

カンボディア国 シェムリアップ市上水道整備計画調査 事前調査報告書

平成 8 年 11 月

RCN LIBRARY



J 1134031 (2)

国際協力事業団

社調三

J R

96-135

カンボディア国シェムリアップ市上水道整備計画調査事前調査報告書

平成8年11月

国際

109
61.8
SSS

カンボディア国
シェムリアップ市上水道整備計画調査
事前調査報告書

平成 8 年 11 月

国際協力事業団



1134031 [2]

序 文

日本国政府は、カンボディア国政府の要請に基づき、同国のシェムリアップ市上水道整備計画にかかる調査を実施することを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施することといたしました。

当事業団は、本格調査に先立ち、本件調査を円滑かつ効果的に進めるため、平成8年9月12日より10月1日までの20日間にわたり、国際協力専門員山本敬子を団長とする事前調査団（S/W協議）を現地に派遣しました。

調査団は本件の背景を確認するとともにカンボディア国政府の意向を聴取し、かつ現地踏査の結果を踏まえ、本格調査に関するS/Wに署名しました。

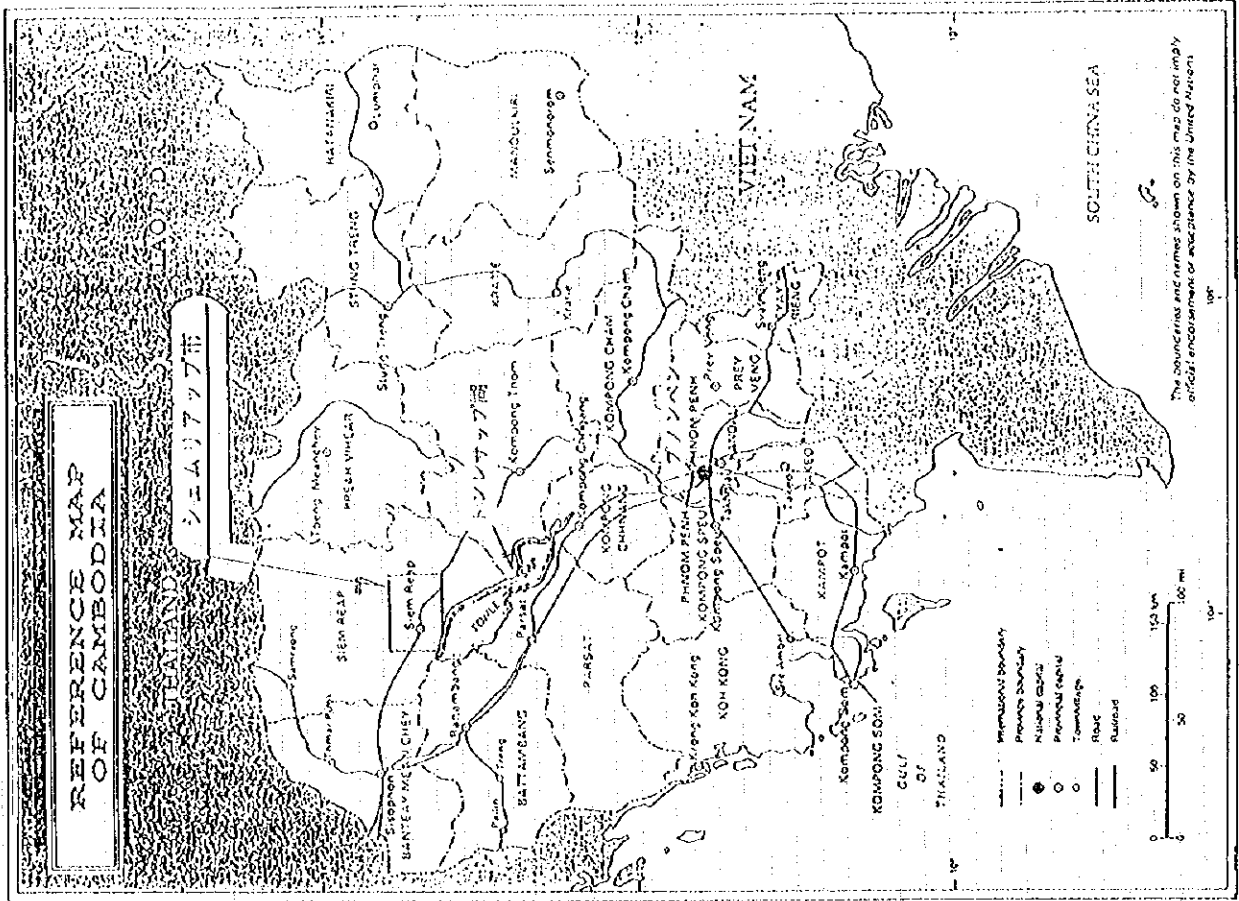
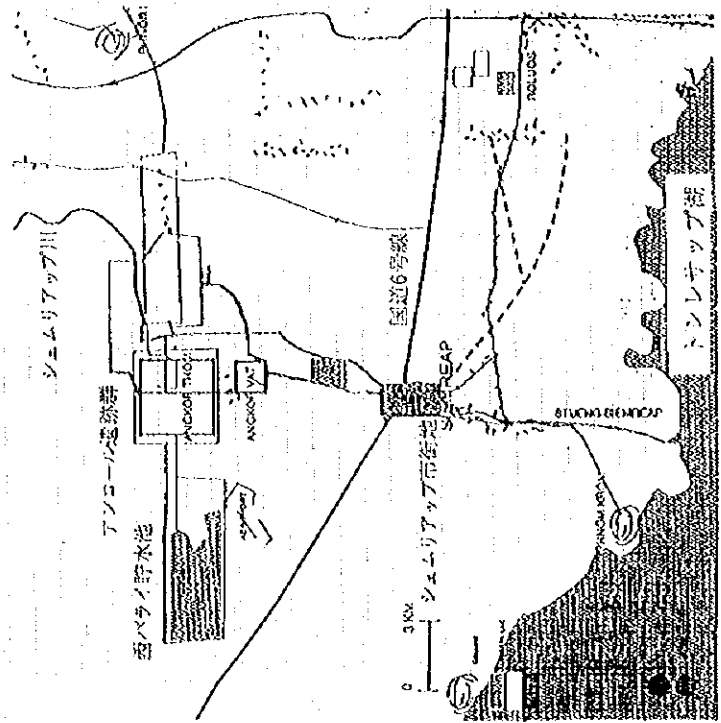
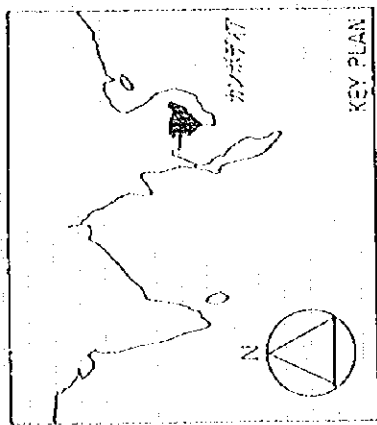
本報告書は、今回の調査をとりまとめるとともに、引き続き実施を予定している本格調査に資するためのものです。

最後に、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成8年11月

国際協力事業団
理事 佐藤 清

調査対象プロジェクト位置図





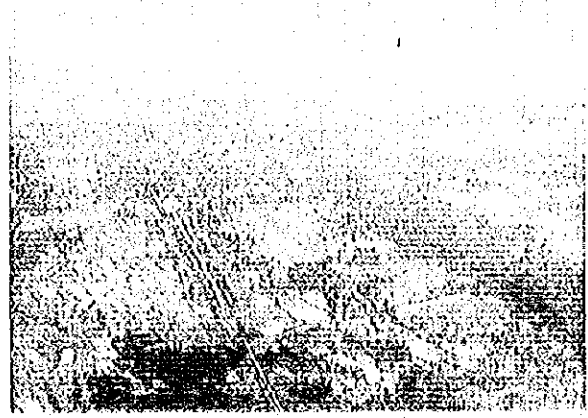
鉱工業エネルギー大臣及びシェムリアップ州知事とのS/W署名



ヴァン・モリヴァン国務大臣とのS/W署名。「シェムリアップ州及びアンコール遺跡公園地形図作成調査」と合同で行われた



復興が進みにぎわいを見せるプノンペン市内



南側から見たシェムリアップ市。右手の線の濃い帯がシェムリアップ川。中央やや左手が市街地中心部



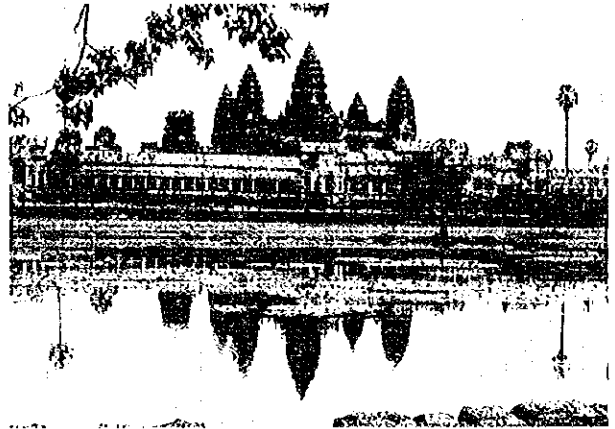
上空から見た西バライ貯水池。手前は貯水池の水で灌漑されている水田



プノンペンとシェムリアップを結ぶ国内線。所要時間は約45分



シエムリアップ市内オールドマーケットの様子



市街地の北側約5kmに位置する
世界遺産アンコールワット



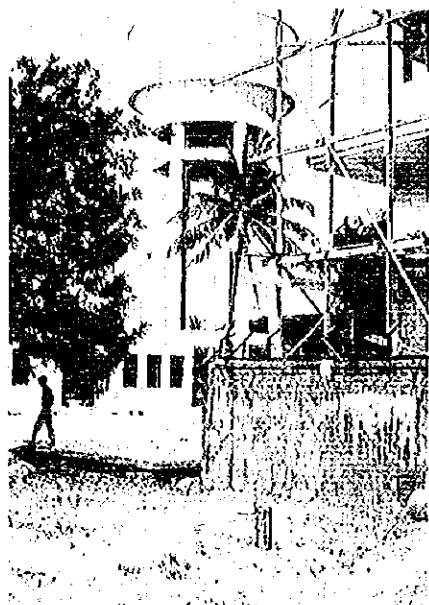
鉱工業エネルギー地方事務所。この建物の2階が本格調査団の事務所スペースとして使用できる予定



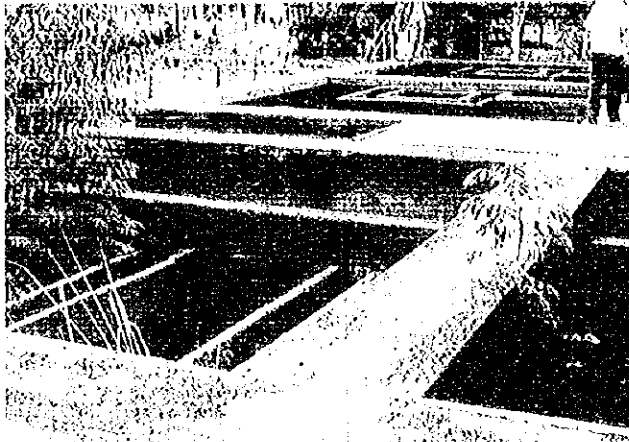
シエムリアップ市郊外の風景



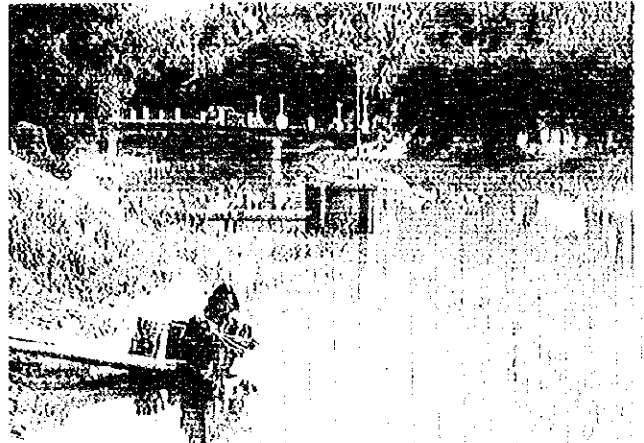
シエムリアップ川と国道6号線の交点に位置する浄水場



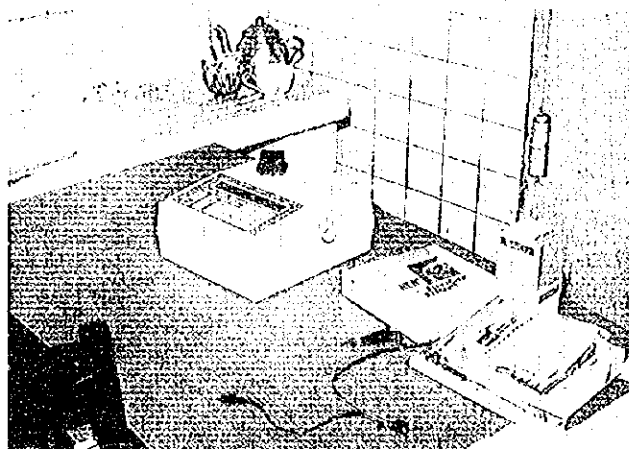
高架水槽（奥）とフランスが緊急プロジェクトで掘削した井戸（手前）



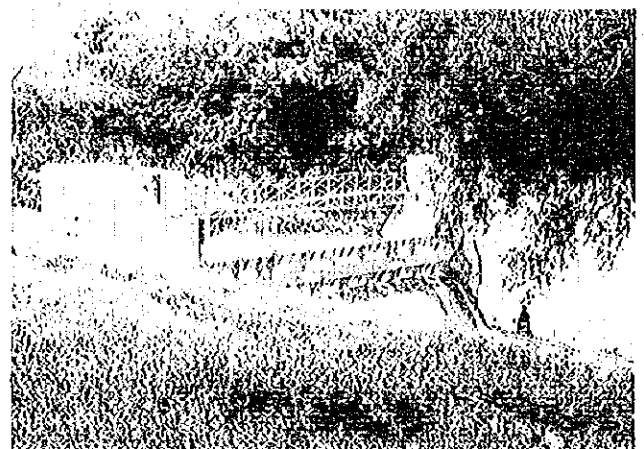
現在は使われていない浄水設備



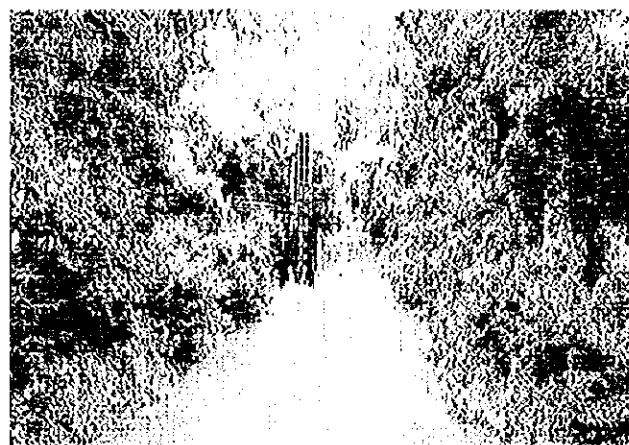
シェムリアップ川の浄水場取水地点。
国道6号線の北側に位置する



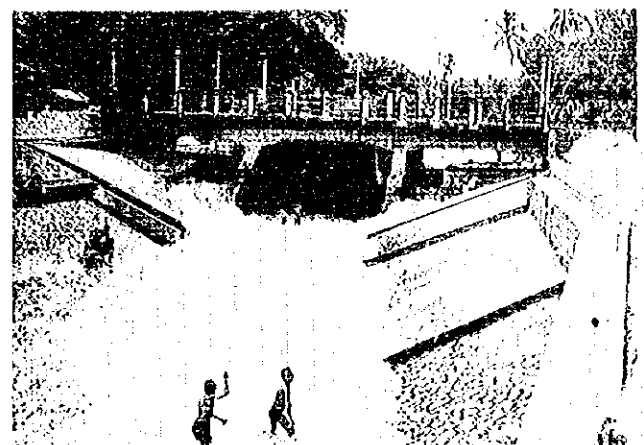
鉱工業エネルギー省本省にあるラボ。
簡易水質分析器 (HACH社DR2000) が1台あるのみ



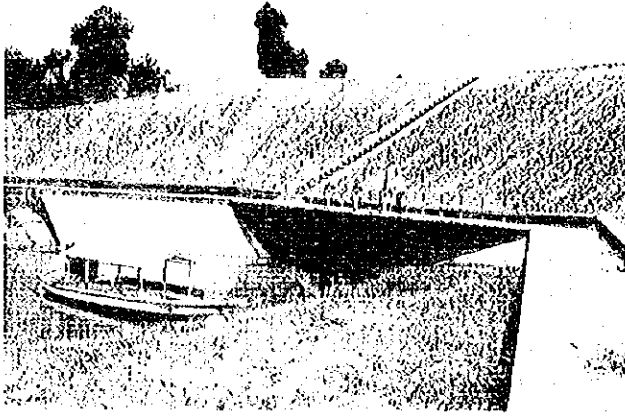
シェムリアップ川に設けられているプラサトケオ堰
(通称フランス人ダム)



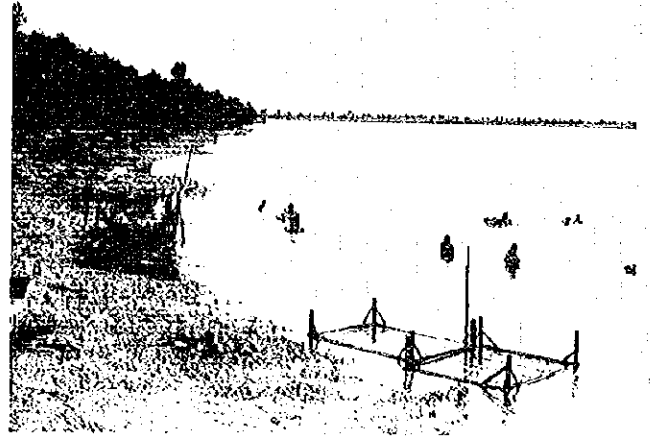
シェムリアップ川に設置されている灌漑用揚水水車



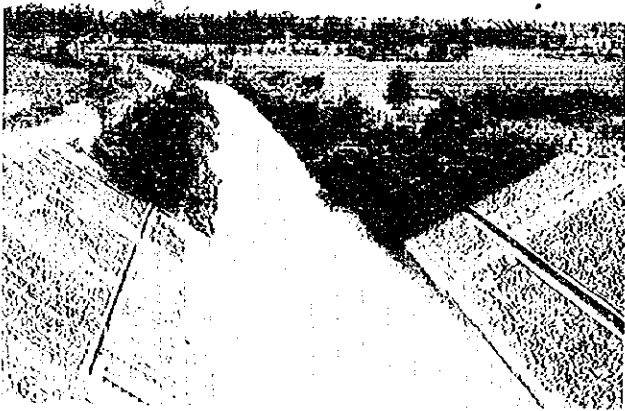
クロコダイル堰 (下流側から)



西バライ貯水池南側堤体に設けられた取水口



取水口から西側を望む



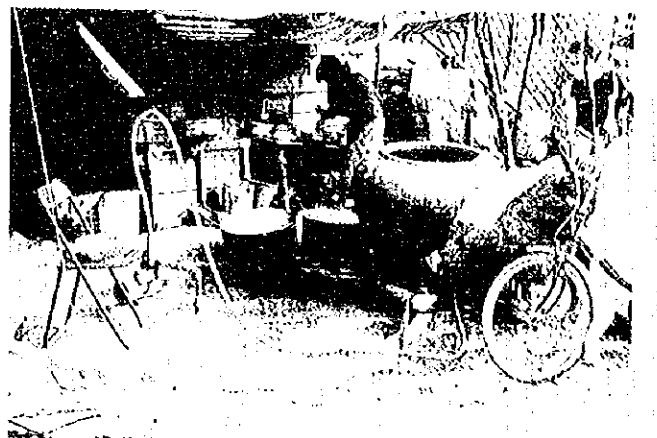
取水口から南側にのびる農業用水路



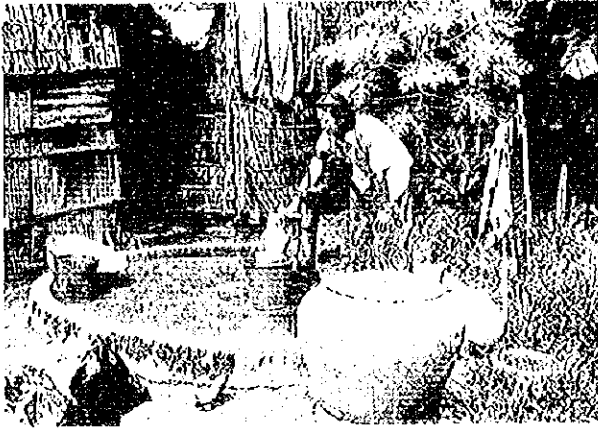
トンレサップ湖岸



トンレサップ湖岸の水上生活者



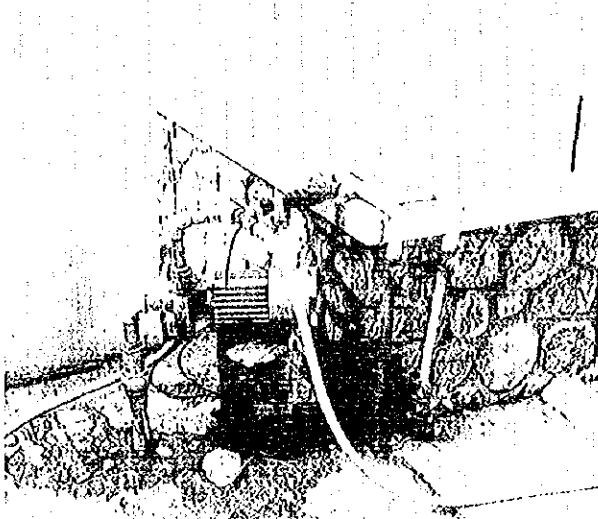
市内の水利用の様子、井戸からモーターポンプで揚水し、水瓶に貯水している



市内で使われているハンドポンプ井



東パライ内の村で見られた手掘井戸



市内のホテルでの地下水揚水



「カンボジアにこころの井戸を贈る会」
によるハンドポンプ揚水管設置作業の
様子



日本国政府アンコール遺跡救済チーム(JSA)の
シェムリアップオフィス



JSAがアンコールトム内のプラサート・
スーブラに設置している観測井

目 次

序文

調査対象地域図

写真

第1章 事前調査の概要	1
1-1 事前調査の目的	1
1-2 事前調査の内容	1
1-3 事前調査団の構成	4
1-4 相手国受入機関	4
1-5 調査日程	4
1-6 要請の背景・経緯	6
1-7 S/W協議の対処方針	6
1-8 S/W協議の経緯及び結果	13
第2章 調査対象地域の概要	20
2-1 一般	20
2-2 気象及び水系	20
2-3 地形・地質、水理地質	22
2-4 社会・経済・生活実態	34
2-5 シェムリアップ市都市計画マスタープラン	37
2-6 水利用実態	39
2-7 保健衛生、下水排水	39
2-8 アンコール遺跡保存・修復事業	39
第3章 カンボディア国及びシェムリアップ市の水道事業における組織・体制・制度	43
3-1 カンボディア国の水道事業における行政・組織・制度	43
3-2 カンボディア国における水道事業の現状	44
3-3 シェムリアップ市における水道事業の現状	46
3-4 シェムリアップ市における国際機関及び他の援助機関の関連計画・調査	50
3-5 シェムリアップ市水道事業の問題点	53

第4章 環境予備調査	56
4-1 環境行政組織	56
4-2 環境問題と環境管理制度	56
4-3 スクリーニング、スコーピング、予備的環境評価の結果	57
第5章 本格調査の基本方針	58
5-1 本格調査の目的	58
5-2 調査対象地域	58
5-3 基本方針と留意点	58
5-4 調査項目及び内容	60
5-5 調査工程	62
5-6 調査団構成、要員計画	62
5-7 調査実施体制	62
5-8 調査用資機材	63
5-9 ローカルコンサルタント	64
添付資料	69
1 S/W (英文)	69
2 M/M (英文)	79
3 質問票と回答	89
4 環境予備調査結果	115
5 収集資料リスト	137
6 面会者リスト	143
7 UNICEFによる井戸データベース	149

関係機関・略語一覧

- MIME (Ministry of Industry, Mines and Energy) : 鉱工業エネルギー省
- A.P.S.A.R.A. (Autorité pour la Protection du Site et l'Aménagement de la Région d'Angkor)
: アンコール地域保護整備公社
- CDC (Council for the Development of Cambodia) : カンボディア開発評議会
- UNICEF (United Nations Children's Fund) : 国連児童基金
- ADB (Asian Development Bank) : アジア開発銀行
- IBRD (International Bank for Reconstruction and Development) : 世界銀行
- JSA (Japanese Government Team for Safeguarding Angkor)
: 日本国政府アンコール遺跡救済チーム
- CFD (Caisse Française de Développement) : フランス開発金庫
- UNESCO (United Nations Educational Scientific and Cultural Organization)
: 国連教育科学文化機関

第1章 事前調査の概要

1-1 事前調査の目的

カンボディア国政府の要請に基づき、シェムリアップ市 (District) (人口約9万人) に対する給水のため、西バライ貯水池、トンレサップ湖、シェムリアップ川、地下水の4つの候補水源を対象として水源開発可能性を調査するとともに、水道整備にかかるマスタープラン (M/P) (目標年次2010年) を策定し、選定された優先プロジェクトについてフイージビリティースタディ (F/S) を実施することを目的とするものであり、今回は本格調査のS/W協議・署名を目的として事前調査団を派遣した。

1-2 事前調査の内容

(1) 現地調査前国内作業

- 1) 関連資料・情報の収集・検討
- 2) 調査対処方針の検討・作成
- 3) S/W (案) の検討・作成
- 4) 現地調査にかかる質問書の作成
- 5) 環境予備調査準備作業

(2) 現地調査作業

1) 先方政府の意向、及び調査実施体制の確認

- ①調査のカウンターパート機関の体制 (カウンターパート (C/P) の配置、ステアリングコミッティ、テクニカルコミッティ等を含む)
- ②関係機関及び関係機関相互の役割分担
- ③本格調査団に対する便宜供与事項
- ④技術移転の内容と対象

2) 要請背景の確認

- ①カンボディア国及びシェムリアップ市における開発計画、給水計画、環境政策、保健衛生政策
- ②現在の給水状況、保健衛生の問題点及び開発ニーズ
- ③鉱工業エネルギー省の実施能力、財政状況、権限範囲
- ④関連分野に対する国際機関、他国長助機関、NGO等の援助動向
- ⑤調査の必要性と期待される効果

3) 調査の範囲及び内容の確認

- ①上位計画・関連計画（特にシエムリアップ市都市計画）との関係・位置付け
- ②調査対象地域（水源調査対象地域を含む）とその安全性
- ③給水対象用途
- ④目標年次
- ⑤調査期間
- ⑥調査実施体制

4) 情報・資料の収集

- ①カンボディア国一般事情
- ②地形図、地質図、水文地質図、植生図、土壌図、航空写真、衛星画像、水文・気象データ
- ③社会・経済（社会経済指標、国家開発計画、観光開発計画、都市計画、人口、家族形態、都市規模、土地利用、産業、雇用等）
- ④地下水開発状況（既存井戸の位置、地下水位、揚水量、地質柱状図、地下水位観測データ、維持管理状況等）
- ⑤給水現況（給水計画、普及率、水源、水量、水質、施設稼働状況、維持管理、組織、料金、水汲み労働等）
- ⑥環境・公衆衛生状況（排水状況、し尿処理状況、廃棄物処理状況、水系伝染病発生状況、衛生教育実施状況、環境関連法制度）
- ⑦生活実態・水利用実態（生活サイクル、住民組織、文化・習慣、社会グループ、家計、水使用量、水使用目的等）
- ⑧鉱工業エネルギー省、シエムリアップ州水道部、シエムリアップ州政府等関連機関の組織、技術者配置状況、事業実施状況、財務状況
- ⑨関連プロジェクト調査（既往・進行中・計画中プロジェクト、特にフランス開発金庫による緊急給水改善プロジェクト）
- ⑩水資源開発現況（西バライ貯水池利用現況、灌漑現況、トンレサップ湖利用現況、シエムリアップ川利用現況等）
- ⑪アンコール遺跡保存・修復事業（保存・修復事業の進捗、地下水や地質に関する調査結果、水資源開発が遺跡に及ぼす影響に関する関係者の意見等）
- ⑫調査経費及び積算データ
- ⑬ローカル及び外国コンサルタントに関する現状把握（物理探査、ボーリング調査、水質分析、土質試験、表流水観測、地形測量、河川断面測量、住民意識・水利用実態調査）

⑩現地にて使用、購入可能な機材の確認（車輛、物理探査用機材、試掘調査用リグ、検層器、ケーシングパイプ等井戸材料、水質分析器等）

⑪水質・水文・気象・地下水位等観測状況、コンピュータを含むモニタリング機器の状況

5) 現地踏査

①シエムリアップ市の水道事業現況

②既存井戸・給水施設現況

③給水対象地域現況

④地形・地質状況、植生、水文

⑤候補水源現況（シエムリアップ川、西バライ貯水池、トンレサップ湖）

6) 事業実施の可能性

①事業実施の意向

②事業実施体制（計画、実施、運営、維持管理）

③給水施設などの用地・資機材の確保

④資金調達の見通し（行政側負担の予算確保、受益者負担分の見通し、外国援助の可能性）

⑤技術レベル

7) S/W、M/Mにかかる協議、確認、署名

8) 収集資料の整理・分析

9) 本格調査計画立案

①基本方針

②調査範囲・項目・内容

③調査工程、作業量、調査団構成

④調査実施体制

⑤必要な調査用資機材とその調達方法

⑥便宜供与事項

⑦調査実施上の留意点

(3) 現地調査後国内作業

1) 現地調査作業において完了しなかった作業

①収集資料の整理・分析

②本格調査計画立案

2) 事前調査報告書の作成

1-3 事前調査団の構成

氏名	担当業務	所属	派遣期間
(1) 山本 敬子	総括・水道計画	国際協力事業団 国際協力専門員	9/14～9/28
(2) 松本 重行	調査企画	国際協力事業団 社会開発調査部社会開発調査第三課	9/14～9/28
(3) 伊藤 雅喜	水道施設計画	国立公衆衛生院水道工学部 主任研究官	9/12～9/28
(4) 樋口 政男	水文地質・地下水開発	備建設企画コンサルタント	9/12～10/1
(5) 富岡 慶行	水源開発・環境	備建設技術研究所	9/12～10/1
(6) 厚地 学	水道事業運営	中央開発(株)	9/12～10/1
(7) 甲斐 峰男	通訳	(財)日本国際協力センター	9/14～10/1

1-4 相手国受入機関

相手国受入機関は、鉱工業エネルギー省地方給水局 (Ministry of Industry, Mines and Energy, Unit of Potable Water Supply) である。おもな面会者は巻末に添付した。

1-5 調査日程

月日	曜日	日順	調査日程	宿泊地	調査内容
9/12	木	1	(水道施設計画、水文地質・地下水開発、水源開発・環境、水道事業運営)東京(11:00)→バンコク(15:15)(JL717)	バンコク	バンコク着
13	金	2	バンコク(11:00)→フノンベン(12:15)(TG696)	フノンベン	(総括、通訳、調査企画は「南部地下水開発計画調査(事前調査)」に引き続き参加) JICA事務所打合せ
14	土	3		"	資料整理・国内打合せ・南部地下水開発計画調査事前調査団との打合せ
15	日	4		"	資料整理・国内打合せ・南部地下水開発計画調査事前調査団との打合せ
16	月	5		"	日本大使館、ヴァン・モリヴァン国務大臣、鉱工業エネルギー省 表敬
17	火	6		"	フランス開発金庫、ユネスコ、カンボディア開発評議会(CDC)表敬 先方方針確認、S/W説明

月日	曜日	日順	調査日程	宿泊地	調査内容
18	木	7		〃	外務・国際協力省 表敬、S/W、M/M協議、日本大使館大使 表敬
19	木	8	プノンペン(9:15)→ シェムリアップ(10:00)(VJ360)	シェムリアップ	ヴァン・モリヴァン国務大臣、シェムリアップ州政府、シェムリアップ州水道部、A.P.S.A.R.A.、鉱工業エネルギー省との合同協議
20	金	9		〃	COFRASにて地雷除去作業進捗についてヒアリング、現地踏査(シェムリアップ川、西バライ貯水池、既存水道施設)、日本国政府アンコール遺跡救済チーム(JSA)からのヒアリング
21	土	10		〃	現地踏査(トンレサップ湖、市内水利用状況)
22	日	11		〃	資料整理・社内打合せ
23	月	12		〃	関係機関ヒアリング、現地踏査(調査対象地域市街化状況、JSAによる視察井)
24	火	13	シェムリアップ(16:45)→ プノンペン(17:30)(VJ341)	プノン ペン	現地踏査(市内地下水利用状況、環境調査)、資料整理・社内打合せ (カンボディア国祭日)
25	水	14		〃	S/W、M/M協議、鉱工業エネルギー大臣及びシェムリアップ州知事とのS/W、M/M署名
26	木	15		〃	ヴァン・モリヴァン国務大臣とのS/W、M/M署名、補足調査・資料収集(農林水産省灌漑・気象・水利局、プノンペン水道公社等)
27	金	16	(官団員)プノンペン(16:45)→ バンコク(17:50)(TG699) (総括)バンコク(22:30)→	プノン ペン / バンコク	(官団員)日本大使館、JICA事務所報告 (役務提供団員)補足調査・資料収集(鉱工業エネルギー省、ユニセフ、農林水産省灌漑・気象・水利局等)
28	土	17	(総括)→東京(6:25)(H718) (水道施設計画、調査企画) バンコク(10:45)→東京(19:00) (TG640)	〃	(役務提供団員)補足調査・資料収集
29	日	18		〃	(役務提供団員)補足調査・資料収集
30	月	19	(役務提供団員)プノンペン(16:45) →バンコク(17:50)(TG699)	バンコク	(役務提供団員)日本大使館、JICA事務所報告
10/1	火	20	バンコク(10:45)→東京(19:00) (TG640)		

1-6 要請の背景・経緯

カンボディア国（人口968万人（1993年）、面積18万km²）は、1人当たりのGNPが220ドルの最貧国である。25年に及ぶ内戦により同国のインフラストラクチュアは疲弊しており、その復旧、整備が急務となっている。

カンボディア国の北西部に位置するシェムリアップ市（人口約9万人）は、世界的文化遺産であるアンコール遺跡の南側に開けており、国際的観光資源としてのポテンシャルを有している。そのため、カンボディア政府は復興に力を入れており、各ドナーの支援も行われているが、インフラの状況は不十分なままに止まっている。

かかる状況に鑑み、カンボディア政府は1993年2月に「アンコール及びシェムリアップ州地域総合開発計画調査」の実施を要請、これを受けて我が国は1994年3月に事前調査を行い、S/Wを署名、交換した。ところがその後、調査対象地域の治安の悪化もあり、本格調査の延期が決定され、さらに1995年7月調査実施は困難との結論が出された。

しかしながら、同市インフラ整備への同国のニーズは大きく、また、カンボディア政府の我が国の協力への期待も大きいことから、1996年1月に「インフラ開発プロジェクト形成調査」を実施した。同プロジェクト形成調査では、同市の給水整備にかかる計画策定が緊急の課題であり、「アンコール及びシェムリアップ州地域総合開発計画調査」に代わる案件として考慮することでカンボディア政府と合意した。

同市の水道は、1940年にフランス国によって建設されたものであるが、施設の老朽化と財政難により現在は稼働していない。また、既存水源付近のシェムリアップ川は水量が不足しているうえ、水質汚濁も顕著である。

このような状況を背景として、同市の水道施設の整備、拡張にかかる協力を行うこととしたものである。

1-7 S/W協議の対処方針

(1) S/W、M/M署名相手及び使用言語

- 1) S/W、M/Mの署名相手方としては、ヴァン・モリヴァン国務大臣、もしくは鉱工業エネルギー省の地方給水局長以上を予定しているが、先方の意向を確認のうえ、決定する。ヴァン・モリヴァン国務大臣は、アンコール地域の保全・開発を担当しており、「アンコール及びシェムリアップ州地域総合開発計画調査」のS/W、及びプロ形調査のM/Mの署名者である。また、鉱工業エネルギー省は地方都市の給水事業を所管しており、実質的な実施機関と想定される。
- 2) 署名にあたっては、免税措置、便宜供与など先方負担事項の実施について問題ない旨確認する。

3) S/W、M/Mの使用言語は英語とする、クメール語版作成の要望があった場合には、先方が参考として翻訳することは妨げないが、あくまで正文使用言語は英語とし、同言語が日本では特殊な言語であることから日本側での対応はできない旨説明し、了承を得ることとする。

(2) 調査名

“Study on Water Supply System for Siem Peap Region in Cambodia”を提案するが、先方の意向を確認のうえ、妥当と判断されればこれと異なる調査名も可とする。

(3) 実施機関、及び関係機関との調整

「アンコール及びシエムリアップ州地域総合開発計画調査」の実施機関は国家上級文化評議会 (Superior Council of National Culture) であるが、地方都市の給水事業は鉱工業エネルギー省の所管であるため、実施機関としては同省の地方給水局とすることを提案する。

ただし、実際に水道事業を運営しているのはシエムリアップ水道部であることから、関係機関の業務分掌や技術者の現況を確認のうえ、カウンターパートの配置にあたっては地方給水局に限らず、適切な人材を関係機関も含めて出すよう要請することとする。

また、カンボディア政府はアンコール地域の観光を中心とした開発に力を入れており、本件水道計画の立案も同地域の開発計画と密接な関連を有するものであることから、必要に応じて関係機関からなるステアリングコミッティを組織することとする。メンバーとしては、国家上級文化評議会、農林水産省、シエムリアップ州政府、シエムリアップ水道部、アンコール地域保護・整備公社 (A. P. S. A. R. A.) 等が考えられる。

その他、本件調査の実施にあたって調査を要すると思われる機関としては、他国援助機関と、アンコール遺跡保存・修復関係者が挙げられる。前者としては、都市計画の作成と給水緊急プロジェクトで協力しているフランス開発金庫 (CFD) との協力体制を築く必要がある。また、後者としては、日本も上智大学のチームと日本国政府アンコール遺跡救済チームを中心として協力を行っている。水資源開発 (特に地下水揚水) がアンコール遺跡に与える影響が懸念されていることから、アンコール遺跡の保存、修復にあたってはこれら学術関係者と意見交換を行っていく必要があると考えられる。以上の点に鑑み、必要に応じてこれらの関係者に対してステアリングコミッティへのオブザーバー格での参加を依頼し、協力を求めていく方針とする。

(4) 本格調査の内容

本格調査の骨子はS/W案のとおりとするが、カンボディア国側より要望があった場合は、

以下の対処方針に基づき検討し、調査工程、調査経費に大幅な変更がないと判断される場合はこれを受け入れることとする。

1) 調査目的

調査目的としては、以下の4点を提案することとする。

- ①シエムリアップ市への給水のための水源開発可能性を調査する。
- ②シエムリアップ市の水道に関して、マスタープランを作成する。
- ③作成されたマスタープランにおいて選定された優先プロジェクトに関して、フィージビリティスタディを行う。
- ④調査を通じて、カウンターパートに対して技術移転を行う。

2) 調査対象地域

プロ形調査の結果に基づき、シエムリアップ市及びアンコール遺跡、トレンサップ湖を含む地域を対象とする。ただし、アンコール遺跡及びトレンサップ湖は水源開発可能性調査を行う範囲のみを含むものであり、その全域を調査対象とするわけではない旨、M/Mに記載し確認することとする。

これら対象地域の安全性についてはプロ形調査団によって確認されているところであるが、事前調査においてもその後の状況の変化などについて情報を収集し、再度確認することとする。

また、調査対象区域と給水対象区域は異なるものであり、給水対象区域は本格調査の中で計画の一部として決定されるものである旨理解を得る。ただし、事前調査においても給水対象区域に関する先方の意向を確認することとする。

3) 目標年次

M/Pの目標年次は、プロ形調査の結果に基づき2010年を提案する。ただし、上位計画の調査、先方の意向などを踏まえて最終的に決定するものとする。

4) 給水対象用途

原則として都市用水（生活用水、工業用水）とし、農業用水は含まないものとする。

5) 調査内容

基本的にはプロ形調査団作成によるT/R案に基づいた調査内容を提案する。S/W案との比較は表E-7のとおり（おもな変更部分を網かけで示した）。

①水源開発可能性調査の対象水源

水道水源としての利用可能性がある水源として、以下の4つの水源を調査対象とする。

- a. シエムリアップ川（現在の水道水源）
- b. 西バライ貯水池
- c. トンレサップ湖
- d. 地下水

表1-7 プロジェクト形成調査によるT/R案とS/W案の比較

<プロ形T/R案>	<S/W案>
<p>フェーズ1：水源開発調査及びM/Pの策定</p> <p>(1) データ収集・現地踏査</p> <p>①既存データ・情報の収集・分析 (a. 自然条件、b. 法制度・水道関連基準、c. 社会経済、d. インフラ開発、e. 関連プロジェクト)</p> <p>②水道事業の現況評価と問題点の抽出 (a. 事業体の組織と運営、b. 水道施設現況)</p> <p>(2) 水源開発調査</p> <p>③現地踏査 (a. 表流水水質・流量観測、b. 水利権・漁業権、c. 土地利用、d. 既存深井戸、e. 物理探査、f. コアボーリング、g. 地下水開発ポテンシャル評価と詳細調査方針策定)</p> <p>④試掘調査と詳細調査</p> <p>⑤水資源開発ポテンシャルの分析と評価</p> <p>(3) M/P策定</p> <p>⑥基本政策と戦略策定</p> <p>⑦既存のM/Pのレビューとフレーム値の決定</p> <p>⑧水需要予測</p> <p>⑨水源開発ポテンシャルの評価</p> <p>⑩技術的代替案の比較</p> <p>⑪事業費概算</p> <p>⑫財務計画</p> <p>⑬組織強化計画</p> <p>⑭実施計画</p> <p>⑮IEE</p> <p>⑯M/Pの評価</p> <p>⑰下水道現況調査と将来計画の提案</p> <p>⑱優先プロジェクトの選定</p>	<p>フェーズ1：水資源開発可能性調査</p> <p>①既存データ・情報の収集・分析 (a. 自然条件、b. 法制度・政策・諸基準、c. 社会経済、d. 都市計画・開発計画、e. 既存井戸・水利用現況・水利権、f. 水道事業経営・組織、g. 水道施設現況、h. 下水・衛生現況、i. 関連プロジェクト)</p> <p>②現地踏査 (a. 水文・水理地質、b. 地形・地質、c. 既存水源・地下水利用現況、d. 給水施設、e. 候補水源)</p> <p>③表流水観測 (a. 流量、b. 水位)</p> <p>④土質試験・試掘調査 (a. 井戸台帳作成、b. 物理探査、c. 土質調査ボーリング、d. コアボーリング・コアサンプル採取、e. 土質試験、f. 試掘調査、g. 地下水位観測・地盤沈下計設置)</p> <p>⑤水質分析</p> <p>⑥水収支解析・地下水シミュレーション・水源開発ポテンシャル評価</p> <p>⑦地下水揚水がアンコール遺跡に与える影響の評価</p> <p>フェーズ2：M/P策定</p> <p>①計画諸元策定</p> <p>②水需要予測</p> <p>③M/P策定 (a. 水源開発計画、b. 概略施設計画、c. 維持管理・組織計画、d. 事業費概算・財務計画、e. 下水対策将来計画)</p> <p>④M/P評価 (経済、財務、組織、技術、社会、WID)</p> <p>⑤初期環境調査 (IEE)</p> <p>⑥事業実施計画策定</p> <p>⑦優先プロジェクトの選定</p>
<p>フェーズ2：F/S</p> <p>①計画フレームワークの確認</p> <p>②補足調査</p> <p>③技術的代替案の検討</p> <p>④最適案の策定と施設概略設計</p> <p>⑤施設計画</p> <p>⑥維持管理計画</p> <p>⑦制度、組織、人的資源計画</p> <p>⑧事業費概算、財務計画</p> <p>⑨EIA</p> <p>⑩評価 (技術、財務、経済、社会、EIA)</p> <p>⑪実施計画</p>	<p>フェーズ3：優先プロジェクトのF/S</p> <p>①計画諸元策定</p> <p>②補足調査</p> <p>③優先プロジェクトに係る計画策定 (a. 水源開発計画、b. 施設概略設計、c. 維持管理・組織計画、d. 事業費概算・財務計画)</p> <p>④事業評価 (経済、財務、組織、技術、EIA、社会、WID)</p> <p>⑤事業実施計画策定</p>

シエムリアップ川上流でのダム建設については、流況、既設水利権等を調査のうえ、本格調査の対象水源とすることが妥当と判断される場合には候補水源に含めることとする。ただし、ダムサイト候補地の踏査が安全であることが確認された場合に限ることとする。

これら以外の水源について調査の要望が出された場合には、以下の条件が満たされる場合に限って受け入れることとする。

- a. 調査に際して安全性が確認されていること。
- b. 水量、水質等に関する予備的な検討を行い、調査する意味のある水源と判断されること。
- c. 調査期間や調査経費に著しい影響を及ぼさないと判断されること。

調査対象範囲の無原則な拡大を防ぐという観点から、調査対象とする水源はM/Mに明記することとし、本格調査途中での対象水源の追加は原則として行わない旨付記することとする。

②地下水開発がアンコール遺跡に与える影響の評価

水源開発可能性調査にあたっては、地下水開発がアンコール遺跡に与える影響の評価に特に重点を置くこととする。調査対象地域においては水道に代わる水源として地下水利用が行われており、水道水源としての利用も有望と考えられる。しかし、遺跡保存・修復関係者を中心として、地下水位の変動がアンコール遺跡の沈下の原因となるという意見もあり、慎重な検討が必要である。

調査においては、地下水シミュレーションによって遺跡沈下の可能性や許容揚水量を評価することとし、シミュレーションに入力するパラメータや境界条件を得るための調査を入念に行うこととする。調査項目としては、アンコール遺跡周辺の地質、地盤等の調査結果の収集、井戸台帳の作成による現在の揚水量の把握、地下水位観測、コアボーリングによるサンプル採取、土質試験による圧密特性の把握、試掘調査による地質層序の確認、揚水試験による帯水層水理定数の把握などを行う。

調査にあたっては遺跡保存、修復関係者との意見交換を密にし、調査内容についても十分に理解を得て調査を進めることとする。カンボディア国側にも必要な調整を行うよう要請することとする。

③関連プロジェクト動向の調査

シエムリアップ市の水道では、フランス国の援助による緊急プロジェクトが行われている。プロ形報告によると、同プロジェクトは井戸2本の掘削、浄水施設と配水管の整備を内容としているが、資金不足もあり裨益人口は4,000人程度とみられている。また、同プロジェクト以後の具体的な援助計画はない。したがって、本件調査との重複はないものと考えられているが、策定するM/Pでは同プロジェクトの内容を取り

入れていく必要があることから、同プロジェクトの進捗状況と今後の援助計画の有無について事前調査で確認を行うとともに、本格調査においても引き続き留意することとする。

また、調査対象地域においてはフランスの援助による都市計画が策定され、観光を中心とする開発が進められている。カンボディア政府はアンコール地域の開発に特に力を入れており、今後も数多くの開発プロジェクトが計画されることが予想される。調査ではこの点に関する情報の収集を調査期間全体を通じて入念に行うこととし、カンボディア国側に速やかな、かつ正確な情報提供を要請することとする。また、都市計画との整合性に留意する。

関連プロジェクトに関しては、事前調査においても最新の情報を収集することとする。

④表流水観測、地下水位観測

水源開発可能性の評価にあたっては、シェムリアップ川の流量、西バライ貯水池の水量、トンレサップ湖の水位変動、地下水位、各水源の水質等の測定が重要な調査項目となる。これらの水文データの測定は、長期にわたって定期的に行う必要があるため、調査団によるC/Pの指導の後には、C/P自身の手によって観測を行うよう要請する。

⑤ 下水対策将来計画

給水プロジェクトの効果を最大限に引き出すためには、し尿処理、廃棄物処理を含む衛生改善計画を併せて検討することが必要であるとの認識が高まっていることに鑑み、既存情報の収集・整理、現地踏査による衛生状態の調査等を行うこととする。

ただし、下水対策将来計画の提案は、水道水源の保護と給水プロジェクト実施による排水増に対する対策の提案という観点からの概略的なものと定めることとし、カンボディア側の詳細な計画策定の要望が強い場合には、別案件として要請するよう伝えることとする。

6) 調査期間

プロ形調査団作成のT/R案による調査期間は18カ月であるが、地下水揚水がアンコール遺跡に与える影響を評価するために土質調査ボーリング、地下水シミュレーション等を調査項目に加えたことや、地下水位等の観測に十分な期間を充てる必要があること、ドラフトファイナルレポート協議とファイナルレポート提出の間に2カ月程度期間をあける必要があることなどから、38カ月程度を要すると思われる。ただし、雨季における作業効率等、現地調査の結果を踏まえて検討すべき事項があるため、現地踏査及び関連情報・資料の分析結果に基づいて検討し、先方の意向も踏まえたうえで最終的に決定する。

7) 調査用資機材

C/Pである鉱工業エネルギー省がボーリング機械、電気探査機器、電気検層器、水質分析器等を所有しているかどうかは未確認であるが、地方開発省は地下水開発用資機材を保有しているとの情報がある。技術移転の観点からはこれらのカンボディア国側保有資機材を利用できることが望ましいため、各資機材の保有台数、利用状況、性能、借用可能性等を詳細に調査したうえで、可能な限り借用を要請する。カンボディア国側保有資機材の借用が困難である場合には、現地もしくはタイ国等の隣接国の業者への委託、第3国からの調達、本邦からの購送、コンサルタント所有分の損料ベースの借用等の手段を検討し、最適な資機材調達計画を策定するものとする。

8) その他の確認事項

開発調査と無償資金協力のそれぞれにつき、誤解なきよう説明する。特に、開発調査の実施が必ずしも無償資金協力の実施を約束するものではないという点について、十分理解を得るよう留意する。

(5) カウンターパート研修員の受け入れ

カウンターパート研修制度を紹介のうえ、先方から要望があればM/Mにその旨記載する。

(6) 技術移転セミナー

本格調査を通じた技術移転セミナー制度を紹介のうえ、先方から要望があればM/Mにその旨記載する。

(7) レポート

本件調査で作成するレポートは、IC/R、P/R(1)、IT/R、P/R(2)、DF/R、F/Rとし、英語版のみの作成を行うこととする。

(8) カンボディア国側便宜供与

S/W案にある便宜供与事項を確認する。また、調査に必要な車輛については、JICAが購送すると登録や保険等の煩雑な手続きを要すること、時間がかかり調査開始に間に合わない可能性があることを考慮し、カンボディア国側が提供するよう提案する。

しかしながら、財政上の理由によりカンボディア国側の負担が困難と判断される場合は、JICA側で対応することを検討することとし、その旨M/Mに記載する。

また、事務所スペースと備品についても、財政上の理由によりカンボディア国側の負担が困難と判断される場合は、JICA側で対応することを検討することとし、その旨M/Mに

記載する。

人件費については、本件調査のためのみに臨時に雇用する調査補助員、人夫等については、日本側の経費負担とすることが可能であるが、公務員であるC/Pにかかる経費（給料、手当、調査旅費等）はカンボディア国側負担とする旨理解を得る。

(9) JICA事務所及び大使館への報告

協議の進捗状況、内容及び結果については、適宜JICA事務所及び大使館と連絡をとりつつ、調査団において柔軟に対応する。大きな問題点が生じた場合、及び最終結果については、外務本省への公電発出を依頼する。

1-8 S/W協議の経緯及び結果

当初のS/W案はほぼ原案どおりの内容で署名された。S/W案の主要な変更点及びM/Mの要点は次のとおり。

(1) S/W署名者

ヴァン・モリヴァン国務大臣、鉱工業エネルギー大臣、シエムリアップ州知事の3者署名とした。また、3者の予定が調整できなかったため、鉱工業エネルギー大臣及び州知事との署名を9月25日に行い、ヴァン・モリヴァン国務大臣との署名を9月26日に行った。文面上の署名日については鉱工業エネルギー省の了承を得た上、26日とした。

(2) 調査名

当方案どおり“The Study on Water Supply System for Siem Reap Region in Cambodia”とすることで合意しM/M2に記載した。

(3) 目標年次

水道整備マスタープランの目標年次は、1995年に作成されたシエムリアップ市都市計画マスタープランとの整合性を考慮して2010年とすることで合意し、M/M3に記載した。

(4) 対象水源

対処方針どおり4つの水源（西バライ貯水池、シエムリアップ川、トンレサップ湖、地下水）を調査対象とすることとし、M/M4に記載した。

(5) 調査対象地域

当初S/W案ではアンコール遺跡公園の一部とトンレサップ湖の一部としていたが、対象とする水源との関係を明確にするため、「シェムリアップ市及びトンレサップ湖、西バライ貯水池、シェムリアップ川流域の一部」に修正した。これは調査対象地域の変更ではなく、表記上の変更のみである。また、シェムリアップ市郊外では依然として地雷や武装勢力の心配が残っている地域があるため、安全が確認された範囲に限る旨、M/M5に記載した。

(6) 給水対象区域

対処方針どおり、水道給水区域は計画策定段階で決定する旨、M/M6に記載した。また、鉱工業エネルギー省の管轄範囲である都市生活用水のみを給水対象とし、農業用水（灌漑用水）は含まないことを口頭で確認した。

(7) 地下水開発によるアンコール遺跡への影響の評価

アンコール遺跡への影響の重要性については先方も十分認識しており、今回重要な調査項目として長い調査期間をとっている地下水調査については異論は出されなかった。また、日本国政府アンコール遺跡救済チーム（JSA）を始め、各表敬先でも基礎データの備蓄や遺跡への影響の慎重な評価が重要であるという調査団の説明に対して理解が示された。遺跡保存・修復関係者との調整を行なうべきであるとの認識も含め、M/M7に記載した。

遺跡保存・修復関係者との調整としては、本格調査段階において十分ヒアリングを行う必要があると思われるほか、特に日本の調査団である上智大学アジア文化研究所（上智大学教授石澤良昭団長）及び日本国政府アンコール遺跡救済チーム（早稲田大学教授中川武団長）に対しては、レポートなど必要な情報の相互提供、作業監理委員会へのオブザーバー参加などの緊密な相互協力体制を築いていく必要があると思われる。

(8) 水文観測

水文観測（水位、水質、流量等）は調査団の国内作業中はC/Pに測定を依頼する必要があるため、その旨M/M8に明記した。測定の内容や頻度については、検討中であるとしつつも、目安を口頭にて説明した。実際には、水位の読み取りなどの簡易な作業はC/Pによって実施可能と思われるが、水質分析や自記記録式水位計のメンテナンスは技術的な知識と技能が必要となってくるため、日本人団員による適切なフォローが必要と思われる。また、測定項目や測定方法についても、調査精度確保の視点を踏まえつつ、極力簡便なものを選定するよう配慮する必要があると思われる。

(9) カウンターパート機関

当初S/W案作成時に実施機関として想定していた“Department of Provincial Water Supply”は“Unit of Potable Water Supply”に名称変更されたことが確認された。同Unitは大臣の直属であるという点ではDepartmentと同格である。さらに機構改革を行っているところであり、現在閣僚評議会（Council of Ministers）で審議中とのことであった。結果によっては名前がまた変わる可能性があるが、人員や権限が変わることはないという説明であった。そのため、S/Wでは実施機関及び合意相手方を鉱工業エネルギー省とするともに、機構が変わった場合にも引き続き本件調査に責任をもって対処するよう求め、その旨M/M9に記載した。

(10) 関係機関との調整

対処方針度どおりステアリングコミッティの設置を要請したが、先方は、ステアリングコミッティという名前にすると参加者がハイレベルとなり、タイムリーかつ頻繁な開催ができなくなるとの懸念を表明した。日本側は名前にはこだわらないが関係機関の調整は重要である旨を強調し、調整のための委員会の設置については合意した。想定される参加組織を含め、M/M10に記載した。

地方都市の給水事業は、鉱工業エネルギー省の専管事項であるが、対象地域であるシェムリアップ市の都市計画や都市基盤整備においては、ヴァン・モリヴァン国務大臣やアンコール地域保護・整備公社（A. P. S. A. R. A.）が許認可や調整の権限を有している。また、水源候補の一つである西バライ貯水池は現在灌漑に使用されているため、その調査にあたっては農林水産省との調整が必要である。鉱工業エネルギー省に対しては引き続きこれら関係機関との調整が重要である旨説明し、きちんと調整がなされるかどうか注視していく必要がある。

(11) カンボディア国側便宜供与事項

当方S/W案に対する先方からのコメントは以下の3点であった。

- 1) 事務所スペースは用意するが、備品の準備は困難である。
- 2) 車輛の用意は困難である。
- 3) 出張する職員の旅費、宿泊費、日当を日本側で負担してほしい。

1) については、プノンペンとシェムリアップ双方について用意する準備があるとのことである。プノンペンの予定スペースは、鉱工業エネルギー省の斜向かいの建物の3階であり、現在は全く使用されていない。広さは十分であるものの、窓を入れたり壁を塗直したりする必要がある。その必要性については先方も認識しており、予算措置について交渉し、本格調査開始までに整備が完了するよう努力するとのことであった。また、シェムリアップの予定

スペースは、市中心部にある鉱工業エネルギー省の地方事務所 (Service of Industry, Mines and Energy) の2階約100㎡であり、広さやロケーションは問題ないと思われる。ただし、電力容量が不足すると思われるため、必要容量の概算値を示し、本格調査開始までに引き込み工事を終えるよう依頼した。これらの整備が実際になされるかどうかは予算上の制約との関係と思われ、本格調査団現地入り前にJICA事務所を通じて状況を確認する必要がある。また、先方の財政事情を考慮すると、椅子、机、エアコン等の備品については日本側で用意せざるを得ないものと思われる。

2) は対処方針どおり、日本側で負担することを検討することとする。

3) については、JICAの基本方針を十分説明し、先方に対してできる限りの対処を促した。しかし、実際のところは手当が困難であると思われ、なんらかの形で日本側の対応を考慮することも検討すべきと思われる。

さらに、本格調査団に対して配置するC/Pについて、適切な人選を予め進めてもらえるよう、その分野を記載した。しかし、人員の絶対数が少なく、アジア開発銀行 (ADB) が別の地方都市でプロジェクトを始めるほか、組織強化の技術協力 (T/A) も始めるため、十分な人数を確保できるかどうかは未知数である。また、本件調査では地下水調査にも重点がおかれているが、非公式ながらこの分野に関しては知識を有する職員がいないとのコメントがあった。C/P配置の重要性については引き続き強調し、本格調査開始時に再度状況を確認するとともに、配置状況に応じて技術移転の重点事項を定め、より効果的な技術移転を追求する必要があると思われる。例えば、水源選定の考え方を含む水道計画の策定と施設建設後の維持管理、運営に重点を置くこととし、地下水調査の手法 (物理探査、試掘等) についてはその意味するところや解析段階での考え方を教えるにとどめることも考えられる。

以上の諸点、及び特に重要と思われる関係機関の調整と調査団の安全確保の2点をM/M11に記載した。

(12) C/P研修、セミナー

先方よりC/P研修及び技術移転セミナーの実施による技術移転の要望が出されたため、M/M12、13に記載した。詳細は今後JICA関連部課とも協議のうえ決定することとなるが、技術移転セミナーはドラフトファイナルレポート協議に合わせて開催する予定である。また、C/P研修は各年度1名1カ月程度がこれまでの標準M/Mであるが、国内作業で行われる計画策定にC/Pが参加することで技術移転の効果が大幅に増加することが期待されることから、期間の延長が可能であればそれが望ましいと思われる。研修員の専門性としては、現在のところ計画諸元の策定や施設計画の立案は現地作業で行い、維持管理計画や財務計画の策定を国内作業で実施する予定であるため、水道事業の運営 (施設維持管理、経営)

が最も効果的と思われる。

(13) 調査期間

先方、特にヴァン・モリヴァン国務大臣から、調査期間短縮の要請があった。同国務大臣からはシェムリアップ市都市計画マスタープランに基づき1998～1999年には大規模なホテルが整備される予定だが、このスケジュールでは給水が間に合わないとして、調査期間の短縮かF/S先行などの措置がとれないかとの発言があった。これに対して表敬に御同行いただいた加藤公使及び調査団より、慎重な計画策定、特に水源調査の重要性等を訴え、理解が得られたものと思われる。しかし、速やかな事業化が望ましいため、事前調査団としても調査期間短縮のための検討を行うこととし、M/M14にその旨記載した。

(14) 調査用資機材

ヒアリングの結果、調査で使用できるような先方所有機材はほとんどないことが判明したため、掘削機については民間業者への再委託を念頭におき、JICA側で用意することとした。また、その他の資機材についても先方が用意できないものについては日本側で対応することとし、M/M15に記載した。先方所有品の借用を検討すべき機材としては、簡易水質分析器（ブノンペンの本省に1台のみ所有）があるが、測定可能項目、測定精度、シェムリアップからブノンペンへのサンプル運搬等を考慮のうえ、借用するかどうか判断する必要がある。

(15) レポート

各レポートの内容、提出期間、調査工程等を吟味した結果、レポートの名称を若干変更するとともに、プログレスレポートを1回追加した。

当初S/W案	確定S/W案
IT/R	IT/R(1)
P/R(2)	IT/R(2)
記載なし	P/R(2)を第3次現地調査終了時(フェーズ3)に追加

また、DF/R、F/Rの要約版についてはカンボディア語版も作成することとし、M/M16に記載した。

(16) 開発調査のスキーム説明

開発調査と無償資金協力の違い、開発調査の手順などに重点をおいて説明を行い、理解が得られたものと思われる。

(17) 航空写真の撮影

水道計画のマスタープラン作成にあたっては、現状の市街地の広がりを確認することが重要であるが、既存の地図はメコン委員会によって1992年に撮影された航空写真を元にフランスIGNが作成したもの（縮尺1万分の1）が最新である。しかし、CFDの資金援助による都市計画マスタープランによると1992年から94年にかけての人口増加率は市街地において9.1%という高率であり、最近5年間での市街地の変化は大きなものがあると予想できる。従って、航空写真によって現在の市街地の状況が確認できれば、計画策定の基礎資料として貴重な情報を提供するものと思われる。

以上の点に鑑み、同時期に行われる予定の「カンボディア国シェムリアップ州及びアンコール遺跡公園地形図作成計画」（JICA社会開発調査第1課所掌）で撮影される航空写真に、既存市街地部分を追加することを検討してもらうよう同調査の事前調査団に依頼し、その事実をM/M17に記載した。

このように同時期に同地域で行われることとなった日本の協力が相互に連携をとることによって、協力の効果が一層高まることが期待される。

(18) 調査団の安全確保

各表敬先で情報収集を行なったが、シェムリアップ市周辺の治安については安定しており、最近治安悪化を示すような事件は特に起こっていないとのことである。また、ポルポト派兵士の投降が増えているという話であり、今後治安が悪化する要因も特にはないと思われる。しかし、シェムリアップ市周辺には除去されたとはいえかつて地雷原があったという経緯があり、地雷除去を行っているCOFRASによると不発弾も残っているという話である。また、市中心部から約15km圏を越えると、まだ地雷の残っている可能性がある箇所が残されている。調査にあたっては道路をなるべくはずれないようにする、不用意に藪に入らないなどの注意が必要と思われる。また、治安にかかる情勢は時間とともに変化するため、本格調査開始後も日本大使館、JICA事務所、COFRAS等から頻繁に情報を収集するとともに、JSAなど同地域で活動している諸団体とも連絡を取り合い、団員の安全確保に万全を期す必要があると思われる。

シェムリアップ州知事からは、警官の護衛など必要な措置を講じるので何でも相談してほしいとの話があった。事前調査の現地踏査にも、最大10人の警官が護衛として随行した。現

場での作業は必ず日中とし日没までに宿舎に戻る、実査は主要な道路上や道路脇に限るなどの配慮を行えば安全は確保できると思われるが、やむを得ず物理探査等の現場での作業を人気の少ない場所で行う際や、シェムリアップ市中心部からやや離れた地域に行く場合には、必要に応じて警官の護衛をつけることも検討すべきである。

シェムリアップ市とプノンペン市の通話は、携帯電話であれば通じる。また、日本との通話も可能である。緊急時の連絡確保のため、調査団に携帯電話と無線を用意する必要があるものと思われる。また、JICA事務所からも、携帯電話、短波無線機（携帯電話使用不能時のプノンペンとの連絡用）、U/VHF無線機（シェムリアップ市周辺連絡用）を用意するのが望ましいとの話があった。これらの連絡用機器を調査用資機材として調達するとともに、専門知識を必要とする無線のセッティングに関しては、本格調査立ち上げ時に役務提供団員を別途派遣するなどの配慮が必要と思われる。

第2章 調査対象地域の概要

2-1 一般

カンボディア国はインドシナ半島の中央部に位置し東はヴェトナム国、北はラオス国、西はタイ国と国境を接し、南はタイ湾に面しており、国土の面積は181,000km²であり、その位置は北緯10～14度、東経102～108度、人口は968万人（1993年）である。人口の5/6はクメール人で残りが中国人、ベトナム人、山岳民族などの少数民族である。

政治体制はシヌアーク国王を元首に戴く立憲君主制で、1993年に現体制となった。1970年代と1980年代20年間以上にわたる内戦により国内は人的、経済的に極度に破壊されようやく復興の緒についたばかりである。

カンボディアは20州と3特別市（プノンペン、シアヌークビル、バクンバン）より成っている。本プロジェクトはシェムリアップ州の州都であるシェムリアップ市とその北にある世界的に有名なアンコール遺跡を対象地域としている。シェムリアップ州はカンボディアの北西部に位置し面積15,271km²、人口は60万人、人口密度39人/km²（1990）である。州都シェムリアップ市は人口9万人でシェムリアップ州唯一の市である（ただし、行政機構としての市役所はなく、州政府の下にシェムリアップDistrict officeがある）。シェムリアップ市の南には東南アジア最大の湖であるトンレサップ湖が有り、その面積は乾季には約3,000km²で雨季には約10,000km²となる。これは、トンレサップ湖がトンレサップ川を通じてカンボディアのほぼ中央部を北から南へ縦貫しているメコン川とつながっており、雨季に増水したメコン川の河水がトンレサップ湖に逆流するためである。

アンコール遺跡は11～13世紀にクメール王朝により建設された仏教遺跡で近年に発見されるまで長期間放置されたため損傷がひどく、最近各国の援助により修復作業が始められた。カンボディア政府はアンコール遺跡を観光資源として開発し重要な外貨獲得源とする計画である。既に観光客は爆発的に増加しており、今後治安情勢が安定すればますます増加の一途をたどるであろう。従って、上水道・道路・電力などのインフラの整備が急がれる。

2-2 気象及び水系

(1) 気象

カンボディアは熱帯モンスーン地帯に属し、一年の気候は5～10月の雨季と11～4月の乾季に分かれる。5月から10月までの雨季には南西の風がタイ湾やアンダマン海から湿った空気をもち、11月から4月までの乾季には北東の乾燥した風が吹く。

シェムリアップ州の年平均気温は約27℃で月別最高気温は40℃～31℃、最低気温は24℃～14℃とかなり差がある。平均降雨量は年間1,400mmであるが、年により差が大きく最近の17

年間（1979～1995）の年間最大雨量は1,773mm、最小は1,082mmである。

気象観測所はシェムリアップ市内、国道6号沿いに有り、データ賦存状況は下記のとおりである。

- 1) 降雨資料 1979年～1996年の月別降雨量
1985年～1996年の日雨量
- 2) 気温資料 1989年～1993年の月別最高・最低・平均気温
- 3) 湿度資料 1989年～1992年の月別平均湿度
- 4) 風速資料 1989年～1993年の月別最高風速
- 5) 蒸発散資料 1989年～1991年の月別最高・最低蒸発散量

(2) 水系

シェムリアップ市周辺の最大の水系としてトンレサップ湖がある。トンレサップ湖の流域面積は同国の約1/3を占め、雨季にはメコン川から洪水が逆流するため湖面積は乾季の3倍になる。シェムリアップ市の中心を流れるシェムリアップ川は同湖に流入する多数の河川のひとつであり、流域面積は約600km²で流路長は約91kmある。シェムリアップ川流域のアンコール遺跡周辺はクメール王朝時代（11～15世紀）に建設された灌漑施設が多数残っており、現在も大部分が使用されている。

(3) 水源の現況

本格調査では水道用水の水源として4つの水源が候補として考えられている。すなわち(1)シェムリアップ川(2)西バライ貯水池(3)トンレサップ湖(4)地下水である。

シェムリアップ川は流域面積約600km²、流路長約90kmで、川幅は市上流部で約20m、市内では30～40mと流域面積に比べると小さい。

市中心部から上流約10kmの地点に西バライ貯水池へ分水するためにプジサトケオ堰（通称フランス堰）が有り、また、市内下流部には灌漑用水の取水のためにクロコグイル堰がある。州水道部の取水口が国道6号の上流にあるが水質悪化、主要施設の老朽化、資金不足などのため現在は取水を停止している。

西バライ貯水池はアンコール遺跡と同時代に築造された灌漑用貯水池で現在も使用されている。貯水池は東西8km、南北2km、貯水容量55,000,000m³であるが、長時間にわたって流入した土砂が貯水池の東半分を埋め、現在貯水容量は40,000,000m³に減ったと言われている。貯水池は市民のレクリエーションの場でもあり、舟遊びや水浴が楽しまれている。土砂で埋まった東半分は雨季でも冠水せず牛などの放牧場となっていて貯水池の水は大腸菌で汚染されている。

トンレサップ湖は東南アジア最大の湖で、面積は乾季には3,000km²であるが雨季にはメコン川から洪水が逆流して10,000km²と3倍になる。このため湖岸は数kmにわたって移動する。トンレサップ湖にいる魚は種類が豊富で200種以上いると言われているがまだ全体像は把握されておらず未発見の魚もいるのではないかと期待されている。水深は浅く平均で14m程度である。水質は濁度は高いがシエムリアップ川河口を除いて汚染はされていない。魚を採って生活する多くの水上生活者が湖岸沿いに住んでいる。

地下水は現在市内の最も重要な水源であるが、浅層が下流施設の不備で汚染されていると見られるが多くの家庭では浅井戸が使用されている。フランス開発金庫（CFD）の緊急援助で40mの深さの井戸2本が掘られたが鉄分が多く飲料には適さず、さらに150-200mの井戸を1996年10月から掘る予定である。おもな帯水層は30mと90mの深さにあると言われている。

2-3 地形・地質、水理地質

カンボディア国は、カルダモム山脈の分布する南西部と南東部を除いてメコン川下流域に位置する。メコン川は、ラオス国との国境でコーンの滝を南下し、ブノンペンでトンレサップ川と合流し、ブノンペンからメコン川本流とバサグ川に分かれて南流し、ヴィエトナム国に流下する。

シエムリアップはトンレサップ湖の北の湖岸に位置する。

(1) 地形

中央平野が中央部に広く位置し、平野の東寄りを中心に北から南にメコン川が貫流する。西寄りにトンレサップ湖が位置し、トンレサップ湖はトンレサップ川によってメコン川本流と結ばれる。乾季のトンレサップ湖の水面積は約3,000km²であるが、雨季はメコン川がトンレサップ川に逆流し、雨季の水面積は3倍以上に拡大する。ブノンペンはメコン川とトンレサップ川の合流点にあたり、ブノンペンから下流はメコンデルタを形成する。

中央平野は、アンナン山脈とカルダモム山脈との間の断層性陥没による湾入部にメコン川の沖積堆積物が堆積した盆地性の平野である。

中央平野の周辺山地帯のうち、南西部に標高1,000mから1,500mのカルダモム山脈が、シヤム湾から内陸を遮断している。また、北部のタイ国境沿いに東西に砂岩から成るグングレク山脈が、カンボディア国側に断崖をもって傾斜している。東北部にはアンナン山脈の玄武岩が風化した肥沃な紅土から成る西側断斜面が分布している。

カンボディアの地域区分は、自然環境から次のように4大別される。

1) 北西部地域：トンレサップ湖とその北

- 2) 北東部地域：メコン川左岸のラクナキリ高原とモンヅキリ
- 3) 海岸部地域：西と南にシャム湾、北にカルダモム山脈と東にエレファント山脈
- 4) 中南部地域：メコン川の氾濫原とエレファント山脈から東

シェムリアップは、1) の北西部地域に属し、乾季のトンレサップ湖から北へ約15kmに位置する。

調査対象のシェムリアップ周辺の地質・地形調査は、上智大学アジア文化研究所、日本政府アンコール遺跡救済チーム（JSA）、及びフランス開発金庫（CFD）援助によるアンコール地域保護整備公社（A. P. S. A. R. A.）により実施されている。

調査対象地域の地形は、CFDの報告書（1995）に基づく、図2-1に示すように南から北へ次のように区分される（縮尺1/40万地形区分図）。

- 1) 湖岸平野
- 2) 新段丘
- 3) 旧段丘
- 4) プノンクレン山

湖岸平野はトンレサップ湖に近接した平地で、雨季の増水とメコン川の流入水により浸水する。上部トンレサップ層（中—上部沖積世）と呼ばれる砂の沖積土が堆積し、イネ科植物や浸水林が広がっている。

新段丘は湖岸平野と旧段丘との間に分布し、下部トンレサップ層（中—上部洪積世）の砂質粘土、砂利混じりの粘土、及び粘土から成り、深度10～12mまで堆積している。

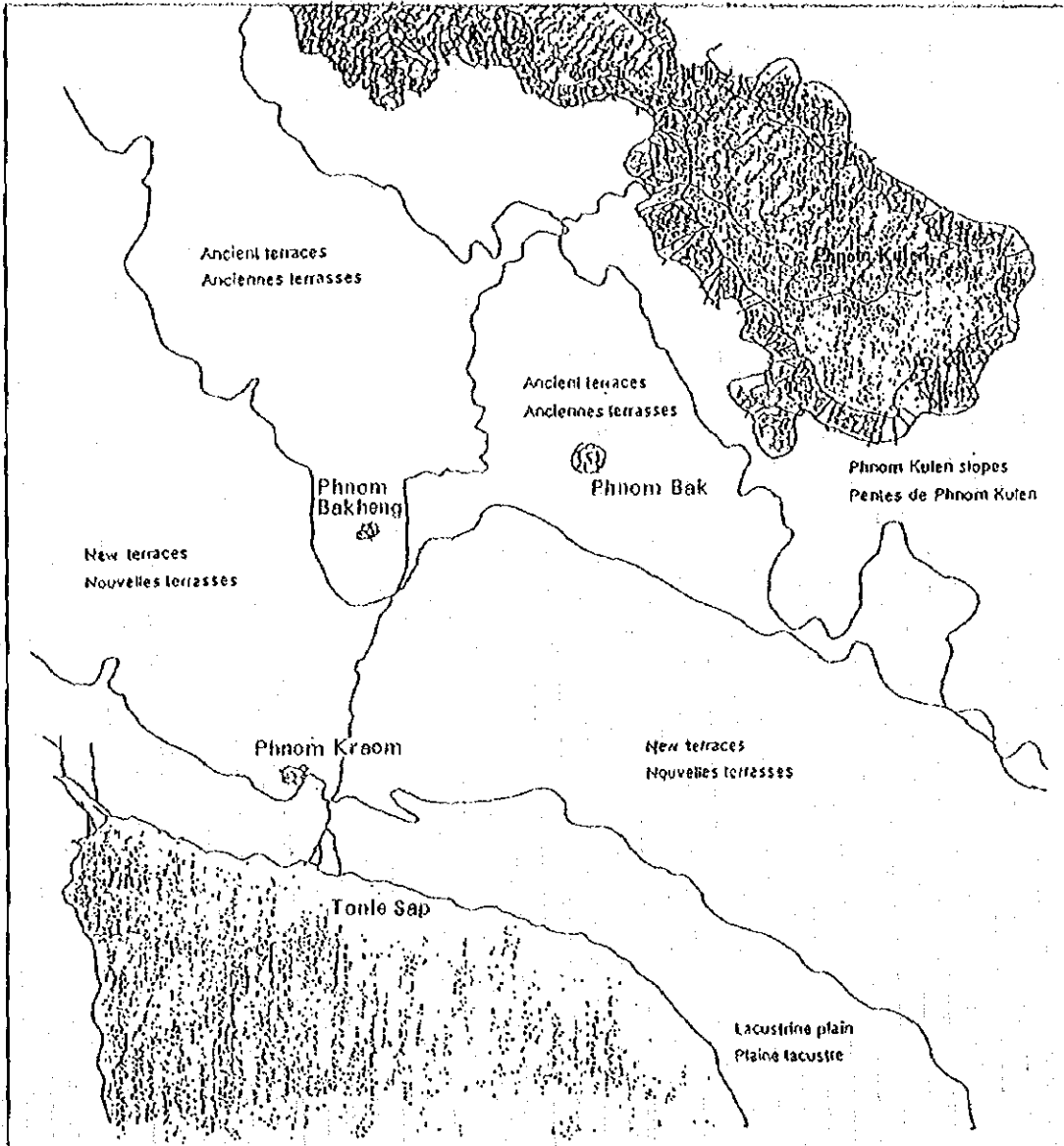
旧段丘は新段丘とプノンクレン山との間に分布し、バックンバン層（中—上部洪積世）の砂礫、シルト、及び粘土から成る未固結あるいは弱固結堆積層からなる。

プノンクレン山はジュラ紀と白亜紀の砂岩から成る山地のトンレサップ湖に近接した山地で、しゅう曲によって形成された。

シェムリアップは、トンレサップ湖から北へ約15kmに位置し、2) の新段丘上に分布する。アンコールワットは2) と3) の新段丘と旧段丘の境目に分布する。

概略地形分類表（シェムリアップ周辺）

高度	地形	地質	備考
高い	丘陵 段丘	J ₃ -K	プノンクレン山
低い	旧段丘	Q _{II} -II	遺跡群
	新段丘	Q _{IV} ¹⁻²	シェムリアップ中心地
	平野	Q _{IV} ²⁻³	湖岸平野



scale 1 / 400 000



图2-1 地形区分图 (1/40万)

(2) 地質

調査対象のシェムリアップ周辺を含む国レベルの大縮尺の地質図（縮尺 1/100万）は、
 ヴィエトナム地質調査所によりこれまでに1971年版と1991年版の2葉が作成されている。

ヴィエトナム地質調査所による1991年版の地質図によると、調査対象のシェムリアップ周
 辺の地質は、次のとおりにまとめられる（図2-2）。

地 質	時 代	記 号	地 質
新生代	第四紀		
	沖積世中一上部	Q _{iv} ²⁻³	砂・シルト・粘土・泥炭
	沖積世下一中部	Q _{iv} ¹⁻²	砂・シルト・粘土・泥炭
	沖積世中一上部 第三紀鮮新世一第四紀 洪積世	QII-II	礫・ラテライト質砂・ 玄武岩
中生代	白亜紀	K	礫岩・砂岩
	ジュラ紀	J	礫岩・シルト岩・砂岩
	三疊紀	T	礫岩・シルト岩・流紋岩・砂岩
	石炭紀上部一三疊紀	C ₃ -P	石灰岩・安山岩・流紋岩

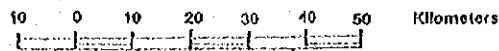
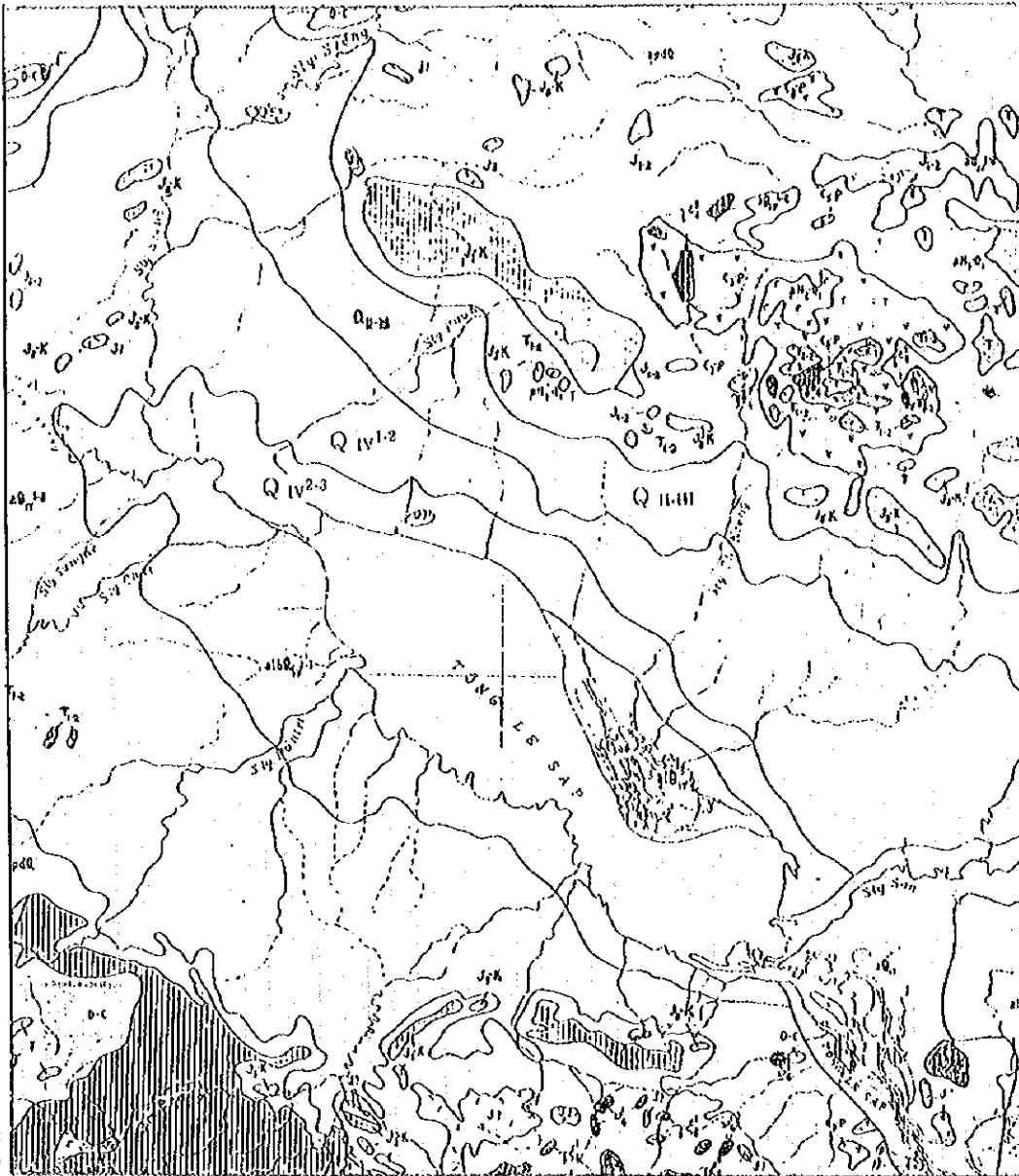
上智大学アジア文化研究所の報告書（1991）によると、調査対象のシェムリアップ周辺の
 地質は、次のとおりにまとめられる。

- 1) 第四紀沖積世 I 砂・シルト・粘土・礫の未固結堆積層
- 2) 第四紀沖積世 II 砂礫・シルト・粘土・粗粒砂岩の未固結堆積層
- 3) 白亜紀 砂岩・礫岩
- 4) 三疊紀 頁岩・砂質頁岩・赤色砂岩・角礫岩・凝灰岩
- 5) 二疊紀 砂岩・頁岩・石灰岩
- 6) 石炭紀 砂岩・泥質砂岩

第四紀の河成堆積物がかなりの厚さで盆状に堆積し、その表面はかなり風化しラテライト
 化しており、中生代や古生代の地層も地表に露出した表面は風化を強く受けラテライト化し
 ている。

JSAの報告書（1995）によると、調査対象のシェムリアップ周辺の地質は、次のとおりに
 まとめられる。

- 1) Formation I 砂
- 2) Formation II 砂質粘土・砂利混じりの粘土・粘土
- 3) Formation III 砂礫・シルト・粘土の未固結堆積層
- 4) 岩盤 凝灰質砂岩・凝灰質泥岩・流紋岩・珪岩・石灰岩



凡例

Q IV	第四紀沖積世上部：砂・シルト・粘土・泥炭
Q IV ²⁻³	第四紀沖積世中-上部：砂・シルト・粘土・泥炭（トンレサップ累層上部）
Q IV ¹⁻²	第四紀沖積世下-中部：砂・シルト・粘土・泥炭（トンレサップ累層下部）
Q II-III	第四紀洪積世中-上部：巨礫・中礫・礫・ラテライト質砂（バクタンバン累層）
$\beta N_2 - Q_1$	第三紀鮮新世-第四紀洪積世：玄武岩（ソレアイト質）
J ₃ -K	ジュラ紀上部-白亜紀：赤色礫岩・砂岩・シルト岩・泥岩
T ₁₋₂	三疊紀下-中部：礫岩・シルト岩・砂岩・頁岩・流紋岩・石英安山岩・凝灰岩・石灰岩
C ₃ -P	石炭紀上部-二疊紀：石灰岩・安山岩・流紋岩

図2-2 地質図（1/100万）

図2-3と図2-4に示すように、J S Aの地質コアボーリング（地下100mまで）と標準貫入試験ボーリング（40mまで）調査によると、

- 1) 地下80mに、凝灰質砂岩・泥岩・流紋岩からなる岩盤が認められ、アンコール・リット付近を境にして南へ傾斜している。
- 2) 地下40m付近から固結状態が増加している。
- 3) N値のやや高い層は、地下10mまでの表層地下水と地下30から40m程度までの地下水帯水層に相当する。

(3) 水理地質

J S Aの地質コアボーリング（地下100mまで）と標準貫入試験ボーリング（地下40mまで）調査によると、N値のやや高い層は、地下10mまでの表層地下水と地下30から40m程度までの地下水帯水層に相当するという層が確認された。事実、シェムリアップ地区給水区域以外の住民は地表下10mまでの浅層地下水をハンドポンプによって汲み上げて生活用水を得ており、ホテル等の大口使用者は地下30から40m程度までの機械掘を行い地下水を動力ポンプによって得ている。

上智大学アジア文化研究所の報告書（1996）によると、電気探査の結果から浅層に3つの帯水層が認められ、それらの帯水層はそれぞれ地下6m、14m及び22mに存在することが確認されたが、それぞれが独立して存在しているかどうかは明確な粘土層が確認されていないため、疑問視している。従って、帯水層としては、多数存在している可能性があるため、さらなる調査が必要と判断される。

UNICEFのハンドポンプの維持管理の専門家であるWan Maung氏によると、外国援助機関とカンボディア国政府とによるハンドポンプ標準化作業部会の推薦ハンドポンプは、浅層用としてNo.6サクシヨンポンプ、中層用としてTaraポンプ、及び深層用としてAfridevポンプであるということであった。事実、シェムリアップ地区給水区域以外において、浅層用としてNo.6サクシヨンポンプが散見された。

UNICEFと各省間地下水データ収集作業部会（現在作成中であり、入力前のオリジナル資料）の井戸のデータベースが利用可能である。UNICEFのデータベースによると、シェムリアップ州で292の井戸が登録されており、井戸の深度は概ね20から30mまでであり、最大100mに達する井戸もある（巻末の添付資料7参照）。

A. P. S. A. R. A. によるシェムリアップ付近のホテルの水源井戸に関するアンケート調査によると、ホテルの水源として地下30から40m付近から地下水を動力ポンプによって汲み上げている。

シェムリアップ水道部の敷地内にUSAID（1960）による深度32m井戸、CFDの援助

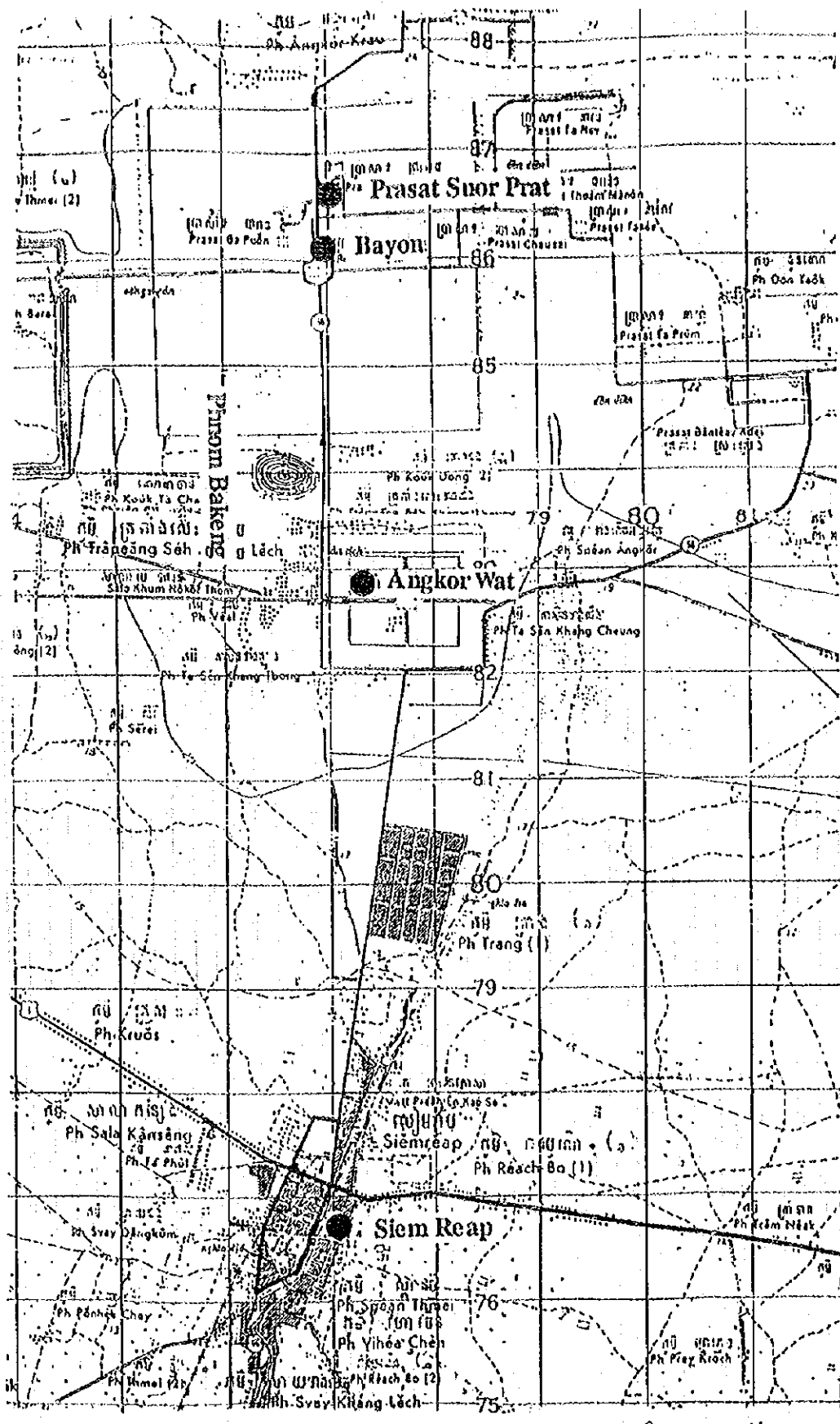
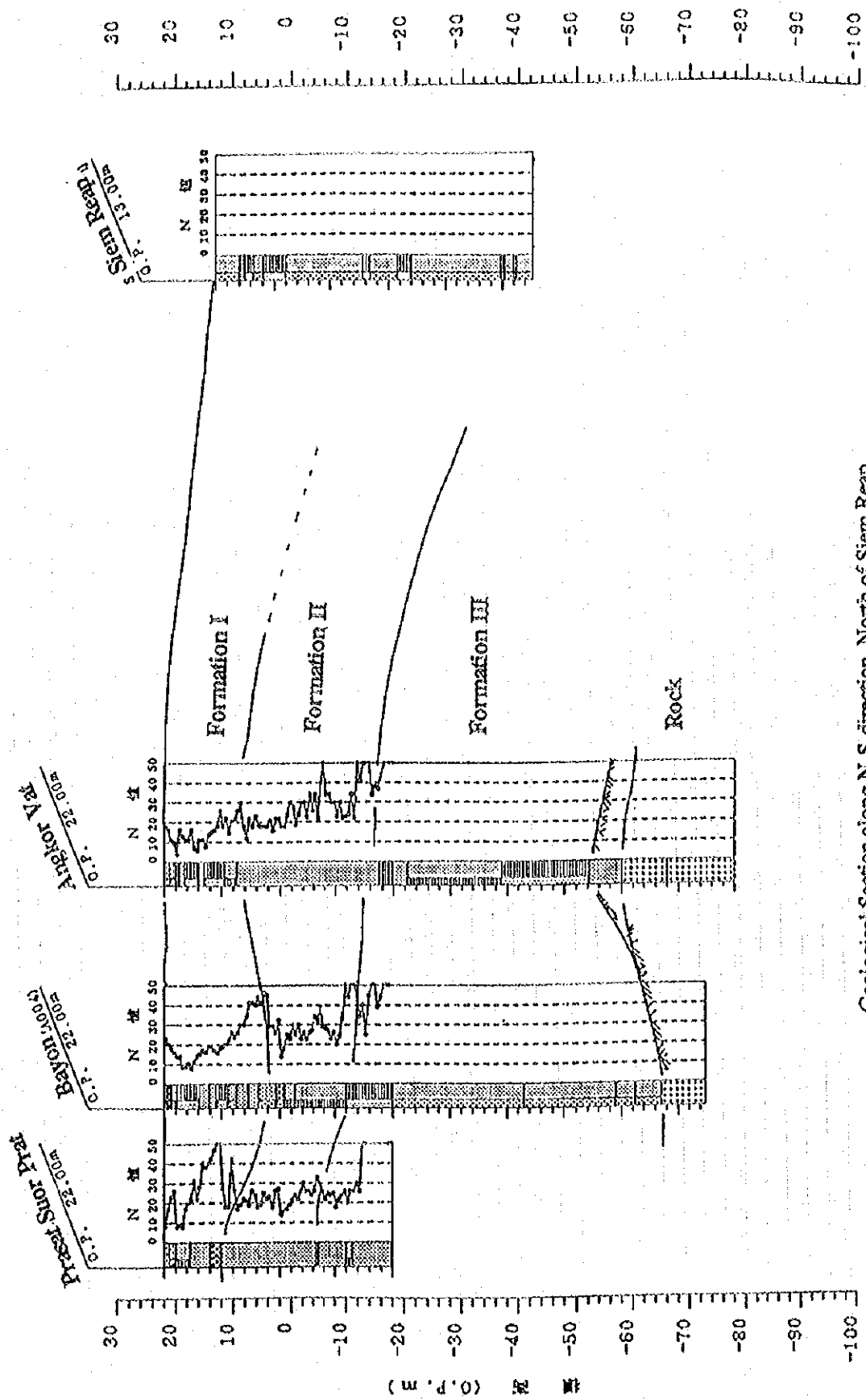


図2-3 ボーリング調査位置図 (JSA)



Geological Section along N-S direction North of Siem Reap

图2-4 南北方向地质断面图 (V S A)

でUNICEF (1995) が穿った深度39.5mと100.5mの2つの井戸、AICF (1994) による深度40.5mのハンドポンプ付の井戸の4本が存在するが、前者の3井戸はいずれも使用されていない。CFDの援助でUNICEF (1995) が穿った深度39.5mと100.5mの井戸は、揚水試験の結果30m³/hrの揚水量が見込まれたが、鉄分が多く、またpH値が低いためシェムリアップ地区の給水用生産井としては破棄されたという経緯がある。この井戸の地質柱状図を図2-5と図2-6に示す。おもに砂と粘土とから成り、2つの有力な帯水層がそれぞれ地下30-36mと94-100.5mに認められる。これらの間の地下66-72mにも帯水層が認められる。上記の4本の井戸の自然水位は3.8mで、観測年月日が明記されていないが、掘削時の水位と判断される。

上記のように、シェムリアップ水道部の生産井ですら動水位など地下水位の定期観測は実施されておらず、UNICEFや各省間地下水データ収集作業部会のデータベースにも、掘削時の水位は記録保存されているが、地下水位の連続観測は実施されていないのが現状である。地下水位の連続観測は、JSAにより、極浅層（スクリーン7-16m）の地下水位のみについて実施されているに過ぎない。

地下水水質に関する系統的な調査はないが、地域住民から聴取によると、場所によって大きな違いがあるという印象を受けた。今年新設された井戸の水質分析結果（タイ国の業者により分析）は次のとおりである。

分析項目	単位	Royal Angkor Hotel (深度40m)	Royal Angkor Hotel (深度78m)	TV station (深度40m)
pH		6.45	4.6	6.0
電気伝導度	microS/cm	101	36	33
総硬度	ppm	40	21	16
全鉄	ppm	0.64	1.02	0.64
塩素	ppm	7.3	5.8	10
硫酸	ppm	5.74	2.01	2.54
マンガン	ppm	0.12	-	-

Adisai Charuratna氏とTran Hong Phu氏によってまとめられたヴィエトナム・ラオス・カンボディアの水理地質図（縮尺1/100万）の調査対象地域の部分を図2-7に示す。それによると、シェムリアップ地区は、砂・礫・シルト・粘土からなる沖積堆積層の帯水層地帯に属する。地下水揚水量のポテンシャルとしては、5-30m³/hrである。トンレサップ湖に近づくにつれ、地下水揚水量のポテンシャルは多くなると判断される。逆に、トンレサップ湖から離れるにつれ、地下水揚水量のポテンシャルは少なくなると判断される。

フランス国の地質調査所（BRGM）により、カンボディア国全土の地下水資源の予察図（縮尺1/50万）が作成されている。

SIEM REAP

ANNEX No 2

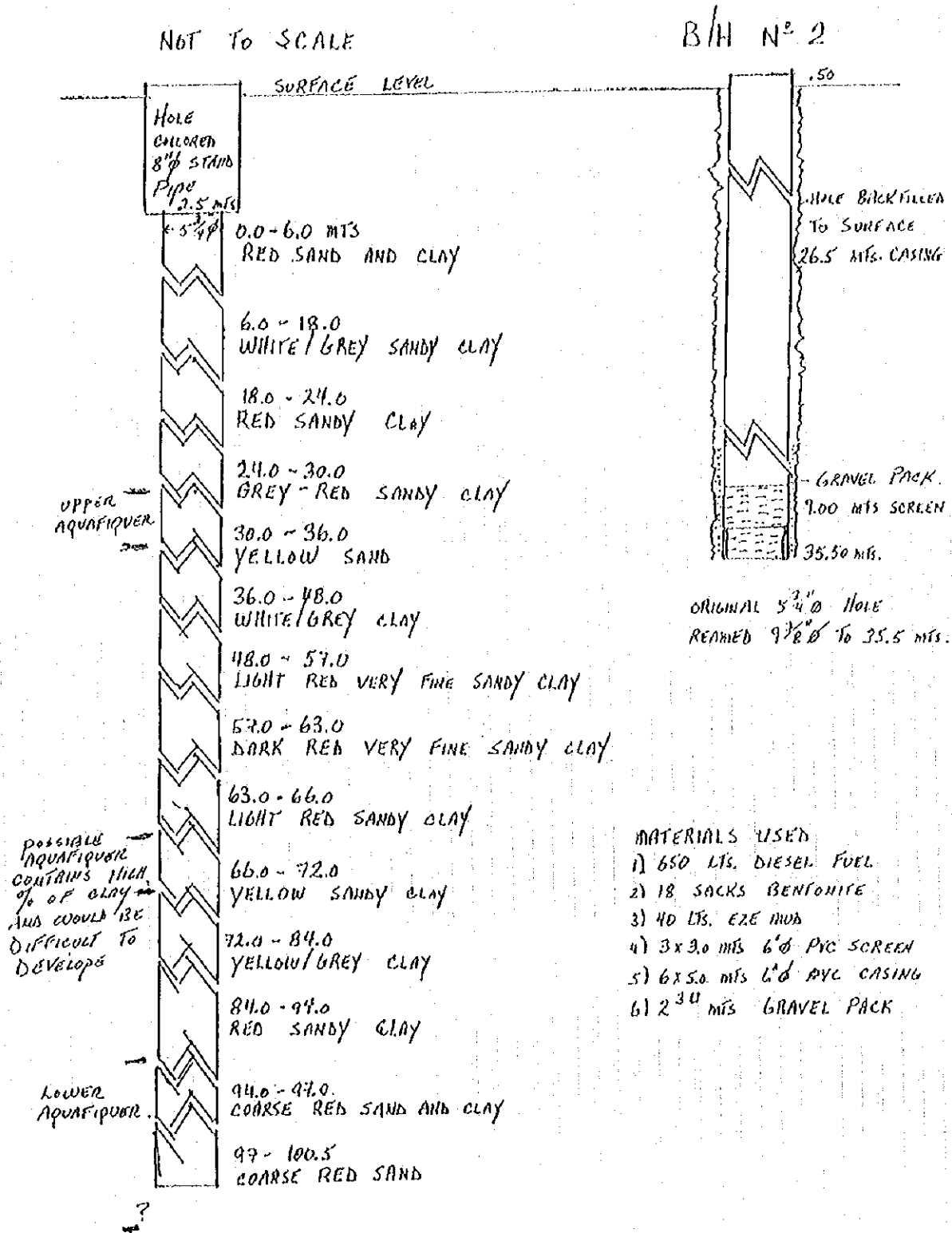
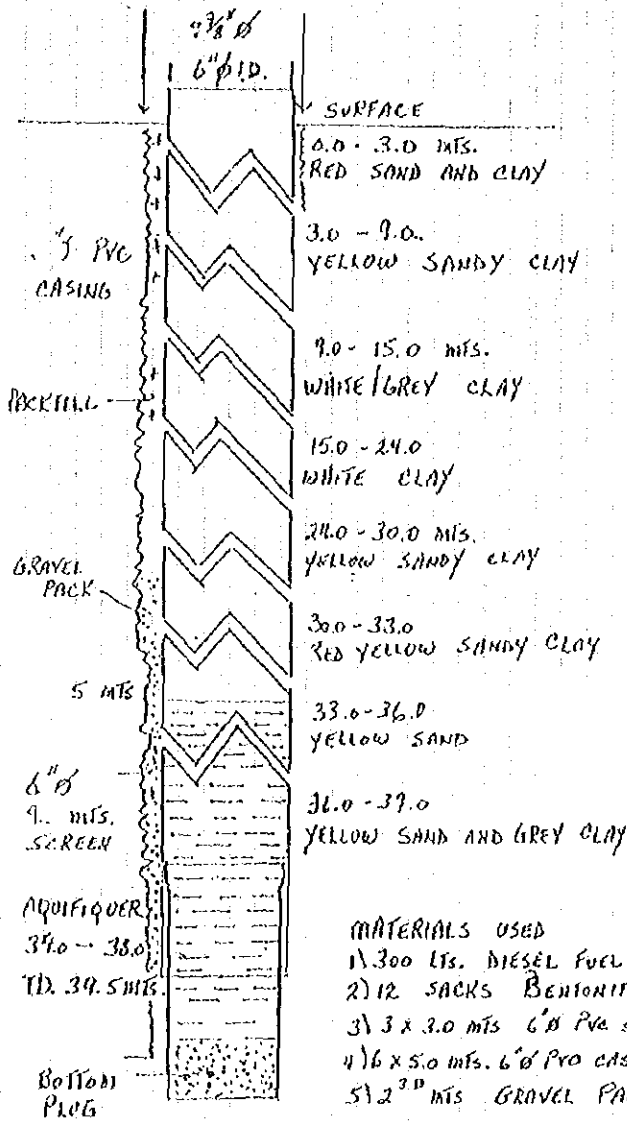


図2-5 地質柱状図その1 (シエムリアップ水道部)

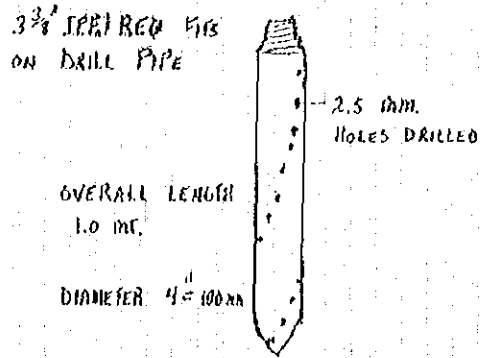
B/H N° 3 GEOLOGICAL STRUCTURE

NOT TO SCALE



- MATERIALS USED
- 1) 300 LIS. DIESEL FUEL
 - 2) 12 SACKS BENTONITE
 - 3) 3 x 3.0 mts 6" PVC SCREEN
 - 4) 6 x 5.0 mts. 6" PVC CASING
 - 5) 2³ mts GRAVEL PACK

JETTING AND DEVELOPMENT TOOL



BOTTOM PLUG

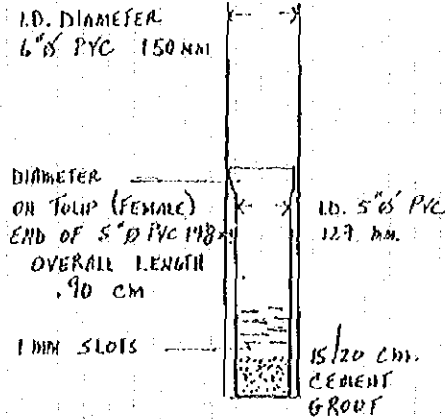
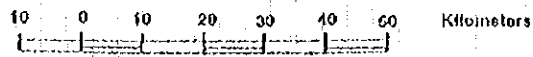
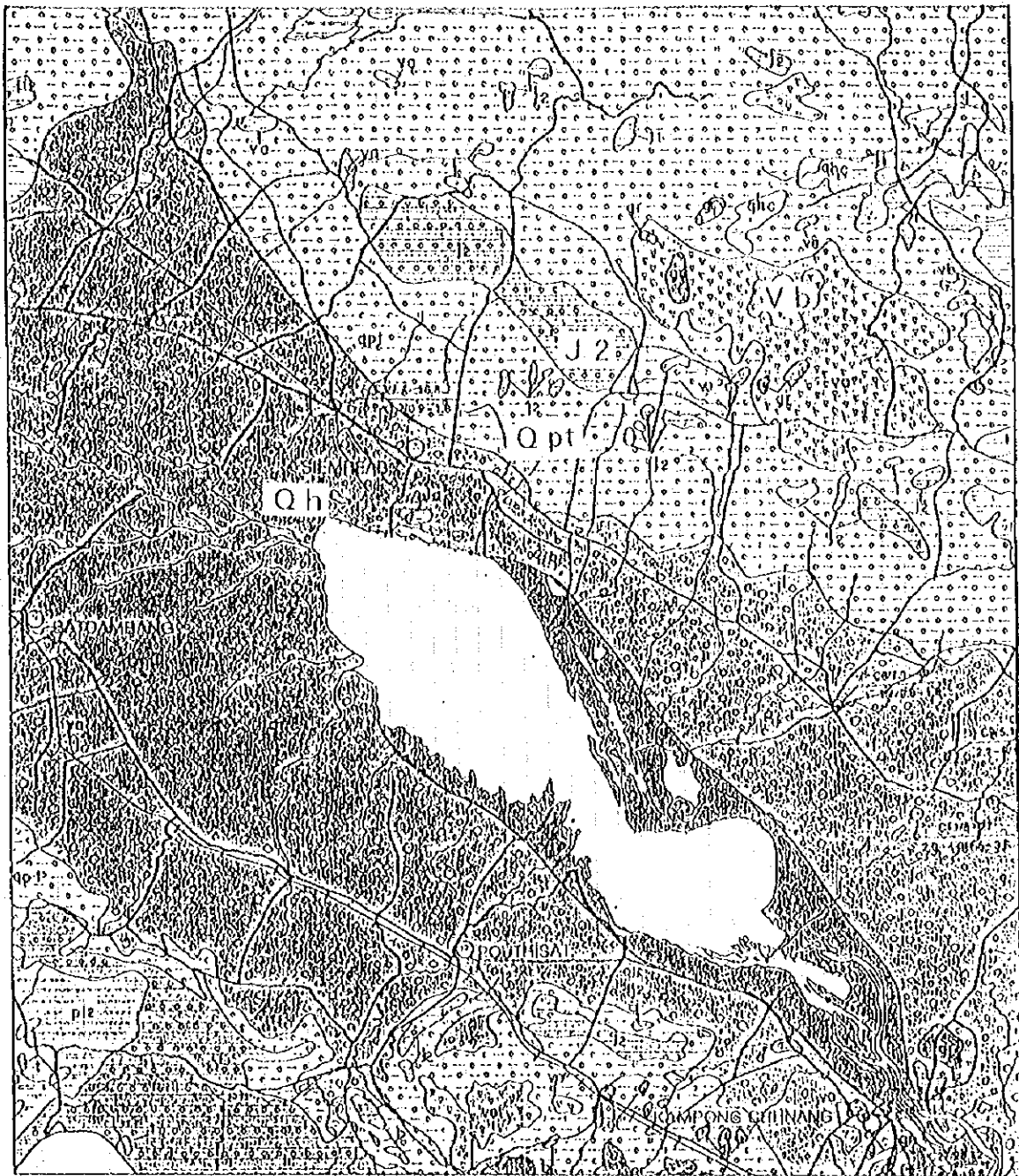


図2-6 地質柱状図その2 (シエムリアップ水道部)



C18/6.5-35 Well group number/depth (m)
 0.2-2.5/1.2-3.6 Static water level (m)/Exploited yield (m³/hr)

- 凡例
- Qh 砂・礫・シルト・粘土からなる沖積層
部分的に区分
 - Qpt 砂・礫・シルト・粘土からなる沖積層
あるいは礫層の埋積層（湖成世・土層第三紀）
部分的に区分
 - J2 礫岩・砂岩・シルト岩・泥岩（土層ジュラ紀）
不透水層・砂層・礫層・亀裂中に帯水層
 - Vb 玄武岩・安山岩・流紋岩（第三紀）
砂層・亀裂中に帯水層

図2-7 水理地質図（1/100万）

しかしながら、シェムリアップ地区の地下水資源のポテンシャルを評価するためには、さらに詳しく調査することによって、縮尺1/5万程度の水理地質図を作成する必要があると判断される。

2-4 社会・経済・生活実態

(1) 社会

シェムリアップ州の人口約60万人（1990）で、16才以上のいわゆる労働人口は25万人（1980）でその内女性は14万人（56%）を占める。シェムリアップ州の労働者のうち農業が90%、商業が2%、公務員が1.5%、軽工業が1%となっている。

シェムリアップ市の人口は1970年には約10,000人に過ぎず、ボルボト政権の都市住民の農村下放政策により1975年には一時ゼロとなった。その後ヴィエトナム国によりボルボト政権が追われ、周辺諸国からの難民の帰還や農村部からの帰還とともに人口は急激に回復し、1992年にUNTAO（国連暫定統治機構）により実施された調査では75,000人になった。人口増加はその後やや落ち着き、1994年には89,600人、15,300家族と推定されている。

(2) 経済

1) 産業

州における主要産業は農業とアンコール遺跡を中心とした観光、トンレサップ湖における内水面漁業である。

第1の産業である農業は耕地面積は1970年には250,000haであったが1991年には170,000haに減少した。主要農作物は稲で、その栽培形態は1) 雨季の水稲、2) 乾季の水稲、3) 焼き畑による陸稲、4) 雨季にトンレサップ湖畔における浮稲の4種類に分けられる。

第2の産業の観光については世界的に有名なアンコール遺跡が中心であり政治情勢の安定化により観光客は年々急増して1995年には21万人を記録した。

その他の産業としては軽工業・商業・サービス業などがある。軽工業には飲料用のボトル水・木材加工・製氷などがある。

2) シェムリアップ市のインフラ

① 道路・橋梁

市内には中心部を国道6号が東西に走っておりこれに直交する州道その他の地方道が多数ある。国道6号の幅員は5~6.5mで市内は舗装されているが市外に出ると舗装の損傷がひどく車の走行速度は極度に落ちる。州道・地方道はアンコール遺跡への道路を除いて舗装されていない。

橋梁の内、シェムリアップ川を渡る国道6号線はコンクリート橋で通行可能である

が、その他の市周辺の国道6号の橋梁の内、内戦で破壊されたまま放置されていて応急修理で供用されているものもある。シエムリアップ川を渡るその他の橋梁はコンクリート橋が1カ所ある外に簡易鋼製トラス橋、木橋等が6橋ある。

②舟 運

市内を南北に流れるシエムリアップ川には堰が2カ所有るため舟の通行は市内ではないが、下流のクロコダイル堰からトンレサップ湖迄は小舟が往来している。シエムリアップ川河口からトンレサップ湖経由でプノンペン市まで雨季の間だけフェリーが運航されている。

③空 港

市中心部から北西約7kmの西バライ貯水池のすぐ南にシエムリアップ空港がある。滑走路延長は1,700m、幅45mで1962年に中国により拡張された。1996年現在で1日6便がプノンペンとの間で運行されている。空港はアンコール遺跡に近接しているため航空機の離着陸時の騒音による振動・排気ガスによる遺跡への影響が心配されている。

④下 水

植民地時代に建設された下水道施設はゴミや土砂などで埋められ現在は全く機能していない。そのため汚水はすべて地下に浸透させるか河川に放流されている。従って、浅井戸は大腸菌などに汚染されている可能性がある。

⑤発 電

発電所は市内の国道6号沿いに1カ所あり旧ソ連援助によるディーゼル発電機4台とフランス国の援助によるディーゼル発電機1台があり発電能力は合計1.7メガワットである。これに対し最大需要は約2メガワットと見積もられており不足している。既設のホテルは自家発電設備を備えて対応している。増設計画はADBによる調査計画は終了したがまだ実施には至っていない。電力料金は0.32\$/kWhである。

(3) 生活実態

1) 医 療

市内にはフランス統治時代の1948年に建てられた州立病院が1カ所あるだけでその他の公・私立病院や個人クリニック等はない。州立病院は1995年にベルギー・オランダの援助により改修されたが、薬品・医療器具が不足し医師も14人しか居ない。患者で最も多いのはマラリアで次いで肺結核が多く、患者数は30～100人/日である。

2) 教育

カンボディア国における学生数の推移は以下のとおりである。

(単位：千人)

	1980	1986	1987	1988	1989	1990	1991
小学生	1,328	1,294	1,279	1,314	1,277	1,330	1,376
中学生	17	327	326	289	227	201	174
高校生	0.6	19	26	35	43	47	53
大学	0.2	1.1	1.4	1.8	2.0	2.4	3.8
その他	1.6	14.6	17.1	20.2	19.0	19.2	20.8
合計	1,347	1,656	1,650	1,660	1,568	1,600	1,628

上の表から分かるように小学生の生徒数はあまり変化していないが、高等学校以上の高等教育は1986年以後着実に増加している。これは政治情勢が落ち着き和平が定着したためであろうと推察される。

3) 世帯構成

ポルポト政権時代とそれに続く内戦期には多数の人々が難民として周辺の国へ逃れていたが1991年のカンボディア和平協定締結以来難民の帰還が始まり平和な家庭生活を送れるようになった。

カンボディア国では一般的に世帯は夫婦と子供で構成されていて男性が家長として一家を支えている。両親が働けなくなった時は一番下の子供(弟または妹)が両親を引き取る習慣がある。農村社会では男性は肉体労働を女性は家事労働を分担しているが、第三次産業の発展と高等教育を受けた女性の増加に伴い女性も都市部で職場に進出しつつある。

長期間の内戦により一家の家長である男性が多数死亡したため寡婦となった未亡人が家庭を切り盛りしている例が多い。

4) 収入

産業別、都市・農村別の月間収入は下表のとおりである。

(単位：リエル/月)

産業	全国	都市部	農村部
第一次産業	87,000	98,000	65,500
第二次産業	96,500	112,600	140,000
第三次産業	127,500	130,500	109,000
全国平均	111,000	114,500	93,500

(1US\$ = 2,500リエル)

上表から分かるように都市部と農村部の格差は、他の東南アジア程大きくはないが、絶対額としては50US\$ / 月足らずで非常に貧しいといえる。

5) 交通機関

公共交通機関としては州政府が運行しているバスがあるだけで運行本数はあまり多く無い。メータータクシーはなく、借り上げ車かバイクタクシーが使われる。市内の交通量はそ

れ程多くなく交通渋滞はまだ無い。

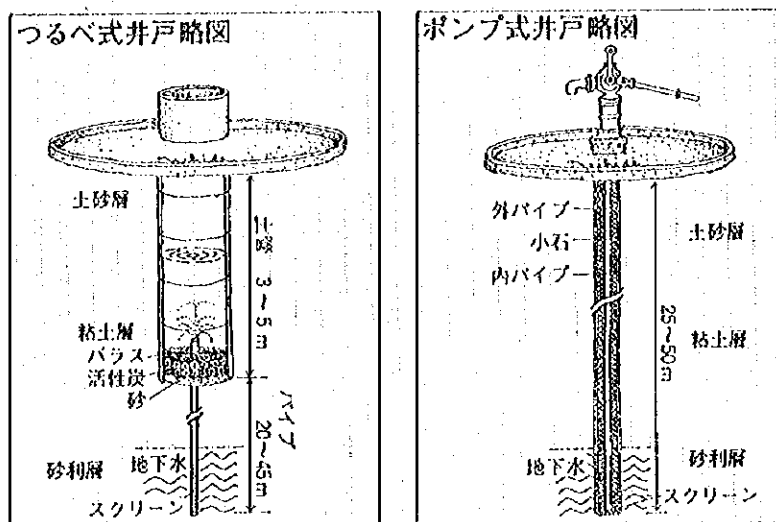
6) ゴミ収集

市内のゴミ収集はシエムリアップDistrict Office (市役所に相当) が担当しているが、実際の収集業務は民間業者に委託されている。収集費用は1戸当たり2,000リエル(約0.8\$) / 月であるが、不払いでもペナルティーが無いいため費用の徴収はうまく機能しておらず赤字である。また有料であるためゴミの不法投棄があちこちで見られる。

7) 生活用水

シエムリアップ水道部が給水を停止したため一般家庭の生活用水は浅井戸・天水・河川水に依存している。しかし浅井戸・河川水は汚染されているため飲料用には適さず、飲料用としてはボトル水を購入している。レストラン・ホテル等は深井戸をそれぞれ掘りポンプで屋上の高架タンクに揚水している。ボトル水工場は市内に7-8カ所あるがいずれも独自の井戸からポンプで揚水し簡易な浄水器で浄水してプラスチック瓶に詰めて販売している。

なお、シエムリアップ市周辺では、日本のNGOである「カンボジアにこころの井戸を贈る会」が井戸の設置を行っている。同会は、東大寺の僧侶である内田弘慈氏を中心とした団体で、以下の図に示すようなつるべ式、ポンプ式の井戸を掘削している。



2-5 シエムリアップ市都市計画マスタープラン

シエムリアップ市都市計画及び観光開発計画マスタープランが1995年にフランス開発金庫(CFD)の資金援助により策定された。これは2010年を最終目標年とし2000年と2005年の各ステージ毎の開発段階を設定している。マスタープランのおもな内容は以下のとおりである。

(1) 人口

都市計画マスタープランではシエムリアップ市の将来人口を以下のように予測している。

西 暦	人 口
2000	83,000
2005	120,000
2010	160,000

しかし1995年には既にシエムリアップ市（シエムリアップDistrict officeの管轄域）で90,000人に達しているが、マスタープランで予測している将来人口の範囲と同一か否かは資料からは不明であるので本格調査でこの点を明確にし、難民の帰還などの社会増も考慮に入れて将来人口の見直しが必要か否か判断すべきである。

(2) 観光開発

都市計画マスタープランで最も重要な計画が観光開発計画であり観光開発計画の中心はアンコール遺跡を見学に来る観光客のための宿泊施設である。マスタープランではホテル建設地は市街地と新たに設定したホテル街に分け、市街地では40室程度までの低料金の小ホテルまたはゲストハウスを主に建設し、ホテル街はシエムリアップ川東岸で国道6号の北側に52haを設定し200～250室の高級ホテル（4スター、5スター）を20軒程度10年間で建設することを提案している。

しかし現実には既に民間資本による開発が始動し始めマスタープランとは無関係にホテルを建設する動きが有り、乱開発になる恐れがあるので開発規制のための法制度の整備とその実施を早急に行う必要がある。

(3) 用途別地域設定

現在の市街地は用途別に6地域に分け、将来の市街地はシエムリアップ川東岸で国道6号線沿いの南側の地域を充て、シエムリアップ川東岸北側はホテル街とゴルフ場用地に充てている。シエムリアップ川西岸の市街地西側は農地として残す。アンコール遺跡南側には遺跡群を開発から守るため東西方向に境界の保護林を残し、シエムリアップ川左右岸それぞれ500mは河川保護区とし観光都市に相応しい水辺の景観を保護する。

(4) その他のインフラ

その他のインフラとして道路・下水・発電などの将来計画を設定しているが、洪水防御については概念的な手法を記述してはあるが具体的な計画はない。上水道については水源はマ

スターブジンでは表流水と地下水を考えているが、短・中期的には地下水を使用する計画である。

2-6 水利用実態

市内及び周辺地域で利用できる水源は天水・井戸・シエムリアップ川である。井戸水の汲み上げにはバケツ・手押しポンプ・電気ポンプが使われている。

ホテルやレストラン等は比較的深い井戸から屋上の高架タンクに揚水し、各部屋へ配水している。飲料用にはボトル水が製造・販売されている。ボトル水は市内に7～8カ所ある工場で簡易な浄水器を使って製造されプラスチック瓶に詰めて販売されている。(環境の現地調査結果の写真参照)

2-7 保健衛生・下水排水

(1) 医療施設

シエムリアップ州唯一の病院である州立病院が市内にあるが医師・薬品・医療器具等すべてが不足している。州立病院のほかには個人クリニックもない。下水・排水施設がなく、井戸水が汚染されているため、下痢などの水系伝染病が多い。病院で使用する水も井戸水を水源としている。

(2) 衛生状況

シエムリアップ川では川沿いの家庭や屋台の調理用具や食器などを洗っていたり水浴したりしているのが見られる。河岸沿いの空き地にはゴミが投棄されていて、環境悪化の原因となっている。下水・排水施設は機能しておらず地下水汚染の原因となっている。

(3) 下水排水施設

下水排水施設は現在全く機能しておらず汚染や雨水は直接河川に放流されるか、地下に浸透させている。このために、浅層の地下水は汚染されているものと考えられ、シエムリアップ川も相当汚染されている。

2-8 アンコール遺跡・修復事業

(1) 遺跡・修復事業

1) UNESCOによるアンコール遺跡・修復事業

UNESCOによるアンコール遺跡・修復事業は次のとおりである。

①第1回アンコール専門家国際会議(1990年6月)

- ②アンコール遺跡群の調査及び遺跡目録の様式の開発
 - ③日本でのアンコール写真展
 - ④気象観測装置の設置
 - ⑤遺跡保存分野でのカンボディア人育成
 - ⑥アンコール保存事務所の修復
 - ⑦アンコール立ち入り禁止地区の設定
 - ⑧区画及び環境管理計画（ZEMP）
 - ⑨アンコール関連文献のコンピュータ化
 - ⑩カンボディア人研修
 - ⑪第2回アンコール専門家国際会議（1991年9月）
 - ⑫アンコール・ワットの本殿部分の構造的安定性の調査
 - ⑬アンコール主要遺跡及び周辺の清掃等
 - ⑭ライ王のテラス修復
 - ⑮プノンペン国立博物館の倉庫の緊急補修
 - ⑯観光案内書の準備
 - ⑰労働力を基盤とする特別公共事業
 - ⑱アンコール資料センター
 - ⑲文化財の違法取り引きへの対抗処置
 - ⑳アンコール遺跡保存に関する東京国際会議（1993年10月）
 - ㉑アンコールと水に関する国際シンポジウム（1995年6月）
- 2) 日本国政府によるアンコール遺跡保存修復事業

日本国政府アンコール遺跡救済チーム（JSA）は次の調査を実施している。

- ①第1次調査（1992年10月）：遺跡の比較調査
- ②第2次調査（1993年1月）：対象遺跡選定資料の入手
- ③第3次調査（1993年12月）：3つの遺跡の事前調査
 - 1. プラサート・スーブラ
 - 2. バイヨン北経蔵
 - 3. アンコールワット外周壁内北経蔵
- ④第4次調査（1994年6-9月）：各分野の専門調査
- ⑤第5次調査（1994年11月-1995年1月）：各分野の専門調査
- ⑥第6次調査（1995年2-4月）：各分野の専門調査
- ⑦第7次調査（1995年7-9月）：専門調査とバイヨン北経蔵解体工事計画の策定
- ⑧第8次調査（1995年11月-1996年1月）：専門調査とバイヨン北経蔵解体準備工事の策定

⑨第9次調査（1996年2-4月）：専門調査とバイヨン北経蔵解体工事の実施

プラサート・スーブラ、バイヨン北経蔵、及びアンコールワット外周壁内北経蔵の石積み構造物としての地盤工学上の問題点として次の点が指摘される。

①沈下、特に建物の基礎の不等沈下がみられる。環濠や池等の水周辺域の建造物の多くは水辺方向に沈下傾斜している。また、建物の集中荷重によって生じたと思われる不等沈下がみられる。

②基礎の大きな変形が認められないのに、上部構造物内部の破壊や屋根構造物の崩壊が認められる。構造物の変形圧縮、あるいは石積み要素の相対的位置ずれが原因と思われる。

これらの問題点を鋭き明かすため、次の調査が実施されている。

①コアボーリング：100m 2孔

②標準貫入試験用ボーリング：40m 3孔

③電気検層：40m 3孔

④現場透水試験；浅層（15mまで）5孔

⑤地下水位観測；浅層（スクリーン7mから16mまで）5孔

⑥沈下観測；地表面と地下2.7mの間の沈下

⑦亀裂計：5台

⑧風向・風速計：1台

⑨土質試験：液性・塑性、含水比、pH、粒度、比重、花粉、珪藻

⑩電気探査：浅層（60mまで）

地下水位計や沈下計が設置されている観測小屋は、遺跡の周辺あるいは内部に設置されている都合上、遺跡の美観上の制約があり、小規模なものである。また、⑤の地下水位計や⑥の沈下計は浅層に設置されており、地下水開発と地盤沈下を解明するためには深層につきも観測を行なう必要があると思われる。

3) 上智大学アジア文化研究所によるアンコール遺跡調査

上智大学アジア文化研究所は、1980年以來19回のアンコール遺跡調査団を派遣し、シエムリアップ州地域社会総合調査、地形・地質調査、地盤工学調査、水環境調査、気象観測等を実施しており、上智大学アジア文化研究所の「カンボジアの文化復興」報告書としてまとめられている。

(2) 遺跡建造物の地盤と石材

1) 建造物の地盤

調査対象のシエムリアップ市周辺の地質・地盤調査は、上智大学アジア文化研究所、J

S A及びA. P. S. A. R. A. により実施されている。

上智大学アジア文化研究所の報告書によれば、地盤を構成する地層としては沖積層Ⅰと沖積層Ⅱとである。遺跡建造物の変状は不等沈下であり、地盤が軟弱であるにもかかわらず、この地盤構造を考慮に入れなかった建設工事の在り方に問題があったとしている。

J S Aの報告書によれば、地盤を構成する地層としては、土性が砂礫等の粗粒の現世堆積最上層と、土性がシルト・粘土等の細粒かつ硬質の自然堆積層とである。

2) 建造物の石材

アンコール遺跡建造物の石材はラテライトと砂岩である。

ラテライトは数100万年程度の風化作用のため、塩基や珪酸が溶脱し、鉄とアルミニウムが残留・富化し、酸化鉄の核や固化した鉄石及び鉄皮殻から構成される鉄集積土壌である。ラテライトの内部構造は球状・魚卵状・同心円状を呈する。ラテライトの土質特性は、水分がある場合は軟弱であり、脱水した場合は固化すると同時に吸湿しなくなり可塑性を失う。この可塑性を失った土壌をラテライト性赤色土と呼んでラテライトと区別している。建造物の石材としてのラテライトは、ポアソン比とヤング率の数値から判断すると、岩体としては変形しにくい、壊れやすい性状を示す。

また、砂岩は白亜紀・ジュラ紀・三畳紀に堆積した層理構造を示す砂岩である。建造物の石材としての砂岩の劣化は、建造物の構造上の問題から生じる劣化と砂岩そのものの風化から生じる劣化とに区別される。前者はせん断亀裂・圧縮亀裂・石材のスライディング現象が含まれ、鱗剝現象・溶解現象・泥土化現象・界面剝離・酸化化合物生成現象が含まれる。

(2) 中央政府における水道行政の現状

中央政府の組織表に示したとおり、1994年9月以降都市給水については鉱工業エネルギー省内の地方給水局が責任を担っている。ただし、プノンペン市については、プノンペン市水道供給公社が独自に行っている。

村落給水については、1993年までは保健省及び農林水産省がその責務を担っていたが、地方開発省の設立により、現在では保健省の援助のもと地方開発省がその責務を負っている。

(3) カンボディア国の水道関連法規・規則等

カンボディア国における、水道事業経営（事業認可、水道技術管理者、供給規定、衛生上の措置等）を規定した法律はない。

カンボディア国が定めた水質基準はなく、WHOガイドラインが基準となっている。プノンペン市水道供給公社の試験室においても薬品不足から、pH、濁度（NTU）、電気伝導度、色度程度の水質試験しか行われていなかった。現在はJICA等の援助により以下の項目の測定が可能となった。

大腸菌、大腸菌群、一般細菌、アルミニウム、臭素、カルシウム、六価クロム、クロム、シアン、銅、塩素、フッ素、鉄、ヨウ素、マンガン、マグネシウム、りん酸、カリウム、珪素、クロム酸ナトリウム、亜鉛、硫酸イオン、硫化物、硝酸、亜硝酸、アンモニア性窒素、二酸化炭素、アルカリ度、溶存酸素、電気伝導度、色度、濁度、総硬度、pH、ろ過残留物、浮遊物質、全溶存物質、遊離残留塩素、結合残留塩素、総残留塩素、塩素要求量、凝集試験

なお、鉱工業エネルギー省地方水道局で水質試験が可能なのは以下のとおりである。

酸度、アルカリ度、アンモニア、臭素、カルシウム、二酸化炭素、塩化物、塩素、溶存酸素、フッ素、鉄、銅、マンガン、硝酸、りん酸、珪素、炭酸ナトリウム、硫酸イオン、硫化物、総硬度、濁度

3-2 カンボディア国における水道事業の現状

カンボディア国では、国外からの援助を期待する優先プロジェクトをまとめた「カンボディア復興開発計画(National Programme for the Rehabilitation and Development of Cambodia: NPRD)」が1994年2月に策定された。これを受け、1年後の1995年2月に「カンボディア復興開発計画の実施(Implementing NPRD)」が策定され、経済の再生、国家行政組織の強化、各セクターにおける重点施策が掲げられた。これら市場経済システムの導入後、最初の5カ年計画として、「第1次社会・経済復興計画(1996～2000:計画省)」が作成され、水道事業に対しても具体的な提言がなされた。

これによると、カンボディア国全体では、総人口の約32%の3,200,000人に、清浄な飲料水

を得る手段がある。その内訳を次に示す。

- ・プノンペンを中心とした首都圏部（人口の約65%≒700,000人）
- ・地方都市及び農村部（州によって開きはあるが5～6%から41～42%程度で平均的には26%≒2,500,000人）

この復興計画による各セクターでの生活用水（飲料水）の供給方策は、以下のとおりである。

(1) 首都圏給水（プノンペン市）

首都の給水については、プノンペン水道供給公社が実施機関となり、先ず、既存施設のリハビリテーションを行うとしている。

給配水システムのリハビリテーションに対してJICA、国際復興開発銀行（IBRD）等による技術的、財政的支援段階であり、プンプレック浄水場のリハビリテーション及び一部の管網整備はJICA、フランス国政府等により行われている。

(2) 地方都市給水及び村落給水

地方都市給水については鉱工業エネルギー省地方給水局が実施機関となり、まず、古い法制度の見直しを行い、そのうえで地方都市給水に対しては、包括的な法体制の構築による法制上の根拠作りが必要であるとしている。

村落給水については地方開発省が行っているが、現在、地方都市及び農村部においては640万人の人々が清浄な水を得る手段がない。これらのうちの2/3の家族は、浅層の井戸（伝統井戸）により生活用水を得ているが、残りの1/3の人々は水質的にも問題がある表流水を使用している。

地方給水局はBattambang及びPursatの水供給システムのリハビリテーションを完了しており、以下の都市のリハビリテーションの融資については、確保済みまたは交渉中である。その都市とは、Siem Reap、Sihanoukville、Kompong Cham、Kampot、Prey Veng、Svay Rieng、Kompong Speu、Takhmao、Kompong Thomの9都市である。この他、Kompong Chhnang、Sisophon、Kopの3都市については既にリハビリ・プロジェクトの準備がなされており、Kampot及びSihanoukvilleについては、観光開発のための水供給システムの拡張が必要とされている。

また、地方都市給水セクターが、給水に対する政府目標を達成できれば、水資源の有効活用がさらに充実するとしている。

第1段階としては、旧施設のリハビリテーションを行い、22都市の中心街において少なくとも15%の人々が十分な給水を受けられるようにする。長期的には水道事業の運営や経営が独自にできる体制を作り、地方都市給水セクターが、WHOの水質基準を満たす十分良質な

飲料水の供給ができる規模と容量を持つことが必要である。それにより、少なくとも地方都市部の70%に供給し、人口が集中している都市部には水を基本とした産業の誘致を行う。地方の残りの30%についても、同様の飲料水供給施設の設置を考える必要がある。

地方開発省は、1996年から2000年の間に農村部の人口は700万人になると見積もっているが、このうちの400万人については清浄な水を取得できるように、新しい水源を開発する計画である。これにより、地方都市及び農村部において清浄な水を得られる人は、26%から65%に増加する。年度別の、水源開発計画は以下のとおりである。

(単位：カ所)

井戸の種類別	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	合計
手掘りの伝統井戸 Hand-dug well	3,000	3,000	3,500	3,500	3,500	16,500
機械掘りの伝統井戸 Dug/drilled well	1,500	1,500	1,750	1,750	1,750	8,250
ハンドポンプ付き浅井戸 Hand pump shallow well	1,500	2,000	2,000	2,000	2,000	9,500
ハンドポンプ付き深井戸 Hand pump deep well	700	750	1,100	1,100	1,100	4,750
合計	6,700	7,250	8,350	8,350	8,350	39,000

3-3 シェムリアップ市における水道事業の現状

(1) シェムリアップ市水道の現状

現在シェムリアップ水道部敷地内には、1936年フランス統治時代に築造された水道施設と1955年にアメリカ国の援助により築造された水道施設及びフランス緊急援助の井戸がある。

1) フランス統治時代の施設

フランス統治時代に築造された施設は、シェムリアップ川から表流水を取水し、フロキユレータを含む浄水施設で浄水し、送水ポンプで高架水槽に送り、この高架水槽から自然流下で配水するものであったが、現在浄水施設は倉庫兼ガードマン詰所となり、高架水槽は消防自動車の給水用として利用されており、水道施設としては長期間機能していない。

2) アメリカ国の援助による施設

アメリカ国の援助により築造された施設は、フランス国が築造した取水施設から約80m上流のシェムリアップ川から表流水を取水し、沈殿・ろ過設備で浄水処理し、浄水池～送水ポンプ～高架水槽から自然流下で配水していた。しかしながら、取水地点より約1km下流に設置された堰（通称クロコダイル堰）の影響により、取水地点付近まで河川水が滞留し水質の汚染が進んだため、1995年3月以降取水を停止し、フランス国の緊急援助による

給水開発を待ちながら現在に至っている。これらの施設のうち浄水池と高架水槽は、フランスの緊急援助で補修されている。

3) フランスの緊急援助

フランスの緊急援助は、30 m^3 /時の井戸を2本、配水管（PVC ϕ 100mm）を約500m、新設水栓を425カ所設置し、さらに既設配水管のリハビリテーションを行い、1日最大1,200 m^3 /日の給水を目指すものであるが、原水のpHが5.2~5.6、鉄分が1.42~1.89mg/lと給水するのに十分な水質が得られていない。このため、浄水施設を設置した場合と深度の深い井戸をさく井する場合とを比較検討し、現在の井戸深度の30~40mから120~150mに変更し再度さく井する計画であるが、本調査時点（1996年9月）までにさく井機械の搬入は行われておらず、給水の目処は立っていない。

4) 現在の給水状況

アメリカ国の援助で築造された水道施設は、2,500 m^3 /日の能力を有していたが、1994年時点での給水状況は、1日2~3時間給水で200 m^3 /日程度であり、給水を停止する直前の1995年当初は、75 m^3 /日（一般用給水栓=160カ所、官公署=17カ所 計177カ所）までに落ち込み、1995年3月以降、水道給水は完全に停止している。

(2) シェムリアップ市における水道事業経営・維持管理体制

1) シェムリアップ水道部の組織

カンボディア国における地方都市給水は、鉱工業エネルギー省が所轄しているが、シェムリアップ市水道事業の運営は、シェムリアップ州組織の中にある鉱工業エネルギー地方事務所内の一機関（州水道部）として行われている。鉱工業エネルギー地方事務所及びシェムリアップ水道部の組織を以下に示す。なお、カッコ内の数字は、員数を表す。

2) シェムリアップ水道部の運営状況

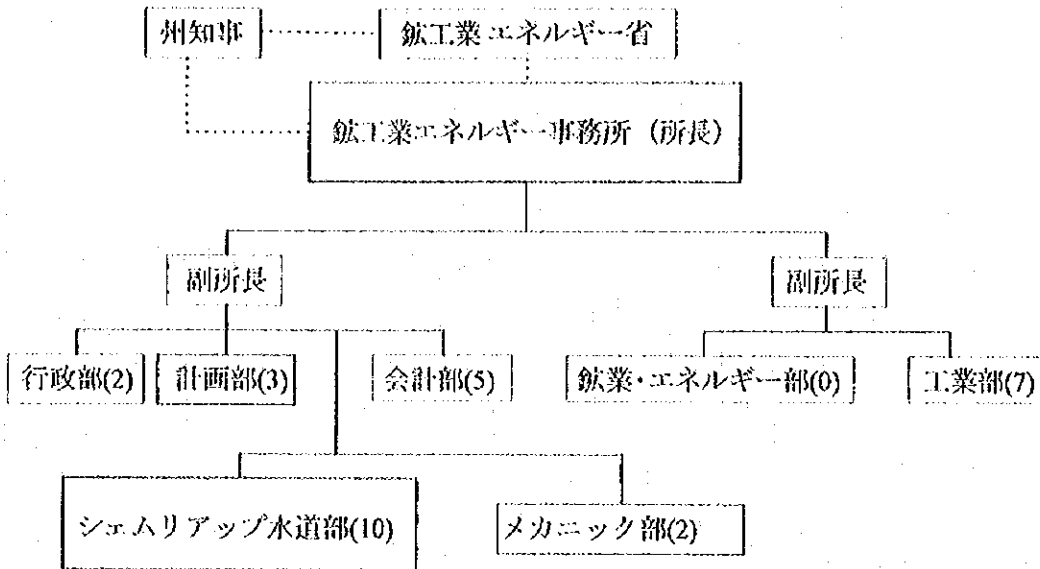
①組織構成及び人員配置状況

組織表に示したとおり、シェムリアップ水道部は、責任者（部長及び副部長）の下に、資機材保管・会計・料金徴収等を担当する業務課5名、浄水・配水を担当する技術課に3名の職員がおり、合計10名で構成されている。

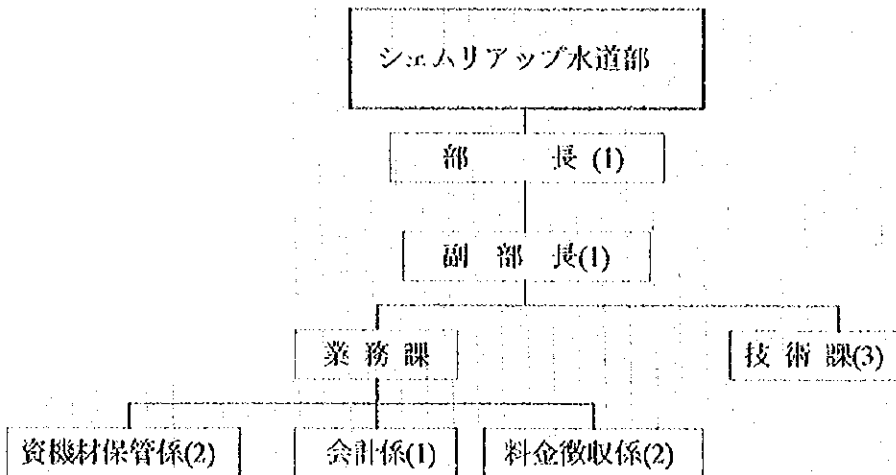
②水道事業の運営状況

シェムリアップ市の水道は前述したとおり1995年3月から休止状態であり、本調査時点（1996年9月）でも運営（給水）されていない。

シエムリアップ州鉱工業エネルギー地方事務所組織図



シエムリアップ水道部組織図



3) 水道事業の経営状況 (1992年～1995年2月)

①水道料金 (1,000リットル=0.4US\$; 1995年)

現在は給水を停止し水道料金は徴収されていないため、これまでの水道料金体系について述べる。

水道料金は1992年までは31.5リットル/㎡であったが、1993年以降は一般家庭用が400リットル/㎡、官公署用が250リットル/㎡となっている。

しかしながら配水圧の高低により使用可能水量が限定されるため、浄水場に近隣した

水圧の高い地域では600ガロン/日/戸（18㎡/月）として7,200ガル/月（＝18㎡/月×400ガル/㎡）、中間の地域においては400ガロン/日/戸（12㎡/月）として4,800ガル/月（＝12㎡/月×400ガル/㎡）、浄水場から離れて水圧の低い地域においては200ガロン/日/戸（6㎡/月）として2,400ガル/月（＝6㎡/月×400ガル/㎡）といった各配水区域ごとの定料金制となっている。

以上のことを見る限り、料金設定自体が低く抑えられている傾向が伺える。シエムリアップ市での聞き取りによると、市街地の住民の支払能力は、最大で1戸当たり15,000ガル/月程度であるが、周辺の農村部においては支払能力はほとんどなく、最大に見積もって1戸当たり300ガル/月程度である。

現在、家庭用井戸の掘削費用は1井当たり100US\$（250,000ガル）程度と言われているが、水質的には鉄分等の含有率が高く飲用には適していない。よって、水道料金の支払能力が大きい、ホテル、レストラン等を考慮した水道事業経営を一つの戦略とし、水量・水質が保証できる水道でなければ、住民の積極的な加入はもとより、水道事業自体の運営も困難な状況である。

②シエムリアップ水道部の事業収支

シエムリアップ水道部の財政収支は以下のとおりであり、資料期間中に水道事業経営が黒字になったことはない。なお、この収支欠損に対する補填は、州政府が行っている。

(単位：ガル)

年 度	収 入	支 出	収 支
1992	4,759,505	14,024,028	△ 9,264,523
1993	9,378,300	21,750,800	△12,372,500
1994	5,697,000	22,841,680	△17,144,680
1995(1,2月のみ)	1,589,000	4,950,000	△ 3,361,000

③1994年決算内訳

シエムリアップ水道部の1994年における決算は以下のとおりで、料金収入は支出の22%（人件費相当）にすぎず、料金収入で水道施設の維持・運営費が賄われていない。

収 支	費 用	金 額 (ガル)
収 入 (料金収入)	[一般用] 高区：3,700ガル/㎡/月×12カ月×41戸＝1,820,400 中区：2,500ガル/㎡/月×12カ月×91戸＝2,730,000 低区：1,300ガル/㎡/月×12カ月×31戸＝483,600	5,034,000
	[官公署] (17カ所)	663,000
収 入 計		5,697,000
支 出	[動力(電力)費：0.32US\$/kwh]	16,104,000
	[人件費]	4,939,000
	[薬品費：塩素及びミョウバン]	1,798,680
支 出 計		22,841,680
収 支		△17,144,680

4) シェリムアップ水道部の水道事業経営能力

①財務・経済的な能力

シェリムアップ水道部が水道事業を運営できない最大の要因は、収支決算書に示したとおり料金収入不足による資金欠如であり、水道部独自の財務・経済的能力は極めて低い。

この最大理由は、長引く内戦により適切な維持管理がなされず、水量的にも水質的にも十分な水を供給できない状態となったためである。長期の内戦は住民経済を疲弊させ、水道料金の支払能力が著しく低下したことにもよる。

また、施設の建設が外国の援助機関等により提供されてきた結果、水道事業会計を犠牲にして、一般住民の支払能力を基準とした料金体系としたため、施設の再建を考慮した減価償却費の積み立てはもとより、維持管理費さえ水道料金設定時に考慮できなかったことによる。

②水道施設の運転及び維持管理能力

シェリムアップ水道部が、運転休止に追い込まれた最大の理由は財政的な問題であるが、公称2,500 m^3 の施設能力（1人100リットル/日として約25,000人分）を有する浄水場の適正な運転及び維持管理を行うには、人員不足や技術的未熟さもあつたと思われる。シェリムアップ水道部の保有資機材はほとんど無く、工具類やスペアパーツ類等全体的に不足している。

3-4 シェリムアップ市における国際機関及び他の援助機関の関連計画・調査等

(1) 国際機関等の援助動向

1) フランス開発金庫（CFD）による緊急プロジェクトの概要

緊急プロジェクトは、4,000人規模で1995年3月に着手され、1996年6月竣功を目指していたが、本調査時点（1996年9月）までには新規の水道供給を開始していない。

このプロジェクトは、前述したとおり現在供給を停止している浄水場に代り、井戸深度30～40mで、1,200 m^3 /日の取水井（30 m^3 /時～2井；20時間運転として600 m^3 /日×2＝1,200 m^3 /日）を設置し、曝気及びろ過により鉄分を除去した後900 m^3 の配水池に貯留後配水する計画であった。また、既設配水管約10kmのリハビリテーションを行い、新たに425個の量水器を設置するものである。しかしながら、浄水施設（ろ過設備）については予算の手当てができなかったため、別途深度の深い井戸を2本再度さく井する計画に変更し、1996年7月にさく井工事を発注しているが、本調査時点（1996年9月）までに井戸掘削機の搬入は行われていない。

2) 国連開発計画 (UNDP) による調査

1992年1月から「カンボディア国地方総合戦略」形成のために、カンボディア国の北西に位置するSiem Reap、Pursat、Battambang、Banteay Meancheyの4州を中心に調査を行っている。この報告書による地方都市の飲料水供給事業戦略は、以下のとおりである。

適時で有効な方法による差し迫った問題に対応するために作戦上重要なことは、国際社会において調和した努力を行うことである。

その際援助においては、各国政府機関や組織がカンボディア国の健康保健、水供給を統括する機関と一緒に行動することが重要である。

この努力を最初にカンボディアの北西地域へ導入・支援・調整することにより、政府機関の支援や、長期開発計画に沿った裨益地域社会への維持管理業務の円滑な引き渡しを含めて、短時間で最も広い地域において安全な飲料水の供給が実現することになる。

(2) フランス開発基金 (CFD) による援助計画「基準都市計画と優先プロジェクト：目標年次2010年」の概要

1) 基準都市計画の目的

このプロジェクトが取り挙げた目的は以下のとおりである。

- ①アンコールのゾーニングと管理に関する1994年5月28日付の王令による「シェムリアップ、アンコール地域の開発を管理し」以下で規定された指示事項に基づき寺院区域を保護すること。
- ②現在のシェムリアップ市における生活の質、建築・都市計画・風景の質を保護すること。
- ③増大する観光客を受け入れるために必要な改修、整備・建築面の要件を最善に克服し、統合すること。
- ④同様に、シェムリアップ市内の考古学的遺跡保存区域内の既存住民の生活条件を改善し、観光、経済、都市計画により流入する新しい住民を、快く受け入れる状況を町に作り出すこと。

2) インフラ (飲料水) 整備計画の概要

- ①計画給水区域：既存の市街地及び新設ホテル区域と特に東部を中心とした拡張地域とする (基本的には全市内)。
- ②給水方法：現在の市街地及びホテル区域は、大規模な浄水場を建設して給水するが、これ以外の特に東部の開発区域については給水区域を1km²程度に区切り給水を行う。このための浄水場規模は、後述のとおりである。

③ 拡張区域の計画給水区域内人口及び計画給水人口 (人)

給水区域内人口：平均人口密度を150人/haとして15,000人

計画給水人口：15,000人×50%=7,500人

④ 用途別水量の予測

一般住民：100ℓ/日/人

⑤ 1日最大給水量 (㎥)

7,500人×100ℓ/日/人×1.33 (損失等を含む) = 1,000㎥/日

(3) フランス開発金庫 (CFD) による優先プロジェクト (ホテル街プロジェクト：目標年次2000年) の概要

1) プロジェクトの概要

浄水場、配水池及び配水管網を含む大規模な水道施設により、現在の市街地及びホテル区域に給水できるシステムを開発する。また、市街地及びホテル街を含めたその近隣拡張区域について、1993年に着手された緊急プロジェクトの見直しを行う。

2) 計画給水区域

現在の市街地、ホテル区域及び近隣拡張区域

3) 用途別水量の予測

① 一般住民：50,000人 (施設の拡張限界：計画人口90,000人に対して55.5%)
×50% (普及率or加入率) ×100ℓ/日/人 = 2,500㎥/日

② 現在の市街地のホテル：250㎥/日

③ 新ホテル街のホテル：750㎥/日

4) 1日最大給水量 (㎥)：(2,500+250)×1.35+750×1.25=4,650㎥/日

5) 水道施設計画の概要

① CASE 1：30㎥/時×2井 (緊急プロジェクト井) = 60㎥/時 = 1,440㎥/日

60㎥/時×3井 (新設) = 180㎥/時 = 4,320㎥/日

合計5,760㎥/日取水し、既存浄水場を拡張して配水・給水を行う。

② CASE 2：60㎥/時×2井 (新設) = 120㎥/時 = 2,880㎥/日

80㎥/時×1井 (新設) = 80㎥/時 = 1,920㎥/日

合計4,800㎥/日取水し、中位の帯水層から取水する2,880㎥/日については既存浄水場を拡張して浄水し、深層地下水の1,920㎥/日については塩素滅菌ユニットで浄水とし、給・配水を行う。

この計画による給水普及率は下記のとおり、

55.5% (施設の拡張限界) × 50% (普及率or加入率) = 27.8%

にしかならないため、本プロジェクトではさらなる水源調査や事業拡張費用、井戸開発、限界等の調査を提言している。

3-5 シェムリアップ市水道事業の問題点

(1) 既存水道施設の問題点

施設の老朽化や財政の逼迫により、現在、水道事業としては全く機能していない。このことは、施設の老朽化ばかりでなく維持管理資金不足や、要員不足がおもな原因であると考えられる。

施設自体は、十分管理されていればその能力に見合う規模の給水は可能であると思われる。しかしながら一番大きな問題は、既存施設でシェムリアップ市全域を給水するだけの規模を有しているかということであるが、放置された既存施設は老朽化が進み、再利用に対しては十分な施設診断を必要としている。

既存施設で再利用が可能と思われるのは、緊急プロジェクトで補修を行った地下配水池（浄水池）と高架水槽程度である。他の施設については老朽化の診断が必要であり、再使用不可能な施設については取り壊し方法を検討する必要がある。

よって、今後水道施設を整備していくうえで、既設の浄水場の拡張による施設整備を行っていくのか、新しい浄水場が必要なのか、あるいは跡地利用をどうするのかなどを十分に検討しなければならない。

(2) 水源開発に伴う問題点

水道水源開発は、その水源種別により水道施設の建設費や維持管理費に大きな影響を与えるため、将来の観光人口や帰還人口及びその他の要因による増加人口等を考慮した計画給水量に十分対応できる能力を有することが必要である。

しかしながら、シェムリアップ市の水道水源開発で最も考慮しなければならないのは、世界的遺産といわれているアンコールワット遺跡への影響であり、水源開発に伴うモニタリング及び水源開発後（給水開始後）のモニタリングが重要である。

生活基盤となる清浄な生活用水を確保することは、人間としての最低限の必要事項ではあるが、貴重な世界的遺産への影響を最小限に抑えた水源開発とすべきであり、特に、地下水の開発については、アンコールワット遺跡の調査を行っている種々の機関と直接意見を交わして計画を遂行すべきである。

(3) 水道施設建設に伴う問題点

水道施設建設に伴う資機材の調達、輸送手段の確保が最も重要となる。また、取水施設、浄水施設、配水施設建設等に伴う用地の取得についても、法的な運用条項の検討を行う必要がある。

カンボディア国において内戦は終結したとは言え、タイ国境を始め内戦の爪痕は随所に残

っており、地雷処理、不発弾処理等の状況を十分に調査し、プロジェクトの安全確保に努めなければならない。

また、水道施設建設に伴う騒音、振動等の工事公告が地域住民や遺跡等に悪い影響を与えないような方策についても検討しなければならない。

(4) 水道事業運営（施設の運転・維持管理等）に関する技術上の問題点

シエムリアップ市の水道事業は現在、休止中であり施設の運転・維持管理に対する技術的な問題は発生していないが、将来計画によっては沈殿・ろ過設備を伴う浄水場の維持管理や、浅層、中層、深層地下水の水量的、水質的管理が必要である。

よって、これらを十分理解できるだけの技術水準や管理・経営能力の向上や適切な人員の配置が必要であり、このためには、人的資源の確保や彼らへの技術移転を考慮した総合的な水道技術教育が必要である。

(5) 水道事業経営に関する財政上の問題

シエムリアップ水道部の会計は、これまでの既存資料の期間内では黒字を計上したことはない。これは、「低廉な水の供給」を第一目的としていたためであり、また、水道料金を徴収し、それを収入源として水道事業を運営するという発想が欠如していたことによる。

このため住民に対しては、「清浄な水」を得るためにはそれなりの対価が必要であること、また、「清浄な水」を得られることによって乳幼児の死亡率が低下することや女性の水汲み労働からの開放によってより充実した生産的活動（現金収入）が可能になることなどに対する啓蒙活動が必要である。

これらの啓蒙活動により、「清浄な水」の取得がいかに重要なことであるかを住民に教育し、水道料金支払の重要性を理解させ、水道当局は適切な料金体系の設定、徴収システムの確立等の組織強化を行い、水道事業の財政的運営がスムーズに行われるようになすべきである。

(6) プロジェクト計画上の問題点

1) 供給計画上の問題点

① 計画給水区域

シエムリアップ水道部の供給区域は、シエムリアップ市中心部の東西0.8km、南北2km程度の極めて狭い範囲である。これ以外の地域に配水管は布設されていない。この地域外の住民のほとんどは、自家用の井戸で生活用水を得ており、生活用水が困窮している状況は伺えない。

ホテル、レストラン等は30～40m程度の井戸で営業用水を確保しており、今後新設されるホテルなども基本的には井戸を設けずとも思われる。

よって、これらの地域住民やホテル、レストラン等を水道事業にどのような形で、どの範囲の地域まで取り込むかが問題である。

②計画給水人口

現在シェムリアップ市は、観光客や帰還兵等により人口が増加している。上水道などインフラ整備が進めば、増加傾向は一層顕著になると思われる。

しかしながら、アンコール等貴重な遺跡を抱えた地域性を考慮すると、大規模な水源開発は困難であり、都市部、準都市部、農村部等に分けた給水計画も考慮すべきである。

③計画給水量

計画給水人口や給水対象（一般住民、ホテル街、官公署等）により計画給水量は大きく違ってくる。よって、適切な計画給水区域や給水人口の設定、給水対象別の適切な原単位の設定を行う必要がある。

2) 水道事業経営上の問題点

水道事業経営を円滑に行うためには、適正な水道料金設定が必要であり、支払能力の低い一般住民は安く、大口需要者はある程度高い料金設定が望ましいが、ホテルなどは自家用の井戸で対応しており、これらに対しては加入促進のための、たとえば地下水汲み上げ規制など法的な措置が必要である。

水道事業経営は基本的には独立採算制で行うもので、能率的な事業経営の下における適正な原価に照らして料金設定を行うべきものであり、安易な低料金設定は水道事業経営を困難とする原因となる。

しかしながら、適正原価の中に人件費、動力費、薬品費等の維持管理費を見込むことは当然であるが、施設再建に伴う減価償却費の積み立てに関しては慎重に取り扱う必要がある。

水道事業の経営部門の組織強化、人材育成も重要である。

第4章 環境予備調査

4-1 環境行政

カンボディア国における環境行政は環境省の所管である。環境省は1993年に設立されたばかりで現在は組織を確立している段階であり、環境保全・保護のための制度や法律も現在各国の援助で整備中である。各国・機関による法制度や組織整備のためのおもな援助プログラムは以下のとおりである。

(1) Environmental Technical Advisory Program

国連UNDPによる援助で環境に関する法律・ガイドラインの素案を作成しており、1996年末には終了する予定である。素案はその後閣僚評議会 (Council of Ministries) へ送られ協議された後立法化されるが、立法化までにはかなり時間がかかるだろうと関係者は一致して見ている。

(2) National Environmental Action Program

USAIDによる援助でシェムリアップ市を中心とした環境対策を立案している。

(3) Strategic Plan for Ministry of Environment

IDRC (International Development Research Center) による援助プログラムでもおもに環境政策の基本戦略を策定している。

(4) Cambodian Environmental Arrangement Program

カナダ国による支援でカンボディアにおける環境調査ガイドラインを策定している。

4-2 環境問題と環境管理制度

(1) シェムリアップ市及びアンコール遺跡における環境問題

現在のシェムリアップ市及びアンコール遺跡における環境問題はホテル群による無秩序な地下水汲み上げ、下水排水施設の欠落によるシェムリアップ川の汚染、地下水汚染、それに不完全なゴミ収集システムのためゴミの不法投棄が絶えないことなどである。これらの点はシェムリアップ市を国際観光都市として発展させるために早急に解決されねばならない問題である。

特に地下水の過剰汲み上げにより将来発生するかも知れない地盤沈下はアンコール遺跡にも影響しかねない問題であり、一旦生じると回復が不可能な現象であるのでその影響の度合

を事前に十分把握して地下水汲み上げ規制が必要か否かの判断を早急に下さねばならない。

(2) 環境管理制度

シエムリアップ市及びアンコール遺跡周辺の5,000km²を対象とした環境対策をユネスコで策定した環境管理計画（ZEMP）があるがカンボディア国政府としてはまだ承認していない。4-1に記したように環境影響調査に関する規定・ガイドライン・審査体制等はまだ未整備であるので本プロジェクトの初期環境調査（IEE）や環境影響評価（EIA）等を実施する時は使用する規定・ガイドライン・審査等については先方政府と十分協議する必要がある。

4-3 スクリーニング、スコーピング、予備的環境評価の結果

スクリーニング、スコーピング結果及びこれらに基づく予備的環境評価をJICAの「開発調査環境配慮ガイドライン（VIII地下水開発・IX上水道）」に従って行った結果を巻末の添付資料4に示す。

本プロジェクトの実施により特に大きな影響が考えられる環境項目（Bランク）は以下の3項目である。

- (1) 水利権・入会権
- (2) 地下水
- (3) 地盤沈下

これらの項目に対する今後の調査方針は添付資料4、表-5に記してある。

第5章 本格調査の基本方針

5-1 本格調査の目的

- (1) シェムリアップ市への給水のための水源開発可能性を調査し、最適な水源を選定する。
- (2) シェムリアップ市の水道に関して、マスタープランを作成する。
- (3) 作成されたマスタープランにおいて選定された優先プロジェクトに関して、フィージビリティスタディを行う。
- (4) 本件調査を通じて、カンボディア国側カウンターパートに技術移転を行う。

5-2 調査対象地域

調査対象地域は、シェムリアップ市及び西バライ貯水池、シェムリアップ川流域とトレンサップ湖の一部を含む地域とする。ただし、シェムリアップ川及びトレンサップ湖は水源開発可能性調査を行う範囲のみとし、概ね東経103度43分～103度59分、北緯13度10分～13度28分の間（シェムリアップ市中心部から約15km圏内）とする。

なお、シェムリアップ市という行政主体は存在せず、農村部も含まれるシェムリアップディストリクトのうち市街化された部分をシェムリアップ市と通称している。

5-3 基本方針と留意点

(1) 基本方針

- 1) 本件調査では、水道計画のM/P策定に先立ち、水源の選定を行うために十分な期間をとって水文観測を含む実査を行う。特に現在既に無秩序に進められている地下水利用がアンコール遺跡に与える影響を慎重に評価する必要があり、そのために関係機関を説得するに足る基礎データを収集し、論理的な考察を加える。
- 2) 調査対象地域では、これまでにフランス開発金庫（CFD）の資金援助により都市計画マスタープランの策定、水道緊急プロジェクトが行われているほか、アンコール遺跡の保存・修復に日本を初めとする複数の国の協力が行われている。本格調査においては、これら関係機関との情報交換を十分に行いつつ開発計画を策定する。特に遺跡保存との関係は極めてセンシティブであるため、日本の遺跡保存・修復チームである上智大学アジア文化研究所と日本国政府アンコール遺跡救済チーム（JSA）、及びユネスコに対しては十分な情報提供を行うと共に、日本の2チームに関しては必要に応じて作業監理委員会へのオブザーバー参加を依頼する。

- 3) 水道計画の策定にあたっては、都市計画マスタープランの具体化状況や水道緊急プロジェクトの進捗状況に十分留意し、それらを計画内容に反映させる。
- 4) 休止する以前のシェムリアップ市の水道は赤字を州財政から補填するという経営体質であり、水道事業の独立採算的な経営は全くなされていなかった。また、州水道部の人材も限られている。このような状況を改善し、持続的な水道経営を行っていくための組織計画、維持管理計画、財務計画等を立案する。また、そのために支払い能力の高いホテル、レストラン等の観光収入が期待できる施設や大口需要者への給水を事業の中にもどのように取り込んでいくかという点について、十分な考察を加える。

(2) 留意点

開発調査を行うに当たって、カンボディア国シェムリアップ地域の特殊性を考慮して次のような留意点が考えられる。

- 1) 観光都市開発と自然・文化遺産保護の調和のうえに計画が進められなければならない。特に地下水が水道水源として有力視されてはいるが、アンコール遺跡への影響も考慮して、代替案の調査も進める必要がある。
- 2) 内戦の結果などで、地下水・水文地質の長期観測データ、基礎資料が不足しており、マスタープラン策定のためには、時間をかけた基礎調査が必要である。また、それら調査データは、他の分野にも十分利用できるよう整理、保存する必要がある。これらデータは長期的に収集されることに意義があり、調査終了後も継続してカウンターパート機関がモニタリングできるような配慮が必要であろう。
- 3) 水資源の利用については、アンコール時代の水利用に学ぶといった発想や、アンコール時代に造られた、西・東バライ貯水池の改修利用計画があり、地元民の水の利用・思想には十分配慮する必要がある。
- 4) 様々な援助機関がシェムリアップ地域開発・アンコール遺跡保護に関係しており、それら機関との調整・情報交換・意見交換が重要である。ただし、カンボディア国側も必ず巻き込んだ調整であること。
- 5) カウンターパート機関の組織力、技術力が弱いので技術移転には十分その特殊性を配慮すること。
- 6) 水道計画は都市計画に基づいて作成されるのが一般的だが、シェムリアップ市の場合、既存計画どおりに現状が進んでいるとは限らず、カンボディア国の政策の動向、現状の発展の仕方なども注意深く調査し、計画に反映させる必要がある。
- 7) 水道計画はシェムリアップ水道部が維持管理可能な施設計画を目指し、独立採算性の取れる組織、財政、経営計画についても、十分な検討が必要である。

- 8) 市行政区域が不明確であり、都市給水としての範囲の絞り込みは十分な現地調査のうえ、維持管理も考えて決定させなければならない。
- 9) 上水道整備後の排水計画も考慮されなければならない。
- 10) 維持管理を担う技術者、組織指導者の育成が今後の援助課題となるだろう。
- 11) 住民に対する水利用、料金支払い義務、衛生教育等の啓蒙活動の必要性がある。
- 12) 安全対策については、州政府が最大限の協力を約束しており、事前調査期間中、特に問題はなかったが、地雷やポルポト派の襲撃などの危険からカンボディア国全土が解除されているわけではないので、開発調査に当たっては十分な情報収集、情報の更新、本格調査団の細心の注意、場所によっては警備依頼など十二分に対応をする必要がある。

5-4 調査項目

(1) フェーズⅠ 水源開発可能性調査

- 1) 既存資料収集・整理・分析
- 2) 都市計画・観光開発計画レビュー
- 3) 現地踏査（地形、地質、水文、地下水利用現況、既存水道施設）
- 4) 表流水源調査
 - 河川縦横断測量
 - 貯水池断面測量
 - 水位・流量・水質継続観測（全調査期間を通じて実施）
- 5) 地下水調査
 - 航空写真判読
 - 既存井水位観測（全調査期間を通じて実施）
 - 井戸台帳作成
 - 地盤沈下の有無に関する調査
 - 物理探査
 - 水質分析
 - コアボーリング（地質層序の把握、地質各層の性状把握、土質サンプリング）
 - 室内土質試験
 - 試掘調査（帯水層の性状、地下水モデルのための諸係数を把握）
 - 地盤沈下計設置
 - 地下水位・水質継続観測（全調査期間を通じて実施）
 - 水収支解析
 - 水理地質図作成

地下水・地盤沈下モデル作成、シミュレーション

- 6) 住民意識・水利用実態調査
- 7) 社会分析
- 8) 水源開発可能性総合評価

(2) フェーズII マスタープランの策定

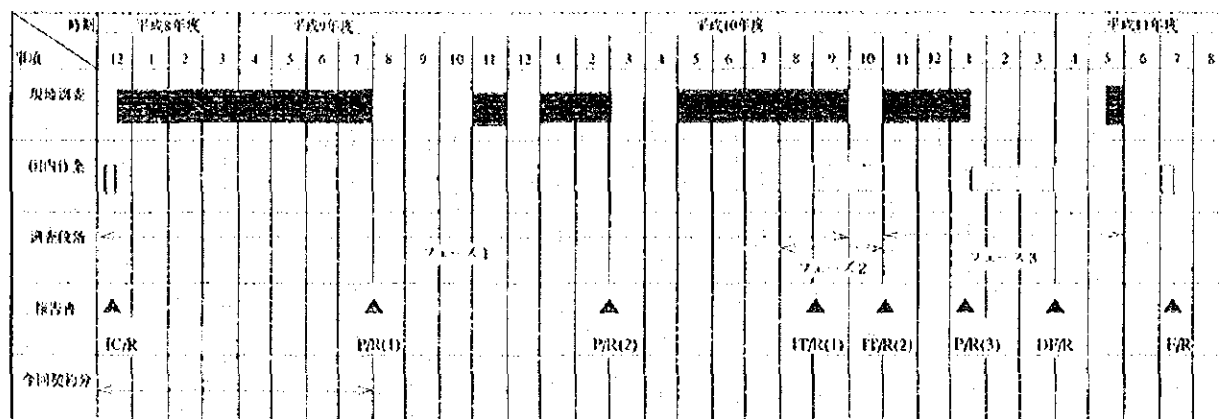
- 1) 計画諸元策定、水需要予測
- 2) 水道計画M/P作成(水源開発計画、概略施設計画、維持管理・組織計画、事業費概算、財務計画)
- 3) 下水対策将来計画提言
- 4) 事業実施計画策定
- 5) 初期環境調査
- 6) M/P評価
- 7) F/S対象プロジェクト選定

(3) フェーズIII 優先プロジェクトのフィージビリティスタディー

- 1) 計画諸元策定
- 2) 補足調査
- 3) 優先プロジェクトにかかる計画策定(水源開発計画、施設概略設計、資機材調達計画、維持管理・組織計画、事業費積算、財務計画)
- 4) 施工計画
- 5) EIA
- 6) 事業評価
- 7) 事業実施計画

5-5 調査工程

調査工程は、S/Wで合意したとおり、全体で約40カ月とする。全体調査工程は次のとおりである。



5-6 調査団構成

調査団は、概ね以下の要員により形成する。

- (1) 総括／水道計画
- (2) 水理地質／土地
- (3) 水文／水質
- (4) 物理探査
- (5) ボーリング
- (6) 測量
- (7) 地下水・地盤沈下モデル
- (8) 水道施設計画
- (9) 水道事業運営
- (10) 施工計画／積算
- (11) 経済／財務分析
- (12) 社会分析／環境

5-7 調査実施体制

カウンターパート機関は、鉱工業エネルギー省地方給水局である。同局には、ドイツ人専門家がアドバイザーとして入っているほか、ADB等のドナーの支援によるプロジェクトが進行中であり、事業実施体制を整えつつあるところである。しかし、その財政は非常に厳しい状況にあるとみられるため、配慮が必要と思われる。

計画策定は本省地方給水局がおもに担当しているが、シエムリアップでの実査や事業化後の維持管理は州水道部の技術者が中心になって行う必要があるため、カウンターパートは、地方給水局のほか、シエムリアップ州水道部やシエムリアップ州鉱工業エネルギー地方事務所からも適切な人員を配置するべきである。特にシエムリアップで行われる水文データの継続観測を担当するカウンターパートを確保するとともに、十分な技術移転をはかる必要がある。

また、S/W協議の席上において、関係機関との調整が重要である旨が合意された。インセプションレポート協議時に、具体的な方法について合意を図る必要がある。

5-8 調査用資機材

調達が必要となるおもな調査用資機材は、概ね以下のとおりである。

- 1) 車輛 (4WDワゴン、4WDピックアップトラック)
- 2) 航空写真
- 3) 携帯川水位計
- 4) 流速計
- 5) 量水標
- 6) 簡易水質分析器
- 7) 電気探査装置
- 8) 物理探査用消耗品
- 9) トランシーバー
- 10) 反射実体鏡
- 11) ポータブルGPS
- 12) 地盤沈下計・自記記録式水位計
- 13) 無線機 (短波、VHF)
- 14) 事務機 (パソコン、ソフトウェア、プリンター、コピー機、ファクシミリ、携帯電話、机、椅子、エアコン、本棚、スタンドライト)

なお、井戸掘削機材、検層機材、エアリフト機材、揚水試験機材は再委託業者に用意させるのが妥当であると思われる。

本件開発調査に必要な資機材については、可能な限り現地調達を行うものとする。しかしながら、現地調達が不可能な資機材、もしくは品質や仕様が現地調達の資機材では不適合な資機材、及び流通の面で早急な供給が見込めない資機材については、円滑な開発調査実施の妨げとなりうるため、日本もしくは第3国からの調達を行うものとする。

現地調査により資機材の市場流通状況が明らかになった。おもな資機材の調達先を次表に示す。

	現地調査が可能な資機材	日本もしくは第3国調達が必要な資機材
掘削・観測井 建設工事	砂利、砂、セメント、鉄筋、	ケーシング、スクリーン、電気検層器、揚水試験用水中ポンプ、揚水試験用ノッチ、セントラライザー、スライドケース管等
地下水位・地盤 沈下観測		自記地下水位計、自記沈下計、データロガー、ソフト、無停電電源装置
地下水一斉観測		携帯用水位計、携帯用水質計、採水器、採水容器
建設工事	レンガ、タイル、ペンキ、ガラス	鉄骨材、金属金具、防水材料、スレート、天井ボード
通信	電話、携帯電話、トランシーバー・レシーバー型携帯通信機、Fax、Fax-modem、コピー機、パソコン、レーザープリンター、パソコン用一般ソフト	INMARSAT、短波無線器
車輛	4WDジープ、4WDピックアップ	

なお、航空写真は1992年2月に撮影された2万5千分の一縮尺のものが入手可能である。ネガフィルムはプノンペンにあるメコン委員会が管理しており、同委員会の許可を取得したあとフィンランドの航空写真測量会社であるF INNMARのプノンペン事務所に作成を依頼する。

また、JICAが平成9(1997)年1月より開始する予定の「カンボディア国シェムリアップ州及びアンコール遺跡公園地形図作成計画」(社会開発調査第1課所掌)が遺跡公園の航空写真を撮影する予定であり、シェムリアップ市街地の写真も撮影するよう依頼しているところである。撮影時期は平成9(1997)年1月～2月頃と思われ、現在の市街地の広がり把握する上で貴重な資料として利用できるものと期待される。

5-9 ローカルコンサルタント

パリ和平協定調印・停戦監視、カンボディア暫定統治機構(UNTAC)の設立と選挙、1993年9月には新憲法が採択されカンボディア王国が正式に成立した。非合法化されたポルポトとの紛争は政治問題のみならず、社会経済面からもカンボディア国にとって大きな課題となっている。カンボディア国の国会議員や官僚も連立政権を形成していながら、一方ではライバル関係にあるFUNCINPEC及びCPPに属しており、行政機関も一枚岩でなく、行政が円滑に進められないことがままあると言われている。首都プノンペンにおける経済状態は最近

とみに改善してきているが、地方のそれはいまだ十分とはいえない。

建設コンサルタントや測量コンサルタントなどの数は少なく、経験年数も浅いと言わざるを得ない状況である。1993年まで営業を中断しざるを得なかったが、古くは1950年代に設立された総合コンサルタント会社も存在する。

(1) 掘削業者

本件調査地域において最近3年間で実績を有する掘削業者は、UNICEFやNGO以外で、タイ国の業者のみのSAHABARDALとSIAM TONEの2社である(表5-1)。

表5-1に示したように、前者のSAHABARDAL社は3台の掘削機(INGASOLLRAND1台、タイ製2台)を有する総従業員10名程度の小さな会社である。フランスのCFDの援助で、今年シェムリアップ水道部の敷地内に、深度120-150mの調査井2本と深度120mの生産井2本を新設することになっている。

表5-1に示したように、後者のSIAM TONE社は1989年に設立された掘削会社であり、総従業員が約250名で、技師20名と技師補30名を有し、コアボーリング用掘削機20台と水井戸用掘削機5台を所有する。日本の開発調査でバンコクにおける地盤沈下観測井を掘削した実績がある。シェムリアップ周辺においては、JSAの調査で、深度100mのコアボーリング2本と深度40mの標準貫入試験用ボーリング3本を、1995年の乾季に行った実績がある。また同地で1996年にもホテルやテレビ局の生産井を掘削した実績もある。その他、最近5年間で合計138のプロジェクトを実施した実績もある。

(2) 測量業者

現地再委託可能な測量コンサルタントはKHAOU CHULYとPISNOKA INTERNATIONALの2社である(表5-2)。

表5-2に示したように、前者のKHAOU CHULY社は1955年に設立された建設会社であり、総従業員が約450名で、子会社として測量コンサルタント、建設資材のメーカー、土地開発や旅行・レジャー等を傘下に治めている。日本の前田建設のサブコントラクターとして国道6号線(6A)のリハビリテーションを実施した実績がある。その他、1993年以降合計17のプロジェクトを実施した実績もある。

表5-2に示したように、後者のPISNOKA INTERNATIONAL社は建設と測量を主たる業務とする会社であり、測量業務には5チームが編成できるということであった。日本の大林組とともに建設プロジェクトを行い実績を積んだ。その後、オリエンタルコンサルタントの国道6号線及び7号線の測量を行った実績もある。その他、フランス国のGTMのポチエントン空港の測量を行った実績もある。

表5-1 掘削業者

項目	得意1	得意2 (順位)	A 社	B 社
会社概要	社名	経理2 (順位)	Saebangdaï Co.ltd	Siam Ione Co.ltd
	社名		Sweet Sapiman	M. Yamada
	本社住所		112/206 Phangwangbencha, Tambon Taled, Amphoc Kung, Muhasarakham 4000	5/15 Moo 6 (km 1.5) Bangna-Trad, Bangchalong, Banglee, Samutprakurn, Bangkok, 10540
	電話番号		(0-43) 711246, 721038	662-312-3281-3299
	FAX番号		01-2236836	662-312-3304
	設立年月日		1991年	1989年1月
	資本金		100万Baht	5000万Baht
	前年売上高		1500万Baht	4,9356万Baht
従業員	総従業員	人	17	250
	技師	人	1	20
	技師補	人	1	30
	助手	人	15	200
保有資機材	掘削機(エアボリング)	所有総数(台)	1	20
	メーカー名		ENGASOLLAND 1台	1989年から
	年次		1985年	1式
	最大掘削深さ		300m	600m
保有資機材	掘削機(水井戸用)	所有総数(台)	1	5
	メーカー名		ENGASOLLAND 1台	1989年から
	年次		1985年	1式
	最大掘削深さ		300m	600m
	所有総数(台)		1	20
	メーカー名		Gardner Denver	1989年から
	年次		1985年	58kg/cm ²
	最大吐出量・圧力		50kg/cm ²	2
	検察器			070
	メーカー名		3tons 1台	3tons 4台
	トラック(トン・台)			
	ランドリール			
	KVA (台)			40KVA unit
	水位器		2	10
	水圧ポンプ		2	10
	掘削機(バルブ型含む)		every types	every types
	m			67000m ²
過去5年の実績	掘削機(エアボリング)	2 for coring and 27 for water well		138 for coring and 145 for water well
	掘削機(水井戸用)	107		250
	掘削深さ(最大)	200m		700m
	掘削深さ(平均)	40m		500m
	設備金額/5年間			

表5-2 測量業者

項目	社名	社名	社名	社名
	社名	社名	社名	社名
会社概要	KHAOU CHULY Co.Ltd	PISNOKA INTERNATIONAL CORPORATION		
	社長 Mr. Khaou Chuly	社長 Mr. Kech My		
	本社住所 #13, St 306, Boeng Keng Kangl, Khan Chamcar Mon, Phnom Penh	本社住所 #51, St 322, Boeng Keng Kangl, Khan Chamcar Mon, Phnom Penh		
	電話番号 855-18-810891, 23-428080	電話番号 855-15-918309, 15-911636		
	FAX番号 855-23-427036	FAX番号 855-23-362858		
	設立年月日 1955年			
	資本金 58万US\$			
	前年売上高			
従業員	総従業員 約450名			
	技師数 6 (project managers)		5 engineers, 2 architects	
	技師補数 6 (assistant project managers)		2	
	助手数 129			
	(7 supervisors, 25 foremen and others)			
測量保有資機材	トータルステーション TOPCON GTS-701, GTS-201D	トータルステーション TOPCON GTS-302, GTS-303, GTS-702		
	レベル TOPCON AT-G1	レベル TOPCON		
	レーザレベル TOPCON RL-E/HDB			
過去5年の実績	プロジェクト数 17	プロジェクト数 8		
	測量規模 国道6号線、空港、病院、学校等	測量規模 国道1号線と6号線、空港		
	総負金額 5208万US\$ (1993年以降)			
諸負単位	別紙参照	別紙参照		

(3) 水質分析と業者

想定される水質分析の再委託業務は次のとおりである。

水質分析項目は、色度、pH、温度、電気伝導度、全硬度、TDS、NO₃イオン、NO₂イオン、NH₄イオン、SO₄イオン、Mnイオン、Feイオン、Clイオン、CO₃イオン、HCO₃イオン、Caイオン、Mgイオン、Naイオン、Kイオン、シリカ、一般細菌、及び大腸菌群である。

カンボディア国において信頼のおける水質分析施設としては、プノンペン市水道供給公社の実験室がある。しかしながら、ナトリウムイオンは分析できない。

従って、タイの信頼のおける水質分析施設を再委託先と考えるのが最良と判断される。ただし、ナトリウムイオン、亜硝酸イオン及び硝酸イオンをも同時に分析できる水質分析施設はカンボディア国にはないため、分析業務を分散して行うよりはタイ国の掘削業者に委託して実施する方がより良いと判断される。

(4) 住民意識・水利用実態調査

現地再委託可能なコンサルタントはKHAOU CHULYとPISNOKA INTERNATIONALの2社である(表5-2)。

(5) 環境調査業者

カンボディア国には環境調査を実施できるコンサルタントはまだないが、環境の現状調査にはプノンペン大学・環境省・ユネスコのプノンペン事務所等に協力を求めるのが良い。またIEEやEIAの実施について以下のタイ国のコンサルタントが関心を持っている。

- 1) S. P. S. CONSULTING SERVICE CO., LTD.
1418/33 PHAHOLYOTHIN RD., LADYAO CHIATUCHAR
BANGKOK 10900
Tel 513-4221, 939-4370
- 2) TESCO CO., LTD.
21/13-14 SUKHUMVIT SOI 18, KHONG TEOI,
PRA KHA NONG, BANGKOK
Tel 258-1320, 259-6573
- 3) SOUTHEAST ASIA TECHNOLOGY CO., LTD.
Tel 392-2711