

コロンビア国ボゴタ市  
クリーナープロダクション技術の推進による  
産業公害低減調査  
最終報告書

1999年7月

三菱化学エンジニアリング株式会社

## 序文

日本国政府は、コロンビア国政府の要請に基づき、同国ボゴタ市のクリーナープロダクション技術の推進による産業公害低減調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

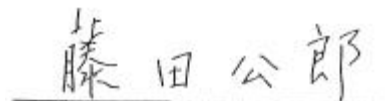
当事業団は、1998年10月から1999年6月まで3回にわたり三菱化学エンジニアリング株式会社の片柳翁社長付を団長とし、同社の団員から構成される調査団を派遣しました。

調査団は、コロンビア政府関係者と協議を行うとともに、調査対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、クリーナープロダクション技術の推進による産業公害低減に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

最後に、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

1997年7月

A handwritten signature in black ink, reading '藤田 公郎' (Fujita Kunitada), written over a horizontal line.

国際協力事業団  
総裁 藤田公郎

1999年7月

国際協力事業団  
総裁 藤田公郎殿

### 伝達状

コロンビア国ボゴタ市クリーナープロダクション技術の推進による産業公害低減調査に関する最終報告書を提出致します。

本調査は、ボゴタ市における繊維、油脂精製、石鹼・洗剤製造、およびメッキの4工業サブセクターに所属する企業に対する工場診断を基に、生産性を向上させることにより廃棄物排出量を削減し、さらに廃棄物処理技術の改善策と合わせて産業公害の低減を図ることを目的として実施したものであります。

本報告書の内容は政策調査と技術調査によって構成されております。前者はコロンビア国およびボゴタ市における環境保全に関わる法律および施策等を調査・分析し、産業公害の低減に有効と考えられる改善策を提言したものであります。また、後者は上記4サブセクターにおいて効果が期待できる生産工程面および管理技術面の改善策を提言し、さらに各サブセクター所属の2社に対し詳細工場調査に基づく提言を実施したものであります。これら業界に対する提言に関しては、その実施を促進するために行政側が行うべき支援策についても提言しております。

日々の調査業務を通じ、また第2次および第3次の現地調査時の2度にわたるセミナーを通じ、カウンターパートへの技術移転に努めました。本調査団は、本報告書の提言をボゴタ市の工業界および行政当局が積極的に推進することにより、ボゴタ市における産業公害の低減に貢献できるものと確信いたします。また、その成果が将来はコロンビア国全体に波及することを期待するものであります。

本調査を実施するに当たり、外務省、通商産業省、国際協力事業団各位のご指導とご支援をいただいたことに対し、心から感謝申し上げます。また、カウンターパートであるボゴタ市環境局、コロンビア国環境省、ACCI、各工業協会および調査対象工場からの全面的なご協力に対し、篤くお礼申し上げます。



コロンビア国ボゴタ市

クリーナープロダクション技術の推進による産業公害低減調査団  
団長 片柳 翁



# BOGOTA CITY LOCATION MAP

## 目次

	頁
第1章 序論.....	1-1
第2章 調査の背景と目的	
2-1 調査の背景.....	2-1
2-2 調査の目的.....	2-1
第3章 調査の手順と主要成果	
3-1 調査手順.....	3-1
3-2 調査の成果.....	3-2
第4章 コロンビア国(ボゴタ市)の現状	
4-1 自然条件.....	4-1
4-2 社会状況.....	4-2
4-3 経済状況.....	4-3
4-4 産業公害の現状.....	4-10
第5章 産業公害低減のための政策・施策にかかる提言	
5-1 産業公害低減政策・法・規則.....	5-1
5-2 産業公害低減のための諸政策.....	5-15
5-3 産業公害低減推進機関.....	5-28
5-4 産業公害低減のための政策・施策にかかる提言.....	5-34
第6章 工場調査	
6-1 工場調査手順.....	6-1
6-2 排水水質基準.....	6-7
6-3 廃水水質分析.....	6-7
6-4 機器および建設費.....	6-8
第7章 繊維サブセクターの産業公害低減計画	
7-1 繊維サブセクターの概要.....	7-1
7-2 繊維サブセクターの製造技術の現状.....	7-7
7-3 繊維サブセクターの生産管理技術の現状.....	7-25
7-4 繊維サブセクターから発生する産業公害.....	7-28
7-5 繊維サブセクターにおける産業公害低減のための提言.....	7-37
7-6 繊維サブセクターにおける産業公害低減推進に関わる結論と提言.....	7-42
7-7 詳細工場調査-1 .....	7-45
第8章 油脂精製サブセクターの産業公害低減計画	
8-1 油脂精製サブセクターの概要.....	8-1
8-2 油脂精製サブセクターの製造技術の現状.....	8-6

	頁
8-3	油脂精製サブセクターの生産管理技術の現状..... 8-16
8-4	油脂精製サブセクターから発生する産業公害..... 8-18
8-5	油脂精製サブセクターにおける技術的改善策..... 8-27
8-6	油脂精製サブセクターにおける産業公害低減推進に関わる結論と 提言..... 8-29
8-7	詳細工場調査-1..... 8-33
8-8	詳細工場調査-2..... 8-42
<b>第9章</b>	<b>石鹼・洗剤製造サブセクターの産業公害低減計画</b>
9-1	石鹼・洗剤製造サブセクターの概要..... 9-1
9-2	石鹼・洗剤製造サブセクターの製造技術の現状..... 9-8
9-3	石鹼・洗剤製造サブセクターの生産管理技術の現状..... 9-20
9-4	石鹼・洗剤製造サブセクターから発生する産業公害..... 9-22
9-5	石鹼・洗剤製造サブセクターにおける技術的改善策..... 9-34
9-6	石鹼・洗剤製造サブセクターにおける産業公害低減推進に関わる 結論と提言..... 9-39
9-7	詳細工場調査-1..... 9-44
9-8	詳細工場調査-2..... 9-52
<b>第10章</b>	<b>メッキサブセクターの産業公害低減計画</b>
10-1	メッキサブセクターの概要..... 10-1
10-2	メッキサブセクターの製造技術の現状..... 10-9
10-3	メッキサブセクターの生産管理技術の現状..... 10-30
10-4	メッキサブセクターから発生する産業公害..... 10-31
10-5	メッキサブセクターにおける技術的改善策..... 10-42
10-6	メッキサブセクターにおける産業公害低減推進に関わる結論と提 言..... 10-50
10-7	詳細工場診断対象モデル企業選定..... 10-62
10-8	詳細工場調査-1..... 10-64
10-9	詳細工場調査-2..... 10-87
<b>第11章</b>	<b>結論と提言の総括</b>
11-1	環境政策..... 11-1
11-2	サブセクターの産業公害低減策..... 11-7

## 表目次

	頁
第4章 コロンビア国(ボゴタ市)の現状	
表 4-1 実質 GDP 伸び率.....	4-4
表 4-2 コーヒー価格の推移.....	4-7
表 4-3 コロンビア国のマクロ経済：そのデータと見通し.....	4-8
表 4-4 DAMA 基準値不適合率.....	4-11
第5章 産業公害低減のための政策・施策にかかる提言	
表 5-1 環境基準値比較.....	5-6
表 5-2 Cundinamarca 県の環境基準.....	5-7
表 5-3 国の排水基準比較.....	5-8
表 5-4 排水汚染による企業分類.....	5-9
表 5-5 DAMA 決議書 1074 (1997 年 10 月 28 日)：廃水排出基準.....	5-10
表 5-6 東京都の総量規制事業場の測定と報告.....	5-12
表 5-7 世界各国の排水基準.....	5-13
表 5-8 FRATI の共同投資 (co-finance) 率.....	5-17
表 5-9 FRATI co-finance 実績.....	5-17
表 5-10 DAMA の中小企業支援予算.....	5-18
表 5-11 東京都の中小企業向け環境保全資金融資斡旋制度一覧(1999 年度) .	5-22
表 5-12 環境保全設備関係税制優遇措置一覧.....	5-23
表 5-13 日本における公害防止管理者制度.....	5-26
表 5-14 東京都公害防止条例による公害防止管理者制度(1972).....	5-26
表 5-15 流入水の性状(設計条件).....	5-33
表 5-16 産業公害低減のための政策・施策にかかる提言要約.....	5-35
表 5-17 BOD, COD 等に関する排水基準比較.....	5-36
表 5-18 東京都の産業排水規制対象事業場内訳.....	5-38
第6章 工場調査	
表 6-1 水質分析機器.....	6-7
表 6-2 水質分析項目.....	6-8
表 6-3 機器コスト.....	6-9
第7章 繊維サブセクターの産業公害低減計画	
表 7-1 繊維の種類別消費量 .....	7-2
表 7-2 用途別の消費量 .....	7-3
表 7-3 ボゴタ繊維工業の品種別生産量 (ton/day in 1997).....	7-4
表 7-4 織・編物の都市別企業数と生産量.....	7-5
表 7-5 アパレル等の都市別企業数と生産量 .....	7-5
表 7-6(1) / (2) ボゴタ市の染色企業(織・編物)一覧 .....	7-5
表 7-7 第1次調査対象企業 .....	7-6

	頁
表 7-8 調査工場に設置の染色機タイプ別台数 .....	7-9
表 7-9 クリーナープロダクションに対応する装置とプロセス .....	7-12
表 7-10 各種染料種別固着率.....	7-19
表 7-11 染色加工の各工程からの排水水質.....	7-30
表 7-12 繊維サブセクター工場からの排水水質.....	7-30
表 7-13 Bogota 市の繊維サブセクターから排出される排水水質 .....	7-31
表 7-14 各種廃水処理方法とその効果.....	7-33
表 7-15 活性汚泥処理の条件.....	7-34
表 7-16 用いられている処理方式.....	7-36
表 7-17 繊維サブセクターが取り組むべき製造技術.....	7-42
表 7-18 繊維サブセクターが取り組むべき管理技術.....	7-43
表 7-19 繊維サブセクターが取り組むべき廃水処理対策.....	7-43
表 7-20 ポリエステルの染色条件.....	7-50
表 7-21 ポリエステル/綿・ニットの染色条件.....	7-51
表 7-22 詳細調査工場 1 の機器リスト.....	7-52
表 7-23 ポリエステルとポリエスチレン/綿の染色工程からの廃水水質.....	7-55
表 7-24 詳細調査工場 1 における製造技術の改善のための提言.....	7-56
表 7-25 詳細調査工場 1 における管理技術の改善のための提言.....	7-56
表 7-26 詳細調査工場 1 における廃水処理設備の改善のための提言.....	7-57
第 8 章 油脂精製サブセクターの産業公害低減計画	
表 8-1 ボゴタ市の油脂精製産業分類.....	8-1
表 8-2 訪問企業.....	8-2
表 8-3 第 2 次調査時の訪問企業の運転操業度.....	8-2
表 8-4 原料と最終製品.....	8-3
表 8-5 訪問企業の概要.....	8-3
表 8-6 コロンビアの主要食用油脂の生産量.....	8-5
表 8-7 日本の主要食用油脂の生産量.....	8-5
表 8-8 各社の採用製造技術.....	8-6
表 8-9 廃水処理システムの保有状況.....	8-19
表 8-10 油脂工場廃水分析結果.....	8-20
表 8-11 訪問 9 社平均の各種排水負荷量(加重平均).....	8-22
表 8-12 廃水の環境への影響.....	8-23
表 8-13 油脂精製サブセクターからの環境へのインパクト.....	8-22
表 8-14 製油工場の概況.....	8-24
表 8-15 東京都条例.....	8-25
表 8-16 製油工場廃水処理施設の設計基準(350m <sup>3</sup> /日).....	8-26
表 8-17 新規規制(案).....	8-29
表 8-18 生産品パターン.....	8-33
表 8-19 平均原単位.....	8-35
表 8-20 廃水の分析値.....	8-35



	頁
表 8-21 設計条件.....	8-37
表 8-22 機器リスト.....	8-40
表 8-23 新設廃水処理設備建設費用の推定.....	8-41
表 8-24 限界発生費用.....	8-41
表 8-25 生産品パターン.....	8-42
表 8-26 平均原単位.....	8-43
表 8-27 廃水の分析値.....	8-44
表 8-28 設計条件.....	8-46
表 8-29 機器リスト.....	8-47
表 8-30 新設廃水処理設備建設費用の推定.....	8-47
表 8-31 限界発生費用.....	8-48
第9章 石鹼・洗剤製造サブセクターの産業公害低減計画	
表 9-1 ボゴタ市の石鹼・洗剤製造サブセクター企業数.....	9-2
表 9-2 調査対象工場.....	9-2
表 9-3 ボゴタ市の石鹼・洗剤製造業統計.....	9-3
表 9-4 ボゴタ市の石鹼・洗剤生産量 (1996年).....	9-3
表 9-5 コロンビア国における石鹼・洗剤の全国生産量.....	9-4
表 9-6 石鹼・洗剤全国生産量の年間伸び率.....	9-5
表 9-7 日本における石鹼・洗剤の年間生産量.....	9-6
表 9-8 1990年の欧州諸国の石鹼・洗剤消費量.....	9-7
表 9-9 石鹼製造のコスト構成.....	9-10
表 9-10 洗剤の一般的な配合例.....	9-13
表 9-11 洗剤製造のコスト構成.....	9-15
表 9-12 代表的な界面活性剤.....	9-16
表 9-13 調査対象工場からの固形廃棄物.....	9-23
表 9-14 調査対象工場の排水水質.....	9-24
表 9-15 有機汚染物質に対する排水基準.....	9-25
表 9-16 界面活性剤の水質基準.....	9-26
表 9-17 調査対象工場からの汚染物質排出量.....	9-28
表 9-18 石鹼, 界面活性剤およびグリセリンのBODおよびCOD.....	9-30
表 9-19 ボゴタ市の製品のBOD (1996年).....	9-30
表 9-20 中小石鹼製造工場のコスト構成.....	9-38
表 9-21 技術面の改善策の採算性まとめ.....	9-39
表 9-22 石鹼・洗剤製造サブセクターの排水目標水質.....	9-40
表 9-23 各生産工程の生産能力.....	9-46
表 9-24 バッチ毎の原料消費量.....	9-48
表 9-25 詳細調査工場 1の排水水質.....	9-50
表 9-26 詳細調査工場 2における年間生産量・販売額.....	9-54
表 9-27 詳細調査工場 2の排水水質.....	9-59

	頁
第 10 章 メッキサブセクターの産業公害低減計画	
表 10-1 ボゴタ市のメッキ企業数.....	10-1
表 10-2 メッキ企業の分類.....	10-2
表 10-3 メッキ企業規模.....	10-3
表 10-4(1) 企業訪問要約.....	10-4
表 10-4(2) 企業訪問要約.....	10-5
表 10-5 追加企業訪問要約 (第 2 次) .....	10-6
表 10-6 排水処理設備の設置状況.....	10-8
表 10-7 銅メッキ浴の種類と皮膜特性、利用分野.....	10-16
表 10-8 金メッキの工業利用と使用目的.....	10-18
表 10-9 銀メッキの工業利用と使用目的.....	10-19
表 10-10 ニッケルメッキの工業利用の形態.....	10-20
表 10-11 無電解ニッケル - リン合金メッキの物性.....	10-21
表 10-12 無電解ニッケル - リン合金メッキの用途事例と目的.....	10-21
表 10-13 水質分析結果 (1).....	10-32
表 10-14 水質分析結果 (2).....	10-34
表 10-15 水質分析結果 (3).....	10-35
表 10-16 水質分析結果 (4).....	10-35
表 10-17 総排出量.....	10-37
表 10-18(1) Visited Companies for Follow-up (2 <sup>nd</sup> Stage).....	10-44
表 10-18(2) Visited Companies for Follow-up (2 <sup>nd</sup> Stage).....	10-45
表 10-19 参加企業の業務内容.....	10-52
表 10-20 工業団地完成までの歩み.....	10-53
表 10-21 Promotion Plan For Reduction Of Industrial Pollution.....	10-58
表 10-22 Promotion Plan For Reduction Of Industrial Pollution.....	10-60
表 10-23 EVALUATION FOR SELECTION.....	10-63
表 10-24 工場概要.....	10-64
表 10-25 Step-up Plan.....	10-80
表 10-26 設備・工事費.....	10-84
表 10-27 ランニングコスト.....	10-85
表 10-28 総合評価.....	10-86
表 10-29 工場概要.....	10-87
表 10-30 操業条件.....	10-90
表 10-31 Chemicals使用量 (月平均).....	10-92
表 10-32 水質比較.....	10-101
表 10-33 排出状況.....	10-101
表 10-34 設備費及び工事費.....	10-103
表 10-35 ランニングコスト.....	10-103
第 11 章 結論と提言の総括	
表 11-1 コロンビア国ボゴタ市クリーナープロダクション技術の推進による産業公害低減調査ファイナルレポート要旨.....	11-3

## 目次

	頁
第4章 コロンビア国(ボゴタ市)の現状	
図 4-1 他のラテンアメリカ諸国との実質 GDP 伸び率比較 (Historical) 1980 - 1995.....	4-4
図 4-2 他のラテンアメリカ諸国とのインフレ率比較 (Historical) 1970 - 1995.....	4-5
第5章 産業公害低減のための政策・施策にかかる提言	
図 5-1 廃水処理設備プロジェクト工程.....	5-33
図 5-2 行政の採るべき措置に関する実行計画.....	5-46
第6章 工場調査	
図 6-1 (1) 工場調査手順の概要.....	6-2
図 6-1 (2) 工場調査手順の概要.....	6-3
図 6-2 廃水排出量低減の検討手順.....	6-6
第7章 繊維サブセクターの産業公害低減計画	
図 7-1 綿花の収穫量推移.....	7-2
図 7-2 繊維製品の貿易統計 (布帛).....	7-3
図 7-3 繊維製品の貿易統計 (アパレル).....	7-3
図 7-4 布帛の生産量推移.....	7-4
図 7-5 染色工程の基本的フロー.....	7-8
図 7-6 廃水からの熱回収プロセスフロー.....	7-17
図 7-7 PVA 回収フロー.....	7-21
図 7-8 膜を用いた水の回収・再利用プロセスフロー.....	7-23
図 7-9 総合廃水の高度処理による水の回収・再利用プロセスフロー.....	7-24
図 7-10 染色加工の工程と排水.....	7-29
図 7-11 凝集処理法の基本フロー.....	7-33
図 7-12 活性汚泥法フロー.....	7-35
図 7-13 詳細調査工場 1 の工場組織.....	7-46
図 7-14 詳細調査工場 1 の製造フロー.....	7-48
図 7-15 詳細調査工場 1 の用水フロー.....	7-49
第8章 油脂精製サブセクターの産業公害低減計画	
図 8-1 植物油原料製油製造.....	8-7
図 8-2 動物油原料製油製造.....	8-8
図 8-3 鉱物油原料製油製造.....	8-9
図 8-4 油脂の精製工程.....	8-10
図 8-5 排水フロー.....	8-18
図 8-6 BOD & COD.....	8-21
図 8-7 BOD & WASTE WATER.....	8-21
図 8-8 製油所廃水処理ブロックフロー.....	8-26

	頁
図 8-9 1 <sup>st</sup> ステップ対応.....	8-30
図 8-10 2 <sup>nd</sup> ステップ対応.....	8-30
図 8-11 3 <sup>rd</sup> ステップ対応.....	8-30
図 8-12 概略製造フロー.....	8-34
図 8-13 水バランス.....	8-34
図 8-14 分析用廃水の採取ポイント.....	8-36
図 8-15 提案廃水処理システム（案）.....	8-39
図 8-16 提案廃水処理システムの配置（案）.....	8-39
図 8-17 概略製造フロー.....	8-42
図 8-18 水バランス.....	8-43
図 8-19 分析用廃水の採取ポイント.....	8-44
図 8-20 提案廃水処理システム.....	8-48
図 8-21 提案廃水処理システムの配置（案）.....	8-49
第9章 石鹼・洗剤製造サブセクターの産業公害低減計画	
図 9-1 石鹼・洗剤の全国生産量.....	9-4
図 9-2 日本における石鹼・洗剤の年間生産量.....	9-6
図 9-3 石鹼製造プロセスのブロックフロー図 (1).....	9-9
図 9-4 石鹼製造プロセスのブロックフロー図 (2).....	9-11
図 9-5 石鹼製造プロセスのブロックフロー図 (3).....	9-12
図 9-6 連続中和による石鹼製造プロセスブロックフロー図.....	9-12
図 9-7 洗剤製造プロセスのブロックフロー図.....	9-14
図 9-8 スルホン化工程排ガス処理フロー図.....	9-17
図 9-9 洗剤乾燥工程排ガス処理フロー図.....	9-18
図 9-10 液体クリーナー製造プロセスブロックフロー図.....	9-19
図 9-11 廃水処理システムのブロックフロー図 (1).....	9-23
図 9-12 廃水処理システムのブロックフロー図 (2).....	9-24
図 9-13 サブセクターが生産する石鹼・洗剤製品による環境負荷.....	9-31
図 9-14 界面活性剤の生分解性.....	9-33
図 9-15 詳細調査工場 1の組織.....	9-44
図 9-16 詳細調査工場 1の配置.....	9-45
図 9-17 詳細調査工場 1の製造フローシート.....	9-47
図 9-18 詳細調査工場 1のマテリアルフロー.....	9-48
図 9-19 詳細調査工場 2の組織.....	9-52
図 9-20 詳細調査工場 2の配置.....	9-53
図 9-21 詳細調査工場 2の製造フローシート.....	9-55
図 9-22 詳細調査工場 2のマテリアルフロー.....	9-56
図 9-23 詳細調査工場 2の廃水系統図.....	9-58

	頁
第 10 章 メッキサブセクターの産業公害低減計画	
図 10-1 メッキ工程図（電気メッキ - 装飾防錆目的）.....	10-10
図 10-2 メッキ工程図（電気メッキ - 工業用クロム）.....	10-11
図 10-3 工程図（アノダイジング）.....	10-12
図 10-4 工程図（溶融亜鉛メッキ）.....	10-13
図 10-5 工程図（溶融ペインティング）.....	10-14
図 10-6 各メッキ浴からの折出皮膜の物性（一例）.....	10-17
図 10-7 カウンターフロー方式による水洗.....	10-27
図 10-8 廃水経路の比較.....	10-28
図 10-9 DEVELOPMENT OF PLATING INDUSTRIES.....	10-38
図 10-10 ENVIROMENTAL PROBLEMS.....	10-40
図 10-11 アルカリ塩素法によるシアン廃水処理.....	10-47
図 10-12 還元法によるクロム廃水処理.....	10-48
図 10-13 標準的なメッキ廃水処理工程.....	10-48
図 10-14 回分式メッキ排水処理の例 .....	10-49
図 10-15 処理センターの機能.....	10-55
図 10-16 工場 Layout（プロセス配置図）.....	10-65
図 10-17 売上高.....	10-68
図 10-18 コストストラクチャ.....	10-68
図 10-19 Process Flow.....	10-71
図 10-20 水使用量（排水量）.....	10-72
図 10-21 プロセス毎の水バランス.....	10-73
図 10-22 Chemicals 使用量.....	10-73
図 10-23 Analysis Data by Operation Pattern.....	10-78
図 10-24 ゾーン分け.....	10-80
図 10-25 IMPROVEMENT PLAN, CN-TREATMENT FACILITY.....	10-81
図 10-26 Batchwise Treatment Method of Metal Plating Waste Water.....	10-82
図 10-27 Process Flow Sheet.....	10-91
図 10-28 PRODUCTION & WATER CONSUMPTION.....	10-92
図 10-29 REFRESHMENT OF ANODIZING SOLUTION.....	10-97
図 10-30 WATER リサイクルシステム.....	10-99
図 10-31 Sampling Points and Analysis Data.....	10-100
写真 10-1 整理整頓の指示（掲示）.....	10-65
写真 10-2 代表的プロセス.....	10-66
写真 10-3 工場写真.....	10-88
写真 10-4 TREATMENT TANK.....	10-98
写真 10-5 TANK 内の堰.....	10-98
写真 10-6 CHARCOAL FILTER.....	10-98

## 略語リスト

ABS	Acrylonitrile Butadiene Styrene
ABS	Alkylbenzen Sulfonate
ACCI	Agencia Colombiana de Cooperacion Internacional
ACOPI	Colombian Associattion of Small and Medium Size Industries
AE	Polyoxyethylen Alkyl Ether
AES	Polyoxyethylen Alkyl Ether Sulfonate
AIS	Association Internationale de la Detergence
ANALJA	Asociacion Nacional de Jabones y Productores Detergentes
ANDI	Asociación Nacional de Industrias
AOS	Alfa Olefin Sulfonate
APEC	Asian Pacific Economic Cooperation
AS	Fatty Alcohol Sufonate
BAS	Bogotana de Aguas y Saneamiento
BOD	Biochemical Oxygen Demand
BOT	Build Operate Transfer
CAR	Corporacion Autonoma Cundinamarca
CCM	Computer Color Match
CCS	Computer Color Search
cf/m	Cubic feet per minute
COD	Chemical Oxygen Demand
Corpoica	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuario
DAMA	Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadistica
DNP	División Estudios Sectoriales
DTF	Official Discount Rate
EAAB	Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá
EMPA	Federal Swiss Institute of Investigation and Material Testing
EU	European Union
FEDEMETAL	Metallurgical Industry Federation
FOB	Free on Board
FRATI	Fondo para la Reconversion Ambiental Industrial
ft	Feet
g	Gram
GDP	Gross Domestic Product

GNP	Gross National Product
GPM	Gallon per Minute
HP	Horse Power
IC	Integrated Circuit
ICONTEC	Colombian Institute of Standard
IFI	Instituto de Fomento Industrial
ILAM	Ingeneria y Laboratorio Ambiental
IMF	International Monetary Fund
INVIMA	National Institute of Drag and Food
ISO	International Organization for Standardization
JICA	Japan International Cooperation Agency
kg	Kilo gram
km	Kilo meter
kW	Kilo Watt
kWh	Kilo Watt Hour
LAS	Linear Alkylbenzen Sulfonate
LPG	Liquefied Petroleum Gas
LSI	Large Scale Integrated circuit
m	Meter
m <sup>3</sup>	Cubic meter
M/M	Minutes of Meeting
MBAS	Methylen Blue Active Substance
mg/l	Milli-gram per litter
MLSS	Mixed Liquor Suspended Solid
OA	Office Automation
OPEC	Organization of Petroleum Exporting Countries
ORP	Oxidation Reduction Potential
OWF	On the Weight of Fiber
PCB	Polychlorinated Biphenyl
PR	Public Relations
PVA	Polyvinyl Alcohol
PVD	Physical Vapor Deposition
QR	Quick Recommendations
RO	Reverse Osmosis
rpm	Revolutions per minute
S/W	Scope of Work

SINA	Sistema Nacional Ambiental
SST	Suspended Solid
STTP	Sodium Tripolyphosphate
t	Ton
ThOD	Theoretical Oxygen Demand
TOC	Total Organic Carbon
TPM	Total Productive Maintenance
TQC	Total Quality Control
TSPP	Sodium Pyrophosphate
UCH	Unidades de Contaminacion Hidrica
UNEP	United Nations Environment Programme
US\$	United State Dollars
USA	United States of America
UV	Ultra Violet
VA	Value Analysis
WTO	World Trade Organization
$\mu$ S/cm	Micro Siemens per centi-meter



# 第 1 章 序 論

## 第1章 序 論

本報告書は「コロンビア国ボゴタ市クリーナープロダクション技術の推進による産業公害低減調査」のファイナルレポートである。国際協力事業団の委託により、三菱化学エンジニアリング株式会社が本計画調査を実施し、カウンターパートであるボゴタ市環境局（Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente (DAMA)）に対し当報告書および要約版を提出する。

本調査では、ボゴタ市の環境保護関連機関および製造業が有効な産業公害低減計画を推進できるよう、法律及び制度面を調査し、工場調査に基づく改善提案を行うこととなっている。当報告書は、産業公害低減のための政策・施策に係る提言、および対象4工業サブセクター（繊維、油脂精製、石鹼、メッキ）における産業公害低減計画に係る提言をまとめたものである。

本調査は、1998年7月21日にボゴタ市にて、コロンビア国政府代表と国際協力事業団との間に締結されたSCOPE OF WORKに基づき、1998年10月から開始し、1999年7月までの10ヶ月間で実施したものである。調査団は、2回にわたる現地調査および国内作業を行い、第2次現地調査時にはセミナーを実施した。また、第3次現地調査（ドラフトファイナルレポートの説明およびセミナー）を以下のスケジュールに基づき実施した。

調査	年月
第1次現地調査	1998年10月から12月
第2次現地調査	1999年1月から3月
第3次現地調査（ドラフトファイナルレポートの説明およびセミナー）	1999年6月

調査団は以下の報告書をDAMAに提出した。

報告書	提出時期	要旨
インセプションレポート	1998年10月	調査計画
プログレスレポート(1)	1998年12月	第1次現地調査結果
インテリムレポート	1999年1月	調査の中間結果報告
プログレスレポート(2)	1999年3月	第2次現地調査結果
ドラフトファイナルレポート	1999年6月	調査結果の説明

本調査に参加した専門家の氏名，担当を以下に示す。

氏名	担当
片柳 蒔	総括・環境政策
森 慎吾	生産工程（クリーナープロダクション：繊維）
高島 静雄	生産工程（クリーナープロダクション：油脂精製）
青木 成夫	生産工程（クリーナープロダクション：石鹼）
橋本 眞輔	生産工程（クリーナープロダクション：メッキ）
片岡 章	生産管理（繊維）
山田 博信	生産管理（油脂精製）
佐久間邦夫	生産管理（石鹼）
平世 和夫	生産管理（メッキ）
嶋本 文夫	エンド・オブ・パイプ技術 1
大嶋 良	エンド・オブ・パイプ技術 2
見坊 里枝	通訳
吉田 光雄	コーディネーター

また、カウンターパートである DAMA から本調査に参加した氏名を以下に示す。

氏名	役職
Manuel Felipe Olivera	Director, DAMA
Drako Arturo Reyes	Subdirector, DAMA
José Miguel Rincón	Subdirector, DAMA
Jorge Díaz Arrieta	Profesional, DAMA
Adriana Hernandez	Profesional, DAMA
Raúl Méndez Contreras	Profesional, DAMA
Alicia Acuña	Profesional, DAMA
Fernando Molano	Technician, DAMA

## 第2章 調査の背景と目的

## 第2章 調査の背景と目的

### 2-1 調査の背景

コロンビア国は、近年の社会開発に伴い環境悪化が進み、特にボゴタ市を始めとする、カリ市、メデジン市、バランキージャ市等の都市部においては、都市化が進み、大気汚染、河川の水質汚濁が顕著となっており、都市における環境悪化の克服は国家開発計画の中でも最重要課題として位置づけられている。

日本も 1960 年代からの経済成長期に産業公害問題を経験した。公害防止の法整備にはじまり、政府、産業界、民間が一体となって総ての分野で公害の低減に全力を尽くした。その後 2 回にわたるエネルギー危機を経て産業界における省資源・省エネルギーのためのプロセス合理化及び生産管理技術が一段と進められ、日本は今やこの分野すなわちクリーナープロダクション技術推進の先駆者の一つとなっている。

こうした背景の下、コロンビア国政府は、ボゴタ市における廃棄物問題（産業廃棄物が一般の廃棄物と同様に処理されていることから、有害物質が浸出、蒸発し、大気、水、土壌等に悪影響を及ぼしている。）の解決に向けて我が国に対して、ボゴタ市における

#### 1. 産業廃棄物の発生状況の調査

#### 2. 産業廃棄物の工場からの回収、輸送、最終処分場における処理までを対象とした産業廃棄物システムの提言を目的としたマスタープランの策定

を要請した。この要請を受け、日本国政府は国際協力事業団の調査団を 1998 年 2 月及び 7 月に派遣しコロンビア国政府と協議した。その結果、本調査では、工場の製造工程の改善（クリーナープロセスの導入）、工場内廃棄物の処理施設の改善、リサイクルの促進、及びこれらにかかる政策提言を調査対象とし、廃棄物の収集、輸送、最終処理（及びこれらにかかる政策提言）は調査対象としないことでコロンビア国と事業団は合意に達し、1998 年 7 月 21 日に SCOPE OF WORK FOR THE STUDY 及び MINUTES OF MEETING ON SCOPE OF WORK FOR THE STUDY に調印した。本調査は上記 SCOPE OF WORK(S/W)および MINUTES OF MEETING (M/M)に則り実施したものである。

### 2-2 調査の目的

本調査は、ボゴタ市の製造業、環境保護関連機関当局の双方に対し、産業公害低減の

ための提言を策定し、ボゴタ市の産業公害全体の解決に資することを目的とする。調査の内容は以下を含む。

1. 産業公害低減のための政策・施策の提言
2. 対象 4 工業サブセクター（繊維，動植物性油脂精製，石鹼，メッキ）における産業公害低減計画
3. 詳細工場調査対象モデル企業への提言
4. 工場調査と簡易改善提言
5. 技術移転

また、本調査では産業公害低減の目的を達成する具体的手段として、産業廃棄物（固形廃棄物，産業廃水を含む）の削減および環境負荷の軽減を掲げ、さらにそれらを実現する技術として、製造工程へのクリーナープロダクション技術の導入、および従来型の産業公害防止技術であるエンド・オブ・パイプ技術の改善の両視点からの調査を実施した。これにより経済発展を阻害することなく産業公害を低減させる計画であり、調査の成果をボゴタ市からコロンビア国全体に波及させることも期待されている。

## 第3章 調査の手順と主要な成果

## 第3章 調査の手順と主要な成果

### 3-1 調査手順

以下に述べる実施計画に基づき調査を実施した。

フェーズ1（国内準備作業）は、第1次現地調査に先駆けて日本国内で行われる予備作業である。これら作業は、インセプションレポートの作成、データ及び資料の収集と分析、技術移転計画と現地調査計画の作成、質問票の作成、及び分析機材の確認であった。

フェーズ2（第1次コロンビア現地調査）は、1998年10月14日から12月12日までの約2ヶ月で行った。調査内容は、インセプションレポートの発表と討議、コロンビア国の環境政策・施策の調査、工場調査、詳細工場調査対象モデル企業の選定、簡易提言（1）の作成であった。

フェーズ3（第1次国内作業）は、第1次現地調査結果の見直しと分析、インテリムレポートの作成、およびセミナー開催を含む第2次現地調査の計画作成であった。

フェーズ4（第2次コロンビア現地調査）は、1999年1月30日から3月20日まで行った。調査内容はインテリムレポートの説明と討議、セミナー、フォローアップ工場調査および詳細工場調査の実施、産業公害低減のための政策・施策にかかる提言（第1次案）およびサブセクター毎の産業公害低減計画にかかる提言（第1次案）の説明と討議、簡易提言(2)の作成であった。

フェーズ5（第2次国内作業）は、第2次現地調査結果の見直しとドラフトファイナルレポートの作成である。

フェーズ6（第3次コロンビア現地調査）は、1999年6月15日から6月24日まで行った。内容はドラフトファイナルレポートの説明と討議に加え、ドラフトファイナルレポートセミナーの実施であった。

フェーズ7（第3次国内作業）は、カウンターパートからのコメントに基づく調査報告書の訂正及び仕上げであった。



### 3-2 調査の成果

本調査の成果を下記に要約する。

1. コロンビア国およびボゴタ市の環境事情を明らかにし分析した。
2. 第1次現地調査の開始時に DAMA およびステアリングコミティに対しインセプションレポートを説明し、DAMA と調査団との間に理解を確立した。
3. ボゴタ市およびコロンビア国の環境政策に関する調査を実施した。
4. 対象4工業サブセクターの概要に係るデータおよび情報を収集した。
5. 対象サブセクター所属工場に対し工場調査を実施した。
6. 上記工場調査の結果に基づき問題点を把握し、その改善のための簡易提言を行った。
7. 対象各サブセクター毎に2社の詳細工場調査対象モデル企業を選定し、第2次現地調査時に詳細工場調査を実施した。
8. 詳細工場調査対象モデル企業以外の工場に対し、第2次現地調査時にフォローアップ調査を実施した。
9. 第1次現地調査および第2次現地調査の終了時にプロGRESSレポートを DAMA に提出し、調査団とカウンターパートの業務、現地調査の成果、DAMA と調査団の合意事項を報告した。
10. 第2次現地調査の開始時にインテリムレポートを提出し、第1次国内作業結果に基づきボゴタ市の産業公害低減策第1次案を説明した。
11. 日本におけるカウンターパートトレーニング計画を討議し、DAMA の2職員に対するトレーニングを実施した。
12. 第2次国内作業を実施し、ボゴタ市における産業公害低減策第2次案をドラフトファイナルレポートとして作成し、第3次現地調査時に説明し、DAMA と調査団はファイナルレポートの内容に関し基本的な合意に達した。

## 第4章 コロンビア国(ボゴタ市)の現状

## 第4章 コロンビア国（ボゴタ市）の現状

### 4-1 自然条件

#### 4-1-1 地理的位置

コロンビア国は南米大陸の北端に位置し、西は太平洋、北はカリブ海に面している。国境は東側にベネズエラ、ブラジル、南側にペルー、エクアドルと接しており、またパナマ地峡で中米へとつながる要衝の地である。

北緯 12 度 30 分から赤道を経て、南緯 4 度 13 分、西経 66 度 50 分から 79 度 01 分に位置し、面積 1,139 千平方メートルは日本の約 3 倍にあたり中南米で 4 番目の広さである。東南方の約 3 分の 2 はアマゾン密林地帯で、生活空間は西方の 3 分の 1 に集中している。

南米大陸の太平洋岸を縦走するアンデス山脈は、コロンビア国で東部、中央、西部の 3 つの山系に分かれ、それぞれ 3,000 メートル級の山脈を形成している。

この 3 つの山脈の間を走るのが、東の Magdalena 川と西の Cauca 川で、この 2 つの川沿いに渓谷や盆地には、温暖で肥沃な農耕地が広がり国土の約 3 分の 1 を占めるこの山岳地域に人口の約 75% が生活している。

首都のボゴタ市（Santa Fe de Bogota）は東部山系の海拔 2,600 メートルの“ボゴタサバンナ”に在り、コロンビアの中央に位置する。130,000 ヘクタール（うち都市部 13,000 ヘクタール）の面積を有し市の西側にはボゴタ川が流れている。ボゴタ川は雨水のほか市民の生活廃水や工場廃水を集める市内の Juan Amarillo（別名 Saritre）、Fucha および Tunjuelo の 3 支流を合せて 370 キロメートル走り、前述のマグダレナ川に合流して約 1,200 キロメートル流れてカリブ海にそそぐ。

#### 4-1-2 気象条件

##### (1) 気温

コロンビア国は赤道直下に位置しているが、気温は地形的条件や標高差により異なる。海拔 2,600 メートルのボゴタ市周辺では年平均気温が 14.5 で、年較差も僅か 1.1 、穏和ながらも四季の変化に乏しい。しかしながら 1 日の最高気温の平均は 24.3 で昼間日が照っていれば汗ばむほどになる反面、夜間の最低は 1 にもなり一日の寒暖の差は大きい。

## (2) 雨量

各地域とも一年を通じ、雨期と乾期が3ヶ月ごとに来る。3月～5月と9月～11月が雨期であるが、ボゴタ市では近年確然としていない。それでも統計によると10月～11月、4月～5月にかけて降雨量が多く100～130mm/月あり、乾期には40～60mm/月である。高地であり東側に3,000メートル級の山々を配するボゴタ市の年間降雨量はところにより異なるが概ね550～1,300mmである。

## (3) 湿度

ボゴタ市の湿度は雨期乾期の差はほとんどなく、最高雨期で74%～70%、乾期でも68%～74%であり、最低はそれぞれ55%～56%、48%～51%である。ただし地域により異なり、雨の多い東から南東では高く、雨の少ない南から南西にかけては低い。

## 4-2 社会状況

### 4-2-1 人口・人種・宗教

1997年 在日コロンビア大使館発行の「コロンビア」によればコロンビアの全人口は3,770万人となっている。1997年から1998年の人口増加率は1.7%であった。人種は、メスティーソ58%、白人20%、白人・黒人混血14%、その他8%である。宗教はカトリック(95%)、公用語はスペイン語である。

一方ボゴタ市の人口は、DAMAが1996年に作成した“ATLAS AMBIENTAL DE SANTA FE DE BOGOTA”によれば、1993年は5,726,657人、1995年は6,314,305人である。また国家統計局の資料によれば、1993年の国勢調査の結果は

1993年	4,945,448人(補正を加えて5,484,244人)
1985年	3,982,941人
1973年	2,571,548人
1964年	1,697,311人

のごとくで、20年で略倍増という急激な人口増加がうかがえ、現在国民の略6人に一人はボゴタ市の住民となっている。

### 4-2-2 政治・社会

1998年6月に行われた大統領決戦投票で保守党のパストラーナ候補が、自由党のセルパ候補を抑えて当選し12年ぶりに保守党政権が誕生した。国民の变革を求める声が投票率を過去最高の57%にまで高め、結果的にパストラーナ氏に勝利をもたらした。任期は4年(再選禁止)である。麻薬組織からの資金流入疑惑から執政能力を失い、

経済の悪化や武装組織の暴力エスカレートを招いたサンペール政権から変革を標榜する新政権に移行したことで、同国は少なくとも良好な方向に歩み始めたといえるが、その道のりは決して平坦ではないと言われている。

パストラーナ政権の当面直面している重要課題はゲリラ問題と経済問題である。ゲリラ問題については和平交渉に直ちに取りかかっているが、交渉は長期化が予想される。また経済問題についても急速に進む財政赤字の問題を始めとして、経常収支、失業率など多くの指標が悪化しており、その解決は容易ではない。なお、議会は自由党が過半数を占めており、現政権は少数与党の状況にある。

外交では、サンペール前大統領の腐敗政治を糾弾してきたパストラーナ氏が大統領に就任したことについて、米国は総じて歓迎の意思を表明している。1996年に米国から麻薬対策非協力国に認定（1998年2月解除）され、またサンペール大統領の米国入国ビザが無効になるなど、両国関係は永らく冷え切った関係が続いていた。しかし10月にはパストラーナ大統領が国賓として訪米、クリントン大統領と会談し、麻薬密輸対策の協力関係や反政府ゲリラ活動対策について協議するとともに、今後両国関係が改善の方向に向かうことを確認した。同国経済にとって、貿易取引の約4割を占める米国は極めて重要な位置にあり、今後、貿易面の優遇処置や経済支援を仰ぐに際してもスムーズな交渉が期待できよう。

一方地域経済統合の進展から、中南米諸国との外交関係が一層強まっている。1995年1月、G3（当国、ベネズエラ、メキシコ3国）の自由貿易協定が発効した。また、アンデス協定（当国、ベネズエラ、ボリビア、ペルー、エクアドル）や、中南米・カリブ諸国、チリ等と多角的な地域統合を進めており、1998年4月のサンチャゴでの米州首脳会議において始動した米州貿易圏構想も含めて、貿易・関税面に留まらない広範な政策協議を模索している。さらには、太平洋側にも貿易港を持つことから、アジア太平洋経済協力会議（APEC）加入に意欲を見せるなど、日本を含めた環太平洋諸国との関係強化も図っている。

### 4-3 経済状況

#### 4-3-1 過去の歩み

1995年における、それまでの経済発展の様子を見ると、コロンビアは中南米の中で最もすばらしい発展を遂げた国の一つである。

表4-1にコロンビア国の実質GDP伸び率を示す。

表 4-1 実質 GDP 伸び率

	91	92	93	94	95	96	97	98
農林水産業	4.2	-1.8	3.2	0.4	5.2	0.2	-0.7	-0.1
鉱業	-0.6	-3.9	-1.7	1.6	17.8	7.7	4.4	14.9
製造業	2.1	1.9	4.8	3.2	1.0	-2.7	2.5	-1.0
建設	0.3	7.3	18.2	19.2	5.2	-0.5	0.2	-13.2
商業・レストラン・ホテル	0.4	2.6	9.1	6.1	5.2	-0.3	3.0	-0.1
金融・保健・不動産	4.5	4.1	7.1	10.6	4.5	4.7	3.2	-3.0
運輸・倉庫・通信	3.6	5.2	4.0	7.0	6.0	4.5	5.1	1.7
その他部門とも合計	2.1	3.5	5.3	5.7	5.4	2.1	2.1	0.2

(出所) 国家企画庁、1998 年は暫定値

すなわち、50 年以上にわたりマイナス成長を記録したことはなく、中南米諸国の多くが深刻な経済危機に陥った 1980 年代、いわゆる“失われた 10 年”の間も高い成長率を示し、債務返済の繰り延べやハイパーインフレーションを経験せず、ラテンアメリカの水準に照らしてみると約 20%という低いインフレ率であった。

図 4-1 に実質 GDP 伸び率を、また図 4-2 にインフレ率を他のラテンアメリカ諸国と比較して示す。

図 4-1 他のラテンアメリカ諸国との実質GDP 伸び率比較 (Historical)

1980 -1995

ペルー			1%						
ヴェネズエラ				1.4%					
アルゼンチン				1.5%					
ボリヴィア					1.8%				
メキシコ					1.8%				
ブラジル					2.0%				
エクアドル						2.5%			
コロンビア								4.0%	
チリ									4.5%
	0		1		2		3		4

(From Forbes February 24, 1997)

年間平均伸び率 (%)

注: コロンビア国外務省提供.

図 4-2 他のラテンアメリカ諸国とのインフレ率比較 (Historical)

1970 - 1995

ペルー												3.05		
アルゼンチン											2.49			
チリ							1.66							
ブラジル							1.53							
メキシコ					1.01									
ヴェネズエラ					0.95									
コロンビア		0.26												
	0		0.5		1.0		1.5		2.0		2.5		3.0	3.5

(From Forbes February 24, 1997)

標準偏差 (%)

注：コロンビア国外務省提供

興味深いことに、コロンビアの経済に占める官の割合は GNP の 18%を超えたことはなく、中南米の中では最も低い値を示している。(他の中南米諸国では 70%にも達したこともある。)

#### 4-3-2 現状

しかしながら最近のコロンビア経済は、アジアの経済危機によってもたらされた不況に直面しているラテンアメリカ諸国の中であってその例外ではない。

すなわち、1997 年央から一次産品の価格の下落と輸出型産品の競争力が低下している。さらに、1998 年 8 月に起こったデフォルトにも近いロシア危機以降の世界的な経済不安の煽りを受けて、ラテンアメリカにあっては外資の撤退や世界銀行等からのソフトローンの減額が起こっている。

こうした中であって、1998 年はコロンビア経済にとって受難の年であった。政府は、1999 年 2 月 22 日、同国の 1998 年の GDP 成長率を 0.2%へ下方修正すると発表した。これは同国の成長率としては 1931 年以来の最低の水準である。4 半期毎の成長率 (対前年同期比) は、1 Q 5.7%、2 Q 1.9%、3 Q 0.1%、4 Q - 4.8%となった模様である。

業種別では建設業、金融がそれぞれ 13%、3%程度のマイナス成長と大きく足を引っ張った。第 1 Q こそ 5.7%と高成長を記録したものの、第 2 Q 以降は共に主たる輸出産品である一次産品の石油とコーヒーの価格の低下、財政健全化策としての緊縮財政の継続、通貨防衛のため国内金利の上昇などから景気の後退が鮮明になってきていた。とはいえ、実質ゼロ成長とも云える 0.2%成長は多くの経済専門家が悲観的に予想していた 1 ~ 2 %程度を更に下回るものであった。

1999年のGDP成長率について、大蔵省は翌2月23日1.9%に下方修正すると発表している。一方地元の経済研究所である全国金融機関協会が最近発表した1999年の経済見通しによれば、1999年上半期は経済成長率がマイナスに落ち込み、下半期に入ってようやくプラスに転じると見ており、1999年通期では1%としている。政府は財政赤字と貿易赤字の削減には成功するものの、外国市場の需要減退に伴う輸出の停滞、最近の増税措置に伴う国内消費の冷え込み、失業率の増加などが成長の足かせとなる。しかし下半期に入ると石油輸出の増加、前期通信事業や鉱山業の成長、及び金利の低下から回復過程に入ると予測している。

また貿易収支の見通しは、赤字がUS\$3.6 billionに上方修正され、これは財政赤字をGDPの6.0%に拡大させるものと予想されている。ポゴタ市をはじめ主要7都市の平均失業率は1998年7月に急上昇し、過去20年で最悪の15.8%に達している。1998年末の値もこれと大同小異の15.7%であった。国家統計局はこうした高水準の原因について、高金利が企業の資金調達負担を倍加させ、企業業績の悪化を招いてきているためと説明している。

事実、1998年は、通貨防衛策などから国内金利が大きく上昇し、貸出金利の指標レートであるDTFレート90日もの（金融機関が定期預金証券の発行により市場より資金を調達する際のレート）は、前年（23～25%）より10%以上高い水準にまで上昇した。消費者向けのローン金利もこれに伴って上昇したことから、消費者の耐久消費財に対する購買意欲を減退させた。国家統計局の発表によると、1998年1月から11月までの消費は前年比-4.85%で、自動車は-12.5%となっている。DTFレートが1998年末より低下してきている（1999年2月30%）のに対し、クレジットカードなどを通じた消費者ローンは依然50%を超える高い水準にあるという。

インフレ率は1998年央の20.7%から年末には政府目標の16%をわずかに上回る16.8%となった。これは1983年以来の低い水準で、住居費、教育費、食料品価格が低めに押さえられたためと説明している。

かかる状況を反映して、コロンビアペソの対米ドル為替レートは1997年1月の1,000ペソ/ドルから1998年末には1,550ペソ/ドルにまで下落している。

年が明けて、1月12日のブラジルの通貨切り下げ、1月25日にコロンビア中部で起きたマグニチュード6.0の地震は、キンディオ県の県都アルメニア等に大きな被害を与えた。今回被害のあった5県は同国のコーヒー生産の5割を占める地域となっており、同国経済に与える影響も少なくない。

表4-2にコーヒー価格の推移を示す。



表 4-2 コーヒー価格の推移

97/1Q	2Q	3Q	4Q	98/1Q	2Q	3Q	4Q	99/1	2
228.0	215	177	168	158	128	120	127	111	109

(単位) セント/ポンド、 (出所) ブルームバーグ : NY スポットもの

ブラジル通貨切り下げの影響でコーヒー価格は下落傾向に拍車がかかっている上に、災害復興のための借入金は経常収支を GDP の約 0.3% 悪化させ、再建に要する費用は 15 億 US\$ と見込まれている。

表 4-3 にコロンビア国のマクロ経済データを示す。

1998 年 8 月の大統領選挙で勝利したアンドレス・パストラーナ大統領は規定により就任 6 ヶ月以内の 1999 年 2 月にその政策を発表することになっており、国民から強い関心が寄せられていた。折悪しく地震が発生し、いまだゲリラとの和平交渉、地震災害からの復興以外明確ではないが、経済面では、任期満了の 2002 年には GDP 伸び率を 5.2%、インフレ率を 15% に、中央政府の財政収支を対 GDP 比 4.8% の赤字から 2% の赤字にすることを目指している。

表 4-3 コロンビア国のマクロ経済: そのデータと見通し

	1995	1996e	1997e		1997/98 Latest period	1998f	1999f
人口 (mn)	35.81	36.44	37.07			37.66	38.27
国内総生産 Total GDP (US\$bn)	80.40	85.68	94.44			97.18	97.73
実質 GDP 伸び率 (%)	5.4	2.1	3.1	4.8	Jan-Mar	<b>2.9</b>	4.2
原油生産量 ('000b/d)*	585	628	650	725	Jan-Mar	790	840
失業率 (% , end period)	9.5	11.5	12.0	<b>15.8</b>	Jun	15.0	12.5
財政収支 赤字/黒字 (% of GDP)	-2.6	-4.1	-4.6	-1.5	Jan-Mar	-4.5	-3.5
月間インフレ率 (%)				1.2	Jun		
年間インフレ率 (end period, %)	19.5	21.3	17.7	20.7	Jun	19.0	18.0
90 日預金金利 (ave period, %)	32.3	31.1	24.1	36.8	Jun	28.0	21.0
為替レート(COP/US\$, end period)	<b>988</b>	1005	1294	1378	Jul	<b>1530</b>	1770
輸出総額 (FOB, US\$bn)	10.22	10.65	11.52	1.72	Jan- Feb	12.2	15.2
コーヒー輸出 (US\$bn)	1.83	1.58	2.26	0.33	Jan- Feb	1.5	2.0
コーヒー価格(US cents/lb, ann. Ave.)	<b>141</b>	118	187	112.1	27 Jul	<b>115</b>	125
原油輸出 (US\$bn) *	1.99	2.55	2.28	0.19	Jan	1.9	2.8
輸入 (FOB, US\$bn)	12.92	12.78	14.40	2.53	Jan- Feb	15.8	17.2
貿易収支 (US\$bn)	-2.70	-2.13	-2.88	-0.81	Jan- Feb	-3.60	-2.00
経常収支 (US\$bn)	-4.38	-4.82	-5.52			<b>-6.00</b>	-3.8
経常収支の対 GDP 比 (%)	-5.4	-5.5	-5.8			-6.1	-3.9
外貨準備高 (excl. Gold, US\$bn)	8.10	9.60	9.51	9.07	3-Jul	9.4	10.8
同上加 <sup>*</sup> -月 (months) **	7.0	8.4	7.9			7.1	7.5
対外債務残高 (US\$bn)	15.13	15.94	17.0	16.77	Jun	18.5	19.5
同上の対輸出額比 (%)	148	150	148			152	128
外貨債務支払高の対輸出額比(%)	25.2	24.8	16.9			17.1	18.0
***							

e/f = 推定/予想.

\* 石油製品も含む

\*\* 外貨保有高 + 金がかバーできる輸入月 (cif).

\*\*\* 外貨債務支払い額/製品およびサービス輸出額:

出典: ANDEAN GROUP August 1998 (IMP. Banco de la Republica de Colombia, DANE, IDB ,BMI)

#### 4-3-3 中小企業の現状

前述したような経済状況は、中小企業特に零細企業の経営に少なからず影響をおよぼしている。

DAMA (ボゴタ市環境局) の配下にある中小企業支援組織 ACERCAR によれば、

- 1)銀行の市中金利は 50 %近くにも達し、中小企業の返済を難しくしており、また融資を受ける興味を失わせている。
- 2)高い失業率は一般市民の購買意欲を低め、そのため操業率の低下をもたらしている。
- 3)コロンビアペソ安により、輸入原料価格が急騰しその手当てに苦しみ操業率の低下、さらには操業の撤退すら起こっている。
- 4)中国などアジアからの安値品の輸入により、操業率の低下を余儀なくされている。

とのことである。

#### 4-3-4 国家開発計画

##### (1) 石油・天然ガス

過去農業がコロンビア国の経済の牽引車だったが、将来は明らかにエネルギーと鉱業がその位置につくであろう。コロンビア国の石油生産量は 1998 年には過去最高に達するとみられており、国営石油会社の Ecopetrol 社は国家の発展と福祉に一層貢献するだろう。アラスカの Prudhoe 油田以来西半球で最大級の油田として 1992 年に発見された Cusiana 油田からの原油のおかげで、25 億ドルの輸出額に達している。米国の各石油会社も、この非 OPEC 加盟国からの原油供給の増加を歓迎している。政府はまた天然ガスの大量供給にも熱心で、増大する一般家庭へ供給すべく民間を巻き込んでパイプライン網の建設を進めている（例 Medellin 市）。

##### (2) 石炭

コロンビア国は中南米最大の埋蔵量を誇り、米国、オーストラリア、南アメリカに次ぐ世界第 4 位の石炭輸出国である。西半球最大の露天掘り炭坑として知られる EL Cerrejon 炭坑をはじめとして石炭は同国の重要な収入源となっている。それゆえ政府はその開発に熱心である。

##### (3) 道路、鉄道、港および通信

- 1) 道路：政府は、アンデス山脈で分断されている主要都市間と港をつなぐ道路網の整備を最重要事項としている。（例ボゴタ - メデジンを結ぶ高速道路、ボゴタ - ピラヴィセンシオ間高速道路など）
- 2) 鉄道：政府は最近西部鉄道網の契約をむすんだ。
- 3) 港：コロンビア国の主要な港は政府の輸出拡大政策の重要な役目を果たしている。それゆえそれら港の効率化は政府の重要な課題である。主要な港とはカリブ海に面するバランキージャ、カルタヘナ、サンタマルタおよび太平洋岸のブエナヴェンツ

ラである。

- 4) 情報通信：コロンビア国の情報通信は近年システムの拡大と強化への投資により発展を遂げさらに継続中である。

#### 4-4 産業公害の現状

コロンビア国は、日本の水俣病、イタイイタイ病、四日市公害のような大きな社会問題となるような産業公害は経験していない。コロンビア国全体の産業廃棄物の現状を調査したものは、現在のところ予備調査報告書記載の Contaminacion Industrial en Colombia (1992 年発行) 以外には見当たらないが、環境省が纏めた“クリーナープロダクション - その発展と展望、1995 ~ 1998”によれば、カルタヘナ - マモナル (Cartagena-Mamonal) 工業地帯、東部アンチオキヤ (Oarente Antioqueno) 工業地帯の廃水は 1995 年から 1996 年にかけて大幅に減少したと報じている。

一方、ボゴタ市における産業公害は、一言でボゴタ川によって象徴される。ボゴタ川を訪れると、悪臭が鼻をつき、有機物が嫌気性発酵により分解してメタンガスが発生しており、流れる水は汚水そのもののように濁っている。このような状況から判断して下流域に少なからず被害をもたらしているものと思われる。事実、調査団が某国立施設の開所式に招かれた際、アマゾン原住民代表が“公害を引き起こしているのは都市に住むあなた方である。自然を大切にしよう”と挨拶していたのが印象的であった。最近ボゴタ市はボゴタ川再生計画に取りかかった。

##### 4-4-1 工場廃水

当市から放出される排水は、6 百万人以上の住民から殆ど未処理のまま放流される生活廃水と、約 5 百万人相当と云われる大小約 1 万の工場から流し出される排水がボゴタ川に流れ込んでいて、まさに市の排水溝である。ボゴタ川は当市から約 100 キロメートル下流へ流れ、マグダレナ川に合流して約 1,200 キロメートル走りカリブ海へと注いでおり、流域の漁業等にも少なからず影響を及ぼしている。

DAMA では、1997 年から 1998 年にかけて 3 回にわたりボゴタ市内の水の大量消費先 459 工場からの廃水の実態調査を実施している。

その未公開報告書“ボゴタ市産業廃水の調査とモニタリング”(1998 年 7 月 DAMA) によれば、

$$\text{複合負荷} = \text{廃水量} \times (\text{SST} + \text{BOD} + 5 \times \text{油分} + 50 \times \text{有害物質})$$

として計算した場合、業種別で最も高いのは食品産業 (全体の 39%)、ついで金属産業

(29%)、飲料産業(14%)、皮なめし産業(5%)となっておりこの4業種で全体の実に88%を占め、本調査対象サブセクターである繊維産業(5%)がこれに次いでいる。

また、全複合負荷の73%が上位10社によって、86%強が上位30社によって占められており、産業廃水汚染の大部分はごく少数の工場に起因していることがわかる。なお、本調査対象の4サブセクターの中では繊維産業の3社がそれぞれ10位台、20位台、30位台(調査対象工場)、油脂精製産業の1社(調査対象工場)が40位台と比較的上位に位置している。

報告書はまた、

$$\text{有害物質負荷} = \text{排水量} \times (50 \times \text{有害物質})$$

として各産業の廃水比較を行っている。そして金属産業、皮なめし産業、繊維産業がその大物であると述べている。

報告書ではさらに、DAMAの排水基準に対する不適合率についても述べている。

表4-4にDAMA基準値に対する不適合率を示す。

**表4-4 DAMA 基準値不適合率**

項目	1997年下期	1998年上期	DAMA 基準値
トータル懸濁物(SST)	37 %	32 %	800 mg/l
BOD	44 %	44 %	1,000 mg/l
COD	45 %	41 %	2,000 mg/l
PH	21 %	24 %	5 ~ 9
油脂分	53 %	49 %	100 mg/l
沈殿固形物	44 %	38 %	2 ml/l・hour

この結果から、油脂分の不適合率が極めて高いことが解る。その他の項目についても1997年下期と1998年上期との間には大差なく、企業側に改善の跡があるとは見られない状況にあり、DAMA側の本調査にかける期待が大きいと思われる。

#### 4-4-2 大気汚染

1990年～1991年にかけてボゴタ市保健局がJICAの協力を得て実施した大気汚染状況調査では、市の交通手段がバスか自動車しかない状況下、市の大気汚染の60%はこれらの車によっていると結論づけている。

ボゴタ市には数10万台の車両があるが毎日のように降るスコールのためか、現在でも濃いスモッグは見られない。

DAMAは独自の資金で1996年から大気の観測を続けており、1997年8月からは市内

10 箇所の大気汚染の連続分析を継続中で、そのデータは DAMA の事務所に電送され、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、浮遊粉塵、CO、オゾンが集中監視されている。少なくとも2年間の実績を積み上げた上で何らかの指針を出したい意向のようである。現状のデータではNO<sub>x</sub>が高めのようである。

#### 4-4-3 固形廃棄物

現在 DAMA では各産業から排出される固形廃棄物の数量を調査中であり近々その結果がまとめられ何らかの指針が出される見込みである。

また、ボゴタ市の人口の増加に伴い廃棄物が増大しており廃棄物処分場の確保が懸念されている。

#### 4-4-4 騒音

ボゴタ市の工場地帯の騒音は住宅地から離れているので問題になっていない。しかし、住宅街にある中小企業のほとんどが騒音対策を講じていないので、騒音公害の発生源として無視できない状態になりつつある。

DAMA は騒音関係の苦情に立ち会うばかりでなく、この地域の対策を予定している。その一つとして、1998年 ELDORADO 空港周辺に設置した騒音監視システムと同様の監視システムを、1999年以降に市内に設置する計画を持っている。

(参考文献)

「ATRAS AMBIENTAL DE SANTA FE DE BOGOTA」1997年 DAMA

「世界各国要覧」1993年 東京書房

「コロンビア」1997年 在日コロンビア大使館

「CENSO NACIONAL DE POBLACION Y V DE VIVIENDA」1993年 コロンビア国家統計局

「コロンビア」(財)世界経済情報サービス

「コロンビアの経済社会の現状」1992年国際協力推進協会

国際情報センター 1998 4Q レポート

「コロンビア」雑誌 Forbs 1997年2月24日特集号

日刊紙“EL TIEMPO” 1999年2月22日発行

国際情報センター クォーターリーレビュー 1998 4Q、1999年1Q

「Investing, Licensing & Trading in COLOMBIA」The Economist Intelligence Unit  
1999年1月

「Cleaner Production-Advances and Perspectives, 19950~1998」1998年 環境省

「Follow up and Monitoring of Industrial Sector's Effluent in Bogota」1998年 DAMA

## 第5章 産業公害低減のための政策・施策にかかる提言

## 第5章 産業公害低減のための政策・施策にかかる提言

### 5-1 産業公害低減政策・法・規則

#### 5-1-1 産業公害低減政策の基本的枠組み

コロンビア国における国家的環境政策の基本的枠組みは 1992 年に開催されたりオデジャネイロ“地球環境サミット”から約 1 年半後の 1993 年 12 月に制定された環境基本法とも云うべき「法律第 99」に集約されている。時期的には、日本の環境基本法が制定された時期（1993 年 11 月）と一致する。その基本的枠組みは以下の通りである。

##### (1) 基本理念

「法律第 99」の基本理念はリオ宣言を踏襲して以下のとおりとなっている。

- 1．多様な動植物相を貴重な国家財産とし、人類の関心事にまで高めること
- 2．資源の保護に特別の努力を払うこと
- 3．景観は公衆の財産として保護すること
- 4．的確な環境政策を策定すること
- 5．事前の環境アセスメントを義務付けること
- 6．制度的、組織的な協力の重要性を認識すること

##### (2) 具体的項目

世界野鳥の種類の 20% が生息し、アマゾンの森林、カリブ・太平洋の海岸線、アンデスの高地を有するコロンビア国が配慮している環境保全の具体的項目は

- 1．大気（気候変化、オゾン層、酸性雨）の保全
- 2．動植物相の保存
- 3．森林の保護
- 4．砂漠化の防止
- 5．バイオテクノロジー
- 6．海岸および海洋保全
- 7．陸水の保全
- 8．汚染物質の廃棄

である。一見して解るとおり、コロンビア国の取り組みは、日本のように国内における産業公害による環境汚染や被害を契機とした取り組みではなく、リオ宣言に基づく、むしろ地球環境保全を目的としたグローバルな性格が強いものである。



### (3) 組織

組織については、

- 1．まず環境に関する責任母体（環境省）の創設
- 2．そして国家環境会議および国家環境システムの設立
- 3．“ The Sustainable Development ”（持続可能な発展）の推進母体の組織化
- 4．自治体内の組織化
- 5．オンブツマンの組織化

がうたわれ、また市民の参加についても言及している。

### (3) 制度

制度としては、

- 1．補償金、賠償金の徴収制度
- 2．私企業に対する許認可制度
- 3．財源として環境利用税、補償費、罰金等の徴収制度
- 4．100万人以上の都市に対する権限の付与制度
- 5．警告、罰則制度

をうたっている。例えば罰則では、小は警告から大は1日当り最高、最低月間賃金の300倍の罰金、また操業の停止、閉鎖から工場の撤去までをうたっている。

## 5-1-2 環境関係法令

5-1-1 に記載の法律 99 の制定を受けて、その具体化に向けた省令、決議書、告示および市条例がある。そのうち産業公害に関するものは概略下記のとおりである。

### (1) 環境認可制度

1994年省令1753および1995年省令2150に規定している。

ガス、油田等の国家的開発にかかわる大型プロジェクトは地球環境ライセンスとして環境省が許認可する。100万人以上の都市では、中小の鉱山、下水処理場の建設、食品、繊維皮革、製紙および印刷出版、化学品、油脂、炭素およびゴム製品、金属機械工業などの環境行政に関する事項については殆どその都市の権限範囲となっている。

### (2) 大気保全関係

1) 1995年省令948および省令2107に次のとおり規定している。

- (a) 騒音、悪臭および浮遊粉塵排出事業場のクリーナー設備への転換を程度に応じて規定、また従わないときの罰金額も規定している。
- (b) 2001年1月1日以降1.7重量%以上の硫黄分を含む重油の使用を禁止する。

- 2) 1995年8月23日付決議書第898号  
商工業目的で使用されるボイラ，自動車の内燃エンジンで使用される液体および固体燃料を規制している。
- 3) 1995年11月13日付決議書第1351号  
「IE-1 排出状況報告」と称する告知を導入している。
- 4) 1996年1月9日付決議書第005号  
陸上移動汚染源（ガソリンまたはディーゼル）からの汚染物に関わる許容排出量を定めている。
- 5) 1997年7月7日付決議書第619号  
固定汚染源からの大気への放出規制対象となる排出要因を部分的に定めている。
- 6) 1998年5月13日付決議書第045号  
使用済み油の燃焼と運転条件について定めている。

### **(3) 水関係**

- 1) 1984年の省令1594  
SS 500mg/l，油分 100mg/l，炭化水素を 10 mg/l 以上含有する排水の投棄禁止等を規定している。
- 2) 1997年のボゴタ市決議書第1074号  
ボゴタ市の排水基準値を規定している。
- 3) 1997年10月8日付ボゴタ上下水道公社決議書第055号  
同社管轄下の下水道の使用基準を定めている。

さらに水の効率的利用に関連し、以下の基準が定められている。

- 4) 1997年6月6日付法律373号（国会）  
水の効率的利用と節水の方針を定めている。
- 5) 1997年12月30日付開発省決議書第3102号  
節水型機器，システムの設置と利用に関して規定している。

### **(4) 固形廃棄物関係**

1986年厚生省決議書2309および1995年省令605により、廃棄物の分類、その貯蔵と輸送、処理方法等を規定している。

### **(5) 水域に排水する場合の課徴金徴収制度**

1997年省令901および1998年決議書378/98により、課徴金の根拠となる基準（日量負荷、流量、濃度等）を制定し、課徴金の最低レートを次のとおり決定（環境省）している。（消費者物価指数見合いで毎年改定）

BOD：46.50 ペソ/kg （53.40 ペソ/kg：最新数値）

TSS : 19.90 ペソ/kg ( 23.60 ペソ/kg : 最新数値 )

また、5 年ごとの負荷削減目標を設定（管轄自治体）し、大都市での課徴金徴収自治体を選定している。ボゴタ市では、極最近ボゴタ市上下水道公社 EAAB に決定した。

#### (6) 環境制度の運用状況

日本においては、1967 年にそれまでの産業公害の実態を調査した上で環境基本法の前身である公害対策基本法が制定された。そして大気汚染防止法は 1968 年に、水質汚濁防止法は 1970 年にとりょうに逐次典型 7 公害（大気汚染，水質汚濁，土壤汚染，騒音，振動，地盤沈下，悪臭）の防止法が制定、整備され、実態を踏まえて改定を重ねてきた。また環境庁は 1971 年に設立されている。

一方、コロンビア国では、1973 年に“ 国民の健康と福祉を守るため、環境汚染の防止に努めて再生可能な天然資源の改良、保護、復旧を図る ” ことを目的に法律 23 が施行され、これを受けた形で 1974 年に“ 天然資源と環境の保護 ” に関する大統領令が発行されている。その後 1992 年の地球環境サミットを受け、1993 年末に環境にかかる基本法とも云うべき法律 99 が制定され、環境省が設立されている。ボゴタ市でもこの法律 99 を受けて 1995 年に DAMA が市の環境行政の任にあたることを規定された。しかしながら多くの発展途上国の例にみられるように、産業界の実態およびその調査とは別に法律は法律として先進国などのデータを参考にしながら整備を急いできたように見受けられる。

ボゴタ市でも、4-3 で述べた如く現在 DAMA が産業界の実態を調査している段階であり、また企業側の DAMA 基準値（廃水）に対する不適合率が極めて高い段階でもあり、環境制度の本格的運用は実質的にはこれからといえよう。

### 5-1-3 排水関係法令

本調査では、工場の排水対策が主となるため、排水関係の法令について日本と比較しながら述べる。

#### (1) 環境基準

表 5-1 に水の環境基準を日本と比較して示す。

#### 1) コロンビア国

コロンビア国では水に関する法規として環境省設立以前の 1984 年に当時の農業省が定めた省令 1594 がある。しかしこれは、水を様々に利用すべき資源、即ち飲料・家庭用、農業用、牧畜用、リクレーション用、動植物相保存用、工業用等として規定したもの

であり河川・湖沼・海等保全すべき大切な環境としての環境基準ではない。  
従ってコロンビア国では水に関する国としての“環境基準”は未だ定められていない。  
またこの省令の中では重金属のような有害物質については、(日本は有機塩素系溶剤、  
農薬等の項目について 1993 年に追加規定)それぞれ日本の環境基準同様厳しく規定し  
ているが、BOD, COD, SS 分のようないわゆる生活環境項目については、明確には  
規定していない。

## 2) 県

コロンビアのある地域では、河川・湖沼を管理する地方自治公社が河川等を資源の一  
部として最低限度の水質を確保すべく個々に基準を定めている。例えば、ボゴタ市の  
存在するクンディナマルカ県ではその地方公社(CAR)は 1987 年、同公社の管轄である  
ボゴタ川、ウバタ川、スアレッツ川流域の河川・湖沼を 4 つのクラスに分け、BOD, SST,  
pH, O<sub>2</sub>等の基準を定めている。表 5-2 に Cundinamarca 県の環境基準を示す。  
但し、これらも水環境の保全というよりは、水の使用目的の為に定められており、且  
つ実際の値はこの基準値より遥かに高い値となっている流域もあり現実離れた値と  
云わざるを得ない。

表 5-1 環境基準値比較

項目	日本	コロンビア 例・飲料用	項目	日本	コロンビア 例・飲料用
カドミウム	0.01	0.01	アンモニア		1.0
シアン	N.D	0.2	バリウム		1.0
鉛	0.01	0.05	亜鉛		15.0
六価クロム	0.05	0.05	銅		1.0
砒素	0.01	0.05	色相		75unit
水銀	0.0005	0.002	フェノール 化合物		0.002
アルキル水銀	N.D		硝酸イオン		10
P C B	N.D	N.D	pH 河川/湖沼	6.0/6.5 ~ 8.5	5.0-9.0
トリクロロエチレン	0.03		銀		0.05
テトラクロロエチレン	0.01		硫酸イオン		400
* 四塩化炭素	0.002		メチレンブルー 比色物		0.5
* ジクロロメタン	0.02		全 Coliforms	50-5,000	20,000
* 1,2-ジクロロエタン	0.004		* * BOD (COD)	1 ~ 10 (1 ~ 8)	
* 1,1,1-トリクロロエタン	1		* * SS 河川 (湖沼)	25 ~ 100 (1 ~ 15)	
* 1,1,2- トリクロロエタン	0.006		* * 溶存酸 素	7.5 ~ 2	
* 1,1-ジクロロエチレン	0.02		塩化物		250.0
* シス 1,2- ジクロロエチレン	0.04				
* 1,3-ジクロロプロペン	0.002				
* チウラム	0.006				
* シマジン	0.003				
* ベンチオカルブ	0.02				
* ベンゼン	0.01				
* セレン	0.01	0.01			

注) \* 1993年追加指定(塩素系有機溶剤、農薬等)、\*\* 生活環境項目

コロンビアでは水を、human & domestic, flora/fauna preservation, agricultural, livestock, recreational, industrial, transport 用に分けて規定

表 5-2 Cundinamarca 県の環境基準

Item	Class A	Class B	Class C	Class D	In Japan(river)*
BOD <sub>5</sub>	5	16	30	108	1, 2, 3, 5, 8, 10
SST	300	300	300	300	25, 25, 25, 50, 100, -
pH	6.5~9.0	6.5~9.0	4.5~9.0	4.5~9.0	6.5~8.5, 6.0~8.5
O <sub>2</sub>	6.0	5.0	2.0	---	7.5, 7.5, 5, 5, 2, 2
Coliform	5,000	5,000	10,000	---	50, 1,000, 5,000, -, -, -

\*6 categories

## (2) 排水基準

表 5-3 に排水基準を日本と比較して示す。

### 1) コロンビア国

コロンビア国では、先述の 1984 年の省令 1594 で“排水基準”を定めている。ここでは、人の健康に関する項目（有害物質）については日本同様一律に厳しく規定しているが、生活環境項目に関しては具体的な数値は規定しておらず極めてあいまい且つ不公平である。BOD は濃度や負荷量の如何にかかわらず、既存設備は 50%以上を、新設は 80%以上を除去しなければならないと規定しているが、これは例えば 5,000ppm のものは 1,000ppm まで、50ppm のものは 10ppm までにすることを意味し、極めて不公平且つ非現実的である。

以上の如く、日本が具体的数値による全国一律の排水基準を設けているのとは大きく異なるばかりでなく、日本が有害物質を含まない排水量 50m<sup>3</sup>/日未満の少量排水については適用を除外しているのとも異なる。また日本では、殆どの都道府県が全国一律の排水基準と環境基準を照らし合わせた上で、環境基準を達成すべく、より厳しい上乘せ基準を設けているのが実情である。

以上を考えると、コロンビアでは環境基準がないこともあり、未だ国として水環境保全の立場に立った明確な排水基準が制定されているとは云えない。

表 5-3 国の排水基準比較

[ 人の健康の保護に関する項目 ]			[ 生活環境項目 ]		
項目	日本	コロンビア	項目	日本	コロンビア
カドミウム	0.1	0.1	pH	5.8~8.6	5~9
シアン	1	1.0	全クロム	2	
鉛	0.1	0.5	銅	3	3.0
六価クロム	0.5	0.5	亜鉛	5	
砒素	0.1	0.5	フェノール化合物	5	0.2
総水銀	0.005	0.02	鉱物油類	5	既存、新設共 80%除去
アルキル水銀		N.D	動植物油脂類	30	
PCB	0.003	N.D	溶解鉄分	10	
有機リン	1	0.1	溶解マンガン	10	
トリクロロエチレン	0.3	1.0	フッ素	15	
テトラクロロエチレン	0.1		リン	16	
四塩化炭素	0.02	1.0	窒素	120	
1,3-ジクロロプロペン	0.02		COD	160	
シマジン	0.03		BOD	160	既存は 20% 以上、 新設は 80% 以上 除去
1,2-ジクロロエタン	0.04		SS	200	既存は 50% 以上、 新設は 80% 以上 除去
1,1,2-トリクロロエタン	0.06		Coliform	3.000	
チウラム	0.06		硫化炭素		1.0
ベンゼン	0.1		カーバメート		0.1
セレン	0.1	0.5	バリウム		5.0
ジクロロメタン	0.2		ニッケル		2.0
1,1-ジクロロエチレン	0.2	1.0	銀		0.5
ベンチオカルブ	0.2				
シス 1,2-ジクロロエチレン	0.4				
1,1,1-トリクロロエタン	3				
他・有機塩素化合物		0.05			
クロロフォルム		1.0			

注) 1. 日本では、生活環境項目のみの排水は 50m<sup>3</sup>/日未満の事業場には適用除外

2. また、都道府県条例で、区域を定めて上記より厳しい基準を設定することができる

## 2) ポゴタ市

一方ポゴタ市では、1997年に決議書1074で独自に排水基準を設けている。表5-5に決議書1074の排水基準を示す。

具体的基準値については人の健康に関する項目（有害物質）については省令1594をベースに、生活環境項目については諸外国の例を参考にしているようである。そしてその基準値をベースに排水量の如何にかかわらず一律に規制を図っており、表5-4に示す管理手法の導入を考えている。

すなわち、企業を有害物質の流出有無によってグループ1, 2の2群に分ける。企業の排水汚染負荷単位（UCH）を表5-4に示すような計算式で定義し、グループ1に対しては油分、BOD、CODに対する基準満足度を、グループ2はこれに有害物質を加えて算出する。UCHの値によって調査頻度および企業義務を規定している。

表5-4 排水汚染による企業分類

Group 1: 有害物質を流出しない産業（食品、飲料、ホテル・レストラン）			
Group 2: 繊維、印刷、化学、ゴム、プラスチック、皮なめし、ガソリンスタンド、石油油製品、金属			
Group 1 の排水の汚染度 UCH1			
$UCH1 = (CAG - CnAG) / CnAG + (CBOD - CnBOD) / CnBOD + (CSST - CnSST) / CnSST$			
Group 2 の排水の汚染度 UCH2			
$UCH2 = (CT - CnT) / CnT + (CAG - CnAG) / CnAG + (CBOD - CnBOD) / CnBOD + (CSST - CnSST) / CnSST$			
注) C: 測定濃度、Cn: DAMA 排水基準値、			
T: 有害物質、AG: 油脂分、BOD: BOD5、SST: 全SS			
上記の式には流量の項はない、即ち下記は <b>負荷量の大小を問わない</b> ことになる。			
UCH の値	汚染度	調査頻度: UCH1 (UCH2)	義務
< = 0	低	1回/2年 (1回/年)	-
0 ~ 2.5	中	1回/年 1回/半年)	対策案の提出
2.5 ~ 5	高	1回/4ヵ月 (隔月1回)	詳細改善策の提出
5 <	極高	隔月1回 (毎月1回)	詳細改善策の提出



表 5-5 DAMA 決議書 1074 (1997 年 10 月 28 日): 廃水排出基準

数値	表示方法	基準値 (mg/L)
砒素	As ( mg/l )	0.1
バリウム	Ba ( mg/l )	5.0
カドミウム	Cd ( mg/l )	0.003
カルバメート	活性剤	0.1*
シアン化合物	C N mg/l	1.0
亜鉛	Zn ( mg/l )	5.0
石炭抽出クロロフォルム	E C C ( mg/l )	1.0
銅	Cu ( mg/l ) u	0.25
フェノール化合物	フェノール ( mg/l )	0.2
塩素化合物	濃縮活性剤	0.05*
リン酸化合物	濃縮活性剤	0.1
六価クロム	Cr + 6 ( mg/l )	0.5
トータルクロム	トータル Cr ( mg/l )	1.0
B O D	( mg/l )	1000
ジクロロエチレン	ジクロロエチレン	1.0
ポリクロル・ジフェニル	濃縮活性剤	N.D**
C O D	( mg/l )	2000
油脂	( mg/l )	100
マンガン	Mn ( mg/l )	0.12
水銀	Hg ( mg/l )	0.02
有機水銀	Hg ( mg/l )	N.D**
ニッケル	Ni ( mg/l )	0.2
P H	ユニット	5.9
銀	Ag ( mg/l )	0.5
鉛	Pb ( mg/l )	0.1
セレン	Se ( mg/l )	0.1
沈殿固形物	SS ( mg/l )	2.0
トータル懸濁物	SST ( mg/l )	800
硫化水素	硫化炭素 ( mg/l )	1.0
四塩化炭素	四塩化炭素 ( mg/l )	1.0
トリクロロエチレン	トリクロロエチレン ( mg/l )	1.0
温度	摂氏 ( )	<30
界面活性剤 ( S A A M )	( mg/l )	0.5

\* 生物致死濃度

\*\*最新の「水・廃水標準検査法」に基づく分析値が検出限界以下

### (3) 日本における水環境の調査・監視

#### 1) 東京都の例

東京都では、都内の河川や海域の水質汚濁の状況を調査・監視するため、河川 115 地点、湖 2 地点、東京都内湾 31 地点、運河 19 地点、合計 167 地点で定期的（毎月 1 日、1～4 回）な水質調査を行っている。調査項目は、カドミウム、全シアン、水銀などの健康項目(23 項目)、BOD、COD、SS、油分、pH などの生活環境項目（9 項目）等である。

また、河川においては、水質を連続的に測定する自動測定室を 19 ヶ所に設置し（日本全国では 200 ヶ所以上）常時有機物質の濃度、水温、pH、溶存酸素量、塩素イオン、電気伝導度、COD を測定し、結果をテレメータにより中央局に送り集中的に監視している。このほか、河川及び海域においては、環境基準点を含め 87 地点で水生生物調査を行っている。水生生物調査は、生息している魚類、底生動物などの種類や数量などを調べ、水環境の監視を行うものである。なお、海域においては、赤潮の調査も行っている。

地下水については、都内全域を 337 ブロックに分けて地下水の水質をみる概況調査の他、汚染井戸周辺地区調査、定期モニタリング調査を行っている。

工場・事業場に対する排水規制は、法律や条例に基づいて、濃度による排水規制と総量規制を行っている。

濃度規制については、条例で、表 5-7 に見るごとく国の基準よりきびしい上乘せ基準を定めて、排水の水質改善指導などを行っている。規制の対象となる工場・事業所は新設及び改造の際に東京都に届出ることとなっており、東京都はこの届出に対して計画変更命令をだす事が出来る。

また、東京湾の環境基準を達成するため、排水が東京湾に流入する地域内にある排水量 50m<sup>3</sup>/日以上のある事業場に対して、濃度規制に加えて、事業場ごとに COD の許容排出量を割り当てた総量規制基準を定めて、汚濁物質の排出量を規制している。当該事業場は、COD 負荷量（kg/日）を定期的に測定し、その記録の保存（水質汚濁防止法施行規則に基き 3 年間）と結果の報告を義務付けられている。このほか、発生源の規制指導として、大規模な事業場、有害物質を使用する事業場を重点に、立入り検査や排水処理施設の改善、放流水質の向上などの指導や命令を行っている（改善命令に従わない場合には排水の一時停止を命令することが出来る）。

表 5-6 東京都の総量規制事業場の測定と報告

事業場の排水量 (m <sup>3</sup> /日)	測定頻度 (COD、水量) 汚濁負荷量 (kg/日)	報告
400 以上	毎日	毎翌月の 20 日まで
200 ~ 400	7 日に 1 回以上	4 月 ~ 9 月に 1 回 10 月 ~ 3 月に 1 回
100 ~ 200	14 日に 1 回以上	同上
50 ~ 100	30 日に 1 回以上	同上

なお、東京都では下水道の普及に伴い、公共下水道へ放流する事業場の割合が多くなっている（全体の約 77%）。これらの事業場は、下水道法に基き、温度または水素イオン濃度 1 日 1 回以上、BOD 2 週間に 1 回以上、その他の項目を 1 週間に 1 回以上測定し、記録を 5 年間保存することが義務付けられている。また公共下水道の管理者は排水を流出する事業者に対して、立入り検査により問題点の把握に努めるとともに適切な指導を行っている。

## 2) 茨城県（鹿島コンビナート）の例

すべての事業場で、プロセスと接触した排水は終末処理場を有する公共下水道へ排出している。各事業場の自己管理として、pH および COD を自動分析計により常時監視するとともに、pH、COD、SS、油分、フェノール、ベンゼンを毎日 1 回、BOD を月に 4 回、有害物質等を年 3 回測定している。一方、行政機関として県（鹿島下水道事務所）が立入り検査し、pH、COD、BOD、SS、油分を月 4 回、有害物質等を年 3 回分析して監視している。

プロセスに接触しない冷却水等は公共用水域へ直接排出しているが、事業場の自己管理として、温度、pH を毎日 1 回以上、SS、COD を週 1~2 回、油分その他有害物質を月に 1 回分析している。一方、行政機関として、県が年 2 回、町が年 2 回、海上保安署が年 1 回それぞれ不定期に立入り検査するとともに、排水をサンプリングして測定し、異常の有無を確認している。

## 3) 三重県（水質総量規制区域）の例

1980 年に、三重県は水質総量規制の実効を上げるために、水質テレメータ監視システムを整備し、伊勢湾に排出する 22 の工場や事業場（工場排水が 5,000m<sup>3</sup>/日以上）の COD 濃度及び排水量をこの水質テレメータ監視システムで中央監視局に伝送させて、COD の負荷量を算出することで監視を行っている。

表 5-7 世界各国の排水基準

	Temp. (°C)	pH	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	SS (mg/l)	M.oil / V.oil, Fat (mg/l)
DAMA	30	5 - 9	1000	2000	800	100
Japan(min.) 1)		5.8 - 8.6	160	160	200	5/30
To sewage 2)	40	5 - 9	600(300)		600(300)	5/30
Tokyo 3)	40	5.8 - 8.6	20/25	20/25	40/50	- /10/10
1) (exist in 1972) 3)	40	5.8 - 8.6	60/90	60/90	120/160	- /10/10
Italy(target)	30/ 3	5.5 - 9.5	40	160	80	5/10
Portugal	30	6.0 - 9.0	40	150	60	15
Belgium	30	6.5 - 9	15 - 30		60	
Swiss	30	6.5 - 8.5	20	Local Gov.	20	20/L.Gov.
Indonesia	35	6 - 9	20	40	100	1/1
	38	6 - 9	50	100	200	5/10
	40	6 - 9	150	300	400	10/50
	45	5 - 9	300	600	500	20/100
Malaysia 4)	40	6.0 - 9.0	20	50	50	0/0
	40	6.0 - 9.0	50	100	100	10/10
Thailand 5)		5 - 9	20 - 60	60	30/60/15 0	5
Vietnam	40	6 - 9	20	50	50	5/0
	40	5.5 - 9	50	100	100	1/10
	45	5 - 9	100	400	200	5/30
Philippine (exist plant)	3	6.0 - 9.0	80	150	90	10
(new plant)	3	6.5 - 9.0	50	100	70	5
India	5	5.5 - 9.0	30	250	100	5

注) 1) 有害物質を含まない 50M<sup>3</sup>/日以下の排水は適用除外(東京都は適用除外なし)

2) 製造業、ガス事業からの合計排水量が下水道全処理量に占める割合により、規制値が変わる:

	BOD	SS
全排水量の 1/4 以上	300	300
全排水量の 1/4 未満	600	600

3) 500M<sup>3</sup>/日 ~ / 0 ~ 500M<sup>3</sup>/日 に分けられる

4) 椰子油と天然ゴム工業は除く

5) 60M<sup>3</sup>/日以下は適用除外

#### (4) 排水課徴金制度

1984 年の省令 1594 に排水課徴金制度を定めている。この法令はもともと、有害物質を含む農業や鉱工業の廃棄物を直接間接に河川や湖沼等に流す場合、その影響を取除くための費用を分担させるものとして制定されたものである。しかしながら、現在では 1997 年の環境省令 901 により直接間接を問わず水路に流す如何なる排水についても適用される。その課徴金は先述したように 1998 年の決議書 372 により最低値が以下のように決められている。(毎年消費者物価指数で改定)

BOD : 46.50 ペソ/kg

TSS : 19.9 ペソ/kg

即ち、日本では排水基準を満たしていれば、排水を河川に流す場合費用を負担する必要がないが、コロンビアではその量の如何に係らず課徴金を支払う必要がある。

ボゴタ市では DAMA が 1997 年より、ボゴタ市に流入排出する様々な流域の水量・水質及び工場排水を以下のような方法で精力的に調査し課徴金の金額を算出した。即ち

1. DAMA 管轄の 25 の流域にサンプルポイントを決定
2. その水質・水量を測定
3. 分析は、フィールドと分析室で実施
4. 流量と BOD, SST 濃度から汚染度の推定
5. 課徴金金額の推定

その結果、総額はボゴタ市全体で 250 百万ペソ/月、住民一人当りに換算すると約 40 ペソ/月である。また例えば BOD 1,000ppm、TSS 800ppm を含む排水を 10m<sup>3</sup>/月流出する中小企業では約 600 ペソ/月(日本円換算約 45 円/月)で少額である。新聞は現在の上下水道料金の 1%に過ぎないと報じている。

(注: コロンビアでは未だ排水処理設備が整っていないし、ボゴタ市には未だ公共下水道処理場はないので排水の処理料金ではない。勿論日本では排水を公共下水道に排出する場合はその処理料金を支払う。料金は都市により異なるが、東京都の場合は、上水の約 7 割程度となっている。)

なお、この課徴金の適用対象は、法律 99 (基本法) 42 条の規定により排水基準値未滿となっているため、全国的には 1984 年の省令 1594 の規定 (BOD および TSS の 80% 除去)により排出濃度の 20%まで、ボゴタ市では 1997 年の決議書 1074 により BOD 1000、SST 800mg/l までを上限とし、それ以上は分担金の支払いを要しない仕組みになっている。

基準値をオーバーしたときは、5-1-1 (4) 記載の如く法律 99 の 85 条の罰則規定により、改善命令や工場閉鎖、更には最高で 1 日当り月額最低賃金額の 300 倍相当 (1999 年度は 1 日当り 71 百万ペソ/工場となる) の罰金を課することができることになっており、現に GM やマツダなどが一時工場を閉鎖された例はあるが、本件での罰金の例は

未だない。

さらに法律 901 では、課徴金徴収に当り関係当局は以後 5 年間の削減計画を策定することになっている（日本における閉鎖性海域の総量規制に類似）。DAMA は 1998 年末に市の 32 の大企業及び各工業会等との会合を持った結果、BOD、TSS の負荷量を年間約 2 % 減少させ、5 年後には現状の約 10% 削減させるという決議書第 1558 号を発行している。

## 5-2 産業公害低減のための諸施策

### 5-2-1 財政支援・優遇措置

コロンビア国及び日本における産業公害低減のための財政支援・優遇措置について、以下に述べる。

コロンビア国の優遇制度、財政支援は、日本がかつて公害対策基本法で“事業者が行う公害防止のための施設整備について、国または地方公共団体は必要な金融上の処置を講ずるよう勤めなければならない。また中小企業者に対して特別の配慮がされるよう要請する。”とうたわれ、多くの金融上の助成がなされ、かつ税法上でも非課税、減税、特別償却などの特別処置がなされたのに比べ見劣りがする。

#### (1) 全国レベル

コロンビア共和国では、国としての公害の低減に関する優遇措置として、1995 年法律 223 の税制改革で設けられた免税措置がある。他には環境省の予算が極めて少ないこともあり特になされていない。

免税措置の一つには、環境コントロール及びモニタリングシステムの建設、組立、運転に関する国産及び輸入の機器または部品についての免税、一つには、リサイクル、排水処理、大気汚染対策に資する機器類の輸入にかかわる免税措置で環境省の事前承認が必要である。

その他、自動車の排気ガス対策用部品に対する 50% の減税処置がある。

1995 年から 1998 年 6 月までの実績では以下のような分野があげられ、総計 212 の企業等からの 297 件が認められ、その総額は 15,761 百万コロンビアペソであった。

1. 境衛生設備（下水処理、飲料水製造、残廃水処理、ごみ処理）
2. ガスモニタリング機器
3. 土壌汚染防止設備
4. 燃料およびハイドロカーボンの漏洩防止設備
5. 汚染物質排出の少ない焼却炉
6. 車のエミッション制御機器

- 7. 省電力機器
- 8. 工場のクリーナーシステムへの転換設備
- 9. 環境分析室の強化設備

## (2) ボゴタ市

ボゴタ市では、中小零細企業を対象に財政支援を行っている。

後述の如く、DAMA はボゴタ市のバックアップのもとに、1996 年に中小零細企業支援組織「ACERCAR」を設立した。ACERCAR はボゴタ市の中小零細企業を対象に、環境技術の援助を行うところで、企業活動における環境への負荷を軽減し、コントロールするための技術（クリーナープロダクション）の移転、教育、情報提供を行うと共に、環境負荷軽減技術導入にあたっての経済評価、融資基準の判断等を行ない融資や投資を側面からバックアップしている。ACERCAR には現在までに約 600 件の相談が寄せられ、117 の企業に環境軽減措置がとられた。

以下に、DAMA が実施している財政支援策を述べる。

### 1) ACERCAR

DAMA は ACERCAR の技術支援を通じて中小零細企業に間接的な財政支援を行っている。この 18 ヶ月間の ACERCAR の予算は 1,100 百万ペソで、主に工場の診断と対策の立案などの費用と内部の管理運営費に当てられている。

### 2) FRATI

FRATI（産業環境改善基金）は、ボゴタ市が中心となって 1996 年 5 月 31 日に法令第 369 号によって設立したもので、市内の中小零細企業が環境負荷を改善する計画を実施するに当り資金的に援助するための公共財団である。DAMA の局長を議長とし DAMA、IFI（国営産業振興協会）及びボゴタ市の中小零細企業の代表で理事会を構成する。

1999 年の予算は後述の IFI - DAMA の予算 1,800 百万ペソを含んで 8,000 百万ペソで、主として表 5-8 のような環境改善のための先導的プロジェクトに対し必要額の 50 ~ 100% を無償供与する（co-financing）ものである。その最高額はその実施価値を厳密に審査することにより決められるが、ACERCAR の評価がその判断の基礎となっている。

無償供与の割合は実施内容により異なり、表 5-8 に示す値を超えない。

表 5-8 FRATI の共同投資 (co-finance) 率

Type of Action	% max. co-finance
環境診断・調査	80
プロジェクト設計	100
研究開発プロジェクト	70
実証・デモプロジェクト	80
企業家の海外技術展示会等への参加	50

1996 年から 1999 年 2 月までの実績は表 5-9 に示す通りである。本年も同様な項目 14 件が候補に上がっている。

表 5-9 FRATI co-finance 実績

	項目
1	アスベスト工場の粉塵収集システムの設計
2	メッキ工場における気体、液体廃棄物処理システムの設計
3	食肉処理に伴う副産物リサイクル工場のための環境管理計画
4	鶏肉処理工場の廃水処理設備の設計
5	電気メッキ工場の廃水処理設備の設計
6	レンガ工場の環境汚染低減計画
7	炭生産のための自然環境効率プラントの設計
8	皮剥ぎ処理と廃水処理実施会社創設の可能性
9	ワイン工場における廃棄物処理システムの設計
10	Waste Interex フェア視察団
11	クロム回収と前処理システムの適正化による皮なめしのクリーン技術調査
12	養鶏場廃水処理技術セミナーへの企業視察団
13	プラスチック及びゴムに関する国際フェア企業視察団
14	焼却炉の熱回収と排気コントロールシステムの設計
15	メッキ工場におけるクリーナープロダクション技術導入調査
16	某地区のメッキ工場（複数）における節水・環境負荷軽減計画の設計

### 3) IFI-DAMA

IFI は国営の産業振興協会で、産業振興の為の融資協会として運営されている。具体的には新産業の認定や育成、株の取得及び認可されたプロジェクトに対する長期貸付を市中銀行、ファイナンス会社、リース会社等の協力を得て行う。

ボゴタ市においては DAMA と IFI の間で、中小企業への支援を優先することで合意している。

具体的支援にあたっては、DAMA, FRATI の金融機関である FIDUCIAL, IFI, ACERCAR 及び中小企業団体 (ACOPI) の代表で構成される委員会で審議され金利、返済期間を決定するばかりでなく、どこに投資するかも決定する。ここでも ACERCAR の事前の評価がその判断の基礎となる。



貸付対象及び条件は環境負荷低減効果の大小によるが

1. 対象は環境改善事業
2. 貸付限度額は零細小企業には 100 百万ペソ，中企業には 1,000 百万ペソまで
3. 貸出金利は最大で市中金利より 8%低い値（1998 年までは 5%）(下記)
4. 返済期間は 10 年まで

等となっている。

貸出金利： 市中銀行 = DTF（例 35%）+（3～5%）= 38～40%

IFI = DTF（35%）-（1～8%）= 27～34%

即ち、市中金利より最大 13%（40 - 27%）低い金利となる

この差は DAMA の予算で賄う。DAMA の 1999 年度の IFI - DAMA 向け予算は 1,800 百万ペソである。即ち、DAMA は企業向け IFI 融資に関して、金利 0～5%を支払い、共同出資している。

1999 度は 18 件の申請があり、その内訳は環境対策設備、ごみの分別回収設備、プラスチックの再利用設備等の購入，据付等が主である。

#### 4) DAMA の特別予算

以上の中小企業支援予算の他に、DAMA は工場団地計画のため 1999 年は 1,300 百万ペソの特別予算を計上している。

この計画には、プラスチックリサイクル、鶏肉、皮なめし等である。プラスチックリサイクルプラントについては、総予算 13,500 百万ペソのうちスペイン政府から 8,000 百万ペソの援助を得ている。メッキについても工業団地化の構想があり、その具体化検討には当調査団の検討結果を待ちたい意向である。

以上を総合し、DAMA の中小零細企業支援策としての予算を表 5-10 にまとめて示す。

DAMA は、インフレに対処するため、資金を FRATI に預け、FRATI の金融関連部門である FIDUCIAL を通して運用を図り年 7～8%の運用益を得ている。

表 5-10 DAMA の中小企業支援予算

Organization	Purpose	Budget in1999	Reference
ACERCAR	Technical assistance	1,100 million Pesos ( in 18 months )	Its Operating cost (Design, Adm.)
FRATI	Pilot project	8,000 million Pesos	Grant for project
IFI	Improvement	1,800 million Pesos	Credit for project
Extra-Budget	Industrial park	1,300 million Pesos	Planning cost

なお、DAMA の年間総予算は 1,500 億ペソに対し、環境省のそれはわずかに 100 億ペソであるのが現状である。

### **(3) 日本における財政支援・優遇措置**

日本国の各省庁予算のうち、環境保全に関する経費は平成 9 年度総額 2 兆 8,211 億円であった（うち地方公共団体への補助金総額 2 兆 1,468 億円）。

また、日本の環境基本法第 22 条には、環境保全上の支障を防止するための経済的措置として、「国は、環境への負荷低減のため、施設の整備その他適切な措置をとることを助長することにより環境保全上の支障を防止するため、その負荷活動を行う者にその者の経済的な状況等を勘案しつつ必要かつ適正な経済的な助成を行うために必要な措置を講ずる---」として“経済的な状況等を勘案し”の中に暗に中小企業者に対する特別な配慮の必要性をうたっている。

経済的な助成とは、低利融資、税制優遇措置等で具体的には以下のとおりである。

#### **1) 財政支援**

##### **(a) 環境事業団による助成**

##### **a) 環境事業団の事業**

環境事業団は 1960 年代における日本経済の高度成長の過程で深刻化した大気汚染、水質汚濁等の産業公害問題解決のため、1965 年 10 月公害防止事業団として設立された。

以来、公害防止の専門助成機関として、事業者等が講ずる公害防止対策に対する助成を積極的に推進してきた。その後、環境行政の主要課題の変化に対応するため、公害防止にとどまらない環境保全のための事業を開始するとともに、名称が「環境事業団」に改められた。また、1993 年 5 月には、民間団体が行う地球環境保全のための活動を支援するため、「地球環境基金」を開設している。

##### **b) 建設譲渡事業**

建設譲渡事業は、 集団設置建物、 共同福祉施設（緩衝緑地、公園施設）、 大気汚染対策緑地、 産業廃棄物処理施設・一体緑地、 国立・国定公園複合施設に大別される。事業団は、これらの施設を設置しようとする事業者等からその事業を受託し、工事施工に伴う事業全般を行い、完成施設は建設原価をもって長期かつ低利の条件で譲渡する。1997 年度の事業計画（新規契約額）は、395 億円であった。

##### **c) 融資事業**

融資事業は、 産業公害防止施設、 産業廃棄物処理施設、 市街地土壌汚染・地下水汚染防止等事業、 合併処理浄化槽の設置費用の融資事業を対象として、これらを設置する者又は事業を実施する者に対して融資を行うもので、1997 年度の事業計画（新規契約額）は 385 億円であった。

#### **d) 地球環境保全事業**

地球環境問題への対応として、事業団に蓄積している情報・技術的知識で、発展途上地域の環境保全に資するものを内外に関係機関に提供する海外環境情報提供事業を実施するとともに、地球環境基金により、民間団体が行う地球環境保全のための活動に対し、助成その他の支援事業を実施している。そのため 1997 年度は出資金として 10 億円、環境事業団補助金として 8 億円を確保している。

#### **(b) 中小企業設備近代化資金制度による融資**

設備近代化資金貸付制度は、「中小企業近代化資金等助成法」に基づき中小企業の設備近代化の促進を目的として都道府県が窓口になって個別の中小企業に対して貸付を行うものである。この一環として公害防止施設に対しても融資を行っている。また、小規模企業者に対しては、各都道府県に設置されている貸与機関から設備の貸与を行っている。

#### **(c) 中小企業金融公庫、国民年金公庫等政府関係金融機関による融資**

中小企業の特定の地域への工場移転、産業公害防止施設の設置等に対する特別貸付、及び環境マネジメントシステム(ISO14001)の導入に要する資金及びそれに伴う環境対策関連設備投資に対する低利融資を行っている。

#### **(d) 中小企業事業団による融資**

中小企業事業団には高度化融資制度がある。この一環として、住工混在の解消等を目的として工場適地に移転する工場の集団化事業や、中小企業の組合が行う共同公害防止処理施設設置及びリース事業に対して、都道府県を通じ低利融資を行っている。

#### **(e) 日本開発銀行による融資**

環境水準に維持・向上のために、都市環境整備事業、環境エネルギー関連技術開発及び環境マネジメントシステム(ISO14001)の導入に伴う環境対策関連設備投資に対する低利融資をはじめとした環境対策関連融資制度に加え、再資源化のための共同事業に対して出資する制度がある。

#### **(f) 東京都における環境保全資金助成(中小企業向け)**

公害防止のための費用は原因者負担が原則であるが、経営基盤の弱い中小企業にとってはその負担が重くなる場合があり、公害防止対策を進める上での制約となる。そのため東京都は、1965 年に、増大する公害防止資金の需要に対処するため、民間資金を活用して利子と信用保証料の一部を補助する融資あっせん制度「公害防止資金」を設けた。

その後 1988 年度には、自動車排気ガスによる大気汚染、生活排水による水質汚濁、

近隣騒音問題などの都市型・生活型公害の顕在化や緑化の推進等に対応するため、新たに「最新規制適合車への買換え資金」、「合併処理浄化槽設置資金」、「音響機器等防音工事資金」、「工場・事業場等緑化資金」を、また 1990 年度には「石綿飛散防止資金」を加え、制度の拡充を図った。更に 1998 年度からは制度の名称を「環境保全基金」に変更し、これまでの公害対策に加え、地球環境保全や循環型社会づくりの環境活動にも融資対象を拡げた。また、都民の自発的な環境保全活動の啓発及びその支援のために都民（個人）を対象とした住宅用太陽光発電システムの設置及びクリーンエネルギー車購入について新たに「東京都アクションプラン資金融資あっせん制度」を発足させている。

## **2) 税制上の優遇措置**

### **(a) 国税関係**

国税関係では、公害防止用設備、再生資源分別回収設備、再商品化設備についての特別償却措置がある。また、エネルギー等の使用の合理化（エネルギー需要構造改革）を推進する資産の購入に対する特別償却または税額控除がある。

さらに、特定地域の中小事業者を対象に低公害車への買い換えに係る特別償却措置又は税額控除措置がある。

### **(b) 地方税関係**

地方税関係では、公害防止用設備について固定資産税及び事業所税の軽減措置、並びに特別土地所有税の非課税措置、廃棄物再生処理用設備にかかる固定資産税の軽減措置がある。また、低公害車取得税の軽減措置がある。さらに、中小企業者が環境事業団から譲渡を受けた集団設置建物に対する資産割に係る事業所税の非課税措置がある。

表 5-11 東京都の中小企業向け「環境保全資金融資あっせん」制度一覧(1999 年度)

資金名	融資対象	融資限度額	償還期間	借受者負担金利
指定低公害車 購入資金	低公害乗用車、軽貨物 車、トラック、バス	5,000 万円 1 台当たりの 限度額 1,000 万円	5 年以内	長期プライムレートの 1/2
エコ・ステー ション	低公害車の燃料（電気、 天然ガス）を充填するた めの施設の設置	5,000 万円	7 年以内 （うち据置 期間 1 年）	長期プライムレートの 1/2
ダイオキシン 対策資金	火格子面積 0.5m <sup>2</sup> 以上 2 m <sup>2</sup> 未満のダイオキシ ン低減型廃棄物焼却施設 の更新・改善等	4,000 万円	7 年以内 （うち据置 期間 1 年）	長期プライムレートの 1/2
設備改善資金	環境負荷低減型生産設 備等への更新・改善等 公害防止設備の設置・ 改善等 公害防止工事 合併処理浄化槽の設置 接道部、屋上等の緑化	3,000 万円	7 年以内 （うち据置 期間 1 年）	従業員 10 人以 下の企業 年 1% 従業員 10 人 以上 長期プライムレ ート （但し 最大 年 3%） 公害防止設備 （共同施設） 年 1%
移転資金	工場・指定作業場の移転	8,000 万円	15 年以内 （うち 1 年 据置）	集団化による 移転 年 1% 上記以外 長期プライムレ ート （但し 最大 年 3%）

(注) 1. 信用保証料は、東京都が 2/3 を補助

2. 融資利率は、長期プライムレート以内（1999 年 2 月末現在の長期プライムレート 2.9%）

表 5-12 環境保全設備関係税制優遇措置一覧

1) 工場の公害防止用設備関係

	国税関係		地方税関係		
	減価償却特例	耐用年数の短縮	固定資産税	事業所税	特別土地保有税
	取得価格の18%を初年度特別償却	構築物、機械・装置の加速償却			
騒音防止用設備			1/2 に軽減課税	非課税	非課税
汚水処理用設備			非課税	非課税	非課税
窒素酸化物抑制設備			非課税		
ばい煙処理施設			非課税	非課税	非課税
一般粉塵処理施設			1/3 に軽減課税	非課税	非課税
特定粉塵(アスベスト)処理施設			非課税	非課税	非課税
脱臭用設備等				非課税	非課税
高煙突			1/3 に軽減課税		
特定フロン排出抑制・回収設備			2/5 減額課税		
軽油脱硫設備			1/3 減額課税 (初3年)		

2) その他

低公害車、廃棄物再生処理用設備、廃棄物処理施設、エネルギー需要構造改革推進設備、公害防止用資産の買替等に対する特例措置がある。

5-2-2 産業公害指定工場(特定事業場)制度と公害防止管理者制度

日本では、たとえば水質汚濁防止法を例にあげれば、

1. 特定施設を設置する事業場等(特定事業場)から公共用水域に排出される水
2. 有害物質使用特定施設から地下に浸透する汚水等を含む水(特定地下浸透水)
3. 貯油施設等を設置する事業場事故により排出される油

に該当する事業場がこの法律の適用を受けることを定めている。

「特定工場における公害防止組織の整備に関する法律」により定められている産業公害指定工場制度の概要は次のとおりである。

1. 特定工場適用条件：製造業，電気供給業，ガス供給業で、かつ
  - (1) 汚水等排出施設を設置している工場で、有害物質を発生する施設があるか
  - (2) または(1)以外の工場で1日平均排出量が1,000 m<sup>3</sup>以上
2. 公害防止管理者等の選出：特定工場は次の者を選任し、都道府県知事に届出を要す。
  - (1) 公害防止統括者（工場長）：当該業務統括管理者（資格不用）
  - (2) 公害防止主任管理者：排ガス、排水の双方を出す工場の場合
  - (3) 公害防止管理者：公害に関する技術的事項を担当する者
3. 必要とされる公害防止管理者の種類：排水量により水質関係公害防止管理者の国家試験1種から4種の資格を有する者。

特定施設はカドミウム、シアン、有機水銀、6価クロムなど24の有害物質をふくむ廃水を排出する施設とその他の生活環境に被害を与える恐れのある汚水や廃液を排出する施設であり政令で定めている。ただし後者のみの廃水については、日本の通常の基準では1日あたり50 m<sup>3</sup>以下のものはこの法律の適用を受けない（すそ切り）。即ち、日本の通常の基準であれば本調査対象4セクターのうち、シアン、6価クロムなどの有害物質を含む恐れのあるメッキ工業以外のセクターの小規模工場は規制の対象とならない。

コロンビア共和国では、特定事業場（指定工場）制度は設けられていない。また、現状では規模の大小にかかわらず実態調査をし、取り締る姿勢である。

また、日本では東京湾、伊勢湾、瀬戸内海を総量規制区域と定め、各事業場からの廃水に対し、その地域の都道府県が総量規制（COD濃度×排水量＝負荷量）の基準を定めているが、ポゴタ市では、ポゴタ川の現状が極めてひどい状況にあるにもかかわらず、現在のところ、総量規制（負荷規制）はされておらず、負荷量の大小によらず水質が規制値以内かどうかを一律に監視しているのが現状である。

一方工場側について言えば、日本では廃水の水質を測定し（頻度は量の大小により異なる）その記録を一定期間保存することを義務づけられているが、ポゴタ市では、本調査で対象としたセクターについて言えばDAMAが測定を開始した段階であり、現状では工場自らほとんど測定していない。少なくとも調査をした4セクターについてはそうである。

また、日本では、一定規模以上の工場は、「特定工場における公害防止の組織に関する法律」により、公害防止管理者等を選任し、知事または政令市長に届け出ることになっている。

なお、東京都では、公害を発生する恐れのある中小企業を対象に、条例で独自の公害

防止管理者制度を設けている。

都条例による公害防止管理者の任務は、

- 1．工場主に対し、条例の規定を誠実に遵守するよう助言すること
- 2．作業の方法、施設の維持等の技術的事項について、当該工場から公害を発生させないよう監督を行うこと
- 3．付近の住民に対し、当該工場の公害の防止方法について周知させること

資格は 1 級から 3 級まであり、資格試験によらず講習会受講等により取得できる制度である。

また、最近国際規格 ISO14001「環境マネジメントシステム」が制定され、日本ではその認証取得が盛んで、国、地方自治体ともそれを奨励し、支援している。

1998 年 9 月現在の認証工場は全世界で 5,700 で、その内訳は日本 1,238、ドイツ 650、米国 200、スペイン 81、コロンビア 2 などとなっている。

一方、コロンビアではこれらの規定はない。

さらに、日本では、工場廃水を下水道（終末処理場あり）に継続的に排出する場合には、水質汚濁防止法ではなく、下水道法の適用を受ける。下水道は終末処理場を持っているので生活環境項目の BOD、SS、窒素、燐の規制値は水質汚濁防止法より緩やかに規定されている。

ボゴタ市では、下水処理場が工場廃水、家庭廃水（下水を含む）、雨水を一緒に処理する方法で建設が進められており、将来、排水は水路使用分担金に代って（または付加して）下水処理料金が課せられることになろう。



表 5-13 日本における公害防止管理者制度

特定工場 (例:排水関係)	対象:製造業、電気またはガスの供給工場 (1) 有害物質を排出する設備を有する (2) 排水を 1,000m <sup>3</sup> /日以上排出する
公害防止管理者の指名	指名と都道府県知事への報告 ● 公害防止統括者:工場長 ● 公害防止主任管理者:排ガスと排水の両方を排出している工場に必要 ● 公害防止管理者:公害防止技術に携わる者
必要な資格	国家資格試験合格者: 排水量により 1 級から 4 級
公害防止者の任務	原料の検査 施設の点検 処理施設の運転状況点検と補修 濃度測定、記録 計測機器の点検、補修 緊急時の減少対策等の措置

注) 従業員 20 名以下の工場は適用外

表 5-14 東京都公害防止条例による公害防止管理者制度 (1972~)

公害防止管理者	対象: 公害を発生する恐れのある工場 (中小企業対象)
必要資格	工場の種類、従業員の数により 東京都の 1 級から 3 級の公害防止管理者資格所有者 (10 人未満の工場は 3 級)
公害防止管理者の任務	工場主に条例の規定を誠実に遵守するよう助言 作業の方法、施設の維持等の技術的事項について公害を発生させないよう監督する 当該工場の付近の住民に対し、当該工場の公害防止の方法等につき周知させる

### 5-2-3 産業公害低減に関する表彰制度

コロンビア共和国では、公には産業公害低減に関する表彰制度はない。例外的に 1997 年 ACERCAR がその活動の成果により大統領表彰を得ている。日本でも直接的な表彰はないが優れた産業公害低減機器の開発、省エネルギー機器の開発など優れた機器の開発等に対して表彰されたり、認定したりする制度がある。

また東京都では、環境保全行政の向上及び発展に功労のあった団体及び事業所並びに個人の中から年 2 件程度を選んで、知事賞及び局長賞を贈呈し、その労苦に報いるとともに環境行政の一層の推進を図っている。贈呈の種類は、自然保護功労、緑化功労、大気保全功労、水質保全功労等である。

コロンビアの場合は、そのような機器・設備は輸入に頼っているために決まった表彰制度がないものと思われる。

### 5-2-4 産業公害低減に関する広報活動

#### (1) コロンビア国

先に述べたように、コロンビア共和国では、環境保全、更には地球環境保護の一環として産業公害低減を位置づけており、“産業公害低減”と銘打った広報活動は見当たらない。それに該当するのが“クリーナープロダクション”の広報であろう。未だ軌道に乗っているとは云い難いようであるが、環境省が中心となり、鉱山エネルギー省、石油国策会社 Ecopetrol などの国有企業、ANDI（工業協会）などの政府機関、地方自治体、都市の環境局、大学が協力して、広報，教育にあたることとしている。

#### (2) ボゴタ市

ボゴタ市について云えば、DAMA は市民の環境保全に関する関心を高めるため、1995 年～1998 年にかけて、首都圏の環境教育、環境情報プログラムを開発している。その一つとして、ボゴタ市の環境地図帖を作成した。その中で、騒音公害、大気汚染、ボゴタ川の状況、廃棄物関係、地下水などを取り上げている。また最近 DAMA はインターネットを通じて広報活動を行っている。

その他 DAMA の事務所には野鳥、野草、湿地の保全に関するポスターやパンフレットが数多く見られる。産業公害防止よりは自然環境の保全に力を入れているように感じられる。

### 5-2-5 産業公害低減に関する技術開発

発展途上国に属するコロンビア共和国は他の発展途上国同様、産業公害低減のための技術開発は行ってないと云ってよい。それよりも米国をはじめ公害先進国が経験に

基づき開発した種々の技術を免税処置等により積極的に導入する方向を指向してきた。

### 5-3 産業公害低減計画の推進機関

#### 5-3-1 産業公害低減計画実施機関

環境行政は、一般的に政府レベルにおけるものと、都市あるいはそれ以下のレベルにおけるものとに大別される。

コロンビア国の環境行政においても、全国レベルのものと主要都市の環境機関に大別される。1993年に制定された法律99の第55条には、人口100万人以上の都市では市の行政機関が、それ以下のところについては環境省の方針に則り、地方自治公社(CAR、全国で26箇所))が直接環境行政をおこなうことがうたわれている。

全国レベルでは、大統領を長とする全国環境会議を頂点として、環境省が環境行政の大枠を定め、各県の関係機関等で構成される環境全国システム(SINA)によりフォローアップされる。

100万人以上の都市では環境省が規定する全国的環境政策の枠内において、市が独自に個別の具体的政策を決定することができることになっている。ボゴタ市では、1995年の法令673第1条に「ボゴタ市環境局(DAMA)は首都圏周辺内の環境当局である」と規定されており、市の環境行政機関としてDAMAがその任にあっている。

DAMAの主な任務は、次のとおりである。

1. 環境と天然資源の保全、保護、回復のための政策作成と実行
2. 環境省の規定の範囲内で、首都圏で履行されるべき環境基準の発行
3. 建設、開発、操業等に際しての許認可(環境ライセンス)とモニタリング、および基準逸脱に対する処罰
4. 衛生または汚染防止設備・プロジェクトの遂行(ボゴタ川再生計画)
5. 汚染物質、固形物、毒性および危険性残渣物の投棄・放出・廃棄に関する規制の実行

環境省、DAMA以外のボゴタ市周辺の環境にかかわる機関として、ボゴタ川、ウバタ川、スワレッツ川流域を統治するクンディナマルカ自治公社がある。

#### 5-3-2 産業公害低減推進活動

##### (1) 全国レベル

環境省は1994年より建設や開発、操業にあたっての許認可制度(Environmental Licenses)を導入し、また大気保全、廃水水質、固形廃棄物の規定等を省令で定め逐次追加改定を行っている。

また、全国レベルの推進活動として、1994年にその政策「“The Social Jump” Development Plan」のなかで、クリーナープロダクションの概念『生産工程から出る廃棄物を適切に処理するという従来の考え方を越えて、原料や水、エネルギーなどの天然資源を節減し廃棄物が少なく環境への負荷の少ない、より経済的なプロセス』をはじめて公にし、その後、鉱山エネルギー省、国営企業、多くの工業地域、産業界の賛同を得て普及に努めており、1997年8月にはこの活動が国家環境会議で“National Policy of Cleaner Production”として国策として承認された。

その結果、1998年3月には産業界、学協会、自治体等が中心となり環境省のバックアップのもとにスイス連銀の財政的支援を受けて東アンティオキアのメデジン市にクリーナープロダクションセンターを設立させた。これによりクリーナープロダクションおよび環境技術を通じて政府機関と企業との関係強化を図りつつある。

また、環境省は“環境ウインドウズ”を構築した。環境ウインドウズは、中小企業を対象に、環境法規面、クリーナープロダクション技術および訓練の手助けをするもので、ボゴタ市のACERCARに似ている。

最近メデジン、ククタ市で実行に移され将来は他の都市でも利用できるような構想を持っているが、その後の状況では未だ十分には機能せず、中断状態のようである。

## (2) クリーナープロダクションセンター

クリーナープロダクションセンターは、クリーナープロダクション技術と環境技術を普及させるために1998年3月にメデジン市に設立された機関である。その活動は現時点ではメデジン市のあるアンティオキア州に限られているうえに、大企業中心である。しかしながらその目指しているところは注目に値する。

### 1) クリーナープロダクションと環境技術のナショナルセンター

環境とのより積極的関係を図る技術を採用したいとの企業のニーズに応えるべく、国内外の先導的諸団体の活動を集約するものとして設立された中性独立の団体である。

### 2) 他の団体との関係

クリーナープロダクションセンターは、自らの技術ばかりでなく、大学、技術開発センター、生産センター、コンサルタントや各種学協会、地方及び業界団体等国内の知識や経験を有する様々な機関と関係を保って行く。

### 3) 国際関係

クリーナープロダクションセンターは環境技術を有する海外の公的私的機関とも関係を保っている。特に環境サービスに関する長い経験を有するチューリッヒ工科大学、ローザンヌ工科大学、国立研究所ほか内外の重要な研究センターともネットワークをもっているスイス技術試験研究所(EMPA)との関係が強固である。更に当センター

は、スイス連銀の財政的支援を受けて設立された。  
他の環境機関との協力及び情報交換も重要と考えている。

#### 4) クリーナープロダクションナショナルセンターの目的

クリーナープロダクションナショナルセンターは次の事項を目的としている。

1. 廃棄物の減少と除去
2. 有害物質の減少と除去
3. 生産、操業コストの削減
4. 原料、エネルギー、用水費用の削減
5. 品質と生産性向上による競争力の強化
6. 国内外の市場への参入を容易にする
7. 従業員や地域社会に満足感を与える
8. 潜在的な顧客や社会にクリーナー技術が受け入れられるようにする

#### 5) クリーナープロダクションセンターのサービスと活動

クリーナープロダクションナショナルセンターは、上記の目的達成のため、以下のようなサービス、活動を行っている。

1. 公的、私的企業に対するクリーナープロダクション及び環境技術のコンサルタント業務の実施と情報の伝達
2. 企業のISO14000取得、エコエフィシエント法・リスク管理法導入に際しての技術援助
3. 海外の環境技術情報の入手と構築したデータベースの出版物、セミナー、懇談会、マスコミを通じての情報発信
4. 環境投資プロジェクト計画の策定・紹介に関する財政的援助
5. 専門家や教授が海外の大学や企業との交流に際しての協力
6. 国、地方自治体と協力して法、条文、その手続きについての診断、要すれば代替案の推進
7. エネルギー効率化分野、副産物貯蔵所分野等で共同実施計画策定のコンサルタントサービス
8. 国際協力についての申請と認定

#### 6) クリーナープロダクションセンターの主要メンバー

クリーナープロダクションセンターは、次に示すようなメンバーによって構成されている。

1. 製造部門---セメント会社 4 社、繊維会社 1 社、建設会社 1 社、鋳業会社 1 社、鉄鋼会社 1 社、保健会社 1 社
2. 大学 -----アンティオキア大学ほか 7 校、

アンティオキア・エンジニアリングスクール 1 校

- 3 . 協賛 -----コロンビア工業会など 8 団体
- 4 . 公共団体---コロンビア科学協会、カリ市環境局など

#### 7) 当面の活動目標

クリーナープロダクションセンターでは、2001 年 1 月までの目標として、以下を掲げている。

- 1 . 100 の公私企業の環境診断を実施する
- 2 . 公私企業 25 について環境プロジェクトを展開する
- 3 . コロンビアの環境問題について、最低 400 名をトレーニングする
- 4 . クリーナープロダクション問題について、最低 20 の協会と連携する
- 5 . 運営費の最低 30%をサービスの提供による売上で賄う

### (3) ボゴタ市

5-1-3 で記述したとおり、ボゴタ市では DAMA が中心となり、工場廃水、大気汚染、固形廃棄物の実態調査を実施中である。さらに DAMA は 1997 年 10 月 28 日付で決議書 1074「廃棄物環境基準を規制する決議書」を発行し、

- 1 . DAMA 管轄地域内の下水道、あるいは水の集合体への投棄の届出義務
- 2 . 投棄許可の有効期限 5 ヶ年以内
- 3 . 許容限度の設定

を行っている。

また、前述したように、DAMA は ACERCAR を通じた技術協力および FRATI、IFI-DAMA または特別予算を通じた財政支援により、ボゴタ市の中小零細企業の産業公害防止活動を啓蒙している。

### (4) ACERCAR

ACERCAR は、1996 年ボゴタ市に中小零細企業にクリーナープロダクション技術を促進するため、DAMA の下部機構の一つとして設立されたものである。そして業務は、工場の診断を行い発見された環境問題に対し対策案を提案するものである。その実務は、公開入札によって契約した外部の民間企業に委託している。

ACERCAR は設立後 1 年を経た 1997 年にその大きな業績によりコロンビア国大統領から国家賞を受賞しその存在が広く知られるところとなった。

活動の内容は下記のとおりである。

- 1 . 環境及びクリーナープロダクションに関するコンサルティング
- 2 . 環境改善プロジェクトに対す融資の認定
- 3 . 健全な環境技術の実行に当っての経済評価
- 4 . 環境関係法規の解説

5. 製造業に適用できるクリーナープロダクション技術の紹介
6. 製造業に対する専門家の助言
7. 国内外最新技術の紹介
8. 公害防止法規に関するオリエンテーション
9. FRATI, IFI-DAMA への申請の援助

ACERCAR の陣容は、現在役員 1 名のもとに、ケミカルエンジニア - 5 名、生産技術者、レイアウトエンジニア、エコノミスト、システムアシスタント、秘書各 1 名の総勢 11 名を擁している。

### (5) ボゴタ川再生計画

ボゴタ市が DAMA を中心に取り進めている最大の対策は、ボゴタ川の再生計画である。ボゴタ川は、上水、灌漑用水、工業用水、発電用水としてさらに排水路としてコロンビア国で最も活発に利用されている川である。6 百万人以上の住民と 1 万を越す工場廃水（5 百万人相当）から流入する廃水でボゴタ川は世界で最も汚れた川となっている。早くも 1906 年には英国のコンサルタントが廃水処理設備の必要性を説き、その後様々な検討がなされたがあまりにも急激な人口の増加は予想をはるかに越えていた。

漸く 1989 年になって実行計画が策定され、そして 1994 年 8 月にフランスのコンソーシアム（lyonnaise des Eaux - Degremont）がボゴタ市から建設 (Build)、運転 (Operation)、技術移転 (Transfer) までのいわゆる BOT 契約を勝ち取り、1997 年 9 月から現地法人 Bogotana de Aguas y Saneamiento (BAS) が建設を取り進めている。DAMA はその市側の担当部局である。

BOT 契約は、市側としてはこの廃水処理設備が正常に操業されることが確認されてから運転指導を含めて引き渡しを受けることになり、それに至るまでの責任は一切受注者側にあるので、専門家の少ない（いない）DAMA にとって好ましい契約形態であろう。

このプロジェクトは、Salitre 川、Fucha 川、Tunnjeliro 川のボゴタ川への流入口にそれぞれ廃水処理設備を設けるものである。以下にその概要を述べる。

#### 1) 工程

プロジェクトの工程表を図 5-1 に示す。

全体計画は、建設完了までに 20 年、契約終了は運転開始後 27 年以内となっている極めて長期的なものである。

図 5-1 廃水処理設備プロジェクト工程

水処理 プラント	Stage	Phase	Y E A R S																				
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
(A)	1	(1)	■	■	■																		
		(E)				■																	
		(3)					■	■															
		(E)								■													
		(1)									■	■	■										
(B)	2	(E)											■										
		(3)												■	■								
		(E)														■							
		(1)															■	■	■				
		(E)																	■	■	■		
(C)	3	(E)																					
		(3)																					
		(E)																					
		(1)																					
		(E)																					

(A) EL SALITRE

(B) FUCHA

(C) TUNJUELO

(E) EVALUATION

2) 流入水性状 (設計ベース)

流入水の設計条件を表 5-15 に示す。

表 5-15 流入水の性状 (設計条件)

PARAMETER	SALITRE BASIN	FUCHA BASIN	TUNJUELO BASIN
BOD <sub>5</sub> (mg/l)	275	494	270
TSS (mg/l)	356	476	357
平均流量 (m <sup>3</sup> /s)	5.7	7.1	3.9
最高流量 (m <sup>3</sup> /s)	14.1	17.7	9.6

3) 処理設備および処理水性状 (設計ベース)

処理設備および処理水の設計値は次のとおりである。

a) Phase I: Primary Treatment

BOD<sub>5</sub> 除去率 = 40%

TSS 除去率 = 60%

b) Phase II: Secondary Treatment (活性汚泥処理)

処理後 BOD<sub>5</sub> = 20 mg/l



処理後 TSS = 30 mg/l

設計値は、流入 BOD 270 ~ 500 , TSS 350 ~ 470 mg/l、最初沈殿だけの第 1 期計画では、BOD、TSS の除去率は夫々 40%、60%となっているので大幅な改善は見込めないが、活性汚泥処理設備を有する第 2 期計画が完成すると、処理水の BOD 20 , TSS 30mg/l を見込んでおりボゴタ川が生き返ることが期待される。

しかしながら、今後のボゴタ市の人口増加、工場の増加を考えると楽観は許されない。

#### 5-4 産業公害低減のための政策・施策にかかる提言

以上のコロンビア国及びボゴタ市における政策・施策に関する調査結果を踏まえ、調査団としての提言を表 5-16 にまとめ、個別には以下に述べる。

##### 5-4-1 環境法令関係

###### (1) 環境基準

###### 1) コロンビア国(環境省)

5-2 の産業公害低減政策・法・規則・制度の項で述べたようにコロンビア国には、環境省設立以前の 1984 年に農業省が、水を利用すべき資源の一つとして規定した用途別基準がある。しかしながらこれは水域が生活環境の大切な一つであるとの立場に立った環境基準ではない。

環境省に対し速やかに国としての環境基準を定めることを提言する。環境基準は公共用水域について「人の健康の保護」ばかりでなく「生活環境の保全」の立場からも維持することが望ましい基準とすべきである。即ち、いわゆる有害物質ばかりでなく、生活環境項目についても具体的数値をもって規定すべきである。

コロンビア国は、地形と人口密度の変化に富んだ国であるので、環境基準の設定に際しては、全国の河川、湖沼、海域を幾つかの水域類型に分類して定める必要があろう。

###### 2) 県

欧州で多く見られるように、クンディナマルカ県では、クンディナマルカ自治公社(CAR)が 1987 年に自ら管轄する流域の基準値を定めている。しかしそれは現在形骸化している感がある。

国が新しく定める環境基準値との整合性を持たせるよう改定すべきである。その際、他の県も同様に環境基準を定めるのであれば、それらの県間の環境基準値に整合性を持たせるべく調整を行う必要である。何故ならばボゴタ川が合流するマグダレナ川は、その後 11 の県に接してカリブ海に流れているからである。

表 5-16 産業公害低減のための政策・施策にかかる提言要約

項目	現状の問題点・課題	改善策
1. 環境法令 (1) 環境基準	・環境基準がない	1) 国としての早急な環境基準制定 2) 国家基準と整合性を保った地方自治体基準の制定
(2) 排水基準	・国家基準があいまいである ・ボゴタ市の生活環境保全項目規定は緩やか過ぎる ・少量排水にも適用 ・汚染負荷の総量規制がない	1) 絶対値による規定に改定 2) 現状の 1/2 程度に改定 3) 少量排水に対する適用除外規定を規定 4) 家庭排水の処理対策検討 5) 大企業中心の汚染負荷軽減策の立案
(3) 課徴金制度	・排水基準値までが対象 ・単価は国の最低基準値 ・BOD,SSのみで算定	1) 基準値を超える排水にも適用するよう改定 2) ボゴタ市独自の単価設定 3) COD, 油分も算定項目に追加
2. 諸施策 (1) 財政支援	・国の優遇措置がない	1) 公害防止機器に対する免税措置の復活
(2) 産業公害指定工場制度	・産業公害指定工場制度がない	1) 産業公害指定工場制度
(3) 公害防止管理者制度	・公害防止管理者制度がない	1) 公害防止管理者制度
(4) 表彰制度	・公害防止表彰制度がない	1) 公害防止表彰制度
3. 推進活動 (1) 国の活動	・クリーン・ポータクション(CP)センターがローカルな活動のみ ・環境 Windows 構想が中断	1) 環境省の支援で全国展開 2) 環境省による環境 Windows の推進・活性化
(2) ボゴタ市	・中小企業対象を中心とする公害低減活動 ・ACERCAR の技術レベルが充分でない	1) CP センターのボゴタ支部設立 2) ACERCAR として専門家集団選定 3) ACERCAR の法人化

## (2) 排水基準

### 1) コロンビア国(環境省)

前述のとおり、コロンビア国には国としての排水基準が 1984 年の農業省令によって定められている。そして「人の健康の保護」に関する項目については、かなり詳細に規定されている。しかしながら、「生活環境の保全」に関する項目については、“排出

前に負荷の何%除去すること”と規定し、しかも既設と新設を区別している。しかしこの規定は極めてあいまい且つ不公平である。

従って、これは絶対値で表示したものに改定することを提言する。

また、「人の健康の保護」の項目について、近年産業公害を懸念して日本をはじめ先進諸外国では有機塩素系溶剤、農薬等について細分化した基準値を設定しているので参考にすることを薦めたい。

## 2) ボゴタ市

ボゴタ市には決議書 1074 記載の DAMA の排水基準値がある。これは本来、国の排水基準をベースとして、国（県）の環境基準を達成する為に必要な数値を基準値とすべきものである。「人の健康の保護」に関する数値は殆ど国の排水基準と同じになっているので問題はない。しかし「生活環境の保全」の項目については、国の基準値がないため、DAMA 独自で決定しているが、BOD 1,000, COD 2,000, SS 800 mg/l と日本や欧州各国と比べて極めて緩やかな値となっている（日本の基準値 BOD 160, COD 160, SS 200mg/l）

次章以下で述べるように、本調査の結果、4 対象サブセクター中、繊維、油脂、石鹼の各サブセクターでは、上記の BOD、COD 等に関する基準値は緩すぎるので、それを満足しても産業公害低減のためには十分でないという問題があり、将来は強化する必要がある。BOD、COD 等に関する排水基準を比較して表 5-17 に示し、排水基準を検討するに際し考慮すべき事項を以下に述べる。

表 5-17 BOD、COD 等に関する排水基準比較

		BOD (mg/l)	COD (mg/l)	Oil (mg/l)	SS (mg/l)
DAMA		1,000	2,000	100	800
日本	一般基準(50m <sup>3</sup> /日以上 の排水量を対象とする)	160	160	30	100
	下水道法	600	-	30	600
	下水道への排出に届出を要する 基準	300		30	300
DAMA 基準改定(案)		500	1,000	50	400

1. 排水基準の決定に当っては、環境負荷の絶対値を重視するべきである。即ち、汚染物質濃度に排水水量を乗じた絶対量の大小を議論すべきで、規制値を厳しくしても、中小工場からの極少量排水に対しては効果が少ないこと、および一定以上の排水量に対して現行 DAMA 基準が適切かという 2 点から検討する必要がある。

汚染負荷の絶対量として、一つの指標となるのが日本における一般排出基準と規制対象となる最低水量であろう。日本における一般排出基準と規制対象

最低水量を乗じた汚染負荷の絶対量は次のとおりとなる。日本では、これらの排出量を規制の1基準としていることになる。

$$\text{BOD} : 160 \text{ mg/l} \times 50 \text{ m}^3/\text{day} = 8 \text{ kg/day}$$

$$\text{COD} : 160 \text{ mg/l} \times 50 \text{ m}^3/\text{day} = 8 \text{ kg/day}$$

$$\text{Oil} : 80 \text{ mg/l} \times 50 \text{ m}^3/\text{day} = 4 \text{ kg/day}$$

$$\text{SS} : 100 \text{ mg/l} \times 50 \text{ m}^3/\text{day} = 5 \text{ kg/day}$$

DAMAの現行基準を満たす排水が、上記の汚染物質排出量に達する水量は

$$\text{BOD} : 8 \text{ kg/day} / 1,000 \text{ mg/l} = 8 \text{ m}^3/\text{day}$$

$$\text{COD} : 8 \text{ kg/day} / 2,000 \text{ mg/l} = 4 \text{ m}^3/\text{day}$$

$$\text{Oil} : 4 \text{ kg/day} / 100 \text{ mg/l} = 40 \text{ m}^3/\text{day}$$

$$\text{SS} : 5 \text{ kg/day} / 800 \text{ mg/l} = 6.3 \text{ m}^3/\text{day}$$

となる。即ち、4 m<sup>3</sup>/日以上 of 排水を排出する工場では、現行 DAMA 基準を満たしても日本の一般基準に基づく規制対象となる汚染負荷を上回る可能性があり、産業公害低減のためには、現行 DAMA 基準は不十分である。

また、現行 DAMA 基準に基づけば、4 m<sup>3</sup>/日以下の少量排水は規制対象外としてよいと云える。本調査で4 m<sup>3</sup>/日以下の少量排水に該当する工場は、以下の通りサブセクターによって異なる。

繊維： 0（全工場が4 m<sup>3</sup>/日以上）

油脂精製： 8工場中5工場（63%）

石鹼： 10工場中8工場（80%）

2. 別な要素はボゴタ川の支流の位置づけである。ボゴタ川再生計画では、廃水処理施設の設計に当たり、Salitre, Fucha等のボゴタ川支流から廃水処理施設に流入する水の水質を将来においてもBOD 400 mg/lとしており、現状の水質100~200 mg/lと比較しても高い値となっている。これはボゴタ川支流が下水道と同等に扱われていることを示している。ボゴタ川支流には将来とも下水道の機能を果たさせるならば、工場排水基準は下水道への排出並に考えられる。
3. 企業側の対応能力も考慮すべき要素である。調査対象サブセクターでは、現行の緩いDAMA基準でも一部の大企業を除き満足できていない状況にある。従って、基準値のみを強化しても企業側が早急には対応できず、実現可能性のないものとなる可能性が大である。

以上の要素を勘案し、当調査団としては次のような段階を踏んで排出基準を改定することを提案する。

1. 第1段階：短期的には当然のことながら、現行 DAMA 基準を遵守させる。
2. 第2段階：現在ボゴタ川が下水道並に利用されていることを考慮し、中期的には、日本で産業排水を下水道に排出させる場合の届け出義務基準と下水道

法基準の中間程度、即ち現状の半分の BOD 500 , COD 1000 , SS 400 mg/l とすることを提案する。これを本調査の調査対象工場に適用すると基準値を満足する工場数は次のとおりとなる。

- 繊維： 7 工場中 3 ( 43 % )
- 油脂精製： 8 工場中 2 工場 ( 25 % 4 m<sup>3</sup>/日以上 of 排水排出工場の 40 % )
- 石鹼： 10 工場中 0 工場 ( 4 m<sup>3</sup>/日以上 of 排水工場数は 2 )

3. 第 3 段階：長期的には、ボゴタ川支流の機能をどう扱うかにより工場排水基準を定める。一般河川とするならば、将来は日本における一般排出基準を目標とすることを提案する。

なお、国、ボゴタ市とも排水基準は例外規定がなく、排水量の如何を問わず適用されている。ボゴタ川の産業排水による汚染の 80%以上が上位 30 社によって占められていることを考えると、少量排水の工場に対しては適用を除外し、大企業の監視及び対策を優先させることを提案する。

### 3) 総負荷規制

また、ボゴタ川の汚染の現状、今後の人口の増加を考えると、**長期計画**として“メガプロジェクト”として排水処理場を建設中とはいえ完成までに 20 年以上を要するので、ボゴタ川への排水については汚染負荷の総量規制が必要であると考えます。DAMA は排水課徴金を徴収するに際し、1997 年の法律 901 に従って今後 5 年間の負荷削減計画を策定するにあたり、産業排水の負荷を 10%減らすことで産業界との合意をみている。これは**中期計画**のベースとなる重要なものであり、これが絵に描いたもちにならぬよう、特に大企業を中心に具体的対策の立案が必要である。

日本では広域的な閉鎖性水域については、水質汚濁防止法によって、当該水域への汚濁負荷量を全体的に削減するため水質総量規制制度が設けられている。現在東京湾、伊勢湾および瀬戸内海がその対象となっており、これらへ排出する周辺 21 の都道府県が関係地域として COD の総量規制を実施している。そして発生源（産業排水系、生活排水系、その他）別に 5 年ごとの具体的削減目標を定めて監視している。

東京都での産業排水系での実施例は以下のとおりである。

**表 5-18 東京都の産業排水規制対象事業場内訳**

総規制対象事業場数		5,351
公共用水域放流事業場数（濃度基準適用）		下水道（終末処理場）放流事業場数
1,211		4,140(4,140)
総量規制事業場数	総量規制不適用事業場数	
226(35)	985(442)	

注)

1. 括弧内は有害物質使用事業場
2. 総量規制事業場は、COD (kg/d) を毎日 (400m<sup>3</sup>/d 以上の事業場)、7日毎 (200 ~ 400m<sup>3</sup>/d)、14日毎 (100 ~ 200m<sup>3</sup>/d)、30日毎 (50 ~ 100m<sup>3</sup>/d) に測定し、記録を3年間保存するとともに
3. 毎翌月(400m<sup>3</sup>/d 以上の事業場)、年2回 (400m<sup>3</sup>/d 未満) 結果報告の義務を要す。

即ち、公共用水域に放流する事業場のうち、排水量の多い2割弱を総量規制の対象事業とし、個別に具体的汚染負荷量を定めて監視を行っている。

ボゴタ市が日本の例を参考にして汚染負荷量の規制を実施するとすれば、工場排水の汚染負荷の大部分を占める上位30~50工場程度を選んで、工場毎に濃度規制に加えて1日当たりの負荷量を規定し重点的に監視するのがよいと考える。その他の工場については濃度規制は続けることとする。

しかし、それだけでは十分ではない。産業公害低減とは離れるがボゴタ川污染源の75%以上を家庭排水が占めているからである。

家庭排水についても今後5ヵ年の目標値を定め、それに対する具体策が必要である。増大する人口を考えると、例えば、今後の住宅団地建設に当ってはコミュニティプラント(排水処理設備)の設置を義務づける等の施策を検討する必要がある。

### (3) 排水課徴金制度

1997年の環境省令901により、工業排水、家庭排水を問わず、また排水量の多少を問わず、公共用水域に放流する排水には課徴金が徴収されることになりボゴタ市では1999年初から実行に移されつつある。

この制度は、法律99の規定により排水基準値までを対象にしており、それ以上については課徴金は徴収されない仕組みになっている。従ってボゴタ市ではDAMA基準値まで、ボゴタ市以外では現行の国の排水基準に従い負荷の20%(負荷の80%を排水時の除去義務としているため)までしか課徴金の支払いを要しない。

そのためボゴタ市について云えば課徴金の額は、全量に適用した場合の約4分の1の金額にしかない。従って罰則規定である罰金の徴収が実際には行われていない現状では基準値を守らない方が得であり、排水基準が有名無実化しかねない。

従って、調査団としては、課徴金制度の適用には範囲を設けず、基準値を超える排水にも適用されるよう改定することを提案する。

また、課徴金の算定に当っては、ボゴタ市の場合汚染負荷に対する単価(ペソ/kg)を環境省の規定した最低基準をベースにしている。このためボゴタ市民一人当たり40ペソ/月、中小企業で600ペソ/月と少額で上下水道料金の1%に過ぎない。ボゴタ川の現状を考えると国の最低基準値でなく、より高い単価(国の基準×係数>1)とすべきであ

ろう。また、一般に上下水道料金に適用されているように高い負荷には高い単価を、低い負荷には低い単価を、即ち、大企業には大きな係数を、中小企業、一般家庭には小さな係数を用いることも検討すべきである。

更に、この課徴金は BOD、SS 負荷のみによって決定される仕組みになっている。一般に窒素やリンの除去などの 3 次処理を行わない下水処理場のランニングコストは略 BOD、SS 負荷に比例するので、下水処理場に流す下水等家庭排水については環境省令 901 の適用は正しいと云える。しかし下水処理場へではなく公共用水域へ直接流している排水、特に BOD、SS 以外に COD、油脂分をも含む産業排水に当てはめるのは正しくない。

BOD、SS に加えて、少なくとも測定が簡単でデータの収集が容易な COD、油脂分の項目も加えるべきである。

日本のある産業排水共同処理場では負荷料金のファクター F として下記を採用している。

$$F = (BOD+COD) / 2 + SS + 6 \times \text{油脂分}$$

#### 5-4-2 産業公害低減のための諸施策

##### (1) 財政支援・優遇措置

###### 1) コロンビア国

コロンビアでは環境対策に対する国の財政支援は少ない。生産性向上、生産量増強、輸出の増進、環境改善、エネルギーの効率化、新技術と新製品の開発等について IFI を通して国からの融資を受けられるが特に環境対策に限った優遇措置はない。わずかに産業公害防止機器についての免税措置がある。公害防止関連の技術、特に大型設備は海外に依存していかざるを得ないコロンビアにおいては、これら技術の普及を図るためにも財政難と云うことではあるが継続することを望みたい。

###### 2) ボゴタ市

ボゴタ市については、現在 DAMA の総予算 1,500 億ペソの 7 ~ 8 % を中小企業の支援策に充てているのでこれを維持することが望ましい。総額の増加が期待できない現状では、IFI DAMA 予算について、融資件数を抑えて金利低減率（今年度より最高 5 % を 8 % に改定）を上げるかどうかを、市中金利、対策を要する件数を勘案して臨機応変に対処する必要がある。

##### (2) 産業公害指定工場制度

企業を産業公害指定工場に指定して管理することで、産業公害低減を効率的に促進する方法がある。前述の 5-2-2 を参考にして、産業公害指定工場制度を確立することを

提言する。

1. 一定規模以上の環境汚染負荷を排出する工場を産業公害指定工場として指定し、効率的な産業公害低減プログラムの策定・報告と遂行，環境汚染物質の排出量報告の義務を規定することが望ましい。
2. 公害防止管理者制度を導入する。産業公害指定工場に公害防止管理者を配し、産業公害低減活動の核としての役割を果たさせるようにすることは有効な手段である。

なお、有害物質を含まない排水のみの工場で一定量以下の少量排水の場合には、当制度の管理対象から除外する。

### **(3) 公害防止管理者資格制度**

産業公害指定工場には公害防止管理者を指名させる。各工場で管理者の育成を促進するために、国による資格認定と資格証明書の発行制度の導入が効果的である。

公害防止管理者制度は、日本の産業で実行されているユニークな制度で、日本の産業公害防止または低減に大いに役立ってきた。公害防止管理者は「特定工場における公害防止組織の整備に関する法律」により、特定工場に勤務する者で、国家試験により資格を取得した者であることが要求される。その任務は水質管理者の場合、当該工場の排水の下となる原料の調査，排水に関連する箇所測定、またはそれらの改善に関する技術的検討等である。中小企業に対しては東京都の条例に基く公害防止管理者制度の例がある。

これらの制度のお陰もあり、環境基準の「人の健康に関する項目」(有害物質)の不合格率は1970年頃1%を超えていたものが現在では0.01%を下回るまでに改善している。

ボゴタ市における実施に当たっては、当面は登録により、ACERCARあるいはクリーナープロダクションセンターから対象者に公害防止技術の提供，技術研修を行うことからスタートし、公害防止技術が普及した時点から国家試験による資格認定制度とすることを提案する。

### **(4) 産業公害防止表彰制度**

産業公害低減の促進に大きな成果をあげた企業、公害防止管理を継続的に実施している企業を選び、広く国民に知られる形で表彰する制度の確立を提案する。この制度は産業公害低減の推進に努力する当事者のモラル向上につながると考える。

この制度は、産業公害低減活動が定着し、環境保全の目的が広く達成されるまで定める制度とする。



### 5-4-3 産業公害低減推進計画の推進活動

#### (1) コロンビア国としての活動

メデジン市に大企業等が中心となり設立されたクリーナープロダクションセンターは、ナショナルセンターを目指しているが未だ全国展開を図るまでには至っていない。産業公害の源となるのは、日本の水俣病の例をあげるまでもなく環境負荷の大きい大企業によるところが大きいので、クリーナープロダクションセンターがナショナルセンターとして全国展開できるかどうかはコロンビア国における産業公害低減の鍵を握っていると云えなくもない。これを名実ともにナショナルセンターとするためには、財政面を含めた環境省の強力なリーダーシップとバックアップが必要である。産学官からなる環境技術の中心としてクリーナープロダクションセンターが発展し全国規模の活動を行うことを期待したい。

なお、クリーナープロダクションセンターは、国際交流を推進することをうたっているが、1995年に日本政府の援助でチリ国・国家環境委員会が開設したチリ国環境センター等との情報交換・交流を深め活動の参考とすべきである。そしてゆくゆくは中南米全体の“Sustainable Development”推進の一翼を担うことを期待したい。

環境省は中小企業を対象に、ボゴタ市の ACERCAR に類似した機関“環境 Windows”を開設し一部の都市で実行に移した。全国の都市に広めようとする構想は持っていたが中断状態のようであり、未だ軌道に乗っていない。環境省がリーダーシップを発揮してこの構想を実現すべきである。

いずれにしろ現在の環境省の総予算は DAMA の予算に比べ極めて少額（約 100 億ペソ）であるので、この増額が先決と考える。

#### (2) ボゴタ市の活動

ボゴタ市では、現在 DAMA が ACERCAR を介して中小企業を対象に財政支援を含め精力的に産業公害の対策推進を行っているのは好ましいことである。しかし一方で大企業の組織立った活動は見られない。大企業は、より積極的に産業公害の低減に取り組むべきである。何故なら、ボゴタ川の産業排水による汚染の 80%以上が大企業からの排水によって占められていることから、産業公害に対する大企業の影響は中小企業のそれに比べ遥かに大きいものがあるからであり、したがって大企業は上記の汚染負荷削減に関する中期計画を達成するための鍵を握っているからである。DAMA もまた大企業に対する一層の指導力を発揮する必要がある。

そのために環境省等の指導のもと、大企業を対象に活動しているクリーナープロダクションセンターの支部がボゴタ市またはその周辺に設置され、それを巻き込んだ活動が有効であると考えられる。

ACERCAR については、大統領表彰を受けコロンビア国では高い評価を受けている。その実務は外部の専門家集団に期間を区切って契約で委託しているが、現在の委託先は、メンバーに実務に必ずしも通曉していない者がいるためか、一部の分野に偏っているきらいがある。今後の委託先選定に当っては各担当者の担当分野における実務経験を十分吟味し、専門家集団を選ぶ必要がある。

なお、環境対策は継続性・永続性を持たせることが重要であるので、可能ならば委託先を固定化し、腰を据えて活動させるのが望ましい。そのため“環境 Windows”が全国に展開された暁には、全国組織として財団法人化し、ACERCAR をその中に組み入れて活動を恒久化するのも一案である。

#### 5-4-4 産業公害低減のために行政がとるべき措置

本調査を踏まえたコロンビア国及びボゴタ市における政策・施策にかかる提言については、5-4-1～5-4-3 で縷々述べた通りで表 5-16 に要約した。環境省並びに DAMA はこれらの提言を前向き且つ積極的に捕らえ、相互に連携しながら早い時期（今年度中）に具体的スケジュールを立案し、極力早期に実行に移すことを期待したい。

特にボゴタ市における今後の排水基準の改定については、企業の対応即ち設備改善計画（投資）にも影響を及ぼすので、DAMA は早期に方針を決定し広報する必要がある。また今回調査対象の 4 サブセクターにおける産業公害低減に関わる提言は第 7 章から 10 章に個別に取りまとめ、併せて、関連するクリーナープロダクション技術事例集をも添付している。これらサブセクターへの提言を実効あらしめ真に産業公害を低減させ得るか否かは、提言を単に書類上に留めるのではなく、各セクターが如何に実行に移すかにかかっていると云っても過言ではない。そのためには行政即ちここでは DAMA（及び ACERCAR）の対応が極めて重要となるので、そのとるべき措置を以下に述べる。

##### (1) 産業公害低減にかかる基本方針の策定および広報

まず第 1 に、ボゴタ市の産業公害低減対策の推進に関し、将来にわたる基本方針を策定し産業界への周知徹底を図る。環境規制の強化と産業界の育成とは、ある部分では相反することとなるので、ボゴタ市工業局および業界と協議の上、以下の内容を早急に検討し将来計画を策定する。

1. ボゴタ市の工場排水基準の改定方針（特に生活関連項目に関する基準）
2. 中小企業に対する助成措置：排水基準の強化に伴い経営が圧迫される中小企業を、育成するのか、撤退も止むなしとするかの方針は重要である。当調査団としては、次項で述べるように中小企業に対する環境保全に関する優遇措置を講ずることを提案する。

## (2) サブセクターの産業公害低減対策の推進

本調査の対象サブセクターにおける産業公害低減対策を以下の手順により推進する。実行機関として、ACERCAR の機能を最大限に活用することを提案する。

1. ワーキンググループの設置
2. 担当者の選任
3. 生産性向上策の指導・普及
4. 財政支援・優遇措置
5. 表彰・広報

各項目について以下に付言する。

### 1) ワーキンググループの設置

本調査の提言を実行に移すに当っては、ワーキンググループ（提言推進委員会）を設置することを提案する。ワーキンググループを DAMA , ACERCAR , 詳細調査工場及び関係工業会で構成し、環境行政の業界・企業への伝達と業界・企業の取進め状況の報告並びに問題点の抽出とその解決に当るべきである。

### 2) 担当者の選任

DAMA 及び ACERCAR はサブセクターごとに担当者を選任し、調査団の提言の推進に当る。DAMA は ACERCAR に対し、サブセクターごとの専門家を選任し、調査団の提言の実行に向け実質的に企業を指導する体制をとらせるべきである。

### 3) 生産性向上策の指導・普及

本調査の提言では設備投資を必要としない管理面の生産性向上策もクリーナープロダクション技術として掲げている。これらは主に QC(Quality Control)といわれる問題解決のための基本的手法と 5S である。DAMA は、ACERCAR をして QC 手法等の情報収集および指導・普及に当らせるべきである。

### 4) 財政支援・優遇措置

詳細調査工場がハード面の提言を実行に移すに当っては当然設備投資を必要とする。DAMA はこれら提言の取進めを“デモンストレーションプロジェクト”と位置付け、FRATI の資金が活用できるよう取り計らうべきである。これらの対策が成功した暁には広く一般に公開し、実施を推奨することが前提である。

### 5) 表彰・広報

表彰制度を発足させるべきことは先述した通りであるが、提言の実行によって成果を上げた企業に対し DAMA は局長賞等の表彰状を授与し、マスコミを使った広報活動により、広く一般の関心の喚起を図るべきである。

#### 6) 工業団地計画の検討

調査団は、第 10 章でメッキサブセクターについて工業団地計画の取進めを推奨し、その検討に際しての留意点も提言している。今後 DAMA、ACERCAR 及び業界を中心に検討取進めのこととなるが、DAMA は適当な段階で知見を持つ諸外国に対し、メッキ工業団地を推進した専門家の派遣を要請し、工業団地の運営ノウハウにかかる技術移転を受けることを検討すべきである。

### (3) 産業界全体に対する波及推進

前述の調査対象サブセクターにおける対策実行の結果、成果を踏まえ、ACERACR を中心とする実行支援態勢、FRATI による財政支援態勢を他のサブセクターにも適用し、産業界全体の公害低減を図る。

以上述べた事項を実行計画として図 5-2 に示す。

図 5-2 行政のとるべき措置実行計画

実施項目		関係先	実行時期		
			短期 ( ~ 2 年 )	中期 ( 3 ~ 4 年 )	長期 ( 5 年 ~ )
<b>1 . 基本方針の策定</b>					
(1)	ボゴタ市の工場排水基準の改定方針	産業局, 工業会	— 決定 —	← 広報 —	
(2)	中小企業に対する助成方針の明確化	産業局, 工業会	— 決定 —	← 広報 —	
<b>2 . 法・規則の整備・改定</b>					
(1)	環境基準	国の環境基準	— 制定 —	← 施行 —	
	県環境基準	CAR, 環境省	— 制定 —	← 施行 —	
(2)	排水基準	国の排水基準	— 絶対値規制検討 —	← 施行 —	
	DAMA 基準(BOD 等) (適用除外)		— 現行基準の遵守 —	← 現行の 1/2 程度に改定 —	← 将来目標基準 —
(3)	課徴金制度改定	適用上限の撤廃	— 改定 —	← 施行 —	
(4)	その他	産業公害指定工場制度	— 検討・制定 —	← 施行 —	
		公害防止管理者制度	— 検討・制定 —	← 施行 —	
<b>3 . サブセクターの産業公害低減対策の推進</b>					
(1)	実施組織の整備・実行	ワーキンググループ組織化	— 選任 —	— 活動 —	
	担当者	ACERCAR	— 選任 —		
(2)	管理技術の指導・普及	ACERCAR	— 情報収集 —	— 指導・普及 —	
(3)	財政支援	FRATI の資金援助			
(4)	表彰・広報				
(5)	産業界全体への普及				
<b>4 . 工業団地計画の推進</b>		ACERCAR, 業界	— 検討 —	← 設計・建設・稼動 —	← 改善 —

(参考文献)

Cleaner Production-Advances and Perspectives, 1995 ~ 1998 (1998) 環境省  
Follow up and Monitoring of Industrial Sector's Effluent in Bogota (1998) DAMA  
コロンビアの経済社会の現状 財団法人国際協力推進協会  
Environmental Legislation in Colombia (1997) DAMA (CD ROM)  
    コロンビア国法律 99 (1993)、23 (1974)他  
    コロンビア国農業省令 1594 (1984)他  
    厚生省決議書 2309 (1986)他  
    コロンビア国環境省令 901 (1997)他  
    コロンビア国環境省決議書 273 (1997)他  
ボゴタ市決議書 1074 (1997)  
ボゴタ市決議書 1558 (1998)他  
CAR 合意文書 58 (1987) コロンビア  
Cleaner Production-Advances and Perspectives, 1995 ~ 1998 (1998) 環境省  
"EL SALITRE" Wastewater Treatment Plant BOT 概要  
"Rediscount for Micro & Small Company's Environmental Reconversion in Bogota"  
IFI-DAMA brochure

ACERCAR brochure

Cleaner Production Center brochure

FRATI operative regulation of director's committee

IFI-DAMA application list studied by ACERCAR in 1999

「平成 10 年度環境白書」	環境庁編
「環境基本法の解説」	環境庁企画調整局企画調整課編
「これからの水環境のあり方」	環境庁水質保全局編
「平成 9 年度東京都環境白書」	東京都環境局編
「環境保全のあらまし」	東京都環境局編
「よくわかる環境法」	鈴木敏央著
「公害概論」	木宮孝彦著

## 第6章 工場調査

## 第6章 工場調査

工場調査は、本調査の開始時点で選定された4サブセクターに所属する37工場を対象に、第1次現地調査から第2次現地調査にかけて段階的に行われた。以下に一般的な工場調査の手順，本調査における排水水質基準，工場廃水水質分析項目および経済計算基礎データの採取について述べる。

### 6-1 工場調査手順

図 6-1 (1),(2)に一般的な工場調査の概略の手順を示す。本調査では、第1次調査により概要把握を行い、さらに第2次現地調査時に詳細調査を実施した。以下に工場調査の要点を述べる。

#### 6-1-1 現状把握

工場調査では現状の的確な把握が重要である。調査対象工場の現状を、質問票の作成・送付・回収，工場視察（機器，レイアウト，運転状況等），工場のデータ・資料の調査（図面，帳票類，統計資料等）及び工場メンバーとの討議等を通じて調査し、以下の資料として取りまとめる。

1. 工場概要
2. 工場全体のブロックフロー図
3. マテリアルバランス，エネルギーバランス
4. 生産設備・機器
5. 廃棄物排出量
6. 管理技術

これらの作業は、第1次現地調査における概要調査を1工場当たり約2日、第2次現地調査における詳細調査を1工場当たり約10日で実施した。

#### 6-1-2 問題点の抽出・分析

工場の現状把握に基づき、問題点を抽出し、問題点を発生させている原因を分析する。これらを、

1. 製造技術面の問題点
2. 管理技術面の問題点

として整理する。



図 6-1 (1) 工場調査手順の概要

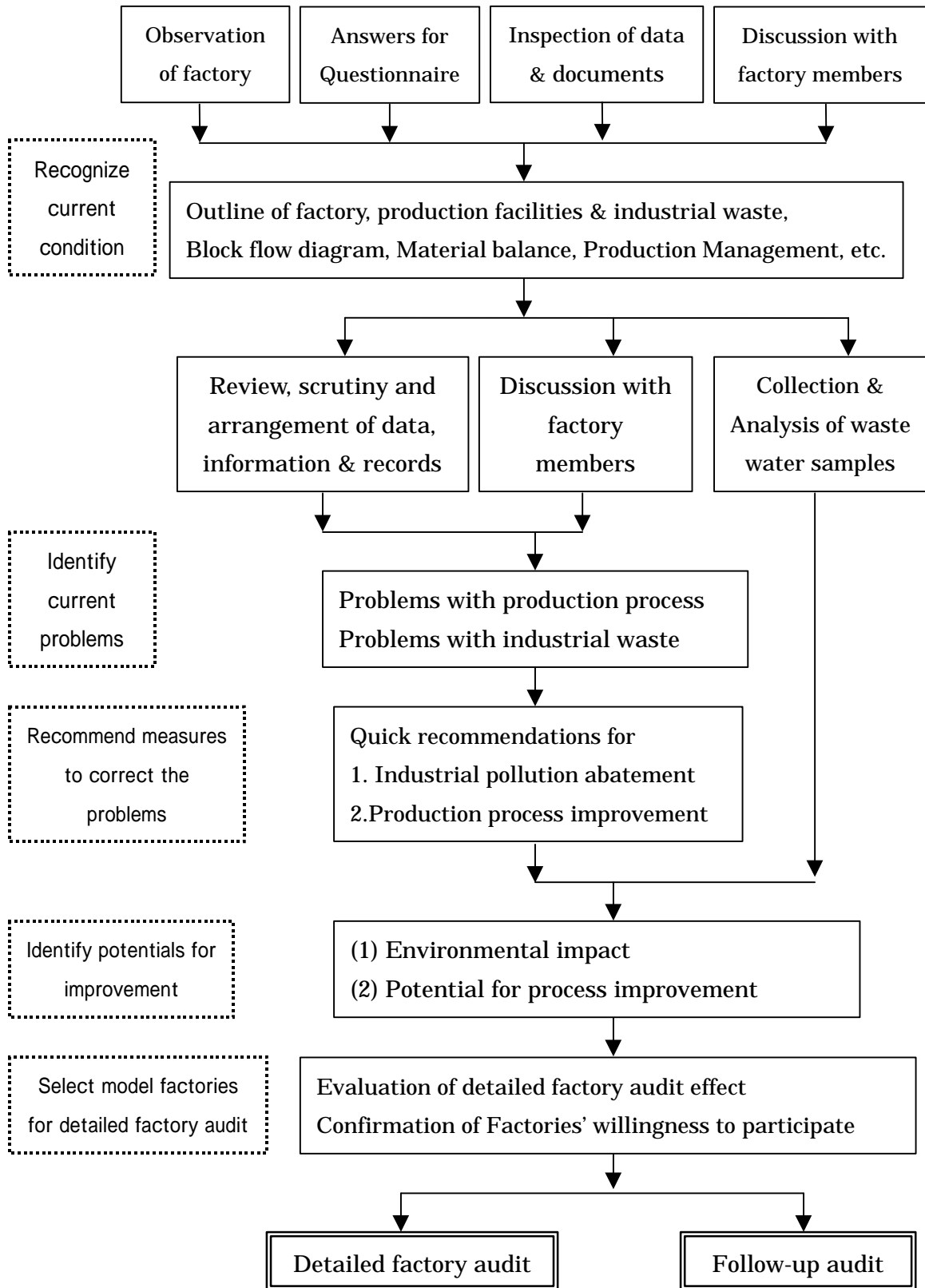
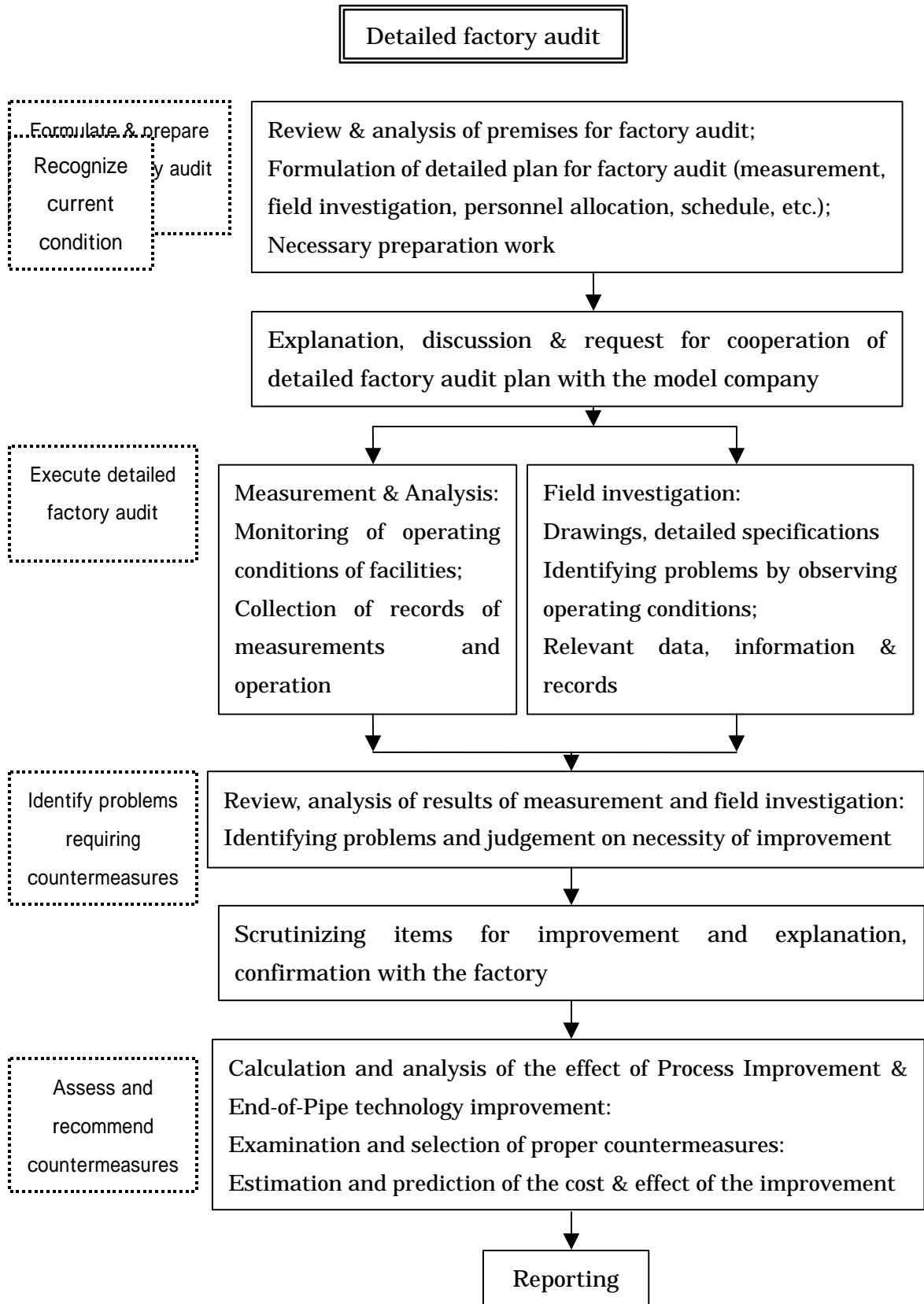


図 6-1 (2) 工場調査手順の概要



### 6-1-3 改善策の検討

問題点の分析に基づき、改善策を検討する。ここでは改善策をクリーナープロダクション技術の推進による対策とエンド・オブ・パイプ技術の改善による対策とに分け、以下に述べる。

なお、本調査では、第1次現地調査および第2次現地調査時に大きな費用を必要とせず実施可能な改善策を提言し、結果をそれぞれ QUICK RECOMMENDATIONS (1) および(2)として編集し DAMA および各工場宛に提出した。

#### (1) クリーナープロダクション技術の推進による対策

国連環境計画（UNEP）によれば、クリーナープロダクション技術とは、「プロセスや製品，サービスに関わる全ての活動において総合的な汚染防止策を継続的に行い、効率を上げ、人体や環境に対する危険を減らすこと」と定義されている。ここでいう総合的な汚染防止策とは省資源・省エネルギー，排出物の最少化・再資源化であり、こうした活動の基本にあるのは無駄を極限まで排除する取組である。従って、「クリーナープロダクション技術の推進」は、エンド・オブ・パイプ技術の導入のようにできあがった技術を移転するだけで達成できるものではなく、企業における日常の無駄を省く管理体制が重要である。

クリーナープロダクション技術が企業内で具体的に実現に移される形態は次のいずれかである。

1. 省資源・省エネルギー型の、高生産性で環境負荷の少ない新プロセス導入（所要資金が大で、既存の生産設備がある場合にはその除却処分が必要）
2. 現行プロセスの改善；
  - (1) プロセス設備・機器の部分的改造
  - (2) 原料・副原料の変更
  - (3) 運転方法の改善
3. 生産過程で排出される廃棄物（規格外製品等も含む）の再利用・再資源化。

以上の方法はそれぞれに所要費用が異なり、効果の限界と利害得失があるので、調査対象工場の現状及び保有する将来計画等を調査の上、短期・中期・長期のそれぞれの観点から現実的な計画案を策定する。

また、いずれの方法においても重要な位置を占めるのが「管理」である。工場の無駄を省くためには、発生している無駄を把握することが不可欠で、そのための管理の現状を調査することが重要である。生産性を高めるための工場管理には、予算管理、販売管理、財務管理等多岐にわたるが、クリーナープロダクション技術を推進する上で重要な次の項目を重点的に調査した上で改善策の検討・提言を行う。

- (a) 原料管理  
(原材料の規格・受け入れ検査、購入仕様等：規格外の原料排除)
- (b) 工程管理 (工程基礎データの整備、物質収支・エネルギー収支等)
- (c) 品質管理 (製品・排出物中への原材料排出量の把握)

## (2) エンド・オブ・パイプ技術の改善による対策

企業の収益性を維持・向上させつつ産業公害の低減が期待できるクリーナープロダクション技術にかかる調査は、本調査の重要部分であるが、生産活動に伴う環境汚染物質の排出をクリーナープロダクション技術のみで抑えることは不可能である。従って、クリーナープロダクション技術とエンド・オブ・パイプ技術の組み合わせによる産業廃棄物低減対策を検討する。

各調査対象工場へのエンド・オブ・パイプ技術の適用に関しては：

1. 現状のままクリーナープロダクション技術を適用せず、エンド・オブ・パイプ技術のみで廃棄物低減を図るケース  
(既存のエンド・オブ・パイプ設備がある場合にはその改善、既存のエンド・オブ・パイプ設備がない場合には新設)
  2. 現状にクリーナープロダクション技術を適用し、産業廃棄物がある程度減少した状態にさらにエンド・オブ・パイプ技術を適用するケース
- の2ケースが考えられ、必要に応じそれらの比較検討を行う。

## (3) 廃水診断

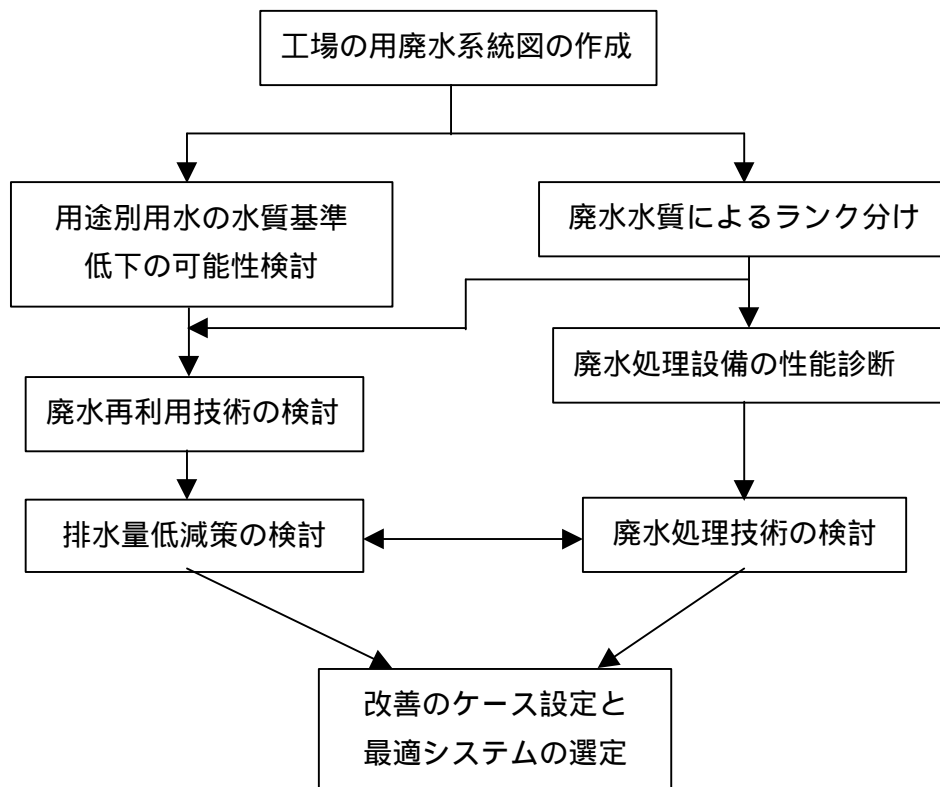
本調査では工場廃水の排出量低減の検討が重要である。図6-2に廃水量低減の検討手順を示し、以下にその要点を述べる。

### 1) 工場の用水・廃水系統図の作成

工場の使用水量・廃水量・水質を調査し、次の内容を織り込んだ系統図を作成する。

1. 各種用水 (冷却水・純水を含むプロセス水・生活用水) の使用量
  2. 各用水毎の用途別使用量
  3. 各種用水の要求水質 (pH、電気伝導度、全硬度、油分、COD、金属分等)
  4. 回収水量 (冷却水、スチーム凝縮水)
  5. 廃水量 (清浄廃水と汚濁廃水の内訳)
- 2) 廃水水質によるランク分け (特に良質なものは単純再利用が可能となる)
- 3) 用途別用水の水質基準低下の可能性検討  
使用用途の水質基準を低下させることにより、廃水の再利用可能性を検討する。
- 4) 廃水処理施設の性能診断

図 6-2 廃水排出量低減の検討手順



#### 5) 廃水排出量低減策の検討

現状の水使用状況を確認し、廃水排出量低減方策として次の検討をする。

- 1．間接冷却水の循環使用の徹底。
- 2．間接加熱用スチームに凝縮水使用の徹底。
- 3．水管理の徹底による廃水量の低減。
- 4．工程内における水洗方式の改善・加工順序の見直し等による廃水量の低減。
- 5．処理を必要としない廃水の再利用検討。

#### 6) 廃水再利用技術の検討

廃水再利用は基本的に無処理を前提とするが、一部処理によって再利用が期待できる場合にはその技術検討を行う。

#### 7) 廃水処理技術の検討

ランク分けした廃水別に再利用の検討結果を織り込み、エンド・オブ・パイプ技術の適用を検討する。廃水の再利用により用水使用量を削減すれば、廃水濃度は上昇し、また循環再利用を続ければ循環水に汚濁物質の蓄積が起きるので、一部をブロー水として抜き出し処理することが必要となる。

#### 8) 改善のケース設定および最適システムの選定

以上の改善策を、生産工程の改善策とも組み合わせてケースを設定し、各ケース毎に

以下の概略検討により便益が最適なものを最適システムとして選定する。

- 1．建設費の概算（プロセス改造、廃水処理設備・再利用設備等）
- 2．費用の概算（原材料コストの増減、維持管理費の増減等）
- 3．便益の概算（原単位の向上、課徴金の低減、有価物回収等）

## 6-2 排水水質基準

インセプションレポートの説明、討議時に本調査で行う各種検討のベースとなる排水基準には、1997年のDAMA決議書1074に規定されたものを採用することで調査団とDAMAの間で合意した。調査の過程で、本調査からの提言をより効果的なものとするために、各サブセクターにおいて仮想的な基準を想定した調査を実施することとした。

## 6-3 廃水水質分析

### 6-3-1 調査団携行機材による分析

本調査では、表6-1に示す機材を調査団が携行し、工場廃水水質分析を行った。

表6-1 水質分析機器

No.	Name	Model	Uses
1	Water Quality Checker	Horiba U-10	Analysis on pH, Conductivity, Dissolved -Oxygen, Turbidity And Temperature
2	Spectrophotometer	Shimazu UV-1203	Analysis of ions in water (CN)
3	Oil Content Analyzer	Horiba OCMA-310 Horiba SR-300	Analysis of oil in water Solvent recovery for OCMA-310
4	COD meter	Central Kagaku HC-507	Analysis of COD <sub>Cr</sub> in water
5	Electric Balance	Shimazu BL-120H	Weight measurement of water samples and reagent

No.1 はポータブル型であって第1次および第2次現地調査を通じて工場現場で使用し、No.2-5 は第2次現地調査時に Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica)内部の試験室に設置して使用した。

また、第2次現地調査時にカウンターパートである DAMA の担当者に対し、これら機材の使用に関する技術移転を実施した。

### 6-3-2 現地再委託による分析

調査団の携行機材による水質分析と並行し、廃水サンプルの採取および分析業務を現地分析業者 INGENERIA Y LABORATORIO AMBIENTAL LTDA (ILAM)に再委託を行った。ILAM による分析項目を表 6-2 に示す。

表 6-2 水質分析項目

ITEM	Textile	Fats & Oil Refining	Soap Producing	Plating
Electrical Conductivity				
Turbidity				
Greases & oils				
BOD				
COD				
Suspended Solids				
Total Nitrogen				
Cyanogen				
Settable Solids				
Total Chromium				
Zinc				
Copper				
Nickel				
Tin				
Surfactant				
Phenol				

### 6-4 機器および建設費

6-1-3 で述べた改善策の評価を行うために、所要費用の概略見積もりが必要である。本調査では概略の費用算出に用いる基礎データを収集し、表 6-3 にとりまとめた。但し、実際の費用算出作業は各工場の実状を考慮に入れ、表 6-3 のデータのみならず、工場側の推定値も採用することとした。

**表 6-3 機器コスト**

**1. Materials**

Material	Specification	Unit Volume (Weight)	Unit Price (Pesos)	Remarks
(1) Concrete block	20x20x40	1 piece	1,160	
(2) Cement	White cement 5000psi	1 kg 1 m3	700 240,000	
(3) Structural Steel (Channel)	4"x4"	m	48,000	
(4) Steel Plate	4ftx8ft (1.22mx2.44m)	m	50,600 40,000	Thickness: 20 18
(5) Steel Pipe				
Diameter (C.S/SUS)	25 mm	m	5,500/17,000	Standard length : ( 6 )m
	50 mm	m	8,800/27,600	
	100 mm	m	18,800/69,800	
(6) Gate Valve(Carbon Steel)				
Diameter	25 mm(1inch)	1 Unit	32,300	Bronze
	50 mm(2inch)	1 Unit	65,000	Bronze
	100 mm(4inch)	1 Unit	727,000	
	200 mm(8inch)	1 Unit	1,600,000	

**2. Equipment**

Equipment	Specification	Unit Price (Pesos)	Domestic / Import	Remarks
Motor (Output)	0.75 kw	170,000	National	3,600 rpm
	5.5 kw	498,000	National	1,800 rpm
	11 kw	714,000	National	1,800 rpm
Pump (Centrifugal Type)	50 GPM (190 L/m)	210,000	Domestic	1 • 1/4x1, 1/3HP
	90 GPM (340 L/m)	395,000	Domestic	1 • 1/2x1 • 1/2, 2HP
	20 m <sup>3</sup> /h 2 kg/cm <sup>2</sup>	2,386,000	National	3 HP motor and SUS 304 for water
Compressor	15 HP 54.3 CF/M	3,485,000	Domestic	No IVA 1.5m <sup>3</sup> /m
	10 HP 40.5 CF/M	2,950,000	Domestic	No IVA 1.1m <sup>3</sup> /m

**3. Insurance**

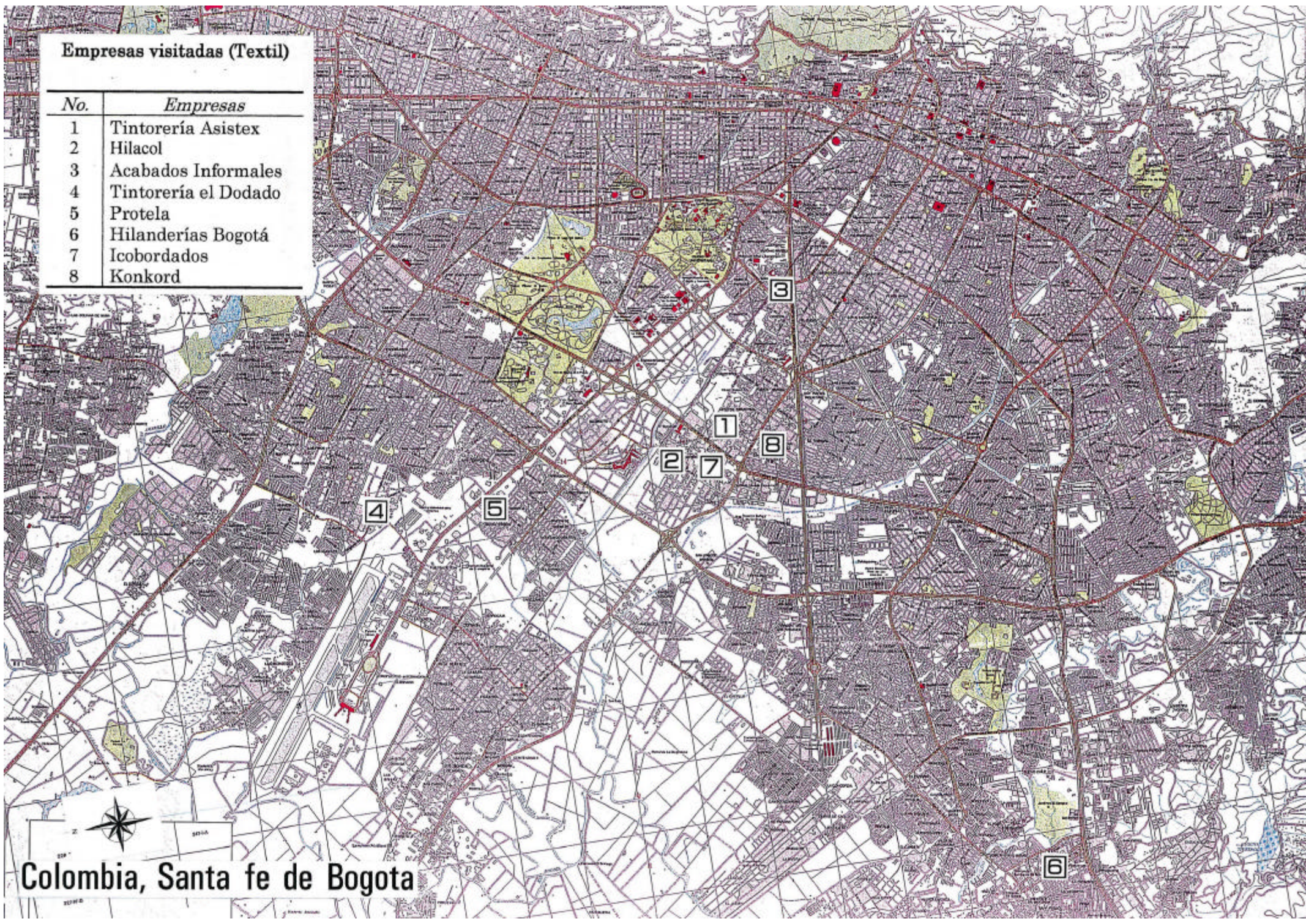
Type	Premium Rate
Construction Insurance	2 % building value
Workmen's Compensation	0.348-8.7%
Equipment Insurance	4% equipment value



## 第7章 繊維サブセクターの産業公害低減計画

### Empresas visitadas (Textil)

No.	Empresas
1	Tintorería Asistex
2	Hilacol
3	Acabados Informales
4	Tintorería el Dodado
5	Protela
6	Hilanderías Bogotá
7	Icobordados
8	Konkord



Colombia, Santa fe de Bogota

## 第7章 繊維サブセクターの産業公害低減計画

### 7-1 繊維サブセクターの概要

#### 7-1-1 繊維産業の現状

コロンビアの繊維産業は、ここ2年来厳しい不況にさらされており、今なお回復の兆しもなく、暗雲に覆われた状態である。

1999年3月10日付けのコロンビアの日刊紙“El Tempo”に損失額の大きいコロンビアの会社のリストが掲載されているが、その上位10社の中に繊維会社3社が挙げられている。赤字の大きい会社の2番目にメデジンの織布会社“Coltejar”(73,128百万ペソの赤字)、7番目に世界規模の繊維会社Enkaグループの現地法人“Enka Colombia”(24,487百万ペソの赤字)、更に8番目にメデジン(Medellin)の織布会社(24,441ペソの赤字)がリストアップされている。これは繊維産業が如何に大きな打撃を被っているかを現している。またボゴタ市繊維産業の最近の生産高は最盛期の50%以下と伝えられている。

こうした不況の大きな要因として、次のようなことが挙げられる。

1. 消費者の購買力の低下
2. 高金利(短期金利50%,長期金利40%)
3. 安価な繊維製品の輸入増加
4. アジアをはじめ諸外国からの密輸品
5. 輸出市場での価格競争力の低下(品質競争力は高い)

#### 7-1-2 コロンビア国及びボゴタ市における繊維サブセクターの位置づけ

コロンビアにおける繊維工業の歴史は今世紀のはじめにメデジンから始まり、次いでボゴタさらにはバランキージャ(Barranquilla)、カリ(Cali)およびその他都市へと広まっていった。コロンビアにおける繊維工業は綿製品からスタートし、今日では綿以外にポリエステル、ナイロン、アクリルと言った合成繊維の糸や織・編物まで広い範囲に拡大している。コロンビア全体の繊維工業の1997年の売上高は20億ドルに達している。また、繊維工業はアパレル産業の成長を促し、今日では100,000人以上の人々がそこで働き、この国の工業生産の20%を稼ぎ出している。

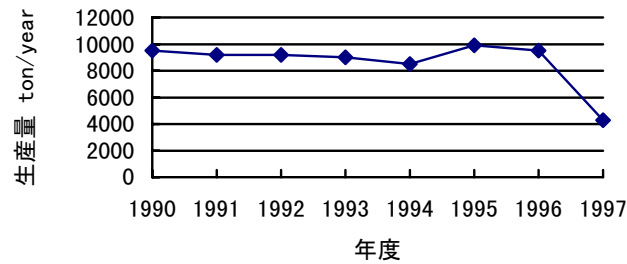
コロンビアの繊維工業はメデジンとボゴタが中心的位置を占めているが、メデジンの繊維工業は規模が比較的大きく集約されており、一方ボゴタの繊維工業はまだ歴史が浅いがアパレルとの複合がうまくいっていること、および合成繊維の加工等に対する技術情報が得やすいことなどからここ数年急速に伸びてきた。

この国では従来、綿が繊維工業の主流であった。しかし、合繊の伸びに加えて暴動により綿花

の作付けが減少し、逆に綿花が輸入されるようになったため、首位をポリエステルに奪われてしまった。

図 7-1 は綿花の収穫量の推移を示すもので、1997 年には最盛期の 70%まで落ち込んでいることがわかる。

図 7-1 綿花の収穫量推移<sup>1)</sup>



### 7-1-3 繊維の国内市場

コロンビアにおける一人当たりの繊維消費量は約 5 kg であり、これは年間消費量約 180,000 トンに相当する。コロンビアにおける繊維の消費パターンは表 7-1, 表 7-2 に示す通りである。

表 7-1 繊維の種類別消費量<sup>1)</sup>

Type of fiber	Consumption / year ( tons )	Ratio (%)
Cotton	99,000	55.1
Polyester filament	31,200	17.3
Polyester staple	20,600	11.4
Acrylic fiber	10,500	5.8
Nylon	10,000	5.6
Wool	3,400	1.9
Lycra	3,000	1.7
Cellulosic fiber	2,100	1.2
Total	179,800	100

表 7-2 用途別の消費量<sup>1)</sup>

End-use	Ratio (%)
Apparel	76.2
(Woven)	45.1)
(Knit)	37.1)
Home Furnishing	15.5
(Woven)	12.0)
(Knit)	3.5)
Industrial	8.3
(Woven)	6.9)
(Knit)	1.4)

#### 7-1-4 貿易

図 7-2 および図 7-3 は最近の繊維製品の貿易統計を示している。布帛（織・編物）についてみると 1993 年以降は輸入超過となっており、輸出が横這いであるのに対して輸入が増加する傾向にある。アパレルについては、圧倒的に輸出が輸入を上回っているが、その差は徐々に縮まりつつある。今後もこれらの傾向は続くものと思われ、業界では警戒感を強めている。

図 7-2 繊維製品の貿易統計（布帛）<sup>3)</sup>

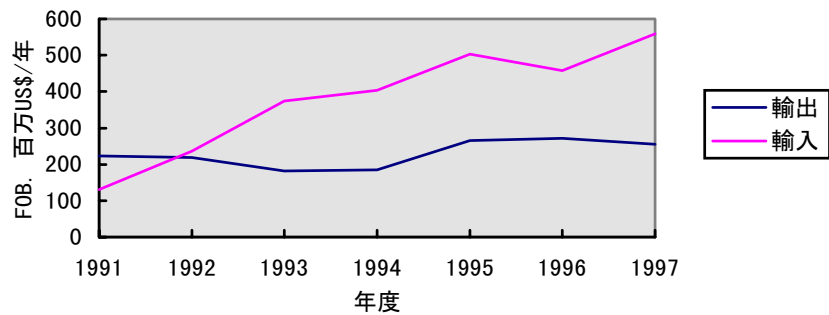
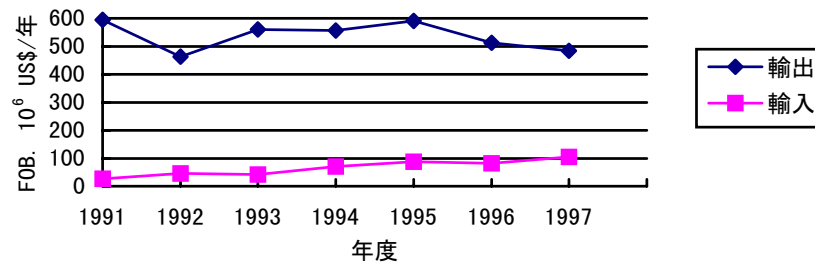


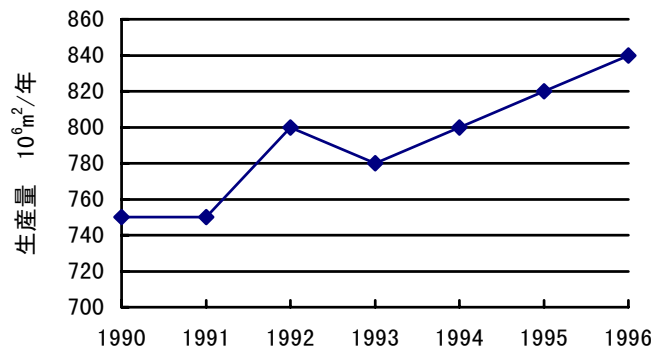
図 7-3 繊維製品の貿易統計（アパレル）<sup>3)</sup>



#### 7-1-5 繊維の生産

図 7-4 は最近の布帛生産量の推移を示している。1996 年までは生産量は順調に伸びてきている。しかし、統計数字はまだ出ていないが、1997 年以降は急速に生産量が低下している。

図 7-4 布帛の生産量推移<sup>1)</sup>



コロンビアにおける繊維の生産と消費は現時点ではバランスしている。統計によると、布帛ベースでの全生産量は、836,000,000 平方メートルで、194,000,000 平方メートルが輸出されているが、輸入も 206,000,000 平方メートルあるので、ほぼ輸出量を相殺している。アクリル、スパンデックス等の化学繊維は殆どが輸入である。

表 7-3 はボゴタ市繊維工業の品種別生産量を示している。この表が示すように、ポリエステル製品がもっとも多く次いで綿製品となっている。

表 7-3 ボゴタ繊維工業の品種別生産量 (ton/day in 1997)<sup>2)</sup>

繊維の種類	織物	編物	合計	比率 (%)
ポリエステル	20,076	6,888	26,964	43.00
綿	2,448	13,560	16,008	25.50
アクリル	6,556	3,876	8,021	12.85
ナイロン、ナイロン/ライクラ	720	4,416	5,136	8.27
ポリエステル/綿	1,156	1,560	2,712	4.37
その他混紡品	480	1,788	2,268	3.62
アセテート	864	180	1,044	1.66
ウール	408	48	456	0.73
合計	30,300	32,316	62,616	100.00

#### 7-1-6 繊維サブセクターの所属企業

コロンビアにおける繊維工業の主体である織・編物の都市別企業数と生産量は表 7-4 に示すとおりである。生産量はメデジンが 49%を占めておりボゴタが 39%と肉薄している。その他アパレル等の都市別企業数と生産量は表 7-5 に示した。この分野ではボゴタの方が企業数、生産量とも多くなっている。

表 7-4 織・編物の都市別企業数と生産量<sup>1)</sup>

	メデジン	ボゴタ	その他	合計
企業数	136	167	28	331
生産量 (10 <sup>6</sup> m <sup>2</sup> /年)	399	322	90	811
生産量比率 (%)	49 %	39 %	12 %	100 %

表 7-5 アパレル等の都市別企業数と生産量<sup>1)</sup>

	メデジン	ボゴタ	その他	合計
企業数	84	89	8	79
生産量 (10 <sup>6</sup> m <sup>2</sup> /年)	37	75	12	124
生産量比率 (%)	30 %	60 %	10 %	100 %

本調査では、ボゴタ川の廃水の負荷低減を目標とする観点から、調査対象をボゴタ市内の染色工場に限定した。ボゴタ市で染色工程を持つ企業の中、布帛(織・編物でアパレルは含まない。)を扱う企業数は表 7-6 に示すとおり約 80 社ある。いずれも中小規模の工場であるが、その中で、生産能力が 250 t/月以上の大手 8 社が全生産能力の 60%を占めており、生産能力が 200 ~ 50 t/月の 15 社を加えると上位 27 社の生産能力は全体の 85%を占め、残りの 15%を 50 t/月未満の小規模企業 53 社で生産を行っていることになる。このほかにアパレルのみを対象とした染色工業が 70 社程度ある。

これらの工場は市の中心部にある Puente Aranda 工業地域にその 70 %が集中しており、残りが西部および南部の工業地域に分散している。

表 7-6(1) ボゴタ市の染色企業(織・編物)一覽<sup>2)</sup>

生産能力 ton/month	企業名		企業数	合計生産能力 ton/month
400 ~ 550	1. Protela	4. Textilia	6	3,010
	2. Lafayette	5. Colortex		
	3. Manufacturas Eliot	6. Hilacol		
250	1. Textiles Miratex	2. Tintreteria Asitex	2	500
120 ~ 190	1. Textiles konkord	4. Poltex	5	775
	2. Hilanderias Bogota	5. Tintreteria el Dorado		
	3. Hilanderias Fotobon			
50 ~ 90	1. Tintex	6. Tapisol	10	235
	2. Textiles Romanos	7. Hilat		
	3. Hilaturas Sinteticas	8. Textiles Ascot		
	4. Hilos Aguila	9. Win Lon		
	5. Swantex	10. Hilacolor		
登録外企業	1. Confection del Oriente	3. Textalia	4	235
	2. Ganittex Ltda	4. Natesa		
50 ton/month 以上の企業の合計			27	5,100

表 7-6(2) ボゴタ市の染色企業(織・編物)一覧

30 ~ 40	1. Encajes	6. Tintoreria Industrial	9	
	2. Temecal	7. Richi		
	3. Cintalast	8. Cermot		
	4. Jomican	9. Tenitex		
	5. Texlana			
10 ~ 25	1. Isacryl	11. Nacional de Trenzados	20	
	2. Temecal	12. Industrias real		
	3. Indartes	13. Medias Italianas		
	4. Fieltores y Partes	14. Incolmedias		
	5. Estanpados la Floresta	15. Medias Caron		
	6. Estanpados Ferraro	16. Donatex		
	7. Coltehilos	17. Rascheltex		
	8. Coltinturas	18. Bordicol		
	9. Cousin de Colombia	19. Profilact		
	10. Textiles Grancolombia	20. Manufacturas Saxony		
0.1 ~ 7	1. Industrias Falka	13. Supertex	24	
	2. German Alvarez y Cia	14. Terciopelos y Peluches		
	3. Velamex	15. Hurquer Ltda		
	4. Novanylon	16. Super Boton		
	5. Textiles Ultrachic	17. Jaime Camacho		
	6. Engitex	18. Ramirez Gilberto		
	7. Tintoreria Iris	19. Pascuas Millar		
	8. Alfitex	20. Icoboradados		
	9. Creaciones Periquita	21. M.P Bordados		
	10. Ind Chicco	22. Masias Luz Mery		
	11. Confecciones GoGo	23. Potes Ana Maria		
	12. Cootextil	24. Nevatex Lida		
50 ton /month 未満の企業の合計			53	655
総 合 計			80	5,755

このうち第1次調査では DAMA が選定した表 7-7 に示す 8 社を調査対象とした。これら 8 社の内訳は、生産能力が 50 t/月以上の企業が 6 社、50 t/月未満の企業が 1 社で、このほかアパレル専門の染色企業 1 社である。

表 7-7 第1次調査対象企業

企 業 名	生産量(ton/month)	従業員数	水使用量(m <sup>3</sup> /day)	備 考
Tintoreria Asitex	250	190	800	
Hilacol	430	380	1200	
Acabados Informals		35	150	ジーンズ
Tintoreria el Dodado	120	90	500	
Protela	550	400	1800	
Hilanderias Bogota	180	400	160	アクリル糸
Icobordados	25	300	100	刺繍
Konkord	195	70	1200	

また、第2次調査ではこの 8 社の中から 2 社を選定した。



## 7-1-7 コロンビアの繊維産業の将来展望

コロンビアにおける繊維の消費量は、前述の表 7-2 に示されている通りアパレル向け（76.2%）に大きく依存している。米国、ヨーロッパおよび日本等先進諸国の消費パターンと比較すると、コロンビアにおける繊維の消費構造は今後変化して行くことが予測される。言い換えれば、工業用および家具・カーテン等室内装飾に用いられる繊維が 30%位のレベルまで増加するだろう。

消費パターンの変化に伴い、先進的で美的感覚のある繊維加工技術が品質の確かさと共に求められることは間違いない。さらに重要なことは、新しい技術と高付加価値製品の研究開発に力を入れることである。これに関して、エンジニアやオペレータの教育・訓練システムの構築もまた重要である。

ボゴタの繊維工業協会ではさしあたっての投資の優先順位を次の様に見ている。

- 最優先投資 : コスト低減
- 第 2 位 : 生産性向上
- 第 3 位 : 品質改良
- 第 4 位 : 新技術及び新製品の研究開発
- 第 5 位 : 市場へのクイックリスポンス
- 第 6 位 : 環境対策

## 7-2 繊維サブセクターの製造技術の現状

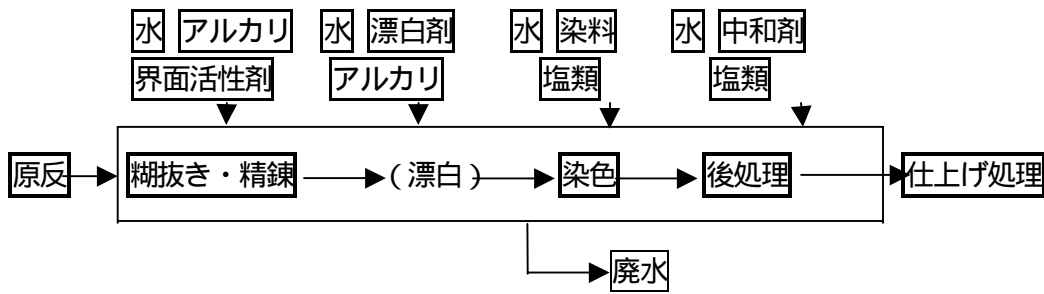
### 7-2-1 繊維サブセクター所属企業の採用技術動向と現状

#### (1) 染色プロセスの特徴

コロンビアにおける染色工場は概して中小規模であり、このため布帛（織・編物）の染色についても、生産性の高い連続式染色設備はメデジンに 3 ラインあるのみで、あとはすべてバッチ染色方式である。ボゴタ市における染色工場は、表 7-6 で示したとおり中小規模であることもあって、すべてがバッチ式染色である。

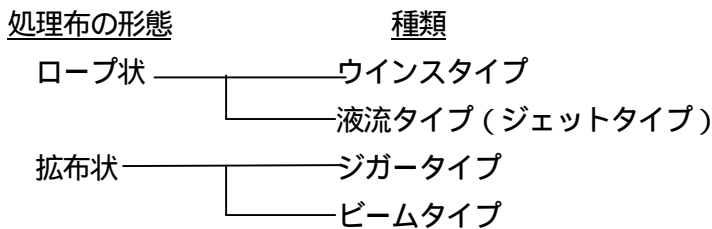
バッチ式染色工程の基本的なフローを図 7-5 に示すが、ボゴタ市の染色工場では、この中の“糊抜き・精練”から“後処理”までを 1 台の染色機の中で行う方式が主流である。

図 7-5 染色工程の基本的フロー



## (2) 染色機のタイプ

布帛のバッチ式染色機のタイプは次のように大別される。



調査対象工場ではロープ状染色機が主流となっており、古くはウインスタイプから最近では液流タイプが全体の 90 %を占めている。液流タイプは 15 年くらい前より導入されている。このタイプの染色機については、機械メーカーによる技術改良がどんどん行われているため各工場は能力増強の都度新鋭機を導入しており、一つの工場で 3 つ以上のメーカーの、かつ同じメーカーでも年式の古い機械と新しい機械が並列で設置されていて染色機の展示場の観すらある。染色機のメーカーはヨーロッパとアメリカが圧倒的に多いが、日本、台湾、香港製も一部で採用されている。布帛用以外では、糸染め用としてポリエステル用にはチーズ染色機が、アクリル用にはかせ染め機が使用されている。調査対象工場に設置されている染色機のタイプ毎の台数を表 7-8 に示した。

## (3) 染色プロセス詳細

### 1) 浴比

染色機の技術でもっとも重要視されている浴比 (布帛 / 液量) については、古くからあるウインスタイプが 1/25 以上であったが、低浴比型として開発された液流タイプでは 10 年位前に設置されたものは 1/10 程度、最近のものは 1/6 程度のものが標準となっている。中でも最新のタイプとして、Then 社が開発した気流を利用の Air-Flow と呼ばれるタイプで浴比が 1/3 の機械も一部には導入されている。

表 7-8 調査工場に設置の染色機タイプ別台数

タイプ	台数	
ウインスタイプ	23	コロンビア製が多く、ほとんどが15年以上前に作られたもの。特殊な用途に使われている他は休止状態にある。
液流タイプ	55	次のようなメーカーの機械が設置されている。 Then, Theis (ドイツ)、Brazoil (イタリア)、Scholl (スイス)、Atyc, C-TEX (スペイン)、AFGC (イギリス)、Hisaka (日本)、Roat-Steam, Guston (USA.)、Itm (イスラエル)、Asia-Kingdom (台湾)、Fong's (香港)
ビームタイプ	8	拡布状染色機
ジガータイプ	3	拡布状染色機
チーズ染め機	6	糸染め機
かせ染め機	6	糸染め機

## 2) 染料・薬品

染料：綿染色には主として反応性染料、直接染料が用いられているが、一部硫化染料も使用されている。

ポリエステル用には分散染料が主体となっている。

また、ナイロンには酸性染料が用いられている。

薬品：漂白用の酸化剤には過酸化水素が一般的に用いられている。

アルカリの中和剤としては酢酸が一般的に用いられている。

反応性染料用助剤(中性塩)として食塩が広く用いられている。

## 3) CCM

色の調合にコンピューター・カラー・マッチングシステムを使用しているのはまだ一部のみで、大半は技能者による配合が行われている。高価な機器の導入は規模が小さい工場では難しいこともあるようである。

## 4) 熱回収

染色プロセスの中で行われる冷却工程で用いられ温度が高くなった冷却水を、工程水として用いることが一部で行われているが、熱の有効利用が十分に行われていない工場も見受けられる。一方、廃水や乾燥機の排ガスからの熱回収はほとんど行われていない。

## (4) 製造技術面の問題点

### 1) 色調、染め斑、モアレ

染色につきまとう基本的な問題であるが、調査対象工場ではいずれも多かれ少なかれこの問題を抱えている。これを分析すると、

- ・カラーマッチング技術が低いために起きるもの

- ・布帛の品質のバラツキからくるもの
- ・機械仕様が不適切なためにエンタングルを起こしているもの
- ・過負荷運転等運転条件が不適切なもの
- ・水質が悪いために起こるもの

など様々な原因があるが、管理技術からくる問題も多い。特に、水質については染色の基本技術であることから、原水の水処理（除鉄等）、水の配管の材質選定等改良すべき点が多い。

## 2) 薬品の使用量

染色においては、薬品は浴中の濃度を規定の濃度にする必要があるため、浴比の改善が直接関係薬品の使用量に影響してくる。古いタイプの機械では浴比が高いために薬品の使用量も多い。従って、旧式機械の多い工場ほど重要な問題である。一部には薬品の回収をしたいと思っている工場もあるが、今後の課題としては考えられるが現状では難しい。

## 3) 熱回収

熱を大量に使用する染色工場では、コスト削減のための重要なテーマであるが、どの工場でも熱回収が十分に行われていない。当面の問題として、染色工程での冷却水の熱利用を徹底すること、廃液からの熱回収を行うこと、スチームドレンの回収や配管の保温等きめの細かい省エネルギー対策が求められる。

## 4) 水の使用量

染色工場では大量の水を使用する上にボゴタ市では水道料金が低い（1,500 pesos/m<sup>3</sup>）ために水の使用量の削減が大きなテーマとなっている。浴比の低い染色機の使用が最も有効な手段であるが、それ以外にも冷却水の工程水への使用（熱回収と併せて）や最終洗浄水の精錬用水への再使用等が行われている例もある。さらに、廃水から逆浸透膜（RO膜）を使用した水回収も話題にはなっているが今後の課題である。

### 7-2-2 日本及びその他諸国の動向

#### (1) 日本の染色工場におけるクリーナープロダクションの動向

染色工業は産業界屈指のエネルギーと用水多消費型産業であり、さらに多くの化学薬品・界面活性剤を消費、排出産業である。使用されるエネルギーや薬品が人々の健康や生命を脅かすほど大きくなく、薬剤もあまり有害な物は使用されていないから多くの住民を犠牲にした水質公害は発生していない。しかし、大量の有機・無機薬品の使用、原材料に付着している有機物質の洗浄廃液の発生など潜在的な要因をもっており、そのまま放置すれば地球環境の悪化に多大な影響を持つ産業である。今後この産業のニーズが減少することはあり得ないだけに、クリーナープロダクションが切望される産業の一つであることは明白であり、日本においてもクリーナープロダクションシステムの開発、導入が盛んに行われている。

染色工業は大多数のプロセスが水を媒体とした方法であり、水の使用量を減らすことが製造全体の有機・無機廃棄物の減少と省エネルギーにつながる。生産効率を上げるとともに、薬剤の使用量を減少させることは直接収益に反映されるのでこの効果が望める設備や処理方法は、クリーナープロダクションに積極的に組み込まれている。また、自動化設備の投資はこの産業のクリーナープロダクションに非常に効果があることは明瞭である。

近年では行政の環境規制もこの部分（クリーナープロダクション）に大きく関与しており、排水規制や大気汚染規制により、製造工程での要素物質の削減やプロセスそのものの変更がなされている。

この産業は繊維産業の一部門を担う産業であるだけに、その経営規模も小さくなく、経営基盤も脆弱なのが実状である。そのために、何らかの経済的費用効果が望める設備なりプロセスがないと事業所では受け入れられない。今後もこの要因を考慮した設備やプロセスの開発が望まれている。

これまでに開発され実用化されている主要装置・プロセスを表 7-9 示す。

染色業界は今大きな転換期の渦中にある。転換を余儀なくされている理由は、2度にわたる石油危機であり、さらに、染色業界を取り巻く環境変化すなわち台湾・韓国をはじめとするアジアの合繊生産量の急伸である。これによる輸出価格競争は、減量加工品に代表される高付加価値製品を生みだしてはいるが、価格競争が激化し今後も厳しい状況にあることは間違いない。今後一層の合理化が必要となる。

このような状況下で、現在の染色工業が今後の対応すべき要因は次の4点である。

- 1) 省エネルギー化
- 2) 高付加価値製品の加工
- 3) 品種・素材の変化に対応できる機動性
- 4) 徹底した管理体制

今回の調査の対象となった液流染色機について言えば

- |            |  |
|------------|--|
| 1) 省エネルギー化 | 低浴比化、省人化、ラピッド化                               |
| 2) 高付加価値化  | 加工風合い、加工品位の向上につながる構造・機能の付与及び機械トラブルや運転トラブルの零化 |
| 3) 機動性     | 汎用性の向上、ラピッド化                                 |
| 4) 管理      | 自動化、再現率向上、機械差の解消                             |

などが挙げられる。

液流染色機に対する染色の高速化、省エネルギー化、品質の向上への要求は、ますますシビアになってきている。そしてそれらを満足させるためには、機械面だけでなく、染料、助剤、編、織などのあらゆる分野での調和のとれた追求、検討が重要なポイントとなってきている。また、加工面では、前処理、後処理を含めた総合的な対応が必要となってきている。

表7-9 クリーナープロダクションに対応する装置とプロセス<sup>4)</sup>

Equipment & Process For Cleaner Production	Energy Saving	Water Saving	Reduction of Pollutant	Environment for working	Man-hour Saving	Improvement of Quality	Investment
1.High efficiency washing System							L
2.Low liquor ratio System							M
3. High pressure & Continuous Scouring System							L
4.Continuous raw Material Feeding System							M
5.Non-contact Hygrometer & Thermometer							S
6.Microwave Dryer							M
7.High Pressure Dryer							M
8.High Temperature Steamer							M
9.Cold Batch Bleaching							S
10.Cold Pad Batch Dyeing							S
11.Suction & Scattering Dehydrator							S
12.Multi-conveying Type Dryer							M-L
13.Auto Color Matching System							S
14.Auto dye & Chemical Weighing System							S-M
15.Auto Concentrate Control System							S
16.Caustic Soda Recovery System							S
17.Waste Heat Recovery System							S
18.Alkali Dispersion Dyeing							-
19.Alkali Hydrolysis Dispersion Dye							-
20.Multifunction Reactive Dye							-
21.Recovery & Reuse of PVA							S

Investment: L: Large M: Middle S: Small

## (2) 省エネルギー技術

いかにして省エネルギー効果の高い機械を開発するか、汎用性、付加価値製品に対する対応、生産性の向上、品質の向上などが課題である。すなわち、「トータル省エネルギーシステムの確立」が各工場単位で必要になってくる。このために「加工賃に占める資源（エネルギー、薬品・染料）の比率を低下させる」ことが必要で、その方法は、次の2点に集約される。

1. 生産量を一定として、エネルギーのムダ、ムラを排除し、コストを下げる。
2. 一定のエネルギーで生産性を向上させ、m 当たり、kg 当たりのコストを下げる。

省エネルギー対策の進め方のステップは次のようになる。

### 1) 省エネルギー対策の第1ステップ

現在、エネルギーの用途別消費量の内訳を把握することであり、その中で投資効率を検討し、

同時に、現有設備でのエネルギーのムダの見直しからはじめ、現有設備の極限への挑戦が必要である。そのためには自社のエネルギー消費の特徴をつかむことが問題解決の第一歩となる。現有設備の極限への挑戦と設備性能の把握のポイントは、以下の4点である。

1. 染色機の低浴比化
  - (a) 液量を極限まで減少させる。
  - (b) 投入量の増大（相対浴比の低下）
2. 含水率と乾燥機のスピードとの関係
  - (a) 目付による対応と風量調節
  - (b) 含水率の差によるスピードの変化
3. 使用水量と水洗効果
  - (a) 堅牢度の許容値ぎりぎりまで水洗時間を短縮する。
  - (b) 薬品量と水洗水量とを検討し、水洗水量の削減を図る。
  - (c) ムダな熱消費の防止
  - (d) 機械の密閉性
  - (e) 放熱の防止
  - (f) 染色レサイプ、加工温度の再検討
4. ボイラー効率の見直し

## 2) 省エネルギー対策の第2ステップ

具体的なエネルギー削減プランをたててそれを実施することであり、その方法として次の5点が考えられる。

1. 設備更新による省エネルギー
2. 加工工程省略による省エネルギー
3. 加工工程改善による省エネルギー
4. 新しい加工方法による省エネルギー
5. 再加工、事故率低下による省エネルギー

## 3) 省エネルギーの第3ステップ

捨てるエネルギーの回収による省エネルギーである。そのポイントとしては次の6点があげられるが、特に回収後の再利用の条件を十分に考慮しておくことが必要である。

1. 高温ドレーンの熱回収
2. 中・高温の廃液の熱回収
3. 冷却水の熱回収または再利用
4. ボイラーブローの熱回収
5. 高温蒸気の熱回収
6. 排気・熱風の熱回収

#### 4) 省エネルギーの具体例

以上述べた省エネルギーの基本的な考え方の中で、実際に行われている例をいくつか挙げる。

##### (a) 処理時間の短縮

処理時間の短縮については、大型装置による連続化ないし半連続化処理の採用による合理化が進行しているが、バッチ処理における処理時間の短縮にはラピッド染色と呼ばれる促染化技術と処理効果の促進技術の複合化技術が取り入れられている。

##### a) ラピッド染色

液循環型染色機の開発を発端とし、染液循環回数の増加、熱交換器の容量アップ、高温排液装置の改善等を含めた省時間化の推進、染料および併用薬品の改良などにより省エネルギー技術として広く一般化した。特に繊維内部の拡散速度が極めて遅いポリエステル繊維の染色技術の改善が求められているが、中でも特に重要な染料の選択については染料メーカーが独自に技術を開発している。各社が開発したラピッド染色適用染料の特徴は

1. 配合染色時に染料相互の相溶性が高い。
2. 均染性（マイグレーションおよびカバーリング）が高い。
3. ビルトアップ性に優れる。
4. 分散安定性が高い。
5. 染色の再現性に優れる。
6. 優れた堅牢度を有する。

などが挙げられる。また、ラピッド染色の遂行には染料と併用する助剤が重要な要件である。特に、染色斑を抑制するために移染性を助長する対策が必須であり、ポリエステル繊維については促染効果を目的としたキャリアと移染作用を強調するための均染剤の併用が行われている。ラピッド促進剤は薬品メーカー各社より上市され、機械装置の改良と共にラピッド染色の推進に寄与している。

##### b) 処理効果の促進技術

次のようなテーマについて検討が行われている。

1. プラズマ処理 PVA の直接酸化による合理化、精練漂白時間の短縮
2. 超音波処理 優れた洗浄効果、染料の拡散促進
3. マイクロ波処理の加熱への応用 精練時間の短縮、染料染着率の向上、乾燥効率の向上
4. 水の磁気処理 染着率の向上、染料と繊維の結合の均一化
5. 電子線処理 特殊機能の付与

##### (b) 昇温温度幅の圧縮

加熱によって昇温すべき温度幅を圧縮することが処理時間の短縮と並行して省エネルギー遂行の見地から重要である。



### a) 原水温度の引き上げ

染色機に供給する原水を予熱することにより工程中で加熱に要する時間を短縮する。予熱の熱源としては自ら排出する廃液の熱を回収することおよび自工場内の余剰熱源の回収が基本である。そのほかに近隣工場からの余剰熱源の利用、太陽熱の利用等が挙げられる。

### b) 低温処理技術(コールドパッドバッチ法)

#### コールドパッドバッチ漂白

バッチ処理において省エネルギーと薬剤の減少に効果的な方法である。過酸化水素を用いる漂白で漂白液に布地を含浸させた状態で断熱ワゴン内で長時間放置した後水洗する。この方法の特徴は次の通りである。

1. 熱エネルギーが節約される。
2. 簡単な装置で連続漂白なみの薬品コストで漂白できる。
3. 処方が簡単で特殊な技術を要しない。
4. 綿カスなどの除去性能が優れている。
5. セルロース繊維の強度低下は極小である。
6. 低温処理のためしわの発生がほとんど見られない。

#### コールドパッドバッチ染色

コールドブリーチと同様簡単な設備で節水を可能とし、織物・タオル・ニットなどに適用できる。この方法は最近の技術ではないが、以下のような特徴から最近見直しが行われるようになった。

1. エネルギーの消費量が少ない。
2. 染料固着率が高く、廃水の着色度が低い。
3. 室温での加工のため、風合いの硬化が低い。
4. 小ロット加工にも対応でき、機台の洗浄などに多くの水を必要としない。
5. 染色工程そのものに水をほとんど使用しないので節水が可能である。
6. 高温で布地を攪拌しないので、毛羽や糸くずの発生が抑えられる。
7. ただし、パッド浴で染料が凝集しやすいので染料の選択が必要である。また、高密度の織物では表面にスジ斑がしやすい。

### (c) 隔測温度および水分率制御装置

従来の装置内の温度を測定する方法では、処理の安全を期して長時間の処理や布地を必要温度に早く到達させるために、処理装置内を所定温度より高めに設定して処理を行っている。しかし、品質の安定と省エネルギーの観点から、布地そのものの温度測定が望まれた結果、近年、布地から出る赤外線(輻射熱)の測定による温度測定が可能になり、気相処理での適切な温度設定を可能にしている。

一方、従来工程で連続的に処理されている布地の水分率を連続的にオンタイムで測定することは難しかった。しかし近年、布地に含まれる水分率によって、高周波やマイクロ波の位相や電

位が変化する現象に着眼した水分測定装置が開発された。

この二つの装置を乾燥機やヒートセッターに取り付けて、温湿度を制御することにより、布地に最適の処理ができ、今まで安全を見て余分の熱エネルギーを供給していたことからの無駄と作業環境への放熱が減少し、作業環境の改善にもつながっている。

#### (d) 廃水からの熱回収

昇温時間の短縮の項で述べた通り、廃液の熱の有効利用が省エネルギー対策として最も重要である。高温の廃液をそのまま排出することは、熱エネルギーがムダになるのみでなく、廃水の温度が高くなることが問題である。中高温廃液をプロセス用水と熱交換させることにより、熱回収と廃液温度の低下を同時に行うことが可能となるまた、生物処理にとって弊害となる高い廃水の温度を低下させる効果もある。

図 7-6 に廃水からの熱回収のプロセスフローを示す。染色機から排出される廃液を 50 以下の低温廃液と 50 以上の中高温廃液に分離し、それぞれ低温廃液用ピットおよび中高温廃液用ピットに貯留する。中高温廃液はポンプによりプレート式熱交換器に送り、低温のプロセス用水と熱交換して 40 以下に冷却し、低温廃液と共に廃水処理設備または直接外部に排出する。加熱されたプロセス用水は温水タンクに貯留され、染色プロセスへの供給水として利用される。場合によっては他の用途にも利用できる。

### (3) 省資源化技術

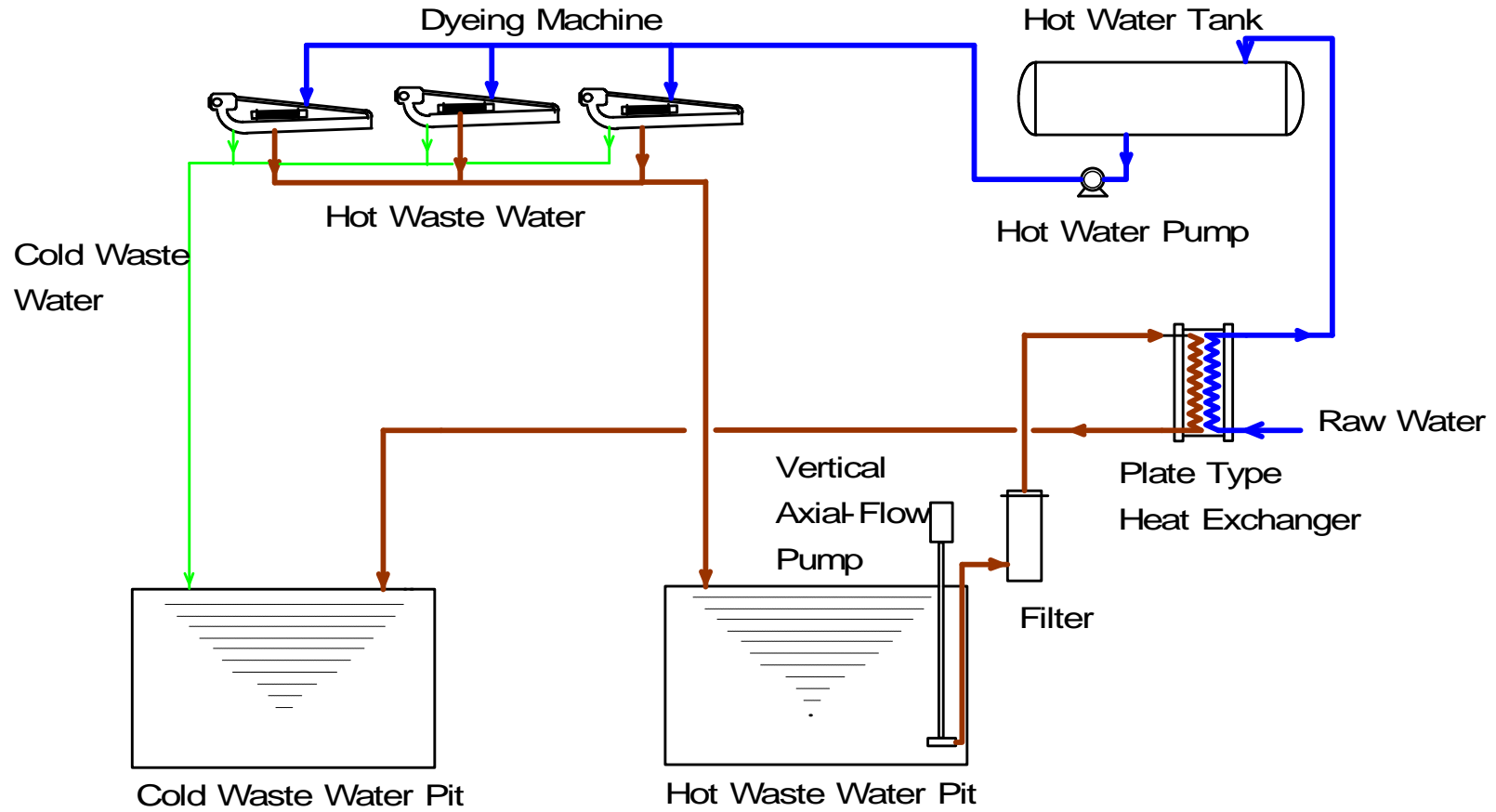
染色工業における省資源としては、低浴比化および染料の改良による助剤類の使用量減少が第 1 に挙げられる。省資源および省エネルギーの両方に関連したテーマとして、染色機の改良が挙げられる。

液流染色機の動向を見ると、第 1 に低浴比化である。液流染色機としてはすでに限界である 1:5 ~ 1:7 に達しているので古いタイプの更新が主体となる。次いで、液の流速アップと布速度のアップによる染色時間の短縮が挙げられ、このための機械の改良が進められている。また、このような生産性向上を進めるに当たって均染性を維持、向上することが重要であり、さらに各種繊維、新機能素材等幅の広い用途への対応が可能な機械が要望されている。例えば、風合い出しに液流染色機が用いられるようになってきている。一方で、擦れやヨレを防ぐ対策も重要な要素となっている。このほか省エネルギー、廃水処理対策のために、排出弁の複数化、すなわち廃液の性状によって廃水路を選択できる対策をとるケースが多くなってきた。

もう一つの省資源化対策として、廃液中からの有用物の回収・再利用がある。これらの対策は、省資源のみではなく、廃水の汚濁負荷を減少させる効果も大きいことから積極的な取り組みが期待されている。

有用物質の回収・再利用としては次のようなものがある。

図7-6 廃水からの熱回収プロセスフロー



1. 減量ポリエステル	フタル酸の活用
2. 苛性ソーダ	濃縮再利用
3. アンモニア	回収・再利用
4. 捺染糊	残糊の濃色への利用
5. PVA	回収・再利用

### 1) 低浴比液流染色機

液流染色機での省エネルギーを考える場合、単に小さい浴比で布を移行させるという機械的なファクターだけで考えることはできない。均染のファクターを考慮せずして低浴比液流染色機を考えることはできない。さらに、業界の高付加価値指向の拡大と共に、次のような従来以上の汎用性と運転安定性が新しい機械の条件となってきた。

- 1) 省エネルギー・省資源が可能なこと——運転浴比 1:5 ~ 1:7
- 2) 従来機と同等またはそれ以下の時間で均染が得られること
- 3) 品位・風合いが従来機と同等であること
- 4) スレ、目ヨレなどの発生しやすい布に対しても適応性を持つこと

### 2) 処理浴の継続使用

染色のみをバッチで行う場合には、処理によって消費された材料のみを追加することになるので、省資源、廃水負荷の軽減および省エネルギーとしての効果が大きい。単色相の場合には長期繰り返し使用、多色相の場合には淡色、中色、濃色の順序で再利用する。

### 3) 染色法の改善

#### (a) アルカリ染色法

染色において最も水を使用する水洗について、その負荷を軽減させる方法である。

ポリエステルの染色において、前処理に使用したアルカリのために pH が高い場合酢酸で中和を行ってから高温染色を行うが、中和が十分に行われないと一部の分散染料は分解し、タール状になる可能性がある。アルカリに耐える染料の選択と pH 調整剤の使用により中和工程が省略可能となり、用水・熱エネルギー・薬剤の使用量が減少する。

#### (b) アルカリ分解型分散染料染色法

ポリエステルとセルロース系の複合布地の染色において、弱酸性で分散染料を染色し、繊維表面についた不要の分散染料を還元洗浄剤を用いて洗浄し、アルカリ性の下で反応性染料をセルロースに染色する。これに対してある種の分散染料はアルカリ性の下で加水分解して染液に脱落する。このタイプの染料を使用してポリエステルの染色し、還元洗浄を省略して染浴をアルカリ性にして反応染料でセルロース部分の染色を行うと、ポリエステルの付着した余分の染料が脱落する。還元洗浄が省略された結果、排水中の還元性物質や無機塩の流入が軽減できる。

### (c) 多感応型反応染料による染色法

表 7-10 に各種染料種別固着率を示す。

表 7-10 各種染料種別固着率<sup>4)</sup>

染料種別	固着率 (%)	排水中の染料 (%)
直接染料	70~95	5~30
硫化染料	60~70	30~40
VAT 染料	80~95	5~20
アゾイック染料	90~95	5~10
反応性染料	50~80	20~50
酸性染料	80~93	7~20
含金属染料	95~98	2~5
カチオン染料	97~98	2~3
分散染料	85~95	5~10

この表から分かるとおり、綿の染色に用いられている反応性染料の最大の欠点は、固着率の悪さである。この固着率アップを目指して開発されたのが多感応型反応染料である。固着率のアップにより、染料の使用量が減少し、排水中へ廃棄される染料も減少する。

## (4) 自動化

### 1) 自動カラーマッチング装置

測色装置の開発とコンピュータの性能向上により、調色作業を自動的に行うことが可能になり、この結果調色時の試染回数が減り、試染に要する染料やエネルギーが節約され、本生産での再現性向上による歩留まりが改善され、染薬剤はじめ種々の節減に寄与している。今では先進国での染色業ではこの装置なしでは事業の継続ができないほどになっている。

### 2) 自動染薬剤秤量装置

従来、染料や薬剤の配合では、個々の薬剤を計量器を用いて人手で計り混合し、人力または攪拌機で均質にしていた。近年、これらの作業をコンピュータ、自動秤および作業ロボットを用いて種々の染料・薬剤を自動的に秤量・攪拌する装置が開発された。高粘度品や粉体品の自動計量も可能になり、さらに自動カラーマッチング装置との連動も可能となった。この装置の採用により、

1. 染・薬剤の秤量ミスがなくなった。
2. 必要な染・薬品が高速度で調合できるため、従来安全を見て多めに作られていた調合品が最適で準備できる。

作業環境が清潔になり、薬剤の人体への影響も少なくなった。もちろん、省力化と無駄の排除・迅速な作業による合理化も大きなものがある。

## (5) PVA の回収

染色工場からの廃水中の主な汚濁物質は、pH, SS, BOD, COD および色である。これらの汚濁物質の中、COD の除去が最も難しい。

現在織布工程において、たて糸用糊剤として PVA が多く用いられているが、PVA は生分解性が低いため、染色プロセスの糊抜き工程で排出される廃水の COD 負荷を高くしている。ここで紹介する PVA 回収システムは、装置と凝集剤の組み合わせにより糊抜きの廃液から PVA を完全に除去し、その結果 COD を殆ど完全に除去するとともに、再利用可能な PVA を回収することが可能となる。従って、廃水処理における COD 除去のための 2 次処理が不要となり、スラッジ処理を軽減させることができる。また、織布工場に併設されている染色工場では、廃水から回収された PVA は、たて糸のサイジング剤として再利用することが可能であり、PVA の回収システムの投資に対する費用効果は顕著になる。

このシステムの特徴は、次の 4 点にある。

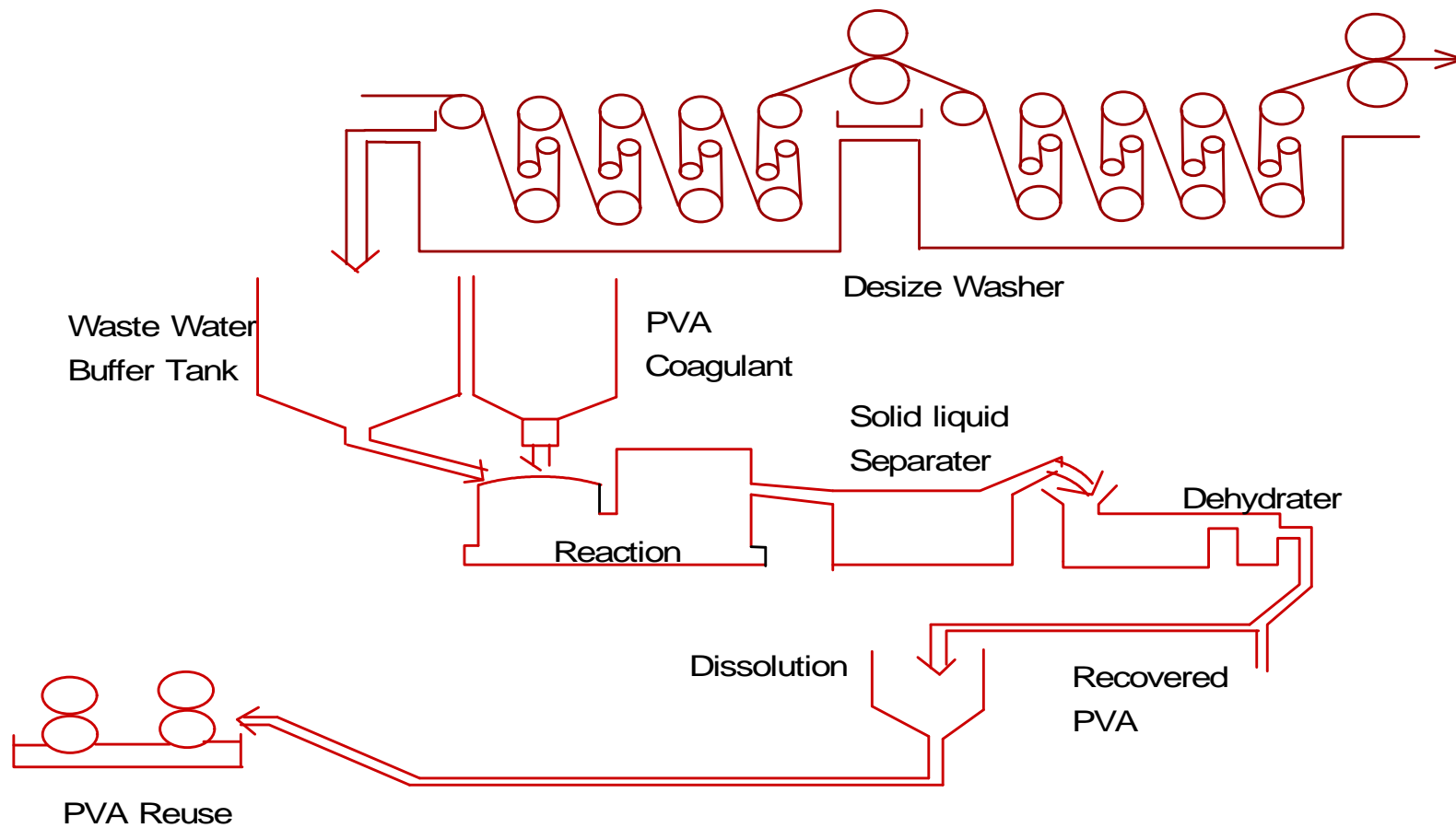
1. 95 ~ 100 % の PVA が回収される。
2. 回収された PVA はバージン PVA と同じように利用できる。
3. 装置は非常にコンパクトである。
4. 操作が非常に簡単である。

図 7-7 に PVA の回収プロセスフローを示す。糊抜き工程から排出される廃液をバッファータンクに貯留し、PVA 凝集剤と共に反応機に定量供給し、PVA を析出、浮上させる。PVA を含んだ懸濁液をオーバーフローで取り出し、水切りしてからプレスで脱水する。こうして取り出された PVA は、糊剤調整工程に送られ、再び PVA 溶液として調整され、サイジング工程で使用される。

連続プロセス実施例では、ポリエステル / 綿混で目付 121.0 g/m の布を 130 m/min で処理した場合、排出液 40 l/min に 1.6 % の PVA 含有量が、処理後の排水中の PVA 含有量は 0.04 % に減少、回収 PVA 量は 0.63 kg/min となっている。

PVA 回収による COD の削減効果を見ると、廃水量が 3,000 t/日の例で、糊抜き工程からはおよそ 900 kg/日の PVA が排出される。これに精練、漂白、染色から排出される PVA を含めると、1 t/日の PVA が排出される。この総合廃水を通常の生物処理のみで処理した場合は、COD は 230 ppm までしか下がらない。一方、糊抜き工程からの廃水のみを取り出し、PVA の回収を行い、その後の排水と他工程からの排水をあわせて生物処理を行い、COD を 40 ppm まで低下させることができる。

図7-7 PVA 回収フロー



## (6) 水の再利用

染色産業は用水多消費型産業であり、用水の確保が企業の死命を制すると言っても過言ではない。その対策の一つとして、廃水再生による再利用が検討され、実用の段階に至っている。

染色廃水の再生利用は、廃水の性状、廃水処理技術との関連で次のような方法が検討されている。最も簡単な方法として、汚染の少ない洗浄廃水を直接または新鮮水と混合して洗浄水として再利用するケースがある。回収される廃液は汚染の少ない極く限られた量となる。

次に、比較的汚染の少ない廃水を膜により再生利用するケースがある。現在盛んに開発が行われており、実用化の段階に入っている。膜を利用する水の再生はいろいろなプロセスが考えられる。

図 7-8 に膜による水の回収・再利用プロセスフローの例を示す。

洗浄廃水のみを膜処理するもので、得られる水質については工業用水と比較して遜色はない。1,500 m<sup>3</sup>/日の場合のプラントの建設費は、約 700,000 US\$と言われている。このプラントにより得られる再生水のコストは、1 m<sup>3</sup>当たり約 1 US\$となる。この水についても、それぞれの工場で製品品質の確認を行いながら利用することが必要である。

また、通常の廃水処理を行った総合染色廃水をさらに、高次処理を行って再利用するケースがある。

図 7-9 に総合廃水の高度処理による水の回収・再利用プロセスフローの例を示す。

現在得られている処理水のデータでは再利用が可能であるが、染色に対する影響を確認しながら利用先を決めて行くことが必要である。高次処理の部分で膜で行う技術も開発されている。



図7-8 膜を用いた水の回収・再利用プロセスフロー

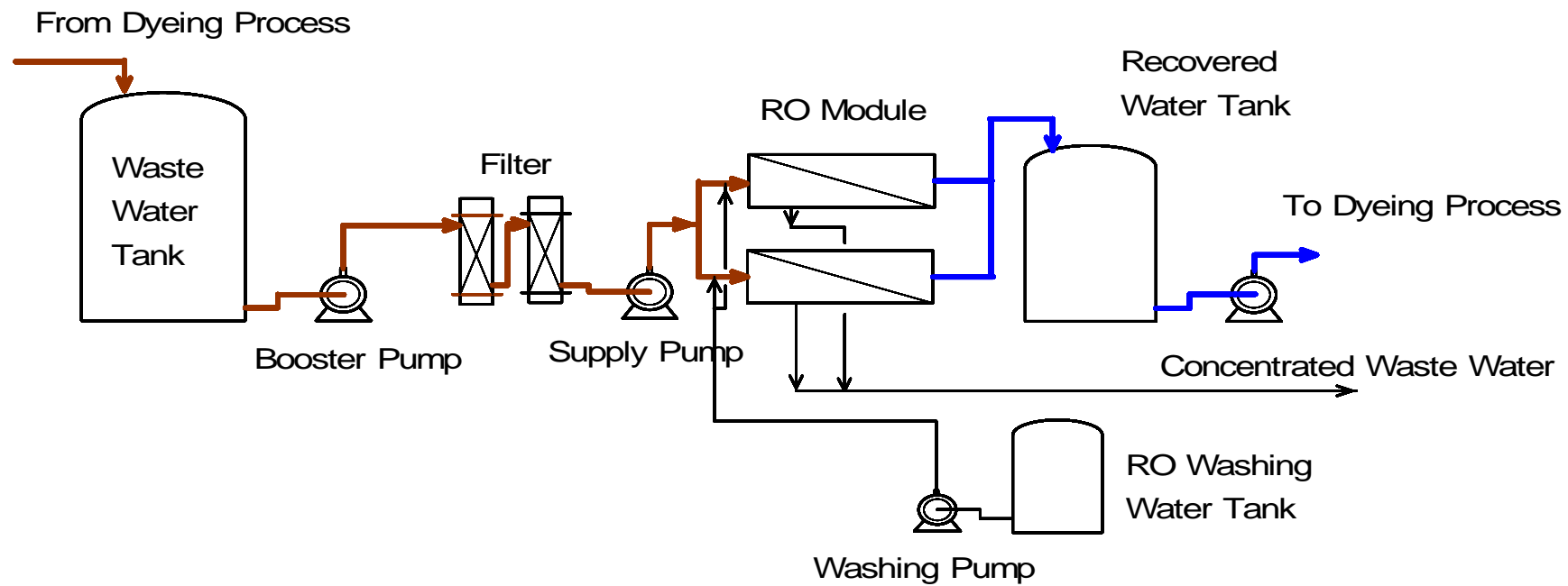
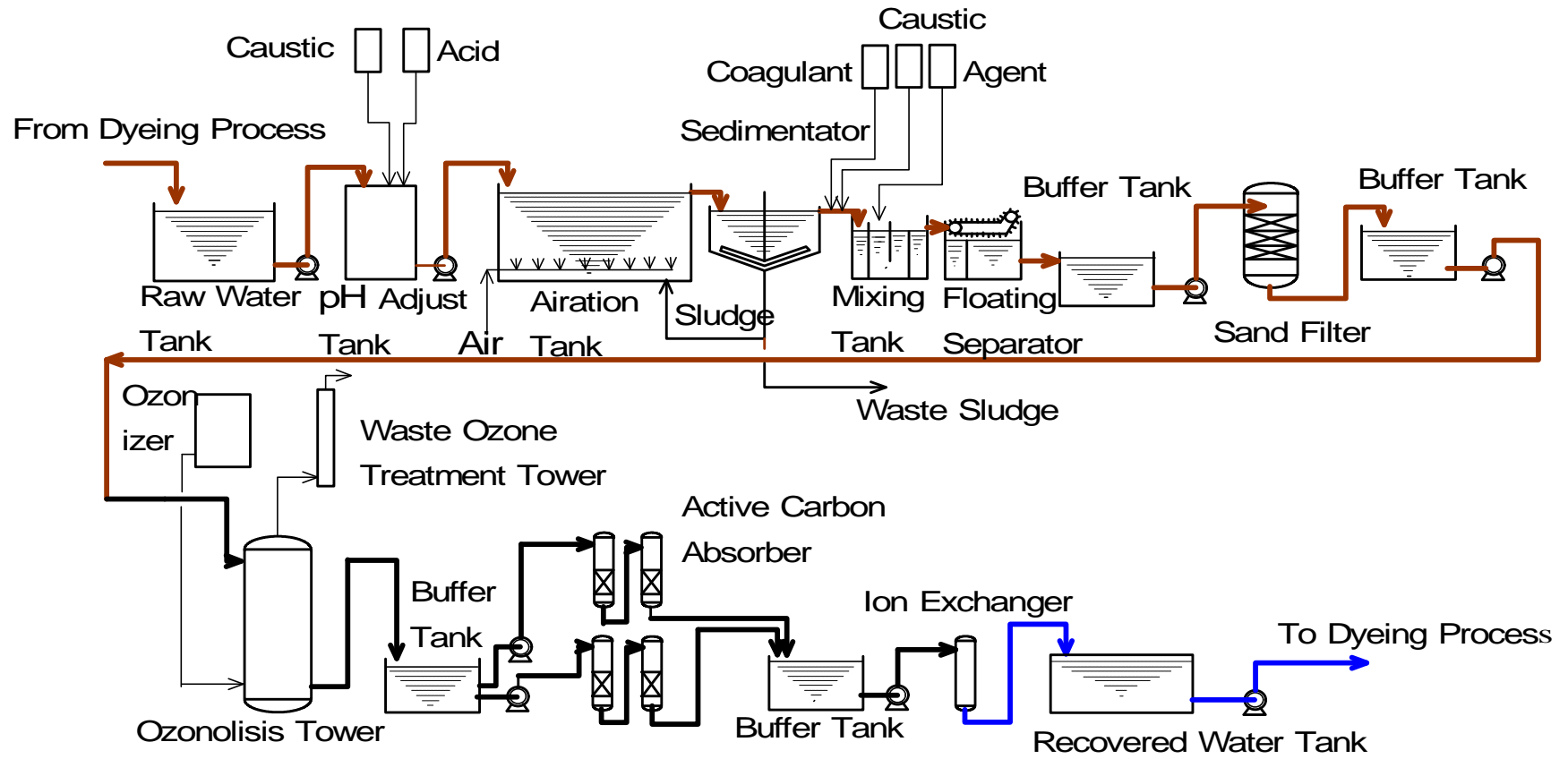


図7-9 総合廃水の高度処理による水の回収・再利用プロセスフロー



### 7-3 繊維サブセクターの生産管理技術の現状

生産管理は、生産の4要素(4M)である材料(Material)、機械設備(Machine)、人(Man)及び方法(Method)を効果的、効率的に運用して「顧客の望む品質を、適正な価格で、所定の期日までに」生産・供給するために、生産活動のみならず研究開発、設計、購買や販売など広範囲の活動を管理の対象とするが、ここでは染色工場の産業公害低減、クリーナープロダクションとの関連で、作業管理、原価管理、品質管理、設備管理、環境・安全管理の5項目を重点的に調査した。

#### (1) 作業管理

作業管理は、作業方法を標準化し、作業者を教育・訓練して、生産の質と量を常時ベストな状態に維持するための基礎的な生産管理活動である。今回の調査対象工場では次のような状況にある。

##### 1) 作業標準化の遅れ

染色条件及び手順を示した染色処方(formula)は作業者に手渡されるが、標準的な作業方法を決めた作業標準書・操作基準書は完備しておらず、個々の作業方法は作業者の恣意に任されていて全く管理されていない。このため相当強引な原材料(布地)の取扱い・運転操作が見受けられる。

また作業者同士が良い作業方法・運転操作の知識を共有して、作業改善に役立てることも行われていない。

##### 2) 運転・作業記録が形式的

運転記録・作業記録が粗雑・形式的で、事後の解析、将来の改善に活用できる形で整理・保管されていない。

##### 3) コミュニケーションの不足

現場(作業者)とのコミュニケーション、現場の巡回・視察が不足で、技術員・管理者層は現場作業の実態を理解していないので、問題点の把握・工程解析が進まず、生産性向上、品質向上、原価低減などの改善活動が停滞している。

##### 4) 整理整頓が不十分

作業場には置場表示(黄線)等の工夫はなされているが、不要品も多く整理整頓(5S)の見直しが必要である。また染色布のコンテナを移動し易いように整備すること。

不況の影響で現在生産量が落ちているので人及び機械設備には余裕があるが、反面生産ロットは小口化し品種切り替えの頻度が高く、効率の悪い生産になっている。染色工場としては顧客や前後の工程と積極的にコンタクトし、緊密な連携を図って効率的な生産計画・スケジュール

の立案と生産遂行に努力することが重要である。

また人・機械設備に余裕がある間に作業員の教育・訓練、機械設備の点検保守など日常出来にくいことを実施し、将来の増産に備えるべきである。

## (2) 原価管理

原価管理は、原価を見積り（計画原価）、まず実生産でこの計画原価を維持し、次いで原価低減を図ることである。このためには生産活動における原材料・動力・労務等の原単位をきちんと把握して製品毎に原価を管理し、更には原単位、原価の内容を解析・検討して原価低減に導くことが要請される。しかしながら調査対象工場では、製品毎、機台毎に原単位を計り原価を管理する仕組みができていない。

### 1) 原単位管理、製品毎の原価管理が未確立

国内市場での輸入品との競合、輸出市場でのコスト競争力等製造原価の問題は今後益々重要性を増してくる。したがって、まず原単位管理の重要性を認識して、製品毎に原単位・原価が管理できる体制・システムづくりをすることが必要である。

### 2) 情報共有化が必要

原単位・原価を管理し、更には原単位・原価の低減を計るためには、原単位の実態を関係者が熟知し、問題点、改善策に関する情報を共有していなければならない。製造原価に関する情報はトップ・シークレット（top secret）の場合が多いが、原単位管理、原単位向上を行う上で必要な情報は関係者に知らせて、職場の人達全員で細かな改善活動を積み重ねて行くことが重要である。

## (3) 品質管理

品質管理は、顧客の要求する品質を経済的に提供するためにあらゆる業務の質の向上を計る全員参加の全社的な活動である。

調査対象工場の半数近くが2・3年以内にISO 9001、9002の認証取得を目指して中には最終審査の段階に至った工場もあるが、殆どはようやく準備に着手した状況で、現在部分的に実施されている品質管理を体系化して全社活動にまで高めなければならない。

### 1) 部分的品質管理の状態

決められた試験・検査をして品質をチェックすることで品質管理が出来ていると考えている工場が多い。品質管理は全社活動であって全ての部門が全員参加で組織的・体系的に推進するものである。品質管理の難しさは次の点にある。

1. 顧客の要求は多様で品質基準が変化する。したがって常時市場ニーズのフィードバックが必要であること。
2. 品質は多くの機能の集積であり、品質が良いためには全ての機能が良くなければなら

らないこと。

3. 平均値だけでなく、「バラツキ」の管理が必要であること。

4. 繰り返しの生産活動に対しては、原因解析による問題原因の是正処置が必要であること。

以上のことを認識して、ISO 認証取得に向けて地道に品質管理体制の構築に取り組んでもらいたい。

## 2) 作業標準が未整備

作業ミス，作業の抜け・見落としをなくし、作業のバラツキを少なくして、効率的な作業が実施出来るように標準作業方法・標準作業時間を確立して「作業標準書」を作ること、「作業標準書」に基づいた On-the-Job Training を実施することが早急に必要である。

## 3) 品質意識の高揚に対する取り組みが不足

品質管理を確実に実施して行くためには一人一人の作業者の品質意識を高めることが不可欠で、品質管理の基礎知識や製品の品質目標、その意味・重要性などを理解させた上で意識を高揚する活動を継続しなければならない。

## (4) 設備管理

設備管理は、設備を企画・計画する段階から廃棄するまでの全過程に亘って設備を最も有効に活用するための管理活動であるが、ここでは「品質と生産性」を維持するための生産段階の設備管理について調査した。

酸，アルカリ，食塩などの無機塩類を多量に使用するためメカニカル・シール部、配管のジョイント部などの腐食劣化対策、コントロール・パネルやシーケンサーなどの電子部品，電気系統の補修が主な保全活動であるが、事後保全が主体である。

### 1) 蒸気漏れや水漏れは少ない

バルブ，ジョイントなどからの蒸気・水漏れは少なく、管理良好である。

### 2) コントロール・パネル、計器類の整備不良

セミ・オートマチックの染色機が多いが、電気・電子部品の保全・補修が不十分で作動不能のままのものが散見される。電子機器が益々増加してくるので、エレクトロニック機器のメンテナンスの出来る技術者の確保、養成が必要である。

## (5) 環境・安全管理

地球環境の保護，労働安全衛生の改善等、環境及び安全管理は企業の社会的責任として、企業評価の重要な尺度と考えられるようになって来ており、汚染物質・廃棄物の削減、省資源・省エネルギー生産、作業環境の改善、労働安全衛生の向上等の重要性は一段と増加している。調査対象工場の環境・安全管理の現状は、大きな課題を抱えたままの混沌とした状態と言える。

### 1) 排水・廃棄物の処理基準がなく放流状態

貯槽・処理槽・処理装置はなく、染色廃水を中和するために炭酸ガスの連続注入装置を設置している工場はあるが、しばしば停止（バルブを閉めている）している。

### 2) 5S（整理整頓）が不十分

作業場・職場環境の整理整頓、5Sの徹底が必要である。

特に染料計量室、染色助剤調整室の作業環境の改善が急務（粉塵、ガス、臭気対策）。

### 3) 安全保護具着用の徹底

マスク、イアー・プロテクター（耳栓）、ゴム手袋などの保護具の着用は比較的良く守られているが、安全メガネ、帽子・ヘルメットを含めて保護具着用の徹底を図ること。

## 7-4 繊維サブセクターから発生する産業公害

### 7-4-1 繊維サブセクターからの産業公害原因物質排出状況

#### (1) 染色工場からの排水

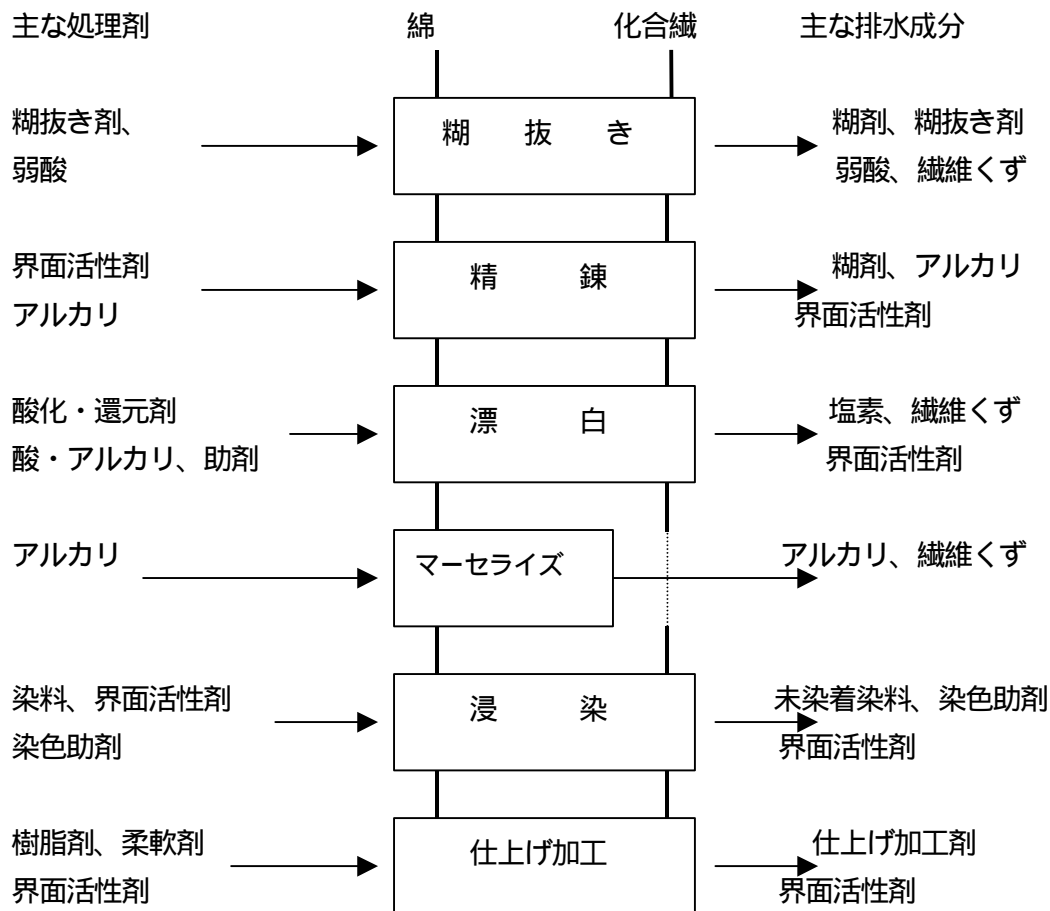
一般に染色工場からの排水の汚染内容はおおむね次の通りである。

1. 染料による着色（視覚判断から汚染感を与える。）
2. pHの変動（各種染色条件によってpHが振れるが、概ねアルカリ性サイド）
3. BODの増大（繊維に含まれる澱粉、タンパク質、有機酸等がBODを増大させる。）
4. CODの増大（界面活性剤、合成糊（特にPVA）等がCODを増大させる。）
5. SSの増大（繊維くず、高分子オリゴマー、ケイ酸ソーダ等の汚染物質が多い。）
6. その他（残留塩素、溶存塩類、硫化物、臭気、泡等）

図 7-10 に染色加工の工程と排水中の成分との関係を示す。

1. 糊抜き工程排水：使用する糊の種類によって異なるが、排水中のCOD源としては種々の工程の中で最大の濃度を示す。糊剤はでん粉等を除くと殆どのが生物学的に難分解性であり、BODに比較して著しく高いCOD濃度を示す。
2. 精練工程排水：苛性ソーダなどの薬剤を用いるので強アルカリ性である。排水中には油分、アルカリの外、浸剤、助剤などが含まれ、COD、BOD負荷やSSも高い。
3. 漂白工程排水：酸化漂白剤の次亜塩素酸ソーダ等を用いると排水中のpHは高くアルカリ性を示し、還元漂白剤の亜硫酸ナトリウムでは酸性となる。COD、BOD負荷は中程度である。

図 7-10 染色加工の工程と排水



4. 染色工程排水: 使用する染料によって、排水水質は大きく変わる。界面活性剤、染色助剤による汚染物質と染料による色の問題がある。助剤として酢酸を使用すると高BODになりやすい。
5. 仕上工程排水: この工程では樹脂剤、油剤、糊剤、等が用いられるが、繊維に固着するので排水に混入することは少ない。また水使用量も少ないので、全体への汚濁負荷寄与率は大きくない。

## (2) 第1次調査8工場の排水水質

それぞれの工場の染色機から各工程ごとに排出される排水の水質と、工場から公共水域（河川またはボゴタ市の下水道流域）に排出される排水の水質を調査した。

調査した各工場の、夫々の染色機で各工程が終了した時の排水の水質として、代表的な汚濁物質の濃度とpHの値を表7-11に示した。なお排出温度は精練・漂白工程で約60～90であり、染色工程では60程度の値が多かった。

分析値では、精練工程と染色工程からの負荷が多いが、精練工程では糊抜きが同時に処理されることもあってCODとBODが非常に高くなっている。精練工程からの排水のCODがかなり高濃度で排出されているがBOD濃度がそれ程高くないことは、生物分解がかなり困難な糊

剤を使用していることを示唆している。pH はアルカリ側の廃水が多い。

表 7-11 染色加工の各工程からの排水水質 単位 (mg/l)

	pH	^物可溶分	BOD	COD	SS
精練工程	8.4~12.0	62~240	705~2460	885~4800	10~332
染色工程	3.4~10.8	1~320	132~690	328~5720	15~539
仕上工程	6.6~7.8	4~15	13~90	49~115	25~48

調査した染色工場では、前項で述べた種々の工程からの廃水が、複数台の染色機から単位工程が終了するたびに排出され、工場内の排水路で合流し最終的には下水道等の公共水域に未処理のまま放流される。一部の工場では温度やpHを調整した後に外部に放流している。工場の最終排出口で分析試料の採取が可能であった7工場の排水水質と排水量を表7-12に示した。

表 7-12 繊維サブセクター工場からの排水水質

工場	排水量 (m <sup>3</sup> /日)	温度 ( )	pH	ヘキサン可溶分	BOD	COD	SS
A	800	34~39	8.3~10.1	49	288	356	25
B	1000	38~48	8.6~9.7	34	540	806	414
C	150	41~54	6.0~11.3	74	342	1137	344
D	400	35~41	6.4~7.2	30	126	272	7
E	1800	37~38	8.6~10.1	308	510	745	100
F	50	23~40	7.6~8.3	16	99	204	44
G	480	26~30	7.2~7.7	56	270	416	73

汚濁物質濃度単位 : (mg/l)

表中に採用した数値は1時間毎に採取した3乃至は4サンプルをコンポジットサンプルとした試料の分析値である。但し温度とpHについてはコンポジット試料を構成している各サンプルの測定値の最小値と最大値を記載している。なお、排水量については工場の排出口で実測した値と、調査した工場からのヒアリングで得た知見(例えば工場の工程用水使用量)などから計算もしくは推定した値を記してある。

排水中の汚濁濃度について、現在のDAMAの排出濃度基準(DAMA Resolution 1074 concluded 1997)に対する適合性を考察してみる。

1. 温度: DAMAの基準値30以下を満足する工場は1工場のみであった。
2. pH: DAMAの基準値5~9からみるとpHの高いアルカリ側の排水が多い。
3. ヘキサン抽出物質: 一つの工場で308 mg/lと異常に高い値を示している。他の6工場ではDAMAの排出基準値の100 mg/l以下である。
4. BOD, COD: 分析の結果では、すべての工場でDAMAの基準値のBOD = 1,000、COD = 2,000 mg/lの約半分以下である。BOD/CODの比率は工程からの排水(表7-11)に比べて大きな値を示している。



5. SS: 7工場の濃度は4~414とかなりバラツキを示しているが、いずれの工場もDAMAの基準値1,000 mg/l以下を満足している。

#### 7-4-2 ボゴタ市における産業公害に対する繊維サブセクターの影響度

本調査ではボゴタ市におけるサブセクター毎の産業公害に対する影響度のデータは得られなかったが、予備調査においてDAMAの調査結果が報告されている。これによると、産業サブセクター別の排水中汚染物質負荷の割合は、

食品・飲料	53.8 %	金属・冶金	34.5 %	皮革	5.9 %
繊維	2.7 %	化学品	2.0 %	その他	1.1 %

となっており、繊維サブセクターの水質に関する産業公害に及ぼす影響度は他の産業サブセクターに比べて大きくないと言えるだろう。

表7-13にボゴタ市にある16の染色工場からの排水の性状についてのデータを示した。

表 7-13 Bogota 市の繊維サブセクターから排出される排水水質

No.	Name of Company	pH	Temp	Oil	SST	BOD	COD	Flow Rate
				mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	m <sup>3</sup> /month
1	A*	8.3 /5.1	35 /34	85 /39	6289 /71	443 /95	997 /557	79070
2	B*	8.1 /7.4	29 /27	20	3093 /251	1741 /180	3123 /1726	6480 + ?
3	C	9.1	38	14	75	135	211	31450
4	D	7.3	30	40	60	264	840	25000
5	E*	12.5 /5.9	32 /20	38 /28	66 /28	806 /511	1895 /956	19924
6	F	11.0	43	4	145	198	1015	17095
7	G*	7.7 /3.0	45 /27	87 /18	352 /26	525 /191	1614 /659	10701
8	H	8.8	36	49	25	288	356	9953
9	I	9.2	35	39	15	210	300	8125
10	J	10.0	58	496	109	102	233	5806
11	K	5.0	34	17	13	228	415	5088
12	L	6.9	37	30	7	126	272	4977
13	M	7.4	29	16	36	99	204	2151
14	N*	7.1 /8.7	50 /30	1172 /66	28 /17	365 /76	517 /216	2099
15	O	7.4	27	115	1565	294	974	2044
16	P*	6.5 /5.7	16 /15	16 /13	45 /23	548 /32	380 /67	446
	DAMA's REGULATION	6.0 ~8.0	<30	<100	<800	<1000	<2000	-

(from DAMA's Data)

(Note):

1. Companies marked with (\*) have 2 or 3 discharge points of waste water and in this case, data show max./min. of each point and Flow Rate shows total of all points.
2. Flow Rate of one point of B is not shown in DAMA's data, but this company is estimated to discharge considerable amount (more than 50000 m<sup>3</sup>/month) of waste water from other data.

これらのデータは1997年の10月から1998年の11月にかけてDAMAが収集したものであるが、ポゴタ市の全部の染色工場を網羅しているものではない。この表を見ると殆どの工場がDAMAの規制値をいずれかの項目でクリアーしていないことがわかる。しかし、注意しなければならないのは、ポゴタ市にある全ての染色工場が採用しているバッチ式染色機から排出される排水の性状は、バッチ内でも大きく変動することである。殆どの工場は排水の性状を均質化するための混合タンクを備えていないため、これらのデータは工場排水の性状の平均値を表していない。BODやCODはかろうじてDAMAの規制値をクリアーしているが、将来DAMAが規制値を見直した場合には全ての工場がBODおよびCODを減少させるための本格的な廃水処理装置を設置しなければならないことは明瞭である。

#### 7-4-3 日本における繊維サブセクターからの産業公害の歴史及び現状

日本の繊維サブセクターにおける染色排水の公害対策の現状について概要を述べる。日本において、主に綿、合成繊維の染色業を対象とする繊維サブセクターに起因する産業公害では、歴史上大きな問題に発展したものはない。ただし、染色業の排水に特有な着色排水の問題では、現在でも漁業者等からのクレームに対応を必要としている工場がある。染料による排水着色は感覚的に捉えられる要素が多く、日本の法律でも、色相についての排出基準値はない。地方条例では、川崎市、和歌山県など、色相を定量的に扱った数値で規制をしている自治体もある。また、企業側としても着色排水の脱色には、オゾン処理や活性炭吸着のような高度排水処理で対応している場合が多い。

古くから繊維産業ではその品質の特性からも、いわゆる良質の水をしかも大量に必要とする産業であり、工場内処理水のリサイクル率は他の産業に比べても極端に悪く、おおむね20%前後にしかすぎない。

#### 7-4-4 日本における廃水処理技術の現状

一般に排水中の汚濁物質は、浮遊物質、コロイド、溶解物質に分けられ、水処理の難易度はこの粒子の大きさや形態に影響される。これらの汚濁物質を種々の方法によって反応させ凝縮させることにより水と汚濁物質に分離させる必要がある。

表7-14は廃水処理方法と得られる効果を示したもので、処理方法によりその効果が異なることから、通常いくつかの組み合わせによりプラントが構成される。

染色排水の処理は種々の方法が試みられているが、大多数の企業においては凝集沈殿法と活性汚泥法が大勢を占めている。

##### (1) 凝集処理法

染色廃水中の染料や界面活性剤は粒子が非常に小さくそのままでは沈降しなかったり、濾材を素通りしたりして除くことができない。このため粒子を集合させて大きくする凝集処理が行わ

れる。凝集処理の対象となる粒子の大きさは  $10^{-9}\text{m} \sim 10^{-6}$  程度であり、コロイドと呼ばれている。

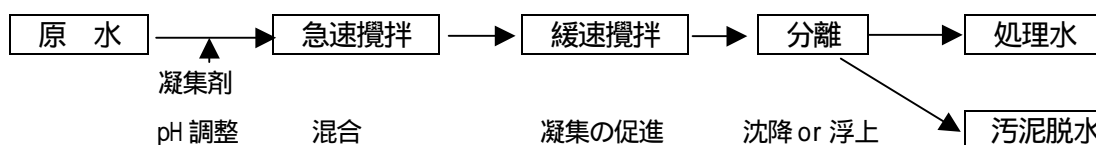
表7-14 各種廃水処理方法とその効果<sup>7)</sup>

処理方法	SS	BOD	COD	色	油分
凝集沈殿法（重力沈殿）					
凝集沈殿法（加圧浮上）					
活性汚泥法					
イオン吸着法					
酸化処理法					
中和処理法					
活性炭処理					
濾過処理					
高度濾過処理					

水中のコロイド粒子は電荷を持っており、粒子間に静電的な反発力が働いて粒子が集まりにくく長時間放置しても沈殿しない。この懸濁液中にコロイド表面の電荷を小さくするような物質を加えて粒子どうしの反発力を弱め、粒子を結合してフロックとするのが凝集のメカニズムである。この物質が凝集剤であり、最も多く用いられているのが無機凝集剤である。一般に無機凝集剤として用いられる薬剤は鉄やアルミニウムの塩（硫酸第1鉄、硫酸アルミニウム等）である。これらの金属はイオンの電荷数が多いので凝集効果が大きく、また金属水酸化物生成しフロック化する性質を持っているので無機塩の中では特に凝集効果が大きい。凝集効果を保つにはアルカリ性であることが必要であるが、染色工場の排水は殆どがアルカリ性であるのでアルカリの添加は不要である。

もう一つの凝集剤が高分子凝集剤で、コロイド粒子に対して少量の添加量で大きなフロックを作ることができる。高分子凝集剤は強い結合を持ち、無機凝集剤に比べてフロックが大きく、強度のある、扱いやすいフロックが得られる。さらに高分子凝集剤は少量の添加で十分な効果を発揮するのでスラッジの発生量が少ない。このため最近では広く廃水処理に用いられている。染色工場廃水処理として最も多く用いられている凝集処理法の基本フローを図7-8に示す。

図7-11 凝集処理法の基本フロー<sup>7)</sup>



### 1) 凝集沈殿法

通常染色工場では、急速攪拌槽内に凝集剤とpH調整剤を定量ポンプで注入し、緩速攪拌槽に高分子凝集剤を定量注入する方法が採られている。分離槽については、横流式と周辺駆動円形

式が代表であるが、日本の染色工場では円形式が主流を占めている。

## 2) 浮上分離法(加圧浮上法)

凝集剤を加えることによって生成するフロックに対して、装置の下部から加圧水(空気も同時に)を注入することにより気泡を発生させ、この気泡にフロックを吸着させ、装置の表面に浮上させる。設備の設置面積が比較的小さく、また、排水中に油分が多い場合は油分も同時に除去できる。

凝集法では、排水中の広範囲の汚濁物質を取り除くことができるが、基本的には水溶性染料のような可溶性物質を除去することはできない。しかし、凝集剤の中には色素に対して吸着能力のあるものや、高分子凝集剤の併用により脱色効果を示すものもある。例えば、

1. 凝集剤にベントナイトなどを併用することにより、塩基性染料、直接染料、酸性染料に脱色効果が見られる。
2. 凝集処理前にカチオン系の凝集剤で処理すると反応染料などのアニオン染料の脱色に効果がある。
3. 調整槽や沈殿槽に粉末活性炭を注入して COD, 色素の除去効率を向上させる方法もある。

## (2) 生物学的処理方法

生物学的処理方法は、自然界で営まれている浄化作用(河川に流入した有機物が水中の様々な微生物によって固定化され浄化される作用)を人間の手でうまくコントロールすることにより汚濁物質を取り除く方法である。この処理方法の最大の利点は、凝集沈殿法では水中の汚濁物質が100% スラッジとして排出されるのに対し、活性汚泥法では100の汚濁物質が生物分解によって40以下に減少することであり、COD, BOD成分が水と炭酸ガスに分解することにより廃棄物の大幅な減少につながることである。

活性汚泥法の処理方法は、BOD 負荷・MLSS(汚濁水中の汚濁物質の重量割合)濃度・エアレーション時間などの条件の違いによって異なるが、染色工場において主に採用されている標準法および再曝気活性汚泥法ではおおむね表7-15の様な条件に設定されている。

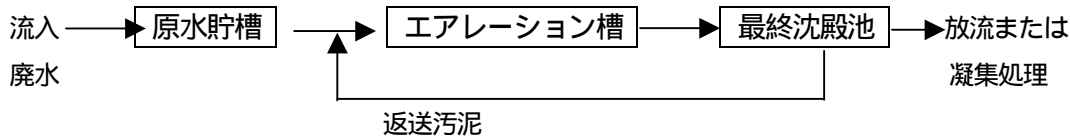
表7-15 活性汚泥処理の条件<sup>7)</sup>

処理方法	BOD 容積負荷 kg/m <sup>3</sup> /day	MLSS ( mg/l )	汚泥返送比 ( % )	送気量 (処理水比)	エアレーション ( h )
標準法	0.6	1500 - 2000	20 - 70	3 - 7	4 - 8
再曝気法	0.2	2000 - 8000	50 - 100	12 以上	5 以上

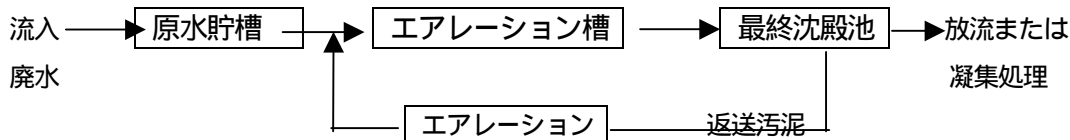
活性汚泥法の標準フローを図7-12に示す。

図7-12 活性汚泥法フロー<sup>7)</sup>

1) 標準活性汚泥法



2) 再曝気法



活性汚泥法における汚泥の浄化能力は、環境の変化によって著しく影響を受ける。

1. 活性汚泥の活性は pH6 - 7 の範囲で高い活性を示す。この領域からはずれると汚泥活性は急激に低減し、pH4 または 10 になると活性は殆ど失われる。
2. 生物の酸化作用の最適条件は 30 - 40 にあり、とくに 35 で最大の活性を示す。汚泥の活性度はこの温度領域をはずれると急激に低下する。30 以下では比例的に活性度が低下し、45 になると活性度は 35 の半分以下となり、50 では全く活性度を失う。
3. 活性汚泥法における処理能力は、曝気槽内の汚泥濃度( MLSS )によって決まる。染色廃水処理に応用される活性汚泥法では、一般に MLSS 濃度が 2,000 から 10,000 の範囲で運転されている。
4. 活性汚泥法において水中の生物は廃水中の BOD (主に炭水化物) を主食とするが、それ以外に栄養源として窒素とリンを必要とする。活性汚泥処理における栄養バランスは、BOD(炭素) : 窒素 : リンの比が 100 : 5 : 1 が最もよい状態である。染色工場では、尿素や柔軟剤からの窒素、ボイラの清缶剤中のリン等でバランスがとれていることが多い。

(3) 活性汚泥法と凝集沈殿法の組み合わせ

現在染色工業では、活性汚泥法単独で処理している工場もあるが、多くの企業では凝集沈殿法との組み合わせで運用されている。これは活性汚泥の処理容量が小さいため事前に有機物質を除去してから、活性汚泥による有機物の分解を行う場合と、分散染料や顔料などの比較的除去しやすい色素分を除去する目的がある。凝集沈殿を活性汚泥の前に行う場合とその逆の場合があるが一長一短がある。

(4) その他の処理法

上記凝集沈殿法と活性汚泥法の単独または組み合わせが染色工場の廃水処理の根幹をなすが、近年、環境浄化の要求の高まりから、上記2法以外の方法が実用化されるようになった。

### 1) オゾン酸化法

オゾンを廃水中に吹き込み汚濁を除去する方法で、着色成分の除去にはそれなりの効果があるが、COD の除去にはあまり効果が期待できない。経済性の点からも現状では問題があるが、今後効率の良い装置の開発が期待できる。

### 2) 活性炭吸着法

COD を 50 以下に下げるとともに脱色を目的とする方法として有効な方法である。しかし、活性炭が吸着できる汚濁物質はその重量の 5 分の 1 程度で、汚濁の大きな廃水に直接使用すると活性炭の使用量が膨大になる。従ってある程度汚濁物質を除去した後で活性炭処理を行うこととなる。

表 7-16 に日本における染色業界で採用している排水処理方式を示す。

表 7-16 用いられている処理方式(pH 調整は除く)<sup>6)</sup>

処理方式	凝集沈殿	活性汚泥	凝集沈殿 + 活性汚泥	散水ろ床	凝集 + 活性 + 散水ろ床
事業所数	8	3 2	3 6	1	1
処理方式	活性汚泥 + 酸化還元	凝集 + 活性 + 酸化還元	活性汚泥 + 吸着	凝集 + 活性 + 吸着	凝集 + 活性 + 吸着 + 酸還
事業所数	1	2	3	4	1

大半の事業所が 2 次処理まで行っており、凝集沈殿処理と活性汚泥処理を組み合わせた方式が主流となっている。また条例により処理水（放流水）濃度を下げる必要から、吸着などの高度処理を加える場合があるが、BOD、COD、ヘキサン抽出物質については生物処理に加えて酸化還元、吸着などの物理化学処理法を併用した場合におおむね高い除去率が得られている。

一方、工程における工夫として濃厚加工液の回収を行っている事業所や、工程排水を精練系、染色系等に分けて処理している事業所がある。排水負荷変動への対応策としては、大型の原水貯留槽の設置が一般的である。また染色排水ではしばしば排水が高温（40 以上）となり生物処理にマイナスとなるので、冷水塔の設置により排水の低温化を図っている工場もある。

糊抜き工程から出る PVA は生分解性が低く処理が困難である。PVA の回収に関しては限外濾過膜を用いた方法や、凝結剤を用いた方法がある。また活性汚泥槽に酸素を供給して除去率を上げる工夫をしている工場もあるが、汚泥槽の MLSS 濃度を上げ、汚泥槽単位容量当たりの要処理有機汚濁物質の負荷を上げる方法として合理的である。

界面活性剤は製品によって BOD 負荷、COD 負荷、および毒性が著しく異なるため、一律に対策を述べるのは困難であるが、使用する工程では一定の濃度で機能を発揮する特性なので、用水量の削減が直接に排出量の減少に効果がある。その他可能な限り生分解性の高い界面活性

剤を用いるのが望ましい。

染料については言うまでもなく着色排水が一番の問題である。この節の冒頭に述べたように、オゾン酸化や各種吸着剤への吸着で対処しているのが現状である。

## 7-5 繊維サブセクターにおける技術的改善策

### 7-5-1 繊維サブセクターにおけるクリーナープロダクション技術の推進による改善策

#### (1) 製造技術

##### 1) 浴比管理の徹底と低浴比化の推進

染色に供する布帛量は、染色ロット毎に変動し毎回同じではない。したがって染色ロット毎にチャージする水量を増減して染色処方・染色条件に示されている浴比に合わせなければならない。しかし、現実には染色機毎に予め設定されている水量まで自動注入する 경우가殆どで、細かな浴比管理は行われていない。実際に見聞した例では、条件表の浴比「1 : 8」に対して実際には「1 : 11」で染色が行われた。この場合に問題と考えられる事項は、

1. 染料添加量は、owf (on the weight of fiber) 即ち布帛(繊維)重量に基づいた百分率(%)で計算するので直接的には浴比とは無関係であるが、厳密には浴比が大きく変われば染着率が変化するため微妙に色合いが変わる。従って染料添加量の微調整が必要になってくる。
2. 一方、染色薬剤(界面活性剤、塩類など)の添加量は、染色液中の濃度(g/l)で計算されるので、この例のように浴比が大きい方向にずれた場合には必要以上に添加されることになる。言い換えると薬剤の無駄使い、コストアップになると同時に不要に環境負荷を増大し汚染を拡大していることになる。
3. 染色液水量その後の洗浄水量も必要以上に使用することになり、したがって加熱蒸気も余分に使用することとなる。水及びエネルギーの無駄使いとなる。
4. 万一、浴比のバラツキ・相違によって製品仕上がり(色合い)に影響が出た場合には再加工(Re-processing)となり、結果的にロス及び無駄は一層大きくなる。

ここに挙げた例は、多分経験的に「この程度の浴比の違いは製品仕上がりには影響ない」との判断から通常行われていることと思われるが、加工コスト及び環境負荷の点からは大きなロスである。

浴比管理の重要性と細かな対応の必要性を再認識して、厳格な浴比管理を実行することが望まれる。

##### 2) 塩添加量の最適化

コットン等セルロース系繊維は一般的に反応染料(reactive dye)で染色する。この反応染料使いの染色法では染色助剤として多量の中性塩(食塩または芒硝)が使用されるが、この中性塩の添加量は、反応染料の親和性により異なることから、使用染料ごとに、また配合染色においては染料の配合比率によって増減させる必要がある。即ち、中性塩の最適添加量は個々の染

料によって相違している。ところが、実用上では、個々の染料による使い分け、あるいは配合染色時の最適量の予測が容易でないことから、過剰に使用したり、あるいは段階的に3水準程度に分けて添加量を決めているのが実状である。しかしながら、加工コスト及び環境負荷の低減を図るためには、各染色バッチ毎に最適量を添加し、過剰使用は避けるべきである。これまでの技術情報を基にそれぞれの配合染色処方毎に予め中性塩の最適量を算出して置いて利用する、あるいは染料メーカーの開発したシステムを活用するなど工場の実状に合った方法を検討することが望まれる。

### 3) 熱回収

徹底した熱回収を行いエネルギーの節減を図ると共に廃水温度を低下させる。

#### (a) 工程冷却水のプロセス水への利用

染色機に付属している既設の熱交換器より、染色サイクルの冷却時に排出される加熱された冷却水を回収し、染色機への供給水として利用する。タンクとポンプの設置のみで投資額が少なく、実施しやすい。一部工場ではすでに実施しているが、まだ未実施の工場では是非利用を行うべきであり、実施中の工場ではさらに効率を上げる対策をとる必要がある。

#### (b) 廃水からの熱回収

染色機から排出される高温の廃水を、熱交換器で冷却し、加熱された冷却水を染色機への供給水として利用する。上記冷却水の利用に比べてやや投資額が大きいですが、比較的投資効率が良いことと、現在DAMA規制値を上回っている排水の温度を低下させるためにも有効である。

### 4) 水の再利用

水の回収、再利用についてはまだ技術的な検討事項が多くあるが、水資源確保さらにコスト削減の見地から重要なテーマである。この問題はエンドオブパイプ技術との組み合わせを考慮しながら取り組む必要がある。

染色設備がバッチ染色で、かつ、自動化されていることから、各サイクルで排出される廃水をバルブで切り替えることが可能である。これにより汚濁の少ない排水と多い排水を分離することができる。廃水処理のみを行う場合は汚濁の多い排水のみを対象として処理することにより設備がコンパクトになる。また、水の回収を行う場合には汚濁の少ない排水を対象にすることでプロセスの簡略化が可能となる。

### 5) 技術開発の推進

染色工場で実際に使用されている技術は、染色の基盤技術と各企業が独自に開発・蓄積してきた多くのノウハウ(know-how)とが合体して出来上がったもので、一朝一夕に新技術を導入して成功するものではなく、各企業で自企業に適した技術に作り変えることが必要である。したがって染色・染料の新技術に関しては世界的な動向を絶えず注視、情報を収集し、優れた技術については自社で良く検討、評価して導入することが重要である。次に染色加工のクリー



ナー・プロダクション技術として紹介されている技術を列挙するので、染料メーカー、染色機械メーカー等と良くタイ・アップして、各企業毎に採用・実施の可否を検討することをリコメンドする。

- 1．アルカリ分解型分散染料
- 2．多官能型反応染料
- 3．ポリエステル製のラピッド染色法
- 4．コールドバッチ漂白法
- 5．コールドパッド染色法
- 6．高効率洗浄機と洗浄水削減

## (2) 管理技術

### 1) 作業の標準化、是正処置の徹底と品質の安定・向上

#### (Re-processing・再加工の低減)

作業・作業方法の標準化は、工程管理、品質管理の基本である。まず早急に作業・作業方法を標準化して、正しい作業方法で品質のバラツキを減らし品質を安定化し、次いで不良品の原因を是正して品質の向上を計り、再加工（Re-processing）を低減する。このことによってクリーナープロダクションを達成する。

### 2) 省資源・省エネルギー意識高揚キャンペーン

省資源・省エネルギーがコストを低減し、環境負荷を軽減することは自明である。この省資源・省エネルギーを成功させるには、全従業員、特に生産現場の作業員一人一人の細かい配慮・注意が重要である。全従業員の意識を高揚し、協力を得るために継続した「意識高揚キャンペーン」を行う。

### 3) 作業環境の改善と5Sの徹底

優れた品質、高い生産性は、整頓された働きやすい作業環境から生まれる。徹底した5S運動を展開して作業環境の改善を図り、クリーナープロダクションに貢献する。

### 4) 染色情報（染料配合処方）の整理・活用と試験染色回数の削減

これまで生産を行ってきた染色・染料配合処方情報及び試験染色情報を色見本・カーサプルと一緒に整理・ファイルして大切に保存する。新しい注文、新色の染料配合を開発する際に、このファイル情報を有効に活用して試験染色の回数を削減し、原材料、時間、労力の節約と環境負荷軽減に役立てる。

### 5) 薬剤・助剤容器の固定化（容器洗浄水の削減）

界面活性剤、分散剤、酸・アルカリ等の薬剤・助剤の多くは、薬剤・助剤調製室で計量、調合されポリ容器に入れて染色機・染色作業員に配布される。容器の管理は煩雑になるが、薬剤・

助剤の品種毎に入れる容器を固定、回収し、容器の洗浄水量、洗浄回数を減らし、節水する。一回一回の洗浄水量は僅かでも種類と数が多いだけに喩え通り「塵も積もれば山」となる。

### **(3) 設備**

#### **1) 新鋭染色機への更新**

10年以上経過した古い染色機が多く見られる。これらの機械は浴比が大きく生産性が低い。最新の浴比の小さな機械に更新することにより大幅な省エネルギー、省資源が可能となる。ただし、投資額が大きいため、不況で生産量が低下している現状では不可能である。生産量が増加して投資が可能になるチャンスをまって実施すべきであろう。

#### **2) 自動化の推進**

染色機の古さとも関連するが、自動化が遅れている。自動化の推進により、省力化は勿論のこと、作業ミスによる不良品の発生が減少し、省エネルギー、省資源、排水量の削減が期待される。

#### **3) 計測機器の整備**

直接運転に関わるものではないが、管理面の強化を行うにあたって、水および蒸気の流量の測定が不可欠であることから、これらの流量計の設置が望まれる。(常設ではなく、必要時に設置する方法でも可) そのほか原反の重量測定も大切な項目である。

#### **4) メンテナンスの強化**

設備稼働率の向上、品質不良発生防止および各種原単位向上のために、メンテナンスの強化が必要である。現状は事後保全が主体となっているが、予防保全の導入も検討されるべきであろう。

### **7-5-2 繊維サブセクターにおけるエンド・オブ・パイプ技術の改善策**

#### **(1) 調査工場における排水汚濁低減設備**

繊維サブセクターからの排水は概してアルカリサイドの排水が多く、一部工場では CO<sub>2</sub> ガスを排水中に吹き込んで pH を下げる pH 調整設備を設置している。また、極く一部の工場では、排水の温度を下げるため冷却塔を設置して、汚濁排水の蒸発潜熱を利用して直接に排水を冷却している。

排水溝に簡単な油分離槽を設置している工場が多いが、染色工程の排水では油分がそれ程多くないので、この分離槽は工場内の種々の機械の潤滑油等の分離も兼用している。

また、排水溝の所々に糸くず等の大きい浮遊状物質を補集するために、ストレーナーが設置されている。

しかし、調査対象工場においては、COD,BOD のような有機汚濁物質が高濃度で排出されて

いるが、DAMA の排水基準 (Resolution 1074) は超えていないこともあり、凝集沈殿装置や、活性汚泥装置を装備している工場は皆無である。

## (2) 処理設備の改善について

排水の pH と温度は DAMA の規制値を超えている工場が多く、早急な対策が望まれる。

### 1) pH 対策

現在一部工場で採用されている CO<sub>2</sub> ガスによる pH のコントロール方法は、HCl や H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> のような液酸を用いる方法より簡便で設備費も安価である。しかし連続排水の pH の調整は排水の pH 値や流量が絶えず変動するため、実際に装置を設置している工場でも、pH は高めに規格を外れているケースが多い。自動制御が難しく手動で CO<sub>2</sub> ガス注入バルブを制御している。日常の管理にも例えば測定頻度を増やす等のきめの細かい管理と pH 電極のメンテナンスの充実が必要である。さらには、排水の貯槽を設けて排水性状を均一化することによりより安定したコントロールを行うことが望まれる。

### 2) 温度低下対策

現在一部の工場で採用されている冷却塔による温度冷却する方式は、エネルギーコストもさることながら汚濁物を含んでいる排水を直接冷却することから、クーリングタワーのエレメントの劣化や汚れ、また水の一部が蒸発することによる汚濁物質の濃度の増加も懸念される。高温排水とプロセス用水との熱交換により排水温度の低下と熱回収を同時に行う方法が得策である。

このためには、染色機の排水弁を 2 重化して高温廃水と低温排水を分離し、それぞれのタンク (またはピット) に貯留することが望ましい。

### 3) BOD・COD 低減対策

また、一部の工場で、排水中の COD 負荷を低減するために将来凝集沈殿装置の設置を検討中であり、工場のプロセス排水のジャーテストによる実験を外部に委託している。しかし、実験データで見ると除去率が 20% 程度でよくない。凝集材の探索を広く試みるべきであろう。この工場の糊抜き後の排水では、COD が 7,800 ppm、BOD で 6,610 ppm というデータがあり、生物分解処理もかなり困難であると推定される。

DAMA の排出基準 (Resolution 1074) を遵守するためには、各工場とも pH の調節と排水温度の低下 (30 以下) をさせる設備が必要である。まず工程変動を吸収して pH や温度の時間的変動を出来るだけ少なくするために、日間稼働時間の放流分を蓄えられる貯槽の設置が望ましい。但し、染色工程や、精練・漂白工程からの高温排水の熱を回収する設備をつければ、それ程大容量の貯槽は不要であろう。

ボゴタ市の環境を保全するためには、DAMA の排出基準値はこれから更に厳しいものになることが予測される。仮に現状の規制値の半分の数値にでもなれば、凝集沈殿のような 1 次処理装置が各工場に必要となる。

## 7-6 繊維サブセクターにおける産業公害低減推進に関わる結論と提言

### 7-6-1 産業公害低減推進に関わる結論

ポゴタ市の繊維サブセクターにおける産業公害は、主として染色工業からの排水によるものであり、本調査は染色工業の排水に絞って実施した。ポゴタ市の繊維サブセクターからの排水に含まれる汚濁物質負荷の全産業に対する割合は、それほど大きくないが、局部的にはかなり高い汚染値を示しており、公害低減の見地からは早急な対策が必要である。

排水の汚染状況の基準となるのは、ポゴタ市においてはDAMAの規制値である。

実際の染色工業からの排水性状は、各工場の平均的な値をみると、pH、温度の2点がほとんどの工場でDAMA規制値を超えており、そのほかでは大体規制値以内に入っている。しかし、ポゴタ市の染色工場が持つ染色機は全てバッチ式であり、排出される廃水の性状は大きく変動していることから、一時的には他の項目（BOD、COD等）も規制値を超えていることに注意が必要である。一方、DAMAの規制値は一部を除いて極めて緩いものであり、このままでは河川の汚染を低減させることは不可能であることから、今後排水の排出基準が相当に厳しくなることはそう遠くはないと思われる。その場合、全ての染色工場で殆どの汚濁項目が規制値を超えることになるから、抜本的な排水汚濁軽減対策が必要となる。

### 7-6-2 繊維サブセクターにおける産業公害低減のための提言

#### (1) 製造技術

業界及び企業が取り組むべき製造技術とその優先度は次の通りである。

表7-17 繊維サブセクターが取り組むべき製造技術

短期（0.5年～2年）	中期（3年～4年）	長期（5以上）
・ 廃水からの熱回収	・ 低浴比化の推進 ・ 塩添加量の最適化 ・ 自動化の推進	・ 低浴比染色機への設備更新

#### (2) 管理技術

業界及び企業が取り組むべき管理技術とその優先度は次の通りである。

表7-18 繊維サブセクターが取り組むべき管理技術

短期 (0.5年 - 2年)	中期 (3年 - 4年)	長期 (5年以上)
<ul style="list-style-type: none"> <li>・浴比管理の徹底</li> <li>・作業の標準化と品質向上 (Re-processing 低減)</li> <li>・省資源・省エネルギー意識高揚キャンペーン</li> <li>・5S、作業環境改善</li> <li>・メンテナンスの強化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・染色情報 (染料配合処方), カラー・サンプルの整理・活用 (試験染色回数の削減)</li> <li>・ISO 9000 認証の取得</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ISO 14000 の認証取得</li> </ul>

### (3) 廃水処理設備

業界及び企業が取り組むべき廃水処理対策とその優先度は次の通りである。

表7-19 繊維サブセクターが取り組むべき廃水処理対策

短期 (0.5年 ~ 2年)	中期 (3年 ~ 4年)	長期 (5年以上)
<ul style="list-style-type: none"> <li>・廃水貯留槽の設置</li> <li>・pH 調整装置の設置、または管理強化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・凝集沈殿装置の設置</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・活性汚泥設備設置</li> </ul>

### 7-6-3 行政のとりべき措置

7-6-2 で提言した対策を、業界および企業が効果的にかつ、できる限り迅速に実施するためには、行政の積極的な関与とバックアップも重要な要素となる。行政のとりべき措置として次のような対策を提言する。

#### (1) 技術開発の支援

改善策として提言した技術は、世界的に見ればすでに実用化されたものではあるが、実際にコロンビアの企業で実用化するためにはそれぞれの企業において調査、開発あるいは技術導入が必要である。現状ではこれらの技術を導入するためには海外のメーカーあるいはコンサルタントの力に頼らざるを得ないが、コスト、最適技術の導入さらには各企業あるいは業界の技術レベルアップの点からは、企業あるいは業界レベルでの自主技術開発が望ましく、これに対し行政面から支援が必要である。行政の支援としては、海外からの技術情報の蒐集と企業への情報提供、技術開発のための人材養成あるいは人材派遣、企業からの依頼による基盤技術の研究開発の実施さらには行政主導での技術開発等が挙げられる。

## (2) 管理技術の普及

産業公害低減対策として管理技術が非常に大きなウエイトを占めている。品質管理活動を中心として、さらに TQC, TPM 等へと発展させることが望まれる。現在でも 5 S 等は SENA の教育課程に組み入れられているが、企業内への導入は遅れている。まず、経営者層および管理者層への教育が必要であり、ACERCAR による指導・普及体制を構築することを DAMA に提言する。

## (3) モデル企業・モデル工場の設定

資金の助成あるいは融資を行って、クリーナープロダクション技術、省エネルギー技術および産業公害低減技術に関するモデル企業・モデル工場を造り、広く公開して、技術の実態・メリット・有用性等を実際に見聞する機会を提供することによって、これらの技術の普及、導入促進を図ることも行政として検討すべき課題の一つである。

## (4) 資金および税制面での優遇策

産業公害低減のための設備投資は、企業の利益に直接結びつかないものもあり、企業が前向きにならないことが懸念される。規制による賦課金等とのバランスから実施せざるを得ない場合もあると思われるが、さらなる推進を図るために、税の軽減、低金利資金の融資さらには FRATI 資金活用による助成金の交付等の優遇策が必要である。

## 参考文献

- 1、 Technical report from Cidetexco Industria Textil de Colombia
- 2、 Technical report from Asociación Nacional de Tecnicos Textiles Guia para el manejo ambiental de la industria textil de Santafe de Bogota, Agosto
- 3、 Dr.Diego F, Cancia (1998) Colombia: Un mercado en renovación total TEXTILES PANAMERICANOS VOL.58
- 4、 環境庁地球環境部監修 北九州クリーナープロダクション編集委員会編  
環境保全型生産技術
- 5、 塩沢和男 染色仕上加工技術
- 6、 社団法人 日本染色協会調査報告
- 7、 色染社 実用染色講座
- 8、 (株)日阪製作所 技術資料
- 9、 (株)山東鉄工 技術資料

## 7-7 詳細工場調査 1 (繊維 1)

### 7-7-1 工場概要

#### (1) 会社概況

住所	: .....
設立年月日	: .....
事業形態	: 織・編物の染色・仕上げ
資本金	: .....
売上高	: .....
従業員数	: 190
工場建物	: 約 6,000 m <sup>2</sup>

#### (2) 生産概況

該社は所謂、コミッション・ダイハウス (commission dye-house) 賃加工の染色加工専門の会社である。取り扱う素材は、ポリエステルおよびポリエステル/綿の織物・ニットが主力であり、その他に綿、綿/Lycra ナイロン等を扱っている。

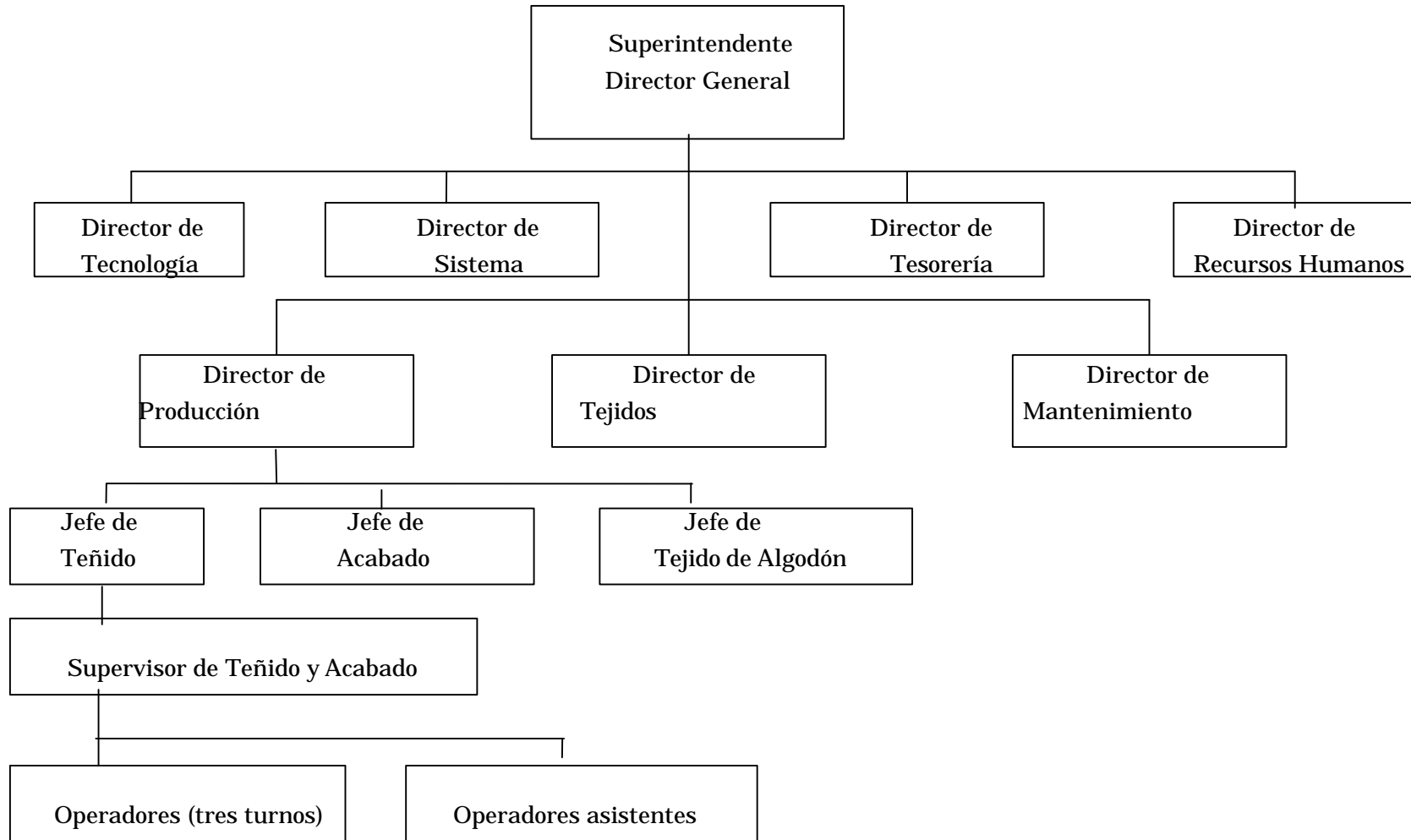
#### (3) 組織

この工場の組織図を図 7-13 に示す。

#### (4) 生産品目と生産比率

生産品目 (染色・仕上げ素材)	比率
ポリエステル 100%織・編物	30 %
ポリエステル 100%織・編物	30 %
ポリエステル、綿混紡織・編物	20 %
綿 100%織・編物	15 %
綿、ナイロン、ライクラ混紡織・編物	5 %

图 7-13 組織図





## 7-7-2 製造技術の現状と問題点

### (1) 製造プロセスの概要

#### 1) 製造プロセスのフロー

この工場は、染色および仕上げの工程からなっており、染色は精錬から染色・後処理まで一貫してバッチ染色機の中で完結する典型的なバッチ染色型のプロセスである。ここでも第2次調査は染色プロセスに絞って行った。

製造プロセスのフローを図7-14に示す。

典型的なバッチプロセスで、精錬から染色まで一貫してバッチ染色機の中で完結させている。

図7-15にこの工場の用水のフローを示す。

染色の各ステップで液の加熱・冷却に用いる熱交換器から出た冷却水（かなり高温に加熱されている）は専用ピットに回収され、各ステップで供給するプロセス用水として再利用されている。熱も有効に利用されるため省エネルギーおよびサイクルの短縮に効果が上がっている。

#### 2) 製造条件

主力製品であるポリエステルおよびポリエステル/綿の染色条件を表7-20、表7-21に示す。ポリエステルの染色条件は世界的に普及している標準条件である。ポリエステル/綿については、省エネルギー・省資源の点から世界的に広まりつつある“ワンステップ染色”の方法が用いられている。ただし、ワンステップ染色には様々な方法があり、最も有利な方法を模索することが必要であろう。

水の使用量については、この工場でも良く把握されていない。ポリエステルの布帛でも等量程度の水を含むことから、染色機に供給する水を正確に把握するためには実際に供給される水量を計量することが必要であろう。ここではラフな計算で水使用量を推定した。

#### 3) 機器リスト

この工場の機器リストを表7-22に示す。

主力の染色機はJETタイプで、16台設置されている。その他 Overflow タイプが9台、ウインスタイプが2台の構成となっている。新旧様々な機械が混ざっているが、古いものはJETタイプでも10数年経っているため新鋭機に比べてかなり効率が悪くなっている。この他仕上げ機械としてテントー、乾燥機をはじめコンパクター等綿用の仕上げ設備がある。

図7-14 製造フロー

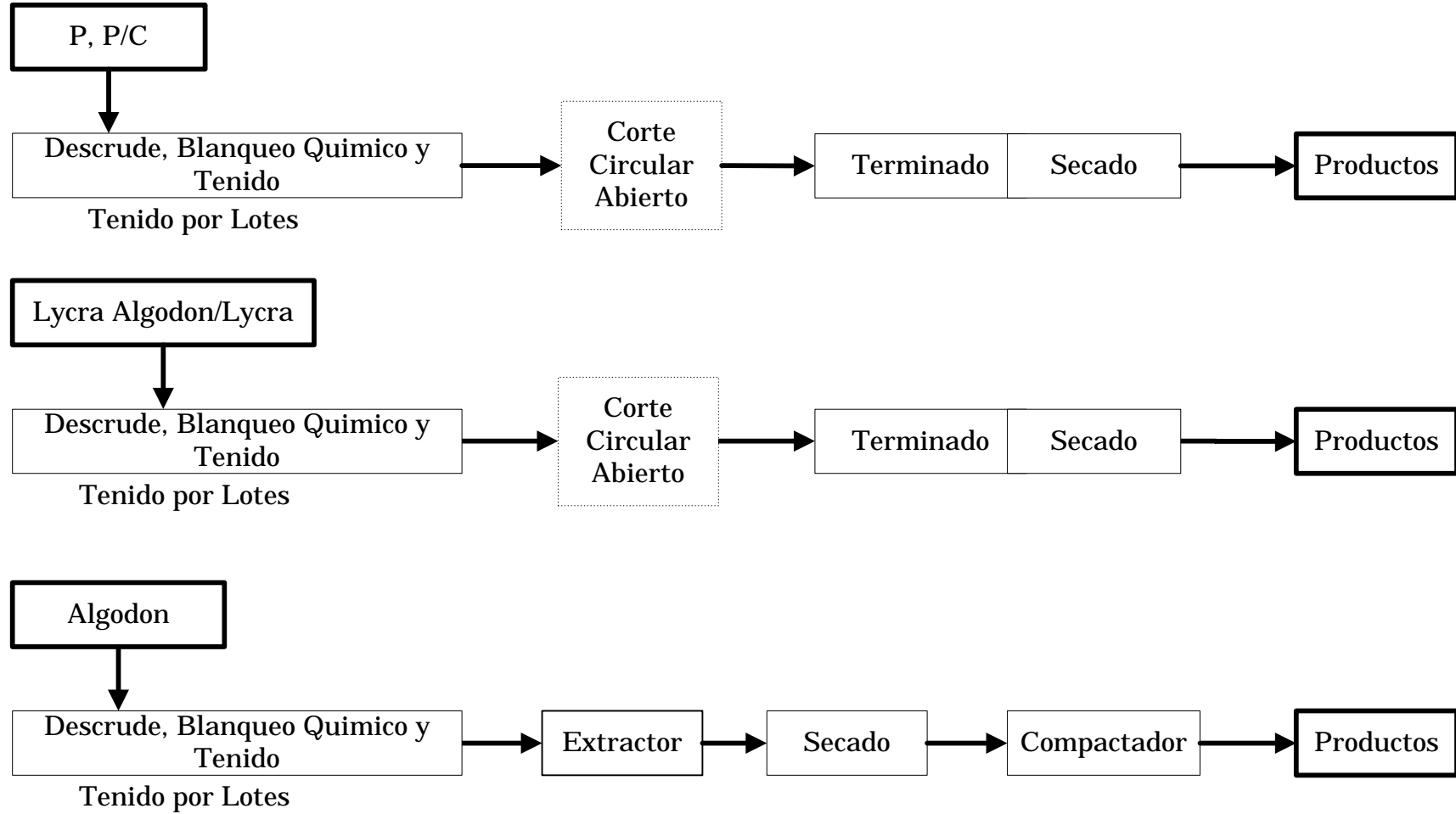


図7-15 用水フロー

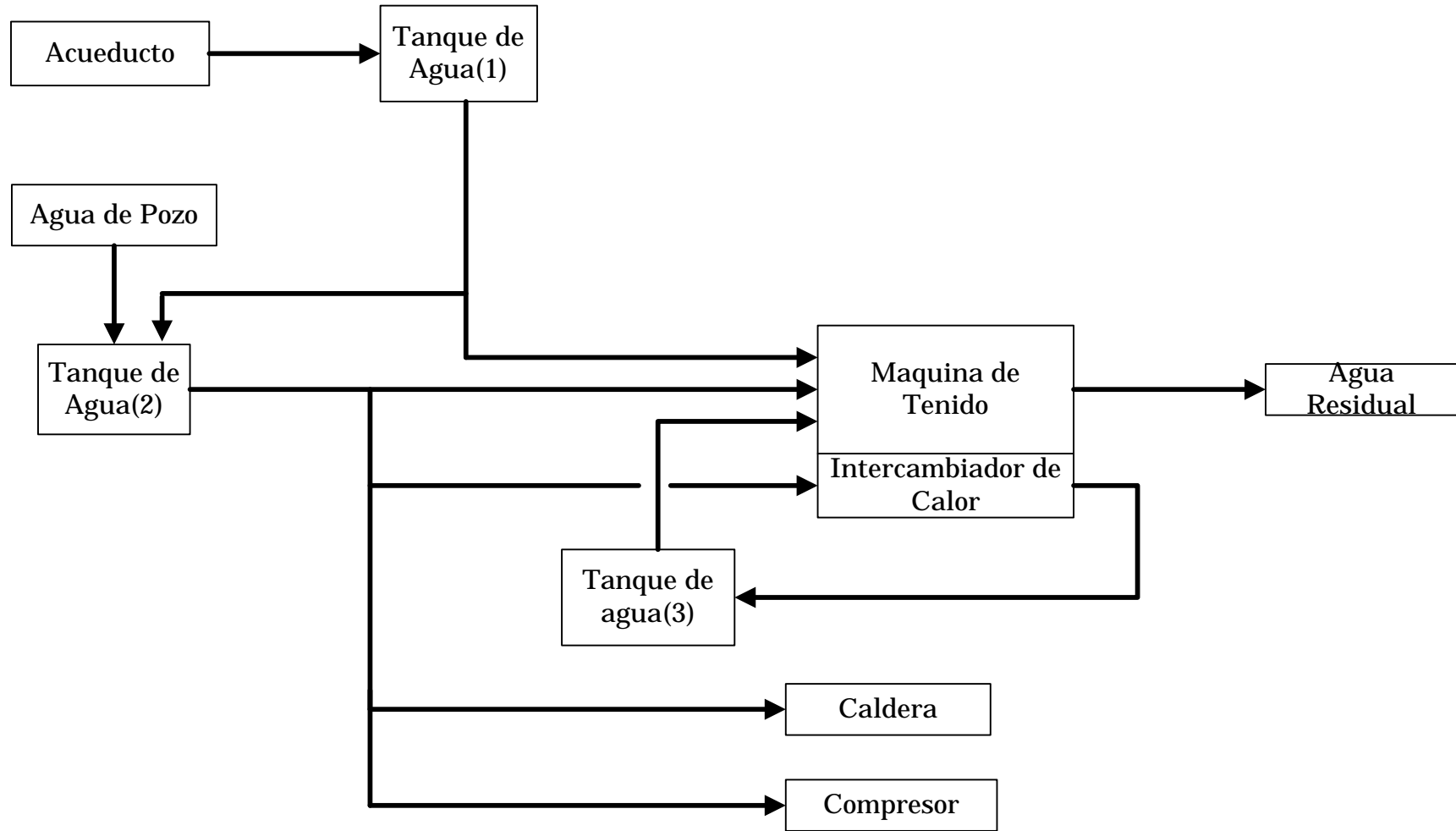


表 7-20 ポリエステルの染色条件

Step	Feed Material	Quantity	Temp.	Time	Waste water
Scouring	Water	1600 L	90	30 min	
	DEHSCOTEX MC	800 g			
	SAL COMPLEXAN	1280 g			
	MP	4800 g			
	Caustic Soda(48° BE)				
(Discharge)					1460 L
Washing	Water	1460 L	80	10 min	
(Discharge)					1460 L
Neutralization	Water	1460 L	30	10 min	
	Acetic Acid	640 g			
(Discharge)			70	30 min	1460 L
Dyeing  (Heat Up)	Water	1460 L	130		
	CIBAFLUID C	800 g			
	INDOLMAR PW	800 g			
	DEHACLEAN MIT	800 g			
	Acetic Acid	240 g			
	AMARILLO SERILENE 4GNLS	99.4 g			
	NARANJA CORACRON RC	1050.8 g			
	AZUL MARINO CORALRON RNC	2414.0 g			
(Discharge)			60		1460 L
Washing	Water	1460 L	30		
(Discharge)					1460 L
Washing	Water	1460 L	30		
(Discharge)					1460 L

表 7-21 ポリエステル/綿・ニットの染色条件

Step	Feed Material	Quantity	Temp.	Time	Waste water
Scouring	Water CIBAFLUID C INDOLMAR PW INDOL 20202 DHEACLEAN MIT Acetic Acid	1600 g 800 g 1600 g 800 g 160 g	90	20 min	
(Discharge)			60		1340 L
Washing	Water	1340 L	80	10 min	
(Discharge)			60		1340 L
Neutralization	Water	1340 L	30	10 min	
	Acetic Acid	640 g			
(Discharge)					1340 L
Dyeing	Water CIBAFLUID C INDOLMAR PW INDOL 20202 DHEACLEAN MIT Acetic Acid (Dyestuff) AZUL MARINO CORACRON NARANSA CORACRON AMARILLO CORACRON GC AMARILLO EVERZOL 3RS NEGRO REMAZOL B NARANIA BTE EVAZOL 3R	1340 L 1600 g 800 g 1600 g 800 g 160g 890.88 g 307.20 g 36.86 g 511.49 g 3978.24g 2995.20 g	130	30 min	
	Salt	128 g	80		
	Sodium Carbonate	12.8 g	60	45 min	
	Caustic Soda	3.2 g	pH10.8	10 min	
(Discharge)					1340 L
Washing	Water	1340 L	70		
(Discharge)					1340 L
Neutralization	Water	1340 L	50	10 min	
	Acetic Acid				
(Discharge)					1340 L
Washing	Water	1340 L	80	20 min	
	CIBAPON R	1600 g			
(Discharge)			60		1340 L
Washing	Water	1340 L	80	20 min	
	CIBAPON R	1600 g			
(Discharge)			60		1340 L
Washing	Water	1340 L	70	10 min	
(Discharge)					1340 L
Washing	Water	1340 L	30	10 min	
(Discharge)					1340 L

表 7-22 機器リスト

(1) Dyeing Process

No.	Type	Maker	Bath Ratio	Kind of Fabric	Capacity
1	JET	ATYC	1:8	P, P/C	
2	JET	ATYC	1:8	P, P/C	
3	JET	ATYC	1:8	P, P/C	
4	JET	ATYC	1:8	P, P/C	
5	JET	ATYC	1:8	P, P/C	
6	JET	ATYC	1:8	P, P/C	
7	JET	ATYC	1:8	P, P/C	
8	JET	ATYC	1:8	P, P/C	
9	JET	ATYC	1:8	P, P/C	
10	JET	ATYC	1:8	P, P/C	
11	JET	ATYC	1:8	P, P/C	
12	Overflow	MCS	1:10	C, C/L, N	
13	Overflow	Scholl	1:10		
14	Overflow	Citex	1:10	N, C	
15	Overflow	Citex	1:10	N, C	
16	Overflow	ATYC	1:10		
17	Overflow	ATYC	1:10		
18	Wince	BARCA			
19	Overflow	ATYC	1:10		
20	Overflow	ATYC	1:10		
21	Wince	BARCA			
22	JET	Then	1:5	C/L, P/C, N	
23	JET	Then	1:5	C/L, P/C, N	
24	JET	Then	1:5	C/L, P/C, N	
25	JET	Scholl	1:6	P/C, C/L, C, N/L	
26	JET	Scholl	1:6	P/C, C/L, C, N/L	
27	Overflow	Scholl	1:6	P/C, C/L, C, N/L	
28 ~ 30	Centrifugal				

(Note) C: Cotton, L: Lycra, P: Polyester, N: Nylon

(2) Finishing Process

No.	Type	Maker	Kinds of Fabric	Capacity
1	Opening Circular	BLNCO	P, P/C	
2 ~ 3	Drying & Heat Set	KRANTZ	P, P/C	
4	Drying & Heat Set	MONFORTS	P, P/C	
5	Extractor	SANTEX	C, C/L	
6	Dryer	SANTEX	C, C/L	
7	Compactor	SANTEX	C, C/L	
8	Compactor	SPEROTTO	C, C/L	

(3) Utility

No.	Type	Maker	Capacity
1	Steam Boiler	DISTRAC	700 HP
2	Steam Boiler	DISTRAC	700 HP
3	Oil Heater	KONUS KESSEL	1,600,000 kcal
4	Oil Heater	KOUNS KESSEL	1,600,000 kcal

(1) 製造技術の問題点

熱回収、製造条件共にかなり合理的な設定・運転がなされているが、ポリエステル高圧染色機

の保温、水・蒸気使用量の把握、中性塩添加量の最適化等、さらなる改善努力が要請される。

### 7-7-3 生産管理技術の現状と問題点

#### (1) 在庫管理

顧客からトラックで運ばれて来る白地の原反は、受付でコンピュータにインプット後、パレット積みのまま床置きされる。数量にして約 40 トン程度。納期に合わせて染色加工に投入するので、長期に亘る滞留在庫はない。

染料、助剤・薬剤の在庫量はコンピュータで管理している。

#### (2) 工程管理

生産計画は週毎に作成する（毎週金曜日に管理部門と製造部門とで協議）。1 日の生産量（染色加工量）は 10 - 12 トンで、染色機 27 台を使用する。

進捗管理は毎朝、製造部長自身が現場を廻ってチェック・記録し、必要に応じて指示を与える。染色部門は 3 交替制で 24 時間連続操業であるが、作業者は 11 名/直（職長：1 名、染色機運転担当：7 名、遠心分離器運転担当：1 名、染料・薬剤調製担当：2 名）で、総勢 35 名。少人数のため指示・命令は迅速で、染色条件表（Formula & Program）は、工務室の外壁にクリップして吊るしてあり、必要に応じて参照できるようになっている。

#### (3) 作業管理

該社の液流染色機操作は、布地の投入・取出し、染料・薬剤の投入作業を除いては、工務室に設置されているパネルに条件をインプットすることによって全てプログラム・コントロールされ、染料・薬剤の投入時期もブザーが知らせる。したがって染色機操作においては、余り複雑な人手作業・マニュアル操作はないが、他と同様に作業標準・操作基準書は作られていない。しかしながらコントロール・パネルへの条件の入力操作、布地品種・数量の確認、布地の取扱い、染料・薬剤の計量・調製、染料・薬剤投入のバルブ操作、布地詰まり等緊急時の措置など作業者が対応しなければならない作業は依然として存在するので、これら作業の標準化は是非とも必要である。また作業者の育成・教育は、On-the-Job Training で薬剤調製作業 遠心分離器操作 開布・折畳み作業 染色機操作とコースが定められているが、正しく安全な作業方法、操作を伝授するためにも作業標準は不可欠である。

#### (4) 原価管理

工場全体の原価資料は、コンピュータに詳細にインプットされているが、全データにアクセス出来るのは工場長だけで、現場には原価に関する情報はなく、原単位の管理も行われていない。

## (5) 品質管理

染色処方、試験室にある CCS・CCM (Computer Color Search・Computer Color Match)、Laboratory Color Kitchen を活用して試験染色・色合せ・堅牢度試験を経て決定され、工場現場に通知される。染色現場は、この指示に従って染料・薬剤を配合調製し染色作業を行うが、工程での品質チェックは染色液の pH と染上がりの色 (サンプル布地との肉眼比較) の 2 項目だけである。色の合否判定は、職長と課長が行う。

再加工率 (re-processing rate) は平均して 2 - 3% で、まずまずの成績と考えられる。

## (6) 設備管理

工場全体で 15 名の保全担当者がいる。製造部門からの要請に応じて補修・保全作業を行うが、メカニカル・シール部の修理と電子・電気部品の交換が多い。染色機の腐食は生じていない。設備管理に関して現在のところは大きな問題はないが、将来的には増強する予定である。

## (7) 環境管理

工場排水については連続的に pH を測定し、炭酸ガスを自動注入して中和、排出する設備になっているが、時々炭酸ガス貯蔵タンクのバルブが閉じたままで pH10 の排水が放流されていた。毎日定期的に排水点検記録を付ける等管理を徹底・強化すべきである。

また作業環境としては、薬剤調整室のベンチレーションを考慮する必要がある (酸臭、溶剤臭がきつい)。

作業場の清掃は定期的に床掃除が行われる等良好であるが、一部水捌けが悪く水溜りが出来る箇所があるので改善を要する。

全般的に作業者の行動・態度はきびきびしていて、モラルは高い。

### 7-7-4 産業公害原因物質の排出状況、処理技術

#### (1) 排水量と水質

ポリエステルおよびポリエステル/綿の染色プロセスの各ステップから排出される廃水の水質を表 7-23 に示す。両ケースとも精練後の排水は COD が 2,000 以上であり、染色のステップからの廃水は COD が 10,000 を超える高い汚染度を示している。pH および温度もかなり高くなっている。各ステップの廃水を混合したコンジットサンプルの分析でもかなり高い汚染値が出ている。

排水量は水の使用量にほぼ等しいが、用水使用量が正確に掴まえていないので浴比と布帛の水分含水量からラフ計算で算出した。



表 7-23 ポリエステルとポリエステル/綿の染色工程からの廃水水質

No.	Kind of Waste Water	Color	Temp	pH	Cond.	Turb.	Oil	COD	SS	Hexan	Quantity
					s/cm	NHU	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	l/batch
<b>(1) Polyester 100%</b>											
1	Scouring	Pale Purple	59	13.2	7.29	390	1320	1331	3	21.0	1460
2	Washing at 80 Cx10min	Pale Purple	60	12.7	2.50	282	545	2007	1	7.3	1460
3	Neutralization at 30 Cx10	Transparent	44	7.1	0.61	45	202	474	26	0.6	1460
4	Dyeing	Brown	59	6.6	0.80	> 999	156	2517	158	14.0	1460
5	Washing at 30 Cx5min	Dark Yellow	38	8.2	0.30	207	26	245	5	0.7	1460
6	Washing at 30 Cx5min	Yellow	35	8.4	0.30	116	15	79	2	7.5	1460
7	Composite			11.4	1.72	223	181.5				7560
<b>(2) Polyester/Cotton</b>											
1	Scouring at 90 Cx30min	Light Yellow	59	13.2	6.38	146	2070	1184	40	33.7	1340
2	Washing at 80 Cx10min	Light Yellow	58	12.6	2.15	62	478	39	4	5.1	1340
3	Neutralization at 30 Cx10	Transparent	45	8.1	0.68	41	140	545	27	4.5	1340
4	Dyeing at 130 C & 60 C	Dark Purple	58	12.2	93.90	141	50	11860	228	11.5	1340
5	Washing at 70 Cx10min	Dark Purple	52	10.9	35.50	147	76	3754	106	75.5	1340
6	Neutralization at 50 Cx10	Dark Purple	55	11.0	13.60	102	80	771	55	80.4	1340
7	Washing at 80 Cx20min	Purple	58	10.5	5.24	117	96	352	43	95.6	1340
8	Washing at 80 Cx20min	Transparent	56	10.2	2.23	69	71	217	22	71.3	1340
9	Washing at 70 Cx10min	Transparent	55	9.6	1.03	31	36	103	1	36.0	1340
10	Washing at 30 C	Transparent	43	8.9	0.47	14	22	36	1	21.9	1340
11	Composite			10.9	18.5	25	110				13400

## (2) 排水処理設

排水 pH を CO<sub>2</sub> ガスを用いてコントロールしている。pH 値を pH メータにより連続的に検知し、手動でコントロールバルブを操作して pH を調整する。しかし、実際には pH が厳密にはコントロールされておらず、pH が 9 を超えている時でも CO<sub>2</sub> ガスが供給されていないことがある。温度が DAMA 規制値を超えることがあるが温度制御システムは設置されていない。

### 7-7-5 産業公害低減対策の提案と勧告

#### (1) 生産技術

次の項目についての改善を提案・勧告する。

表 7-24 製造技術の改善のための提言

実行の難易度		
L (容易)	M (中程度)	H (高度)
・ 廃水からの熱回収	・ 薬剤助剤調製室の環境改善	・ 中性塩添加量の最適化

#### (2) 管理技術

次の項目についての改善を提案・勧告する。

表 7-25 管理技術の改善のための提言

実行の難易度		
L (容易)	M (中程度)	H (高度)
・ 作業の標準化 (作業標準の遵守) ・ 省資源省エネルギー キャンペーンの実施 ・ 排水 pH 点検記録簿作成 ・ 薬剤助剤容器の専用固定 化 ・ 作業場床面の水捌け	・ 薬剤助剤調製室の環境改善 ・ 浴比管理の徹底	原単位管理システムの構築

#### (3) 廃水処理設備

次の項目についての改善を提案・勧告する。

表 7-26 廃水処理設備の改善のための提言

実行の難易度		
L (容易)	M (中程度)	H (高度)
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 廃水貯留槽の設置</li> <li>・ pH コントロールの強化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 凝集沈殿装置の設置</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 活性汚泥装置の設置</li> </ul>

#### 7-7-6 対策に要する費用と経済性評価

##### (1) 対策1 廃水よりの熱回収装置の設置

- ・ 60 以上の廃液を対象として熱回収を行う。
- ・ 25 のプロセス用水を 50 まで加熱する。
- ・ 60 以上の廃液量を 50 t/hr と仮定して、50 t 程度の貯留槽と温水タンクを設置する。

##### 1) 所要費用

1. ピット	10,000 US\$
2. 機器	100,000
(送水ポンプ、フィルター、熱交換機、 温水タンク、温水ポンプ、計器類)	
3. <u>工事費</u>	<u>10,000</u>
合計	120,000 US\$

##### 2) 経済性評価

1. 回収熱量  $50,000 \times (50 - 25) = 1,250,000 \text{ kcal/hr}$
2. 重油削減量  $1,250,000 / 9,600 = 130 \text{ l/hr}$   
(重油 1 liter 当たりの蒸気換算熱量  
 $= 12,800 \times 0.75 \text{ (効率)} = 9,600 \text{ kcal/l}$ )
3. 削減重油コスト  $130 \times 0.15 = 20 \text{ US$ / hr}$   
(重油 1 liter 当たりの価格を 0.15 US\$として)
4. ポンプ用電気コスト (ポンプ 2 台の消費電力を 15 kW として)  
 $15 \times 0.1 = 1.5 \text{ US$ / hr}$   
(電気代を 0.1 US\$/kW として)
5. 1 年間のコストメリット  
 $(20 - 1.5) \text{ US$ / hr} \times 24 \text{ hr / day} \times 300 \text{ day / year}$   
 $= 133,200 \text{ US$ / year}$

仮定の数値を用いてはいるが、採算がとれる対策であるといえる。

## (2) 対策2 廃液貯留槽の設置

- ・ 染色機からの廃水量は、1 バッチ当たり 10～80 t であるから、200 t 程度の貯留槽が必要である。貯留槽はピット方式とする。
- ・ 廃水の平均排出量は 50 t/hr であるから、循環攪拌を考慮して、100 t/hr x 10 m 程度の排出ポンプを設置する。

### 1) 所用費用

ピット設置費	20,000 US\$
ポンプ(ステンレス)	5,000
工事費	5,000
合計	30,000 US\$

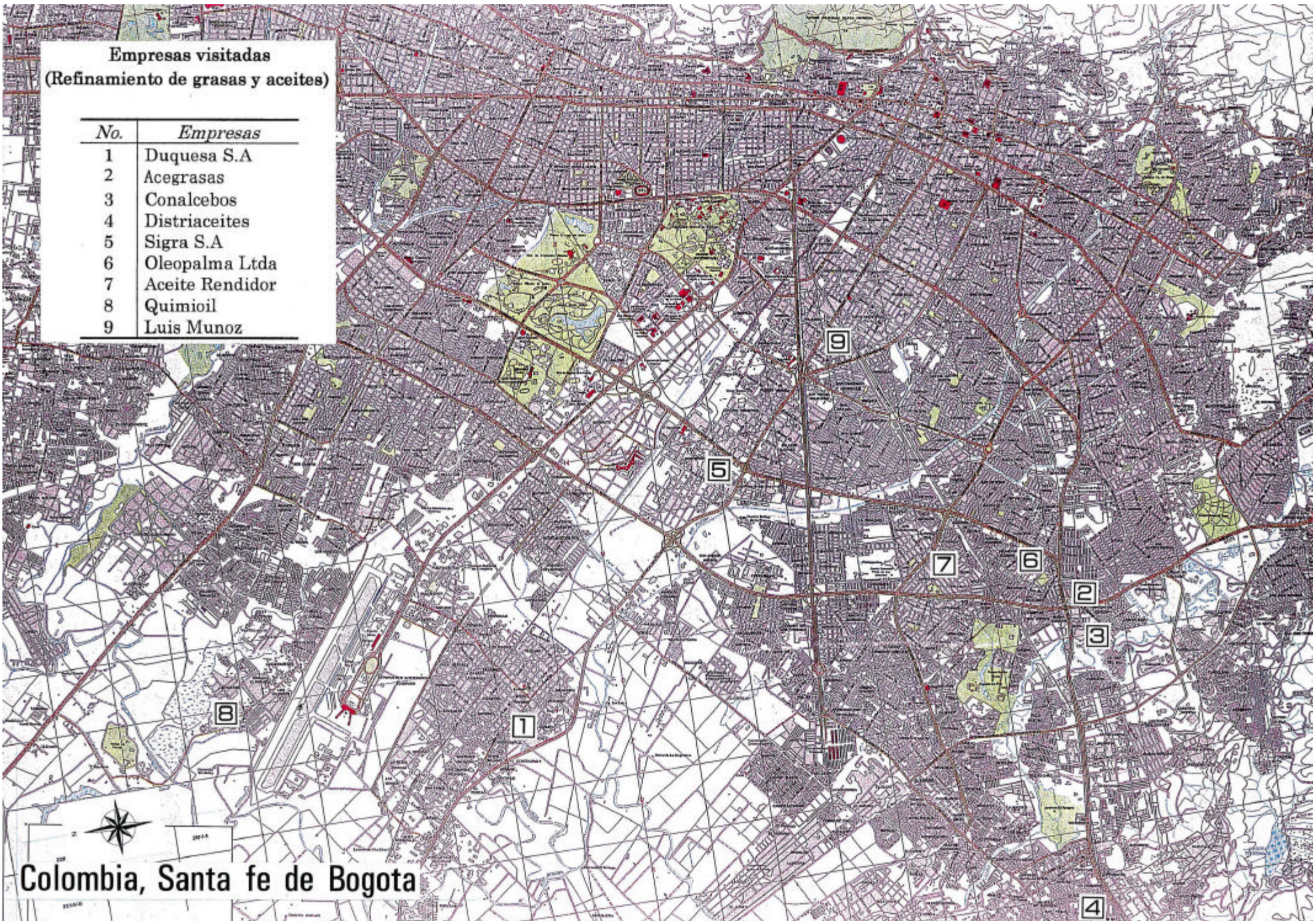
### 2) 経済性評価

直接の削減費用はない。DAMA の規制に伴う課徴金によってはメリットがでる。

## 第8章 油脂精製サブセクターの産業公害低減計画

**Empresas visitadas**  
**(Refinamiento de grasas y aceites)**

No.	Empresas
1	Duquesa S.A
2	Acegrasas
3	Conalcebos
4	Distriaceites
5	Sigra S.A
6	Oleopalma Ltda
7	Aceite Rendidor
8	Quimioil
9	Luis Munoz



Colombia, Santa fe de Bogota

## 第8章 油脂精製サブセクターの産業公害低減計画

### 8-1 油脂精製サブセクターの概要

#### 8-1-1 油脂精製サブセクター所属企業

現在ボゴタ市にある油脂精製企業数は明確になっていないが、30社前後と推定され、ボゴタ市油脂協会は、コロンビア国でもトップ10にあるグラスコ社(Grasco)、アセグラサス社(Acegrasas)、ユニレーベル・アンディーナ社(Unilever Andina)のみで構成されており、全コロンビア国生産量の約90%を占めていると言われている。

更に、油脂原料別に及び訪問企業数別に分類すると下記の表8-1の通りである(第2次調査で再確認)。

表 8-1 ボゴタ市の油脂精製産業分類

原料	所属企業数	訪問企業数
植物油	18	5
動物脂	9	2
鉱物油	1	1
合計	28	8

ただ、現状は次の理由により、高レートでの操業度を維持することが困難である:

1. 銀行からの運転資金借入れが高金利である
2. 高失業率により個人消費が低い
3. コロンビアペソの50%切り下げにより、原料輸入が困難である
4. 外国大企業及び国内大企業のコスト競争力により、製品輸入量が増大している
5. 原料の生産拠点の安全性により、大豆、動物脂、等の生産が中断している
6. 他原料との価格競争が激しい(他原料の油脂製品分野への新規参入)

このような経済環境下で、当調査団は第1次調査として1998年10月23日から11月18日にわたり、また第2次調査として1999年2月9日から3月8日まで、表8-2に示す9社(第2次調査時は詳細調査2社、フォローアップ6社の計8社)の工場調査を実施した。

表 8-2 訪問企業

訪問月日	訪問企業	訪問企業所在地
23&26-10-98, 26-02-99,	Duquesa S.A	Carrera 106 No.23-86
27-10-98,	Acegrasas	Autopista Sur No.57-21
29&30-10-98, 12-02-99,	Conalcebos	Carrera 61 No.48-51 Sur
3& 4-11-98, 15-02-99,	Distriaceites	Carrera 1E No.12-68 Bosa
5&6-11-98, 9,10,17,18,22, 24-02&3,8-03-99,	Sigra S.A	Calle 17 No.68B-88
9&10-11-98, 12-02-99,	Oleopalma Ltda	Carrera 52A No.43-37 Sur
11&12-11-98, 01-03-99,	Aceite Rendidor	Carrera 62 No.32-03 Sur
13-11-98, 15-02-99,	Quimioil	Carrera 14 No.3-46 Engt
18-11-98, 8,11,16,19,23, 25-02&5-03-99,	Luis Munoz	Carrera 41 No.10A-82

しかしながら、ほとんどの企業は運転継続の為の原料確保に、相変らず、四苦八苦しており、原料が入手出来次第運転を開始しているが、残念ながら第2次調査時の運転操業度は昨年年第1次調査時よりさらに悪く、表 8-3 に示すように平均して 60%以下である。

表 8-3 第2次調査時の訪問企業の運転操業度

	F-1	F-2	F-3	F-4	F-5	F-6	F-7	F-8	F-9	平均
Rate(%)	80	?	50	50	100	30	0	75	33	52

\* 1.平均値は算術平均値である。

\* 2.訪問企業は今後 F-1 から F-9 で表現する。

### (1) 油脂の主要原料

ボゴタ市油脂精製サブセクターでは、前述の表 8-1 に示されるように 3 種類の原料が使用されており、且つ植物油脂を原料に採用している企業が大部分である。



- 1) 植物油(訪問企業数 6 社)
  - (a) 大豆油
  - (b) パーム油
  - (c) パーム核油
  - (d) ゴマ油
- 2) 動物油脂(訪問企業数 2 社)
  - (a) 牛脂油
- 3) 鉱物油(訪問企業数 1 社)
  - (a) 原油からのパラフィン油

## (2) 最終製品

最終製品は原料により異なり、表 8-4 に示す様な製品を製造している。尚、食用油及びマーガリンは直接市場に出荷されているが、その他の最終製品は大消費者に業務用(食品会社用)として出荷されている。

表 8-4 原料と最終製品

原料	食用油	業務用油	固形脂	マーガリン
植物油	○	○	○	○
動物脂	○	○		
鉱物油		○		

## (3) 訪問企業の概要

第 1 次及び第 2 次で訪問した企業の特徴を表 8-5 に示す；

表 8-5 訪問企業の概要

	工場従業員数	排水量 (m <sup>3</sup> /月)
F-1	210	1,750
F-2	400	7,200
F-3	31	280
F-4	40	125
F-5	86	580
F-6	8	70
F-7	7	1
F-8	6	1
F-9	27	100

\* 1.排水量は推定値を含む

1. 設立年：7 年から 42 年前に設立されているが、1980 年代以降が多く、新興企業が多いと判断される。

2. 従業員数：6 人から 400 人と幅が大きい、50 人以下の家族的経営企業が多い。
3. 排水量：1m<sup>3</sup> から 7,200m<sup>3</sup>/月と大きな幅があり、かつバランスが取られていない。

## 8-1-2 コロンビア国及びボゴタ市における油脂精製サブセクターの位置づけ

### (1) 所属企業数

#### 1) コロンビア国及びボゴタ市

コロンビア国の油脂精製企業数については統計上 1995 年が 62 社、1996 年が 57 社で、合併・閉鎖、により、再編がおこなわれているようである。今回も合併促進中の企業がある。

また、ボゴタ市の油脂精製企業数については、表 8-1 に記載されている通りであり、コロンビア国の約半数がボゴタ市に設立されている。

#### 2) 日本

製油企業は搾油とともに油脂の精製事業を行い、一部の企業では油脂加工及び/又は蛋白質加工事業を並行している。

製油工場数は現在約 100 で、1 日当りの総原料処理能力は約 31,000 t である。このうち 1 日当り 1,000 t 以上の 10 工場を併せた原料処理能力は、約 21,000 t で工場の大型化が進んでいる（詳細は 8-4-3-(1)参照）。

### (2) 生産量

#### 1) コロンビア国

コロンビアの油脂生産量は表 8-6 に示すように、国内において 1996 年には植物油脂約 370,000 t が生産され、パーム、パーム核、及び大豆が主原料として用いられている。

また、動物油は約 5,000 t が生産されたが、植物油の約 1%で微々たる量である。

1996 年でみると、約 360,000 t が消費され、用途としては下記の通りである；

- ・単体使用(167,000 t)
- ・マーガリン・ショートニング用(136,000 t)
- ・ラード等(59,000 t)

また、1 人 1 日当りの精製食用油の消費量は 1996 年で約 26g と、日本の約半分である。

#### 2) 日本

日本の油脂生産量は表 8-7 に示すように、国内において 1997 年には植物油脂約 2,460,000 t が生産され、なたね、大豆、及びパームが主原料として用いられている。

表 8-6 コロンビアの主要食用油脂の生産量

単位：t/年

	1995	1996
<b>植物油脂合計</b>	364,755.3	367,581.3
パーム+パーム核	298,302.4	306,339.0
大豆	54,166.8	39,926.8
ヒマワリ	3,537.1	7,601.4
とうもろこし	2,569.1	3,231.1
綿実	1,654.3	2,550.5
ゴマ	1,153.2	1,433.4
クルミ	330.0	231.1
イチジク	92.6	60.4
椰子	47.4	26.8
ヒマ	2.0	24.0
ピーナッツ	0.0	16.2
オリーブ	871.0	0.0
その他	2,029.4	6,140.6
<b>動物油脂合計</b>	5,347.5	4,255.1
牛脂	5,317.9	4,255.1
魚油	29.6	0

約 97%が輸入原料から採油したもので、純国内産は米糠を原料とした約 70,000 t に止っている。

また、動物油脂は約 350,000 t 生産されているが、生産は漸次減少し、特に魚油の生産が大きく低下している。価格が上昇し、用途先である加工油脂用、養魚飼料用、等の原料が安い植物油脂等の他の油脂への転換を本格的に取り進められたためである。

表 8-7 日本の主要食用油脂の生産量 単位:千 t/年

	1994	1995	1996	1997
<b>植物油脂合計</b>	<b>2,263</b>	<b>2,361</b>	<b>2,357</b>	<b>2,458</b>
国産原料	65			
米糠	64	72	65	66
輸入原料	2,198	2,221	2,235	2,327
大豆	665	695	674	693
なたね	796	801	828	862
綿実	25	22	20	19
サフラワー	61	63	59	60
ゴマ	39	38	40	39
とうもろこし	110	100	101	101
椰子	57	47	43	54
パーム	354	369	386	392
<b>動物油脂合計</b>	<b>330</b>			
牛脂	92	92	95	92
豚脂	168			
魚油	70	82	90	68

国内消費量のうち植物油脂は約 8 割を占め、かつ食用油としては約 9 割を占めている。1997 年でみると、食用油は約 2,450,000 t 消費され、用途としては下記の通りである：

単体使用(1,360,000 t)

マーガリン・ショートニング用(420,000 t)

マヨネーズ・食用加工油脂・ラード等(670,000t)

また、1 人 1 日当りの精製食用油の消費量は 1980 年の 38g から 1997 年には 50g に増加したが、最近 5 年間に 4%程度しか伸びておらず頭打に達しかけていていると考えられる。

1980 年 38.1g/人・日

1993 年 46.9g/人・日

1995 年 48.2g/人・日

1997 年 50.0g/人・日

## 8-2 油脂精製サブセクターの製造技術の現状

### 8-2-1 油脂精製サブセクター所属企業の採用技術動向と現状

#### (1) 現状の採用技術

表 8-1 で述べているように、当油脂精製サブセクターでは 3 種の原料(植物油、動物脂及び鉱物油)が使用されており、従い、表 8-8 及び図 8-1～8-3 に示す 3 種の異なった製造技術が、導入技術又は自己技術で採用されている。

一般的に言うならば、それぞれの製造技術は、設立時のフローが改良及び改造なく長い間古いまま使用されている。しかしながら、製造プロセス全体を見れば、新しい試みも種々検討されており、ある会社では包装エリアに新しい自動充填装置を導入したり、プラント製造能力の増大を検討したりしており、また一つの新しいプラントが営業運転に入ったところである。

表 8-8 各社の採用製造技術

会社	F 1	F 2	F 3	F 4	F 5	F 6	F 7	F 8	F 9
技術	例ア デンマーク 自己	?	自己	西独 フランス 自己	ベルギー	自己	自己	USA	USA

#### 1) 採油法

植物原料からの採油には原料の含油量、形状及び処理量などにより圧搾法、抽出法及びこれらの併用法が、動物原料からの採油には溶出法が用いられている。

图 8-1 植物油原料製油製造

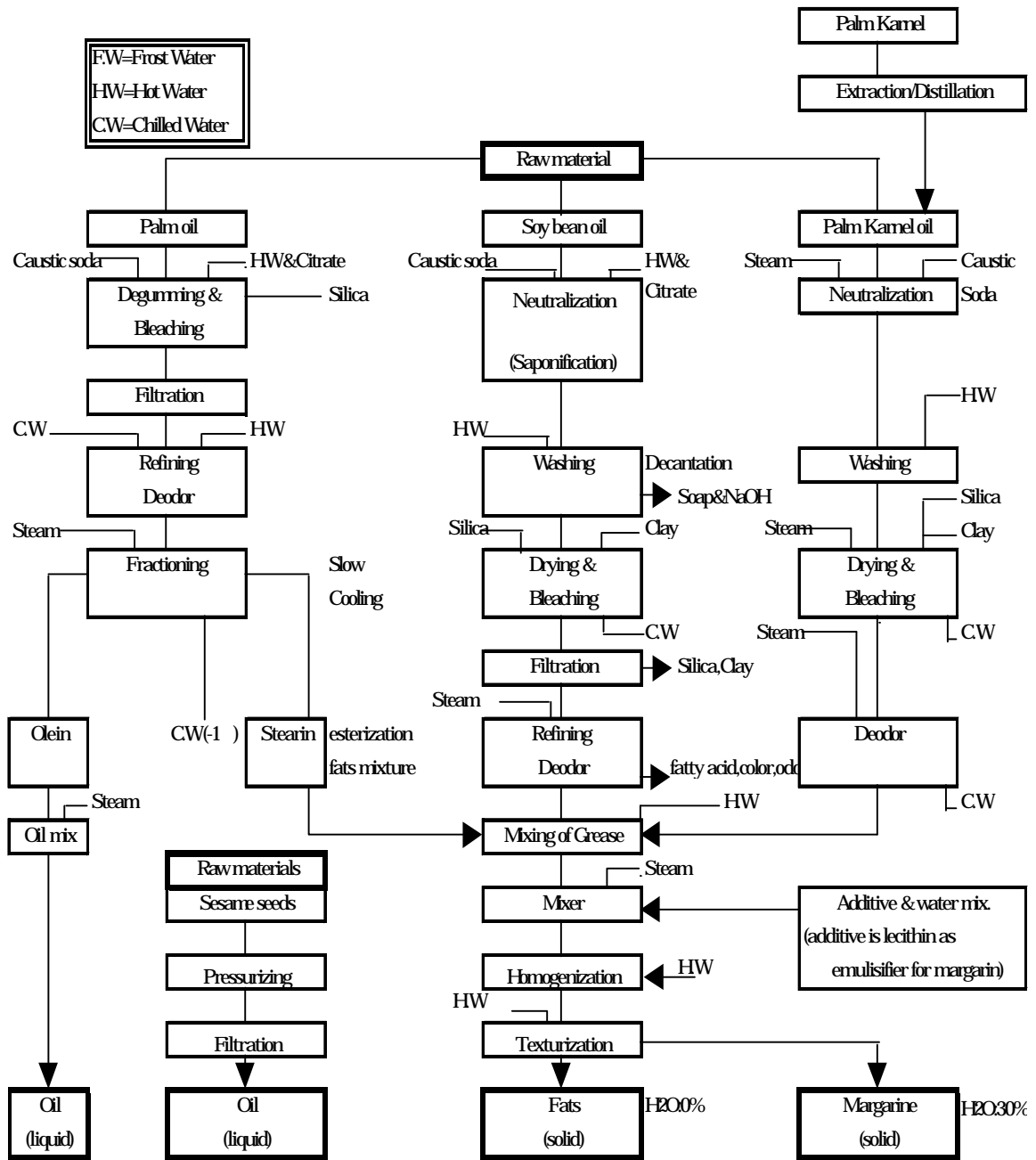


图 8-2 動物油原料製油製造

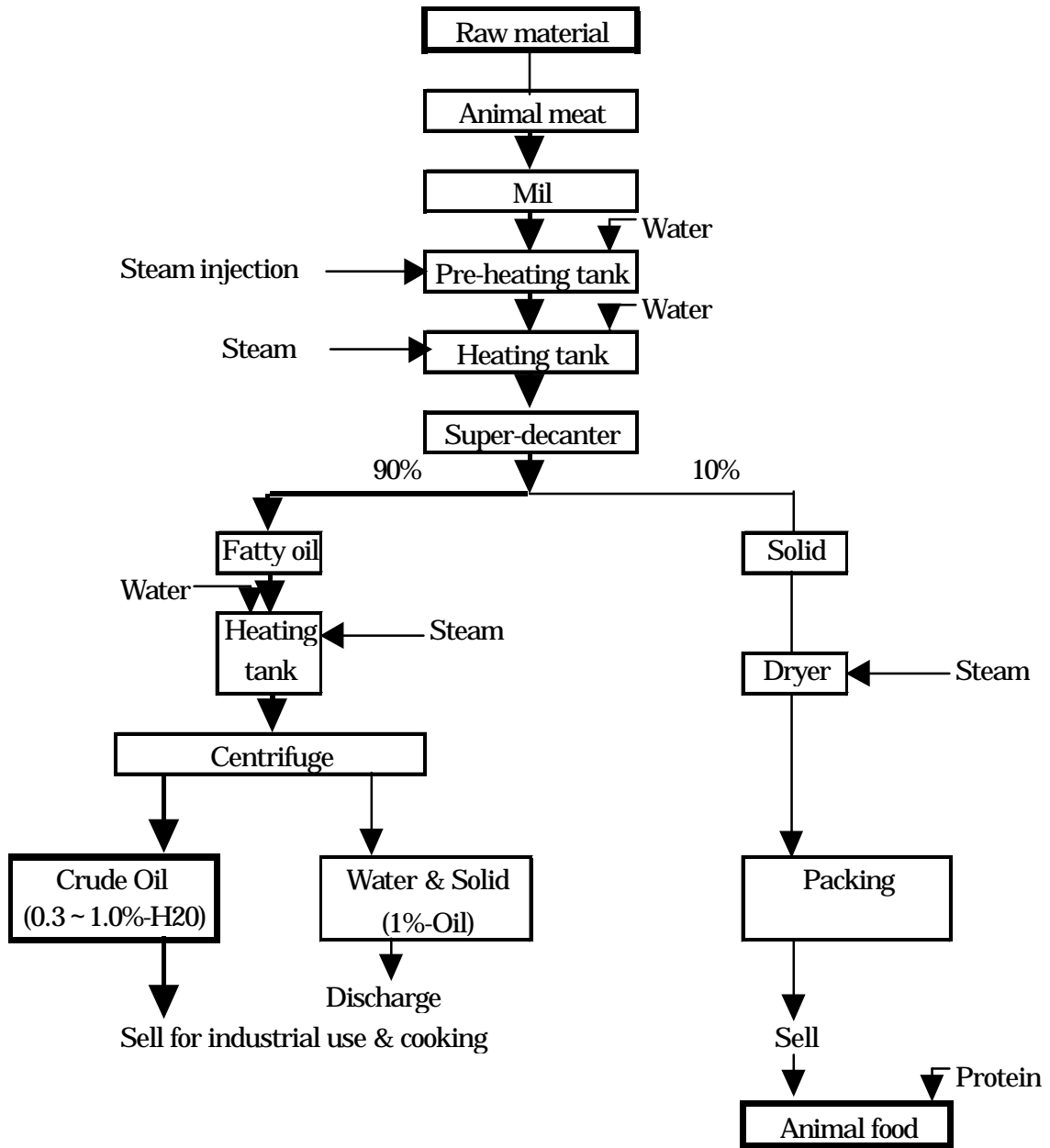
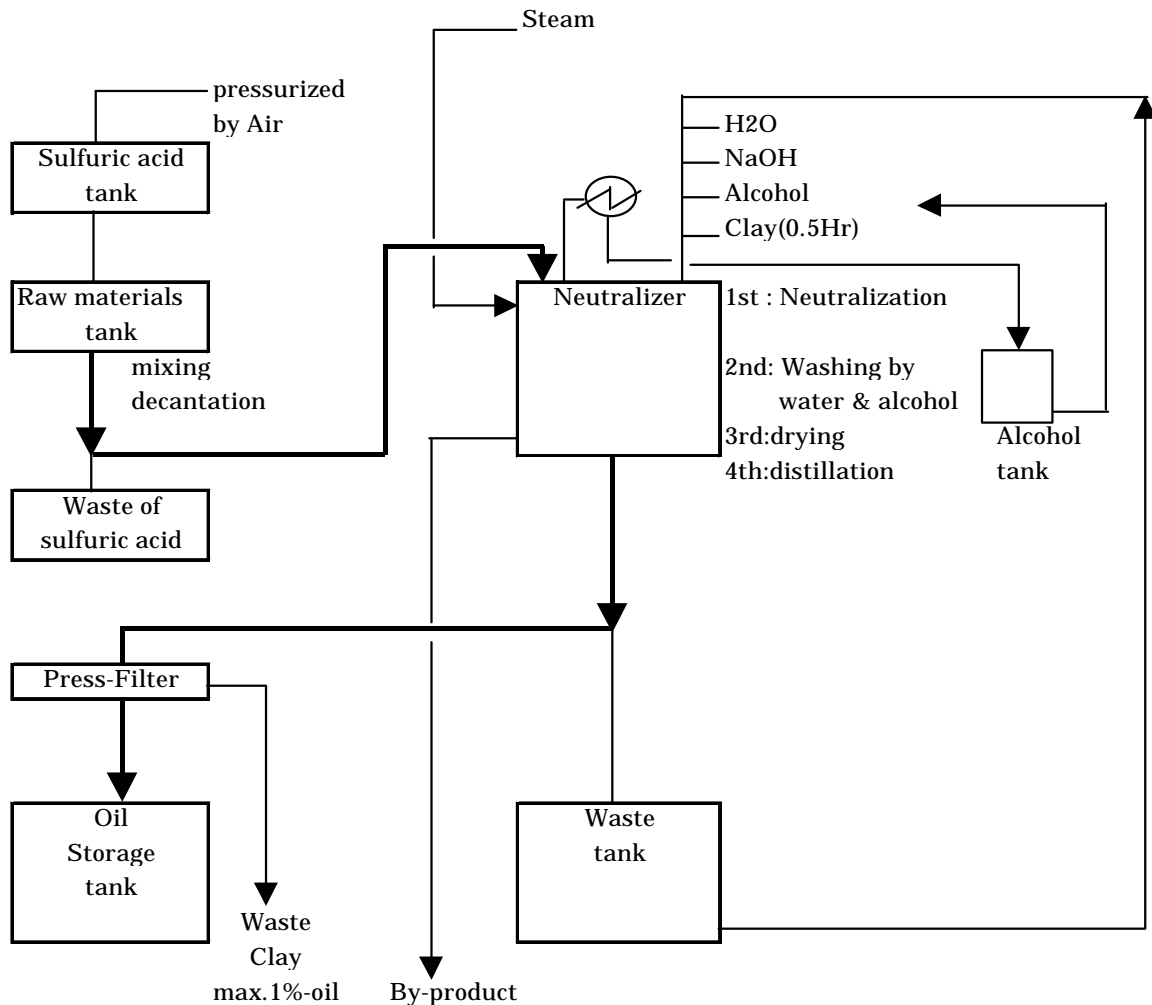


図 8-3 鉱物油原料製油製造



油脂は原料の細胞中に蓄えられているので、採油に際し、細胞を破壊し油脂を細胞外にとりだしやすくする必要があるので、原料の加熱、破碎及び圧扁などの前処理が必須である。

(a) 植物原料用

ほとんどは大豆、パーム、及びパーム核から採油された油を購入し、精製後、食用油及びマーガリン等を製造している。

ところで、原料に高い圧力をかけ組織内の油脂を絞り出す“ゴマの圧搾法”、原料をヘキサン接触させて油脂を抽出する“パーム核油のヘキサン抽出法”を採用している会社が、それぞれ1社ずつある。

(b) 動物原料用

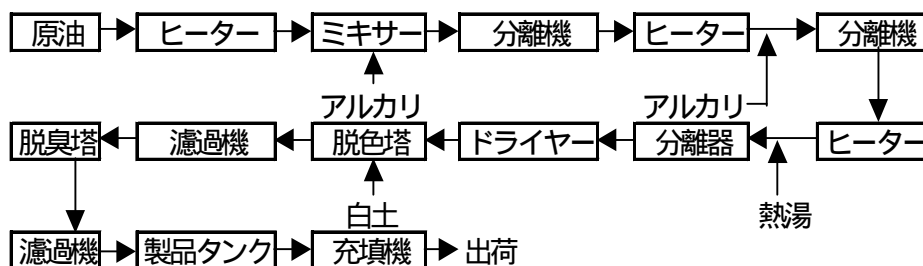
2社とも動物原料の一般的採油法である、水を加え加熱する“湿式溶出法製造法”を採用している。

## 2) 精製法

採油操作によって得られた油脂は原油と呼ばれる。原油中には、トリグリセリド以外に蛋白質、リン脂質、樹脂、遊離脂肪酸、色素及び有臭物質などの不純物が含まれる。

精製は、これら不純物を除去し、食用に適した良質の油脂を製造するために行われている。精製工程の概要を図 8-4 に示す。

図 8-4 油脂の精製工程



### (a) 脱ガム(deguming)

原油中のリン脂質(レシチン分)、蛋白質、樹脂などを除去する工程で、通常、原油を加熱(70~85℃)し、これに1~3%の水を加え、ガム質を水和・凝固させた後、遠心分離機でガム質と脱ガム油を分離する。水和をより効果的に行うため、リン酸、クエン酸などの酸が使用されるが、リン酸がよく使用されている。現在は図 8-4 に示したように次の脱酸とともに行われている場合が多い。

尚、レシチン分は種々の用途があり、栄養上も価値のあるものであるが、油に溶けていると揚物の時に泡たったり、加熱すると油が著しく着色するので除去する必要がある。

### (b) 脱酸(de-acidification)

油脂中の遊離脂肪酸を除去する工程である。遊離脂肪酸があると加熱した時に、油が発煙するので、十分に除去する必要がある。

尚、一般には油脂に水酸化ナトリウム水溶液を加え、遊離脂肪酸を中和し、生じた石鹸を遠心分離機で除去するアルカリ脱酸法が用いられる。

しかしながら、1980年代より、蒸留によりこれを除去しながら、あわせて油脂の脱臭も行う方式、すなわち物理精製法(physical refining)へと急速に変わってきている。

### (c) 脱色(bleaching)

脱酸された油はまだ濃い赤茶色をした油である。これは油脂中に含有されるカロチノイド系、クロロフィル系その他の脂溶性色素類によるものであり、吸着法により除去する。吸着剤としてはおもに活性白土が用いられ、一般に油脂に活性白土0.1~2%程度を加え、減圧下、90~120℃で10~15分間かき混ぜた後、濾過(フィルタープレス利用)によって脱色された油脂を回収している。



(d) 脱臭(de-odorizing)

脱酸、脱色油中には低級脂肪酸、アルデヒド、ケトン、炭化水素などの揮発性及び有臭物質が微量ながら存在している。脱臭は油脂を減圧下にて加熱し、それに水蒸気を吹込み、揮発性及び有臭物質を水蒸気とともに溜去する工程で通常、200～270℃、2～5mmHgの減圧下で油脂量の3～6%の水蒸気を吹込んで行う。

(e) ウィンタリング(wintering 又は winterization)

融点の高いトリグリセリドは低温下にて析出し、油脂に濁りを生じる原因となる。そこで、低温で使用されるサラダ油ではあらかじめ冷却処理し、これらを析出除去する必要があり、この操作をウィンタリング又は脱ろうという。

3) 油脂の改質

精製された食用油脂は、その用途によって水素添加 (hydrogenation)、分別 (fractionation) 及びエステル交換 (esterification) による融点の調整、酸化安定性の付与、物性の改良などが行われる。これらはマーガリンやショートニングの原料を製造する上で重要な工程である。

(a) 水素添加(硬化)

ニッケルを触媒に用い、油脂を常圧～8kg/cm<sup>2</sup>の水素下、120～220℃で処理する。油脂を構成する不飽和脂肪酸の二重結合に水素を付加させ、油脂中の不飽和脂肪酸の比率を低下させる。これにより、液状油を固体脂に変えると同時に油脂の酸化安定性を向上させることが出来る。この処理を行った油脂を硬化油(hardened oil)と呼び、魚油や大豆油が原料に用いられることが多い。

今回訪問したある1社では動物油脂の水素添加工程を採用している。

(b) 分別(fractionation)

油脂は融点の異なる種々のトリグリセリドの集合体であるため、融点の違いを利用し、油脂を融点の異なる成分に分ける事が出来る。これを分別という。ある1社は自然分別法によりパームオレイン、パームステアリンを製造している。

分別法には自然分別(dry fractionation)、溶剤分別(solvent fractionation)及び界面活性剤分別(detergent fractionation)などの方法がある。溶剤分別が一般的であり、パーム油、やし油、牛脂、硬化油などが原料として用いられる。尚、サラダ油の製造時に行われるウィンタリングは自然分別の一種である。

(2) 再使用及びリサイクル

副原料であるシリカ、活性白土のような添加物は、分離され、次の様な分野での再利用の

ため外部へ出荷されている。

- 1) 動物用食品
- 2) 公園の舗装用
- 3) 道路補修用
- 4) 衛生的充填物用

一方、動物脂精製において製品から分離された固形残留物は、工場内での乾燥工程での処理の後、動物用飼料として売却されている。

日本において、戦後しばらくの間、製油工場で発生する油分を多量に含んだ廃白土は回収専門の業者が収集し、希アルカリで処理して油を回収した後、回収油は脂肪酸原料に、残渣はそのまま廃棄する状況が続いた。1970年頃に廃白土中の油分を溶剤(ヘキサン)で抽出した後、抽出油を脂肪酸やエステル等の原料に利用する方法が採られ出した。抽出残渣は、乾燥後燃焼して蒸気回収して工場で利用し、燃焼残渣はセメントに配合し、再利用されている。しかし、現状では製油企業が再利用業者に対し、処理費と輸送費を支払っており、費用は廃白土 1kg 当り 10～20 円程度と言われている。

その他、次の様な分野への活用も行われているが、鶏や豚の飼料に配合して用いることは、油脂の酸化・劣化による栄養価の低下や、場合により毒性の問題も懸念されるので、日本では実用化されていない。

肥料への応用

畜糞の処理

### (3) 工場の安全

いくつかの会社は、次のような方法により、作業及びプラントの安全を維持することに強い意向を保有していると考えられる。

- 1) 安全高揚指示の掲示
- 2) 安全具の着用
- 3) 安全通路の設定
- 4) 黒及び黄色でトラ模様に塗られた安全策、手摺、等
- 5) 良好な塗装
- 6) 良好な保温及び保冷
- 7) 蒸気凝縮水用樋の設置
- 8) 床でのスリップ防止策の採用

## 8-2-2 日本及びその他諸国の動向

### (1) 世界ならびに日本における製油産業の現状

製油産業は代表的な装置産業であり、製品価格中に占める原料価格の割合が高く、従って製品価格は著しくその影響を受ける。従来製油産業は製粉・精糖産業などと共に食品基幹産業として成立って来た。そして各国とも国内の設備投資に力を入れ、国産あるいは輸入原料を用い、国内の需要増加に対応してきた。

ところが食生活の変化、世界経済の変転、発展途上国における製油産業の発展などで欧米諸国及び日本の製油産業は曲り角に立つことになった。アメリカでは製油及び精製設備の過剰、国際競争力の低下などにより大手企業の製油分野からの撤退、再編成が相次ぎ、ヨーロッパでも同様の動きがあり、また輸入原料の大豆の欧州産ヒマワリ、菜種への転換などがみられている。また、日本でも周囲を巡る同様の影響下にさらされ、円高による原料輸入のメリットはあっても、円高にスライドした油粕の値下り、製品の輸入に拍車をかける関税問題、工程別副生物処理費の増加ならびに配合飼料の市況などの影響を受け、さらに最近特に著しい消費者の製品に対する多様な要求など、製油産業としての新たな問題を抱えるに至っている。

一方、日本の企業のいくつかはマレーシア、フィリピン地域でパーム油、椰子油製造を行ってきたが、最近撤退を余儀なくされているところが多い。いろいろの理由はあったにせよ現地で栽培園を持たないことの不利があったということは原料価格がこの場合も大きな影響力を持つことを物語っている。

いずれにしても製油産業が油脂と脱脂粕という用途の全く異なる複数の製品をかかえ、需給バランスをとることが極めてむずかしい産業ではある。

### (2) 製油産業における技術の近代化の現状と展望

製油産業における技術開発は臨海工場における大型化、省力化、省エネルギーであり、荷揚、サイロにおける原料管理、精選、予備処理、抽出、精製、充填包装の全工程にわたって急速に進展した。本船より減圧を利用する荷揚、サイロにおける貯蔵中の温・湿管理、必要原料の自動取出し、前処理のための加熱、脱皮、圧扁なども全て自動化がほぼ完了している。

また、抽出装置はデスメット(desmet)、ルルギ(lurgi)、ロートセル(rotocel)など欧米で開発された連続抽出(continuous solvent extraction)装置が導入されて既に 20 年以上を経過している。抽出された原油の精選には脱ガム(de-guming)、アルカリによる脱酸(refining)、活性炭による脱色(bleaching)、さらに冷却による脱口ウ(wintering)、最後に水蒸気などを用いる加熱脱臭(de-odorization)を必要とするが、いずれも大型工場では連続化あるいは少なくとも半連続化が完了している。

ミセラ(油と溶剤の混合物)(miscella)中及び脱脂粕(defatted meal)に残る溶剤は当然回

収を必要とするが、回収率を高めるために種々の工夫がなされ、例えば、流動パラフィンに溶剤をいったん溶解させ、加熱で回収する方法がある。尚、脱脂粕中の溶剤を回収するのに間接または直接水蒸気による加熱が行われるが、脱脂大豆では蛋白質の変成 (protein de-naturation) を極力抑えることが必要な場合があり、この時は加熱された溶剤蒸気を用いる。

しかし一方、このような大型化に伴って製造工程より排出される副生物による環境汚染問題が出たが、事前に凝集剤その他の方法で分離あるいは回収、さらに活性汚泥処理が行われ解決をみている。また熱媒体の混入による油症事件はその後これに代る高圧、過熱水蒸気、電熱過熱などの方式が確立され、これも解決されている。

現在の製油の方法は溶剤抽出が主体であるが、その際原料を過熱するため、その中の油または共存成分が分解する可能性があり、これを防止出来れば、油のほか共存微量成分の利用度を高めることができよう。無菌化に対しても非加熱方式が望まれる。また圧搾後、溶剤抽出を行う圧搾法に電磁波を利用して油の収量を高める研究がある。

抽出に炭酸ガスを加圧して液状で用いる超臨界ガス抽出 (supercritical gas extraction) は微量の有効、有価成分の抽出には実用の可能性があるが、通常の食用油などには採算上不適である。しかし今後大量処理用装置が完成すれば検討の余地がある。

製油方法には圧搾法、溶剤抽出法のほかに原料を水と共にすりつぶして油を乳化させた上、遠心分離でこれを浮上分離させる方法がある。実用化はしていないが、今後の課題である。尚、あらかじめタンパク、セルロース、ペクチン分解酵素で原料を処理することで油の収量が高まることが認められている。

油脂の精製段階でアルカリによる脱酸を行うが、これによると負荷量の大きい廃水が出るうえ、油との反応によるロスがあり、これに代る方法が検討されている。ガム質を特殊な機能を備えた膜を用いて除くとか、リン脂質が少量の水で会合して、分子量 4 万程度の高分子となることを利用して、グリセライドを分離することが試みられている。またセラミック樹脂を利用する脂肪酸の分離、除去の研究がある。ミセラを直接限外濾過膜 (ultra-filtration membrane) で処理して脱ガムが可能であるが、アルカリ精製を完全に省略できるまでの完全除去にはまだ達していない。また特殊濾過膜を用い、綿実油、ヒマワリ油、菜種油の脱ロウが可能となった。

物理的精製法のもう一つの方法として、パーム油や椰子油のようなガム質の比較的少ない油の場合、ガム凝集剤 (リン酸など) の使用が有効で、添加後、活性白土を用いて吸着、濾過した後、脱臭操作で遊離脂肪酸を溜去する。油脂は精製後、空気中の酸素ですぐ酸化されやすいことから、減圧下で加熱、脱臭した後、空気との接触を避け、窒素ガスを封入すると品質の良い、しかも長期保存の可能な油脂が得られる。

### (3) 製油工場におけるエネルギー消費

燃料(ボイラー、熱風発生炉など)、蒸気、電力に分けて考えると、燃料消費は蒸気用ボイラーが約 88%で最も多く、ついで精製用ボイラー5～6%、熱風発生炉 3～4%である。

蒸気消費を部門別にみると採油部門 56%、精製部門 30%、中和脂肪酸からの脂肪酸製造部門 5%を合わせて約 90%になる。

部門別電力消費では、採油部門 42%、精製部門 16%、ボイラー部門 13%をあわせ約 70%を占める。

日本油脂業界では省エネルギーに関し、20～30%の節減を達成している:

- 1) 蒸気発生部門(11%改善)
  - a) ボイラー効率の向上
  - b) 廃熱などの有効利用
  - c) 配管の短縮
  - d) 蒸気トラップの改善
- 2) 採油部門(18%改善)
  - e) 溶剤回収方法の改善
  - f) エゼクターの排蒸気の再利用
  - g) 機器仕様の見直し
  - h) 予熱器、加熱器滞留時間の改善
  - i) 蒸気トラップの改善
- 3) 精製部門(蒸気 46%、電力 37%改善)
  - j) 脱臭工程における熱利用システムの改善
  - k) 脱酸洗浄排水の熱利用
  - l) 蒸気トラップ・保温の改善
- 4) 総合
  - 燃料消費 約 40%改善
  - 電力消費 約 16%改善

### (4) 21 世紀を迎える油脂産業の技術的課題と展望

- 1) 新しい資源の探索、開発
- 2) 製造の合理化のため、連続化、省力化のほか新たな製油方法、精製方法の開発、及び製油工程における超臨界ガス抽出、電磁波の利用、精製・分別工程における各種膜の利用、クロマトグラフィーの利用などの新技術の導入
- 3) 消費者対応である多品種、少量生産方式の導入
- 4) ドレッシング、マヨネーズ、マーガリンなどの更なる多様化
- 5) 揚げの簡易化、揚物の保存性・即効性の向上
- 6) 脱脂粕の利用開発

- 7) 油脂の栄養、健康に対する有効性・安全性の消費者への徹底
- 8) 油脂の精製限界の確立
- 9) 製油工程の排水、廃棄物の処理方法の更なる合理化及び利用方法の開発
- 10) 油脂そのものの処理、加工による新機能の開発及び油脂中に存在する有効成分の分離、利用の開発

### 8-2-3 製造技術面の問題点

#### (1) 洩れ及びこぼれ

貴重な輸入原料が清掃、洗浄、出荷時に系外に洩れたり、こぼれたりし、結果として、原料ロス(コストアップ)、作業環境の悪化、スリップ等による安全上の悪化、等につながっている。

また開放系でのタンク乾燥工程が実施されているため作業環境を油分で汚している。更に、分解しやすい動物脂を使用している作業エリアは隔離されていない為、悪臭が周囲に滞留している。

#### (2) 使用材質及び製品充填場所

製品はほとんどが食用であり、異物混入を排除すべきであり、製品と接触する設備の材質はステンレス製であるべきであるが、錆が発生しやすい炭素鋼が使用されている。また、製品の充填場所については、異物の混入しない製造エリアから隔離された場所とすべきであるが、建家外の昆虫等の混入の可能性のある場所で充填している。

#### (3) エネルギー消費量の計測

蒸気、電力、等のエネルギーは石油又は石炭等により製造されているが、高価なエネルギーを無駄なく使用する為には、どの工程でどれだけ消費しているかを把握出来るシステムにすべきである。

また蒸気等については保温(保冷)、凝縮水の熱利用、等が必要である。

### 8-3 油脂精製サブセクターの生産管理技術の現状

#### 8-3-1 油脂精製サブセクター所属企業の管理レベルの現状

##### (1) 製造責任者

現在、製造責任者は、生産各種指示、問題解決、承認、品質管理、安全、等 全ての管理に多忙であり、更に、スタッフが少ない。従って、責任者自身が実施すべき業務の数項目しか処理出来ていない。

## (2) 製造プラントの品質管理

本サブセクターで製造される製品のほとんどは食用油として料理用に使用されており、従い、コンタミネーションがあってはならない。更に、製品のコンタミネーションを防ぐために、プロセスは清潔で衛生的に管理されなければならない。

### 8-3-2 製造管理技術面の問題点

#### (1) 製造責任者

8-3-1-(1)に述べたが、好ましい製造性能を得るためには、次の項目が管理されなければならない。

- 1) 水のマテリアル・バランス
- 2) 原料、薬品及び用役の原単位
- 3) 製造コスト
- 4) 従業員への教育
- 5) プロセスの改善及び改造
- 6) 機器の保守及び更新

更に、2種類の電力単価及び6種類の水単価があるので、2種類の電力単価契約を実施している会社は、低価格時間帯をフルに活用する運転を、及び全ての会社は水消費量をミニマム化する事を、考慮に入れる必要がある。

#### (2) 製造プラントの品質管理

8-3-1-(2)の対応として、次のようなシステムの採用が検討され、実行されなければならない。

- 1) 製品と接触する部分へのステンレス材の採用
  - a. 残念ながら、ほとんど全ての工場において、炭素鋼が採用されている。但し、ある1社は亜鉛メッキ鋼を使用している
- 2) 蒸留、濾過、デカンテーション、遠心分離、等のような精製工程の採用
  - a. 植物油を原料に使用している数社は上記精製工程のいくつかを採用している。
  - b. しかしながら、動物脂、鉱物油を使用している会社に関しては、濾過または遠心分離のような簡単な精製工程を使用している。なぜならば、製品が消費者で再度精製されるからと考えられる。
- 3) プロセスに清潔で衛生的な環境の採用
  - a. 一般的に言うならば、食品用途用原料の観点からは、床、手摺、階段、等への油分堆積により、きれいさは劣っている。
  - b. 床、階段、手摺、等で凝縮し堆積させ、作業環境を汚す油分を含む水蒸

気を発生させる原因となる開放製造設備が使用されており、かつまた、数社においては、製品が建物外で包装されている。

- c. 洗浄又はクリーニング時に開放する事が困難なスクリュウタイプのフランジ継ぎ手を使用されている。

従い、調査団が提案しているクィック・リコメンデーション項目が考慮され、出来るだけ早く実行されることが、プラント、プロセス及び廃水の改善につながると考えられる。

### (3) 工場分析部門

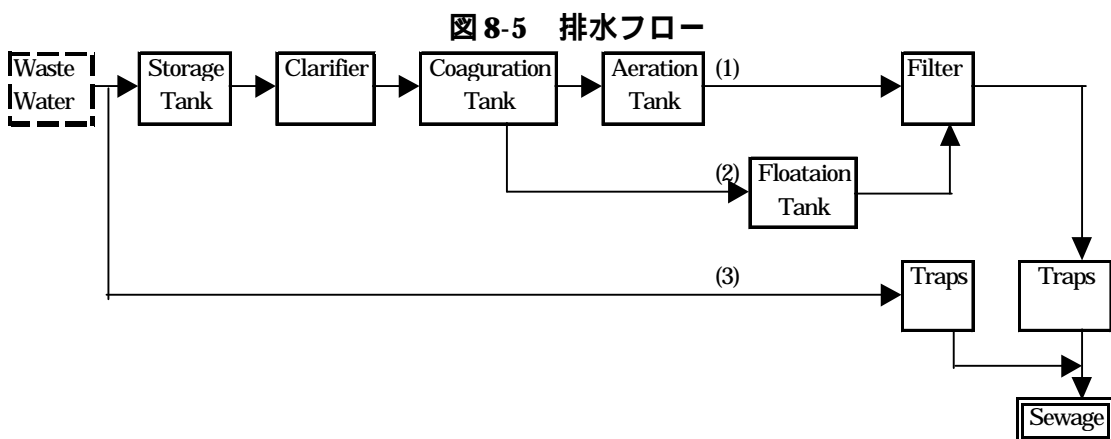
調査対象工場のほぼ半分は製品品質のみならず、廃水水質をも分析出来る分析部門を自社で保有しているが、廃水中の汚染物質を低減させる為に、得られたデータをプロセスの改良及び改善用に有効活用していない。

## 8-4 油脂精製サブセクターから発生する産業公害

### 8-4-1 油脂精製サブセクターからの産業公害原因物質排出状況

#### (1) 廃水処理設備の保有状況

ほとんどの会社は、沈澱分離のための1次貯蔵タンク、油分分離のためのオイルトラップ、等の簡単な廃水処理システムしか保有していないが(図8-5参照)、近い将来には排水水質を改善したいという強い意志を持っており、ある会社ではコンサルタントと自分達自身で、“凝集”、“エアレーション”、“加圧浮上”、“生物処理”、のような新しい処理システムにちょうど取組んでいる。



更に、1社は独自に、排水水質の基準及び管理システムを保有している。

一方、比較的大きな2社は、“活性汚泥処理システム”のような特別なシステムはないが、表8-9に示すような、ほとんど完全な処理システムを保有している。



しかし、一般的に言うならば、企業規模は小さくかつ、水質が悪くとも、水量は少ない。従って、良好な廃水処理を期待するならば、このような中小企業の産業廃水用の“公共処理センター計画”が望まれる。もしこの計画が実現するならば、小さなローリーで処理されるべき廃水を該処理センターへ運ぶ事が可能となろう(このシステムを採用している都市が中南米国にある)。

表 8-9 廃水処理システムの保有状況

	オウルラック°ング	清澄化	凝集	エアレーション	浮上化	沈澱	濾過
F 1	○	○	○	○		○	○
F 2	?		○		○	○	○
F 3	○					○	
F 4	○					○	
F 5	○					○	
F 6	○					○	
F 7	○					○	
F 8	○						
F 9	○						

注 1、?=未確認

注 2、沈澱には廃水の 1 次貯蔵タンク設備を含む

尚、現在の廃水処理はバッチ式運転であり、それ故、分析用廃水は主としてプラントの運転中に採水されたが、また溜り水も時々サンプリングされた。

## (2) 採取廃水の分析結果

評価用廃水は、主として最初の工場調査日(第 1 日目)に、現地の分析会社である ILAM 社が、8 工場で採水した。

調査団と DAMA により決定された、工場の最終出口で第 1 次調査時に採水された廃水の分析値は表 8-10 に示す。

### 1) BOD(生物学的酸素要求量)

製造プロセスで直接採取出来た廃水は 3 工場であり、BOD 分析値は 19,200 ~ 106,000 mg/l の間にあった。

原料として動物脂を使っている 2 工場から排出されている水の BOD は、植物油精製工場から排出される水の BOD 値の 3 ~ 5 倍と推定される。

従い、動物脂精製工場は効果的な処理システムの採用が必要である。というのは、例え排水量が少なくとも、(BOD) x (水量) の積による環境への負荷が大きくなるであろうからである。

最終トラップからの排水 BOD 値は全工場において、270～12,000 mg/l であった  
(図 8 6&7 参照)。

工場からの排水 BOD 値に関して言うならば、4 工場が DAMA の排水基準を満足している。

大きな 2 工場は凝集及び浮上システムを持ち、1,000 m<sup>3</sup>/月以上の排出量であるが、BOD 値は 400 mg/l 以下であり、COD 値、油分及び SS 値もそれぞれ DAMA 基準値の半分以下であった。

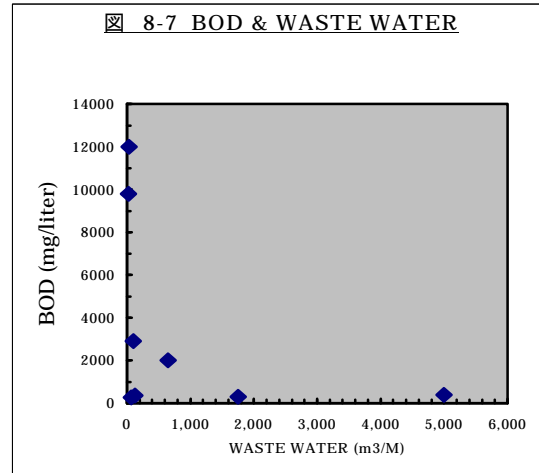
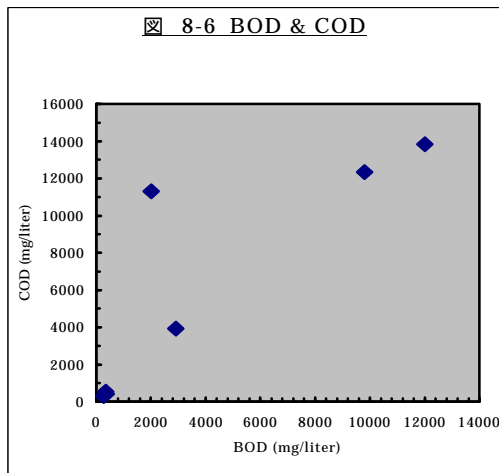
表 8-10 油脂工場廃水分析結果

	Flow	Temp.	pH	Conductivity	Turbidity	Oil	BOD	COD	DO	SS	T-SS		
	m <sup>3</sup> /M		-	μS/cm	-	mg/liter	mg/liter	mg/liter	mg/liter	mg/liter	mg/liter		
F-1	1,750	25.0	7.05	1,800	400	457.6	450	908	0.30	298	1,435		
						16	282	308		22	1,487		
						0.07 t/M	0.49 t/M	0.54 t/M		0.04 t/M			
F-2	5,000	29.0	6.93	2,450	1,800	2,177	1,620	7,050	0.40	1,530	4,420		
						15	380	415		23	2,155		
						0.16 t/M	1.9 t/M	2.08 t/M		0.12 t/M			
F-3	37.5	26.9	6.82	2,400	20,000	167,000	63,500	88,130	3.80	167,000	181,800		
						630	<b>4,300</b>	<b>12,000</b>		<b>13,830</b>	0.00	<b>4,300</b>	2,660
						0.16 t/M	0.45 t/M	0.52 t/M		0.16 t/M			
F-4	125		6.3	385	240	242.9	690	820	1.10	182	844		
						210	<b>375.2</b>	360		532	1.50	778	1,348
						0.05 t/M	0.05 t/M	0.07 t/M		0.1 t/M			
F-5	650	24.0	<b>9.36</b>	1,820	730	<b>9,670</b>	<b>2,010</b>	<b>11,300</b>	2.40	690	3,560		
										0.45 t/M			
						6.29 t/M	1.31 t/M	7.35 t/M					
F-6	70		6.8	370	80	97.3	270	321	0.00	240	443		
										0.02 t/M			
						0.01 t/M	0.02 t/M	0.02 t/M		0.02 t/M			
F-7	25	18.6	6.81	550	840	<b>58,700</b>	<b>9,800</b>	<b>12,340</b>	0.90	<b>19,400</b>	39,520		
										0.49 t/M			
						1.47 t/M	0.25 t/M	0.31 t/M		0.49 t/M			
F-8													
F-9	100	25.3	5.17	7,100	34,000	25,390	106,000	144,000	0.00	85,250	115,000		
						1,600	<b>1,960</b>	<b>2,910</b>		<b>3,930</b>	1.59	<b>2,620</b>	4,234
						0.2 t/M	0.29 t/M	0.39 t/M		0.26 t/M			
DAMA		< 30	5 ~ 9			100	1,000	2,000		2	800		
達成率		100%	87.5%			37.5%	50%	50%		0%	12.5%		

\*1. blanked item was not analyzed and/or not measured

\*2. upper: in, lower: out of treatment system

オイルトラップのみで処理されただけの排水は DAMA 基準値を満足しておらず、それ故、その工場には毎日の浮上物除去の実施及び薬品添加、等のような、より効果的な処理システムの採用が要望される。



## 2) COD(化学的酸素要求量)

COD 分析値は BOD 値の 1.5 分の 1 以下であり、BOD 基準を満たす排水は COD 基準をもまた満足している。

また工場からの排水 COD 値に関して言うならば、310 ~ 13,830 mg/l であり、4 工場が DAMA の排水基準を満足している。

しかしながら、ある 1 社の動物油脂精製工場では、試験中の凝集及び沈澱処理された表面層水を特別に分析したが、BOD 及び COD 値は基準値より高く、従って、凝集及び沈澱処理では処理出来ず、より効率的である生物学的処理システムの採用が検討されるべきである。

## 3) 油分

処理前の油分含有量は次のように高かった:

- a, 植物油用工場廃水 : 265 ~ 109,150 mg/l
- b, 動物脂用工場廃水 : 8,400 ~ 25,390 mg/l

また工場からの排水油分値に関して言うならば、30 ~ 58,700 mg/l と振れ幅が大きく、3 工場のみが DAMA の排水基準を満足出来ている。但し、沈澱の為に凝集剤が採用されかつ浮上物の除去が実施されれば、油分基準を満足させることは十分可能であると考えられる。

4) SS(懸濁固形物)

SS は多量の BOD、COD 及び油分を含有しており、排水から SS 分を除去する事も BOD、COD 及び油分の低減に有効で一般的な方法である。

また工場からの排水 SS 値に関して言うならば、20 ~ 19,400 mg/l で、1 工場も DAMA の排水基準を満足していない。

5) 水温及び pH

排水温度は 30 基準より低く、pH は、数種のケースを除き、5 ~ 9 の基準値以内でもあった。

6) 各種排水負荷量(訪問 9 社の平均)

表 8-11 訪問 9 社平均の各種排水負荷量加重平均

	負荷量(ton/月・社)
BOD	0.60
COD	1.41
油分	1.05
SS	0.20

8-4-2 ポゴタ市における産業公害に対する油脂精製サブセクターの影響度

ポゴタ市には 28 の油脂精製企業があり、なんらかの処理の後、産業排水を公共下水道に排出している。

一方、DAMA は各企業からの産業排水水質を管理しており、必要であれば各企業それぞれに警告を発し、必要な対策措置を取らせている(表 8-12 参照)。

仮にサブセクターの環境へのインパクトを推定すると、次の様な結果が得られる(表 8-13 参照) ;

下表の値は環境へのインパクトとしては非常に小さいと考えられ、結果として、環境管理は排水水質の総量で実施されるべきであると判断される。

表 8-13 油脂精製サブセクターからの環境へのインパクト

	Flow	Concentration	Impact
	m <sup>3</sup> /M	mg/l	ton/M
Flow	1,448	-	-
COD	-	712	1.0
BOD	-	334	0.5
SS	-	59	0.1
OIL	-	390	0.6

\*1, Impact = (Flow) x (Concentration)

表 8-12 排水の環境への影響

Company No.	Main Raw Material			Water Consumption m <sup>3</sup> /M	Waste Water Quality				
	Vegetable	Animal	Mineral		COD mg-O2/l	BOD mg-O2/l	SS mg/l	Oil mg/l	Flow m <sup>3</sup> /M
	1	○			15,438	(84)	(10)	(<0.5)	(49.5)
2	○			6,677	(502)	(454)	(0.5)	(110)	(1,348)
3	○			5,842	415	380	23	31.6	7,200
4	○			1,738	11,300	2,010	690	9,670	580
5	○			581	308	282	22	42.3	1,750
6	○				532	360	778	375.2	125
7	○			341	321	270	240	97.3	70
8	○			309	(10,512)	(8,153)	(590)	(4,286)	
9		○		277	13,830	12,000	4,300	280	
10		○		199	3,930	2,910	2,620	1,960	100
11		○		152					
12	○			129					
13	○			125					
14		○		119	(2,267)	(1,396)	(4)	(49)	(196)
15	○			62					
16		○		46					
17			○	43					1
18	○			39					
19	○			30					
20	○			24					
21		○		19					
22	○			17					
23	○			13					
24		○		11					
25		○		6					
27		○		4					
27	○			3	12,340	9,800	19,400	58,700	1
28	○			2					
Total	18	9	1	1,194	712	334	59	390	1,448
					1.0ton/M	0.5ton/M	0.1ton/M	0.6ton/M	

\*1, This table is arranged, based on consumed water volume.

\*2, Waste Water Quality is coming from the data of (DAMA) and the Team.

\*3,     : Visited Companies.

\*4, Average: Weighted average

#### 8-4-3 日本における油脂精製サブセクターからの産業公害の歴史及び現状

##### (1) 植物油脂の生産量の変遷

日本の製油工場は戦後から 1962 年まで大小合わせて 1,000 を越える工場数であったが、それ以後漸減の傾向をたどり 1967 年には 581 工場に、1972 年には 213 工場と急速に減少している。これは原料処理能力 100t/日未満の工場が減少したためであり、10t/日未満の工場は 1/5 程度の工場数となっている。しかし、100t/日以上原料処理能力を有

する工場は5工場増加しており、原油の生産量も約35%増加している。  
 1995年の工場数は約100で、一日当り総原料処理能力は約31千tである。このうち一日当り1千t以上の10工場を併せた原料処理能力は約21千tで工場の大型化が進んでいる。

表8-14に1967年、1972年、1995年の工場数及び原料処理量、原油生産量を示す。

表 8-14 製油工場の概況

	>100t/日	>50t/日	>10t/日	>1t/日	工場数計	原料処理量 千t/年	原油生産量 千t/年
1967	34	25	106	416	581	3,219	806
1972	39	23	64	87	213	4,478	1,092
1995					約 100	6,450	1,754

## (2) 法規制

日本における法規制は1970年に制定された水質汚濁防止法により規定されており、排水基準は許容基準として定められ、次の3種類がある。

- 1) **一律排出基準** 全特定事業所について、一律に、全公共用水域に適用される。
- 2) **上乘せ基準** : 一律基準では十分でないとき、認められるとき、都道府県条例で定められる、より厳しい基準。
- 3) **総量規制基準** 上記の基準では環境基準の達成が困難である地域において、指定された項目について都道府県知事が定める。

一律排出基準は、カドミウムその他、人の健康に係わる被害を生ずる恐れのある物質(有害物質)等を含むものに関する項目(いわゆる健康項目)と、生活環境に被害を生ずる恐れのある項目(いわゆる生活環境項目)とについて、それぞれ定められている。

上乘せ基準については、水質の汚濁に係わる環境基準が維持されるため必要かつ十分な程度の許容限度として条例で定めるとしており、表8-15に東京都公害防止条例の例を示す。

総量規制は、内閣総理大臣が定める総量削減基本方針に基づいて都道府県知事が総量削減計画を策定し、基準を定めるとしている。

表 8-15 東京都条例

項 目	工場の種類	と畜施設を有する工場		その他の工場								
	水域	全ての水域		江戸川及び多摩川水域		多摩川水域(下流)、荒川水域、城南水域、鶴見川水域、境川水域及び東京湾水域、				島しょ及びその海域		
	工場の区分	第一類及び第二類工場		第一類及び第二類工場		第一類工場		第二類工場		第一類工場 第二類工場		
	一日排水規模	500m <sup>3</sup>	<500m <sup>3</sup>	500m <sup>3</sup>	<500m <sup>3</sup>	500m <sup>3</sup>	<500m <sup>3</sup>	500m <sup>3</sup>	<500m <sup>3</sup>	500m <sup>3</sup>	<500m <sup>3</sup>	工場
生物化学的酸素要求量	BOD	30	60	20	25	20	25	60	90	20	25	160
化学的酸素要求量	COD	30	60	—	—	20	25	60	90	20	25	160
浮遊物質	SS	60	120	40	50	40	50	120	160	40	50	200
n-ヘキサン抽出物質	鉱油類	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
n-ヘキサン抽出物質	動植物油脂類	30	30	5	5	10	10	10	10	30	30	30
フェノール類		5	5	1	1	5	5	5	5	5	5	5
銅		3	3	1	1	3	3	3	3	3	3	3
亜鉛		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
その他の規制項目 (全水域共通)	(生活環境項目) 水素イオン濃度：5.8～8.6 外観：異常な着色又は発泡が認められないこと 臭気：臭気度4を越える不快な臭気を帯びていないこと 温度：4.0 溶解性鉄：1.0 溶解性マンガン：1.0 クロム：2 フッ素：1.5 大腸菌群数：3,000個/cm <sup>3</sup>			(有害物質) カドミウム：0.1 シアン：1 有機燐：1 鉛：1 六価クロム：0.5 砒素：0.5 水素：0.005 アルキル水銀：検出されないこと PCB：0.003 トリクロロエチレン：0.3 テトラクロロエチレン：0.1								

### (3) 油脂製造工場の汚濁負荷

油脂製造工場からの排出物は健康被害項目に該当する重金属、有機塩素化合物は一般には無く、生活環境項目である BOD、COD、SS、油分が主体となる。

食品油製造工場では製品 1t 当り 30～35m<sup>3</sup> の水を使い、その約 80%は汚濁の少ない間接冷却排水などとして直接排出され、残りの約 15%は水蒸気として大気放散され、約 5%が汚濁排水として処理されている。その汚濁排水は油分、BOD、COD などが約 2,000mg/l 前後のもので製品 1t 当り BOD 約 5.4kg、COD 約 3.2kg、油分 4.4kg 排出されることになる。

植物油脂を例にとり BOD 排出量を計算すると、

$$1,745,000 \text{ 千 t/年} \times 5.4\text{kg/t} = 9,423\text{t BOD/年}$$

BOD が 20mg/l まで処理されているとすると、

$$9,423\text{t/年} \times (20/2,000) = 94.23\text{t BOD/年}$$

即ち、植物油脂工場より年間約 94t の BOD が排出されていると推定される。

### (4) 食用油製造工場の公害

食用油製造工場は一般に健康項目に該当するものは排出されず、公害排出源となることは少ない。

1968 年夏 “PCB による中毒患者”、いわゆる油症患者が西日本一帯に多発した。本事例は製品である米糠油(ライスオイル)に PCB が混入し、生じた公害である。原因は製品の脱臭工程における加熱管の内部流体にジフェニルの塩素化合物を使用し、加熱管に小

孔が開き、そこから流出して米糠油に混入し、そのまま製品となり、人体に摂取されたためと判明している。

食品製造工場は生産ラインに無害なものを使用しなければならないという典型的な事例といえる。

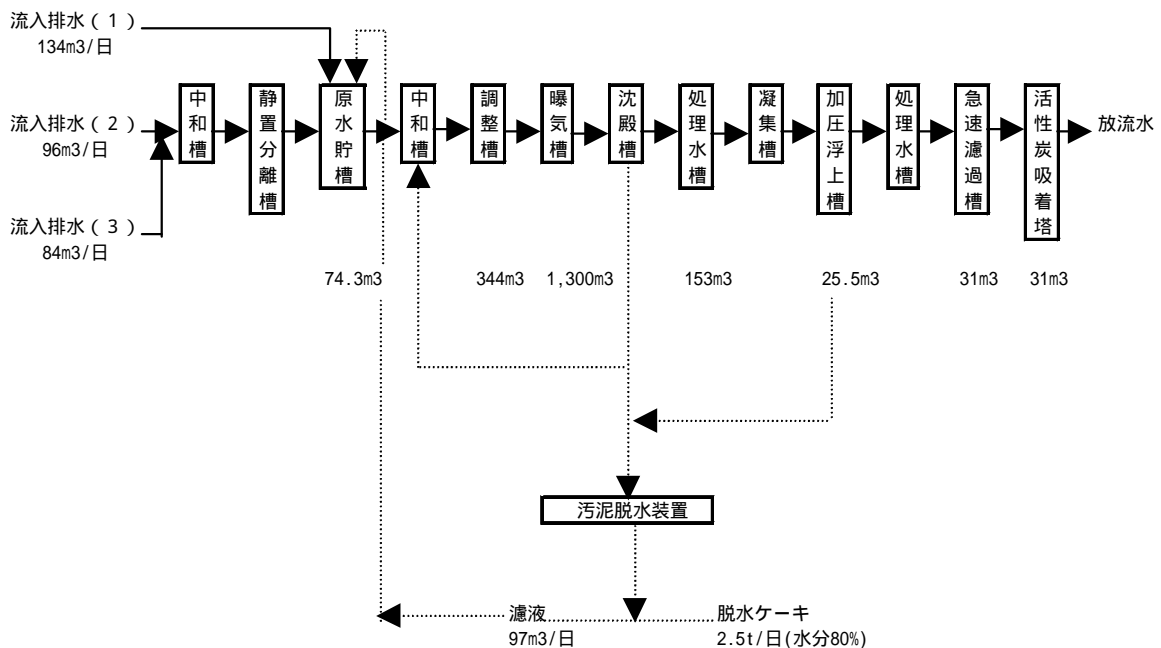
### (5) 製油工場の廃水処理の事例

廃水処理フローシートを図 8-8 に示し、本施設的设计基準は表 8-16 の通りである。

表 8-16 製油工場廃水処理施設の設計基準(350m<sup>3</sup>/日)

	原廃水	急速濾過処理水	活性炭吸着処理水	除去率 (%)	規制値 平均	規制値 最大
pH	2 ~ 12	5.8 ~ 8.6	5.8 ~ 8.6	-	7.0	5.8 ~ 8.6
BOD(mg/l)	4,400	95	25	99.4	30	40
COD(mg/l)	4,000	174	25	99.4	30	40
浮遊物質(mg/l)	500	5	5	99.0	60	80
油分(mg/l)	300	10	4	98.7	20	-

図 8-8 製油所廃水処理ブロックフロー



施設は 1975 年に建設されており、投資額は機械に約 186 百万円、土木構造物に約 30 百万円、汚泥処理関係で約 18 百万円、で計約 234 百万円を要している。

また、1984 年の年間廃水処理量の平均実績は 237m<sup>3</sup>/日であり、維持管理費用は年間約 45 百万円で、廃水 1m<sup>3</sup> 当り 520 円であった。なお、この 520 円は非常に高価であり、活性汚泥処理以降の凝集加圧浮上の薬品費、活性炭吸着などの 3 次処理費用が嵩んでいる



と考えられるので、生産工程の改善による排出量の抑制、前処理での可能な限りの除去など様々な工夫が必要である。

## 8-5 油脂精製サブセクターにおける技術的改善策

### 8-5-1 油脂精製サブセクターにおける

#### クリーナープロダクション技術の推進による改善策

##### (1) 製造技術面の改善策

第1次簡易提言から非常に短期間であったが、かなりの部分で改善が実施され又計画中であった。

- 1) こぼれ防止（期待効果：ロスの防止、汚濁物質の排出削減及び安全性の向上、等）
  - a. 配管の継ぎ手は洩れやすいねじ込み式ではなく、分解清掃しやすいカップリング式又はフランジ式に変更する。
  - b. フレキシブルホースには液抜き用ノズル及び弁を取付ける（クウィックジョイントで対応中）。
  - c. 機器、配管、階段及び床に固着した油分の除去、及び毎直後の床、オイルトラップの清掃の実施（実施中）。
- 2) 密閉化（期待効果：ロスの防止、汚濁物質の排出削減及び安全性の向上、等）
  - a. 開放系タンクは密閉化し、油分を含有する発生水蒸気は配管で凝縮器に導く（脱酸反応器の上に蒸気凝縮器の設置を計画中）。
- 3) 隔離（期待効果：汚濁物質の排出削減及び安全・衛生性の向上、等）
  - a. 動物脂は分解して、悪臭を発生しやすいので、通常の作業エリアから仕切って隔離し、仕切室内のガスは換気・排気し、吸着等により臭気を除去する（原料の即時回収及び洗浄対応により臭気極減中）。
  - b. 製品充填場所は通常の製造場所から隔離し、昆虫、ゴミ、等の混入しない換気のあるクリーンな製品の充填室とする。
- 4) 使用材質（期待効果：衛生性の向上、等）
  - a. 錆が発生しないステンレス製に変更する。

##### (2) 生産管理面の改善策

- 1) 原料、薬品及び用役の原単位管理実施(期待効果：ロスの定量化及び低減、等)  
残念ながらまだ未実施で、これからである
- 2) 水のバランス管理及び水質管理(期待効果：水使用量削減及び排水削減、等)  
残念ながらまだ未実施で、これからである

- 3) 作業エリアの 5S 実施（期待効果：ロスの防止、汚濁物質の排出削減及び安全性の向上、等）  
毎直後に床、等の作業エリアの清掃を実施し、固着油分を除去し、塗装を実施中
- 4) トラップ内の油分、SS、等の毎日汲上げ実施（期待効果：汚濁物質の排出削減、等）  
定期的に、3 回/週、オイルトラップからの油分の汲上げを実施中  
オイルトラップ下部排出配管に栓で流出防止を実施中
- 5) 製造コスト（期待効果：ロスの防止、等）  
残念ながらまだ未実施で、これからである
- 6) 従業員への教育（期待効果：動機付け、等）  
安全掲示、運転のキーポイント掲示及び教育により 5 S 活動への動機付けが出来たと好評価
- 7) 機器の保守及び更新（期待効果：機会損失の削減、ロスの防止、等）  
油洩れ機器の更新、予備機の設置、弁及びガスケットの定期的取替えを実施中

### (3) 産業公害原因物質排出量低減策

- 1) 主として油分が汚濁物質の主要因になっており、現在の排水負荷量は小さいが、こぼれ防止、洩れ防止、毎日のトラップ清掃、等が公共排水系への汚濁物質の排出をさらに低減させると考えられる。
- 2) 従って、製造技術面、生産管理面、等での改善により、良化させられるが、エンド・オブ・パイプ技術の改善で万全を期したい。

#### 8-5-2 油脂精製サブセクターにおけるエンド・オブ・パイプ技術の改善策

植物油脂を使用している会社からの廃水は加圧浮上又は凝集剤による沈澱方式の採用により DAMA 基準に適合出来ると考えられる。

更に、トラッピング方式の場合においても、日々の浮上物除去による十分な保守があれば、DAMA 基準に、法的には適合すると判断される。

しかしながら、動物油脂を使用している工場からの排水に対し、物理的及び化学的処理だけでは BOD 及び COD 基準を満足させることは出来ないであろうと思われる。

ただ、動物油脂を使用している工場は排水量が少く、排水処理設備の設置は経済的ではないと考えるので、産業別、水量別の新しい排水水質法規の制定を検討すべきと提案したい。

## 8-6 油脂精製サブセクターにおける産業公害低減推進に関わる結論と提言

### 8-6-1 纏め

8-5 で述べたが、当油脂精製産業サブセクターにおいては日々の保守、等はもちろん最優先対応策であるが、エンド・オブ・パイプ技術での対応も必要である。

### 8-6-2 油脂精製サブセクターにおける産業公害低減推進に関わる提言

#### (1) 排水規制値対応策

当油脂精製産業サブセクターは、一般論として水質濃度は高いものの、水量がすくないので、環境へのインパクトは小さいと判断される。しかしながら、現濃度基準の達成率は残念ながら表 8-10 に示すようにかなり低いと言わざるを得ない。

従い、まず第一ステップとして現濃度基準を達成する為に、水量も加味した総量規制を行い、排出量 10m<sup>3</sup>/日以下(油脂精製産業の平均生産規模はコロンビア/日本 1/4.3 の為排水排出量の下限を日本の 1/5 とする)の排水については当面、法による規制対象外とする(表 8-17 参照)ことを提案する。

また最終ステップ(日・米・欧並の基準)の前の、第二ステップとして、4~5 年先に、各社の対応状況を確認しながら、現基準値の半分に強化することも併せて提案する。

表 8-17 新規規制(案)

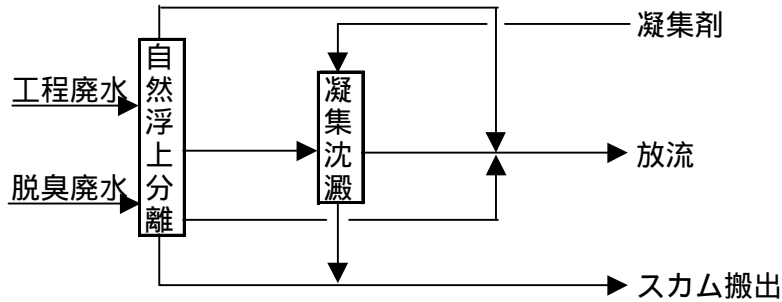
		DAMA 現規制値	新規 規制値(案) k g / 月
水量	m <sup>3</sup> /日	—	10
温度		<30	<30
pH	-	5-9	5-9
油分	mg/l	100	30
BOD	mg/l	1,000	300
COD	mg/l	2,000	600
SS	mg/l	800	240

#### (2) 廃水処理システム対応策

##### 1) 1st ステップ

現状オイルトラップしかないので、最低限この方式の採用を提案する。

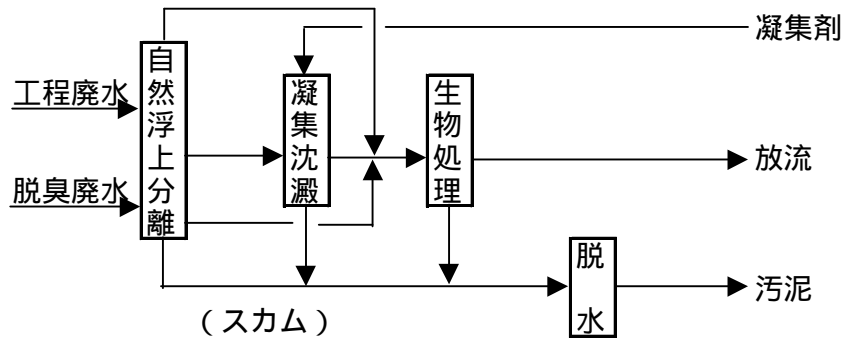
図 8-9 1st ステップ対応



2) 2nd ステップ

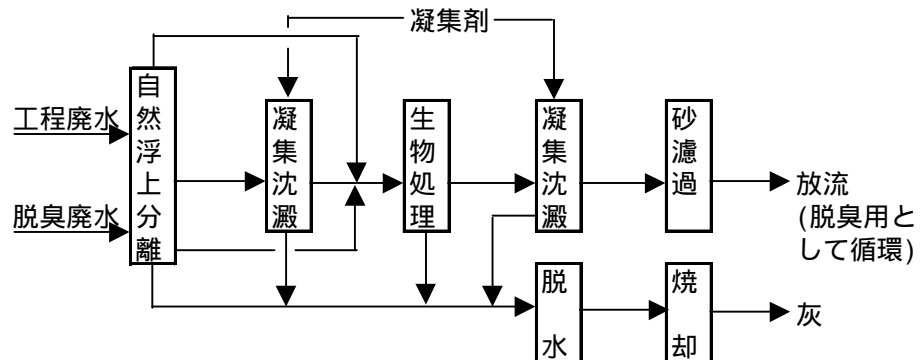
1st ステップの結果により、このステップの採用を検討する。

図 8-10 2nd ステップ対応



3) 3rd ステップ

図 8-11 3rd ステップ対応



(3) クリーナープロダクション対応策

1) 投資不要ですぐ実施可能な対応策

- a. 機器、配管、階段及び床に固着した油分の除去、及び毎直後の床、オイルトラップの清掃頻度アップ (5Sの実施)
- b. 油脂原料の即時回収及び洗浄の頻度アップ
- c. 原料、薬品及び溶液の原単位管理及び製造コスト管理

- d. 水のバランス管理及び水質管理
  - e. 安全、運転、5 S 活動、等についての従業員への教育
  - f. 啓蒙情報の掲示
- 2) 少額投資で実施可能な対応策
- a. フレキシブルホースには液抜きノズル及び弁を設置（クウィックジョイント対応でも可）
  - b. 明るい作業環境づくり（塗装、照明、採光、等）
- 3) 長期的に考えるべき対応策
- a. オイルの洩れない配管継ぎ手、弁及び回転機器の採用
  - b. 開放タンクの密閉化
  - c. 悪臭発生場所、製品充填場所の隔離
  - d. 製品とコンタクトする材質のステンレス化

### 8-6-3 行政サイドへの提言

上記 8-6-2 で DAMA 及び企業サイドへの提言を述べたが、各企業が対応策を効率的にかつ効果的に実施し、環境への産業公害負荷を低減するに当り、行政サイドとしては規制するのみだけではなく、さらに世界の該当技術情報の提供、相談窓口の提供、検討要員の提供、インセンティブの提供、等も含めた総合的な環境行政が必要であると考える。

従い、DAMA を含めた行政サイドへ次の提言もする。

- 1) 環境改善の為の行政と民間のワーキンググループの設置
  - a. 環境行政動向の民間への伝達
  - b. 民間からの状況の収集
  - c. 対応策実施状況のフォロー
  - d. 実施対応策の水平展開
- 2) 環境負荷低減技術情報の収集及び配布
  - a. 製造技術、生産管理技術
  - b. 廃水処理技術、廃水処理助剤
- 3) 環境負荷低減検討相談窓口の設置
  - a. 各業界の製造及び管理の技術に精通したレベルの高い検討要員の確保
  - b. 環境負荷低減技術に精通した技術レベルの高い製造現場経験者の確保
- 4) 環境負荷低減策実施時の資金及び税制の優遇策提供
- 5) 中小企業に対する公共処理場システムの提供

なおこれらを実施するに当り、実施担当部門としては ACERCAR の起用が適当と考えられる。

## 参考文献

- 1 ) DANE.Fabricacion de produtos alimenticios(1995 & 1996)
- 2 ) DANE.Produccion y Ventas(1995)
- 3 ) DAMA.Sector de Refinamiento de Grasas y Aceites
- 4 ) 日本油化学会誌 第 46 卷 第 4 号(1997)
- 5 ) 用水と廃水 Vol.29 No.5(1987)
- 6 ) 油化学 第 24 卷第 11 号(1975)
- 7 ) 配管技術('98.5) 排水処理設備
- 8 ) 配管技術('98.12) 微生物による含油排水の浄化
- 9 ) 配管技術('98.12)
- 10 ) 食品加工の知識 幸書房('80.11)
- 11 ) 食品油製造の実際 幸書房(宮川高明著)
- 12 ) 食品工業技術概説 恒星社厚生閣('97.4)
- 13 ) 21 世紀を迎える日本の食品産業 I 技術 食品・農業政策研究センター('87.7)
- 14 ) 油脂 油脂産業年鑑 幸書房('98.8)
- 15 ) 環境庁水質保全局資料(1976)
- 16 ) カネミ油症裁判の決着 幸書房(1989)

## 8-7 詳細工場調査-1 (油脂精製-1)

### 8-7-1 工場概要

該社は 1957 年に設立され、ボゴタ市の油脂精製産業サブセクターでトップ 5 にある企業であり、パーム油、大豆油、パーム核、等の植物油を原料として、主として、マーガリン及び食用油を製造している (表 8-18 参照)。

さらに、プラントの現在の操業度は 100% で運転されている。

表 8-18 生産品パターン

	Pattern
	%
From Extraction	20.5
From Chemical refining	0.9
Edible oil	15.7
Margarine	43.6
Industrial use	19.3
Total	100.0

尚、このプラントにおいては、パーム核の抽出及び大豆油のケミカル精製から発生する、2 種類の副産物があり、それぞれ動物飼料及び石鹼用に使用されている (表 8-18 参照)。

しかし残念ながら、この比較的大きな企業はオイルトラッピング以外の効果的な廃水処理システムを保有しておらず、公共下水に排出される排水水質は悪いものとなっている。

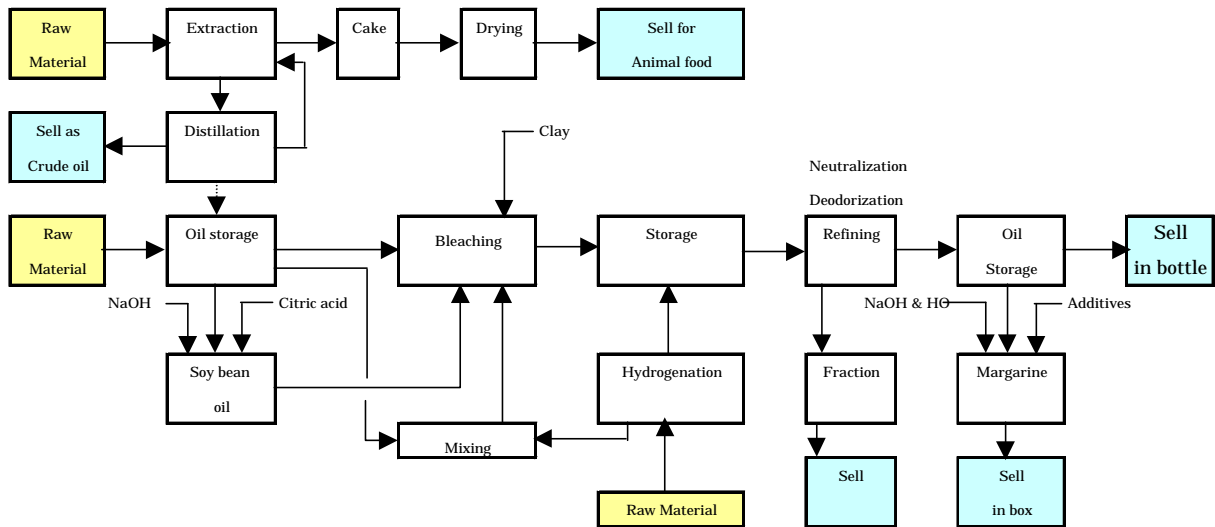
1999 年初めに、ラボスケールで生物処理を採用した新しい処理システムが検討されたが、実現には至っていない。

### 8-7-2 製造技術の現状と問題点

製造フローを図 8-12 に示す。製造技術はベルギーから導入され、ヘキサン抽出工程、自然分別工程及び水素添加工程を保有していることが特徴である。

現在化学的精製工程のエリアが油分で汚染され、かつ高濃度廃水が排出されるので、このエリアの改善が該社にとり、最優先課題と判断出来る。

図 8-12 概略製造フロー

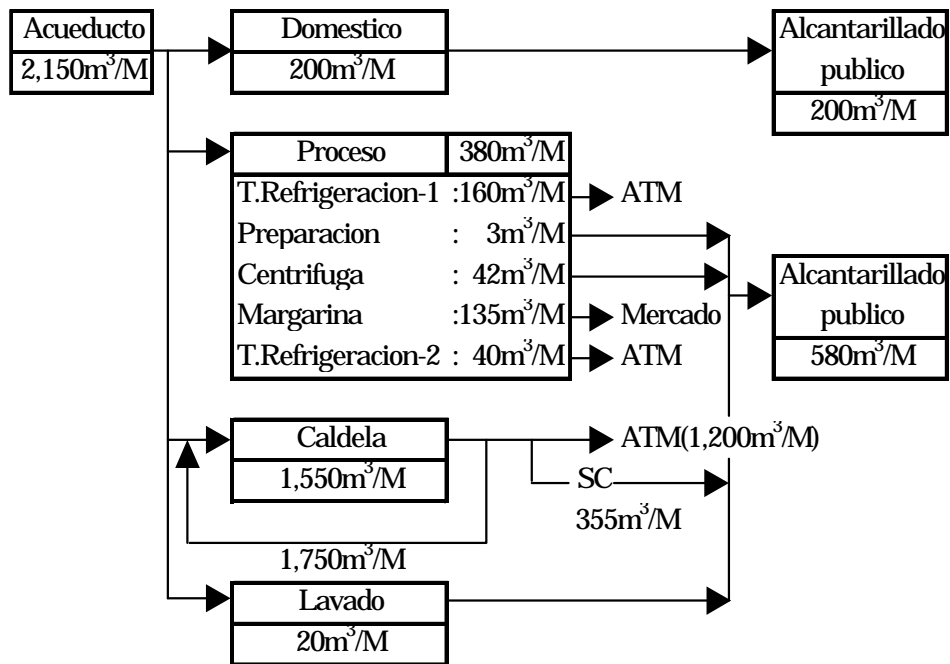


8-7-3 生産管理技術の現状と問題点

(1) 水バランス

水バランスを図 8-13 に示す。該社は約 2,150m<sup>3</sup>/月の市水道水を消費しており、事務所に 200m<sup>3</sup>/月(9.3%)、プロセス用に 380m<sup>3</sup>/月(17.7%)、ボイラー用に 1,550m<sup>3</sup>/月(72.1%)及び洗浄用に 20m<sup>3</sup>/月(0.9%)である。

図 8-13 水バランス



しかしながら、このバランスから蒸気を含んだ 1,200m<sup>3</sup>/月(55.8%)の水が大気へ放出さ



れ、さらに冷却塔からも同様に 200m<sup>3</sup>/月(9.3%)の水が大気へロスしていることがわかる。したがって、大気へのパーズを防止するため、ボイラーシステムは供給水量及び供給燃料量により管理されなければならない。

更に、水受入れメーターの定期的検査の実施を提言する。

## (2) 用役原単位

用役及び原料の平均原単位を表 8-19 に示す。

表 8-19 平均原単位

	Unit	Unit Consumption	Cost COP/kg
Electricity	KWH/T	189.5	26.4
Water	M <sup>3</sup> /T	3.05	6.4
Palm oil	T/T	1.03	
Palm Kernel	T/T	2.17	
Soy bean oil	T/T	1.05	
Animal oil	T/T	1.03	

### 8-7-4 産業公害原因物質の排出状況、処理技術

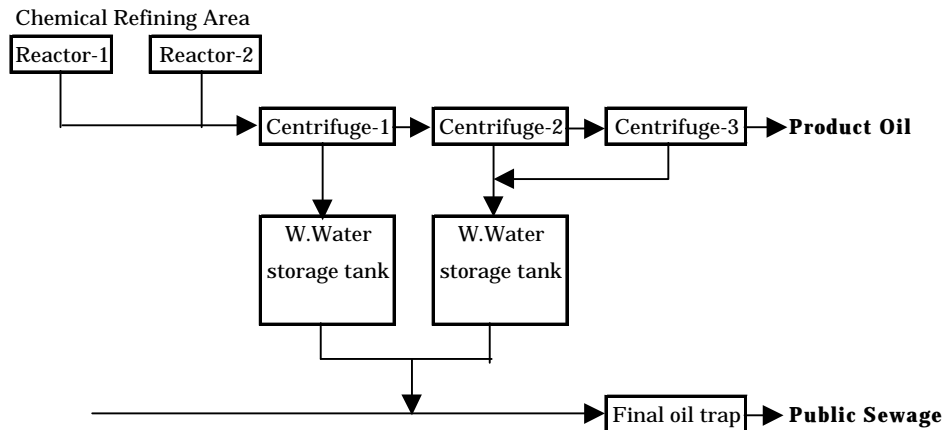
このプラントは先にも述べたように、オイルトラッピング以外の廃水処理システムを保有していないが、水質の改善意欲は強く、あるメーカーから処理設備の見積を取っている。

昨年 11 月の採取サンプルと今回特にケミカル精製エリアからの採取サンプルの分析結果を示す(図 8-14 及び表 8-20 参照)：

表 8-20 廃水の分析値

Sampling Points	Sampling Date	Flow m <sup>3</sup> /M	Temp.	pH	Conductivity μ S/cm	Turbidity -	Oil mg/l	BOD mg/l	COD mg/l	DO mg/l	SS mg/l	T-SS mg/l
1	03-03-99			12.8	22,000		136,700	320,000	424,000	6.0		60,300
2				11.2	6,000		100,000	175,000	231,000	4.0		53,400
3				10.9	1,900		136,000	580,000	765,000	0.0		75,500
4				7.9	12,000		3,586	55,000	79,000	1.1		5,070
5				11.4	3,400		2,860	16,000	23,200	0.0		1,210
	05-11-98	539	23.2	10.1	2,380	850	1,288	2,100	3,090	1.2	1,143	3,380
		601	24	9.36	1,820	730	9,670	2,010	11,300	2.4	690	3,560

図 8-14 分析用廃水の採取ポイント



1. 水質の分析値に変動があるが、ポイントは廃水貯蔵タンクの効果次第である（オイル分離、等）
2. 廃水貯蔵タンクと最終オイルトラップ間での油分除去が必須である。

#### 8-7-5 産業公害低減対策の提言と勧告

現状を改革し、国内及び海外企業と競争し、生残るためには、極力早く、プロセス、廃水及び従業員が改善される必要がある。従い、まず第一に、“5S活動の実践”を、第1次調査時に、提言した。

更に、次の計画も提言される：

##### (1) クリーナー・プロダクション技術

大改造はイメージ出来ないが、次の項目を推奨するので早期の実施が不可欠である；

1. 用役消費量
  - a. 蒸気の大気放出を防止する為、蒸気ラインに蒸気トラップの設置
  - b. やけど及び意図しない凝縮の防止の為、蒸気配管及び蒸気ユーザーに保温の採用
2. こぼれ及び洩れ
  - a. ロスをミニマムにする為、オイル用の洩れ弁、こぼれ弁及びガスケットの更新
  - b. 液体の洩れを防止し、ロスを防ぎ、作業エリアをクリーンに維持するため、ねじ込み式をフランジ式継ぎ手に変更
3. 運転方法
  - a. オイル流出を防止する為、オイルトラップで頻度多いオイル汲上げ
  - b. 良好な排水の期待及び腰痛防止の為、洗浄廃水タンクの下部に設置され

た排水弁の位置変更

- c. オイルの排出防止及びロス、汚染のミニマム化のため、油水境界を検知出来る計器の設置
- d. 頻度の多いオイル汲上げを容易に実施する為、オイルトラップの重い鉄板製蓋を小さな蓋に変更

4. 安全

- a. 人災防止の為、遠心分離器用モーターのベルトに安全カバーの設置
- b. 人災防止の為、苛性ソーダ配管を作業員から離れた場所に再配置

(2) エンド・オブ・パイプ技術

このプラントでは、廃水は遠心分離器より発生し、公共下水への排水量は約 25m<sup>3</sup>/日であり、一般的に言うならば少ない量である。しかし、排水水質は非常に濃縮されており、即ち BOD は 55,000mg/l、COD は BOD の 1.5 倍及び油分は 4,000mg/l である。この廃水は 1.5 倍の蒸気凝縮水と共に、オイルトラップのみで処理され、排水されている。

1 次調査及び 2 次調査における最終排水口の 3 回の分析値は COD のみについてもばらつきが大きく(3,090 ~ 23,200)、排水濃度を特定するのは大変困難である。

しかしながら、調査団は第 1 次ステップとして、表 8-21 に示す水質値を仮定し、“浮上分離法”、“回分式活性汚泥法”の組み合わせによるシステムの設置を提案する。但し、もし前処理が確実に実施され COD 値が 3,000mg/l 程度であれば、浮上分離法のみでも DAMA 基準をクリア出来るであろう。

表 8-21 設計条件

	Unit	In	Out
Flow	m <sup>3</sup> /D	25	25
pH	-	8-12	5-9
BOD	mg/l	5,000	1,000
COD		8,000	2,000
N-Hexane		3,000	100
SS		2,000	800

このシステムは次の様な順序で運転される；

1. 廃水は調整槽に一時貯留され、ポンプにより凝集槽に送られる
2. 凝集槽では Chem.1、Chem.3 の凝集剤が添加され、SS 分を大きなフロックとし、次の加圧浮上分離槽で浮上させ、スカムとして除去される
3. 浮上分離槽の処理水は回分式活性汚泥の曝気槽に送られ、生物処理の後、放流される

尚、薬品凝集処理の設備としては、“沈澱”と“浮上”の2通りが考えられ、加圧浮上分離は沈澱分離と比較すると、メリットとして、

1. 敷地面積を小さく出来る（沈澱処理の1/3～1/7）
2. 薬品量を節約出来る（沈澱処理の1/2～1/3）
3. 汚泥濃度を上昇させる事により、汚泥量を削減出来る（沈澱処理の3/4）

等があるが、デメリットとして、

4. 加圧タンク、循環ポンプ、コンプレッサー、等の機器及び付属配管が必要
5. 電力費が沈澱処理より高い

等がある。

又、回分式活性汚泥法は1つの水槽で曝気と沈澱を繰返すことで処理する為、プロセスが単純であり、最近の日本でも小規模処理法として数多く建設されている生物処理法である。

提案処理システムを図8-15に示す。概要は次の通りである；

1. バッファータンク  
容易な運転の為、オイルトラップの下流側に廃水用3m<sup>3</sup>容積のタンク設置。
2. ケミカルタンク  
凝集剤として使用される塩化アルミニウムポリマー及びカチオン系ポリマー凝集剤用のそれぞれのタンク、及び排水のpH調整用に使用される苛性ソーダ溶液用タンクの設置（合計3基）。
3. 凝集浮上分離設備  
この設備は、主要機器として、攪拌機付凝集槽、加圧浮上分離槽、加圧タンク、コンプレッサー、循環ポンプ、等で構成されている。
4. 回分式活性汚泥処理設備  
曝気槽、エアレーター、上澄み水排出ポンプ、排泥ポンプ、等が主要機器である。
5. 汚泥貯留設備  
浮上分離スカム、生物処理余剰汚泥を貯留する為、汚泥貯留槽を設ける。

## 8-7-6 対策に要する費用と経済性評価

### (1) 廃水処理設備の設計条件

現在の排水水質を最低限確保し、廃水処理設備に水質変動を極力与えない、かつ前処理を十分に実施した（水質濃度を低減させた）廃水管理が必須である。

図 8-15 提案廃水処理システム(案)

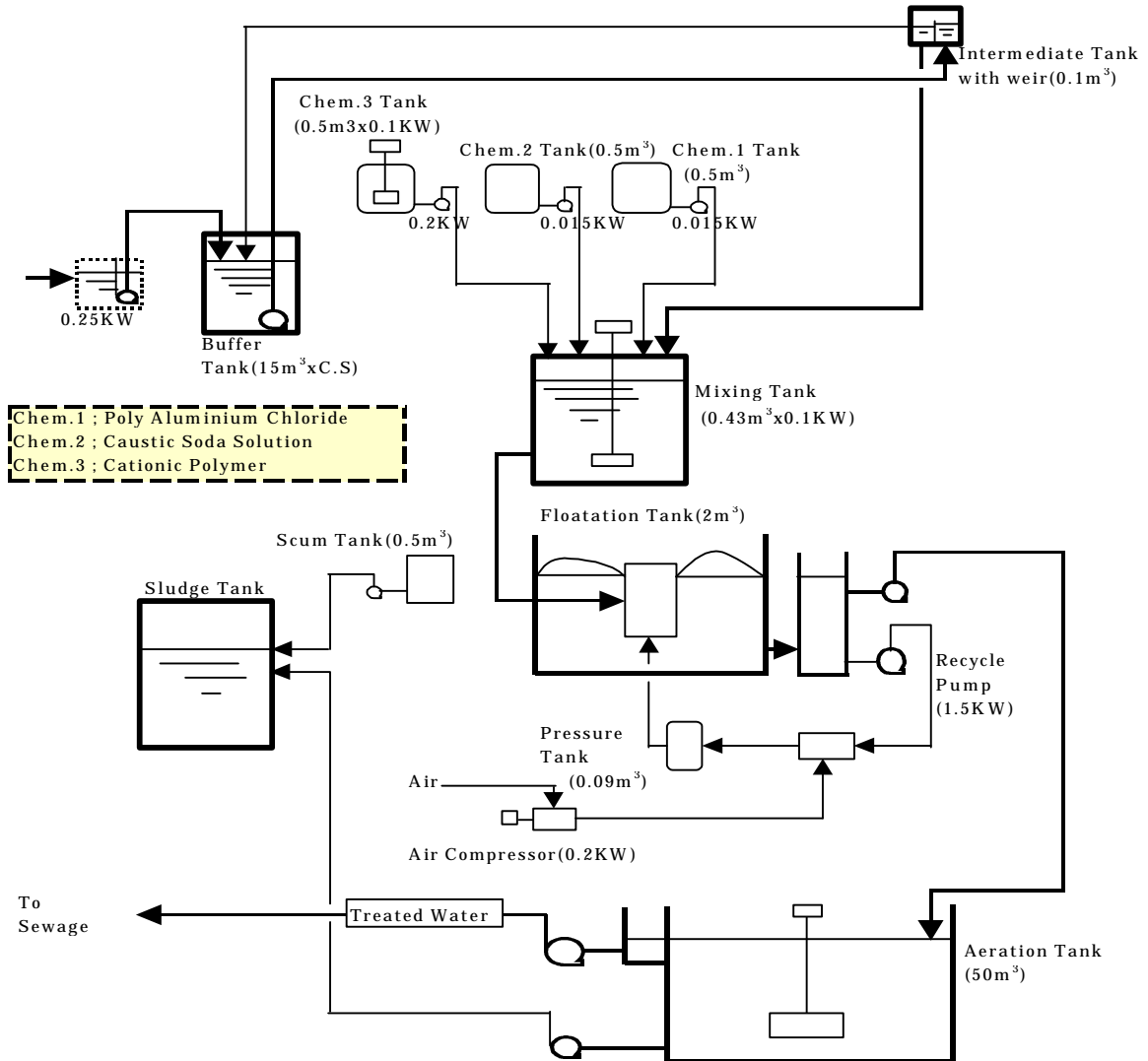
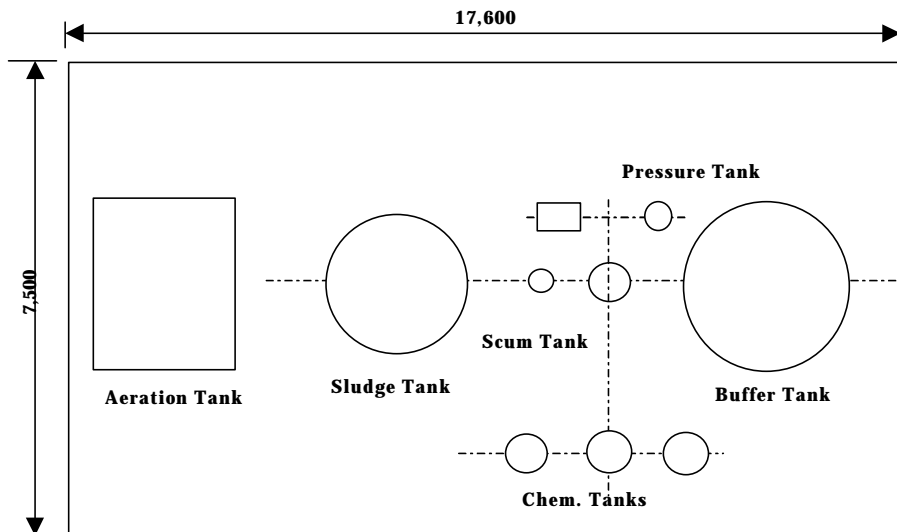


図 8-16 提案廃水処理システムの配置(案)



(2) 廃水処理設備の主要機器リスト

主要機器のリストを表 8-22 に示す。

表 8-22 機器リスト

Equipment	Name	Material	Specification	Cost
				US\$
Tank	Buffer tank	PE	2.65m x3.5mH=15m <sup>3</sup>	
	Intermediate tank	C.S	0.4m x0.8mH=0.1m <sup>3</sup>	
	Mixing tank		0.6mx0.6mx1.5mH=0.43m <sup>3</sup>	
	Floatation tank		1.2m x2.0mH=2m <sup>3</sup>	
	Scum Tank		0.9m x1.0mH=0.5m <sup>3</sup>	
	Pressure tank		0.4m x1.5mH=0.09m <sup>3</sup>	
	Sludge tank		PE	
	Chem.1 tank	PE	0.9m x1.0mH=0.5m <sup>3</sup>	
	Chem.2 tank		0.9m x1.0mH=0.5m <sup>3</sup>	
	Chem.3 tank		0.9m x1.0mH=0.5m <sup>3</sup>	
	Aeration tank		Concrete	
Pump	to Buffer tank	FC	0.02m <sup>3</sup> /minx8mx0.25KW	
	from Buffer tank		0.05m <sup>3</sup> /minx8mx0.4KW	
	from Scum tank		0.05m <sup>3</sup> /minx8mx0.4KW	
	from Floatation tank		0.05m <sup>3</sup> /minx8mx0.4KW	
	recycle pump		1.3m <sup>3</sup> /Hx45mx1.5KW	
	from Chem.1 tank	FRP	0.07l/minx5kg/cm <sup>2</sup> x0.015KW	
	from Chem.2 tank	FRP	0.07l/minx15kg/cm <sup>2</sup> x0.015KW	
	from Chem.3 tank	PVC	0.3l/minx10kg/cm <sup>2</sup> x0.2KW	
	from Aeration tank	FC	0.17m <sup>3</sup> /Mx10mx0.25KW	
	from Aeration tank		1m <sup>3</sup> /Hx10mx0.75KW	
Agitator	for Mixing tank	SUS	88rpmx0.1KW	
	for Chem.3 tank		197rpmx0.1KW	
	for Aeration tank	C.S	1,500rpmx2.2KW	
Compressor	for pressurized air	FC	25l/minx5kg/cm <sup>2</sup> x0.2KW	
Piping & Valve		PVC	13Ax20m	
		SGP	25Ax10m	
		PVC	40Ax40m	
		PVC	50Ax50m	
			Total	8,600

\* 1、超概略見積り = コロンビアベース

\* 2、為替換算レート = 1US\$=120Yens=1,500COP

**(3) 新設廃水処理設備の建設費用**  
建設費の推定値を、表 8-23 に示す。

**表 8-23 新設廃水処理設備建設費用の推定**

	No.	Cost
		US\$
Tank	11	
Pump	10	
Agitator	3	
Piping	4	
Structure		
Installation		
Inst. & Elect.		
Board		
Construction		
Total		

- \* 1、超概略見積り = コロンビアベース
- \* 2、最終的にはユーザーでの見積り要
- \* 3、為替換算レート  
1 US\$ = 120 Yens = 1,500 COP

**(4) 対策に対する経済性評価**

該社は、表 8-21 より、分担金として年間約 450,000 COP(BOD 及び SS 用分担金)を負担しており、仮に水質反則金が課されると、さらに 1 日あたり 71 百万 COP を支払う義務が発生する。

当対策実施に伴う限界発生費用を表 8-24 に示す。

現在経営的に立直り、対策の建設費用及び対策設備による限界発生費用は売上げの 1% 以下であり、かつ 1 日の反則金以下であるため、十分対応可能であると判断出来る (表 8-24 参照)。

**表 8-24 限界発生費用**

	単位	添加目安	単価	消費量又は	発生費用	
		mg/l	US\$	発生量 (/Y)	US\$	
薬品	Chem.1	kg	2,000	0.375	13,920	5,220
	Chem.2		200	0.375	1,392	522
	Chem.3		2	7.5	13.9	104
用役	電力	KWH		0.1	17,522	1,752
その他	発生汚泥	m <sup>3</sup>		30	1,102	33,060
	減価償却費					1,420
合計						42,078

- \* 1、減価償却率 = 15年定額法採用
- \* 2、為替換算レート = 1USD=120Yens=1,500COP

## 8-8 詳細工場調査2 (油脂精製2)

### 8-8-1 工場概要

該社は 1961 年に設立され、ボゴタ市油脂精製産業サブセクターのトップ 10 の位置にあり、表 8-25 に示すように動物油脂を使用して業務用油を製造している。

表 8-25 生産品パターン

	Pattern
	%
From decanter	12.2
Industrial use	87.8
Total	100.0

尚、スーパーデカンターから発生する 1 品種の副産物があり、動物用飼料に向けられている。

しかし、プラントは、原料不足により、33%という低操業度で運転されている。

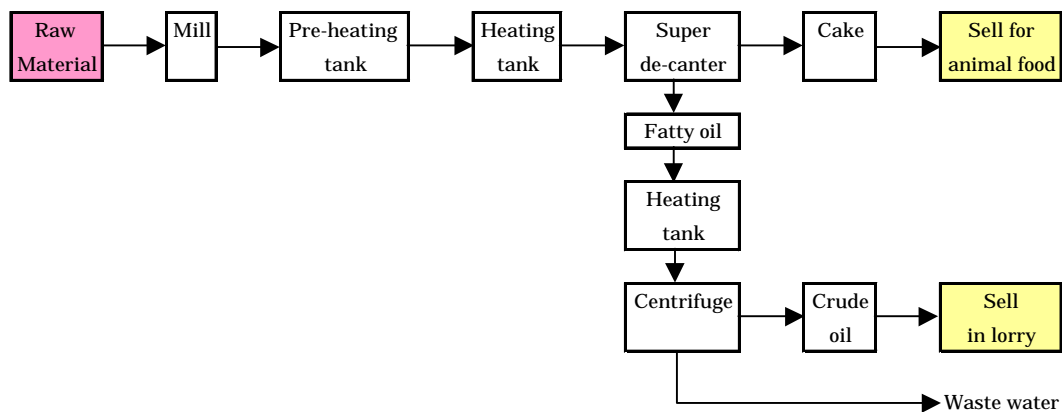
さらに、この企業もオイルトラッピング以外の効果的な廃水処理システムを保有しておらず、公共下水へは良好な水質水を排出していない。

十分な保持時間を持ちかつ砂濾過を採用した新規の処理システムが、あるコンサルタントにより検討されているが、現在まで良好な結果は得られていない。

### 8-8-2 製造技術の現状と問題点

製造技術は米国より導入され、粉砕機、スーパーデカンター及び遠心分離器を採用している。概略フローシートを図 8-17 に示す。

図 8-17 概略製造フロー





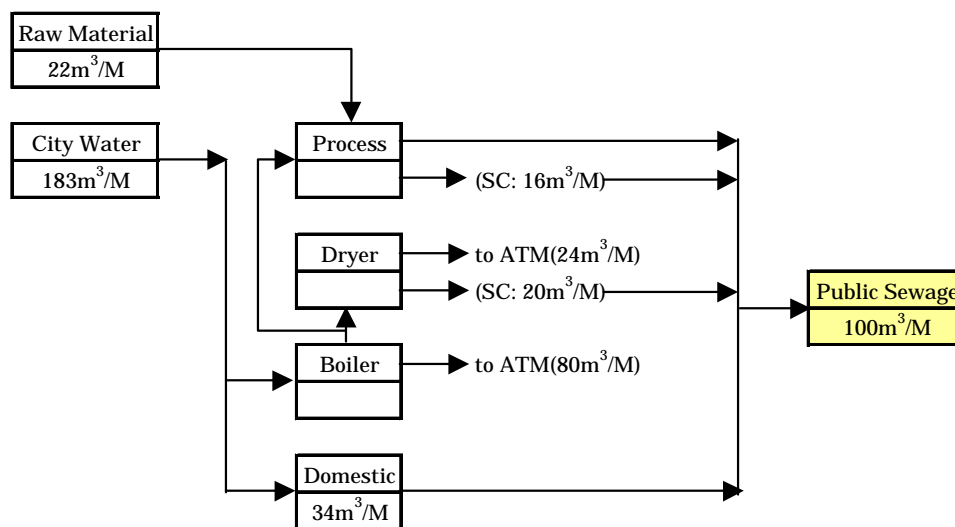
当該企業では、使用する原料が動物脂であるため、放置による分解悪臭をいかに発生・滞留させないかが課題である。

### 8-8-3 生産管理技術の現状と問題点

#### (1) 水バランス

該社の水バランスを図 8-18 に示す。プラントにおいて約 183m<sup>3</sup>/月の市水道水を消費しており、内訳は、事務所に用い 35m<sup>3</sup>/月(19.1%)及びボイラー用に 148m<sup>3</sup>/月(80.9%)である。

図 8-18 水バランス



#### (2) 用役原単位

用役及び原料の平均消費量を表 8-26 に示す。

表 8-26 平均原単位

	Unit	Unit Consumption	Cost cop/kg
Electricity	KWH/T	48.7	7.2
Water	m <sup>3</sup> /T	0.957	3.7
Meat	T/T	1.507	527.3

### 8-8-4 産業公害原因物質の排出状況、処理技術

このプラントは他のほとんどの企業と同様にオイルトラッピング以外の廃水処理システムを保有していないが、排出水水質を改善したいという強い意図を持っており、プラント内で処理試験を実施している。

本調査における廃水採取位置を図 8-19 に、分析値を表 8-27 に示す。

図 8-19 分析用廃水の採取ポイント

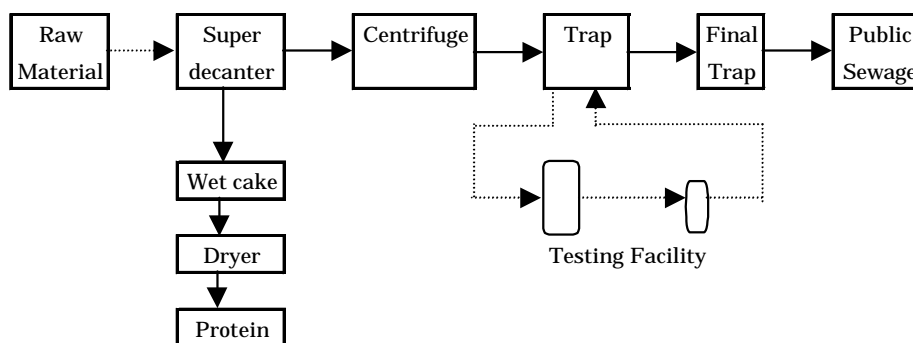


表 8-27 廃水の分析値

Sampling Points	Sampling Date	Flow m <sup>3</sup> /M	Temp.	pH	Conductivity μ s/cm	Turbidity -	Moisture %	Oil mg/l	BOD mg/l	COD mg/l	DO mg/l	SS mg/l	T-SS mg/l
1	19-02-99						9.9						
2							66.5						
3							6.8						
4				6.0				6,590	59,500	87,000			35,367
	18-11-98	41.5	51.4	6.57	11,000	34,000		25,390	106,000	144,000	0	85,250	115,000
5	19-02-99							2,200	37,000	49,500			9,233
	18-11-98		28.5	6.14	2,000	1,600		1,960	2,910	3,930	1.3	2,620	4,234
6	19-02-99							103,400	3,900	69,500			12,020
	18-11-98		25.3	5.17	7,100	82		84.6	1,500	4,040	1.59	286	5,764
7	19-02-99									16,000			
8										11,600			

### 8-8-5 産業公害低減対策の提案と勧告

現在の状況を改革し、国内及び海外の企業と競争しかつ生残る為に、プロセス、排水及び従業員は極力早く改善されなければならない。従い、第 1 次調査時に、まず第一に、“5S活動”の実践が提言されている。

更に、次の計画が推奨される；

### (1) クリーナー・プロダクション技術

顕著な改造はイメージされないが、次の項目を提言する。

1. 用役消費量
  - a. やけど及び意図しない蒸気凝縮を防ぐ為、蒸気配管及びそのユーザーに保温の採用
  - b. 直接大気へのパージを避けるため、蒸気配管及びそのユーザーに保温の設置
  - c. 水受入計の保全
2. こぼれ及び洩れ
  - a. 製品輸送用タンクローリーから外す時のこぼれを防止する為、クウィックジョイント式フレキシブルホースの採用
  - b. 製品油のオーバーフロー防止及び易容積管理の為、最終製品タンクにレベル計の設置
  - c. 水ロスを防ぐ為、蒸気の洩れ継ぎ手部の増締の実施
3. 運転方法
  - a. 固体ケーキの乾燥時の蒸気消費を及び製品油中への肉片をそれぞれミニマイズする為、スーパーデカンターの運転方法の調整（ダム深さ、回転速度、等）
4. 安全
  - a. モーターの電気ターミナルボックスに保護カバーの取付
  - b. 最終製品タンクをきれいにし、かつ明るい色の塗装実施

### (2) エンド・オブ・パイプ技術

このプラントでは、廃水は遠心分離器より発生し、その排出量は、一般的に言うならば少ない、約 4m<sup>3</sup>/日である。しかし、排出水水質は非常に濃縮され高い値である。即ち、BOD は 100,000mg/l、COD は BOD の 1.5 倍及び油分は 25,000mg/l である。

この廃水は、約 3 倍量の蒸気凝縮水と共に、オイルトラップで処理され、排出されている。

DAMA 基準を満足させる為、この廃水は、経済的には採用したくない管理者を必要とする生物処理設備で処理されるべきである。

しかしながら、調査団は第 1 ステップとして、“凝集処理システム”の採用を提言す

る。

このシステムは次の順序で運転される；

1. 混合タンクに凝集剤を添加し、SS分を大きなフロックにし、沈降させる
2. 沈降させたフロックを別タンクへ分離する

尚、このシステムで良好な性能を得る為、適切な凝集剤及びその添加量が、事前のジャー試験で選択及び決定されなければならない。

このシステムの優位性は、溶解性有機物（溶解性 COD 及び BOD）は除去されないが、このシステムで除去出来る SS 及び油分に含まれる COD 及び BOD を除去出来ることである。

提案システムを図 8-20 に示す。概要は次の通りである。

1. バッファータンク  
容易な運転の為、オイルトラップの下流に排水量の半日分の容量（3m<sup>3</sup>）を保有するバッファータンクを設置する
2. ケミカルタンク  
凝集剤として採用される硫酸第一鉄ポリマー用及びアニオン系ポリマー凝集剤用のそれぞれのタンク、及び排水の pH 管理に使用される苛性ソーダ溶液用のタンクを設置する
3. 凝集設備  
この設備は、主要機器として、攪拌機付混合タンク、沈澱槽、汚泥貯留槽、等で構成されている

#### 8-8-6 対策に要する費用と経済性評価

##### (1) 廃水処理設備の設計条件

この廃水処理設備を効率的に運転する為には、原水濃度を低くかつ安定に確保する廃水管理が必須である。

表 8-28 設計条件

	Unit	In	Out
Flow	m <sup>3</sup> /D	6	6
pH	-	6-7	5-9
BOD	mg/l	3,000	1,000
COD		4,000	2,000
N-Hexane		2,000	100
SS		2,700	800

## (2) 廃水処理設備の主要機器リスト

主要機器のリストを、表 8-29 に示す。

表 8-29 機器リスト

	Name	Material	Specification	Cost
				US\$
Tank	Buffer tank	PE	1.6m x2.0mH=3m <sup>3</sup>	
	Intermediate tank	C.S	0.4m x0.8mH=0.1m <sup>3</sup>	
	Mixing tank		0.5m x0.5m x1.5mH=0.25m <sup>3</sup>	
	Sedimentation tank		1.2m x2.0mH=2m <sup>3</sup>	
	Sludge tank	PE	1.8m x2.4mH=5m <sup>3</sup>	
	Chem.1 tank		0.9m x1.0mH=0.5m <sup>3</sup>	
	Chem.2 tank		0.4m x0.8mH=0.1m <sup>3</sup>	
	Chem.3 tank		0.9m x1.0mH=0.5m <sup>3</sup>	
Pump	to Buffer tank	C.S	0.02m <sup>3</sup> /minx8mx0.25KW	
	from Buffer tank		0.02m <sup>3</sup> /minx8mx0.25KW	
	from Sedimentation tank		0.15m <sup>3</sup> /minx6mx0.4KW	
	from Chem.1 tank	FRP	0.07l/minx5kg/cm <sup>2</sup> x0.015KW	
	from Chem.2 tank		0.01l/minx15kg/cm <sup>2</sup> x0.015KW	
	from Chem.3 tank	PVC	0.3l/minx10kg/cm <sup>2</sup> x0.2KW	
Agitator	for Mixing tank	SUS	88rpmx0.1KW	
	for Chem.3 tank		197rpmx0.1KW	
Piping & Valve		PVC	40Ax50m	
			13Ax20m	
Total				4,300

\* 1、超概略見積り = コロンビアベース

\* 2、為替換算レート = 1US\$=120Yens=1,500COP

## (3) 新設廃水処理設備の建設費用

建設費の推定値を、表 8-30 に示す。

表 8-30 新設廃水処理設備建設費用の推定

	No.	Cost
		US\$
Tank	8	
Pump	6	
Agitator	2	
Piping	2	
Structure		
Installation		
Inst. & Elect.		
Board		
Construction		
Total		

\* 1、超概略見積り = コロンビアベース

\* 2、最終的にはユーザーでの見積り要

\* 3、為替換算レート

1US\$=120Yens=1,500COP

## (4) 対策に対する経済性評価

該社は、表 8-27 より、分担金として年間約 75,000 COP(BOD 及び SS 用分担金)を負

担しており、仮に水質反則金が課されると、さらに 1 日あたり 71 百万 COP を支払う義務が発生する。

現在経営的に苦しいが、建設費用及び設備による限界発生費用は、売上げの 1%以下であり、かつ 1 日の反則金以下であるため、十分対応可能であると判断出来る (表 8-31 参照)。

表 8-31 限界発生費用

		単位	添加目安 mg/l	単価 US\$	消費量又は 発生量 (/Y)	発生費用 (US\$/Y)
薬品	Chem. 1	kg	2,000	0.375	2,400	900
	Chem. 2		200	0.375	240	90
	Chem. 3		2	7.5	2.4	18
用役	電力	KWH		0.1	773	77
その他	発生汚泥	m3		30	232	6,960
	減価償却費					920
合計						8,965

\* 1、減価償却率 = 15年定額法採用

\* 2、為替換算レート = 1USD=120Yens=1,500COP

図 8-20 提案廃水処理システム

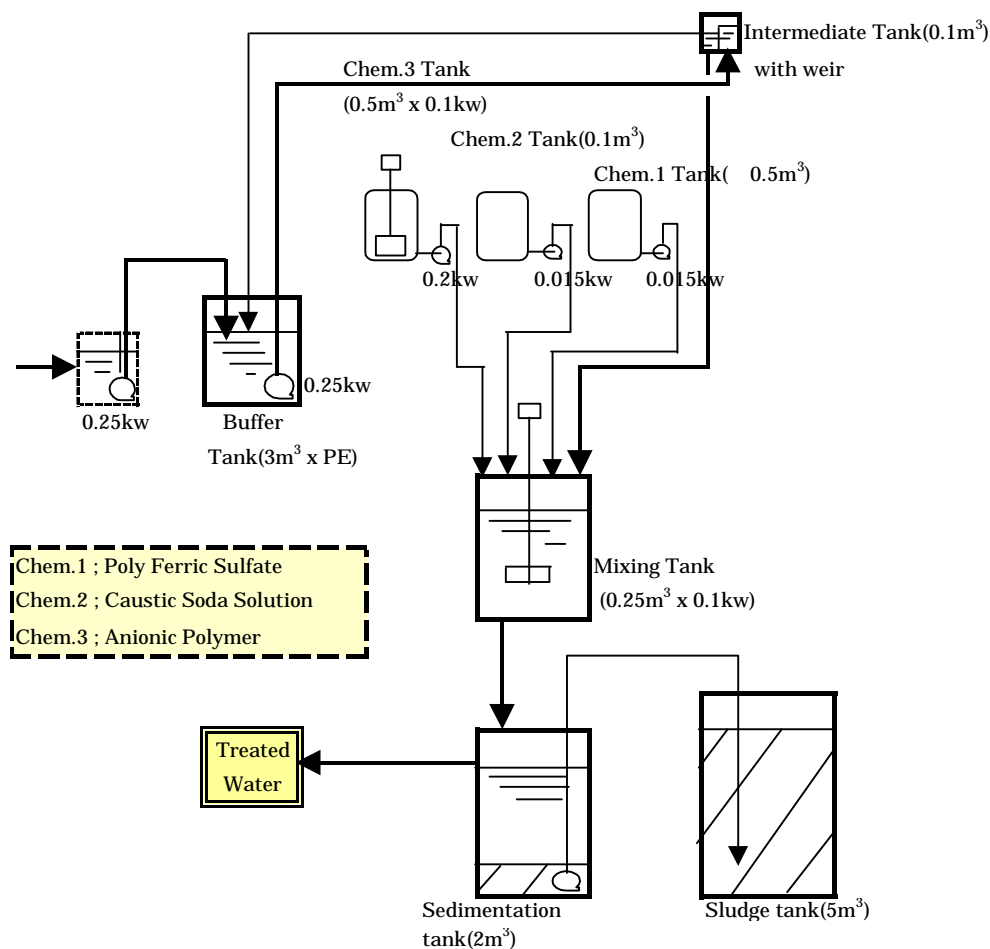
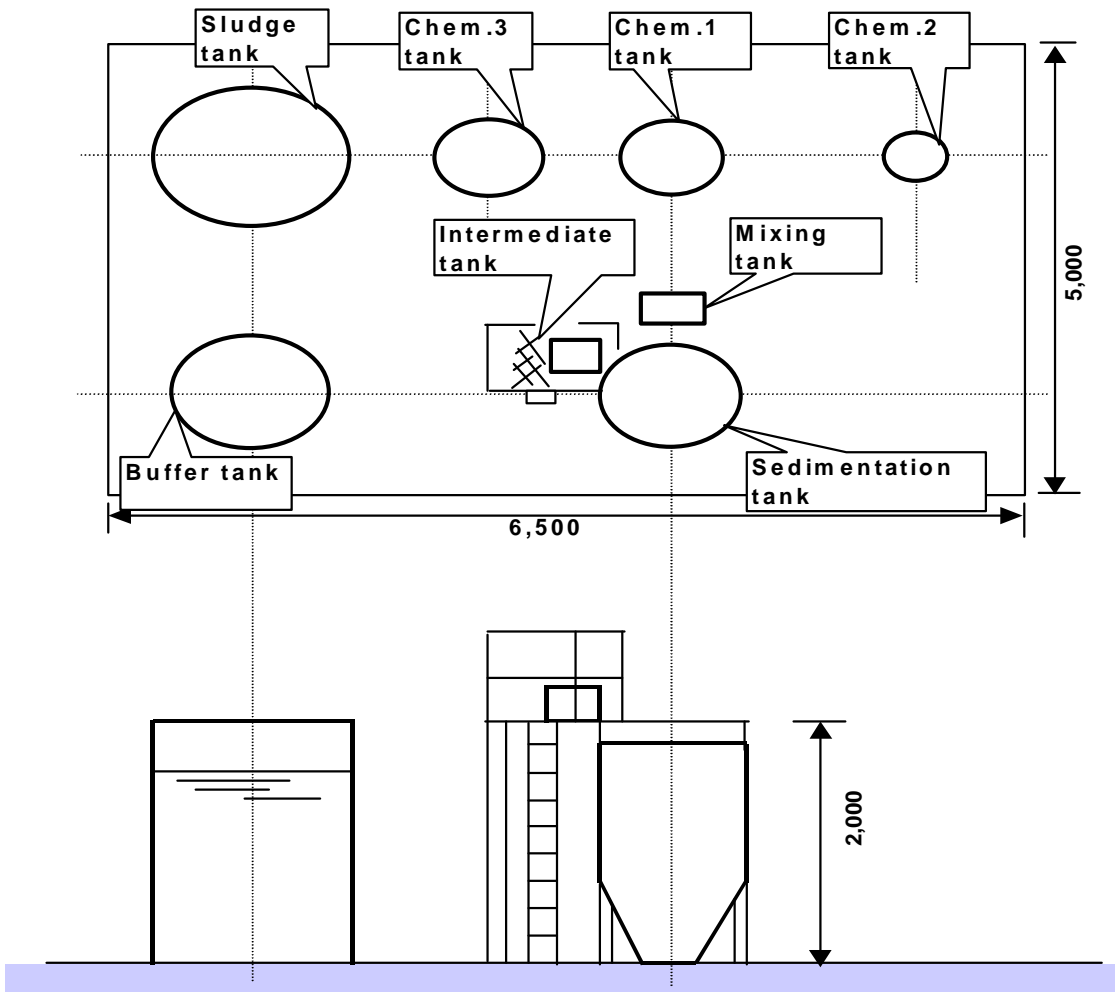


図 8-21 提案廃水処理システムの配置(案)

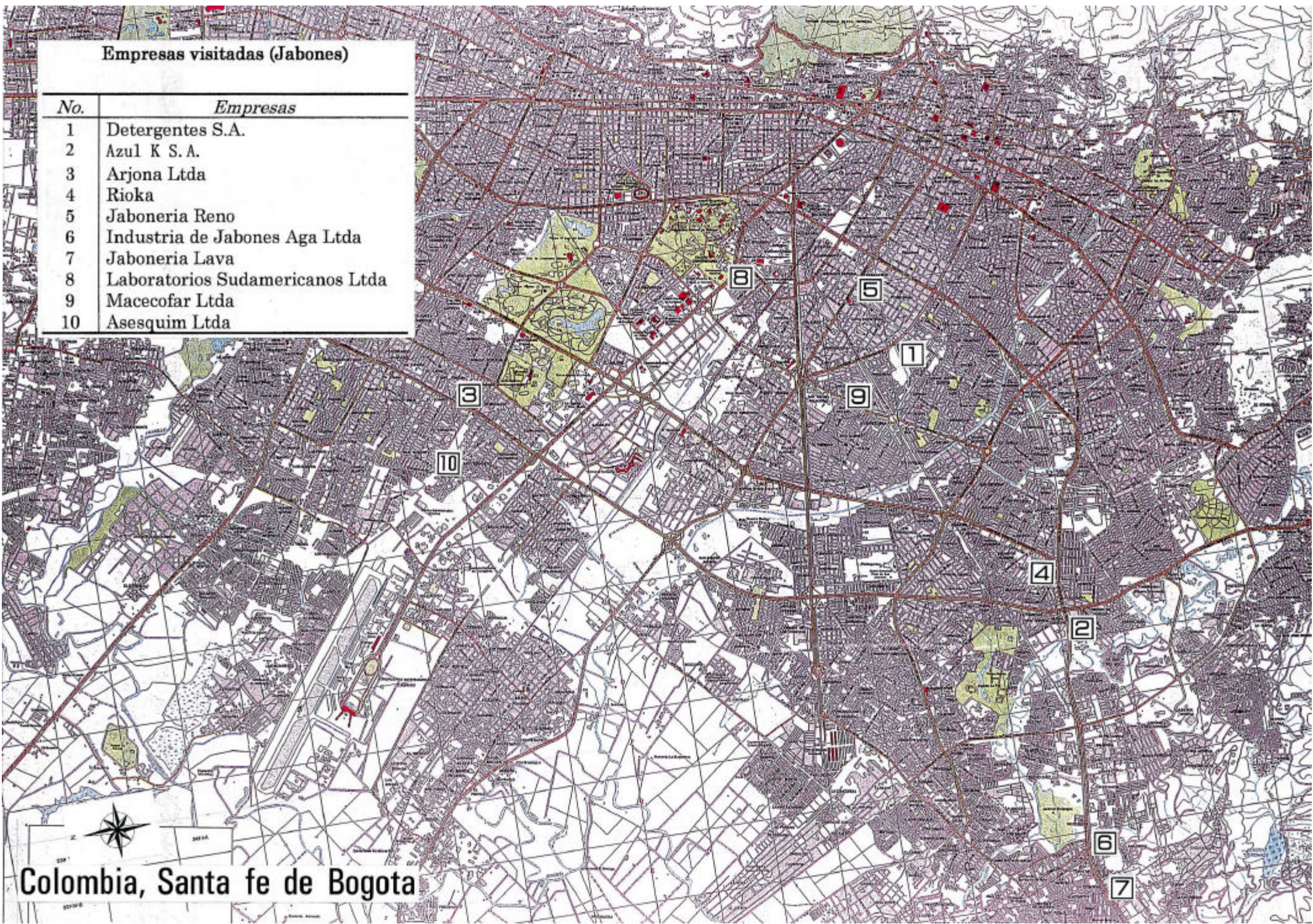


## 第9章 石鹼・洗剤製造サブセクターの産業公害低減計画



### Empresas visitadas (Jabones)

No.	Empresas
1	Detergentes S.A.
2	Azul K S.A.
3	Arjona Ltda
4	Rioka
5	Jaboneria Reno
6	Industria de Jabones Aga Ltda
7	Jaboneria Lava
8	Laboratorios Sudamericanos Ltda
9	Macecofar Ltda
10	Asesquim Ltda



Colombia, Santa fe de Bogota

## 第9章 石鹼製造サブセクターの産業公害低減計画

### 9-1 石鹼製造サブセクターの概要

#### 9-1-1 石鹼製造サブセクター所属企業

コロンビア国の石鹼製造業の始まりは 20 世紀初頭である。最初の工場はアンティオキア及び大西洋岸に設立された。

また、合成洗剤工場は 1940 年代になって現れ、“Colgate Palmolive” が 1943 年に、また“Inextra Industries S.A.”が 1948 年に設立された。

業界団体は 1957 年に最初のものが石鹼製造業協会（Asociacion Nacional de Jaboneros）として創設された。この時期には、全国で 30 の石鹼製造企業があり、ブカラマンガ、イバーク、アルメニア、バランキージャ及びマニザレスに存在した。協会は 1975 年に石鹼・洗剤製造業協会（Asociacion Nacional de Jabones y Productores de Detergentes: ANALJA）と改称された。これは非営利の組織であって、その目的は会員間の調和を維持し、必要に応じ国家に対して会員を代表し、セクターの政策を策定することにある。

国家統計局（Departamento Administrativo Nacional de Estadística: DANE）資料によると、1996 年にはコロンビア国内には 87 の石鹼及び洗剤製造企業が存在し、DANE に統計を報告している。工業協会（Asociación Nacional de Industrias: ANDI）資料によれば、こうした多数の石鹼・洗剤製造企業の存在により競争が厳しく、各企業とも市場確保のための宣伝および製品の多様化が求められている。一般には、Inextra、Unilever Andina あるいは Colgate Palmolive といった多国籍企業は規模が大きく、製品の多様化を指向しているのに対し、コロンビア国資本の企業は規模が小さく、単一製品に特化する傾向が見られる。

ボゴタ市に石鹼製造業が設立されたのは“Azul K”が 1940 年、“Industrias Elefante la Llave”が 1948 年と 1940 年代に入ってからであった。現在は、35 社がボゴタ市に存在し、DANE に報告している。但し、35 社中、ANALJA に所属しているのは 5 社だけである。

以上は石鹼及び洗剤の製造業に関するものであるが、その他に洗剤基剤と添加剤を混合することによって主として液体クリーナーを製造する企業群がある。この企業群は ANALJA には所属せず、その数も明らかではない。

以上述べたボゴタ市の石鹼製造サブセクターに属する企業を生産能力によって分類したものを表 9-1 に示す。洗剤を製造する企業は 2 社であるが、いずれも石鹼を製造し

表 9-1 ポゴタ市の石鹼・洗剤製造サブセクター企業数

Product	Production Capacity (t/month)				Total
	< 30	30-100	100-1,000	1,000 <	
Soap	28	3	2	2	35
Detergent	(1)	0	0	(1)	(2)
Cleaner	uncertain	0	0	0	uncertain
Total		3	2	2	

Note: numbers in brackets are included in Soap

ているので、その数は括弧内に示した。石鹼製造の 35 社中、生産能力が 100 t/月を超えるのは 4 社だけであり、その他の中小工場は家内企業の所有となっている。

ポゴタ市で石鹼、洗剤及びクリーナー類を製造する企業数は登記されていないものを含めると 100 を超えると云われている。

本調査における現地調査では、表 9-2 に示す 10 社について工場調査を実施した。この 10 社は表 9-1 に示した全てのカテゴリーを網羅している。表 9-2 の S-1 および S-2 で示した 2 社に多国籍企業である Unilever Andina S.A.を加えた 3 社でポゴタ市の石鹼生産量の約 90%を占めている。

表 9-2 調査対象工場

No.	Factory Name	Product	Production Amount (t/month)
S-1	Detergentes S.A.	soap, detergent	3300, 3300
S-2	Azul K S.A.	soap	800
S-3	Arjona Ltda	soap	13
S-4	Rioka	soap	200
S-5	Jaboneria Reno	soap	60
S-6	Industria de Jabones Aga Ltda	soap	40
S-7	Jaboneria Lava	soap, detergent	50, 30
S-8	Laboratorios Sudamericanos Ltda	cleaner	30
S-9	Macecofar Ltda	cleaner	7
S-10	Asesquim Ltda	cleaner	20

#### 9-1-2 コロンビア国及びポゴタ市における石鹼製造サブセクターの位置づけ

表 9-3 に 1996 年のコロンビア国の石鹼製造業 87 社に関する統計を示した。被雇用者数 13,387 人は、全人口 36.44 百万人の 0.04 %に、また従事者 1 人当たりの製品売上高は 81 百万ペソに相当する。

ANDI 資料によれば、コロンビア国の化学および石油化学工業分野で石鹼・洗剤・クリーナーおよび化粧品工業は、雇用貢献度で 1974 年の 10.6%から 1995 年には 12.2%と 2%近い上昇を見せている。

**表 9-3 ボゴタ市の石鹼・洗剤製造業統計**

Number of Establishment		87
People Employed		13,387
Sales of Product made in the Establishment	(million pesos)	1,087,457
Cost Raw Materials	(million pesos)	420,552
Labor Cost	(million pesos)	63,789

(DANE, 1996)

表 9-4 に 1996 年におけるボゴタ市の石鹼及び洗剤の年間生産量を示す。ボゴタ市の生産量は全国生産量に対し、平均で石鹼 30%、洗剤 24%となっている。石鹼では、洗濯用液体石鹼、洗濯用棒状石鹼及び工業用石鹼が、また洗剤では固体洗剤が平均より高い比率を示している。

**表 9-4 ボゴタ市の石鹼・洗剤生産量 (1996 年)**

Category	Classification	Bogota (A) (t)	National (B) (t)	A/B (%)
Soap	Laundry Bar Soap	61,273	194,110	31.6
	Laundry Powder Soap	20	130	15.4
	Laundry Liquid Soap	1,038	1,230	84.8
	Industrial Soap	849	2,789	30.4
	Toilet Soap	1,080	18,980	5.7
	Flake Soap	14	81	17.3
	Sub-total	64,274	217,320	29.6
Detergent	Powder Detergent	28,640	138,467	20.7
	Liquid detergent	5,332	44,557	12.0
	Solid Detergent	16,290	29,311	55.6
	Sub-total	50,262	212,335	23.7
Total		114,536	429,655	26.7

(DANE - ENCUESTA ANUAL MANUFACTURERA)

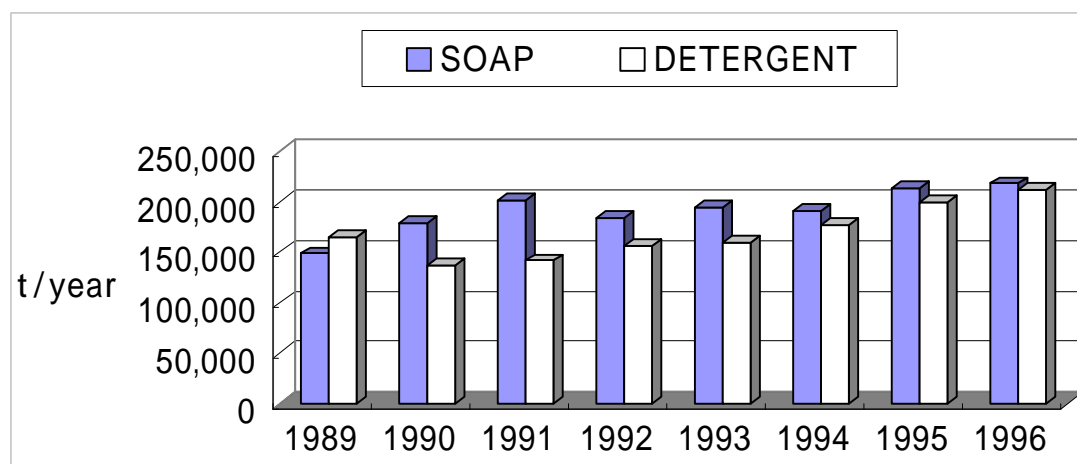
### 9-1-1 過去の推移と今後の見通し

表 9-5 及び図 9-1 に 1989 年から 1996 年までの石鹼製造サブセクターの全国生産量推移を示す。1996 年には、石鹼と洗剤の生産量はほぼ同量であった。

表 9-5 コロンビア国における石鹼・洗剤の全国生産量 (単位: t/年)

	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
SOAP								
Laundry Bar Soap	133,223	150,334	181,834	160,095	171,026	163,672	188,064	194,110
Laundry Powder Soap	86	74	83	72	54	62	58	130
Laundry Liquid Soap	666	688	900	813	776	858	1,324	1,230
Industrial Soap	1,227	1,403	1,391	695	2,054	1,644	1,269	2,789
Toilet Soap	12,391	26,010	16,138	22,220	20,530	24,410	22,616	18,980
Medicinal Soap	199	221	297	207	160	104	567	508
Flake Soap	648	539	3	3	6	7	2	81
SUB-TOTAL	148,440	179,269	200,646	184,105	194,606	190,757	213,900	217,828
DETERGENT								
Powder Detergent	97,320	90,069	88,979	84,495	91,172	92,952	132,968	138,467
Liquid Detergent	23,988	16,222	18,717	22,324	22,948	34,543	38,041	44,557
Solid Detergent	43,446	31,541	33,794	48,730	45,330	50,022	27,973	29,311
SUB-TOTAL	164,754	137,832	141,490	155,549	159,450	177,517	198,982	212,335
TOTAL	313,194	317,101	342,136	339,654	354,056	368,274	412,882	430,163

図 9-1 石鹼・洗剤の全国生産量



石鹼製品では、洗濯用棒状石鹼が全体の 89 %を占め、化粧石鹼が 9 %で続き、工業用その他の比率は低い。世界的には、石鹼生産量の大部分が化粧石鹼と工業用石鹼であるのに対し、コロンビアでは洗濯用が主力であることが特徴である。

1996年に洗剤生産量の 65 %は粉体洗剤であった。

国民 1 人あたりに換算すると、石鹼が 6.0 kg/年、洗剤が 5.8 kg/年で、合計 11.8kg/年は 1970 年のフランスの一人当たり消費量と同レベルである。但しフランスの場合は石鹼：洗剤の比率は 1：4 で洗剤の方が多く、この状況は他の欧米諸国でも変わらない。今後、洗濯機の普及等による生活様式の変化により、コロンビアでも洗剤の需要が伸びる可能性を示唆していると見られる。

表 9-6 に 1989 年から 1996 年までの間における各製品生産量の年間伸び率を示す。

この期間には石鹼及び洗剤の生産量は、全体としては堅実な伸びを示したといえる。特に洗剤は 1990 年以降、年間約 8 %の成長率を示した。製品個別に見ると、工業用石鹼、洗濯用液体石鹼、洗濯用粉石鹼及び液体洗剤が他の製品より高い伸びを示した。フレーク状石鹼の生産量の伸び率は他に比して大であるが、その絶対量は依然小さい。今後の市場動向について ANALJA によれば、過去数年に見られた石鹼と洗剤のバランスが続くものと考えられている。即ち、市場では洗剤が石鹼よりも伸びるであろうと予測されている。

表 9-6 石鹼・洗剤全国生産量の年間伸び率

	ANNUAL GROWTH RATE (%)							
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	Average
SOAP								
Laundry Bar Soap	13	21	-12	7	-4	15	3	6
Laundry Powder Soap	-14	12	-13	-25	15	-6	124	13
Laundry Liquid Soap	3	31	-10	-5	11	54	-7	11
Industrial Soap	14	-1	-50	196	-20	-23	120	34
Toilet Soap	110	-38	38	-8	19	-7	-16	14
Medicinal Soap	11	34	-30	-23	-35	445	-10	56
Flake Soap	-17	-99	0	100	17	-71	3950	554
SUB TOTAL	21	12	-8	6	-2	12	2	6
DETERGENT								
Powder Detergent	-7	-1	-5	8	2	43	4	6
Liquid Detergent	-32	15	19	3	51	10	17	12
Solid Detergent	-27	7	44	-7	10	-44	5	-2
SUB TOTAL	-16	3	10	3	11	12	7	4
TOTAL	1	8	-1	4	4	12	4	5

ANALJA によれば、過去、石鹼及び洗剤生産量の平均 5 %が米国及びラテンアメリカに輸出されていた。しかしながら、1998 年に状況は急変し、関税障壁によりコロンビアの石鹼製品は国際競争力を失ってしまった。1997 年にはメキシコはコロンビアから輸入していたが、1998 年にはコロンビアがメキシコから輸入している。

### 9-1-2 日本およびその他諸国の現状

表 9-7 および図 9-2 に日本における石鹼および合成洗剤の生産量推移を示す。

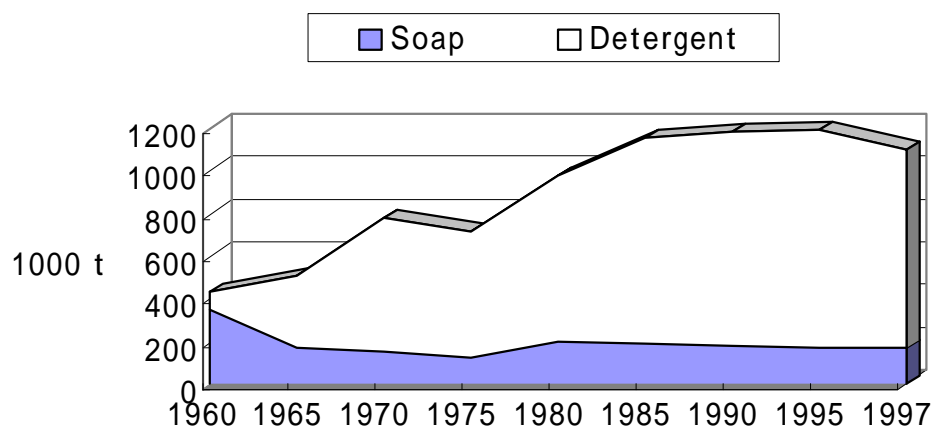
日本で石鹼が工業的に生産され始めたのは 1870 年代である。20 世紀初めにかけて石鹼製造工場が数多く誕生し、石鹼は生活必需品として定着し、1910 年代には一応の自給自足化を達成した。1950 年代に自由競争時代に入り、大手企業が海外からの導入技術により原料の精製から製品加工包装に至るプロセスの連続化、自動化を進め、量産体制、品質向上、合理化を競った。1959 年には全国石鹼生産量 38 万 t を記録したが、

表 9-7 日本における石鹼・洗剤の年間生産量 (単位: 1000 t)

	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	1997
SOAP									
Toilet		84	98	8	109	110	111	96	88
Laundry		71	36	35	65	49	34	26	24
Industrial					12	20	29	37	45
Others					12	6	8	10	11
Sub-total	347	171	151	122	198	184	183	169	168
Detergent									
Powder				415	475	606	623	592	546
Liquid				189	299	362	371	428	382
Sub-total	86	334	626	591	775	968	994	1,020	929
TOTAL	433	505	777	713	973	1,152	1,177	1,189	1,097

(日本統計年鑑：総務庁統計局編)

図 9-2 日本における石鹼・洗剤の年間生産量



その後は合成洗剤の進出により減少している。

石鹼のカテゴリー別に見ると、1959年をピークに生産量が減少した主たる品種は洗濯石鹼で、化粧石鹼はその後僅かながら伸びを示している。1980年には洗濯石鹼も一時的に増加している。これは、折からの有リン洗剤による湖沼の富栄養化問題に端を発する合成洗剤追放運動に応じて粉末石鹼が生産されたためである。しかしながら、粉末石鹼は必ずしも市場に受け入れられたとはいえず、その後は徐々に減少する結果となっている。

日本で高級アルコール製家庭用洗剤が市場に現れたのは1930年代後半である。その後、アルキルベンゼンスルホン酸塩に縮合リン酸塩を配合した洗浄力の高い合成洗剤が開発され、電気洗濯機の普及に伴って急速な伸びを示し、1963年には総生産量で合

成洗剤が石鹼を上回るに至った。洗剤は 1960 年台から 1985 年にかけて伸びが大きかったがその後は市場が成熟し年間生産量は 100 万トン程度で推移している。この間、2 度にわたる石油危機の影響で需給バランスが崩れ、一時的な異常増産があったが、その反動で 1975 年および 1980 年はいずれも前年よりも減産する減少が起きている。表 9-8 に欧州における石鹼・洗剤の協会 AIS (Association Internationale de la D'etergence)加盟国の消費量を示す。欧州の市場は、既に成熟しており、英国，西独，フランス，イタリアおよびスペインの 5 カ国が 80%を占めている。表 9-8 の数字は、石鹼，洗剤，トイレタリー，柔軟剤，表面洗浄剤およびクレンザー等を含んでいると考えられ、年間 1 人当たりの消費量は非常に高い。表 9-8 には、1991 年の日本における石鹼，洗剤，仕上げ剤およびトイレタリー各製品販売量の合計数量、ならびに 9-1-3 で述べたコロンビア国における 1996 年の生産量を併せて示した。日本，コロンビアの双方ともに年間 1 人当たりの消費量は欧州の最下位に近い。

**表 9-8 1990 年の欧州諸国の石鹼・洗剤消費量**

Nation	Consumption (t)	Consumption Per Capita (kg)
Germany	1,731,216	27.4
United Kingdom	1,651,700	28.4
France	1,485,553	26.3
Spain	1,395,485	34.6
Italy	1,330,900	23.1
Belgium	346,417	33.9
Holland	325,142	21.8
Turkey	324,668	5.7
Portugal	261,903	25.0
Greece	238,100	23.5
Austria	171,243	22.4
Switzerland	170,261	25.2
Denmark	122,062	23.7
Sweden	108,890	12.7
Finland	76,446	15.3
Norway	66,790	15.7
Ireland	53,685	15.1
Japan (in 1991)	1,833,772	14.8
Colombia (in 1996)	430,163	11.8

(AIS 資料)

米国の市場については公表された統計が少ないが、石鹼・洗剤合計で年間約 700 万 t 程度といわれている。米国で特徴的なことは、以下のとおりである。

1. 洗剤の高密度化が進んでいる。
2. 洗浄力に加えて、柔軟性，静電気防止，脱臭，漂白などの作用を備えた多機能化が進んでいる。
3. 液体洗剤の普及が進んでいる。



## 9-2 石鹼製造サブセクターの製造技術の現状

### 9-2-1 石鹼製造サブセクター所属企業の採用技術動向と現状

ボゴタ市における石鹼製造サブセクターでは次の3社の規模が大で、生産量の90%を占めている。

Azul K S.A.:1946年に設立

Unilever Andina S.A.: 1942年に設立

Detergentes:1964年に設立。イタリー技術を導入。

3社ともにグリセリン分離工程及び真空設備による水分制御工程を備えている。石鹼製造はバッチ運転で行われる。その他の工場で採用されている技術は明らかでないが、それらの特徴は以下の通りである。

1. グリセリン分離工程がない。
2. ごく一部の工場を除き、真空による水分制御システムがない。
3. 鹼化反応後、鹼化液を直接モールドまたはコンクリート製プールに注入することによる成型。
4. 原料品質に対する要求が比較的緩やかである。
5. 全工程がマニュアル運転。
6. 連続プロセスでない。
7. 経験に基づく技術。

液体クリーナー製造に関しては特別な技術はない。単純な混合プロセスだけが必要である。

以下にコロンビア国および日本で採用されている石鹼および洗剤製造プロセスについて述べる。

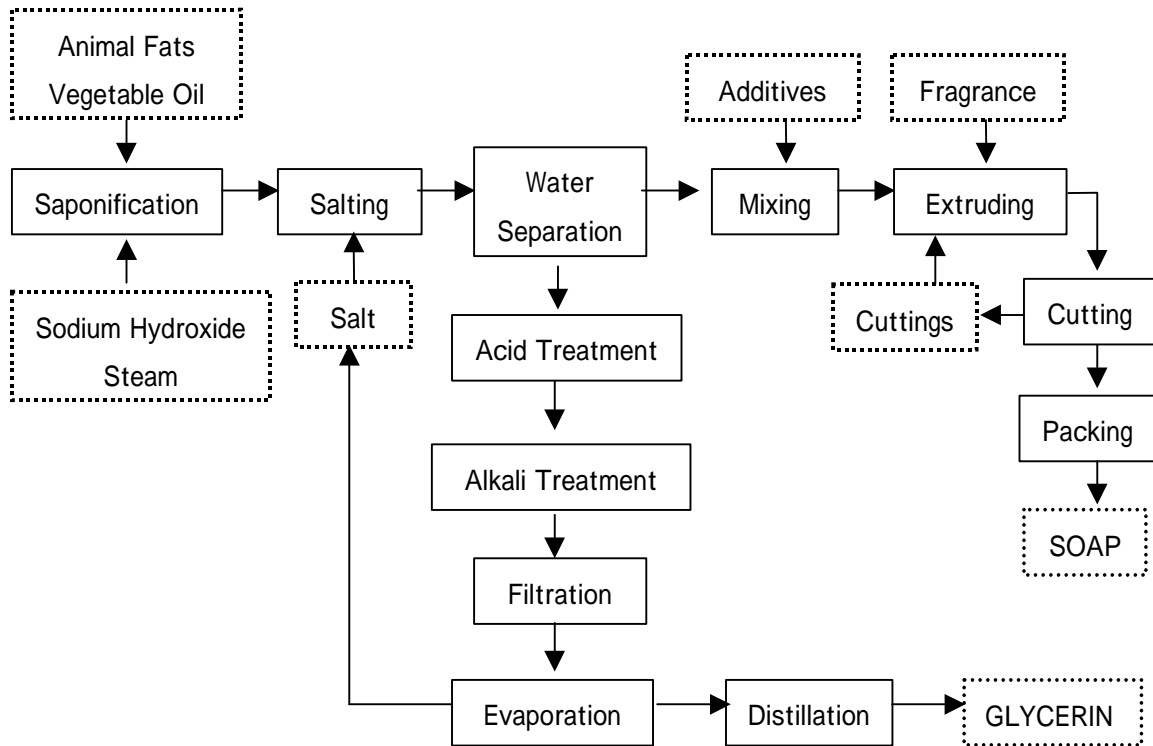
#### (1) 石鹼製造プロセス

石鹼の製造プロセスは、油脂を苛性ソーダで鹼化してニートソープを得る工程と、ニートソープから最終製品を作る工程に分けられる。現在、日本では鹼化反応の代わりに脂肪酸を苛性ソーダで中和してニートソープを作るプロセスが多く採用されているが、ボゴタ市の石鹼製造業では、伝統的な中性脂肪の鹼化プロセスが主流である。鹼化工程で副生するグリセリンを塩析により分離してニートソープを得るのが一般的であるが、ボゴタ市における中小の石鹼製造業ではグリセリン分離工程を省略するケースが多く、その有無によって2種類に分類される。

1) グリセリン分離工程を有する石鹼製造プロセス

グリセリン分離工程を有するプロセスは、Detergentes , Unilever Andina 及び Azul K の3大企業で採用されている。図 9-3 に当プロセスのブロックフロー図を示す。

図 9-3 石鹼製造プロセスのブロックフロー図 (1)



原料油脂を鹼化タンクに入れて苛性ソーダを加え、蒸気で加熱することにより鹼化反応を開始させる。鹼化後、塩化ナトリウムを加えて塩析することによりニートソーブとグリセリンを含む廃液を分離する。ニートソーブ中の水分は次工程で真空乾燥機により制御される。得られた石鹼素地はミキサーに送られ、製品仕様に応じてケイ酸ナトリウム，炭酸ナトリウム，染料等の添加剤が加えられる。香料が次工程の押出機で加えられ、押出機からの製品は切断され、乾燥，刻印を経て最終製品の包装仕様に基づき包装される。

鹼化工程で副生するグリセリンはニートソーブと分離され、精製された後、製品として販売される。

このプロセスでは、グリセリン分離，精製工程での配管，バルブ等からの漏れが見られるので、床の洗浄によりグリセリンが廃水中に混入し環境負荷を高める原因となり得る。後述するように、ポゴタ市の大手石鹼製造企業では、プロセスからの漏れ防止対策に重点的に取り組んでいる。

ポゴタ市の石鹼製造サブセクターの工場では上記プロセスをバッチ運転によっており、

連続プロセスの採用は検討の段階にある。

表 9-9 にコロンビア国における石鹼製造のコスト構成を、日本における 1997 年の石鹼・洗剤製造業の健全企業のものとは対比して示す。

コストの大部分を原料費が占め、1974 年の 65%から 1994 年の 55.8%と比率は低下しているが依然高い。石鹼用原料油脂の約 4 分の 3 を占める動物油脂は主として米国からの輸入に頼っている。労務費の比率はかなりの上昇を見せている。また、一般管理費の比率が高くなってきている大きな原因は広告宣伝費である。

表 9-9 石鹼製造のコスト構成 (%)

	Colombia				Japan (1997)
	1974	1985	1991	1994	
Raw materials	65.0	62.1	56.5	55.8	47.7
Remuneration costs	8.0	6.6	5.3	11.7	22.4
Energy purchase cost	0.3	0.9	0.8	0.9	-
Total industrial costs	2.7	4.8	3.2	4.4	8.8
Sales tax	0.0	4.4	5.0	1.3	-
Depreciation	1.5	0.6	0.6	0.8	3.4
Total general expenses	8.5	12.6	15.1	17.0	10.1

(ANDI: Industria de Productos de Aseo y Cosméticos)

中小企業庁：中小企業の原価指標 平成 10 年度調査)

## 2) グリセリン分離工程をもたない石鹼製造プロセス

前述の大手 3 社を除く他の工場はグリセリン分離プロセスを持たない。鹼化工程で生じるグリセリンは製品中に残ることになる。製品中に残るグリセリン濃度は原料によって異なり、脂肪酸を原料とする場合にはグリセリンを生じない。

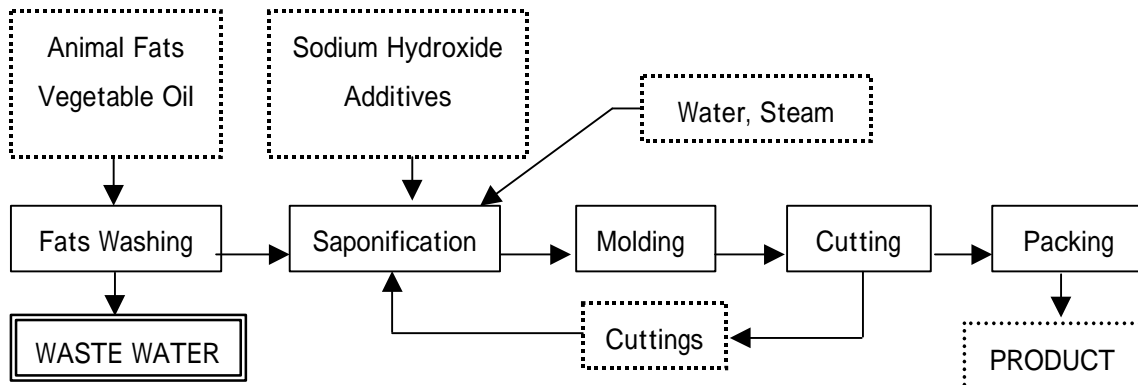
この範疇のプロセスは、原料の種類及び製品切断工程によっていくつかの組み合わせができる。典型的なブロックフロー図を図 9-4 及び図 9-5 に示す。

図 9-4 に示すプロセスは、石鹼製造サブセクターの殆どの中小企業で採用されているものである。現在、日本にはこのプロセスを採用している工場はない。このプロセスの主製品は棒状の洗濯用石鹼である。

全プロセスはバッチ方式によっており、マニュアルで運転される。

原料油脂は油脂洗浄タンク内で熱水により洗浄された後、鹼化タンクに送られる。この油脂洗浄工程を持たない工場もある。洗浄液は分離され、スカムを回収後、廃水として排出される。

図 9-4 石鹼製造プロセスのブロックフロー図(2)



鹼化タンクに油脂、苛性ソーダ、添加剤及び水を仕込み、蒸気吹き込みによる加熱で鹼化反応が始まる。鹼化液は型打ち工程、即ち成型箱またはコンクリート製の成型ボールに注入される。型打ち後の石鹼はワイヤカッターまたはソケットパンチで切断されて棒状の製品となり、その後包装される。切断工程からの切れ端は鹼化工程にリサイクルされる。

このプロセスは次のような問題点を持っている。

1. 添加剤が高温の鹼化工程で添加されるので、耐熱性の良いものを選択する必要があり、必然的に高価となる。
2. 切断工程の切れ端は原則として鹼化工程にリサイクルされるので、鹼化工程のエネルギー消費量が増加する。
3. グリセリンが製品中に残存する。

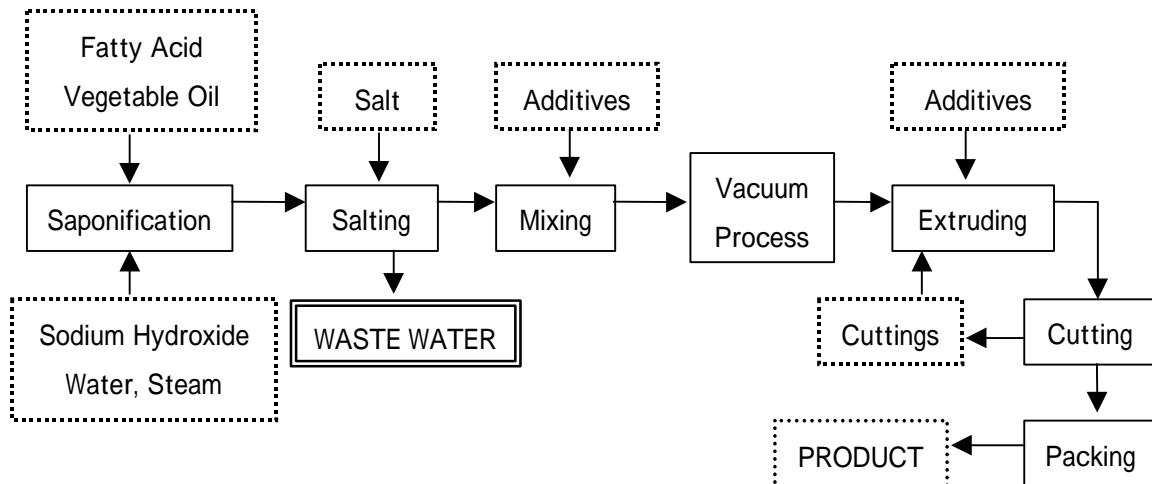
図 9-5 に示すプロセスの主原料は脂肪酸で、少量の油脂を加えて使用する。

脂肪酸を原料とする場合にはグリセリンを生じないので、製品中のグリセリン含有量は図 9-4 のプロセスに比して少ない。

鹼化（主反応は脂肪酸と苛性ソーダの中和反応である）後、塩が加えられる。図 9-3 のプロセスと異なり、廃液はグリセリン回収を行わずに排出される。塩析工程を持たない工場では鹼化液が全て型打ち工程に送られるので、廃水は発生しない。

このプロセスでは、ニートソープへの添加剤は混合槽で添加され、真空システムによる水分調整工程が続いている。香料はその後工程である押し出し工程で加えられる。このプロセスでは、図 9-4 のプロセスが持つ欠点がない。

図 9-5 石鹼製造プロセスのブロックフロー図 (3)



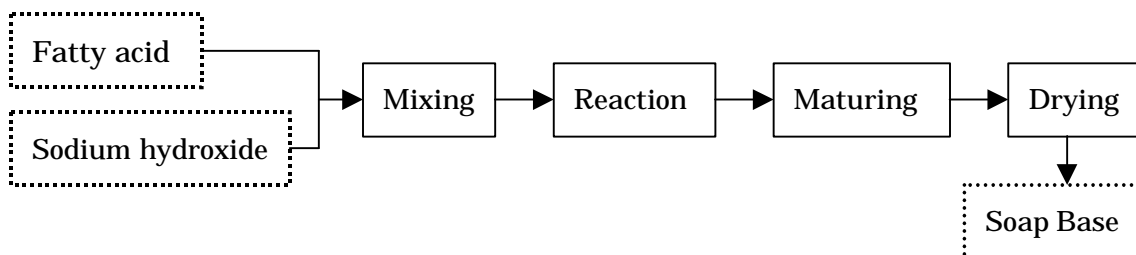
### 3) 日本における石鹼製造プロセス

日本における石鹼製造の技術は、脂肪酸の連続中和によるものが主流であり、中性脂肪の鹼化による方法は一部の企業に残っているだけである。

連続中和法による石鹼素地製造プロセスのブロックフロー図を図 9-6 に示す。図 9-5 のプロセスと類似であるが、原料として油脂を用いず、油脂の加水分解によって得られる脂肪酸のみを使用している。

脂肪酸と苛性ソーダを混合し、反応させ、熟成後噴霧乾燥により水分を約 30% から 20% まで除去し、石鹼素地を得る。反応は中和反応であるため、鹼化に比して早く、比較的低温で行え、連続化が容易である等の利点がある。

図 9-6 連続中和による石鹼製造プロセスブロックフロー図



日本では中性油脂の鹼化により石鹼素地を得るプロセスは 2 社のみで採用され、鹼化工程は図 9-3 に示したものと基本的に変わるところがない。運転もバッチ方式である。但し、現在日本では、塩析工程からの廃液からグリセリンおよび塩を回収する作業は他社に委託して行われている。従って、塩析工程からの廃液を精製することに伴う廃水は日本の石鹼製造工場からは発生しない。

また、製品に対する品質要求から、原料油脂は一般に精製されたものを購入している。

さらに最終製品を作る段階で、ロールによる練りを加える等、品質向上のための工程が付加されている。

## (2) 洗剤製造プロセス

洗剤は基剤である界面活性剤とビルダーと呼ばれる洗浄力向上剤、およびその他の添加剤を配合して作られ、また製品の形態により粉状、固形および液体等の種類がある。表 9-10 に一般的な洗剤の配合例を示す。

表 9-10 洗剤の一般的な配合例

		CONVENTIONAL		HIGH DENSITY	LIQUID
		With Phosphate	Non-Phosphate		
SURFACTANT	LAS, AOS	15 - 20	17 - 25	30 - 40	10 - 15
	AS, SOAP	2 - 3	2 - 3	3 - 5	0 - 2
	AES	-	2 - 5	2 - 5	10 - 15
	AE	-	-	-	20 - 30
BUILDER	Na <sub>2</sub> O·nSiO <sub>2</sub>	5 - 15	10 - 20	15 - 25	-
	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>				
	Phosphate	14 - 20	-	-	-
	Zeolite A	-	15 - 22	15 - 25	-
	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	< 40	< 40	< 30	-
ADDITIVES	CMC	0.5 - 1	0.5 - 1	0.5 - 1	-
	Citric Acid	-	-	0 - 7	2 - 5
	Enzyme	-	0 - 0.5	0.5 - 1.5	0.5 - 1
HUMIDITY		5 - 10	5 - 7	5 - 7	40 - 50

界面活性剤には数千種類あるといわれるが、水に溶かした場合の解離状態により陰イオン系 (Anionic)、陽イオン系 (Cationic)、非イオン系 (Nonionic) および両イオン系 (Bionic) に分類される。洗剤に使用されるのは陰イオン系と非イオン系で、陰イオン系は、

1. 製造コストが低い直鎖アルキルベンゼンスルホン酸塩 (LAS) が広く使用され、その他に
2. アルファオレフィンスルホン酸塩 (AOS)
3. 風合いが良好な特徴がある高級アルコール系のアルキル硫酸塩 (AS)
4. 脂肪酸塩である石鹸
5. アルキルエーテル硫酸塩 (AES)

等が代表的なものである。非イオン系のポリオキシエチレンアルキルエーテル（AE）は泡立ちが少ない特徴を活かし、液体洗剤によく使用される。以上のように、一般に洗剤には陰イオン系および非イオン系の界面活性剤が用途に応じた配合比で使用されるが、コロンビア国の洗剤にはLASが用いられている。

洗剤は、弱アルカリ性粉末洗剤の完成によって発展してきた。その性能向上に大きく寄与したのがトリポリリン酸ナトリウム(STTP)、ピロリン酸ナトリウム(TSPP)に代表される縮合リン酸塩であった。これらに炭酸ナトリウム、ケイ酸ナトリウム等のアルカリ塩、そして硫酸ナトリウム（ボウ硝）のような中性塩を加えたものを一般にビルダーと呼んでいる。

トリポリリン酸ナトリウムは、水中の硬度成分であるカルシウムイオンを捕捉して水を軟化し、泥などの不溶性無機物や、汚れを分散させて洗剤の洗浄能力を向上させ、また水を弱アルカリに保つ等の機能の外、粉末洗剤が水を吸って固結するのを防止する等、極めて有用な働きを示したため、かつて日本では20～30%、欧米では水質が悪いこともあって40～60%配合されていた。

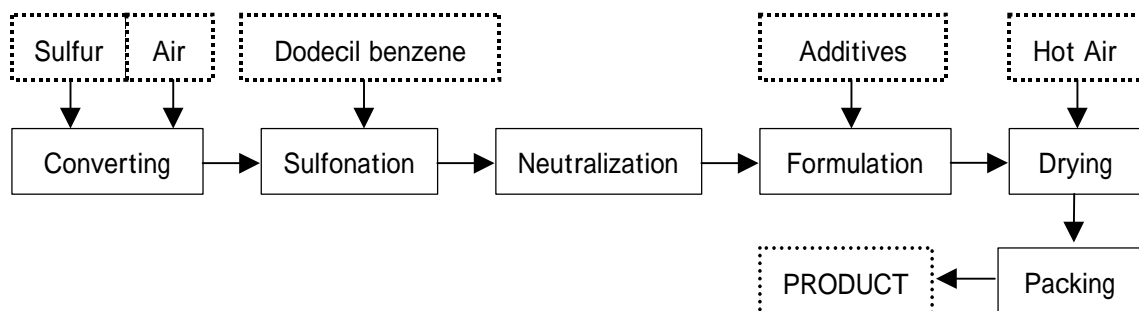
その後、1960年代後半に湖沼の富栄養化が問題となったため、縮合リン酸塩に変わるビルダーの探索が行われ、ゼオライトが代替品として使用されるようになり、日本では事実上有リン洗剤は姿を消した。コロンビア国においては、ビルダーとしてトリポリリン酸ナトリウムが使用されている。

#### 1) ボゴタ市の洗剤製造プロセス

図9-7に洗剤製造プロセスのブロックフロー図を示す。

空気と硫黄がコンバーターに送入され、無水硫酸ガスが生成され、次工程のスルホン化工程に送られる。ここで直鎖アルキルベンゼン（典型的にはドデシルベンゼン）がスルホン化され、生じたアルキルベンゼンスルホン酸をさらに苛性ソーダで中和して直鎖アルキルベンゼンスルホン酸塩(LAS)が得られる。

図 9-7 洗剤製造プロセスのブロックフロー図



LAS は次工程で添加剤と混合され、さらにスプレードライヤの頂部に設置されたアトマイザに高圧ポンプで送出される。洗剤スラリーはスプレードライヤ内で向流の熱風と接触して乾燥され、包装工程に送られる。

ボゴタ市にはスルホン化工程を有する工場は Detergentes S.A.の1社のみである。このプロセスは連続運転され、また包装工程はコンピュータによる管理がなされている。このプロセスから廃棄物は発生しない。

他の洗剤製造工場は洗剤基剤に添加剤を加えて製品とする工程のみを持っている。小企業に属するこの工場では、設備の保安全管理が充分ではなく、ロータリーバルブから粉体製品が漏れ作業環境を悪化させている。

表 9-11 にコロンビア国の洗剤製造に係るコスト構成を、表 9-9 と同様に 1997 年の日本の石鹼洗剤製造業の健全企業のものと同様に対比して示す。

石鹼と同様にコストに占める原料費の比率が高いが、表に示した 20 年間に輸入品の税率低下により、54.3%から 33.7%へと大きく低下している。主な輸入原料は、ドデシルベンゼン、トリポリリン酸ナトリウム、硫酸ナトリウム、リン酸カルシウム等である。このサブセクターは、他の労働集約型のサブセクターに比べ、労務費の比率は比較的小さく、またこの分野の省人化傾向を反映して低下している。

他のコスト項目で注目すべきは一般管理費中の広告宣伝費で、1974 年から 1994 年までの間に比率が 5%以上上昇し 13.9%に達している。これは洗剤分野の競争が激しく、市場で抜き出るためには製品の差別化、紹介、サンプル提供等の費用が不可欠になっていることを示している。

表 9-11 洗剤製造のコスト構成 (%)

	Colombia				Japan (1996)
	1974	1985	1991	1994	
Raw materials	54.3	53.8	39.4	33.7	47.7
Remuneration costs	11.1	8.2	8.2	5.8	22.4
Energy purchase cost	0.2	0.4	0.5	0.6	-
Total industrial costs	1.4	2.1	2.0	1.0	8.8
Sales tax	0.0	4.4	4.7	1.5	-
Depreciation	0.7	0.3	1.0	1.3	3.1
Total general expenses	25.2	19.1	22.1	33.4	10.1

## 2) 日本の洗剤製造プロセス

前項で述べたとおり、ボゴタ市の洗剤に配合されている界面活性剤は LAS である。日本で洗剤の基剤として用いられている主要な界面活性剤の化学式を表 9-12 に示す。

石鹼は伝統的な陰イオン系界面活性剤の代表的なものである。



表 9-12 代表的な界面活性剤

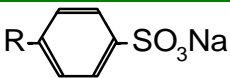
Category	Name	Structure
Anionic	Soap	R-COONa
	LAS (Linear Alkylbenzen Sulfonate)	
	AOS ( Olefin Sulfonate)	RCH=CHSO <sub>3</sub> Na
	AS (Fatty Alcohol Sulfonate)	R-OSO <sub>3</sub> Na
	AES (Polyoxyethylen Alkyl Ether Sulfate)	R-O(CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> O) <sub>n</sub> SO <sub>3</sub> Na
Nonionic	AE (Polyoxyethylen Alkyl Ether)	R-O(CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> O) <sub>n</sub> H

表 9-12 に示した界面活性剤の製法は次のとおりである。

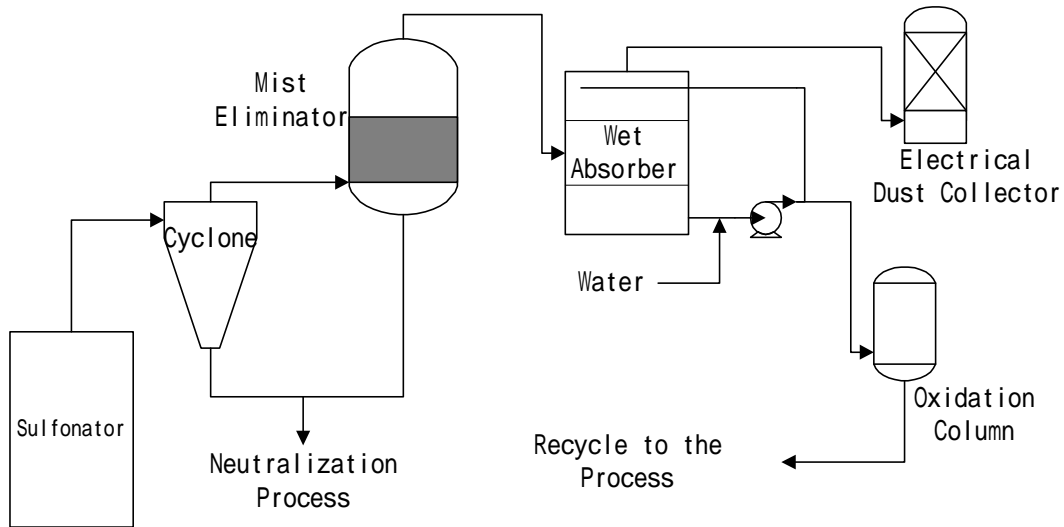
1. 直鎖アルキルベンゼンスルホン酸塩 (LAS): 直鎖アルキルベンゼンをスルホン化して得られるアルキルベンゼンスルホン酸を苛性ソーダで中和して製造する。ベンゼン核に繋がるアルキル基が直鎖状であるので linear と呼ばれる。
2. ポリオキシエチレンアルキルエーテル(AE): C<sub>12</sub> の成分を有する高級アルコールに酸化エチレンを付加重合して得られる非イオン界面活性剤。
3. ポリオキシエチレンアルキルエーテル硫酸エステル塩 (AES): 前項の AE の末端水素を硫酸化し、中和して硫酸エステル塩としたもの。
4. -オレフィンスルホン酸ソーダ (AOS): -オレフィンのスルホン化生成物を苛性ソーダで加水分解して製造する。
5. 高級アルコール硫酸エステルナトリウム (AS): 高級アルコールを硫酸化し、苛性ソーダで中和して製造する。

界面活性剤は、工業用には洗浄剤、乳化剤、分散剤、浸透剤等の用途に単独で用いられることが多いが、家庭用洗剤としては、ほとんどの製品が2種以上の界面活性剤を組み合わせられて生産されている。上記の中では、直鎖アルキルベンゼンスルホン酸塩 (LAS) が性能、経済性、多用性の点で他より優れているため、日本でも最も多く使用されている。製造プロセスは図 9-6 に示したものと基本的に同じであるが、環境保全の面で重要なポイントをクリーナープロダクションの例として以下に述べる。

スルホン化反応器の出口からは、スルホン化反応物とともに、300 - 500 ppm の SO<sub>2</sub> と硫酸の微細ミストを含むガスが排出されるので大気汚染防止の観点から防除する必要がある。図 9-8 にスルホン化工程排ガス処理フローを示す。

サイクロンでスルホン化反応物と分離された排ガス中の SO<sub>2</sub> と硫酸のミストは、ミストエリミネータでミストが補修除去された後、アルカリ水による湿式吸収で SO<sub>2</sub> が除去される。合成洗剤の場合には、アルカリ水として苛性ソーダを用い、SO<sub>2</sub> を吸収さ

図 9-8 スルホン化工程排ガス処理フロー図



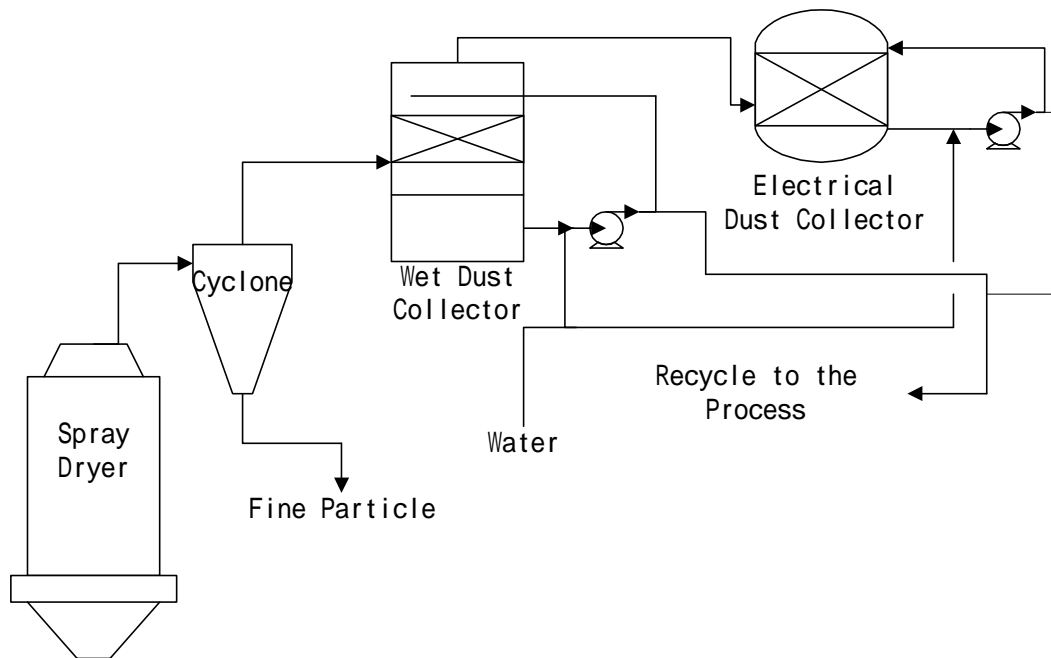
せた後、空気酸化で硫酸ナトリウムに変えて洗剤のビルダーに回収再利用している。また、ミストエリミネータおよび湿式吸収でなお残る白煙状ミスト除去を目的に、電気集塵機が設置されている。上記の湿式吸収からのアルカリ洗浄水をプロセスで再利用することにより、過去において大幅な排水量の削減が可能となった経緯がある。

また、乾燥工程では、スルホン化反応物を中和後、カルボキシメチルセルローズ(CMC)等の有機ビルダーや硫酸ナトリウム、ケイ酸ナトリウム、ソーダ灰その他の無機ビルダーを配合し、高圧ポンプでスプレードライヤに噴霧し、250 - 300 の熱風中で乾燥するが、スプレードライヤから排出される空気中に存在する 100  $\mu$ 以下の微粉の処理が必要である。図 9-9 にスプレードライヤ排出ガス処理フローを示す。

ドライヤ排ガスは高湿度条件下にあるため、その洗浄には湿式洗浄が一般的に採用される。過去には、捕集された洗剤粉末による発泡を抑制するために多量の洗浄水を必要とし、廃水負荷が大となる問題があったが、ドライヤ、サイクロンにおける捕集効率の向上および洗浄水の循環利用、さらにプロセスへのリサイクル利用により工場廃水の大幅な削減が可能となった。

なお、粉体洗剤の製造には、エネルギー消費量の多いスプレードライヤに代わり、最近ではニーダー等による混練から粉碎する省エネルギー型も採用されつつある。

図 9-9 洗剤乾燥工程排ガス処理フロー図



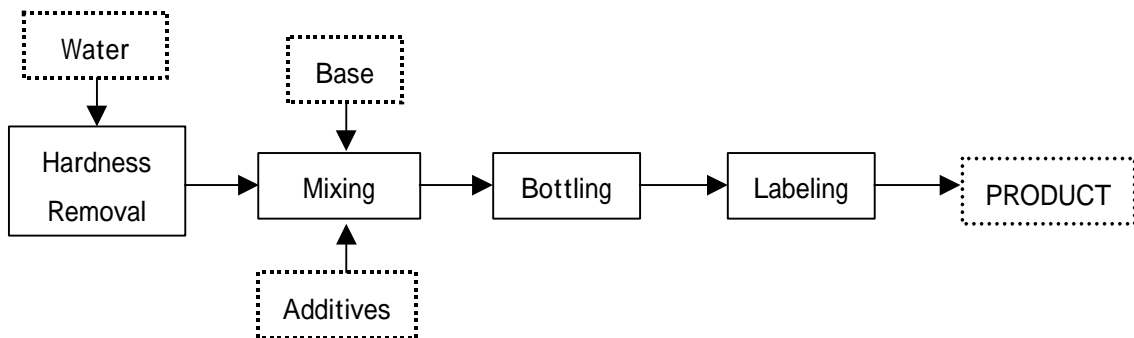
洗剤に関する最近 20 年間の主要な動きを以下に要約する。

1. 無リン化：河川，湖沼等の富栄養化に端を発して縮合リン酸塩に代わるビルダーの開発が進められ、1980 年には無リン洗剤が登場している。
2. 酵素入り洗剤の普及：日本では 1979 年にタンパク質分解酵素を配合した製品が上市された。その後酵素の種類がタンパク質分解酵素（プロテアーゼ），油脂分解酵素（リパーゼ），繊維素分解酵素（セルラーゼ），でんぷん分解酵素（アミラーゼ）等と増え、一般に 2 種類以上の酵素が洗剤に 1% 前後配合されるようになった。
3. 高密度型（コンパクト）洗剤の出現：1987 年、従来の洗剤の見掛け比重（bulk density）が  $0.35 \pm 0.05$  であったものを造粒技術の改良により  $0.75 \pm 0.05$  とし、界面活性剤の含有量を従来の 2 倍に増量し、さらにビルダーの配合量を増して標準使用量を従来の 60% とすることにより、洗剤の容積を従来の 1/4 としたものが商品化された。単位重量当たりの製造コストは上昇したが、包材費の低下，輸送・保管効率の上昇等の効果があった。現在は日本だけでなく欧米の大部分の洗剤がコンパクト洗剤に置き換わっている。

### (3) 液体クリーナー製造プロセス

図 9-10 にボゴタ市における液体クリーナー製造プロセスの典型的なブロックフロー図を示す。

図 9-10 液体クリーナー製造プロセスブロックフロー図



イオン交換樹脂で軟化された水と原料が混合槽で混合され、容器に詰められラベルを貼って製品となる。水の軟化工程は工場によっては省略している。

このプロセスの製品は原料・助剤の単純な混合によって作られるので、工場間の競争力に関する限り製造設備、機器は余り重要な地位を占めない。工場によって異なるのは原料供給および充填・包装工程の自動化の程度であって、多国籍企業では比較的自動化が進んでいると云われるが、本調査における対象工場では全プロセスがマニュアル運転によっている。

このプロセスからの固形廃棄物はない。廃水は、混合槽を洗浄する際に発生するが、通常その量は非常に少ない。

### 9-2-2 製造技術面の問題点

ボゴタ市の石鹼製造サブセクター所属企業の石鹼製造プロセスは全てバッチ方式によっているが、日本その他諸国で主流となっている連続式への転換はそれ程重要な課題ではないと考える。その理由は次のとおりである。

1. 連続式は、少品種・多量生産を一定期間継続することが設計前提である。表 9-2 に示したとおり、ボゴタ市のサブセクター所属企業の生産量は、大手 3 社以外は 200 t/月以下の少量であり、小回りの利くバッチ方式が適している。
2. コロンビア国の油脂は当面品不足であり、一定品質の原料油脂を安定入手することは困難である。連続式を採用すると、原料の変動への対応のため、頻繁な切替を要する。

大手 3 社では製造技術の改善が自社内で進められ、用水使用量を大幅に削減した成果も残している。乾燥工程のコンピュータ化等、今後の改善プロジェクトも計画されている。

中小の工場における製造技術には、図 9-4 のプロセスで指摘した欠点に代表される問

題点がある。まとめると次の通りである。

1. 切断工程からの切れ端が鹼化工程にリサイクルされる。これにより、工程全体の生産能力が低下する。また、鹼化工程の加熱エネルギーが増加する。
2. グリセリンが製品中に残留する。グリセリンは皮膚の保湿効果はあるが洗浄力には寄与せず、消費者が製品を使用する際に廃水中に排出され、環境負荷を高める。この問題については9-4節で検討を加える。
3. 押出機を持たない工場では、鹼化工程で添加剤を全て加える必要があるので、高温に耐えるものを選定する必要がある。
4. 鹼化タンクが開放型であるため、熱放散が多い。
5. 製品包装工程が人手によっているため、能力が低く、これが工場全体の生産能力を高める上でのボトルネックとなっている。

### 9-3 石鹼製造サブセクターの生産管理技術の現状

#### 9-3-1 石鹼製造サブセクター所属企業の管理レベルの現状

石鹼製造サブセクターに属する企業の生産管理のレベルは、大手3社とその他中小の企業とでは大きな格差がある。

##### (1) 廃棄物管理

ボゴタ市の石鹼製造サブセクターに属する工場では、次のように廃棄物排出量の低減努力がなされている。

1. 油脂の洗浄液から回収される油，スカム類は最大限製造プロセスにリサイクルされている。
2. 油脂洗浄液は再利用されている。
3. グリセリン精製工程からの塩はリサイクル利用されている。
4. 製品切断工程からの切れ端は、鹼化工程または押出し工程へリサイクルされている。
5. 製品保証期間を過ぎたために顧客から返却された製品は鹼化工程にリサイクルされ、原料として再利用される。
6. 油脂精製工場からの回収油脂および回収スラッジが石鹼の原料として利用されている。サブセクター間にまたがるクリーナープロダクションとして注目される。

現在、廃棄物排出量低減のために残された課題は、プロセスからの漏れを最小化し、床や機械部品の洗浄によって生じる廃水の量を減少させることであろう。

## **(2) 原料調達**

石鹼製造の主要原料は油脂である。

大手企業では、原料購入仕様書に基づき調達し、調達元からの検査報告書を求め、さらに工場の受け入れ検査を実施している。

中小の企業では、検査部門が十分な検査機器を備えていないために、通常は、価格交渉の目的で原料の酸度及び融点だけを検査しているのが現状である。かつ、検査結果の記録は保存されていない。

本調査の時点で、当サブセクターに属する企業の殆どが原料不足の問題を抱えている。従って、良い原料を安く購入することがより困難な状況にある。

## **(3) 品質管理**

大企業では、自工場内の品質検査部門で生産工程の各段階で必要に応じ工程検定を実施する体制を整えている。

中小の工場では、製品検査は主として鹼化工程で実施される。検査手段は工場によっては、人間の指あるいは舌の感覚に頼っている。

## **(4) 標準化**

大企業では標準マニュアルが作成され、必要の都度改定されている。さらに、最大手企業では、ISO-9002 認証及び INVIMA（薬品及び食品検査機関）認証取得のプロジェクトが進行中である。

中小規模の工場では状況が異なる。製造技術は作業員の経験に頼っており、マニュアルも作成されていない。工場によっては、人間の感覚による製品検査ノウハウは重要機密としてオーナーの家族だけに伝承されている。

## **(5) 生産性向上**

日本の製造業で推進された「改善運動」がコロンビアでも紹介され、大手石鹼製造工場では 1998 年夏から着手したところである。他の大手工場でも全工場を挙げての生産性向上プログラムを推進中である。

石鹼製造サブセクターに属する中小の工場では、プロセス技術及び生産管理技術の向上のために改善すべき課題が多い。殆どの経営者が生産性向上の計画を持っているが、資金或いは人的資源の不足により実行には至っていない。

### **9-3-2 管理技術面の問題点**

製造技術と同様、大手企業では管理技術面での問題は少ない。工場を挙げての生産性向上運動を展開中で、原料管理，工程管理，品質管理とものに的確に実施されているよ

うである。

中小の企業では次のような問題点がある。

1. 現場の整理・整頓が悪い。不要物が放置され、空間利用効率を低下させている。日本で実践され、最近コロンビアにも紹介されて注目されつつある「5S」のような運動展開を推奨する。
2. 工程基礎データが採取されていない。マニュアル運転であるため、製造技術が運転員の経験に基づくこととなるが、それを体系化し標準マニュアルにまとめるに至っていない。
3. 原料購買が厳密な購入仕様に基づくものでない。これは製造プロセスからの原料品質に対する要求が厳しくないことに起因していると考えられる。将来、製品品質に対する品質要求が厳しくなれば、製造プロセスおよび原料品質への要求も厳しくなることに対応し、原料購入仕様を整備していくことが必要である。
4. 設備保全は一般に自工場内で行うことが多いが、一部工場では外注によっている。その場合、機器管理が必ずしも充分ではなく、漏れのあるロータリーバルブをそのまま運転して作業環境を悪化させている例が見られる。

## 9-4 石鹼製造サブセクターから発生する産業公害

### 9-4-1 石鹼製造サブセクターからの産業公害原因物質排出状況

石鹼製造サブセクターからの産業公害原因物質排出状況に関して公表された統計資料は少ない。限られた資料から推定すると、このサブセクターからの産業公害に対する影響度は全産業の中で非常に小さいといえる。

#### (1) 固形廃棄物

表 9-13 に表 9-2 に示した工場調査対象工場からの固形廃棄物についてまとめた。

危険廃棄物は発生しない。

一般廃棄物は次のような処理がなされている。

1. 油脂の洗浄廃液から回収されるスカム：最大限度鹼化工程にリサイクルされている。
2. 廃水のオイルトラップからのスカム及びスラッジ：乾燥後、廃棄物処理業者によって廃棄物埋立て場に廃棄される。
3. 石炭ボイラからの灰：廃棄物処理業者によって搬出され、埋め立て用あるいは園芸用に利用される。

4. グリセリン分離工程からの塩：プロセスへのリサイクルあるいは硬質のものは舗装用への利用が探索されている。

表 9-13 調査対象工場からの固形廃棄物 (t/月)

Factory Name		Dangerous Waste	Harmless Waste
S-1	Detergentes S.A.	0	30
S-2	Azul K S.A.	0	
S-3	Arjona Ltda	0	0
S-4	Rioka	0	0
S-5	Jaboneria Reno	0	4
S-6	Industria de Jabones Aga Ltda	0	0
S-7	Jaboneria Lava	0	0
S-8	Laboratorios Sudamericanos Ltda	0	0
S-9	Macecofar Ltda	0	0
S-10	Asesquim Ltda	0	0

(2) 廃水および排水処理設備

ボゴタ市の石鹼製造サブセクターからの廃水には次の2種類がある。工程がバッチ運転であるため、廃水はいずれも間欠的に排出される。

1. プロセス廃水：油脂洗浄工程及びグリセリン分離工程からの廃水がある。洗剤製造プロセス及び液体クリーナー製造プロセスからの廃水はない。
2. 洗浄廃水：床，槽あるいは機械部品等を洗浄する際に発生する。この中にはプロセス配管，弁等からの漏れを含んでいる。

中小の石鹼製造工場では、単純なオイルトラップが設置されているだけで、本格的な廃水処理設備は大手企業でのみ稼働中または設置計画進行中である。稼働中の廃水処理設備のブロックフローを図 9-11 および図 9-12 に例示する。

図 9-11 廃水処理システムのブロックフロー図(1)

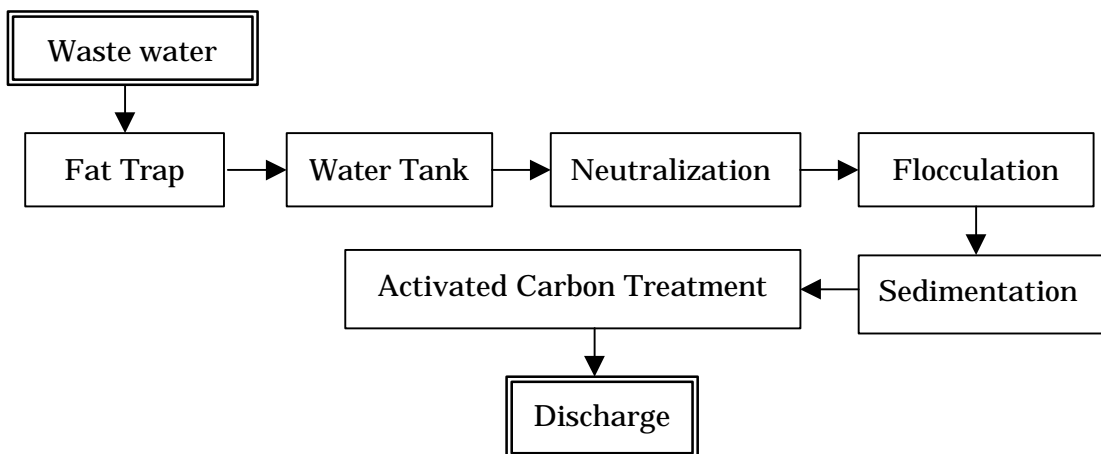
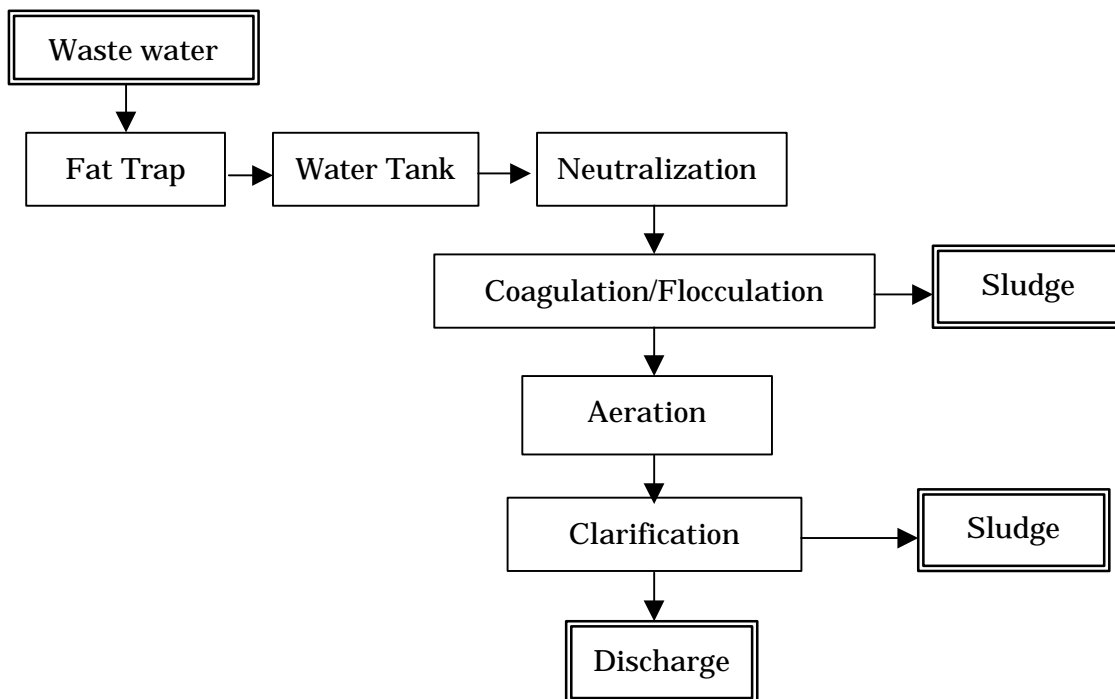




図 9-12 廃水処理システムのブロックフロー図(2)



いずれも、中和、凝集、加圧浮上等の物理化学処理を主とし、必要に応じ生物処理を組み合わせたものとなっている。

### (3) 排水水質

本調査における現地調査時に実施した 10 工場の廃水分析結果およびボゴタ市における当サブセクターの有力企業である Unilever Andina 社のデータを表 9-14 に示す。

表 9-14 調査対象工場の排水水質

Factory No.	Amount (m <sup>3</sup> /month)	Temp. ( )	pH	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	Oil (mg/l)	SST (mg/l)	SAAM (mg/l)
S-1	2,400	22.8	6.07	945	1435	4.4	51	-
S-2	1,000	25.6	7.67	4850	6300	415	503	7.8
S-3	5	19.4	7.36	310	364	25.7	-	3.75
S-4	80	18.0	7.9	1170	1980	644	518	-
S-5	30	16.8	9.34	2400	3850	451	435	-
S-6	0	-	-	-	-	-	-	-
S-7	15	17.7	12.7	18600	24800	208	5600	543.8
S-8	0.4	16.7	9.11	3960	18100	2187	672	2266
S-9	3.5	18.0	6.80	23	960	5	7	21.23
S-10	1	-	-	-	-	-	-	-
Unilever	1,600	22.3	6.68	385	678	11	157	
DAMA STANDARD		< 30	5-9	1000	2000	100	800	0.5

前述のとおり、廃水は間欠的に発生し、その水量は一定でないので、表 9-14 に示す排水量は測定値ではなく、工場調査時の聞き取りに基づくものである。また、工場 S-7 は廃水サンプル採取時点で稼働していなかったため、滞留していた廃水を採取したものである。

最大手企業（表中の S-1）では 1997 年末に廃水処理設備が稼働開始し、DAMA の廃水基準値をほぼ満足する結果が得られている。その他の企業における廃水処理はオイルトラップが設置されているだけであり、廃水水質は工場による差が大きい。これは、廃水発生的主要原因が洗浄であり、洗浄に使用される水量によって廃水濃度が都度変動していることにも起因していると考えられる。

#### (4) 排水基準

ボゴタ市の石鹼・洗剤製造サブセクターの排水水質について述べたが、それらに対する DAMA の現行排水基準について以下に考察を加える。

##### 1) 有機汚染物質

当サブセクターの排水が環境上問題となるのは有機汚染物質である。これらの主要指標である BOD、COD、油分および SS について日本の水質汚濁防止法および下水道法による規制値と比較し、表 9-15 に示す。

表 9-15 有機汚染物質に対する排水基準

		BOD (mg/l)	COD (mg/l)	Oil (mg/l)	SS (mg/l)
DAMA		1,000	2,000	100	800
Japan	(General Standard)	160	160	30	100
	(to rivers in urban area)	20	20	10	40
	(Sewerage Law)	600	-	30	600

日本では水質汚濁防止法による排水基準に加え、地方自治体による上乘せ基準があり、DAMA の基準に比べるとかなり厳しいものとなっている。また、終末処理場を設置している公共下水道に排出する場合の水質は下水道法で規定されている。

排水水質基準は、環境基準と水域の環境容量を考慮して定められるべきであるが、現行の DAMA 基準はボゴタ川の水質改善のためには緩すぎるといえる。但し、現状では廃水処理設備を設置したばかりの大手企業だけがかろうじて DAMA 基準を満足している状況にあるので、排水基準の早急な強化を行っても企業側が対応困難である。当面は現行基準の 2 分の 1 を目指し、その達成状況次第で将来は日本の基準並に強化するのが現実的であろう。即ち、近い将来、有機汚染物質に関する排水基準を以下のとおりとすることを提案する。

BOD : 現行 1,000 mg/l      500 mg/l    ( 将来は 160 mg/l ) へ  
 COD : 現行 2,000 mg/l    1,000 mg/l    ( 将来は 160 mg/l ) へ  
 油分 : 現行 100 mg/l      50 mg/l      ( 将来は 30 mg/l ) へ  
 SS : 現行 800 mg/l      400 mg/l      ( 将来は 100 mg/l ) へ

2) 界面活性剤

界面活性剤 ( 表 9-14 中の SAAM ) は、DAMA 基準が厳しく、分析した廃水サンプルで基準値を満たしたものはない。

表 9-16 に日本その他における界面活性剤に関する基準値をまとめた。

表 9-16 界面活性剤の水質基準

Nation	Applied to	Year	Substance	Standard (mg/l)
	<b>Wastewater</b>			
DAMA	Industrial wastewater	1997	MBAS	0.5
Belgium	Surface water	1976	Detergent	3
Italy	into Watercourses	1976	Surfactant	2
	into Municipal sewer		Surfactant	4
Indonesia	into Category	1988	MBAS	0.2
	into Category		MBAS	5
	into Category		MBAS	10
	into Category		MBAS	20
	<b>Drinking water</b>			
U.S.A	Drinking water	1961	ABS	0.5
EU	A1	1991	Surfactant	0.2
	A2		Surfactant	0.2
	A3		Surfactant	0.5
Japan	Drinking water	1992	Anionic surfactant	0.2
Belgium	Surface water	1994	Nonionic Surfactant	0.5

Note 1: Category : suitable for drinking without treatment

Category : suitable for drinking with proper treatment

Category : suitable for Fishery, livestock

Category : suitable for Agriculture, industry and hydroelectric power generation

Note 2: A1: Simple treatment and disinfection

A2: Normal treatment and disinfection

A3: Intensive treatment, extensive treatment and disinfection

界面活性剤による環境問題は、側鎖アルキルベンゼンスルホン酸塩(ABS)の生分解性が悪く、河川、湖水等に残留して蓄積し、地下水に浸透して飲料水が発泡する等の問題を生ずることから発生した。米国では1961年に飲料水中のABS含有基準値0.5ppmが決定されたが、これはこの数値を超えると井戸水が発泡することから定められたものである。日本では水道法により、発泡障害対策として飲料水中の陰イオン界面活性剤含有量が規定され、1978年に0.5 mg/l、1992年には0.2 mg/lに強化されている。欧州でも飲料水中の界面活性剤含有量を規定するものが見られる。EUの環境規制(Directive on Drinking Water; 16 June 1975)では、表流水の処理法(A1,A2およびA3)により飲料水を得る場合の原水中の界面活性剤濃度をガイドラインとして定めている。

工場排水中の界面活性剤濃度を規制する例は少ない。イタリアにおいて水路への排出基準2 mg/lおよび公共下水道への排出基準4 mg/lが定められている。インドネシアでは、排出先を4カテゴリーに分け、それぞれの排出基準を定めている。0.2 mg/lという厳しい基準は無処理で飲用に供する水域へのものであり、適切な処理により飲用に供する場合には5 mg/l、農業・工業・水力発電に使用するカテゴリーへの排出基準は20 mg/lとなっている。

これらの基準が、界面活性剤による発泡障害を防止するためのものであることを考慮すると、下水への排出に対するDAMA基準0.5 mg/lは厳しすぎる。

一方、日本および欧米における界面活性剤の発泡問題は下水処理場の整備により解決されていることも考慮する必要がある。後述するように、日本のよく管理され、充分曝気されて有機物の分解浄化が効果的に行われている下水処理場の処理水は0.2-0.3mg/l程度の界面活性剤を含むのみである。現在ボゴタ市には下水処理施設が全くないので、排水中の界面活性剤の分解は自然分解に期待することとなるが、溶存酸素の殆どないボゴタ川水系では、分解効率は余り高くないと推定される。従って、排水中の界面活性剤濃度基準は、規定のある他国の基準を参考として10mg/l程度とすることを提案する。

### 3) 排水水量

第5章で述べたとおり、ボゴタ市における排水水質はDAMAによる1997年の決議書1074で規定されているが、規制の対象となる水量については、1984年に制定されたコロンビア国の法令1594に従うこととなっている。即ち、排水基準は排水量の大小に拘わらず適用される。本調査の目的である経済発展を損なわずに産業公害を低減するためには、汚染物質の絶対量が問題とされるべきで、あるレベル以下の少量排水は規制の対象外とすることも必要と考える。日本の排水基準はDAMAのものに比べ厳しいが、その適用対象は50m<sup>3</sup>/日以上水量に対してである。

ボゴタ市の中小石鹼工場(表9-14のS-1、S-2以外)からの排水量は高々80m<sup>3</sup>/月、即

ち平均 2.7m<sup>3</sup>/日と極めて少ない。

また、前述の規制対象水量については、日本の基準に基づく汚染物質の排出絶対量を目安とするのがよいと考える。即ち、排出濃度基準に規制対象水量である 50m<sup>3</sup>/日 を乗じて得られる次の汚染負荷を基準とする。

$$\text{BOD} : 160\text{mg/l} \times 50\text{m}^3/\text{日} = 8 \text{ kg/日} \quad (2.9 \text{ t/year})$$

$$\text{COD} : 160\text{mg/l} \times 50\text{m}^3/\text{日} = 8 \text{ kg/日} \quad (2.9 \text{ t/year})$$

$$\text{油分} : 30\text{mg/l} \times 50\text{m}^3/\text{日} = 1.5 \text{ kg/日} \quad (0.55 \text{ t/year})$$

$$\text{SS} : 100\text{mg/l} \times 50\text{m}^3/\text{日} = 5 \text{ kg/日} \quad (1.8 \text{ t/year})$$

これらの排出絶対量に達する排水量は、現行の DAMA 排水基準では次の通りとなる。

$$\text{BOD} : 8 \text{ kg/日} \div 1,000 \text{ mg/l} = 8 \text{ m}^3/\text{日} \quad (240 \text{ m}^3/\text{月})$$

$$\text{COD} : 8 \text{ kg/日} \div 2,000 \text{ mg/l} = 4 \text{ m}^3/\text{日} \quad (120 \text{ m}^3/\text{月})$$

$$\text{油分} : 1.5 \text{ kg/日} \div 100 \text{ mg/l} = 15 \text{ m}^3/\text{日} \quad (450 \text{ m}^3/\text{月})$$

$$\text{SS} : 5 \text{ kg/日} \div 800 \text{ mg/l} = 6.3 \text{ m}^3/\text{日} \quad (188 \text{ m}^3/\text{月})$$

以上の計算から、現行の DAMA 基準下では、日量 4 m<sup>3</sup> 以下 (月間 120 m<sup>3</sup> 以下) の少量排水に対しては規制対象外とすることを提案する。表 9-14 に示したように、本調査の工場調査対象工場では、S-1 と S-2 が規制対象となることになる。

表 9-14 に示した各工場からの汚染物質濃度に排水量に乗じて得られる汚染物質の絶対量を表 9-17 に示す。前述のように、S-1 および Unilever Andina 社は廃水処理設備を有し、現行 DAMA 基準をほぼ満たしてはいるが、汚染物質の排出量としては中小の工場に比べて依然大きな数字となっており、当サブセクターからの産業公害を低減するためには、大企業からの排水水質を重点的に改善すべきであることを示している。

**表 9-17 調査対象工場からの汚染物質排出量**

Factory No.	BOD (t/year)	COD (t/year)	Oil (t/year)	SST (t/year)	SAAM (t/year)
S-1	27.22	41.33	0.13	0.47	
S-2	58.20	75.60	4.98	6.04	0.09
S-3	0.02	0.02	0.00		0.00
S-4	1.10	1.90	0.61	0.50	
S-5	0.86	1.39	0.16	0.16	
S-6	0	0	0	0	0
S-7	3.35	4.46	0.04	1.01	0.10
S-8	0.02	0.09	0.01	0.00	0.01
S-9	0.00	0.04	0.00	0.00	
S-10					
Unilever	7.39	13.02	0.21	3.01	
Total	98.16	137.85	7.14	12.19	0.2

#### (5) 油脂精製サブセクターからの廃棄物処理効果

ボゴタ市の中小の石鹼工場では、油脂精製工場の回収油脂および回収スラッジを原料として使用していることは特記すべきである。これら回収油脂、スラッジは、石鹼工場で使用されない場合には廃棄物として新たな環境問題を引き起こすものであり、それらを有価物に転換している効果は大きい。

油脂精製サブセクターから石鹼製造サブセクターに送られて利用される回収油脂、スラッジの量は、およそ 500 t/年と推定される。

### 9-4-2 ボゴタ市における産業公害に対する石鹼製造サブセクターの影響度

#### (1) 工場廃水

1987 年にボゴタ及びソアチャ地区の石鹼サブセクターから排出された COD 及び SST の量は、それぞれ 1.43 及び 0.08 t/日であった。それらの全産業に対する比率はそれぞれ 1.3 及び 0.4 %であった (Contaminación Industrial en Colombia, p.102; 1992: DNP-PNUD)。

表 9-16 に示した汚染物質排出量中、COD に着目すると、調査対象 10 工場および Unilever Andina からの排出量は 139 t/年、即ち 0.38 t/日である。3 大企業がこの 95 % を占めることから、この数字は 1987 年のものと比較可能と考えられる。COD 排出量は 1987 年の約 1/4 に減少しているが、この理由は、前述の最大手工場 S-1 における廃水処理設備の稼働によるものと考えられる。大企業の 1 社 S-2 において、1999 年 3 月稼働予定で廃水処理設備の設置プロジェクトが進行中であり、それによれば COD は現状の 6300 mg/l から DAMA 基準の 2000 mg/l に低下すると期待されるので、当サブセクターからの COD 排出量はさらに 0.14 t/日減少し、現在より 42%低下、1987 年より 86%低下すると見込まれる。

#### (2) 製品の環境負荷

石鹼・洗剤等は、工場から製品として出荷され消費者が使用した後、最終的には廃水中に含まれて環境に排出される性格のものである。従って、これらの製品が環境に及ぼす負荷について把握しておくことが必要である。

以下に石鹼、洗剤およびボゴタ市の石鹼サブセクターの一部の工場からの製品に含まれるグリセリンの環境負荷について大まかな推定を行った。

表 9-18 に石鹼、界面活性剤洗剤およびグリセリンの BOD、COD を示す。

ここに、ThOD は理論的酸素要求量 (Theoretical Oxygen Demand) で、対象物質を分解するのに理論上必要な酸素量を示す。BOD (生物化学的酸素要求量) と ThOD の比が大きいほど生分解性が良いことを示す。即ち、BOD/ThOD が 70%以上であれば

生分解が極めて容易、40～70%は容易、40%以下であれば生分解が困難とされている。石鹼や現在洗剤に配合されている LAS-Na、およびグリセリンは生分解が可能な物質であるが、かつて洗剤に用いられた側鎖アルキルベンゼンスルホン酸塩 (ABS-Na) による発泡が欧米、日本で問題化した経緯がある。それについては次節で述べる。

**表 9-18 石鹼，界面活性剤およびグリセリンのBOD およびCOD**

	ThOD (g/g)	BOD <sub>5</sub> (g/g)	BOD <sub>5</sub> /ThOD (%)	COD (g/g)	COD/ThOD (%)
Soap	2.7	1.7	63		
ABS-Na	2.35	0.52	22		
LAS-Na	2.35	0.90	39		
AOS-Na	2.12	1.69	74		
AS-Na	2.12	1.61	76		
Glycerin	1.22	0.752	62	1.18	97

ボゴタ市の石鹼・洗剤製造サブセクターの製品による環境負荷を以下の前提に基づいて推定した。

1. 洗剤製品中の LAS-Na 含量：20% 即ち、1996 年では  
 $50,262 \times 0.2 = 10,052 \text{ t}$
2. ボゴタ市の中小石鹼工場からの生産量：全体の 10%  
 そのうち表 9-2 における S-6 および S-7 の原料は脂肪酸なので製品はグリセリンを含まない。それ以外の工場の製品はグリセリンを含む。  
 従って 1996 年のグリセリンを含む石鹼製品の生産量は、  
 $64,274 \times 0.1 - (40 + 50) \times 12 = 6,427 - 1,080 = 5,300 \text{ t}$
3. 上記石鹼中のグリセリン含量：5% 即ち、  
 $5,300 \times 0.05 = 265 \text{ t}$
4. 当サブセクターの製品全量をボゴタ市で消費

以上の前提に基づく製品の BOD 負荷量を表 9-19 にまとめた。

**表 9-19 ボゴタ市の製品のBOD (1996 年)**

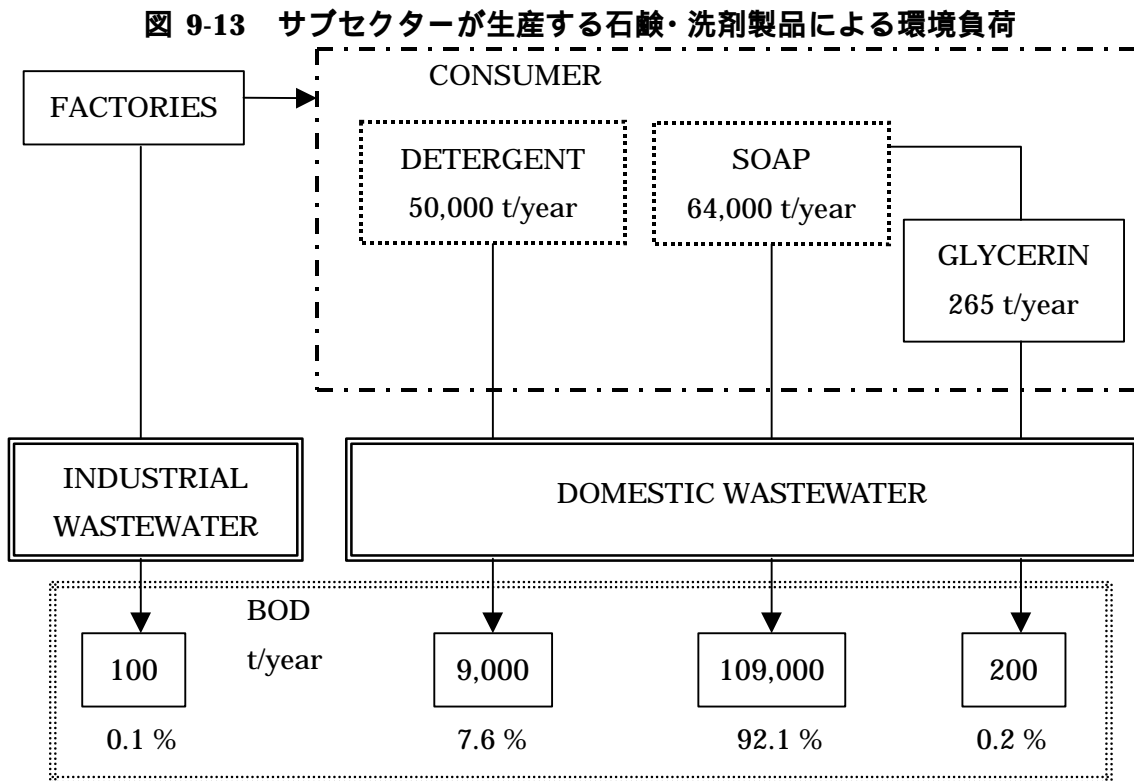
	Amount (t)	BOD <sub>5</sub>		
		(g/g)	(t/year)	(t/day)
Soap	64,274	1.7	109,000	299
LAS-Na in Detergent	10,052	0.9	9,000	25
Glycerin in Soap	265	0.75	200	0.54

石鹼および洗剤の BOD 負荷は約 118,000t/年に達し、表 9-17 に示した工場排水による 98 t/年よりはるかに大きい。

製品中のグリセリンによる BOD 負荷は 200 t/年で排水によるものの約 2 倍と推定される。この数字は他の BOD 源に比べて大きくはないので、緊急を要する問題ではないが、長期的にはサブセクターとして改善することが望ましい。

### (3) ポゴタ市の石鹼製造サブセクターからの総合環境負荷

以上をまとめ、ポゴタ市の石鹼製造サブセクターからの環境負荷を図 9-13 に示した。



#### 9-4-3 日本における石鹼製造サブセクターからの産業公害の歴史及び現状

日本における石鹼製造サブセクターからの環境負荷を、製造に伴う廃棄物問題と製品が使用された後廃水中に含まれて排出されることによる環境負荷について以下に述べる。

##### (1) 製造に伴う廃棄物

日本における石鹼製造は、油脂工業の一部として発展してきた経緯があり、廃棄物問題も油脂精製工場と併せて対処されてきた。石鹼製造サブセクターからの廃棄物に関しては以下のような特徴がある。

1. 脂肪酸の中和による石鹼製造および洗剤製造に伴うプロセスからの廃水は



発生しない。

2. 中性油脂の鹼化による石鹼製造では、鹼化後の塩析工程からグリセリンを含む廃水が発生する。この廃水は、現在は他社に委託して処理されている。委託先では、グリセリンおよび塩を分離精製する。塩はリサイクル利用されている。
3. 工場内の洗浄に伴う廃水は極微量であり、インシネレーターで蒸発燃焼処理されている。
4. 固形廃棄物として、包材の残材が発生するが、リサイクル利用されている。

## (2) 製品の環境負荷

環境負荷が問題視される製品は合成洗剤である。

日本では、1960年代に合成洗剤アルキルベンゼンスルホン酸塩（ABS）の生産量が石鹼を上回った。ABSは石鹼に比べて極微量でも発泡し、生物学的にも安定であったため、環境中で容易には分解消失せず、下水処理場での曝気作業時に発泡して処理能力を低下させ、また河川、湖沼でも発泡して美観を損ねる問題を生じた。この問題は、ABSの分子構造に起因するとされた。すなわちABSのアルキル基はプロピレンのテトラマーであるが、分岐構造をもっており不斉炭素の含有量が多く、生物による分解時に不斉炭素のところまで分解が停まるためである。従って、ABSのアルキル基を直鎖状にしたいいわゆるソフト型の直鎖アルキルベンゼンスルホン酸塩（LAS）をはじめとして9-2-1(3)で述べたような界面活性剤が開発されるに至った。

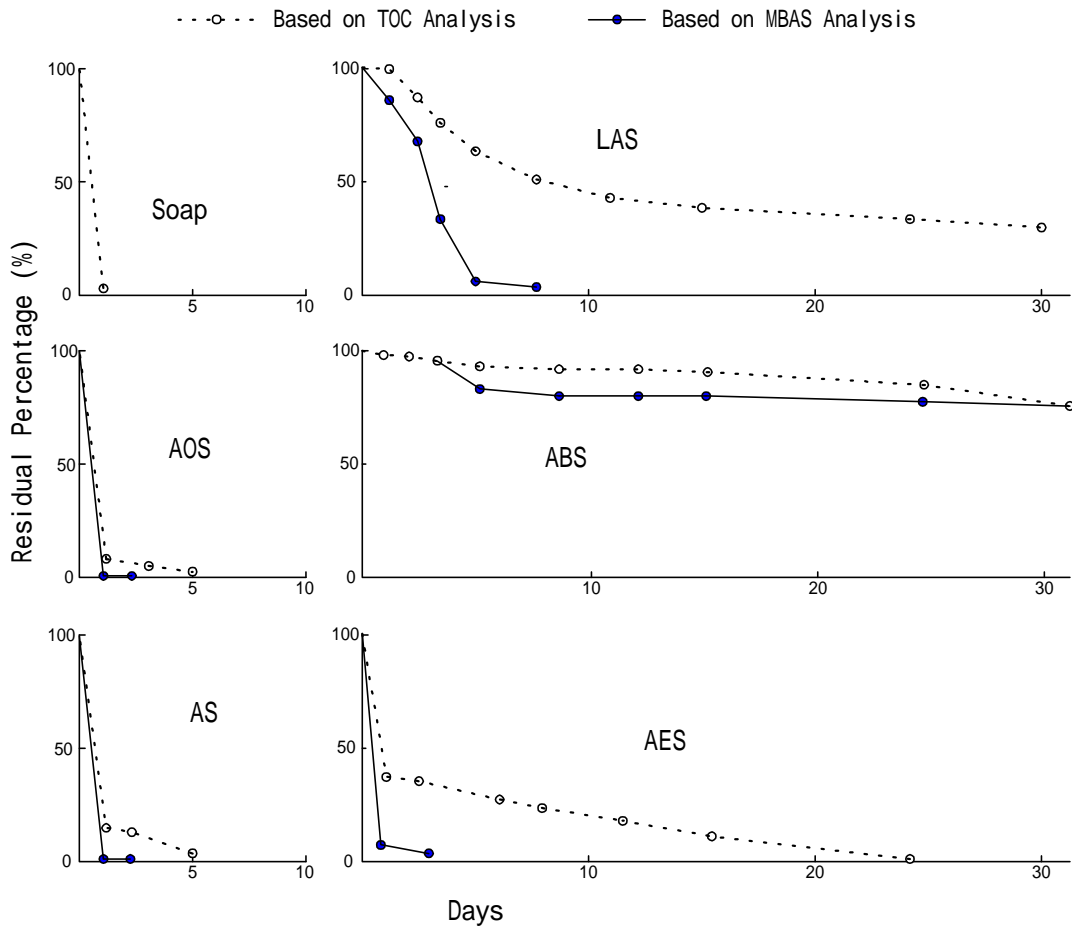
図 9-14 に界面活性剤の微生物による分解の難易度、即ち生分解性を示す。(富山：油化学 21, 338 (1972))

各種界面活性剤の生分解による経時的残留量を、有機炭素（TOC）分析およびメチレンブルー活性物質（MBAS）比色分析により評価したものである。

石鹼やベンゼン核をもたない  $\alpha$ -オレフィンスルホン酸ソーダ（AOS）、高級アルコール硫酸エステルナトリウム（AS）、ポリオキシエチレンアルキルエーテル硫酸エステル塩（AES）等が短期間で良く分解されるのに対し、ABSは安定で生分解性が悪い。また、LASの生分解性は石鹼とABSの中間程度であることが解る。

合成洗剤による環境問題に関しては、1957年頃から欧米で高まった洗剤のソフト化に続き、日本でも1965年から、直鎖アルキルベンゼンスルホン酸塩（LAS）の輸入配合が、また1966年からソフトアルキルベンゼンの生産がそれぞれ開始された。これにより、1970年以降は生分解率を85%以上とすることとなった。

図 9-14 界面活性剤の生分解性



一般有機物の分解浄化が効果的に行われている下水処理場からの処理水中には、ABSは残るが、LASは残存しない。欧米ではABSによる水質汚染問題はLAS化により一応解決されたと考えられているが、その背景には、ほとんどの廃水が下水終末処理場において曝気処理され、生分解性洗剤が理想的に生分解されていることに十分注意する必要がある。

洗剤の環境問題としては、前述のABSによる水質汚染の他にビルダーによる水域の富栄養化問題があった。

合成洗剤は性能向上剤（ビルダー）としてトリポリリン酸塩の配合量が多く、1970年代初期にこれによる河川、湖沼の富栄養化が問題となった。この問題に対処するために、トリポリリン酸塩に代わるビルダーとしてゼオライト、アルカリ塩やキレート剤の配合等により、1980年には無リン合成洗剤が開発され、現在は洗剤のほぼ100%が無リン洗剤となっている。

## 9-5 石鹼製造サブセクターにおける技術的改善策

### 9-5-1 石鹼製造サブセクターにおけるクリーナープロダクション技術の推進による改善策

現在、サブセクター所属工場では、原料を最大限製品に転化する努力が払われている。今後クリーナープロダクション技術として推進すべき事項を以下に述べる。

#### (1) プロセスにおける漏れの管理

9-3-1 (1)廃棄物管理の項で述べたとおり、石鹼製造サブセクターでは廃棄物排出量低減のための各種努力がなされており、廃棄物管理面で残された課題はプロセスからの漏れを最小化することである。配管，バルブ，ポンプ等のメンテナンスを徹底し、破損個所の補修，パッキンの交換等により「漏洩ゼロ」を目指す活動を当面の課題として重点推進すべきである。特にグリセリン精製工程の漏れ防止は重要である。これにより、床の洗浄に伴う廃水量の低減が期待できる。

#### (2) 押出機の設置による切断工程からの切れ端処理

切断工程の切れ端は、現在鹼化槽にリサイクルされており、その比率はバッチによっては50%に達している。切れ端のリサイクルにより、鹼化工程の鹼化能力は制限され、さらに加熱エネルギーの無駄を発生させることになる。

この問題解決のために、次の改善策が考えられる。

1. 切断工程の作業を見直し、切れ端の量を減少させる。本調査における現地調査期間中に、ある工場では運転員の工夫により切れ端の量を減少させた実績がある。
2. 押出機を設置する。切断工程の切れ端を図 9-3 または図 9-5 のプロセスのように押出機にリサイクルさせる。この対策により、添加剤を高温の鹼化槽で加える必要がなくなり、添加剤選択の自由度が広がるメリットも生じる。  
押出機の設置には設備投資を要するので、中長期的に検討すべき事項である。
3. 切れ端の加工を、押出機を有する企業に委託する、または、販売する。

#### (3) 包装機の設置

中小の石鹼工場では、製品包装工程が人手によっているため、工場全体としてのボトルネックとなっている。この問題解決のために自動包装機を設置し、工場全体の生産性向上を図る。

#### (4) 熱エネルギーのロス防止

石鹼製造の鹼化工程では、蒸気による加熱を要するが、サブセクター所属の中小の工場では以下に述べる対策により熱エネルギーのロス防止が可能と考えられる。

##### 1) 鹼化槽の密閉化

大手 2 工場の鹼化槽は密閉化済みまたは進行中である。中小の工場でも鹼化槽を密閉化することにより保温性を向上させ、熱エネルギーのロス防止が可能である。但し、鹼化槽の密閉化のためには、次の課題があり、準備期間および投下資金が必要である。

1. 鹼化反応制御技術の体系化：鹼化のバッチ反応制御には、反応開始時の加熱，苛性ソーダの初期添加量および反応開始後の苛性ソーダ添加速度等の要素があり、密閉化により鹼化槽の保温性が向上するに伴い、それら要素を調整する必要があるが、現状設備において基礎データを十分に採取・解析し、標準技術として確立しておくことが必要である。
2. 現在は鹼化槽の攪拌を手により行っているが、密閉化により、攪拌機による攪拌が必要となるので、そのための設備投資が必要となる。

##### 2) 押出機の設置

前述の押出機設置により、切れ端のリサイクルが最小限に留まるので鹼化槽の熱エネルギーのロス防止が可能となる。

#### (5) 生産管理技術面の改善

9-3-2 で述べたとおり、ボゴタ市の中小の石鹼製造工場では生産管理面の問題を抱えているので次のような改善策を提案する。いずれも設備投資を必要としないので、直ちに着手，実行可能な内容である。

##### 1) 基礎データの採取・体系化

製造バッチ毎の原料，助剤，用役使用量、運転条件、作業時間、製品生産量、廃水量等の基礎データを記録することにより、原単位を把握，管理する。これにより、工場の生産性あるいはロスを定量的に把握することが可能となる。また、データ蓄積後の解析により、標準マニュアル類の整備が可能となる。

##### 2) 5 S 運動の展開

現地調査時に作成・提出した QUICK RECOMMENDATIONS (1)でも提言したとおり、作業現場における「5 S」が重要であり、実践することを提案する。ANDI 資料によれば、コロンビアでもコスト低減の観点から生産プロセス，生産ラインの再配置，再整備が最近行われるようになった。特に多国籍企業において、再配置を行っただけで

プロセス停止，生産ライン間の混乱の防止、および運転員の適切かつ容易な動作が可能となり、生産性が向上したとの例が報告されている。

中小の石鹼製造工場でも、今後空間・時間利用効率を改善するよう努めることにより、生産性の向上および廃棄物の減少が期待できる。

#### **(6) 製品石鹼中の残留グリセリン対策**

中小の工場は塩析工程を持たないので、前述のように製品中にグリセリンが残留し、製品使用後の廃水に排出されるといった問題がある。この問題解決は、製品に対する市場ニーズの動向を踏まえ、長期的な視点から検討されるべきである。対策としては、通常の塩析によりグリセリンを分離する方法と、原料を脂肪酸に転換する方法とがある。

##### **1) 塩析設備の設置**

中小の工場では、塩析後グリセリンを分離精製するための設備投資を行うことはかなり困難であろう。従って、塩析後のグリセリンを含む廃液の処理は現在日本で行われているように、他社に委託する方法を検討すべきである。例えば、大手石鹼製造工場に委託することも業界として検討する必要があると考える。

##### **2) 原料転換**

中小の工場で塩析工程の設備投資を行うよりも、油脂精製サブセクターとの連携で解決を図るのも一方法である。即ち、油脂精製サブセクターが高付加価値を指向し、油脂の加水分解による脂肪酸とグリセリン製造を行い、石鹼サブセクターは脂肪酸の中和により廃棄物のないプロセスを指向することを検討する。

### **9-5-2 石鹼製造サブセクターにおけるエンド・オブ・パイプ技術の改善策**

#### **(1) 排水の特徴及び処理**

本調査で実施した工場の水質分析結果から、ボゴタ市の石鹼サブセクターの排水はBOD，CODの有機物濃度が比較的高く、油分を多く含み、界面活性剤が高濃度であることが特徴である。

一方、SS濃度も高いため、凝集剤を添加しスカムを浮上除去することにより、BOD，COD，油分を現行のDAMA基準を満足するレベルまで低減させることは可能と考えられる。図9-11および図9-12に示した大手企業における廃水処理設備の実績がこれを裏付けている。

この方式では、いかに強固なフロックを形成させるかがポイントで、ジャーテストによる最適な凝集剤の種類および添加量の検討、急速攪拌槽，緩速攪拌槽の攪拌機の形状，回転数の選択および滞留時間の確保が重要である。

近い将来、9-4-1 (4)で提案したように一定水量以上の工場排水（当調査団は4 m<sup>3</sup>/日以上を提案する）に対して DAMA 基準が BOD 500 mg/l , COD 1,000 mg/l にまで強化された場合には、凝集浮上処理の後、生物処理（活性汚泥法）により BOD , COD を除去する必要があると考えられる。

仮に COD に関する DAMA 基準が現行 2,000 mg/l から 1,000 mg/l に強化されたと想定すると、大手3社の COD 排出量はそれぞれ 28.8 t/年 , 12 t/年および 13.0 t/年となり、サブセクター全体の COD 排出量は 62 t/年まで低減される。これは 1987 年の 12 % , 現状の 45 %に相当する。

但し、上記の廃水処理設備を全ての石鹼製造工場で設置することには問題がある。9-4-1 (4)で述べたように、当調査団としては 4 m<sup>3</sup>/日以下の少量排水は規制対象外とすることを提案するが、中小の工場からの排水は共同処理設備を設置し現在の分担金に代わり処理費用を徴収して処理する方法も検討の価値がある。

## (2) 維持管理

排水処理は設備に負荷をかけないことが大切である。

そのため毎日の管理として

- 1 排水は少量を長時間かけて流し、オイルピットを攪乱しない様心がける。  
そのため必要に応じ、間欠的に出る廃水を一旦溜める廃水貯槽を設置する。
- 2 オイルピットのスカム、沈殿物の除去を頻繁に行う。
- 3 床の清掃は水洗浄の前に乾いた布で拭き取る。

など日常の管理が汚濁負荷の改善に役立つ。

### 9-5-3 石鹼製造サブセクターにおける技術的改善策の財務評価

以上述べた石鹼製造サブセクターにおける技術的改善策のうち、効果の評価ができる押出機導入および包装機導入について試算し、以下にまとめる。

#### (1) 前提条件

押出機導入および包装機導入はいずれも中小の工場における対策である。個別企業の機密事項の開示を避けるため、次の前提条件を仮定した。

- 1 . 生産能力：鹼化工程能力は 1,000 t/年であるが、製品切断 , 包装工程がボトルネックとなって工場全体としては 750 t/年の生産に留まっている。
- 2 . 製品売上単価： 700 Pesos/kg
- 3 . 現状の売上高に対するコスト構成  
工場調査の結果、中小工場におけるコスト構成は表 9-9 に示したものはかなり異なっているようであり、表 9-20 を仮定した。

表 9-20 中小石鹼製造工場のコスト構成

項目	単価等	コスト	
		構成比 (%)	金額 (1,000pesos)
売上		100	525,000
変動費		46	241,500
原材料費		43.7	229,425
燃料・水		1.6	8,453
電力	150 pesos/kWh	0.7	3,623
固定費		52	273,000
減価償却費	7%/年		
設備金利	借入利率 30%/年		
修繕費	設備費 X 3%/年		
人件費	4,000,000pesos/人・年		

(2) 改善策の内容，所要費用および便益

1) 押出機の設置

(a) 設備仕様

1. 能力： 750 kg/h

(b) 所要費用

1. 設備投資費 150,000,000 pesos
2. 電力費増加 55 kW: 5,940,000 pesos/年

(c) 便益

1. 切れ端のリサイクルがなくなることによる鹼化槽の生産能力アップ： リサイクル分 20%の増産が可能となる。  
750 X 0.2 = 150 t/年
2. 上記とあわせ、鹼化工程能力までの生産量増加：250 t/年（原料入手・製品販売等の問題は無いものとする。）
3. 製品当たりの熱エネルギー原単位向上（定量評価せず）
4. 製品の品質向上

2) 包装機の設置

(a) 設備仕様

1. 能力： 50 – 70 袋 / 分

(b) 所要費用

1. 設備投資費 40,000,000 pesos
2. 電力費増加 5.5 kW: 271,000 pesos/年

(c) 便益

1. 自動包装機導入による省力化： 作業員 3 名減
2. 包装工程の能力が制約とならずに餾化工程能力まで生産量向上： 増産 250 t/年 （原料入手、製品販売は問題ないものとする）

### (3) 投資採算性試算

本調査では、回収期間法によって概略の投資採算性を評価した。

前述の改善策に対する増加利益，増加費用に基づく投下資本回収期間を表 9-21 にまとめた。

表9-21 技術面の改善策の採算性まとめ （単位：1,000 pesos）

項目	押出機導入		包装機導入	
	20 %増産	250 t/年増産	3 名減	250 t/年増産
売上増	105,000	175,000	-	175,000
変動費増	54,240	87,100	396	81,028
固定費増	37,500	37,500	-2,000	-2,000
減価償却費	(10,500)	(10,500)	(2,800)	(2,800)
設備金利	(22,500)	(22,500)	(6,000)	(6,000)
修繕費	(4,500)	(4,500)	(1,200)	(1,200)
人件費	-	-	(-12,000)	(-12,000)
利益増	13,260	50,400	1,604	95,972
回収期間（年）	6.3	2.5	9.1	0.4

このモデル計算では、切断工程からの切れ端を餾化工程にリサイクルしている工場では、押出機の導入による増産が期待できるが、投下資本回収期間は 6 年以上である。押出機の導入により、餾化工程能力まで増産ができれば、2.5 年で資本回収が可能と見込まれる。

また、包装機の導入では、単なる自動化による省力化効果のみでは資本回収期間が 9 年以上となり投資効果は期待できない。包装工程がボトルネックとなって工場全体の生産能力が制約を受けている場合には、原料入手、製品販売に制約がないという前提の下で、0.4 年と極めて短期間で資本回収が可能となる。

## 9-6 石鹼製造サブセクターにおける産業公害低減推進に関わる結論と提言

### 9-6-1 石鹼製造サブセクターにおける産業公害低減のための提言

前節の議論をまとめ、またサブセクターからの環境負荷に関する以下のような現状を考慮し、産業公害低減のためにサブセクターとして推進すべき事項を大企業向けと中小企業向けに分けて以下に提案する。

1. 9-4 で述べたとおり、石鹼製造サブセクターからの環境負荷は産業全体



に比して大きくはない。

2. サブセクターからの排水による汚染負荷の 95 %が大手 3 社によるものである。従って大手 3 社における産業公害低減対策は重要である。
3. 中小の石鹼工場は、DAMA の排水基準に適合するための廃水処理設備設置に要する投資を負担する余力がない。

## (1) 大手企業における対策

### 1) 短期対策

#### (a) プロセスからの漏れ防止

9-5-1 (1)で述べた「漏洩ゼロ」を指向する。

#### (b) 現有または建設中の廃水処理設備の安定運転

1999 年には、3 社とも廃水処理設備を備えることとなり、現行 DAMA 基準は満足できると期待される。日常の管理を適切に実施し、設備の安定稼働を図る。

#### (c) 生産性の向上

現在取り進め中の生産性向上運動をさらに重点展開する。

### 2) 中長期対策

#### (a) 廃水処理設備の能力増強

将来は廃水処理設備を増強することにより、DAMA の廃水基準強化に対応する。目標水質を表 9-22 のとおり設定する。

表 9-22 石鹼・洗剤製造サブセクターの排水目標水質

	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	Oil (mg/l)	SS (mg/l)
Near Future	500	1,000	50	400
Final Goal	160	160	30	100

## (2) 中小企業における対策

### 1) 短期対策

#### (a) 現有オイルトラップの効率改善

9-5-2 (2)で述べた次の対策を実施し、排水管理を強化する。

1. 廃水貯槽を設置する。
2. オイルトラップを攪乱しないよう、排水を少量ずつ長時間かけて排出する。

3. スカム、スラッジの除去を頻繁に行う。

(b) 生産性の向上

次の対策に着手する。

1. 生産性把握のための基礎データを採取する。
2. 5S運動等により、現場の整理整頓を推進する。

2) 中長期対策

(a) 生産性の向上

1. 短期対策を継続し、さらに標準マニュアル類の整備を図る。
2. 9-5-1 (2)および(3)で提案した押出機、包装機の設置を検討する。

(b) 製品中のグリセリン含有量低減

9-5-1 (4)で提案した次の対策を実施する。

1. 塩析を行い、その廃液処理を大手企業に委託する。
2. 脂肪酸への原料転換を行う。

## 9-6-2 行政のとりべき措置

石鹸・洗剤サブセクターの産業公害低減のために行政のとりべき措置について、以下に提言する。

### (1) 排水規制の動向に関する広報活動

環境法令に関わる本報告書の提言を踏まえ、DAMA はボゴタ市における今後の排水規制にかかる方針を定め、広報活動を通じて企業の産業公害低減を促す必要がある。当サブセクターでは、特に大企業の対策が重要であるので、大企業に対して 1999 年までに将来の規制強化方針を伝えるとともに、企業側の対応計画の提出を求めるべきである。広報の対象となる環境法令を繰り返し列挙すると次のとおりである。

1. 排水基準（生活関連項目の強化，界面活性剤に関する規制緩和，廃水水量による適用除外）
2. 課徴金（分担金）制度
3. 産業公害指定工場制度，公害防止管理者制度
4. 公害防止に関する表彰制度

### (2) 中小工場に対する支援

当サブセクターの中小工場からの環境汚染負荷は極めて小さいが、クリーナープロダ

クシヨソ技術の推進の観念から、DAMA は ACERCAR を通じて以下のような中小企業支援・指導を行うべきである。対象企業を徒に拓げることには困難であるので、当面は本調査における詳細工場調査対象企業をモデルとして以下のような支援を与えることを提案する。

1. 廃水貯留槽の設置：ACERCAR による指導，効果確認  
必要に応じ、FRATI による資金援助
2. 生産性把握のための基礎データ採取：ACERCAR を通じ、管理技術に関する情報収集，企業への指導
3. 押出機，製品包装機等の設置による生産性向上対策：実行詳細計画策定の ACERCAR による支援，必要に応じ FRATI による資金援助

上記の実行期間を次のとおり想定する。

1. モデル企業の ACERCAR に対する実施申し立て：1999 年内
2. DAMA，ACERCAR およびモデル企業による実行ワーキンググループの組織：1999 年内
3. モデル企業における実行：2 年以内
4. モデル企業における成果の確認，ACERCAR による他企業への紹介，指導：実行 1 年後から
5. 成果次第で公害防止表彰制度による表彰

### (3) 製品中のグリセリンによる環境負荷に関する調査

一部の中小石鹼工場からの製品中に残存するグリセリンによる環境負荷を ACERCAR を通じて把握することを提案する。前述のとおり、本件は長期的に検討すべきテーマである。

1. グリセリン分離工程を持たない工場の製品中のグリセリン濃度調査：DAMA が ACERCAR に依頼して今後 2 年程度をかけて調査することを提案する。
2. 中小工場における製品中のグリセリン低減対策：上記の調査結果を踏まえ、その後 5 年間を目処に製品中のグリセリン低減対策の必要性、技術的可能性およびコストへの影響（塩析廃液の大手企業への処理委託，原料転換等）を検討する。実施担当は ACERCAR が適当と考える。

#### 参考文献

- 1) ANARJA (1992). Estudio del Sector
- 2) DANE. Encuesta Anual Manufacturera 1996

- 3) 総務庁統計局 日本統計年鑑
- 4) 洗剤・その科学と実際：藤井徹也：幸書房
- 5) ANDI. Industria de Productos de Aseo y Cosméticos
- 6) 中小企業庁：中小企業の原価指標
- 7) 茂利（1975）油化学 Vol.24 No.11, 777
- 8) 下水道協会誌
- 9) DNP-PNUD (1992). Contaminación Industrial en Colombia
- 10) 富山（1972）. 油化学 21, 338
- 11) 水処理技術 Vol. 17 No.8 p.51 (1976)
- 12) 建設省都市局下水道部；事業場排水指導指針（1993年版）（財）日本下水道協会

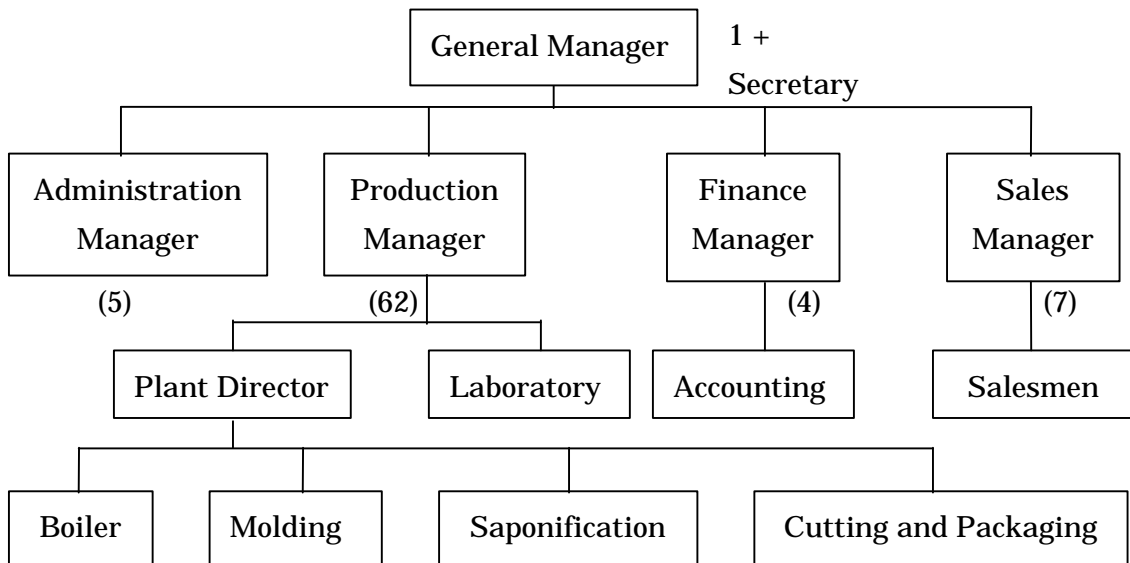
## 9-7 詳細工場調査1 (石鹼1)

### 9-7-1 工場概要

該社は現オーナーの父親が創立した中規模の石鹼製造企業である。ANARJA に所属している。現在、生産、総務および財務の組織の要所を占める経営者家族の努力により、各種の経営改善に取り組んでいる。

- 1) 工場名称 : .....
- 2) 設立 : .....
- 3) 所在地 : .....
- 4) 代表者 : .....
- 5) 資本金 : .....
- 6) 組織 : 図 9-15 に示す。

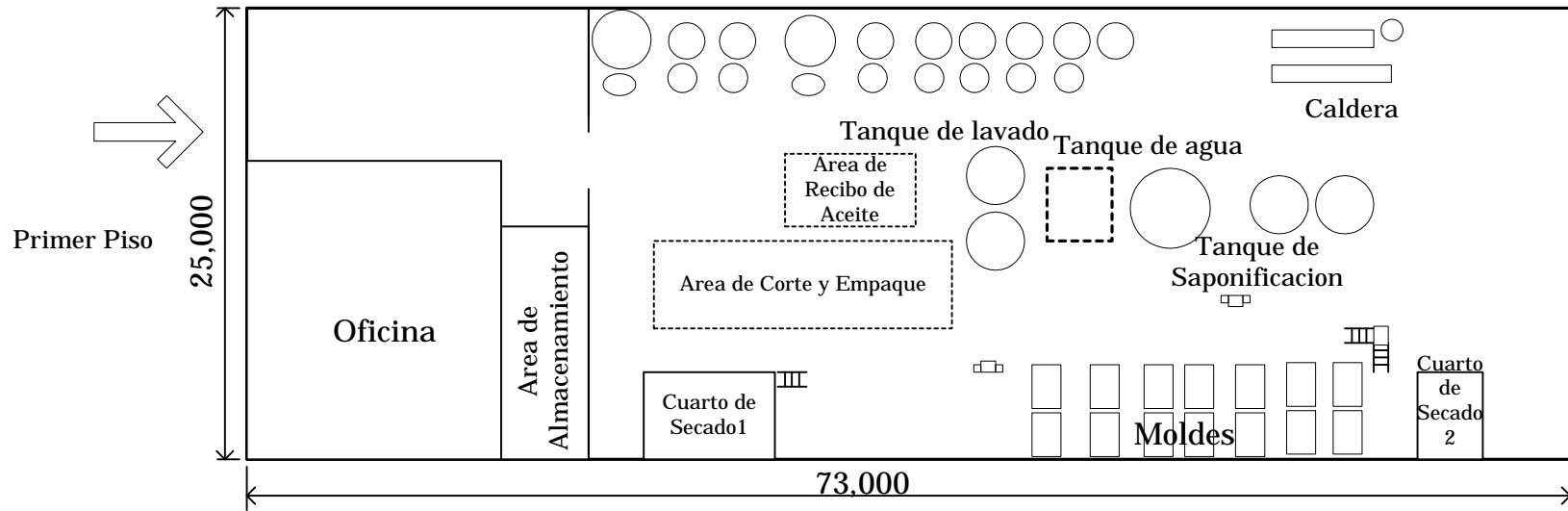
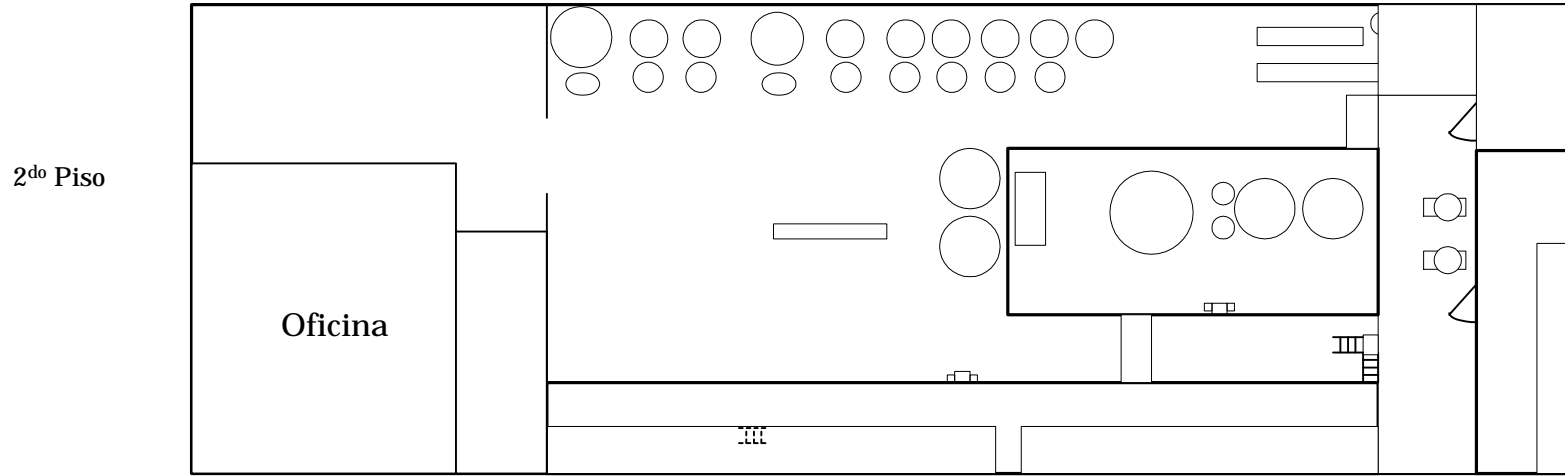
図 9-15 組織



- 7) 従業員数 : 80
- 8) 工場敷地面積 : 6,400 m<sup>2</sup>
- 9) 工場レイアウト : 図 9-16 に工場レイアウトを示す。

道路に面する辺 25 m、奥行き 73 m の敷地の約 3/4 に生産設備が配置されている。原料タンク類，原料受入エリア，製品切断・包装エリア，成型箱，製品乾燥室等は 1 階に配置され、鹼化槽および油脂洗浄槽は 1・2 階に立体的に設置されている。2 階の回廊の一部が製品熟成および貯蔵エリアとして利用されている。

图 9-16 配置图



10) 製品： 固形洗濯石鹼（球形および棒状）  
 該社の製品は、ポゴタ市近辺の低所得者層に対し高い市場シェア（80%）を有する。

11) 年間生産量および販売量（1998年）

生産量： 2,316 t  
 販売額： 1,837 百万ペソ

12) 原料

該社で使用している主な原料は次のとおりである。

1. 獣脂
2. 植物油（4種類以上）
3. 苛性ソーダ，炭酸ナトリウム
4. 色素，香料，シリカ

## 9-7-2 製造技術の現状と問題点

### (1) プロセスフロー

図 9-17 にプロセスフロー図を示す。動物油脂を主原料とし、苛性ソーダで鹼化する伝統的な石鹼の製造プロセスである。

原料油脂の洗浄工程には該社独自の工夫が織り込まれている。鹼化反応後、塩析を行わずに製品を成型箱に流し込み、成型するプロセスとなっている。真空による水分制御システムを持たないので、製品中の水分は約 30 %と高めである。成型後の製品を切断する際の切れ端は、混練後、手作業により球形の製品に再加工される。

各プロセスは全てマニュアル運転によっている。また、プロセスノウハウは、運転員の経験に基づいている。

### (2) 工程生産能力

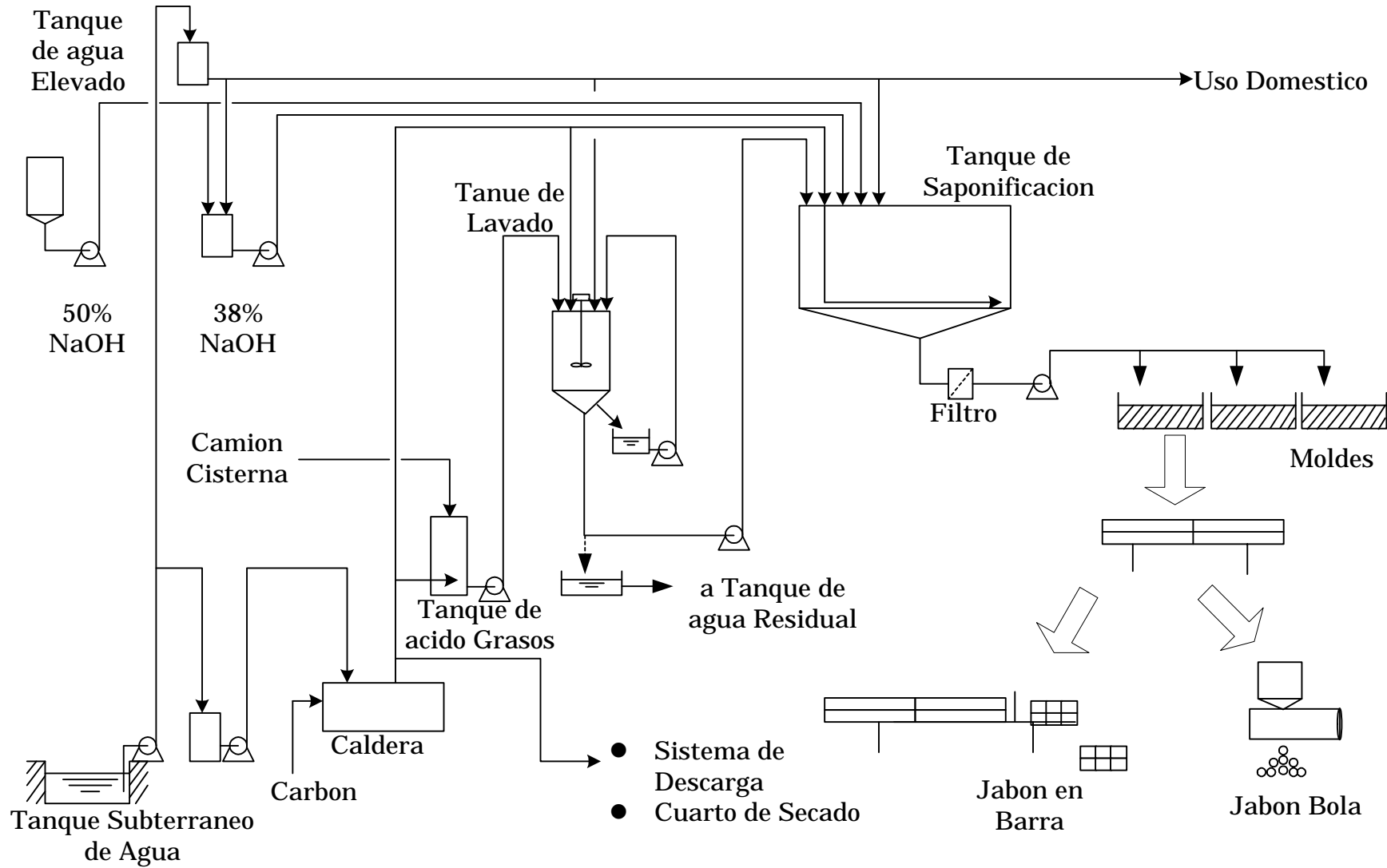
プロセスユニット毎の生産能力を表 9-23 に示す。

従来、油脂洗浄工程がボトルネックとなっていたが、1999 年初に 1 基追加することにより問題は解消されている。

表 9-23 各生産工程の生産能力

Unit	Capacity	Cycle Time	Operation
Fats Washing	8 t/batch		2 days/week
Saponification	20 t/batch	2-3 day/batch	4 days/week
Molding	2 molds/batch	1 week/batch	
Cutting			

図9-17 製造フローシート





### (3) バッチ当たりの原料使用量

バッチ毎の原料使用量データは採取されていない。平均値を表 9-24 に示す。

表 9-24 バッチ毎の原料消費量

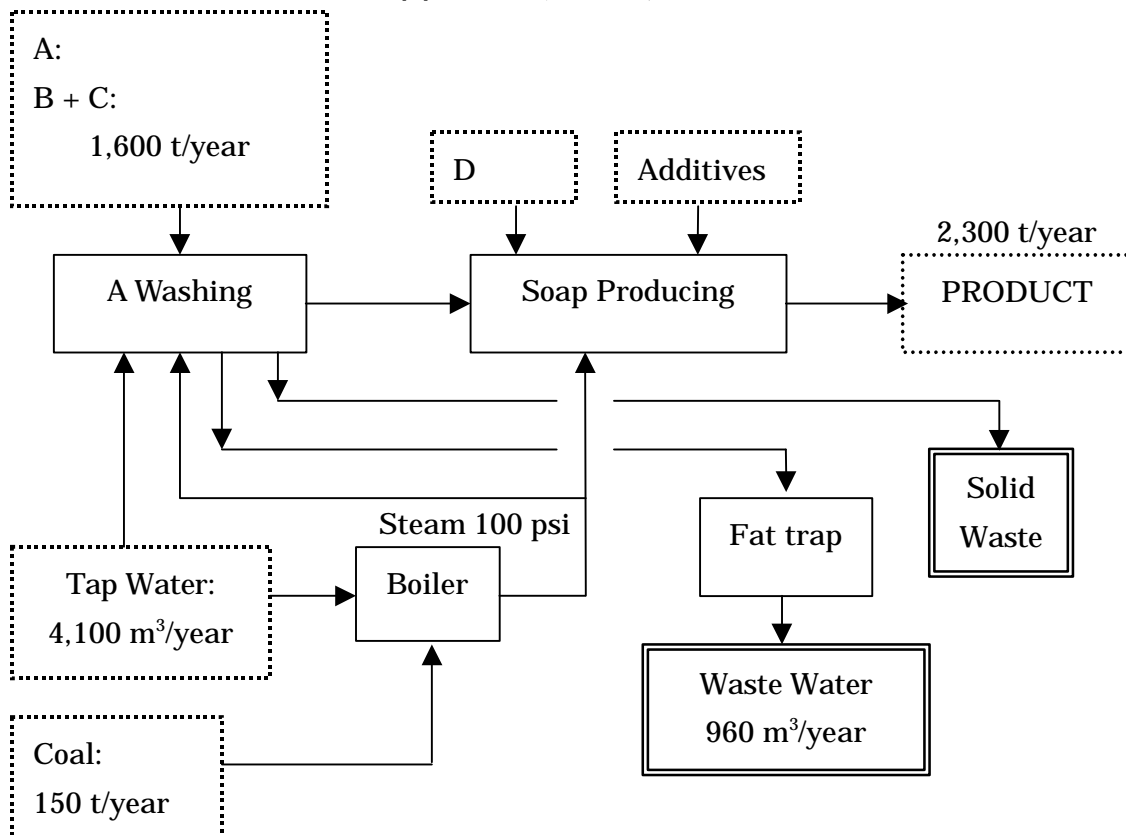
Raw Material	Consumption (kg/batch)
1. A	6,137
2. B	990
3. C	790
4. D	3,800
5. E	100
6. F	70
7. G	5,690

### (4) マテリアルバランス

図 9-18 に年間ベースのマテリアルバランスを示す。

工場用水は上水を 4,100 m<sup>3</sup>/年受け入れるが、これは 50 %近い生活用水 1,920 m<sup>3</sup>/年を含んでいる。工場排水は洗浄水が主たるもので、約 960 m<sup>3</sup>/年となっている。

図 9-18 マテリアルフロー



## **(5) 製造技術面の現状の問題点**

該社における製造技術面の現状の問題点は以下のように指摘される。

- 1．製品切断・包装工程の能力が低く、全て手作業であるために労働密度が高い。
- 2．9-7-4 で後述するように排水水質が悪い。但し、水量が少ないために、環境負荷としては比較的小さい。

## **9-7-3 生産管理技術の現状と問題点**

### **(1) 原料の受入検査**

#### 1) 原料油脂

原料油脂の品質に関しては、工場到着時に鹼化価，酸度，融点および油脂含量の4項目について検査を行っている。原料在庫がある場合には、月末に油脂の品質検査を実施している。

#### 2) 苛性ソーダ

苛性ソーダに関しては、入荷時に濃度を検査している。

#### 3) 炭酸ナトリウム

炭酸ナトリウムに関しては、入荷時にフリーアルカリの検査を実施している。

### **(2) 製品検定**

製品の検査は、出荷時に外観，臭い，および硬度の3項目について実施している。

### **(3) 機器メンテナンス**

該社では、定期修理計画はない。トラブル発生時、あるいは設備改造の必要時には、修理・改造作業は工場従業員によって行われる。従来使用されたポンプおよびモーターは倉庫に保管されている。また、該社は修理作業に必要な溶接機を所有している。

### **(4) 生産管理技術の現状の問題点**

該社における生産管理技術面の現状の問題点を以下にまとめた。

- 1．生産管理で重要な基本は、原料使用量を正確に把握することである。原料受入時に加熱のために、蒸気を直接吹き込んでいるので、原料濃度が変化してしまう。
- 2．原水水質の管理は、製品品質を向上させるために重要であるが、地下のピットは清掃が困難という問題がある。このピットは定期的かつ頻繁に清掃する必要がある。
- 3．モノが通路や階段に乱雑に置かれている。工場の全員が整理・整頓の意識をもつべきである。コロンビア国にも最近導入され、実践されつつある日本流

の「5S」運動を実施することが推奨される。

4.9-7-2 で述べたように、プロセス技術が運転員の経験に拠っており、標準化による技術力向上が図りにくい。

#### 9-7-4 産業公害原因物質の排出状況、処理技術

##### (1) 固形廃棄物

油脂洗浄プロセスからの廃水中に残存する油脂は、油脂回収タンクにリサイクルされて回収される。最終的な固形廃棄物は 55 ガロンドラムに貯蔵されるが、その適当なりサイクル方法はまだ確立できていない。

##### (2) 工場排水

油脂洗浄水は、油脂洗浄タンクと廃水タンクの間をリサイクル使用される。油脂洗浄運転を繰り返して汚染度が高くなった廃水がタンクから下水に放流されていたが、DAMA によって廃水タンクが封鎖された後、オイルトラップが 1998 年半ばに設置された。

第 1 次現地調査および第 2 次現地調査時における該社の工場排水水質の分析結果を表 9-25 に示す。サンプル採取点 No.1 はオイルトラップの入り口、No.2 は下水への放流点である。

表 9-25 排水水質

Date		Oct.28 '98		Feb.15 '99		DAMA Standard
Point	Unit	No.1	No.2	No.1	No.2	
Temperature		43.9	18.0	25.8	26.0	<30
PH	-	4.8	7.9	5.2	5.9	5 - 9
Turbidity	-	460	170	300	280	
Conductivity	S/cm	1,999	5,860	7,240	9,030	
D.O	mg/L-O <sub>2</sub>	2.9	0.4	0.5	0.5	
BOD	mg/L-O <sub>2</sub>	3,180	1,170	5,900	3,120	1,000
COD	mg/L-O <sub>2</sub>	8,600	1,980	18,970	5,140	2,000
Oil	mg/L	1,099	644	878	695	100
SST	mg/L	688	518	1,030	495	800
Detergents	mg/L			9.1	12.3	0.5

工場運転はバッチ運転によっているため、廃水を一時溜めることにより少量ずつ連続的に放流することが可能なはずである。この方法はまだテストされていないが、廃水中の油分がかなり低下することが期待される。

#### 9-7-5 産業公害低減対策の提案と勧告

該社における産業公害低減対策として以下の項目を提案する。

##### (1) 短期対策

短期に、かつ大きな費用を必要とせずに可能な対策として以下を提案する。

###### 1) 新規廃水タンクの設置：

これにより、前述のとおり洗浄廃水を一旦溜め、その後連続的に少量ずつ放流するシステムとする。オイルトラップの運転が低負荷で安定し、排水中の油分が低下 DAMA 基準に適合する効果が期待できる。廃水タンクの追加は、既存タンクの転用で可能であるので、大きな費用は必要としない。

オイルトラップに関して、スカムの除去を定期的かつ頻繁に行う等、十分な管理を行うことは新システムでも必須である。

##### (2) 中長期対策

中期的には、現在生産工程でボトルネックとなっている包装工程の生産性向上を図るべく、以下を提案する。

###### 1) 包装設備の設置

自動包装機の設置により、包装工程の能力増強および労働密度の軽減を図る。

包装機の導入による効果については 9-5-3 で述べたので省略するが、該社で導入すべき包装機の概略は次のとおりである。

- 1.能力： 50 – 100 袋 / 分
- 2.設備費用： 40,000,000 pesos

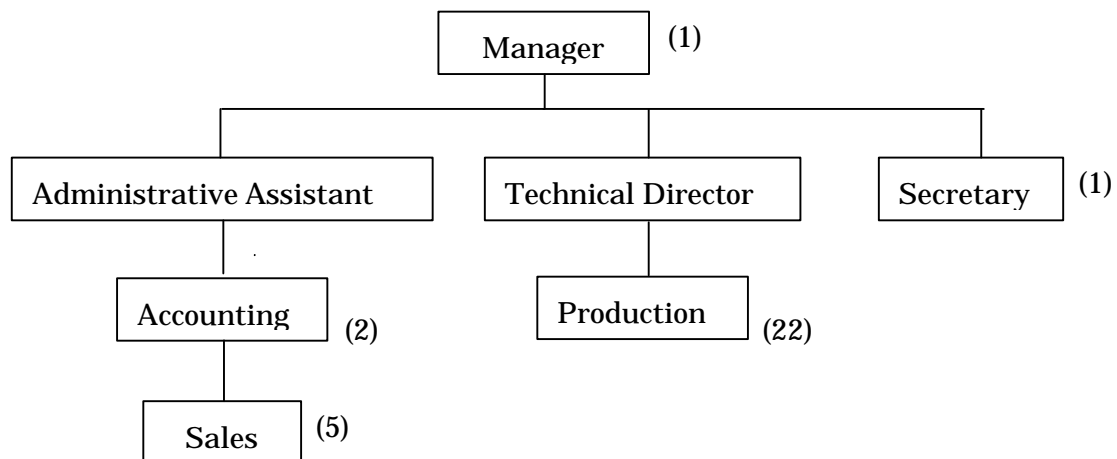
## 9-8 詳細工場調査2 (石鹼2)

### 9-8-1 工場概要

該社は 1960 年代に設立され、1992 年に現在の経営者が買収した小規模の家内企業である。現経営者は工場改善の意欲が旺盛で、従来様々な改善工夫を実施してきた。

- 1) 工場名称 : .....
- 2) 設立 : .....
- 3) 所在地 : .....
- 4) 代表者 : .....
- 5) 資本金 : .....
- 6) 組織 : 図 9-19 に 1999 年 3 月現在の組織を示す。

図 9-19 組織



- 7) 従業員数 : 33
- 8) 工場敷地面積 : m<sup>2</sup>
- 9) 工場レイアウト : 図 9-20 に該社の工場レイアウトを示す。

敷地が狭いので、1階から4階までをフルに利用している。1階は原料および用水タンク類、ボイラ、成型プール、成型箱、鹼化槽の架台および車庫が配置され、中2階に鹼化槽、油脂洗浄タンクがある。2階および3階は製品成型、切断、包装工程で、4階が機器メンテナンスエリアとなっている。



10) 製品 : 洗濯石鹼が主製品である。自然色, 青および青 / 白の種類がある。  
同種製品の業界では第 5 位にランクされている。

11) 年間生産量および販売量 (1998 年):

表 9-26 年間生産量・販売額

		1993	1996	1997	1998
Production	Ton	700	540	580	600
Sales	million pesos	192	308	357	392

## 9-8-2 製造技術の現状と問題点

### (1) プロセスフロー

図 9-21 にプロセスフロー図を示す。動物油脂を主原料とし、苛性ソーダで鹼化する伝統的な石鹼の製造プロセスである。

塩析によるグリセリン分離工程はない。

鹼化反応の初めに 2 トンの油脂が原料タンクから 5 m<sup>3</sup> s の鹼化槽にポンプで移送される。バッチ構成に必要な残りの原料は手作業により、200 l のドラムを用いて加えられる。鹼化後、グリセリンを含む製品は成型箱あるいはコンクリート製の冷却プールに送られる。成型工程は 15 日以上必要とする。製品の塊はその後、ワイヤーカッターによって棒状に、またはソケットパンチによって cuatro-canal と呼ばれる最終製品に切断される。切断工程からの切れ端は鹼化工程にリサイクルされる。

各プロセスは全てマニュアルで運転される。

現経営者は運転員の経験と勘を信用しているので、日常の生産計画に関しては文書による指示ではなく、製品の色、形等の単純な口頭指示があるだけである。

### (2) Batch

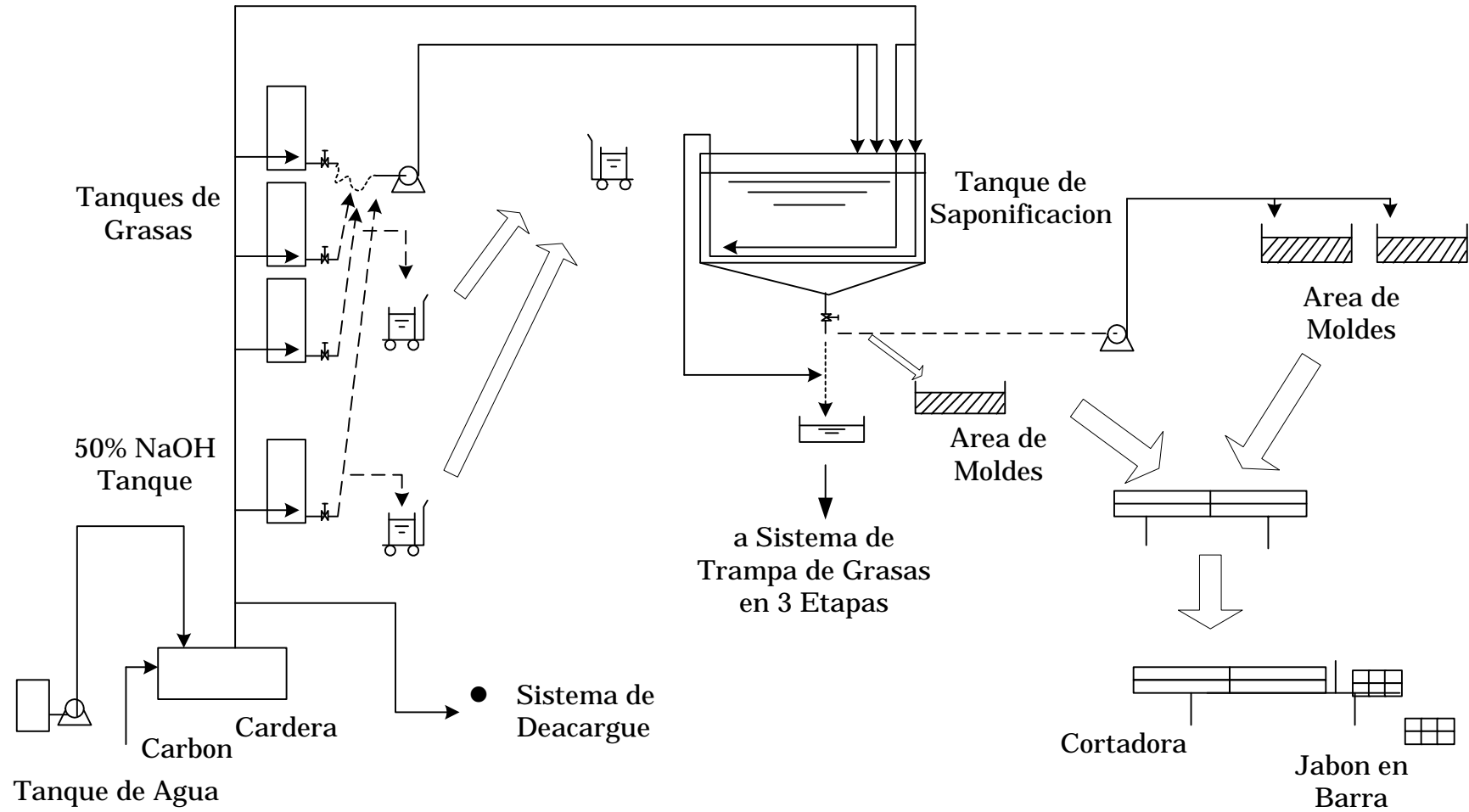
生産バッチの基礎データを以下に示す。

バッチサイズ: 5 t/batch

サイクルタイム: 1.5 day/batch

成型 : 15 日以上

図9-21 製造フローシート





各バッチの報告書が運転員によって作成されている。工場には秤量機がないので、原料消費量は次の通り、運転員の勘によって記録される。

油脂： ドラム満杯で 200 kg  
(ドラム半分で 100 kg)

切れ端リサイクル：ドラム満杯で 170 kg

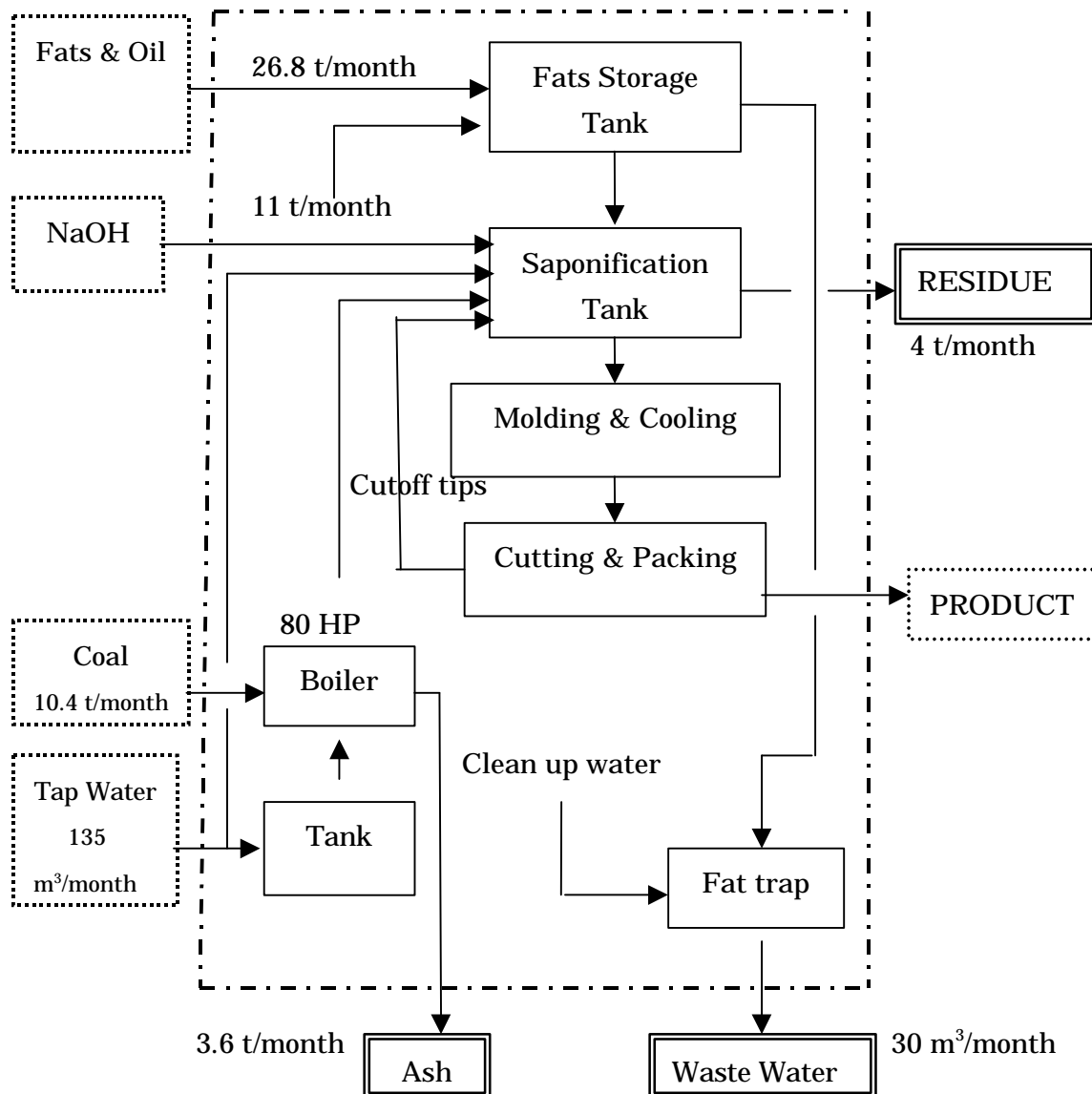
水： 製品仕様にに基づき計算される。プロセスで蒸発する水は含まれない。

蒸気： 記録されていない。

### (3) マテリアルバランス

図 9-22 に年間ベースのマテリアルバランスを示す。

図 9-22 マテリアルフロー



#### (4) 製造技術面の現状の問題点

製造技術面の現状の問題点を以下にまとめた。

1. 製品切断工程の切れ端は鹼化工程にリサイクルされ、原料として再利用される。これにより、鹼化工程の原料油脂処理能力が制約を受け、さらにリサイクル分の加熱・冷却エネルギーが必要となる等の損失がある。
2. 切断/包装工程の能力が小さく、労働密度が高い。
3. 蒸気コンデンセートが廃水と混合され、排出されている。現在、コンデンセートを回収するための配管工事が計画されている。
4. 廃水水質が悪い。1999年3月に廃水貯槽が設置され、廃水は少量ずつ排出されるようになったことにより、排水中の油分およびSSが低下した。油脂トラップを定期的に清掃することが重要である。
5. ボイラ燃料に石炭を使用しているために、ボイラの立ち上がりが遅く、かつ固形廃棄物を生じる。工場では1999年末を目標にボイラ燃料を重油に転換する計画を持っている。

#### 9-8-3 生産管理技術の現状と問題点

##### (1) 原料の受入検査

原料供給者からは苛性ソーダを除き品質検定書は送られない。

油脂の酸度と融点に関する受入検査が経営者によってなされ、価格交渉の目的に使用される。受入検査の結果は記録されていない。

##### (2) 製品検定

製品検定はICONTEC (Colombian Institute of Standard) に従って、以下の項目に対して月1回実施される。

1. anhydrous soap
2. アルコール不溶物質
3. フリーアルカリ as NaOH
4. 水不溶物質

日常の製品品質チェックは運転員の指の感覚で行われている。

顧客クレームは記録されていない。

##### (3) 機器メンテナンス

該社における工場の機器保全是定期修理ではなく、故障保全によっている。予期せぬポンプ故障に対しては、完全な予備品が準備されている。また工場内に溶接機や簡単な工作機を持っている。

#### (4) 生産管理技術の現状の問題点

生産管理技術面の現状の問題点を以下にまとめた。

1. 各タンクにレベル計が設置されていない。原料使用量はドラム容量に基づいて計算されている。簡単なフロート型のレベル計を設置すれば、原料商事量が容易に測定できる。
2. 不用のドラムが積み上げられている。近い将来新規の機器を導入する際の設置場所に制約となる。不用なドラムは廃棄されるべきである。

#### 9-8-4 産業公害原因物質の排出状況、処理技術

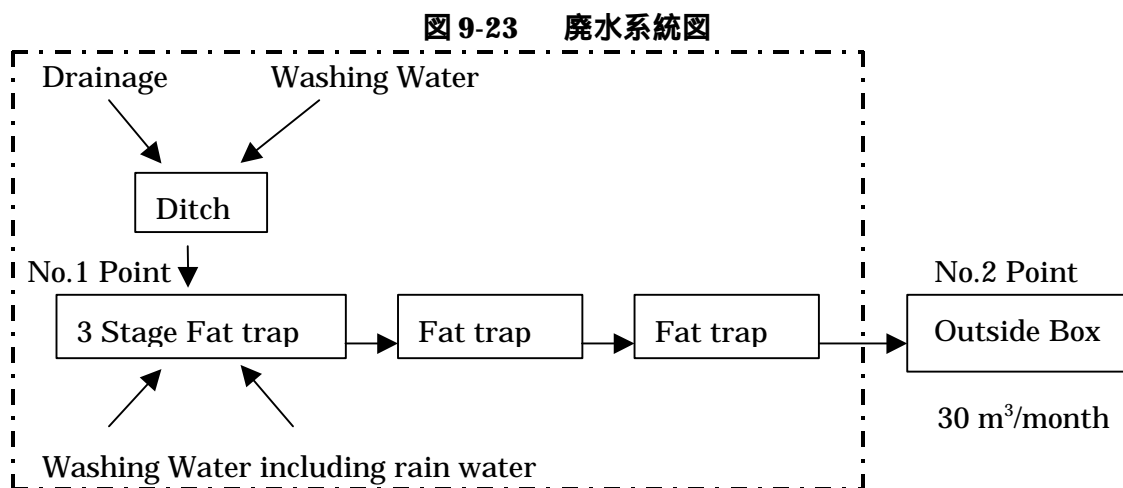
##### (1) 固形廃棄物

- 1) 廃棄物：鹼化槽の底部に残る残留物は集積，乾燥後、55 ガロンドラムに入れて廃棄物処理場に送出される。工場からの固形廃棄物の量は約 4 t/月である。
- 2) 灰: 3.6 t/月の灰がボイラから排出され、廃棄物処理場に送られるか、または埋め立て用に使用される。

##### (2) 工場排水

該社における排水系統を図 9-23 に示す。図中、No.1 , No.2 は本調査で行った廃水分析のためのサンプル採取場所を示す。

現経営者は 1992 年に 1 基のオイルトラップを設置し、その後 4 基追加設置してきた。オイルトラップ以外には廃水処理設備は設置されていない。



DAMA は工場排水を年 1 回採取している。前回のサンプリングは 1997 年 11 月 12 日になされた。以下に示す結果を 1998 年 4 月に受領後、該社では既設の油脂トラップの維持管理を強化してきた。

SS	6,786 mg/l
BOD	2,250 mg/l
COD	4,839 mg/l
Oil	6,248 mg/l
Sulfurs	14 mg/l
Phenols	12 mg/l

本調査における第1次現地調査および第2次現地調査時の該社の工場排水水質の分析結果を表9-27に示す。

表9-27 排水水質

Date		Nov.04 '98		Feb.25 '99		DAMA Standard
Point	Unit	No.1	No.2	No.1	No.2	
Temperature						<30
PH	-	6.5	9.3	4.7	9.6	5 - 9
Turbidity	-	260	320	600	340	
Conductivity	μ m/cm <sup>2</sup>	10,360	1,469	18,000	400	
D.O	mg/L-O <sub>2</sub>	0	0	1.1	6.4	
BOD	mg/L-O <sub>2</sub>	1,380	2,400	14,400	555	1,000
COD	mg/L-O <sub>2</sub>	1,750	3,850	52,000	668	2,000
Oil	mg/L	483	451	38,350	232	100
S.S.T	mg/L	900	435	14,680	122	800
Detergents	mg/L			0.41	0.72	0.5
Phenols	mg/L			0.23	0.03	0.2

#### 9-8-5 産業公害低減対策の提案と勧告

該社における産業公害低減対策として以下の項目を提案する。

##### (1) 短期対策

短期に、かつ大きな費用を必要とせずに可能な対策として以下を提案する。

##### 1) 新規廃水タンクの設置：

これにより洗浄廃水を一旦溜め、その後連続的に少量ずつ放流するシステムとする。オイルトラップの運転が低負荷で安定し、排水中の油分が低下し DAMA 基準に適合する効果が期待できる。廃水タンクの追加は、既存タンクの転用で可能であるので、大きな費用は必要としない。

油脂トラップに関して、スカムの除去を定期的かつ頻繁に行う等、十分な管理を行うことは新システムでも必須である。

## (2) 中期対策

中期的には、現在生産工程でボトルネックとなっている包装工程の生産性向上を図るべく、以下を提案する。

### 1) 押出機の設置

押出機を導入し、現在は鹸化工程にリサイクルしている製品切れ端を押出機で再処理するシステムとする。これにより次の効果が期待される。

1. 鹸化工程の能力向上（リサイクルの減少見合いで原料油脂を処理可能）
2. 製品品質の向上および多様化への対応が可能となる。

押出機導入による効果の採算性評価については 9-5-3 で述べたのでここでは省略するが、該社で導入すべき押出機の概略は次のとおりである。

1. 能力： 750 kg/h
2. 設備費用 150,000,000 pesos

### 2) 包装設備の設置

自動包装機の設置により、包装工程の能力増強および労働密度の軽減を図る。

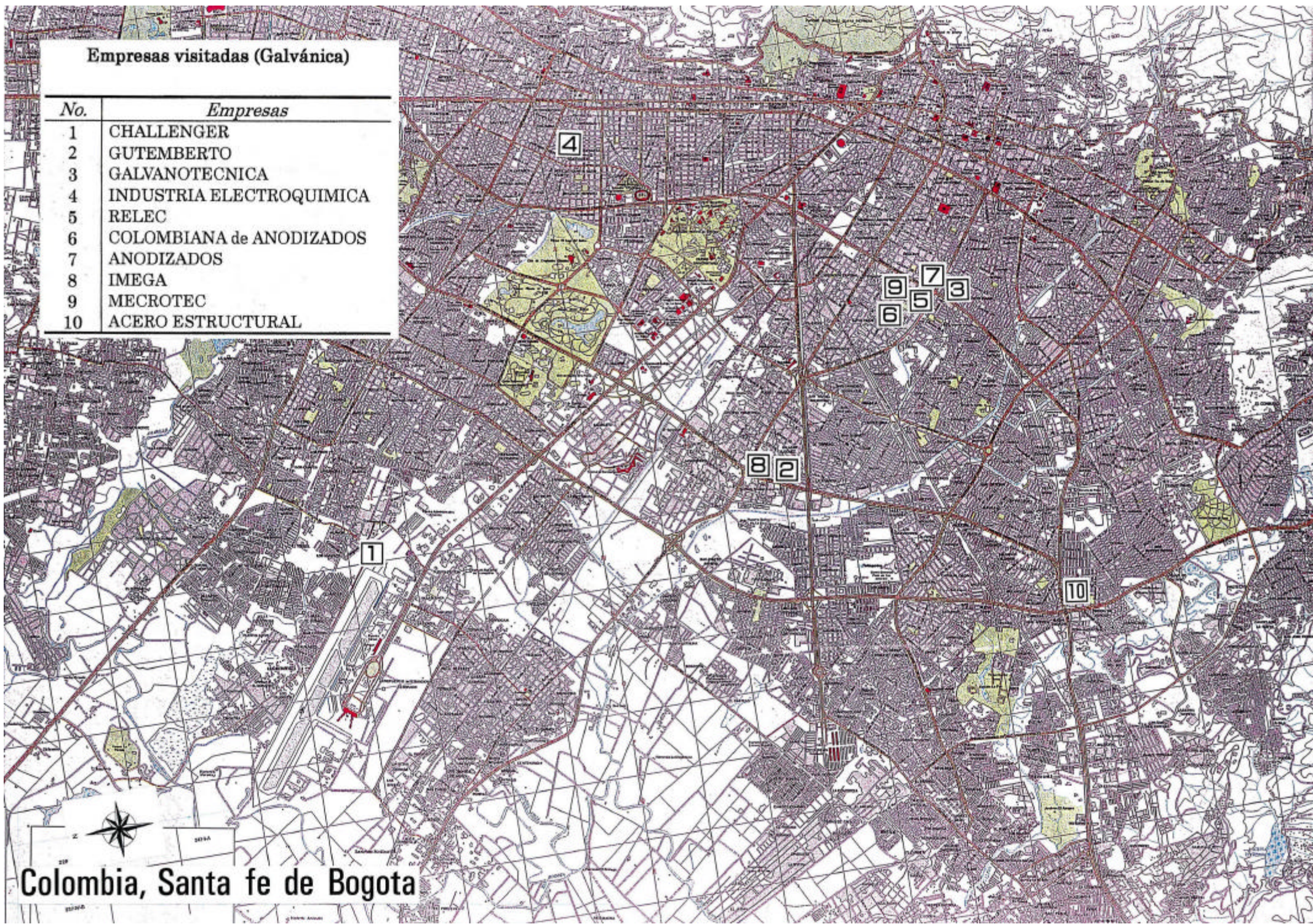
包装機導入による効果の採算性評価については 9-5-3 で述べたのでここでは省略するが、該社で導入すべき包装機の概略は次のとおりである。

1. 能力： 50 – 100 袋 / 分
2. 設備費用 40,000,000 pesos

## 第 10 章 メッキサブセクターの産業公害低減計画

### Empresas visitadas (Galvánica)

No.	Empresas
1	CHALLENGER
2	GUTEMBERTO
3	GALVANOTECNICA
4	INDUSTRIA ELECTROQUIMICA
5	RELEC
6	COLOMBIANA de ANODIZADOS
7	ANODIZADOS
8	IMEGA
9	MECROTEC
10	ACERO ESTRUCTURAL



Colombia, Santa fe de Bogota

## 第10章 メッキサブセクターの産業公害低減計画

### 10-1 メッキサブセクターの概要

#### 10-1-1 メッキサブセクター所属企業

##### (1) 企業数

ボゴタ市にはChamber of Commerce（商工会議所）に届出が出ているメッキ企業が約200社あり、8,000人以上の従業員がいるとみなされている。商工会議所に届出が出ていない企業は、ノン・レジスター企業とされ、約200社位あるという。従ってボゴタ市にはメッキ企業が400社存在している。

注) DAMAの決議書1074（1997年）によれば、メッキ企業はDAMAへの届出義務があるが、1999年3月現在、DAMAに届出を行なった企業は4社とのことである。

一般的に、メッキ企業はメッキ・プロセスによって分類され、かつメッキの目的別に小分類される。ボゴタ市のメッキ企業は、表10-1に示すように分類される。

ノン・レジスター企業の大多数は小規模企業であり、推定値を表10-1にいれている。

表10-1 ボゴタ市のメッキ企業数

メッキ・プロセス	メッキ・目的	企業数	訪問会社
電気メッキ	一般目的 (装飾, 防錆)	150 ノン・レジスター 150~200	3
	クロム工業用硬質	5	1
	アノードライジング	30	2
溶融亜鉛メッキ	防錆	10	2
溶融ペインティング	装飾, 防錆	30	2
合計		約400	10

一般的なメッキ企業の分類は、表10-1に示した溶融ペインティングが含まれない場合が多い。その理由は、主要プロセスが焼付け塗装であり塗装技術として別途分類されているためである。

本調査においては、この溶融ペインティングについて、前処理工程の酸洗除錆についてのみコメントを記すことにしたい。

本調査の目的は、メッキ企業による環境汚染の実態調査であり、メッキ企業のメッキ工程の実態が明らかでなければならない。



メッキ企業は、機械製造業又は構造物製造業に付帯する工程としてのメッキ部門とメッキ専業の企業とに大分類されなければならない。メッキ工程の実態を明確にするための分類を表10-2にまとめる。

**表10-2 メッキ企業の分類**

大分類	中分類：メッキプロセス	小分類：メッキ目的
1. <b>インサイド</b> 機械・構造物の 製造業における メッキ工程	1. 電気メッキ	1. 装飾
	2. 溶融亜鉛メッキ	2. 防錆
	3. 化学メッキ (無電解メッキ)	3. 機能付加 (1) 硬質化 (2) 摩擦低減 (3) 電気特性 (4) ハンダ付け性
2. <b>アウトサイド</b> メッキ専業		

今後、DAMAは表10-2の分類表によって企業を分類し、後述する企業規模 - メッキ工程規模 - を把握し、それぞれに従って適切な指導を行なっていくことを勧める。

## (2) 企業規模

企業規模は従業員数、年間売上げ高で判断するのが一般的であるが、メッキ企業の実態調査の場合には不適切である。

即ち表10-2に示した大分類のインサイドとアウトサイドでは、メッキ工程規模を示していないことになる。従って企業規模としてよりも、メッキ工程規模を把握するために、メッキ工程で使用される水量により判断することが適切である。

DAMA提供資料であるボゴタ市上下水道公社（EAAB）のメッキ企業の使用水量表（1998年8月）は、適切な資料である。使用水量は、メッキ工程での使用水（工業用水）と従業員等の一般使用水（一般用水）とが合計されたものである。

今回の工場調査で判明したことは、各工場の使用水量は、工場入口の積算メーターで積算されているが、上述の用途別の水量は管理されていない。（工場には用途別のメーターが設置されていない。）

しかし上述のDAMA提供資料により、メッキ企業の規模を概略判断できるので、表10-3にまとめる。

表10-3 メッキ企業規模

使用水量(m <sup>3</sup> /月)	企業数	(参考) 訪問会社
500 ~ 400	1	
399 ~ 300	3	
299 ~ 200	2	1
199 ~ 100	7	2
99 ~ 50	1	1
49 ~ 10	4	2
9 ~ 5	1	
4 ~ 0	(380)	4
合計	400	10

表10-3から、各メッキ企業の使用水量が少ないことが分かる。

メッキ企業400社の使用水量の合計を、表10-3から推定すると約3,000m<sup>3</sup>/月となり、驚くべき少量の水量しか使用していないことになる。メッキ工程中での水の蒸発及び地下への浸透は、少ないのでこの使用水量は、ほぼメッキ企業400社からの排水量と考えてよい。

### (3) 訪問工場の概要

今回の調査で訪問した工場の調査結果を表10-4にまとめた。

第2次調査時に、DAMAより4社の追加工場調査の依頼があり、協議した結果、本調査を補完するものであり調査は行なうが、本報告書では詳述しないこととした。追加工場調査結果の概要を表10-5にまとめた。

追加4社中2社は、鋼管製造の大手企業であるが、排水処理に関して、小中企業のメッキ企業より関心度が低かったことを記して置きたい。

表10-4(1) 企業訪問要約

Visiting Date	No.1 '98 OCT 23-26	No.2 '98 OCT 27-28	No.3 '98 OCT 29-30	No.4 '98 NOV 3-4	No.5 '98 NOV 5-6
Company	RELEC	ANODIZADOS INDUSTRIALES	COLOMBIANA DE ANODIZADOS	MECROTEC	IMEGA
Employees	15	16	22	10	7/(Plating.5)
Product (Plated)	Automobile parts - Brake covers - Bolts & nuts	Anodizing for Al-profiles	Anodizing for Al-profiles	Hard Cr. for Molds, Shafts, Rollers	Zn plating Supporting parts for electricity poles
Production	1,000 t/y	400 t/y	100 t/y		360 t/y
Main Equipment	Plating Cu, Ni, Cr, Zn (Cd) (Ag)11 mainly Zn - Bath type - Barrel type	19 Baths (10m <sup>3</sup> each) 3 power generators (80% by own generator)	12 Baths (4m <sup>3</sup> each)	Electrolytic Tank with exhaust gas treatment (Designed by them)	Zn dipping bath (9,4m <sup>3</sup> )
Control Level • Production • Quality	Well controlled	Preparation yard: Atmosphere: Bad	Control level: Bad Atmosphere: very Bad	Well controlled	Well controlled
Water Treatment Discharged Water Solid residues Exhaust gas Treatment	Nothing 170m <sup>3</sup> /M discharged Duct for Cr.Plating	Under construction 60m <sup>3</sup> /M 30kg/M, other use Nothing	Nothing 120m <sup>3</sup> /M discharged Nothing	pH control, Sedimentation 20m <sup>3</sup> /M Recovery of Cr. Treatment facility	Under study 40m <sup>3</sup> /M discharged Nothing
General Comment	Managerial morale is high	Eng. capability is high	Improvement of atmosphere is necessary	Eng. Capability is high ISO 9000: in 2000	Well controlled ISO 9000: in 2000

表10-4(2) 企業訪問要約

Visiting Date	No.6 '98 NOV 9-10	No.7 '98 NOV 11-12	No.8 '98 NOV 13	No.9 '98 NOV 18	No.10 '98 NOV 20
Company	GUTEMBERTO	INDUSTRIA ELECTROQUIMICA	ACERO ESTRUCTURAL	CHALLENGER	GALVANOTECNICA
Employees	280	23	80(Plating 7)	980(Plating 5) (Paint. 6)	7(Operator 3)
Product (Plated)	Bolts & nuts	Automobile parts - Bumpers - Mufflers Bicycle parts	Steel structure for building	Refrigerator Audio Office furniture	Screws Bolts & Nuts
Production	5,600 t/y		3,000 – 11,000 t/y		
Main Equipment	<u>No plating equipment.</u> Only manufacturing and Fabrication	Plating Cu, Ni, Cr. (Decorative Cr plating)	Zn dipping bath (7m <sup>3</sup> bath)	Fabricator Zn plating: '98 End. Stop	Plating Cu - Ni - Cr Zn plating: bath type barrel type
Control Level • Production • Quality	Well controlled	Highest control Level	Well controlled ISO 9001 & 2 (in '94)	Well controlled	controlled
Water Treatment Discharged Water Solid residues Exhaust gas Treatment	Neutralization 270m <sup>3</sup> /M Stock Disposal Nothing	Under study 200m <sup>3</sup> /M discharged Ventilation equipment.	Recycle system no waste water  Exhaust gas treatment	Neutralization 600 - 800m <sup>3</sup> /M Filter press 0.5m <sup>3</sup> /M	Simple treatment 250m <sup>3</sup> /M 150kg/M Exhaust gas treatment
General Comment	No Plating equipment.	Operation, Quality: Best ISO 9000: in 2000	Well controlled ISO 14000:in 2000	Recirculation water '99, ISO 9,000: in 2000	Sample of simple waste water treatment

表10-5 追加企業訪問要約 (第2次)

Visiting Date	February 16, 1999	February 18, 1999	February 19, 1999	February 23, 1999
Company	A	B	C	MAZDEL
Employees	140 (Galvano : 10)	340	400 (Galvano : 30)	45 (Galvano : 12)
Product Production (year)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Cargo for supermarket</li> <li>● Shell for Refrigerator</li> <li>● Toys (car) for children</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Steel pipe:1/2 – 4 “</li> <li>● Roof Sheet</li> <li>● Plastic Basket/basket</li> </ul> <p>5,300ton / month</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Steel pipe:1/4 – 4 “</li> <li>● Steel structure</li> <li>● Galvanized pipe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Plastic Emblem</li> <li>● Plastic nameplate</li> <li>● Cu – Ni – Cr plating on plastic</li> </ul>
Main Equipment	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Cutting of wire &amp; tubes</li> <li>● Welding</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Shearing of coil</li> <li>● Piping by ERW</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Slitter.</li> <li>● Bending machine 5 lines. Piping by ERW.</li> <li>● Forming machine</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ABS mold injection: 160 tons max.</li> <li>● Mold Making</li> <li>● Painting</li> </ul>
<b>Plating</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Cu, Ni, Cr, plating</b></li> <li>● Electrostatic painting</li> <li>● Assembling</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Hot dip Zn plating</b></li> <li>● Colgating</li> <li>● Forming for structure</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Hot dip Zn plating</b></li> <li>● Threading machine</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Cu, Ni, Cr plating on plastic ABS</b></li> <li>● Designed system by computer</li> </ul>
Water Treatment Facility	<ul style="list-style-type: none"> <li>● No treatment</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● No treatment</li> <li>● Discharge waste water from 10 points to public.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● No treatment : 3 waste water tanks underground.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Planning of water treatment facility: (24 million pesos.) By the end of 2000.</li> </ul>
Discharged Water (m <sup>3</sup> /day)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 4 – 5m<sup>3</sup>/day</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 50m<sup>3</sup>/day</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 2000m<sup>3</sup>/month</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 5m<sup>3</sup>/day</li> </ul>
Laboratory	Nothing	Chemical analysis for steel	Mechanical testing only	Equipment for test.
Remarkable points	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Location is in industrial zone (1.2km<sup>2</sup>)</li> <li>2. Plating lines are nicely arranged.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ISO 9002 in 1999</li> <li>2. High Technology</li> <li>3. No concerns about waste water.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ISO 9002 in 1999</li> <li>2. ISO 14000 next step.</li> <li>3. Waste material recuperation is its first concern.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. QS-9000 applying.</li> <li>2. Plastic plating technology from Spain.</li> <li>3. Only 1 plastic plating company in Bogota.</li> </ol>

### 10-1-2 ポゴタ市におけるメッキサブセクターの位置付け

DAMAはメッキサブセクターの産業公害に関して大きな関心を持っており、その背景は、ACERCARの調査結果レポートにメッキ企業の環境負荷が大きいとの判断による。しかし、本調査では、このACERCAR調査結果レポートは、環境負荷を論じているものではなく、メッキ操業、技術を説明し、排水を含めた産業公害に関する一般説明であった。環境負荷については、後述するDNP-PNUD（国家計画局）のデータ（1992年）のみであることが第2次調査で判明した。

メッキ企業が環境負荷として問題とされるのは、一般的には排水中のCN、重金属及び固形廃棄物（メッキ工程中で発生する沈殿物及び排水処理設備から発生する廃棄物）である。

DAMAは、これまで工場毎の排水量、性状等に関して調査を行なっているが、データの整理、解析がなされておらず、ポゴタ市における上記の環境負荷に関するデータとしてはまとまっていない。参考のためコロンビア国としてまとめられたデータを検討してみたい。

DNP-PNUD、1992/Contaminacion Industrial en Colombiaのデータによれば、コロンビア国内の冶金及び製鉄業としての排水量は、1,200m<sup>3</sup>/日（36,000m<sup>3</sup>/月）、金属製品製造業としての危険固形廃棄物排出量は52ton/日（1,600ton/月）であり、他産業からみて、いずれも10%以下の低い数値である。

いずれにしてもDAMAは手持ちデータを早急に整理しメッキ企業の環境負荷を推定すべきである。今回の調査にメッキ企業をDAMAが選択していることは、メッキ企業のなかには高濃度のCN、重金属を含んだ排水量があることによると思われる。メッキ企業に排水処理設備がない場合には、当然排水中に異常濃度の成分があり、DAMAとして、問題視することは理解できる。しかし成分だけで議論されるべきものではなく、あくまで環境負荷（量）として議論し、検討されねばならない。

この点をDAMAは理解し、環境負荷（量）のデータ整備を早急に行なう必要がある。

### 10-1-3 過去の推移と今後の見通し

データの裏付けが取れないので過去の推移は不明だが、訪問した会社の幹部からの話を総合すると次のような見解がまとめられる。

#### 1. 現在の操業レベル

経済情勢が芳しくなく現在の操業レベルは、ピーク時の30%ダウンとなっている。作業時間帯は8時間勤務（常昼）で、ピーク時のような2交替（16時間体制）を取る必要がない。

2. メッキ企業数は年々減少している。  
有力企業・実力のある企業に注文が集まる傾向にある。
3. 排水処理設備については検討しているが、経済的な負担が大きく、設備の設置に踏み切れない。

今回訪問した10社は、企業規模が大きいところが多く、公害防止に関して意識は高い。表10-6に訪問工場での、排水処理設備の設置及び将来計画をまとめる。なお表10-6で将来計画ありといている企業はほとんど計画、検討段階までで、設置の実行の可能性は極めて薄い。

**表10-6 排水処理設備の設置状況**

Visited Company (plating process)	Waste water (m <sup>3</sup> /M)	Treatment facility on operation	Future plan
CHALLENGER (painting)	700	Neutralization Coagulation Sedimentation	Water recycling
GUTEMBERG (Descaling)	270	Oil separator Neutralization	
GALVANOTECNICA (Cu, Ni, Zn, Cr)	250	CN - Oxidation pH control	
INDUSTRIA ELECTROQUIMICA (Cu, Ni, Zn, Cr)	200		Under study
RELEC (Cu, Ni, Zn, Cr)	170		Under study
COLOMBIANA de ANODIZADOS (anodizing)	120		
ANODIZADOS (anodizing)	60	Test operation (Water recycling)	Improvement study
IMEGA (Zn dipping)	40		Under study
MECROTEC (Hard Cr)	20	Cr - recuperation Water recycling	Improvement
ACERO ESTRUCTURAL (Zn dipping)	0 (?)	Neutralization Water recycling	

これらの見解から判断すれば、メッキ企業全体からの環境負荷は、これまでと大きな変化がみられないことになる。

従ってDAMAとしては中小規模のメッキ企業に対して規制値管理ばかりでなく違った角度からの指導、例えば排水量に応じた規制値、CNメッキの見直し、メッキ工業団地化等を考えねばならない。

## 10-2 メッキサブセクターの製造技術の現状

### 10-2-1 メッキサブセクター所属企業の採用技術動向と現状

調査で訪問した会社の10社は、表10-1に示したメッキのプロセス/目的で分類したいずれかに該当し、かつ全てをカバーしていた。従って表10-1の分類に従い、訪問工場の製造技術を検討する。

#### (1) 電気メッキ - 装飾・防錆目的

##### 1) メッキ工程

図10-1にメッキ対象物(素地)別のメッキ工程を示す。訪問会社3社のメッキ工程は、メッキ対象物の形状、受入条件(脱脂済みのメッキ対象物として受入)により多少差があるが、ほぼ同じような工程である。

##### 2) 製造技術動向と現状

(a) メッキ工程に入る前の準備作業はメッキ対象物(素地)を治具に装着することであり、人手にたよらざるを得ないものである。メッキ工程においても、場所的な制約のため人作業が多いこともあり、メッキ製造技術全体として自動化が遅れる傾向にある。

ボゴタ市のほとんどのメッキ企業は自動化が行なわれていない。今後も現在の工場での自動化導入にはレイアウト及び操業内容からみて、難しい状況である。

(b) CNメッキ槽を有する企業では、CNの毒性を考慮し、ピロリン酸銅又は硫酸銅のメッキ槽への切替を検討しはじめている。

中小の企業では、資金的にも操業コスト的にも排水処理設備を設置しにくい状況であることから、CNメッキを使用しないメッキに今後は進んでいかざるを得ないとの企業幹部の見解は適切である。後述する詳細工場調査のRELECは、1998年末にNi-Crメッキの前工程にあるCuメッキ(CNメッキ)を廃止した。クリーナープロダクション技術としてもNon-CNメッキを推奨したい。

(c) メッキ対象物が小物(ワッシャー、スプリング等)ではバレル・タイプのメッキが行なわれるが、訪問会社のなかにはバレルを自社で製作し、作業性のよいバレルを開発していた。

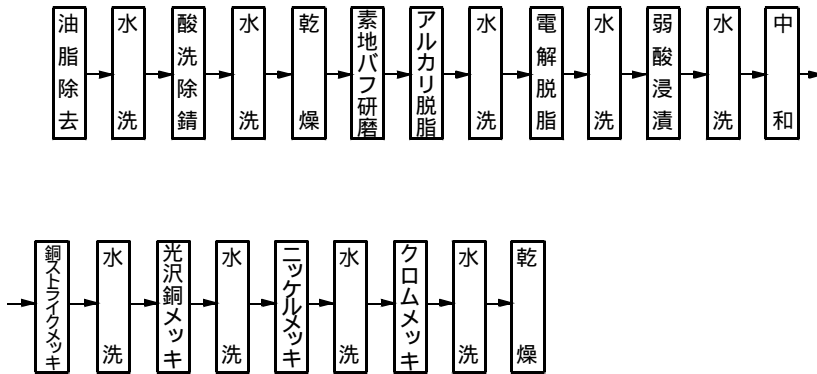
(d) 製造技術全般を通しては、各工程間で発生するドロッピング水の処理方法に技術的配慮に欠ける点が目につく。この点については管理技術とも重複するのでその項で



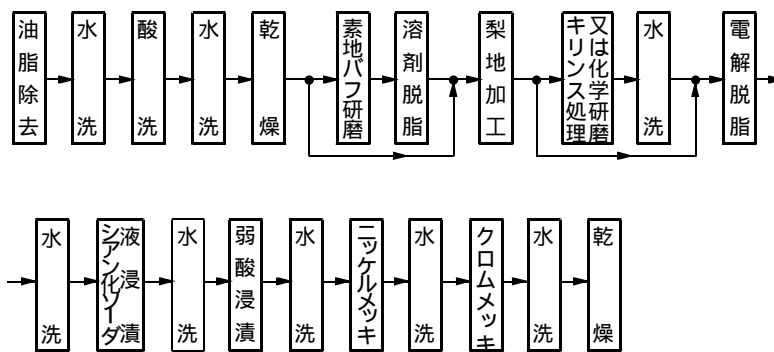
述べることにする。

図10-1 メッキ工程図(電気メッキ - 装飾防錆目的)

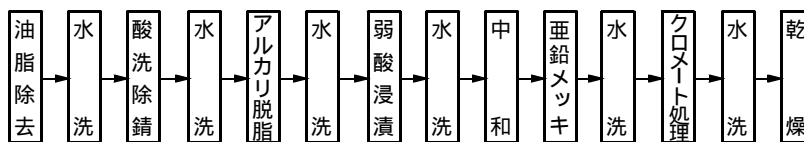
1. 鉄素地への装飾用光沢ニッケル・クロムメッキの工程



2. 黄銅素地ニッケル・クロムメッキの工程



3. 鉄素地への亜鉛メッキの工程



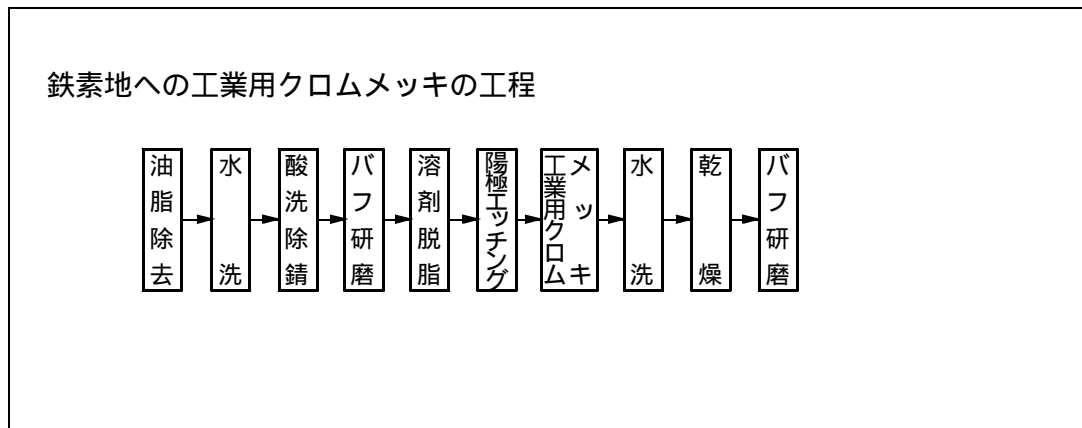
## (2) 電気メッキ - 工業用硬質クロム

### 1) メッキ工程

図10-2にメッキ工程図を示す。

訪問会社の1社は、この図10-2の工程で工業用硬質クロムメッキのボゴタ市のNo.1企業であった。

図10-2 メッキ工程図(電気メッキ - 工業用クロム)



### 2) 製造技術動向と現状

この企業は工程設計からメッキ処理時のクロムミストの処理、クロム回収装置に到るまでの全ての工程を、エンジニアリングし、操業も安定しており、製造技術のみならずエンジニアリングにおいても高度のレベルにある。

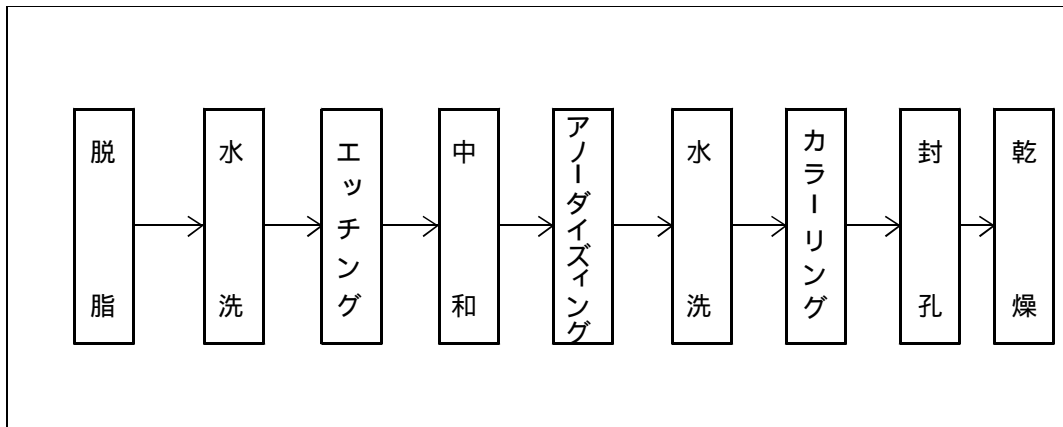
ボゴタ市において、工業用硬質クロムメッキを行なえる企業は5社あるとのことで、訪問会社以外の他の企業の技術レベルは不明だが、訪問工場は他の企業の製造技術にも大きな影響力を持っていると推測される。

## (3) 電気メッキ - アノードライジング

### 1) メッキ工程

図10-3にアノードライジングの工程図を示す。

図10-3 工程図（アノダイジング）



訪問会社2社はアノダイジング専門企業であった。後述する詳細調査対象工場の一つは、このアノダイジング会社とした。

## 2) 製造技術動向と現状

(a) アノダイジング工程の特徴は、メッキ対象物がアルミ・プロファイルでコロンビア国としてのサイズ規格6mが基準となっている。

従ってメッキ各槽はアルミ・プロファイル6m物を収容せねばならないので槽サイズは、6.5m×0.7m×1.5m（深さ）の大型槽となる。

2工場とも6mのアルミ・プロファイルを手作業にてアルミワイヤーで並列連結し、6m×1mの形状作りを行なう。メッキ各槽への移動は、ホイスト・クレーンの操作者が作業用通路（木製通路）を移動する方式であり、人手を要するものである。

メッキ各槽の配置は、一般メッキ工場のように複雑でなく、単純に各槽が図10-3に示した工程順に並んでおり、自動化が容易に行なえる。

訪問会社2社は、ボゴタ市の中で大手メーカーであり、ここで自動化が行なわれていないので、その他の会社（20数社）も自動化されていないと推察される。自動化の遅れを指摘しておきたい。

(b) メッキ槽が大型であるため脱脂、エッチング、中和槽から発生するフュームが、一般メッキ槽より多くなる。このフュームが作業現場に貯まり、作業環境が悪い。作業環境改善のためにベンチュレーションに工夫が望まれる。と同時に、前述した如く自動化又は遠隔作業化の製造技術の導入も検討すべきである。

(c) 図10-3の工程図が示すように、水洗工程が2ヶ所あるが、この水洗水をそれぞれ中和して水洗水の循環システムを検討することが、節水による操業コストダウンになると同時に工場外への排水を激減させ、公害防止対策のきめ手となる。

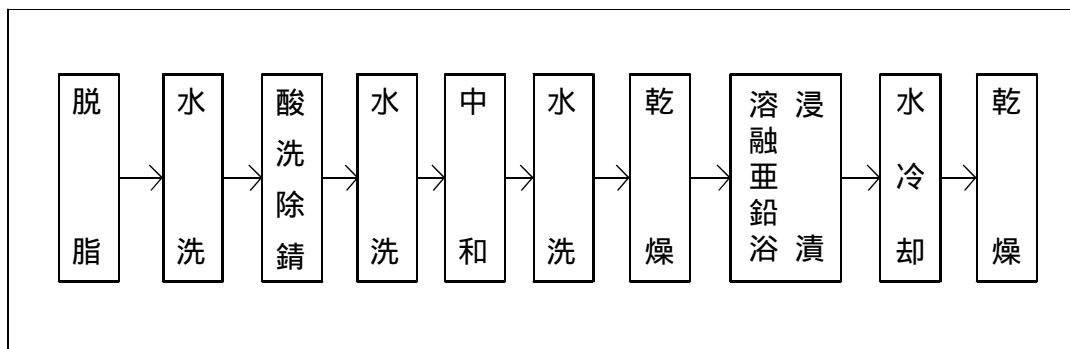
訪問会社1社は、既にこの循環システムの実験を行ない、自社技術とACERCARとの協力により1999年当初より稼働に入っている。(詳細工場調査の項で詳述する。)

#### (4) 溶融亜鉛メッキ

##### 1) メッキ工程

図10-4にメッキ工程図を示す

図10-4 工程図(溶融亜鉛メッキ)



訪問会社は2社であるが、いずれも鉄骨及び鉄構築物のファブリケーターで、大規模工場設備を有している。

##### 2) 製造技術動向と現状

ファブリケーターであるため機械加工部門は多くのマシンが並び、極めて効率的な稼働状況であった。メッキ工程としては図10-4に示されている酸洗除錆工程の前後が通常のメッキ企業と似ているが、メッキそのものは溶融亜鉛槽にメッキ対象物を浸漬させるものであり通常メッキ企業とは大きく異なる。

訪問会社の1社は脱脂工程から水洗・乾燥の全工程を自動化すべく改造中であった。又この会社は水洗水の循環システムを既に稼働させており、工場外への排水はほとんどないとの説明であった。

もう1社の方も水洗水の循環システムを試験中であり、1999年5月の稼働を予定している。

#### (5) 溶融ペインティング

##### 1) 工程図

図10-5に工程図を示す。

図10-5 工程図（溶融ペインティング）

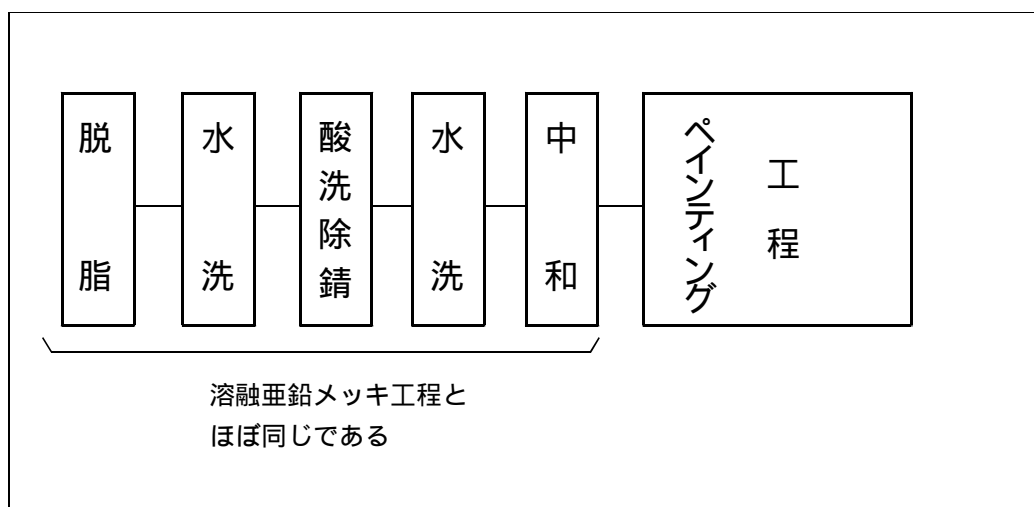


図10-5の工程図から、分かる通り、酸洗除錆工程は前述の溶融亜鉛メッキの工程と本質的には同一である。対象物は鉄鋼板製品であり、加工製品の酸洗除錆がペインティング前の処理工程となっている。

訪問会社は2社であったが、1社は大手家電メーカーであり、もう1社は機械加工の大手部品メーカーであった。

## 2) 製造技術動向及び現状

2社とも大手企業であり加工製造技術は高度であることが、設置されている工作機械より明らかである。

酸洗除錆技術は、2社とも独自の工夫をこらしており、各種実験結果を基に現在の技術を確立したとのことである。

1社は図10-5の水洗水を含め工場各所からの排水を集中処理している。近々には循環水として使用する計画である。又もう1社は、酸洗槽の酸濃度 ( $H_2SO_4$ ) の低下後は、NaOHで中和処理する大型設備を有している。

従って酸洗除錆技術については高度技術レベルにあると判断する。

### 10-2-2 日本及びその他諸国の動向

メッキ技術は、各種産業の発展につれて、技術進歩を続けている。一つには応用面の拡大、もう一つにはメッキ対象物の拡大とがある。ポゴタ市のメッキ企業は、現在求められているメッキ需要、品質に対応して操業技術を確立してきているが、今後要求される技術動向に目を向けておく必要がある。

この点から本章では、メッキ技術の先進諸国の例を(1)メッキ製品の応用面、(2)メッキ対象物の拡大の二点から述べたい。特にメッキ対象物の拡大に関しては、プラスチック

ク部品へのメッキ技術が、ボコタ市のメッキ企業にも近々必要とされる必須技術であり、いくつかの会社からも質問を受けたので詳述することにする。

注) 第2次調査時、追加工場調査を行なった工場の一つは、コロンビア国における唯一のプラスチックへのメッキを行なっている会社であった。製品は自動車のエムブレムで製造技術は高く、品質管理も十分行なわれていた。

## **(6) メッキ製品の応用面**

応用面の拡大は、エレクトロニクスへの応用及び精密部品への応用について概説する。

### **1) エレクトロニクスへの応用**

代表例として銅メッキ、金メッキ、銀メッキについて概説する。その他の金属ロジウム、白金、パラジウム等のメッキもエレクトロニクスに活用されている。

#### **(a) 銅メッキ**

工業用、すなわち機能を目的とした銅メッキは、産業分野においてきわめて重要な役割を担っている。その代表的な事例が、多層プリント回路基板に不可欠のスルホールメッキである。銅スルホールメッキの技術がなければ、マイクロエレクトロニクスも宝のもち腐れとなり、今日の“軽・薄・短・小”時代は、夢物語となっていたはずである。

工業用銅メッキは、メッキ浴の種類によって表10-7のように分類される。それぞれのメッキ浴によって、折出するメッキ皮膜の物性が異なるから、使用目的に応じて適格な皮膜物性の得られるメッキ浴を選定することが大切である。

表10-7 銅メッキ浴の種類と皮膜特性、利用分野

銅メッキ浴の種類		析出皮膜の特性	主な利用分野
酸性浴	硫酸銅浴	光沢、平滑性にすぐれる。皮膜は柔かく、添加剤の改良が一段と進んだため良好な物性が得られるようになった。	スルホールメッキ、電鍍、印刷ロール、浸炭防止、プラスチックメッキ下地用
	ホウ弗化銅浴	高速度メッキが可能。皮膜の伸び率は最小。	電鍍、印刷ロール
アルカリ浴	シアン化銅浴	鉄、亜鉛ダイカストに直接メッキ可能。光沢メッキは外観、平滑性良好。	ストライクメッキ用、下地メッキ用(防錆)、無光沢メッキは浸炭防止や工業用厚付け
	ピロリン酸銅浴	均一電着性にすぐれ、皮膜の結晶構造は緻密。抗張力や伸びがもっとも良好、高周波電流の電送損失ももっとも小さい。	導波管、スルホールメッキ、電鍍
無電解銅浴		不導体へのメッキ可能。形状の如何を問わず、均一な厚さが得られ、膜厚管理も容易。	スルホールメッキ、プラスチックメッキ下地用

多層プリント回路基板に各種のLSIが搭載されることによって、高密度電子回路実装が実現されているが、そのためには、実装電子部品から発生する多量の熱により膨張する複合基板の影響を受けにくい銅メッキ回路が絶対に必要となる。つまり、樹脂基の熱膨張係数は、銅メッキ層のそれより1桁大きいため多量の発生熱によって銅層のクラックやはく離、断線という重大なトラブルが生じうる。このトラブルを回避するため、電気抵抗の極力小さな、伸び率の良好な、しかも樹脂基板の膨張を抑制する力（抗張力）の大きな銅メッキ層が必要となる。ちなみに、添加剤を加えない各メッキ浴からの析出皮膜の物性を図10-6で比較した。析出条件や膜厚、測定方法等によって数値は大きく変化するため、図中の数値は単なる比較データとして参考にしてほしい。近年、硫酸銅浴の添加剤が著しく改良され、ピロリン酸銅浴に劣らないほどの抗張力、伸び率をもったものも実用化されて広く利用されている。

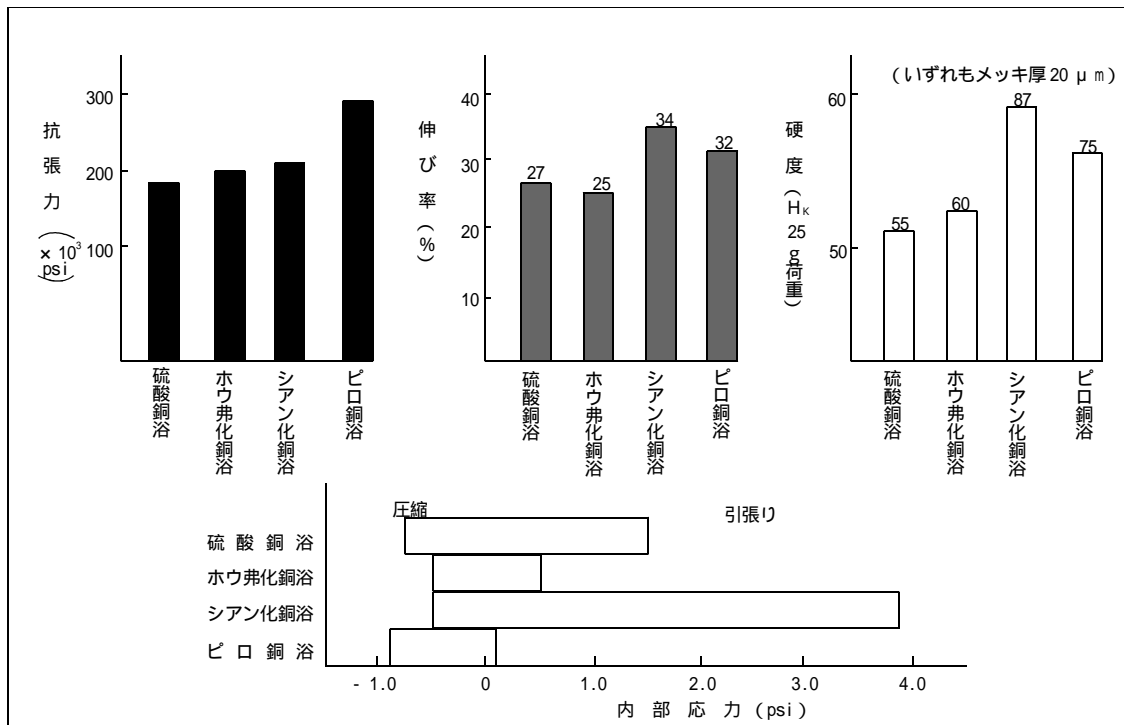
スルホールメッキにおける銅メッキ層に要求されることは、

1. 均一密着性が良好なこと
2. メッキ層の伸び率と抗張力が良好なこと
3. 保存性が良好なこと（ハンダメッキを施さない場合）
4. ハンダ付け性が良好なこと
5. 耐擦傷性が良好なこと

等である。電気伝導性に関しては、接触抵抗の小さいことが重要なポイントとなる。

銅メッキは他に、熱伝導性がきわめて良好（銀の94%）であるという特性を有している。その特性を生かし、ステンレス製鍋やフライパンなどの底部（加熱部）に銅の厚付けメッキを施して、熱伝導率の著しく劣るステンレス（銀の4%）の温度分布を改善している事例もある。

図10-6 各メッキ浴からの折出皮膜の物性(一例)



(b) 金メッキ

工業用としての金メッキは、電子半導体部品を中心にきわめて重要な機能的役割を果たしている。表10-8に金メッキの工業利用と使用目的とをまとめる。

金メッキはほとんどの場合、他の金属を若干含有した合金メッキの形で利用されている。純度99.7%以上の純金が使われる例も、ICヘッダーやステム、リードフレーム等少なくはないが、大半が、ある程度の硬度や耐摩耗性の要求される用途に供されるため、ニッケルや銀、インジウム、コバルト等を0.1~8%程度共折させた硬質金メッキの形で使われている。純金メッキに比較して、ニッケルやコバルトを硬さ増加剤に利用した硬質金メッキは、硬度が約2倍、耐摩耗性が約3倍に向上するといわれている。接点や端子等の電子部品では、現在ほとんどのものに膜厚2μm以下の2種金メッキ(硬質)が用いられており、最近の傾向として1μm、0.5μmとますます薄い仕様が增加している。



表10-8 金メッキの工業利用と使用目的

利用分野	適用部品	使用目的
電子・半導体	各種接点、端子、コネクタ、ピン、ロータリースイッチ、リードスイッチ、リードフレーム、ICヘッダー、トランジスタシステム、その他電子部品。	電気伝導性、低接触抵抗、耐食性、ハンダ付け性、耐摩耗性(摺動接点の場合)。
マイクロ波回線	導波管。	平滑性、高周波特性。
複写機	反射鏡。	光反射性。

### (C) 銀メッキ

金メッキ同様、電子工業には欠かすことのできないメッキ技術である。金ほど高価格でなく、電気伝導性は金属中で最良というすぐれた物性から、きわめて広範囲な分野で利用されている。

銀メッキは、

1. コネクタ、端子、スイッチ類等への光沢メッキ (Hv100~150の硬質銀)
2. トランジスタシステムやICリードフレームへの高純度無光沢(または半光沢)メッキ(軟質銀)

という二通りの使われ方がなされている。後者の場合は金メッキの代替という意味合いが強く、それだけに厳しい特性が要求される。

銀メッキの工業利用、使用目的を表10-9に示す。

銀メッキは非常に硫化変色を起こしやすいため、メッキ後、変色防止処理が施されているが、電気接点関係では、クロメート処理による変色防止よりも、オイルコーティング(白色ワセリン系)による変色防止の方が銀の特性を損わない場合もある。

表10-9 銀メッキの工業利用と使用目的

利用分野	適用部品	使用目的
重電	断路器 (40~80 μm)、遮断器の気中開閉器やカットアウト類など可動電極部 (15~25 μm)、碍子端子、変圧器端子、分電盤・配電盤のブスバー (1~10 μm)、遮断器の接触部 (1~10 μm)、溶接機アーク部、フラッシュバット電極など。	電気伝導性、低接触抵抗、ハンダ付け性。
弱電	各種スイッチ、接点、端子、コネクター (5~10 μm)、リードフレーム、ステム。	電気伝導性、ハンダ付け性、低接触抵抗。
航空機	軸受、かん合部分、高温環境でのボルト、ナットなど非常に多く利用される。	潤滑性、焼き付き防止 (耐熱性)。
マイクロ波回線	導波管 (ミリ波帯域)。	平滑性、高周波特性。

## 2) 精密部品への応用

ニッケルメッキ及び無電解ニッケルメッキを代表例として概説する。

### (a) ニッケルメッキ

ニッケルメッキの工業利用を分類すると、表10-10となる。

ワット浴からの半光沢ニッケルメッキ、または無光沢ニッケルメッキは、さまざまな工業用メッキの下地メッキとして、もっとも広範囲に利用されているメッキといえる。たとえば、コネクタやスイッチ、端子など、金メッキや錫メッキ、ロジウムメッキが施される電子部品では例外なく、下地に7 μm程度のニッケルメッキが施されていて、素地との密着性を高めたり、耐食性を付与したりしている。半導体リードフレームの場合も同様である。特にステンレスなどの特殊鋼へのメッキでは、下地に0.1~0.3 μm程度のニッケルストライクメッキを行なうと、密着力は格段に向上し、サーマルショック試験 (-60 ~ +150 の繰り返し試験) でもビクともしない事例も報告されている。

また、OA機器の端末機としてプリンタがあるが、1分間に3,000字程度を印字する活字ではプラスチックが使われている。そのプラスチック活字には、無電解銅メッキ - ニッケルメッキ (20 μm) - マイクロクラッククロムメッキ (20 μm) という多層メッキが施されていて、ニッケルメッキが密着性の向上や機械的強度の向上、衝撃吸収などの役割を果たしている。

表10-10 ニッケルメッキの工業利用の形態

メッキ浴の種類		工業利用の形態
電気メッキ	ワット浴	素地との密着性を向上させ、また耐食性を付与するなど、各種工業用メッキの下地メッキとしての役割（0.1 μm程度のストライクメッキから20～30 μmの中間メッキまで）。半導体部品のステムやキャップなどに、ろう付け性、溶接性、ボンディング性を付与するメッキとしての役割。
	スルファミン酸浴	一般に超厚付けメッキとして再生部品の肉盛り用に利用されている。また電鍍浴としても、レコードスタンパーや各種成形用金型、金属ベローズなどの製作には不可欠の役割を果たしている。
無電解メッキ浴		ニッケル - リン、ニッケル - ボロンなどの合金メッキが得られる。複雑な形状にも均一な膜厚でメッキできるため、精度を要求される部品に多用される。硬度も高く、耐食性にもすぐれている。電気的特性も良好である。
特殊なメッキ	分散ニッケルメッキ	複合メッキとも称される。ニッケル皮膜中に、セラミックスなどの微細粒子を分散させたメッキで、耐摩耗性の向上、潤滑性の向上、カラー化などが実現できる。
	ニッケル - カドミニウム 拡散メッキ	ニッケルメッキ上にカドミニウムメッキを行ない、300で熱処理してニッケルとカドミニウムを拡散させたメッキである。約500 くらいの高温にも耐え、塩分に対する耐食性も良好で、ジェットエンジン部品に利用されている。

(b) 無電解ニッケルメッキ

a) ニッケル - リン合金メッキ

代表的な無電解ニッケルメッキであるニッケル - リン（5～13%）合金メッキは、近年、実施工場の増加と共に市場が急速に拡大されてきた。このメッキの顕著な特性は、複雑な形状に対しても、膜厚のムラなく均一にメッキできるということである。加えて、多くの機械的特性、電気的特性、物理的特性などが評価されて、さまざまな分野で利用されている。メッキ浴は、使用目的に応じて最適な物性が得られるよう、多くの種類が実用化されている。

無電解ニッケル - リン合金メッキの一般的な被膜物性を表10-11にまた用途事例を表10-12に、それぞれ示す。

無電解ニッケルメッキは、ほとんどあらゆる金属素材、プラスチック、セラミックス等にメッキすることが可能であるが、一部の素材にはメッキできないため注意が肝要である。一部の素材とは錫、鉛、亜鉛、カドミニウム、アンチモンで、これらは析出反応時の触媒作用を妨害する金属であって、浴中への混入を避けなければならないからである。

表10-11 無電解ニッケル - リン合金メッキの物性

化学組織	Ni:90 ~ 92% P:8 ~ 10%
組織	析出状態ではほぼ非晶質、熱処理すると結晶形となり析出硬化現象を示す。
比重	析出状態:7.9 400 以上で加熱:7.8
溶融温度	890
電気抵抗	60 $\mu$ /cm/cm <sup>2</sup> 、400 以上で加熱したものは1/3以下に低下。
熱膨張係数	13 $\times 10^{-6}$ cm/cm $\cdot$
熱伝導度	0.0105 ~ 0.0135cal/cm $\cdot$ sec $\cdot$
摩耗抵抗	電気メッキよりすぐれている。650 で熱処理したものは、使用例によっては硬質クロムよりすぐれている場合もある。
磁性	析出状態でほぼ非磁性。熱処理すると磁性を生ずる。
均一性	形状如何によらず、つきまわりは完全。精度 $\pm 10\%$ 以内
密着性	きわめてすぐれている。
耐熱性	高温酸化による表面スケールの防止に役立つ。
耐食性	純ニッケルと同等又はすぐれている。
硬度	析出状態:500 ~ 550Hv。400 で熱処理:800 ~ 1,000Hv。

表10-12 無電解ニッケル - リン合金メッキの用途事例と目的

産業分類	適用部品	目的
自動車工業	ディスクブレーキ、ピストン、シリンダ、ベアリング、精密歯車、回転軸、カム、各種弁、エンジン内部	硬度、耐摩耗性、焼き付き防止、耐食性、精度など
電子工業	接点、シャフト、パッケージ、バネ、ボルト、ナット、マグネット、抵抗体、ステム、コンピュータ部品、電子部品など	硬度、精度、耐食性、ハンダ付け性、ろう付け性、溶接性など
精密機器	複写機、光学機器、時計などの各種部品	精度、硬度、耐食性など
航空・船舶	水圧系機器、電気系統部品、スクリュウ、エンジン、弁、配管など	耐食性、硬度、耐摩耗性、精度など
化学工業	各種バルブ、ポンプ、揺動弁、輸送管、パイプ内部、反応槽、熱交換器など	耐食性、汚染防止、酸化防止、耐摩耗性、精度など
その他	各種金型、工作機械部品、真空機器部品、繊維機械部品など	硬度、耐摩耗性、離型性、精度など

#### b) その他の無電解ニッケルメッキ

ニッケル - リンをベースとし、これにボロンを加えた合金メッキは、適確な合金比率を維持することによって、耐熱温度400 ~ 700 、高硬度 ( 500 ~ 600 で1時間熱処理すると、Hv1,160を示す ) という驚異的な特性を引き出すことができる。

近年、無電解ニッケルの新しい用途として、電磁波シールド対策を目的としたコン

ピュータハウジング等への適用が増加している。これは下地に無電解銅メッキを施すもので、電子機器からの電磁波ノイズの発生を防止すると共に、外部からのノイズを吸収する目的で採用されている。

## **(7) メッキ対象物の拡大**

### **1) プラスチックへのメッキ**

プラスチックへのメッキは、他のメッキ技術と同様、大変進歩を遂げてきた。特に、ABS樹脂の出現とエッチング技術の確立により、完全に工業化されている。プラスチックに電気メッキをする利点として、プラスチックの紫外線による劣化の防止、機械的性質の改善、耐衝撃値や抗張力の改善、その他、耐熱性の増加、帯電防止などがあるが、現在広く利用されている理由は、電気メッキにより製品の美観と金属感による商品価値の向上と経済性にある。最近ではポリカーボネート、ポリアセタール、ポリアミド、ノリル等、耐熱性、耐衝撃性の特に高いエンジニアリングプラスチックにも工業化への研究が進んでいる。特に急速に普及し工業化されたABS樹脂上のメッキを主として述べる。

#### **(a) 前処理**

プラスチックメッキの前処理方法としていくつかあるが、ここでは装飾を目的とした電気メッキのための前処理で特に重要な工程について述べる。

##### **a) エッチング(表面粗化)**

ABS樹脂はアクリロニトリル(A)とブタジエン(B)にスチレン(S)を合成したもので、ABS樹脂の化学メッキの密着性は、ブタジエンの酸化による空洞中に金属を析出させ、表面金属皮膜のアンカー効果による。エッチング工程は、クロム酸により酸化し空洞を作るのが目的である。代表的な浴組成と条件は

1. 無水クロム酸 30g/l  
硫酸 540m/l 硫酸の20%りん酸に変える場合もある 温度 60 ~ 65
2. 無水クロム酸 350g/l  
硫酸 200m/l 3価クロム酸 20g/l以下 温度 60 ~ 65

エッチング槽は軟鋼に鉛ライニングしたものが普通は使用される。エッチング浴の寿命については、通常3価クロムの濃度が30g/lに達するまで使用する。そのため常時隔膜電解を行い、正常な3価クロム酸の量を維持するようにする。

##### **b) 活性化**

エッチング粗化された表面は活性化しなければならない。活性化の方法として最も実

用的には、センシタイザー・アクチベーター法とキャタリスト法がある。

1. センシタイザー・アクチベーター法    センシタイザーはエッチングで粗化された表面に還元力の強いすずイオンを吸着させる工程で、塩化第一すず - 塩酸水溶液からなり、通常用いられている液組成と使用条件は次の通りである。

塩化第一すず	1 ~ 40g/l
塩酸 (35容量%)	1 ~ 40ml/l
温度	25° ~ 35

センシタイザーは、連続して一昼夜放置してから用いた方がよい。

アクチベーターは、化学メッキの触媒になる金属を吸着させる工程で、一般に貴金属を用いる。現在広く使用されているのはパラジウムで、塩化パラジウム - 塩酸水溶液からなり、通常用いられている液組成と使用条件は次の通りである。

塩化パラジウム	0.1 ~ 0.3g/l
塩酸 (35容量%)	1 ~ 3ml/l
温度	30° ~ 40

アクチベーターの管理は容易で、建浴してすぐ使用可能である。塩化パラジウムは分析し不足分を補給すれば長期間使用できる。しかし、塩酸濃度が高いと化学メッキが未折出になるので注意しなければならない。

2. キャタリスト法    キャタリスト液は、センシタイザーとアクチベーターの2工程を1工程にしたもので、塩化第一すずと塩化パラジウムをコロイド溶液にして使用する。その組成と使用条件は次の通りである。

塩化パラジウム	0.1 ~ 0.3g/l
塩化第一すず	10 ~ 20g/l
塩酸 (35容量%)	200 ~ 250ml/l
温度	30° ~ 40

キャストリストを建浴する場合、塩化第一すず、塩化パラジウムコロイド溶液の原液を作成し、それを塩酸水溶液で希釈して使用する。

## (b) 化学メッキ

### a) 化学銅メッキ

電気メッキの下地メッキとして最も広く使用されている。化学銅メッキの原理は、銅イオンから還元剤によって金属銅を析出させることである。化学銅メッキ液の組成で基本的なものは、金属塩として硫酸銅、還元剤としてホルマリン、錯化剤としてロッセル塩、アルカリ剤として、かせいソーダなどからなっている。代表的な浴組成は次の通りである。

硫酸銅	5 ~ 15g/l
-----	-----------

ロッセル塩	20 ~ 25g/l
ホルマリン (37容量%)	8 ~ 12ml/l
水酸化ナトリウム	5 ~ 12g/l
温度	20

## b) 化学ニッケルメッキ

化学ニッケルメッキ液も、プラスチックメッキ技術の進歩により、低温用の低温化学ニッケルメッキ液が開発され、化学銅メッキと同様に、不導体上の電導性付与に使われるようになった。化学ニッケルメッキの原理は、ニッケルイオンから還元剤によってニッケル金属を析出させることである。還元剤には、次亜りん酸ナトリウムが広く用いられている。代表的な浴組成は次の通りである。

### 1. 酸性浴

硫酸ニッケル	20g/l
酢酸ナトリウム	5g/l
次亜りん酸ナトリウム	10g/l
クエン酸ナトリウム	5g/l
pH	8 ~ 9

### 2. アルカリ浴

硫酸ニッケル	20g/l
クエン酸ナトリウム	30g/l
次亜りん酸ナトリウム	15g/l
かせいソーダ	5g/l
温度	30° ~ 40

pHの低下は、かせいソーダ溶液かアンモニア水を加え調整する。ニッケル析出皮膜には、次亜りん酸ナトリウムを用いるので、5 ~ 10%程度のりんを含有している。

## (c) 電気メッキ

化学メッキ後には電気メッキを行う。電気メッキで重要なことは、化学メッキ上に最初につける電気メッキであり、その後は普通の金属メッキと全く同様の方法である。化学メッキ上には普通、硫酸銅メッキが行われる。シアン化銅メッキでは、ふくれを生じる。ピロリン酸銅メッキでも密着は良くない。光沢硫酸銅には含りん脱酸素陽極を使用し、温度は25 以下にしなければならない。

現在、光沢硫酸銅メッキでは、そのレベリングと光沢から、約15 μ内外の厚さが必要とされている。温度サイクル試験などから考えれば、銅メッキには緩衝的な作用があるので、厚い方が良い。

装飾メッキにおいては、その上にニッケル・クロムメッキが行われる。耐食試験およびきびしい腐食環境で使用される場合には、銅の青緑色の腐食生成物が発生するので、

光沢ニッケルメッキの厚さは10 $\mu$ 以上必要である。また、このような場合には、二重および三重ニッケルメッキの実施が有効である。

## 2) 高性能ガラスへのメッキ法

石英ガラス、硼硅酸ガラス（パイレックス）、ソーダ石灰ガラスといった高性能ガラスの特性を生かしながら、他の金属やセラミックスと接合したり表面に回路や電極を形成するために、直接無電解ニッケルを施す技術である。

従来、ガラス表面へのメッキ法として、真空蒸着やスパッタリングという乾式メッキが行なわれていたが、ガラスとの密着性に乏しかったり、加工コストがかかるといったネックが指摘されていた。また、ガラスのスルホール部やパイプ形状の内部という立体異形の場合には対応できなかった。この新しいメッキ法は、ガラスの表面粗化を行なうことなく、つまり機械的接合の助けを一切借りずにガラスとメッキ皮膜とを化学的に結合させるという技術である。

ガラス表面を清浄化して湿潤性を与え、次に科学的結合を強化する特殊な処理をした後、触媒活性化し、ガラス素材用に調整された無電解ニッケルメッキを直接施す。その後、用途に応じた各種機能メッキ皮膜を電解あるいは無電解で付与するというものである。

応用例には、圧力センサー部品としてパイレックス管内面及び外面へのニッケル - 金メッキや、石英光ファイバーの外周への無電解ニッケルメッキなどがある。

## 3) 繊維へのメッキ法

特殊素材へのメッキプロセスの開発はハイテク時代にふさわしく、先端技術のひとつとして企業、公立研究所で活発に行なわれているが、ポリエステルやアクリル、カーボン、綿といった繊維にメッキが可能である。

ニッケルメッキ等を施した繊維に乾電池やバッテリー、太陽電池等を用いて低電圧（2～30V）で通电することにより、医療用局部湿布や電気毛布・カーペット、ペット用ヒーターパネル、防寒具、寒冷地作業着等に応用されている。

また特殊な用途開発として、電磁波カットエプロンがある。これはOA機器の操作に携わるオペレーターを電磁波から守るもので、1,000分の1～10,000分の1の減衰効果があるという。

## 4) 微粉末へのメッキ法

アルミナセラミックスやタングステン、カーボン等の微粉末（粒径10 $\mu$ m以下）への直接湿式メッキ法で、スクリーン印刷のメタライズパウダーや焼結合金、ICパッケージ



ジ等に応用されている。銅、ニッケル、銀がメッキ可能である。

### 5) セラミックメッキ

金属上にセラミック皮膜を形成する技術には、プラズマ溶射やPVDがあるが、このセラミックメッキは、湿式でセラミックを金属上に電析・焼成する技術である。溶液中に通電して、陽極とした金属（品物）上にセラミック皮膜を形成させるという原理が電気メッキと類似しているため、セラミックメッキといわれている。

アルミニウムのように、通電時に不動態皮膜が形成される金属を陽極とすること及び溶液としてケイ酸塩を使用することがポイントとなっている。

電解によって、陽極表面は不動態化され、帯電 プラズマ放電が行なわれる。この際に陽極に引き寄せられたシリケートが焼成されてセラミックに変わる。

析出皮膜の密着性はきわめて良好、カラーリングが可能で、後加工性もすぐれているため、高級壁材などの装飾用途から厨房用品、遠赤外特性を利用する機能用途迄、多くの応用例が考えられている。厚膜化は50 μmまで可能だとされる。

### 10-2-3 製造技術面の問題点

今回調査においてメッキ企業業者（塗装業者を含め）を10社訪問し、製造現場の実態を調査した結果、製造技術面で、いくつかの問題点が指摘されるので以下説明したい。これらの問題点はいずれも産業公害に程度の差こそあれ関わってくるので、この点についても指摘することにする。

#### (1) 作業現場が刺激臭の強いガス（フューム）が漂う。

メッキ作業工程において、刺激臭のガス（フューム）の発生は

1. 脱脂工程でのアルカリ洗浄によるもの...NaOHを含む
2. 脱スケール工程での酸洗浄によるもの...HCl又はH<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>を含む
3. 上記工程後での中和洗浄によるもの...HCl又はH<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>、又はHNO<sub>3</sub>を含む
4. アノードライジングにおけるカラーリング工程によるもの...H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>を含む

等が挙げられる。特に上記2及び3項によるものが作業現場環境を著しく悪くするものである。ガス（フューム）発生量は、メッキ対象物品の大きさ、処理量からみて極めて少ないものであるが、発生ガス（フューム）が作業現場に貯積することが問題であり、作業者の健康、作業能率の低下の問題を起す。

作業現場の換気は、作業場の天上に設けられた窓による自然換気である。発生ガス成分からみていずれも空気より重たいため、自然換気に対応しにくく作業現場に残留しやすい。従って作業現場の強制換気 - ベンチュレーションシステムの導入が検討され

ねばならない。作業現場の実情に合わせたベンチュレーションシステムは、大がかりなシステムから簡易なファンによるものでいろいろ工夫すべきであるが、設置コスト面を考慮すると、簡易なファンの設置がまず検討されるべきである。

**(2) 水洗工程においてカウンターフロー方式が採用されていない。**

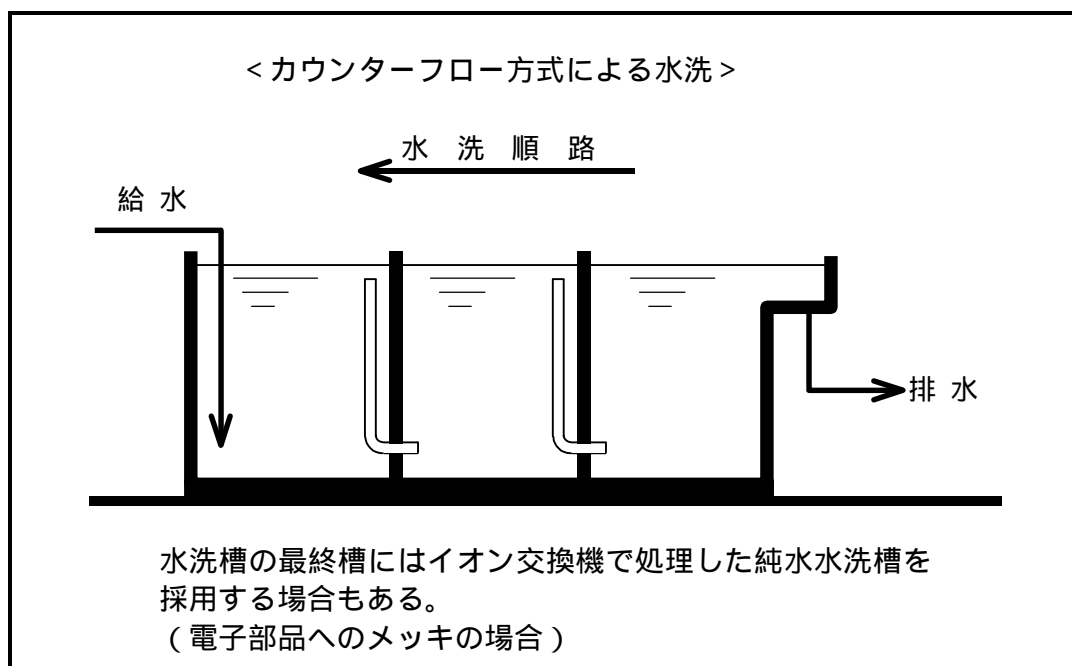
メッキプロセスにおける水洗工程の重要性は、メッキ品質の向上とともに重要視される。

工場調査においてまず目につくのはこの水洗工程は、いずれも貯めて置いた水槽の中に前工程で処理したメッキ対象物を浸漬するのみである。水槽を2槽持っているところでも、基本的には貯めておいた水に浸漬することに変わりはない。

このような水洗を行なうと、本来水洗水のpHが5～9の範囲でなければならないものが、異常なpH値に達するものである。工場訪問時、参考のために水洗水の水質分析を行なった結果、1社ではpH0.6、又他の1社ではpH11を示した。

水洗工程では図10-7に示すカウンターフロー方式が広く採用されている。

**図10-7 カウンターフロー方式による水洗**



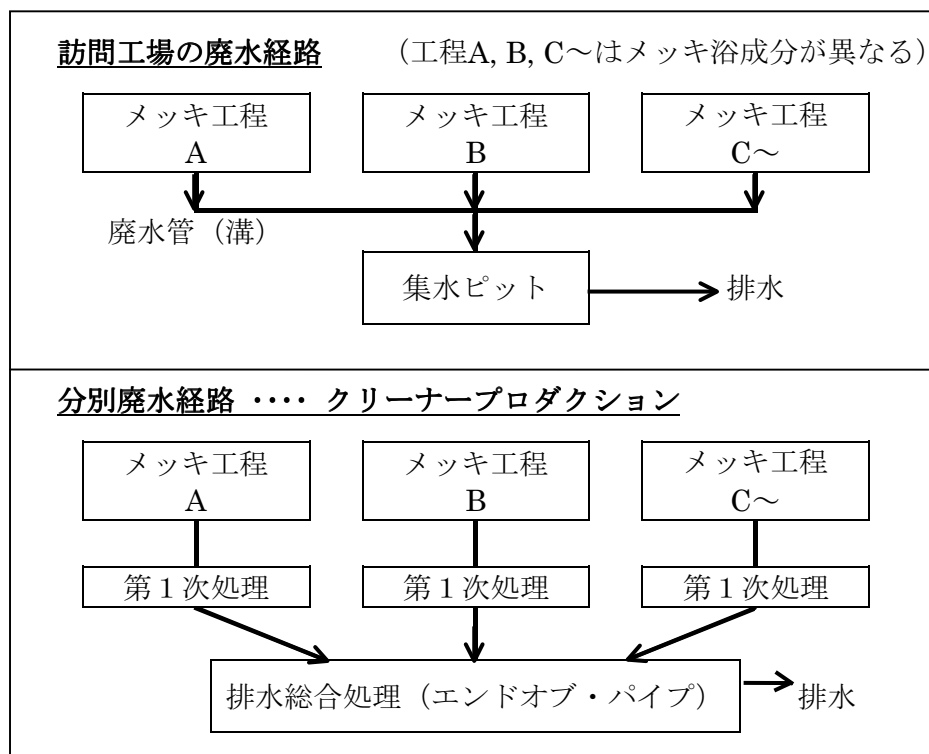
前述した如く、水洗工程はメッキ品質レベルに大きく関わるものであり今後は、メッキ品質が問われることが多くなることは明らかであり、カウンターフロー方式の採用が急がれる。

**(3) 各メッキ工程でのドロッピング水が混合する廃水方式である。**

メッキ工程におけるクリーナープロダクション技術として最も重要なことは、ドロッピング水を各工程毎に分離することである。各工程のドロッピング水が分離されずに廃水溝に流され、集合ピットに集められると各種成分が混合してしまう。混合してしまった水を水処理することは技術的に困難さを伴い、水処理費用がかさむことになる。訪問工場のほとんどの廃水経路は、各メッキ工程のドロッピング水が廃水溝に流され、混合して集合ピットに入る方式である。

図10-8にクリーナープロダクションとしての分別廃水と、訪問工場の採用している廃水経路との比較を示す。

図10-8 廃水経路の比較



**(4) 分析室機能**

メッキ製造技術において、各工程の管理ポイントは、浴成分と温度及び電流・電圧管理である。どの訪問工場においても、それぞれのメッキ部品に関する電流・電圧管理はなされており、作業者がよく注意を払っていた。

浴成分管理は、成分分析を行い、操業毎での変化をチェックし、適切な浴成分になるよう調整を行うことである。操業習熟により、この調整はほぼ1～2週間毎に行なわれるものであるが、調整作業は成分分析結果に基づくものである。この点からラボ設備、ラボ機能がキーファクターとなる。訪問工場の半数はラボ設備がなく、外部の分

析会社又は化学薬品（ケミカルズ）の納入業者に、メッキ浴の成分分析を依頼している。頻度としては1～2週間毎に分析依頼し、浴成分の調整方法をコメントしてもらっている。この方法で浴成分を管理することは一つの方法であり、操業・品質面からの問題を発生することはないと思われる。

ここで指摘したいことは、ラボ設備がないことで、各工程の成分変動に関心が薄らいでいることである。メッキ各工程の日々のpH管理はpH紙によっても十分チェックできるものであり、作業工程の変化状況を掴んでおくことはメッキ技術の基本である。この基本さえもおろそかになつているようだ。

又ラボ設備は、排水の成分管理を行う業務がある。

ラボ設備を持っている企業においても、この排水成分チェックを行っていないのは大きな問題である。ラボ設備を持っていない企業においては、分析が出来ないことで排水成分にまったく無関心になる。先に述べたメッキ技術の基本をおろそかにする傾向が、排水成分の無関心を増幅させている。

#### **(5) クロムメッキで発生するクロム酸ミストへの排気ダクト**

クロムメッキにおいては浴槽よりクロム酸ミスト（クロム6価）が少量であるが発生し作業員にとって極めて有害である。従ってクロムメッキ槽には、ミストを強制排出するためのダクトが設置されねばならない。

訪問工場においては、クロムメッキに対して、メッキ槽の直上にダクトを配置していない工場が1社あったが、工場全体のベンチュレーションは良好であったため特にすぐに問題となることはあるまい。しかし安全第一を考え、ダクト設置の勧告したが、快く応じるとの回答があった。

特筆すべき事項として以下の二点をあげたい。

一つは、従業員3名の工場でのクロムメッキにおいて、メッキ槽の直上ダクトに追加し、槽周辺からもミスト捕集用のダクトを配置していた。極めて簡易なダクトであったが、安全意識の高さを示している。又、二つ目として硬質クロムメッキを実施している工場では、メッキ槽を作業中は完全密閉方式とし、発生するガス、ミストを全て吸引ダクトで捕集し、スプレー方式にてガス、ミストを処理し、クロム金属の回収、ダスト処理を行ない、水回収を行なうシステムを円滑に運転していた。操業技術からみても高度な技術であり、当工場は設備設計から全てを自社にて行なったとのことであり、エンジニアリングの力も高度である。

クロムメッキを行なっている他の工場状況は不明だが、クロム酸ミストに強い関心を示していることが訪問工場で見られたことは、ボゴタ市のみならず、広くコロンビア国全体にも広がることを期待したい。

## 10-3 メッキサブセクターの生産管理技術の現状

### 10-3-1 メッキサブセクター所属企業の管理レベルの現状

#### (1) メッキ企業の特徴

ポゴタ市のメッキ企業は表10-1に示したように約400社といわれ、今回調査において10社を訪問し、その中には比較的大きな規模の工場も含まれていた。

しかし工業国におけるメッキ企業規模よりも一段と小さいものであり、ポゴタ市におけるメッキ企業の特徴を以下のようにまとめることができる。

- 1．工場面積が小さい（200～300m<sup>2</sup>）
- 2．設備が平面配置である。
- 3．作業工程の変化がなく、作業内容がほぼ一定している。
- 4．設備がシンプルであり、メンテナンス作業が少ない。
- 5．作業は人手により行なわれている。

メッキ企業規模が小さくなればなるほど上述の特徴はより強調されてくる。

#### (2) 管理レベルの現状

1) 前項で述べたメッキ企業の特徴から、管理スパンが極めて小さい範囲であり、作業者の変動も少なく、作業者は技術習熟しており、管理者は作業工程をしっかりと把握している。

従って生産管理技術としては、現在の品質技術達成のためには、特に問題とすべき点は少ない。

特筆すべき事項として、今回訪問した10工場中4工場はISO9000を1999年中に取得するために準備中であり、又1工場は既にISO9001、9002を取得し、かつ2000年にはISO14000を取得するための準備に入っている。このことは、現状の管理レベルの高さを示すものである。

又訪問工場の一つには、全ての作業指示を作業各工程毎に徹底させるための表示方式を取っており、極めて高い管理レベルの段階にある。

2) メッキ浴の成分管理については、製造技術の問題点（10-2-3）で述べたが、メッキ浴の劣化傾向の把握は、生産管理技術の視点から必要である。

即ちメッキ浴はメッキ回数を積ねるに従い、不純物が浴中に累積していく。この累積によりメッキ浴は、メッキ効率が徐々に劣化し、メッキ品質も劣化する。

ポゴタ市のメッキ企業各社が管理しているメッキ品質では、高級品質が要求されていないため、このメッキ浴劣化の問題が顕在化していない。

今後は、高級メッキ品質が要求されてくるので、メッキ浴の不純物累積には注意を払うことを勧めたい。

3) メッキ工程各所で使用される水量の管理はなされていないため、工場からの排水量についても、その成分についても管理体制が取られていない。

### 10-3-2 生産管理技術面の問題点

メッキ企業における生産管理技術面の問題点は、公害防止の観点から、水量管理（節水）と排水量及び排水成分の把握がなされていないことである。

メッキ工程中で最も水量使用の多い水洗水は、分別廃水を行ない、中和工程を通し循環水のシステムを検討すべきである。メッキ企業のなかでもアノダイジング、溶融亜鉛メッキ及び溶融ペインティングの一部企業は、既に循環水使用を実施しているので、これらの結果から節水技術として普及させていく必要がある。

現在メッキ企業各社は自社が使用しているメッキ工程の水量把握が十分でなく、排水成分についての管理意識が低い。たとえ、排水処理設備がなくとも、排水量とpHレベルについては、定期管理項目として推移をチェックする必要がある。

## 10-4 メッキサブセクターから発生する産業公害

### 10-4-1 メッキサブセクターからの産業公害原因物質排出状況

メッキ企業における公害問題の主なものはメッキ工程中及び排出処理設備によって発生する沈殿物による汚染と水質の汚染である。その他公害としてあげられる大気汚染、振動、騒音等があるが、特殊な場合を除いて、問題となるケースは少ない。但し、今回の調査を通して大気汚染が局所的に、特に作業環境として問題指摘されるケースがいくつかあった。すなわち、メッキ処理工程中の問題としてクロムメッキにおけるクロム酸ミスト、又、酸洗浄、アルカリ洗浄、中和洗浄時に発生するガス（フューム）が作業現場に蓄積し、作業環境を悪化させ、作業者の健康に有害であると指摘した。このことは訪問会社の幹部に排気ダクト等の設置を求め、クイック・リコメンデーション(1)としてまとめている。

#### (1) 沈殿物の排出状況

メッキ工程中発生する沈殿物については、工場調査でいくつかの工場から回答があった。しかし、回答はあったものの沈殿物の分析結果が判明していないものもありその沈殿物がどのように廃棄されているのかは必ずしも明確ではない。

排水処理設備を有していない工場においては、メッキ工程中に発生する沈殿物は、結果として排水として流出されているのが現状である。従って水質汚染として扱うこと

が出来る。排水処理設備を有している工場では処理後に発生する沈殿物量はそれぞれ把握されており、訪問工場10社中の5社が排水処理設備を設置し、合計約1 ton/月の沈澱物である。沈澱物は中和処理によって出るものであり、それ自体は公害となることはないが、この沈澱物の廃棄場所が適切でなければ、問題となる場合がある。DAMAは、廃棄場所が適切であるかどうか今後調査しておくべきであることをここで指摘しておきたい。

現在の経営環境を考慮すると排水処理設備が今後設置されていく傾向にあるとは言いきれないが、少なくとも大規模の企業では設置の方向にある。現時点においては沈澱物による公害が発生している状況ではないが、今後の問題として適切な処理が望まれることをDAMAは十分認識しておくことが必要である。

## (2) 排水汚染の状況

今回調査において訪問工場で排水の水質分析を行ったのでその結果から排水汚染の状況を見てみたい。メッキプロセスによって当然のことながら排水の水質が異なるのでメッキプロセス別に水質分析結果をまとめる。なおCOD、BOD及びSS等については水質分析を行ったが、当然のことながら問題となるものではないので重金属に関するデータのみをまとめる。

### 1) 電気メッキ — 一般装飾・防錆

(a) 訪問会社3社の水質分析結果を表10-13にまとめる。

表10-13 水質分析結果 (1) mg/l

Visited company	Waste water (m <sup>3</sup> /M)	pH	CN	Cu	Ni	Zn	T. Cr	Al
A	170	3.3 - 1.2	41.5	2.32	0.72	73.6	15.8	-
B	200	2.4 - 6.3	1.7 - 3.1	10.8 - 6.1	75 - 99	10.9 - 5.7	133 - 162	-
C	250	5.5	73	1.4	16.9	56.5	68.1	-
DAMA standard		5 - 9	1.0	0.25	0.2	5.0	1.0	-

(b) 分析結果

表10-13から指摘できる事項を述べる。

a) pH値が大きく変動しているのは、水洗水の排出するタイミングによるものである。このことは、水洗水が貯め置き水であるため、前工程の影響を受け、本来、水洗水のpH値は5～9であるべき値であるが、偏っている。

b) CN値は、メッキ工程でのCN槽の稼働状況を示しており、ドロッピング水が排水中に含まれている。C工場は、排水処理設備を有しているが、CN値73mg/lと高く、この排水処理設備は正常には機能していないことを示している。

c) 重金属 (Cu, Ni, Zn, T. Cr) の値はいずれもDAMA standard を大きく超えており、各工場のメッキ工程の稼働状況の差が、重金属の値の差として表れている。

d) 3社の分析結果を総合的に判断すると、各成分の分析値のDAMA standard からはずれ量はそれぞれCN値で40倍、Cu値で15倍、Ni値で180倍、Zn値で10倍、T. Cr値で80倍となる。

ボゴタ市のメッキ企業の多くは排水処理設備を有していないと想定される。というのは今回の訪問工場は比較的大きい規模のメッキ工場であり、これ以下の規模のメッキ企業の方が多いので、排水処理設備を有し、かつ処理作業を円滑に行っているとは想定できないからである。

注) 第2次調査時、追加工場調査を行なった中に、1社大手メッキ工場があったが、排水処理設備を有していなかった。

## 2) 電気メッキ — 工業用硬質クロム

今回訪問会社1社は、メッキ槽及び廃水系をすべてクローズドタイプで操業しており、排水処理設備が順調に稼働し、水循環を行っている。残水に対して中和槽にて処理するので、排水サンプリングを行うことができなかった。

ボゴタ市には工業用硬質クロムメッキを行っている工場が5社あるとのことであるが、他の4工場がどのような排水処理設備を有しているか判らない。今回訪問工場からの情報では、当工場以外は一般メッキ工場と同様、排水処理設備なしだとのことである。したがってT. Cr値がかなり高いものと想定される。



### 3) 電気メッキ — アノードライジング

(a) 訪問会社 2 社の水質分析結果を表10-14にまとめる。

**表10-14 水質分析結果 (2)** mg/l

Visited company	Waste water (m <sup>3</sup> /M)	pH	CN	Cu	Ni	Zn	T. Cr	Al
D	120	1.96	1.08	-	-	-	-	402
E	60	2.4	0.97	0.05	0.91	1~10	1.85	-
DAMA standard		5 - 9	1.0	0.25	0.2	5.0	1.0	-

(b) 分析結果

表 10-14 から指摘できる事項を述べる。

a) アノードライジングの工程では脱脂工程とアノードライジング工程が主工程であるため、CN及び重金属成分は使用されていないため分析値においても低い値を示している。Al値は 1 社において分析値が取れ 402mg/lと高い値を示しているが水処理設備がないことから当然の結果である。

b) pH値が 2 社とも非常に低く、pH2である。排水のほとんどは水洗水であり、前工程の酸によって、本来pH5～9に保たれるべきpH値が大きく酸に偏ってきているといえる。排水の硫酸イオン値は約300mg/lであることが分析結果で判明しており、排水の中和が必要であることを示している。

c) 2 社の分析結果を総合的に判断すると、水洗水の排出前に中和を考慮する必要がある。中和を行うことにより水洗水の循環使用（再使用）の道が開ける。1 社においては、既に水の再使用の実験に入っており1999年中には完成させたいとのことであり、大いに期待できる。この中和が行えればAl値も自動的に低減される。その他の成分については特に問題となることはない。

注) 詳細工場調査の項で循環使用（再使用）について詳述する。

### 4) 溶融亜鉛メッキ

訪問会社 2 社であったが 1 社のみのサンプリングができたので、水質分析結果を表 10-15に示す。

表10-15 水質分析結果 (3) mg/l

Visited company	Waste water (m <sup>3</sup> /M)	pH	CN	Cu	Ni	Zn	T. Cr	Al
F	40	1.8 - 3.4		0.48 - 0.57	0.45 - 0.54	68 - 74	0.85 - 1.05	-
G	Nearly 0 (?)	(No sampling)						
DAMA standard		5 - 9	1.0	0.25	0.2	5.0	1.0	-

G社は既に水リサイクル設備を稼働させており排水はほとんどないとのことでサンプリングができなかった。

a) 溶融亜鉛メッキの工程では脱スケール又は脱脂工程での酸及びZn値が問題となるが、その他の成分は問題とならない。F社は酸の処理をアルカリで中和し排出しているが亜鉛成分は別系統の廃水溝であるため結果としてZn値が高い値を示している。廃水系路を検討し、中和工程に導くことが出来ればZn値の低減が計られるので、今後の検討を期待したい。

b) 溶融亜鉛メッキ企業は比較的規模の大きい工場であるため、水循環（再使用）を既に検討しており、G社は既に実績を上げており、F社も1999年5月には稼働を予定している。

### 5) 溶融ペインティング

訪問工場 2 社の水質分析結果を表10-16にまとめる。

表10-16 水質分析結果 (4) mg/l

Visited company	Waste water (m <sup>3</sup> /M)	pH	CN	Cu	Ni	Zn	T. Cr	Al
H	700	6.8-6.9	0	<0.04	0.18	6.13	<0.06	-
I	270	6.1	0	<0.04	<0.06	1.19	<0.05	-
DAMA standard		5 - 9	1.0	0.25	0.2	5.0	1.0	-

2 社とも脱スケール工程の酸を中和処理する設備を稼働させており、分析結果に見られるとおり問題のない排水となっている。

## 10-4-2 ポゴタ市における産業公害に対するメッキサブセクターの影響度

産業公害の影響度を検討する際は公害物質の排出量を算出せねばならない。そのためには排出成分値及び排水量をそれぞれの企業にて測定する必要がある。DAMAは既にこれまで多くのメッキ企業に対してデーターを採取しており、データーを整理し、公害物質の排出量を算出すべきである。特に注意しておきたいことは、DAMAが排出成分値にのみ関心を示している傾向があることで、産業公害の低減のためには必ずしも適切とは言い難い。

### (1) メッキ企業からの排水量

訪問工場10社においてほとんどの工場は排水量に関するデーターを把握していない。すなわち工場への供給水量はIN - TAKEポイントに積算計が設置されているが、工場内では使用目的別に分かれるが、それぞれについての水量は不明である。メッキ工程のみを有する工場にあっては、IN-TAKE後はメッキ工程に使用する水（工場用水）と一般使用水（ドメスティック水）とに分かれるが、その量は計算値として説明されるもので実際の使用数値ではない。工場用水と一般使用水とは排水経路が異なっているため前述した水質分析は工場用水経路からの水質である。排水量はどの工場とも不正確な値である。一般使用水の水量は少量であるため、ここではIN-TAKE水量は工場用水と見なして、大胆にメッキ企業の総排水量を算定してみることにする。

表10-3から使用水量とメッキ企業数とにより総排水量を算出すると約3,000m<sup>3</sup>/月となる。この3,000m<sup>3</sup>/月を総排水量とみなすが、きわめて少量の水量である。

メッキ企業の操業度により多少の変動が生じよう。たとえば経済状況が順調で操業度が上がり2倍となったとしても、又、表10-3以外に多量の水を使用する企業が存在するとしても総排水量は10,000m<sup>3</sup>/月に達するとは推定できない。ポゴタ市のメッキ企業の工場用水の使用水量はきわめて少ないのが特徴的である。

### (2) 排出成分及び総排出量

メッキ企業からの排出される排水成分値を前項で論述したが、特に問題となるのは電気メッキ企業のうち、一般装飾、防錆を目的としたメッキ企業であり、ポゴタ市においては約300社が存在すると推定される。（参照：表10-1） その他のメッキ企業であるアノダイジング、溶融亜鉛メッキ及び溶融ペインティング等の企業からの排水には成分的に大きな問題となることは無いと分析値からは判断される。

一般装飾、防錆を目的としたメッキ企業の排出分析値のうち問題となる数値をピックアップし、排水量3,000m<sup>3</sup>/月として総排出量を 表10-17で概観してみる。あくまで多

くの仮説を入れた試算による総排出量であることを十分理解して表10-17を見ていただきたい。

**表10-17 総排出量**

排出成分 (mg/L)	総排出量 (Kg/M)	
	総排水量 : 3,000m <sup>3</sup> /M	(参考) 10,000m <sup>3</sup> /M
CN : 40	120	400
Cu : 4	12	40
Ni : 40	120	400
Zn : 50	150	500
T. Cr : 80	240	800

表10-17からの総排出量によって、メッキ企業のボゴタ市における産業公害影響度を判定することは難しいが、注意すべき事項を述べる。

(a) 総排出量値には、メッキ企業での事故等によるメッキ槽からのメッキ浴の漏れは考慮していない。従って各メッキ企業はもし万一事故等が発生した場合には、排水経路を遮断し一時的に工場内に排水を貯め、緊急処理を行うことが必要である。メッキ企業の多くは排水処理設備を設置していないので事故時の対応策を徹底することが不可欠である。

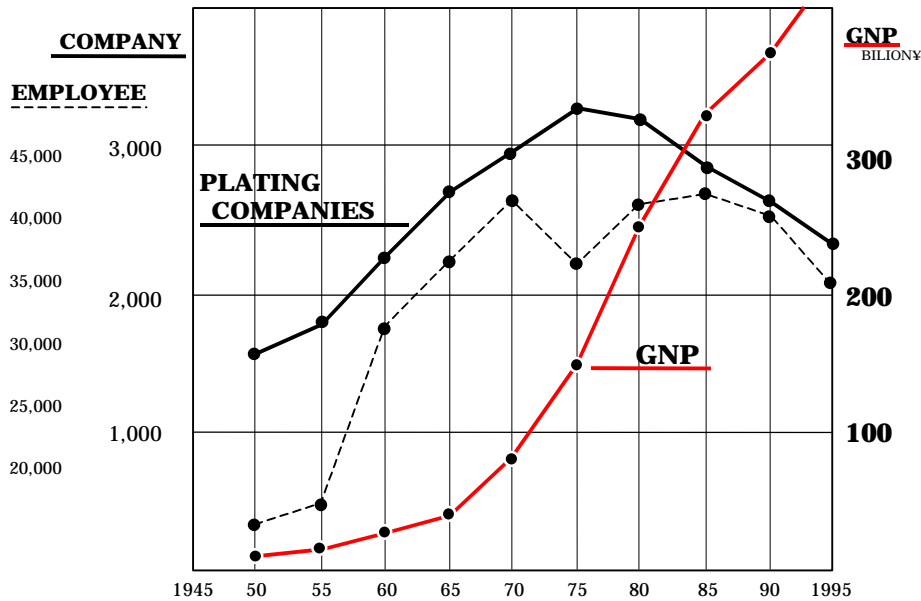
(b) 総排出量は、全てのメッキ企業が同一メッキ工程を持っているとして計算されているが、実際には各企業は異なったメッキ工程になるので総排出量は減少するものと推定される。

(c) しかしCNの毒性を考えると局所的に高濃度のCN値になるケースが想定される。従ってCNメッキ浴を有する企業に対してはDAMAとしても十分監視をする必要がある。またCNメッキ浴を使用しない指導も必要である。

#### 10-4-3 日本におけるメッキサブセクターからの産業公害の歴史及び現状

メッキ産業は比較的多くの化学物質を扱い、しかも他産業の底辺を支える基礎産業であるため都市型の産業として発展してきた。戦後の復興期から経済環境は好況不況の波を受けながらも産業界は大型化・自動化・量産化の方向に著しく成長・発展していったが、それに併せてメッキ産業も発展し、図 10-9に見るように企業数も増加した。

図10-9 DEVELOPMENT OF PLATING INDUSTRIES



産業界の発展が見られる一方では、1955年代末頃から産業公害が社会問題化した。特にメッキ業界にあっては、1963、1964年の東京地区における河川へのシアン含有排水の流出事故がきっかけとなり、メッキ排水公害がクローズアップされるようになった。本章では、メッキ産業が引き起こした公害問題、メッキ業界及び政府が取り組んだ公害防止の諸策を中心に概説したい。

## (1) 公害問題

### 1) シアン問題

a) 東京都南部の水源であった多摩川の支流に大量のシアン流出事故が1963年に発生した。浄水場の取水は中止されたため一部の地区は給水停止となり社会問題となった。原因は大手機械メーカーの銅メッキ液が濾過機事故により大量に流出したものである。

b) 1969年、2度（4月・10月）にわたり、東京大田区大森の下水道構内でシアン酸（シアン化水素）ガスが原因と見られる人身事故が発生した。メッキ工場の濃厚シアン廃液又は排水の酸性化によるものと論議された。同年、多摩川中流域・下流域・八王子など、さらに中部地区の木曽川でシアンの流出事故が重なった。これら一連の事故は有害物質に対する管理意識の欠如とずさんな排水管理が原因とみなされた。

これらの問題を反省し排水の処理設備、処理技術が官民あげて真剣に検討され数多くの新技術、新処理方法が確立されていった。

## 2) カドミウム問題

神通川流域に発生したイタイタイ病を、厚生省がカドミウム公害と認定したのは1968年である。同様の被害があるとして、通商産業省(通産省)や東京都の公害局が実態調査を始め、一斉に取り締まりが開始され、摘発された事務所は大企業から小規模のメッキ工場まで東京都内で49社に達し、社会問題になった。当時の通産省の総点検においても、全国でカドミウムの取り扱い工場が252社、基準を超えていたものが142社に達していた。メッキ関係者の組合はカドミウムメッキの中止を全国組織を通じて申し合わせた。

諸外国にも、この時に至るまで、規制や処理対策の例はなかった。窮余の末のイオン交換法さえも、溶離再生の際の水洗水中のカドミウム濃度の保証が難しく、試行錯誤の末、炭酸カドミウム沈殿分離法、アルミニウム電解浮上法など特殊な処理方法を独自に開発し、航空機・防衛機器など、安全対策上必須の部品に対して、メッキ加工が再会されたのは1年以上後のことになる。

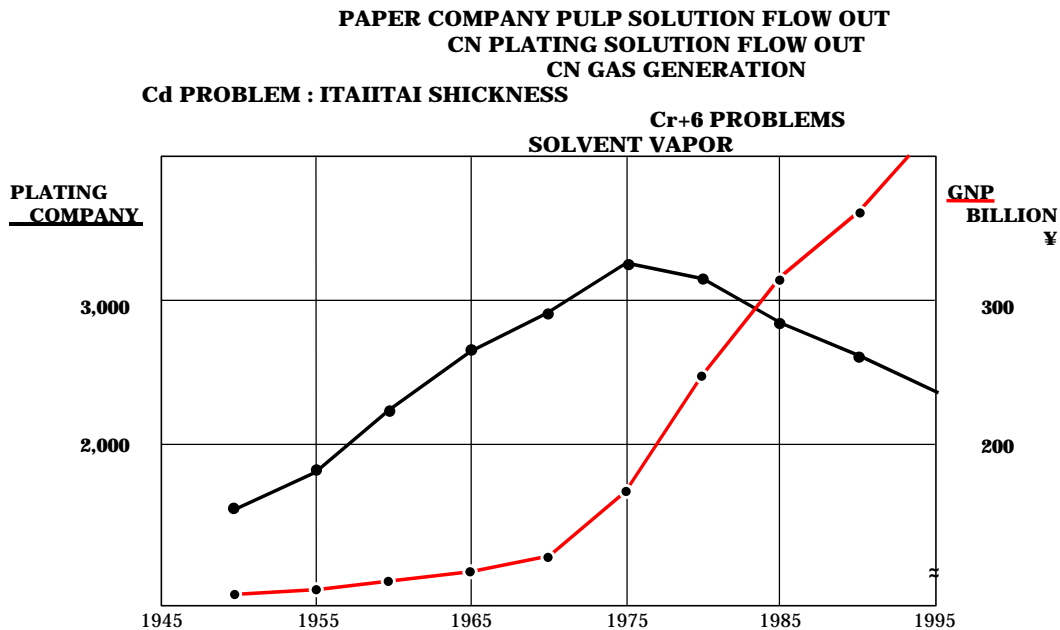
## 3) 六価クロムの問題

1975年、六価クロムによる社会的な問題が発生し、電気メッキ業者もその余波を受けて、過去に遡る問題の追求を受ける事態が生じた。クロム酸メーカーの、東京都内における過去数十年の鉍滓の埋設地における六価クロム溶出の問題であったが、当時発ガン性物質の追及が厳しくなったときであり、メッキ工場の作業環境や、作業者の鼻中隔穿孔の検索の問題にまで発展した。メッキ業者が組織的に活動していた地域では特殊健康診断を含む定期検診並びに作業環境の定期測定に徹底した努力が払われ、メッキ業者の六価クロムに対する公害防止への取り組みが本格化した。

## 4) 塩素系有機溶剤の問題

1955年代に入り、前処理の合理化と脱脂洗浄の徹底を目的に、トリクロロエチレンなどの塩素系有機溶剤がメッキ行程にも利用されはじめ、品質の向上や油脂の流出防止に極めて効果的なことから、急速に業界に広がっていった。しかし地球規模で進んでいるフロンによるオゾン層の破壊防止対策(1985年ウィーン条約、1987年モントリオール議定書)の一環としてトリクロロエタンの使用禁止が法律化した。メッキ業界は代替溶剤に切り替えるとともに有機溶剤を使用しない方向に進んでいる。図10-10に公害問題発生時期とメッキ産業発展期との関係をまとめた。

図10-10 ENVIROMENTAL PROBLEMS



(2) 官民の公害防止への取り組み

電気メッキ業は、都市型の産業として育ち、それぞれが、工場内外の環境には格別な配慮を払いながら今日に至った。特に1958年の「工場排水等の規制に関する法律」以降、1967年の「公害対策基本法」の制定、1970年の「水質汚濁防止法」の公布などが続き、徹底した排水の無害化処理なくしては、事業の継続は出来なかったのである。

当時の中小企業の規模と技術で、法規制に完璧に対処する事は容易ではなかった。新技術の開発や、新たな設備投資を行うためには、同業者の技術的な協力と公共の資金の導入が必要とされ、事業所個々の努力は勿論、地方単位組合組織及び全国メッキ工業組合連合会（全鍍連）組織の総力を結集して、公害対策に当たったのである。

行政は、この組織を通して指導の徹底をはかることが出来た。公害対策のために業界の結束を強め、1974年には約3900余を数えた専門者の89%、3490社を組合員とし、中小企業団の中では最高の組織率を誇るまでに至った。

1) 公害対策の協同化・・・メッキ工業団地

中小企業が中心の都市型産業の合理化のために、共同して事業活動を行うことが出来ればそのメリットは極めて大きく、制度としての集団化・協同化が考えられた。特に協同で公害防止対策や除害処理及びその管理を行う効果は顕著であり、電気メッキ業界では、早くから集団化の取り組みが始まった。地方行政の積極的な施策と助成を受け、次々と電気メッキ中心の団地化計画が推進され、完成を見るに至った（1968年葛

飾鍍金工場アパート、1971年高崎金属工業団地など）。この動きは、1973年のオイルショック後の長期不況にも関わらず、工費36億超える大規模な協同化（京浜島中央鍍金工業団地）を含め、群馬、新潟、山梨、東京、兵庫、広島、長野、千葉、北海道など各地総行政区の各都市で23カ所の団地に広がり（以後さらに増加し約30カ所に達している）、公害対策技術の面においても、金属別の再資源化システム、本格的なクロード化システムなど、多くの画期的な試みが開発され、実現した。

## 2) 行政による公害防止

1971年、当時の通産省鉱山石炭局（現基礎産業局）では、業界の排水による公害への対策を徹底するために、年毎に予算を計上し、メッキ工場の巡回指導を実施することになった。同指導の実施に当たっては「電気メッキ排水処理研究委員会」が学識経験者、全鍍連を主体とするメッキ専門の指導者等によって構成された。指導テキストとして「電気メッキ排水処理指導基準」を作成し、全国共通の基準によって、指導員には各地方の公設研究機関の担当官が当たり、つぶさにメッキ専門工場の現場で具体的に公害防止特に排水処理技術などについての指導が行われた。1974年度からは、巡回指導の他、全国6地区のブロック別（北海道・東北、関東、中部、近畿、中国・四国、九州）に、各地方通産局を拠点に排水処理技術並びに関連メッキ技術などの「ブロック別研修会」が通産省の主催により毎年実施された。このように、法による規制と共に、公害防止の徹底のために、通産省も多くの施策を講じてきた。

## (3) 環境保全に対する今後の課題

地球規模で環境保全に対して、積極的な取り組みをしなければ、産業全体が「持続可能な発展」は望めない。日本のメッキ産業はこれまで公害対策が効果を上げ公害問題を克服してきた。しかし今後ともさらに一歩進んだ環境保全策を検討していく必要があり、その検討項目を列記する。

1. 危機管理            事故、災害時への対応処理策
2. 有害物質の地下浸透並びに土壤汚染の防止
3. 閉鎖性海域流入施設のCOD対策
4. 回収と再資源化
5. 有機溶剤対策
6. 無電解ニッケルメッキ液蒸発対策



## 10-5 メッキサブセクターにおける技術的改善策

### 10-4-1 メッキサブセクターにおけるクリーナープロダクション技術の推進による改善策

#### (1) 製造技術面の改善策

訪問工場の調査を通して、メッキ企業の実態を見てきたが、製造技術面において改善すべき事項を指摘する。

##### 1) CNメッキ浴の削減

メッキ技術は、これまでの技術蓄積のうちCNメッキ浴が、一つの方向で強調される面がある。中小規模のメッキ企業においては、排水処理設備の設置が、経済的にも、経営面からも難しいのが現状であり、CNの毒性を考えるとCNメッキ浴を使用しないメッキ浴への切替が検討されねばならない。

銅メッキにおいては、CNメッキ浴を使用せず硫酸銅メッキ浴の使用が一つの方向である。

ボゴタ市のメッキ企業のなかにはこのことに留意し、CNメッキ浴の廃止を検討している企業もある。

##### 2) ドロッピング水の分別廃水

メッキ工程中で、工程間におけるドロッピング水は避けることのできないが、ドロッピング水の分別廃水ができるシステムを構築すべきである。

作業床で各工程間のドロッピング水が混り合う廃水システムでは、簡易な水処理技術を適用しようとしても多くの問題点を抱えてしまう。

前述した如く排水処理設備を設置できないメッキ企業においても、分別廃水システムを取ることで、例えばCNに限って排水処理を行なうことができ、かつ分別廃水システムのため、処理すべき水量が少なくなり、処理が効率的に実施できる。

##### 3) 水洗水の中和による再使用

水洗水はメッキ工程のなかで最も大きな水使用量となる。各工程の水洗水の成分を検討し、酸及びアルカリ度に応じた水洗水同士による中和工程を導入することにより、水リサイクルを積極的に採用すべきである。

水リサイクルにより水使用量の大幅な削減が実現されるので、クリーナープロダクション技術であると同時に経済的効果も上げることができる。

#### (2) 生産管理面の改善策

メッキ企業から廃棄物（公害物質）を出さないようにするためには、生産管理面から

の以下のような改善策が上げられる。

各メッキ企業の実情で全てを取り入れることはできないであろうが、改善方向の大きな指標になるので列記してみる。

1. 受入検査を徹底し、工程内に不良原因を持たせない。
2. 浴組成まで含め、設備の予防保全に徹し、事故を含め必要以上の運転をしない。
3. リサイクルしやすいメッキ並びに前後処理及びメッキ工程を選ぶ。
4. 必要以外の処に、また、必要以上のメッキを着けない。
5. 事業所の内外を含め、無駄な運搬・運送を一切しない。
6. 治具の管理を徹底し、不完全な治具を使用しない。
7. 品質にかかわらない限りメッキ工程をできるだけシンプルにする。
8. メッキを含め処理液の濃度管理を徹底し、必要最低限の濃度に努める。
9. 適切な浴の流動攪拌と、電流分布の均一化を図り無駄なメッキを防ぐ。
10. メッキを含め処理液の老化を防止し、省資源省エネルギーに努める。
11. 節水、回収を徹底し、排水処理の負荷を低減する。
12. 熱管理、電流管理、水管理を徹底し、省エネルギーに努める。
13. メッキ工程を排水処理の物質収支を明確にし、薬材の浪費を防ぐ。
14. 濃厚廃液、金属スラッジを適切に保管し、再資源化に努める。
15. 原料、設備、器材のリサイクルに努め、廃棄物の減量化を徹底する。

### **(3) 産業公害原因物質排出量低減策**

#### **1) Q/R(1)に対する各社の対応**

第1次調査において調査チームは各社に対して

1. 整理整頓を含む5S
2. 作業場環境の改善
3. 集水口（排出口）の管理又は改善
4. 水循環システムの検討と促進

等を勧め、Q/R(1)にまとめ提案した。これらの提案は産業公害低減策の一環として行なったものである。

第2調査においてフォローアップ調査として、詳細工場調査（2社）をやらない残り8社に対してQ/R(1)への対応状況をチェックした。

各社とも経済状況が悪く生産がダウンしたことで作業のあき時間を有効活用し、このQ/R(1)に真剣に取り組んでいた。その結果を表10-18にまとめた。

**表10-18(1) Visited Companies for Follow-up (2nd Stage)**

Visited Date	February 12, 1999	February 12, 1999	February 19, 1999	February 19, 1999
Company	MECROTEC	COLOMBIANA ANODIZADOS	GUTEMBERTO	IMEGA
1. Executed contents for Q. R.	Acomplishment of 3 S.	Improvement on 3 S. (Preparation Yard) (Product Yard)	3 S. in Coil yard & Disposal yard: very good	Operator's corridor: Strongly binded.
2. Contents (Under Study) for Q. R.		Fuel Oil  LPG (April '99)	Under construction of collection pit: ● Oil separation 1 3 ● Pit volume up (completion in the middle of March '99)	
3. Further improvement	1. Improvement of sand blast chamber. 2. Improvement of water recycling. (Two ion exchanger)	Water recycling system under construction	1. Same as above 2. Installation plan of the filter press after neutralization (August 1999)	Water recycling system in preparation phase. (End of March '99)

**表10-18(2) Visited Companies for Follow-up (2nd Stage)**

Visited Date	February 23, 1999	February 25, 1999	February 25, 1999	February 25, 1999
Company	INDUSTRIAL ELECTROQUIMICA	ACERAL ESTRUCTURAL	CHALLENGER	GALVANOTECNIA
1. Executed contents for Q. R.	Improvement of venturation (natural)	Water recycling system completion : Jan '99     June '99	Plating system : No operation December '98	<p style="text-align: center;"><u>SELLING</u></p> <p>Representative: Margarita Colina 1979: Purchasing of this company. 1995: Installation of water treatment facility underground. 1st tank: 2m<sup>3</sup> 2nd tank: 3m<sup>3</sup> 3rd tank: 5m<sup>3</sup> 4th tank: 5m<sup>3</sup> Construction cost: 20 million pesos. Observation of DAMA's guide. December '98, stopped business due to loans &amp; not competitive product price.</p>
2. Contents (Under Study) for Q. R.	Advanced water treatment facility. (Automatic control)	-		
3. Further improvement	1. Filling system. (standards and instruction) 2. Removal of CN bath.	-	Water recycling system is now being planned.	

## 10-5-2 メッキサブセクターにおけるエンド・オブ・パイプ技術の改善策

### (1) 調査した工場の排水処理設備の概要

1次調査の対象となった10工場の内、一般的なメッキ工場は4工場あり、他は2工場が亜鉛の溶融メッキを、同じく2工場がアルミニウムの陽極酸化を行っており、残りの2社は酸やアルカリによる金属の表面処理を行っている。一般的メッキ工場の特徴である排水中の重金属を除去するために、中和後に凝集・沈殿装置を備えているのは1工場のみであった（CHALLENGER社）。また、メッキの前処理工程では酸・アルカリ液を使用するので、中和槽を設置している工場が3社あった（CHALLENGER社、GUTEMBERG社、GALVANOTECHNICA社）。一方排水中に含まれるCOD、BOD、SS等の除去のための処理設備を有している工場は皆無であった。また、簡単な油分離槽を備えている工場が1社あったが、これはアルカリ脱脂液の排水処理のためだけでなく、排水系統からみても、工場の機械油、潤滑油の分離も兼ねている（GUTEMBERG社）。

これらの処理装置が期待される効果を発揮しているかどうかの評価は、「10-4-1 メッキサブセクターからの産業公害原因物質排出状況」の項で明らかであるが、凝集沈殿装置においては、運転管理状況が良好であり、重金属のCr、Ni、Cu等は90%程度除去されており、排水濃度もDAMAの基準値をクリアしている。また、この工場は処理装置の前に、排水の濃度変動を吸収するために、50m<sup>3</sup>程度の均一化槽を備えており排水のpHも基準値を満足しており安定している。従って、この凝集沈殿設備については当面改善を必要としないが、オンラインでのpH指示計を装着すれば、工程変動に対応が早めに取りれるようになり、更に良好な管理が出来るようになる。

### (2) 処理装置の改善策

調査の対象とした10工場において、一般メッキを行っている5社は勿論のこと、その他の工場でも素材の前処理のため、必ず酸及びアルカリを使用するので廃酸・廃アルカリやその洗浄水を排水として放流するには、必ずpHの調整槽が必要である。早急に現状の改善が望まれる。

また、pHを調整することはメッキ廃水中に含まれる重金属を金属水酸化物として沈殿させることができるので上澄み液を放流すれば、現在メッキ企業から排出されている重金属の汚濁負荷は大幅に減少すると思われる。この場合沈降したスラッジにも適切な処置が必要であるのは勿論のことである。工場の規模が小さいところでは、一つの処理案として、定期的に沈殿物を汲み出して簡単な脱水を行った後、管理型処分場、または遮断型処分場に相当する埋め立て地に投棄が可能であろう。

排水量の多い工場では、CN及び6価Crのような有毒物質の処理が必要である。シアンを含む廃水の処理は、図10-11に示すような工程で、アルカリ性液中で次亜塩素酸

等でシアンを酸化する。シアンの酸化は1次反応と2次反応に分かれ、1次反応でシアンがシアン酸に、2次反応でシアン酸が窒素と炭酸ガスに分解される。また、濃度の薄い6価クロムイオンは、耐酸性のイオン交換樹脂で吸着させ除去できるが、一般的な方法は、廃水中の6価Crを重亜硫酸ソーダなどで還元して3価Crイオンとしてから、アルカリ剤を加えて、水酸化クロムを沈殿させる（図10-12）。

図10-11 アルカリ塩素法によるシアン廃水処理

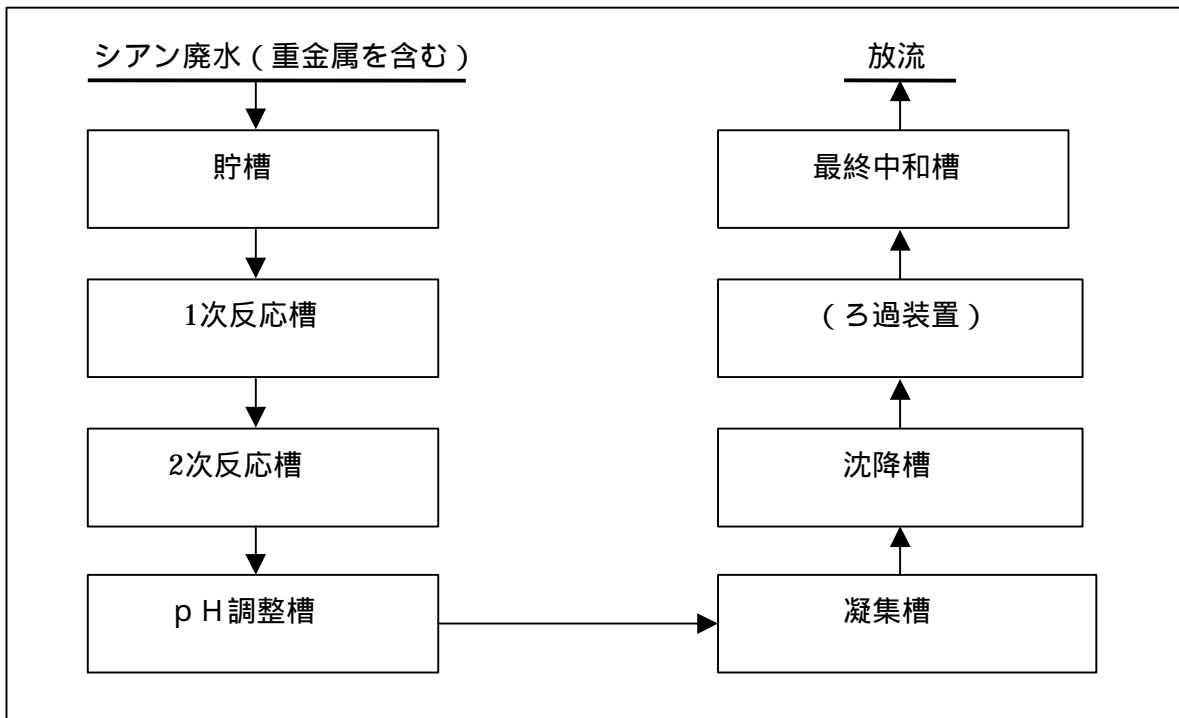
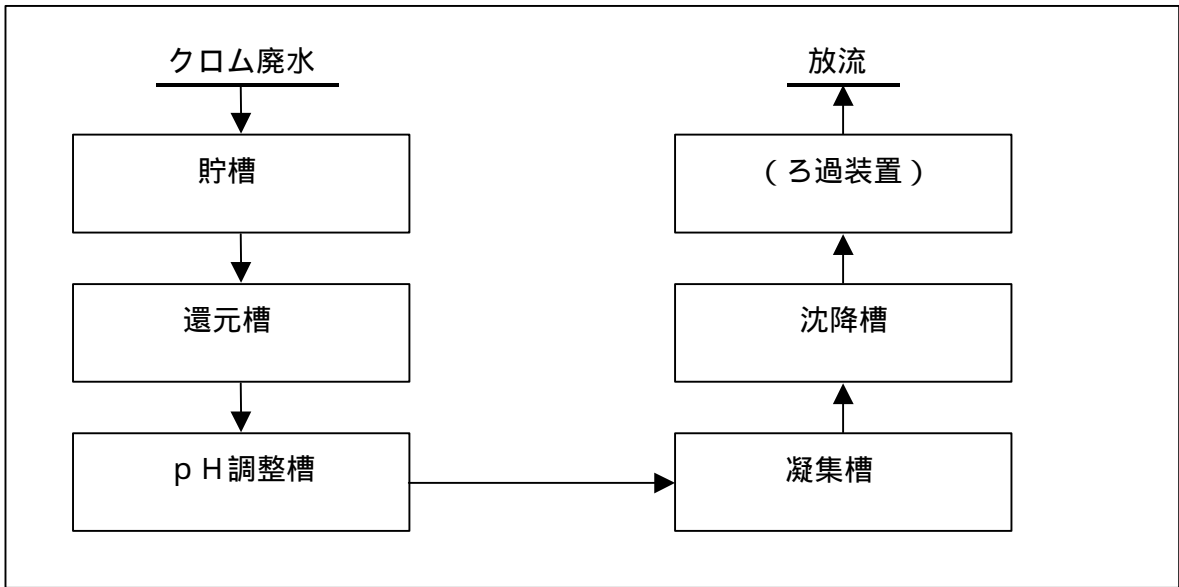


図10-12 還元法によるクロム廃水処理



また、標準的なメッキ排水処理工程を簡単にブロックダイアグラムフローシートで表せば、図10-13の如くなる。この工程図にあるようにシアン系廃水、クロム系廃水、酸・アルカリ系廃水を厳密に分離して、各々処理を行った後、最終的に再度pHを調整して放流するのが、最も標準的な処理方法である。実際のプラントではそれぞれの系の廃水を、更に濃厚液と、低濃度液に分けて処理するのが効率的である。

図10-13 標準的なメッキ廃水処理工程

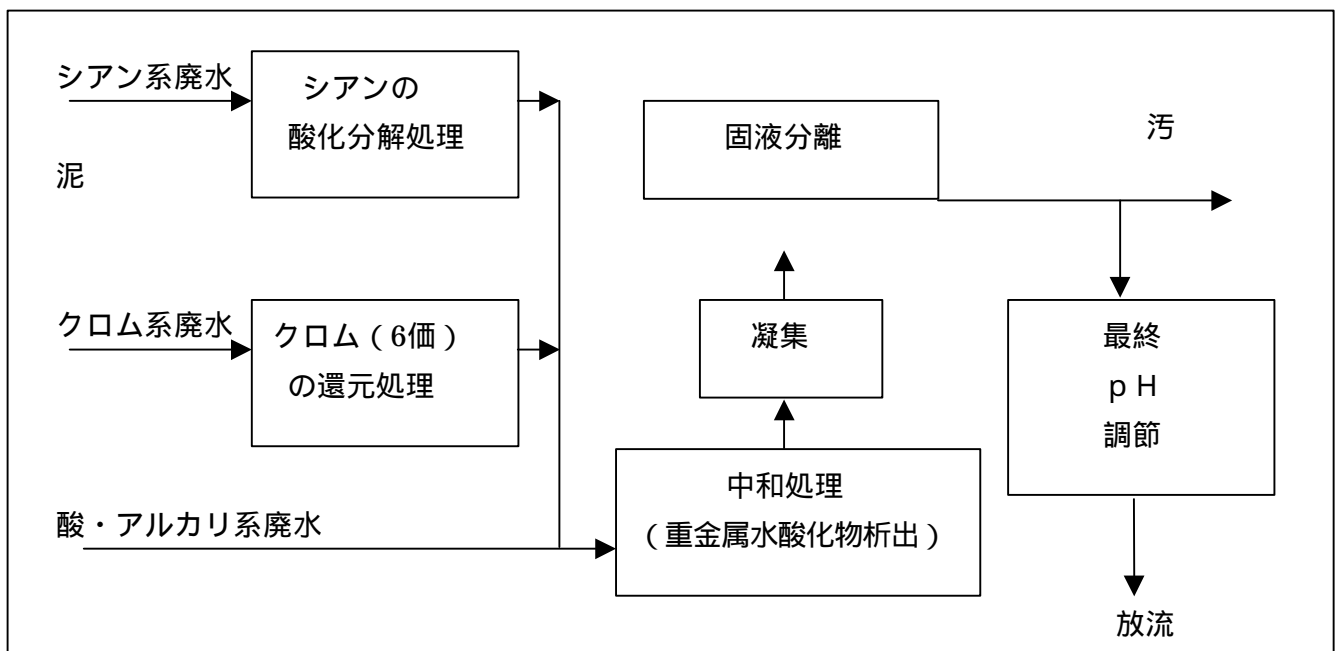


図10-13に示されるような連続処理工程では実際の装置となると、酸・アルカリ・凝

集剤のような薬品タンク等も必要となり槽の数だけでも30-50槽も要する設備となり多額の投資を必要とする。従って、小規模工場が多い業界にとって、早急の整備は困難であろう。

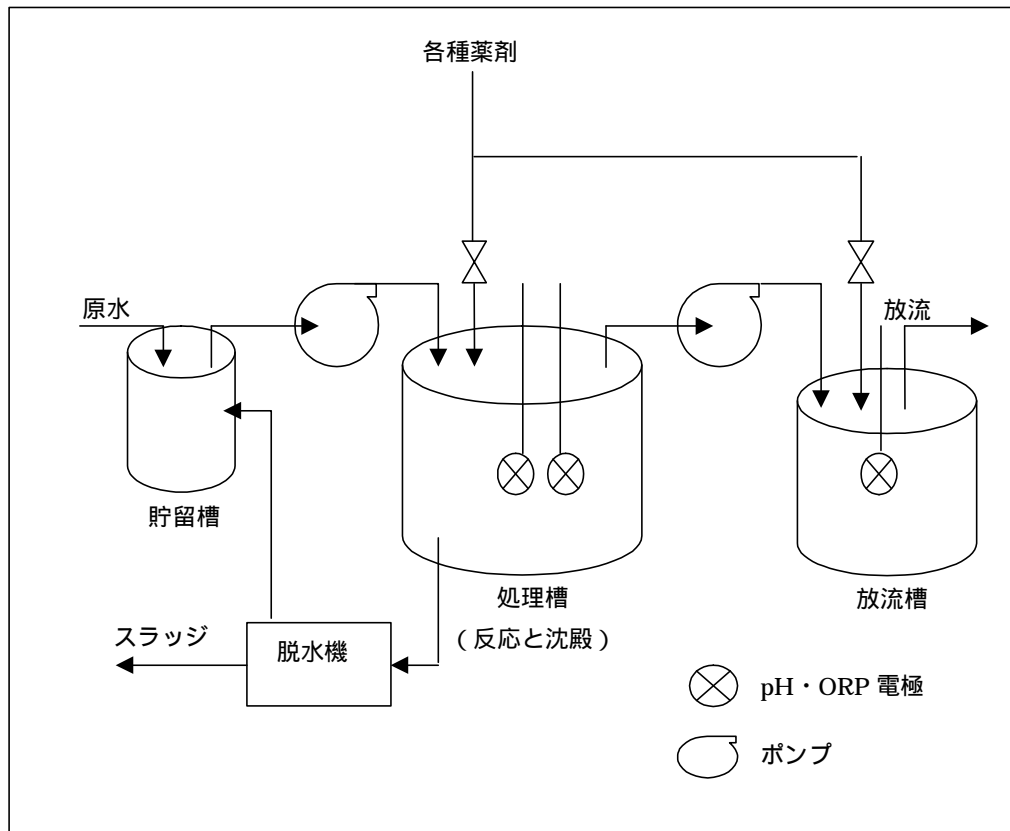
小規模（日間排水量が5 m<sup>3</sup>以下）メッキ工場であれば、図10-14に示すような回分式処理装置が処理槽の数もずっと少なくなり適切である。

この回分式処理においても、貯留槽と沈殿スラッジの後処理装置は装備する必要がある。

調査した10工場においては、シアンやクロムを処理する既設の装置が無かったため、近い将来に必要となるであろうメッキ工場の標準的な排水処理装置について記述した。幾つかの工場が、将来に備えて処理装置を計画しており、また実際に処理装置を建設中の工場もあった。

しかし、大半の工場においては、処理装置を設置するスペースに余裕が無いように見受けられた。複数以上の小規模工場の排水を集積して1つの処理工場で排水処理をするような方式が得策である。従って、後で述べるようなメッキ産業再配置計画等の構想をなるべく早く具体化することも必要と考える。

図10-14 回分式メッキ排水処理の例





## 10-6 メッキサブセクターにおける産業公害低減推進計画案

### 10-6-1 メッキ産業再配置計画との関連

DAMAは、中小企業の公害対策の一環としてメッキ企業を含む複数の中小企業を集め、排水処理設備を共用化した工業団地計画を立案中である。

第2次調査においてこの工業団地計画についてDAMA、ACERCAR及び業界関係部門（ASOMMETAL（中小企業金属加工組合）、FEDEMETAL（金属協会）等）と打合せを持った。

第2次調査前に実施されたSEMINARにおいて、メッキセクションには「日本でのメッキ工業団地の実情、実績」を説明して欲しいとの上記各部門からの要請に応じた経緯もあり、関係者との打合せは有意義であった。

本項では、これらの関係部門の考え方をまとめ、日本の実績から計画推進に対して留意すべき事項を述べる。

又、日本での実績の一例を示し、計画推進の参考に供したい。

#### (1) 関係部門の工業団地に関する取り組み

##### 1) DAMAの工業団地計画案

対象産業としては以下の5業種を考えている。

1. 皮なめし業
2. 鳥肉加工業
3. メッキ業
4. 金属加工業
5. プラスチック廃品再生業

それぞれの小規模企業を集め、これまで5回の説明会を開催した（1998年7月～12月）。この説明会に使用された資料をDAMAに要求したが口頭説明とすることで、具体的な目標（いつ、どこに、だれが、どのような業種で、どのように工業団地建設をするのか）は不明瞭である。工業団地計画のPre-studyに着手しはじめたというのが実情である。但し、このPre-studyのための予算は確保している。

##### 2) ACERCARの行なっている工業団地計画への協力

メッキ企業は業界としての組合（Association）を組織していないため、業界への伝達、業界からの意見を収集する機構はACERCARが代役している。

メッキ企業の工業団地計画を調査するためのコンサルタント業務内容を整理し、Pre-study契約につきACERCARが、DAMAに協力している。

ACERCARと調査チームとは上記につき十分協議できた。

### **3) ASOMMETAL (中小企業金属加工組合)との協議**

ACERCARの紹介でASOMMETALと工業団地計画につき打合せた。

ASOMMETALは中小企業金属加工組合であり、かつ地域企業組合の性格を持ち、1989年に設立され、現在70社が参加している。ASOMMETALは1992年より電力供給問題解決策として工業団地計画を検討し、合せて産業公害低減策も考慮していた。団地用の土地の確保が出来たが、ボゴタ市の都市計画のため工業団地計画が中断し、現在はDAMAの工業団地計画の推進に歩調を合わせている。この組合に参加している企業の中にプラスチック再生メーカー2社が入っているとのことで、仲間として工業団地で一緒に仕事をしたいとの意見であった。又、メッキ企業とは業務の関連性が強く、ビジネスチャンスの拡大の可能性が高く、同一の工業団地での業務運営を望んでいる。

### **4) FEDEMETAL (金属協会)の考え方**

FEDEMETALの参加企業は金属関連の企業であり当然のことながらメッキ企業も含まれている。しかし参加企業の規模は大もしくは中企業であり今回調査で訪問した電気メッキの中小企業は参加していない。

FEDEMETALとしては、中小企業の工業団地建設を強く望んでおり、今回のSeminarで日本の工業団地の実績説明を強く要請した。FEDEMETALは、メッキ中小企業の産業公害対策の決め手は、この工業団地によるとの見解を持っている。

以上の関係部門の動きより理解出来るように、工業団地計画は、現在Pre-study段階である。

### **(2) 工業団地計画の必要性**

メッキ企業のほとんどは、中小企業であり各社ともに経営事情は苦しいと判断する。従って各社がそれぞれに公害防止のため排水処理設備を設置することは難しいのが実情である。

いくつかの企業が集まり、それぞれの企業から排出される各種公害成分を含む廃水を共用化した排水処理設備で処理することは、コストの面から又処理技術向上の面からも望ましい姿である。

特にコスト面からみて、複数企業が建設費、操業費を分担しあうことによるしか、排水処理設備は設置できない。経営面からみても、関連業種が集まることでビジネスチャンスが拡大し相乗効果も期待できる。

従って工業団地計画のPre-studyをDAMAは早急に着手すべきである。

### **(3) 日本におけるメッキ工業団地の実情**

日本のメッキ産業は、10-4-3項で述べた如く、公害対策の一環としてメッキ工業団地

を実現し、公害問題を克服してきた経験を有している。

現在、約30箇所にメッキ工場団地があり、共有する排水処理設備により公害対策技術の面においても、金属別の再資源化システムなど多くの画期的な試みが開発され、安定した稼働が行なわれている。この中から一つの工業団地について概説するので参考にさせていただきたい。

### 1) メッキ工業団地の規模

東京都城南地区（大田、品川、港区）の住宅地に散在していた典型的な公害発生型中小零細企業が、国および都の指導に従い1977年に工業専用地域である大田区京浜島に工業団地を建設して集団化移転した。

構成としては、電気メッキ及びアルマイト専門工場11社、メッキ材料業者1社およびメッキ設備メーカー1社から成り、これに工場排水を集中処理する共同処理センターを加えて合計14事業所(社)となっている。サイトの敷地面積約20,000m<sup>2</sup>、全従業員は約400名である。

サイトは東京都が用意した工業専用地である。

### 2) 参加企業のメッキ内容

表10-19に参加企業14社のメッキ内容及び業務内容を示す。

表10-19 参加企業の業務内容

参加企業	業務内容
A	プラスチック上のメッキ（自動車、家電部品）
B	Cu, Niおよび貴金属のバレルメッキ
C	Ag, Snおよびはんだのバレルメッキ
D	照明部品のAu, Cu, Ni, Crメッキ、電着塗装
E	Cu, Ni, Cr, Znメッキ
F	Cu, Ni, Cr, Auメッキ、無電解Niメッキ、硬質Crメッキ
G	アルミニウム陽極酸化（アノダイジング）
H	プリント基板のスルーホールメッキ
I	プラスチック上のメッキ（家電部品）
J	電子部品への連続Cu, Agメッキ
K	Cu, Ni, Cr, Zn, Snメッキ、無電解Niメッキ
L	メッキ材料販売
M	メッキ装置製造
N	共同公害処理センター（排水処理センター）

L社は、メッキ材料（ケミカル薬品等）販売であり、メッキ企業各社へのメッキ材料の供給と材料保管、管理も行なっている。

M社は、メッキ装置製造メーカーであるが、メッキ企業各社に対しては、メンテナン

ス業務も行なっている。

N社は各企業からの排水処理を行なうが、N社から各企業に対して排水計画、管理の指示が出される。

このN社は各企業から出資設立された企業であり、排水処理の責任を持つと同時に排水処理費用を各社に分担させている。常時2名により排水処理設備の運転管理にあっている。

### 3) 工業団地が完成するまでの歩み

表10-20に計画段階から完成までの期間をまとめる。

**表10-20 工業団地完成までの歩み**

1945年：メッキ企業の有志の集合...組合結成
1969年：メッキ企業の近代化のための事業研究会発足
1971年：東京都の工業団地に、移転計画案提出
1976年1月：移転計画案が東京都で審査完了、了承
1976年8月：実行計画
1976年9月：建物建設着工
1977年7月：建設工事完了、各企業入居開始
1977年8月：操業開始
建設期間：1年3ヶ月、総工事費4,150,000,000円

### 4) 工業団地の運営の理念

工業団地の設計から以下に述べる基本理念が通されている。

(a) **常識を破った節水** メッキの生命とも言うべき水の使用量が、移転条件として業界の平均使用量の10分の1という量に制限されたが、将来の公害問題の解決は、節水にあるとの信念に基づいて、すべての設備に節水方式を採用し、排水処理設備の能力を、日量120m<sup>3</sup>という小規模なものにしている。

(b) **有価物質の回収** 産業廃棄物の発生量を最小限にするため、まだ経済的には疑問はあるが、有価物質の大部分を回収し、メッキ工場の最大の難問題であるスラッジの発生量を、極力おさえる方法が採用されている。

(c) **排ガス処理** メッキ工場の作業環境を改善すると同時に、大気汚染防止の目的とした完全な排ガス処理設備が、全工程に採用されている。

(d) 公害防止計画と省資源対策を、各企業の実情を考え、個々の企業責任で実施することと、共同処理するものとの整理し、これを団地全体のシステムとして、最も経済

的に処理できるような方式としている。

(e) メッキ業者11社、メッキ設備業者1社、メッキ材料供給業者1社の計13法人(社)を、7棟の建物に収容し、有機的な業務提携を図ると共に、設備修理保全、材料購売業務の簡素化など、多くの合理化対策を取り入れている。

#### 5) 共同公害防止処理センターの機能

図10-15に共同公害処理センター（排水処理設備センター）の機能を示す。

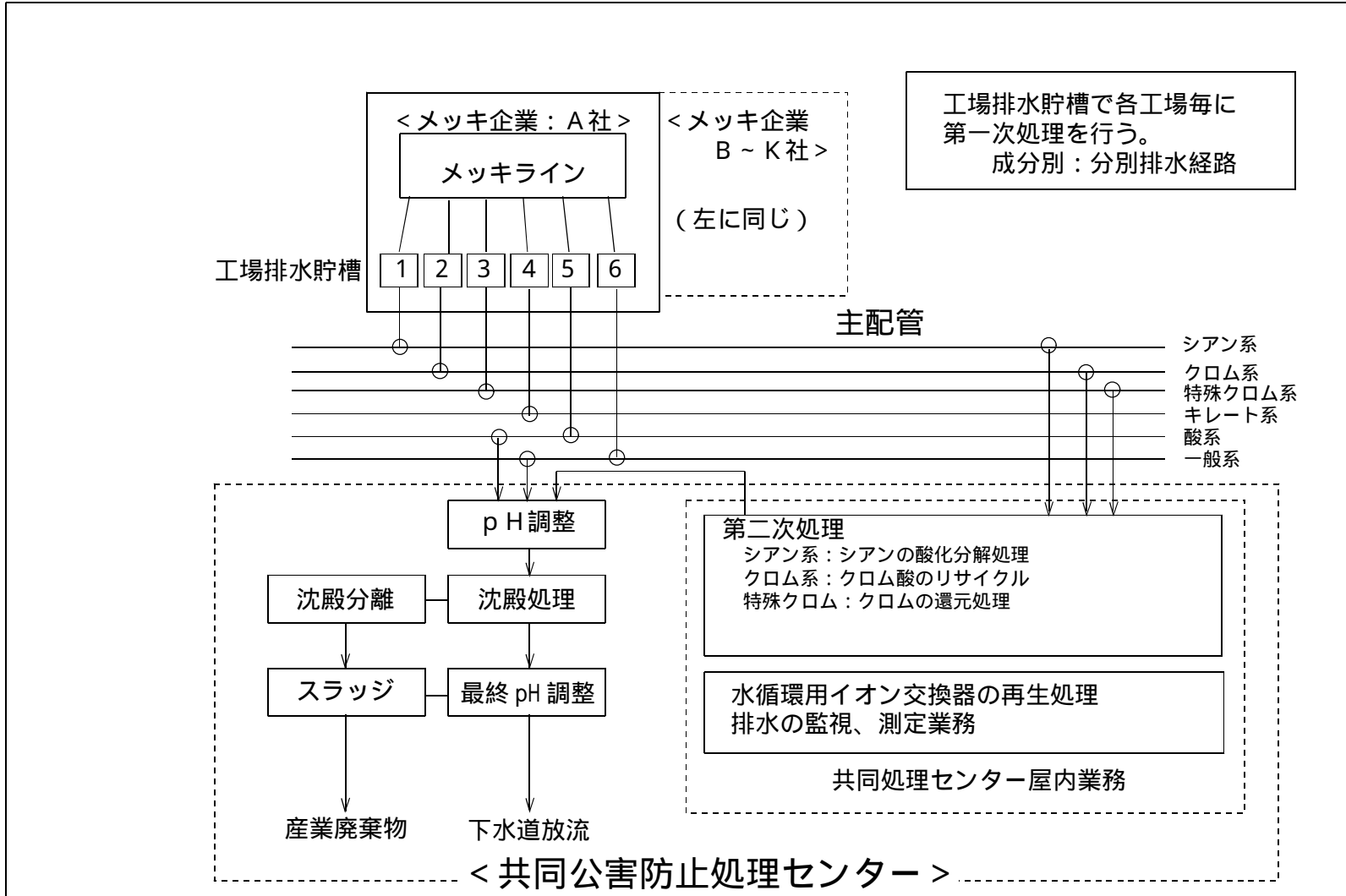
各メッキ工場は、メッキ成分別に分別排水経路により、工場排水貯槽までを管理する。排水成分に対する第一次処理は各工場の責任である。

各工場排水貯槽の状況（貯蔵量の動き、成分の動き）を処理センターは把握し、総合的、効率的な排水処理計画を立て処理業務を行なう。

以上の日本での工業団地の実績及び前述の10-4-3(2)の官民の公害防止への取り組みで詳述した事項をまとめて日本でのメッキ工業団地の特徴を以下に列記する。

1. メッキ企業は業種としての組合組織が十分に発達していた。
2. 公害防止はメッキ企業の存続をかけたの重要事項であった。
3. 官民は力を合わせて公害防止に取り組んだ。
4. 地域の組合のなかからリーダーシップを発揮する企業が中心になり、工業団地移転検討を行なった。
5. 単に官が準備した工場地に集団移転したのではなく、上記移転検討には移転後の採算性評価も含まれ、厳しい審査を通過して、工業団地計画が達成された。

図10-15 処理センターの機能



#### (4) 工業団地計画の推進に当たっての留意事項

DAMAは現在、各種業種の工業団地計画を推進しているので、メッキ企業を含む工業団地計画に関する留意事項を以下に列記する。

1. 企業構成・・・工業団地の企業構成は、メッキ企業だけでなく関連業種（金属加工業）を入れること。  
複数業種の構成によりビジネスチャンスの拡大等の相乗効果を計ること。
2. 参加企業資格
  - 1) レジスター企業であること  
Chamber of Commerce及びDAMAへの届出が出ている企業であること。
  - 2) 経営能力が高くかつ技術的に優れている企業を集めること。  
工業団地はHospital的な、又Rehabilitation Center的な性格を持つものであってはならない。
  - 3) 現在、住宅地及び商店街等にある企業にTop priorityを与えること。
3. 工業団地計画の目標を具体的に表現しPRすること。  
Location, Time schedule及びIncentive条件を明確にすること。  
専門の調査機関又はコンサルタントを起用し、早急に具体的な計画を立案すること。

#### 10-6-2 産業公害低減推進計画

第2次調査において、メッキサブセクターにおける産業公害低減策について行政が取り組むべきこと、業界が取り組むべきこととに分けそれぞれ関係者と打合せを重ねた。行政側としては、DAMA及びACERCAR、業界側としてはFEDEMETAL（金属協会）、ASOMMETAL（金属加工組合）及びメッキ企業経営者（詳細工場調査2社、電気メッキ企業3社）であり、それぞれの立場から意見を聞き、調査チームの見解を示し、協議の結果、推進計画の方向をまとめることが出来た。

調査チームが関係者との協議を通して指摘した事項を最初に説明する。

##### (1) 調査チームの指摘事項

###### (a) DAMAに対して

1. メッキ企業の小規模会社全てを把握しようとするのではなく、現在 Chamber of Commerceに届出している企業に、DAMAへの届出を早急に行なわせること。  
このことにより違法操業の会社を明確にし、法的処置を取ること。
2. DAMAは規制値として成分値のみに目をうばわれている。産業公害を考える場合は、負荷量（排水量×成分値）が最重要点である。

3. 規模の大きい企業の排水状況をしっかりと管理すべきである。  
DAMAの見解は、大企業は排水管理を行なっているとの説明であったが、調査チームの第2次調査（追加工場調査）では、必ずしもDAMA見解は、妥当ではなかった。負荷量を考慮し、排水量別に規制対策を講ずるべきである。
4. 小企業が排水処理設備を設置した際にはDAMAは認定書を交付し、各種 INCENTIVEを与えること。
5. 工業団地計画を着実に推進すること。

(b) 業界側に対して

1. DAMAへの届出を早急に行なうこと。
2. メッキ企業の組合を結成すること。  
現在組合がないためメッキ企業の総合調整が他の業種に比して遅れている。  
行政とのコミュニケーションが悪く又メッキ企業間の問題への対応も悪い。  
違法操業の会社の締出しにも、組合が組織として対応すること。
3. メッキ内容によってそれぞれにあった産業公害防止策を立てること。
  - 1) 電気メッキ
    - ・ Non CNメッキ方式の検討
    - ・ 分別廃水方式の検討、実施
    - ・ 簡易水処理方式の検討、実施
  - 2) アノーダイジング
    - ・ 水循環システムの検討、実施
    - ・ ドロッピング水の床への落下防止策の検討、実施
  - 3) 亜鉛メッキ
    - ・ 酸洗除錆後の中和処理の検討、実施
    - ・ 水循環システムの検討、実施
4. 排水処理設備を設置できない企業は工業団地への参加を検討すること。

**(2) Promotion plan**

前述の指摘事項をベースに調査チームは表10-21 Promotion plan (DAMA's action)、表10-22 Promotion plan (Company's action)を作成し、関係者に説明し合意を得た。Planとしては早急に行なうべき事項と実施に時間を要するものに分け、目安として Short term (1～2年)、Medium term (3～4年)、Long term (5～10年)とした。

10-6-1で前述した工業団地計画の位置付けもこの表10-21でクリアーした。

なお、企業規模を分類するために表示した50m<sup>3</sup>/day又は30m<sup>3</sup>/dayの数値は、一つの参考数値であり、今後DAMAが検討することとなった。



**表10-21 Promotion Plan For Reduction Of Industrial Pollution**

\*:Time limit

DAMA's action	Short Term	Medium Term	Long Term
<p><b>1. Promotion of Registration</b></p> <p>Plating Companies</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CN – Plating</li> <li>• Cu – Ni – Cr – plating</li> <li>• Others</li> </ul>	<p><b>1. To Chamber of Commerce</b></p> <p><b>2. To DAMA</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">                     Classification of companies                     <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inside</li> <li>• Outside</li> </ul> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">                     Prohibition of plating production by non registered Companies                 </div> <p style="text-align: right;">*</p>		
<p><b>2. Setting-up Regulation on water consumption (Waste water volume)</b></p>			
<p>1) More than 50m<sup>3</sup>/day or 1000m<sup>3</sup>/month.</p>	<p>Related companies action (A)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">                     Every 3 month Report on waste water volume &amp; Chemical composition                 </div> <p style="text-align: right;">*</p>	<p>(B)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">                     Allocation of responsible person on waste water.                 </div> <p style="text-align: right;">*</p>	
<p>2) More than 30m<sup>3</sup>/day or 600m<sup>3</sup>/month.</p>		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">(A)</div> <p style="text-align: right;">*</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">(B)</div> <p style="text-align: right;">*</p>
<p>3) Less than 30m<sup>3</sup>/day or 600m<sup>3</sup>/month.</p>			<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">(A)</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-left: 10px;">(B)</div> <p style="text-align: right;">*</p>
<p><b>3. Setting-up of penalty regulation for violation of DAMA standards</b></p>			
<p>1) More than 50m<sup>3</sup>/day or 1000m<sup>3</sup>/month.</p> <p>2) More than 30m<sup>3</sup>/day or 600m<sup>3</sup>/month.</p> <p>3) Less than 30m<sup>3</sup>/day or 600m<sup>3</sup>/month.</p>	<p>(C)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">                     Suspension or Prohibition of plating production                 </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-top: 20px;">(C)</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-top: 20px;">(C)</div>

DAMA's action	Short Term	Medium Term	Long Term	
<b>4. Setting up Incentive Regulation</b>				
(1) DAMA's certification	In case of satisfying the DAMA standards at the company. (Less than 30 m <sup>3</sup> /day or 600 m <sup>3</sup> /month)			
(2) Incentive regulation for the companies with DAMA's certification	DAMA should discuss with related authorities			
<b>5. Industrial park for Plating industries / metallic industries</b>				
(1) Study & Research: Contract of consultant	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selection of Locations</li> <li>• Condition of moving incentive conditions</li> </ul> </div> <div style="text-align: center; margin-bottom: 5px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px; width: fit-content; margin-left: auto; margin-right: auto;">P.R. for only registered companies</div> <div style="text-align: center; margin-bottom: 5px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px; width: fit-content; margin-left: auto; margin-right: auto;">Selection of participating Companies.</div> <div style="text-align: center; margin-bottom: 5px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px; width: fit-content; margin-left: auto; margin-right: auto;">INDUSTRIAL PARK</div> <div style="text-align: center; margin-bottom: 5px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px; width: fit-content; margin-left: auto; margin-right: auto;">STUDY</div> <div style="text-align: center; margin-bottom: 5px;">⇌</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px; width: fit-content; margin-left: auto; margin-right: auto;">INDUSTRIAL PARK</div>			
(2) Promotion			Note Priority: 1. Companies in residential area. 2. Companies in high technical level.	
(3) Evaluation: Contract of consultant				
(4) Design & execution: Contract of consultant				
(5) Modification or duplication of industrial parks				

**表10-22 Promotion Plan For Reduction Of Industrial Pollution**

\*:Time limit

Company's action	Short Term	Medium Term	Long Term
<b>1. For registration of Plating companies</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CN – Plating</li> <li>• Cu – Ni – Cr – plating</li> <li>• Others</li> </ul>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Registration</li> <li>1. To Chamber of Commerce</li> <li>2. To DAMA</li> </ul> </div>		
<b>2. For Regulation of Water consumption (waste water volume)</b> (1) More than 50m <sup>3</sup> /day or 1000m <sup>3</sup> /month. (2) More than 50m <sup>3</sup> /day or 600m <sup>3</sup> /month. (3) Less than 30m <sup>3</sup> /day or 600m <sup>3</sup> /month.	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Study of discharge water system</li> <li>• Operator education and training</li> <li>• Recording of discharge water volumes and chemical composition</li> </ul> </div>	*    *	*
<b>3. For penalty regulation for violaiton of DAMA standards</b> (1) More than 50m <sup>3</sup> /day or 1000m <sup>3</sup> /month. (2) More than 50m <sup>3</sup> /day or 600m <sup>3</sup> /month. (3) Less than 30m <sup>3</sup> /day or 600m <sup>3</sup> /month.	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Installation of water treatment facility</li> </ul> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Study for installation of Water treatment facility</li> </ul> </div> <div style="text-align: center; margin: 5px 0;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Installation of water treatment facility</li> </ul> </div>	* -----* -----*	-----* -----*
<b>4. For Incentive regulation.</b> (1) DAMA's certification. (2) Incentive regulation.	<div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">Certification</div> <div style="text-align: center; margin: 5px 0;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">Benefit</div> </div>	----- ----- -----	----- ----- -----
<b>5. For Industrial Park</b>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">PLATING ASSOCIATION</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">Participation in INDUSTRIAL PARK</div>	* *

参考文献

- |                        |              |       |
|------------------------|--------------|-------|
| 1、めっき基礎読本              | 神奈川県メッキ工業組合編 | 槇書店   |
| 2、実用めっき( )             | 日本プレーティング協力編 | 槇書店   |
| 3、めっき技術ガイドブック          | 東京鍍金材料協同組合   |       |
| 4、電気めっきガイド             | 全国鍍金工業組合連合会  |       |
| 5、現代のめっき技術             | 全国鍍金工業組合連合会  |       |
| 6、めっき工場環境整備            | 全国鍍金工業組合連合会  |       |
| 7、全鍍連50年の歩み            | 全国鍍金工業組合連合会  |       |
| 8、JISハンドブック金属表面処理      | 日本規格協会       | 1998年 |
| 9、企業集団としてのISO14001取得事例 | 中央鍍金工業協同組合   |       |

## 10-7 詳細工場診断対象モデル企業選定

調査チームは、第1次工場調査時（1998年10月～12月）において、10社を訪問、調査した。調査結果を基に、表10-23に示す選考基準を作成し、第2次工場調査としての詳細工場診断対象モデル企業2社を選定した。

選考に当たって配慮した事項は

1. メッキ操業内容を考慮し、一般メッキ企業1社とアノードダイジング企業1社との2社にする。  
溶融亜鉛メッキ及び酸洗工程のみを有する企業は産業公害が少なくかつボゴタ市のメッキ企業全体に占める割合が少なくモデル企業にならないと判断した。
2. 選考基準（表10-23）の評価項目の中で、企業姿勢を特に考慮した。

詳細工場診断対象モデル企業は、上記配慮事項に基づき、

一般メッキ企業 …………… 1社

アノードダイジング企業 …… 1社

の2社に決定した。調査チームは第1次調査終了時、両社を訪問し、第2次調査時の協力を依頼したところ、両社とも快く承諾してくれた。実際の第2次調査においても、両社は調査チームとともにいっしょに諸作業を行ない、改善検討に当たっても、極めて協力的であった。調査チームとしては、感謝の意を表しここに記しておきたい。

**表10-23 EVALUATION FOR SELECTION**

	Evaluated items	Allotment	General plating				Anodizing		Picling		Hot dipping	
			P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8	P-9	P-10
Anticipated Effect of Improvement	(1) Current load to Environment											
	(1) process waste water	30	30	20	20	0	10	5	5	5	20	10
	(2) poisonous waste	10	10	5	5	0	5	5	0	0	5	5
	(3) general waste	5	5	5	5	0	5	5	0	0	5	5
	Sub-total	40	40	30	30	0	20	15	5	5	30	20
	(2) universality of problem	20	20	10	5	10	20	20	10	10	10	10
Total (1)	60	60	40	35	10	40	35	15	15	40	30	
Availability of Improvement	(1) Technical availability											
	1) Improvement of operation	15	15	10	10	0	15	15	0	0	5	0
	2) Re-use and recycle of resources of waste materials	15	15	15	15	0	15	10	0	0	15	0
	3) application of new process	5	5	5	5	0	5	5	0	0	5	0
	Sub-total	20	20	20	20	0	20	20	0	0	20	0
	(2) Company posture											
1) collaboration	10	10	10	10	10	5	10	10	10	10	5	
2) intention	10	10	10	0	10	5	10	5	5	10	0	
Total (2)	40	40	40	40	20	30	40	15	15	40	5	
Total (1+2)	100	100	80	75	30	70	75	30	30	80	35	

## 10-8 詳細工場調査-1 (メッキ-1)

### 10-8-1 工場概要及び最近の操業状況

#### (1) 工場概要

1) 表10-24に工場概要をまとめた。

代表者(OWNER)は、環境対策及び安全対策に強い関心を持っており、かつ従業員の躰にも気を配っている。

調査チームが第1次調査時、Q/R(1)として5Sを説明したところただちに現場に‘整理整頓をやるべし’との掲示を出した。...写真 10-1

2) 図10-16に工場Layout (プロセス配置図) 又代表的メッキプロセス毎の写真写真10-2にまとめた。

3) 表10-24の工場概要を補完する目的で、調査チームが収集した資料を図表にまとめて示す。

1. 売上高..... 図10-17

2. コスト・ストラクチャー ... 図10-18

上記の図はいずれも過去4年間の推移図となっている。

**表10-24 工場概要**

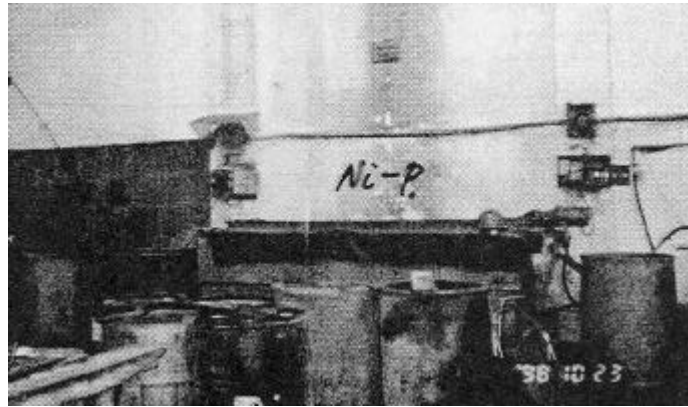
1. 会社名	.....
2. 住所	.....
3. 設立年	.....
4. 代表者 工場長	.....
5. 資本金	.....
6. 従業員数	15人 (化学技術者1人) 2000年末の従業員数見込み: 30人
7. 建物・敷地	敷地面積500m <sup>2</sup> 建家面積300m <sup>2</sup>
8. 製品 (メッキ製品)	1.自動車部品 (ブレーキカバー) 2.ボルト・ナット (小サイズ物)
9. 業界での位置	市場占有率 10%
10. 売上高	.....
11. 主要生産設備 生産能力ton/y	1.Ni-Crメッキライン ..... 250ton/y 2.Zn-クロメート処理ライン Static type ..... 480ton/y Barrel type ..... 480ton/y
備考	
調査団訪問	第1次調査 1998年10月23日、26日 第2次調査 1999年2月10日~3月12日





写真10-2 代表的プロセス

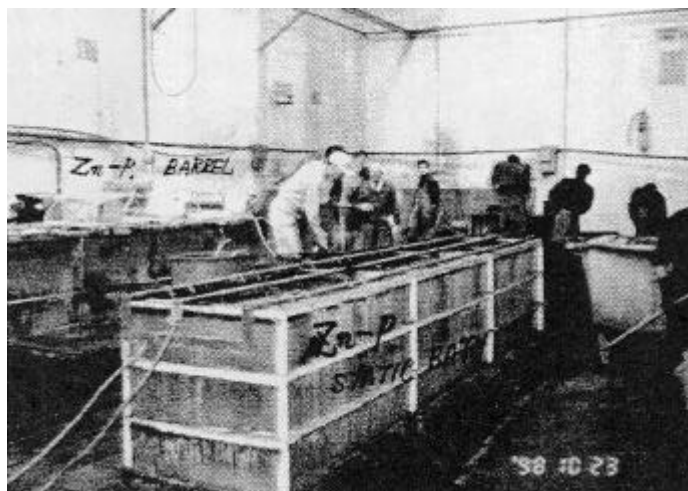
(1) Niメッキ



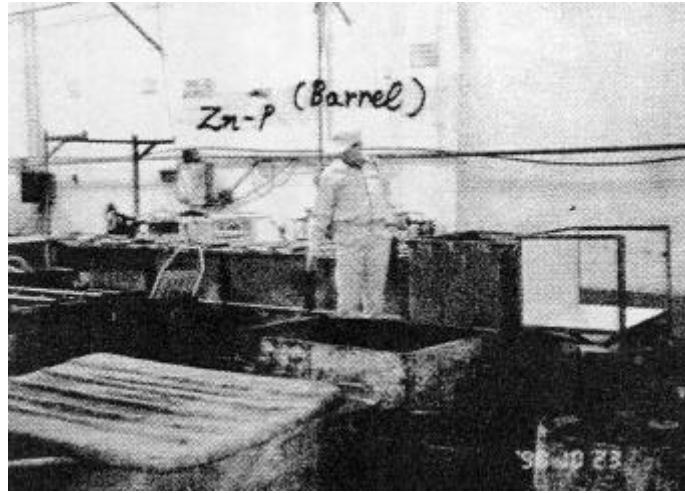
(2) Crメッキ



(3) Znメッキ (Static Bath)



**(4) Znメッキ (Barrel type)**



**(5) Znメッキ (Barrel type)**

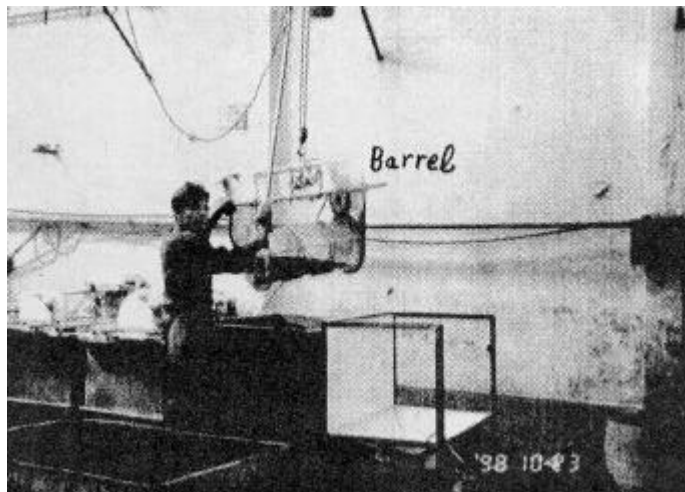


図10-17 売上高

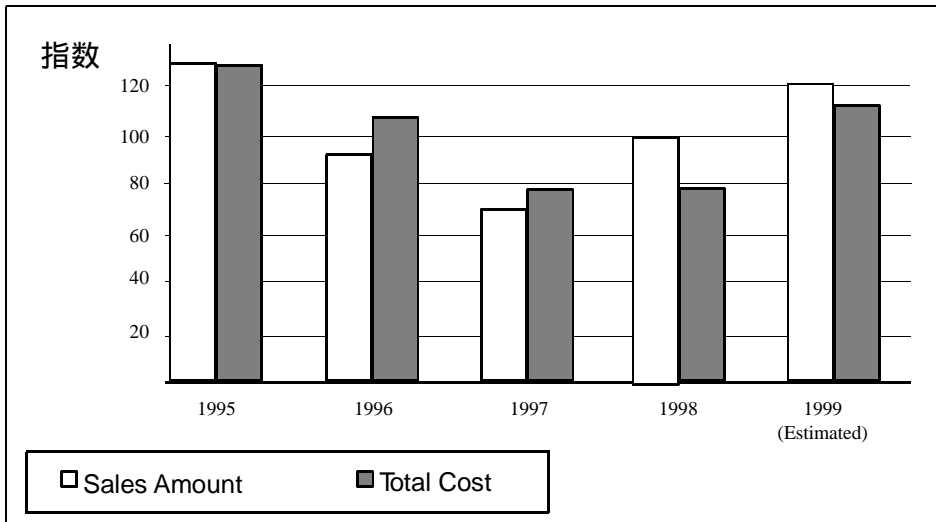
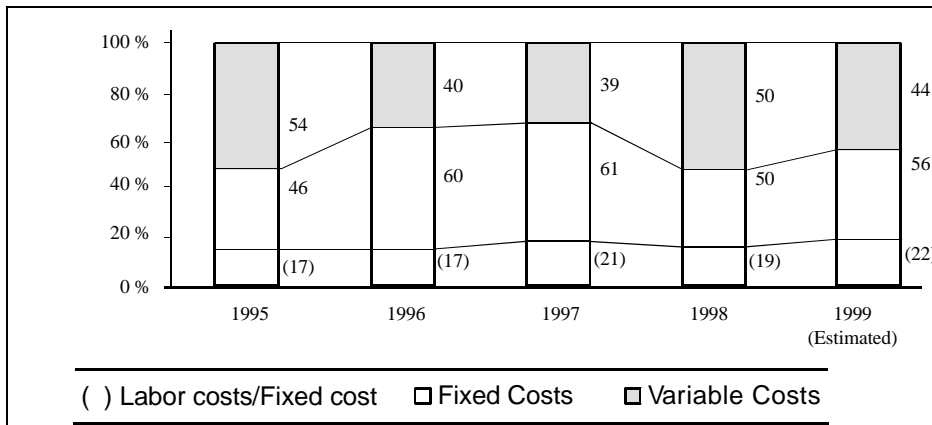


図10-18 コストストラクチャ



(2) 最近の操業状況

1998年の経済成長率は、わずかに0.2%の低い水準であった。第1次調査時訪問したメッキ企業の多くは本年1999年は経済状況が上向くと見込んでいた。しかしながら本年はかなり大幅な落ち込みとなっている。今回訪問した14工場においても、経済状況を反映して操業度が低下していた。

大企業に属する企業（5社）…… 20～30%操業度ダウン

中企業（3社）…… 30～40%操業度ダウン

小企業（6社）…… 50～60%操業度ダウン

建設及び自動車の生産量の落ち込みの影響がメッキサブセクターの操業度ダウンにつながっている。

該社は自動車部品のメッキが主力製品であるため、今回の景気低下の影響は大きく、操業

度ダウン60%で、昨年度の生産に比して半分以下の操業となっている。

第1次調査時、代表者は、今年の売上げ目標を前述の図10-17に示していたが、急速な景気後退のため目標値の半分以下となり過去4年間の最低になるかもしれないと心配している。

今回の詳細調査（第2次）での訪問時、工場は間歇操業となっており、従業員は第1次調査時の半分7名となっていた。

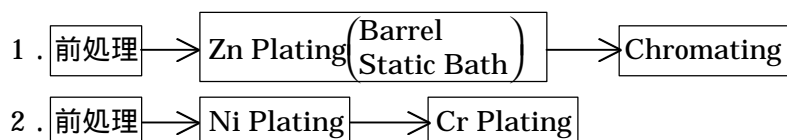
操業のない時間を活用し、現場の不要品整理を行ない3Sを十分行なっていたのには感心した。

## 10-8-2 製造技術の現状と問題点

### (1) 工程図

図10-19にプロセスフローを示す。

工程図から分かるように該社は、主工程として



の2系列を有している。

#### 1) 前処理

図10-19に示された前処理工程に於いて素材の汚れ具合、特にグリース等の油脂分の付着が多いものや付着した油脂が固化状態のものは Electric Degreasing を通している。

受入れ素材の管理が行なわれており、この Electric Degreasing を通すのかが、操業指示として明示されている。

#### 2) Zn Plating, Chromating

製造技術的には、Barrel PlatingにおいてNon-CN浴が採用出来ないかの検討を行なった。

注) Static Bathの浴組成は塩化亜鉛、塩化アンモニウムを主としており、Non-CN浴となっている。

Barrel Platingがなされる素材は、ボルト又ナットでありかつ小サイズものである。いずれもねじ山が小さく又細かい。このような小物をまとめてメッキするBarrel Platingにおいては、Barrelに十分な電流が通っていても、Barrel内の素材には電流分布が均一とならず、メッキ不良の頻度が多くなる。ねじが小さいほど電流分布の乱れが多い。従ってメッキ浴として、電流分布乱れが生じてもメッキ層の成長が良好なCN浴とならざるを得ない。該社も過去、Non-CN浴での試験を行なったとのことであるが、メッキ不良品の発生度が高く、CN浴とした経緯があり、調査チームとの協議、検討結果においてもNon-CN浴は

技術的に難しいとの結論になった。

### 3) Ni Plating, Cr Plating

#### (a) Cu Plating (CN 浴) の廃止

第1次調査時には、Ni Platingの前工程として、素材への下地メッキとしてCN浴によるCuメッキが行なわれていた。

クリーナープロダクションの見地から又メッキ製品用途を考慮し、このCuメッキ省略、廃止を検討することになっていた。

調査チームは日本での実績を調査し、耐食性の高いことを第1目的としているメッキ製品が多い該社においては、Cuメッキ省略が得策と判断した。該社は独自に調査を行ない、今回の調査訪問前に、Cuメッキ省略を決定し、CN浴を撤去した。今回調査検討において双方が同じ見解にあることを確認した。

該社としては、前述したZn Plating (Barrel) においてNon-CN浴が採用できれば、全てがNon-CN浴になるのでクリーナープロダクションに大きく、前進できると期待したが、この期待は半分に止まったことになる。

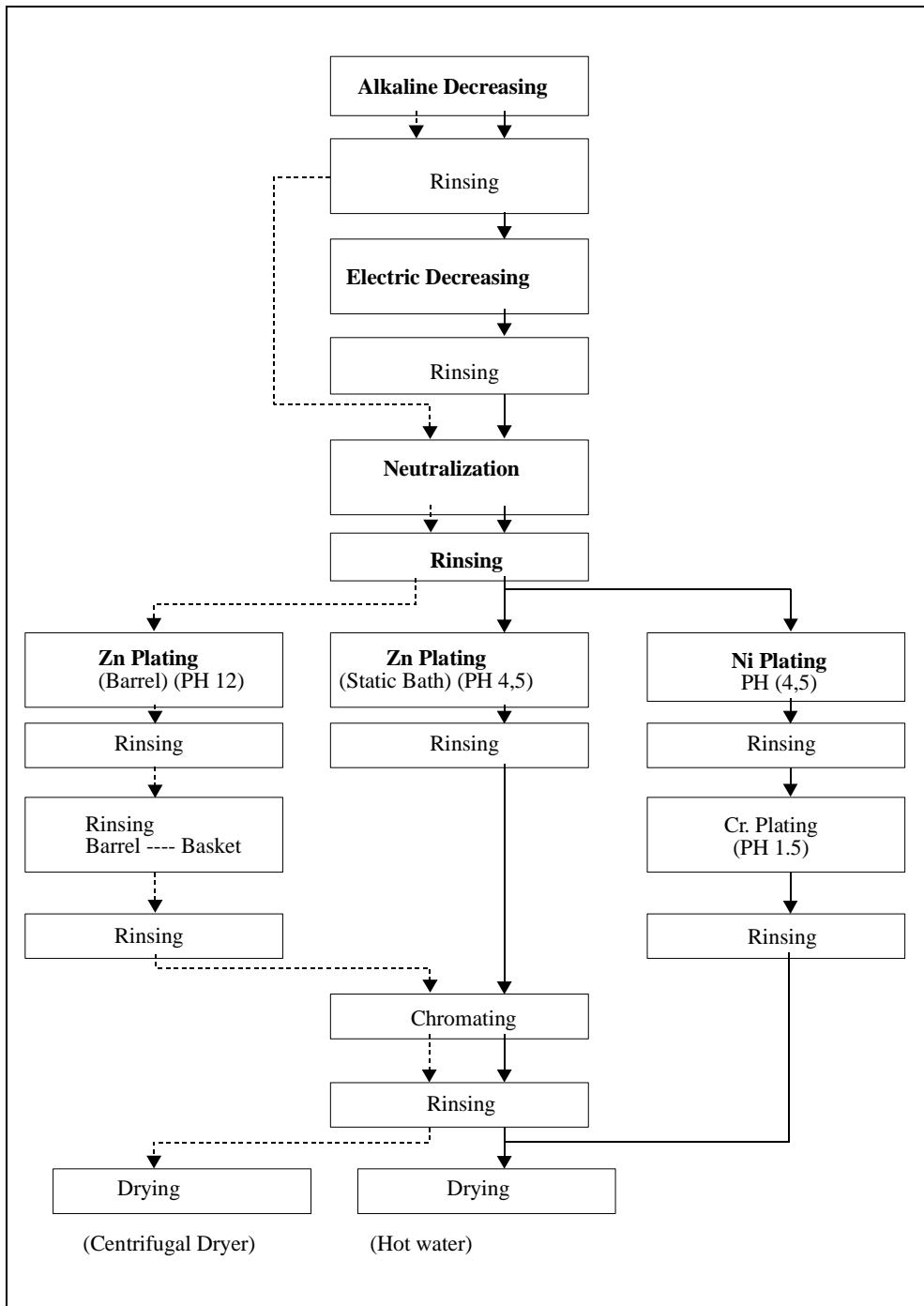
#### (b) Cr Platingでのフェームダクト

第1次調査時は、ダクト運転が円滑に行なわれていなかった。

(故障多し...機械的、電氣的)

今回調査時には、整備が十分なされ、雷による一次運転停止があったものの、円滑な運転状況であった。

図10-19 Process Flow



(2) 水使用量及びプロセス毎の水バランス

図10-20に過去4年間の水使用量をまとめた。

該社では、受水口に水道公社（EAAB）の水量計が設置されているが、工場内には水量計がない。

従ってプロセス毎（メッキライン毎）の使用水量が不明であった。

調査チームは操業パターン、リンスィング水槽の水入替パターン及び廃水溝、廃水口容量計算を調査し、プロセス毎の水バランスを推定した。

#### 1) 水使用量

水使用量は、図10-20により1800m<sup>3</sup>/y (150m<sup>3</sup>/M)となる。

1日の水使用量は約5m<sup>3</sup>/日となる。

この水使用量には工場操業用水と生活用水とが含まれるが、従業員数15名と少ないため、生活用水も少なく、ほぼ工場用水と考えてよい。従って、約5m<sup>3</sup>/日の水が、工場排水となって下水に流される。

注) 工場排水と生活排水とは、それぞれ別の排水管を通して下水に流される。

#### 2) プロセス毎水バランス

前述の図10-16 Layoutに工場廃水経路を図示したが、廃水口が1ヶ所である。従ってこの廃水口をブロックし、廃水を堰止め廃水量を算出し、操業状況を時間毎にチェックすることにより、プロセス毎の水バランスを推定した。その結果を図10-21にまとめる。

廃水量の大半はどのプロセスにおいても、リンスィング水の水入替時の廃水である。各プロセス間で発生するドロッピング水は量的には少ないが、浴槽成分の持ち出しであるため成分濃度の高いものが廃水となる。

図10-20 水使用量(排水量)

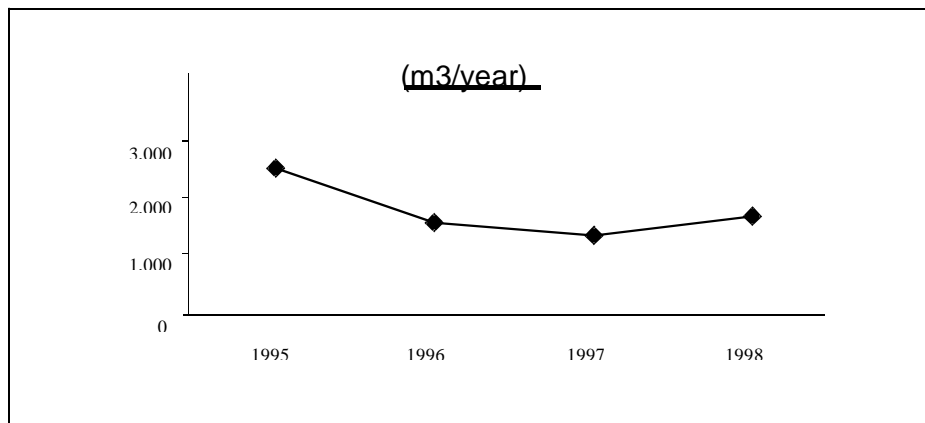
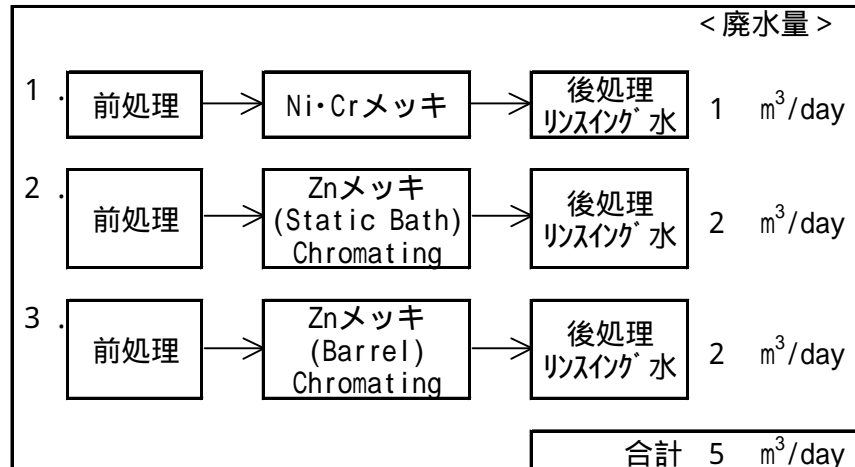


図10-21 プロセス毎の水バランス

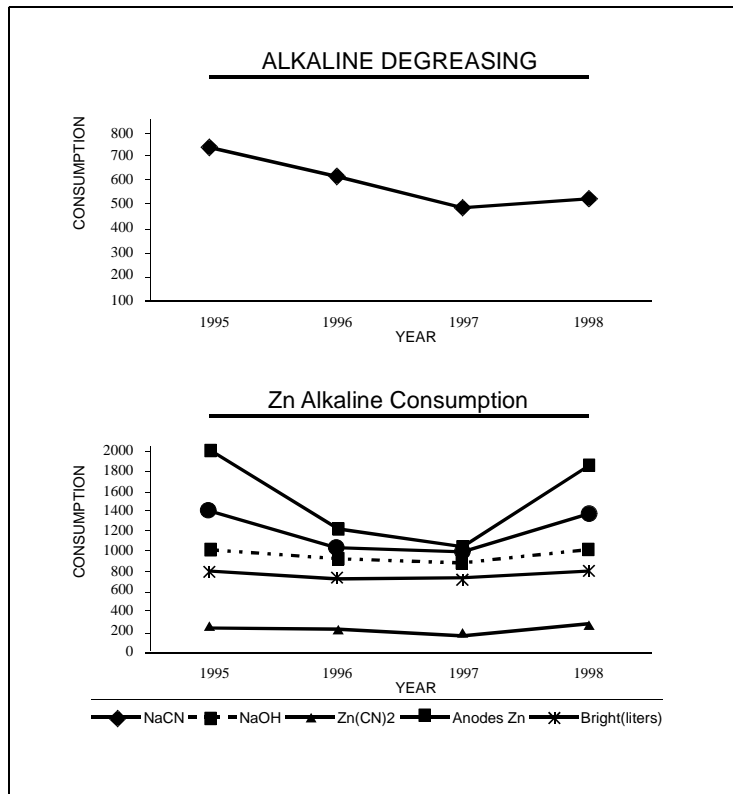


(3) Chemicals使用量

図10-22にChemicals使用量をまとめた。

該社の操業、製品を考えるとほぼ妥当な使用量であり、該社の製造技術は安定していると判断出来る。

図10-22 Chemicals使用量





#### (4) 製造技術に関する問題点

製造技術を各プロセス単独で見ると、該社の技術レベルは高く、後述する管理技術とうまくかみあって安定した操業が行なわれている。しかし製造技術を、全プロセスを広い立場でかつクリーナープロダクションの立場で見ると、大きな問題点が指摘できる。即ち工場廃水が分別廃水されていないことである。

この問題は、該社に限る問題ではなく、第1次調査及び第2次調査で訪問したメッキ企業全てにおいてみられる問題である。工場廃水を、各プロセスの廃水成分を考慮した分別廃水の考え方が、コロンビア国では、十分理解されていない。製造技術を紹介している出版図書のいくつかを、調査チームはチェックしたが、分別廃水についての記述を、みつけることが出来なかった。

メッキ製造技術としての分別廃水は、工程別に次のように分けられる。

1. CN浴を使用するメッキ工程ライン
2. CN浴を使用しないメッキ工程ライン
3. Crメッキ工程ライン（Chromatingライン含む）
4. 酸・アルカリ（前処理）ライン

該社においては、前述した図10-16 Layout（プロセス配置図）から、少なくとも3系統に分離する分別廃水を行なう必要がある。

1. CN浴を使用するメッキ工程ライン
  - ・ Znメッキ(Barrel)
2. Crメッキ工程ライン
  - ・ Znメッキ（Static Bath）-Chromating
  - ・ Ni-Crメッキ
3. 前処理
  - ・ アルカリ脱脂、酸洗（Neutralization）

この分別廃水については、後述する産業公害原因物質の排出状況（10-8-4）で詳述するが、今回調査時の廃水分析を行なった結果が、分別廃水の有利性を明確に示したことにより、該社は、調査チームの説明する3系統の分離を十分理解した。

### 10-8-3 生産管理技術の現状と問題点

#### (1) 工場組織・人員

中小規模のメッキ企業は、敷地・建家面積は小さく、操業現場は一目で見渡すことが出来る。

該社は、従業員15名（第2次調査時7名）の小規模工場であり、工場長が生産管理業務を兼務している。

執務場所は物品搬入・搬出をチェックできる工場入口に位置し、そこから作業現場に目がいきとどく所にある。

## (2) 調達、工程、品質管理

管理基準は整備されており、今回調査時に諸データを集めたが、迅速な対応であり、書類データ管理も十分行なわれていると判断出来る。

メッキ企業において最も重要視される各メッキ浴の成分管理については、該社は、分析設備を有していないので、Chemicals納入業者に定期的（2週間毎）に浴成分の分析依頼を出している。Chemicals業者は、浴成分分析結果を該社に報告するとともに、浴成分調整のアドバイスを付記しており、このアドバイスに従って該社はアクションを取り、浴管理を行なっている。該社は操業経験（20年以上）の企業であり、この方式による浴管理で十分であると調査チームは判断する。

浴成分分析の結果も経時変化が追跡できるように、ファイリングシステムは整えられており、管理技術としては問題ない。

## (3) 環境管理

### 1) 作業現場の環境管理

#### (a) 5 S

前述の工場概要の項で述べた如く5 Sについては、代表者（Owner）の経営理念とも一致しているため、細かな点にも5 Sの徹底がはかられている。

#### (b) Crメッキのフェームダクト

製造技術の項でも述べた如くCrメッキ時に発生するCr<sup>+6</sup>ミストを作業者が吸わないようにダクトが必要であるが、今回調査時、ダクト運転は円滑に行なわれていた。

上記2項は第1次調査時、Q / R(1)として該社にも話していたことであり、今回調査でこのQ / R(1)に対応して適切なアクションが取られていた。

該社の対応力、迅速性には、経営者の真剣さが十分に調査チームに伝わってくる。

### 2) 産業公害からみた環境管理

該社は分析設備を有していないので、排水に関する成分データを持っていない。

浴成分については、前述したChemicals納入業者が分析を行なっているが、排水についても定期的に成分を調べておくことが望まれる。

該社は、1999年1月20日に水道公社（EAAB）による排水検査を受け、RESOLUTION 1074/97（本レポートではDAMA Standardと称している）の基準値をオーバーする項目

を指摘され、罰金を払うべしとの通知を受けた。罰金については折衝中とのことであった。この通知書を調査チームもチェックしたが、該社の操業からみて、pH値が大きく違いかつ使用していない鉛が基準値オーバーとの指摘であり、EAABの分析データの取り違えとも判断される。

該社は、水処理設備がないため、現在ではDAMA基準をクリアーすることは出来ないが、EAABの排水検査時には、該社自身でも同一排水を取水し、別途分析しておくべきであった。

先に指摘した排水の定期的成分管理が、上記事件にも対応できることを、調査チームは該社に説明した。

#### (4) 生産管理技術の問題点

問題点は、環境管理における排水成分である。

根本的解決策は水処理設備の設置であり、後述するが該社として当面管理すべき事項を以下に示す。

1. 排水量、排水成分の定期管理
  - ・ 2～3ヶ月毎位の頻度で測定
  - ・ 測定データの保管
  - ・ 通常値と異常値のチェック
2. EAAB等第三者による水質検査時は  
該社も同一水を分析し、データ保管すること。

#### 10-8-4 産業公害原因物質の排出状況、処理技術

##### (1) 産業公害原因物質の排出状況

該社におけるメッキ工程から排出される産業公害原因物質は、CN Cr<sup>+6</sup> Zn,Ni等の重金属が考えられる。

BOD, COD又SS Oil分等はメッキ工程からの排水で問題になることはまずない。又pH値は排出規制値があるが、上記三項目の物質と比較するとコントロールも容易であり、公害原因物質の対処時に合わせて検討できる。従って上記の物質の挙動につき、今回調査した。今回調査時、経済状況の悪化により該社は、間歇操業を強いられていることを前述したが、公害物質の排出状況を、操業パターンによって比較出来るという点において、調査に当っては好条件となった。

この条件を活用しようと、該社も、段取調整に格別の配慮をした。この場を借り、厚くお礼の意を記しておきたい。

図10-23に、操業パターン別のCN, Cr<sup>+6</sup>, Zn, Niの排出状況をまとめた。

操業パターンとしては

1. Znメッキ (Static Bath & Barrel) -Chromating  
---- 1998年10月23日 分析データ (第1次調査)
2. Znメッキ (Static Bath) -Chromating  
---- 1999年2月11日 分析データ (第2次調査)
3. Ni-Crメッキ, Znメッキ (Barrel) -Chromating  
---- 1999年2月17日 分析データ (第2次調査)

図10-23の分析データは当然のことながら操業状況を明白に反映している。

1. 1998年10月時は操業度が非常に高かった。
2. CN浴の操業がなかった1999年2月11日のデータでは、CN値はほとんど問題にならない値である。  
廃水溝及び廃水口に、CNの化合物が累積しているのではないかと心配があったが、その心配はない。
3. 操業パターンによって、排水成分に明確な差が出ることは、排水処理を考える際、分別廃水がいかにか有効であることを示している。  
(操業パターンによって結果として分別廃水したことになる。)

以上の結果を総合的に判断すると、該社の公害原因物質の排出状況は操業度によりかなりの変動があるが

1. CN値はDAMA基準の10～40倍…………… 10～40mg/l
2. T.Cr値はDAMA基準の5～15倍…………… 5～15mg/l
3. Zn値はDAMA基準の2～15倍…………… 10～70mg/l
4. Ni値はDAMA基準の5～15倍…………… 1～3 mg/l

公害物質(負荷量)を推定すると、該社の排水量は5m<sup>3</sup>/日であり、前述のプロセス毎の水バランス(図10-21)を考慮に入れると負荷量的には極めて少ない値である。

## (2) 処理技術

該社は現在排水処理設備を有していない。

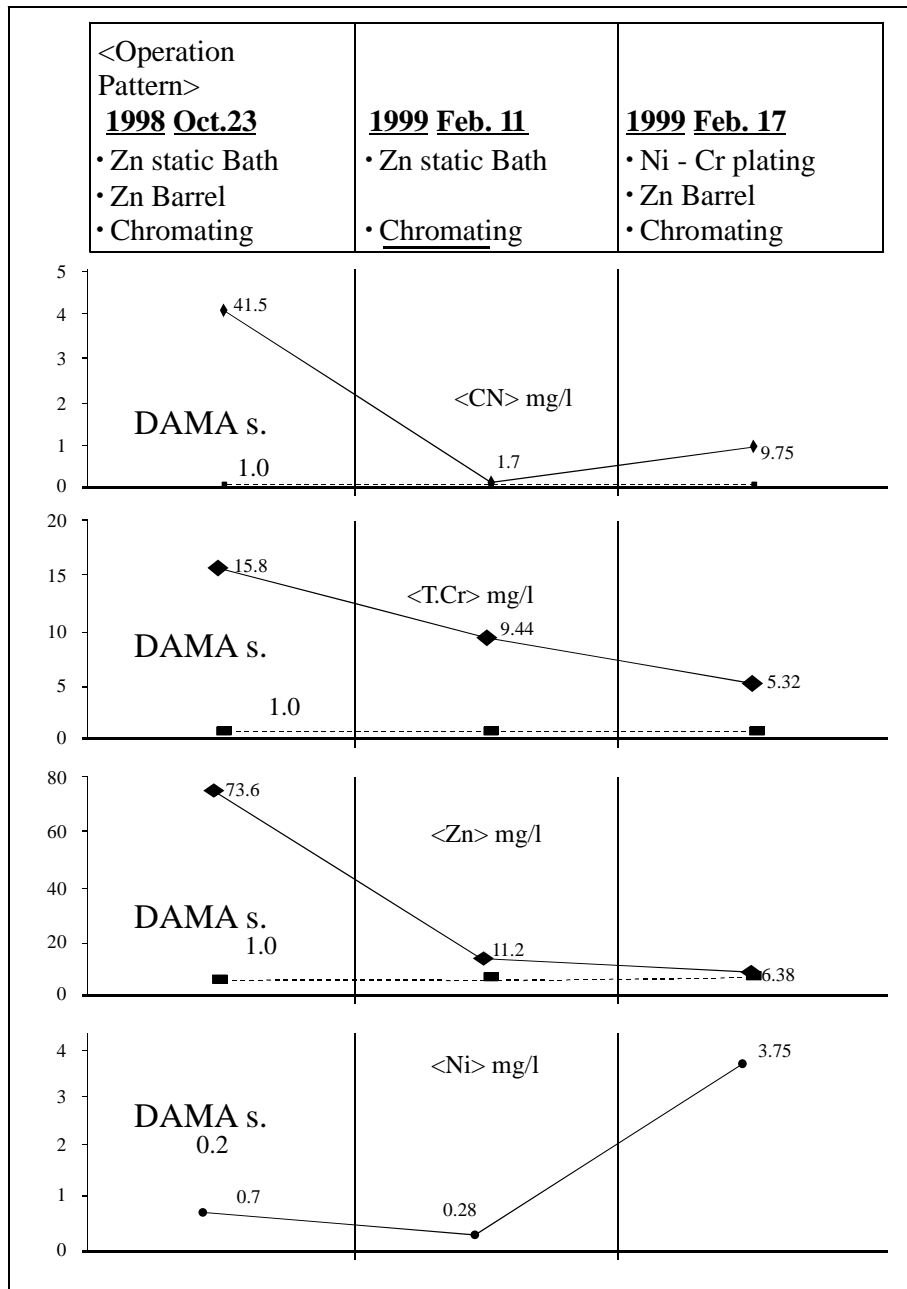
従って前述の公害原因物質の根本的な低減のためには処理設備を検討せねばならない。

該社の従来工程では、Ni-Crメッキ工程の前段階で、CN浴によるCuメッキを下地メッキとしていた。1998年末に、このCuメッキを廃止した。この状況については前述の10-8-2(1)の工程図の項で述べた。

該社のCN浴廃止は、排水中のCN濃度の低減ばかりでなく、分別廃水経路を検討する際に

も非常に簡易化できる効果があり、該社の好判断であった。  
 公害発生源を廃止することも、一つのクリーナープロダクション技術であることを記しておきたい。

図10-23 Analysis Data by Operation Pattern



## 10-8-5 産業公害低減対策の提案と勧告

### (1) 産業公害低減への取り組み

該社は産業公害に対して強い関心を示しており、これまでに各種の検討を行ない、既に実行に移しているものもある。

1. Cdメッキの廃止…………… 4年前に操業中止した。
2. CN浴(Cuメッキ)の廃止…………… 1998年末に操業中止した。

CN浴(Cuメッキ)の廃止は、Ni-Crメッキの前工程であるCuメッキを省略し、Niメッキでの処理時間を延長することで製品品質を維持しようとの試験結果が成功したことによる。クリーナープロダクションの一つの成果である。

### (2) 調査チームの提案

調査チームと該社とは、現場作業の実態に即した産業公害低減対策を検討し、下記の提案を行なった。

1. クリーナープロダクションの見地から分別廃水の実施。
  - (1) 作業現場をメッキ工程ラインによりゾーン分けを行なうこと。  
……図 10-24 にゾーン分けを示した。
  - (2) Cdメッキ場所の整理と有効活用。
    - 1) Cdメッキ槽(0.6m<sup>3</sup>)を廃水の一時ストック槽として活用する。
    - 2) Cdメッキ場所(2.2m×2.6m 5.5m<sup>2</sup>)を排水処理設備設置場所とする。

#### 2. 実行計画案の提案

現場作業を行ないながらゾーン分けを一時に実行することは、実際面ではむづかしいので、Step up Planを作成した。

このStep up Planは、排水処理作業(技術)の習熟をも考慮しかつ設備、投資の負荷を分散させることも狙っている。

表10-25にStep up Planをまとめた。

3. 1st Step Planとして、CN-Treatmentの具体的内容、Znメッキ(Barrel)ラインの廃水を他工程と完全に分離し、排水処理設備のStorage tankに集める方式を検討し、図10-25にImprovement Planとしてまとめた。

#### 4. 排水処理設備の具体案

図10-26に排水処理設備を示した。

この排水処理設備は、前述の表10-25のStep-up Planに対応できるようBatchwise方式としている。

図10-26はStep-up Planの最終段階までをカバーするための設備内容を示しているが、当然のことながら各Stepに応じて必要設備を増強していくこととなる。

図10-24 ゾーン分け

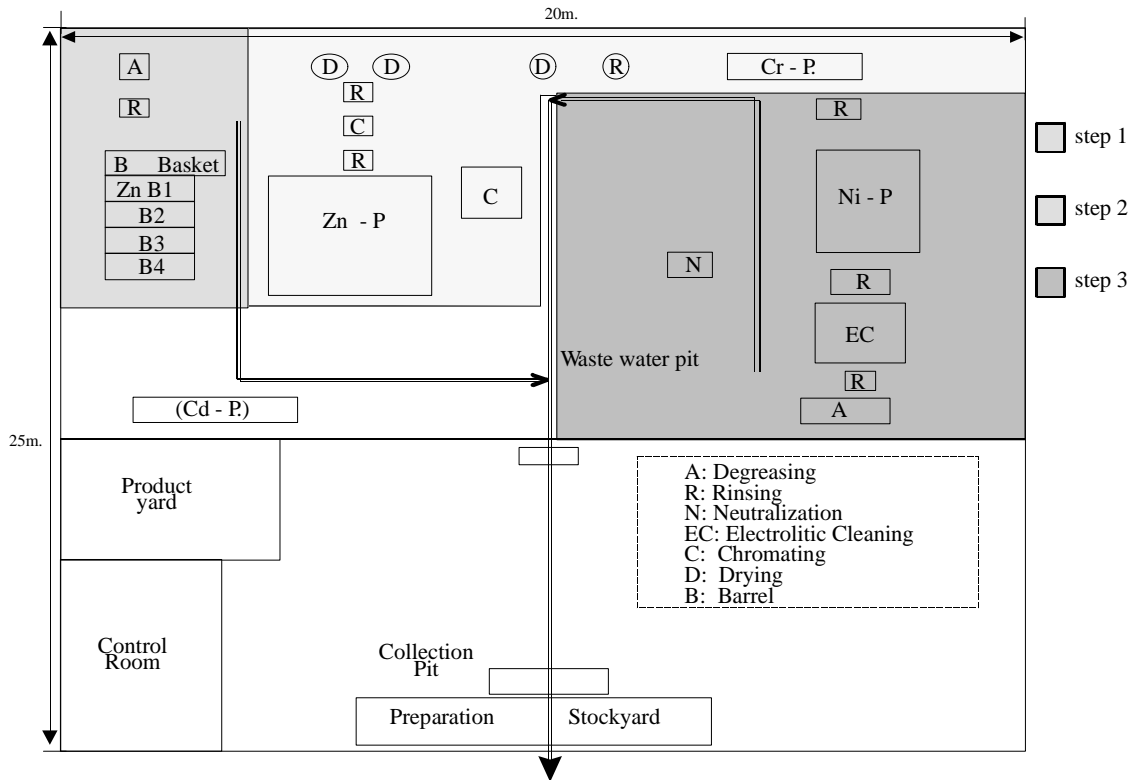
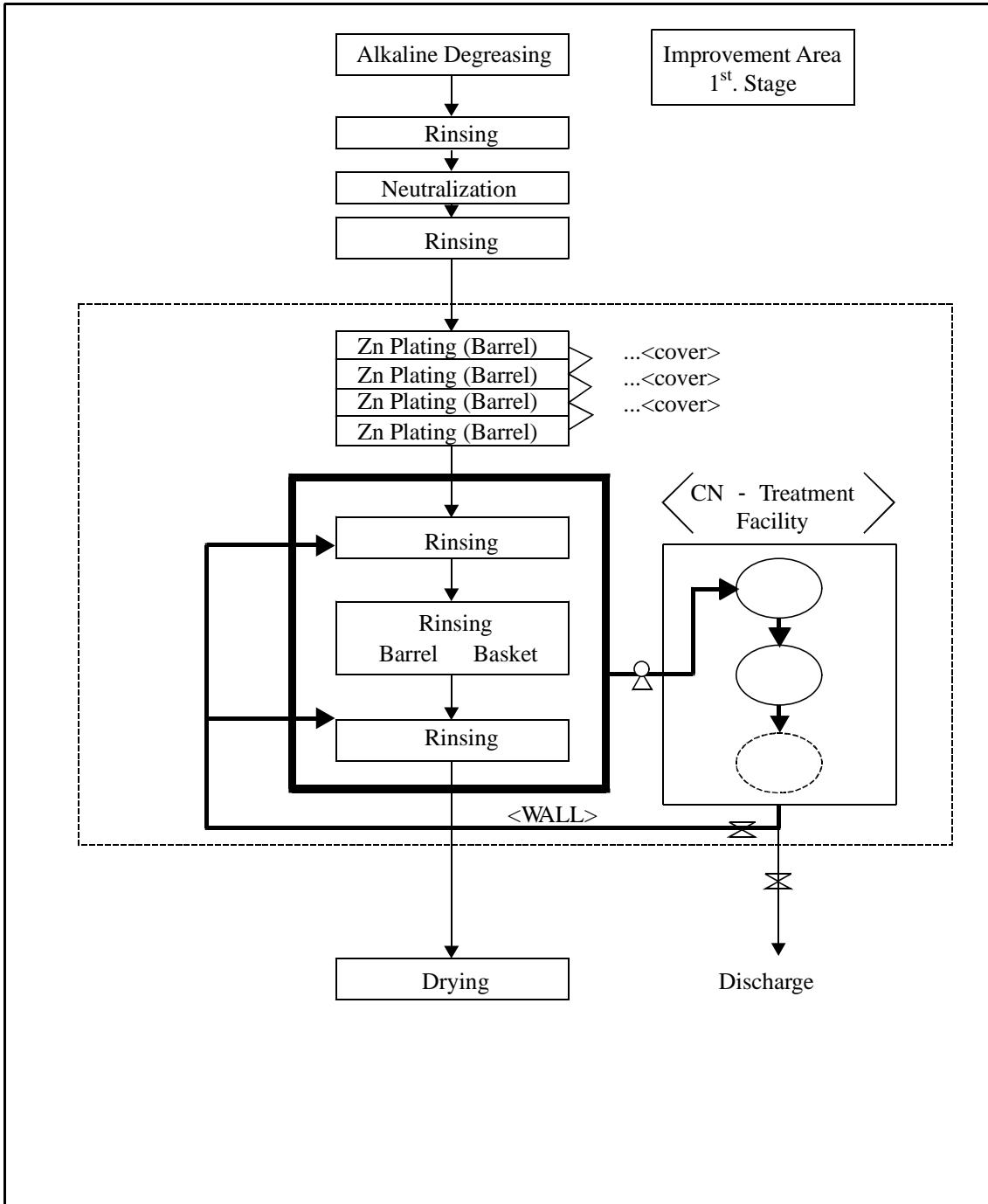


表10-25 Step-up Plan

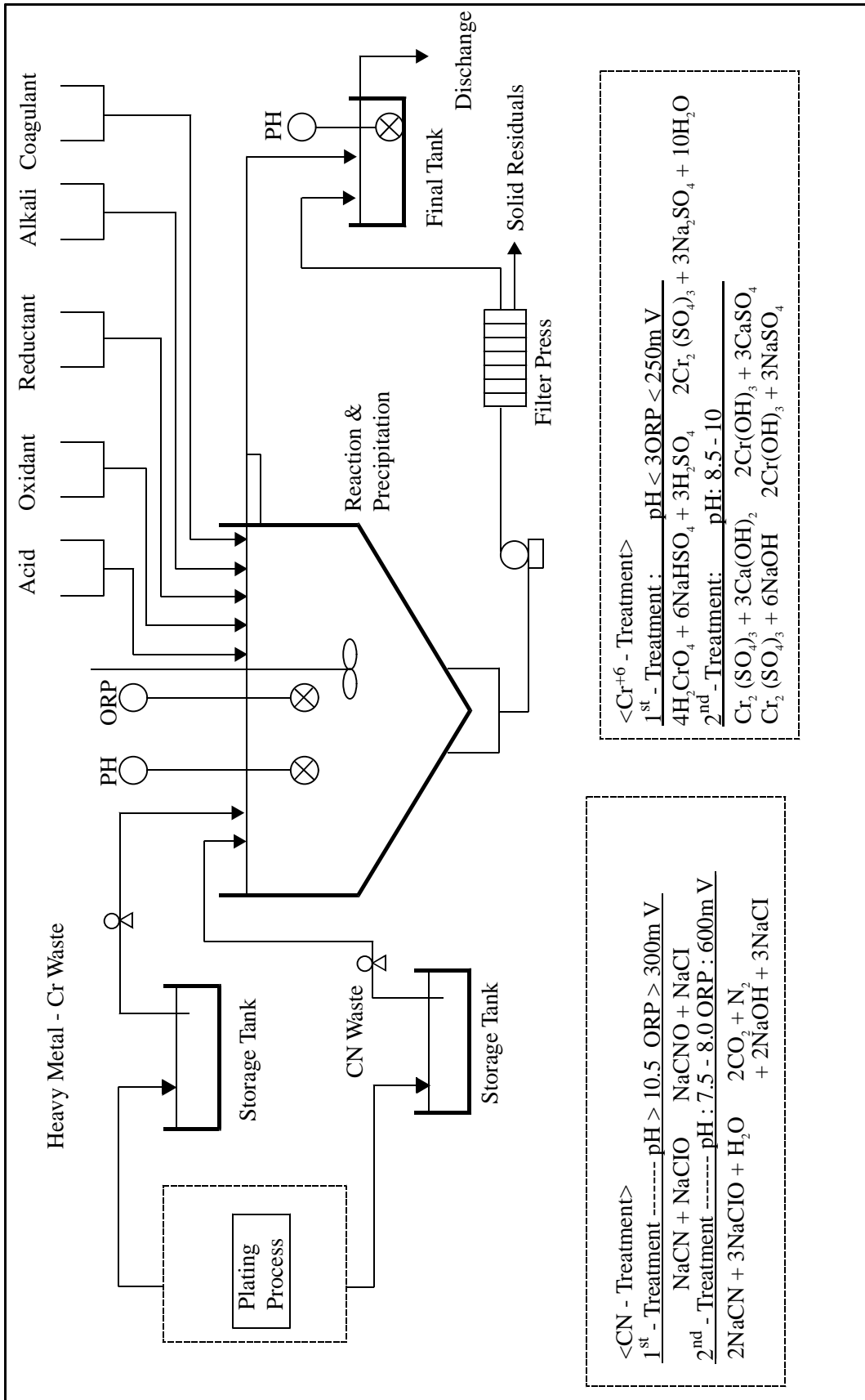
<p><b>Basic Idea</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Isolation of each process (CN, Cr<sup>+6</sup>, others) ----- Installation of walls and pits.</li> <li>2. Installation of storage tanks ----- Discharged water including rinsing water and dropping water from each process, is stocked in the storage tank.</li> <li>3. Installation of treatment facility ----- Batch-wise treatment facility.</li> </ol> <p><u>1<sup>st</sup> step plan : CN-Treatment</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Isolation of barrel plating and rinsing for CN-process</li> <li>2. Storage tank (1-2 m<sup>3</sup>)</li> <li>3. Reaction tank ( 2 m<sup>3</sup>)</li> <li>4. Piping from CN zone pit to storage tank.</li> <li>5. Pump</li> <li>6. Covers between each tank</li> </ol> <p style="border: 1px dashed black; padding: 5px; text-align: center;">Treatment operation : Total 1 hour : TRAINING STAGE</p> <p><u>2<sup>nd</sup> step plan : C<sup>+6</sup>-Treatment</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Isolation of Cr-plating and chromating processes</li> <li>2. Piping and pump</li> </ol> <p><u>3<sup>rd</sup> step plan : Total Treatment</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Additional storage tank.</li> <li>2. Piping and pump.</li> <li>3. Filter press</li> </ol>
---

**10-25 IMPROVEMENT PLAN, CN-TREATMENT FACILITY**





**10-26 Batchwise Treatment Method of Metal Plating Waste Water**



### (3) アクション・プラン

該社は調査チームの提案をよく理解し合意した。

実行に当たって、該社が考慮、検討することは

1. 分別廃水のため各メッキラインを分ける際Wall方式にするか、ピット方式にするか、
2. 排水処理設備場所を掘り下げて作業性のよいかつ建設費の低減を計るかの二点を確認した。

実行の具体的スケジュールは、現行の経済状況のもとでは判断がむつかしいが、該社の目標としては表10-25のStep-up Planを以下のようにスケジュール化した。

- ・ 1st Step…… 排水処理設備 - CN Treatment  
2000年初
- ・ 2nd Step …… Cr<sup>+6</sup> Treatment  
2000年末
- ・ 3rd Step …… 2001年中期より完全処理作業の完成

## 10-8-6 対策に要する費用と経済性評価

前述した表10-25 Step-up Planで該社が産業公害防止のための対策項目が示された。

本項では、対策項目毎の設備費、工事費と運転費（ランニング・コスト）を算定し、対策実施によって期待される経済的効果を算出し、総合的判断としての経済性評価又は経済性の面からコメントを記述する。

### (1) 設備費及び工事費

該社の算定を元に、調査チームとの打合せで企業努力を考慮した費用も記した。表10-26にまとめる。

表10-26 設備・工事費

対策項目	概略費用(PESO)	企業努力を考慮
<u>1st step</u>		
1. CNプロセスの仕切り (溝又は壁、集水ピット)	1,500,000	材料のみ計上 800,000
2. Strage tank (1 ~ 2m <sup>3</sup> )	1,000,000	Cdタンクの活用 200,000
3. Treatment tank (2m <sup>3</sup> ) (ORP,pH計含む)	15,000,000	材料のみ計上 9,700,000
4. Piping	800,000	材料のみ計上 500,000
5. Pump (1)	300,000	300,000
6. Cover (PVC)	200,000	200,000
合計	18,800,000	11,700,000
<u>2nd step</u>		
1. Cr <sup>+6</sup> プロセスの仕切り	1,500,000	材料のみ計上 800,000
2. Piping	900,000	材料のみ計上 600,000
3. Pump (1)	300,000	300,000
合計	2,700,000	1,700,000
<u>3rd step</u>		
1. Storage tank (2m <sup>3</sup> )	1,000,000	材料のみ計上 800,000
2. Piping	900,000	材料のみ計上 600,000
3. Pump (1)	300,000	300,000
4. Filter press	450,000	450,000
合計	2,650,000	2,150,000
総合計	24,150,000	15,550,000

## (2) 運転費(ランニングコスト)

運転費としては、操業者の費用、使用するChemicalsの費用及び設備整備費用等が考えられる。本件の場合、操業者は、メッキ作業を行なっている者が運転処理できるので費用算出はしないこととした。

又設備整備費も工場一般費用に含めることとし費用算出はしない。

従って運転費としては、使用するChemicalsの費用のみを計上することとし、表10-27にまとめる。

表10-27 ランニングコスト

Chemicals	年間使用量	単価 (PESO)	費用(PESO)
1. CN処理 NaClO	640Kg	1900	1,216,000
2. Cr <sup>+6</sup> 処理 NaHSO <sub>3</sub>	880Kg	1600	1,128,000
3. 総合処理 NaOH	500Kg	1970	1,485,000
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	200Kg	1560	1,112,000
Coagulant	100l/l	1800	1,180,000
年間合計費用			2,021,000

## (3) 期待される経済的効果

経済的効果としては、水処理技術導入によって、水循環使用による節水及び重金属回収又DAMA基準値をクリアーすることによってPenaltyを課せられない(罰金を支払わないで済む又は操業停止がない)等の効果が考えられる。

### 1) 水循環使用による節水効果

該社の場合においてはCN処理及びアルカリ洗浄、酸洗浄の処理水は中和により循環再使用ができる。

使用水の水バランス(図10-21)から4m<sup>3</sup>/dayが、対象になるが循環再使用率は、作業実態を考慮すれば約半分の2m<sup>3</sup>/day位になろう。

$$\text{節水量} \dots 2\text{m}^3/\text{day} \times 25\text{day}/\text{M} \times 12\text{M} = 600\text{m}^3/\text{y}$$

$$\text{節水によるメリット} \dots 600\text{m}^3/\text{y} \times 300^{\text{PESO}}/\text{m}^3 = \underline{180,000^{\text{PESO}}/\text{年}}$$

### 2) 重金属回収

該社の総排水量は5m<sup>3</sup>/dayであり、あまりにも少量であり水処理後の重金属回収は、経済的にもまったく意味がないので検討しない。

### 3) Penaltyが課せられないことによるメリット

DAMAが考えているPenalty:71million pesos per day in 1999は、DAMA基準値をオーバーする企業に課せられるとしているが、実際面においてこのPenalty額が企業から徴収できるものではなからう。

もしこのPenaltyが適用されるならば、

設備費・工事費+ランニング・コスト = 26,171,000 PESO (表10-26, 27より)

1日のPenalty額…………… 71,000,000PESO

からみて、どの企業もただちに水処理設備をつけることになる。これはPenalty額が現実無視の単なる机上プランであることによる。

従って、現実的なPenaltyの適用内容を考えて、以下に試算する。

- (a) 該社は1999年1月20日(EAAB)水道公社より、排水基準値オーバーのため、340,310PESOのPenalty支払いを要求された。

この件は前述した通り該社として反論中で、支払いはしていない。

2ヶ月に一度EAABが排水サンプリングしてチェックし、同様のPenaltyを要求したと仮定すると

$$340,310^{\text{PESO}} \times 6 = \underline{2,041,860^{\text{PESO}}/\text{年}}$$

- (b) Penaltyとして操業停止命令(1週間)が発令されたならば、1年に6週間もの操業停止となる。

該社は、売上額の低下、得べかりし利益の減少となる。

この利益減少額は利益率5%として

$$250,000^{\text{US}} \times \frac{6}{52} \times 0.05 = \underline{1,400,000^{\text{PESO}}/\text{年}}$$

#### (4) 総合評価

以上の試算額を総合評価して、経済評価をしてみたい。

水処理設備の設備償却年数は10年であることより(設備・工事費/10 + ランニングコスト)が年間費用(A)となる。メリットとしてカウントできる年間費用(B)は、(節水メリット + 現実的なPenalty額)である。これらの年間費用の比較を総合評価として表10-28にまとめる。

表10-28 総合評価

項目	年間費用 (PESO)
経費 年間費用 (A)	2,415,000 + 2,021,000 = 4,436,000 企業努力を考慮した場合 1,555,000 + 2,021,000 = 3,576,000
メリット 年間費用 (B)	180,000 + 2,041,860 + 1,400,000 = 3,621,860
総合評価 A/B	1.22 (企業努力を考慮 0.99)

A/B値が1以下であれば経済性ありと判断できるが、実際値は1.22~0.99であり、経済性があるとは判断できない。DAMAとしては、水処理設備を設置した企業への特別優遇策の必要性を認識してもらいたい。

## 10-9 詳細工場調査2 (メッキ-2)

### 10-9-1 工場概要及び最近の操業状況

#### (1) 工場概要

1) 表10-29に工場概要をまとめた。

代表者(OWNER)は、環境対策に積極的に取り組み、ACERCARとの技術交流も強く、水リサイクルシステムの検討に力を入れ各種事前試験、調査を行なってきた。

1997年6月1日のEL TIEMPO(国内No.1の新聞)に、当工場の試験状況が報道され、クリーナープロダクション技術として紹介された。

2) 工場Layoutは、大型タンク(6.5m×0.7m×1.5m(深さ))が14タンク配置されたシンプルなものであり、後述するProcess flowを参照下さい。

代表的な作業内容を写真10-3にまとめた。

#### (2) 最近の操業状況

コロンビアでの経済低迷は、自動車及び建築部門への影響が大きい。該社はアルミ建材のみを生産する会社であり不況の嵐をまともに受けており、1999年度の生産量は1998年600tonの60%の360tonが保てるかどうかと代表者は心配している。

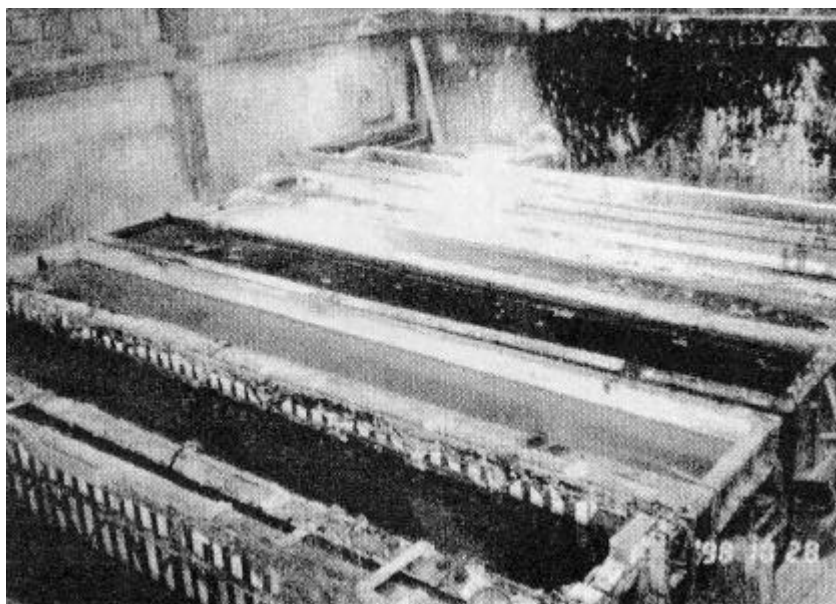
調査チームは、同業種の他社を訪問したが、材料待ちで操業が2日中止されていた。

表10-29 工場概要

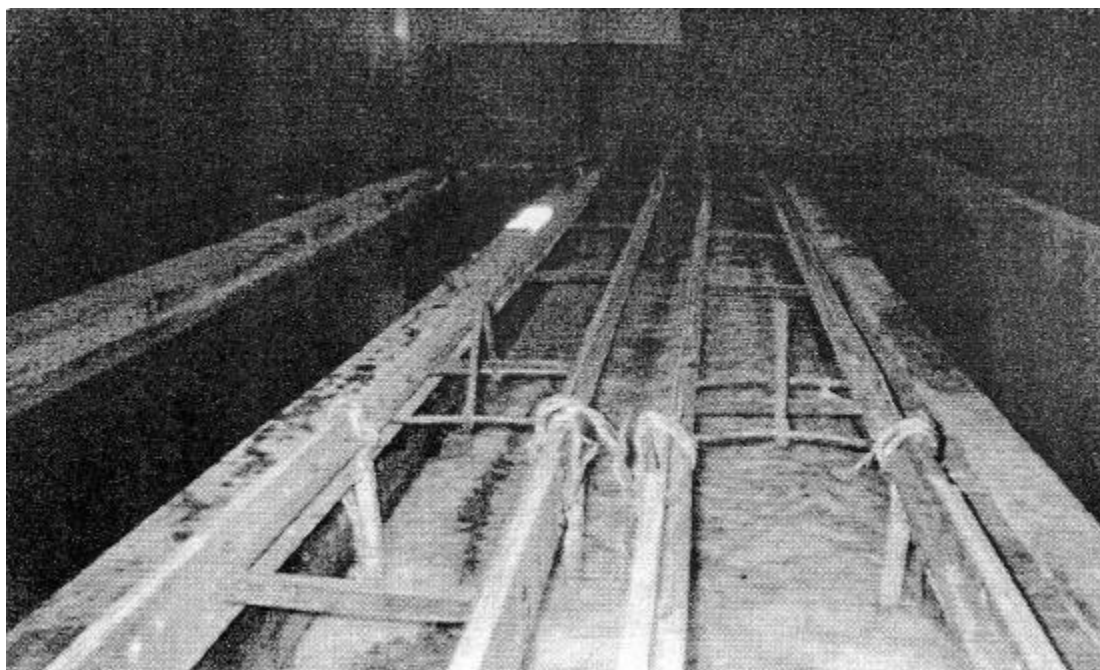
1.会社名	.....
2.住所	.....
3.設立年	.....
4.代表者	.....
工場長	.....
5.資本金	.....
6.従業員数	16人(電気化学技術者2人) 2000年末の従業員数見込み20人
7.建物 敷地	敷地面積 850m <sup>2</sup> 建家面積 850m <sup>2</sup>
8.製品(メッキ製品)	アルミ建築材(アルミ・プロファイル) (コロンビア規格 6m <sup>L</sup> が主)
19.業界での位置	ボゴタにおいてNo.1(コロンビア国ではNo.3~4)
10.売上高	.....
11.主要生産設備 生産能力	14 tanks (10~14m <sup>3</sup> /tank) 内3tanks・・・アノードダイジング 100ton/month Power generator 3基:80% total consumption
調査団訪問	第1次調査 1998年10月27日~10月28日 第2次調査 1999年2月15日~3月12日

写真10-3 工場写真

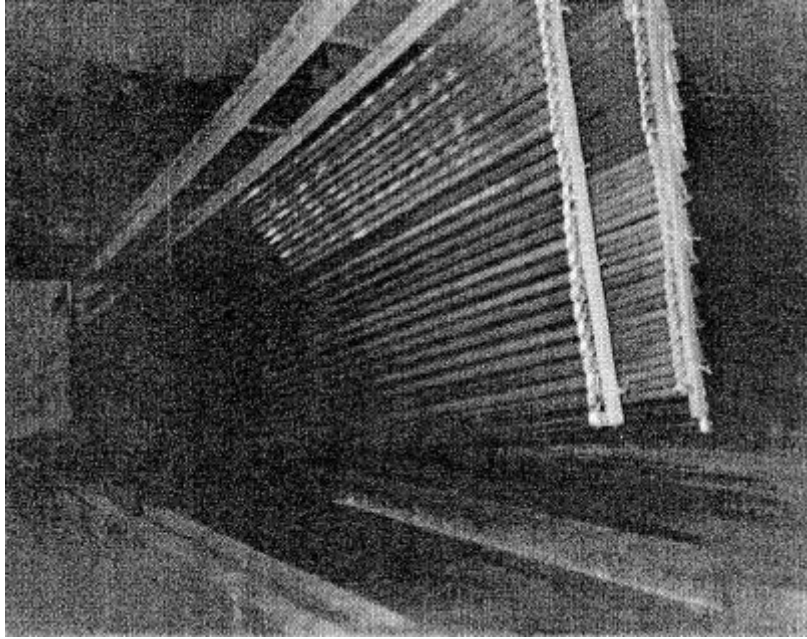
(1) 処理槽配置状況



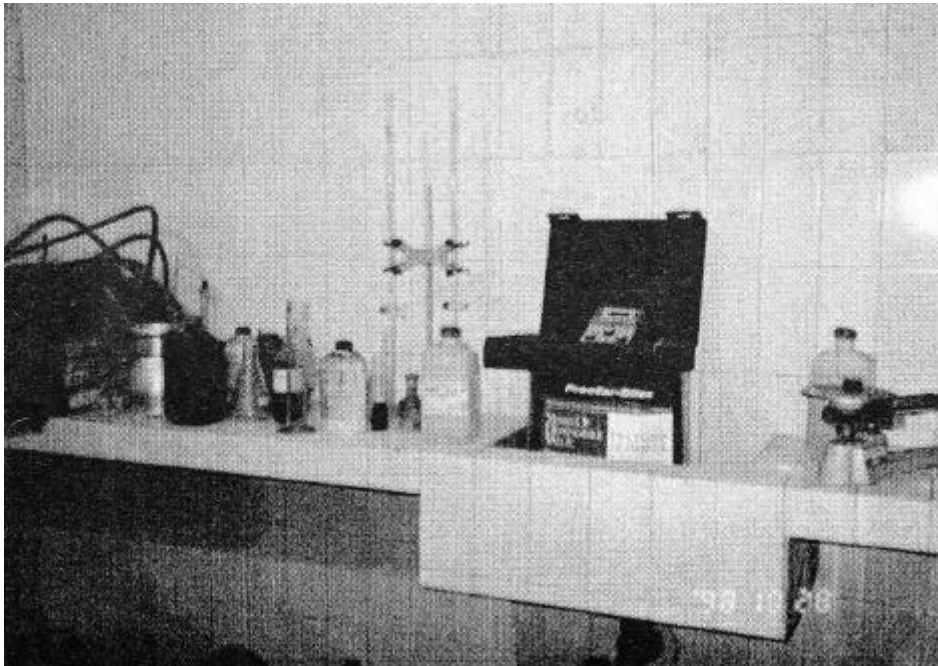
(2) アノーダイジング槽



**(3) 処理後の引上げ作業**



**分析室**





## 10-9-2 製造技術の現状と問題点

### (1) 工程図

図10-27にプロセスフローを示す。

このプロセスフローに従って大型タンク(14)が配列されており、ホイストクレーン(2ton)が建家スパン8.5mに設置され、これらの大型タンク上を走行し、所定プロセスへの物品移動が行なわれている。

### (2) アノードライジング・・・陽極皮膜

アノードライジングとは一般的には、酸・塩基塩を電解液(浴)としてアルミニウムを極として電気分解することにより、アルミニウム表面に酸化皮膜を形成させる方法である。

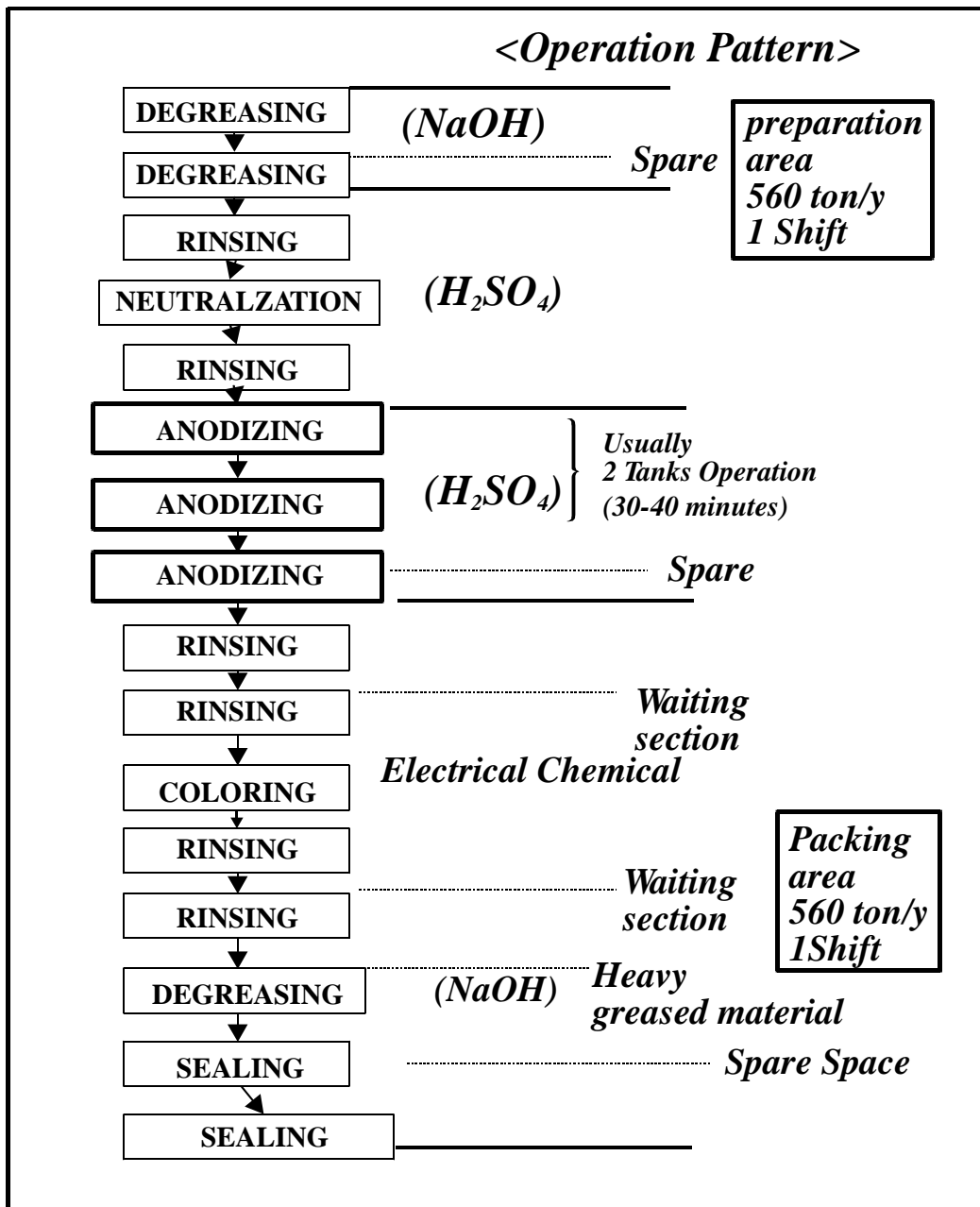
該社は、電解浴として硫酸を使用している硫酸アノードライジング法を採用している。

操業条件は表10-30に示すが、特に問題となる点もなく、安定した操業技術を有している。

表10-30 操業条件

電解浴	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 10～20%
電流密度	1～2 A/dm <sup>2</sup>
電圧	10～25V
浴温度	15～25
処理時間	20～50min

図10-27 Process Flow Sheet



**(3) 水使用量**

図10-28水使用量を生産量と比較して示している。

本年当初(1999年)より、かねてから試験していた水循環・リサイクルシステムが稼働開始しており、従来の水使用量から大幅な削減が期待できる。

このリサイクルシステムについては、後述の項(10-9-4)で詳述するが、技術的に高度であり、該社のレベルの高さを示している。

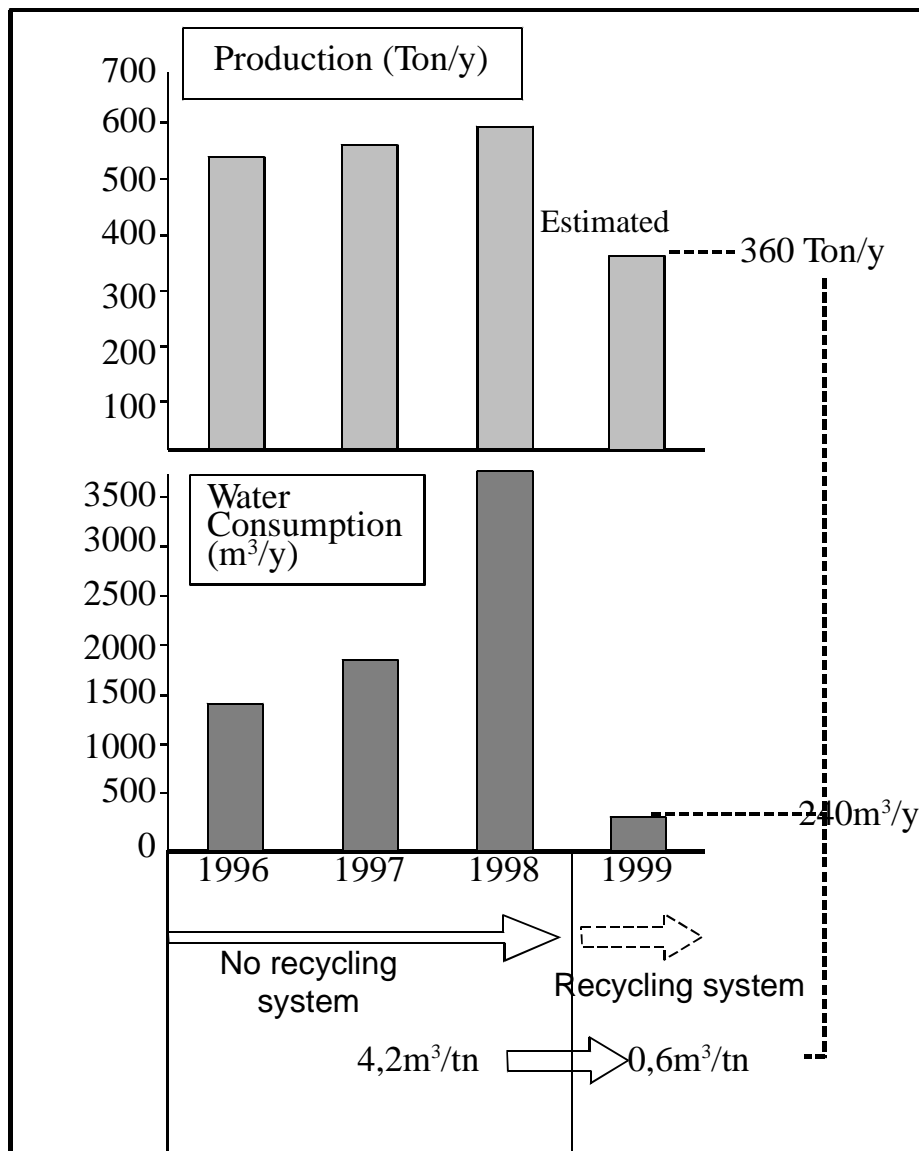
**(4) Chemicalsの使用量**

使用量を調査した結果、月平均値として表10-31にまとめる。一般のアノダイジング硫酸方式のChemicalsの使用量と比較して大きな違いはなく妥当である。

**表10-31 Chemicals使用量 (月平均)**

アルカリ洗浄 NaOH	0.6 ton
アノダイジング工程 H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	4.0 ton
SnSO <sub>4</sub>	0.2 ton
Inhibitor	100Kg
Slabilizen	300Kg

**図10-28 PRODUCTION & WATER CONSUMPTION**



## (5) 製造技術に関する問題点

### 1) ジグ付け作業

陽極ジグにアノードライジングするアルミ・プロファイルを緊結用のアルミニウム線で固定し、1～1.2m幅の柵を作る。

このジグ付作業は人手を要するもので以下の項目に留意しながら作業が行なわれねばならない。

1. 処理工程中に緩まないように確実に固定する。
2. 繰り返し使用の場合、接点に絶縁物のないようにする。
3. 材質を異にする被処理物は、原則として同じ枠に取り付けない。
4. 異種金属と複合した被処理物の場合は、異種金属部分を必ず絶縁物で被覆する。
5. 処理中にガス溜りのできないように取り付ける。
6. 被処理物の取り付け量は、処理設備の能力、設定条件に合わせる。

該社では、現在は前述の通りアルミニウム線を使用しているが、メッキ材料であるアルミプロファイルの形状が一定しておりクランプ方式の緊結固定方式の採用を勧めた。作業効率、現場の3Sにも大きな効果が期待できるので該社も今後検討することとなった。

### 2) リモート・コントロール及び自動化

アノードライジング工程は大型タンクが工程順に並ぶシンプルな配置であるため、自動化装置の採用は比較的容易である。現在は人手作業で経済的に成り立っているが、作業環境まで考慮するとリモートコントロール又は自動化を将来行なう必要がある。

問題点というより、将来への方向付けとして指摘し、該社の理解を得た。

## 10-9-3 生産管理技術の現状と問題点

### (1) 工場組織・人員

該社はアルミ・プロファイルのアノードライジングのみを行なう会社であり、作業は一定しており、工程もシンプルであるため、工場長が工場入口の事務所で物品搬入搬出をチェックし作業管理、品質管理の全てを行なっている。

ボゴタのメッキ企業を第1次、第2次調査で訪問したが、中小企業はどこも大体同様な状況で組織というより工場長が全てを管理している。

日本の工場イメージと若干違うところは、工場が完全に壁で仕切られていて、工場入口は大きなドアがあり工場内部はまったく見ることができない。

全ての物品搬入搬出はこのドアを通るため、工場長が事務所で全てを管理できるようになっている。

従業員は16人であるが、工場長1人、事務・経理1人現場作業員8人が実作業に当たっている。代表者（社長）と残り6人は別会社の仕事と兼務でやっている。

## (2) 調達・工程・品質管理

製品が一定しているため管理体系はシンプルであり、管理基準書等は整備されている。工程管理としては、アノダイジング槽のアルミ濃度をチェックするためのラボ設備を有しており、2週間に一度、作業状況に合わせて分析作業を行なっている。

日常管理として各工程の動向をチェックするため、pH紙で各タンクのpH値を一日2回、工場長が定期測定し記録する管理を行なっている。

この定期測定時、工場長が現場作業の状況を見回り管理状況を把握している。

管理体制としては組織的なものではないが、作業・操業の実態からみると大きな問題はないと判断できる。

## (3) 環境管理

### 1) 作業現場の環境管理

#### (a) 5S

前述した如くジグ付作業にアルミニウム線を使用するため、使用後のアルミニウム線が作業現場に散在する。

又浴槽成分調整後Chemicalsの容器が、不安定に作業現場に置かれることがある。

調査チームとしては、5Sが、さらなるクリーンプロダクションのために必要であることを説明し、問題箇所を写真に取り改善検討を行なった。その結果、Q/R(2)に記したが

1. 安全パトロールの実施
2. 現場作業員の改善提案制度の採用

について該社が今後取り組むこととなった。

上記2点は該社に限らず、他の工場の訪問時に、5Sの安着のためにRecommendしたことである。

Q/R(1)で指摘した木製作業者通路の不備は、今回は改善されていた。

#### (b) アルカリ洗浄槽からのフェーム

タンク容量が大きいため発生するフェーム量も多く、建家内にフェームが充満することがある。このことをQ/R(1)で指摘したが、該社は建家天上窓を大きくし、自然換気力を上げた。今回調査時、フェームの充満はほとんど感じられなかった。

根本的な解決策はベンチレーションシステムを採用することであるが、該社もこの点は将来方向として考慮している。

### 2) 産業公害からみた環境管理

該社は産業公害の見地から又クリーンプロダクションの見地から、水リサイクルシステムを本年（1999年）当初より稼働させている。従って詳述を次の項にまとめて説明する。

#### (4) 生産管理の問題点

問題点としては、水リサイクルシステムの完全運転のため、今後の改善をいかに早く行なうかにかかっている。

当面管理すべきこととしては、工場最終廃水口での定期pH値管理を指摘しておきたい。

#### 10-9-4 産業公害原因物質の排出状況・処理技術

アノダイジングプロセスから排出される産業公害としては、濃度の高いAl並びに硫酸塩を含む低pH値が問題となる。

エンド・オブ・パイプ技術をもってこれらの産業公害を防止するには、中和処理を行ない合わせてAl<sup>3+</sup>を酸化物（Al(OH)<sub>3</sub>又はAl<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>等）に無公害化することである。

クリーナープロダクション技術としてアノダイジングプロセスを考察すると、各工程からのドロッピング水又アノダイジング浴の更新（Al<sup>3+</sup>の濃度を低下させるためにH<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>を追加する）のために排出される高濃度の硫酸を含む液等をプロセス工程の中で中和処理するシステムとすれば、中和水はリンスイング水として再使用でき、かつ排水量が大幅に低減できる。

この点に着目して該社は、数年来、各種試験を実施し本年（1999年）当初より水リサイクルシステムの試験運転に入ったことを前述の各所で説明してきた。

#### (1) 処理技術：水リサイクルシステム

水リサイクルシステムの基本工程図を図10-29に示すRefreshment of Anodizing Solutionで説明する。

1) アノダイジング浴は陽極酸化時、材料であるアルミ・プロフィルからアルミニウムが溶け出し浴中のアルミニウム濃度が次第に高くなってゆく。

品質管理としては酸化膜の均一性を考慮し、浴中のアルミニウム濃度を25g/l以下にすることが望まれる。該社もこの値で管理している。

操業状況を勘案し、2週間毎にアノダイジング浴の1/3（3m<sup>3</sup>）を更新し、硫酸+工業用水を追加する。

2) アノダイジング浴の1/3は、硫酸液であるのでアルカリ洗浄後の工程であるNeutralization浴に移す。

3) Neutralization浴からは硫酸液を含む溶液がパイプを通過してTREATMENT TANKに移動する。

このTREATMENT TANKには各工程後に設置されているリンスイング浴からもパイプを通過して余剰水が流れ込むことになる。

4) TREATMENT TANKにおける処理は、基本的には中和処理であり、流入する硫酸液の中和のためにNaOHが使用される。又中和反応で発生する酸化物の凝集・沈殿を促進さ

せるためのCoagulant（凝集剤）が添加される。...(写真10-4参照)

凝集・沈殿物と中和水とがTANK内で混合しないよう、TANK内に堰を設け、中和水のみが次工程のCHARCOAL FILTERに流れる。.....(写真10-5参照)

沈殿物はTANKの底部に設置されたパイプを通して、FILTER PRESSに移される。

5) CHARCOAL FILTERは、通常の炭と活性炭と混合炭で、中和水のなかの有機物系物質を吸着除去する。この有機物とは、Inhibitorに含まれるものである。...(写真10-6参照)

6) CHARCOAL FILTERを通った中和水は、成分的には工業用水となっており、この水はプロセス中の各リンスイング水の供給水となる。

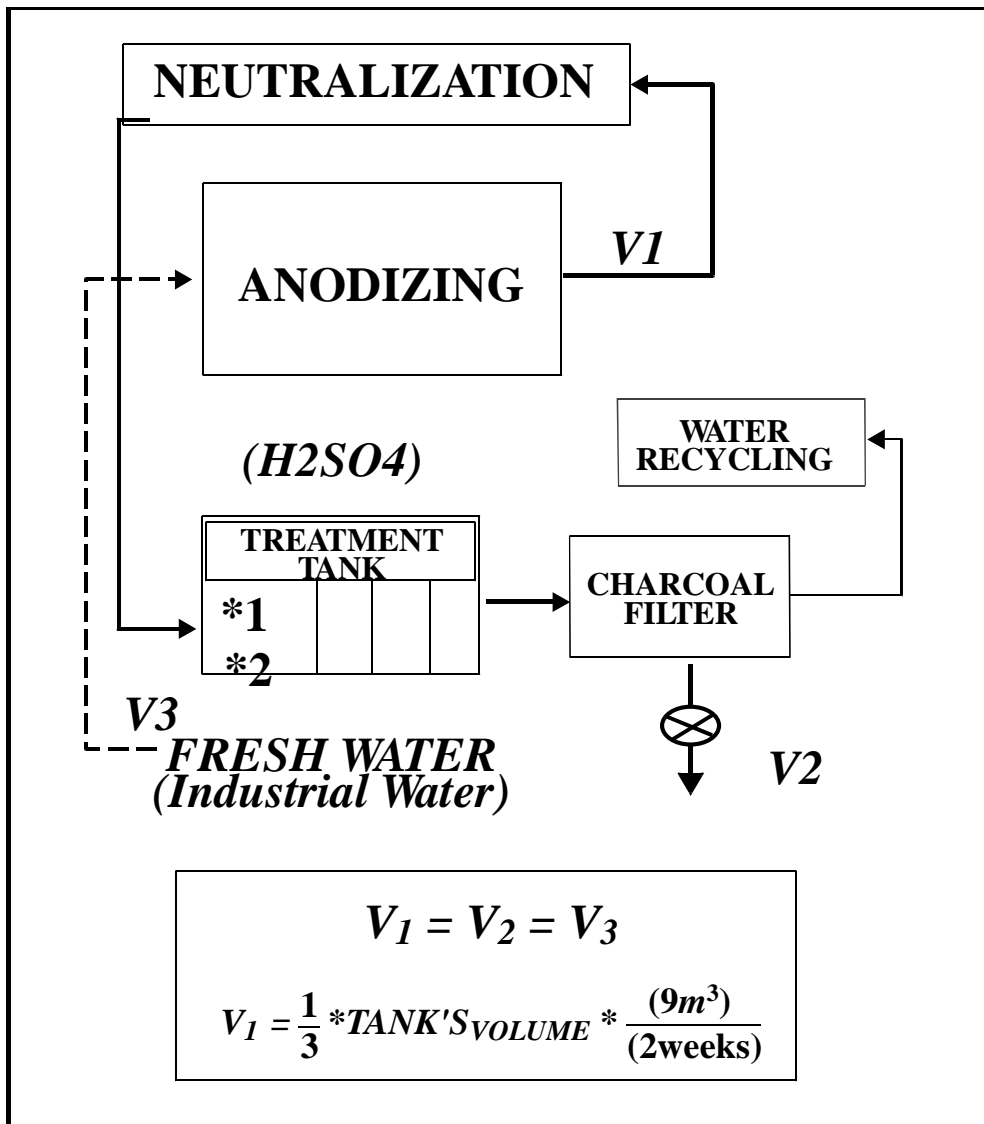
以上が水リサイクルシステムの基本工程となる。

該社においてはアノダイジング槽の容量は $9\text{m}^3$ であるため、図10-29に示した $V_1$ 値は、 $V_1=9\text{m}^3 \times 1/3=3\text{m}^3$  となり、この $3\text{m}^3$ が2週間毎に排水として排出される。

排出量の総量は、アノダイジング槽が3槽あり、基本的には2槽稼動であるため、約 $12\text{m}^3/\text{月}$ となる。

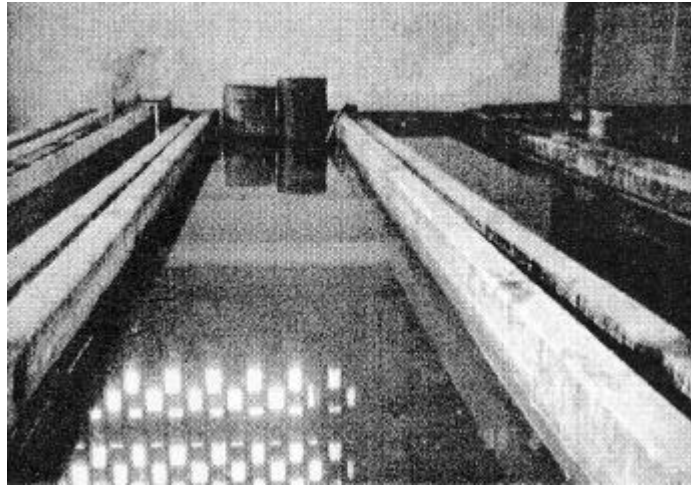
図10-30に通常操業における循環水の水バランスを示している。

10-29 REFRESHMENT OF ANODIZING SOLUTION

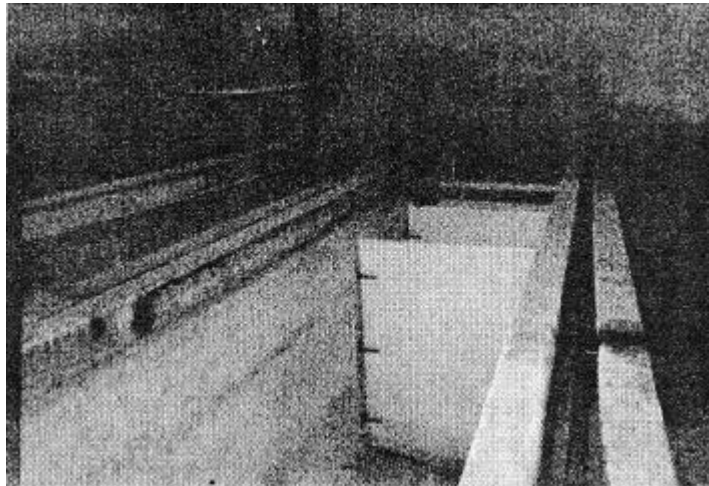




**写真10-4 TREATMENT TANK**



**写真10-5 TANK内の堰**



**写真10-6 CHARCOAL FILTER**

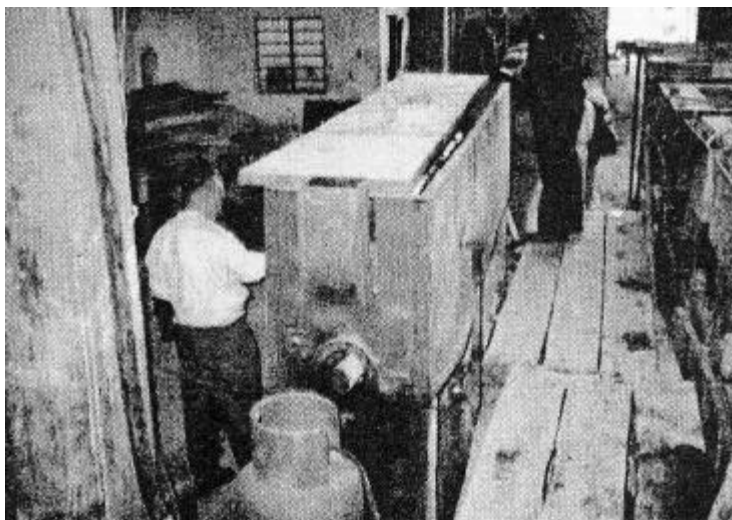


図10-30 WATER リサイクルシステム

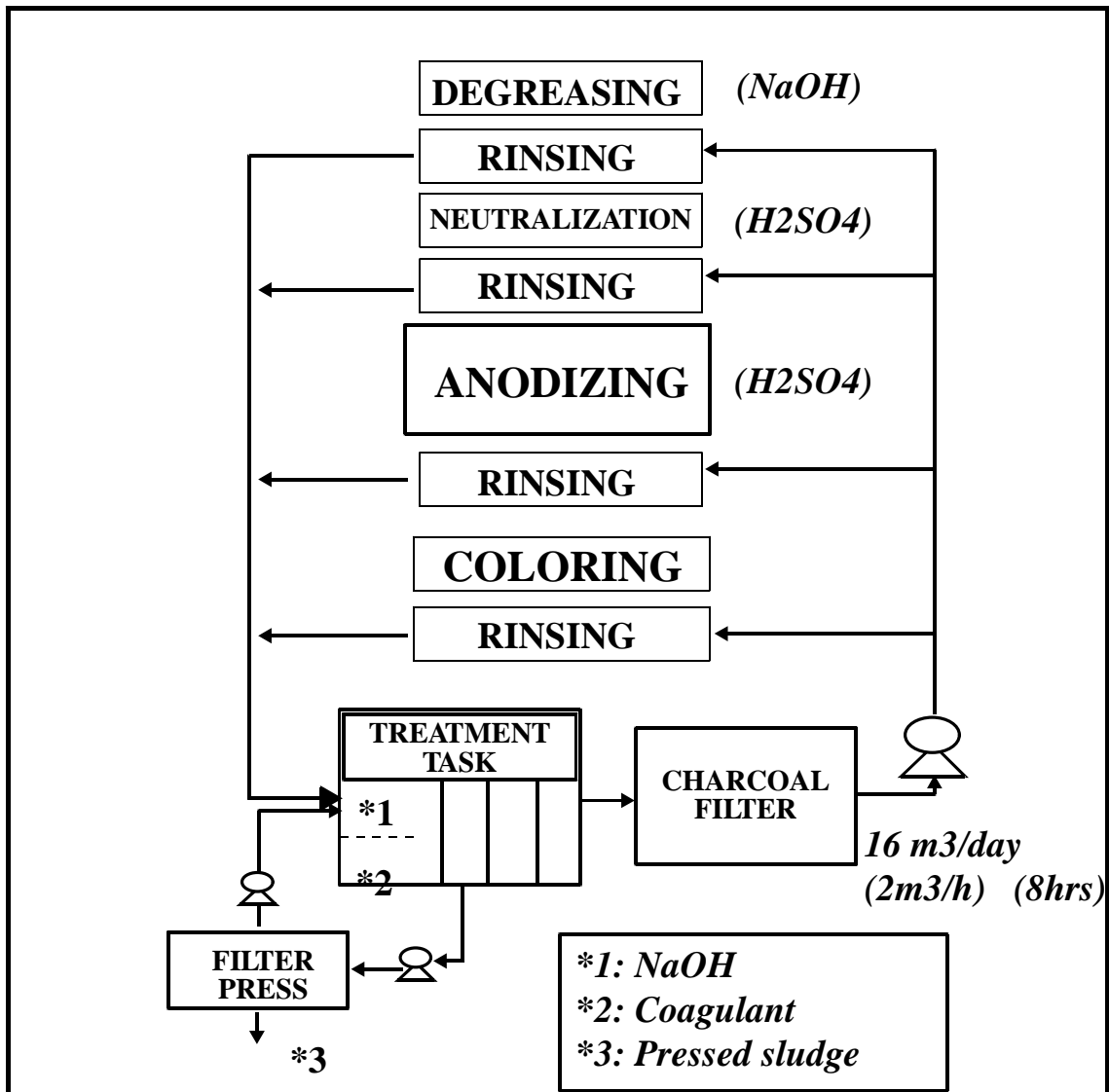
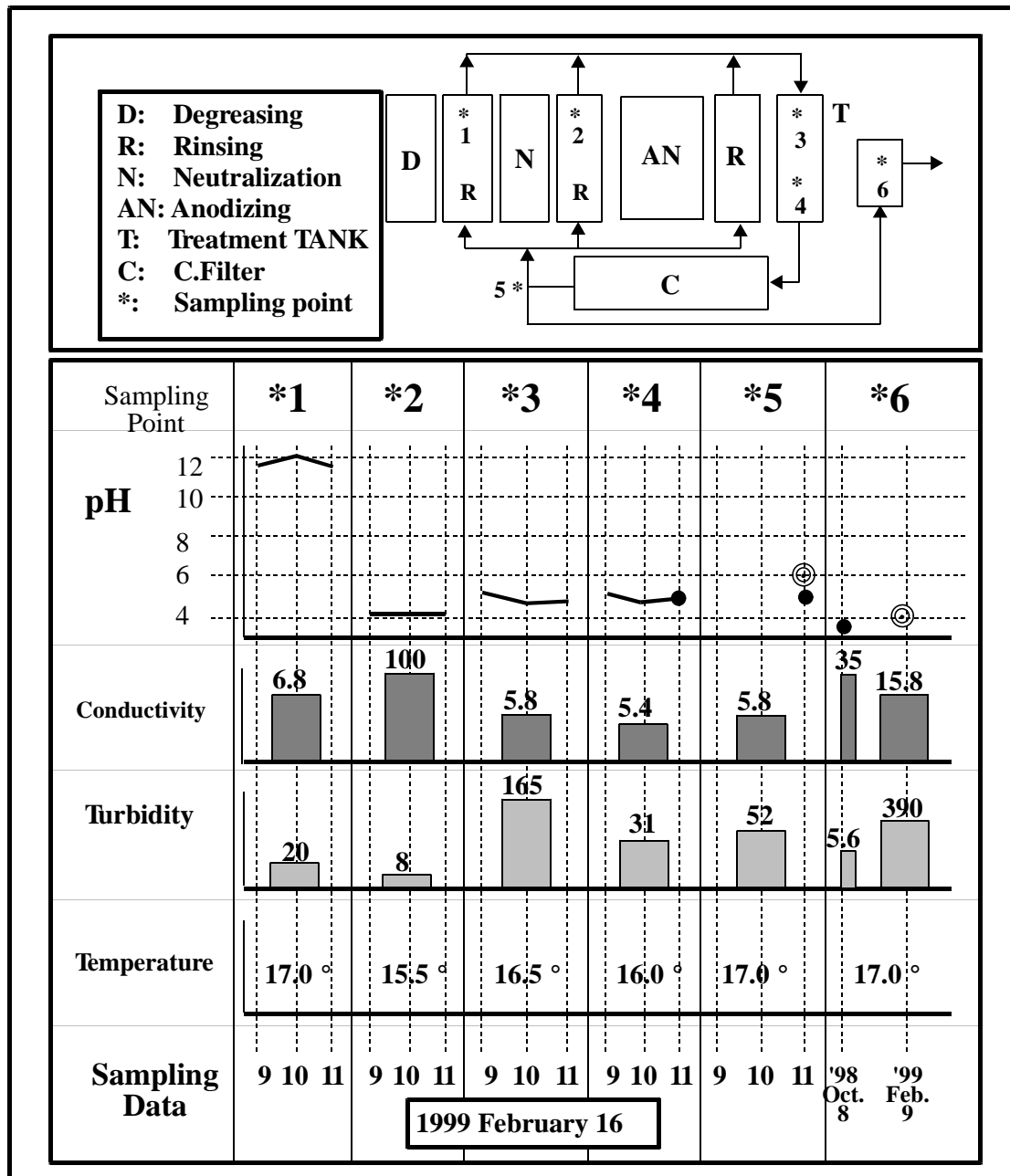


図10-31にリサイクルシステムの主要ポイント及び排水口での水質分析結果をまとめた。Sampling point 1 ~ 5 では、リサイクルシステムにおける水質変化状況を時間経過でチェックしたものである。TREATMENT TANKの入口(\*3)と出口(\*4)の水質結果より、処理が順調に行なわれていることが判明した。TANK内に設置された堰の効果が大きく、Turbidityが165 31に激減している。処理後のpH値は、出口(\*4)及びCharcoal filter(\*5)においてそれぞれpH 5 ~ pH 6 であり、循環再使用水として所定のpH値となっている。

図10-31 Sampling Points and Analysis Data



(2) 産業公害原因物質の排出状況

産業公害物質の排出状況は、前述の図10-31に示すSampling point 6での水質となる。リサイクルシステムの稼働により排出される排水水質は、Charcoal filterを通った処理水であり、Sampling point 5の水質と同一になるはずであるが、表10-32のSampling point 5及び6での水質比較が示すように、pH値に大きな差がみられる。

**表10-32 水質比較**

	Sampling point	Turbidity	PH	Al(mg/l)
第2次調査 (1999年2月)	Charcoal filter後 (*5)	34	4.3	110
	排水口(*6)	130	2.5	213
第1次調査 (1998年10月)	排水口	5.6	2.4	-

排水口でのpH値が低くなる理由は、各工程間におけるドロッピング水が排水口に流入するためである。

表10-33にリサイクルシステム稼動前と稼動後における排水状況をまとめる。

**表10-33 排出状況**

Recycling system	排水量	pH値
稼動前	4.2m <sup>3</sup> /生産量ton 50ton/M: 210m <sup>3</sup> /M	2.4
稼動後	0.6m <sup>3</sup> /生産量ton 50ton/M: 30m <sup>3</sup> /M	2.5
*将来目標	30m <sup>3</sup> /M	5~6

\*ドロッピング水の対策を行なう。

リサイクルシステムの稼動により排水量が従来に比して1/7になっており、公害物質排出量が激減したことになる。現在はドロッピング水の対策が取られていないためpH値は改善されていないが、この対策が取られれば排水基準値を達成できる。

#### 10-9-5 産業公害低減対策の提案と勧告

##### (1) 産業公害低減への取り組み

該社は、産業公害低減策として水リサイクルシステムを検討、試験し、1999年当初より稼動に入っており、実績を挙げつつある。このシステムはクリーナープロダクション技術としても評価が高く、他の産業分野にも適用できるものである。

産業公害低減の見地からみると、前述の10-9-4(2)で説明した通り、排水量が従来の1/7になっており低減効果は大きい。

現在は、工程間のドロッピング水の管理が出来ていないため排水成分としてはpH値が従来値とほぼ同じpH2~3であり、調査チームと協議し、次項に述べる今後の取り組みを早急にやるとの意気込みである。

## (2) 調査チームの提案

1) Tank間にカバーを設置すること。

アターダイジングするアルミ・プロファイルは6mと長尺物でかつ1～1.5m幅の柵形状に結束して、処理される。

又アルミ・プロファイル自身の形状は角型のため、各槽の浴水が貯りやすい。従って各工程間の移動時に、多くのドロッピング水が、Tank間の隙間を通過して床に落下している。この結果排水のpH値が低くなる。

対策としてはTank間にカバーを設置せねばならない。

1. Tank形状が大きいため、軽量化したカバーとしPVC製とする。

2. カバー設置作業及び保守、整備を考慮し分割タイプの組合せ方式とする。

2) フィルタープレスから生ずるSludgeの有効活用

Sludgeはアルミ酸化物であり、セメント工場、レンガ工場又製紙業において有効活用できる。該社として利用先と早急に折衝することを勧める。

3) 水リサイクル・システムにより排水量が激減したので工場排水口のpH管理を徹底することを勧める。作業操業管理として定時pH管理を行なっているため、測定項目として排水口も加え、排水のpH値を知っておくことにより、異常作業をチェックできる管理体制を取るべきである。

### 10-9-6 対策に要する費用と経済性評価

該社は水リサイクルシステムを構築してきたが、今後の改善項目(前述の10-9-5で調査チーム指摘事項)を実施し、公害防止システムとしての完成を計ることになる。該社自身もシステムの円滑操業のために改善項目を検討しており、それらの項目を入れて総合評価したい。

#### (1) 設備費及び工事費

該社が算定した費用を元に、調査チームの見解を入れて表10-34に設備費及び工事費をまとめる。

表10-34 設備費及び工事費

対策項目	概略費用(PESO)	企業努力を考慮
<b>既着手項目</b>		
1. TREATMENT TANK (1)	23,500,000	溶接及び設置費用を除く 18,800,000
2. CHARCOAL TANK (1)	1,000,000	溶接等の加工費を除く 800,000
3. FILTER PRESS (1)	450,000	450,000
4. Pump (2)	600,000	600,000
5. PVC Pipe	800,000	800,000
6. 工事費	3,000,000	材料費のみを計上 150,000
合計	29,350,000	21,600,000
<b>今後改善項目</b>		
1. PVC Cover	800,000	材料のみ計上 400,000
2. DRYER	500,000	500,000
* 3. CHARCOAL TANK (Spare)	1,000,000	溶接等の加工費を除く 800,000
* 4. Agitator (*ANODIZADOS要請項目)	500,000	500,000
合計	2,800,000	2,200,000
総合計	32,150,000	23,800,000

(2) 運転費(ランニングコスト)

運転費としてはTREATMENT TANKで使用するChemicalsとCHARCOAL FILTERで使用するCHARCOALとが主であり、これらの使用量の実績をもとに、表10-35にランニングコストをまとめる。生産量は年間1,000tonとして算出する。

表10-35 ランニングコスト

項目	年間使用量	単価	費用(PESO)
1. NaOH	300 kg	970 P/kg	291,000
2. Coagulant	200 l	800 P/l	160,000
3. Charcoal (general)	500 kg	300 P/kg	150,000
4. Activated Charcoal	500 kg	480 P/kg	240,000
年間合計費用			841,000

(3) 期待される経済的効果

経済的効果とは、水リサイクルシステムによる節水効果である。Filter PressのSludgeの有効活用について、検討したが経済的効果としての金額はほとんど期待できない。節水効果を生産量年間1,000tonとして算出する。

水リサイクルシステムなし：水使用量 ...  $4.2\text{m}^3/\text{ton} \times 1,000\text{ton} = 4,200\text{m}^3$

水リサイクルシステム稼動：水使用量 ...  $0.6\text{m}^3/\text{ton} \times 1,000\text{ton} = 600\text{m}^3$

節水量による年間の経済効果

$$(4,200 - 600)\text{m}^3 \times 300^{\text{PESO}}/\text{m}^3 = 1,080,000^{\text{PESO}}$$

#### (4) 経済性評価

現時点で経済性評価を行なうと節水効果額がランニングコストをカバーするのにせいっぱいである。

$$\text{節水効果額} - \text{ランニングコスト} = 239,000^{\text{PESO}}/\text{年}$$

投資額としての設備費及び工事費は24～15,000,000PESOを要しており、10年償却としても、投資額の回収は難しく経済性評価は極めて悪い。

たとえ水道料金が今後上昇したとしても、ランニングコストでのChemicals等の材料もコストupするので節水効果額の大きな改善は期待しにくい。

該社の社長の見解は、「該社に技術的な名誉は残ったが、設備費回収は難しい。

公害防止に積極的に取り組む企業に対して行政は各種支援が不可欠である。」

調査チームとしてもこの社長の見解を十分に理解出来る。

## 第 11 章 結論と提言の総括



## 第11章 結論と提言の総括

表 11-1 に本調査の結論と提言を要約し、以下に概要を述べる。

### 11-1 産業公害低減のための政策・施策にかかる提言

#### 11-1-1 環境法令

##### (1) 環境基準の制定

###### 1) 現状と問題点

1984 年に農業省が規定した用途別基準があるが、これは環境基準とは言い難い。環境基準は公共用水域について「人の健康の保護」(有害物質)ばかりでなく「生活環境の保全」(生活環境項目)の立場からも維持することが望ましい基準とすべきである。

###### 2) 提言

環境省が速やかに国としての環境基準を定めることを提言する。

コロンビア国は、地形と人口密度の変化に富んだ国であるので、環境基準の設定に際しては、全国の河川、湖沼、海域を幾つかの水域類型に分類して定める必要がある。

##### (2) 地方基準の改定

###### 1) 現状と問題点

現在の流域の基準値は形骸化している。

###### 2) 提言

国が新しく定める環境基準値との整合性を持たせるよう改定すべきである。その際、他県との整合性を持たせるべく調整を行う必要である。

##### (3) 国の排水基準の改定

###### 1) 現状と問題点

排水基準は 1984 年に定められ、「人の健康の保護」に関する項目は、かなり詳細に規定されている。しかし、「生活環境の保全」に関する項目は、除去率によって規定され、極めてあいまい且つ不公平である。

###### 2) 提言

絶対値で表示したものに改定することを提言する。

#### **(4) AMA 排水基準値の改定**

##### 1) 現状と問題点

「生活環境の保全」の項目は、国の基準値がないため、DAMA 独自で決定しているが、極めて緩やかな値となっている。

##### 2) 提言

近い将来、最低でも現状の半分程度の値、即ち BOD 500, COD 1000、SS 400 mg/l とすることを提案する。

#### **(5) 排水水量による適用除外**

##### 1) 現状と問題点

国、ポゴタ市とも排水基準は例外規定がなく、排水量の如何を問わず適用されている。

##### 2) 提言

少量排水の工場は適用を除外し、大企業の監視及び対策を優先させることを提案する。

#### **(6) 総量負荷規制**

##### 1) 現状と問題点

ポゴタ川への排水については汚染負荷の総量規制が必要である。

##### 2) 提言

ポゴタ川汚染源の 75%以上を占める家庭排水についても、今後 5 カ年の目標値を定め、それに対して例えば、今後の住宅団地建設に当ってはコミュニティプラント（排水処理設備）の設置を義務づける等の具体策が必要である。

#### **(7) 排水課徴金制度の改定**

##### 1) 現状と問題点

排水課徴金制度は、排水基準値までを対象にしており、それ以上については課徴金を徴収されない。従ってポゴタ市では DAMA 基準値まで、ポゴタ市以外では現行の国の排水基準に従い負荷の 20%しか課徴金の支払いを要しない。

そのためポゴタ市の課徴金の額は全量に適用した場合の約 4 分の 1 にしかない。

##### 2) 提言

課徴金制度の適用には範囲を設けず、基準値を超える排水にも適用されるよう改定すべきである。また、汚染負荷に対する単価係数の引上げ、負荷別単価制度、項目の追加（COD、油脂分）等の負担の見直しも必要と考える。

表 11-1 コロンビア国ボゴタ市クリーナープロダクション技術の推進による産業公害低減調査ファイナルレポート要旨

		調査の結論	サブセクターに対する提言			行政に対する提言
			改善策	所要費用(例)	効果	
サブセクター	共通	<p><b>1. 調査対象サブセクターから発生する産業公害</b></p> <p>1) 対象 4 サブセクターからの汚染負荷は、産業界全体の中で相対的には小さいが、ボゴタ市の産業公害低減のためには、さらに汚染負荷を低減させる必要がある。</p> <p>2) 調査対象工場の多くは中小企業であって、サブセクターの中でも汚染負荷は比較的小さい。</p> <p>3) 4 サブセクター中、有害物質 (CN, Cr 等) 排出の可能性はメッキのみ。他のサブセクターからの汚染物質は生活環境項目 (BOD, COD, SS 等) である。</p> <p><b>2. 産業公害低減のポテンシャル</b></p> <p>クリーナープロダクション技術の推進およびエンド・オブ・パイプ技術の改善の両面からの対策により、対象サブセクターからの汚染負荷低減が可能と見込まれる。ただし、対象工場の多くが中小企業であり、またコロンビア国が現在直面している不況の影響もあって、設備投資の負担には限界がある。</p> <p><b>(1) クリーナープロダクション技術推進ポテンシャル</b></p> <p>1) 生産管理面の改善余地がある。</p> <p>2) 繊維サブセクターでは、廃熱回収の設備投資による省エネルギー効果、浴比管理による排水水量の低減効果が期待できる。</p> <p>3) 油脂精製・石鹼サブセクターでは工程が単純であるため、クリーナープロダクションの内容は、工程の漏れ防止対策が重要である。</p> <p>4) メッキサブセクターでは、水洗水の中和再利用による水使用量の大幅削減が期待できる</p> <p>5) メッキ工業団地計画を推進すべきである。</p> <p><b>(2) エンド・オブ・パイプ技術による改善ポテンシャル</b></p> <p>1) 排水貯留槽の設置により、排水水質の改善・安定化が期待できる。</p> <p>2) 生活環境項目に関しては、凝集処理などの廃水処理設備の改善、追加が必要。</p>	(1) 管理技術の向上 1) 原単位, コストの把握 2) 水バランス, 排水量の把握 3) 5S 運動, 作業標準化の推進 (2) プロセスからの漏れ防止徹底		管理精度・生産性の向上 管理精度の向上 生産性向上 廃水水質の改善および排水量の低減	<p><b>(1) 産業公害低減にかかる基本方針の策定および広報</b></p> <p>1. ボゴタ市の工場排水基準の改定方針 (等に生活環境項目)</p> <p>2. 中小企業に対する助成措置方針</p> <p><b>(2) 対象サブセクターにおける産業公害低減対策の推進</b></p> <p>実行機関として ACERCAR の機能を活用し、本調査のサブセクターに対する提言実施を推進する。</p> <p>1. 実施体制の組織化</p> <p>2. ACERCAR による QC 手法, 5S 等の生産性向上策の指導, 普及</p> <p>3. FRATI を通じての財政支援, 優遇措置</p> <p>4. 提言実行による成果の表彰, 広報</p> <p><b>(3) 産業界全体に対する波及促進</b></p>
	繊維		(1) 廃熱回収のための設備設置 (2) 低浴比化, 塩添加量最適化, 自動化等の技術改善 (3) 廃液貯留槽, pH 調整装置の設置 (4) 凝集沈殿法, 活性汚泥法による廃水処理設備の設置 (投資要)	180 Mpesos  30 Mpesos	省エネルギー 水使用量低減による環境負荷軽減 排水水質の改善・安定化 汚染負荷の低減 (将来の DAMA 基準強化への対応)	
	油脂精製		(1) プロセスからの漏れ防止徹底 (2) オイルトラップの管理強化 (3) 段階的に浮上分離・凝集沈殿設備、生物処理設備の設置 (4) 食品製造工場としての衛生性を考慮した設備管理	32 Mpesos	廃水水質の改善, 原単位向上 ロス防止, 廃棄物減少, 排水水質の改善, 安全性向上 排水水質の改善による汚染負荷軽減 生産性の向上	
	石鹼		(1) プロセスからの漏れ防止徹底 (2) 排水貯留槽の設置 (3) 中小工場における押出機の設置 (4) 中小工場における包装機の設置 (5) 大手工場における生物処理設備の追加 (投資要)	150 Mpesos 40 Mpesos	廃水水質の改善および排水量の低減 排水水質の改善・安定化 生産性の向上 生産性の向上 排水水質の改善による汚染負荷の軽減	
	メッキ	(1) 分別排水 (2) 水洗水の中和再利用 (投資要) (3) CN メッキ浴の削減 (4) メッキ浴の管理徹底 (5) 廃水処理設備設置 (CN, Cr <sup>6+</sup> ) (6) 中小工場における回分式廃水処理設備設置またはメッキ工場団地計画の推進	16 Mpesos	水使用量, 排水量の低減 水使用量, 排水量の低減 排水水質の改善 排水水質の改善 排水水質の改善 排水水質の改善	<p><b>(1) メッキ工業団地計画の推進</b></p> <p>第 1 段階: 具体化検討 (立地選定, 移転優遇措置の明確化, 広報活動, 参加企業選定)</p> <p>第 2 段階: 設計および建設</p> <p>第 3 段階: 工業団地の改善, 増強</p>	
政策・施策		<p><b>(1) 国の環境法例</b></p> <p>1) 国としての環境基準がない。</p> <p>2) 生活環境項目の具体的排水基準がない。</p> <p><b>(2) DAMA の排水基準</b></p> <p>1) 有害物質に関する DAMA 基準が日本並の厳しさがあるのに対し、生活環境項目 (BOD, COD 等) の基準値は産業公害低減のためには緩すぎる。</p> <p>2) 現在、排水水量によらずに規制しているが、産業公害低減のためには、多量排水を重点的に改善することが重要である。</p>			<p><b>(1) 環境法令</b></p> <p>1) 国の環境基準の制定, 排水基準の改定等</p> <p>2) DAMA の排水基準 (生活環境項目) の改定, 課徴金制度の改定等</p> <p><b>(2) 産業公害低減のための施策</b></p> <p>1) 環境保全投資に対する税制優遇措置の復活</p> <p>2) 産業公害指定工場制度, 公害防止管理者制度, 産業公害防止表彰制度等</p> <p>3) 産業公害低減推進活動の活性化 (クリーナープロダクションセンターの全国展開等)</p>	

## 11-1-2 産業公害低減のための施策

### (1) 財政支援・優遇措置

#### 1) 現状と問題点

コロンビアでは環境対策に対する国の財政支援は少ない。

#### 2) 提言

環境省に対し、国家財政難ではあるが公害防止機器の免税措置の継続が望まれる。ボゴタ市では、現在 DAMA の総予算 1,500 億ペソの 7 ~ 8 % を中小企業の支援策に充てているのでこれを維持することが望ましい。

### (2) 産業公害指定工場制度

#### 1) 現状と問題点

企業を産業公害工場に指定して管理し、産業公害低減を効率的に推進する方法があるが、コロンビア国には現在産業公害指定工場制度はない。

#### 2) 提言

産業公害低減の促進を目的とした産業公害指定工場制度の確立を提言する。

1. 一定規模以上の汚染負荷を排出する工場を産業公害指定工場として指定し、効率的な産業公害低減プログラムの策定・報告と遂行、環境汚染物質の排出量報告を義務づける。
2. 公害防止管理者制度を導入する。産業公害指定工場に公害防止管理者を配し、産業公害低減活動の核としての役割を果たさせるようにする。

なお、有害物質を含まない排水のみの工場で一定量以下の少量排水の場合には、当制度の管理対象から除外する。

### (3) 公害防止管理者資格制度

#### 1) 現状と問題点

前述のとおり、産業公害指定工場制度がないので公害防止管理者資格制度もない。

#### 2) 提言

産業公害指定工場に公害防止管理者を指名させる。各工場で管理者の育成を促進するために、国による資格認定と資格証明書の発行制度の導入が効果的である。

当面は登録により、ACERCAR あるいはクリーナープロダクションセンターから対象者に公害防止技術の提供、技術研修を行うことからスタートし、公害防止技術が普及した時点から国家試験による資格認定制度とする。

#### **(4) 産業公害防止表彰制度**

##### 1) 現状と問題点

現在、コロンビア国に産業公害防止表彰制度はない。

##### 2) 提言

産業公害低減の促進に大きな成果をあげた企業、公害防止管理を継続的に実施している企業を選び、広く国民に知られる形で表彰する制度の確立を提案する。この制度は、産業公害低減活動が定着し、環境保全の目的が広く達成されるまで定める制度とする。

### **11-1-3 産業公害低減推進計画の推進活動**

#### **(1) クリーナープロダクションセンターの全国展開**

##### 1) 現状と問題点

メデジン市に大企業等が中心となり設立されたクリーナープロダクションセンターは、ナショナルセンターを目指しているが未だ全国展開を図るまでには至っていない。

##### 2) 提言

産学官の協力と財政面を含めた環境省の強力なリーダーシップと支援により、ナショナルセンターとする。さらに、チリ国環境センター等との情報交換・交流を深め、将来は中南米全体の“ Sustainable Development ” 推進の一翼を担うことを期待したい。

#### **(2) 環境 Windows の推進**

##### 1) 現状と問題点

環境省は中小企業を対象に、ボゴタ市の ACERCAR に類似した機関“ 環境 Windows ” を開設し、一部の都市で実行に移したが中断状態にある。

##### 2) 提言

環境 Windows を全国展開する構想を実現すべきである。

#### **(3) ボゴタ市の産業公害低減推進活動の活性化**

##### 1) 現状と問題点

DAMA は、環境負荷の大きさを考えると大企業に対する一層の指導力を発揮する必要があるが、大企業の組織立った活動は見られない。

##### 2) 提言

クリーナープロダクションセンターの支部をボゴタ市またはその周辺に設置すること

を提案する。また、ACERCAR の委託先選定に当っては各担当者の担当分野における実務経験を十分吟味し、専門家集団を選ぶ。なお、環境対策は継続性・永続性を持たせることが重要であり、ACERCAR を法人化し、活動を恒久化するのにも一案である。

## 11-2 サブセクターにおける産業公害低減のための提言

### 11-2-1 共通

調査対象サブセクター中、3サブセクター以上に共通する事項を以下に述べる。

#### (1) 排水規制

1. 少量排水は規制対象外とする。
2. BOD, COD, SS 等に対する DAMA 基準は極めて緩い。近い将来に予想される DAMA 排水基準の強化への対応が必要である。

#### (2) 短期的対策

##### 1) 生産管理技術の改善策

1. 原料、用役等の原単位および製造コスト管理
2. 水バランスおよび水質管理の徹底
3. 省資源・省エネルギー意識高揚キャンペーン
4. 5S、作業環境改善等の従業員教育
5. メンテナンスの強化
6. 啓蒙情報の掲示

##### 2) エンド・オブ・パイプ技術の改善策

1. 廃水貯留槽の設置
2. オイルトラップの清掃頻度アップ
3. 現有または建設中の廃水処理設備の安定運転

#### (3) 中期的対策

##### 1) エンド・オブ・パイプ技術の改善策

1. 浮上分離および凝集沈殿装置の設置

#### (4) 長期的対策

##### 1) エンド・オブ・パイプ技術の改善策

1. 生物処理設備の設置

## 11-2-2 繊維サブセクター

繊維サブセクターからの産業公害原因物質の排出は、主として染色工程からの排水によるものでその内容は、染料による着色，pH 変動，織物からの澱粉・タンパク質・有機酸による BOD 増大，界面活性剤・合成糊による COD 増大，繊維くず・高分子オリゴマー・ケイ酸ソーダ等による SS 増大等である。サブセクターの汚染負荷は全産業中の 2.7 %程度で、食品・飲料，金属・冶金，皮革等の負荷の大きなサブセクターと比較すると大きくない。

### (1) 短期的対策

- 1) 製造技術面の改善策
  - 1．廃水からの熱回収
  
- 2) 生産管理技術面の改善策
  - 1．浴比管理の徹底
  - 2．作業の標準化と品質向上（Re-processing 低減）
  - 3．省資源・省エネルギー意識高揚キャンペーン
  - 4．5S、作業環境改善
  - 5．メンテナンスの強化
  
- 3) エンド・オブ・パイプ技術面の改善策
  - 1．pH 調整装置の設置、または管理強化

### (2) 中期的対策

- 1) 製造技術面の改善策
  - 1．低浴比化の推進
  - 2．塩添加量の最適化
  - 3．自動化の推進
  
- 2) 生産管理技術面の改善策
  - 1．染色情報（染料配合処方）、カラー・サンプルの整理、活用（試験染色回数削減）
  - 2．ISO 9000 認証の取得

### (3) 長期的対策

- 1) 製造技術面の改善策

1. 低浴比染色機への設備更新
- 2) 生産管理技術面の改善策
  1. ISO 14000 の認証取得
- 3) エンド・オブ・パイプ技術面の改善策
  1. 活性汚泥設備の設置

### 11-2-3 油脂精製サブセクター

油脂精製サブセクターからの汚染排水は油脂の精製に伴うもので、油分が汚濁物質の主要因である。他に BOD, COD, SS が高い特徴がある。大手企業は廃水処理設備を備えて DAMA の排水基準をほぼ満たし、また中小工場からの排水量は多い工場でも 650 m<sup>3</sup>/月と少量なので、ポゴタ市の産業公害に対する当サブセクターの影響度は比較的小さい。

#### (1) 短期的対策

- 1) 製造技術面の改善策
  1. 油脂原料の即時回収および洗浄頻度アップ
  2. 配管継手からの漏れ防止（分解清掃しやすいカップリング式またはフランジ式への変更）
- 2) 生産管理技術面の改善策
  1. 機器, 配管, 階段および床に固着した油分の除去, 清掃
  2. 作業環境の改善（塗装, 照明, 採光等）
- 3) エンド・オブ・パイプ技術面の改善策
  1. 現状はオイルトラップしか設置されていないので、浮上分離および凝集沈殿設備を設置する。

#### (2) 中期的対策

- 1) 製造技術面の改善策
  1. フレキシブルホースへの液抜きノズルおよび弁の設置

#### (3) 長期的対策

- 1) 製造技術面の改善策



1. オイルの漏れない配管継ぎ手，弁および回転機器の採用
2. 開放タンクの密閉化
3. 悪臭発生場所，製品充填場所の隔離
4. 製品と接触する材質のステンレス化

## 2) エンド・オブ・パイプ技術面の改善策

1. 生物処理後の凝集沈殿・濾過設備の設置

### 11-2-4 石鹼・洗剤製造サブセクター

石鹼・洗剤製造サブセクターから排出される産業公害原因物質は、主として床・設備等の洗浄廃水および原料油脂の洗浄廃液である。大手企業は廃水処理設備を有し DAMA の排水基準をほぼ満たしている。中小工場からの排水量は 80 m<sup>3</sup>/月以下と極めて少量なので、ボゴタ市の汚染負荷に占める当サブセクターの比率は全産業中の 1 % 以下で比較的小さい。

#### (1) 短期的対策

##### 1) 製造技術面の改善策

1. プロセスからの「漏洩ゼロ」指向

##### 2) 生産管理技術面の改善策

1. 取り進め中の生産性向上運動をさらに重点展開
2. 中小工場では、生産性把握のための基礎データ採取

#### (2) 中期的対策

##### 1) 製造技術面の改善策

1. 中小工場における押出機，包装機の設置を検討

##### 2) 生産管理技術面の改善策

1. 中小工場での短期対策継続および標準マニュアル類の整備

##### 3) エンド・オブ・パイプ技術面の改善策

1. 生物処理システムの追加により DAMA 基準値強化に対応

#### (3) 長期的対策

##### 1) 製造技術面の改善策

1. 中小工場における製品中の残留グリセリン減少対策の検討

- (a) 塩析を行い、その廃液処理を大手企業に委託
- (b) 脂肪酸への原料転換

### 11-2-5 メッキ工業サブセクター

メッキサブセクターから排出される産業公害原因物質の主たるものは、メッキ工程中および排出処理設備からの沈殿物と排水である。排水で問題となるのは一般装飾・防錆を目的とする電気メッキからのもので、サブセクターからの総排水量は約 3,000 m<sup>3</sup>/月程度の少量である。水質的にはシアン管理、シアン浴を削減していく指導が必要と考えられる。

#### (1) メッキ産業再配置計画

メッキ工業団地構想の実現には長期的な展望が必要であり、早急に具体化検討に着手すべきである。次のような段階を踏んで実現すべきである。

1. 第1段階 - 具体化検討
  - (a) 立地選定
  - (b) 移転優遇措置の明確化
  - (c) 登録企業のみに対する広報活動
  - (d) 参加企業の選定（住宅区にある企業，経営能力が高く技術的に優れている企業，関連業種企業）
2. 第2段階 - 設計および建設
3. 第3段階 - 工業団地の改善、増強

#### (2) 短期的対策

- 1) サブセクターとしてのインフラストラクチャ整備
  1. 企業登録の促進とメッキ企業組合の結成
  2. 登録企業以外の操業禁止
- 2) 製造技術面の改善策
  1. ドロッピング水の分別排水
  2. 水洗水の中和再利用
- 3) 生産管理技術面の改善策
  1. 受入検査の徹底により工程への不良原因排除
  2. 浴組成を含めた設備の予防保全徹底
  3. リサイクルしやすいメッキ，前後処理およびメッキ工程の選定

4. 必要以外の部分に必要以上のメッキを着けない
5. 無駄な運搬・運送の廃止
6. 治具管理の徹底
7. 極力シンプルなメッキ工程
8. 処理液の濃度管理徹底
9. 浴の適切な流動攪拌および電流分布の均一化
10. メッキを含む処理液の老化防止
11. 節水・水回収の徹底により排水処理の負荷低減
12. 熱管理，電流管理，水管理の徹底による省エネルギー
13. 濃厚廃液，金属スラッジの保管，再資源化
14. 原料・設備・器材のリサイクルによる廃棄物の減量化

#### 4) エンド・オブ・パイプ技術面の改善策

1. 凝集沈殿設備へのオンライン pH 計設置
2. pH 調整槽の設置
3. 一定規模以上の排水排出工場における排水処理設備設置
  - (a) シアン含有廃水の酸化処理
  - (b) 6 価 Cr 含有廃水の還元・沈殿処理
4. 中小工場における回分式排水処理設備検討、または工業団地への参加検討

### (3) 中期的対策

#### 1) 製造技術面の改善策

1. シアンメッキ浴の削減

#### 2) エンド・オブ・パイプ技術面の改善策

1. 中小工場における回分式排水処理設備検討、または工業団地への参加検討

### (4) 長期的対策

#### 1) エンド・オブ・パイプ技術面の改善策

1. 中小工場における回分式排水処理設備検討、または工業団地への参加検討

## 11-3サブセクターにおける産業公害低減のために行政がとるべき措置

11-2 で述べた業界、企業が実施する対策を効果的に実現するためには行政の支援が不可欠である。環境省並びに DAMA は提言取進めに関するスケジュールを立案し、極力早期に実行に移すことを期待したい。

ボゴタ市の産業公害低減のために、DAMA（及び ACERCAR）のとるべき措置を以下に提言する。

### **(1) 産業公害低減にかかる基本方針の策定および広報**

まず第 1 に、ボゴタ市の産業公害低減対策の推進に関し、将来にわたる基本方針を策定し産業界への周知徹底を図る。ボゴタ市工業局および業界と協議の上、以下の内容を早急に検討し将来計画を策定する。

- 1．ボゴタ市の工場排水基準の改定方針（特に生活関連項目に関する基準）
- 2．中小企業に対する助成措置：排水基準の強化に伴い経営が圧迫される中小企業を、育成するのか、撤退も止むなしとするかの方針は重要である。

### **(2) サブセクターの産業公害低減対策の推進**

本調査の対象サブセクターにおける産業公害低減対策を以下の手順により推進する。実行機関として、ACERCAR の機能を最大限に活用することを提案する。

- 1．提言実施体制の組織化
- 2．生産性向上策の指導・普及
- 3．財政支援・優遇措置
- 4．表彰・広報

各項目について以下に付言する。

#### **1) 提言実施体制の組織化**

提言推進のワーキンググループを設置する。メンバーは当面 DAMA、ACERCAR、詳細調査工場及び関係工業会で構成し、環境行政の業界・企業への伝達と業界・企業の取進め状況の報告並びに問題点の摘出とその解決に当る。

また、DAMA 及び ACERCAR はサブセクターごとに担当者を選任し、調査団の提言の推進に当る。DAMA は ACERCAR に対し、サブセクターごとの専門家を選任し、調査団の提言の実行に向け実質的に企業を指導する体制をとらせるべきである。

#### **2) 生産性向上策の指導・普及**

投資を要しない生産性向上策として QC(Quality Control)の手法と 5S の推進も重要である。ACERCAR には QC 手法等の指導・普及に努めさせるべきである。

#### **3) 財政支援・優遇措置**

詳細調査工場がハード面の提言を実行に移すに当っては当然設備投資を必要とする。DAMA はこれら提言の取進めを“デモンストレーションプロジェクト”と位置付け、FRATI の資金が活用できるよう取り計らうべきである。これらの対策が成功した暁に

は広く一般に公開し、実施を推奨することが前提である。

#### 4) 表彰・広報

提言の実行によって成果を上げた企業に対し DAMA は局長賞等の表彰状を授与し、マスコミを使った広報活動により、広く一般の関心の喚起を図るべきである。

### **(3) 産業界全体に対する波及推進**

前述の調査対象サブセクターにおける対策実行の結果，成果を踏まえ、ACERACR を中心とする実行支援態勢、FRATI による財政支援態勢を他のサブセクターにも適用し、産業界全体の公害低減を図る。