

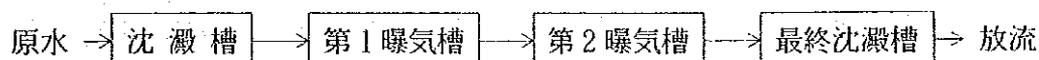
5-4-2 モデル地域の工場における廃水対策の実情

モデル地域における幾つかの工場について、廃水対策の実情と問題点等を次に述べる。

(1) A工場：食料品製造

ア 生産品目：乳製品

イ 廃水の処理方式：活性汚泥処理



ウ 廃水の水質

表5-4-3にA工場の廃水の水質測定結果を示す。pH、水温、SS、BODは排水基準に適合しているが、CODは日によって基準値を超えている場合がある。また、溶解性物質、総硬度、リン酸は、基準に適合していない。

表5-4-3 A工場廃水の水質測定結果

項目	単位	基準値	1週間の測定値 平均(最低～最高)
温度	℃	38	30(29.5～30.8)
pH		6～9	7.9(7.9～8.0)
溶解性物質	mg/l	100	15(2～54)
溶液酸素	mg/l	500	512(169～611)
リン酸	mg/l-P	1.0	2.2(2.0～2.5)
総硬度	mg/l	100	103(93～118)
BOD	mg/l	75	4(3～7)
COD	mg/l	100	47(20～102)

出典：A工場の資料より作成

エ 廃水処理の実情と問題点

(7) A工場の活性汚泥処理施設は、乳製品製造の廃液を処理するものとしては適切なものであると思われる。しかしながら、溶解性物質、COD、リン酸等が排水基準に適合していないのは、廃水処理施設の運転、管理が適切に行われて

いないからであると考えられる。

(イ) 水質管理のための測定データ（表5-4-4）から推測できる事項は次のとおりである。

a 活性汚泥処理におけるpHの最適条件は一般には6～8である。活性汚泥処理を行う曝気槽の前段にある調整槽のpHは、通常は7前後を示しているが、日によっては4程度の低い値を示しており、pH制御が十分に行われていないと推定される。

b 曝気槽の処理状況をDO、SV(30)、SVIの指標で判断すると、DO値は低く、ばらつきが大きい、SV(30)、SVIの値は高すぎるなどから、廃水の負荷に応じた適切かつ安定した処理が行われていないと推定される。

表5-4-4 A工場の水質管理項目の測定結果

項 目		平均（最低～最高）		一般的なレベル
DO	溶存酸素濃度	1.7mg/ℓ (0.3～3.8mg/ℓ)		1～3mg/ℓ
SV(30)	30分沈澱容積率	948	(920～980)	500～600
SVI注	汚泥容量指標	321	(299～344)	200以下

注：SVI=Sludge Volume Index
出典：A工場資料より作成

(ロ) 前項で指摘した事項については、次のような対応策が必要である。

a 廃水pHの適切な制御

廃水発生施設のそれぞれから排出される廃水は、排水口の中に適宜排出し混合させるのではなく、施設ごとに廃水を分別収集し、調整槽の段階で最適なpH条件になるようブレンドする。これで不十分な場合は、調整槽の中にアルカリ液を注入し、pHを適正に制御する。

b 汚濁負荷の増減に対応した適切な運転操作

曝気槽の曝気時間は24時間に設定してある。このため、曝気槽内の水質データを用いて前段プロセスの運転、操作を変更するには、24時間程度のタイムラグがある。

従って、曝気槽の水質が安定するよう管理するためには、プロセスの運転、

管理の変更内容とその程度が、曝気槽の水質にどのように影響を与えるかについて、データを十分に収集して解析を行い、傾向パターンを把握し予測モデルを作成することが必要である。この傾向パターンは、汚水発生施設、廃水処理施設の一つひとつにより異なるものであり、個々の施設について実験的に求めることが必要である。

オ 水質分析項目の適正化

A工場では、K P P Lの指導により表5-4-5（表中○印）に示すとおり、各工程中の延べ49項目について1日1回、週5～7日間サンプリングを行い測定分析を行っている。工場内部で分析を行う体制は整備されておらず、K P P Lに持ち込んで依頼分析を行っている。

A工場で実施している廃水管理のための水質分析について、実情分析、問題点の抽出、改善策の検討を行った。この結果、効果的な廃水管理を行うためには、追加して測定すべき箇所や項目があり、効率的な廃水管理を行うためには、削除が可能な箇所や項目があることがわかった。A工場における廃水管理を効果的かつ効率的に行うためには、現在の水質分析計画を表5-4-5（表中※印）のとおりに見直すことが必要であり、この場合でも延べ測定項目数は、見直し前の3分の2程度に軽減されることとなる。

各プロセスごとの具体的な改善案は、次のとおりである。

- ① 原水：排水量とpH変化の把握のみでよい。
- ② 調整槽：曝気槽における生物処理がうまく働くような条件を設定するため、温度、pH、DO、PO₄、COD、T-Nの分析が必要である。
- ③ 曝気槽：生物処理がうまく働いているどうかを管理するためには、pH、MLSS（活性汚泥の濃度：Mixed Liquor Suspended Solid）、DO、SV(30)、SVI、T-N、NO₂-Nの測定が必要である。
- ④ 最終沈澱槽：水質分析は不要であり、SV(30)の測定で沈澱しやすいフロックが生成しているかどうかを判断すればよい。
- ⑤ 返送汚泥：MLSSのみを測定すれば十分である。
- ⑥ 放流水：廃水基準に適合しているか否かを判定するだけでよい。

表5-4-5 A工場の廃水管理のための水質分析項目

項 目	原水	調整槽	曝気槽 I	曝気槽 II	沈殿槽	放流水	返送汚泥
温度 (°C)	※	※○	※	※	※	※	※
pH	※○	※○	※○	※○	※	※○	※
浮遊物質 (mg/ℓ)	※	※○	※○	※○	※	※○	※○
溶解性物質 (mg/ℓ)	※	※	※	※	※	※○	※
溶存酸素 (mg/ℓ)	※	※	※○	※○	※	※	※
PO ₄ (mg/ℓ)	※	○			※	※○	
総硬度 (mg/ℓ)	※				※	※	
BOD (mg/ℓ)	※	○				※○	
COD (mg/ℓ)		○			※	※○	
SV (30)			※○	※○			
SVI			※○	※○			
T-N (mg/ℓ)		○	○	○			
NO ₂ -N (mg/ℓ)			○	○		○	

注：1) ※印は、現在A工場で実施している水質分析項目（合計49項目）
 2) ○印は、効果的かつ効率的な廃水管理を行うために検討、見直しを行い、提案した水質分析項目（合計30項目）

カ 水質測定分析の体制

工場内における水質測定分析の体制は、次の3ステップで考えることができる。

- ① 工場の技術者が採水し、K P P Lや民間測定機関等で分析する。
- ② 工場の中に測定分析の設備や機器を整備し、工場の技術者が分析する。
- ③ 工場廃水の水質を自動測定器より測定し、その情報に基づき各プロセスの運転、操作を自動的に制御する。

各々についての検討結果及び提案を次に示す。

(7) 測定分析の外部委託

現行の水質測定項目（49項目）の場合と前項で述べた見直し後の30項目の場合について、所要経費の比較を行った。

測定分析の単価は、現在、福岡県内で採用されている平均的な価格（表5-4-6）を用いた。ジャカルタでの価格については、詳細な調査データはないが、一つの例としてHgの測定分析について比較してみると、福岡県では1件あた

り5,600円であるのに対し、ジャカルタのKPPLでは3,000～5,000ルピア、民間測定機関では15万ルピア程度であるといわれている。

現行の49項目を測定する場合、1回当たり約14万円が必要となるが、見直し後の30項目の場合は10万円程度であり、約3割の経費節減が可能となる。

表5-4-6 水質測定分析の単価

項目	単価	項目	単価	項目	単価
温度	800円	PO ₄	4,200円	SVI	3,600円
pH	1,100円	総硬度	4,800円	T-N	5,900円
SS	3,600円	BOD	7,200円	NO ₂ -N	3,400円
溶解性物質	(3,600円)	COD	4,000円		
DO	3,500円	SV(30)	—		

注：福岡県内の民間測定分析業者の標準的単価
出典：福岡県環境計量証明事業協会資料(1993)より作成

(イ) 自主測定分析

表5-4-7に掲げた13項目を工場の内部で測定分析するとした場合、必要となる機材は下記のものである。これらの機材は、比較的操作が簡便で安価なものであり、合計金額は約240万円となり、30項目を月1回測定したとして2年間分の外部委託経費とほぼ同じ額である。

現在、A工場をはじめとしたジャカルタ地域の工場では、工場廃水の管理のための水質分析は外部委託で実施しているところがほとんどである。今後は、工場の内部に測定分析の体制を整備し、工場の技術者が自ら測定分析を行い、その結果を迅速に生産ライン、廃水処理ラインにフィードバックし、適正な廃水管理を行っていくことが必要である。

このためには、測定分析室の確保、表5-4-7に掲げた機材の整備の他、測定分析技術者の確保と育成が必要である。

表5-4-7 自主測定分析に必要な機材

機 材	経 費	測 定 項 目
水質チェッカー	370千円	温度、pH、SS、DO
比色計	988千円	PO ₄ 、T-N、NO ₂ -N
低温恒温庫	620千円	BOD
還流分解装置	308千円	COD
ウォーターバス	120千円	溶解性物質
実験器具（試験管等）	--	
合 計	2,406千円	—

(ウ) 測定分析、制御の自動化

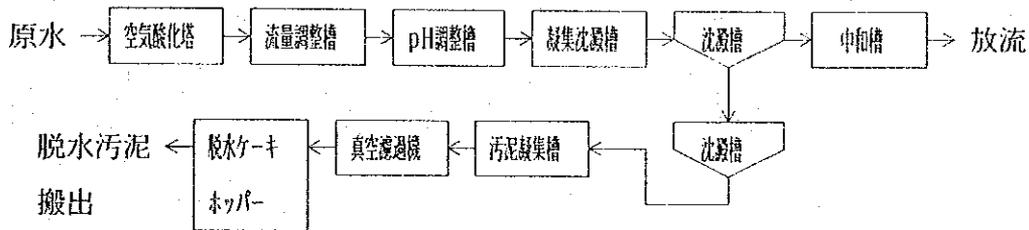
水質の測定結果に基づいて、曝気槽吹き込み空気量、pH調整用の薬液の量、原水の流入量、返送汚泥の引き抜き量など、各プロセスの関係個所の操業条件等を自動的に制御する方法がある。

現在、日本でも採用があまり進んでいないが、ジャカルタ地域においても将来的な課題として検討を行っていくことが望ましい方法である。

(2) B工場：繊維染色

ア 生産品目：繊維等

イ 廃水の処理方式：凝集沈澱法



ウ 廃水処理の実情と問題点

(7) 廃水処理施設は、工場を建設した約20年前に設置したものをそのまま使用しており、施設の日常的な維持管理、技術進歩に応じた施設の改善等は、十分とは言えない状況にある。

(イ) 自然通風式酸化塔は、上部から落下する廃水が途中から施設の外部に漏出し、周辺の土壌を汚染している。漏出しないよう囲いをするなどの措置を講じる必要がある。

(ウ) 廃水の水質はCOD100mg/l以下ということであったが、処理水の色は淡黄色を呈していた。現行の排水基準には適合しているが、将来排水基準が厳しくなれば、活性汚泥処理施設を追加するなどの新たな対策を講じる必要がある。

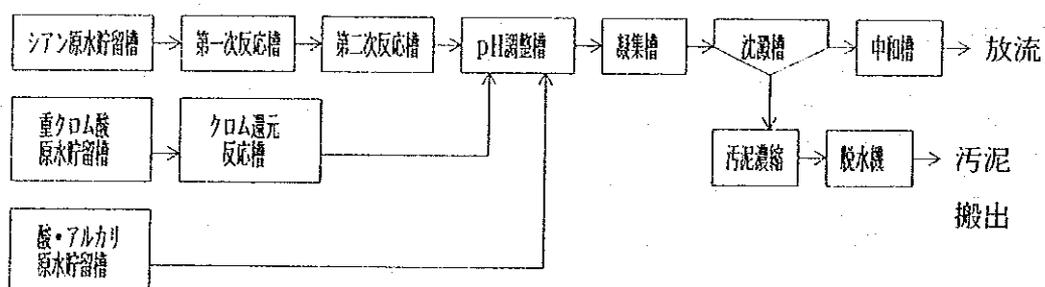
(エ) 工場には、廃水処理施設の運転・管理のため、責任者1名と要員12名を配置している。しかしながら、廃水処理に関する高度な技術的知識を有していないため、廃水処理施設の管理に十分な配慮が行き届かない、新たな改善策の検討が十分なされてない、などの問題が生じている。

(3) C工場：金具メッキ

ア 生産品目：自動車部品

イ 廃水の処理方式：六価クロムは還元法、凝集沈澱法

シアン酸化分解法、凝集沈澱法



ウ 廃水処理の実情と問題点

(7) 廃水処理施設は、10数年前の工場建設時、環境問題を十分に考えて設計し設置したものであり、また、保守、管理も十分に行われており、排水の水質は排水基準に適合している。

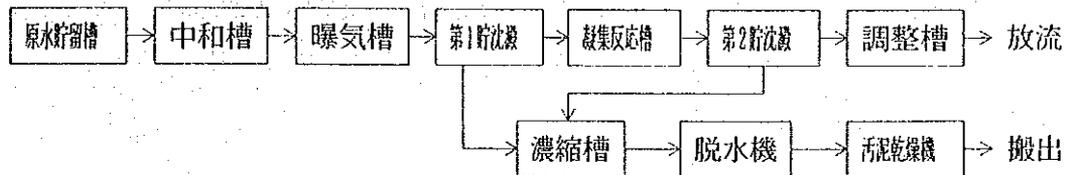
(7) 脱水後の汚泥は、固化した後、広大な工場敷地内の一角にあるコンクリート製の処分槽に廃棄しており、処分方法や処理能力は適切であると思われる。

(1) 公害防止担当の技術者は、日本の本社工場に2ヵ月間派遣し、最新の公害防止技術について研修を受けており、排水処理技術に関する知識レベルも高いことが伺える。

(4) D工場：繊維製造

ア 生産品目：紡績等

イ 廃水の処理方式：活性汚泥法、凝集沈澱法



ウ 廃水処理の実情と問題点

(7) 廃水処理施設は、工場を建設した約20年前に設置したものである。建設当初は十分な機能を発揮しなかったが、工場内部で試行錯誤の改良を重ねた結果、現在は非常にうまく動いている。

(4) 独自に改良、開発した廃水処理施設は、インドネシア国の国土に適合し、かつ経済的なものである。

- ・中和用硫酸を使用せず、バクテリアによるpH調整を行っている。
- ・バクテリアは、近くの河川の泥の中に生息しているものを利用している。
- ・硫酸を使用しないため、薬品代が不要、機器の損傷が少ない等の利点がある。
- ・河川水を原水とした工場用水製造プロセスから発生するスラッジを廃水処理の沈澱促進剤として活用している。

(5) 廃棄物のリサイクル、再利用等を積極的に行い、廃水処理コストへの軽減を図っている。

- ・スラッジ→コンクリートブロックの原料
- ・余剰汚泥→肥料
- ・ごみ焼却炉の余熱→スラッジ乾燥

(6) 廃水処理の責任者として高学歴（工業系大学卒業生）の者を採用し、廃水処理施設の改善、適正な管理等を行っている。

(7) 工場の中で廃水処理技術者の研修を行い、人材養成を図っている。

(5) E工場：食料品製造（複数）

ア 生産品目：豆腐、鶏精肉等

イ 廃水の処理方式：特になし

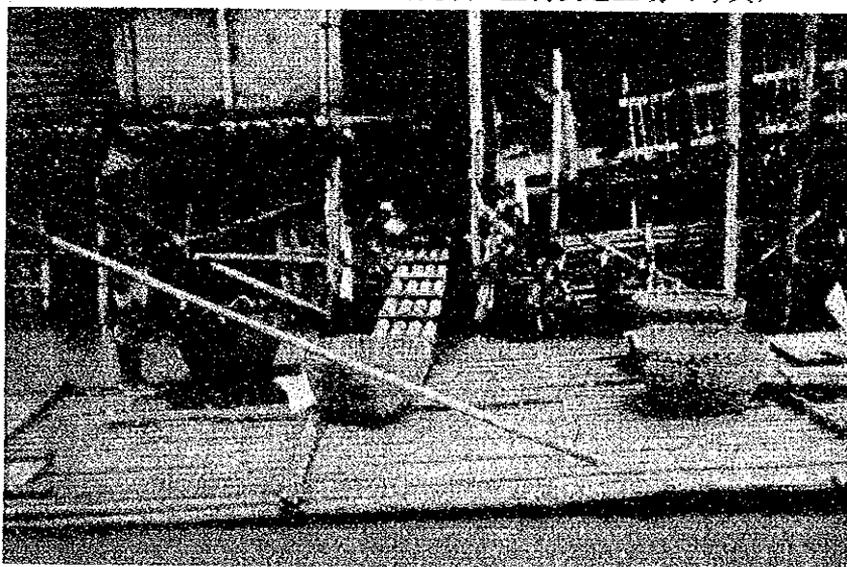
ウ 廃水処理の実情と問題点

(7) 原材料を河川水で直接に洗浄し、無処理のまま放流している。

(8) 生産工程中で発生する廃棄物をそのまま河川中に投棄している。

(9) 規模は零細であり、処理施設を設置するのはコスト的に非常に困難であると思われる。

図5-4-1 チリウン川流域の豆腐製造工場（写真）



注：原材料を河川水で洗浄

図5-4-2 チリウン川流域の食品工場（写真）



5-5 その他の対策

5-5-1 底質浄化対策

ジャカルタ湾の水質環境の状態は、3-1-2の項（海域の水質汚濁）及び5-1-2（海域の水質汚濁の状況）で述べたように、水質、底質ともに既に相当汚染が進んだ状態にある。ジャカルタ湾沿岸では、水俣病に類似した病状を有する「ジャカルタ病」が発生しているといわれ、湾岸の工場から排出される重金属が原因だとされる見方もあるが、まだ明確には確認されていない。

河川については、工場廃水、ごみの投棄、汚泥の堆積状況等を勘案するならば、相当量の重金属をはじめとする有害物質を含んだ汚泥が堆積していると考えられる。

今後、河川や海域の水質浄化をさらに進めていくためには、川底や海底に堆積している汚泥を浚渫し除去することが必要である。ここで問題となるのは、浚渫により取り除かれた汚泥を処分するための用地の確保である。

また、一方で、都市廃棄物についても処分用地を確保することが必要となっている。このような処分用地を陸域に求めることは、地下水の汚染、悪臭、ごみの自然発火などの二次的な公害問題をもたらす可能性がある。このため、処分用地は、海域部に求めることが適切であると考えられる。

海域において埋立処理を行うことの利点としては、次のものが考えられる。

- ① 都市部に近いため、ごみの運搬費が節減される。
- ② 場所によっては、トラックの輸送ばかりでなく、小型船を利用した輸送が可能である。
- ③ 跡地利用の可能性が高く、処理の方法や埋立地の構造によっては、将来の下水道処理場や、清掃工場、公園緑地あるいは現在非常に混雑が進んでいる港の拡充のための用地等として活用することが可能である。

5-5-2 河川洪水対策

ジャカルタ特別市における洪水対策としてチェンカレン水路やアンケ水路の整備が行われ、一部効果をあげているが、依然として洪水の発生が多く見られる。

ジャカルタ地域の洪水対策を検討するに際し、留意すべき事項は次のとおりである

- ① 市域内の勾配は非常に緩やかであること。
- ② 北部は地盤沈下が生じていること。
- ③ 都市域の拡大により、河川改修のための用地確保が困難になりつつあること。

- ④ 感潮域の広い河川であり潮位の影響を受けやすい。従って、川幅を拡幅しても排水量に一定の限界があること。
- ⑤ 湿地や沼地あるいは水田などの保水力を有する土地が減少しつつあること。
- ⑥ 河川流域は低所得者層の住宅が集中していること。
- ⑦ ごみの不当投棄が多いこと。
- ⑧ 河川のメンテナンスが不十分であること。
- ⑨ 河川、水路内に建てられる家屋により流れが妨げられること。

これらの事項を踏まえ、洪水対策のための河川改修計画を策定することとなるが、これは別途スタディーを行う必要がある。ここでは、洪水対策を検討するに際しての基本的な考え方について述べる。

これまでの河川改修は、都市の拡大につれて雨水をいかに速く排水させるか、というテーマのもとに、下水道や都市排水路が整備されるケースが多くみられた。しかしながら、ジャカルタ特別市のように人口の集中が進み、河川沿いにも人家が密集し河川拡幅のための用地確保が困難になりつつあるところでは、なるべく河川への負担を軽減する方向で考えていくことが好ましいと考えられる。また、河川の感潮域が広いことから河川に早く水を流すのではなく、なるべく水を溜めたりする機能や地下へ浸透させる方法の検討が必要であると考えられる。

また、河川や水路の浚渫、都市ごみ処理の改善、河川内建物の撤去等の対策についても検討し、実施することも必要であろう。

第6章 モデル地域の 水質環境保全に係わる今後の検討課題

第6章 モデル地域の水質環境保全に係る今後の検討課題

6-1 水質環境保全上の問題点

第3章では、水質環境の現状と問題点を明らかにし、第5章では、水質環境保全技術の比較分析を行ってきた。その中で明らかにされたモデル地域における水質環境保全上の問題点について、水質汚濁の現状、法制度、組織・体制、工場廃水対策、その他の対策の5つの観点から整理し以下に示す。

6-1-1 水質汚濁の現状に関する問題

- ① 河川の水質汚濁はかなり進んでいるが、河川水質汚濁に関する総合的かつ計画的な調査が実施されていないため、様々な発生源の実態、汚染の構造が詳細に把握されていない。
- ② ジャカルタ湾では重金属汚染が進み、湾域や流入する河川に生息する魚介類や水生生物の中で、有害物質の濃縮汚染が進行している恐れが大きいと考えられている。しかしながら、水質や底質の調査が沿岸部に限られていること、生物種に関するデータがほとんど見あたらないことなどのため、汚染状況の総合的な判断が困難である。

6-1-2 水質環境保全に係る法制度に関する問題

- ① 環境基準の項目数が多すぎるにもかかわらず、人材、資金、技術面等が不十分であるため、全ての項目についての監視、測定が十分に行われていない状況にある。
- ② 環境基準の項目の中には、項目そのもの及び基準値レベルが適切でないと思われるものがあり、見直しが必要である。
- ③ 環境基準の中に一般環境の水質基準と上水道の水質基準の2つの概念が含まれており、当面は機能分化を図り、個別に対策を講じることが適切であると考えられる。
- ④ 排水基準の中には、排水処理技術からみて基準値に適合することが困難である項目、化学的に不合理な項目、あるいは規制項目としての価値が低いものなどがある。

- ⑤ 水質汚濁防止対策を総合的に実施していくためには、個別規制法の整備が必要である。
- ⑥ 法律や規則は、一応は整備され、または、整備されつつあるが、これを動かし、企業や個人がこの法律に従うように施行することはまだ十分とは言い難い状況にある。

6-1-3 水質環境保全に係る組織・体制に関する問題

(1) 環境のモニタリング

- ① 環境基準に定められた項目について、十分な監視、測定を行うための体制が整備されていない。
- ② 分析設備及び人員体制が十分でないため、モニタリングの対象が一般的な項目に限定され、重金属や農薬などの有害化学物質の調査が十分に行われていない。
- ③ 環境モニタリングに計画性がないため、データの有効利用が十分に行われていない。
- ④ サンプルングの方法、分析の方法等が統一されていないため、結果の解析、比較検討等が困難である。
- ⑤ 測定分析の方法、手順等が適切でないため、あるいは分析機器の整備状況が良くないため、精度に問題があるものが見受けられる。
- ⑥ 測定分析を担当する技術者の技術レベルが低い、測定データの解析、評価が十分に行われていないなどの問題がある。
- ⑦ 環境モニタリングが複数の異なった機関で行われているが、相互連絡が十分ではないため、データの重複あるいは欠如が認められ、関係する機関の間で混乱を招いている。
- ⑧ 環境研究センターにおいては、理化学的な調査研究を行うための施設、人材が不

十分である。

(2) 発生源の規制、監視

- ① 工場立入検査に係る人員、予算が不足しているため、工場廃水の監視、対策指導が十分に行われているとは言い難い状況にある。
- ② 工場に対する規制、監視、指導を適切かつ効果的に行うために必要な、工場発生源における廃水発生施設の構造、使用方法、廃水処理の方法、排出水の汚染状態や量等に関する詳細なデータの整備が不十分である。

6-1-4 工場廃水対策に関する問題

(1) 発生源対策

- ① 現在進められている水質汚濁対策は、工場廃水対策が中心であり、その他の事業場廃水、生活排水、畜産排水、農業排水、投棄ごみなどを含めた総合的な対策の取り組みが不十分である。
- ② PROKASIHの対象となっているのは、少数の大規模工場であり、大多数を占める中小工場は対象となっていない。
- ③ PROKASIH対象工場のCOD排出量及びBOD排出量は、総体的には大幅な削減が進められてきたが、環境汚濁濃度はそれ程改善が進んではいない。
- ④ 現在、対策が進められている水質汚濁物質は、COD及びBOD等の生活環境の保全に関する項目だけであり、重金属、有害化学物質等の健康保護に関する項目については、ほとんど取り組みが進んでいない。

(2) 工場内の廃水対策

- ① 廃水処理に関する企業の関心が低い。
- ② 廃水処理対策は、生産コストを上昇させ、製品価格の上昇、利益率の低下など経営に悪い影響を及ぼすとみなす企業が多く、積極的な取り組みが見られない。

- ③ 工場等によっては、無処理の廃水を河川に直接放流しているものや、処理目的にそぐわない処理方法の処理施設を設置するなど、適正な廃水処理が実施されていないものがある。
- ④ 最終段階の廃水処理施設による対策が多く、生産工程までに遡った効果的かつ経済的な対策が行われていない状況にある。
- ⑤ 廃水処理施設の運転、管理が適切に行われていないため、水質汚濁物質の処理が十分に行われず、排水基準を超えて排出される例がみられる。
- ⑥ 技術進歩に応じた廃水処理施設の改善等が十分に行われているとは言い難い状況にある。
- ⑦ 排水処理に関し、適正レベルの技術を有した環境コンサルタントや施工業者の数が少なく、また経験が浅いため、工場に対し十分なバックアップができていない状況にある。

(3) 工場廃水の水質監視

- ① 廃水処理を管理するために行っている水質分析については、測定箇所、測定項目等が適切でないものが見受けられる。
- ② 工場内の自主測定体制の整備は十分でなく、廃水の水質分析を外部委託で行うため、経済的に大きな負担となっている例が見受けられる。また、測定分析データを、生産ラインや廃水処理ラインに迅速にフィードバックし適正な廃水管理を行うことは、十分に行われていない状況にある。
- ③ 民間の測定分析業者や環境コンサルタントにおける測定分析の技術レベルは、十分であるとは言い難い状況にある。

6-1-5 その他の対策に関する問題

- ① 今後、河川や海域の水質浄化をさらに進めていくためには、川底や海底に堆積している汚泥を浚渫し、除去する必要がある。

② 浚渫により取り除かれた汚泥を処分するための用地を確保する必要がある。

③ 洪水によりあふれ出た河川の汚濁水が、住民の健康及び生活環境に対し著しい被害を及ぼしている。

6-2 水質環境保全上の問題への対応策（提案）

6-1の項で述べたモデル地域における水質環境保全上の問題点を解決するための対応策について以下に述べる。

ジャカルタ地域における河川や海域の水質汚濁は、発生源の種類、問題の形態が多種多様であり、水質汚濁の状況を改善するためには、多岐にわたる各種施策を総合的に講じていくことが必要である。本レポートでは、各種施策のうち、特に水質環境保全に係る法制度、組織・体制、工場廃水対策等に関する対応策を中心に検討を行った。（表6-2-1参照）

表6-2-1 水質環境保全上の問題への対応策

項 目	対 応 策
1. 水質汚濁の現状	<ul style="list-style-type: none"> ①水質汚濁総合調査の実施 ②水質汚濁物質排出実態調査の実施 ③水質汚濁構造の解明
2. 水質環境保全に係る法制度	<ul style="list-style-type: none"> ①環境基準の見直し ②水質規制個別法制度の整備 ③排出基準の見直し ④公害対策に係る審議機関の設置 ⑤水域環境の総合的管理の検討
3. 水質環境保全に係る組織・体制	
(1) 環境のモニタリング	<ul style="list-style-type: none"> ①環境モニタリング計画の作成 ②測定分析体制の整備 ③水質標準測定分析法の制定 ④水質計測技術研修の実施 ⑤環境モニタリング体制の整備
(2) 発生源の規制、監視	<ul style="list-style-type: none"> ①発生源規制、監視の組織整備 ②発生源監視、指導マニュアルの作成 ③発生源データの収集、整備

（続く）

(表6-2-1 続き)

項 目	対 応 策
(3) その他の対応策	①環境研究センターの機能拡充 ②環境教育の推進 ③環境情報システムの整備
4. 工場廃水対策 (1) 発生源の総合的対策	①PROKASIHの対象拡大 ②水質環境管理計画の策定
(2) 工場内の廃水対策	①廃水処理技術の研修実施 ②工場廃水対策の技術診断指導の実施 ③公害防止管理者制度の整備 ④工場廃水対策資金融資制度の整備 ⑤中小企業の工場廃水対策 ⑥廃水処理施設の設計施工、保守管理の技術指導 ⑦工場内環境管理体制の整備
(3) 工場廃水の水質監視	①測定分析技術者の技術レベルの向上 ②工場内測定分析体制の整備
5. その他の対策	①海底等の汚泥浚渫の実施

6-2-1 水質汚濁の現状に関する問題への対応策

(1) 水質汚濁総合調査の実施

水質汚濁対策を進めるにあたっては、まず、汚染の状況を正確に把握することが第一歩である。

ジャカルタ地域における河川やジャカルタ湾の水質汚濁の状況を総合的に把握するため、体系的な調査測定を行う必要がある。

調査測定は、BOD、COD、重金属等の主要な水質汚濁指標や底質の性状、さらには流水量や潮流等の流況について、総合的に実施する必要がある。さらにはジャカルタ湾では、魚介類や水生生物種の調査、生物試料を用いた有害物質調査（バイオロジカル・モニタリング）等を実施し、水質汚濁の生態影響も併せて解明することが必要である。

総合調査の実施にあたっては、必要な測定分析の機材は日本から持ち込み、日本から派遣された専門家と、インドネシアの国や地方自治体の技術者や研究者及び大学の研究者等との共同研究の形態で行われることが望ましい。共同の作業、研究を通じて効果的な技術移転を図ることが可能となるためである。

調査測定の方法等は、当面は基本的かつ簡易なものを使用することが望ましく、これらは基本的には日本で使用されているものをそのまま使用することは可能と思われる。ただし、生物調査やバイオロジカル・モニタリングについては、日本とインドネシア国では生物種や生息環境が異なるため、適正な技術手法を新たに研究開発する必要がある。

(2) 水質汚濁物質排出実態調査の実施

ジャカルタ地域における河川や海域の水質汚濁を引き起こす発生源は、工場廃水、事業場廃水、生活排水、畜産排水、農業排水、投棄ごみ、自然界など多種多様である。水質汚濁対策の検討を行うためには、これらの発生源の位置と、排出されるBODやCOD等の汚濁物質の濃度や量を定量的に把握することが必要である。

各発生源からの汚濁物質の排出量については、大工場等の大規模発生源は個々の実測したデータを用いるが、小工場や事業場、その他の発生源は、単位活動量当たりの排出量（排出原単位）を用いて推計する。ジャカルタ地域では、工場、事業場は廃水対策を講じていないところが多いだけでなく、し尿の河川への直接排出、河川への多量のごみ投棄、多量降雨による土砂の流出など、日本の場合とは条件が大きく異なるため、日本の水質汚濁物質排出原単位をそのまま採用することは困難であ

と思われる。従ってジャカルタ地域の各発生源種別ごとに代表的なサンプルを抽出し、活動量と水質汚濁物質の排出量を測定し、排出原単位を算定することが必要である。なお、水質汚濁物質の排出量を推計するにあたっての排水量の測定、汚濁物質濃度の測定等については、日本の技術をそのまま適用することは可能であると思われる。

各発生源の位置及び活動量は、既存の届出・報告資料、調査・研究資料の他、現地での立入調査、アンケート調査等により把握することが必要である。

(3) 水質汚濁構造の解明

前項(1)で求めた水質環境濃度データ及び流況データ、並びに前項(2)で求めた発生源の位置及び汚濁物質排出量のデータを用いて、水質汚濁予測シミュレーションを行い、汚染構造の解明と発生源別の汚濁寄与率の推計を行うことが必要である。この結果は、水質汚濁対策の検討及び水質環境管理計画の策定（6-2-4、(1)、イの項）に使用されるものである。

汚染予測シミュレーションに使用するモデルとしては、日本では様々なものが提案され、使用されている。ジャカルタ地域の水質汚濁の予測に使用するモデルについては、発生源情報の収集状況、河川や海域の汚染状況、地形、流況、コンピュータの普及状況及び求められる結果の精度等を勘案し、選択する必要がある。

まず最初は、パソコンで使用可能な簡易モデルと大型コンピュータによる精密モデルの両方で予測を用い、簡易モデルの精度、利用上の留意点を明確に把握した上で、汚染対策の日常的な進行管理はパソコンによる簡易モデルで行う方法が適当であると考えられる。

なお、これらの予測シミュレーションの実施に際しては、最初に行う簡易モデルと精密モデルによる予測は、前項(1)で述べたと同じように、日本側とインドネシア側の共同研究の形態で行い、後で行う簡易モデルによる対策の進行管理はインドネシア側のみで行うことが適切であると考えられる。

6-2-2 水質環境保全に係る法制度に関する問題への対応策

(1) 環境基準の見直し

インドネシア国では、河川は住民の飲料用水や生活用水として利用されてきた長い歴史を有しており、河川水質の望ましい状態としては、一般環境の水質基準と水道水の水質基準に適合することが必要である。しかしながら、現在の水質汚濁対策

を効果的に進めていくためには、当面の措置として、一般環境である河川には一般環境の水質基準のみを適用することとし、上水道の水質基準に該当する項目は適用を猶予することが必要であると考えられる。

さらに、一般環境の水質基準についても、対象項目、基準値レベルは、より妥当なものへと見直しを行い、これらの厳選された必要最小限の項目についての的確なモニタリングを実施していくことが望ましいと考えられる。

この場合、上水道の浄水場において、必要な水処理を適切に行うことが前提となる。

(2) 水質規制個別法制度の整備

インドネシア国における水質汚濁対策は、規制根拠が多岐にわたり仕組みも多様である。水質汚濁対策を総合的かつ効果的に進めていくためには、水質規制に関する一元的な個別法制度を整備する必要がある。

個別法制度に盛り込むべき事項は、日本の水質汚濁防止法が参考となるが、詳細な盛り込むべき内容については、インドネシア国における関係省庁間の役割分担、既存の法制度との位置関係等を十分に考慮した上で検討することが必要である。

日本の水質汚濁防止法を参考に、インドネシア国における水質規制個別法に新たに盛り込まれることが望ましいと考えられる項目は次のとおりである。

- ① 総則 (目的、定義等)
- ② 工場廃水対策 (排水基準、特定施設の届出、計画変更命令、改善命令、排水中の汚染状態の測定、事故時の措置等)
- ③ 生活排水対策 (国、地方自治体の責務、国民の責務、生活排水対策推進計画の策定・推進等)
- ④ 水質モニタリング (常時監視、測定計画、公表、緊急時の措置等)
- ⑤ その他 (損害賠償、報告・検査、罰則、その他)

(3) 排水基準の見直し

排水基準については、現在の排水処理技術からみて基準値に適合することが困難である項目、化学的に不合理な項目、あるいは規制項目として価値の低い項目などを削除するなど、対象項目の見直しを行うことが必要であると考えられる。

(4) 公害対策に係る審議機関の設置

ジャカルタ地域における水質汚濁対策を策定、実施するにあたり、重要な事項を調整審議するための審議機関を設置することが必要である。

日本では、国レベルの中央公害対策審議会、県・市レベルの地方公害対策審議会が設置され、各々の公害防止対策の推進に大きな役割を果たしてきた。ジャカルタ地域においても、様々な関係者から構成される審議機関の設置は、大変に有効であると思われる。重要な事項に関し様々な立場、分野からの率直な意見の交換、審議を行うことにより、実効性の高い対策を策定することが可能になる。

審議機関の構成メンバーとしては、日本と同じように、大学の教授等の学識経験者、市民代表や各種業界の代表等、様々な立場、分野の代表を参加させることが必要である。さらに、ジャカルタ地域の特徴として、環境研究センターやNGO等が環境保全に大きな影響力を有しており、これらの代表者も参加させることが必要である。

(5) 水域環境の総合的管理の検討

ジャカルタ地域における河川や海域は、農業用水、工業用水等として利用されるとともに、住民の飲料水、洗濯、食器洗いなどの生活用水として、また、水遊び、ヨット、ボート等のレクリエーションとしても利用されている。さらに、水生生物の生息環境や水産漁業の場など、多種多様な機能を有している。

今後、ジャカルタ地域の河川や流域について、環境保全を図りつつ、積極的な活用、開発を行っていくためには、このような多様な機能を有する水域環境の現状を総合的かつ定量的に把握、評価するとともに、これらの潜在的な機能や需要を評価することがまず重要である。そして、これらの科学的な検討結果を踏まえて、水域環境の総合的な管理体系と有効な保全施策の検討を行うことが必要である。

これらの環境を総合的に評価する考え方や方法は、環境庁国立環境研究所や北九州市をはじめとした地方自治体が1980年頃から取り組み始めた新しい手法であり、ジャカルタ地域において上記の検討を行うに際しては、日本の考え方や手法が大いに参考になると考えられる。

ジャカルタ地域の河川や海域における環境の現状を環境指標により総合的に評価する場合には、現地の河川や海域が果たしている役割や機能、水域環境の保全と利用の考え方、収集可能なデータ等について総合的な検討を行った上で適用することが必要であると考えられる。

6-2-3 水質環境保全に係る組織、体制に関する問題への対応策

(1) 環境のモニタリング

ア 環境モニタリング計画の作成

水質汚濁の状況を総合的に監視し、規制効果の確認を継続的に行っていくためには、環境モニタリングの全体計画を作成し、それに基づいて体系的に実施していくことが必要である。環境モニタリング計画には次の項目が盛り込まれる必要がある。

環境モニタリング計画の作成にあたっては、日本における考え方、手法が基本的にはそのまま適用することができる。測定地点や時期、回数等、計画の具体的な仕様については、ジャカルタ地域の地形、気候、河川水量の変化、汚濁状況等を詳細に検討して定められる。

- ① 環境基準監視点の位置（乾期と雨期における河川網の水の流水状態や汚濁状況、ジャカルタ湾の流況、汚濁状況等を勘案し、代表的な地点を設定する。）
- ② 測定項目（基本的には環境基準項目とする。）
- ③ 測定回数、時期（項目の性格により異なる。多いものは月1回、乾期と雨期では水量が大幅に異なるため最も少ないものでも年2回は必要である。）
- ④ サンプリング方法（基本的には日本の方法をそのまま採用できる。）
- ⑤ 測定方法（基本的には高度技術、高価機器を用いない方法を採用する。）
- ⑥ 関係機関の役割分担（国、地方、大学の役割分担と連携を密にするための方法を明記する。）
- ⑦ 公表の方法（調査結果報告書、環境白書等）
- ⑧ その他

イ 測定分析体制の整備

ジャカルタ地域では、今後、河川、海域、湖沼さらには地下水等、環境水質のモニタリングを総合的、継続的に行っていく必要がある。また、工場等の各種の水質汚濁発生源を監視するため排水の分析を一層拡大して行う必要がある。

一方、ジャカルタ地域における水質測定分析の体制についてみると、水質測定分析に関する高度な専門知識や経験を有する大学の研究室や環境研究センターはほとんど見あたらない。また、民間コンサルタントや企業においても水質分析について専門的な知識を有したものは極めて少ない状況にある。

北九州市等の自治体の調査研究機関や国、大学等の研究機関では、測定分析は、簡易かつ安価なものから利用が始まり、測定分析技術の進歩、測定機器の開発に伴って、少しずつ高度な技術、高価な機器を整備してきた。ジャカルタ地域では、現在の日本の測定分析機器の全てをそのまま適用するのは、人材や資金等の面からみて適切ではない。緊急性が高くかつ簡易なものから整備を進め、併せて人材の確保と養成を進めていくことが必要であり、その後、漸次高度かつ高価な機器の整備を進めていくことが適切であると考えられる。

具体的には、ジャカルタ地域では、環境管理センターの測定分析機能を中核として位置づけて集中的な整備を行うとともに、今後整備が行われる地方組織（BAPEDALDA）の中に必要最低限の測定分析機器の整備を早急に行うことが必要である。また、公的分析機関の整備、拡充と並行して、民間コンサルタントや企業における測定分析機能の整備、能力向上も長期的に実施していくことが必要である。

ウ 水質標準測定分析法の制定

測定分析データの精度の確保、測定機関ごとのデータ比較等を可能にするため、水質の測定分析に関し、サンプリング方法、試料の保存方法、分析方法、測定の精度管理などを定めた水質標準測定分析法を早急に制定する必要がある。

エ 水質計測技術研修の実施

地方組織BAPEDALDAや地方自治体で水質測定分析に携わる職員、あるいは企業で廃水管理に携わる技術者を対象に、水質汚濁状況のモニタリング、産業廃水の監視、指導にあたり必要とされる水質計測技術について研修を行うことが必要である。

研修は、日本で行われているのと同じように、技術のレベル及び必要性等を勘案し、ジャカルタ地域では次の3段階に分けて実施する必要がある。

Phase I：サンプリング手法、基本的な水質パラメータの分析技術

Phase II：重金属及び有害物質の微量分析技術

Phase III：農薬等の化学物質の高度な分析技術

Phase I及びIIの研修は、例えば、ジャカルタ特別市内に新設される環境管理センターで実施することとし、次のステップを踏んで行うことが望ましい。

<例>

第1ステップ 受講生：環境管理センターの研究者及び分析技術者

講師：日本からの派遣専門家

教科書：英語

第2ステップ 受講生：地方の中核となる研究者及び分析技術者

講師：環境管理センターの分析専門家、日本からの派遣専門家

教科書：インドネシア語、英語

第3ステップ 受講生：地方の第一線の技術者

講師：環境管理センターの分析専門家

教科書：インドネシア語

Phase IIIの研修は、環境管理センターの分析専門家や地方の中核となる研究者を対象に、日本のJICAの研修センター等で実施することが望ましい。

オ 環境モニタリング体制の整備

(2)発生源の規制、監視、ア発生源規制、監視の組織整備の項に同じ。

(2) 発生源の規制、監視

ア 発生源規制、監視の組織整備

発生源の規制、指導、監視や環境モニタリング等を具体的に実施していくに際し、国の地方組織や地方自治体の取り組みが不可欠である。現在、インドネシア国では、環境保全の地方組織BAPEDALDAの整備に向けて鋭意検討が進められているが、この組織には、発生源の規制、監視や環境モニタリング等の権限を大幅に委譲することが必要である。

BAPEDALDAに配属される行政官や技術者を確保し、科学的技術的な知識と能力の向上を図るため、研修やセミナーの開催等を継続的に実施していくことが必要である。

日本で実施しているJICAの研修は、概ね大学卒業レベルの資格と十分な英語力を有する技術者等数名を対象に、約4ヶ月間にわたり、総合的な廃水処理技術や測定分析技術について講義や実習等を行っている。この項で提案する研修はインドネシアで行う研修であり、高校卒業レベル以上の国及び地方自治体等の職員5～10名程度を対象に、約1ヶ月の短期間に集中的に行うものである。内容と

しては、インドネシア国の水質汚濁の状況や対策の状況、廃水処理や測定分析の基礎的な理論と実践、低コスト廃水処理技術、政策立案能力等を習得させることをねらいとする必要がある。

イ 発生源監視・指導マニュアルの作成

工場等の発生源における排水基準の遵守状況の監視や規制、指導は、地方組織 BAPEDALDA や地方自治体を中心となって行われる。しかしながら、これらの職員は経験が浅いため、技術レベルを高めるための研修を受けるなど人材の養成を図りつつ監視、指導を行うこととなる。

従って、発生源の監視・指導を適切かつ効果的に行っていくためには、そのやり方を取りまとめたマニュアルを作成する必要がある。

現在、北九州市をはじめとした地方自治体の第一線の現場で行われている工場立入検査の方法は、そのままジャカルタ地域でも活用は可能である。また、日本では、廃水発生源や処理施設等に関する様々な参考書や雑誌が刊行されており、担当者はそれを用いて自主学習を行っている。ジャカルタ地域においては、このような出版状況が整っていないため、当地域において代表的な廃水の発生源の概要やその施設の一般的な廃水処理対策の概要、さらには、測定機器等の概要についても指導マニュアルに詳細に記載することが必要である。

発生源監視・指導マニュアルには次の項目が盛り込まれる必要がある。

なお、日本では1人の担当者が数多くの業務を実施しているが、ジャカルタ地域では、多くの人が分担して行うことが多い。このため、マニュアルの中でも多くの担当者間の連携、情報交換等に関し十分な配慮を行うことが必要である。

- ① 立入検査班の編成と役割分担
- ② 立入検査の項目、チェックリスト（廃水処理施設の運転、保守管理の状況、生産施設の運転状況、廃水の採取、測定分析等）
- ③ 水質汚濁物質発生施設の概要
- ④ 廃水処理施設の概要
- ⑤ 測定機器の取扱、操作方法
- ⑥ 測定機器の保守管理方法
- ⑦ その他

ウ 発生源データの収集、整備

工場等の発生源に対する規制、監視、指導を効果的に行うためには、発生源に

おける汚水排出に関する詳細な情報を事前に入手し、発生源の実態を十分に熟知していることが必要である。インドネシア国では、現在、発生源に係る各種情報は、工場を統括している工業省に提出されており、環境管理庁では十分に整備されているとは言い難い状況にある。このため環境管理庁では工場の立入検査時に必要な情報の収集を行っている。

今後は、さらに、廃水発生施設の構造、使用方法、廃水処理の方法、排出水の汚染状態や量等、詳細なデータを事前に届出を行わせるとともに、施設の使用状況や廃水の排出状況の実績報告を求めることなどより、必要な情報を収集し、整備することが必要である。また、これらの情報はデータベースに蓄積し、環境管理庁と各地方組織が共用し、オンライン検索できるようにシステム化することが必要である。

データの届出、報告の項目、様式や実施方法については、北九州市等の地方自治体で実施しているものが大いに参考になるものと考えられる。情報のデータベース化については、使用するコンピュータはデータの量、使用形態、保守管理等の面から考慮するとパーソナルコンピュータが適切であると考えられる。また、ソフトウェアについては、日本にある既存のパッケージソフトをそのまま使用するか、あるいはもっと利用しやすいものとするためには、利用者の数、利用形態、データの項目数、出力の内容等の詳細を把握し、システム設計・開発を行うことが必要である。

(3) その他の対応策

ア 環境研究センターの機能拡充

インドネシア各地に存在する環境研究センターは、地方自治体や住民に対し環境に関する専門的な知識や情報を提供するとともに、地域での環境教育、研修、啓発活動に重要な役割を果たしている。今後、さらにその機能を拡大充実させるためには、次の対策を講じる必要がある。

- ① 環境研究センターのスタッフを確保するとともに、教育研修の機会の増加により質の向上を図る。
- ② 環境科学分野の大学院教育、研修の改善を図る。このため、教育課程や研修プログラムの改善、国内外からの講師の招聘、教育機器や研究機材の更新等を行う。
- ③ 環境研究センターが行う研究のうち、国や地方自治体の環境政策支援、資源の有効利用、環境管理等に関する研究に対し、研究費の助成を行う。

- ④ 環境モニタリングに関する調査研究を行うため、理化学試験、検査に必要な機材等を整備する。
- ⑤ 環境モニタリングデータの集計、解析及び評価並びに公害関連情報、研究成果、文献等の管理、検索を行うための環境情報システムを整備する。
- ⑥ 各地の環境研究センターをオンラインで結合し、情報やデータの相互交換を行うことなどを通じてネットワークを強化する。

イ 環境教育の推進

ジャカルタ地域の水質汚濁は、工場廃水、事業場排水、生活排水、農業排水、投棄ごみ、自然界からの土砂流出等、多種多様な発生源が関係している。従って、水質汚濁対策は、各分野の一人ひとりが各々の立場において実施可能な取組みを行っていくことが基本である。

現在、水質汚濁が大きな社会問題となってきた原因の一つに、事業者や国民の公害防止に対する関心が低いことがあげられる。今後、ジャカルタ地域における水質汚濁の状況を改善していくためには、各発生源ごとに規制、監視、改善策等を実施するとともに、関係者の環境問題への関心を高めるための環境教育を実施していくことが必要である。

インドネシア国における環境教育は、現在、主要大学に設置されている環境研究センターを中心に行われているが、今後は、同センター及び地方行政組織 B A P E D A L D A が連携し、総合的に実施していくことが必要である。環境教育を幅広く定着させていくためには、総合的、継続的な取組みとしていくことが肝要である。そのため、情報提供ネットワークの整備、情報内容の充実、拠点の整備、民間活動の支援などの課題がある。

環境教育の手法については、日本の経験が大いに参考になると思われる。一つの例を下記に述べる。

- ① 一般市民対象：テレビ放送、映画の製作、パンフレット配布、シンポジウムの開催等により、環境保全知識の普及、啓発を図る。
- ② 小中学生対象：環境保全、公害防止、ごみ捨て防止等に関する副読本を作成し、授業の中で利用する。
- ③ 工場の責任者、技術者対象：講演会、セミナー等を開催し、公害防止の必要性、生産性と公害防止の両立等について啓発を行う。

ウ 環境情報システムの整備

環境モニタリングや発生源の規制、監視を合理的かつ効果的に行うためには、様々な関連データを収集し、適切な加工処理を行うことが必要である。

環境問題に関連するデータは、水質モニタリングデータのような環境質そのものに関するデータ、汚水発生施設の諸元や汚染物質排出量等の発生源データ、あるいは、人口、工業、農業などの環境汚染の原因となる人間活動全般に関するデータ、公害苦情件数や疾病有症率などの結果や被害に関するデータ、さらには潮流や地形といった自然条件など、極めて多くの分野のデータがある。

これらのデータの管理、利用を円滑に行うためには、コンピュータを用いた環境情報システムが必要である。日本における環境情報システムは、表6-2-2に示すように、環境政策の変遷、コンピュータ関連技術の進展等により3段階の変遷を経てきている。

ジャカルタ地域においては、現在、環境政策としては表6-2-2のⅠ、Ⅱ、Ⅲ段階の全てが課題であり、技術としてはⅡ、Ⅲ段階のものが利用可能である。従って、ジャカルタ地域における環境情報システムの整備は、現在、機能が大幅に向上し、かつ安価なパーソナルコンピュータを中心的に活用することとし、発生源データ、モニタリングデータを用いた規制やアセスメントに活用することが第1ステップである。さらに、これとはほぼ並行した形で、環境管理や環境教育のための地域環境データ、社会環境データ、住民意識データの利用を行うことが必要である。

ジャカルタ地域において、環境情報システムを具体的に整備するにあたり、日本で利用されている様々なハードウェアやソフトウェア群はほとんどそのまま利用することが可能である。しかしながら、具体的な機種を選定、ソフトウェアの選定、開発にあたっては実際に使用する現場での実態を十分に踏まえた検討が不可欠である。環境情報システムの計画、設計段階での十分な検討がなされなければ本当に使い勝手のよいシステムにはならないからである。北九州市をはじめとした地方自治体で、これまでに行ったシステムの開発、運用の経験を整理すれば、システムの計画、設計段階での問題点、検討課題は表6-2-3のとおりである。

表6-2-2 日本における環境情報システムの変遷

項目	I. 昭和40~50年代	II. 昭和60年代前半	III. 昭和60年代後半
環境政策	七公害の防止 規制中心 環境影響評価	環境管理 自然環境保護 快適性の重視	予見的政策 環境創造・環境教育 広域連体・国際化
利用データ	(点データ) 公害物質発生源データ 環境モニタリングデータ	(面データ) 国土数値情報 地域環境データ 社会経済データ 法令・規則データ	(三次元・感覚データ) スペースステーションデータ 三次元データ 感覚(五感)データ 住民意識・計測データ
技術的背景	モニタリングシステム テレメタシステム 大型コンピュータ	マイコン・ミニコン・超大型等 各種コンピュータ コンピュータグラフィックス 通信回線網 データベースシステム	大量記憶装置(光ディスク等) 社会全体のコミュニケーション機能の充実 人工知能等の実用化
システムの重点的な仕事	大型データの高速自動処理による観測結果の的確な判断 報告書作成等のデータ加工 公害現象のモニタリングとシミュレーション 環境影響評価支援	環境資源の把握 環境価値の評価 環境計画立案のための分析 環境影響評価支援	環境問題変化の予測と計画への折り込み 人間の感覚の利用 住民による環境創造の支援 広域環境の把握 狭域地区環境の把握

出典：西岡秀三等「地域環境評価のための環境情報システムに関する研究」
国立環境研究所報告第109号(1987)

表6-2-3 環境情報システム構築上の問題点、検討課題

1. 利用目的	利用目的の明確化
2. 利用者	・システム利用者の範囲(行政、担当者、専門家、一般住民)の決定
3. データベース	・収集、蓄積する情報の範囲(質、量)
4. ハードウェア	(計算機) ・利用目的に合ったハードウェアの仕様決定 ・計算機の処理レベル(マイコン、ミニコン汎用機)の選択 (入出力機器) ・利用目的に合ったコストパフォーマンスの高い機器の選定
5. ソフトウェア(利用技術)	・目的に合致した導入し得るソフトウェアの有無
6. その他	・システムの導入の形態(費用) ・システム利用の頻度 ・システム保守管理要員の確保 ・システム全体の費用・効果の評価 ・システムの利用状況

出典：西岡秀三等(1987)より作成

6-2-4 工場廃水対策に関する問題への対応策

(1) 発生源の総合的対策

ア PROKASIHの対象拡大

PROKASIHが対象としている発生源は、現在、大中規模な工場やホテル、病院等の大規模事業場が主体である。しかしながら、ジャカルタ地域における河川の水質汚濁の発生源は多種多様であり、水質汚濁の改善を進めていくためには、今後、下記の発生源についても対策を検討し、実施していくことが必要である。

- ① 小規模、零細規模工場の廃水対策
- ② 中小規模事業場の廃水対策
- ③ 生活排水対策
- ④ 畜産排水対策
- ⑤ 農業排水対策
- ⑥ その他の発生源対策

PROKASIHが現在対象としている項目は、BOD、COD等の有機性汚濁指標であるが、今後は、さらに水銀、鉛等の重金属やシアン、トリクロロエチレン等の有害物質等の健康の保護に関する項目についても対策を進めていくことが必要である。

PROKASIHの対象水域は、現在は河川のみであるが、今後は、湖沼、海域、地下水等も対象水域に加えていく必要がある。

イ 水質環境管理計画の策定

ジャカルタ地域における河川や海域の水質汚濁対策を効果的に推進するためには、多様な発生源のそれぞれについて、現状における汚濁寄与率及び将来動向を踏まえた将来の汚濁状況を推計するとともに、考えられる対策とその効果の定量化を行い、これらの結果を踏まえて今後の対策に関するマスタープランを作成することが必要である。

この場合、計画の内容は、ジャカルタ地域における水質汚濁の特性を踏まえ、下記の事項を盛り込んだ河川流域の総合的な対策として考える必要がある。

- ① 環境モニタリングの拡充強化
- ② 工場・事業場廃水対策（規制強化、財政的技術的支援等）
- ③ 生活排水対策
- ④ 畜産排水対策

- ⑤ 農業排水対策
- ⑥ 一般市民や事業者を対象にした環境教育
- ⑦ 上水道やその他の衛生面の対応
- ⑧ 都市化地域での河川洪水対策
- ⑨ 土壌流出対策
- ⑩ 廃棄物処理対策、ごみ投棄防止対策
- ⑪ 新たな水資源開発
- ⑫ その他

計画の策定、実施にあたっては、計画の総合的内容に対応し、国や地方自治体の関係部局、環境研究センターの責任者、関係分野の研究者、学識経験者、発生源側の関係団体の代表等による協議会を設置し、十分な情報交換と協議、調整を行うことが必要である。

マスタープランの作成にあたり、計画の基本的構成や個々の対策の検討手法等については、日本の技術、ノウハウをそのまま活用することは可能であると考えられるが、計画の内容、表現方法、調整方法等については、ジャカルタ地域におけるこれまでの対策の経緯、関係機関の役割等を十分に踏まえた上で適用を検討することが必要である。

(2) 工場内の廃水対策

ア 廃水処理技術研修の実施

工場内で廃水処理を担当している技術系管理者や実務担当技術者を対象に、廃水処理技術に関する研修を実施する必要がある。

日本で実施している J I C A の研修は、様々な国を対象にした、高学歴、少人数、長期的、総合的な内容の研修であるが、この項で提案する研修は、インドネシアで行うものであり、高校卒業レベル以上の工場技術者 5～10名程度を対象に、約 1ヶ月間の短期間に集中的に行うものである。

内容としては、インドネシア国の水質汚濁の状況や対象の状況、低コスト廃水処理の基礎理論と応用、廃水処理施設の運転・保守管理・改修、廃水の測定分析の実習、廃水処理施設の設計・施工等を習得させることをねらいとする必要がある。

イ 工場廃水対策の技術診断指導の実施

大気汚染・水質汚濁が深刻であった1960年代の北九州市では、中小工場のみならず大工場においてもばい煙や水質汚濁物質の排出状況は正確に把握されておらず、公害防止の対策を十分に検討するだけの技術力を持ち合わせていない状況にあった。このため、市では大学研究者の学識経験者数名を工場診断指導員として委嘱し、公害問題を起こす恐れのある工場及び市民の苦情対象となった工場に立入りを行い、工場診断、施設診断を行った。そして、診断結果に基づき、各施設ごとの適切かつ実施可能な改善方法について検討し、技術指導を行った。

この改善対策の検討にあたっては、工場側の技術者が中心となって検討を行い、指導員はそれに対する確にアドバイスを行うこととし、このプロセスの中で工場側の技術者の養成を図ることができた。

ジャカルタ地域では、工場内の公害防止担当技術者も、民間シンクタンクもまだ十分に養成されていない状況にあり、この技術診断指導の制度は非常に有効であると考えられる。

ウ 公害防止管理者制度の整備

工場ではPROKASIHに基づいて廃水処理施設の設計や運転等に関する業務を担当する汚染管理責任者を置くようになっている。しかしながら、技術者の確保、育成を効果的に行うためには、国家による資格試験制度を導入し、有資格者による管理を行う制度へと発展させることが必要である。

北九州市をはじめとした地方自治体では、この制度の整備を契機として、工場の内部における全社的な公害防止体制の整備と公害防止担当技術者の養成が急速に進められた経験を有している。インドネシア国においても本制度の整備により工場内での水質汚濁対策が進むものと考えられる。

公害防止管理者の職務内容としては、次のものが考えられる。

- ① 使用原材料の検査
- ② 汚水発生施設の点検
- ③ 排出される廃水や廃液の処理施設の操作・点検・補修
- ④ 排出水の汚染状態の測定と結果の記録
- ⑤ 測定機器の点検・補修
- ⑥ 緊急時の措置の実施
- ⑦ 事故時の応急措置の実施

資格試験の内容については、基本的枠組みは日本の経験をベースにして、公害概論、水質汚濁防止関係法令、廃水等処理技術、測定技術等として設定できるが、その内容の詳細については、インドネシア国の法体系、対策の実情、廃水処理の実情、水質測定分析標準法の内容等に基づいて検討を行うことが必要である。

エ 工場廃水対策資金融資制度の整備

ジャカルタ地域では、工場における廃水対策を進めるにあたり、技術力に加え対策に必要な資金の不足が大きな問題となっている。昭和30～40年代の日本においても同様の問題を抱えていたが、国レベルでは公害防止事業団を設立し、低利融資により企業の公害対策を支援してきた。地方自治体においても国の制度の枠を広げた独自の資金融資制度を設け、特に中小企業を対象に廃水処理施設の設置や工場移転等に対し支援を行ってきた。インドネシア国においても、同様の民間企業に対する公害防止対策資金の融資制度を整備する必要がある。

オ 中小企業の工場廃水対策

中小企業が廃水対策を検討するにあたり、一つの工場だけで実施するのは技術面、資金面で無理がある場合が多い。このため日本では、複数の同種の中小工場が協力して対策を講じ、非常に有効であった例がある。協力の形態は、事業を共同で行う、対策を実施しやすい工場団地等への集団移転、廃水処理施設の共同設置など、様々である。

インドネシア国においても数の多い中小規模の工場対策として、これらの手法は極めて有効性の高いものと考えられる。これらの対策をインドネシア国で実施するに際しては、参加工場の規模の特性、資金面の支援方法、共同組合の設立形態、移転先の工場団地の配置や環境整備の状況等の諸条件を詳細に調査し、実施可能な手法について十分に検討することが必要である。

カ 廃水処理施設の設計・施工、保守管理の技術指導

インドネシア国では、公害防止はまだ歴史が浅く、技術的には未成熟の段階にある。今後、工場廃水対策を適切かつ効果的に実施していくためには、工場内の技術者や民間コンサルタント等が廃水処理施設の設計や施工、保守管理の技術やノウハウを身につけることが必要である。

日本においても廃水処理施設の設計、施工の長い経験と多くの試行錯誤を積み重ね、市販の教科書や参考書には記載されていない多様なノウハウを蓄積してき

た。これらの設計、施工上の留意点、ノウハウは、インドネシア国における現地の廃水の性状、気候、規制の内容等に応じた適切な廃水処理施設の設計、施工を行う際に大いに役立つものである。

また、廃水処理施設を設置した後、トラブルを未然に防止し、施設の処理能力を十分に発揮し続けるためには、保守管理を十分に行うことが必要である。保守管理の考え方、方法、手順等についても、日本で蓄積されたノウハウはそのまま活用が可能である。

廃水処理施設の設計・施工、保守管理の技術、ノウハウについては、今後、廃水処理技術の研修、工場廃水対策の技術診断指導、日常の工場立入検査等の中で、工場内技術者や民間コンサルタント等に対し技術指導を行っていくことが必要である。

キ 工場内環境管理体制の整備

工場廃水を処理するにあたり、どのように優れた廃水処理施設を設置しても、管理が十分に行われない場合は、廃水の水質を所定のレベルに維持することができないだけでなく、処理施設の故障、耐用年限の短縮化などのトラブルが発生しやすくなる。また、生産ラインで生産計画が変更になった場合、排水の性状が悪化し、水処理施設の能力が低下することがある。このため、生産ラインと廃水処理ラインは密接して連絡調整を行う必要がある。

このため、北九州市等の地方にある工場の現場では、公害対策を効果的に実施、管理していくため、専任の環境管理組織を整備、有効に機能した経験を有している。ジャカルタ地域においても、これらの経験は大いに参考になると思われる。

ジャカルタ地域においては、一般に組織間の横の連絡、連携が十分ではないこと、技術者の技術レベルが高くないことなどを勘案すれば、環境管理体制は、横の連絡体制の充実、技術者の工場内の研修の充実などに特に配慮することが必要である。

行政としては、工場内の環境管理体制の整備が進むよう、義務付けあるいは行政指導を行うことが必要である。

(3) 工場廃水の水質監視

ア 測定分析技術者の技術レベルの向上

工場内で廃水の測定分析に携わる技術者や民間コンサルタントの測定分析技術者を対象に水質計測技術についての研修を行い、技術レベルの向上を図ることが

必要である。研修の内容は、「6-2-3、(1)、エ、水質計測技術研修の実施」と同じである。

イ 工場内測定分析体制の整備

廃水処理の運転、保守管理を適切に行うためには、廃水処理ラインの各ポイントで各種の水質項目の濃度を測定することが必要であり、そのデータに基づいて迅速な運転操作の変更を行うなど、フィードバックを行うことが必要である。

このとき、廃水の水質分析を外部委託により実施する場合は、水質データに基づく迅速なフィードバックは困難であり、従って廃水処理の状態が不安定となり、廃水の濃度が排水基準を超過したりすることも発生する。このため、最少限の水質項目については、工場内で迅速に測定分析できるよう施設、機材等を整備することが必要である。

測定分析体制の整備にあたっては、6-2-3、(1)、イ測定分析体制の整備の項で指摘したように、緊急性の高い必要最少限の項目の簡易かつ安価な機器から順次整備を進めていくことが必要である。

6-2-5 その他の対策に関する問題への対応策

(1) 海底等の汚泥浚渫の実施

河川や海域の水質を改善していくためには、川底や海底に堆積している有害物質を多量に含んだ汚泥を浚渫し、除去することが必要である。浚渫の工法については、基本的には、北九州市の洞海湾等で行われた有害物質を含む汚泥浚渫工法が活用できると考えられるが、工事の詳細な実施の方法は、浚渫地点の汚染底質の粒度組成、比重、塑性、活性などの物理的土質工学的特性を調査し、適切な工法を選択あるいは改良、開発する必要がある。

6 - 3 今後の検討課題

前項において今後の検討課題として問題の発掘、これに対する対応策（提案）を示した。しかし、各提案をモデル地域で実際に適用する場合、どのような点について重点的に配慮すべきかは明らかにしていない。そこで本項では、モデル地域の地域特性を技術的、経済的、社会文化的、自然条件の側面から分析し、各提案を適用する際に配慮すべき項目にプライオリティーを付けるとともに、現状と技術的課題を抽出してわかりやすく表にまとめた。

また、提案は、並列的に示しているが、その適用における必要な技術、人材、コスト等の面からくる実現性、あるいはモデル地域の社会状況や環境状況を考慮すれば、下記に示す提案が実現性、緊急性が高いと思われる。

- (A) 2 - (3) 排水基準の見直し
- (B) 3 - (2) 発生源の規制、監視
- (C) 4 - (2) - ウ 公害防止管理者制度の整備

表 6-3-1 モデル地域に適用可能な技術と適用に際しての配慮項目と技術的課題

モデル地域に適用可能な日本の技術	適用に際しての配慮項目			モデル地域の特徴と適用に際しての技術的課題
	技術的側面	経済的側面	社会・文化的側面	
1 水質汚濁の現状 (1) 水質汚濁総合調査の実施 ① 調査地点の設定技法	◎	◎	◎	◇ 河川水は多方面で利用されている。 ◇ 運河網が発達しており、水の流れが複雑である。 ◇ 複雑な河川・運河網内の水の流水特性の調査検討 ◇ 河川水利用実態の把握調査
② 調査の時期、回数の設定技法			◎	◇ 乾期雨期の河川水量変化が大きい。 ◇ 月別年間調査による月別変動特性の解析
③ 測定分析技術	◎	○	◎	◇ 測定分析の技術レベルが低い。 ◇ 一般技術者の語学力が低い。 ◇ 気温は高く、熱帯雨林気候の生態系は日本と異なる。 ◇ 高温気候型測定分析法の開発(例: BOD分析の設定温度) ◇ 熱帯雨林気候における海生生物の調査手法、解析評価手法の開発 ◇ インドネシア語による測定分析法解説書の作成
④ 測定分析機材	◎	◎	○	◇ 測定分析者の技術レベルが低い。 ◇ 財源が乏しい。 ◇ 機器のメンテナンス思想が乏しい。 ◇ 保守管理が簡便な測定分析機器の開発 ◇ インドネシア語による操作、保守管理マニュアルの作成
⑤ データの整理、解析	◎	◎	○	◇ 簡便、安価なコンピュータにより処理することが必要である。 ◇ データの積極的な公表、環境教育への活用が求められている。 ◇ 利用形態の十分な検討と、利用形態に即したパソコン用ソフトの開発(インドネシア語)
(2) 水質汚濁物質排出実態調査の実施 ① 水質汚濁物質排出原単位	◎	◎	◎	◇ 廃水対策処理を実施している工場が少なく、排出汚染物質濃度が高い。 ◇ 河川の水利用が生活習慣となっている。農業の形態が日本と異なる。 ◇ 汚染物質発生量に影響を及ぼす降雨量、植生、土壌等が日本と異なる。 ◇ 各種発生源ごとの汚染物質排出原単位の作成調査(標本抽出、実測調査) ◇ 各種発生源の活動量、存在量を表わすデータの整備が不十分である。 ◇ 各種発生源ごとの活動量、存在量の算定調査(実測、文献・資料による調査)
② 発生源の活動量、存在量等			◎	

注: ◎は特に配慮すべき項目、○印は配慮すべき項目

(続く)

モデル地域に適用可能な日本の技術	適用に際しての配慮項目				特徴 ◆課題
	技術的側面	経済的側面	社会・文化的側面	自然条件	
(3) 水質汚濁構造の解明 ① 水質汚濁拡散予測モデル	◎			◎	◇ 技術レベルが低い。指導者が少ない。 ◇ 乾期雨期の河川の水質変化が大きい。 ◆ 乾期用モデル、雨期用モデルの開発 ◆ モデル使用(拡散パラメータ設定)技術の研修 ◇ 技術レベルが低い。 ◇ 財源が乏しい。 ◇ コンピュータの普及率が低い。 ◆ コンピュータ利用技術の研修 ◆ コンピュータの操作、保守管理技術者の養成
② コンピュータ利用技術	◎	◎	○		◇ 環境モニタリング体制が不十分である。 ◇ 経済発展との調和が求められている。 ◇ 河川水は多面的に利用されている。 ◇ 乾期雨期の河川水質変化が大きい。 ◆ 監視体制、利水状況、気候等に応じた環境基準項目の優先順位付け (6-3-2(1)参照)
2 水質環境保全に係る法制度 (1) 環境基準の見直し ① 環境基準の設定方針、運用方法	◎	○	◎	○	◇ 水質環境保全に関する組織等は数が多く、横の連携が不十分である。 ◆ 関係機関等の役割分担と連携の望ましいあり方の検討
(2) 水質規制個別法制度の整備 ① 水質汚濁防止法等の内容、運用方法			◎		◇ 発生源監視体制が不十分である。発生源の対策技術レベルが低い。 ◇ 過大なコスト増を避けることが求められている。 ◇ 排出先の河川水が飲料用水等として利用されている。 ◆ 利水状況、対応能力等に応じた排水基準項目の優先順位付け (6-3-2(2)参照)
(3) 排水基準の見直し ① 排水基準の設定方針、運用方法	◎	○	◎		◇ 関係省庁の数が多く、環境研究センターやNGO等が個別に環境保全に活躍している。 ◆ 多数の関係者の役割分担と連携のあり方の検討
(4) 公害対策に係る審議機関の設置 ① 公害対策審議機関の設置、運営方法			◎		

(続く)

注：◎は特に配慮すべき項目、○印は配慮すべき項目

(表6-3-3-1 続き)

モデル地域に適用可能な日本の技術	適用に際しての配慮項目				特徴 ◆課題
	技術的側面	経済的側面	社会的・文化的側面	自然条件	
(5) 水域環境の総合的管理の検討 ① 河川、海城が有する機能の総合評価			◎	◎	◇ 水域環境は豊かであり、生活に密着した水利用が行われている。 ◇ 自然環境、社会環境に関するデータの整備が不十分である。 ◆ 水域環境の機能、保全と利用の考え方を踏まえた総合評価手法の開発 ◆ 利用可能、作成可能データの制約に応じた手法の改良
3 水質環境保全に係る組織、体制 (1) 環境のモニタリング ア 環境モニタリング計画の作成 ① 環境モニタリング計画作成技法			○	◎	◇ 関係機関の横の連絡が不十分である。 ◇ 乾期雨期の河川水質変化が大きい。 ◆ 地形、気候、河川水質変化、汚濁状況等を十分に配慮するとともに、関係機関の役割分担を明確にした計画の作成
イ 測定分析体制の整備 ① 測定分析機材	◎	◎	○		◇ 測定分析に携わる人材が少なく、技術レベルが低い。 ◇ 財源が乏しい。 ◇ 機器のメンテナンス思想が乏しい。 ◆ 技術レベル、財政事情に応じた段階的な整備 ◆ 安全管理が簡便な測定分析機器の開発 ◆ 測定分析技術者の養成
ウ 水質標準測定分析法の制定 ① 水質標準測定分析法	◎			◎	◇ 測定分析に携わる人材が少ない。 ◇ 気温が高いため、日本の通常分析条件はそのまま採用しにくい。 ◆ 気候、測定分析体制に応じた分析法の開発 ◆ 測定分析技術者の養成
エ 水質計測技術研修の実施 ① 水質計測技術	◎		○		◇ 測定分析に携わる人材が少ない。技術レベルが低い。指導者が少ない。 ◇ 一般技術者は外国語に不慣れである。 ◆ 指導者と一般分析技術者の養成の段階的実施 ◆ インドネシア語による研修教科書の作成

(続く)

注：◎は特に配慮すべき項目、○印は配慮すべき項目

モデル地域に適用可能な日本の技術	適用に際しての配慮項目			モデル地域の特徴及び適用に際しての技術的課題	特徴 ◆課題
	技術的側面	経済的側面	社会・文化的側面		
オ 環境モニタリング体制の整備 ① 地方自治体の環境モニタリング体制	◎	◎	◎	◇ 地方組織の整備が進んでいない。 ◆ 中央と地方の環境行政組織の役割分担と連携のあり方の検討	◇ 特徴 ◆課題
② 環境モニタリング技術	◎			◇ 技術者の数が少なく、技術レベルが低い。 ◆ 環境モニタリングに携わる技術者の養成	
(2) 発生源の規制、監視 ア 発生源規制、監視の組織整備					
① 地方自治体の規制・監視体制			◎	◇ 地方組織の整備が進んでいない。 ◆ 中央と地方の環境行政組織の役割分担と連携のあり方の検討	
② 発生源規制、監視技術	◎			◇ 技術者の数が少なく、技術レベルが低い。 ◆ 発生源監視に携わる技術者の養成	
イ 発生源監視、指導マニュアルの作成					
① 発生源監視、指導技術	◎		◎	◇ 技術レベルが低い。人材が不足している。 ◇ 関係省庁の数が多く、権限が分散している。 ◆ 法規制状況、行政指導の遵守状況、工場の対応能力等を勘案したマニュアルの作成	
ウ 発生源データの収集、整備					
① 発生源データの収集、整備技術			◎	◇ 関係省庁の横の連携が十分でなく、情報の有効活用がされていない。 ◆ パソコン等を利用したデータベースの作成	
(3) その他の対応策					
ア 環境研究センターの機能拡充					
① 教育研修プログラム	◎			◇ 環境化学分析の教育研修プログラムが少ない。 ◆ 環境汚染状況に即した教育研修プログラムの作成	
② 環境研究機材	◎			◇ 環境モニタリング等の研究用機材が不足している。 ◆ 調査研究レベルを勘案した機材の選択	
イ 環境教育の推進					
① 環境教育の技法	◎			◇ 環境汚染に対する問題意識が低い。 ◆ ヴィジュアルな手法の開発	
ウ 環境情報システムの整備					
① 環境情報システムの開発、運用技術	◎	◎	○	◇ システム技術者が不足している。 ◇ 財源が乏しい。 ◇ コンピュータの普及率が低い。 ◆ 利用目的、利用形態等を十分に配慮したシステムの設計・開発	

注：◎は特に配慮すべき項目、○印は配慮すべき項目

(続く)

モデル地域に適用可能な日本の技術	適用に際しての配慮項目			特徴 ◆課題
	技術的側面	経済的側面	社会・文化的側面	
4 工場廃水対策 (1) 発生源の総合的対策 ア PROKASIHの対象拡大 ① 規制・指導対象の拡大手法	◎			◇ 発生源に関するデータが不足している。 ◆ 発生源の質、量、位置を十分に配慮した対象施設、項目等の選定
イ 水質環境管理計画の策定 ① 計画策定の技法			◎	◇ 水質環境保全には数多くの機関、団体、個人が関係している。 ◆ 水質汚濁対策の経緯、関係機関の役割等を踏まえた計画内容の検討
(2) 工場内の廃水対策 ア 廃水処理技術研修の実施 ① 廃水処理技術	◎	○	○	◇ 廃水対策技術者が少ない。処理施設の計画、設計、施工、管理等に関する技術レベルが低い。 ◇ 低コストの廃水処理方法が求められている。 ◇ 一般技術者の外国語能力が十分でない。 ◆ インドネシア国内における短期間のインドネシア語による研修の実施 ◆ 低コスト廃水処理、処理施設の計画、設計、施工、保守管理等を内容とした研修の実施(6-3-4(1)参照)
イ 工場廃水対策の技術診断指導の実施 ① 技術診断指導の技法	◎		○	◇ 工場廃水処理対策の能力が不足している。指導者が少ない ◇ 民間コンサルタントはまだ十分に成長していない。 ◆ 行政職員、学識経験者の他、日本の派遣専門家による診断チームの編成
ウ 公害防止管理者制度の整備 ① 公害防止管理者制度の内容、運用方法	○		◎	◇ 中小工場が多く、公害防止専任の技術者が不足している。 ◇ PROKASIHに基づき汚染管理責任者を設置することになっているが、不十分である。 ◆ 資格試験制度の具体的な実施形態の検討 ◆ 工場内の公害防止体制の確立の促進
エ 工場廃水対策資金融資制度の整備 ① 資金融資制度		◎		◇ 財源が乏しい。 ◆ 日本国ODA、国際金融機関からの資金導入の検討

注：◎は特に配慮すべき項目、○印は配慮すべき項目

(続く)

(表6-3-1 続き)

モデル地域に適用可能な日本の技術	適用に際しての配慮項目				特徴 ◆課題
	技術的側面	経済的側面	社会・文化的側面	自然条件	
オ 中小企業の工場廃水対策 ① 専業の協同化、集団移転、廃水処理施設の共同設置等の技法		◎			◇ 工場の資金力が不足している。 ◆ 資金融資の方法の検討、移転先工場団地の整備、協同組合の設立形態の検討
カ 廃水処理施設の設計施工、保守管理の技術指導 ① 設計施工、保守管理技術	◎		○		◇ 廃水対策技術が未成熟である。 ◇ 民間コンサルタントはまだ十分成長していない。メンテナンス思想が浸透していない。 ◆ 工場における専任の公害防止担当者の設置の促進 ◆ メンテナンス思想の啓発
キ 工場内環境管理体制の整備 ① 工場内環境管理体制	◎		◎		◇ 管理技術者が不足している。 ◇ 工場内各セクションの横の連携が十分でない。 ◆ 工場内の連絡体制確立の手法検討 ◆ 工場内における環境管理研修の実施方法の検討
(3) 工場廃水の水質監視 ア 測定分析技術者の技術レベルの向上 ① 水質計測技術					3、(1)、エに同じ
イ 工場内測定分析体制の整備 ① 測定分析機材	◎	◎	○		3、(1)、イに同じ
5 その他の対策 ア 海底等の汚泥浚渫の実施 ① 汚泥浚渫の技術		◎		◎	◇ 財源が乏しい。 ◇ 浚渫箇所の詳細なデータが不足している。 ◆ 浚渫事業計画策定のための十分な事前調査の実施 ◆ 浚渫工事技術者の養成

注：◎は特に配慮すべき項目、○印は配慮すべき項目

第7章 モデル地域における
水質環境保全技術対策のケーススタディ

第7章 モデル地域における水質環境保全対策のケーススタディ

モデル地域における水質環境保全上の問題点は、第6章の6-1の項に示すとおりであり、その問題点を解決するための対策を6-2の項で述べた。ここでは、6-2の項で述べた対策について、ジャカルタ地域で実際に実施するとした場合の具体的な方法についてケーススタディを試みた。(表7-1-1参照)

表7-1-1 水質環境保全対策のケーススタディ

項 目	ケーススタディの内容
1. 水質汚濁の現状	① 水質汚濁総合調査の実施 ② 水質汚濁拡散予測モデルの整備
2. 水質環境保全に係る法制度	① 環境基準の見直し ② 排水基準の見直し ③ 水域環境の総合的管理の検討
3. 水質環境保全に係る組織・体制	① 測定分析体制の整備 ② 水質計測技術研修の実施 ③ 発生源規制・監視に係る技術研修の実施
4. 工場廃水対策	① 工場廃水削減処理に係る技術研修の実施 ② 工場廃水対策の技術診断指導制度の整備 ③ 公害防止管理者制度の整備 ④ 工場内環境管理体制の整備 ⑤ 測定分析技術者の技術レベルの向上
5. その他の対策	① 海底等の汚泥の浚渫の実施

7-1 水質汚濁の現状に関するケーススタディ

7-1-1 水質汚濁総合調査の実施

ジャカルタ地域の水質汚濁の状況を総合的に調査するにあたっては、日本の技術が基本的には活用可能であるが、次の事項に配慮することが必要である。

(1) 調査実施にあたっての技術的課題

ア 調査項目としては、測定分析体制の整備が十分でないことを考慮すれば、当面、必要最少限度の項目に限定して行うことが必要である。水質の測定項目としては、日本の環境基準の対象項目が、また底質の測定項目としては、日本の港湾計画策定や公有水面埋立に係る環境アセスメントにおいて実施する現況調査の項目が、それぞれ適切であると考えられる。

ただし、海生生物については、日本とインドネシア国では生息する生物種が異なるため、両者の共同研究により適正な技術を開発することが必要である。

イ 調査地点としては、日本では一般に、河川は、利水地点、汚濁水流入の前後、合流・分流の前後等を採水地点とし、また海域の採水地点は、地形、海流、潮流、利水状況、汚濁源位置、河川水の流入状況等を勘案して総合的に判断して決定している。

この調査地点の選定の考え方は、ジャカルタ地域でもそのまま適用が可能であり、図6-3-1に示すとおり、河川40地点、海域33地点を選定した。なお、最終的な調査地点の決定にあたっては、全地点について現地確認を行ない総合的に判断することが必要である。これらのノウハウの技術移転は、OJT方式が不可欠である。

ウ 調査時期については、日本では春夏秋冬の各季節ごとに1回年4回、あるいは毎月1回年12回の採水を行なうのが通例であるが、ジャカルタ地域の気候は乾季、雨季の2シーズンであり、各季節において降雨状況の変動が大きいため、雨季乾季各2回ずつ測定することが必要である。

エ 測定機材については、日本では簡便かつ安価なものから高度かつ高価なものまで、様々な機器が使用されている。しかしながら、ジャカルタ地域においては、測定分析の技術者が少ないこと、技術レベルが高くないこと、測定分析機器の整

備が十分でないことなどを勘案すれば、当面は、高度な技術や高価な機器を使用する測定分析の方法を採用すべきではなく、簡便な技術、安価な機器を用いる方法を採用することが必要である。

オ 調査の実施形態については、関係者が協力して共同で実施することが望ましい。ジャカルタ地域においては、関係機関、関係組織の相互間において横の連絡、連携が十分とはいえない状況にある。したがって、日本とは異なり、かなり多くの関係者が集合して行うことが必要となってくる。

(2) 水質汚濁総合調査の実施要領（試案）

ジャカルタ地域の河川及び海域における水質汚濁の状況を総合的に調査するにあたっての実施要領の試案を次に示す。

ア 目的

ジャカルタ地域における各河川及びジャカルタ湾における水質汚濁の状況を総合的に把握し、水質汚濁対策検討の基礎資料とする。

イ 調査対象地域

- ・ PROKASIH対象河川（チリウン川、チピナン川、ムカバート川）
- ・ ジャカルタ湾

ウ 調査項目

(7) 河川

- ・ 生活環境項目（pH、溶存酸素、生物学的酸素要求量（BOD）、浮遊物質大腸菌群数、油分）
- ・ 健康項目（カドミウム、シアン、鉛、六価クロム、砒素、総水銀、pH、アルキル水銀、有機リン、PCB）

(4) 海域

- ・ 生活環境項目（pH、溶存酸素、化学的酸素要求量（COD）、浮遊物質、大腸菌群数、油分）
- ・ 健康項目（カドミウム、シアン、鉛、六価クロム、砒素、総水銀、アルキル水銀、有機リン、PCB）

(ウ) 底質

- ・含有量試験（化学的酸素要求量（COD）、硫化物、強熱減量、含水率、総窒素、総リン、カドミウム、シアン、有機リン、鉛、総クロム、砒素、総水銀、アルキル水銀、PCB、銅、亜鉛、ふっ素）
- ・溶出試験（カドミウム、シアン、有機リン、鉛、六価クロム、砒素、総水銀、アルキル水銀、PCB、銅、亜鉛、ふっ素）

(イ) 海生生物

植物プランクトン、動物プランクトン、底生生物、魚卵稚仔、潮間帯生物、潮下帯生物、干潟生物

(オ) その他

潮流、河川水量、洪水、地形等

エ 調査地点（図7-1-1参照）

(7) 河川

	(既設)	(新設)	(合計)
チリウン川	13地点	7地点	20地点
チピナン川	5地点	9地点	14地点
ムカバート川	5地点	1地点	6地点
合計	23地点	17地点	40地点

(イ) 海域

大海域（沖合）	5地点
中海域	8地点
小海域（沿岸部）	20地点
合計	33地点

オ 採水地点

- ・表層 (0.5 m)
- ・海域の小海域地点は、状況により中層 (2 m) も行う。

カ 調査時期

年4回 (乾期2回、雨期2回)

キ 現地調査の方法

(7) 河川

- ・DO、水温、気温、色相、濁り、臭気、生物相等
- ・採水日時、水面幅、採水地点の右岸又は左岸からの距離、水深、流量、流向、降水状況、採水地点付近の地形及び利水状況、主な汚濁源

(イ) 海域

- ・DO、水温、気温、色相、濁り、臭気、透明度、塩分
- ・採水日時、採水地点の位置、水深、干満潮の時刻及び潮位、潮流、降雨状況

(ロ) 底質

- ・泥温、色、臭、外観 (特に底泥表面の酸化膜の有無と厚さ)、大型生物、pH、酸化還元電位
- ・採泥日時、採泥地点、採泥地点付近の地形地質、流速、流向、採泥方法 (使用した採泥器の形式)、底質の状態 (堆積物、砂、泥などの別) の記録

ク 主要な機材、器具

ウの項に述べた調査項目を測定分析するために必要な機材、器具の主なものは下記のとおりであり、必要な経費は、4,600万円程度である。

(7) 生活環境項目の測定 (4,295千円)

水質チェッカー	370千円
定温乾燥機	224千円
精密微量天秤	445千円

BOD定温恒温庫	620千円
COD還流分解装置(10sets)	308×2千円
培養器	820千円
乾熱滅菌器	590千円
高圧蒸気滅菌器	610千円

(4) 健康項目の測定 (23,158千円)

分光光度計	988千円
原子吸光光度計	9,300千円
グラフ用オートランナー	750千円
Cdランプ	40千円
Pbランプ	40千円
Hgランプ	40千円
GC-ECD	5,000千円
GC-EPD	7,000千円

(5) 底質の測定 (6,313千円)

ふっ素電極	105千円
NH ₃ 蒸留装置(10sets)	469千円
ふっ素蒸留装置(10sets)	739千円
T-N分析計	5,000千円

(6) 海生生物の測定 (2,650千円)

透過型微分干渉顕微鏡	1,500千円
実体顕微鏡	450千円
写真撮影装置	700千円

(7) サンプルング等現地測定 (2,700千円)

透視度計	15×5千円
透明度板	
流量計	
採泥器	220×5千円
採水器	

プランクトンネット	
稚魚ネット	145×5千円
コンドラート	10×5千円
ふるい	30×5千円

(カ) その他の機材 (7,380千円)

蒸留水製造装置	1,280千円
器具乾燥機	970千円
電気炉	570千円
上皿天秤	180千円
冷凍試料保存庫	2,100千円
冷蔵試料保存庫	330千円
ロータリーエバポレータ	1,400千円
超音波洗浄器	530千円

ケ 実施形態

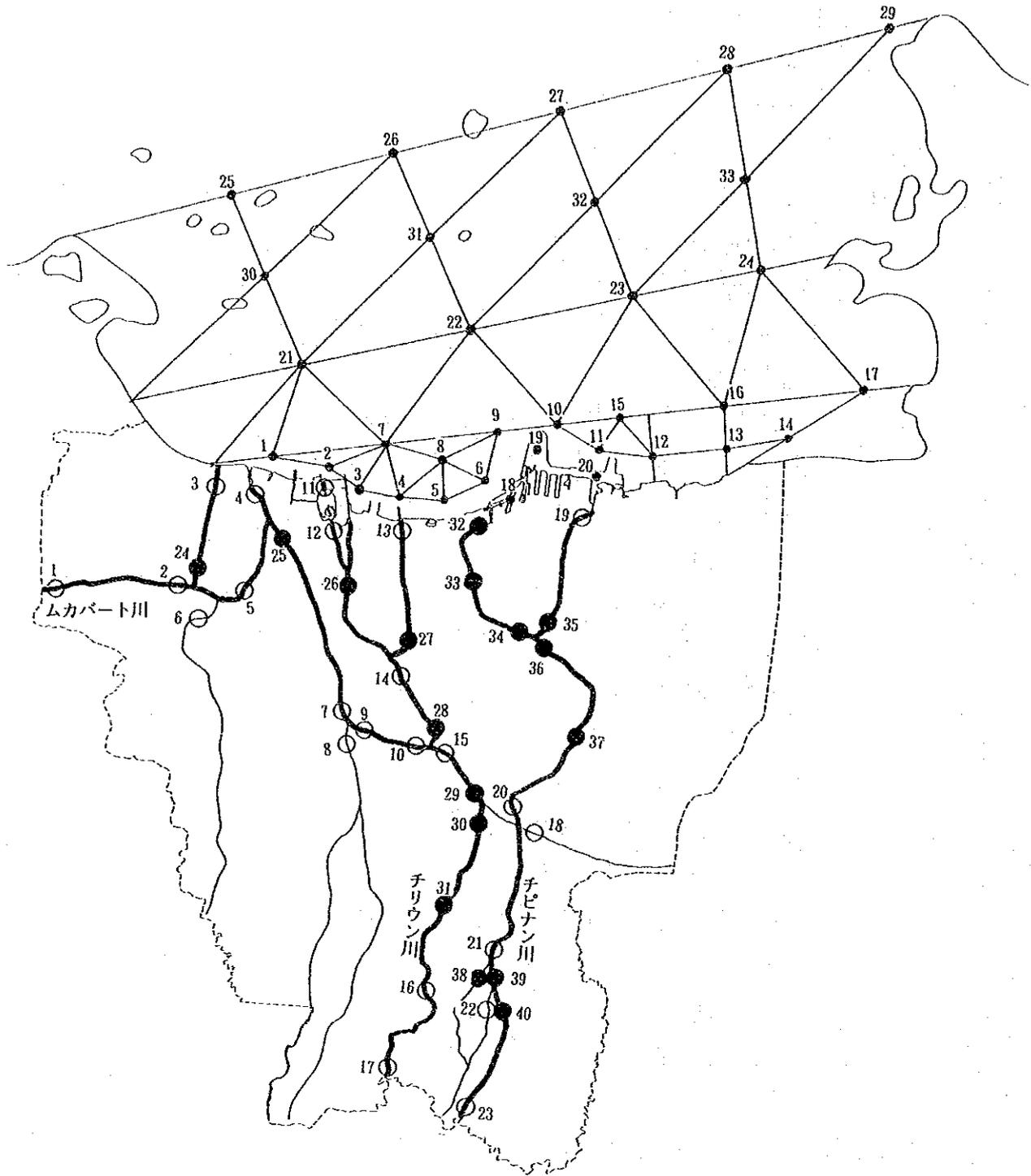
(7) 日本側とインドネシア側の共同研究の形態をとる。

(構成案)

- ・日本から派遣された専門家
- ・環境管理センターの調査分析担当職員
- ・K P P Lの調査分析担当職員
- ・国の省庁の技術者 (B A P E D A L、公共事業省、工業省等)
- ・インドネシア大学の環境研究センターの研究者
- ・港湾管理者の担当職員
- ・その他の関係者

(イ) 調査、測定分析に必要な機材・器具についてはジャカルタ特別市内で利用できる実験室に整備されているものがあればそれを利用し、整備されていないもの、消耗品等については、日本から持ち込むこととする。

図7-1-1 水質汚濁総合調査のサンプリング地点（試案）



- 注：1) 一調査対象3河川(チリウン川、チビナン川、ムカバート川)
 2) 一関連河川
 3) ○既存の調査地点
 4) ●新設の調査地点
 5) 調査地点数 海域33地点
 河川40地点

7-1-2 水質汚濁拡散予測モデルの整備

水質汚濁物質の拡散予測モデルとしては、現在日本では様々なモデルが提案されているが、代表的なものを表7-1-2に示す。これらのモデルは、与えられた仮定条件と、求める内容、精度に応じて使い分ける必要がある。

発生源から排出された汚染物質が水質環境に与えるインパクトを概略的に把握するときは、モデル①～④を用いる。汚染物質の拡散により影響を与える範囲や汚染濃度レベルの概略を把握するときは、モデル②④⑤を用いる。さらに、汚染の範囲、汚染濃度を詳細に把握するときは、モデル⑤⑥を用いる。これらのうちモデル①～⑤は、パソコンを用いて計算できるが、モデル⑥は大型コンピュータを必要とし、ハードやソフトの保守管理に高度な知識を有した専任の職員を必要とする。

インドネシア国において水質汚濁物質の拡散予測モデルの整備を進めるにあたっては、国の中核的な施設、例えば国の環境管理センターや大学の主要な環境研究センター等に大型コンピュータを導入し、⑥の数値シミュレーションモデルを開発、整備することとし、全国の河川や海域等を対象にした汚染予測に関する研究、及び全国の関係者に対する研修を行うことが必要である。一方、地方組織BAPEDALDAや地方自治体の研究室には、当面、パソコンを導入し、①～⑤までのモデルの整備を図り、環境管理センター等の大型コンピュータのモデルと連携を図りつつ運用を行っていくことが必要である。

表7-1-2 水質汚濁拡散予測モデルの種類と特徴

モデル名	特徴
① 新田の実験式	<ul style="list-style-type: none"> ・少量の淡水排水の拡散範囲を算出するための実験式である。 ・排出量から拡散面積を算出する。 ・拡散範囲の概略を求める場合に使用する。 ・やや易しい手法
② ジョセフセンドナーの拡散式	<ul style="list-style-type: none"> ・汚染物質の拡散による寄与濃度を算定する。 ・拡散係数が汚濁源からの距離に比例すると考え、点状汚濁源から連続的に層をなして半円形状に出ていくことを仮定している。

(続く)

(表7-1-2 続き)

モデル名	特徴
	<ul style="list-style-type: none"> ・流れが無視できるように小さい場合に使用する。 ・やや易しい手法
③ 平野の手法	<ul style="list-style-type: none"> ・周囲の水と密度の異なる排水が放流されたとき、排水が周囲の水を巻き込み希釈されることを仮定し、拡散域を予測する。 ・やや易しい手法
④ 岩井・井上の方法	<ul style="list-style-type: none"> ・一様な一方向の定常流が存在する2次元の無限に広がりをもつ海域において、点状の汚濁源から連続的に汚濁物質が放出される場合の拡散計算式である。 ・複雑な境界条件を考慮することはできず、正常状態で一定の平均流における拡散を簡単に予測する。 ・地形が単調で、潮汐複合の少ない外洋性海洋で一定方向の海流が卓越するような海域に有効である。 ・やや難しい手法
⑤ 水域分割混合モデル	<ul style="list-style-type: none"> ・汚濁物質の拡散と外洋水との混合希釈を想定する概略予測法である。 ・潮汐の卓越した幅5 km程度までの閉鎖性水域での拡散予測に有効である。 ・大潮、小潮による潮差は一定、対象水域内への汚濁量の負荷は一定等を仮定している。 ・やや難しい手法
⑥ 数値シミュレーション	<ul style="list-style-type: none"> ・地形、水深条件が複雑で、海水の流れも時間的、空間的に変動する場での拡散予測を行う。 ・層厚の取扱い方により、2次元単層モデルと多層モデルがあり、対象海域の水理特性により使い分ける。 ・難しい手法

7-2 水質環境保全に係る法制度に関するケーススタディ

7-2-1 環境基準の見直し

ジャカルタ特別市における環境基準を見直すにあたっては、日本の環境基準及び上水道の水質基準の考え方及び運用方法が参考になると考える。ジャカルタ特別市の環境基準の項目について、緊急性、必要性、達成の困難性等の観点から見直しを行ったところ、表7-2-1に示すとおり三つのグループに分類されることが分かった。各々のグループに応じた取り組みを進めていくことが必要である。

第1グループは、住民の健康保護や生活環境の保全のため、緊急の重点課題として取り組むべき項目であり、日本の環境基準の対象項目とほぼ同じ項目である。第2グループは、ジャカルタ特別市に河川が飲料水の水源として利用されていることに鑑み、長期的に達成をめざすべき項目であり、日本の上水道の水質基準の対象項目とほぼ同じ項目である。第3グループは、環境基準として意義が低いもの及び削除することが望ましいものである。

ジャカルタ特別市における水質環境保全行政としては、当面、第1グループの項目について重点的な取り組みを行い、これを達成する目処がついた時点で第2グループの項目に重点を移していくことが現実的かつ効果的であると考えられる。

表7-2-1 ジャカルタ特別市の河川水質環境基準の段階的対応（試案）

項目	第1グループ (当面の重点課題項目)	第2グループ (上水道水源対策項目)	第3グループ (削除項目)
I 物理的性状	pH	濁度、色度、溶解物質	導電率、水温
II 化学的性状	水銀、ヒ素、砒素、鉛、銅	鉄、マンガン、亜鉛、銅、硝酸塩、亜硝酸塩、性窒素	硝酸塩、セレン、砒素、ニッケル、銀、コバルト、硫化水素、炭酸カルシウム、硫酸イオン
III 有機物	シアン、PCB、有機りん	フェノール、界面活性剤	クロロホルム抽出物、油脂・脂肪、メチルメルカプタン 活性物
IV 特殊物質	BOD、COD、溶存酸素、浮遊物質		トリクロム 吸収率、トリクロム(%)
V 微生物	総大腸菌群数、糞便性大腸菌群数		
合計	15項目(31.9%)	16項目(34.0%)	16項目(34.0%)

注：合計47項目

7-2-2 排水基準の見直し

ジャカルタ特別市の排水基準を見直すにあたっては、日本の排水基準及び上水道の水質基準の考え方及び運用方法が参考になると考える。

ジャカルタ特別市の排水基準の項目については、緊急性、対策の困難性、化学的合理性、規制としての意義等の観点から見直しを行ったところ、表7-2-2に示すとおり三つのグループに分類されることがわかった。各々のグループに応じた取り組みを進めていくことが必要である。

第1グループは、住民の健康保護や生活環境の保全のため、緊急の重点課題として規制を行っていくべき項目であり、日本の排水基準の項目とほぼ同じものである。第2グループは、飲料用水の水源としての河川に排出する廃水を規制するための項目であり、日本の上水道の水質基準の対象項目とほぼ同じ項目である。第3グループは、現在の廃水処理技術では対策が困難であるもの、規制基準としての意義が低いものであり、規制の対象から削除することが望ましいと考えられる。

ジャカルタ特別市における工場廃水対策としては、当面、第1グループの項目について重点的な規制、監視、指導を行い、工場側においても第1グループの項目の対策に技術者と資金を集中的に投入することが必要である。これらの対策が進み、達成する目途がついた時点で第2グループの項目に重点を移していくことが現実的かつ効果的であると考えられる。

表7-2-2 ジャカルタ特別市の排水基準の段階的対応（試案）

項目	第1グループ (当面の重点課題項目)	第2グループ (上水道水源対策項目)	第3グループ (削減項目)
I 物理的性状	pH	水温、濁度、色度	
II 化学的性状	水銀、砒素、六価クロム、鉛、砒素	亜鉛、ふっ素、クロム、7価クロム、性窒素、硝酸性窒素、亜硝酸性窒素	塩素、塩素付、硬度、SO ₄ 、鉄、銅、ほう素、ニッケル、PO ₄ -P
III 有機物	フェノール、油分、シソ	界面活性剤	KMnO ₄ 消費量
IV 特殊物質	BOD、COD、SS、PCB、		溶解性物質、沈降性物質、放射性物質
合計	13項目(36.1%)	10項目(27.8%)	13項目(26.1%)

注：合計36項目

7-2-3 水域環境の総合的管理の検討

ジャカルタ地域の河川や海域は、多様な機能と様々な利用形態を有している。この水域環境を総合的に評価し、総合的に管理していくに際しては、日本の国立環境研究所や北九州市等の地方自治体を実施している総合指標の考え方や方法が大いに参考になる。

ジャカルタ地域における河川や海域の環境を総合的に評価し、総合的に管理していくための検討手順は、日本で実施しているものと基本的には同じである。(図7-2-1参照)しかしながら、具体的な内容は、ジャカルタ地域の現地の実情に応じて設定していく必要がある。

河川や海域が有する多様な機能は、現地における文献、資料、現地調査、ヒアリング、アンケート等により把握することとなるが、整理の仕方の一つの考え方を図7-2-2に示す。

これらの各機能を評価するためには、サブ機能としての測定項目を設定することが必要であり、また、測定項目のデータを定量化するための評価関数を定めることが必要である。測定項目の一つの例として、生態系の評価、親水性の評価に関する測定項目を図7-2-3に示す。

これらの測定項目と評価関数が決まれば、実際のデータを収集し、各河川、海域の小区分ごとに評価項目の評価点を算出し、さらに、これを総合化して、水域環境の総合評価を行う。この算定結果を基礎資料として、ジャカルタ地域の河川、海域のゾーニングを行うとともに、各ゾーンごとの水質環境管理や水域の利用の方向性を検討し、そして、この方向性に沿った水域環境の保全と活用のための方策を検討することが必要である。

図7-2-1 ジャカルタ地域の河川・海域における
水域環境の総合的管理の検討フロー（試案）

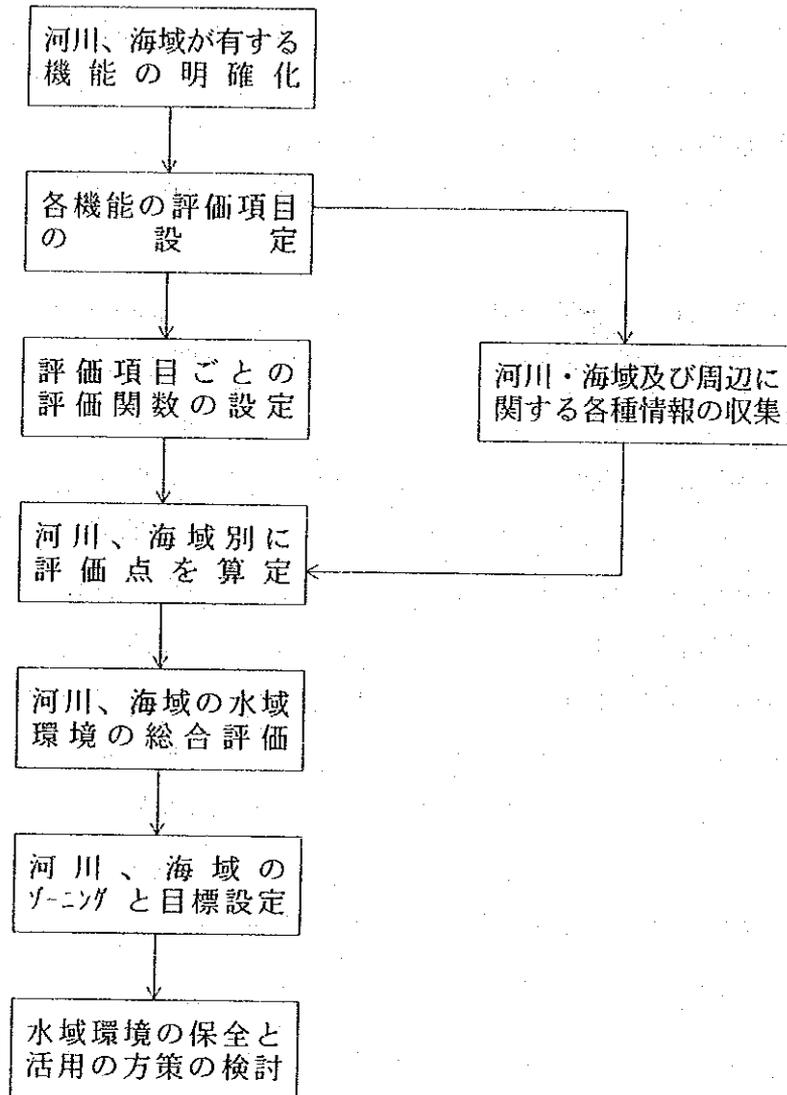


図7-2-2 ジャカルタ地域の河川、海域の機能（例）

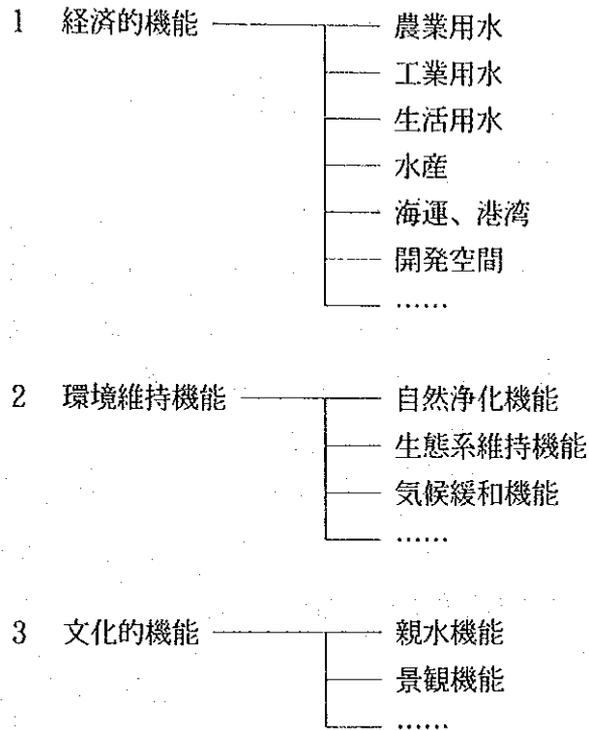
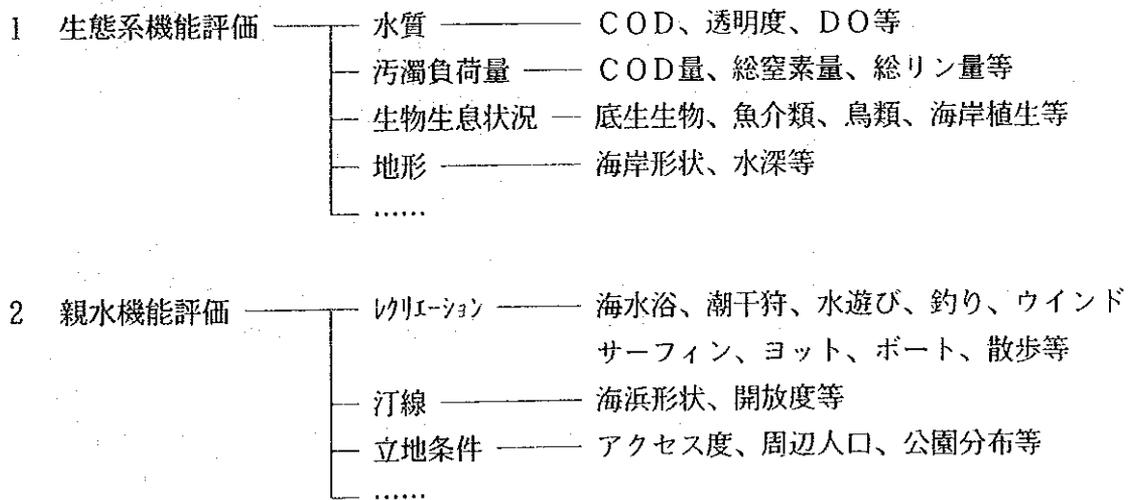


図7-2-3 生態系評価と親水性評価に関する測定項目（例）



7-3 水質環境保全に係る組織、体制に関するケーススタディ

7-3-1 測定分析体制の整備

地方のレベルで水質汚濁のモニタリング業務を行うにあたり、当面必要とされる試験室の設備機材は次のとおりである。

環境水の分析を行う場合、水質評価の目的によって測定すべき分析項目は異なるため、必要とする分析機器も異なってくる。環境水の基本的な汚濁状況を調査するためにはBOD、COD、pH、DOなどの項目について測定する必要がある。これらの基本的項目をPhase Iとし、重金属などの産業活動によって排出され、人の健康に害を与え得る汚染物質群をPhase IIとし、更にごく微量であっても人にとって極めて有害な有機物群をPhase IIIとして定義して表7-3-2～表7-3-5に示した。

試験室の整備を行うにあたっては、分析技術の面から、更に機器の価格の面からも、Phase IからPhase IIIまで段階的に進めるべきであって、Phase IIIから整備することは避けなければならない。

総合的な試験研究施設としての機能を持たせるならば、Phase IIIまでの機器が必要であるが、分室レベルの試験室では、当面はPhase Iの機器の整備を緊急に行い、次いでPhase IIの機器の整備を手がけていくことが必要である。測定分析機器等の整備に必要な経費を試算すれば、表7-3-1のとおりである。

- 段階 (Phase) I : 基本的な水質パラメータのモニタリング
II : 重金属及び有害物質のモニタリング
III : 農薬等化学物質のモニタリング

表7-3-1 測定分析機器等の整備に係る経費 (試算)

段階	機器・装置の概算 (千円)
Phase I	7,058
Phase II	27,085
Phase III	28,577
合計	62,700

表7-3-2 水質環境モニタリングに必要な機器等（一般的な水質項目）

測定項目	段階	試験方法	検出限度 (mg/l)	機器・装置名	価格 (千円)	備 考
温度		STM-2550	0.1 °C			
pH		STM-4500-H+	0.1 pH			
濁度		STM-2130	1 NTU	水質チェッカー	370	採水現場で同時測定が可能
溶存酸素	I	STM-4500-O	0.1			
塩分		STM-2520	0.01 %			
導電率		STM-2510	0.01 mS/cm			
色度		STM-2120	1 度			白金-コバルト法
浮遊物質	I	STM-2540	1.0	定温乾燥器	224	
(SS)				精密微量天秤	445	
残留塩素	I	上水試験法	0.1	残留塩素測定器	10	オルトトリジン法
フッ素化合物	II	STM-4500-F	0.01	フッ素蒸留装置10set	739	蒸留・イオン電極法
				イオンメータ	320	
				フッ素電極	105	
アンモニア	I	STM-4500-NH3	0.01	NH3 蒸留装置10set	469	蒸留・インドフェノール法
亜硝酸態窒素	I	STM-4500-N02	0.001	分光光度計	988	サンプリングシッパ, プリンター付き 比色法
硝酸態窒素	I	STM-4500-N03	0.001	分光光度計	988	サンプリングシッパ, プリンター付き 還元・比色法
				還元カラム10set	324	還元・比色法
				分光光度計	988	サンプリングシッパ, プリンター付き

(続く)

(表7-3-2 続き)

測定項目	段階	試験方法	検出限度 (mg/l)	機器・装置名	価格 (千円)	備考
有機態窒素	I	STM-4500-Norg	0.01	NH ₃ 蒸留装置10set	469	分解・蒸留・比色法
リン酸イオン	I	STM-4500-P	0.1	分光光度計	988	サンプリングシッパ, プリンター付き
ケイ酸イオン	I	STM-4500-Si	0.1	分光光度計	988	比色法 サンプリングシッパ, プリンター付き
BOD	I	STM-5210	0.1	低温恒温庫	620	サンプリングシッパ, プリンター付き
COD	I	STM-5220	0.1	還流分解装置10set	308	重クロム酸カリウム法
全有機炭素 (TOC)	II	STM-5310	0.1	TOC 分析計	5,000	

注: 1) 段階 (Phase) I : 基本的な水質パラメータのモニタリング

II : 重金属および有害物質のモニタリング

III : 農薬等化学物質のモニタリング (以下、表7-3-5まで同じ)

2) STM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, American Public Health Association.

(以下、表7-3-4まで同じ)

表 7-3-3 水質環境モニタリングに必要な機器等 (金属化合物)

測定項目	段階	試験方法	検出限度 (mg/l)	機器・装置名	価格 (千円)	備考
金属元素の分析	II	原子吸光度法		原子吸光度計	9,300	フレーム、グラファイト用
カドミウム	II	STM-3500-Cd	0.001	オートサンプリング装置	1,600	フレーム用
鉛	II	STM-3500-Pb	0.01	オートサンプリング装置	750	フレーム用
全クロム	II	STM-3500-Cr	0.0005	水素化物発生装置	900	Sb, Se 等用付属装置
総水銀	II	STM-3500-Hg	0.0001	Cdランプリ	40	
銅	II	STM-3500-Cu	0.001	Pbランプリ	40	
鉄	II	STM-3500-Fe	0.01	Crランプリ	35	
マンガン	II	STM-3500-Mn	0.001	Hgランプリ	40	
測定項目	段階	試験方法	検出限度 (mg/l)	Cuランプリ	33	
亜鉛	II	STM-3500-Zn	0.01	Feランプリ	33	
ニッケル	II	STM-3500-Ni		Mnランプリ	35	
アチモン	II	STM-3500-Sb		機器・装置名	価格 (千円)	備考
セレン	II	STM-3500-Se	0.01	Znランプリ	33	
スズ	II	STM-3500-Sn		Niランプリ	33	
アルミニウム	II	STM-3500-Al	0.001	Sbランプリ	42	
モリブデン	II	STM-3500-Mo		Seランプリ	50	
バナジウム	II	STM-3500-V		Snランプリ	43	
六価クロム	II	STM-3500-Cr	0.001	Alランプリ	33	
ヒ素	II	STM-3500-As	0.0005	高温バーナ	120	比色法
アルキル水銀	II	JIS-K0102	0.0005	Moランプリ	35	サンプリングシッパ, プリントナー付き
				高温バーナ	120	比色法
				Vランプリ	50	サンプリングシッパ, プリントナー付き
				高温バーナ	120	
				分光光度計	988	
				分光光度計	988	
				AsH3 発生器20set	340	
				GC-ECD	591	

注: JIS-K0102 工業排水試験方法 (以下、表 7-3-4 まで同じ)

表7-3-4 水質環境モニタリングに必要な機器等（有害物質、細菌学的試験）

測定項目	段階	試験方法	検出限度 (mg/l)	機器・装置名	価格 (千円)	備考
(有害物質)						
シアン	II	STM-4500-CN	0.002	CN蒸留装置10set	465	蒸留・比色法
フェノール	II	STM-5530	0.001	分光光度計	988	サンプリングシッパ, プリンター付き
界面活性剤	II	STM-5540	0.01	分光光度計	988	サンプリングシッパ, プリンター付き
測定項目	段階	試験方法	検出限度 (mg/l)	機器・装置名	価格 (千円)	備考
P C B	III	STM-6431	0.0005	GC-ECD	591	
有機リン農薬	III	JIS-K0102	0.0005	GC-FPD	1,587	
(細菌学的試験)						
一般細菌数	I	JIS-K0102		培養器	820	
大腸菌群	II	JIS-K0102		乾熱滅菌器	590	

表7-3-5 水質環境モニタリングに必要な機器等（サンプリング、その他）

品名	段階	価格（千円）
（サンプリング用機材）		
ハイロート採水瓶	I	42
BOD採水器	I	24
透視度計	I	15
透明度板		
流量計		
自動採水器		
（その他の研究用機器）		
蒸留水製造装置	I	1,280
器具乾燥器	I	970
電気炉	III	570
上皿天秤	I	149
冷凍試料保存庫	II	2,100
品名	段階	価格（千円）
冷蔵試料保存庫	II	330
ロータリーエバポレーター	III	1,400
超音波洗浄器	II	550
実験室用排水処理装置	II	2,100
ガスクロマトグラフ質量分析計	III	25,000

7-3-2 水質計測技術研修の実施

水質計測の技術は前項7-3-1で述べたように3段階のものがある。ここでは、Phase I及びIIの技術に関する研修コースの概要の試案を示す。

Phase I：サンプリング手法、基本的な水質パラメータの分析技術

Phase II：重金属及び有害物質の微量分析技術

(1) 水質計測技術研修コース (Phase I)

ア 目的

水質環境のモニタリング及び工場廃水の監視測定を行うにあたり必要とされる水質計測技術のうち、サンプリング手法及び基本的な水質パラメータ(Phase I)の測定に必要な技術を習得する。

イ 対象

水質汚濁防止業務に従事する国及び地方自治体職員、並びに企業の廃水管理に従事する従業員のうち、直接、水質分析業務に携わる技術者で、工業高校卒業レベル以上の化学的知識を有する者

ウ 期間：1ヶ月

エ 定員：5名程度

オ 到達目標

- (7) 環境試料及び工場廃水の統一的なサンプリング手法を習得する。
- (イ) 調査に必要な機材の準備及び試料の保存方法を習得する。
- (ウ) 調査現場で測定できる水質パラメータの試験方法を習得する。
- (エ) BOD、CODなどの有機汚濁指標の原理及び意義を理解するとともに実際の測定を習得する。
- (オ) その他の基本的な水質パラメータの測定原理、意義を理解し、測定技術を習得する。
- (カ) 測定データの処理に必要な基礎的統計学的方法を習得する。

カ 研修項目とそのねらい

表7-3-6参照

表7-3-6 水質計測技術研修コース (Phase I) の項目とねらい

(単位：日)

項目	具体的内容	研修のねらい	講義	実習
水質汚濁の 基礎的概念	①水質汚濁の歴史 ②水質汚濁の影響 ③水質汚濁の現状 ④汚濁防止技術概論	水質汚濁の歴史と現状について 理解し、正確な測定技術の必要 性を認識する。	3	2
水質計測法 概論	①一般的水質項目 ②重金属の測定 ③有害物質の分析法 ④細菌学的試験法	水質分析項目についてその方法、 原理の概略を理解する。	2	
試料採取方 法	①試料容器の準備 ②採水器、採泥器 ③採水ポイントの設定 ④試料の保存方法	試料の採取にあたり、準備、採 取地点の設定、採取と試料の保 存方法について実習を通じ、体 得する。	2	3
計測法各論	①温度、pHなど ②分光光度分析法による 栄養塩類の分析 ③BOD、CODの測定	基本的な水質調査項目、及びア ンモニア等の栄養塩類の分析方 法を体得する。	2	6
データ処理	①測定値の単位、精度 正確さ、検出限度 ②平均値、標準偏差 相関など ③平均値の差の検定	測定データの統計学的処理を体 得する。	1	2
まとめ・評 価			1	
計			11	13

(2) 水質計測技術研修コース (Phase II)

ア 目的

水質環境のモニタリング及び工場廃水の監視測定を行うにあたり必要とされる水質計測技術のうち、金属及び有害物質の微量分析技術を習得する。

イ 対象

水質汚濁防止業務に従事する国及び地方自治体職員、並びに企業の排水管理に従事する従業員のうち、直接、水質分析業務に関与する技術者で、工業高校卒業レベル以上の化学的知識を有し、既に水質計測技術コース (Phase I) を修了した者

ウ 期間：1ヶ月

エ 定員：5名程度

オ 到達目標

- (ア) 原子吸光光度法による微量金属化合物の分析方法を習得する。
- (イ) シアン、フェノール等の有害物質の微量分析方法を習得する。
- (ウ) 大腸菌群数、一般細菌数等の細菌学的試験方法を習得する。
- (エ) 金属及び有害物質の処理方法の概略を学ぶ。
- (オ) 有害物質の健康影響とその評価方法について学ぶ。

カ 研修項目とそのねらい

表7-3-7参照

表7-3-7 水質計測技術研修コース (Phase II) の項目とねらい

(単位：日)

項目	具体的内容	研修のねらい	講義	実習
原子吸光度法による微量金属化合物の分析	①原理の理解 ②分析条件の設定 ③検量線の作成 ④実際試料の分析	微量金属化合物の分析方法について、その測定原理、手法、実際技術を体得する。	1	1 0
有害物質の微量分析	①原理の理解 ②分析条件の設定 ③検量線の作成 ④実際試料の分析	シアン、フェノール、界面活性剤の分析方法を体得する。	1	3
細菌学的試験	①原理の理解 ②実際試料の分析	一般細菌数、大腸菌群数の測定方法を体得する。	1	2
金属及び有害物質の処理方法	①工場廃水の処理 ②実験室廃水の処理	処理方法を概略的に学び、処理における留意点を習得する。	1	2
有害物質の健康影響評価	①有害物質の毒性評価 ②毒性情報の検索 ③人の健康に対する影響評価	有害物質の毒性概念を理解し、健康影響評価の手法を学ぶとともに有害物質の物性、毒性データの検索方法を習得する。	1	1
まとめ・評価			1	
計			6	18

7-3-3 発生源規制・監視に係る技術研修の実施

国、地方組織BAPEDALDA及び地方自治体において発生源の規制、監視、指導に携わる技術者の技術レベルを向上させることをねらいにした研修コースの実施要領の試案を示す。

(1) コース名：工場廃水の規制監視技術研修コース

(2) 目的

水質環境保全の法体系、廃水処理、測定分析等に係る知識と技術を習得し、工場廃水の規制、監視、指導を適切に実施し得る行政官、技術者を養成する。

(3) 対象

工場廃水の規制、監視、指導に係る業務に従事する国、地方組織及び地方自治体の技術者で工業高校卒業レベル以上の者

(4) 期間：1ヶ月

(5) 定員：5名～10名

(6) 到達目標

ア インドネシア国の水質汚濁の歴史と現状を理解し、廃水対策の重要性を認識する。

イ インドネシア国の水質汚濁防止に係る法体系の理解とその運用方法について習得する。

ウ 水質汚濁発生メカニズム及び低コスト処理に関する基礎的な概念を理解する。

エ 廃水処理に係る各種施設の機能を理解する。

オ 廃水中の汚濁物質、有害物質の測定・分析技術を習得する。

カ 水質汚濁対策に関する総合的な政策を理解し、更に新しい政策策定能力を習得する。

キ 研修項目とそのねらい

表7-3-8参照

表7-3-8 工場廃水の規制監視技術研修コースの項目とねらい

(単位：日)

項目	具体的内容	研修のねらい	講義	実習 見学
水質汚濁防 止の基本	①水質汚濁の歴史と現状 ②国内主要工場の廃水処 理システム ③産業廃棄物の処理方法 ④有害物質の健康影響	水質汚濁に関する歴史と現状に ついて理解させ、環境対策の重 要性について認識させる。	3	2
水質汚濁防 止関連法の 基礎と応用	①環境基準と排水基準の 関係 ②業種別排水基準 ③特別市に設定されてい る排水基準 ④排水基準と他の水質基 準との関係 ⑤水質汚濁防止関連法の 実際の運用法	水質汚濁防止関連法の体系的理 解と実際の運用法を習得させる。	3	
廃水処理の 基礎理論	①廃水処理概論 ②水質汚濁のメカニズム ③有害物質の処理技術 (各論) ④生産工程内における廃 水削減対策	水質汚濁のメカニズムと処理法 の基礎理論を習得させる。	3	
廃水処理施 設の基礎	①廃水処理施設の基本設 計 ②廃水処理施設の運転管 理 ③廃水処理施設の保全管 理	廃水処理施設の設計、運転、管 理、保全に関する基礎的技術を 習得させる。	2	2

(続く)

(表7-3-8 続き)

項目	具体的内容	研修のねらい	講義	実習 見学
廃水分析技術	①廃水中の有機汚濁物質の測定法 ②廃水中の有害物質の分析法 ③悪臭物質の分析法	廃水監視、廃水処理管理、及び設備改善に必要な水質分析法を講義と実習によって習得させる。	2	3
水質汚濁政策概論	①PROKASIH概論 ②中小都市の水質汚濁対策 ③アクションプランの作成		3	
まとめ発表			1	
計			17	7

7-4 工場廃水対策に関するケーススタディ

7-4-1 工場廃水削減処理に係る技術研修の実施

工場内において廃水の削減処理や水質の測定分析を行う技術者の技術レベルを向上させることをねらいとした研修コースの実施要領の試案を示す。

(1) コース名：工場廃水の削減処理技術研修コース

(2) 目的

廃水対策、廃水処理施設の設計・施工・保守管理等に係る知識と技術を習得し、工場内の廃水の削減・処理・管理及び処理施設の設置及びメンテナンスを適切に実施し得る工場内技術者を養成する。

(3) 対象

工場内で廃水処理を担当する技術系の管理者及び技術者で工業高校卒業レベルの者

(4) 期間：1ヶ月

(5) 定員：5名～10名

(6) 到達目標

ア インドネシア国の水質汚濁の歴史と現状を理解し、廃水対策の重要性を認識する。

イ インドネシア国の水質汚濁防止関連法を理解する。

ウ 水質汚濁発生メカニズムの理解及び低コスト処理に関する基礎と応用を習得する。

エ 廃水処理施設の運転・管理・保全・改修技術を習得する。

オ 廃水中の汚濁物質、有害物質の分析・測定技術を習得する。

カ 廃水の条件に応じた処理施設の設計、施工技術を習得する。

キ 研修項目とそのねらい

表7-4-1 参照

表7-4-1 工場廃水の削減処理技術研修コースの項目とねらい

(単位：日)

項目	具体的内容	研修のねらい	講義	実習 見学
廃水対策の 基礎と作業 環境の保全	①水質汚濁の歴史と現状 ②作業環境対策 ③有害物質の健康影響	水質汚濁に関する歴史と現状について理解させ、作業環境における保全と環境対策の重要性を認識させる。	3	2
廃水分析技 術	①廃水中の有機汚濁物質 の測定法 ②廃水中の有害重金属の 分析法 ③有害化学物質、悪臭物 質に関する分析法	廃水処理の管理、及び処理施設 の改善に必要な水質分析法を講 義と実習によって習得させる。	2	4
廃水処理の 基礎理論	①廃水処理概論 ②水質汚濁のメカニズム ③有害物質の処理技術 (各論) ④生産工程内における用 水及び廃水の削減計画	水質汚濁のメカニズムと処理法 の基礎理論を習得させる。	3	
廃水処理施 設の基本計 画	①廃水調査とデータ解析 ②処理試験とモデルテス ト ③処理方法の選定 ④処理フローとマスバラ ンスの作成	廃水の実態調査、処理テスト及 び処理方法の選定等の廃水処理 施設の基本計画に必要な技術を 習得させる。	3	1

(続く)

(表7-4-1 続き)

項目	具体的内容	研修のねらい	講義	実習 見学
廃水処理施設 の設計・ 施工	①処理施設のスペックと レイアウト ②施設施工の見積とラン ニングコストの算定 ③処理施設の設計法 ④施工計画と工程管理	廃水の基本条件にマッチした処 理施設の設計技術を習得させる とともに、施設の施工要領、改 善についても理解させる。	3	
廃水処理施 設の保全管 理	①施設保全技術 ②廃水管理体制 ③施設診断技術	処理施設の機能を維持させるの に必要な保全管理技術について 習得させる。	3	2
ま と め ・ 発 表			1	
計			17	9

7-4-2 工場廃水対策の技術診断指導制度の整備

工場における廃水対策の実情について専門家が科学的に診断し、必要な対策について技術的な指導を行っていくための制度についての試案を以下に示す。

(1) 指導員の構成

- ・ KPPL又は地方組織BAPEDALDAの職員
- ・ 大学の環境研究センターの研究者
- ・ 海外からの派遣専門家

(2) 診断項目

- ・ 廃水発生施設（構造、使用方法、維持管理の方法、廃水処理方法）
- ・ 廃水処理施設（構造、使用方法、維持管理の方法）

(3) 指導項目

- ・ 運転管理の改善案の提示
- ・ 処理施設の改良、施設新設案の提示
- ・ 生産工程の改良、改善案の提示
- ・ 指示内容に係る技術的指導
- ・ 廃水対策の改善を実施する中で、工場内技術者の育成

7-4-3 公害防止管理者制度の整備

工場内における廃水対策の体制の整備、担当技術者の養成を促進するための制度について試案を以下に示す。

(1) 目的

産業公害の発生源である工場内に公害防止組織の整備を図るとともに、公害防止専任の技術者の養成を図り、もって、公害防止に万全を期することを目的とする。

(2) 対象工場

当面はPROKASIH対象の大工場とし、将来は一定規模以上の全工場に拡大

する。

(3) 管理者の区分

- ・公害防止統括者（工場長）
- ・公害防止統括者の代理者
- ・公害防止管理者（有資格者）
- ・公害防止管理者の代理者（有資格者）

(4) 資格

国家試験を年に1回実施する。

なお、当分の間は、所定の講習会に出席した者には、資格を与えるなどの経過措置が必要であると考えられる。

(5) 資格試験の内容

ア 公害概論

- ① 水質汚濁の現状に関すること（最近の水質汚濁の特徴及びその歴史的背景並びに河川、湖沼、海域等の汚濁の現状）
- ② 水質汚濁の発生源に関すること（水質の汚濁の原因となる物質及びその程度を示す指標の意味並びに汚濁の主要な発生源の概要）
- ③ 水質汚濁物質の自然界における動きに関すること（拡散、希釈、混合、沈殿、生物作用等の自然浄化作用）
- ④ 水質汚濁による影響に関すること（水質汚濁が人の健康に及ぼす影響及び生活環境等に及ぼす影響の概要）
- ⑤ 国又は地方自治体の水質汚濁防止対策に関すること（水質汚濁防止のための国または地方自治体の基本的施策）
- ⑥ 水質汚濁防止に係る用語に関すること（水質汚濁防止に係る用語であって基本的なもの）

イ 水質汚濁関係法令

- ① 環境保全基本法に関すること（環境保全基本法の目的及びその内容）
- ② 水質汚濁防止の法体系に関すること（水質汚濁に係る環境基準及び排水基準並びにPROKASIH）

ウ 廃水等処理技術

- ① 廃水等処理計画に関する事（廃水等処理計画に必要な調査事項、処理方式の選択及び全体の廃水等処理システムの考え方）
- ② 廃水等処理の方法に関する事（物理的、化学的または生物学的処理の方式の原理と応用及びその特性並びに処理装置の機能）
- ③ 廃水等処理の維持管理に関する事（処理装置の維持、管理、汚臭及び排水の放流管理並びに事故時の措置）
- ④ 処理水の循環使用に関する事（処理水の循環使用の意義及びその方法）

エ 測定技術

- ① 水質検定のための試料採取に関する事（試料採取の方法、頻度その他の試料採取にあたって注意すべき事項、試料の処理の方法）
- ② 水質の検定方法に関する事（水質の検定方法の内容、検定にあたって注意すべき事項）
- ③ 計測機器とその維持管理に関する事（工場の水質を監視するために設置される計測機器の概要とその維持管理）

(6) 届出

工場において公害防止管理者が選任されたときはK P P L又は地方組織B A P E D A L D Aに届出を行う。

7-4-4 工場内環境管理体制の整備

工場内の公害対策、環境管理を総合的に進めるためには、工場内関係者の役割分担を明確にした組織体制を整備することが必要である。行政において、工場内の環境管理体制の整備について義務付けあるいは行政指導を行っていく場合の参考例の試案を以下に示す。

(1) 目的

工場内における廃水処理対策、環境管理の基本方針を作成し、対策の効果的な実施及び異常時の的確な対応を図る。

(2) 構成

- ・工場長
- ・環境管理部門の責任者、実施担当者
- ・測定分析部門
- ・技術開発部門等

(3) 業務の項目

- ・廃水処理施設の巡視・点検
- ・廃水処理施設の運転
- ・廃水処理施設の性能チェック
- ・設備の新設、改造時における廃水管理対策の検討
- ・排水口における排水状況の把握
- ・排水量・濃度の分析
- ・油脂の管理
- ・廃水処理回収物の管理
- ・突発事故時の措置
- ・廃水管理意識の高揚
- ・廃水処理技術の開発・改善等

(4) 業務の具体例

① 点検

特定施設及び廃水処理施設の巡視、点検を1日1回以上行い、廃水放出防止のための標準作業の遵守状況を管理し、廃水処理施設の事故発生を未然に防止する。

② 油脂の管理

油脂の回収を確実にし、廃水への油脂分の流出を防止する。なお施設に問題がある場合は、施設の改善を検討する。

③ 廃水処理施設の運転

廃水処理施設の性能、能力を十分に把握するとともに、運転管理マニュアル等により標準作業を遵守し、適正な処理水質を保持する。

④ 廃水処理回収物の管理

処理施設での浮遊物（油、板ぎれetc.）の回収、沈殿スラッジ類の定期的浚渫等を確実にを行い、処理水質の悪化及び処理能力の低下を防止する。

⑤ 廃水処理施設の性能チェック

処理水質試験を定期的実施し、原水及び処理水の異常の有無を確認し、性能劣化等の早期発見を図る。なお、酸、アルカリを使用する工場は、タンク類の事故に備え、常にそれ相当量の中和剤を準備する。

⑥ 突発事故時の措置

事故発生時には環境管理室、関係工場に迅速な連絡を行い、事故処理基準に基づく適切な処置と、事故拡大防止等に努める。

⑦ 設備の新設、改造等における廃水管理対策の検討

生産計画、設備の新設、改造及び作業行程の変更等で廃水処理施設に影響を及ぼすことが予想される場合、事前に対策案について充分関係先と協議検討し、必要な措置を講ずる。

⑧ 排水口における排水状況の把握

端末排水口における廃水の水質検査は試験担当者が行き、廃水管理に必要な採集データ（排水量、水質等）の傾向管理によって、廃水の水質が正常であることを確認し、その維持に努めるとともに必要に応じて責任者に報告する。

⑨ 廃水管理意識の高揚

上記の主旨に従い、全従業員の廃水管理意識の高揚に努める。

7-4-5 測定分析技術レベルの向上

7-3-2 水質計測技術研修の実施の項に同じ。