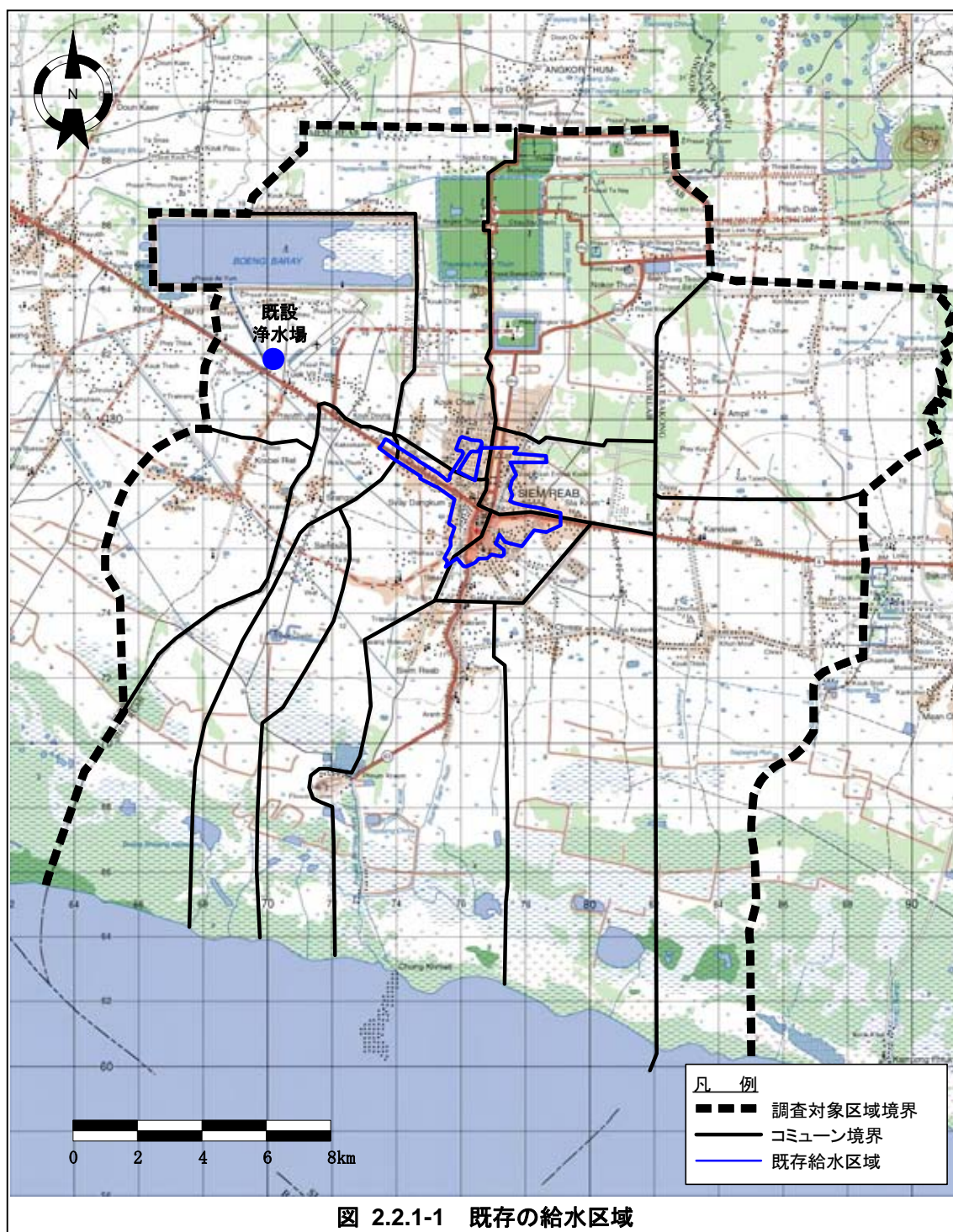


## 2.2 シェムリアップ市の上水道の現状と課題

### 2.2.1 上水道事業の現状

現在のシェムリアップ市の給水区域は図 2.2.1-1 に示すように、市内のほんの中心地をカバーしているにすぎない。



シェムリアップ市は 10 コミューンにより構成されていたが (Siem Reap District)、2009 年 1 月 22 日にシェムリアップ市 (Siem Reap City) として既存の 10 コミューンに周辺の 3 コミューンを加えた

13のコミュニティで構成するとの公式発表があった。なお、F/S調査の対象区域は、この13コミュニティにさらに東側の1コミュニティを加えた14コミュニティとなっている。

現在の給水区域は調査対象区域14コミュニティの内4コミュニティのみに主に給水されており、表2.2.1-1に示すように、その給水率はほんの16%である。表内の人口は現在の給水区域である4コミュニティの人口であり、シェムリアップ市の全人口（シェムリアップ州都市部）は2008年のセンサスの中間報告結果では172,843人となっている。この人口がシェムリアップ市の人口とした場合は、給水率は、13%にしかすぎない。既存の浄水場は2006年3月より運転を開始し、それに伴い2006年より急激に給水人口が増加し、給水栓数も増加しているのがわかる。

**表 2.2.1-1 上水道事業の現状**

項目	2005年	2006年	2007年	2008年
人口	96,242	104,919	113,597	137,453
給水人口	5,346	10,065	19,113	22,382
給水率	5.6%	9.6%	16.8%	16.3%
給水栓数	972	1,830	3,475	4,353
家庭用	935	1,706	3,279	3,837
観光施設	37	99	170	489
公共施設	-	25	26	27

(出典：SRWSA)

## 2.2.2 上水道施設の現状

### (1) 取水施設

我が国の無償資金協力により整備された既存の上水道システムの水源は地下水を利用したシステムとなっている。以前、1930年代以降の旧浄水場（1,440m<sup>3</sup>/日）はシェムリアップ川から取水していたが、1995年にフランスの援助により施設の更新を開始した際に地下水を原水とするシステムに変更した。この浄水場は新フランスシステムと呼ばれ、1999年より運転を開始した。

無償資金協力によって建設された新浄水場の運転が2006年に始まってから、この旧浄水場の運転は止まっているので、現在のシェムリアップ市で稼動している取水施設は新浄水場の水源として使用されている井戸のみである。

新浄水場の水源として使用されている井戸施設は浄水場近くを走る国道6号線沿いに8井あり、1井の取水量は1,100m<sup>3</sup>/日、合計で8,800m<sup>3</sup>/日の取水が可能である。浄水場までの導水管は口径300mmのダクタイル鋳鉄管約4kmである。

### (2) 浄水施設

現在シェムリアップ市で稼動している浄水場は、我が国の無償資金協力によって建設された浄水場のみで、2006年3月27日から浄水場の運転を開始している。浄水施設の仕様を含めた無償資金協力の援助概要を表2.2.2-1に示す。

表 2.2.2-1 我が国の無償資金協力概要

	項目	内容
1.	新規施設建設	
(1)	取水施設	1,100 m <sup>3</sup> /day × 8 井、導水管口径 300mm (ダクタイル 鋳鉄管) × 4km
(2)	浄水施設	8,000 m <sup>3</sup> /day (着水井、酸化池、ろ過池、薬品注入設備、 浄水池)
(3)	配水池 (高架水槽)	1 槽 (高架水槽による自然流下方式)
(4)	ポンプ場	高架水槽への揚水用ポンプ
(5)	自家発電設備	一式 (常用は EDC からの電力とし、緊急用補助電源)
(6)	送水管	口径 500mm (ダクタイル鋳鉄管) × 4km
(7)	配水管	口径 50-450mm (口径 200mm 以下は PVC、250mm 以上 はダクタイル鋳鉄管) × 約 26km
(8)	維持管理施設	ワークショップ (供与機材の維持管理及び給水管工作 のための作業場)
2.	既存施設の更新	
(1)	既存配水管網	口径 75-450mm × 約 6km
3.	機材供与	
(1)	水道メーター及び維持管理用機材	水道メーター4,000 個及び維持管理用工具一式
(2)	水質試験機器	pH、鉄、マンガン、残留塩素等の分析機器及びガラス 器具、薬品、実験設備一式
(3)	事業管理用機材	コンピューター7 台
4.	ソフトコンポーネント	
(1)	施設の運転維持管理に関する技術指導	
(2)	組織強化に関する指導	
(3)	シェムリアップ市民への衛生面での啓蒙活動	

(出典 : SRWSA)

浄水場の設計浄水能力は 8,000 m<sup>3</sup>/日であるが、運転開始当初は図 2.2.2-1 に示すように、1 日の浄水量は 3,000 m<sup>3</sup>程度であった。その後、徐々に浄水量が増加している。これは、2006 年に浄水場及び配水幹線が完成し、その後、その浄水を給配水するための配水支管及び給水施設の建設が進み、給水率が伸びてきたことを意味すると思われる。特に給水施設の建設は配水管網が整備され給水が可能であることが前提であるために、浄水場の完成前には通常給水施設工事は行わない。従って、このように一般に浄水場が完成したとしても、すぐには浄水能力上限の運転はできないのが普通である。表 2.2.1-1 に示す給水栓数の増加を見ても、2006 年から給水栓数が増えているのがわかる。浄水場の浄水能力 8,000 m<sup>3</sup>/日 (取水能力 8,800 m<sup>3</sup>/日) を考慮すると、現在の浄水量が限界と思われる。今後、これ以上給水栓数を増加させたとしても、浄水能力が増加しない以上、地域的な断水、あるいは時間給水を強いられることが予想される。

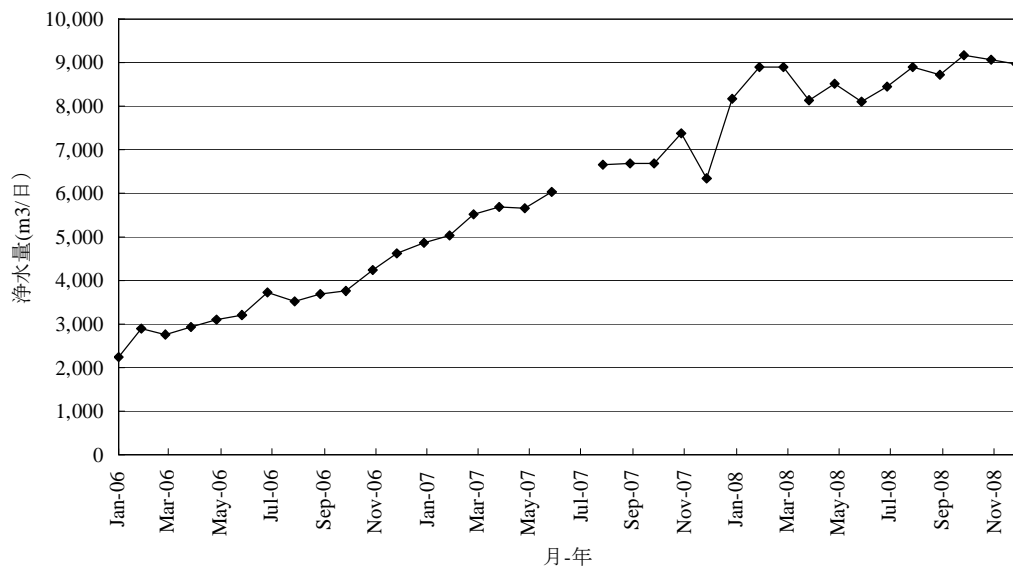


図 2.2.2-1 浄水量の経年変化 (出典：SRWSA)

浄水場の水質試験室で毎日測定している試験項目は、浄水についての水温、pH、濁度、電気伝導度、鉄、残留塩素の6項目である。原水（地下水）については、月に3回程度原水中に含まれる鉄に加え、水溫、pH、濁度、電気伝導度を測定している。2007年の原水中に含まれる鉄分濃度は図 2.2.2-2 に示す通りである。1年を通して原水の鉄分濃度基準である 0.3mg/l を上回っており、常に鉄分の除去が浄水処理過程において必要であることがわかる。また、鉄分濃度が乾期に高くなる傾向が見られる。

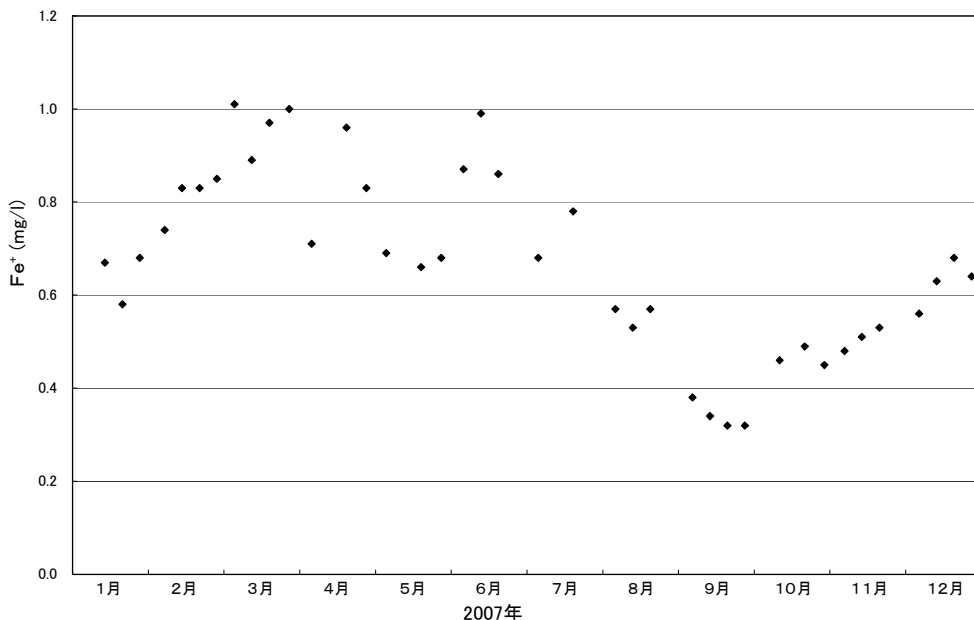


図 2.2.2-2 原水中の鉄分濃度 (出典：SRWSA)

(3) 送配水施設

シェムリアップ市の送配水管路の延長は図 2.2.2-2 に示すように、47.5km となっている。2008 年の管路の更新実績は約 4.5km で、その半分が古いアスベスト管の布設換えであった。既存のダクタイル鑄鉄管はフランスのポンタムソン製あるいは日本のクボタ製であり、ポリエチレン管はタイ或いはマレーシアから輸入しており、PVC 管はほとんどがタイ製である。基本設計調査報告書によると当時の送配水管の延長は約 12km で、そのほとんどがアスベスト管であった。図 2.2.2-3 にシェムリアップ市内の配水管網の整備状況を示す。

送配水施設として送配水管路以外に浄水場の近くに位置する配水池（高架水槽）がある。その容量は 500 m<sup>3</sup> で、浄水場内の浄水池約 2,800 m<sup>3</sup> とあわせると 3,300 m<sup>3</sup> の配水池容量を有している。B/D 時の滞留時間の設定は合計 9.5 時間としており、時間変動に対応するには十分な容量となっている。この他に SRWSA 事務所敷地内の旧浄水場施設として 2 塔の高架水槽（100 m<sup>3</sup> 及び 300 m<sup>3</sup>）があるが、現在は使われていない。その内 1 塔（100m<sup>3</sup>）は漏水のために今後とも使用はできないが、1 塔（300m<sup>3</sup>）は使用可能とのことである。

**表 2.2.2-2 送配水管口径・材質別延長**

口径	材質	延長
80	PVC管	6,471
90	ポリエチレン管	698
100	uPVC管	11,895
	アスベスト管	1,512
110	ポリエチレン管	2,361
150	PVC管	8,296
	アスベスト管	950
160	ポリエチレン管	237
200	PVC管	2,336
	アスベスト管	470
250	ダクタイル鑄鉄管	4,232
300	ダクタイル鑄鉄管	280
350	ダクタイル鑄鉄管	700
400	ダクタイル鑄鉄管	2,000
450	ダクタイル鑄鉄管	1,020
500	ダクタイル鑄鉄管	4,050
Total		47,508

出典：SRWSA

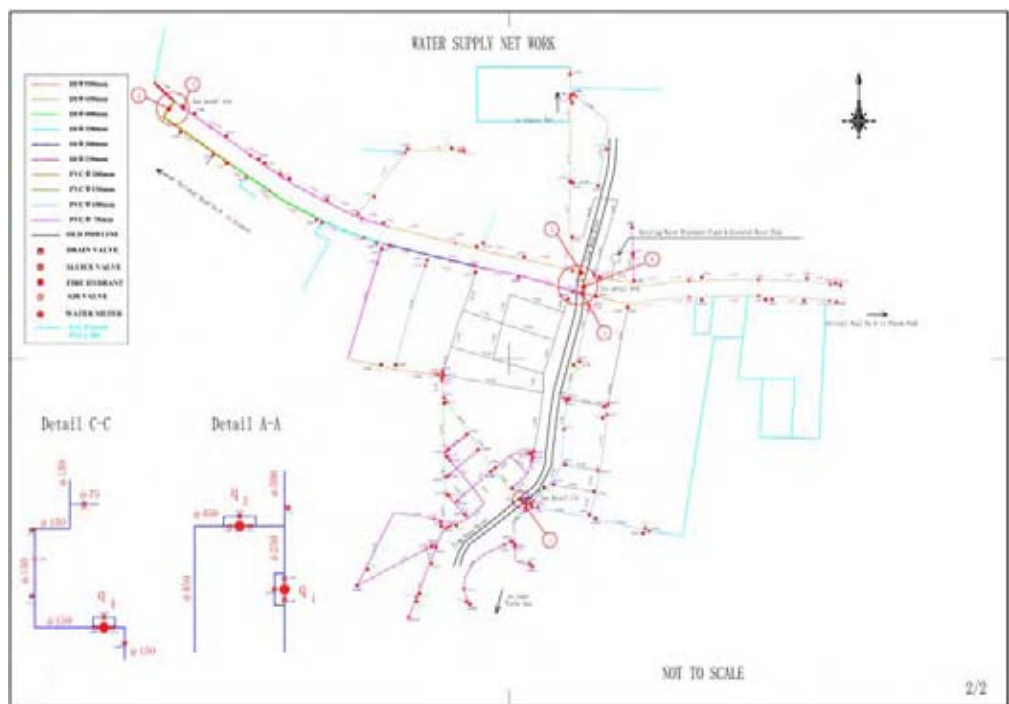


図 2.2.2-3 シェムリアップ市内の配水管網図（出典：SRWSA）

(4) 給水施設

シェムリアップ市では約 4,400 戸の家庭に給水されている。各戸に接続する給水施設には水道メーターが設置されており、使用水量に応じた水道料金を支払っている。また、新規に水道システムに接続する場合の新規接続料金は US\$43 で、水道メーター等必要な資機材及び工事費が含まれている。水道メーターは主に Kent 社製の Class C のメーターが使用されている。また、水道メーターを設置してからの期間が短いため、定期的な水道メーターの交換は行っておらず、水道メーターの維持・修理費として毎月の水道料金から水道メーターの口径 1mm 当り 50 リエルを徴収している。給水施設の標準図を図 2.2.2-4 に示す。

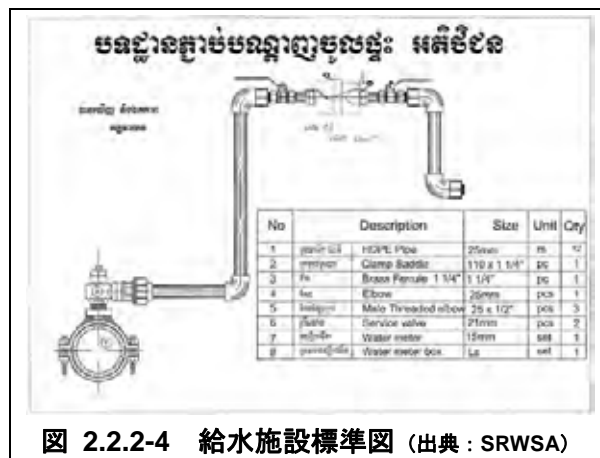


図 2.2.2-4 給水施設標準図 (出典 : SRWSA)

2.2.3 運転・維持管理の現状

シェムリアップ市の水道事業の運転・維持管理を担っているシェムリアップ水道公社 (Siem Reap Water Supply Authority, SRWSA) の職員数は現在 39 名で、その内 7 名が配管工事の技能工等として契約ベースで働いている。「シェムリアップ/アンコール地域持続的振興総合計画調査 (2006 年)」の報告書によると、無償資金協力によって浄水場建設及び送配水管の整備が終了する以前の 2005 年時点の SRWSA の職員数は 12 名であった。32 名の所属内訳は表 2.2.3-1 の通りである (SRWSA の組織図は図 2.1.5-2 参照)。

表 2.2.3-1 SRWSA の所属別職員数内訳

組織		人数
General Director (Mr. Som Kunthea)		1
Deputy General Director (Mr. Cheav Channy)		1
	Department of Technical Affaires and Planning	1
	Planning and Statistic Office	1
	Technical and Project Office	1
	Department of Production and Water Supply	1
	Water Production Office	9
	Water Distribution Office	4
	Customer Office	6
Deputy General Director (Mr. Chan Seng La)		1
	Department of Finance and Administration	1
	Administration and Human Resources Office	2
	Financial and Accounting Office	3
合計		32

(出典 : SRWSA、2008 年末時点)

水道料金は家庭用が 1,200 リエル/m<sup>3</sup>、非家庭用が 1,400 リエル/m<sup>3</sup>となっている。その他に水道メーターの口径に応じたメーターの維持管理費を徴収している (50 リエル/mm : 15mm の水道メーターの場合は月額 750 リエル)。水道料金請求書には水道料金と合わせて下水道料金の欄が設けてあり、将来は下水道料金の徴収を行う意思があることがうかがえる。なお、水道料金に関しては現在新しい水道料金体系を申請中で承認を待っているところであるので、本体調査開始時には新しい水道料金が適用されている可能性が高い。

SRWSA の過去 3 年間の収支バランスを表 2.2.3-2 に示す。2008 年の予算作成時は収入を当初約 2,977 million リエルとしていたが、実際には約 3,896 million リエルと大幅な増収であった。また、2000 年～2002 年当時の収入は 232～411 million リエルであった。

表 2.2.3-2 SRWSA の過去 3 年間の収支バランス

Descriptions	2006	2007	2008
<b>Income(Total)</b>	<b>1,437,970,675</b>	<b>2,662,113,400</b>	<b>3,896,135,614</b>
Sale of Water	1,129,733,800	2,264,818,000	3,465,661,400
House connection service	299,502,885	391,692,600	311,008,060
Interest			76,854,909
Water meter maintenance	0	0	26,985,050
Other activities	8,733,990	5,602,800	9,929,335
Penalty	0	0	5,696,860
<b>Expenses(Total)</b>	<b>1,122,427,651</b>	<b>1,937,186,527</b>	<b>2,873,107,601</b>
Consumable supplies profit & loss	0	0	1,590,874
Consumable supplies	234,400	0	0
Limes consumable	21,171,365	41,333,457	77,170,972
Chlorines consumable	3,276,000	20,372,778	32,256,308
Fuel consumable	6,053,834	31,955,471	52,967,908
Lubricant consumable	0	1,525,200	1,471,330
House connection	124,028,591	265,622,003	251,252,321
Electricity expense	460,229,310	629,722,830	754,721,510
Supplies for maintenance & repair equipments	98,961,220	48,796,172	44,283,013
Supplies for administrative service	25,609,010	35,056,636	44,549,661
Other material & supplies	19,396,850	38,796,045	52,378,983
Oil for administration	0	0	49,275,884
General sub-contract work	146,566,158	79,767,400	44,574,800
General sub-contract house connection	0	0	9,438,000
Rent of building	0	0	21,468,000
Other rent	5,341,800	2,744,000	10,958,100
Repairs & maintenance	14,703,416	25,007,220	92,598,530
Casual staff	83,156,802	13,010,000	9,360,000
Remuneration of intermediary ies & Professional fee	0	63,000,000	69,300,000
Public relation	60,200	0	9,536,660
Transport goods	2,925,559	1,810,000	6,744,858
Staff traveling expense	10,854,600	25,955,835	47,887,640
Entertaining (guest reception)	3,860,050	6,457,470	24,968,136
Telecommunication charge	8,661,300	8,239,775	16,239,605
Service charge (transfer)	69,200	144,452	163,500
Other tax	516,105	0	1,140,000

Wages	22,577,581	94,134,394	551,404,625
Other bonus	1,590,000	18,629,906	12,578,862
Social security contribution	10,574,000	11,230,000	2,474,000
Fringe benefits	2,806,000	1,900,000	140,000
Special charge for Board	0	0	26,354,000
Other charges	9,062,700	0	5,327,125
Depreciation	40,141,560	471,975,483	496,500,641
Income taxes	0	0	37,287,200

(出典：SRWSA)

水道施設の維持管理に関しては、主に古い送配水管路の更新を SRWSA の予算内で独自に実施している。前年実績では約 4.5km の管路の更新を行っており、今年も本調査期間中に管路更新及び給水施設更新に係る入札が実施されていた。このように規模の小さな工事は実施可能ではあるが、浄水場建設等の大規模な工事については、将来の財務計画等 F/S 調査で詳細な検討が必要である。

#### 2.2.4 他ドナーの動向

シェムリアップ市の既存の水道施設は、シェムリアップ川を水源とし、浄水場及び配水施設を有する水道システムが 1930 年代フランスの援助により建設された。その水道システムは「旧フランスシステム」と呼ばれていた。1960 年代にアメリカの援助により、この旧フランスシステムの改修が行われ、「アメリカシステム」と呼ばれるようになった。しかし、水源であるシェムリアップ川の水質悪化と施設の老朽化に伴い、1995 年に浄水場の運転を停止した。こうした状況の下、フランスは再度援助を行い、これまでのシェムリアップ川から地下水を水源とする「新フランスシステム」を構築し、1999 年 7 月よりその運転を開始した。この「新フランスシステム」には新しい水源である 2 本の井戸の建設、原水の鉄分を除去する施設及び配水管網の整備が含まれていた。

「新フランスシステム」の建設と前後し、カンボジア国政府は世界的文化遺跡のあるシェムリアップ市の復興と開発を推進するために、1993 年 2 月に財政的・技術的援助を日本国政府に要請した。日本国政府は上記要請を受け、1996 年 1 月に社会基盤開発のための案件形成調査団を派遣し、同市にとっては給水システムの開発が緊急課題であると結論づけた。

この様な背景のもとに、JICA は①シェムリアップ市給水のための水源開発可能性調査及び水源の選定、②同市水道の 2010 年を目標年次とするマスタープランの作成、③優先プロジェクトの F/S、④技術移転を目的とする「シェムリアップ市上水道整備計画調査」を 1996 年 12 月から 2000 年 6 月まで実施した。この結果に基づき、カンボジア国はシェムリアップ市の安全でかつ安定した飲料水の供給を確保することを目的とした無償資金協力を日本国政府に要請した。2006 年 3 月に計画水量 8,000m<sup>3</sup>/日の地下水を水源とする水道施設建設が完了し、現在に至っている。

現在稼動している水道システムは我が国の無償資金協力で建設された 8,000m<sup>3</sup>/日の浄水場のみで、「新フランスシステム」として整備された旧浄水場は稼動していない。しかし、近年の水需要の増加に伴い、SRWSA はこの運転を止めている旧浄水場の再稼動を目指しているが、水源が地下水であるために、APSARA へ地下水揚水を申請しているが、未だ承認されていない状況である。

さらに、韓国企業による西バライの水を水源とする浄水場建設の動きがあるが、まだ建設着工には至っていない。西バライそれ自体が遺跡であることを考えると、その実現は難しいが、緊急性及び新規の水道水源開発を考慮すると、その実現を SRWSA 側は期待しているようである。



## 2.2.5 水需要予測と上水道拡張整備計画

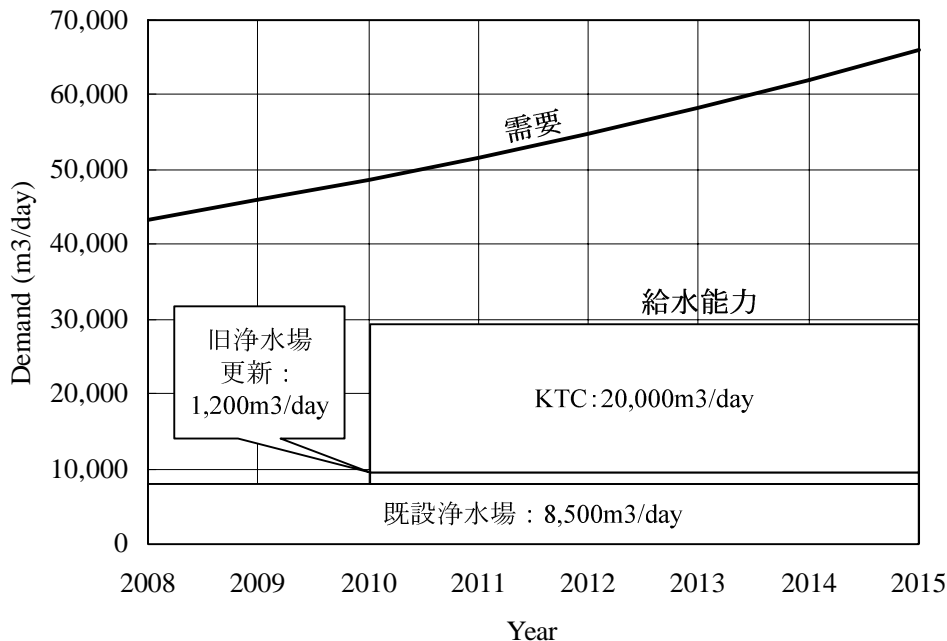
### (1) 水需要予測

SRWSA が予測した将来の水需要予測を表 2.2.5-1 に示す。また、図 2.2.5-1 に需給バランスを示す。シェムリアップ市では 2008 年の水需要 (43,201m<sup>3</sup>/日) に対し、供給能力 (8,500m<sup>3</sup>/日、ただし設計能力は 8,000m<sup>3</sup>/日) が大幅に不足しており、既設の浄水場はフル稼働状態で、新規の給水栓増加が出来ない状況であり、給水能力を引き上げることが緊急の課題である。

表 2.2.5-1 SRWSA の水需要予測

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
人口 (Siem Reap District)	A	191,587	201,550	212,030	223,056	234,655	246,857	259,693	273,197
人口増加率(/年)	B	5.20%	5.20%	5.20%	5.20%	5.20%	5.20%	5.20%	5.20%
一人一日当り消費量(L)	C	150	150	150	150	150	150	150	150
家庭用潜在消費量(m <sup>3</sup> /日)	D=A・B	28,738	30,232	31,805	33,458	35,198	37,028	38,954	40,980
給水率	E	72%	73%	74%	75%	76%	78%	79%	80%
家庭用消費量(m <sup>3</sup> /日)	F=D・E	20,576	22,009	23,535	25,161	26,891	28,734	30,696	32,784
観光客数(/年)	G	2,033,816	2,237,198	2,460,917	2,707,009	2,977,710	3,275,481	3,603,029	3,963,332
観光客数増加率(/年)	H	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
観光客一人一日当り消費量(L)	I	400	400	400	400	400	400	400	400
観光用消費量(/年)	J=G・I	813,526	894,879	984,367	1,082,804	1,191,084	1,310,192	1,441,212	1,585,333
観光客平均滞在日数	K	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
観光用消費量(m <sup>3</sup> /日)	L=J・K/365	6,687	7,355	8,091	8,900	9,790	10,769	11,846	13,030
合計消費量(m <sup>3</sup> /日)	M=D+L	35,425	37,588	39,895	42,358	44,988	47,797	50,800	54,010
漏水率	N	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%
日平均需要	O=M/(1-N)	43,201	45,839	48,653	51,656	54,863	58,289	61,951	65,865

(出典：SRWSA)



参考：SRWSA

図 2.2.5-1 将来の需要と供給のバランス

### (2) 上水道拡張整備計画

SRWSA は「Royal Sub-degree」により正式に公社化されたが、その中に SRWSA の責務としてシェムリアップ市及びその周辺地域への給水がある。現在の給水区域はそのほんの一部しかカバーされていないため、大規模な水道システムの拡張が必要となる。

SRWSA は図 2.2.5-2 に示すように現在の給水区域の東側及び西側に区域の拡張を考えている（拡張地域は赤で表示）。しかし、現在の給水能力は  $8,000\text{m}^3/\text{日}$  で、フル稼働状態であるため、今後の給水区域の拡張に見合う給水能力の確保は困難な状況である。2006 年の無償資金協力によって建設された水道システムの完成時にその運転を休止した旧浄水場（「新フランスシステム」）の再稼働を SRWSA は考えている。その水源が地下水であるために、現在 APSARA へ地下水利用を申請しているが、未だ承認されていない状況である。

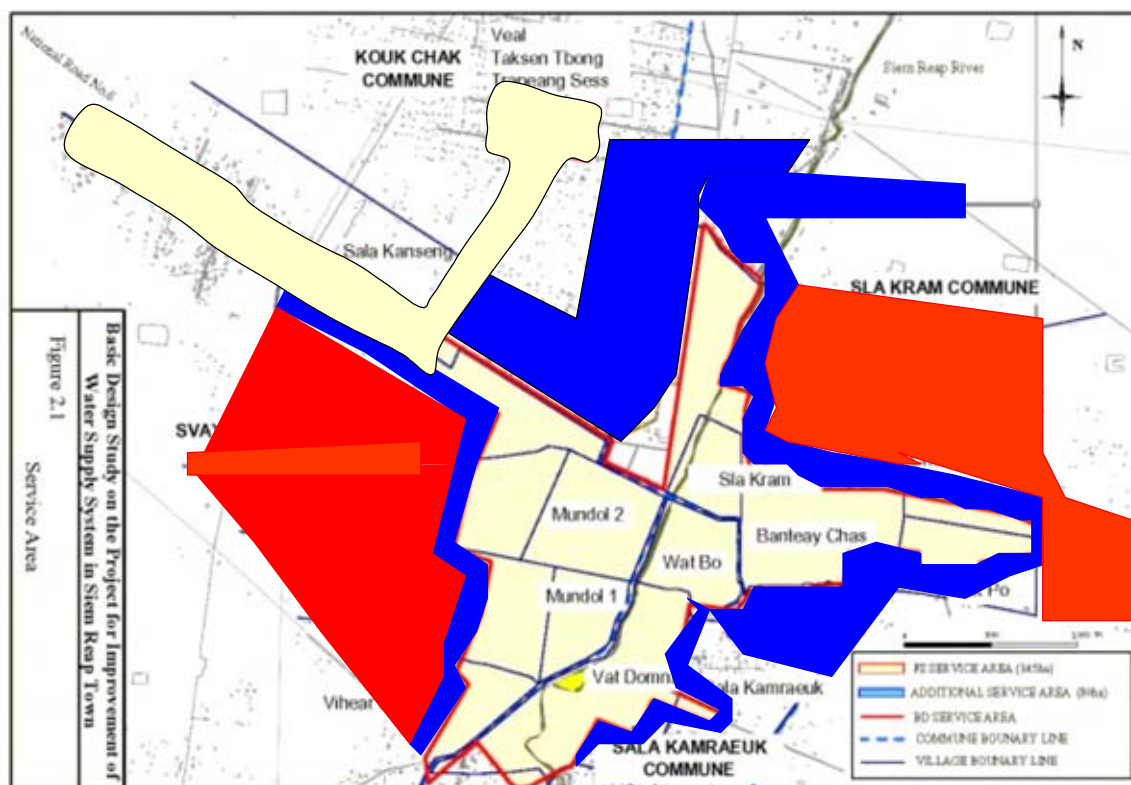


図 2.2.5-2 将来の給水区域（出典：SRWSA）

また、SRWSA は、その実現の是非は別として韓国企業による  $20,000\text{m}^3/\text{日}$  の浄水場建設も予定している。

どちらにしても、今後のシェムリアップ市の上水道拡張は水源次第と言える。現在利用している地下水に関しては、今後とも上水道の拡張に応じて利用を拡大していくことは、世界遺産への影響の懸念を考えると社会的に受け入れられ難いと思われる。開発可能な代替水源については「2.2.8 上水道拡張整備計画における水源開発の方向性」に詳述しているが、地下水に代わる今後の新規水源としてはトンレサップ湖の水が有力である。

今回の調査ではトンレサップ湖の取水候補地付近から採水し、現在水道事業人材育成プロジェクトを実施している JICA 専門家に依頼して、水質分析を行った。その結果は表 2.2.5-2 に示すとおりである。

表 2.2.5-2 トンレサップ湖の水質測定結果

No.	測定項目	単位	測定結果
1	濁度	NTU	8.06
2	色度	TCU	27.72
3	アルカリ度	mg/L	20
4	鉄	mg/L	0.67
5	マンガン	mg/L	0.2
6	pH		7
7	電気伝導度	μS	64
8	アンモニア性窒素	mg/L	ND

採水日：2009年1月17日（調査団により採水）  
 分析日：2009年1月23日  
 分析機関：項目1～3はPPWSA水質試験室、  
 その他は水道プロジェクト

JICA 専門家によると「アンモニア性窒素が未検出であることから、色度は鉄及びマンガンによるものと推定される。また、電気伝導度が低いことから無機物質による汚染の可能性は低いものと推定される。この結果より浄水処理は容易に行えると言える。」とのことであり、トンレサップ湖から取水された場合、その原水の処理については問題がないものと考えられる。しかし、この結果はあくまで簡易的に行ったものであり、実際の取水先の原水水質の評価に当たっては、既存の水質データを収集するとともに、本格調査の中で乾期、雨期の水質調査を行い、再検討する必要がある。

## 2.2.6 上水道セクターの問題点と課題

- (1) 実際の給水率（16%）と CMDGs で目標としている 2015 年の目標給水率（80%）との大幅な乖離

前述したように現在のシェムリアップ市水道の給水率はわずか 16% で、カンボジア国が CMDGs で目標にしている 2015 年の給水率 80% を大きく下回っている。現時点では、2015 年までに大幅な水道水源の確保が難しいので、この目標をシェムリアップ市だけで実現するのはほぼ不可能と言える。

このようにシェムリアップ市水道の抱えている根本的な問題は、上水道施設の給水能力不足である。給水能力が水需要を大幅に下回っているために、水需要に見合う水道水を供給できない現状である。

- (2) 水源確保の難しさ

現在のシェムリアップ市水道の水源は地下水であるが、シェムリアップ市の置かれている立場上、世界遺産であるアンコール・ワットやアンコール・トム等の文化遺産の保護・保存の観点から、今後地下水利用を増大していくことは困難であろう。新規水源としての地下水利用のみならず、既設の浄水場で水道水源として利用している地下水利用に対しても、世界遺産保護に係るステークホルダーからは慎重なモニタリングを求められている。

地下水以外の水源にしても、シェムリアップ川は雨期と乾期の流量が極端に異なり、乾期ではほとんど流量がゼロに近く、水道水源としては不適切である。西バライの水を水道水源に利用するという選択肢もあるが、西バライそのものが遺跡であるため、改変を伴う工事は難しい

と言える。また、西バライの利用可能水量にも限界があり、緊急の補完的な水源としては利用可能かもしれないが、将来の需要増を見据えた新規水源としては不向きである。

残された選択肢はトンレサップ湖である。トンレサップ湖の水が最も今後の水道水源としては有力ではあるが、雨期と乾期の水位差が約9～10mで、湖岸が約7～8km変化すること、及び浄水処理や導水に要するコストが高いことから、これまで水源としては不向きと考えられてきた。しかし、現在の需要、今後の需要の伸び、シェムリアップの近年の経済的発展を考慮すると、その水量の豊富さからトンレサップ湖は有望な選択肢であると考えられる。しかし、湖の水位差及び湖岸の変化に対応する取水施設を建設することは大きな課題である。

### (3) 新規水源及び取水方法の選定にあたっての関係者のコンセンサス

前述したように地下水の利用に関しては、遺跡保護に関わるステークホルダーからコンセンサスを得るのは容易ではない。また、トンレサップ湖から取水する場合も、湖の生態系保護に関わるステークホルダーからコンセンサスを得なければならない。金沢大学の塚脇准教授によれば、トンレサップ湖は東南アジア最大の湖であり、雨期と乾期の水位差が激しいことから、湖岸には浸水林が繁茂しており、湖には世界でも類を見ないほどに多種多様の生物相を擁しているとされている（参考「海外学術調査－カンボジアのトンレサップ湖における生物多様性維持機構の評価」）。また、トンレサップ湖で漁業を営んでいる漁業関係者の合意も必要である。

もし、取水地点を既存の水路の船着場近傍とするならば、別の意味でのコンセンサスが必要となる。つまり、既存の水路には多くの水上生活者が居を構えており、そこから排出される生活雑排水の混ざる水を水源とすることになる。マクロ的に考えれば湖のどこから取水しても生活雑排水が混ざっていることには変わりはないが、船着場から取水する場合は、原水が水上生活者の出す雑排水で直接的に汚染されることになるため、供給される側の住民のコンセンサスが必要となるかもしれない。

どの水源を選定した場合でも、関係者のコンセンサスを得るのには、水源選定にあたっての理由と、シェムリアップ市の水道事業の置かれている状況を理解してもらう必要がある。

### (4) 取水施設及び浄水場予定地の用地取得

シェムリアップ市は世界遺産を有しており、近年は観光客の増加でホテル建設がいたるところで進んでいる。従って、市内の地価は上昇の傾向にあり、農作地とはいえ道路に面している土地はすでにデベロッパーや民間人に買い占められている状況である。従って、F/S調査の対象となる水道施設、特に、浄水場に関しては数haの土地が必要であるので、早めの土地取得に関わる手続きが必要となる。

今回のM/Mにもあるように、浄水場の候補地についてはフェーズ1の期間中にカンボジア国側（SRWSA）と協議し、何箇所かの候補地を選定し、ある程度絞り込んでおく必要がある。

### (5) ソフト分野の能力強化

シェムリアップ市水道事業への我が国の援助は、無償資金協力により施設建設を行うとともに、技術協力により主にそれらの施設の維持管理に関する協力が進められてきている。しかし、本事業による水道事業の拡張が実現した場合には、事業規模が急拡大することになること、及

び公社化に伴って SRWSA は独立採算を求められることから、水道事業体としての経営強化、水道料金徴収等の組織運営・財務システムの強化、無収水削減に関する計画・組織的強化、計画の策定能力強化等についての支援が必要と考えられる。また、トンレサップ湖を水源とする場合には、既存浄水場の鉄・マンガン除去に比べて複雑な浄水処理が必要になるため、水質管理や浄水処理を中心とする一層の技術力の強化も求められるであろう。

(6) シェムリアップ市全域をカバーした上水道事業のマスタープラン

2000年にJICAが「シェムリアップ市上水道整備計画調査」によって2010年を目標年次とするマスタープランを策定したが、地域の経済社会状況を考慮して無償資金協力による事業化を図り、水源を地下水として慎重に規模を決定したために、限られた給水区域となっている。また、当時と比べると近年の観光産業の伸びは予想をはるかに超えており、ここ数年ホテル建設も急ピッチで進められている。そのために今後のシェムリアップ市の上水道システムを包括的に網羅したマスタープランの策定が必要である。

また、長期的視野に立ったマスタープランがないと、それぞれ個々に実施される施設整備が整合性のない整備になってしまう可能性があるので留意しなければならない。

2.2.7 地下水開発にかかる現況と課題

(1) 地下水揚水現況

1) 無償資金協力による施設による揚水実績

わが国の無償資金協力資金で建設された給水施設は、8本の井戸を水源とし、一日最大揚水量8,800m<sup>3</sup>として計画され、2006年3月27日に完成した。この施設による揚水実績を下図に示す。この記録によれば、揚水量は漸増し続け、2008年の2月には平均約9,000m<sup>3</sup>/日に達している。2008年通期の揚水量実績は、平均約8,843m<sup>3</sup>/日となっており、フル稼働状態が続いている。

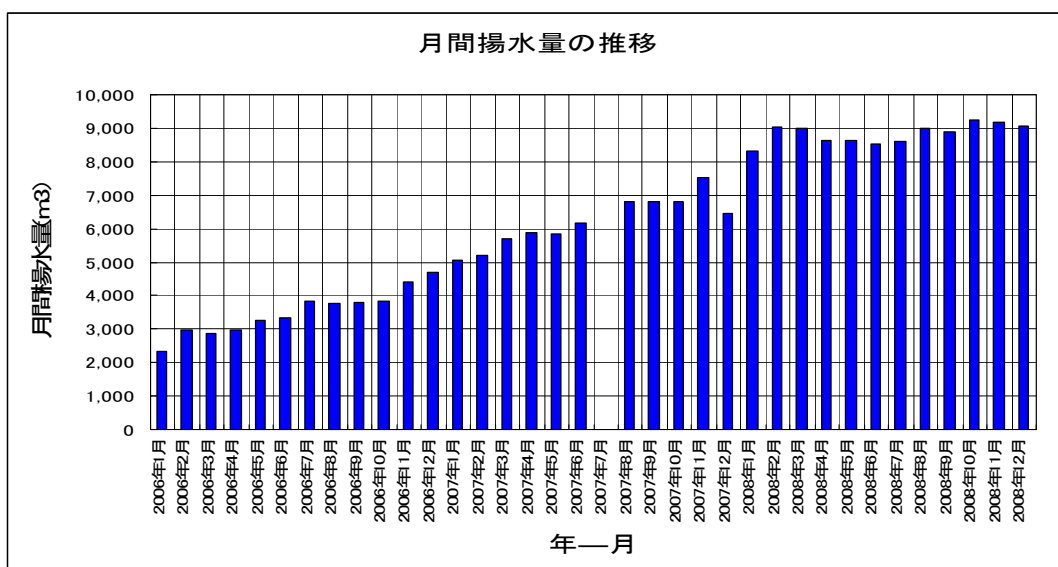


図 2.2.7-1 無償資金協力施設の月間揚水量の推移 (2006年1月—2008年12月)<sup>5</sup>  
 (入手したデータの2007年7月は極端に大きい数字が示されているので除外した)

<sup>5</sup> 出典：シェムリアップ水道公社から入手情報を本調査団がグラフ化

2) ホテルでの揚水

開発調査「シェムリアップ/アンコール地域持続的振興総合計画調査（2006年）」では、既存のホテルに対して Questionnaire Survey を実施している。それらの結果を表に取りまとめれば、表 2.2.7-1 の通りとなる。これによれば、2005 年次のホテルによる日最大揚水量は、3,500～4,000m<sup>3</sup>/日のオーダーとなっている。

同報告書ではまた、地域ごとのホテルでの揚水量を集計して図示している（図 2.2.7-2）。これによれば、国道 6 号線とシェムリアップ川の交差する地域で地下水の揚水が集中していることが分かる。この付近には大型ホテルが立ち並んでいる地区がある。

表 2.2.7-1 ホテルによる井戸利用状況

	(2005 年時点)	
ホテル数	81 軒	
平均井戸保有本数	1.8 本（合計 147 本）	
保有井戸数内訳	1 本：37 軒	3 本：18 軒
	2 本：25 軒	6 本：1 軒
全部屋数	6,310 部屋	
最大宿泊客数	11,784 人	
客一人当たりの水消費量	53L/day – 866L/day（平均 313L/day）	
推定最大揚水量	3,688 m <sup>3</sup> /日	

出典：開発調査「シェムリアップ/アンコール地域持続的振興総合計画調査（2006）」から要約

なお、同上報告書によれば、すべての High Class Hotel では、公共水道水が独自の基準を満たさないとして、水処理施設を設置している。水処理施設は、通常施設（Aeration, filtration and disinfection）やハイテク施設（Aeration unit, Manganese absorption unit, Anthracite unit, Resin unit, Disinfection UV unit）と報告されている。

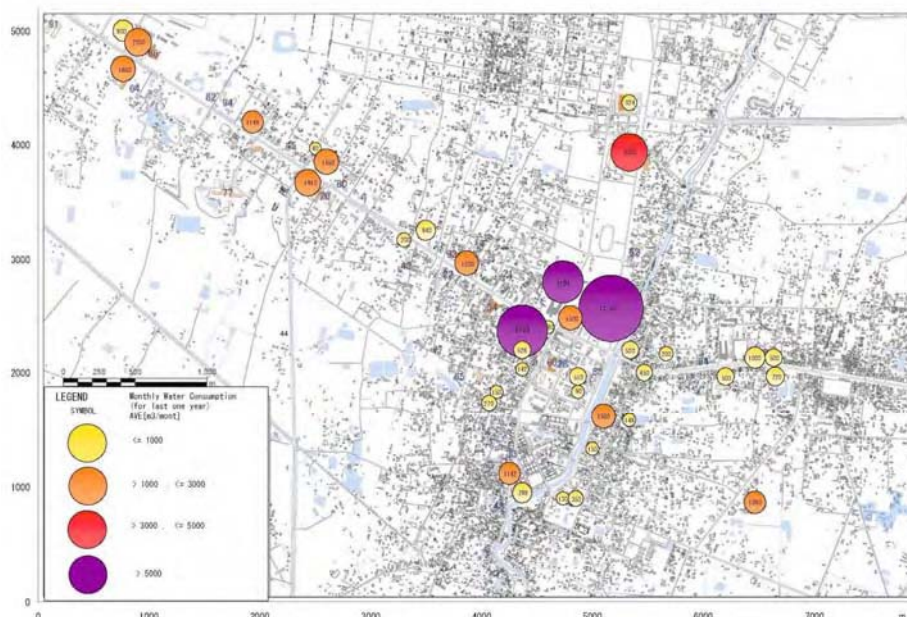


図 2.2.7-2 ホテルによる月間揚水実績（2005年）<sup>6</sup>

<sup>6</sup> 出典：「シェムリアップ/アンコール地域持続的振興総合計画調査（2006年3月）」

### 3) その他、家庭用水・雑用水

開発調査「シェムリアップ/アンコール地域持続的振興総合計画調査（2006年）」によれば、DIME（Department of Industry, Mining and Energy）は2004年に井戸調査を行っている。殆どの家庭や建物で個別に井戸を保有している。井戸の分類は「井戸形態」ではなく「揚水方法」によって区分されており、井戸深度などの情報は無い。ただし、この地域の地下水位が浅いことを考えれば、「掘りぬき井戸・筒井戸」タイプの井戸で、不圧地下水を取水しているものと想定される。

表 2.2.7-2 シェムリアップ地区の個人井戸（2004年現在）注

Commune	Handy Pump		Electric Pump		Shallow Well		TOTAL		Population 2004	
Sla Kram	105	8.9%	1,542	21.5%	117	69%	1,764	17.5%	29,283	21.0%
Svay Dang Kum	104	8.8%	2,360	32.9%	757	44.6%	3,221	32.0%	30,082	21.6%
Kouk Chak	715	60.3%	715	10.0%	436	25.7%	1,866	18.5%	18,115	13.0%
Sala Kamraeuk	12	1.0%	1,206	16.8%	52	3.1%	1,270	12.6%	17,229	12.3%
Nokor Thura	19	1.6%	175	2.4%	98	5.8%	292	2.9%	5,076	3.6%
Chreav	125	10.5%	277	3.9%	74	4.4%	476	4.7%	8,371	6.0%
Chong Khnies	-	0.0%	3	0.0%	1	0.1%	4	0.0%	6,396	4.6%
Sambuor	19	1.6%	142	2.0%	62	3.6%	223	2.2%	3,264	2.3%
Siem Reab	4	0.3%	619	8.6%	23	1.4%	646	6.4%	16,128	11.6%
Srangae	82	6.9%	145	2.0%	79	4.6%	306	3.0%	5,622	4.0%
Siem Reap District	1,185	100.0%	7,184	100.0%	1,699	100.0%	10,068	100.0%	139,566	100.0%

注：上記10 コミュニティのうち、本邦無償資金協力給水施設対象地域は表上部の4 コミュニティ（Sla Kram, Svay Dang Kum, Kouk Chak, Sala Kamraeuk）の一部地域。

水道公社によれば、2008年における給水対象地域の総人口は191,587人で、そのうち水道への接続家屋数は4,221戸となっている。6人/戸とすると給水人口は約25,000人である。したがって、残りの約167,000は個別井戸などの水源から家庭用水・雑用水を得ていることになる。

水道公社からの水供給を受けていない家庭がすべて井戸水を利用し、一人当たりの水使用量が100L/日～150L/日とすると、現在16,700m<sup>3</sup>/日～25,050m<sup>3</sup>/日の地下水が取水されている計算となる。

また、「シェムリアップ地域の地下水管理にかかる調査報告書（2007年4月）」によれば、「2006年6月時のAPSARAの見積もりでは、民間井戸による揚水量は16,000m<sup>3</sup>/日と推定されている」と報告されている。これは、上記で使用量100L/人/日とした場合の推計とほぼ一致している。

### (2) 地下水揚水の影響 - 調査・計画の経緯と現況

#### 1) 「シェムリアップ市上水道整備計画調査（2000年）」での評価結果：

この調査では、地下水シミュレーションが行われ、地下水揚水による遺跡群への影響が検討されている。その結果、揚水計画地点で日揚水量14,947m<sup>3</sup>に対して、揚水井戸群付近の水位低下が2.00m、遺跡群付近の水位低下は0.30mと評価され、また、地下水位低下0.3mが原因で生じる地盤沈下は1.00mm以下であると判定されている。それに基づき、最大計画用水量を12,000m<sup>3</sup>/日程度と提案している。

一方で、「ホテル等の既存井戸の過度な使用を制限する必要がある。段階的な法規制が求められる」と提言している。

2) 「シェムリアップ上水道整備計画 基本設計調査報告書 (2003 年)」での評価結果 :

この調査では、上水道整備計画の第一段階として、8本の井戸から合計最大日揚水量  $8,800\text{m}^3$  のとして施設設計を行っている。地下水位降下に関しては、開発調査 (2000) とは異なる手法 : 群井戸理論を用いて定常状態の解析を行っている。その結果をつぎの通り提示している。

水位降下量	群井の影響圏距離
1 cm	4,442m
0.16 mm	7,500m

すなわち、揚水井戸群で  $8,800\text{m}^3/\text{日}$  を揚水した結果で生じる水位低下量は、揚水井戸群から約 7.5km 離れている遺跡群が位置する地域では 0.16mm と算出されている。その上、遺跡群付近で実際に観測されている年間自然地下水位変動量 2.3m に比較して極めて小さい水位降下量なので、遺跡に対して殆ど影響を生じない量である、と結論している。

3) 「シェムリアップ/アンコール地域持続的振興総合計画調査 (2006 年)」の現地調査結果を用いたシミュレーション再解析 (2008 年日本工営実施)

開発調査「シェムリアップ市上水道整備計画調査 (2000)」に参画して地下水解析シミュレーションを実施した日本工営株式会社は、開発調査「シェムリアップ/アンコール地域持続的振興総合計画調査 (2006 年)」(日本工営株式会社は共同体の一員) で新規に得られたホテルでの揚水量推計値を用いて、既存モデルを利用した地下水シミュレーション再解析を実施している (ただし、社内での現況検討用資料として実施)。計算に用いた揚水量は : 本邦無償資金協力施設の揚水量は  $12,000\text{m}^3/\text{日}$  で運転開始を 2006 年 2 月とする ; ホテルでの揚水量は 2005 年時点で推計した日最大揚水量の約 2.5 倍の  $9,025\text{m}^3/\text{日}$  ; 通常の家計用井戸では安全側を仮定して一人当たり 200L/日としている。

この地下水シミュレーションの結果、2006 年 2 月から 5 年後 (2010 年 2 月) には地下水位が平衡状態に達し、その水位低下量は本邦無償資金協力給水施設付近で 4.5m 以下、遺跡群付近では、0.1m という計算結果を得ている。その結果、将来において、ホテル群による無秩序な地下水開発の遺跡への影響が懸念されるものの、当面は深刻な結果は生じないと結論されている。

ただし、2005 年度の一斉測水調査結果から、局所的に地下水の低下傾向が見られる場所があるので、本解析で考慮した以外のホテルあるいは他の目的のために井戸から揚水されている可能性がある。解析結果の精度を向上するためにアンコールワット周辺の井戸調査を実施することが必要である、としている。

4) 「シェムリアップ地下水位観測フォローアップ調査 (2008 年 6 月)」の報告

JICA は上記調査の一環として、地下水位・地盤沈下観測データを整理分析を実施している。その結果は次の通りと報告されている。

a) LT-a : 市中心地とアンコールワット遺跡の中間地点に位置する観測地点

- 深層地下水位 (LTa-1) は、2003 年 6 月以来わずかながら上昇傾向にある。本邦無償資金協力給水施設が稼動を開始した 2006 年 3 月以降もこの水位上昇傾向は変わらない。
- 浅層地下水位 (LTa-2) は季節変動があり、年間の水位変動幅は約 4m である。経年にお



ける最高水位は約 GL-1m（地表から約 1m の深度）と変化が見られないが、最低水位は GL-5m+（地表から 5m 強の深度）から GL-5m-（地表から 5m 弱の深度）とやや上昇傾向にあるように見られる。

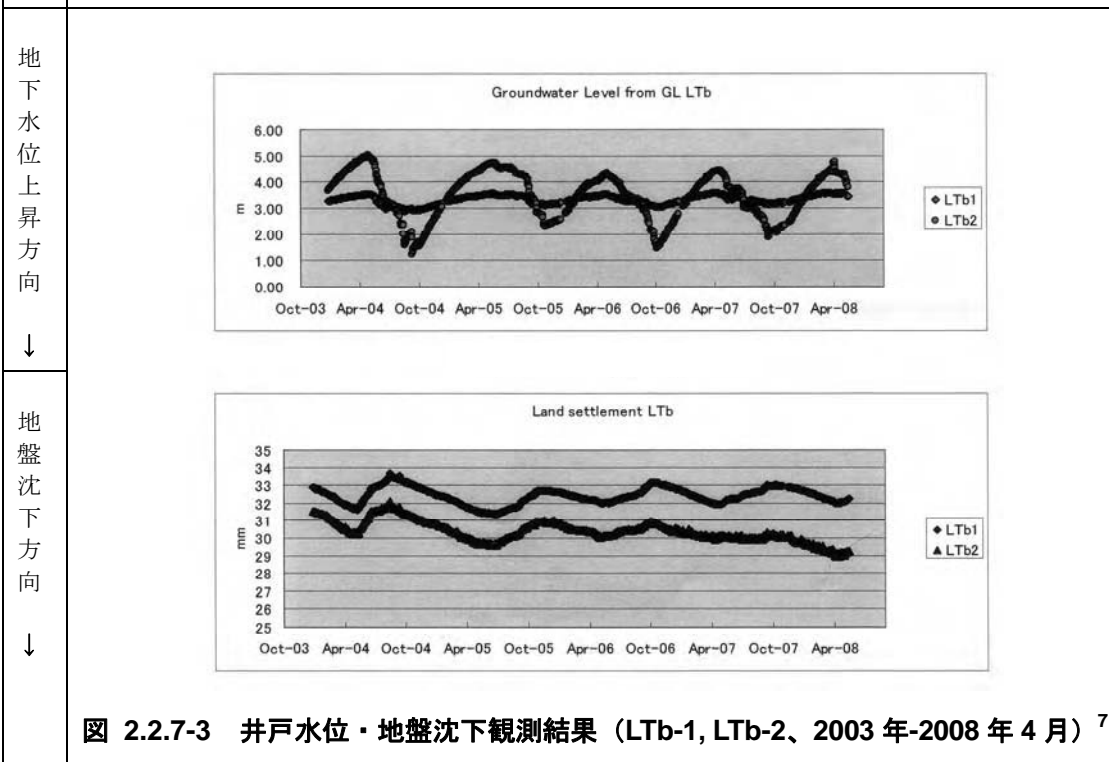
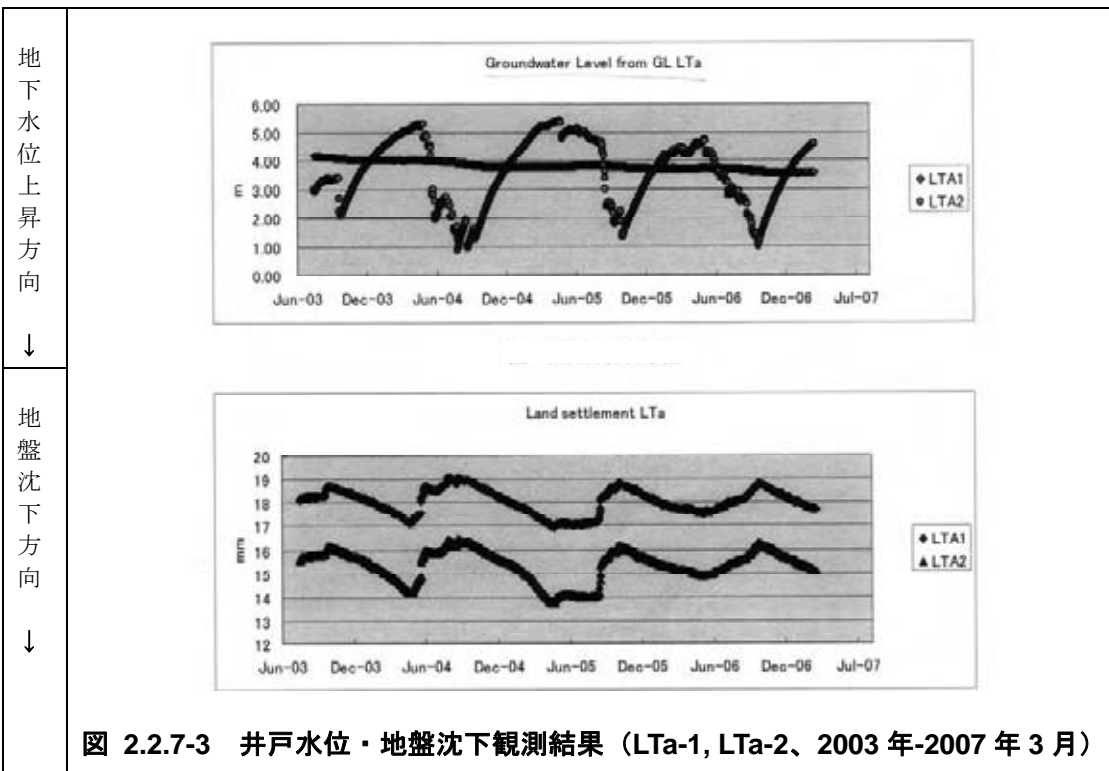
- この観測地点は、シムリアップ川から約 800m の位置にあり、浅層部はこの水位の影響を受けているものと思われる。
- 地盤沈下量は、LTa-1、LTa-2 とも季節変動を示し、その変動幅は約 2mm 程度である。いずれも、経年変化における沈下傾向は認められない

#### **b) LT-b:アンコールワット遺跡の西側に位置する観測地点**

- 深層地下水位（LTb-1）は、水位変動は少ないが、約 0.5m の変動はある。
- 浅層部は水位変動が大きく年間で約 3m の変動がある。時系列的な変動はないように思われる。
- この観測位置は、アンコールワット環濠の近傍にあるため、その水位の影響を受けているものと思われる。
- 地盤沈下についても、井戸水位と同様に変動している。変動幅は約 2 mm 程度である。ただし、LTb-2（浅層部の計測）については、やや沈下傾向になっているものと解釈される。

結論として、「雨季/乾期の季節的な水位変動はあるものの、遺跡への影響が懸念されている地下水位低下は見られていない。地盤沈下計データによれば、地下水位に連動する形の季節変動は見られるものの、変動幅は 2~3mm 程度であり、少なくとも調査時点までは大きな沈下には至っていない（2008 年 6 月報告）。

LTb-2 は「地表と深度 40m の区間の地盤の伸縮」を計測している。一方、LTb-1 は「地表と深度 73m の区間の地盤の伸縮」を記録している。両者間の距離は 2m であり、隣接した位置に設置されている。このため、地盤の伸縮（沈下 - 隆起）が広域的な現象であれば、浅部計測の LTb-2 で計測される地盤の伸縮は、地表から深部までの地盤の伸縮を計測している LTb-1 の計測結果に必ず反映されることになる。しかし、2006 年 10 月後半から見られる LTb-2 の「沈下傾向」は、LTb-1 に反映されていない。このため、この LTb-2 の「沈下傾向」は、LTb-2 部分の極めて狭い範囲の現象か、あるいは必ずしも地盤の変動を示しているとは限らず、メカニカルな原因を含めて、他の原因の可能性がある。



<sup>7</sup> 「シエムリアップ地下水位観測フォローアップ調査 (2008年6月)」

#### 5) 広域的な地下水位低下と地盤沈下にかかる現時点の評価

今回の調査では、上記に加えるべき新しい情報は得られていない。ただし、不確実な情報として、新給水施設の周辺の掘りぬき井戸の水位低下があったとの情報があった。しかし、おおむね開発調査（2000）や基本設計調査（2003）での想定範囲内の現象である。また、市内近傍の浅井戸の水位低下の情報もあったが、ホテルなどでの揚水の影響と考えられる。

現在得られている観測結果や情報では、遺跡群に及ぶような広域的な地下水位低下は観測されていない。また、遺跡群付近やその他の地点で地盤沈下が進行しているとはいえない。また、そのような周辺情報（建物への亀裂、井戸の浮き上がりなど）もない。

現時点では、広域的な地下水低下と地盤沈下は生じていない、と結論できる。

#### (3) 給水施設拡張のための新規地下水開発の可能性

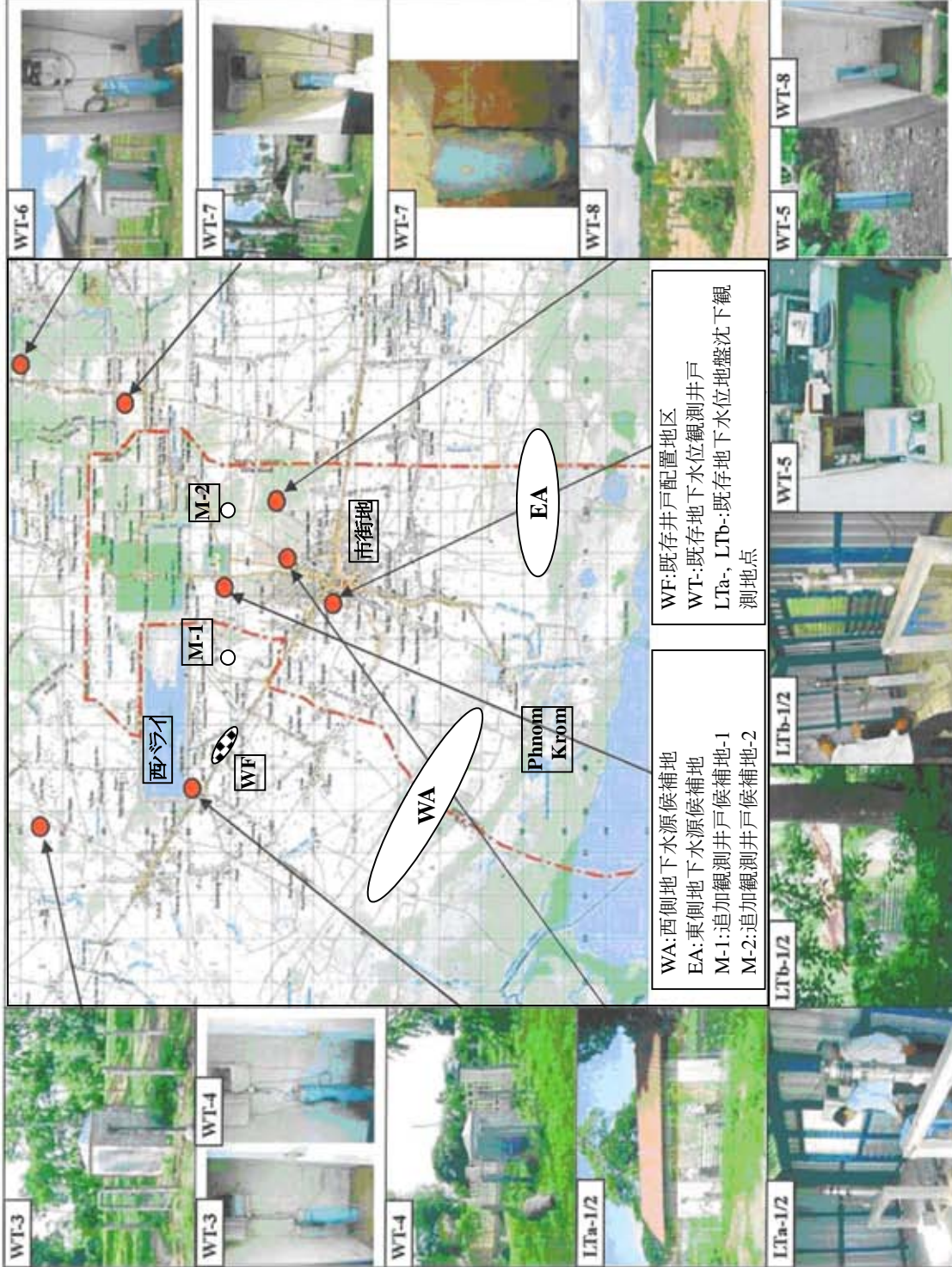
開発調査「シェムリアップ市上水道整備計画調査（2000）」では、遺跡群に影響を与えない範囲の無償資金協力施設での日最大揚水量を  $12,000\text{m}^3$  と提案している。現在の最大揚水量は  $8,800\text{m}^3/\text{日}$  なので、 $4,000\text{m}^3/\text{日}$  程度の拡張の可能性はある。ただし、内乱が終わって間もない開発調査（2000年）当時では予測困難であったホテルなど観光施設の増加とそれらによる地下水揚水が、現在進んでいる。このため、無償資金協力の施設での地下水揚水の影響は遺跡群には及んでいないものの、遺跡群に距離的に近いホテル群の近傍では、地下水位低下現象が懸念されている。

一方、後述するように、遺跡保存を担当する ASPARA や UNESCO が主催するアンコール遺跡国際調整委員会（ICC）などでは、ホテル等による無秩序な地下水揚水が遺跡に悪影響を与える可能性があるのではないかという懸念が表明されている。

地下水を利用した給水施設拡張は、開発コストや維持管理コスト的に有利になる可能性があるが、技術的な検討のみならず環境配慮の側面からの検討など、慎重な検討が必要な状況となっている。

# Location Map of Monitoring Well

June 2005



LTA-1	Depth= <b>72.0m</b>
LTA-2	Depth= 35.0m
LTb-1	Depth= <b>73.0m</b>
LTb-2	Depth= 40.0m
WT-3	Depth= 36.0m
WT-4	Depth= 29.0m
WT-5	Depth= <b>58.0m</b>
WT-6	Depth= 29.0m
WT-7	Depth= <b>60.0m</b> (well house foundation soil was subsided; necessary improvement)
WT-8	Depth= <b>83.0m</b> (stolen; no sensor)
<b>bold:</b>	well depth over 50.0m

图 2.2.7-4 地下水観測施設図

## 2.2.8 上水道拡張整備計画における水源開発の方向性

### (1) 開発対象水源候補

開発調査「シェムリアップ/アンコール地域持続的振興総合計画調査（2006年）」では、拡張整備計画の前提として2012年に8,000m<sup>3</sup>/日の増設、2017年にさらに8,000m<sup>3</sup>/日の増設を想定し、水源開発の可能性として次の7候補をあげている。

表 2.2.8-1 開発調査（2006年）で検討された新規水源候補

1. Siem Reap 川（上流 Kulen 山）	5. トンレサップ湖水
2. Siem Reap 川（市近郊）	6. 地下水（市近郊）
3. 西バライ	7. 地下水（トンレサップ湖畔）
4. 北東バライ	

このうち、Siem Reap 川（上流 Kulen 山、市近郊）、北東バライ、地下水（市近郊）は、乾期の水量が少なくまた既得水利権などの問題もあって開発の可能性は低いとされている。以下に、西バライ、トンレサップ湖水、トンレサップ湖畔地下水について、開発の可能性について述べる。

#### 1) 西バライ

12,900m<sup>3</sup>/日の開発が可能とされ水質的にも良好判断されているが、元来農業用水なので、新規開発の了解をうるためには相当の調整時間を要するとしている。

不確実な情報ではあるが、韓国企業が西バライを水源とした給水施設建設の権利を得たが何らかの理由で建設着工に至っていないということである。さらに、インドのコンサルタントが西バライを補修して貯水容量を増す計画を立て MOWRAM が承認したが、西バライはそもそも遺跡であるとする APSARA の反対で計画自体が頓挫した、との情報もある。

西バライを水源とした新規事業は、以上のような複雑な事情/背景があつて容易でないと考えられる。また、給水公社の試算によれば、2008年時点での不足給水容量は、西バライの開発可能水量の約3倍の34,701m<sup>3</sup>/日となっている。このため、後続のF/Sで西バライの水源を検討する優先順位は低いと判断される。

#### 2) トンレサップ湖水

開発調査「シェムリアップ/アンコール地域持続的振興総合計画調査（2006）」では、8,000～16,000m<sup>3</sup>/日の新規開発を前提として、以下の理由で湖水の利用は「困難」とされている：(1) 大腸菌混入など水質が悪い、水質の季節変化が大きい。(2) 乾期雨期での水位差が大きい。(3) このため、建設コスト・維持管理コストが大きい。

一方、今回の現地調査で明らかになった事項は、

- トンレサップ湖の湖水容量は、乾期で20億m<sup>3</sup>、雨期で750億m<sup>3</sup>と試算されているので、想定必要最大用水量（48,000m<sup>3</sup>/日=1,440,000m<sup>3</sup>/月）は、乾期1ヵ月では全湖水量の約0.07%、雨期1ヵ月では約0.002%程度であり、十分な水源水量と考えられる。
- 当初想定していた取水地点は Phnom Krom 南方に位置する船着場付近であったが、この地域は住民の生活廃水などで、水質が劣悪である。乾期にはアオコが発生するとも言わ

れる。今回の現地調査において、水質が悪い船着場を避けて、水質が良好な地域に取水地点を設ける案が水道公社によって示された。「水道事業人材育成プロジェクト」の協力を得て実施した水質試験では、水質は WHO 基準を超える鉄・マンガンを含むが、通常の浄水処理施設で処理可能な範囲である、との結果を得ている。

以上より、施設拡張規模が、開発調査（2006）で想定されていたものより大きくなる可能性があり、また水質的にも対処できる可能性があるため、トンレサップ湖水の水源を F/S で検討する必要があると判断される。

### 3) トンレサップ湖岸地下水

この水源は、8,000～16,000m<sup>3</sup>/日の新規開発を前提として最優先検討水源に上げられた水源である。その理由は；(1) トンレサップ湖岸の ADB の調査で実施した試掘井戸で豊富で、水質良好な地下水が産出した。(2) APSARA はこの案に大きな抵抗は示していない、というものであった。

一方、今回の調査で次の諸点が明らかになった。

#### a) プノクROM（クROM山）付近での地下水水源

ADB の試掘井戸掘削を担当したプノンペンコンサルタントから入手した報告書<sup>8</sup>によれば、掘削サイトはシェムリアップ市南東約 10km に位置する Phnom Krom 山の麓である。揚水量は約 5m の水位降下で約 1,200m<sup>3</sup>/日；水質は Mn=0.20mg/L (WHO ガイドライン値 <0.2mg/L)；となっており、現在の施設の揚水井戸程度の能力を有すると判断される。

しかし、この試掘井戸が位置する地域は、APSARA の指定している遺跡保護ゾーンの内側にあり、Phnom Krom 山と Protected Zone-4 (Sites of Archaeological, Anthropological or Historic Interest)、その周辺は Protected Zone-3 (Protected Cultural Landscapes) に属している。FS での確認は必要ではあるが、この地域での複数の井戸掘削や導水管路の設置は、遺跡保全の観点から困難が予想される。

以上より、この地点／地域での水源開発の可能性は少ない。

#### b) プノクROM（クROM山）付近を避けた湖畔地域での水源開発

APSARA では地下水揚水が遺跡に悪影響を与える可能性があると考えているが、水道事情は逼迫している。早期の対策を講じたいということであった (Ms. TEP VATTHO, Director による)。

一方、Krom 山付近を避けたトンレサップ湖畔における地下水開発についての APSARA 担当者 (Dr. Peou HANG) の個人的な見解は次のとおりであり、トンレサップ湖畔での地下水開発に関して、必ずしも否定的ではない。

- 地下水を開発する場合は種々の検討を行う必要がある。
- 市街地の南東部 (図 2.2.7-4 の「EA」地域) で地下水開発をする場合は、市から排出される汚水に十分に注意する必要があるかつ、Wat Bakong 遺跡 (シェムリアップ市東方約

<sup>8</sup> Protection and Management of Critical Wetlands in Lower Mekong Basin Tonle Sap Port And Navigation Development ADB TA 5822-REG Groundwater Investigations in Chong Kneas and Chhnok Trou, SAWAC (July 2000)

15km 国道 6 号線沿いの遺跡) への影響も検討する必要がある。

- 市街地の南西部 (図 2.2.7-4 の「WA」地域) であれば、遺跡もなく排水の懸念も少ないので地下水開発サイトとして受け入れやすいと想定する。ただし、やはり十分な検討が必要である。

湖畔での新規地下水開発案は、開発量が  $8,000\sim 16,000\text{m}^3/\text{日}$  程度を想定して提案されたものである。開発量がこの程度以下であれば、必要井戸本数は、 $1,000\text{m}^3/\text{日}/\text{本}$  と仮定して、8 本から 16 本程度となり、井戸開発を検討する余地があり、この場合の候補地は「WA」の地域が最有力候補地になるものと判断される。

一方、拡張計画が水道公社が示すような大規模なものになれば、必要井戸本数が多数になり (たとえば  $20,000\text{m}^3/\text{日}$  の増設で 20 本、 $30,000\text{m}^3/\text{日}$  の増設で 30 本程度)、井戸用地・送水管敷設地などの取得、管理用道路の建設、電源の確保、完成後の維持管理など、F/S で検討すべき技術的課題が多く、必ずしも有望な水源になるとは限らない可能性がある。

### c) 需要予測の見直しと地下水源開発の可能性

水道公社の開発計画 (需要予測) を見直す必要もある。

開発調査 (2000 年) および基本設計調査 (2003 年) で計画した対象地域は、シェムリアップ州 10 コミュニンのうち 4 コミュニンの、さらにその一部地域の人口稠密地域を対象とするものであり、現在の給水量は最大  $8,800\text{m}^3/\text{日}$  である。これに対して現在の水道公社の計画は、2015 年までにすべての 10 コミュニンを対象に  $54,000\text{m}^3/\text{日}$  の需要に対応しようとするものである。6 年後に 6.75 倍の規模の拡張である。このような急速な施設拡張は、初期投資コストだけでなく、維持管理要員の確保、過剰な初期運営コストなど、種々検討すべき課題が山積しているものと考えられる。

このような背景を鑑みれば、今後の F/S 調査で需要予測が見直され、段階的な拡張計画が提案される可能性もある。その結果「当面は」あるいは「緊急的に」現在の施設程度の規模の浄水施設を建設して緊急性が高い地域の給水事情に対応し、その後に長期需要を見据えた大規模施設の建設を行うといった計画も想定されうる。このような場合は、初期段階として開発コストと維持管理コスト的に有利な「(湖畔の) 地下水」を利用し、その後の拡張は「トンレサップ湖水」を利用するといったオプションも考える必要があろう。

以上の理由により、後続の F/S では、地下水による施設拡張計画も視野に入れた検討が必要になる可能性がある。このため、F/S 初期段階で、開発可能量を技術的に検討しておく必要があると考えられる。

表 2.2.8-2 に、「開発対象候補水源」と「開発可能性」の要約を示した。

表 2.2.8-2 「開発対象候補水源」と「開発の可能性」

開発対象候補水源		現況	利点	難点	開発可能性の判断
1	Siem Reap 川 (Kulen 山)	Phnom Kulen (遺跡から約 10km 上流)での流量(2004): - 最大: 2,406 m <sup>3</sup> /s - 最小: 0.052 m <sup>3</sup> /se	1 水質良好	1 乾季水量が少ない(0.052m <sup>3</sup> /s). 2 この水源の利用は Ankor 遺跡の神聖さに影響を与える可能性がある。	乾期の流量小のうえ、環濠、バライ群の水源なので新規開発の可能性小。
2	Siem Reap 川 (Siem Reap 区)	Crocodile Weir での流況(JICA, 2000): - 10 年過水年流量: 0.48m <sup>3</sup> /sec - 維持流量: 0.36m <sup>3</sup> /sec - 既得水利用: 約 1 m <sup>3</sup> /sec	1 給水地域に近い	1 特に乾季の水質が悪い(大腸菌 群). 2 乾季には枯渇、水量に余裕がない。	乾季の水量に余裕がないので新規開発の可能性小。
3	西 Baray	西 Baray 湖の水収支(JICA, 2000) - 河川流入: 34.1MCM - 降雨による貯水: 6.6MCM - 灌漑用水+蒸発: 36.0MCM - 差(利用可能水量): 4.7MCM (12,900m <sup>3</sup> /d) この水源は元来灌漑用水。	1 インドによる改修工事後は給水用に十分な余裕水(9MCM/yr) 2 給水用として十分な水質	1 改修工事完成予定が不明確 2 給水用に利用するには「カ」国関係機関が作る「Water Forum」などで協議する必要がある。協議に時間を要する。	低 - 開発可能水量はあるが元来農業用水のため水利権が不明確。 - バライ自体が遺跡のため保存の観点からの課題もあり。 - 韓国企業が開発権利を取得しているとの未確認情報もある。 - 課題山積のため開発可能性小
4	北東 Baray	- 乾期の貯水量: 218,000m <sup>3</sup> - 概算貯水容量: 16 MCM - Roluos 河からの可能流入量: 17 MCM - 必要灌漑用水量: 3,000ha に 17.6MCM	1 乾期最終期にも流入がある(0.54m <sup>3</sup> /sec)。	1 精確な貯水量が不明確 2 殆どが灌漑用水で使用。給水用水に使用可能か不明。	低 - 元来農業用水 - 開発可能量不明 - 開発可能性小
5	Tonle Sap 湖	- 湖水面積: 2,000-10,000km <sup>2</sup> - 最小貯水容量: 1,300 MCM - 最大貯水容量: 75,000 MCM - 乾期には湖岸線が大きく後退。 特徴: 大メコン川の洪水が湖上し、大調整地としての役割を果たしている。	1 乾期にも十分な水量	1 水質が悪い(大腸菌、SS) 2 雨期乾期の水質変化が大きい。 3 雨期乾期の湖面変化が大きい(水位差: 約 10m, 湖岸線移動距離: 約 16km) 4 浄水施設建設費が高価 5. 自然環境への影響	有 - 遺跡への影響が少ないので最有力水源。 - ただし、UNESCO Biosphere Reserve に指定されるなど、自然環境保全の観点での検討が必要。 - 初期投資・OMコストが大になる可能性有。 - 検討の価値あり。
6	市近郊地下水	- 本邦無償の施設: 8,000m <sup>3</sup> /d? - 市内ホテル: 91、ゲストハウス: 271 一部で井戸揚水 (2006 年?現在)	1 十分な水質	1 高い井戸密度 2 無秩序な地下水開発の継続	低 - ホテルなどによる無秩序な地下水開発が行われている。 - 地下水揚水が遺跡に悪影響を与えかねないという根強い懸念が関係者の間にある。
7	Tonle Sap 湖畔地下水	MRC 作成の水理地質図 - 深度 30-50m の井戸で 5-30m <sup>3</sup> /hr の揚水が可能 ADB/MOE(2000)の試験井戸 - 90m <sup>3</sup> /hr(2,160m <sup>3</sup> /d)/well が可能	1 十分な水量と推定 2 十分な水質 3 開発水量が多くなければ初期投資・O&Mコスト的に有利。	1 開発可能量の調査検討が必要 2 水源位置が市街地から離れている 3 開発水量が多い場合は相当数の井戸本数となり、初期投資・O&Mコストとも増え有利性が低減。	有 - 遺跡から離れているため、遺跡保存の観点から心理的に受け入れられやすい。 - ただし開発可能量不詳。 - 検討の価値有り。 - 開発規模によりコスト的に有利。

出典: 開発調査「持続的開発」の情報をベースに、本調査団が情報、判断を更新。MCM: million cubic meters



## (2) 水源開発の方向性

アンコール遺跡は世界遺産として登録されている貴重な文化遺産であるとともに、カンボジア国の重要な観光資源である。また、トンレサップは熱帯地方で最大面積の淡水湖として知られるだけでなく、メコン川の洪水が溯上して湖面面積が大きく変化することによって生じる住民の生活様式や生態系などの多様性、水文学などの自然現象を対象とした、貴重な研究対象になっている。このため、これらに影響を及ぼすような開発行為には、慎重を期する必要がある。

### 1) 湖畔地下水開発の場合の課題 - 遺跡にかかる環境社会配慮

アンコール遺跡を有するシェムリアップ地区は、重要度によってゾーニングされ(図 2.2.8-1)それぞれの「保護レベル」が定められている。シェムリアップ周辺で新たな開発行為を行う場合は、カンボジア国の APSARA Authority からだけでなくアンコール遺跡国際調整委員会 (ICC) などの国際的な場でのコンセンサスを得る必要がある。

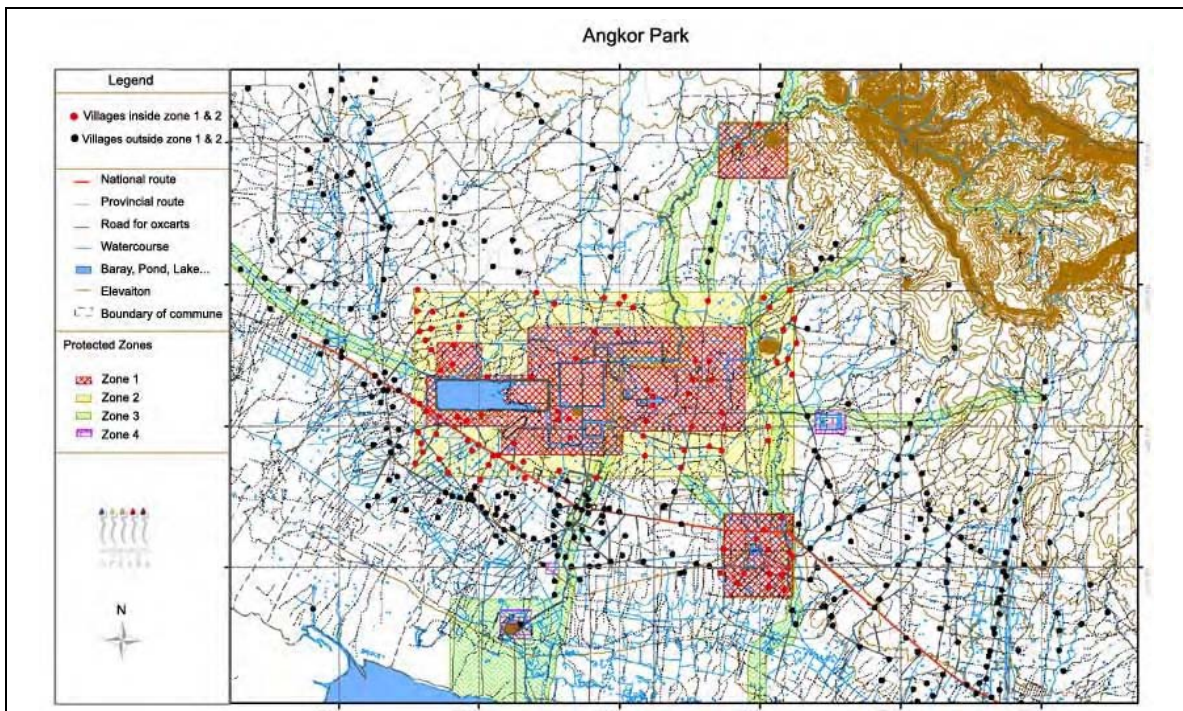
すでに述べたように、無償資金協力資金で供与された地下水利用の給水施設は、十分な調査の結果遺跡への影響が無視できるほど少ないという科学技術的な検討の結果を得て建設されたものであり；2006 年から運転を開始して以来、想定外であったホテル等の施設での井戸開発が進んだ現在でも、遺跡に影響を与えるような地下水低下や地盤沈下は生じていないことが観測結果から判明している。

しかし、このような科学技術的なアプローチにもかかわらず、現在の地下水揚水は遺跡に悪影響を及ぼす懸念があると考えている関係者が多く、2007 年 7 月に開催された ICC の技術委員会 の議事録には地下水揚水に関して次のように記されている。

「PROTECT WATER RESERVES: Cut down on the amount of water drawn from the water table and use other water supply sources (Recommendations of the 17<sup>th</sup> ICC Technical Committee Meeting – Sustainable Development)」

ICC の以上のような理解は、地下水揚水が遺跡に悪影響を与えるのではないかという懸念が、国際社会でのコンセンサスとなっていることを示している。

このような背景から、後続の F/S が見直される需要予測の結果、「経済・財務分析」や「技術評価」の側面から「地下水利用」が有利となっても、遺跡を巡る「環境社会配慮」の観点からはコスト的に不利な「トンレサップ湖水利用」を選択せざるを得ない場合も想定される。F/S 調査では、十分な検討が必要である。



([http://www.autoriteapsara.org/images/apsara/about\\_apsara/zoning/zoning\\_map.jpg](http://www.autoriteapsara.org/images/apsara/about_apsara/zoning/zoning_map.jpg))

**Zone 1: Monumental Sites** are areas which contain the most significant archaeological site in the country and therefore deserve the highest level of protection.

**Zone 2: Protected Archaeological Reserves** are areas rich in archaeological remains which need to be protected from damaging land use practices and inappropriate development. They will most frequently surround monumental Sites, providing protection to adjacent areas of known or likely archaeological importance. Zone 1 and 2 require intensive management aimed at integrating archaeological and visitor interests with local interests and needs.

**Zone 3: Protected Cultural Landscapes** are areas with distinctive landscape characteristics which should be protected on a account of their traditional features, land use practices, varied habitats, historic building, or man-made features from the past or of recent origin that contribute to the cultural value or reflect traditional lifestyles and patterns of land use. Cultural Landscapes may also serve to safeguard visual perspectives and relationships between significant features which contribute to their historic or aesthetic value. Protected Cultural Landscapes are subject to regulations aimed at controlling damaging and disruptive activities.

**Zone 4: Sites of Archaeological, Anthropological or Historic Interest** includes all other important archaeological sites, but of less significance than Monumental Sites, that require protection for research, education or tourist interest. The sites and areas are subject to regulations aimed at controlling damaging activities similar to those applying to Protected Archaeological Reserves.

(Royal Decree からの抜粋・要約)

図 2.2.8-1 アンコール遺跡地区 ゾーニング

## 2) トンレサップ湖水利用の場合の課題 (1)

### - Tonle Sap Biospher と Tonle Sap Basin Authority

トンレサップ湖は、東南アジア最大の湖であるとともに熱帯低地の湖沼としては世界最大の湖である。雨季と乾期とでの湖面面積が大きく変化し、それに伴って水深も変わり、世界でもまれな景観として、カンボジア国有数の観光資源となっている。また、世界でも類を見ないほどに多種多様の生物相を有することでも知られ、たとえば魚類では生息種が 400 種を超え、単位面積あたりの漁獲高が湖としては世界最高水準の湖としても知られる。

このような特徴を有するトンレサップ湖を管理管轄する組織として、Tonle Sap Biosphere Reserve、Tonle Sap Basin Authority の 2 組織が認められ、それぞれの役割は Royal Decree で定められている。

#### a) Tonle Sap Biosphere Reserve

##### 【UNESCO Biosphere Reserve】

UNESCO は 1970 年代に人と生態系の関係改善を目的として「人間と生物圏計画 (Man and Biosphere Programme: MAB)」を立ち上げている。

##### 人間と生物圏計画 (Man and the Biosphere Programme: MAB)

「人間と生物圏 (Man and the Biosphere : MAB) 計画」は、UNESCO の自然科学局の中の政府間国際事業のひとつで、1971 年から開始。各 UNESCO 加盟国が主体となり、生物圏における自然資源の保全・有効利用及び環境の保護に関する諸問題の解決に資することを目的に、研究・研修・知識普及を国際的に実施する。MAB 計画に基づいて、「生物圏保護区」が設けられている。

##### 生物圏保護区 (biosphere reserve)

保護区内に核心地域 (コアエリア)、それをとりまく緩衝地帯 (バッファゾーン)、その外側の保全を基調とした移行地域 (トランジション・エリア) という 3 段階の地域を設け、自然の合理的な保護と活用をしていこうという考えに基づく保護区

(日本ユネスコ協会連盟 : <http://www.unesco.jp/contents/isan/glossary.html>)

UNESCO はこの活動の目的達成手段として World Network of Biosphere Reserve (WNBR) の発展普及に努めており、これによって、環境保全と持続可能な開発の導入と実践・実証を勧めている。これらの活動は各国独自の仕組みのなかで行われるものであるが、その経験や考え方はネットワークの中で広く共有されるものとしている。仕組みとしては、世界遺産の仕組み (世界遺産への登録は UNESCO から受けるがその管理保全は当該国が責任を負う) と類似しているものと考えられる。

現在は、105 国々の 531 サイト以上が Biosphere Reserve として確認されている。

## 【Tonle Sap Biosphere Reserve】

### ■ 設立経緯

カンボジア国では 1993 年の Royal Decree によってトンレサップ湖を「Multiple-Use Protected Area」に指定した。1997 年にはトンレサップ湖は、UNESCO の Biosphere Reserve として推薦 (nominate) された。カンボジア国では、2001 年 4 月 10 日の Royal Decree でトンレサップ湖を Biosphere Reserve として正式に指定 (Designate) している。

### ■ 機能・役割

Royal Decree (2001) によれば、機能ないし役割は次の通りである。

The TonleSap Biosphere Reserve shall fulfil three complementary functions:  
- a conservation function to contribute to the conservation of biological diversity and etc, and to restoration of the essential character of the environment and habitat of biodiversity;  
- a development function to foster sustainable development;  
- a logistic function to provide support.

(一部省略して抜粋)

### ■ 組織

カンボジアメコン委員会 (CNMC) の下部組織として、事務局 (Tonle Sap Biosphere Reserve Secretariate) を設けられ、Biosphere 関連組織の協力体制や情報共有、情報交換の促進を目的に活動している。

(<http://www.tsbr-ed.org/english/aboutus/aboutus.asp>)

### ■ トンレサップの生物圏保護区ゾーニングと本件の関係

トンレサップ湖は、Core zone, Buffer zone, Transition zone に分けられ、“Core Area”は環境省が責任機関、他の 2 ゾーンは系列省庁によって管理される。いずれもカンボジアメコン委員会を調整機関としている。ゾーン区分と定義を図 2.2.8-2 に示す。

Core Area は 3 地域指定されており、そのうち Boeung Chmar Portion はラムサールサイトとして登録されている (<http://www.mekong-protected-areas.org/cambodia/vathana.htm>)。

トンレサップ湖水を水源とする場合は、Buffer Zone および Transition Zone が対象地域となり、関係各省の調整が必要となるが、関連する省庁が多数に及ぶ可能性があるため、カンボジアメコン委員会を通じて関連事項を把握する必要がある<sup>9</sup>。

## **b) Tonle Sap Basin Authority (TSBA) Office of the Council of Ministers 傘下**

### ■ 設立の経緯

トンレサップ湖とその周辺地域では、その固有の豊富な自然資源と多数の開発プロジェクトにもかかわらず、殆どの貧困指数はカンボジアそのほかの村落よりも低いレベルにとどまっている。また、従来の開発支援は、トンレサップ湖周辺の 5 州 (province) に限られ、その周辺地域は含まれていなかった。

<sup>9</sup> 今回の調査では、カンボジアメコン委員会や環境省でのヒアリングは行っていない。

このような中、ADB は 2002 年に“トンレサップの環境と貧困に対応するため Tonle Sap Initiative”を立ち上げ、同年農業林業漁協省が実施機関として Tonle Sap Environmental Management project を開始した。しかし、このプロジェクトの実施やモニタリングの責任機関は、環境省とか UNDP, CNMC (Cambodian National Mekong Committee) に分散されており、また、支援対象はトンレサップ湖周辺でも、湖周辺の 2 国道の内側 (Tonle Sap Biosphere Reserve エリア) に限られていた。

このような中、2007 年に開催された Tonle Sap Initiative をめぐる forum においてフンセン首相の次のステートメントがあった：トンレサップ湖資源の過剰搾取が深刻な環境問題に発展する可能性がある；国境を越えた集水域の総合管理が必要である；トンレサップ開発保全のために省庁と広範な開発パートナーを動員・活性化する新組織が必要である。

(参考：[http://www.mrcmekong.org/Catch-Culture/vol14\\_3Dec08/Tonle-Sap-Basin.htm](http://www.mrcmekong.org/Catch-Culture/vol14_3Dec08/Tonle-Sap-Basin.htm))

このような経緯を経て、TSBA は 2007 年 9 月 8 日の Royal Decree で定められた。

#### ■ TSBA の設立趣旨 - 職務

Royal Decree (2007) によれば、TSBA は、トンレサップ集水域における、管理と保全、開発の調整を行う、とされる (Article1)。またその機能は Article-4 に次のように定められている。

TSBA has roles and duties for coordination of the management, conservation and development of the Tonle Sap basin areas as follows:

- Serve directly as headquarter of the Royal Government in TSI (Tonle Sap Initiative) project;
- Prepares policy, strategy plan, programmes and projects;
- Coordinates ongoing and planned activities/projects;
- Follows up, monitors and evaluates project implementation;
- Serves as a representative of the Royal Government of Cambodia (RGC) in all meetings;
- Signs agreements, protocols, and contracts after the Royal Government agrees upon;
- Serve as a counterpart to all development partners;
- Reports main activities to the RGC;
- Perform other tasks assigned by the RGC.

(一部省略して抜粋)

以上のように、TSBA は直接的には TSI の本部として機能するが、その他の機能として、すべてのプロジェクトとの調整などを行うとともに、すべてのプロジェクトのカウンターパートの一員となると定められている。また、合意文書や契約のサイン権も TSBA に付与されることになっている。そのメンバーは、トンレサップ湖周辺の 5 州だけではなく、集水域の全 10 州とプノンペン市も含まれている (下記参照)。

#### ■ 組織

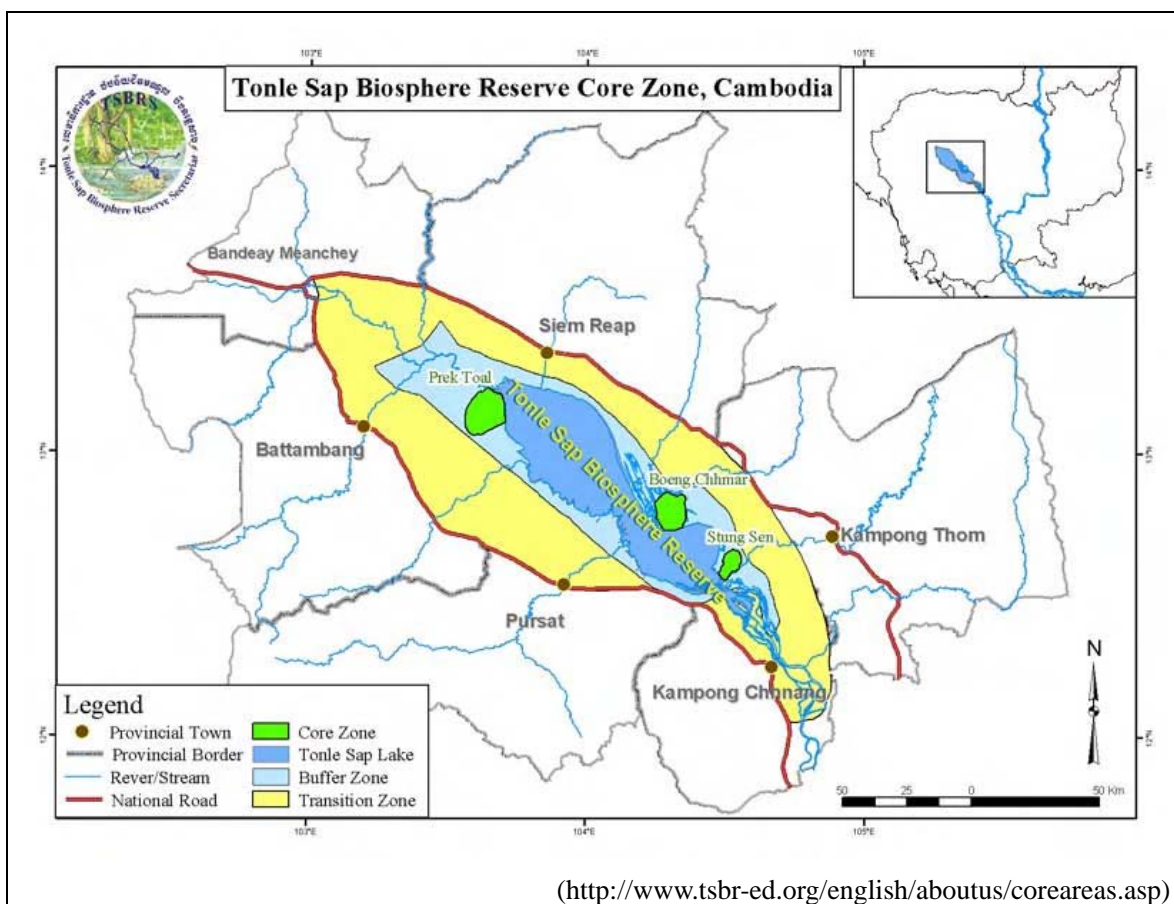
TSBA の組織は、総裁、副総裁をトップとし、そのメンバーとして Office of the Council of Ministers や 14 省大臣ないし次官をはじめとして、プノンペン市長、10 州の知事、Apsara Authority 総裁など、合計 32 機関からなると Decree の Article-3 で定められている。

ただし、4 ポジションからなる Executive Committee を有し、Office of the Council of Ministers の担当大臣から直接指示を受けることになっている (Article-5)。

■ 現況

本調査でおこなった関係各機関でのヒアリングでは、TBSA の存在自体は認識しているもののその実機能についてはいまだ不詳の様相である。ただし、「影響力のある組織」と認識されている。本調査では TSBA へのヒアリング調査も実施していないので、本件との関連は明らかではないものの、Article-4 によれば、本プロジェクトも TSBA の調整を受けることになる。

また、サイン権がどのレベルまで及ぶのか、詳細は不詳である。



**The core zone:** 1. Prek Toal Core Area , 2. Boeng Tonle Chhmar Core Area, 3. Stung Sen Core Area  
The core areas are defined likewise national park or wildlife sanctuary, which are devoted to long term protection and conservation of natural resources and ecosystem.

**The buffer zone:** Its boundary corresponds to the outer boundary of the Tonle Sap Multiple-Use Area. Activities are managed to be consistent to the protection and conservation plan of the core areas.

**The transition zone** is limited between the outer boundary of the buffer zone and National Road N5 and National Road N6. The flexible transition area is the integrated economic zone, which is managed for the sustainable agriculture, human settlement and land uses, without having adverse effects on the flooded forest, water quality and soils of the region around the Tonle Sap Lake.

(Decreeから抜粋・要約)

図 2.2.8-2 トンレサップ湖 生物圏保護区 ゾーン区分

### 3) トンレサップ湖水を利用する場合の課題 (2)

#### - IUCN (国際自然保護連合<sup>10</sup>) のリスト

開発調査「シェムリアップ/アンコール地域持続的振興総合計画調査 (2006)」によれば、次のとおり指摘されている。

- 洪水冠水時の湖の北方地域の殆どは耕作地となっており、建設行為が動植物へ与える影響は限定されていると想定される。
- しかし、300 以上の魚類、225 種の鳥類、約 200 種の植物が生息しているトンレサップ湖に関しては格別の注意が必要である。2001 年の UNDP の生物多様性解析 (Biodiversity Analysis) によれば：
  - (1) 11 種の爬虫類と 22 種の哺乳類が IUCN のレッドリスト (絶滅の恐れがある種名リスト) にリストアップされている。
  - (2) 22 種の鳥類が IUCN threat category とされている。
  - (3) Tonle Sap Biodiversity の Core Zone の一つになっている Preak Toal (シェムリアップの対岸地域) では 15 種の鳥類が endangered species。

また ADB の「Tonle Sap Sustainable Livelihoods Project」で行った IEE (2005 年 8 月<sup>11</sup>) では、次の様に報告されている。

- IUCN の「Red List of Threatened Species (2004)」によれば、カンボジアでは 197 種がリストに登録され、このうち、24 種が「Critically endangered」39 種が「endangered」、53 種が「vulnerable」とされる。トンレサップ生態系では「critically endangered」に分類される 5 種 (魚類 2 種、鳥類 2 種、シャム鱧) がまだ生存している。ただし固有種ではない。
- この ADB プロジェクトで、生態系多様性にかかるベースラインサーベイが実施される予定である。

計画が定まっていない現在では、開発行為がトンレサップ湖にどの程度及ぶか明確でないが、上記には十分に配慮する必要がある。

### 4) 金沢大学環日本海域環境研究センターからの聞き取り調査

一方、1992 年以来カンボジアの調査に従事している同研究センターの塚脇准教授のお話は次の通りであった<sup>12</sup>。

- トンレサップ湖については根拠のない言説が多いため研究によって現状を明らかにする必要がある。
- 調査結果では、湖底には殆ど動物が住んでいない。低湿には動物は少ない。
- 湖岸の丘であるプノンクロム (クロム山) は保全対象 Zone-1 に指定されているので構造物を作ることができない。

<sup>10</sup> IUCN: International Union for Conservation of Nature and Natural Resources

<sup>11</sup> ADB “Summary Initial Environmental Examination Report for Tonle Sap Sustainable Livelihood Project in Cambodia (August 2005)”

<sup>12</sup> 面談記録は塚脇准教授のチェックを受けていないので、記述内容は調査団の文責による。

- 湖岸の無脊椎動物と魚類では外来種が入ってきており、貴重種はあまりいない。ただし、生態系の頂点に立つ生物がないので多種類の生物が豊富に生息している。
- 鳥の宝庫である。特に湖中央部のくびれ部分には鳥が多い。ただし貴重種はいない。
- NGO の活動が活発である。鳥類の保護を目的とした NGO が環境省に対しても影響力を有している。
- トンレサップ（シェムリアップ）地域の浅層地下水は低下している。北バライにシェムリアップ川の氾濫水を引き入れて地下水安定に寄与しようとしているが、上流のクレーン山での伐採が進んでおり、地下水涵養が減少することが懸念される。

先生のお話によれば、トンレサップ湖は、生物の多様性は認められるものの、貴重種や保護すべき干潟生物等は、生息しない可能性があり、またあっても生息域が限定されている可能性を示唆しているものと考えられる。F/S での確認調査が必要である。

#### 5) 水源開発の方向性

水源選定は施設規模（需要規模）や支払い意思・能力などのファクターによって決定されるが、施設規模（需要規模）の観点から想定されるケースは下表の通りである。

既述のように、シェムリアップ地域は世界的に有名な遺跡と湖沼を有するため、これらへの環境社会配慮の結果によっては、「経済・財務分析」や「技術評価」の側面から「地下水利用」が有利となっても、遺跡を巡る「環境社会配慮」の観点からはコスト的に不利な「トンレサップ湖水利用」を選択せざるを得ない場合も想定される。また、自然環境・動植物保護の観点からは、異なる選択肢もありうる。

この選択は、本格的な F/S 調査を開始する前に行う必要がある。水道水源開発として、地下水あるいはトンレサップ湖水のいずれを開発する場合においても、関係各機関と十分に協議する必要がある。

**表 2.2.8-3 「水源開発」の観点から想定される水源選択肢**

ケース	新規水源開発規模	FS 評価項目	トンレサップ湖水	トンレサップ湖畔地下水	記事	
A	現況施設と同規模かやや大きい程度の場合	経済・財務評価	△	◎	経済・財務、および技術評価では「地下水」が優位ないし同等だが、遺跡の観点で「湖水」の選択もありうる。また、自然環境の側面からは異なる選択肢もありうる。	
		技術評価	△	◎		
		環境社会配慮	主に遺跡保全	◎		△
			主に湖環境保全	△		◎
B	現況施設よりはるかに大きい場合	経済・財務評価	同等程度	同等程度		
		技術評価	△	○		
		環境社会配慮	主に遺跡保全	◎		△
			主に湖環境保全	△		◎
C	上記 A,B の中間規模	経済・財務評価	・・	・・		
		技術評価	・・	・・		
		環境社会配慮	主に遺跡保全	・・	・・	
			主に湖環境保全	・・	・・	

: 他と比較して「優れる」、○: 他と比較して「やや優れる」、△: 他と比較して「やや劣る」。



## 6) F/S 調査前の地下水調査 - 水源決定のための地下水調査・解析

水道水源を開発する場合の重要な課題は水質と水量である。特に安定した水量確保が最重要といえる。既述の様にトンレサップ湖水を水源とした場合は、水道公社で想定している最大の給水量を取水しても湖水容量の僅かであり、水量的には問題はない。しかし、地下水開発を選択する場合は、遺跡などへ悪影響を与えない範囲での揚水可能量を算定する必要がある。

この揚水可能量の算定には種々の解析手法の適用が可能ではあるが、開発調査「シェムリアップ市上水道整備計画調査（2000）」で構築したシミュレーションモデルを参考とすれば、効率的に地下水解析が行えるものと想定される。

このような地下水解析を実施するうえで想定される水源候補地は、遺跡保存の観点から APSARA が示唆している Phnom Krom 山の西方地域の平坦地が最有力となるものと考えられる（図 2.2.7-4 の「WA」の地域）。しかし Phnom Krom は、平坦なトンレサップ湖畔の孤立峰で、中生代と考えられる基盤岩から成り立っているため、この周辺地域の基盤岩深度は、他のトンレサップ湖畔地域に比較して浅い可能性もあり、追加調査が必要となる。

試掘井戸掘削は、最も有益な調査方法ではあるが、将来の利用法が不定の上、この段階での実施は、地価の異常な高騰にも繋がりにくいので適切ではないと考えられる。ここでは、シミュレーションモデルを構築する上で重要となると考えられる基盤岩深度の把握を最優先として、電気探査の実施を提案する。地質状況によっては、帯水層を把握できる可能性もある。電気探査の実施位置は図 2.2.7-4 の「WA」の地域とするが、この地域は洪水期には冠水する地域なので、観測点は道路上に限定される。これと同時に、水道公社や APSARA が観測しているデータの収集や MOWRAM で収集中の井戸データの把握、さらに可能な限りにおいて一斉測水を実施する必要もあろう。

## 2.3 シェムリアップ市の下水道・排水の現状と課題

### 2.3.1 下水道・排水事業の現状

現在シェムリアップ市で実施されている下水・排水事業は、ADB 資金による市西部を対象とした下水道整備事業のみである。この事業は、メコン河下流域のカンボジア、ラオス、ベトナムの観光開発を支援する「Mekong Tourism Development Project」のコンポーネントの一つである。プロジェクト全体の実施調整機関は観光省であるが、シェムリアップ市下水道整備事業の実施機関は、公共事業運輸省（MPWT）とシェムリアップ公共事業運輸局（DPWT）である。この事業の概要は以下のとおりである。また、図 2.3.1-1 に事業対象施設図を示す。

表 2.3.1-1 ADB 事業の概要

項目	概要
事業目的	2020 年を整備目標年とし、市西部（シェムリアップ川右岸市街地）を対象地域とした下水道・排水システムの整備事業
対象人口	17,000 人
主な事業内容	既設雨水排水路（Town Center Drain）の改修（2.10km） 污水管（2.31km）、污水遮集管（3.68km）の敷設（管径 600～700mm） 既存自然雨水排水路の改修（0.9km）

	汚水ポンプ場の建設（ポンプ能力：160～240(リットル/秒)） ポンプ場から処理場までの圧送管(Force Main Sewer、管径 450mm)の敷設 (2.81km) 下水処理場及び処理場へのアクセス道路（542m）の建設 下水・排水に係る事業計画策定および維持管理活動を行う新組織の設立支 援 住民への衛生・環境問題に対する啓蒙活動の実施
事業実施計画及 び進捗状況	全体進捗率 77%（2009 年 1 月時点）。2009 年 6 月完工予定 各施設の進捗は以下のとおり。 既設排水路：71.4% 污水管&污水遮集管：30.0% 自然排水路の改修：0.0%（污水管敷設終了後に着工予定） 污水ポンプ場：45.0% 圧送管：92.5% 下水処理場およびアクセス道路：60.0%
事業費	US\$ 10.8 million

本事業では下水処理場が建設されているが、処理方法は安定化池方式が採用されており、安定化池を含む処理施設の用地面積は 12.0ha となっている。処理能力は、BOD 除去率が 95%、大腸菌群の除去率が 99%となっている。下水処理場用地面積は全体で 20.3ha あり、安定化池を含む処理施設以外に、管理事務所、ワークショップ、発電機棟（配電管理室、燃料貯蔵庫を含む）、収集車洗浄所等の施設も建設されている。

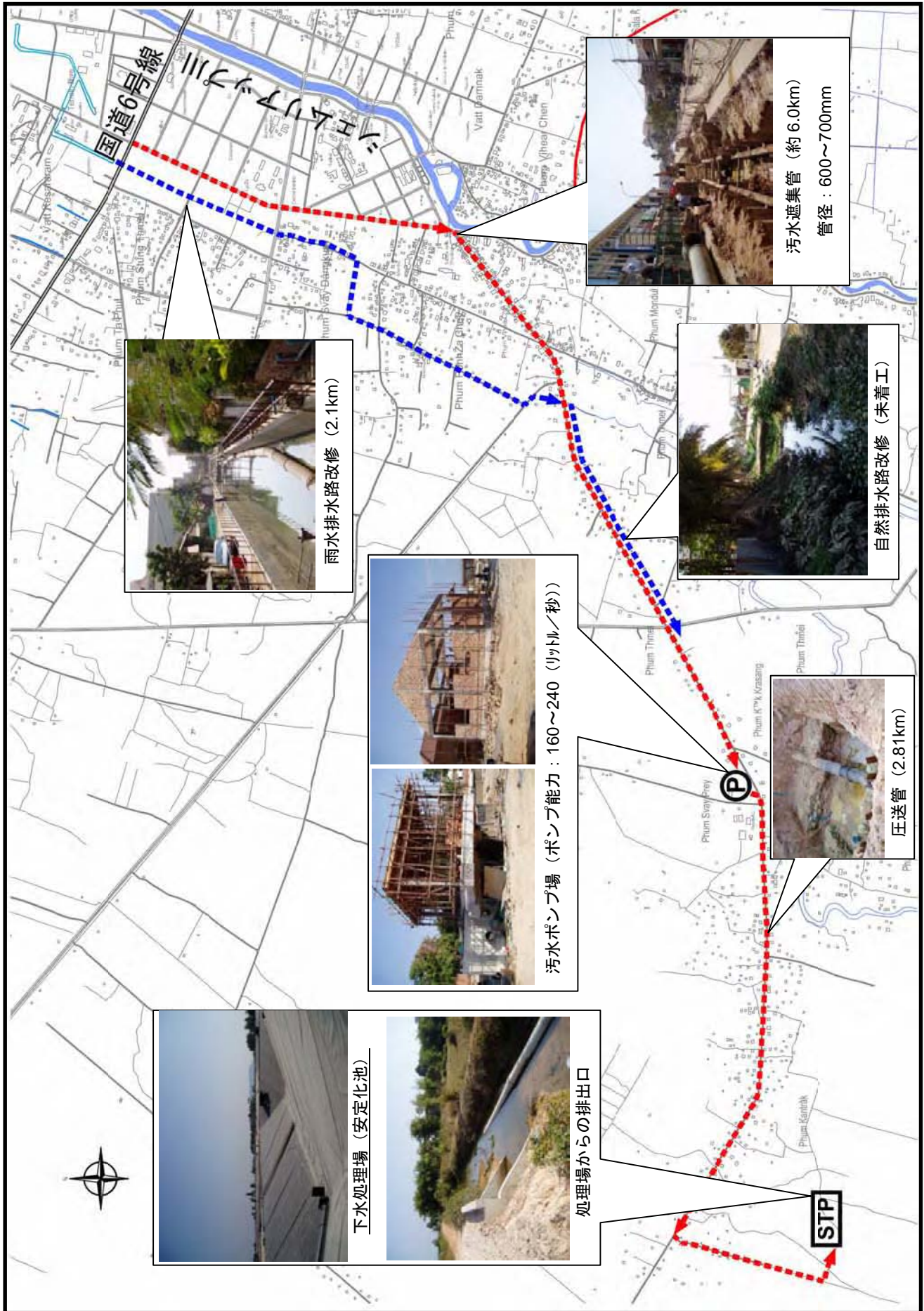
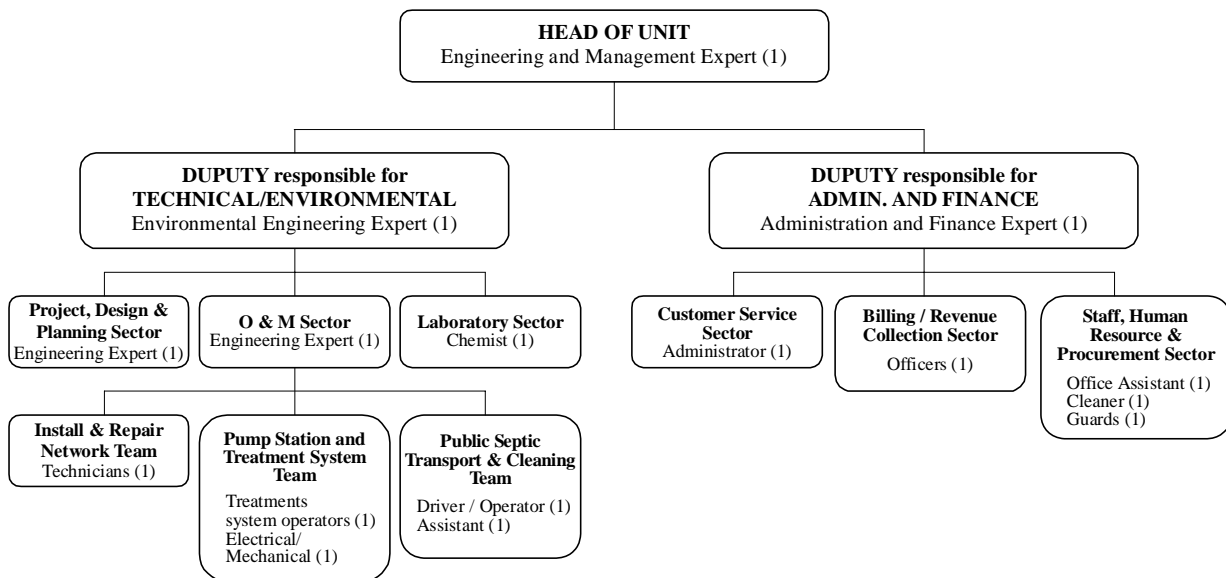


图 2.3.1-1 ADB 事業対象施設設置位置図

また本事業では、施設建設以外に下水道・排水事業を担当する（事業の計画・実施および関連施設の維持管理を行う）新しい組織の確立、およびその組織の財源としての下水道料金の設定について検討が行われ、現在、実施に向け動いている。この新しい組織名は「Siem Reap Sewerage and Wastewater Treatment Plant Unit(SRSWTPU)」であり、この組織は、DPWT Siem Reap の下部組織として配置されており、既に人員の応募を行い 24 人の採用を決定している。図 2.3.1-2 に組織図を示す。この組織が発足と同時に、現在のシムリアップ公共事業運輸局 (DPWT) の下水・公共電力課 (Sewer and Public Electricity Office) は廃止され、新組織へと移行される。また、維持管理活動への支援として、清掃用のバキュームカーが 1 台供与されることとなっている。



(出典：MPWT)

図 2.3.1-2 Siem Reap Sewerage and Wastewater Treatment Plan Unit の組織図

更に、この新組織の活動・維持のための財源として下水道料金の徴収が提案されている。徴収される下水道接続料金、月額使用料金および汚泥処理（腐敗槽からの汚泥引き抜き・処理）料金については既に検討が行われ、州政府、コミュン、ホテル協会でも承認されている。表 2.3.1-2 に提案されている主要施設ごとの料金表を示す。

表 2.3.1-2 下水道接続料金・維持管理費（案）

対象施設	接続料金	維持管理費（月額）
<b>一般住居</b>		
住居面積：70m <sup>2</sup> 未満	82,000	4,000
住居面積：70～300m <sup>2</sup> ～未満	123,000	13,000
住居面積：300m <sup>2</sup> 以上	205,000	35,000
<b>ホテル</b>		
部屋数：1～20室	164,000	110,000
部屋数：21～40室	246,000	123,000
部屋数：41～60室	287,000	186,000
部屋数：61～100室	410,000	522,000
部屋数：101室以上	902,000	1,260,000
<b>ゲストハウス</b>		
部屋数：1～7室	82,000	30,000
部屋数：8～15室	164,000	58,000
部屋数：16室以上	287,000	145,000
<b>レストラン</b>		
座席数：1～40席	164,000	37,000
座席数：41～100席	205,000	46,000
座席数：101席以上	246,000	187,000
<b>その他</b>		
商店/駐車場	205,000	41,000
ガソリンスタンド	164,000	73,000
KTV、ナイトクラブ	205,000	42,000
官庁施設	164,000	44,000
寺院、教会	82,000	22,000
学校（私立、公立）	41,000	41,000
病院、診療所	205,000	62,000
工場	287,000	68,000
洗車場（車、バイク）	205,000	57,000
銀行	205,000	90,000
民間会社、NGO事務所	164,000	69,000
スーパーマーケット、土産店	144,000	25,000
Center Market	287,000	473,000
Old Market	746,000	174,000
公衆トイレ	41,000	9,000

注) 料金は全てカンボジア・リエル (Riel) (1US\$=4,000 Riel、2009年1月)

(出典：ADB)

この新組織と料金案に関しては、中央省庁である公共事業運輸局（MPWT）で既に正式に承認されており、現在、経済財務省の承認を待っている状況である（建設工事完工後に承認される予定）。新組織への移行後は、基本的に、これらの徴集料金により新組織の運営及び施設の維持管理活動を実施する予定となっている。また2年後に公共事業運輸省及び経済財務省により、組織の活動・財政状況等が評価されることになっている。ADB資金によるシアヌークビル市での下水道整備事業においても、本事業と同様の組織が設立され、現在活動を実施しているが、その料金徴集率は約3割程度にとどまっており、厳しい財政状況が続いているとのことである。

### 2.3.2 下水道・排水施設の現状

現在建設中のADB事業対象施設以外に、シムリアップ市中心部には、合流式管渠網(延長約4.0km、管径φ300~1,000mm)が存在する。これら合流式の幹線はフランス植民地時代の1930年頃から整備が始まり、それにつながる枝線は1960年代に建設されたと言われる。しかし、1970年代から約20年間続いた内戦期間中、これらの施設の維持・整備は殆ど行われず、施設の老朽化に伴う破損、管渠内のごみ、土砂、汚泥の堆積による流下阻害など、その機能は著しく低下した。近年になり、修復工事や新設工事が徐々に実施されてはいるものの、下水・排水枝線の面整備はまだ不十分である。既設管渠網を図2.3.2-1に示す。下水・排水施設の維持・管理は、公共事業運輸局(DPWT)の下水・公共電力課(Sewer and Public Electricity Office)が担当しているが、市内では、コミュニケーションや個人が独自に下水・排水管の敷設を行っていることもあるため、既存管渠データが下水・公共電力課で一元管理できていない。そのため、実際は図2.3.2-1に示された以外の管渠が敷設されていると考えられる。市中心部の下水・排水システムについては、図からわかるように、流集された下水・排水は、シムリアップ川へ排出されていない。これは、APSARAの方針により、シムリアップ川への放流を規制しているためである。但し、わずかではあるが、川沿いの住居あるいは施設から不法に生活排水が排出されていることがある。

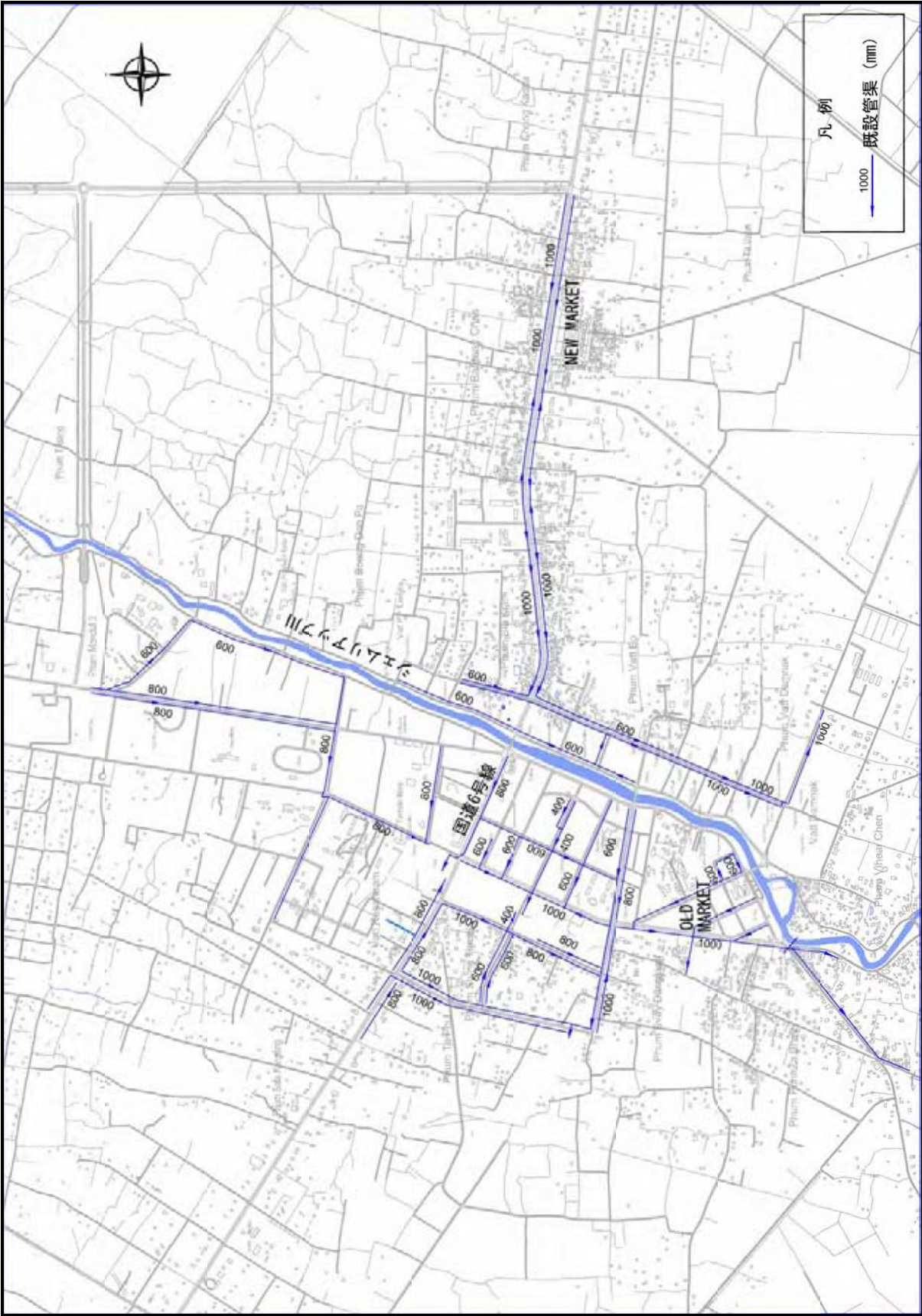


图 2.3.2-1 既設下水・排水管渠網

シエムリアップ川右岸域では、Sivatha（シワター）通りに建設中の污水遮集管と、Sivatha 通り西側の改修中の排水路に、下水・排水が流集されるシステムが構築中である（ADB 事業）。国道 6 号線北部周辺に立地する巨大ホテル（Le Meridien Angkor、Sofitel Royal Hotel、Raffles Grand Angkor Hotel 等）からの下水・排水もこれらの遮集管・排水路に接続し、污水に関しては、建設中の下水処理場に運搬される。雨季の降雨時には、幹線道路である Sivatha 通りが浸水常襲箇所となっており、一旦降雨に見舞われると 40～50cm の浸水が数時間に亘り継続し、この通りは一部の車輛を除いては通行不能となり、市民の生活に多くの被害をもたらしている。しかし、上述したとおり現在 ADB 事業で、Sivatha 通り西側の排水路の改修工事は行われており、これが完工後には、浸水被害が軽減される計画となっている。またこれまで降雨時に道路面上に下水・排水が溢れ、極めて不衛生な状況となっていたが、これも污水遮集管の新設により改善が期待される。

シエムリアップ川左岸域では、国道 6 号線沿いの東西方向に管径  $\phi$  1,000mm（New Market 近辺まで）、シエムリアップ川沿いの南北方向に  $\phi$  600～1,000mm の合流式管渠が埋設されている。この既設管網によって流集された下水・排水は、自然排水路を経由して市南部の灌漑用水路あるいは水田に排出されている。シエムリアップ川左岸域は、右岸域よりも市街化が遅れたこともあり、面整備が進んでおらず、既設管渠網が少なく、自然排水路や開水路が多い状況である。排水路は計画されたものではないため、疎通能力不足、またごみ投棄問題などを抱えている。近年、この右岸域の開発が急激に進んでいることから、早急な計画的、段階的な下水・排水整備が望まれている。現在、AFD および AIMF がこの右岸域での下水・排水事業の実施を予定している。

また他の下水道・排水施設として、腐敗槽が各住宅、ホテル、レストラン等で設置されている。腐敗槽の設置は建物建築許可の条件として義務付けられており、例外なく設置されている。

遺跡内には一般的な、管渠を含む下水道・排水施設は存在しない。基本的に遺跡内は、一部の観光用の道路を除いて、市街地のような道路整備はされておらず、森林、自然土の状態であるため雨水は自然浸透されている。APSARA によると、遺跡内には旧来からの村落が点在しているが、全体で数百人規模のものであり、これらを対象とした下水・排水施設は整備されていない。但し、遺跡内には APSARA の観光開発局、遺跡保存局により、観光客用の公衆トイレは設置されており、村民もこれらを利用している。また、レストラン、商店といった施設においては、腐敗槽が設置されている。

### 2.3.3 運転・維持管理の現状

シエムリアップ市内の下水、排水施設の運転・維持管理は、公共事業運輸局の下水・公共電力課の所管となっているが、維持管理用の資機材を所有していない上、予算不足や経験不足等の問題があるため、定期的な維持管理活動は実施されていない。現状では、ごみや土砂等による管渠、排水路の閉塞、あるいは管渠の破損による機能障害が発生し地域住民から苦情等が出た場合、州政府からの指示で、清掃、補修作業を実施している程度である。また、定期的な維持管理活動を行うためには、既存施設のデータ管理が必要不可欠であるが、シエムリアップでは、同じ下水・排水に係る事業であってもドナーにより、現地政府の実施機関が異なっているため、下水・公共電力課での一元的なデータ管理ができていない。従って、既存施設のデータベースの一元管理は、今後発足予定の新組織の重要な課題となっている。

また、腐敗槽が各住宅、ホテル、レストラン等には設置されているが、その維持管理は全て自己管理とされている。ホテル、レストラン等では定期的に堆積汚泥の引き抜きを行っているが、個人の住



居などでは適切な維持管理がなされていないことから、腐敗槽から汚水が溢れて近辺の測溝あるいは排水管渠に流出されている状況も見られる。シェムリアップでのごみの収集・運搬・処分業務については、州政府が民間企業（GAEA）に委託している（2007年から50年間契約）。契約内容には、各住居、ホテル、レストランに設置されている腐敗槽からの汚泥引き抜き、あるいは引き抜かれた汚泥の収集は含まれていない。しかし、カンボジアではごみの分別が義務付けられていないため、各家庭、施設が汚泥の引き抜きを行い、それをごみとして出している場合、そのごみ（引き抜き汚泥）も回収している。収集されたごみは、市の東部にある最終処分地（用地面積約10ha）へ運搬され、廃棄されている（オープンダンプングで覆土処理はしていない）。下水道事業・維持管理を担当する新組織が発足後には、費用は各戸・施設の自負となるが、腐敗槽からの汚泥の引き抜き、運搬作業もこの組織が担当することとなる。収集された汚泥は、建設中の下水処理場へ運搬され、最終処分される。

### 2.3.4 下水道・排水セクターにおける他ドナーの動向

#### (1) AFD による下水道整備事業

APSARA 機構の要請で、AFD は 2004 年から市東部（シェムリアップ川左岸域）を対象とした下水・排水整備計画調査を実施してきたが、2009 年 2 月より、優先事業の詳細設計およびシェムリアップ District 全体の下水・排水マスタープランの策定を実施する予定である。事業の概要を表 2.3.4-1 に示す。

表 2.3.4-1 AFD による下水道整備事業の概要

項目	概要
実施機関	シェムリアップ州政府（情報共有・円滑な事業実施を目的とし委員会（PMU: Project Management Unit）を設立する予定。メンバーは APSARA、DPWT、Siem Reap District Office 等）
事業対象区域	シェムリアップ川左岸市街地（東側域）
事業主な内容	1) シェムリアップ District の下水・排水マスタープランの策定 2) 優先事業（シェムリアップ川東部域の下水・排水路整備：約 25km の掘削開水路）の詳細設計 3) 事業実施に係る PMU への支援 4) 都市計画と本事業に関する州政府へのキャパシティ・デベロップメント活動
事業実施計画及び進捗状況	1) マスタープラン： 2009 年 2 月～2009 年 10 月（9 ヶ月間） 2) 詳細設計： 2009 年 2 月～2009 年 6 月（5 ヶ月間） 3) 建設工事： 入札終了後約 18 ヶ月間を予定

（出典：AFD プノンペン事務所、APSARA 機構）

優先事業については当初下水処理場の建設も予定されていたが、今回の詳細設計のコンポーネントには含まれていない。詳細設計の対象は市東部（シェムリアップ川左岸域）の排水改善を目的とした合流式開水路である。AFD によると、将来的には下水処理場の整備と合わせて分流式下水道への移行を目指しているため、今回の合流式開水路を検討する際にも、将来の雨水と汚水を分離する雨水吐き室のような構造物の設置も視野に入れて詳細設計を行うとのことである。また今回の設計対象場所は幹線道路沿いに限られているため、将来の二次幹線（枝線）の整備が望まれる。また AFD より調査を委託されるコンサルタントは既に選定されており、フランス、日本（日本上下水道設計株式会社）、カンボジアのコンサルタントから構成される共同企業体により調査が実施される予定である。図 2.3.4-1 に AFD 事業対象施設位置を示す。

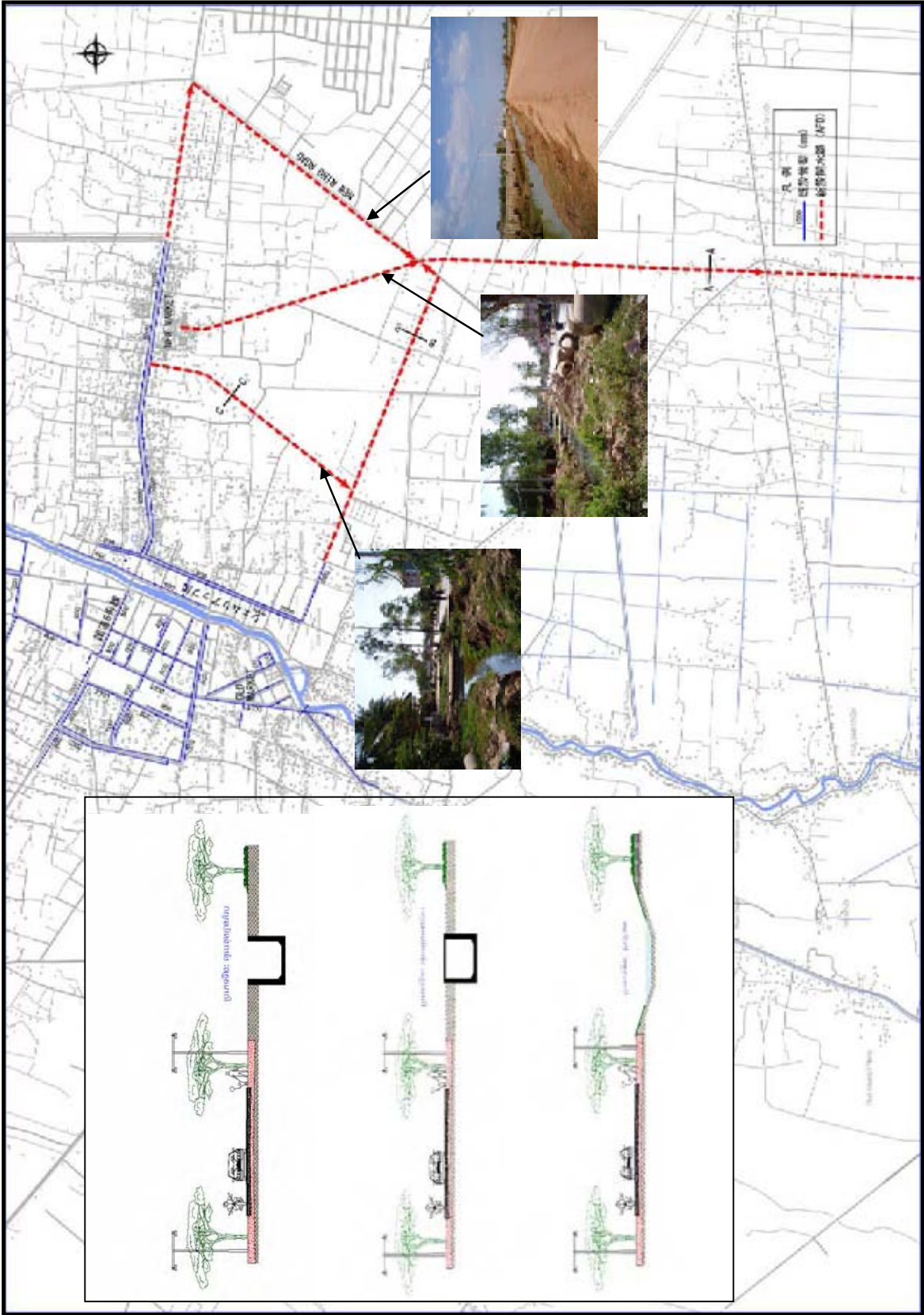


图 2.3.4-1 AFD 事业对象施設位置图

(2) 韓国による下水道整備事業

韓国は、KOREA EXIM BANK の融資により 2008 年 7 月にシェムリアップ市中心部を対象とした下水・排水整備およびシェムリアップ川の改修を含むフィージビリティ調査を終え、現在、詳細設計及び建設工事実施のためのローン締結手続きを進めている。本事業のカンボジア側の実施機関は公共事業運輸省（MPWT）である。公共事業運輸省によると 2009 年 1 月の時点で、韓国側の手続きが進められているとのことで、カンボジア国公共事業運輸省は韓国側からのアクションを待っている状態である。表 2.3.4-2 にフィージビリティ調査で検討された事業概要を示す。

表 2.3.4-2 韓国による下水道整備事業の概要

項目	概要
実施機関	公共事業運輸省（MPWT）、シェムリアップ公共事業運輸局（DPWT）
事業対象区域	市中心部（シェムリアップ川を含む両岸域）
事業主な内容	1) ADB 下水処理場の増強（現在の処理能力 5,500m <sup>3</sup> /day を 10,000m <sup>3</sup> /day 増強し、合計処理能力を 15,500m <sup>3</sup> /day とする） 2) 新ポンプ場の建設及び ADB ポンプ場の増強 3) 汚水管渠の敷設（管径：φ200～500mm、延長：47,265m） 4) 雨水排水路の建設（ボックスカルバート：3.0x2.0m、延長：6,070m） 5) シェムリアップ川の改修
事業実施計画	1) コンサルタントの選定： 2009 年 1 月～2009 年 9 月（9 ヶ月間） 2) 詳細設計： 2009 年 10 月～2010 年 3 月（6 ヶ月間） 3) コントラクターの選定： 2010 年 4 月～2010 年 6 月（3 ヶ月間） 4) 建設工事： 2010 年 7 月～2012 年 6 月（24 ヶ月間） 5) 施設試用期間 2012 年 7 月～2012 年 12 月（6 ヶ月間）

（出典：Feasibility Study Report on the SR Sewerage System and Improvement of SR River, July 2008）

フィージビリティ調査報告書内では、事業コンポーネントである、汚水管、雨水排水路の建設位置およびシェムリアップ川の改修範囲が明確に示されておらず、事業対象流域のみが示されている。図 2.3.4-2 に事業対象流域及び新設ポンプ場位置図を示す。

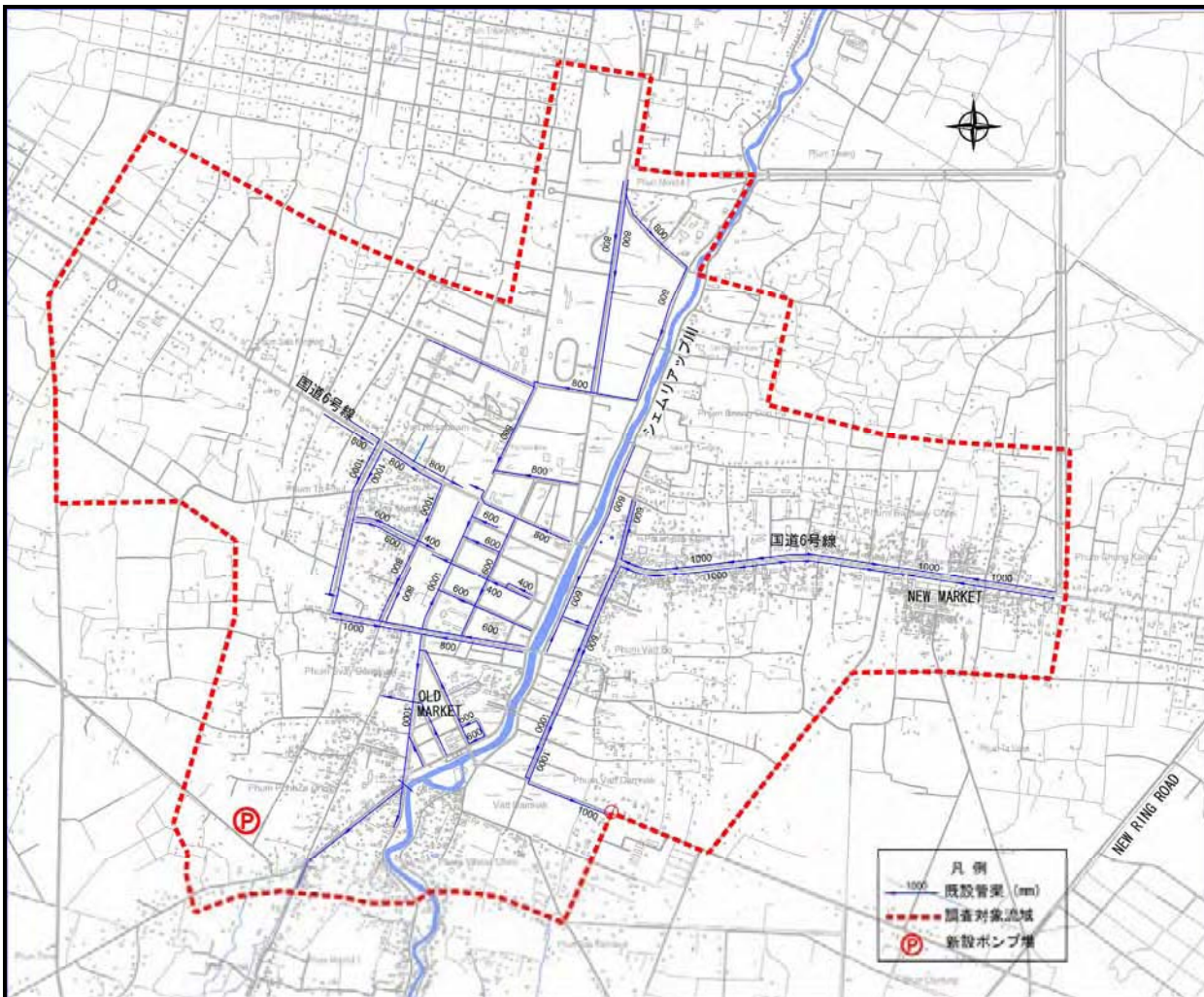


図 2.3.4-2 韓国による下水道整備事業対象流域

### (3) AIMFによる下水道整備事業

AIMF (Assemblée Internationale des Maires Francophones) とは、「フランコフォニー国際市長会議」と呼ばれ、フランス語圏各国の大都市市長により構成され、フランス語・フランス文化の維持発展や地域民主主義の確立をめざし、地方自治レベルでの国際的な交流と連携を深める目的で設立された協会である。カンボジア国では、プノンペン市とשמריאפ市がこの協会のメンバーとなっている。AIMFはAPSARA機構と連携をとり、שמריאפ市の開発に寄与している。表 2.3.4-3 に AIMF による下水道整備事業の概要を、図 2.3.4-3 に AIMF 事業対象施設位置図を示す。

表 2.3.4-3 AIMF による下水道整備事業の概要

項目	概要
実施機関	APSARA 機構
事業対象区域	シェムリアップ川東側、AFD プロジェクトエリアの南部
事業主な内容	既存自然排水路の改修
事業実施計画及び進捗状況	現在詳細設計実施に向けて準備中。2009 年、2010 年で詳細設計、建設工事を完工予定。
留意点	住宅点在地区であり、事業効果に疑問。AFD との連携無し。

(出典：APSARA 機構)

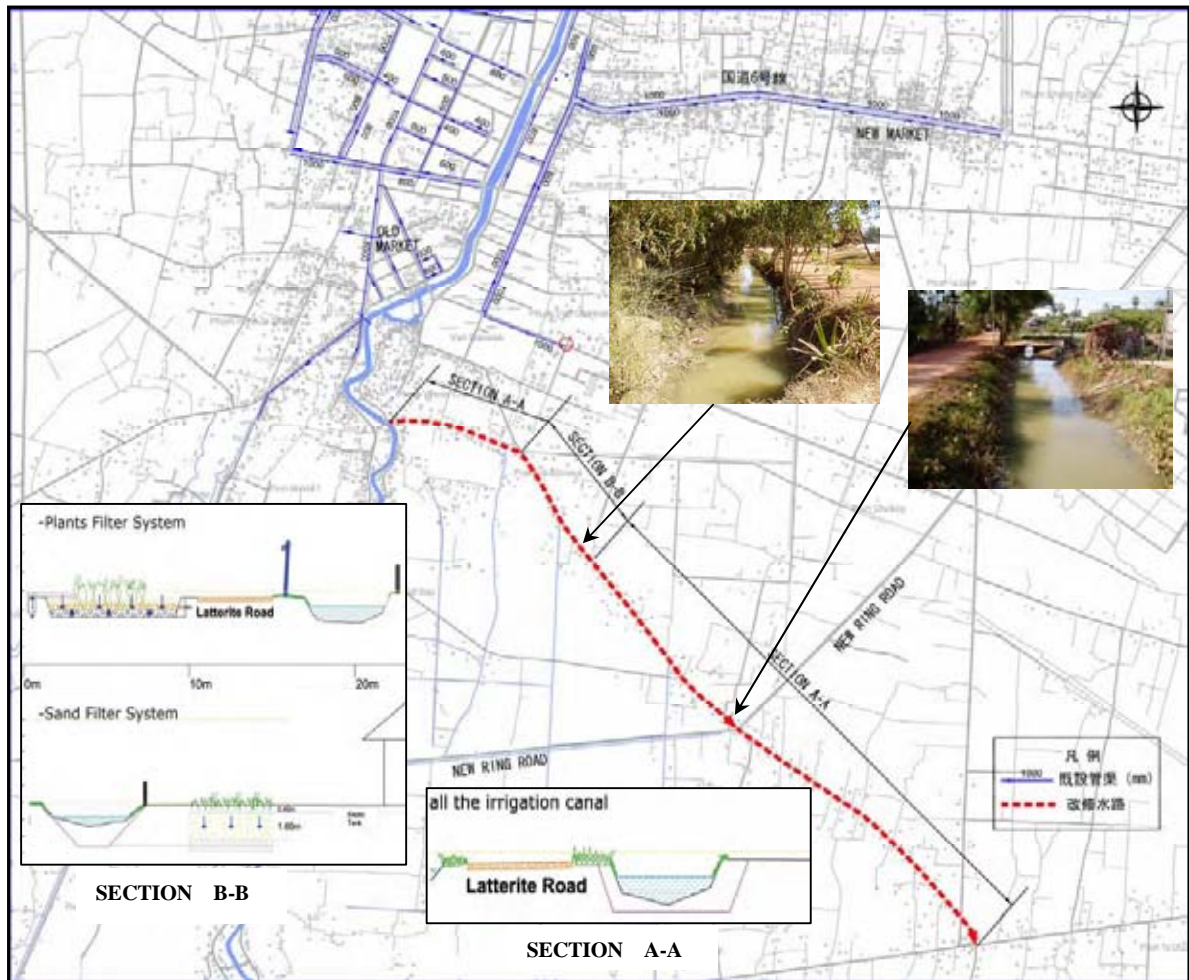


図 2.3.4-3 AIMF 事業対象施設位置図

### 2.3.5 下水道・排水セクターの問題点と課題

#### (1) 下水道・排水整備に係るマスタープランの未整備

現在シェムリアップでは、ADB による下水・排水事業が実施中であり、またそれ以外にも AFD、韓国、AIMF 等のドナーによる事業が予定されている。しかし、シェムリアップ市には、市全体の下水・排水マスタープランが無いいため、計画的・段階的な整備事業が実施できておらず、現状では各ドナーが独自の調査に基づき局所的な整備事業を計画・実施している状況である。このような状況下では、事業間での整合性、連携を確保することが困難であり、また、都市計画を含むマスタープランが未整備の状態では、効率的・効果的な事業の実施は不可能である。よ

って早急な、マスタープランの策定が望まれる。

(2) 下水道・排水分野に係る法制度の未整備

カンボジア国において下水道・排水分野に関する法制度は、唯一「水質汚濁防止令 (Sub-decree on Water Pollution Control)」が制定されているのみで、下水道法、下水汚泥の処分に係る廃棄物処理法、ポンプ場周辺における騒音規制法のような法制度は現時点では制定されていない。カンボジア国ではシェムリアップのみならず、他の都市においても、急速な都市化・市街化に伴う環境悪化が進んでおり、特に、日々の市民生活から発生する下水・排水による環境衛生への影響は深刻な問題である。今後、環境衛生の改善のための下水・排水事業を進めるためには、関連する法規の整備は必要不可欠であり、一日も早く法制度の整備が望まれる。

(3) 実施機関の連携の必要性

シェムリアップの下水・排水事業は、一つの定められた省庁・機関によって所管されておらず、事業ごとに、公共事業運輸省 (MPWT)、シェムリアップ州政府、APSARA、シェムリアップ公共事業運輸局 (DPWT) 等が実施機関となっている。下表に、現在実施中あるいは計画されている事業と実施機関を示す。

事業	融資機関	実施機関
下水・排水整備事業 (シェムリアップ川右岸域 (西部域))	ADB	MPWT、DPWT
排水路整備事業 (シェムリアップ川左岸域 (東部域))	AFD	州政府
下水・排水整備 (シェムリアップ市街地) 及びシェムリアップ川の改修事業	Korea Exim Bank	MPWT、DPWT
排水路整備事業 (シェムリアップ川左岸域 (東南部域))	AIMF	APSARA

シェムリアップでのインフラ整備に関する管掌範囲が明確でないため、現状では、各融資機関がカンボジア国側の実施機関を決め、事業を実施している。これらのカンボジア国側の実施機関には専門な下水道・排水担当部署は存在しないため事業開始時に、その事業を運営・管理する組織として PMU (Project Management Unit) が編成される。通常、この PMU は複数の政府機関からのメンバーにより構成される。PMU を設置する目的として、事業に関する情報を共有し、また、問題発生時に広く、多くの意見を集めることができる等が挙げられるが、実際には PMU 自体が形骸化し、事業の運営・管理は全て委託された民間のコンサルタントが行っているのが実情である。そのため、官組織での下水・排水分野に関する情報の一元的な管理が実行できていない、基礎データの整合性が取れていない等の問題が発生している。

(4) 下水道・排水施設の維持管理活動及び新組織の運営

下水道・排水施設の維持管理を、現在のクレーム処理に対応して実施するのではなく、計画的に実施できるよう、清掃機材の充実を図ると共に予算の確保、実施体制強化を図る必要がある。今後、維持管理を担当するのは新しく発足予定の Siem Reap Sewerage and Wastewater Treatment Plant Unit (SRSWTPU) であるが、これまでにポンプ場、下水処理場の運転・維持管理の経験が無いため、実際の活動を行いながら、適正な人員配置、仕事の効率性についても検討を重ねていく必要がある。また現在考えられている業務の範囲や責任、事故や停電時などの緊

急時の対応などの体制が適切であるかの確認も必要である。さらに、この新組織では下水道サービス料金の徴収も実施することとなっている。同様のシステムが、シアヌークビル市で実行されているが、料金徴集率が約 3 割程度になっている。下水道・排水施設の運転維持管理に必要な費用は、下水道サービス料金から回収する仕組みの構築が健全な下水道事業の継続的運営に必要不可欠であることから、シアヌークビル市での問題点、課題等も十分に考慮しながら、実際の活動を進めていく必要がある。

#### (5) 下水道・排水施設データの管理

シエムリアップでは、これまでに無かった下水処理場や汚水ポンプ場が建設中で、新規の管渠網整備も逐次進められていく予定である。今後、下水道・排水整備計画調査を実施するにも、既存施設の適切な維持管理を実施するにも、施設に関する資料、データを管理することが重要である。前述したとおり、シエムリアップではドナーによりカンボジア側の実施機関が異なるため、データの一元管理が実施できていない。インフラに関する情報、データは業務を委託された民間コンサルタントや一部の責任のある技術者が所蔵管理するのではなく、公的機関により管理され、活用できる基本的仕組みの構築が必要である。発足予定の **Siem Reap Sewerage and Wastewater Treatment Plant Unit (SRSWTPU)** が担当すべき事項であり、GIS の利用も含め、既存データ管理の方法についての検討と実施が今後必要となる。

#### (6) 面整備事業の実施

多くのドナーにより下水・排水事業が計画されているが、これらは全て、幹線水路、幹線管渠、ポンプ場、処理場といった基幹施設の整備事業である。下水道・排水システムは網のように張り巡らされた管渠網が機能することで最大の効果を発揮する。従って、幹線水路、幹線管渠を整備しても、そこへ下水・排水が流集されなければ、効果は局所的なものとなってしまい、ポンプ場、下水処理場等の大規模な投資に見合う効果が得られない状況になる。シエムリアップ市内には、既存の管渠網が存在するが、老朽化による破損、ごみ、土砂、汚泥の堆積による流下阻害などからその機能は著しく低下している現状も踏まえ、清掃・補修等により管渠の再生も含めながら新設の二次幹線（枝線）の整備を目的とする面整備事業の推進が望まれる。

## 2.4 想定される協力案件の概要

### 2.4.1 案件の必要性、妥当性、緊急性

#### (1) 必要性

給水公社によれば、現在の給水能力  $8,800\text{m}^3/\text{日}$  に対して、2008 年現在の需要は  $43,000\text{m}^3/\text{日}$  としている。これに対処するため、現在稼働休止中の旧施設 ( $1,200\text{m}^3/\text{日}$ ) の再稼働を計画しているが、地下水利用施設のために APSARA の了解が得られていない。また、韓国企業が西バライを水源とした施設建設 (容量  $20,000\text{m}^3/\text{日}$  とされている) を計画しているが、計画が実現する目処は明確ではない。また、これらの計画が実現しても、現在の需要を満足する規模には及ばない。

一方、シエムリアップ市は、カンボジア国を代表する観光地として益々重要性を増しており、観光客の増加も著しい。このようななか、ホテル等による無秩序な地下水開発によって、遺跡群に影響が及ぶのではないかという懸念も抱かれている。

観光等の産業発展と環境保全を両立させた持続的な水道普及を図るための新たな給水施設の建設が必要となっている。

(2) 妥当性

シェムリアップ地区の水道事業に関しては、韓国企業の計画以外に、各国ドナーの支援の計画は確認されていない。韓国企業の事業が実現したとしても、依然として給水不足の状態が続く、引き続き施設拡張/新設へのニーズが高い。

わが国の無償資金協力で建設された地下水利用の水道施設は現在フル稼働しており、同地区の水道環境改善に大きく貢献している。この実績を踏まえ、水道公社のわが国に対する期待は大きい。

以上のように、同地区の水道事業整備拡張にわが国が支援を行う妥当性は高い。

(3) 緊急性

上記 (1) で記述したように、すでにシェムリアップ市地区では現況施設能力をはるかに超える需要があり、本件実施の緊急性は極めて高い。

## 2.4.2 協力コンポーネントの抽出

(1) 上水道整備拡張

1) 水源開発

新規水源の選定：既存の水源である地下水を将来も継続的に使用するのか、あるいは代替水源であるトンレサップ湖・シェムリアップ川・西バライ等の表流水を選択するかを比較検討し、新規水源を選定する。選定にあたっては、①今後のシェムリアップ市の水道事業、②持続的な水量・水質、③周辺的环境及び社会経済への配慮、④世界遺産への影響を考慮して、カンボジア国のみならず日本側及び関係各国・機関のコンセンサスを得る。ただし、今後のシェムリアップ市の水需要の伸びを考慮すると、水量が豊富なトンレサップ湖を新規水源とするのが最も有力ではある。

新規水源からの取水方法の選定：経済性及び将来の上水道システムの規模拡張を考慮し、取水方法を選定する。トンレサップ湖を水源とする場合以外の取水方法については、個々の水源についての取水方法の選択肢に大きな違いが生ずることはなく、それぞれの取水方法ともに技術的にも難易度は高くない。しかし、トンレサップ湖を水源とする場合は雨期と乾期の水位差が大きいトンレサップ湖の特性から表 2.4.2-2 に示すようないろいろな選択肢が考えられる。それぞれの選択肢ともに技術的に困難な工事が予想され、費用（初期投資及び維持管理費）も他の水源を選択した場合に比べ高くなる可能性がある。今回の予備調査で確認された取水ルートについては図 2.4.2-1 に示すように大きく 2 ルートが有力候補と考えられる。しかし、この 2 ルートしかないというものではない。



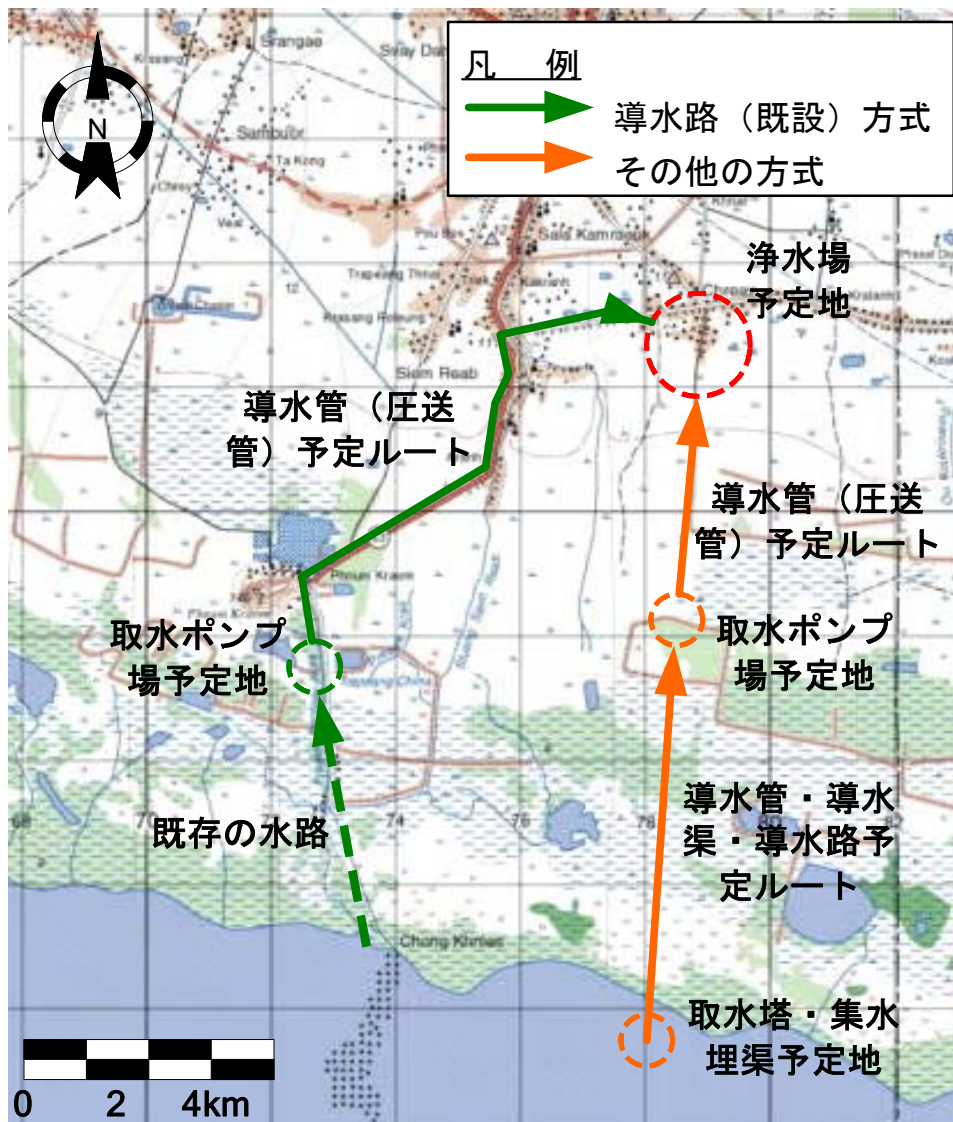


図 2.4.2-1 取水方法のルート図

表 2.4.2-1 水源選定にかかる定性的な比較検討

水源選定にかかる定性的な 比較検討項目	表流水取水						地下水 取水	摘要
	取水方法							
	1 取水塔 (圧送管露 出方式)	2 取水塔 (圧送管理 設方式)	3 導水路 (既存)	4 導水路 (新規)	5 導水管或 いは渠	6 伏流水		
技術的難易度								
- 水源ポテンシャル	◎	◎	○	◎	◎	△	△	開発の規模によっ て異なる
- 取水の難易度 (量)	○	○	○	○	○	△	◎	
- 水処理難易度 (質)	○	○	△	○	○	◎	◎	
施工難易度								
- 導水(水源→ポンプ場)	△	△	◎	○	△	△	◎	
- ポンプ場	△	△	○	○	○	○	◎	
- 導水(ポンプ場→浄水場)	○	○	◎	○	○	○	○	
- 浄水場	○	○	○	○	○	○	○	同じ難易度
建設コスト	△	△	◎	○	△	△	◎	開発の規模によっ て異なる
OM コスト・OM 難易度	○	○	◎	◎	○	△	◎	
用地取得難易度	○	○	◎	△	○	○	○	
自然環境 (動植物など) への影響	△	△	◎	△	○	○	◎	
社会環境 (住民移転など) への影響	○	○	△	◎	◎	◎	○	
景観	△	△	◎	○	◎	◎	◎	
コンセンサス取得の難易度	○	○	△	◎	◎	○	△	
総合評価	△	△	◎	◎	○	○	◎	

注) 定性的な比較として良いと判断される順番に、◎、○、△となっている。

表 2.4.2-2 トンレサップ湖を水源とする場合の取水方法

No.	取水方法	概要	利点	欠点
1	取水塔 (圧送管 露出方式)	乾期での湖岸付近に取水塔を建設し、ポンプ圧送する。圧送管は雨期でも水没しない高さで水面上に露出させる。(取水ポンプ場の位置：乾期の湖岸)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 良好な水質が期待できる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 乾期では圧送管が地上高い位置に露出し景観が悪い。</li> <li>● 雨期に取水塔・圧送管が船舶の航行に支障をきたす。</li> <li>● 雨期の取水塔へのアクセスが難しい</li> <li>● 雨期に工事ができない。</li> </ul>
2	取水塔 (圧送管 埋設方式)	乾期での湖岸付近に取水塔を建設し、ポンプ圧送する。圧送管は埋設する。(取水ポンプ場の位置：乾期の湖岸)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 良好な水質が期待できる。</li> <li>● 工事後は景観に影響しない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 雨期に取水塔が船舶の航行に支障をきたす。</li> <li>● 雨期の取水塔へのアクセスが難しい。</li> <li>● 雨期の管路の維持管理が出来ない。</li> <li>● 雨期に工事が出来ない。</li> </ul>
3	導水路 (既存)	既存水路にある船着場近郊に取水ポンプ場を建設し、ポンプ圧送する。圧送管は既存の道路に沿って布設する。(取水ポンプ場の位置：雨期の湖岸)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● トンレサップ湖に及ぼす影響がほとんどない。</li> <li>● 工事、維持管理ともに容易である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 水質が悪い。</li> <li>● 水上生活者の雑排水が水源であるという抵抗感がある。</li> <li>● 船舶からの油分の漏出がある。</li> </ul>
4	導水路 (新規)	雨期の湖岸付近まで既存水路のような水路(7~8km)を新たに水道水源用として建設し、ポンプ圧送する。(取水ポンプ場の位置：雨期の湖岸)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 維持管理が比較的容易である。</li> <li>● 導水路の浚渫工事は雨期の影響をあまり受けない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 生態系が分断されることによる影響が懸念される。</li> <li>● 定期的な浚渫が必要である。</li> </ul>
5	導水管 或いは渠	乾期での湖岸付近から導水管或いは導水渠を埋設し、雨期の湖岸付近に建設するポンプ場から圧送する。(取水ポンプ場の位置：雨期の湖岸)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 良好な水質が期待できる。</li> <li>● 工事後は景観に影響しない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 雨期に導水管・導水渠の維持管理が出来ない。</li> <li>● 雨期に工事ができない。</li> </ul>
6	伏流水	乾期での湖岸付近に集水埋渠を埋設し、雨期の湖岸付近に建設するポンプ場まで導水し、そこからポンプ圧送する。(取水ポンプ場の位置：雨期の湖岸)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 他の方法と比較し一番良好な水質が期待できる。</li> <li>● 工事後は景観に影響しない</li> <li>● 浄水処理が簡素化できる可能性がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 水量確保についての調査が必要。</li> <li>● 雨期に工事ができない。</li> <li>● 雨期の維持管理が出来ない</li> </ul>

## 2) 施設拡張

取水施設(原水導水施設及び取水ポンプ場)：フェーズ1で選定された新規水源及び取水方式に沿って取水・導水計画及び取水・導水施設の概略設計を行う。前述したようにトンレサップ湖から取水する場合は何種類かの取水方法は考えられるが、図 2.4.2-2 に示すように大きく2種類の方法が考えられる。図中上段が表 2.4.2-2 に示す取水塔方式で下段がそれ以外の取水方式の場合である。

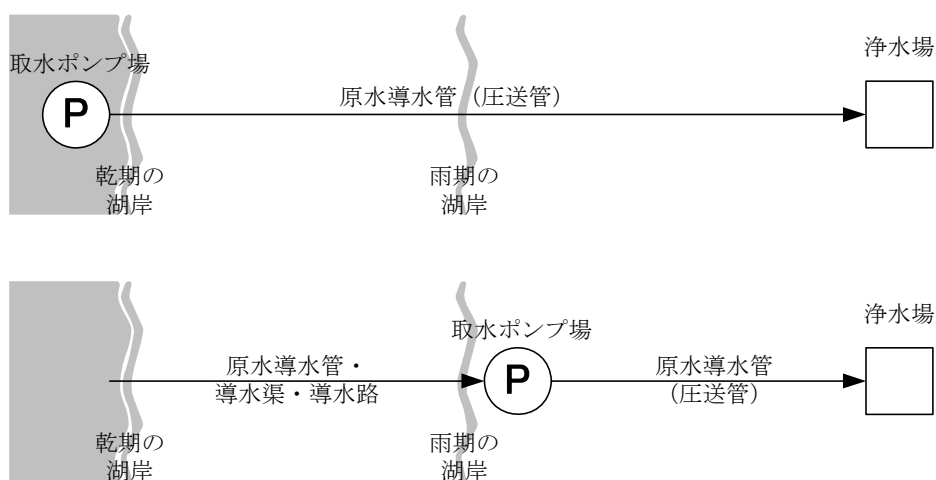
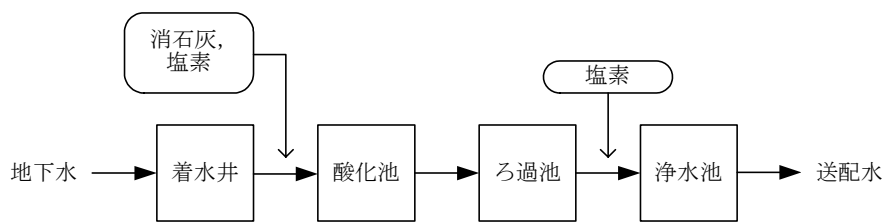


図 2.4.2-2 取水施設の概念図

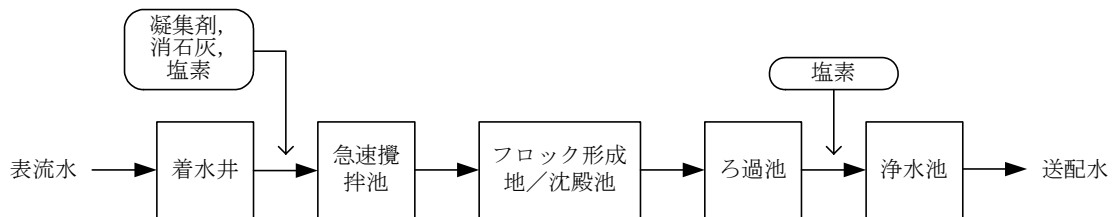
また地下水を水源とする場合は、既存の取水施設のように井戸ポンプで汲み上げた水をそのまま浄水場まで圧送する方式が一般的である。

取水施設の規模は、浄水場までの損失及び浄水場でのろ過池の逆流洗浄を考慮して計画浄水量（配水量）の 1.1 倍程度とするのが一般的であるが、地下水を水源とする場合のように、濁質成分が少ないためろ過池の逆流洗浄を頻繁に行わない場合は、1.05 倍程度としても問題はない。実際に我が国の無償資金協力によって建設された浄水場の 2008 年の取水量と浄水量の比は取水量の日平均が  $8,840\text{m}^3/\text{日}$ 、浄水量が日平均  $8,660\text{m}^3/\text{日}$ であった。つまり、浄水ロスが 2% しかなかったことになる。施設の余裕とも考えられるが、あくまで上水道システムの給水能力は浄水場の処理能力で決まってくる。また、大規模な取水施設の場合は、取水施設がオーバーデザインにならないように留意しなければならない。

浄水場施設：新規水源の水質に応じた浄水プロセスを選定する。既設の浄水プロセスでも地下水に含まれる鉄分を除去するために酸化池及びろ過池を設けているので、地下水を水源とした場合でも、表流水を水源とした場合でもろ過池が必要となる（図 2.4.2-3 参照）。



(1) 地下水を原水とする場合の浄水プロセス



(2) 地下水を原水とする場合の浄水プロセス

### 図 2.4.2-3 浄水プロセス

送配水施設：送配水施設に含まれるものは主に送水あるいは配水ポンプ場、配水池（高架水槽）及び送配水管である。送配水の定義は一般には下記の通りである。

- 送水施設：一日最大給水量で設計される施設で、常に一定の流量で配水施設まで送水され、送水ポンプ場及び送水管から成る。
- 配水施設：時間最大給水量で設計される施設で、1日の需要の変化に応じて配水量が変化し、配水池、配水ポンプ場及び配水管から構成される。また、配水池は時間変動を吸収するためのバッファー的役割を担う。

現在、シムリアップ市街地が東側に延びていることから、将来の配水管網の整備は、図 2.4.2-4 に示すように主に新規浄水場からシムリアップ市街地東側を中心とした将来のホテル地域を含む地域が中心となると思われる。

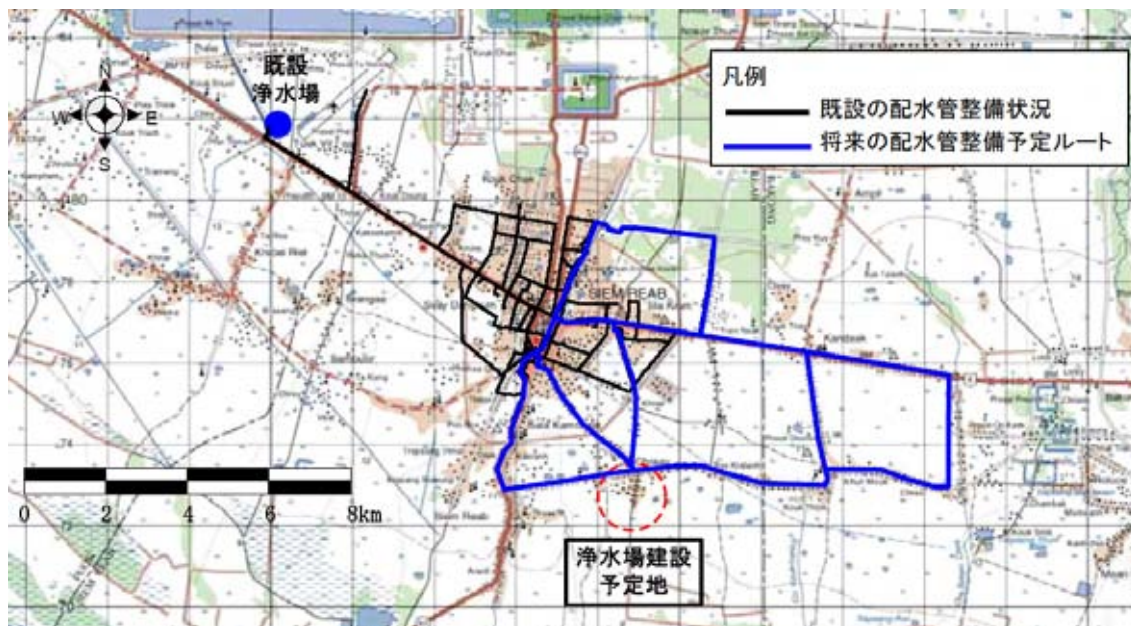


図 2.4.2-4 将来の配水管網整備候補地域

F/S 対象としては口径 100mm以上の配水管を対象とすればよいと考えられるが、100mm よりも小さな管についても配水管網の整備計画には考慮する必要がある。

### 3) 技術協力

上水道施設の一般的な運転・維持管理については、現在進行中の「水道事業人材育成プロジェクト、フェーズ2」の成果が期待できるので、この分野における新たな技術協力は必要ないと思われる。ただし、トンレサップ湖を水源とする場合には、急速濾過方式の浄水処理が必要となるため、濁度の変化に応じた薬品注入量の制御など、既存施設の運転では必要とされていない技術が新たに求められることから、支援の必要性について検討すべきと考えられる。

この他に水道事業体の経営、水道料金徴収システム等の組織運営・財務、配水管網の無収水削減、水道整備計画の策定・見直し等の分野については、水道事業の急速な拡大に伴ってより一層強化していく必要があり、技術協力の検討が必要となると考えられる。

## (2) 下水道整備事業への協力の可能性

### 1) 優先プロジェクトの評価と抽出

AFD マスタープランで選定される優先プロジェクトについて、その必要性、妥当性を技術面、経済・財政面、環境面から確認し、今後我が国としての下水・排水整備事業への協力の可能性を検討する。

### 2) 他の技術協力の検討

マスタープランからの優先プロジェクトに対する協力の可能性だけでなく、現地の下水・排水課題を十分に踏まえた上で、他の技術協力支援の可能性についても検討を行う。現時点で検討が想定される事業を以下に示す。

#### a) 市中心部での面整備事業

ADB 事業で排水幹線、汚水遮集管が整備されているが、これらに繋がる二次幹線（枝線）が機能しなければ、予定されている事業効果は発現されず、莫大な投資が無駄になってしまう。現在の既存下水・排水管網の状態は適正な維持管理ができていないことから、良好な状態とは言えない。従って、ADB 施設稼働状況によっては、二次幹線（枝線）の面整備が最も高い優先度を持つことになる。

b) 無償資金協力事業

ADB 事業の中で提案され、新しく発足する予定の下水・排水事業担当部署は、事業立案、施設維持管理を担当する。しかし、現時点では維持管理のための資機材は保有しておらず（ADB よりバキューム車が 1 台供与される予定）、またこれまで、維持管理に関する経験はほとんど無い状況である。本現地調査時にも、現地機関からは、清掃機材の供与に対する要請があったことから、機材供与に関する無償資金協力調査の検討も想定される。

c) 技術協力プロジェクト

上記、b)と関連して、新組織は、下水処理場、ポンプ場などの新しい下水道施設の運転とその維持管理を担当することとなるが、処理場、ポンプ場等の運転、維持管理に関する経験は無く、またそのノウハウも持っていない。新組織は、維持管理活動によって徴集する料金を、組織維持のための財源としているため、施設の運転、維持管理活動は重要な活動となる。よって組織発足後の運営状況によっては、組織のキャパシティデベロップメントを目的とした技術協力プロジェクトの実施も検討される可能性がある。

3) 調査実施上の留意点

他ドナーによる事業との関連

シムリアップでは、AFD のみならず、ADB、韓国、AIMF 等、多くのドナーによる下水・排水事業が計画されている（あるいは現在実施中）。AFD によるマスタープランの策定は 2009 年 11 月完成予定とされているが、ほぼ同期内に、ADB の工事が完工予定であり、また韓国および AIMF による詳細設計の実施が計画されているため、AFD のマスタープランに、それら他ドナーの事業内容がどの程度反映されるか不明である。しかし ADB 事業で新しく建設された下水・排水管、ポンプ場、下水処理場等の施設は供用が開始されるため、その施設稼働状況と評価、問題点・課題点の把握は、マスタープランを作成するにあたっての重要な要素となる。このように、マスタープランの策定にあたっては、他案件内容が全て勘案されたものが望ましいが、実際には、各案件のスケジュールが流動的であるため、その実現は難しい。従ってマスタープランをレビューする際には、他ドナーによる事業との関連（どの時点での情報を反映しているか、計画の整合性は確保されているか等）を十分に理解したうえでレビューを行うことが重要である。

関連資料・データの入手

短期間で効率的な調査を実施するためには、円滑な関連資料・データの入手が必要不可欠であるが、本調査の実施機関は上水道を所管する官庁であるため、下水・排水事業の所管官庁とは異なる。シムリアップでの下水・排水事業はドナーごとでカンボジア国側の実施機関が異

なっているため、関連資料、データが一元的に管理されていない。しかし、これまでの実績でこのような事業の関連資料・データは調査を委託された民間コンサルタントが保有・保管しているケースがほとんどであることから、できるだけ早急に、各事業の実施機関を通じて民間コンサルタントから関連資料・データの入手を図るようにする。

#### マスタープラン以外からの下水・排水事業への協力の可能性

次の下水・排水事業は、必ずしもマスタープランで検討された優先事業から選ばれるものではない。例えば、ADB 事業で幹線が整備されたが、幹線に繋がる二次幹線（枝線）が機能しないことで当初予定されていた事業効果が発現されないことが事業完工後に明らかになった場合などは、二次幹線（枝線）の整備が最も高い優先度を持つことになる。また、新しく発足する予定の施設維持管理組織による維持管理活動が確実に実施されるかどうか不明であり、状況によっては、維持管理・清掃機材の供与、技術協力プロジェクトにより、組織のキャパシティ開発プロジェクトといったことも、下水・排水整備事業への協力の可能性として検討する。

#### 担当団員の乗込み時期

基本的に本担当団員は AFD によるマスタープランが策定後に現地入りすることとなるが、事業スケジュールは流動的であるため、AFD 事業の進捗を確認の上、現地入りする時期を確定する。

### (3) 地下水モニタリング活動現況と課題

#### 1) 各組織の地下水モニタリング

##### a) 給水公社のモニタリング体制

水道局では「シェムリアップ市上水道整備計画調査（2000 年）」で建設された合計 8 箇所  
の地下水観測井戸、地盤沈下観測井戸を利用して地下水観測を行っている。データはデータ  
ロガーに自動収録され、それを定期的に収集して解析する手はずとなっている。無償資金協  
力事業で建設された施設の運転開始（2006 年）後、地下水管理にかかるフォローアップ調  
査が 2007 年 4 月と 2008 年 6 月に行われ、機器の修理/更新、ロガーデータの補正などが行  
われ、現在は 8 地点すべてに観測地点での観測が可能になっている。ただし、観測地点 WT-3  
は手動計測となっている。

ただし、最新データとして入手した観測データは、下表のごとく 2008 年のフォローアッ  
プ調査でダウンロードされたものであり、その後収集されていないことが判明した。また、  
モニタリング担当者は「Director of Administration & Finance」の役職を持つ職員で、データロ  
ガーのデータベースをエクセル形式に変換・グラフ化するまでを担当していることが判明し  
た。観測結果に対する技術的コメントを付す職員は確認できなかった。

モニタリングは、地下水位が異常に低下してきた場合などに、揚水量を低減させるといっ  
た判断をタイムリーに行うために実施されていると考えられるので、現在の活動状況では地  
下水観測結果をタイムリーな決断に給し得ない可能性がある。



表 2.4.2-3 水道公社から入手した地下水観測データ

観測点番号	記録データ
ST03	2008年4月10日まで
ST04	2008年3月25日まで
ST05	2008年4月4日まで
ST06	2008年3月25日まで
ST07	2008年5月22日まで
ST9LTA	2007年10月30日まで
ST10LTB	2008年3月25日まで

b) APSARA の地下水モニタリング

APSARA では、2008年3月から、職員によって市内の井戸の水位を観測しているとのことであった。同様の報告は「地下水管理に係る調査報告書(2007)」でもなされており、「半年前(2006年後期)から遺跡周辺地下水の観測を独自に開始している。民間井戸を利用して70-80箇所地下水水位日データが観測されている」と書かれている。また APSARA では、アンコールワットの環濠の水位も観測しているとのことであるが、今回の調査では、そのデータ整理方法は確認できなかった。

一方 APSARA では、モニタリングデータなどの評価やそれに基づく意思決定を行う機関として「水資源管理委員会」を立ち上げようとしている。入手した組織図(案)によれば、代表はカンボジア国 UNESCO 会長、2人のダイレクターはいずれも APSARA の部局長となっている。

c) MOWRAM の活動

MOWRAM でのヒアリングでは、大臣が最近シェムリアップ州の DOWRAM に対して、井戸台帳を作成するよう指示したとのことである。ただし、今回の調査では具体的な活動は確認できなかった。

2) 地下水モニタリングの課題

- 給水公社のモニタリング体制が脆弱である。定期的な(例えば3ヶ月に1度)データ収集、解析(グラフ化)、報告書作成といった一連の活動をルーチン化する必要がある。
- APSARA の浅井戸観測活動は、ホテルなどによる揚水の影響把握にとって、極めて貴重な情報を与えるものと考えられる。また、MOWRAM が開始したといわれるホテルの井戸の台帳整備も重要な情報となる。しかし、これらの情報の整合性や精度などが確保されていない可能性がある。信頼のおける地下水モニタリング施設のデータベースを整備する必要がある(井戸台帳の整備)。
- APSARA が提案している「水資源管理委員会」は早急に立ち上げる必要があるが、「技術検討部会」などの小委員会を組織して、給水公社-APSARA-MOWRAM 等で収集解析した情報の統合を、定期的実施できるようにすべきであろう。

#### (4) 地下水モニタリング施設の補強、追加

##### 1) 追加地下水観測井戸

「地下水管理に係る調査報告書」(2007年4月)では、わが国の無償資金協力で建設した8箇所の生産井戸の揚水による長期的な水位低下の影響圏を観測するために、アンコール・ワット遺跡西側のWT-9(LTa)の間に2箇所程度の追加観測井戸を設置すべきであると提案している。

一方APSARAでは、アンコールワットの東側地区の地下水位観測が手薄であり、西側地区との比較の上でも、この地区での追加観測施設が必要であると提案している。

可能であれば観測地点が多いほどより精密な観測が可能であるが次のような条件を考慮する必要もある；(1) 観測井戸は、盗難などを防止するため、学校などの公共施設の敷地内に建設する必要があり、建設できる地点が限定される。(2) 不十分な観測体制を考慮すれば、過度な観測設備の増設は避けなければならない。

以上を鑑み、本調査では図2.2.7-4に示す2箇所の水位観測施設の建設を提案する。なお、この地域の帯水層は最低2層確認されており、3層とする意見もある。このため、一箇所3井戸(2箇所6井戸)を掘削し、帯水層別の地下水位観測を行う想定とする必要がある。帯水層確認のために、井戸掘削に先立ちコアボーリングによる地質確認調査が必要となる。

##### 2) 一斉測水用井戸リストの作成と一斉測水

開発調査「シエムリアップ市上水道整備計画調査(2000)」と開発調査「シエムリアップ/アンコール地域持続的振興総合計画調査(2006)」では、既存井戸で一斉測水観測を行っている。これらの井戸の平面的な位置はGPSと1/50,000の地形図から特定し、標高は水準測量を実施している。ところが、2006年の調査では、2000年に観測した井戸のいくつかの追跡ができなくなっているとのことである。また、APSARAで水位観測を実施しているという井戸の位置データも未詳・不詳である。このため、代表的な観測に必要な既存井戸の位置データを再確認する必要があり、APSARAの観測井戸を含めた一斉観測用井戸リストの作成が必要である。

また、最低でも雨期乾期各一度の一斉測水調査が必要である。

##### 3) 井戸台帳の作成

開発調査「シエムリアップ/アンコール地域持続的振興総合計画調査(2006)」ではホテル所有井戸の調査を実施している。MOWRAMでも同様の井戸台帳の作成を開始したとの情報である。地下水揚水の遺跡への影響を評価するためには、ホテルのみならず、可能な限り多くの井戸利用状況を把握する必要がある。

#### (5) 地下水モデルの検証

わが国の無償資金協力で建設された給水施設が2006年に稼動した。現在のところ、遺跡に悪影響を与えているといった状態ではなく、当時実施したシミュレーション解析結果と大きく異なる現象は発生していない。

一方で、開発調査「シエムリアップ市上水道整備計画調査(2000)」当時では想定できなかったホテルが林立し、またレストランやその他の商工業施設で、井戸による揚水が進んでいる。

このため、これらの新情報を加味した地下水解析を実施し、地下水モデルの検証を行うとともに、遺跡への影響の有無を再検討する必要がある。この再解析は、無秩序に開発されているホテルなどでの井戸利用の規制にも役立つものと考えられる。

### 2.4.3 案件の規模

#### (1) 上水道整備拡張

##### 1) 計画年次

現地でのカンボジア国側との協議で2009年1月26日付けM/Mにあるように日本側はF/S調査である準備調査の計画目標年次を2020年とするように提案したが、最終的には準備調査が始まってから再協議し、フェーズ1の期間中に決定することとなった。従って、フェーズ1が終了する際にはカンボジア国側の合意を得る必要がある。

また、長期施設整備計画策定のための目標年次は2030年と合意している。カンボジア国側と合意した長期施設整備計画とは、通常開発調査で実施している完全なマスタープランとしての長期計画ではなく、F/S対象プロジェクトが完成した後の次に続く施設整備が、水需要の増加に伴いどのような施設整備になるかを段階的に示すことである。従って、経済・財務評価等は含まれない。

##### 2) 対象区域

計画対象区域は図 2.4.3-1 に示すようにシェムリアップ市13 コミューン及び東側の1 コミューンを含む14 コミューンである。

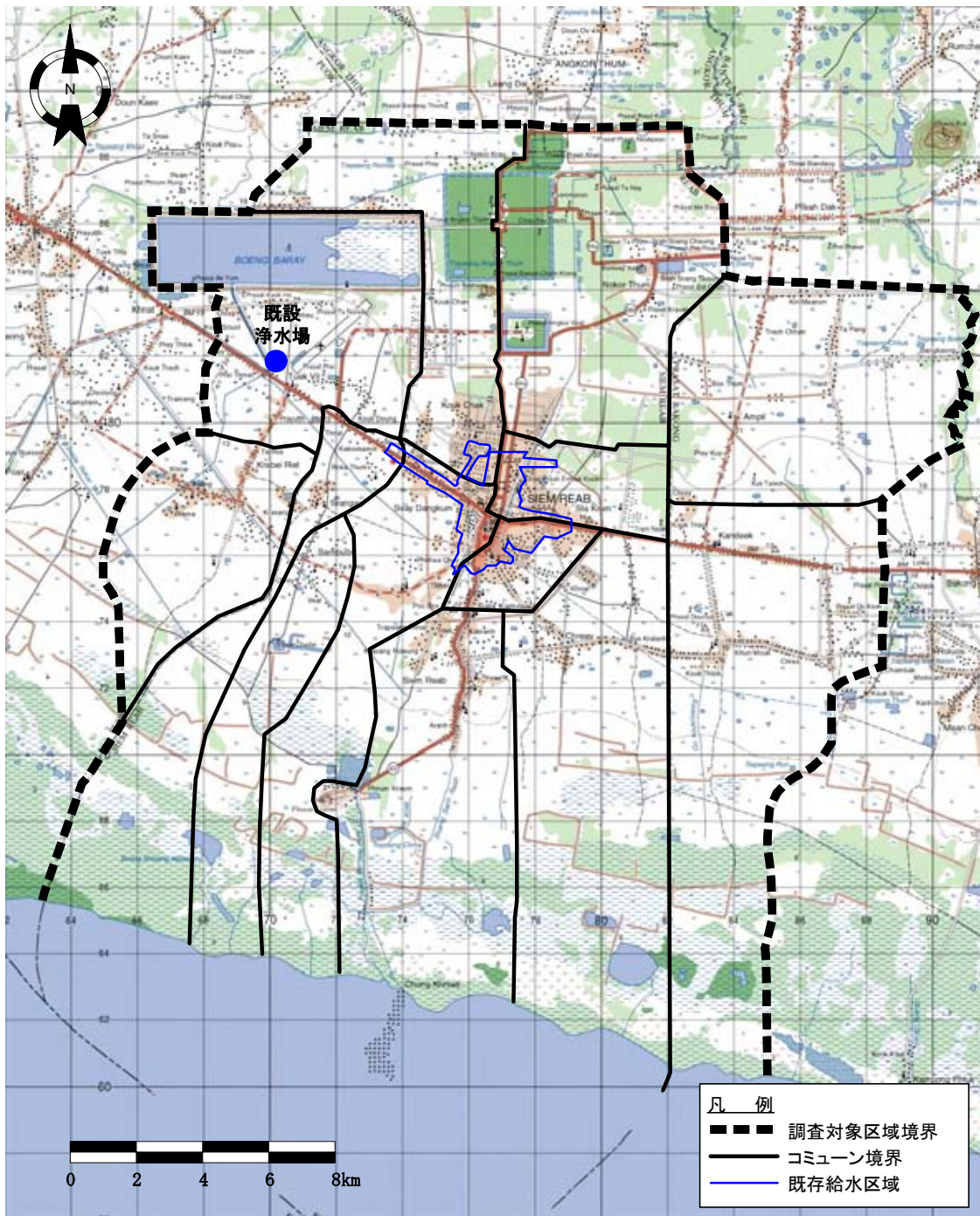


図 2.4.3-1 調査対象区域

(2) 地下水モニタリング体制の強化

地下水モニタリング体制強化を目的として前項 2.4.2 で述べた支援を提案する。

- 地下水観測井戸の設置
  - 市内 2 箇所
  - 帯水層毎の水位観測を目的として一箇所 3 井戸
  - 自動観測・記録装置設置

- 地下水一斉測水のための井戸調査（インベントリー調査）と地下水一斉測水
- 以上を通じた、地下水観測態勢、データ整理解析能力の強化
- 地下水モデルの更新、再解析と遺跡等への影響評価

## 第3章 環境社会配慮

### 3.1 環境社会配慮調査の必要性の有無

#### 3.1.1 環境関連法規

カンボジア国の環境関連法規は下記の通りとなっている。

**表 3.1.1-1 カンボジア国の環境関連法規**

関連法規	記 事	責任 機関
Constitution	Article 50 of the constitution says that “The state shall protect the environment and balance of abundant natural resources and establish a precise plan of management of land, water, air, wind, geology, ecological system, mines, energy, petrol and gas, rock and sand, gems, forests and forestry products, wildlife, fish and aquatic resources”.	-
Royal Decree on Protected Areas	His Majesty King Norodom Sihanouk issued “Royal Decree on the Creation and Designation of Protected Areas” in November 1993. The decree defines the classification of protected areas, its designation and management process and responsibility of Ministry of Environment.	-
Environmental Law	Environmental Law, drafted by the Ministry of Environment, was passed by the National Assembly on 24 December 1996 and was enacted.	-
Sub-decree on the Organization and Functions of the Ministry of Environment	The Sub-decree was adopted by the Council of the Ministers on 25 September 1997. It describes the mandate of MoE, its organizational structure, roles and responsibility.	MOE
Sub-decree on Water Pollution Control	Enacted on 6 April 1999 to prevent and mitigate water pollution. It provides definition of liquid and hazardous waste, classification, effluent standard, responsibility of the generators, monitoring, permission, inspection and penalty.	MOE
Sub-decree on Solid Waste Management	Enacted on 27 April 1999 to ensure proper disposal of the solid waste, especially hazardous one. It provides definition of the waste, establishment of guideline on disposal of household waste, methodology of proper handling of hazardous waste, monitoring and inspection, and penalty.	MOE
<b>Sub-decree on Environmental Impact Assessment Process</b>	Enacted on 11 August 1999 to enforce the Environmental Impact Assessment in the process of development projects. It defines the Scope of the EIA, responsible institutions, requirements to be included in the EIA, review process and conditions for approval.	MOE
<b>Declaration on Guideline for Conducting Environmental Impact Assessment Report</b>	Prepared on 09 March 2000 to define the guideline for preparation of EIA report, also define EIA processes for five cases.	MOE
Sub-decree on Air Pollution Control and Noise Disturbance	Enacted on 10 July 2000	MOE
Sub-decree on Protected Areas	Drafted on 3 June 1999	-
Royal Decree on Tonle Sap Biosphere	Enacted on 10 April, 2001	MOE
Royal Decree on Tonle Sap Authority	Enacted on 8 September 2007	-
出典：開発調査「シェムリアップ/アンコール地域持続的振興総合計画調査」（2006）をベースに本調査で一部更新		

### 3.1.2 当該プロジェクトの環境社会配慮調査の必要性と手続き

#### (1) EIA/IEIA の必要性

表 3.1.1-1 に示した関連法規のうち、EIA:Environmental Impact Assessment については Sub-decree on Environmental Impact Assessment Process (11 August, 1999)」、および Declaration on Guideline for Conducting Environmental Impact Assessment Report (09 March 2000)に規定されている。Sub-Decree (1999)によれば、給水プロジェクトについては、10,000 人以上のユーザーのプロジェクトについて IEIA: Initial Environmental Impact Assessment が必要であると規定されている (Sub-Decree の Annex)。Declaration (2000) には、図 3.1.3-1 に示す手続きの流れが示されているが、これによれば「IEIA」は「IEE:Initial Environmental Examination」と考えてよい。したがって、本件規模の給水プロジェクトについては、カンボジアの法規に則った環境影響評価 (IEIA=IEE) が必要となっている。

#### (2) EIA/IEIA 手続き

Sub-Decree (1999)によれば、IEIA は事業主体 (Project Owner) が実施して、IEIA 報告書と pre-feasibility study 報告書を環境省に提出しなければならない (Article-7) 。また、プロジェクトが自然資源、生態系ないし健康に重大な影響を及ぼす場合は、事業主体は環境省へ、EIA 報告書と Pre-feasibility 報告書を提出しなければならないと規定されている (Article-8) 。

給水公社から入手した EIA/IEIA の手続きに関する資料によれば、次の 4 種類の手続きがある。(1) プライベートセクターによる事業の場合、(2) 公的機関の場合、(3) 州レベルの事業の場合、および (4) 進行中のプロジェクトの場合。本件に適用される、‘公的機関の場合’の EIA/IEIA 手続きを図 3.1.3-1 に示す。この図では環境省が最終承認するようになっているが、Sub-decree の記述では、「カンボジア政府の決定に先立って環境省がレビューする」となっている。

EIA/IEIA 報告書の提出から承認まで 60 日を要するとされている。

### 3.1.3 当該プロジェクトの環境社会配慮調査の現況と今後の方針

#### (1) 既存の環境社会配慮

本プロジェクトにかかる環境影響評価は、開発調査「シムリアップ/アンコール地域持続的振興総合計画調査 (2006)」の、マスタープランレベルでスコーピングと IEE が行われている。IEE 対象のスコップとして次の項目を上げ、影響評価と影響軽減対策を検討している。本件に特化した環境社会配慮は実施されていない。

**表 3.1.3-1 IEE 対象スコーピング**

(シムリアップ/アンコール地域持続的振興総合計画調査 (2006))

【社会環境】	【自然環境】	【公害】
1. 非自発的住民移転	1. 地下水	1. 空気汚染
2. 地域経済	2. 水象環境	2. 水汚染
3. 土地利用、地域資源利用	3. 動植物、生物多様性	3. 土壌汚染
4. 文化遺産	4. 地球温暖化	4. 固形廃棄物
5. 地域における利害の対立		5. 騒音・振動
6. 水利用あるいは水利権、入会権		6. 地盤沈下
		7. 異臭

(2) 今後の環境社会配慮実施方針

このため、後続の F/S で本件スコープの概要が固まり次第、IEIA を実施し、環境省に提出する必要がある。また、また、プロジェクトが環境に重大な影響を及ぼす場合は EIA を実施する必要がある。実施のタイミングは、IEIA が後続 F/S のフェーズ-1、EIA がフェーズ-2 となる。

本件は、遺跡保護の観点とトンレサップ湖自然保護の観点など、種々の観点から環境社会配慮を検討する必要があるものと想定される。環境社会配慮にあたっては、各種のステークホルダーとの情報共有等によって全体的なコンセンサスを得ることが最重要課題となるものと想定される。

(3) IEIA チェックリスト

今回の調査で知りえた範囲においては、カンボジア国独自のチェックリストは作成されていないものと判断される。下記のプロジェクトで実施された IEE では、JICA ガイドラインに沿っておおむね類似したチェックリストを利用している。

- Preparatory Study “The Study on the Outer Ring Road of Phnom Penh Metropolitan Area in the Kingdom of Cambodia” (2007)
- Preparatory Study “The basin-wide Basic Irrigation and Drainage Master Plan Study in the Kingdom of Cambodia” (2006)

上記 Preparatory Study (2006)のチェックリスト項目を下記に示す。

Social Environment		Natural Environment		Pollution	
1	Involuntary Resettlement	13	Topography And Geographical Features	22	Air Pollution
2	Local Economy Such As Employment And Livelihood, Etc	14	Soil Erosion	23	Water Pollution
3	Land Use And Utilization Of Local Resources	15	Ground Water	24	Soil Contamination
4	Social Institutions Such As Social Infrastructure And Local Decision-Making Institutions	16	Hydrological Situation	25	Waste
5	Existing Social Infrastructures And Services	17	Coastal Zone (Mangroves, Coral Reef, Tidal Flats, Etc)	26	Noise And Vibration
6	The Poor, Indigenous And Ethnic Minority	18	Flora, Fauna And Biodiversity	27	Ground Subsidence
7	Misdistribution	19	Meteorology	28	Offensive Odor
8	Cultural Heritage	20	Landscape	29	Bottom Sediment
9	Local Conflict Interest	21	Global Warming	30	Accidents
10	Water Usage Or Water Rights And Rights Of Common				
11	Sanitation				
12	Hazards, Infectious Diseases Such As HIV/AIDS				

([http://www.jica.go.jp/english/operations/social\\_environmental/pro\\_asia](http://www.jica.go.jp/english/operations/social_environmental/pro_asia))

後続 FS では、チェックリストの所在を確認する必要がある。独自のチェックリストが存在しない場合には、相手国との協議のうえ、IEIA チェックリストを作成する必要がある。



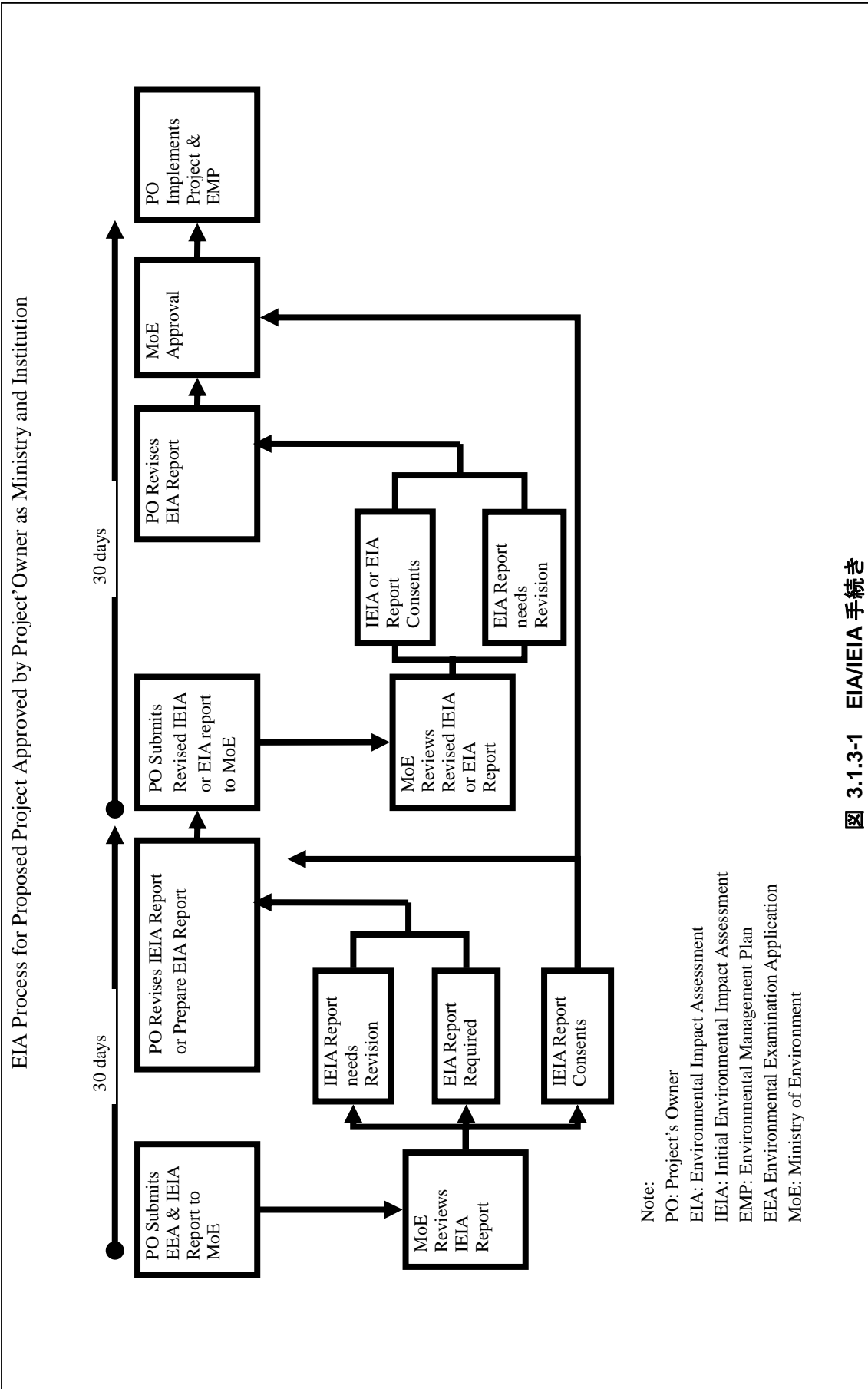


図 3.1.3-1 EIA/IEIA 手続き

## 3.2 環境社会配慮調査のスクリーニング・スコーピング

### 3.2.1 スクリーニング、カテゴリー分類

スクリーニングは、旧 JBIC の「環境社会配慮確認のための国際協力銀行ガイドライン（平成 14 年 4 月）にそって行った<sup>13</sup>。本件実施地域は、世界遺産とトンレサップを擁することから、“カテゴリーA”に分類されるかの観点で検討した。検討に当たっては、旧 JBIC ガイドラインに示されている検討事項に沿って考察した。下表にスクリーニング結果、カテゴリー分類結果を示す。

表 3.2.1-1 スクリーニング、カテゴリー分類結果

	検討・考察事項（主にガイドラインから抽出）	検討・評価結果	ランク
1.	環境への重大で望ましくない影響のある可能性を持つようなプロジェクトか？	可能性を認めず。	3
2.	先例がなく影響の見積もりが困難か？	影響予測可能。	3
3.	（重大な）影響は、物理的工事が行われるサイトや施設の領域を超えた範囲に及びるか？	水源が地下水揚水の場合は要検討。他の工事の影響の可能性は認めず。	2
	次のプロジェクトを含むか？		
	A. 影響を及ぼしやすいセクターのプロジェクトか？	ガイドラインの項目を含まず	3
	B. 影響を及ぼしやすい特性を持つプロジェクトか？		
	(1) 大規模非自発的住民移転	該当せず	3
	(2) 大規模地下水揚水	要検討	2
	(3) 大規模な埋め立て、土地造成、開墾	該当せず	3
	(4) 大規模な森林伐採	該当せず	3
	C. 影響を受けやすい地域あるいはその近傍に立地するプロジェクトか？		
	(1) 国立公園、国指定の保護対象地域	遺跡：保護ゾーンに含まず トンレサップ：プロジェクト地域が Buffer Zone 及び Transition Zone。要検討。 他の対象を認めず	3 2 3
4.	(2) 国または地域にとって慎重な配慮が必要と思われる地域か？ （自然環境）		
	A. 原生林、熱帯の自然林	認めず	3
	B. 生物学的に重要な生息地	トンレサップ湖干潟。影響要検討	2
	C. 国内法、国際条約等において保護が必要とされる貴重種の生息地	確認できず。要検討	2
	D. 大規模な塩類集積あるいは土地浸食の発生する恐れのある地域	認めず	3
	E. 砂漠化傾向の著しい地域	認めず	3
	F. その他配慮事項は認められるか？	認めず	3
	（社会環境）		
	A. 考古学的、歴史的、文化的に固有の価値を有する地域	認めず。事業地域は遺跡保存区域以外。	3
	B. 少数民族あるいは先住民、伝統的な生活様式を持つ遊牧民の人々の生活区域、もしくは特別な社会的価値のある地域	認めず。事業地域は水上村落以外の地域。	3
	C. その他配慮事項は認められるか？	認めず	3
(凡例) ランク：1=該当する、2=該当する可能性がある、3=該当しない			
<b>総合評価：カテゴリーB</b>			

<sup>13</sup> 新 JICA が発足したが、環境社会配慮にかかわる旧 JICA、旧 JBIC の各書式を統合する作業が現在行われている。本件は円借に繋げるための調査なので旧 JBIC の書式を使用した。

現在の時点では、プロジェクトの規模やレイアウトが決定されていない。このため、上記のスクリーニングは、遺跡保護ゾーンなどの保護地域・重要地域は回避できるという前提とした。以上のスクリーニングの結果、要検討課題は次の通りとなった。

- 地下水開発が選択された場合にはその影響範囲の検討。
- トンレサップ湖水が選択された場合には、生物学的に重要な生息地の有無の確認。「有」の場合はその影響度、および国内法的ないしは国際条約等において保護が必要とされる貴重種の有無、の確認。

しかし、上記いずれの場合においても、プロジェクトのレイアウトや工事方法などによって影響を最小限とすることが可能と考えられるので、「カテゴリーA：環境への重大で望ましくない影響のある可能性を持つようなプロジェクト」とは認められず、「カテゴリーA プロジェクトに比して小さいと考えられるプロジェクト：カテゴリーB」と評価することができる。ただし、プロジェクトのレイアウトなどが計画される F/S 調査時での確認が必要である。

### 3.2.2 予備的スコーピング

開発調査「持続的振興総合開発計画（2006）」では、MP 段階で想定されるプロジェクトに対する IEE を実施するうえで、詳細なスコーピングのチェックリストを作成している。本調査では、このチェックリストと旧 JBIC ガイドラインを参考にスコーピングを行い、下表に示した。本事業の諸元やレイアウトが固まっていないので、予備的なスコーピングとなり、計画が定まりしだい、見直す必要がある。

表 3.2.2-1 予備的スコーピング結果

社会環境		自然環境		公害	
項目	評価	項目	評価	項目	評価
1. 非自発的住民移転	D	13. 地形改変	C	22. 大気汚染	B
2. 地域経済	B	14. 土壌浸食	D	23. 水汚染	C
3. 土地利用、地域資源利用	B	15. 地下水	C	24. 土壌汚染	D
4. 社会組織・慣行	D	16. 水文環境	C	25. 廃棄物	B
5. 既存社会基盤サービス	D	17. 海岸・湖岸環境	C	26. 騒音	B
6. 貧困住民、先住民族、少数民族 {せんじゅう みんぞく}	D	18. 動植物、多様性	C	27. 地盤沈下	C
7. 便益・損害の偏在	B	19. 気象	D	28. 異臭	B
8. 文化遺産	C	20. 景観	C	29. 事故	B
9. 地域の利害対立	C	21. 地球温暖化	D	-	-
10. 水利用、水利権、入会権	C	22. 保護区	C	-	-
11. 衛生	D	23. 跡地管理	C	-	-
12. 災害、疫病	D			-	-
13. 感染症 (HIV/AIDS 等)	C	-	-	-	-

A: 重大な影響が想定される、B: ある程度の影響が想定される、C: 影響の度合いが不詳。要調査（確認調査も含む）、D: 影響は想定されない。

### 3.3 IEE レベルの環境社会配慮調査結果と軽減対策

本調査期間中に収集した既存資料やヒアリング調査、及び予備的現地調査などから、予備的スコーピングで抽出された項目に関して、環境社会配慮 IEE 考察を行った結果は次の通りである。

表 3.3-1 IEE レベルの環境社会配慮調査結果と軽減対策

項目	想定される環境社会に対する影響		軽減策
	地下水利用	湖水利用	
社会環境	a. 地域経済（雇用、生計などへの影響）	浄水場やポンプ場、井戸施設などが耕作地に建設される場合は生計手段の農民は農地を失う可能性あり。ただし、影響はスポット的であり大規模でない。	適切な用地買収・補償。
	b. 土地利用、地域資源利用	耕作地が浄水場、ポンプ場、井戸施設等用地に転換されて農業生産量が低減。地域経済に影響。ただし、影響はスポット的であり大規模ではない。 湖畔取水場付近の湖岸漁獲量の低減する可能性がある。ただし影響範囲は限定的。	適切な用地買収・補償。適切な地下水揚水計画。
	c. 便益・損害の偏在	施設建予定地の土地価格高騰。 貧困層の水道接続が困難な可能性あり。	適切価格での土地購入。 貧困層へ配慮した水道料金の設定。
	d. 文化遺産	施設建予定地は遺跡保護ゾーン外に計画するものの、埋没文化遺産の可能性はある。 過剰揚水による地盤沈下の可能性が懸念されている。	施設建設前の発掘調査、施設計画地点の再検討。 適切な揚水量調査・解析、適切用水量の設定。
	e. 地域の利害対立	水源地域住民・施設建設地域と給水地域住民との間の利害対立する可能性もある。施設建設候補地域の人口は極少なので深刻化の懸念は少ない。	公聴会の開催。 適切な補償。
	f. 水利用、水利権、入会権	浅井利用住民の水利用件・水利権への影響。井戸建設候補地の人口は少ないので深刻化の懸念は少ない。	浅井利用者にたいする保障。 漁業権への補償
	g. 感染症（HIV/AIDS等）	カンボジアはエイズ感染率が高く、工事労働者の流入により感染が拡大する恐れがある。	工事労働者に対する適切な教育。予防手段の提供。
	h. 地形変化	施設建設による地形変化。ただし、平坦化程度の小規模土工事なので影響は最小限と想定される。 地下水利用に特有の影響は想定されず。	地形変化を最小限とする施設設計。 管路・水路などの埋設敷設などの検討
	i. 地下水	過剰揚水による地盤沈下、既存井戸の枯渇の可能性が懸念されている。	（地下水の場合は）適切な揚水量の計画。適切な補償。
	j. 水文環境	地下水利用に特有の影響は想定されない。	（湖水の場合は）適切な取水方法による影響の軽減化。
	k. 海岸・湖岸環境	地下水利用に特有の影響は想定されない。	適切な工法選択による影響の最小限化。
	l. 動植物、多様性	地下水利用に特有の影響は想定されない。	FSでの生態系調査。それに即した計画の立案。
	m. 景観	浄水施設、ポンプ場、井戸施設などとトンレサップ湖畔景観に悪影響を与える可能性がある。	高さが低い施設、埋設管の採用などによる影響の軽減化。
自然環境	n. 保護区	Tonle Sap Biosphere Reserve による保護区分（Buffer Zone, Transition Zone）の制限によっては、影響有。	各ゾーンでの開発規制の詳細が不明なので、要調査。 規制に即した施設設計の採用。
	o. 跡地管理	地下水利用に特有の影響は想定されない。	土捨て場の緑地化など。
	p. 大気（室内空気）汚染	消毒に使用する塩素による大気（室内空気）汚染の可能性はある	塩素の適切な取り扱い。
	q. 水汚染	水供給量の増大による下水の増加や、浄水場排水、浄水汚泥等の水域への流入の可能性はある。	下水道接続推進、排水・汚泥の適正な処理・処分。
	r. 廃棄物	浄水場での発生廃棄物（汚泥など）	適切な廃棄場所の確保。
	s. 騒音	工事中の騒音発生。	適切な揚水量の設定。 該当せず
	t. 地盤沈下	過剰揚水による地盤沈下が懸念されている。	
	u. 異臭	消毒に使用する塩素から発生する異臭。	
	v. 事故	工事中の事故。	
	公害		

### 3.4 モニタリング計画

現時点では計画が固まっていないので、モニタリング計画も予備的となる。施設位置などの計画が確定した後、再検討をする必要がある。以下に予備的なモニタリング計画を示す。

表 3.4-1 環境社会配慮予備的モニタリング計画

項目	スコ ー ピ ン グ 評 価	モニタリング				
		監視要素	時期	方法	監視機関	
社会環境	a. 地域経済 (雇用、生計などへの影響)	B	土地価格、補償費	計画	ヒアリング	実施機関
	b. 土地利用、地域資源利用	B	用地面積 地下水位	建設、O&M	ヒアリング、現地計測	実施機関
	c. 便益・損害の偏在	B	土地価格、水道料金	O&M	ヒアリング	実施機関
	d. 文化遺産	C	地盤沈下	計画、O&M	観測	実施機関
	e. 地域の利害対立	C	住民行動	計画、建設、O&M	ヒアリング	実施機関
	f. 水利用、水利権、入会権	C	住民行動	計画、建設、O&M	ヒアリング	実施機関
	g. 感染症 (HIV/AIDS等)	C	工事労働者の行動、患者数	建設	ヒアリング	建設業者
自然環境	h. 地形改変	C	地形	計画、建設	図面、目視	実施機関
	i. 地下水	C	地下水位、水質	計画、建設、O&M	事前調査、計測、ヒアリング	実施機関
	j. 水文環境	C	トンレサップ湖水位	計画、建設、O&M	事前調査、計測	実施機関
	k. 海岸・湖岸環境	C	湖畔	計画、建設、O&M	事前調査、目視、ヒアリング	実施機関
	l. 動植物、多様性	C	動植物	計画、建設、O&M	事前調査	実施機関
	m. 景観	C	景観	計画、建設、O&M	事前計画、目視	実施機関
	n. 保護区	B	施設位置、規模	計画段階	計画と保護法規比較	実施機関
o. 跡地管理	C	土捨て場	計画、建設、O&M	事前計画、目視	建設業者、 実施機関	
公害	p. 大気 (室内空気) 汚染	B	塩素	O&M 段階	ヒアリング、臭覚による 現地調査、	実施機関
	q. 水汚染	C	排水、汚泥	O&M 段階	ヒアリング	実施機関
	r. 廃棄物	B	捨て土、除去した鉄などの汚泥	建設、O&M 段階	ヒアリング、目視による 現地調査	建設業者、 実施機関
	s. 騒音	B	工事車両などの音源	建設段階	ヒアリング、聴覚による 現地調査	建設業者
	t. 地盤沈下	C	地盤変動	計画、建設、O&M	事前調査、計測、観測	実施機関
	u. 異臭	B	塩素	O&M 段階	ヒアリング、臭覚による 現地調査	実施機関
	v. 事故	B	車両事故	建設、O&M 段階	ヒアリング、現地調査	建設業者、 実施機関

B: ある程度の影響が予想される、C:影響の度合いが不詳。要調査。

### 3.5 検討すべき代替案

シェムリアップ地方の給水事情は逼迫しており、水道公社では、最大 48,000m<sup>3</sup>/日の施設拡張を望んでいる。このような規模の需要を満足するためには「水道施設拡張」以外は想定されないと判断する。したがって、本プロジェクトは必要不可欠な事業であり、環境社会への影響を最小限にとどめながら遂行すべき事業と判断される。

### 3.6 IEE レベルの環境社会配慮評価結果の結論と推奨

#### 3.6.1 結論

施設の規模やレイアウトが確定していないので、IEE レベルの環境社会配慮調査の結果、主要な環境社会配慮事項は次のとおりである。

- a 地下水揚水を選択する場合は遺跡群へ影響が及ばないように配慮する必要がある。この配慮は、取水位置や取水量を適切に計画することによって満足することができるものと考えられる。
- b トンレサップ湖水を取水する場合には；(1) Bioshere Reserve と整合した湖畔環境への配慮、(2) IUCN が指定するレッドリスト動植物の有無の確認と「有」の場合は本プロジェクトの影響；を詳細に調査し、環境への影響を評価する必要がある。ただし、取水位置や取水方法さらには工事方法などによって、これらへの影響を最小限にとどめることができるものと考えられる。
- c 他にも環境社会配慮事項は確認されるが、適切な計画・対策により軽減ないし回避できるものと考えられる。

#### 3.6.2 提言

- a プロジェクトの規模やレイアウトが明確になりつつある各段階で IEE ならびに EIA を実施する必要がある。
- b シェムリアップ地区はアンコール遺産やトンレサップ湖といった世界的に注目される資源を擁しているため、EIA 結果はカンボジア国内関係者だけでなく、国際的な場での合意を得る必要がある。
- c 急速に発展しつつあるシェムリアップ市の給水事情は極めて逼迫している。このため計画が明確になった時点での EIA を早急に実施する必要がある。

## 第4章 結論・提言

### 4.1 調査の基本方針

#### (1) 水源の選定

JICA は 1996～2000 年に「シェムリアップ市上水道整備計画調査」を実施しており、候補となる水道水源として①地下水、②トンレサップ湖、③西バライ貯水池、④シェムリアップ川を調査し、水源水質、水道システムの信頼性、予定取水量、建設費及び維持管理費、カンボジア側の技術レベルを考慮した運転維持管理の容易さ、環境に与える影響などを総合的に比較検討した結果、水源としては地下水を選択することが最適であるとして計画策定を行い、その後無償資金協力による施設建設につながっている。同施設は慎重な地下水調査や地下水シミュレーションに基づいて建設されており、現在のところアンコール遺跡に影響を与えているとの証拠はないが、近年ホテル等による揚水が急増していることもあり、地下水の過剰な揚水が遺跡周辺の地盤に影響を与えることがカンボジア側関係者及び遺跡保護関係者の間で懸念されている。

一方、シェムリアップ市南郊に広がるトンレサップ湖は、その膨大な水資源量から有望な水源と見られていたが、上記開発調査においては地下水利用に比べて約 2 倍のコストを要することから、無償資金協力による施設の想定取水量及び当時のシェムリアップ地域の経済レベルを考慮すると、地下水の利用がより妥当であると判断された経緯がある。また、シェムリアップ川は流量が少なく、河川維持流量や既得水使用量を考慮すると取水可能量はなく、水道水源としてはダム等の貯留施設を建設しなければ利用不可能であると結論されている。西バライ貯水池については、安定的に取水するためには施設のリハビリが必要であり、灌漑用水として利用されていることから所管官庁との調整も必要であるとされている。

シェムリアップ市の水道は大幅な拡張が必要であるが、上記のとおり地下水の更なる開発は慎重になされるべきであり、ステークホルダーに対する十分な説明と合意形成が求められる。それに対し、近年の急速な経済発展と観光開発の進展により、トンレサップ湖を水源とした場合のコストリカバリーの可能性については、開発調査実施当時とは状況が大きく異なっていると考えられる。

カンボジア側は、鉱工業・エネルギー省が①地下水は遺跡に影響を与えない形で利用できるのであれば検討してもよい、②トンレサップ湖での取水はコスト高が懸案であり、住民の支払い能力を十分に踏まえた事業計画の策定が必要であると考えているのに対し、シェムリアップ水道公社と APSARA 機構はトンレサップ湖を原水とする施設の建設を要望しつつ、湖畔の地下水など遺跡に影響を与えないような取水ができるようであれば地下水も排除はしないというスタンスである。

以上の経緯より、トンレサップ湖を水源とする計画案も有望となってきた状況を踏まえ、シェムリアップ市の水道水源として、①トンレサップ湖、②地下水を主たる対象として比較検討を行い、今後の水道サービス拡張のため、適切な水源を選定し、その開発方法を提案する。また、③西バライ貯水池についても、既存の資料、情報、ヒアリング等に基づいて利用可能性について検討を行い、本格的な調査を行う上記 2 水源と併せて、比較の対象とする。検討にあ

たっては、環境社会配慮、賦存量（急増する水需要を賄える量が取水できること、及び年間を通じて安定的に取水できること）、水質、技術的フィージビリティ、経済性、ステークホルダーとの合意形成等の要素を考慮する。また、ステークホルダーに対する十分な説明と合意形成に留意する。

各候補水源の検討にあたっては、以下の点に留意する。

#### 1) トンレサップ湖

- トンレサップ湖は東南アジア最大の湖であり、水量には問題がないが、雨期と乾期の水位差が約 10m と大きく、湖岸も数 km に亘って移動する。渇水年の乾期においても安定して取水でき、船舶の航行等にも支障を生じない取水方法を検討する必要がある。
- トンレサップ湖は UNESCO が Biosphere reserve に指定しており、Tonle Sap Basin Authority というハイレベルの組織も設立されているなど、その開発や保全にあたっては多くのステークホルダーが関わっている。これらの組織や枠組みについて把握し、関係者の理解を得つつ調査を進める必要がある。
- 水位差と湖岸変動に対応した取水施設の建設コストが高くなることが予想されるほか、維持管理費も大きくなるため、財務面からのフィージビリティについて十分な検討が必要である。

#### 2) 地下水

- 過剰揚水が遺跡の不等沈下を引き起こす恐れがあるとして、特に現地政府関係者、環境団体、同地域で活動する他ドナー、遺跡保存関係者等の間にこれ以上の開発に対する抵抗感がある。地下水を利用する場合には、遺跡に影響を与えないという根拠を適切な理論とデータに基づいて説明し、コンセンサスを形成する必要がある。
- アンコール遺跡群の中心であるアンコールワットは常時湛水した環濠に囲まれており、地下水位の安定に寄与していると考えられるが、アンコールワット東部の東バライ貯水池跡近辺の遺跡群や、アンコールワット南東部の国道 6 号線近辺に位置するロリュオス遺跡群にはそのような環濠がなく、APSARA 機構はアンコールワットよりもこれらの周辺遺跡に与える影響を懸念している。従って、地下水開発の候補になる地域は、これらの遺跡から距離が離れたシェムリアップ市南西部に限られると考えられる。
- 上記の点を考慮すると、地下水の開発可能量は限られると考えられ、シェムリアップ市の現在及び将来に亘る水需要を賄える水源とはなり得ない可能性が高い。
- シェムリアップ市南方にはプノン・クロム（Phnom Krom）と呼ばれる基盤岩が露出した丘があり、シェムリアップ市南西部は基盤岩深度が浅い可能性がある。よって、電気探査により基盤岩深度や帯水層である可能性のある地層の有無を調査し、上記開発調査及び無償資金協力実施時の基本設計調査における地下水に関する検討結果を参照しつつ、市南西部での地下水開発の可能性について検討することとする。

#### 3) 西バライ貯水池

- 西バライ貯水池はアンコール遺跡と同時代に作られた貯水池であり、それ自体が遺跡である。そのため、護岸の修復や水位調節など、貯水池に改変を加えることに対しては、



遺跡関係者の反対が予想される。

- 西バライ貯水池は灌漑用水として利用されているため、灌漑セクターの関係者との調整と合意形成が必要である。
- 韓国企業が西バライ貯水池を水源とする水道施設の建設を計画している。遺跡保護関係者の反対を受けたものの、APSARA 機構の了解は得ており、交渉が継続しているとの情報がある。ただし、実現可能性は不透明であり、規模も水需要量に比して小さい。本計画の動向について引き続き情報収集が必要である。
- 現在の貯水容量と灌漑用水としての利用量を勘案すると、貯水池の改変を行わずに開発できる水量には限度がある。

## (2) 環境社会配慮

EIA に関するカンボジアの法制度によれば、10,000 人以上の顧客に給水する水道プロジェクトは EIA ないし IEIA (Initial Environmental Impact Assessment) が必要であり、まず環境省に対して IEIA レポートを提出する必要がある。本格調査においては、フェーズ 1 期間中に IEE (Initial Environmental Examination) を行うとともに、カンボジア側による IEIA レポート作成を支援する。また、フェーズ 2 期間中にカンボジア側による EIA レポート作成を支援することにより、円滑なプロジェクト形成を促進する。

環境社会配慮にあたっては、本格調査が円借款の案件形成を目的としたものであることから、旧国際協力銀行 (JBIC) の環境社会配慮ガイドラインを参照する。現時点での JICA 環境カテゴリは B であり、調査の過程において作成する中間段階の報告書は、JICA 審査部において環境社会配慮面からの確認を行う。

また、ステークホルダーとの合意形成に留意する。調査の初期段階においてステークホルダー分析を行い、案件形成にあたって情報提供、説明、協議、同意取り付け等が必要な利害関係者を特定するとともに、調査を通じてどのような調整を行うか、アプローチを検討する。調査中に少なくとも 2 回 (水源選定時 (IEE の結果説明を含む) 及び優先プロジェクトに係る計画案作成時 (EIA 実施支援内容の説明を含む)) のステークホルダー協議を行う。現時点で判明している主なステークホルダーは以下のとおりである。

- シェムリアップの行政機関： APSARA 機構、シェムリアップ州政府、シェムリアップ水道公社等
- 遺跡保全関係者： UNESCO、ICC<sup>14</sup>メンバー、学術関係者 (日本からも複数のチームが関与している) 等
- トンレサップ湖保全関係者： UNESCO、Tonle Sap Basin Authority、環境 NGO、学術関係者等
- 中央政府関係者： 経済財務省、鉱工業・エネルギー省、環境省、水資源・気象省等

---

<sup>14</sup> International Coordinating Committee for the Safeguarding and Development of the Historic Site of Angkor. UNESCO が主催する各国の遺跡保全・修復プロジェクトチームの情報共有・調整機関。日本大使館公使が議長を務める。遺跡周辺での水の管理や地下水開発についても議論を行っている。

- 水道施設建設候補地関係者： 用地取得対象住民（移転住民<sup>15</sup>）、トンレサップ湖湖上生活者、漁民、舟運業者、井戸利用者、施設用地候補地周辺住民等
- 水利用者： 住民、ホテル等観光産業、工場・事業所等
- 下水道関係者（公共事業運輸省（MPWT）、シェムリアップ公共事業運輸局（DPWT）等）
- その他： 水売り人、民間用井戸掘削業者等

ICC はこれまで概ね年 2 回（6 月と 12 月）開催されており、ステークホルダーの多くが参加する権威のある会合となっていることから、調査の経過や想定される事業内容、地下水調査の成果や地下水管理に対する提言を ICC において発表し、関係者のコンセンサスの醸成とコメントの聴取に活用することを検討する。

学術関係者や他援助機関等の中には、当方が必要とするデータ・分析を既に所有していたり、当方ステークホルダーとのパイプを既に構築したりしている関係者も多い。本調査への協力を表明している関係者も存在するところ、本格調査実施に際しては、これら関係者と協力することが望ましい。

ステークホルダーとの協議にあたっては、英語が必ずしも通じない可能性を考慮し、説明用資料や各報告書（IC/R、IT/R、DF/R1、DF/R2）の要約をクメール語で作成するなどの配慮を行う。

環境社会配慮事項として留意が必要な主な影響項目は、以下のとおりである。

- 地下水を利用する場合には、揚水が遺跡や周辺の既存井戸に与える影響
- アンコール遺跡群（UNESCO による保全区域の指定に注意する。例えば湖畔にあるプノンクロムの丘は保全の対象となる遺跡であり、構造物の建設はできない）
- トンレサップ湖の自然環境（UNESCO による保全区域の指定及び IUCN のレッドリストにリスト化されている動植物に注意する。また、魚類、鳥類、湖岸湿地帯の生態系等への影響、取水施設建設に伴う湖岸の改変、貴重種の有無等を考慮する）
- 水道料金の設定が貧困層やその他の水利用者に与える影響
- 排水の影響
- 用地取得の影響
- 工事に伴う騒音、振動、交通規制等
- 浄水場からの汚泥や排水に起因する周辺環境への影響

### (3) 水道事業経営

シェムリアップ水道公社は 2007 年 8 月に公社化されており、完全独立採算制の下で、資本費用及び運転維持管理費用の全てを料金収入で賄うことが求められている。中央政府経済財務省も、現時点では中央政府が補助金等によってシェムリアップを支援することはないとのスタンスである。

<sup>15</sup> 本準備調査の結果では、シェムリアップ市南郊に広大な水田や無耕作地が広がっていることから、住民移転が発生しないよう施設用地を選定することは可能であるとの見通しを得ているが、詳細は本格調査（F/S）の中で確認を行う必要がある。

よって、本格調査においては、シェムリアップ水道公社と協力の上、水利用者の支払意思額や支払い能力について詳細な調査を行うとともに、借款の借り入れを想定した財務見通しの分析を行い、F/S 対象優先プロジェクトの規模や内容、料金体系・料金水準、水道公社の経営に関する提案等について十分な検討を行うこととする。水源の選定、取水方法の選定、優先プロジェクトの形成にあたっては、財務面からの分析も行う。円借款は中央政府に貸し付けるが、その後カンボジア国内において転貸されることになるため、転貸先、転貸利率、転貸条件等について確認するとともに、FIRR を算定し、財務的なフィージビリティについて慎重な検討を行う。

カンボジア政府経済財務省（MEF）にとも十分な協議を行うこととし、F/S 調査の終盤（フェーズ 2 の終盤）のみならず、インテリム・レポート段階においても F/S 対象プロジェクトの選定と財務的フィージビリティの見通しについて合意形成を図り、後で手戻りが生じないよう財務分析のフレームワークについても協議を行う。

シェムリアップ水道公社は現在黒字経営となっているが、本事業が実施された場合には水道料金から円借款の返済原資を捻出する必要が生じる可能性が高い。また、トンレサップ湖を水源とした場合には導水や浄水処理に要する運転・維持管理費も高騰することが予想される。本事業が財務的に成立するためには、現在無秩序に地下水を揚水している事業所（主にホテルを中心とする観光業）に対し地下水揚水を規制し、水道利用への転換を進める必要がある。これにより、地下水利用が遺跡に与える影響への懸念を払拭し、ステークホルダーの本事業への協力も取り付けることが可能になると考えられる。一方、上述のような対応には現在安価に地下水を利用している事業所からの反発が予想される。従って、APSARA 機構を始めとするカンボジア側行政関係者との間で地下水揚水規制（揚水禁止措置、課徴金等）の可能性について検討するとともに、井戸インベントリ調査や意識調査を通じて、事業所による水利用の実態、地下水利用コスト、水量・水質等に関する満足度、運転・維持管理面の問題点、観光客等への水道料金転嫁（宿泊料金等の値上げ）の可能性等を把握し、さらにホテル等による地下水揚水がアンコール地域の地下水位や遺跡に与える影響の分析を行い、これらの調査結果を総合して現実的な事業計画案を策定する。

#### (4) 地下水管理

シェムリアップ地域においてはホテル等の観光産業を中心に地下水の無秩序な揚水が行われており、環境や遺跡に与える影響が懸念されている。上記のとおり、本事業で計画する水道施設の拡張にあたっては、地下水の利用を制限し、これら地下水利用者の水道利用への転換を促すことで、水道事業の経営基盤の安定と地下水の適正利用の両立を図ることが求められる。また、無償資金協力によって建設された既存水道施設も地下水を水源としていることから、その揚水の影響についてモニタリングする体制を維持、強化していくことが、将来の水道事業の持続性を確保する上で重要である。

本格調査においては、シェムリアップ市の地下水利用の現状や利用者の意識を把握するとともに、地下水モニタリング体制の強化を図り、F/S に反映させることとする。地下水モニタリング体制の強化としては、井戸インベントリの整備、地下水位観測井の追加設置、既存井戸一斉測水、データ収集・整理・分析・共有に係る体制整備を行う。収集したデータや作成したインベントリ等は、カンボジア側において有効に活用できるようにする。

地下水管理は年2回のペースで開催されている ICC の会議においても重要な議題となっているため、関係者に対して情報提供を行い、理解と支援を得るよう留意する。

#### (5) 関連プロジェクトの動向把握

シェムリアップ市においては水不足が深刻になっていることから、水道公社が現在稼動を休止している地下水を水源とする旧浄水場（フランス援助）の再開を計画しているほか、韓国企業が西バライ貯水池を水源とする水道プロジェクトを提案している。いずれも環境社会配慮面での課題があることもあり実現可能性は不透明であり、現在の推定水需要量を賄う規模ではないが、その動向・進捗に関して情報収集を行い、本事業との関係の整理に留意する。

#### (6) 施設建設用地の選定

第一次準備調査においてカンボジア側より、シェムリアップでは近年開発が進み、市街地のみならず、郊外であっても用地買収が困難になってきているため、特段の注意が必要との説明があった。本格調査における施設建設予定地の選定に当たっては、この点に充分配慮し、私有地や道路に面した土地の買収を極力避けた施設計画にするとともに、一施設に対して複数の候補地を提案するものとする。施設建設候補地における現地調査や候補地の情報についても、用地取得や地権者の同意取り付けに支障を来さないよう、カンボジア側と十分に協議・調整の上、慎重な対応を行う。必要に応じて、用地取得に対する州知事の支援を得るなど、カンボジア側による円滑な用地の確保を支援する方策を講じる。

#### (7) 段階的長期施設整備計画の策定

本格調査では優先プロジェクトの F/S を行い、円借款を念頭においた事業化に向けた準備を行うが、これらの作業と並行する形で、2030 年を最終目標年次とする段階的長期施設整備計画の策定も行う。長期施設整備計画は、本格的な M/P を意味するものではなく、F/S 対象事業を第一段階整備事業と位置づけ、その後の段階的な施設拡張の概略計画を示すものとする。長期施設整備計画については、経済・財務分析は不要とする。

F/S 対象事業の目標年次や施設規模については、事業実施スケジュール、事業費の規模、財務的フィージビリティ等を総合的に勘案して決定する。

#### (8) 調査工程の短縮

シェムリアップ市の水道サービスの普及率は低く、地下水の無秩序な利用が進んでいるため、カンボジア側関係者は一刻も早く水道サービスを拡張すべきと考えており、事業期間の短縮を強く求めている。よって、本格調査の調査工程についても可能な限り短縮する工夫を行う必要がある。また、本格調査の中で検討される事業実施工程についても、できるだけ短縮するための方策について検討する。

## 4.2 調査の目的

自然環境およびアンコール遺跡群への影響に十分留意した水源を選定し、観光等の産業発展と環境保全を両立させた持続的な水道普及を図るための水道施設建設にかかるフィージビリティ調査を行う。あわせて、現在稼動中の地下水利用水道施設が地下水環境へ与える影響を監視する体制強化の支援を行う。加えて水道施設導入による排出汚水の増大に対処するためにわが国が行える支援方向を検討する。

### 4.3 調査対象地域

シエムリアップ水道公社（SRWSA）の給水区域及び水源調査の対象範囲（トンレサップ湖等）を調査対象地域とする。

シエムリアップ地域では従来シエムリアップ郡（District）が10のコミューンから構成されていたが、東西に隣接する3コミューンを併合した上で13コミューンから成るシエムリアップ市（City）を設立する旨の県知事政令が2009年1月9日付けで定められている。さらに、隣接する1コミューン（東側に隣接するPrasat Bakong DistrictのKandaekコミューン）を併せた14コミューンがシエムリアップ水道公社の給水区域である。

### 4.4 調査項目とその内容・範囲

#### 4.4.1 調査項目

協力準備調査はカンボジア国における現地調査および日本国内における国内作業より構成され、次の3フェーズで実施する。各フェーズにおける主な作業を以下の通り想定する。

#### フェーズ1：新規水源及び取水方式の選定

- 本調査の目標年次、給水区域、水需要予測等の計画フレームワークの検討を行う。
- 将来のシエムリアップ市の水道事業のあり方（将来の拡張の可能性）、水源の持続的可能性（水源水量及び水質）、シエムリアップ市の置かれている特殊な事情（環境面・社会面・文化面等）等を考慮し、新規水源及び取水方法を選定する。
- 長期施設整備計画策定のための基礎情報の収集及び分析を行う。なお、この長期計画は本格調査の対象となるF/Sプロジェクトが緊急案件と位置付けるかたちで作成する。
- フェーズ1の結果を取りまとめたインテリム・レポートを作成し、カンボジア側に説明する。
- 新規水源及び取水方法についてカンボジア国側と合意する。

#### フェーズ2：施設整備計画の策定及びフィージビリティ調査

- F/S対象プロジェクトに係る施設整備計画を策定し、F/S調査を実施する。
- F/S対象プロジェクトを緊急案件とした長期施設整備計画を作成する。
- フェーズ2の結果を取りまとめたドラフト・ファイナル・レポート1及びファイナル・レポート1を作成し、カンボジア側に説明する。

#### フェーズ3：地下水使用の現状評価

- 地下水モニタリング体制強化及び既存井戸地下水位調査を含む、既存施設の地下水への影響調査を実施する。
- 地下水利用の現状評価と今後の地下水モニタリング・管理・規制に対する提言を行なう。
- フェーズ3の結果を取りまとめたドラフト・ファイナル・レポート2及びファイナル・レポート2を作成し、カンボジア側に説明する。

## フェーズ 1：新規水源及び取水方式の選定

- (1) 国内準備作業
  - 1) 既存関連資料の解析・検討
  - 2) インセプション・レポートの作成
- (2) インセプション・レポートの説明・協議
- (3) 計画フレームワークの検討
  - 1) 既往関連情報・データの収集及び分析
  - 2) 関連調査・プロジェクトの確認
  - 3) 計画給水区域の設定
  - 4) 水需要予測の予備的検討
- (4) 新規水源及び取水方式の代替案の抽出
- (5) 初期環境調査（IEE）
- (6) 表流水取水に関する自然条件調査
  - 1) 水質調査
  - 2) 土質調査
  - 3) 地形測量
- (7) 地下水調査
  - 1) 井戸インベントリー調査
  - 2) 電気探査
  - 3) 地下水開発可能量の算定
- (8) 社会調査
  - 1) 水利用実態、支払意思・能力調査
  - 2) 井戸（地下水）使用者の意識調査
- (9) 新規水源及び取水方式の代替案の比較検討
- (10) F/S 対象プロジェクトの選定
- (11) 長期上水道施設整備計画の策定
- (12) インテリム・レポートの作成

(13) インテリム・レポートの説明・協議

フェーズ2：施設整備計画の策定及びフィージビリティ調査
-----------------------------

(14) F/S 対象プロジェクトに係る施設整備計画の策定

- 1) 追加データの収集・分析
- 2) 取水・導水計画
- 3) 浄水計画
- 4) 送配水計画

(15) 概略設計のための実測調査

- 1) 土質調査
- 2) 路線測量
- 3) 平面測量

(16) F/S 対象プロジェクトの概略設計

(17) 事業実施に必要な許認可や法制度整備、用地取得手続き等の確認

(18) F/S 対象プロジェクトに係る概算事業費の算定

(19) F/S 対象プロジェクトに係る事業実施計画の策定

- 1) 資金計画
- 2) 施工計画
- 3) 事業実施スケジュール
- 4) 調達計画
- 5) 事業実施体制
- 6) 運転・維持管理計画、財務計画
- 7) その他配慮事項

(20) 技術支援、技術協力の検討

(21) 下水・排水マスタープランのレビュー

(22) EIA 実施にかかる支援

(23) 事業評価

(24) 運用・効果指標の提案

(25) 提言

(26) 長期上水道整備計画の策定（フェーズ1の継続）

(27) ドラフト・ファイナル・レポート1の作成

(28) ドラフト・ファイナル・レポート1の説明・協議

フェーズ3：地下水使用の現状評価
------------------

(29) 地下水水位一斉測水

(30) 地下水モニタリング体制の強化

(31) 地下水使用の現状評価及び提言

(32) ドラフト・ファイナル・レポート2の作成・提出・協議

(33) セミナー開催

(34) ファイナル・レポート2の作成・提出

#### 4.4.2 現地再委託

本格調査に必要となる現地調査で、現地再委託先として可能な業者は表 4.4.2-1 に示す通りであるが、必ずしも下記業者の品質を保証するものではない。なお、水質試験に関して、調査項目によっては第3国あるいは本邦での検査機関での検査も検討することもできる。



表 4.4.2-1 現地再委託先選定のための候補業者リスト

No.	業者名	連絡先	調査可能項目			
			水質	土質	地形	井戸
1	SAWAC (Mr. Uch Saroeun, Managing Director) (B/D, D/D 時の調査会社)	TEL: +855-23-991-074 TEL/FAX: +855-23-883-545 H/P: 012-893-941 E-mail: <a href="mailto:sawacam@online.com.kh">sawacam@online.com.kh</a> #1, Street 259, P.O.Box 549, Phnom Penh		○	○	○
2	Partner of Construction and Development Services Inc. (Mr. Ou Sochivy, Technical Manager)	H/P: +855-12-996-454 +855-16-996-454 E-mail: <a href="mailto:ousochivy@yahoo.com">ousochivy@yahoo.com</a>		○	○	
3	Khaou Chuly MKK Co., LTD. (Mr. So Phan, Managing Director)	Tel : +855-23-882-016 Fax: +855-23-882-301 # 0117, 0118 St 2004(Sorlar), Tek Thia, Khan Russey Keo, Phnom Penh		○	○	
4	Camcal CO., LTD. (Mr. Koji Kanzaki, Chairman)	Tel : +855-23-993-499 Fax : +855-23-993-488 78, St360 Toul Svay Prey I, Khan Chamcarmorn, Phnom Penh		○	○	
5	KSG ENGINEERING CO., LTD. (Mr. Sim Sokha, Managing Director)	Tel : +855-12-882-272 #930, Street18, Sangkat Toul Sangke, Khan Russeikeo, Phnom Penh		○	○	
6	Laboratory for Research of Environmental Quality, Dept. of Pollution Control, MOE	Tel : +855-23-210-492 Fax : +855-23-987-880 #48, Samdech Preash Shianuk Tonle Bassac, Chamkarmorn, Phnom Penh	○			
7	Phnom Penh Water Supply Authority (PPWSA)	Tel : +855-23-426-220 Fax : +855-23-724-046 N45 Mohaksat Treiyani Kossamak (St. 106), Phnom Penh	○			
8	Water Quality Laboratory, MOWRAM	Tel : +855-23-724-389 No.47, Preah Norodom Blvd., Phnom Penh	○			
9	Angkor Hand-pump Enterprise	Tel:+855-12-917-350 N20, Street 578,12152, Phnom Penh				○
10	DBD Engineering Co Ltd	Tel: +855-23-885-531, +855-23-214-631 Fax: +855-23-986-644 E-mail: <a href="mailto:service@dbdengineering.com">service@dbdengineering.com</a> Website: <a href="http://www.dbdengineering.com">www.dbdengineering.com</a> N. 1E1, Street 140, comer Street 164,				○
11	IG Engineering Co Ltd	Tel: +855-23-986-477, +855-12-559-521, +855-12-938-307 Fax:+855-23-998-714 E-mail: <a href="mailto:simfree2004@yahoo.com">simfree2004@yahoo.com</a> Website: <a href="http://www.ig-eng.com">www.ig-eng.com</a> N 21, Street 592		○		○

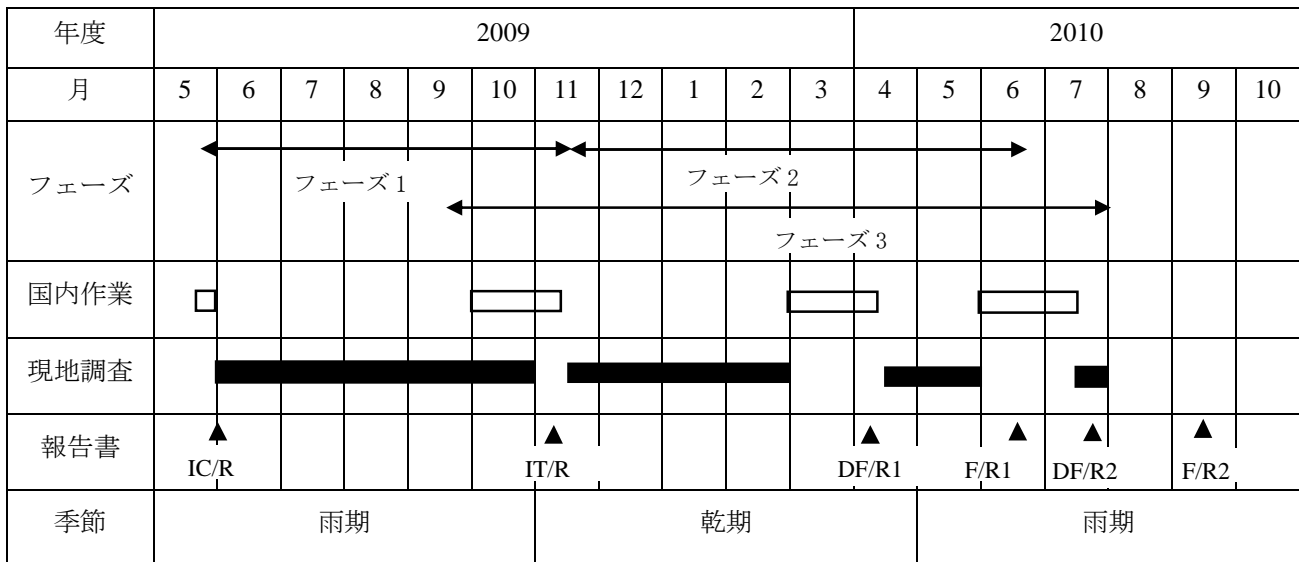
#### 4.5 調査工程

協力準備調査の全体工程は図 4.5-1 に示すように合計 16 ヶ月と想定し、それぞれの各フェーズに必要な月数は下記のとおり見積もる。

なお、フェーズ 1 からフェーズ 2 に移行する際に、カンボジア側における水源及び取水方式の選定結果の承認が必要と考えられ、その点を考慮した情報提供と必要期間の確保に留意する必要がある。

- 全体調査期間； 16 ヶ月
- フェーズ 1：新規水源及び取水方式の選定； 6 ヶ月
- フェーズ 2：施設整備計画の策定及びフィージビリティ調査； 7 ヶ月
- フェーズ 3：地下水使用の現状評価； 10 ヶ月

図 4.5-1 全体工程（案）



#### 4.6 要員構成

本格調査における団員の構成は以下の分野を基本とし、調査内容に応じて変更するものとする。

- (1) 総括／上水道計画
- (2) 水道水源
- (3) 水理地質
- (4) ボーリング
- (5) 地下水解析・評価
- (6) 取水・導水施設設計
- (7) 浄水施設設計
- (8) 送配水施設設計
- (9) 設備設計
- (10) 下水道・排水計画
- (11) 施工・調達計画／積算
- (12) 組織・制度／運営維持管理
- (13) 財務・経済分析
- (14) 環境・社会配慮

#### 4.7 相手国便宜供与事項

本調査は協力準備調査であり、カンボジア政府の正式な要請及び両国政府間の国際約束にも基づいて行われるものではない。従って、相手国便宜供与事項は、平成 21 年 1 月 26 日付けで署名された協議議事録（M/M）における以下の記載に基づいて供与されるものとなる。

1. To facilitate the smooth implementation of the Study, the Royal Government of Cambodia shall take necessary measures:
  - a) To permit the members of the Study Team to enter, leave and sojourn in the Kingdom of Cambodia for the duration of their assignments therein and exempt them from foreign registration requirements and consular fees;
  - b) To exempt the members of the Study Team from taxes, duties and any other charges on equipment, machinery and other material brought into the Kingdom of Cambodia for the implementation of the Study;
  - c) To exempt the members of the Study Team from income tax and charges of any kind imposed on or in connection with any emoluments or allowances paid to the members of the Study Team for their services in connection with the implementation of the Study;
  - d) To provide necessary facilities to the Study Team for the remittance as well as utilization of the funds introduced into the Kingdom of Cambodia from Japan in connection with the implementation of the Study.
2. The Royal Government of Cambodia shall bear claims, if any arises, against the members of the Study Team resulting from, occurring in the course of, or otherwise connected with, the discharge of their duties

in the implementation of the Study, except when such claims arise from gross negligence or willful misconduct on the part of the Study Team.

3. SRWSA shall be the executing agency and coordinating body in relation with other governmental and non-governmental organizations for the smooth implementation of the Study.
4. SRWSA shall, at its own expense, provide the Study Team with the following in cooperation with other organizations concerned:
  - (1) Available data (including maps and photographs) and information related to the Study;
  - (2) Counterpart personnel;
  - (3) Suitable office space with necessary equipment;
  - (4) Security-related information including measures to ensure the safety of the Study Team;
  - (5) Assistance in obtaining medical services; and
  - (6) Credentials or identification cards.

#### 4.8 調査用資機材

本格調査の実施にあたって、調査用資機材として必要な主なものは下記のとおりと考えられる。

- 事務機器（コピー機等）
- 地下水位一斉測水用機材（触針式水位検知器、携帯用 GPS）
- 物理探査機
- 地下水モニタリング機材（感圧式水位計、データロガー等）
- 測量器具
- 水質分析器
- 配水管網用解析ソフト
- 配水管網図用 CAD

これらは内容に応じて、現地再委託先所有機材の活用、損料による本邦からの持込、現地調達、本邦調達等の対応が考えられる。