

カンボジア国
鉦工業エネルギー省
シェムリアップ水道公社

カンボジア国
シェムリアップ上水道拡張整備事業
準備調査
最終報告書 1

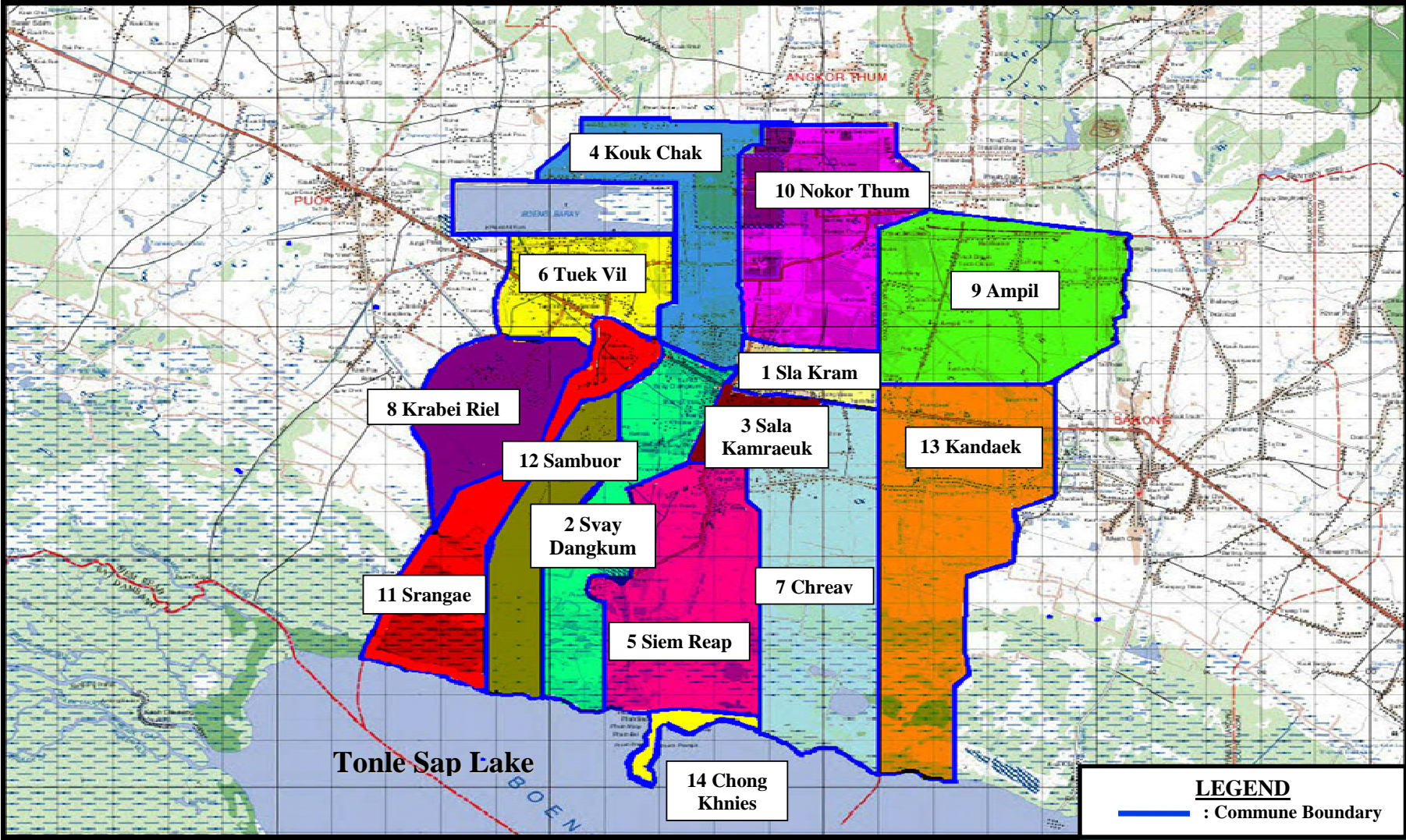
和文要約

平成 23 年 1 月
(2011 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社 エヌジェーエス・コンサルタンツ
国際航業株式会社

| |
|--------|
| 環境 |
| CR (3) |
| 11-005 |



調査対象地域

調査対象地域写真



写真1：トンレサップ湖（乾季）
(湖面がグリーンベルトまで後退している)



写真2：トンレサップ湖（雨季）
(湖面がシェムリアップ市に向けて張り出している)



写真3：浄水場予定地（上部がトンレサップ湖方面）



写真4：西ボレイ湖（写真上部水面）



写真5：トンレサップ湖内に建設されているの既存寺院



写真6：シェムリアップ市の東部地域



写真7：シェムリアップ市の西部地域



写真8：アンコールワット全景

要 約

1. 計画フレームワーク

1.1 計画給水区域

計画給水区域はシェムリアップ水道公社（SRWSA）が所管するシェムリアップ市の都市部およびその周辺地域とし、下表に示す 13 コミューンとする。今回の調査対象地域のうちシェムリアップ市の Chong Khnies コミューンは計画給水区域から除外する。

計画給水区域外については、別途井戸あるいはその他の方法により給水するものとする。

計画給水区域

| 項目 | コミュニティ | 項目 | コミュニティ |
|----|----------------|----|-------------|
| 1 | Sla Kram | 8 | Krabei Riel |
| 2 | Svay Dangcum | 9 | Ampil |
| 3 | Sala Kamraeuk* | 10 | Nokor Thum |
| 4 | Kouk Chak | 11 | Srangae |
| 5 | Siem Reap | 12 | Sambuor |
| 6 | Tuek Vil | 13 | Kandaek |
| 7 | Chreav | | |

注記: 1)上記コミュニティは全てシェムリアップ市に属する。ただし、Kandaek コミューンは隣接する Prasat Bakong District に属する。

2) Sala Kamraeuk* コミューンは全域 SRWSA の計画給水区域に属する。その他のコミュニティは部分的に SRWSA の計画給水区域に属する。

3) Chong Khnies コミューンは計画給水区域である都市部およびその周辺地域から離れているため、計画給水区域から除外する。

1.2 住民人口および観光人口推計

調査対象地域の住民人口推計は、中規模な発展を示す都市部の人口推計に適用する「べき曲線式」を採用した。推計結果は下表の通り。

計画給水区域における推計住民人口並びに増加率（2010年～2030年）

| 年 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 |
|--------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------|
| 推計住民人口 | 178 | 221 | 265 | 312 | 359 |
| 人口増加率 | 3.72% ~ 4.24% | 4.11% ~ 3.65% | 3.55% ~ 3.19% | 3.10% ~ 2.82% | 2.71% |

注記: 人口単位は x1000 人。

観光人口推計は、定率にて増加する事象の推計に適用する「等比級数法」を採用した。なお、増加率は 3% を適用した。

観光人口推計（2010年～2030年）

| 年 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 推計観光人口 | 2,323 | 2,693 | 3,122 | 3,619 | 4,195 |
| 2008年比増加率 | 1.03 | 1.19 | 1.38 | 1.60 | 1.86 |

注記: 1)人口の単位は x 1,000。

2) 2008年比増加率の算定においては、2008年次人口統計値 2,255,134 を採用した。

1.3 計画給水普及率

計画給水普及率は、2015年次における計画目標値を80%とするCMDGsを念頭に、下表の通り設定した。

計画給水普及率（2010年～2030年）

| 年 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 |
|-----|------|------|------|------|------|
| 住民 | 30% | 55% | 80% | 85% | 90% |
| 観光客 | 30% | 55% | 80% | 95% | 100% |

1.4 計画給水住民人口

住民の計画給水普及率および人口推計値に基づき、計画給水人口（住民）は下表の通り。

計画給水住民人口

| 年 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 |
|-----------------|------|------|------|------|------|
| 推計住民人口* (a) | 178 | 221 | 265 | 312 | 359 |
| 計画給水普及率 (%) (b) | 30 | 55 | 80 | 85 | 90 |
| 計画給水人口* (a x b) | 54 | 122 | 212 | 265 | 323 |

注記:人口の単位は x 1000。

1.5 計画給水観光人口

観光客の計画給水普及率および人口推計値に基づき、計画給水人口（観光客）は下表の通り。

計画給水観光人口

| 年 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 計画給水普及率 (b) | 30% | 55% | 80% | 95% | 100% |
| 推計年間観光人口 (a) | 2,323 | 2,693 | 3,122 | 3,619 | 4,195 |
| 推計一日当観光人口 (a/365) | 6.4 | 7.4 | 8.6 | 10.0 | 11.5 |
| 一日当給水観光人口 (a x b/365) | 1.9 | 4.1 | 6.9 | 9.5 | 11.5 |

注記:人口の単位は x 1,000。

1.6 無収水（NRW）削減計画

これまでのSRWSAの実績を考慮し、2020年次において10%を目指す。

無収水（NRW）削減計画

| 年 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 |
|-----|------|------|------|------|------|
| NRW | 17% | 12% | 10% | 10% | 10% |

2. 水需要予測

2.1 家庭用水給水原単位

計画給水原単位の推計においては下記事項を仮定した。

- 2010年次における給水原単位は110ℓ/人・日（以降1pcdとする）とする。
家庭用水給水原単位110ℓ/人・日は、官公庁用水も含む。
- シェムリアップにおけるこれまでの水需要および近隣諸国の例を参考に、2030年次まで年間2pcdずつ増加する。

家庭用水給水原単位（1pcd：2010年～2030年）

| 年 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 |
|-------|------|------|------|------|------|
| 給水原単位 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 |

2.2 家庭用水需要

家庭用水の1日平均水需要は以下の通り。

1日平均家庭用水需要（m³/日）

| 年 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 |
|------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|
| 人口推計* | 178 | 221 | 265 | 312 | 359 |
| 計画給水人口* | 54 | 122 | 212 | 265 | 323 |
| 計画給水普及率 | 30% | 55% | 80% | 85% | 90% |
| 水需要（m ³ /日） | 5,900 | 14,600 | 27,500 | 37,100 | 48,400 |
| 給水原単位(1pcd) | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 |

注記：*数値は千人単位で四捨五入。

2.3 商業用水給水原単位

計画給水原単位の推計においては下記事項を仮定した。

- 2010年次における給水原単位は300pcdとする。
300pcdには10%の余裕を含む。
- 2030年次まで年間2pcdずつ増加する。
- 2030年次に向けた給水原単位の増加は、ホテルゾーンにおける開発とそのホテルにおける庭の水やり、車の洗浄、洗濯用水などを含む。
- なお、上記給水原単位は、観光客へのインタビューによる水使用実態調査（平均276ℓ/人・日と算出された）に基づき設定した。

商業用水給水原単位（1pcd：2010年～2030年）

| 年 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 |
|-------|------|------|------|------|------|
| 給水原単位 | 300 | 310 | 320 | 330 | 340 |

2.4 商業用水需要

商業用水の1日平均水需要は以下の通り。

1日平均商業用水需要(m³/日)

| 年 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 |
|-------------------------|-------|-------|-------|--------|--------|
| 観光人口推計 (x1000) | 6.37 | 7.38 | 8.56 | 9.92 | 11.50 |
| 計画給水観光人口(x1000) | 1.91 | 4.06 | 6.85 | 9.42 | 11.50 |
| 計画給水普及率 | 30 % | 55 % | 80 % | 95 % | 100 % |
| 給水原単位 (lpcd) | 300 | 310 | 320 | 330 | 340 |
| 平均滞在日数 (日) | 3.5 | | | | |
| 水需要 (m ³ /日) | 2,000 | 4,400 | 7,700 | 10,900 | 13,700 |

2.5 水需要予測

水需要予測の結果、下表の通り1日平均水需要ベースでは、2010年次においては9,500 m³/日から2030年次においては69,000 m³/日へと増加する。1日最大水需要ベースでは、2010年次における11,900 m³/日から2030年次における86,300 m³/日へと増加する。

水需要予測

| 年 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 |
|---|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 家庭用水 (m ³ /日) | | | | | |
| 推計住民人口 (x1000) | 178 | 221 | 265 | 312 | 359 |
| 計画普及率 | 30 % | 55 % | 80 % | 85 % | 90 % |
| 計画給水人口 (x1000) | 54 | 122 | 212 | 265 | 332 |
| 水需要 (m ³ /日) | 5,900 | 14,600 | 27,500 | 37,100 | 48,400 |
| 商業用水 (m ³ /日) | | | | | |
| 年間推計観光人口 (かっこ内は1日当たり) | | | | | |
| 推計観光人口 (x 1000) | 2,323 (6.4) | 2,693 (7.4) | 3,122 (8.6) | 3,619 (10.0) | 4,196 (11.5) |
| 計画給水普及率 | 30 % | 55 % | 80 % | 95 % | 100 % |
| 平均滞在日数 | 3.5 | | | | |
| 水需要 (m ³ /日) | 2,000 | 4,400 | 7,700 | 10,900 | 13,700 |
| 水需要の合計 (生活用水 + 商業用水; m ³ /日) | | | | | |
| シナリオ 2 (m ³ /日) | 7,900 | 19,000 | 35,200 | 48,000 | 62,100 |
| NRW | 17 % | 12 % | 10 % | 10 % | 10 % |
| 1日平均水需要 (m ³ /日) | | | | | |
| シナリオ 2 (m ³ /日) | 9,500 | 21,500 | 39,100 | 53,300 | 69,000 |
| ピークファクター | 1.25 | | | | |
| 1日最大水需要 (m ³ /日) | | | | | |
| シナリオ 2 (m ³ /日) | 11,900 | 26,900 | 48,900 | 66,600 | 86,300 |

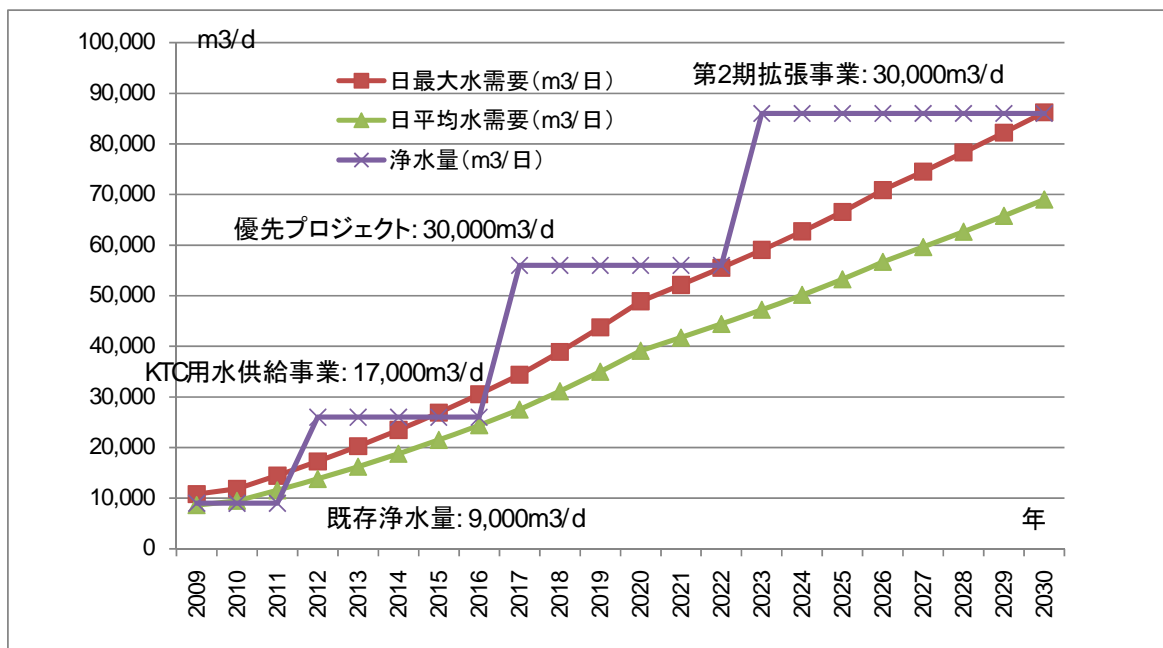
2.6 長期上水道施設整備計画

計画目標年次2030年に向けた1日平均水需要および1日最大水需要は下図の通り。

既存施設(設計容量:8,000 m³/日)は、今後の水需要を賄かないきれないのは明らかである。このため、SRWSAは既に井戸1本(1,000 m³/日)を増設し、更に2011年あるいは2012年までにKTCプロジェクト(シェムリアップ水道公社が別途推進している給水拡張計画で、韓国の民間会社のBOTによる用水供給事業)により17,000 m³/日を増強し、2016年までの1日平均水需要に対応すべく合計26,000 m³/日への増強を計画している。

長期上水道施設整備計画として計画目標年次である 2030 年に向けて、i) 既存の浄水場から 9,000 m³/日、ii) KTC プロジェクトにより 17,000 m³/日、iii) 新規水道計画により 60,000 m³/日の合計 86,000 m³/日の給水能力を具備する。

本計画においては優先プロジェクトとして 2016 年あるいは 2017 年までに 30,000 m³/日を増強するものとし、KTC プロジェクトと併せて、2022 年次までの 1 日最大水需要に対応する。2022 年においては、更に 30,000 m³/日を増強し 2030 年における 1 日最大水需要 86,000 m³/日を満足する。



水需要と給水施設拡張計画

3. 新規水源の選定

技術的、経済的、環境配慮の見地から、トンレサップ湖水、西バライ湖水、および地下水を比較検討し、新規水源としてトンレサップ湖水を選定した。

検討内容は次表を参照されたい。

新規水道水源の選定

| 水源 | トンレサップ湖水 | 西バライ湖水 | 地下水 |
|---------------------|--|---|--|
| 構造・設計・建設面の比較 | <ul style="list-style-type: none"> ✓ 長期水道計画に対応可能 ✓ 新規浄水場と既存浄水場が東西に分散し水道計画に望ましい。 <p><u>課題と問題点</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - 取水施設（ポンプ場含む）が必要 - 湖水レベルの変動が大きい - 取水ポンプ場の位置選定が必要 - 新規浄水場は今後見込まれる需要の拡大地域に近い - 既存の送配水管への接続が容易 - 従来法による浄水システムが必要 | <ul style="list-style-type: none"> ✓ 短期水道計画のみ適用可能 ✓ 既存の堰などの改修が必要となり環境への影響が不可避 ✓ 既存浄水場と併せて、浄水場が西部地域のみ偏在する <p><u>課題と問題点</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - 浄水場用地の取得が困難 - 水位調整堰が必要 - 既存の堰の改修が不可欠 - 新規浄水場が、今後発展する東部地域から離れている - 利用可能な水量が限定的であり、将来の拡張が困難 - 従来法による浄水システムが必要 | <ul style="list-style-type: none"> ✓ 短期水道計画のみ適用可能 ✓ 多数の井戸並びその接続に必要な長い導水管が必要 ✓ 開発に伴う環境影響は不可避 <p><u>課題と問題点</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - 多数の井戸建設が必要 - 水位および地盤のモニタリング施設必要 - 沈澱池を除く従来法の処理システムが必要 - 多数の井戸建設に必要な用地の取得が困難 - 用地取得は市街地の南部地域となる - 既存給・配水施設への接続 |
| 建設方法・工程の比較 | <ul style="list-style-type: none"> ✓ 水位の変動に伴う施工計画 <p><u>課題と問題点</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - 取水施設の建設計画を吟味する必要がある - 季節的に変動する水位に対応する必要がある | <ul style="list-style-type: none"> ✓ 関係機関からの許認可が必要 ✓ 用地取得 <p><u>課題と問題点</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - アンコール遺跡であるため既存施設の改修に対して多数の関係機関からの許認可が必要 - 浄水場用地の取得が困難 | <ul style="list-style-type: none"> ✓ 長いアクセス道路の建設が必要 ✓ 多数の用地の取得が困難 <p><u>課題と問題点</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - 多数の井戸建設に伴い建設期間が長期間にわたる - 各井戸へのアクセス道路の建設が必要 |
| 建設費・維持管理費の比較 | <ul style="list-style-type: none"> ✓ 入念な維持管理 ✓ 年間維持管理費は USD1.6 Mill. ✓ 概算事業費は US\$99 Mill. <p><u>課題と問題点</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - 水位の変動に伴う運転管理が必要 - 用地取得費は比較的安価 | <ul style="list-style-type: none"> ✓ 入念な維持管理 ✓ 年間 O&M 費用は USD1.7 Mill. ✓ 概算事業費は US\$100 Mill. <p><u>課題と問題点</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - 西バライ湖水及びカナルの水位の変動に伴う運転管理が必要 - 給水対象地域に対する長い送配水管が必要 - 用地の取得が困難 | <ul style="list-style-type: none"> ✓ 地下水のモニタリング施設の検討 ✓ 多数の水源井に対するセキュリティの確保 ✓ 年間 O&M 費用は USD2.2 Mill. ✓ 概算事業費は USD104 Mill. <p><u>課題と問題点</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - 原水導水管が長く費用がかさむ - 多数の井戸の運転・維持管理が困難 - モニタリング施設の維持管理が不可欠 - 多数の井戸に対するセキュリティの確保が必要 |
| 評価 | <p>短期・長期水道計画に対応可能</p> | <p>長期水道計画には不向き</p> | <p>長期水道計画には不向き</p> |

4. 優先プロジェクトに係るフィージビリティ調査

4.1 調査の範囲

優先プロジェクトは新規に取水施設、浄水施設、および高架水槽を含む送・配水施設を構築する。配水管網は既存の配水区域への増強、並びに新規給水区域への拡張を含む。

計画浄水量は 2022 年までの水需要に対応する 30,000 m³/日とする。

2022 年次に対応する優先プロジェクトの主要計画諸元は下記の通り。

| 用途 | 家庭用水 | 商業用水 |
|-----------------------------|-------------------------------------|----------------|
| 住民人口および観光人口 | 283,290 | 9,073 |
| 計画給水普及率 | 82 % | 86% |
| 給水人口/給水観光人口 | 232,300 | 7,803(*27,300) |
| 給水原単位 (lpcd) | 134 | 324 |
| 水需要(m ³ /日) | 31,128 | 8,848 |
| 合計水需要 (m ³ /日) | | 39,976 |
| 無収水率 (NRW) | | 10 % |
| 1 日平均水需要(m ³ /日) | | 44,420 |
| ピークファクター | | 1.2 |
| 1 日最大水需要(m ³ /日) | 55,530 (=43,230 + 12,300) | |
| 既存浄水容量 (m ³ /日) | 26,000 (= existing 9,000+KTC17,000) | |
| 計画浄水量 (m ³ /日) | | 30,000 |

注記: 詳細は S.R.3.2-2 参照。

*1 日当たり観光人口は平均滞在日数を考慮し、7,803 x 3.5 =27,300 と計算した。

優先プロジェクトの計画浄水量は 30,000 m³/日とする。ただし、原水取水設備、原水導水管、および管理施設など長期的供用に資する施設は、長期上水道施設整備目標である 60,000 m³/日に対応するものとし、更に 10%の作業用水を余裕として見込み設計する。優先プロジェクトにより給水が拡大する区域は、Sla Kram, Svay Dangcum, Sala Kamraeuk, Kouk Chak, Siem Reap, Chreav および Nokor Thum のコミュニオンを対象とする。

- 1) 原水導水管 : 原水導水管の設計容量は第2期プロジェクトの容量に対応した66,000 m³/日とし、10% の余裕を含む。
- 2) 原水送水ポンプ場 : 施設用地は第2期プロジェクトを見込み、優先施設 (機械・電気設備) は33,000 m³/日とする。
- 3) 原水送水管 : 取水ポンプ場から浄水場までの原水送水管は口径800 mmのDI管で管長3,400 mとする。設計容量は33,000 m³/日とする。
- 4) 浄水場 : 設計容量 (計画浄水量) は30,000 m³/日とする。
- 5) 浄水送水ポンプ : 設計容量は30,000 m³/日とする。
- 6) 送水ポンプ場、薬品注入設備、管理棟一式含む。
- 7) 高架水槽 : 設計容量は1,000 m³ とし、浄水場内に配置する。
- 8) 配水本管 : 総延長約21 km、管種はDI (口径250 mm ~ 800 mm) および PE 管 (口径50 mm ~ 200 mm)
- 9) 配水管 : DI 管 14 km、PE管 325 km
- 10) 通信設備、電源供給設備等一式含む。
- 11) 維持管理用機材一式含む。

4.2 優先プロジェクトの計画

公共用水道は公衆衛生の向上と生活環境改善に寄与する。本計画においては、維持管理の容易さを考慮し、通常適用されている浄水技術を活用するものとし、用地の特性などから用いられる特殊な施設等は使わないものとする。また、全自動システムなどは不熟練労働者が多数を占める当該地域においては使用しない。ただし、下記のような状況においては、自動化も考慮する。

本計画においては、下記原則を適用する。

- ◆ 機械設備は現地にて容易にかつ低廉に維持管理できるものに限り使用する。
- ◆ 水理的エネルギーを活用し、自然流下による急速攪拌、フロック形成、ろ過流量調節機構を採用し、機械設備を用いた自動システムは極力避ける。
- ◆ 機械設備による自動システムは、維持管理面における安全性や確実性を確保できる場合のみ活用する。
- ◆ 現地調達可能な原材料を用い、建設の容易性を確保し、建設費用を低廉に押さえると共に、地域の経済活性化に寄与する。
- ◆ 下記に示す設計容量を採用する。ただし、係る設計容量は10%の余裕を含み、浄水処理プロセスにて必要な浄水場内使用水量を含む。

設計容量

| 設備 | 優先プロジェクト |
|-------------|---------------------------|
| 1) 取水設備 | 66,000 m ³ /日 |
| 2) 原水導水管 | 66,000 m ³ /日 |
| 3) 原水送水管 | 33,000 m ³ /日 |
| 4) 原水送水ポンプ場 | 33,000 m ³ /日 |
| 5) 着水井 | 33,000 m ³ /日 |
| 6) フロック形成地 | 33,000 m ³ /日 |
| 7) 沈澱池 | 33,000 m ³ /日 |
| 8) ろ過池 | 33,000 m ³ /日 |
| 9) 浄水池 | 33,000 m ³ /日 |
| 10) 配水管* | *56,000 m ³ /日 |

注記:* 配水管網の設計においては 56,000m³/日に対して時間係数を適用する。

5. 優先プロジェクトの給水区域

優先プロジェクトによる給水区域は下表の通り。計画給水人口は23万超で、観光人口は2.7万である。

F/S 調査における優先給水区域と計画給水人口

| 項目 | コミュニティ/ ビレッジ | F/S | 項目 | コミュニティ/ ビレッジ | F/S | 項目 | コミュニティ/ ビレッジ | F/S |
|-----------------------|----------------------|---------------|-----------|-------------------------|---------------|----------------|-------------------|--------------|
| 1. | Sla Kram | 81,070 | 5. | Siem Reap | 21,030 | 9. | Ampil | 0 |
| 1-1 | Slor Kram** | ○ | 5-1 | Pou | △ | 9-1 | Kouk Chan | × |
| 1-2 | Boeng dunpa* | ○ | 5-2 | Phnom krom | × | 9-2 | Thnal Chak | × |
| 1-3 | Chong Kavsou* | △ | 5-3 | Pror Lay | × | 9-3 | Tanot | × |
| 1-4 | Dork pou* | ○ | 5-4 | Korkragh | △ | 9-4 | Trapang Run | × |
| 1-5 | Bantay chas** | ○ | 5-5 | Kra Sangroleung | × | 9-5 | Ta Pang | × |
| 1-6 | Trang* | △ | 5-6 | Spean Chreav | △ | 9-6 | Prei Kuy | × |
| 1-7 | Mondol 3** | ○ | 5-7 | Arragn | △ | 9-7 | Bang Koung | × |
| 2. | Svay Dangcum | 59,130 | 5-8 | Treak | × | 9-8 | Kiri Manon | × |
| 2-1 | Pngea Chei | × | 6. | Tuek Vil | 0 | 9-9 | Bos Tom | × |
| 2-2 | Kantrork | × | 6-1 | Kouk doung | × | 9-10 | Trach Chrom | × |
| 2-3 | Kouk Krasang | × | 6-2 | Sandan | × | 10. | Nokor Thum | 0 |
| 2-4 | Svay Chrei | × | 6-3 | Chrei | × | 10-1 | Rohal | × |
| 2-5 | Pou Bos | × | 6-4 | Prayut | × | 10-2 | Sras srang | × |
| 2-6 | Tmei | △ | 6-5 | Bantay Cheu | × | 10-3 | Sras srang | × |
| 2-7 | Svay Dangcum* | ○ | 6-6 | Teuk Vil | × | 10-4 | Kravan | × |
| 2-8 | Salakanseng* | ○ | 6-7 | Pri Chas | × | 10-5 | Arak svay | × |
| 2-9 | Krous* | △(○) | 6-8 | Tuek Tla | × | 10-6 | Ang Chang | × |
| 2-10 | Vihear Chin* | ○ | 6-9 | Pri Tmei | × | 11. | Srangae | 3,370 |
| 2-11 | Steng Tmei* | △(○) | 6-10 | Chei | × | 11-1 | Kasikam* | △ |
| 2-12 | Mondol 1** | ○ | 7. | Chreav | 7,190 | 11-2 | Tnal | × |
| 2-13 | Mondol 2** | ○ | 7-1 | Chreav | × | 11-3 | Roka Thom | × |
| 2-14 | Ta Phoul** | ○ | 7-2 | Knar | △ | 11-4 | Prei Thom | × |
| 3. | Sala Kamraeuk | 45,100 | 7-3 | Bos Kralang | × | 11-5 | Srangie | × |
| 3-1 | Vat Bo** | ○ | 7-4 | Ta Chek | × | 11-6 | Chanlong | × |
| 3-2 | Vat Svay | ○ | 7-5 | Veal | × | 11-7 | Ta Chouk | × |
| 3-3 | Vat Damnak* | ○ | 7-6 | Kra Sang | × | 12. | Sambuor | 0 |
| 3-4 | Sala Kam reak | ○ | 7-7 | Boeng | × | 12-1 | Pnouv | × |
| 3-5 | Chun long | △ | 8. | Krabei Riel | 0 | 12-2 | Sambour | × |
| 3-6 | Ta Vean | ○ | 8-1 | Ta Ros | × | 12-3 | Veal | × |
| 3-7 | Trapang Treng | ○ | 8-2 | Roka | × | 12-4 | Chrei | × |
| 4. | Kouk Chak | 15,410 | 8-3 | Prei Pou | × | 12-5 | Ta kong | × |
| 4-1 | Trapang Ses* | △ | 8-4 | To Tear | × | 13. | Kandaek | 0 |
| 4-2 | Veal* | △ | 8-5 | Krasang | × | 13-1 | Kouk Tlouk | × |
| 4-3 | Kasin tabong* | ○ | 8-6 | Popil | × | 13-2 | Trapang Tem | × |
| 4-4 | Kouk Chan | × | 8-7 | Trapang Veng | × | 13-3 | Khun Mouk | × |
| 4-5 | Khatean | × | 8-8 | Kouk Doung | × | 13-4 | Chras | × |
| 4-6 | Kouk Beng | × | 8-9 | Boeng | × | 13-5 | Ou | × |
| 4-7 | Kouk Tanot | × | 8-10 | Prorma | × | 13-6 | Spean Ka Ek | × |
| 4-8 | Nokor krav | × | 8-11 | Khnar | × | 13-7 | Trang | × |
| Notes | ○: 全域含む | | 8-12 | Prei Kroch | × | 13-8 | Chrei | × |
| | △: 部分的に含む | | | **:既存施設により全域給水されている地域 | | 13-9 | Kouk Tanot | × |
| | ×: 全域カバーされない地域 | | | *: 既存施設により部分的に給水されている地域 | | 13-10 | Lo Ork | × |
| F/S 調査対象計画給水人口 | | | | | | 232,300 | | |

6. 組織・制度の改善

本計画においては、i) KTC 案件（2012 年～2013 年完了予定）、ii) 優先プロジェクト（2017 年完了予定）、iii) 第 2 期プロジェクト（2022 年完了予定）の各事業実施時期に伴い組織・制度の改善を計る。

6.1 組織の改善

次表に各段階に伴う組織の改善計画を示す。

| 時 期 | # DGD ^{*)} | 部 | 課 | 係 |
|----------------------------|---------------------|------------|---------|------------|
| 現状 2010 | 1 | 1 - 総務・経理部 | 総務・人事課 | なし |
| | | | 財務・出納課 | |
| | 1 | 2 - 浄水・給水部 | 浄水課 | |
| | | | 給水課 | |
| | | | 営業課 | |
| | | | 設計課 | |
| 1 | 3 - 設計・建設部 | 建設課 | | |
| | | | | |
| KTC 案件 2012-2013 | 1 | 1 - 総務・管理部 | 総務・人事課 | なし |
| | | | 財務・出納課 | |
| | 1 | 2 - 浄水・給水部 | 浄水課 | |
| | | | 給水課 | |
| | | | 給水普及課 | |
| | | | 設計課 | |
| 1 | 3 - 計画・技術部 | 建設課 | | |
| | | 営業課 | | |
| | | 総裁管轄 | | |
| 優先プロジェクト 2016-17 | 1 | 1 - 管理部 | 業務課 | 調達係 |
| | | | 人事課 | 庶務係 |
| | | 2 - 経理部 | 出納課 | 人事考課 |
| | | | 財務課 | なし |
| | 1 | 3 - 給水部 | 浄水課 | 施設管理係 |
| | | | 給水課 | 水質係 |
| | | | 給水普及課 | 管網整備・維持管理係 |
| | | | | 漏水防止係 |
| | 1 | 4 - 計画・技術部 | 設計課 | 量水器営繕係 |
| | | | 建設課 | なし |
| 総裁管轄 | 5 - 営業部 | 料金徴収課 | なし | |
| 総裁管轄 | | 顧客管理課 | なし | |
| 総裁管轄 | | | 管理係 | |
| 第 2 期 プロジェクト 2022-23 | 1 | 1 - 管理部 | 業務課 | 調達係 |
| | | | 人事課 | 庶務係 |
| | | 2 - 経理部 | 経理課 | 人事係 |
| | | | 財務課 | 人事考課係 |
| | 1 | 3 - 営業部 | 料金徴収課 | 一般経理係 |
| | | | 顧客管理課 | 出納係 |
| | 1 | 4 - 給水部 | 浄水課 | 財務係 |
| | | | | 量水器計量係 |
| | | | | 料金徴収係 |
| | | | | 顧客管理係 |
| | | | 顧客サービス係 | |
| | | | 営繕係 | |

| | | | | |
|-----|----|------------|-----|---------|
| | | | 給水課 | 水質係 |
| | | | | 在庫管理係 |
| | | | | 管網維持管理係 |
| | | | | 漏水防止係 |
| | | 5 - 設計・建設部 | 設計課 | 顧客管理係 |
| | | | | 量水器営繕係 |
| 建設課 | なし | | | |
| | なし | | | |

注記) *) # DGD は各部署の副総裁数を表す。

6.2 段階的要員の確保

要員数は段階的に下表の通り確保する。

SPI(Staff Productivity Index) は給水栓 1000 栓当たりの要員数を示し、水道事業体の生産効率を示す指標である。本計画においては、他のアジアの諸国の平均値を参考に給水栓 1000 栓当たり SPI 5 以下を目指す。

| 年 | フェーズ | 計画給水量* (m ³ /日) | 計画給水栓数 | 計画要員数 | | SPI |
|---------|-------------|-------------------------------|--------|-------|-----|------|
| | | | | 各期毎 | 合計 | |
| 2010 | 現時点 | 8,000 | 4,525 | 40 | 40 | 8.83 |
| 2012-13 | KTC 案件実施 | 25,000 | 16,218 | 38 | 78 | 4.80 |
| 2017-18 | 優先プロジェクト実施 | 55,000 | 27,318 | 63 | 141 | 5.16 |
| 2022-23 | 第2期プロジェクト実施 | 85,000 | 41,331 | 42 | 183 | 4.42 |

注記：計画給水量は合計給水量を示す。

6.3 人材育成計画

水道事業の拡張に伴い、水道事業体としての責務を果たすため、全ての SRWSA の要員に対し短期・中期的に適切な人材育成を実施する。各部局はそれぞれの機能・責任に対応するため、また、各個人はそれぞれの職務を果たすため、組織を縦貫した適格な訓練が実施されなければならない。訓練手法はそれぞれの参加者のレベルやニーズに応じて適切に選択する必要がある。

総合的人材育成コンサルタントが 2012 年から 2014 年までの 25 人月にわたり採用され、係る人材育成を担当する。訓練ニーズ分析を基に、8 つの訓練コースを開設し、人材育成に努める。これらの訓練は 1~2 週間のコースで、費用は無償援助あるいは SRWSA の自己資金によるものとし、PPWSA の訓練センターあるいは当該地域で実績を有する訓練センターなどにて実施すべきである。

6.4 事業運営計画

本調査のステアリングコミッティを踏襲し、プロジェクトの調整委員会 (Project Coordination Committee : PCC) を組織するべきである。係る PCC には経済財務省 (MOEF) や水資源・気象省 (MOWRAM) などから新たに要員を加えるべきである。JICA はステアリングコミッティのメンバーであるが融資機関となるため、PCC には組み込まれない。

MIME はこれまでも多数の ODA 事業をこなしており、その経験を利して SRWSA の監

督機関となる。MIME の権限等については本案件の Loan Agreement にて詳細を定める。

SRWSA は実施機関として本案件を実施し、ローンを返済する。このため、SRWSA は案件実施中、計画部内にプロジェクト推進部 (PMU : Project Management Unit)を組織する。ただし、本案件実施に係り施工監理コンサルタントを傭人し、側面から支援を仰ぐものとする。

よって、プロジェクトは下表の3階層の組織により管理・運営する。

| 機能 | レベル | 関係機関 | プロジェクトにおける役割 | 責任 |
|--------------|------|---|--------------------------------|------------------|
| プロジェクト調整委員会 | 省庁 | 鉱工業・エネルギー省、経済財務省、水資源・気象省、シェムリアップ水道公社、APSARA 機構、シェムリアップ州 | 戦略的全体調整、プロジェクト実施に係る政策的ガイドライン作成 | 全体調整、財務、法制度 |
| プロジェクトモニタリング | 省庁部局 | 鉱工業・エネルギー省/水道部 | 事業実施に係る財務的・技術的モニタリング | 事業実施に係るモニタリングと報告 |
| プロジェクト管理 | 水道公社 | シェムリアップ水道公社/設計・建設部 | 事業実施に係る直接的責任 | 事業実施 |

7. 事業実施計画

優先プロジェクトは以下のパッケージにより国際入札あるいはローカル入札により選定される業者により建設する。係るパッケージは各施設の特性並びに事業費の観点から選定した。

- ・ パッケージ 1 : 浄水場建設工事 (国際入札)
- ・ パッケージ 2 : エリア 1 (Q4) 送・配水管敷設工事 (現地業者入札)
- ・ パッケージ 3 : エリア 2 (Q3) 送・配水管敷設工事 (現地業者入札)
- ・ パッケージ 4 : エリア 3 (Q2) 送・配水管敷設工事 (現地業者入札)
- ・ パッケージ 5 : エリア 4 (Q1) 送・配水管敷設工事 (現地業者入札)

それぞれのパッケージにおいては資格審査を実施し、財務的に、技術的に、かつ要員の面からの確かな業者を選定することが重要である。

事業の実施スケジュール概要を下図に示す。

| 年 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|--------------------------------|------|-------|------|------|------|------|------|
| フィージビリティ調査 | ■ | | | | | | |
| 詳細設計およびその準備 | | ↓ L/A | | | | | |
| 財務的準備及びコンサルタントの選定 | | ■ | | | | | |
| 詳細設計 | | ■ ■ ■ | ■ | | | | |
| P/Q 及び入札 | | | ■ | ■ | | | |
| 建設工事 | | | | | | | |
| パッケージ 1 浄水施設建設工事 | | | | | ■ | ■ | |
| 取水口 | | | | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 原水導水および送水管 | | | | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 取水ポンプ場 | | | | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 浄水場 | | | | ■ | ■ | ■ | ■ |
| パッケージ 2 - エリア 1 (Q4) 送・配水管敷設工事 | | | | ■ | ■ | ■ | |
| パッケージ 3 - エリア 2 (Q3) 送・配水管敷設工事 | | | | | ■ | ■ | |
| パッケージ 4 - エリア 3 (Q2) 送・配水管敷設工事 | | | | | | ■ | ■ |
| パッケージ 5 - エリア 4 (Q1) 送・配水管敷設工事 | | | | | | | ■ |
| 組織強化事業 | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

8. 概算事業費の算定

事業費の総額は下表の通り約 81 百万ドルと見積もられる。

適用レートは、US\$1.0=KHR4,165.0 とする。

概算事業費

| 項 目 | 費用(1,000US\$) | | | | |
|-----------------------------------|---------------|-------------|---------------|--------------|---------------|
| | 外貨分 | 税金 (外貨分) | 内貨分 | 税金 (内貨分) | 小計 |
| 土木工事費 | 16,932 | 0 | 23,399 | 2,340 | 42,672 |
| 取水口 | 16 | 0 | 132 | 13 | 162 |
| 導水管 | 1,448 | 0 | 11,710 | 1,171 | 14,328 |
| 取水ポンプ場 | 555 | 0 | 739 | 74 | 1,368 |
| 浄水場 | 2,507 | | 5,627 | 563 | 8,697 |
| 高架水槽 | 228 | 0 | 553 | 55 | 836 |
| 送配水管網 | 12,178 | 0 | 4,638 | 464 | 17,280 |
| 機電設備工事費 | 8,148 | 0 | 1,136 | 114 | 9,397 |
| 取水ポンプ場 | 2,086 | 0 | 259 | 26 | 2,371 |
| 浄水場 | 6,062 | 0 | 877 | 88 | 7,027 |
| 直接工事費(土木工事費+機電設備工事費) : A | 25,080 | 0 | 24,535 | 2,454 | 52,069 |
| 費用予備費(Ax10%):A' | 2,508 | 0 | 2,454 | 245 | 5,207 |
| 価格予備費(A+A'に対して:外貨 1.8%、現地通貨 7.9%) | 2,215 | 0 | 11,423 | 1,142 | 14,780 |
| 詳細設計・施工監理費(B) | 4,200 | 0 | 954 | 96 | 5,250 |
| 費用予備費(Bx10%):B' | 210 | 0 | 48 | 5 | 263 |
| 価格予備費(B+B'に対して:外貨 1.8%、現地通貨 7.9%) | 278 | 0 | 304 | 30 | 612 |
| 組織強化費(C) | 860 | 0 | 55 | 5 | 920 |
| 費用予備費(Cx10%):C' | 43 | 0 | 3 | 0.3 | 46 |
| 価格予備費(C+C'に対して:外貨 1.8%、現地通貨 7.9%) | 68 | 0 | 22 | 2 | 91 |
| 土地取得費(D) | 0 | 0 | 273 | 27 | 300 |
| 費用予備費(Dx10%):D' | 0 | 0 | 27 | 3 | 30 |
| 価格予備費(D+D'に対して:外貨 1.8%、現地通貨 7.9%) | 0 | 0 | 24 | 2 | 26 |
| 農業および漁業補償費(E) | 0 | 0 | 83 | 8 | 91 |
| 価格予備費(Eに対して:外貨 1.8%、現地通貨 7.9%) | 0 | 0 | 7 | 1 | 7 |
| 管理費 (A+D' に対して 1.5%) | 0 | 0 | 864 | 86 | 951 |
| 事業費 | 35,461 | 0 | 41,074 | 4,108 | 80,642 |

(注記) 事業費は 1 0 万ドル単位で四捨五入。価格予備費は複利計算。

9. 財務及び経済の評価

財務及び経済について、以下の事項を評価した。

- a. 過去の SRWSA の財務状況に基づき、事業実施に必要な財務能力を査定する。
- b. 家庭用および商業用の料金の支払い意志・能力を満足し、かつフルコストリカバリーを実現する水道料金を設定する。
- c. SRWSA の財務的状況に鑑み、事業実施に必要な資本の投入能力を査定する。
- d. 事業実施に伴う経済的効果を評価し、中央政府からの事業実施に係る支持を取り付ける。

SRWSA のこれまでの財務の検討の結果

SRWSA の現在までの財務的状況は以下の通り。

- a. 財務状況は健全であり、十分な支払い能力がある。およそ 9 ヶ月の運営に必要な現金を有している。運転資本は運転費の 11 ヶ月分以上を有している。負債は 2009 年末時点にて、全資産の 10% に当たる KHR20 百万 (クメールリエル) のみであり問題ない。係る SRWSA の負債は需要者からの預かり金 (ディポジット) および納入業者への売掛金である。従って、SRWSA は事業の実施に当たり長期の借り入れが可能な状況である。
- b. 過去 3 年の運営状況並びに財務的状況は少々対照的である。運営状況の効率性を示す NRW および SPI は改善状況にある、一方、財務的状況を示す指標 (料金徴収率、利益率など) は少々悪化している。
 - NRW は 2007 年の 20% から昨年は 14% と改善した。
 - SPI (1000 給水栓当たりの従業員数) は 2007 年の 14 から昨年は 11 へと改善した。
 - 料金徴収率は料金の未回収率の上昇に伴い低下した。昨年、未払金は総額のみならず総売上げに対する換算未払日数も上昇した。売掛金の未収分は 2007 年においては 15 日分であったのが、2009 年には 40 日へと増加した。
 - 営業経費率は 2008 年の 75% から昨年は 97% へと上昇した。
 - SRWSA の利益率は営業経費率の上昇に伴い悪化している。昨年の利益率は 9% であり、一昨年の 20% より低下している。
 - 2009 年の 11 月料金改訂を実施したにもかかわらず、SRWSA の収益率は減じている。ただし、財務の検討によれば、改訂水道料金は今年の年初からその効果を示すことが予測される。

現行の水道料金体系は以下の通り、4段階の従量料金制を採用している。

| | |
|------------------------|--------------------------------|
| 1 – 7 m ³ | KHR1,100.00 per m ³ |
| 8 – 15 m ³ | KHR1,500.00 per m ³ |
| 16 – 30 m ³ | KHR1,800.00 per m ³ |
| Over 30 m ³ | KHR2,000.00 per m ³ |

財務評価によれば、優先プロジェクトの実施においては水道料金の適宜見直しが必要である。

- a. SRWSA の財務的健全性を確保する上で、2012 年における平均水料金は KHR1,999/m³、2017 年には KHR2,541/m³ 2022 年には KHR2,624/m³ へと料金改定すべきである。
- b. 提案水道料金は家庭用水および商業用水共に、それらの支払い意志・能力を満足する。優先プロジェクトの実施に係る財務的健全性は以下の指標により確認した。
 - a. 財務的健全性の確保：事業の実施中及び実施後において、政府からの借入金は不要であること。
 - b. ローンのリターン能力に係る指標：事業の実施中及び実施後において、デットサービス・カバレッジ率は 1 よりも大きくなり、ローンの返済は料金収入から賄えること。

経済費用・便益評価においては、EIRR が 37%、費用・便益比率が 4.5 となり、地域の経済便益に十分に対応できる結果となった。係る事業の経済便益は住民の健康費用の削減、観光業の総合的便益などからなる。また、経済的費用は事業費、施設の定期的改修費用、および施設の運転費用からなる。

結論

上記解析により、優先プロジェクトの実施は、財務的に健全で、経済的に十分な便益を生み出すため実施可能と判断される。

- a. 提案水道料金は、住民に対しても観光客に対しても受け入れ可能である。
- b. SRWSA の運営に係る将来見通しから、ローンの返済においては財務的健全性を維持することが可能であり、中央政府の推進する公的企業の財務的自主性を目途するフルコストリカバリの原則を満足することができる。
 - 現金持ち高は建設期間中問題ない。中央政府からの資本金の注入は不要である。
 - デットサービス・カバレッジ率は 1 を下回ることはなく、ローンの返済は滞ることはない。
- c. 優先プロジェクトは経済的にも有益であり、費用・便益比は 4.5、EIRR は 37%を示し、係るインフラ事業において、通常必要とされる社会的費用の最低レベルである 12%を満足する。

提言

上記の通り、優先プロジェクトは財務的にも経済的にも実施可能である。

10. 調査対象地域の下水・排水の状況

10.1 シェムリアップ市の下水・排水マスタープランの現況

現在シェムリアップ市には以下の既存下水道計画がある。

1. メコン観光開発事業 シェムリアップ下水道計画最終設計報告書 (ADB ローン No. 1969-CAM (SF)、2006年4月)

本事業は2009年12月31日に完成し、シェムリアップ川西岸に位置する市中心部をカバーしている。主要な事業は、既存中央排水路 (Town Center Drain) 改修、遮集管システム建設、ポンプ場建設、圧送管敷設及び下水処理場建設を含む。

2. カンボジア国シェムリアップ市下水道施設及びシェムリアップ川改善に係るフィージビリティ調査 (KOICA 2008年7月)

本調査で計画される下水道施設建設事業は2015年完成を予定している。サービスエリアはADB事業対象地域を取り囲むように主要市街地をカバーしている。主な建設工事は、分流水管渠敷設、ポンプ場建設、ADBポンプ場拡張及び下水処理場建設を含む。

3. シェムリアップ市都市開発事業 下水・排水マスタープラン (案) (AFD 2009年12月)

本マスタープラン (案) は2009年12月に完成した。本計画サービスエリアは、シェムリアップ市の市街地及び市街地周辺地区の殆どをカバーしている。

10.2 日本国無償資金協力の可能性

KOICA事業が完成しても、市街地の一部は下水道施設が未整備のままである。排水施設についても同様である。未整備地域面積が大きいため、全域整備には莫大な事業費と長期に亘る工事期間が必要となる。残される未整備地区の殆どは市街地周辺地域で、下水道施設導入が必ずしも適切とは考えられない地域である。

我が国の無償資金協力事業としての妥当性を考慮し、調査団は腐敗槽・下水管網による既存施設の維持管理を目的とする以下の「支援事業」を提案する。

- ◆ 下水管渠清掃機材供与
- ◆ 腐敗槽汚泥収集バキュームトラック供与
- ◆ 腐敗槽汚泥処理施設建設
- ◆ 担当機関能力強化プログラム

11. 環境社会配慮

シェムリアップ市は世界遺産であるアンコールワット遺跡群を有し、その環境保全が急務となっている。本案件実施においては十分な環境社会配慮が必要となる。

安全で衛生的な飲料水を確保することは、地域住民の願望であり、生活水準向上と観光産業発展のための必須条件である。年間 2 百万以上の観光客が訪れ、新規ホテル群がシェムリアップ市域の周辺へと拡大しており、新規井戸水源の開発を余儀なくされている。係る無秩序な井戸開発が続けば、遺跡群に対する地盤沈下の影響の恐れが生じる。係る状況から、トンレサップ湖表流水を活用した新規上水道システムの建設が急務となっている。

今回の調査では、地下水、西バライ湖水、そしてトンレサップ湖水とを比較検討した上で、技術的、経済的、および環境面への配慮から、最終的にトンレサップ湖水を水源として選定した。しかしながら、トンレサップ湖内での原水取水施設の建造、自然環境保全地域内での原水導水管路の敷設工事など、環境への影響がないわけではない。従って、係る影響を最小限に止めるためにも、環境影響緩和策を講じ、地域住民の生活と生活環境の改善に努めて行かねばならない。

12. 事業評価

12.1 社会・経済面に係る評価

「カ」国はカンボジアミレニアム開発目標（CMDGs）において、上水道セクターにおける開発指標を掲げており、本案件の評価指標として有効である。指標には、給水普及率および給水人口の拡大が掲げられている。

長期上水道施設整備計画は、住民に対して 2020 年次までに 80%の給水普及率を達成し、計画目標年次の 2030 年次においては 90%の給水普及率を達成するものとした。観光客への給水普及率は生活用水と同様 2020 年次までに 80%を達成し、2030 年次においては給水普及率 100%を目標とすることとした。本計画は、CMDGs 計画を見直し、その計画目標を 5 年遅らせ達成するものとして策定したものである。

数値として計ることは困難であるが、本案件の実施による量的、質的便益は大きいものがある。財務的指標は必ずしも満足できない項目も見受けられるが、経済的効果は大きく、地域住民の健康改善に寄与し、引いては社会全体の生活の向上につながるなど有形・無形の便益がある。

本計画は、CMDG の目標である清澄な飲料水の供給により、水系疾患の減少、幼児や出産に伴う死亡率の減少などの便益をもたらす、計画給水区域住民の健康面の総括的改善をもたらすことができる。また、水道施設の整備に伴い、これまで子女がその任を果たしていた水くみなどの労力軽減をもたらすなど通常の生活改善にも寄与し、結果として地域における子女の教育機会が改善され、引いては労働力の供給環境の整備につながる。

給水施設の整備はシェムリアップ市の観光産業発展の一助となる。その効果はホテル、飲食店などの関連産業にも及ぶ。近年増加したホテルやゲストハウスなどの観光産業は本計画により拡張・整備される水道施設による給水を待ち受けているところである。更に、水道施設の改善は「カ」国の基本政策である労働力の改善に伴う軽工業の発展をもたらすことが期待される。

上水道の整備と相まって、排水の増加は無視できない。係る調査対象地域における下水道・排水施設の整備を促進し、上水道施設の整備による健康改善に係る便益を損なうことなく、地域の環境改善に資することが肝要である。人口の増加、動植物の生態系への影響、公共水域の水質、トンレサップ湖への未処理排水の流入など、これらの環境要因は今後悪化してゆくことが予測される。これらの環境影響に対処するため、一刻も早く対策・方策を検討し実施してゆくことが望まれる。

12.2 技術面に係る評価

優先プロジェクトの実施により、2017 年初頭までに取水設備、浄水設備、送・配水設備が完成し、全体の給水能力は 57,000 m³/日となる。係る給水能力は 2022 年までの水需要に対応することができる。給水対象区域は現状の 6.9 km²から 33.6 km²へと拡大する。

優先プロジェクトによる施設および既存水道施設により、2022年における給水人口は233千人へと拡大し、住民への給水普及率は82%となる。観光客に対しては、7.8千人への給水が可能となりその普及率は86%となる。配水用高架水槽が整備され、また配水管網も延伸し信頼性の高い給水が実現する。給水栓数は現状の4.5千栓から41千栓へと拡大する。ここに、「カ」国飲料水水質基準に基づく清澄な飲料水供給が実現する。

給水の普及の拡大に伴い、量水器の100%管理、送・配水管の適正圧力の保持のため総括的維持管理体制を実現しなければならない。常に無収水対策に目を向け、NRW削減計画目標の10%を達成・維持し、維持管理費の低減を実現しなければならない。加えて、新規水道水源となるトンレサップ湖水の水質保全が不可欠であり、給水水質の安全性保持と浄水生産コスト増加を抑制するため重要な課題である。

12.3 財務面に係る評価

財務的健全性の保持は、CMDG目標を達成する上で欠くことのできない要素である。優先プロジェクトの実施においては、MOEFを通じてJICAローンが不可欠である。SRWSAは「カ」国が求めている財務的自立性を達成すべく、水道公社として財務的に自立し、貧困層に留意しながら適正な水道料金を保持し続けることが必要となる。ローン返済を財務的健全に実施してゆくためには、維持管理費を賄う適切な水道料金を構築してゆかねばならない。本調査において提案している水道料金は、家庭用水および商業用水ともに、支払い意志・能力を満足する適切なものと判断できる。

優先プロジェクトの実施により、需要者は増加しSRWSAの料金収入は増加する。よって、家庭用水及び商業用水共に、1栓あたりの給水栓に要する費用は支払い可能な適正な範囲となることが期待できる。現状、SRWSAの料金の徴収効率は非常に高く、今後とも事業運営費用は低く押さえられ、水道事業は健全に運営されるものと期待できる。

12.4 組織・制度面における評価

組織・制度は長期計画に基づき改善してゆかねばならない。組織・制度は、ある一つのプロジェクトを実施したからと行って急に改善されるものではない。しかしながら、当該優先プロジェクトはSRWSAの組織および人材の育成の両面から、将来の改善に導く重要な案件である。訓練自体は、訓練の実施時間あるいは訓練に要した費用にて計ることはできるが、訓練成果を具体的に計ることは困難である。

SPI (Staff Productivity Index) は、組織の効率性を計る一つの指標である。SPIを一つの指標として本件組織改善のための将来計画に採用したが、加えて、他のアジアの諸国のこれまでの実績を参照し将来目標の根拠として採用した。

13 結論と提言

優先プロジェクトは、現状の給水能力不足と将来の水需要の拡大に対応するものである。従って、当該案件は下記の効果が期待できる。

- ◆ i) 衛生的な給水の拡大により健康改善を成し遂げ、ii) 安定給水を実現することによりシェムリアップ市域の住民の生産性を向上し、引いてはシェムリアップ市域とりわけ給水区域内の住民の生活環境を改善する。
- ◆ 衛生的給水の実現により、現状並びに将来における観光産業や軽工業の発展を促し、シェムリアップ市域の経済が刺激される。本事業により、表流水への転換を図ることができれば、地下水揚水に起因する地盤沈下を抑制し、結果としてアンコール遺跡群の保全が期待できる。
- ◆ 観光産業発展により「カ」国の経済が刺激され、国民の就業機会が確保され、結果として子女の教育への参加機会も助長される。
- ◆ 都市部における清澄な飲料水の供給により貧困層を減じ、その効果が周辺地域に波及すれば CMDGs にて目標とされるセクター指標の達成に寄与することができる。

結論として、優先プロジェクトは財務的に支障なくかつ経済的に多くの便益を生み出し、実施可能と言える。水道料金は住民にとっても観光産業にとっても支払い可能であり受け入れ可能である。係る水道料金が維持されれば、SRWSA の財務的状況は一貫して健全に保たれることとなり、中央政府の補助金に頼ることなく JICA ローン返済が可能となる。平均のデットサービスカバレッジレシオは 1.2 程度を保持し、最低限必要な 1.0 を満足する。

更に、優先プロジェクトは便益・コスト比が 4 以上であり、EIRR は全てのシナリオで 30% を超えており、社会開発プロジェクトにおいて必要な 12% を満足し、十分な経済的便益を生み出す。

結論として、優先プロジェクトは JICA ローンを活用し緊急的に実施されるべきである。ただし、本件実施に当たり、下記事項につき留意する必要がある。

13.1 優先プロジェクト実施前になすべきこと

1) プロジェクトの実施

優先プロジェクトの実施機関として Project Coordination Committee (PCC) 及び Project Management Unit (PMU) を立ち上げ、プロジェクトの実施に支障なきよう計る。加えて、詳細設計完了次第、施工監理コンサルタントを雇用し入札の準備に取りかかる。

2) 用地収用

プロジェクト実施までに、プロジェクトに必要な用地を取得する。

3) プロジェクト実施に必要な許認可取得

SRWSA/MIME は「カ」国法令に基づき、プロジェクトの実施に必要な許認可を取得する。

4) 水源の保全

トンレサップ湖水はシェムリアップ市の人口急増に伴い水質悪化が懸念される。よって、トンレサップ湖水の水質悪化防止計画を策定する。

5) プロジェクトのモニタリング及び報告システムの確立

プロジェクトの実施を効率良く進めるため、本プロジェクト実施に関与する3レベル（省庁間レベル、省庁部局間レベル、及び水道公社レベル）において、各関係機関はプロジェクトモニタリング並びに報告システムを確立し、各関係機関間で効率よく情報交換しなければならない。

13.2 優先プロジェクト実施中になすべきこと

6) 要員の増強並びに評価

SRWSA は、i) KTC 用水供給事業実施時（2012年および2013年完了予定）、ii) 優先プロジェクト実施時（2017年完了予定）、iii) 第2プロジェクト実施時（2022年完了予定）において、段階的に要員を増強し、組織を整備する。要員の増強においては、現状の要員の能力を正しく評価し、今後必要となる部所のニーズに併せ対処してゆく。

7) オリエンテーションと訓練

組織強化計画にて提案されたものの他に、i) 全ての職員を対象としたオリエンテーション（方向付け）訓練の実施、ii) モニタリングおよび評価に係る訓練の実施、iii) 予算の執行に係る訓練等を実施する。

8) 適切な維持管理と施設の計画的更新

当該プロジェクトは我が国のODAローン、あるいは国際援助機関からの資金により実施されるが、日常の維持管理や定期的な施設の更新などは自己資金に頼らざるを得ず時として困難となる。今回建設の地下水水位のモニタリング施設などを含め、日常の維持管理や定期的更新計画を実施することは事業成功に不可欠の要素となる。

9) 給水水質管理体制の確立

プロジェクト実施により送・配水管網はより大規模なものとなり、管末での水質の悪化が懸念される。従って、給水水質の「カ」国飲料水水質基準適合を達成・維持すべく、給水管末での水質の管理体制を確立すべきである。

10) 地下水揚水規制の確立

SRWSA は「カ」国政府関係機関と連携し、将来の地下水揚水を規制し、地下水揚水が続ける場合などには、課徴金を課すなど検討すべきである。

11) 水道料金

SRWSA は財務的健全性を確保するため、全ての消費者に適正な水道料金体系を設定し、生活用水や商業用水の需要者を保持すべきである。水道料金収入は施設の維持管理、資本の増強、ローンの返済として適切に使用され、水道事業の運営を健全に保たねばならない。

13.3 優先プロジェクト実施後になすべきこと

12) 定期的水道計画の見直し

水道計画においては、現状に基づき将来のいくつかの予測値が採用されている。従って、水需要計画などは、給水原単位の実際の増加の状況などを把握し、実情に併せて定期的に見直されるべきである。

13) 下水・排水施設の改善

当該地域において計画されている下水・排水施設計画は、地域の公共用水域の水質の保全、引いては、本水道計画の水源となるトンレサップ湖水の水質を保全のするため計画通り実施されるべきである。

和文要約
カンボジア国
シェムリアップ上水道拡張整備事業
準備調査 最終報告書 1

調査対象地域
 写真
 要約
 目次
 表目次
 図目次
 略語

目 次

| | | |
|------------|-------------------------------------|------------|
| 第1章 | 調査の経緯と背景 | 1-1 |
| 1-1 | 調査の経緯 | 1-1 |
| 1-2 | 調査の背景 | 1-1 |
| 1-3 | 調査の目的 | 1-1 |
| 1-4 | 調査対象地域 | 1-2 |
| 1-5 | 計画目標年次 | 1-2 |
| 1-6 | 調査の構成 | 1-2 |
| 1-7 | 最終報告書 1 の内容 | 1-2 |
| 1-8 | 調査団の構成 | 1-2 |
| 第2章 | 計画フレームワーク | 2-1 |
| 2-1 | 計画フレームワーク | 2-1 |
| 2-2 | 計画給水区域 | 2-1 |
| 2-3 | 人口推計 | 2-2 |
| 2-4 | 観光人口推計 | 2-5 |
| 2-5 | 計画給水普及率 | 2-7 |
| 2-5-1 | 現在の水道普及率と給水原単位 | 2-7 |
| 2-5-2 | 計画給水普及率 | 2-8 |
| 2-5-3 | 計画給水普及率 | 2-8 |
| 2-6 | 計画給水人口（住民/観光客） | 2-8 |
| 2-6-1 | 計画給水人口 | 2-8 |
| 2-6-2 | 計画観光客給水人口 | 2-9 |
| 第3章 | 水需要予測と長期上水道施設整備計画 | 3-1 |
| 3-1 | はじめに | 3-1 |
| 3-2 | 家庭用水給水原単位 | 3-1 |
| 3-3 | 家庭用水需要量予測 | 3-2 |
| 3-4 | 商業用水給水原単位 | 3-2 |
| 3-5 | 商業用水需要量予測 | 3-3 |
| 3-6 | 無収水削減計画 | 3-3 |
| 3-7 | ピークファクター | 3-4 |
| 3-8 | 水需要量予測 | 3-4 |
| 3-9 | 長期上水道施設整備計画 | 3-5 |
| 第4章 | 優先プロジェクトに係るフィージビリティ調査 | 4-1 |
| 4-1 | フィージビリティ調査の範囲 | 4-1 |
| 4-2 | 計画目標年次 | 4-2 |
| 4-3 | フィージビリティ調査における優先計画給水区域と計画給水人口 | 4-2 |
| 4-4 | 概略設計図面 | 4-2 |

| | | |
|------------|--------------------------|------------|
| 4-5 | 優先プロジェクトの概略設計..... | 4-5 |
| 4-6 | 水源の選定..... | 4-5 |
| 4-6-1 | 本計画における水源の検討..... | 4-5 |
| 4-6-2 | 新規水源選択フロー..... | 4-5 |
| 4-6-3 | ステージ 1：新規水源及び取水方法選択..... | 4-7 |
| 4-6-4 | ステージ 2：新規水源の選択..... | 4-8 |
| 4-7 | 原水取水設備..... | 4-11 |
| 4-7-1 | トンレサップ湖水位..... | 4-11 |
| 4-7-2 | 原水送水ポンプ場用地の選定..... | 4-12 |
| 4-7-3 | 原水取水・導水設備..... | 4-13 |
| 4-7-4 | 原水送水ポンプ場..... | 4-15 |
| 4-8 | 浄水場設計..... | 4-16 |
| 4-9 | 前処理設備..... | 4-16 |
| 4-10 | フロック形成池..... | 4-17 |
| 4-11 | 沈澱池..... | 4-17 |
| 4-12 | 急速砂沓過池..... | 4-17 |
| 4-12-1 | 沓材種類及びろ過速度..... | 4-17 |
| 4-12-2 | 沓過池洗浄装置..... | 4-18 |
| 4-12-3 | 沓過速度制御方式..... | 4-18 |
| 4-12-4 | その他補助設備..... | 4-18 |
| 4-13 | 薬品注入及び塩素混和..... | 4-18 |
| 4-14 | 汚泥処理設備..... | 4-19 |
| 4-15 | 浄水池..... | 4-19 |
| 4-16 | 浄水送水ポンプ場..... | 4-19 |
| 4-17 | 高架水槽..... | 4-20 |
| 4-18 | その他の施設..... | 4-20 |
| 4-18-1 | サンプリング設備..... | 4-20 |
| 4-18-2 | 水質試験室および機材..... | 4-20 |
| 4-18-3 | 場内配管..... | 4-20 |
| 4-18-4 | 自家発電装置..... | 4-20 |
| 4-18-5 | 管理棟..... | 4-20 |
| 4-18-6 | 維持管理棟..... | 4-21 |
| 4-19 | 送・配水管網..... | 4-21 |
| 4-19-1 | ゾーニング..... | 4-21 |
| 4-19-2 | ループ幹線..... | 4-21 |
| 4-19-3 | 配水ブロック..... | 4-21 |
| 4-19-4 | フィージビリティ調査における水需要..... | 4-21 |
| 4-19-5 | 配水管網解析..... | 4-22 |
| 第5章 | 組織・制度に係る検討..... | 5-1 |
| 5-1 | 組織体制の段階的整備..... | 5-1 |
| 5-2 | 各段階における要員の確保..... | 5-2 |
| 5-3 | 人材育成..... | 5-2 |
| 5-4 | 事業運営実施体制..... | 5-2 |
| 第6章 | 事業実施計画..... | 6-1 |
| 6-1 | 事業実施計画..... | 6-1 |
| 6-1-1 | 事業実施スケジュール..... | 6-1 |
| 6-1-2 | 事業のパッケージ分け..... | 6-2 |
| 6-1-3 | 施工実施条件..... | 6-2 |
| 6-2 | 許認可と法規上の手続き..... | 6-3 |
| 6-2-1 | 本案件開始に当たりの許認可..... | 6-3 |
| 6-2-2 | 本案件開始前の手続き..... | 6-3 |
| 6-2-3 | 土地取得..... | 6-3 |
| 6-2-4 | 詳細設計および建設段階における手続き..... | 6-4 |
| 6-2-5 | 電力引き込み申請..... | 6-4 |
| 6-2-6 | 送配水管敷設手順..... | 6-5 |

| | | |
|------------|------------------------------|------------|
| 6-3 | 健全運営への手順 | 6-8 |
| 6-3-1 | 地下水取水規制と SRWSA 給水への転換 | 6-8 |
| 6-3-2 | 水道料金の改定 | 6-9 |
| 6-4 | 建設計画とスケジュール | 6-10 |
| 6-4-1 | 取水口および導水施設 | 6-10 |
| 6-4-2 | 浄水場 | 6-11 |
| 6-4-3 | 配水施設 | 6-12 |
| 6-4-4 | 高架水槽 | 6-14 |
| 6-5 | 調達計画 | 6-14 |
| 第7章 | 概算事業費の算定 | 7-1 |
| 7-1 | 事業費の構成 | 7-1 |
| 7-2 | 積算条件および前提条件 | 7-1 |
| 7-3 | 概算事業費の算定 | 7-2 |
| 7-4 | 直接工事費 | 7-2 |
| 7-5 | 詳細設計・施工監理費 | 7-2 |
| 7-6 | 組織強化費 | 7-2 |
| 7-7 | 土地取得費 | 7-2 |
| 7-8 | 費用予備費 | 7-3 |
| 7-9 | 補償費 | 7-3 |
| 7-10 | 管理費 | 7-3 |
| 7-11 | 価格予備費 | 7-3 |
| 7-12 | 優先プロジェクト事業費 | 7-3 |
| 7-13 | 支出スケジュール | 7-5 |
| 7-14 | 運転管理費 | 7-6 |
| 7-14-1 | 給与および賃金 | 7-6 |
| 7-14-2 | 電気料金 | 7-6 |
| 7-14-3 | 薬品費 | 7-6 |
| 7-14-4 | 維持管理費 | 7-6 |
| 7-14-5 | 運営管理費および一般管理費 | 7-7 |
| 第8章 | 優先プロジェクトに係る財務・経済評価 | 8-1 |
| 8-1 | 概要 | 8-1 |
| 8-2 | これまでの財務的状況 | 8-1 |
| 8-2-1 | 財務の状況 | 8-1 |
| 8-2-2 | 運営効率 | 8-2 |
| 8-2-3 | 今後の財務状況予測 | 8-3 |
| 8-3 | 現在および将来の投資財源 | 8-3 |
| 8-3-1 | 現行の水道料金 | 8-3 |
| 8-3-2 | その他の料金 | 8-4 |
| 8-4 | 優先プロジェクトの財務的検討 | 8-5 |
| 8-4-1 | 検討の方法 | 8-5 |
| 8-4-2 | 事業収入及び水道料金 | 8-11 |
| 8-4-3 | 提案した水道料金体系が実施された場合の財務状態 | 8-13 |
| 8-4-4 | 水道料金の料率 | 8-14 |
| 8-4-5 | ケース毎の提案水道料金に対する消費者側の支払い可能性分析 | 8-17 |
| 8-4-6 | 総合考察 | 8-19 |
| 8-5 | 優先プロジェクトの財務的内部収益率 (FIRR) | 8-19 |
| 8-6 | 財務評価の結論 | 8-20 |
| 8-7 | 経済的費用便益の分析 | 8-20 |
| 8-7-1 | はじめに | 8-20 |
| 8-7-2 | 経済評価の手法 | 8-20 |
| 8-7-3 | 経済的便益 | 8-21 |
| 8-7-4 | 経済的費用 | 8-23 |
| 8-7-5 | 経済的費用便益率及び経済的内部収益率 | 8-24 |
| 8-7-6 | 総合考察 | 8-24 |

| | |
|---------------------------------------|-------------|
| 8-8 提言 | 8-24 |
| 第9章 調査対象地域における下水・排水施設の調査 | 9-1 |
| 9-1 シェムリアップ市の下水・排水マスタープランの現況 | 9-1 |
| 9-2 ADB メコン観光開発事業シェムリアップ下水道計画 | 9-1 |
| 9-3 KOICA フィージビリティ調査 | 9-3 |
| 9-4 AFD 下水・排水マスタープラン（案） | 9-8 |
| 9-4-1 AFD 下水道マスタープランの現況 | 9-8 |
| 9-4-2 AFD 雨水排水マスタープランの現況 | 9-11 |
| 9-5 下水・排水セクターにおける日本国無償資金協力へのニーズ | 9-18 |
| 9-5-1 下水セクター | 9-19 |
| 9-5-2 排水セクター | 9-24 |
| 9-5-3 日本国無償資金援助の内容 | 9-24 |
| 9-5-4 結論と提言 | 9-26 |
| 第10章 環境・社会配慮 | 10-1 |
| 第11章 優先プロジェクトに係る事業評価 | 11-1 |
| 11-1 社会・経済面における評価 | 11-1 |
| 11-2 環境面における評価 | 11-2 |
| 11-3 技術面における評価 | 11-2 |
| 11-4 財務面における評価 | 11-2 |
| 11-5 組織・制度面における評価 | 11-3 |
| 11-6 DAC5 項目による評価 | 11-3 |
| 11-6-1 妥当性 | 11-5 |
| 11-6-2 有効性 | 11-5 |
| 11-6-3 効率性 | 11-5 |
| 11-6-4 インパクト | 11-6 |
| 11-6-5 持続性 | 11-6 |
| 11-7 運用・効果指標の提案 | 11-7 |
| 第12章 結論と提言 | 12-1 |
| 12-1 結論 | 12-1 |
| 12-2 提言 | 12-1 |
| 12-2-1 優先プロジェクト実施前にすべきこと | 12-1 |
| 12-2-2 優先プロジェクト実施中にすべきこと | 12-2 |
| 12-2-3 優先プロジェクト実施後にすべきこと | 12-3 |

表 目 次

| | | |
|--------|---|------|
| 表 2.1 | 計画給水区域 | 2-2 |
| 表 2.2 | シェムリアップ州の人口推計 (1998-2020) | 2-2 |
| 表 2.3 | 調査対象地域における 2003 年から 2009 年までの人口データ | 2-4 |
| 表 2.4 | 調査対象地域における 2003 年から 2009 年までの人口増加率 | 2-4 |
| 表 2.5 | 調査対象地域の人口推計 (2010 年から 2030 年まで) | 2-5 |
| 表 2.6 | 計画給水区域における人口推計 (2010 年から 2030 年まで) | 2-5 |
| 表 2.7 | シェムリアップにおける年間観光客数 (2002 年から 2008 年) | 2-5 |
| 表 2.8 | 観光人口の推計 (2010 年～2030 年) | 2-6 |
| 表 2.9 | シェムリアップ市の既存のホテルおよびゲストハウス(2008 年 12 月末日) | 2-7 |
| 表 2.10 | 既存給水区域における給水原単位の現状 | 2-7 |
| 表 2.11 | CMDGs における指標、ベンチマーク、ターゲット | 2-8 |
| 表 2.12 | SRWSA の現状と将来計画 | 2-8 |
| 表 2.13 | 計画給水普及率 | 2-8 |
| 表 2.14 | 計画給水人口 | 2-9 |
| 表 2.15 | 計画観光客給水人口 | 2-9 |
| 表 3.1 | 給水区域外住民の 1 人 1 日使用水量 (社会調査結果) | 3-1 |
| 表 3.2 | 家庭用水給水原単位予測シナリオ (2010 年～2030 年) | 3-2 |
| 表 3.3 | 日平均家庭用水需要量 (m ³ /日) | 3-2 |
| 表 3.4 | 1 人 1 日観光者使用水量 (社会調査の結果) | 3-2 |
| 表 3.5 | 1 人 1 日観光者給水原単位 (2010 年～2030 年) | 3-3 |
| 表 3.6 | 平均商業用水需要量 (m ³ /日) | 3-3 |
| 表 3.7 | 無収水削減計画 | 3-3 |
| 表 3.8 | 計画給水区域における水需要予測 | 3-5 |
| 表 3.9 | 2022 年次における優先プロジェクトの達成指標 | 3-6 |
| 表 3.10 | 地区別日最大水需要量 (2030 年) | 3-7 |
| 表 4.1 | F/S 調査における優先計画給水区域と計画給水人口 | 4-3 |
| 表 4.2 | 設計容量 | 4-5 |
| 表 4.3 | 新規水源候補の評価 | 4-6 |
| 表 4.4 | 新規水道水源の選定 | 4-10 |
| 表 4.5 | 各給水ブロックの日最大水需要 (2022 年) | 4-22 |
| 表 4.6 | 配水管網設計諸元 | 4-22 |
| 表 6.1 | プロジェクトの期分け (公称設計容量 : m ³ /d) | 6-1 |
| 表 6.2 | プロジェクト実施スケジュール | 6-1 |
| 表 6.3 | 手続き一覧表 | 6-6 |
| 表 7.1 | 外貨費用と現地通貨費用の構成区分 | 7-1 |
| 表 7.2 | 施工数量の確認 | 7-2 |
| 表 7.3 | 優先プロジェクト事業費 | 7-4 |
| 表 7.4 | 支出スケジュール | 7-5 |
| 表 8.1 | SRWSA の財務内容 (2007 年から 2009 年まで) | 8-1 |
| 表 8.2 | 現行の水道料金 (KHR/m ³) | 8-3 |
| 表 8.3 | 平均水道料金 (KHR/m ³) | 8-4 |
| 表 8.4 | 優先プロジェクトの事業費 | 8-8 |
| 表 8.5 | 優先プロジェクトの資金計画 | 8-8 |
| 表 8.6 | KTC 用送配水管拡張プロジェクト事業費 | 8-9 |
| 表 8.7 | KTC 用送配水管拡張プロジェクト資金計画 | 8-9 |
| 表 8.8 | 老朽機器更新費用 | 8-11 |
| 表 8.9 | 行動計画 | 8-12 |
| 表 8.10 | 水道料金及び事業収入の試算 (単位 : 百万 US ドル) | 8-13 |
| 表 8.11 | 家庭用水道料金の試算に用いた消費割合 | 8-15 |
| 表 8.12 | ホテルの種類ごとの消費割合 | 8-15 |

| | | |
|--------|-----------------------------------|------|
| 表 8.13 | ケース 1 水道料金 (KHR/m ³) | 8-16 |
| 表 8.14 | ケース 2 水道料金 (KHR/m ³) | 8-16 |
| 表 8.15 | 一般家庭用水向け「ケース 1 水道料金」の支払い可能性分析 | 8-17 |
| 表 8.16 | 商業用水向け「ケース 1 水道料金」の支払い可能性の分析 (1) | 8-17 |
| 表 8.17 | 商業用水向け「ケース 1 水道料金」の支払い可能性の分析 (2) | 8-18 |
| 表 8.18 | 家庭用水向け「ケース 2 水道料金」の支払い可能性分析 | 8-18 |
| 表 8.19 | 商業用水向け「ケース 2 水道料金」の支払い可能性の分析 (1) | 8-18 |
| 表 8.20 | 商業用水向けの「ケース 2 水道料金」の支払い可能性の分析 (2) | 8-19 |
| 表 8.21 | 経済的内部収益率の感度分析 | 8-24 |
| 表 9.1 | 下水処理場設計諸元 | 9-2 |
| 表 9.2 | シェムリアップ市水系伝染病罹患率の推移 | 9-3 |
| 表 9.3 | 下水道料金表 | 9-4 |
| 表 9.4 | 事業費内訳 | 9-7 |
| 表 9.5 | 幹線管渠 | 9-10 |
| 表 9.6 | ポンプ場一覧 | 9-10 |
| 表 9.7 | 下水処理場段階的建設計画 | 9-11 |
| 表 9.8 | 代替案 A1 の投資計画 | 9-11 |
| 表 9.9 | 西部地区排水施設寸法 (m) (水深は総て 1.5 m) | 9-14 |
| 表 9.10 | 東部地区排水施設寸法 (m) (水深は総て 1.5 m) | 9-15 |
| 表 9.11 | 建設費 - 西部地区 貯留池なし (US\$ 1000) | 9-15 |
| 表 9.12 | 建設費 - 西部地区 貯留池有り (US\$ 1000) | 9-16 |
| 表 9.13 | 建設費 - 東部地区 貯留池なし (US\$ 1000) | 9-16 |
| 表 9.14 | 建設費 - 西部地区 貯留池有り (US\$ 1000) | 9-17 |
| 表 9.15 | 計画排水施設 | 9-18 |
| 表 9.16 | 面積単位水使用量 | 9-20 |
| 表 9.17 | KOICA 事業対象地域内での上水使用量 | 9-20 |
| 表 9.18 | 下水変換率 | 9-20 |
| 表 9.19 | 口径別下水管渠延長 | 9-25 |
| 表 9.20 | 腐敗槽汚泥発生量予測 | 9-25 |
| 表 9.21 | 日本国技術協力プロジェクトによる能力強化項目 | 9-26 |
| 表 11.1 | 運用・効果指標 | 11-8 |

目 次

| | | |
|--------|--|------|
| 図 2.1 | 計画給水区域 | 2-3 |
| 図 3.1 | 各シナリオ毎の日最大水需要 | 3-4 |
| 図 3.2 | 日最大/日平均水需要量及び浄水能力 | 3-8 |
| 図 3.3 | 長期上水施設整備計画 | 3-9 |
| 図 4.1 | 計画給水区域と計画給水人口 | 4-4 |
| 図 4.2 | 代替水源位置図 | 4-7 |
| 図 4.3 | Kampong Luong 水位観測所及び Ha Tien 位置図..... | 4-11 |
| 図 4.4 | トンレサップ湖月間最高・最低水位 (2000年-2009年)..... | 4-12 |
| 図 4.5 | 水位季節変動 | 4-12 |
| 図 4.6 | 原水取水配置図 | 4-13 |
| 図 4.7 | 原水送水ポンプ場位置による取水設備建設費の比較..... | 4-13 |
| 図 4.8 | 原水取水ルート案 | 4-14 |
| 図 4.9 | 原水取水・導水施設概略図 | 4-15 |
| 図 4.10 | 原水送水ポンプ制御システム | 4-16 |
| 図 4.11 | 浄水送水ポンプ制御方法 | 4-19 |
| 図 4.12 | F/S 送・配水管網..... | 4-23 |
| 図 6.1 | 許認可取得のための法的手続の流れ | 6-7 |
| 図 6.2 | 水道使用料金改定手順 | 6-10 |
| 図 9.1 | KOICA 下水処理場一般平面図..... | 9-6 |
| 図 9.2 | 関連下水道計画対象区域図 | 9-8 |
| 図 9.3 | 優先工事 - フェーズ 1 | 9-13 |
| 図 9.4 | 下水道計画対象地域 | 9-22 |
| 図 9.5 | 下水道および上水道計画対象地域 | 9-23 |

略 語 集

| | | |
|---------|---|------------------------------|
| ADB | : | アジア開発銀行 |
| APSARA | : | APSARA 機構 |
| BOD | : | 生物化学的酸素要求量 |
| BOT | : | BOT 方式 |
| CDC | : | カンボジア開発委員会 |
| COD | : | 化学的酸素要求量 |
| DI | : | ダクタイル鋳鉄管 |
| DO | : | 溶存酸素 |
| DOA | : | シェムリアップ州農業部 |
| DOE | : | シェムリアップ州環境部 |
| DOFi | : | シェムリアップ州漁業部 |
| DOFo | : | シェムリアップ州林務部 |
| DPWT | : | 公共事業運輸局 |
| DSD | : | 下水排水部 |
| EdC | : | カンボジア電力会社 |
| EIA | : | 環境影響評価 |
| F/S | : | フィージビリティ調査 |
| GDP | : | 国内総生産 |
| GNP | : | 国民総生産 |
| GOJ | : | 日本国政府 |
| IEE | : | 初期環境影響調査 |
| JICA | : | 国際協力機構 |
| KOICA | : | 韓国国際協力団 |
| KTC | : | 韓国の民間企業名 |
| MIME | : | 鉱工業・エネルギー省 |
| MOE | : | 環境省 |
| MOEF | : | 経済財務省 |
| MOAFF | : | 農業・林業・漁業省 |
| MPWT | : | 公共事業運輸省 |
| MOWRM | : | 水資源・気象省 |
| NRW | : | 無収水 |
| PPWSA | : | プノンペン水道公社 |
| PVC | : | 塩化ビニル管 |
| RGC | : | カンボジア王国政府 |
| SEDP II | : | 第2次5カ年社会経済開発計画 (2001年～2005年) |
| SRWSA | : | シェムリアップ水道公社 |
| SS | : | 浮遊物質 |
| SR | : | サポーティング・レポート |
| TA | : | 技術協力 |
| TSBA | : | トンレサップ湖流域管理庁 |
| TSBR | : | トンレサップ湖生物保全地域 |
| UNDP | : | 国連開発計画 |
| US\$ | : | 米国ドル |
| WB | : | 世界銀行 |
| WTP | : | 浄水場 |

第1章

調査の経緯と背景

第1章 調査の経緯と背景

1-1 調査の経緯

「シェムリアップ上水道拡張整備事業準備調査」は、2009年1月29日に鉱工業・エネルギー省 (MIME)、シェムリアップ水道公社 (SRWSA) 及び国際協力機構 (JICA) との間で署名された調査の内容 (Scope of Work) に基づき実施された。JICA は株式会社 エヌジェーエス・コンサルタンツ及び国際航業株式会社で構成される調査団を編成した。

調査は2009年5月に開始され、2010年12月に完了した。約20ヶ月の調査期間の間、調査団はMIME及びSRWSAの担当職員と密接に協力し調査を実施した。本最終報告書は、2010年5月27日に開催されたステアリングコミッティにて合意されたF/S調査内容に基づくもので、2009年5月から2010年12までの調査業務の結果を示す。

1-2 調査の背景

本調査対象地域であるシェムリアップ市は、アンコールワット遺跡の約5km南に位置している。2009年の人口は20万を超え、年間200万もの観光客が訪れる観光都市である。既存浄水場は2006年に我が国の無償資金援助により建設され、公称8,000 m³/日の浄水能力がある。係る浄水能力は、シェムリアップ水道公社が実施した2015年次における水需要予測量43,200 m³/日に比して非常に足りない状況である。加えて、市は観光産業の発展に伴い、遺跡周辺の多数の観光施設による無秩序な地下水利用に起因する地盤沈下によるアンコールワット遺跡への影響を危惧している。

上記に鑑み、JICAは2009年1月に第1次準備調査を行い、カンボジア側関係者との間で水道事業拡張並びに地下水管理を調査内容とするF/Sの必要性につき協議し、協議議事録(M/M)を締結した。

合意内容に基づき、JICAはシェムリアップ市上水施設拡張に係る準備調査を実施することとなった。

1-3 調査の目的

本調査の目的は以下の通り。

- 1) シェムリアップ市水道施設の拡張整備のため、適切な水源を選定する。
- 2) 既存井戸調査により地下水取水可能量を評価する。
- 3) 目標年次におけるシェムリアップ市の水需要量を満たすため実施すべき緊急上水施設拡張計画を策定する。
- 4) 我が国のODAに基づくローンによる事業実施を前提に、選定された優先プロジェクトのF/S調査を実施する。

- 5) 2030年を目標年次とする長期上水道施設整備計画を策定する。
- 6) 調査期間中にカンボジア側カウンターパートに技術移転を行う。

1-4 調査対象地域

調査対象地域はシェムリアップ市の13 コミューン及び隣接する1 コミューンの合計14 コミューンとする。

1-5 計画目標年次

F/S 調査の計画目標年次は2022年とする。これは、2009年1月、JICA 調査団及びカンボジア側にて合意された2030年を目標年次とする長期上水道施設整備計画に基づき設定した。

1-6 調査の構成

調査は以下の3 フェーズにて実施した。

なお、フェーズ2 はフェーズ1 における確認事項に基づき実施し、フェーズ3 はフェーズ1、2 と平行して実施した。

フェーズ1 : 新規水源及び取水方法の選定

フェーズ2 : 施設整備計画の策定及びF/S 調査

フェーズ3 : 地下水利用の現状評価

1-7 最終報告書1 の内容

本最終報告書1 はフェーズ1 及びフェーズ2 の調査結果を取りまとめたものである。一方、フェーズ3 の調査結果は、別途最終報告書2 にて編集される。

1-8 調査団の構成

JICA、MIME、およびSRWSA 間の基本合意事項に基づき、調査は両機関との綿密なる調整の上実施された。SRWSA は、現地調査開始直後に下記カウンターパートチームを編成し調査に協力した。

JICA 調査団及びSRWSA カウンターパートメンバーを以下に示す。

JICA 調査団

| | 担当業務 | | 名 前 |
|-----|--------------|---|--------------------|
| 1. | 総括/上水道計画 | : | 佐藤 克彦 |
| 2. | 上水水源 | : | 岡田 弘 |
| 3. | 水理地質 1 | : | 雷 沛豊 |
| 4. | 水理地質 2 | : | 安田 直樹 |
| 5. | ボーリング | : | Roland A. GROSPE |
| 6. | 地下水解析・評価 | : | 高柳 建二 |
| 7. | 取水・導水施設計画 | : | 阿部 信樹 |
| 8. | 浄水施設設計 | : | 佐藤 謙太郎 |
| 9. | 送配水施設設計 | : | 金谷 淳 |
| 10. | 設備設計 | : | 近田 泰章 |
| 11. | 下水道/排水計画 | : | 渡部 隆 |
| 12. | 施工・調達計画/積算 | : | 山本 聡 |
| 13. | 組織・制度/運営維持管理 | : | Consuelo B. ESTEPA |
| 14. | 財務・経済分析 | : | George M. CALDERON |
| 15. | 環境・社会配慮 | : | 川田 晋也 |

シェムリアップ水道公社担当チーム

| | 担当業務 | | 名 前 |
|----|--------------|---|------------------|
| 1. | 局長/上水配水計画 | : | Mr. Som KUNTHEA |
| 2. | 副局長/上水配水施設設計 | : | Mr. Cheav CHANNY |
| 3. | 副局長/財務分析 | : | Mr. Chan SENGLA |
| 4. | 部長/組織・制度 | : | Mr. Yay MONIRATH |
| 5. | 部長/井戸取水・配水計画 | : | Mr. Kong SOKVAN |
| 6. | 主任/浄水施設・配水管網 | : | Mr. Kot NIMOL |
| 7. | 水質試験室職員/水質分析 | : | Mr. MONOROM |

第2章 計画フレームワーク

第2章 計画フレームワーク

2-1 計画フレームワーク

上水道施設整備計画フレームワークは、本計画優先給水地区における計画目標年次までの5年毎の水需要予測に基づき策定した。詳細は以下の通り。

1) 計画給水区域の設定

計画給水区域は、SRWSA との協議に加えて、将来の水環境保全のための都市計画、住民・産業からのニーズおよび給水サービスの効率性を考慮し設定した。

2) 計画給水人口

計画給水人口は計画給区域およびその人口推計に基づき計算した。観光人口は、過去の実績、将来の経済発展予測に基づき検討した。

3) 給水原単位

給水原単位は、給水サービス向上を目途し、現実的な水使用量に基づき、既存並びに拡張される給水能力を基に設定した。

4) 計画給水普及率

計画給水普及率は、「カ」国ミレニアム開発計画を念頭に、計画給水能力に基づき設定した。

5) 給水サービス

既存給水地区に対しては、給水圧力の増強を、未給水地区については、各地区の社会・経済発展の状況および投資効率を考慮の上、より多くの住民に対し、早急なる水道管給水施設の完成を目標とした。

6) 水需要量予測

観光客を含めた給水人口、用途（家庭・商業）別の給水原単位に基づき、計画給水区域の水需要量を目標年次まで予測した。

2-2 計画給水区域

現在、SRWSA は Sla Kram、Svay Dangcum、Sala Kamraeuk、Kouk Chak 及び Srangae コミュニティを含む中央地区の一部を対象に給水しているのみであり、その他のコミュニティに対しては給水していない。

本計画給水区域はシェムリアップ市中央部都市化区域とその周辺地区とする。計画給水区域を表 2.1 および図 2.1 に示す。Chong Khnies および周辺地区は除く。

表 2.1 計画給水区域

| 項目 | コミューン | 項目 | コミューン |
|----|----------------|----|-------------|
| 1 | Sla Kram | 8 | Krabei Riel |
| 2 | Svay Dangkum | 9 | Ampil |
| 3 | Sala Kamraeuk* | 10 | Nokor Thum |
| 4 | Kouk Chak | 11 | Srangae |
| 5 | Siem Reap | 12 | Sambuor |
| 6 | Tuek Vil | 13 | Kandaek |
| 7 | Chreav | | |

注記: 1) 上記コミューンは全てシェムリアップ市に属する。ただし、Kandaek コミューンは隣接する Prasat Bakong District に属する。

2) Sala Kamraeuk* コミューンは全域 SRWSA の計画給水区域に属する。その他のコミューンは部分的に SRWSA の計画給水区域に属する。

3) Chong Khnies コミューンは計画給水区域である都市部およびその周辺地域から離れているため、計画給水区域から除外する。

2-3 人口推計

表 2.2 にシェムリアップ州の人口推計を示す。2008 年に記録された人口は 896,443 で、2020 年人口は約 1.3 百万と推計されている。

表 2.2 シェムリアップ州の人口推計 (1998-2020)

| 年 | 2000 | 2005 | 2010 | 2015 | 2020 |
|------|---------|---------|---------|-----------|-----------|
| 推計人口 | 767,768 | 861,214 | 970,666 | 1,094,897 | 1,229,432 |
| 増加率 | 2.4% | 2.5% | 2.6% | 2.5% | N/A |

出典: Population projections for Cambodia 1998-2020, NIS, MOP

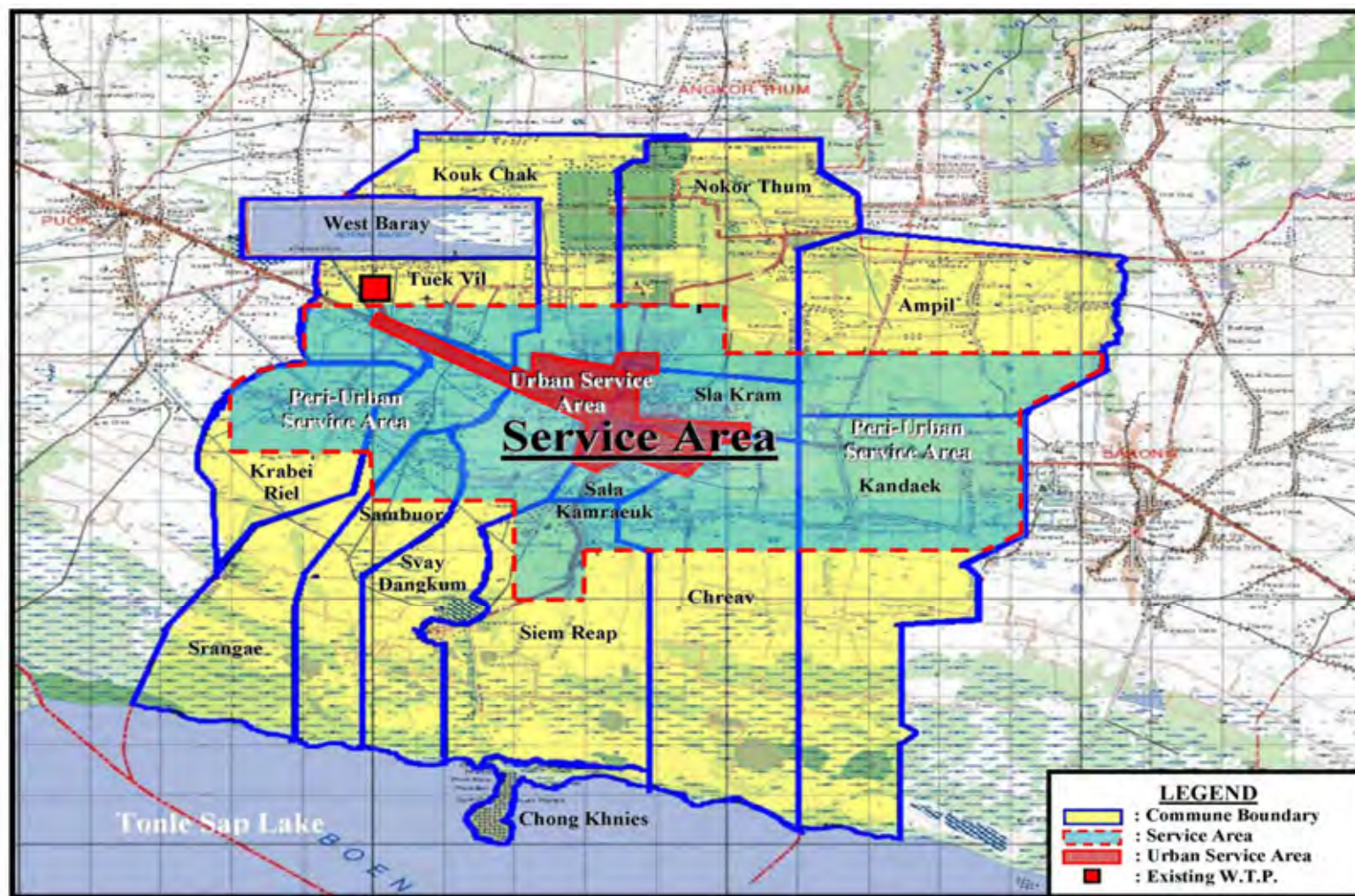


図 2.1 計画給水区域

表 2.3 はシェムリアップ市の 13 コミューンおよびシェムリアップ市に隣接する Prasat Bakong 地区の Kandaek コミューンを加えた 14 コミューンの 2003 年から 2009 年までの人口記録である。シェムリアップ市における人口動態はシェムリアップ州全体のそれとは異なっている。人口増加率はコミュニティ毎に 2.8% から 7.8% の範囲で変動しており、シェムリアップ州の平均の人口増加率である 2.4% から 2.5% よりも遙かに高い率を示している。例えば、過去 6 年間ににおいては Sla Kram および Svay Dangkum コミューンでは 1 万 (6.5%) から 1.4 万 (7.7%) の人口増加を示している。2003 年から 2009 年までの統計によれば、合計で 5.3 万の人口が増加し、平均人口増加率は 4.9% であった。これは、「カ」国における都市部の人口増加率と同じ傾向を示すものである。係る人口増加はシェムリアップ市内の急速な経済発展に伴う人口流入を含むものと考えられる。

表 2.3 調査対象地域における 2003 年から 2009 年までの人口データ

| No. | 年 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2003-2009 |
|-----|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| 1 | Sla Kram | 26,079 | 26,550 | 27,910 | 31,130 | 33,824 | 38,475 | 40,473 | 14,394 |
| 2 | Svay Dangkum | 24,493 | 27,333 | 26,267 | 26,985 | 27,630 | 34,778 | 34,878 | 10,385 |
| 3 | Sala Kamraeuk | 14,960 | 15,655 | 17,319 | 17,781 | 18,293 | 20,435 | 21,600 | 6,640 |
| 4 | Kouk Chak | 16,228 | 16,523 | 18,068 | 18,230 | 18,578 | 19,214 | 19,367 | 3,139 |
| 5 | Siem Reap | 14,374 | 14,654 | 14,820 | 16,756 | 17,018 | 17,296 | 17,564 | 3,190 |
| 6 | Tuek Vil | 7,568 | 7,854 | 8,285 | 8,629 | 8,934 | 9,514 | 9,890 | 2,322 |
| 7 | Chreav | 7,402 | 7,607 | 7,790 | 7,907 | 9,407 | 9,164 | 9,492 | 2,090 |
| 8 | Krabei Riel | 6,464 | 7,152 | 6,919 | 6,958 | 7,357 | 7,464 | 7,604 | 1,140 |
| 9 | Chong Khnies | 4,678 | 5,812 | 6,057 | 6,210 | 5,857 | 6,167 | 6,866 | 2,188 |
| 10 | Ampil | 5,705 | 5,946 | 6,065 | 6,055 | 6,062 | 6,412 | 6,788 | 1,083 |
| 11 | Nokor Thum | 4,259 | 4,612 | 5,332 | 5,752 | 6,072 | 6,279 | 6,644 | 2,385 |
| 12 | Srangae | 4,822 | 5,109 | 5,165 | 5,391 | 6,405 | 6,153 | 6,430 | 1,608 |
| 13 | Sambour | 2,796 | 2,965 | 3,160 | 3,316 | 3,295 | 3,487 | 3,553 | 757 |
| 14 | Kandaek | 10,142 | 10,674 | 11,027 | 11,472 | 11,468 | 11,960 | 12,334 | 2,192 |
| 合計 | | 149,970 | 158,446 | 164,184 | 172,572 | 180,200 | 196,798 | 203,483 | 53,515 |

出典: Department of Planning Siem Reap Province.

表 2.4 調査対象地域における 2003 年から 2009 年までの人口増加率

| No. | 年 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009-2003 平均 |
|-----|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|
| 1 | Sla Kram | 1.8% | 5.1% | 11.5% | 8.7% | 13.8% | 5.2% | 7.7% |
| 2 | Svay Dangkum | 11.6% | -3.9% | 2.7% | 2.4% | 25.9% | 0.3% | 6.5% |
| 3 | Sala Kamraeuk | 4.6% | 10.6% | 2.7% | 2.9% | 11.7% | 5.7% | 6.4% |
| 4 | Kouk Chak | 1.8% | 9.4% | 0.9% | 1.9% | 3.4% | 0.3% | 3.0% |
| 5 | Siem Reap | 1.9% | 1.1% | 13.1% | 1.6% | 1.6% | 1.5% | 3.5% |
| 6 | Tuek Vil | 3.8% | 5.5% | 4.2% | 3.5% | 6.5% | 4.0% | 4.6% |
| 7 | Chreav | 2.8% | 2.4% | 1.5% | 19.0% | -2.6% | 3.6% | 4.4% |
| 8 | Krabei Riel | 10.6% | -3.3% | 0.6% | 5.7% | 1.5% | 1.9% | 2.8% |
| 9 | Chong Khnies | 24.2% | 4.2% | 2.5% | -5.7% | 5.3% | 11.3% | 7.0% |
| 10 | Ampil | 4.2% | 2.0% | -0.2% | 0.1% | 5.8% | 5.9% | 3.0% |
| 11 | Nokor Thum | 8.3% | 15.6% | 7.9% | 5.6% | 3.4% | 5.8% | 7.8% |
| 12 | Srangae | 6.0% | 1.1% | 4.4% | 18.8% | -3.9% | 4.5% | 5.1% |
| 13 | Sambour | 6.0% | 6.6% | 4.9% | -0.6% | 5.8% | 1.9% | 4.1% |
| 14 | Kandaek | 5.2% | 3.3% | 4.0% | 0.0% | 4.3% | 3.1% | 3.3% |
| 合計 | | 5.7% | 3.6% | 5.1% | 4.4% | 9.2% | 3.4% | 4.9% |

出典: Department of Planning Siem Reap Province.

本計画における人口推計は 2015 年において 256 千人、2020 年において 303 千人、2025 年において 350 千人、2030 年においては 399 千人である。調査対象地域の人口増加率は、表 2.5 に示すとおり、3.01% から 3.89% (2010 年から 2014 年)、3.76% から 3.32% (2015 年

から 2019 年まで)、3.23%から 2.89% (2020 年から 2024 年まで)、そして 2.82%から 2.56% (2025 年から 2029 年まで) である。調査団が実施した長期上水道施設整備計画によれば 2030 年次における推計人口は 399 千人と推計され、現在人口の 1.9 倍となる。2030 年までに増加する人口は 189 千人と推計された。

表 2.5 調査対象地域の人口推計 (2010 年から 2030 年まで)

| 年 | 2009 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 |
|------|------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------|
| 推計人口 | 203* | 210 | 256 | 303 | 350 | 399 |
| 増加率 | N/A | 3.01% ~ 3.89% | 3.76% ~ 3.32% | 3.23% ~ 2.89% | 2.82% ~ 2.56% | 2.50% |

注記: 人口は x 1,000 人。* 月データは 2009 年次データ (Department of Planning, Siem Reap province)

計画給水区域における人口の推計は、Chong Khnies コミューン全域および計画対象地域の周辺地域の人口分を除き、調査対象地域における人口推計と同様に求めた。

表 2.6 計画給水区域における人口推計 (2010 年から 2030 年まで)

| 年 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 |
|------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------|
| 推計人口 | 178 | 221 | 265 | 312 | 359 |
| 増加率 | 3.72% ~ 4.24% | 4.11% ~ 3.65% | 3.55% ~ 3.19% | 3.10% ~ 2.82% | 2.71% |

注記: 単位は x 1,000 人

計画給水区域における人口推計は、2015 年で 221 千人、2020 年で 265 千人、2025 年で 312 千人、2030 年で 359 千人である。各年次における人口の増加率は表 2.6 に示すとおり、3.72%から 4.24% (2010 年から 2014 年まで)、4.11%から 3.65% (2015 年から 2019 年まで)、3.55%から 3.19% (2020 年から 2024 年まで)、3.10%から 2.82% (2025 年から 2030 年まで) となった。長期上水道施設整備計画における 2030 年次における人口推計は 359 千人となり現状の人口に比して 2 倍を超え、全体で 181 千人の人口増となる。

2-4 観光人口推計

2008 年における、観光客数は、カンボジア人が 1.2 百万、外国人が 1.05 百万人の合計 2.25 百万人であった。カンボジア人の観光客数は、2003 年および 2005 年は、経済の発展も相まって、前年に比して 2 倍以上の伸びを見せた、一方、外国人の観光客数は 2002 年と 2007 年を除き 20%から 40%の安定的伸びを示した。

表 2.7 シェムリアップにおける年間観光客数 (2002 年から 2008 年)

| 年 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|--------|---------|---------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|
| カンボジア人 | 93,942 | 109,186 | 384,201 | 209,524 | 782,895 | 892,226 | 1,195,264 |
| 増加率 | 16.2% | 251.9% | -45.5% | 273.7% | 14.0% | 34.0% | N/A |
| 外国人 | 453,148 | 402,780 | 560,947 | 692,004 | 856,157 | 1,120,586 | 1,059,870 |
| 増加率 | -11.1% | 39.3% | 23.4% | 23.7% | 30.9% | -5.4% | N/A |
| 合計 | 547,090 | 511,966 | 945,148 | 901,528 | 1,639,052 | 2,012,812 | 2,255,134 |
| 増加率 | -6.4% | 84.6% | -4.6% | 81.8% | 22.8% | 12.0% | N/A |

出典: Tourism Statistics, Ministry of Tourism Annual Report

観光人口推計においては、以下の事項を仮定した。

シェムリアップにおけるこれまでの観光客の伸び、および他国の観光地における観光産業の伸びを参考に、低成長、中成長、高成長として、2%、3%、4%の成長率を仮定した。かつ、2009年次における観光者数は2008年と同数と仮定した。

シナリオ1（2%成長）においては、2020年の観光者数は3百万を超え、2030年には3.4百万（2008年次の1.5倍超）となる。シナリオ2においては、2020年までには3百万を超え、2030年次までには4百万に達する。これは、2008年次に比して1.86倍である。シナリオ3においては、2030年における観光者数は2008年次の2倍以上となる。これらの推計を次表に示す。

平均滞在日数は、「カ」国内の個人の観光者の平均的データによれば、1998年においては5.2日であったものが、2008年次においては6.65日へと増加した。また、これらの観光者のうち50.1%がプノンペンを訪れ、残りの方々はシェムリアップを訪れている。グループ旅行者の平均滞在日数は3.62日、個人の観光者は3.62日、個人の観光者では3.98日、平均では3.76日となっている。

本調査における水需要の予測においては、カンボジア人も外国人も、観光客は1人当たり平均3.5日滞在するものと仮定した。

シェムリアップにおいては、他の産業の水利用は商業用の水利用に比して非常に小さい。従って、観光業以外の小さな産業は、生活用水として取り扱う。今次調査において、ホテルにおける水需要は、単にホテルでの宿泊者が利用する水量のみではなく、多数いるホテル内従業員等が利用する雑用水が多数を占めていることが判明した。元来、ホテル従業員の水需要は、過剰な推計を避けるため生活用水として算定されるべきである。詳細については次項にて検討する。

表 2.8 観光人口の推計（2010年～2030年）

| 年 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| シナリオ1 | 増加率2% | | | | |
| 推計観光人口 | 2,282 | 2,520 | 2,782 | 3,072 | 3,391 |
| 2008年比* | 1.02 | 1.12 | 1.24 | 1.37 | 1.51 |
| シナリオ2 | 増加率3% | | | | |
| 推計観光人口 | 2,323 | 2,693 | 3,122 | 3,619 | 4,196 |
| 2008年比 | 1.03 | 1.19 | 1.38 | 1.60 | 1.86 |
| シナリオ3 | 増加率4% | | | | |
| 推計観光人口 | 2,327 | 2,831 | 3,445 | 4,191 | 5,099 |
| 2008年比 | 1.04 | 1.26 | 1.53 | 1.87 | 2.27 |

注記: 1) 単位は x 1,000。

2) 2008年比とは2008年次（2,255,134人）における記録と予測推計値の比較である。

次表にシェムリアップにおける宿泊施設のデータを示す。ホテル群は国道6号線に沿ったコミューンに立地していることが分かる。

表 2.9 シェムリアップ市の既存のホテルおよびゲストハウス(2008年12月末日)

| 項目 | コミュニオン | ホテル数 | ホテルのベッド数 | ゲストハウスの数 | ゲストハウスのベッド数 | ホテル及びゲストハウスの合計 | ホテル及びゲストハウスのベッドの合計 |
|----|---------------|------|----------|----------|-------------|----------------|--------------------|
| 1 | Sla Kram | 32 | 2,909 | 47 | 998 | 79 | 3,907 |
| 2 | Svay Dangcum | 58 | 8,859 | 111 | 2,327 | 169 | 11,186 |
| 3 | Sala Kamraeuk | 17 | 1,140 | 41 | 787 | 58 | 1,927 |
| 4 | Kouk Chak | 1 | 378 | 4 | 75 | 5 | 453 |
| 5 | Siem Reap | 0 | 0 | 1 | 16 | 1 | 16 |
| 6 | Tuek Vil | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | Chreav | 0 | 0 | 3 | 99 | 3 | 99 |
| 8 | Krabei Riel | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | Chong Khnies | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | Ampil | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | Nokor Thum | 5 | 1,414 | 1 | 13 | 6 | 1,427 |
| 12 | Srangae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | Sambour | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | Kandaek | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 合計 | | 113 | 14,700 | 208 | 4,315 | 321 | 19,015 |

出典: Ministry of Tourism, Siem Reap Tourism Department.

2-5 計画給水普及率

2-5-1 現在の水道普及率と給水原単位

調査団は既存の給水区域住民に対して社会調査を実施した。下表に調査結果を示す。低所得者層の給水原単位は1人1日当たり52ℓpcd(以降ℓpcdにて示す)、中所得者層は92ℓpcd、高所得者層は150ℓpcdであった。1世帯当たりの人数は7.3人であり、一般的な人口データに示されているデータの5.7よりも遙かに大きい値となった。

表 2.10 既存給水区域における給水原単位の現状

| 収入カテゴリ | 調査対象給水栓数(a) | 総人口(b) | 1給水栓当たりの給水人口(b/a) | 水需要(m ³)(c) | 給水原単位(ℓpcd)(c/b) |
|--------|-------------|--------|-------------------|-------------------------|------------------|
| 低所得層 | 27 | 127 | 4.7 | 6.5 | 52 |
| 中所得層 | 38 | 224 | 5.9 | 20.5 | 92 |
| 高所得層 | 35 | 383 | 10.9 | 57.3 | 150 |
| 平均 | 100 | 734 | 7.3 | 84.3 | 115 |

注記: ℓpcd indicates liter per capita per day.

中所得者層の推計給水原単位は92ℓpcdと計算でき、概ね100ℓpcdとすれば、給水人口は概算で48,900となり(=4,890m³/d/100ℓpcd)、現状の給水普及率は人口203千人のおおよそ24%と計算できる。ホテルでの今次調査団の水利用調査によれば、観光者にホテル従業員を加えた給水原単位は418ℓpcdから435ℓpcdの範囲であり、概ね430ℓpcdとし、ホテル群により利用されている水の量を2,800m³/日とすれば、給水観光人口は1,860人(=2,800m³/d/430ℓpcd/3.5)と計算でき、シェムリアップへの観光者の給水普及率はおおよそ30%となる。

2-5-2 計画給水普及率

2000 年における国連総会において合意されたミレニアム開発ゴール (MDGs) に基づき、「カ」国における目標が掲げられ、「カ」国ミレニアム開発計画 (CMDGs) が策定された。ミレニアムゴールは 7 つの指標につき目標を掲げた。下表は水道事業に関連する第 7.11 項の指標等を示す。

表 2.11 CMDGs における指標、ベンチマーク、ターゲット

| 指 標 | ベンチマーク | | ターゲット | | |
|---|--------|------|-------|------|------|
| | 値 | 年 | 2005 | 2010 | 2015 |
| 7.11: Proportion of urban population with access to safe water source | 60% | 1998 | 68% | 74% | 80% |

出典: Cambodia Millennium Development Goals Report 2003

SRWSA も CMDGs を踏襲し、計画目標年を 2015 年とし、下表の通り上水道普及計画を策定した。

表 2.12 SRWSA の現状と将来計画

| 項 目 | 計画目標年 | 普及率 | 給水人口 ¹⁾ |
|-----------------|-------|--------------------|--------------------|
| 2009 年における給水普及率 | N/A | 24 % ¹⁾ | 推定 48,900 |
| SRWSA の計画 | 2015 | 90 % | N/A |

注記 : 今次調査団が実施した社会調査に基づき算出したもの。

しかしながら、現状は 2015 年次の達成目標にはほど遠い状況にあり、例えば、取水施設および浄水施設の拡張、送・配水管網の整備等、一連の整備事業は未だ立ち後れた状況にある。加えて組織の脆弱さ、新規事業実施に必要な財務の脆弱さなどが指摘されている。

2-5-3 計画給水普及率

現状の水道普及率 30% に鑑み、SRWSA の計画目標年次である 2015 年次は、計画給水普及率を 55% と設定し、2030 年における計画目標普及率を住民に対して 90%、観光客に対して 100% と計画する。

表 2.13 計画給水普及率

| 年 | 2009 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 |
|-----|------|------|------|------|------|-------|
| 住民 | 24%* | 30 % | 55 % | 80 % | 85 % | 90 % |
| 観光客 | 30%* | 30 % | 55 % | 80 % | 95 % | 100 % |

注記: *給水普及率は今次調査にて実施した社会調査により得られたデータに基づき、調査団が算出したものである。

2-6 計画給水人口 (住民/観光客)

2-6-1 計画給水人口

計画給水区域における人口推計に基づき下表に示すとおり水需要計画を策定した。計画給水人口に係る計画諸元を下表に示す。

表 2.14 計画給水人口

| 年 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 |
|-----------------|------|------|------|------|------|
| 推計人口* (a) | 178 | 221 | 265 | 312 | 359 |
| 給水普及率 (%) (b) | 30 % | 55 % | 80 % | 85 % | 90 % |
| 計画給水人口* (a x b) | 54 | 122 | 212 | 265 | 323 |

注記: 単位は x 1000。

2-6-2 計画観光客給水人口

計画給水区域における観光人口推計に基づき、下表に示すとおり水需要計画を策定した。観光客に係る計画給水人口の計画諸元を下表に示す。

表 2.15 計画観光客給水人口

| 年 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 計画給水普及率 | 30 % | 55 % | 80 % | 95 % | 100 % |
| シナリオ 1 (2% 増加率) | | | | | |
| 年間推計観光人口 (a) | 2,282 | 2,520 | 2,782 | 3,072 | 3,391 |
| 1日当推計観光人口 (a/365) | 6.3 | 6.9 | 7.7 | 8.5 | 9.3 |
| 1日当計画給水観光人口 (a x b) | 1.9 | 3.8 | 6.1 | 8.0 | 9.3 |
| シナリオ 2 (3% 増加率) | | | | | |
| 年間推計観光人口 (a) | 2,323 | 2,693 | 3,122 | 3,619 | 4,196 |
| 1日当推計観光人口 (a/365) | 6.4 | 7.4 | 8.6 | 10.0 | 11.5 |
| 1日当計画給水観光人口 (a x b) | 1.9 | 4.1 | 6.9 | 9.5 | 11.5 |
| シナリオ 3 (4% 増加率) | | | | | |
| 年間推計観光人口 (a) | 2,327 | 2,831 | 3,445 | 4,191 | 5,099 |
| 1日当推計観光人口 (a/365) | 6.4 | 7.8 | 9.5 | 11.5 | 14.0 |
| 1日当計画観光人口 (a x b) | 2.0 | 4.3 | 7.6 | 11.0 | 14.0 |

注記: 単位は x 1000。

第3章

水需要予測と長期上水道施設整備計画

第3章 水需要予測と長期上水道施設整備計画

3-1 はじめに

水需要予測は水源の選択及び2030年を計画目標年次とする長期上水道施設整備計画立案の基本的条件であり、過去の水需要の実績及び推移に基づき行う。公称設計容量 8,000 m³/日の既存浄水場は2006年4月に稼動開始したばかりであり、水需要予測はこれまでにSRWSAが記録している水供給の実績および調査団が今次調査にて実施した社会調査データに基づき実施した。社会調査では、i) 給水区域内外の小・中・大需要量の実情、ii) 給水区域外住民の計画上水道への接続要望、iii) 実際の水需要量及び支払い可能水道料金等を調査した。

水需要予測における用途別推計は、家庭用水と商業用水に分類し行った。2008年における官公庁および公共施設用水需要量は家庭用水需要量の2.9%であり、小規模商業用水需要量も同様と考えられるため、双方とも家庭用水需要量に含まれているものとみなした。工業用水といった他用途は調査対象地域ではまれであるため、商業用水需要量に含まれているものとみなした。無収水量は積算し総水需要量に加算する。ピークファクターを適用し最大需要量を予測するため日平均需要に乗ずる。

3-2 家庭用水給水原単位

調査対象地域内での水供給現況に関する調査団現地調査（別冊、サポーティング・レポート（SR）3.1参照）から判断し、1人1日当たり平均水使用量原単位（給水原単位）は115 $\frac{\text{リットル}}{\text{人日}}$ (lpcd) と推定した。

一方、給水区域外における乾季の水使用量は、雨季のそれより僅かに大きい。住民が調理・洗濯・入浴・飲用といった一般的水用途の他に、庭の散水・家畜への水遣りに井戸水を使うからである。調査結果によれば、給水区域外での水使用量推移は給水区域内のそれと同等レベルである。

給水区域内外共、高収入層の水使用量原単位がほぼ150 lpcdであり、給水区域内の低収入層の水使用量原単位は経済的理由からかわずかに52 lpcdであった。一方、給水区域外の低収入層の水使用量原単位が99から108 lpcdであったのは注目に値する。

表 3.1 給水区域外住民の1人1日使用水量（社会調査結果）

| 収入レベル | 低収入 | 中収入 | 高収入 |
|--------|-----|-----|-----|
| 乾季 | | | |
| 平均使用水量 | 108 | 120 | 146 |
| 雨季 | | | |
| 平均使用水量 | 89 | 92 | 117 |

注記:単位は1人1日当たり使用水量 ($\frac{\text{リットル}}{\text{人日}}$) である。

1人1日使用水量原単位の推計においては、以下を想定した。

- ⇒ 2010年の1人1日当たり平均使用水量原単位は過大設計を防ぐため110 lpcdと設定する。この数値は官公庁・公共施設使用量を含むものと見なす。
- ⇒ シェムリアップ市及び他国の過去の実績に基づき、1人1日当たり使用水量原単位増加シナリオを低・中・高の3ケースを想定し、それぞれ毎年1 lpcd、2 lpcd及び3 lpcdの使用量増加を見込む。

2010年における1人1日当たりの推定給水原単位110 lpcdに基づき、計画目標年次2030年の給水原単位は上記シナリオ毎の年間使用量増加を見込み、表3.2に示す通り、130、150及び170 lpcdと計算された。

表 3.2 家庭用水給水原単位予測シナリオ (2010年～2030年)

| 2010年 | 2015年 | 2020年 | 2025年 | 2030年 |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| シナリオ1:年間1 lpcd 増加 | | | | |
| 110 | 115 | 120 | 125 | 130 |
| シナリオ2:年間2 lpcd 増加 | | | | |
| 110 | 120 | 130 | 140 | 150 |
| シナリオ3:年間3 lpcd 増加 | | | | |
| 110 | 125 | 140 | 155 | 170 |

3-3 家庭用水需要量予測

各シナリオの平均家庭用水需要量を表3.3に示す。

表 3.3 日平均家庭用水需要量 (m³/日)

| 年 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 |
|--------------|-------|--------|--------|--------|--------|
| 推計人口* | 178 | 221 | 265 | 312 | 359 |
| 給水人口* | 54 | 122 | 212 | 265 | 323 |
| 計画普及率 | 30% | 55% | 80% | 85% | 90% |
| シナリオ1 | 5,900 | 14,000 | 25,400 | 33,000 | 42,000 |
| 給水原単位 (lpcd) | 110 | 115 | 120 | 125 | 130 |
| シナリオ2 | 5,900 | 14,600 | 27,500 | 37,100 | 48,400 |
| 給水原単位(lpcd) | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 |
| シナリオ3 | 5,900 | 15,200 | 29,700 | 41,000 | 54,800 |
| 給水原単位(lpcd) | 110 | 125 | 140 | 155 | 170 |

注記：単位はx1000人。

3-4 商業用水給水原単位

今次社会調査の結果、観光客の1人1日当たり平均使用水量は276 lpcdと推定された。関連データを表3.4に示す。推定値は、全開にしたシャワーヘッド、蛇口からの放流量に基づいているため、若干多めであり安全側の使用水量推定になっている。

表 3.4 1人1日観光者使用水量 (社会調査の結果)

| 項目 | シャワー | 風呂 | トイレ | 洗面器 | 備考 |
|-----------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------------|
| 時間(分) | 8.05 | N/A | N/A | 0.25 | 水を流した時間 |
| 1日の使用回数 | 2.13 | 0.26 | 3.76 | 7.76 | 4回+トイレ使用回数 |
| 水使用量(l/秒) | 0.17 | NA | 10 | 0.14 | 給水栓全開時測定 |
| バスタブ容量(l) | NA | 181.3 | NA | NA | 測定値 |
| 使用水量 (l) | 174.9 | 47.1 | 37.6 | 16.3 | = 276 lpcd |

給水原単位予測においては、以下を仮定した。

⇒2010年の観光給水原単位の基準値は、将来の不測事態に対し、上記平均値に10%の余裕を見込み、300 lpcd とする。

⇒家庭用給水原単位と同様、水使用量原単位増加シナリオを低・中・高の3ケース想定し、それぞれ1 lpcd、2 lpcd 及び3 lpcd の年使用量増加量を用いる。計画年次2030年における給水原単位はそれぞれ、320 lpcd、340 lpcd 及び360 lpcd となる。

⇒上記シナリオには、ホテル地区で消費される、庭の散水・洗車・洗濯といった雑用水も含まれるものとする。

表 3.5 1人1日観光者給水原単位 (2010年～2030年)

| 2010年 | 2015年 | 2020年 | 2025年 | 2030年 |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|
| シナリオ 1: 年間1 lpcd 増加 | | | | |
| 300 | 305 | 310 | 315 | 320 |
| シナリオ 2: 年間2 lpcd 増加 | | | | |
| 300 | 310 | 320 | 330 | 340 |
| シナリオ 3: 年間3 lpcd 増加 | | | | |
| 300 | 315 | 330 | 345 | 360 |

3-5 商業用水需要量予測

各シナリオの平均商業用水需要量の総計を表 3.3 に示す。

表 3.6 平均商業用水需要量 (m³/日)

| 年 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 |
|----------------------------|-------|-------|-------|--------|--------|
| 計画給水普及率 | 30 % | 55 % | 80 % | 95 % | 100 % |
| シナリオ 1 (m ³ /日) | 2,000 | 4,100 | 6,700 | 8,900 | 10,500 |
| 推計年間観光者数 (x 1000) | 2,282 | 2,520 | 2,782 | 3,072 | 3,391 |
| 推計日平均観光者数 (x 1000) | 6.3 | 7.0 | 7.7 | 8.5 | 9.3 |
| 日平均観光者給水人口 (x 1000) | 1.88 | 3.80 | 6.10 | 8.00 | 9.29 |
| 給水原単位 (lpcd) | 300 | 305 | 310 | 315 | 320 |
| シナリオ 2 (m ³ /日) | 2,100 | 4,500 | 7,700 | 10,900 | 13,700 |
| 推計年間観光者数 (x 1000) | 2,323 | 2,693 | 3,122 | 3,619 | 4,196 |
| 推計日平均観光者数 (x 1000) | 6.37 | 7.38 | 8.56 | 9.92 | 11.50 |
| 日平均観光者給水人口 (x 1000) | 1.91 | 4.06 | 6.85 | 9.42 | 11.50 |
| 給水原単位 (lpcd) | 300 | 310 | 320 | 330 | 340 |
| シナリオ 3 (m ³ /日) | 2,100 | 4,800 | 8,800 | 13,200 | 17,600 |
| 推計年間観光者数 (x 1000) | 2,327 | 2,831 | 3,445 | 4,191 | 5,098 |
| 推計日平均観光者数 (x 1000) | 6.38 | 7.76 | 9.44 | 11.48 | 13.97 |
| 日平均観光者給水人口 (x 1000) | 1.92 | 4.27 | 7.55 | 10.91 | 13.97 |
| 給水原単位 (lpcd) | 300 | 315 | 330 | 345 | 350 |

3-6 無収水削減計画

過去の実績により、2010年次SRWSAの無収水率を17%と仮定し、2020年においては10%まで削減可能と推定する。

表 3.7 無収水削減計画

| 年 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 |
|-----|------|------|------|------|------|
| NRW | 17 % | 12 % | 10 % | 10 % | 10 % |

3-7 ピークファクター

ピークファクターとして 1.25 を採用し日最大需要量を求める。負荷率は 80%となる。

3-8 水需要量予測

家庭用水・商業用水原単位予測において、家庭用給水改善の 3 シナリオ、観光用給水改善の 3 シナリオ、その他、普及率の向上や無収水削減などを見込み、計画年次 2030 年の日平均需要量、日最大需要量を計算した。計算結果を表 3.8 と図 3.1 に示す。詳細データは SR 3.2 を示す。

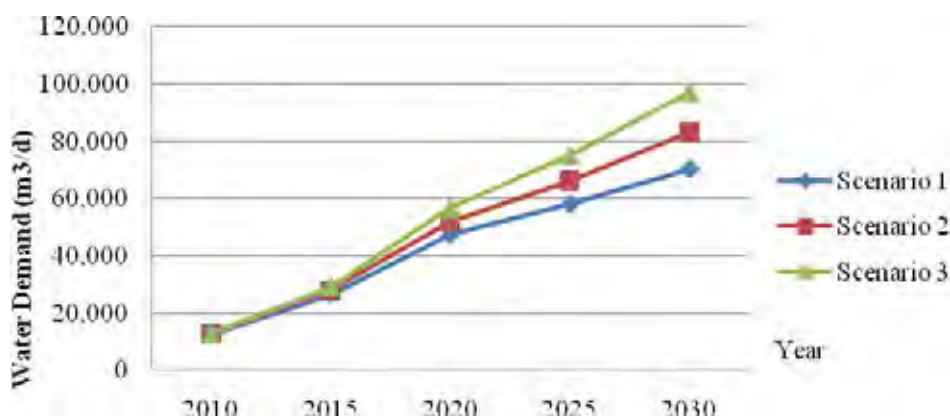


図 3.1 各シナリオ毎の日最大水需要

各シナリオの特徴を示す。

シナリオ 1 は 2030 年の家庭用給水原単位を 130 lpcd に想定した、控えめなシナリオである。年間観光人口増加率はわずか 2% で、世界的な経済復興の遅延、及びシェムリアップ国際空港整備の遅延を考慮したやや悲観的シナリオである。

シナリオ 2 は技術的に有望で、財務的にも穏やかなシナリオで、2030 年の家庭用給水原単位を 150 lpcd に想定した。3% の年間観光人口増加率を採用することにより、観光人口は 2020 年に 300 万人、2030 年には 400 万人と予測している。配水管網拡張と同時に、耐用年数以内に既存管網を更新することで 2017 年までに 10% までの無収水率削減は十分可能と想定する。

シナリオ 3 は給水原単位増加予測、観光人口増加予測ともかなり楽観的なシナリオで、シナリオ 1、2 に比べ、財務的負担が大きい。

結論として、**シナリオ 2** は 5 年遅れながら「カ」国水道セクター開発目標 (CMDGs) を達成することができ、当該長期上水施設整備計画として最も適切であると判断する。以下にシナリオ 2 の詳細を示す。日平均水需要ベースでは、2010 年の 9,500 m³/日から 2030 年の 69,000 m³/日へと、日最大水需要ベースでは 2010 年の 11,900 m³/日から 2030 年の 86,300 m³/日へと増加する。2030 年を目標年次とする長期上水道施設整備計画においては、計画給水

普及率は2010年の30%から2030年では90%へと向上し、無収水率は2010年の17%から2030年の10%まで削減・改善され、SRWSAの財務健全化に貢献する。

表 3.8 計画給水区域における水需要予測

| 年 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 |
|---|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 家庭用水水需要 (m³/日) | | | | | |
| 推計人口 (x1000) | 178 | 221 | 265 | 312 | 359 |
| 計画給水普及率 | 30 % | 55 % | 80 % | 85 % | 90 % |
| 計画給水人口 (x1000) | 54 | 122 | 212 | 265 | 323 |
| シナリオ 1 (m ³ /日) | 5,900 | 14,000 | 25,400 | 33,000 | 42,000 |
| シナリオ 2 (m ³ /日) | 5,900 | 14,600 | 27,500 | 37,100 | 48,400 |
| シナリオ 3 (m ³ /日) | 5,900 | 15,200 | 29,700 | 41,000 | 54,800 |
| 商業用水水需要 (m³/日) | | | | | |
| 年間推計観光者数 (括弧内は1日平均) | | | | | |
| シナリオ 1 (x 1000) | 2,282 (6.3) | 2,520 (7.0) | 2,782 (7.7) | 3,072 (8.5) | 3,391 (9.3) |
| シナリオ 2 (x 1000) | 2,323 (6.4) | 2,693 (7.4) | 3,122 (8.6) | 3,619 (10.0) | 4,196 (11.5) |
| シナリオ 3 (x 1000) | 2,327 (6.4) | 2,831 (7.8) | 3,445 (9.5) | 4,191 (11.5) | 5,099 (14.0) |
| 計画給水普及率 | 30 % | 55 % | 80 % | 95 % | 100 % |
| 平均滞在日数 (日) | 3.5 | | | | |
| シナリオ 1 (m ³ /日) | 2,000 | 4,000 | 6,700 | 8,900 | 10,400 |
| シナリオ 2 (m ³ /日) | 2,000 | 4,400 | 7,700 | 10,900 | 13,700 |
| シナリオ 3 (m ³ /日) | 2,000 | 4,700 | 8,700 | 13,200 | 17,600 |
| 合計水需要 (家庭用水+商業用水; m³/日) | | | | | |
| シナリオ 1 (m ³ /日) | 7,900 | 18,000 | 32,100 | 41,900 | 52,400 |
| シナリオ 2 (m ³ /日) | 7,900 | 19,000 | 35,200 | 48,000 | 62,100 |
| シナリオ 3 (m ³ /日) | 7,900 | 19,900 | 38,400 | 54,200 | 72,400 |
| NRW | 17 % | 12 % | 10 % | 10 % | 10 % |
| 日平均水需要 (m³/日) | | | | | |
| シナリオ 1 (m ³ /日) | 9,500 | 20,500 | 35,600 | 46,500 | 58,200 |
| シナリオ 2 (m ³ /日) | 9,500 | 21,500 | 39,100 | 53,300 | 69,000 |
| シナリオ 3 (m ³ /日) | 9,500 | 22,500 | 42,600 | 60,200 | 80,500 |
| Peak factor | 1.25 | | | | |
| 日最大水需要 (m³/日) | | | | | |
| シナリオ 1 (m ³ /日) | 11,800 | 25,600 | 44,600 | 58,200 | 72,800 |
| シナリオ 2 (m ³ /日) | 11,900 | 26,900 | 48,900 | 66,600 | 86,300 |
| シナリオ 3 (m ³ /日) | 11,900 | 28,200 | 53,400 | 75,300 | 100,700 |

3-9 長期上水道施設整備計画

長期上水道施設整備計画においては、以下のSRWSAの使命を達成する。

SRWSAの使命

シェムリアップ市域内及びシェムリアップ州域内の給水対象区域において、安全で衛生的な飲料水を生産・給水し、信頼できる水供給サービスを提供する。

本長期上水道施設整備計画では、24時間連続の飲料水供給を実現するため、以下の4事項を考慮する

- 既存給水システムを強化する。
- 既存給水システムを拡張する。

- 水道の未普及地域における地下水利用者に対して、既存あるいは新規給水ネットワークにて代替水源を供給する。
- 人口増加に対応可能な新規給水ネットワークを拡張する。

既存給水地区においては、給水圧を改善する。未普及地域においては、当該地域の社会・経済並びに投資効率に留意しつつ給水ネットワークを拡張・整備し、より多くの地域住民に対して最短期間で給水サービスを提供する。

図 3.2 に 2030 年までの段階毎の日平均及び日最大水需要ベースの必要生産水量を示す。

本計画では、30,000 m³/日の新水道システムの建設を 2 段階実施することを提案する。計画目標年次である 2030 年における日最大給水量は 86,000 m³/日となる、内訳は、既存施設から 9,000 m³/日（公称能力 8,000 m³/日+1,000 m³/日過負荷運転）、KTC プロジェクト（シェムリアップ水道公社が別途計画している韓国企業による用水供給事業）による用水供給から 17,000 m³/日、及び本計画優先プロジェクトおよび第 2 プロジェクト実施により 60,000 m³/日の合計で、日最大浄水量は 86,000 m³/日となる。

優先プロジェクトにおいては 2016 年もしくは 2017 年の完成を目指し給水量 30,000 m³/日の緊急開発を目指す。既存施設能力 9,000 m³/日及び KTC 用水供給 17,000 m³/日を加えれば合計浄水能力は 56,000 m³/日となり 2022 年の日最大水需要量に対応可能となる。以下に 2022 年次における優先プロジェクトの達成指標も示す。

表 3.9 2022 年次における優先プロジェクトの達成指標

| 用途 | 推計人口 (1 日当たり) | 計画給水 普及率 (%) | 計画給水人口/ 観光人口 | 給水原単位 (lpcd) | 水需要(m ³ /日) |
|------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------------|
| 家庭用水 | 283,290 | 82 | 232,300 | 134 | 31,128 |
| 商業用水 | 9,073 | 86 | 7,803 | 324 | 8,848 |

第 2 段階における給水能力の開発は長期上水施設整備計画に基づき 2022 年とし、給水量の拡張は 30,000 m³/日とする。第 2 段階及び優先プロジェクトの開発を同規模とすれば、浄水場施設、送水・給水管網等の工事内容が類似し、円滑かつ効率的に実施可能となる。

配水・給水施設は、長期上水施設拡張計画で策定された地区毎の需要パターンに留意し、浄水施設と平行して拡張を行う。

配水管網整備は維持管理を容易とするため、2030 年における計画給水区域を、西地区、中央地区、東地区の 3 区域に分割し実施する。各地区とも独立した高架水槽から自然流下により配水する。中央地区は既存の給水ブロックを踏襲し、南北を国道 6 号線で、東西をシェムリアップ川で分離したブロック給水を推進し、Q1（北西分区）、Q2（南西分区）、Q3（北東分区）及び Q4（南東分区）に分けて開発する。新規開発地区である東地区も 2 分割し、Q5（北分区）及び Q6（南分区）に分けて開発する。各地区の区分は **S.R 4.16** 及び **S.R 17** に示す。

中央地区、東地区及び西地区の水需要量はそれぞれ 69,380 m³/日、5,930 m³/日及び 10,940

m³/日である（図 3.3 参照）各地区の水需要量を表 3.10 に示す。

表 3.10 地区別日最大水需要量（2030 年）

| ブロック | 用途 | 計画給水人口 | 水需要 | 含まれるコミュニティ |
|-------------|------|----------------|---------------------|--|
| | | (Nos.) | (m ³ /日) | |
| Q1 | 家庭用水 | 56,610 | 11,790 | Sla Kram, Svay Dangkum, Kouk Chak, Tuek Vil, Srangae |
| | 商業用水 | 9,360 | 4,420 | |
| | 小計 | 65,970 | 16,210 | |
| Q2 | 家庭用水 | 60,100 | 12,520 | Svay Dangkum, Sala Kamraeuk, Siem Reap, Srangae |
| | 商業用水 | 7,220 | 3,410 | |
| | 小計 | 67,320 | 15,930 | |
| Q3 | 家庭用水 | 48,460 | 10,090 | Sla Kram, Nokor Thum |
| | 商業用水 | 18,190 | 8,590 | |
| | 小計 | 66,650 | 18,680 | |
| Q4 | 家庭用水 | 78,320 | 16,320 | Sla Kram, Sala Kamraeuk, Siem Reap, Chreav |
| | 商業用水 | 4,750 | 2,240 | |
| | 小計 | 83,070 | 18,560 | |
| 中央地区 小計 | 家庭用水 | 243,490 | 50,720 | |
| | 商業用水 | 39,520 | 18,660 | |
| | 小計 | 283,010 | 69,380 | |
| Q5 | 家庭用水 | 25,000 | 5,210 | Ampil, Kandaek |
| | 商業用水 | 0 | 0 | |
| | 小計 | 25,000 | 5,210 | |
| Q6 | 家庭用水 | 3,460 | 720 | Kandaek |
| | 商業用水 | 0 | 0 | |
| | 小計 | 3,460 | 720 | |
| 東地区 合計 | 家庭用水 | 28,460 | 5,930 | |
| | 商業用水 | 0 | 0 | |
| | 小計 | 28,460 | 5,930 | |
| Q7 (西地区) | 家庭用水 | 50,890 | 10,600 | Svay Dangkum, Tuek Vil |
| | 商業用水 | 710 | 340 | |
| | 小計 | 51,600 | 10,940 | |
| 合計 | 家庭用水 | 322,840 | 67,250 | *詳細は S.R5.14 参照。 |
| | 商業用水 | 40,230 | 19,000 | |
| | 小計 | 363,070 | 86,250 | |

注記：322,840(residents)= 358,710 x 90%; 40,230 (tourists) =11,494 x 3.5

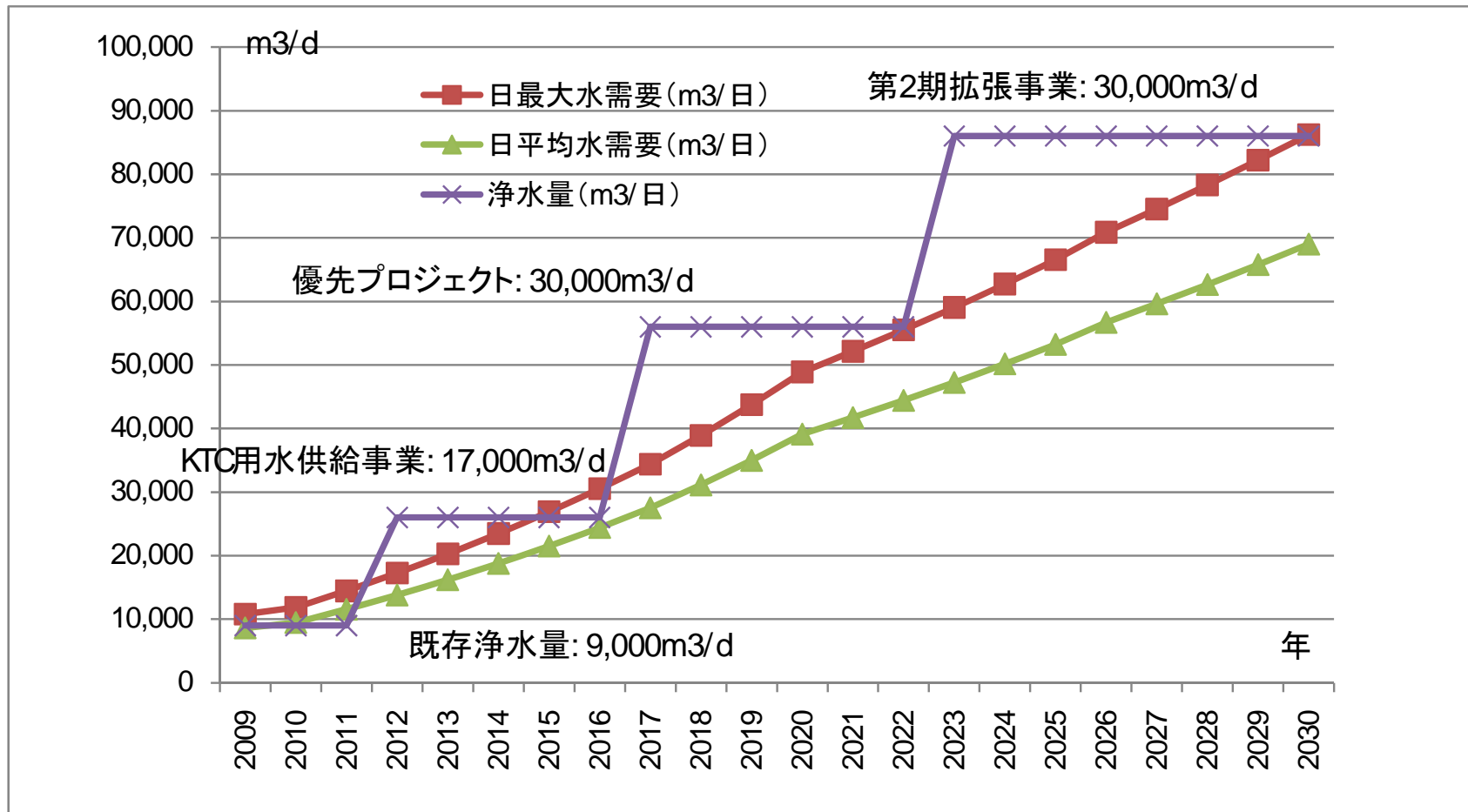


図 3.2 日最大/日平均水需要量及び浄水能力

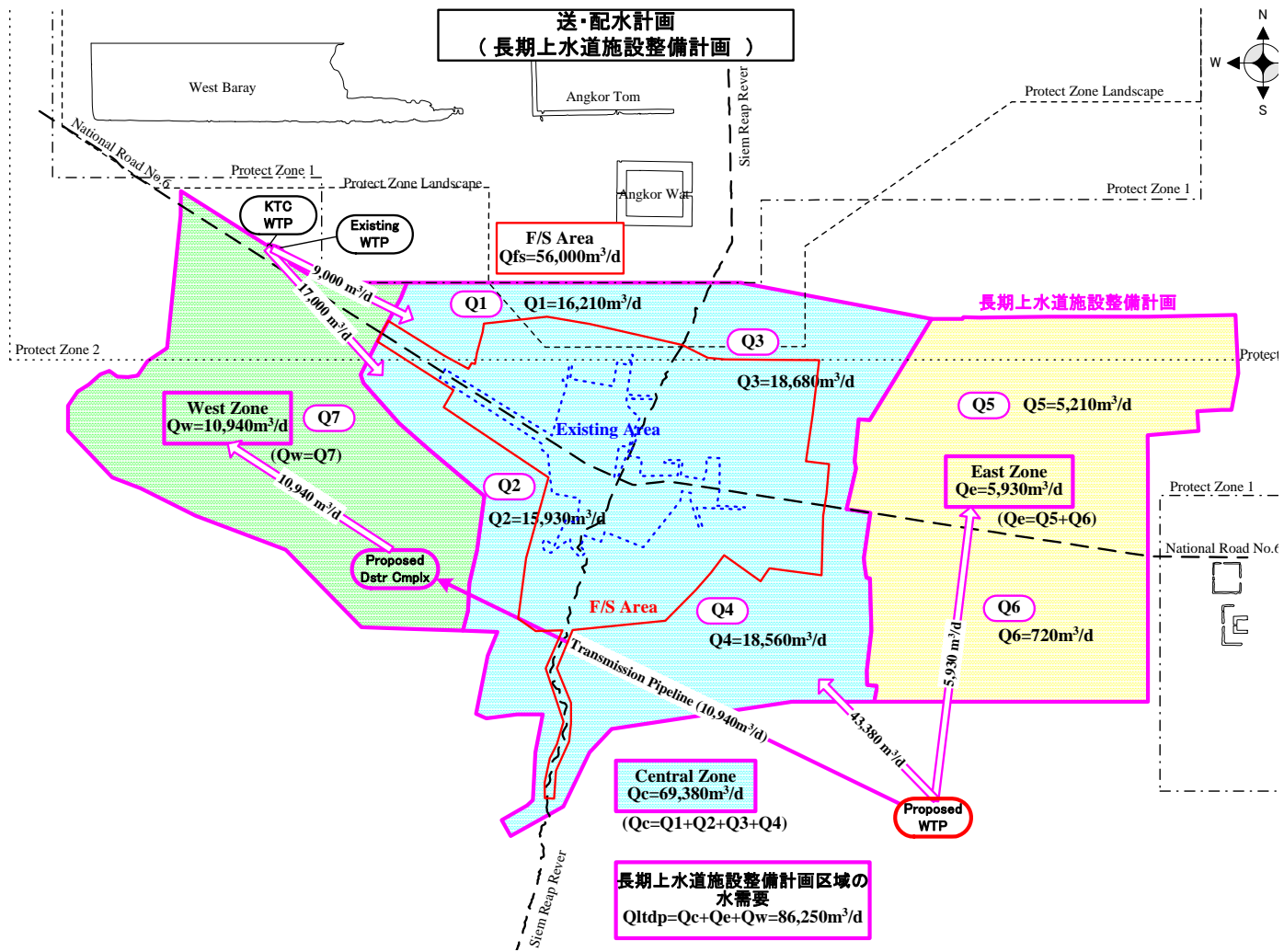


図 3.3 長期上水施設整備計画

第4章
優先プロジェクトに係る
フェージビリティ調査

第4章 優先プロジェクトに係るフィージビリティ調査

4-1 フィージビリティ調査の範囲

2022年の長期上水施設整備計画の主要指標を示す。

| | 家庭用水 | 観光用水 |
|------------------------------|-------------------------------|----------------|
| ・用途 | | |
| ・推計人口/観光者 | 283,290 | 9,073 |
| ・計画給水普及率 | 82 % | 86% |
| ・給水給水人口/観光者 | 232,300 | 7,803(*27,300) |
| ・計画給水原単位 (lpcd) | 134 | 324 |
| ・水需要量 (m ³ /日) | 31,128 | 8,848 |
| ・日平均水需要量 (m ³ /日) | | 39,976 |
| ・無収水率 (%) | | 10 |
| ・日平均給水量 (m ³ /日) | | 44,420 |
| ・ピーク率 | | 1.25 |
| ・日最大給水量 (m ³ /日) | 55,530 (=43,230 + 12,300) | |
| ・既存給水量 (m ³ /日) | 26,000 (= 既存 9,000+KTC17,000) | |
| ・開発給水量 (m ³ /日) | | 30,000 |

注) 詳細は **S.R.3.2-2** を参照する。

注記) *給水観光客数は実際の1日当り給水観光者数に滞在日数 3.5 日 を乗じて求めた :

$$7,803 \text{ 人} \times 3.5 \text{ 日} = 27,300 \text{ 人日}$$

優先プロジェクトにより給水能力は 30,000 m³/日分増強する。取水施設、導水管及び浄水施設は長期上水施設拡張計画に基づき、公称能力 60,000 m³/日にて設計を行う。浄水施設の設計において浄水過程における消費損分を考慮し、10%の余裕を見込む。優先プロジェクトにより給水されるコミュニオンは、Sla Kram、Svay Dangkum、Sala Kamraeuk、Kouk Chak、Siem Reap、Chreav 及び Nokor Thum となる。

- a) 原水取水管 : 流下能力は、10%の余裕を見込み66,000 m³/日とする。
- b) 原水送水ポンプ場 : ポンプ場用地は長期上水道施設整備計画に基づき決定する。機械・電気設備は33,000 m³/日にて設計する。ただし、ポンプ室等は第2段階で追加設置されるポンプ（追加容量33,000 m³/日）のスペースを確保する。
- c) 原水導水管 : 原水ポンプ場から浄水場までの原水送水管。口径800 mmの鋳鉄管、延長3,400 mで流下能力of 33,000 m³/日(追加導水管はフェーズ2で敷設される)。
- d) 浄水場 : 浄水能力30,000 m³/日。
- e) 浄水ポンプ : 浄水30,000 m³/日を高架水槽に圧送。
- f) 浄水ポンプ場、薬品棟、管理棟、等を含む。
- g) 高架水槽 : 容量1,000 m³のタンクを浄水場敷地内に建設する。
- h) 送水本管（浄水場から給水区域まで浄水を輸送） : 総延長約32 km。鋳鉄管口径は250 mmから800 mm、PE管口径は50 mmから200 mm。
- i) 配水管網 : 口径に応じ鋳鉄管とPE管を使い分ける。鋳鉄管延長は19 km、PE管延長は433 km。

- j) 原水取水施設、原水取水ポンプ場及び浄水場の関係捜査に係る設備・電力供給。
- k) 施設の維持・維持管理に必要な機器。

4-2 計画目標年次

フィージビリティ調査の計画目標年次は、計画給水地域に対する長期上水道施設整備計画に従い 2022 年とした。

4-3 フィージビリティ調査における優先計画給水区域と計画給水人口

表 4.1 および図 4.1 にフィージビリティ調査における優先給水地域を取りまとめた。長期上水道施設整備計画は下記原則を適用する。Sla Kram 及び Sla Kamraeuk コミューンは全域新規水道システムにより給水され、Svay Dangcum、Kouk Chak、Siem Reap 及び Chreav は部分的に給水される。

- 既存給水システムの強化
- 既存給水システム拡張
- 地下水利用から新規表流水水道システムへの転換
- 人口増加に伴う給水区域の拡張

F/S 優先プロジェクトにより 232,000 人の住民と 27,300 人の観光客に給水サービスが提供される。給水人口の内訳は表 4.1 及び図 4.1 に示す。詳細は **S.R 4.16、17** を参照する。

4-4 概略設計図面

原水取水設備、原水導水管、原水送水ポンプ場、浄水場及び送・配水管網の概略設計図面を **SR 4.1** に示す。係る図面に基づき概算事業費を算定した。

表 4.1 F/S 調査における優先計画給水区域と計画給水人口

| 項目 | コミュニティ/ ビレッジ | F/S | 項目 | コミュニティ/ ビレッジ | F/S | 項目 | コミュニティ/ ビレッジ | F/S |
|-----------------------|----------------------|---------------|-----------|-------------------------|---------------|----------------|-------------------|--------------|
| 1. | Sla Kram | 81,070 | 5. | Siem Reap | 21,030 | 9. | Ampil | 0 |
| 1-1 | Slor Kram** | ○ | 5-1 | Pou | △ | 9-1 | Kouk Chan | × |
| 1-2 | Boeng dunpa* | ○ | 5-2 | Phnom krom | × | 9-2 | Thnal Chak | × |
| 1-3 | Chong Kavsou* | △ | 5-3 | Pror Lay | × | 9-3 | Tanot | × |
| 1-4 | Dork pou* | ○ | 5-4 | Korkragan | △ | 9-4 | Trapang Run | × |
| 1-5 | Bantay chas** | ○ | 5-5 | Kra Sangroleung | × | 9-5 | Ta Pang | × |
| 1-6 | Trang* | △ | 5-6 | Spean Chreav | △ | 9-6 | Prei Kuy | × |
| 1-7 | Mondol 3** | ○ | 5-7 | Arragn | △ | 9-7 | Bang Koung | × |
| 2. | Svay Dangcum | 59,130 | 5-8 | Treak | × | 9-8 | Kiri Manon | × |
| 2-1 | Pngea Chei | × | 6. | Tuek Vil | 0 | 9-9 | Bos Tom | × |
| 2-2 | Kantrork | × | 6-1 | Kouk doung | × | 9-10 | Trach Chrom | × |
| 2-3 | Kouk Krasang | × | 6-2 | Sandan | × | 10. | Nokor Thum | 0 |
| 2-4 | Svay Chrei | × | 6-3 | Chrei | × | 10-1 | Rohal | × |
| 2-5 | Pou Bos | × | 6-4 | Prayut | × | 10-2 | Sras srang | × |
| 2-6 | Tmei | △ | 6-5 | Bantay Cheu | × | 10-3 | Sras srang | × |
| 2-7 | Svay Dangcum* | ○ | 6-6 | Teuk Vil | × | 10-4 | Kravan | × |
| 2-8 | Salakanseng* | ○ | 6-7 | Pri Chas | × | 10-5 | Arak svay | × |
| 2-9 | Krous* | △(○) | 6-8 | Tuek Tla | × | 10-6 | Ang Chang | × |
| 2-10 | Vihear Chin* | ○ | 6-9 | Pri Tmei | × | 11. | Srangae | 3,370 |
| 2-11 | Steng Tmei* | △(○) | 6-10 | Chei | × | 11-1 | Kasikam* | △ |
| 2-12 | Mondol 1** | ○ | 7. | Chreav | 7,190 | 11-2 | Tnal | × |
| 2-13 | Mondol 2** | ○ | 7-1 | Chreav | × | 11-3 | Roka Thom | × |
| 2-14 | Ta Phoul** | ○ | 7-2 | Knar | △ | 11-4 | Prei Thom | × |
| 3. | Sala Kamraeuk | 45,100 | 7-3 | Bos Kralang | × | 11-5 | Srangie | × |
| 3-1 | Vat Bo** | ○ | 7-4 | Ta Chek | × | 11-6 | Chanlong | × |
| 3-2 | Vat Svay | ○ | 7-5 | Veal | × | 11-7 | Ta Chouk | × |
| 3-3 | Vat Damnak* | ○ | 7-6 | Kra Sang | × | 12. | Sambuor | 0 |
| 3-4 | Sala Kam reak | ○ | 7-7 | Boeng | × | 12-1 | Pnouv | × |
| 3-5 | Chun long | △ | 8. | Krabei Riel | 0 | 12-2 | Sambour | × |
| 3-6 | Ta Vean | ○ | 8-1 | Ta Ros | × | 12-3 | Veal | × |
| 3-7 | Trapang Treng | ○ | 8-2 | Roka | × | 12-4 | Chrei | × |
| 4. | Kouk Chak | 15,410 | 8-3 | Prei Pou | × | 12-5 | Ta kong | × |
| 4-1 | Trapang Ses* | △ | 8-4 | To Tear | × | 13. | Kandaek | 0 |
| 4-2 | Veal* | △ | 8-5 | Krasang | × | 13-1 | Kouk Tlouk | × |
| 4-3 | Kasin tabong* | ○ | 8-6 | Popil | × | 13-2 | Trapang Tem | × |
| 4-4 | Kouk Chan | × | 8-7 | Trapang Veng | × | 13-3 | Khun Mouk | × |
| 4-5 | Khatean | × | 8-8 | Kouk Doung | × | 13-4 | Chras | × |
| 4-6 | Kouk Beng | × | 8-9 | Boeng | × | 13-5 | Ou | × |
| 4-7 | Kouk Tanot | × | 8-10 | Prorma | × | 13-6 | Spean Ka Ek | × |
| 4-8 | Nokor krav | × | 8-11 | Khnar | × | 13-7 | Trang | × |
| 注記 | ○: 全域含む | | 8-12 | Prei Kroch | × | 13-8 | Chrei | × |
| | △: 部分的に含む | | | **: 既存施設により全域給水されている地域 | | 13-9 | Kouk Tanot | × |
| | ×: 全域カバーされない地域 | | | *: 既存施設により部分的に給水されている地域 | | 13-10 | Lo Ork | × |
| F/S 調査対象計画給水人口 | | | | | | 232,300 | | |

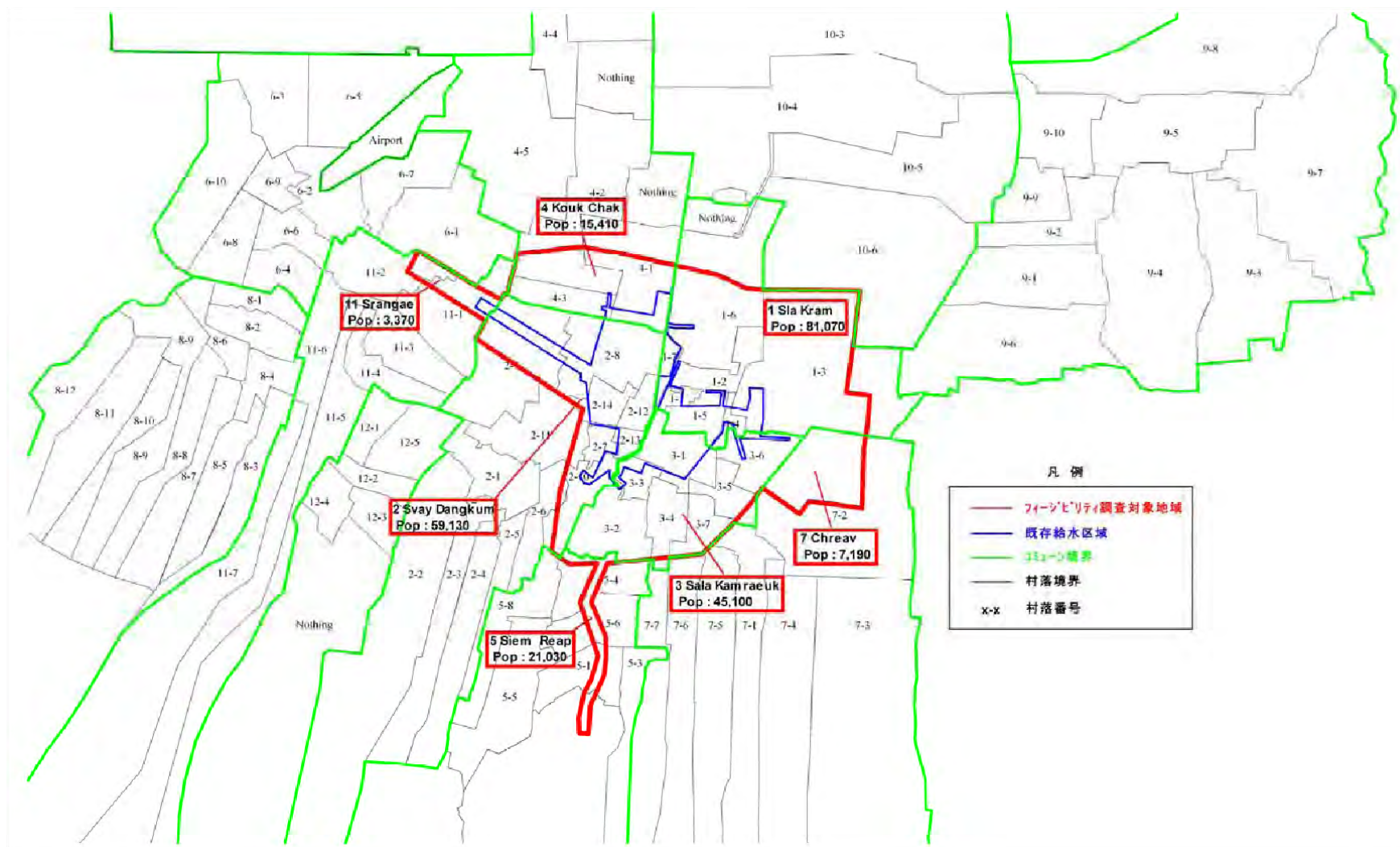


図 4.1 計画給水区域と計画給水人口

4-5 優先プロジェクトの概略設計

優先プロジェクトは以下の原則に基づき設計する。

- ◆ 機械設備は現地にて低廉に維持管理できるものに限り使用する。
- ◆ 水理的エネルギーを活用し、自然流下による急速攪拌、フロック形成、ろ過流量調節機構を採用し、機械設備による自動システムは極力避ける。
- ◆ 機械設備による自動システムは維持管理面における安全性や確実性を確保できる場合のみ活用する。
- ◆ 現地調達可能な原材料を用い、建設費用を低廉に押さえると共に、地域の経済活性化に寄与する。

下記に示す設計容量を採用する。ただし、係る設計容量は 10%の余裕を含み、浄水処理プロセスにて必要な浄水場内使用水量を含む。

表 4.2 設計容量

| 設 備 | 優先プロジェクト |
|-------------|---------------------------|
| 1) 取水設備 | 66,000 m ³ /日 |
| 2) 原水導水管 | 66,000 m ³ /日 |
| 3) 原水送水管 | 33,000 m ³ /日 |
| 4) 原水送水ポンプ場 | 33,000 m ³ /日 |
| 5) 着水井 | 33,000 m ³ /日 |
| 6) フロック形成地 | 33,000 m ³ /日 |
| 7) 沈澱池 | 33,000 m ³ /日 |
| 8) ろ過池 | 33,000 m ³ /日 |
| 9) 浄水池 | 33,000 m ³ /日 |
| 10) 配水管* | *56,000 m ³ /日 |

注記:* 配水管網の設計においては 56,000m³/日に対して時間係数を適用する。

4-6 水源の選定

4-6-1 本計画における水源の検討

水源選択検討の結果、**トンレサップ湖水**が本計画に最適であると判断し採用した。

優先プロジェクトは、「カ国」飲料水基準を満たす浄水を、適切な料金で、断水することなく安定的に供給することを目的とする。トンレサップ湖から原水を取水することは環境保全のための開発制限区域内を通過することは不可避である。本計画においては、当該区域を管轄する関係機関との緊密なる調整の上、建設工事において実施可能な影響緩和策を講じる。詳細は第 10 章「環境・社会配慮」を参照する。

4-6-2 新規水源選択フロー

1) ステージ 1

ステージ 1 ではステージ 2 での詳細検討用の水源候補を選択するため、広範な範囲で水

源の予備的選択を行い、概略比較検討を行った。

表 4.3 に新規水源候補の評価結果を示す。ステージ 1 水源候補 7 案のうち下記に示す 4 案については建設費や取水可能量の面から不適切と判断した。よって、ステージ 1 においてはトンレサップ湖水、西バライ湖水、地下水の 3 案が適切と判断された。

- シェムリアップ川
- 他の河川
- 他の既存貯水池
- 新規建設予定貯水池

表 4.3 新規水源候補の評価

| 水源候補 | | 水 量 | 水 質 | 建設 (費用と容易性) | O&M (費用と容易性) | 評 価 |
|--------|--------------|---------------|---------------|----------------|-----------------|-----|
| Alt. 1 | トンレサップ湖 | 十分 | 受け入れ可能 | 不確定 | 不確定 | 選択 |
| Alt. 2 | 西バライ湖 | 受け入れ可能 | 良い、あるいは受け入れ可能 | 中から小 | 低い | 選択 |
| Alt. 3 | 地下水 | 十分、あるいは受け入れ可能 | 良い、あるいは受け入れ可能 | 中から小 | 中または低い | 選択 |
| Alt. 4 | シェムリアップ川 | 不十分 | 受け入れ可能あるいは不適切 | 中から小 | 中または低い | 落選 |
| Alt. 5 | その他の河川 | 不十分 | 良い、あるいは受け入れ可能 | 中から高い | 中または高い | 落選 |
| Alt. 6 | その他のバライ貯水池など | 不十分 | 良い、あるいは受け入れ可能 | 中から高い | 中または低い | 落選 |
| Alt. 7 | 新規開発貯水池など | 十分あるいは受け入れ可能 | 良い、あるいは受け入れ可能 | 中から高い | 中または低い | 落選 |

2) ステージ 2

ステージ 2 では、ステージ 1 で選択された 3 案（図 4-2 代替水源位地図参照）につき、より詳細な比較検討を行った。

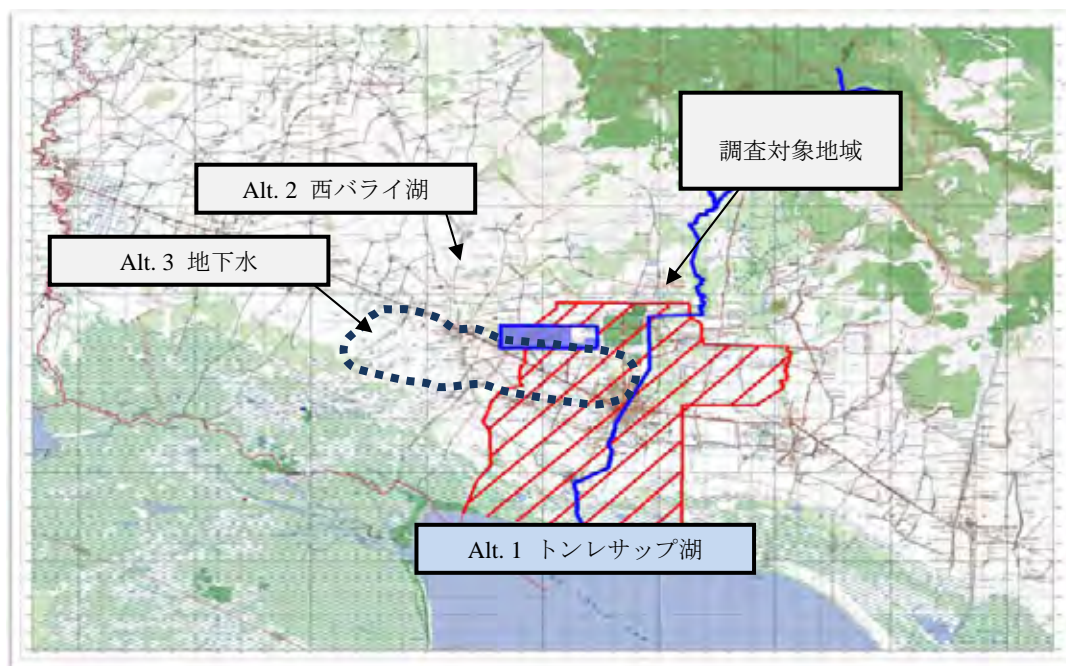


図 4.2 代替水源位置図

4-6-3 ステージ 1：新規水源及び取水方法選択

ステージ 1 で選択された新規水源は、トンレサップ湖水、西バライ湖水、及び地下水で、それぞれ以下の取水方法を検討した。

| 水 源 | 取水施設位置 | 取水方法 |
|---------|----------------|-------------|
| トンレサップ湖 | 湖内水中 | 取水塔 |
| | | 取水槽 |
| | | 取水管 |
| | 湖面への接続水路（新規建設） | 取水塔 |
| 西バライ湖 | 既存水路 | 取水ゲート+カルバート |
| | | 迂回堰+取水ゲート |
| 地下水 | トンレサップ湖沿いの井戸 | 井戸 |
| | | 井戸+集水管 |

ステージ 1-段階 1 では公共水道施設により適切な水質の上水を安定的に供給するに当って、各水源の優位性を評価する。建設費・施設維持管理の難益も考慮する。

ステージ 1-段階 2 では主にプロジェクト実施に係る法律面・環境面での問題につき検討する。以下に結果を取りまとめる。

ステージ1（段階1及び段階2）における評価項目：

ステージ1-段階1：重要性/優先順位に係る要因

- 1) 取水量
- 2) 水質
- 3) 建設費及び工事の難度
- 4) 施設運転維持管理費（運転・維持管理の難度も考慮）

ステージ1-段階2：その他の要因

- 5) 水源管理関連法規（水利権含む）
- 6) 他水利用途との関連
- 7) 文化遺跡への影響
- 8) 生態系への影響
- 9) 地域住民の生活・土地利用への影響
- 10) 土地取得及び住民再移転等の配慮
- 11) 関連機関・団体

取水方法は、以下の要因に基づき絞り込んだ。

一般要因

- 1) 取水能力
- 2) 水位変動への対応
- 3) 建設費及び工事の難度
- 4) 運転維持管理費及び難度
- 5) 将来施設の拡張性
- 6) 文化遺跡地域への影響
- 7) 環境影響

トンレサップ湖における特殊要因

- 1) 大きな水位変動
- 2) 湖岸変動
- 3) 浅い水深
- 4) 漁業、観光、舟運
- 5) 関連機関

4-6-4 ステージ2：新規水源の選択

ステージ2においては段階Aと段階Bの2段階により、最適水源を選択した。

段階A：原水取水可能量及び安定性、原水水質、環境問題（開発禁止/制限区域との関連）、文化遺跡の地盤沈下及び関連機関/団体からの意見を聴取し、公共水道施設としての基本条件につき検討を加えた。

以下に検討結果を取りまとめる。

| 項 目 | 水源候補 | | |
|---------------|----------|--------|--------------------|
| | トンレサップ湖水 | 西バライ湖水 | 地下水 (lake side) |
| 水量 | A | N/A | N/A |
| 水質 | B | B | B |
| 環境保全地域との関連 | B | N/A | N/A |
| 遺跡群への地盤沈下の影響 | A | A | N/A |
| 生態への影響 | B | A | A |
| 土地収用、住民移転への影響 | B | B | B |
| その他の環境影響 | B | B | B |
| 関係機関の意見 | B | B | N/A |

A: 満足、良い、あるいは、影響なし

B: 受入可能、あるいは、重大な影響なし

C: 受入不能、あるいは、重大な影響有り

N/A: 更なる調査なしには信頼できる評価は困難

段階 B : 適用期間、構造・施設設計、建設工法・工期、建設及び運転維持管理費を含む、水道施設全体としての実現性につき、各代替案の詳細比較検討を行った。

段階 B の検討結果を表 4.4 に取りまとめる。

表 4.4 新規水道水源の選定

| 水源 | トンレサップ湖水 | 西バライ湖水 | 地下水 |
|---------------------|--|---|--|
| 構造・設計・建設面の比較 | <ul style="list-style-type: none"> ✓ 長期水道計画に対応可能 ✓ 新規浄水場と既存浄水場が東西に分散し水道計画上望ましい。 <p><u>課題と問題点</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - 取水施設（ポンプ場含む）が必要 - 湖水レベルの変動が大きい - 取水ポンプ場の位置選定が必要 - 新規浄水場は今後見込まれる需要の拡大地域に近い - 既存の送配水管への接続が容易 - 従来法による浄水システムが必要 | <ul style="list-style-type: none"> ✓ 短期水道計画のみ適用可能 ✓ 既存の堰などの改修が必要となり環境への影響が不可避 ✓ 既存浄水場と併せて、浄水場が西部地域のみ偏在する <p><u>課題と問題点</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - 浄水場用地の取得が困難 - 水位調整堰が必要 - 既存の堰の改修が不可欠 - 新規浄水場が、今後発展する東部地域から離れている - 利用可能な水量が限定的であり、将来の拡張が困難 - 従来法による浄水システムが必要 | <ul style="list-style-type: none"> ✓ 短期水道計画のみ適用可能 ✓ 多数の井戸並びその接続に必要な長い導水管が必要 ✓ 開発に伴う環境影響は不可避 <p><u>課題と問題点</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - 多数の井戸建設が必要 - 水位および地盤のモニタリング施設必要 - 沈澱池を除く従来法の処理システムが必要 - 多数の井戸建設に必要な用地の取得が困難 - 用地取得は市街地の南部地域となる - 既存給・配水施設への接続 |
| 建設方法・工程の比較 | <ul style="list-style-type: none"> ✓ 水位の変動に伴う施工計画 <p><u>課題と問題点</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - 取水施設の建設計画を吟味する必要がある - 季節的に変動する水位に対応する必要がある | <ul style="list-style-type: none"> ✓ 関係機関からの許認可が必要 ✓ 用地取得 <p><u>課題と問題点</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - アンコール遺跡であるため既存施設の改修に対して多数の関係機関からの許認可が必要 - 浄水場用地の取得が困難 | <ul style="list-style-type: none"> ✓ 長いアクセス道路の建設が必要 ✓ 多数の用地の取得が困難 <p><u>課題と問題点</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - 多数の井戸建設に伴い建設期間が長期間にわたる - 各井戸へのアクセス道路の建設が必要 |
| 建設費・維持管理費の比較 | <ul style="list-style-type: none"> ✓ 入念な維持管理 ✓ 年間維持管理費は USD1.6 Mill. ✓ 概算事業費は US\$99 Mill. <p><u>課題と問題点</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - 水位の変動に伴う運転管理が必要 - 用地取得費は比較的安価 | <ul style="list-style-type: none"> ✓ 入念な維持管理 ✓ 年間 O&M 費用は USD1.7 Mill. ✓ 概算事業費は US\$100 Mill. <p><u>課題と問題点</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - 西バライ湖水及びカナルの水位の変動に伴う運転管理が必要 - 給水対象地域に対する長い送配水管が必要 - 用地の取得が困難 | <ul style="list-style-type: none"> ✓ 地下水のモニタリング施設の検討 ✓ 多数の水源井に対するセキュリティの確保 ✓ 年間 O&M 費用は USD2.2 Mill. ✓ 概算事業費は USD104 Mill. <p><u>課題と問題点</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - 原水導水管が長く費用がかさむ - 多数の井戸の運転・維持管理が困難 - モニタリング施設の維持管理が不可欠 - 多数の井戸に対するセキュリティの確保が必要 |
| 評価 | <p>短期・長期水道計画に対応可能</p> | <p>長期水道計画には不向き</p> | <p>長期水道計画には不向き</p> |

4-7 原水取水設備

4-7-1 トンレサップ湖水位

(1) 水位変動調査に基づく計画水位の設定

優先プロジェクトにおける設計用高水位・低水位は以下の通り。

- 計画高水位 : +11.00 m (海拔)
- 計画低水位 : +1.00 m (海拔)



図 4.3 Kampong Luong 水位観測所及び Ha Tien 位置図

(2) トンレサップ湖水位の季節変動 4-11

図 4.4 にトンレサップ湖の最近 10 年間（2000 年～2009 年）の月別最高・最低水位を示す。ただし、2000 年～2003 年データは不完全である。最高水位は 2000 年 9 月に記録された海拔 10.33 m である。水資源・気象部（DOWRAM）により計測されたトンレサップ湖水位は上図に示すとおりベトナムの Ha Tien の標準水位を採用している。シェムリアップにおいては、水準点が 2 種類存在し、同地点の標高はそれぞれの基準においておよそ 2m 異なる。本調査においてはベトナムの Ha Tien における平均海水面を基準とするデータを採用している。

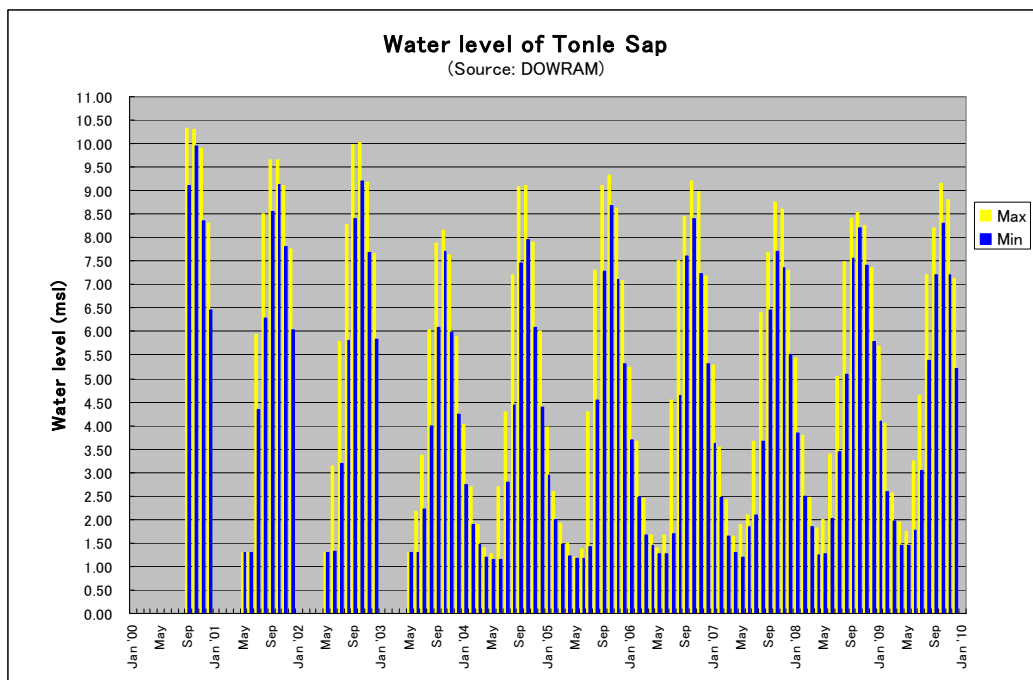


図 4.4 トンレサップ湖月間最高・最低水位 (2000年-2009年)

下図に、過去6年(2004年~2009年)の月平均最高水位と最低水位を示す。この水位変動傾向は施設設計の基本データとなる。

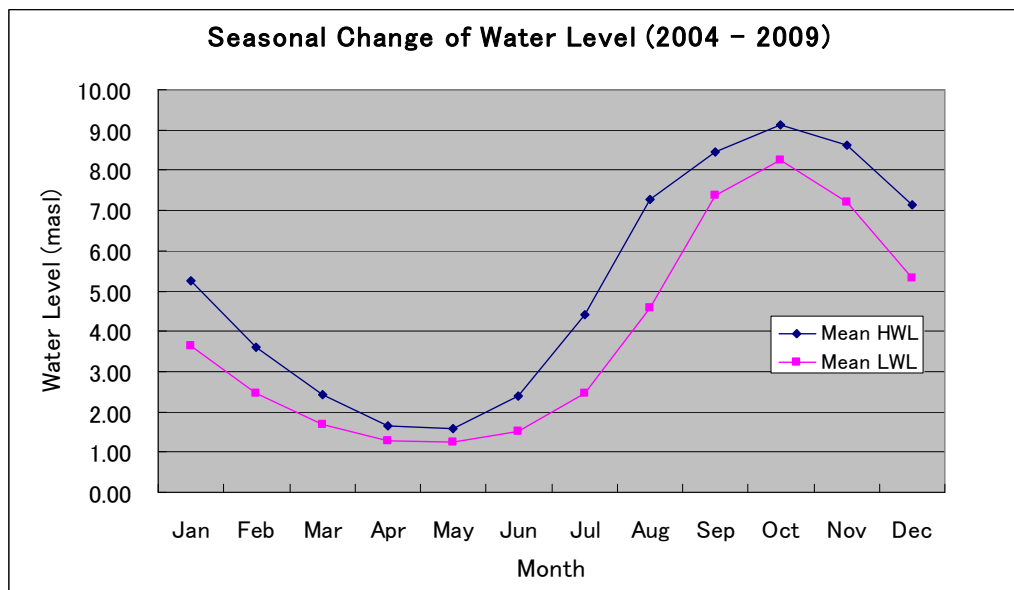


図 4.5 水位季節変動

4-7-2 原水送水ポンプ場用地の選定

図 4.6 に原水取水設備から浄水場までの、計画配置図を示す。



図 4.6 原水取水配置図

原水送水ポンプ場位置選定において、ポンプ場位置による原水取水設備全体の建設費の比較検討を行った。図 4.7 に示す通り、取水設備建設費は取水地点から約 6 km 離れた地点に原水送水ポンプ場を計画することで最も安価であることが判明した。詳細は SR 5.3 及び SR 5.4 を参照する。

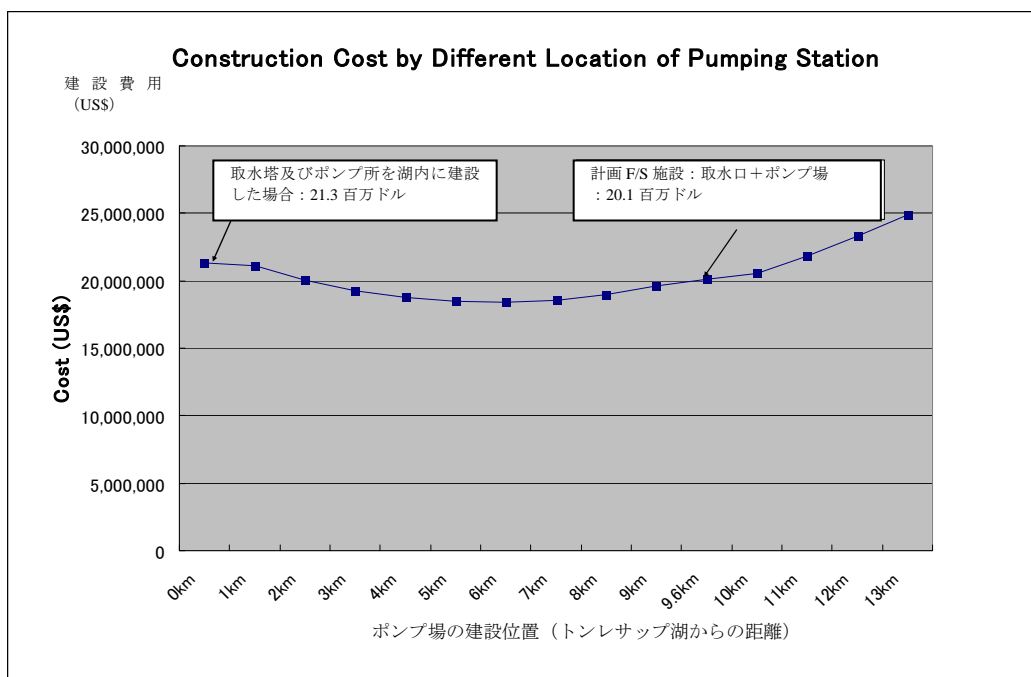


図 4.7 原水送水ポンプ場位置による取水設備建設費の比較

4-7-3 原水取水・導水設備

フェーズ 1 調査においては、用地取得が困難で、浄水場建設候補地から遠いため建設費が嵩むルート C を除外し、ルート A、B を代替案として選定した。フェーズ 2 調査ではこれらをさらに比較検討し、東側に位置するルート B を原水導水ルートとして選定した。

ルート B は「州自然保護地域」及び「州魚類保護地域」外にあるため、これら地域への影響が最小化される。

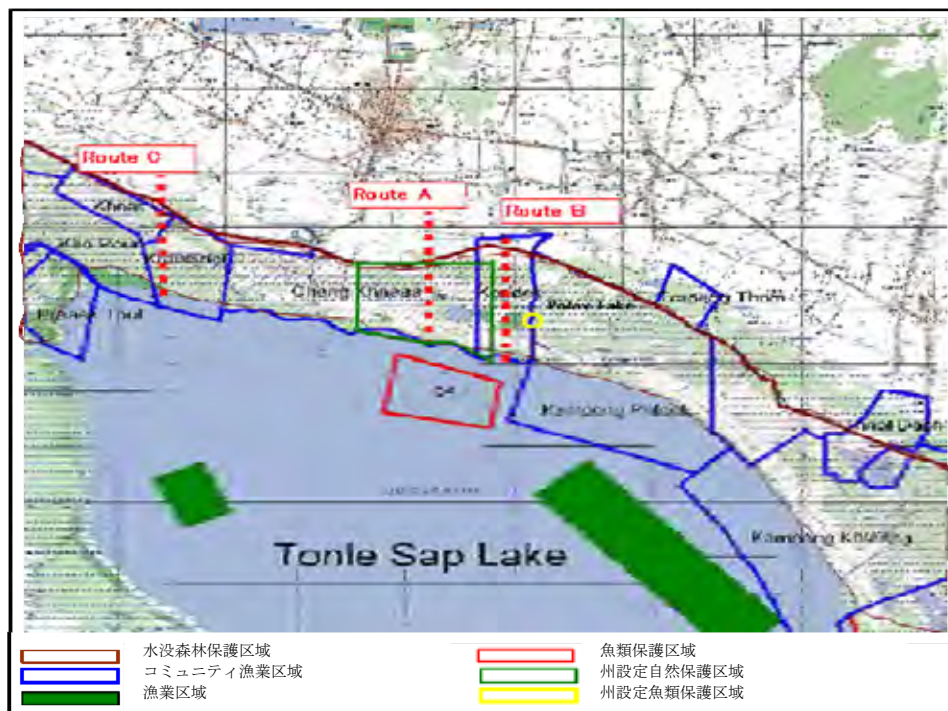


図 4.8 原水取水ルート案

取水槽は各種検討により、乾季の湖岸から 1 km 離れた湖底に設置する。図 4.9 に原水取水・導水施設の縦断面図を示す。

取水槽設計は以下の通り。

- 構造：鉄筋コンクリート造

取水槽上部には、必要に応じてゲート操作を行い、湖水位が低下した時にスクリーン清掃を行うための 3 階層からなるプラットフォームを建設する。また本プラットフォームは取水槽に接近する漁船から施設を保護するための目印でもある。他のブイや標識では目立たないため係る構造とした。

- ゲート：手動式（維持管理用）
- スクリーン：目幅 30 - 50 mm
- 取水槽構造寸法：幅 2.75 m×長 6.0 m×深 3.3 m
- プラットフォームフロアレベル：海拔 +11.6 m

トンレサップ湖水は、取水槽にて取水し、ポンプ場まで自然流下で流下する。導水管延長は 9.6 km で管口径は 1,200 mm のコンクリート管とする。

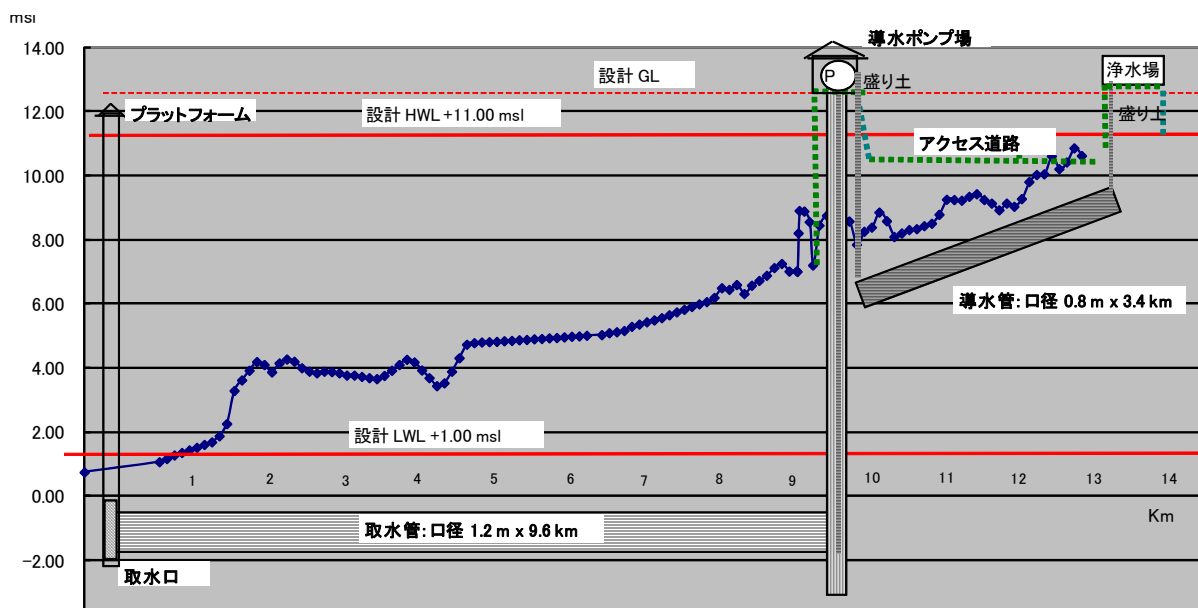


図 4.9 原水取水・導水施設概略図

- 計画水量：66,000 m³/日（2030 年対応）
日最大給水量 60,000 m³/日+10%（導水及び浄水場でのロス）
- 管材：コンクリート管
内圧が低いため、原水導水はコンクリート管で十分である（高水位+11.00～低水位+1.00：海拔）
- 管口径及び条数
管口径決定においては、固形浮遊物の管内沈殿防止のための最小流速を確保し条数を考慮した。管の条数については、長期上水道施設整備計画における計画取水量を導水できる能力を確保する。2条管は1条管に比べ危険が分散され、非常時対応が容易となる。よって、本計画は2条管（33,000 m³/日×2条 = 66,000 m³/日）とする。

原水送水ポンプ場から浄水場まで原水を圧送する、延長 3.4 km の原水送水管は以下のとおり。

- 計画水量：33,000 m³/日（優先プロジェクト用）
- 管材：ダクタイル鋳鉄管
ダクタイル鋳鉄管・鋼管ともに適用可能であるが、本プロジェクトでは前者を想定する。
- 管口径
ポンプ運転の経済流速を考慮し 800 mm とする。
- 管条数：1 本

4-7-4 原水送水ポンプ場

原水送水ポンプ仕様を以下に示す。

| | |
|-------|----------------------------|
| ポンプ数量 | ： 3 組 (1組予備含む) |
| | 第2プロジェクトのための追加設置スペースを確保する。 |
| 形式 | ： 横軸両吸込渦巻きポンプ |
| 容量 | ： 191 ㎥/秒 |
| 揚程 | ： 26 m (運転範囲：16 m～26 m) |

ポンプモータの回転数制御と水量により、原水送水量の自動制御が可能となる。

図 4.10 に制御システムを示す。

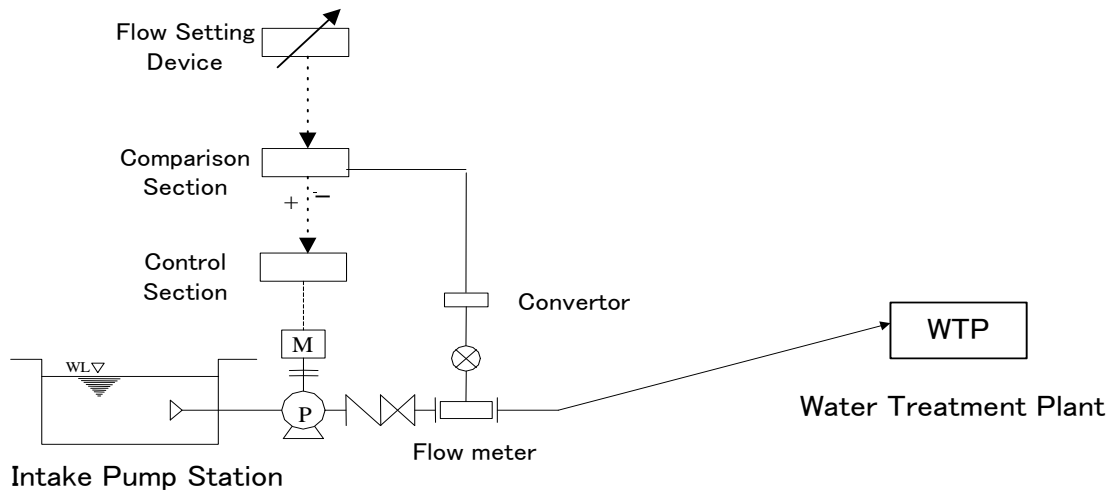


図 4.10 原水送水ポンプ制御システム

4-8 浄水場設計

本フィージビリティ調査においては、浄水方法として、「塩素消毒のみ」、「緩速砂ろ過」もしくは「急速ろ過」等について比較検討した。トンレサップ湖水は水量においても水質においても季節変動が大きく、特定の数値によりプロセスを特定することは困難である。また、各国の事情により種々の処理プロセスが提案されており一定していない。以下に日本水道協会による選定指標を示す。

- 原水水質が、例えば 100 ml 中の大腸菌群数が 50 MPN 以下、1 ml 中の一般細菌集落数が 500 以下で、その他の水質試験結果が水質基準に適合する場合は、塩素消毒のみでの処理が可能である。
- 原水の年間平均濁度が 10 NTU 以下、BOD が 2 mg/l 以下、100 ml 中の大腸菌群数が 1,000 MPN 以下であれば、緩速砂ろ過法が採用可能である。一般的に、原水の年間平均濁度が 10 NTU 以下とすれば、凝集効果は十分とは言えない。緩速砂ろ過の浄化作用は吸着・生物的化学作用により良好となり、ある程度のアンモニア、マンガ、悪臭原因物質も除去可能であり、急速ろ過に匹敵する優れた処理水質が得られる。
- 原水水質が上記 2 つの条件に合致しない場合は、薬品凝集等の前処理に必要な機器を設置した上で、急速ろ過法を採用すべきである。

本計画においては、フェーズ 2 調査にて実施された一連のトンレサップ湖水ジャーテストの結果に基づき急速ろ過方式を採用する。本方式は「カ国」にて河川水に対し広範に採用されている。浄水処理工程は、pH 調整・前塩素注入といった前処理、凝集、フロック形成、沈澱、ろ過、及び消毒プロセスにて構成される。ジャーテスト結果については、SR 4.3 を参照する。

4-9 前処理設備

浄水施設の最上流にある分配槽にて、前処理として凝集処理を行う。これにより、コロイド、浮遊物質を凝集し、バクテリアやウィルスなどを不活化できる。凝集処理は急速攪拌とアルミ分 10%の硫酸アルミニウム溶液にて行う。

前処理施設の概略設計内容を以下に示す。

- | | |
|-----------|--|
| 形式 | : 分配槽：堰による水理的急速攪拌、優先プロジェクトでは堰 2 基を採用する。 |
| 急速攪拌の G 値 | : 約 400 s^{-1} ($>350 \text{ s}^{-1}$) |

| | | |
|------|---|--|
| 設備寸法 | : | 着水井：3.0 m×3.0 m×4.0 m（水深） 攪拌槽：2.0 m×2.5 m×2 槽 |
| 付属設備 | : | 原水流入管：800 mm DI, 排水管：300 mm DI 逆洗排水返送管：250 mm DI 原水流出管：500 mm DI×2 本 越流堰×1 基、流出ゲート×2 基 |
| 使用薬品 | : | 全塩素処理：液体塩素（99.9 %） pH 調整：石灰（10 %溶液） 凝集：硫酸アルミニウム（10%溶液） |

4-10 フロック形成池

上下迂流式フロック形成池を採用し滞留時間は約 20～30 分とする。原水流入量が計画水量以下の場合、もしくは維持管理作業が必要な場合は 1 系列を休止するものとして、2 系列を計画し、 $70\sim 10\text{ s}^{-1}$ の所要フロッキュレーション強度 G 値を保持する。水路幅は下流に行くにつれ 3 段階設け、大きい攪拌強度から始まり、緩やかな強度に落とすことにより後続の沈澱処理を効率化する。

フロック形成池の概略設計内容を以下に示す。

| | | |
|------|---|---|
| 形式 | : | 上下迂流式 |
| 数量 | : | 3 段階フロック形成池×2 系列 |
| 滞留時間 | : | 23 分（20～30 分） |
| G 値 | : | $25\sim 75\text{ s}^{-1}$ |
| 構造寸法 | : | 幅 1.1 m×長 8.0 m×深 3.60 m×2 水路 幅 1.5 m×長 8.0 m×深 3.65 m×2 水路 幅 1.9 m×長 8.0 m×深 3.70 m×2 水路 |
| 付属設備 | : | 迂流壁付き流入槽×2 基 |

4-11 沈澱池

建設用地は 4 ha を想定する。前処理からろ過・消毒までの浄水処理を考えると、 $60,000\text{ m}^3/\text{日}$ の従来型重力式沈澱池が建設可能である。

前処理施設の概略設計内容を以下に示す。

| | | |
|-------|---|--|
| 形式 | : | 矩形水路 |
| 数量 | : | 2 系列、水理的汚泥排出管付き |
| 水面積負荷 | : | $23.9\text{ mm}/\text{分}<30\text{ mm}/\text{分}$ |
| 通過流速 | : | $0.358\text{ mm}/\text{分}<0.4\text{ m}/\text{分}$ |
| 汚泥収集 | : | 自然流下により汚泥受入槽へ流出 |
| 収集トラフ | : | 幅 300 mm×深 350 mm×長 6 m×8 基 $343\text{ m}^3/\text{日}<400\text{ m}^3/\text{日}$ |
| 迂流壁 | : | 流入部に 1 枚、流出部に 1 枚 |
| 構造寸法 | : | 幅 8 m×長 60 m×有効水深 4～5 m×2 系列 |
| 付属設備 | : | 汚泥排出管 口径 150 mm×6 本 汚泥排出管 口径 250 mm×1 本 排水管 口径 250 mm×1 本 |

4-12 急速砂ろ過池

4-12-1 ろ材種類及びろ過速度

計画ろ過速度はトンレサップ湖原水質変動を考慮し、安全側に設定する。

所要ろ過池面積と池数には相互関係がある。ろ過池底面面積を 150 m^2 以下とすることにより、洗浄空気や逆洗水の流れが不均等となることを回避できる。ろ材はマンガン砂とする。沈澱池からろ過池に越流してきたマンガンを接触ろ過法にて除去できる。

ろ過池の概略設計内容を以下に示す。

| | |
|-------|--|
| 形式 | : 水深調整堰による定速ろ過方式 |
| 数量 | : 4 池 |
| 構造寸法 | : 8.0 m×8.5 m (= 68 m ² /池) |
| 総ろ過面積 | : 272 m ² |
| ろ材 | : ろ材厚さ 800~1000mm 有効径. 0.8 mm to 1.0 mm 均等係数. <1.5, マンガン砂 |
| ろ過速度 | : 120 m/日 (逆洗浄時は約 161 m/日) |

4-12-2 汙過池洗浄装置

今次計画の深いタイプの汙過層には、固定型、回転型といった表面洗浄は不適である。なぜなら、表面洗浄による攪拌エネルギーが、閉塞を起こしているろ床深部にまで届かないからである。2重アーム攪拌機付の回転型は、深い汙過池や2重汙材汙過池に有効であるが、構造が複雑であり、回転部の維持管理が不可避であるため、適切ではない。空気洗浄システムは「カ国」で広く採用されており、計画汙過池に適用可能である。

汙過池洗浄装置の概略設計内容を以下に示す。

| | |
|------|--|
| 逆流洗浄 | : 0.25 m ³ /m ² /分 |
| 空気洗浄 | : 空気洗浄 1.0 m ³ /m ² /分 |
| 逆洗水 | : ろ過水を貯留した逆洗タンクから給水 |

4-12-3 汙過速度制御方式

汙過池の持続的運転には、各汙過池に均等に沈澱処理水を分配し、水頭損失が計画数値に達するか、汙過池運転時間が 24~48 時間に達したら定期的に逆洗浄を行うことが必要である。沈澱処理水濁度が 5 NTU を超過するような場合、想定外の逆洗浄も必要となることがある。この場合、水理的に各汙過池に計画水量を均等配分する汙過池流入堰が適している。本システムは、機械的制御装置を具備することなく、汙過池流入堰による定速汙過方式とする。

ろ過池制御システムの概略設計内容を以下に示す。

| | |
|----------|----------------|
| ろ過方式 | : 定速ろ過、水位計測器付き |
| 流入/流出量制御 | : 流入堰 |

4-12-4 その他補助設備

汙過池の下部集水装置はろ材と逆洗浄システムとの組み合わせにより選択する。ストレーナー、ブロックタイプ、コンクリート製有孔ブロック等が一般的である。選択基準は信頼性、デザインが簡素で工事が容易であること、及び逆洗浄における水頭損失が少ないことなどである。本計画には、設置が容易であり空気洗浄と逆洗浄により安定した集水が可能なノズル式ストレーナーが最適である。砂層を支持する砂利層は必ずしも要しない。

下部集水装置の概略設計内容を以下に示す。

| | |
|--------|------------|
| 下部集水装置 | : ストレーナー型 |
| 支承グラベル | : 必ずしも必要なし |
| バルブ | : 電気操作型 |

4-13 薬品注入及び塩素混和

凝集剤として硫酸アルミニウム、pH 調整剤として石灰、消毒剤もしくは酸化剤として塩素を用いる。これは既存浄水場や PPWSA 所管の他浄水場でも同様である。調査団によるジャーテスト結果に基づく各薬品の注入率(mg/l)及び注入箇所を以下にまとめる。

| 薬品 | 最大 | 平均 | 最小 | 注入箇所 |
|----------|----|----|----|------|
| 硫酸アルミニウム | 60 | 15 | 10 | 分配槽 |

| | | | | |
|-------------|----|----|---|----------|
| 前石灰 (pH 調整) | 30 | 10 | 5 | 同上 |
| 後石灰 (pH 調整) | 30 | 5 | 5 | 逆洗浄用水タンク |
| 前塩素 (酸化) | 5 | 2 | 1 | 同上 |
| 後塩素 (消毒) | 2 | 1 | 1 | 浄水池 |

4-14 汚泥処理設備

沈澱池に貯留する汚泥は自然流下にて汚泥放流槽に流下し、汚泥天日乾燥床へと圧送される。乾燥汚泥は定期的に浄水場外へとトラックにて搬送・処分される。

汚泥放流タンクの概略設計内容を以下に示す。

| | |
|-------|---|
| 槽容量 | : 210 m ³ |
| 数量 | : 2 基 (105 m ³ /基) |
| 構造寸法 | : 10 m×5.0 m×有効水深 2.1 m |
| 放流ポンプ | : 0.828 m ³ /分×2 台 (1 台常用、1 台予備) |

汚泥天日乾燥床の概略設計内容を以下に示す。

| | |
|---------|---|
| 汚泥天日乾燥床 | : 5 基 : 25 m×23 m×有効水深 0.6 m |
| 単位容量 | : 約 345 m ³ /基 (合計 1725 m ³) |

4-15 浄水池

浄水池は 2 槽構造とし、容量は 4 時間分の滞留時間を有し、時間最大需要量変動対応する。さらに、機械の運転、薬品の溶解、管理棟内での給水等、浄水場運転・管理に必要な水量を見込み、2 槽合計 5700 m³とした (優先プロジェクトにて 1 槽建設)。第 2 期プロジェクトでは同容量の浄水池 1 槽を増設する。必要滞留時間の検討は **S.R 4.10** を参照する。

浄水池の設計内容を以下に示す。

| | |
|------|---------------------------------|
| 滞留時間 | : 4.14 時間 |
| 数量 | : 2 池 (2,850 m ³ /池) |
| 構造寸法 | : 48 m×12 m×有効水深 5 m×2 池 |

4-16 浄水送水ポンプ場

原水送水ポンプ場と同様、3 台のポンプ (1 台予備) を設置する。ポンプ能力は時間最大給水量に対応し 30,000 m³/日の 1.6 倍とした。

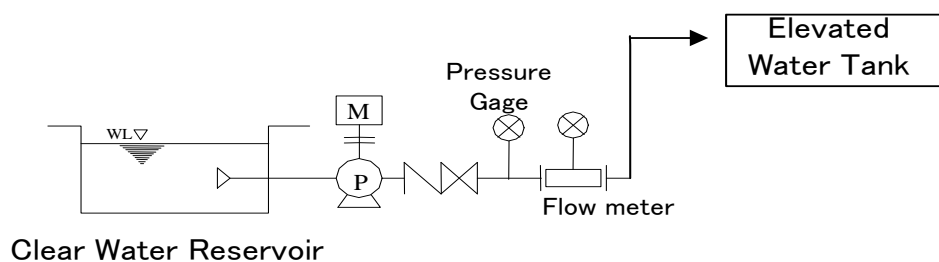


図 4.11 浄水送水ポンプ制御方法

原水送水ポンプと同形式の横軸両吸い込み渦巻きポンプを採用する。ポンプ台数は現地で修理が可能な低圧 (約 400 kW まで) モーターの供給状況で決定した。浄水送水ポンプの仕様は以下の通り。

| | |
|----|-----------------|
| 数量 | : 3 組 (1 組予備) |
| 形式 | : 横軸両吸い込み渦巻きポンプ |
| 容量 | : 283 ㎥/秒 |
| 揚程 | : 53.0 m |

4-17 高架水槽

長期上水道施設整備計画に基づき、浄水場の敷地内に高架水槽を建設する。浄水送水ポンプの運転を考慮し、容量は最小限の 1,000 m³ とした。

| | | |
|------|---|----------------------|
| 数量 | : | 1 基 |
| 形式 | : | 自然流下方式 |
| 容量 | : | 1,000 m ³ |
| 最高水位 | : | +53.85 m |

4-18 その他の施設

4-18-1 サンプルング設備

原水、沈澱処理水、浄水の各サンプルは管理棟内の水質試験室に圧送され、水質の主要項目をモニターする。

4-18-2 水質試験室および機材

水質試験室は管理棟内に設置し、物理化学室、生物化学室、薬品保管室、化学的試験室を具備する。各浄水処理プロセスにおける物理的・化学的主要水質項目を分析するため、十分な機材・ガラス機器・薬品を供給する。本浄水場はトンレサップ湖水を原水とする最初の本格的表流水浄水施設であることから、本計画施設の運転管理データを蓄積し、最適な浄水場運転体制を確立し、将来第 2 期プロジェクトの施設設計に資する。

4-18-3 場内配管

場内配管は処理施設間を結ぶ。以下に概略内訳を示す。

| 配管内容 | 口径 (mm) | 管材 |
|--------------------|---------|--------|
| 原水 | 800 | DI |
| 分配槽からブロック形成池/沈澱池 | 500×2 | DI |
| 沈澱池から汙過池 | 700 | DI |
| 汙過池から浄水池 | 1400 | DI |
| 浄水送水管 | 1000 | DI |
| 汚泥放流管 | 250 | DI |
| 逆洗排水 (逆洗浄配水返送タンクへ) | 800 | DI |
| 逆洗返送タンクから分配槽 | 250 | DI |
| 分配槽オーバーフロー管 | 800 | DI |
| 沈澱池オーバーフロー管 | 1000 | DI |
| 浄水池オーバーフロー管 | 800×2 | DI |
| 場内給水管 | 150 | DI/PVC |
| 塩素溶液管 | 100 | PVC/PE |
| 硫酸アルミニウム溶液管 | 100 | PVC |
| 石灰溶液管 | 100 | GS/PVC |

4-18-4 自家発電装置

浄水場への電力供給源を複相とするため、かつ浄水場の連続性・安全性を確保するため、原水送水ポンプ場及び浄水場に自家発電装置を計画した。必要な変圧装置も具備する。

4-18-5 管理棟

浄水場入り口付近にて 2 階建にて建設する。1 階は受付、水質試験室、薬品保管室、技師室、事務所及びトイレなどを具備する。2 階は局長・副局長・部長及び技師用事務所、場内管理室、会議室、職員会議室、図面・文書用書庫、プレゼンテーション・トレーニング室、トイレなどを具備する。

4-18-6 維持管理棟

1階建ての維持管理棟は、ガレージ、修理工場、パイプ及び付属品保管室、職員用ロッカー、シャワー、トイレ及び工具室を具備する。

4-19 送・配水管網

4-19-1 ゾーニング

中央地区の優先給水地域は、浄水場敷地内に建設される高架水槽から給水する。

4-19-2 ループ幹線

既存配水管網拡張に伴いループ幹線方式を採用する。

4-19-3 配水ブロック

配水本管（口径 500～800 mm）は南北に拡張し、ブロック Q1（Kouk Chak コミューン）、ブロック Q2（Svay Dangkum コミューン）、ブロック Q3（Sla Kram と Nokor Thum コミューン）、及びブロック Q4（Sla Kamraeuk と Chreav コミューン）へと配水する。

4-19-4 フィージビリティ調査における水需要

表 4.5 に長期上水施設拡張計画・計画年次 2022 年における各ブロックの日最大上水需要量を示す。各ブロックの給水人口・需要量の詳細については **SR 4.17** を参照する。

本プロジェクトにより、給水拡張地域及びその周辺部の給水普及率は、現在の 30%から、2022 年には 80%へと向上する。

図 4.1 にフィージビリティ調査の計画給水区域の模式図を示す。

表 4.5 各給水ブロックの日最大水需要 (2022 年)

| ブロック | 項目 | 人口 | 水需要 |
|------------------|------|---------|---------------------|
| | | | (m ³ /日) |
| Qfs1 | 家庭用水 | 56,360 | 10,490 |
| | 商業用水 | 6,630 | 2,990 |
| | 小計 | 62,990 | 13,480 |
| Qfs2 | 家庭用水 | 58,090 | 10,810 |
| | 商業用水 | 4,810 | 2,170 |
| | 小計 | 62,900 | 12,980 |
| Qfs3 | 家庭用水 | 46,720 | 8,700 |
| | 商業用水 | 12,580 | 5,660 |
| | 小計 | 59,300 | 14,360 |
| Qfs4 | 家庭用水 | 71,130 | 13,240 |
| | 商業用水 | 3,280 | 1,480 |
| | 小計 | 74,410 | 14,720 |
| 合計 (F/S 対象地域) | 家庭用水 | 232,300 | 43,240 |
| | 商業用水 | 27,300 | 12,300 |
| | 合計 | 259,600 | 55,540 |

4-19-5 配水管網解析

配水管網は、管末端での最低給水圧が 150 kPa になるように、ヘーゼン・ウィリアムス公式を用いて設計した。

表 4.6 配水管網設計諸元

| 項目 | 設計諸元 | 摘要 |
|--------------|---|-------------------------------|
| 計画目標年 | 2022 年 | F/S |
| 計画給水量 | $Q = 56,000 \text{ m}^3/\text{日}$ | F/S 対象区域の日最大給水量 |
| 時間ピークファクター | $K = 1.6$ | 時間最大係数 |
| 時間給水量 | $q = 3,733 \text{ m}^3/\text{h}$ | 時間最大給水量 |
| 高架水槽容量及び槽内水位 | 既存 T1 : 500 m^3 、+48.00m KTC T2 : 500 m^3 、+53.85m 本計画 T3 : $1,000 \text{ m}^3$ 、+53.85m | |
| 設計公式 | $H = 10.666 \cdot C - 1.85 \cdot D - 4.87 \cdot Q^{1.85} \cdot L$ H : 摩擦損失 (m) C : 摩擦係数 (= 110) D : 管口径 (m) Q : 流量 ($\text{m}^3/\text{秒}$) L : 管延長 (m) | ヘーゼン・ウィリアムス公式 |
| 最小給水圧 | 最低 150 kPa | 配水管末端において |
| 使用ソフトウェア | WaterCAD V8i Edition | Bentley Systems, Incorporated |

時間ピークファクターは PPWSA の実績及び日本水道協会の「住居・商工業混在地域」を参考にとし、1.6 とした。

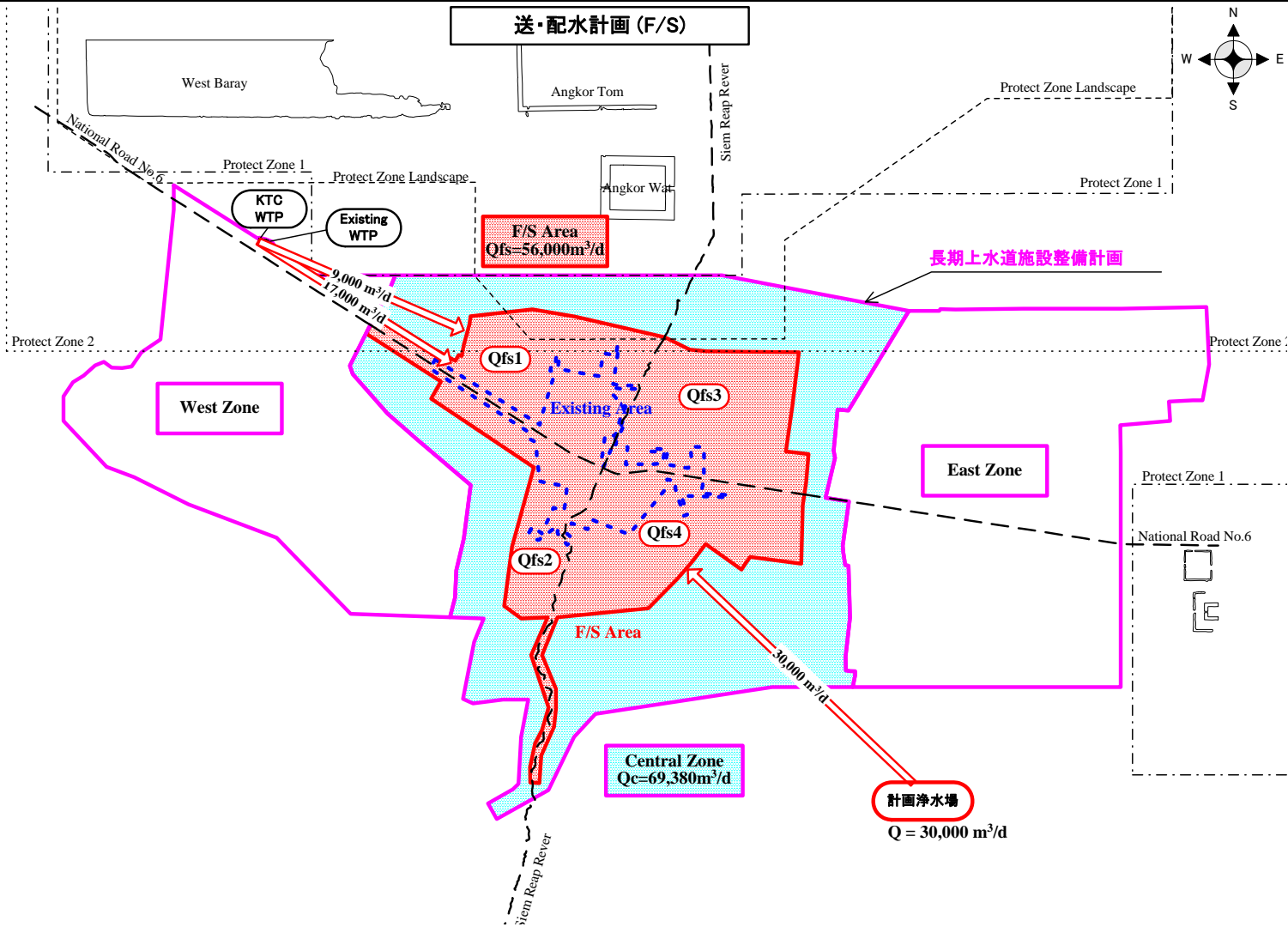


図 4.12 F/S 送・配水管網

第5章 組織・制度に係る検討

第5章 組織・制度に係る検討

シェムリアップ水道公社（SRWSA）の組織強化計画は、本計画で提案した以下の3事業の進捗に伴い実行する、(i) KTC 用水供給事業の実施（2012-13年）、(ii) 優先プロジェクトの完成（2017年）、(iii) 第2次プロジェクトの完成（2022年）。組織強化計画においては、各段階に最適な組織構成・人員を提案する。段階1及び2における事業実施体制を策定し、最後にSRWSA職員能力強化計画を作成する。

5-1 組織体制の段階的整備

SRWSAはその組織規模・目標及び目的に鑑み、水道事業体としての基本的機能を整備し、拡張する上水道施設の運転、並びに増大する給水人口に対応してゆかねばならない。以下に、組織体制（部・事務所の名称）の段階的整備につき示す。

| 時 期 | # DGD ^{a)} | 部 | 課 | 係 |
|--------------------------|---------------------|------------|--------|------------|
| 現状 2010 | 1 | 1 – 総務・経理部 | 総務・人事課 | なし |
| | | | 財務・出納課 | |
| | 1 | 2 – 浄水・給水部 | 浄水課 | |
| | | | 給水課 | |
| | | | 営業課 | |
| | | | 設計課 | |
| 3 – 設計・建設部 | 建設課 | | | |
| | | | | |
| KTC 案件 2012-2013 | 1 | 1 – 総務・管理部 | 総務・人事課 | なし |
| | | | 財務・出納課 | |
| | 1 | 2 – 浄水・給水部 | 浄水課 | |
| | | | 給水課 | |
| | | | 給水普及課 | |
| | | | 設計課 | |
| | 3 – 計画・技術部 | 建設課 | | |
| | | | | |
| 総裁管轄 | | 営業課 | | |
| 優先プロジェクト 2016-17 | 1 | 1 – 管理部 | 業務課 | 調達係 |
| | | | 人事課 | 庶務係 |
| | 2 – 経理部 | 出納課 | 人事考課 | |
| | | 財務課 | なし | |
| | 1 | 3 – 給水部 | 浄水課 | 施設管理係 |
| | | | 給水課 | 水質係 |
| | | | 給水普及課 | 管網整備・維持管理係 |
| | | | 設計課 | 漏水防止係 |
| | 4 – 計画・技術部 | 建設課 | 量水器管轄係 | |
| | | | なし | |
| 総裁管轄 | 5 – 営業部 | 料金徴収課 | なし | |
| 総裁管轄 | | 顧客管理課 | なし | |
| 総裁管轄 | | | 管理係 | |
| 第2期 プロジェクト 2022-23 | 1 | 1 – 管理部 | 業務課 | 調達係 |
| | | | 人事課 | 庶務係 |
| | 2 – 経理部 | 人事課 | 人事係 | |
| | | 経理課 | 人事考課係 | |
| | | | 一般経理係 | |

| | | | | |
|--|---|-------|----------|---------------------|
| | 1 | 3-営業部 | 財務課 | 出納係 財務係 |
| | | | 料金徴収課 | 量水器計量係 料金徴収係 |
| | | | 顧客管理課 | 顧客管理係 顧客サービス係 |
| | 1 | 4-給水部 | 浄水課 | 営繕係 水質係 在庫管理係 |
| | | | 給水課 | 管網維持管理係 漏水防止係 |
| | | | 給水普及課 | 顧客管理係 量水器営繕係 |
| | | | 5-設計・建設部 | 設計課 建設課 |

注記) ^{*)}# DGD は各部署の副総裁数を表す。

5-2 各段階における要員の確保

各段階の組織体制に応じ、適正レベルの要員を適正人数配置する。職員の生産性指数 (Staff Productivity Index : SPI) に基づき、職員の生産性及び組織の効率を予測し、組織規模が過大とならぬよう配慮した。SRWSA の SPI 目標値は、他アジア諸国の同規模の水道事業体を参考にし、平均値以下の 1,000 栓当たり 5 以下に設定した。

| 年 | フェーズ | 計画給水量 (m ³ /日) | 計画給水栓数 | 計画要員数 | | SPI |
|---------|-------------|------------------------------|--------|-------|-----|------|
| | | | | 各期毎 | 合計 | |
| 2010 | 現時点 | 8,000 | 4,525 | 40 | 40 | 8.83 |
| 2012-13 | KTC 案件実施 | 25,000 | 16,218 | 38 | 78 | 4.80 |
| 2017-18 | 優先プロジェクト実施 | 55,000 | 27,318 | 63 | 141 | 5.16 |
| 2022-23 | 第2期プロジェクト実施 | 85,000 | 41,331 | 42 | 183 | 4.42 |

5-3 人材育成

水道事業拡大に伴う要望や責任の増大に対応するため、SRWSA 職員にも短期・中期の能力強化が必要となる。訓練計画は組織全体を包含し、各部所の機能や責任に応じて、かつ職務・階級によって職員別に行うものとする。訓練方法 (個別指導、モニタリング、オン・ザ・ジョブ、セミナー) は参加者の要望や訓練ニーズにより調整する。

複数分野の専門家からなる国際コンサルタント・チームが、人材育成強化プログラムを担当する。2012 年から 2014 年にかけて、合計 25MM の訓練を実施する。

訓練後は職員に知識・技能を体得させ、さらに向上させ、磨きをかけるため、8 コースからなる特別コースを実施する。これらは援助機関による無償資金援助もしくは SRWSA 内部予算により実施し、プノンペン水道公社のトレーニング・センターあるいは実績ある地元でのトレーニング施設において、5 日～2 週間実施する。

5-4 事業運営実施体制

本準備調査のため編成されたステアリングコミッティは、本計画実施に伴いの調整委員会 (Project Coordination Committee : PCC) として再編成し、必要に応じて経済財務省 (MOEF) や水資源・気象省 (MOWRAM) の代表者も加えるべきである。ただし、JICA は本事業へ

の融資機関となり、本コミッティーには参加しない。本コミッティーは事業実施に係る戦略的方針策定という最重要責務を負い、関連機関間の調整を行う。そのため工事監督の権限はないが、主要ステークホルダーと調整を行い、事業実施中に発生するかもしれない緊急事項・問題・紛争を解決するものである。

本事業のモニター機関は、政府機関であり SRWSA を技術的に監督している MIME とする。事業実施工程全体を、財政計画・技術仕様と照合しつつモニターする。

SRWSA は事業便益受益者、ローン返済責任機関として名実共に事業実施機関となる。そのため、事業実施期間中、計画・建設部（Department of Planning and Technical）内にプロジェクト推進部（Project Management Unit:PMU）を設立する。同部にはコンサルタント・チームも常駐し、L/A に規定するコンサルタント・サービスを提供する。

本事業は以下の組織により、調整・モニター・実施・管理される。

| 機能 | レベル | 関係機関 | プロジェクトにおける役割 | 責任 |
|--------------|------|---|--------------------------------|------------------|
| プロジェクト調整委員会 | 省庁 | 鉱工業・エネルギー省、経済財務省、水資源・気象省、シェムリアップ水道公社、APSARA 機構、シェムリアップ州 | 戦略的全体調整、プロジェクト実施に係る政策的ガイドライン作成 | 全体調整、財務、法制度 |
| プロジェクトモニタリング | 省庁部局 | 鉱工業・エネルギー省/水道部 | 事業実施に係る財務的・技術的モニタリング | 事業実施に係るモニタリングと報告 |
| プロジェクト管理 | 水道公社 | シェムリアップ水道公社/設計・建設部 | 事業実施に係る直接的責任 | 事業実施 |

第6章 事業実施計画

第6章 事業実施計画

6-1 事業実施計画

プロジェクトの期分けは、水需要の経年変化にあわせて下記の通りとする。

表 6.1 プロジェクトの期分け (公称設計容量 : m³/d)

| 項目 | 優先プロジェクト | 第2期プロジェクト | 合計 |
|------------|----------|-----------|--------|
| 目標年次 | 2022年 | 2030年 | N/A |
| 取水口 | 60,000 | - | 60,000 |
| 取水ポンプ場 | 60,000 | - | 60,000 |
| 浄水場内管理棟 | 60,000 | - | 60,000 |
| 取水ポンプ棟機電設備 | 30,000 | 30,000 | 60,000 |
| 導水施設 | 30,000 | 30,000 | 60,000 |
| 浄水施設 | 30,000 | 30,000 | 60,000 |
| 浄水池 | 30,000 | 30,000 | 60,000 |
| 浄水場内高架水槽 | 30,000 | 30,000 | 60,000 |
| 浄水場内機電設備 | 30,000 | 30,000 | 60,000 |
| 薬品注入機械設備 | 30,000 | 30,000 | 60,000 |
| 送配水管 | 30,000 | 30,000 | 60,000 |
| 配水用高架水槽 | 30,000 | 30,000 | 60,000 |

6-1-1 事業実施スケジュール

プロジェクトの実施スケジュールの概要を表 6.2 に示し、詳細を **SR6.1** に示す。

表 6.2 プロジェクト実施スケジュール

| 年 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| フイービリティ調査 | [Red bar] | | | | | | |
| 詳細設計およびその準備 | | L/A | | | | | |
| 財務的準備及びコンサルタントの選定 | | [Red bar] | | | | | |
| 詳細設計 | | [Red bar] | [Red bar] | | | | |
| P/Q 及び入札 | | | [Red bar] | | | | |
| 建設工事 | | | | | | | |
| パッケージ1 浄水施設建設工事 | | | | | [Red bar] | | |
| 取水口 | | | | [Red bar] | [Red bar] | [Red bar] | [Red bar] |
| 原水導水および送水管 | | | | [Red bar] | [Red bar] | [Red bar] | [Red bar] |
| 取水ポンプ場 | | | | [Red bar] | [Red bar] | [Red bar] | [Red bar] |
| 浄水場 | | | [Red bar] | [Red bar] | [Red bar] | [Red bar] | [Red bar] |
| パッケージ2 - エリア1 (Q4) 送・配水管敷設工事 | | | | | [Red bar] | [Red bar] | [Red bar] |
| パッケージ3 - エリア2 (Q3) 送・配水管敷設工事 | | | | | [Red bar] | [Red bar] | [Red bar] |
| パッケージ4 - エリア3 (Q2) 送・配水管敷設工事 | | | | | [Red bar] | [Red bar] | [Red bar] |
| パッケージ5 - エリア4 (Q1) 送・配水管敷設工事 | | | | | [Red bar] | [Red bar] | [Red bar] |
| 組織強化事業 | | | [Red bar] | [Red bar] | [Red bar] | [Red bar] | [Red bar] |

6-1-2 事業のパッケージ分け

優先プロジェクトの建設工事は、国際／現地入札によって選定された施工業者が実施する。工事のパッケージ化については、技術面および経済面に配慮し、主に作業内容、契約規模および国際的施工業者の参加を促すことを検討し、下記のとおり設定した。

- パッケージ1：浄水施設建設工事（国際入札）
- パッケージ2：エリア1(Q4)送配水管敷設工事（現地業者入札）
- パッケージ3：エリア2(Q3)の送配水管敷設工事（現地業者入札）
- パッケージ4：エリア3(Q2)の送配水管敷設工事（現地業者入札）
- パッケージ5：エリア4(Q1)の送配水管敷設工事（現地業者入札）

6-1-3 施工実施条件

(1) 地形・気象・水文・地質

主要な施工現場は沖積平野に位置する。浄水場建設予定地の現地盤高は、ベトナム国 Ha Tiem の平均海面を基準として海拔 11m である。トンレサップ湖に向かってなだらかに傾斜しており、その間 11.5km の区間が導水管敷設予定地である。一方、送配水管敷設予定地は、海拔 12m から 20m の間に位置し、緩やかに傾斜する平野部である。

雨季は概ね 5 月から 11 月、乾季は 12 月から翌年 4 月である。雨季のトンレサップ湖の水位は、海拔 11m に達するため、取水口・導水施設・取水ポンプ棟にかかる施工は乾季中に実施・完了する必要がある。乾期を逃すと追加補助工事の必要性から、施工費の増額や工期の延長をもたらす。

地下水位は、トンレサップ湖の水位に連動して高く、取水口・導水施設の一部・取水ポンプ棟は地下水位以下の施工となるため、水替え工が必要である。

(2) 社会基盤

プノンペン空港およびシアヌークビル港は、日本および第三国から調達する機材の積み下ろしが可能である。また、シェムリアップは、プノンペン市から 250km の内陸部に位置するため、プノンペン市で輸入あるいは購入する物資は、現地国内輸送を必要とする。

(3) 労働者

熟練労働者や未熟練労働者は、プノンペン市近郊で傭上可能である。しかしながら、本建設工事に対応できる十分な数の技術者をカンボジア国内で確保するのは困難である。したがって、不足する技術者を他国から雇用する必要がある。

6-2 許認可と法規上の手続き

6-2-1 本案件開始に当たりの許認可

本案件実施に必要な許認可の取得は、比較的短期間で行える。これは、SRWSA の評議委員会が7つの団体の代表から構成されており、その団体には MIMÉ と MOEF が含まれているためである。7団体は以下の通りである。

- 1) MIMÉ
- 2) MOEF
- 3) APSARA
- 4) シェムリアップ知事
- 5) 大臣評議会 (Council of Ministers)
- 6) SRWSA 総裁
- 7) SRWSA 従業員代表

さらに、本案件は下記の5名で構成されている運営委員会の管轄下であり、その5名のほとんどが SRWSA の評議委員会を兼ねている。係る運営委員会の存在は本案件が円滑に実施される一つの鍵となる。

- 1) MIMÉ
- 2) APSARA
- 3) シェムリアップ市
- 4) JICA
- 5) SRWSA 総裁

6-2-2 本案件開始前の手続き

上記許認可の取得は、全ての手続きの中で最も必要不可欠なものである。MIMÉ と MOEF からの許認可には下記の手続きが必要である。

- 1) 環境影響評価
- 2) 水利用 (取水) 許可
- 3) 湖内、漁業区域、水没森林区域、複合使用区域、生物保護区における土木施設の占有許可
注) 上記指定区域については、Main Report 11 章の地図を参照のこと。
- 4) 土地取得
- 5) 借款契約
- 6) 建設工事許可

6-2-3 土地取得

SRWSA との協議から、土地取得を開始するにあたっては、まずコミュニケーションと協議

した後、コミュニケーションが土地所有者と直接協議する。協議が合意に達しない場合は、SRWSA は建設予定地を他の候補地に変更することとなる。また、土地取得には長期間必要であるが、概ね3ヶ月間程度と想定される。これは、土地収用はSRWSA の自己資金で実施可能であることに加え、SRWSA の評議委員会の承認のみの手続きであるためである。公共用地は比較的取得が容易であり、費用も増額することは少ないと言われている。

SRWSA は、土地取得には非常に慎重である。これは、多額の資金と責任を要するためである。また、それぞれの手続きのスケジュールについては、環境影響評価に関する承認、土地所有者との協議、資金の確保、土地取得、地権者への補償、国際的融資機関との協議時期がそれぞれ複雑に絡み合うこととなる。したがって、スケジュールの立案と実施には留意しなければならない。

6-2-4 詳細設計および建設段階における手続き

建設許可

建設許可は、施行令 86「建設許可にかかる施行令」にしたがって実施される。土地利用都市計画建設局 (Department of Land Management, Urban Planning and Construction : DLMUPC) によると、現行施行令 86 の上位法規は現状無いとのことである。

許認可の手続きのため、SRWSA は下記3つの申請書を提出しなければならない。

- 1) 建設許可申請書
- 2) 着工申請書
- 3) 竣工申請書

許認可には、通常申請後45日間（土日祝日を除く実作業日数）の手続き期間が必要であるが、SRWSA はそれよりも早く MIMC から許認可を得ることが前提条件である。

建設許可申請には、施主は工事と図面の準備が必要である。提出図面は建築図と構造図から構成されるが、構造計算書は提出の必要性は無い。土地利用都市計画建設局によると、全提出書類はクメール語で記載しなければならない。

6-2-5 電力引き込み申請

手続きの流れは下記の通り。

- カンボジア電力会社 (EdC) へ申請書類提出。
- カンボジア電力会社による現地調査実施。
- 調査結果に問題が無ければカンボジア電力会社から許可が下りる。
- コンサルタントによる詳細設計の実施。
- 電気設計基準に基づいたカンボジア電力会社による設計図の検討。
- 建設工事開始。
- カンボジア電力会社が建設工事を開始から完了までを監督する。

- 建設工事がカンボジア電力会社の基準を満たした場合、カンボジア電力会社は建設工事完了を承認する。
- SRWSA は給電申請書を提出する。
- SRWSA はカンボジア電力会社との契約を完了する。

6-2-6 送配水管敷設手順

本工事の実施においては、下記事項に関する検討が必要である。

- 作業占有区画の資料を州政府に提出し、許可を得なければならない。工事計画書も必要とされ、変更箇所が生じた場合は更新しなければならない。
- 建設現場は観光事業保全の観点から適切に整理整頓しなければならない。
- 安全管理は専門家によって専門的に実施されなければならない。公共事業交通局には道路上での建設工事安全基準がない。市街地での建設工事においては、工事工程を警察と協議しなければならない。一方で郊外では標識の設置が一般的である。
- 電話線、電線、光ファイバーケーブルのような埋設構造物の建設工事では、注意を怠らず、施工業者は立会人を求めなければならない。
- 迂回路が必要な場合は、施工業者が準備し、標識等を設置しなければならない。
- 工事開始前に、施工業者は周辺住民に工事開始の通報を紙面にて行わなければならない。その内容は、工事現場位置、施工期間、工事による影響、本案件による便益を記載する。便益の周知は住民の注意を引き協力を得るためにも重要である。住民との連携およびコミュニケーションへの説明もまた重要である。

表 6.3 手続き一覧表

| No. | 手続き | 対応機関 | 手続き期間 | 備考 |
|----------------------------|--------------------|---|---------------------|--|
| (第1段階): 上水道拡張許可 | | | | |
| 1 | 上水道拡張許可 | 鉱工業・エネルギー省、 経済財務省 | 2-3 週間 (2ヶ月間) | -2ヶ月が経過した場合、自動的に許可が下りる |
| (第2段階): 土地取得前の MIMÉ による許認可 | | | | |
| 2 | 水利用（取水）許可および湖内占有許可 | トンレサップ湖流域管理庁 | 1ヶ月 | -取水口および一部導水施設 |
| 3 | 水利用（取水）許可 | 水資源・気象省 | | |
| 4 | 生物保護区における許可 | トンレサップ湖生物保全事務所 (ユネスコ：国連教育科学文化機 関、環境省) | 手続き No. 2 に 含まれる | -バッファゾーン内での導水施設建設 |
| 5 | 環境影響評価結果承認 | 環境影響評価部（環境省） | 2～3ヶ月間 | -11章参照 |
| 6 | 景観保全区域内での工事許可 | 環境保護部（環境省） | EIA に含まれる | -11章参照 |
| 7 | 複合使用区域内での工事許可 | 国立公園部（環境省） | 1ヶ月間 | -11章参照 |
| 8 | 漁業組合からの許可 | 魚業部（農業・林業・漁業省） | 1ヶ月間 | -11章参照 -取水ポンプ棟および導水施設（補償協議と土地取得 以前に実施されることが必要） |
| 9 | 水没森林区での工事許可 | 魚業部（農業・林業・漁業省） | | -11章参照 |
| (第3段階): 借款契約締結後の詳細設計期間中 | | | | |
| 10 | 建設許可（建築施設） | 土地利用・都市計画・建設部 | 工事着工前 45日間 | -建築意匠図がカンボジアに適合したものであれば 承認に支障は無い。着工前かつ詳細設計修了前実施 |
| 11 | 電力引き込み申請 | カンボジア電気会社 | 1週間 | -詳細設計開始段階で初回申請を行い、電気設計基準 に基づいた協議を実施 |
| 12 | 送配水管敷設作業占有区画許可 | シェムリアップ州事務所 | 短期間 | |
| 13 | 道路補修費にかかる協議 | 公共事業・運輸部（公共事業・運 輸省） | 1～2ヶ月間 | -道路補修費にかかる協議と承認 |
| (第4段階): 建設工事期間 | | | | |
| 14 | 着工許可／竣工許可 | 土地利用・都市計画・建設部 | 1週間 | -工事開始時および完了時に申請書を提出 |
| 15 | 給電許可 | カンボジア電気会社 | 1週間 | -カンボジア電力会社が工事開始から完了まで監督 -最終的に契約を終了 |

カンボジア国 シェムリアップ上水道拡張整備事業準備調査

(注): ■は手続き期間中を示す。

| 手続き | 申請先 | 2011 | | | | | | | | | | | | 2012 | | | | | | | | | | | | 2013 | | | | | | | | | | | | 2014 | | | | | | | | | | | | 2015 | | | | | | | | | | | | 2016 | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-----------------|------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| プロジェクト準備 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 資金団体との協議 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 上水道拡張プロジェクトの許可 | MIME, MOEF | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 環境社会配慮評価 | MOE | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 水利用(取水)許可 | MWRAM, TSA | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 取水口および一部導水施設の湖内占有許可 | TSA | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 漁業組合、水没森林区にかかる許認可 | MOAFF, UNESCO | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 土地取得 | Board, Owner | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 借款契約 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 詳細設計 | | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 建設工事許可 | DLMUPC | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 電力引き込み申請 | EdC | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 道路補修費にかかる協議 | DPWT | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 送配水管敷設作業占有区画許可 | Provincial Hall | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 事前資格審査および入札 | | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 建設段階 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 着工準備および資材調達 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 取水口建設 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 導水施設建設 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 取水ポンプ棟建設 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 浄水場建設 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 着工許可/竣工許可 | DLMUPC | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 給電申請および電力契約 | EdC | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| エリア1送配水管工事 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| エリア2送配水管工事 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| エリア3送配水管工事 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| エリア4送配水管工事 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 組織開発 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 組織開発 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

図 6.1 許認可取得のための法的手続の流れ

6-3 健全運営への手順

本項における重要な問題は、地下水取水規制と水道料金の見直しである。下記にこれら問題に関連する現状と法規について述べる。

6-3-1 地下水取水規制と SRWSA 給水への転換

ホテルの地下水利用に関する規制機関は以下の 4 組織である。

- MWRAM/DWRAM
- シェムリアップ州政府
- APSARA
- SRWSA

水資源管理法によると下記のことが記されている。

水資源の所管はカンボジア政府に帰属し（第 3 条）、現行の水資源管理法は MWRAM の所管である（第 6 条）。MWRAM は現在と未来における経済発展上の水需要と地域環境のバランスをとることが責務である（第 9 条）。MWRAM は、地下水管理の責務を負う（第 10 条）。家庭用でも制限を超える水資源利用および小規模水源利用は許可申請しなければならない（第 12 条）。政府は、公益のための水使用許可を改正できる（第 16 条）。MWRAM は、公衆衛生上および環境上悪影響がある場合は水使用許可を取り消しすることが出来る（第 17 条）。施行令において、地下水取水のための井戸掘削禁止区域を設定できる（第 20 条）。

MWRAM は全ての地下水に関連する権利を有し、地下水取水規制「地下水取水のための井戸掘削禁止区域の設定」が第 20 条に明記されているが、現状係る法令は執行されていない。この問題に関し、本案件調査団に下記の通り回答があった。

「MWRAM およびカンボジア政府は、現在住民に対して十分な給水が出来ていないため、地下水取水規制にかかる厳正な規則は適用していない。例え十分な給水が可能となっても、水道使用料金が低い場合、住民の地下水利用を禁止することは困難である。MWRAM には、現在第 20 条の施行令がないため、水源利用管理にかかる施行令を準備している。地下水保全のために、ホテルの地下水利用から SRWSA の給水利用に転換させる政策や法令については、現在厳正な規則はない。」

これら法規的現状について、SRWSA 局長は 2010 年 3 月 19 日の会見にて下記の通り回答した。

「SRWSA と MWRAM は、全てのホテルと事業者に対する地下水利用を禁止させる第 20 条の施行令を検討し成立させ、井戸水利用から SRWSA の給水利用への転換を施行する。さらに、KTC プロジェクト（韓国民間企業：KTC ケーブル会社）が 17,000 m³/日の浄水場建設を開始し、本案件（JICA 実施可能性調査）よりも早く運営を開始する。したがって、施行令は本案件が完了する前に成立させることになる。」

これを受けて、本案件が実施された直後、地下水取水を禁止する法律あるいは法令をそれぞれの組織で通過させることによって、以下の事項について実行することを提案する。

第一に、SRWSA は MWRAM に水資源管理法の第 20 条に基づいて、地下水取水を規制する施行令を成立させる法的手続きを取ることを求める。この施行令は、シェムリアップ市の SRWSA 給水区域における地下水取水禁止および地下水取水井戸設置禁止区域を規定する。本施行令は、本案件が開始されてすぐに成立されるべきであり、SRWSA は MWRAM とともに提案された上水道開発計画に則って、施行令を成立させるための調整を行う。

第二に、SRWSA はホテル及び事業者の地下水利用から SRWSA の給水利用に転換することによって得られる下記の利点を広く普及させる必要がある。

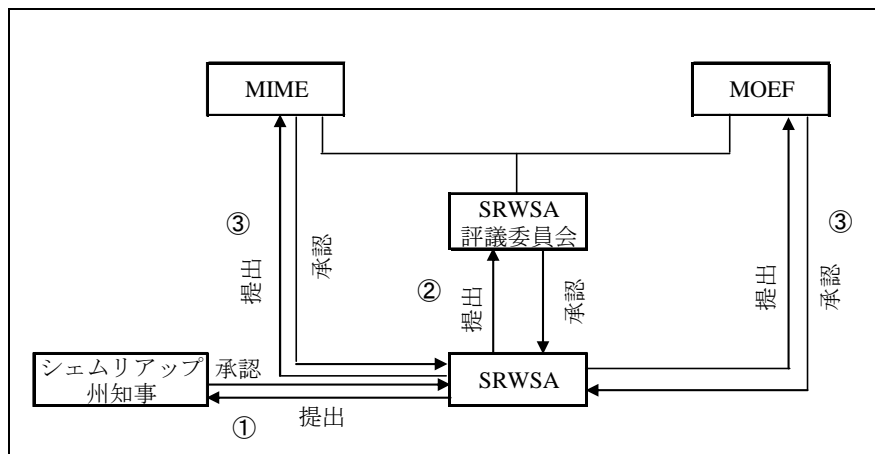
- SRWSA は利益目的の組織ではない。しかしながら、給水に係る費用は水道利用者により、適切かつ十分に支えられなければならない。
- SRWSA が課す住民への水道料金は、水販売企業やボトルウォーターに比べて経済的である。
- SRWSA が課す事業者への水道料金は、現在事業者自身で費やしている給水費用（O&M、修復費用含む）に比べ経済的である。
- SRWSA の供給水は、水道利用者の無形の便益を並びに健康の保全を旨とする飲料水質基準に合致しており、衛生的で安全である。
- 十分な圧送能力のある SRWSA の給水は、一般的に女性や子供に課せられる水汲みの労働を軽減させ、特に現在未給水の区域における労働力創生に間接的に寄与する。その結果として、子供の登校や教育における成果が期待できる。
- 地下水利用から SRWSA 給水利用へ転換する受益者は、最終的にはアンコール世界遺産に負の影響を及ぼす可能性の高い地盤沈下の懸念を払拭することに寄与する。
- アンコール世界遺産保護は、シェムリアップ市の観光産業に寄与することになる。観光産業開発は、結果的にシェムリアップ市の地域経済を支えさらに強固なものとする。

シェムリアップ州政府は、APSARA と同様に SRWSA と深く協調しながら、現在の地下水利用から SRWSA 給水利用の促進を図る下記の州条例の発布において、重要な役割を担う。

- 現在の地下水利用から SRWSA 給水利用への転換期間については、円滑な転換実施および既存地下水利用者の経済負担緩和を考慮する。
- 既存地下水利用者に対し、SRWSA 給水に転換するよう地下水利用にかかる課税について検討する。これは地下水利用に課する罰金のようなものである。

6-3-2 水道料金の改定

水道料金の改定に関して、SRWSA は最初に州政府から承認を受けなければならない。次に SRWSA 評議委員会に料金改定を申請し、最終的に MIME と MOEF に承認を受ける。料金改定にかかる手続きの流れを図 6.2 に示す。



注)①②③は手順を示す。

図 6.2 水道使用料金改定手順

6-4 建設計画とスケジュール

6-4-1 取水口および導水施設

(1) 一般事項

- 搬入土あるいは砕石によるアクセス道路の構築
- 仮設フェンスの設置
- 伐開および現場事務所・倉庫・ワークショップ・駐車エリアの設置、資機材の供給
- 水道、電気、電話の設置
- 必要に応じた水路の転流
- 工事用道路敷設のための伐採

(2) 取水口、導水管、取水ポンプ棟、導水圧送管

- トンレサップ湖内現場と取水ポンプ棟への工事用アクセス道路の構築
- トンレサップ湖内でのコッファーダム築堤
- 水替え工の適用と必要な床付け高さまでの掘削
- 配管作業、導水路等の開口部を残したコンクリート打設
- パイプ敷設、ゲート・階段・ポンプ・その他機電設備の設置
- 水密試験と漏水発生時の修復
- コッファーダム撤去
- 残土、瓦礫の撤去および適正地での廃棄
- 設備の稼動
- 表土の撤去と基盤レベルまでの土地造成
- 構造体構築開始
- RC 杭打設

- 配管作業、バルブ類、導水路、ゲート等の開口部を残した構造体構築
- 配管作業、バルブ類、導水路、計装類、配電、その他機電設備設置
- 水密試験と漏水発生時の修復
- 場内整備
- 消毒および施設の試験稼動
- 施設の稼動

6-4-2 浄水場

(1) 一般事項

- 切土あるいは盛土により工事用アクセス道路の構築
- 搬入土による住民への生活用仮設道路の構築
- 必要に応じた伐開
- 場内道路のための土工事
- 必要に応じた水路の転流
- 仮設フェンスの設置
- 現場事務所・トイレ・資材保管エリア・ワークショップ・駐車エリアの設置、資材の供給
- 水道、電気、電話の設置

(2) 配水池、凝集沈澱池、汙過池、浄水池、送水ポンプ棟、管理棟、薬品棟

- 表土の撤去および基盤高さまでの盛土造成
- 構造位置決め開始
- RC 杭打設
- 配管作業、バルブ類、導水路、ゲート等の開口部を残した構造物構築
- 配管作業、バルブ類、導水路、計装類、配電、その他機電設備設置
- 水密試験と漏水発生時の修復
- 場内整備
- 消毒および施設の試験稼動
- 施設の稼動

(3) 浄水池、送水ポンプ棟、逆洗施設および施設管理

- 必要に応じた表土の撤去と床付け作業
- 必要に応じたシートパイル設置と床付けレベルまでの掘削
- 必要に応じた水替え工の適用
- 配管用の開口部を残したコンクリート構造物構築
- 配管作業、バルブ類、導水路、計装類、配電、その他機電設備設置
- 水密試験と漏水発生時の修復
- 場内整備
- 消毒および施設の試験稼動

- 施設の稼働

(4) 汚泥乾燥床

- 必要に応じた表土の撤去と床付け作業
- 床付けレベルまでの掘削
- 床付けレベル以下の掘削
- 水替え工適用
- 砂置換、水締めによる床付けレベルまでの盛土
- 盛土による床付けレベルから壁頂までの法面の構築
- 壁面上へのグリ石設置
- 現場清掃および場内整備
- 施設の稼働

(5) 場内整備

- 必要に応じた水路の再転流
- アクセス道路の設置
- 場内設備および場内配管
- 現場清掃
- 植栽

6-4-3 配水施設

(1) 配水管

- 掘削およびカルバート／橋横断にかかる道路管理組織からの許可取得
- 着工および交通規制にかかる警察からの許可取得
- 関係地方自治体および公共／民間交通会社への通知
- 公的機関（SRWSA、電話会社、電力会社）への通知およびその所管する既存地下埋設物の位置に関わる情報取得と、破損などの恐れのある要注意地域での建設時の現場立会い承諾の取得。さらには、これらの組織の事業に対するいかなる損害についても迅速に通知する
- 工事期間中の緊急の工事による不便性などに関して、住民や公共、交通機関に対し新聞広告、メディア、公報やちらしなどで通知する
- 道路安全の必須条件調査および必要な全ての標識とその他警察に指示された標識の調達
- 機械掘削、人力掘削、岩掘削、支保工、シートパイル等の設置が必要な箇所の調査および決定。掘削機種類と掘削土の埋戻し適正度についても確認
- 最適な水替え工の選定（ウェルポイント工法、ディープウェル工法、釜場排水工法等）
- 損傷を受けそうな既存構造物／埋設物の位置調査および適正な回避工法の選定
- 周辺住民の仮転居必要区域の調査および必要な対策の実施

- 管敷設工事に必要な既存公共施設の転換／移設必要性調査および転換／移設に必要な関連組織との調整
- 搬入土の調達のための近隣の利便性の高い土取り場の手配
- 川砂、搬入土、基礎資材、道路復旧資材の仮置き場の手配。これらの資材は、ポリエチレンシート／防水布あるいは承認された方法で雨から保護する必要がある
- 残土／埋戻し不適正土、道路掘削材および残渣の廃棄場所手配
- 給水、電力、電話、トイレを完備した現場事務所（移設可能あるいは常設）の設置
- 既存地下埋設物の形上把握のための試験掘削およびそれら埋設物への損傷／阻害を最小化する管敷設適正ルート決定
- 現場のバリケード設置および配管作業員と重機の動員
- 現場のバリケード設置およびチャンバー建設／マンホール建設／橋横断／カルバート横断作業員の導入
- 土の締め固め試験後の管敷設
- 施工業者の管敷設作業進捗に沿った道路の仮復旧工事の実施
- 全ての残土／埋戻し不適正土およびその他残渣の廃棄
- バルブ類の設置
- 区画毎の洗浄および圧力試験と漏水発生時の修繕
- 主管の消毒
- 一斉運転における全区画の圧力試験の実施
- 施工業者あるいは関連する道路管理組織による道路の完全復旧工事の実施
- 現場清掃

(2) 水管橋

- 関連機関への着工通知
- 仮設道路の設置および搬入土による片方の土手の重機作業場築造（クレーン、杭打機、生コン車、ポンプ車、トラック等）
- フェンスの設置
- 橋の構築開始および橋脚基礎のためのコッファードーム築堤
- 基礎杭打設
- 中央橋脚構築のための水替え工を併用した基礎岩盤掘削
- 中央橋脚基礎のコンクリート置換
- 掘削岩による埋め戻し
- 橋脚の両端杭の杭頭処理
- 組立て橋の搬入および橋脚上への設置
- 必要に応じた埋戻しの実施
- 防錆塗装の実施（事前に実施されていない場合）
- 主管の設置
- シートパイル／コッファードームの撤去および現場清掃と現場事務所の撤去
- 河川流路の復元

6-4-4 高架水槽

- 床付けレベルまでの掘削
- RC 基礎杭打設（将来拡張部分への杭打も含む）
- 円形基礎および環状壁補強用環状梁の構築
- 環状壁構築
- 水槽の型枠支保のための仮作業場の用意
- 水槽基礎ドームおよび円錐部分の型枠設置とコンクリート打設
- 水槽基礎梁、水槽壁および頂部梁の型枠設置とコンクリート打設
- 水槽内配管室建設
- 水槽頂部ドームの型枠設置およびコンクリート打設
- 水槽内の作業場と階段の建設
- 水槽配管と場内配管の接続
- 水槽の清浄
- 漏水試験のための水槽内浄水充填
- 浄水池の消毒
- 適切であれば旧水槽との接続
- 流出口と配水システムの接続

6-5 調達計画

(1) コンクリート、杭、砂、砕石、レンガ

これらの資材は、シェムリアップ市／プノンペン市において製造されているため容易に調達可能である。

(2) 鉄筋、シートパイル、型枠

これらの資材は、カンボジア国内では生産されていない。しかしながら、シェムリアップ市／プノンペン市の現地代理店から容易に入手可能である。新品のシートパイルは代理店から購入可能ではあるものの、リースは出来ない。

(3) 管材

ダクタイル鋳鉄管、HDPE 管および鋼管は、カンボジア国内では生産されていない。これらの管材は、外国からの輸入品であるが、現地代理店から容易に入手可能である。

(4) 機械電気設備

ポンプ類、薬注機器類、バルブ類、監視制御盤や受電／変電設備のような主要な機械電気設備は、カンボジア国内では生産されていない。これらの設備は外国からの輸入が必要である。

(5) 建設機械

バックホウ、ブルドーザー、ダンプトラックや杭打機は、シェムリアップ市／プノンペン市においてリース可能である。

第7章 概算事業費の算定

第7章 概算事業費の算定

7-1 事業費の構成

本案件事業費は、下記の項目で構成する。

- 1) 直接工事費
- 2) 詳細設計・施工監理費
- 3) 組織強化費
- 4) 土地取得費
- 5) 費用予備費 ; 1)+2)の 10%+2)+3)の 5%
- 6) 補償費
- 7) 管理費 ; 上記直接工事費及び費用予備費の 1.5%
- 8) 価格予備費 ; 3)組織開発費以外の全ての項目において現地通貨の 7.9%および外貨の 1.8%

また、本事業費は 2010 年の市場価格において積算した。

7-2 積算条件および前提条件

本建設工事は、建設方法の適性と同じく建設資材および建設機械の現地調達性を基に検討した。カンボジア国内で調達不可能な資材については、外国から輸入しなければならない。それらの輸入資材にかかる費用には、関税／運搬費用を含む。

本事業費は、施工業者の財務・管理費、外部組織との関連費用を含んだ管理費、利潤および間接費等の全ての費用を含む。

表 7.1 外貨費用と現地通貨費用の構成区分

| 項 目 | 資 材 | 外 貨 | 現地通貨 |
|----------|--------|-----|------|
| (1) 土本工事 | 作業員 | | ○ |
| | 砂、砕石 | | ○ |
| | コンクリート | | ○ |
| | 型枠 | ○ | ○ |
| | 鉄筋 | ○ | |
| (2) 管材類 | 杭 | | ○ |
| | DCIP | ○ | |
| (3) 機電設備 | HDPE | ○ | |
| | ポンプ | ○ | |
| | 汚泥掻寄せ機 | ○ | |
| | バルブ類 | ○ | |
| | 監視制御盤 | ○ | |
| (4) 建設機械 | 変圧器 | ○ | |
| | | | ○ |
| (5) 建築工事 | レンガ | | ○ |
| | 内装資材 | ○ | ○ |

本積算は外貨と現地通貨に区分する。建設単価については、カンボジア国内市場および現在実施中の他の水道事業における費用を参考に分割割合を設定し、外貨と現地通貨に分割した。また、現地通貨は US ドルにて積算した。これは US ドルがカンボジア国内で日々一般的に使用されている通貨であることによる。適用レートは $KHR4,165=US\$1.0$ 。

7-3 概算事業費の算定

本概算事業費は、表 7.2 に示すとおり概略設計に基づく数量計算により積算した。技術設計により概略的な施設設計を行い、施設図面には構造及び施設図を示した。また、管渠図面は水理的管網計算に基づき設計・作成した。

表 7.2 施工数量の確認

| 施設 | 算出根拠 |
|--------|-------------|
| 取水口 | 技術設計および施設図面 |
| 導水施設 | 技術設計 |
| 取水ポンプ棟 | 技術設計および施設図面 |
| 導水圧送管 | 技術設計 |
| 浄水場 | 技術設計および施設図面 |
| 配水場 | 管渠図面 |
| 送水管 | 管渠図面 |
| 給水管 | 管渠図面 |

単価および一式単価は、カンボジア国内において施工実績のある国際的な建設業者から見積りを収集し、近年のカンボジア国内の工事契約額を参考に決定した。さらには、プノンペン市の上水道プロジェクトの事業費も参考とした。本事業費では、現地通貨に 10% の付加価値税 (VAT) を含む。

7-4 直接工事費

優先プロジェクトの直接工事費につき、表 7.3 に示す。本工事費は、土木工事費と機電設備工事費から成り工事費の詳細はサポーティング・レポート 7.1 を参照する。

7-5 詳細設計・施工監理費

詳細設計・施工監理費は、詳細設計、事前資格審査および入札、施工管理業務を含む。本費用は概ね 5.25 百万 US ドルと見積もられる。

7-6 組織強化費

浄水施設の運営には、適切なスタッフ数と各技術、管理組織が必要である。組織強化費は、0.92 百万 US ドルと見積もられる。

7-7 土地取得費

本案件に必要な土地面積は、下記の通り概ね 6 ヘクタールである。

- 1) 取水ポンプ棟(80m x 80m) = 0.64 ha
- 2) 浄水場(220m x 180m) = 3.96 ha
- 3) 浄水場から取水ポンプ棟までのアクセス道路(幅員 3.5m x 2 車線 x 3,000m)
= 2.1 ha
- 4) 全面積 = 0.64 + 3.96 + 2.10 = 約 6 ヘクタール

7-8 費用予備費

費用予備費は、本案件全体を通して予測不可能な事象による資材量や作業量の増加に対する予備費である。本案件では、直接工事費と土地取得費のそれぞれ 10%、詳細設計費と組織強化費のそれぞれの 5%を要するものとした。

7-9 補償費

本工事は、農業および漁業で生計を立てている現地住民の生活に影響を与える。本案件では、関係する現地住民への補償費を計上する。補償費の考え方は以下の通り。

■ 農業補償

工事占有面積（導水施設）；9,600m x 30m = 28.8 ヘクタール
 土地占有期間；3 年間（工事期間と同期間）
 農業生産力；4t/ヘクタール、1,000 リエル/kg(4,165 Riel = 1 USD)
 $28.8 \times 4 \times 1,000 \times 1,000 \times 3 \div 4,165 = 83,000$ US ドル

■ 漁業補償

工事占有面積（導水施設）；建設工事幅 + 余裕幅 = 150m
 既存漁業区域幅；1,500m
 占有期間；5 年間（伐採森林の復元期間）
 漁業生産力；3t/年、5US ドル/kg
 $150 \div 1,500 \times 3,000 \times 5 \times 5 = 7,500$ US ドル

7-10 管理費

カンボジア国の関連組織には、本案件への対応のために追加的な管理費が必要となる。管理費は、直接工事費の 1.5%に加え費用的予備費を計上する。

7-11 価格予備費

価格予備費は、組織強化費以外の全ての項目において現地通貨の 7.9%および外貨の 1.8%のエスカレーションを計上する。

7-12 優先プロジェクト事業費

優先プロジェクト事業費を下表に示す。

表 7.3 優先プロジェクト事業費

| 項目 | 費用(1,000US\$) | | | | 小計 |
|------------------------------------|---------------|-------------|---------------|--------------|---------------|
| | 外貨分 | 税金 (外貨分) | 内貨分 | 税金 (内貨分) | |
| 土木工事費 | 16,932 | 0 | 23,399 | 2,340 | 42,672 |
| 取水口 | 16 | 0 | 132 | 13 | 162 |
| 導水管 | 1,448 | 0 | 11,710 | 1,171 | 14,328 |
| 取水ポンプ棟 | 555 | 0 | 739 | 74 | 1,368 |
| 浄水場 | 2,507 | | 5,627 | 563 | 8,697 |
| 高架水槽 | 228 | 0 | 553 | 55 | 836 |
| 送配水管網 | 12,178 | 0 | 4,638 | 464 | 17,280 |
| 機電設備工事費 | 8,148 | 0 | 1,136 | 114 | 9,397 |
| 取水ポンプ棟 | 2,086 | 0 | 259 | 26 | 2,371 |
| 浄水場 | 6,062 | 0 | 877 | 88 | 7,027 |
| 直接工事費(土木工事費+機電設備工事費) : A | 25,080 | 0 | 24,535 | 2,454 | 52,069 |
| 費用予備費(Ax10%):A' | 2,508 | 0 | 2,454 | 245 | 5,207 |
| 価格予備費(A+A'に対して: 外貨 1.8%、現地通貨 7.9%) | 2,215 | 0 | 11,423 | 1,142 | 14,780 |
| 詳細設計・施工監理費(B) | 4,200 | 0 | 954 | 96 | 5,250 |
| 費用予備費(Bx10%):B' | 210 | 0 | 48 | 5 | 263 |
| 価格予備費(B+B'に対して: 外貨 1.8%、現地通貨 7.9%) | 278 | 0 | 304 | 30 | 612 |
| 組織強化費(C) | 860 | 0 | 55 | 5 | 920 |
| 費用予備費(Cx10%):C' | 43 | 0 | 3 | 0.3 | 46 |
| 価格予備費(C+C'に対して: 外貨 1.8%、現地通貨 7.9%) | 68 | 0 | 22 | 2 | 91 |
| 土地取得費(D) | 0 | 0 | 273 | 27 | 300 |
| 費用予備費(Dx10%):D' | 0 | 0 | 27 | 3 | 30 |
| 価格予備費(D+D'に対して: 外貨 1.8%、現地通貨 7.9%) | 0 | 0 | 24 | 2 | 26 |
| 補償費(E) | 0 | 0 | 83 | 8 | 91 |
| 価格予備費(Eに対して: 外貨 1.8%、現地通貨 7.9%) | 0 | 0 | 7 | 1 | 7 |
| 管理費 (A+D' に対して 1.5%) | 0 | 0 | 864 | 86 | 951 |
| 事業費 | 35,461 | 0 | 41,074 | 4,108 | 80,642 |

(注記) 事業費は10万ドル単位で四捨五入。価格予備費は複利計算。.

7-13 支出スケジュール

本案件にかかる事業費の支出スケジュールを表 7.4 に示す。

表 7.4 支出スケジュール

| 項目 | 年 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|------------------|--------|------|------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| 直接工事費 | 52,069 | - | - | - | - | 11,108 | 15,119 | 16,226 | 9,615 |
| - 外貨費用 | 25,080 | - | - | - | - | 7,287 | 6,570 | 7,177 | 4,046 |
| - 現地通貨費用 | 24,535 | - | - | - | - | 3,474 | 7,772 | 8,227 | 5,063 |
| - 現地租税 | 2,454 | - | - | - | - | 347 | 777 | 823 | 506 |
| 費用予備費 | 5,207 | - | - | - | - | 1,111 | 1,512 | 1,623 | 962 |
| - 外貨費用 | 2,508 | - | - | - | - | 729 | 657 | 718 | 405 |
| - 現地通貨費用 | 2,454 | - | - | - | - | 347 | 777 | 823 | 506 |
| - 現地租税 | 245 | - | - | - | - | 35 | 78 | 82 | 51 |
| 価格予備費 | 14,780 | - | - | - | - | 1,518 | 3,877 | 5,341 | 4,044 |
| - 外貨費用 | 2,215 | - | - | - | - | 441 | 535 | 737 | 503 |
| - 現地通貨費用 | 11,423 | - | - | - | - | 979 | 3,039 | 4,186 | 3,219 |
| - 現地租税 | 1,142 | - | - | - | - | 98 | 304 | 419 | 322 |
| 技術費 | 5,250 | - | - | 545 | 1,091 | 1,091 | 1,091 | 1,091 | 341 |
| - 外貨費用 | 4,200 | - | - | 436 | 873 | 873 | 873 | 873 | 272 |
| - 現地通貨費用 | 954 | - | - | 99 | 198 | 198 | 198 | 198 | 63 |
| - 現地租税 | 96 | - | - | 10 | 20 | 20 | 20 | 20 | 6 |
| 費用予備費 | 263 | - | - | 27 | 55 | 55 | 55 | 55 | 17 |
| - 外貨費用 | 210 | - | - | 22 | 44 | 44 | 44 | 44 | 14 |
| - 現地通貨費用 | 48 | - | - | 5 | 10 | 10 | 10 | 10 | 3 |
| - 現地租税 | 5 | - | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 価格予備費 | 612 | - | - | 17 | 71 | 109 | 149 | 191 | 74 |
| - 外貨費用 | 278 | - | - | 8 | 33 | 50 | 68 | 86 | 32 |
| - 現地通貨費用 | 304 | - | - | 8 | 34 | 53 | 74 | 96 | 38 |
| - 現地租税 | 30 | - | - | 1 | 3 | 5 | 7 | 10 | 4 |
| 組織強化費 | 920 | - | - | - | 183 | 183 | 183 | 183 | 188 |
| - 外貨費用 | 860 | - | - | - | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 |
| - 現地通貨費用 | 55 | - | - | - | 10 | 10 | 10 | 10 | 15 |
| - 現地租税 | 5 | - | - | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 費用予備費 | 46 | - | - | - | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| - 外貨費用 | 43 | - | - | - | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| - 現地通貨費用 | 3 | - | - | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| - 現地租税 | 0 | - | - | - | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| 価格予備費 | 91 | - | - | - | 9 | 13 | 17 | 22 | 30 |
| - 外貨費用 | 68 | - | - | - | 7 | 10 | 13 | 17 | 20 |
| - 現地通貨費用 | 22 | - | - | - | 2 | 3 | 4 | 5 | 9 |
| - 現地租税 | 2 | - | - | - | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 1.0 |
| 土地取得費 | 300 | - | - | 300 | - | - | - | - | - |
| - 外貨費用 | 0 | - | - | 0 | - | - | - | - | - |
| - 現地通貨費用 | 273 | - | - | 273 | - | - | - | - | - |
| - 現地租税 | 27 | - | - | 27 | - | - | - | - | - |
| 費用予備費 | 30 | - | - | 30 | - | - | - | - | - |
| - 外貨費用 | 0 | - | - | 0 | - | - | - | - | - |
| - 現地通貨費用 | 27 | - | - | 27 | - | - | - | - | - |
| - 現地租税 | 3 | - | - | 3 | - | - | - | - | - |
| 価格予備費 | 26 | - | - | 26 | - | - | - | - | - |
| - 外貨費用 | 0 | - | - | 0 | - | - | - | - | - |
| - 現地通貨費用 | 24 | - | - | 24 | - | - | - | - | - |
| - 現地租税 | 2 | - | - | 2 | - | - | - | - | - |
| 農業及び漁業補償費 | 91 | - | - | 91 | - | - | - | - | - |
| - 外貨費用 | 0 | - | - | 0 | - | - | - | - | - |
| - 現地通貨費用 | 83 | - | - | 83 | - | - | - | - | - |
| - 現地租税 | 8 | - | - | 8 | - | - | - | - | - |
| 価格予備費 | 7 | - | - | 7 | - | - | - | - | - |
| - 外貨費用 | 0 | - | - | 0 | - | - | - | - | - |
| - 現地通貨費用 | 7 | - | - | 7 | - | - | - | - | - |
| - 現地租税 | 1 | - | - | 1 | - | - | - | - | - |
| 管理費 | 951 | - | - | 1 | 1 | 203 | 275 | 296 | 175 |
| - 外貨費用 | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - 現地通貨費用 | 864 | - | - | 1 | 1 | 184 | 250 | 269 | 159 |
| - 現地租税 | 86 | - | - | 0 | 0 | 18 | 25 | 27 | 16 |
| 総事業費 | 80,642 | - | - | 1,045 | 1,419 | 15,399 | 22,288 | 25,037 | 15,455 |
| - 外貨費用 | 35,461 | 0 | 0 | 466 | 1,137 | 9,614 | 8,940 | 9,830 | 5,473 |
| - 現地通貨費用 | 41,074 | 0 | 0 | 526 | 255 | 5,259 | 12,134 | 13,824 | 9,075 |
| - 現地租税 | 4,108 | 0 | 0 | 53 | 26 | 526 | 1,214 | 1,383 | 907 |

(注記) 数値は四捨五入、必ずしも末尾数値は合致しない。

7-14 運転管理費

上水道施設は、適切な運転と管理を通してのみ、備わった機能すなわち給水需要を満たすことができ必要な水圧と水質を保持することができる。

施設の日々の運転には、浄水過程において薬品が必要であり、機械設備の運転には電力が必要である。施設の管理には部品／装置／機能の定期的検査、清掃、修理、補修が必要である。

施設の運転・管理はよく訓練された技術スタッフにより実施され、全体的には水道公社幹部により管理される。

施設の運転および管理費は、下記の項目により構成されている。

- 1) 給与および賃金
- 2) 電気代
- 3) 薬品代
- 4) 維持管理費
- 5) 運営および一般管理費

年間の運転および管理費は上記費用の合計となる。

7-14-1 給与および賃金

2009年のSRWSAの実質人件費は年間139,000USドルである。これは、総勢40人のスタッフに対して1月1人あたり平均290USドルとなる。優先プロジェクトによって整備される施設の運転と管理のためのスタッフ数は、給水接続数の増加に従い増加する。2017年の人件費は、年間345,000USドルと推計した。

7-14-2 電気料金

現在、既存浄水場では年間3,285,000m³の浄水量に対して、183,000USドルの電気代を支出している。優先プロジェクトの電気代は予定されている機電設備の電力消費量(kW/h)を基に算出した。優先プロジェクトの浄水能力は水需要と給水接続数の増加に伴い、段階的に日量30,000m³まで増加する。2017年における、電気代は年間220,000USドルと推計した。

7-14-3 薬品費

現在、既存浄水場では年間3,285,000m³の浄水量に対して、37,000USドルの薬品費を支出している。優先プロジェクトの薬品消費量は電力消費量と同じく段階的に増加する。2017年における薬品代は年間47,000USドルと推計した。

7-14-4 維持管理費

上水道施設は、機械の修繕、小規模装置の取替え、潤滑剤、燃料などの定期的な管理を

必要とする。SRWSA は現在、設備総価格の 6%を管理費として支出している。これにより 2017 年の管理支出を年間 252,000US ドルと推計した。

7-14-5 運営管理費および一般管理費

上水道施設の運営は、管理業務に必要な予算とその他の雑費を必要とする。現在、既存浄水場の運営管理費は、年間 265,000US ドルである。これにより、2017 年の運営管理費を年間 207,000US ドルと推計した。

第8章

優先プロジェクトに係る財務・経済評価

第8章 優先プロジェクトに係る財務・経済評価

8-1 概要

本章は、優先プロジェクトに係る財務および経済的評価について述べる。特に、下記事項について検討する。

- (1) SRWSA におけるこれまでの財務的状況
- (2) 事業実施に必要な財源の検討
- (3) 水道料金の支払い意志額・支払い能力の検討
- (4) 財務的内部収益率の検討
- (5) 経済的内部収益率の検討

8-2 これまでの財務的状況

本項においては、優先プロジェクトの実施に必要な資本の注入等を検討するため、SRWSA のこれまでの財務状況につき検討する。使用したデータは下表の通り 2007 年から 2009 年までのデータを使用した。

表 8.1 SRWSA の財務内容 (2007 年から 2009 年まで)

| 指標 | 2007 年 | 2008 年 | 2009 年 |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|
| 運営状況 | | | |
| 顧客数 | 3,146 | 3,720 | 3,926 |
| 年間生産水量 (m3) | 2,265,545 | 3,169,208 | 3,281,897 |
| 年間料金徴収水量 (m3) | 1,821,029 | 2,766,178 | 2,822,752 |
| 平均水道料金 (KHR/m3) | 1,244 | 1,253 | 1,360 |
| 従業員数 | 44 | 43 | 43 |
| 営業収入 (百万 KHR) | 3,008 | 3,809 | 3,885 |
| 営業支出 (百万 KHR) | 1,836 | 2,352 | 3,178 |
| 純利益 | 559 | 838 | 183 |
| 運営効率 | | | |
| 運営利益率 | 81% | 75% | 96% |
| 無収水 | 20% | 13% | 14% |
| 料金徴収日数 | 15 | 14 | 40 |
| 従業員の生産性指数 | 14 | 12 | 11 |
| 売上収益率 | 19% | 28% | 9% |
| 財務状況 | | | |
| 現金保有高 (日数) | 315 | 386 | 273 |
| 流動比率 | 7.17 | 4.42 | 2.33 |
| 運転資金 | 382 | 408 | 285 |
| 資本比率 | 1% | 4% | 10% |
| 純資産 (百万 KHR) | 23,061 | 21,382 | 19,590 |

8-2-1 財務の状況

SRWSA の財務的状況は安定的で、流動性が高く、かつ支払い能力が高い状況であり、健

全であると言える。従って、短期的にも長期的にも対応可能な状況を保っている。

- ◆ *現金保有高は十分*：過去3年間、SRWSAは高い流動性を保持している。2009年における現金保有高は273日分の運転費用に見合うレベルにある。
- ◆ *SRWSAの運転資金充足度*：経常的に非常に良好である。運転資金の充足度を年間稼働可能日数に置き換えると、過去3年間は年平均11.8カ月分にのぼる。2009年は285日分に減少したものの、運転資金の充足度としては依然として十分である。
- ◆ *流動比率*：総体的に良好で、2009年末現在の流動比率は2を若干上回る状況にある。
- ◆ *資本比率*：非常に良好である。SRWSAは短期流動負債を除き借入金は一切ない。
- ◆ *SRWSAの純資産状況*：過去3年経常的に極めて良好である。同企業は既存の有形資産について、JICAの無償援助により多大の恩恵を受けている。

8-2-2 運営効率

SRWSAが独立企業体としての運営を始めて比較的日子が浅いことを考慮すると、SRWSAの運営状況は全般的に極めて良好な状況にあると言える。

- ◆ *SRWSAの運営利益率*：比較的高いが、2009年11月に実施された新料金体系の導入により更に向上することが期待される。
- ◆ *SRWSAの無収水の状況*：極めて良好である。東南アジアで水道事業に従事している40事業体を対象とした調査結果では、無収水の割合が平均で27%であることと比較すると、例外的に良好である。¹しかし、プノンペン水道公社の実績では無収水の割合が10%以下であることを見ると、更に改善する必要がある。
- ◆ *SRWSAの料金徴収実績*：近年徴収効率が低下傾向にある。対顧客売掛日数を見ると、2009年以前の2年間の平均実績では14～15日であったのが、2009年は40日に増加している。
- ◆ *現行の保証金について*、不払い水道料金に対する弁済効果を考察した。SRWSAは6カ月ごとに各顧客の平均水道料金請求金額に応じ保証金額を調整する必要がある。平均請求額が保証金額を超える場合、当該顧客の保証金額を増額する必要がある。
- ◆ *売上収益*：過去数年低下してきた。しかし、2009年11月に実施された新料金体系により改善すると期待される。

¹ 2007年にアジア開発銀行が公表した2005 Data Book of South East Asia Water Utilities Networkによれば、アジアで水道事業に従事している40事業体を対象にした調査の結果、無収水の割合は平均27%である。

- ◆ 過去3年のSRWSA従業員の生産性指数（SPI: staff productivity index）：2007年当時顧客数1000軒当たりの従業員数が14人であったのに対し2009年には11人に向上している。1従業員が担当する顧客数を増加することにより更に向上できると見られる。

8-2-3 今後の財務状況予測

SRWSAの財務状態は強固かつ安定している。同会社の資本構造は、設備投資計画を実施するため必要となる長期負債の借入が可能な状態にある。

8-3 現在および将来の投資財源

SRWSAの投資財源としては一義的には同会社の運営により発生する内部留保と他機関からの拠出金もしくはJICAその他援助機関から供与されるODA資金が考えられる。内部留保金は水道事業収入によるが、その主体は水道料金収入である。そのほかの収入としては量水器の維持管理料金、新規接続料金、保証金、遅延課徴金等があるが、その占める割合は微小に留まる。これらの問題については、現行水道料金体系の問題とともに、以下に考察する。

8-3-1 現行の水道料金

(1) 概要

SRWSAの現行の水道料金は下表の通りで、2009年11月に改定され現在に至っている。

表 8.2 現行の水道料金 (KHR/m³)

| 分類 | 従量料金 (m ³) | 2006年次 改訂料金 | 2009年11月 改訂料金 |
|-----------|---------------------------|----------------|------------------|
| 家庭用水/公共用水 | 0 to 7 | 1,200 | 1,100 |
| | 8 to 15 | 1,200 | 1,500 |
| | 16 to 30 | 1,200 | 1,800 |
| | 30< | 1,200 | 2,000 |
| 工業・商業用水 | 0 to 7 | 1,400 | 1,100 |
| | 8 to 15 | 1,400 | 1,500 |
| | 16 to 30 | 1,400 | 1,800 |
| | 30< | 1,400 | 2,000 |

出典: SRWSA Commercial Office

(2) 水道料金のレベル

下表は2007年から2009年までの用途別平均水道料金を示す。これから分かるとおり、工業用・商業用水料金は家庭用水料金および公共用水料金よりも高く設定され、補助金の役割を果たしている。

下表の通り、SRWSAの水道料金はフル・コストリカバリを実現しており収益体制が保たれていることが分かる。

料金の支払い能力の観点では、月平均水使用量に対する月当たり平均水道料金はKHR12,804.00と計算され、これは一世帯当たりの平均月収KHR1,594,120の0.8%に当たり、料金の支払い能力の限界として一般的に採用されている4%を下回っており、健全な状況と言える。

表 8.3 平均水道料金 (KHR/m³)

| 項目 | 2007 | 2008 | 2009 |
|------------|-------|-------|-------|
| 平均料金収入単価 | | | |
| - 家庭用水 | 1,200 | 1,200 | 1,264 |
| - 商業用水 | 1,400 | 1,400 | 1,553 |
| - 公共用水 | 1,200 | 1,200 | 1,200 |
| - 全体平均水道料金 | 1,244 | 1,253 | 1,360 |
| 平均水原価 | | | |
| 全体平均原価 | 810 | 742 | 975 |

出典: SRWSA Commercial Office and Accounting Unit

8-3-2 その他の料金

SRWSA の運営に係わる水道料金以外の収入につき述べる。

(1) 量水器の維持管理料金

係る料金は月ごとに課金される基本料金であり KHR50 である。

(2) 新規接続料金

SRWSA は新規接続料金として、用途にかかわらず、KHR517.5(US\$124.25)の定額の料金を課している。係る料金は、配水管から各戸への給水管を接続する引出し管の据付費用として充当されている。標準設計よりも長い引込み管が必要な場合には、実費ベースにて追加料金を課している。

係る新規接続料金は前述の1世帯当たりの平均月収 KHR1,594,120 の32%に当たり、平均月収の低い世帯にとっては重荷となり、支払い能力を超えるものとなる。従って、本案件を実施するに当たっては、市域の周辺地域において水道を拡張整備する際には考慮すべき事項の一つである。

本案件の実施に伴い、貧困家庭に対する救済策としては、i) 新規接続料金の分割払い、ii) 接続意志のある家庭への補助金の交付などが考えられる。

(3) 保証金 (ディポジット)

新規接続には、月例料金の未払いの場合の保証金として、KHR77,000(US\$18.49)を課している。

(4) 遅延金 (課徴金)

料金の支払いが遅れた場合、遅延金 (課徴金) として、一日当たり料金の1%を課している。更に、10日以上の遅延者に対しては、接続停止の警告書を発給している。

8-4 優先プロジェクトの財務的検討

8-4-1 検討の方法

優先プロジェクトの財務的検討に係る手法は下記の通り。

(1) 収益の検討

SRWSA は設立の主旨からしてフルコストリカバリを実現しなければならない。水道事業の運営に係る全ての費用は水道料金により賄ない、必要な利益のみ蓄えることになる。以下の事項につき検討し、当該案件に必要な水道料金を算定した。

- 全ての費用- 運転費、減価償却費、利子及び税金等は水道料金により賄わなければならない。係る費用の総額を給水量で除した額が1 m³当たりの平均の水道料金となる。
- 政府からの補助金はないものとする。水道料金からの現金収入、および本件の融資の合計がローンの返済を含む必要な資本となる
- デットサービスカバレッジレート (DSCR)は如何なる年において 1 よりも大きくなければならない。水道事業運営によりもたらされる収入により、利子および元本の返済を賄わなければならない。

(2) 水道料金の支払い能力の判定

水道料金に対する支払い能力の判定は下記 2 項目により判定する。

i) 家庭用水に係る支払い能力の判定

1 世帯当たりの平均月収に基づき判定する。世銀などによれば、1 世帯の平均月収の 4% が支払い能力の上限とされている。

調査団が実施した社会調査によれば、市域における世帯当たりの平均月収は KHR1,594,120 (US\$382.74)である。

ii) 商業用水に係る支払い能力の判定

商業用水に係る支払い能力の判定には次の 2 通りの手法を用いる。

- 2009 年次、商業施設 (ホテル、ゲストハウス、レストラン等が自前の水道施設にて費やしている生産コストは US\$0.70~1.00 と見積もられた。よって、SRWSA の平均水道料金がこの生産コストよりも下回れば、商業用水に対する支払い意志が維持できるものと判断できる。
- 観光省のデータによれば、観光者一人が、一回の観光にて費やす費用は US\$425 で、平均滞在日数は 3.5 日である。従って、3.5 日間に消費する水量、すなわちその水道

料金が US\$425 に比して少量であれば、支払い意志・能力には問題ないと言える。

加えて、市域における低額ホテル料金 US\$15 と比較し、3.5 日の滞在により水道料金として費やすであろう額が、部屋代 US\$15 に比して少量であれば支払い意志・能力に問題ないと言える。

iii) 財務的内部収益率 (FIRR)

財務的内部収益率は、新規上水道システム建設に要する費用と、その運転により得られる料金収入の増加分とにより算出する。ここに、提案料金の算定には、前述のデットサービスカバレッジレートが 1 よりも大きくなること、および政府からの補助金が不要なことを条件とした。

(3) 財務の検討のモデル

上記の方法に従って、財務の検討に資するため、種々の財務諸表を作成し将来予測を行った。具体的には、損益計算書、キャッシュ・フロー、貸借対照表を作成し、全体的な取りまとめ表として業績指標を作成した。

財務諸表の予測計算にあたっては、予測期間を 2011 年から 2040 年までの 30 年間とした。また、将来予測の正当性、妥当性の実証が困難な前提諸条件を最小限に留めるため、財務予測計算は 2010 年固定価格ベースにより行った。係る計算では、インフレ要素が考慮されないため、ここに示す財務予測は、あくまで実質要素価格ベースの事業収入、支出予測に基づくものであることを特記する。

(4) 財務予測の前提条件

当財務予測は SRWSA より提供された実際のデータを基に策定した下記諸条件に基づき計算した。:

i) 水道料金収入以外の事業収入

SRWSA が最近採択を具申した次の諸料金に基づき算定した。

- ◆ 量水器維持管理料金：1 接続当たり月額 KHR50

当該料金は実際に活用されていない接続（給水管に接続されているが、メーター指示量どおり消費されていない接続）に係る維持費の回収を目的とする。

- ◆ 支払い遅延に係る課徴金

水道料金請求額の 10% が支払い遅延になると仮定し、請求額の 10% が課徴金の対象になるものとして、1%/日 x 10 日で計算。

- ◆ 新規接続料金

SRWSA は接続カテゴリーの如何に関わらず、1 件当たり KHR517,500 (US\$124.25

相当) の新規接続料金を徴収している。しかし、調査団としては、商業用の新規接続に対しては US\$500 相当の接続料金を徴収するよう提案する。

ii) 保証金

保証金として 1 接続当たり KHR77,000 (US\$18.49 相当) (KHR4,165=US\$1.00) の前払いが強制される。調査団としては、新規接続料金同様、商業用接続に対しては 1 件当 US\$150 相当の保証金を 2012 年より徴収するよう提言する。

iii) 操業に要する諸資材の在庫金額

操業に要する諸資材について、SRWSA の年度末在庫額に鑑み、各年次の当該在庫額は、化学薬品費その他直接運転費 (ただし、人件費及び揚水用電力費を除く。) の 1.5 カ月分を見込む。

iv) 買掛金

買掛金としては 1 年以内に支払いが見込まれる全ての支払い予定金額を計上するものとし、運転費 (ただし、人件費を除く。) の約 1.5 カ月分を見込む。

v) 年度末現金保有残高

SRWSA は総操業費の半月分 (総操業費 $\times 1/12 \times 0.5$) の現金を銀行預金として常に保有するものとする。

vi) 売掛金

SRWSA は近年達成している比較的良好な料金回収状況を維持できるものとして、年間売上高の 1 カ月分を売掛金として計上する。

vii) 各請求に対する水道料金徴収度合い

水道接続戸数の増加、特に一般家庭用水の接続戸数の増加に伴い、各請求に対する水道料金徴収度合いは悪化することが予想されるので、各請求金額に対する水道料金の徴収率は 90%、非徴収率 10% とする。

viii) 施設の資本費用及び運転・維持・管理 (O&M) 費用

SRWSA の水道事業の拡張及び運転、維持管理に要する費用としては、諸施設の新増設計画および KTC 給水路の拡張計画に要する投資、建設期間中の支払い金利、融資の返済、老朽機器の更新費用、施設の維持管理費、償却費、租税公課等が挙げられる。財務予測のベースとして計上したこれらの諸費用の詳細を次節に記述する。

(5) 投資計画及び資金計画

SRWSA の投資計画として優先プロジェクトへの投資と KTC 給水路拡張計画への投資を見込む。

① 優先プロジェクト： 総投資額は85.5 百万 US ドル。その内訳は下表に示す。

価格上昇予備費として、外貨ポーションについては年 1.8%のエスカレーション、現地貨ポーションについては、年 7.9%のエスカレーションを見込む。当該価格上昇予備費の年次別内訳は Financial Study 1 – Annual Project Cost の中に示す。

表 8.4 優先プロジェクトの事業費

| 項 目 | 金 額 (百万 US\$) | 項目別比率 (%) |
|---------------------------------|------------------|--------------|
| プロジェクト費用 (Eligible 項目) | | |
| 建設費 (租税要素を除く) | 49.61 | 58.0% |
| エンジニアリング費用 (租税要素を除く) | 5.15 | 6.0% |
| 組織強化費用 (租税要素を除く) | 0.91 | 1.1% |
| 小計 (2010 年価格) | 55.68 | 65.1% |
| 費用予備費 | 5.26 | 6.2% |
| 価格上昇予備費 | 14.30 | 16.7% |
| Eligible 費用 | 75.25 | 88.0% |
| プロジェクト費用 (Ineligible 項目) | | |
| 用地収用費 | 0.30 | 0.4% |
| 地域社会対策費 | 0.09 | 0.1% |
| 実施機関のプロジェクト管理費用 | 0.95 | 1.1% |
| 小計 (2010 年価格) | 1.34 | 1.6% |
| 費用予備費 | 0.03 | 0.0% |
| 価格上昇予備費 | 0.03 | 0.0% |
| 租税 | 3.84 | 4.5% |
| 租税に係る費用予備費 | 0.13 | 0.1% |
| 租税に係る価格上昇予備費 | 0.01 | 0.1% |
| Ineligible 費用合計 | 5.38 | 6.3% |
| プロジェクト費用総合計 | 80.64 | 94.3% |
| 建設期間中支払い金利 | 4.85 | 5.7% |
| 総投資額 | 85.50 | 100% |

注記：金額は四捨五入にて、数値は必ずしも合致しない。

本プロジェクトへの投資財源として、長期融資と SRWSA の自己資金による投資を想定する。長期融資としては、JICA 経由の日本政府による ODA 借款を想定する。供与された当該借款は、カンボジア政府財務省より SRWSA への貸し付けになる。プロジェクトの資金計画は、JICA からの資金援助を想定し、Eligible 費用と Ineligible 費用に分けて策定している。

表 8.5 優先プロジェクトの資金計画

| 摘 要 | 金額 (百万 US\$) | 資金源別比率 (%) |
|---------------|--------------|------------|
| Eligible 費用項目 | 75.25 | 88.0% |
| 建設中支払い金利 | 4.85 | 5.7% |
| JICA ローン | 80.11 | 93.7% |
| SRWSA 自己資金 | 5.38 | 6.3% |
| 総投資額 | 85.50 | 100% |

注記：金額は四捨五入にて、数値は必ずしも合致しない。

Eligible 費用項目としては、施設の建設費、エンジニアリング費用、実施機関の組織強化費用の 3 項目に大別して算定した。これらの費用に含まれる現地租税は借款の対象にならないためかかる租税金額は総額より控除した。一方、費用予備費及び価格上昇予備費は借款の対象になると想定されるので、Eligible 費用に含めた。かかる想定のもと算定した Eligible 費用総額は約 75.3 百万 US ドルである。

Ineligible 費用項目は SRWSA の自己資金による資金手当てを想定する。Ineligible 費用項目としては、Eligible 費用項目に含まれた租税、用地収用費、地域社会対策費、実施機関自体のプロジェクト管理費を見込む。Ineligible 費用総額は約 5.4 百万 US ドルである。

② KTC 用送配水管拡張プロジェクト

SRWSA は KTC の用水供給システムより浄水を受け入れ、各受益者への配水事業を行う。KTC の送水システムの総送水能力は 17,000m³/日で、その 40%が 2012 年までに稼働を開始し、その後 2013 年に 60%に達し、2014 年にはフル稼働するスケジュールである。

この計画スケジュールに沿ってプロジェクトを推進するには、末端配水路の整備が急務である。送配水管拡張計画の総コストは約 9.9 百万 US ドルで、その内訳は次表に示すとおり。

表 8.6 KTC 用送配水管拡張プロジェクト事業費

| 項目 | 金額 (百万 US\$) | 項目別比率 (%) |
|------------------|-----------------|--------------|
| 建設工事費 | 7.31 | 65.0% |
| 費用予備費 | 0.73 | 6.5% |
| 価格上昇予備費 | 1.88 | 16.7% |
| 総プロジェクト費用 | 9.91 | 88.2% |
| 建設中支払い金利 | 1.34 | 11.8% |
| 総額 | 11.26 | 100% |

注記：金額は四捨五入にて、数値は必ずしも合致しない。

上記費用見積もりにおいて、費用予備費は 10%、価格上昇予備費は年 7.9%のエスカレーションを見込む。

表 8.7 KTC 用送配水管拡張プロジェクト資金計画

| 摘要 | 金額 (百万 US\$) | 項目別比率 (%) |
|------------------------|-----------------|---------------|
| KTC 用プロジェクト向け 借款元本 | 8.92 | 79.0% |
| 建設中支払い金利 | 1.34 | 12.0% |
| KTC 用プロジェクト借款総額 | 10.26 | 91.0% |
| SRWSA 自己資金 | 1.0 | 9.0% |
| 総資金額 | 11.26 | 100.0% |

KTC 用送配水管拡張プロジェクトの資金源としては、JICA 以外の 2 国間援助借款もしくは多国間援助借款を想定する。融資条件としては世界銀行の Adaptive Program Loan もしくはアジア開発銀行の Development Policy Loan の融資条件を想定し、融資額は最大限総プロジェクト費用（建設中支払い金利を含む。）の 90%を想定する。

(6) 融資返済計画

融資返済計画は前記の優先プロジェクト及び給配水路拡張プロジェクトに係る投資計画に基づき検討した。

i) 優先プロジェクト向けの融資

JICA よりの供与が見込まれる当該プロジェクト向けの融資の返済計画は、金利 4.5%を前提とする。ただし、融資返済額がもたらす水道料金への影響を考慮し、固定金利 4.5%をベースとして計算された元利合計返済総額が純現在価値ベースで同額になるような段階別格差金利の設定方式を採用するものとする。

4.5%の固定金利をベースにした元利合計総額は 166.85 百万 US ドルとなり、その純現在価値は割引率を年 5.25%とした場合、57.91 百万 US ドルとなる。

SRWSA が懸念する金利支払額の影響を最小限に留める金利の設定を、この純現在価値を基に試算した結果、初期金利を 3%に設定し、その後、11 年目より 20 年目までの期間は 3.75%、21 年目より 30 年目までは 7.5%、31 年目より 40 年目までは 10.405%に設定することを提案する。この設定金利をベースにした元利合計返済総額は 185.41 百万 US ドルとなり、その純現在価値額は、割引率年 5.25%として 57.91 百万 US ドルとなる。

金利以外の融資条件は次のとおり想定する。

- ◆ 融資元本の完済期間は 10 年間の据置き期間を含め 40 年とする。
- ◆ 建設期間中の支払い金利は融資金額に含め、融資後 11 年目に始まる第 1 回融資返済より 30 年間に亘り返済するものとする。

ii) KTC 給配水路拡張プロジェクト向けの融資

KTC 給配水路拡張プロジェクト向けの融資条件は次のとおり想定する。

- ◆ 金利利率は年 8 %
- ◆ 事業者が当該給配水路拡張並びに優先プロジェクトへの出資を行うための十分な原資を確保するため建設中の支払い金利は資本金に組み込むようにする。
- ◆ 融資完済期間は、10 年間の据置き期間を含め 30 年間と想定する。
- ◆ 実際の返済期間は 26 年を想定する。

(7) 施設の運営、維持管理費用

運営、維持管理費用としては、人件費、電力・燃料費、浄水費用、施設保全費、その他諸間接費を計上する。これらの費用については、第 7 章で記述した諸種開発費用を基に算定した。

(8) 老朽機器の更新費用

本財務予測は 30 年に亘るプロジェクトライフを前提としており、15 年の経済耐用年数を超えた機器については更新するものと仮定し、その費用を SRWSA の投資必要額として見込む。当該費用には、2010 年固定価格として 10.34 百万 US ドルを見込む。

表 8.8 老朽機器更新費用

| 摘 要 | 金額 (百万 US\$) | | | | |
|----------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 総額 | 2028 年 | 2029 年 | 2030 年 | 2031 年 |
| 更新機器費 | 9.40 | 0.34 | 4.04 | 3.01 | 2.01 |
| 予備費 (10%) | 0.94 | 0.03 | 0.40 | 0.30 | 0.20 |
| 総額 (2010 年価格) | 10.34 | 0.37 | 4.44 | 3.31 | 2.21 |

(9) 償却費

本財務予測では、既存資産については年 3% の償却費を計上し、一方優先プロジェクト及び給配水路拡張プロジェクトに係る新規取得資産については、平均 30 年のプロジェクトエコノミックライフを想定し、年 3.33% (1/30) の償却費を計上した。

(10) 法人所得税

SRWSA が独立事業企業であることに鑑み、償却費及び諸金利控除後の純利益に対し 20% の法人税が課されるものと仮定し、計上した。純利益が赤字になった場合、当該年次の法人税は免除されるものとする。

8-4-2 事業収入及び水道料金

SRWSA の主要収入源は既存の浄水場（設備能力 9,000m³/日、3,285,000 m³/年）の操業に基づく水道事業である。配水先戸数は現在 4,129（一般家庭/政府機関向け 4,030、ホテル 99）。既存の処理場の能力は限界に達しており、給水ロスの減少努力をもってしても新規接続が可能な戸数は極めて限られている。このような状況下で、SRWSA は新規給水施設の建設と給配水設備の拡大を図っている。

(1) 収入増加の必要性

施設の拡張計画に伴い、SRWSA は同公社に課されたコストリカバリーを達成できるように水道料金の調整を行い、それによって必要資金の調達を図ることを試みている。

表 8.9 行動計画

| 年 | 主要業務 | Financial Study No.* | 資金必要額 (百万 US\$) | 主要行動 |
|------|-------------------------|----------------------|--------------------|--|
| 2011 | KTC 案件用 管網整備 詳細設計 | 1, 3, 4 & 5 | 0.086 0.467 | KTC 送配水管拡張プロジェクトの開始。 優先プロジェクトの設計エンジニアリング開始 浄水場用地買収 |
| 2012 | KTC プロジェクト の開始 | 1, 3, 4 & 5 | 0.027 0.336 | 優先プロジェクトの設計エンジニアリングを遂行 KTC- SRWSA 総設備能力の 40%の原水を受領 |
| 2013 | 優先プロジェクト の建設開始 | 1, 3, 4 & 5 | 0.262 0.710 | KTC 拡張工事—20%拡張完成 優先プロジェクトの建設工事開始 |
| 2014 | KTC の完成 | 1 & 4 | 0.308 1.464 | KTC 送配水管路完成 – KTC 100% 稼働 優先プロジェクト工事の継続推進 |
| 2015 | KTC 融資返済開 始 | 1 & 4 | 1.651 0.950 | 優先プロジェクト工事の継続推進 KTC フル稼働：融資返済開始。 |
| 2016 | 優先プロジェクト の完成 | 1 & 5 | 1.006 0.950 | 優先プロジェクトの工事完成、試運転、テスト KTC 送配水管路融資返済継続。 |
| 2017 | 浄水場の稼働開始 | 3 & 5 | 2.400 0.950 | 優先プロジェクトの操業開始。JICA ローン の金利支払い開始。KTC 送配水管路 融資返済継続 |
| 2022 | 両融資の返済 | 3 & 5 | 4.490 0.950 | JICA ローン の返済継続。 KTC 送配水管路 融資返済継続 |
| 2026 | フル操業達成 | | | |
| 2031 | 融資金利率の改 定 | 3 & 5 | 6.120 0.950 | 融資金利率変更に伴う融資元利返済額の増加 KTC 送配水管路 融資返済継続。 |
| 2041 | 融資金利率の第 2次改定 | 3 & 5 | 6.960 | 融資金利率変更に伴う融資元利返済額の増加 |

注記： Financial Study はメインレポート第 8 章参照。

(2) 水道料金改定に関する提案

ここに提案する水道料金の改定案は下記原則に基づき策定した。

ただし、ここに提示した水道料金は実質価格ベースによる。インフレによる価格変動は織り込んでいない。

- ◆ 水道料金は、政府の補助金なしで SRWSA の健全かつ安定した財務が維持できるように設定すること。
- ◆ 水道料金は 1 以上のデットサービスカバレッジ率（負債元利返済カバー率）を保てるように設定すること。

水道料金改定の周期

次に列記した事象が発生する年次を踏まえて検討した結果、水道料金の改定は 5 年ごとの周期で行うのが妥当と見られる。

- ◆ 2012 年に KTC 送水システムからの水道水供給開始に伴い、新規接続戸数の増加が見込まれる。
- ◆ 2017 年に優先プロジェクトの操業が開始されるため、より多くの顧客への配水を行う必要がある。また、SRWSA として JICA ローン
の金利支払いを開始される。
- ◆ 2022 年に JICA ローン
の元本返済と金利支払いが開始される。
- ◆ 2026 年以降給水能力が限界に達し次の増設計画が必要になる。

5年ごとに改定する水道料金を算定した。算定方法としては、同期間中に発生する全ての必要コスト、経費、並びに一定利益の総額を、同期間中に予測される売上対象総給水量で割ることにより、単位給水量当たりの利益込みコストを求めた。

表 8.10 水道料金及び事業収入の試算（単位：百万 US ドル）

| 項 目 | 試算 1 | | 試算 2 | | 試算 3 | | 試算 4 | | |
|-----------------------------------|----------------------------|--------------|------------------------------|--------------|------------------------------|------------|-----------------------------|---------------|------------|
| | Financial Study* 7から9参照 | | Financial Study* 10から12参照 | | Financial Study* 13から15参照 | | Financial Study* 6から18参照 | | |
| 年 次 | 2012- 2016 | From 2017 | 2012- 2016 | From 2017 | 2012- 2016 | 2017 以降 | 2012- 2016 | 2017- 2021 | 2022 以降 |
| 操業費 (5年間) | 8.594 | 14.170 | 8.594 | 14.170 | 8.594 | 14.170 | 8.594 | 14.170 | 18.146 |
| 償却費 (5年間) | 1.421 | 15.397 | 1.421 | 15.397 | 1.421 | 15.397 | 1.421 | 15.397 | 15.397 |
| 支払い金利 (5年間) | 1.633 | 16.488 | 1.633 | 16.488 | 1.633 | 16.488 | 1.633 | 16.488 | 17.598 |
| 所得税 (5年間) | 0.986 | 0 | 1.047 | 0 | 1.108 | 0 | 1.108 | 0 | 0.658 |
| 純利益 (5年間) | 3.944 | -9.986 | 4.188 | -9.407 | 4.432 | -8.249 | 4.432 | -8.828 | 1.930 |
| 収入必要額 (5年間) | 16.578 | 36.069 | 16.883 | 36.648 | 17.188 | 37.806 | 17.188 | 37.227 | 53.729 |
| マイナス: 水道料金 以外の収入 | 2.690 | 2.253 | 2.693 | 2.259 | 2.696 | 2.270 | 2.696 | 2.265 | 1.767 |
| 水道料金 収入必要額 (5年間) | 13.887 | 33.816 | 14.189 | 34.389 | 14.491 | 35.536 | 14.491 | 34.962 | 51.961 |
| 給水量 百万 m ³ (5年間) | 30.190 | 57.316 | 30.190 | 57.316 | 30.190 | 57.316 | 30.190 | 57.316 | 82.478 |
| 水道料金 (US\$/m ³) | 0.46 | 0.59 | 0.47 | 0.60 | 0.48 | 0.62 | 0.48 | 0.61 | 0.63 |
| 水道料金 (KHR: (US\$ x 4,165)) | 1,916 | 2,457 | 1,958 | 2,499 | 1,999 | 2,582 | 1,999 | 2,541 | 2,624 |
| 指 標 | | | | | | | | | |
| 政府資金の 注入 | 2015年、2016年、 2017年に必要 | | 2015年、2016年、 2017年に必要 | | 必要なし | | | | |
| 負債元利返額 カバー率 | 2021年、2037年に 1.0以下 | | 1.0以上 | | 1.0以上 | | | | |

注記：Financial Study はメイン・レポート第8章の章末に添付する。

更に、健全なキャッシュ・フローと借入金の元利返済を可能にする適正な水道料金水準を求めるため表に示すように4ケースの試算を行った。

- ◆ 試算 1 及び 2 のケースでは政府による運営資金の注入が必要になる。
- ◆ 試算 3 及び 4 のケースでは将来に亘り、政府による運営資金の注入は必要でない。

8-4-3 提案した水道料金体系が実施された場合の財務状態

(1) 流動性

SRWSA は 30 年間の予測期間中に数年次資金不足に陥るが、それまでに累積された余剰資金により充足できると予測される。よって、試算 3 及び試算 4 共に政府による資金援助は必要ない。財務検討 13 及び 16 参照。

(2) 負債元利返済額カバー率 (DSCR)

負債元利返済額カバー率は、収入総額から操業費を控除した後の金額が融資残高に係る負債元利返済必要金額をカバー出来る比率を示すものである。試算 3 及び 4 では DSCR は 1.0 以上を示しており、毎年、負債元利返済額に見合う純収入額（経費を控除した後の収入金額）が見込まれる。

(3) 収益性

財務予測によれば、試算 3 及び 4 に基づき提案した水道料金が実施されれば、SRWSA は極めて良好な財務状態を保持できることを示唆している。2012 年及び 2017 年に水道料金の改定を行うことにより、健全な収益性を保持し得る。試算 3 及び 4 で示すように、水道料金を調査団が提案した料率まで 2017 年に引き上げても、SRWSA の経営は数年赤字を計上すると予想される。試算 3 のケースでは、2017 年より 2023 年までの年次と 2031 年より 2037 年までの年次において赤字となることが予想される。しかし、赤字の額は少なく、それまでの累積余剰資金で十分補い得る見込みである。従って、ある時期赤字経営が続くにもかかわらず、SRWSA は財務的に持続可能である。かかる赤字は水道料金の大幅な値上げを避けることに起因して発生するものであることを特記する。

(4) 提案試算

試算 3 及び試算 4 共に必要な財務的要件を満足する。これらの結果を用いて水道料金の料率の提案を行う。

8-4-4 水道料金の料率

財務予測が示すように、SRWSA が健全な財務状態を維持するには、単に顧客数の拡大の図るのみならず、水道料金の適時改定を行うことが必須である。従って、調査団が提案した料率による料金改定が重要な施策である。

(1) 社会配慮

水道料金を設定に当たって、貧困層の支払いを和らげるべく、水道の高消費層および商業需要に対して高い水道料金を設定する。

(2) 家庭用水及び商業用水の消費割合

家庭用水及び商業用水の料率を設定するため、家庭用水と商業用水の消費割合を水需要予測に基づき以下の通り設定した。

| 用途 | 2012 年 | 2017 年 | 2022 年 |
|------|--------|--------|--------|
| 家庭用水 | 76.5% | 77.9% | 77.4% |
| 商業用水 | 23.5% | 22.1% | 22.6% |

(注記) 割合はそれぞれ 5 年間の平均値にて算出した。

(3) 家庭用水の料率毎の消費割合

2009年(1月~12月)にSRWSAが実際に請求した水道使用水量に基づき水道料金の料率を試算した。当試算に用いた水道水の消費割合を次表に示す。

表 8.11 家庭用水道料金の試算に用いた消費割合

| 消費量区分 | 実際の消費割合 | 試算に用いた消費割合 |
|----------------------|---------|------------|
| 1-7 m ³ | 10% | 10% |
| 8-15 m ³ | 15% | 20% |
| 16-30 m ³ | 25% | 30% |
| 30 m ³ 以上 | 50% | |
| 30-60 m ³ | | 30% |
| 60 m ³ 以上 | | 10% |

当試算では8-15 m³と16-30 m³の消費量区分の比率を実際の測定比率より高くした。その理由は、現在供給されていない地域へ供給が今後拡大する場合上記の2区分の消費の占める比率が大きくなると予想されるためである。現在は市の中心部への供給が主体であるため、Siem Reapの周辺地域への供給が拡大すれば、平均消費量は現在の平均消費量より少なくなると見られる。上記の2区分の消費割合が増加することにより、30 m³超の消費量は約10%低下する結果となる。

また、一般家庭用水道料金は60 m³までの一般家庭消費者を対象にした料率を検討するため、当試算では、30～60 m³の区分を追加した。60 m³以上の消費者は商業用水の消費者であると考えた。

試算の基礎となる商業用水の消費割合については、観光省が公表したホテルの水道水消費量を基に検討した。ホテルの消費量データを次表に示す。

表 8.12 ホテルの種類ごとの消費割合

| 観光客用 宿泊施設 | 軒数 | ベッド 数 | ホテル 1軒当 たりの平均 ベッド数 | 占有率60% の場合の換 算ベッド数 | 1ベッド 当 たりの平均 消費水 量 (a) | 1ベッド当 たりの最 小消費水 量 (a)/1.25 | 1ベッド当 たりの最大 消費水量 (a) x 1.25 |
|--------------|------------|---------------|--------------------------------|--------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|
| ゲストハウス | 208 | 4,315 | 21 | 12 | 108m ³ | 86 m ³ | 135 m ³ |
| 一般のホテル | 95 | 9,341 | 98 | | | | |
| 高級ホテル | 18 | 5,359 | 298 | 179 | 1,620m ³ | 1,200m ³ | 2,000m ³ |
| 総計 | 321 | 19,015 | 観光客による水道水消費量は平均300リッター/日と想定する。 | | | | |

高級ホテル： 占有率を平均60%として、高級ホテルにおける使用ベッド数は1軒当たり平均179(298 x 60%)と想定。1使用ベッド当たりの水道水消費量を300m³/日とした場合、高級ホテルに宿泊する観光客の1カ月の水道水消費量は約1,620 m³/月(179 x 300 ㍻/日 x 30日 x m³/1000 ㍻)となる。ピークファクターを1.25とすると、消費量の幅は最大2,000 m³/月～最小1,200 m³/月と予想される。

ゲストハウス： 占有率を平均60%として、ゲストハウスにおける使用ベッド数は1軒当たり平均12(21 x 60%)と想定。1使用ベッド当たりの水道水消費量を300m³/日とした場合、ゲストハウスに宿泊する宿泊客の1カ月の水道水消費量は約108 m³/月(12 x 300 ㍻/日 x 30日 x m³/1000 ㍻)となる。ピーク係数を1.25とすると、消費量の幅は最大120 m³/月～最小100 m³/月と予想される。

Siem Reap 地区での観光シーズンにはホテル/ゲストハウスの水道水消費量は最大消費量となり、オフシーズンには最小消費量になると想定した。

商業用水道料金の料率を上記のベースにより試算した。その結果を表 8.15 に示す。同表の第 1 区分はゲストハウスの消費量を示し、第 2 区分はゲストハウスと高級ホテルの間での消費、第 3 の区分は高級ホテルもしくは 4 スター、5 スタークラスのホテルの消費量を示す。

(4) 水道料金の料率

表 8.13 に示した「ケース 1 水道料金」、表 8.14 に示した「ケース 2 水道料金」は、いずれも SRWSA の運営資金必要額に応じて設定した。それぞれのケースにおいて、オプションを設定し、その特徴は以下のとおり。

- ◆ **オプション 1** : 当料率は一般家庭用水向け料金の増加を出来るだけ低く抑え、不足分を商業用水向けの料金、特に一般家庭用水及び商業用水の大口消費者に負担させる考えで設定した。
- ◆ **オプション 2** : 一般家庭用水向けと商業用水むけの料金に区別を設けず、従量に応じた料金を設定した。

表 8.13 ケース 1 水道料金 (KHR/m³)

| 試算 3 | | | | |
|----------------------------|------|--------------|--------------|--------------|
| 家庭用水 | 消費割合 | 2012 年 | 2017 年 | |
| | | | オプション 1 | オプション 2 |
| 0 ~ 7 m ³ | 10% | 1,100 | 1,300 | 1,550 |
| 8 ~ 15 m ³ | 20% | 1,500 | 1,800 | 2,100 |
| 16 ~ 30 m ³ | 30% | 1,800 | 2,300 | 2,500 |
| 31 ~ 60 m ³ | 30% | 2,000 | 2,700 | 2,800 |
| 61 m ³ 以上 | 10% | 2,000 | 3,100 | 3,000 |
| 平均/m ³ | | 1,750 | 2,300 | 2,464 |
| 商業用水 | | | | |
| 0 ~ 100 m ³ | 20% | 2,300 | 3,240 | 3,000 |
| 100 ~ 1,200 m ³ | 50% | 2,770 | 3,600 | 3,000 |
| >1,200 m ³ | 30% | 3,220 | 3,765 | 3,000 |
| 平均/m ³ | | 2,881 | 3,578 | 3,000 |
| 全平均 | | 1,999 | 2,582 | |

(注) ここに提示した料金は実質価格ベースで、インフレによる価格上昇を織り込んでいない。

表 8.14 ケース 2 水道料金 (KHR/m³)

| 試算 4 | | | | | |
|----------------------------|--------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 家庭用水 | 2012 年 | 2017 年 | | 2022 年 | |
| | | オプション 1 | オプション 2 | オプション 1 | オプション 2 |
| 0 ~ 7 m ³ | 1,100 | 1,270 | 1,520 | 1,280 | 1,840 |
| 8 ~ 15 m ³ | 1,500 | 1,750 | 2,000 | 1,780 | 2,200 |
| 16 ~ 30 m ³ | 1,800 | 2,250 | 2,500 | 2,310 | 2,500 |
| 31 ~ 60 m ³ | 2,000 | 2,650 | 2,700 | 2,765 | 2,800 |
| 61 m ³ 以上 | 2,000 | 3,100 | 3,000 | 3,250 | 3,000 |
| 平均/m ³ | | 1,750 | 2,257 | 2,412 | 2,514 |
| 商業用水 | | | | | |
| 0 ~ 100 m ³ | 2,300 | 3,100 | 3,000 | 3,300 | 3,000 |
| 100 ~ 1,200 m ³ | 2,770 | 3,500 | 3,000 | 3,600 | 3,000 |
| >1,200 m ³ | 3,220 | 3,900 | 3,000 | 3,880 | 3,000 |
| 平均/m ³ | | 2,881 | 3,540 | 3,624 | 3,000 |
| 全平均 | | 1,999 | 2,541 | 2,624 | |

(注) ここに提示した料金は実質価格ベースで、インフレによる価格上昇を織り込んでいない。

8-4-5 ケース毎の提案水道料金に対する消費者側の支払い可能性分析

(1) ケース 1 水道料金

家庭用水向け提案料金の支払い可能性： 次表に示すとおり、平均月額水道料金は一般家庭の平均所得額に対し 2012 年時点で 2.35%、2017 年時点で 3.6%であり、2017 年の改定料金でも消費者は支払い可能であると判断される。2017 年時点の水道料金は最大でも一般家庭平均所得の 4%を超えない。

表 8.15 一般家庭用水向け「ケース 1 水道料金」の支払い可能性分析

| 一般家庭用水 | 2012 年 | 2017 年 | |
|--|--------------|---------|--------------|
| | | オプション 1 | オプション 2 |
| 一般家庭用水の平均料金 (KHR/m ³) | 1,750 | 2,300 | 2,464 |
| 平均消費量 (リッター/日) | 114 | 124 | 124 |
| 1 所帯の平均家族人数 | 5.7 | | |
| 1 カ月の 1 所帯平均消費量 (m ³ /1 所帯) | 19.5 | 21.2 | 21.2 |
| 平均水道料金 (*KHR) | 37,511 | 53,625 | 57,462 |
| 平均所得に対する水道料金の比率(%) | 2.35% | 3.36% | 3.60% |
| 1 所帯の平均所得月額 (KHR) | 1,594,120 | | |

(注): *10% の VAT を含む。

表 8.16 商業用水向け「ケース 1 水道料金」の支払い可能性の分析 (1)

| 商業用水 | 2012 年 | 2017 年 | |
|--------------------------------------|------------|---------|---------|
| | | オプション 1 | オプション 2 |
| SRWSA 水道料金 (KHR/m ³) | 3,093 | 3,936 | 3,299 |
| 商業関係者の平均自己用水費用 (KHR/m ³) | 最大 US\$1.0 | | |
| 商業関係者の平均自己用水費用と SRWSA 水道料金の比率* | 74% | 94% | 79% |

(注): *10% の VAT を含む。

商業用水向け提案料金の支払い可能性： 2つの試算を試みたが、いずれも提案料金は商業用水として受け入れが可能であり、また、観光客にとっても負担にならないことを示唆している。商業関係者の平均用水費用と SEWSA 水道料金の比率を試算したが、その結果は表に示すとおり、オプション 1 及びオプション 2 ともに、消費者として支払い可能であることを示唆する比率である。

次表は観光客の総支出費用に占める水道水費用の割合を分析したものである。結果として SRWSA の水道料金は観光客にとって特別に負担をもたらすものでないことを示唆している。

表 8.17 商業用水向け「ケース 1 水道料金」の支払い可能性の分析 (2)

| 商業用水 | 2012 年 | 2017 年 | |
|--|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | オプション 1 | オプション 2 |
| SRWSA 水道料金 (US\$/m ³) | 0.74 (KHR3,093) | 0.94 (KHR3,936) | 0.79 (KHR3,299) |
| 観光客の水道水平均消費量 (ℓ/日) | 304 | 314 | |
| 1 旅行期間中の平均宿泊日数(日) | 3.5 | | |
| 観光客の滞在中の水道水消費量 (m ³ /1 旅行) | 1.06 | 1.10 | |
| A. 観光客の負担する水道水費用 (*US\$/trip/tourist) | 0.79 | 1.04 | 0.87 |
| 観光客の平均支出金額 (US\$/trip) | 425 | | |
| 観光客の滞在中支出額に占める水道水費用の割合 (%) | 0.19% | 0.24% | 0.2% |
| B. 観光客が負担する 1 日当たりの水道水費用 (*US\$/d/tourist) | 0.23 | 0.30 | 0.25 |
| ホテル宿泊料に占める水道水費用の割合 (%) | | | |
| - US\$15 | 1.5% | 1.98% | 1.66% |

(注): *10% の VAT を含む。

(2) ケース 2 水道料金

一般家庭用水向け提案料金の支払い可能性： 次表に示すとおり、平均月額水道料金は一般家庭の平均所得額に対し 2012 年時点で 2.4%、2022 年時点で 3.9% であり、2017 年の改定料金でも消費者は支払い可能であると判断される。2017 年時点の水道料金は最大でも一般家庭平均所得の 4% を超えず、世界銀行、アジア開発銀行が行った調査の結果と同様、各家庭にとって十分負担し得る金額と見られる。

表 8.18 家庭用水向け「ケース 2 水道料金」の支払い可能性分析

| 一般家庭用水 | 2012 年 | 2017 年 | | 2022 年 | |
|--|--------------|---------|---------|---------|--------------|
| | | オプション 1 | オプション 2 | オプション 1 | オプション 2 |
| 家庭用水の平均料金 (KHR/m ³) | 1,750 | 2,257 | 2,412 | 2,332 | 2,514 |
| 平均消費量 (ℓ/日) | 114 | 124 | | 134 | |
| 1 所帯の平均家族人数 | 5.7 | | | | |
| 1 カ月の 1 所帯平均消費量 (m ³ /1 所帯) | 19.5 | 21.2 | 21.2 | 22.9 | 22.9 |
| 平均水道料金 (*KHR) | 37,511 | 52,653 | 56,248 | 58,789 | 63,366 |
| 平均所得に対する水道料金の比率(%) | 2.35% | 3.30% | 3.53% | 3.69% | 3.97% |
| 1 所帯の平均所得月額 (KHR) | 1,594,120 | | | | |

(注): *10% の VAT を含む。

商業用水向け提案料金の支払い可能性： 商業関係者の平均自己用水費用と SRWSA 水道料金の比率を試算したが、その結果は次表に示すとおり、2017 年及び 2022 年の改定料率ともに、オプション 1 よりもオプション 2 のほうが消費者としてより受け入れ易いことを示唆している。

表 8.19 商業用水向け「ケース 2 水道料金」の支払い可能性の分析 (1)

| 商業用水 | 2012 年 | 2017 年 | | 2022 年 | |
|--------------------------------------|--------|---------|---------|---------|---------|
| | | オプション 1 | オプション 2 | オプション 1 | オプション 2 |
| SRWSA 水道料金 (KHR/m ³) | 3,093 | 3,894 | 3,300 | 3,986 | 3,300 |
| 商業関係者の平均自己用水費用 (KHR/m ³) | 4,165 | | | | |
| 最大 US\$1.0 | 4,165 | | | | |
| 商業関係者の平均自己用水費用と SRWSA 水道料金の比率* | 74% | 94% | 79% | 96% | 79% |

(注): *10% の VAT を含む。

次表は観光客の総支出費用に占める水道水費用の割合を分析したものである。結果として SRWSA の水道料金は観光客にとって特別に負担をもたらすものでないことを示唆している。観光客にとって水道水の費用は、2022 年現在の費用として、観光客が滞在中に支出する費用のうち最大 0.26% 程度、また、宿泊費の 2.1% 程度である。

表 8.20 商業用水向けの「ケース 2 水道料金」の支払い可能性の分析 (2)

| 商業用水 | 2012 年 | 2017 年 | | 2022 年 | |
|--|--------|---------|---------|---------|---------|
| | | オプション 1 | オプション 2 | オプション 1 | オプション 2 |
| SRWSA 水道料金 (US\$/m ³) | 0.74 | 0.86 | 0.72 | 0.87 | 0.72 |
| 観光客の水道水平均消費量 (ℓ/日) | 304 | 314 | | 324 | |
| 1 旅行期間中の平均宿泊日数(日) | 3.5 | | | | |
| 観光客の滞在中の水道水消費量 (m ³ /1 旅行) | 1.06 | 1.10 | | 1.13 | |
| A. 観光客の負担する水道水費用 (*US\$/trip/tourist) | 0.79 | 1.04 | 0.87 | 1.09 | 0.90 |
| 観光客の平均支出金額 (US\$/trip) | 425 | | | | |
| 観光客の滞在中支出額に占める水道水費用の割合 (%) | 0.19% | 0.2% | 0.2% | 0.3% | 0.2% |
| B. 観光客が負担する 1 日当たりの水道水費用 (*US\$/d/tourist) | 0.23 | 0.30 | 0.25 | 0.31 | 0.26 |
| ホテル宿泊料に占める水道水費用の割合 (%) :US\$15 | 1.50% | 2.0% | 1.7% | 2.1% | 1.7% |

(注): *10% の VAT を含む。

8-4-6 総合考察

「ケース 1 水道料金」及び「ケース 2 水道料金」共に消費者にとって支払い可能な料金と判断されるが、その中で、2012 年より 2026 年までの間に 3 回に亘る料金改定を行うに当たり「ケース 2 水道料金」の方が、「ケース 1 水道料金」よりもより容易であると判断される。「ケース 2 水道料金」の中でもオプション 2 の方がオプション 1 より料金体系が単純であるが、オプション 1 の方が、貧困層が多い水消費が少ない家庭にとっては料金が割安となるためオプション 1 の方が好ましい。

8-5 優先プロジェクトの財務的内部収益率 (FIRR)

優先プロジェクトの財務的内部収益率は、「ケース 1 水道料金」及び「ケース 2 水道料金」を適用した場合、メイン・レポート第 8 章の章末に添付する Financial Study 9 及び 20 に示す通り、いずれの場合も約 2.6% である。主要条件の変動による感度分析を行ったが、その結果は下記のとおりである。

- ◆ 仮説 1: 投資コストがベースコストより 15% 増加した場合、FIRR は提案料金 1 のケースでは 1.86%、提案料金 2 のケースでは、1.98% に低下する。
- ◆ 仮説 2: 運転、維持・管理費が 15% 増加した場合、FIRR は提案料金 1 のケースでは 2.22%、提案料金 2 のケースでは、2.3% に低下する。
- ◆ 仮説 3: 収入が 15% 減少した場合、FIRR は提案料金 1 のケースでは 1.34%、提案料

金2のケースでは、1.47%に低下する。

なお、水道料金を平均世帯月収の4%まで支払可能とすれば、添付の財務の検討書21に示す通り、財務的内部収益率は3.32%まで上昇する。

8-6 財務評価の結論

(1) 財務評価の結果、当該プロジェクトは下記に要約されるとおり財務的にフィージブルであるとの評価が出来る。

- ◆ 当該プロジェクトを実施してもSRWSAの財務状態には悪影響を及ぼさない。むしろ、長期的には収入源の拡大によって財務構造が強化され、独立採算制の独立政府企業に課された命題であるフルコストリカバリを達成できる可能性が高まると見られる。
- ◆ SRWSAの財務状態は、プロジェクトライフ期間中、1.0以上の負債元利返済率、言い換えれば融資借入金の完済能力を保持できると予測される。
- ◆ 建設期間中、十分な資金ポジションを保持できるので、政府より追加資金の注入が必要になることはない。
- ◆ 健全な財政状態を維持するため必要な水道料金の改定額は、一般家庭にとっても商業関係者にとっても支払い可能な範囲である。

8-7 経済的費用便益の分析

8-7-1 はじめに

経済分析は財務分析では考慮されない当該プロジェクトが寄与する社会的、経済的効果を評価するものである。

8-7-2 経済評価の手法

経済的費用便益の分析には2つの手法、すなわち、費用・便益比率と経済的内部収益率を用いる。

(1) 費用・便益比率 (BCR)

BCRは当該プロジェクトを実施した場合に発生する経済的費用（単位当たりの費用）に対し当該プロジェクトが創出する経済的便益（単位当たりの便益）を現在価値ベースで算定し、その比率を求めるものである。現在価値は一定の割引率を適用して算定するが、水道事業のようなインフラプロジェクトでは社会的要素を加味した割引率として通常12%の割引率を適用する。1.0以上の費用・便益比率が得られれば、経済的にバイアブル（実行性あり）と判断される。

(2) 経済的内部収益率 (EIRR)

経済的内部収益率（EIRR）は当該プロジェクトに係る経済的費用の現在価値と当該プロジェクトによって創出される経済的便益の現在価値が等価になるための割引率を算定するものである。BCR と違い、先に割引率を設定しない。

12% 以上の EIRR が算出されれば当該プロジェクトはバイアブルであると判断される。

8-7-3 経済的便益

優先プロジェクトを実施した場合、当該プロジェクトは多大な便益（直接便益及び間接便益）と長期的な経済効果をもたらすことが期待される。

直接便益としては、より良質な飲料水を、より大量に、多くの消費者に供給すること、それによって環境条件の改善に貢献するとともに、消費者の満足度を高めることである。

間接便益としては、給水対象地域の居住者の生産性向上と、地域住民にとっての雇用機会の創出、生活条件の改善への貢献、また、地価価値の増加、住宅開発や工業団地開発プロジェクトの市場性向上への貢献、火災による被害・損害の阻止、観光事業の促進効果等が考えられる。

かかる便益の中で、消費者の満足度向上効果については定量化の手法が既に確立されており、多くの水道事業計画で適用されているので、本調査でもこの便益の算定に主眼を置く。

また、プロジェクトの経済的便益として、種々の社会・経済諸要素の増分価値を”with” “without”ベースで算定する。

(1) 水道供給サービスの利便性及び信頼性

水道供給システムの改善向上により信頼性の高い水道供給が行われるようになる。加えて、十分な水道水が給水管を通して各消費者に直接供給されるシステムが整備されることにより、消費者に多大な便宜をもたらすことになる。

(2) 消費者の満足度向上便益

消費者の満足度向上便益は、シェムリアップにおける本プロジェクトの完成により実現する給水増加量の経済的価値として算定する。当該供給水道水の経済的価値は SRWSA の現行水道料金の 30% 増と評価される。この価値算定は、過去に行われた調査の結果より、水道給水管が整備されていない地域では、消費者は高い料金を払って飲料水を購入しているという事実に基づくものである。かかる飲料水の価格を水道給水管を通して供給される水道水の価格と比較すると、最低でも 140%、高いところでは 400% の価格で販売されている。

² かかる消費者の満足度の価値は、年 12%の割引率で算定した現在価値ベースとして 34.86 百万 US ドルになる。

(3) 健康・衛生面での便益

本プロジェクトが健康・衛生面でもたらす便益としては、次の便益が考えられる。

- ・水系疾病の減少による各家庭の医療費の節約
- ・同様の理由による政府が支出する健康対策費の節約

シェムリアップ州で実施された ADB ファンドによる下水処理施設整備調査によれば、各家庭が健康維持に費やす費用が一所帯当たり年 5.33US ドル相当、加えて政府が支出する健康維持プログラムの費用が一人当たり 3.80US ドルと報告されている。上記調査では、帰水疾病の減少効果は個人及び地方政府が健康維持のため支出する費用の 10%と算定しているが、本プロジェクトのもたらす同便益は上記費用の 33%と見て、27 百万 US ドルと算定する。

(4) 観光産業面での便益

アンコールワット遺跡を主体とした観光産業にもたらす便益が考えられる。この便益効果は顕著で、その効果は地域経済のみに留まらず全国に波及すると考えられる。かかる観点から、水道整備事業は観光産業への間接効果が多大である。具体的には、次に掲げる効果が期待できる。

- ・ SRWSA の水道供給サービスの改善によりホテルに滞在する観光客の快適性が向上する結果、滞在期間も長くなり、よって地域での支出増につながる。
- ・ 観光客の地域での支出増が地域での雇用増を呼ぶと言う相乗効果

シェムリアップ観光局のデータによれば、同地域での観光客の滞在期間は平均 3.5 日で、支出金額は 425US ドルと報告されている。水道供給システムの改善により滞在期間が 1 日伸び 4.5 日になれば、それに応じて支出も 546.30 US ドル($US\$425/3.5 \text{ 日} \times 4.5 \text{ 日}$)に増加すると見込まれる。観光客の純支出率は観光局の推算どおり支出総額の 30%とする。

地域雇用への相乗効果としては、観光客の支出増によって創出されるシェムリアップ地域での非熟練労働者の雇用効果が考えられる。本調査では、観光客の支出増加額の 20%が非熟練労働者の雇用創出効果をもたらしと想定する。非熟練労働者の雇用効果を算定するに当たっては、同州の失業者の状況に鑑み、0.75%のシャドー価格係数を適用して非熟練労働者の競争価値を求め、かかる価値額で雇用効果を算定した。

当該プロジェクトのもたらす観光産業への純便益効果は、観光客の純支出増額比率とし

² インターネットウェブサイト: ADB Water- untry water action: Philippines reaching out to peri-urban villages.

て見込まれる 30%のうち 90%、すなわち 27%と見込む。かかる想定のもと算出した観光産業への便益額は年 12%の割引率を適用した現在価値ベースで 304US ドルと算定した。

8-7-4 経済的費用

本プロジェクトの直接費は老朽化機器の更新費用と施設の運転、維持管理費用である。これらの費用について、以下に述べる方法により経済的費用金額を算定した。

(1) プロジェクト初期投資費用

経済分析では、プロジェクトの初期投資費用は固定価格ベースで算定する。従って価格上昇予備費は除外した。更に、プロジェクトの経済価値を求めるため、現地市場経済の構造的欠陥を考慮に入れ、下記のとおりプロジェクト初期費用見積額の調整を行った。：

- ・ 租税は政府部局間の転嫁要素であるためこれを除外する。
- ・ 外国為替レートは常に外貨、特に US ドルの需要と供給の相互作用に影響される。特にカンボジアでは US ドルは非公式通貨として流通しているので、US ドルの為替レートは常に変動している。したがって、実勢レートに基づく。
- ・ 外国為替レートと同様に、政府は、非熟練労働者の生活条件を保護する目的で、最低賃金法により、非熟練労働者の最低賃金を設定している。この結果、非熟練労働者の賃金は、自由市場での需要と供給に基づき決まってくる労務者の実質価値より高い傾向にある。労務費の経済的価値を求める上で、このような労務費のオーバーバリューを是正するため、社会的要素の変換係数として 0.75 を適用する。
- ・ 給与並びに熟練労働者の賃金については、市場価格を適用する。
- ・ 上記の要素に基づき算定された経済的費用は、56.521 百万 US ドルとなる。

(2) 老朽化機器の更新費用

水道施設に設置された主要機器の耐用年数は 15 年（遠心型ポンプ、バルブ、塩素処理装置等）から 30 年（ポンプ場の構造物や井戸の構造物等）、更に 50 年に及ぶ（鑄鉄管やポンプ場や貯水池などの土木構築物等）。

しかしながら、給水施設のサービスライフに基づき、施設の更新費用は全て機器、施設の経済ライフを 15 年として算定した。当更新費用の見積額は 10.182 百万 UD ドルである。

(3) 施設の運転、維持管理費用

経済分析では、運転、維持管理費用の増加分のみを対象に考え、更に市場経済に基づく価格メカニズムの欠如を考慮し、シャドー価格によって算定した結果、21.83 百万 US ドルとなる。

8-7-5 経済的費用便益率及び経済的内部収益率

(1) 費用便益率 (BCR)

割引率年 12%を適用した経済的便益額の純現在価値は 156.71 百万 US ドル、同じく経済的費用の現在価値は 34.82 百万 US ドルとなる。これを基に算定した費用便益率は 4.5 となる。

(2) 経済的内部収益率 (EIRR)

本プロジェクトの経済的内部収益率は 36.62%である。

(3) 感度分析

主要要素価格の変動に伴う経済的内部収益率の感度分析を行った。変動要素と感度分析結果を次表に示す。

表 8.21 経済的内部収益率の感度分析

| 感度分析のための仮説 | EIRR |
|-------------------------|--------|
| 仮説 1 – プロジェクトコスト 15% 増加 | 33.73% |
| 仮説 2 – O&M コスト 15% 増加 | 36.57% |
| 仮説 3 – 収入 15% 減少 | 33.21% |

8-7-6 総合考察

本プロジェクトは 1.0 以上の費用便益比率が得られ、また経済的内部収益率もインフラプロジェクトに適用される社会的割引率 12%³を上回る収益率が得られる。よって本プロジェクトは経済的にもフィージブルであると判断される。

8-8 提言

本プロジェクトは、財務、経済評価に用いた前提条件が満たされれば財務的にバイアブルであり、かつ、経済的にもフィージブルであると評価される。特記すべき主要点は以下のとおり。

- 本プロジェクトを実施する場合、SRWSA が健全な財務状態を維持するため、先に料金の検討で提示したケース 2 を基準にして、水道料金の改定を行うことを提言す

³ この割引率は広く採用されており、アジア開発銀行もインフラプロジェクトの経済評価にこの割引率を採用している。

る。改定時期並びに改定後の平均料金レベルは次のとおり。

- ① 2012年：KHR1,999/m³
- ② 2017年：KHR2,541/m³
- ③ 2022年：KHR2,624/m³

- なお、料金改定案オプション1及びオプション比較すると、住民に対する料金の増額がより低いオプション1がより適切と考えられる。
- 料金改定を実施するに当たっては、全ての消費者にとって公平になるよう従量ベースの料金体系を採用し、かつ健全な財務状態を維持し得る料金体系とすること。水道料金による収入がO&M費用と将来の施設更新費用をカバーし、加えて負債元利返済を可能にするような料金の設定を行うこと。
- 本プロジェクトは下記のとおり顕著な社会経済便益をもたらすことを強調する。
 - ① シェムリアップ地域の中で水道が完備していない地区、特に都市周辺地区で良質な飲料水を得られるようになり、よって貧困率の低減に貢献する。
 - ② 不衛生な用水による健康・衛生上の問題が減少し、よって地域住民の生産性向上を促進することになる。
 - ③ SRWSAより良質な水道水が潤沢に供給されることにより、観光産業、軽工業の発展を促進し、よって地域経済の発展を導くことになる。特に地下水の利用がなくなれば、アンコールワット遺跡の保護にも貢献することになる。
 - ④ 観光客の増加により国家経済の成長に貢献し、ひいては雇用創出及び教育水準の向上にも貢献することになる。
- SRWSAは、政府関係機関との緊密な連携のもと先に述べたとおり地下水の管理とSRWSA水道水への切り替えに精力的に取り組むこと。

第9章

調査対象地域における下水・排水施設の調査

第9章 調査対象地域における下水・排水施設の調査

9-1 シェムリアップ市の下水・排水マスタープランの現況

現在シェムリアップ市には以下の既存下水道計画がある。

1. ADB メコン観光開発事業シェムリアップ下水道計画最終設計報告書 (ADB ローン 1969-CAM (SF)、2006年4月) : 9-2 項参照
2. KOICA カンボジア国シェムリアップ市下水道施設及びシェムリアップ川改善に係るフイージビリティ調査 (KOICA 2008年7月) : 9-3 項参照
3. AFD シェムリアップ市都市開発事業 下水・排水マスタープラン (案) (AFD 2009年12月) : 9-4 項参照

9-2 ADB メコン観光開発事業シェムリアップ下水道計画

本事業にて設計された施設は、追加施設を含め2009年12月31日に完成し、現在公共事業・運輸省 (the Ministry of Public Works and Transport) 傘下のシェムリアップ市下水道及び下水処理場部 (Siem Reap Sewerage and Wastewater Treatment Plant Unit【SRSWTPU】) により、運転・維持管理が行われている。本計画はシェムリアップ市が長年苛まれてきた以下の問題を軽減するためのものである。

- ・ 中央商業地区及び観光客宿泊施設周辺で頻発する洪水
- ・ 合流污水管渠排水の氾濫
- ・ 生下水、腐敗槽排水、家庭雑排水及び家庭ごみが投入されている既存中央排水路 (Town Center Drain 【TCD】) は、全域で汚染され、雨水・汚水流下能力が低下している
- ・ これらは、公共生活の安全、交通、公衆衛生及び都市環境の美観に悪影響を及ぼし、観光により支えられてきた地区の快適性が著しく損なわれている

建設された下水道施設は以下の通り。

- ・ 既存中央排水路の改修 L = 2.1 km
- ・ 遮集管システムの建設 (遮集ボックス、接続管、遮集管含む) 遮集管口径 $\phi 600 \sim 700$ mm、延長 3,658 m.
- ・ 分流污水管敷設 口径 $\phi 200 \sim 400$ mm、延長 2,820 m.
- ・ サービス・コネクション 77 箇所設置
- ・ TCD 分岐点から Town-Ring ロードまでの既存灌漑水路改修 L = 900 m
- ・ 汚水中継ポンプ場 (圧送能力 160 L/秒)
- ・ 圧送管 口径 450 mm 延長 2,812 m
- ・ 下水処理場 (3 池式安定化池) 処理能力 2,776 m³/日 (Stage-1)、2015 年に Stage-2 で 5,552 m³/日に拡張予定
- ・ 追加工事 (Variation Order No. 5)
 - 遮集接続管及び分流污水管敷設 延長 2,994 m、サービス・コネクション 116 箇所設置
 - 道路改修 延長 786 m (Stoeng Thmey 村)
 - TCD にごみスクリーン 4 箇所設置
 - 新規雨水排水路 L = 679 m

- TCD の雨水排水地区内の既存雨水収集ピット 60 箇所改修
- ・ 再追加工事 (Variation Order No. 6)
 - Sam Dech Tep Vong 通り沿いの 40 箇所の既存雨水収集ピット及び流入部改修
 - TCD 最下流から Town-Ring ロードまでの既存灌漑水路改修
 - TCD 最下流から Psar Kraom マーケットまでの既存灌漑水路改修

総処理面積は 265 ha、下水処理場の設計諸元は以下の通り。

表 9.1 下水処理場設計諸元

| | |
|-----------|---|
| 流 入 | |
| - 処理人口 | 40,059 人相当 |
| - 汚水量原単位 | 126 L/人・日 |
| - BOD | 364 mg/L |
| - 気温 | 24 °C |
| 安定化池 | |
| - 敷地面積 | 20.3 ha |
| - 下水処理場容量 | 2,776 m ³ /日 (Stage-1) |
| | 5,552 m ³ /日 (Stage-2) |
| - 施設寸法 | |
| 嫌気性池 | 幅 29.86 m×長 58.86 m×水深 4.5 m×2 池 (既存) |
| 通性池 | 幅 44.50 m×長 119.00 m×水深 2.25 m×2 池 (既存) |
| 熟成池 | 幅 81.00 m×長 221.00 m×水深 2.0 m×2 池 (既存) |
| 汚泥乾燥床 | 幅 24.28 m×長 58.86 m×1 池 (existing) |
| - BOD 除去率 | 95 % |
| - 大腸菌除去率 | 99 % |
| 流 出 | |
| - BOD | 18.2 mg/L |
| - BOD 許容値 | 80 mg/L ^{*)} |

^{*)} 出典 : Cambodian Water Pollution Control Sub-decree No. 27 on April 1999

本処理場には腐敗槽汚泥受け入れ施設がある。

本事業には組織強化プログラムも含まれており、以下の内容が実施された :

- ・ シェムリアップ市下水道及び下水処理場部 (SRSWTPU) は 2008 年 2 月 11 日付の MPWT-PRAKAS No.074 により公式に設立された
- ・ SRSWTPU の設立及び運営に係る省令は、2008 年 3 月 20 日付の MPWT-PRAKAS No.092 により承認された
- ・ SRSWTPU の組織及び人員配置は、2008 年 3 月 20 日付の MPWT-PRAKAS No.092 により承認された
- ・ SRSWTPU 管理の下水施設へのコネクション費用及び月下水道使用料金は、2008 年 3 月 2 日付の経済財務省大臣との省間省令 No.132 により承認された
- ・ SRSWTPU 組織運営に必要な文書・書式 (申請書・合意書・技術文書) を作成した
- ・ SRSWTPU 事務所を設立・内装を整え、24 人の職員を配置、以下の内容の能力強化プログラムを実施した :
 - 2009 年 7 月 22 日～8 月 23 日 : コンピューター・システムによる料金計算/請求及び財政管理システムに係るトレーニング
 - 2009 年 9 月 14～16 日 : 組織管理トレーニング
 - 2009 年 9 月 16～17 日 : 下水・排水管路設計・建設基準に係る技術トレーニング
 - 2009 年 9 月 30 日～10 月 3 日 : シアヌークヴィル下水処理場、アンコール・ビール醸造所製造工程及び下水処理工程見学
 - 2009 年 12 月 17 日 : 事業便益モニタリング・評価に係るトレーニング

総事業費 (業者契約金額) は 14.37 百万ドルであった。

本事業は TCD 及び流入合流管渠の改築・改修を目的とし、以下の設計方針による施設建

設を行った。

- ・ 既存合流汚水管渠の途中で遮集ボックスを設置する
- ・ 遮集ボックスには超流堰があり、晴天時汚水は全量遮集管渠に流入する
- ・ 雨天時は超流堰により晴天時汚水量の 4 倍までを遮集管渠に流入させ、それ以上の雨天時汚水は TCD に超流させる

事業による便益

本事業完成前 TCD の一部は素彫りの水路で、収集地区内で発生する総ての汚水・雨水は合流汚水管により TCD に流入していた。主な上水源は井戸であり、TCD 沿いに位置する井戸の一部は汚水浸透や雨季の洪水による汚染が進行していた。このことは水系伝染病の罹患率により証明されている。本事業完成後罹患率は急激に減少、本事業による便益の 1 つと考えられる。表 9.2 に罹患率の推移を示す。

表 9.2 シェムリアップ市水系伝染病罹患率の推移

| 病名 | 2006 | 2007 | 2008 |
|---------------------|---------|---------|---------|
| 通常の下痢 | 4,201 | 3,011 | 2,490 |
| | (1.000) | (0.717) | (0.593) |
| 猛烈な下痢（入院しないと命にかかわる） | 319 | 192 | 197 |
| | (1.000) | (0.602) | (0.618) |
| Decentria | 8,457 | 8,317 | 7,342 |
| | (1.000) | (0.983) | (0.868) |
| 皮膚病 | 3,483 | 3,391 | 3,192 |
| | (1.000) | (0.974) | (0.916) |

出典：Siem Reap Provincial Hospital

代表的水系伝染病である下痢の罹患率は約 60%に減少、洪水発生も TCD 改修により削減された。

現在に至るまで SRSWTPU は下水道料金を徴収していないが、将来水道料金やごみ収集料金といった公共料金と共に下水道料金を徴収する計画がある。料金表を表 9.3 に示す。

9-3 KOICA フィージビリティ調査

KOICA によるフィージビリティ調査では、前述した ADB ローンによる汚水収集地区周辺へのサービスエリア拡張が計画されている。総収集面積は ADB 事業による 265 ha を含め、934 ha になる。下水道施設はシェムリアップ川を挟んで東西の都市域につき別々に計画された。

下水処理場は ADB による処理場の隣に計画され、同様に 3 池式安定化池を採用し、合計敷地面積は 40 ha になる。図 9.1 に下水処理場の一般平面図を示す。

以下は計画された下水道施設の概要である。

表 9.3 下水道料金表

| 利用者の種類 | 接続費用 | 月額料金 |
|---|--------------|-----------|
| 個人住宅 | 単位：カンボジア・リエル | |
| 建物面積 70 m ² 以内 (Type-1) | 42,000 | 4,000 |
| 建物面積 70 m ² ～ 300 m ² (Type-2) | 123,000 | 13,000 |
| 建物面積 300 m ² 以上 (Type-3) | 205,000 | 35,000 |
| ホテル | | |
| 室数 1 ～ 20 (Type-1) | 164,000 | 110,000 |
| 室数 21 ～ 40 (Type-2) | 246,000 | 123,000 |
| 室数 41 ～ 60 (Type-3) | 287,000 | 186,000 |
| 室数 61 ～ 100 (Type-4) | 410,000 | 522,000 |
| 室数 101 以上 (Type-5) | 902,000 | 1,260,000 |
| ゲストハウス | | |
| 室数 1 ～ 7 (Type-1) | 82,000 | 30,000 |
| 室数 8 ～ 15 (Type-2) | 164,000 | 58,000 |
| 室数 16 以上 (Type-3) | 287,000 | 145,000 |
| レストラン | | |
| 椅子数 1 ～ 40 (Type-1) | 164,000 | 37,000 |
| 椅子数 41 ～ 100 (Type-2) | 205,000 | 46,000 |
| 椅子数 101 以上 (Type-3) | 246,000 | 187,000 |
| その他施設 | | |
| 商店/駐車場 | 205,000 | 41,000 |
| ガソリン・スタンド/修理工場/機械修理工場 | 164,000 | 73,000 |
| マッサージ・クラブ/カラオケ・クラブ/ナイト・クラブ | 205,000 | 42,000 |
| 政府所有 (公共) ビル | 164,000 | 44,000 |
| パゴダ | 82,000 | 22,000 |
| 学校 (公立/私立) | 41,000 | 41,000 |
| 病院/診療所 (個人/公共) | 205,000 | 62,000 |
| 小規模工場 | 287,000 | 68,000 |
| カー・ウォッシュ | 205,000 | 57,000 |
| 銀行 | 205,000 | 90,000 |
| 会社事務所/政府機関事務所 | 164,000 | 69,000 |
| 土産物屋/スーパー・マーケット | 144,000 | 25,000 |
| ゲーム・センター | 144,000 | 25,000 |
| その他商業地区 | 164,000 | 208,000 |
| 小規模商店 | 123,000 | 11,000 |
| Central Mart | 287,000 | 473,000 |
| Old Mart | 746,000 | 174,000 |
| nge Mart | 213,000 | 50,000 |
| 公衆トイレ | 41,000 | 9,000 |
| 腐敗槽汚泥引き抜きサービス：公共下水 (契約による) | | |
| 腐敗槽 Type I (個人住宅) | 120,000/トラック | |
| 腐敗槽 Type II (ホテル Type-1 および 2、ゲストハウス Type-1 および 2、レストラン、公共ビル) | 200,000/トラック | |
| 腐敗槽 Type III (ゲストハウス Type-3, 4, 5 およびレストラン) | 400,000/トラック | |
| 腐敗槽 (下水道収集区域外) | 250,000/トラック | |

◇ 分流污水管

| 口径 (mm) | 東部 (m) | 西部 (m) |
|---------|--------|--------|
| 200 | 23,240 | 14,335 |
| 250 | 1,615 | 640 |
| 300 | 175 | 1,565 |
| 350 | - | 1,430 |
| 400 | 725 | 715 |
| 500 | 2,160 | 665 |
| 合計 | 27,915 | 19,350 |

◇ 雨水排水渠

| 寸法 | 東部 (m) | 西部 (m) |
|-------------------|--------|--------|
| Box 3.0 m × 2.0 m | 1,380 | 4,690 |

◇ ポンプ場

新規中継ポンプ場

| 項目 | 仕様 | 摘要 |
|---------|---|------------|
| 収集区域面積 | 299 ha | |
| 合計ポンプ容量 | 5,390 m ³ /日 | 時間最大 |
| ポンプ室寸法 | 長 4.0 m × 幅 4.0 m × 高 2.5 m | |
| ポンプ仕様 | 1.9 m ³ /分 × 20 mH × 3 (1) 台 | () は予備機台数 |

既存 ADB 中継ポンプ場の増強

| 項目 | 仕様 | 摘要 |
|---------|---|------------|
| 収集区域面積 | 934 ha (東部 365 ha、西部 569 ha) | |
| 合計ポンプ容量 | 23,250 m ³ /日 | 時間最大 |
| ポンプ室寸法 | 長 4.7 m × 幅 7.0 m × 高 1.0 m × 2 棟 | |
| ポンプ仕様 | 4.8 m ³ /分 × 25 mH × 2 台 (既存) 6.55 m ³ /分 × 25 mH × 2 (1) 台 (新規) | () は予備機台数 |

下水処理場の設計諸元を以下に示す。

| | |
|-------------|--|
| 流入 | |
| - 処理人口 | 52,758 人 (2020 年) |
| - 観光人口 | 54,150 人 (宿泊) 27,113 人 (日帰り) |
| - 汚水量原単位 | 160 L/人・日 (家庭污水) 80 L/人・日 (宿泊観光客污水) 24 L/人・日 (日帰り観光客污水) |
| - 流入汚水量 | 14,767 m ³ /日 (2020 年) |
| - BOD | 182 mg/L |
| - 気温 | 24 °C |
| - 敷地面積 | 40 ha |
| - 計画処理容量 | 10,000 m ³ /日 (ADB 分を加え = 15,500 m ³ /日) |
| - 施設寸法 | |
| パーシャル・フリーーム | 計測水路幅 12 インチ × 2 基 (流入、流出) |
| 嫌気性池 | 幅 29.86 m × 長 58.86 m × 水深 4 m × 4 池 |
| 通性池 | 幅 47.0 m × 長 119.0 m × 水深 1.75 m × 4 池 |
| 熟成池 | 幅 81.0 m × 長 208.0 m × 水深 1.5 m × 4 池 |
| 汚泥乾燥床 | |
| 管理棟 | 幅 22.4 m × 長 12.4 m |
| - BOD 除去率 | 95 % |
| - 大腸菌除去率 | 99 % |
| 流出 | |
| - BOD | 9.1 mg/L |
| - BOD 許容値 | 80 mg/L *) |

*) 出典 : Cambodian Water Pollution Control Sub-decree No. 27 on April 1999

これらの図表の出展は「カンボジア国シェムリアップ市下水道施設及びシェムリアップ川改善に係るフィージビリティ調査報告書（Korea Exim Bank 2008年7月）」である。

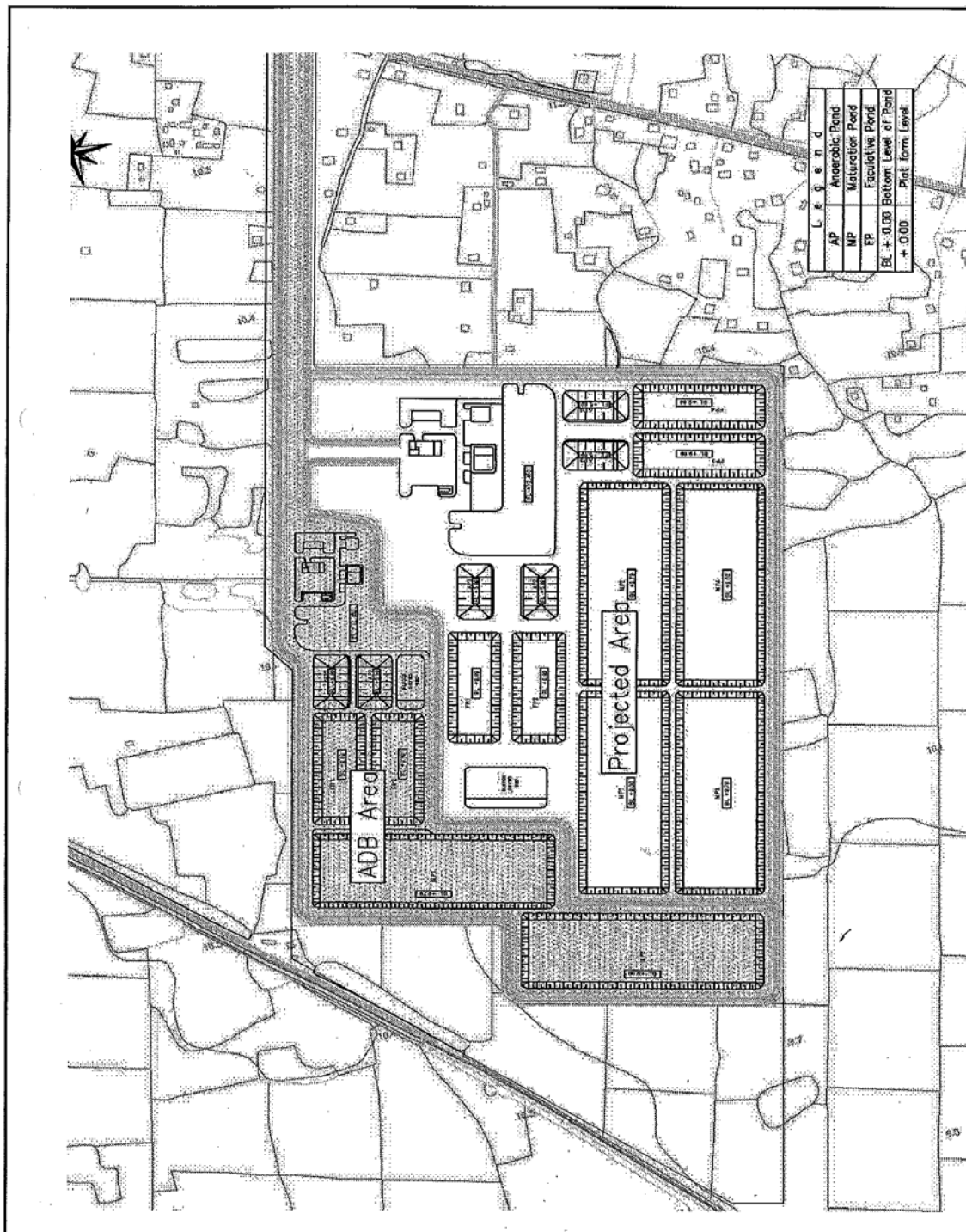


図 9.1 KOICA 下水処理場一般平面図

総事業費は 44,546,000 ドルと積算され、その内 29,908,000 ドルは Korean EDCF ローンから融資される。残りの 14,638,000 ドルはカンボジア政府の出資になる。事業費内訳を以下に示す。

表 9.4 事業費内訳

| 費目 | EDCF | | | | 被援助国負担 | 合計 |
|--------------------------|-----------------|-----------------|---------------|------------------|--------|--------|
| | 外貨 | 現地通貨 | 第三国通貨 | 小計 | | |
| 1. 直接工事費 | 7,956 | 12,512 | 1,000 | 21,468 | - | 21,468 |
| a. 分流污水管 | 1,519 | 3,086 | 815 | 5,420 | - | 5,420 |
| b. 雨水配水渠 | 2,161 | 3,086 | - | 4,577 | - | 4,577 |
| c. 中継ポンプ場 | 538 | 326 | 85 | 949 | - | 949 |
| ・土木工事 | 181 | 182 | - | 363 | - | 363 |
| ・建築工事 | - | 34 | - | 34 | - | 34 |
| ・機械工事 | 298 | 21 | - | 319 | - | 319 |
| ・電気工事 | - | 82 | 85 | 167 | - | 167 |
| ・計装工事 | 59 | 7 | - | 66 | - | 66 |
| d. 下水処理場 | 3,111 | 5,521 | 96 | 8,728 | - | 8,728 |
| ・土木工事 | 2,870 | 3,864 | - | 6,734 | - | 6,734 |
| ・建築工事 | - | 1,588 | - | 1,588 | - | 1,588 |
| ・機械工事 | 73 | 9 | - | 82 | - | 82 |
| ・電気工事 | - | 52 | 96 | 148 | - | 148 |
| ・計装工事 | 168 | 8 | - | 176 | - | 176 |
| e. 洪水制御ゲート | 236 | 59 | 4 | 299 | - | 299 |
| ・土木工事 | - | 27 | - | 27 | - | 27 |
| ・機械工事 | 90 | 21 | - | 111 | - | 111 |
| ・電気工事 | - | 1 | 4 | 5 | - | 5 |
| ・計装工事 | 146 | 10 | - | 156 | - | 156 |
| f. 関連改良工事 | 391 | 1,104 | - | 1,495 | - | 1,495 |
| 2. コンサルティング・サービス | 1,799 | 502 | - | 2,301 | - | 2,301 |
| 3. 直接事業費 (1+2) | 9,755 | 13,014 | 1,000 | 23,769 | - | 23,769 |
| 4. 課税 | - | - | - | - | 3,273 | 3,273 |
| VAT (10% of 1+2) | - | - | - | - | 2,377 | 2,377 |
| 関税 (輸入品目に対し 10%) | - | - | - | - | 896 | 896 |
| 5. 物理的予備費 (3 の 5%) | 488 | 651 | 50 | 1,189 | - | 1,189 |
| 6. 価格予備費 | 1,024 | 3,739 | 158 | 4,921 | - | 4,921 |
| 7. 事業管理費 (3 の 2%) | - | - | - | - | 475 | 475 |
| 8. サービス費 [(3+5+6)の 0.1%] | 29 | - | - | 29 | - | 29 |
| 9. 土地収用費用および住民再移転費用 | - | - | - | - | 10,890 | 10,890 |
| 10. 総事業費 (3+4+5+6+7+8+9) | 11,296 (38%) | 17,404 (58%) | 1,208 (4%) | 29,908 (100%) | 14,638 | 44,546 |

注記：All monetary units is thousand US Dollars

出典：“Feasibility Study Report on the Siem Reap Sewerage System and Improvement of Siem Reap River in the Kingdom of Cambodia, July 2008, Korea Exim Bank”

事業実施は Korean EDCF ローンとの L/A が発効してから開始される。実施期間は実施設計・業者選定を含み 4 年と見積もられている。(*L/A は 2009 年 6 月 4 日に署名された)

下水道料金についても、MPWT と協議の上、詳細設計期間に提案を行うこととしている。

本事業には以下の能力強化プログラムも含まれている。

- ・ 公共衛生・健康増進プログラム
- ・ 初期環境調査 (Initial Environment Examination 【IEE】) 作成
- ・ 環境管理計画 (Environment Management Plan 【EMP】) 作成
- ・ 下水道施設運営・維持管理組織構成及び機能に係る勧告

- ・ 組織設立に必要な法的文書作成
- ・ コスト回収のための下水道料金体制策定

9-4 AFD 下水・排水マスタープラン（案）

9-4-1 AFD 下水道マスタープランの現況

1. 下水道施設の調査対象地区

シェムリアップ市の開発地区は都市地域と都市周辺地域/農村地区の 2 種類に区分する。都市地域は以下の通り。

- ・ 中央企業地区
- ・ 20 人/ha を超える高人口密度地区
- ・ ホテル、観光施設、商業地区
- ・ 主要上水供給地区：地区外への汚水排水が発生している

都市地域が下水道施設のサービスエリアである。

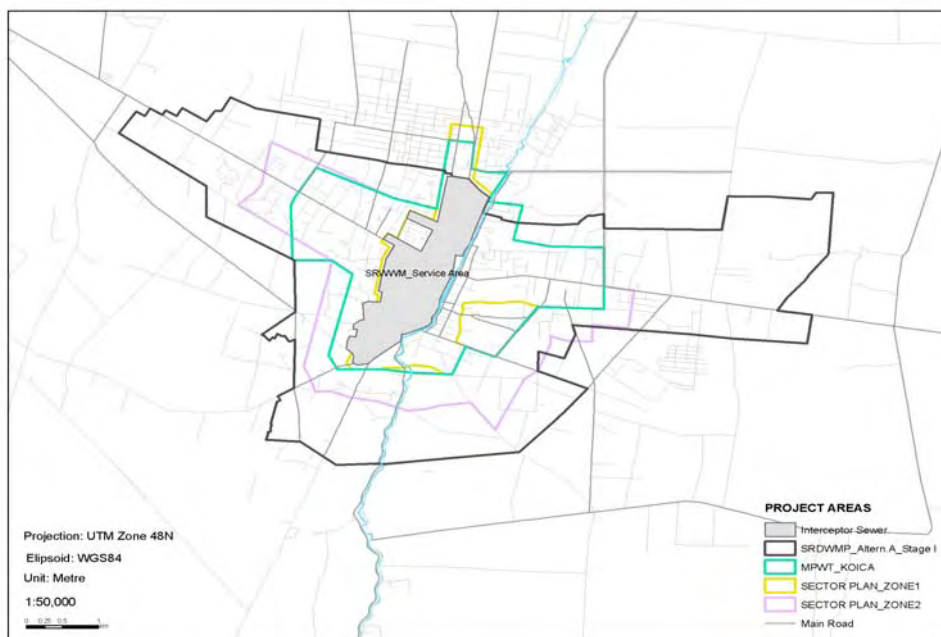


図 9.2 関連下水道計画対象区域図

図 9.2 は計画目標年次 2020 年における 3 つの下水道計画の対象地域を示す。

- ・ 持続的開発のための包括的マスタープラン、セクタープラン Zone 1 及び Zone 2 (対象面積 598 ha・1,322 ha)
- ・ ADB 事業 (対象面積 265 ha)
- ・ KOICA フィージビリティ調査 (ADB の 265 ha を含み 934 ha)

一方、2015 年の完成を計画している本事業のステージ 1 は、目標年次を 2035 年に設定し、対象地区面積は 2,672 ha である。

代替案 A 及び B が提案された。代替案 A は以下の 3 ステージからなる。

- ・ ステージ 1：2015 年に完成。対象地区は都市開発地区、観光客宿泊施設及び商業地区。
- ・ ステージ 2：2020 年に完成。対象地区を北（文化観光ホテル地区）、南西（住居地区）及び南東（開発中の住居地区）に拡張。
- ・ ステージ 3：2025 年に完成。都市区域の 6,009 ha 全体をカバーする。
注) 合計サービス・エリア 6,009 ha は KOICA の 934 ha を含む。

代替案 B は以下の 2 ステージからなる。

- ・ ステージ 1：2015 年に完成、代替案 A のステージ 1 と 2 を合併したもの。
- ・ ステージ 2：2025 年に完成、代替案 A のステージ 3 と同様。

2. 汚水幹線、汚水管網及びその他関連施設

枝線管渠及び関連施設はサブ・エリア毎に設計された。以下の施設の設計を行った：

- ・ サービス・コネクション：口径 100～150 mm、枝線管渠沿いに約 10m 間隔で合計 634 km 計画
- ・ 点検ピット：サービス・コネクション毎に設置
- ・ 汚水管網：口径 150 mm、200 mm、250 mm 及び 300 mm、総延長 653 km
- ・ マンホール：合計約 9,400 箇所、管網沿いに 70 m 間隔で計画

表 9.5 に幹線管渠一覧を示す。幹線管渠は総延長 40.7 km、マンホール 490 を含む。

3. ポンプ場

表 9.6 にポンプ場の一覧を示す。圧送能力 1,128 m³/日～71,619 m³/日に亘る 23 箇所のポンプ場が計画されている。

表 9.5 幹線管渠

| 収集分区 | 幹線管渠 口径及び延長 (m) | | | | | | | | | 平均深度 (m) |
|-------------|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|----------|
| | 300 mm | 350 mm | 400 mm | 500 mm | 600 mm | 700 mm | 800 mm | 1000 mm | 1200 mm | |
| SA_E2 | | | | | | | 2211 | 1708 | | 3.1 |
| SA_E3 | | | | | 1880 | | | | | 3.8 |
| | | | | | | 362 | | | | 4.0 |
| SA_E4 | | | | | | | | | | |
| SA_E5 | | | 2122 | | | | | | | 3.6 |
| | | | | 1602 | | | | | | 4.2 |
| SA_E6 | | | 1916 | | | | | | | 3.0 |
| | | | 1685 | | | | | | | 4.7 |
| SA_E7 | | 1720 | | | | | | | | 3.3 |
| SA_E8 | | | | | | | | | | |
| SA_E9 | | | | 1737 | 1648 | | | | | 3.4 |
| SA_E10 | | | | | | | | | | |
| SA_E11-R | | | | | | | | | | |
| SA_E11-L | 1432 | | | | | | | | | 4.1 |
| SA_E11-L | 2333 | | | | | | | | | 6.5 |
| SA_E13 (FM) | | | | 1204 | 1704 | | | | | 3.2 |
| | | | | | | | | | | 5.2 |
| SA_E14 | | | 1213 | | | | | | | 3.2 |
| SA_E15 | | | 1296 | | | | | | | 3.4 |
| SA_W1-R | | | | | | 2019 | | | | 2.5 |
| SA_W1-L | | | | | | | | 1157 | | 2.9 |
| SA_W2-R | | | 1472 | | | | | | | 3.0 |
| | | | 1213 | | | | | | | 5.9 |
| SA_W2-R | 703 | | | | | | | | | 2.1 |
| SA_W2-L | | | | 1601 | | | | | | 2.8 |
| SA_W3 | | | | 1685 | | | | | | 5.6 |
| SA_W7 | | | | | | | | | 3063 | 4.4 |

表 9.6 ポンプ場一覧

| ポンプ場 | 2035年 ピーク急水量 | 圧送水頭 m ww | ポンプ場形式 | ポンプ台数 (1台予備) | 稼動初年度 | 初年度実働 ポンプ台数 | 2035年実働 ポンプ台数 | ポンプ・ モーター出力 kW |
|------|-------------------|--------------|-------------|-----------------|-------|----------------|------------------|----------------------|
| | m ³ /d | | | nr | | nr | nr | |
| W4 | 2334 | 4.0 | Submersible | 2 | 2020 | 1 | 1 | 1.5 |
| W3 | 9554 | 4.4 | Submersible | 2 | 2015 | 1 | 1 | 6.7 |
| W5 | 1559 | 3.9 | Submersible | 2 | 2015 | 1 | 1 | 1.0 |
| W6 | 3097 | 3.8 | Submersible | 2 | 2015 | 1 | 1 | 1.9 |
| W2 | 20122 | 6.2 | Submersible | 2 | 2015 | 1 | 1 | 19.8 |
| E12 | 1166 | 3.8 | Submersible | 2 | 2025 | 1 | 1 | 0.7 |
| E11 | 4916 | 6.2 | Submersible | 2 | 2025 | 1 | 1 | 4.9 |
| E10 | 3588 | 5.3 | Submersible | 2 | 2025 | 1 | 1 | 3.1 |
| E9 | 5697 | 3.2 | Submersible | 2 | 2015 | 1 | 1 | 2.9 |
| E8 | 1128 | 3.9 | Submersible | 2 | 2015 | 1 | 1 | 0.7 |
| E7 | 5178 | 6.3 | Submersible | 2 | 2015 | 1 | 1 | 5.2 |
| E6-1 | 3750 | 6.0 | Submersible | 2 | 2020 | 1 | 1 | 3.6 |
| E6-2 | 7036 | 3.1 | Submersible | 2 | 2020 | 1 | 1 | 3.5 |
| E5 | 12774 | 4.8 | Submersible | 2 | 2020 | 1 | 1 | 9.8 |
| E4 | 5176 | 4.1 | Submersible | 3 | 2020 | 1 | 2 | 1.7 |
| E3 | 38227 | 3.9 | WW/ DW | 4 | 2015 | 2 | 3 | 7.8 |
| E2 | 47601 | 4.2 | WW/ DW | 4 | 2015 | 2 | 3 | 10.7 |
| E16 | 5000 | 6.0 | Submersible | 2 | 2025 | 1 | 1 | 4.8 |
| E15 | 2855 | 4.0 | Submersible | 2 | 2025 | 1 | 1 | 1.8 |
| E14 | 5108 | 3.2 | Submersible | 2 | 2025 | 1 | 1 | 2.6 |
| E13 | 6872 | 3.2 | Submersible | 2 | 2025 | 1 | 1 | 3.5 |
| E1 | 51459 | 3.4 | WW/ DW | 4 | 2015 | 2 | 3 | 9.3 |
| WWTP | 71619 | 6.9 | WW/ DW | 4 | 2015 | 2 | 3 | 26.2 |

出典：“Drainage & Sewerage Master Plan for the District of Siem Reap Priority Works Draft Master Plan, AFD, December 2009”

代替案 A には下水処理場の位置によりさらに 2 つの代替案が提案された。

- ・ その 1: 20 ha の ADB 下水処理場の西隣に東西地区総ての汚水を処理する下水処理場を建設する。合計敷地面積は KOICA 分 40 ha を含め、160 ha になる。
- ・ その 2: 東地区・西地区毎の下水処理場を建設する。西部処理場は KOICA 分 40 ha 以外に 8 ha が、東部処理場は 112 ha 必要になる。

段階的処理場建設計画を以下に示す。

表 9.7 下水処理場段階的建設計画

| 代替案 | Stage 1 : 2015 | Stage 2 : 2018 | Stage 3 : 2028 | 追加処理能力 (m ³ /日) |
|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------------------|
| Option1 All West | 10,000 | 10,000 | 10,000 | 30,000 |
| | Stage 1 : 2015 | Stage 2 : 2025 | | |
| Option 2 East | 14,000 | 14,000 | | 28,000 |
| Option 2 West | | 2,000 | | 2,000 |

4. 代替案 A 1 の投資計画

表 9.8 に代替案 A その 1 の投資計画を示す。

表 9.8 代替案 A1 の投資計画

| 事業費内訳 | 代替案 A1 | | | | |
|---------------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 2015 | 2018 | 2020 | 2025 | 2035 |
| 下水処理場建設費 | 7,650,000 | 7,650,000 | | 7,650,000 | |
| 汚水幹線建設費 | 5,370,341 | | 2,241,348 | 3,464,607 | |
| 幹線マンホール建設費 | 687,616 | | 286,981 | 443,606 | |
| ポンプ場建設費 | 8,748,036 | | 3,651,051 | 5,643,683 | |
| 汚水管渠およびハウスコネクション建設費 | 75,302,901 | | 31,428,164 | 48,580,703 | |
| 合計 | 97,758,894 | 7,650,000 | 37,607,543 | 65,782,599 | |
| 累計 | 97,758,894 | 105,408,894 | 143,016,437 | 208,799,037 | 208,799,037 |

注記 1) 上記事業費は ADB 事業のみを除くものである (KOICA 事業内容がまだ明確でないため)。

注記 2) 出典: “Drainage & Sewerage Master Plan for the District of Siem Reap Priority Works Draft Master Plan, AFD, December 2009”

9-4-2 AFD 雨水排水マスタープランの現況

1. はじめに

シェムリアップ市はトンレサップ湖に近い非常に平坦な土地に位置している。当市を東西排水区分けるシェムリアップ川には、さらに東西に Roulous 川、Puok 川という支流がある。これらの支流及び総ての雨水排水路は最終的にトンレサップ湖に流入する。

シェムリアップ川は北から南へトンレサップ湖に向け約 1/1,000 の自然勾配がある。シェムリアップ川は雨季には莫大な水量を流下させる。2009 年 9 月の水量は 133 m³/秒と推定され、河川周辺地域は一時期洪水に見舞われた。

河川水位は河川水を東西の灌漑水路へと分けるコロコダイル堰で調整されている。しかしながら、既存排水施設は強い降雨に対応していない。強い降雨は広範囲の洪水をもたらす、

水路・シェムリアップ川の水位を上昇させる。排水が不十分な地域では雨水とトイレ・下水管からの溢流が混合され、汚染を引き起こす。平坦な地形のため、既存排水施設は十分な勾配を取れず、沈殿固形物・投棄ごみによる閉塞を起こしやすい。

市を東西に横断する国道 6 号線は、道路下に設置されたボックス・カルバート、管渠の流下能力不足・閉塞により、洪水を発生させるなど水理的に問題地点となっている。このことはシェムリアップ市及びアンコール地区持続的開発のための包括的マスタープラン（2006 年 JICA）を含む過去の調査でも報告されていたが、現在でも状況は変わらないまま市域は拡大している。

シェムリアップ市中央の旧開発地区にある既存排水施設は 1950 年代に建設されたものの、維持管理不足のため老朽化しており劣悪な状態となっている。前節でも記述したように、KOICA は以下の仕様の排水ボックス・カルバートを東西排水区に計画している。

| 雨水渠寸法 | 東部 (m) | 西部 (m) |
|-------------------|--------|--------|
| Box 3.0 m × 2.0 m | 1,380 | 4,690 |

2. 灌漑水路

発祥を古代アンコール文明までさかのぼるものを含め、数多くの既存灌漑水路がシェムリアップ市を縦横に横断している。多くは現在使用されていないが、一部は市の南西・南東にある農地に農業用水として使われている。この水路網は乾季においても維持水量を保持しており、結果的に雨水排水施設能力を軽減する働きをしている。

3. 西シェムリアップ地区の現況

当地区には中央排水路(Town Center Drain:TCD)と西部排水路 (Western Drain) という 2 本の主要排水路がある。双方とも集水域の雨水量に対し十分な能力はなかったが中央排水路は ADB 事業により改修され十分な水理能力を持っている。

西部排水路のうち北部の施設は、国道 6 号線の南部の能力の足りない排水管に接続されているが、国道 6 号線が堤防のように作用しているため、広い地域が慢性的洪水に苛まれている。

4. 東シェムリアップ地区の現況

シェムリアップ川東部地域には、D7、D2、D10 という主要既存排水路がある。国道 6 号線に敷設された能力不足の排水管に接続されているため、道路が堤防のように作用し、広い地域が慢性的洪水に苛まれている。洪水被害を軽減するため、優先工事 (Priority Works) が提案された。

5. 雨水排水施設の設計方針

都市域の雨水は建物の屋根、舗装道路から流出する。発生雨水量は降雨量と地面の性質に

関係している。耕作地は雨水流出を抑え、雨水を地面に浸透させる。一方、不浸透性の地面はより多くの雨水流出を生じる。

都市域で発生する雨水量は削減、あるいは制御すべきである。このため浸透性資材を用いて道路、歩道、駐車場を整備すべきである。オン・サイト浸透には芝を配した公園等の都市造園設計も有効である。雨水流出量を増加する土地開発に際しては、下流の排水施設への影響を軽減するため、ピーク・カット用雨水貯留池の設置を義務付けるべきである。

シェムリアップ市の降雨強度はかなり高く、発生雨水量も大きい。計画雨水排水施設の流下能力は、市の平坦な地形や最終放流先であるトンレサップ湖の水位により制約される。

実施可能な洪水対策は、大容量の雨水排水路敷設か雨水貯留施設の建設である。これまで、下流における排水路の断面を最小化とするため、あちこちのエリアにおいて雨水貯留施設が提案されてきた。しかしながら、降雨強度が大きく雨水貯留容量が大きくなり適用不可能と考えられている。

6. 優先工事

事業はフェーズ 1 として排水路 D23、D10、D3 の一部、D21、D3A 追加分（清掃）、D3B 及び越流施設の建設を行う。

現在これら排水施設の建設契約は入札段階で、2010 年 3 月末に認証される予定である。工期は Letter of Acceptance 発出後 810 日（2 年 3 ヶ月）である。

残りの排水施設は融資が得られ次第建設されることになる。



図 9.3 優先工事 - フェーズ 1

7. 雨水貯留池

雨水貯留池は下流の排水施設に流出する雨水量のピーク・カットを可能にする。以下の貯留池が考えられる。

- ・ “Off-line”貯留池（既存排水路と離れた位置に建設）。しかしながら、係る貯留池建設に適切な土地を探すのは困難である。
- ・ “In-line”貯留池（既存排水路の途中に大容量水路を建設し、貯留する）。広い道路用地を有するホテル地区で可能である。
- ・ “On-site”貯留（その場で貯留・浸透）

“Off-line”貯留に唯一可能な地区は未開発地区か、遺跡公園地区内の開発禁止地区である。“In-line”貯留は水路もしくは池の建設が可能な、広い道路拡張用地を有する地区で、ホテル・観光施設地区のみで可能である。“On-site”貯留はホテルや文化ゾーンといった広大な開発地域で可能である。それらは個別に、発生する総ての雨水を貯留することによって下流排水施設への影響を最小化し、雨水再利用を促進できるように設計されなければならない。ホテルゾーン内では雨水流出を抑えるため不透水性面積を最小化し、造園・修景に雨水を再利用すべきである。総ての商業建造物はこのような目的で雨水貯留を行うべきである。

8. 雨水排水施設代替案

1) シェムリアップ西部

表 9.9 にシェムリアップ西部に必要な雨水排水施設仕様を示す。

表 9.9 西部地区排水施設寸法 (m) (水深は総て 1.5 m)

| 排水ソフト Node | | 雨水貯留池なし | | | | 雨水貯留池あり | |
|---|-------|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|
| | | 2年確率降雨 | | 5年確率降雨 | | | |
| | | 素掘り水路 底幅 | コンクリート水路 底幅 | 素掘り水路 底幅 | コンクリート水路 底幅 | 素掘り水路 底幅 | コンクリート水路 底幅 |
| Western Drain - TCD Extension ⁽¹⁾ | | | | | | | |
| TCD1a | TCD1b | Concrete | 5.0 | Concrete | 5.0 | Concrete | 5.0 |
| TCD1b | TCD1c | 20.0 | 12.0 | 23.0 | 12.0 | 22 | 12.0 |
| TCD1c | TCD2f | 20.0 | 12.0 | 23.0 | 12.0 | 22 | 12.0 |
| Western Drain 1 - WD1 | | | | | | | |
| WD1a | WD1b | 11.5 | 6.0 | 14.5 | 7.1 | 1.3 | 1.8 |
| WD1b | WD1c | 12.3 | 7.0 | 15.5 | 7.1 | 1.5 | 2.0 |
| WD1c | WD1d | 19.0 | 9.5 | 23.0 | 11.5 | 2.8 | 2.8 |
| WD1d | WD1e | 19.0 | 10.0 | 23.0 | 11.5 | 3.0 | 2.9 |
| WD1e | WD2e | 19.0 | 10.0 | 23.0 | 11.5 | 3.2 | 3.0 |
| Western Drain 2 - WD2 | | | | | | | |
| WD2a | WD2b | 12.0 | 7.0 | 15.8 | 8.5 | 1.8 | 1.8 |
| WD2b | WD2c | 14.0 | 8.0 | 18.0 | 10.2 | 2.1 | 2.1 |
| WD2c | WD2d | 15.0 | 9.0 | 20.5 | 11.5 | 2.4 | 2.4 |
| WD2d | WD2e | 18.0 | 11.0 | 23.5 | 13.7 | 2.8 | 2.8 |
| WD2e | WD2f | 55.0 | 28.0 | 71.0 | 35.0 | 11.5 | 7 |
| Western Drain 3 - WD3 | | | | | | | |
| WD3a | WD3b | 15.0 | 8.5 | 20.0 | 9.5 | 1.8 | 1.8 |
| WD3b | WD3c | 19.0 | 11.5 | 25.5 | 13.0 | 2.5 | 2.5 |

注記 (1) Limited flow into upper reaches of TCD Extension from existing TCD.
Because of land constraints 1a to 1b must be a concrete drain.

2) シェムリアップ東部

表 9.10 にシェムリアップ東部に必要な雨水排水施設仕様を示す。

表 9.10 東部地区排水施設寸法 (m) (水深は総て 1.5 m)

| 排水ソフト Node | | 雨水貯留池なし | | | | 雨水貯留池あり | |
|--|------|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|
| | | 2年確率降雨 | | 5年確率降雨 | | 素掘り水路 底幅 | コンクリート水路 底幅 |
| | | 素掘り水路 底幅 | コンクリート水路 底幅 | 素掘り水路 底幅 | コンクリート水路 底幅 | | |
| Eastern Drain ED1⁽¹⁾ | | | | | | | |
| ED1a | ED1b | - | - | - | - | Concrete | 6 |
| ED1b | ED1c | - | - | - | - | Concrete | 7 |
| ED1c | ED1d | - | - | - | - | 11 | 7 |
| Eastern Drain ED2 | | | | | | | |
| ED2a | ED2b | 44 | 23 | 58 | 29 | 3 | 3 |
| ED2b | ED2c | 44 | 28 | 58 | 37 | 5 | 5 |
| ED2c | ED2d | 44 | 30 | 58 | 66 | 6 | 6 |
| ED2d | ED2e | 26 | 21 | 35 | 27 | 5 | 5 |
| ED2e | ED2f | 34 | 27 | 46 | 35 | 6 | 6 |
| ED2f | ED2g | 40 | 31 | 53 | 65 | 7 | 7 |
| ED2g | ED2h | 43 | 34 | 53 | 77 | 9 | 9 |
| Eastern Drain ED3 | | | | | | | |
| ED3a | ED3b | 130 | 63 | 167 | 68 | 21 | 11 |
| ED3b | ED3c | 110 | 68 | 144 | 77 | 30 | 16 |
| ED3c | ED3d | 65 | 42 | 85 | 48 | 30 | 16 |

注記 (1) Limited flow into upper reaches of ED1 from existing Priority Works drainage programme

3) 事業費

以下の表は、シェムリアップ西部・東部地区排水施設の建設費を、「貯留池有り」「貯留池なし」の両ケースにつき積算したものである。

表 9.11 建設費 - 西部地区 貯留池なし (US\$ 1000)

| 施設名 | 雨水貯留池なし | | | |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | 2年確率降雨 | | 5年確率降雨 | |
| | 素掘り水路 | コンクリート水路 | 素掘り水路 | コンクリート水路 |
| Eastern Drain System TCD Extension | | | | |
| Drains - concrete | 686.8 | 686.8 | 834.2 | 834.2 |
| Drains - downstream | 289.4 | 1 855.5 | 305.3 | 2 248.8 |
| Land costs | 143.6 | 74.2 | 157.6 | 75.0 |
| Sub total | 1 119.8 | 2 616.5 | 1 297.1 | 3 158.0 |
| Western Drain System WD 1 | | | | |
| Drains - concrete | 5 221.8 | 5 221.8 | 6 596.7 | 6 596.7 |
| Land costs | 125.5 | 125.5 | 139.0 | 139.0 |
| Sub total | 5 349.4 | 5 349.4 | 6 735.7 | 6 735.7 |
| Western Drain System WD 2 | | | | |
| Drains | 3 352.7 | 23 769.7 | 3 705.8 | 27 242.9 |
| Land costs | 1 661.0 | 801.6 | 2 085.1 | 347.2 |
| Sub total | 5 013.7 | 24 571.3 | 5 790.9 | 22 590.1 |
| Western Drain System WD 3 | | | | |
| Drains | 1 476.8 | 16 643.3 | 6 270.0 | 55 714.0 |
| Land costs | 732.6 | 375.2 | 889.0 | 410.7 |
| Sub total | 2 209.4 | 17 018.5 | 7 159.0 | 56 124.7 |
| Grand Total | 13 692.3 | 49 555.7 | 20 982.7 | 88 608.5 |

表 9.12 建設費 – 西部地区 貯留池有り (US\$ 1000)

| 施設名 | 雨水貯留池あり | |
|--------------------------------------|-----------------|-----------------|
| | 素掘り水路 | コンクリート水路 |
| Western Drain – TCD Extension | | |
| Detention Basins | 209.5 | 209.5 |
| Drains | 596.8 | 1 086.4 |
| Land costs - basins | 547.6 | 547.6 |
| Land costs - drains | 153.0 | 89.8 |
| Sub total | 1 506.9 | 1 933.3 |
| Western Drain System WD 1 | | |
| Detention Basins (none) | 0 | 0 |
| Drains | 285.2 | 1 412.4 |
| Land costs - basins | 0 | 0 |
| Land costs - drains | 137.6 | 66.8 |
| Sub total | 422.8 | 1 479.2 |
| Western Drain System WD 2 | | |
| Detention Basins | 2 033.4 | 2 033.4 |
| Drains | 1 654.0 | 8 450.3 |
| Land costs - basins | 547.6 | 547.6 |
| Land costs - drains | 818.7 | 100.8 |
| Sub total | 5 053.7 | 11 132.1 |
| Western Drain System WD 3 | | |
| Detention Basins | 2 419.4 | 2 419.4 |
| Drains | 690.9 | 7 284.0 |
| Land costs - basins | 411.4 | 411.4 |
| Land costs - drains | 333.6 | 159.3 |
| Sub total | 3 855.3 | 10 274.1 |
| Grand Total | 10 838.7 | 24 818.7 |

表 9.13 建設費 – 東部地区 貯留池なし (US\$ 1000)

| 施設名 | 雨水貯留池なし | | | |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | 2年確率降雨 | | 5年確率降雨 | |
| | 素掘り水路 | コンクリート水路 | 素掘り水路 | コンクリート水路 |
| Eastern Drain System ED 1 (Priority Works Extension) | | | | |
| No detention basins in Priority Works system – costs from Table below | | | | |
| Sub total | 1 521.1 | 2 482.1 | 1 521.1 | 2 482.1 |
| Eastern Drain System ED 2 | | | | |
| Drains | 4 252.5 | 26 301.0 | 4 845.4 | 33 984.2 |
| Land costs | 2 336.7 | 1 500.8 | 2 852.2 | 2 563.4 |
| Sub total | 6 589.2 | 27 801.8 | 7 697.6 | 36 547.6 |
| Eastern Drain System ED 3 | | | | |
| Drains | 9 552.8 | 40 790.9 | 11 024.7 | 45 440.0 |
| Land costs | 5 066.3 | 2 909.3 | 6 346.2 | 3 621.8 |
| Sub total | 14 619.1 | 43 693.8 | 17 370.9 | 49 061.8 |
| Grand Total | 36 419.4 | 73 977.7 | 40 279.6 | 88 091.5 |

表 9.14 建設費 – 西部地区 貯留池有り (US\$ 1000)

| 施設名 | 雨水貯留池あり | |
|---|---------------------------|-----------------|
| | 素掘り水路 | コンクリート水路 |
| Eastern Drain System ED 1 (Priority Works Extension) | | |
| Drains | 1 521.1 | 2 482.1 |
| Land costs - drains | Not applicable – in roads | |
| Sub total | 1 521.1 | 2 482.1 |
| Eastern Drain System ED 2 | | |
| Detention Basins | 2 331.2 | 2 331.2 |
| Drains | 1 435.4 | 6 286.2 |
| Land costs - basins | 141.9 | 141.9 |
| Land costs - drains | 659.1 | 411.6 |
| Sub total | 4 567.6 | 9 170.9 |
| Eastern Drain System ED 3 | | |
| Detention Basins | 4 864.5 | 4 864.5 |
| Drains | 5 721.3 | 23 223.3 |
| Land costs - basins | 1 325.1 | 1 325.1 |
| Land costs - drains | 2 115.1 | 951.6 |
| Sub total | 14 026.0 | 30 364.5 |
| | | |
| Grand Total | 20 114.7 | 42 017.5 |

4) 計画排水施設

技術面から推奨される排水施設を、以下の前提に基づき表 9.15 に記述した。

- ・ 貯留池は 5 年の洪水確率にて設計
- ・ 貯留池なしの排水路は 2 年の洪水確率にて設計

表 9.15 計画排水施設

| 排水施設 | 説明および費目 | Costs (US\$) | |
|------------------|---|--------------------|-------------------|
| | | 小 計 | 合 計 |
| シェムリアップ西部 | | | |
| TCD Ext. | No detention basins | | |
| | TCD Extension to 1b - concrete | 686 800 | |
| | Extension from 1b – earth drain | 289 400 | |
| | Cost of TCD Extension | | 976 200 |
| WD1 | No detention basins all concrete channels | 5 221 800 | |
| | Land costs | 125 500 | |
| | Cost of WD1 | | 5 349 400 |
| WD2 | All detention basins, all earth drains | | |
| | Detention basins | 2 033 400 | |
| | Drains | 1 654 000 | |
| | Land costs | 1 366 300 | |
| | Cost of WD2 | | 5 053 700 |
| WD3 | All detention basins, all earth drains | | |
| | Detention basins | 2 419 400 | |
| | Drains | 690 900 | |
| | Land costs | 745 000 | |
| | Cost of WD3 | | 3 855 300 |
| | | シェムリアップ西部合計 | 15 234 600 |
| シェムリアップ東部 | | | |
| ED1 | No detention basins | | |
| | Priority Works Extension | 1 521 100 | |
| | Cost of ED1 | | 1 521 100 |
| ED2 | All detention basins, all earth drains | | |
| | Detention basins | 2 331 200 | |
| | Drains | 1 435 004 | |
| | Land costs | 801 000 | |
| | Cost of ED2 | | 4 567 600 |
| ED3 | All detention basins, all earth drains | | |
| | Detention basins | 4 864 500 | |
| | Drains | 5 721 300 | |
| | Land costs | 3 440 200 | |
| | Cost of ED3 | | 14 026 000 |
| | | シェムリアップ東部合計 | 20 114 700 |
| | | 排水施設総事業費 | 35 349 300 |

注記) 上記の表の出典：“Drainage & Sewerage Master Plan for the District of Siem Reap Priority Works Draft Master Plan, AFD, December 2009”

9-5 下水・排水セクターにおける日本国無償資金協力へのニーズ

シェムリアップ市の下水・排水セクターにおける過去の投資は、既存施設の持続性ある機能維持には不十分なものであった。その結果、既存施設は環境保全に必要な機能を有していない。特に以下の項目が問題である。

- ・ 未処理汚水放流によるシェムリアップ川汚染の進行
- ・ 発生雨水に対し流下能力不足の開水路
- ・ ごみが不法投棄されている開水路
- ・ 建築物で閉塞されている排水路、能力不足の管路による排水施設網全体の流下能力低下

- ・ 雨水・汚水が混合される洪水による衛生・健康被害
- ・ 豪雨で洪水している道路
- ・ 排水路に直接放流されている腐敗槽処理水
- ・ これらのため、対象水源であるトンレサップ湖が著しく汚染されている

しかしながら日本国無償資金協力による事業を行うに当たっては、事業の妥当性を確認するため、以下の審査基準をクリアしなければならない。

- ・ 工事期間（原則として1会計年度）
- ・ 事業予算制限
- ・ 事業の持続性
- ・ 財政的実現可能性
- ・ 環境面から見た実現可能性
- ・ 安定かつ早期の事業便益発現

上記の無償資金援助導入基準に基づき、調査団は実現可能な支援内容を提案する。

9-5-1 下水セクター

図 9.4 は、以下の既存下水道マスタープランの対象地域を示したものである。

- ADB : A = 265 ha、2009 年 12 月に完成
- KOICA : A = 934 ha、上記 ADB 分含む、現在進行中
- AFD : A = 6,009 ha、上記 KOICA 分含む、マスタープラン案は 2009 年 12 月に完成

各マスタープランの対象地域の特徴は以下のとおりである。

- ADB 事業はシェムリアップ川西部の市中心街をカバーしている
- KOICA 事業は ADB 事業対象地域を取り囲む形で、東西に対象地区を拡張している
- AFD 事業は KOICA 事業対象地域をさらに広く取り囲み、対象地域を拡張している

図 9.4 に示すように、中心市街地の殆どは KOICA 事業によりカバーされ、それ以外の地域は、下水道施設の採用が必ずしも適切と判断されない都市部周辺地域である。シェムリアップ市が極めて平坦な地形であるため、これら都市部周辺地域まで汚水収集するためには下水処理場揚水ポンプ場を含め 23 箇所ものポンプ場が必要になり、事業費も嵩む。

本下水道マスタープランは AFD 援助により作成されたため、日本国無償資金協力による可能な施設建設支援方針としては、他援助機関と処理区域を分割しての「協調支援」となるう。

図 9.5 は以下の事業のサービスエリアの関係を示すものである。

- ADB 事業 : A = 265 ha
- KOICA : A = 934 ha and
- JICA シェムリアップ上水道拡張整備事業 : A = 3,360 ha

JICAによる上水道 F/S 対象地域は4地区に分割されている。表 9.16 に地区毎の面積、予測水使用量及び面積単位水使用量を示す。

表 9.16 面積単位水使用量

| F/S 区域 | 上水使用量* (m ³ /日) | 区域面積 (ha) | 単位面積上水使用量 (m ³ /日/ha) |
|--------|-------------------------------|--------------|-------------------------------------|
| Area 1 | 13,600 | 860 | 15.67 |
| Area 2 | 13,100 | 620 | 20.94 |
| Area 3 | 14,500 | 880 | 16.32 |
| Area 4 | 14,800 | 1,000 | 14.72 |
| Total | 56,000 | 3,360 | |

注記：* Water consumption amount was rounded up

計算された面積単位水需要量に基づき、KOICA 事業対象地域内の上水使用量を求めた。

表 9.17 KOICA 事業対象地域内での上水使用量

| F/S 区域 | 単位面積上水使用量 (m ³ /日/ha) | KOICA 事業 区域内面積 (ha) | 上水使用量 (m ³ /日) |
|-----------------------------|-------------------------------------|------------------------|------------------------------|
| Area 1 | 15.67 | 318 | 4,983 |
| Area 2 | 20.94 | 293 | 6,135 |
| Area 3 | 16.32 | 114 | 1,860 |
| Area 4 | 14.72 | 209 | 3,076 |
| Total | | 934 | 16,054 |
| | | | (1.032) |
| WWTP Capacity (ADB + KOICA) | | | 15,552 |
| | | | (1.000) |

計算された総水使用量は合計下水処理場能力を僅かに超過している。しかしながら、使用上水量総てが下水になるわけではない。既存調査報告書に記述されている下水変換率は以下の通りである。

表 9.18 下水変換率

| 調査名 | 下水変換率 |
|---|-------|
| KOICA Feasibility Study | 0.85 |
| Drainage & Sewerage Master Plan for the District of Siem Reap (AFD) | 0.80 |

両報告書も地下水浸入率は発生汚水量の 10%と仮定している。変換率はより大きい KOICA 報告書の数値を用い、発生汚水量は以下のように計算される。

$$16,054 \text{ (KOICA 事業サービスエリア内の水使用量)} \times 0.85 \times 1.10$$

$$= \underline{15,010 \text{ m}^3/\text{日}} < 15,552 \text{ m}^3/\text{日} \text{ (下水処理場合計処理能力)}$$

よって、将来上水施設拡張により上水使用量が増加しても、KOICA 事業サービスエリア内で発生する汚水は全量下水処理場により適正に処理される。

以下の表は将来の上水供給量、発生汚水量、下水処理場能力の関係をまとめたものである。

| 項目 | 年 | 2015 | 2020 | 2025 | 摘 要 |
|---------------------------------|---|--------|--------|--------|-----------------------------------|
| 給水量 (m ³ /日) | | 18,939 | 35,215 | 47,917 | 日平均給水量 (Qw) |
| 発生汚水量 (m ³ /日) | | 17,708 | 32,926 | 44,802 | $Qw \times 0.85 \times 1.10$ (Qs) |
| 下水処理場能力 | | | | | |
| ADBプロジェクト (m ³ /日) | | 5,552 | | | |
| KOICAプロジェクト (m ³ /日) | | 10,000 | | | |
| AFDプロジェクト (m ³ /日) | | 10,000 | 10,000 | 10,000 | |
| 合計下水処理場能力 (m ³ /日) | | 25,552 | 35,552 | 45,552 | |
| 比 率 | | 0.693 | 0.926 | 0.984 | Qs/合計処理能力 |

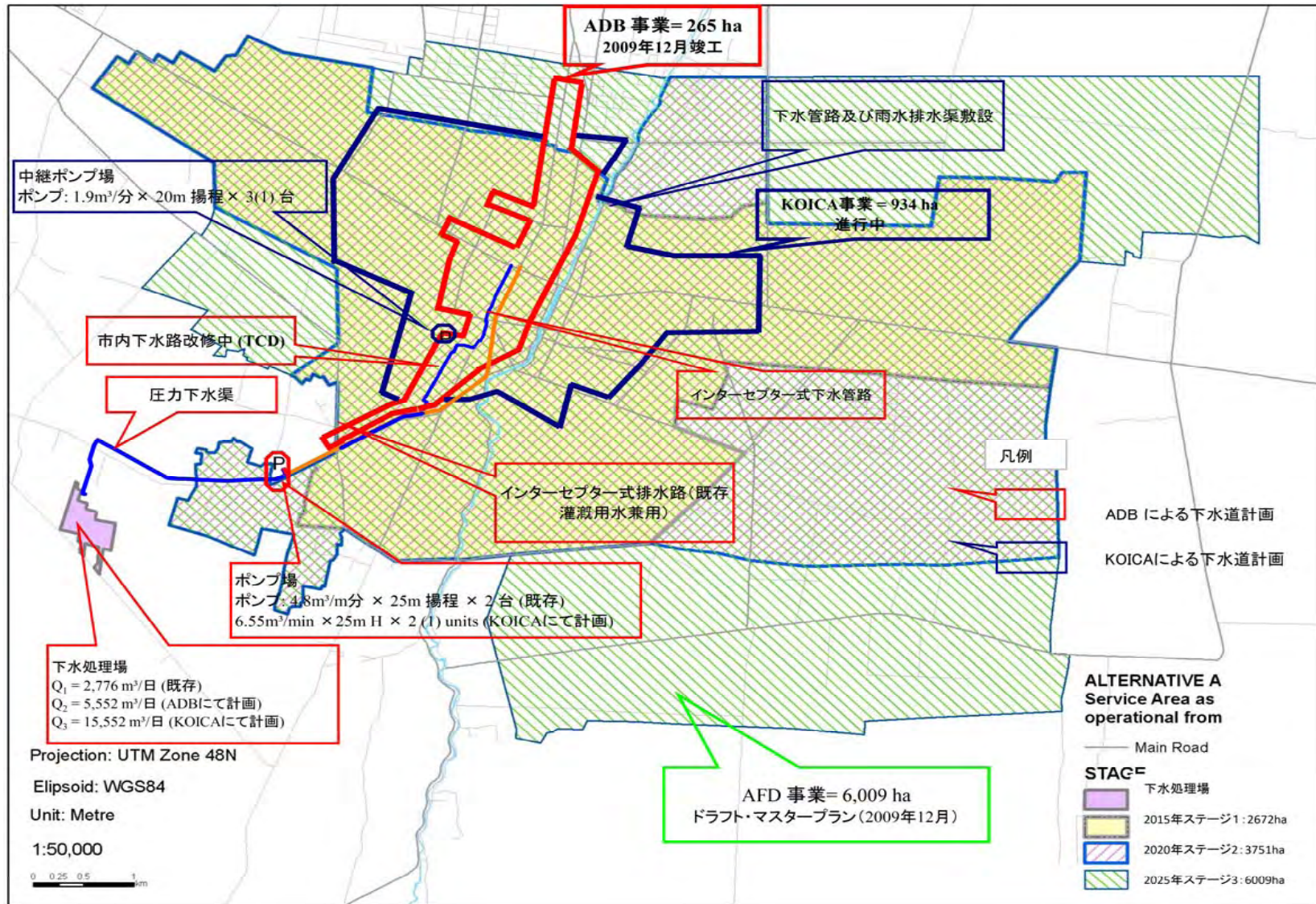


図 9.4 下水道計画対象地域

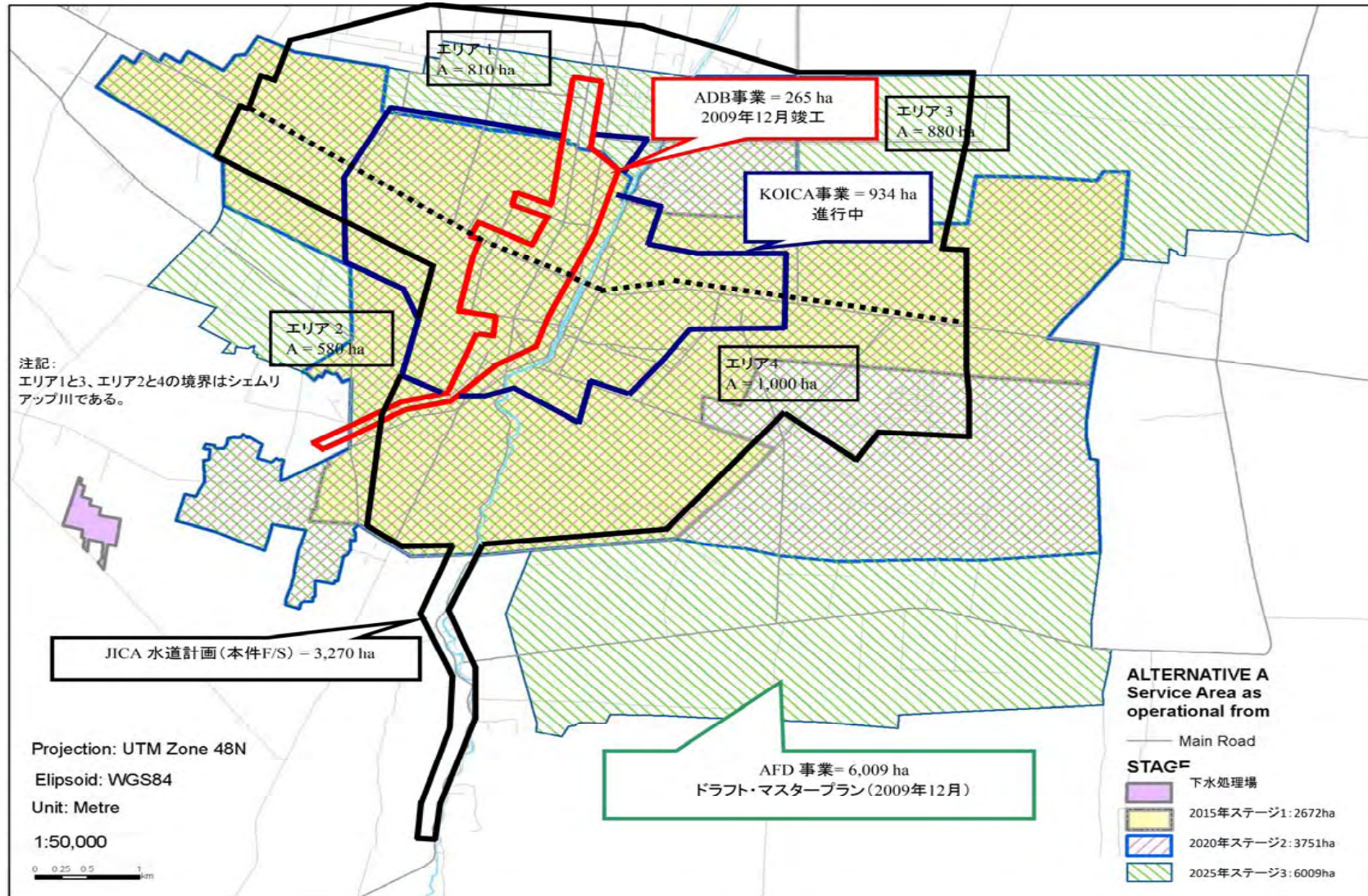


図 9.5 下水道および上水道計画対象地域

9-5-2 排水セクター

優先工事 (Priority Works) のフェーズ 1 では東部拡張都市区域の排水施設が計画され、現在入札段階にある。Letter of Acceptance 発出後、810 日 (2 年 3 ヶ月) で完成予定。残りの排水施設は融資が得られ次第建設されることになる。

しかしながら、優先工事のフェーズ 2 が完成しても、全体排水施設能力は発生雨水量に対し不十分で、追加として必要な排水施設建設費は **35,349,300 US\$** と積算された。

下水セクター同様、本排水施設マスタープランは AFD 援助により作成されたため、日本国無償資金協力による可能な施設建設支援方針としては、他援助機関と処理区域を分割しての「協調支援」となる。

9-5-3 日本国無償資金援助の内容

AFD 事業対象地域の未整備地区は広大であるため (下水道サービスエリアでは : $A = 6,009 \text{ ha} - 934 \text{ ha} = 5,075 \text{ ha}$)、施設建設事業費は莫大である。カンボジアの電気料金は高価であるため、ポンプ場運転費用も高む。参考までに、カンボジアの電気料金は 19 円/kWH で、日本では 12 円/kWH である。

未整備地区の殆どが都市周辺地域であるため、長期にわたり安定した施設運転を念頭に、最適下水道施設を選択しなければならない。都市部より人口密度が低い都市周辺地域では、下水道施設は必ずしも実現性が高くない。AFD マスタープランでは特定の優先事業が提案されていないため、排水・処理分区毎の優先順位付けが必要である。

よって、排水・下水施設建設への日本国無償資金協力導入は、事業便益が低いと予測され現実的ではないと判断される。

都市周辺地域は、腐敗槽に代表される既存の「オン・サイト施設」によりカバーされるべきで、可能な日本国無償資金協力の方向性としては、オン・サイト施設、下水管網を含む既存施設の維持管理を行う「支援事業」になるであろう。分流污水管網が整備されるまでは、オン・サイト施設処理水は近場の排水路に放流され、最終的にトンレサップ湖に流入するわけであるから、これらを将来にわたり適正に維持管理する必要がある。

将来下水管渠延長はさらに拡張するため、下水管渠清掃機材供与が必要である。我が国の技術協力プロジェクトによる担当機関職員の能力強化は施設の健全なる維持維持に有効である。

1. 下水管渠清掃機材供与

KOICA 事業が実施されると、口径別下水管渠延長は以下ようになる。

ADB 事業により、管渠清掃装置 1 台及び汚泥収集バキュームトラック 1 台 (タンク容量 6 m^3) が供与され、MPWT 傘下に新規編成された SRSWTPU により運転・維持管理されている。これらの写真及び仕様については、英文メインレポート表 9.2 を参照する。

表 9.19 口径別下水管渠延長

| | | | | | | | | |
|---------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 口径 (mm) | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 500 | 600 | 700 |
| 延長 (m) | 40,370 | 2,767 | 1,754 | 1,430 | 1,667 | 2,840 | 632 | 3,931 |
| | | | | | | | Total | 55,390 |

下水管網施設の健全な機能維持のためには、計画的かつ定期的管渠清掃が不可欠であり、SRSWTPUにある機材では不十分である。複数セットの付属品を含む管渠清掃機材及び管渠清掃計画立案が安定した管渠機能維持に必要である。

2. 腐敗槽汚泥収集バキュームトラック供与

都市域の下水道未整備地域が分流下水管渠により整備されるには長期間を要し、施設完成までは既存オン・サイト施設を使用することになる。下水道施設が不適であると判断される都市周辺地域においては、将来とも既存オン・サイト施設が使用されることになる。これらオン・サイト施設は、住民の健康と生活環境を保全するため、適正な維持管理が必要となる。

典型的腐敗槽は3室構造であり、最下流は地下浸透を行う浸透ピットである。腐敗槽機能維持のためには、槽内に堆積する汚泥の定期的引抜が不可欠である。標準的汚泥引き抜き頻度は2～3年に1回とされている。

従って、汚泥改修機材供与が必要となる。現在 SRSWTPU は汚泥収集バキュームトラック 1 台を保有しているが、不十分である。AFD 下水マスタープランによれば、1日当りの腐敗槽汚泥発生量は表 9.20 の如くである。

SRSWTPU 汚泥収集バキュームトラック 1 台 (タンク容量 6 m³) が 1 日 3 往復し、汚泥を回収する仮定すると、回収汚泥量は 18 m³/日となる。前述の 1 日当り汚泥発生量から計算すれば、新たに汚泥収集バキュームトラック 3 台 (タンク容量 6 m³) が必要になる。

ADB 事業による下水処理場には汚泥受け入れ施設があるが、その受け入れ能力は 10 m³/日である。腐敗槽汚泥の安定処理のために、将来建設される下水処理場には同様の汚泥受け入れ施設を計画すべきである。

表 9.20 腐敗槽汚泥発生量予測

| 年 | 腐敗槽処理区域人口 * | 発生腐敗槽汚泥量推計 (m ³ /日) |
|------|-------------|--------------------------------|
| 2010 | 61,762 | 62 |
| 2015 | 66,583 | 67 |
| 2020 | 71,685 | 72 |
| 2025 | 77,064 | 77 |
| 2030 | 73,307 | 73 |
| 2035 | 66,742 | 67 |

* 腐敗槽処理区域人口は農村・都市周辺地域人口および市内収集区域内の未収集人口を含む。
出典) Drainage & Sewerage Master Plan for the District of Siem Reap Priority Works Draft Master Plan (December 2009)

3. 腐敗槽汚泥処理施設建設

既存下水処理場の汚泥受け入れ施設能力は 10 m³/日で、上表に記載された発生汚泥量と比

較すると明らかに不十分である。

この汚泥処理能力不足は腐敗槽汚泥処理施設建設により補填すべきである。本施設は腐敗槽汚泥専門処理施設として設計される。

4. 担当機関能力強化プログラム

日本国技術協力プロジェクトによる担当機関能力強化も完成施設機能維持に必要である。以下の技術項目を計画した。

表 9.21 日本国技術協力プロジェクトによる能力強化項目

| プログラム | 担当機関 | 強化分野 |
|--------|--|---|
| 組織能力強化 | シェムリアップ市 下水道および下水 処理場部（公共事 業・運輸省傘下） | <ul style="list-style-type: none"> ➢ コンピューターによる下水道料金計算/請求・財務管理システムに関するトレーニング ➢ 組織管理に係るトレーニング・セッション ➢ 汚水管渠/雨水排水渠の基本設計および建設工事に係るトレーニング ➢ 「年間汚水管網清掃計画」作成 ➢ 完成施設関連文書・図面のデジタル・データ収集・管理 ➢ 下水処理場流入・流出水量、水質記録日誌の作成 ➢ 下水道施設修理記録の作成 ➢ 保管資器材目録システム構築 ➢ 下水道・雨水排水渠による便益、汚水管渠・雨水排水渠へのごみ投棄削減に関する地域住民への啓蒙・広報活動 ➢ 学校での衛生・健康教育の励行 ➢ 腐敗槽汚泥収集業者の公式登録。彼らの中には、収集汚泥を雨水排水渠や空き地に未処理で投棄している業者もある。このような違法な環境汚染を削減するため、業者は政府機関により公式に登録すべきで、関連基準・指導を遵守させるべきである。更に業者作業の定期的モニタリングも重要である。違反を犯した場合は、罰則の法的執行もありうる。 <p>シェムリアップ市公共事業・運輸局は市中心部から約 6 km 西に腐敗槽汚泥処分場を保有しているので、汚泥は当処分場に運搬・処分する。</p> |

9-5-4 結論と提言

調査団は以下の項目の日本国無償資金協力による実施を提案した。

1. 下水管渠清掃機材供与
2. 腐敗槽汚泥収集バキュームトラック供与
3. 腐敗槽汚泥処理施設建設
4. 担当機関能力強化プログラム

下水道施設建設には長期間が必要となる。KOICA 事業の場合、コンサルタント選定、建設業者選定、施工管理及び完成施設試運転までを含み、L/A 署名後約 4 年が必要である。

一方提案した「オン・サイト施設維持プロジェクト」は短期間で実施可能で、それゆえ事業便益も早期に発現する。

本プロジェクトは、それぞれの地域性に応じた調整を行えば、他の州でも応用可能な「モ

デル事業」にもなりえる。

最後に、本調査団は **JICA 専門家の下水セクターへの派遣**を強く提言したい。前節でも記述したが、3つの援助機関がそれぞれシェムリアップ市で下水道施設建設事業を実施、下水道計画フィージビリティ調査及び下水・排水マスタープランを作成しており、一部重複も見られる。

このようなことが起こったのは、関連報告書・調査・情報を収集し、複数援助機関相互調整を行う人材がいなかったためである。

事業及び調査を効率的に進捗させるため、**JICA 専門家**を下水セクターへ派遣すべきである。

第 10 章

環境・社会配慮

第10章 環境・社会配慮

環境社会配慮の調査結果を以下に取りまとめる。

(1) 大気

取水施設から原水ポンプ場を経て浄水場に至るまで、住民はほとんど居住していないことから、管の敷設に伴うダストなどによる問題はないものと考えられる。送配水管をシェムリアップ市域内に敷設する場合、開削工事を極力短期間にするなど事故対策を講じることが必要となる。浄水場にて利用される消毒剤である塩素剤には、除害施設として中和施設が計画されているので問題はない。

(2) 水質

原水取水設備の建設には、シートパイルを用いた防水用の小規模ダムが用いられる。係る工作物はトンレサップ湖内に建設されることから、特段の問題は生じない。原水導水管の敷設において、多量の高濁排水が出る場合、ラグーンを構築し、ラグーン内に一時貯留するなどして高濁物質を取り除くことが出来る。

浄水場の処理の結果として、その排水にはSS、BOD、CODなどの汚染物質の発生の恐れはあるが、場内の天日乾燥床にて処理すべく計画されているので問題は生じない。係る状況については、SRWSAが自身にてモニタリング計画を策定し監視すべきである。

(3) 廃棄物

本浄水施設を建設する際、ある程度の木が伐採され、掘削部分が広がる。伐採された木材は、他の建設資材として活用される。抜根や一部の余剰土壌は、法律に基づき、適切な場所に移動処分される。

浄水汚泥は必ずしも危険物質を含まず問題ないが、SRWSAは処分業者を通じて適切に処分しなければならない。

(4) 騒音及び振動

浄水場の建設用地から、多少の騒音と振動が発生するが、係る地域には住居はなく、住環境への問題はないものと考えられる。しかしながら、市域における建設工事の際は、夜間や休日における作業をやめるなど、地域住民への対策を講じる必要がある。特に、観光客への影響は極力避けるべきである。

原水取水ポンプ場及び浄水場から生じる騒音は大きくない。

(5) 水理的問題

本事業により給水される給水は結果として排水となる。排水はADBやKOICAにより実施されている下水処理場にて処理され、放流される。更に将来的にはAFDにより下水処理

計画の拡張が計画されている。トンレサップ湖の水は上水道用水として利用され、再び下水処理場にて処理の後トンレサップ湖へ戻ることとなる。

(6) 保護対象地域

計画対象地域には多数の保護地域が設けられている。Boeng Peareang Natural Conservation や Polav Fish Conservation Area は今次調査における取水施設のルート代替案の検討により、環境への影響を避けることが出来る。しかしながら、事業の実施においては何らかの影響は残る。

原水導水管は MOAFF が設定している Strictly Inunted Forest Area を 8 km ほど通過しなければならない。また、1.7 km ほど gallery forest を通過し、2 km ほど低木部分を通過することになる。今回は採用されなかったが、開渠が採用された場合、多くの植生に影響を及ぼすこととなったであろう。従って、今回は暗渠により原水を導水し、植生への影響を軽減することとした。原水導水管敷設のため 30m幅で開削が行われるが、埋め戻しにより復旧された表土に植樹をすることにした。これにより、付近の自然は数年後にはまたもとのままに復帰できる。

SRWSA は原水導水施設付近の自然の復旧については十分留意し、復旧地域の保全などに努めなければならない

また、原水管は 4 km ほど MOE が設定している Multiple use Area、および UNESCO が設定している Buffer Zone of Tonle Sap Biosphere Reserve を通過する。係る地域における埋設深さは 2~3m ほどであり、土地に対する影響はさほどではない。

更に、原水管は MOAFF が設定している Community Fishery を 9 km ほど通過する。漁民に対しては何分かの影響は推察されることから、SRWSA は係る漁業者に対して何らかの補償を講じるべきである。

APSARA が設定するゾーン 2 あるいはゾーン 3、あるいは MOE が設定する Landscape Protected Area 内の道路以外に配管網を敷設する場合、SRWSA は APSARA や MOE に対して工事場所とその工事工程を事前に通知しなければならない。

(7) 生態系と生物

工事により構築される仮設ダムなどは工事完了次第現況に復帰しなければならない。よって、原水管敷設工事が魚類の生態系に影響を及ぼすとは考えられない。

係る地域においては水陸において貴重種ではない動物が生息すると言われているが、これらの生物は例え生息地域が人間の活動等（陸稲の栽培、森への侵入、薪の採集、狩猟、漁業）により荒らされたとしても短期間で再生が可能で、本案件の実施が生態系に与える影響はほとんどないと考えられる。他の動物と同様に、貴重種である水鳥は係る地域においては繁殖行動を取っていない。乾季には多数の鳥類が、水辺が枯れない Boeng Peareang 地域に渡ってくる。これらの行動は爬虫類も同様である。

(8) 住民の生活

SRWSA は漁船による取水塔接触事故に留意すべきである。乾季における工事は稲の耕作に影響があるかも知れない。従って、SRWSA は原水導水施設の工事に影響を受ける農民への補償を考慮すべきである。原水送水ポンプ場並びに浄水場用地はそれぞれ 0.5 ha および 4 ha であり、その影響はほとんどない。

原水の取水口上には、付近を航行する漁民が位置を認知できるよう、乾季でも雨季でも確認可能な高さの塔を構築する。係る構造物による影響はほとんどないと考えられる。

(9) 遺跡

トンレサップ湖から浄水場予定地にかけて運河の遺跡群が存在する。従って、SRWSA は APSARA に対して、本事業の工事工程を報告する必要がある。

(10) 景観

取水口を保護する取水塔は、保全林地域の外側に配置されることから、景観に対する影響はない。原水送水ポンプ場および浄水場は、住民の住居地域から遠く離れており、ほとんど影響はない。

(11) モニタリング

SRWSA は工事の影響を把握するため、工事中、生態系への影響をモニタリングしなければならない。高い木々の伐採は最小とすべく、伐採数を記録しておくべきである。係るデータは、森林の再生時に貴重である。

建設工事が完了し、運転段階においては、浄水場排水に関して、SS、BOD、および COD などについて 4 ヶ月毎に調査すべきである。排水水分については、再利用する設計となっていることから、汚泥量は少ない。生成汚泥の処分に付いても十分にモニタリングする。

原水取水施設周辺の生態系も定期的にモニタリングする。取水施設の周辺で活動する Kandaek コミューン¹の漁民については、乾季と雨季の最低年 2 回は交流し、問題点などを聞き取り調査する。工事終了後は毎年、5 年間に亘り森林の再生状況を把握するため、若木の数を調査し、それらの高さを測定する。

第11章

優先プロジェクトに係る事業評価

第11章 優先プロジェクトに係る事業評価

11-1 社会・経済面における評価

「カ」国はカンボジアミレニアム開発目標（CMDGs）において、上水道セクターにおける給水普及率に係る達成指標を掲げており、本案件の評価指標として最も適切である。指標には、給水普及率および給水人口の拡大が掲げられている。

本件調査においては長期上水道施設整備計画を策定し、その中でシェムリアップ市の都市部における給水普及率の達成目標として、CMDGs 計画を5年遅らせるものとし、2020年次までに80%の給水普及率を達成するものとし、計画目標年次の2030年次においては90%の給水普及率を達成するものとした。一方、観光客への給水普及率は生活用水同様2020年次までに80%を達成することとし、2030年次においては給水普及率100%を目標とすることとした。従って、本長期上水道施設整備計画は「カ」国ならびに世界的な行動目標を達成することとなる。

数値として計ることは困難ではあるが、本案件の実施による量的、質的便益は大きいものがある。財務・経済的評価については後述するが、財務的指標などにおいては必ずしも満足できない項目も見受けられるものの、経済的効果は大きく、地域住民の健康改善に寄与し、引いては社会全体の生活の向上につながるなど計り知れない無形の便益がある。

CMDG の目標達成により、水系伝染病の減少、幼児や出産に伴う死亡率の減少などの便益をもたらす、計画給水区域住民の健康面の総括的改善をもたらすことができる。また、水道施設の整備に伴い、これまで子女が果たしていた水くみなどの労力軽減をもたらすなど通常の生活改善にも寄与し、結果として地域における子女教育効果が促進され、引いては労働力の供給環境の整備につながる。

送・配水管の整備はシェムリアップ市の観光産業発展の一助となりその効果はホテル、飲食店などの関連産業にも及ぶ。計画給水区域においては現在300以上のホテルやゲストハウスがあり、それらのホテルやゲストハウスは水道施設からの給水を待ち受けているところである。水道施設の改善により「カ」国の基本政策である労働力の改善に伴う軽工業の発展をもたらすことが期待される。

一方、上水道の整備と相まって、排水の増加は無視できない。係る調査対象地域における下水道・排水施設の整備を促進し、上水道施設の整備によりもたらせる健康改善に係る便益を損なうことなく、地域の環境改善に資することが肝要である。人口の増加、動植物の生態系への影響、公共水域の水質、トンレサップ湖への未処理排水の流入など、これらの環境要因は今後悪化してゆくことが予測される。これらの環境影響に対処するため、一刻も早く対策・方策を検討し実施してゆくことが望まれる。

11-2 環境面における評価

JICA は本案件を「カテゴリ B」としている。長期上水道施設整備計画は広く便益をもたらす案件である。しかしながら、建設中、あるいは施設の運転開始後、騒音、埃など何らかの影響は避けられないことから、それらの影響を最小限に止めるため、詳細設計時、設計並びに入札図書に織り込むなど努力が必要となる。業者は建設工事において損傷した部分は必ず復旧工事を実施しなければならない。計画施設については、建設工事においても危険を避けるよう、また運転期間中には予防的維持管理ができるよう配慮しなければならない。

本文にて記述の通り、本案件実施においては種々の環境影響緩和策が採用されるべきであるが、係る活動は関係機関が適切にモニタリングし、確実に実行されるべきである。

11-3 技術面における評価

優先プロジェクトの実施により、2017 年初頭までに取水施設、上水施設、送・配水施設が完成し、全体の給水能力は 56,000 m³/日となる。係る給水能力は 2022 年までの水需要に対応することができる。給水対象区域は 33.6 km²へと拡大し、6.9 km²のおよそ 5 倍の領域となる。

優先プロジェクトの施設および既存水道施設により、2022 年には、給水人口は 233 千人へと拡大し、住民への給水普及率は 82%となる。観光客に対しては、7.8 千人への給水が可能となりその普及率は 86%となる。給水用の高架水槽は整備され、また配水管網も延伸し信頼性の高い給水が実現する。給水栓数は現状の 4.5 千栓ほどから 41 千栓へと拡大する。「カ」国飲料水水質基準に基づく清澄な飲料水供給が実現する。

ここに、給水の普及の拡大に伴い、量水器の 100%管理、送・配水管の適正圧力の保持、のため総括的維持管理体制を実現しなければならない。更に、常に無収水対策に目を向け NRW 削減計画目標の 10%を維持し、維持管理費の低減を実現しなければならない。

加えて、トンレサップ湖水の水質の保全が不可欠であり、給水水質の安全性の保持と浄水の生産コストの増加を抑制する意味からも重要である。

11-4 財務面における評価

財務的健全性の保持は、CMDG 目標を達成する上で欠くことのできない要素である。優先プロジェクトの実施においては、MOEF を通じての JICA ローンが不可欠であり、SRWSA 設立の要件であり、かつ「カ」国が求めている財務的自立性を達成しなければならない。このためには、水道公社として財務的に自立すべく、貧困層に留意しながら適正な水道料金を保持し続けることが必要となる。ローン返済を健全に実施してゆくためには、維持管理費を賄う適切な水道料金を構築してゆかねばならない。本調査において提案している水道料金は、家庭用水および商業用水ともに、支払い意志・能力を満足する適切なものと判断できる。

優先プロジェクトの実施により、需要者は増加し料金収入は増加する。よって、家庭用水及び商業用水共に、1 栓あたりの給水栓に要する費用は支払い可能な適正な範囲となることが期待できる。更に、SRWSA の料金の徴収効率は非常に高い。結果として、事業運営費用

は低く押さえられ、水道事業は健全に運営されるものと期待できる。

11-5 組織・制度面における評価

組織・制度は長期計画に基づき改善してゆかねばならない。組織・制度は、ある一つのプロジェクトを実施したからと行って急に改善されるものでもない。しかしながら、当該優先プロジェクトは SRWSA の組織および人材の育成との両面から、将来の改善に導く重要な案件である。訓練自体は、訓練の実施時間あるいは訓練に要した費用にて計ることは出来るが、訓練成果は具体的に計ることは困難である。

SPI (Staff Productivity Index) は、組織の効率性を計る一つの指標である。SPI を一つの指標として本件組織改善のための将来計画に採用したが、加えて、他のアジアの諸国のこれまでの実績を参照し将来目標の根拠として採用した。

11-6 DAC5 項目による評価

技術的、財務・経済的、組織・制度的な評価の基準は、DAC5 項目（妥当性、有効性、効率性、インパクト、持続性）に準拠している。

以下に、運用・効果指標を提案し、指標基準値・目標値の設定、データの入手手段等について提案する。

| 運用・効果評価指標 (技術、財務、組織・制度) | | | |
|----------------------------|-------------------------|--|---|
| 評価基準 | 評価内容 | データ入手手段 | 必要な情報 |
| 妥当性 (技術、財務・経済) | 案件形成・設計 | 経済的適合性について、適切な分析が行われたか？ | 家庭の財務・経済面調査。 |
| | | 案件形成は他の類似案件を参照したか？ | 過去の案件の評価、関係者への聞き取り。 |
| | | 案件は他案件と重複していないか？ | 関係者、特に SRWSA 等との聞き取り調査。中央政府レベルでの聞き取り調査。 |
| | | 案件形成において問題点を認識し適切な解決策が採用されたか？ | |
| | | 案件形成は適切に設計されたか？ | |
| | 関係者との調整 | 関係者との聞き取り調査は行われたか？関係者は案件を自分のものとしてとらえていたか？ | 地域の関係者との会議。案件のステアリング・コミッティとの協議議事録。 |
| | | 案件形成・設計は如何に地域のニーズを捉え、適切なものとしたか？ | 案件実施に係る関係機関。中央政府の目標と関係者の目標値。 |
| 案件は関連するパートナーと適切に協調したか？ | | | |
| リスクの緩和 | 案件はリスク評価をし、適切な緩和策を講じたか？ | 案件設計におけるリスクの内容と緩和策 | |
| 妥当性 (組織・制度) | 組織 | SRWSA の組織として提案された内容は、SRWSA の使命に照らし合わせて適切であったか？ | 組織、使命、目標 |
| | | 組織は水道事業者として適切であったか？ | 各組織の機能 |
| | 要員・人材 | SRWSA の人材計画は量的に質的に適切であったか？ | 人材表 |
| | 実施計画 | 実施計画は関係者との関連から適切であったか？ | 政府の組織とその機能 |

| | | | |
|---------------------|-------------------|---|--|
| | 人材育成 | 人材育成は拡大する組織のニーズに対して適切であったか？ | ニーズ分析 |
| | | 訓練計画および内容は組織あるいは人材のニーズに適合したものであったか？ | 人材育成計画 |
| 有効性 (技術、財務・経済) | 想定 | これらの想定は有効か？ (i)計画給水栓数、(ii)給水普及率、(iii) 給水人口、(iv)調達コスト、(v)入力したコスト、リスク、その他 | EIRR, FIRR 値 (主要な想定財務・経済的指標) |
| | 案件管理 | 案件に係る全ての関係機関は各責任・機能を明確にしたか？ | 関係機関の責任の分担の確認。ステアリングコミッティのメンバー構成と開催頻度。 |
| | 案件実施 | 関係機関の連携は適切であったか？ | |
| 有効性 (組織・制度) | 想定 | 以下の想定は有効か？(i) 計画給水栓数、(ii) 給水普及率 | 技術的・財務的推計値 |
| | 要員と組織の有効性 | SPIはいくつとなるか？ | 給水栓数推計 |
| | 案件実施、管理 | 案件に係る全ての関係機関間の調整機能は有効であったか？ | 案件実施組織の役割と責任解析 |
| 効率性 (技術、財務・経済) | 達成度 | 案件は目標値を達成したか？ | 案件の達成内容。基本的指標に係るベースライン指標と案件実施結果における指標。 |
| | | 案件の成功 (あるいは問題点) に対して如何なる要因が考えられるか？ | インセンティブと制約条件 |
| 効率性 (組織・制度) | 人材育成 | 人材育成の目標は達せされたか？ | 人材育成計画目標値 |
| | | 人材育成に関し、如何なる要因が成功 (あるいは問題) に寄与したか？ | 制約条件など |
| インパクト (技術、財務・経済) | 社会経済的インパクト | 住民に対する健康影響は如何なるものであったか？ | 案件の便益予想値、および受益者からの負のインパクト |
| | | 案件の産業 (観光業や軽工業) への影響は如何なものか？ | 水道の普及に伴う観光者数の増加、産業の増加 |
| | 環境影響 | 案件の実施に伴い、全体的な環境影響は？ | 地下水規制に伴う、遺跡保全への影響結果調査 |
| インパクト | 組織の効率性 | 組織の有効性に係り、訓練プログラムなどのインパクトは如何なものであったか？ | SRWSA の運営基本指標 |
| | SRWSA に対する受益者の認識 | SRWSA の給水サービスに対して如何に受益者が認識したか？ | 受益者の正の評価と負の評価 |
| 持続性 (技術、財務・経済) | SRWSA の実施可能性 | 案件実施に伴い、水供給に対する適正な要求が確認されたか？ | 給水の拡大に伴う給水の普及受益者の要求と不満を反映させるメカニズム |
| | 水道料金 | 水道料金設定に関連し、政策的に、持続的に、適正なものであったかどうか？ | 水道料金の適正さ (SRWSA の財務的自立発展性として) 水道料金の回収と頻度 |
| | その他の政策 | 他の政策は？- SRWSA の運営を確かなものとする、その他の政策は？ (財務的、人材、技術運転管理的内容) | SRWSA の理事会が設定する政策及びその実施手続き |
| | 法制度の適正 | SRWSA の運営を確実にする適正な政策がとられているか？ | 水資源に運営管理に係る法・制度 |
| | 政治的意志 | 案件に対する、国家としてあるいは地方政府としての所有意志があるか？ | ステアリングコミッティ、実施機関、PMU における協議議事録 |
| | 環境・社会的、技術的、資源的リスク | 全てのリスクは確認され、緩和策が提言されたものであったか？ | |
| 持続性 | 制度的ライフサイクル | 水供給の確実な需要はあるか？ | 給水区域 給水に係る受益者の要望及び |

| | | | |
|--|-----------------|----------------------------------|----------------------|
| | | | 不満 |
| | 管理システムにおける制度的政策 | SRWSA の今後の運営を確保する、確実な政策や手続きはあるか？ | 人材、財務、および技術マニュアルの修正稿 |
| | 人材確保のための制度的政策 | 人材を確保するための適切な政策がとられているか？ | |

11-6-1 妥当性

SRWSA の使命はシェムリアップの給水対象地域に対して、安定的に衛生的な飲料水を給水することである。

優先プロジェクトは、長期浄水場施設整備計画に基づき、日量 30,000 m³ を生産し、2022 年までの飲料水需要に応えることができる。優先プロジェクトは 2020 年までには計画給水区域に対して 80% の給水普及率を達成し、CMDGs の国家目標に貢献する。

優先プロジェクトはシェムリアップの計画給水区域内の住民に対して、貧困の削減や生活の安定など住民の基礎的生活改善に資するものである。更に、優先プロジェクトは清潔な水供給を通して、住民の健康や生活の質的改善に寄与する。

計画給水区域の急増する水需要に対応し、本案件は緊急的に実施すべきである。優先プロジェクトは、最終的に社会的問題を緩和し、観光産業の急進に伴うアンコール遺跡の近いホテル群などによる地下水の揚水過剰による地盤沈下の抑制に寄与するものである。

11-6-2 有効性

優先プロジェクトは計画浄水量 30,000 m³/日、新規の取水施設、原水導水管、原水送水ポンプ場、浄水場、および送・配水管を含む。

係る新規拡張水量は、長期上水道施設整備計画に符合し既存の水道システムと協同で住民と観光者に対する 2022 年までの水需要に対応する。

係る水供給の拡大に伴い、給水普及率は 2020 年には 80% を達成し、CMDGs が求めている 80% の給水普及率を達成する。更に拡張水道施設は給水の質を改善し、24 時間の連続給水を可能とし、各家庭および観光産業などへ安定的に衛生的な水を供給することができる。

更に、案件の実施により、SRWSA は施設の運転・管理能力を向上し、水道事業体としてふさわしい運営能力を身につけることとなる。改善される組織は「カ」国の水道セクターへの波及効果が望まれる。強化される組織により、十分に職業意識を高め、活力のある水道事業体を形成し、最善の生産性を達成し需要者の満足を得ることになる。

11-6-3 効率性

優先プロジェクトの実施は JICA を通じた我が国の ODA ローンにより実施される。

当該案件が成功裏に終了するためには、我が国と「カ」国側の双方が合意した合理的な実施組織を構築しなければならない。

SRWSA は現場にて日々の施工監理を実施しなければならない。SRWSA は案件実施管理のため、施工監理コンサルタントを雇用し、規律を守り、プロジェクト管理手法を適用しながら、効率的にプロジェクトの実施を管理する。SRWSA はコンサルタントと共に、プロジェクト実施の全体プロセスのサイクルに参画し、日々の工程管理、原価計算、リスク管理、調達、財務の管理、資産管理、人材の育成、社会・環境的配慮など、全てのプロジェクト管理に参画し、全体的資質の向上が図られることが期待できる。

11-6-4 インパクト

案件実施により、CMDG が目標とする安全で衛生的な水供給が達成される。住民の健康改善が図られ、水系伝染病と絡んだ幼児および母親の死亡率が減じる。給水の拡大は更には子女を水くみ重労働から解放し、間接的に地域の労働力の整備に寄与し、子女の登校率および教育成果向上が期待される。

更に給水の向上はシェムリアップにおける観光産業振興に寄与する。観光産業の振興は、結果として SRWSA の財務的背景の改善につながる。水道の普及は、「カ」国が目指すところの労働力に依存する軽工業の振興に好結果をもたらす。

トンレサップ湖水を原水とする新規水道システムは、現状地下水に依存する飲料水供給体制を表流水系へと転換せしめ、アンコール遺跡に影響及ぼすとされる地盤沈下の影響をくい止めることができる。結果として、観光産業が助長され、地域の総合的な発展が期待できる。

一方、負の影響がないわけではない。上水道の普及は結果として排水の増加をもたらす。従って、下水道・排水施設整備に向けた計画の整備が急務であり、上水道整備によりもたらされる衛生的便益が損なわれることなく持続し、環境影響を最小限に食い止めなければならない。人口増加に伴う上水道施設の増強に相まって、貴重種などの生態系を損ねる可能性があり、公共用水域の水質的汚染に伴い、トンレサップ湖の水質の悪化につながりかねない。係る状況に対処するため、これまで JICA が支援してきたことの他に緊急的に対策を講じなくてはならない。

11-6-5 持続性

案件を成功裏に収める最も大事な点は関係者の補足的参画である。係る関係者は、i) SRWSA への JICA ローンを「カ」国として担当する MOEF、ii) SRWSA の技術的監督者であり、JICA ローンの政府内の保証人としての役割を果たし、かつ事業の実施を監理する MIME、iii) 「カ」国の水源の監理監督を指揮する MWRAM、iv) 事業実施の直接的受益者で、JICA ローンの返済者で、かつ水道事業の実施を司る SRWSA、v) 計画給水対象地域であるシェムリアップ州、vi) 計画給水区域であるシェムリアップ市の保全を担う APSARA、等である。

案件のオペレータとして、SRWSA は自身の案件実施能力を高め、新規案件によりもたらされる便益を確実なものとななければならない。既存の SRWSA の要員は係る拡張に対処することになるが、本計画による給水の急激な拡張は、必然的に要員数の拡大を要し、かつ SRWSA の組織的改革も必要とされる。従って、SRWSA は要員の的確な育成のため訓練を施し、核となる要員の育成に努めなければならない。SRWSA は水道事業の拡大に伴い組織を増強し要員の資質を高めてゆかねばならない。

係る状況に対応するため、SRWSA は財務的環境を整え、全ての受益者（家庭用、商業用、その他工業用など）の公平な水の消費に応じた従量料金体系を整備しなければならない。水道料金により全ての維持管理や施設の整備費用を捻出し、かつローンの返済が賄われ、水道事業が財務的に健全に運営されなければならない。

11-7 運用・効果指標の提案

以下に 2010 年現在、2017 年および 2022 年の達成されるべき指標を取りまとめる。

| 年 | 2010 | 2017 | 2022 |
|--------------------------|--------|---------|-----------------|
| 計画給水栓数 | 4,525 | 27,392 | 41,159 |
| 給水人口（住民） | 53,350 | 154,630 | 232,300 |
| 給水水質*（濁度：NTU） | 5 | 5 | 5 |
| 給水水質*（色度：TCU） | 5 | 5 | 5 |
| 計画給水量（m ³ /日） | 9,000 | 56,000 | 56,000 ～ 86,000 |

表 11.1 に事業実施に係る運用・効果指標を示す。

表 11.1 運用・効果指標

| | 運用・効果指標 | 計算式 | 妥当性 |
|-----|--|--|---|
| 1. | 給水普及率 | 給水普及率 (%) = [給水人口] x 100 / [給水対象地域の人口] | どのような水道事業体も所管する地域においては給水する義務がある。SRWSA においては、全ての用水においても給水普及率を改善し、増加する地域の人口に対応しなければならない。なお、給水は 24 時間連続給水を前提とする。 |
| 2. | 給水原単位 | 給水原単位 (l/c/d) = [家庭用水需要 (m ³) x 1,000/365] / [給水人口] | |
| 3. | 給水人口 | 給水量/人口 (m ³ /日/人) = [年間給水量 (m ³) / 365] / [給水人口] | |
| 4. | NRW | NRW (%) = [年間給水量 (m ³) - 有収水量 (m ³)] x 100 / [年間給水量 (m ³)] | NRW は無収水である。従って、処理費用の無駄遣いとなる。NRW の削減は財務の改善に直結する。 |
| 5. | 水道料金 (平均) | 平均水単価 (US\$/m ³) = [水収入 1 annual billing (US\$)] / [有収水量 (m ³)] | 水道料金は多種の要因に絡むが、平均の水道料金は貧困層に優しく全てのコストをカバーしローンの返済が可能となるものでなければならない。 |
| 6. | 単位水量当たりの水生産コスト | 単位水量当たりの生産コスト (US\$/m ³) = [年間生産コスト (US\$)] / [年間給水量 (m ³)] | 生産コストを下げることは、水道事業体として効率性が高いと言える。 |
| 7. | 営業的効率 | Operating ratio = [annual O&M cost (US\$)] / [annual revenue (US\$)] | 営業的費用が低いと言うことは、水道事業体として効率が高いと言える。 |
| 8. | 料金収集率 | 料金徴収率 (%) = [年間徴収額 (US\$)] / [年間請求額 (US\$)] x 100 | 料金収集率が高いと言うことは、事業効率が高いと言える。係率は 100% を目標とすべきである。 |
| 9. | 売掛金 | 売掛金 (月当たり換算) = [年間売掛金残額] / [年間請求額 / 12] | 売掛金は料金収集率と連動し評価される。 |
| 10. | 要員の生産効率 (SPI) | 1,000 栓当たりのスタッフ数 = [従業員数] / [給水栓数 / 1,000] | SPI は事業体としての効率性を示すものである。値が小さいほど、良い運営効率と言える。 |
| 11. | 給水栓当たりのコスト | 支出額/給水栓数 (US\$) = [過去 5 年間の支出額 (US\$) / 5] / [給水栓数] | 一給水栓当たりのコストは全ての需要者に対して支払い可能でなければならない。よって、如何なる需要希望者も接続インセンティブを維持できる。 |
| 12. | 量水比率 | 量水比率 (%) = 給水栓数 / 量水器のない給水数 | 全ての接続は量水され、NRW を適切に監理し、適切に課金されるべきである。 |
| 13. | 報酬 | | 報酬は、事業体にとって必要な要員を適切な報酬により保持してゆく上で重要である。 |
| 14. | その他：漏水の修繕、不平の数、新規接続数、年間維持管理コスト、維持管理費用の内容、地域の水系伝染病の状況 | | |

第 12 章

結論と提言

第12章 結論と提言

12-1 結論

優先プロジェクトは、現状の給水能力不足と将来の水需要の増大に対応するものである。従って、当該案件は下記の効果が期待できる。

- i) 衛生的な給水の拡大により健康改善を成し遂げ、ii) 24 時間連続給水を実現することによりシェムリアップ市域の住民の生産性を向上し、引いてはシェムリアップ市域とりわけ給水区域内の住民の生活環境を改善する。
- 衛生的な給水の実現により、現状並びに将来における観光産業や軽工業の発展を促し、シェムリアップ市域の経済が刺激される。本事業により、表流水への転換を図ることができれば、結果としてアンコール遺跡の保全が期待できる。
- 観光産業発展により「カ」国の経済への刺激となり、国民の雇用機会が増加し、結果として子女の教育への参加機会も助長される。
- 都市部における清澄な飲料水の供給により貧困層を減じ、その効果が周辺地域に波及することにより、CMDG にて目標とされるセクター指標の達成に寄与することができる。

結論として、優先プロジェクトは財務的に支障なくかつ経済的に多くの便益を生み出し、日本政府のローンにより実施可能と言える。

ただし、現状、SRWSA が事業実施するに足りる要員（質的にかつ量的に）を有しているとは言えない。従ってこれを充当するため必要な訓練計画を実施してゆかねばならない。更に SRWSA は事業実施に伴い十分な資金を捻出し、要員の増強と彼らの能力向上のための組織強化に充てなければならない。最後に、中長期的には水道料金を適切に保ち、事業の運営に支障を来さないようにすべきである。

12-2 提言

長期的水道事業の実施において、下記事項をよく遵守し実施してゆくことが重要である。

12-2-1 優先プロジェクト実施前にすべきこと

1) プロジェクトの実施

優先プロジェクトの実施機関として Project Coordination Committee (PCC) 及び Project Management Unit (PMU) を立ち上げ、プロジェクトの執行に支障なきよう計る。加えて、詳細設計完了次第、施工監理コンサルタントを雇用し入札の準備に取りかかる。

2) 用地取得

プロジェクト実施までに、プロジェクトに必要な用地の取得を完了する。

3) プロジェクト実施に必要な許認可取得

SRWSA/MIME は「カ」国法令に基づき、プロジェクトの実施に必要な許認可を取得する。

4) 水源の保全

トンレサップ湖水はシェムリアップ市の人口急増に伴い水質悪化を招く。よって、将来のトンレサップ湖水の水質悪化防止のため方策を策定すべきである。

5) プロジェクトのモニタリング及び報告システムの確立

プロジェクトの実施を効率良く進めるため、本プロジェクトに関係する 3 レベルに亘る機関はプロジェクトモニタリング並びに報告システムを確立し、各関係機関間で効率よく情報交換すべきである。

12-2-2 優先プロジェクト実施中にすべきこと

6) 要員の増強並びに評価

SRWSA は、i) KTC 用水供給事業実施時（2012 年および 2013 年）、ii) 優先プロジェクト実施時（2017 年）、iii) 第 2 プロジェクト実施時（2022 年）に伴い要員を増強し、組織を整備しなければならない。要員の増強においては、現状の要員能力を正しく評価し、今後必要となる部所のニーズに併せ対処して行かなければならない。

7) オリエンテーションと訓練

組織強化計画にて提案されたものの他に、i) 全ての職員を対象としたオリエンテーション（方向付け）訓練の実施、ii) モニタリングおよび評価に係る訓練の実施、iii) 予算の執行に係る訓練等を実施しなければならない。

8) 適切な維持管理と計画的更新

当該プロジェクトは我が国の ODA ローン、あるいは国際援助機関からの資金により実施されるが、日常の維持管理や定期的な施設の更新などは、自己資金によることが多く時として困難となる。今回建設の地下水水位のモニタリング施設など、日常の維持管理や定期的更新計画を実施することは事業成功に不可欠の要素となる。

9) 給水の水質管理体制の確立

プロジェクト実施により送・配水管網はより大規模なものとなり、管末での水質の悪化が懸念される。従って、給水水質の「カ」国飲料水水質基準適合を達成すべく、給水管末での水質の管理体制を確立すべきである。

10) 地下水揚水規制の確立

SRWSA は「カ」国政府関係機関と連携し、将来の地下水の揚水規制し、地下水の揚水を

続ける場合などには、課徴金などを検討すべきである。

11) 水道料金

SRWSA は財務的健全性を保持するため、従量制水道料金体系を構築し、長期的水道計画に基づき、生活用水や商業用水（工業用水含む）の普及に努めるべきである。水道料金収入は施設の維持管理、資本の増強、ローンの返済として適切に使用され、水道事業の運営を健全に保たねばならない。

12-2-3 優先プロジェクト実施後にすべきこと

12) 定期的な水道計画の見直し

水道計画においては、現状に基づき将来のいくつかの予測値が採用されている。従って、水需要計画などは、給水原単位の実際の増加の状況などを十分に把握し、実情に併せて定期的に見直されるべきである。

13) 下水・排水施設の改善

当該地域において計画されている下水・排水施設計画は、地域の公共用水域の水質の保全、引いては、本水道計画の水源となるトンレサップ湖水水質を保全するため計画通り実施されるべきである。