

生物浄化法の大洋州への適用の可能性

生物浄化法は低コスト、ローテク、低環境負荷を目指した浄水方法である。自然界での現象、生物群集の活躍に注目した新しい視点のスマートテクノロジー（賢い技術）である。

今回、サモア国をモデルケースとして熱帯地域での生物浄化法の適用条件を試験したが、亜熱帯地域の宮古島でのろ過速度（5m/d）を大幅に超える10m/dでの実用が可能であることを予見する結果がでた。

ただし、今回の試験は約3週間と短い期間であり、生物浄化が確認されてからは大雨がなく原水も良好な水質であったため、ろ過速度10m/dを適用するには長期的な試験を行うなど、関係者で慎重に協議する必要がある。

大洋州において、水道施設を建設する場合には以下の問題点が存在するが、生物浄化法による浄水場では解決することが可能である。

表 2-1-10 大洋州の問題点と生物浄化法による解決

問題点		生物浄化法による解決
土地問題（慣習地）により 土地の取得が困難	→	ろ過速度を10m/dとすることにより取得用地面積 が小さくてよい
操作性	→	高度な機械は使わないと浄水操作が簡単
ろ過砂	→	国内で採掘可能な砂を用いるため安価
浄水処理の安定性	→	雨季の高濁時においても適切に浄水処理可能
機材	→	電動機材を使用しないため安価
災害に対する耐久性	→	電動機材を使用しないため復旧が早い
建設費	→	高価な機器を使用しないため安価 ろ過速度を10m/dとすることにより施設規模が小 さくなり安価となる。

今回のサモア国での調査では、雨期でしかも豪雨が続いたため、原水濁度が1100NTUを記録し、浄水場内にも濁水が流入しているのを確認することができた。

生物浄化法は水質や水量の変化には弱いため、大洋州において生物浄化法を適用するためには、良好な原水を安定的に取水する条件（取水方法や前処理）が必要である。

サモア国における取水方法の改良案と前処理についての検討を次項で行った。

(2)原水の取水方法

現在の取水方法では、以下の問題点がある。

- ①河川表流水取水のため、高濁水をそのまま取水し、沈殿処理が不完全で砂ろ過池に負荷がかかっている。
- ②水口のバースクリーンに木片や落ち葉、増水時に砂礫が詰り取水が困難なことがあります、それを除去するために危険な行為を行っている。

これを解決するための取水方法は、河川の流底に有孔管（あるいはスクリーン管）を埋設しその上を礫材で覆い集水する方式への変更を提案する。これにより天然の粗ろ過された水を取水することができ、泥や落ち葉、枝などが流入することがなくなる。なお、この方法は欧米を中心として再認識され評価が進んでいる方法である。自然界での粗ろ過作用である（伏流水取水法）。濁流による碎石の流出を防ぐため、じゃ籠によりブロック化する。また、目詰まり防止のため有孔管（スクリーン管）には吸出防止材を巻き、細かい砂の流入を防ぐことが好ましい。下にイメージ図を示す。日本でも砧浄水場（東京都）や鳥取市千代川での取水方式で、台風時は河川表流水が高濁度でも本取水方式では濁り水を取水せず、安定して清澄な原水を取水できる。



写真 2-1-32 じゃ籠施工事例

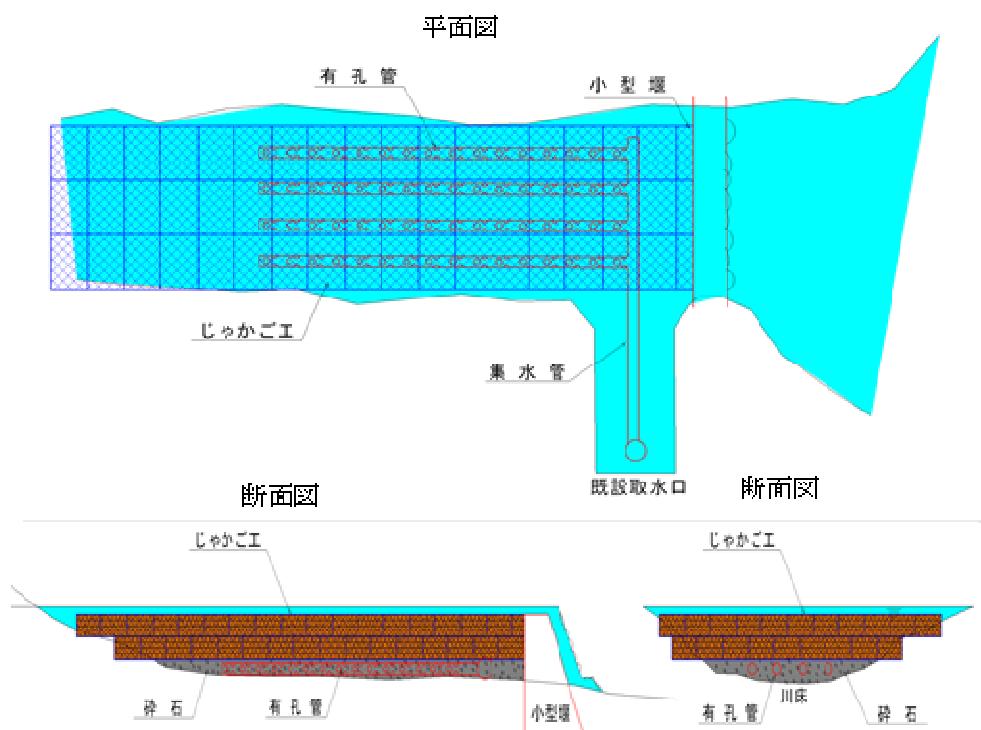


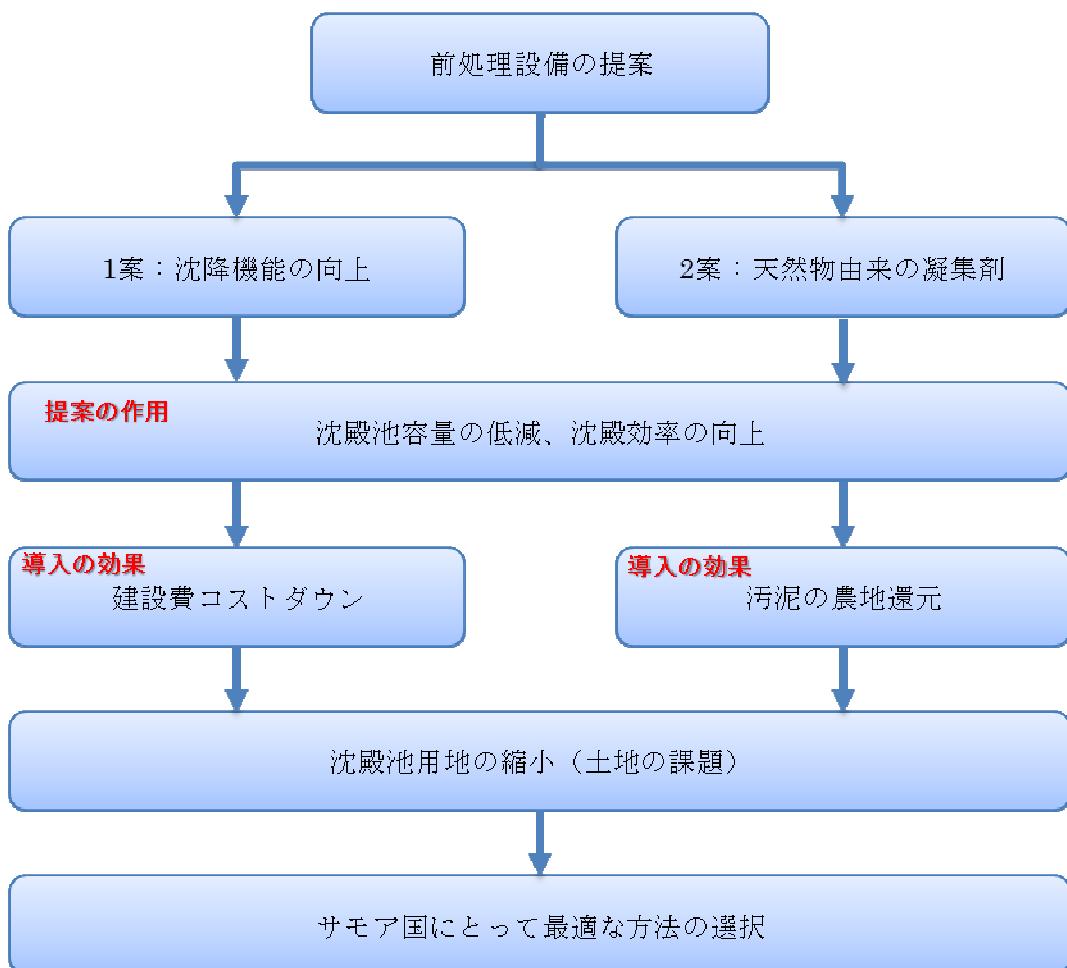
図 2-1-15 伏流水方式イメージ

(3)前処理技術（凝集技術）

生物浄化法をより機能的に活用するためには、取水～前処理までの処理が重要である。現状のセッティングタンク（沈殿池）、上向流粗ろ過池では高濁水を処理しきれず、砂ろ過池まで濁水が流入していた。

このような状況では、砂ろ過池に負担がかかり、適切な浄水処理を行うことができない。したがって、以下の前処理案を提案する。

サモア国の濁質成分は沈降性が良く、30分の滞留時間を確保できれば50～70%程度の濁質を沈降除去することが、これまでの草の根チームの報告や、今回の試験でも判明している。前処理技術の導入は、今後、サモア国においての浄水場建設計画において、前処理技術を導入し、滞留時間を短くすることで取得用地を小さくすることが見込まれる。



1案：沈降機能の向上

流入してきた濁質を効果的に沈殿除去させるための方法として、沈降面積を大きくする方法がある。沈殿池の面積を2倍にすると除去率は2倍になる(3倍にすると除去率3倍)。この考えに基づき、多階層式に沈降面積を大きくすれば用地の占用面積の割には大きな処理能力を得ることができる。

サモア国の濁水において効果を検証するため、傾斜板、傾斜管を作成し沈降試験を行った。この方法は、大きな容量の沈殿池ではわずかな風波流で渦動が生じるため、細かな懸濁粒子は清流沈降しにくい。そこで、傾斜板による懸濁粒子の沈降促進効果を確かめた。

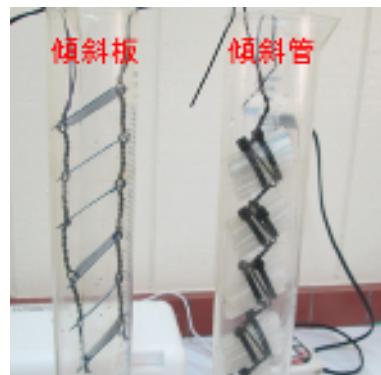


写真 2-1-33 沈降試験



写真 2-1-34 沈降試験 (開始時)



写真 2-1-35 沈降試験 (30 分後)

沈降試験の結果を下図に示す。傾斜管、傾斜板を設置した方が何も設置しないよりも早く沈降する結果となった。沈降機能を向上させるには、傾斜板、傾斜管の設置が効果的であると考える。また、増水時の懸濁物質は30分の滞留時間で容易に沈降することが判った。

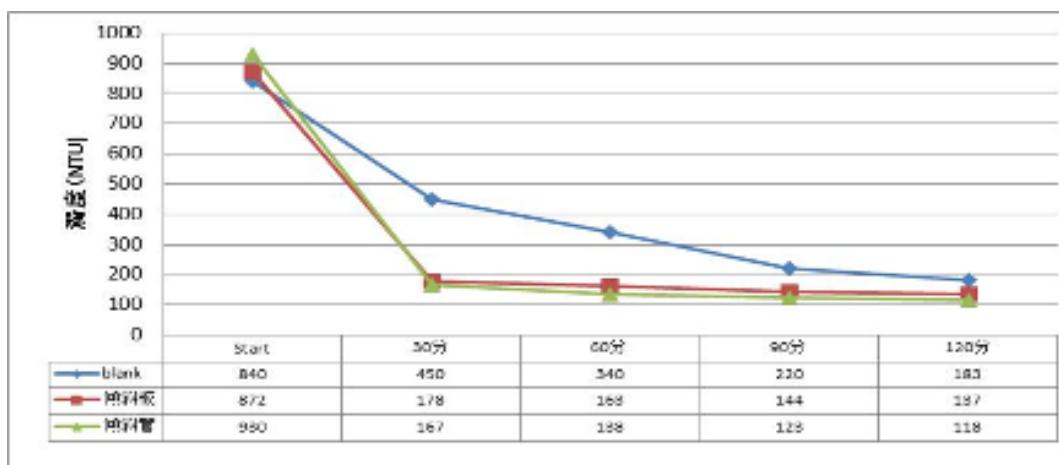


図 2-1-16 沈殿試験結果

今回の試験は簡易なものであるため、仮に実際に導入する際には、表面負荷率などの設計条件の設定や詳細な試験を行う必要がある。



写真 2-1-36 傾斜板沈降状況



写真 2-1-37 傾斜管沈降状況

導入箇所について

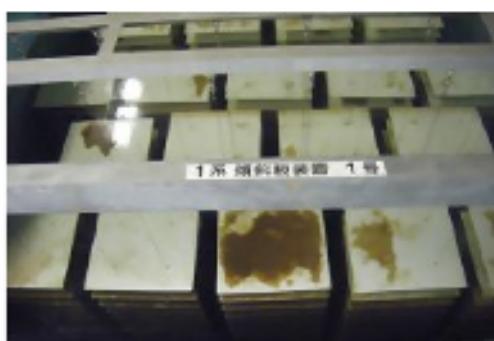
現状ではアラオア浄水場の Settling Tank に傾斜板（傾斜管）を設置することで、高濁水処理に効果が出るものと考える。

また、将来建設予定されている浄水場（ヴァイリマ地区、タパタパオ(TapaTapao)地区）においても、雨季の高濁水対策、追加的効果が期待できる。

傾斜板沈殿池は有用な技術であるが、途上国においては清掃せずに放置して堆積した汚泥が圧密し清掃が困難になったり、排泥管が詰まったりする例がある。また、汚泥がついたままの状態で水を抜いて傾斜板が落下する例、傾斜板の破損を放置して短絡流が生じ、沈殿効率が悪くなる例がある。（HP:「開発途上国の水道整備 Q&A」）

例えば、排泥管の口径を大きくすることで詰りを防ぐことが可能である。汚泥の堆積や傾斜板の落下については、翼可動式傾斜沈降装置を使用することも一案である。

これは翼（傾斜板）が水平からほぼ垂直に稼働できる。翼に沈着したスラッジの重みで稼働するため、スラッジを滑落させることができる。



傾斜板水平状態



傾斜板回め状態

写真 2-1-38 具志川浄水場の傾斜版

沖縄県久米島町具志川浄水場では、平成 4 年の建設当時からこの翼可動式傾斜沈降装置が使用されている。

大洋州諸国への適応可能性を検討する際には、上述のような留意事項に対して対応可能かどうかを見極め、技術指導と組み合わせて運転管理の技術移転も同時に行う必要がある。

2 案：天然物由来の凝集剤

これまでの JICA 調査で、サモア国では雨期の降雨時には原水（河川水）の濁度が高くなり十分な浄水処理ができないため、原水高濁時には凝集剤の添加による沈殿効率の向上が必要と報告されている。

現在市販されている凝集剤は、無機系凝集剤及び高分子（有機）系凝集剤に大別できる。無機系凝集剤には、硫酸バント（硫酸アルミニウム）、ポリ塩化アルミニウム（PAC）、硫酸第一鉄、塩化第二鉄、ポリ硫酸第二鉄などがあり、価格が安いこともあり量的には最も多く使われている。高分子凝集剤には側鎖のイオン性に応じて、ノニオン系、カチオン系、アニオン系、両性系に分かれる。高分子系凝集剤は高分子量である為に、少量の使用で効果がある。我が国での総使用量は価格が高い為に無機系凝集剤の約 100 分の 1 程度である。

日本の水道において、凝集剤はポリ塩化アルミニウム（PAC）が主流である。PAC はアルツハイマー病との関係が疑われているアルミニウムを大量に含んでおり、安心して使えるものではない。また、PAC を含む汚泥は産業廃棄物扱いとなり、島嶼国であるサモアでは処分が困難である。産業廃棄物処分場の問題は島嶼国共通の深刻な問題となつておらず、将来のことを考慮すると、PAC を使用することは得策ではない。

そのため、サモアで使用する凝集剤は天然成分由來のものを使用することが望ましいと考える。最近では上述の人工的な凝集剤ではなく、自然にやさしい天然由來の凝集剤が環境問題の観点から求められるようになってきている。

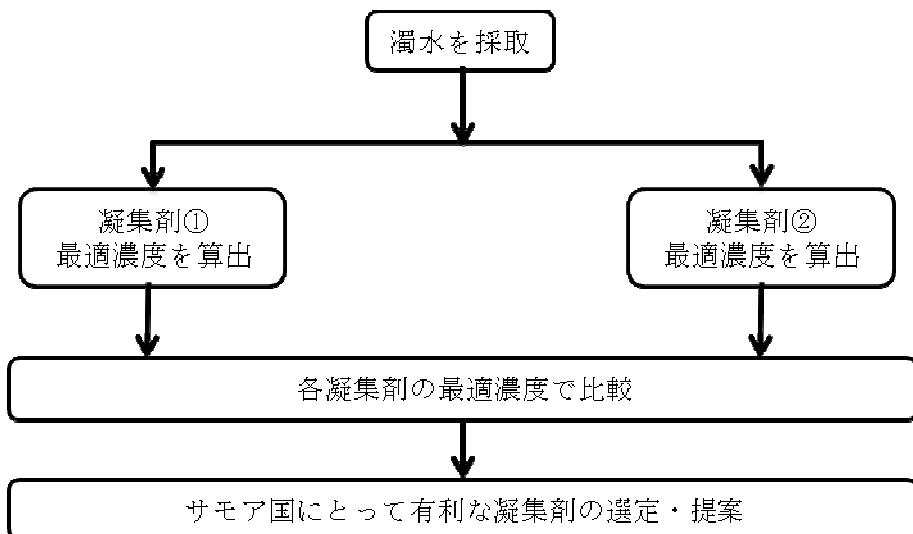
天然成分由來の凝集剤は（例えば鉱物由來）多々あるが、今回は島嶼国、大洋州という地理的条件を考慮してオキナワモズク由來の凝集剤を選定し、性能試験を行った。また、性能標準物質として、日本での水道規格となっているポリ塩化アルミニウム（PAC）も使用した。

オキナワモズク凝集剤の水処理のメカニズムは必ずしも十分に解明されたわけではないが、残渣中のセルロースの役割が大きいものであることがわかっている。セルロース分子は高分子量であり、そのセルロースと汚濁物質との非荷電相互作用（疎水相互作用）による柔らかな一次凝集とそれに続く荷電粒子同士の電気的相互作用が効果的に働く為と推測される。（本文一部、特許申請「オキナワモズクを原料とした環境にやさしい天然物由來の凝集剤（特開 2012-71293）」より引用）

凝集剤性能実験の手順

天然成分由来凝集剤として以下の製品を選定した。

- ①オキナワモズク由来の凝集剤 (モズク凝集剤)
- ②ポリ塩化アルミニウム (PAC : 性能標準物質)



オキナワモズク由来の凝集剤

1) オキナワモズクとは

モズクは古くから全国各地で食用にされてきた海藻の仲間である。沖縄地方では長年の昔からモズクを三杯酢で食され、酢のり=「ヌイ」とも呼ばれています。このモズク類は多くの種類があり、その中で主に食用とされているのは6種類で、国内で産業的規模の養殖が成功したのは沖縄だけである。

養殖されている種類としては「オキナワモズク」(通称:フトモズク)と「モズク」(通称:イトモズク又はホソモズク)の2種類がある。

その中のほとんどが「オキナワモズク」で粘質に富み、形態は太さ1.5~3mmの褐色から黒褐色の枝が不規則に分岐する琉球列島特産種で全国一の生産量を誇っている。



写真 2-1-39 オキナワモズク

2) オキナワモズク凝集剤（以下:モズク凝集剤）

琉球大学農学部の小西照子准教授は沖縄の海で生息するオキナワモズクを研究しており、モズクからフコイダンを抽出した残渣多糖類の有効活用を検討してきた中で、残渣が水中の汚濁物質の凝集に効果的であることを見出し、特許出願した（特開2012-071293）。その効果は、例えば人工汚濁物質のカオリン微粒子が 1000ppm 浮遊した汚濁水にわずか 10ppm 加えるだけで汚染が殆ど除去でき飲料可能な清浄な水を得ることができる。



モズクは沖縄の海に生息している生物であり、フコイダンを製造した残渣（一種の廃棄物）から得られる水凝集剤を、高濁度の原水を清浄化させるには最適の材料の一つである。（以上：琉球大学 HP より転用）

オキナワモズクは成分的には構成多糖の成分中に多量のフコイダンを含んでいるのが特徴である。従って、オキナワモズクはフコイダン、フコキサンチン等の孔腫瘍成分を採取する非常に貴重な海藻であり、オキナワモズクを原料としてフコイダン等の有用成分の製造が工業的に多量に行われている。

オキナワモズクからこうした貴重なフコイダン等の成分を酸で抽出した残渣を使用することに大きな工業的な特徴がある。即ち、フコイダンを抽出するために、品質のいい多量のオキナワモズクが栽培・採取され工場に集められる。そこで、不純物の除去や洗浄が行われるなど、安価で良質の原料を得ることができる。

オキナワモズク凝集剤は、特許出願しているが製品化はされていないため、製造コストは正確に算出されていない。琉球大学小西准教授の大雑把な試算ではあるが、PAC の 2 倍程度のコストとなる。しかし、これはモズク 100 円/kg での計算であり、大洋州で原料調達から凝集剤調整までを試算するともっと安くなると予想される。

3) 各凝集剤の最適濃度

①ポリ塩化アルミニウム (PAC)

ポリ塩化アルミニウムの最適濃度を以下の手順で選定した。PAC の沈殿試験結果を表 2-1-11 に示す。

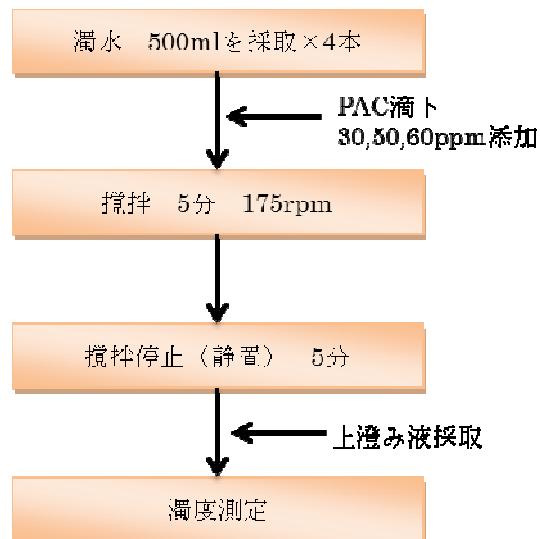
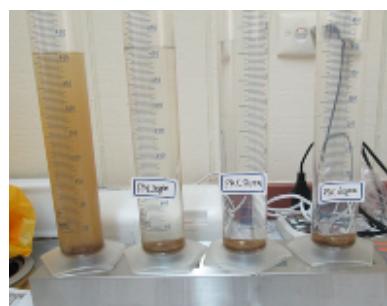


表 2-1-11 PAC の沈殿試験結果

	濁 度	除 去 率
原水濁度	420NTU	
Blank (5 分静置)	225NTU	
PAC 30ppm (5 分静置)	22.2NTU	
PAC 50ppm (5 分静置)	16.6NTU	
PAC 60ppm (5 分静置)	18.5NTU	

PAC の沈殿試験より、各濃度とも沈殿効果が良好に得られた。PAC30ppm では上澄み液がうっすらと着色していた。PAC50ppm,60ppm では上澄み液は透明であった。このことから、最適濃度を 50ppm とした。



②モズク凝集剤

モズク凝集剤の最適濃度を以下の手順で選定した。モズク凝集剤の沈殿試験結果を表2-1-12に示す。

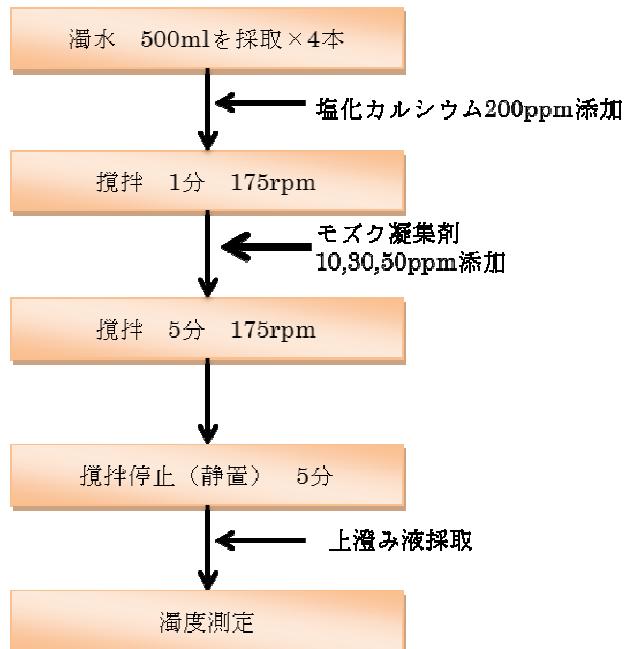
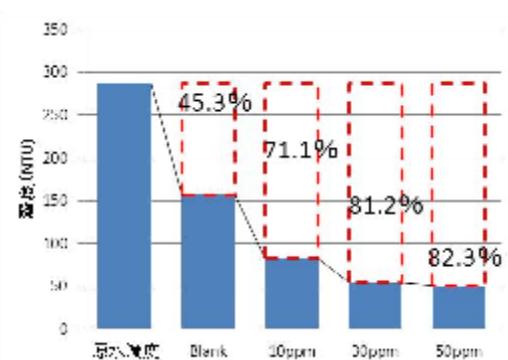


表 2-1-12 モズク凝集剤の沈殿試験結果

	濁 度	除 去 率
原水濁度	287NTU	
Blank (5 分静置)	157NTU	
モズク凝集剤 10ppm(5 分静置)	82.8NTU	
モズク凝集剤 30ppm(5 分静置)	53.9NTU	
モズク凝集剤 50ppm(5 分静置)	50.7NTU	

モズク凝集剤の沈殿試験より、各濃度とも沈殿効果が良好に得られた。各液とも上澄み液がうっすらと着色していたが、モズク凝集剤の最適濃度を 50ppm とした。



4) 試験結果

濁水に PAC50ppm、オキナワモズク凝集剤 50ppm を添加し沈降試験を行った。PAC とモズク凝集剤の沈殿試験結果を表 2-1-13 に示す。

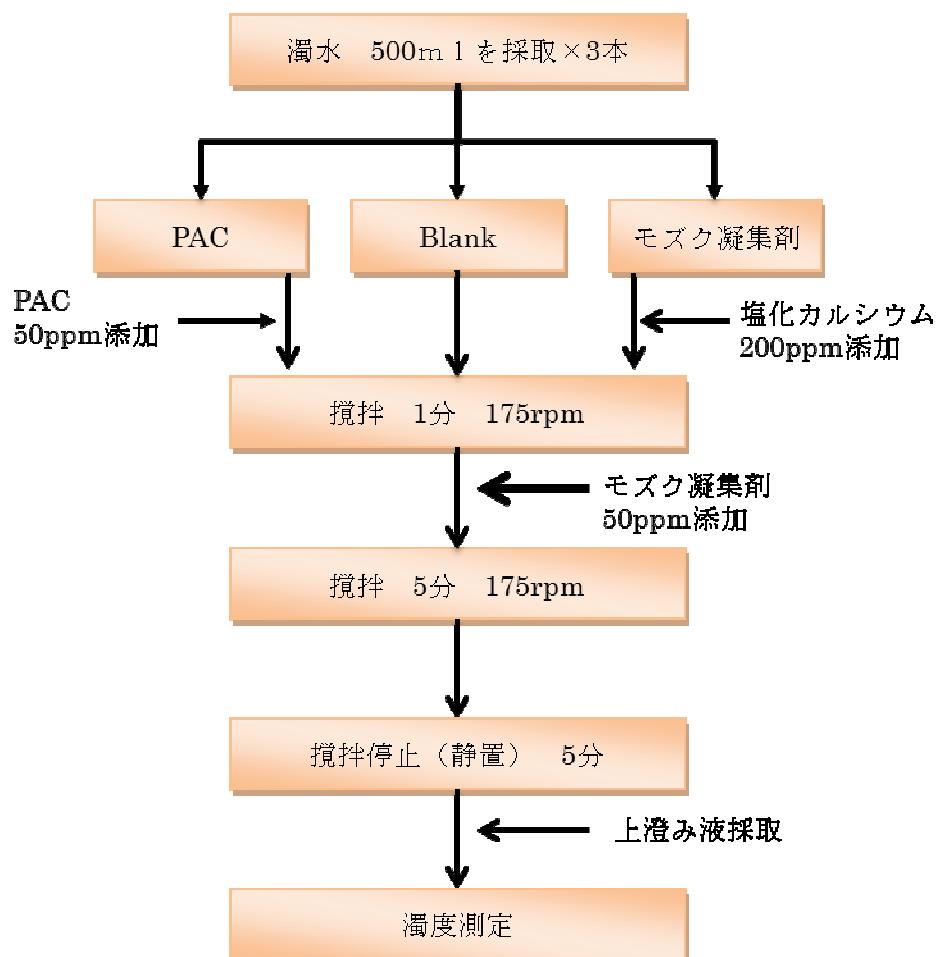


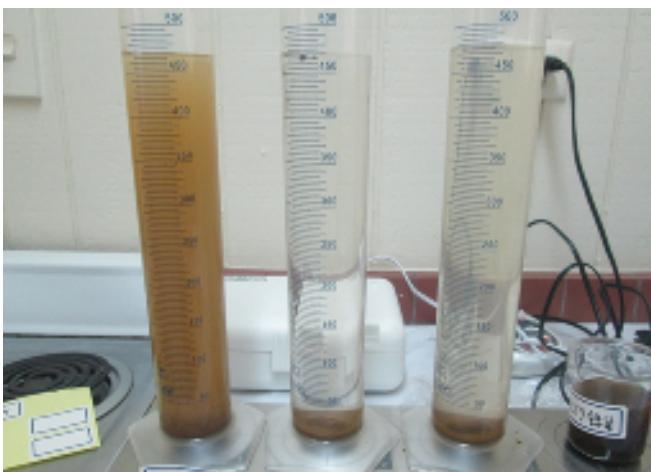
表 2-1-13 PAC とモズク凝集剤の沈殿試験結果

	濁 度	除 去 率
原水濁度	829NTU	
Blank (5 分静置)	261NTU	
PAC 50ppm (5 分静置)	24.6NTU	
モズク凝集剤 50ppm(5 分静置)	60.8NTU	

試験条件	濁度 (NTU)	除去率 (%)
原水	829	-
Blank (5分静置)	261	68.5%
PAC 50ppm (5分静置)	24.6	96.9%
モズク凝集剤 50ppm(5分静置)	60.8	92.4%

試験結果を以下に示す。オキナワモズク凝集剤の凝集効果は PAC と比較すると若干落ちるが、凝集剤としての効果は十分である。

さらに、廃棄物の問題を考えると有用である。

開始時濁度 Blank 829NTU PAC(50ppm 添加) 803NTU モズク(50ppm 添加) 795NTU	
凝集剤添加、静置後(5 分) Blank 261NTU PAC 24.6NTU モズク 60.8NTU	

4) モズク凝集剤の利点

モズク凝集剤の利点としては、天然成分由来であるため発生汚泥が産業廃棄物扱いとならず無害であるのと同時に、この汚泥は有機成分を豊富に含んでいるため肥料として農地に還元できることが挙げられる。

モズク凝集剤の用途は水道のみならず、乱開発や農地からの土砂流出による河川・海洋汚染を防止するための凝集剤として利用することも考えられる。

農家にとって栄養分を含んだ土の流出は「財産の流出」と同じである。沖縄県内においては、農地からの土砂を沈砂池により沈殿させ、河川・海域への流出を防止している。そのような箇所でモズク凝集剤を使用し、農地から出した土砂を沈殿により回収することができれば、農家にとっても有益と考えられる。

さらに、同じ大洋州国であるトンガではモズクを大量に収穫できることから、サモアでもモズクが生育する可能性は高い。仮にサモアでモズクを養殖できるようになると（特許の問題もあるが）自国で凝集剤を精製・消費・輸出できる可能性が生じる。

サモアでのモズク養殖ができない場合でも、トンガでモズク凝集剤を精製することができれば、同じ大洋州での流通が形成される。



5) モズク凝集剤の欠点

モズク凝集剤の欠点としては、研究開発中であり今後、実用化するためには企業のバックアップやフィールド試験実績が必要であることが挙げられる。食用海藻由来であるため、もちろん毒性はないことは証明されている。

今後、より大きなフィールド試験を行うためには、新規製品に着目し、後押しをしてくれる機関が必要であり、利点に魅力を感じたのであれば将来に向けて試用してもらいたい。

(4) 塩素剤の問題解決

サモア国では塩素剤を生成していないため、塩素剤は全て輸入に頼っている。過去に塩素剤の積み荷を船舶会社に拒否され、数か月も塩素が入手できなかつた事例がある。

また、塩素注入は浄水場のみで行われており、送水管→配水池→配水管→各家庭給水栓に到達するまでに塩素濃度が低下している可能性がある。残留塩素を失つた水は空気中の雑菌が侵入・増殖するため、水道の安全性を損なうことになる。

塩素による消毒は“水道”的基本であり、水道水を安心して安全に飲用するためには必要不可欠である。この問題が再発しないよう、各浄水場の浄水池あるいは配水池に電解次亜生成装置の設置を提案する。

自然の水、地下水には塩化物イオン (Cl^-) が含まれている。その水を電気分解すると塩化物イオンと水分子が反応し、次亜塩素酸イオンが発生する。



現在では、小型電解次亜生成装置が販売されている（約 300 万円/台）。

沖縄県では、浄水場から遠く離れた配水池に小型電解次亜生成装置を設置している事例がある（名護市、大宜味村、東村など）。

この小型電解次亜生成装置の消費電力は 0.6kW～1kW であり、太陽光発電（2m×2m 程度）と組み合わせることにより動力費の削減を図ることができると同時に、塩素剤の問題を解決することができる。

小型電解次亜生成装置の能力は、概ね $V=180\sim450\text{m}^3$ 、流量 $15\sim38\text{m}^3/\text{h}$ ($360\sim912\text{m}^3/\text{日}$) の配水池に適用可能である。

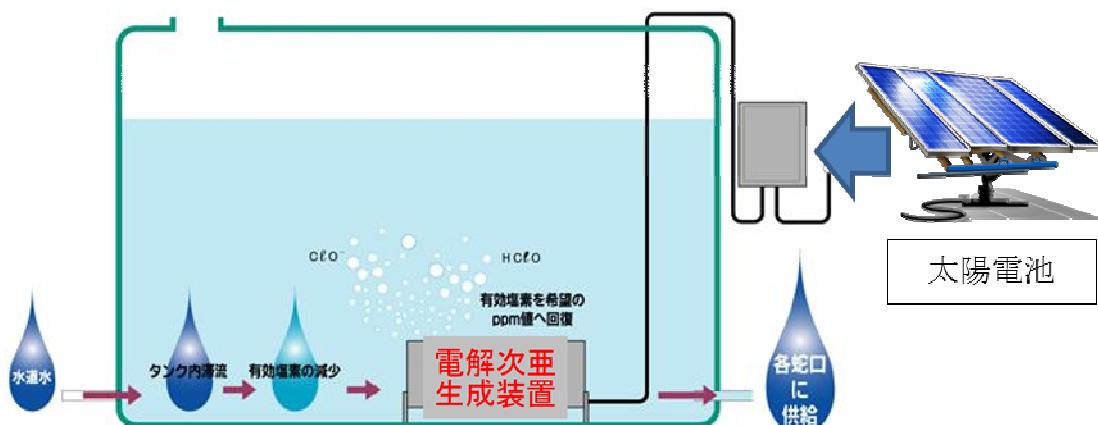


図 2-1-17 太陽電池活用のイメージ

(5)再生可能エネルギーの適用

1) 太陽光発電

世界のエネルギー需要は拡大しており、開発途上国でも、人口増加や工業化の進展によりエネルギー需要が伸びている。原油を中心とするエネルギー価格の高騰、地球規模の環境問題を背景に、エネルギーの安定確保は国際社会の重要な課題となっている。また、地球温暖化防止のため、再生可能エネルギーの可能性が高く注目されており、エネルギー資源の多様化、安定確保の面からも普及が望まれている。

サモア国のような大洋州においては、赤道付近に位置することから、太陽光発電の効率が良いことが予測されるため、サモア国をモデルケースとして大洋州での検討を行った。

ヴァイヴァセ・ウタ (Vaipase-Uta) 地区の新設配水池に増圧するポンプ場予定地を、トマタギ (Toomatagi) 既設配水池敷地内とし、新設増圧ポンプ場を建設する。一次圧を利用するポンプ（ブースターポンプ）を使用すれば、全揚程が下がりポンプ容量を小さくすることが可能となる。

JICA 報告書（「都市リハビリテーション計画」予備調査報告書）によれば、アラオア (Alaoa) 清水場、トマタギ配水池、ヴァイヴァセ・ウタ計画配水池の地盤高、送水管口径、延長、総水量を以下に示す。なお、延長は現地踏査にて GPS 装置を使い測定したものであり、正確な測量を行う必要がある。

計画流量、全揚程は今後、詳細設計時に検討する必要があるが、上記情報からポンプ容量を算出すると以下の通りとなる。

$$\text{全揚程} = (120 - 116.3) + 8.8 + 0.7 = 13.2 \text{m}$$

$$\text{計画送水量} = 960 \text{m}^3/\text{日} = 0.667 \text{m}^3/\text{min}$$

$$\begin{aligned} \text{ポンプ容量} &= 0.163 \times \gamma \times Q \times H \div \eta \times (1+0.2) \\ &= 0.163 \times 1.0 \times 0.667 \times 13.2 \div 0.65 \times 1.2 \\ &= 2.65 \text{kW} \approx 3.7 \text{kW} \text{ (ただし、ポンプ効率を 65% と仮定)} \end{aligned}$$

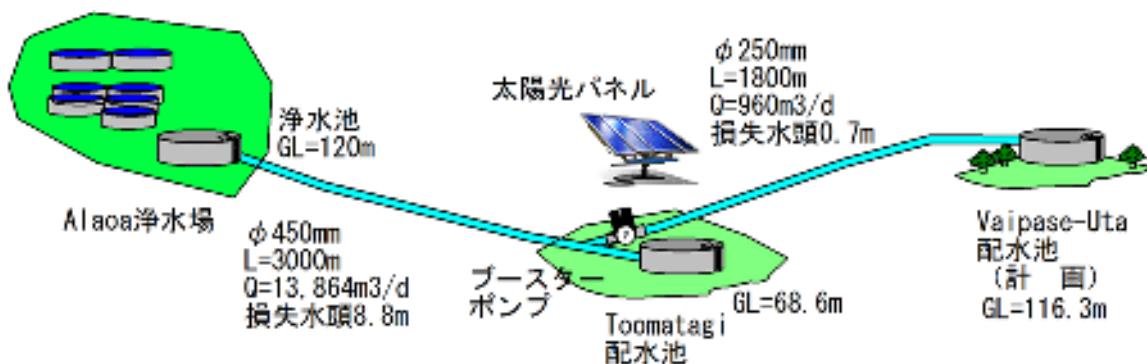


図 2-1-18 新設送水ポンプイメージ図

ポンプ場屋根を利用して太陽光発電パネルを設置し、その発生電力をポンプ場電源（ブースターポンプ、流量計、残塩計、電解次亜生成装置）とし、商用電力と併用する。

ヴァイリマ地区においても同様に新設浄水場の計装設備の電源を太陽光発電とし、商用電力と併用する。

これら計装用電源を得るために必要な太陽光発電パネルの面積を計算したところ、約 27.66m² (5.3m × 5.3m) と結果が出た（図 2-1-19,20／計算ソフト：「Polysun simulation software」）。

Component overview (annual values)

Photovoltaics	PV-TD190MF5	
Manufacturer		Mitsubishi Electric Corporation
Data Source		Photon
Number of modules		20
Number of modules (layout)		20
Total nominal power generator field	kW	3.8
Total gross area	m ²	27.66
Tilt angle (hor.=0°, vert.=90°)	°	45
Orientation (E=+90°, S=0°, W=-90°)	°	180
Inverter 1: Name		PVS300-TL-4600W-2
Inverter 1: Manufacturer		ABB Asea Brown Boveri Ltd.
Inverter 1: Number of phases		1
Layout 1: Number of inverters		1
Layout 1: cos φ		1
Layout 1: A number of strings		1
Layout 1: A modules per string		20
Total nominal power of all inverters	kVA	4.6
Energy production DC [Qpvf]	kWh	5,478
Energy production AC [Qinv]	kWh	5,235
Specific annual yield	kWh/kWp/a	1,377.7
Reactive energy [Qinrv]	kvarh	0
Apparent energy [Qinva]	kVAh	5,235

図 2-1-19 太陽光発電計算結果（Polysun simulation software）

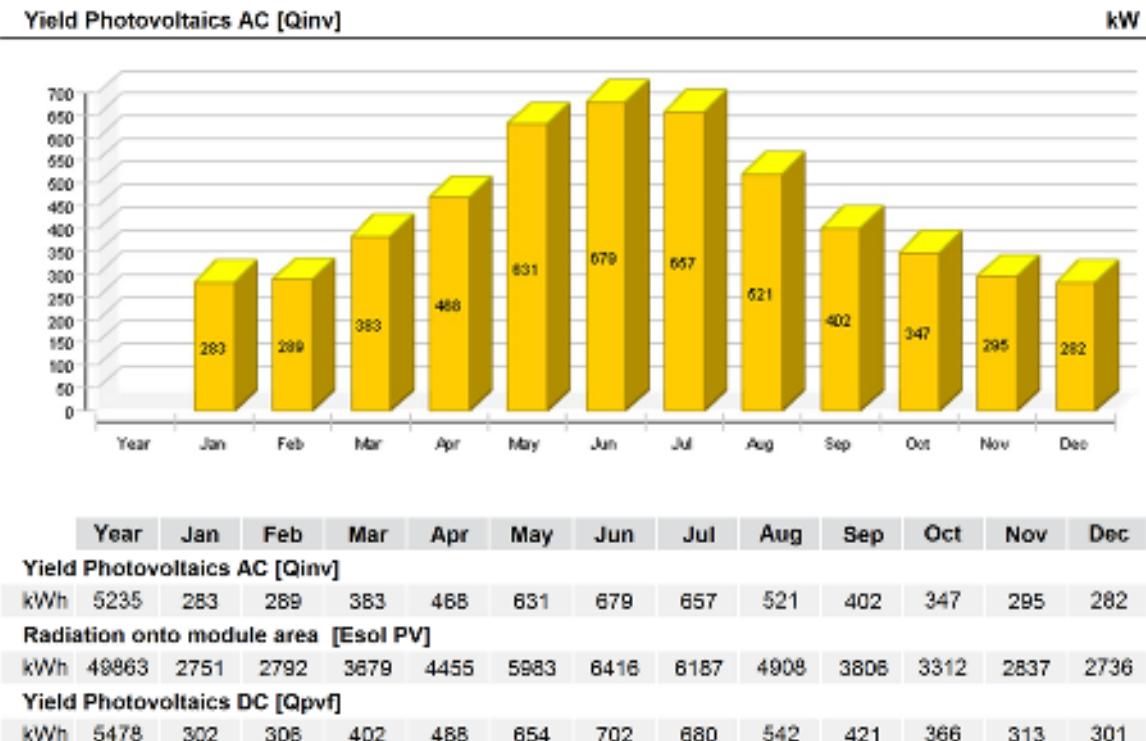


図 2-1-20 .太陽光パネル月別発電量 (Polysun simulation software)

2)小水力発電

ヴァイヴァセ・ウタ地区送水管路、ヴァイリマ地区送水管路の現地踏査を行った結果、小水力発電設置に適した場所と、発生した電力を使用する箇所との距離が遠く小水力発電は適しないと判断した。

ただし、アラオア浄水場 (Settling Tank) 導水管 ($\phi 400\text{mm}$) に小水力発電を設置することでアラオア浄水場内の計装電源（流量計、残塩計、電解次亜生成装置）の電源を補うものとして期待されるが、正確な河川流量（数年単位）が把握されていないことから、今後の調査課題である。

(6)水源地保全対策

アラオア浄水場水源地の集水区域において、乱開発と急勾配斜面での耕作による土壤侵食により、雨が降ると河川に土砂が流出し原水濁度の悪化原因となっている。

農地からの土砂はそのまま海へと流出し、海を真っ赤に染めている。しかし、翌日晴れると海の浄化作用のため、何事もなかったかのように元通り綺麗な姿を見せる。このため、土砂流出問題は、住民にとってあまり意識しない問題である。

かつては沖縄県も同様で、海の浄化作用により海は綺麗な状態だと思われていた。しかし、海の中ではサンゴの上に土砂が堆積し、生物の住むことができない状態となっている箇所も多数ある。

サモア国においても、このまま土砂流出を放置しておけば沖縄県と同様な海となるかもしれません。

沖縄県においては赤土流出対策技術がいくつか検討されている。

その中でも、サモア国に提案可能な技術としてグリーンベルトと土壤団粒化がある。

1)グリーンベルト

グリーンベルトは裸地や畑の周辺、斜面の下側などに、樹木や草木などの植物を帯状に植えることにより、水の勢いを弱めたり、濁水中の土粒子を補足し、流出を防ぐ対策方法である。

グリーンベルトに使用する植物を選ぶ時の注意点を以下に挙げる。

表 2-1-14 グリーンベルトに使用する植物選定条件

植物選定条件	理由
大きな植栽面積を必要としないもの	邪魔にならず小さい面積で効果が期待できる。
簡単に増え、管理がしやすいもの	株分けなどにより増やすことができ、増えすぎた時は簡単に伐採できる。
背丈が高すぎないもの、枝葉が大きくならないもの	農作物に日が当たらなくなるのを防ぐ
一年中生えていて、葉が無くなったりしないもの	土砂流出防止効果がなくなる。
どんな環境でも育成するもの	どこにでも植栽できる。
有用性があるもの	香料や薬用として利用、観賞用が花なる。

沖縄県ではグリーンベルトに使用する植物として、月桃、ペチバー、ヤブラン、リュウノヒゲなどが利用されている。

月桃は化粧品や防虫剤、防虫効果のある壁紙材として商品化されている。また、ペチバーはゴキブリの忌避剤成分があり、根はアロマオイルの成分が取れる。

グリーンベルトを作るのは農家にとっても負担であり、そのままでは普及しない。

しかし、単なる赤土防止としてではなく、製品化でき収入になることで農家側にとっても利益となることで普及を目指す。

サモア国においても、藁草や化粧品として利用できる植物を探し、グリーンベルトとして利用することで、環境保全を行えるものと考える。



写真 2-1-40 グリーンベルトの植物

2) 土壌団粒化+種子吹付

土壌団粒化+種子吹付は、沖縄県の赤土対策で最も効果を上げている技術の一つである。草の種子と土壌団粒化剤を混ぜたものを法面や斜面に吹付け、種子が発芽して成長することにより効果を発揮する。

繁茂した植物が地表面を覆っている間は対策効果が継続する。種子は吹付後約1週間で発芽し、2週間で地表面を覆う。団粒化剤も含まれているため、吹付した直後から土砂の流出は抑えることができる。

実施にかかるコストは、沖縄県で450円/m²程度である。ただし、種子の種類、用いる吹付剤の種類によって異なる。



写真 2-1-41 土壌団粒化+種子吹付事例

沖縄県では、赤土流出原因の最たるものだった工事現場での裸地に対して徹底した指導、対策を施したことで、現在では工事現場からの赤土流出はほとんどなくなっている。

(7)災害に強い水道システムの構築（長期的目標）

1)水相互融通システムの構築

台風の通り道となっている沖縄県では、台風の翌日あるいは、通り過ぎた後の休日には台風がもたらした塩分を含む雨水を洗い落とすため、各家庭で一斉に家や車を洗う。給油所では、洗車するため渋滞することも台風後の風景となっている。

そのため、水使用量が通常の2~3倍に増えるため各水道事業体ではその対応に追われる。

沖縄県内の水道事業体は、台風が接近すると停電対策（発電機の燃料確認、リース手配）や、水量対策（配水池を満水に維持する）などに追われる。

用水供給事業者である沖縄県企業局では、水量増が予想される場合には各水道事業体に対して節水の協力依頼を行っている。

サモア国においても、2012年12月に襲来したサイクロン「EVAN」以降、都市排水機能が脆弱なアピア市内では、大雨が降るたびに川が氾濫し床下、床上浸水被害を受けている。水が引いた後は泥や道を洗浄するために大量の水が必要となり、各地で水不足が起こる。

首都であるアピアに給水しているアラオア浄水場は、サイクロン「EVAN」により多大な打撃を受け、1ヶ月が経過しても電気が復旧しておらず完全な状態ではない（浄水処理は問題なく行われている）。

アラオア浄水場は谷部に建設されているため、大雨が降ると周辺の尾根から水が集水される地形となっている。そのため、そばを流れる河川が容易に増水し浄水場へ被害を与えた。

アラオア浄水場が停止するとアピア市内の大部分が断水となり、市民生活に多大な影響を与える。また、病院などの重要施設の断水は人命にかかる問題となりかねない。このような状況を改善するために、災害に強い水道システムの構築を目指す必要がある。

具体的には、アラオア浄水場の上流部にあるマロロレイ（Malolorei）浄水場、新規に建設計画中であるヴァイリマ浄水場、同じくアピア市内に給水しているフルアソウ（Fulasou）浄水場系統の連絡管を設置して、万が一アラオア浄水場が被災した場合には水相互融通を行えるようなシステムを構築することが必要である。



写真 2-1-42 アラオア浄水場 沈殿池



写真 2-1-43 アラオア浄水場 粗ろ過池



写真 2-1-44 アラオア浄水場 砂ろ過池



写真 2-1-45 アラオア浄水場 砂ろ過池

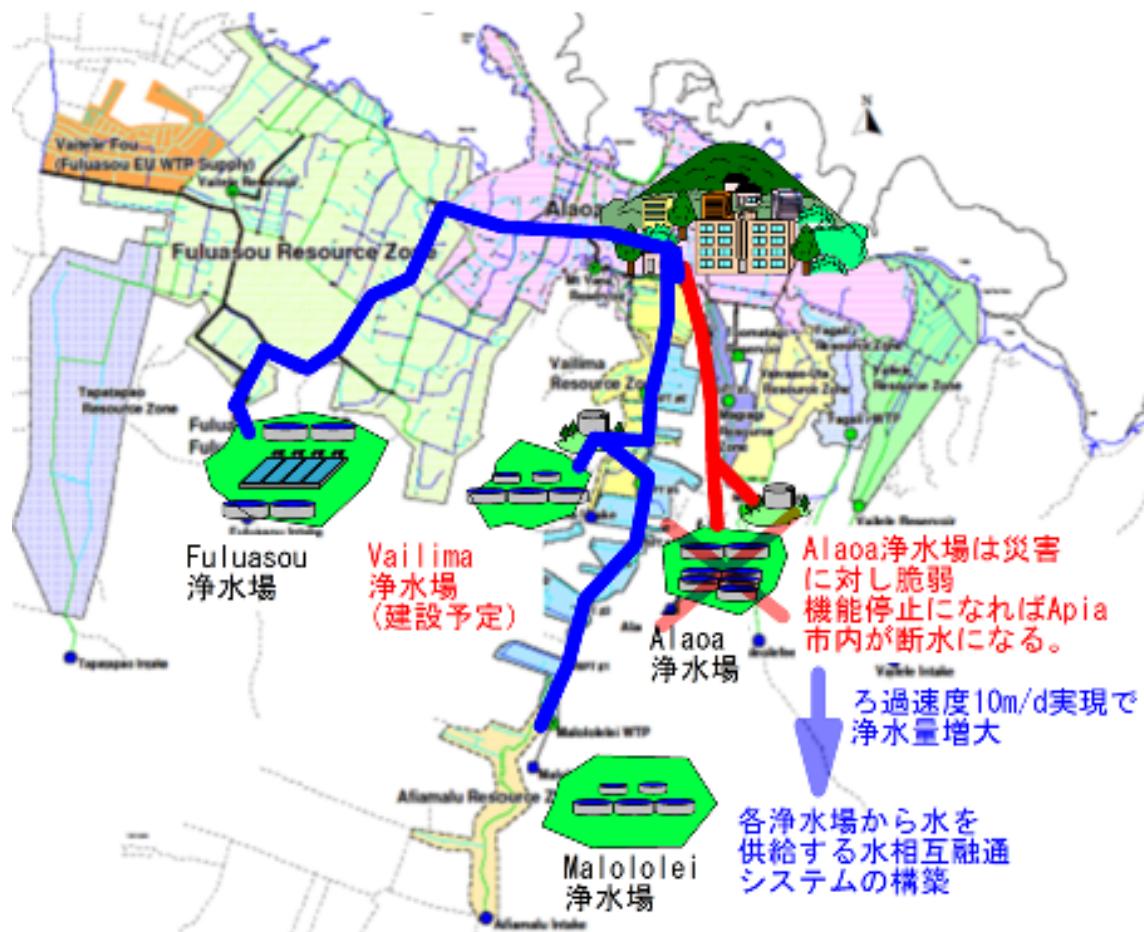


図 2-1-21 .水相互融通システムのイメージ図

2) 河川警報システム

サイクロン「EVAN」により、豪雨、満潮が重なったことから、アラオア浄水場近くを流れるヴァイシガノ（Vaisigano）川が氾濫し、流域に大きな被害を与えた。影響を受けた地域（マギアギ（Magiagi）、レラタ（Lelata）、ファトラ（Faatola）、レオン（Leone））の建物は土石流と倒木の大量流入により崩壊し、少なくとも数名の死者が確認されている。

（JICA サモア支所川畠氏レポートより抜粋）

これにより、アラオア浄水場付近に住む住民が流され、命を失ったとのことである。



図 2-1-22 .サイクロン「EVAN」による流域被害状況

サイクロン「EVAN」の時には、アラオア浄水場にも濁水が流入し、管理人である Paulo も危険な状況の中、管理人室の屋根裏に避難して、九死に一生を得ている。



管理人室も影響を受ける



部屋は泥だらけで Paulo が水位を示す場所まで水が流れる

写真 2-1-46 アラオア浄水場管理人室被害状況（川畠氏報告書より抜粋）

このような被害をハード整備で未然に防ぐには膨大な費用が必要となり、実用的ではない。人命を守るためにいち早く危険情報を住民に通知し、早期に逃げることを促すことが効果的である。

日本では河川上流にあるダム、堰などに河川監視装置を設置し、河川が危険水位まで増水した場合には警報を発令するシステムが構築されている。

サモア国のヴァイシガノ川には、アラオア浄水場の他には公共施設がない。また、アラオア浄水場はヴァイシガノ川の西支流と東支流が合流する地点にあるため、河川の増水警報を監視するには最適の場所であると考える。

アラオア浄水場の防災対策（護岸や擁壁で囲む等）も必要である。

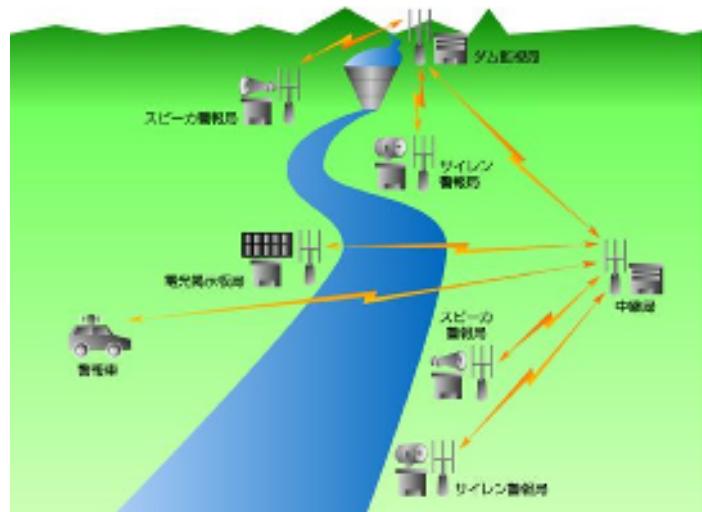


図 2-1-23 .河川警報システムイメージ

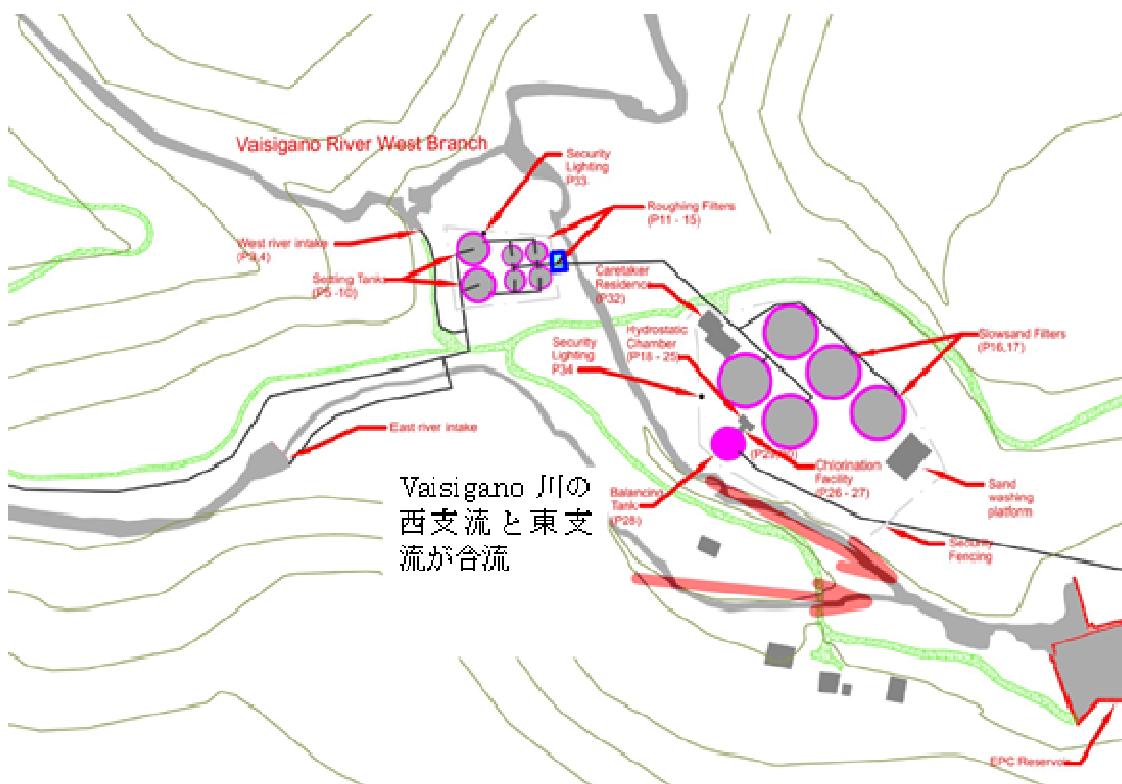


図 2-1-24 アラオア浄水場周辺図

今回、我々、案件化チームはサモア滞在中に、サイクロン「EVAN」の襲来、雨期の豪雨（河川浸食によるフェンスの倒壊）、ソロモン諸島の地震があり、現地で危険情報が伝わってこないことを経験した。この経験からも、防災情報の充実は必要であると感じた。

2－2 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ

サモア国へ沖縄・宮古島モデル導入の為の現地調査を行い、その後、ODA無償資金協力を活用した沖縄・宮古島モデルの上水道施設整備を実施する。また、同様な環境、同様な課題を抱えた近隣の大西洋州島嶼国へも導入検討を行い、将来的には、フィリピン国、インドネシア国の離島地域への導入も視野に入れ検討する。

2－3 提案企業の海外進出による地域経済への貢献

大洋州島嶼国へ沖縄・宮古島モデルを導入する事は、水ビジネスにおける沖縄県内企業の海外展開が実現でき、その結果、その地域との人的交流が活性化し、島嶼地域に効果的な水道の技術・知見・ノウハウを共有化することで、双方の水道事業の持続的な発展に繋がることが期待されるとともに、産業・経済交流の発展にも繋がる。

大洋州島嶼国との産業・経済交流は、沖縄21世紀ビジョンの基本理念「時代を切り拓き、世界と交流し、ともに支え合う平和で豊かな『美ら島』おきなわ」に沿う。