

厚生労働省委託事業

平成 22 年度水道プロジェクト計画作成指導事業

カンボジア王国

農村地域等の小規模分散型給水システムの計画支援を目的とした

プロジェクト

調査報告書

平成 23 年 2 月

(2011 年)

メタウォーター株式会社

要 約

1. 背 景

カンボジア王国（以下、カンボジアと称する）は、1970 年代以降約 30 年にわたる内戦と政治的混乱を経て、現在、国家再建に取り組んでいるところである。このアジアの親日国たるカンボジアの開発と復興を支援することは、同国一国への支援に止まることなく、メコン地域開発や、長期的な ASEAN 全体の経済の強化に大きく貢献することになる。こうした観点から我が国は、「日本・メコン地域パートナーシップ・プログラム」のもと ODA の拡充を打ち出しており、2007 年の実績では主要援助国 5 カ国中、最大の供与国となっている。

上水道セクターにおいても、我が国は 1990 年代から上水道整備計画や人材育成プロジェクトを通じて積極的な支援を継続しており、これに伴ってプノンペン市及びシェムリアップ市をはじめとする都市部の水道の状況は大幅に改善した。

一方で、カンボジア政府は 2003 年、カンボジア・ミレニアム開発目標（CMDGs）を策定し、水道分野については「2015 年までに、安全な飲料水を継続的に利用できない人々の割合を半減する。」という国家目標を掲げたものの、カンボジア全体での安全な水へのアクセス率は依然として 50 %程度に留まっている。これは、総人口の 80.5 %が居住する都市周辺及び農村地域における水インフラの改善の遅れが一つの要因となっており、これらの地域における水道整備の促進が希求されている。安全な水へのアクセス率向上を目指した水道整備は、インフラ事業としてだけではなく、水系感染症の予防、ヒ素等の汚染対策、就労損失の改善、生活環境の向上に関連した保健衛生事業という観点からも重要であり、我が国はカンボジア政府の今後の取り組みを積極的に支援していく必要がある。

2. 調査の目的

本調査は、エンジニアリング企業である「メタウォーター株式会社」と水道事業者である「北九州市水道局」とが協働して、ともに把握しているカンボジアにおける水道分野の課題と潜在的なニーズについてさらに深く調査を進め、専門的かつ技術的見地と水道事業者としての運営実績から、カンボジアにおける課題解決のための計画作成に資する助言を行うことを目的とするものである。また、同国の水道担当行政官及び水道事業者と共に課題の認識とその解決方法を具体的に検討することを通じて、カンボジア側の水道プロジェクト作成能力及び水道事業運営能力の向上に資するものである。

安全な水へのアクセス率の向上が急務となっている現状において、従来のプロジェクト型の水道計画は、その整備に期間を要するためにスピードの面で不利であることは否めない。また、水道の整備対象地域は、都市周辺部や農村の小規模集落へと移行

していくことから、身近な原水を利用した、需要量に見合う小規模な処理設備が必要である。なおかつ、現地事情を考えると、運用コストが安いことやメンテナンスが容易であることが条件となる。このような背景のもと、水道未普及の都市周辺及び農村地域の村落に対して迅速に感染症リスクが低い衛生的な浄水とそのための給水施設を提供する手段として、車載型の移動式セラミック膜ろ過浄水装置による給水システムの適用可能性を検討も含め、給水プロジェクトのフレーム形成と関係機関との合意を図るために本調査を実施する。

3. 調査結果

3.1 調査地域

調査対象地域として、カンボジア鉱工業エネルギー省と協議の上、水道が未普及の農村地域の中でも特に社会環境的な見地から優先度が高いと判断される以下の3コミュニティを選定した。

- ・カンダール州

Leuk Daek 郡 Preaek Dach コミューン、Peam Raing コミューン

- ・シェムリアップ州

Varin 郡 Srae Nouy コミューン

3.2 水利用の現状

3.2.1 Kandal 州 Leuk Daek 郡 Preaek Dach コミューン及び Peam Raing コミューン

1) 地域特性

カンダール州はプノンペン特別市を取り囲むように位置する、メコン側流域のカンボジアの中心州である。今回の調査対象地域である両コミュニティは、州の南東部のメコン側沿岸に隣接する地域である。

この地域では 1980 年代から Unicef を中心とする援助により多くの井戸が掘削され、微生物汚染の無い「安全な水」の供給事業が実施されてきた。ところが、2001 年、地下水のヒ素汚染が問題化し、さらに慢性ヒ素中毒患者の存在も確認されたことから、基準値を超える井戸の使用は停止され、住民の水利用は地下水から不衛生な河川表流水や雨水に移行している。

2008 年の国勢調査によると、Preaek Dach コミューンの人口は 7,579 人、Peam Raing コミューンは 6,679 人である。この内、80～85 %が農業従事者で、5～10 %が漁業従事者である。住居は主に州道 101 号線沿いに隣接して建設され、集落を形成している。

農業従事者の世帯年収はおよそ 500～900 米ドルである。

2) 利用水源と水量

多くの住民は飲用、皿洗い、炊事、シャワー、洗濯の全ての用水を河川水によっている。雨季には雨水も利用している。ごくわずかの家庭が飲用のためにボトル水

を購入している。また、Peam Raing コミューンの Thmei 村と Peam Raing Kroam 村の住民は飲用と炊事以外の用途に井戸水を使用している。

河川水の使用量は 20～50 L/(人・日)である。雨季にはこの 30～50 %に減少する。

3) 水質

両コミュニティの地下水は、ヒ素汚染のために飲用と炊事には利用できない。調査団による水質検査によれば、30 µg/L のヒ素濃度が検出された井戸があった。

住民の大多数が利用しているメコン川の水質は、乾季においても濁度が 10～20 NTU、雨季には 500 NTU 以上にも達するため、そのままでは飲用することができない。このため、各家庭ではミョウバン（凝集剤）を使用して濁質を沈澱させたり、簡易なフィルターによりろ過した水を利用している。感染症対策のために煮沸して飲用に供している家庭も多い。

4) 水利用コスト

多くの家庭では河川水を販売業者から 1.25～1.7 米ドル/m³ の単価で購入している。これを 1 ヶ月あたりに換算すると、世帯あたり乾季で 5～15 米ドル、雨季で 2.5～5 米ドルを支出していることになる。

さらに、沈澱処理に要するミョウバンの購入費用として 1 月あたり 0.5 米ドルを支出している。

5) その他

住民の大半が農業及び漁業従事者であることから、水道施設を運営、管理する能力を有する人材をこの地域で確保することは難しいと思われる。

ヒアリングの結果、コミュニティの住民は清浄で安全な水の供給を望んでいることが明らかとなった。

3.2.2 Siem Reap 州 Varin 郡 Srae Nouy コミューン

1) 地域特性

シェムリアップ州はカンボジア北西部に位置し、トンレサップ湖や世界遺産に登録されているアンコール遺跡群を有する、観光拠点である。今回の調査対象とした Srae Nouy コミューンは、そのシェムリアップ州の北部、シェムリアップ市街地より北北西に約 60 km の距離に位置するコミュニティである。近年、このコミュニティを経由してシェムリアップ市街からタイ国境を結ぶ幹線道路が完成し、交通の便が格段に向上するなど、州北部農村地域の中心として経済的な重要性が増している地域である。

2008 年の国勢調査によると、コミュニティの人口は 12,800 人、1 年に 3,000 人のペースで増加している。人口の 90 %が農業従事者で、10 %が家具製造及びハンドクラフトを職業としている。年収は農業従事世帯でおよそ 500 米ドルであり、家具及びハンドクラフト業世帯で 1,000 米ドルである。標高約 60 m の台地に属し、集落は国道 67 号線沿いに点在している。

2) 利用水源と水量

本地域では地下水量が乏しいために、多くの住民は飲用、皿洗い、炊事、シャワー、洗濯の全ての用水を河川水によっている。雨季には雨水も利用している。ごくわずかの家庭が飲用のためにボトル水を購入している。

河川水の使用量は 12 L/(人・日)程度である。

3) 水質

コミュン内を流れる Srae Nouy 川の水質は、年間を通して数十 NTU と高く、また、降雨時にはさらに高濁度となることが予想されるため、そのままでは飲用することができない。このため、各家庭では河川水を水タンクに貯留して濁質を沈澱させたり、簡易なフィルターによりろ過した水を利用している。さらに、感染症対策のために煮沸して飲用に供している家庭も多い。

4) 水利用コスト

多くの家庭では河川水を乾季には 3.0 米ドル/m³、雨季には 1.5 米ドル/m³で水販売業者から購入している。これを 1 ヶ月あたりに換算すると、世帯あたり 1 ヶ月の河川水の購入額は乾季で 6 米ドル、雨季で 3 米ドルとなる。

水販売業者は、常時は Srae Nouy 川などの河川から取水しているが、乾季の渇水期には河川の水位が低下するため、人工的に造られた貯水池から対価を支払って水を購入し、それを再販売している。

5) その他

シェムリアップ州では 5 歳以下の幼児がかかる病気は下痢性が多く、大人でも下痢と腸チフスの罹患率が高い。

カンダール州と同様に住民の大半が農業従事者であることから、給水施設を運営、管理する能力を有する人材をこの地域で確保することは難しいと思われる。また、本地域の住民も清浄で安全な水の供給を強く望んでいる。

3.3 水道計画にあたって求められる要件

本調査で明らかとなった地域の現況から、給水施設の計画にあたって考慮すべき点を整理すると以下ようになる。

1) 利用水源と水量

- ・計画給水量は、保健衛生上の観点と現状の水使用量を勘案してまずは最低限の必要量を確保するものとし、飲料と調理用を中心に 12～20L/(人・日)程度と設定する。
- ・雨季には雨水も利用されている現状から、水使用量は減少することを考慮する必要がある。
- ・シェムリアップ州では、渇水期には河川水位が低下するため、貯水池などの代替水源を検討する必要がある。

2) 水質・浄水処理面

- ・カンダール州のメコン川、シェムリアップ州の Srae Nouy 川は共に濁度が高く、特にメコン川では最大 500 NTU を超えることも予想されることから、浄水処理設備はこれに対応できるものでなければならない。
- ・河川水を煮沸して飲用している住民が多いが、水系感染症の罹患率は依然高いことが統計等の調査により明らかになっているため、感染症リスクを確実に低減できる浄水方法を採用する必要がある。

3) コスト面

- ・住民が清浄で安全な水を得るためのコストは、1.25～1.5 米ドル/m³ より安価とすることが望まれる。

4) その他

- ・計画する給水施設は、専門技術者に頼ることなく、運営管理できることが望ましい。
- ・集落の形態は、幹線道路に沿って連続的に展開している形態や、小集落が分散している形態など、地域によって異なることから、地域特性に応じて最も効率的なシステムを構築する必要がある。

3.4 提案する案件概要

3.4.1 プロジェクトの概要

河川水のような表流水を処理するための浄水方式としてセラミック膜ろ過浄水処理を採用した給水システムを計画する。

セラミック膜ろ過方式は、以下の理由により本プロジェクトのような農村地域における小規模な給水システムには最適であると判断される。

- ・高度な運転技術を必要とせずに良好な水質を常に維持することができ、水系感染症のリスクも確実に抑えられる。
- ・常駐管理が不要であるため、多数の浄水設備を少人数で効率よく管理することができる。
- ・建設工期が短くて済むために、迅速に給水施設の整備を行うことができる。
- ・立地条件や将来の状況変化に合わせて、機動性の高い運用を計画することができる。

また、農村地域を対象とした給水システムには多様な形態が考えられる。

例えば、浄水処理設備の形態としては、

①通常の浄水場のように、浄水設備を固定して浄水処理を行い、そこから給水を行う方法

②浄水設備を車載し移動可能な形状として、複数の給水拠点を巡回しながら浄水処理を行う方法。

また、給水形態としては、

- ①一定間隔で給水拠点を設置し、そこに設置された給水タンクに住民が浄水を取りに来る方法
 - ②水売り業者のように、処理された浄水を給水者で各戸に配水する方法。
 - ③一般的な配水管網を整備して各戸給水を行う方法。
- が考えられる。

本調査では具体的な給水システム計画には至らなかったが、今後も調査、検討を継続し、これらの各種形態の得失と現地への適用性を見極めながら、最適なシステムを計画することとする。

3.4.2 プロジェクトの効果

本案件の実現により、水道未普及地域に清浄で安全な水を供給することが可能となる。また、濁度の高い表流水処理が容易で、安全な飲料水を安定的に供給できるセラミック膜ろ過浄水処理は、地盤沈下などの環境影響やヒ素等の水質問題が懸念される地下水から表流水への水源転換を促し、将来の水源開発の健全化にも寄与することができる。

さらに、本案件を農村給水のモデル事業と位置付け、今後カンボジア全土に対して同様の事業を展開することで、農村地域における安全な水へのアクセス率向上に大きく貢献することができる。

4. 結論

カンボジアが水道普及率の向上を目指したミレニアム開発目標を掲げ、水と衛生面における課題に取り組んでいる中で、農村地域の給水施設整備を目的とした本プロジェクトはカンボジアの給水環境の改善に大いに寄与できるものである。

我が国はプノンペンのプンプレップ浄水場拡張プロジェクト以来、カンボジアの水道事業発展に資金と技術の両面で継続的に協力を行ってきた。また、協力は大都市のみならず、都市周辺部の水道整備や人材育成など水道セクターの幅広い分野に及び、高い評価を得てきた。本プロジェクトは、さらに農村地域にその影響を広めるものであり、かつ、カンダール州においては地下水のヒ素汚染対策として、シェムリアップ州においては州北部の経済の要衝として重要度を増している地域を対象とするものとして政治的・社会的インパクトが高く、効果が期待できるものである。

また、提案するセラミック膜ろ過浄水処理は、現地の特性に合致したものとして、カンボジア側水道関係者の理解と期待が寄せられている。

以上のことから、事業内容には妥当性があると判断されるが、今後さらに調査及び協議を継続し、2012年度の具体的な計画策定を目指す。

5. 留意事項

5.1 プロジェクトの実施機関

農村地域において給水施設を継続的に運営、管理していくためには、その組織体制の構築が重要な課題となる。しかしながら、当該地域の現状を見た場合、給水施設の運営経験と機器及び装置の維持管理経験を有する人材には乏しいと推察されることから、事業運営機関を短期間で組織することは困難である。したがって、プロジェクトの実施は当該地域の近隣都市部の水道を運営する、プノンペン水道公社及びシェムリアップ水道公社に委ねるのが適当であると考ええる。ただし、この場合、法令で定められた両公社の給水区域を拡張する必要があることに留意し、鉱工業エネルギー省等の政府機関とも連携を図りながら計画を進めていく必要がある。

5.2 車載型浄水装置の適用性の検討

今後の具体的なプロジェクト計画策定に当たって基礎資料を収集するために、調査団の一員であるメタウォーター株式会社が鉱工業エネルギー省と協働してプノンペン水道公社の協力の下、車載型セラミック膜ろ過装置の実地走行試験を実施する。この結果をもとに、次のステップにおいて運用体制、必要コストの検討を行う。

位置図

図－１にカンボジア王国における本調査位置を示す。



図－１ 調査対象地域位置

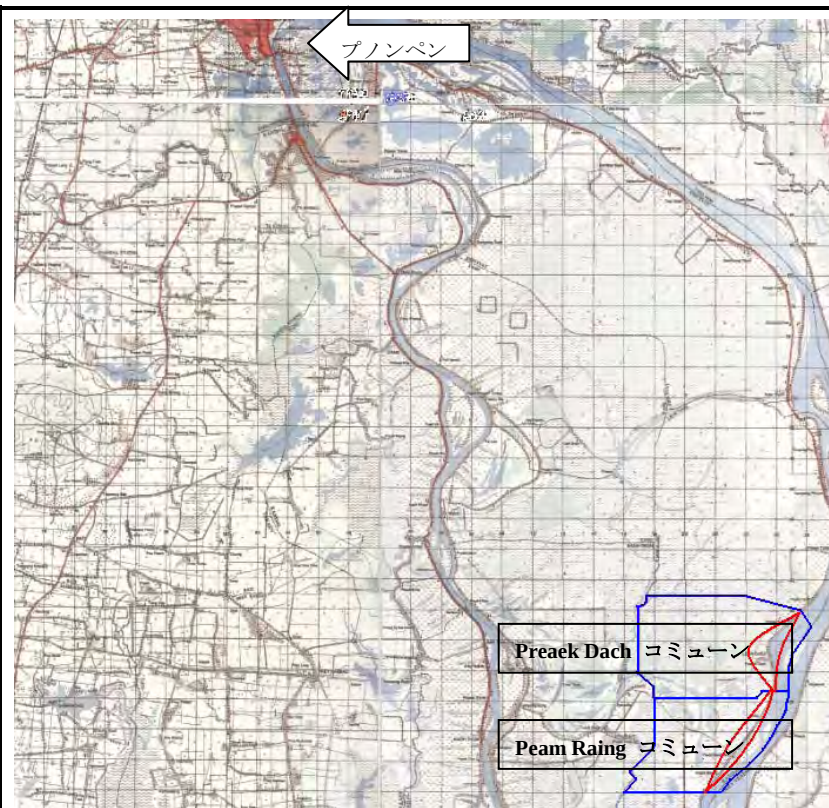


図-2 カンダール州計画地域位置図（青枠：コミューン境界、赤枠：計画区域）

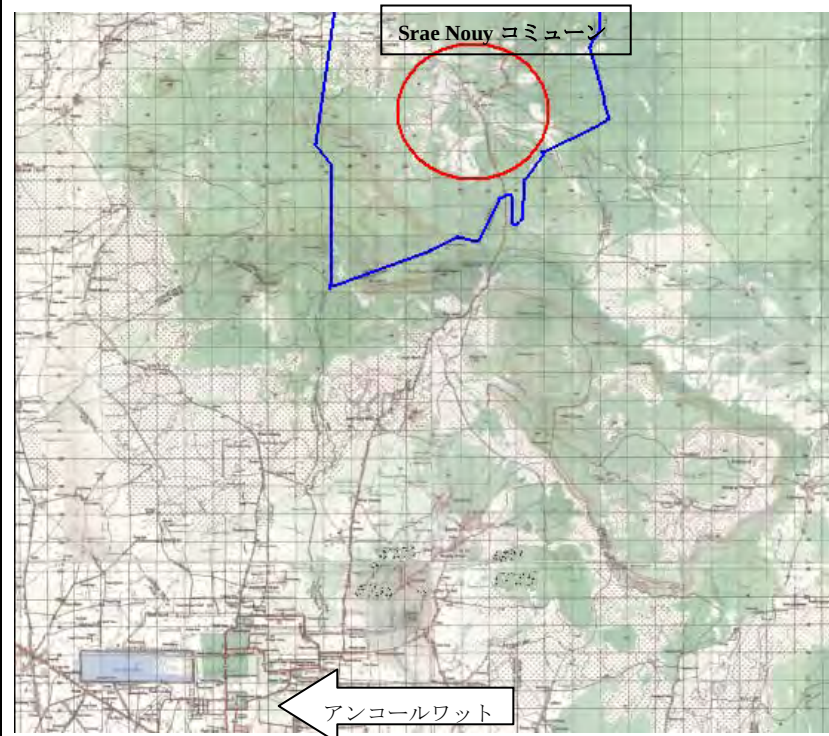


図-3 シェムリアップ州計画地域位置図（青枠：コミューン境界、赤枠：計画区域）

写真集

カンダール州 Leuk Daek 郡 Preaek Dach コミューン・Preaek Dach コミューン



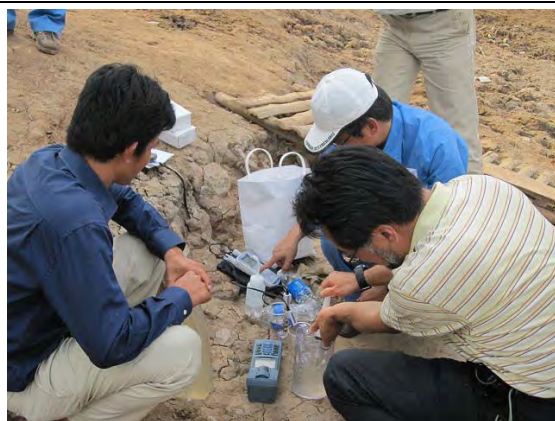
ヒ素汚により廃棄された井戸
(Preaek Dach コミューン)



メコン川 (Preaek Dach コミューン)
(2011 年 2 月)



河川水の水売り (Preaek Dach コミューン)
メコン川より取水中



現地での水質試験 (メコン川)
室内試験のサンプリングも実施



水がめと家庭用セラミック浄水器
(Peam Raing コミューン)



同左の浄水器の内側

シェムリアップ州 Varin 郡 Srae Nouy コミューン



Srae Nouy コミューンでのヒアリング
リーダー補佐へのヒアリング



Srae Nouy 川の状況 (2011 年 2 月)



Srae Nouy コミューン・ビルディングの水かめ



個人所有の貯水用の沼 (Srae Nouy)

プノンペン水道公社の既存浄水場



プンプレック浄水場 (PPWSA)
浄水能力 150,000m³/日

協議議事録の署名



ステークホルダーズ・ミーティングにおける
協議議事録の署名