

## 1 研究の背景

地球温暖化，そして人口増加を背景として，世界中の水需要が高まりを見せている．水ストレスに対してどのような対策が有効なのかを世界中が模索する中，海水淡水化技術に対する需要，そして今後の展望に対する期待が高まっている．途上国の中でも島嶼国のような小さく，かつ海拔高度も低い島国ではダム等を建設することは地形的に難しく，代替水源として現状，海水淡水化技術以外考えられない地域もある．ツバルは9つの島からなる島嶼国であり，国土のほとんどは標高1~3mと低平な環礁で，地球温暖化の影響による海面上昇により水没の危機に瀕している国として国際的に注目されている(JICA, 2009)．数年に一度国を襲うエルニーニョ現象による渇水，また人口増加によって水ストレスを受けやすい島としても知られている．海水淡水化装置は元々緊急援助用としてツバルに導入されたが，現在では主要な水資源として，特に首都フナフチにおいて使用されている(Freshwater&Talagi, 2011)．

## 2 研究の目的

本研究の目的は2点である．

①日本の ODA により，島嶼国であるツバルに導入された海水淡水化装置の現状を，特に維持管理，造水コストの観点から明らかにすること．

②日本の ODA により，ツバルに導入された海水淡水化装置の効果的な運用形態を示すこと．

①について，本研究ではまずツバルにおける海水淡水化装置の現状を複数関係者へのインタビュー調査・文献調査を基に整理し，明らかにする．Burke(1998)はツバルの水資源管理における海水淡水化装置の当時の役割を示しており，エネルギーコストの高さが乾季以外での装置運用の手抜きに繋がっていると指摘している．当時とは状況が異なり，ツバルは海水淡水化装置の常時運用を一部求めている(水処理エース株式会社, 2009)ことを踏まえて，海水淡水化装置を取り巻く現状を明らかにしたい．Freshwater&Talagi(2011)は経済的分析の一つとして，維持管理費用のみを考慮した造水コストを試算しているが，本研究では実際に装置を導入した企業にインタビュー調査を行い，より詳細な維持管理形態を基に，造水コストを算出する．また②について，今後海水淡水化装置の導入にあたって，一部 ODA スキームの改変への示唆を与えるために，いくつかのケースを用意し，海水淡水化装置のライフサイクルコストを分析する．

## 3 研究の方法

インタビュー調査より得た装置の現状，適正な稼働状態，詳細な維持管理項目を基に各ケースを仮定す

る．そのケース毎のライフサイクルコストを試算する．試算したケースの評価手法として DCF 法の NPV を用いる．またケースの仮定から，造水コストを算出する．

### 3.1 ケースの仮定

各ケースは以下の通りである．

ケース① 企業の保守点検が1年毎であり，現地政府の維持管理協力がある．

ケース② 企業の保守点検が1年毎であり，現地政府の維持管理協力が無い．

ケース③ 企業の保守点検が3年毎であり，現地政府の維持管理協力がある．

ケース④ 企業の保守点検が3年毎であり，現地政府の維持管理協力が無い．

ケース⑤ 企業の保守点検が5年毎であり，現地政府の維持管理協力がある．

ケース⑥ 企業の保守点検が5年毎であり，現地政府の維持管理協力が無い．

ケース①と②については長期保証契約について企業にインタビュー調査した際，企業のみが保守点検する条件であれば，1年毎の保守点検が基本的には望ましいとの回答から得た仮定である．ケース③と⑤については，自助努力を促す ODA のスキームから考えて，現実に望ましいとした仮定である．ケース④は SO-KQ65 の経緯をもとに仮定した．ケース⑥は SO-KQ65-747 の経緯をもとに仮定した．SO-KQ65 は 2006 年にツバルに導入された装置であり，SO-KQ65-747 とは 1999 年にツバルに導入された装置である．

## 4 結果と考察

### 4.1 NPV

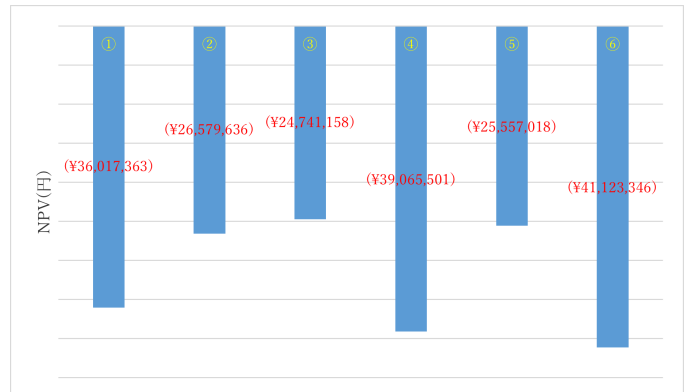


図1 社会的割引率5%のNPV

ODA が無ければ維持管理費用の高い海水淡水化装置を，採算性を持って運用することは事実上不可能であるため，NPV はマイナスになっている．

NPV が優れているのは②③⑤であることが分かった．運用期間10年と15年を比較すると運用期間15年の

方が、NPV が優れていることが分かった。これは海水淡水化装置の減価償却期間が長くなるためだと思われる。中でも最も NPV が優れているのは運用期間 15 年のケース③であることが分かった。

#### 4.2 造水コスト

表 1 減価償却費込みの造水コスト

	運用期間 10 年	運用期間 15 年
	造水コスト(円/ m <sup>3</sup> )	
ケース①	522.4	455.4
ケース②	483.7	420.2
ケース③	490.4	420.0
ケース④	640.8	535.8
ケース⑤	479.8	412.9
ケース⑥	840.6	555.5

全てのケースにおいて、仮定した水の売水価格 363 円/m<sup>3</sup>を上回っていた。ケース⑥は S0-KQ65-747 の状況から仮定しており、Freshwater&Talagi(2011)は S0-KQ65-747 の造水コストを 301 円/m<sup>3</sup>としていたが、減価償却費、消耗品の項目ごとの費用を含む維持管理費用、運転停止期間等を加味すると、S0-KQ65-747 の造水コストは 555.5 円/m<sup>3</sup>以上であったと推測される。

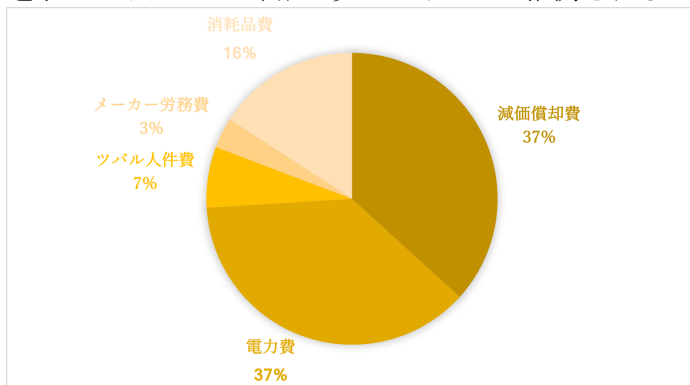


図 2 造水コスト内訳

減価償却費が電力費と同じ 37%であり、2つの項目を合わせて 74%を占めていることが分かった。

#### 4.3 最適な維持管理スキームに向けて

単年度契約による機材導入とメンテナンスの側面支援を組み合わせた支援形態が有効であると考えられる。

メンテナンスの側面支援の内容は装置メンテナンス、技術指導、水質管理が考えられる。初年度の技術指導費用、その後の定期的なメンテナンスと技術指導によって装置の安定性は増し、自助努力の促進につながると考える。最適な維持管理スキームに向けて、以下の問題点が想定される。(1)ツバル政府側が負担する維持管理協力とは具体的に何を指すのか。(2)トレーニングによってツバル政府にどの程度の維持管理能力が期待できるのか。(3)実際には維持管理状況によって交換部品費は変動する。交換部品費は誰が負担するのか。(4)10年あるいは15年といった期間のスキームを創出することができるのか。(5)入札はどのように行うのか。

## 5 まとめ

### 5.1 結論

ライフサイクルコストを NPV で分析することで、企業の保守点検が 3 年毎であり、現地政府の維持管理協力があるケース③が最も NPV が優れており、最適な維持管理計画であることを示した。また減価償却費を考慮することで、それが造水コストに 37%という電力費と同程度の大きな寄与を与えることを示し、維持管理費用のみに着目した造水コストでは、最適に装置が運用された場合の詳細な消耗品項目を計算に組み込んだ。結果、先行研究(Freshwater&Talagi, 2011)で示されていた造水コストの消耗品費が 12%であったのに対し、本研究での計算では 25%もの寄与を与えることが分かった。考察の最後で最適な維持管理スキームが現 ODA スキームの中でどの程度実現可能性を持つのか検討した。その際現時点で考えられる問題点を明らかにし、解決に示唆を与えられるものについてはそれを示した。本研究の成果はツバルの海水淡水化装置の運用に対して、仮定の中ではあるが最適な維持管理計画を示したこと、ライフサイクルコストの試算項目を先行研究より詳細にすることで現状に近い造水コストを算出し、今後の装置運用の計画に一部貢献したことである。

### 5.2 今後の課題

今後の課題としては、本研究で示した最適な維持管理計画が現状の ODA のスキームでどう機能させることが出来るかという問題がある。考察は試みたがまだまだ解決すべき問題が山積していると言わざるを得ない。また造水汚染の問題については原因の特定ができていないため原因を特定し、ツバルの衛生管理問題に貢献する必要があると考える。

## 6 主要参考文献

- [1] Alan Freshwater, Deveraux Talagi: Desalination in Pacific Island Countries-a preliminary overview, Technical Report 437, 2011
- [2] Ed Burke: Demand Management and Conservation Investigations in Funafuti Tuvalu-Demand management project-, SOPAC Technical Report269, 1998
- [3] Hiroya Yamano, Hajime Kayanne, Toru Yamaguchi, Yuji Kuwahara, Hiromune Yokoki, Hiroto Shimazaki, Masashi Chikamori: Atoll island vulnerability to flooding and inundation revealed by historical reconstruction; Fongafare Islet, Funafuti Atoll, Tuvalu, Global and Planetary Change, 57, p407-416, 2007
- [4] SOPAC: National Integrated Water Resource Management Diagnostic Report -Tuvalu-, 2007
- [5] 水処理エース株式会社: 独立行政法人国際協力機構ツバル国海水淡水化装置の電気系統・配管系統保守業務第 1 次現地派遣報告書, 2009
- [6] JICA: 海面上昇に対するツバル国の生態工学的維持プロジェクト詳細計画策定調査報告書, 2009