特集

海外の水質汚濁

近年、わが国の環境は、一時の危機的状況を脱し、全般的には改善の方向を示している。しかし、開発途上国に目を転ずると、現在でも経済成長が環境保全に優先する場合が多く、かつてのわが国と類似の状況が生じている地域も多い。このため、「公害先進国」としてのわが国は、行政、技術、研究のいずれの面においても、国際協力という形でこれら開発途上国に対して果たす役割が、今後さらに増加すると思われる。

本企画では、当協会が国際協力事業団の委託によって実施した環境技術（水質保全）研修コースに参加した研修生の報告、ならびに現在海外（先進国を含む）に在住している本会会員の報告を中心に、海外の水質汚濁の現状を紹介することとした。今後の水質汚濁研究、ならびに水質汚濁関連分野での国際協力の方向を探るうえで、本企画が会員諸氏の参考となることを期待する。

（担当 岡田光正*）

発展途上国の水質汚濁——昭和59年度国際協力事業団環境技術

（水質保全）コース研修生のカントリーレポート——**

岡 田 光 正*

はじめに

（社）日本水質汚濁研究協会は、昭和59年9月27日から11月11日まで、国際協力事業団の依頼により、第10回環境技術（水質保全）コース集団研修を実施した。研修内容としては水質保全に係る技術的側面が中心であるが、わが国の水質保全行政の概要、関連施設見学等も含まれている。同時に、各研修生に対し、わが国のみならず研修生相互間の理解を深める目的で各国の水質汚濁の現状、対策等をまとめたカントリーレポート

の提出および発表を求めた。本稿は、これらの国々の水質汚濁およびその対策の現状を紹介するために、①水質保全のための行政組織、②水質汚濁の歴史と現状、③水質保全のための法制、を中心としてカントリーレポートをまとめたものである。なおレポートによっては必ずしも上記の情報を満足せず、上下水道に関する報告であったり、きわめて抽象的な報告もあった。したがってすべてが上記の内容を満足しているとは限らない。なお、レポート中の組織名等は基本的には日本語訳のみを記した。これはレポート（英文）中の名称がすでに自国語から英語への翻訳であるため、英文名はさほど重要でないと考えたからである。以下各国別に紹介する。

ボリビア

研修員：Jose Vaclav Komarek Munsterova
現職：ラパス市上下水道局設備部長

* Mitsumasa Okada, 国立公害研究所主任研究員, 本誌編集企画委員

** Water Pollution in Developing Countries —— Country Reports Presented by Participants for Group Training Course on Environmental Engineering (Water Pollution) by Japan International Cooperation Agency, 1984 ——, 昭和59年11月2日受理

専攻：衛生工学

1. 水質保全行政

ボリビアは人口約600万人、面積約110km²、南米中央部に位置する内陸国である。

中央政府レベルでの水関係省庁は、①住宅・都市計画省、②厚生省、③計画・調整省、④地方行政・畜産省である。住宅・都市計画省は、2,000人から10,000人規模の自治体を対象とした上下水道の普及など、都市の環境衛生行政を担当する。しかし、2,000人以下の自治体については、厚生省もしくは地方行政・畜産省(地方のとくに小さな自治体)の担当となる。計画・調整省は、他省庁が担当する社会、経済開発プロジェクトとの調整を図ることを目的とする。

住宅・都市計画省において、上下水道局(COR PAGUAS)が、また、厚生省では環境衛生局(DSA)が、2,000人以下の上下水道を担当している。DSAは同時に水質保全のための監視、規制行政を行っている。大都市においては、独自の上下水道局(SAMAPA)があり、上水・下水道事業を行っている。

2. 水質汚濁の歴史と現状

ボリビアにおける上水道・下水道の歴史は20年にも満たない。1980年より、上水と環境衛生の10年計画が開始され、1990年までに都市部の90%、農村部の60%に水道を普及することを目指している段階である。このような背景により、いわゆる水質汚濁の問題は従来顕在化せず、工業排水、家庭排水による汚濁は比較的新しい現象である。

最も顕著な水質汚濁はTitikaka湖(La Paz近郊)に見られる。この湖には、亜鉛鉱山排水が直接流入し、その汚濁を招いた。他の河川においても、鉱山排水による汚濁が進行し、魚類のみならず、森林等にも被害が広がっている。

3. 法律・制度

法制度上、1906年にスペインの法律を引用して制定された水法が、ボリビアにおける最初の水関係の法律である。この法律では、と殺場、塩づけ加工場等の廃棄物、ならびに水質汚濁を招く恐れのあるその他の廃棄物を河川、水路等へ投棄することを禁止している。同時に、環境衛生上、および生活環境の保全上、公共用水域の保全が重要であることを指摘している。

現在、この法律を改正すべく、準備が進められている。新しい法律では、水は有限の資源であるとし、その保全の必要性を強調している。表1は環境基準を示し、各類型は次のように定義されている。

特別：水道水として単なる消毒のみで使用可能

A型：沈殿・濾過・消毒処理が必要となる水道水源、農業用水、水泳

B型：通常の浄水処理が必要な水道水源、水生生物の保護、農業用水

C型：特殊処理が必要な水道水源、農業用水、航行、発電

D型：航行及び排水の希釈用

同時に、排水基準も表2のように決められる予定である。この値は放流先、排水量にかかわらず、すべての排水に一律に適用される。さらに放流先の水質を保全するため、排水量についての規制もある。排水の放流は許可制であり、排水規制を守らなかった場合の罰則規定も設けられている。

ブラジル：Alagoas州

研修員：Aloisio Ferreira de Souza

現職：Alagoas州企画局環境整備部主任

専攻：土木工学

1. 水質保全行政

Alagoas州はブラジル北東地域の東中央部に位置し、面積約2.7万km²、人口約200万人である。中央政府レベルでは環境特別省(SEMA)が1973年に設立された。ここでは、環境の監視、保全ならびに必要な基準の策定、他機関への指導等を行う。また国レベルの環境保全法は1981年に制定された。この法律では、経済成長は環境の保全と両立するものであると考え、環境基準を設定し、資源の適正利用、生態系の保護のための研究開発の促進を図ろうとしている。このような中央レベルの環境政策に基づき、中央、州の両レベルに環境保全のための組織が置かれている。

他の多くの州と同様に、Alagoas州では州政府内に環境保全委員会(州知事をはじめとして産業、地方自治体などの各界代表から構成される：CEPRAM)が置かれた。この委員会のもとで、①環境保護局(NPA)、②技術研究局(NATC)、③環境管理局(NCA)などの機関が、自然保護(①環境保護局の管轄、以下同じ)、土地利用規制(①)、研究開発(②)、モニタリング(③)、水質管理(③)などの業務を行っている。

2. 水質汚濁の歴史と現状

Alagoas州における水質汚濁は、他の地域と同様に①急速な都市化の進行、②工業生産の急増、によってもたらされた。とくにこの州では砂糖きびを原料とするアルコールの生産が盛んであり(Sao Paulo州に次いでブラジルで2位の生産高)、砂糖きび加工(mill)およびアルコール醸酵工場排水が都市下水と並ぶ大きな汚濁源となっている。その負荷量は人口当量で1,900万人を超えている。また、アルコールを原料とした化学コンビナートも大きな汚濁源となっている。

汚濁した水域としては、河川、ラグーン、沿岸域が

表1 環境基準 (ボリビア)

項 目	特 別	A 型	B 型	C 型	D 型
BOD	2	5	10	50	300
DO(飽和値の%)	>80%	>70%	>60%	>50%	> 2 (mg ℓ ⁻¹)
浮遊物質	な し	な し	な し	1mm ² のネット で検出されな いこと	2mm ² のネット で検出されな いこと
懸濁物質	500	1,000	1,500	2,000	5,000
油 分	な し	0.80	1	10	20
大腸菌数 (MPN/100ml)	500~ 50in80% サンプル	5,000~ 1,000in80% サンプル	10,000~ 2,000in80% サンプル	20,000~ 5,000in80% サンプル	100,000
pH	6.5~9.0	6.0~9.5	5.5~9.5	5.0~10.0	4.5~10
色度(度)	20	50	100	200	1,000
ヒ 素	0.05	0.05	0.05	0.10	1.0
バリウム	1.00	1.00	2.00	5.0	10.0
ホウ素	0.10	0.1	0.5	2.0	5.0
カドミウム	0.01	0.05	0.2	0.5	1.0
銅	1.00	1.50	2.0	3.0	5.0
6 価クロム	0.05	0.05	0.10	1.0	5.0
水 銀	0.001	0.005	0.01	0.02	0.05
鉛	0.05	0.1	0.1	0.2	2.0
セレン	0.01	0.01	0.05	0.1	0.5
シアン化物	0.05				
洗剤(ABS,LAS)	0.15	0.50	1.0	2.0	5.0
フェノール	0.001	0.002	0.005	0.01	0.1
NO ₃	45	50	60	80	100
マンガン	0.50	1.0	2.0	5.0	10.0
亜 鉛	5.0	10.0	15.0	20.0	50.0
鉄	0.5	1.0	2.0	5.0	10.0
マグネシウム	100	200	300	400	500
カルシウム	200	300	400	500	700
フッ素	0.6~1.7	0.6~1.7	2.0	3.0	5.0
塩化物	500	500	700	1,000	5,000
硫 黄	400	400	600	1,000	8,000

単位 (mg・ℓ⁻¹)

挙げられ、富栄養化の進行も著しい。図1は、Mandau川の溶存酸素濃度(DO)の経年変化を示す。9月以降、砂糖きび工場が運転を開始するとDOが2 mgℓ⁻¹以下に低下し、降雨により一時的に回復することがあったものの(12月)、操業が停止する4月までそれが続いた。この期間、魚類のへい死も報告されている。これは排水を違法に放流する工場が多いためである。また、砂糖きびのような単一作物の栽培は、栽培に伴う土壌の流亡が激しいため、ラグーンなどを浅化し、富栄養化を早めていると考えられている。

3. 法律・制度

中央政府レベルとしては、水質基準を制定し、さら

に各州の水域への当てはめを行う。各州のレベルとしてはCEPRAMを組織し、排水を放流する事業者に対して、放流の認可、ならびにその監視等を行っている。

ブラジル：Paraiba 州

研修員：Sergio Rolim Mendoca

現職：パライバ州上下水道公社研究開発部長

専攻：土木工学、衛生工学

1. 環境衛生行政

Paraiba 州はブラジル北東部に位置し、面積約5.6万 km²、人口約300万人である。主な産業は農業(パイナップル)、畜産業である。工業としてはセメント、製紙工

表2 工業排水基準（ボリビア）

項 目	最 高 値
水 温	4P
pH	4.5~10.0
硫酸塩	8,000
沈降性粒子	5,000
BOD	300
COD	500
浮遊物質	3 mm のメッシュを 通過しない物質が存在 しないこと
油 分	70
大腸菌数(MPN/100ml)	100,000
水 色	1,000
ヒ 素	1.0
バリウム	10.0
ホウ素	5.0
カドミウム	1.0
銅	5.0
6価クロム	5.0
水 銀	0.05
セレン	0.5
シアン化物	1.0
フェノール	0.1
洗剤(ABS.LAS)	5.0
全窒素(硝酸として)	100
亜 鉛	50.0
鉄	10.0
マンガン	10.0
カルシウム	700
マグネシウム	500
塩化物	5,000

単位(mg・ℓ⁻¹)

図1 サトウキビ収穫期間の汚濁の状態

表3 ブラジルの都市部における上下水道の整備状況と計画

項 目	都市人口に対する 上下水道設備の普及率		
	1970 実測値	1982 実測値	1990 予想値
上水道			
パイプによる送水	55	77	90
井戸又は泉	24	12	10
その他	21	11	0
下水道			
パイプ網	28	31	65
腐敗槽	15	15	35
排水溝又はそれと同等のもの	43	40	0
無設備	14	14	0
Brablian の総人口×10 ⁶	93	118	128
都市人口×10 ⁶	53	74	90
都市人口の割合 (%)	57	63	70

業とともに農産加工業が盛んである。

1971年、連邦政府により国家衛生計画(PLANASA)が実施に移された。現在都市人口のうち60%、30%がそれぞれ上水、下水に接続されているが、この計画により、1990年までに各90%、65%に引き上げようとしている。さらに主要都市近郊を含め、指定水域の汚濁を軽減にもつながる。このPLANASAに基づいて、各州に水企業体(SWC)が作られ、上下水道の建設、運営維持管理等の業務を行っている。表3はブラジルにおける上下水道の普及率と1990年までの計画を示す。Paraiba州においてもこのPLANASAの目標を達成するためCAGEPA(Paraiba州におけるSWCに相当する機関)が組織された。

2. 環境衛生事業

Paraiba州における下水道事業は、すべて都市下水を対象としている。熱帯地域に位置するため、下水処

理方式としては、①酸化池、②オキシデーションディッチなどが建設費、維持管理費、ならびに処理効率の面でも優れていると考えられる。また、たん白質の回収という面からも期待される。

Paraibaの州都Joao Pessoaでは、現在エアレーション酸化池を建設中であり、スラム地域の排水を100mm径の下水管で下水本管に集めている。表4はParaiba州における上下水道の普及率を示す。

中国・雲南省

研修員：Zhang Jiang-Ban

現職：雲南省建設庁環境科学研究所技師

専攻：環境科学

1. 水質保全行政

中央政府レベルでは、建設・環境保護省が環境政策の決定を行う。雲南省では、建設庁環境科学研究所が

表4 Paraiba 州(ブラジル)の都市部における上下水道の整備状況と計画

項 目	都市人口に対する 上下水道設備の普及率		
	1966 実測値	1971 実測値	1990 予想値
上水道			
パイプによる送水	47	61	90
井戸又は泉	29	25	10
その他	24	14	0
下水道			
パイプ網	25	25	30
腐敗槽	23	29	50
排水溝又は同等のもの	32	33	15
無設備	20	13	5
Paraiba 州の総人口×10 ⁶	1.6	1.9	3.1
都市人口×10 ⁶	0.8	1.0	1.7
都市人口の割合 (%)	50	53	55

表5 JINGSHAJIANG 河(中国)の本流の水質(1982)

平均結果	乾 期 通 常	
pH	8.4	8.4
全硬度	9.3	6.6
DO	7.4	9.3
COD	4.10	1.6
アンモニア態窒素	0.13	0.05
フッ化物		0.1
フェノール	0.002	0.003
シアン化物	0.000	0.000
水 銀		0.0003
ヒ 素	0.00	0.00
クロム酸塩	0.000	0.000
鉛	0.000	0.006
塩化物	59.8	39.5

単位 (mg・ℓ⁻¹)

表6 DIANCHI 湖(中国)の水質(1982)

監視地点 項 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
水 色	46.0	36.5	30.0	42.0	47.0	11.3	16.3	8.75	7.5	23.0
BOD	18.27	12.26	16.32	11.01	4.92	5.17	0.98	2.54	2.17	—
全硬度	11.98	14.20	14.78	14.70	11.96	8.59	7.88	2.97	7.60	2.70
DO	4.91	5.54	5.30	3.53	5.96	6.24	7.46	7.67	7.79	5.50
COD	17.32	10.5	12.80	12.34	12.61	9.74	6.18	4.54	7.09	6.98
アンモニア態窒素	0.53	2.54	2.84	2.25	0.52	0.53	0.12	0.09	0.09	0.05
亜硝酸態窒素	0.039	0.053	0.053	0.044	0.016	0.015	0.004	0.009	0.011	0.001
硝酸態窒素	0.030	0.05	0.08	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.05
フェノール	0.001	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.008
シアン化物	0.001	0.001	0.003	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002
水 銀	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002
ヒ 素	0.067	0.071	0.298	0.135	0.096	0.000	0.000	0.002	0.000	0.006
クロム酸塩	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
鉛	0.000	0.000	0.091	0.000	0.000	0.005	0.000	0.000	0.000	0.017
カドミウム	0.000	0.000	0.015	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	—
フッ化物	4.900	0.698	0.680	0.584	0.583	0.523	0.641	—	—	—

単位 (mg・ℓ⁻¹)

中心となり、種々の開発事業の環境影響の評価を行う。

雲南省では、鉱物資源（鉛、亜鉛、すず、銅、ニッケル、タングステン等）の豊富な埋蔵が確認されている。しかし、その開発の過程で、環境汚染を引き起こさないような政策を模索している。

2. 水質汚濁の歴史と現状

雲南省には、180の主要河川がある。その主要な汚濁源は、鉱山、化学工場、繊維工場等からの排水であり、都市下水、農業排水は汚濁源としては2次的である。

流域面積として全体の43%を占める大河川は、Jing-shajiang 河、および Nanpanjian 河である。一例とし

て表5に Jingshajiang 河の水質測定結果を示す。この河川は上流は比較的清澈であるが、流域の工場、人口ともに多いため、下流は水質基準（後述）を超えている。

省内には約50の湖沼があり、その貯水量は $29 \times 10^9 \text{ m}^3$ である。最大の湖は Dianchi 湖であるが、表6に示すように、フェノール、ヒ素、カドミウム、鉛、クロム、ならびに有機汚染物質が検出されている。

しかしながら、これらの水質汚濁に対する認識は近年になってからであり、1970年代までは情報ならびに経験の不足からほとんど顧られることがなかった。

3. 法律・制度

中央における環境保全法の成立は1979年である。この法律により、生活および自然環境を保全するため、開発および再開発のプロジェクトの実施に先立ち、その環境影響評価を行い、報告することが義務づけられた。また、「汚染者はその汚染物質の処理をする義務を有する」という原則に基づき、既存の事業体に対しても、すみやかに適正な処置を講ずることを義務づけた。

表7は中央政府レベルで定めた環境基準である。しかし、各地方自治体はその地方独自の環境および経済計画を勘案し、独自の基準を設定することが可能となっている。環境基準とともに、工業用水、農業用水、飲料水等にもそれぞれの基準が設けられている。

排水基準は、工場、農業、都市下水の各々について設定された。表8は工場排水の基準を示す。これらの基準の設定および運用に際し、「経済との調和」が重視されていることが中国の特色であろう。

インド

研修員：K.P. George

現職：ケララ州公害防止委員会技師

専攻：化学工学、衛生工学

1. 水質保全行政

中央政府レベルでは、環境省および水質汚濁防止および制御中央委員会が水質汚濁防止行政の責任を持つ。

つ。また、州レベルには厚生省および州の水質汚濁防止委員会がある。Kerala 州にもその組織があり、水質汚濁防止のための施策、勧告、調査、研究を行っている。さらに排水の監視、排水基準の設定を行うとともに、排水をかんがい用水として農業利用する方向で研究を行っている。

2. 水質汚濁の歴史と現状

インドでは1948年より、工場法によってその排水を処理することが義務づけられていた。また地域によっては、1950年代より水質汚濁防止のための取り決めがあった。しかし、実際にこれらの法律が生かされることはほとんどなかった。

現在でも、工場排水、都市下水等の流入によって河川が汚濁し、それを下流で利用する住民の健康影響が懸念されている地域が多い。しかし、それを実証するに十分なデータが蓄積されていない。また、魚類のへい死も数多く報告されており、Kerala 州ではレーヨン工場排水が魚類のへい死をしばしば引き起こしている。さらにこれらの水は下流の都市の水道水源であるため、深刻な問題である。沿岸域においてもチタニウム工場、化学工場などの排水で魚類等への被害が認められている。

なお、水質汚濁のモニタリングは、国連の GEMS (Global Environment Monitoring Systems) により、40地点で行われている。これ以外には、Ganga・

表7 水質基準(中国)

項目	等級	1 級	2 級	3 級
pH			6.5~8.5	
水温			35℃	
水色	≤10	≤15	1 級	2 級
臭気	臭気なし			
DO	飽和値	≥6	≥4	
BOD	≤1	≤3	≤5	
COD	≤2	≤4	≤6	
フェノール	≤0.001	≤0.005	≤0.01	
シアン化物	≤0.01	≤0.05	≤0.1	
ヒ素	≤0.01	≤0.04	≤0.08	
全水銀	≤0.0001	≤0.0005	≤0.001	
カドミウム	≤0.001	≤0.005	≤0.01	
クロム酸塩	≤0.01	≤0.02	≤0.05	
鉛	≤0.01	≤0.05	≤0.1	
銅	≤0.005	≤0.01	≤0.03	
油分	≤0.05	≤0.3	≤0.5	
大腸菌	≤500(L)	≤1000(L)	≤500(L)	
全リン		≤0.1		
全窒素		≤1.0		

単位(mg・ℓ⁻¹)

表8 工場排水基準(中国)

番号	項目	最大許容量
1	水銀及び無機水銀化合物	0.05
2	カドミウム及び無機カドミウム化合物	0.01
3	クロム酸塩	0.5
4	ヒ素及びその無機化合物	0.5
5	鉛及びその無機化合物	1.0
6	pH	6~9
7	浮遊物	500
8	硫化物	1
9	フェノール	0.5
10	シアン化物	0.5
11	有機リン	0.5
12	油分	10
13	銅及びその化合物	1
14	亜鉛及びその化合物	5
15	無機フッ素	10
16	ニトロベンゼン	5
17	フェノールアミノ	3
18	BOD ₅ (20℃)	60
19	COD	100

単位(mg・ℓ⁻¹)

Yamuna 河水系で水質のモニタリング (80地点) が行われている。Ganga 河の場合、大都市の上流ではあまり汚濁していない ($BOD \leq 2mg \cdot l^{-1}$) のに対し、Kannauj のような都市近郊を流下すると BOD が $3 \sim 30mg \cdot l^{-1}$ と著しく汚濁する。しかし、流下に伴う自浄作用で再び $2mg \cdot l^{-1}$ 以下 (約25km 下流) になり、以降 Kanpur, Allahabad, Vavanasi, Panta などの都市近郊に至るごとに汚濁の進行とその下流での自浄作用がくり返されている。Ganga 河の河川全長2,035kmのうち、汚濁している部分は480kmに及ぶ。Yamuna 河も同様な傾向を示し、全長1,014kmのうち492kmが汚濁している。

3. 法律・制度

中心となる法律は、水質汚濁防止法であり、1974年に成立した。インドにおける水質基準は次のような水利用に基づいて決められている。

CLASS A : 消毒のみで十分な水道水源

CLASS B : 水浴用

CLASS C : 通常の浄水処理が必要な水道水源

CLASS D : 水産および生態系の保全

CLASS E : かんがいおよび冷却水用

表9にはその一部を示すが、きわめて数多くの項目について基準が設けられているのが特色である。また表10には排水基準を示した(ただし、全項目ではない)。なお、次の業種が陸水域に排水を放流する場合、別の基準が設けられている。

醸造、皮革、ボール紙、メッキ、染色、コークス、

表9 陸水域の環境基準(インド抜すい)

項 目	A	B	C	D	E
pH	6.5~8.5	6.5~8.5	6.5~8.5	6.5~8.5	6.5~8.5
DO	6	5	4	4	—
BOD(20℃)	2	3	3	—	—
大腸菌群	50+	500	5,000	—	—
マグネシウム	100	—	—	—	—
銅	1.5	—	1.5	—	—
鉄	0.3	—	50	—	—
NO ₃ ⁻	20	—	50	—	—
フェノール	0.002	0.005	0.005	—	—
水 銀	0.001	—	—	—	—
カドミウム	0.01	—	0.01	—	—
ひ 素	0.05	0.2	0.2	—	—
シアノ	0.05	0.05	0.05	—	—
亜 鉛	15	—	15	—	—
陰イオン界面活性剤	0.2	1	1	—	—
PAH	0.2	—	—	—	—

単位($mg \cdot l^{-1}$)

リン肥料、窒素肥料

また、陸水域に放流される下水については、SS $40mg \cdot l^{-1}$ 以下、BOD $20mg \cdot l^{-1}$ 以下の基準が設けられている。

インドネシア

研修員：Sudoriyono*, Dewi Nurtjahjani Utami**

現職：人口環境省第1副長官スタッフ、流域・沿岸担当*, 環境影響・汚染防止担当**

専攻：水理学*, 植物生態学**

1. 水質保全行政

水質汚濁に係る統一的な行政組織は、現在まで作られていない。このため、建設省、厚生省、農業省、工業省、鉱業省等がそれぞれの所管で対応している。

2. 水質汚濁の歴史と現状

インドネシアにおける水質汚濁は、その排出源から見ると次の通り産業排水に大きな割合を占めている。

A. 農業排水 (土壌流出を含む)15%

B. 都市下水10%

C. 産業排水 1. 農産物加工20%
2. 化学工業35%
3. 製造業15%

農業排水関係では、主として殺虫剤汚染が懸念されており、Bandung 付近では、diazinon, fenitrothion, dichlorvos などの殺虫剤が水域より検出されている。

都市下水の処理は大都市域でも不十分である。

表10 工場排水基準(インド抜すい：放流先ごとに異なる基準値が定められている)

項 目	陸水域	下 水	かんがい用水	沿岸域
SS	100	600	200	100 冷却水の場合 合取り込み 時の10%増
無機溶存物質	2,100	2,100	2,100	—
pH	5.5~9.0	5.5~9.0	5.5~9.0	5.5~9.0
水温(℃)	40	45	—	45
油 分	10	20	10	20
アンモニア性窒素	50	50	—	50
ケルダール窒素	100	—	—	100
BOD(20℃)	30	350	100	100
COD	250	—	—	250
ヒ 素	0.2	0.2	0.2	0.2
水 銀	0.01	0.01	—	0.01
カドミウム	2	1	—	2
6価クロム	0.1	2	—	1.0
ニッケル	3	3	—	5
溶存リン	5	—	—	—

単位($mg \cdot l^{-1}$)

Jakarta では、処理場に集められる下水は47%のみであり、その他は市民自らの手で埋められたり、河川投棄という形で処理されている。このため、大都市近郊河川の BOD, COD は高く、溶存酸素レベルの低下が報告されている。

産業排水による汚濁への寄与分は大きく、とくに産業の72%が集中する Java 島の水質汚濁が著しい。

3. 法律・制度

水質汚濁防止のための基本法としては1982年に成立した環境管理基本法がある。しかし、水質管理のための規制等は現在準備段階にある。

クウェート

研修員：Muna Nasser Faraj

現職：厚生省環境保全局水質汚濁・海洋環境研究室技師

専攻：生物学、環境科学

1. 水質保全行政

クウェートはアラビア湾に面する石油産出国である。国内には河川、湖沼のいづれもないため、水質汚濁とはアラビア湾の汚濁に他ならない。アラビア湾は漁業の地であるのみならず、海水淡水化プラントで作られる水道水の水源でもあるため、クウェートにとってはきわめて重要な位置を占める。

水質汚濁を担当する機関は、環境保護委員会(EPC)および油汚染対策協議会である。しかし、アラビア湾には、クウェートを含む7カ国が面しているため、これらの国々による協同の機関(ROPME:海洋環境保護機構)も組織され、重要な役割を担っている。

EPC は関係する省庁の次官のレベルで構成され、環境保全のための基本的な政策決定、環境保全対策の実施、関連省庁間の調整、法律案の策定等を行う。EPC のもとに環境保護局 (EPD:厚生省の一部局である)があり、EPC の決定に従って施策を実行する。また、新しいプロジェクト、企業活動等に対し、環境保全の立場からガイドラインを示す。環境研究、教育も EPD が実施する。

2. 水質汚濁の歴史と現状

水質汚濁に対する関心は、唯一の水源である海水の汚濁より始まった。産油国という特性上、汚濁の主要因は油汚染である。とくに海岸にはタールボールの漂着、また海面には油膜の広がり等が観察されている。その量は十分に把握されているとは言えないが、クウェートの海岸のみでタンカーの原油積み出し作業に伴って流出した油が、年間8万トン以上漂着するといわれている。

また油田からの油流出事故も多い。近年では1983年

2月のNowruze油田で大規模に発生し、日平均1,500~3,000バレルが流出した。さらにイラン・イラク戦争に伴ってその量は増加し、5月中旬には4,000~10,000バレル/日の流出があったと推定されている。しかし、その影響は現在までクウェート沿岸には及ばず、海水中および魚類中の炭化水素レベルはバックグラウンド値を超えていない。

都市下水および工場排水は、重要な水源と見なされている。このため、排水処理は単に水質汚濁の防止のみならず、淡水需要の一部を満たすものと考えられている。このため、現在、2次処理施設が3カ所稼働しているが、処理水を施設内に貯留したり、それを実験農場に還元している。このため、緊急時以外にはアラビア湾に放流していない。ただ、現時点では下水管のみが敷設され、処理場が完備していない都市が多い。

3. 法律・制度

現在まで、環境基準および排水基準は設定されていない。このため、EPC は基準設定のための学会を発足させたところである。他の水関係の法律は、

- ①航路維持のための油汚染防止法
- ②下水管の腐食防止および海洋汚濁防止のための工場排水処理規制
- ③石油関連工場排水規制

である。石油関連工場では、その対流水中のアンモニア ($10\text{mg}\cdot\ell^{-1}$ 以下)、炭化水素 ($25\text{mg}\cdot\ell^{-1}$ 以下)の量が規制されている。

マレーシア

研修員：Zaimah bti Ghazali

現職：科学技術環境省環境理事補佐

専攻：微生物学

1. 水質保全行政

環境法が1974年に成立し、それに基づいて科学技術環境省に環境局が設けられた。環境局は種々の規制とともに、開発事業に伴う環境破壊を防止するための指導を行っている。とくに、①土壌流出防止、②工場の適正配置、③環境影響評価、④廃棄物処分の適正化、などが考慮されている。

2. 水質汚濁の歴史と現状

マレーシアにおける水質汚濁の主要因は、鉱山、森林、農地等の開発であった。とくに、開発に伴う河川への土壌の流出は昔からの水質汚濁問題であった。しかし、近年は工場や人口の集中による水質汚濁も進行し、魚類のへい死、農作物への悪影響、臭気の発生等の被害が報告されるようになった。

産業排水では、やし油工場および天然ゴム工場が大きな割合を占める。これらは他の農産物加工工場と同

様に、高濃度の排水を放流するため、これら工場排水による有機汚濁が顕著である。近年の調査では、12の主要河川においてBODが $5\text{ mg} \cdot \ell^{-1}$ を超える区間があった。また、マレーシアの河川水中のSSは通常 $50 \sim 500\text{ mg} \cdot \ell^{-1}$ であるにもかかわらず、 $500\text{ mg} \cdot \ell^{-1}$ を超える地点が10河川にあった。このように汚濁の状況は図2に示す水質汚濁に関する苦情の統計により明らかであろう。

3. 法律・制度

中心とする法律は1974年の環境法である。この法律に基づき、やし油工場、天然ゴム工場、および都市・工場排水のそれぞれにつき排水基準が設けられた。表11は都市下水および工場排水に適用される排水基準を示す。

スリランカ

研修員：Dandeniya Padmini de Alwis

現職：中央環境局水質監視担当

専攻：化学、植物学、動物学

1. 水質保全行政

スリランカは、インドの南方、インド洋に位置する、国土面積25,352平方マイル、人口1,485万人の島国である。赤道に近いので気温は高く、年に二度台風が来襲する。

急激な人口増加、都市化、工業化による環境汚染に対処すべく、1980年に中央環境局（CEA）が設置された。中央局では、必要な環境政策の決定、関係法令・環境基準・規制の設定、環境の調査・研究・監視などを行う。水関係では、中央環境局の指導的役割を担うが、上水道に関しては、国の上下水道とコロombo市の

図2 水質汚濁に対する苦情件数の原因別割合（マレーシア）

委員会、水道由来の疾病の防止には、保健所、医療センター、工業排水による水質汚濁に対しては、セイロンの科学・工業研究、水資源局がそれぞれ担当する。

2. 水質汚濁の歴史と現状

スリランカにおける水質汚濁の歴史は、植民地時代までさかのぼる。植民地時代、大規模な集約農業が行われ、それに伴っての施肥、農薬の散布によって汚濁は進み、DDTの使用が始まった1930年代には、さらに汚濁は顕著なものとなった。

現在の水質汚濁の主な原因は大きく分けて、①未処理工場排水、②農業に使用される化学肥料、農薬、③居住に伴うものに分けられる。①の工場には、石油工場、肥料工場、織物工場等の排水が含まれる。また、工場周辺に放置された工業廃棄物の雨による溶出による地下水汚染も確認されている。②では、化学肥料、農薬が農場から水域へ流出し、とくに窒素・リンは富栄養化の原因の1つとなっている。③では、水域への有機物の負荷の他表面水、地下水由来の病原菌汚染の

表11 下水および工場排水の排水基準（マレーシア）

項目	A*	B
水温(℃)	40	40
pH	6.0~9.0	5.5~9.0
BOD(20℃)	20	50
COD	50	100
SS	50	100
水 銀	0.005	0.05
カドミウム	0.01	0.02
6価クロム	0.05	0.05
ヒ素	0.05	0.10
シアン	0.05	0.10
鉛	0.10	0.5
3価クロム	0.20	1.0
銅	0.20	1.0
マンガン	0.20	1.0
ニッケル	0.20	1.0
スズ	0.20	1.0
亜鉛	1.0	1.0
ホウ素	1.0	4.0
鉄	1.0	5.0
フェノール	0.001	1.0
遊離塩素	1.0	2.0
硫酸イオン	0.50	0.50
油 分	検出されないこと	10.0

* 上水水源より上流に放流する場合
単位($\text{mg} \cdot \ell^{-1}$)

原因ともなっている。以上の他、石油工場での事故、タンカーの運搬路での油汚染、工業排水の放流による水域の溶存酸素の減少、有害物質の排出の影響からの魚類の生育に対する被害なども報告されている。

3. 法律・制度

環境保全、汚濁防止に関する法律は、環境法、農薬法、かんがい法、都市法など、数多く制定されている。排水基準・水質基準については中央環境局とスリランカ基準作成委員会（SLSI）が共同して作成したものである。このうち、排水基準は表面水、公共水域、沿岸水に排出するものについてそれぞれ定められている。表12に工場から公共水域への排水基準を示した。

タイ

研修員：Tawee Pienchob

現職：国家環境委員会環境基準課都市排水担当係長
専攻：土木工学、衛生工学（修士）

1. 水質保全行政

タイでは、“環境の改善と保全に関する決議”に基づいて、1975年に環境庁（ONEB）、環境委員会（NEB）

表12 中央環境庁（スリランカ）が示した暫定基準（公共水域に放流する工業排水の許容限界）

項 目	許 容 量
BOD ₅ (20°C)	200
pH	6～8.5
浮遊物	500
総溶存物質(無機物質)	2,100(かんがい用いる場合)
温 度	45
フェノール化合物(C ₆ H ₅ OH)	5(2次処理があるならば50mg/ℓまで良い)
油 分	30
シアン化合物	2
6価クロム	2
銅	3
鉛	1
ニッケル	2
垂 鉛	10
ハウ素	2(かんがい用いる場合)
ナトリウム(%)	60(かんがい用いる場合)
アンモニア態窒素	50
放射性物質	
α 線	10 ⁻⁷
β 線	10 ⁻⁶
硫化物(SO ₄)	1,000(かんがい用いる場合)

単位(mg・ℓ⁻¹)

が設置された。環境庁では、内閣に対する環境改善・保全に関する法律・基準等の提言、法律等の施行後の影響評価、環境分析・研究等が行われている。しかし、水処理に関しては、依然として統一された下水道局をもたず、工業排水に関しては産業省、衛生面では保健省、地方自地体での下水処理、下水道建設は内務省が行っている。

2. 水質汚濁の歴史と現状

タイにおける水質汚濁は、表13に示すようにリゾート地である Hau-Hin、タイの主要な水源である Chao Phraya 川で特に顕著である。

水源の汚濁の進行にもかかわらず、下水道事業は大変遅れており、首都バンコクにおいてさえ、1968年から下水処理計画がもちあがっていたにもかかわらず、現在になってようやく実行に移ったところである。最近になって、Chiang-Mai, Khon-Khane, Song Khla などの都市部で下水処理施設の建設が計画され始めた。

タイでの下水道事業の遅れの最も大きな障害は予算の問題であろう。国民の環境保全に対する認識、また、下水道事業の環境保全に果たす役割の正しい理解がこの問題を解決してくれるであろう。

3. 法律・制度

1981年に、環境庁の提案した、環境破壊の事前防止、社会経済とのバランス、環境基準の作成、調査研究の増進を柱とした環境政策が採用された。

環境基準としては、都市下水基準と水質基準がある。基準はともに法律ではないが、一定の規制力が与えられている。都市下水道基準については、表14に示した。

表13 1978年8月に行われた Hua-Hin(タイ)での排水調査結果

排 水	BOD (mg/ℓ)	排水量/日 (m ³ /日)	負荷/日 (kg/日)
家 庭 排 水	65～1,200 平均＝175～330	1,040	200
エビ洗浄水	2,100～3,500	270	760
エビ煮沸水	15,000up	20	300 up
栈橋洗浄水	400～1,000	30	20
床の洗浄水	2,600	15	40
イカ洗浄水	1,850	45	100
合 計		1,420	1,420

注：家庭排水で2×10⁶MPN/100mℓという最も高い大腸菌群濃度が見い出された。河口では海水による大腸菌群濃度の希釈によって大腸菌群濃度は1,000MPN/100mℓまで減少すると考えられる。

表 14 タイにおける人口別の都市下水放流基準

項 目	人 口				注
	101以下	101～500	501～2500	2501以上	
1. BOD	90	60	30	20	30分沈降後のサンプルを用いること
2. SOLIDS					
2.1 浮遊物質	60	50	40	30	
2.2 沈降物質	0.5	0.5	0.5	0.5	
2.3 溶存物質	500	500	500	500	
3. 硫化物	4.0	3.0	1.0	1.0	*問題が起きた場合は決定すること
4. 遊離塩素	—	—	0.3	0.3	
5. 窒 素					
5.1 総窒素	40	40	—	—	
5.2 有機窒素	15	15	10	10	
5.3 アンモニア態窒素	25	25	—	—	*問題が起きた場合は決定すること
5.4 硝酸態窒素	—	—	*	*	
6. pH	5～9	5～9	5～9	5～9	
7. 大腸菌群	—	—	10 ⁷	10 ⁷	サンプルは攪拌された場所で採水すること
8. 油 分	20	20	20	20	

単位(mg・ℓ⁻¹)

ベネズエラ

研修員：Vasquez de Maldonado Mariela

現職：環境・天然資源省研究官

専攻：化学工学

1. 水質保全行政

ベネズエラにおける環境問題は、中央政府の環境委員会、および環境・資源省(MARNR)の所管である。

2. 水質汚濁の歴史と現状

ベネズエラにおける水質汚濁は、河川、湖沼、沿岸部のいずれにおいても著しい。これは、急速な都市化、工業化に由来する。河川ではEl Guaire 川が工場排水および都市下水によって汚濁している代表的な河川である。現在まで排水処理等の対策はほとんど行われておらず、近年ようやく排水基準を遵守するよう、MARNR が工場を指導しはじめた段階にある。

湖沼ではベネズエラ最大の淡水湖である Valencia 湖、および Maracaibo 湖の汚濁が進んである。とくに後者は、12,000以上の油井、2つの製油所、7つの港、

12のガスプラントを周囲に持ち、さらに湖底には12,000km に及ぶパイプラインが敷設されている。また Maracaibo 市(人口200万人)の都市下水も放流されている。このため、単なる有機汚濁のみならず、原油流出に伴う油汚染も発生している。近年の調査によれば、重金属や毒性物質の蓄積が著しく、湖底の無酸素化も進行している。

沿岸部においては、観光開発、都市開発が進み、著しい汚濁に見舞われている。一部では海産物の食用が危険視されたり、大量の魚類のへい死が報告されている。しかしながら、最近までほとんど調査が行われなかったため、その原因の究明には至っていない。

3. 法律・制度

環境保全のための基本的な法律は1976年に制定されたばかりである。また、1978年にはそれぞれ水利用を基準にして、許容される水質の基準が設定された。とくに、Valencia 湖と Maracaibo 湖については、それぞれ1978年に、また1981年に湖沼および流入河川の水質基準が設けられた。