隣接教会内)	(乾季のみ運転)
	浄水設備	1 台	6 フィート 自動重力式フィルター
	塩素注入装置	1 基	
	処理水配水ポンプ	2 台	90GPM

5. ローラ処理場	井戸	7 基 (6 基稼動中)	
	井戸水貯水池	1 基	3 万ガロン
	塩素注入装置	1 基	
	処理水配水ポンプ	2 台 (予備 1 台)	90GPM
※稼動停止設備 浄水場 B	貯水池	1 基	50 万ガロン
	浄水設備	1 基	自動重力式フィルター
	配水ポンプ	2 基	90GPM

出典：現地調査及び PROJECT COMPLETION REPORT(ADB)

※1973 年建設の同設備は、98 年の ADB プロジェクトの際に送水管路をリタ地区まで新設したため不要となり、老朽化していたため休止している。

(2) 施設の更新記録

1973 年に設置された上水道設備は、1988 年（我が国の無償資金協力）、1998 年（ADB 借款）と援助により更新されてきた。その概要について、設備別にまとめたものを次の表に示す。

表 3.5-2 上水道設備の更新概要

	1973 年建設当初	1988 年日本	1998 年 ADB
空港集水施設			
原水送水管	10 インチ (石綿管)	—	14 インチ (PVC 管) 新設
ポンプ	500GPM	—	1,000GPM 送水能力倍増
浄水場 C			
原水貯水池	No.1~5	No.3~5 の容積増 (各+300 万ガロン)	・新設 (800 万ガロン) No.1、2 の容積増 (各+200 万ガロン)
処理水貯水池	1 基	—	容積増 (+150 万ガロン)
浄水設備	12 フィート×2 基	12 フィート×1 基追加	・18 フィート×2 基新設 ・12 フィート×2 基停止
浄水設備用ポンプ	4 基 (226GPM)	—	更新 4 基
塩素注入装置	1 基	—	更新 1 基
処理水配水ポンプ	3 基 (500GPM)	—	—

処理水配水管			
配水本管 (浄水場 C からリタ)	約 16,000m (口径 6~12 インチ) (石綿セメント管)	約 14,000m (空港→ローラ方面)	約 14,600m (口径 8~12 インチ) (PVC 管) 現在、旧配水本管も使用 されている。
浄水場 A			
原水貯水池	1 基	—	—
井戸	1 基	—	—
浄水設備	6 フィート	—	新設 (6 フィート)
塩素注入装置	1 基	—	1 基更新
処理水配水ポンプ	90GPM	—	—
浄水場 B			
貯水池	1 基 (50 万ガロン)	—	停止
浄水設備	1 基	—	停止
配水ポンプ	2 期 (90GPM)	—	停止
ローラ処理場			
井戸	7 基	—	—
井戸水貯水池	1 基 (3 万ガロン)	—	—
塩素注入装置	1 基	—	1 基更新
処理水配水ポンプ	2 台 (90GPM、1 台予備)	—	—
配水管路	—	約 14,000m (口径 250~350mm) (ダクタイル管) 空港からローラ方面	—

出典：現地調査及び PROJECT COMPLETION REPORT(ADB)

3.6 漏水

無収水の要因の一つである漏水について、現状と対策案を以下に述べる。

(1) 漏水の現状と問題点

本調査団が現地調査した時点で、MWSC には漏水に関するデータがなく、漏水探知機も故障したままであった。従って、漏水に関するデータは入手できなかった。

しかし、調査団の現地滞在時において、舗装されていない道路上で、水が漏れている地点が観察された。その中には、時間に関係なく水が漏れている箇所と、時間によって漏れている箇所の両方があった。現地調査を行った 2006 年 2 月において、上水道は月曜、水曜、金曜の週に 3 日間、朝 6:30~10:30、午後 4:30~8:30 の間だけ給水をしていた。従って、日中に水の漏れがなく、夕方に漏れている箇所は、上水道からの漏水ということが推測される。

ア. 漏水率

MWSC では、配水管路及び給水管の漏水を把握していない。日常業務の管理シートの項目に「無収水量 (Non revenue water)」はあるが、「漏水 (Leakage)」がない。

イ. 漏水探知機

現在 MWSC では、使える漏水探知機はなく、故障したまま放置されているものが 1 台あるのみである。聞き取り調査では、修理できるかどうかの判断もなく、漏水探知機を使用する意義を理解していないことが分かった。

ウ. 問題点

水源が限られており、乾季には厳しい給水制限を行っているマジュロ環礁においては、漏水があることは大きな問題である。また、水道事業者の漏水に対する意識が低いため、漏水の現状が把握できていない。

また、マジュロ環礁のように給水制限を実施している場合、管路に漏水箇所があり管の周囲に地下水や汚水が存在すれば、水道水が汚染される可能性がある。

(2) 漏水の原因

一般的に漏水の原因として考えられるのは、次の 3 点である。

ア. 配管作業

配水本管や、本管から分岐を取る給水管の配管作業において、配管材料の取扱が指示どおりに出来ていない場合、水密性が確保できないことがあり、漏水につながる可能性がある。例えば、マジュロ環礁では石綿セメント管と塩化ビニル（PVC）管が使用されているので、漏水の原因として、管を接続するときのゴム輪や接着剤が正しく使用されたか、接合角度以上に角度をつけて配管していないか、などを検証する必要がある。

イ. 材料劣化

浄水場 C からリタ地区への配水のため、1973 年に敷設された配水本管は石綿セメント管である。また、1998 年に新設された同区間の配水本管は PVC 管であり、現在はこの 2 本が共に使用されている。リタ地区への配水と水圧確保の目的で、人口が多い DUD 地区において、給水管への分岐は石綿セメント管から取っていることがほとんどである。

石綿セメント管は、概して外からの加重に対して弱く、車輛による負荷のように繰返し加わる荷重に対して脆い性質がある。日本では石綿セメント管は 1985 年（昭和 60 年）に製造中止となっており、その耐用年数は 25 年とされている。マジュロにおいて使用されている石綿セメント管による配水本管についても、老朽化していると懸念される。

ウ. 事故

一般に上水道、下水道、ガス、電力配管など埋設物の工事がある場合、既設の埋設管を破損する事故などが考えられる。しかし、新設管路が 1998 年に敷設された後、マジュロ道路が完成しているため、マジュロではその可能性は低いと考えられる。

また、配水本管や給水管から不法に接続しようとした際、本管や他の給水管を破損することが考えられる。一般人にはその補修作業が出来ないため、そのまま放置されて漏水につながるケースもある。

(3) 漏水対策

漏水の実態が把握できていない現時点における漏水対策としては、漏水調査を実施し、漏水箇所があれば補修を行うことが挙げられる。

ア. 漏水調査

漏水の現状を把握するためには、その調査規模によって準備が異なるため、ここでは、配水管路の部分的な漏水箇所を調査する方法例を述べる。

漏水箇所を調べるために、最も単純で手軽なのは、音聴棒による検知である。

- (7) 音聴棒は、直接水道管やバルブなどに当てて、耳で漏水音を聞き取るものである。従って、量水器（水道メーター）や家庭への給水管など、音聴棒を直接当てることの出来る箇所に適している。
- (4) 配水本管など、道路下に埋設されている場合、漏水音を増幅する機能を持った漏水探知機が必要となる。配水本管が埋設されている道路の表面を、センサーを約 1m 間隔で当ててヘッドホンからの音を確認する。この作業は、まわりの雑音を出来るだけ避けるために、深夜 2:00 から 4:00 頃に実施されることが多い。

両方の方法は、機材だけを購入しても、人が音を聞き分ける作業が重要なため、訓練が必要となる。音聴棒の価格は、およそ 1 万から 2 万円、漏水探知機の価格は、およそ 50 万から 100 万円程度である。

イ. 漏水箇所の補修

漏水があると判断された箇所では、補修するために、配水管または給水管を部分的に取り替えるか、漏水補修バンドと呼ばれる器具を管の外側に取り付ける。ただし、漏水補修バンドは高価であるため、マーシャルでは、補修箇所の管を部分的に取り替える方が簡単であり、安価に対処できる。



図 3.6-1 漏水補修バンド

出典：<http://www.cosmo-koki.co.jp/products/repair/ha.html>

ウ. 配水管路の更新

漏水箇所が多く検知された場合、個々の漏水箇所を補修するより、管路を新しい材料で更新することで効果が上がる場合もある。

マジュロ環礁の場合、1973 年に敷設された石綿セメント管を更新すると仮定すると、

その材工費（材料と工事費用）、道路掘削費用、埋戻し費用、道路舗装復旧費用が必要となる。浄水場 C からリタ地区までの約 14km（口径 12 インチ、300mm）を更新する場合、必要な総費用は、約 4,340,000 US ドル（1US ドル=¥110 とすると、約 4 億 8000 万円）と試算される。単位長さあたりのコストは、約 310US ドル（約 340 万円）/100m となる。

3.7 水質

(1) 水質基準

マーシャル国における水質基準は、「PUBLIC WATER SUPPLY REGULATIONS」（1994）によって定められている。

水質基準は、無機化合物、有機化合物、揮発性化学物質に分けられており、その項目、基準値、単位を表 3.7-1、3.7-2 及び 3.7-3 に示す。

表 3.7-1 無機化合物

No.	項目	基準値	単位
1	砒素	0.05	mg/L
2	石綿（アスベスト）	7（長さ 10µm 以上）	百万ファイバ/L
3	バリウム	1.00	mg/L
4	カドミウム	0.005	mg/L
5	クロム	0.1	mg/L
6	銅	1.3	mg/L
7	フッ素	2.0	mg/L
8	鉛	0.015	mg/L
9	水銀	0.002	mg/L
10	硝酸塩（硝酸 N として）	10	mg/L
11	亜硝酸塩（硝酸 N として）	1	mg/L
12	セレン	0.05	mg/L
13	銀	0.05	mg/L
14	アルミニウム	0.05 - 0.2	mg/L
15	塩素	250	mg/L
16	色度	15	色度単位
17	腐食度	ないこと	
18	陰イオン界面活性剤	2.0	mg/L
19	鉄	0.3	mg/L

20	マンガン	0.05	mg/L
21	臭気強度	3	閾値
22	硫酸塩	250	mg/L
23	全溶解性物質	500	mg/L
24	亜鉛	5	mg/L

出典：PUBLIC WATER SUPPLY REGULATIONS (1994)

表 3.7-2 合成有機化合物

No	項目	基準値	単位
1	アラクロール Alachlor	0.002	mg/L
2	アトラジン Atrazine	0.003	mg/L
3	カーボフラン Carbonfuran	0.04	mg/L
4	クロルデン Chlordane	0.002	mg/L
5	クロロフェノキシ (2,4-ジクロロフェノキシ酢酸) Chlorophenoxyacetic acids: 2,4-D,(2,4-Dichlorophenoxyacetic acid)	0.071	mg/L
6	2,4,5-T Pシルベックス (2,4,5-トリクロロフェノキシプロピオン酸) 2,4,5-TP Silvex (2,4,5-Trichloro phenoxypropionic acid)	0.05	mg/L
7	1,2-ジブromo-3-クロロプロパン (DBCP) 1,2-dibromo-3-chloropropane (DBCP)	0.0002	mg/L
8	エンドリン (1,2,3,4,10,10-ヘキサクロロ-6,7-エポキシ-1,4,4a,5,6,7,8,881-オクタヒドロ-1,4-エンド,エンド-5,8-ジメタノハフタレン) Endrin(1,2,3,4,10,10-hexachloro-6,7-epoxy-1,4,4a,5,6,7,8,881-octahydro-1,4-endo,endo-5,8-dimethanohapthalene)	0.00005	mg/L
9	エチレンジブロミド (EDB) Ethylene dibromide (EDB)	0.0005	mg/L
10	ヘプタクロール Heptachlor	0.0004	mg/L
11	ヘプタクロールエポキシド Heptachlor epoxide	0.0002	mg/L
12	リンデン (1,2,3,4,5,6-ヘキサクロロシクロヘキサン、ガンマ異性体) Lindane(1,2,3,4,5,6-hexachlorocyclohexane, gamma isomer)	0.0002	mg/L
13	メトキシクロル (1,1,1-トリクロロ-2,2-ビス {p-メトキシフェニル} エタン) Methoxychlor (1,1,1-Trichloro-2,2-bis (p-methoxyphenyl) ethane)	0.04	mg/L
14	ポリ塩化ビフェニル (PCB) (デカクロロビフェニル換算) Polychlorinated biphenyls (PCBs) (as decachlorobiphenyl)	0.0005	mg/L
15	総トリハロメタン (ブromodichloroメタン、ジブromochloroメタン、ブromoholム、クロロホルムの合計) Total trihalomethanes:(the sum of bromodichloromethane, dibromochloromethane, tribromomethane, (bromoform) and trichloromethane (chloroform))	0.10	mg/L
16	トキサフェン (C ₁₀ H ₁₀ Cl ₈ -塩素化シヨウノウ、67-69%塩素) Toxaphene(C ₁₀ H ₁₀ Cl ₈ - Technical chlorinated campene, 67-69 percent chlorine)	0.003	mg/L

出典：PUBLIC WATER SUPPLY REGULATIONS (1994)

表 3.7-3 揮発性化学物質

No	項目	基準値	単位
1	ベンゼン Benzene	0.005	mg/L
2	四塩化炭素 Carbon tetrachloride	0.005	mg/L
3	エチルベンゼン Ethylbenzene	0.7	mg/L
4	シス-1,2-ジクロロエチレン cis-1,2-dichloroethylene	0.07	mg/L
5	1,2-ジクロロエタン 1,2-dichloroethane	0.005	mg/L
6	1,2-ジクロロプロパン 1,2-dichloropropane	0.005	mg/L
7	o-ジクロロベンゼン o-dichlorobenzene	0.6	mg/L
8	1,1-ジクロロエチレン 1,1-dichloroethylene	0.07	mg/L
9	トランス-1,2-ジクロロエチレン trans-1,2-dichloroethylene	0.1	mg/L
10	モノクロロベンゼン monochlorobenzene	0.1	mg/L
11	スチレン styrene	0.1	mg/L
12	トルエン toluene	1.0	mg/L
13	テトラクロロエチレン tetrachloroethylene	0.005	mg/L
14	トリクロロエチレン trichloroethylene	0.005	mg/L
15	塩化ビニル vinyl chloride	0.002	mg/L
16	(総) キシレン xylenes (total)	10	mg/L

出典：PUBLIC WATER SUPPLY REGULATIONS (1994)

これら規則に定められている水質検査全項目について、1991年に1度だけ検査をしたことがあり、それ以降は実施されていない。マーシャルでは全項目の検査ができないため、同検査はアメリカ・ハワイ州の民間会社 AECOS Incorporated にて実施された。

(2) 日常水質検査

マーシャル国 EPA が日常的に検査する水質項目と基準値を表 3.7-4 に示す。

表 3.7-4 日常検査項目と基準値

No.	検査項目	基準値	単位	検査頻度
1	残留塩素	0.2 以上	mg/L	毎日または水供給日
2	濁度	1.0 以下	NTU	毎日または水供給日
3	電気伝導度	1,000 以下	μS/cm	毎月
4	全溶解性固形分 (TDS)	500	mg/L	毎月
5	塩素	250	mg/L	毎月
6	硝酸塩類 (硝酸として)	10	mg/L	毎月
7	pH	6.5 - 8.5		毎日または水供給日
8	全大腸菌群	0	コロニー/100mL	毎月
9	糞便性大腸群	0	コロニー/100mL	毎月

出典：EPA

NTU は比濁計濁度単位 (Nephelometric Turbidity Unit) の略

上記の日常検査項目については、MWSC と EPA がそれぞれサンプルを採取し、検査をすることとなっている。MWSC 及び EPA の水サンプル採取場所は、次のとおり。

表 3.7-5 水サンプル採取場所

	MWSC		EPA	
	原水	配水	原水	配水
1	浄水場 C (空港)	リタ	空港集水	リタ
2	浄水場 A (病院)	ジェンロク	浄水場 C (空港)	ジェンロク
3	ローラ浄水場	ウリガ	浄水場 A (病院)	ウリガ
4		デラップ	ローラ井戸 1	デラップ
5		スモールアイランド	ローラ井戸 2	スモールアイランド
6		ロングアイランド	ローラ井戸 3	ロングアイランド
7		ライロック		ライロック
8				浄水場 C

出典：EPA 及び MWSC

(3) 水質検査機材及びテストキット

MWSC が所有している水質検査機材及び検査キットは表 3.7-6 のとおりである。

表 3.7-6 MWSC 水質検査機材及び検査キット

No.	機材名	製造者	数量	状態*
1	濁度計	HACH	1	良好
2	TDS 計	HACH	1	良好 (電池切れ)
3	pH 計 (ポケット)	HACH	1	良好
4	電気伝導度計	HACH	1	良好
5	塩素	HACH	1	良好
6	残留塩素	HACH	1	良好

出典：MWSC (*機材の状態は、MWSC からの回答による。)

EPA が所有している水質試験機材及び検査キットを、表 3.7-7 及び表 3.7-8 に示す。

表 3.7-7 EPA 水質検査機材

No.	機材名	製造者	数量	状態
1	冷蔵庫		1	良好 (古い)
2	蒸気滅菌器	HACH	1	故障
3	オートクレーブ	HACH	1	故障
4	電子天秤	HACH	1	良好
5	紫外線滅菌器	Millipore	1	良好
6	真空ポンプ		1	良好
7	インキュベータ (培養器)	Labline Inst	2	良好
8	膜ろ過器具		1 式	良好
9	ウォーターバス	HACH	1	良好
10	ホットプレート		3	良好
11	蒸留器	HACH	1	良好
12	顕微鏡	AO Instruments	1	良好
13	複合顕微鏡	AO Instruments	1	良好
14	コロニーカウンター	HACH	1	良好
15	溶存酸素計	YSI	1	故障
16	オープン	VWR	1	良好
17	デシケーター	HACH	2	良好
18	実験室コート	HACH	2	良好 (古い)
19	水質ロガー	YSI	1	故障
20	液体比重計		1	良好

出典：EPA

表 3.7-8 EPA 水質検査キット

No	機材名	製造者	数量	状態
1	濁度計	HACH	2	良好（古い）
2	TDS 計 Sension7	HACH	1	良好
3	TDS 計 Sension5	HACH	1	良好
4	pH 計 Sension1	HACH	1	良好
5	遊離塩素及び全塩素	HACH	1	良好
6	硝酸塩	HACH	1	良好
7	鉛	HACH	1	良好（試薬切）
8	鉄	HACH	1	良好（試薬切）
9	色度計 DR890	HACH	2	良好（試薬切）
10	ホルムアルデヒド	HACH	1	良好
11	大腸菌 Quanti-Tray/2000	IDEXX	1 式	良好

出典：EPA

(4) 水質検査結果例

MWSC は 6 種類の水質検査機材を所有しているが、2005 年に実際に水質試験を実施した項目は、pH、濁度、電気伝導度の 3 種類である。EPA によると、サンプリングと水質試験の分担は次のようになる。

ア. サンプリング

MWSC と EPA の両者が同じ場所からサンプリングする。ただし、採取日は同一としない。

イ. pH、濁度、電気伝導度

- (ア) MWSC がサンプリングした場合、pH、濁度、電気伝導度の試験を MWSC で実施し、その結果とサンプルを EPA に提出する。その後、EPA がバクテリア試験を実施する。
- (イ) EPA がサンプリングした場合、すべての試験項目について EPA が実施する。

表 3.7-9 に水質検査の回数を示す。MWSC と EPA に分かれている理由は、サンプリング者が MWSC/EPA と異なることによる。試験結果は EPA のデータであるが、濁度、電気伝導度と塩素の項目について、どちらが試験をしたものかは、その記述がないため不明である。表 3.7-9 から分かるとおり、一定した頻度で決められた項目すべてを分析しているのではなく、かなりばらつきをもってサンプリングし、分析しているのが実情である。

表 3.7-9 水質検査回数 (2005 年)

	MWSC	EPA
1 月	—	一部箇所のみ 1 回*
2 月	—	一部箇所のみ 2 回、バクテリアのみ
3 月	—	一部箇所のみ 4 回、バクテリアのみ
4 月	—	一部箇所のみ 1 回、バクテリア、TDS、及び伝導度
5 月	バクテリア、濁度、伝導度及び塩素を全箇所 1 回と一部箇所 3 回	—
6 月	バクテリアのみ 2 回*	—
7 月	—	一部箇所のみ 3 回、バクテリア、濁度及び伝導度
8 月	一部箇所のみ 6 回、バクテリア及び伝導度	一部箇所のみ 2 回、バクテリア及び伝導度
9 月	一部箇所のみ 2 回、バクテリア、濁度、伝導度、及び塩素	一部箇所のみ 2 回、バクテリア、濁度、伝導度、及び塩素
10 月	—	一部箇所のみ 2 回、バクテリア、濁度、伝導度、及び塩素
11 月	—	一部箇所のみ、バクテリアのみ 4 回*
12 月	—	一部箇所のみ、バクテリアのみ 6 回

*同じ日に全ての場所からサンプリングするのではなく、複数の日にわたりサンプリングして、記述した項目の試験を実施した。「—」は、サンプル数が 0、即ち水質試験が実施されなかったことを意味している。

出典：EPA

なお、2005 年 9 月に実施された水質検査結果を表 3.7-10 に示す。ここで、採取場所の略号は、Small Is : Small Island、Long Is : Long Island、TP A : Treatment Plant A (浄水場 A)、TP C : Treatment Plant C (浄水場 C)、L TP : Laura Treatment Plant (ローラ浄水場)、L #1 : Laura Well No.1 (ローラ取水井戸 No. 1) を表す。

表 3.7-10 水質検査結果 (2005 年 9 月)

日付	採取場所	残留塩素 mg/L	大腸菌類		化学物質			採取者
			全大腸菌 col/100ml	糞便性大腸菌 col/100ml	濁度 <1.0ntu	伝導度 1000µS/cm	塩素 250mg/L	
			5 日	Rita	0.20	6	0	
	Jenrok	0.80	0	0	0.50	300	50	EPA
	Uliga	0.10	1011	0	0.46	7600	750	EPA

	Small Is	0.50	0	0	0.61	400	70	EPA
	Delap	0.20	0	0	0.66	200	50	EPA
7 日	TP A	2.00	0	0	2.83	2200	500	EPA
	Hospital	3.5	0	0	2.15	2300	575	EPA
	Long Is	0.20	457	0	0.71	400	65	EPA
	Rairok	1.10	0	0	0.66	300	50	EPA
	TP C	0.60	2	0	0.54	300	50	EPA
	Airport	0.00	1011	5	0.94	200	50	EPA
9 日	Rita	0.20	4	0	0.74	200	30	EPA
	Jenrok	0.20	2	0	0.29	300	50	EPA
	Uliga	0.00	109	0	0.41	200	30	EPA
	Small Is	0.00	397	0	0.40	100	25	EPA
12 日	Lita	0.20	0	0	0.84	200	30	MWSC
	Jenrok	0.50	0	0	0.54	200	50	MWSC
	Uliga	0.10	689	1	0.92	300	30	MWSC
14 日	Delap	0.20	691	0	0.47	200	30	EPA
	Long Is	1.10	0	0	0.33	200	30	EPA
	Rairok	1.30	0	0	0.74	200	30	EPA
	TP C	1.60	691	0	0.62	200	30	EPA
	Airport	0.10	691	0	0.59	200	30	EPA
21 日	Rita	3.00	6	0	0.43	300	50	MWSC
	Jenrok	0.60	0	0	0.72	200	30	MWSC
	Uliga	0.10	689	2	0.69	200	20	MWSC
28 日	L TP	2.50	0	0	0.47	200	50	EPA
	L #1		2420	0	0.82			EPA
	L #2		16	0	0.74			EPA
	L #6		649	0	0.67			EPA

出典：EPA

表 3.7-10 から、次のことが言える。

- ❖ 大腸菌類が頻繁に検出されている。特にウリガでは、4 回の検査で毎回大腸菌が検出されている。うち 2 回は、糞便性大腸菌も検出されているので、汚染源は不明であるものの、汚水の混入が懸念される。
- ❖ 残留塩素があるにもかかわらず大腸菌類が検出されている。残留塩素濃度と大腸菌の

コロニー数の間に相関関係があるわけではなく、残留塩素が 1.60mg/L で大腸菌が検出されたサンプルがあった。これは、残留塩素の測定誤差か塩素に耐性のある大腸菌であると推測されるが、EPA の検査結果にコメントがないため、判断が不能。

- ❖ 9月21日採取したサンプルについて、リタ地区のサンプルで残留塩素が 3.00mg/L であることは不自然である。配水管は本管が 2 本あり（図 3.3.2-1 参照）、ほぼ平行して敷設されているので、浄水場 C から末端方向にウリガ→ジェンロク→リタ（末端）という順番で位置している。9月では 5日、9日及び 12日にこれらの地区でサンプルが採取、検査されているが、ジェンロク地区で、若干、残留塩素が高い傾向はあるものの、リタ地区の残留塩素が一番高くなることはなかった。従って、21日のリタ地区の結果は、その信頼性が低いものと推察される。

(5) 現状と問題点

MWSC 及び EPA の水質検査体制について、その現状と問題点をまとめると以下のようになる。

ア. 水質検査機材

- (ア) MWSC が所有する水質検査機材は、その保管状態が良好でなく、日常の管理が適切に行われていない。
- (イ) EPA の水質検査機材は、日常、使用されている様子で管理されていた。ただし、一部の機材は故障していたり、試薬がすでになかったりして、すべての水質試験を行うことは困難である。

イ. 水質検査の実施体制

- (ア) 水質検査は定期的には実施されていない。

表 3.7-9 に示したとおり、2005 年は定期的に検査が実施されなかった。水質検査規則「PUBLIC WATER SUPPLY REGULATIONS」（1994）によれば、人口が 3 万人未満の都市では 1 ヶ月に 30 サンプルを検査することとなっているが、守られていない。
- (イ) 水道事業体として、MWSC の水質管理体制が整っていない。

MWSC に水質検査用の部屋もしくはスペースはなく、一般の事務室に検査機材とキットが置かれているだけである。また、水質検査用のサンプルを採取する担当者が決まっており、検査を実施しているが、その技術レベルには疑問がある。また、MWSC として水質の取扱いに重点が置かれていない。
- (ウ) 中立的立場の EPA による水質検査体制が整っていない。

EPA は水質が検査できる試験室を持っているが、その所有している機材の中には、

故障してそのまま放置されているものもあり、完全に機能しているとは言いがたい。水質検査結果が基準を満たしていない場合などに関して、EPAによる指導や公的な報告義務に関する規則が曖昧になっている。

ウ. 水質検査結果

- (ア) 水質検査結果の信頼性が低い。配水本管に沿って位置する場所から同じ日に採取されたサンプルであるにもかかわらず、末端において残留塩素が他の場所より一桁多い結果があった。
- (イ) 水質検査結果の報告書が整備されていない。通常、水道事業体では、検査結果をまとめ、検査担当者及びその管理部門長が確認をして報告書を作成するが、MWSCでは報告書がない。また、その結果は公開されるべきであるが、公開されていない。中立的立場でチェックするEPAにおいても、水質検査結果の報告書はなく、公開されていない。

(6) 水因性疾患データ

保健省に依頼して、水に起因する疾病の患者数をまとめた。表 3.7-11 に、2001年から5年間のマジュロ病院における水に起因するアメーバー赤痢、コレラ、下痢症及び感染性胃腸炎の患者数を示す。

表 3.7-11 水因性疾患患者数 (マジュロ病院)

病名	2001	2002	2003	2004	2005
アメーバー赤痢 (Amoebiasis)	192	185	223	400	334
コレラ (Cholera)	0	0	0	1	0
下痢 (Diarrhoea)	61	91	157	71	181
感染性胃腸炎 (Gastroenteritis)	863	917	1,204	1,771	1,748

出典：保健省

人口約 24,000 人のマジュロ環礁において、感染性胃腸炎の患者数が 1,748 (2005 年) と多く、アメーバー赤痢の患者数が 334 (2005 年)、下痢症は 181 (2005 年) であった。感染性胃腸炎は、食品や水を介しての経口感染と考えられ、その病原体としてはサルモネラ、腸炎ビブリオ、大腸菌などが考えられる。アメーバー赤痢や下痢症も水を介して経口感染することから、現地の水に関する衛生状態は決して良いとはいえない。

EPPSO 監修の Year Book 2004 によると、マジュロ環礁で飲料水を雨水に頼っている家

庭は 75.4%、井戸は 1.1%あり、水道水の 11.5%に比べて多く、雨水タンクや井戸の衛生管理が行き届いていない場合、疾病につながる考えられる。

(7) まとめ

以上のように水質検査は行われているものの、その内容や結果とその対応には改善の余地が多く見受けられる。ただし、給水制限をしていることと飲料水の多くを雨水に依存しているマジュロの現状から、まずは必要とされる給水原単位 26 ガロン/日/人を確保することが先決だと考えられる。給水量を確保した後は、水質への対策が求められるであろう。