

技術移転手法事例研究

地	ア	シ	ア	分	計	画	行	政
域	ク	イ		野	環	境	公	害
			0550			102030		

# 水質汚染管理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 —12—

昭和59年3月

国際協力事業団  
国際協力総合研修所

総 研
J R
84 — 13





技術移転手法事例研究

地域	ア	シ	ア	分野	計画行政
	タイ		0550	環境公害	102030

JICA LIBRARY



1017982[8]

# 水質汚染管理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 —12—

専門家氏名： 中室 克彦

担当分野： 水質汚染管理

派遣期間： 昭和57年1月12日～昭和58年1月11日

派遣国： タイ王国

派遣機関： 環境庁(ONEB)

本邦所属先： 国立衛生試験所環境衛生化学部

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、作成に当たっては、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 '84. 8. 29	122
登録No. 10648	61.8
	IIC

# 目 次

序 文 .....	1
1. 要請内容と協力の背景 .....	2
1.1 要請の背景 .....	2
(1) タイ国における水質環境行政の現状 .....	2
(2) タイ国の水質環境の現状 .....	3
① 排 水 .....	3
② 陸 水 .....	3
③ 河 口 .....	4
④ 海 域 .....	4
(3) タイ国環境庁 (Office of the National Environment Board : ONEB) の組織および職務内容 .....	4
① ONEB の職務内容 .....	5
(4) 専門家配属先の業務内容 .....	7
1.2 専門家派遣要請の内容 .....	7
2. 要請業務と実施業務の範囲・内容についての対比における 業務実施概要 .....	9
2.1 要請業務の範囲および内容 .....	9
(1) タイ国環境庁環境基準部研究実験室の業務内容 .....	9
(2) 専門家に対するカウンターパートの専門分野と専門家 との業務上のかかわり .....	12
(3) 試験室の規模および機器等設備 .....	13
2.2 実施業務の範囲と内容および目標設定 .....	15
(1) 水質分析方法および標準分析法設定のための技術指導 .....	15
(2) Chao Phraya River の水質評価に関する基礎的研究 .....	17
3. 業務の達成及び具体的成果 .....	19
3.1 水質分析方法及び標準分析法設定のための技術指導 .....	19
(1) 水質分析方法の分析化学的基礎的検討 .....	19
① 目 的 .....	19

② 検討内容 .....	19
③ 具体的成果 .....	20
(2) タイ国の水質標準分析方法(ONEB案)の勧告 .....	20
① 目的 .....	20
② 具体的成果 .....	20
3.2 Chao Phraya Riverの水質評価に関する基礎的研究 .....	21
(1) 1978年～1980年のChao Phraya River水質調査 結果の解析 .....	21
① 目的 .....	21
② 具体的成果 .....	22
(2) Chao Phraya River及びその流域クローン(運河)の 水質評価に関する研究 .....	23
① 目的 .....	23
② 具体的成果 .....	23
3.3 タイ国における環境水質基準設定に関する基本的考え方の助言 .....	25
3.4 ONEB Laboratoryの今後必要と考えられる 水質関連研究テーマの助言 .....	25
3.5 ONEB Laboratory 拡張計画に関する助言 .....	25
4. 業務と技術移転の実際例 .....	27
4.1 執務状況あるいは環境 .....	27
4.2 水質分析法及び標準分析方法設定のための技術指導 .....	29
4.3 Chao Phraya Riverの水質評価に関する基礎的研究 .....	37

## 序 文

タイ国水質汚染管理の個別専門家として1982年1月から1年間、タイ国環境庁(Office of the National Environment Board)に派遣された。私の略歴は以下に示すごとくである。

1967年 3月	岐阜薬科大学卒業
67年12月	薬剤師免許取得
69年 3月	岐阜薬科大学修士課程(環境衛生学)終了
69年 4月	国立衛生試験所環境衛生化学部勤務
77年 3月	薬学博士取得
83年 5月	主任研究官、現在に至る

主たる専門職としては、国立衛生試験所に入所以来、薬学の衛生化学あるいは環境毒性学を基礎として水道水の水質標準分析法および水質基準策定のための基礎研究を行なっている。

派遣に当たっては水質汚染管理ということで、あらかじめ我が国の公共用水域に関する水質データ、標準分析法、水質基準、環境法令等の資料の収集を行った。また、派遣前研修において専門家として必要な知識あるいは語学研修を受け、必要な準備を行なった。

## 1. 要請の内容と協力の背景

### 1.1 要請の背景

タイ国環境庁 (Office of the National Environment Board: ONEB) は環境汚染の防止および重要な環境資源を効果的に保全することおよびこれらを司る組織体を設立することの強い国家的要請にこたえ、1974年に公布された「環境汚染防止法 (Improvement and Conservation of National Environmental Quality Act)」に基づいて、1975年に設立された。タイ国における環境行政はまさに緒についたところであるといえる。

タイ国環境庁の主要な業務は関連省庁と連携をとりつつ、環境汚染防止ならびに保全に関する政策の計画、立案、実施および公定分析法や環境基準を勧告することなどである。しかし、これら環境行政においてはまだまだ整備が必要とされる。

環境汚染の防止および保全という国家目的にそって、タイ国環境庁は現在水質分析の技術向上およびその強化に力を入れている。そのため、専門家要請の背景としては、タイ国における環境問題に対応した水質分析方法の技術指導、タイ国の公定水質分析方法の設定に対する助言、水質研究の計画立案、実施および分析結果の解析に対する助言およびその他水質に関連した問題に対する助言を強く要望している。とくに、水質分析方法の技術指導および公定水質分析方法設定に対する助言を緊急としている。

このような派遣要請が生まれたタイ国の水質環境行政の現状について以下に示す。

#### (1) タイ国における水質環境行政の現状

タイ国では水質の維持管理に関する法律、法令、規則、省令などをすでに多く公布している。しかし、これらは各省庁が目的を異にしてばらばらに設定したものである。

例えば、Ministry of Agriculture and Cooperatives (農林省) は灌漑、野生動物や漁業に対する水質に関して多くの規則を作成している。また、Ministry of Industry (産業省) は工場排水の水質基準に関して責任を負わなければならない。輸送を目的とした水路や海域の使用に関する法律はMinistry of Transportation (運輸省) によって策定されている。また、農村地区の水質に関する規則の大部分はMinistry

of Public Health と Local Governmental Agency により作成されている。

このように水質行政における法的責任が種々の省庁に属しているため、これらの実行や施行が限定されてなされているのが現状である。

タイ国の第4次5カ年計画(1976~1980年)においては、少なくとも12の省庁が何らかの形で水質汚染制御や監視を行なっている。

タイ国政府は環境汚染物質の管理あるいは環境汚染に対する世論の高まりに対して、このような政策を行なう組織体の必要性を考えた。このため、各省庁の責任、任務の調整や均衡を維持する施策を実施することやそのために必要な情報の確認、施策施行を公式化するための適切な計画を立案するなど自然環境の保護、保全を行なうとともに環境状態の分析等に対して責任をもつ組織体としてOffice of the National Environment Board : ONEB)を設立した。

## (2) タイ国の水質環境の現状

### ① 排水

a. 工場排水：多くの種々のタイプの工場がタイ国全土に分散している。しかしながら、これら工場の大部分がバンコク市周辺とタイ中央部に集中している。

b. 家庭排水：家庭排水はタイ国における水質汚染管理を考える時、特に問題となる。例えば、バンコク地区の汚水負荷に関して、チャオプラヤ河(Chao Phraya River (メナム河))へ流入する排水のうち家庭排水が約60~70%の負荷を占めている。そのため、家庭排水は水質汚染の制御および管理を考える場合、重要な要因となる。

### ② 陸水

陸水の水質汚染の監視と管理の大部分は河川、湖沼および大規模貯水池に集中している。タイ国においては、河川水の大部分が家庭や工場で使用される水道の原水として用いられる。そして、同時にまた、家庭あるいは工場排水等の流入河川ともなっている。そのため、汚染河川が多く、水質管理のための水質測定がChao Phraya River、Mae Klong River、Tha Chin River、Bang Prakong River のような

四大河川においては必要である。

### ③ 河 口

タイ国には水質汚染管理の点で重要であり、しかも生産性の高い河口域がある。これらのうち、最も重要なものとしては Chao Phraya River、Tha Chin River、Mae Klong River と Bang Prakong River の河口がある。これら河口は全て異なった場所からタイ湾に流入している。

これら河川は家庭および工場排水に対する流入河川であるため、水質汚染に関する問題は河口でも発生し、漁業や農業に影響を与える。その他重要な点としては、河口域の農業地区に損害を与える原因となる海水の侵入である。これら河川はいずれも感潮河川であるため、乾季においては海水が 100Km 遡上することもある。

### ④ 海 域

タイ国をとりまく海はタイ湾とアマダマン海である。タイ湾は南シナ海の狭くなった西部から北西部の間は約 750Km 以上の距離があり、タイマレー半島-インドネシアに及んでいる。湾の総面積は約 320,000Km<sup>2</sup> で水深の平均は約 45m、最大水深は 75m である。タイ湾の広い海岸地域には多くの都市があり、多くの工場が存在している。これらからの排水が直接湾に流入し、特に湾の上方部に集中している。主要な工業はタピオカ、砂糖、金属板や精油工業である。そのため、もし汚濁負荷が海域の自浄能力を越えたならば、海域環境の障害が生じることが懸念される。

### (3) タイ国環境庁 (Office of the National Environment Board: ONEB) の組織および職務内容

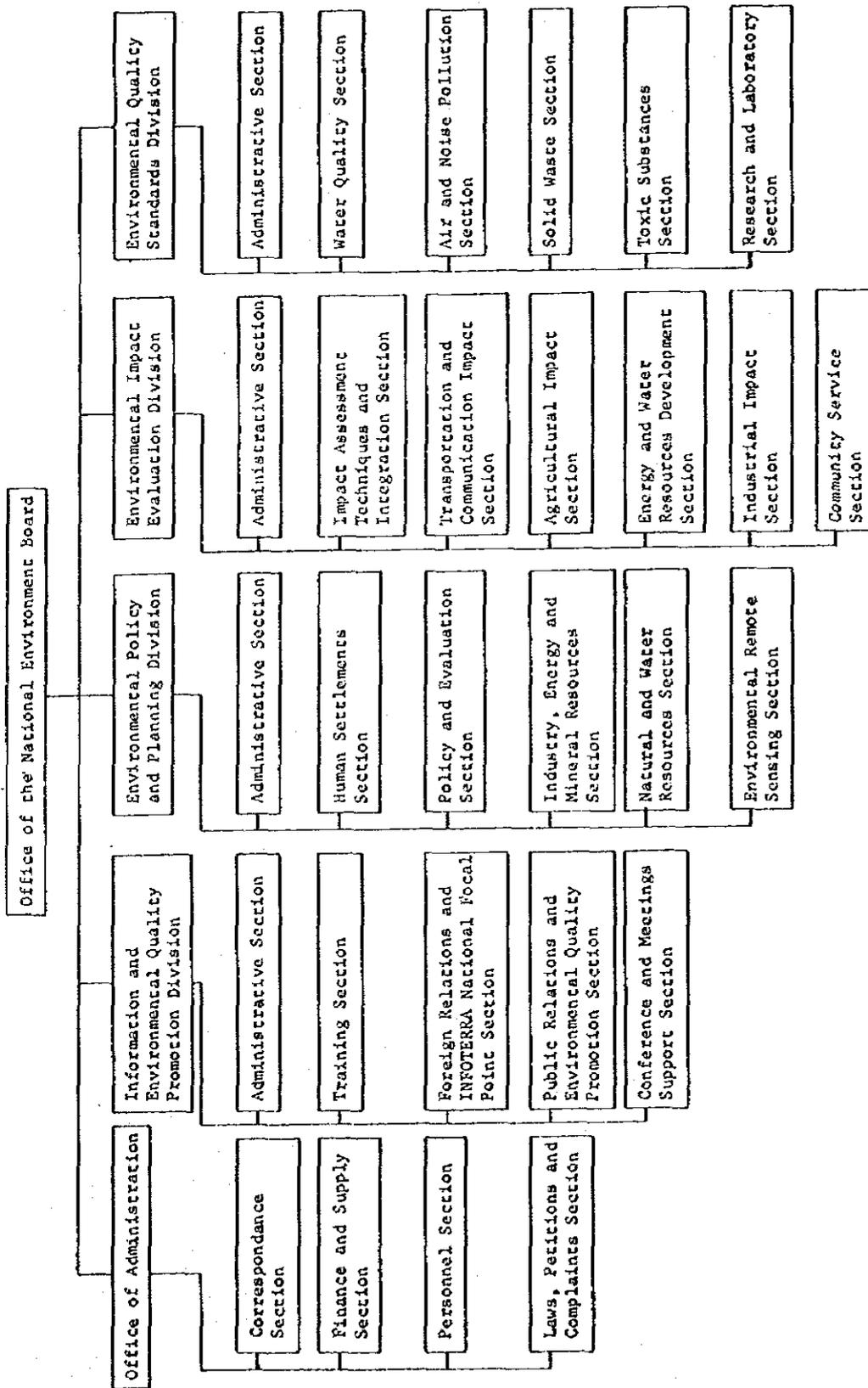
タイ国環境庁 (ONEB) は Ministry of Science、Technology and Energy (科学技術エネルギー省) に属する。その組織は総務部 (Office of Administration)、環境情報振興部 (Information and Environmental Quality Promotion Division)、環境政策計画部 (Environmental Impact Evaluation Division)、環境基準部 (Environmental Quality Standard Division) の 5 部に別れている。ONEB の組織図を Table 1 に示す。また、ONEB の職務内容の概要を以下に示す。

① ONEB の職務内容

1974年に公布された「環境汚染防止法」および1978年の法改正に基づき、ONEB は以下に示す職務を行なう。

- i) 各省庁の委員会に対し、環境汚染防止に関する政策ならびに意見を提出する。
- ii) 環境に関するテーマあるいはプロジェクトについての政策手段を考える。
- iii) 環境影響を助言するような政府機関、地方自治体、民間団体のプロジェクトに対して、関係諸機関に意見を提出あるいは提示する。
- iv) 各省庁の委員会に対して、環境汚染の防止ならびに保全に関する計画を立案し提出する。
- v) 法第20条に基づく勧告や17条に基づく告示で述べるべき事項に関して、首相にアドバイスする。
- vi) 政府関係機関における環境汚染の防止および保全に対する公定分析法を勧告するとともに、それらを公布する法的権限をもっている公的機関に環境基準を勧告する。
- vii) 関係省庁の委員会に対し、環境汚染防止ならびに保全に関する修正あるいは改正を勧告する。
- viii) 環境汚染に関する事項について、政府機関、地方自治体、私企業の組織体と協力体制をもつ。
- ix) 環境汚染に関する法律、規則等を守らない、あるいは重大な損害をおこすような違反をする政府機関や地方自治体に対し、その考え方や勧告を首相に提出する。
- x) 少なくとも年1回は首相の主催する委員会に環境汚染の状況に関する報告書を提出する。
- xi) 省の委員会や首相が要請する委員会において、環境汚染問題に関する資料を提出する。
- xii) NEB に対して法律に規定されている事項に関する業務を行なう。  
さらにNEBは1974年の法律および1978年の法改正によって、以下に示す業務を行なう。
  - a) NEB に対して規定された業務を行なう。
  - b) 環境汚染防止に対するガイドラインを作成することや、環境基準

Table 1 タイ国環境庁(ONEB)の組織図



設定に用いる水質、大気、海洋および底質の汚染状況を調査研究する。

- c) 環境汚染を防止あるいは改善するための方法をNEBに勧告する。
- d) 政府機関、地方自治体や企業による環境汚染防止および保全に関する法律、規則に基づいて実施あるいは実行した結果を、NEBに報告するために評価あるいは審査を行なう。
- e) 環境に対して悪影響を及ぼす行為によって障害を受ける人からの嘆願などの意見を受ける。
- f) 国内および外国の環境汚染の状況に関する情報等を収集するためのセンター的役割をはたす。
- g) 他の省庁や教育機関と共同して、環境汚染問題の調査、研究、普及に努める。
- h) 教育のあらゆるレベルで環境汚染の研究を推進させる。
- i) ONEBに関して法律に述べられている機能をはたす。

#### (4) 専門家配属先の業務内容

専門家の業務に直接関係のある部局は Environmental Quality Standard Division (環境基準部) の Research and Laboratory Section (研究実験室) である。ここに、環境基準部の職務内容を以下に示す。

環境基準部は環境の監視を行なうとともにデータの収集を行なう職務を有する。最も重要な職務は水域、国土、大気などを含めた環境資源の適切で確実な保全に必要な環境基準を勧告することである。そのため、当部では河川の最低溶存酸素レベル、海域における最大許容細菌数、大気汚染物質の最大許容濃度、自動車排気ガスの最大許容濃度、最大騒音レベルやその他の事項について特別な基準値を設定する必要がある。これら基準を設定するに当たって、タイのような発展途上国における経済的あるいは社会的バックグラウンドを十分考慮した上で、現実に則した、実施しうる意味のある基準値を策定する必要がある。また、当部のプログラムは特別な環境問題を含む多くのプロジェクト研究を行なっており、これらの大部分は他の政府機関と共同して実施している。

### 1.2 専門家派遣要請の内容

水質汚染管理 (Water Pollution and Quality Control-Laboratory

Technology ) に関する要請の中で示された、専門家に対する業務内容を以下に記す。

- 1) 将来5年間にわたっての水質汚染管理(採水に関連したことも含む)に対して、タイ国全体から見た時の分析技術の必要性の評価、また、ONEBの新研究施設に対する最も適切な役割の助言、これらはいずれも河川、湖沼および海水等の水質および底質に関し行なうべき適切な分析項目の撰択を助言することを含む。
- 2) 1)の項目を実行するためのONEB 研究施設について、機器およびスタッフの構成を含めてタイ国が最少限度必要なことに対して適切な働きかけを行ない、不備な点の指摘を助言する。
- 3) 1)に述べたことの必要性に応じるために、5年間にわたるONEB 研究グループが行なうべき研究計画に対する詳細な助言を行なう。
- 4) タイ国における水質汚濁に関する全ての入手しうる報告書および文献の見直しとその評価

上記項目は派遣要請書(A1フォーム)に記載されたものである。

## 2. 要請業務と実施業務の範囲・内容についての対比における 業務実施概要

### 2.1 要請業務の範囲および内容

要請業務内容については、1.2の専門家派遣要請の内容ですでに述べたが、要請内容が抽象的であつ具体性に欠くため、派遣前にその範囲あるいは内容の詳細に関してはつかむことが出来なかつた。特に、本派遣が単発の個別専門家派遣であると同時に受け入れ機関への日本人専門家が派遣された前例がなく、初めてのケースであることもこれら要請内容に関する情報収集を困難にした。

そのため、派遣後約3カ月間は、受け入れ機関であるタイ国環境庁（Office of the National Environment Board）の組織、業務内容およびその他水質行政等における他省庁との関連性あるいは環境行政の実績、姿勢や将来ビジョン等に関する情報を出来るだけ収集する努力を行なつた。

そこで、ここでは具体的要請業務の範囲および内容を把握するうえに必要と考えられる受け入れ部局（本派遣の場合は特に Research and Laboratory Section とする）の実際の業務内容、カウンターパート、実験施設あるいは業務分担とこれらの問題点について記述する。

#### (1) タイ国環境庁環境基準部研究実験室の業務内容

環境基準部は Table 2 に示す 6 つの Section をもち、研究実験室はそのうちの 1 つの Section である。タイ国環境庁は我が国の環境庁に相当する機関であるが、ONEB 自体は我が国の省庁の局に位置する。しかも、ONEB は行政実務を行なう機関であり、我が国の公害研究所に相当する試験研究機関はなく、ONEB の中の研究試験室（Research and Laboratory Section）が水質および大気汚染に関する試験を行なっているだけである。

研究実験室の業務内容の主なものを以下に示す。

- ① Chao Phraya River の水質監視プロジェクト
- ② Tha Chin River の水質監視プロジェクト
- ③ Bang Prakong River の水質監視プロジェクト
- ④ Mae Klong River の水質監視プロジェクト
- ⑤ Upper Gulf of Thailand の海水および底質等の監視プロジェクト

Table 2 ONE B、環境基準部 ( Environmental Quality Standard Division ) の業務内容

Environmental Quality Standards Division					
Administrative Section	Water Quality Section	Air and Noise Pollution Section	Solid Waste Section	Toxic Substances Section	Research and Laboratory Section
<ul style="list-style-type: none"> <li>To conduct the routine clerical and secretarial work for the division.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>To study, investigate and search for measures to prevent and control water pollution.</li> <li>To formulate quality standards for both water resources and wastewaters.</li> <li>Conduct water quality monitoring &amp; control and report the quality of water resources and also pollutional situations.</li> <li>To perform technical studies and search for appropriate technology in water pollution control and management.</li> <li>Testify and solve problems in the case of complaints on water environmental problems.</li> <li>To coordinate with other agencies in solving water pollution problems.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>To conduct surveys on ambient air quality and noise level in communities.</li> <li>To formulate and propose air quality and noise level standards including emissions from sources.</li> <li>To suggest concerned agencies responsible for implementation.</li> <li>To set up guidelines and measures for prevention and control of air pollution.</li> <li>To collect evidence of pollution in case of complaint.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>To study and search for appropriate methods of improving solid waste collection and disposal.</li> <li>To perform technical studies on waste reclamation and utilization.</li> <li>To study and search for appropriate methods for collection and disposal of hazardous wastes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>To collect and analyze toxic substances data from various agencies.</li> <li>To improve and formulate the acts of toxic substances.</li> <li>To establish standards for toxic substances analytical methods.</li> <li>To study and investigate affects of toxic substances on people.</li> <li>To coordinate with other agencies in solving toxicity problems.</li> <li>To develop monitoring programs to determine the levels and fate of toxic substances.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>To study and search for appropriate technology on environmental quality control and maintenance.</li> <li>To provide technical suggestions for offices and agencies concerned.</li> <li>To analyze physical, biological, and biochemical specimens related to air, water and solid waste.</li> <li>To establish appropriate analytical methods for environmental samples.</li> </ul>

⑥ その他必要に応じた湖沼水あるいは海域の水質監視（ソククラ等の水質調査など）

上記主要プロジェクトは他試験機関と共同調査を行なっているのも多く、当試験室が実際に行なっているプロジェクトの開始年、調査回数、採水地点数および水質分析項目を Table 3 に示す。

Table 3 主要プロジェクトの調査内容（1982年現在）

プロジェクト名	開始年	調査回数	採水地点	分析項目
① Chao Praya River	1977～	毎月	上流、21 下流、13	PH, BOD, COD, DO, Cl, 硬度など
② The Chin River	1979～	2カ月に1回	39	PH, BOD, COD, DO, Cl, 硬度など
③ Bang Prakong River	1980～	毎月	34	PH, BOD, COD, DO, Cl, Pb, Cd など
④ Mae Klong River	1983～	未定	—	—
⑤ Upper Gulf of Thailand	1978～	年2回	40	PH, BOD, COD, DO, 重金属など

これら水質分析項目のうち、通常行なうべき項目においても上記プロジェクトにおいては実施されておらず、調査目的に応じた分析項目の選択がなされていなかった。また、各河川水質を共通の場で比較するような実験計画やプロジェクト運営がなされておらず、各プロジェクトがバラバラに進行している感がある。

とくに、試験室においては他の部局等で計画されたプロジェクトの試料を受けとり、しかも、指定された水質分析項目を routine work としてこなし、得られた分析結果のみを同部内の他の係に渡すだけの業務を行なっている。まさに routine worker として働いているだけである。

これらプロジェクトの業務としての水質分析において、通常行なっている項目を以下に示す。

1) 物理化学的性状

- ① 電気伝導度（通常）
- ② pH（通常）
- ③ 蒸発残留物（通常）
- ④ 懸濁性物質（通常）

⑤ 水温（通常）

2) 無機成分

- ① 酸度（まれに分析）
- ② アルカリ度（まれに分析）
- ③ 塩素イオン（通常）
- ④ 硬度（まれに分析）
- ⑤ アンモニア性窒素（まれに分析）
- ⑥ 亜硝酸性窒素（通常）
- ⑦ 硝酸性窒素（通常）
- ⑧ 全リン酸（まれに分析）

3) 有機物質

- ① BOD（通常）
- ② COD（通常）
- ③ DO（通常）

(2) 専門家に対するカウンターパートの専門分野と専門家との業務上のかかり

実際に専門家が技術指導を行なうカウンターパートの専門分野、主たる業務分担および専門家との業務上のかかりについて Table 4 に示す。また、派遣中のカウンターパートの動向を備考に示した。

下記カウンターパートのうち、派遣時に試験室の実働人員として数えることが出来ない人間がすでに 3 人おり、河川等水質分析等の routine work を残りの人員でこなすのがやっとなのであるのが現状であった。そのため、ONEB は試験室に対して 3 人の臨時職員（大学出身：就職難を示し、1 人の臨時職員採用試験に約 80 人が応募）を配置した。

これら職員の年齢はほとんど 30 才以下であり、水質分析技術の経験も浅く、未熟な点が多く、応用性に欠ける点などが目についた。

このため、カウンターパートの人数、分析能力および業務量（水試料数および分析項目数）などが水質汚染管理の技術指導の計画を立案する上で重要な要因であることが考えられた。

Table 4 カウンターパート (A1 フォームに示されたもの)

	氏 名	年令	職 位	専門分野	備 考
1	Mr. Damurong Kisananuwat	43	部 長	都市化学	専門家業務調整の窓口
2	Mrs. Monthip Tabukanon	30	室 長	化学 環境科学	専門家業務調整の窓口
3	Mr. Theerapol Sopkanaporn	29	研究員	化学 環境科学	1982.9に辞職 カナダへ留学
4	Mr. Suvit Vavanichkul	28	"	化 学	原子吸光分析可能
5	Mr. Wattana Sukasem	29	"	海洋化学	水質室に所属 現地採水を行なう
6	Miss. Cherdchan Siritwong	28	"	生 物 学	1982.1~1982.7 まで マヒドン大学 (修士) 国内留学
7	Miss. Phaka Vdonmithikul	26	"	化 学	1982.1~1982.8 まで チュラルンコン大学 (修士) 国内留学
8	Mr. Piyawat Chongsanongsup	27	"	化 学	1982.5 他機関へ転勤
9	Miss. Orasai Intharapanich	24	"	海洋化学	大腸菌群の測定可
10	Miss. Kuntasire Suthichianak	24	"	化 学	1982.8~1984.8 アジア工科大学 (A I T) へ 留学

(1981年5月現在)

(3) 試験室の規模および機器等設備

試験室は one floor で、Fig. 1 に示すように中央に大型実験台が 6 台設備されている。また、水試料等を収納するための氷温 (低温室 4 °C と 15 °C) 2カ所がある。

水道、電気、ガス (プロパンガス) の設備も良好である。ただし、ガスはほとんど使用しておらず、ホットプレート、ヒーター (電気) によって行なっている。実験用ドラフトも 2台設けられていた。

つぎに、水質分析等に必要な機器等の保有状況を主なものについて示す。

- ① フレームおよびフレームレス原子吸光光度計; パーキンエルマー社製……水および大気粉塵中の鉛、カドミウムの測定にのみ使用

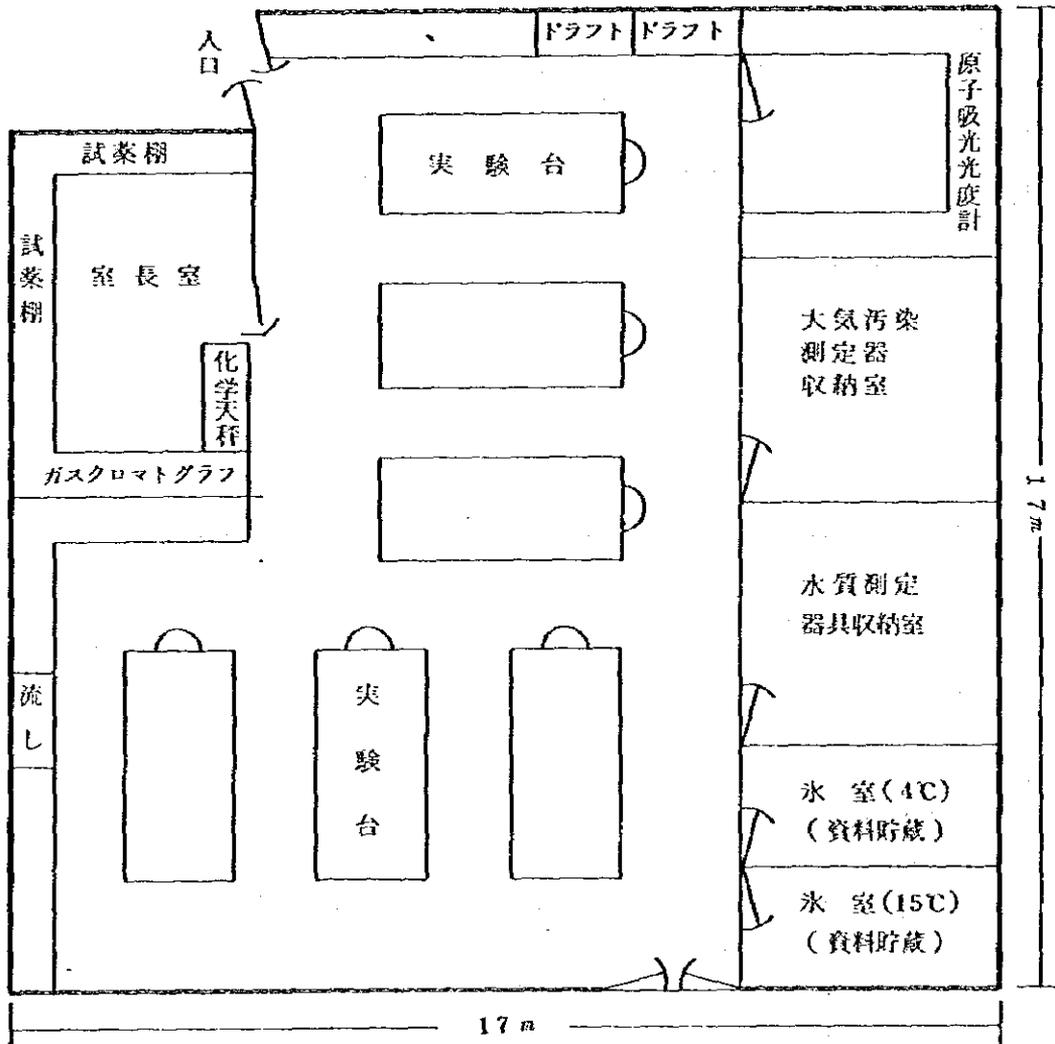


Fig 1 試験室の平面図

- ② ガスクロマトグラフ；パリアン社製（ECDおよびFID検出器付）  
……使用していない
- ③ 水銀分析計；コールマン社製（故障で使用不可能）、平沼製（携行機材として入手）
- ④ 分光光度計；日立製……比色分析に使用
- ⑤ 精密化学天秤；メトラ製
- ⑥ BOD 測定用低温フラン器
- ⑦ 高圧蒸気滅菌器（2台）；大腸菌群測定に使用
- ⑧ 遠心分離器
- ⑨ 乾燥器（2台）

- ⑩ 上皿天秤；ザルトリウス製
- ⑪ PHメーター
- ⑫ スターラー（４台）
- ⑬ 蒸留装置（４連式）
- ⑭ 冷蔵庫（４台）
- ⑮ 純水製造装置；装置は購入済みであるが、設備されていないため使用不能

以上、水質分析に基本的に必要と考えられる大型分析機器は一応揃っているが、原子吸光光度計の操作・測定可能な人間は全職員のうち１人であり、また、ガスクロマトグラフを扱うことの出来る人は誰もいないのが現状であった（タイ国においては現在の原子吸光光度計およびガスクロマトグラフの普及率は低い）。タイ国の他省庁の水質分析機関においても同様であるが、大型分析機器が設備されていても、これら機器を操作・測定する人材の養成のた遅れが目立ち、多くの機関においてはこれら大型分析機器が飾り物と化していた。

しかし、吸光光度法等による一般的な水質分析を行う能力は有する。

また、ガラス器具、分析試薬等に関しては、水質分析の通常項目（前述）に対しては用意されているが、新たな分析項目に対するガラス器具、分析試薬等の購入には手続き等を含め時間を要し、特殊な薬品については輸入するのに時間がかかる。

## 2.2 実施業務の範囲と内容および目標設定

実施業務としての指導計画を立案するに当たり、試験室の現実にかかえている各プロジェクトに対する業務量（試料数、分析項目数）および業務内容（水質分析項目；BOD、COD、DO、 $Cl^-$ など）、スタッフの数および分析技術能力、業務を遂行するためのシステムあるいは体制、実験設備、分析機器、ガラス器具、試薬等の問題など、さらに要請内容の具体的な要望などを含め総合的に判断した。

以下に今回の派遣において最も重要と考えられる技術指導計画について示す。

### (1) 水質分析方法および標準分析方法設定のための技術指導

タイ国ONEBが実施している四大河川のプロジェクトにおける水質

調査は、水質モニターという観点でしか行なっていないため、河川水等の通常水質分析項目（DO、BOD、COD、蒸発残留物、溶解性物質、浮遊物質、塩素イオン、アンモニア性窒素、リン酸など）の分析しか実施していないのが現状である。そのため、タイ国における河川、湖沼をはじめとする水質環境の現状を詳細にしかも総合的に解析するために新たな水質分析方法の技術を指導する必要がある。そのためには現在までに実施していなかった下記に示す新たな分析項目を指導する必要があると考える。また、すでに測定している分析項目については、タイ国における標準分析方法を確立するという観点から、タイ国の社会的、経済的に適合し（感度、精度が良く、簡易で、機器等の普及を考え経済性の点で良い分析方法）、なおかつ、タイ国の河川水、海域等の水質に適合した分析方法を策定するため諸外国の標準分析法（EPA（U.S.A.）Methods、Standard Method for Examinations of Water and Waste water（アメリカ公衆衛生協会）、JIS工場排水試験方法など）を用いて分析化学的な基礎的検討を行なう必要があると考えられる。以下にその指導分析項目およびFig. 2に指導の年間計画を示す。

- ① 全窒素
- ② 亜硝酸性窒素および硝酸性窒素
- ③ 金属；鉛、銅、亜鉛、クロム、カドミウム、マンガン、鉄、総水銀、  
アルキル水銀など
- ④ フェノール類
- ⑤ シアン化合物
- ⑥ 界面活性剤
- ⑦ 有機塩素化合物；BHC、DDT
- ⑧ ヒ素
- ⑨ PCBs
- ⑩ TOC

本指導の最終目標は、ここで検討を行なう各水質分析法に対してONEBみずからの分析化学的基礎資料を持ち、これら資料から判断して、各水質分析項目について最も適当な方法をそれぞれ1つ選び、ONEBのRecommended Methodsとして公表することを目的とする。このRecommended Methodsがタイ国の水質標準分析法を作成に当たり、土

Fig 2 水質分析法及び標準分析方法設定のための年間技術指導計画

1982年 月	分析項目	全窒素	亜硝酸性窒素及び 硝酸性窒素	金属 (Pb, Cu, Zn, Cr, Cd, Mn, Fe, total Hg)	アルキル水銀	界面活性剤	フェノール類	シアン化合物	有機塩素系農薬 (BHC, DDT, etc)	ヒ素化合物	PCBs	TOC		
1~2月	}	年間計画作成のための打合せ												
3月														
4月														
5月														
6月														
7月														
8月														
9月														
10月														
11月														
12月 ~ 1983. 1月		}	結果についての報告および今後の対策											

本計画には、分析方法の講義も含める。各項目の検討はスタッフに分担して行った。

台となることを期待した。

(2) Chao Phraya River の水質評価に関する基礎的研究

上述した水質分析方法の技術指導と平行して、これら分析方法を実際の河川水に応用することおよび従来から本実験室が行なっている Chao Phraya River 水質監視プロジェクトを柱として、Chao Phraya River 水質を総合的に評価するために「Chao Phraya River の水質評価に関する基礎的研究」を実施することを計画した。

Chao Phraya River をモデル河川として、調査実施期間を4~12月とし、最低3回の調査を実施する予定である。

Chao Phraya River はタイ北部に源を発し、流路延長が約1,500 kmで、人口稠密なバンコクの都市部を流下するタイ国では代表的な河川である。また、本河川は乾季に上流約100 kmの地点まで海水が遡上する干潮河川である。そのため、本研究ではこのような河川における水質の実態を総合的に解析することを目的とする。とくに、タイ国において情報が得られていない重金属（鉛、カドミウム、鉄、マンガン、亜鉛、

銅、水銀など)をはじめとして、シアン、フェノール類等に関する汚染の現状を把握する予定である。

本研究を行なうに当たって、指導する内容および最終目標は以下のとおりである。

- (1) 試料の採取および保存の技術指導
- (2) 新たな分析方法の実際試料への応用
- (3) 分析データの解析方法の指導
- (4) 行政報告書の作成方法の指導
- (5) 学会誌論文の作成方法の指導

### 3. 業務の達成及び具体的成果

前述した技術指導計画の実施以外に派遣期間中多くの水質関連問題の助言を求められた。これら助言等も本実施業務に含める。

これら主要な実施業務について以下に示す。ただし、業務内容の詳細な分析データ、資料等はすでに J I C A に提出した「Water Pollution and Quality Control - Laboratory Technology Prepared by Katsuhiko Nakamura Ph.D. (NEB. PVB. 1983-001) January, 1983」(以下 Final Report と称する)を参照されたい。

#### 3.1 水質分析方法および標準分析方法設定のための技術指導

##### (1) 水質分析方法の分析化学的基礎的検討

① 目的：タイ国の四大河川である Chao Phraya River (メナム河)、The Chin River、Bang Prakong River および Mae Klong River はいずれも干潮河川である。そのため、乾季においては海水が上流60～100kmまで遡上することが知られている。このようなタイ国の水質事情に対応した水質分析方法の測定技術の指導を行なうとともに、タイ国水質標準分析方法を確立するための分析化学的基礎的データを得るための検討を行なった。

② 検討内容：ONEB の試験室は専門家の赴任以前の河川等の水質調査において、水温、pH、DO、BOD、塩素イオン、Salinity、大腸菌群などの水質分析の通常項目を測定しているにすぎなかった。そのため、下記の水質分析項目について検討を行なった。

i) 溶存酸素 (DO) : Azide modification method

ii) 生物化学的酸素要求量 (BOD) : Azide modification method

iii) 化学的酸素要求量 (COD) : Dichlomite reflux method

iv) アンモニア性窒素 (NH<sub>3</sub>-N) : 蒸留-滴定法

v) 亜硝酸性窒素 (NO<sub>2</sub>-N) : ナフチルエチレンジアミン法

vi) 硝酸性窒素 (NO<sub>3</sub>-N) : プルシン法および Cd-Cu カラム還元法

vii) ケルダール性窒素 : マクロケルダール法 (蒸留-滴定法)

viii) 総リン酸 : アスコルビン酸法

ix) 重金属 (鉛 (Pb)、銅 (Cu)、カドミウム (Cd)、マンガン (Mn) 亜鉛 (Zn)) : 原子吸光光度法 (直接噴霧法、DDTC-MIBK抽

出法、APDC-MIBK 抽出法、APDC-クロロホルム抽出法)

X) 鉄(Fe)：オルトフェナントロリン法、原子吸光光度法

XD 有機塩素系農薬(BHC、ヘプタクロール、アルドリッ、DDE、  
ディルドリン、DDT、エンドリン)：n-ヘキサン抽出-ガスク  
ロマトグラフ法

上記各分析項目の測定方法の選択はタイ国で一般に用いられている方  
法あるいはタイ国の水質に適していると考えられる方法を優先した。

いずれの分析方法についても基本的に以下の検討を行なった。この場  
合 man-to-man による指導を原則とした。

i) 試料の前処理法(蒸留、湿式分解、溶媒抽出法など)に関する定  
量的検討

ii) 検量線の定量範囲および最少検出限界値、最大定量限界値の検討

iii) 定量操作における至適条件(pH、反応温度、反応時間、発色試  
薬濃度、発色の安定性、妨害物質除去など)の検討

iv) 共存物質(金属、陰イオン、酸化性物質、還元性物質等)の定量  
に与える影響

v) 実際試料(河川水、湖沼水、海水、汚水など)を用いた添加回収  
実験

② 具体的成果：初期の計画において予定した全ての分析方法を完全に  
技術指導することは出来なかった。しかし、実施した分析方法につい  
てはタイ国の水質に適応しうる方法か否かに関する分析化学的基礎デ  
ータを得た。また、本検討を通じて新たな分析方法の技術移転を行な  
った。さらに、ここで検討された成果はタイ国水質標準分析方法(O  
NEB案)作成のための基礎資料となった。

(2) タイ国の水質標準分析方法(ONEB案)の勧告

① 目的：タイ国においては排水基準や公共水域の水質基準が設定さ  
れているが、水質基準をチェックするための水質標準分析方法が確立  
されていない。そのため、国および民間の水質関係機関においては、  
Standard Methods for the Examination of Water and Waste-  
water や EPA Method (アメリカ)あるいはその他独自の分析方法  
を用いているのが現状である。そのため、これらの得られた結果が比  
較出来ないという弊害がみられ、タイ国の水質に合った水質標準分析

方法の確立が早急に必要である。

- ② 具体的成果：前述の 3.1 (1) の水質分析方法の基礎的検討の成果に基づき、試験室職員とデータの解析を行ない、タイ国の水質に適応した水質標準分析方法 (ONEB 案) を作成した。また、この標準分析方法 (案) の対外的な批判をあおぐため、水質分析関係の業務を行なっている大学あるいは他省庁からの参加者を集め、ONEB 職員 (5 名) と専門家により講習会 (4 日間) を開催した。本講習会を開催するに当たって、主要な目的であったタイ国の水質標準分析方法を設定する必要性を柱にした意図に対して 80 % 以上の賛同が得られた。

タイ国水質標準分析方法 (ONEB 案) として収載した項目を以下に示す。

- 1) 試料の採取および保存
- 2) 溶存酸素 (DO)
- 3) 生物化学的酸素要求量 (BOD)
- 4) 化学的酸素要求量 (COD)
- 5) 窒素化合物
  - i) アンモニア性窒素 ( $\text{NH}_3\text{-N}$ )
  - ii) 亜硝酸性窒素 ( $\text{NO}_2\text{-N}$ )
  - iii) 硝酸性窒素 ( $\text{NO}_3\text{-N}$ )
  - iv) ケールダール性窒素
  - v) 有機性窒素
  - vi) 総窒素
- 6) 総リン酸
- 7) 亜鉛
- 8) 鉛 (Pb)、カドミウム (Cd)、銅 (Cu)、マンガン (Mn)
- 9) 鉄 (Fe)
- 10) 総水銀 (Hg)

### 3.2 Chao Phraya River の水質評価に関する基礎的研究

#### (1) 1978～1980年のChao Phraya River水質調査結果の解析

- ① 目的：タイ国最長の河川であり、バンコク首都圏を流下するチャ

オブライヤ川水質の汚濁の現状を把握する目的で、NEB において未整理の1978年～1980年の水質データを用いて解析を行なった。

この解析を通じてNEB 職員に対して解析方法の指導を併せて行った。

② 具体的成果：以上の検討結果から、以下に示すチャオブライヤ川の水質状況が明らかになった（詳細はFinal Report 参照）。

- 1) 塩素イオン、Salinity の季節変動および流域分布の結果から、タイ国において冬期（12～2月）および夏期（3～4月）の乾期の干潮時において、海水が河口から60kmの地点まで遡上することが認められた。しかし、雨期では満潮時でも河口から20kmの地点までしか遡上しないことを示した。これら結果から、チャオブライヤ川の水質はtidal effect（海水の影響）に強く左右されることが考えられた。
- 2) 溶存酸素（DO）の流域分布は雨期（5～11月）に高く、乾期（12～4月）に低い異なった分布パターンを示した。特に、乾期におけるバンコク地区の溶存酸素は0近くに低下することを示した。また、溶存酸素の季節変動においても溶存酸素は乾期より雨期に高いことを示した。これら結果からチャオブライヤ川流域の溶存酸素は家庭排水や工場排水の流入および河川流量に左右されることが考えられた。
- 3) 生物化学的酸素要求量（BOD）の流域分布はいずれの季節においても高い傾向を示した。しかし、河口から20～40kmにおける高BOD はバンコク首都圏地区の家庭排水や工場排水の流入に起因することが考えられた。BODの同じ調査での流域における平均および最大値の季節変動は雨期より乾期に高い傾向を示した。
- 4) チャオブライヤ川の水質の特徴として、Salinity と塩素イオン、また、雨季の8月においてDO とBOD の間に高い相関性を有することを認めた。

1978～1980年のChao Phraya River 水質調査データを用いて、調査研究をまとめるためのデータ解析方法に関する技術移転を行なった。また、これらの成果として「A Study on Water Quality Evaluation of the Chao Phraya River」のタイトルでJournal of the Science Society of Thailand に投稿し受理された。<sup>注1</sup>

注1 K. Nakamuro, D. Kisananuwat, M. Tabucanon and W. Sukasem, A study on water quality evaluation of the Chao Phraya River, Vol. 8, No. 4, 175-191 (1982)

(2) Chao Phraya River およびその流域クローン(運河)の水質評価に関する研究

① 目的: 上記1978~1980年のチャオプラヤ川水質の解析結果から、さらに詳細な検討の必要なが明らかとなった。そのため、本研究においては、1982年の7、8月にチャオプラヤ川水質調査およびチャオプラヤ川流域のクローン調査を実施した。

ここで、新たに測定技術を指導した分析項目(窒素化合物、リン酸、重金属、フェノール類、シアン、界面活性剤など)について、チャオプラヤ川の詳細な水質評価を行なうために分析を行なった。

② 具体的成果: 以上の検討結果から、チャオプラヤ川の水質に関する新たな知見が得られた(詳細はFinal Reportを参照)。

1) DO、BODおよび塩素イオンの1981、1982年の季節変動および流域分布は1978~1980年の変動および分布と類似することを認めた。また、CODの流域分布はバンコク地区で上昇する分布パターンを示し、BODと類似のパターンを示した。

2) チャオプラヤ川の10、48、62、137.2 kmの代表採水地点における汚濁の進行状況を把握するため、1978~1982年のBOD値について、トーマスプロットによる確率分布(Relative Cumulative Frequency(%))で検討したところ、4地点いずれも汚濁の進行は認められなかった。しかし、バンコク地区(48 km)のチャオプラヤ川の水質は、1978年以来、すでに汚濁されていたことが考えられた。

3) 1982年の7、8月のDO、DO%、BOD、COD、塩素イオン、蒸発残留物、浮遊物質、溶解性物質、大腸菌群、総リン、亜硝酸性窒素、硝酸性窒素、アンモニア性窒素、ケールダール性窒素、有機性窒素、総窒素などの流域分布パターンは、バンコク地区のチャオプラヤ川水質が汚濁されていることを示唆する結果を与えた。とくに、総窒素および総リンはそれぞれ1~5 mgN/l、0.2~2.5 mgP/l

と高い濃度を示した。

- 4) 1982年8月のシアン、フェノール類、界面活性剤の流域分布の結果から、フェノール類はいずれの地点においても不検出、シアンは数カ所の採水地点(河口から40km付近、バンコク地区) 検出限界付近(0.005mg/l)の検出が認められた。一方、界面活性剤は0.04~0.6mg/lの濃度を示し、25~45kmのバンコクを中心地区で高いことを示した。
- 5) チャオプラヤ川流域のクローン調査結果から、バンコク地区におけるクローン水のBOD、CODはチャオプラヤ川のBOD、COD値よりはるかに高く、DO値は0付近を示すクローンが多く認められた。この結果から家庭排水などの汚水がクローン経由でチャオプラヤ川に流入し、バンコク地区のチャオプラヤ川を汚濁していることが考えられた。
- 6) チャオプラヤ川およびクローンの重金属濃度は、鉄(0.7~3.9mg/l)、マンガン(0.1~1.0mg/l)、亜鉛(0.02~0.1mg/l)、銅(0.002~0.02mg/l)、鉛(<0.005~0.02mg/l)、カドミウム(<0.001~0.002mg/l)、水銀(<0.1~9.2μg/l)の順に高いことを示した。また、懸濁性鉄およびマンガンの検討から、懸濁性鉄は総鉄の約50%を占めるのに対し、懸濁性マンガンは総マンガンの5%以下であることを示した。これら鉄濃度の高いことは浮遊物質中铁含有量(Fe/SS)が0.1~1.0%と含有率が高いことから、土壌由来のコロイド性粘土質に由来することが考えられた。また、これら金属の流域分布から、いずれの金属もバンコク地区あるいは下流部(河口付近、20km以下)でやや高い傾向を示し、工場排水等による汚染が考えられた。

本調査を通じて以下に示す成果が得られた。

- ① 河川水の採水方法、試料の運搬方法、試料の保存方法の技術移転およびこれら技術の定着が認められた。
- ② 新たな分析方法を実際試料へ応用した結果、新たな水質評価が可能となった。
- ③ 調査研究を報告書等にまとめるに当たってのデータ解析方法等に関する技術移転を行なった。

- ④ 調査研究の行政報告書作成方法の技術移転を行なった。

### 3.3 タイ国における環境水質基準設定に関する基本的考え方の助言

環境水質基準設定に関して、我が国の公共水域の水質基準、排出基準、飲料水質基準などを例にして、設定に必要と考えられる基本的な要件について助言した。(詳細については Final Report 参照)

### 3.4 ONEB Laboratory の今後必要と考えられる水質関連研究テーマの助言

ONEB の試験研究施設、人員、予算的措置、研究能力や組織、社会的背景等には制限があるが、タイ国全土の水質問題を把握するには以下に示す研究テーマを早急に開始する必要がある旨助言した。

- ① 従来から行なっている四大河川、海域の水質調査プロジェクトの継続研究
- ② タイ国水質標準分析方法設定に関する分析化学的基礎研究
- ③ 四大河川における流量および水質汚濁物質の負荷量調査
- ④ Chao Phraya River流域のクローン(運河)水質調査
- ⑤ 公共水域における重金属のバックグラウンド調査
- ⑥ 四大河川における干潮現象の機構解明に関する研究
- ⑦ 湖沼、海域の富栄養化現象に関する研究

### 3.5 ONEB Laboratory 拡張計画に関する助言

ONEB 所長から Research and Laboratory Section 拡張計画に関して助言することを求められ、以下の助言を行なった。(詳細は Final Report 参照)

ONEB の組織は前述したごとく、そのほとんどが、計画、運営、評価などのデスクワークを行なう行政機関であり、試験研究は Environmental Quality Standard Division 中の Research and Laboratory Section のみである。しかも、この一室で、ONEB が行なうプロジェクトの要請で水質、大気、廃棄物等の試料の分析を実施することが組織規定に記載されている。そのため、現状においては、6人の正職員、5人の臨時職員が約10のプロジェクト(研究テーマ)から来る多くの試料の水質分析を行な

うルーチンワークをかかえている。年々増加するNEBの業務から考えると、近い将来、NEBが必要とする試験研究をResearch and Laboratory Section 1室で対応することが困難であることは明らかである。

そのため、専門家は、試験研究施設の拡張により、水質関係についてはルーチンワークを実施する試験室、研究を行なう研究室、細菌試験室を設置するとともに、大気汚染室、廃棄物室を新たに増設することを助言した。また、試験研究施設の増設に伴なう職員の増員および設備、分析機器の充実に関して助言を行なった。

#### 4. 業務と技術移転の実例

本項が、今後赴任される他分野の専門家の方々に参考になるかどうか不安であるが、行なった業務と技術移転の限られた経験を通じて感じたことを中心に述べてみたい。

##### 4.1 執務状況あるいは環境

実例を述べる前に、まず、専門家の執務状況あるいは環境について記述することにする。

赴任して一番最初に考えさせられたのが、専門家の執務室をどこにするかということである。ONEBは発足して7年目という若い機関であるためか、外国人専門家を3人収容できる執務室(Expert Room)を持っている。今までONEBを訪れた米国の専門家(3~4人)はいずれもこの4階のExpert Room(1階の試験室から遠く離れている)を使用していたとの事である。その他の場所としては、2階の部長室の裏にある個室および配属先のResearch and Laboratory Sectionの室長室(室長と机を並べて執務することになる)があった。試験室長および部長はいずれも専門家の判断にまかせる、「何処を使っても結構です。」という態度であった。結局、私は分析技術をカウンターパートに指導することが主たる仕事であることを考えて、試験室の室長室で、室長と机を並べて執務することに決めた。

この執務室および試験室は水質分析を行なうために分析機器を設置してあるため冷房設備が完備されていた。しかし、タイ国においては年間平均気温が27~28℃で一年中真夏であるにもかかわらず、官庁勤めの一般公務員はほとんど冷房のない建物の中で働いている。

ところで、年間計画を立案するに当たって、部長および試験室長に相談をしたが、要請内容にそったものであるならば、全て専門家にお任せするという態度であった。そのため、年間計画を立案するために必要な背景等の情報収集はあまり問題なく、スムーズに出来たと思う。

また、専門家の業務遂行が円滑にゆくために秘書を雇うことになった。この件は、コロンボ計画(JICA)専門家のタイ側の窓口であるDTEC(Department of Technical Economic Cooperation)に秘書を雇う必要性を話しに行き要請した結果、英語が話せ、タイプが打てる秘書をDT

ECの予算で雇えることになった。この話をさっそく聞いたONEBの所長からこれら条件に合った女性の照会があり、面接の結果、この女性を採用することになった。

秘書に対しては、採用時に以下に示すような仕事の内容を提示した。

- 1) セミナール等に必要な資料のタイプおよびコピー
- 2) 専門家のONEBに提出するMonthly Reportのタイプ
- 3) データの整理、分析結果の図表作成
- 4) DTEC等に対する必要書類の作成
- 5) その他、専門家の業務の手伝い

ONEBの勤務時間は朝8時30分に始まり夕方4時30分に終る。また、土、日曜日は休日である。カウンターパートの勤務状況は朝8時頃から出勤し、大部分の職員が職場にある食堂で朝食をとる（バンコクでは共稼ぎが多く、また、通勤時間を要するため、自宅で朝食をとる人は少なく、ほとんどの人が外食である）。昼休みは12時から13時の1時間で弁当持参の習慣はなく、全員が食堂あるいは職場近くの食堂で食事をする（昼食代としては20～30B=200～300円で十分である）。午後1時から4時30分まで仕事をし、勤務時間終了と同時に帰宅に着き、超過勤務をする人はほとんどいない。この時刻ではまた日が高く、タイでの日の入りは年間を通じて午後7時頃である。

タイ国の公務員の収入は低い（例えば、当時、大学出身者の初任給が約3000B（約30,000円：1B≒10円）、ONEBのドライバーが1500B）ため、バンコクでは女性の職場進出が目立ち、共稼ぎ夫婦も多い。それにもかかわらず、多くの方は勤務後さらに、いろんなアルバイトをして貧しさを補うための現金収入を得ているという。これらのことを知れば、勤務時間終了と同時にほとんど全員が退庁するのも道理であろう。

以上のような執務環境および状況（2.1にカウンターパート、実験室の規模、設備状況、機器等について前述）下で、水質汚染管理業務を行なった。その中心的業務のうち、実験室内における業務である1) 水質分析方法および標準分析方法設定のための技術指導、およびフィールドワークとしての2) Chao Phraya Riverの水質評価に関する基礎的研究を実際例として記述することとする。

## 4.2 水質分析方法および標準分析方法設定のための技術指導

### ① Planning

本業務課題における水質分析方法の選択から水質標準分析方法（ONEB案）作成までのプロセスをChart 1に示す。これらプロセスにそって話を進めることとする。

まず最初に、最終目標として水質標準分析方法（ONEB案）を作成するための分析項目および各項目における測定方法を選択するために、専門家が推薦できる分析項目（新しい分析方法を含める）ならびにこれらの測定方法の紹介をセミナー形式で行った。また、カウンターパート側においても、現在、彼らが通常分析している項目とそれら測定方法の説明を行った。このセミナーを通じ、ONEBの試験室に必要な新しい分析項目とそれら分析方法の選択、さらに、彼らがすでに測定している項目については、2種類以上の測定方法を比較検討することを話し合いの上決定することになった。

本セミナーは通算約10日間の日数を要した。カウンターパートの出席状況は全員が顔を揃えることはめったになかった。この様な現象は水試料の採取のために現場に出かけることや、他の仕事で外部に出かけるなどのために、やむを得ないことであった。

このセミナーを通じて心がけた点は次の様なことである。

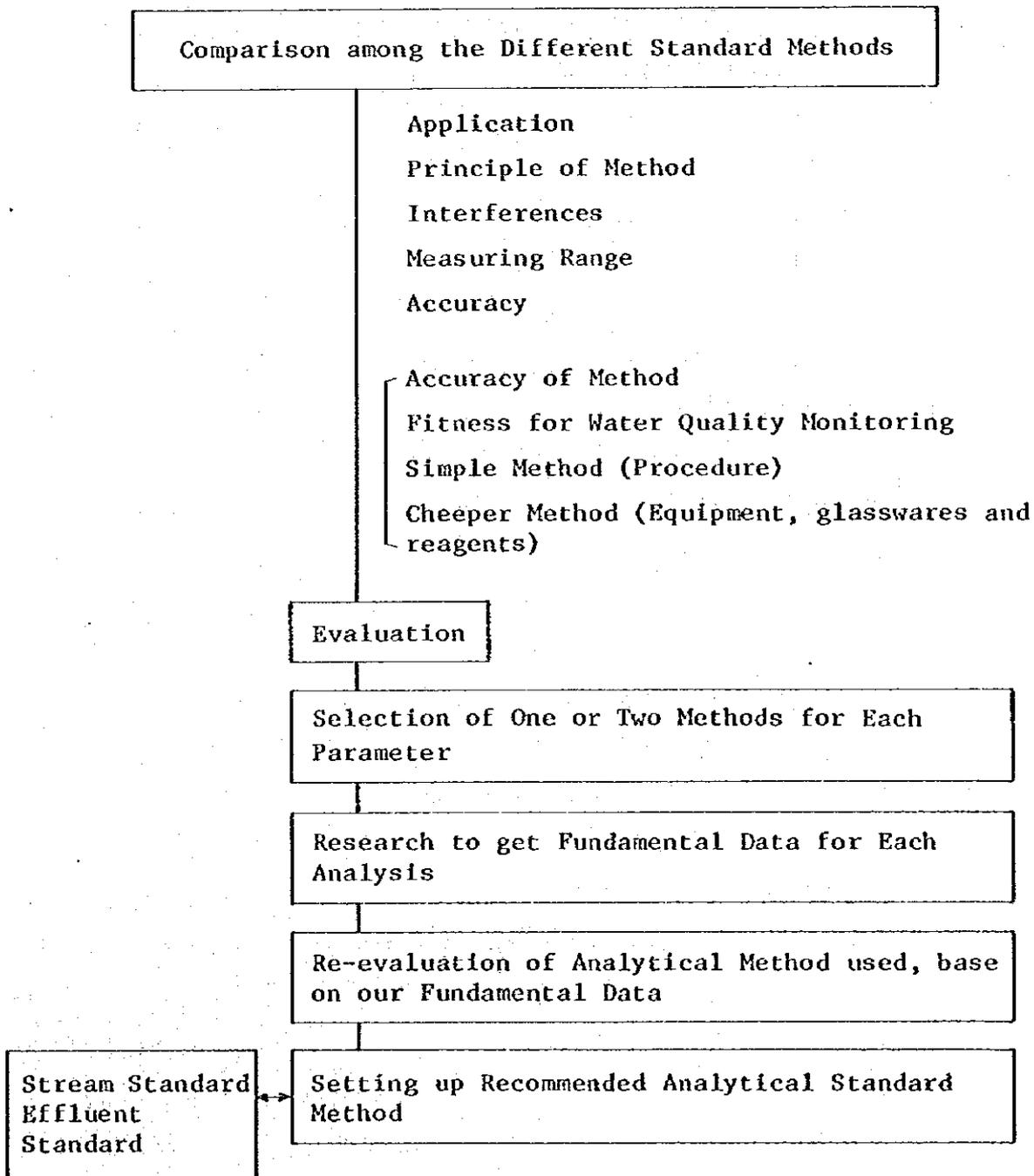
専門家が初めてカウンターパートと同一の場で業務の内容を話し合うため、意志の疎通を出来るだけ円滑にすると同時に、彼らの分析方法に対する考え方、能力を知ることには力点を置いて実施した。

ONEBのカウンターパートは前述したごとく、25～30才と若手が多いため、分析方法に対する経験、知識も浅く、ただroutine workとしてプロジェクトチーム（Planningした人）から言われた分析項目を測定しているにすぎなかった。タイ国においては環境行政がまさに緒についたばかりで、この方面の人材も少なく、しかも人材養成も立ち遅れていることから、技術的レベルがまだまだ低いのが現状である。

そのため、本セミナーにおいては我が国の分析方法を紹介するに当たって、水質汚染管理、とくに水質汚濁の現状を把握するために必要な分析項目、さらにタイ国の水質に適した分析方法などについて、分析の意義あるいは分析方法の応用の仕方等を含めて説明を行なった。

Chart 1

Process of Decision Making to set up Recommended Analytical Standard Methods of Water and Wastewater



本セミナーを通じ、水質分析技術を移転するため、カウンターパートを2人1組として、3～4項目の分析方法に関する分析化学的基礎的検討を実施することになった（1年間で検討するには分担項目が少し多いように思われたが、ノルマを課すことも必要だと考え、このような形で実施した）。

一般によく言われていることであるが、タイ人は同じ仏教徒であるため、日本人と類似した精神構造を有するところもある。また、専門家に対する態度は一般に、自分の方から自発的に働きかけをしてこないと言われている。特に外国人、そのうちでも専門家に対してだけであるかも知れないが、非常に人の付き合いが慎重であるようだ。あるJICA専門家の手記によれば、新しい技術を教えようとしても、当初は協力的でなく、なかなか受け入れようとしなない。その専門家はそれでも努力した結果、ある価値ある研究をまとめた。それ以来、カウンターパートの見る目が変わり、仕事に対して協力的かつ積極的となり、業務がスムーズに行くようになったと記している。

私の場合においても、この専門家の例のように極端ではないが、カウンターパートの態度を見ていると、本派遣要請書（A1フォーム）の作成者である部長と室長が専門家を招いたのであって、我々には関係がないという素振りが見うけられた。

そのため、私は出来る限りカウンターパートの一人一人と話しをするため、昼食を出来るだけ一緒にするとか、休暇時には職員と話しをするよう心がけた。また、何回かの専門家が主催するパーティも持った。

## ② 業務のスタートと実践

いよいよ本業務がスタートするわけであるが、Planning段階で知り得たカウンターパートの能力、人間性、チームワーク等を見ていると、どこまで実行・実践できるかが心細くなるくらいであった。しかし、水質汚染管理の専門家として赴任したからには、タイ国ONEBにとって必要だと考えたことは、所長、部長をはじめカウンターパートに理解してもらうことが先決であり、あらゆる努力を惜しまないつもりでスタートした。

具体的には、各分析方法を分担したカウンターパートの一人一人に、私がPlanningした分析化学的基礎検討を行なうための実験計画に基づ

いて技術指導を行なう形をとった。

これら業務を行なっている間に、以下に示す多くの問題に遭遇した。

#### 1) 試薬、ガラス器具等の購入について

まず、分析方法の検討を開始するに当たって問題となったが、検討に必要な試薬、ガラス器具を十分保有していないことである。

これらの購入手続等を考えると、一般に日本においては注文の書類を出してから2～3週間で手に入るが、当ONEBにおいては注文のための書類を提出してから、手に入るまで3～4カ月要するとのことである。これは事務処理がはん雑で時間を要するためであるが、この状態のままでは任期中に何も出来なくなることは目に見えている。そのため、部長あるいは担当部局に働きかけ、早急に入手出来るよう改善を申し入れた。このような事例の場合、事あるごとに毎回働きかけなければならなかった。しかし、とくに緊急を要するものについては、現地業務費で購入することになった。

タイ国の官庁の事務処理は、以前の日本と同様に何段階も人の手に渡るため、何度かは誰かの机の上にとどまっていたりして時間を要する。このように多くの人のサインを必要とするため、各段階でクレームがついたり、購入理由を聞かれたりするためにさらに時間がかかることもある。

これ以外にも、分析試薬等においては、試薬の純度が問題となったりする。分析用の高純度試薬や特殊な試薬は輸入する必要があるため、さらに時間を要することになる。

このような諸手続きはカウンターパートが行なっているが、この種の問題は専門家一人の力ではどうしようもない点である。そのため、このようなシステムは承知の上で業務に必要な薬品、ガラス器具等は業務実施および薬品、ガラス器具等の購入計画を密に立て、購入に時間のかかることを予想した上で、前もって注文を出すことが必要である。

一方、試薬等を日本から輸入するに当たって、JICAバンコク事務所から輸入業者を紹介してもらえた。この輸入業者は、日本の大学への留学経験があり、日本語も話せ、日本の事情に詳しい医療機器商社の人であった。この人を通じて日本製試薬等の購入を行なった。便

利屋的存在の人がいて、今回の業務を行なううえに大変助かった。

ガラス器具等については、繁用ガラス器具は比較的タイ国内で入手できるが、特殊なガラス器具は入手が不可能であった。

私の場合、残留農薬分析用に利用するクデルナ・ダニツェ濃縮器を1台携行機材として持参したが、1台では不足だということで、ガラス器具メーカーを探してみたが、どのメーカーも作ることは出来なかった。しかし、科学技術エネルギー省（Ministry of Science, Technology and Energy）のガラス器具技士の一人で、ドイツでガラス細工の技術を学んで来た人を見つけ出すことが出来た。そのため、この濃縮器はこの技士の時間外アルバイトとして製作してもらうことが出来た。出来ばえは十分使用に耐えうるものであったことを付記する。

これら試薬、ガラス器具の購入等については、赴任前に想像していたよりも購入手続き等に時間を要することを除いて、本業務を遂行するに当たって重大な制約要因とはならなかった。

## ii) カウンターパートについて

カウンターパートあるいは臨時職員は全て国立大学出身者である。そのため、新しい分析方法を説明しても、理解は十分出来き、諸外国の標準分析方法の操作にそって測定を行う能力はもっている。しかし、これらの分析方法を分析化学的にチェックしたり、応用したりする研究的能力は持っていないようである。この原因としては大学での教育がそのようになされていないためである。例えば、大学の水質関係を専門とした教授ですら、我が国では研究として通用しない河川、湖沼、海域等の水質調査を研究テーマとしていることから、研究レベルの低さがうかがえる。換言すればタイ国には、水質関係の指導者がほとんどいないと言える。

そのため、本業務を遂行するに当たって、実験して得た結果をどのように解釈して次の段階に進むかを、毎回、一人一人指示しなければならなかった。

この段階では、カウンターパートの仕事のペースが遅いことが問題となった。指示した事がこちらが言わなければ返事はね返ってこないことがしばしばあった。このようなことは、タイ国に赴任していた

他の専門家の多くが経験している。仕事が終わっていても、自分の方から報告しようとしなないことに対してはカウンターパートに対して接触する機会を多くすることによって解決できた。

ところで、タイの人は確実に仕事はするものの、日本人のようによく働く働かないところが一般に見うけられた。ONEB の試験室においても同様で、彼らの仕事ぶりを見ていると一日一仕事という感じである。例えば、河川調査の試料が運び込まれた場合でも、一日一項目を分析して、時間があっても次の準備やデータ整理などを行なおうとせず、お喋りして時間をつぶしているようなところがある。また、各分析項目を職員間で分担して行なっているが、職員全員が一斉に足並みをそろえ、共同、協調、協力して業務を行うという姿勢はみられない。一人一人がバラバラでマイペースでやっており、他人が仕事をしなかったり、そのかわり自分の仕事が終わっても、他人の仕事を手伝ったりもしない様な国民性を有する。

私の感じたタイ人は、何か物事に対して一致団結して事に当たるといふ能力に欠けているようである。また、協調性がなく、他人には干渉しない良い意味で利己的な性格を持っている。さらに、仕事に対して計画性がないことが指摘できる。例えば、通常分析を行なっていて試薬がなくなりそうになれば、前もって購入しておくのが当然であるにもかかわらず、試薬がなくなってから「試薬がないので測定が出来ない。」と言って来る有様である。このような事は蒸留水（購入していた）や窒素ガスなどについても同じようなことが起こった。

また、業務を継続させるに当たって困った問題としては、職員の退職や転勤あるいは内地留学（大学へ）などで、カウンターパートの人数がどんどん減ったことである。そのため、一時は初期の目的が達成出来そうもないと思わざるをえない状況であった。

この問題はONEB の組織上のとくに人事問題であるが、専門家の業務が遂行出来ないという事情を部長あるいは所長に何度も訴えた結果、臨時職員の増員を計ってくれた。しかし、この問題においては、多くの時間を無駄にしたと思っている。

しかし、上記のごとく種々の問題はあったが、業務の後半においては、専門家の考え方が理解できたのか、協力的となり、かなりの職員

が分析方法を検討するため7時頃まで残業するようになった。

### ③ 分析化学的検討結果の成果

本業務を実行する過程でいくつかの問題点にぶつかったが、カウンターパートの努力の結果、なんとか分析方法の比較検討、分析化学的検討の成果が出た。しかし、彼らにはこれら結果の解析能力が十分でないため、結果の評価およびタイ国に適した水質分析方法を選択することは専門家と一緒にこなうことになった。水質標準分析方法は作成するに当たって強調したことは、タイ国においてはまだまだ分析機器が完備しておらず、また、ONEB よりレベルの低い水質分析機関で本分析方法を用いることを考えて、以下の条件を満足するような分析方法を採用することとした。

- i) 分析感度、精度の高い分析方法
- ii) 水質監視に適した分析方法
- iii) 操作が簡易な分析方法（手分析を中心としたもの）
- iv) 費用のかからない安価な分析方法（用いる分析機器、試薬、ガラス器具の経済性）

以上の条件を考慮して水質標準分析方法（ONEB案）の作成を行なった。

もちろん、彼らには水質標準分析方法を成文化するという経験を持たないため、この作業は全て専門家がこなった。一年間という短い派遣期間においてカウンターパートに本業務を完全に指導することは無理であるため、このONEB案が今後タイ国における水質標準分析方法策定のための起点となれば、今回行った業務が無駄にはならないものと考えた。

### ④ 講習会の開催

以上述べた業務の成果を他の水質分析機関に紹介するために講習会を開催することになった。本来はONEBのカウンターパートが講師となり、全てを主体的に行なうことが彼らのメリットになることが考えられたが、とうてい不可能なことであり、専門家が中心となり講習会を計画することになった。

まず、問題になったのが講習会の方法および講師と講習内容である。部長、室長、カウンターパートのうち経験の豊富な人間と相談した結果、

本講習会の講師としては部長（水質標準分析方法の必要性）、他の Section の室長（試料の採取および保存）、室長、カウンターパートの一人（ONEB の分析方法の基礎資料および水質標準分析方法（ONEB 案）の紹介）さらに本専門家（水質標準分析方法（ONEB 案）の紹介と水質調査結果の解析方法）の 5 名が決定した。

水質標準分析方法の紹介に当たっては、講演内容、方法をカウンターパートに指示しなければならなかったが、さすが選ばれた人であるため、思っていたよりも反応が良く、討議の回数も少なくてすんだ。

この講習会を開催して良かった点は、講習会に用いる講師のオーバーヘッドプロジェクター用の原稿作成、invitation letter、名札の作成や講習会用資料の準備等を試験室の職員全員が一致協力して成し得たことである。彼らにとっては初めての経験であり、かなり緊張していたが、土、日曜日の休日まで出勤し、講習の練習、講習会開催のための準備を行なった。

この水質分析方法の講習会（Training Course of Water and Wastewater Analysis）は ONEB 主催のもとに 1982 年 11 月 22 日～25 日の 4 日間にわたって、ONEB の講堂において行なわれた。形式は大変派手であり、午前、午後の Coffee Break が 2 回、昼食（ビッフェ、スタイル）付である。これらの費用は ONEB の予算から出るのではなく、試験室に出入りしている機器、試薬、ガラス器具メーカーからの寄付でまかなわれた。

当日の参加者は関係省庁あるいは大学において水質分析を行なっている試験研究機関から実務者を招いて開催された。

参加者は 5 大学（チュラルンコン大学、マヒドン大学、チェンマイ大学、ソククラ大学）、タイ工業省（Ministry of Industry）、農業省（Ministry of Agriculture）、保健省（Ministry of Public Health）、科学技術エネルギー省（Ministry of Science, Technology and Energy）、首都圏水道公社（MWWA）、地方水道公社（PWWA）、バンコク首都圏下水道局（BMSA）などから約 30 名であった。

本講習会は大成功をおさめたとともに、タイ国において歴史の浅い、後発機関である ONEB の力を示したものとして意義深いものとなった。

今回作成したタイ国水質標準分析方法（ONEB 案）は完全なもので

はなく、今後、ONEB が主体的にこれら水質標準分析方法を完成させるために継続して検討されることを祈って本業務を終えた。

その後聞くところによると、1983年に関係省庁から構成された水質標準分析方法設定のための Committee が発足したとのことである。

#### 4.3 Chao Phraya River の水質評価に関する基礎的研究

本研究を実施した理由としては、Chao Phraya River 水質監視プロジェクトが ONEB 独自のプロジェクトの一つとしてすでに 1977 年から開始されていたため、試験室の日常業務を通して河川水質評価に関する研究を行なうためのモデル河川として最も適当であったからである。

この業務を通じて問題となったのは、ONEB の業務分担（組織）の点である。我が国においては、水質分析を行なう試験研究機関は河川調査等の Planning から現地採水、分析、結果の評価、報告書作成まですべて 1 つの Section で行なうのが通例である。しかし、ONEB においては、専門家が配属された試験室は事情が異なる。すなわち、同じ部（Environmental Quality Standard Division）の他の Section（Water Quality Section：この室は desk work が中心）が水質調査プロジェクトの Planning を行う。そして、同 Section の人間が現地採水し、試料を試験室に運搬する。これら試料を試験室のスタッフが指示された分析項目の試験を行い、分析結果を出す。これらデータは自分達で解析、評価することなく、Planning を行った Section に渡す。そこで、同 Section はこれら分析データをもとに河川調査プロジェクトの報告書を作成している。このように分析担当が一貫して仕事をしておらず、他の機関でも同じようなことが見られた。

このようなシステムは分析技術者を育てる上に障害となるだけでなく、総合的な水質評価が不可能であると考えられる。そのため、これらの点に関しては Planning → Sampling → Analysis → Evaluation → Report の業務は同一 Section で行なうべき必要性を、所長、部長、カウンターパートに対し、機会あるごとに訴えた。しかし、これは組織上の問題であるため、一朝一夕には解決出来ないようである。

このようなシステムが出来た要因としては、タイ国では分析技術者（体を使う仕事？）よりも desk work を行なう人の方が優秀だという考え方が

根底にあるためであることが考えられた。

① 1978～1980年のChao Phraya River 水質調査結果の解析

ONEB がすでに実施していたChao Phraya River 水質調査結果の解析にとりかかった。ところが、これらデータだけでは十分な水質評価が出来ないため、河川流量や降雨量のデータを収集することになった。河川流量のデータは農業省の灌漑局 (Department of Irrigation)、Chao Phraya River 流域の降雨量データは気象庁から収集することが出来た。

これらデータの解析を行なって投稿原稿 (論文) の作成を行なった。この成果はタイ国の学会誌である Journal of the Science Society of Thailand に掲載された。本業務を通じてカウンターパートに対して論文作成技術の移転を行なった。

この作業が終了したのが、任期の半ば頃であり、他の業務も平行して進行していたが、カウンターパートの専門家に対する態度も徐々に協力的となり、これ以後の業務はかなりスムーズに行くようになった。

② Chao Phraya River およびその流域クローンの水質評価に関する研究

本研究の目的は先にも述べたが、その他の理由としてはつぎのようなことも含まれる。すなわち、タイ国においては、水質分析試料の採水では、1個のポリエチレンびんに採水し、常温 (気温約30℃) で長時間運搬してきたものについて分析を行なっているのが現状である。訪問したタイのどの水質分析機関においても、このような同様の分析化学的に初歩的なミスを知らずに行っていた。

そのため、正しい試料の採水、保存および運搬の方法を本フィールド調査を通じて取得させた。

この調査を実施したのは7、8月であった。試料の保及を我国の公定法通りに実施するためには、分析項目ごとに保存方法が異なるため、多種類のガラスびん、ポリエチレンびんが必要となった。

タイ国においては、何かを行おうとすると、いつも障害となるのは予算である。タイ国の会計年度は10月に始まり9月に終了するため、8月近くの年度末は予算がなくなる時期でもある。その結果、これら採水用のガラスびん、ポリエチレンびんを購入するために現地研究費を使わざるを得なかった。

話しが変わるが、タイ国では公務員への女性の進出がめざましい。とくに

試験研究機関では多いところでは7割近くが女性で占められている。ONEBの試験室においても同様で、職員10名中8名が女性である。そのため、Samplingなどの現地調査には、力のいる仕事が多いため、他のSectionの男性の力を借りざるを得ないのが現状である。

ところで、Chao Phraya River流域クローン水質調査は当初計画には入っていなかった。しかし、Chao Phraya Riverの水質評価を通じ、本河川の汚濁がバンコク市内を流れているクローン水の流入に負うところが多いことが考えられるため、早急な調査の必要性を感じていたところへ、クローン水質に関する相談を受けた。クローン水質調査をChao Phraya River水質調査と並行して行なえば、Chao Phraya River水質の解析がさらに深まることを考え、カウンターパートと相談の上、実施することとした。

これら水質調査で行なった分析項目は水質分析方法の分担で受けもったスタッフが実際試料に応用するために実施した。

本業務の実施によって、今まで測定していなかった水質汚濁成分の分析を行うことが出来、また、汚濁の主要な原因であると考えられていたバンコク市周辺のChao Phraya Riverへ流入するクローン水質を調査することが出来た。

これらの結果から、Chao Phraya River水質がとくにバンコク市周辺で汚濁されている現状が明らかになった。また、これら調査結果の解析を通じてカウンターパートは、水質調査の方法論、データの解析の必要性を理解しえたものと考えられる。

タイ国の環境行政は今まさにスタートしたところである。4年間の短い期間であったが、今回の水質汚染管理の技術指導が少しでもタイ国の環境行政の発展に生かされれば幸いである。

JICA