

カンボジア国
プノンペン都公共事業運輸局

プノンペン都
下水・排水改善プロジェクト
ファイナルレポート

2016年12月

独立行政法人 国際協力機構（JICA）

株式会社 建設技研インターナショナル
日本工営株式会社
株式会社北九州ウォーターサービス

環境
JR
16-131

カンボジア国
プノンペン都公共事業運輸局

プノンペン都
下水・排水改善プロジェクト
ファイナルレポート

2016年12月

独立行政法人 国際協力機構 (JICA)

株式会社 建設技研インターナショナル
日本工営株式会社
株式会社北九州ウォーターサービス

本件調査において使用した通貨換算率は、以下のとおりである。

[マスタープラン段階]

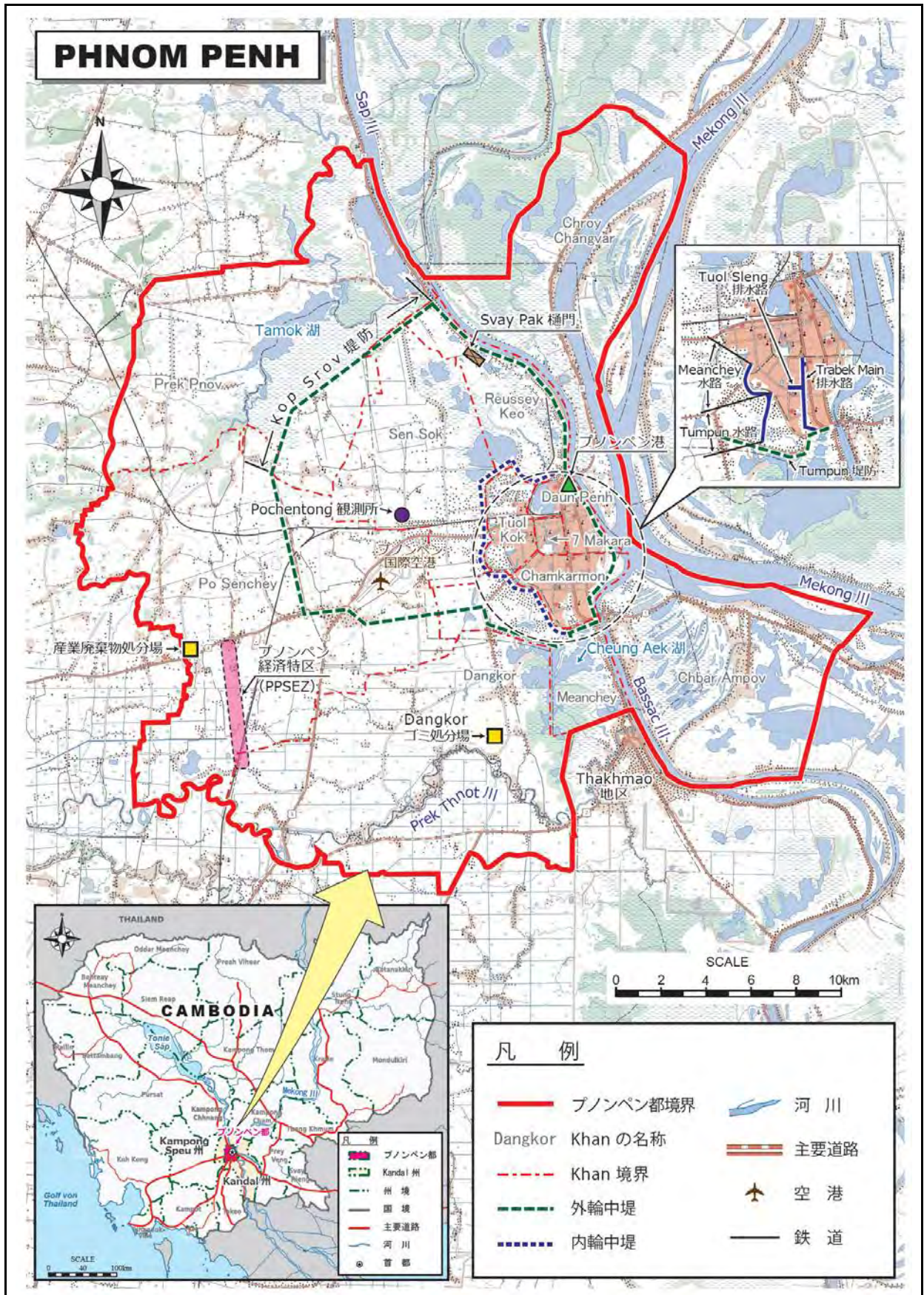
1USD	=3,988Riel	=119.64 円
1Riel	=0.00025 USD	=0.030 円
1 円	=0.0084 USD	=33.3 Riel

2015 年 4 月 1 日現在

[プレフィージビリティ調査段階]

1USD	=4,033Riel	=122.85 円
1Riel	=0.00025USD	=0.030 円
1 円	=0.0081 USD	=33.3 Riel

2015 年 12 月 1 日現在



調査対象地域位置図



Cheung Aek 湖の様子



Kop Srov ポンプ場からの吐出水



Trabek 水路の様子



Tamok 湖の様子



染色工場の汚水処理施設



イオンモール内の汚水処理施設



水質調査の様子(Prek Thnot 川)



建築中家屋の腐敗槽



腐敗槽汚泥を引抜くバキューム車



Cheung Aek 下水処理場計画地



浸水の状況(ワットブノン北側)



浸水の状況(Trabek 排水路)



浸水の状況(Trabek ポンプ場付近)



左の写真と同じ場所(浸水がない状況)



既設排水路の状況(1/2)



既設排水路の状況(2/2)



既設ポンプ場(Kop Srov ポンプ場)



既設ポンプ場(Tuol Sampeo ポンプ場)



開発地にて埋設中のボックスカルバート



DSDによる管渠清掃の状況

マスタープランとプレ F/S の概要

項目	内容
汚水対策 (マスタープラン)	
目標年次	2035 年
計画の方針	プノンペン都を 3 つの処理区 (Cheung Aek、Tamok および その他) に分割し、各処理区に対して、オンサイトおよびオフサイト処理の適用性を評価した。
計画フレーム	<u>Cheung Aek 処理区</u> : 計画区域は 4,701.9 ha であり、その人口は 1,093,155 人である。 <u>Tamok 処理区</u> : 計画区域は 6,019.2 ha であり、その人口は 481,423 人である。 <u>その他地区</u> : 人口は 1,292,522 人である [プノンペン都内総人口 (2,867,100 人)-1,093,155 人-481,423 人]。
処理システム	<u>Cheung Aek 処理区</u> : オフサイト処理を適用した。排除方式は合流式とした。終末処理場は 1 箇所設置するものとした。その処理能力は 282,000 m ³ /日最大である。処理方式は、標準活性汚泥法とした。 <u>Tamok 処理区</u> : 浄化槽を用いたオンサイト処理を適用した。 <u>その他地区</u> : プノンペン都で広く使用されてきた腐敗槽を、特にトイレのない、あるいは、ピットラテリンを使用する家屋へ普及させることとした。
法制度および組織	「小さく始めて大きく育てる」ことを念頭に、プノンペン都 DPWT の下部に、「下水・排水 M/P プロジェクト推進室」を設置することを提案した。本推進室のもとで、本格的な下水道事業の開始と人材開発を実施しつつ、段階的に、より大規模な「下水道事業体」を構築していくことを提案した。
段階的整備計画	事業量の平準化を図るため、整備の最終年を 2040 年までとする段階的整備計画を立案した。 <u>Cheung Aek 処理区</u> : (i) 準備事業、(ii) Phase 1 事業、(iii) Phase 2 事業および (iv) Phase 3 事業からなる段階的整備計画を立案した。 <u>Tamok 処理区</u> : 事業量の平準化を図るため、「中期」から事業を開始し、2040 年に整備を終了する段階的整備計画を立案した。
プロジェクトおよび O&M コスト	プロジェクトコスト: 1,025 百万 USD 内訳 Cheung Aek 処理区の建設費 : 450.1 百万 USD Tamok 処理区の建設費 : 396.2 百万 USD 事務管理費等 : 178.7 百万 USD O&M コスト: 30.692 百万 USD/年 内訳 Cheung Aek 処理区 : 14.895 百万 USD Tamok 処理区 : 15.797 百万 USD
経済財務分析	<u>財務分析</u> : Cheung Aek および Tamok 処理区の全ての施設が整備された段階において、O&M 費を回収するためには、水道料金の 75% に相当する下水道使用料が必要となる。 <u>経済分析</u> : Cheung Aek および Tamok 処理区の整備を併せた EIRR は 26.31% と推算された。
環境社会配慮	本 M/P で提案した施設は、道路下および公用地等を利用して整備を行うため、それに伴う住民移転は発生しない。ただし、施設の建設段階においては、粉塵、騒音、振動および交通障害等の負の影響が想定される。しかしながら、これらの負の影響は、迂回路の設置、散水、低騒音および低振動型の建設機械の使用等により、最小限に抑えることが可能である。
汚水対策 (プレ F/S)	
プレ F/S	プレ F/S は、「準備事業」を対象として実施した。本準備事業は、Cheung Aek 終末処理場の一部建設(処理能力 5,000 m ³ /日最大分)と、その施設までの污水管の整備(約 1,300 m)を実施するものである。本事業の実施によるプロジェクトコストは 24.05 百万 USD であり、維持管理費は 0.41 百万 USD/年と推算された。

項目	内容
雨水排水改善 (マスタープラン)	
目標年次	2035 年
計画の方針	プノンペン都を 25 の排水区に分割し、排水路、ポンプ場および雨水調整池から構成される施設計画を実施した。計画に際しては、プノンペン都特有の地形状況の反映および既存施設の有効活用を重視した。
計画フレーム	計画区域は 621.73 km ² で、5 年確率降雨に基づく施設計画を立案した。想定した 5 年確率降雨は、63.2 mm/時間(112.3 mm/日)である。
施設計画	提案された新設施設は、(i) 排水路:123 km、(ii) ポンプ場:6 箇所および (iii) 雨水調整池:5 箇所 である。
法制度および組織	プノンペン都においては、雨水排水改善に係る法制度および組織は、「プノンペン都洪水防御・排水改善計画(フェーズ 1~3)」の実施等により、ある程度構築されている。しかしながら、本 M/P にて提案した施設整備を実施していくためには不十分であるため、その強化を図るための提案を行った。
段階的整備計画	25 排水区を、EIRR に基づき 4 つのグループに分割した。このうち、最も優先度が高いグループとされた排水区は、「プノンペン都洪水防御・排水改善計画(フェーズ 4)」にて実施することとした。よって、2 番目に優先度が高いとされたグループのうち、Pochentong East 排水区をプレ F/S の対象排水区とした。その他の排水区は、Pochentong East 排水区の後、順次事業を実施することとした。
プロジェクトおよび O&M コスト	プロジェクトコスト: 662.2 百万 USD 内訳 建設費 : 506.5 百万 USD 事務管理費等 : 155.7 百万 USD O&M コスト: 5.501 百万 USD/年
経済財務分析	財務分析: 雨水排水改善に係るコストはプノンペン都が負担するものとし、財務分析は実施していない。 経済分析: EIRR は 12.6%と推算された。
環境社会配慮	本 M/P で提案した施設の整備により、900 家屋の移転が見込まれる。そのため、事業実施段階では、移転数を最小化するために、詳細な調査が必要となる。また、施設の建設段階においては、粉塵、騒音、振動および交通障害等の負の影響が想定される。しかしながら、これらの負の影響は、迂回路の設置、散水、低騒音および低振動型の建設機械の使用等により、最小限に抑えることが可能である。
雨水排水改善 (プレ F/S)	
プレ F/S	プレ F/S は、「Pochentong East 排水区(No. 9 排水区)」を対象に実施した。本排水区で整備する施設は、(i) ボックスカルバート(5,220 m)、(ii) ポンプ場への流入水路(480 m)、(iii) ポンプ場(1 箇所:揚水能力 40 m ³ /s)、(iv) 雨水調整池(1 箇所)および(v) 既設排水路の改修(2,660 m)から構成される。プロジェクトコストは、93.01 百万 USD、O&M コストは 1.23 百万 USD/年と推算された。本事業の実施による EIRR は 12.7%と推算された。

調査対象位置図

写真集

マスタープランとプレ F/S の概要

目 次

	頁
目 次	i
表リスト	ix
図リスト	xvi
写真リスト	xx
略語集	xxi
第 1 章 序文.....	1-1
1.1 背景	1-1
1.2 調査の目的.....	1-1
1.3 調査対象地域.....	1-1
1.4 調査実施体制.....	1-2
1.5 調査行程.....	1-3
第 2 章 調査地域の現況.....	2-1
2.1 自然状況.....	2-1
2.1.1 地理・地勢.....	2-1
2.1.2 地形・地質.....	2-2
2.1.3 土地利用.....	2-11
2.1.4 気象・水文.....	2-15
2.1.5 排水計画策定のための流出・氾濫解析.....	2-23
2.2 社会経済状況.....	2-28
2.2.1 社会経済状況.....	2-28
2.2.2 プノンペン都の行政区分.....	2-30
2.2.3 プノンペン都の人口動態.....	2-32
2.2.4 産業	2-35
2.2.5 その他.....	2-36
2.3 上位計画および関連計画.....	2-39
2.3.1 都市計画および開発計画および都市計画.....	2-39
2.3.2 関連調査・事業.....	2-42
2.3.3 給水計画.....	2-43
2.4 既存施設の状況.....	2-46

2.4.1	ドナーの援助実績	2-46
2.4.2	汚水対策施設	2-46
2.4.3	雨水排水施設	2-49
2.4.4	汚泥管理施設	2-55
2.4.5	外水対策	2-55
2.5	水質の現状	2-58
2.5.1	水質基準および排水基準	2-58
2.5.2	プノンペン都における水質モニタリングの状況.....	2-61
2.5.3	水質調査	2-65
2.6	組織・制度の現状	2-73
2.6.1	関連法規	2-73
2.6.2	関連組織	2-75
2.6.3	予算・財務状況	2-89
2.7	環境社会配慮	2-107
2.7.1	環境配慮に関連する法制度	2-107
2.7.2	カンボジアにおける EIA 手続き	2-109
2.7.3	開発のための移転および用地取得のための法制度および法的手続き ..	2-110
2.7.4	マスタープランにおいて必要となる環境社会の調査および評価.....	2-115
2.8	社会調査(再委託)の結果.....	2-116
2.8.1	調査の内容等	2-116
2.8.2	調査結果	2-117
2.9	排水路におけるごみ量調査	2-121
2.9.1	プノンペンにおける廃棄物管理の概況.....	2-121
2.9.2	排水路におけるごみ量調査	2-121

第3章 汚水対策マスタープラン策定方針.....3-1

3.1	課題の抽出	3-1
3.2	計画フレーム	3-3
3.2.1	計画目標年次	3-3
3.2.2	計画フレーム	3-4
3.2.3	整備方針	3-7
3.3	オフサイト処理に係る計画設計条件.....	3-7
3.3.1	水使用量の予測	3-7
3.3.2	計画水質	3-10
3.3.3	構造物対策	3-11

3.4	オンサイト処理に係る計画設計条件.....	3-14
3.4.1	水使用量の予測.....	3-14
3.4.2	計画水質.....	3-14
3.4.3	構造物対策.....	3-14
3.5	汚水対策による汚濁負荷削減効果の検証.....	3-14
3.6	その他の検討事項.....	3-15
3.6.1	非構造物対策.....	3-15
3.6.2	土地収用.....	3-15
3.6.3	環境社会配慮.....	3-15
第4章 汚水対策マスタープラン.....		4-1
4.1	オンサイト・オフサイト処理に係る代替案検討.....	4-1
4.1.1	Cheung Aek 処理区.....	4-1
4.1.2	Tamok 処理区.....	4-10
4.1.3	その他の流域.....	4-23
4.1.4	オンサイトおよびオフサイト処理に係る仕分けのまとめ.....	4-24
4.1.5	汚水対策の実施による効果の検証.....	4-25
4.2	施設計画.....	4-27
4.2.1	管路施設計画.....	4-27
4.2.2	終末処理場計画.....	4-44
4.2.3	オンサイト処理計画.....	4-44
4.2.4	汚泥処分計画.....	4-46
4.3	維持管理計画.....	4-47
4.3.1	管渠およびポンプ場.....	4-47
4.3.2	終末処理場および汚泥処分場.....	4-50
4.3.3	オンサイト処理施設.....	4-51
4.4	汚水対策に係る組織および法制度の検討.....	4-52
4.4.1	下水道事業実施に係る新組織案検討.....	4-52
4.4.2	法制度の検討.....	4-57
4.4.3	財務面の検討.....	4-60
4.5	段階的整備計画.....	4-64
4.5.1	短期.....	4-64
4.5.2	中期および長期.....	4-65
4.6	概算事業費の積算.....	4-69
4.6.1	積算条件.....	4-69

4.6.2	概算事業費	4-69
4.6.3	維持管理費	4-72
4.7	財務分析	4-73
4.7.1	Cheung Aek 系統	4-73
4.7.2	Tamok 系統	4-81
4.7.3	下水道システムの資金調達	4-81
4.8	経済分析	4-86
4.8.1	経済分析の前提条件	4-86
4.8.2	Cheung Aek 系統の経済的内部利益率(EIRR).....	4-87
4.8.3	Tamok 系統の EIRR	4-91
4.9	プレ F/S 実施のための優先プロジェクト	4-94
第 5 章 雨水排水マスタープラン策定方針		5-1
5.1	課題の抽出	5-1
5.2	計画フレーム	5-1
5.2.1	計画目標年次	5-1
5.2.2	計画規模	5-2
5.2.3	排水区割り	5-2
5.2.4	排水区別雨水排水計画	5-3
5.2.5	事業実施計画の検討	5-4
5.2.6	優先事業の選定	5-5
5.3	設計条件	5-5
5.3.1	降雨量	5-5
5.3.2	集水区域・計画流量・流出および氾濫解析方法.....	5-5
5.4	現況水路の評価(氾濫解析：Without Project).....	5-10
第 6 章 雨水排水マスタープラン		6-1
6.1	雨水排水の改善案検討	6-1
6.1.1	各排水区における排水改善案	6-1
6.1.2	「Cheung Aek Channel 排水区(排水区番号：6)」と「Tuol Pongro 排水区(排水区番号：8)」の排水改善代替案検討.....	6-12
6.1.3	「Poung Peay 排水区(排水区番号：12)」と「O'veng 排水区(排水区番号：13)」の排水改善代替案検討	6-15
6.2	施設計画	6-18
6.2.1	排水施設配置計画	6-18
6.2.2	計画流量の算定	6-19

6.2.3	排水路および排水管計画.....	6-22
6.2.4	ポンプ場計画.....	6-30
6.3	維持管理計画.....	6-31
6.3.1	排水路・排水管.....	6-31
6.3.2	ポンプ場および雨水調整池.....	6-31
6.4	雨水排水対策に係る組織および法制度の検討.....	6-32
6.4.1	組織の検討.....	6-32
6.4.2	法制度の検討.....	6-32
6.5	段階的整備計画.....	6-33
6.6	概算事業費の積算.....	6-36
6.6.1	積算条件.....	6-36
6.6.2	概算事業費.....	6-36
6.6.3	維持管理費.....	6-40
6.7	財務分析.....	6-41
6.8	経済分析.....	6-41
6.8.1	経済分析の前提条件.....	6-41
6.8.2	EIRR.....	6-43
6.9	プレ F/S 実施のための優先プロジェクト.....	6-44
6.10	要請中のプロジェクトと優先プロジェクト.....	6-45
6.11	債務持続可能性分析(Debt Sustainability Analysis:DSA)の追加.....	6-46
第7章 マスタープランに係る環境社会配慮.....		7-1
7.1	戦略的環境アセスメントの考えに基づいたマスタープラン形成時の環境社会配慮.....	7-1
7.1.1	マスタープラン形成時の環境スコーピング.....	7-1
7.1.2	マスタープラン形成時の配慮事項.....	7-3
7.1.3	調査地域の環境の状況.....	7-4
7.1.4	代替案比較.....	7-6
7.1.5	マスタープラン形成段階における情報公開.....	7-9
7.2	プレフィージビリティ調査における IEE レベルの調査の支援.....	7-11
第8章 汚水対策に係るプレフィージビリティ調査.....		8-1
8.1	優先プロジェクトの構成.....	8-1
8.2	管路施設の概略設計.....	8-1
8.2.1	計画汚水量.....	8-1

8.2.2	汚水の遮集と輸送についての検討.....	8-1
8.2.3	管路施設の概略設計	8-3
8.2.4	管路施設の施工計画	8-9
8.2.5	フィージビリティ調査への提言.....	8-9
8.3	終末処理場の概略設計	8-10
8.3.1	進入道路および処理場建設予定地.....	8-10
8.3.2	処理施設	8-10
8.4	事業実施体制(維持管理体制を含む).....	8-20
8.4.1	優先プロジェクトの実施体制	8-20
8.4.2	事業実施体の組織と役割	8-20
8.5	概算事業費	8-23
8.5.1	概算事業費	8-23
8.5.2	運営維持管理費	8-24
8.6	事業実施スケジュール	8-24
8.7	財務分析	8-25
8.8	経済分析	8-27
8.9	プロジェクト評価	8-29

第9章 雨水排水に係るプレフィージビリティ調査.....9-1

9.1	優先プロジェクトの構成	9-1
9.2	排水施設の概略設計	9-3
9.2.1	排水函渠および道路横断樋管(ボックスカルバート).....	9-3
9.2.2	排水路(開水路).....	9-3
9.2.3	排水ポンプ場および調整池	9-4
9.3	事業実施体制(維持管理体制を含む).....	9-8
9.3.1	優先プロジェクトの実施体制	9-8
9.3.2	維持管理体制	9-8
9.4	概算事業費	9-9
9.4.1	概算事業費	9-9
9.4.2	運営維持管理費	9-10
9.5	事業実施スケジュール	9-10
9.6	経済分析	9-12
9.7	プロジェクト評価	9-14

第 10 章 プレフィージビリティ調査に係る環境社会配慮	10-1
10.1 環境社会配慮の対象となる事業.....	10-1
10.1.1 汚水対策に係る優先プロジェクト(準備事業).....	10-1
10.1.2 雨水排水に係る優先プロジェクト.....	10-1
10.2 環境資源の状況(環境ベースライン情報).....	10-1
10.2.2 社会経済的資源.....	10-5
10.3 プレ F/S に係る環境上の特質.....	10-8
10.3.1 汚水対策に係る優先プロジェクトに関連した環境状況.....	10-8
10.3.2 雨水排水に係る優先プロジェクトに関連した環境状況.....	10-9
10.4 プレフィージビリティ調査の対象となる優先事業に係る環境影響.....	10-12
10.4.1 汚水対策に係る優先プロジェクト(準備事業)において想定される環 境の影響.....	10-12
10.4.2 雨水排水に係る優先プロジェクトに想定される環境の影響.....	10-14
10.5 環境管理計画(暫定版).....	10-16
10.5.1 汚水対策に係る優先プロジェクト(準備事業)における環境影響の緩 和策.....	10-16
10.5.2 雨水排水に係る優先プロジェクトにおける環境影響の緩和策.....	10-19
10.6 非自発的住民移転に関わる事項の確認.....	10-21
10.6.1 汚水対策に係る優先プロジェクトにおける住民移転に関わる状況.....	10-21
10.6.2 雨水排水に係る優先プロジェクトにおける住民移転に関わる状況.....	10-22
10.6.3 汚水対策および雨水排水マスタープランの優先事業における住民移 転に関わる配慮.....	10-23
10.7 結論と提言.....	10-24
10.7.1 環境アセスメント(FEIA)の TOR 案.....	10-24
10.7.2 住民移転および用地取得計画(LARAP)調査の TOR 案.....	10-25
第 11 章 結論と提言	11-1
11.1 結論.....	11-1
11.1.1 汚水対策.....	11-1
11.1.2 雨水排水.....	11-1
11.2 提言.....	11-2
11.2.1 汚水対策.....	11-2
11.2.2 雨水排水.....	11-2

Appendices

- Appendix 1 JICA 環境社会配慮ガイドラインと当該国の環境関連法令の乖離状況
- Appendix 2 Tamok 処理区のみで維持管理費および投資費用を回収する場合の検討
- Appendix 3 負荷量削減量の試算結果(2015 年)
- Appendix 4 負荷量削減量の試算結果(2035 年)
- Appendix 5 腐敗槽および浄化槽汚泥処理施設の平面図
- Appendix 6 マスタープラン策定段階における汚水対策事業のスクーピング(2015 年 5 月)
- Appendix 7 マスタープラン策定段階における雨水排水事業のスクーピング(2015 年 5 月)
- Appendix 8 第 1 回ワークショップの議事メモ
- Appendix 9 第 2 回ワークショップの議事メモ
- Appendix 10 第 3 回ワークショップの議事メモ
- Appendix 11 プレ F/S PTF を採用した場合の概略構造図

表 リ ス ト

		頁
表 1.4.1	ステアリングコミッティの役割およびメンバー	1-2
表 1.4.2	テクニカルコミッティの役割およびメンバー	1-3
表 2.1.1	測量数量.....	2-6
表 2.1.2	カンボジア測地系.....	2-8
表 2.1.3	基本参照公共基準点.....	2-8
表 2.1.4	基準点直接水準測量精度分布.....	2-8
表 2.1.5	基準点水平座標標準偏差分布.....	2-9
表 2.1.6	基準点水平座標標準偏差分布.....	2-9
表 2.1.7	基準点の衛星測量と直接水準測量の較差分布.....	2-9
表 2.1.8	後方参照点観測誤差分布.....	2-9
表 2.1.9	KOICA の測量データと本測量結果との比較	2-9
表 2.1.10	気象・水文観測機関一覧.....	2-15
表 2.1.11	月別降雨量(2004 年～2013 年).....	2-17
表 2.1.12	水文解析実施項目および内容.....	2-23
表 2.1.13	日・時間雨量データの資料存在状況.....	2-24
表 2.1.14	確率分布モデル.....	2-25
表 2.1.15	確率規模別雨量結果(1999 年調査との比較)	2-25
表 2.1.16	年最大日雨量.....	2-26
表 2.2.1	カンボジア国 GDP およびその他関係する経済統計	2-28
表 2.2.2	世帯所得構成(カンボジア月当たり平均).....	2-29
表 2.2.3	世帯所得構成(プノンペン月当たり平均).....	2-29
表 2.2.4	5 階級別 1 人当たり可処分所得.....	2-30
表 2.2.5	プノンペン都の行政区域および区分の変遷.....	2-31
表 2.2.6	プノンペン都内 12 区の面積・人口(2008).....	2-31
表 2.2.7	プノンペン都の人口と世帯数.....	2-32
表 2.2.8	プノンペン都の人口動態.....	2-33
表 2.2.9	JICA「プノンペン都総合交通計画プロジェクト」による人口予測.....	2-34
表 2.2.10	カンボジア国 産業別従事者率および GDP 比率.....	2-35
表 2.3.1	汚水管理計画(Wastewater Management Plan)	2-39
表 2.3.2	開発区域の概要.....	2-41
表 2.3.3	韓国による F/S 調査の概要	2-43
表 2.3.4	プノンペン都(PPWSA)における給水実績.....	2-44
表 2.4.1	プノンペン都においてドナーにより実施された汚水対策・雨水排水改善 事業	2-46
表 2.4.2	プノンペン都の衛生施設の状況.....	2-47
表 2.4.3	建築許可に関する政令による腐敗槽の仕様.....	2-47
表 2.4.4	Battambang、Sihanoukville および Siem Reap の汚水対策の概要	2-48

表 2.4.5	JICA「M/P1999」と主要な実施済援助事業の関係	2-49
表 2.4.6	DPWT が記録している排水管路の総延長とマンホールの総数	2-52
表 2.4.7	DPWT が管理している排水路(開水路)の延長	2-53
表 2.4.8	DPWT が管理しているポンプ場	2-54
表 2.5.1	水質環境基準(生物多様性保全)	2-58
表 2.5.2	水質環境基準(公衆衛生管理)	2-58
表 2.5.3	公共水域への排水基準	2-59
表 2.5.4	MOEによる水質モニタリングポイントおよび入手したデータの範囲	2-62
表 2.5.5	各モニタリング箇所における観測値の最小値、最大値および平均値	2-65
表 2.5.6	水質調査 サンプルング箇所および分析項目	2-66
表 2.5.7	各モニタリング箇所における観測値の最小値、最大値および平均値	2-72
表 2.6.1	民間投資関連法	2-74
表 2.6.2	DPWT の職員数	2-80
表 2.6.3	PPWSA の部署別職員数	2-82
表 2.6.4	環境局(プノンペン都)の職員数	2-84
表 2.6.5	その他関連組織	2-86
表 2.6.6	カンボジア国予算歳入	2-89
表 2.6.7	カンボジア国予算歳出	2-89
表 2.6.8	カンボジア国セクター別歳出	2-90
表 2.6.9	カンボジア国財政運営	2-90
表 2.6.10	2014 年の MPWT 予算(収入)	2-91
表 2.6.11	2014 年の MPWT 予算(支出)	2-91
表 2.6.12	DPWT の予算	2-94
表 2.6.13	DSD の支出	2-94
表 2.6.14	PPCC 排水関係費用	2-94
表 2.6.15	PPWSA 損益計算表	2-95
表 2.6.16	PPWSA 貸借対照表	2-95
表 2.6.17	PPWSA 料金	2-97
表 2.6.18	PPWSA 料金単価実績	2-98
表 2.6.19	PPWSA から PPCC へ渡される排水費用負担分	2-99
表 2.6.20	Sihanoukville 下水道収支	2-100
表 2.6.21	Sihanoukville 下水道使用料	2-101
表 2.6.22	Siem Reap 下水道収支	2-102
表 2.6.23	2015 年 Siem Reap 下水道運営維持費予算	2-103
表 2.6.24	2015 年 Siem Reap 下水道使用料	2-103
表 2.7.1	環境アセスメントおよび保全に関連した法令	2-107
表 2.7.2	住民移転と用地取得に関連する法制度	2-110
表 2.7.3	想定される IEE の TOR	2-115
表 2.8.1	各区における社会調査の調査世帯数	2-116
表 2.8.2	社会調査の質問項目	2-116

表 2.8.3	1 家族あたりの月平均の支出額.....	2-117
表 2.8.4	水因性伝染病に罹った経験.....	2-118
表 2.8.5	汚泥引抜き 1 回当りの料金.....	2-118
表 2.8.6	下水道への接続意思額.....	2-119
表 2.8.7	浸水の頻度.....	2-119
表 2.8.8	浸水深さ.....	2-119
表 2.8.9	浸水継続時間.....	2-119
表 2.8.10	浸水時のトラブル(複数回答可).....	2-120
表 2.8.11	支払っている 1 月当りの水道料金.....	2-120
表 2.9.1	調査地点の現況.....	2-122
表 2.9.2	本調査におけるごみの分類.....	2-124
表 2.9.3	ごみの重量に係る調査結果.....	2-124
表 2.9.4	ごみの組成に係る調査結果.....	2-125
表 3.1.1	汚水対策に係る現状と課題およびその解決手法(1/2).....	3-1
表 3.1.2	汚水対策に係る現状と課題およびその解決手法(2/2).....	3-2
表 3.2.1	下水処理場建設候補地.....	3-4
表 3.2.2	大規模開発区域の汚水対策の状況.....	3-7
表 3.3.1	目標年次(2035 年)までの 1 人 1 日当りの水使用量予測.....	3-8
表 3.3.2	近隣諸国の主要都市における家庭用および家庭用以外の水使用量比率.....	3-9
表 3.3.3	1 人 1 日当り汚水量原単位(オフサイト処理区域).....	3-10
表 3.3.4	下水処理場の計画放流水質の上限値.....	3-11
表 3.3.5	本 M/P にて比較検討する水処理方式.....	3-13
表 3.4.1	1 人 1 日当り汚水量原単位(オンサイト処理区域).....	3-14
表 4.1.1	Cheung Aek 処理区の面積・人口・汚水収集システムの概要.....	4-1
表 4.1.2	Chueng Aek 下水処理場 設計汚水量.....	4-2
表 4.1.3	Chueng Aek 下水処理場 流入水質.....	4-2
表 4.1.4	Cheung Aek 下水処理場に適用する水処理方式の比較検討(1/2).....	4-4
表 4.1.5	Cheung Aek 下水処理場に適用する水処理方式の比較検討(2/2).....	4-5
表 4.1.6	Cheung Aek 処理区を対象とした財務分析結果の一覧.....	4-8
表 4.1.7	Tamok 流域(処理区)の面積・人口・汚水収集システムの概要.....	4-11
表 4.1.8	Tamok 下水処理場 流入汚水量.....	4-11
表 4.1.9	Tamok 下水処理場 流入水質.....	4-11
表 4.1.10	Tamok 下水処理場に適用する水処理方式の比較検討(1/2).....	4-12
表 4.1.11	Tamok 下水処理場に適用する水処理方式の比較検討(2/2).....	4-13
表 4.1.12	Tamok 処理区に適用するオンサイト処理の比較検討.....	4-17
表 4.1.13	Tamok 処理区(オンサイト処理の検討).....	4-17
表 4.1.14	Tamok 処理区をオフサイトで整備した場合の財務分析結果の一覧 (Cheung Aek 処理区の整備費用および収入を合算).....	4-19
表 4.1.15	Tamok 処理区をオンサイトで整備した場合の財務分析結果の一覧 (Cheung Aek 処理区の整備費用および収入を合算).....	4-20

表 4.1.16	1人当たりの維持管理費	4-23
表 4.1.17	オンサイト・オフサイト処理に係る仕分けのまとめ.....	4-24
表 4.1.18	汚濁負荷削減効果の検証の前提条件.....	4-25
表 4.2.1	遮集方式の比較	4-27
表 4.2.2	大規模ポンプ場における主な施設・設備.....	4-31
表 4.2.3	設計条件	4-33
表 4.2.4	Cheung Aek 処理区の計画区域面積および計画処理人口.....	4-35
表 4.2.5	Cheung Aek 処理区の管路施設計画概要	4-38
表 4.2.6	Tamok 処理区の計画処理区域面積および計画処理人口	4-40
表 4.2.7	Tamok 処理区の管路施設計画概要	4-42
表 4.2.8	Cheung Aek 下水処理場の施設概要	4-44
表 4.2.9	汚泥処分場の施設概要	4-46
表 4.3.1	ポンプ場の維持管理区分	4-50
表 4.3.2	下水処理場における主要な維持管理項目.....	4-51
表 4.4.1	実施組織の段階的整備方針	4-55
表 4.4.2	実施組織の部署と職務	4-55
表 4.4.3	組織・法制度に係る検討および提案内容のまとめ.....	4-58
表 4.5.1	Trabek 系統と Tumpun 系統の概要.....	4-64
表 4.5.2	段階的整備方針(汚水対策).....	4-66
表 4.5.3	提案事業の計画	4-67
表 4.5.4	施設建設計画	4-68
表 4.6.1	事業費用の積算条件	4-69
表 4.6.2	提案事業の概算事業費	4-69
表 4.6.3	提案事業の概算事業費	4-71
表 4.6.4	年度別運営維持管理費	4-72
表 4.7.1	Cheung Aek 系統の人口その他収入関連データ.....	4-74
表 4.7.2	下水道以外の地域からのスラッジ量.....	4-75
表 4.7.3	減価償却を除く営業支出	4-76
表 4.7.4	減価償却費を除く収支(現行のシステム、但し衣料関係減免措置なし).....	4-77
表 4.7.5	減価償却費を除く収支(Cheung Aek 系統対象区域人口のみに最初から課金).....	4-78
表 4.7.6	減価償却費を除く収支(Cheung Aek 系統のフェーズ対象人口に課金).....	4-79
表 4.7.7	投資資産(建設額のみ)の耐用年数(償却期間).....	4-80
表 4.7.8	下水道事業のキャッシュフロー(Cheung Aek 系統対象区域人口に最初から課金).....	4-80
表 4.7.9	下水道事業のキャッシュフロー(水道料金の 0.6 倍のケース).....	4-81
表 4.7.10	Tamok 系統を含む収支(水道利用収入の 10%:但し系統計画対象を最初から).....	4-84
表 4.7.11	Tamok 系統を含む収支(水道利用料の 10%から 75%へ).....	4-84
表 4.7.12	Tamok 系統を含むキャッシュフローと IRR.....	4-85

表 4.8.1	Cheung Aek 系統の EIRR(実際の利用者ケース).....	4-89
表 4.8.2	Cheung Aek 系統の EIRR(最終利用者ケース).....	4-90
表 4.8.3	Cheung Aek 系統の EIRR(支払意志額・最終利用者ケース).....	4-91
表 4.8.4	Cheung Aek および Tamok 系統合計の EIRR(実際の利用者ケース).....	4-92
表 4.8.5	Cheung Aek および Tamok 系統合計の EIRR(最終利用者ケース).....	4-93
表 4.9.1	優先プロジェクトの内容.....	4-94
表 5.2.1	排水区一覧.....	5-2
表 5.2.2	排水区別適用可能な代替案のまとめ.....	5-4
表 5.3.1	計画降雨量.....	5-5
表 5.3.2	平面 2 次元不定流モデル(MIKE21)の概要.....	5-6
表 5.3.3	用途別流出係数.....	5-9
表 5.3.4	総括流出係数.....	5-10
表 5.4.1	氾濫モデルの概要.....	5-11
表 6.1.1	(6)Cheung Aek Channel 排水区、(8)Tuol Pongro 排水区の 排水改善代替案 の比較.....	6-15
表 6.1.2	(12)Poung Peay 排水区、(13)O'veng 排水区の排水改善代替案の比較.....	6-18
表 6.2.1	計画流量の算定結果(1/2).....	6-20
表 6.2.2	計画流量の算定結果(2/2).....	6-21
表 6.2.3	排水路および排水管計画概要.....	6-22
表 6.2.4	河道解析モデルの概要.....	6-30
表 6.2.5	ポンプ規模のまとめ.....	6-30
表 6.2.6	調整池規模のまとめ.....	6-30
表 6.3.1	排水路・排水管の維持管理項目.....	6-31
表 6.3.2	排水ポンプ場および雨水調整池の維持管理項目.....	6-31
表 6.5.1	排水区の優先度.....	6-34
表 6.5.2	提案事業実施計画.....	6-35
表 6.6.1	事業費用の積算条件.....	6-36
表 6.6.2	提案事業の概算事業費.....	6-36
表 6.6.3	資金計画(1/2).....	6-38
表 6.6.4	資金計画(2/2).....	6-39
表 6.6.5	提案事業の年間維持管理費.....	6-40
表 6.8.1	3 地区における世帯当たり平均住宅損害.....	6-41
表 6.8.2	ポンプの世帯当たり年平均被害軽減期待額.....	6-41
表 6.8.3	ポンプにおける生産損害回復.....	6-42
表 6.8.4	カンボジアにおける 14 歳までの子供の下痢発生.....	6-43
表 6.8.5	EIRR.....	6-44
表 6.9.1	雨水排水の優先プロジェクト.....	6-44
表 6.10.1	要請書の内容および M/P 検討内容との比較.....	6-45
表 6.11.1	政策による表示閾値.....	6-46
表 6.11.2	汚水対策および雨水排水プロジェクトの DSA への加算.....	6-47

表 7.1.1	プロジェクトスクリーニングにおける環境の状況(2015年4月).....	7-1
表 7.1.2	汚水対策事業にかかる潜在的影響(2015年4月).....	7-2
表 7.1.3	雨水排水 M/P 事業にかかる潜在的影響(2015年4月).....	7-2
表 7.1.4	M/P 形成時の戦略的環境アセスメントの考え方に基づく環境社会配慮検討に係る留意事項(2015年4月).....	7-3
表 7.1.5	プノンペン都の Khan(区)ごとの環境の概要	7-4
表 7.1.6	乾季における Cheung Aek 湖での活動ごとに占める面積.....	7-5
表 7.1.7	汚水対策 M/P における環境社会配慮の代替案比較(2015年4月).....	7-7
表 7.1.8	雨水排水 M/P における環境社会配慮の代替案比較(2015年4月).....	7-7
表 7.1.9	ステークホルダーからのコメント(第1回ワークショップ).....	7-9
表 7.1.10	ステークホルダーからのコメント(第2回ワークショップ).....	7-10
表 7.1.11	ステークホルダーからのコメント(第3回ワークショップ).....	7-10
表 8.1.1	優先プロジェクトの構成	8-1
表 8.2.1	汚水の輸送方法の比較	8-2
表 8.2.2	コンクリート管(CP)と硬質塩化ビニル管(uPVC)の特徴.....	8-6
表 8.3.1	設計水量	8-11
表 8.3.2	処理施設の仕様	8-11
表 8.3.3	全体計画時の処理施設の仕様	8-12
表 8.4.1	PMU のスタッフと職務.....	8-21
表 8.4.2	PIU のスタッフと職務.....	8-22
表 8.4.3	維持管理スタッフ	8-22
表 8.5.1	提案事業の建設事業費	8-23
表 8.5.2	提案事業の年間運営維持管理費.....	8-24
表 8.6.1	事業実施スケジュールの概要	8-24
表 8.7.1	減価償却費を除く収支(準備事業の裨益人口対応収入).....	8-26
表 8.7.2	減価償却費を除く収支(Phase 1 裨益人口も含めた収入).....	8-26
表 8.7.3	減価償却費を除く収支(Cheung Aek 系統全体の裨益人口対応収入).....	8-27
表 8.8.1	準備事業の EIRR(処理能力に見合う利用者ケース).....	8-28
表 8.8.2	準備事業の EIRR(Phase 1 の利用者ケース).....	8-29
表 9.1.1	優先プロジェクトの構成	9-2
表 9.2.1	優先プロジェクトにおける排水函渠および道路横断樋管の主要諸元.....	9-3
表 9.2.2	優先プロジェクトにおける排水路(開水路)の主要諸元	9-4
表 9.2.3	優先プロジェクトにおける排水ポンプ場および調整池の主要諸元.....	9-4
表 9.2.4	Pochentong East ポンプ場容量および調整池容量の組合せによる建設費の比較	9-5
表 9.2.5	Pochentong East ポンプ場関連水位条件.....	9-5
表 9.2.6	ターボ型ポンプ形式の比較選定.....	9-6
表 9.2.7	軸流ポンプ形式の比較選定	9-7
表 9.4.1	提案事業の建設事業費	9-10
表 9.4.2	提案事業の年間運営維持管理費.....	9-10

表 9.5.1	優先プロジェクトのコンポーネント.....	9-11
表 9.5.2	事業実施スケジュールの概要.....	9-11
表 9.6.1	2年確率降雨時における1haの世帯数当たり浸水被害額.....	9-12
表 9.6.2	5年確率降雨時における1haの世帯数当たり浸水被害額.....	9-12
表 9.6.3	年間平均浸水被害軽減期待額の算出(1haの世帯当たり、2016年時点).....	9-13
表 9.6.4	費用対便益表および経済評価結果.....	9-13
表 9.6.5	Pochengtong East 排水区(No.9 排水区)排水改善事業の経済評価結果.....	9-14
表 10.1.1	汚水対策 M/P において選定された優先プロジェクト(準備事業)の概要.....	10-1
表 10.1.2	雨水排水 M/P において選定された優先プロジェクトの概要.....	10-1
表 10.2.1	プノンペン国道4号線沿いの大気質.....	10-3
表 10.2.2	プノンペン都における環境大気汚染.....	10-3
表 10.2.3	カンボジア国における絶滅危惧種の状況.....	10-4
表 10.2.4	カンボジア国の保護区域.....	10-5
表 10.2.5	カンボジアの成人(15+)の識字率.....	10-6
表 10.2.6	カンボジアの民族構成(1/2).....	10-6
表 10.2.7	カンボジア国の人種構成(2/2).....	10-7
表 10.2.8	カンボジア国の宗教.....	10-7
表 10.2.9	プノンペン都における土地利用.....	10-7
表 10.4.1	汚水対策に係る優先事業(準備事業)において想定される環境影響の予備 的評価(2015年12月).....	10-12
表 10.4.2	雨水排水に係る優先事業において想定される環境影響の予備的評価 (2015年12月).....	10-14
表 10.5.1	汚水対策に係る優先プロジェクト(準備事業)における環境管理計画の概 要(環境影響と緩和策)(2015年12月暫定版).....	10-16
表 10.5.2	雨水排水に係る優先プロジェクトにおける環境管理計画の概要(環境影 響と緩和策)(2015年12月暫定版).....	10-19
表 10.6.1	汚水対策に係る優先プロジェクトにおける住民移転に関わる状況.....	10-21
表 10.6.2	雨水排水に係る優先プロジェクトにおける住民移転に関わる状況.....	10-22
表 10.6.3	カンボジア国の法制度と JICA 環境社会配慮ガイドライン(2010)のかい離 状況.....	10-23
表 10.7.1	フル EIA(FEIA)の暫定的 TOR.....	10-24
表 10.7.2	住民移転及び用地取得計画(LARAP)の暫定的 TOR.....	10-25

図 リ ス ト

		頁
図 1.5.1	全体調査スケジュール	1-3
図 2.1.1	カンボジア地形図(高度・河川・首都).....	2-1
図 2.1.2	オリンピック・スタジアム周囲の調整池(2010年).....	2-3
図 2.1.3	オリンピック・スタジアム周囲における浸水状況の解析結果(2010年).....	2-4
図 2.1.4	Trabek 調整池の変遷(2010年)	2-5
図 2.1.5	現地委託測量作業範囲および作業内容.....	2-6
図 2.1.6	基準点位置図	2-7
図 2.1.7	カンボジア地質図	2-10
図 2.1.8	プノンペン 2次元および3次元地質図.....	2-11
図 2.1.9	プノンペン都の土地利用(2004年).....	2-13
図 2.1.10	プノンペン都の土地利用(2035年).....	2-14
図 2.1.11	気象・水文観測所位置図	2-15
図 2.1.12	月別最高・最低気温および月平均湿度の経年変化(1985年～2013年).....	2-16
図 2.1.13	プノンペン都の年最高・最低気温の経年変化(1985年～2013年).....	2-16
図 2.1.14	月別平均降水量の推移(2004年～2013年の月別平均降水量).....	2-17
図 2.1.15	年総雨量の経年変化(1981年～2013年).....	2-17
図 2.1.16	直近5ヶ年の月別最大水位の経年変化(2009年～2013年).....	2-18
図 2.1.17	推定河川流量 Mekong 川および Bassac 川(HQより河川流量を推定).....	2-19
図 2.1.18	水位—流量曲線	2-20
図 2.1.19	内水氾濫図	2-21
図 2.1.20	2011年10月15日の洪水氾濫状況.....	2-22
図 2.1.21	降雨強度式および確率雨量(1999年調査結果).....	2-23
図 2.1.22	年間総雨量の経年変化(1981年～2013年).....	2-24
図 2.1.23	日最大雨量の経年変化(1981年～2013年).....	2-24
図 2.1.24	確率降雨量の算定結果	2-26
図 2.1.25	2012年における実績降雨波形	2-27
図 2.2.1	プノンペン都内12区の位置図.....	2-32
図 2.2.2	プノンペン都行政区域(新/旧).....	2-33
図 2.2.3	JICA「プノンペン都総合交通計画プロジェクト」による人口予測	2-34
図 2.2.4	プノンペン都における大規模工場数と位置.....	2-36
図 2.2.5	2003年におけるプノンペン都の湿地・緑地帯・湖沼地域.....	2-37
図 2.2.6	2015年におけるプノンペン都の湿地・緑地帯・湖沼地域.....	2-38
図 2.3.1	プノンペン都都市開発計画による下水・排水分野における戦略.....	2-40
図 2.3.2	開発区域の位置図	2-42
図 2.3.3	1人1日当たり水使用量	2-44
図 2.3.4	PPWSAによる給水エリアおよび浄水場の概要	2-45
図 2.4.1	Siem Reap 下水処理場の水質	2-48

図 2.4.2	「M/P1999」のコンポーネントの境界と日本の無償資金協力事業対象エリア	2-51
図 2.4.3	DPWT のデータベースに記録されている排水管の位置図.....	2-53
図 2.4.4	DPWT により管理されている開水路およびポンプ場の位置図.....	2-55
図 2.4.5	プノンペン都を取り囲む堤防の位置図.....	2-56
図 2.4.6	Sap 川の年最大水位の推移.....	2-57
図 2.5.1	MOE による水質モニタリングポイント	2-62
図 2.5.2	MOE による水質モニタリングの状況(1/2)	2-63
図 2.5.3	MOE による水質モニタリングの状況(2/2)	2-64
図 2.5.4	水質モニタリングの位置図.....	2-66
図 2.5.5	水質モニタリングの結果(1/4).....	2-68
図 2.5.6	水質モニタリングの結果(2/4).....	2-69
図 2.5.7	水質モニタリングの結果(3/4).....	2-70
図 2.5.8	水質モニタリングの結果(4/4).....	2-71
図 2.6.1	本プロジェクトの関連組織の関係図.....	2-76
図 2.6.2	公共事業運輸省の組織図.....	2-77
図 2.6.3	公共施設技術課の組織図.....	2-77
図 2.6.4	カンボジア国とプノンペン都の関係.....	2-78
図 2.6.5	プノンペン都の組織図.....	2-78
図 2.6.6	公共事業運輸局の組織図.....	2-79
図 2.6.7	排水・下水課の組織図.....	2-80
図 2.6.8	PPWSA の組織図	2-81
図 2.6.9	環境省の組織図.....	2-83
図 2.6.10	環境局(プノンペン都)の組織図.....	2-84
図 2.6.11	MIH の組織図.....	2-85
図 2.6.12	水道部の組織図.....	2-85
図 2.6.13	プノンペン都計画局の組織図.....	2-86
図 2.6.14	プノンペン都廃棄物管理課の組織図.....	2-87
図 2.6.15	実施部署の関連図.....	2-87
図 2.6.16	プノンペン都の排水下水関係コスト資金源の流れ.....	2-99
図 2.7.1	国レベルの事業のための IEIA/EIA の手続きの流れ	2-109
図 2.7.2	カンボジアにおける用地取得の流れ.....	2-113
図 2.7.3	移転手続きの流れ.....	2-114
図 2.8.1	社会調査調査位置図.....	2-117
図 2.9.1	調査箇所.....	2-122
図 3.2.1	下水処理場建設候補地.....	3-5
図 3.2.2	オフサイト処理検討区域.....	3-6
図 3.3.1	目標年次(2035 年)までの 1 人 1 日当りの水使用量予測	3-9
図 3.3.2	汚水収集システムのイメージ.....	3-12
図 4.1.1	ラグーンと標準活性汚泥法の敷地的な収まりの対比.....	4-3

図 4.1.2	Cheung Aek 下水処理場の配置検討	4-7
図 4.1.3	Cheung Aek 処理区を対象とした下水道使用料の推移.....	4-9
図 4.1.4	Tomok 流域の代替案検討.....	4-10
図 4.1.5	Tamok 下水処理場の配置検討	4-15
図 4.1.6	Cheung Aek 処理区に Tamok 処理区を含めた下水道使用料の推移(Tamok 処理区：オフサイトの場合).....	4-20
図 4.1.7	Cheung Aek 処理区に Tamok 処理区を含めた下水道使用料の推移(Tamok 処理区：オンサイトの場合).....	4-22
図 4.1.8	汚濁負荷削減効果	4-25
図 4.2.1	遮集方式の概要	4-28
図 4.2.2	Cheung Aek 処理区	4-34
図 4.2.3	Cheung Aek 処理区の管路施設計画	4-37
図 4.2.4	Tamok 処理区.....	4-39
図 4.2.5	Tamok 処理区の管路施設計画	4-41
図 4.2.6	浄化槽のイメージ(5 人槽).....	4-45
図 4.2.7	浄化槽のイメージ(300 人槽).....	4-45
図 4.2.8	浄化槽によるコミュニティーレベルの汚水処理のイメージ.....	4-46
図 4.2.9	腐敗槽汚泥および浄化槽汚泥の処理施設フロー.....	4-47
図 4.3.1	終末処理場の維持管理の流れ	4-50
図 4.4.1	組織案 1 に基づく組織図	4-54
図 4.4.2	組織案 2 に基づく組織図	4-54
図 4.4.3	組織案 3 に基づく組織図	4-55
図 4.4.4	下水処理場の管理組織の例	4-57
図 4.4.5	MPWT に設置される下水・排水に係る新部署のイメージ.....	4-57
図 4.5.1	Cheung Aek 処理区内の系統分け	4-65
図 4.7.1	下水道コストの負担イメージ	4-82
図 4.9.1	優先プロジェクトの位置図	4-94
図 5.2.1	排水区割り	5-3
図 5.3.1	流出・氾濫解析モデル構築の手順.....	5-6
図 5.3.2	プノンペン都内の地盤高	5-7
図 5.3.3	集水区域および現況における内水氾濫エリア(2012 年 9 月 26 日降雨).....	5-8
図 5.4.1	氾濫解析イメージ図	5-11
図 5.4.2	Without プロジェクト最大浸水区域	5-12
図 6.1.1	(6)Cheung Aek Channel 排水区、(8)Tuol Pongro 排水区の排水改善代替案	6-14
図 6.1.2	(12)Poung Peay 排水区、(13)O'veng 排水区の排水改善代替案	6-17
図 6.2.1	雨水排水施設計画位置図	6-19
図 6.2.2	排水計画概要図(1/7) (Boeung Thom/PPSEZ/NR.3 West 排水区).....	6-23
図 6.2.3	排水計画概要図(2/7) (Krang Pongro/Pratek Lang Channel/Cheung Aek Channel/Tuol Pongro 排水区).....	6-24

図 6.2.4	排水計画概要図(3/7) (Preaek Thloeng/Chbar Ampov West/Chbar Ampov Middle/Cheung Aek Lake 排水区).....	6-25
図 6.2.5	排水計画概要図(4/7) (Pochentong East 排水区).....	6-26
図 6.2.6	排水計画概要図(5/7) (Tamok East/Hanoi West 排水区).....	6-27
図 6.2.7	排水計画概要図(6/7) (Poung Peay/O'veng/Satellite City/Chroy Changvar/City Core North Area 排水区).....	6-28
図 6.2.8	排水計画概要図(7/7) (Preaek Maot Kandol 排水区).....	6-29
図 6.4.1	DSD の Technical Section 分割案.....	6-32
図 6.11.1	カンボジアの公共および公共保証対外債務指標.....	6-46
図 8.2.1	汚水の遮集方法.....	8-1
図 8.2.2	遮集施設の位置.....	8-3
図 8.2.3	遮集施設の構造.....	8-5
図 8.2.4	マンホールの基本構造.....	8-7
図 8.2.5	準備事業における管路施設の平縦断図.....	8-8
図 8.3.1	終末処理場への建設予定地および進入道路.....	8-10
図 8.3.2	処理フロー.....	8-11
図 8.3.3	準備事業(終末処理場)の一般平面図.....	8-14
図 8.3.4	水位高低図.....	8-15
図 8.3.5	主要施設の平断面図(1/3).....	8-16
図 8.3.6	主要施設の平断面図(2/3).....	8-17
図 8.3.7	主要施設の平断面図(3/3).....	8-18
図 8.3.8	準備事業時と全体計画時の配置対比図.....	8-19
図 8.4.1	準備事業実施関係体制図.....	8-20
図 8.4.2	事業実施体(PMU)の体制図.....	8-21
図 8.4.3	事業実施体(PIU)の体制図.....	8-22
図 8.6.1	事業実施スケジュール.....	8-25
図 9.1.1	Pochentong East 排水区(排水区 No.9)位置図.....	9-1
図 9.1.2	Pochentong East 排水区(排水区 No.9)施設位置図.....	9-2
図 9.2.1	Pochentong East ポンプ場地点のハイドログラフ(5年確率、計画実施後).....	9-5
図 9.3.1	事業実施体制図.....	9-8
図 9.5.1	事業実施スケジュール.....	9-11

写真リスト

	<u>頁</u>
写真 2.4.1	汚水対策施設の整備を実施する工場や商業施設.....2-47
写真 2.9.1	堆積したごみの状況2-125
写真 4.2.1	中継ポンプ場候補地4-43
写真 8.3.1	修景池のイメージ8-12
写真 10.3.1	汚水対策に係る優先プロジェクト(準備事業)の予定地の状況10-9
写真 10.3.2	Trun Morn 通り(North Bridge 通り)の状況10-10
写真 10.3.3	Veng Sreng Blvd.の状況.....10-11
写真 10.3.4	Duong Neap II 通りの状況10-11

略語集

1. 組織/プログラム/プロジェクト

ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
AFD	Agence Française de Développement	フランス援助庁
CDC	Council for the Development of Cambodia	カンボジア開発協議会
CDS	City Development Strategy	プノンペン都都市開発戦略
CIA	Central Intelligence Agency	アメリカ中央情報局
DPWT	Department of Public Works and Transport	公共事業運輸局
DHBE	Department Hydraulique Bureau d'étude	水資源局
DHI	Danish Hydraulic Institute	デンマーク水理環境研究所
DLMC	Department of Land Management and Cadastral	土地管理地籍局
DLMUPC	Department of Land Management, Urban Planning and Construction	国土整備・都市計画・建設局
DOE	Department of Environment	環境局
DOP	Department of Planning	計画局
DOWRAM	Department of Water Resources and Meteorology	水資源気象局
DSD	Drainage and Sewerage Division	プノンペン都公共事業運輸局 排水・下水課
EDC	Electricite du Cambodia	カンボジア電力公社
EDCF	Economic Development Cooperation Fund	韓国経済協力基金
EU	European Union	欧州連合
FAO	Food and Agriculture Organization	国連食糧農業機関
GDCE	General Department of Customs and Excise	関税消費税総局
GDT	General Department of Taxation	租税総局
ICHARM	International Centre for Water Hazard and Risk Management	水災害・リスクマネジメント 国際センター
ICP	International Comparison Program	国際比較プログラム
IDA	International Development Association	国際開発協会
IMF	International Monetary Fund	国際通貨基金
IRC	Inter-Ministerial Resettlement Committee	省間移転委員会
IUCN	International Union for Conservation of Nature and Natural Resources	国際自然保護連合
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
JETRO	Japan External Trade Organization	独立行政法人日本貿易振興機構
KOICA	Korea International Cooperation Agency	韓国国際協力団
MEF	Ministry of Economy and Finance	経済財務省
MIH	Ministry of Industry and Handicrafts	工業・手工芸省
MLMUPC	Ministry of Land Management, Urban Planning and Construction	国土整備・都市計画・建設省
MOE	Ministry of Environment	環境省
MOI	Ministry of Interior	内務省
MOP	Ministry of Planning	計画省
MOWRAM	Ministry of Water Resources and Meteorology	水資源気象省
MPWT	Ministry of Public Works and Transport	公共事業運輸省
MRC	Mekong River Commission	メコン川委員会
MWSS	Metropolitan Waterworks and Sewerage System	マニラ首都圏水道下水道システム
NSDP	National Strategic Development Plan	国家戦略の開発計画

PFDDI	Project for Flood Protection and Drainage Improvement in the Municipality of Phnom Penh	プノンペン市洪水防御・排水改善計画プロジェクト
PIU	Project Implementation Unit	事業実施体
PISC	Project Implementation Support Consultant	事業実施支援コンサルタント
PMU	Project Management Unit	事業管理体
PPCC	Phnom Penh Capital City	プノンペン都
PPSEZ	Phnom Penh Special Economic Zone	プノンペン経済特区
PPUTMP	Phnom Penh Urban Transport Mater Plan	プノンペン都市交通マスタープラン
PPWSA	Phnom Penh Water Supply Authority	プノンペン水道公社
RD	Department of Resettlement	移転局
S/C	Steering Committee	運営委員会
SGC	Service Geographique du Cambodge	カンボジア地理院
SRSWTPU	Siem Reap Sewerage Works Treatment Plant Unit	シェムリアップ下水道ユニット
UN-HABITAT	United Nations Human Settlements Programme	国際連合人間居住計画
UN-ESCAP	United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific	国際連合アジア太平洋経済社会委員会
USAID	United States Agency for International Development	米国国際開発庁
WHO	World Health Organization	世界保健機関
WMD	Waste Management Division	廃棄物管理課

2. 技術用語

BNR	Biological Nutrient Removal	生物的窒素除去
BOD	Biochemical Oxygen Demand	生物化学的酸素要求量
CASP	Conventional Activated Sludge Process	標準活性汚泥法
CCTV	Closed-circuit Television	閉回路テレビ
CO	Carbon monoxide	一酸化炭素
COD	Chemical Oxygen Demand	化学的酸素要求量
CSO	Combined Sewer Overflow	合流式下水道越流水
CP	Concrete Pipe	コンクリート管
CR	Critically Endangered	絶滅寸前種
DEM	Digital Elevation Model	数値標高モデル
DO	Dissolved Oxygen	溶存酸素
DS	Dry Solid	乾燥固形物量
EGM	Earth Gravitational Model	地球重力モデル
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EMP	Environmental Management Plan	環境管理計画
EN	Endangered	絶滅危惧種
FEIA	Full Environmental Impact Assessment	非簡易環境影響評価
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GNSS	Global Navigation Satellite System	汎地球測位航法衛星システム
IEIA	Initial Environmental Impact Assessment	初期環境影響評価
LARAP	Land Acquisition and Resettlement Action Plan	用地取得および住民移転計画
MPN	Most Probable Number	最確数
MSL	Mean Sea Level	平均海水面
NO ₂	Nitrogen Dioxide	二酸化窒素
OD	Oxidation Ditch	オキシデーションディッチ法
PDOP	Position Dilution of Precision	位置精度低下率

pH	Potential Hydrogen	水素イオン濃度
PTF	Pre-treated Trickling Filtration	前ろ過散水ろ床法
PM	Particulate Matter	粒子状物質
PVC	Polyvinyl Chloride	硬質塩化ビニル
RCP	Reinforced Concrete Pipe	鉄筋コンクリート管
TF	Trickling Filter	散水ろ床法
T-N	Total Nitrogen	全窒素
T-P	Total Phosphorus	全リン
TOR	Terms of Reference	業務指示書
TSP	Total Suspended Particles	総浮遊粒子
TSS	Total Suspended Solid	総懸濁物質
SBR	Sequential Batch Reactor	回分式活性汚泥法
SEA	Strategic Environmental Assessment	戦略的環境アセスメント
SLSC	Standard Least Square Criterion	標準最小二乗規準
SO ₂	Sulfur Dioxide	二酸化硫黄
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission	地球の詳細な数値標高モデル を作製することを目的とした スペースシャトルミッション
VU	Vulnerable	危急種
3. その他		
B/C	Benefit-Cost ratio	費用便益比
CD	Capacity Development	キャパシティディベロップメント
CSES	Cambodia Socio-Economic Survey	カンボジア社会経済調査
CPIA	Country Policy and Institutional Assessment	国家政策および制度評価
DMS	Detail Measurement Survey	詳細資産調査
DSA	Debt Sustainability Analysis	債務持続可能性分析
E/N	Exchange of Notes	交換公文
EIRR	Economic Internal Rate of Return	経済的内部収益率
F.C.	Foreign Currency	外貨
FIRR	Financial Internal Rate of Return	財務的内部収益率
F/S	Feasibility Study	実行可能性調査
GRM	Grievance Redress Mechanism	苦情処理メカニズム
HH Income	Household Income	世帯所得
HRD	Human Resource Development	人材開発
IPP	Independent Power Producer	独立電力事業者
l/c/d	Liter per capita per day	1人1日当たりの(使用)量(リットル)
L.C.	Local Currency	内貨
M/P	Master Plan	マスタープラン
NPV	Net Present Value	現在価値
OJT	On-the-job Training	実地訓練
PCM	Public Consultation Meeting	住民協議会
PPG	Public and Publicly Guaranteed	公共および公共保証
PPP	Purchasing Power Parities	購買力平価
Pop.	Population	人口
PV	Present Value	現在価値
RAP	Resettlement Action Plan	住民移転計画

RCS	Replacement Cost Study	再取得価格調査
R/D	Record of Discussions	討議議事録
RDE	Régie des eaux	水供給組織
Riel	Riel	カンボジア国の通貨単位
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition	監視制御およびデータ収集
STP	Sewage Treatment Plant	下水処理場
USD	United States Dollars	米国ドル
WG	Working Group	作業部会
WTP	Water Treatment Plant	浄水場

第1章 序文

1.1 背景

プノンペン都¹は、2008 年以来順次行政区域を拡大し、2011 年現在、行政面積 678.46 km² を有している。また、1998 年に約 100 万人であった人口は、2010 年末現在で 150 万人となっている。プノンペン都は、これまで、堤防高の不足等により、河川氾濫による洪水被害を受けてきた。一方、市街地において 1960 年代に建設された都市排水施設は、その老朽化や 1970 年代の内戦による維持管理不足から機能不全を起し、特に雨季の集中豪雨による浸水被害が頻発していた。

JICA は、カンボジア国政府からの要請を受け、「プノンペン市都市排水・洪水対策計画調査(1999 年)」を実施し、その調査において策定されたマスタープラン(以下、M/P)に基づき、無償資金協力事業(フェーズ 1~3)により、既成市街地における排水能力の強化や洪水防御に係る事業を実施した。これらの事業により、無償資金協力事業の対象地域の排水問題は改善されたものの、急激な都市化や土地利用の改変により、事業対象外地域における浸水問題が顕在化してきた。

一方、プノンペン都の污水対策については、腐敗槽によりし尿の浄化はなされているものの、腐敗槽からの上澄み水や未処理の雑排水は、排水路に放流され、流末の池や湿地が有する自然浄化能により、ある程度の浄化がなされてきた。しかしながら、それらの池や湿地が有する固有の自然浄化機能は、宅地造成および工場建設等により失われつつあり急激な人口増や都市化に伴う汚水量の増加も伴い、黒色を呈し悪臭を放っている。その結果、虫害や水因性疾患の蔓延が危惧されることとなり、プノンペン都から発生する污水の最終放流先である Mekong 川や Sap 川、Bassac 川の汚染²も進行している。

このような状況から、都市排水の改善と污水の処理を目的とした、M/P の改訂が必要との認識の下、カンボジア国政府は、日本政府に対し「プノンペン都下水・排水改善プロジェクト」の実施を要請し、これを受け、JICA は、2014 年 3 月から 4 月にかけて詳細計画策定調査団を派遣し、同年 5 月にプノンペン都との間で、討議議事録(R/D: Record of Discussions)の署名・交換を行った。

1.2 調査の目的

本業務の目的は、以下のとおりである。

- プノンペン都の污水対策・雨水排水改善 M/P が作成される。
- M/P で選定された優先プロジェクトに係るプレ F/S が実施される。
- 污水対策・雨水排水改善に係る実施機関の計画策定能力が強化される。
- カンボジア国の関係機関の職員に対し、技術移転が行われる。

1.3 調査対象地域

プノンペン都行政区域全域

¹ 本報告書においては、その位置やプノンペン都全体を表す場合は、「プノンペン都」と表記し、特に行政体としての「プノンペン都」を指す場合は、「プノンペン都(PPCC)または PPCC」と表記することを原則とする。

² MOE から得られた、1999 年~2004 年および 2007 年~2013 年において、プノンペンの延べ 10 箇所において行われた水質調査によると、懸濁物質および電気伝導率の 1999 年および 2013 年の年間平均値は、全体平均として懸濁物質では 25%以上、電気伝導率では 3 割以上上昇している。また直近の変化をみると、2007 年から 2013 年にかけて、Mekong 川では懸濁物質量が約 1.5 倍、Sap 川、Bassac 川では電気伝導率が 25%強、それぞれ上昇しており、これらの河川での汚染の進行が示唆される。

1.4 調査実施体制

本調査では、汚水対策および雨水排水改善の関係機関との調整を行うため、プノンペン都公共事業運輸局(DPWT/PPCC)を事務局としたステアリングコミッティが設置された。ステアリングコミッティの役割およびメンバーを、表 1.4.1 にまとめる。

表 1.4.1 ステアリングコミッティの役割およびメンバー

項目	内容
機能	<ul style="list-style-type: none"> ・ 調査全般に係るモニタリングおよび監理 ・ 調査報告書のレビューおよび承認 ・ 関係機関および各区(Khan)の巻き込みおよび調査内容の調整 ・ 調査の承認促進 ・ 必要に応じた調停
活動内容	<ul style="list-style-type: none"> ・ 調査の内容および進捗の確認と協議 ・ 調査期間中に生じた各種懸案事項に関する協議 ・ 必要に応じた活動内容の修正や方向付けに関する協議
メンバー	<ol style="list-style-type: none"> (1) プノンペン都知事 (議長) (2) プノンペン都副知事 (3) 内務省代表 (4) 公共事業運輸省代表 (5) 経済財務省代表 (6) 水資源気象省代表 (7) 環境省代表 (8) プノンペン都公共事業運輸局長 (9) プノンペン都土地管理、都市計画、建設および土地登記局長 (10) プノンペン都水資源気象局長 (11) プノンペン都都市化課長 (12) プノンペン都計画局長 (13) プノンペン都環境局長 (14) プノンペン都工業・手工業局長 (15) プノンペン都保健局長 (16) プノンペン都農村開発局長 (17) プノンペン都社会局長 (18) プノンペン都農業漁業森林局長 (19) プノンペン都経済財務局長 (20) 都内各区の代表 (21) JICA 代表 (22) 調査団
開催頻度	少なくとも 4 回(インセプション・レポート、プログレスレポート I、II、ドラフトファイナルレポートの提出時)
事務局	DPWT/PPCC
開催場所	プノンペン都庁舎
経費負担	参加関係機関による分担
事務局の役割	<ul style="list-style-type: none"> ・ 議題の調整、参加者への連絡、スケジュールの調整 ・ 配付資料の作成、実施の管理 ・ 調査に関する説明、議事録作成
調査チームの役割	<ul style="list-style-type: none"> ・ 議題の調整補助、配付資料の作成補助 ・ 調査に関する説明のサポート、議事録作成協議

出典：調査団

また、調査の円滑な実施のため、ステアリングコミッティの下部に、調査の詳細を管理するテクニカルコミッティを設置した。テクニカルコミッティの役割およびメンバーを表 1.4.2 にまとめる。

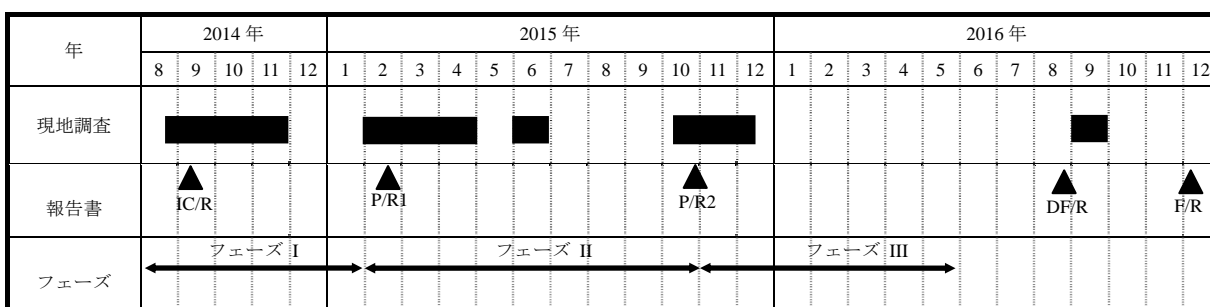
表 1.4.2 テクニカルコミッティの役割およびメンバー

項目	内容
機能	<ul style="list-style-type: none"> ・ 調査の支援および調整 ・ 報告書の技術的内容の調査および分析 ・ 調査のモニタリングおよび評価 ・ ステークホルダーおよび関係機関の巻き込みおよび調整 ・ ステアリングコミッティが求める技術的支援
メンバー	(1) プノンペン都副知事 (2) 公共事業運輸省代表 (3) プノンペン都公共事業運輸局代表 (4) プノンペン都土地管理、都市計画、建設および土地登記局代表 (5) プノンペン都環境局代表 (6) プノンペン都都市化課代表 (7) プノンペン都水資源気象局代表 (8) プノンペン都広報および国際協力室代表 (9) プノンペン都廃棄物管理課代表

出典：調査団

1.5 調査行程

本調査は、図 1.5.1 に基づいて実施された。調査期間は約 22 ヶ月であり、その間に、各種報告書を提出した。



凡例： IC/R: インセプション・レポート、 P/R1: プログレスレポート I
 P/R2: プログレスレポート II、 DF/R: ドラフト・ファイナル・レポート
 F/R: ファイナル・レポート

フェーズ I: 基礎情報収集
 フェーズ II: M/P の作成
 フェーズ III: プレ F/S の実施

出典：調査団

図 1.5.1 全体調査スケジュール

第2章 調査地域の現況

2.1 自然状況

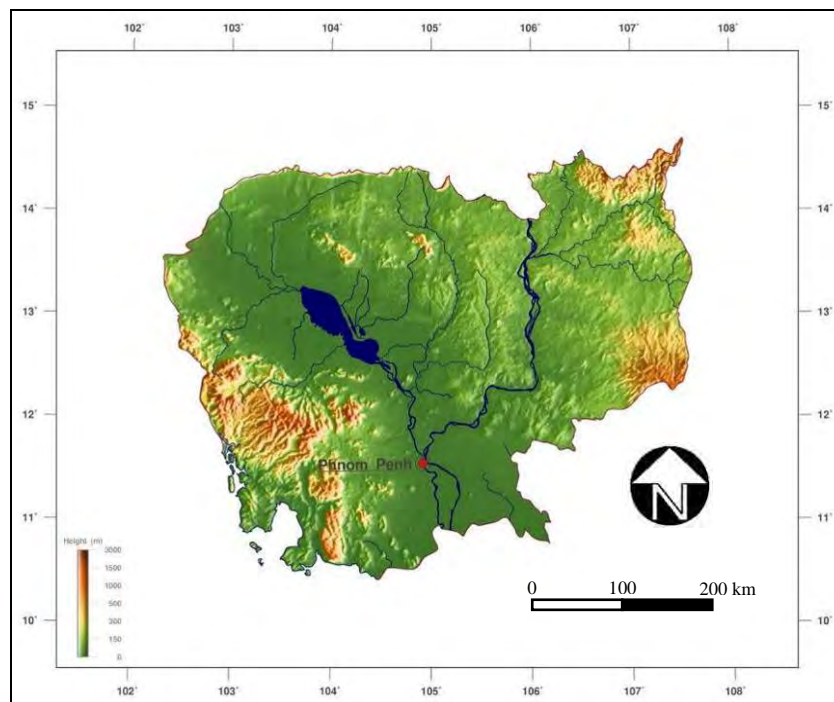
2.1.1 地理・地勢

(1) カンボジアの地理・地勢

カンボジア国は、インドシナ半島の南西(北緯 10 度～15 度、東経 100 度～108 度)に位置し、国土面積 18.1 万 km²は、隣国であるベトナムの約半分、同じくタイの約 3 分の 1、そして日本の約半分の広さである。

カンボジア国は、東部にベトナム、西部にタイ、北部はラオスと国境を接しており、南部はシヤム湾となっている。国境部には山岳地帯があり、ラオス・ベトナム国境(東北部)には Annamite 山脈につながる Mondulkiri 高原があり、北部(タイ東北部との国境付近)に Dangrek 山脈、プノンペン都西方に Cardamom 山脈が連なる。国土の約 3 分の 2 は、海拔 100m 以下の中央平原が占め、社会・経済・産業の中心となっている。図 2.1.1 に、カンボジア国の地形図を示す。

国土中心には南北に国際河川の Mekong 川と、Sap 川の二大河川が流れ、Sap 川上流の北西部の中心に Sap 湖を擁する。また、南西部の Siam 湾、タイ国境周辺および北東部のベトナム国境周辺に低い丘陵地帯が広がっており、山岳地帯と中央平原の間にも丘陵地帯が存在する。気候は、熱帯モンスーン気候に属し 5 月～10 月が雨季、11 月～4 月が乾季となっている。



出典：Ginkgo Maps, http://www.ginkgomaps.com/en/r13c_kh_cambodia_map_illdtmcolgw30scut_ja_mres.jpg

図 2.1.1 カンボジア地形図(高度・河川・首都)

(2) プノンペン都の地理・地勢

本プロジェクトの調査対象地であるカンボジア国の首都プノンペン都は、カンボジア国の南部(北緯 11 度 30 分、東経 105 度)に位置し、行政区域 678.46 km²、人口 150 万人(2010 年人口調査)を有し、行政と商工業の中心となっている。また、地理的に、タイの首都バンコクとベトナム経済の中心地であるホーチミンをつなぐ“東南アジア南部経済回廊”の中継点に位置し、バンコクまで約 700 km、ホーチミンまでは約 300 km の距離にある。

プノンペン都は Mekong 川下流部のカンボジア平原に位置する。Sap 湖からの支川 Sap 川と Mekong 川が合流し、同時に派川の Bassac 川が分流するため、「四本の腕(Chaktomuk)」と呼ばれる。毎年雨季にはこれら 4 本の河川の周囲は広大な範囲が冠水し、また Sap 川は Sap 湖へと逆流する。この地域は Mekong デルタに含められることが多いが、自然堤防・後背湿地地域であり、地形的にはデルタ地域はほぼベトナム国境から下流とするのが適当と思われる。

2.1.2 地形・地質

(1) 地形・地質

プノンペン都は、北東部に Sap 川、南東部に Bassac 川が流れ、Mekong 川との合流・分岐点右岸の沖積低地に発展した都市である。中心市街地は Mekong 川沿いの自然堤防や輪中で囲まれ、近郊は低湿地帯で雨季には浸水が発生する地域もある。輪中の南には約 2,500 ha の Cheung Aek 湖があり、市街地の周辺には、北部の Pong Peay 湖、南部 Tumpun 湖および Trabek 湖といった大きな湖をはじめ、多数の湖沼や湿地帯が存在するが、近年の都市開発に伴い、無秩序な湖沼の埋立てが行われている。

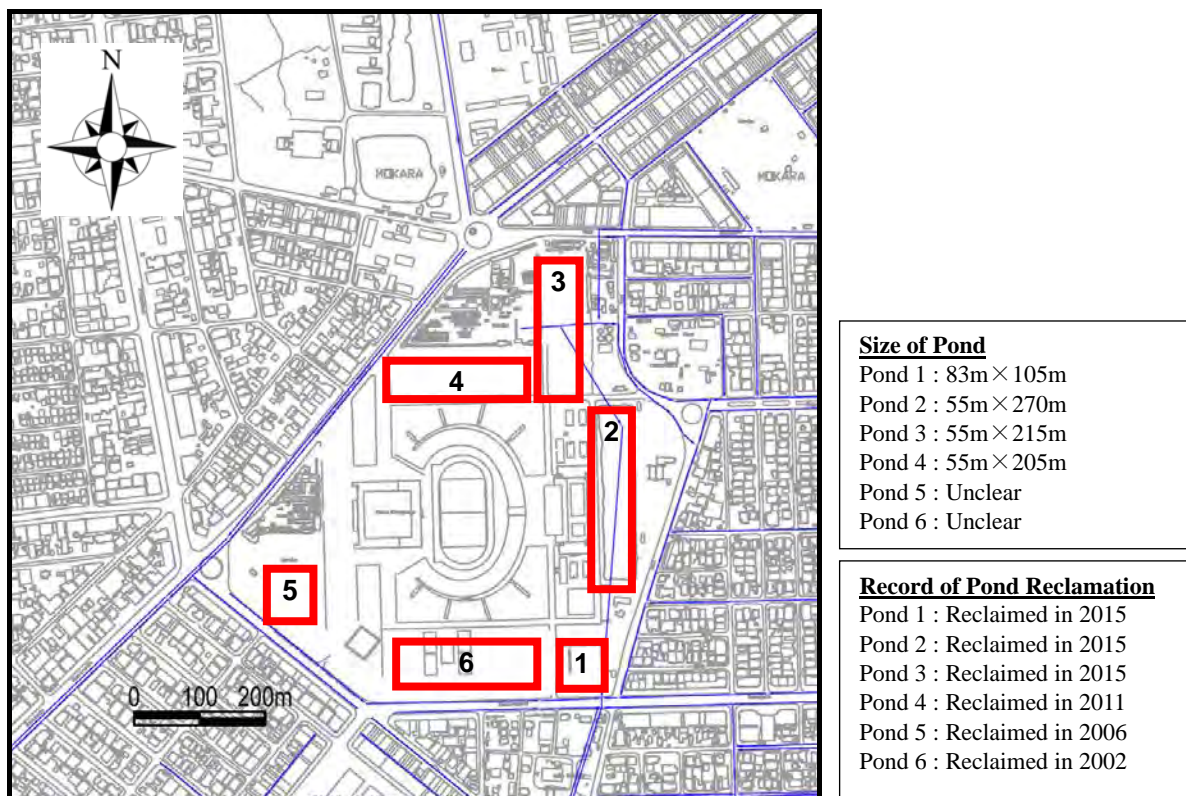
プノンペン都地域の地形はおおよそ、西から東へ、また、北から南へゆるく傾斜している。さらに、全体として平坦な地形であり、地域内の最高、最低標高の差は約 10m である。このうち、Prey Key 村と Pochentong 空港の間に、標高約 14m の比較的高い土地があり、西側都境界周辺以外には、これより高い土地はない。Boeng Pongpeay 地区は標高 5~6m、Tumpun 地区は最低 4m と低い。

調査対象地域のその他の地区はおおむね標高 7~10 m の間にあり、雨季の河川水位が 10 m を超える場合は、浸水の危険性が高い都市となっている。今回行なった現地測量調査の結果と、既存資料を整理した結果、プノンペン都の約 30%が標高 8 m 以下、約 45%が標高 9 m 以下、約 60%が標高 10 m 以下であった。

なお、以下では、プノンペン都内における無秩序な湖沼の埋立ての状況を示すため、無償資金協力フェーズ 3(第三次プノンペン市洪水防御・排水改善計画)において実施されたプノンペン都内の調整池に関する調査結果を示す。

(a) オリンピック・スタジアム周辺の調整池

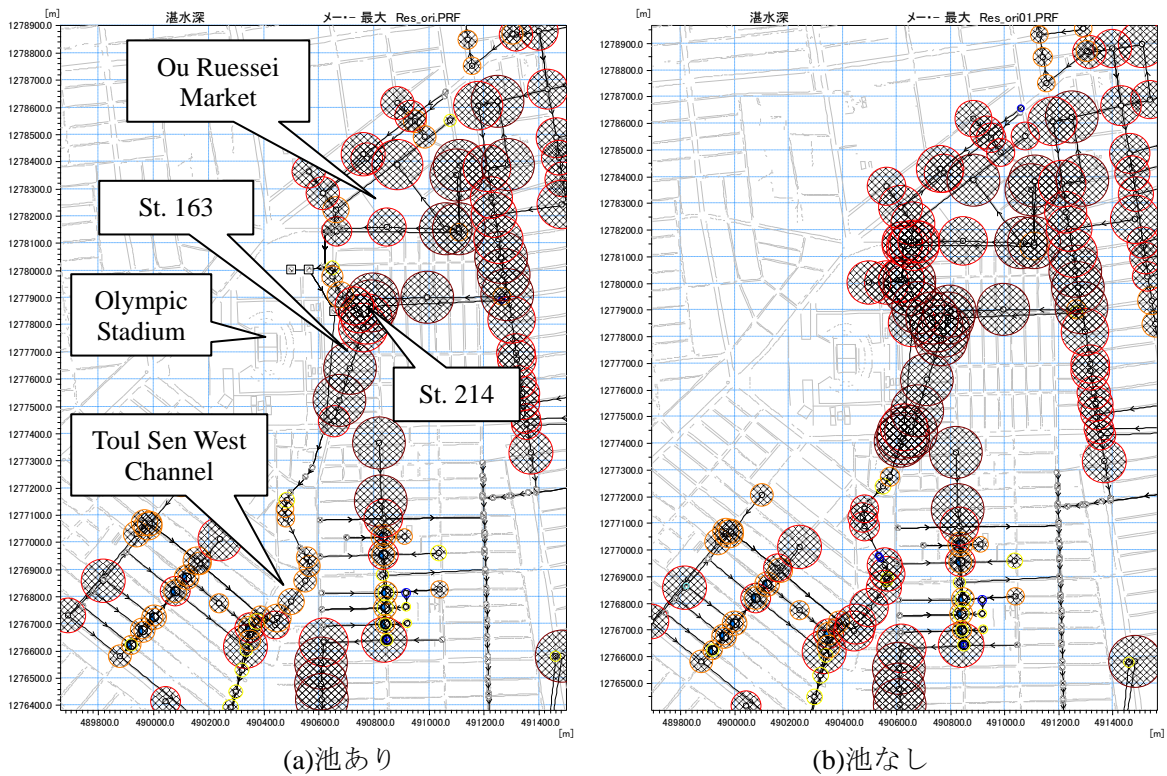
都内中心部、Trabek 流域の上流地域に位置するオリンピック・スタジアムの周囲には自然の低地とスタジアム建設時の必要土砂を取得した時にできた大小 4 つの池がある。この池は、このスタジアムより上流側の雨水が池に一旦流入することにより下流への雨水の流出量を調整する機能を有していた(図 2.1.2 参照)。



出典: JICA 「第三次プノンペン市洪水防衛・排水改善計画 準備調査報告書」および調査団

図 2.1.2 オリンピック・スタジアム周囲の調整池(2010年)

しかしながら、急速に発展したプノンペン都はその汚水量を増大させ、問題が顕在化したとともに一般市民の環境への関心の高まりから、特に乾季における汚水による池からの悪臭、大量の蚊の発生および池へのごみの不法投棄が問題となっていた。これに対しプノンペン都は、同地域が都内中心部にあり人口密度の高い地域であることを考慮し、周辺の生活環境を良好に保つため、2010年に図 2.1.2 における 1 から 4 番の池の埋立てを決定した。これを受け、同事業では、施設計画の検討に先立ち、オリンピック・スタジアム周囲の池の有無が浸水の状況に与える影響について概略検討を 2010 年に実施した。結果は図 2.1.3 のとおりである。



出典: JICA 「第三次プノンペン市洪水防御・排水改善計画 準備調査報告書」
 注) 凡例: 黄色(浸水深 0~25cm), 橙色(浸水深 25~50cm), 赤色(浸水深 50~100cm), 茶色(浸水深 100cm 以上)

図 2.1.3 オリピック・スタジアム周囲における浸水状況の解析結果(2010年)

シミュレーションの結果、特にオルセーマーケット周辺、214番通り沿い、オリンピック・スタジアム横の163番通り、およびスタジアム南にあるToul Sen西排水路の洪水状況が悪化することがわかったため、その結果を排水解析の与条件とした。

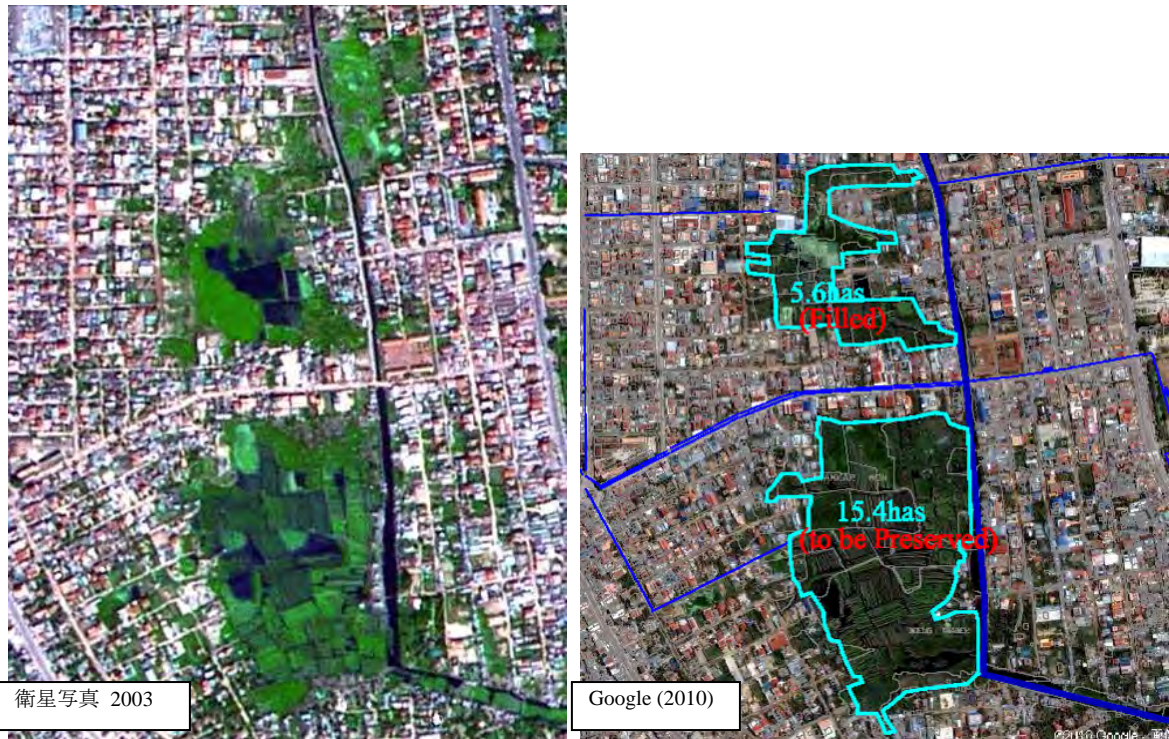
(b) Trabek調整池

プノンペン都が所有するTrabek調整池は、ADBによって改修されたTrabek排水路(2003年完成)の最下流にあるTrabekポンプ場の直上流に位置する。Trabek調整池は、ADBがポンプ場と排水路を建設した事業においてTrabekポンプ場の調整池として計画されていた。そのため、プノンペン都は、2004年にTrabek調整池の範囲を示した条例を制定するとともに、その境界を示す境界杭(コンクリート杭)を設置し、調整池の埋立てや開発を禁ずることとした。併せて、埋立てを防止するために、都職員によるパトロールや指導も実施した。

しかしながら、付近の住民は、条例や指導に従わず、夜間や日々少しずつ埋立てを進めるなどして、調整池の面積は徐々に減少している。さらに、2011年には、プノンペン都が調整池容量確保のために浚渫を実施しようとした際には、住民による比較的大きな反対運動があり、新聞沙汰となったため浚渫を中止した。それ以降は、紛争等を避けるため、パトロール等による口頭での注意等を行っているものの、埋立ての有効な抑止には至っていない。

同調査における現地調査時(2010年3月~4月)に現状を確認したところ、Trabek調整池の北側では宅地造成工事が進んでおり、湿地の大部分が消失していることが判明した。Trabek調整池の南側ではポンプ場の調整機能を維持している。しかし、流れ込む汚泥や砂の堆積によって湿地が経年的に浅くなる傾向があることや、周辺住民によって開水路沿いに堤防のような盛土がなされたり、調整池の周辺部分から少しずつ埋め立てが進んだりしている

ため、調整容量が減少する傾向にあることが判明した。図 2.1.4 に Trabek 調整池の変化の様子を示す。

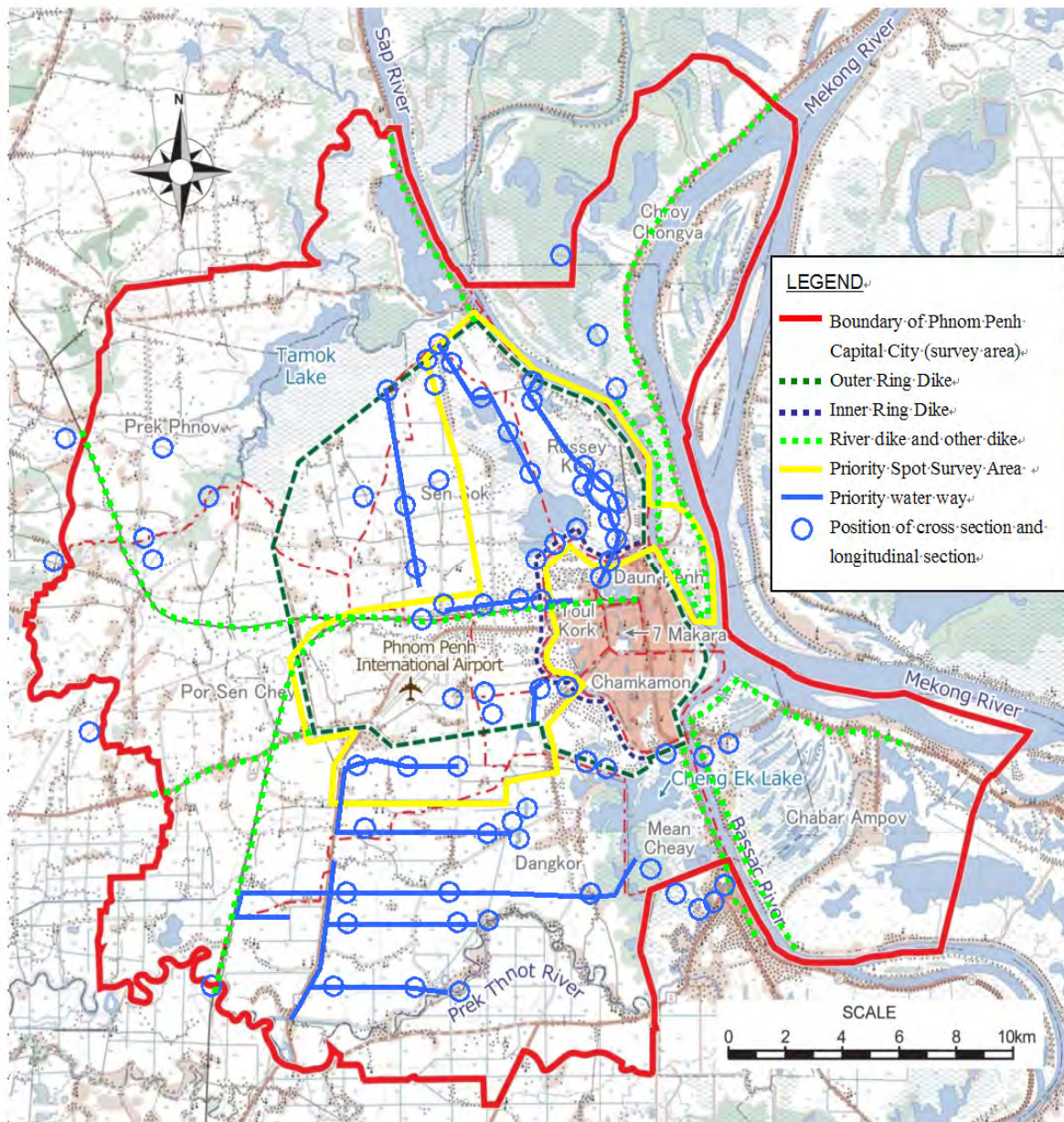


出典: JICA 「第三次プノンペン市洪水防御・排水改善計画 準備調査報告書」

図 2.1.4 Trabek 調整池の変遷 (2010 年)

(2) 現地再委託による測量調査

本業務は、プノンペン都における水文、水理解析および下水・排水改善計画に利用される地形データの提供および今後の活用、すなわち、プノンペン都エリアでの基準点の設立、標高点図、横断図およびその電子データ DEM(Digital Elevation Model)を作成することを目的に、図 2.1.5 の本調査の調査対象地域である、赤色の線で示す範囲において、基準点の設置、基準点測量、標高点測量および横断測量を、2014 年 11 月、12 月にかけて実施した。予算、期間等の制約により、既存のデータ(Shuttle Rader Topography Mission, Koica DEM by the Project of The production of the National Base Map and the Establishment of the Master Plan for the National Spatial Data Infrastructure in Cambodia 2010-2011)等を最大限利用するため、その信頼度および整合性の確認も行った。



出典：調査団

図 2.1.5 現地委託測量作業範囲および作業内容

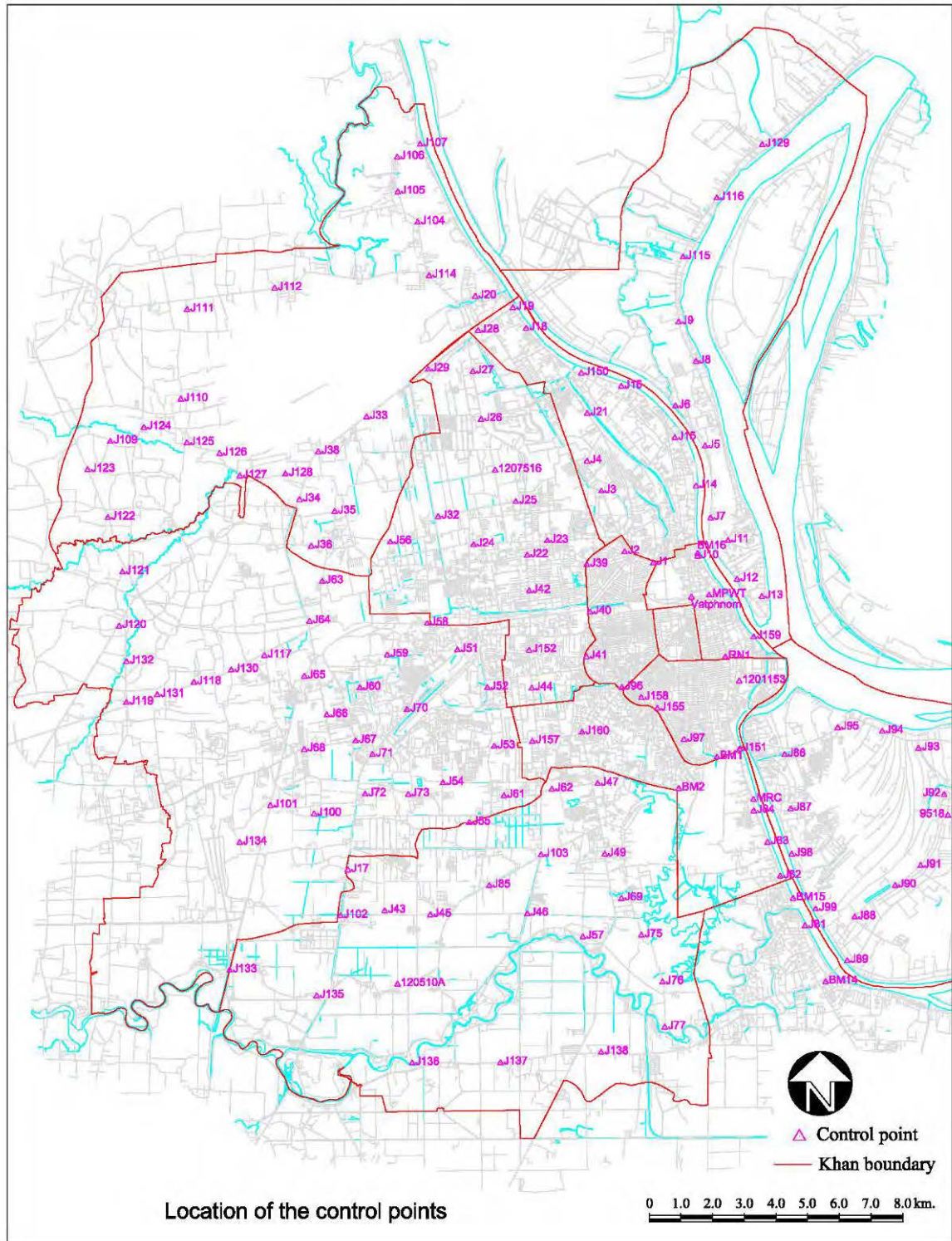
(a) 測量数量

測量数量を、表 2.1.1 にまとめる。また、基準点の位置を図 2.1.6 に示す。

表 2.1.1 測量数量

作業項目	数量	備考
基準点埋設	150 箇所	コンクリート標
基準点水準測量	300 km	デジタルレベル往復観測
標高点測量	8,500 箇所	GNSS Rapid Static 測量
横断、縦断測量	80 箇所	トータル・ステーション測量
排水管および排水路の標高測量	20 箇所	GNSS Rapid Static 測量
マンホールの標高測量	60 箇所	GNSS Rapid Static 測量
点の記、図面、報告書作成	一式	標高点プロット図、横断図

出典：調査団



出典：調査団

図 2.1.6 基準点位置図

新設基準点は、L0.2 m×W0.2 m×H0.5 m のコンクリート標を埋設した。基準点水準測量は、デジタルレベルによる直接水準で行い、往復観測、公共基準点との結合、環閉合等で精度を確認した。標高点測量、排水管および排水路の標高測量、マンホールの標高測量は、衛星スタティック測量で行い、測位解、PDOP、標準偏差等で精度を推定し、既知点との比較で精度を確認した。横断、縦断測量は、基本的に仮基準点を衛星スタティック測量で設置し、そこからトータル・ステーションで測量した。

(b) 座標系

測量座標系は、表 2.1.2 に示すカンボジア測地系(Cambodia Geodetic Datum)を採用した。また、ジオイド・モデルに EGM(Earth Gravitational Model) 2008 を採用した。

表 2.1.2 カンボジア測地系

Coordinate System	Universal Transverse Mercator Zone 48N
Spheroid	GRS80 Semimajor Axis : 6378137 m Inverse Flattening : 298.257 222 101
Origin	Central Meridian : just 105 degree East Latitude : just 0 degree (on the equator) False Northing : 0.000 m False Easting : 500,000.000 m Scale factor of origin : 0.9996
Datum Level	Hatien MSL

出典 : Ministry of Land Management, Urban Planning and Construction (MLMUPC)

(c) 参照基本公共基準点および精度概況

参照した基本公共基準点および精度概況を表 2.1.3 に示す。

表 2.1.3 基本参照公共基準点

No.	Name	Northing	Easting	Elevation	備考
1	RN1			10.661	DHBE
2	MPWT			11.314	DHBE
3	Vat Phnom I	1279428.532	491013.536	27.210	SGC
4	MRC			10.527	MRC
5	BM14			7.304	MRC
6	BM16			11.481	MRC
7	1207516	1283423.255	484823.800		DLMC
8	1207517	1284269.793	482803.766		DLMC
9	120510A	1267234.650	481743.553		DLMC
10	BM2			11.194	PFPMI

出典 : DHBE : DEPARTMENT HYDROLIQUE BUREAU D'ETUDE

SGC : Service Geographique du Cambodge

MRC : Mekong River Committee

DLMC : Department of Land Management and Cadastral

PFPMI : The Project for Flood Protection and Drainage Improvement in the Municipality of Phnom Penh

一方、直接水準測量の精度分布および基準点の GNSS 測量の標準偏差分布は表 2.1.4 および表 2.1.5 のとおりであった。

これより、直接水準測量の精度は全て $20\sqrt{s}$ mm 以下であり、80%は $10\sqrt{s}$ mm 以下であることがわかる。一方、基準点の GNSS 測量の標準偏差は、全て 100mm 以下であり、60%は 20mm 以下であった。この結果から、本測量結果は、標高点測量の精度として十分なものであると判断できる。

表 2.1.4 基準点直接水準測量精度分布

Item	a : Accuracy (mm)			
	$a \geq 20\sqrt{s}$	$20\sqrt{s} > a \geq 10\sqrt{s}$	$10\sqrt{s} > a \geq 5\sqrt{s}$	$5\sqrt{s} > a$
Nos. of Points	0	24	58	48
Observation Distance (m)	0	35,827	113,510	146,135

s : observation one way distance in km

出典 : 調査団

表 2.1.5 基準点水平座標標準偏差分布

Item	s : Standard Deviation (mm)			
	s ≥ 100	100 > s ≥ 50	50 > s ≥ 20	20 > s
Nos. of Points	0	1	42	71

出典：調査団

(d) 測量結果の信頼度、既存資料との比較、整合性評価

GNSS 標高点測量の信頼度は、同一基準点測量結果のばらつきから推測できる。表 2.1.6 および表 2.1.7 より、96%の GNSS 標高点測量が、誤差 20cm 以内であり、測定値は信頼できるものと判断できる。

表 2.1.6 基準点水平座標標準偏差分布

Item	Hd : Horizontal difference with average (mm)			
	Hd ≥ 1000	1000 > Hd ≥ 200	200 > Hd ≥ 50	50 > Hd
Nos. of checking times	6	21	54	708

出典：調査団

表 2.1.7 基準点の衛星測量と直接水準測量の較差分布

Item	Vd : Vertical difference with level (mm)			
	Vd ≥ 1000	1000 > Vd ≥ 200	200 > Vd ≥ 50	50 > Vd
Nos. of checking times	4	27	164	589

出典：調査団

一方、横断測量の信頼度は、設置された仮基準点の GNSS による測量結果と トータル・ステーションで測量した結果の比較で推測できる。表 2.1.8 より、GNSS による測量結果と トータル・ステーションで測量した結果は、98%の値が誤差 30 cm 以内で、90%の値が、誤差 10 cm 以内であったため、測定値は信頼できるものと判断できる。

表 2.1.8 後方参照点観測誤差分布

Classification		e : Error (mm)			
		e > 300	300 ≥ e > 100	100 ≥ e > 50	50 ≥ e
Nos. of Checking Times	Horizontal	3	4	57	133
	Vertical	0	21	42	134

出典：調査団

(e) 既存データとの比較結果

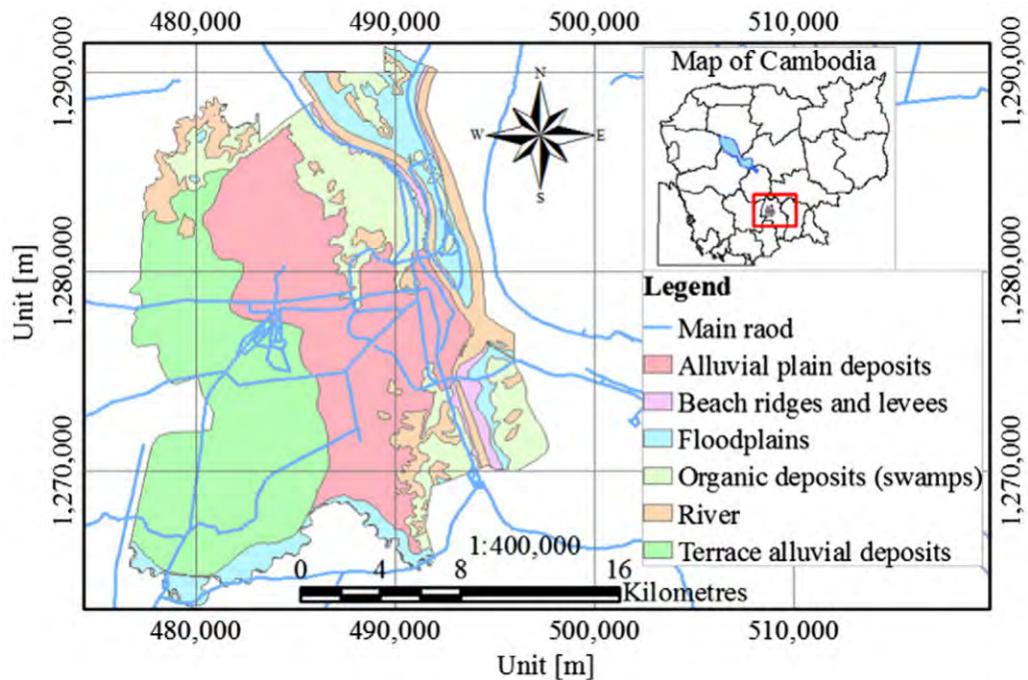
本測量結果と、既存データの比較は、国土基本図作成と空間データ基盤 M/P を策定するプロジェクトである「The production of the National Base Map and the Establishment of the Master Plan for the National Spatial Data Infrastructure in Cambodia(2010-2011)」(KOICA)による測量調査結果を用いて行った。その結果を表 2.1.9 に示す。これより、近い測量点があまり無く、比較できる点は少ないものの、ほぼ、両者に整合性があるものと考えられた。

表 2.1.9 KOICA の測量データと本測量結果との比較

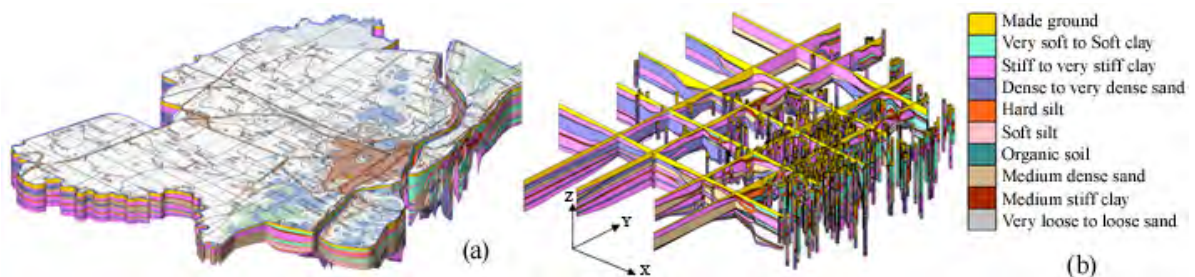
点間距離	標高差	-2.25	-2.00	-1.75	-1.50	-1.25	-1.00	-0.75	-0.50	-0.25	0.0	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	
0~5m	点数										14	10			1		
5~10m											36	31	7	2	1		
10~30m												78	107	41	23	11	3
30~99.95m			31	53	70	125	172	242	312	364	342	434	358	148	128	47	19

出典：The production of the National Base Map and the Establishment of the Master Plan for the National Spatial Data Infrastructure in Cambodia (2010-2011)に基づき調査団作成

また、Mekong 川沿いの灌漑施設のデータでも地下 27 m まで軟弱な粘土が続くところがある。平野東南部、Mekong 川左岸の Svay Rieng 州の深井戸データでは地下 130 m まで基盤岩は現れず、堆積物はすべて第四系とされている。物理探査の結果からも、プノンペン都付近を通り南北方向に延びる東落ちの構造が予想されている。ただし左岸側にもバプムという残丘があり、基盤の地形は複雑であると考えられている(出典 KUBO, 2001, Abstracts, 5th ICG. 久保、2002、日本地理学界要旨集、No.61)。図 2.1.8 にプノンペン都の地質図を示す。



出典 :Geological Map of Phnom Penh City (reproduced form JICA and MPWT, 2003)



出典 : 3D geological modeling and geotechnical characteristics of Phnom Penh subsoils in Cambodia (Engineering Geology,178, 58-69 (2014))

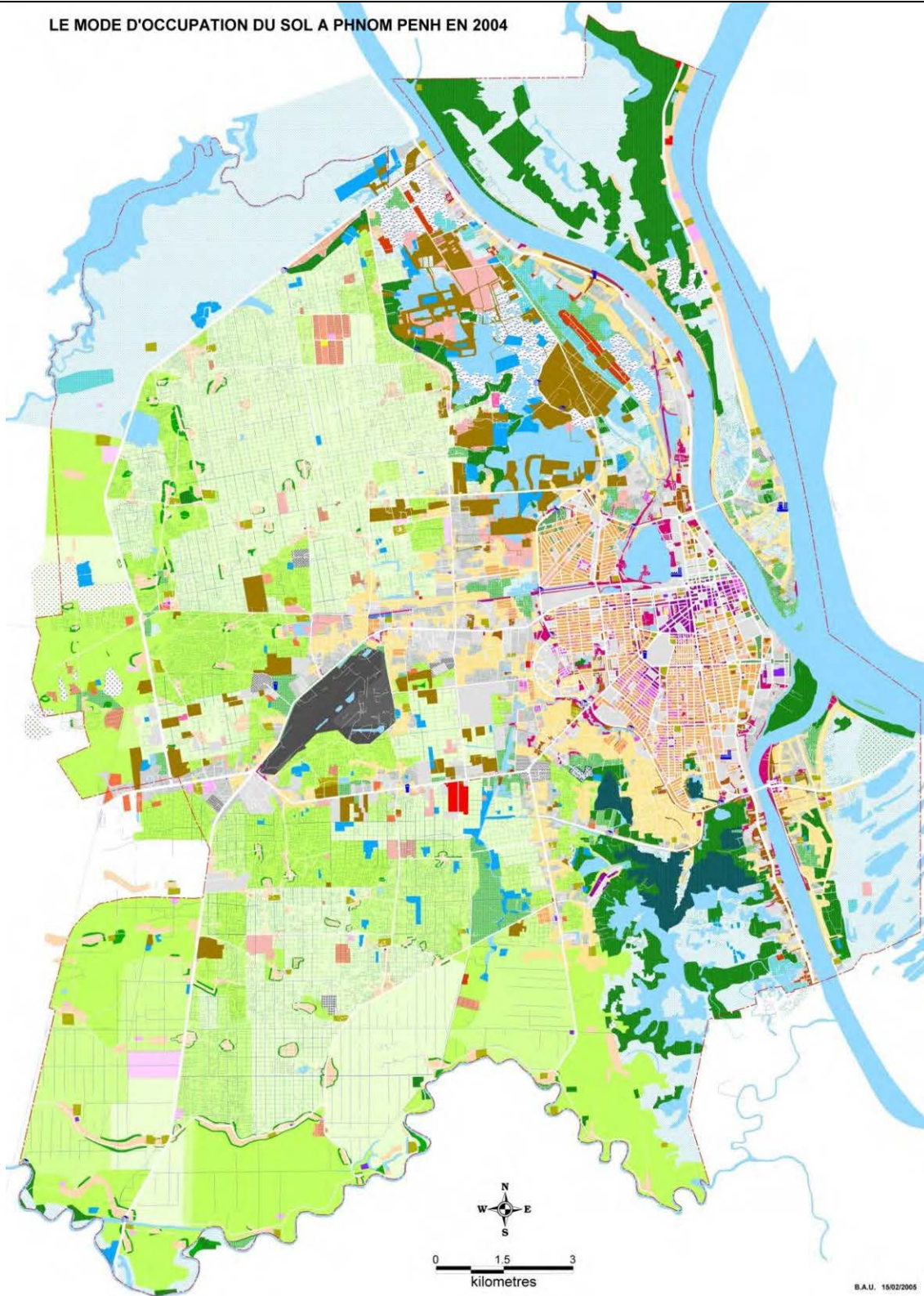
図 2.1.8 プノンペン 2 次元および 3 次元地質図

2.1.3 土地利用

プノンペン都の都市計画 M/P として位置付けられる「White Book on Development and Planning of Phnom Penh」(2007 年 10 月作成) (以下、White Book と称す)では、図 2.1.9 に示す、2004 年の土地利用の状況を踏まえ、図 2.1.10 に示す 2035 年を目標とした土地利用計画を有している³。2004 年と 2035 年を比べると、水域の減少が著しく、特に Cheung Aek 湖および Tamok 湖の面積は大きく減少している。本土地利用計画は、王令により設立された土地管理都市計画国家委員会による可決を経て、2015 年 12 月 23 日付けの「政令」(Sub-decree)の発出により承認された。

³ このような土地利用計画は存在するものの、強制力が十分に働かず、開発行為等により用途が変更されることもある。

LE MODE D'OCCUPATION DU SOL A PHNOM PENH EN 2004

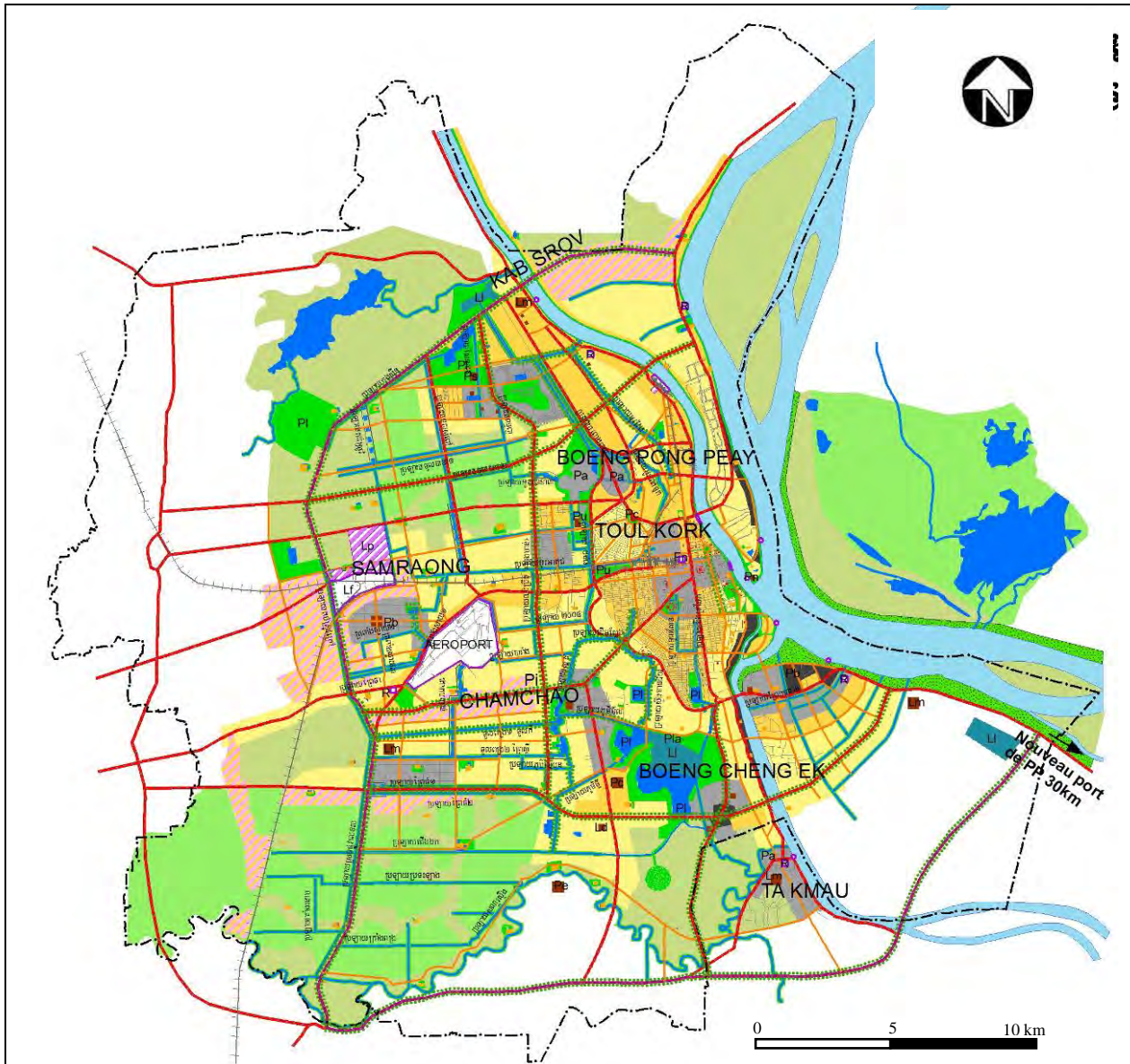


B.A.U. 15/02/2005



出典：White Book on Development and Planning of Phnom Penh, PPCC

図 2.1.9 プノンペン都の土地利用(2004年)



Legend

Building density	Protection zone	Satellite zone
<ul style="list-style-type: none"> High building area High density area Density area Low density area 	<ul style="list-style-type: none"> Low density habitant zone Agriculture zone Park and garden 	<ul style="list-style-type: none"> Pu University zone Ps Sporting zone Pc Cultural zone Pl Recreation zone Pla Arboretum Pa Administrative zone Pe Environmental and agriculture zone Pb CBD(Center Business District) Pr Rercheching zone Pi Industry innovante zone Pn National represent zone
Public equipment	Archeology zone	Logistic
<ul style="list-style-type: none"> Reserved land for big public equipment Urban heritage Economic development zone Pagoda 	<ul style="list-style-type: none"> Archeological zone 	<ul style="list-style-type: none"> Ld Damp Site Li Lagune Lm Whole Sale Market Lf Goods Station Lp Logistic Platform Fn National Railway Station R Bus Station
Drainage System	Protection river bank zone	Road network
<ul style="list-style-type: none"> Natural treatment lake New canal need to be created 	<ul style="list-style-type: none"> Vulnerable river bank 	<ul style="list-style-type: none"> Ring road 60m Main road 30-50m Secondary road 20-30m Main Axe, tree alignment
Canal Network	Transport and logistic	
<ul style="list-style-type: none"> Principal canal Secondary canal Preservation lake 	<ul style="list-style-type: none"> Plateform logistic and Fret zone Railway station, Airport, Port zone Port for ferry boat existing railway Phnom Penh administrative limit 	

出典：White Book on Development and Planning of Phnom Penh, PPCC

図 2.1.10 プノンペン都の土地利用(2035年)

2.1.4 気象・水文

(1) カンボジアの気候

カンボジア国は、熱帯モンスーン気候に属し、1981年から2013年(33年間)の年間平均降雨量は、1,428.5 mm/年であるが、1,095.4 mm/年(1992年)から2,147.3 mm/年(2000年)とバラつきが大きい。時期的には、12月から4月にかけては乾季であり、年間降水量の8割以上は雨季(5月～11月)に集中している。

気象観測所および水位観測所の位置図を図 2.1.11 に、観測機関一覧を表 2.1.10 に整理する。

表 2.1.10 気象・水文観測機関一覧

区分	地点	項目	期間	機関	備考
気象	Pochentong	気温	1985-2013	MOWRAM Ministry of Hydrology and River Works	*2012年より観測地点は Khmuonhに変更
		湿度	1985-2011		
		降水量	1981-2013		
		蒸発量	1981-1996		
		日照時間	1981-2013		
		風向・風速	1980-2008		
水文	Phnom Penh Port	河川水位	1993-	DOWRAM Department of Meteorology	
	Chrauy Changva	河川水位	1993-		
	Chaktomuk	河川水位	1980-		

出典：MOWRAM および DOWRAM の資料に基づき調査団が作成



出典：MOWRAM および DOWRAM の資料に基づき調査団が作成

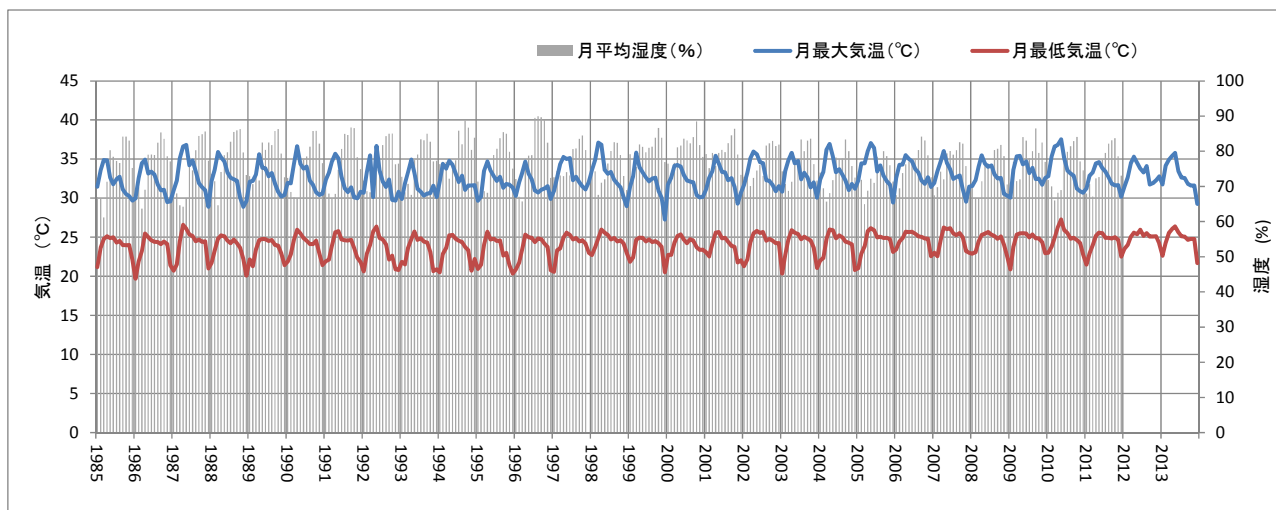
図 2.1.11 気象・水文観測所位置図

(2) 気象

Pochentong 観測所における 1985 年～2013 年の観測データより、プノンペン都における月平均最高気温は 35.3℃、月平均最低気温は 21.8℃となっている。

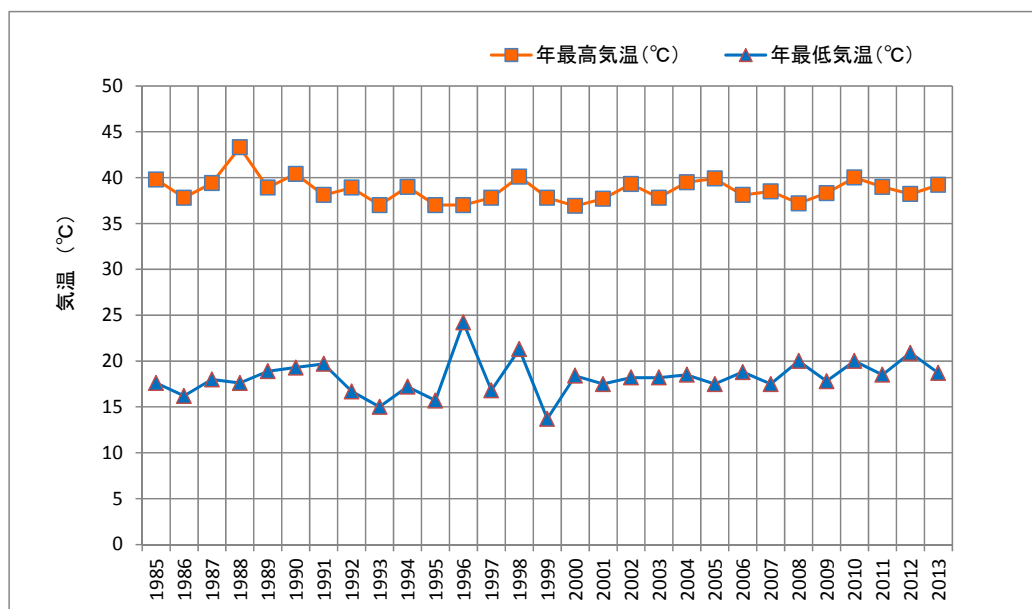
年間においては、3 月～5 月頃に気温が高くなり、年最高気温と年最低気温の差は、概ね 20℃程度となる。また、湿度は、年平均で 77%であり、概ね 70%～80%の間で推移しており、経年的に大きな変化は認められない。

月別平均最高気温・平均最低気温、月平均湿度を図 2.1.12 に、年最大・最低気温の経年変化を図 2.1.13 に示す。



出典：水資源気象局 (Department of Water Resource and Meteorology)

図 2.1.12 月別最高・最低気温および月平均湿度の経年変化(1985 年～2013 年)



出典：水資源気象局(Department of Water Resource and Meteorology)

図 2.1.13 ブノンペン都の年最高・最低気温の経年変化(1985 年～2013 年)

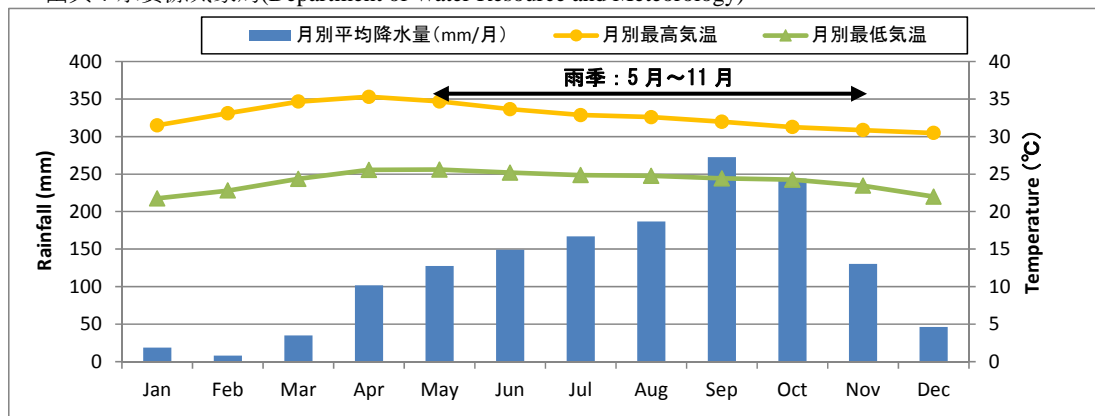
(3) 降水量

至近 10 ヶ年(2004 年～2013 年)の月別降水量を表 2.1.11 に、月別平均降水量を図 2.1.14 に、観測開始(1981 年)から 2013 年までの 33 ヶ年における年総雨量の経年変化を図 2.1.15 に示す。

表 2.1.11 月別降雨量(2004年～2013年)

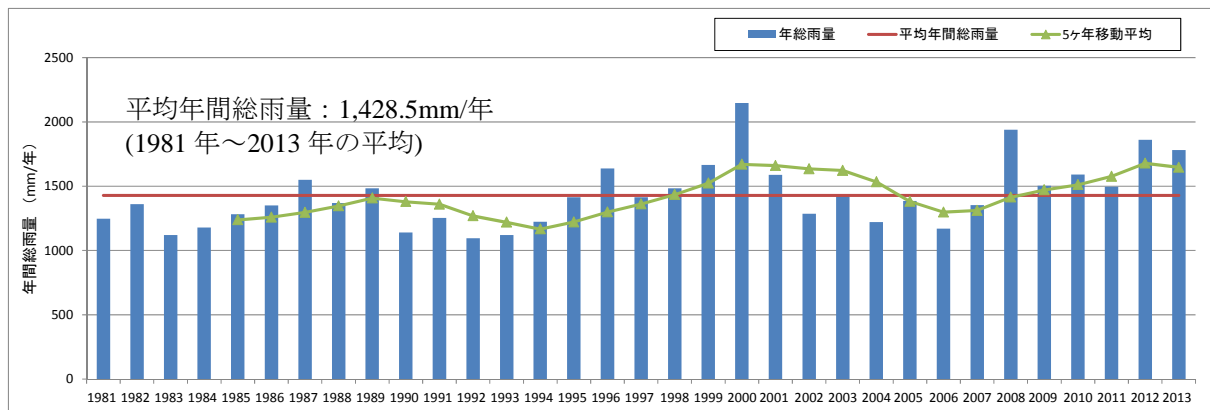
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual Total
Season	Dry				Rainy							Dry	
2004	0.4	0.0	0.0	94.8	160.6	164.2	142.7	101.1	237.2	202.1	118.8	0.0	1221.9
2005	0.0	0.0	0.0	73.7	73.5	52.3	125.2	212.1	298.4	375.1	132.7	42.6	1385.6
2006	0.1	42.1	32.8	66.4	84.0	92.0	124.8	274.2	228.2	190.9	12.4	23.0	1170.9
2007	0.0	0.0	32.7	39.9	192.4	258.3	135.7	263.6	155.1	212.1	63.2	0.0	1353.0
2008	74.1	0.6	112.0	83.4	197.3	219.1	169.6	289.6	290.2	259.4	190.7	52.7	1938.7
2009	0.0	14.6	7.1	270.5	241.7	148.6	111.8	267.9	300.2	108.2	33.5	0.0	1504.1
2010	25.4	0.0	35.6	55.9	26.9	254.3	84.1	233.0	324.3	387.1	94.3	69.9	1590.8
2011	0.8	0.0	11.4	130.9	131.4	113.3	227.8	249.7	244.4	311.9	67.0	7.0	1495.6
2012	27.0	41.0	28.8	77.8	185.8	94.3	283.2	177.6	455.8	116.6	350.4	22.0	1860.3
2013	0.0	0.0	2.0	182.2	143.4	350.8	189.8	0.0	139.2	413.8	303.8	56.2	1781.2
Average	19.0	8.1	35.0	101.8	127.7	149.1	166.8	186.7	272.4	244.0	130.2	46.3	1487.2

出典：水資源気象局(Department of Water Resource and Meteorology)



出典：水資源気象局(Department of Water Resource and Meteorology)

図 2.1.14 月別平均降水量の推移(2004年～2013年の月別平均降水量)



出典：水資源気象局 (Department of Water Resource and Meteorology)

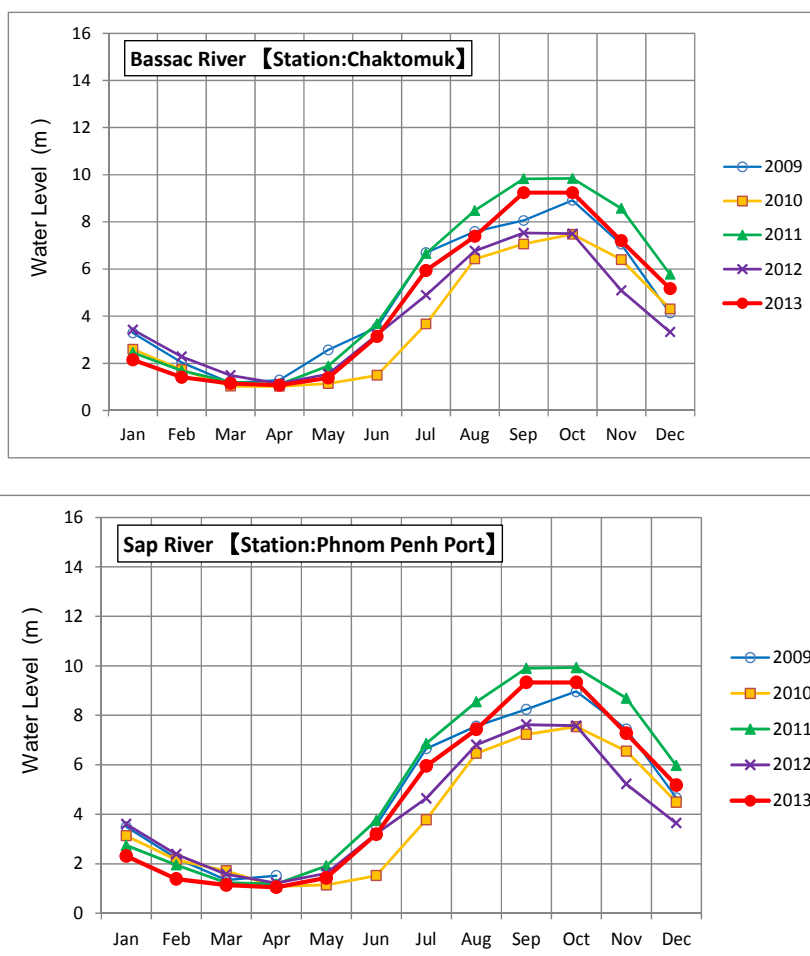
図 2.1.15 年総雨量の経年変化(1981年～2013年)

(4) 河川水位

Bassac 川および Sap 川の河川水位は、8 月から 10 月にかけて最も高く、Bassac 川の最高水位は 9.84 m(2011 年)から 7.47 m(2010 年)と 2.4 m 程度のばらつきがある。また、3 月から 5 月にかけて水位が最も低く 1.2 m 程度であり、乾季と雨季の水位差は概ね 6～8 m 程度となる。

MOWRAM への聞き取り調査によると、乾季(12 月～4 月)においては、河口からの背水により水位を測定しておらず、乾季における Mekong 川の日変動水位は 0.3～0.5m 程度である。

至近 5 ヶ年(2009 年～2013 年)における河川水位データを図 2.1.16 に示す。



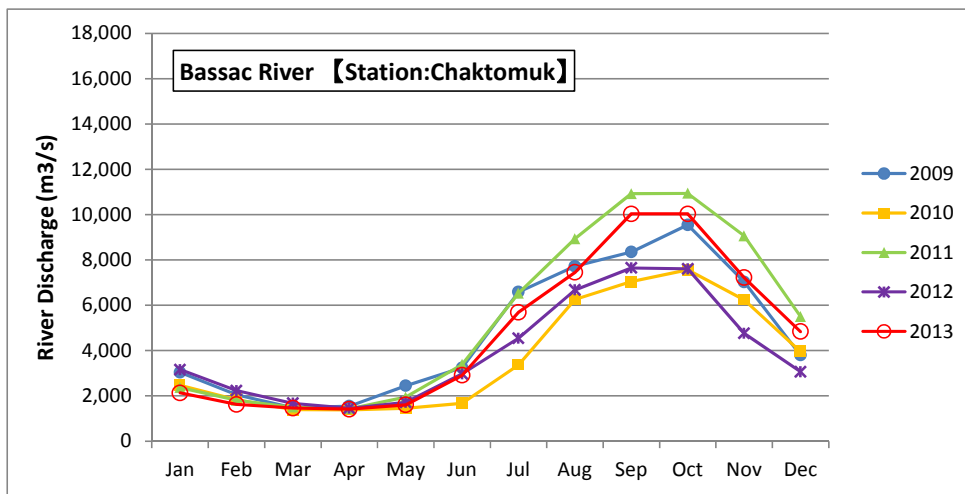
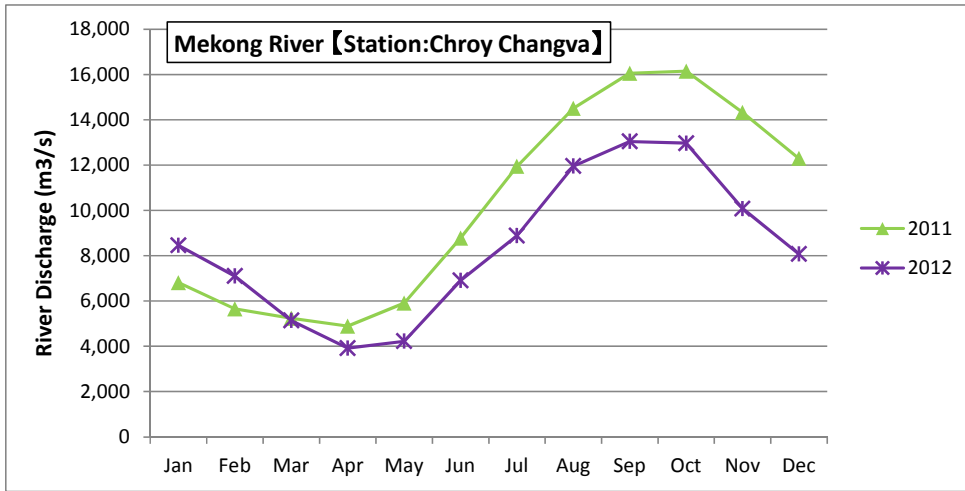
出典：MOWRAM

図 2.1.16 直近 5 ヶ年の月別最大水位の経年変化(2009 年～2013 年)

(5) 河川流量

MOWRAM への聞き取り調査によると、Mekong 川上流では $32,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 、Sap 川では最大で $8,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 、Bassac 川では最大 $1,500 \text{ m}^3/\text{s}$ が流下している。また、Mekong 川の流量は、6 月から 10 月にかけてピークとなり、この時期には、Mekong 川から Sap 川(湖)に向けて逆流が起こる。

Mekong 川、Bassac 川の流量を水位一流量(H-Q 式)関係式(図 2.1.18)より推定した結果を図 2.1.17 に示す。Mekong 川の流量(Chroy Changvar 地点)は 8 月～11 月にかけてピークとなり、 $16,000 \text{ m}^3/\text{s}$ を超える流量が発生している。



出典：調査団

図 2.1.17 推定河川流量 Mekong 川および Bassac 川 (HQ より河川流量を推定)

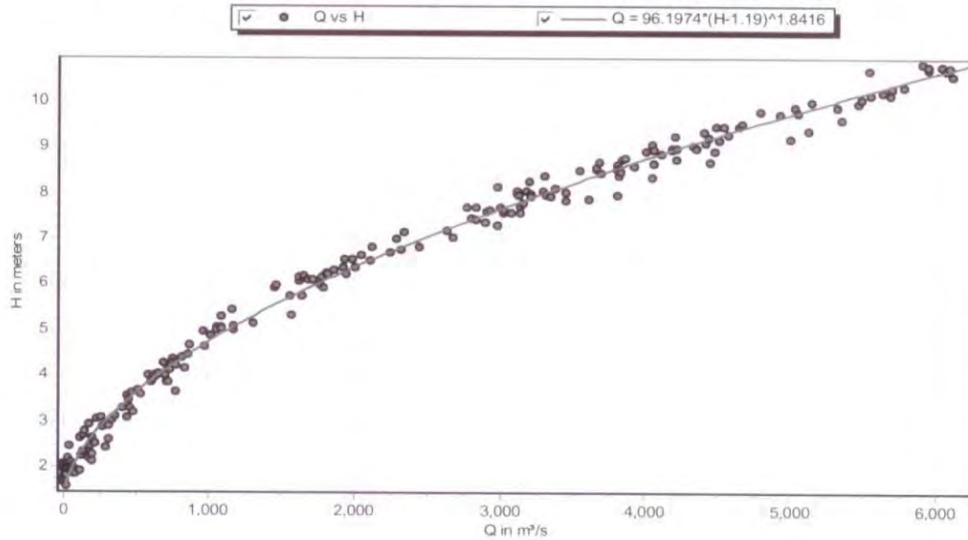
【Bassac 川 水位—流量曲線】

$$Q = 96.1974 * (H - 1.19)^{1.8416}$$

where Q = flow discharge, m^3/s

$H_{Chaktomuk}$ = gauge height at Bassac Chaktomuk, m

The Rating Curve of the Bassac river at Chaktomuk (2002-12)



【Mekong 川 水位—流量曲線】

$$Q = 1702.4491 * (hh + 0.21)^{0.9187}$$

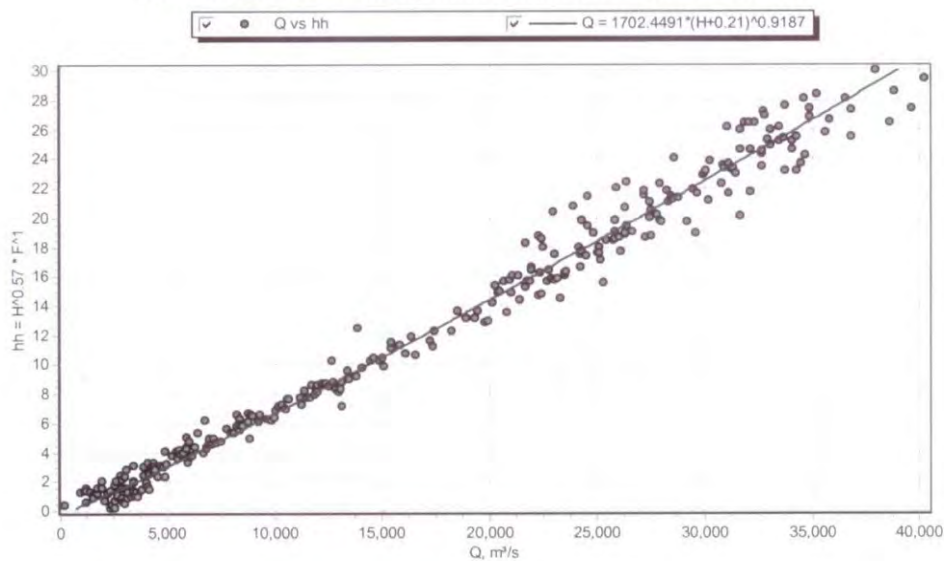
where Q = flow discharge, m^3/s

hh = $H^{0.57} F$

H = reading water levels at Chroy Changvar, m

F = absolute value of $[(H_{KgCham} - 0.93) - (H_{Neak Leung} - 0.33)]$.

The Rating Curve of Chroy Chanvar (1992-93, 98-00, 2008-12)



出典：水資源気象局(Department of Water Resource and Meteorology)

図 2.1.18 水位—流量曲線

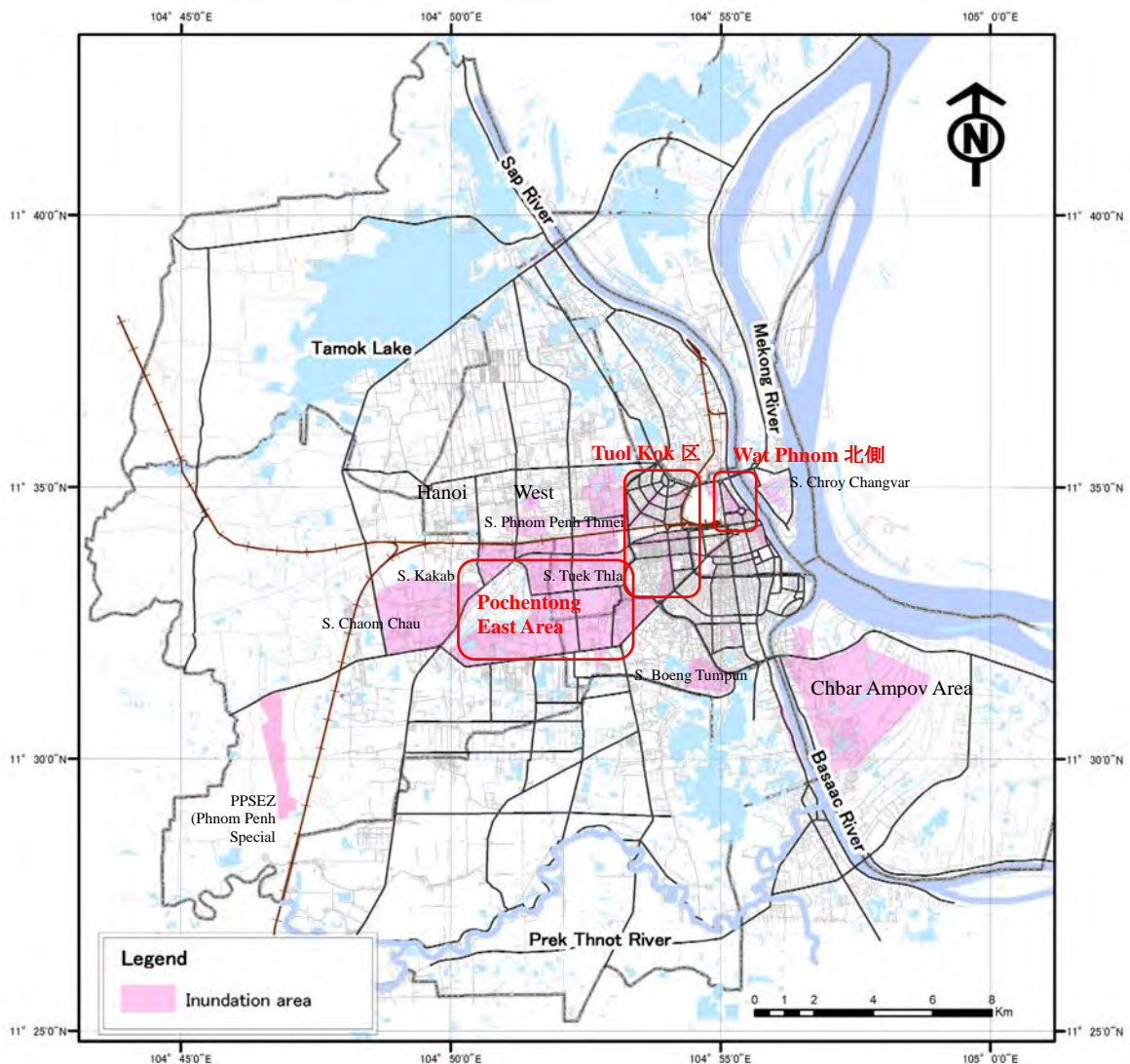
(6) 浸水状況(内水・外水)

(a) 内水浸水区域の把握(内水被害)

プノンペン都において内水氾濫⁴が頻発している区域を、カウンターパート会議における DPWT および DSD 職員への聞き取り調査、各 Khan の公共事業部(Public Works Office)、ならびに、社会調査において把握した。内水氾濫図を図 2.1.19 に示す。同図には浸水深の程度に関わらず、毎年雨季に数回の内水氾濫が発生していると報告された区域を示した。

内輪中堤内部の市街地においては、排水路管整備およびポンプ場の新設・増設により、内水被害の発生頻度は減少しているが、整備対象として取り残されている Wat Phnom 北側や Tuol Kok 区の市街地では、依然として内水被害が毎年発生している。

また、排水路網の整備が十分ではない西側市街地、特に Pochentong 空港東側の市街地(Pochentong East Area)においては、雨季における短時間降雨の影響により内水被害が多く発生している。



注) S: Sangkat
出典：調査団

図 2.1.19 内水氾濫図

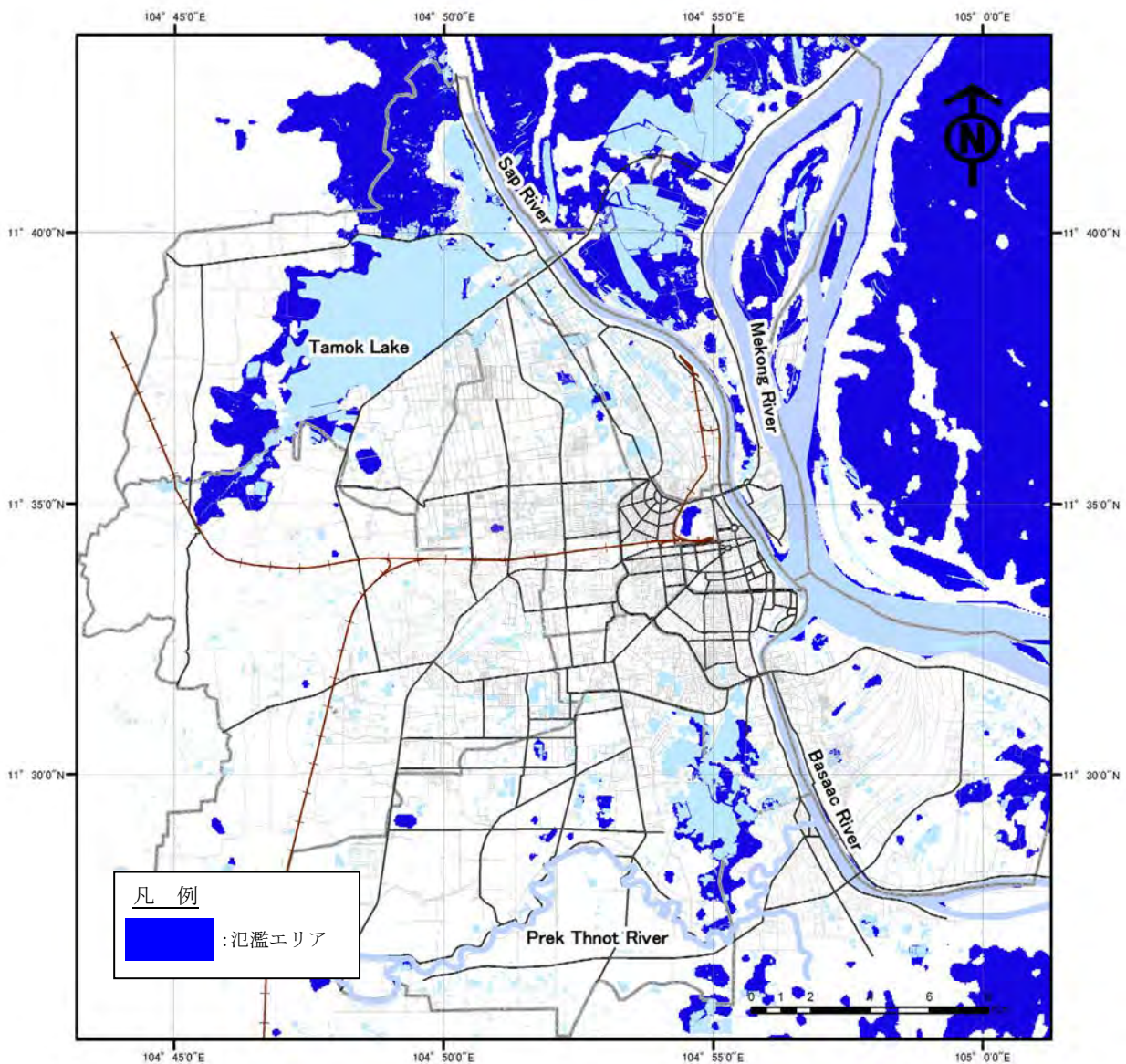
⁴ 内水氾濫：市街地に降った雨が既存の雨水排水施設の排水能力を超えることにより起こる浸水被害

(b) 洪水被害実績(外水氾濫)

2011年の雨季にはインドシナ地域で例年より降水量が多い状態が続き、8月下旬頃から10月上旬にかけて、平野部を中心に大規模な洪水が発生し、Mekong川やSap川、Sap湖の周辺でも、通常の雨季よりも広い範囲で浸水被害が確認された。これは、「2011年洪水」といわれている。

この洪水は、2000年においてMekong川下流域で発生した、いわゆる「2000年洪水」以来の被害規模となった。図2.1.20に2011年10月15日における洪水被害状況を示す。

「2011年洪水」は2000年以来の規模であったものの、Chaktomuk地点における水位は2000年の最大水位(10.18 m)までは到達せず、2000年同様にプノンペン市街への溢流はなかった。なお、プノンペン都内の代表的な堤防高は、標高+10.8 m程度(Chaktomuk地点付近)であり、この値は、本調査の測量結果に基づく。



出典：MRC(Mekong River Commission Office of the secretariat in Phnom Penh)

図 2.1.20 2011年10月15日の洪水氾濫状況

⁵ 外水氾濫：河川水位が堤防高を上回り溢水することによる浸水被害

2.1.5 排水計画策定のための流出・氾濫解析

プノンペン都における雨水排水計画を適切に検討するため、表 2.1.12 に示す調査を実施する。

表 2.1.12 水文解析実施項目および内容

区分	調査項目	内容
降雨解析	雨量観測データの収集整理	・ 日・時間雨量より、降雨の傾向を把握
	確率降雨の評価	・ 近年の雨量観測データを踏まえ、確率降雨の評価を実施
	降雨強度の評価	・ 既往検討において設定された、降雨強度の再評価
	モデル降雨波形の設定	・ 実績降雨波形を参考にモデル降雨波形の設定
	計画降雨の設定	・ 計画降雨継続時間の設定、計画降雨波形の設定
流出・氾濫解析	流出解析	・ 計画流量の算定
	氾濫解析	・ 現況水路の評価(浸水エリアの算定)
	1次元不定流解析	・ 排水ポンプ規模の算定

出典：調査団

(1) 降雨解析

プノンペン都における降雨強度式は、1999 年に実施された「プノンペン市都市排水・洪水対策計画調査」において、Pochentong 観測所の 1980 年～1997 年の短時間雨量観測データ(15 分雨量)に基づいて検討されている。図 2.1.21 に、1999 年調査で作成された降雨強度式および確率雨量を整理する。

時間雨量 (Pochentong 気象観測地点)		
生起確率規模(年)	時間雨量(mm/h)	日雨量(mm/day)
2	44.8	87.8
5	63.2	112.3
10	75.4	128.4

降雨強度式は検討の結果 Horner 式⁶とし、下記の定数とした。

$$I=2,566.07 \times (T+25.48)^{-0.93} \quad (\text{下水道対応、2年確率})$$

$$I=5,009.12 \times (T+31.38)^{-0.98} \quad (\text{基幹施設}^7\text{対応、5年確率})$$

ここに、I：降雨強度 (mm/hr)、T：継続時間 (分)

出典：プノンペン市都市排水・洪水対策計画調査 (JICA,1999)

図 2.1.21 降雨強度式および確率雨量(1999 年調査結果)

降雨強度を検討してから、15 年の年月が経過していることから、近年の降雨観測データを用いて、降雨強度および計画降雨波形の再検討を実施した。

(a) 雨量観測データの収集・整理

雨量観測データを MOWRAM より収集した。雨量観測地点は Pochentong 地点 (気象観測所)であり、1981 年から気象観測を開始しており、2012 年には Khmuouh 地点(位置は、図 2.1.11 参照)に変更し、自動観測により時間雨量の観測を実施している。表 2.1.13 に日・時間雨量資料の収集状況を整理する。

⁶ 日本における一般的な降雨強度式の式型には、タルボット型、シャーマン型、久野・石黒型、クリーブランド型の 4 種類があるが、フィリピン、台湾等のアジア諸国においてはオーナー型(Horner type)も用いられるため、1999 年の M/P においては、各式型において降雨強度を算出し、確率雨量との差分を比較し、一番誤差が小さいオーナー型を採用している。

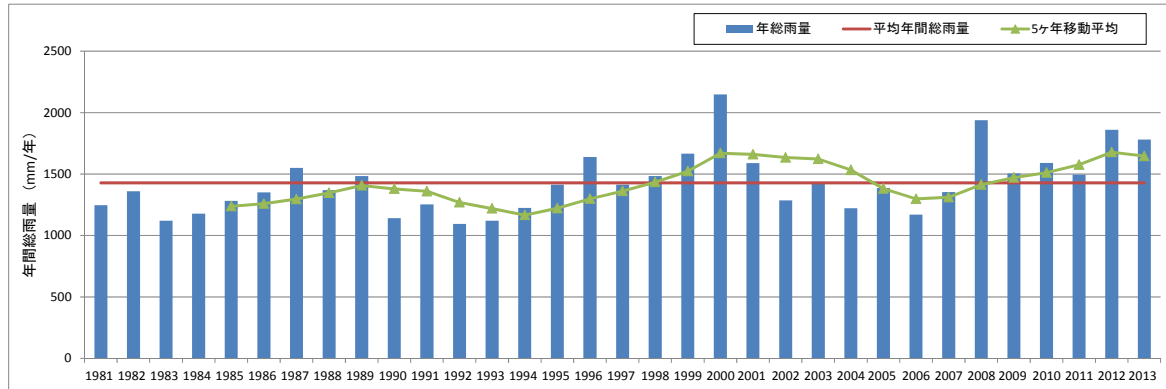
⁷ ポンプ場、調整池、幹線排水路(流域面積が概ね 1 km² 以上)の施設。

表 2.1.13 日・時間雨量データの資料存在状況

	地点	期間	機関
日雨量	Pochentong 地点	1981 年～2011 年	水資源省 (MOWRAM)
	Khmuouh 地点	2012 年 6 月～	
時間雨量	Khmuouh 地点	2012 年 6 月～	

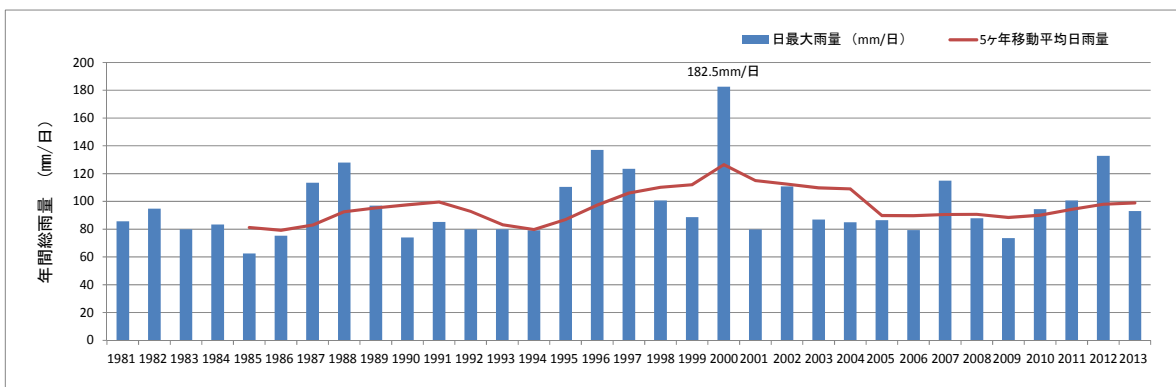
出典：調査団

1981 年から 2013 年の 33 ヶ年の年間総雨量および日最大雨量を、**図 2.1.22** および **図 2.1.23** に示す。観測開始から最近までの降雨傾向を把握するため、5 ヶ年移動平均雨量を算定した。年総雨量および日最大雨量において、多少の増減はあるが明確な増減傾向は見られない。



出典：MOWRAM

図 2.1.22 年間総雨量の経年変化(1981 年～2013 年)



出典：MOWRAM

図 2.1.23 日最大雨量の経年変化(1981 年～2013 年)

(b) 確率降雨の評価

前述のとおり Pochentong 地点(2012 年からは Khmuouh 地点)における時間雨量データの観測期間が十分ではないため、1981 年～2013 年の日雨量データより、以下に示す条件および**表 2.1.14** に示した確率分布モデルを用い、確率降雨解析を実施した。

《降雨確率解析の条件》

- ✓ 使用データ：年最大日雨量 Pochentong 地点(2012 年からは Khmuouh 地点)
- ✓ データ期間：1981 年～2013 年 33 ヶ年

表 2.1.14 確率分布モデル

No.	確率分布モデル	
1.	Exp	指数分布
2.	Gumbel	グンベル分布
3.	SqrtEt	平方根指数型最大値分布
4.	Gev	一般化極値分布
5.	LP3Rs	対数ピアソン III 型分布(実数空間法)
6.	LogP3	対数ピアソン III 型分布(対数空間法)
7.	Iwai	岩井法
8.	IshiTaka	石原・高瀬法
9.	LN3Q	対数正規分布 3 母数クォンタイル法
10.	LN3PM	対数正規分布 3 母数(Slade II)
11.	LN2LM	対数正規分布 2 母数(Slade I, L 積率法)
12.	LN2PM	対数正規分布 2 母数(Slade I, 積率法)

出典：水文統計ユーティリティ 財団法人 国土技術研究センター

《降雨解析結果》

表 2.1.14 に示す確率分布モデルにおいて確率解析を行った結果、確率分布モデル選定基準となる SLSC 値(Standard Least Square Criterion)の選定基準値(SLSC 値 \leq 0.04)が最小となった一般化極値分布モデルによる解析値を採用することとした。

✓ 採用確率分布モデル：Gev 一般化極値分布モデル

確率規模別雨量を表 2.1.15、図 2.1.24 に示す。また、Pochentong 地点の日最大雨量を、表 2.1.16 に示す。

表 2.1.15 確率規模別雨量結果(1999年調査との比較)

生起確率	1日雨量 (mm)		差分 ①-②
	①1999年調査※ ¹	②本検討結果※ ²	
2	87.8	90.1	+2.3
5	112.3	109.6	-2.7
10	128.4	125.4	-3.0
30	152.9	154.5	+1.6
50	164.0	170.3	+6.3

※1：1981年～1997年の雨量観測データより検討

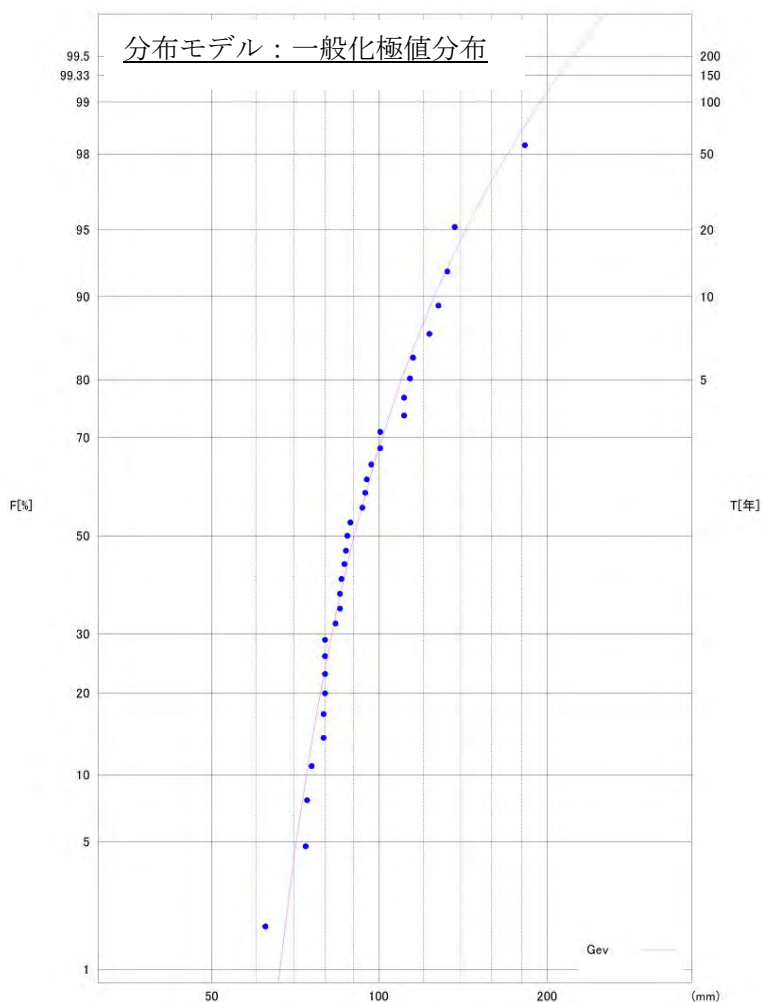
※2：1981年～2013年の雨量観測データより検討

出典：調査団

表 2.1.16 年最大日雨量

	年月日	年最大日雨量 (mm/日)
1	1981/9/26	85.7
2	1982/9/11	94.8
3	1983/8/29	80.0
4	1984/4/25	83.3
5	1985/10/19	62.5
6	1986/11/17	75.4
7	1987/9/5	113.5
8	1988/9/18	128.0
9	1989/9/13	96.9
10	1990/5/19	74.0
11	1991/6/6	85.2
12	1992/9/29	80.0
13	1993/8/29	80.0
14	1994/5/19	79.2
15	1995/5/8	110.5
16	1996/11/13	137.0
17	1997/9/21	123.4
18	1998/7/7	100.6
19	1999/7/21	88.7
20	2000/12/20	182.5
21	2001/10/22	79.8
22	2002/10/4	110.8
23	2003/9/23	87.0
24	2004/5/7	85.0
25	2005/10/4	86.5
26	2006/10/17	79.3
27	2007/8/27	115.0
28	2008/3/7	87.8
29	2009/8/22	73.6
30	2010/10/11	94.4
31	2011/8/14	100.7
32	2012/9/26	132.8
33	2013/10/22	93.0
	平均	96.6
	最大	182.5
	最小	62.5

出典：調査団



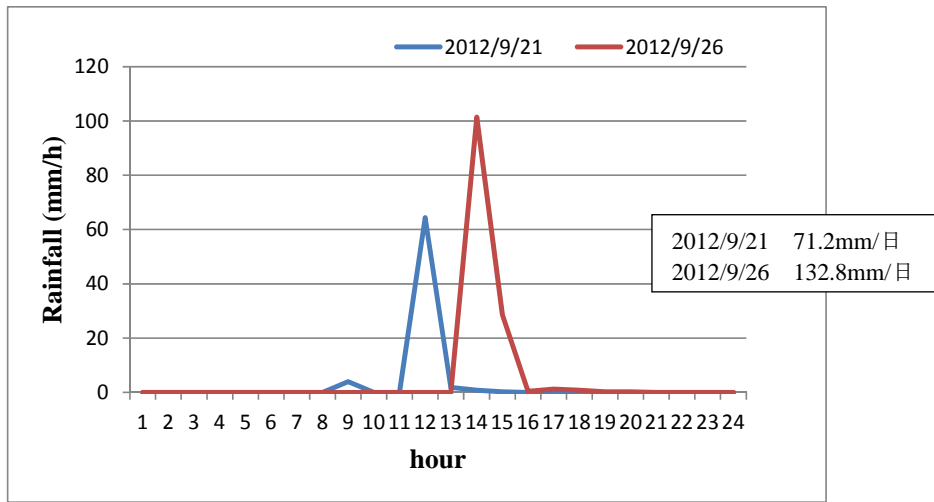
出典：調査団

図 2.1.24 確率降雨量の算定結果

(c) 降雨強度の見直し

降雨解析結果より、雨水排水施設の計画規模である、2年、5年確率雨量においては、1999年調査結果と大きな違いが認められないため、1999年調査で設定した降雨強度を使用することとする。

2012年における実績降雨波形(図 2.1.25)より、最大時間雨量が 100 mm/h 以上となる場合もあることから、今後、短時間雨量データ(15分雨量、時間雨量等)を観測・蓄積し、長期間において観測データが整備された場合は、最近の降雨特性を踏まえ、適宜、降雨強度式の見直しが必要であると考えます。



出典：調査団

図 2.1.25 2012年における実績降雨波形

2.2 社会経済状況

カンボジア国の人口は 2008 年に 13.4 百万人(国勢調査)、2014 年は 15.5 百万人と推定されている(CIA Factbook)。行政区は、23 州とプノンペン都に分かれている。民族は、クメール人が 90%、ベトナム人 5%、中国人 1%、その他 4%となっており、クメール語を話す国民は 96.3%、仏教徒は 96.9%(2008 年)と推定されている。

プノンペン都は国の首都として、カンボジア国の経済と社会を導いている。カンボジア国におけるプノンペンの社会経済的状況を社会経済、人口、産業などの観点から以下のとおりまとめる。

2.2.1 社会経済状況

(1) 国民総生産(GDP)

GDP と関連する経済統計を国の経済開発状態を表 2.2.1 に示す。

表 2.2.1 カンボジア国 GDP およびその他関係する経済統計

Year	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
GDP (Billion Riel)	14,083	15,633	16,781	18,536	21,438	25,754	29,849
GDP Growth Rate	5.3%	11.0%	7.3%	10.5%	15.7%	20.1%	15.9%
GDP per capita (USD)	295	319	340	367	417	487	558
GDP per capita Growth Rate	3.2%	8.2%	6.5%	8.0%	13.5%	16.9%	14.6%
GDP (Constant Price)	14,175	15,320	16,232	17,613	19,434	22,009	24,380
GDP (Constant Price) Growth Rate	10.7%	7.4%	6.6%	8.5%	10.3%	13.3%	10.8%
Year	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
GDP (Billion Riel)	35,042	41,968	43,057	47,048	52,069	56,617	
GDP Growth Rate	17.4%	19.8%	2.6%	9.3%	10.7%	8.7%	
GDP per capita (USD)	656	760	753	830	911	971	
GDP per capita Growth Rate	17.6%	15.8%	-0.9%	10.2%	9.9%	6.6%	
GDP (Constant Price)	26,870	28,668	28,692	30,406	32,553	34,916	
GDP (Constant Price) Growth Rate	10.2%	6.7%	0.1%	6.0%	7.1%	7.3%	

註: 一番上の GDP は現行価格、あるいは市場価格で、下の方の固定価格とは異なる。

出典: National Institute of Statistics (<http://www.nis.gov.kh/nis/NA/NA2012.html>)

現行価格の GDP は 2000 年から 2012 年まで順調な伸びをみせている。USD 換算の一人当たり GDP はリーマンショックにより 2009 年に減少したものの、2012 年には 971USD にまで成長している。2000 年から 2012 年まで、その年平均成長率は 10.4%と非常に高い。しかし、最近(世界的金融危機の影響による 2009 年以降、特に 2012 年)は USD 換算の一人当たり GDP の成長率が減少傾向を示しているように見える。世銀は 2013 年現行価格の一人当たり GDP を世界的に表示しており、カンボジアの値は 1,008USD となっている。表 2.2.1 の一人当たり GDP は 2000 年の 295USD から 2013 年の 1,008USD までに増加しており、年平均 9.9%の成長率は非常に高い。
(http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD?order=wbapi_data_value_2013+wbapi_data_value+wbapi_data_value-last&sort=asc)

固定価格の GDP は連続して成長しているが、2009 年の成長率はゼロに近く、かろうじてプラスである。ただし、その成長率は現行価格のそれよりも低い。

一方、世銀は物価の差をコントロールして実際の国民の経済福祉を比較可能にするため 2011 年国際比較プログラム(ICP: International Comparison Program)の結果を公表している。その中では比較可能な GDP 支出を推定するために購買力平価(PPP: purchasing power parities)を用いている。カンボジア一人当たり GDP 支出は 2,717USD で 23 の国・経済地域からなるアジア太平洋地域で 22 位(2,717USD)となっている。

(2) 世帯収入

計画省国立統計所(National Institute of Statistics)は毎年、社会経済調査の結果を発表している。世帯収入は表 2.2.2 および表 2.2.3 に示すとおりである。

全カンボジアの平均世帯当たり総所得および可処分所得は 2011 年を除き、2009 年から 2013 年まで増加している。2011 年に自家営業所得、特に非農業所得が減少しており、そのため全所得および可処分所得が減少した。

表 2.2.2 世帯所得構成(カンボジア月当たり平均)

所得源	千 Riel				
	2009 年	2010 年	2011 年*	2012 年*	2013 年*
カンボジア					
主要所得	727	877	862	984	1,183
賃金・給料	241	292	340	403	505
自営業所得	482	582	520	576	675
農業	162	205	209	229	195
非農業	250	290	224	249	369
自己所有住宅兼用	70	88	86	98	111
不動産所得	4	3	2	5	3
総受取移転	19	24	26	35	53
総所得	747	901	888	1,019	1,236
総支払済移転	11	24	17	5	95
可処分所得	736	877	871	1,014	1,141

註: * 暫定結果(速報値)

出典: National Institute of Statistics

(<http://www.nis.gov.kh/index.php/en/find-statistic/social-statistics/cses/cses-tables.html>)

表 2.2.3 世帯所得構成(プノンペン月当たり平均)

所得源	千 Riel				
	2009 年	2010 年	2011 年*	2012 年*	2013 年*
プノンペン					
主要所得	1,986	1,940	1,770	1,847	2,478
賃金・給料	765	910	991	930	1,135
自営業所得	1,203	1,023	769	909	1,326
農業	22	20	8	22	11
非農業	878	650	423	560	935
自己所有住宅兼用	304	354	338	327	381
不動産所得	17	7	10	8	17
総受取移転	54	47	50	40	38
総所得	2,039	1,987	1,819	1,886	2,517
総支払済移転	24	44	26	17	138
可処分所得	2,016	1,944	1,793	1,870	2,378

註: * 暫定結果(速報値)

出典: National Institute of Statistics

(<http://www.nis.gov.kh/index.php/en/find-statistic/social-statistics/cses/cses-tables.html>)

しかし、プノンペンの平均世帯総所得および可処分所得は全国で減少した 2011 年だけでなく、その前年の 2010 年も減少している。2010 年の減少の理由は明らかではないが、2010 年にプノンペン都域が拡大したことがその理由ではないかと推定される。おそらく、周辺の低い非農家自営業の世帯がプノンペン都に統合されたためかと推定される。プノンペンの世帯所得はカンボジア全体平均の約 2 倍となっている。

カンボジア全体とプノンペンの 5 分位階級(「5 分位階級」とは、全ての世帯を毎月の実収入(現金収入)、世帯主の定期収入、世帯の年間収入等の収入を低い方から高い方へと順番を並べ、それを調整集計世帯数の上で 5 等分して 5 つのグループを作成したもの。収入の低い方から高

い方へと順次第 I、第 II、第 III、第 IV、第 V 五分位階級という)。可処分所得を表 2.2.4 に示す。カンボジア全体とプノンペンで、貧しい階層の所得の方が 2009 年から 2013 年にかけて多く増加している。そして、カンボジア全体の所得の増加率の方がプノンペンよりも大きい。少なくとも 2009 年から 2013 年の間では、貧困層と富裕層の間、および国全体とプノンペンの間の格差は世帯収入で見ると、縮まっている。

表 2.2.4 5 階級別 1 人当たり可処分所得

年	千 Riel					増加 '13/'09
	2009	2010	2011*	2012*	2013*	
Cambodia						
Quintile group						
1	19	28	41	49	47	2.47
2	49	69	89	106	115	2.35
3	88	113	142	165	184	2.10
4	148	180	213	248	277	1.87
5	488	595	506	571	708	1.45
Phnom Penh						
Quintile group						
1	82	85	126	137	137	1.68
2	177	190	217	229	254	1.44
3	271	290	298	324	363	1.34
4	405	438	415	454	531	1.31
5	1,140	1,135	973	1,017	1,471	1.29
PP/Cmbd						
Quintile group						
1	4.32	3.09	3.07	2.83	2.93	
2	3.61	2.76	2.43	2.17	2.21	
3	3.08	2.57	2.10	1.96	1.97	
4	2.74	2.44	1.94	1.83	1.92	
5	2.34	1.91	1.92	1.78	2.08	

註: *暫定結果(速報値)

出典: National Institute of Statistics

(<http://www.nis.gov.kh/index.php/en/find-statistic/social-statistics/cses/cses-tables.html>)

上記と同様の傾向であるが、NSDP(National Strategic Development Plan 2014-2018)によれば、2013 年の実績で、貧困層(2,200 kcal と等価の食糧の購入費の第 I 五分位および非食品項目消費許容額等から算出するように定義されている)は全国で 17.9%、プノンペン都では 15.3%と示されており、プノンペン都の方がほかの都市部と比べて貧困層が少ないことが示されている。同計画では 2018 年に全国で貧困層の率を 12.9%、プノンペン都で 10.3%にする目標である。

2.2.2 プノンペン都の行政区分

プノンペン都では、表 2.2.5 に示すように、2008 年以降、順次行政区域の拡大と区の分割等を実施してきた。その結果、現在では 12 区からなる 678.46 km²の行政区域を有している。表 2.2.6 に各区の面積・人口などを、また、図 2.2.1 に、各区の位置図を示す。区の下にはサンカット(Sangkat)が置かれ、最小の行政単位は村(Village)となっている。

表 2.2.5 プノンペン都の行政区域および区分の変遷

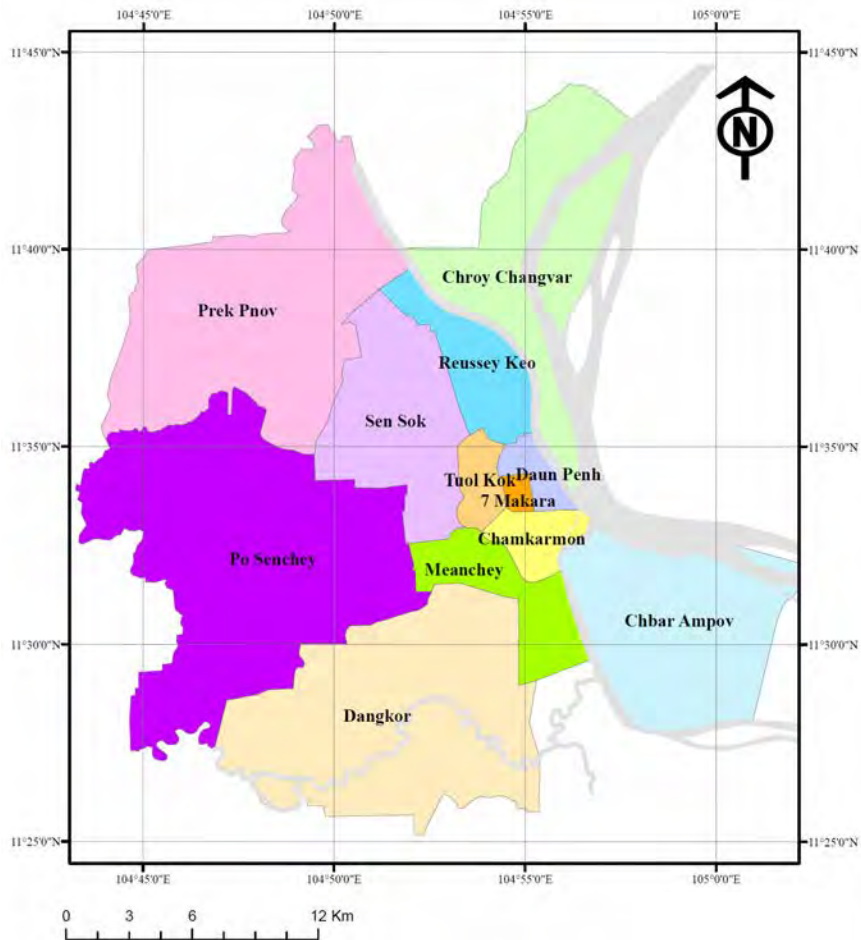
年	行政面積 (km ²)	区の数 (区)	内容	備考
2008年	376.2	8	・ Russey Keo 区が、Russey Keo 区と Sen Sok 区に分割され、7 区から 8 区になる。	
2010年	678.5	8	・ Kandar 州の 20 コミューンをプノンペン都に編入。	
2011年	678.5	9	・ Dongkor 区が、Dongkor 区と Po Senchey 区に分割され、8 区から 9 区になる。	
2013年	678.5	12	・ Meanchey 区が、区 Meanchey と Chbar Ampov 区に分割される。 ・ Russey Keo 区が、Russey Keo 区と Chroy Changvar に分割される。 ・ Sen Sok 区の一部と Po Senchey 区の一部が、分割され、Prek Pnov が新設される。	2013年12月25日付 Sub-decree に記載。

出典：PPCC の資料に基づき調査団が作成

表 2.2.6 プノンペン都内 12 区の面積・人口 (2008)

区	面積(km ²)	人口(人)	人口密度(人/ha)
Chamkarmon	11.1	182,004	164.0
Daun Penh	7.5	126,550	168.7
7 Makara	2.2	91,895	417.7
Tuol Kok	8.2	171,200	208.8
Dangkor	117.8	73,287	6.2
Po Senchey	150.0	159,455	10.6
Meanchey	25.0	194,636	77.9
Chbar Ampov	80.5	133,165	16.5
Reussey Keo	24.9	115,740	46.5
Chroy Changvar	84.0	68,708	8.2
Sen Sok	51.9	137,772	26.5
Prek Pnov	115.4	47,313	4.1
Total	678.5	1,501,725	22.1

出典: PPCC の資料に基づき調査団が作成



出典：PPCC の資料に基づき調査団が作成

図 2.2.1 プノンペン都内 12 区の位置図

2.2.3 プノンペン都の人口動態

(1) 人口・世帯数

1998 年と 2008 年の国勢調査によると、1998 年に 999,804 人であったプノンペン市の人口は、2008 年には 1,327,615 人に増大し、さらに区域の拡大で修正すると、1,501,725 人となっている。結果として、1998 年と比較し、人口は約 1.5 倍に増加している。表 2.2.7 に 1998 年と 2008 年の人口と世帯数を示す。なお、表中の New Administration Area は、図 2.2.2 の赤い網掛けエリアである。

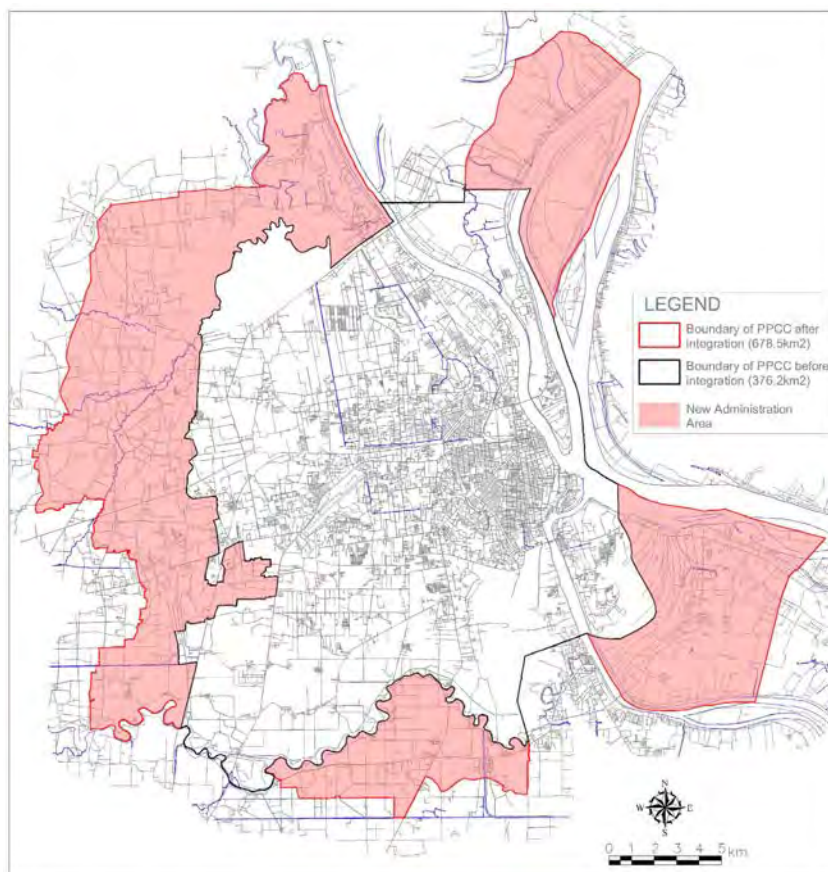
表 2.2.7 プノンペン都の人口と世帯数

	1998	2008
Population		
Old Administration Area	999,804	1,327,615
Urban Area	570,155	1,242,992
Rural Area	429,649	84,623
New Administration Area	-	174,110
Total	999,804	1,501,725
Household		
Old Administration Area	173,678	260,468
Urban Area	97,296	242,974
Rural Area	76,382	17,494
New Administration Area	-	34,890

	1998	2008
Total	173,678	295,358
Average Number of Persons in Household		
Old Administration Area	5.76	5.10
Urban Area	5.86	5.12
Rural Area	5.63	4.84
New Administration Area	-	4.99
Total	5.76	5.08

注) Urban Area(人口密度:200 人/km² 以上, 成人男性の農業従事者の割合:50%以下, 総人口:2000 人以上の Sangkat の合計値)

出典: Overview of Urban Development in Phnom Penh Capital City, 2011



出典: PPCC, 調査団

図 2.2.2 プノンペン都行政区域(新/旧)

(2) 人口動態

1998年と2008年の国勢調査によると、表 2.2.8 に示す通り、プノンペン都に他の州から移動したのは395,246人(1998年)から515,492人(2008年)に増加し、プノンペン都から他の州に移動した人口は、それぞれ80,794人(1998年)、83,365人(2008年)となっている。従って、プノンペン都への流入過多となっており、人口増加が起こっている。プノンペン都の人口が増加している背景として、衣類工場などの増加による若者(特に女性)の流入が指摘されている。

表 2.2.8 プノンペン都の人口動態

From	To	Year	Migrants
Phnom Penh	Other Provinces	1998	80,794
		2008	83,365
Other Provinces	Phnom Penh	1998	395,246
		2008	515,492

出典: Overview of Urban Development in Phnom Penh Capital City, 2011

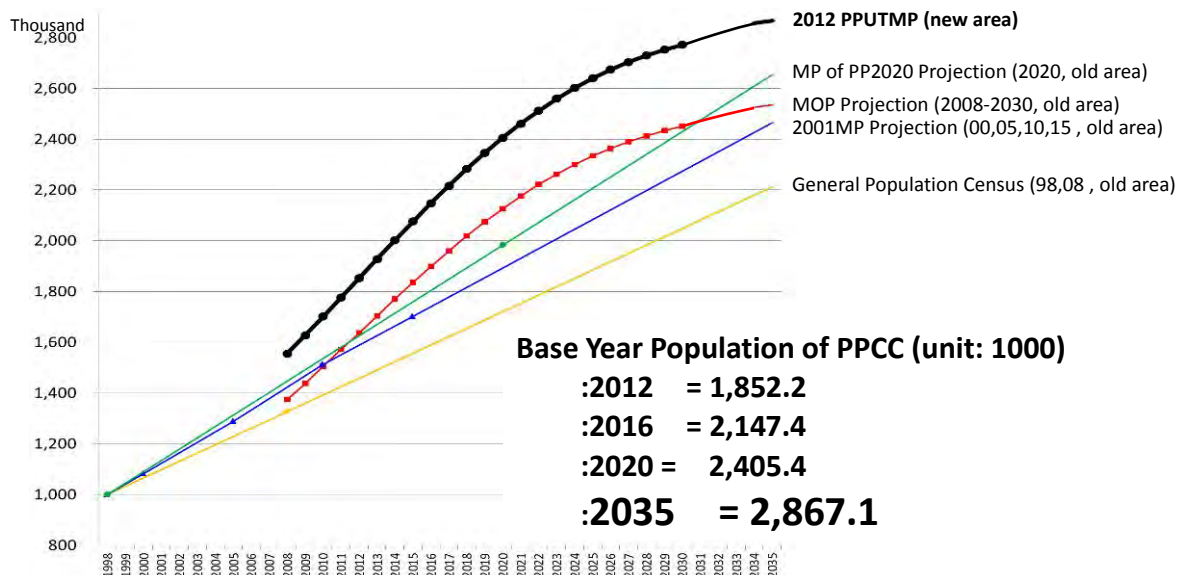
(3) 人口将来予測

カンボジア国では、1998年と2008年に国勢調査が行われている。これらの調査結果や、MOPによる2030年までの人口予測値をもとに、JICA「プノンペン都総合交通計画プロジェクト」では、表 2.2.9 および図 2.2.3⁸に示すとおり、基準年を2012年とした2035年までの人口予測を行っている。これによる2035年における総人口は2,867千人であり、この総人口は、図 2.2.3 中の赤線で示された「Old AreaにおけるMOPによる人口予測値」に、上記交通計画プロジェクトの中において、2008年の国勢調査の結果を用いて予測したNew Area内の人口値を加え、プノンペン都の総人口としたものである。本調査では、目標年次を2035年とする本表における人口予測値を用いて汚水対策計画を立案する。

表 2.2.9 JICA「プノンペン都総合交通計画プロジェクト」による人口予測

Name of Khan	1998	2008	2012	2016	2020	2035
01 Chamkarmon	187,082	182,004	184,200	196,500	200,900	240,400
02 Daun Penh	131,913	126,550	119,500	123,300	126,700	138,200
03 7 Makara	96,192	91,895	93,300	95,100	96,600	102,700
04 Tuol Kok	154,968	171,200	186,100	187,900	185,100	181,100
01-04 Sub-total	570,155	571,649	583,100	602,800	609,300	662,400
05 Dangkor	48,921	73,287	96,100	128,500	148,900	183,700
06 Po Senchey	73,414	159,455	234,900	269,300	321,600	349,500
07 Meanchey	97,190	194,636	282,700	349,100	403,300	490,800
08 Chbar Ampov	108,796	133,165	160,500	194,300	210,100	251,500
09 Reussey Keo	76,473	115,740	152,600	178,800	204,300	251,300
10 Chroy Changvar	53,231	68,708	84,000	102,900	126,700	155,500
11 Sen Sok	70,676	137,772	198,600	237,000	296,700	392,500
12 Prek Pnov	34,574	47,313	59,700	84,700	84,500	129,900
05-12 Sub-total	563,275	930,076	1,269,100	1,544,600	1,796,100	2,204,700
Total Population	1,133,430	1,501,725	1,852,200	2,147,400	2,405,400	2,867,100

注) 本表の人口は、現在のプノンペン行政区域 678.5 km²内全域内の人口値を表している。
出典：JICA「プノンペン都総合交通計画プロジェクト」(2014年)



出典：JICA「プノンペン都総合交通計画プロジェクト」(2014年)

図 2.2.3 JICA「プノンペン都総合交通計画プロジェクト」による人口予測

⁸ 本図における、Old Area は、図 2.2.2 における白抜きエリアを、New Area は、白抜きエリアとその周辺の赤いハッチングエリアを加えたエリアを、それぞれ示す。

2.2.4 産業

(1) カンボジアの産業構造

カンボジア国における産業別従事者率および GDP 比率を表 2.2.10 に示す。これより、国民の約 7 割が第一次産業に従事し、その GDP 比率は全体の 3 分の 1 を占めていることから、農林水産業が国の基幹産業であるといえる。しかしながら、近年では第三次産業の生産の成長が著しく、2008 年における GDP 比率は 41.3% であり、第一次産業の GDP 比率を上回っている。

プノンペン都の産業別従事者は、第三次産業と第二次産業を合わせた従事者率が約 95% に達しており、第一次産業従事者が多い全国の従事者比率と対照的な傾向を示している。

表 2.2.10 カンボジア国 産業別従事者率および GDP 比率

区分	従事者率(%)				GDP 比率(%)	
	全国		プノンペン都		全国	
	1998 年	2008 年	1998 年	2008 年	1998 年	2008 年
第一次産業 (農林水産業)	77.5	72.3	9.9	5.3	44.9	34.9
第二次産業 (鉱工業)	4.3	8.5	22.2	32.5	19.2	23.8
第三次産業 (サービス業)	18.2	19.2	67.9	62.2	35.9	41.3

出典：従事者率 「General Population Census of Cambodia 2008」、「General Population Census of Cambodia 1998」
GDP 比率 JETRO ホームページ(2008 年)、「Key Indicators (ADB2004)」

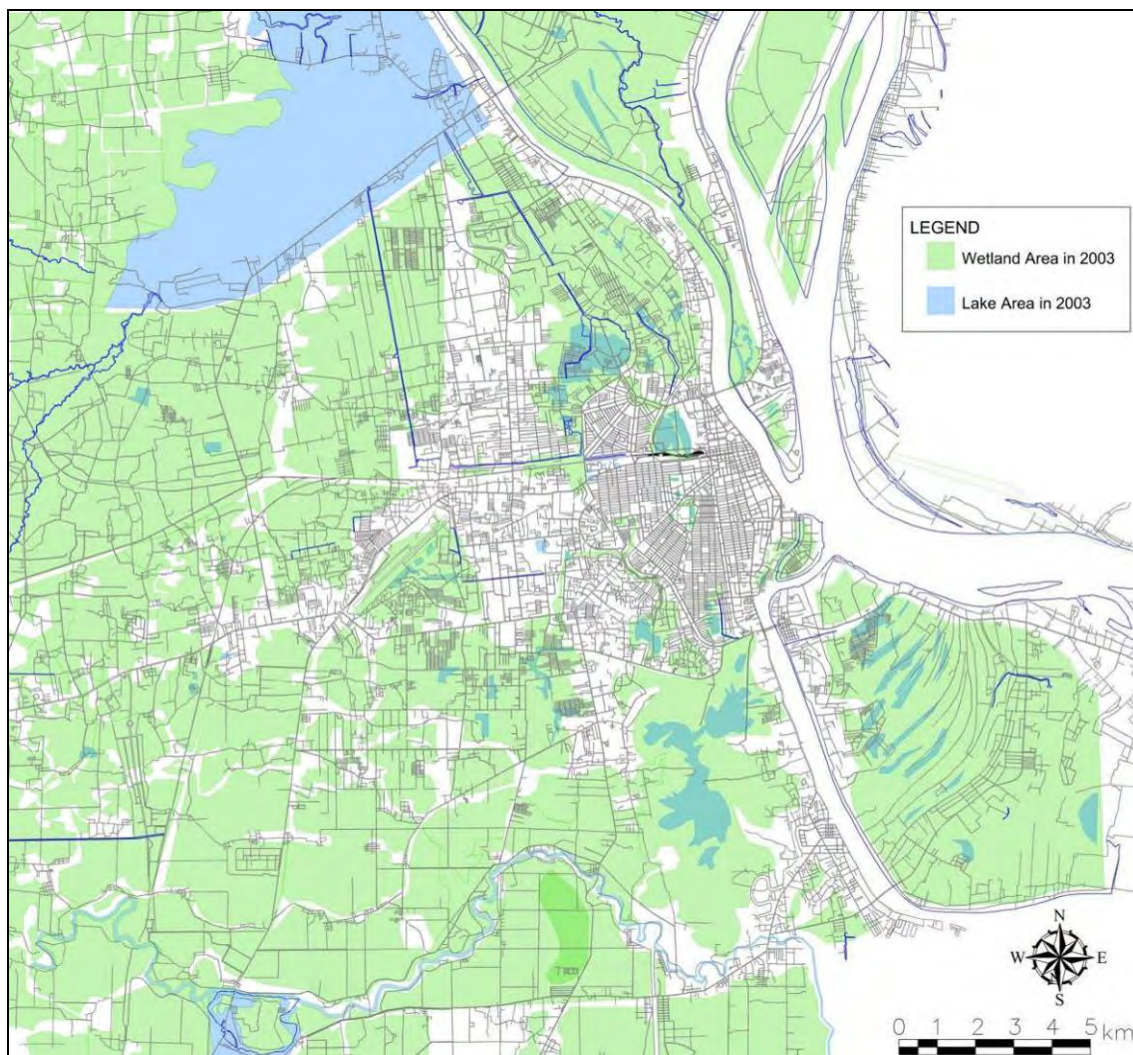
(2) 工業

MIH よると、2014 年 10 月現在、プノンペン都には、「不動産を除く資産」が 50 万 USD を超える規模の「大規模工場」としてカテゴライズされる工場が 684 件ある。大規模工場のうち、約 470 件が、繊維関連工場であり、約 50 件の靴・鞣工場がそれに続く。図 2.2.4 に、大規模工場の分布を示す。

また、現在の電力源の主力が小型のディーゼル発電や輸入電力であることから、電力料金が高く、プノンペン都における、電力料金は、家庭用が 0.15～0.20 USD/kWh、商工業用/政府機関向けが 0.18～0.22 USD/kWh、と近隣諸国に比べて高くなっている。

(2) 湿地・湖沼の減少

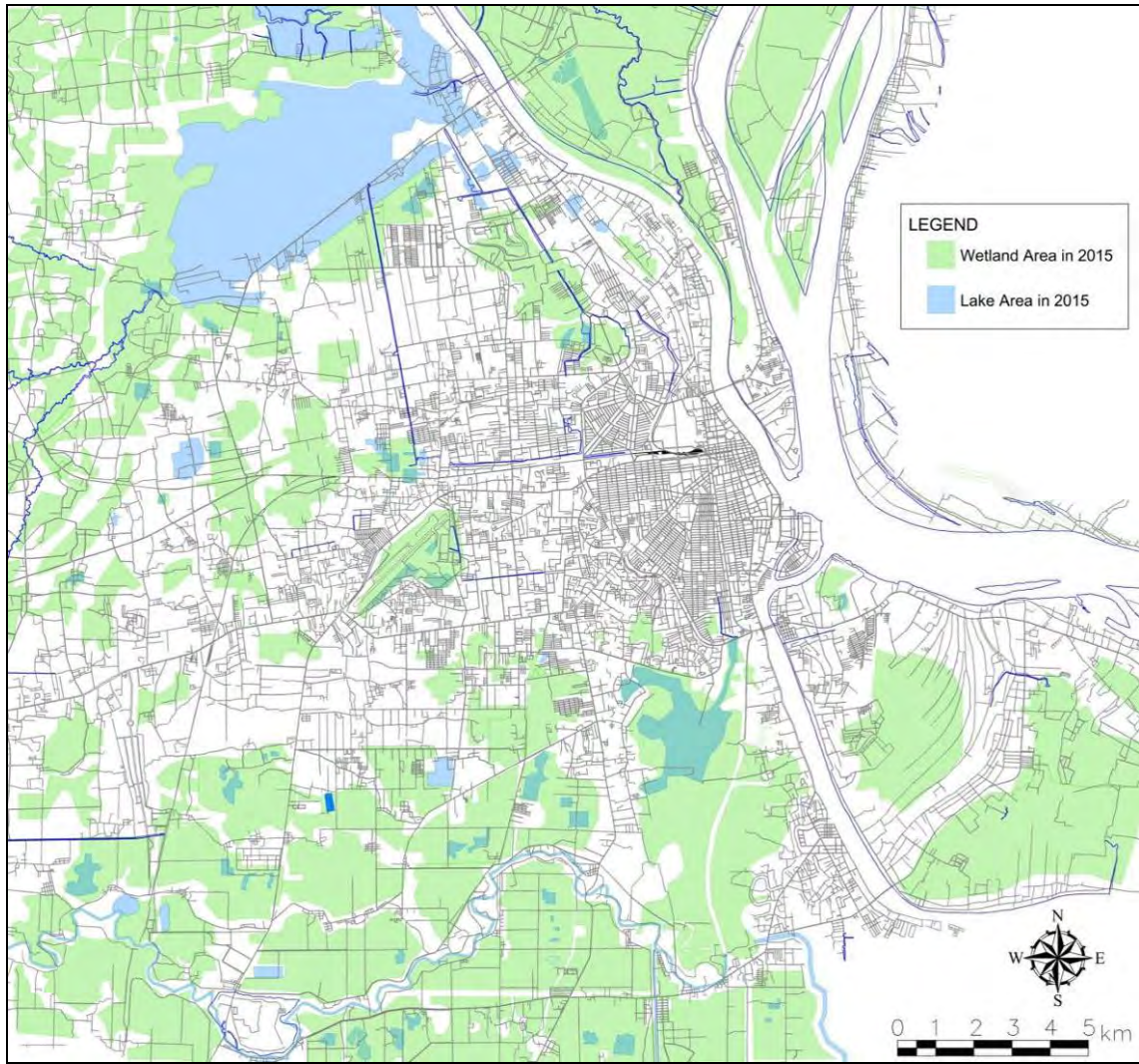
プノンペン都の工業化・都市化に伴い、都内の湿地帯および湖沼の面積は大きく減少している。図 2.2.5 および図 2.2.6 に 2003 年および 2015 年における都内の湿地帯・湖沼地区の範囲を示す。都市化により、都内中心部の湿地・緑地帯、湖沼等は埋め立てられ、その面積は概ね 50% 程度に減少している。さらに、2015 年現在でも、都内で多くの埋立て事業が進められており、更なる湿地・湖沼の自然浄化能力の低下が懸念されている⁹。



出典：航空写真に基づき調査団作成

図 2.2.5 2003 年におけるプノンペン都の湿地・緑地帯・湖沼地域

⁹ 土地利用計画遵守のための強制力が十分に働かず、開発行為等により湿地・湖沼が埋め立てられることも少なくない。



出典：航空写真に基づき調査団作成

図 2.2.6 2015 年におけるプノンペン都の湿地・緑地帯・湖沼地域

2.3 上位計画および関連計画

2.3.1 都市計画および開発計画および都市計画

(1) 国家戦略的開発計画(National Strategic Development Plan: NSDP)

カンボジア国政府は国家開発計画の基盤となる国家戦略として、グッドガバナンス(汚職撲滅、法制・司法改革、行財政改革、兵員削減の4戦略)の確立を最優先戦略とし、「①農業分野の強化」「②インフラの復興と建設」「③民間セクター開発と雇用創出」「④能力構築と人材開発」を最重要開発課題とする四辺形戦略(Rectangular Strategy)を掲げている。

カンボジア国政府は四辺形戦略に基づく開発計画として、国家戦略的開発計画 NSDP 2009～2013 を策定、2010年6月に発表した。本開発計画では、下水・排水セクターに係る開発方針として、特に、国道沿いに位置するプノンペン都を含む大都市において、下水・排水施設の整備と維持を重点項目として位置付けている。また、NSDP 2014～2018 においても、NSDP 2009～2013 に引き続き、国道沿いに位置するプノンペン都を含む大都市において、下水・排水施設の整備と維持を重点項目として位置付けている。

(2) 汚水管理計画(Wastewater Management Plan)

現在のところ、プノンペン都としての汚水管理計画はない。ただし、国レベルでは、MPWTにより作成された汚水管理計画がある。これは、カンボジア国内の首都や県庁所在地における汚水対策事業の実績と進行中の計画をとりまとめたものである。しかしながら、本計画は、図書としてとりまとめられておらず、表 2.3.1 に示すリストが存在するのみである。

なお、表 2.3.1 にまとめてあるとおり、ADBにより実施されているプロジェクトが多くある。表から分かるように、ADBはカンボジア国における汚水対策分野の援助をプノンペン都以外の都市に対して行っている。現在明らかとなっている2018年までの計画の中では、プノンペン都への援助を実施する計画はない。一方、表中における Poipet、Battambang および Bavet では、詳細設計および施設建設を進める計画である。

表 2.3.1 汚水管理計画(Wastewater Management Plan)

都市	ドナー	能力 (m ³ /day)	状況	完成/調査 終了年 (year)
Poipet town	ADB	3,000	調査実施中	2015
Serei Saophaon Town	ADB	3,000	調査実施中	2015
Battambang Town	EU	2,800	完成	1994
Battambang Town	ADB	3,000	調査実施中	2015
Sihanouk Ville	ADB	6,000	完成	2006
Kamport Town	未定	6,000	調査実施中(KUNHWA)	2015
Kep Town	未定	3,000	調査実施中(DPWT/Kep town)	2015
Phnom Penh	-	30,000	調査済み(GS Engineering & Construction)	2011
Takhmao Town	-	6,000	調査実施中 (KUNHWA)	2015
Bavet Town	ADB	3,000	調査実施中	2015
Kampong Chhnang Town	ADB	3,000	調査実施中	2015
Kampong Thom Town	ADB	3,000	調査実施中	2015
Pursat Town	ADB	3,000	調査実施中	2015
Siem Riap Town	ADB	2,500	完成	2009
Siem Riap Town	EDCF(韓国)	10,000	建設中	-

注) KUNHWA、GS Engineering & Construction は、韓国のコンサルタント
出典：MPWT

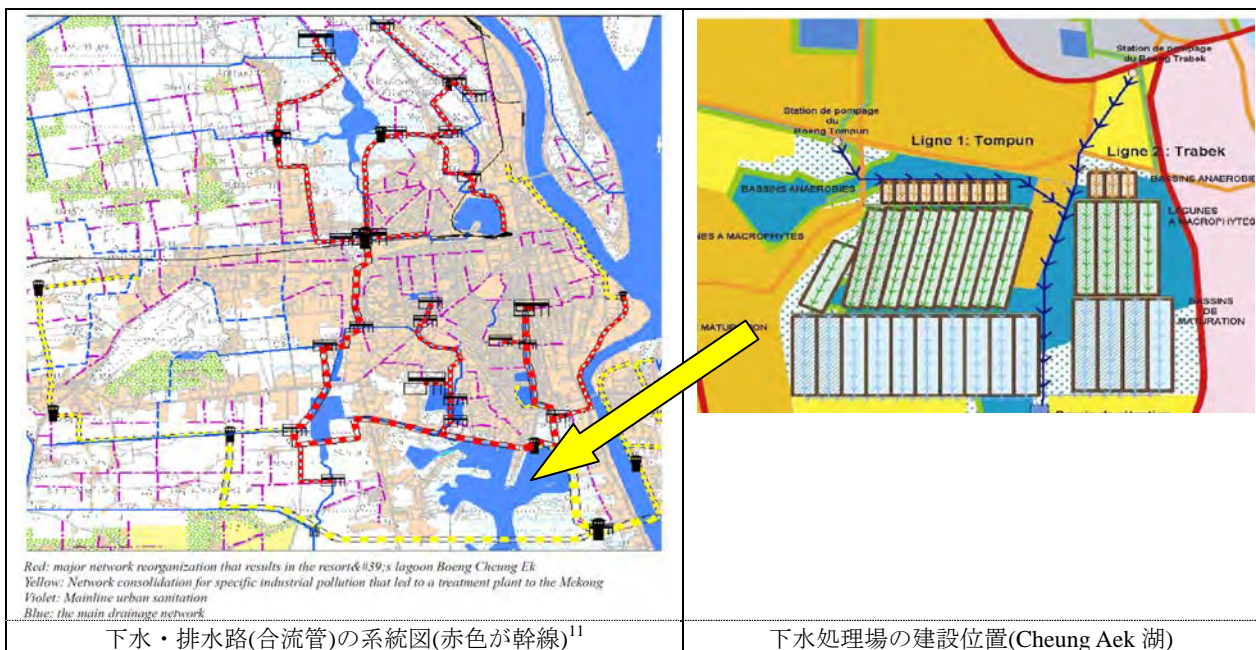
(3) プノンペン都都市開発戦略(City Development Strategy: CDS)

プノンペン都は、上記の国家レベルの開発計画を踏まえた上で、2015 年を目標年¹⁰とする都市開発戦略(City Development Strategy : CDS)を 2005 年に策定している。CDS では、今後のプノンペン都の発展と市民生活の向上を目的とした開発計画構想における 5 つの重点分野として「①土地利用と住宅」、「②環境と天然資源」、「③社会資本整備と交通」、「④社会福祉」、「⑤経済発展」を挙げている。これらの重点項目下にそれぞれ目標として、重点分野②の下に「水質汚濁の防止」および「下水処理の促進」が、重点分野③の下に「排水システムの改善」が位置付けられている。

(4) プノンペン都都市開発計画(White Book on Development and Planning of Phnom Penh)

プノンペン都は、CDS に基づき、フランス政府およびパリ市の支援により、2020 年を目標年としたプノンペン都の総合都市開発計画を 2007 年に策定した。その後、その目標年次を 2035 年に延伸し、王令により設立された土地管理都市計画国家委員会による可決を経て、2015 年 12 月 23 日付けの sub-decree の発出により承認された。

本計画では、プノンペン都の一極集中を防ぐための郊外の開発と都市圏の拡大、住宅・土地開発における官民連携の促進、景観・環境都市としてのアイデンティティの確立等の計画が提案されている。下水・排水分野の整備方針について、以下の図 2.3.1 に示すように、下水処理場を Cheung Aek Lake へ設置し、処理方式をラグーンとする提案をしている。



下水・排水路(合流管)の系統図(赤色が幹線)¹¹

下水処理場の建設位置(Cheung Aek 湖)

出典：White Book on Development and Planning of Phnom Penh

図 2.3.1 プノンペン都都市開発計画による下水・排水分野における戦略

(5) プノンペンにおける大規模開発計画

プノンペン都においては、表 2.3.2 および図 2.3.2 に示すような大規模開発区域¹²が存在する。これらの開発区域における計画人口は、表 2.2.9 における人口予測値の中で考慮されている。

¹⁰ プノンペン都によると、2015 年为目标年次であるものの、目標の達成度等の評価結果はない。

¹¹ この下図による土地利用計画は、改定され、図 2.1.10 の土地利用図となっている。

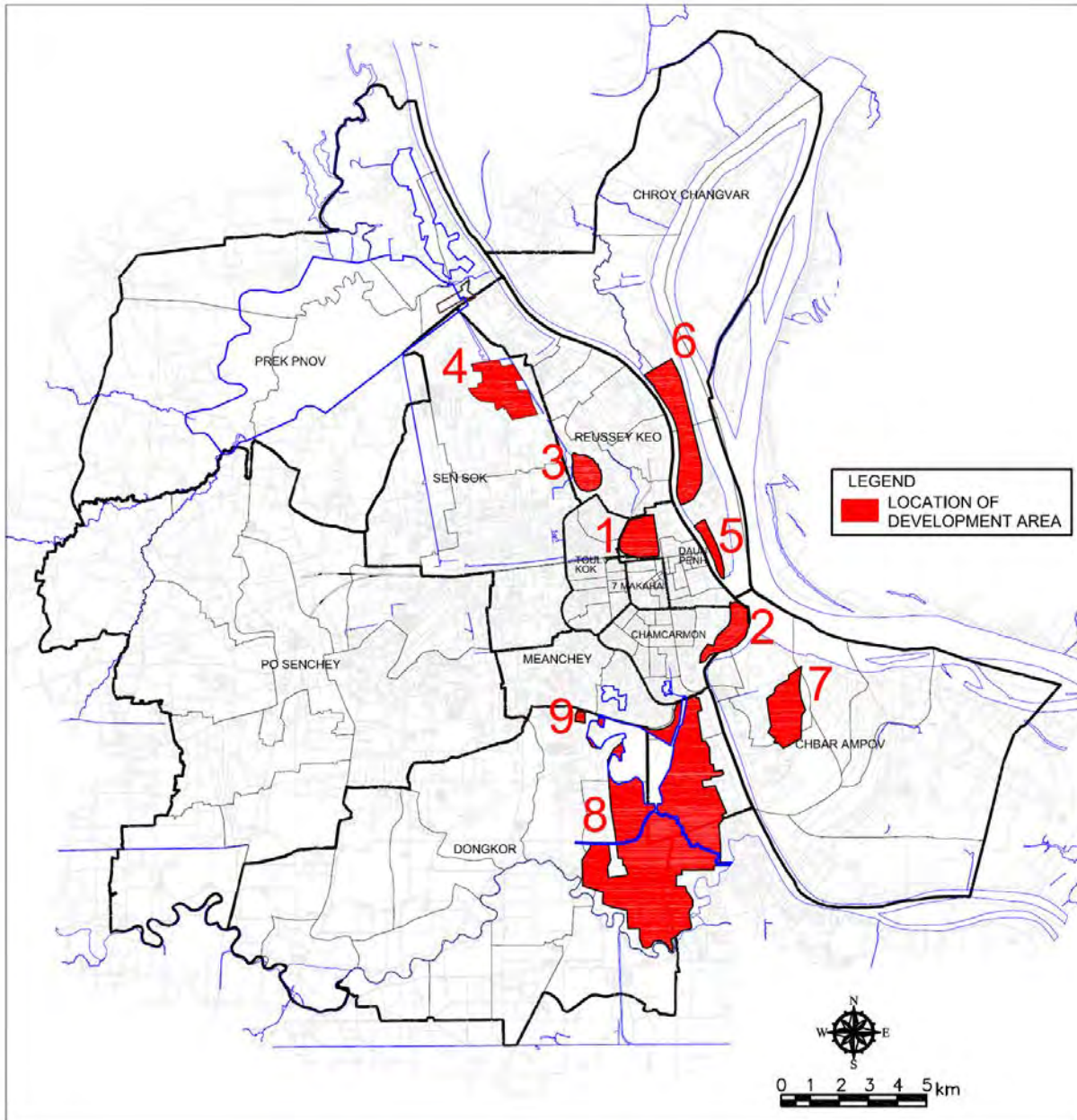
¹² 大規模開発区域に係る開発許可や汚水対策や雨水排水対策の規定等については、2.6.1(3)に記述している。

表 2.3.2 開発区域の概要

No.	City	Location	Area (ha)	Use ^(Note 1)	Progress	Project Owner
1	Boueng Kok	Srah Chak in Doun Penh	133	Commercial and Office, Residential (40,000)	Under Construction	Sukaco
2	Diamond City	Tonle Basak in Chamkarmon	80	Commercial and Office, Residential (5,000)	Under Construction	Canadian Bank
3	Camko City	Phnom Penh Thmei in Sen Sok	119	Residential (10,000)	On Sales partially and Under Construction	World City
4	Grand Phnom Penh	Khmuonth in Sen Sok	233	Commercial and Office, Residential (12,000)	On Sales partially and Under Construction	YLP & Ciputra
5	Chroy Changvar	Chroy Changvar	13	Commercial	Under Construction	Sokimex
6	Satellite City	Preaek Lieb, Preaek Ta Sek in Chroy Changvar	380	Commercial and Office, Residential (40,000)	Under Planning	OCIC
7	Pratinum City	Nirouth in Meanchey	140	Residential (8,000)	On Sales partially and Under Construction	Borey Peng Huoth
8	ING Sity	Chak Angrae Leu, Chak Angrae Kraom in Mean chey. Dangka, Cheung Ek, Preaek Kampis in Dangkor	2,572	Residential (300,000)	Under Planning	ING
9	BTP	Dongkor	10	Residential (1,000)	Under Contract	Borey Peng Houth

Note 1: カッコ内は計画人口

出典：PPCC の資料に基づき調査団が作成



出典：PPCC の資料に基づき調査団が作成

図 2.3.2 開発区域の位置図

2.3.2 関連調査・事業

(1) 韓国による F/S 調査(Feasibility Study of Sewage Treatment Plant in Phnom Penh, Kingdom of Cambodia(2011 年 3 月))

本プロジェクトと関連が深い最新の調査として、韓国による F/S 調査(Feasibility Study of Sewage Treatment Plant in Phnom Penh, Kingdom of Cambodia(2011 年 3 月))がある。本 F/S 調査の概要を表 2.3.3 に示す。表 2.3.3 にあるように、本 F/S 調査では窒素およびリンの除去を想定した処理方式を提案している。

しかしながら、現時点で、プノンペン都は、窒素およびリンの除去は想定していない上、現在のプノンペン都の行政面積(678.46 km²)ではなく、当時のプノンペン都城(376.93 km²)、その中

でも、中心市街地のみを対象とした調査となっていること、また、本調査策定当時は、算定された総事業費が高いと判断されたことから、F/S 調査で終了した状況となっている。

表 2.3.3 韓国による F/S 調査の概要

項目	内容
目標年次	2030 年
排除方式	合流式(インターセプター)
下水処理場数	3 箇所 - Toul Kork - Cheung Aek Lake - Tumpum 水路の流末(外輪中堤内)
インターセプター管	23.8 km (口径 450~1,200 mm)
下水処理方式	高度処理(4 Stage-BNR 法) (4 Stage-BNR 法：反応槽が無酸素槽、嫌気槽、無酸素槽および好気槽の 4 つのステージで構成される処理方式)
概算事業費	242.6 百万 USD 内訳： 下水処理場 220.3 百万 USD インターセプター 22.3 百万 USD

☒ は下水処理場予定地を示す。

出典: Feasibility Study of Sewage Treatment Plant in Phnom Penh, Kingdom of Cambodia(2011 年 3 月)

なお、実施済みの関連事業については、2.4 節にて記述する。

2.3.3 給水計画

(1) 給水の状況

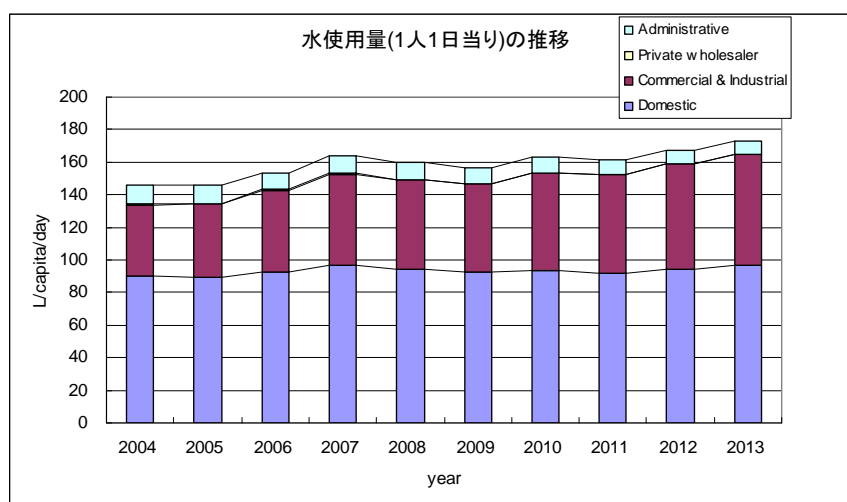
プノンペン都の給水は PPWSA が行っている。PPWSA による、プノンペン都における近年(2004 年~2013 年)における給水状況を表 2.3.4 に示す。表より急激な都市化により、給水人口および給水量が増加していることがわかる。また、1 日 1 人当りの給水量を図 2.3.3 に示しているが、年平均の増加率は約 2.0%である。一方、無収水率は、近年概ね 6~8%で推移している。家庭用とそれ以外の需要量の比率は、約 60:40 である。

表 2.3.4 プノンペン都 (PPWSA) における給水実績

項目	単位	2004	2005	2006	2007	2008
給水人口(平均)	千人	917.7	1,055.5	1,166.8	1,246.5	1,372.9
有収水量(平均)						
(1) 家庭	千 m ³ /day	83.0	94.5	107.9	121.0	129.6
(2) 商業・工業	千 m ³ /day	39.8	47.4	58.5	69.5	75.0
(3) 水卸売商向け	千 m ³ /day	0.2	0.3	0.6	0.6	0.6
(4) 官公庁	千 m ³ /day	10.6	11.7	12.2	12.9	13.7
(5) 合計	千 m ³ /day	133.5	153.9	179.2	204.0	218.9
給水量に占める家庭系の割合 (= (1)/(5))		0.62	0.61	0.60	0.59	0.59
1人1日当り給水量(平均)						
家庭	L/capita/day	90.4	89.5	92.5	97.1	94.4
商業・工業	L/capita/day	43.4	44.9	50.1	55.8	54.6
水卸売商向け	L/capita/day	0.2	0.3	0.5	0.5	0.4
官公庁	L/capita/day	11.6	11.1	10.5	10.3	10.0
合計	L/capita/day	145.5	145.8	153.6	163.7	159.4
無収水率(平均)	%	14.1	9.2	7.4	6.2	6.2

項目	単位	2009	2010	2011	2012	2013
給水人口(平均)	千人	1,483.2	1,579.6	1,695.1	1,812.6	1,955.7
有収水量(平均)						
家庭	千 m ³ /day	137.7	148.2	155.9	171.6	189.0
商業・工業	千 m ³ /day	79.8	93.4	102.4	116.3	132.5
水卸売商向け	千 m ³ /day	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1
官公庁	千 m ³ /day	14.3	16.2	14.9	15.5	17.1
合計	千 m ³ /day	232.2	258.1	273.3	303.6	338.7
給水量に占める家庭系の割合 (= (1)/(5))		0.59	0.57	0.57	0.57	0.56
1人1日当り水使用量(平均)						
家庭	L/capita/day	92.8	93.8	92.0	94.7	96.6
商業・工業	L/capita/day	53.8	59.1	60.4	64.2	67.8
水卸売商向け	L/capita/day	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1
官公庁	L/capita/day	9.6	10.3	8.8	8.6	8.7
合計	L/capita/day	156.6	163.4	161.2	167.5	173.2
無収水率(平均)	%	5.9	5.8	6.7	6.6	7.7

出典：PPWSA

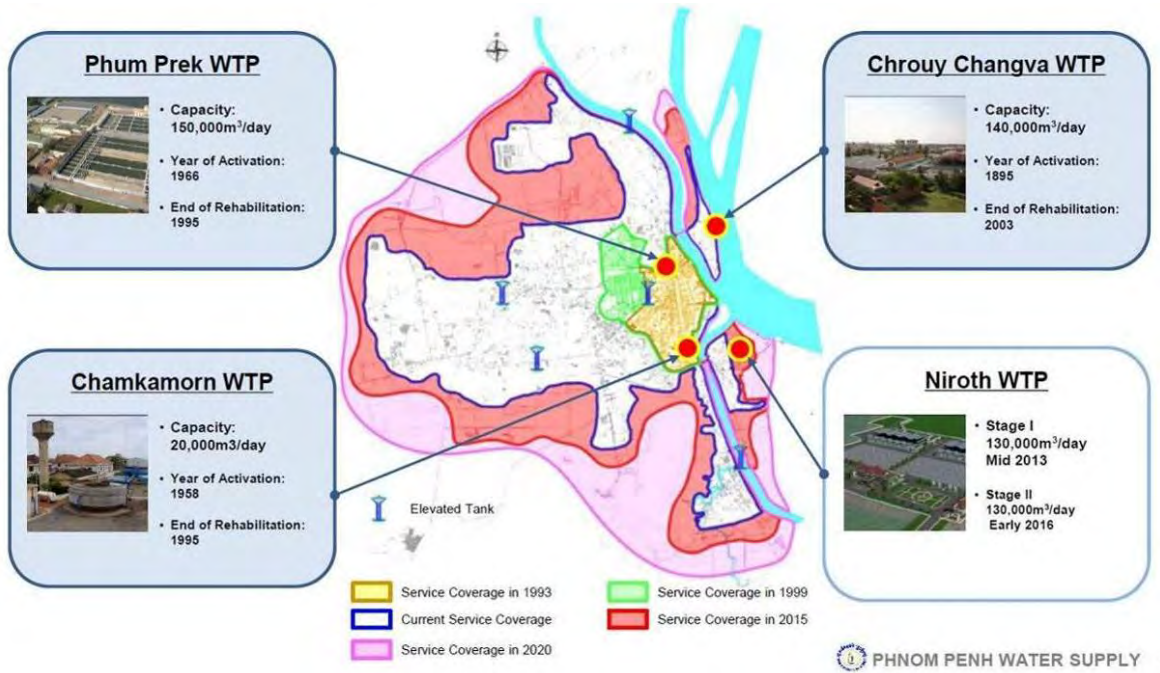


出典：PPWSA

図 2.3.3 1人1日当り水使用量

また、図 2.3.4 に示すように、給水エリアも既成市街地から順次、その周辺部へと拡大し、それに呼応する形で、浄水場も、Chamkamorn, WTP、Chrouy Changva WTP、Puum Prek WTP、Niroth WTP(第 1 期)と順次整備が進み、現在の給水能力は 440,000 m³/日となっている。

一方、PPWSA による 2020 年を目標とした給水計画(Water Demand Report in Master Plan Update, Feasibility Study and Environmental Impact Assessment, September 2012)によると、2020 年には、水需要量が 500,000 m³/日に達することから、Niroth WTP(第 2 期：給水能力 130,000 m³/日)工事の着工が急がれるとしている。



出典：PPWSA

図 2.3.4

PPWSA による給水エリアおよび浄水場の概要

2.4 既存施設の状況

2.4.1 ドナーの援助実績

プノンペン都における汚水対策および雨水排水改善に係るドナーの実施済みの援助実績は、表 2.4.1 のとおりとなっている。

表 2.4.1 プノンペン都においてドナーにより実施された汚水対策・雨水排水改善事業

実施年度	機関名	案件名	金額	援助形態	概要
1998-2003	ADB	プノンペン市給水・排水プロジェクト Part B: 排水改善 (Loan No.1468-CAM)	12,000 (千 USD)	有償	- Trabek ポンプ場の改修実施 - Trabek 排水路、Toul Sen 排水路の改修実施
2002-2004	JICA	プノンペン市洪水防御・排水改善計画 (フェーズ 1)	2,056 (百万円) (E/N 金額)	無償	- プノンペン市西部・南部を対象とした、洪水防御・排水改善施設建設 (輪中堤補強、排水路改修、ポンプ場新設、樋門改修・新設)
2002-2005	AFD	プノンペン市の都市開発担当機関の人材に対する支援プロジェクト	不明	技協	- プノンペン市の都市開発、経済、排水・下水、交通、給水、電気等の分野の開発計画(排水・下水分野において排水網の部分的水理モデル構築を実施)
2007-2010	JICA	プノンペン市洪水防御・排水改善計画 (フェーズ 2)	2,595 (百万円) (E/N 金額)	無償	- プノンペン市北東部を対象とした、洪水防御・排水改善施設建設(Sap 川護岸改修、ポンプ場・地下貯留槽新設、排水管路敷設)
2008-2010	AFD	中央マーケット復興プロジェクト	4,200 (千 USD)	無償	- 中央マーケットとその周辺部における排水の改修を含む環境整備の実施
2012-2015	JICA	プノンペン市洪水防御・排水改善計画 (フェーズ 3)	3,700 (百万円) (E/N 金額)	無償	- プノンペン市南東部を対象とした、洪水防御・排水改善施設建設(王宮南側チャンパー改修、排水管網の整備) および排水システム維持管理用機材調達

注) プノンペン市とプノンペン都が、表中に混在するのは、その当時のプロジェクト名をそのまま引用しているためである。

出典 :調査団

2.4.2 汚水対策施設

(1) プノンペン都における現状と課題

プノンペン都には、現在のところ、下水処理場がないため、腐敗槽等の衛生施設の整備状況を表 2.4.2 に示す。衛生施設を有する世帯のうち、排水路への接続が 71.8%を占め、腐敗槽の 19.7%が続く。

表 2.4.2 プノンペン都の衛生施設の状況

全世帯数	全世帯数における衛生施設の有無(%)				
	なし	あり			
		下水管(排水管)に接続 ¹³	腐敗槽 ¹⁴	汲み取り便所 ¹⁵	その他
352,702	7.1	71.8	19.7	1.3	-
		92.9			

出典: Cambodia Inter-Census Population Survey 2013

プノンペン都廃棄物管理課(Waste Management Division :WMD)や腐敗槽汚泥(セプテージ)の引抜き業者への聞き取り調査によると、プノンペン都では、腐敗槽汚泥(セプテージ)の引抜きは、バキュームカーを保有する 30 社程度ある民間の会社が行っている。そのうち、大きな会社は 3~4 社あり、10 台以上のバキュームカーを保有している。それ以外の会社は、1~2 台程度を保有している。また、1 回当たりの引抜き料金は、30~100USD¹⁶であるとのことである。なお、腐敗槽汚泥の引抜きをバキュームカーにより実施するための許可制度はない。引き抜かれた汚泥は、Dongkor ごみ処分場の浸出余水池に持ち込まれるか、不法投棄されている。

なお、カンボジア国では、Sub-decree on Conctruction Permit(建築許可に関する政令)の中で表 2.4.3 に示すような腐敗槽の設置に係る仕様の記述があるが、標準図等は存在しない。また、腐敗槽の維持管理に係る法律・規定も存在しない。

表 2.4.3 建築許可に関する政令による腐敗槽の仕様

項目	内容	
必要容積	一般家屋	少なくとも 3 m ³ (1 家屋、アパートメント 1フロア当り、または、80 m ² 当り)
	ホテル	少なくとも 2 m ³ および 1 ベッドルーム当り 0.5 m ³
深さ	少なくとも 1.5 m	
その他	換気孔を設けること	
	雨水が浸入しない構造とすること	

出典: 建築許可に関する Sub-decree

一方、近年では、環境保全に積極的に取り組むという観点から、自社資金にて、水質基準値、またはそれ以上の水質を確保するため、積極的に汚水処理施設の整備を行っている工場や商業施設等も現れている(写真 2.4.1 参照)。



出典: 調査団

写真 2.4.1 汚水対策施設の整備を実施する工場や商業施設

¹³ DPWT/PPCC によると、「下水管(排水管)」とは、腐敗槽を有し、なおかつ、腐敗槽からの上澄み水と雑排水を、下水管(排水管)へと接続する家屋であるとのことである。

¹⁴ DPWT/PPCC によると、腐敗槽からの上澄み水や雑排水は、付近の湿地等に直接放流されるとのことである。

¹⁵ DPWT/PPCC によると、汲み取り便所の汚泥は、自家処理等により処理されるとのことである。

¹⁶ 引抜き料金のバラツキは、引抜き汚泥の量によるものである。

(2) カンボジア国他都市での事例

現在、カンボジア国では、Battambang、Sihanoukville および Siem Reap にて、下水処理場が設置されている。その概要を表 2.4.4 にまとめる。

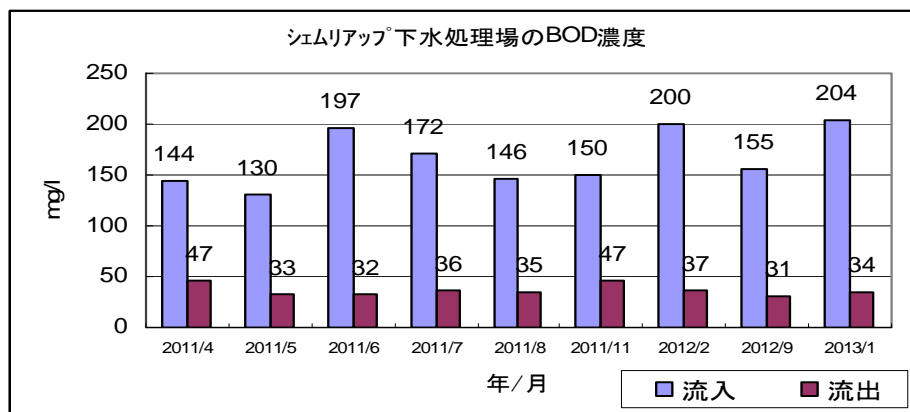
表 2.4.4 Battambang、Sihanoukville および Siem Reap の污水対策の概要

Item	Battambang	Sihanoukville	Siem Reap
Fund	EU	ADB	ADB/EDCF
Project cost (million USD)	4.00	11.19	44.36
Sewage collection system	Combined	Combined /Separate	Combined
Planning population	200,000	100,000	170,000
Population serviced (person)	20,000	7,844	47,260
Serviced area (ha)	300	221.5	1,082
Treatment capacity (m ³ /day)	2,800	6,900	8,000
Actual inflow (m ³ /day)	Unknown	6,270	17,696
Treatment method	Lagoon	Lagoon	Lagoon
Domestic wastewater generation per person (L/person/day)	120	150	150
BOD generation per person (g/person/day)	Unknown	40	BOD=200 mg/L

出典：MPWT

また、MPWT による聞き取り調査により判明した、それらの都市における污水対策および雨水排水改善事業に係る現状や課題を以下に列記する。

- **Battambang**：人員不足などから、水質モニタリングが出来ておらず、下水処理場への流入と流出に関する水質のデータがない。下水道使用料は徴収されているが、この収入が下水・排水管理に特化した形でプールされる仕組みが整っていないため、徴収した下水道使用料が、下水・排水管理のために使われているかどうか不透明である。
- **Sihanoukville**：下水・排水施設の運営維持管理費用は、徴収した下水道使用料により賄えている。ただし、Sihanoukville 下水処理場は、Sihanoukville の都市全域をカバーしていないため、今後、さらに下水道の整備エリアを増やしていくことが課題である。また、Sihanoukville 下水処理場内にあるラボの試験器具の老朽化や試験を担当する職員の能力が低いため、サンプリングの方法や試験体の保存方法等に難があり、良好な水質検査結果が得られていない。
- **Siem Reap**：Siem Reap 下水処理場の水質は、図 2.4.1 に示すように良好であり、下水処理場の運転状況は良好であるが、2.6.3 節に詳述するように、事業体としての収支は赤字となっている。



出典：MPWT

図 2.4.1 Siem Reap 下水処理場の水質

2.4.3 雨水排水施設

カンボジア国全体の、雨水排水施設の整備状況はいまだ非常に低いといえる。カンボジア国において排水施設が整備されているのは都市部および都市近郊の村落部に限られ、これらの地域における排水管は下水管を兼ねている。

Mekong 川沿いに点在する地方都市の多くは規模が小さく、自然堤防上に成立しているため、自然排水が可能であり、排水施設が未整備であっても排水に関連する問題が発生することは少ない。一方、プノンペン、Siem Reap、Sihanoukville 等の比較的大規模な都市では、近年になり都市の発展とともに、低地にまで土地利用が進んできたため、排水不良による浸水被害等の問題が発生するようになってきている。

現在のところ、プノンペン都では排水管路網の整備、排水機場の整備が進みつつあるが、それ以外の都市においては排水施設の計画的な整備は進んでいない。

(1) 「プノンペン市都市排水・洪水対策計画策定調査(1999年)」と無償資金協力事業

JICA による開発調査「プノンペン市都市排水・洪水対策計画調査(1999年)」では、8つのコンポーネントから構成される、プノンペン市および周辺地域の総合的な治水・排水対策 M/P(以下、「M/P1999」)が策定された。「M/P1999」では、総額 261.6 百万 USD の事業を 2010 年までに完成させる整備計画を提案しており、事業実施による経済的内部収益率(EIRR)は 12.9%と算定されていた。

プノンペン都は「M/P1999」策定以降これまで、この計画に基づいて雨水排水施設を整備してきており、大規模かつ計画的な整備事業は主として日本の無償資金協力事業、および ADB の援助事業により実施しており、小規模かつ対症療法的な整備は、カンボジア国の自国資金により実施している。日本の無償資金協力事業はこれまで 3 フェーズにわたって段階的に実施されてきたが、「M/P1999」で提案された計画のコンポーネントと 2000 年以降に実施された日本の無償資金協力事業などの主要事業の関係は、表 2.4.5 のとおりである。

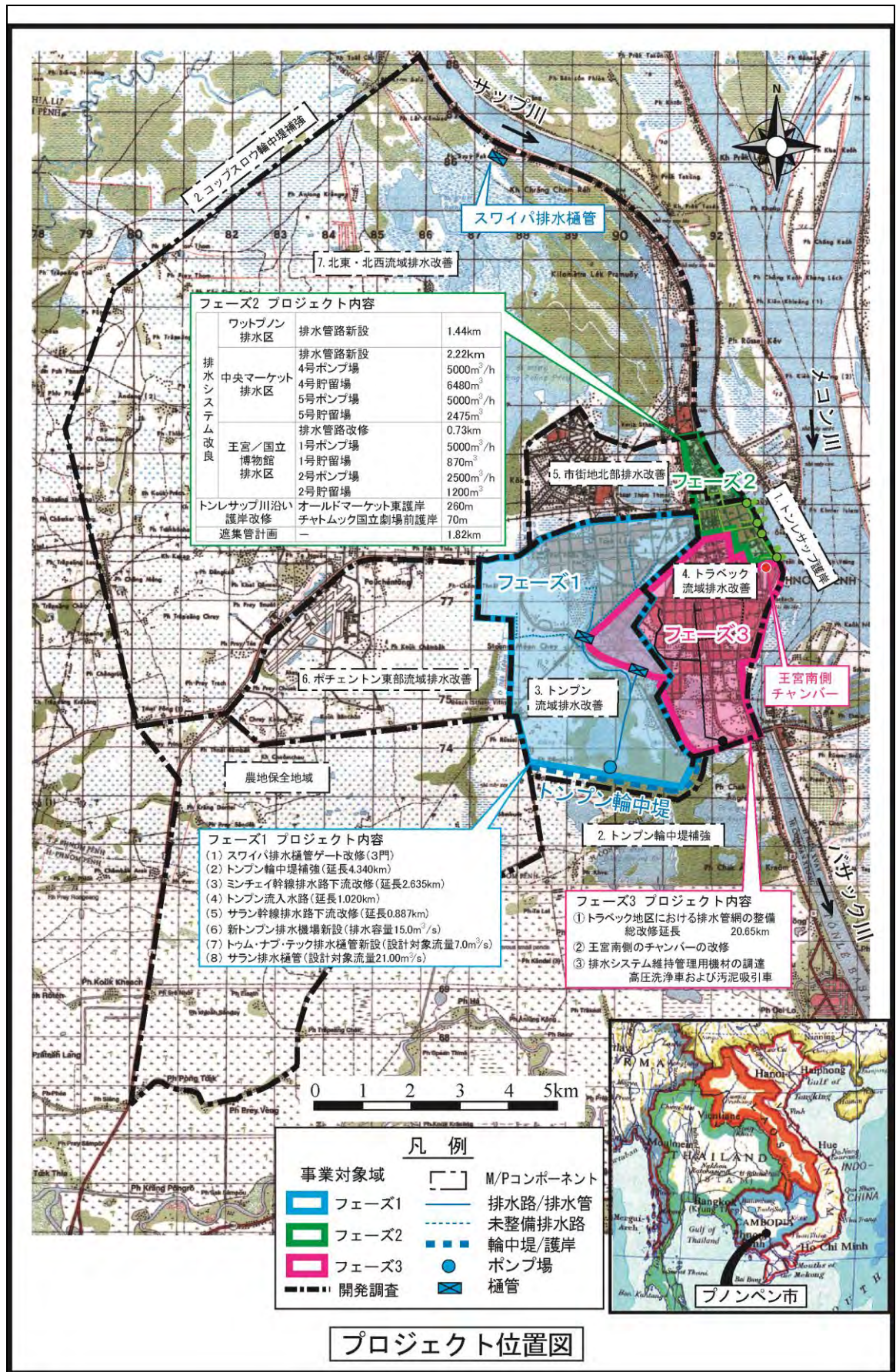
表 2.4.5 JICA 「M/P1999」と主要な実施済援助事業の関係

「M/P1999」で提案されたコンポーネント		日本の無償資金協力による実施	他ドナーによる実施
1	Sap 川沿い部分護岸	- 破損箇所の改修および施設建設に伴う部分に限定して実施(フェーズ 2)	—
2	Kop Srov および輪中堤の補強	- Tumpun 堤防のみ実施(フェーズ 1)	- ADB : Kop Srov 堤防のみ実施
3	Tumpun 流域排水改善	- 最下流のポンプ場建設、排水路下流区間の整備、Monireth 排水区の一部のみ実施(フェーズ 1) - 流域内排水管路網整備は実施せず	—
4	Trabek 流域排水改善	- 地下貯留槽、ポンプ場、遮集管の整備を実施(フェーズ 2) - 流域内排水管路網の幹線部分を実施(フェーズ 3)	- ADB : 最下流のポンプ場および幹線排水路のみ実施 - AFD : 中央マーケット周辺の排水管路改修実施
5	市街地北部排水改善	- Wat punom の周囲のみ実施(フェーズ 2)	—
6	Pochentong 東部流域排水改善	—	—
7	北東・北西流域排水改善	- 北東流域の Svay Pak 樋管の改修のみ実施(フェーズ 1)	—
8	環境改善	- 護岸の破損箇所の改修に伴う川岸の整備を実施(フェーズ 2)	—

出典：調査団

上表に示すとおり、これまで実施された無償資金協力事業では、その対象範囲の全域を網羅する排水システムを改善したわけではなく、現状において緊急に必要な最小限の主要な改修のみを対象としてきた。これまでの無償資金協力事業の対象地域内において、「M/P1999」で提案されながら実施されなかった主な未改修項目は、プノンペン南西部の Tumpun 流域における主要排水路(開水路)の上流区間と幹線・支線排水管(暗渠)の整備、Wat Phnom より北側地域の排水改善、支線排水管(暗渠)の整備、である。

「M/P1999」のコンポーネント境界および日本の無償資金協力の事業位置図は図 2.4.2 に示すとおりである。



出典：カンボジア国 第三次プノンペン市洪水防御・排水改善計画準備調査報告書

図 2.4.2 「M/P1999」のコンポーネントの境界と日本の無償資金協力事業対象エリア

(2) 雨水排水施設の現状

プノンペン都内の雨水排水施設の整備は、DPWT および Khan、Sangkat レベルの自治体によって実施されている。建設後の施設の運営維持管理は、DPWT が担当している。

Khan および Sangkat レベルの自治体によって整備された排水管路とマンホールは、自治体から DPWT に報告され、DPWT が整備した排水管路・マンホールとともに記録されている。DPWT は 1994 年以降、排水管路の管径毎の総延長、ならびにマンホールの大きさ毎の総数を記録しており、表 2.4.6 は DPWT から入手できた 2006 年以降の排水管路延長とマンホール数の推移を示している。

表 2.4.6 DPWT が記録している排水管路の総延長とマンホールの総数

排水管路								
Pipe size	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Ø200cm								
Ø180cm					301	301	301	301
Ø160cm	85	85	85	85	85	85	85	85
Ø150cm	8,331	9,631	10,847	13,918	17,966	17,966	18,752	19,782
Ø120cm	775	17,820	17,820	17,820	18,187	18,187	18,187	18,187
Ø100cm	42,837	57,962	65,620	81,250	82,110	82,417	84,325	87,876
Ø80cm	26,675	41,712	46,317	50,601	50,939	51,452	51,452	52,125
Ø60cm	124,106	142,125	147,297	157,628	158,068	160,173	160,545	162,049
Ø50cm	51,753	59,873	64,488	64,488	66,237	66,237	66,237	66,237
Ø40cm	13,815	18,942	22,049	22,049	22,105	22,105	22,105	22,105
Ø30cm	33,883	42,902	46,115	46,755	46,755	47,173	47,536	48,412
U 字側溝					320	320	320	320
Total (m)	302,260	391,052	420,638	454,594	463,073	466,416	469,845	477,479
新規敷設延長(m)	-	88,792	29,586	33,956	8,479	3,343	3,429	7,634
マンホール								
Size	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
200cm×130cm					45	45	61	127
130cm×130cm	1,993	3,420	3,701	4,510	4,530	4,558	4,617	4,785
110cm×110cm	1,395	1,669	1,823	2,025	2,025	2,025	2,025	2,052
90cm×90cm	5,171	8,080	8,545	9,120	9,142	9,233	9,266	9,354
70cm×70cm	6,629	9,103	9,334	16,662	16,682	16,822	16,895	17,104
Total	15,188	22,272	23,403	32,317	32,424	32,683	32,864	33,422
新規敷設延長(m)	-	7,084	1,131	8,914	107	259	181	558

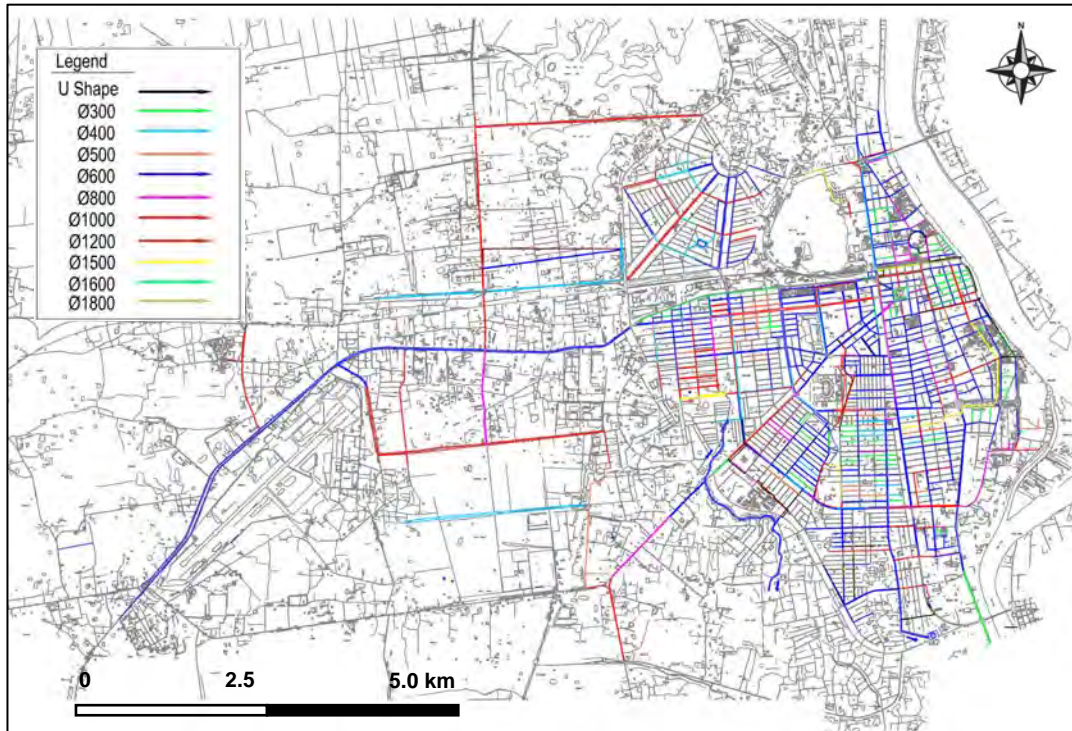
出典：DPWT/PPCC

表 2.4.6 より、排水管路の総延長は毎年右肩上がりに伸びており、それに伴い、マンホールの総数も増加し続けていることがわかる。2013 年末時点において、排水管路の総延長は約 478 km、マンホールの総数は約 34,000 箇所である。

建設後の排水管路およびマンホールの運営維持管理は、原則として、管径 600 mm 以上が DPWT により、管径 600 mm 未満が Khan および Sangkat レベルの自治体により、担当されている。自治体の要請により、DPWT が問題の発生した箇所の修復を行う場合もある。

現在、DPWT は排水管路の台帳を作り、データベース化¹⁷を始めているが、データベースに未登録の排水管も多数あるため、その情報を調査し整理する必要がある。図 2.4.3 は現在作成中のデータベースに記録されている排水管路の位置を示したものである。

¹⁷ 現在実施中の日本の無償資金協力事業である、第三次プノンペン市洪水防衛・排水改善計画のソフトコンポーネントにおいて指導している。



出典：DPWT/PPCC

図 2.4.3 DPWT のデータベースに記録されている排水管の位置図

次に、2014年9月現在においてDPWTの管理下にある排水路(開水路)、およびポンプ場を表2.4.7および表2.4.8に示す。建設後の排水路および排水機場の運営維持管理は、DPWTが担当しており、現在、DPWTの管理下にある排水路(開水路)の総延長は、約55km、ポンプ場は12箇所となっている。

表 2.4.7 DPWT が管理している排水路(開水路)の延長

No.	Name	Total length (m)	Improved Length (m)	Canal Type
1	Boeng Trabek Upper Canal	2,410	2,410	Reinforced Concrete Canal (by ADB)
2	Boeng Trabek Downstream Canal	850	0	Earth Canal
3	Boeng Tumpun Canal	3,710	3,710	Improved Earth Canal (by Japan's Grant)
4	Stoeng Mean Chey Canal	1,900	0	Earth Canal
5	East & West Tuol Sen Canals	1,118	1,118	Improved to Reinforced Concrete Canal (by ADB)
6	Boeng Salang canal	1,260	887	Improved Earth Canal (by Japan's Grant)
7	Canal Baraing (France)	3,700		Earth Canal
8	Canal Lou Pram	1,700		Earth Canal
9	Tuol Poug Ror Canal (South Prey Pring)	7,500		Earth Canal
10	Prey Spoeu Canal	7,000		Earth Canal
11	O Akuch Canal	4,200		Earth Canal
12	598 Canal	1,850		Earth Canal
13	Tuol Sampoeuv Canal (Philippines Canal)	5,000		Earth Canal
14	Kop Srov Canal	4,700		Earth Canal
15	Bak Touk Canal	3,800		Earth Canal
16	O Veng Canal	4,150		Earth Canal
Total		54,848	8,125	
Improved to Reinforced Concrete Canal		3,528		
Improved in Earth Canal		4,597		
Normal Earth Canal		46,723		

出典：DPWT/PPCC

DPWT による排水路(開水路)の維持管理作業としては、月 1 回程度の定期的なパトロールを行い、土砂の堆積が進んでいる、植物が過剰に繁茂しているなどの問題を確認した際や、自治体から問題が報告された際に、その都度、浚渫、伐採などを行っている。浚渫土や伐採された木材は、プノンペン都廃棄物管理課(Waste Management Division :WMD)が管理する Dongkor ごみ処分場にて処分される。

表 2.4.8 DPWT が管理しているポンプ場

Station Name	Electrical Engine Driven				Diesel Engine Driven				Total Discharge Capacity [m ³ /sec.]	Observation (Date of Equipment)
	Nos	Pump type	Power /Unit [kW]	Capacity /Unit [m ³ /sec.]	Nos	Pump type	Power /Unit [HP]	Capacity /Unit [m ³ /sec.]		
1 Boeng Trabek	8	Horizontal	132	1.0	1 unit of Backup Generator, 1000 KVA				8.0	Operation since 2003 (ADB Loan)
2 Boeng Tumpun	5	Submergible Pump	280	3.0	2 units of Backup Generator, 700 KVA each				15.0	Operation since 2004 (Japan Grant Aid)
3 Tuol Kork I	2	Vertical shaft	45	0.47	2	Vertical shaft	145	0.69	2.32	Constructed in 1970's
4 Tuol Kork II	1	Vertical shaft	45	0.47	2	Vertical shaft	145	0.69	1.85	Constructed in 1970's
5 Chak Tomuk	2	Pump Gate	45	0.7	1 unit of Backup Generator, 200 KVA				1.4	Operation since 2010 (Japan Grant Aid)
6 Preah Kumlung 1	1	Pump Gate		0.2	-				0.2	Operation since 2004 (Joint Research with Kubota)
7 Preah Kumlung 2	2	Pump Gate	22	0.35	-				0.7	Operation since 2010 (Japan Grant Aid)
8 Phsar Kandal	2	Pump Gate	45	0.7	1 unit of Backup Generator, 200 KVA				1.4	Operation Since 2010 (Japan Grant Aid)
9 Phsar Chaas	2	Pump Gate	45	0.7	1 unit of Backup Generator, 200 KVA				1.4	Operation since 2010 (Japan Grant Aid)
10 Svay Pak Km No.9	4	Submergible Pump	75	0.13	3	Vertical shaft	190	0.38	1.66	Operation since 2006
11 Kop Srov	5	Vertical shaft	400	2.8	-				14.0	Operation since 2010
12 Tuol Sampeo	3	Submergible Pump		0.66	-				1.98	Operation since 2014

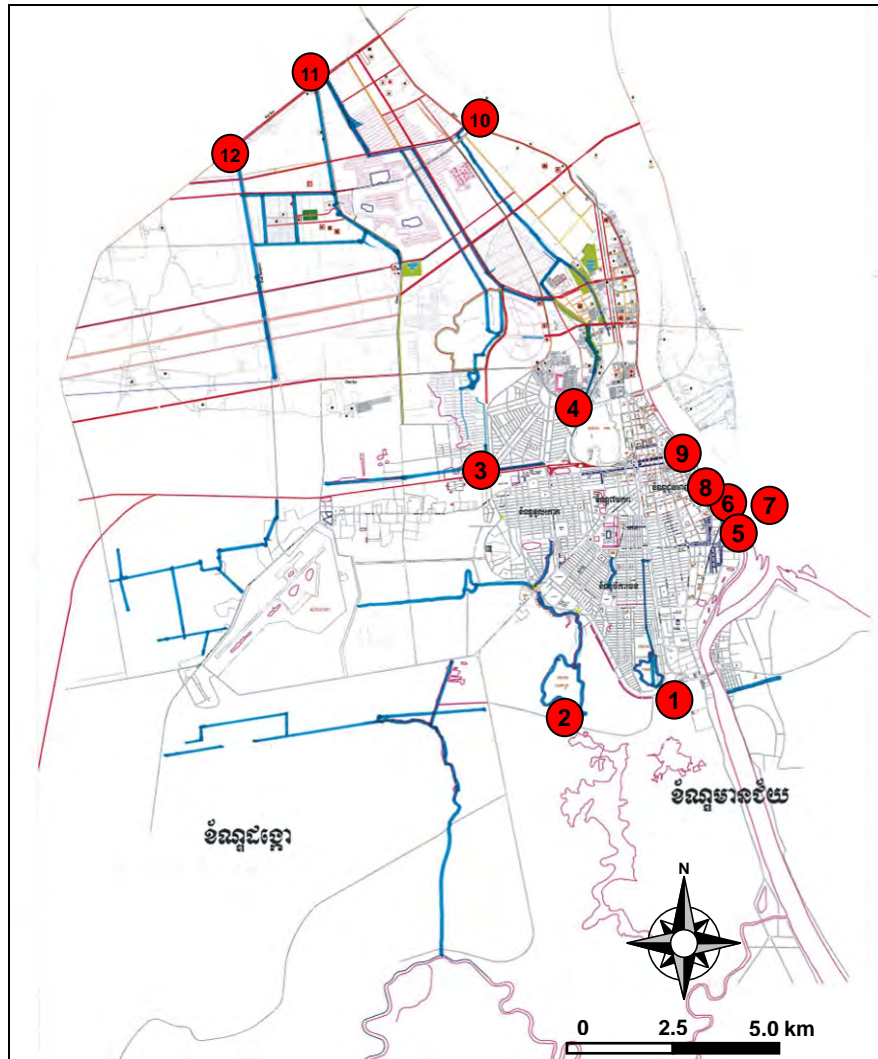
出典：DPWT/PPCC

DPWT による排水機場の維持管理作業として、日常的なメンテナンスのみを行っている。なお、DPWT には、運転台帳はあるが整備台帳はない。

日常的なメンテナンス作業で最も作業量が多いのは、ごみに関する作業で、排水機場およびその流入水路での流下ごみの撤去作業、ポンプの羽根等に絡まったごみの撤去である。その他、ポンプ機器の簡易な分解清掃も行っている。

専門業者による、機器の定期的な点検作業は行っておらず、問題が顕在化すると修理を行っている。電機系の修理はカンボジア国内でも技術者を調達できるが、機械系の修理は国外から技術者を招いて実施している。

DPWT の管理下にある排水路(開水路)、およびポンプ場の位置を図 2.4.4 に示す。



注：青線：開水路の位置、赤丸：ポンプ場の位置(番号は表 2.4.7 に対応)
 出典：DPWT/PPCC

図 2.4.4 DPWT により管理されている開水路およびポンプ場の位置図

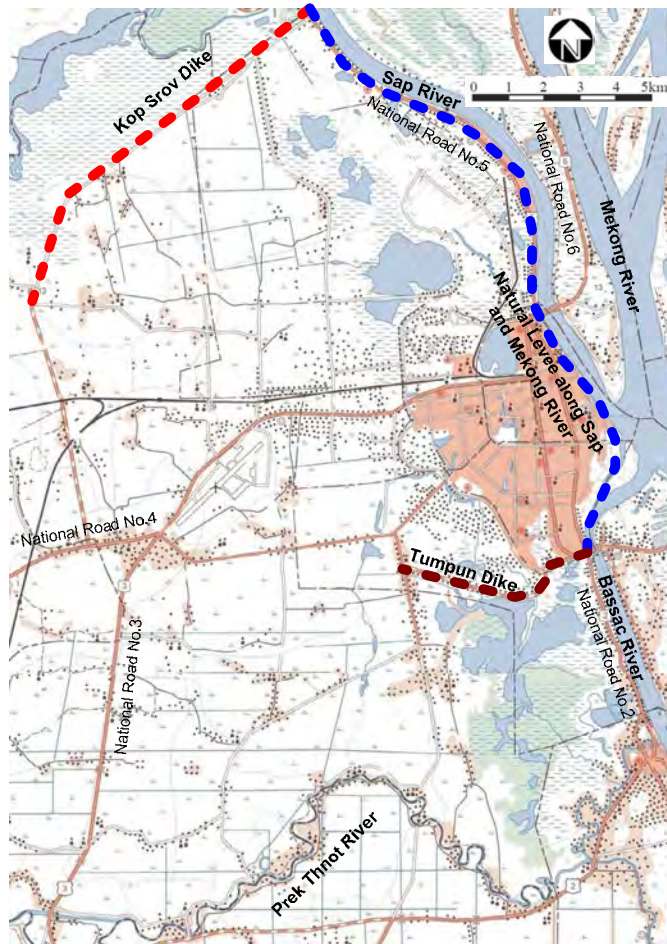
2.4.4 汚泥管理施設

プノンペン都では、廃棄物局(Waste Management Division)が、腐敗槽汚泥(セプタージ)の管理を所管している。しかしながら、現在のところ、バキュームカーにより引抜かれた腐敗槽汚泥を処分する専用の汚泥管理施設が設けられていない。

そのため、一般廃棄物処分場である、Dongkor ごみ処分場内に設置された浸出余水の処理施設(ラグーン)にて、1 台当り 10,000Riel にて、腐敗槽汚泥の受入れを行っている。しかしながら、実際には、収集した腐敗槽汚泥を、水路や湿地に、不法投棄するバキュームカーが後を絶たない。

2.4.5 外水対策

プノンペン都の市街地は、図 2.4.5 に示すように、北部の Kop Srov 堤防、南部の Tumpun 堤防、および Mekong/Sap 川沿いの自然堤防により形成された輪中堤により、Mekong/Sap 川の増水による洪水から守られている。

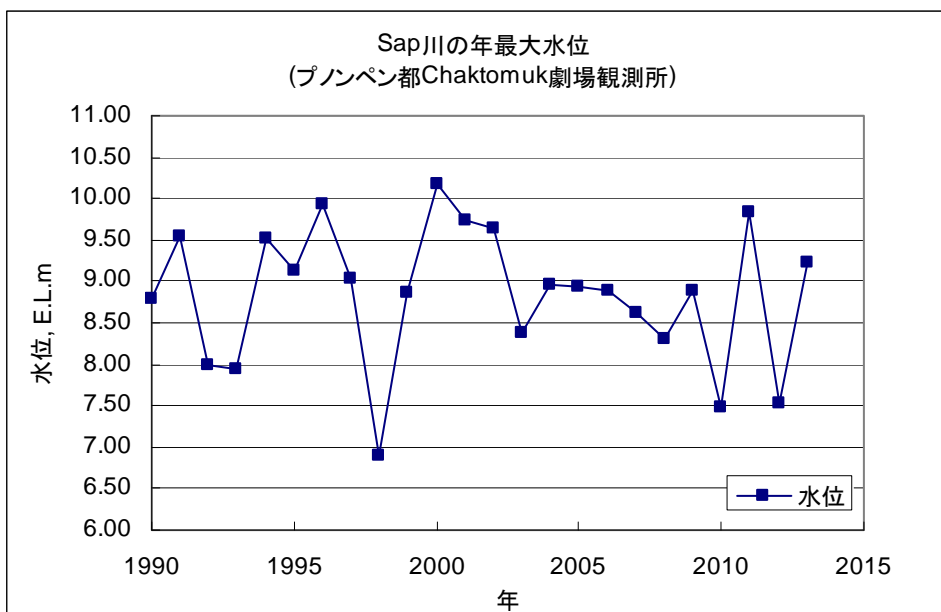


出典：調査団

図 2.4.5 プノンペン都を取り囲む堤防の位置図

Kop Srov 堤防は「M/P1999」調査時には、国道 4 号線と 5 号線をつなぐ形でプノンペン「市」時代の北西側の行政境界となっていた。現在はプノンペン都の行政区域拡大に伴い、行政境界が外側に広げられたため、Kop Srov 堤防は市街地を外水から守る堤防としての役割の他に、プノンペン都の市街地を迂回する環状道路としての役割を期待されている。Tumpun 堤防も同様に、市街地を外水から守る堤防としての役割の他に、プノンペン都の市街地を迂回する環状道路として利用されている。両堤防ともに、堤頂部はアスファルトもしくはセメントコンクリートで舗装されている。

Sap の河川水位は 1960 年代から計測・記録されており、既往最大水位は 2000 年に発生した。図 2.4.6 は、1990 年から 2013 年までの Sap 川の最大水位を示したものであるが、2000 年以降、2000 年の観測値(標高 10.18 m)を上回る最大水位は観測されていないことが確認できる。



出典：MOWRAM

図 2.4.6 Sap 川の年最大水位の推移

1960年代から現在に至るまで Mekong/Sap 川岸に設けられた護岸を越水した記録は無いが、記録史上最大の洪水となった「2000年洪水」時において、北の Kop Srov および南の Tumpun 堤防は、かろうじて越水氾濫を免れたものの、洪水に対して十分な堤防高を有していないことが明らかになった。このため 2001年にはアジア開発銀行(ADB)の融資により Kop Srov 堤防の嵩上げ工事が実施され、また、2002年から2004年にかけては Tumpun 堤防の嵩上げおよび補強が、日本の無償資金協力事業である、プノンペン市洪水防御・排水改善計画(フェーズ1)により実施された。

さらに、同計画のフェーズ2においても、Sap 川岸沿いの計 330 m の区間において、護岸の改修がなされた。また、Sap 川の左岸側(東岸側)の Chroy Changvar 地区では、Chroy Changvar 橋(通称、日本橋)の下流側全区間に亘り護岸の改修と川岸部分の地盤高の嵩上げが行われている。

これらの堤防強化事業を行ったことにより、Mekong/Sap 川の増水による洪水発生危険性が下がったため、現在は、洪水発生恐れが生じた際には、土嚢を積むなどの仮設対策により対処する計画となっている。

一方、近年行政区域の拡大によりプノンペン都に組み込まれたエリア、すなわち Kop Srov 堤防の北側および西側(Prek Pnov)、都の南西部(Dangkor、Po Senchey 西部)、Chroy Changvar、Chbar Ampov などのエリアでは、自然堤防に囲まれたエリアを除き外水に対する防御の手立てが無く、河川の水位上昇による背水の影響を受けるが、土地の高度利用が進んでいない地域であることもあり、洪水による深刻な被害の発生は報告されていない。

また、本調査の中で実施された地形調査の中でも、プノンペン都内の内輪中および外輪中を含む堤防において、周りより低くなっており溢水の危険のある箇所や破損箇所等は確認されなかった。

2.5 水質の現状

2.5.1 水質基準および排水基準

カンボジア国では、水質汚濁の防止を目的として「Sub-decree on Water Pollution Control, 1999(水質汚濁防止に関する政令)」が、1999年4月6日に制定されている。本政令は、廃水(液体廃棄物)、有害廃液の定義、分類、水質環境基準、排水基準、排出者の責任、モニタリング、許認可、査察、罰則などを定めている。

同政令で定められている水質環境基準として「生物多様性保全」のため、河川、湖沼(貯留池)および海域における水質環境基準が設定されている(表 2.5.1)。また同政令では「公衆衛生管理(public health protection)」のため、公共水域での水質環境基準が25項目(パラメーター)で定義されている(表 2.5.2)。

表 2.5.1 水質環境基準(生物多様性保全)

	No	項目	単位	基準値
1. 河川	1	pH	-	6.5 - 8.5
	2	BOD ₅	mg/l	1 - 10
	3	Suspended Solid	mg/l	2.4 - 100
	4	Dissolved Oxygen	mg/l	2.0 - 7.5
	5	Coliform	MPN/100ml	< 5,000
2. 湖沼および貯留池	1	pH	-	6.5 - 8.5
	2	COD _{Mn}	mg/l	1 - 8
	3	Suspended Solid	mg/l	1 - 15
	4	Dissolved Oxygen	mg/l	2.0 - 7.5
	5	Coliform	MPN/100ml	< 1,000
	6	Total Nitrogen	mg/l	1.0 - 0.6
	7	Total Phosphorus	mg/l	0.005 - 0.05
3. 沿岸域	1	pH	-	7.0 - 8.3
	2	COD _{Mn}	mg/l	2 - 8
	3	Suspended Solid	mg/l	2 - 7.5
	4	Coliform	MPN/100ml	< 1,000
	5	Oil Content	mg/l	0
	6	Total Nitrogen	mg/l	0.2 - 1.0
	7	Total Phosphorus	mg/l	0.02 - 0.09

注：本表では、パラメータ(項目)によっては基準値として「下限値と上限値」が設定されている。「下限値」についてMOEへ問合せたところ、(pH以外の項目で)下限値が設定されているのは「誤り」であり、基準値の見直しを行うことになっているが、MOEによると、まだ見直し作業は開始しておらず、その予定も未定とのことである。

出典：Sub-decree on Water Pollution Control, Annex4 :Water Quality Standard in public water areas for bio-diversity conservation.

表 2.5.2 水質環境基準(公衆衛生管理)

No	Parameter	Standard Value (µg/l)
1	Carbon tetrachloride	< 12
2	Hexachloro-benzene	< 0.03
3	DDT	< 10
4	Endrin	< 0.01
5	Dieldrin	< 0.01
6	Aldrin	< 0.005
7	Isodrin	< 0.005
8	Perchloroethylene	< 10
9	Hexachlorobutadiene	< 0.1
10	Chloroform	< 12
11	1,2 Trichloroethylene	< 10

No	Parameter	Standard Value (µg/l)
12	Trichloroethylene	< 10
13	Trichlorobenzene	< 0.4
14	Hexachloroethylene	< 0.05
15	Benzene	< 10
16	Tetrachloroethylene	< 10
17	Cadmium	< 1
18	Total mercury	< 0.5
19	Organic mercury	0
20	Lead	< 10
21	Chromium, valent 6	< 50
22	Arsenic	< 10
23	Selenium	< 10
24	Polychlorobiohenyl	0
25	Cyanide	< 0.005

出典: Sub-decree on Water Pollution Control, Annex 5 :Water Quality Standard in public water areas for public health protection.

排水基準に関しては、同政令では(Annex 2 として)「公共水域もしくは下水への汚染源の排出基準(Effluent standard for pollution sources discharging wastewater to public water areas or sewer)が規定されている(表 2.5.3)。この基準では「保護公共水域」への基準が設定されているが、現在のところ保護地区は指定されていないため、工場を含むすべての排水について「公共水域および下水への排出」基準が公共水域への放流点で適用される。

表 2.5.3 公共水域への排水基準

No	項目	単位	基準値	
			保護公共水域への排出	公共水域および下水管へ排出
1	Temperature	°C	< 45	< 45
2	pH		6 – 9	5 – 9
3	BOD ₅ (5 days at 20°C)	mg/l	< 30	< 80
4	COD _{Cr}	mg/l	< 50	< 100
5	Total Suspended Solids	mg/l	< 60	< 120
6	Total Dissolved Solids	mg/l	< 1,000	< 2,000
7	Grease and Oil	mg/l	< 5.0	< 15
8	Detergents	mg/l	< 5.0	< 15
9	Phenols	mg/l	< 0.1	< 1.2
10	Nitrate (NO ₃)	mg/l	< 10	< 20
11	Chlorine (free)	mg/l	< 1.0	< 2.0
12	Chloride (ion)	mg/l	< 500	< 700
13	Sulphate (as SO ₄)	mg/l	< 300	< 500
14	Sulphate (as Sulphur)	mg/l	< 0.2	< 1.0
15	Phosphate (PO ₄)	mg/l	< 3.0	< 6.0
16	Cyanide (CN)	mg/l	< 0.2	< 1.5
17	Barium (Ba)	mg/l	< 4.0	< 7.0
18	Arsenic (As)	mg/l	< 0.10	< 1.0
19	Tin (Sn)	mg/l	< 2.0	< 8.0
20	Iron (Fe)	mg/l	< 1.0	< 20
21	Boron (B)	mg/l	< 1.0	< 5.0
22	Manganese (Mn)	mg/l	< 1.0	< 5.0
23	Cadmium (Cd)	mg/l	< 0.1	< 0.5
24	Chromium (Cr ⁺³)	mg/l	< 0.2	< 1.0
25	Chromium (Cr ⁺⁶)	mg/l	< 0.05	< 0.5
26	Copper (Cu)	mg/l	< 0.2	< 1.0
27	Lead (Pb)	mg/l	< 0.1	< 1.0
28	Mercury (Hg)	mg/l	< 0.002	< 0.05
29	Nickel (Ni)	mg/l	< 0.2	< 1.0
30	Selenium (Se)	mg/l	< 0.05	< 0.5
31	Silver (Ag)	mg/l	< 0.1	< 0.5
32	Zinc (Zn)	mg/l	< 1.0	< 3.0
33	Molybdenum (Mo)	mg/l	< 0.1	< 1.0

No	項目	単位	基準値	
			保護公共水域への排出	公共水域および下水管へ排出
34	Ammonia (NH ₃)	mg/l	< 5.0	< 7.0
35	DO	mg/l	>2.0	>1.0
36	Polychlorinated Byphenyl	mg/l	<0.003	<0.003
37	Calcium	mg/l	<150	<200
38	Magnesium	mg/l	<150	<200
39	Carbon tetrachloride	mg/l	<3	<3
40	Hexachloro benzene	mg/l	<2	<2
41	DTT (Dithiothreitol)	mg/l	<1.3	<1.3
42	Endrin	mg/l	<0.01	<0.01
43	Dieldrin	mg/l	<0.01	<0.01
44	Aldrin	mg/l	<0.01	<0.01
45	Isodrin	mg/l	<0.01	<0.01
46	Perchloro ethylene	mg/l	<2.4	<2.4
47	Hexachloro butadiene	mg/l	<3	<3
48	Chloroform	mg/l	<1	<1
49	1,2 Dichloro ethylene	mg/l	<2.4	<2.4
50	Trichloro ethylene	mg/l	<1	<1
51	Trichloro benzene	mg/l	<2	<2
52	Hexachloro cyclohexene	mg/l	<2	<2

注：保護公共水域(Protected public water area)は、「保護地区」への排水排出であるが、現在カンボジアでは保護地区として指定されている地区はないため、すべての排水は「公共水域および下水管へ排出」基準が適用されている。

出典：Sub-decree on Water Pollution Control、Annex 2, Effluent standard for pollution sources discharging wastewater to public water areas or sewer.

2.5.2 プノンペン都における水質モニタリングの状況

MOE は、プノンペン都内およびその周辺において、1 ヶ月に 1 度の頻度で水質モニタリングを実施している。入手できた 2010 年 1 月～2013 年 12 月までのデータによると、モニタリング箇所は、表 2.5.4 および図 2.5.1 に示す 9 箇所であり、モニタリング項目は、pH, TSS, BOD, COD, T-N, T-P および Cr^{6+} である。

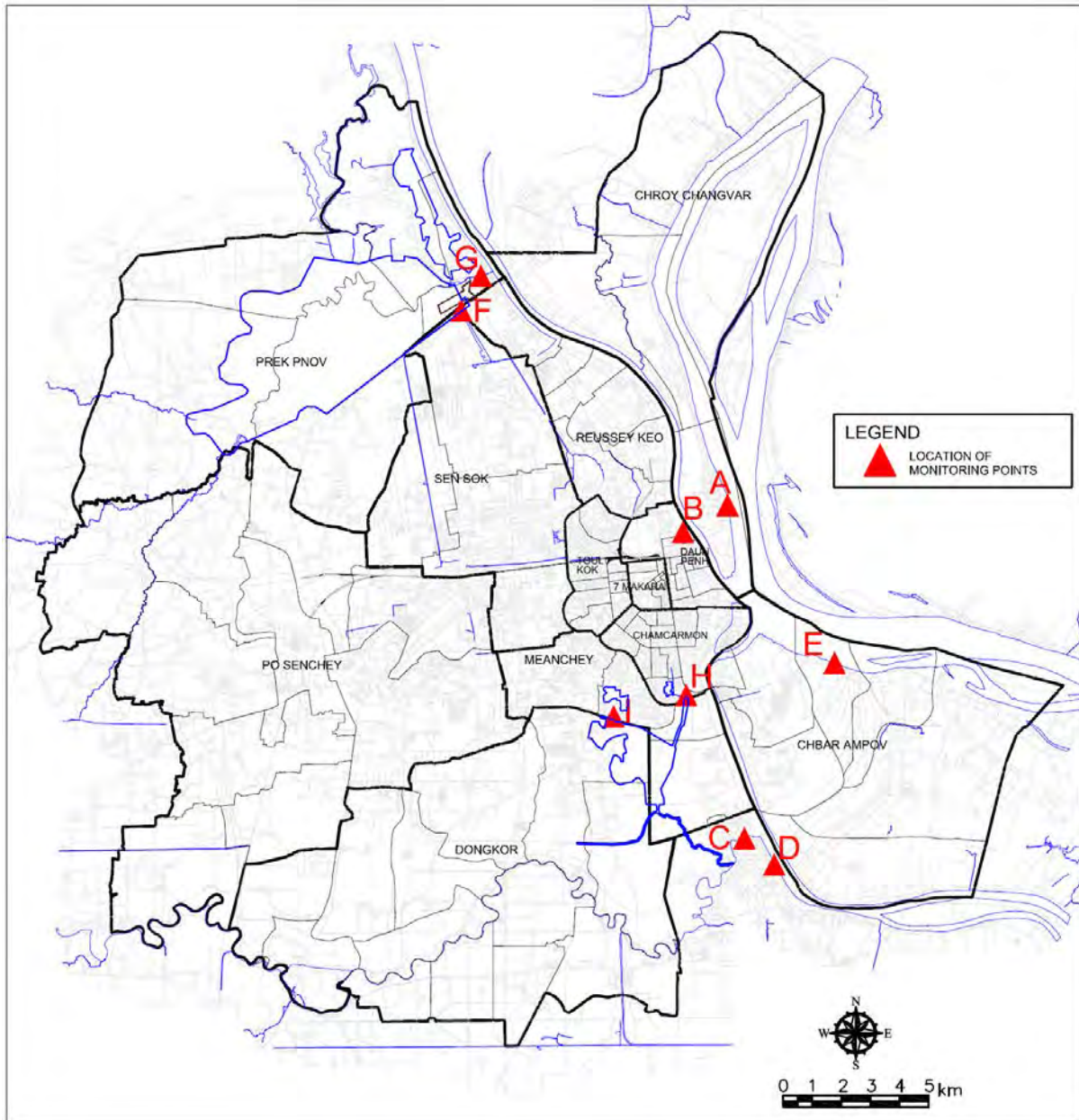
MOE は、9 箇所のモニタリング箇所のうち、A～E の箇所については、河川水に適用される水質環境基準との比較を行い、F～I の箇所については、汚水に適用される公共水域への排水基準値との比較を行っている。その結果を、図 2.5.2 および図 2.5.3 に示す。また、各モニタリング箇所における観測値の最小値、最大値および平均値を表 2.5.5 にまとめる。これより、以下のようなことがわかる。

- **TSS:** 河川の観測点(A～E)では、特に雨季の値が高く、基準値 100 mg/l に対して、300～600 mg/l 程度の値を示すこともある。Prek Thnot River(観測地点 C) では、乾季における濃度も高い。これは、Prek Thnot River の観測点が、既成市街地の汚水の多くを受け入れる Cheung Aek 湖の放流先となっているためと考えられる。一方、汚水の観測点(F～I)では、雨季、乾季を問わず、基準値(80 mg/l)を上回っている。
- **BOD, COD:** 河川の観測点(A～E)のうち、Prek Thnot River(観測地点 C)の濃度が他の河川水(観測地点 A,B,D および E)を大幅に上回る。これは、TSS における同様な理由によると思われる。汚水の観測地点については、都内南部に位置し、Cheung Aek 湖の流域に位置する Trabek(観測点 H)および Tumpun(観測点 I)との 2 箇所で、BOD が 100 mg/l～250 mg/l を推移しているのに対し、都内北部に位置する Kop Slov(観測点 F) や Prok Pnov(観測点 G) では、50 mg/l 以下で推移しており、都内南部(Cheung Aek 湖流域)における水質汚濁の進行を示している。COD についても、河川水の観測地点 C と、汚水の観測地点 H と I について、BOD と同様の傾向が見られる。
- **T-N, T-P:** 河川水は、T-N, T-P とともに、観測地点 C の濃度が他の河川水を上回っている。ただし、2013 年の T-N のみ、観測地点 B における濃度が大きく、その最大値は 8.11 mg/l であった。汚水の T-P については、一般に Cheung Aek 湖流域に位置する観測地点 H, I の濃度が F,G のそれを上回り、その最大値は、H 地点における 6.73 mg/l であった。
- **Cr^{6+} :** 2010 年の観測地点 A, C, D, E、2011 年における観測地点 B の観測値等を除き、検出されないか、あるいは、 1.0×10^{-1} 以下を下回る観測値が大半であった。

表 2.5.4 MOE による水質モニタリングポイントおよび入手したデータの範囲

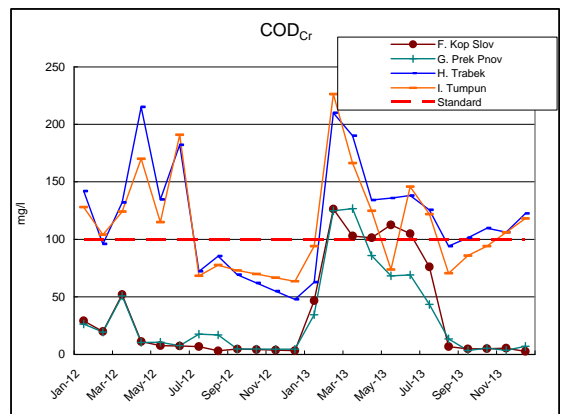
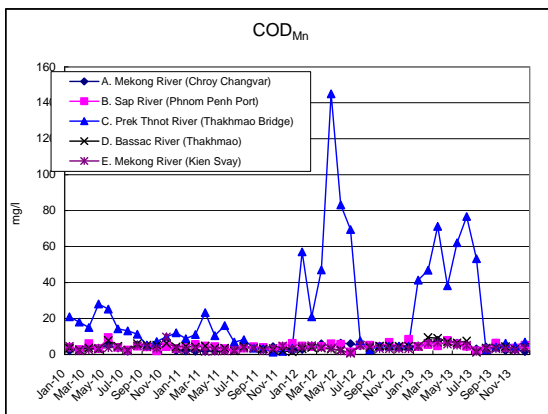
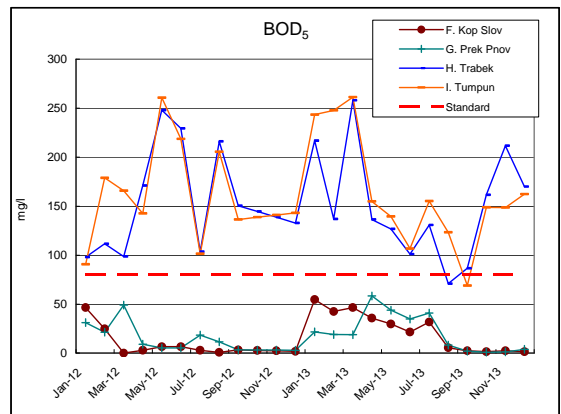
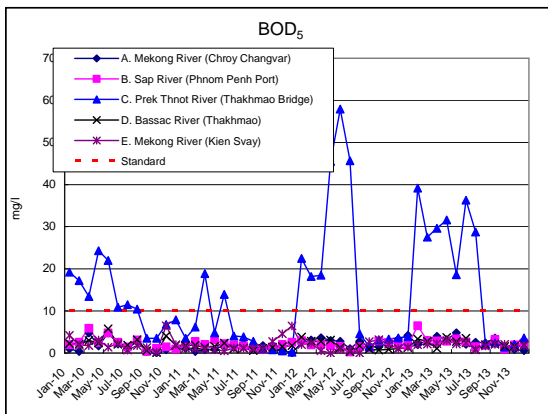
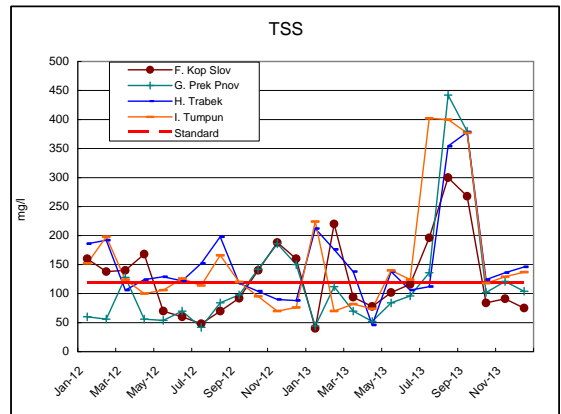
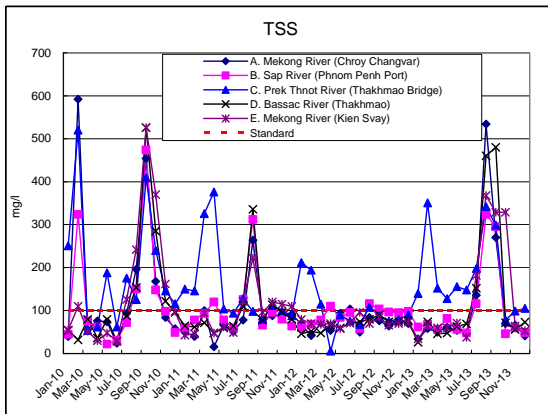
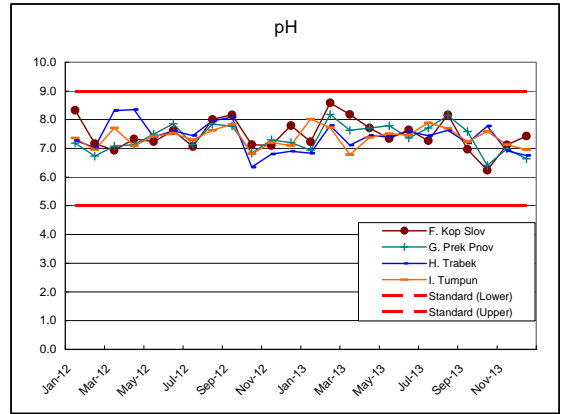
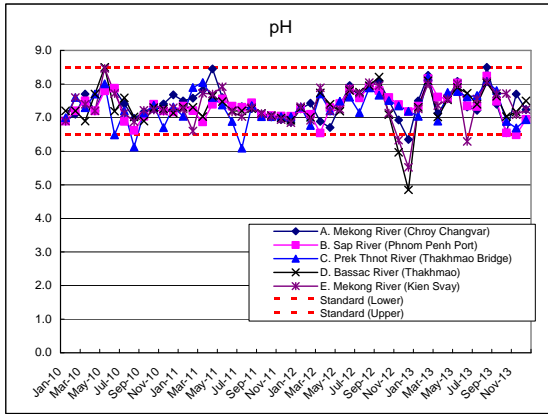
No.	Monitoring Points	Available Data
A	Mekong River (Chroy Changvar)	Data: January 2010 to December 2013
B	Sap River (Phnom Penh Port)	
C	Prek Thnot River (Thakhmao Bridge)	
D	Bassac River (Thakhmao)	
E	Mekong River (Kien Svay)	
F	Kop Slov	Data: January 2012 to December 2013
G	Prek Pnov	
H	Trabek	
I	Tumpun	

出典：MOE の資料に基づき調査団が作成



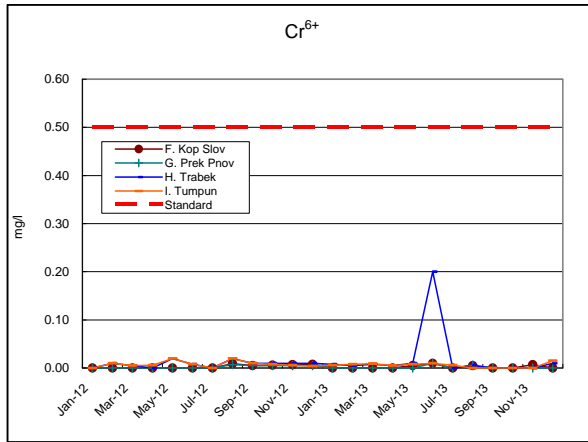
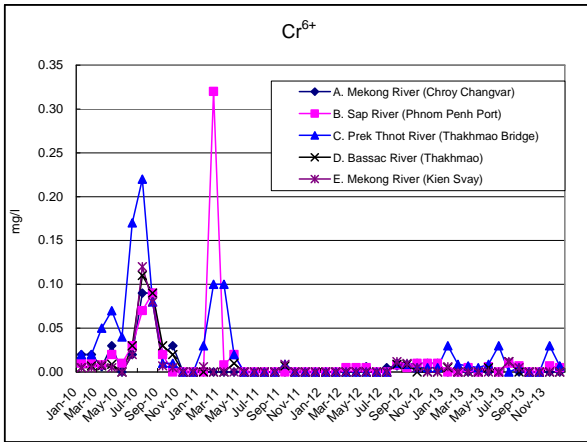
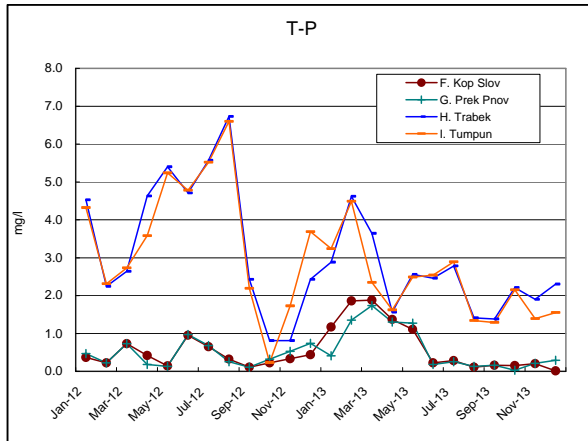
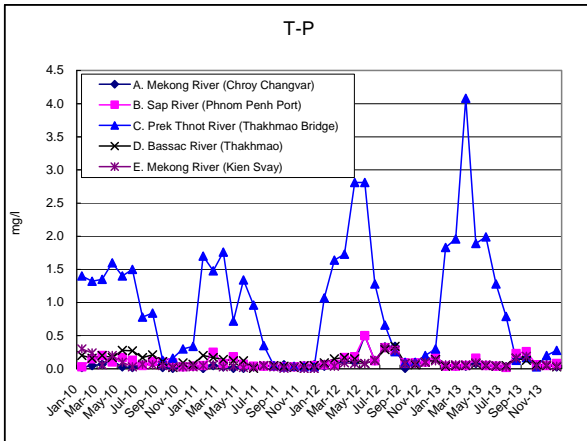
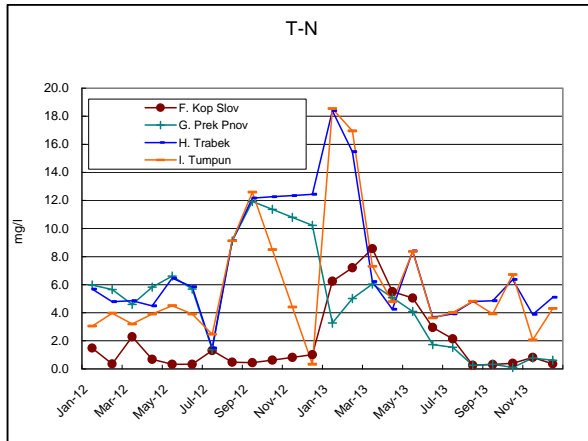
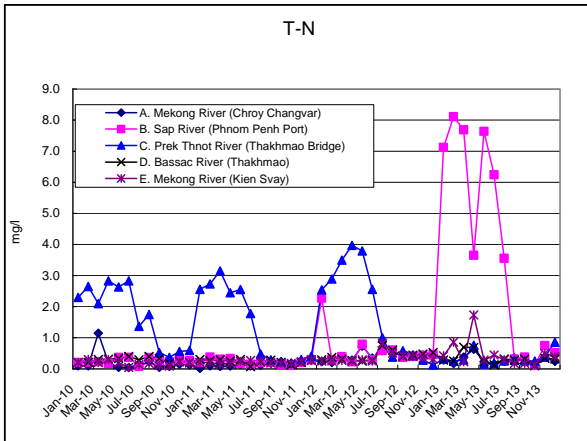
出典：MOE の資料に基づき調査団が作成

図 2.5.1 MOE による水質モニタリングポイント



出典：MOE の資料に基づき調査団が作成

図 2.5.2 MOE による水質モニタリングの状況 (1/2)



出典：MOE の資料に基づき調査団が作成

図 2.5.3 MOE による水質モニタリングの状況 (2/2)

表 2.5.5 各モニタリング箇所における観測値の最小値、最大値および平均値

Location		pH (-)	TSS (mg/L)	BOD (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	COD _{Cr} (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Cr ⁶⁺ (mg/L)
A. Mekong River (Chroy Changvar)	Min	6.35	16.0	0.1	1.6	-	0.01	0.01	ND
	Max	8.50	592.0	4.9	7.8	-	1.15	0.50	0.090
	Average	7.41	108.5	2.0	4.0	-	0.26	0.08	0.023
B. Sap River (Phnom Penh Port)	Min	6.49	22.0	0.2	1.4	-	0.08	0.02	ND
	Max	8.24	474.0	6.5	9.3	-	8.11	0.50	0.320
	Average	7.32	106.5	2.3	4.5	-	1.23	0.11	0.027
C. Prek Thnot River (Thakhmao Bridge)	Min	6.09	5.8	0.2	1.3	-	0.13	0.03	ND
	Max	8.21	520.0	57.9	145.0	-	3.97	4.08	0.220
	Average	7.30	157.3	13.8	23.8	-	1.33	0.98	0.038
D. Bassac River (Thakhmao)	Min	4.85	26.0	0.1	0.8	-	0.07	0.01	ND
	Max	8.50	526.0	5.8	9.4	-	0.74	0.34	0.110
	Average	7.31	108.3	2.0	4.2	-	0.31	0.12	0.023
E. Mekong River (Kien Svay)	Min	5.52	29.0	0.0	0.6	-	0.04	0.00	ND
	Max	8.47	526.0	6.5	9.7	-	1.73	0.32	0.120
	Average	7.33	114.7	1.9	3.6	-	0.31	0.08	0.019
Standard for A. to E.		6.5-8.5	<100	<10	-	-	-	-	<0.005
F. Kop Slov	Min	6.24	40.0	0.7	-	2.6	0.26	0.01	ND
	Max	8.59	300.0	54.8	-	126.4	8.56	1.88	0.010
	Average	7.49	129.1	16.4	-	35.4	2.08	0.56	0.007
G. Prek Pnov	Min	6.41	42.0	1.0	-	3.4	0.09	0.03	ND
	Max	8.18	442.0	58.4	-	126.7	11.93	1.74	0.010
	Average	7.36	119.5	17.4	-	31.8	4.91	0.53	0.006
H. Trabek	Min	6.35	46.0	70.9	-	47.9	1.48	0.81	ND
	Max	8.35	378.0	258.1	-	215.0	18.40	6.73	0.200
	Average	7.39	153.1	152.1	-	117.7	7.39	3.03	0.021
I. Tumpun	Min	6.78	70.0	68.9	-	63.5	0.32	0.23	ND
	Max	8.02	402.0	261.3	-	226.2	18.55	6.60	0.020
	Average	7.39	155.2	161.9	-	111.6	6.05	2.93	0.009
Standard for F to I.		5.0-9.0	<120	<80	-	<100	-	-	<0.05

ND: Not Detected

出典：MOE の資料に基づき調査団が作成

また、MOE では、工場廃水のモニタリングも実施している。しかしながら、2013 年におけるモニタリング箇所数を調べたところ、全国で 60 箇所程度(うち、プノンペン都は 31 箇所)であった¹⁸。モニタリング項目は、pH、TSS、BOD₅、COD_{Cr}、Oil&Grease、NH₃ の 6 項目が基本で、色素を加えている工場もある¹⁹。

2.5.3 水質調査

(1) 調査位置および調査内容

本調査では、MOE による水質モニタリングの状況調査とは別に、表 2.5.6 および図 2.5.4 に示した箇所において、水質モニタリング調査を実施した。調査箇所は河川、湿地および小河川と、工場および商業施設を含む全 16 箇所、雨季 3 回および乾季 3 回の合計 6 回のモニタリングを実施した。

¹⁸ MOE によると、対象とする工場の選定基準は、業種、廃水の量と質等とのことである。

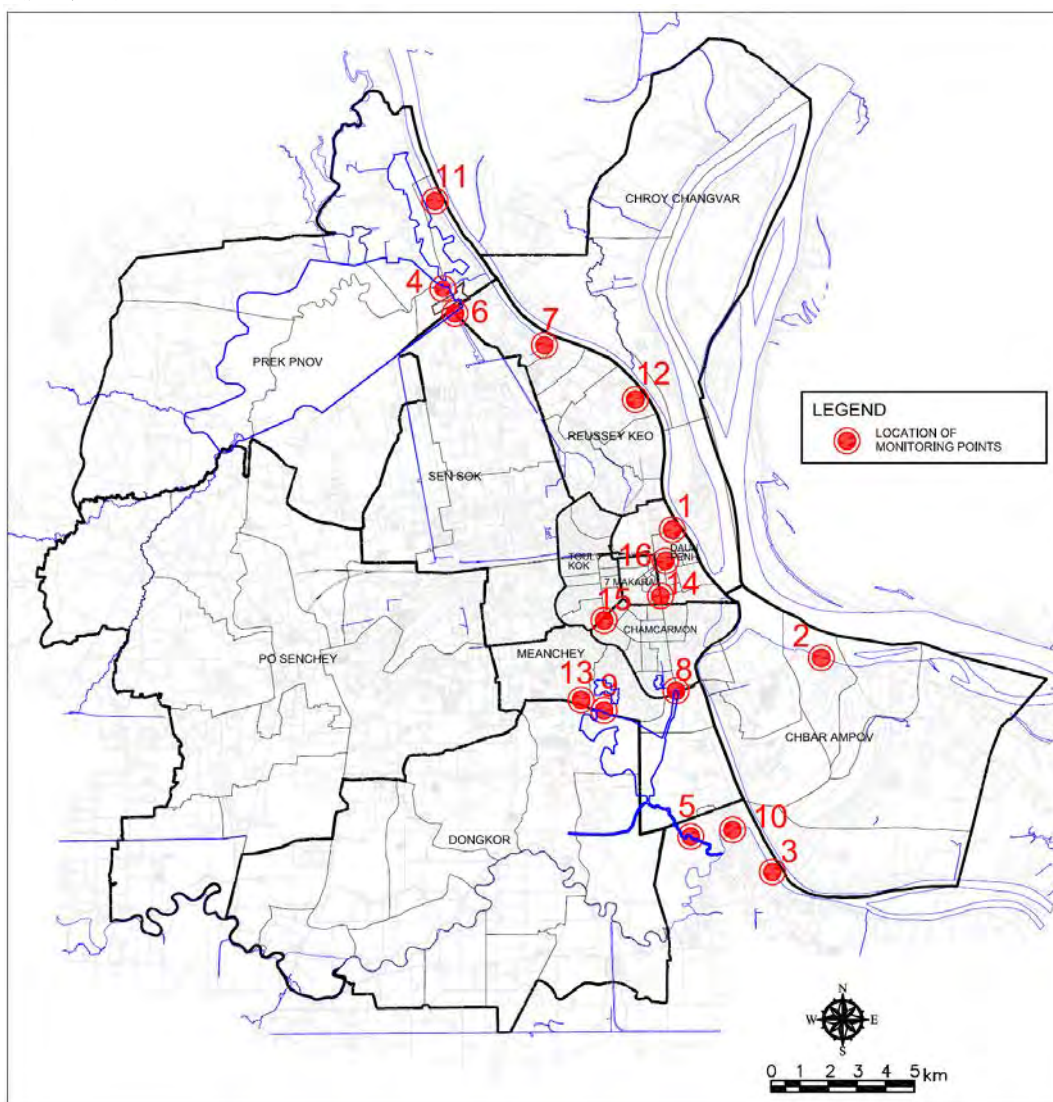
¹⁹ 31 箇所のうち、水質基準を超過した箇所は、TSS(3 箇所)、COD_{Cr}(2 箇所)、pH(2 箇所)等である。

表 2.5.6 水質調査 サンプルング箇所および分析項目

No	Category	Monitoring Point	分析項目	Remarks
1	River	Sap River (Phnom Penh Port)	pH, DO, BOD ₅ , COD _{Cr} , COD _{Mn} , TSS, T-N, T-P, Total Coliform (9 parameters)	川岸から表面水を採水
2		Mekong River (Kien Svay)		
3		Bassac River (Thakhmao)		
4	Lake/swamp	Tamok Lake (Discharge Point)	Total Coliform (9 parameters)	湖水が川に流入する地点の表面水を採水。
5		Cheung Aek Lake (Discharge Point)		
6	Small Channel	Kop Slov Pumping Station	pH, DO, BOD ₅ , COD _{Cr} , TSS, T-N, T-P, Total Coliform (8 parameters)	小水路は、水路の中央で、表面水を採水。工場と商業施設は、DOE/PPCC と共同で選定。
7		Svay Pak Sluiceway		
8		Trabek Pumping Station		
9		Tumpun Pumping Station		
10		Prek Thnot River (Thakhmao Bridge)		<処理施設>
11	Factory	Men Sarun (Noodle Factory)		腐敗槽
12		SKD (Liquor)		消化タンク+ラグーン
13		SL (Garment and Washing)		活性汚泥法+薬品処理
14	Commercial Facilities	Phnom Penh Tower (Office Building)		活性汚泥法
15		Intercontinental Hotel		腐敗槽+曝気装置
16		Central Market		腐敗槽

注) COD_{Cr}とCOD_{Mn}を分析した理由は、COD_{Mn}のみの基準がある湖沼の水質と、その他の箇所との比較を容易にするためである。

出典:調査団



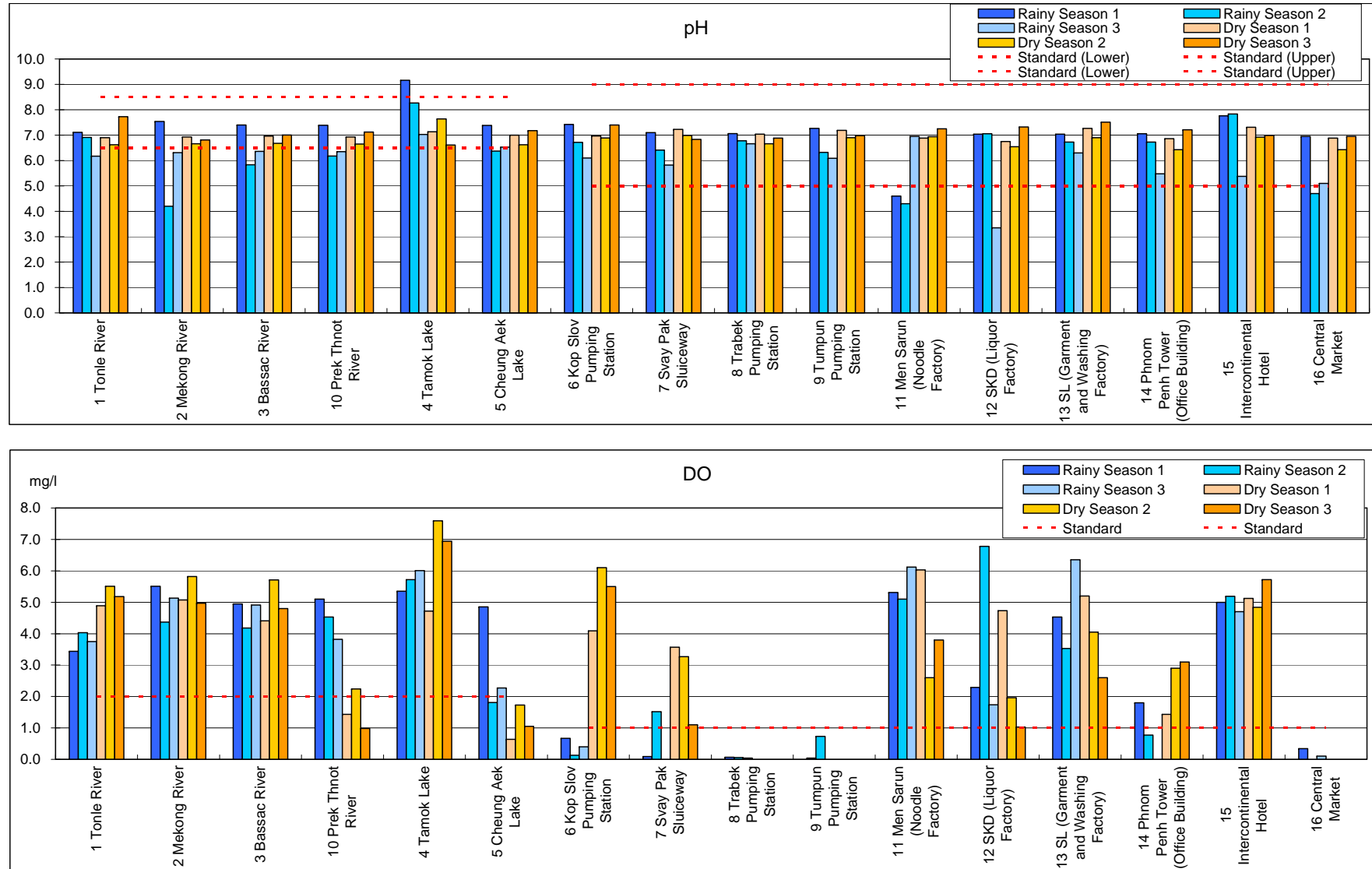
出典:調査団

図 2.5.4 水質モニタリングの位置図

(2) 調査結果

調査は、雨季3回(2014年10月上旬、10月下旬および11月上旬)および乾季3回(11月下旬および1月下旬)に実施した。その結果を図2.5.5～図2.5.8に示す。また、各モニタリング箇所における観測値の最小値、最大値および平均値を表2.5.7にまとめる。これより、以下のことがわかる。

- **pH:**大半は、基準値以内であるが、雨季の2回目の Mekong River(ポイント No.2, 測定時間:11時)や雨季3回目に SKD(Liquor Factory:ポイント No.13, 測定時間:8時)等において、基準値を大きく下回った。
- **DO:**Cheung Aek 湖流域の汚水を集める Trabek Pumping Station(ポイント No.8)および Tumpun Pumping Station(ポイント No.9)の DO は極度に低く、特に Trabek Pumping Station では、ほぼ毎回 0.0 mg/L であり、汚染の度合いが強い。
- **TSS:**最大値は、乾季2回目の Trabek Pumping Station(ポイント No.8)における 740 mg/L (測定時間:11時)であった。それに、乾季2回目の Svay Pak Sluiceway(ポイント No.7)の 640 mg/L(測定時間:11時)が続く。Svay Pak Sluiceway の値は、土砂の流入による影響であり、Trabek Pumping Station は、汚水の影響であると考えられる。
- **BOD₅:**Trabek Pumping Station(ポイント No.8)は、総じて値が高く、雨季の終盤から乾季にかけて値の上昇が激しい。最大値は、乾季2回目の 299.9 mg/L(測定時間:11時)であった。次いで、Tumpun Pumping Station(ポイント No.9)でも、Trabek Pumping Station と同様な傾向が見られ、最大値は、同じく乾季2回目の 249.5 mg/L(測定時間:12時)であった。工場および商業施設のうち、Central Market(ポイント No.16) のみが基準値を上回っており、その最大値は 292.5 mg/L(測定時間:13時)であった。
- **COD_{Mn}とCOD_{Cr}:** 雨季の1回目の値を除き、Tamok Lake(ポイント No.4)、Cheung Aek Lake(ポイント No.5) において、湖沼の基準値(COD_{Mn}8 mg/L)を上回った。COD_{Cr}の最大値は、Men Sarun(Moodle Factory)の乾季2回目の値、すなわち、595.8 mg/L(測定時間:10時)であった。
- **T-N および T-P:**T-N の最大値は Trabek Pumping Station(ポイント No.8)にて、雨季の2回目に記録した 26.3 mg/L(測定時間:8時)であった。次いで、商業施設である Intercontinental Hotel(ポイント No.15)において雨季2回目に記録した 26.1 mg/L(測定時間:15時)が続く。T-P の最大値は、商業施設である Central Market(ポイント No.16) において乾季2回目に記録した 5.81 mg/L(測定時間:14時)であった。次いで、同じく、乾季2回目の、Tumpun Pumping Station(ポイント No.9)における値 4.95 mg/L(測定時間:12時)と、Trabek Pumping Station(ポイント No.8)の 4.01 mg/L(測定時間:11時)が続く。Cheung Aek Lake(ポイント No.5)では、T-N, T-P とともに基準値を大きく超えている。
- **Total Coliform:**一部の値を除き、Tonle River(ポイント No.1)、Mekong River(ポイント No.2)、Bassac River(ポイント No.3)および Prek Thnot River(ポイント No.10)において、河川の基準値(5.0×10^3 MPN/100 ml)を上回った。また、Tamok Lake(ポイント No.4)、Cheung Aek Lake(ポイント No.5)において、湖沼の基準値(1.0×10^3 MPN/100 ml)を上回った。



出典：調査団

図 2.5.5 水質モニタリングの結果(1/4)

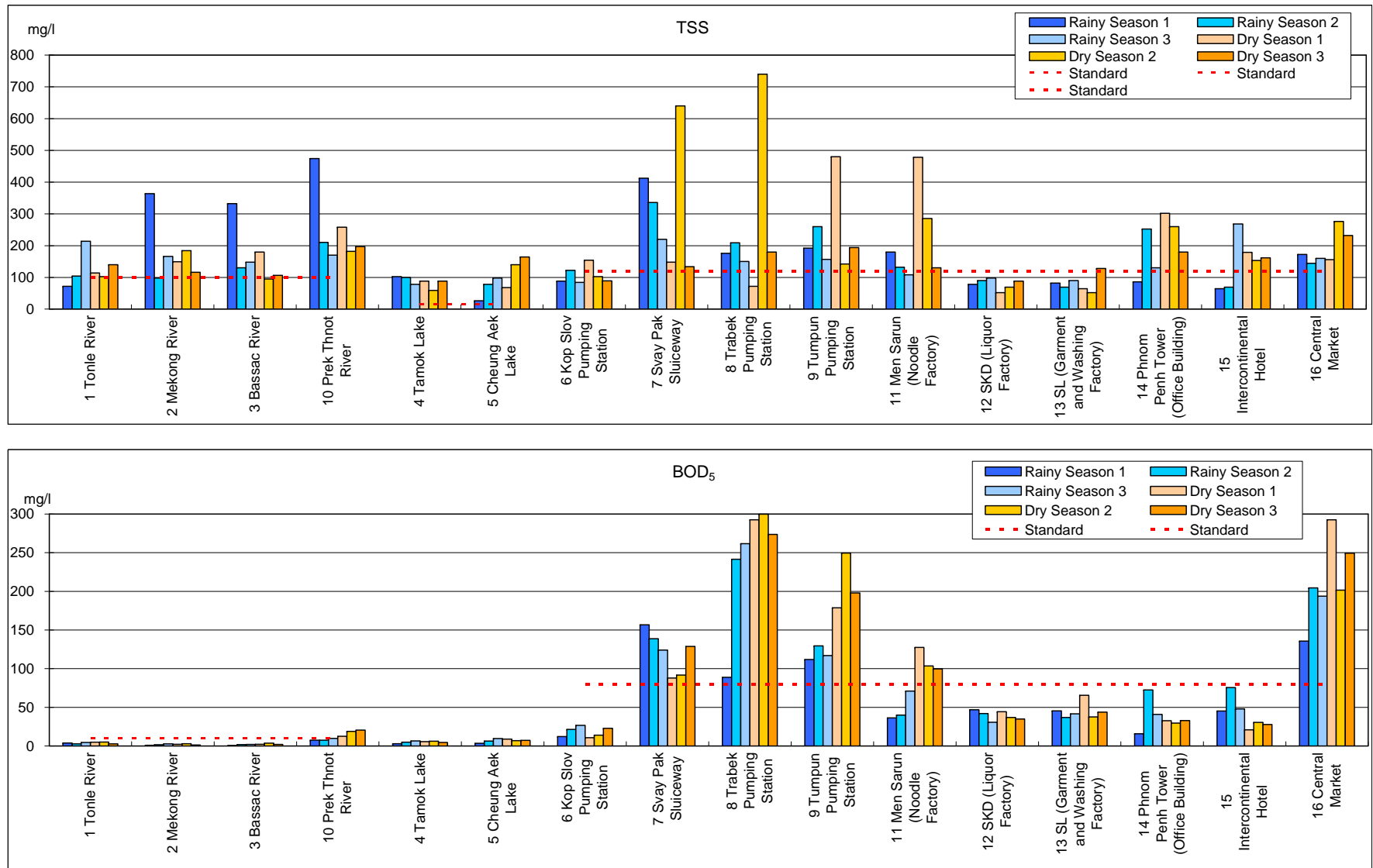
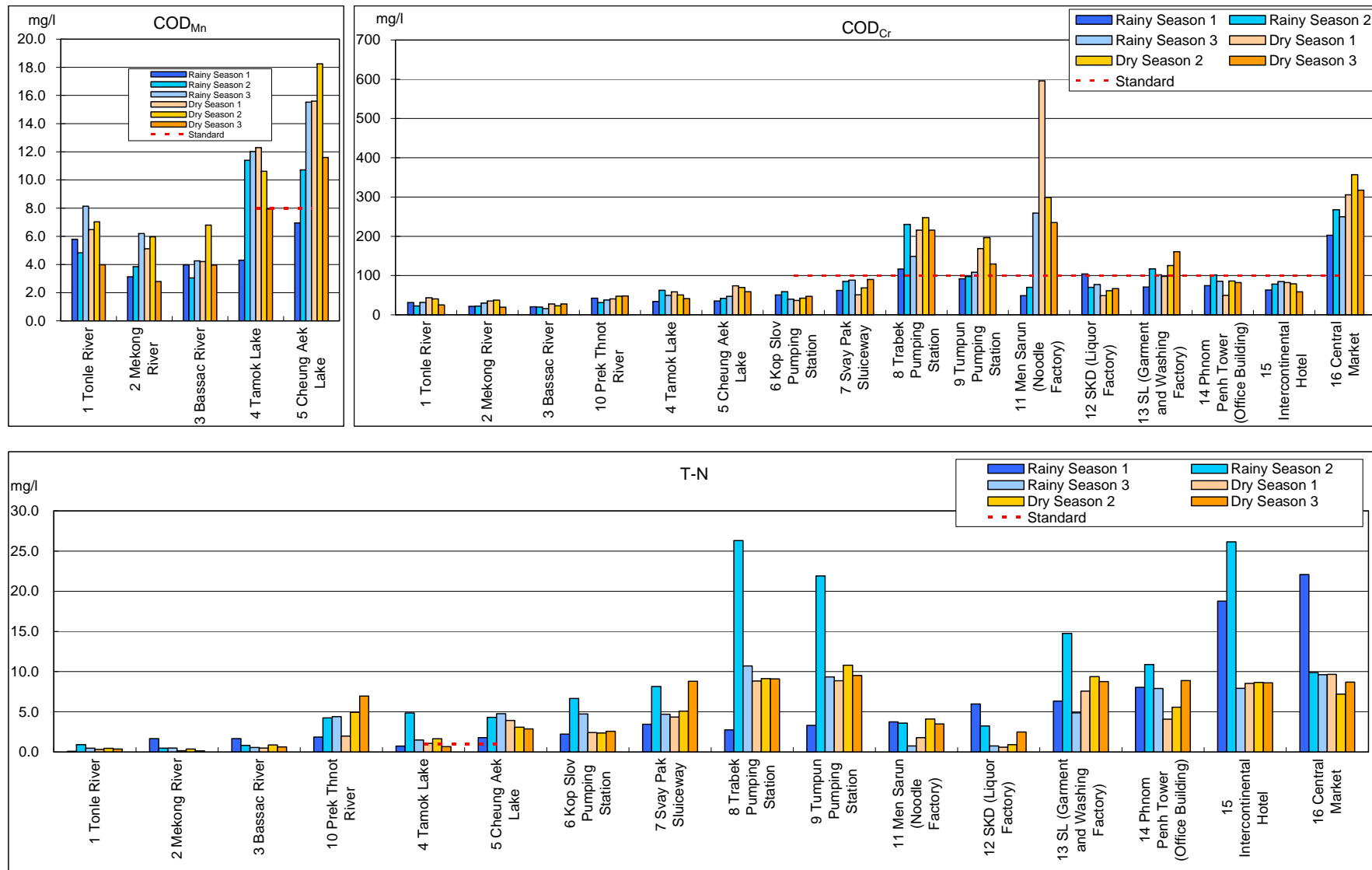


図 2.5.6 水質モニタリングの結果(2/4)

出典：調査団



出典：調査団

図 2.5.7 水質モニタリングの結果(3/4)

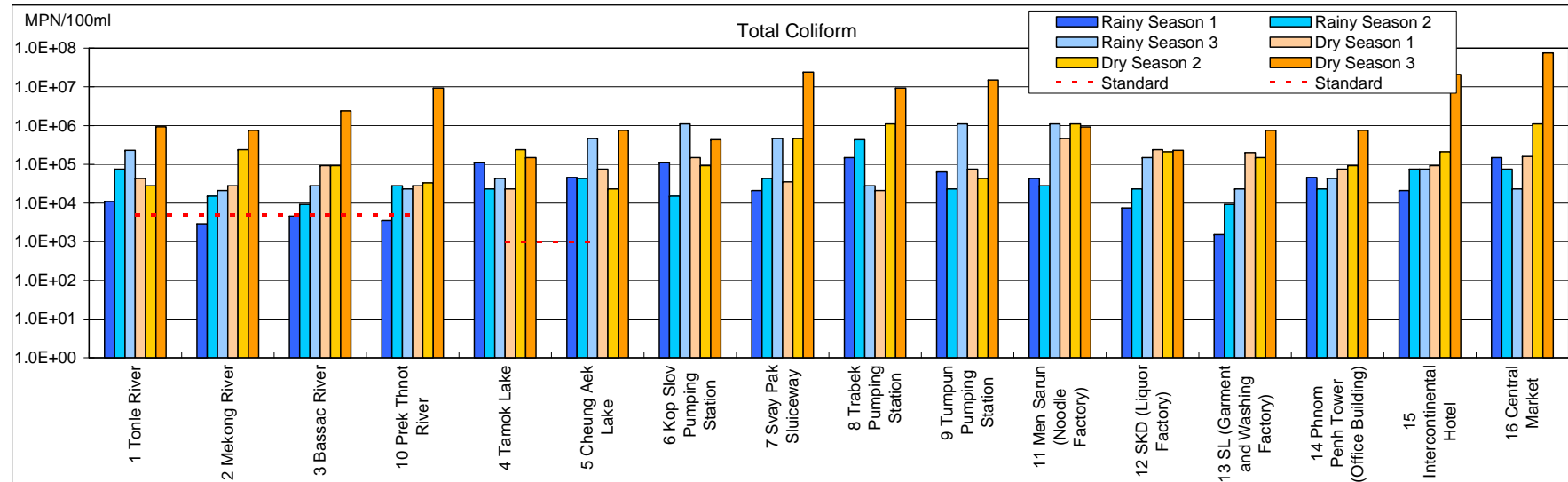
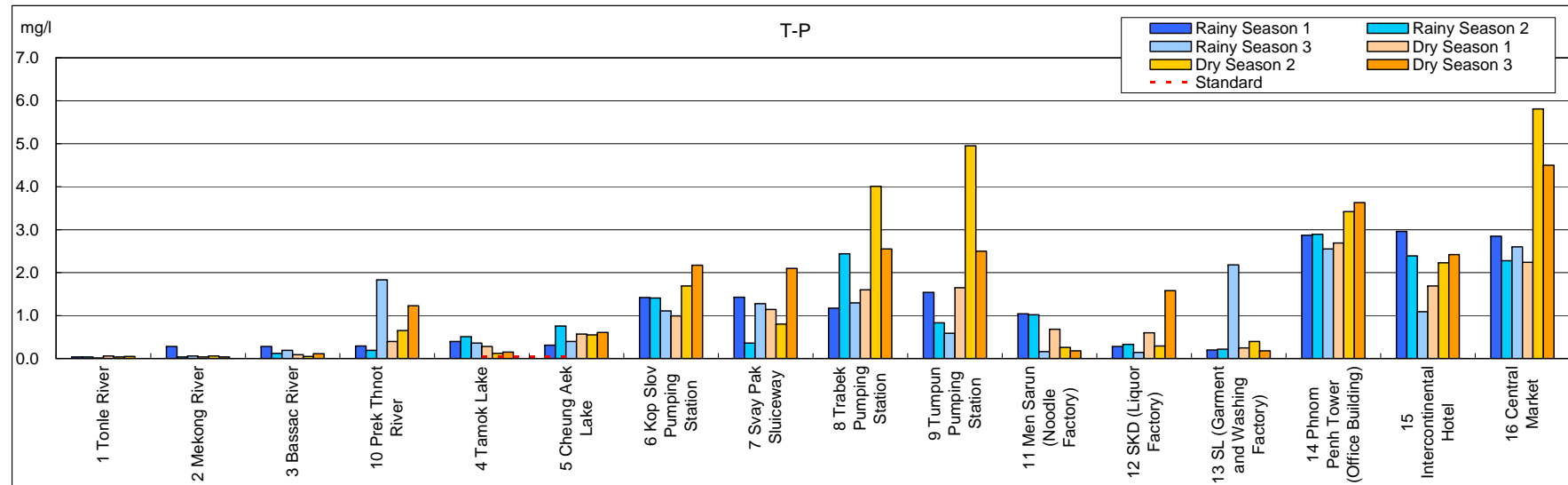


図 2.5.8 水質モニタリングの結果(4/4)

出典：調査団

表 2.5.7 各モニタリング箇所における観測値の最小値、最大値および平均値

No.	Location		pH (-)	DO (mg/L)	TSS (mg/L)	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	COD _{Cr} (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Total Coliform (MPN/100 ml)
1	Tonle River	Min	6.17	3.44	72.0	2.79	3.98	22.64	0.09	0.01	1.1E+04
		Max	7.73	5.51	214.0	5.18	8.14	43.12	0.91	0.06	9.3E+05
		Average	6.91	4.47	124.3	4.05	6.04	32.40	0.43	0.04	2.2E+05
2	Mekong River	Min	4.20	4.37	98.0	0.90	2.79	19.60	0.13	0.04	2.9E+03
		Max	7.54	5.82	364.0	3.06	6.20	37.50	1.67	0.28	7.5E+05
		Average	6.41	5.15	179.5	2.04	4.51	27.67	0.54	0.09	1.8E+05
3	Bassac River	Min	5.83	4.18	95.0	0.50	3.05	15.68	0.48	0.05	4.6E+03
		Max	7.40	5.71	332.0	3.75	6.80	27.44	1.67	0.28	2.4E+06
		Average	6.71	4.83	165.2	2.06	4.38	22.30	0.84	0.14	4.4E+05
4	Tamok Lake	Min	6.61	4.72	59.0	2.90	4.31	33.80	0.66	0.12	2.3E+04
		Max	9.16	7.59	102.0	6.44	12.29	62.40	4.86	0.51	2.4E+05
		Average	7.64	6.06	85.8	5.17	9.76	49.43	1.74	0.30	9.8E+04
5	Cheung Aek Lake	Min	6.37	0.64	26.0	3.60	6.95	35.27	1.78	0.31	2.3E+04
		Max	7.38	4.85	164.0	9.69	18.24	74.16	4.76	0.76	7.5E+05
		Average	6.85	2.06	95.7	7.13	13.11	54.48	3.45	0.53	2.3E+05
6	Kop Slov Pumping Station	Min	6.10	0.13	84.0	10.80	-	36.84	2.23	0.99	1.5E+04
		Max	7.42	6.10	154.0	26.73	-	59.00	6.65	2.17	1.1E+06
		Average	6.92	2.82	106.5	18.05	-	46.00	3.49	1.47	3.2E+05
7	Svay Pak Sluiceway	Min	5.82	0.00	134.0	88.00	-	50.96	3.44	0.36	2.1E+04
		Max	7.23	3.57	640.0	156.62	-	90.16	8.80	2.10	2.4E+07
		Average	6.73	1.59	315.0	121.35	-	74.21	5.75	1.19	4.2E+06
8	Trabek Pumping Station	Min	6.66	0.00	72.0	89.00	-	116.52	2.74	1.17	2.1E+04
		Max	7.06	0.07	740.0	299.85	-	247.61	26.31	4.01	9.3E+06
		Average	6.85	0.03	254.5	243.05	-	195.71	11.13	2.18	1.8E+06
9	Tompun Pumping Station	Min	6.09	0.00	142.0	112.00	-	92.18	3.32	0.59	2.3E+04
		Max	7.27	0.73	480.0	249.50	-	196.37	21.90	4.95	1.5E+07
		Average	6.79	0.13	237.5	164.09	-	132.06	10.62	2.01	2.7E+06
10	Prek Thnot River	Min	6.18	0.98	170.0	7.38	-	31.32	1.84	0.19	3.5E+03
		Max	7.39	5.10	474.0	20.69	-	48.12	6.96	1.83	9.3E+06
		Average	6.77	3.02	248.5	12.84	-	41.32	4.06	0.77	1.6E+06
11	Men Sarun (Noodle Factory)	Min	4.30	2.60	108.0	36.40	-	48.80	0.75	0.16	2.8E+04
		Max	7.25	6.12	478.0	127.50	-	595.84	4.10	1.04	1.1E+06
		Average	6.15	4.83	218.8	79.70	-	251.24	2.91	0.56	6.1E+05
12	SKD (Liquor Factory)	Min	3.35	1.03	52.0	30.75	-	48.76	0.59	0.14	7.5E+03
		Max	7.32	6.78	98.0	47.06	-	104.16	5.96	1.58	2.4E+05
		Average	6.34	3.09	79.2	39.34	-	71.36	2.33	0.54	1.4E+05
13	SL (Garment and Washing Factory)	Min	6.30	2.60	52.0	36.95	-	70.68	4.87	0.18	1.5E+03
		Max	7.51	6.35	128.0	65.52	-	160.72	14.75	2.18	7.5E+05
		Average	6.96	4.38	80.8	45.17	-	112.29	8.61	0.57	1.9E+05
14	Phnom Penh Tower (Office Building)	Min	5.48	0.00	86.0	15.70	-	49.60	4.08	2.55	2.3E+04
		Max	7.21	3.10	302.0	72.54	-	101.40	10.88	3.63	7.5E+05
		Average	6.63	1.67	201.7	37.37	-	79.90	7.56	3.01	1.7E+05
15	Intercontinental Hotel	Min	5.38	4.70	64.0	21.06	-	58.82	7.92	1.09	2.1E+04
		Max	7.83	5.72	268.0	75.58	-	84.88	26.14	2.96	2.1E+07
		Average	7.03	5.10	149.2	41.41	-	74.37	13.10	2.13	3.6E+06
16	Central Market	Min	4.70	0.00	144.0	135.62	-	202.80	7.21	2.24	2.3E+04
		Max	6.95	0.34	276.0	292.50	-	356.72	22.08	5.81	7.5E+07
		Average	6.17	0.07	190.0	212.91	-	283.35	11.19	3.38	1.3E+07
Standard for Monitoring Point											
No. 1 to 3			6.5-8.5	>2.0	<100	<10	-	-	-	-	5.0E+03
No. 4 to 5			6.5-8.5	>2.0	<15	-	<8	-	<1.0	<0.05	1.0E+03
No. 6 to 16			5.0-9.0	>2.0	<120	<80	-	<100	-	-	-

出典：調査団

2.6 組織・制度の現状

2.6.1 関連法規

カンボジアの法律は、憲法(Constitution)、憲法修正法(Constitutional Law)、法律(law) Kram、勅令(Royal Decree) Kret、閣僚会議令(もしくは政令)(Sub-Decree) Anukret、大臣令(もしくは省令)(Regulation, Declaration) Prakas、通達(Circular) Sarachor、その他(市長令、州知事令、局長令など) から構成されており、関連する法規については以下のとおりである。

(1) 汚水対策・汚泥管理

現在のところ、汚水および雨水排水のマネジメントに係る法令等は存在しない。そのため、現在、MPWTにて、汚水・雨水排水管理に係る新法「Wastewater Management Law」を策定中であり、ドラフト版が出来ているが、近隣国からアイデアを収集中であり完了時期については未定である。本ドラフト版は、14章 83条の条文から成っており、現在、UN-HABITAT および UN-ESCAP に協力の要請をしているところである。

汚泥管理については、経済特区(SEZ : the Special Economic Zone)や民間の処理場から排出される汚泥は、民間企業の有する産業廃棄物処分場で処分する必要がある。

一般家庭の腐敗槽や管路清掃時の汚泥は、一般ごみ(廃棄物)と区別され、専用の廃棄物処分場で処分されることになっているが、実際には、Dangkor ごみ処分場に併設された浸出余水池等にて処分されている。

上述のように現状は、汚水管理に関する法令は整備されておらず、環境省関連法令のみであり、汚水に関する法制度はない。下水道整備を進めるに当たっては、汚水処理および汚泥処理に係る法整備が必要である。これらの現状を踏まえ汚水処理・汚泥処理に関する基本法令として下水道法を整備し、関連法令との整合や地方政府令(条例)などを策定する必要がある。

下水道法(条例)に定める事項の例としては、用語の定義、事業計画、構造の基準、放流水質、排水設備の設置、使用開始の告示および下水道への接続義務、特定施設の設置、放流水質や排水設備の検査、汚泥の処理、維持管理の基準、下水道使用料制度・料金徴収方法および料金の減免・免除等支援制度、各種届出等手続方法、罰則規定などがある。

プノンペン都における汚水処理施設設置等の規制は、概ね、建築物(一般家庭含む)排水施設はMLMUPC、工場等産業排水施設はMIHが所管している。これらの施設から排出される汚水や汚泥の処理処分は、MPWTの所掌となる。したがって、MLMUPCやMIHが所掌する排水施設は、それぞれの所管官庁が管轄し、下水道施設に受け入れた排水の処理処分は、MPWT(DPWT)が管理する。

(2) 排水関連

排水に関する法令として、水質汚濁防止に関する政令(「Sub-decree on Water Pollution Control, 1999」)が、1999年4月6日に制定されている。本政令は、廃水(液体廃棄物)、有害廃液の定義、分類、水質環境基準、排水基準、排出者の責任、モニタリング、許認可、査察、罰則などを定めている。下水排水基準に関しては、同政令9条、11条に下水道への接続義務、(Annex 2として)「公共水域もしくは下水への汚染源の排出基準(Effluent standard for pollution sources discharging wastewater to public water areas or sewer)」が規定されている。この基準では「保護公共水域」への基準が設定されているが、現在のところ保護地区は指定されていないため、(工場を含む)すべての排水について「公共水域および下水への排出」基準が適用され、公共水域への放流点で適用される。

排水基準は、全52項目が定義されており、公共水域への放流点で適用される。

なお、工場に対しては、「Sub-decree of Government Regulation(1997)」において、処理施設の設置を指導している。環境省は、工場の処理施設に対して、3ヶ月に1度、放流水質検査を実施することとなっているが、それは十分に機能していない。

一方、カンボジア国の水質基準は、生物多様性の保護に関する項目として、河川、湖沼(貯留池)、海域でそれぞれ定義されている。また、人の健康に関する項目として、全25項目が公共用水域の水質基準として定義されている(水質・排水基準については、2.5.1節に詳述)。

(3) 民間開発に係る汚水処理・排水対策

民間開発等に係る法令として、1994年に『国土整備・都市化・建設法(Law on Land Management, Urban Planning and Construction)』が制定されている。この法律は、国あるいは地域レベルでの開発計画、および土地利用計画の作成に関する手続きについて示している。プノンペン都等の自治体は、開発計画のM/Pおよび土地利用計画を策定することが義務付けられており、国の承認を得なければならない。そのため、前述のように、プノンペン都においては、都市計画M/P(White Book on Development and Planning of Phnom Penh)の最終承認のためのsub-decreeの発出を待っている状況である。

建築許可に関しては、建築許可に関する政令86号「Anukret 86 on Construction Permit (ANK/BK)」が1997年12月19日に制定されている。ANK/BKは、土地利用計画や承認されたM/Pがない場合に、すべての建築物に適用される。建設許可証発行の条件として、衛生装置と下水道接続・埋立てに関する規定(同法2条)、飲料水供給および下水排水接続の規定(同法31条)がある。下水道システムがない場合は、腐敗槽等の汚水処理装置の設置義務と腐敗槽の仕様(表2.4.3参照)が規定(同法31条-3)されている。建築許可の発行は王国政府(閣僚評議会)により行われ、特に以下に列記する建築物は、国土管理・都市計画・建設省(MLMUPC)の全国委員会長の承認が必要となる(同法5条)。また、宅地開発についても3,000m²を超えるものは同様である。全国委員会のメンバーは同法6.2条に定められている。

- ・ 床面積3,000m²を超える商工業用建築物
- ・ 商業用ホテル
- ・ 500ha以上の農地開発
- ・ 空港、港、鉄道、車両庫
- ・ 床面積3,000m²を超える公共施設および民間施設(増設後床面積3,000m²を超える場合も含む)
- ・ 保護地域(環境、景観、歴史文化財)での建設
- ・ 国家遺産に分類される建築物
- ・ 軍事施設の防衛を目的とした建築物

なお、民間投資に係る法令を表2.6.1に示す。

表 2.6.1 民間投資関連法

法規名	内容
コンセッション法 (Law on Concessions, 2007)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 民間資金の活用を推進することが目的 ・ コンセッションにおけるカンボジア開発協議会(Council for the Development of Cambodia :CDC)の役割 ・ コンセッション契約の手続き ・ コンセッションプロジェクトのガイドライン(期間、罰則、等)
改正民間投資法 (Law on the Amendment to the Law on Investment, 2003)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 上記法律の改定版 ・ 承認された民間プロジェクトに適用 ・ 承認済みプロジェクトの定義 ・ 承認済みプロジェクトに関する手続き
民間投資法 (Law on Investment of the Kingdom of Cambodia, 1994)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 民間プロジェクトについての法律。 ・ CDCの役割 ・ 投資の手続き、保証

法規名	内容
	・土地の所有権と使用

出典：カンボジア国における下水道事業等の整備計画策定調査業務報告書(2012.3 国土交通省)

(4) 土地利用およびその規制

土地利用に関しては、「土地法(Land Law)」が制定されている。土地法は、1992年に制定され、2001年に改定された。この法律では、土地所有に関する権利、形態、取得および土地所有の手続きについて定められている。土地法は、法的に土地の所有を認めるものであるが、1979年以前の土地所有権については認められていない。ただし、土地所有権には、所有権と特別占有権があり、証明書があれば特別占有権か所有権が与えられる場合がある。なお、土地所有権は、カンボジア国の国民あるいは事業体にのみ付与される。なお、2001年に策定された土地法 29条から 31条に、特別所有権が認められる条件が明記されている。

(5) 環境社会配慮

環境社会配慮に係る法制度は、2.7 節に詳述する。

(6) 土地収用関連

土地収用関連に係る法制度は、2.7 節に詳述する。

(7) 課題の抽出

2.3.1(都市計画、開発計画および都市計画)に記述のように、NSDP/CDS/White Book 等においては、下水排水分野の改善が重点項目として位置付けられている。しかしながら、下水道整備に係る法制度は、策定されておらず、法制度に係る課題として下記のことが挙げられる。

(a) 下水・排水、汚泥処理に関する法制度下水道法が存在しない。

下水道事業に係る下水道法は、下水・排水改善 M/P の円滑な執行に欠かせないパイプライン的な法律であり、その整備が必須である。

(b) 下水道事業に関するガイドラインや基準等が存在しない。

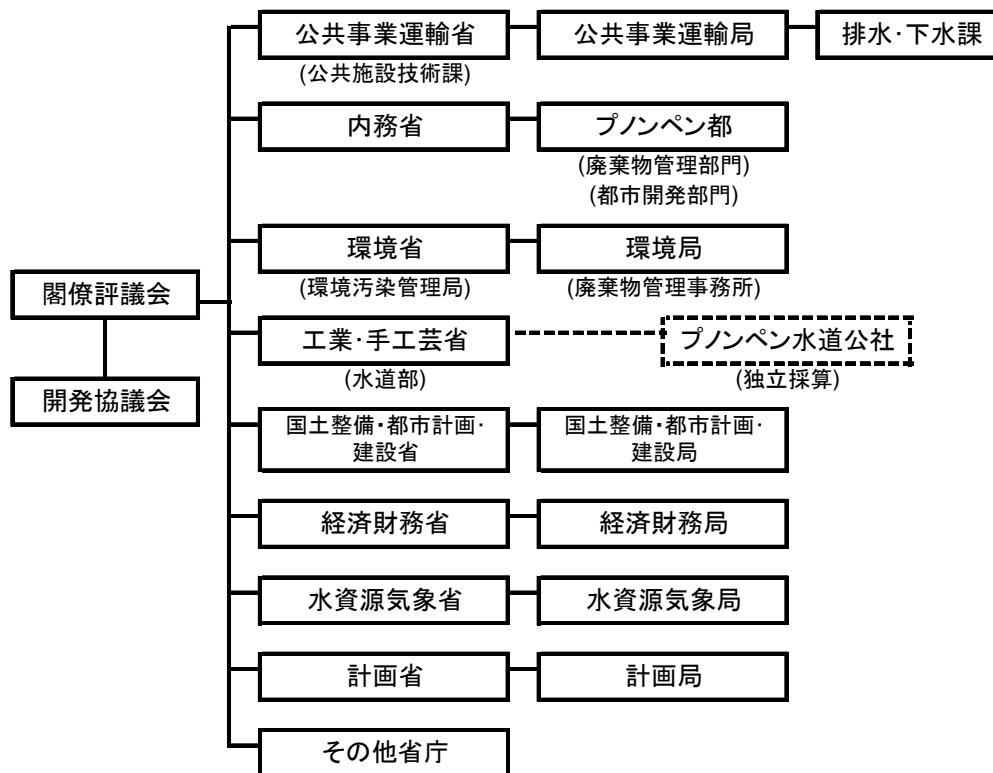
下水道法をベースに下水道に係る補助制度、下水排水(工場、商業施設、一般家庭)の下水接続、管渠や処理場の構造上の基準、水質規制基準、維持管理基準など具体的なガイドライン又は基準が必要である。

(c) 下水道整備促進に係る制度の創設

2035年を目標とする本プロジェクトを推進するためには、まずは下水道法を始めとする関連法制度の策定が必要である。また、着実に下水道整備の促進を図るため、短期・中期・長期の計画を策定し国の承認を得た上で、短期の目標として「(仮称) プノンペン都下水道整備5ヶ年計画」を作成し、目標年次まで継続的に事業を進めるような制度設計が有効である。

2.6.2 関連組織

ここでは本プロジェクトと関連が深い、汚水対策・雨水排水分野および上水分野に関連する省庁、プノンペン都、本プロジェクトのカウンターパートとなる DPWT/PPCC、プノンペン水道公社、環境関連の組織体制等について記述する。図 2.6.1 に、本プロジェクトの関連組織の関係図を示す。



出典：調査団

図 2.6.1 本プロジェクトの関連組織の関係図

(1) 国の概要

カンボジア国では、閣僚評議会(Council of Ministers)の下に 25 省 2 庁が組織されており、プノンペン都は、MOI の管轄下にある。

(2) 公共事業運輸省

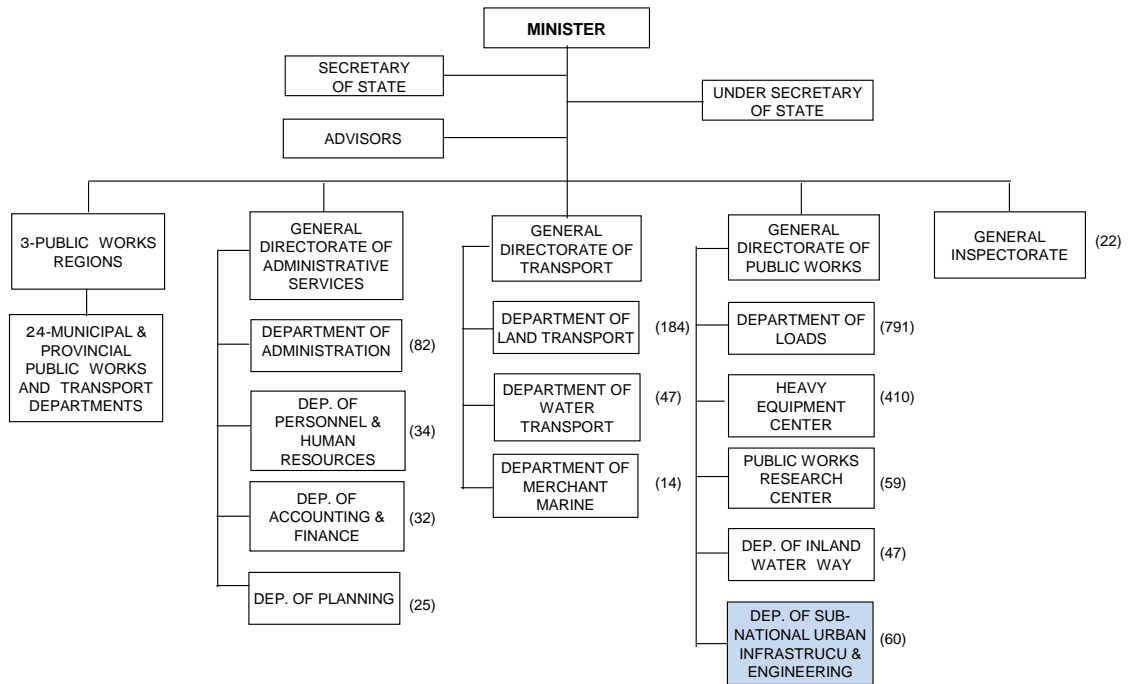
MPWT は、カンボジア国の道路、港湾、交通、都市開発、下水・排水等の公共事業および交通分野について管轄している省庁であり、5 局(管理局、運輸局、公共事業局、監査局、地方・州担当局)で構成されている。

MPWT では、公共事業局(General Directorate of Public Works)の下に、新たに 2 つの部署を作る予定がある。一つはカンボジア国の下水排水事業のマネジメントに係る法令・基準の整備強化のための下水排水部門、もう一つはハイウェイ部門を担当する組織である。また、MPWT の組織強化に合わせて公共事業運輸局(DPWT)の組織も増強される。

下水道整備を進めるに当たって、障害となる事案が生じる場合は、関係省庁間で運営委員会(ステアリングコミッティ)を立ち上げて問題解決のための調整を図ることとなる。委員会は経済財務省(Ministry of Economics and Finance)が事務局となり開かれ、関係省庁がメンバーとなる。

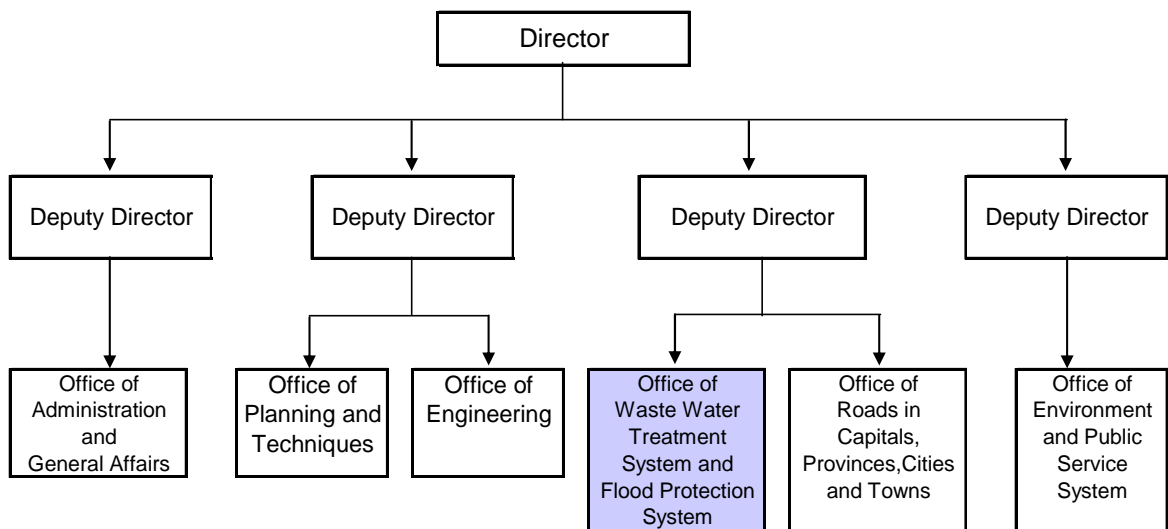
公共事業部内の公共施設・技術課の下水処理・洪水防御システムオフィスは、下水排水関連法令や基準等を担当している。2014 年 2 月現在、MPWT 全体の職員数は、3,391 人、公共施設技術課の職員数は 60 人である。図 2.6.2 に公共事業運輸省(MPWT)の組織図、図 2.6.3 に公共事業技術課の組織図を示す。

なお、現在のところ、カンボジア国での下水道・排水事業は、各州およびプノンペン都の公共事業運輸局(General Department of Public Works)が所管している。



出典：Ministry of Public Works and Transport

図 2.6.2 公共事業運輸省の組織図



出典：Ministry of Public Works and Transport

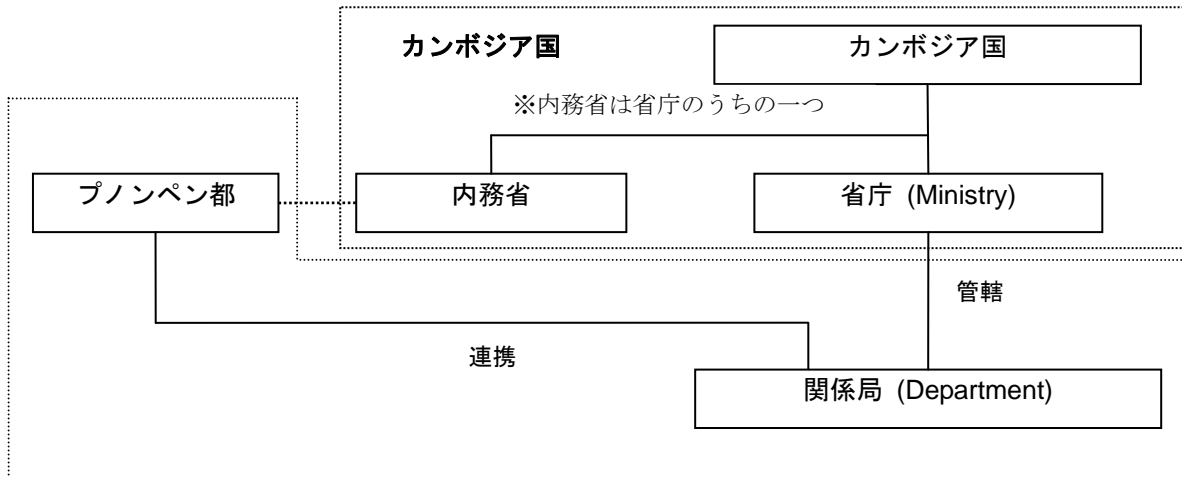
図 2.6.3 公共施設技術課の組織図

(3) プノンペン都

プノンペン都(PPCC)は、図 2.6.5 に示す組織図のとおり、総務課(Administration Division)、計画投資課(Planning and Investment Division)、財務課(Finance Division)、都市化課(Urbanization Division)、人事課(Human Resource Management Division)、セクター間調整課(Inter-Sectoral Division)、法律・人権課(Law and Human Right Affair Division)、廃棄物管理課(Waste Management Division)から構成され、2010年12月現在、268名の職員が勤務している。プノンペン都(PPCC)は、各省庁(Ministry)および省庁の下部組織である局(Department)と連携をして事業を行っている。

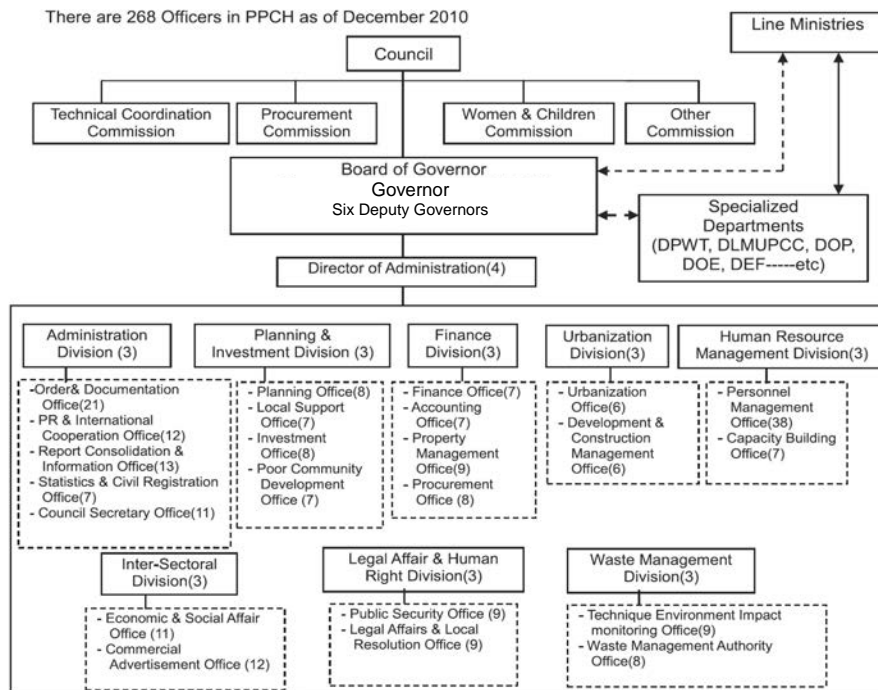
下水道事業については、都知事の承認が得られた後、主に公共事業運輸局(Department of Public Works and Transport)が、公共事業運輸省(Ministry of Public Works and Transport) の指導、技術的支援の下で行うこととなる。

図 2.6.4 にカンボジア国とプノンペン都(PPCC)との関係、図 2.6.5 にプノンペン都(PPCC)の組織図をそれぞれ示す。



出典：カンボジア国における下水道事業等の整備計画策定調査業務(国土交通省)を基に調査団が作成

図 2.6.4 カンボジア国とプノンペン都の関係



出典：Overview of Urban Development in Phnom Penh Capital City, 2011

図 2.6.5 プノンペン都の組織図

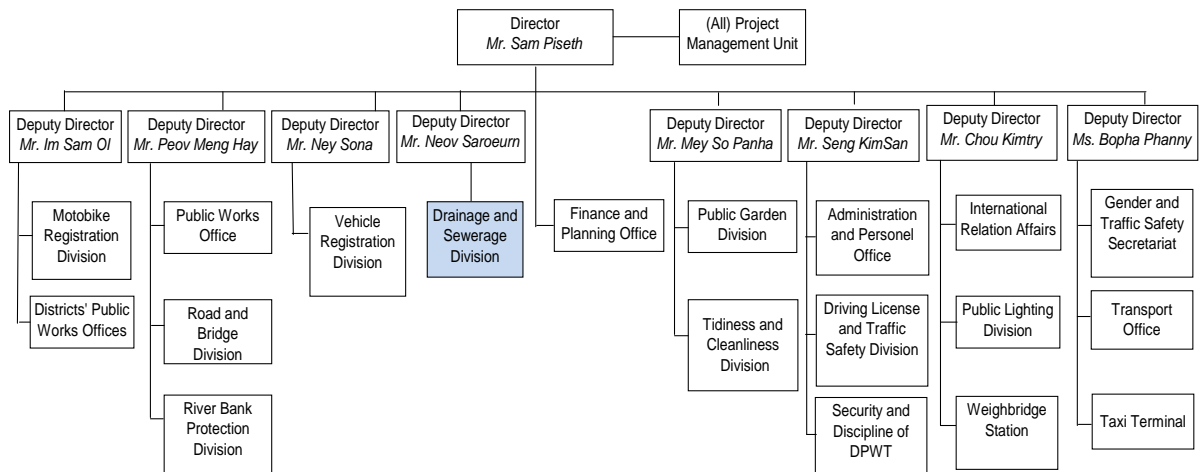
(4) 公共事業運輸局

(a) 組織図および人員配置

DPWT/PPCC は、MPWT の下部組織で、PPCC および MPWT の監理の下、プノンペン都における道路、港湾、交通、都市開発、下水・排水等の公共事業および交通分野を所管し、施設の維持管理等を行っている組織であり、本プロジェクトのカウンターパートとなる組織である²⁰。DPWT の中で下水・排水を担当している部局は排水・下水課(DSD : Drainage and Sewerage Division)であるが、本プロジェクトのように国際協力によるプロジェクトを実施する場合は、国際協力担当(International Relation Affairs)副局長および公共事業管理室(Public Works Office)も関係する。

DSD は、4つのセクションから成り、プノンペン都の雨水排水処理システムを維持管理している。正規職員は 30 名で、雨水排水システムや清掃機材等の管理を担当している。技術部門は、雨水排水管、水路や機材の修繕や補修、ポンプ場の運転管理等プノンペン都の排水・下水処理システムの整備計画(予算要求)を作成し DPWT へ報告する。また、現地実務作業は契約社員が実施する体制となっており、契約社員は毎年契約更新を行う。業務量等により契約社員数は増減する。

DPWT の職員数は、表 2.6.2 に示すように、2014 年 2 月末現在で、826 名である。このうち排水・下水課(DSD : Drainage and Sewerage Division)の職員数は、193 名である。DPWT の組織図を図 2.6.6、DSD の組織図を図 2.6.7 に示す。



出典 : Department of Public Works and Transport

図 2.6.6 公共事業運輸局の組織図

²⁰ カンボジアでは地方自治体が業務を実施するにあたっての人員や能力が不足していることが多いことから、各中央省庁の省令に基づき、その一部局としての位置付けであるが、特定の地方自治体の特定業務を担う組織体制を有している。同体制は、プノンペン都や各州の地方自治体で構築されており、同組織は実際の地方自治体の業務を担当するものの、各事業の最終的な意思決定権限は地方自治体が有している。

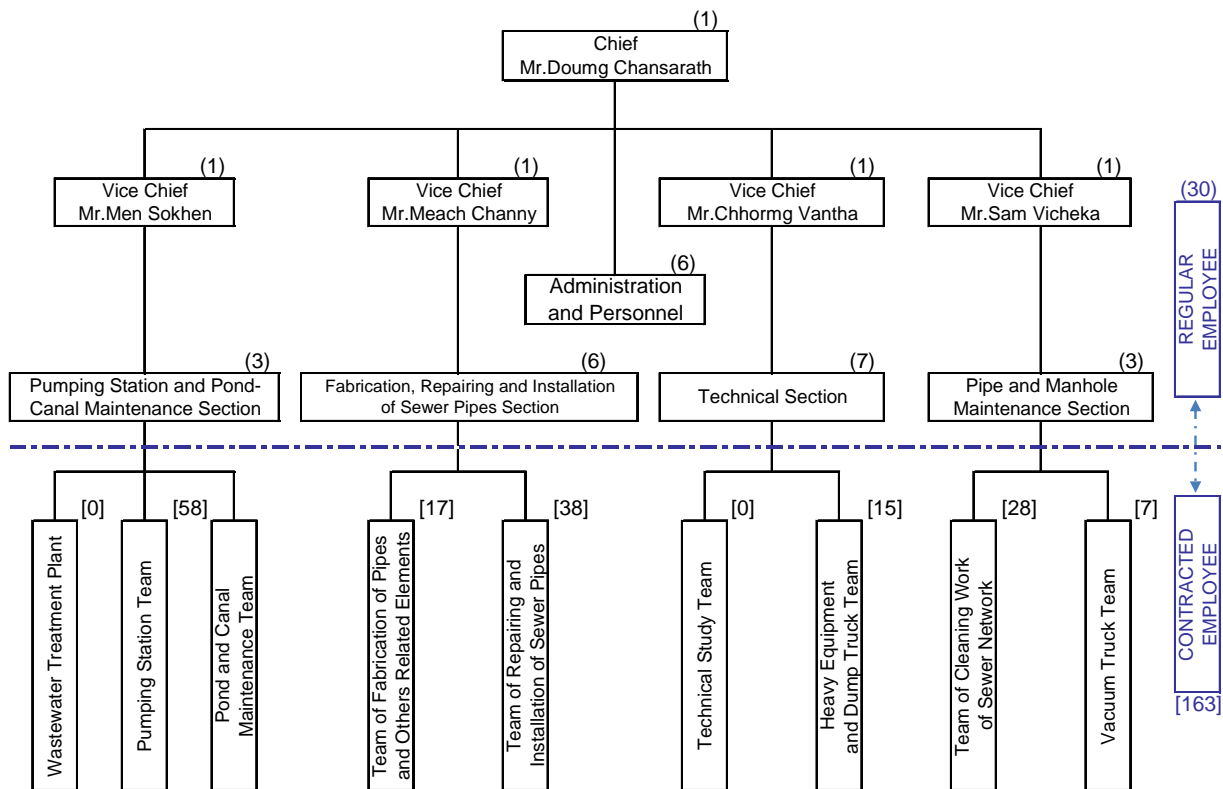


Chart of DSD and Staff Number

30 (regular employee)
163 (contracted employee)
total 193 persons

出典：Department of Public Works and Transport

図 2.6.7 排水・下水課の組織図

表 2.6.2 DPWT の職員数

No	Section	Regular Employee				Sub Total	Contracted Employee	Total
		技術者/技術者以外での区分		男性/女性での区分				
		Engineer	Other	Male	Female			
1	Director Board	5	0	4	1	5	-	5
2	Administration and Personnel Office	-	7	5	2	7	2	9
3	Finance and Planning Office	1	11	9	3	12	1	13
4	Public Works Office	19	3	21	1	22	3	25
5	Transport Office	2	18	13	7	20	5	25
6	Road and Bridge Division	6	25	22	9	31	38	69
7	Drainage and Sewerage Division	6	24	19	11	30	163	193
8	Public Lighting Division	-	-	-	-	-	20	20
9	Public Garden Division	4	14	12	6	18	272	290
10	Pound Division	1	7	8	-	8	7	15
11	Flood Control Division	0	1	1	-	1	-	1
12	Solid Waste Management Division	-	-	-	-	-	-	-
13	District Public Works Offices	7	10	14	3	17	-	17
14	Motorbike Registration Division	3	26	23	6	29	14	43
15	Municipal Transport Authority	-	-	-	-	-	-	-
16	Vehicle Registration Division	3	43	25	21	46	12	58
17	Driving License and Traffic Safety Division	7	33	29	11	40	3	43
Sub Total		64	222	205	81			
Total			286		286	286	540	826

注：No.12 は組織図に掲載なし。その後、Staff は 821 名に減員との情報あり。ただし、減員の Section は不明。

出典：DPWT/PPCC

(b)事業実施能力

DPWT/PPCC の職員数は 826 名であるが、正規職員の技術者は 64 名である。そのうち、雨水排水処理システムを維持管理する DSD の技術職員は 6 名であるが、洪水防御の雨水排水ポンプ施設はあるものの下水処理施設が無いため下水処理システムに係る管理運営能力が乏しい状況である。また、雨水排水路の清掃、修理が主たる業務でありメンテナンスに係る基準やマニュアル等のルールも存在せず、雨水排水システムを含め下水道事業を実施していくための能力開発が重要となる。

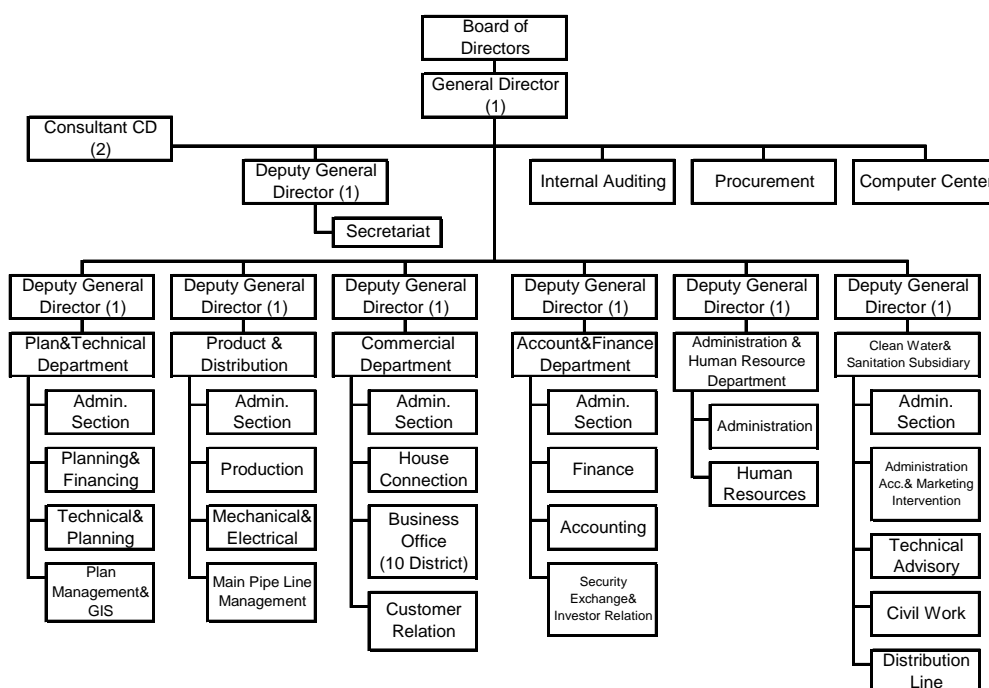
(5) プノンペン水道公社

PPWSA はプノンペン首都圏における水道事業体であり、プノンペン都とその周辺エリア (Kandal 州の一部等)を含めた地域に、上水を供給している(PPWSA の業務実績(給水量、収入内訳など)は、表 2.3.4、表 2.6.15、表 2.6.16 を参照)。

PPWSA は、プノンペン都や水道事業を所管する MIH 等を含む全ての機関からは独立した組織であるが、料金体系の決定や値上げ決定等は、水道事業を所管する MIH の認可を受ける必要がある。

PPWSA の水道水供給エリアは、都市域の拡大と併せて拡張されている。したがって、下水排水事業を進めるに当たって、PPWSA は、年次毎の給水データを蓄積しており、下水・排水事業に不可欠な下水道計画や整備計画等に有益な基礎資料を所有している。

また、PPWSA は、料金徴収率向上ノウハウを有し、管理運営するための組織体制が構築されている。組織的には、地図情報システム・情報管理・水道および衛生サービス部門(排水設備の工事請負や衛生サービス)の強化を図っている。サービス部門の子会社は全額 PPWSA 出資で、水道と衛生の維持管理に加えて水道工事で培った水道技術、施工技術および工事経験を活かし、建設会社として MEF に登録し、MLMUPC からも操業許可を取得しており、プノンペン以外での配管工事や衛生サービス、下水道の建設(Siem Reap、Battambang および Sihanoukville 等も実施することができる。PPWSA の組織図を図 2.6.8 に示す。職員数は、表 2.6.3 に示すように、2014 年 12 月現在で 849 名である。



出典：PPWSA

図 2.6.8 PPWSA の組織図

表 2.6.3 PPWSA の部署別職員数

Section	Employee	Contractor	Trainees	Total
Secretariat	5	0	0	5
Internal Auditing	5	1	0	6
Procurement	6	1	1	8
Computer Center	16	0	1	17
Sub-total	32	2	2	36
Plan & Technical Department				
Administration Section	3	0	0	3
Planning & Financing	4	1	0	5
Technical & Planning	14	2	0	16
Plan Management & GIS	0	3	0	3
Sub-total	21	6	0	27
Product & Distribution Department				
Administration Section	4	1	0	5
Production	79	4	0	83
Mechanical & Electrical	25	7	0	32
Main Pipe Line Management	90	25	5	120
Sub-total	198	37	5	240
Commercial Department				
Administration Section	30	6	0	36
House Connection	46	5	0	51
Business Office(10 District)	129	12	3	144
Customer Relation	58	13	0	71
Sub-total	263	36	3	302
Account & Finance Department				
Administration Section	1	0	0	1
Finance	12	0	1	13
Accounting	21	0	1	22
Security Exchange & Investor Relation	3	0	0	3
Sub-total	36	0	2	38
Administration & Human Resource Department				
Administration	56	0	17	73
Human Resources	6	0	2	8
Sub-total	62	0	19	81
Clean Water & Sanitation Subsidiary				
Administration Acc.& Marketing Intervention	10	3	2	15
Technical Advisory & Project Management	7	0	2	9
Civil Work	54	4	26	84
Distribution Line	1	0	0	1
Sub-total	72	7	30	109
Total	684	88	61	833

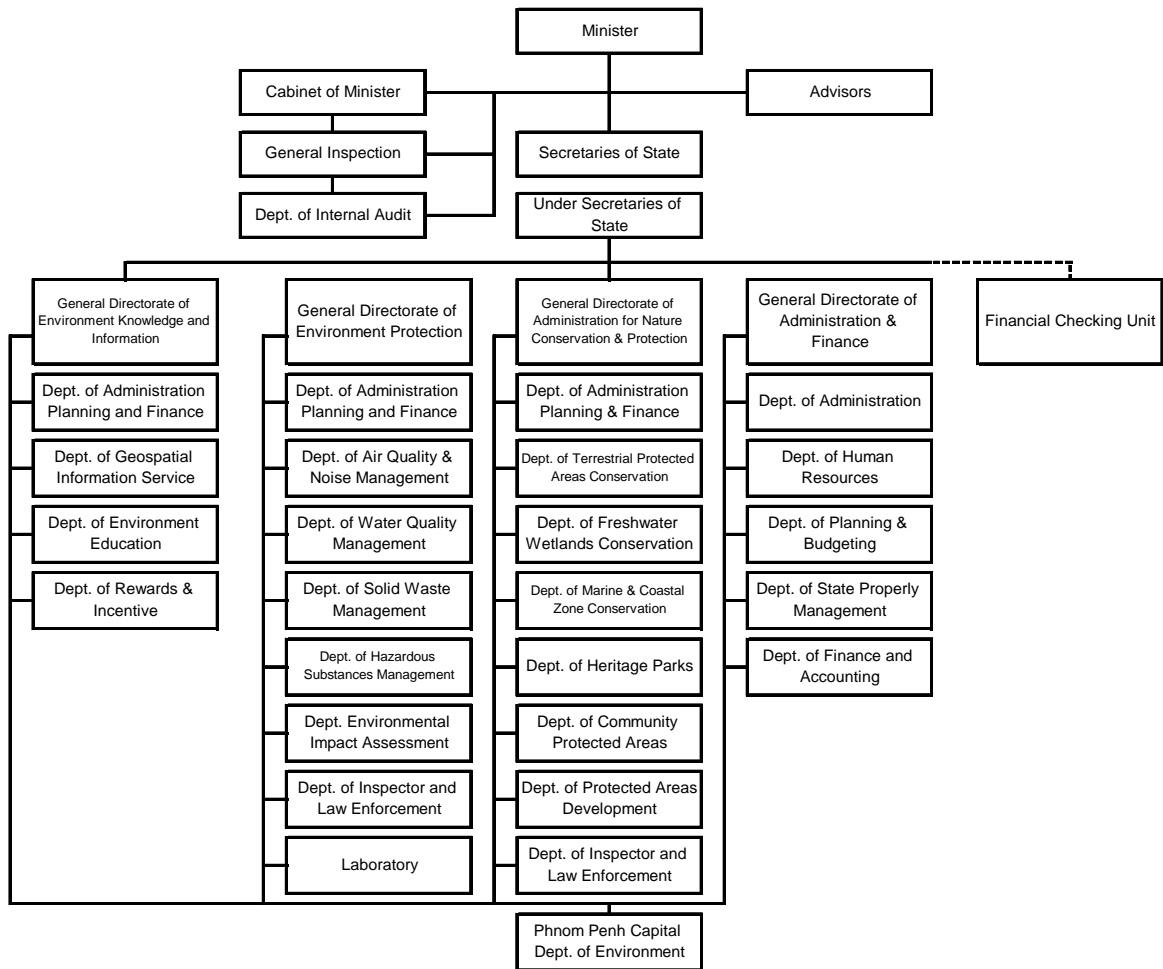
注) Board of Directors と Deputy General Director (16 人)は、表から除く。

出典 : PPWSA

(6) 環境関連組織

(a) 環境省

MOH は、環境関連法規の作成と環境政策の実施、環境アセスメントの推進、公共用水域・天然資源の保護、公共用水域の水質調査を行っている。組織図を図 2.6.9 に示す。

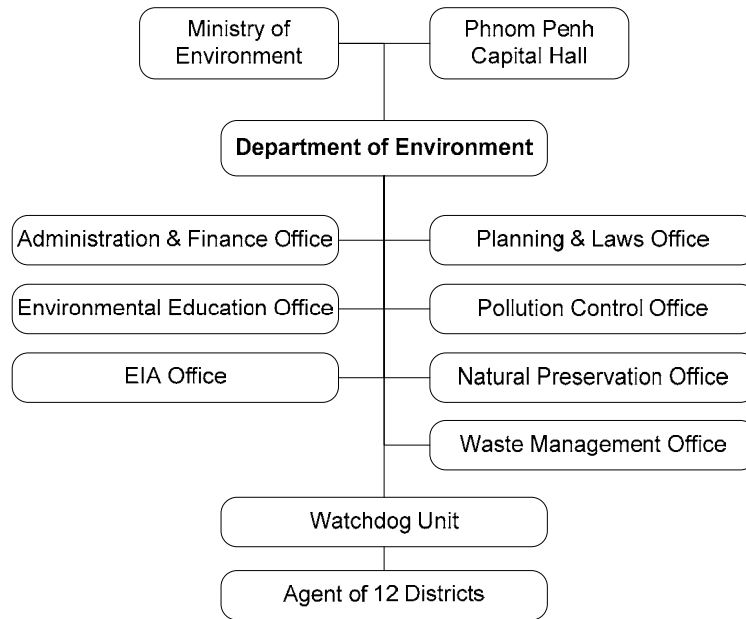


出典：MOE

図 2.6.9 環境省の組織図

(b) 環境局

1999 年の法令 (Sub-Decree 39) で全ての環境保全の責任は地方政府にあり、環境局 (Department of Environment/PPCC) が所管するが、EIA (Environment Impact Assessment) の承認は事業費が 200 万 USD を超えるものは MOE の所管となる。DOE の全職員数は 68 名である。下水・排水に係る部署は廃棄物管理部門 (Waste Management Office) が所管しており、職員数は 7 名である。組織図を図 2.6.10 に示す。また、職員数の内訳を、表 2.6.4 に示す。



出典: DOE/PPCC

図 2.6.10 環境局(プノンペン都)の組織図

表 2.6.4 環境局(プノンペン都)の職員数

	Section	No. of Staffs (Persons)
1	Administration and Finance office:	9
2	Waste management office:	7
3	EIA office :	8
4	Planning and Laws office:	8
5	Environmental Education office:	6
6	Pollution Control office:	9
7	Natural Preservation office:	6
8	Agent of 12 Districts office:	15
	Total	68

出典: DOE/PPCC

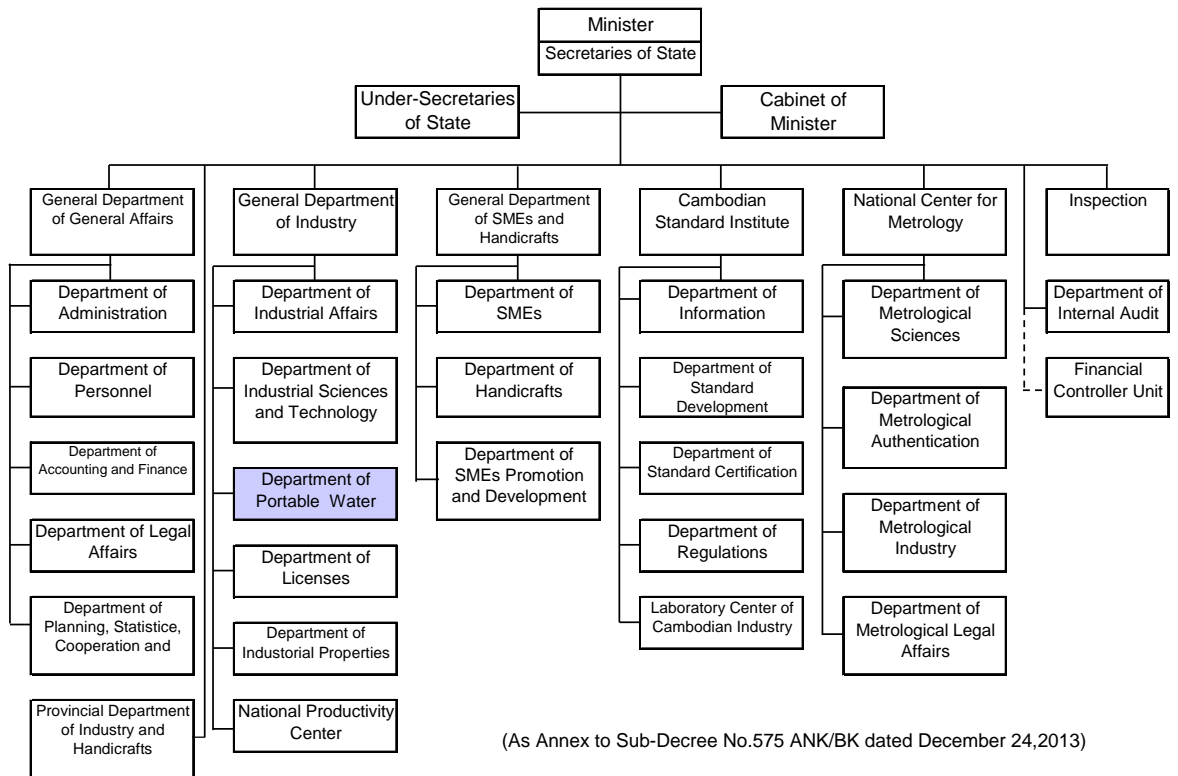
(7) 工業手工芸省、その他

(a) 工業手工芸省

MIH は、カンボジア国内の工場(大規模および中小規模を含む)の上水道事業等を管轄する。下水・排水事業に関連の深い PPWSA を所管する部署は MIH の水道部(Department of Potable Water Supply)である。

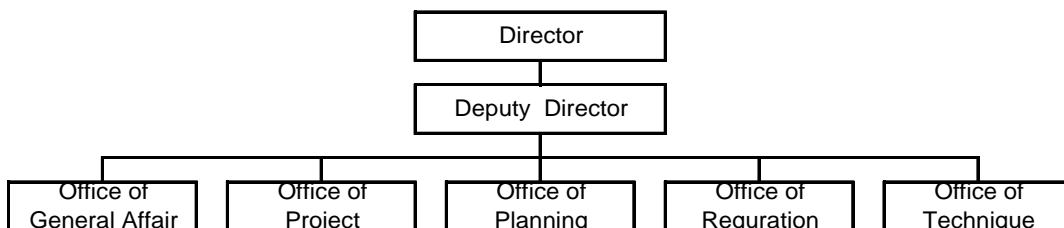
図 2.6.11 に MIH の組織図、図 2.6.12 に水道部の組織図を示す。

MIH は、各工場を管理するため、まず、各工場に対し、操業許可証(License)を発行する。License の発行の際、MIH は、各工場の規模や業種等に鑑み、周辺環境への影響が大きいと判断される工場に対しては、工場主の責任にて下水処理場の設置や、周辺環境への影響やその緩和策等を含む EIA 調査を義務付ける。また、License の発行を受け操業を開始した各工場には、3年毎に Operation Certificate を発行し、各工場の操業状況をモニタリングしている。特に、STP の設置を義務付けた工場に対しては、3ヶ月毎に水質検査結果を報告させ、「水質汚濁防止に関する政令」を遵守しているかどうか確認することとなっているが、それは十分に機能していない。



出典: MIH

図 2.6.11 MIHの組織図

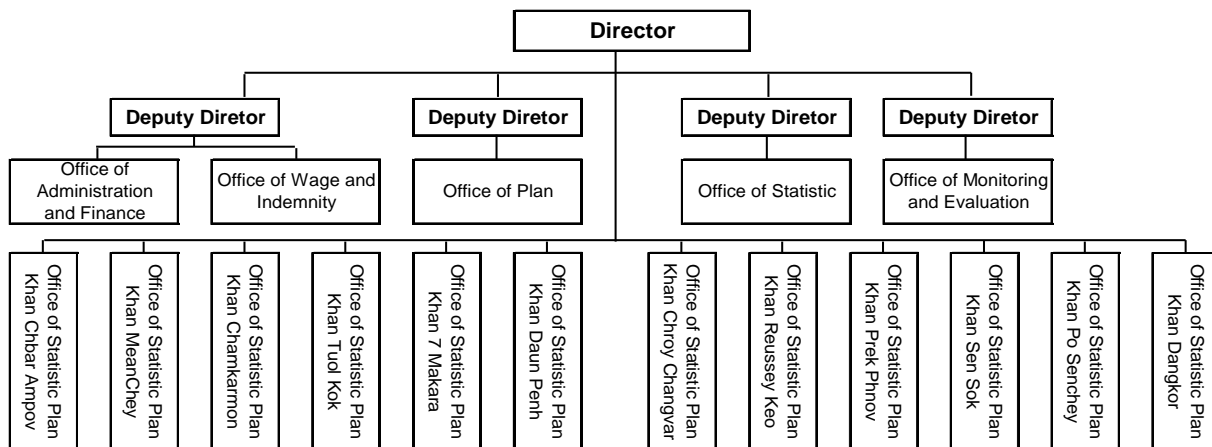


出典: MIH

図 2.6.12 水道部の組織図

(b) プノンペン都計画局

計画局(Department of Planning(DOP/PPCC))は、プノンペン都における人口動態、賃金、プノンペン都各局の年次報告等の各種統計を収集・評価し統計データを取りまとめて3年毎に公表している。これらの統計データは、下水・排水事業計画を行う上で必要不可欠である。図 2.6.13 に計画局の組織図を示す。



出典: PPCC

図 2.6.13 プノンペン都計画局の組織図

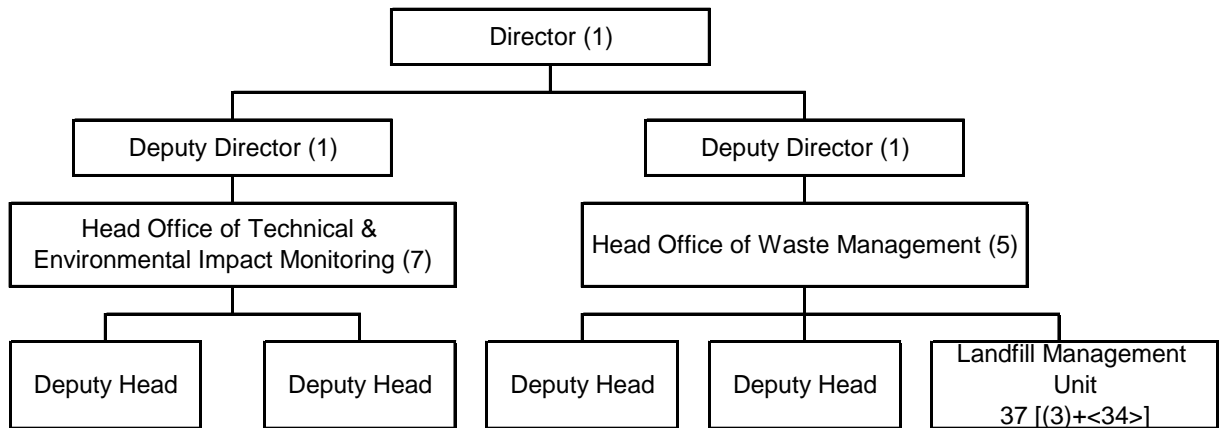
(c) その他の関係組織

その他の関係組織を、表 2.6.5 に示す。また、プノンペン都廃棄物管理課の組織図を図 2.6.14 に示す。

表 2.6.5 その他関連組織

機関名	役割
国土整備・都市化・建設省(局) (Ministry/Department of Land Management, Urban Planning, Construction)	<ul style="list-style-type: none"> ・都市開発ガイドラインの作成 ・都市、州、地方レベルの土地開発許可 ・建設許可証、操業許可証の発行(腐敗槽も含まれる) ・土地登記、評価 ・地税の徴収
水資源気象省(局) (Ministry/Department of Water Resource and Meteorology)	<ul style="list-style-type: none"> ・水資源利用の開発 ・水資源関連法規の作成 ・水資源開発・改良に関する技術指導 ・河川水位、気象データの観測(降雨量、気温・湿度、等)
プノンペン都都市開発課 (Urbanization Division in PPCC)	<ul style="list-style-type: none"> ・知事の指示に従った、計画策定および調整業務(すべて知事の承認が必要) ・プノンペンM/P、北部開発計画の作成
プノンペン都廃棄物管理課 (Waste Management Division in PPCC)	<ul style="list-style-type: none"> ・廃棄物の収集サービス ・廃棄物処分場(埋立地)の管理 ・廃棄物に係る環境問題の解決 ・廃棄物管理計画の作成 ・関係機関等との調整
カンボジア開発委員会 (CDC:Council for the Development of Cambodia)	<ul style="list-style-type: none"> ・カンボジア国内の民間投資の承認手続きと、関係機関との調整、指導(ワンストップサービス) ・コンセッション法の作成 ・コンセッションプロジェクトに関わる職員の養成支援

出典: カンボジア国における下水道事業等の整備計画策定調査業務報告書(2012.3 国土交通省)および調査団



注) ()内数字は正規職員数、< >数字は臨時職員数

出典: Waste Management Division/PPCC

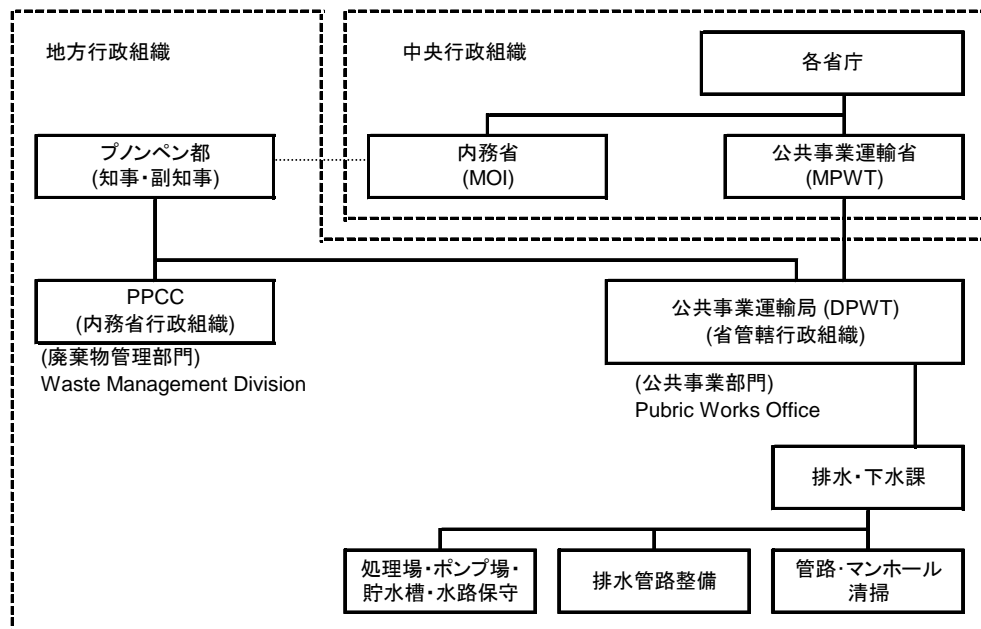
図 2.6.14 プノンペン都廃棄物管理課の組織図

(8) 課題の抽出

組織に係る課題としては、下記のことが挙げられる。

(a) 下水道事業実施に当たっての課題

(4)で述べたように下水道事業を実施するために必要な組織体制、人材・運営維持管理能力の育成が喫緊の課題である。DSDには下水処理場部門はあるが人員はいない。このことを具体的に示すため、図 2.6.15 に、汚水および雨水排水に係る実施部署の関係を図示する。この図より、下水・排水課(DSD)がプノンペン都の雨水排水事業を担当しており、3つの部門に分かれ、排水ポンプ場の運転・水路の点検清掃、排水管路の補修と清掃およびマンホールの清掃を実施している。一方、汚水対策の実施組織はなく担当者もいない状況である。職員数は表 2.6.2 の No.7(DSD)に示したとおりである。



出典: 調査団

図 2.6.15 実施部署の関連図

MPWT に下水排水事業のマネジメントに係る法令・基準等を担当する部門を新設する予定があり、合わせて DPWT の下水排水部門を新設する予定がある。現状、老朽化した既設管路と雨水排水ポンプ場を最小限度の予算で DSD のスタッフが維持管理している。

M/P を作成し下水道事業を円滑に進捗するに当たっては、MPWT と DPWT の役割分担を明確にすることが必要である。例えば、MPWT は法令・基準等の標準化、DPWT は具体的な実務について関係局や PPCC との調整や法令・基準等に基づく指針(設計・管理)、DSD は維持管理運営の実務レベルでの各種マニュアルや契約社員の管理・指導等を担当すること等が想定される。

なお、担当スタッフについても、正規職員の採用と契約社員の採用、技術レベル確保のための人材育成や資格制度の導入等を事業の進捗に合わせて行う必要がある。

(b) 実施組織体制、部署、人員の充実

プノンペン都には、現在、下水処理施設がないため処理場の運転管理技術者はいない。今後の処理場の運営形態にもよるが、当面、下水道計画等の実施部門、下水道接続や料金徴収方法などを検討する組織が必要である。現在、排水・下水関係職員は 193 名であるが、将来的には、管理運営形態(直営、委託、その他)を考慮した適切な人員が必要であると思われる。なお、PPWSA は、849 名の職員数による実施体制である。

また、下水道整備と合わせて腐敗槽の維持管理が重要となる。腐敗槽管理はプノンペン都廃棄物管理課(Waste Management Division: WMD)が所管すべきであるが、現在のところ、十分な管理を行っていない。腐敗槽の管理は、設置者(House Owner)の責任で管理することになっており、腐敗槽汚泥は設置者が民間会社に依頼して処分している。現状、十分な管理が出来ていない。

建築許可に関する政令 86 号で腐敗槽等の設置が義務付けられているが、設置後の維持管理に関する規定等はなく、行政側の担当部署はない。

(c) 中央と地方組織の業務分担の明確化

MPWT は法制度や基準等の策定、DPWT は法令・基準等に基づく技術や工事管理指針、維持管理マニュアルなどの策定を行うなど日本の組織を参考に関係者と協議する。策定に当たっては、先進国等からの専門家の受け入れも視野に入れる必要がある。また、DPWT 正規職員と契約社員の業務分担や人員配置等の課題もある。

(d) 下水道に係る技術水準・人材確保の必要性

下水道事業整備には、経営管理や施設管理運営能力が必要である。現在、DPWT には、雨水排水路等のメンテナンス要員はいるが、下水道を管理運営していくための技術者が不足している。そのため、能力開発プログラムや日本など下水道先進国研修を活用してキーパーソンを育成し、OJT を通して継続的に技術水準・人材確保を図る必要がある。

2.6.3 予算・財務状況

(1) 国家予算規模

カンボジア政府予算規模をまず歳入でみると、表 2.6.6 のとおりで、2012 年 8 兆 4520 億 Riel、2013 年 8 兆 7695 億 Riel、2014 年 10 兆 5174 億 Riel と増加傾向にある。歳入の内訳をみると、2014 年で税収が 84.2% を占める。税収のうち、GDCE(General Department of Customs and Excise : 関税消費税総局)が半分以上(51.2%=4,533,500÷8,852,481×100)を占める。次いで GDT(General Department of Taxation : 租税総局)が 38.7%(=4,533,500÷8,852,481×100)となっている。国内資本的収入(Domestic Capital)は 2.2% と経常的収入(Current Revenue)の 97.8% よりはるかに少ない。

表 2.6.6 カンボジア国予算歳入

(単位：百万 Riel)

項目	実施 2012		推定 2013		予算法 2014	
	金額	割合	金額	割合	金額	割合
国内歳入	8,452,007	100.00%	8,769,480	100.00%	10,517,449	100.00%
経常収入	8,201,155	97.03%	8,690,464	99.10%	10,284,449	97.78%
-税	6,908,490	81.74%	7,487,915	85.39%	8,852,481	84.17%
関税消費税	3,651,948	43.21%	3,566,079	40.66%	4,533,500	43.10%
租税	2,558,859	30.28%	2,993,585	34.14%	3,429,800	32.61%
その他税源	212,440	2.51%	219,525	2.50%	245,321	2.33%
州	455,243	5.39%	408,727	4.66%	543,860	5.17%
-税以外	1,292,665	15.29%	1,202,548	13.71%	1,431,968	13.62%
国内資本	250,852	2.97%	79,015	0.90%	233,000	2.22%

出典: Ministry of Economy and Finance

(<http://www.mef.gov.kh/documents/shares/budget/budget-in-brief-2014.pdf>)

次に、歳出をみると表 2.6.7 に示すように、2012 年 12 兆 347 億 Riel、2013 年 12 兆 562 億 Riel、2014 年 13 兆 5956 億 Riel と増加している。収支についてはすぐ後で述べるとして、歳出内訳をみると、2014 年で経常的支出が約 6 割、資本的支出が残り 4 割を占める。経常的支出のうち、人件費以外が 54.3%、人件費が残り 45.7% となっている。

表 2.6.7 カンボジア国予算歳出

(単位：百万 Riel)

	実施 2012		推定 2013		予算法 2014	
	金額	割合	金額	割合	金額	割合
経常歳出	6,677,327	55.48%	7,173,718	59.50%	8,268,703	60.82%
-給料賃金	2,598,189	38.91%	3,079,429	42.93%	3,782,870	45.75%
-非給料賃金	4,079,138	61.09%	4,094,289	57.07%	4,485,833	54.25%
資本歳出	5,357,396	44.52%	4,882,500	40.50%	5,326,924	39.18%
合計	12,034,723	100.00%	12,056,218	100.00%	13,595,627	100.00%

出典: Ministry of Economy and Finance

(<http://www.mef.gov.kh/documents/shares/budget/budget-in-brief-2014.pdf>)

また、歳出をセクター別にみると、表 2.6.8 に示すとおりで、2014 年で社会セクター(教育、福祉 : Social Security、保健等)が経常支出の 36.3% を占めて最大である。次いで、防衛・安全保障セクターが 21.5% となっている。資本歳出は全体の 38.4% で、そのうち、外国資本歳出のほうが多い。なお、排水下水関係の支出であるが、投資に関わるものは資本歳出に含まれ、排水下水の維持管理費は経済セクターに含まれる。

表 2.6.8 カンボジア国セクター別歳出

(単位：百万 Riel)

項目	実施 2012		推定 2013		予算法 2014	
	金額	割合	金額	割合	金額	割合
経常歳出	6,857,919	55.56%	7,489,296	59.97%	8,720,085	61.55%
一般管理セクター	1,170,548	17.07%	1,150,824	15.37%	1,121,256	12.86%
防衛安全保障セクター	1,470,920	21.45%	1,655,199	22.10%	1,872,600	21.47%
社会セクター	2,292,866	33.43%	2,733,183	36.49%	3,166,871	36.32%
経済セクター	525,965	7.67%	615,419	8.22%	701,625	8.05%
その他	1,217,039	17.75%	1,019,093	13.61%	1,407,253	16.14%
州	450,238	6.57%	444,253	5.93%	589,441	6.76%
資本歳出	5,485,280	44.44%	4,999,907	40.03%	5,447,365	38.45%
国内資本	1,525,190	12.36%	1,853,907	14.84%	1,987,365	14.03%
外国資本	3,960,090	32.08%	3,146,000	25.19%	3,460,000	24.42%
合計	12,343,199	100.00%	12,489,203	100.00%	14,167,450	100.00%

出典: Ministry of Economy and Finance

<http://www.mef.gov.kh/documents/shares/budget/budget-in-brief-2014.pdf>

収支をみると2014年については表2.6.9に示すとおりで、経常収支が1兆4439億 Riel の黒字、全体収支が3兆3191億 Riel の赤字となっている。赤字の資金繰りは外国の資金支援が主となっている。

表 2.6.9 カンボジア国財政運営

(単位：百万 Riel)

項目	金額	剰余/欠損	GDP%
国内歳入	9,945,627		14.68%
経常歳入	9,712,627		14.34%
国内資本歳入	233,000		0.34%
全歳出	13,264,703		19.58%
経常歳出	8,268,703		12.21%
資本歳出	4,996,000		7.38%
国内投資	1,536,000		2.27%
外国資金投資	3,460,000		5.11%
経常収支		1,443,924	2.13%
全体収支		-3,319,076	-4.90%
資金繰り		3,319,076	4.90%
実質外国資金		3,389,076	5.00%
-予算支援		260,000	0.38%
-外国資金プロジェクト		3,460,000	5.11%
-償還		-330,924	-0.49%
国内資金		-70,000	-0.10%
-政府担保		-80,000	-0.12%
-予算支援		10,000	0.01%

出典: MEF(<http://www.mef.gov.kh/documents/shares/budget/budget-in-brief-2014.pdf>)

(2) 公共事業運輸省(MPWT)

MPWTの2014年予算は表2.6.10および表2.6.11に示すとおりである。歳入は32,093百万 Riel で、中央と地方(都州合計)では、やや地方合計が多く、地方計が56%を占める。地方の中ではプノンペン都が多く、他の23州の合計値よりは少ないが、地方合計歳入の47.8%を占める。なお、公共事業交通省では各サブセクター別(たとえば、道路など)の予算は明らかにしていない。しかし、歳出では道路・排水の材料購入費、また外部サービス費として道路・下水の維持管理費が示されており、ある程度は分かる。歳出の合計は307,199百万 Riel で、省としては大幅赤字である。しかしながら、経済財務省から不足分は配分されると考えられる。歳出では都州合計よりも中央の方がはるかに多く、歳出の88.7%を占める。地方ではプノンペン都は歳入に比してそれほど多くなく、21.6%を占めるだけである。歳出の内訳は、投資が多く8割を占める。ただし、このMPWT予算は省だけのまとめで、上記の投資費用歳出以外にソフトローン等の外

貨の投資費用があり、それは MPWT ではなく、経済財務省が管轄しており、調整をして正式な予算となるため MPWT 予算には示されていないとのことである。投資経費以外の経常経費では人件費が 58.6% で最も多い。次いで物品購入費が 19.1%、外部サービス費が 13.6%、その他サービス費(PR・交際費等)8.4%の順となっている。なお、人件費には家族手当、弔慰金その他相互扶助的な支出も含まれている。ここで注目されるのは排水関係の支出を含む項目 6013、6153 は、プノンペン都に予算が配分されていないことである。したがって、これらのコストの財源は MPWT からではなく、PPCC が予算を用意することになる。人件費等はプノンペン都に配分されており、これは DPWT へ配分されることになる。

表 2.6.10 2014 年の MPWT 予算(収入)

(単位:百万 Riel)

Category of Income		Total	Total of Central Administration	Total of Provinces	Phnom Penh	23 Other Provinces
Total overall income (A+B)		32,093.0	14,113.4	17,979.6	8,597.0	9,382.6
Country income		32,093.0	14,113.4	17,979.6	8,597.0	9,382.6
A. Total current income (Gr1+Gr2)		32,093.0	14,113.4	17,979.6	8,597.0	9,382.6
Gr1: Actual income (Type1+Type2)		32,093.0	14,113.4	17,979.6	8,597.0	9,382.6
Type2: Non-fiscal income		32,502.2	14,522.6	17,979.6	8,597.0	9,382.6
72	Capital of state property	6,505.0	6,500.0	5.0		5.0
720	Concession and land renting	5.0		5.0		5.0
	7205 Land renting	5.0		5.0		5.0
721	Public enterprise	6,500.0	6,500.0			
	7212 Profit from public enterprise	6,500.0	6,500.0			
73	Sales, rent property and services	24,924.6	7,472.6	17,452.0	8,597.0	8,855.0
730	Public enterprise and services	78.0		78.0		78.0
	7308 Other capital income	78.0		78.0		78.0
731	Administrative and service (non-profit)	66.3	50.0	16.3		16.3
	7311 Selling facilities & materials	50.0	50.0	0.0		
	7312 Selling documents, stamps and others	2.4		2.4		2.4
	7313 Goods transportation	13.9		13.9		13.9
732	Administration management income	24,027.4	6,700.0	17,327.4	8,597.0	8,730.4
	7323 Enterprise income	1,505.4	1,200.0	305.4	130.7	174.7
	7324 Examination fee	360.6		360.6		360.6
	7325 Number plate income	22,161.4	5,500.0	16,661.4	8,466.3	8,195.1
733	Renting real estate	752.9	722.6	30.3		30.3
	7331 Renting public enterprise at central administration	636.3	636.3	0.0		
	7332 Renting public enterprise in Municipal-Province	9.6		9.6		9.6
	7334 Renting other real estate (non-furniture)	107.0	86.3	20.7		20.7
74	Penalties and punishment income	1,072.6	550.0	522.6		522.6
741	Penalties and punishment income	1,072.6	550.0	522.6		522.6

注: 左側の列の数字は(カンボジア政府の規定による)予算分類コードナンバー

出典: MPWT

表 2.6.11 2014 年の MPWT 予算(支出)

(単位:百万 Riel)

Category of Income		Total	Total of Central Administration	Total of Provinces	Phnom Penh	23 Other Provinces
Overall expenses (A+B)		307,198.90	272,433.80	34,765.10	7,498.90	27,266.20
A. Total current expense (Gr1+Gr2)		62,198.90	27,433.80	34,765.10	7,498.90	27,266.20
Gr.1: Actual expense		62,198.90	27,433.80	34,765.10	7,498.90	27,266.20
Type1: Means of service		61,973.50	27,283.80	34,689.70	7,498.90	27,190.80
60	Purchase	11,858.10	7,790.40	4,067.70	429	3,638.70

Category of Income		Total	Total of Central Administration	Total of Provinces	Phnom Penh	23 Other Provinces
601	Materials for maintenance	2,902.50	1,564.00	1,338.50	120	1,218.50
	6011 Cleaning and sanitation	62.1	4	58.1	20	38.1
	6012 Building	34	10	24		24
	6013 Road & drainage	13		13		13
	6014 Equipment	98	50	48		48
	6015 Diesel and oil	2,695.40	1,500.00	1,195.40	100	1,095.40
602	Administration	3,954.00	3,392.00	562	129	433
	6021 Office and printing	3,933.00	3,380.00	553	129	424
	6022 Books and documents	21	12	9		9
603	Foods and agro-products	2.3		2.3		2.3
	6031 Foods	2.3		2.3		2.3
604	Clothes and decoration	22	22			
	6041 Uniform	22	22			
605	Small materials, furniture	2,855.30	1,662.40	1,192.90	20	1,172.90
	6051 Technical equipment	1,699.50	1,544.40	155.1	20	135.1
	6052 Furniture	166.9	100	66.9		66.9
	6053 Materials for use	45.3	18	27.3		27.3
	6054 Transport equipment	937.6		937.6		937.6
	6058 Other	6		6		6
606	Energy and water	2,122.00	1,150.00	972	160	812
	6061 Electricity	1,960.70	1,100.00	860.7	140	720.7
	6062 Water	161.3	50	111.3	20	91.3
61	External services	8,463.90	1,538.00	6,925.90	320.4	6,605.50
	611 Contract with enterprises	6	5	1		1
	612 Renting transportation	156.6	134	22.6		22.6
	613 Renting fee (non-furniture)	7		7		7
	615 Maintenance and repairs	7,875.30	980	6,895.30	320.4	6,574.90
	6151 Land, forest, beach protection	13		13		13
	6152 Maintenance of building	2,699.20	230	2,469.20	60.4	2,408.80
	6153 Road and sewerage	3,576.50		3,576.50		3,576.50
	6154 Maintenance of other network	456.6	370	86.6	50	36.6
	6156 Maintenance of transport	773.2	300	473.2	70	403.2
	6157 Office supply & ICT	305	70	235	140	95
	6158 Technical materials	51.8	10	41.8		41.8
617	Experiment and service use	419	419			
	6171 Expense for experiment	419	419			
62	Other external services	5,231.80	3,808.00	1,423.80	210.4	1,213.40
622	Public relation communication	2,226.40	1,865.00	361.4	192.4	169
	6221 For national guests	236.6	60	176.6	60	116.6
	6222 For international guests	129.5	80	49.5	40	9.5
	6223 Meeting/Conference	1,701.70	1,600.00	101.7	76	25.7
	6224 Expense for ceremony	68.6	45	23.6	16.4	7.2
	National traditional ceremony	20.1		20.1	16.4	3.7
	King birthday	5.0	5.0			
	Other ceremonies	43.5	40.0	3.5		3.5
	6225 Expense for souvenir	40.0	40.0			
	6226 Expense for expo.	20.0	20.0			
	6227 Public information dissemination	30.0	20.0	10.0		10.0
623	Document purchase	45.0	5.0	40.0	12.0	28.0
624	Expense for local settlement	1,727.7	810.0	917.7		917.7
	6241 Expense for transportation	115.7	2.0	113.7		113.7
	6242 Expense for mission	218.3	74.0	144.3		144.3
	6243 Expense for accommodation	1,393.7	734.0	659.7		659.7
625	For international settlement	925.0	925.0			
	6251 Expense for transportation	300.0	300.0			
	6252 Expense for mission	150.0	150.0			
	6253 Expense for accommodation	475.0	475.0			

Category of Income			Total	Total of Central Administration	Total of Provinces	Phnom Penh	23 Other Provinces
626		Posts & telecommunication	307.7	203.0	104.7	6.0	98.7
	6261	Expense for posts	6.1	5.0	1.1		1.1
	6262	Telecommunication	301.6	198.0	103.6	6.0	97.6
64		Staff expense	36,419.7	14,147.4	22,272.3	6,539.1	15,733.2
641		For top power	901.0	901.0			
	6414	For ministers, state secretaries	395.0	395.0			
	6416	Bonus for advisors	466.0	466.0			
	6418	Bonus for assistants	40.0	40.0			
642		Bonus for permanent staffs	21,861.9	10,693.3	11,168.6	1,695.1	9,473.5
	6421	Basic salaries	18,879.5	9,084.3	9,795.2	1,455.1	8,340.1
	6422	Occupation allowances	2,967.3	1,605.8	1,361.5	240.0	1,121.5
	6423	Overtime	3.0	3.0			
	6426	Regional	11.5		11.5		11.5
	6428	Health affected by heavy work	0.6	0.2	0.4		0.4
643		Gift and other allowances	8,279.2	1,925.0	6,354.2	3,083.1	3,271.1
	6432	Contest allowance	50.0	50.0			
	6433	Gift	8,229.2	1,875.0	6,354.2	3,083.1	3,271.1
644		Incentive allowance for staff	3,839.8	293.0	3,546.8	1,476.5	2,070.3
	6441	Basic salary for contract staff	355.1	145.0	210.1	38.4	171.7
	6443	Salary for temporary staff	3,484.7	148.0	3,336.7	1,438.1	1,898.6
645		Budget for social allocation	1,537.8	335.1	1,202.7	284.4	918.3
	6451	Allowance for family	394.7	129.7	265.0	37.0	228.0
		Child less than 15 years old	162.5	57.0	105.5	13.0	92.5
		Child from 16 to 18 years old	64.8	8.7	56.1	9.0	47.1
		Allowance for dependent	167.4	64.0	103.4	15.0	88.4
	6452	Sick staff and baby delivery	388.8	7.4	381.4	120.0	261.4
	6453	Condolence	98.1	20.0	78.1	12.4	65.7
	6454	Support for retirement	494.4	150.0	344.4	50.0	294.4
	6455	Support of staff leave	68.5	20.0	48.5	10.0	38.5
	6456	Accident at work	89.8	5.0	84.8	55.0	29.8
	6457	Support of officer's orphans	3.5	3.0	0.5		0.5
Type 4: Other Expense			225.4	150.0	75.4		75.4
63		Tax	225.4	150.0	75.4		75.4
	631	Stamp	225.4	150.0	75.4		75.4
B. Total capital expense (Gr.1+Gr2)			245,000.0	245,000.0			
Gr 1: Actual expense (Type1+Type2)			245,000.0	245,000.0			
Type 2 : Property			245,000.0	245,000.0			
	21	Physical property	245,000.0	245,000.0			

注: 左側の列の数字は(カンボジア政府の規定による)予算分類コードナンバー
出典: MPWT

(3) プノンペン都公共事業運輸局(DPWT/PPCC)

DPWT/PPCC の予算は表 2.6.12 に示すように、多少増減があるが、基調としては増加傾向にあり、内訳では人件費と投資支出が多い。2013 年は人件費の方が多いが、2008 年から 2012 年および 2014 年は逆に資本支出の方が多。なお、人件費は、全て MPWT から支出されるが、維持管理費のほとんどは、PPCC から支出される。ただし、国道や主要道の管理維持費は MPWT の予算で負担されている。

表 2.6.12 DPWT の予算

(単位：百万 Riel)

項目	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
給料・補償	3,581.80	4,053.35	2,393.47	2,442.53	2,658.43	6,082.53	7,524.95
施設運営管理費・修理費	300.00	397.03	432.55	470.31	558.40	588.40	943.40
社会文化費(儀式、相互扶助等)	161.20	99.50	206.68	229.73	219.84	274.40	246.60
プロジェクト費	3,627.89	5,334.50	4,173.88	9,746.99	10,509.42	4,771.83	9,896.70
合計	7,670.89	9,884.38	7,206.58	12,889.56	13,946.09	11,717.16	18,611.65

出典: DPWT

次に DPWT に属する DSD(Drainage and Sewerage Division)の支出をみると表 2.6.13 に示すとおりで、総額は 2012 年、2013 年および 2014 年と大きく増加している。内訳では排水管の掃除が減っているが、排水管の新設が最近大きく増加して、2014 年には全体の 62.8%を占めている。

表 2.6.13 DSD の支出

(単位：百万 Riel)

項目	2009	2010	2011	2012	2013	2014
排水管清掃	321.48	438.05	732.98	682.03	496.17	390.09
排水管路修復	265.91	297.73	162.02	179.02	248.10	222.50
ポンプ場修理	253.67	-	-	171.00	262.00	255.95
排水路・調整池清掃	672.17	-	-	265.74	170.00	882.00
(市外へのポンプ燃料消費)	103.95kl	115.7kl	90.5kl	129.4kl	123.6kl	83.9kl
排水管新設	526.47	373.30	168.00	747.22	2,525.98	2,959.37
合計	2,039.70	1,109.08	1,063.00	2,045.01	3,702.25	4,709.91

出典: DSD

(4) プノンペン都(PPCC)

PPCC の排水関係の支出状況を示すと、表 2.6.14 のとおりで、合計額は 2009 年から 2011 年まで減少しているが、2012 年および 2013 年は増加し、2014 年はまた減少している。2014 年の内訳ではポンプ場電気代、管渠・水路清掃、管渠修理・新設の順で多く、これらの 3 つの項目のコストは、他のコストよりも一桁多い。なお、これらの費用は表 2.6.13 の DSD の費用を含んでいる。即ち、ポンプ場関係は DSD が管理しているが、人件費を除く維持管理費用のほとんどの部分 PPCC から支出されているとみることができる。管渠については両方から支出されている。下水排水のコスト負担の全体、即ち組織的な負担については後で説明する。

表 2.6.14 PPCC 排水関係費用

(単位：百万 Riel)

項目	2009	2010	2011	2012	2013	2014
ポンプ場電気代	3,610.00	3,690.00	3,730.00	3,868.00	5,264.00	4,447.00
ポンプ場燃料代	585.00	690.00	785.00	647.00	619.00	419.00
管渠・水路清掃	3,670.00	2,960.00	3,137.00	3,970.00	3,866.00	4,272.00
管渠修理・新設	2,760.00	3,050.00	1,980.00	3,070.00	2,774.00	3,181.00
ポンプ場建屋維持管理費	560.00	470.00	769.00	975.00	362.00	256.00
ポンプ施設維持管理費	440.00	758.00	826.00	649.00	450.00	456.00
合計	11,625.00	11,618.00	11,227.00	13,179.00	13,335.00	13,031.00

註：これらの費用は表 2.6.13 の DSD 費用を含む

出典: PPCC

(5) プノンペン水道公社 (PPWSA)

PPWSA はプノンペン都の水道事業体であり、公共ではあるが、独立事業採算性をとっており、MIH および MEF の監督下にあるが、自立的な公企業である。2012 年 4 月にはカンボジア証券取引所に上場している。ただし、政府(MEF)が 85%の株を所有し、1%は従業員持株で、残り 14%が公開されている(PPWSA の 2013 年 Financial Statement より)。

PPWSA の損益状況は表 2.6.15 に示すとおりである。少なくとも 2010 年以降毎年利益を上げており、かつ利益は増大している。営業外損益を加えた経常損益も黒字であり、税引後利益も毎年増加しており、優良企業といえることができる。配当は 2012 年で一株当たり 414.09Riel、2013 年で 437.93Riel を出している。なお、法人税は 20% であるが、費用認定項目により、表中の費用よりは対象費用が異なる(税引前利益に所得税率 20% を乗じても厳密には合わない)。

次に貸借対照表を示すと、表 2.6.16 に示すとおりで、資産の部では固定資産、特にプラント・設備等が大きな割合(2013 年で 76.0%)を占める。資本および負債の部では資本が 2013 年で 63.3%、その内株式資本が 2013 年の資本の 77.9% を占めている。負債は 2013 年で資本および負債の内の残り 36.7% で、負債の内では長期負債が 86.0% を占める。長期負債の内では借入金が 65.7% を占める。長期および短期借入金の代表的借入先は 2013 年 Financial Statement によれば、以下のとおりである。

- ・ AFD(フランス) : 2 つで 118,308 百万 Riel
- ・ MEF(JICA) : 999,001 百万 Riel
- ・ MEF(ADB) : 376,646 百万 Riel
- ・ 合計 : 1,493,955 百万 Riel

表 2.6.15 PPWSA 損益計算表

(単位：千 Riel)

項目	年	2010	2011	2012	2013
収入		106,265,913	115,080,331	135,119,518	151,580,207
売上		105,543,540	113,343,349	122,457,889	136,399,843
建設料金				6,661,202	7,249,392
その他収入		722,373	1,736,982	6,000,427	7,930,972
支出		70,036,453	78,444,113	92,427,831	100,047,277
減価償却		20,536,261	21,239,491	21,366,678	24,523,863
電気代		21,223,301	22,809,698	25,489,322	27,406,397
給料		17,131,407	18,971,337	20,896,767	19,847,886
水処理用原材料費		4,111,934	4,462,250	3,786,880	3,318,097
接続用原材料費		3,686,038	5,126,863	4,891,092	5,668,838
修理・維持費		3,231,125	2,484,760	3,861,025	4,693,128
建設費用				5,976,412	6,649,568
その他費用		2,804,170	3,131,512	4,486,112	6,649,967
外国為替費用		-2,687,783	218,202	1,673,543	1,289,533
営業損益		36,229,460	36,636,218	42,691,687	51,532,930
財務収入		6,550,400	9,021,034	6,728,848	8,592,122
財務支出		4,602,282	5,600,458	6,528,582	12,038,249
営業外損益		1,948,118	3,420,576	200,266	-3,446,127
税引き前利益		38,177,578	40,056,794	42,891,953	48,086,803
所得税		7,671,226	8,066,887	8,470,992	9,341,274
税引後利益		30,506,352	31,989,907	34,420,961	38,745,529

出典：PPWSA、"Financial Statement" 2010-2013

表 2.6.16 PPWSA 貸借対照表

(単位：千 Riel)

項目	年	2010	2011	2012	2013
資産		746,097,282	865,250,609	999,681,230	1,098,976,716
固定資産		543,086,114	634,122,810	749,637,531	846,438,358
資産・プラント・設備		541,321,047	632,385,744	741,661,049	835,552,690
無形固定資産		996,801	1,033,905	1,282,455	3,292,331
PWS への貸付金		768,266	703,161	620,759	578,324
従業員への貸付金				6,073,268	7,015,013
流動資産		203,011,168	231,127,799	250,043,699	252,538,358
在庫		20,176,810	28,088,571	59,712,831	35,083,363
売掛金		44,376,504	40,095,235	28,271,470	29,771,083
PWS への貸付金		50,149	62,452	74,742	81,475
未収所得税		1,643,818			2,755,704
短期投資		129,697,135	151,799,927	148,008,619	174,278,018

項目	年	2010	2011	2012	2013
繰り延べ新規株式公開費用			3,620,793		
現金および現金等価物		7,066,752	7,460,821	13,976,037	10,568,715
資本および負債		746,097,282	865,250,609	999,681,230	1,098,976,716
資本		515,567,573	552,428,481	659,502,757	695,181,630
株式資本		456,000,264	465,028,129	541,227,282	541,227,282
準備金		29,060,957	55,410,445	83,854,514	115,866,320
留保利益		30,506,352	31,989,907	34,420,961	38,088,028
負債		230,529,709	312,822,128	340,178,473	403,795,086
長期負債		203,512,995	263,714,862	279,402,849	347,243,361
退職給付債務		20,347,816	24,601,028	26,165,235	28,362,224
繰り延べ所得税負債		15,279,480	16,935,710	18,293,407	24,472,827
借入金		129,255,377	182,847,463	192,171,324	228,262,247
払い戻し可能水道預入金		21,854,738	24,602,071	27,786,987	31,215,173
業務履行保証			719,293	7,871,868	
繰延政府その他補助金		16,775,584	7,535,667	7,114,028	34,930,890
流動負債		27,016,714	49,107,266	60,775,624	56,551,725
借入金		8,758,884	15,019,945	14,538,206	26,691,817
当期所得税債務			437,665	893,817	
新規公開株料金見越し額			3,215,717		
未払金		18,257,830	30,433,939	45,343,601	29,859,908

出典：PPWSA、"Financial Statement" 2010-2013

また、借入金を長期、短期で分けると、以下のとおりである。

- ・ 短期 (1年以内) : 26,692 百万 Riel
- ・ 長期 (1年から2年以内) : 27,482 百万 Riel
- ・ 長期 (2年から5年以内) : 82,445 百万 Riel
- ・ 長期 (5年超え) : 118,336 百万 Riel
- ・ 合計 254,955 百万 Riel

このように、PPWSA はソフトローンも政府経由で借り入れているが、自己の資金繰りで、元利償還しているようである。

このような PPWSA の収入のもとになっている料金体系は表 2.6.17 に示すとおりで、使用水量が多くなるほど高くなる構成を取っている。水道使用料の徴収率は 99.9% である。なお、この料金は 2001 年の第 3 回改訂以降値上げしておらず、インフレにも拘わらず、値上げもしないで、利益を上げているのは驚異的である。おそらく、利用者の増加と利用者当たりの消費水量の増加により、収入が増加しているためと考えられる。

また、ヒアリングによれば、これまで料金値上げは政治的な情勢に左右され、簡単には認められない状況であったし、現在も変わらない。しかし、料金規則および水道法(1984 年と制定ということで古い)を現在、JICA と北九州市の支援で策定・改定中である。さらに PPWSA の一般株主への責務を考慮すると、料金値上げを政治的な理由で安易に拒否することは今後難しくなるのではないかと推察されている。特に、2017 年には新しい処理施設(能力 13 万 m³/日、既存分が 46 万 m³/日)ができることから、その回収を料金計算に含めると値上げは必要になると予想されている。

さらに国政選挙が 2017 年にあり、値上げはその後でないとは政治的には難しいと考えられている。加えて、新たな情報として、現在料金の計算方法を変えることを申請中であるという。これは表 2.6.17 の区分において、現在までの計算方法は、例として、家庭用の場合月 10 m³/月使ったとすると $7 \text{ m}^3 \times 550 \text{ Riels/m}^3 + (10-7) \text{ m}^3 \times 770 \text{ Riels/m}^3 = 6,160 \text{ Riels}$ であるが、申請中の方法では $10 \times 770 \text{ Riels/m}^3 = 7,700 \text{ Riels}$ になる。値上げではないとのことであるが、実質的には値上げである(最低利用区分、すなわち貧困層には値上げにならないとのことである)。これにより収入は 14% 増えるという。なお、この料金計算方法は取締役会では承認されているが、MIH の承認はまだ得られていないという。料金体系変更の場合は首相の承認が必要であるが、議会の決定は必要ないとのことである。

表 2.6.17 PPWSA 料金

利用	水量規模 (m ³ /month)	料金 (Riel/m ³)
家庭用	0-7	550
	8-15	770
	16-50	1,010
	>50	1,270
公共(政府)	-	1,030
商業/工業	<100	950
	101-200	1,150
	201-500	1,350
	>500	1,450

出典：PPWSA

実際に利用者が消費した水量や料金単価については、表 2.6.18 に示すとおりである。年全体の平均ではなく、ほぼ 2 ヶ月分の調査であるが、利用者数(請求書数)は経年的に増加しており、また、表の右の欄の平均/請求/月で見れば、経年的に多少増減はあるが、平均使用量、平均金額ともに増加傾向にある。2013 年の家庭の平均使用料単価は 6.4USD/月で、平均世帯収入/月が 625USD²¹なので、収入の 1.02%になる。

なお、PPWSA の料金収入の 10%に当たる額が水道料金とともに徴収され、排水下水施設の維持管理費用の財源として PPCC へ移転されている。その移転額の年毎の変化と PPWSA の実際の料金収入額を表 2.6.19 に示す。ただし、この水道使用料の 10%は全ての利用者に課せられているわけではない。実際に 2013 年の PPWSA の料金収入に対し、PPCC へ渡される額の割合を計算すると約 5.8%であり、10%に満たない。これは ADB がプノンペン水道・排水プロジェクトを支援した時に、水道の使用料収入の 10%を徴収して排水費用に当てることを要求したところ、先方が受け入れたため、ADB のプロジェクト実施地区のみに請求されている。これは 2003 年に知事の条例(ordinance)として決められ施行された。

上記の排水下水費用を PPCC に替わって徴収し、それを PPCC に入金していることについて、もし今後下水道事業が行われ、下水道事業主体が構成される場合、まず PPWSA としては上下水道一体として事業を行う意思があるか否かを PPWSA 担当者に確認した。結果、水道は MIH の監督下にあり、下水道は MPWT の管轄下にあるので、統一事業体として行うことは無理であるという返答を得た。。恐らく、優良事業としての水道に、あまり利益の見込めない下水道事業を統合することに大きな魅力を感じないことも一因ではないかと推定される(上場企業としては株主に対しても責任がある)。ただし、下水道使用料徴収についてはより詳細な調整が必要であり、この点について後述する。

さらに PPWSA 幹部にインタビューを行った結果から新たな情報が得られた。それは上記の ADB プロジェクト対象地域だけに限っていた 10%の排水下水施設維持管理費用の移転についてであるが、2015 年初期から知事の決定により ADB プロジェクト対象地域に限らず PPWSA の全域から 10%分を移転することとなった。即ち、PPWSA の売上収入の 10%を下水施設維持管理費用にするというものである。

ただし、この対象からは、輸出に寄与している衣料関係の水道利用者は除くとしている。具体的には工場ではなく、衣料を加工している部屋貸しの土地所有者の水道利用は 10%の対象から除くものである。加工部屋をいくつも持つ建物を建てた地主の建物には、全体利用のメーターが付き、地主はこの利用料を払う。全体の使用量がわかるメーターの他に、部屋ごとに個別のメーターが設置されているため、地主は部屋ごとの使用量に対して借り手から料金徴収を行う。差額は地主の利益となるが、10%の排水下水費用がかからないので、利用者および地主には優遇策となる。

²¹ 2013 年の GDP 統計より、GDP in billion Riels が 61,327、一方、GDP in million USD が 15,229 より、1 ドル=4,027Riel となり、表 2.2.3 の 2013 年値 2,517 千 Riel を換算すると 625USD となる。

この仕組みは2015年から実施されているため、表 2.6.19 には全く反映されていないことになる。この除外対象の割合は水道売上ベースで 4.4%程度になると推定される。なお、PPWSA はこの徴収額を PPCC へ移転するにあたり、9%の管理運営費用を取っているとのことである。したがって、売上収入の 95%、さらにその額の 91%が、即ち売上の 86%が実際に PPCC へ移転されることになる。

加えて、表 2.6.19 についていうと、2014 年の移転額 72 億 Riel は 2013 年の 73 億 Riel から減っており、収入が増加しているのに減っているのはおかしいが、インタビューによれば、この移転額は予算ベースで PPCC が PPWSA に 10 月頃に請求しており、2013 年は実際より多かったので、2014 年に減らしたという回答であった。しかし、本来であれば、この下水排水費用は PPWSA が徴収したらそのままそれを送金すれば済む話で(そもそも PPWSA 自体の料金ではないので)、わざわざ「予算ベースの額で請求する」等は、分かりにくい説明である。公共側の予算主義と PPWSA 側の企業会計との差なのであろうが。

表 2.6.18 PPWSA 料金単価実績

年	区分	請求書数	水量	金額	平均料金 Riel/m ³	請求 期間中 平均日数	平均/請求/月		
							in m ³	In Riels	In USD
2008	家庭	877,992	47,205,750	42,278,978,985	895.63	61	26.44	23,682.38	\$5.92
	商業	133,635	27,438,062	32,354,419,011	1,179.18	61	100.98	119,070.67	\$29.77
	官公庁	4,043	5,010,146	5,160,449,522	1,030.00	61	609.45	627,733.36	\$156.93
	水卸売	244	212,902	271,703,165	1,276.19	61	429.12	547,641.42	\$136.91
	RDE-水卸売	92	234,638	241,677,488	1,030.00	61	1,254.30	1,291,932.40	\$322.98
Total	1,016,006	80,101,498	80,307,228,171	1,002.57	61	38.77	38,873.00	\$9.72	
2009	家庭	939,740	50,062,897	44,802,526,709	894.92	60	26.64	23,837.72	\$5.96
	商業	156,813	29,112,547	33,674,258,650	1,156.69	60	92.83	107,370.75	\$26.84
	官公庁	4,206	5,228,883	5,385,749,696	1,030.00	60	621.6	640,246.04	\$160.06
	水卸売	185	136,862	168,932,300	1,234.33	60	369.9	456,573.78	\$114.14
	RDE-水卸売	67	212,856	219,241,680	1,030.00	60	1,588.48	1,636,131.94	\$409.03
Total	1,101,011	84,754,045	84,250,709,035	994.06	60	38.49	38,260.61	\$9.57	
2010	家庭	988,255	53,910,877	48,441,019,891	898.54	60	27.28	24,508.36	\$6.13
	商業	182,563	34,081,549	39,400,595,050	1,156.07	60	93.34	107,909.58	\$26.98
	官公庁	4,364	5,912,999	6,090,388,970	1,030.00	60	677.47	697,798.92	\$174.45
	水卸売	145	103,721	127,716,850	1,231.35	60	357.66	440,402.93	\$110.10
	RDE-水卸売	62	187,068	192,680,040	1,030.00	60	1,508.61	1,553,871.29	\$388.47
Total	1,175,389	94,196,214	94,252,400,801	1,000.60	60	40.07	40,094.13	\$10.02	
2011	家庭	1,052,543	56,766,995	50,919,550,136	896.99	60	26.97	24,188.82	\$6.05
	商業	201,661	37,370,331	43,140,050,770	1,154.39	60	92.66	106,961.81	\$26.74
	官公庁	4,490	5,438,921	5,602,088,630	1,030.00	60	605.67	623,840.60	\$155.96
	水卸売	111	62,185	73,173,950	1,176.71	60	280.11	329,612.39	\$82.40
	RDE-水卸売	125	127,993	131,832,790	1,030.00	60	511.97	527,331.16	\$131.83
Total	1,258,930	99,766,425	99,866,696,276	1,001.01	60	39.62	39,663.32	\$9.92	
2012	家庭	1,127,825	62,722,159	56,698,749,731	903.97	61	27.35	24,724.25	\$6.18
	商業	220,489	42,578,594	49,427,480,009	1,160.85	61	94.97	110,248.57	\$27.56
	官公庁	4,692	5,662,859	5,832,744,770	1,030.00	61	593.57	611,373.19	\$152.84
	水卸売	106	66,270	78,654,900	1,186.89	61	307.47	364,931.49	\$91.23
	RDE-水卸売	122	97,929	100,866,870	1,030.00	61	394.77	406,611.95	\$101.65
Total	1,353,234	111,127,811	112,138,496,280	1,009.09	61	40.39	40,754.28	\$10.19	
2013	家庭	1,206,997	68,911,660	62,849,041,026	912.02	61	28.08	25,608.48	\$6.40
	商業	242,366	48,345,080	56,342,780,210	1,165.43	61	98.1	114,329.42	\$28.58
	官公庁	4,672	6,124,289	6,308,017,670	1,030.00	61	644.68	664,020.50	\$166.01
	水卸売	91	53,590	63,348,300	1,182.09	61	289.62	342,361.56	\$85.59
	RDE-水卸売	120	99,379	102,360,370	1,030.00	61	407.29	419,509.71	\$104.88
Total	1,454,246	123,533,998	125,665,547,576	1,017.25	61	41.78	42,498.13	\$10.62	

注) RDE はコミュニティ代表の意味。

出典：PPWSA

表 2.6.19 PPWSA から PPCC へ渡される排水費用負担分

(単位：百万 Riel)

項目	2009	2010	2011	2012	2013	2014
移転額(PPCC が示す料金収入の 10%)	5,158	5,873	6,253	6,500	7,300	7,200
PPWSA の料金収入(売上)	85,869	96,024	102,041	114,157	127,446	137,018
実際の対収入割合	6.01%	6.12%	6.13%	5.69%	5.73%	5.25%

出典：移転額は PPCC、料金収入は PPWSA、割合は調査団

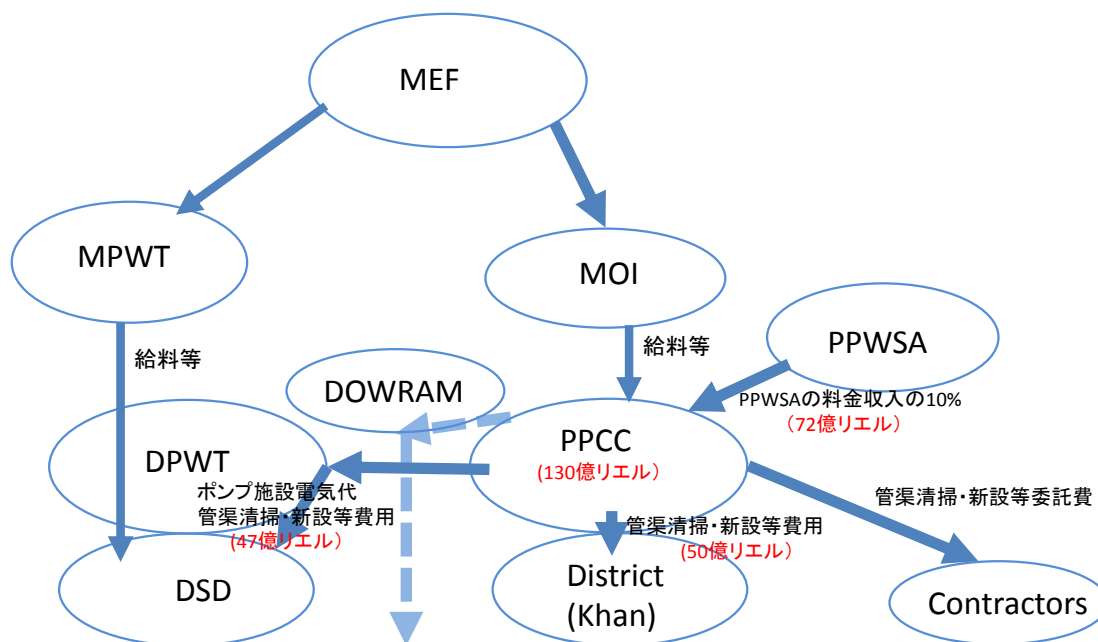
(6) 排水施設の費用負担の主体整理

これまでプノンペンに関わる排水の関係組織の予算等について組織別にみてきたが、ここで全体を俯瞰した整理を行う。まず、ポンプ場等の施設を運営管理しているのは DPWT の中の DSD で、その予算は表 2.6.13 のとおりであるが、これは PPCC の予算、即ち表 2.6.14 に含まれている。

一方、DSD の人件費等は表 2.6.12 の DPWT 予算に含まれており、それは MPWT の予算から来ている。さらに、PPCC の排水関係のコストの財源は PPCC 以外に上記のように PPWSA からその料金収入の 10% が来ている。その額は 2014 年の場合、PPCC の総費用 13,031 百万 Riel のうち 7,200 百万 Riel であるから、約 55.3%、即ち半分程度を占めることになる。

しかし、PPWSA による水道料金の 10% 以上の徴収が難しいとすると、現在でも水道料金売上の 10% でも雨水排水関連の予算が足りないのに、さらに下水施設の投資や維持管理費用を考慮すると、水道収入の 10% では、雨水排水および汚水対策関連の予算が非常に不足することは容易に想像ができる。

以上の排水下水関係の現在のコスト負担資金源関係を図で示すと図 2.6.16 のようになる。



注) 点線矢印で示した資金の流れについては、額は不明であるが DOWRAM 経由で下水排水関係の維持管理費が支出されていることを示している。

PPCC の総費用 13,031 百万 Riel のうち 7,200 百万 Riel を除いた予算は、PPCC が集めた地方税が MEF を通して、再分配されているものと考えられる。

出典：調査団

図 2.6.16 プノンペン都の排水下水関係コスト資金源の流れ

(7) 2つの下水道事業体事例(参考)

カンボジアにおいて、既に下水処理事業を行っている事例があり、その事業の財務について分析を参考として行う。参考になる事例として、Sihanoukvilleの下水道事業と Siem Reapの下水道事業の2つが挙げられる。ただし、Sihanoukvilleの場合はSihanoukvilleのSEZに関わる商工業に伴う廃水対策が主目的であり、Siem Reapは、アンコールワットの遺跡周辺の観光開発に伴う遺跡周辺の湖沼の汚染対策が主目的であり、プノンペンの場合とは状況が異なる。

また、処理方法もラグーンであり、本調査で検討する処理方式はやや異なるものと想定される。2つの事業の内、早いのが2006年に完成したSihanoukvilleで、Siem Reapは2010年から稼働し始めている。両事業とも事業主体は下水廃水処理施設機構(Sewerage and Wastewater Treatment Plant Unit)で、州政府あるいはDPWTの下にあるが、準自立団体(semi-autonomy)と言われている。というのは、政府組織であると、事業に伴う収入があるとそれは一般会計に入ってしまうため、事業収支を自立的に達成する団体として存在できなくなるためである。使用料の徴収はこの事業主体が行っている。

一方、下水道事業はPPWSAのように収支が取れて、公共企業として自立できるほどではないため、「準」が付く存在ではないかと考えられる。まずシアヌーク州下水廃水処理施設機構の収支状況をみると、表2.6.20に示すようになっている。税引き前利益は出ているが、税金は納めていないようである。営業外収支には外為差損益の収支しかなく、本来は借入金の利息払い等があるはずであるが、それも見当たらない。ADBからのソフトローンによる施設投資とすると、据置期間があるのかもしれないが、利息払いはあるはずである。そもそも貸借対照表がないようで、資金繰りについては州政府、あるいはMEFが肩代わりするものと推定される。

表 2.6.20 Sihanoukville 下水道収支

(単位 :Riel)

No	項目	コード	2011年	2012年	2013年	増加率 ('13/'11)
I	営業収入		218,093,500	233,656,500	246,523,000	13.04%
	サービス料 (月基本サービス料金収入)	706	199,672,500	210,922,500	222,560,000	11.46%
	管渠清掃サービス料	7061	4,320,000	4,600,000	8,160,000	88.89%
	その他収入	798	14,101,000	18,134,000	15,803,000	12.07%
II	営業支出		190,660,035	181,973,460	203,809,808	6.90%
	衛生関係材料費	6011	1,182,000	994,000	1,498,000	26.73%
	建築維持材料費	6012	1,037,700	476,800		-100.00%
	設備材料費	6014	260,000	1,824,500	1,968,300	657.04%
	ディーゼル油および燃料費	6015	34,793,750	40,514,950	43,760,250	25.77%
	事務機器・プリンター	6021	9,248,200	11,963,800	10,747,100	16.21%
	制服費	6041	3,816,000	5,169,600	5,456,800	43.00%
	材料設備費	6051	987,000	800,000	1,010,000	2.33%
	家具費	6052		-	-	
	材料費	6053	973,000	986,500	5,806,000	496.71%
	輸送用機器部品等	6054		-		
	電気代	6061	3,272,620	3,476,800	4,459,160	36.26%
	水道代	6062		-		
	輸送機器レンタル料	612		-		
	建物維持修理費	6152	5,274,855	985,020	1,918,800	-63.62%
	その他管渠網維持費	6154	29,365,200	10,943,400	10,780,400	-63.29%
	輸送機器維持修繕費	6156	3,926,900	4,956,000	4,840,000	23.25%
	事務設備維持修繕費	6157	1,987,700	1,478,900	633,450	-68.13%
	会計・法務サービス	61700		-		
	広告宣伝費	62300		-		
	国内客接待費	6221	641,000	1,997,500	8,506,400	1227.05%
	外国人客接待費	6222	676,500			
	会議/ワークショップ等費用	6223		-		
	通信費	6262	832,100	655,500	709,048	-14.79%

No	項目	コード	2011年	2012年	2013年	増加率 (13/11)
	銀行サービス費	627		-	55,680	
	交通費	6241	168,000	28,000	28,000	-83.33%
	出張費	6242	432,000	176,000	467,000	8.10%
	宿泊費	6243	2,490,000	930,000	1,695,000	-31.93%
	印紙・税	631	927,000	777,000	777,000	-16.18%
	給料報酬	641	4,800,000	4,800,000	4,800,000	0.00%
	その他報酬費	6438	3,968,510	4,189,190	4,293,420	8.19%
	アルバイト費	6443	79,600,000	83,850,000	89,600,000	12.56%
III	営業収支		27,433,465	51,683,040	42,713,192	55.70%
IV	営業外収入	76	1,652,318		60,658	-96.33%
	外為収入	766	1,652,318	-	60,658	-96.33%
V	営業外支出	66		1,876,204		
	外為支出	666		1,876,204		
VI	営業外収支 (IV-V)		1,652,318	-1,876,204	60,658	-96.33%
VII	特別収入					
VIII	特別支出					
IX	特別収支 (VII-VIII)					
X	税引き前損益 (III+VI+IX)		29,085,783	49,806,836	42,773,850	47.06%
XI	所得税					
XII	当期会計年度実質利益 (X-XI)		29,085,783	49,806,836	42,773,850	47.06%

出典：MPWT

一方、Sihanoukvilleの下水道使用料は、表 2.6.21 のとおりで水道使用量とリンクしておらず、建物規模による料金となっている。

表 2.6.21 Sihanoukville 下水道使用料

No.	顧客	料金 (Riel)	
		接続工事料金	毎月サービス
I. 住民			
1	70 m ² 未満住宅 (Type1)	40,000	3,500
2	70 m ² -300 m ² 未満の住宅 (Type2)	80,000	6,500
3	300 m ² 以上の住宅 (Type3)	160,000	12,500
II. ホテル			
1	1-10 室のホテル (Type1)	200,000	33,500
2	11-20 室のホテル (Type2)	300,000	66,500
3	21-40 室のホテル (Type3)	400,000	135,000
4	41 室以上のホテル (Type4)	600,000	210,000
III. ゲストハウス			
1	1-7 室のゲストハウス (Type1)	80,000	13,500
2	8-15 室のゲストハウス (Type2)	180,000	21,000
3	16 室以上のゲストハウス (Type3)	234,000	33,000
IV. レストラン			
1	1-40 席のレストラン (Type1)	120,000	16,500
2	41-100 席のレストラン (Type2)	240,000	39,000
3	101 席以上のレストラン (Type3)	320,000	145,000
その他			
1	倉庫/駐車場	200,000	25,500
2	ガソリンスタンド/ガレージ	200,000	44,500
3	ナイトクラブ/カラオケ	200,000	25,500
4	政府建物	160,000	22,000
5	宗教施設	80,000	11,500
6	学校	40,000	2,500
7	病院/診療所	200,000	41,000
8	大工業	契約	契約
9	中規模工業	契約	契約
10	小工業	600,000	26,000
11	洗車場	200,000	34,500

No.	顧客	料金 (Riel)	
		接続工事料金	毎月サービス
12	銀行	160,000	13,500
13	小事業所	100,000	17,000
14	市場	2,000,000	130,000
15	公衆トイレ	100,000	14,000
V. 汲取りサービスおよび溜池清掃			
1	溜池タイプ1(住宅用)	バキュームトラック1台	120,000
2	溜池タイプ2(タイプ1&2のホテル・レストラン・ゲストハウス・公共建物)	バキュームトラック1台	200,000
3	溜池タイプ3(タイプ3&4のホテル・レストラン・ゲストハウス)	バキュームトラック1台	400,000
4	管渠網に接続していない溜池(サービス外住宅用)	バキュームトラック1台	250,000

出典：MPWT

次に、Siem Reap の下水道事業の収支をみると表 2.6.22 のとおりである。2012 年、2013 年ともに赤字で、かつ赤字が増加している。赤字分は、Siem Reap 州政府が補填している。しかも、費用のうち、ポンプ電気代は DPWT が負担しているという。なお、2015 年の運営維持費用予算を表 2.6.23 に参考として示す。

MPWT の担当者にインタビューしたところ、これらの下水廃水処理施設団体は顧客獲得、あるいは料金回収に問題を抱えているとのことである。つまり、プノンペン都のように、下水排水施設の維持管理のために PPWSA から水道売上げの 10% が自動的に支払われるようなシステムではないため、水道使用量と関係せず、独自に料金を徴収するのが困難であるようである。水道事業体による徴収を行わず床面積による料金であるのは、両地域とも水道普及率が 30% 程度で、多くは地下水を利用しているためである。

Sihanoukville では、3,000 の計画接続数に対して、実際の接続は SEZ を含めず、工場や住宅開発、ホテル等を対象にして 1,800 件程度である。残り 40% の家庭等を含めるには、各需要家と契約を結ぶ必要があるため、強制手段が必要であるが、貧しい家庭は水道料金が支払えない上に、大した収入にならないので、ターゲットにしないとのことである。

住宅については A、B、C の 3 種類に分けたゾーニングを行っている。A が高所得層、B が中間層で、この 2 つの層を対象に料金設定を行っており、C の貧困層は料金徴収の対象としない。

コンドミニアムはホテルと同じように部屋数による料金設定が適用されている。自然流下利用で、電気を必要としないラグーンであるため、コストは少ない。海岸リゾートのホテルは、現在のところ、ポンプアップしないと下水道管に接続できないが、Siem Reap 州政府が排水水質規制をかけるため、海岸リゾートのホテル側から、下水道に接続したいという希望が出されたため、電気代を払ってポンプアップしても元が取れるかシアヌーク州下水廃水処理施設機構が検討中である。なお、企業等で契約した 6 割は、使用料を支払っている(州政府が操業のストップ等ができる)。ビール工場 1 件だけで、収入の 6 割に達しているように、大口の顧客の収入が多い。

Siem Reap の接続割合は 50% 以下である。ここもホテルや大企業等をターゲットにしている。

表 2.6.22 Siem Reap 下水道収支

(単位：Riel)

項目	内容		
	コード	2012 年	2013 年
I. 営業収入			
サービス料収入	7300	228,251,300	247,612,000
ネットワークサービス料収入	7311	1,107,000	287,000
収入合計		229,358,300	247,899,000
II. 営業支出			

項目	内容		
	コード	2012年	2013年
衛生関係材料費	6011	2,195,400	1,567,500
排水路維持材料費	6013		1,400,000
ディーゼル油および燃料費	6015	37,442,700	29,333,200
事務機器・プリンター	6021	13,785,100	28,348,300
制服費	6041	4,291,200	5,720,000
夜間市場店電気代	6061	664,600	874,000
ポンプ電気代	6061	124,691,700	109,947,800
水道代	6062	160,500	276,900
	小計	183,231,200	177,467,700
建物維持修繕費	6152		1,636,000
排水路維持修繕費	6153	80,637,400	25,507,100
輸送機器維持修繕費	6156	1,954,800	3,196,800
事務機器修繕費	6157	2,835,800	2,436,000
技術的材料修繕費	6158	6,220,000	765,000
	小計	91,648,000	33,540,900
国内客接待費	6221	6,371,200	7,446,500
販売促進	6227		3,000,000
広告宣伝費	6230	67,500	810,000
出張費	6242	3,023,000	315,000
電話代	6262	1,302,700	929,600
	小計	10,764,400	12,501,100
輸送税	6310	625,000	1,463,500
	小計	625,000	1,463,500
公務員給料	6437	21,650,000	32,400,000
スタッフ給料	6440		120,000,000
会計監査員給料	6441		4,800,000
収入2%ディスカウント	6444		3,727,800
	小計	21,650,000	160,927,800
支出合計		307,918,600	385,901,000
損益		-78,560,300	-138,002,000

出典：MPWT

表 2.6.23 2015年 Siem Reap 下水道運営維持費予算

(単位：USD)

項目	維持/修繕費	人件費	エネルギー/燃料	合計
豪雨排水	75,000	7,200	2,700	84,900
衛生下水	90,000	13,260	4,000	107,260
ポンプ場	22,738	6,900	11,243	40,881
廃水処理施設	34,763	4,500	1,000	40,263
合計	222,501	31,860	18,943	273,304

出典：MPWT

Siem Reap の下水道使用料は表 2.6.24 に示すとおりで、Sihanoukville よりも高く、かつやや規模等が異なるが、同様の構成となっている。

表 2.6.24 2015年 Siem Reap 下水道使用料

(単位：Riel)

対象施設	接続料金	維持管理費 (月額)
一般住居		
住居面積：70m ² 未満	82,000	4,000
住居面積：70～300m ²	123,000	13,000
住居面積：300m ² 以上	205,000	35,000
ホテル		
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

対象施設	接続料金	維持管理費 (月額)
部屋数：101 室以上	902,000	1,260,000
ゲストハウス		
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
レストラン		
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
その他		
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

出典：MPWT

(8) 資機材調達能力

プノンペン都の排水・下水に関連する資機材調達能力を資金面からみると、表 2.6.13 および図 2.6.16 に見られるように DPWT に属す DSD が 2014 年に約 30 億 Riel の排水管新設の支出を計上している。一方、この DSD の金額を含む PPCC の排水関係費用が表 2.6.14 に示されているが、管渠修理・新設に 2014 年で約 32 億 Riel が計上されている。管渠・水路清掃費は同年に約 43 億 Riel となっており、電気代も毎年同程度が支出されているようである。したがって、通常の予算範囲では約 31 億 Riel 程度が資機材調達能力の上限かと考えられる。USD1=3,988Riel とすると、約 80 万ドル、あるいは 9 千 6 百万円程度となる。

しかし、もしこれだけを機材調達に使うと、管渠修理・新設が滞ることになる。政府自身もそれほど予算に余裕がないことを考えると、これ以上の資機材調達をするためには、国際機関あるいは外国ドナー等のグラント、あるいはローンということになるが、既存の Sihanoukville および Siem Reap の下水プロジェクトは ADB 等のソフトローンで実施されており、プノンペン首都圏の排水・下水もソフトローンとなる可能性が高い。その場合には、上記の 2 つの既存下水道プロジェクトでみられるように独立事業体として運営すると使用料収入では投資額の回収が不可能になる可能性がある。あるいはそれ以前に収支、また料金回収でも諸問題が発生する可能性もある。具体的には後述の 4.7 財務分析により明らかにする。

(9) 課題の抽出

財務面での課題としては、前記の(8)で示したように、DPWT、あるいは PPCC として十分な予算はなく、政府としてもプロジェクトの予算に余裕はない。したがって、本調査の排水・下水の M/P を実施する資金はドナーからのグラントかローンということになる。また、料金を得て事業を行う場合は独立、あるいは準独立の事業体として事業を行い、政府の一般会計とは別に会計を処理することが望ましい。しかしながら、その場合に課題としては以下の 3 つが考えられる。

- (a) 排水・下水のコスト区分
- (b) 顧客獲得
- (c) 料金との兼ね合いで事業経営が難しい可能性
- (d) 料金の徴収方法

それぞれの課題について説明すると以下のとおりである。

(a) 排水・下水のコスト区分

本プロジェクトは排水と下水の両方を対象としているが、主目的はそれぞれ異なり、排水は洪水や浸水の防止であり、下水は水質汚濁の防止である。ただし、本調査の場合、合流式を採用する地区も出てくると想定されるが、その場合、雨水排水と汚水が一体となるため、投資および維持管理費用をどう区分するかが、課題となる。即ち、排水の方は洪水・浸水の防止ということであるなら、防災の一環であり、公共の安全のために政府として実施すべきものとなる。一方、下水は家庭・商店、オフィス等が水道水等を使った後の汚水による汚濁防止のために実施すべきもので、水道のように独立事業体として、利用者から料金を徴収して実施すべきものである。

しかし、合流式であると、雨水排水と汚水が一体化しているので、大まかに言えば水量で分割するのが一般的である。雨水と汚水の区分が可能として、下水だけの事業とすることができるとか、あるいは一体として事業体が両方を行うが、投資および運営でコストを分けて、下水事業体と排水担当政府側とで分担することができるかが課題となる。もちろん、両者一体でも、経営可能な程の料金を設定して事業を行う事が可能ならば、問題はないが、水道ほどの料金設定も難しいとなると、その可能性はあまりないと考えられる。

即ち、下水道事業がある程度可能な料金で事業化できるためには、排水事業を公共としてどれほどみることができるとか、言い換えれば、下水道事業からどれだけ負担を減らし、また排水事業としては公共(政府側)がどこまで負担できるかが1番の課題となる。

(b) 顧客獲得

Sihanoukville や Siem Reap の下水廃水処理施設団体は、顧客獲得に問題を抱えているとのことであるから、問題の原因を分析し、その結果をプノンペン都の汚水対策事業の計画に生かすことも重要な課題となる。水道使用料と関係なく独自の料金徴収をしようとする、顧客獲得(契約締結)が難しく、また支払の強制手段が家庭等では難しい。一方で、商業・工場等は営業停止が可能なようである。

(c) 料金との兼ね合いで事業経営が難しい可能性

下水道事業としてある程度排水事業の負担を減らし、そちらは公共(政府)でみるとしても、下水道事業としては水道料金ほどの料金収入を期待することはできないとすると、独立事業体としては経営が難しい可能性がある。既存の Sihanoukville や Siem Reap の下水事業が苦戦しているように、営業損益計算だけでも難しい可能性もあり、ここに営業外収支が加わり、ローンで資金を賄う場合には営業外費用が膨らむと、さらに難しいことになる可能性もある。その場合に事業経営を可能にする方策があり得るか否かも課題となる。

経営が軌道に乗っている PPWSA の水道事業と一体化して、PPWSA が下水道事業も行うことも考えられないことはないが、前述したとおり、水道と下水では管轄省が異なることが反対の主要理由として拒まれるうえ、また水道会計と下水道会計は別に扱うべきものである。さらに、上場した PPWSA が収支の見込みの悪い下水事業をわざわざ統合して行うことは一般株主への責任を考えると行いがたいのは想像できる。せいぜい政府所有の PPWSA の株式の配当分くらいを下水に振り向けることは可能であろうが、プロジェクトを賄えるほどとは考えられない。

下水道分の投資額を少なめにみて、かつそのソフトローンは政府の方で引き受ける、即ち返済額、あるいは元利ともども政府が負担することが必要かもしれない。その場合、政府は引き受け可能か否かも課題となる。

(d) 料金の徴収方法

下水道事業の料金徴収についても、独自に徴収しようとする、既存の Sihanoukville と Siem Reap の下水道事業主体が経験しているように、回収率が低くなる課題がある。そのため、両事業体とも家庭よりもホテルやレストラン等商業施設などの大口の収入源を狙って、回収率を上げようとしている。しかし、プノンペン都の場合は住宅も多く、また産業の多い Sihanoukville や観光資源に対する、観光セクターからの水質汚染が重要問題となる Siem Reap とは異なる状況であり、一般住宅から適切な料金を取ることが必須と考えられる。

また、現在プノンペン都では PPWSA の料金収入の 10% を下水・排水料金として PPWSA に徴収してもらっており、その金は図 2.6.16 に示すように PPCC へそのまま流れ、排水関係に使われている。下水道事業体が新たにできる場合に PPWSA の料金徴収はそのまま続けられる可能性は高いが、水道料金の 10% のままでは、現在でも排水関係の費用の全てをカバーする事はできず、下水処理等のコストもカバーできないと考えられる。しかし、10% を超える場合に PPWSA としては利用者等からの不満に対処する義務はなく、難色を示す可能性は非常に高い。しかし、水道と一体化した料金徴収体制は非常に便利であるし、回収率も高いと考えられる。

その場合に課題としては次の 2 つが考えられる。

(i) 水道料金とともに徴収し、支払がない場合に水道を止める規則

水道と下水道は事業主体が異なるとしても、水道利用が下水として排水されるので、両者を一体とみて、料金徴収を行う。下水道使用料が水道料金に加わって高くなることにより、利用者の支払拒否や支払遅れが出る場合に、水道を止めることができるような規則が可能か否かの課題となるが料金支払の回収率が上げられる可能性がある。

(ii) 水道料金とともに徴収する共同制度と下水道事業体の負担

水道料金とともに徴収するとしても、10% を超える料金は PPWSA としても負担になるし、本来であれば下水道事業体が自分で徴収しなければならないのを PPWSA と共同で行うことにして、その負担分を下水道事業体が持てば、PPWSA の徴収コストも下がるので、両方にとってもメリットとなるはずである。ただし、下水道事業体として不満処理や事故対応等のシステムを確立することも必要となる。

したがって、PPWSA と共同で料金徴収を行うシステムを確立するよう調整する必要がある。現在は 9% を手数料として PPWSA が取っているようであるが、これらの妥当性については実際の費用を調査するなどして、調整する必要があるだろう。

2.7 環境社会配慮

本調査は、プノンペン都における下水および排水の M/P を作成することを目的としている。洪水防止の排水施設と周辺地域の水質改善のための下水施設を適切に敷設する事業エリアはプノンペン都の輪中内が中心になるものと想定される。環境的な特徴は一般的に均一であり、特に社会環境への影響の適切な配慮が求められる。

2.7.1 環境配慮に関連する法制度

カンボジア国では、1996 年の環境保護と自然資源管理法(Kram/NS-PKM-1296/36, 1996) が環境の基本法として環境保護の政策を規定している。同法によると、カンボジア国政府は、5 年ごとに作成する定期的な国家および地域的管理計画のもと計画的に環境を管理する。EIA の必要性についても同法に含まれており、民間ならびに公共の事業において事業の規模や場所に応じて必要となる調査の実施のために同法を参照する必要がある(表 2.7.1)。

同法の下、1999 年の EIA 手続きにかかる副法令(No. 72 ANRK.BK, 1999)および 2009 年の IEIA/EIA 実施のための一般的ガイドラインに関する省令(No. 376 BRK.BST, 2009)において EIA の詳細が規定されている。副法令は、関連機関の責任、EIA を要する事業、EIA の手続き、事業の承認の条件ならびに罰則等で構成されている。EIA を必要とする事業については当該副法令の附表に提示されている。省令では、手続きにかかる期間の概要ならびに IEIA および EIA の承認手続き時に必要となる提出書類についての詳細が規定されている。省令の附表-1 において、IEIA/EIA の報告書の基本的な内容について提示されている。また、同省令は国レベルの環境省および州、市レベルの環境局といった環境当局の責任分担についても規定している。

公害管理に関連して、いくつかの基準が政府によって発行されている。1999 年の水質汚染管理の副法令(No.27 ANRK. BK, 1999)は水質の基準を規定している。1999 年の固形廃棄物にかかる副法令(No.36 ANRK.BK. in 1999)は固形廃棄物の一般的な基準を規定している。2000 年の大気汚染と騒音障害の管理に関わる副法令(No. 42 in 2000, Anukret(Sub-Decree))は許容される大気および騒音レベルについて規定している。

環境保全に関連し、保護区は保護区法(Royal Decree No. NS/RKM/2008/007)において規定されている。法に基づき、重要な自然特性は環境省の責任の下保護されている。

表 2.7.1 環境アセスメントおよび保全に関連した法令

No.	法令	内容
1	環境保護と自然資源管理法 Preah Reach Kram/NS-PKM-1296/36, Law on Environmental Protection and Natural Resource Management, 1996 (18 November 1996)	環境保護の基本法として、自然環境政策、国家および地域環境計画、事業およびその行為にかかる環境影響評価、自然資源の管理、モニタリング、情報収集および検査、環境にかかわる住民参加を規定している。また、罰則についても本法において規定されている。 環境アセスメントに関連し、第 6 条にすべての私的、公的事业で環境影響評価が必要であること、また 7 章において住民参加について住民への情報提供、政府による公開が記述されている。
2	EIA 手続きにかかる副法令 No. 72 ANRK.BK, 1999, Anukret (Sub-decree) on Environmental Impact Assessment (EIA) Process (11 August 1999)	本副法令は IEIA/EIA の実施のための詳細なガイドラインを規定している。EIA が求められる事業は附表において提示されている。副法令は省庁の責任、EIA を要する事業、EIA 手続き、事業承認の条件ならびに罰則で構成されている。 附表では本事業に関係し、(i) 全ての規模の廃棄物処理および焼却行為、(ii) 全ての規模の排水処理施設、(iii) $\geq 5,000$ ha の排水施設を、EIA が必要な事業としている。また、副法令では、洪水防止の堤、河川堤防および地方道路については特に記述がない。

No.	法令	内容
3	IEIA/EIA 実施のための一般的ガイドラインに関する省令 No. 376 BRK.BST, 2009 Prakas(Declaration) on General Guideline for conducting IEIA/EIA Reports,2009	本省令は、2009年に環境省により発行された。初期環境影響評価(IEIA)およびEIA報告書作成のためのタイムフレーム、IEIA および EIA の手続きに必要な提出書類等が規定されている。附表では IEIA/EIA の基本的内容について、(i) 序言; (ii) 法的枠組み; (iii) 事業概要; (iv) 既存環境の概要; (v) 住民参加; (vi) 顕著な環境影響に対する評価と緩和策; (vii) 環境管理計画; (viii) 費用便益分析および (ix) 結論と提言が提示されている。環境チェックリストは附表-2に提示されている。
4	水質汚染管理の副法令 No.27 ANRK/BK/1999, Anukret(Sub-decree) on Water Pollution Control, 1999 (April 6, 1999)	本副法令は人の健康保護および生物多様性の保全を確保し、良好な水質を保全するため公共の水域での公害の原因となる行為を制限している。一般的定義、許認可、モニタリング、検査および罰則については、8章、39条と5の附属文書 (Annex)で構成されている。附属の2, 4, 5は産業廃水基準、安定化池からの排水、生物多様性の目的での公共水の水質基準また公共の健康および水の水質基準をそれぞれ規定している。
5	固形廃棄物にかかる副法令 No.36 ANRK.BK. in 1999, Anukret (Sub-decree) on Solid Waste Management, 1999	本副法令は、人の健康と生物多様性の保全の確保のために固形廃棄物管理を規定している。一般の定義、家庭廃棄物、有害廃棄物の管理およびそれらのモニタリング、検査および違反の罰則等は、6章、32条と附属 (Annex) で構成されている。 家庭廃棄物に関連した省庁および州の責任、有害廃棄物の所有者の責任、その家庭廃棄物と分別した保管と運搬の取り扱いについても規定している。
6	大気汚染と騒音障害の管理に関わる副法令 No. 42 in 2000, Anukret (Sub-Decree) on the Control of Air Pollution and Noise Disturbance, 2000 (July 10, 2000)	本副法令は、大気および騒音の抑制、制限について規定している。附表において排出の制限値、制限に対する手順および法的必要性の言及ならびに汚染物質を規定している。基準に関しては、大気環境基準、有害物質の大気中の最大許容濃度、固定源からの大気中への汚染物質の許容基準、移動源からの大気中への排気ガスの許容基準、公道における車両の騒音の最大許容基準、公共、住宅地における騒音の最大許容基準、作業場、工場における騒音制限基準、燃料、石炭中に許容される硫黄、鉛、ベンゼン、炭化水素等を含んでいる。
7	EIA審査とモニタリングにかかるサービス料金決定にかかる環境省ならびに経済財務省の共同省令 No. 745 MEF/MOE 2000,Prakas (Joint Declaration) between MOE and MEF on Determination of Service Fee for EIA reviewing and Monitoring (20 th Oct,2000)	本省令は、環境サービスに関する料金について規定している。料金はカテゴリに応じて決定される。カテゴリは工業、農業、観光、公共インフラ施設に分類され、下水処理場の場合、規模に関わらず2,000,000Rielとなっている。
8	保護区域法 No. 07 NS/RKM/2008, Protected Areas Law (Royal Decree No. NS/RKM/2008/007)	本法は、生物多様性の保全と自然資源の持続的利用のため自然保護地域の運営、保全および開発を規定し、11章66条で構成されている。 同法は自然保護地域を8種に分類している。それらは; 1) 自然公園、2) 野生保護区、3) 景観保護区、4) 多目的利用地、5) ラムサールサイト、6) 生物圏保護区、7) 自然遺産および8) 海洋公園である。また、それぞれの保護区は1) コアゾーン、2) 保全ゾーン、3) 持続的利用ゾーンおよび4) コミュニティゾーンの4つの管理区域システムに区分されている。 同法は、国家自然保護区を管理するため保護区域戦略的管理計画を作成する環境省の権限を認めている。
9	保護区に関する省令 No. 1033, 1994, Prakas (Declaration) on Protected Areas, 1994	環境省による本省令は、自然区域の保護にかかる1993年11月の法令による一連の行為を禁じている。禁じられる行為は、製材所の建設、狩猟、罟の設置、動物(哺乳動物、両生類、爬虫類、水中生物)の狩猟、土地利用のための伐採、水質汚染や他の環境汚染等である。調査では環境事務局の承認が必要となり、事務局における自然保護部本省令を実施する。

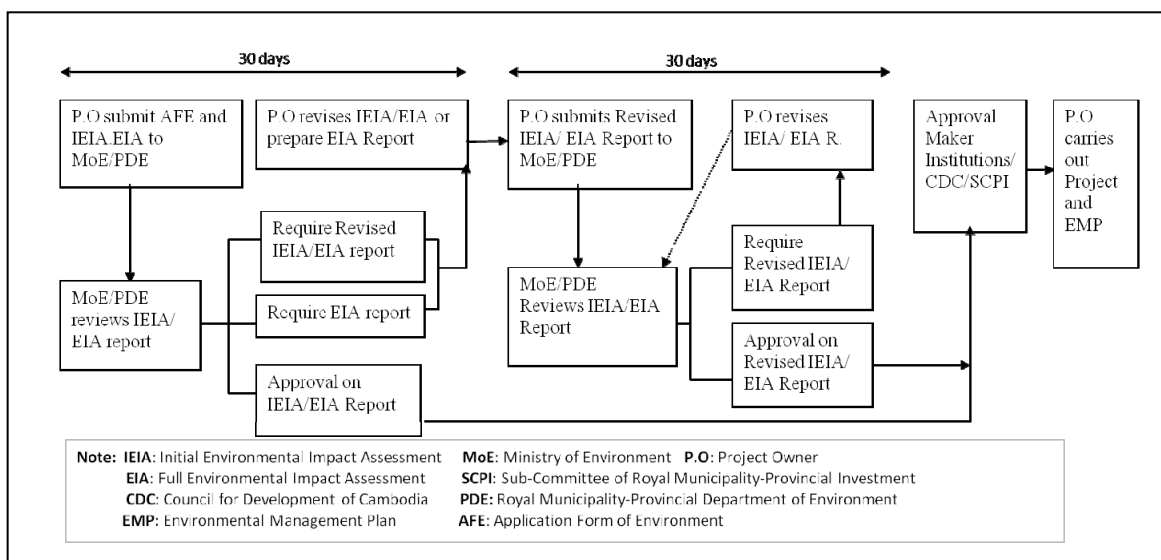
No.	法令	内容
10	市、州環境局への事業開発にかかる意思決定における権限移譲にかかる省令 No.230 in 2005, Prakas (Declaration) on the Delegation of Power of Decision-Making on Project Development to the Provincial Department of Environment, 2005	本省令は州環境局による2百万 USD未満のIEIAおよびEIA報告書の審査および承認機関となることを規定している。

出典: JICA Study Team based on English Translation supplemented by JICA env. Profile 2013, Faolex, ADB (2014) Integrated Urban Environmental Management in the Tonle Sap Basin Project – Kampong Chhnang Urban Area Environment Improvements.

2.7.2 カンボジアにおけるEIA手続き

(1) 当該国におけるEIA手続き

図 2.7.1 に示すとおり、事業実施者は最初に環境の申請書と報告書を中央のMOE または州もしくは都の環境局(DOE)等の環境当局に提出する(事業費が2百万USD以上の場合は、国(MOE)による手続きが行われる)。当局による報告書のレビューの後、事業実施者は報告書の修正またはEIAとしての追加調査を行わなければならない。環境調査が当局の必要事項を充たした際に、報告書は都もしくは州環境局により承認され、さらに開発評議会(CDC)または都、州の小委員会による事業実施の承認が行われる。



出典: Declaration on General Guideline for Conducting Initial and Full Environmental Impact Assessment Reports

図 2.7.1 国レベルの事業のためのIEIA/EIAの手続きの流れ

(2) 環境問題を扱う機関

MOEは当該国のEIAの管轄官庁である。環境省(組織図は図2.6.9参照)内において、EIAレビュー局が手続きの担当となっている。

環境省の監督の下、プノンペン都庁内の一専門局として環境局(DOE)が都におけるEIAの手続きを担っている。詳細の組織についてはそれぞれの州において異なり、プノンペン都のDOEの組織図は図2.6.10に示すとおりである。

市、州環境局への地方分権にかかる省令および市、州環境局への事業開発にかかる意思決定における権限移譲にかかる省令では、200万USD未満のプロジェクトは市、州当局、200万USD以上のプロジェクトは省の管轄とされている。2014年現在、プノンペン都の環境局では約70名の職員がおり、そのうち8名がEIA事務所に配置されEIA関連の業務を行っている。

(3) カンボジア国の法制度と国際基準との乖離

カンボジア国政府の環境の枠組みと JICA ガイドラインとの間で内容と参照する環境上の項目においては特に大きな乖離はない。しかしながら、手続きにかかる期間については、カンボジア国の法制度においては EIA 手続きにかかる副法令(No. 72 ANRK.BK, 1999)の 2 条に除外として記述されているとおり特別に承認されるケースを認めている。国が認める優先事業においては本手続きに沿わない手順が認められている。環境調査の内容や時期等の基本的な考え方は JICA 環境ガイドラインに合致した形でカバーされているものの、戦略的環境アセスメント(SEA)の適用については特にカンボジア国の法令において記述がない。そのため本調査では、SEA の説明を通して、関係機関に対し早期段階での環境社会配慮を促すようにする(かい離状況の詳細は Appendix 1 を参照)。

情報公開に関連し、公聴会について EIA 手続きにおける一般の参加が EIA 手続きにかかる副法令(No. 72 ANRK.BK, 1999)の 1 条にその目的として記述されている。しかしながら、住民参加の会議の回数等の詳細の手続きについては特に法令、ガイドラインにおいて規定されていない。IEIA/EIA 実施のための一般的ガイドラインに関する省令(No. 376 BRK.BST, 2009)の附表-1には、関連するステークホルダーとして、関連省庁、地方政府、関連地方部局、事業実施者、コンサルタント、影響者の代表や非政府機関等が定義されている。報告書は、序言、開発プロジェクトにかかる当局ならびに地方政府の公聴会の情報公開の実施、関連省庁や地方政府のコメント、関連 NGO と地域住民のコメント、公聴会の結果にかかる結論を含めることとなっている。

(4) 下水・排水事業開発に関連した環境法制度と手続き

上述のとおり、EIA の必要な事業は EIA 手続きにかかる副法令(No. 72 ANRK.BK, 1999)の附表に提示されている。本調査では、プノンペン都の下水および排水の問題に対する物理的な対策を実施することを目的としている。副法令によると、本事業において想定される行為は (i) 全ての規模の廃棄物処理および焼却行為、(ii) 全ての規模の排水処理施設、(iii) $\geq 5,000$ ha の排水施設である。

2.7.3 開発のための移転および用地取得のための法制度および法的手続き

(1) 移転および用地取得のための法制度

2014 年に JICA で行われた詳細計画調査以降、移転および用地取得に関わる法制度に大きな変更はない。民間地または公共地といった対象の土地の種類に応じて異なる法制度に従った移転手続きが行われている。移転および用地取得のための法的な枠組みは以下に説明するとおりである(表 2.7.2)。

表 2.7.2 住民移転と用地取得に関連する法制度

No.	法令	内容
1	土地法 NS/RKM/0801/14, 2001, Land Law (2001), (August 30, 2001)	本法は、所有権の保護とともにカンボジア国の土地の分配と管理について規定している。個人および公共の所有権(I)、所有権の取得(II)、個人所有権の体制(III)、所有権の形態(IV)、証人としての不動産使用(V)、地籍簿(VI)、罰則(VII) および最終規定(VIII) の 8 項目で構成されている。 公共財産の所有権の他、個人および共同の私的所有権も定義されている。

No.	法令	内容
2	不使用地の課税にかかる省令 No.224 in 1996 Ministry of Economy and Finance, Prakas (Declaration) on Collection of Tax on Unused Land (1996)	本省令は下記に属さない課税対象となる不使用地を定義している； 1) 年間 183 日以上、所有者の基本的な住居となっている住宅地内の建物を伴った土地 2) 土地価格の 12 分の 1 の 80%以上の収入を生む建物を伴った借地における使用地 3) 課税年の土地価格の 12 分の 1 の 80%以上の活動からの月収として、国によって決定された合法的経済活動に使用する土地 4) 国により合法的企業体もしくは個人に貸与された国家に属する土地 5) 何らかの不可抗力により未使用の投資契約の土地
3	国有地管理にかかる副法令 No.118 in 2005, Anukret (Sub-Decree) on State Land Management (2005)	本副法令は国有地管理の枠組みを規定しており 11 章、33 条で構成されている。国有地の法的な定義、国家公有地および国家私有地の違い、国有地の判定および地図化の手続き、関連する責任機関の役割、土地の分類およびその変更、国有地図およびデータベースの維持とアップデート、データベースへのアクセス権、および管財人の義務と土地の運営について規定している。
4	国有ならびに公共企業の財産の再分類にかかるガイドラインと原則の提供にかかる勅令 Royal Decree NS/RKT/0806/339 , 2006, on Provisional Guidelines and Principles Regarding the Re-classification of State Public Properties and of Public Entities, (8 August 2006)	本勅令は、国家と法的企業の公的財産の移転に関わる原則と経過規定を定めている。勅令では、国家公有地は原則的に土地が公共の福祉に裨益しない、その本来の機能を喪失または住民に使用されなくなった等の一定条件が満たされる時のみ再分類される必要があるとしている。
5	国有ならびに公共企業の財産の再分類にかかる規則と手続きにかかる副法令 Anukret (Sub-Decree) No.129/ANK.BK, 2006 on Rules and Procedures for Reclassification of State Public Properties and Public Entities (2006)	本副法令は、首相によって署名され国家公有地の変更(再分類)には 2006 年の勅令に従うこととなっている。
6	収用法 No. NS/RKM/0210/003, Expropriation Law (2010) (February 26, 2010)	本法は、カンボジア国における公共インフラ施設の建設、改修および拡張のための原則、機能、補償および手続きを定義している。 法は、ただ公共の利益および福祉のため国家は財産の収用ができるとしている。法は他の政府機関の代表とともに経済財政省の代表によって運営される収用委員会を必要としている。 収用委員会は中央政府のレビューと承認に資するため収用事業提案書を作成する。22 条において規定されるように、補償額は収用事業の宣言の発行日における市場価格または再取得価格を基に決定される。市場価格または再取得価格は、収用委員会によって指名された独立した委員会または機関によって決められる。
7	国有地の違法占拠に関する通達 Circular (Letter) No. 02 S.R 2007 Related to illegal occupation of State land (February 22, 2007)	本通達は、国有地内の不法占拠者の対応に関わる原則的方針を規定し、土地法 (2001) を補足している。 原則的方針では、国有地を占拠している住民は土地法 (2001) における潜在的な犯罪であり、補償を請求する権利を有しないとされている。一方、土地を有しない等の貧困家庭の場合では、中央政府は本通達項目 7 の条件の下での生活もしくは家の建築を可能にするよう適正な規模の土地を提供するよう支援することとなっている。
8	都市部、市街地における違法建築物の贈与に関する通達 Circular (Letter) No.03 S.R 2010 Circular on Settlement of the illegal construction on the state land in cities and urban areas	本通達は国有地における不法な建築物対策を目的としている。市、郡、Khan の国有地ワークグループとともに都および州の国有地管理委員会に業務が実施される。規定されている業務の手順は以下のとおり。 1) 不法建築物の情報収集 2) 不法建築物の位置の判定、地図化および分類 3) 不法建築物の居住者、世帯の調査 4) 移転、地域開発他の現実的対策案等の解決策の提供 5) 解決の対策決定のための調停の調整

No.	法令	内容
		6) 公共インフラ施設および基本的サービスの事前提供 7) 関連する開発ステークホルダーによる参加
9	無秩序な土地の不法占拠取締りに関する省令 Sechkdey Prakas (Declaration) No.06 BRK 1999 on the Measure of Eliminating Anarchical land Encroachment	本省令は、土地の不法占拠に対して政府機関が取るべき 対策を提示している。 1) 国有地における私有権の提供をしない。 2) 土地使用のための申請書発行の禁止 3) 当局による不法な土地占拠の調査 4) 地方政府の責任 5) 国家警察、軍隊の協力 6) 不法な土地占拠の禁止 7) 省庁による調査 8) 国道、鉄道のための用地確保 9) 公共事業運輸省、土地管理都市計画省、国防省、経 済財務省との協力下での内務省の役割 10) 当局による国道、鉄道のための早急な対応 11) 国を通じた州および市土地紛争調停委員会による対 策の実施状況の調査
10	開発事業における住民移転実施の手続きに関 する通達 Circular (Letter) No.06 SR 2015, on Procedure to implement Resettlement of Development Projects	本通達は、A.事業実行可能性調査段階、B.移転計画実施 段階、C.移転計画実施後段階における実施機関の必要な活 動を提示している。原則として、通達はいかなる開発事業 においても土木工事開始前に移転作業を完了させること を明示している。また、全ての省庁、機関に対して、実行 可能性調査段階において初期移転計画 (Initial Resettlement Plan: IRP)を作成することを要請している。

出典: JICA Study Team based on English Translation supplemented by JICA env. Profile 2013, Faolex, ADB (2014) Integrated Urban Environmental Management in the Tonle Sap Basin Project – Kampong Chhnang Urban Area Environment Improvements and UN Human Rights Council (2012) Report of the Special Rapporteur on the situation of human rights in Cambodia, Surya P. Subedi.

(2) カンボジアにおける土地所有

土地法(NS/RKM/0801/14, 2001)は、民間および公共の不動産を含む当該国の土地取得を規定している。同法は、1979年以前の土地所有を公式に否定した1993年の土地法の認識を踏襲し同法に代わり制定された。カンボジア国の土地は、民有地と公共地に定義される。民有地の場合、個人または法で定義されたカンボジア国市民や企業に限った集団での所有が許されている。土地所有権と特別土地占有権はともに民有地の土地登記書類として認識されている。公有地は、後述するとおり国家公有地と国家私有地に分けられる。

土地法の下、国有地管理にかかる副法令(No.118 in 2005)において国有地の原則、手続き、仕組みおよび地図化; 国有地の登録と分類、国有地データベースの作成と維持、国有地の配置および国有地再分類化(第一条)が規定されている。同副法令は当該国の土地を国有地と私有地に定義している。また国有地は国有公有地と国有民有地の2つに分類される。国有公有地は公共の目的に使用が指定されており、国有民有地は社会的コンセッションや経済的コンセッションといったコンセッション貸与に使用される。

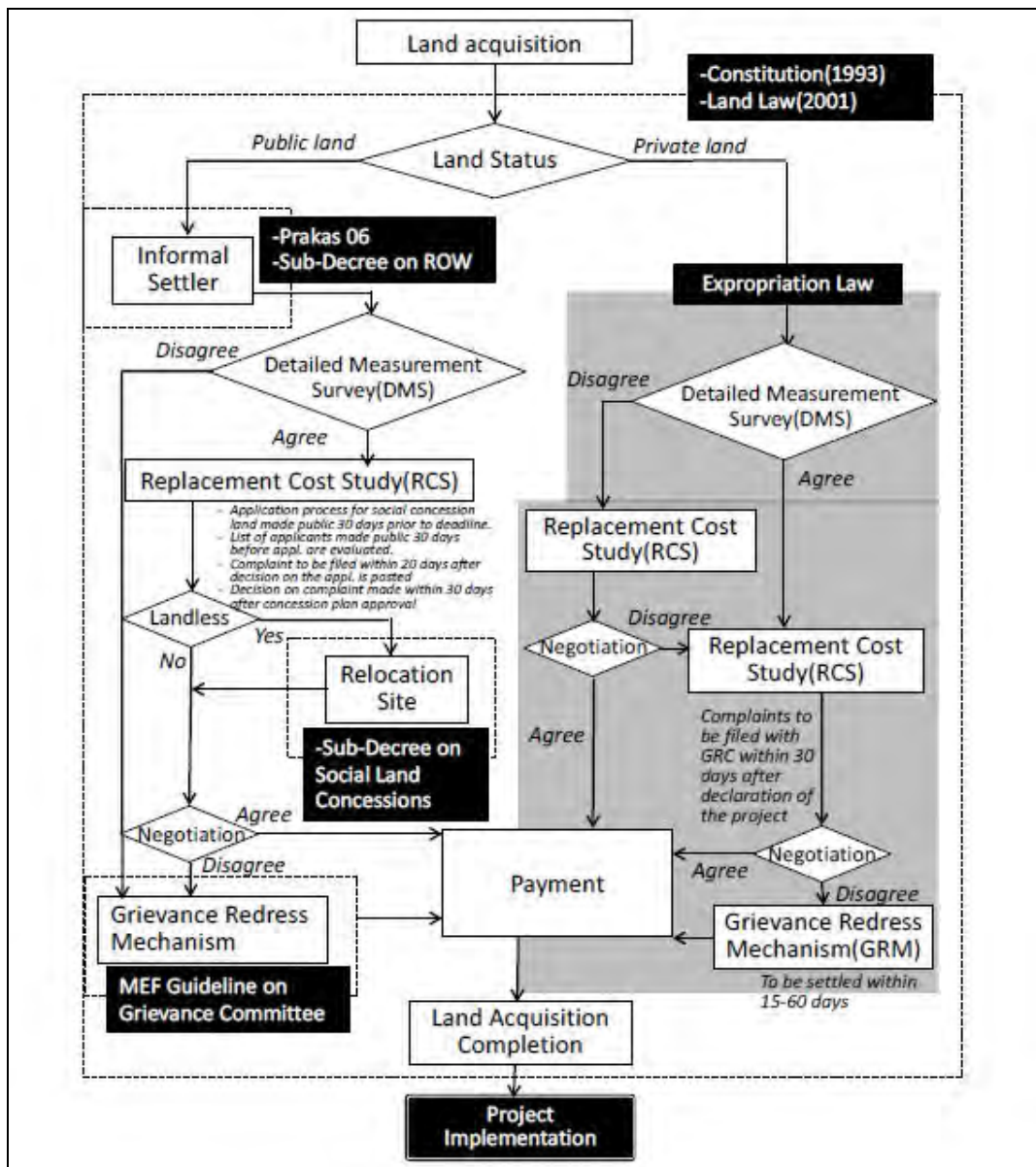
(3) 用地取得の手続き

民有地の用地取得は、収用法(No. NS/RKM/0210/003, 2010)に従う。一方、国有地の場合、国有地管理に関わる副法令(No.118 in 2005)に従って政府内で手続きが行われ、また土地が違法な手段で占有されている場合は無秩序な土地の不法占拠取締りに関する省令、さらに国有地の違法占拠に関する通達(No.02 S.R 2007)、都市部、市街地における違法建築物の贈与に関する通達(No.03 S.R 2010)が適用される。いずれの場合であっても、状況確認のための調査が実施されなければならない(図 2.7.2)。

収用法(No. NS/RKM/0210/003, 2010)は、カンボジア国における公共のインフラ施設の建設、改修、拡張に関連した私有財産の収用のための原則、仕組み、補償および手続きを定義してい

る。収用委員会は中央政府のレビュー、承認に供するため収用事業プロポーザルを作成する。同法の 22 条において規定されているように補償額は収用事業の宣言の発行日における市場価格または再取得価格を基に決定される。市場価格または再取得価格は、収用委員会によって指名され独立した委員会または機関によって決められる。

政府の事業の場合、収用手続きは法律に従って実施される。収用委員会は経済財務省からの代表が長を務め、他の関係省庁の代表によって構成される。収用副委員会は、州または市の首長が長を務め、関連する特別専門局の代表によって組織される。



出典: Ministry of Economy and Finance (MEF) 2012 Basic Resettlement Procedure

図 2.7.2 カンボジアにおける用地取得の流れ

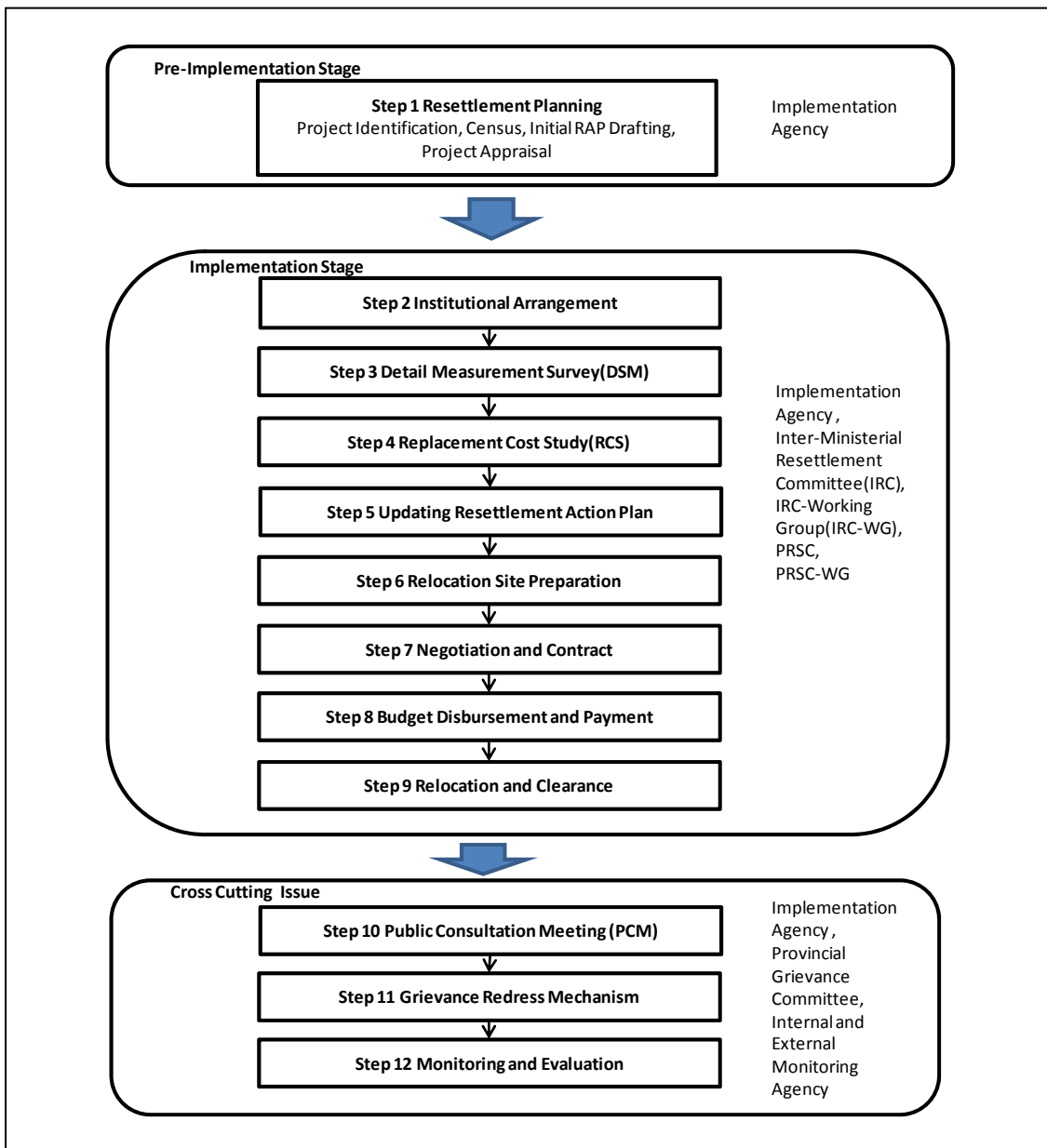
(4) 当該国における住民移転の制度的枠組み

移転の法的枠組みは、カンボジア国におけるすべての外部援助事業またはプログラムのための手続きの運用基準(2012, Ministry of Economy and Finance)において説明されている。

移転にかかる業務のため、2007年に経済財務省内に常任メンバーとともに対応する省間移転委員会(IRC)がカンボジア政府に設立された。IRCはJICAやADBを通して研修を受けた職員を有するMEF内に新たに設置された移転局(RD)の支援を受けている。また、RDは現在、移転のための部署を持たない関連省庁が移転計画を作成する際に、支援を行うことになっている。

すべての移転業務は省間移転委員会という中央政府レベルによって管理されている。PPCCの事業における移転の場合、公共事業局が航空写真によって土地調査を行い、PPCC(都知事)より中央政府に省間移転委員会を設立することを要請することになっている。

図 2.7.3 に、カンボジア国における移転手続きの流れを示す。



出典: JICA Study Team based on the MEF(2012), Basic Resettlement Procedure

図 2.7.3 移転手続きの流れ

2.7.4 マスタープランにおいて必要となる環境社会の調査および評価

カンボジア国の法制度は、JICA 環境社会配慮ガイドラインに求めているところの、SEA を特に求めている。本調査では、早期の情報公開を通じて、M/P における意思決定のためのフィードバックを得るための SEA レベルの調査を実施することとなっている。一連のプロジェクト、計画に係る情報のステークホルダーへの公開はプログレスレポート 1,2 およびドラフトファイナルレポートの段階でのワークショップを通じて行われた。

M/P 上のプログラムは、環境上の考慮を踏まえて戦略的に選定される。環境上の特徴は影響のリスクを削減するようステークホルダーの意見集約の機会を通して確認する。M/P 時の暫定的な調査 TOR は以下のとおりである(表 2.7.3)。

表 2.7.3 想定される IEE の TOR

	項目	必要となる内容	情報源および手法
1	序言	<ul style="list-style-type: none"> 事業概要: 事業背景の概略、事業の理由、事業地の概要 EIA レポートの目的 手法および調査の目的: 情報、必要な情報、情報収集手法、情報分析。FEIA レポートの場合、事業実施者は詳細な調査手法を新たな章で記述。 	プログレス 1 報告書における技術的なレビュー結果のとりまとめ
2	法的枠組み	事業に関する法律、法令および政策の記述。	第 1 次調査で実施した当該国の環境社会配慮に関連する法制度の分析結果を使用する。
3	事業内容	事業にかかる背景、事業実施者の経験、事業地、事業の種類、目的、事業行為の時間、事業行為の実施計画等の詳細の記述	プログレス 1 報告書における技術的なレビュー結果のとりまとめ
4	環境資源の内容	事業地および周辺の自然環境および社会経済環境資源にかかる記述: <ul style="list-style-type: none"> 自然環境資源(物理的および生物的) 社会-経済資源 	MOE/DOE 他からの 2 次資料、Mekong 湿地生物多様性保全および持続的利用プログラム、ラムサールサイト、IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources)等のウェブサイト。 プログレス 1 報告書における社会経済調査結果のとりまとめ。
5	住民参加	パブリックコンサルテーションの報告書	ステークホルダー会議報告書
6	環境影響および緩和策	プロジェクト活動に伴う正負の環境および社会経済への影響の記述: 事業運用前の影響 (計画、建設)、運用時の影響および緩和策	実施機関との協議により暫定的な対応策を環境担当団員により作成。
7	環境管理計画	環境への影響を最小限にするため関連機関と密接に協力しつつ実施機関が対処する影響、技術スタッフの配置された事務所および予算、適正な機材、環境モニタリングの手法とスケジュール、環境管理計画の記述	同上
8	結論および提言	物理的、生物学的および社会経済的な影響を最小限にする環境影響評価の結論	同上

出典: 調査団

2.8 社会調査(再委託)の結果

2.8.1 調査の内容等

汚水対策、雨水排水施設、衛生施設に対する一般市民の印象、満足度、期待事項などを確認し、M/Pの検討に活用するため、現地再委託にて社会調査を2014年10月に実施した。調査世帯数は、100世帯とし、表2.8.1および図2.8.1のように各区にて実施した。各区における調査数は、調査位置に偏りがなく、プノンペン都全域を包含することを考慮して決定した。質問事項は、表2.8.2に示すとおりである。

表 2.8.1 各区における社会調査の調査世帯数

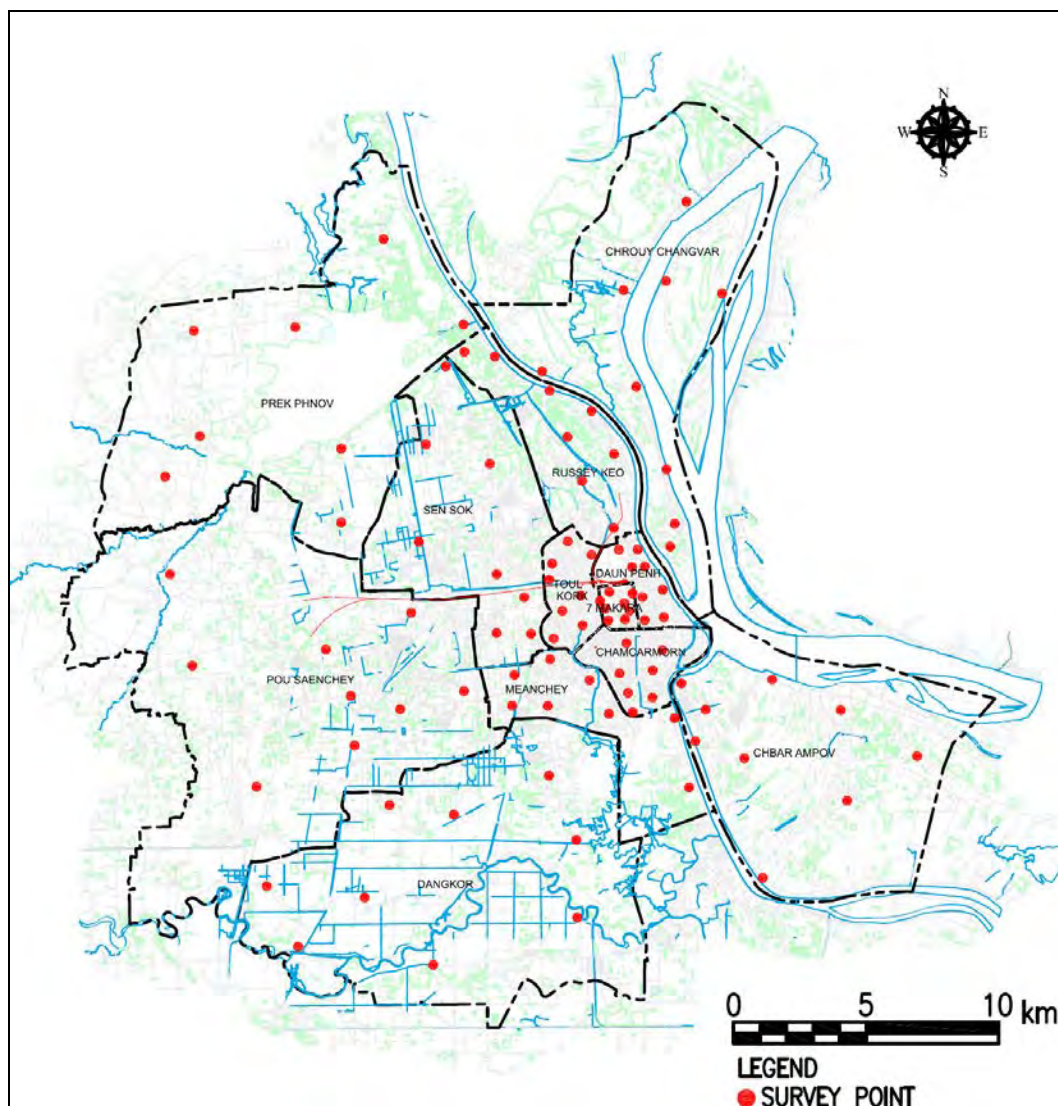
District (Khan)	Number
1 Daun Penh	8
2 7 Makara	8
3 Chamkamon	8
4 Toul Kork	8
5 Sen Sok	8
6 Russey Keo	8
7 Mean Cheay	8
8 Prek Phnov	8
9 Dangkor	9
10 Por Sen Chey	9
11 Chroy Chongva	9
12 Chabar Ampov	9
Total	100

出典: 調査団

表 2.8.2 社会調査の質問項目

分野	項目
一般事項	- インタビュー対象者、住所、家長の職業、家族数、家屋の所有形態、居住年数等、世帯収入、水因性疾病の罹患状況
汚水対策および汚泥処理の状況/下水管渠への接続意思および支払い意思等	- 衛生施設(腐敗槽等の設置の有無等) - 汚泥の処分方法(腐敗槽の汚泥引抜きを行っているか等) - 汚泥引抜きの状況(引抜き1回あたりの料金・頻度等) - プノンペン都による汚泥管理に関する満足度 - 下水管渠への接続意思 - 下水道使用料の支払い意思および支払い意思額 - 処理水再利用(農業等)に関するニーズ - コンポストに関するニーズ
排水施設の状況および浸水被害に関する状況	- 排水施設の有無 - 排水施設への満足度 - 浸水の状況(浸水深さ、浸水時間および頻度等)
上水の状況	- 上水道への接続状況 - 支払っている上水道料金と満足度

出典: 調査団



出典: 調査団

図 2.8.1 社会調査調査位置図

2.8.2 調査結果

調査結果は、以下のとおりである。

(1) 一般事項

表 2.8.3 に示すとおり、100 サンプルのうち、回答者の身分は、家長が 83% を占め、家長の職業は、第 3 次産業が 84%、次いで、第一次、第二次産業が 10%、3% となり、第三次産業の割合が卓越している。一方、平均の家族数は 5.7 名であり、居住年数の平均は、20.5 年であった。持ち家率は、84% であった。

1 家族あたりの月平均の支出額は、次表のような分布となった。

表 2.8.3 1 家族あたりの月平均の支出額

	月平均の支出額 (USD)							合計
	100 以下	101-200	201-500	501-1,000	1,001-2,000	2,001 以上	不明	
回答数	3	27	55	10	2	3	0	100

出典: 調査団

水因性疾病に罹った経験が経験があるかについては、表 2.8.4 のとおりであり、下痢とその他(痒み等)に係る回答数が最も多い。区別に見ると Chamkamon の回答数が最も多い。

表 2.8.4 水因性伝染病に罹った経験

District (Khan)		下痢	肝炎	チフス	コレラ	マラリア	デング熱	赤痢	その他	Total
1	Daun Penh	2	0	0	0	0	0	1	3	9
2	7 Makara	3	2	3	0	1	1	0	1	14
3	Chamkamon	6	0	1	2	1	1	1	6	19
4	Toul Kork	2	0	0	0	0	1	0	0	3
5	Sen Sok	0	0	0	0	0	1	0	1	2
6	Russey Keo	2	0	2	0	0	1	2	1	14
7	Mean Cheay	3	0	1	0	0	0	0	3	12
8	Prek Phnov	0	0	2	0	0	0	0	1	3
9	Dangkor	1	0	1	0	0	0	1	2	12
10	Por Sen Chey	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	Chroy Chongva	1	0	1	0	0	0	0	1	8
12	Chabar Ampov	1	0	0	0	0	0	0	3	10
Total		21	2	11	2	2	5	5	22	106

出典: 調査団

(2) 衛生施設の状況

衛生施設の状況(トイレや腐敗槽等の設置状況)については、100 件の回答数のうち、87 件が腐敗槽を使用し、次いで、8 件が湿地等の公共用水域に、4 件が排水路に直接放流していると回答した。他の 1 件は、トイレがないと回答した。

また、腐敗槽を設置する 87 件のうち、46 件(53%)が汚泥の引抜きを行い、残りの 41 件(47%)が汚泥の引抜きを行っていない。引抜きの主な理由は、腐敗槽が汚泥で一杯になりトイレの水が流れなくなることによる。引抜きを行っている 46 件のうち、39 件がバキュームカー、残りが手作業による引抜きを行っていると回答し、汚泥の引抜き頻度は、46 件のうち、20 件(44%)が 2~5 年、次いで、1 年および 5~10 年(各々 9 件 (各々 20%))が続く。1 回当たりの汚泥引抜き料金は、表 2.8.5 に示すように、20~40USD の範囲が大半である。

表 2.8.5 汚泥引抜き 1 回当たりの料金

	汚泥引抜き 1 回当たりの料金(USD)					
	10 以上 -20 未満	20 以上 -30 未満	30 以上 -40 未満	40 以上 -50 未満	50 以上 -60 未満	合計
回答数	1	12	15	8	3	39
割合(%)	2.6	30.8	38.5	20.5	5.0	100.0

出典: 調査団

汚泥の引抜きを行っていない 41 件のうち、汚泥引抜きのサービスを受けたいと回答したのは、10 件のみであった。また、現在、自宅およびプノンペン都の汚泥管理の状況に満足していると、回答したのは、全体の 67%であった。更に、プノンペン都が責任を持って、引抜き汚泥の管理まで含めた汚泥の管理を行うことに賛成するのは、全体の 92%に上り、都への期待の高さを伺わせた。

下水道への接続意思については、100 件の回答数のうち、89 件が接続を希望すると回答したものの、その支払い意思額は、表 2.8.6 のとおりであり、月当り 1.50USD 未満が 90%以上を占めた。これは、後述する、住民が支払っている水道料金(概ね 5~10USD)の 10~20%程度に相当し、その程度であれば支払っても良いという住民の意思表示であるものと考えられた。

表 2.8.6 下水道への接続意思額

	下水道への接続意思額(USD/月)								合計
	0.25 以上 -0.50 未満	0.50 以上 -1.0 未満	1.00 以上 -1.50 未満	1.50 以上 -2.00 未満	2.00 以上 -2.50 未満	2.50 以上	接続意 思なし	未回答	
回答数	7	39	36	2	1	3	1	11	100
割合(%)	7	39	36	2	1	3	1	11	100

出典: 調査団

一方、下水処理水の再利用のニーズについては、100 件の回答のうち、ニーズがないおよび農地を保有していないとする回答の総数が 77 件を占めた。また、下水汚泥を使用したコンポストを使用した経験があるかという問いに対しては、100 件のうち、79 件が経験がないと回答した。

(3) 排水施設および浸水の状況

家の前における排水路の設置の有無に関し、100 件の回答数のうち、66 件が、排水路があると回答したが、そのうちの約 60%にあたる 39 件が、その機能に満足していないと回答した。機能に満足していない回答者の多くは、雨が降ると毎回あるいは 1 年に 2 回以上浸水すると回答している。一方、家の前に排水路がないと回答した 34 件のうち、その 88%に相当する 30 件が、排水路の設置を望んでいる。

家の周りにおける浸水の経験については、58 件が、経験があると回答した。58 件の回答による、浸水頻度の分布は表 2.8.7 のとおりである。表中の「その他」と回答した大半は、豪雨時はいつも浸水すると回答している。

表 2.8.7 浸水の頻度

	1年に 1回	1年に 2回以上	2~3年に 1回	その他	不明	合計
回答数	1	33	0	23	1	58
割合(%)	1.7	56.9	0.0	39.7	1.7	100.0

出典: 調査団

表 2.8.8 および表 2.8.9 には、同じく 58 件の回答による、浸水深さおよび浸水継続時間の分布を示す。浸水深さは、脛までとする回答が最も多く、浸水時間については、2~3 時間とする回答が最も多い。

表 2.8.8 浸水深さ

	踝まで	脛まで	膝まで	腿まで	腰まで	合計
回答数	12	27	15	3	1	58
割合(%)	20.7	46.6	25.9	5.2	1.7	100.0

出典: 調査団

表 2.8.9 浸水継続時間

	30分未満	30分~ 1時間	2~3時間	4~6時間	ほぼ半日	半日以上	不明	合計
回答数	10	16	15	3	1	10	3	58
割合(%)	17.2	27.6	25.9	5.2	1.7	17.2	5.2	100.0

出典: 調査団

浸水時のトラブルに係る質問については、表 2.8.10 のような回答が得られた。

表 2.8.10 浸水時のトラブル(複数回答可)

	通勤・通学 ができない	店を開けら れない	家財が 汚れる	悪臭が発生 する	その他	不明
回答数	30	28	26	32	15	5

出典: 調査団

なお、本社会調査にて得られた、浸水被害の状況については、図 2.1.19 に、併せて図示する。

(4) 上水の状況

表 2.8.11 に示すように、全回答数のうち、上水に接続しているのは 82 件、接続していない家屋は 18 件であった²²。接続していない家屋が多いのは、Dongkor 区、Prek Phnov 区であった。上水に接続している家屋のうち、支払っている 1 月当たりの水道料金は、次表のとおりに分布している。また、支払った水道料金に対する満足度として、約 75%が満足していると回答した。

表 2.8.11 支払っている 1 月当りの水道料金

支払い額	回答数	割合(%)
5USD 以下	25	30.5
5USD 以上 10USD 未満	35	42.7
10USD 以上 20USD 未満	16	19.5
20USD 以上	5	6.1
無回答	1	1.2
Total	82	100.0

出典: 調査団

²² 上水に接続していない家屋は、湖沼の水や地下水を利用している。

2.9 排水路におけるごみ量調査

2.9.1 プノンペンにおける廃棄物管理の概況

プノンペンの廃棄物管理はプノンペン都廃棄物管理課(Waste Management Division :WMD)の所管となっている。一般廃棄物の収集サービスは、2002年から49年という長期の契約でプノンペン都からCINTRI社が委託を請け実施している。収集した一般廃棄物はDongkorごみ処分場に運搬され、埋立て処分される。WMDへのヒアリングによると、Dongkorごみ処分場への1日当たりのごみの運搬量は約1,900tであり、処分場での受入費用は0.75 USD/tとのことであった。Dongkorごみ処分場は、2009年に供用開始されたものの、プノンペン都への人口集中に加え、ごみの分別や3R活動(Reduce, Reuse, Recycle)、中間処理等が行われていないため、運搬されるごみの量は増加の一途を辿っている。そのため、Dongkorごみ処分場の第1期の区画は2015年末には埋立てを終え、処分場敷地内の別区画で埋立てを開始するとのことであった(2016年2月時点では未だ第1期の区画を使用中)。

プノンペン都のごみの状況については、近年ではカンボジア工科大学のDr. Hul Seingheng氏およびプノンペン王立大学のYim Mongtoeun氏らがそれぞれ調査を行っている。Dr. Hul氏は2014年にプノンペンの9区の384世帯を対象にごみの調査を実施している²³。この調査によると、排出されるごみの組成としては、食品や野菜くずなどの有機性廃棄物が51.9%、次いでプラスチック類が20.9%となっている。ごみの排出源としては55.3%が家庭からのごみで最も多く、次いで、レストランの13.8%、ゲストハウスの8.1%等となっている。一方、Yim氏は2012年に家庭ごみの排出量に関する調査を実施している。その調査結果によると、家庭からのごみ排出量は1人1日あたり0.4kgとなっている。

プノンペン都では、家庭や事業所、レストランから出るごみは、ごみの排出者がその家の前や決められた場所まで運搬および仮置きし、その後、CINTRI社が収集することになっているが、排水路に面した家屋や事業所からごみが直接排水路に投棄される事態が頻発している。排水路に投棄されたごみは排水路に数か所設置されている簡易スクリーンに堆積し、それをDSDの職員が定期的に取り除いて道路脇に仮置きするといった清掃を行っており、CINTRI社がそのごみをDongkorごみ処分場まで運搬する仕組みとなっている。

しかしながら、排水路へのごみの投棄は常態化しボリュームも多いため、日々の清掃が必要ではあるものの、DSDの職員数には限りがあることから、日常的な維持管理としてはスクリーンに堆積したごみの一部を取り除くという対応に留まっている。このスクリーンに堆積したごみは、特に雨季においては、排水路の流下能力およびポンプ場の排水能力を阻害し、浸水を助長する要因となっている²⁴。

2.9.2 排水路におけるごみ量調査

(1) 調査方法

本調査は、プノンペン都内における排水路に投棄されるごみが排水施設の機能に与える影響を把握するために、都内にて、特にごみの投棄による排水施設の機能への影響が懸念されるTrabek水路およびTumpun水路に着目し、ごみの重量とその組成を調査した。調査地点は図 2.9.1 および表 2.9.1 に示した10地点である。

²³ 出典：Hul Seingheng, Solid waste generation and life-span with credible growth forecasts waste generation, volume and composition, 2015

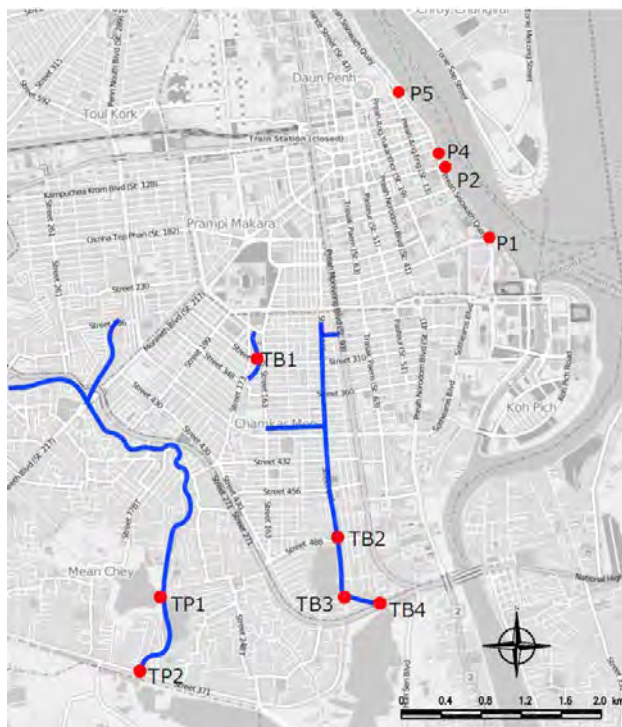
²⁴ 出典：Yim Mongtoeun, 岡山大学大学院学位論文「カンボジア・プノンペンにおける3Rをベースとした廃棄物マネジメント構築のための廃棄物発生量とリサイクルポテンシャルの分析」, 2015年

ごみの量の把握については、各調査地点において、堆積するごみの全量を取り出して計量およびその組成を調査する方法(これを、「全量調査」と称する)を採用することを基本とした。しかしながら、地点 TB3 および TP1 については、長期間清掃されず、堆積したごみが大量にあること、また、地点 TP2 は作業環境的に全量調査が困難であることから、堆積しているごみの一定区画のみ重量を把握し、それに全体面積を乗じて全量を推計する方法(以後、「サンプリング調査」と称す)を採用した。なお、流下するごみ量は日々異なるため、「全量調査」を実施する地点については、複数回調査を実施した。

全量調査を実施する地点のうち、地点 TB1 および TB2 については、まず 1 日目に、その時点で堆積しているごみが占める面積を計測の上、ごみの全量を取り出し、その湿重量の計測、単位面積当たりの重量の計測および組成の調査を実施した。2 日目は、堆積したごみの面積を計測し、1 日目に計測した単位面積当たりの重量を乗じて 1 日分のごみの重量を推計した。

5 地点のポンプ場(P1, P2, P4, P5 および TB4)を対象とした調査地点においては、ポンプ場に常駐している作業員がスクリーンに堆積したごみを 1 日に複数回レーキで掻き揚げ、ポンプ場脇に仮置きしていることから、そのごみの 1 日分(24 時間)をまとめ、重量および組成の調査を実施した。



ごみの組成の調査については、表 2.9.2 に示した組成に分類して整理することとした。なお、その他(Others)には、細かいビニールや落ち葉等に浮遊性の砂泥が混じった分類が不可能なごみ、木材や水草等が含まれる。




出典：OSM data ©2011 CC-BY-SA Openstreetmap.org contributors
Note: Remaining two locations will be designated by the Engineer

図 2.9.1 調査箇所

表 2.9.1 調査地点の現況

地点	詳細	ごみを取り出すに当たっての状況	調査方法	概観
P1	1号ポンプ場	<ul style="list-style-type: none"> スクリーンにレーキを差し込みごみを引き上げることが可能である。 ポンプ場には DSD 職員が常駐しており、1日に数回、スクリーンに堆積したごみを除去している。 	全量調査：2回実施	
P2	2号ポンプ場	同上	全量調査：2回実施	

地点	詳細	ごみを取り出すに当たっての状況	調査方法	概観
P4	4号ポンプ場	同上	全量調査：2回実施	
P5	5号ポンプ場	同上	全量調査：2回実施	
TB1	Trabek Channelの支流開水路(オリンピックスタジアムの下流)	<ul style="list-style-type: none"> 水路の上端から水面までが2m以上ある。 清掃は1週間に1回程度である(但し、1回の清掃ですべてのごみを除去するわけではない)。 	全量調査：2回実施 (2回目は単位面積重量と堆積面積から重量を算出)	
TB2	Trabek Channel (Rd.488 地点)	<ul style="list-style-type: none"> Trabek 水路で最もごみが堆積する地点である。 清掃はほぼ毎日実施するが、1回の清掃ですべてのごみを除去するわけではない。 	全量調査：2回実施 (2回目は単位面積重量と堆積面積から重量を算出)	
TB3	Trabek Pumping Stationの直上流	<ul style="list-style-type: none"> ごみの堆積面積は、330m×25m=8,250m²であった。 ごみが堆積する地点の廻りは、すべて違法住居にて占拠されている。 清掃は1年に1~2回実施する(雨季前)。 	サンプリング調査 台船で採取可能な範囲を対象に、 1m×2m=2m ² 、 1.3m×2.5m=3.3m ² 、 計5.3m ² 分のごみを採取	
TB4	Trabek Pumping Station	<ul style="list-style-type: none"> ポンプ場には DSD 職員が常駐しており、1日に数回、スクリーンに堆積したごみを除去している。 	全量調査：2回実施	
TP1	Tumpun Pumping Stationの直上流	<ul style="list-style-type: none"> ごみの堆積面積は、310m×25m=7,750m²であった。 清掃は1年に1~2回実施する(雨季前)。 	サンプリング調査 水路の東側の河岸沿いを対象範囲に、 3m×1.5m = 4.5m ² 分のごみを採取	

地点	詳細	ごみを取り出すに当たっての状況	調査方法	概観
TP2	Tumpun Pumping Station	<ul style="list-style-type: none"> ごみの堆積面積は、40 m×2 m=80 m²であった。 DSDが保有するTumpunポンプ場に接岸している台船を使用して、ごみの採取が可能である。 清掃は3日から7日に1回実施する(但し、1回の清掃ですべてのごみを除去するわけではない)。 	サンプリング調査 ネット2つ分の範囲(長さ4 m、幅2 m)に堆積しているごみ4 m×2 m=8 m ² 分を採取	

出典：調査団

表 2.9.2 本調査におけるごみの分類

分類	内容
Plastic	プラスチックボトル、ビニール、発砲スチロールなど
Glass bottle and Can	ガラス瓶、缶など
Paper	紙類、段ボールなど
Organic Waste	野菜くず、ヤシ殻、食品残渣など
Clothes	衣類、靴、カバンなど
Others	プラスチック混じりの浮遊性の砂泥、木材、水草
Construction Waste	レンガ、コンクリートブロック等
Metal	鉄板、金属類など

※本調査では確認されなかった。

出典：調査団

(2) 調査結果

各地点において堆積したごみの重量を表 2.9.3 に、その組成を表 2.9.4 示す。全量調査を実施した地点(P1, P2, P4, P5, TB1, TB2 および TB4)では、1日あたり 2,296.2 kg のごみが流下しており、これはごみ処分場に運搬される量の約 0.1% に相当する。サンプリング調査地点 TB3, TP1, TP2 のごみの単位面積重量は 21.0 kg/m², 20.8 kg/m², 14.2 kg/m² であった。TP2 の単位面積重量が小さいのは、堆積しているごみの主体が比較的軽い浮遊性の水草であり、上流の TP1 のスクリーンにて、既に比較的重い有機性廃棄物などが捕捉されていることが要因と考えられる。

次に、プノンペン都の既成市街地の汚水を集める Trabek 排水路地点の TB1 および TB2 のごみ量に着目すると、堆積するごみの単位面積重量は、それぞれ 13.8 kg/m², 17.6 kg/m² と約 4 kg の違いがあった。これは、TB2 には水分を多く含んでいる有機性廃棄物(特にヤシ殻)の堆積量が多いことが要因と考えられる(写真 2.9.1 参照)。また、TB2 の 1日当たりのごみの堆積量は 2,038.5 kg であり、これを前述の Yim 氏の調査結果である 1人当たりのごみ排出量(0.4 kg/capita/day)を用いて人口換算すると、約 5,100 人が水路にごみを投棄していることになる。

ごみの組成をみると、全体としてはプラスチック類(ペットボトルやビニール袋等)やその他のごみが多い結果となった。ポンプ場(P1, P2, P4, P5 および TB4)において、その他(Others)のごみ(特にプラスチック混じりの浮遊性の砂泥)の割合が多かった。他方、TB1, TB2, TB3 および TP1 など排水路ではプラスチック類や有機性廃棄物が多いとの結果が得られた。

表 2.9.3 ごみの重量に係る調査結果

地点	調査方法	1日あたりのごみ湿重量(kg)	備考
P1	全量調査	4.9	1回目および2回目の計測値:8.3 kg および 1.5 kg の平均
P2	全量調査	10.0	1回目および2回目の計測値:8.5 kg および 11.5 kg の平均
P4	全量調査	21.3	1回目および2回目の計測値:26.5 kg および 16.0 kg の平均
P5	全量調査	86.6	1回目および2回目の計測値:124.8 kg および 48.3 kg の平均
TB1	全量調査	15.9	<ul style="list-style-type: none"> 1回目 面積およびごみ重量:22 kg、1.6 m² より単位面積重量 14.6 kg/m² を算出。 2回目 面積0.7 m² に上記単位重量を乗じて、ごみ重量 36.5 kg を得た。
TB2	全量調査	2,038.5	1回目 面積およびごみ重量:2,246.5 kg、128.0 m ² より単位面

地点	調査方法	1日あたりのごみ湿重量(kg)	備考
			積重量 17.6 kg/m ² を算出。 ・ 2回目 面積 104.0 m ² に上記単位重量を乗じて、ごみ重量 1,820 kg を得た。
TB3	サンプリング	—	1 m×2 m=2 m ² 、1.3 m×2.5 m=3.3 m ² 、計 5.3 m ² 分のごみ、111.2 kg を採取し、単位面積重量：21.0 kg/m ² を得た。この単位面積重量にごみの堆積面積 8,250 m ² を乗じて、 <u>ごみ重量は 173,250 kg と推計された。</u>
TB4	全量調査	119.2	1 回目および 2 回目の計測値 137.3 kg および 101.0 kg の平均
TP1	サンプリング	—	3 m×1.5 m=4.5 m ² 分のごみ、93.7 kg を採取し、単位面積重量：20.8 kg/m ² を得た。この単位面積重量とごみの堆積面積 7,750 m ² を乗じて、 <u>ごみ重量は 161,200 kg と推計された。</u>
TP2	サンプリング	—	4 m×2 m=8m ² 分のごみ、113.5 kg を採取し、単位面積重量 14.2 kg/m ² を得た。この単位面積重量とごみの堆積面積 80 m ² を乗じて、 <u>ごみ重量は 568 kg と推計された。</u>
全量調査地点の合計		2,296.2	1 日あたりごみ Dongkor ごみ処分場への運搬量 (約 1,900 t)の約 0.1%に相当

注) サンプリング調査地点は、単位面積重量と堆積面積より現在堆積しているごみの全量を推計した。そのため、1日当たりのごみ量ではないことに留意。

1) P1 地点における 1 回目のごみ量が 2 回目と比較して著しく異なるのは、水分を多く含む衣類が含まれていたことが要因である。

出典：調査団

表 2.9.4 ごみの組成に係る調査結果

単位：%

地点		Plastic	Glass bottle and Can	Paper	Organic Waste	Clothes	Other
P1	ポンプ場	48.2	0.0	0.0	0.0	9.6	42.2
P2	ポンプ場	21.2	1.2	0.0	0.0	0.0	77.6
P4	ポンプ場	26.4	0.0	0.0	0.0	1.9	71.7
P5	ポンプ場	20.7	0.3	0.2	0.6	2.2	76.0
TB1	排水路	62.8	1.6	0.0	12.4	4.8	18.4
TB2	排水路	36.4	0.3	0.0	56.1	6.2	1.0
TB3	排水路	53.1	1.2	0.0	30.3	10.2	5.2
TB4	ポンプ場	34.5	1.0	0.0	9.5	6.8	48.2
TP1	排水路	49.9	3.7	0.0	31.4	13.4	1.6
TP2	ポンプ場	36.7	0.1	0.0	5.4	8.3	49.5

出典：調査団

注) 太字は調査地点の中で最も割合の多い組成を示している。



出典：調査団

写真 2.9.1 堆積したごみの状況

(3) 考察

本調査を通じて明らかとなった、堆積したごみの特徴、排水機能への影響および考えられる対策を以下に整理する。

【堆積したごみの特徴】

- ポンプ場ではプラスチック混じりの浮遊性の砂泥が、排水路においてはプラスチック(ビニールやペットボトルなど)や有機性廃棄物が堆積する割合が多かった。
- TB2 では、上流の TB1 と比較して有機性のごみ、中でもヤシなどの重量のあるごみが増える。これは、Trabek 水路の側道が住民の生活道路として活用されており、人の往来が多いことに加え、TB2 地点の上流は開水路区間が長く、また水路に沿って家屋や商店が立ち並んでいることから、ごみが投棄されやすい状況であるためと考えられる。
- ヤシ殻はその体積が大きく、殻も固いため、微生物分解が起こりにくく、取り除かれにくい限り、スクリーンに堆積し続ける可能性がある。このヤシ殻にさらにビニール袋が堆積し、密着することで、排水路において、プラスチックと同様の影響を及ぼすと考えられる。
- カンボジアでは家庭から廃棄される発砲スチロールや食品残渣はビニール袋にひとまとめにして捨てられる場合が多い。そのため、そのままであればスクリーンを通過可能なごみも、ビニール袋にひとまとめにされることで嵩張り、スクリーンに捕捉されやすい状態となる(写真 2.9.1 参照)。

【排水機能への影響および考えられる対策】

- 難分解性のプラスチックがスクリーンに堆積すると、清掃しない限り、スクリーンに堆積し続ける。これによって、スクリーンの網目よりも小さなごみがプラスチックに捕捉される。これらのごみは、乾季の間は際立った排水への影響はないものの、特に雨季の豪雨時には、中身が入って一塊になったビニール袋がスクリーンの全面を覆い、さらに、その上に浮遊性のビニール袋やプラスチックトレイ等、スクリーンやごみ間の間隙を埋める効果が高いごみが堆積することで、異常な水位上昇が生じ、浸水の発生リスクが高まることになる。そのため、雨季の間は、特に Trabek 排水路のスクリーン設置箇所(2箇所)において、1日1回以上の清掃を行うことが望まれる。
- スクリーンに堆積するごみは、水路の断面障害の要因となり、浸水を助長するため、定期的な清掃が必要なことは言うまでもない。しかしながら、今回の調査で明らかになったように、排水路へのごみの投棄は日常的に発生していることから、定期清掃に加えて、住民啓発を通じた排出源対策も併せて実施する必要があると言える。

第3章 汚水対策マスタープラン策定方針

3.1 課題の抽出

第2章までの記述内容に基づき、プノンペン都における汚水対策に係る現状と課題、その課題を解決するための手法とその道筋を表3.1.1に整理する。

表 3.1.1 汚水対策に係る現状と課題およびその解決手法(1/2)

項目/現状と課題	課題の解決手法およびその道筋
1. 技術面	
1.1 Cheung Aek Lake 流域の水質悪化	
<p>以下に列挙するとおり、図 2.5.5～図 2.5.8 に示した本調査における水質調査の結果から、都内南部に位置する Cheung Aek Lake 流域の水質悪化が著しい。</p> <p>[Cheung Aek Lake の水質状況]</p> <ul style="list-style-type: none"> 流入水: BOD₅ 最大 200-300 mg/L 流出水: COD_{Mn} 最大 18 mg/L (水質基準:8 mg/L) 	<p>▶ プノンペン都が負担しうる投資規模を確認した上で、オフサイト処理を適用した汚水処理を検討する</p> <p>[補足理由]</p> <ul style="list-style-type: none"> 現況で、流域内の全区域に既設合流管が整備されており、そのネットワークを用いた汚水収集が容易である。 後述のように、目標年次(2035年)における人口密度が300人/haを超えるエリアが半分程度を占める。 合流式の適用については、バンコク等と異なり、汚水の発生エリアは全て内輪中の中に位置し、河川水等による汚水の希釈がないため、濃度が薄い汚水が収集されることはないと考えられる。
1.2 腐敗槽汚泥の管理体制の不備	
<p>プノンペン都の Waste Management Office が、腐敗槽汚泥の管轄機関であるが、現在、市民の大半が使用する腐敗槽から発生する汚泥(セプテージ)を、適切に処分する処分地がない。</p>	<p>▶ プノンペン都内において、腐敗槽汚泥の処分地を確保するとともに、住民の腐敗槽汚泥の引抜き頻度を上げる。</p> <p>▶ 併せて、下水処理場からの発生汚泥の処分地を確保する。</p> <p>[補足理由]</p> <ul style="list-style-type: none"> 現在、Dongkor ごみ処分場の浸出余水池を暫定的に使用していることから、浸出余水池の過負荷等による水質汚濁が懸念される。 Dongkor ごみ処分場は、2009年から供用を開始し、総面積は31.4haである。そのうちの11haが供用されているが、2018年には満杯になる予定であり、今後の人口増により見込まれる廃棄物量の増加を勘案すると、下水汚泥を併せて処分する余裕に乏しいものと考えられる。
2. 組織・制度面	
2.1 実施組織体制(部署/人員)の構築	
<p>プノンペン都では、現在、汚水対策に係る事業計画を立案する部署が明確となっていない。</p>	<p>▶ 汚水対策に係る事業計画の立案、下水道接続や料金徴収方法などを検討する組織を既存部署の中で規定する。あるいは、新規部署を構築する。</p>
2.2 中央と地方組織の業務内容の規定	
<p>中央(MPWT)と、地方組織(DPWT)の業務内容が明確に規定されていない。</p>	<p>▶ 中央(MPWT)と地方組織(DPWT)の業務内容を規定した上で、(i)業務内容を実行するための財源と権限を付与し、(ii)それを実行する技術者を育成する。</p>
2.3 汚水対策に係る技術水準・人材の確保	
<p>汚水処理施設を管理運営していくための技術者が不足している。</p>	<p>▶ 下水道事業経営のノウハウを有する国から技術者を招聘、あるいは、カンボジア国の技術者をそれらの国に派遣し、キーパーソンを育成する。</p> <p>▶ 育成されたキーパーソンによる、OJTを通じた継続的な人材育成を行う。</p>
2.4 工場廃水の管理体制の不備	
<p>所管官庁であるMIHは、工場に対する、処理施設の設置や排水基準の遵守の状況等に関する十分なモニタリングを実施していない。</p>	<p>▶ モニタリングに係る予算の拡充と権限の集約を行う</p> <p>▶ MOEとのモニタリング/工場の管理方針の共有、モニタリング計画の立案および共有を行う。</p>

項目/現状と課題	課題の解決手法およびその道筋
2.5 大規模開発区域の汚水対策のガイドラインが不明確	
近年、急激に増加する大規模開発区域における汚水対策に係るガイドラインがなく、各開発区域で、独自の対策を実施しており、統一性がない。	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 大規模開発区域の汚水対策に係るガイドラインの整備を行い、大規模開発区域における汚水対策の徹底を図る。
3. 財務面	
3.1 不十分な予算	
DPWT、PPCC のいずれも十分な予算はなく、政府としても汚水処理施設建設および維持管理の予算に余裕はない。	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 必要な汚水処理建設に係る費用についてはソフトローン等を利用した資金調達を行う。 ▶ 独立/準独立の事業体の設立による事業実施と料金徴収を実施する。
3.2 独立した下水道事業体の設立	
雨水排水・汚水対策の負担割合の決定 特に、合流式下水道を採用する場合は、汚水と雨水排水に係る投資および維持管理費用の負担割合の設定が課題となる。	プノンペン都と下水道事業体の間で、投資および運営維持管理費用の適切な負担割合を検討する。負担割合設定の決め手は、下水道事業体側が、独立事業体としての経営が成り立つかどうかである。
料金の徴収方法 既存の Sihanoukville と Siem Reap に設立された下水道事業体では、「下水道料金」を設定し、ホテルやレストラン等商業施設などの大口の収入源を狙って、回収率を上げようとしているが、十分な成果は得られていない。	<ul style="list-style-type: none"> ▶ プノンペン都は、一般家庭住宅数が多く、また富裕な一般家庭も少なくないため、適切な下水道料金を設定し、一般住宅から幅広く料金を徴収することを検討する。 ▶ 代替案として、各種税金への上乗せ徴収案も検討する。
3.3 PPWSA との協業	
現在、PPWSA は、徴収した水道料金収入の 10%を下水・排水料金としてプノンペン都に入金している。その額は、現状、年間で 2 億円程度であり、この水準のままでは、下水処理のコストをカバーできない。	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 上水と下水では、管轄省が異なるため、PPWSA が、水道事業に加えて下水道事業も担当する場合は、省間の調整が必要となる。 ▶ 上場企業である PPWSA が、収支の見込みの悪い下水事業を統合することは、PPWSA 側の強い抵抗が予想されることから以下のような方策を検討する。 <ul style="list-style-type: none"> ● 施設建設費に係るソフトローンを政府が負担する方策。 ● 下水道使用料の支払いがない場合に水道を止める罰則。 ● 新設の下水道事業体と共同で料金を徴収し、徴収コストを下げる方策。

出典：調査団

また、表 3.1.2 では、表 3.1.1 に示した各課題に対する、想定される実施機関、ドナーの援助の有無および優先度をまとめる。

表 3.1.2 汚水対策に係る現状と課題およびその解決手法 (2/2)

項目/現状と課題	実施機関	ドナーの援助の有無	優先度
1. 技術面			
1.1 Cheung Aek Lake 流域の水質悪化	DPWT	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 汚水対策事業の経験に乏しいプノンペン都においては、特に、終末処理場の計画設計および建設に関するドナーの援助は必須である。 	[高い] 理由:プノンペン都からの最大の負荷量発生地域であり水環境が最も悪化している本流域の改善は急務である。
1.2 腐敗槽汚泥の管理体制の不備	Waste Management Division /DPWT /DOE	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 処分地の確保およびその手続きについては、自国資金/責任で行う。 ▶ 腐敗槽汚泥施設建設についてはドナーの援助の必要性あり。 	[高い] 理由:現状で、プノンペン都の大半の市民が利用する腐敗槽から排出される汚泥の処分先の確保は腐敗槽汚泥の引抜き頻度を上げるためにも、急務である
2. 組織・制度面			

項目/現状と課題	実施機関	ドナーの援助の有無	優先度
2.1 実施組織体制 (部署/人員)の構築	DPWT	▶ 自国資金/責任で実施する。	[高い] 理由:プノンペン都において、下水処理を開始するためには、必須である。
2.2 中央と地方組織の業務内容の明確化	MPWT /DPWT	▶ 同上。	[中] 理由:関係機関で、十分な調整を行い、徐々に進める。
2.3 汚水対策に係る技術水準・人材の確保	MPWT /DPWT	▶ ドナーの援助と自国資金の併用。	[高い] 理由:プノンペン都において、下水処理を開始するためには、必須である。
2.4 工場廃水の管理体制の不備	MIH /MOE /DOE	▶ 自国資金/責任で実施する。	[中] 理由:関係機関で、十分な調整を行い、徐々に進める。
2.5 大規模開発区域の汚水対策のガイドラインが不明確	Urbanization Division /DPWT	▶ 同上。	[中] 理由:プノンペン都内の関係局と十分調整を行い、段階的に進める。
3. 財務面			
3.1 不十分な予算	MEF/MPWT /プノンペン都	▶ 自国の責任で行うことが望ましいが、ドナーの援助による適切な予算確保に向けたアイデアの提供や調整は有効である。	[高い] 理由:プノンペン都において、下水処理を開始するためには、必須である。
3.2 独立した下水道事業体の設立	プノンペン都 /MPWT/MIH /DPWT	▶ 同上	[高い] 同上
3.3 PPWSA との協業	プノンペン都 /MPWT/MIH /DPWT /PPWSA	▶ 同上	[高い] 同上

出典：調査団

3.2 計画フレーム

汚水対策を実施するためには、施設整備計画、法制度整備計画、組織制度構築、人材育成計画が必要である。そのうち、施設整備計画については、以下に示すように計画フレームを設定し個別の検討を行う。

3.2.1 計画目標年次

計画目標年次は、JICA「プノンペン都総合交通計画プロジェクト」および、まもなく Sub-decree の制定により承認される予定となっているプノンペン都都市計画(White Book)における目標年次と同様、2035年とする。

3.2.2 計画フレーム

(1) オフサイト・オンサイト²⁵処理区域の設定方法

(a) 基本的考え方

対象地域の開発状況、地形状況および既存排水路の整備状況等を勘案し、オンサイト処理区域とオフサイト処理区域を組み合わせた污水対策計画を立案する。オフサイト処理に関しては、関連計画の分析、開発の進捗状況、人口密度および既存の排水管網が利用できるかどうか、および財務分析結果ならびにプノンペン都が負担しうる年間投資額等を考慮して、最終的なオフサイト処理適用地域を確定する。その他の地域については、オンサイト処理を適用する。オンサイト処理については、トイレのない家屋については、少なくとも、ピットラトリンあるいは腐敗槽の設置や分散型処理の適用性等について検討する。

(b) 下水処理場建設候補地

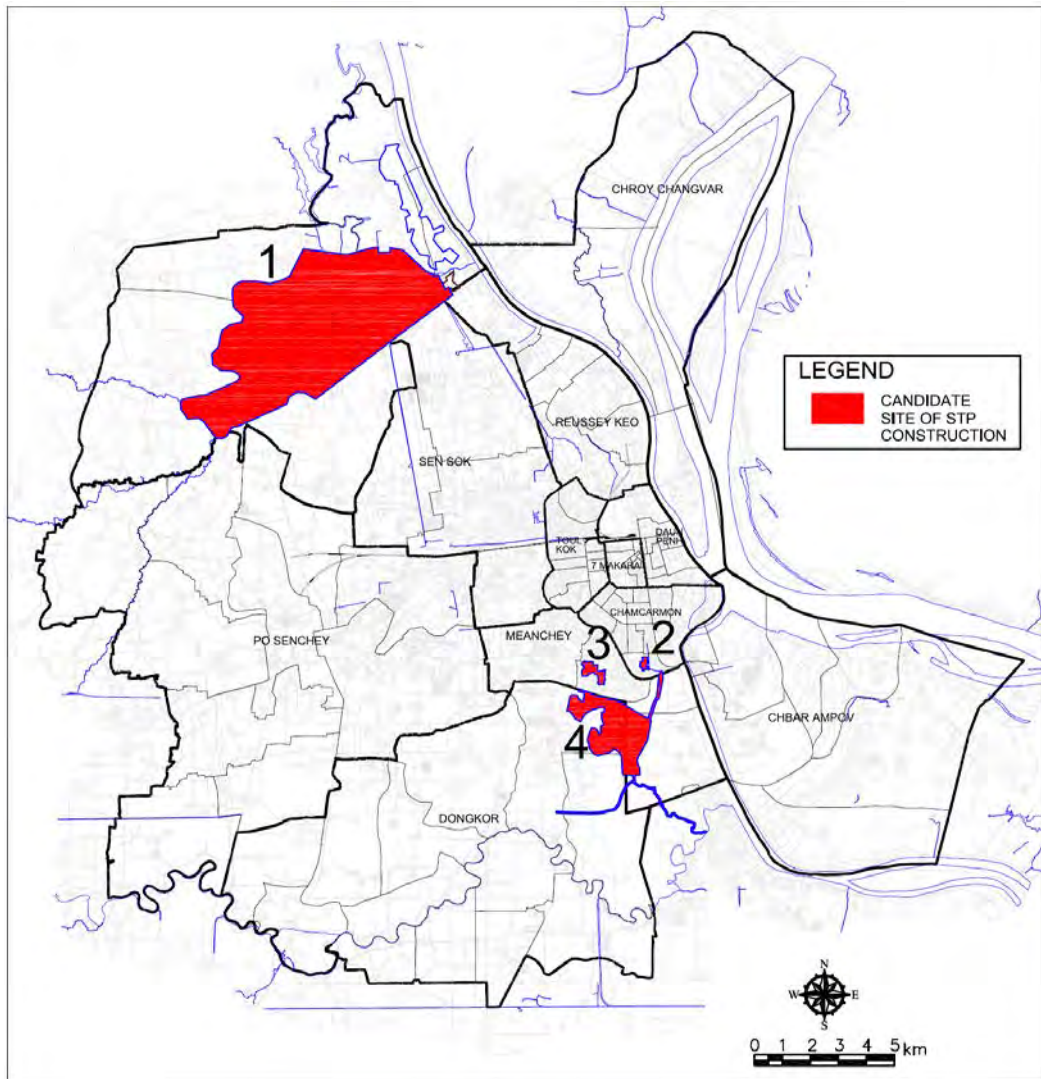
プノンペン都との協議において、オフサイト処理区域に設置する下水処理場の建設候補地として表 3.2.1 および図 3.2.1 に示した 4 箇所が挙げられた。その中で、明確な境界線が与えられている Tamok Lake と Cheung Aek Lake を、下水処理場の建設候補地と位置付け検討を行う。

表 3.2.1 下水処理場建設候補地

No.	名称	面積 (ha)	水深(m)		所有者/管理者	備考
			乾季	雨季		
1	Tomok Lake	3,270	3.0-4.5	最大で乾季水位から 2-3 m 上昇	所有者:プノンペン都 管理者:プノンペン都/ 水資源気象省	
2	Trabek Lake	不明	1.0-2.0	乾季とほぼ同じ	所有者:プノンペン都 管理者:プノンペン都	Sub-decree 等による明確な境界線がない
3	Tumpun lake	不明	1.0-2.0	乾季とほぼ同じ	所有者:プノンペン都 管理者:プノンペン都	Sub-decree 等による明確な境界線がない
4	Cheung Aek Lake	520	2.0-3.0	最大で乾季水位から 2-3 m 上昇	所有者:プノンペン都 管理者:プノンペン都/ 水資源気象省	

出典：PPCC からの資料等をもとに調査団が作成

²⁵ 本 M/P では、オフサイト処理を、下水道を用いた集合処理と定義する。一方、オンサイト処理は、腐敗槽および浄化槽等を用いた個別処理および浄化槽やコミュニティープラントを用いた分散処理を含む処理システムと定義する。



出典：PPCC からの資料等をもとに調査団が作成

図 3.2.1 下水処理場建設候補地

(2) オフサイト処理区域に係る予備考察

JICA「プノンペン都総合交通計画プロジェクト」におけるプノンペン都の 2035 年の計画人口および人口密度の分布を勘案すると、2035 年時点で市街化が進んでいるのは、図 3.2.2 に示した Tamok Lake と Cheung Aek 流域である。一方、オフサイト処理適用の一般的な目安とされる人口密度は、概ね 250～300 人/ha²⁶以上であることから、2035 年のプノンペン都において、オフサイト処理に適するのは、Cheung Aek 流域(2035 年の人口密度:約 230 人/ha)であり、Tamok 流域(2035 年の人口密度:約 80 人/ha)は、オフサイト処理の適用は若干時期尚早と考えられる。よって、本 M/P では、オフサイト処理区域に係る、以下のような検討を行う。

(a) Cheung Aek 流域

前述のとおり、計画目標年次における人口密度、また、都市化が進展し、高層化が進み、かつ空き地も限られるという流域内の都市化の状況から、オフサイト処理施設を個別に入れていくことは困難な状況である。一方、排水路の整備率がほぼ 100%であり、合流式の適用を前提とすれば枝線管渠の整備を行うことなく、汚水対策を実施することが可能であることから、オフサイト処理の適用を前提に検討を行う。名称は、Cheung Aek 処理区とす

²⁶ 出典:発展途上国におけるコスト抑制型下水道ガイドライン(2004.8), (社)国際建設技術協会

る。予備検討による本処理区の面積は 41 km² であり、処理区内人口は、現況(2014 年)および 2035 年それぞれ、72 万人および 107 万人である。

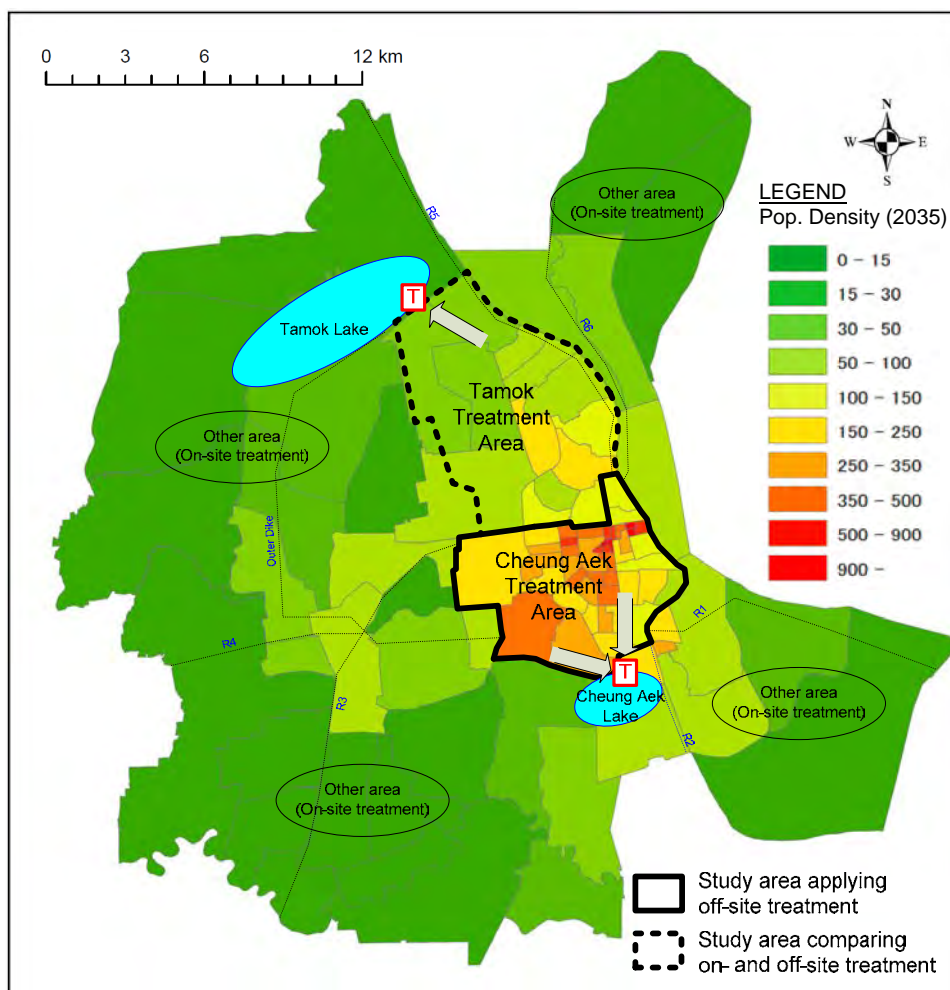
(b) Tamok 流域

本流域については、オンサイト処理とオフサイト処理にした場合の比較検討を行う。オフサイトとした場合の処理区域は、図 3.2.2 に示した範囲を基本とする。

(c) その他の地域

その他の地域については、2035 年における人口密度等を勘案すると、オフサイト処理には適さないことから、オンサイト処理の適用を基本とする。

さらに、現在、プノンペン都が保有していない、腐敗槽汚泥(セプテージ)の処分場の整備、収集運搬方法および監督官庁の役割分担等の検討を行う。



出典：調査団

図 3.2.2 オフサイト処理検討区域

(3) 大規模開発計画区域の取り扱い

現在、把握されている大規模開発計画の污水対策の状況は、表 3.2.2 のとおりとなっている。大規模開発計画区域は、各区域内において、各事業者が処理施設を建設し、各事業者の責任において、施設の維持管理運営を実施することとする。

表 3.2.2 大規模開発区域の污水対策の状況

No.	名前	エリア (ha)	用途 ^(Note 1)	合流 /分流	污水処理システム
1	Boueng Kok	133	Commercial and Office, Residential (40,000)	合流	一般家屋・腐敗槽、高層ビル・処理施設 (処理方式の選択はビル所有者に任される)
2	Diamond City	80	Commercial and Office, Residential (5,000)	合流	ラグーン
3	Camko City	119	Residential (10,000)	分流	活性汚泥法
4	Grand Phnom Penh	233	Commercial and Office, Residential (12,000)	合流	バイオフィルター (タイ製の腐敗槽)
5	Chroy Changvar	13	Commercial	合流	不明
6	Satellite City	380	Commercial and Office, Residential (40,000)	合流	不明
7	Pratinum City	140	Residential (8,000)	合流	腐敗槽 (各戸および開発エリアの流末)
8	ING City	2,572	Residential (300,000)	分流	活性汚泥法
9	BTP	10	Residential (1,000)	合流	腐敗槽 (各戸および開発エリアの流末)

Note 1: カッコ内は計画人口

出典：PPCC からの資料等をもとに調査団が作成

(4) 工場廃水の取り扱い

工場廃水については、各事業主が、排水基準を遵守するための処理施設を設置して、污水を公共用水域または排水管/排水路に排出することを原則とし、MIH と DPWT が共同で各工場への監督を実施する。

(5) 原単位

污水対策 M/P を立案する上で必要となる汚水量原単位および負荷量原単位は、3.3 節にて、詳述する。

3.2.3 整備方針

整備方針は、目標年次までを3期、すなわち、短期(~2020年)、中期(2021年~2030年)、長期(2031年以降)に分割し、ハード面およびソフト面において、その詳細を検討する。

3.3 オフサイト処理に係る計画設計条件

3.3.1 水使用量の予測

(1) 水使用量の予測

本 M/P では、2006年に策定されたプノンペン市上水道整備計画調査(フェーズ2)にて採用された水使用量の以下の予測式を用いて、水使用量の予測を実施する。

$$y = y_0(1+r)^x$$

ここに、

y : 対象年における水需要量(L/人/日)

y_0 : 基準年における水需要量(L/人/日)

r : 年平均増加率

x : 基準年からの年数

2.3.3 節に示したように、プノンペン都における 1 人 1 日当りの水使用量(有収水量)は、年平均で 2.0%程度増加している。一方、現在、PPWSA では、上記計画調査において 2020 年までの水使用量の予測値を有している。しかしながら、その値は 145L/人/日であり、現在の水使用量は、すでにその予測値を上回っていることから、本調査にて独自の予測を行う。本調査では、以下の 3 ケースの年増加率、即ち、1.0, 1.5 および 2.0%を仮定して予測を行った。

Case-1 増加率 1.0%: 節水意識の向上等により、水使用量の伸び率が急激に鈍化し、現在の伸び率(2.0%)の半分程度(1.0%)に伸び率が鈍化するものと仮定。

Case-2 増加率 1.5%: Case-1 と Case-3 の中間程度の伸び率で、水使用量が推移すると仮定。

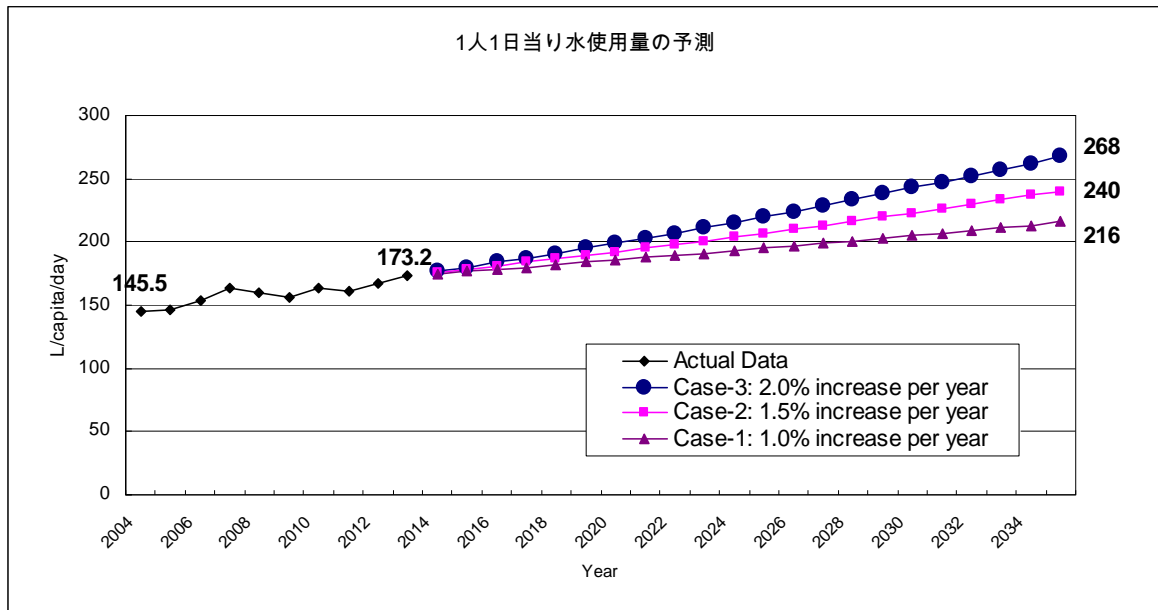
Case-3 増加率 :2.0% 現在の水使用量の伸び率 2.0%が今後も維持されると仮定。

この結果を表 3.3.1 および図 3.3.1 に示す。これより、プノンペン都においては、現在の水使用量の堅調な伸び率(2.0%)が、今後も継続するものと仮定することも可能であるが、この場合、2035 年の予測値は約 270L/人・日と、日本における値(289L/人・日 :2011 年の生活系水使用量値)に迫るものとなり、若干過大な値であると考えられる。一方で、急激に水使用量の伸びが鈍化するとも考えにくいことから、本調査では、Case-1 と Case-3 の中間程度の伸びを示す表 3.3.1 の Case-2 の値を採用し、2035 年における 1 人 1 日当りの水使用量を 240L/人・日と想定する。

表 3.3.1 目標年次(2035 年)までの 1 人 1 日当りの水使用量予測

Year	Actual	Case-1 1.0%	Case-2 1.5%	Case-3 2.0%
2004	145.5	-	-	-
2005	145.8	-	-	-
2006	153.6	-	-	-
2007	163.7	-	-	-
2008	159.4	-	-	-
2009	156.6	-	-	-
2010	163.4	-	-	-
2011	161.2	-	-	-
2012	167.5	-	-	-
2013	173.2	-	-	-
2014	-	175	176	177
2015	-	177	178	180
2016	-	178	181	184
2017	-	180	184	187
2018	-	182	187	191
2019	-	184	189	195
2020	-	186	192	199
2021	-	188	195	203
2022	-	189	198	207
2023	-	191	201	211
2024	-	193	204	215
2025	-	195	207	220
2026	-	197	210	224
2027	-	199	213	229
2028	-	201	217	233
2029	-	203	220	238
2030	-	205	223	243
2031	-	207	226	247
2032	-	209	230	252
2033	-	211	233	257
2034	-	213	237	262
2035	-	216	240	268

出典:調査団



出典：調査団

図 3.3.1 目標年次(2035年)までの1人1日当りの水使用量予測

(2) 家庭用とそれ以外の水使用量の割合

表 2.3.4 の実績値や、表 3.3.2 に示す他国の例も参考に、プノンペン都における家庭用とそれ以外の使用量比率を 60:40 とする。

表 3.3.2 近隣諸国の主要都市における家庭用および家庭用以外の水使用量比率

	Ho Chi Minh	Jakarta	Kuala Lumpur	Manila	Osaka	Seoul	Shanghai	Bangkok
Year	2001	2001	2001	2001	2001	2001	2001	2009
Domestic water use	73	59	53	61	54	71	64	52
Non-domestic water use	27	41	47	39	46	29	36	48

出典:ヤンゴン市上下水道改善プログラム協力準備調査報告書, 2014年, JICA

(3) 日平均、日最大および時間最大比

家庭系および商業系の日平均汚水量と日最大汚水量の比については、PPWSA における実績値をもとに、日平均:日最大=1.0:1.1 とする。一方、日最大汚水量と時間最大汚水量の比についても、PPWSA における実績値をもとに、日最大:時間最大=1.0:1.5 とする。一方、工場系廃水については、「下水道施設計画・設計指針と解説」を参考に、日平均:日最大:時間最大=1.0:1.0:2.0 とする。なお、日最大汚水量は、処理場計画に用いることとし、時間最大汚水量は、管渠およびポンプ場計画に使用する。

(4) 汚水転換率

汚水転換率については、WHO のガイドライン「A Guideline to the Development of On-site Sanitation」や、近隣国において採用されている一般的な値(80-90%)を考慮し、その中間値である 85%を採用する。

(5) 商業と工業廃水の割合

PPWSA には、商業および工場廃水の水使用量割合に関する資料がないが、商業施設および工場の使用量のうち、そのほぼ 90%が 15 mm の口径による給水契約を行っている。15 mm の口径による給水量は 1 契約事業者当たり、概ね日量 50 m³/日以下程度の範囲にあり、商業排水として

取り扱える程度の水使用量となっている。よって、本 M/P では、商業と工業の使用量のうち、90%を商業用として取り扱い、残りの 10%を工場での使用量と見なす。

(6) 地下水浸入量

地下水浸入量については、プノンペン都における実測データがない。一方、近隣国であるヤンゴンおよびバンコクでは、10 m³/ha/日を、マニラでは、7.5 m³/ha/日を、それぞれ処理区域面積に乗じて、地下水侵入量の試算を行っている。このうち、バンコクの値は、運河からの侵入水をも加えた値であるため、マニラにおける値を採用して地下水侵入量を算出する。ただし、地下水侵入量を過大なものとしないうために、日本の「下水道施設計画・設計指針と解説」における地下水浸入量の試算方法、すなわち、日最大の家庭系および商業系汚水の 10~20%の中間値である 15%を、地下水浸入量の上限值とする。

(7) 汚水量原単位

上記の水使用量等に基づき、1人1日当りの汚水量(汚水量原単位)を表 3.3.3 にまとめる。

表 3.3.3 1人1日当り汚水量原単位(オフサイト処理区域)

	水使用量(L/人・日)				汚水 転換率(%)	汚水量原単位 (L/人・日)
	家庭系	商業系	工場系	計		
日平均	150	80	10	240	85	205
日最大	160	95	10	265	85	225
時間最大	240	140	20	400	85	340

出典:調査団

3.3.2 計画水質

(1) 除去対象物質

本調査の調査対象地域であるプノンペン都から発生する、オフサイト処理による処理済み放流先としては、閉鎖性水域を想定していないため、除去対象物質は、BOD、TSS および総大腸菌群数とする。

(2) 負荷量原単位

(a) BOD

本調査内で実施中の、水質モニタリング調査の全 6 回分の結果のうち、プノンペン都において、最も汚水の発生量が多いプノンペン都の代表的なモニタリングポイントである Trabek ポンプ場での BOD 観測値が、比較的高いことを勘案し、熱帯に属する開発途上国にて一般に使用されている 1人1日当たりの BOD 負荷量 40 または 45 g/人/日のうち、45g/人/日を採用する。なお、この値は、家庭系と商業系負荷を含むものとする。

工場系廃水については除害施設を設けて、表 2.5.3 に示した排水基準値以下(BOD=80 mg/l 以下)にて、下水道へ受け入れる。

(b) TSS

TSS の負荷量原単位については、本調査内で実施した水質調査の結果(表 2.5.7 参照)のうち、プノンペン都において最も汚水の発生量が多い Trabek ポンプ場における BOD と TSS の平均濃度の比率(BOD:TSS=1.0:1.05)を用いて設定する。

(3) 下水処理場の計画放流水質

表 3.3.4 に、カンボジア国に基準に加えて、近隣国であるタイ、ベトナムおよびミャンマーにおける下水処理場の放流基準の上限値を示している。このうち、近隣国の基準は、BOD と SS を除去対象物質とした下水処理場の放流基準としては一般的な値である。一方、プノンペン都内においては、保護公共水域が存在しないため、上限値として BOD=80 mg/L および TSS=120 mg/L を適用すれば良いが、近隣国の値と比べるとかなり緩やかで、一次処理を若干上回る程度にとどまるもので、二次処理を行った場合の技術レベルに対応した放流基準値ではないものと考えられる。

本 M/P にて比較検討に供する水処理方式は、BOD=30~40 mg/L 程度の処理水を得ることが可能であり、(i) 施設を有効に活用する観点、(ii) 近隣国における下水処理場からの計画放流水質の設定の趨勢とも整合をとる、および(iii) 今後、増大する汚濁負荷を効率的に削減し、公共用水域の水質保全を図るため、本 M/P では、カンボジア国における基準のうち、「公共水域および下水管へ排出する」処理レベルを上回る水質である、「保護公共水域への排出する」処理レベルを下水処理場の計画目標水質として定めることとする。

表 3.3.4 下水処理場の計画放流水質の上限値

	カンボジア		タイ		ベトナム	ミャンマー
	保護公共水域への排出	公共水域および下水管へ排出	国レベル	バンコク市	国レベル	ヤンゴン市 ³⁾
BOD (mg/L)	< 30	< 80	< 20 ¹⁾	< 20	10~30	< 20
TSS (mg/L)	< 60	< 120	< 30 ²⁾	< 30	10~30	< 30

注 1) ラグーン(酸化池)の場合ほろ過水を測定

注 2) ラグーン(酸化池)の場合は 50 mg/L を適用

注 3) ミャンマーには国レベルの基準はない

出典: Sub-decree on Water Pollution Control, Annex 2, Effluent standard for pollution sources discharging wastewater to public water areas or sewer.

ベトナム:放流基準 TCVN7222:2002

タイ国バンコク下水道整備事業準備調査報告書 2011 年, JICA

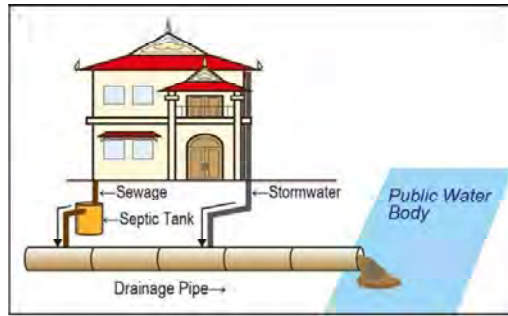
ヤンゴン市上下水道改善プログラム協力準備調査報告書, 2014 年, JICA

3.3.3 構造物対策

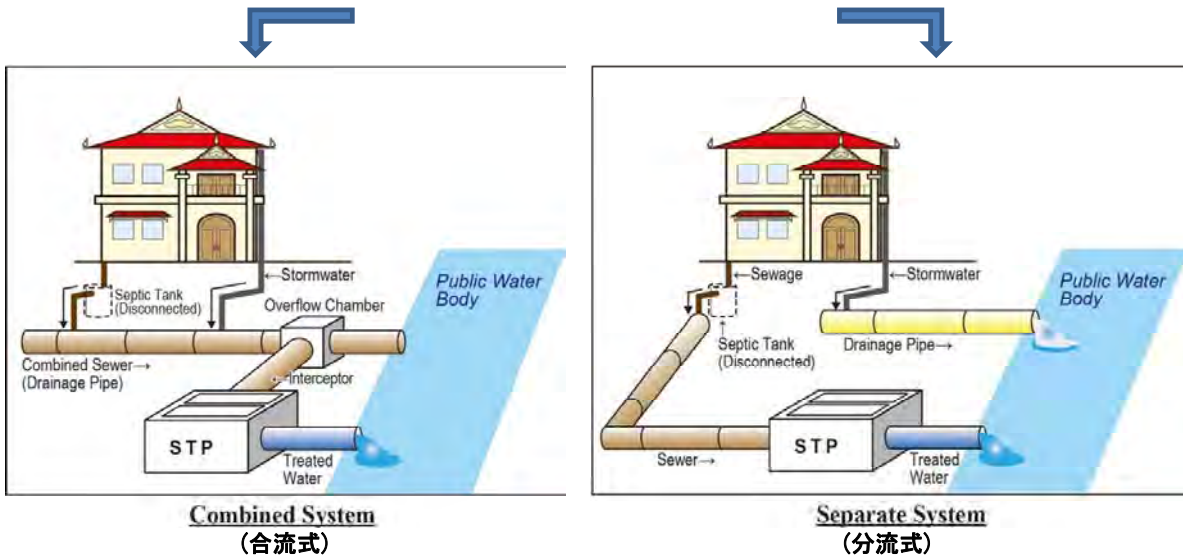
(1) 収集システム

汚水収集システムについては、既存排水管系統の整備が進んでいる Cheung Aek 処理区²⁷については、合流式を採用し、処理区の最下流の開水路、すなわち、Trabek 水路や Tumpum 水路において、インターセプターを用いて汚水を収集することを基本とする。一方、既存排水管の整備があまり進んでいない Tamok 処理区については、分流式を採用した検討を行い、オンサイト処理との比較検討を行う(図 3.3.2 に汚水収集システムのイメージを示す)。

²⁷ 対象エリアの 100%が、管渠が整備済みであることが、調査の結果、明らかとなった。



PRESENT



注)・分流式の場合は、各家屋からの汚水を取り込む取付管工事が必要となる。
 ・下水道システムが整備された後は、腐敗槽は不要となり、汚水は直接下水管(合流管/分流管)に接続すれば良い。

出典：調査団

図 3.3.2 汚水収集システムのイメージ

(2) 水処理方式

水処理方式については、以下に列挙するような処理方式が考えられる。しかしながら、後述のように、オフサイト処理の適用を検討する Cheung Aek 湖および Tamok 湖流域からの目標年次における発生汚水量は、それぞれ 10 万 m³/日を超える見通しであることから、一般に、そのような汚水量に対する水処理方式として適用されない、エアレーティドラグーンを除く方式の優劣について検討を行う。

- ・ ラグーン
- ・ エアレーティドラグーン
- ・ 散水ろ床法(TF:Trickling Filter)
- ・ オキシデーションディッチ(OD:Oxidation Ditch)
- ・ 標準活性汚泥法(CASP:Conventional Activated Sludge Process)
- ・ 回分式活性汚泥法(SBR:Sequential Batch Reactor)

また、上記のうち、散水ろ床法については、我が国にて近年開発された、散水ろ床法の改良型処理方式である、前ろ過散水ろ床法(PTF: Pre-treated Trickling Filtration)も検討に加える。以上より、本 M/P にて、比較検討を行う水処理方式は、表 3.3.5 にまとめるとおりである。

表 3.3.5 本 M/P にて比較検討する水処理方式

方式	フローシート	特徴
ラグーン		<ul style="list-style-type: none"> 機械類を用いなくて汚水処理を行う方式であり、光合成により酸素が取り入れられ、汚水が浄化される。 本表の 6 方式の中で、最も維持管理が容易かつコストも安い。その一方で、必要敷地面積は最も大きい。
散水ろ床法 (TF)		<ul style="list-style-type: none"> ろ床に散水された汚水が、ろ床を通過する際に、ろ材に生息する生物により浄化される。 ブローラーを使用する処理方式に比較して、エネルギー消費量が少ない。 標準活性汚泥法よりも、必要敷地面積は大きくなる。 臭いの発生やろ床パエの発生を抑制することが難しい。
前ろ過散水ろ床法 (PTF)		<ul style="list-style-type: none"> 散水ろ床法の改良方式であり、新ろ材を用いて処理時間の短縮や省スペース化を図った、日本の新しい技術である。 ろ床洗浄が可能であることから、臭いやろ床パエの発生を抑制することが出来る。 必要敷地面積は、標準活性汚泥法よりも小さくなる。
オキシデーションディッチ (OD)		<ul style="list-style-type: none"> 無終端水路の中を汚水が循環する過程で汚水の浄化が図られる。標準活性汚泥法に比較して、装置が簡単で、維持管理も容易である。 必要敷地面積は、エアレーティッドラグーンより小さいが、標準活性汚泥法よりは大きくなる。
標準活性汚泥法 (CASP)		<ul style="list-style-type: none"> 得られる処理水質は高く、必要敷地面積も小さい。 その一方で、必要機器類が多く、処理コストも高くなる。また、高い運転技術が要求される。
回分式活性汚泥法 (SBR)		<ul style="list-style-type: none"> (i) 流入/混和、(ii) 曝気、(iii) 沈殿および (iv) 排水/排泥という全サイクルを 1 つの槽(回分槽)内で実施する処理方式である。 最初沈殿池と最終沈殿池が不要となるため、標準活性汚泥法よりは、必要面積が小さくなる。 汚泥の沈殿および引抜ききのコントロールなどに、高度な維持管理技術が要求される。

注:本表では、各処理方式の技術的特徴をとりまとめたものであり、導入実績については第 4 章にて議論する。
 出典：調査団

(3) 汚泥処理方式

汚泥処理方式は、一般的な汚泥処理プロセスである濃縮/消化/脱水を基本に、汚泥の十分な減容と性状の安定化、および安価で維持管理が容易な汚泥処理方式を選定する。処理場周辺での十分なニーズが見込める場合には、汚泥の再利用の方策についても検討する。

3.4 オンサイト処理に係る計画設計条件

3.4.1 水使用量の予測

オンサイト処理区域については、オフサイト処理区域よりも市街化の進行が遅れるものと仮定し、2035年における水使用量を、現況のPPWSAによる1人当たりの水使用量(173.2 L/人・日)を丸めた175 L/人・日と想定する。これは、オフサイト処理区域の水使用量(240 L/人・日)の約70%に相当する。また、この値は、2014年における、プノンペン都における典型的な郊外部であるDong Kor区の水使用量(168 L/人・日)と同程度となる。

オンサイト処理区域においては、オフサイト処理区域に比べて、庭等における水の使用量が増加し、処理施設に到達しない割合が大きいと想定し、一般的な値(80-90%)のうち、下限値である80%を使用する。日平均/日最大/時間最大比は、オフサイト区域と同様とする。これより、オフサイト処理区域の汚水量原単位は表3.4.1のとおりとなる。

表 3.4.1 1人1日当り汚水量原単位(オンサイト処理区域)

	水使用量(L/人・日)				汚水 転換率(%)	汚水量原単位 (L/人・日)
	家庭系	商業系	工場系	計		
日平均	105	65	5	175	80	140
日最大	115	75	5	195	80	160
時間最大	175	110	10	295	80	240

出典:調査団

3.4.2 計画水質

水使用量と同様に、オンサイト処理区域はオフサイト処理区域に比較して、遅れて市街化と生活水準のレベルアップが図られるものと仮定し、負荷量についても、水使用量におけるオフサイト処理区域とオンサイト処理区域の比率70%を乗じて、計画水質を算出するものとする。

3.4.3 構造物対策

オンサイト処理地域に関しては、(i) プノンペン都での普及率が高い腐敗槽やピットラトリンの普及の促進、(ii) 他のオンサイト処理方式(浄化槽)やコミュニティープラント等の適用性等を比較検討する。

3.5 汚水対策による汚濁負荷削減効果の検証

(1) 汚水対策による汚濁負荷削減効果

本M/Pにて提案する、汚水対策案を実施した場合としない場合について、その汚濁負荷削減効果を定量的に検証する。

(2) その他

水質改善以外に改善される点として、水因性疾病の減少等についても検証する。

3.6 その他の検討事項

3.6.1 非構造物対策

オフサイト施設に関しては、下水道事業(汚水対策事業)を立ち上げ、適切にかつ円滑に施するため、また、オンサイト施設については、住民による腐敗槽等の設置促進(腐敗槽を設置していない家屋およびピットラテリンを使用している家屋における腐敗槽の導入)に係る、組織強化、人材育成、財源確保、法整備の検討を行う。

3.6.2 土地収用

下水道施設は、管渠・ポンプ場・終末処理場に大別される。管渠については、公道下への埋設を基本とする。ポンプ場および終末処理場については、極力、公共用地内に設置するものとし、私有地の土地収用は極力避ける計画とする。公共用地内における不法滞在者地域への、施設計画は、極力避けることとする。止むを得ない場合のみ、補償対策等について検討する。

3.6.3 環境社会配慮

計画を行うオンサイトおよびオフサイトの全施設について、施設の建設および施設の供用後において、自然および社会環境への影響を最小化する。特に、住民移転を伴うような施設計画は、極力避けることを原則とする。

