

技術移転手法事例研究

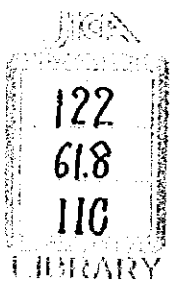
地域	ア	シ	ア	分野	公共・公益事業
	タ	イ	0550		都市衛生 201040

衛生化学に関する専門家活動報告 (タイ)

個別派遣専門家活動報告シリーズ — 40 —

昭和60年3月

国際協力事業団
国際協力総合研修所

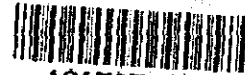


総研
J R
85 — 14

技術移転手法事例研究

地域	ア	ジ	ア	分	公共・公益事業
	タ	イ	0550	野	都市衛生 201040

JICA LIBRARY



1017978[6]

衛生化学に関する専門家活動報告 (タイ)

個別派遣専門家活動報告シリーズ — 40 —

専門家氏名：スミヤマ ジョウ 住山 淳
担当分野：衛生化学
派遣期間：昭和56年7月7日～昭和58年7月6日
派遣国：タイ王国
派遣機関：バンコク首都府排水下水道局(DDS, BMA)
本邦所属先：京都市下水道局

本シリーズは、国際協力総合研修所の調査研究活動の一環として実施している技術移転手法事例研究のうち個別派遣専門家の現地活動について、要請の背景、業務の範囲と内容、業務の達成と具体的成果及び技術移転手法の実際例をとりまとめたものである。

なお、作成に当っては、専門家本人による執筆原稿を統一的な記入要領に基づき多少加筆修正した。

国際協力事業団	
受入 月日 '85. 9. 13	122
登録No. 11916	61.8
	110

目 次

序 文

1. 要請の内容と背景	1
1.1 要請の背景	1
1.2 要請の内容	9
2. 業務の範囲と内容	12
2.1 バンコク首都庁(BMA)及び排水下水道局(DDS)の概要...	12
2.2 配属組織の業務の形態	16
2.3 カウンターパート	20
2.4 要請業務と実施業務目標	21
3. 業務の達成と具体的成果	23
3.1 水質分析全般に関する指導, アドバイス	23
3.2 モディファイドエアレーションによる下水処理の調査と 実験指導	25
3.3 運河, ポンプ場における水質モニタリングに関する指導 ...	28
3.4 オンノッチ廃棄物埋立地における浸出水対策と処理	31
3.5 中央病院の下水処理施設の改善指導	34
4. 技術移転の実例	37
4.1 運河の水質モニタリングと水質分析業務	37
4.2 モディファイドエアレーションによる下水処理の調査と 実験指導	38
4.3 セミナーの開催	43

序 文

タイ国のバンコク首都庁排水下水道局に、衛生化学の専門家として昭和56年7月6日より2年間派遣された。筆者の略歴は以下の通りである。

- | | |
|----------|------------------------|
| 昭和46年3月 | 京都大学農学部農芸化学科卒業 |
| 昭和46年4月 | 協和醸酵工業株式会社入社、富士工場研究室勤務 |
| 昭和47年11月 | 京都市下水道局入局、水質試験所勤務 |
| 昭和52年4月 | 同局烏羽処理場勤務 |

京都市下水道局水質試験所では下水の水質分析、水質管理に従事。烏羽処理場では、急速ろ過、薬品凝集沈殿、生物学的硝化脱窒等、主に下水の高度処理実験に従事した。

派遣に当っては、米国の水質分析法、日本の水質分析法、下水処理に関する資料、分析試薬及び器具等のカタログなどの収集を行った。また、派遣前研修にて約1か月間の業務研修及び語学研修を受講した。

1 要請の内容と背景

1.1 要請の背景

チャオピア河下流域に位置するタイの首都バンコクは、中国の蘇州と並び東洋のベニスと称せられた水の都。チャオピア河デルタの稲作地帯をひかえ、世界の米櫃の名を頂く米の集散地として発展して来た。しかし、戦後に始まる急速な都市化の中で、首都は「水の都」から様々の矛盾を露呈する大都市へと変貌をとげてしまった。

近年の首都人口の推移をみると、1950年代に100万人余りの人口が1980年代には500万人を越え、今なお年率4%の勢いで増え続けているという。このように急激な都市人口の爆発に、行政は技術、資本の不足から十分な対応ができず、都市の備えるべきインフラストラクチャーの整備は立遅れ、慢性的な交通渋滞、広域的な地盤沈下、雨期の浸水、運河・河川の水質汚濁等様々な都市問題を引き起している。

以下に筆者の派遣に関連する水質汚濁、下水道関係の問題について、その背景を探ることとする。

(1) 地理

タイ国は、インドシナ半島の中央部に位置し、西はビルマ、北東部はラオス、南西部はカンボジア、南はマレーシアと国境を接している。面積は我国の約1.4倍の514,000^{km}で、なかに4,600万人の人々が住んでいる。うちバンコク首都圏は1,569^{km}で人口は500万人にのぼる。

バンコクは、チャオピア河デルタの河口部、北緯13度44分、東経100度30分に位置し、熱帯性モンスーンの影響下にある。気候は雨期(5月~10月)と乾期(11月~4月)にはっきり分れており、乾期にはほとんど雨が降らない。雨期には毎日のようにスコールがあるが、年間雨量は我国とあまり変わらず、1,300~1,400^{mm}程度である。チャオピア河デルタは、乾期には地面から水が干上がり、雨期には洪水の様相を呈する。平均気温は年間を通じてあまり変化なく、30℃前後の値となっている。

(2) チャオピア河の汚濁

タイ国環境庁 (NEB) が行った調査によれば、チャオピア河の水質は、バンコクの位置する河口より 60 km 以下の下流域で、BOD の上昇、溶存酸素の減少が著しく、その変化は特に海水による希釈 (チャオピア河は感潮河川である) を受けない干潮時には顕著である。バンコクからの汚濁負荷が、チャオピア河の水質に大きなインパクトを与えている (図 1-1)。

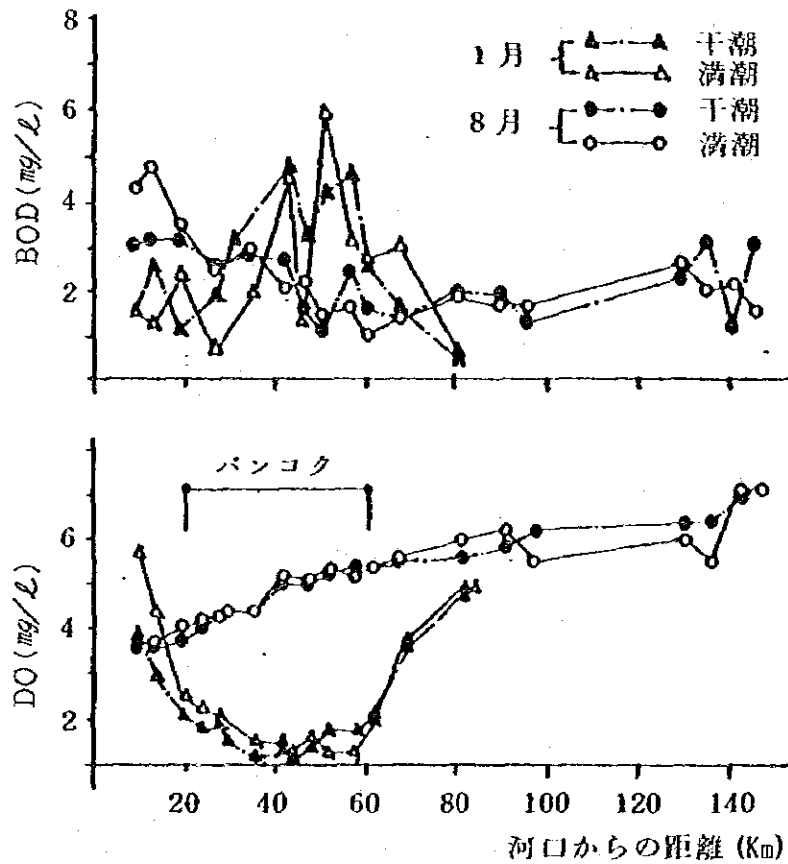


図 1-1 チャオピア河の河口からの距離と水質変化

河口から 84 km 上流のノンタブリに至る間の BOD 負荷量は 256 t/日となっている。その内訳は、チャオピア河へ流入する運河から 161 t/日、工場排水から 88 t/日、沿岸家屋から 6 t/日、排水管から 1 t/日である。(1)

一方、工業省 (MOI) の調査によれば、チャオピア河河口から 150

西部の新市街地域の汚濁が進んでいる。

都心部の旧市街域と都周辺部を流れる運河を比較してみた場合、旧市街を流れる運河では、この数十年間に汚濁の進展はほとんどみられないが、市街地周辺域を流れる運河では、近年、汚濁の進展が著しい。旧市街地域では、十数年以前に都市化は完了してしまっているが、近年の周辺域での都市化の進展は、そこを流れる運河の水質汚濁を促進させている。汚濁の進行しつつあるこれら周辺域の運河では、富栄養化のためにホテイアオイが異常繁茂し、乾期にはそれが淀んで舟運にも支障をきたしている。

(4) 水質保全関係法令

水質汚濁防止に関連する法令は、関連行政官庁から、各行政官庁の目的に応じて数多く出されているが、中でも環境保全全般に係る国家環境保全法、唯一の排水基準である工業省通達、浄化槽基準を定めた建築基準法は、水質汚濁防止上、特に重要な法令である。

国家環境保全法は、我国で言えば公害対策基準法に当ると考えられ、各種公害に対する基本的な理念と施策の方向を明らかにした法令で、この法令のもとに、環境保全に係る命令、通達が発せられ、違反者には懲罰を課すことができる。現在のところ水質保全に関する法令は発令されていないが、環境庁は、現在チャオピア河を対象とする水質環境基準を準備中である。

工業省の通達は、この国で現在施行されている唯一の排水基準である。違反者に対する罰則規定があり、罰金又は懲罰が課せられる。しかし、その適用は、特定の大手工場数十社に限定されているのが実情である(表1-1)。

建築基準法の中では水質汚濁の個別発生源対策として、一般家庭、ビルディングに浄化槽の設置義務とその基準が定められている。

(5) 水質保全の現状

政府の水質保全対策は、工場排水、し尿、住宅団地排水など、それぞれの実態に応じて、実施可能なものから手を付ける個別発生源対策を軸とするものである。

表1-1 工業省通達に基づく排水基準

項 目	基 準
PH	5 - 9
CODMn	60 mg/l
溶解性物質	2000 mg/l
硫化水素	1 mg/l
シアン	0.2 mg/l
重金属類	
亜鉛	5 mg/l
クロム	0.5 mg/l
ヒ素	0.25 mg/l
銅	1 mg/l
水銀	0.005 mg/l
カドミウム	0.03 mg/l
バリウム	1 mg/l
セレン	0.02 mg/l
鉛	0.2 mg/l
ニッケル	0.2 mg/l
マンガン	5 mg/l
タール	検出されないこと
油又はグリース	5 mg/l
ホルムアルデヒド	1 mg/l
フェノール類	1 mg/l
遊離塩素	1 mg/l
農薬・放射性物質	検出されないこと
浮遊物	30~150 mg/l
BOD5	20~60 mg/l
水温	40 ℃
色・悪臭	検出されないこと

① 工場排水

二馬力以上の動力又は7名以上の従業員を有する事業所には、前述の排水基準が適用されることになっている。対象となる事業所は首都圏に約15,000あるが、実際に規制されているのは、日量100

kg以上の BOD を放流している大手工場数十社に限定されているのが実情である。これら工場では、活性汚泥法、ラグーン（安定化池）をはじめとする生物処理を主とする排水処理施設を有している。

工場排水の規制を所管する工業省では、大手工場に対しては、排水基準の違反者に対する罰則の適用の他、監視体制強化のために、有資格技術者を雇用し、除害施設の管理、計測データの報告をすることを義務づけている。

② し尿

し尿のオンサイト処理として、各戸、ビルディングには浄化槽（セスプール、セプティックタンク）が普及している。ここで言うセスプールは、浸透タンクの種類で、通常、直径 0.8 m、幅 0.4 m のコンクリートリングを積み重ね、その上にポアフラッシュトイレを設けたものである。セスプールは、通常、小規模な家庭の各戸に設置されている。一方、セプティックタンクは、比較的規模の大きいビルディングや集合住宅等に設置されている。構造は、長方形のコンクリート製一室構造のシンプルな腐敗槽である（図 1-3）。

セスプール、セプティックタンクに蓄積した汚泥は、市の清掃局によりバキュームカーで収集され、ノンケムにある廃棄物投棄場のラグーン、オンノッチ廃棄物投棄場の汚泥処理施設にて処分されている。収集量は日量 560 Kℓ，首都圏し尿発生量の 7～8%に当る。残量は、排水路等を経由して運河等にたれ流されている。

③ 住宅団地排水

住宅公社（NHA）により建設された住宅団地では、小規模ではあるが下水道のサービスが行われている。その数は、首都圏に 11 か所。供用人口はまだ十万人余に過ぎない。そのうちの 6 か所で活性汚泥法、3 か所でオキシデーションデッチ、他にオキシデーションポンドとエアレーテッドラグーンが採用されている（表 1-2）

(6) 下水道整備計画—上位開発計画

バンコクの下水道整備計画としては、1968年にバンコク市（現在のバンコク首都庁）が米国のコンサルタントに作成させた下水道、

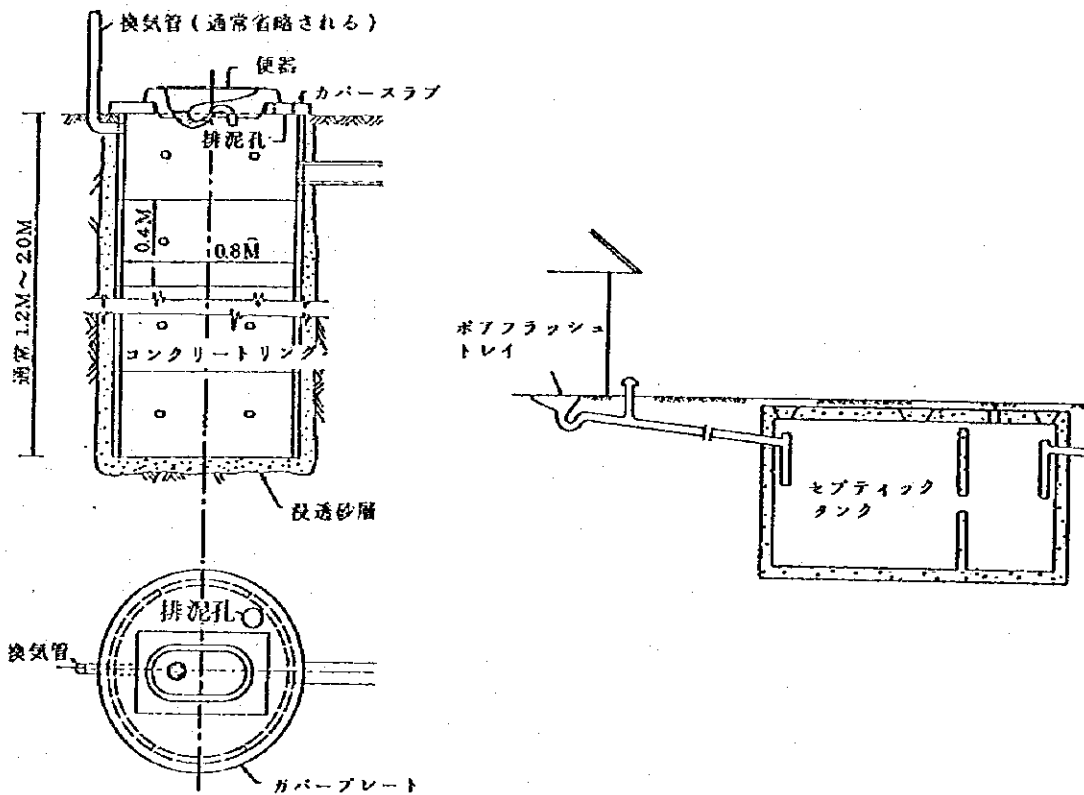


図 1-3 セズプールとセプティックタンク

排水及び浸水防止の基本計画 (CDM レポート) がある。このうち、下水道計画は、バンコクの市街地及び市街地が見込まれる地域 370 扇を 10 の処理区域に分け、各処理区を幹線で結んで下水を中継ポンプによりチャオピア河を隔ててトンブリ地域の一点に集め、集中的に処理しようとするものである。

CDM レポートでは、下水道は、伝染病等の疫病流行防止の立場から、排水及び浸水防止よりも優先順位の高い計画であるとされた。にもかかわらず、排水施設の建設は、バンラック、パトワール地域 (ラマ IV 通りを中心とする地域) で実施されたけれども、下水道計画は十数年間放置されたままとなってきた。この理由として、以下の事が考えられる。

- ① CDM の集中下水道計画を実施に移すには、長い大幹線を埋設する必要があるが、近年の急速な都市化とモータリゼーションの進展

表1-2 住宅団地の下水処理場の概要

住宅団地	処理方式	人口 (人)	処理水量 (m^3 /日)	BOD (mg/l)		セプティック タンクの有無
				流入水	処理水	
Huemark	オキシジェンボンディング	2,940	1,416	78	52	有
Rongsit	エアレーション	7,140	1,440	68	28	有
Hneykwang	活性汚泥法	16,800	3,087	224	25	無
Remintra	活性汚泥法	4,060	798	118	38	有
Klongchan	活性汚泥法	32,190	4,791	78	25	有
Tasai	活性汚泥法	7,095	-	79	58	有
Piboonwattana	活性汚泥法	2,060	172	142	32	有
Dindaeng	活性汚泥法	5,100	1,163	196	42	無
Prachanivet	オキシジェンボンディング	18,945	2,563	-	-	有
Bangbua	オキシジェンボンディング	6,070	584	182	66	無
Bangna	オキシジェンボンディング	8,280	562	215	85	無

による道路交通の混雑から、大幹線の埋設には多くの困難を伴うこと

- ② また、大幹線の埋設には、建設当初より多額の投資を必要とするが、道路、水道等の社会資本投資に比較して、投資効果が低いこと
- ③ セプティックタンクやセスプールの普及と衛生知識が行きわたったことにより、伝染病の蔓延も防がれてきたこと。

しかし、セプティックタンク等からたれ流される汚水によって、排水路や運河は悪臭を放つどぶ川と化し、水質環境は悪化の一途をたどっている。

バンコク首都庁は、このような水質環境の悪化に対処するため、先の下水道基本計画の見通しを日本政府に要請、国際協力事業団(JICA)がこれを受けて、1981年に新たに基本計画を作成した(図1-4)。

JICAの基本計画では、前述の370km²を10の処理区に再区分すると共に、各処理区域に下水処理場を分散し、大幹線の埋設を不必要としている。下水の処理方式として、用地確保の困難な首都圏中心部ではモディファイドエアレーション法、周辺域では、エアレーテッドラグーン法を提案している。集水方式は、原則として分流式とするが、既に排水管が埋設され、地下埋設物が混みいった都心部では、当面既設排水管を利用する合流式下水道を提案、この地域を最も優先順位の高い処理区域としている(表1-3)。

1.2 要請の内容

バンコク首都庁(Bangkok Metropolitan Administration; BMA)の排水下水道局(Department of Drainage and Sewerage; DDS)は、下水道システムの導入によって、所管する排水路、運河の水質環境の改善をはかろうとしている。そこで、まだ生まれて間もない排水下水道局(DDS)組織の曙期に、スタッフの援助のために専門家の派遣を要請した。

要請の内容は以下の通りである。

- (1) 水質試験室の計画、発展のための技術的アドバイスをを行う。

図 1-4 国際協力事業団の作成した基本計画

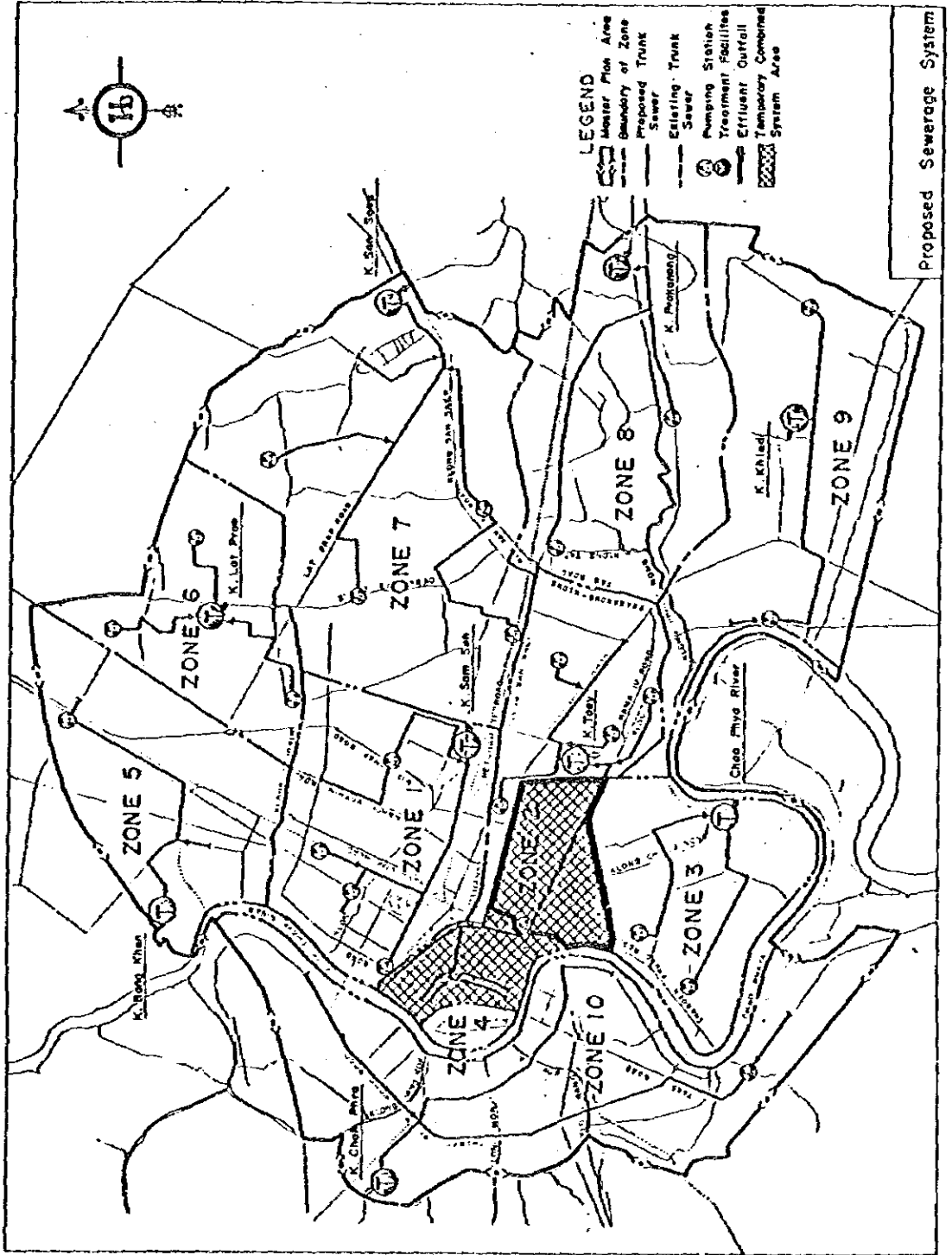


表 1 - 3 新旧基本計画

項 目	CDM 基本計画	JICA 基本計画
作 成	1968年	1981年
処理区域	370km ²	370km ²
供用人口	1,800,000 人	5,600,000 人
処理水量 (日平均)	277,000 m ³ /日 (154ℓ/人・日)	1,653,000 m ³ /日 (295ℓ/人・日)
BOD 原単位	659/人・日	649/人・日
収集方式	分 流 式	分 流 式 (一部暫定的に合流式)
処理方式	——	エアレーテッドラグーン法 モディファイド活性汚泥方式
建設コスト	2,200百万バーツ (1,200バーツ/人)	37,671百万バーツ (6,730バーツ/人)
備 考	バンコク首都圏：1,580km ² 1バーツ≒10円	

(2) バンコクの非衛生的な排水環境について調査を行う。

以上は派遣要請文書 (A-1フォーム) に記載されたものである。

2 業務の範囲と内容

2.1 バンコク首都庁 (BMA) 及び排水下水道局 (DDS) の概要

(1) 沿革

バンコク首都庁は、1972年にチャオピア河右岸のトンブリ市と右岸のバンコク市が合併して成立した。排水下水道局の前身は、1972年以前のバンコク市の中で排水のみを所管していたが、バンコク首都庁の成立に伴い、排水と廃棄物収集を所管する衛生局 (Bureau of Sanitation ; BOS) が設立された。1977年には排水下水道局 (Bureau of Drainage and Sewerage ; BDS) が衛生局から分離し、排水と下水処理を所管することになった。1981年には BDS は DDS と改名された。

(2) 組織

バンコク首都庁は、選挙により選ばれる任期4年の知事と4人の副知事の統轄のもとに、11の局と24の区役所からなる。しかし、首都庁は国の行政組織から独立した組織ではなく、究極的には首相につながる内務省 (Ministry of Interior ; MOI) の統轄下にある (図2-1)。

排水下水道局は、バンコク首都庁の1部局で、次の5つの部より成り、局長、次局長がこれらを統轄している (図2-2)。

- ① 総務部 (Secretary Office)
- ② 技術部 (Technical Division)
- ③ 排水管理部 (Drainage System Control Division)
- ④ 運河維持部 (Cannel Maintenance Division)
- ⑤ 下水処理部 (Wastewater Treatment Division)

5つの部のもとに31の課があり、1981年現在452人の吏員と1,373人の常勤職員が働いているが、他に運河の清掃等に969人の非常勤職員が雇われている。

(3) 所管

排水下水道局の所管は以下の通りである。

- ① 排水管、運河その他排水に属する構造物の維持管理

図 2 - 1 B M A の組織

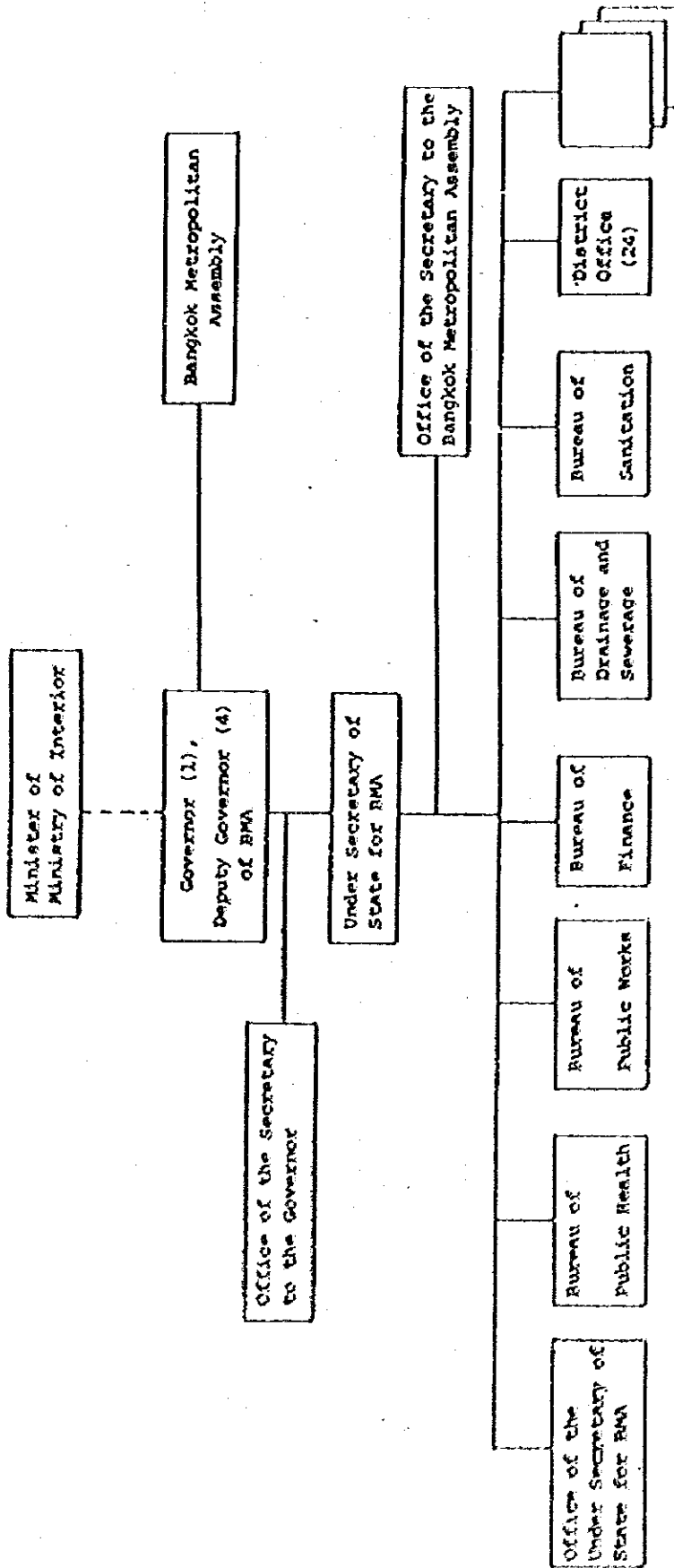
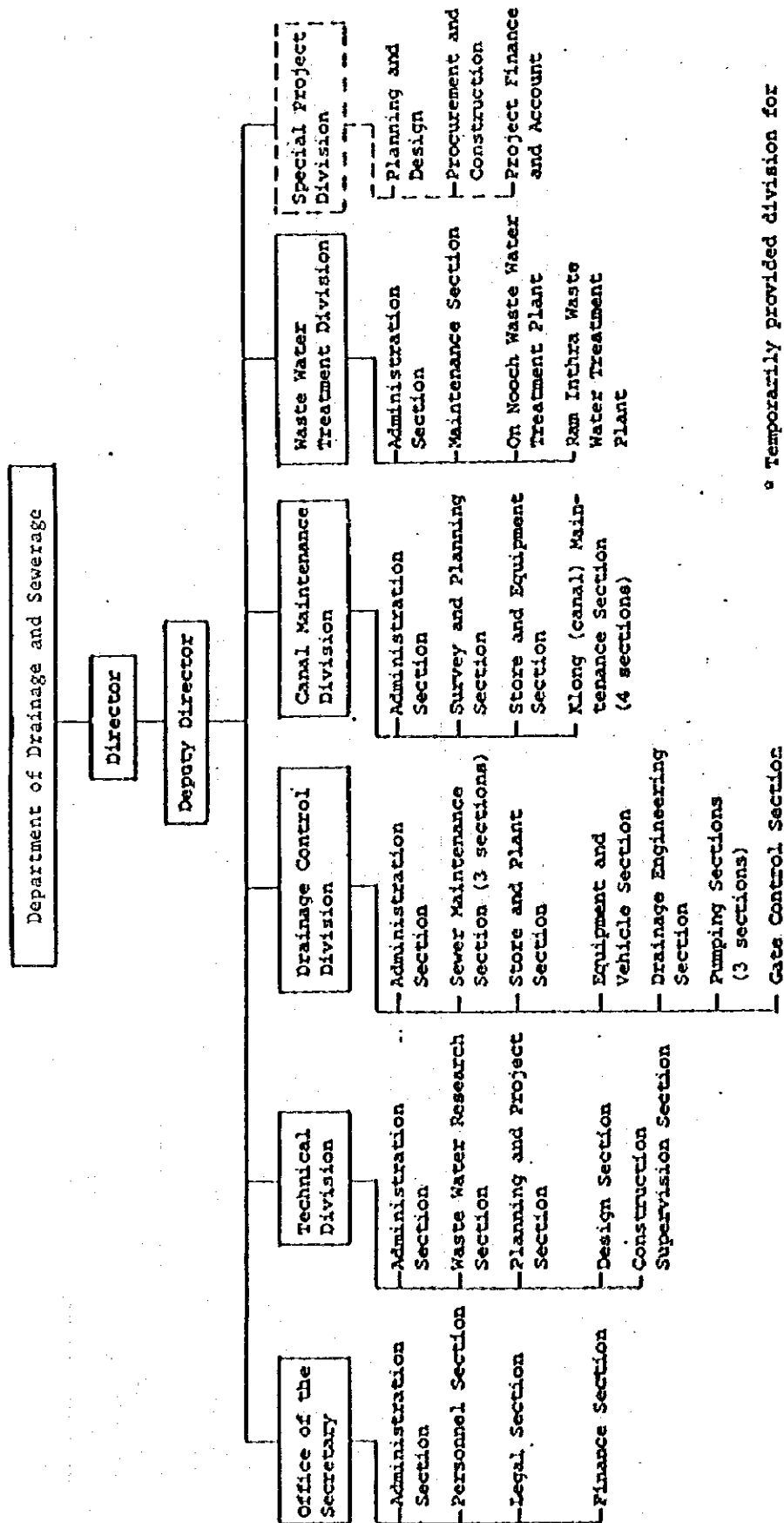


図 2 - 2 DDS の組織



* Temporarily provided division for special project purpose.

表 2 - 1 排水下水道局 (D D S) の予算 (1 9 8 1 年)

単位：パーツ

Category	Total	Drainage Control	Canal Maintenance	Wastewater Treatment Division	Technical Division	Office of the Secretary
Salary	12,957,900	5,070,100	2,820,600	1,608,800	2,004,600	1,453,800
Fixed wages	33,183,000	17,657,300	14,629,200	224,300	260,600	471,600
Temporary wages	2,709,400	1,333,800	1,301,900	-	58,500	15,200
Recruital	5,264,700	4,000,000	889,000	268,000	62,700	45,000
Sundry expenses	3,611,000	3,080,000	275,000	48,000	10,000	198,000
Public utilities	4,177,300	2,499,600	7,200	1,000,000	7,500	663,000
Materials	20,993,900	12,943,000	6,953,000	313,000	464,900	320,000
Durable articles	6,263,090	4,022,940	1,662,700	181,800	367,200	28,450
Ground rent	30,733,900	10,961,100	19,747,800	25,000	-	-
Subsidy	-	-	-	-	-	-
Other expenses	27,774,385	18,822,285	7,279,210	1,145,290	298,500	229,100
Total	147,668,575	80,390,125	55,565,610	4,814,190	3,534,500	3,364,150

(注：1 パーツ ≒ 10 円)

- ② 排水管，運河その他排水に属する構造物の建設，改良
- ③ 季節的に起る浸水の防止活動と浸水に由来する問題の解決
- ④ 排水下水道局の所管する排水処理プラントの維持管理
- ⑤ 雨水排除，浸水防止，下水処理のための短期，中期及び長期計画とプロジェクトの準備
- ⑥ 浸水防止のための計画や排水に関する基準や設計を確立するための研究機関としての活動

(4) 予算

バンコク首都庁の1981年度予算は約30億バーツ（1バーツ＝10円）で1982年度予算もほとんど変わりなかった。そのうち、排水下水道局の予算は、1981年度で1億4千7百万バーツ、首都庁予算の5%を占めている（表2-1参照）。1982年には、首都庁予算が変わらないにもかかわらず、2億7千7百万バーツ、9%に増えており、首都庁の排水下水道事業に対する認識の高まりを反映している。

排水下水道局には事業収入がなく、資本投資と事業のための支出はすべて、バンコク首都庁の予算によってまかなわれている。

2.2 配属組織の業務の形態

配属されたのは、排水下水道局内の5つの部のうちの1つ、技術部（Technical Division）である。

技術部は、排水，下水に関する計画を行う計画課（Planning and Project Section），設計を行う設計課（Design Section），建設監督を行う建設監督課（Construction Supervision Section），水質分析，調査を行う水質調査課（Wastewater Research Section）及びこれらの課の事務を取扱う事務課（Administration Section）からなる。この内で、その業務内容から最も関係の深い水質調査課の業務の形態について以下に述べる。

(1) 水質調査課の業務

主な業務内容は

- ① 排水下水道局が管轄する首都圏の運河の水質分析

② 他の部，課からの依頼分析試験

であるが、赴任前の業務内容を調べた結果、①の運河の水質分析がその主業務となっていた。しかも運河の水の採水も定期的に行われておらず、ひどいときには、2～3か月のブランクがあった。すなわち、主な業務となっている運河の水質分析業務でさえも、まだ課のルーチンワークとして確立していないあり様であった。しかし、これも排水下水道局が生まれてから3年余しか経っていないことを考えれば、無理からぬところといえる。この運河の水質調査自体も、下水道システムの基本計画を作成したJICAのスタディチームの調査への協力を通して、受け継がれたものである。

従って、運河の水質調査もJICAのスタディチームの業務からはずれてしまうと、その目標も、彼らには不明確となり、分析結果を整理し、解析するでもなく、ただ慢然と分析を行ってデータを集めるだけとなっていた。

調査対象となっていた運河は首都圏の運河36で、1つの運河につき2～3か月に1度程度の頻度で分析が行われていた。分析項目は表2-2の通りである。

表2-2 水質調査課で行っていた水質分析項目

分 析 項 目	分 析 方 法	分 析 頻 度
水 温	アルコール温度計	常 時
pH	ガラス電極	常 時
溶存酸素(DO)	ウィンクラー・アジ化ナトリウム変法	常 時
BOD	大量希釈法	常 時
COD	重クロム酸カリウム還流法	
浮遊物(SS)	GFP法	
塩素イオン	硝酸銀滴定法	少 い
硫化水素	メチレンブルー法	少 い
大腸菌群数	MPN法	少 い

(2) 水質調査課のスタッフ

水質調査課のメンバーを表2-3に示した。これから分るように、スタッフの年齢は、排水下水道局ができて間なしの若い組織であるのと同様にスタッフの年齢も、日本の一般の組織の年齢と比較しても、非常に若く、それだけに経験も浅いのが特徴である。課長は、専門が土木で、分析業務に明るくないため、分析業務は、アシスタントチーフに一任している。

表2-3 水質調査課のメンバー

補 職 名	名 前	年 令	専 門	学 歴
チーフ サニタリアン	Mr. Chanchai	32	土 木	修士卒
アシスタントチーフ サニタリアン	Miss Injira	27	衛 生	学士卒
サニタリアン	Mr. Anan [*]	29	衛 生	学士卒
サイエンティスト	Mr. Somchai	26	生 物	学士卒
サイエンティスト	Miss Usa	26	生 物	学士卒
テクニシャン	Mr. Somboon	29	—	高 卒
テクニシャン	Mr. Vanit	28	—	高 卒
労 務 員	Mr. Swit	22	—	中 卒
他にタイピスト，事務員，運転手が各1名。 * Mr. Anan は中途より増員				

(3) 水質分析室

排水下水道局のオフィスは、ラマVI通りとラマI通りの交差点付近にあるモルタル三階建ての建物であるが、水質分析室は、その三階にある技術部のオフィスの一角にある。分析室は、最初から分析室として設計された部屋ではなく、事務所の一角を分析が行えるように改造したものである。従って、分析を行うのに適した条件を満足しているとはとても言えない。

部屋は、一方がラマVI通りに面した窓側になっており、1台のドラフトチャンバーが据え付けられている。窓側に接する壁に沿って1台

のサイドテーブルがあり、天秤や比色計が置かれている。部屋の中央には、小さなサイズの中央実験台が2台あり、一方は試薬棚付きとなっているが、いずれも既製の実験台ではなく、通常の机か何かを実験台に改造したものである。保有実験設備を表2-4に一覧した。

表2-4 実験設備一覧

設 備	仕 様 等	数
化学天秤		1
冷 蔵 庫	8 cu. ft.	1
冷 蔵 庫	14 cu. ft.	1
ウォーター・バス	290×360×130mm	1
インキュベーター	500×520×450mm 大腸菌用	1
色 度 計		1
ホットプレート	180×180mm	1
ホットプレート	300×300mm	1
濁 度 計		1
乾 燥 器	420×400×330mm	1
真空ポンプ	SS用	1
CODヒーター	6個掛け	1
オートクレーブ	φ250×460h	1
インキュベーター	BODボトル300本収納	1
pHメーター		1
DOメーター		1
蒸留水製造装置	バーステッド型 2ガロン/hr	1
バクテリアコロニーカウント		1
マッフル炉		1
コンポジットサンプラー		1
顕 微 鏡		1
電導度計		1
分光光度計		1

設備は、先にあげた分析項目程度なら何とかこなすことができる程度のもので、十分な設備とはいえない。これら設備のうち、蒸留水製造装置、顕微鏡、コンポジットサンプラーは、使用されておらず、コンポジットサンプラーは、2年前に購入して以来、一度も使用されずに梱包されたままとなっていた。

分析室のユーティリティに関しても充分ではない。バンコクの水道

は、配管が不備で漏水が多いため、低圧給水となっているのでもともと出は悪いが、排水下水道局では受水槽を設けて各階へポンプ給水しているが、受水槽の容量が小さいため、実験室で水を連続使用すれば給水が続かなくなる事態になることがあった。従って水の使用に際しては、水道栓を全開近くに開けての使用をつつしむ等、気を使わなくてはならなかった。ガスは、都市ガスのサービスがないため、プロパンガスを購入して使用していた。電力についても、赴任当初に実験室にエアコンディショナーが1台入ったが、もう1台の増設は、電力消費の関係から難しいとのことであった。

2.3 カウンターパート

排水下水道局側が示してきたカウンターパートは表2-5の通りである。

表2-5 カウンターパート

名 前	年令	補 職 名	学 歴
Dr. Ksemsan	36	調査役, カウンターパートの長	博士(独)
Mr. Teeradej	35	設計課長	修士(米)
Mr. Chanchai	32	水質調査課長	修士(英)
Miss Injira	27	水質調査課副主任	学士
Mrs. Thippawan	36	設計課副主任	学士(フィリピン)
Mr. Thamanat	32	計画課長	修士(米)
Mr. Chainat	27	設計課副主任	学士
Mr. Somkiat	33	維持課長	修士(英)
Mr. Wichai	27	計画課副主任	学士

局側の示してきたカウンターパートの中には水質調査課の課長と副主任が入っていた。カウンターパートの中では、国の厚生省から出向して来ているDr. Ksemsanがカウンターパートの筆頭者で、他のカウンターパートも彼に追従しており、彼をおいては、仕事をスムーズに運ぶことがで

きないことが、カウンターパートとの会議を通してはっきり分った。

2.4 要請業務と実施業務目標

派遣要請文書に記載された内容は、前章で述べたように、水質分析室の計画、発展のための技術的アドバイスとバンコクの非衛生的な排水環境についての調査という抽象的なものである。

これをもっと具体的な内容とするためにこちらから最初に申し出たことは、排水下水道局の業務を具体的に把握するために、見学をさせてほしいということであった。そこで、彼らは、運河（Klong）の採水、ラマIV及びブルンカセムの排水機場、オンノッチの廃棄物埋立地、中央病院の排水処理施設等の見学に連れて行ってくれた。そして、この間に開いたカウンターパートとの会議を通して、彼らの要望を聞き、実施する業務内容を具体的なものにしていった。それらをまとめると以下のようになる。

- ① 水質分析全般に関する指導、もしくはアドバイス
- ② モディファイドエアレーションによる下水処理の調査と実験指導
- ③ 運河、ポンプ場における水質モニタリングに関する指導
- ④ オンノッチ廃棄物埋立地における浸出水対策と処理指導
- ⑤ 中央病院の下水処理施設の改善指導

①の水質分析に関しては、有機物にひき続く汚濁物質である窒素、リン等の栄養塩類の分析、重金属類の分析等、分析項目の拡充をはかること、及び既に分析ができる有機物等の分析の見直しを含め、これらの分析マニュアルの作成をその柱とした。また分析結果の記録に関するような小さな問題から、実験室の計画に関する技術的アドバイスまでとりあげることにした。

②のモディファイドエアレーション実験に関しては、JICAのマスタープランで、ラマIV通りを中心とする地域の下水処理法として、モディファイドエアレーションが採り上げられているから、実際にこの地域の下水を受け入れている排水^{ポンプ}機場に実験プラントを設置して、その実証とスタッフの訓練を兼ねた実験を行うことにした。

③の水質モニタリングに関しては、現在行っている有機物による運河及び排水機場流入水の汚濁監視をひき続き行うことにするが、これまで採水頻度が一定していなかったものを定期的に行うことにした。

また、1年間の1採水地点当りの採水頻度が少なく、評価するのが困難と考えられたので、監視対象運河を絞り、採水頻度をあげることにした。しかし、水質調査課の作業能力や、他の調査にも力を割かなければならないこと等を勘案し、26の運河及び排水機場を選び、1～2か月に1回の頻度で採水することにした。また、これまで水質の評価をせずにデータ収集に終っていたので、水質評価をすることにした。

④のオンノッチ廃棄物埋立地の浸出水は、雨期になると付近の運河に流出し、運河の水を汚染しているという。近くには養魚場もあり、浸出水が流入すれば、魚の斃死という被害を起しかねない。そこで、浸出水の生物処理の可能性を調査すると共に、凝集沈殿による物理化学処理の可能性についても調査することにした。

⑤の中央病院の排水処理施設は、下水処理部が処理をまかされている首都庁経営の病院の排水処理施設であるが、施設はうまく機能していない。従って、その実態調査と改善のためのアドバイスをを行うことにした。

3 業務の達成と具体的成果

3.1 水質分析全般に関する指導，アドバイス

(1) 水質分析項目の拡充

前章2節で示したように、これまで水質調査課では、主に首都圏の運河を対象とし、水温、pH、溶存酸素、BODを主体とし、他に、COD、浮遊物、塩素イオン、硫化水素、大腸菌群数の分析が行える程度であった。これらは主として有機物による水質汚濁を測定する指標であるが、さらに、富栄養化による水質汚濁の原因となる窒素やリン、有害物質である重金属類の分析が行えるようにするため、表3-1に示す分析項目の拡充をはかった。

表3-1 拡充した分析項目

区 分	分 析 項 目	分 析 方 法
栄養塩類	ケルダール窒素	蒸留滴定法
	アンモニア性窒素	〃
	亜硝酸性窒素	ナフチルエチレンジアミン法
	硝酸性窒素	ブルソン法
	全 リ ン	アスコルビン酸法
重金属類	銀	原子吸光光度法
	カドミウム	〃
	クロミウム	〃
	銅	〃
	鉄	〃
	亜鉛	〃
	マンガン	〃
	ニッケル	〃
	鉛	〃
	ヒ素	〃
	総水銀	(コールド・ペーパー法)

以上の分析項目のうち、ケルダール窒素及びアンモニア性窒素については、蒸留装置一式をJICA専門家の携行機材として持ち込み、重金属類については、原子吸光分光光度計及びその付属品（ヒ素分析用及び総水銀分析用）一式を現地より依頼して購送で取り寄せることができた。

(2) 分析マニュアルの作成

これまで水質調査課では、分析方法はアメリカのスタンダードメソッド（Standard Method for Examinations of Water and Wastewater）を全くそのまま踏襲していたが、水質調査課の職員のための分析の手引というものがなかった。従って、テクニシャンの職員は、分析方法、試薬の調製法を暗記して分析や試薬の調製にあっていた。不明の点がでて来るとスタンダードメソッドを開いたり、それを副主任に尋ねたりして分析業務を行っていた。分析項目が少ない間は、これでもさほどの支障はなかろうが、分析項目の増大等によって混乱が生じる恐れがある。そこで、分析項目の拡充を機に、分析方法及び試薬調製をフローで示すことを軸とするマニュアルを作成した。テクニシャン達のためには、これをタイ語に翻訳したものを作成させた。

日本の分析機器の導入に伴い、日本工業規格の工場排水試験方法や下水試験方法もマニュアルに取り入れることになったが、基本的には、アメリカのスタンダードメソッドの方法をベースとした。

また、これまで分析結果の記述に際して、単位のとりが統一されていなかったもので、検出限界を考慮して、統一した記述をするように指導した。

(3) 水質分析室の計画に対する技術的アドバイス

水質分析室では首都圏の水質環境の監視、建設が計画されている下水処理場の運転管理及び下水処理場から放流される水質監視を行うことになる。他にこれら測定記録の整理、保管、処理場の運転管理に関連する技術的調査等も行わなければならない。

水質分析室の規模は、主に上記の水質監視を行うのに必要な測定項目から決まってくるが、唯一の排水基準である工業省の通達の中の項

日は、ほぼ日本の排水基準のそれと大差ないことから、日本の水質試験室の規模を参考にすることができると考えられる。日本の最近の試験室10室余りの実績から、少なくとも200㎡を確保することが必要とアドバイスした。

水質分析室の設定条件として、以下の点をアドバイスした。

- ① 分析室は、試料の搬入等を考え1階とする。
- ② 分析室の床は汚染が激しいので、洗浄するために床排水が必要である。
- ③ 分析室の階下に電気室等を設けると漏電の原因となるから避けること。
- ④ 分析室の床下や天井裏には、換気ダクト、排水管、ガス管、水道管、電気配管が縦横に走るから十分なスペースを取る必要がある。
- ⑤ 空調については、ドラフト等による多くの排気口があるため、建物全体のバランスを考慮する。
- ⑥ 部屋の配置を考えるに当たっては、薬品や器具の倉庫、ガスボンベ室、恒温室、分析室排水処理施設等と分析室との連絡を考慮する。
- ⑦ 天秤や精密分析機器を設置する位置は、震動の少ない場所を選定する。

3.2 モディファイドエアレーションによる下水処理の調査と実験指導

JICAの作成した下水道基本計画で第1期実施予定地域、処理区2-a(パンラック、パトワーム地域)の下水処理法としては、モディファイドエアレーション法が採り上げられている。そこで、実際にこの地域の下水を受け入れているラマIV排水機場に実験プラントを設置して、その実証とスタッフの訓練を兼ねた実験を行うことにした。この地域では、し尿はセプティックタンク又はセスプールで簡単なオンサイト処理された後、合流式で集水されている。

ところが、基本計画では、分流式下水道が基本となっているため、さらに分流式で集水されている住宅公社のホイクロン団地の下水処理場に実験施設を上記実験の終了後に移設して、モディファイドエアレーショ

ン実験を実施することにした。ホイクワシ団地では、各戸にセブティックタンク等の前処理施設を持っていないため、両実験より、セブティックタンク+合流式の下水と分流式の下水による比較検討も同時に行った。

(1) 実験条件

実験施設は、ヘッドタンクとそれぞれ容積100ℓのエアレーションタンク及び最終沈殿池から成り、最初沈殿池は省略した。フローシートを図3-1に示した。

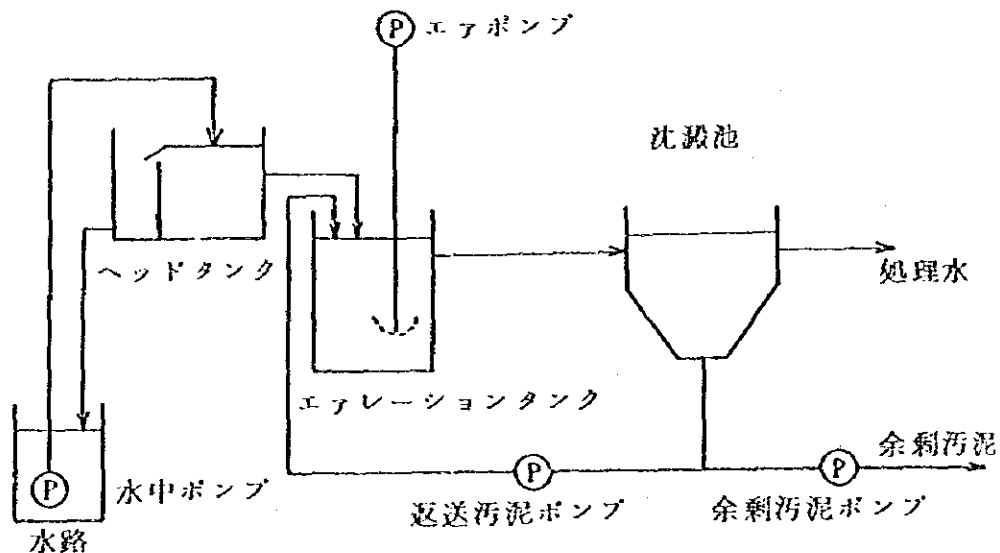


図3-1 実験装置のフローシート

原水は、ラマIV排水機場では流入水、ホイクワシ団地下水処理場では、同処理場の最初沈殿池流出水を水中ポンプでヘッドタンクへ導いた。

実験は、エアレーション時間の違いにより、ラマIV排水機場では0.5、1、2及び3時間の4実験区に分割し約半年間ホイクワシ団地では1、2及び3時間の3実験区に分割し約3か月間行われた。実験条件は表3-2に示した。

(2) 実験結果

両実験のエアレーションタンク流入水を比較すると、有機物の指標であるBOD、CODはホイクワシ団地の方が2~3倍高い値を示している。BOD/COD比も0.63で、ラマIV排水機場の0.38より大きく、ラマIV排水機場流入水の方が生物分解が進んでいると考えられる。

表 3-2 実験条件及び水質分析結果の概要

項目	処理区		2-a						ホイクワシ団地		
	実験区		1	2	3	4	1	2	3		
実験条件	流量	m ³ /日	0.89	1.1	2.2	4.4	1.2	2.3	0.81		
	エアレーション時間	hr	2.8	2.2	1.1	0.5	2.0	1.0	3.0		
	空気倍率 (G/L)		14.8	11.1	9.4	4.2	15.2	7.9	22.9		
	BOD・MLSS負荷	kg/kg・日	0.5	1.1	2.1	2.7	1.9	5.9	1.4		
	MLSS	mg/l	940	1,080	880	970	790	520	710		
	混合液のSVI	ml/g	230	60	128	165	286	520	340		
	混合液のDO	mg/l	3.5	3.5	3.9	2.6	1.8	0.9	2.2		
	混合液の水溫	°C	29.8	29.0	30.7	29.4	28.6	30.0	30.7		
	水質	BOD	流入水	mg/l	41	43	37	29	102	103	84
			処理水	mg/l	3.7	6.8	13	12	19	62	24
除去率			%	91	84	65	59	81	40	71	
SS		流入水	mg/l	27	31	31	45	68	45	45	
		処理水	mg/l	3.0	4.6	5.6	18	4.3	37	5.9	
		除去率	%	89	85	82	60	94	18	87	

ホイクワン団地のVSS/SS比及びBOD-D/BOD比は、0.81及び0.63で、ラマIV排水機場の0.55及び0.38より大きく、処理性は悪いと推察される。

活性汚泥のSVIは、BOD-VSS負荷 $1\text{kg}/\text{kg}\cdot\text{日}$ 以上では、いずれの場合も負荷の増大に伴い増加しているが、ホイクワン団地ではその値が常に200以上の高い値となり、固液分離の難しい軽い汚泥となっている(図3-2参照)。

BOD除去率とBOD-MLVSS負荷の関係は、両実験に差はなく、負荷が等しければBOD除去率に大差は認められない(図3-3)。換言すれば、同じエアレーション時間では、負荷が低いラマIV排水機場の場合の方が良い処理水質が得られることになる。

BODが一次反応で除かれるとして、BOD除去速度とBOD残留濃度からBOD除去速度係数を求めた結果、ラマIV排水機場では $0.048\text{日}^{-1}, \text{mg}^{-1}$ 、ホイクワン団地では $0.065\text{日}^{-1}, \text{mg}^{-1}$ を得た。これらの値は、日本の一般的な値より大きい。

ラマIV排水機場及びホイクワン団地における除去BODから固形物への転換係数は、それぞれ0.91及び0.76であった。両者の差は、ラマIV排水機場では最初沈殿池を実験フローから除いたため、流入固形物の一部が発生固形物量の中に含まれたためと推察される(図3-4)。

以上の実験調査の結果から、バンコクの各戸セプティックタンクを経由したパンラック、パトワーム地域の合流式都市下水の処理性は、分流式の下水と比較した場合、基質除去、固液分離等の点で優れていると考えられる。また熱帯気候下では、高水温のため、モディファイドエアレーションであっても、各戸セプティックタンクと組み合わせることにより、標準活性汚泥法と変わらぬ処理性を期待できる。

3.3 運河、ポンプ場における水質モニタリングに関する指導

前章で述べたように、26の運河又は排水機場を選び、1か所につき1~2か月に1度の頻度で採水するよう採水頻度をあげて、有機物汚濁

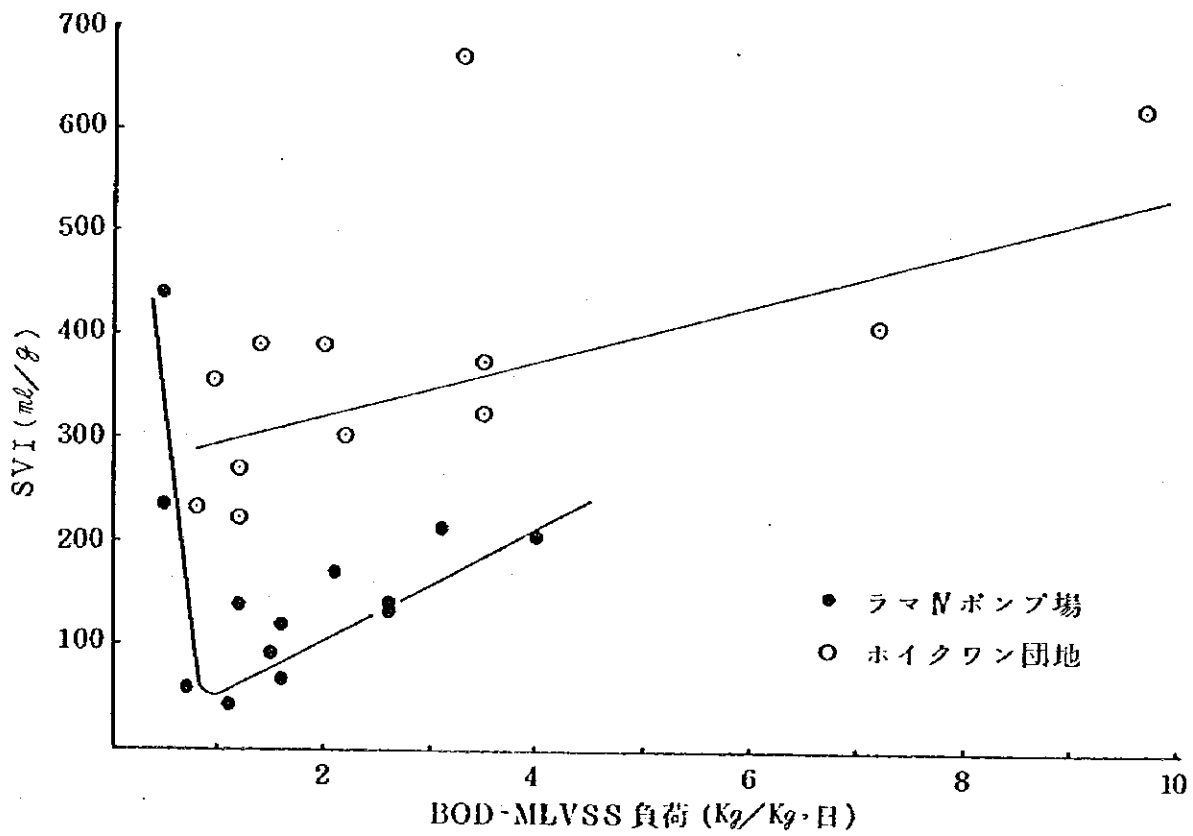


図3-2 ラマN排水機場及ホイクワン団地におけるエアレーションタンク混合液のSVIとBOD-MLVSS負荷との関係

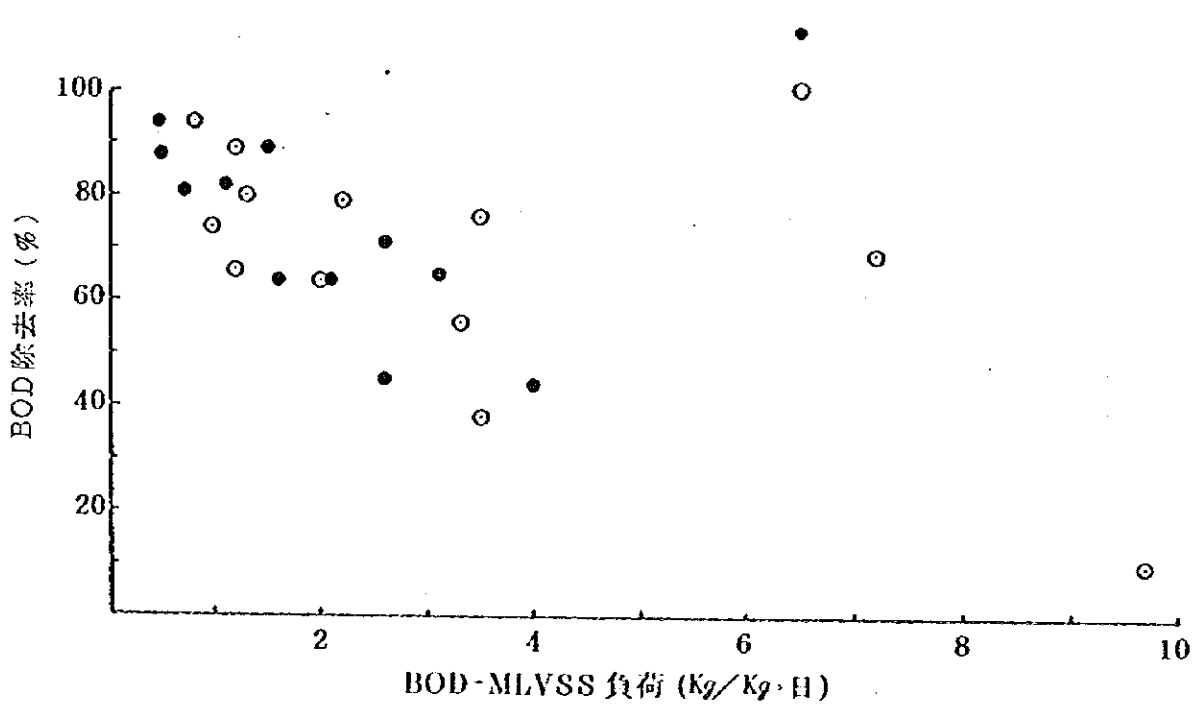


図3-3 BOD-MLVSS負荷とBOD除去率の関係

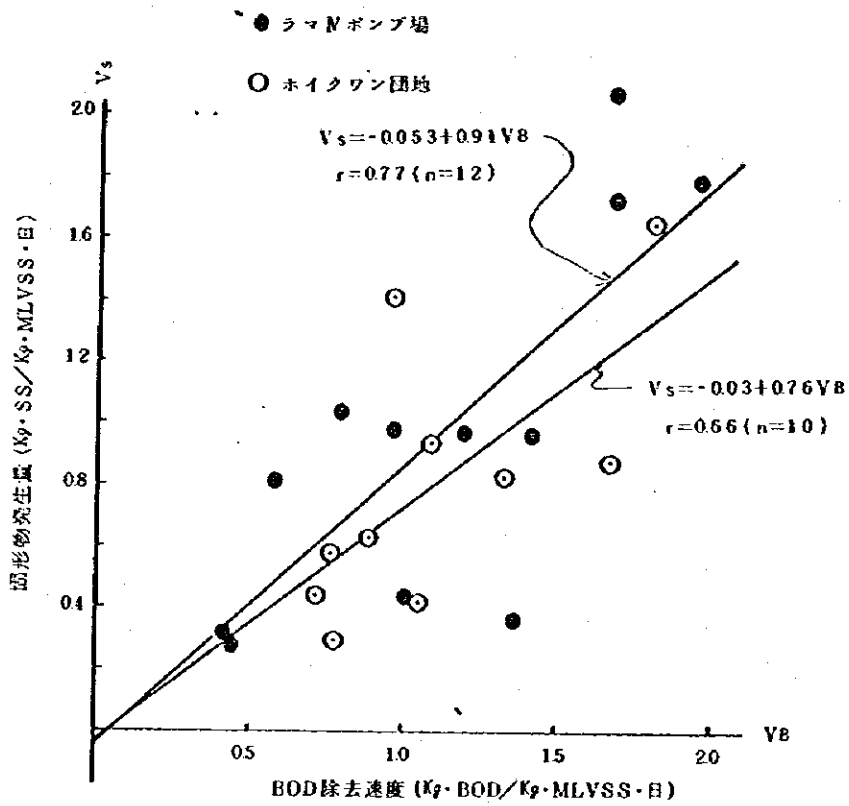


図3-4 BOD除去速度と固形物発生量の関係

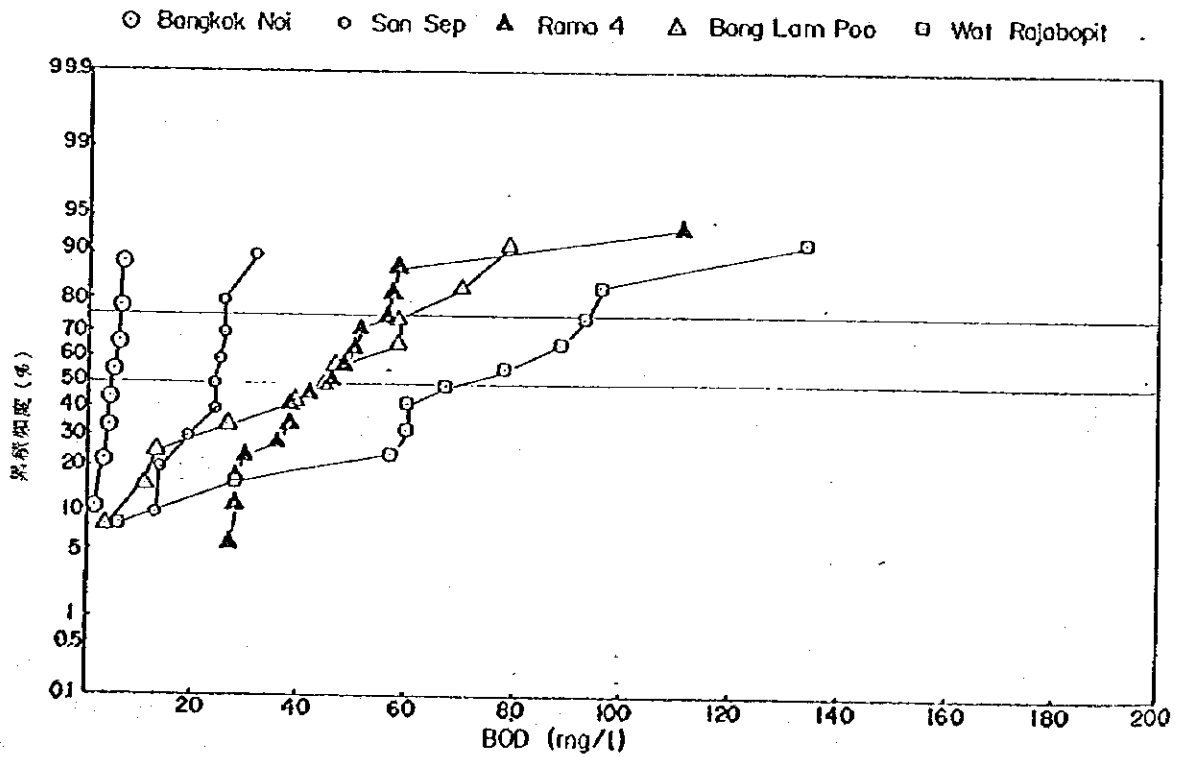


図3-5 運河のBODの累積頻度曲線

の指標を中心とする水質項目について分析し、運河の水質評価を行った。

水質評価の方法として、まず各運河の水質項目の累積頻度曲線を描き、そのパターンから運河の水質特性を捉むことにした(図3-5)。その結果、ほとんどの運河の水質分布が二項分布に従っていることが分った。また汚濁の進んでいない運河や内陸部の運河では、BOD等の水質汚濁指標が狭い範囲に分布していること、旧市街地の運河では、感潮河川チャオピア河の水の逆流による希釈の影響によって、水質分布の範囲が広がっている等の特徴を有することを示した。

潮汐の影響の強い運河では、潮位による水質補正をすることが必要と考えられるため、その補正方法を示した。

バンコク首都圏の水質分布を上記の累積頻度75%値(DOの場合は25%値)で示し、旧市街地域、チャオピア河右岸南部域等で水質汚濁が進んでいることを示した(図1-2)。

運河水質の経月変化から、旧市街地運河では、乾期に低く、雨期に高くなる傾向が認められた(図3-6)。これは、排水管等に蓄積していた汚濁物質が雨水と共に流出するためと推定される(図3-7)。

運河の採水は、通常、表流水を汲んでいるが、運河の水質を代表しているかどうかをチェックする必要がある。そこで、表流水と水面下60%の水位の水を採水して分析し、統計学的に有意差がないことを検定するため、t検定を試みた。この結果、99%の信頼水準で等しいことが分った。

3.4 オンノッチ廃棄物埋立地における浸出水対策と処理

バンコクの東部郊外オンノッチには、ノンケムのごみ最終処分場と並ぶごみの最終処分場があり、能力40 t/hrの2つのコンポスト化工場から出るコンポストの他、生ごみが工場の周りに野積みされている。雨期には、このごみの山からの浸出水が流出し、水質汚濁をひき起している。

清掃局(DOS)では、浸出水処理のためにエアレーション沈殿池(800 m²)2基を建設したところであるが、色やCODの処理性が悪いため、

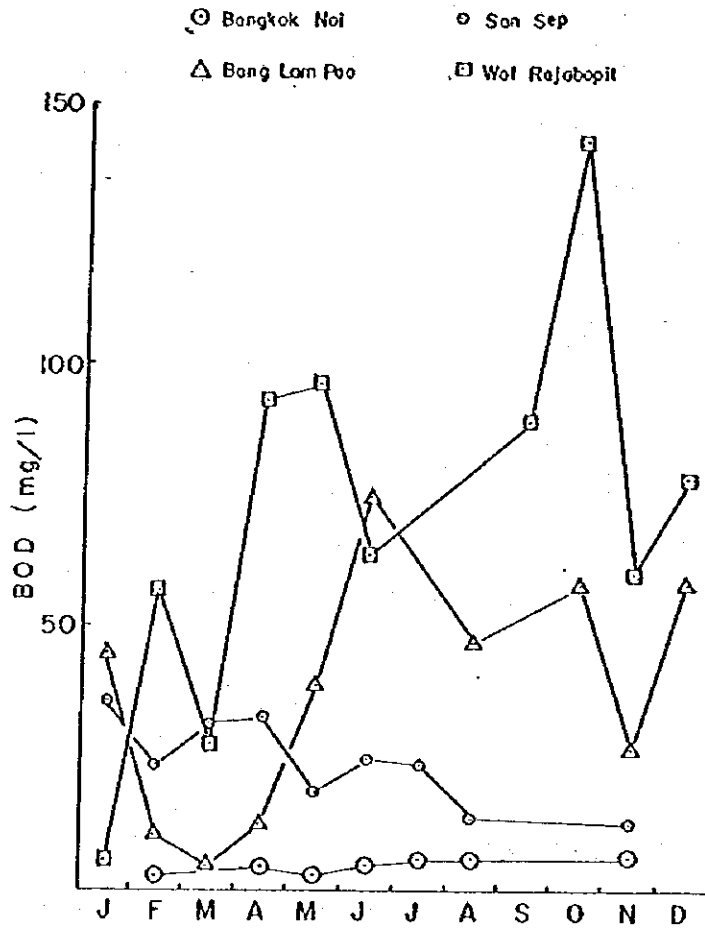


図 3-6 代表的運河 BOD 値の経月変化

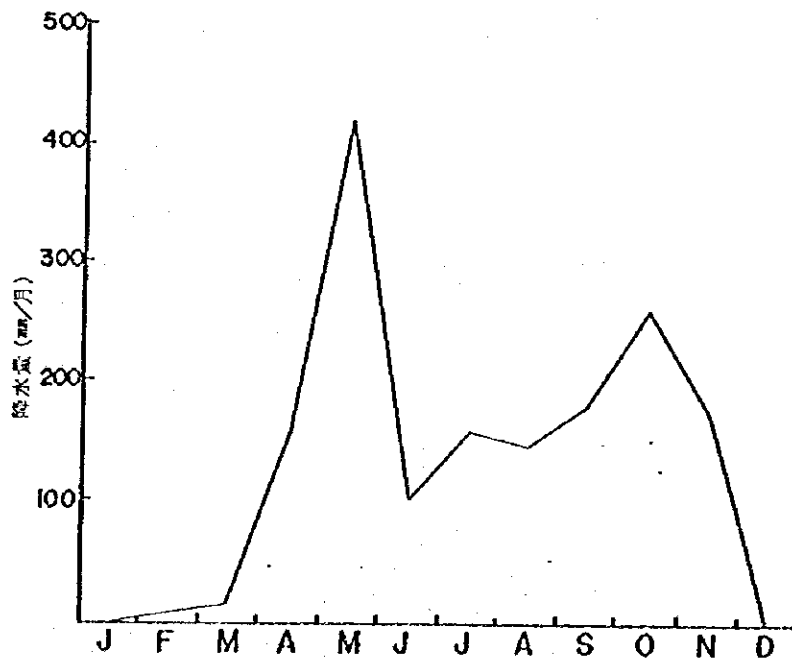


図 3-7 降水量の経月変化

1～2か月運転されただけで放置されたままになっていた。

そこで、浸出水の処理性を調べるため、活性汚泥による生物処理及び硫酸バンド凝集沈殿による物理化学処理により室内実験を試みた。活性汚泥によるバッチテストの結果、色はほとんど除去されず、有機物指標であるCODも約30%しか除去されないことが分った。

硫酸バンドによる凝集沈殿では、ジャーテストの結果、pH 5～6に最適条件を見いだした。しかしpH 8～9の浸出水をpH 6付近まで近付けるには、元来酸性の硫酸バンドのみの添加で行うことができ、硫酸等の酸を用いるのと薬品代に差はないことから硫酸バンドのみによるジャーテストを行った。この結果、5 ml/ℓの液体硫酸バンド（ Al_2O_3 として65%）の添加でpHは6～6.5となり、色度除去率84%、COD除去率40%、固形物発生量2 g/ℓを得た。

雨期の処理水量は、雨量140 mm/月として、浸出水の集水面積15 haから700 m³/日と試算される。

以上の結果から以下の基本設計条件を示した。

流 量	700 m ³ /日	
水 質	流 入 水	処 理 水
	COD 2,000 mg/ℓ	1,200 mg/ℓ
	色 度 5,000 mg/ℓ	800 mg/ℓ
	pH 8.2	6～7
液体硫酸バンド（ Al_2O_3 として6.5 w/w%）		5 ml/ℓ
凝集剤混和槽	容 積	1.5 m ³
	滞留時間	1 min
	攪 拌 機	3 KW
凝集タンク	容 積	2.9 m ³
	滞留時間	20 min
沈殿池（既設エアレーション沈殿池を改造）		
	容 積	800 m ³
	滞留時間	9.1 hr

汚泥発生量	容量 (SV=25%より)	175 m ³ /日
	固形物量	1,400kg/日
ドライイングベッド		
	深 さ	0.5 m
	面 積	1,400 m ²
		$\{(175 \text{ m}^3 \times 4 \text{ 日}) \div 0.5 \text{ m}^2\}$
凝集剤貯槽	容 積	25 m ³
		$\{5 \text{ l/m}^3 \times 700 \text{ m}^3/\text{日} \times 7 \text{ 日}\}$

3.5 中央病院の下水処理施設の改善指導

中央病院は、バンコク首都庁医務局が経営するベッド数278の総合病院で、1980年現在で医師、看護婦、職員合わせて354人が働いている。1980年の入院及び外来患者数はそれぞれ9,019人及び142,192人である。日平均水道使用量は267 m³/日で、病院の雑排水と雨水が排水処理施設に流入している。

排水処理施設の仕様を表2-8に、フローを図2-10に示した。

表2-8 排水処理施設の仕様

項 目	仕 様
処 理 能 力	300 m ³ /日
スクリーン	—
揚水ポンプピット	11 m ³
エアレーションタンク	方式：長時間エアレーション 容 積 300 m ³ 滞留時間 2.4 hr
最終沈殿池	エアレーター；ディフューザー 方式：平行流式(5m×4.5m) 容 積 3.9 m ³ 滞留時間 3.1 hr
塩素混合池	汚泥収集：ホッパー方式 水面積(5m×4.5m) 22.5 m ² 堰 長 5 m 容 積 9.2 m ³ 滞留時間 0.7 hr

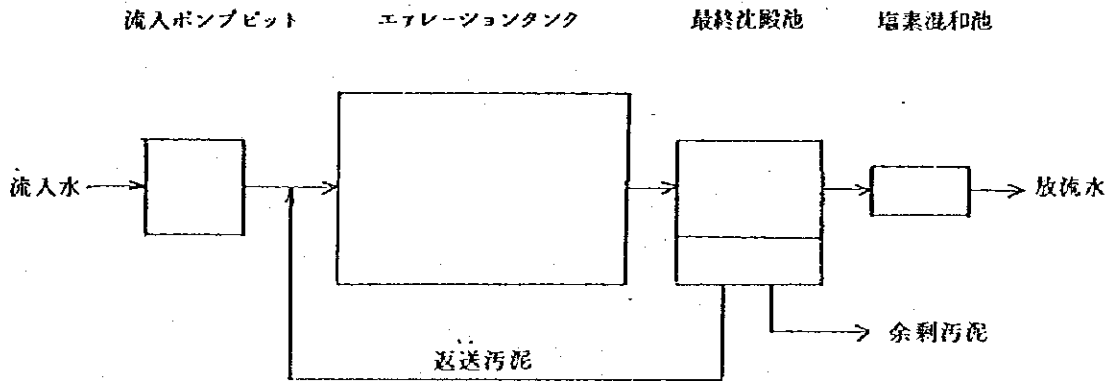


図 2 - 1 0 排水処理施設フロー図

表 2 - 9 水質分析結果 (平均値)

項 目	流入水	処理水	エアレーション タンク
BOD mg/l	131	28	—
SS mg/l	59	34	62

表 2 - 9 に水質分析結果の一部を示したが、SSの流出が多く、MLSS濃度が極端に低いことから、沈殿池の固液分離が能率的に行われていないことを示している。そこで、カウンターパートに対するデモンストレーションも兼ねた沈殿池の機能調査を行うことにした。機能調査は、沈殿池の流入部にトレーサー（塩化ナトリウム）及び観察のために色素を投入し、流れの観察と塩素イオンの経時的分析を行った。この結果、沈殿池表面に短絡流があり、理論滞留時間の約 $1/7$ の時間でトレーサーのピークが出現し、沈殿池を改良する必要があることが判明した。

施設の流入水は、水中ポンプにより断続的にエアレーションタンクへ揚水されており、ポンプ運転時の水面積負荷及び堰負荷は、それぞれ $61 m^3/m^2 \cdot 日$ 及び $274 m^3/m \cdot 日$ に達していた。そこで以下の改善案を

示した。

- ① 沈殿池表面の短絡流を防ぐため、センターフィード方式とし、池回りに堰を設けて堰負荷を約 $1/3$ とする。
- ② 揚水ポンプの能力を下げ、ポンプ運転時の水面積負荷，堰負荷を小さくする。

この結果、堰の増設を除く改良が行われた。この結果、固液分離は改善され、沈殿池で汚泥が発生するようになった。しかし、沈殿した汚泥が堆積し、池外へうまく排出されないという新事態が発生した。これを改善するには、汚泥掻寄せ機の新設を伴う、池の大改造以外に道はないと考えられる。

4 技術移転の実際例

4.1 運河の水質モニタリングと水質分析業務

水質調査課では運河の水質調査を主業務としていたので、そのデータを調べていると、ルーチンワークのこの業務に大きな穴、すなわち、2～3か月に及ぶデータの欠損箇所が2カ所みつかった。その原因を調べたところ、2つの事実が明らかとなった。1つは、課の副主任が長期の研修に出ており、分析業務の戦力を欠いたうえ、監督が十分に行われなかったからであった。水質調査課の長は分析を得意としないため、分析業務をすべて副主任に任せており、副主任が居ない間、スタッフが業務を怠ったものと考えられる。今1つは、分析試薬が無くなったからであった。年度末になると試薬を使いきってしまい、次年度予算が執行できるようになるまでの間、分析できなくなったということである。これは予算の不足もさることながら、分析業務を1年間のうちに配分するという計画がなかったこともその原因と考えられる。

こうして、分析業務がときには数か月集中的に行われる時もあるれば、また、2～3か月もの間行われない時もある実態が明らかとなった。これに対しては、前章で述べたサンプリング頻度による採水計画を作って対処した。

水質分析作業そのものに関しては、メソッドに忠実に従い確実にこなすことができるが、人によっては、誤解して思い込み、それをこちらが指摘して直させようとしても、これを受け入れない人物もおり、タイ人も様々という感じがした。たとえば、CODの分析においては、BOD等と同様に、サンプル中の有機物濃度に応じて、サンプルの量を変え、酸素消費量が適正範囲に入るようにしなければならないが、サニタリアンの1人は、常に一定量しかサンプリングせず、決してサンプル量を変えようとしなかった。しかし、概してタイ人は、与えられた職務には忠実で、これを無難に実行する能力は持っているようである。ところが、これらの業務や、その結果を結合し、結果を導き出したりする総合力には欠けているようである。例えば、運河の水質分析結果を解析するという点に関して、こちらが結果を出すのを待っているだけで、その過程で

こちらが求めた計算等には応じて、そのプロセスはなかなか会得できないようであった。そのことは、こちらが1年間の解析結果を示した後になっても、次年度の分もやはりこちらが言ってくれるものという受身の姿勢は変わらなかったことから推測される。

そこで指導方法として取り入れるべきことは、ともすれば、断片的な事項を便利屋的にさせてしまいがちなカウンターパートに対し、専門家がすると考えられているテーマをカウンターパートに一任してしまい、サポートのみを行うのも1つの方法ではないかと考えられる。これには双方の忍耐力が必要であろうが、相手が理解し、納得してくれば実行できると考えられる。

筆者はカウンターパートの国内研修も担当したことがあるが、知識を与える講義よりも、課題を与えてそれを解かせる演習の方が良かったということも聞いており、先のやり方もその1つと考えられ、効果的な技術移転方法ではないかと考える。

タイでは、何事を行うにも予算不足の問題を解決せずには通ることができない。

公害防止に係わる分析室が重金属等の有害物質を排出すべきではないとの考えから、重金属を含む排水を貯留し、除害してから流すように指導したことがあった。しかし、これも、試薬を購入する予算の不足から中止せざるを得なかった。重金属類を排水から除くには、pH調整に大量の水酸化ナトリウムを消費するため、分析業務に必要な試薬購入に支障をきたす事態が考えられたからである。こうして、行うべきであると考えられることも、予算を勘案すると、実行できないことがでてくるものである。

4.2 モディファイドエアレーションによる下水処理の調査と実験指導

本調査の目的は前章で述べたように、下水道基本計画で最初に実施が予定されているラマIV排水機場の排水区域の水を対象として、モディファイドエアレーションによる処理の実証実験を行うと共に、スタッフの訓練を行うものである。ラマIV排水機場^{オンブ}での調査終了後は、この水と

は異なった集水システムで集められた水を対象とするモディファイドエアレーション実験をホイクワン団地処理場にて行った。これら一連の実験調査を通じて経験したことを述べてみたい。

(1) 計 画

調査はまずラマIV排水機場へ流入する水の水質調査から始めた。水質データは、水質調査課が行っているモニタリングの中に入っており簡単に入手できたが、流入水質が下水としては低目で、BODが50mg/l程度であった。下水が配管内で沈降したりして低くなっていることも考えられたため、同じ排水域の他の地点に実験調査に手頃な地点はないか捜してみたが、電力、水等のユーティリティの点で、排水機場に優る地点は見出せなかった。排水機場では、ポンプピット及びその導水渠の部分がオープンになっており、またその上部は建屋であるため、その近くに設備を設置すれば、雨、太陽を遮蔽できる。ただし、スペースが限定されるため、あまり大きな物は設置できないことがわかった。

装置の設計に当っては、流入水の濃度が通常の下水に比較してかなり低いと見做し、最初沈殿池は、省略することにした。エアレーションタンク、及び最終沈殿池の容量は、モディファイドエアレーションということで、沈殿時間、エアレーション時間が同等となるから、それぞれ同容積の100ℓとした。揚水ポンプの選定に当っては、乾期にはポンプピットの水位が低下するため、8mの揚程は必要で、また、詰りを防ぐには、ある程度の径は必要のため、φ50の水中ポンプを選定した。揚水した水を分配するために100ℓのヘッドタンクを設けるものとし、汚泥の返送にはダイヤフラムポンプを使用するものとした。流入水の流量の設定は、ホースによる配管を行い、ヘッド差を調整すること及びバルブによる調整の2段の調整によることにした。

これら装置の製作及び購入に当っては、カウンターパートが協力してくれたが、そのデザインや選定には特に何も言わず、すべてこちらの案に従ってくれた。

発注してからこれらが入手できるまでの間は、ラマIV排水機場流入

水、人工下水、廃棄物埋立地浸出水を使い、バッチテストによる処理性の比較調査を行った。この結果、ラマIV排水機場流入水の方が人工下水、廃棄物埋立地浸出水より処理性が良いことが分った。

(2) プラント運転—問題点とその解決

モディファイドエアレーション実験を開始するに先立って、エアレーションプロセスを経ない簡易処理(=沈殿)実験を実施した。流入水は、沈殿池流入部に小さなヘッドタンクを付設して沈殿池へ導いたが、流入水量の調節は容易でないことが、この実験の段階で明らかとなった。ポンプピットの水位の変化によって揚水量が変わると、ヘッドタンクの水位もわずかに変わり、このためヘッドタンクからの送水量も変化するためである。

簡易処理実験の結果、2時間の沈殿処理によってBOD、SSが約30%除かれることが判明した。

モディファイドエアレーションの実験を始めると、簡易処理実験とは異なり、生物処理実験の特性として、定常状態を保つために、特に安定した装置の運転が必要とされる。運転開始当初より、問題が次々に明らかとなった。先にあげた流入水量の変動の他、流入水の配管での詰り、返送汚泥ポンプのバルブ部分での詰り、などである。これらトラブルの発生のため、1か月を経過しても定常状態に持って行くことができなかつた。この頃になると、当初は装置の運転状況をチェックするのに同行したカウンターパートのある者は来なくなってしまった。

ここで、プラント運転の運営方法について触れてみよう。ラマIV排水機場はバンコク市街域の東南部にあつて、排水下水道局のオフィスから車で約30分の所にあるが、車の渋滞がひどいときには1時間程度かかる。維持管理するには、毎日車で(勿論クーラーなど入っていない)通わなければならない。従つてかなりの労力を要するのだ。オフィスは土日は休日だが、運転が安定しないので誰かが出かけなければならない。これにはテクニジャンの1人が当つてくれた。勿論、時間外給を支給したが、彼が都合が悪く、他に代理のないときは、こちらが出かけなければならないときもあつた。

運転がなかなか軌道に乗らないのを見るにつけ、カウンターパートの中には、問題解決の努力よりも、設計のまずさ等、こちらの専門が化学であることにもよろうが、批判的なことをいう者もあった。こういうことを聞いた以上は、必ずこの調査だけは、何があっても遂行してやろうと心に決めたものである。

まず、流入水量が安定しない点に関しては、ヘッドタンクを改造し、流入方法をVノッチによることにし、ノッチの上下により流量を調整できるように改めた。返送汚泥の詰りに関しては、汚泥をエアリフトポンプで送るよう改めた。エアリフトポンプは鑑賞魚屋にて簡単に入手できた。しかし、これら改造によっても流入水のVノッチでの詰り、返送汚泥の沈殿池底部での詰りを防止できなかった。Vノッチの詰りは、ゴミがノッチを塞ぐことにより起ったが、DOメータのエア洗浄装置からヒントを得て、空気でバブリングしてゴミを除くように空気配管をノッチの下に取付け、ゴミの防除をはかったところうまくゴミが除かれ、以後、ノッチの詰りはなくなった。しかし、ポンプピット水位の変動によるヘッドタンク水位の変動は、ノッチになってもやはり流入水量を変化させた。そこで、ヘッドタンクの中に水槽を入れて流入水をここへ導き、槽に入って来る水の大部分をヘッドタンクの排水ピットに入るようにし、一部をヘッドタンクに入るように改めた。これによって、水位は安定し、流量も安定した。沈殿池底部の汚泥の詰りに関しては、下水処理部のカウンターパートと彼の部下が協力してくれた。詰りは沈殿した汚泥が滞留し、返送汚泥の配管部から流れないためと考えられた。彼は池底に掻き寄せレーキを取付けてモータで動かせばよいと提案した。それができればよいことぐらいは当方も分っていたが、そのような細工ができるのかと聞くと、彼の部下にできるのがあるといって紹介してくれた。やり方は、軸の一方にパドルを取付け、反対側を取付けたプラスチック製のプーリーを中古自動車のワイパーのモータで回そうというものである。彼らによれば、新品のモータを買うより安くて丈夫だという。これらの材料の買い付けには、たとえばワイパーのモータの場合、旧市街地にあるスクラップ

の売店まで、彼らとともに足を運んだ。2週間足らずで細工を終え、これを取り付けてからは、返送汚泥の詰りもほとんどなくなった。

以上、プラントの運転には様々の障害が立ちはだかったが、これは一つ一つ解決して行くことで乗り越えることができた。これらの中には、汚泥掻き寄せ機の例のように、こちらが彼らの持っている技術を利用してもらったものもあった。しかし、プラントの運転を定常状態まで持って行って、実験データを収集し、その結果をまとめるといった総合的な技術に関しては、彼らにはなかなか難しいことのように思われる。また、実験開始当初は、何か問題が発生しても、どう処置すべきか分らなかった彼らも、様々の問題を彼らと共に解決して行く中で、いかに処置すべきかを学び、実験後期には、いちいちこちらが出掛けなくとも、きちんと処置できるようになっていってくれた。

(3) 実験の運用

ラマIV排水機場へは、水質調査課のスタッフ達と出かけることが多かった。朝9時過ぎに出発することが多かったが、プラントにトラブルがあると昼近くまでかかることがあったし、また、出発が遅れた場合も昼近くまでかかった。そんな場合は、帰路、手頃なタイヤストラップに立寄り、彼らと共にタイ料理をつつくのが楽しみであったし、彼らと親交を温めるのにも非常に良い機会であった。

実験を実施するに当っては、実験施設を設置したラマIV排水機場のスタッフの協力も仰がなければならなかった。特にポンプ場の水路が切替えられる時には、揚水のための水中ポンプを移す必要があった。ポンプ場長に事情を説明し、水路切替えに合わせて水中ポンプを移動させてくれるようたのんだ。しかし、最初の数回は、ポンプ場スタッフが行ってくれたが、続かなかった。ここでもスタッフとの親交を温める必要性を痛感し、ピンポンをして遊んだり、果実を持参して、一緒に食べたりして彼らと接触を持つようにした。以後、彼らがポンプ移動作業を行ってくれたことは言うまでもない。

ラマIV排水機場での実験に引き続いて、ホイクワン団地の下水処理場で同じ実験施設を用い、実験を行うことにした。ホイクワン団地は、

住宅公社 (NHA) が建設した団地で、団地下水処理場も NHA が運営している。NHA には、各団地にある下水処理場を運営する課があり、その課長に事情を説明したところ、装置もそんなに大きな物ではない。え電力等のコストもわずかで済むので問題はないが、彼の上司の了解が必要とのことであつた。そこで、団地管理の部長を訪ね、ラマ IV 排水機場での実験結果とホイクワン団地下水処理場での実験計画について説明したところ、快く承諾してくれた。彼は衛生工学のエンジニアでもあり、これに関連する会社も持っているとのことで、実験には興味を持ってくれた。また実験開始に当って特に公式文書は要らないとも言ってくれた。実験はスムーズに始められるかに見えた。ところが、障害は DDS の方にあつた。ホイクワンでの実験の説明を技術部長に説明したところ、NHA は別組織だから、公式文書で了解を取る必要があると言い出したのだ。タイの官庁組織は歴史が長く、事はすべて文書で動く仕組みになっており、1 件の書類が何人もの手に渡り、サインされるので非常に時間がかかる。今回の一件も、バンコク首都庁の知事が、住宅公社の長と契約を結ぶ形となつてしまった。条件は、NHA が場所とユーティリティを提供し、BMA が実験結果を提出するというものである。カウンターパートに何度も催促してもらつたが、契約完了までに 2 か月以上を要してしまつた。

4.3 セミナーの開催

赴任後 1 年以上経ち、職務の成果もまとまり始めた頃、カウンターパートの長から、現在までに得られた知見について発表してもらふと同時に、DDS の職員との議論の場を持つために、セミナーを開きたいとの申し出があつたのでこれに賛同した。当初は、DDS の中で、専門家だけのセミナーを開く予定であつたが、環境庁等の他組織からも参加者を募ろうということになり、場所も DDS ではもう一つだからということで、カウンターパートがチュラロンコン大学と掛け合つて、チュラロンコン大学で開催することになった。セミナーの規模も当初の予定を上回り、発表者として、環境庁だけでなく、アジア工科大学からも 2 名のプロフ

ェッサーを招いて行うことになった。セミナーの主催も DDS にチュラロンコン大学の衛生及び環境工学科，JICA が協催する形式とし、当日参加者に出す昼食等の諸経費は、専門家の現地業務費より充当した。セミナーの推進はカウンターパートの長が精力的にこれに当たってくれた。セミナーは「バンコク首都圏の水質公害」という演題のもとに行った。各発表内容については別表に示す通りである。参加者の所属機関は、チュラロンコン大学衛生工学科，環境研究所，カセサート大学，マヒドン大学，アジア工科大学，環境庁，厚生省，内務省，バンコク首都庁の関係各局、JICA と広範な機関に及び、バンコクの水質公害を防止するために、下水道システムの導入をはじめとする防止対策を施さなければならないという関係者の意識，氣勢を盛り上げるうえで貢献したものと考える。

別表：「バンコック首都圏の水質公害」セミナー概要

Schedule of the Seminar

Friday 18, March

Session, topics and leading participants

A. Opening address

9:00 - 9:05 -- Mr. Prasert Samalapa, Director-general
Dept. of Drainage and Sewerage, BMA

B. Background/Scope of Seminar

9:05 - 9:10 -- Mr. Somchit Katiyawara, Director of
Technical Division, Dept. of Drainage
and Sewerage, BMA

C. Definition of problems due to recent water pollution

"Pollution in the Chao Phya River and Klongs"

9:10 - 9:30 -- Mr. Jun Sumiyama, JICA Expert
-- Ms. Monthip Tabucanon, Environmental
Quality Standard Division, NEB
9:30 - 9:50 Discussions: free coffee and refresh-
ment

D. Technical measures and alternatives (1)

"National Policy on Water Pollution
Control"

-- Dr. Saksit Trideji, Division of
Environmental Quality Standard Divi-
sion, NEB

"Introduction of Municipal Sewerage
Project"

10:00 - 11:00 -- Dr. Herman Orth, Environmental Division,
AIT "The Planning of BMA Sewerage
Project"

-- Dr. Surin Setthamanit, IER Chulalong-
korn Univ.

- "Night Soil Collection/Disposal Systems
by BMA"
- Mr. Somchit Trivichien, DOS, BMA
- 11:00 - 12:00 Discussions: free coffee and refresh-
ment
- E. Lunch and Discussion Break
- 12:00 - 13:00 Lunch will be served at the table.
- F. Technical measures and alternative (2)
- "Pilot Plant Experiment of Municipal
Wastewater"
- Mr. Jun Sumiyama, JICA Expert
- 13:00 - 14:00 "Performance of Municipal Septic-tank
Systems and Development of the Systems
in Japan"
- Mr. Jun Matsushita, JICA Expert
- "Septic tank Systems: Technology and
Application"
- Dr. Chongrak Polprasert, Environmental
14:00 - 15:00 Division, AIT Discussion: free coffee and
and refreshment
- F. Conclusions
- 15:00 - 15:00 -- Dr. Kasemsun Suwanarat, Dept. of
Drainage and Sewerage, BMA
- H. Closing Address
- 15:10 - 15:20 -- Dean, Faculty of Engineering
Chulalongkorn University

JICA