

No. 07

スリ・ランカ民主社会主義共和国
工業分野（メッキ産業）振興開発計画
アフターケア
事前調査報告書

JICA LIBRARY



J 1130941 161

1996年6月

国際協力事業団
鉦工業開発調査部
工業開発調査課

鉦調工

JR

96-102

IRY

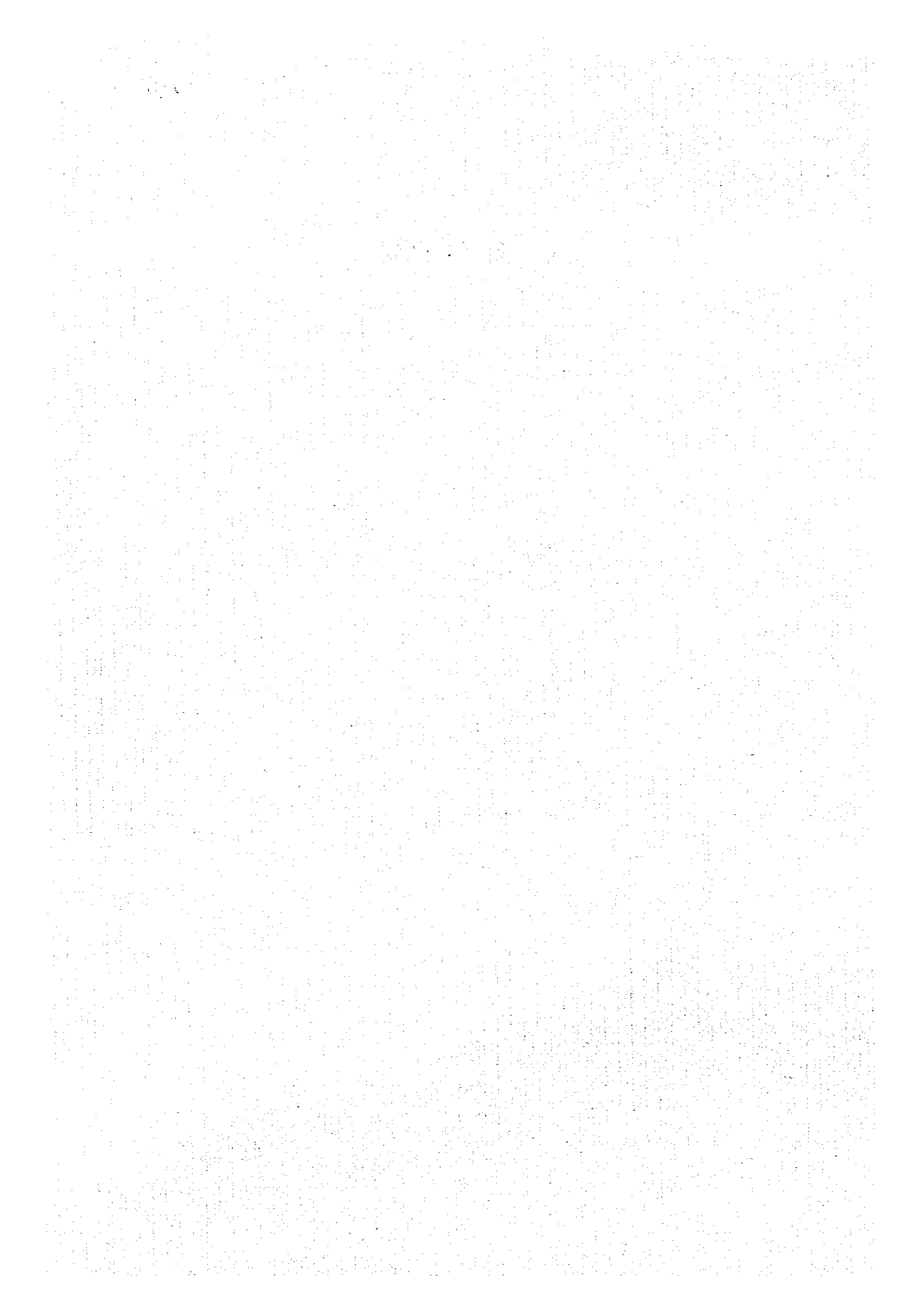


1130941 {6}

目 次

I. 調査の概要	1
1. 調査の背景・経緯	3
2. 調査の目的	3
3. 調査団派遣期間	3
4. 調査団構成	3
5. 調査日程	4
6. 主要面談者	4
II. 協議結果概要	5
1. 協議内容	7
2. 調査団長所見	7
III. 産業政策	11
1. スリ・ランカの産業政策	13
2. スリ・ランカ国における電気メッキ産業の位置づけ	15
3. 金属加工業の振興政策	17
IV. メッキ産業の現状	19
1. メッキ産業を必要とする社会背景	21
2. メッキ産業の概況	22
3. メッキ工場調査	29
4. メッキ技術	47
5. 本格調査に対する提言	49
V. 環境対策の現状と対策	51
1. スリ・ランカ国に地勢・気候・人口の概況	53
2. 環境政策および公布された環境法の概況	54
3. 国家環境（保護・質）規則の概要と実施状況	54
4. メッキ工場の環境対策の現状	64
5. メッキ産業の環境対策についての提言	70
VI. 実施細則、協議議事録	89

I. 調査の概要



I. 調査の概要

1. 調査の背景・経緯

スリ・ランカ政府は輸出志向産業の育成と産業構造の強化を目的として、1991年に金属加工業の育成を中心とした工業分野開発振興計画及び工業団地開発計画に関する調査を我が国に要請した。この要請に基づきJICAは1992～93年に輸出振興・投資促進、金属加工産業育成、工業団地開発について調査を実施した。同調査の中で、金属加工工業団地の建設と鑄造・メッキセンターの設立が提言され、この結果を受けてスリ・ランカ政府は1993年8月、鑄造・メッキ訓練センター設立に関する協力を我が国に要請した。

JICAは1994年2月に鑄造メッキ技術向上計画事前調査団を派遣し、新センターの設立は困難であると判断されたため、工業開発委員会（IDB）が所管する既存工場をサイトとしたプロジェクトの実施を提案した。

1995年9月にIDBとJICAの間で鑄造技術に関するプロジェクト方式技術協力のR/Dが締結されたが、メッキ技術については廃水処理の問題があるため、別途メッキ技術と廃水処理技術の強化・向上のための計画策定を目的とする開発調査をスリ・ランカ側が要請することとなり、1995年12月に正式要請がスリ・ランカ政府からなされた。

2. 調査の目的

今次事前調査はスリ・ランカ側の要請内容の確認と本格調査での調査内容の協議を行い、本格調査の実施細則をスリ・ランカ側と署名・交換することを目的とした事前調査であった。また、同国メッキ産業の現状調査を行った。

3. 調査団派遣期間

1996年3月5日～3月16日（12日間）

4. 調査団構成

団長・総括	山崎 章	JICA鉱工業開発協力部次長
技術協力行政	守屋 猛	通商産業省通商政策局技術協力課
非鉄金属産業	永池 収	通商産業省基礎産業局非鉄金属課
調査企画	三村 悟	JICA工業開発調査課
メッキ技術	橋本 眞輔	(株) 関西新技術研究所
廃水処理技術	高張 友夫	(株) 関西新技術研究所

5. 調査日程

- 3月5日(火) 成田→シンガポール→コロンボ
6日(水) JICA事務所、日本大使館、MID、ERD表敬、IDB協議
7日(木) IDBメッキセンター視察、IDB協議
8日(金) S/W署名、JICA事務所報告
9日(土) 山崎団長、守屋団員：帰国
10日(日) 資料整理
橋本団員：成田→バンコク→コロンボ
11日(月) 工場調査(～3月14日まで)
12日(火) 永池団員：帰国
14日(木) 三村団員：帰国
15日(金) 高張団員、橋本団員：帰国

6. 主要面談者

●在スリ・ランカ日本大使館

野口大使

土居一等書記官

●JICAスリ・ランカ事務所

中村所長

稲見所員

●産業開発省(MID)

Mr. Perera, Secretary

●大蔵省対外協力局(ERD)

D. D. J. Kudaligama, Assistant Director General

●工業開発委員会(IDB)

H. M. V. Jayasinghe, Chairman

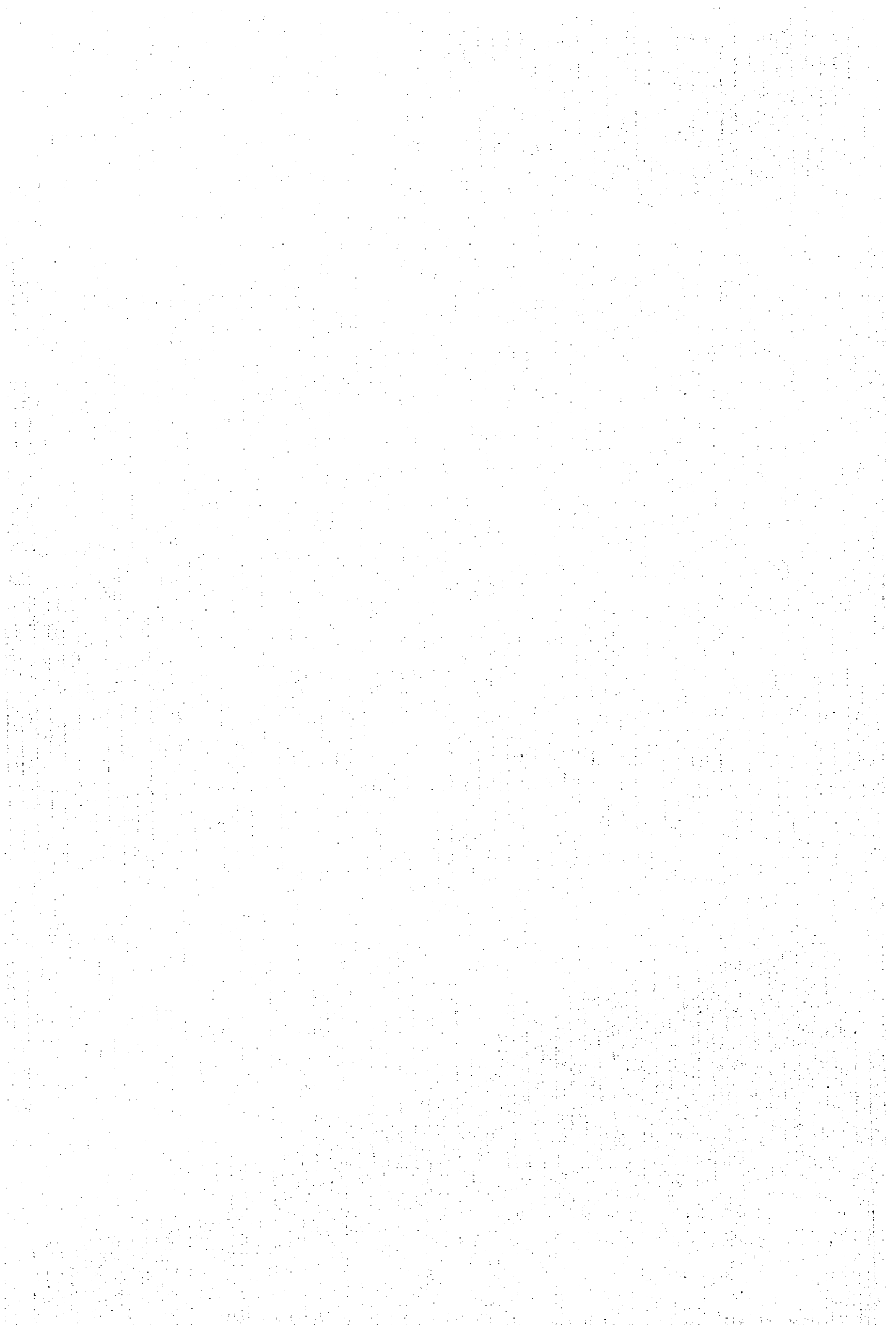
Keerthi Senaratne, General Manager

H. P. Nanayakkara, Acting Chief Engineer

M. Y. Gunasena, Superintendent Electroplating

II. 協議結果概要

II. 協議結果概要



I I. 協議結果概要

1. 協議内容

本調査団は、3月6日から3月8日までの間スリ・ランカ側関係機関とS/W(案)の協議を行い、同内容につき合意に達した結果、3月8日、日本側山崎調査団長、スリ・ランカ側ジャヤシン工業開発委員会委員長との間にてS/WおよびM/Mの署名、交換を行った。S/Wの内容についての協議の結果は以下の通り。

(1)S/W III.2 スリ・ランカの環境汚染の現状調査について、スリ・ランカ側よりメッキ廃水と環境への影響についても調査対象として欲しいとの要望が出された。これらについては調査団側としても本格調査の対象範囲と考えていたことから、M/Mの1.として記載し、調査対象とすることを確認した。

(2)S/W VI.5.スリ・ランカ側のUNDERTAKING の内、調査団への車輛の提供については対応が難しいとの意見が先方より出されたが、調査団の現地調査時(3次、各々10日~1ヶ月を予定)のみの提供であり負担は重くないことを説明し、スリ・ランカ側の合意を得た。

(3)本件S/WのWITNESSとなったERDクダリガマ次長より、スリ・ランカのメッキ業者はほとんどが零細企業であり、本格調査にあたってはこれら中小零細企業のメッキ技術、廃水処理技術の向上を考慮して欲しいとの要望が出された。また、IDBからも同様の発言があり、M/M 3.として記載した。

2. 調査団長所感

(1)今回調査において、スリランカ国の関係者の全てが、同国のメッキ産業に関しての共通の認識を持っており、環境保全対策を含めた今後のメッキ産業の向上に資する総括的な調査への期待が高いことが確認された。

具体的には、産業開発省ペレラ次官は、メッキ産業の振興がスリランカ国における今後の製造業振興において重要であること、同時に、今後のメッキ技術およびその廃水処理技術は環境保全と調和できるものであることが要件となってきたことを表明した。

また、大蔵省ERDのクダリガマ次長は、メッキ技術がスリランカの機械産業やハンディクラフト産業において重要なものであるとの認識を示す一方、メッキ産業の中小・零細企業の多くが廃水処理設備を設置していない現状にあり、今後の同国の環境保全の推進においてこれらへの対応が不可欠であることを指摘した。そのため、上記1の(3)に記したとおり、本開発調査に基づ

く施策提案等は、メッキ技術及び廃水処理技術の双方において、中小・零細企業への普及を視野に入れたものとなる必要があることを強調した。同時に、IDBの本来の任務に、中小・零細企業への技術普及等の指導があることの説明があり、ERDとしても可能な支援をしていくことが表明された。

なお、工業開発委員会（IDB）からは、IDBがメッキ技術においても研修やコンサルティング等を通じて同国の中小・零細企業に対する技術指導等を実施していること等が説明され、本開発調査の実施においても全ての必要な支援を行う意志であることが表明された。

(2)工場調査等の結果、スリランカにおけるメッキ処理対象製品は、安全ピンから機械部品までと幅広いが、概して小物が多く、生産量も少ない。このため、元々廃水は連続的に発生する性質のものではないことに加えて、一企業あたりの廃水発生量は少ないことから、このような零細企業においては、環境規制への早急な対応が求められている現在、例えば、一時貯蔵・希釈放流などの手法を進めていくことも一つの方法であろうと考えられる。ただし、このためには企業が独自に対応していくことが基本であるが、IDB等の機関による廃水の成分分析サービス、放流水中の規制物質の濃度モニタリング等の技術指導や技術普及が必要となる。

工場調査の結果からはまた、5S活動などの生産性向上技術が普及することができればそれだけでも、製品品質の向上と環境負荷の低減が図れる余地が大きいと感じられた。

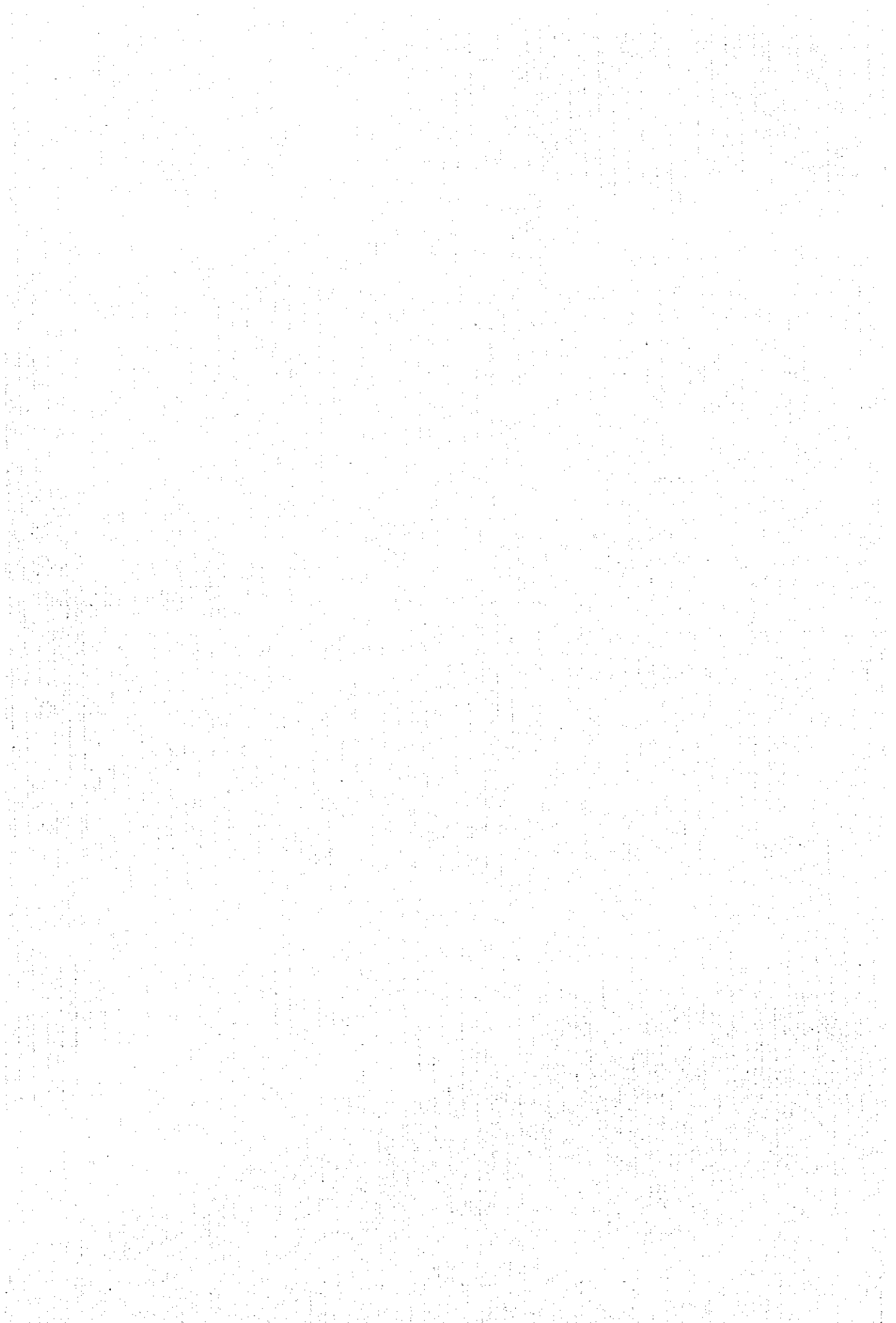
一方、同国では、一部産業において廃水共同処理の推進のための工場移転等が進められているとのことであり、中小・零細企業が多いメッキ産業においても、企業が独自に処理装置を設置する方法のほか、共同で廃水処理装置を設置していくこと、処理の協業化を容易にするための工業団地等への集団移転等の検討が必要であろう。

(3)前述のように、スリランカ国においても全てのセクターにおける環境対策の実施の必要性が強く認識されており、発生源対策を逐次進めていくことが求められる方向にある。スリランカのメッキ産業においても、環境保全に一層調和した適正技術の導入を進めていくとともに、既存の技術分野においても、水洗いのシステムを改善すること等の工程管理や廃水等の分析、管理を強化していくこと等により、排出そのものを低減していくことがかなりの程度可能であると見受けられた。

いずれにしても、これらを含めた総合的な解決策の検討が必要である所以

であり、本格調査の成果が強く期待される。

Ⅲ. 産業政策



Ⅲ. 産業政策

1. スリ・ランカの産業政策

スリ・ランカの産業構造の変化は、1980年代前半に比べるとGDP構成比で全体のおよそ3割を占めていた農林水産部門の割合が20%後半へと穏やかに低下してきていること、経済活動の占めるサービス部門の割合がGDP全体の半分近くを占めるに至っていることが特徴的である。また、部門別の実質成長率では製造業、サービス部門の成長率が大きく、スリ・ランカ政府が進めてきた農業依存型のモノカルチャー経済からの脱却、バランスのとれた産業構造作りがある程度現実化されてきている。

スリ・ランカ政府は、1977年の経済自由化政策導入以来一貫して原材料輸入規制や外貨割り当ての廃止、輸出指向型産業の育成、外貨導入等の政策により、工業の立直しに注力してきたが、1981年代前半までは国営企業経営の非効率性、民族紛争による工場操業困難などの要因から生産性は低く輸出も伸びなかった。しかし1980年代半ば以降徐々に政府の工業化政策が開花し始め、製造業全体として1987年～1991年5カ年間に年平均6.5%の成長を達成した。特に民間部門の成長は著しく、この間の成長率は二桁の伸びとなっている。

スリ・ランカ政府は、1990年に入り国営企業の民営化を開始し、生産性向上に注力している。民営化開始以降1992年9月までに21の国営企業が民営化され、今後も40余りの国営企業の民営化が行われる予定である。

製造業の中心は化学製品（石油、石炭、ゴム等）、食品加工、繊維、衣料の3業種で、この3業種で1991年生産額全体のおよそ82%を占めている。

スリ・ランカ政府は、工業化による経済開発を推進するためにコロンボ郊外のカトナヤケとビルガマ、南部のコッガラ3カ所に輸出加工区を建設しインフラ整備を行い、税制面での優遇措置等のインセンティブを設け、海外からの直接投資を積極的に受け入れてきている。その柱は100%外資企業の設立承認や免税等の優遇措置、国営企業の民営化促進と証券市場を通じての外国人投資家への企業の開放などである。企業進出においては日本や韓国からの進出が、証券投資においては香港やシンガポールからの投資が多くなっている。

また、1989年策定の工業化戦略においては、輸出振興と投資の奨励に重点を置き、それを受ける形で1990年には産業振興法を制定した。さらに1991年には工業化委員会を設け新外資政策を発表し、外国からの投資プロジェクト内容や規模に応じて9つに分類し、きめ細かな対応が定められている。また、海外からの直接投資を促進し、輸出企業を管轄する機関として大コロンボ経済委員会（GCRC）があったが、1992年にその所管範囲をコロンボ圏から全国に拡大し、スリ・ランカ投資庁（BOI）へと改組されている。

産業政策の実施機関である工業省は、1995年11月に外資誘導、市場経済体制の導入を

目的とした16項目の「スリ・ランカの新工業化戦略」を発表している。その中で今回調査対象になった工業開発委員会（IDB：Industrial Development Board）の役割を以下に紹介する。

スリ・ランカの中小企業は、資金の確保、技術の導入、製品の向上、熟練工の訓練、地場や輸出における市場開拓など様々な問題が山積みし解決が必要とされている。特に、財政投融資の力を入れ計画を立てているものの、現実には市場網が不十分なことや工業化技術が未熟なため取り組むべき課題が多い。

スリ・ランカにおける中小企業政策を任務とするは、IDBと人材育成・訓練プログラムの開発等を任務とする経営管理協会（NIBM）とが、中小企業の市場調査や技術動向の指導・相談窓口となっている。

中小企業における製品の品質管理は、IDBが現地における技術指導を行い、また、IDB自身も産業公害防止を専門とする科学工業研究所（CISIR）などとの共同研究での連携強化などの方針を打ち出している。

2. スリ・ランカ国における電気めっき産業の位置づけ

スリランカ国内の電気めっき業者数は、約200社と言われているが、専門業者は、60社弱でそのうち大手企業と言われるのは13社でありコロンボ地域周辺に立地している。

今回電気めっき業の技術指導と排水処理技術指導の中心的役割を行うIDBは、設備は古いがO.J.T.を行うにはふさわしい施設を有している。

しかしながら技術内容は

- ・機械化はほとんどされていない
- ・作業は観に依存するもので、製品の検査も十分に実施されていない
- ・電気めっきの作業場は、5ラインを有しているが電源装置不足により1ラインしか稼働していない
- ・原材料、薬品、機械設備等は、ほとんど輸入にたよっている

排水処理技術については

- ・排水処理の必要性は理解しているものの行われていない
- ・めっき排水は、いったん貯水槽にため若干の中和剤を入れて流している
- ・めっき排水の濃度等を測る計測器が古く機能していない

以上のような状況である。

また、IDBは定期的に企業及び従業員等を対象とした座学及び実地の研修を行っているが教材としてのテキストの内容は基本的なものであり、また所有している設備等からして技術レベルは低いと思われる。

IDBのWORKSHOPは国営企業の名残があり受託生産を行っており、今後も生産量は増えると予想され、このめっき施設を使って技術協力を行った場合には、教材である非めっき物には不自由しないと思われる、また、最新の技術を習得するには適していると思われる。

しかしながら、IDBの工場施設は古く機材等の更新が必要であり、また、公害防止の観点からめっき排水が地下浸透しないような工場床面の防水処置と破損しているパイプ等の早急なる改善及びメンテナンスが必要である。

その他、排水処理技術の向上には、めっき排水の濃度等を検査する分光分析機及びガスクロマトグラフ等の試験・検査設備の新たな設置が必要である。

スリランカ政府は、電気めっき業を国内金属加工業の重要な産業の一つとしてめっき技術の向上を図ることとしており、それに伴い発生するめっき排水処

理技術も公害防止対策として十分に対応すべきとの認識にたっている。

今回の事前調査において、スリランカ側が過大な期待を持ちすぎないように今後の協力のあり方を検討する必要がある。

対応策として

- ・どのようなめっき物を生産加工していきたいのか。
(銅めっき・ニッケルめっき・クロムめっきが主)
- ・国内で生産されるめっき加工品を輸出品まで持っていくのは到底むりと思われ、まず機械部品等の補修・補充品で国内用に限定すべき。
- ・めっき技術(イギリスの技術)は古く、日本のめっき技術を教えることが重要。しかし、電子部品等製造に使われる最新の技術ではなく電気めっきの基本的技術を再確認させることから始める。
(短期専門家の派遣、研修生の受入れ、生産工程・生産管理、品質管理等の重要性を認識させるとともに啓蒙普及を図る)等
- ・簡易型廃水処理装置・技術の普及、集中管理排水処理システム施設設置の経済的効果と可能性等
- ・排水関係では、最低でもシアン系とクロム系、その他と3系統の廃液、廃水に分別貯水することを徹底させる。・・・めっきの種類によって分別すれば可能。

(混合させればさせるほど排水処理が困難になる。)

このようなことから、今後の長期本格調査にめっき技術担当、排水処理技術担当の専門家を派遣し調査・指導を行うことが重要である。また、指導機関となるIDBの既存施設・設備の更新を行うことは勿論必要ではあるが、実施体制(現在13人の職員がいるが専門家といえるのは4人)等を充実させることをまず第一に実施すべきと思われる。

また、指導の対象とすべき企業は、大手企業といわれている13社を中心に専業者までの範囲で行いスリランカ国のめっき産業の基礎を確立すべきである。

3. 金属加工業の振興政策

スリランカ政府は国内産業基盤の強化を図るために、国営企業の民営化、工業育成、輸出促進、貿易収支改善等の諸政策を実施している。

製造業の育成が今後のスリランカ国の産業振興にとって最も重要との観点から、金属加工業の育成を中心とした工業分野開発振興計画及び工業団地開発計画に関する調査を我が国に要請してきた。

この要請に基づき JICA は、輸出振興・投資促進、金属加工産業の育成、工業団地開発等について調査を実施した。

同調査の中で、金属加工工業団地の建設と金属加工センターを設立することが提言され、我が国に対してスリランカ政府は1993年、センター設立に関する技術協力を要請してきた。

これを受けて JICA は、1994年に鋳造めっき技術向上計画事前調査団を派遣した。

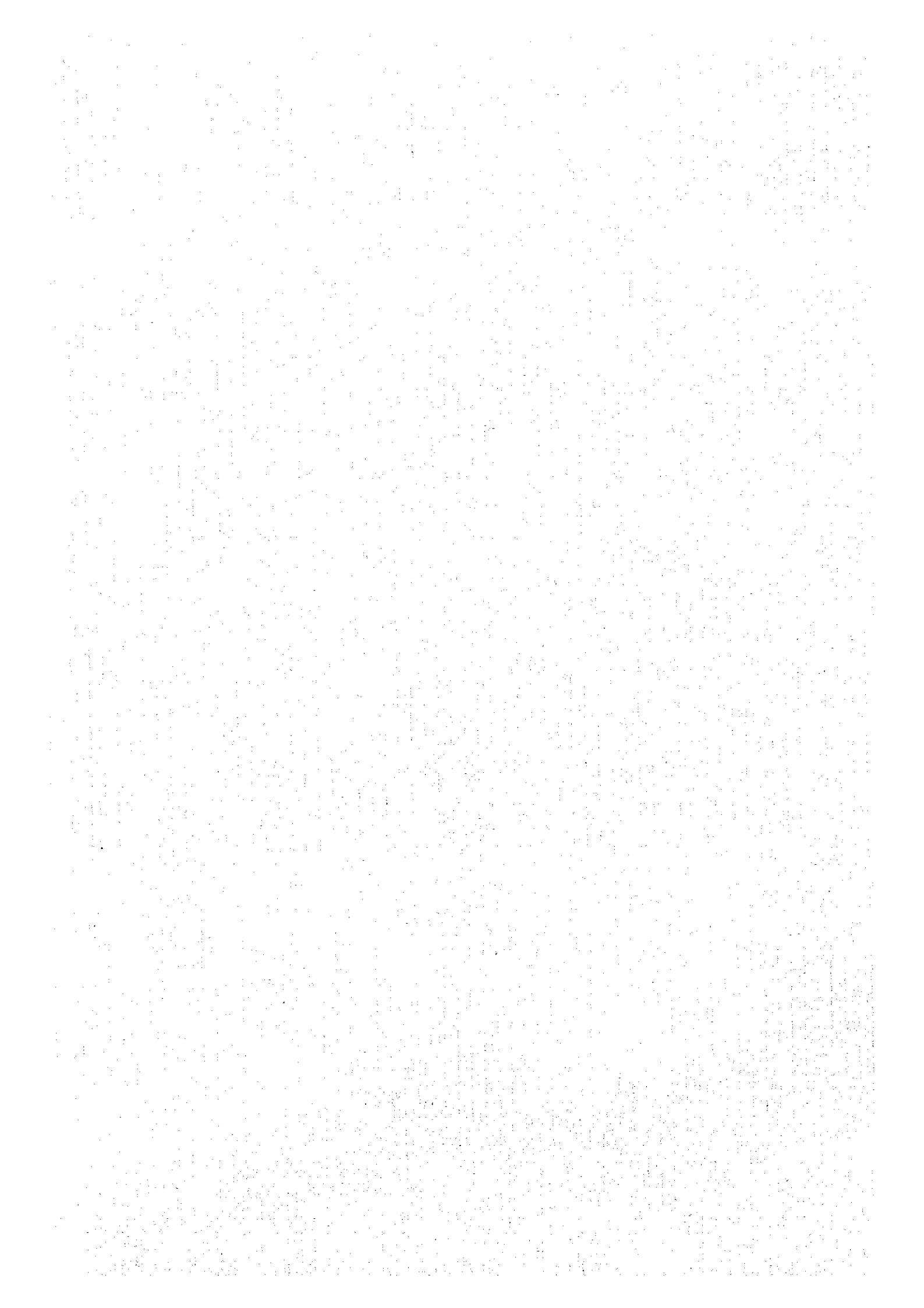
その結果、この調査の中でセンターの設立は困難であるとの判断がなされ、IDB が所管する既存工場をサイトとしたプロジェクトの実施を提案した。

また、本件に関しては、当初鋳造・めっき技術向上計画としてプロジェクト方式技術協力の形で検討されてきたが、めっき技術の普及に伴う廃水の公害問題の懸念が払拭できないことから、同プロジェクトからめっき技術を切り離し鋳造技術のみで1995年12月、5年間のプロジェクトとしてスタートした。

めっき技術については、別途めっき技術と排水処理技術の強化・向上のための計画策定を目的とすることで開発調査をスリランカ政府が要請することとなり今回、改めて正式要請がなされた。

JICA は、これを受けて調査団派遣の検討にはいった。

IV. メッキ産業の現状



IV メッキ産業の現状

1: メッキ産業を必要とする社会的状況

メッキ処理を必要とする製品分野は 極めて広く スリ・ランカ国におけるメッキ需要全般を見通すことは 難しい。軽工業を中心にした機械産業及びハンディクラフト産業は 着実に成長しており、メッキ需要は確実に増加している。従って スリ・ランカ国としては 輸入代替を目的とできるメッキ技術の向上に 力を入れている。今回の調査の総合印象としても この状況は十分理解できた。

スリ・ランカ国の工業分野全般について 今回調査でカバーできるべくもないが、コロンボ滞在中の印象、訪問先工場の状況、商店街、パーツ販売の地区街の状況より概観してみた。

- (1) 車社会になっている。朝夕の車ラッシュは酷く、トラック、四輪、三輪二輪（モーターバイク）車の混雑のなかに、自転車加わる。時には牛車がこの中に割り込んでくる。
昨年輸入車は約50万台と聞いたが多くのUSED CAR(MOTORBIKE含む)であり、破損部品の取り替え需要がある。
クラッシュバー（バンパー）、荷台、泥除けカバー、マフラー等の車外側部品は、破損し易く取り替え又は破損品の修復メッキを行っている。
- (2) コロンボの町中では 自転車の利用者も多い。
- (3) 訪問先の工場での 機械加工現場は 整理整頓がしっかりと為されており 軽工業は 地についている。（ボルト、ナットの製造現場、製缶現場）
しかし メッキ作業の現場は、これらの工場でもお粗末なレベルである。
- (4) ビル建設は コロンボ市内、周辺ともに盛んであり、建築用資材の需要はかなりのものであろう。
水まわりのメッキ部品はほとんどが輸入品である。
- (5) パーツ（電機部品、自動車部品、建築部品等）の販売店がブロック街を形成しており かなりの規模のようであった。
今回は 時間的余裕もなく 車の中から垣間見た程度である。
- (6) 装飾品（プレスレット、ネックレス等）は 現地のコスチュームには 不可欠のものである。より廉価な素材としてのプラスチックへの

メッキを装飾品店は 検討している。

(7) 事務用品、装身具で小物は 一部企業化されており、今回は安全ピン、ステッフルピンの製造現場(工場と言うより家内工業)を訪問した。規模は小さくても 創意工夫の企業家精神を感じた。

2:メッキ産業の概況

(1)メッキ業者

電気メッキ業者として 関係当局に届けられている業者は 60社と言われている。今回 I.D.B.が まとめたメッキ業者のリストでは 48社が挙げられている。極く小さい業者はあろうが メッキ業者はライセンス取得が必要であり、このリストでほとんどをカバーしていると見て良いとの説明があった。

表-1にメッキ業者の一覧表を示す。

(2)メッキ工場の分布図

メッキ工場は殆どが コロンボ及びその周辺にあり、図-1に分布図を示す。

表 1 LIST OF ELECTROPLATING INDUSTRIES

	Name & Address of Industry	Product Manufactured	Level of Operation
1	St. Theresa Industries 399, Gunasekera Mawatha Heiyantuduwa Sapugaskanda.	Sub Contract CEB Hot dip galvanizing	S
2	Mr. Lalin Edirisooriya 375/31, Old Kottawa Rd. Udahamulla Nugegoda.	Immersion Heaters Ni. plating of immersion heaters.	S
3	Central Industries Yakkala Road Gampaha.	Motor Cycle Spares Electro Galvanizing of spare parts	S
4	Metco Industries Chilaw Road Katuneriya.	Tractor Spares Electro Galvanizing	M
5	Metro Industries Ltd. Kochchikade	Tractor Spares Tel: 0317351	L
6	Pioneer Wireforming Ind (Pvt) Ltd. No.6 D, 1st floor Maradana Shopping Complex Colombo -12.	Garment Accessories Bright Ni. plating of Garment Accessories.	S
7	Mr. Wimal Perera 72, Deegama Road Palanwatta Pannipitiya.	J-bolts Electro Galvanizing	S
8	Golden Delux 222 Old Road Pannipitiya	J-bolts and Motor Spares Electro Galvanizing	S
9	Lloyd Industries Gammeda Road Dalatura Ja-Ela.	Motor Cycle Spares Copper Nickel Chrome plating.	M
10	Mr. Gerad M Lufur No.3 UC Vihara Mawatha Kolonnawa.	Brass Engraving Models & Trophy Nickel Plating	S
11	Odiris Eng. Co.(Pvt) Ltd. 43, Dutugemunu Street Dehiwala	Lite Eng. Products (Coconut scrapers, Gas Burners, Kerosene Burners etc.)	M
12	Mr. J. Ukwatte 555/5 Alhenwatta Gonahena Road Kadawatta	Immersion Heaters, Hot plates Tel: 071 26065	S

LIST OF ELECTROPLATING INDUSTRIES

	Name & Address of Industry	Product Manufactured	Level of Operation
13	Duro Metal Industries 596, Maradana Road Colombo - 10.	Electro Galvanizing & Nickel & Hard Chrome	S
14	Nandana Electroplating Works 86-88 Panchikawatte Rd. Colombo - 10.	Electro Galvanizing Industry	S
15	Metalix Engineering Co. Ltd. 41/18, Epitamulla Road Kotte.	Electroplating Industry Tel: 862481	L
16	Danet Electroplaters Maligawatte Road Colombo -	Electroplating Industry	S
17	Hytrac Metal Industries 243, Colombo Road Weligampitiya, Ja-Ela.	Electro Galvanizing	S
18	Agro Technical Ltd. D-4 Industrial Estate Ekala Ja-Ela	Bright Nickel Plating of Agro Chemical Sprayer parts.	L
19	Ayota Industries 395/31 Old Kottawa Road Udahamulla Nugegoda.	Manufacturing & bright Nickel plating of immersion heaters.	S
20	United Electroplating Works 457, Old Moor Street Colombo - 12.	Electro Galvanizing	S
21	Vama Industries Old Airport Road Ratmalana	Printing Industry Copper Plating & Printing Rollers	L
22	New Lanka Electroplaters Galle Road Wellawatte	Electroplating Industry	M
23	Pure Metals Westor Seaton Estate Demam Handiya Negombo	Electroplating Industry	M
24	Sarasavi Electroplaters Maradana (Adjacent to Sarasavipaya Colombo - 10.	Electroplating Industry	M

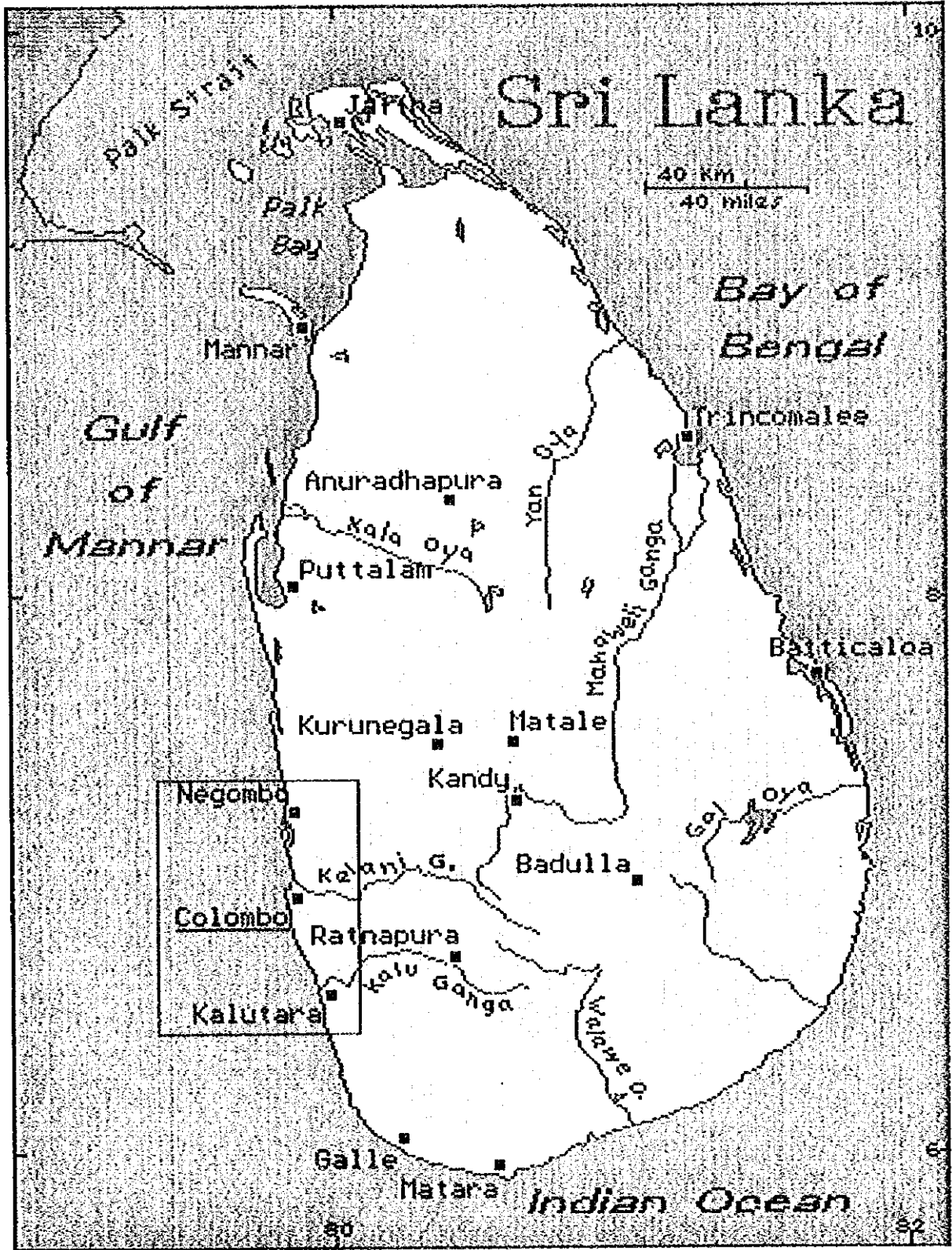
LIST OF ELECTROPLATING INDUSTRIES

	Name & Address of Industry	Product Manufactured	Level of Operation
25	Alucraft Galle Road (New Wellawatte Bridge) Colombo - 06	Electroplating Industry	M
26	M.D. Ferdinandis & Co.(Pvt) Ltd. 49, Training College Road Nagoda Kalutara Tel: 034-22414	Electroplating Industry Siri Francis Perera Proprietor Tel: 435315	L
27	Eltro Industries 696 Kapuwatta Station Road Ja-Ela.	Electro Galvanizing	S
28	Kalutota Enterprises 49, Hudson Road Kollupitiya	Electro Galvanizing	S
29	Martinus C Perera & Son 167, Union Place Colombo - 02.	Mr. M.C. Perena. Electroplating Industry Tel: 577581	M
30	St. Anthony's Industries Group Baseline Road Colombo	Electro Galvanizing	L
31	Andrew Perera Electroplaters Kamel Mawatha Palliyawatta Handala	Electroplating Industry	S
32	Francis Perera & Company 234 Messengers Street Colombo - 12. (also Yatinuwara St., Kandy)	Electroplating Industry Tel: 435315	M
33	Sasico Enterprises Galle Road Ratmalana (next to Maliban Factory)	Electroplating Industry	S
34	Flexport 127, Jambugasmulla Road Nugegoda.	Electroplating Industry	M
35	Alumex Industries (Pvt) Ltd. Sapugaskanda Kelaniya	Anodizing of Aluminium	L
36	Jaysons Industries Ltd. 342, Avissawella Road Kelaniya Angoda	Hot dip galvanizing	L

LIST OF ELECTROPLATING INDUSTRIES

	Name & Address of Industry	Product Manufactured	Level of Operation
37	Apex Manufacturing Co., Ltd. 100, Wijeya Mawatha Off Borupana Road Ratmalana	Anodizing of Aluminium	M
38	Metalray Main Street Kandana.	Electroplating Industry	S
39	Mr. K. Mahesh 41, Gajaba Place Kirulapona	Electro Galvanizing	S
40	Lankaloha Hardware Ltd. Kandy Road Yakkala.	Plating - not operational at present Tel: 033-2153 Mr. Ariyagama - Director	L
41	Lanka Transformers Ltd. 154/11, Station Road Angulana.	Galvanising - Operational Tel: 423703 Priyantha Abeysinghe (Factory)	L
42	Lanka Aluminium Industries Ltd. Ja-Ela	Plating Tel: 437270,71 Dinal Pieris	M
43	Duro Metal Industries 596, Maradana Road Colombo - 10.	Electroplating Industry Tel: 692123	S
44	Electrochemicals Eng.(Pvt) Ltd. 10, 3rd Lane Maligawa Road Ratmalana.	Bright Nickel Plating Tel: 622627	S
45	Mr. Kanishka Wijesinghe 21, Sri Sumangala Road South Kalutara North	Electro Galv. Battery Chips	S
46	Kithsiri Metal Industries (June Anura Fernando) 554B, Negombo Road) Mahabage.	Dull Ni. Copper Chromium Plating of spares & domestic items	S
47	Mascons Ltd. 639, Munidasa Kumaratunga Mawatha Seeduwa.	Hot dip galvanising of wire nails	L

图 1-1



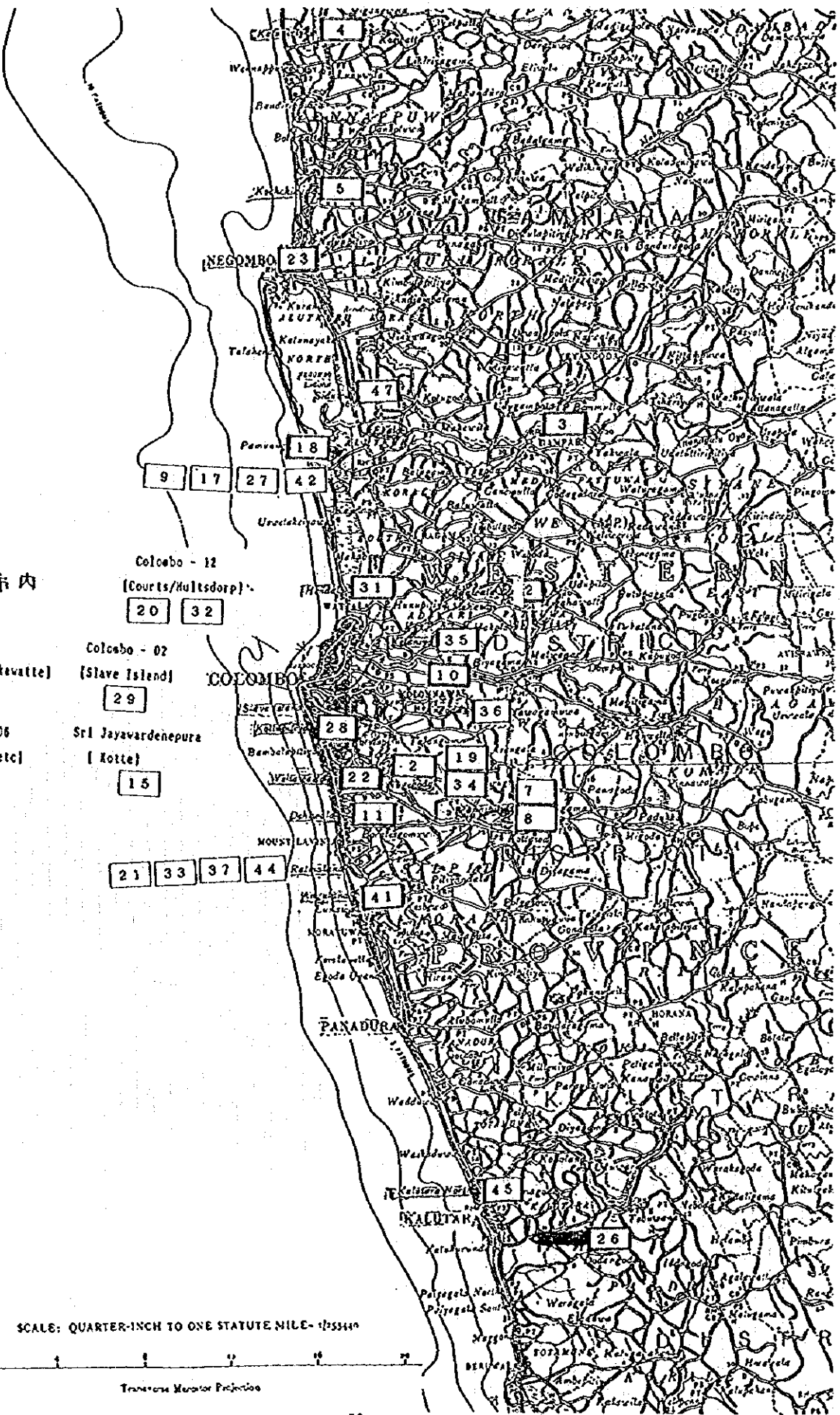


图 1-2

Colombo 市内

Colombo - 10
(Naradana & Panchikavatte)
13 14

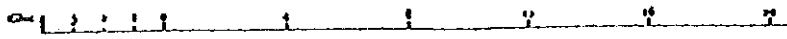
Colombo - 06
(Vellavatta, etc)
25

Colombo - 12
(Courts/Multsdorp)
20 32

Colombo - 02
(Slave Island)
29

Sri Jayawardanepura
(Kotte)
15

SCALE: QUARTER-INCH TO ONE STATUTE MILE - 1:25344



Transverse Mercator Projection

3：メッキ工場調査

(1) 訪問工場

表-2に概要を纏めて 総括表としている。

今回訪問した5社は I.D.B.が 選定したもので、従業員数50人以上の(3社)、20人以下(2社)であつたが、いずれの工場ともにメッキ業務は 極めて小規模である。社内製造物品に対するメッキであり、小規模にならざるを得ない。この中では 製缶会社はメッキ工程といえるものであった。

(2) 調査結果

5工場及びIDBメッキセンターの調査結果を報告する。

表2-1 メッキ工場調査結果 (総括表)

No	月 日	会 社 名	場 所	製 品	メッキの種類	廃水処理	会社規模
1	3. 1 1 (月) AM	M.E.Ferdinandis & Co. (PVT) Ltd.	Nagoda Kolutara	安全ピン ステップルピン	ニッケル クロム	屋外廃水 ピット有り	L 55人
2	3. 1 1 (月) PM	Lloyd Industries	Dalatura JN-Ela	バイクの荷台 クラッシュパー (パンパー)	ニッケル クロム 銅 (777)	空地に放流 浸透	M 15人
3	3. 1 2 (火) AM	Agro Technica Ltd.	Ekala Ja-Ela	農薬噴霧器 消火器外筒 農耕用鋤	ニッケル	電気メッキのアル カリ廃水を他工程 の酸で中和	L 78人
4	3. 1 2 (火) PM	Metro Industries Ltd.	Kochchikade	ボルト・ナット ミシンの部品等	銅 (777) 亜鉛 (777)	廃水貯槽内で処理 後放流	L 55人
5	3. 1 3 (火) AM	E.Francis Perera & Co. Ltd.	Veediya Kandy	銀メッキ 優勝カップ他 装飾物品	金 (777) 銀 (777) 硬質クロム ニッケル	洗浄水は側溝へた れ流し	M 10人
6	3. 7 (木) 3. 1 2 (火) 3. 1 4 (木)	IDB.Electroplating Centre	New Nige Rd. Peliyagoda	依頼品メッキ 教育訓練	銅 (777, 無777) クロム ニッケル 亜鉛 真ちゅう	屋外に種類別に廃 水槽あり同じ槽で 薬剤処理後放流	14人

調査担当者： 3月11日 M.Y.Gunasena (MIHINDU), 永池、三村、橋本、高張
 3月12日 M.Y.Gunasena、三村、稲見、橋本、高張
 3月13日 M.Y.Gunasena、K.H.J.S.C.Kumarasinghe, 三村、橋本、高張

表2-2

NO.	月 日	会 社 名	メ ッ キ 操 業 状 況	廃 水 処 理 に 対 す る 見 解
1	3. 11 (月) AM	M. E. Ferdinandis & Co. (PVT) Ltd.	<p>1. Barrel Bath タンクは自製している。</p> <p>2. メッキ液の成分分析はChemicalsの納入業者に依頼。</p> <p>3. 品質の点から上海製におおされている。</p>	<p>1. メッキ液は注出して使用するだめ濃厚溶液は排出しない。</p> <p>2. 2年後に排内基準を守らなると12時間たこの対策が必要。</p>
2	3. 11 (月) PM	Lloyd Industries	<p>1. 前処理及び水洗は雑である。</p> <p>2. M I D B液の成分分析は依頼。</p> <p>3. メッキ品質レベルは低い。</p>	<p>1. シアンを含んだ廃洗浄水を隣の空地に流して、土に吸わせていく。</p> <p>2. この付近は土地が悪く、井も問題ない。</p> <p>3. 将来は廃水処理設備を備えてゆく。</p>
3	3. 12 (火) AM	Agro Technica Ltd.	<p>1. メッキ液の成分管理は行かない。Laboで行きわたる。管理されている。</p> <p>2. 設備の問題。修理がつかない。① P.C.B. (設計の交換) ができなくない。② Bath P.V.C. の手がつかない。</p>	<p>1. メッキ液 (高濃度) の処理は、M. E. Ferdinandisと同じ。</p> <p>2. シアン化合物を廃酸で中和して、別の工程で流す (Crが還元されない)</p>

表2-3

NO.	月 日	会 社 名	メッキ操業状況	廃水処理に対する見解
4	3. 12 (火)	Metro Industries Ltd.	<p>機械は管に加工比理は① ②</p> <p>場が工しな処理めつ行 場ナメI(4 はなれさな理めつD は洗る。の液に前 み。の成類でた Iみ。分はが 槽で析社は</p>	<p>銅と亜鉛をなす。 2. 亜鉛を溶かす。鋼物を加工する。2 1. シンクの設置場所を洗い流す。 1. 銅と亜鉛を溶かす。鋼物を加工する。2</p>
5	3. 13 (水)	S. Francis Perera & Co. Ltd.	<p>1. メッキ槽の処理時間短縮 2. Agメッキ槽の処理時間短縮 3. プラークの除去</p>	<p>1. 銅、鉛、亜鉛を溶かす。鋼物を加工する。2 1. シンクの設置場所を洗い流す。 1. 銅と亜鉛を溶かす。鋼物を加工する。2</p>
6	3. 7 (木) 3. 12 (火)	IDD. Electroplating Centre	<p>高品質のCrメッキを希望 内指す 強</p>	<p>1. 銅、鉛、亜鉛を溶かす。鋼物を加工する。2 1. シンクの設置場所を洗い流す。 1. 銅と亜鉛を溶かす。鋼物を加工する。2</p>

備考 (1) 廃水の分析はC E Aの基準に合わないとい工場停止とするので各社苦慮している。
(2) 2年後にはC E Aの基準に合わないとい工場停止とするので各社苦慮している。

会社名 : M.E.Ferdinandis & Co.(Pvt) Ltd.

住所 : NAGODA KALUTARA

訪問日 : 1996年3月11日

訪問者 : Mr.Gunasena(IDB) 永池(通産省) 三村(JICA) 高張、橋本(KRI)

面談者 : Mr.Marius Ferdinandis (Managing Director)

(1) 工場概要

製造品目 : 安全ピン、ステップルピン

従業員 : 55人、メッキ関係者2人

概要 : 銅メッキワイヤー(ツカボール、イントより輸入)を定尺切断、先端加工し、帯絹をパンチング、ハンディンク加工し圧着させる。安全ピンの国内シェアは60%であるが、上海製の高品質品を恐れている。

安全ピンの生産量は 4トン/月である。

(2) メッキ関連設備及び操業 :

Polishing : Saw Dust

Alkaline cleaning

Niメッキ (Barrel Type) 30kg×2 90 minutes

Barrel size : 40cm dia.×50cm L

Water rinsing

Chromate treatment 3 minutes

Dryer 20kg処理

Water 使用量 : 3,500L/日

Bath成分分析は C.D.P Electroplating System (Chemicals の Dealer)に

依頼している。C.D.Pは 分析結果及び調整アクションをコメントしている。

自社にて Barrelを製作、他社向けのBath Tankも製作し これまでに5槽販売している。(Lining はしていない)

(3) 廃水処理状況

屋外に1m×1m×2mDepth のピットがあり、中和して排出している。

会社名 : Lloyd Industries

住所 : DELATURA JA-ELA

訪問日 : 1996年3月11日

訪問者 : Mr. Gunasena 池永 (通産省) 三村 (JICA) 高張、橋本 (KRI)

面談者 : Chairman

(1) 工場概要

製造品目 : バイク荷台、バンパー (Crash bars)、車用の各種アクセサリー
輸入セコハン バイクの損傷部の交換用部品 部品リスト (表-3)

従業員 : 15人 メッキ関係者 3人

概要 : バイク用の各種アクセサリーの製作をしており、パイプ、ペイント
(人力)、溶接加工による小物部品に限られる。
最近、地元のホンダ販売店と契約したとのこと。

(2) メッキ設備及び操業 :

Polishing Grinding, Buffing (Buff brush をにかわで固めていた)

Alkaline cleaning 70L程度の壺

Cuメッキ (Cyanide Bath) 下地処理としてのストライク メッキ

Water rinsing 70Lの壺2個

Niメッキ Filter(2) Air agitator の設置あり

Bath size: 2M(L)×1M(W)×0.8M(H)

Water rinsing 70Lの壺2個

Crメッキ

Water rinsing 70Lの壺3個 (60度の温水)

Drying設備 なし 屋外での天日乾燥

Water 使用量 : 2,400L/日

Bath成分分析は IDB に依頼している。

Crメッキした製品でデポジット粒が目立つものを研磨している。

(3) 廃水処理状況

シアンを含んだ廃水を隣の空き地に流し、土に吸収させている。この付近は土地が悪く井戸を使っていないので 廃水しても問題ないと考えている。将来は 廃水処理設備を備えるとのこと。

表 3 ITEMS

	Box Spanner C90	Beg Seal Bracket C 90	Swing Arm Axel C 90
CARRIOR (CDT)	Box Spanner C50/70	Leg Seal Bracket MD 90	Swing Arm Axel Chally
CARRIOR (CBT)	Brake Adjuster Nut	Light Switch Knob C 90	Silencer Rubber
CARRIOR (CM 125)	Brake Adjuster Barrel	Muffler C 90	Side Cover Knob C 90
CARRIOR (CG 125)	Brake Bolt	Muffler C 50/70	Throttle Cable Outer Lock
CARRIOR (CD 90)	Brake Rod C 90	Muffler CD 90	Timing Chain Adjuster Rubber
CARRIOR (C 90)	Brake Rod CD 125	Muffler Chally	Tappart Cover Wail CD 185
CARRIOR (YB)	Clutch Lock C 90	Neutral Switch	U Clip C 50
CARRIOR (MATE)	Clutch Adjustment	Oil Nut (C50/70/90/125)	Valve Rubber C 90
CARRIOR (CHALY-S)	Clutch Nut C 90	Oil Gauge (C 90)	Horn Button C 90
CARRIOR (CHALY-P)	Chain Adjustment C 90	Oil Gauge (CDT)	Horn Button (Chally)
CARRIOR (MEWS MATE)	Chain Adjustment MD 90	Oil Gauge (C 50/70)	Horn Button (CD 125)
CARRIOR (C 90 F)	Chain Adjustment CD 125	Oil Gauge (Mate)	Fork Bush Chally P
CARRIOR (MATE F)	Chain Case Rubber C 90	Oil Gauge (YSR)	Fork Bush Chally S (4)
CRASK BAR (4)	Chain Case Rubber MD 90	O Ring C 90	Fork Bush Chally S (2)
CRASK BAR (3)	Crash Bar Bush CD 125	O Ring C 90 Old	Axel (Mate)
CRASK BAR (OM 125)	Dust Cap C 90	O Ring CD/50/70	Baggage Carrier (C 90)
CRASK BAR (Btterfly)	Damper Rubber MD 90	O Ring CD 90	Petrol tap Washer (C90)
CRASK BAR (Coulin)	Damper Rubber C 90	Rubber Roller Bolt C 90	Petrol tap Washer (Mate)
CRASK BAR (B.F.N.)	Damper Rubber Chally	Sprocket Lock XL 250	Clutch Groove Arm (YB)
CRASK BAR (Spidor)	Diaphragm CD 125	Sprocket Lock 90/125	Valve Rubber (CD 125)
CRASK BAR (Single)	Foot Rest O	Sprocket Lock C50/70	Lever Boot (CDT)
CRASK BAR (CD Rear)	Foot Rest I	Sprocket Lock CB 50	Muffler (Mate 90)
CRASK BAR (CM Rear)	Foot Rest Rubber C 90 F	Sprocket Lock C90 Rear	Muffler (Mate 50)
Silencer Guard (CDT)	Foot Rest Rubber C 90 R	Sleeve C90	Muffler (YB 50)
Axel Nut CD 125	Fork Sleeve CD 125	Sleeve Yamaha	Muffler (Elec. 125)
Axel Nut C 90	Gear Paddle Rubber	Sleeve CD 125	
Axel Nut CD 95	Kick shaft Groove	Swing Arm Nut CD 125	
Box Spanner (Yamaha)	Kick Rubber	Swing Arm Nut C 90	

会社名 : AGRO Technica Ltd.

住所 : EKALA JA-ELA

訪問日 : 1996年3月12日

訪問者 : Mr. Gunasena 三村、稲見 (JICA) 高張、橋本 (XRI)

面談者 : Mr. P.M. Samarasinghe (Factory Manager)

(1) 工場概要

製造品目 : 農薬噴霧器、消火器、ポンプケーシング、製缶物

従業員 : 78人 メッキ関係者 3人 内1人はLABO担当

概要 : 工業団地の中にあり 工場の体制が取れている。ステンレス切り板をバントし シーム溶接による製缶物製造。蓋はプレス加工、キャップは 真鍮キャストをやっている。(溶解炉1基、モールドヤードもよく整備されている。) KUBOTAブランドの脱穀機も製作。

(2) メッキ関連設備及び操業

HCL cleaning 200LBath

Water rinsing

Alkaline cleaning

Water rinsing 2Bath

Electrolytic cleaning

Neutralization (HCL)

Niメッキ Heater, Filter, Agitator の設置あり

Bath size 2,5M (L) × 2M (W) × 1M (H)

Water rinsing

Chromate treatment の設備あるが 今は使用していない。

Water使用量 : 360L/Hr (4000L/日)

Water rinsing の排水は 製缶工場の洗浄水として使用される。

工場長の話のなかで 工場周辺の環境を考慮し Cuめっき (Cyanide Bath)、

Crメッキ工程を採用しなかったとのこと。

メッキLABOでの Daily Check項目

Composition PH Specific gravity

工場長が指摘したメッキ技術の問題点

- 1) Bath Lining のPVC (ポリ塩化ビニル) 入手が困難
- 2) JIG の絶縁コーティング技術が未熟
- 3) Chemicals が高価 (ブランド名 で高くなっている)
- 4) Rectifierは台湾製 内部は日本製で修理が難しい
(PCB の内容が分からない。)

これは 特殊な問題であろうが めっき作業中の電圧変動があるとのこと。 Meeting 時に気がつかなかったが 溶接作業、プレス作業等他の電力使用との関連が疑わしい。

- (3) シアン化物を使っていないので 別工程の廃酸で中和して排水しており問題は無い。但し 六価クロムが還元されていないかもしれない。

会社名 : Metro Industries Ltd.

住所 : KOCHCHIKADE

訪問日 : 1996年3月12日

訪問者 : Mr. Gunasena 三村、稲見 (JICA) 高張、橋本 (KRI)

面談者 : Director Emil Kronenberg

(1) 工場概要

製造品目 : ボルト、ナット、機械部品、建築用小物部品

従業員 : 55人 メッキ関係者 4人

概要 : 機械加工場は 整然としており 高度機械加工機は 隔離配置されている。生産量は 0.5 Ton/日で ボルト、ナットの国内シェアは 30%である。全ての製品は 倉庫入れし Dealer からの注文に対応している。操業して35年であり、加工機械は Daily checkを実施している。

(2) メッキ関連設備及び操業

Alkaline cleaning 70°C 20 minutes

Acid cleaning

Water rinsing

いずれのBath も小さく 水洗 は ポリバケツに入れ 同じBath を使用している。

Cu メッキ (Cyanide Bath) Barrel Type

Zn メッキ (Cyanide Bath) Barrel Type

Barrel size: 50cm Dia. X 70cm L

Chromate treatment

Water 使用量 メッキ操業での水は少量で uncountable

5feet立法の排水貯蔵タンクが2基あり、2週間毎に排出しているとの説明からすると 500L/日程度と推定される。

Bath成分分析は IDB 依頼している。4年前までは 自社で行っていた。

機械工場の整然さに較べ メッキ現場は 設備、管理ともに劣っている。

(3) 廃水処理状況

屋内に5フィート立法の貯水槽二個を設置し、シアン化物系の廃水とその他の廃水とを分離貯蔵している。次亜塩素酸ソーダを添加しシアンを分解して側溝に流しているため 問題ないとしている。二週間ごとに排出。

会社名：E. Francis Perera & CO. LTD.

住所：Veediya Kandy

訪問日：1996年3月13日

訪問者：Mr. Gunasena Mr. Kumarasinghe 三村(JICA) 高張、橋本(KRI)

面談者：Mrs. Lilian Rose Ellawala

(1) 工場概要

製造品目：装飾用品(プレスレット、首飾り、トロフィー等)

バイク用部品 Mold, Diesへのコーティング

従業員：メッキ関係者 10人

概要：1939年創立の宝石、貴金属店で各種装飾品のデザイン、加工メッキに永年の経験を積んでいる。装飾品のメッキ以外にもCrメッキ品として上記の製品の注文がスポット的にある。

(メッキ業者がKandyには居ないということだろう)

(2) メッキ関連設備及び操業

Polishing Grinding, Saw Dust (Agメッキ)

Alkaline cleaning

Auメッキ (Cyanide Bath) 3Lの容量

Agメッキ (Cyanide Bath)

Bath size 2M(L)×1.3M(W)×1.5M(H)

1.3M(L)×1.3M(W)×1.5M(H)

いずれもCathode 揺動式、2 Bars Type

Niメッキ

Cuメッキ (Cyanide Bath) 下地としてのストライクメッキ

Bath size 2M(L)×1.3M(W)×1.5M(H)

Crメッキ PVCの樽状容器 e 70cm×1.3M(H)

地下式コンクリートにライニングしたBath e 1M×1.5M

これは現在ライニング破損で修理中(PVCが地元では入手できず、FRPを業者に手配させている。)

CrメッキBath には Heater, Agitator, Ventilation の設置なし

メッキ後の水洗は 水道水の垂れ流しによつている。

メッキBath 液のFilteringを 1台のFilter で行っている。

装飾品の廉価を考え プラスチックへのメッキに関心大であり、試験は試みたようだ。

(3) 廃水処理状況

シアン化合物を使っているが その洗浄水は 床から周りの溝に流れ込ませている。問題が生じていないので大丈夫と思っている。

I. D. B Electroplating Center

1. 設備及び仕様

設備は 1984年に 世銀より Donation されたもので 英国製の設備である。
 今回 設備仕様の原本を入手した。 資料
 その後多少の変化があったかもしれないが、基本的にはこの仕様である。

Polishing machine	(2)		dust extraction
Hot soak cleaning	(1)		1220×760×915
	(1)		915×610×915
Acid pickling	(1)		915×610×915
Acid dipping	(1)		the same above
Electrolytic cleaning	(1)		1220×760×915
Brass plating	(1)	GRP	1220×760×915
			All bathsizes are the same
Cu plating	(1)	GRP	Cyanide
bright	(1)	Calmar GRP	Acid
Ni plating bright	(1)	Calmar GRP	
dull	(1)	Calmar GRP	
Cr plating bright	(1)	PVC lining	
hard	(1)	PVC lining	Exhaust fan
Zn plating	(1)		
Barrel type	(1)	Polypropylene	450(L)×350dia

2. Labo equipment

Analytical balance

PH meter defective at present using PH papers

Coloulescope Thickness tester

Muffel furnace Ash test

Hull Cell and Labo rectifier

Hot plate with magnetic stirrer

Facilities for basic volumetric analysis

3. Mr. Gunasena の考慮している事項

1) Top priority は環境対策と Hard Cr メッキ技術の確立である。

Hard Cr メッキ技術は 国内にないので IDB で技術確立をやり、commercialベースに乗せていきたい。対象品は 印刷用、繊維用ロールである。

2) プラスチックへのメッキについては 無電解メッキ技術を習得せねばならないので、スタッフは勉強する。上記の次のステップとして考えている。

3) 設備予算申請 Mr. Gunasena のレポートの一部

今回 入手した。 資料

上記 1) について説明されている。

Demand and future of the industry

As discussed earlier in Report I, the electroplating industry appears to be moderately developed during the previous years when compared with the other sectors of the industry. As a result, most of the modern plating technologies are yet to implement in Sri Lanka. One of the major draw backs in today's local lite engineering sector is the poor quality of finishing given to the products. If a proper quality finish could be given to most of the locally manufactured products, they could even be upgraded to meet the export standards. This could be seen as one of the reasons why most of the locally manufactured motor car spares are considered inferior to Indian and Taiwan products. Most of the companies engaged in lite engineering sector who offers proper metal finishing facilities have been able to get a fair share of the market. St. Anthony's, Ferdinandis & Co (Pvt) Ltd, Phoenix and Metalix Engineering are some examples of same. Still there has not been a large scale plating shop offering plating facilities to outside industrialists. Almost all the developed companies who have proper plating facilities use it only for their own products, but do not undertake outside jobs. The only large industry offering plating facilities to outside jobs is Francis Perera & Co. at Kandy. They are at the moment undergoing technical problems and the operations have been restricted. Although a few companies claim to have Hard Chromium facilities, none seems capable of doing a guaranteed job as most of them do not have the required technical skills and expertise in the field.

A recent visit to Varna Ltd. at Ratmalana has revealed that they import 120 numbers of Hard Chromium plated cylinders annually to replace the worn out ones. The minimum cost of one being around Rs. 20,000/=. Also there exists more opportunities for Hard Chromium jobs at R.V.D.B, Highways Department, East West and similar organizations operating heavy equipments. Majority of plastic moulds, rubber moulds and entruder parts require hard chromium finishes. Therefore, Hard Chromium is considered one most prospective areas to exploit.

With the proposed developments, the EPC will have the necessary strengths to break into the above opportunities. The qualified, experienced and trained staff is one of the major strengths that the IDB has over the outside competitive organizations. The major disadvantage the IDB is faced with in going into competitive commercial production is that the IDB's plating services provided to the outside industries. Commercial production and providing services to competitors are two conflicting objectives. These two seem difficult to achieve simultaneously as any other conflicting objective. Creating another plating industry by providing technology, training and resolving their problems is one of the EPC's objectives. This in other hand is strengthening the competitors to loose some of the job orders in hand. We

have had the bitter experience of loosing many continuous orders entertained by us when Lloyd Industries, Round Heater Manufacturers and a few small scale electroplaters commissioned plating facilities with our own assistance.

Therefore, serious attention should be paid in this regard as to continue with the services, if we are to be in commercial production

3) List of new equipment and machinery required and their costs

	Description	Qty	Approx. Cost Rs.
1	400 amp, 16 volt Rectifier Ac input 415 volts, 3 phase, 50 Hz. Ripple content less than 10% control range Volts - 10% - 100% Amps - 10% - 100%	2 Nos.	Approx. 3,000,000.00 Arrangements have been made to call quotations from 2 overseas parties
2	Contrifugal Dryer Capacity of the basket - 13.5 lt. Hp required - approx. 1 Hp Heating capacity - 2.4 Kw Time of drying - 2-3 mins.	1 No.	Quotations to be called from overseas suppliers
3	Plating Barrel Size L x Dia (mm) 300 x 200 Capacity 10 kg Driver - 0.25 Hp Geared Motor Material - PVC or Plastic with perforations of 1.6 mm	1 No.	Approx 60,000.00 Quotation to be called locally
4	A Gantry or Chainblock of max. capacity 500 kg	1 No.	Quotation to be called locally

4: メッキ技術

メッキ技術として議論できるものではなく、製品用途というより現地用途に対応した操業及び技術であり、経験に基づく操業が行われている。

(1) 前処理工程はメッキをするための基本であるが、設備投資を少なくし極めて簡易である。水洗は 殆どが水槽（水瓶、水壺もある）の貯め置き水にて処理している。

(2) メッキ浴の管理

浴成分分析の設備を持っている工場は 調査5工場中の1工場のみであった。恐らく他の殆どの工場も分析設備を持っていないと推定する。浴成分分析は IDBメッキセンター又は Chemicals の納入業者に依頼している。分析結果は2週間を要する。従ってメッキ浴の日常管理は行われていないのが現状である。

現在のメッキ製品であれば メッキがマクロ的に付いておれば良しとされるためか、メッキ浴の日常管理に関心を払っていない。

IDBメッキセンターでは、1週間に2～3社の分析依頼を受けている。分析結果に合わせて取るべきアクションについても助言している。

Chemicals の納入業者である C.D.P. Electroplating が顧客の浴成分分析を行っており、分析結果のレポートの一例を表-4 に示す。

(3) メッキ品質の管理は 外観検査のみである。めっき厚さ、耐食性試験は行われていない。これらの試験技術がまったく習得されていない。



C. D. P. ELECTROPLATING SYSTEMS

ANALYSIS

=====

Date of receipt: 7/9/95 No.

Customer : M E Ferdinandi and Company Tel:			
Address : No. 39 - Training School Rd - Nagasa - Kalitang			
Category : <input type="checkbox"/> Rack Plating		<input checked="" type="checkbox"/> Barrel Plating	
Capacity : 1420 lt.			
Bath : Bright Nickel plating		Brightener : o.k.	
1	Total Nickel : 51.6 g/l	5	Softener : o.k.
2	Nickel Sulphate : 136 g/l	6	pH Value : 4.4
3	Nickel Chloride : 85 g/l	7	Bé Cons. :
4	Boric Acid : 22 g/l		Wetting Agent : o.k.

1. Operation Conditions on Panel 1 :

Low Poor coverage at low current density areas due to less of nickel chloride (the panel is amended with this)

2. Suggestion(s) or Improvement(s) :

Add Nickel chloride to increase the amount of NiCl₂ about 95-100 g/l in the plating bath

Date of Finish : 8.3.95

Analysis : Adikant

Action : added 10 kg of NiCl₂ after that NiCl₂ 93 g/l.

5 : 本格調査に対する提言

今回の調査で スリランカ国に於けるメッキ産業の全般状況を概観することができた。本格調査に当たって、詳細調査、検討すべき事項を纏める。

(1) Chemicals の納入業者の調査

納入業者数、納入実績及び浴成分分析実施状況に関する調査を行うこと。今回の調査で 納入業者の一つである C.D.P. Electroplating Systems の名が訪問先工場より挙げられ、浴成分分析並びに浴管理に関する助言のレポートを入手したに止まっている。

納入業者の調査で スリランカ国内のメッキ業者の実態が より明らかにできる。

< C.D.P. Electroplating System >

Adress: No2 106 B.M.C.H. SAUDHALOKA MAWATHA COLOMBO 7

Tel: (94) 687637

Managing Director は Mr.Gunasena の友人とのことである。

(2) Crメッキ製品の実態調査

IDB メッキセンターは Hard Cr メッキの技術確立を目指している。その対象製品として、印刷用ロール及び繊維用ロールを挙げている。今回の調査で Hard Cr メッキのできる業者が 国内には無いことが判明した。対象製品の使用状況については、まったく未調査である。

(3) IDB メッキセンターの設備拡充策

現有の分析、試験設備は 基本分析のための設備であり、メッキ厚み、メッキ層のミクロ解析はできず又暴露試験の設備は無い。

上記のHard Cr メッキ製品の調査結果によるが、Hard Cr メッキ技術確立のための設備拡充が必要となる。この中には 円筒形状物へのめっき補助具も含まれる。

(4) IDB メッキセンターの機能拡充策

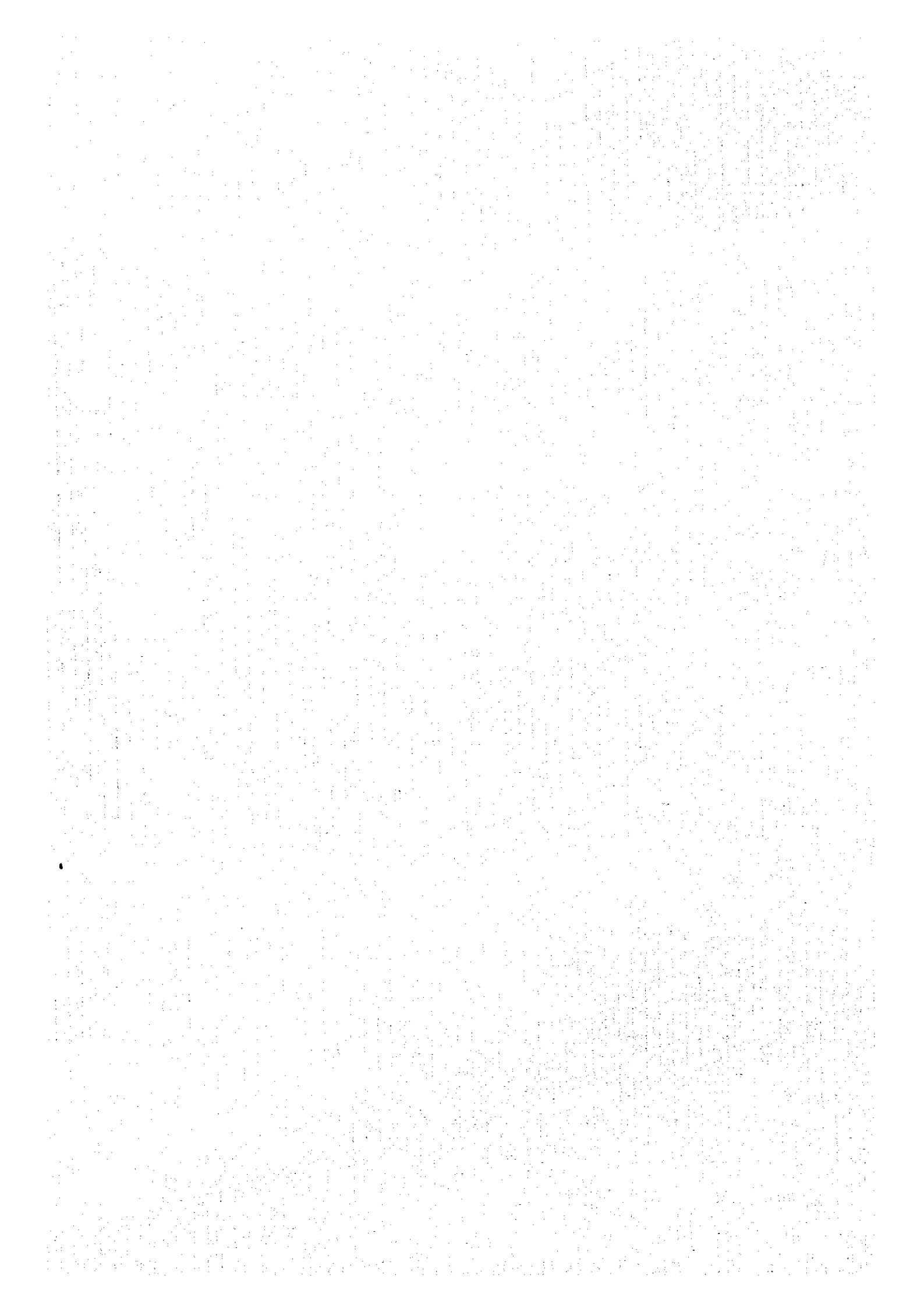
IDB メッキセンターが 国内メッキ業者に対する技術指導、訓練の役割を担っており、浴分析及び操業上のコメントを行っている。

今後は メッキ業者の技術レベルを向上させるために 定期訓練計画の立案、実施をすべきである。

操業技術レポート、品質管理マニュアル等の情報提供を行い、メッキ業者の啓蒙活動も必要である。これらの機能を実施する方策を I D B と検討してもらいたい。

V. 環境対策の現状

V. 環境対策の現状



V. 環境対策の現状と対策

1. スリ・ランカ国の地勢・気候・人口の概況

環境を考える場合には、その土地の地勢、気候、人口分布などの知識が必要である。このため、ここでスリ・ランカ国の地理について述べる。

スリ・ランカ民主社会主義共和国は、インド洋にある面積6万5600km²（東西43km、南北225km）の北海道の約8割の大きさの島（北緯5°55′～9°55′）である。島のほぼ中央には1524mの最高峰ピドゥルタラーガラ(Pidurutalagala)山があり、この一帯が国内の河川の水源地を構成する中央高地となっている。この高地の南西部は最も人口密度の高い地域であり、この海岸地帯には首都であるコロンボ市がある。東南の低地は森林資源に富む丘陵地帯であり、国立公園が点在する。更に古都キャンディー(Kandy)の北方にはシーギリア(Sigiriya)等古代文明の中心地であった北中央低地が広がっている(1)。

気候は、年間を通じて27℃という低地や海岸地帯から、平均気温16℃の常春のようなヌワラ・エリヤ高地（海拔1890m）までいろいろあり、季節もかなり変化する。スリランカ全土は、熱帯性モンスーン気候に属し、赤道付近から吹き付ける南西モンスーン（5月～9月）と、ベンガル湾から吹き付ける北東モンスーン（11月～3月）の影響で、雨季と乾季に分かれるが、多様性を持つ地形のため地域によってその期間は異なる(2)。

南西海岸地方	4月～6月と10月～11月が雨季。1月から3月が最も快適な時期。
中央高地	5月～7月、10月～11月に雨が多い。12月～1月の朝夕は気温低
南東部・北西部	年間を通じて雨が少なく砂漠に近い地域。7月～9月は乾燥の日々続く
北部	10月～11月が雨季。日中はかなり暑く砂地が目立つ。

スリランカ国の人口は、1990年で約1700万人であった。その後少しずつ増加している。人種的には最大多数派で仏教徒の多いシンハラ人、南インドに起源を持つヒンドゥー教徒の多いタミール人やその他の少数民族から構成されている。文字もシンハラ語とタミール語とを併用している。

河川は、コロンボ近くを中央高地に源を発するキャラニ河(kelani Ganga)が流れている。これは、コロンボ首都圏に都市用水を供給する河川であるが、最近では生活汚水および工場廃水のために汚れてきている(3)。メッキ廃液も最終的には、この川に流れ込むものと思われる。高地にある古都キャンディーから東に向かって流れているマハベリ河(Mahaweli ganga)もキャンディーの生活汚水が問題であるが、キャラニ河に比べると工場廃水による汚染は少ない(3)。

しかし、モンスーンの時期には洪水、土砂崩れ、海岸部の侵食という被害にあったり、人口増加による森林破壊、マングローブや珊瑚の乱獲、中央高地地帯での農業活動にともなう土壌侵食や農業・化学肥料の汚染などの問題が生じてきた(3)。

更に最近では、積極的にすすめられている工業化政策による中小企業による産業公害、それと並行して進行する都市化による生活公害も次第に深刻化しつつある(3)。

2. 環境政策および公布された環境法の概況

スリランカ国の環境政策の根源は、スリランカ国憲法である。この憲法の第27条第14項には、「国家は社会の利益に為に、環境を保護し、保存し、且つ改善しなければならない」と規定してある。これをもとに1980年の国家環境法(National Environment Act、NEA)が制定され、さらにこの法律に基づいて環境・議会省(Ministry of Environment and Parliamentary Affairs、MEPA)、国家環境委員会(National Environmental Steering Committee NES C)、中央環境庁(Central Environmental Authority CEA)が設置され、環境政策の立案と執行を行っている。このうちMEPAは交通・環境・婦人省(Ministry of Transport, Environment and Women Affairs、MTEWA)に整理統合された(3)。1982年11月にIUCN(International Union for the Conservation of Nature 自然および自然資源の保存のための国際同盟)の呼びかけに応じてスリランカの「国家保存戦略」策定のためのタスクフォースが設置され、1988年12月に政府の承認を得て公表された。この文書には(1)環境概観、(2)持続的発展のための生態系の管理、(3)環境を含む人間活動、(4)環境保護に対する制約と持続的発展、(5)戦略、(6)実施の6部21章にわたって、環境政策の基本政策が述べられている。

その後、中央環境庁は、この基本戦略に基づく行動計画の策定作業を行い、1990年11月にドラフトが作成された(1)。ドラフトは(Central Environmental Authority (CEA), national Conservation Strategy, Draft Action Plan Nov. 1990)という名称で、これには水及び海洋資源、土地資源、工業及びエネルギー、人間居住環境、並びに教育および文化資源に分け、その問題点、行動およびその機関という項目を設けて、各セクター毎に詳細な行動計画を提案している。

例えば、GNPの20%弱を占めるに過ぎない産業公害については、中小企業の80%が集中しているコロンボとそれに隣接するガンパハ地域では、工場排水による水質汚染を問題にしている。飲料水源であるキャラニ河に汚染の傾向がみられる。水質汚染の解決が最も緊急の問題であるとしている(1)。環境規制システムは、1988年の国家環境法の改正により、環境保護ライセンス制度、環境基準の設定とその違反に対する刑事罰の採用と環境影響評価の制度化が行われている。

3. 国家環境(保護・質)規則の概要と実施状況

上記の改正の最も重要な点は、中央環境庁に対して一切の事業活動に対してライセンスの交付権が認められたことである。

これにより「主務大臣が官報に告示する日以降、いかなる者も、中央環境庁よりライセンスを取得しかつ法の定める基準に合致する場合を除き、環境の汚染の原因となる排出物を廃棄してはならない」（第23A条）と定められた。

この規定に従い、1990年1月8日に「国家環境（保護・質）規則(National Environment <Protection and Quality> Regulation)が制定された。

上記括弧の内容は、規則PART1: SECTION(1)- GENERAL Govament Notification Regulations 第2条に同じ言葉で明記されている。以下に主要な条文について述べる。

3. 1 排水中の有害物質の許容濃度限界

表1 内水面へ排水を放流する場合の一般基準（スケジュールI）

No	要 因	許容限度
1	全懸濁固形物質	50 (mg/l、最大値)
2	全懸濁固形物質の粒径	850 μ mの篩目を通過すること
3	気温でのpH値	6.0 ~ 8.5
4	生物学的酸素要求量(BOD) 20℃で5日間後の値	30 (mg/l、最大値)
5	排水温度	排出口から15m下流までの流れの何処でも 40℃を超えてはならない。
6	油脂濃度	1.0 (mg/l、最大値)
7	芳香族化合物濃度	1.0 (フェノールのOHとして) (mg/l、最大値)
8	シアン化合物	0.2 (CNとして) (mg/l、最大値)
9	硫化物濃度	2.0 (mg/l、最大値)
10	フッ素化合物	2.0 (mg/l、最大値)
11	残留塩素濃度	1.0 (mg/l、最大値)
12	ひ素濃度	0.2 (mg/l、最大値)
13	全カドミウム	0.1 (mg/l、最大値)
14	全クロム	0.1 (mg/l、最大値)
15	全銅濃度	3.0 (mg/l、最大値)
16	全鉛濃度	0.1 (mg/l、最大値)
17	全水銀濃度	0.0005 (mg/l、最大値)
18	全ニッケル	3.0 (mg/l、最大値)

表1 内水面へ排水を放流する場合の一般基準（スケジュールI）（続き）

No	要因	許容限度
19	全セレン濃度	0.05 (mg/l、最大値)
20	全亜鉛濃度	5.0 (mg/l、最大値)
21	アンモニア性窒素	50.0 (mg/l、最大値)
22	殺虫剤	検出されないこと
23	放射性物質	
	(a) アルファ線放射物質	10^{-7} (micro curie / ml)
	(b) ベータ線放射物質	10^{-8} (micro curie / ml)
24	化学的酸素要求量 (COD)	250 (mg/l、最大値)

注1； 出来るだけ色や不愉快な臭いが入らないようにすべきである。

注2； これらの値は、排水を少なくとも8倍の清浄な水(Clean receiving water)で希釈したときのものである。希釈率が8倍以下の場合には、許容限界は実際の希釈率に1/8をかけた値となる。

注3； 上記の一般基準は、特定の産業に対する別の基準値のある場合には、適用してはならない。

表2 沿岸地域への産業および生活排水に関する許容限界濃度

No	要因	許容限度
1	全懸濁固形物質	
	(a) 製造工程からの排水中	150 (mg/l、最大値)
	(b) 冷却水中	冷却水中の全懸濁物質質量 + 10%
2	全懸濁固形物質の粒径	
	(a) 浮遊固形物質	3 mm 最大値
	(b) 沈澱固形物質	850 μ m 最大値
3	気温でのpH範囲	6.0 ~ 8.5
4	生物学的酸素要求量 (BOD)	
	20°Cで5日間後の値	100 (mg/l、最大値)

表2 沿岸地域への産業および生活排水に関する許容限界濃度（続き）

No	要因	許容限度
5	温度・最大値	45℃（排水口で）
6	油脂濃度	20 (mg/l、最大値)
7	残留塩素濃度	1.0 (mg/l、最大値)
8	アンモニア性窒素	50.0 (mg/l、最大値)
9	化学的酸素要求量（COD）	250 (mg/l、最大値)
10	芳香族化合物濃度	5.0（フェノールのOHとして）(mg/l、最大値)
11	シアン化合物	0.2（CNとして）(mg/l、最大値)
12	硫化物濃度	5.0 (mg/l、最大値)
13	フッ素化合物	15 (mg/l、最大値)
14	ひ素濃度	0.2 (mg/l、最大値)
15	全カドミウム	2.0 (mg/l、最大値)
16	全クロム	1.0 (mg/l、最大値)
17	全銅濃度	3.0 (mg/l、最大値)
18	全鉛濃度	1.0 (mg/l、最大値)
19	全水銀濃度	0.01 (mg/l、最大値)
20	全ニッケル	5.0 (mg/l、最大値)
21	全セレン濃度	0.05 (mg/l、最大値)
22	全亜鉛濃度	5.0 (mg/l、最大値)
23	放射性物質	
	（a）アルファ線放射物質	10 ⁻⁶ (micro curie / ml)
	（b）ベータ線放射物質	10 ⁻⁷ (micro curie / ml)
24	有機りん化合物	1.0 (mg/l、最大値)
25	塩素化炭化水素	0.02 (mg/l、最大値)

表1は河川などの水質の環境基準値を示しており、日本の「人間の健康に係わる環境基準」に相当するものとおもわれる。規制の項目が異なるため全部の項目を直接比較することは出来ないが、幾つかを比べてみると次のようになる。ただしスリランカの基準値は、排水口から出た直後の排水を、有害物質を含まない水で8倍に希釈したときの値を示しているのに対して、日本の値は直接河川から採取した水中の物質濃度であるため厳密な比較は出来ないが、日本の方がかなり厳しいのではないかとと思われる。スリランカの人の意見を聞いてみる必要がある。

表 3 環境基準値の比較

No	要 因	許容限度 (mg/l、最大値)	
		スリランカ	日本
8	シアン化合物	0.2 (CN)	検出されないこと
13	全カドミウム	0.1	0.01
16	全鉛濃度	0.1	0.01
14	全クロム	0.1	0.05 (6価クロム)
12	ひ素濃度	0.2	0.01
19	全水銀濃度	0.01	0.0005
21	全セレン濃度	0.05	0.01
	備 考	8倍希釈後	河川から直接採取した値

表2は、沿岸地域にある産業の排出基準と考えられる。日本の排水基準との比較を表4に示す。日本の基準は、昭和46年と平成5年に公布された総理府令の値である(5)。

表 4 排水基準値の比較

No	要 因	許容限度 (pH以外は mg/l、最大値)	
		スリランカ	日本
1	全懸濁固形物質 (a) 製造工程からの排水中	150	200
3	気温でのpH範囲	6.0 ~ 8.5	5.8 ~ 8.6
4	生物学的酸素要求量 (BOD) 20℃で5日間後の値	100	160
6	油脂濃度	20	30
9	化学的酸素要求量 (COD)	250	160
10	芳香族化合物濃度	5.0 (フェノールのOH)	5

表 4 排水基準値の比較 (続き)

No	要 因	許容限度 (pH以外は mg/l、最大値)	
		スリランカ	日本
11	シアン化合物	0.2	-
12	硫化物濃度	5.0	-
13	フッ素化合物	15	15
14	ひ素濃度	0.2	0.1
15	全カドミウム	2.0	0.1
16	全クロム	1.0	2
17	全銅濃度	3.0	3
18	全鉛濃度	1.0	0.1
19	全水銀濃度	0.01	0.005
20	全ニッケル	5.0	-
21	全セレン濃度	0.05	0.1
22	全亜鉛濃度	5.0	5
24	有機りん化合物	1.0	1

表4の番号は表2と同じ。欠番があるのは、日本との比較が出来ないためである。

これから、スリ・ランカ国の排水基準は日本の排水基準とほぼ同等であることが分かる。従って、排水処理施設も日本なみの設備が必要になるものと思われる。

3.2 ライセンス申請基準

国家環境(保護・質)規則には、「官報に告示する日以降、下記の項目に該当する場合以外、いかなる者も汚染や騒音をひきおこす可能性のある環境に排出物を廃棄したり、排出してはならない(4)。」として、(a)中央環境庁(以下庁とよぶ)のライセンスを受けている場合と(b)スケジュールIに規定された標準や基準(表1および表2参照)に従っている場合を記している。このように、法も規則も環境汚染にかかわる廃棄物(排ガス、排水を含む)を排出する全ての者に対してライセンス取得義務を課している。このライセンスの有効期限は1年間であり、ライセンスを取得する者は、規則の施行日またはライセンスを要するにいたる日のいずれか早い日の30日以上前に、所定の書式により手数料を払って、中央環境庁に申請しなければならない。その書式は第2付則に定められている。申請書に書込む内容は次の通りである。

表 5 ライセンス取得申請書の内容

スケジュールII	
書式 A	
国家環境法 1980年第47号	
環境保全ライセンス申請書	
	申請書番号
	年月日
部門	
区分	
会社名	
会社の業務	製造業/部品組立業/Formulation/食料品包装出荷業/ 農産物加工業/その他
申請者名	
住所	
電話番号	
1. 当該会社に関する一般事項	
1.1 会社の特徴	
1.2 会社の位置(地図をつけること)	
会社の住所	
1.3 地方の関係官庁の名称	
1.4 敷地は承認された産業区域の中にあるか?	
1.5 資本投資額	
Local; 外国;	
1.6 操業開始年月日	
1.7 1日の交代勤務数と勤務時間	
1.8 1交代当たりの人数(Worker)	
1.9 会社設立と操業開始を許可した監督官庁から得た許可書のリスト	
(a)	
(b)	
1.10 半径5km以内の土地の利用状況	
居住区域/商業地/農地/空き地/公有地/沼沢地/海水沼沢地/ マングローブ生育地/自然保護地/その他	

1. 1.1 半径2 km以内に存在している工場/公共施設/農業用地のリスト

1. 1.2 処理装置用の土地

2. 生産工程

2. 1 主たる製品と生産能力

2. 2 副製品のリスト

2. 3 生産工程の詳細説明

2. 3. 1 生産工程の簡単な説明

2. 3. 2 使用している原料

2. 3. 3 使用している化学薬品

薬品名	商号	使用量(kg)/日
-----	----	-----------

2. 3. 4 危険物質/有毒物質/可燃性物質/爆発性物質の輸送と取扱い時の
予防措置

2. 3. 5 危険物質/有毒物質/可燃性物質/爆発性物質の貯蔵設備

2. 3. 6 適切な消防設備を備えているか

2. 3. 7 その場合は設備内容を詳細に述べること。

3. 水

3. 1 水 - 所要量

工程用	m ³ /日
-----	-------------------

冷却用	m ³ /日
-----	-------------------

洗浄用	m ³ /日
-----	-------------------

自家使用	m ³ /日
------	-------------------

3. 2 水源

1. 公共水道

2. 地下水

3. 表流水

3. 3 一日の総排水量 m³/日

3. 4 廃水方法

側溝/下水管/排水渠/その他

3. 5 廃水の最終的な放流地点

農業用地/沼沢地/下水本管/湖/Ela/湖の入ってくる河口/海/他

3. 6 その他の危険物質を廃棄することがあるか?

3. 7 廃水処理方法(処理工程図を含む)

3. 8 処理前後の廃水の性状を記録する方法

3. 9 出来れば、水のリサイクルに関する情報を書くこと。

4. 固形廃棄物

4. 1 固形廃棄物の種類と性状

4. 2 固形廃棄物の一日の総発生量 Kg/day

4. 3 固形廃棄物の廃棄方法

都市ごみ収集システム/埋立/焼却/堆肥/売却/リサイクル

5. 大気への放出物

大気中へ放出するものはあるか? はい/いいえ もし「はい」ならば以下の質問に答えること。

5. 1 可能性のある排出物

a. 窒素酸化物、 b. 二氧化硫酸化物、 c. 煤と塵 d. その他

5. 2 煙突の本数、高さ

6. あなたの会社は悪臭を出すか?

悪臭の発生源、排除方法

7. 騒音公害

7. 1 あなたの会社は騒音を出すか? はい/いいえ

7. 2 「はい」の場合には、発生源; 防ぐ方法;

8. エネルギー使用量

8. 1 エネルギーの総消費量; a. 自家発電量 b. 受電量

8. 2 工場で使用している機械の詳細とそれらの馬力の算定

8. 3 使用している燃料の種類; a. 目的、 b. 一日の消費量

9. リサイクル/再使用

9. 1 再使用のための廃棄物質の利用の可能性

10. 将来の事業拡張計画

貴社の将来の事業拡張計画について述べる。更にその案によれば、製造工程、使用する原料、および最終製品が変わる可能性があるか否かを書くこと。

私は、この申請書には真実を正確に書いたことを、ここに誓います。もし、書かれたことが嘘または偽りであった場合には、申請を拒絶しライセンスを取り消されてもかまいません。

申請者署名

日本でも、水質汚濁防止法施行規則によって特定施設設置届出書を都道府県知事あてに提出するが、これよりもっと簡単である。

3.3 メッキ業界における国家環境規則の遵守状況

この規則が公布された年（1990年）には、各メッキ会社はライセンス取得のため、殆ど全社が申請を行った。これまでメッキをおこなってきた会社は、2年間の猶予期間を費うことができた。2年以内に排出基準を満足させれば良いことになった。

ただし、1990年以降に初めてメッキを行いたいとする会社は、規則に規定された基準を満足していないとライセンスは下りなくなった。このようにして順次、廃水処理の普及を図ってきた。稼働中のメッキ工場に対して、中央環境庁の職員が前述の申請書に基づき、ライセンスを交付するか否かを検討してきたが、全産業が対象のため遅々として進まず、メッキ業界でもライセンスを受けた会社は少ない。

そこへメッキ業界でも大手の会社（多分St. Anthony's Industries Group）が、この規則の施行を不服として、中央環境庁を告訴した。これらの理由で規則の公布はされたが、実際には実行されていないのが現状である。

しかし、この裁判も今年中に結審される模様で、大手の会社は敗訴になる可能性が大きいと言われている。敗訴になれば工場停止されると考えられるので、他のメッキ会社にも影響するところが大きい。上記の猶予期間は、裁判が結審した年から数え直され、後2年以内に各メッキ工場は、規則どおりの排水基準を守らざるを得なくなる。そのため、各社とも排水処理対策を真剣に考えなくてはならなくなっている。

4. メッキ工場の環境対策の現状

4.1 排水処理技術の現状

前章(Ⅳ. メッキ産業の現状 3)の表2「メッキ工場調査結果」の排水処理の欄に述べたように、ほとんどのメッキ工場には排水処理設備は設置されていない。

見学した工場は、IDB(産業開発省工業開発委員会)のメッキセンターの所長の

Mihinda Y. Gunasena 氏のお世話で訪問したものであり、スリ・ランカ国の企業を大中小に分け、各規模から選択した代表的な工場である。このため、これら以外の工場でも排水処理設備は設置されていないと考えられる。

これらの各会社の排水の方法と問題点を以下に述べる

4.1.1 メッキに使用されている化学薬品の種類

一般にメッキ浴には、メッキの種類によって次のような薬品が使用されている(6)。

表 6 メッキに使用される化学薬品と濃度

メッキの種類	使用薬品と pH	濃度 [g/l]		
		低濃度浴	中濃度浴	高濃度浴
1. 銅メッキ ① シアン化銅メッキ	シアン化銅	20	60 - 80	120
	シアン化ナトリウム	30	70 - 90	135
	水酸化化ナトリウム	5- 15	5 - 10	5 - 10
	水酸化カリウム		10 - 20	25
	pH	11.2-11.6	12.2-12.6	12.2-12.6
② 酸性銅メッキ	硫酸銅 硫酸			
	pH			
2. ニッケル・メッキ	硫酸ニッケル	150	300	300
	塩化ニッケル		45	
	塩化アンモニウム	15		
	ほう酸	15	30	30
	pH	5.8-6.2	4.5-5.5	5.0-2.0

これらのメッキ浴組成は、スリ・ランカ国でも日本でも同じであった。

これらの薬品の内、メッキ工場排水の処理では、シアン（青酸）、クロム（6価）、カドミウムの他に、排水基準に規定されている重金属として銅、亜鉛等の処理が必要になる(6)。

4. 1. 2 見学した工場の廃水対策状況

スリ・ランカ国では、メッキに使用している薬品は高価であるため、全部を廃棄するという事はしていない。日本のようにメッキ作業量が多い処では、メッキ浴の劣化が早いため、添加する薬品量多くなり、廃棄しないと浴調製が出来なくなる。しかし、スリランカ国の工場では、作業量が少ないため溶液の劣化と製品に付着して持ち出される分を補給すれば、ほぼ元の状態に戻るため、メッキ浴の濃厚溶液を捨てることは減多にないようであった。

このため、排水されるメッキ液は洗浄工程で洗われたメッキ液で濃度もかなり薄いと考えられる。この洗浄排水を処理方法は、次の3通りの方法で行われていた。

(1) 排水タンクに流入させ、そのタンク内に薬品を入れて処理後放流している場合。

この方法をとっている企業は、IDBのメッキ・センターとMetro Industries Ltdの2箇所であった。

① IDB所属のメッキ・センター (写真1、写真2)

銅（シアン系、無シアン系）、クロム、ニッケル、亜鉛、の各メッキ槽からの排水は、屋外のピットに次の種類別に分類されて溜められていた。

- a. 六価クロム系メッキ洗浄排水（クロムメッキ用、酸性排水）
- b. 酸性系メッキ洗浄排水（ニッケル、銅メッキ用）
- c. シアン系メッキ洗浄廃液（シアン化銅メッキ用、アルカリ性排水）

写真2はこれらの槽の全景を示した。

これらの各排水がある程度溜まったところで、六価クロム系排水には重亜硫酸ナトリウム（ NaHSO_3 ）を加えて還元し、酸性系メッキ排水は中和して、重金属イオンを沈澱させ、シアン系メッキ排水には、次亜塩素酸ナトリウム（ NaClO ）を添加してシアンイオンを窒素と炭酸ガスに分解して放流している。排水処理の立場から考えると、この排水の分類の仕方は正しい。しかし、処理のやり方は不完全なものであり、本当に環境基準に適した水質の排水となっているか疑問である。

② Metro Industries Ltd. (写真3～写真5)

この会社は、ボルト、ナットやミシンの部品などのメッキを行っている。

扱っているメッキは、銅メッキと亜鉛メッキである。いずれもシアン系のメッキ液を用いている。このシアン系のメッキ洗浄排水は、写真4に示した $5 \times 5 \times 5 \text{ ft}^3$ （約 3.5 m^3 ）のタンクに入れられ、溜まったところで次亜塩素酸ナトリウム（ NaClO ）を添加してシアンイオンを窒素と炭酸ガスに分解して、会社の外の側溝に放流している。

メッキ以外にも鉄の黒染めを行っている。その液組成は硝酸ナトリウム、亜硝酸ナトリウムおよび水酸化ナトリウムのアルカリ浴である。この排液は上記のタンクに導かれ、シアン排水と一緒になる。メッキの前処理に使われる塩酸などの酸の廃液は写真4の手前の土中に埋められたタンクに溜められ、中和後放流しているとのことである。

水は浅井戸から取水している。1日の水の使用量は工場全体で4000ガロン(約18 m³)で、そのうち3900ガロン(17.5 m³)が工場内の機械装置や掃除などに使われており、残りの約100ガロン(0.5 m³)が電気メッキの洗浄用に使われている。

(2) 工場内他工程の廃水で無害化して放流している場合 (写真6)

このような対策を取っているのは、消火器外筒や農薬や殺虫剤の噴霧器等を製造している Agro Technica Ltd.であった。この会社はEkalaの工業団地内にあり、かなり広い作業場に脱脂、酸洗、クロメート槽、ニッケルメッキ槽を順序よく並べ、水洗槽も3槽ずつ備えていた本格的なメッキ工場であった。ニッケルメッキは硫酸ニッケル、塩化ニッケルなどの酸性浴でシアンなどは使用していない。工場周辺の環境に配慮して、銅などのシアン系のメッキは採用しなかったとのことである。水は地下水を井戸から汲み上げて活性炭や砂の層を経由して使っており、全廃水量は時間当たり約400Lとのことであった。メッキ排水量は約160Lである。メッキの洗浄廃水はpH8~10であるので、噴霧器のポンプ筒底部を溶接後酸洗した酸性の排水で中和して流していた。ニッケルメッキ浴はほぼ酸性であるので、アルカリを添加してpH8~10として水酸化ニッケルを沈澱除去してから上記酸排水で中和しているようである。放流水はpH7.5~8.0にしているとのことであった。工業団地の側溝に放流されている。

(3) 側溝にそのまま捨てている場合

① M.E.Ferdinandis & Co.(Pvt)Ltd., (写真7)

この会社では安全ピン、やホチキス用のステッフルピンを製造している。使用しているメッキはニッケルメッキとクロムメッキである。脱脂槽、酸洗槽、ニッケルメッキ槽、クロムフラッシュ槽が並び、各槽の間には水洗槽が1基ないし2基並んでいた。

洗浄排水ピット(1m x 2m x 1.8m)は写真7に示したように屋外の土中に埋設されており、メッキ排水が流れ込んでいた。蓋を開けてみて貰ったが、排水は6価クロムの黄褐色に染まっており、これを半年毎に亜硫酸水素ナトリウムを添加して3価クロムに還元してから放流しているとの説明であった。しかし、ふたがなかなか開かず薬品処理しているようには見えなかった。この会社でも、あと2年たったら排水基準を守らなくてはならないので、排水処理費を出せるような付加価値の高いメッキ製品を開発中とのことであった。

安全ピンの価格は、25ルピー(0.5ドル)/kgで非常に安いため、これを120ルピー/kgの電気部品のメッキを検討中である。

② E. Francis Perera & Co. Ltd., (写真8、写真9)

これは、古都であるキャンディーで、メッキ製品のみやげものや優勝カップなどを販売している会社である。みやげ物屋の奥にメッキ工場があり、金メッキ、銀メッキ硬質クロムメッキ、ニッケルメッキ、銅メッキ、真鍮の黒色処理を行っている。この内金と銀メッキ、銅メッキはシアン系の浴である。大型の器物のメッキをする設備はあったが、ほとんどは小物であり、水洗は写真8と写真9に示したように、小さなプラスチックの容器で洗浄していた。これらの排水は、床にある簀の子の下を通り、作業場の側溝を通過して外へ放流されていた。メッキ作業量が少ないためか、現在のところ問題は生じていないとのことであった。

(4) 空き地にそのまま捨てている場合 (Lloyd Industries) (写真10～写真12)

この会社は、海岸と幹線道路との間にある椰子の林の中にあり、モーターバイクの荷台、ショックアブソーバー等のスペア部品を製造している。銅メッキ(シアン系)、クロムメッキ(6価クロム)、ニッケルメッキを行っている。メッキ槽は屋外の作業場に置かれているが、洗浄水は適当に置かれたドラム缶に入っており、屋外でも作業している様に見受けられた。作業場の裏は空き地になっており、排水はそこに流れ込むのにまかせている。

この付近は土地が悪く井戸を使っている家もないので、排水を捨てても問題ないと考えている。しかし、将来は廃水処理設備を備えてゆくことにしているとのことであった。

4.2 その他の環境対策

いずれの会社でも、メッキ浴中の高濃度のメッキ液は、劣化した薬品を補給することで、長年外に廃棄せずに使用しているという説明をしてくれた。しかし、この溶液中には、メッキされる素材とメッキ液が反応して生成した沈澱物(スラジ)は存在しないのか、洗浄廃水を薬剤で処理したときに生じる重金属の沈澱物はどこに処分しているのか不明である。

無害化して廃棄しているとも思えないので、泥状のスラジをそのまま土中に埋設していたら結局、空き地に排水しているのと同じとなる。この点の調査が不足であった。

日本では作業環境を守るために、アルカリ脱脂槽、酸洗槽や各メッキ槽の上には排気ダクトが付けられている。スリランカ国の各工場でもメッキ槽のある部屋には換気扇は付いていたが気体め程度のように見受けられた。

4.3 メッキ浴の溶液濃度管理分析と廃水分析について

見学した各メッキ工場ともメッキ浴の濃度管理分析や廃水水質分析を、自社で行っているところはなかった。メッキ浴の濃度管理はC.I.P. Electroplating System というメッキ薬品納入業者が、適当な間隔を置いて回ってきて薬品を納入するときメッキ液を採取し、持ち帰って分析して報告するというを行っている。しかし、分析結果の出るのは1週間後とのことである。

表 6 メッキに使用される化学薬品と濃度 (続)

メッキの種類	使用薬品と pH	濃度 [g/l]
3. クロム・メッキ	無水クロム酸	サージェント浴 250
	遊離クロム酸	クロメート浴 200 - 400
	硫酸	80 - 120
	浴温 (°C)	2.5(比重1.84) 0.5 - 1.5
		45 - 55 20 - 40
4. 亜鉛メッキ		
① 酸性亜鉛メッキ	硫酸亜鉛	240
	塩化アンモニウム	15
	硫酸アルミニウム	30
	添加剤(甘草)	1
② アルカリ性 亜鉛メッキ	シアン化亜鉛	60
	シアン化ナトリウム	34
	水酸化ナトリウム	80
5. 金メッキ		
① アルカリ性 金メッキ	シアン化金カリウム	8
	シアン化カリウム	30
	炭酸カリウム	15
	第二りん酸カリウム	30
② 酸性金メッキ	シアン化金カリウム	80
	くえん酸	30
	アンモニア水	pH 調整用
	pH	5 - 6
6. 銀メッキ	シアン化銀	5 - 10
	シアン化カリウム	13 - 25
	炭酸カリウム	0 - 10

メッキ液濃度はサンプリングしたときよりもっと劣化している筈であり、メッキの目付け量が減少するなどの品質上の問題があるものとおもわれる。

本格調査で持参する分析機器は別記するが、ここには分析依頼出来る事業所を示す。

① 大学

名称； University of Colombo, Department of Chemistry

住所； 94 Munidasa kumaratunga Mawatha Colombo-3, Sri Lanka

② 民間の研究所

名称； Ceylon institute of Scientific and Industrial Research.

(C.I.S.I.R)

住所； 363 Baudhaloka Mawatha, Sri Lanka

電話； 693807 - 9

費用；例 ニッケルメッキ浴中の硫酸ニッケル、塩化ニッケル、ほう酸の各濃度とpH

大学に依頼すると、350ルピー／試料でほぼ1ヶ月かかるが、民間研究所では2日～3日で報告されるが1500ルピー／試料である。

廃水に関しては、環境規則で排水基準が明示されているので、是非分析する必要がある。上記の分析所には、以下に示す分析機器があるとのことなので、排水分析もできるとのことであった。

原子吸光分析装置（フレイム、フレイムレス）、伝導率計、pHメーター、溶存酸素計、CODメーター、吸光光度分析計、ガスクロマトグラフ。

5. メッキ産業の環境対策についての提言

5.1 環境対策への提言

5.1.1 メッキ産業における環境対策とは

電気メッキ業から発生する廃水中には、メッキ溶液の主成分である表6に示した化学薬品以外に、メッキされる材料がメッキ溶液と反応して生じる種々の重金属イオンが含まれている。この中で毒性が最も強いのはシアン化合物で、ついで6価クロムイオンである。

(1) 高濃度メッキ溶液の廃棄処分方法

メッキ溶液に含まれている薬品は、シアン化金やシアン化銀等を含め、かなり高価であるために、高濃度のまま廃棄される頻度は小さい。メッキ作業量が少ないときには、メッキ溶液は殆ど劣化せず（例えば、ニッケルメッキで硫酸ニッケルや塩化ニッケルの濃度が小さくなること）、メッキされた製品に付着して持ち出された溶液の分だけを補給すれば良い。スリランカ国の各工場は現在この状態にあると言えよう。しかし、メッキ作業量が多くなると、沈澱物が発生したり、pHの調整が困難になったりして、濃度の高い溶液も廃棄せざるを得なくなる。要するに、建浴し直した方が楽な場合がでてくる。このような劇物、毒物を含んだ廃液は、発生した国から外へ持ち出すことは、バーゼル条約で禁止されている。

このため、スリ・ランカ国内での処理方法も、最終的には考えて置かなければならない。日本でも高濃度メッキ廃液は専門業者に引き取って貰い、無害化しているのが現状である。

(2) 水洗廃水の処理方法

メッキ廃水として毎日出るのは、メッキされた器物の洗浄水に含まれるイオンである。この濃度はそれほど高くはない。この時のイオン濃度と廃水量は水洗工程によってきまり、イオンの種類は、メッキの種類によって異なる。

まづ、メッキ洗浄廃水は、次の3種類の貯留槽に別々に溜めておく。

- ① シアンおよびその化合物を含んだ廃水
- ② 6価クロム含有廃水
- ③ 重金属含有廃水（酸性）

以下に上記分類別の廃水の処理について、詳細を述べる。

① シアンおよびその化合物を含んだ廃水

シアン廃水中の500ppm程度以下のシアンは、アルカリ性の溶液中で次亜塩素酸ナトリウム(NaClO)を加えて炭酸ガスと窒素に分解する（アルカリ塩素法）(6)。その廃水処理装置構成を図1に示す。高濃度のシアンを含んだ溶液は、この方法では処理しきれないので、電解酸化法で分解している。

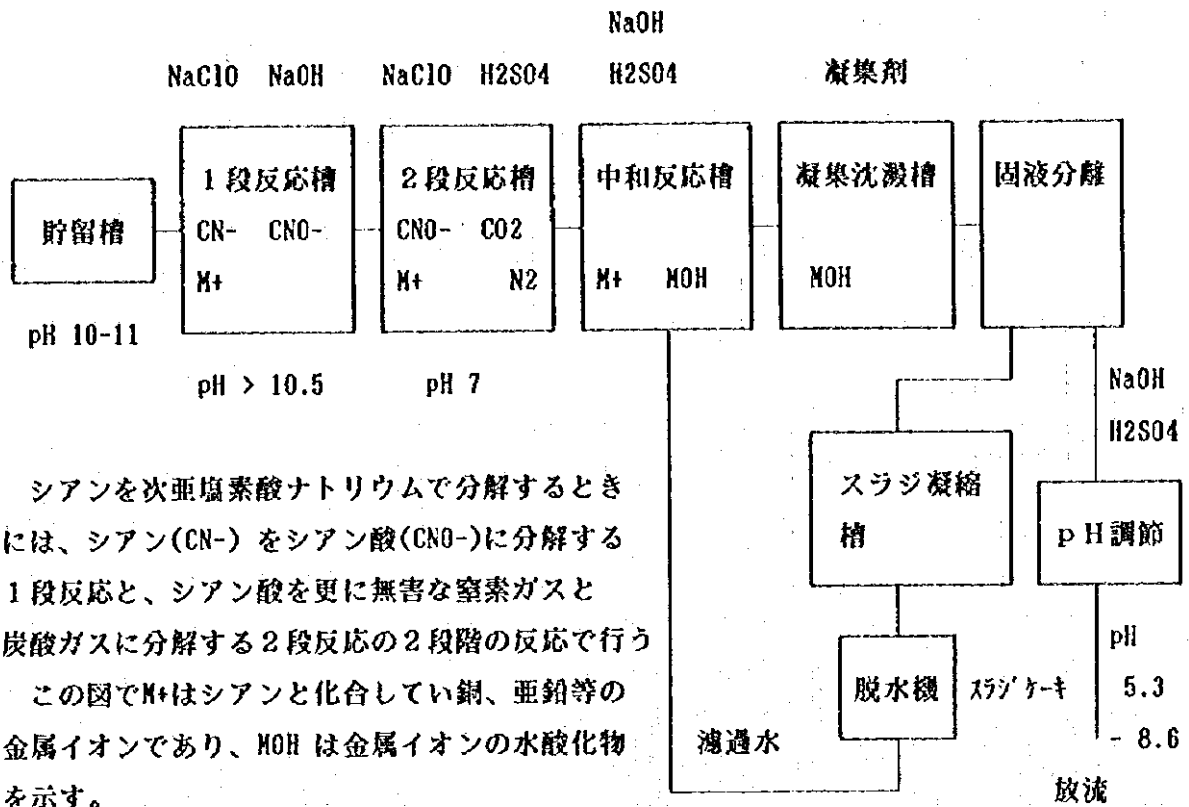


図1 シアン系洗淨廃水の処理フロー(7)

② 6価クロム含有廃水

クロム系洗淨廃水および濃厚廃液は、図2に示したようにpH3以下の硫酸酸性の状態では、亜硫酸水素ナトリウム(NaHSO₃)を添加して還元し、その後pHを7.5から8.5に調整してから沈澱処理を行う(7)。

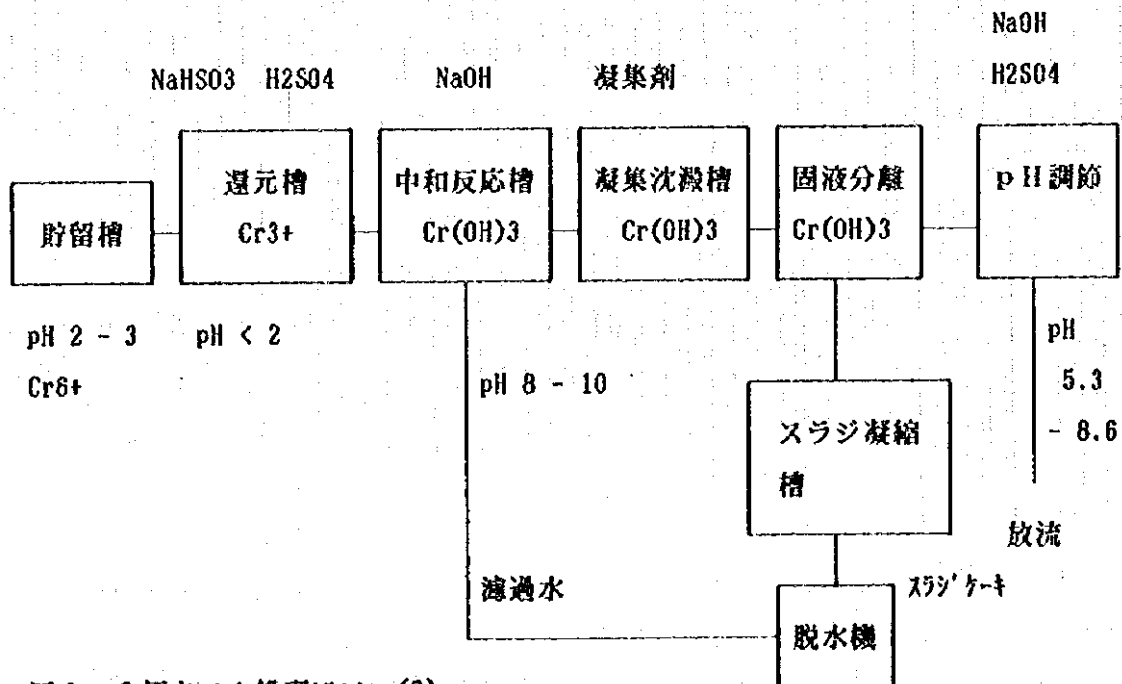


図2 6価クロム処理フロー(7)

③ 重金属含有廃水（酸性）

重金属イオンは、アルカリによって水酸化物となり沈殿するのでフィルタープレス等で水と固形物に分けることができる。しかし、金属イオンの種類によって沈殿するpHが異なる。その様子を表7に示す。

表7 金属水酸化物沈殿pH領域(8)

イオンの種類	沈殿pH範囲	備考
Cu ²⁺	8.0 ~ 13.0	pH 13 以上でCu(OH) ₂ となり僅かに溶解
Cr ³⁺	7.5 ~ 9.0	pH 14 付近でCrO ₄ ²⁻ を生じて再溶解する
Ni ²⁺	10.0 ~ 14.0	
Zn ²⁺	9.5 ~ 10.5	pH 10.5 以上でZn(OH) ₂ となり再溶解する
Fe ³⁺	3.5 ~ 14.0	

このように、強アルカリ性では再溶解する金属イオンもあるので、pH調整は慎重に行う必要がある。装置構成を図3に示す。

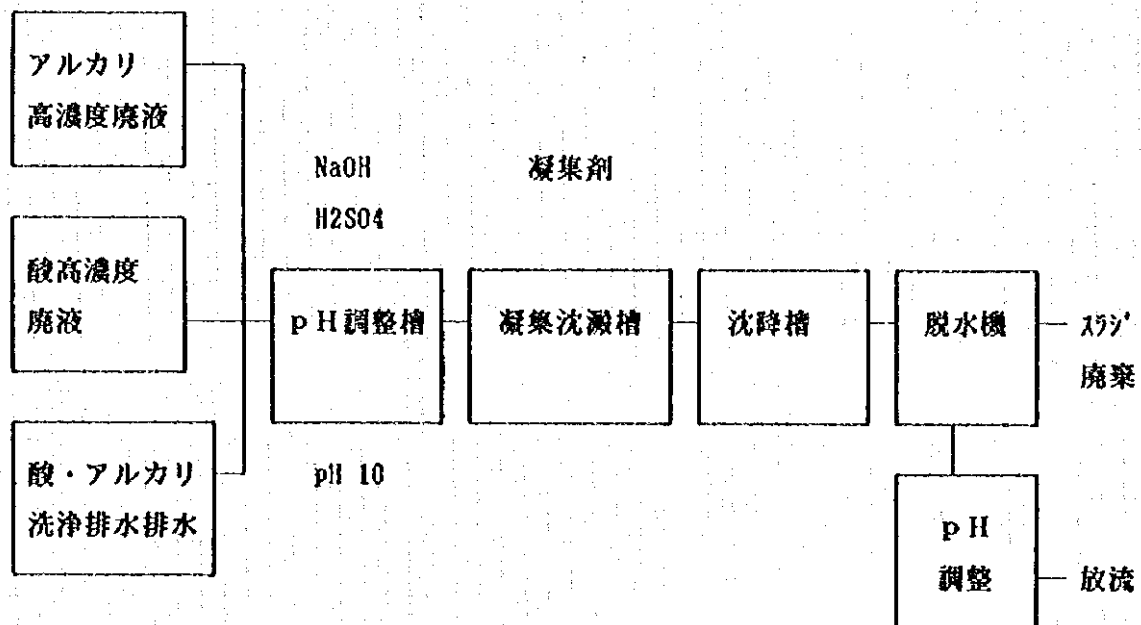


図3 重金属処理フロー

なお、現在スリ・ランカ国内のメッキ業者は、界面活性剤などの有機物質を使っていないと言っているが、今後品質管理が厳しくなれば使用するようになると思われる。

このときには、排水中のCODが問題になる。この対策も考えておかななければならない。

5. 1. 2 スリランカ国に適した環境対策についての提言

スリランカ国のメッキ産業は、生産量が少ないためにメッキ溶液中の有毒物質を処理しないで、或いは不完全な処理を行って排出しても大きな問題にはなっていない。これは排出されるものの濃度が小さく自然の浄化能力の範囲内にあるためと考えられる。

しかし、シアン化合物や6価クロムなどは土中などに蓄積し、将来問題になることは確実である。しかも、あと2年後には排水基準を守れない企業はつぶれるかも知れないと言う状態に現在ある。これを解決するには、団長所感にもあるように次の3つの手段があると考えられる。

- ① メッキを行っている企業の工業団地への集約化
- ② 各メッキ工場に、必要最小限の廃水貯留槽を設置させ、タンクローリーで廃水の種類別に集めて、設備の整った廃水処理場で処理する。
- ③ 廃水を毎日少しずつ希釈しながら放流する。

これらの手段について、実行の可能性について考察する。

(1) メッキを行っている企業の工業団地への集約化

メッキ産業の公害防止計画は、個別の各社の「事業計画」→「事業所内改善計画」→「施設の建設計画」→「施設の維持管理運営」→「是正・改善の実施」に大別して進められる。

このような「個別事業所の公害防止計画」は「共同公害防止計画」へと、経済性および防止対応の限界などを考慮しながら進めなければならない。

公害防止計画は、単に法規などで定める規制値を充足すれば良いというものではなく、環境保全の立場から、また省資源・省エネルギーの観点から十分な配慮が必要である(6)。

企業を工業団地に誘致して、共同公害防止事業を営むには、参加企業の公害を効率よく処理し、併せて事業全体としての省エネルギー・省資源化を達成することが大切である。

共同処理による効率化を図るには、共同公害防止事業体に対して参加企業が一体となって運営することが前提である。この他にも次のような事項について十分な検討が必要である。

- ① 共同公害防止事業体は参加企業の操業時間、生産工程、使用材料、添加薬品類について制約することは極めて困難であるが、特に処理対策上、添加薬品類の制約が必要になる。
- ② 参加企業から共同公害防止事業体の処理工場に流入する水量、水質が一定しないこと。
- ③ 参加企業が公害防止に対して無関心なこと。
- ④ 景気変動などにより、参加企業からの流入量に計画と実際との著しい差異があること。
- ⑤ 共同化によって公害原因物質が増加し、このため廃水スラッジの増加による処理費用の増大を生じること。等など。

これらの点を上手に解決して、順調に運営している協同組合としては、東京都大田区京浜島の「中央鍍金工業協同組合」が参考になる。以上は文献(6)に記載してある著述を引用させて貰った。スリランカ国の場合には、以上の問題以前に工業団地に移るには、各企業とも費用が出せないという問題がある。政府が援助したくても、そちらにもお金がない。

また、場所を移ることによって商売が出来なくなるという反応もある。

しかし、環境庁にライセンスを申請するには、廃水処理設備を設置できる出来るだけのスペースが必要であるため、土地の狭い企業には工業団地に移ることを勧めている。

また、これからメッキ産業に参入する企業に対しても、環境庁は人の居住区域内での工場の設置は認めず、工業団地内にある場合だけ許可している。

工業団地での借地料は12000ルピー/月で、電気水道代を入れて27000ルピー/月とのことであった（EKALA 工業団地；AGRO TECHNICA）。

工業団地に集まることにより、ビジネスチャンスが増えるという利益は予想されるため、時間がかかるかも知れないが、いずれは工業団地に集約されるようになるものと思われる。

しかし、あと2年以内というタイムリミットには、この対策では間に合いそうもない。

（2）タンクローリーによる廃水の収集と一括処理

第2案は、各メッキ工場に、必要最小限の廃水貯留槽を設置させ、タンクローリーで廃水を種類別に集めて、設備の整った廃水処理場で処理する方法である。

この案では、廃水の運搬費をどうするのかということと、誰が集めるかということが問題である。この問題を解決するには、各メッキ企業がお金を出し合って共同事業体をつくりことを勧める。5.1.1に述べた廃水処理設備を各企業毎に持つことは、資金が無くしかも土地も狭いため実行することは困難である。このため、共同事業体に各種廃水を処理可能な処理設備を設置し集めた廃水を処理するようにする。廃水の収集もこの企業体で行うようにする。

メッキ工場がスリランカ国全土に散らばっていると、この案は運搬費が高くなり、上手く行かないが、IV.2.(2)の地図に示したように、ほとんどがコロンボ市内とその周辺に集まっているため実現の可能性が大きいものとする。共同企業体の経費は、各企業から排出される廃水の量と濃度に比例させた額を出費させれば良い。

IDBのメッキセンターの人の意見では、この案はスリランカ国の中央環境庁も賛成し、各企業に参加するように呼びかけるであろうとのことであった。

しかし、これまでIDB内でも、このような案は公式には検討されたことがないので、日本側の提案として出して欲しいと依頼された。このことを念頭に置いて本格調査されたい。

（3）廃水希釈放流

シアン化カリウムや6価クロム等の有毒物質でも、環境規則に定められた排水基準以下の濃度であれば、環境上の問題は生じない。このため、生産量が少なければ毎日少量ずつ排出させ、同時に大量の水で希釈する方法が最も安価であるように思われる。このため、各工場を見学したとき、排水溝について調べたが、日本の工場のように周囲に多量の水の流れている側溝を見つけることはできなかった。しかし、どこかに側溝があるはずなので、洗浄廃水中のシアンや6価クロムの濃度を測定し、希釈法が妥当であるか否かの検討を本格調査団にお願いしたい。

参考までに、河川中の魚類を全滅させるシアンなどの急性毒性濃度を次に示す(6)。

シアン	0.1 mg/l	鉄	14.0 mg/l
クロム酸	1.1 mg/l	カドミウム	17.0 mg/l
銅	3.3 mg/l	ニッケル	128.0 mg/l
亜鉛	8.4 mg/l		(mg/l ppm)

5.2 廃水分析体制への提言

5.2.1 分析項目と分析方法

廃水の分析項目は、スリランカ国「国家環境（保護・質）規則」の規定に従って纏めた表1と表2に示した。しかし、これらの分析項目が分析されたという話は聞かなかった。IDBでは、メッキ溶液の分析は、以下に示した英国Canning社の英国規格に基づいた方法で行っている。

” The Canning Hand book - Surface Finishing Technology ”

Chapter 31 Process Control Analysis of Solution

published by W.Canning plc. Birmingham in association with E.F.N. Spon Ltd,
London - N.Y.

しかし、廃水分析のために今後日本の分析機器を使用するのであれば、日本工業規格の分析法を習得して貰う必要がある。スリランカ国の分析項目と日本の分析方法を表8に示す。

表8 日本工業規格による廃水分析方法（3.1表2参照）

No	要 因（スリランカ国）	分析方法（JIS）	測定機器
1	全懸濁固形物質(mg/l) (a)製造工程の排水中 (b)冷却水中	ガラス濾過器法(K 0102-14)	濾過器、濾過材
2	全懸濁固形物質の粒径 (a)浮遊固形物質最大値 (b)沈澱固形物質最大値	—	
3	気温でのpH範囲	ガラス電極法(K 0102-12.1)	pHメーター

表8 日本工業規格による廃水分析方法（3.1表2参照）（続き）

No	要因（スリランカ国）	分析方法（JIS）	測定機器
4	生物学的酸素要求量 （BOD） 20°C,5日間後の(mg/l)	大量希釈法（K 0102-21）	培養瓶、恒温槽
5	温度・最大値（°C）	棒状温度計法	棒状温度計、 最高最低温度計
6	油脂濃度（mg/l）	四塩化炭素抽出赤外線分析法 （K 0102-25/26）	分液漏斗、赤外線 分析計
7	残留塩素濃度(mg/l)	比色法、滴定法（K 0102-33）	比色管、ビュレット
8	アンモニア性窒素(mg/l)	吸光光度法、滴定法等(K 0102-42) イオン電極法	蒸留装置分光光度計
9	化学的酸素要求量(COD) （mg/l）	過マンガン酸カリウム法 （K 0102-17/20）	水浴、共栓三角フラスコ 還流冷却器,マントルヒータ
10	芳香族化合物濃度(mg/l)	吸光光度法(K 0102-28.1)	蒸留装置分光光度計
11	シアン化合物(mg/l)	吸光光度法、イオン電極法(K 0102-38)	通気装置、蒸留装置 分光光度分析法計
12	硫化物濃度（mg/l）	吸光光度法、滴定法（K 0102-39）	分光光度計、硫化 水素発生・吸収装置
13	フッ素化合物(mg/l)	吸光光度法、イオン電極法(K 0102-34)	蒸留装置分光光度計
14	ひ素濃度（mg/l）	吸光光度法、原子吸光法 （K 0102-61）	分光光度計、発生装 置、原子吸光分析計

表8 日本工業規格による廃水分析方法(3.1表2参照)(続き)

No	要 因(スリランカ国)	分析方法(JIS)	測定機器
15	全カドミウム(mg/l)	吸光光度法、原子吸光法 (K 0102-55)	分光光度計、 原子吸光分析計
16	全クロム (mg/l)	吸光光度法、原子吸光法 (K 0102-65)	分光光度計、 原子吸光分析計
17	全銅濃度 (mg/l)	吸光光度法、原子吸光法 (K 0102-52)	分光光度計、分液ロ-ト 原子吸光分析計
18	全鉛濃度 (mg/l)	吸光光度法、原子吸光法 (K 0102-54)	分光光度計、分液ロ-ト 原子吸光分析計
19	全水銀濃度 (mg/l)	吸光光度法、原子吸光法 (K 0102-66)	分光光度計、気化装 置、原子吸光分析計
20	全ニッケル (mg/l)	吸光光度法、原子吸光法 (K 0102-59)	分光光度計、分液ロ-ト 原子吸光分析計
21	全セレン濃度(mg/l)	吸光光度法、原子吸光法 (K 0102-67)	分光光度計、気化装 置、原子吸光分析計
22	全亜鉛濃度 (mg/l)	吸光光度法、原子吸光法 (K 0102-53)	分光光度計、分液ロ-ト 原子吸光分析計
23	放射性物質	メッキには関係無いため省略	
24	有機りん化合物	吸光光度法(硝酸-過塩素酸分解) (K 0102-46.3.2/46.3.3)	分光光度計
25	塩素化炭化水素(mg/l)	溶媒抽出ガスクロマトグラフ法(K 0125)	共栓マシツター、マイクロ シツツ、ガスクロマトグラフ

5. 2. 2 必要な分析機器

I DBのメッキセンターが所有している分析機器は、以下の通りである。高濃度のメッキ液を化学分析するビューレット等はあるが、排水分析に使える精密な分析機器は無い。

化学天秤、pHメーター、pH試験紙、マッフル炉、電気整流器、磁気攪拌付きホットプレート、容量分析用治具、Thickness tester、Ash test、Coloulescope、Hull Cell

表8に必要とする分析機器の名称を略記した。しかし、この表の中には、水の清浄さを評価するのに必要であるとして、日本工業規格の「工業廃水試験方法」に記載されている透視度、色度、電気伝導度、溶存酸素濃度等が含まれていない。本格調査では、その場で、工場からの廃水をそのまま河川に放流出来るか否かを判断する必要がある。このためには、前記の各項目を測定する機器がまず必要である。それを携帯用測定機器として示した。但し、透視度、色度など人の観察によるものは除いた。本格調査では、シアンや6価クロム、重金属イオンの濃度が問題となる。シアンと濃度の比較的高い金属イオンは、分光光度計で測定できるが、極低濃度の金属イオンは、原子吸光分析装置を使ったほうが正確に分析できる。しかし高価な原子吸光分析装置による高度の分析は、大学や研究所に依頼するほうが安上がりであると思われる。

次に本格調査団が持って行くべき分析機器の内容を示す。

最後に3として、プロジェクトとして仕事を進める場合に必要な、高度の分析機器について述べる。なお、1と2に述べた機器もプロジェクトには必要な分析機器であり、二重投資となることはない。更に、これらの分析機器のうち、pHメーター、イオンメーター、分光光度計、イオンクロマトグラフ、原子吸光分析装置、ガスクロマトグラフ等は、メッキ液の管理分析にも使用可能である。

水質測定用分析機器一覧

1. 携帯用測定機器（電気化学計器社製）

(1) ハンディーpHメーター	HPH-110型	93,000
(2) ハンディー溶存酸素計	HDO-110型	150,000
(3) ハンディー導電率計	HEC-110型	138,000
合計		381,000 (a)

2. 測定機器（実験室用）

(1) イオンメーター（イオン選択性電極） 水中の陰イオンの定量用			
電気化学計器（株）製 本体型式； 10L-50		本体	460,000
仕様 ①測定範囲； 0.000 ~ 99900単位選択 ±2000.0mV			
②温度 ; -10 ~ 100℃、		③分解能 ; 0.1mV	
④検量線作成機能；1~5点(付濃度) ⑤温度保証； 自動又は手動、			
⑥外部出力；プリンター、		⑦電圧 ; AC100V±10%	
プリンター	型式； PRL-25	1台	110,000
マグネツクスター	型式； IONSTR-8	1台	120,000
マイクロピペット	型式； #4780	1式	107,000
pH電極	型式； 6157-0.65w	1本	22,000
ノートパソコン	型式； IBM Think Pad 555BJ	1式	638,000
専用コントロールソフト		1式	100,000
イオン選択性電極	シアン化物電極 7004L	1本	33,000
	塩化物 電極 7024L	1本	33,000
	ふっ化物 電極 7204L	1本	88,000
	アンモニウム電極 7164L	1本	88,000
比較電極		1本	15,000
温度センサー		1本	10,000
イオン強度調整剤	500ml入り	3本	10,500
イオン標準液	500ml入り	3本	12,000
		小計	22,500
合計		1,846,500 (b)	

(2) pHメーター 携帯用計器校正および精密測定用
 電気化学計器(株) 型式 PHL-20型 本体 小計 240,000
 仕様 ①表示 ; デイジタリ式、 ②測定項目 ; pH、mV、温度
 ③測定精度 ; 0~14pH、±1999mV、0~100°C
 ④分解能 ; 0.01pH、1mV、0.1°C
 電源 ; AC 230V
 付属品 pH標準溶液 1式
 pH電極 1本
 電極スタンド 1台
 専用プリンター 小計 110,000

合計 350,000 (c)

(3) 導電率計 携帯用計器校正および精密測定用
 電気化学計器(株)製 AOL-10 本体 小計 275,000
 仕様 ①測定方式 ; 3電極方式、 ②表示方式 ; デイジタリ式
 ③測定範囲 ; 0 ~ 199s μ /cm 0 ~ 19900s μ /cm
 ④水温範囲 ; 0 ~ 50°C ⑤電源 ; 充電器兼用ACアダプター AC220V
 付属品 ; 1式、 携帯用ケース
 組合せ電極 2111型 60,000
 2113型 50,000
 小計 110,000

合計 385,000 (d)

(4) 携帯用CODメーター 廃水中のCOD測定用
 東亜電波製 型式 ; COD-50S (フロッタ付)
 仕様 ①測定範囲 ; 0 ~ 500mg/l ②表示 ; デイジタリ式、 ③分解能 ; ±2XFS
 付属品一式内訳
 ①終点検出電極 PS-195C 1本、 ②電解電極 EP-201 1本、
 ③ツールピーカー 2ヶ ④電解補充液 100ml 1本
 ⑤専用スターラー 200W 1台
 合計 415,000 (e)

(5) 分光光度計 金属イオン定量用	日立レシオビーム分光光度計 U-1100型	仕様 ①バンド幅; 5 nm、 ②波長精度; ±1 nm ③波長再現性; ±0.3 nm ④測光レンジ; 吸光度 -0.5-3 Abs 透過率 0-300% ⑤表示; ボックス付付き大型 LCD	吸収セルを付属のこと	合計 860,000 (f)
(6) 光電比色計 残留塩素濃度測定用	東京光電(株) ANA-18A	電源 NiCd電池内蔵 AC 100V 0.1A 標準フィルター 520 nm 光源ランプ レンズ球 6V, 0.2A 受光器 シリコンフォト 試料セル 10 mm角	合計 95,900 (g)	
(7) 冷蔵庫 試料保管用	冷凍冷蔵庫 サンヨー 型式; SR-17NF	仕様 容量 0.5459 m ³ 自動霜取り装置付き	合計 95,000 (h)	
(8) 消耗品類 ガラス、テフロン器具等の実験器具	1式	500,000 (i)		
(9) 卓上型純水製造装置 一式	1式	98,000 (j)		
SIBATA アクアボーイ 型式 WS-16				
総計 5,026,400 (上記 a ~ j を加算)				

3. 将来整備すべき分析機器

(1) 原子吸光分析装置 微量金属イオン定量用

日立 型式 偏光ゼーマン Z-8200

仕様 ①波長範囲；190 ~ 900nm、 ②測光方式；偏光ゼーマン法、

③装着本数；8本 ターレット、④点灯本数；同時点灯2本、

⑤点灯電流；2.5~20mA、

⑥波長設定；自動スリット設定、

本体；原子吸光測定装置 9,900,000

アトマイザー装置

黒鉛炉アトマイザー装置

データ処理装置

付属品； 高温バーナー・ヘッド 1本 120,000

自動サンプラー SSC-300 1式 1,850,000

水素化物生成装置 HFS-2 1式 900,000

180-0454 水銀セル(HFS-2用) 1ヶ 160,000

180-0135 加熱型石英セル 1ヶ 96,000

ホローカソードランプ 各1本ずつの小計 867,000

(ひ素、アルミニウム、カルシウム、カドミウム、クロム、銅、鉄、
カリウム、マグネシウム、水銀、マンガン、モリブデン、ナトリウム
ニッケル、鉛、けい素、すず、バナジウム、亜鉛、銀)

据え付け費 350,000

標準溶液 20種類 各1 80,000

マイクロピペット 10 ml、20 ml 各1本 20,000

エアーコンプレッサー(変電器付き) 1台 180,000

合計 14,523,000

(2) ガスクロマトグラフ PCB等塩素系化合物の定量

①島津製作所 型式; GC-14B PFE(FID/ECD)	本体	小計 1,980,000
消音型エアークンプレッサー変圧器付き SLP50-25V	1台	180,000
キャリアーガス導管 5m	2本	16,000
水素導管 5m	1ヶ	8,000
コックレック用エア・リフ、ジョイント	1式	6,000
GC運転用品セット N ₂	1式	130,000
同上 H ₂	1式	95,000
同上 He	1式	130,000
石酸膜流量計、スタンド付き	1式	25,300
N ₂ 、H ₂ 、He ガスポンペ	各1本	210,000
高純度窒素ガスポンペ	1本	95,000
スプリット/スプリット試料導入装置 SPL-14	1式	220,000
キャピラリー用品セット	1式	45,000
ガスフィルター	2ヶ	60,000
シリカゲル容器	1ヶ	20,000
キャピラリーカラム OV-1 0.25 X 50 m	1ヶ	127,000
キャピラリーカラム OV-17 0.25 X 50 m	1ヶ	127,000
同上 SE-52 0.25 X 50 m	1ヶ	127,000
ガラスカラム 1.6, 2.1, 3.1 m 各4本	1式	87,200
カラム充填セット	1式	45,000
マイクロシリンジ 10, 25, 50 μl 各2本	1式	27,200
データ処理装置 C-R7A Plus	1台	1,150,000
2チャンネルボード	1台	70,000
感熱記録紙 (10本入り)	3箱	50,400
フロッピーディスク 3.5インチ 10枚入り	3箱	16,500
感熱ヘッド	1ヶ	16,500
グラフアイトフェノール G-0.5 10ヶ/箱	5箱	25,000
	小計	3,109,100
	合計	5,089,100
②ル-ジトラップ試料導入システムのみ 水中の揮発性有機化合物の同定用		
電気化学計器 (株) 型式 VOC - 100	合計	4,000,000
試料導入装置; GAS30型、オートサンプラー; GAS2A型、		
プログラマブル コントローラー PAL-1G型		

(3) イオンクロマトグラフ 水中の微量陰イオンの定量用

電気化学計器(株) 型式; LIC-20

高压液体クロマトグラフ用ポンプ 型式	1式	760,000
カラムオープン	1式	500,000
伝導度検出器	1式	770,000
試料インジェクター	1式	200,000
データ処理装置(1チャンネル) 型式D-2500	1式	480,000
陰イオン交換樹脂 #2740入りから	1式	175,000
陽イオン交換樹脂 #2720入りから	1式	175,000
デガッサ	1式	540,000
アクセサリ(配管材等)	1式	50,000
	合計	3,650,000

分析機器費用総計 5,026,400 (1+2)

27,262,100 (3)

32,288,500

文 献

- (1) 野村好弘・作本直行編 「発展途上国の環境法・東南・南アジア」
アジア経済研究所 315頁 1994年
- (2) 地球の歩き方 60 スリランカ ダイヤモンド・ビック社 1994年
- (3) 国際協力事業団 企画部 国別環境情報整備報告書(スリ・ランカ)平成7年3月
- (4) 国家環境(保護・質)規則(National Environment <Protection and Quality>
Regulation) 1990年1月8日公布 スリランカ
- (5) 環境庁環境法令研究会 編 環境六法 488頁 平成6年版 中央法規
- (6) 中小企業事業団 公害防止事業指導マニュアル (電気メッキ業など金属製品製造業)
<80-15> 昭和55年度 262頁
- (7) 環境庁水質保全局; 改定・小規模事業場排水処理対策全科 公害対策技術同友会
- (8) G. シャルロー ; 定性分析化学 II 共立全書

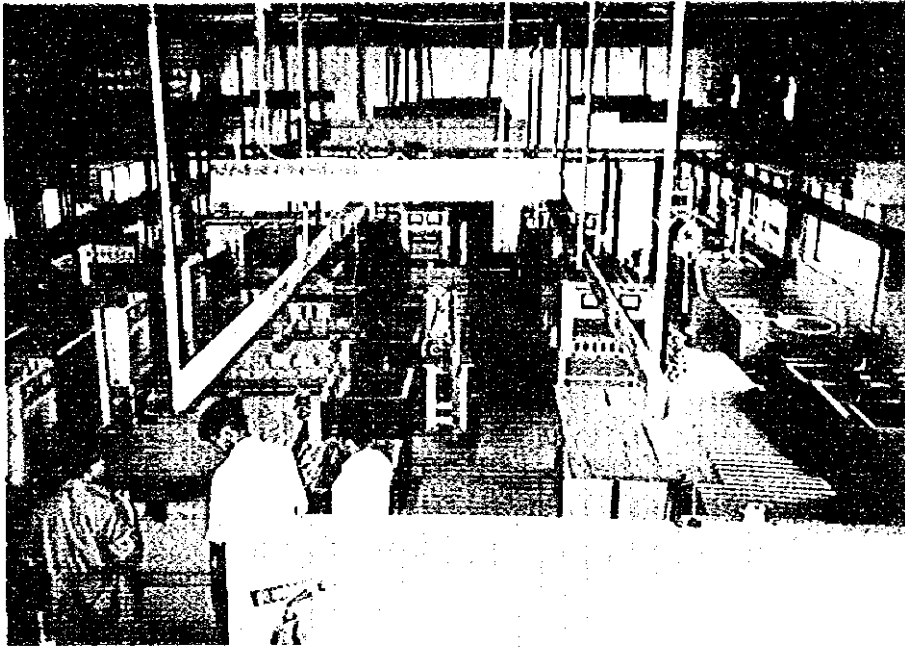


写真1
IDBメッキセンター
構内

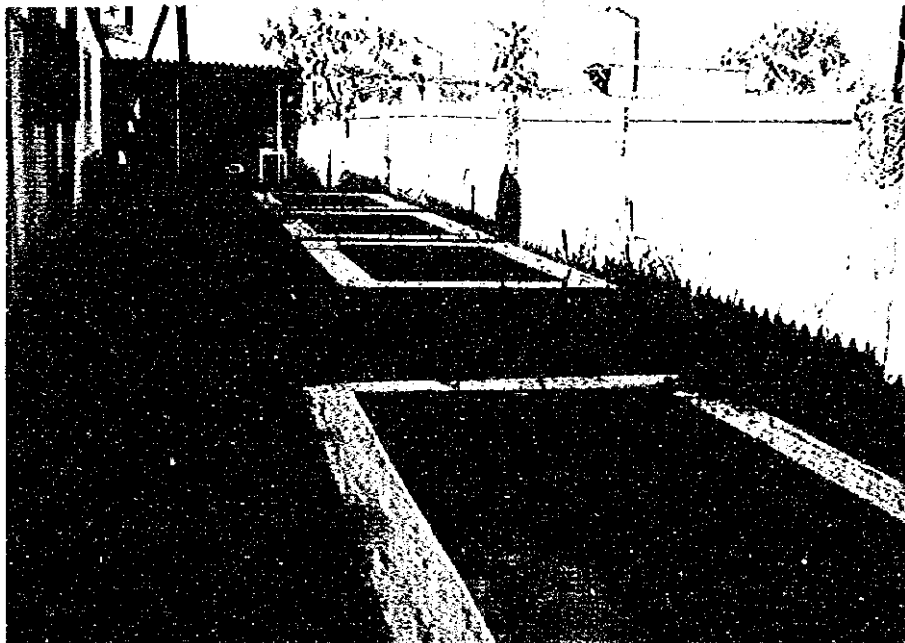


写真2
IDBメッキセンター
廃水槽

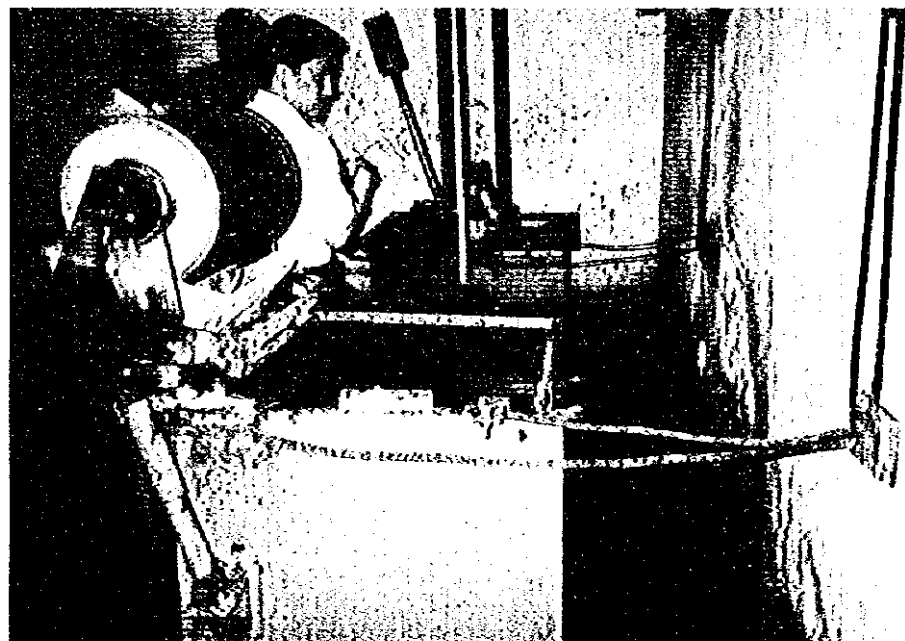


写真3
Metro Industries Ltd.
メッキ槽

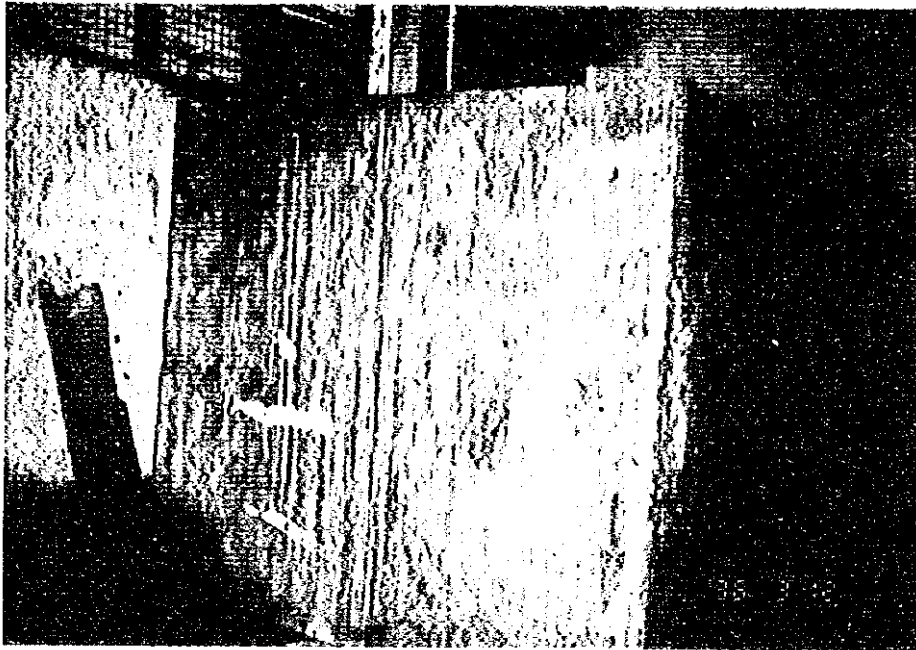


写真4
Metro Industries Ltd.
廃水糟

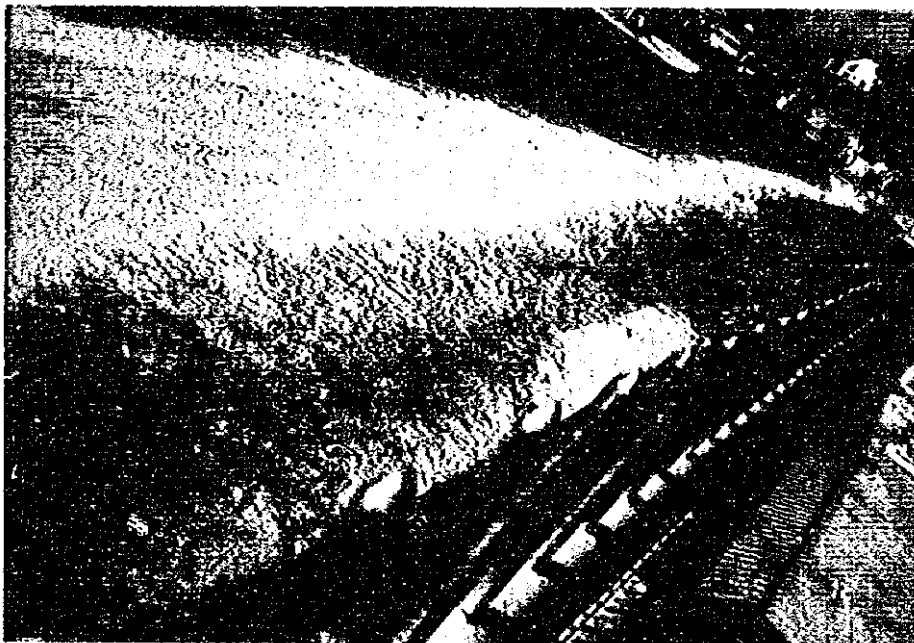


写真5
Metro Industries Ltd.
排水溝



写真6
Agro Technica Ltd.
メッキ槽

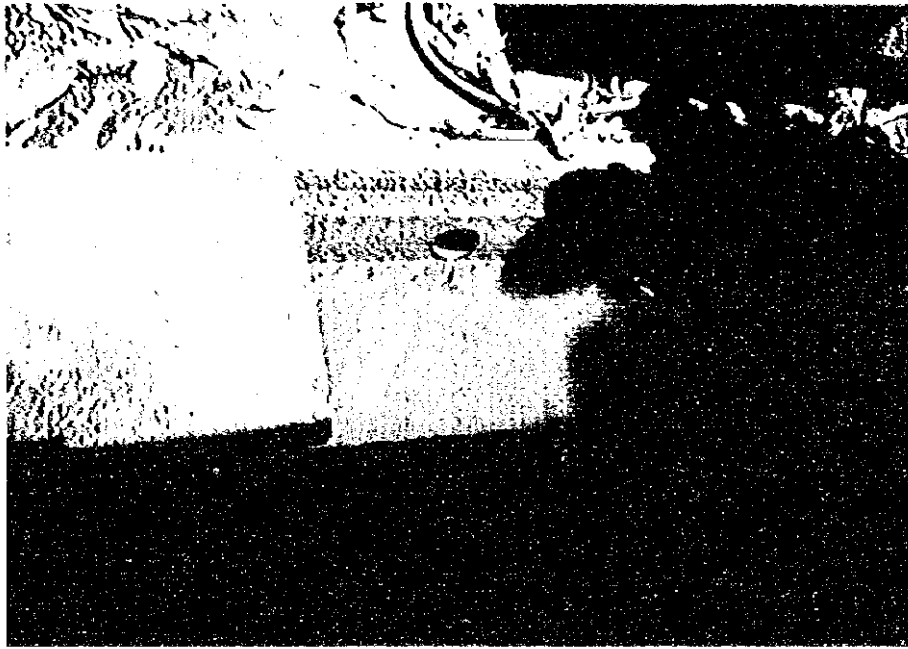


写真7
M.E.Ferdinandis &
Co.(Pvt.)Ltd.
屋外排水ピット

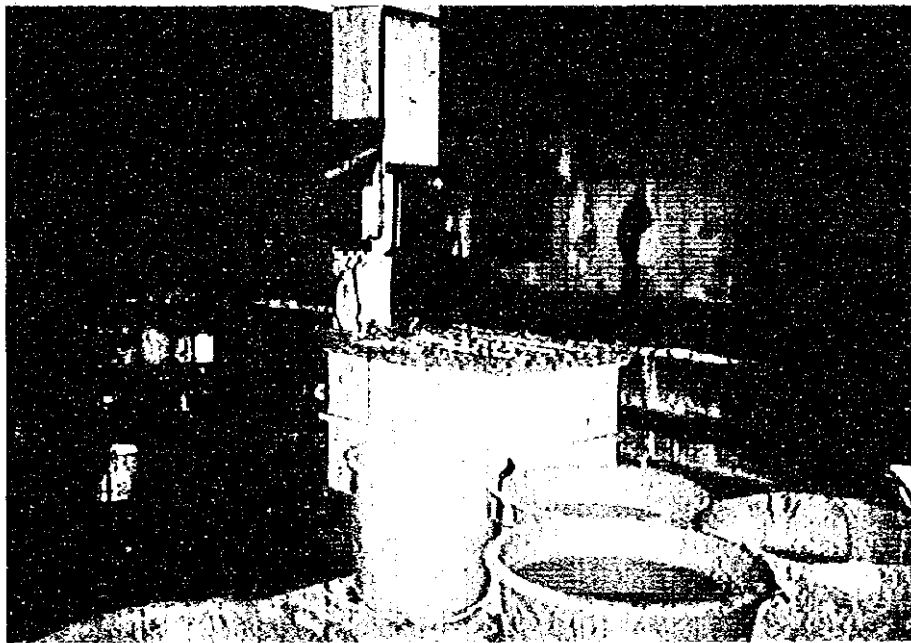


写真8
Francis Perera & Co.
メッキ工場内



写真9
Francis Perera & Co.
洗浄槽



写真10
Lloyd Industries Ltd.
バレル型メッキ槽



写真11
Lloyd Industries Ltd.
水洗タンク



写真12
Lloyd Industries Ltd.
工場裏の池