

第2章 提案企業の製品・技術の活用可能性及び将来的な事業展開の見通し

2-1 提案企業及び活用が見込まれる提案製品・技術の強み

2-1-1 我が国の水道業界

我が国の水道は、地域を問わず、公衆衛生の向上や生活環境の改善に欠くことができない社会基盤であり、その国、地域が置かれた自然的、社会的、地域的な諸条件のもとで持続可能な水道システムを構築する必要がある。

安全な水道水、快適な水道水を供給するためには、現地状況に適切に応じた施設の整備、及びその施設の適切な管理を水源から給水栓までの全てにおいて達成する必要があるため、これらを包括的に支援・技術移転することが、持続可能な水道の達成により効果的に寄与するものと考えられる。

2-1-2 沖縄の水道業界の優位性

沖縄は、サンゴなどの石灰岩や火成岩からなる島など多様な地質を持つ島々から成る。これらの島々は規模が小さく、水源となる河川は、急勾配でかつ、河川延長が短く、流域面積が小さい。年間降雨量は2,000mmを超えるが、梅雨と台風による降雨が多く、季節や年による変動が大きく、河川からすぐに海に流出してしまうことなどから、気候・地形的に水不足に陥りやすい。

このように、沖縄は地形的・気候的条件から乏しい水資源環境等、大洋州島嶼国と同じ水に関する課題を抱え、326日間連続の制限給水等、過去には非常に厳しい時期も経験しながら、戦後の琉球政府、米国民政府の支援、また、本土復帰後は国からの支援を受けながら、沖縄水道の発展に向け一歩ずつ取り組み、現在では、水道普及率100%を達成するなど、県内各島において水道システムが構築され、安全で安定的な水道水供給が達成されるまで発展を遂げている。

沖縄が水道発展を遂げる中で、自治体では水道水供給（サービス提供）業務に関連する経験やノウハウが、民間企業では施設整備に係る設計や工事、機器の設置・修繕業務などの技術力が蓄積されており、また、その中で、乏しい水資源を持続的かつ効率的に活用するための水道施設の整備や様々な水源の確保と保全の取り組み、亜熱帯地域での浄水処理施設の管理方法等、ハード・ソフトの両面で沖縄独自の経験・ノウハウが含まれており、沖縄と共に多くの大洋州島嶼国が抱える課題に対して効果的に寄与する可能性が高い。サモア国にあっては、一部地域で導入されている浄水処理施設（生物浄化法（緩速ろ過）、急速ろ過）の管理方法や、漏水等の無収水問題、乾季の水量不足や降雨後の原水濁度上昇等の水資源問題などの課題があり、また、表流水の原水を未処理・未消毒で供給する地域の解消（浄水施設導入による安全な水へのアクセスの確保）が計画されている。それに対

して、「生物浄化法や急速ろ過機の管理技術やノウハウ」、「漏水対策技術」、「小規模河川での水源確保や水源運用の知見・ノウハウ」などの技術協力により課題解決が図られることが期待できる。

沖縄県宮古島市で2006年から草の根技術協力事業でサモア国を対象に開始された「生物浄化法を使用した上水道の管理技術研修」を皮切りに現在まで、大洋州島嶼国への水道分野における技術協力が沖縄県宮古島市や沖縄県企業局が中心となり推進される中、沖縄の水道事業に携わる県内民間企業（総合建設業や水道関連機器取扱企業、化学工業薬品製造企業、計測通信設備企業、水道施設の運転維持管理企業、水質検査企業（厚生労働省登録検査機関）、漏水調査企業など）を中心に構成される「水ビジネス検討会」が設立された。検討会は宮古島市や沖縄県企業局の協力を得ながら、民間企業による大洋州島嶼地域等の海外への展開に向けたプロジェクトの検討を行うなど、水道事業に関わる官民双方において「国際貢献」に対して動き始めている。

さらに、沖縄は、水に対する同じ苦しみを経験していることや、社会風土・人柄など、サモア国をはじめとする大洋州島嶼国との共通点が多いことも、対象国との信頼関係の構築も支援する上で重要な要素であり、他にはない沖縄の優位な部分である。沖縄と大洋州島嶼国は、過去の技術研修などを通じ、人的交流によるネットワーク構築も図られており、島嶼地域に効果的な水道の技術・知見・ノウハウを双方で蓄積し、共有化することで、双方の水道の持続的な発展に繋がることが期待される。

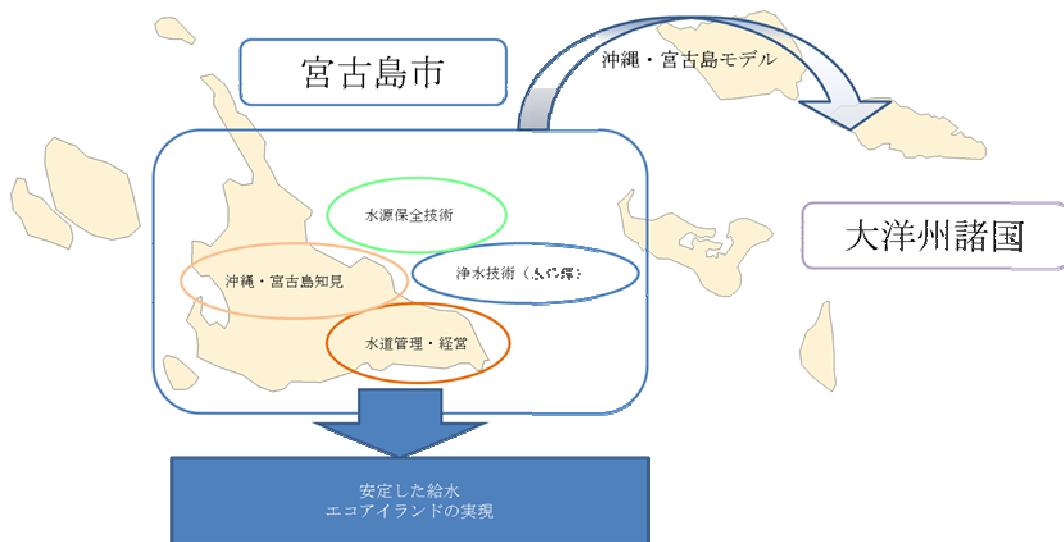


図 2-1-1 沖縄・宮古島モデル概要図

沖縄が水道発展を遂げる中で、自治体に蓄積された水道水供給（サービス提供）業務に関連する経験やノウハウ、及び民間企業に蓄積された施設整備に係る設計や工事、機器の

設置・修繕業務などの技術力については、地形的・気候的条件が類似する大洋州島嶼国が抱える課題に対して個別の支援技術として効果的に寄与する可能性が高い。また沖縄の官民連携を含めたオール沖縄による多様な水源や浄水施設を活用した水道システム全体に対する施設計画から管理に至るまでの経験・ノウハウを用いて、大洋州島嶼国それぞれの地域特性を考慮のうえでの「水源から給水栓まで」、「計画から管理まで」、「経営からサービスまで」を包括的かつ段階に応じた支援・技術移転できる可能性を有している。

表 2-1-1 大洋州島嶼国に適応可能な沖縄の水道技術

	水資源	水道施設	経営・社会
●大洋州島嶼国が抱える課題	<ul style="list-style-type: none"> ○乏しい水資源 <ul style="list-style-type: none"> ・限られた水源 ・淡水レンズ（塩水化リスク） ・期別変動（乾季の水量不足） ○水源汚染 <ul style="list-style-type: none"> ・都市開発 ・生活形態の変化 ・人口増加 	<ul style="list-style-type: none"> ○適切でない浄水処理管理 <ul style="list-style-type: none"> ・濁度管理 ・塩素管理 ○未処理・未消毒による水道水供給 ○適切でない取配水量管理 ○漏水・無収水が多い <ul style="list-style-type: none"> ・管路老朽化による漏水 ・未熟な施工技術 ・水道メータ設置率が低い ・盗水 ・適切でないメータ検針 ○適切でない配水コントロール <ul style="list-style-type: none"> ・高地での出水不良（水圧低下、水が出ない） 	<ul style="list-style-type: none"> ○適切でない水道料金体系 <ul style="list-style-type: none"> ○メータ未設置者に対する一律料金の設定 ○経済活動や生活レベル向上等に伴う水需要の増大 ○水道に対する信頼性低下 <ul style="list-style-type: none"> ・水質不満（濁り、未消毒、高硬度など） ・水量不満（断水、水圧不足など） ・料金不満（公平でない料金徴収など） ○経費増大 <ul style="list-style-type: none"> ・原油（燃料費）高騰など
●可能性のある沖縄の協力リソース			
1) 短期的支援※技術協力（研修）の支援	<ul style="list-style-type: none"> ○損失水改善（漏水対策） ○節水型社会への誘導（雨水等の雑用水利用の促進） ○水源等の保全規制（宮古島市地下水保全条例、沖縄県赤土等流出防止条例など）に関する経験 <ul style="list-style-type: none"> ・仕組づくり（データ収集、分析評価、制度設計など） 	<ul style="list-style-type: none"> ○生物浄化法（緩速ろ過法）の管理に関する経験・ノウハウ ○漏水探査、漏水修理の技術・ノウハウ ○配水コントロールの技術・ノウハウ ○各種工事の施工技術 ○職員のマネジメント能力 ○水道技術に関する技術移転（水道関係技術者の能力強化） 	<ul style="list-style-type: none"> ○水道事業経営に対する意識向上、人材育成 <ul style="list-style-type: none"> ・無収水対策（適切な料金徴収） ○住民の節水意識向上に対する啓蒙活動の経験 ○給水制限の経験・ノウハウ ○水源保全の取り組み ・住民への啓蒙活動
2) 中長期（将来）的支援※資金協力等を活用した支援	<ul style="list-style-type: none"> ○乏しい水資源を効率的に活用するための水源開発や水運用に関する支援 <ul style="list-style-type: none"> ・小規模河川での水源開発（豊水時の最大活用など） ・雨水利用の拡大 ・淡水レンズの強化 ・水源特性を踏まえたシステム構築のノウハウ（原水調整池、導水管路網など） ○多様な水源開発（ダム、淡水化、汚水処理水など）及びその管理に関する支援 	<ul style="list-style-type: none"> ○浄水システム導入に対する支援 <ul style="list-style-type: none"> ・多様な水処理施設（生物浄化法、急速ろ過、淡水化、硬度低減化など）に関する知見・ノウハウ ○導水システムの改善・増強に対する支援（効率的水資源活用） <ul style="list-style-type: none"> ・導水管網・原水調整池等の知見 ○配水システムの改善・増強に対する支援（無収水改善） 	<ul style="list-style-type: none"> ○料金体系見直しの支援 <ul style="list-style-type: none"> ・水道事業の経営改善 ・節水型社会への誘導 ○水道事業者の組織強化の支援（将来を見据えたマネジメント能力育成） ○クリーンエネルギー等省エネシステム構築の支援 <ul style="list-style-type: none"> ・太陽光発電を活用した取配水システムの導入 ○雨水利用の経験 <ul style="list-style-type: none"> ・日本水道の枠にとらわれない水利用方法への支援
3) 潜在的リソース	<ul style="list-style-type: none"> ○多様な水源や浄水施設を活用した水道システムの計画からその管理に関する経験・ノウハウ ○塩害が厳しい環境下で培った設備・装置の維持管理に関する技術、ノウハウ、経験 ○水資源が厳しい環境下での経験（各家庭レベルでの知恵を絞った水確保の経験等） 		

2-1-3 提案製品・技術の概況と強み

本項では、前項で整理した大洋州島嶼国に適応可能な沖縄の水道技術のうち、本調査で対象としたサモア国をモデルケースとして、展開に重要となる製品・技術を探り上げ、その概況と強みを記載する。

(1)生物浄化法

緩速ろ過法は、細かな砂でゆっくりとしたろ過速度で濁り物質を物理的な篩いろ過で除去し、さらに微生物による溶存物質も分解できることに注目した方法であるのに対し、生物浄化法は、砂層表面および砂層上部で、微生物から微小動物が主体で、食物連鎖が成り立っていることが必須と考える浄化法である。

砂層は生物群集が活躍する場、ろ過速度は、速度ではなく、生物群集が驚かない“やさしい安定した速度”と考える方法である。河原で湧き出す湧水を人工的に再現した英國が起源の緩速ろ過法とは、視点が異なることに注目した新しい考え方である。

サモア国では緩速ろ過による浄水処理が主として行われていたが、雨期の原水濁度上昇時に、沈澱池で適切な前処理ができず、頻繁に砂ろ過池の削り取り作業を行い、砂層が薄い状態でろ過し、給水していた。そのため濁質や色度がある水を給水していたことも多々あったという。また、ろ過砂をサモア国外から購入していたため、維持管理費が高額となっていた。

生物浄化法は温帯（日本）、亜熱帯（宮古島市）で既に適用条件が確立されだしているが、降雨量が多く濁質が多い河川表流水のサモア国（熱帯地方）におけるろ過速度の実証結果が示されていない。

熱帯地域では、気温が高いため生物膜の生成速度が速く、有機物等を酸化分解する生物活性が高いため、ろ過速度を温帯地域より早く設定できると予想される。

今回、現地アラオア浄水場において、熱帯地域における生物浄化法での適用可能のろ過速度を実証する目的で試験を行った。

試験方法としては、バケツモデルを製作し、ろ過速度を 5m/d、10m/d、20m/d の 3 条件で原水を連続してろ過させながら水質測定を行った。

生物浄化法の特徴を表 2-1-1 に示す。



写真.2-1-1 バケツモデル全景



図 2-1-2 水質測定項目

表 2-1-1 生物浄化法の特徴

生物浄化法	
ろ過速度	日本の水道設計指針では、緩速ろ過のろ過速度は 3~5m/d となっている。 現在、サモア国や大洋諸国では緩速ろ過のろ過速度は 3~4m/d である。 今回の試験結果から、熱帯地域（大洋諸国）でも 10m/d で可能と考える。
施設面積	新規施設：ろ過速度が速いため施設面積 小さくてよい。 既存施設：ろ過速度を速くすることができるため、同じ施設面積で浄水能力が高くなる。
除去原理	生物群集による濁りの捕足と分解
処理性能	高濁水流入も短期であれば浄水可能。 しかし、高濃度の濁質流入は生物生育環境に悪影響をあたえるため、沈殿、粗ろ過などの前処理が必要。
ろ過砂	微小生物群集の活躍の場としての砂であるので、砂の大きさ、均等係数に神経質になる必要がない。サモア国内では河口近くの海岸より採砂している。採取した砂を洗浄し、細かな砂を除き、小石や大きなサンゴの破片を除いた粗い大きな粒径の砂を使用。大洋諸国でも同様な条件で使用可能。
維持管理	水面に浮いた藻は、水位変動をさせて越流除去する。 流入懸濁物質で、砂層がろ過閉塞した場合は、砂面上部の薄層部を削り取る。 温度が高く生物群集の活躍が良いサモアのような大洋州の環境では、ろ過閉塞はほとんど考えられず、突発的な大量な濁りが流入しない限り削り取り作業はほとんど必要ないと考える。数年に 1 度の削り取りで十分と期待できる。
維持管理コスト	砂の購入、洗浄作業少のためコスト小
災害に対する性能	生物群集による濁質除去なので災害に強い。 サイクロン「EVAN」では、浄水場の施設に流木が流れ込み、濁水に浸かった。そのような状態でも水を安定的に作り出していたので、災害にも強いことが判る。日本の浄水場では往々として機械設備、電気設備が多数存在するため、浄水場が水に浸かると機能停止してしまう。生物群集の働きがない浄水方法では浄水することができなくなる。

試験期間

試験期間として、案件化業務調査の現地日程が 2013 年 1 月 28 日～2 月 8 日までであ

り、その間で案件化チームがバケツモデル製作、通水、初期期間の観測を行った。

水質測定は朝、昼、夕方の 1 日 3 回を基本としたが、2 月 1 日の夕方のサンプリングは、大雨による河川水位の上昇により危険と判断し中止した。

また、2 月 2 日（土）、3 日（日）はサモア国の休日であるため、現地運転手を確保することができず、サンプリングの回数を減らした。

2 月 4 日から JICA 草の根事業の宮古島チームがサモア入りし、中本先生がバケツモデルの確認を行った。

2 月 9 日の案件化チームの帰国後、生物浄化法の観測を「草の根チーム」へ引き継ぎ、2 月 20 日まで観測を行った。

試験方法

試験方法としては、現地にて下図に示す簡易生物浄化試験装置（バケツモデル）を設置してろ過速度が 5m/d、10m/d、20m/d の 3 条件で水質（濁度、色度、溶存酸素、過マンガン酸カリウム消費量）測定を行い、生物浄化作用の発生時期を確認する。

生物浄化法は低コスト、ローテク、環境低負荷を目指す技術であるため、試験装置に使用する器具は、ハイテク機器ではなく日本のホームセンターで購入できるものを利用した。サモアでの購入も考慮したが、必要な物資が確実に揃わない可能性があると判断し、断念した。

試験装置の各タンクの詳細は次項で説明する。

試験項目は、毎日計測項目として

原水着水槽：濁度、DO、pH、一般細菌、KMnO₄ 消費量（1 日 1 回）

粗ろ過槽 1：濁度、DO、pH、

粗ろ過槽 2：濁度、DO、pH、

砂ろ過槽：濁度、DO、pH、温度、一般細菌、KMnO₄ 消費量（1 日 1 回）

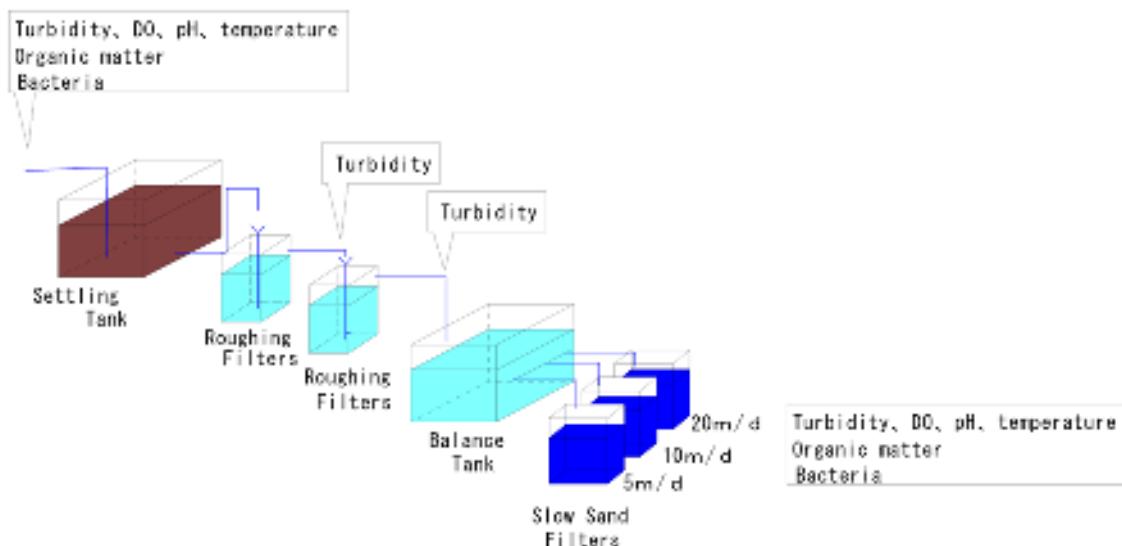
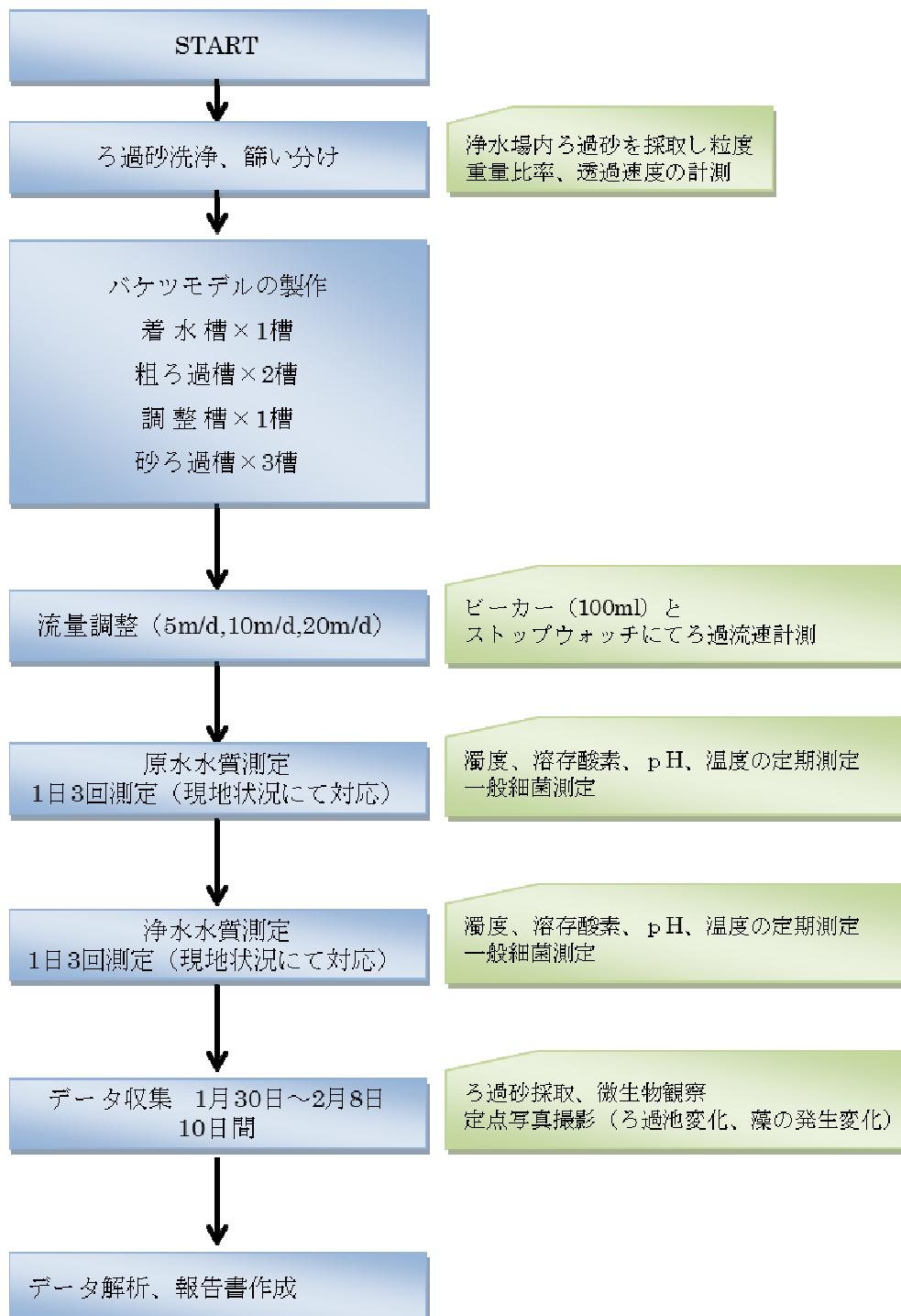


図 2-1-2 バケツモデルフロー図

バケツモデル実証試験フロー図



バケツモデル制作

バケツモデルは、着水井、粗ろ過装置、調整池、砂ろ過の構成を基本とする。原水の濁質濃度や水質によっては粗ろ過装置は2段、3段にする場合もある。

ここで、本文中用語の定義として、アラオア浄水場の施設を示す場合は“池”（沈殿池、粗ろ過池、砂ろ過池）、バケツモデルの装置を示す場合は“槽”（沈殿槽、粗ろ過槽、砂ろ過槽）を使用する。



写真 2-1-2 バケツモデル

水槽名称	写真
1) 着水井 (Settling Tank) 着水井は流量を安定させる目的で設置する。	
2) 粗ろ過槽 (Roughing Filter) 粗ろ過槽は濁質を除去する目的で設置する。調整池で使用する砂利は Alaoa 浄水場内にある砂利から 2 cm 程度のものを選定し、水で洗浄後使用した。	
3) 調整槽 (Balance Tank) 調整槽は着水井同様、砂ろ過槽に水圧を一定に保ち安定的に水を供給する目的で設置する。各砂ろ過槽に供給するため流出口を 3 口付けた。	
4) 砂ろ過槽 (Sand Filter) 砂ろ過槽はろ過速度 5m/d、10m/d、20m/d のものを設置した。砂ろ過槽に使用する砂は、Alaoa 浄水場内に置いてある砂山から採取し、水で洗浄しながら篩にかけ粒径を 1.5mm～2mm に揃えたものを使用した。	

水質分析

生物浄化法の効果を確認するため、以下の項目について水質試験を行った。

ただし、これら水質項目を正確に分析するためには、滅菌室や高価な試験装置、薬品が必要となる。これらを現地に持っていくことは不可能である。そのため、販売されている試験キットで簡易試験を行った。検出した数値は目安であり、正確な数値ではない。

表 2-1-2 水質試験項目及び測定方法

項目	頻度	測定方法	目的
濁度 (Turbidity)	毎回	濁度計	濁度は水の濁りの程度を表す。生物群集の働きにより濁度が低くなる。
水素イオン濃度指数 pH	毎回	pH 計	溶存酸素濃度が高くなると水中の二酸化炭素濃度が低くなり pH が高くなると予想される。
溶存酸素 (Dissolved Oxygen)	毎回	DO 計	水中に溶け込んでいる酸素の量である。水が汚れている場合 DO の値は小さくなる。水中の植物プランクトンの光合成が活発になると DO が高くなる。
水温 (Temperature)	毎回	温度計	水温変化を記録する。
一般細菌 (Bacteria)	毎回	一般細菌キット	水中の細菌数を測定する。生物浄化が形成されると净水の微生物が増加することが予想される。
過マンガン酸カリウム消費量 (KMnO ₄ 消費量 : 有機物)	1 日 1 回	PAC テスト	水中の有機物は過マンガン酸カリウムと反応するため、呈色が変化する、原水と净水の有機物濃度の差が発生することを期待する。
砂ろ過槽表面上の観察	毎回	目 視	生物群集が発達しているか確認する。具体的には藻の発生、光合成、微小動物の存在確認を行う。

バケツモデル設置箇所

バケツモデルは、サモア国首都アピアに給水しているアラオア浄水場の粗ろ過池脇に設置した。



試験結果

バケツモデルは1月29日にSettling Tank側に設置したが、原水の濁度が高く、実際の沈殿池の維持管理が不十分で、設置したモデルの砂ろ過槽の砂を閉塞させる可能性があると判断し、1月30日に粗ろ過池側に移動した。そのため、実質の試験は1月30日から開始した（1月29日の試料は参考）。試験結果を以下に示す。

1) 天気

1月29日から2月3日までの1週間は朝7時30分頃、10時頃、14時頃、16時頃と定期的に大雨が降った。2月1日には浄水場の側を流れる Vaisigano 川の水位が上昇し氾濫寸前であった。先のサイクロンによりもたらされた土砂や流木により河川の流れが変化し、浄水場粗ろ過池周辺を囲むサイクロン後に新たに設置したフェンスが河川の侵食により一部倒壊した。2月4日から天気は徐々に回復し、2月5日、6日は晴天であった。7日は少し雨模様となったが、8日は晴れて暑い日となった。

	1月29日	1月30日	1月31日	2月1日	2月2日	2月3日	2月4日	2月5日	2月6日	2月7日	2月8日
天 気	曇り	豪雨	豪雨	豪雨	豪雨	豪雨	曇り	曇晴	晴れ	晴れ	雨
気 温	26°C	26°C	26°C	26°C	26°C	26°C	28°C	28°C	28°C	28°C	28°C
水 温	25°C	25°C	25°C	25°C	25°C	25°C	25°C	25°C	25°C	25°C	25°C



写真 2-1-3 河川流量状況 (2月1日)



写真 2-1-4 河川流量状況 (2月1日)



写真 2-1-5 河川流量状況 (2月1日)



写真 2-1-6 河川流量状況 (2月1日)



写真 2-1-7 フェンス設置状況 (2月 1日)



写真 2-1-8 フェンス倒壊状況 (2月 1日)



写真 2-1-9 涡流発生状況 (2月 1日)



写真 2-1-10 涡水流入状況 (1月 30日)

2) 濁度 (Turbidity)

原水～粗ろ過水濁度

大雨で原水が濁ったこともあり、実験開始後、最初の1週間は、濁度は落ち着かない状態であった。1月30日より、バケツモデル試験を開始後、モデルへの流入原水濁度の最高値は、サンプルNO.10（2月2日夕方）で、68.2NTUである。

2月4日の午後（NO.14）までは粗ろ過槽の濁度数値は、原水の水質に強く影響されている。NO.15以降では原水濁度の影響をほとんど受けず、徐々に粗ろ過槽の除去作用が働いていることが考えられる。

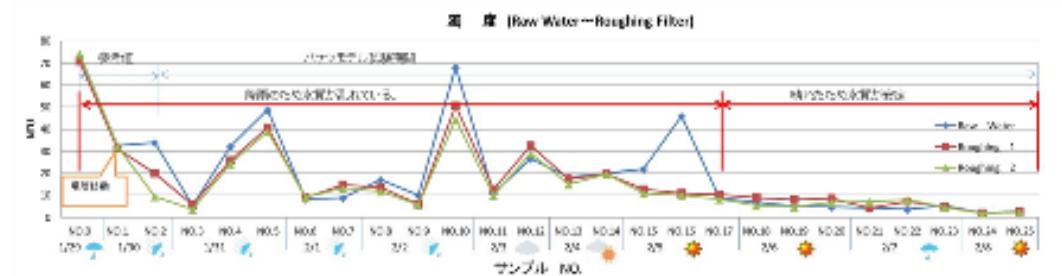


図 2-1-3 原水～粗ろ過水濁度測定

砂ろ過水濁度

サンプルNO.14までは、原水濁度濃度に比例して、砂ろ過槽出口の濁度も高い値を示している。サンプルNO.15からは濁度数値は安定しており浄化作用が出てきたことが示唆される。

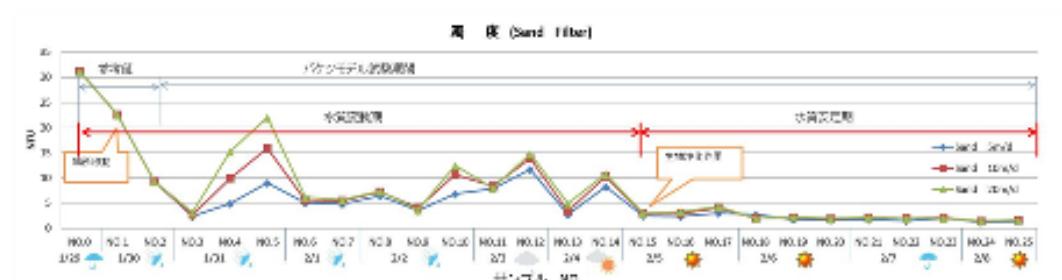


図 2-1-4 砂ろ過水濁度測定

表 2-1-2 濁度測定結果

濁度	1月29日		1月30日		1月31日		2月1日		2月3日		2月4日		
	NO.0	NO.1	NO.2	NO.3	NO.4	NO.5	NO.6	NO.7	NO.8	NO.9	NO.10	NO.11	NO.12
Raw Water	73.3	32.6	34.1	5.4	32.3	48.8	8.4	8.8	17.2	10.0	68.2	11.1	28.6
Roughing 1	70.7	31.2	18.9	5.6	23.0	40.8	8.0	14.7	13.5	6.1	50.6	12.6	32.6
Roughing 2	74.4	32.2	9.4	3.8	24.4	36.0	9.2	13.3	11.0	5.8	44.8	10.2	29.2
Sand 5m/d	31.2	22.6	9.3	2.4	4.0	8.0	5.0	4.8	8.4	3.5	6.9	7.0	11.7
Sand 10m/d	31.2	22.6	9.3	2.6	9.0	15.0	5.6	5.4	7.3	4.0	10.7	8.4	13.8
Sand 20m/d	31.2	22.6	9.3	3.1	15.3	22.1	8.2	5.7	7.3	3.7	12.5	8.0	14.7
濁度	2月5日		2月6日		2月7日		2月8日		2月9日				
	NO.13	NO.14	NO.15	NO.16	NO.17	NO.18	NO.19	NO.20	NO.21	NO.22	NO.23	NO.24	NO.25
Raw Water	18.3	20.0	22.1	48.0	8.9	6.9	5.3	5.0	4.1	3.7	5.5	2.1	2.9
Roughing 1	17.4	19.8	12.8	11.0	10.4	9.0	8.2	8.6	4.4	7.2	4.8	2.0	2.6
Roughing 2	15.1	19.6	11.0	10.0	8.5	5.4	4.9	6.9	7.2	8.2	4.5	2.0	2.4
Sand 5m/d	2.7	8.2	2.5	2.3	3.1	2.7	1.8	1.6	1.9	1.5	2.0	1.2	1.3
Sand 10m/d	3.4	10.3	2.9	3.0	4.1	2.0	2.1	1.9	2.1	2.0	2.1	1.4	1.6
Sand 20m/d	4.9	10.8	3.1	3.3	4.3	2.1	2.2	2.0	2.1	2.0	2.0	1.4	1.6

2月9日以降の観測データ

案件化チームが帰国した2月9日以降の濁度測定データを表2-1-3と図2-1-5に示す。

砂ろ過水の濁度は2.5NTU以下を維持しており、良好な結果となった。特に2月13日以降は1NTUを下回っていることから、清浄な水となっていることが判る。

表2-1-3 濁度測定結果（2月9日以降）

濁度	2月9日	2月10日	2月11日	2月12日	2月13日	2月14日	2月15日	2月16日	2月17日	2月18日	2月19日
Sand 5m/d	1.45	0.88	1.80	1.06	0.77					0.89	0.73
Sand 10m/d	1.66	1.23	2.24	1.45	0.86					0.83	0.77
Sand 20m/d	1.74	1.24	2.24	1.54	0.94					0.76	0.73

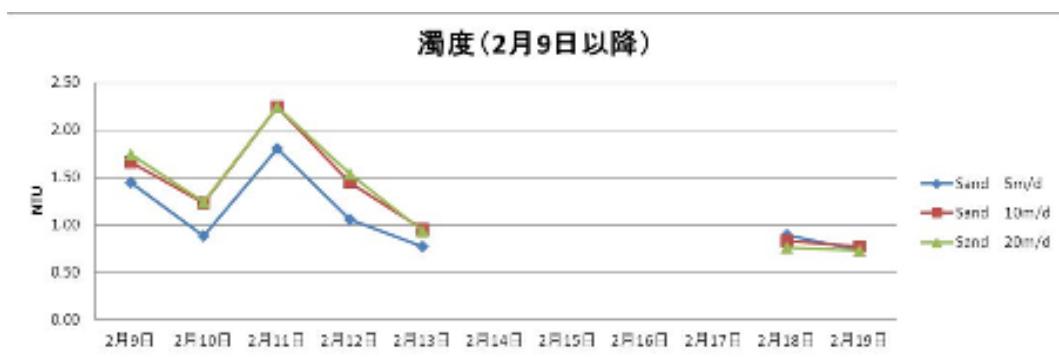


図2-1-5 濁度測定結果（2月9日以降）

3) 溶存酸素 (Dissolved Oxygen)

原水～粗ろ過水

原水および粗ろ過1,2水のDO値を以下に示す。降雨が続き日照時間が短かった1月31日～2月4日まではDOは減少傾向を示しているが、天気が回復した2月5日以降は上昇傾向を示している。

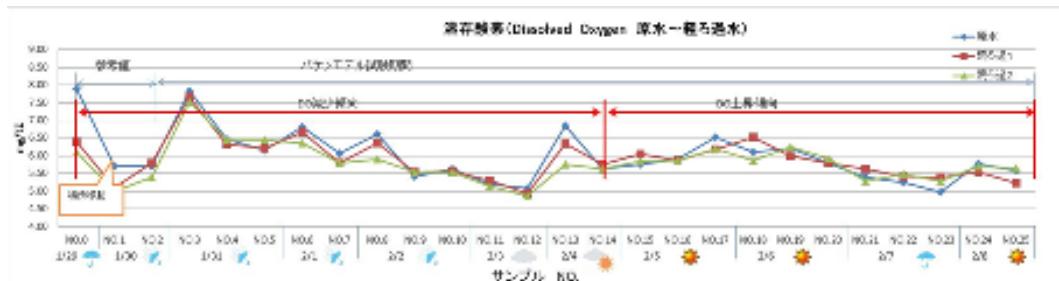


図2-1-6 原水～粗ろ過水 DO 測定

砂ろ過水

砂ろ過水においても原水～粗ろ過水の傾向と同じであった。

2月6日より、ろ過砂表面上には藻の定着が目視され始めた。7日からは藻が光合成により酸素を放出し気泡が生じているのが確認できたが、期待されたDO値の急激な上昇は確認されなかった。

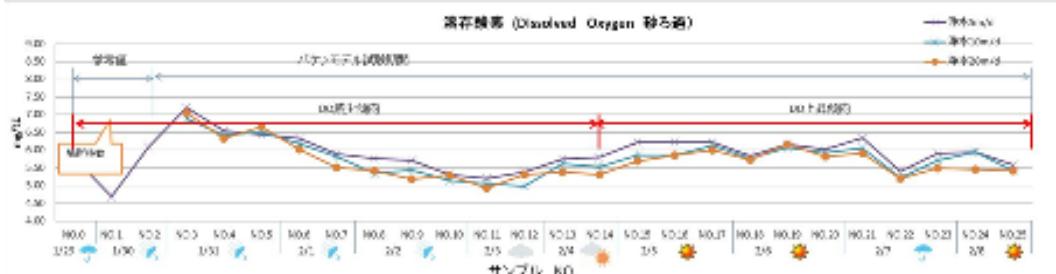


図 2-1-7 砂ろ過水 DO 測定

表 2-1-4 DO 試験結果

DO(mg/l)	1月29日		1月30日		1月31日		2月1日		2月3日		2月4日		
	NO.0	NO.1	NO.2	NO.3	NO.4	NO.5	NO.6	NO.7	NO.8	NO.9	NO.10	NO.11	NO.12
Raw Water	7.0	5.7	5.7	7.8	6.5	6.2	6.8	6.1	6.6	5.4	5.6	5.2	5.1
Roughing 1	6.4	5.1	5.8	7.7	6.3	6.2	6.7	5.8	6.4	5.5	5.6	5.3	5.0
Roughing 2	6.1	5.0	5.4	7.5	6.5	6.5	6.4	5.8	5.9	5.5	5.5	5.2	4.9
Sand 5m/d	5.8	4.7	6.1	7.2	6.8	6.4	6.3	5.8	5.8	5.7	5.3	5.2	5.4
Sand 10m/d				6.8	6.4	6.5	6.2	5.8	5.4	5.2	5.1	5.0	
Sand 20m/d				7.1	6.3	6.7	6.0	5.5	5.4	5.2	5.3	4.9	5.3

DO(mg/l)	2月5日		2月6日			2月7日			2月8日			2月9日	
	NO.13	NO.14	NO.15	NO.16	NO.17	NO.18	NO.19	NO.20	NO.21	NO.22	NO.23	NO.24	NO.25
Raw Water	6.9	5.6	5.8	5.9	6.5	6.1	6.2	5.8	5.4	5.3	5.0	5.8	5.6
Roughing 1	6.3	5.3	6.1	5.9	6.2	6.5	6.0	5.8	5.6	5.4	5.4	5.5	5.2
Roughing 2	5.8	5.6	5.9	5.9	6.2	5.9	6.3	5.9	5.3	5.5	5.3	5.7	5.7
Sand 5m/d	5.8	5.8	6.2	6.3	6.2	5.8	6.2	6.0	6.4	5.4	5.9	6.0	5.6
Sand 10m/d	5.6	5.5	5.9	5.9	6.1	5.8	6.1	5.9	6.1	5.2	5.7	6.0	5.4
Sand 20m/d	5.4	5.3	5.7	5.9	6.0	5.7	6.2	5.8	5.9	5.2	5.5	5.5	5.4

2月9日以降のデータ

2月8日にろ過砂表面に藻の定着が確認されたので、水面に浮かぶ藻を撤去した。2月9日に砂ろ過槽を確認したところ、前日と様子が一変し砂表面に藻が顕著に繁殖していた。同時にDO値が上昇し、2月11日にはろ過速度5m/d、10m/dで10mg/lを超え、翌12日にはろ過速度20m/dのろ過水でも溶存酸素10mg/lを超え、その後も継続していた。



図 2-1-8 DO 試験結果（2月9日以降）

4) 水素イオン濃度指数 (pH)

水素イオン濃度指数 (pH) では、原水～粗ろ過水は平均して pH7.7、砂ろ過水は pH8.4 を示し、原水側よりも浄水側の方が高くなっていた。

本実証試験期間では生物浄化作用の発生に伴う pH の変化は見ることができなかった。

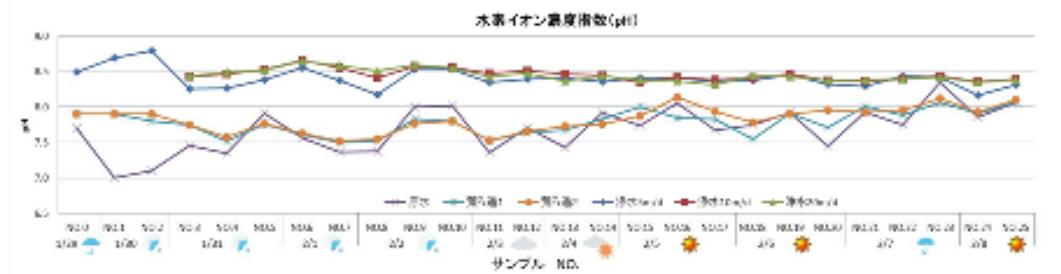


図 2-1-9 pH 測定

表 2-1-5 測定結果

pH	1月29日		1月30日		1月31日			2月1日		2月3日			2月4日	
	NO.0	NO.1	NO.2	NO.3	NO.4	NO.5	NO.6	NO.7	NO.8	NO.9	NO.10	NO.11	NO.12	
Raw Water	7.7	7.0	7.1	7.5	7.4	7.9	7.6	7.4	8.0	8.0	7.4	7.7		
Roughing 1	7.8	7.8	7.8	7.8	7.5	7.8	7.6	7.5	7.5	7.8	7.8	7.5	7.8	
Roughing 2	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.6	7.5	7.8	7.8	7.8	7.5	7.7	
Sand 5m/d	8.5	8.7	8.8	8.3	8.3	8.4	8.6	8.4	8.2	8.5	8.5	8.4	8.4	
Sand 10m/d				8.4	8.5	8.5	8.7	8.6	8.4	8.6	8.6	8.5	8.5	
Sand 20m/d				8.4	8.5	8.5	8.7	8.6	8.5	8.6	8.6	8.4	8.5	

pH	2月5日		2月6日			2月7日			2月8日			2月9日		
	NO.13	NO.14	NO.15	NO.16	NO.17	NO.18	NO.19	NO.20	NO.21	NO.22	NO.23	NO.24	NO.25	
Raw Water	7.4	7.9	7.7	8.1	7.7	7.8	7.9	7.5	7.9	7.8	8.4	7.9	8.1	
Roughing 1	7.7	7.8	8.0	7.9	7.8	7.8	7.9	7.7	8.0	7.9	8.1	7.9	8.1	
Roughing 2	7.7	7.8	7.9	8.1	7.9	7.8	7.9	8.0	7.9	8.0	8.1	7.9	8.1	
Sand 5m/d	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.5	8.3	8.3	8.4	8.4	8.2	8.3	
Sand 10m/d	8.5	8.5	8.4	8.4	8.4	8.4	8.5	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	
Sand 20m/d	8.4	8.4	8.4	8.4	8.3	8.5	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	

5) 一般細菌

一般細菌は、試験前半はほとんど検出されなかつたが、試験後半(NO.15)から原水、浄水とも多数のスポットが検出されるようになった。これは、試験開始時は砂が新しいため、砂中には微生物が存在しないが時間経過とともに、生物ピラミッドの底辺である一般細菌が砂中で増殖してきたためと考えられる。一般細菌が増殖すると捕食生物である原虫や昆虫幼虫が繁殖しだし、生物群集形成の第一段階であると考える。

砂層内部で生物群集が発達し、食物連鎖系が形成された2月9日以降の試験では、一般細菌は検出されなかつた。

表 2-1-6 一般細菌試験

一般細菌(個/ml)	1月29日		1月30日		1月31日		2月1日		2月3日			2月4日	
	NO.0	NO.1	NO.2	NO.3	NO.4	NO.5	NO.6	NO.7	NO.8	NO.9	NO.10	NO.11	NO.12
Raw Water	17.0	11.0	14.0	18.0	ND	8.0	37.0	8.0	23.0	21.0	12.0	不検出	不検出
Sand 5m/d	16.0	13.0	17.0	14.0	ND	5.0	27.0	11.0	3.0	3.0	5.0	不検出	不検出
Sand 10m/d				17.0	ND	8.0	29.0	14.0	7.0	4.0	4.0	不検出	不検出
Sand 20m/d				15.0	ND	3.0	23.0	3.0	18.0	5.0	11.0	不検出	不検出
一般細菌(個/ml)	2月5日		2月6日		2月7日		2月8日		2月9日				
	NO.13	NO.14	NO.15	NO.16	NO.17	NO.18	NO.19	NO.20	NO.21	NO.22	NO.23	NO.24	NO.25
Raw Water	19.0	5.0	18.0	31.0	53.0	42.0	41.0	35.0	52.0	24.0	38.0		
Sand 5m/d	22.0	1.0	27.0	38.0	61.0	53.0	41.0	40.0	18.0	23.0	24.0		
Sand 10m/d	24.0	2.0	37.0	10.0	54.0	30.0	39.0	40.0	40.0	18.0	12.0		
Sand 20m/d	12.0	3.0	35.0	15.0	63.0	47.0	28.0	48.0	31.0	14.0	26.0		

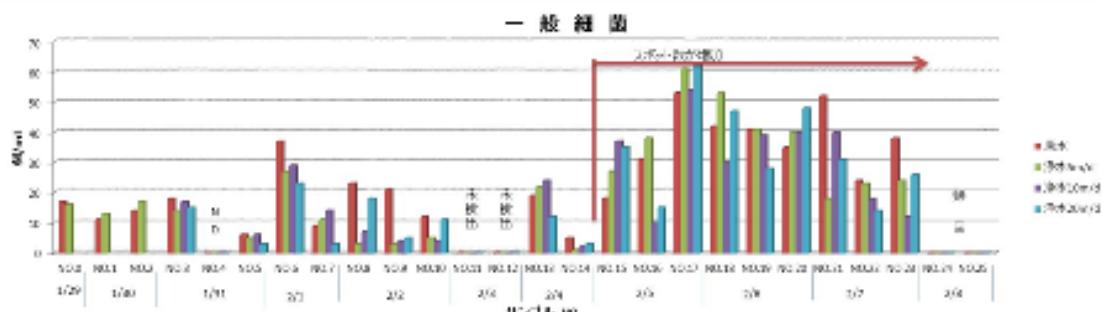


図 2-1-10 一般細菌試験

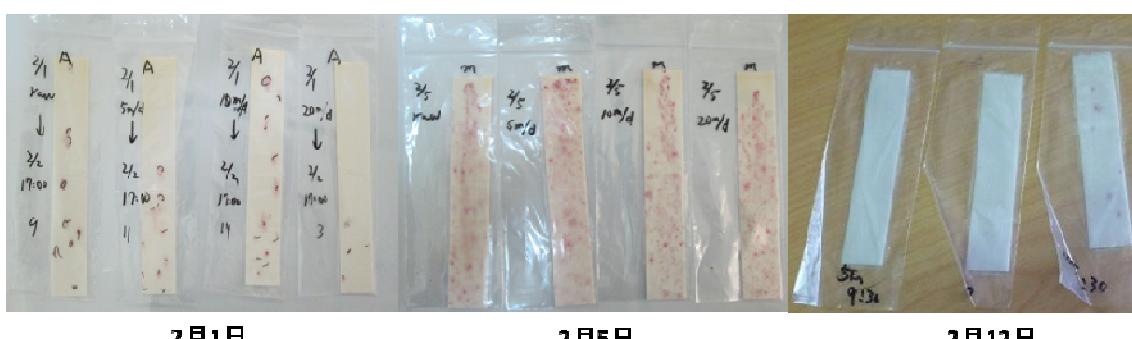


写真 2-1-11 一般細菌試験

6) 過マンガン酸カリウム消費量 (KMnO₄ 消費量)

過マンガン酸カリウム消費量の大きな水は有機物の含有量が大きいことを示している。

過マンガン酸カリウム消費量を正確に測定するためには、恒温槽、ビュレット、薬品（過マンガン酸カリウム（劇薬））などが必要となる。これらをサモア国へ持ち込むことは困難であるため、今回はパックテストにより簡易的な測定を行った。

その結果、原水、濁水とも 3~6mg/l 以下の値となった。パックテストの分解能が 0~15mg/l と 3mg/l 単位であるため原水と浄水の差を示すことができなかった。

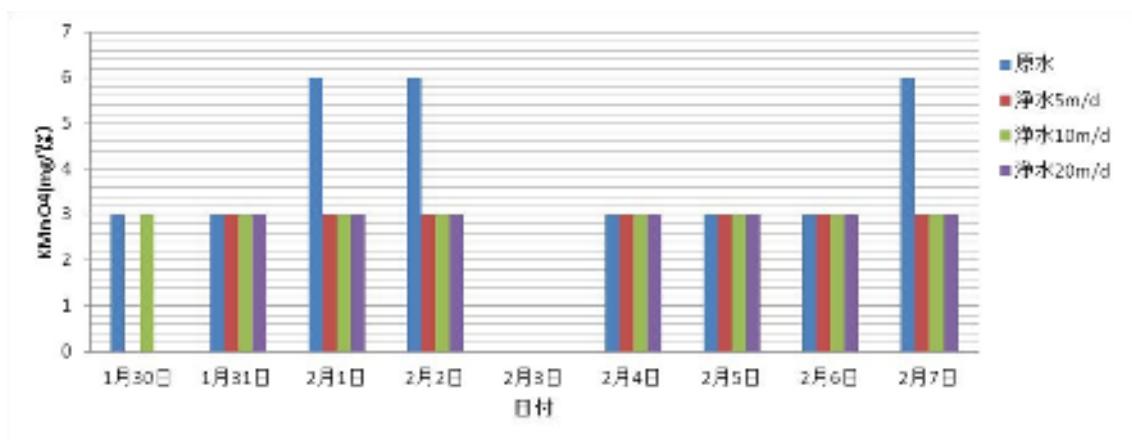


図 2-1-11 KMnO₄ 消費量