

第 2 章

マレーシアにおける日系企業の 環境対策への取り組み事例

マレーシアの日系企業は、環境問題への取り組みを企業活動の一環にきっちりと組み込み、着実な環境対策を展開していた。法規制遵守のための各種の公害対策はもちろん、トリクロロエチレン等の全廃など法規制にない環境対策にも自主的に取り組んでいる。一方、環境マネジメントシステムの構築にも意欲的で、ほとんどの企業が ISO14001 の取得に取り組み、多くの企業がすでに認証を受けている。

第 2 章では、マレーシア日本人商工会議所の会員企業十数社を対象に実施した現地訪問調査の結果に基づいて、マレーシアの製造業を中心とした日系企業が取り組んでいる環境対策の具体的事例 13 件を紹介している。第 1 節で日系企業の環境対策への取り組みの概要をまとめた後、以下に 13 の事例を、第 2 節で「厳しい排水基準に対処している事例」5 事例、第 3 節で「環境マネジメントシステムを構築している事例」4 事例、第 4 節で「その他の先進的な取り組み事例」4 事例に分けて、紹介する。

第1節 マレーシアの日系企業と環境対策

現地訪問調査は1999年9月から11月にかけて、マレーシアに進出している製造業を中心とした日系企業十数社を対象に実施した。いずれも環境公害対策の現場である工場を訪ね、様々な環境対策への取り組みを生産工程とあわせて取材した。現地調査は、マレーシアが資本取引規制と固定為替相場制という独自の手法で経済・通貨危機をほぼ乗り切った時期に当たり、輸出型の電気・電子産業を中心とする日系企業はそのほとんどが生産回復基調にあった。

第2章では次節以下に、マレーシア国内で日系企業が取り組んでいる具体的な環境対策について13の事例を紹介するが、日系企業はいずれも、日本より厳しい排水基準への対応と産業廃棄物対策を中心に日本国内と同等またはそれ以上の公害対策に取り組んでいる。また訪問企業のほとんどは、環境マネジメントシステムの構築に積極的に取り組むなど、自主的な環境対策の展開にも工夫を重ねている様子もみられた。

1. 日系企業の環境対策への取り組み

(1) 着実な取り組みを進める日系企業

今回現地調査を実施した日系企業は、めっき金属表面処理業の1社を除いてはいずれも製造業だった。マレーシアへの進出時期も約30年前から数年前まで様々であり企業規模にも違いはあったが、いずれにも「環境対策の実施は日常的な企業活動一つであり、今後も環境規制の動向などを先取りしながら着実に進めていく」という意識がみられた。マレーシアへの進出日系企業は、その多くが電機・電子分野を中心とした製造業であり、通常大きな環境負荷を発生しない生産工程である。それにもかかわらず環境対策への取り組みを企業経営の一環にしっかりと組み込んでいる対応は、進出先がどこであっても可能な限り同一の環境対策を実施するという、日本にある親会社のグローバルな環境戦略の後押しがあることはもちろんであるが、マレーシアの日系企業自身が環境公害対策への取り組みを企業活動の中で当然のことと認識していることが大きな背景となっている。加えて環境マネジメントシステムの構築によって、環境対策の展開によるエネルギーコストや生産コストの低減などに費用対効果の面から注目する日系企業も多く、これらが相まって優れた環境対策の日常化が定着しているといえる。

一方、日系企業の環境対策をめぐるマレーシア独自の状況としては、排水規制と産業廃棄物規制が非常に厳しく、しかもその規制の実効性を担保する行政能力が他の東南アジア諸国に比べて高いことが挙げられる。このため、企業は日常の公害対策への真剣な取り組みが必要となる。またマレーシアの日系企業はほとんどが国際的に知名度の高いグローバル企業の一員であり、生産する製品もマレーシア人にとってなじみの深いブランドであるため、環境対策を含む日系企業の企業活動に対する関心は高く、環境問題に関する失敗はブランドイメージを大きく損なうことにもつながる。この点も日系企業が着実な環境対策に取り組む理由の一つとして挙げられる。

マレーシアにおける日系企業の環境対策の基本は、排水対策と産業廃棄物対策を中心とする公害対策であるが、単に規制をクリアするだけではなくより厳しい独自の排出基準などを設けてその達成をめざしたり、環境リスクへの配慮から工場周囲で自主的に地下水モニタリングを実施する企業もあった。またオゾン層破壊物質である特定フロンやトリクロロエチレン等の有機塩素系化学物質の全廃など、マレーシアの環境規制に先行する環境対策にもほとんどの企業が取り組んでいた。さらに国際的な環境管理規格であるISO14001の取得をめざす動きも盛んで、すでにほとんどの日系企業が認証取得または取得に向けて準備中であった。中には日本の本社が設定した取得期限よりも1年近く前倒しで取得した事例もあった。

なお、今回現地調査を実施した日系企業のほとんどが、日本で著名な大企業の出資会社である電気・電子関連の製造業。工場の立地場所がクアラルンプール周辺に限られている - などの条件を持っており、マレーシアに進出している日系企業の一般的な姿とはいいきれない。製造業以外の業種や規模の小さな日系企業に関しては、今回の調査では環境対策に関する取り組みの具体的な情報を得られなかったことをお断りしておく。

(2) 産業廃棄物対策に苦慮する日系企業

マレーシアの環境課題の中で日系企業が最も深刻にとらえているのは、生産工程や排水処理によって発生する産業廃棄物の問題である。

マレーシアの産業廃棄物に関する規制は、第1章の第6節でも紹介したように、1974年の環境法に基づいて1989年に制定された指定産業廃棄物(Scheduled Wastes)に関する一連の規則・命令に基づいている。これらの規定では指定産業廃棄物は環境局長が指定した処分場でだけ最終処分ができると決められている。ところが、1989年当時マレーシアには指定処分場が存在せず、法規通りの対応を実施する日系企業は、その後発生した指定産業廃棄物を指定処分場が一部稼働した1997年までのおよそ10年間にわたって、すべて

工場内に保管する対応を強いられた。このため多くの日系企業では、工場内で保管できる指定産業廃棄物の量が限度を超え、場内の空き地が指定産業廃棄物を詰めたドラム缶であふれている光景が一般的となった。マレーシアのパーゼル条約批准に伴って現在はほぼ認められないが、中には苦肉の策としてかつて、有価金属分を含むスラッジなどの資源回収を名目に米国などに輸出して処分し、急場をしのいだ企業もあった。

指定処分場（Kualiti Alam 社 = KA 社が運営）は 1997 年末に一部稼働し、1998 年 6 月に全面稼働したが、今度は KA 社の処理・処分費用が日本国内と比べてかなり高く、指定産業廃棄物の処理・処分費用が日系企業の環境コストに大きな影響を与えることとなった。しかもここ 1 年ほどは KA 社の稼働に伴って、日系企業のほとんどが場内保管していた何年分もの指定産業廃棄物をまとめて KA 社に送り込んでおり、KA 社に何千万円も処理・処分費用を支払った企業も多い。

ところで現在、法規制に従って指定廃棄物を処理・処分できる公認の指定処分場はマレーシア国内に 1 ヶ所しかない。しかも KA 社は、マレーシア政府によって 1995 年から 15 年間にわたり国内（マレー半島部分）の指定産業廃棄物処理・処分事業の独占権を付与されており、競争原理も働かない。KA 社の高価な処理・処分費用に対しては、日系企業側も日本人商工会議所などを通して交渉を進め、現在は当初の提示価格より 10% 程度引き下げられた。また環境局の担当官も価格が高いことを認めており、処理・処分価格に対する国際比較や経済性などに関する調査を実施中とのことである。

しかし日系企業にとっては、独占処理・処分会社である KA 社に法規通りの指定産業廃棄物の処理・処分を依頼せざるを得ず、今後も指定産業廃棄物処理のために日本国内以上の高いコスト負担は続く。このため日系企業の中には、廃棄物の重量を減らすために排水処理汚泥用の乾燥機を導入したり、廃棄物の発生量自体を減らす工夫に取り組む企業もみられた。

なお、指定産業廃棄物以外の廃棄物については、マレーシアの場合有価物としてそのほとんどが専門の回収業者に引き取られるが、ほとんどの日系企業では廃棄物をきっちりと分別できるストックヤードを工場内に整備している。また廃棄物の減量化をめざして各種の廃棄物の再利用、リサイクルにも積極的に取り組んでいた。

（3）厳しい排水規制への対応を中心とする公害対策

指定産業廃棄物問題と並んで日系企業の公害対策の中心となっているのは、厳しい排水規制への対応である。マレーシアの排水基準は一般的な規制項目である BOD（生物化学的酸素要求量）、COD（化学的酸素要求量）をはじめ、ほとんどの項目で日本より厳しく、重金属の中にはニッケルなどわが国には設定されていない規制項目もある。しかも同一の排水基準が産業排水だけでなく生活排水にも適用されるため、従業員数が数百人から 1,000 人以上の比較的規模の大きい工場が多い日系企業の場合は生活排水処理への対応も怠れない。

また日系企業の場合はそのほとんどが工業団地に立地しているが、他の東南アジア諸国と違ってマレーシアの工業団地には中央排水処理場が整備されていない。さらに、基準違反の場合に大気汚染や廃棄物など他の環境規制には認められている簡易な行政処分制度である反則金（Compound）は排水基準違反には適用されず、いきなり起訴されて裁判となることから排水処理への手抜きは許されない。

このため、日系企業はいずれも独自に高度な排水処理に取り組む必要があり、ランニングコストもかかる砂ろ過装置や活性炭吸着装置なども付加した排水処理設備を多額の投資をして建設するとともに、適切な運転管理や水質モニタリングなどにも日常的に細心の注意を傾けていた。中には規制基準値よりも厳しい自主排水基準値を設定し、よりレベルの高い排水処理に取り組んでいる企業もあった。

その他、マレーシアではまだ地下水汚染は規制対象となっていないが、トリクロエチレン等の有機塩素系化合物や重金属による地下水汚染の未然防止の観点から、工場周囲で地

下水の定期的モニタリングを実施するなど、先行的な取り組みを実施している日系企業も何社か見かけた。

一方、排水規制以外の公害対策、例えば大気汚染対策については、今回現地調査のために訪問した企業がほとんど大気汚染負荷の少ない機械組立型の製造業であったことから、脱硫装置等の大規模な大気汚染防止装置を設備した工場はなかった。しかし工場建屋からの汚染物質や粒子状物質の排出を防ぐために、排気口などにスクラパーなどの汚染防止装置を設置したり、ボイラーなどの燃料に大気汚染汚染負荷の少ない燃料を使用するといった取り組みはいずれの企業でも実施されていた。

また、欧州の環境規制動向に対応するとともに労働環境の改善を目的に、電子産業を中心に製造工程と製品から鉛を大幅に削減し、最終的には全廃する無鉛はんだ化への取り組みが盛んだった。その他、モントリオール議定書上では開発途上国であるマレーシアにはまだ特定フロンの使用が認められているが、オゾン層破壊物質の早期削減に向けて特定フロンの削減を同議定書の先進国向けの規制スケジュールにあわせて前倒し、ほとんどの日系企業が全廃を達成していた。

2. 企業間の環境情報の共有とマレーシアへの貢献

マレーシアの日系企業では、企業間の連携によって環境情報の共有をめざす取り組みが目立っている。

まず、進出日系企業の多くが加盟するマレーシア日本人商工会議所では、商工会議所内の経営委員会が環境問題を担当、日系企業に対する環境情報の提供に大きな役割を果たしている。1995年には指定産業廃棄物に関する規則をはじめとする環境法規制の概要を収録した『マレーシア環境法ハンドブック』などを発行して、日系企業に対する環境情報の提供に取り組んでいるほか、指定産業廃棄物の処理・処分価格引き下げに向けて、関係するマレーシア政府機関への陳情活動なども実施している。

またマレーシアに進出しているグループ企業が共同して、ISO14001の認証取得に関する情報収集に当たったり、工業団地ごとに立地日系企業の社長会でグループ企業の枠を越えた環境情報の交換を行っている例などもみられる。

一方、マレーシアではISO14001の取得など環境マネジメントシステムの構築を企業に推奨しており、政府の第3セクターともいえるマレーシア工業標準調査研究所(Standard and Industrial Research Institute of Malaysia: SIRIM)が認証機関として企業のISO14001認証取得を支援しているが、マレーシア初の認証取得のケースとなったある日系企業の場合には、認証機関であるSIRIMと共同作業で認証を取得、その後のマレーシアにおけるISO14001の取得に関する枠組みづくりに貢献した。また、民間企業と環境局の職員交流研修プログラムに参加している日系企業もあり、日本企業が持つ先進的な環境情報を提供している。

その他、日系企業はマレーシアにおける環境分野の人材育成にも貢献している。多くの日系企業では環境対策はマレーシア人の担当者が責任を持って担当している。特に古くから進出している日系企業で様々な環境技術などを学んだマレーシア人が、別の日系企業で環境マネジメントシステム構築の責任者になったり、ローカル企業で公害対策の推進役を担当している例もみられる。これはせっかく育てた人材が他企業に移ってしまうという難しい問題もはらんでいるが、広い目でみるとマレーシアの産業面での環境対策のボトムアップにつながっているとみられる。

なお、マレーシアには日系企業の水処理設備の設計・建設、運転管理、水質測定などを業務としている日本の大手水処理メーカーの現地法人があり、各種の環境関連情報を日系企業に提供している。

3. 残念な公害事件の発生と求められる環境行政とのコミュニケーション

マレーシアでは、日系企業が35%出資していたマレーシアとの合弁の化学会社が放射性廃棄物の管理をずさんに行い周辺に健康被害を起こしたとして、1985年に周辺住民から操業停止を訴えられた「エイシアン・レア・アース社事件」が起きている。この事件はその当時日本でも「公害輸出」として大きく報道され、同社は裁判では勝訴したものの、結局1994年に工場を閉鎖している。これはマレーシアの日系企業の環境対策を論じるときには避けて通れない問題であり、古くから進出している日系企業ほどこの事件の記憶は深い。

この事件の経験もあって、マレーシアに進出している日系企業のほとんどはこれまでに記述したように、環境対策を企業活動の一環に組み入れて、公害対策を中心に着実な取り組みを進めていた。

しかし残念なことに今回の調査期間中に、日系企業の公害事犯が摘発されマレーシアの新聞に大きく報道される事件が起きた。これは日系の金属表面処理剤会社が1999年5月、重金属を含む指定産業廃棄物を自社敷地内に不法投棄したというもので、同年10月に罰金10万リンギとすべての対象廃棄物をKA社に運んで法規制通りの処理・処分をするという判決が言い渡された。この事件について、今回の調査で訪問した環境局のロスナニ長官は「日系企業はISO14001の認証取得への取り組みなど環境局が要求する以上のパフォーマンスを示す場合もあり、日系企業の環境への取り組みには非常に満足している。今回の事件は例外だが残念だ」とコメントした。事件が発覚した1999年7月以来、大々的に報道したのはマレーシアの政府与党であるUMNO（統一マレー国民組織）系の英字紙であり、指定産業廃棄物対策の推進をねらうマレーシア政府の一罰百戒的なキャンペーンの一環ともいえるが、違反は違反である。

その後今回調査で、クアラルンプールに隣接し日系企業が最も多く進出するセランゴール州を所管する環境局の支局を訪ねたところ、1999年に入ってから同州内の環境違反のうち何件かが日系企業によるものであることがわかった。ちなみに裁判による罰金刑99件のうち4件が日系企業で、その内訳は排水基準違反が3件、指定産業廃棄物関連が1件、また反則金の支払いを命じられた80件のうち5件が日系企業が絡んだものだった。また日系以外の外資系企業も中小規模を中心に日系企業と同程度の違反がみられるということだった。現実的には、ほとんどの違反はマレーシアの中小規模の現地企業であるが、事実として日系企業の違反が摘発されており、日系企業にはさらなる環境対策への取り組みが求められることとなる。

この問題について、環境局セランゴール支局長と意見交換したところ気になる発言があった。支局長は「日常の環境対策をマレーシア人のマネージャーに任せすぎてしまって、経営者である日本人の社長クラスは実状を把握していないのではないか」「環境局セランゴール支局は工場の環境規制について日本人の経営陣と情報・意見交換したいと考えているが、なかなかそのようなチャンスは生まれない。それができれば裁判になる前に交渉の余地がある」といった発言を行った。

今回の調査では環境局の出先としてはセランゴール支局だけしか訪ねられず、全マレーシアでの意見とはいえないが、このセランゴール支局の担当官の発言は無視できないものと考えられる。今後日系企業は着実な環境対策への取り組みを進める一方、ぜひとも経営者クラスが環境行政との緊密なコミュニケーションを図る必要があるようだ。

なお、今回の訪問調査では、1997年夏に発生したアジア地域の通貨・経済危機がマレーシアの日系企業の環境対策に与えた影響についても各社にヒアリングしたが、輸出型企業がほとんどである同国の日系企業からは、一部売り上げの減少など経済面の影響は聞かれたものの、いずれも環境対策への影響はないと回答した。マレーシアでは1998年9月に導入された一連の資本・為替規制で為替が1米ドル=3.8リンギで固定されたが、これが結局は「ほどよい水準」となっているといい、同じ東南アジア地域でもインドネシアなどと

は異なり、通貨・経済危機は同国の日系企業の環境対策にはほとんど影響を与えなかったようだ。

第2節 厳しい排水基準に対処している事例

本節から第4節までは、各企業を訪問してヒアリングを行い、それぞれが取り組んでいる環境対策の事例をまとめたものである。排出物の発生量、成分の濃度などの数値は各企業が提供してくれた範囲で載せた。

マレーシアでは下水終末処理場が整備されていないので、工場排水は河川などの公共水域へ直接放流される。そのため、マレーシア政府は厳しい排水基準値を設定している。大部分の項目が日本政府の一律基準値より厳しく、しかも生活排水についても同じ基準値が適用されている。

この基準値をクリアするため日系企業は高度な排水処理技術の採用、処理装置の適切な運転管理、設定された基準値よりさらに厳しい自社基準値による管理など先進的に取り組んでいる事例を紹介する。

事例 1 6 価クロムの無害化装置の行き届いた運転管理をしている事例

1) 取り組み企業の概要

A 社
事業内容：自動車・自動二輪車のショックアブソーバーとパワーステアリングコンポーネント製造
従業員数：378 人
操業年：1985 年
工場立地場所：クアラルンプールの南西約 25km セランゴール州内の工業団地
日本側出資比率：100%

2) 取り組みの背景

A 社は港湾施設が近く原材料と製品の輸送に便利、労働力を確保しやすい、などの理由でこの工業団地を選んだ。ここはセランゴール州政府が開発した工業団地であるが、団地内に中央排水処理場はなく、各工場の排水は工場内で排水基準値をクリアする処理を行い団地の外へ放流することになっている。工場ではクロムめっきの工程があり、そこから 6 価クロム (Cr^{6+}) を含有した排水が生じる。マレーシア政府の定める 6 価クロムの排水基準値は日本政府が定めている基準値より厳しい値である。基準値をクリアするため整った処理設備と綿密な運転管理が求められている。

3) 取り組みの内容

a. 排水処理

工場ではクロムめっき排水以外に、油分を含有した切削冷却排水、塗装排水及びリン酸亜鉛処理排水が生じる。排水を公共水域に放流する時には、マレーシア政府が定める B ランク排水基準のすべての項目をクリアしなければならない。しかし、A 社で扱っている化学物質の種類などから判断されて、実際には図表 2 - 2 - 1 に示す項目について基準値をクリアしていることを DOE へ報告すればよいことになっている。

図表 2 - 2 - 1 A 社に設定されている排水基準値

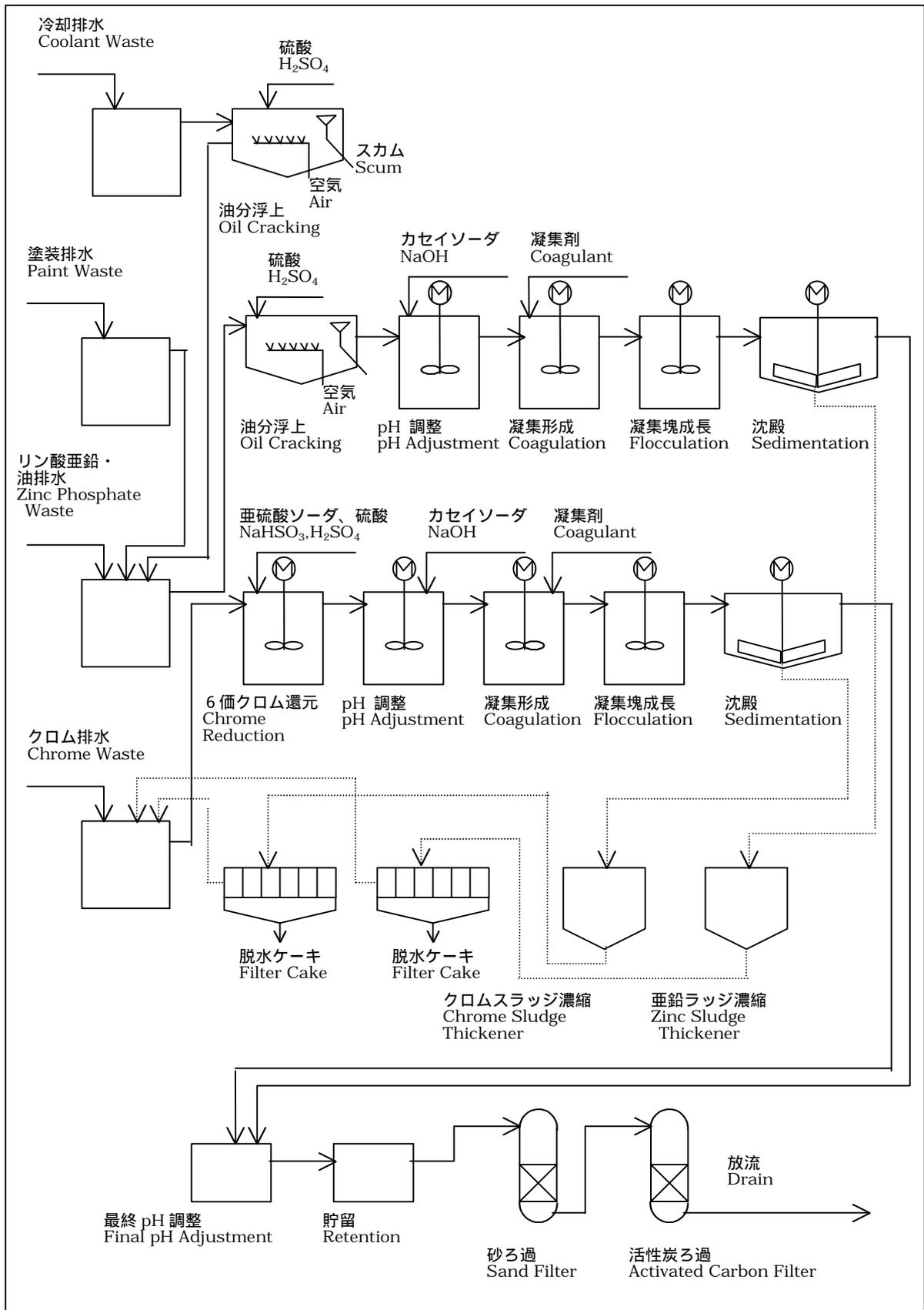
項目	pH	COD	BOD	SS	油分	Cr^{3+}	Cr^{6+}	Fe	Zn
基準値	5.5-9.0	100	50	100	10.0	1.0	0.05	5.0	1.0

(mg/liter)

基準値の中で 6 価クロムの 0.05mg/liter は、日本政府の定める一律基準 0.5mg/liter の 1/10 の厳しさである。 Cr^{6+} は通常の重金属処理法である中和沈殿では処理することができない。pH と酸化還元電位の厳密なコントロールによってまず 3 価クロムに還元してから中和凝集沈殿を行わなければならない。コントロールを誤るとすぐに 6 価クロムの濃度が 0.05mg/liter をオーバーする。

すべての項目をクリアするために図表 2 - 2 - 2 に示す処理設備を 1994 年に設置した。切削冷却排水は油分を加圧浮上で分離除去した後、塗装排水とともにリン酸亜鉛排水と合わせる。この混合排水は再度油分を除去した後、カセイソーダを加えて重金属を水酸化化合物とし、さらに凝集剤を添加して凝集物として沈殿除去する。沈殿槽で上澄水と重金属を含有したスラッジに分離し、上澄水は最終 pH 調整槽へ送る。

図表 2 - 2 - 2 A 社の排水処理フロー



クロム排水は硫酸と亜硫酸ソーダを加えて pH2 程度の酸性で 6 価クロムを 3 価クロムへ還元する。この時、酸化還元電位も測定し、250 ~ 300mv 程度に維持するように亜硫酸ソーダ添加量をコントロールする。次に、カセイソーダを加えてアルカリ性として 3 価クロムを水酸化物とし、凝集剤により凝集物として沈殿させる。処理済の上澄水は最終 pH 調整槽へ送り、先ほどの処理水と一緒にして砂ろ過と活性炭処理をしてから放流する。砂ろ過は微量の浮遊物質を除去して沈殿で取りきれなかったクロムを含む重金属類を除去する。活性炭では COD と BOD の原因となる有機化合物を吸着させて除去する。

6 価クロムの処理で、亜硫酸ソーダ添加量のコントロールは大変重要である。多過ぎても少な過ぎても処理水中の 6 価クロムを 0.05mg/liter 以下にすることはできない。この工場では大学で環境専門の教育を受けた技術者が専任で担当しており、運転要員は 2 人で 24 時間体制で運転している。処理水の pH、COD、6 価クロムの 3 項目については毎日工場内の分析室で分析を行い、処理が完全に行われていることを確認し、万一異常があった場合には直ちに対策を取れるようにしている。処理水の分析値の一例を図表 2 - 2 - 3 に示す。

図表 2 - 2 - 3 A 社の工場排水の分析値

項目	基準値	日付				
		8月9日	8月10日	8月11日	8月12日	8月13日
pH	5.5-9.0	6.78	6.90	7.13	6.75	6.98
COD	100mg/liter	41	24	75	40	37
Cr ⁶⁺	0.05mg/liter	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02

いずれの項目も基準値をクリアしている。特に、6 価クロムの厳しい基準値をゆとりをもってクリアしていることは特筆に価する。

この水質分析データは 1 週間ごとにまとめられ、報告書が分析者から直属上司、課長、部長まで上げられる。部長も含め現地人マネージャーによりチェックされ、コメントが記入されて再び分析者へ戻される。このようにフィードバックするシステムがうまく機能しており、環境問題に組織的に取り組む体制がマレーシア人の中にも育っていることがわかる。

b. 廃棄物

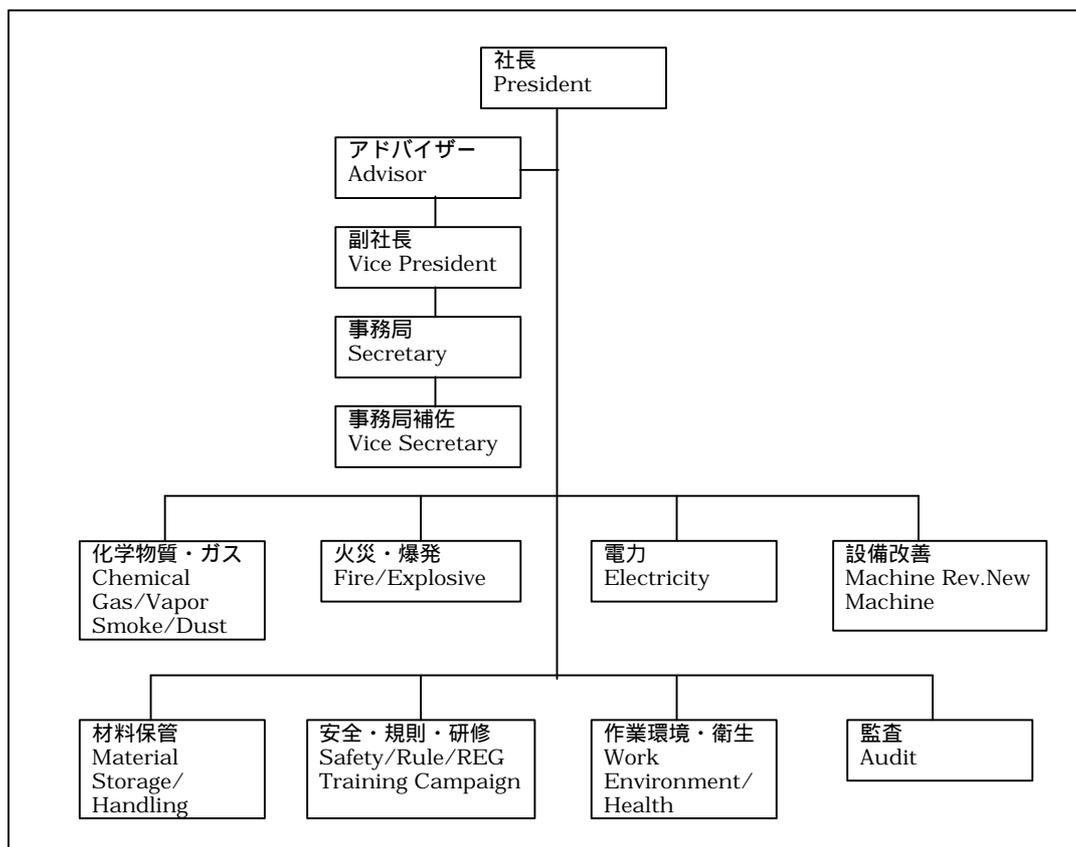
マレーシア政府から処理・処分方法が厳しく規制されている指定産業廃棄物としては、排水処理スラッジ、切削廃液、トリクロルエチレンなどあわせて毎月約 8t 発生する。現在は政府認定の最終処分処理会社であるクオリティ・アラム社へ処分を依頼している。処理費用は約 27,000 円/t である。以前は工場内に保管管理することと定められていたため、ドラム缶が山のように貯まった。1998 年には 1990 ドラム (547t) にも達した。これをそのままクオリティ・アラム社へ処分を依頼すると 1,500 万円近くかかり大変な負担になるところであった。そこで、スラッジ乾燥装置を導入し、排水処理スラッジの水分を乾燥させたところ 1/3 の重量に減らすことができたので、処理費用もそれに比例して節約できた。

c. 環境管理システムの構築

安全・衛生・環境の管理組織は図表 2 - 2 - 4 に示すとおりである。最高責任者である社長以外はすべてマレーシア人マネージャーで運営されている。化学物質・ガス以下 8 つのグループにそれぞれ関係のある職場の代表がメンバーとして参加して活動を行っている。この組織を中心として ISO14001 の認証取得へ準備を進めている。

日本本社から担当役員ほか 3 名が 1~2 年に 1 回来て、2 日間かけて環境監査を行っている。方針・計画、組織体制ができているか、排水処理をきちんと行っているか、前回に指摘されたことが改善されているか、など全部で 20 項目について評価を受ける。この監査が始まった 1994 年には 19 項目に指摘があり、総合評価は C だった。年々改善されて 1998 年には A 評価となった。

図表 2 - 2 - 4 A 社の安全・衛生・環境組織
Safety, Health and Environment Organization of Company A



事例2 水質汚染の未然防止に日本と同等の取り組みを進める事例

1) 取り組み企業の概要

B 社
事業内容：エアコン製造
従業員数：1,000 人
操業年：1990 年
工場立地場所：クアラルンプール南方 30km のセラングール州内の工業団地
日本側出資比率：100%

2) 取り組みの背景

B 社を含めグループ会社の製品は一般消費者に直結したものが多く、また、そのマーケットと生産工場は世界全体に広がっている。国際的な環境意識の高まりへ応えるために、環境へ配慮している企業とのイメージを高めることが求められている。B 社の日本本社で定めている環境行動指針は全部で 9 項目からなるが、海外での活動も念頭においた下記の 2 項目を特に設けている。

- ・海外事業活動及び製品輸出に際しては、現地の環境に与える影響に配慮し、現地社会の要請に応えられる対策を実施するように努める。
- ・国際的環境規制ならびに国、地方自治体などの環境規則を遵守するととどまらず、必要に応じて自主基準を策定して環境保全に努める。

B 社工場では鋼板の表面処理工程で金属イオンを含む排水、塗料かすそしてアルカリ含有の排水が発生する。また、脱脂工程ではトリクロロエチレンを使用していたため、排水あるいは地下水への漏洩が懸念された。そして、排水している排水口は、水道の取水口の上流にあるため、排水基準は厳しい A 基準が設定されている。そのため、きちんとした排水処理と水質管理を行うことが求められた。また、地下水中のトリクロロエチレンについてはマレーシアでは規制は設けられていないが日本の取り組みに倣ってモニタリングを行うこととした。

3) 取り組みの内容

a. 排水処理

B 社の排水処理設備の水質管理は図表 2 - 2 - 5 に示すとおり実施されている。電気伝導率、濁度及び pH は毎日午前 10 時と午後 3 時に 9 ヶ所のサンプリングポイントから採水して工場内のラボスタッフにより分析される。これら 3 つのパラメーターはいずれも携帯用の計器で簡便に測定することができるが、排水処理設備の運転状況を手早く判断するのに大変有効である。サンプリング場所は排水の受け入れ槽から排水を放流する工場外の側溝まで、排水の処理ルートに沿って行われる。この分析により異常が見つかった時には直ちに対策を取ることであり基準値をオーバーした排水の放流を防ぐ。

1 週間に 1 度の分析は 16 の項目について、放流口の排水を採取して工場内のラボで行われる。そして、1 ヶ月に 1 度の分析は 22 全項目について、登録された社外の分析会社に依頼して行われる。現在すべての項目について基準値をクリアしている。これらの分析結果は 1 ヶ月ごとにまとめられて DOE へ報告される。

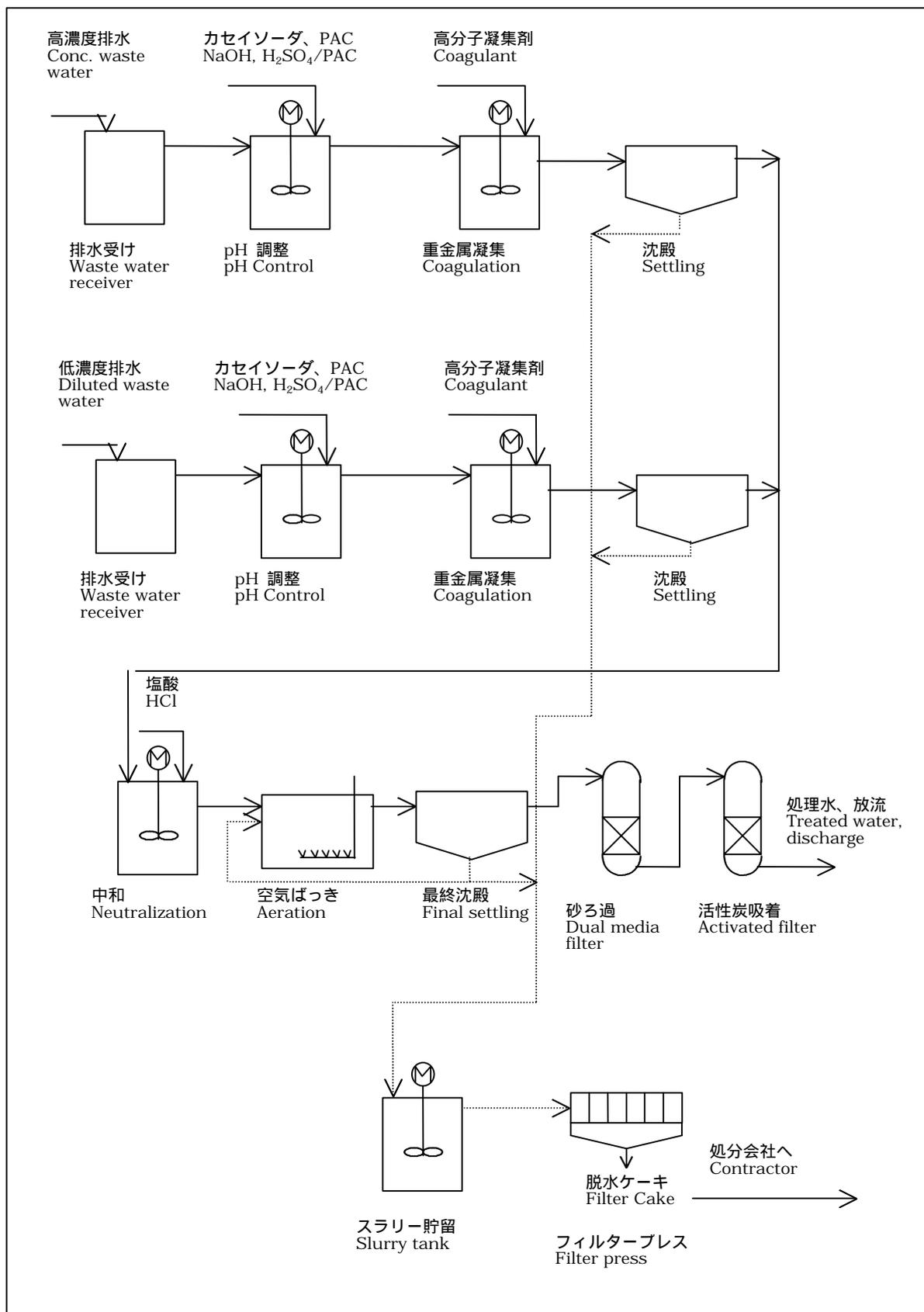
排水処理フローは図表 2 - 2 - 6 に示すとおりである。工場では間欠的に発生する高濃度排水と、連続的に発生する低濃度排水をそれぞれ別々の系統で処理する。金属イオンを含む排水をカセイソーダと反応させて水に溶けない水酸化化合物の凝集物とする。凝集物は PAC と高分子凝集剤の作用で大きなフロックに成長させて沈殿槽で沈殿させる。中和工程

以降は2系統からの沈殿槽上澄水は合流されて、空気ばっき槽で生物処理により有機物を分解除去する。スラッジを沈殿槽で分離した後、砂ろ過を通して浮遊物を除去し、さらに活性炭吸着により残っている有機物を除去してから放流する。

図表2-2-5 排水の水質分析項目と分析頻度

項目	A基準値	分析頻度、サンプリングポイント数、分析場所		
		2回/日 9カ所 社内ラボ	1回/週 2カ所 社内ラボ	1回/月 5カ所 登録分析会社
電気伝導率/Conductivity	-	○		
濁度/Turbidity	-	○		
pH	6.0~ 9.0	○	○	○
COD	50		○	○
BOD	20			○
砒素/As	0.05			○
ホウ素/B	1.0		○	○
浮遊物/TSS	50		○	○
カドミウム/Cd	0.01		○	○
3価クロム/Cr ³⁺	0.20			○
6価クロム/Cr ⁶⁺	0.05			○
銅/Cu	0.20		○	○
鉛/Pb	0.10		○	○
鉄/Fe	1.0		○	○
マンガン/Mn	0.20		○	○
ニッケル/Ni	0.20		○	○
水銀/Hg	0.005			○
スズ/Sn	0.20			○
亜鉛/Zn	1.0		○	○
遊離塩素/Cl	1.0		○	○
シアン/CN	0.05		○	○
硫化物イオン/S ²⁻	0.5		○	○
フェノール/Phenol	0.001			○
油脂分/Oil & grease	ND		○	○
リン酸/PO ₄ ²⁻	-		○	

図表 2 - 2 - 6 B 社の排水処理フロー



b. 地下水モニタリング

マレーシア政府はまだトリクロロエチレンの使用を禁じていないが、この工場ではすでに 1996 年から自主的にこれを使わない日本と同じ脱脂方法への切り替え活動を開始している。また万一の地下水汚染を懸念して、地下水のモニタリングを行っている。

地下水のサンプリング用竖穴が工場敷地の端に設けられている。この場所は工場建設時点で地質形状を調査して探した地下水流の一番下流にあたる場所である。仮に工場内でトリクロロエチレンが地下にもれた時にはこのサンプリング地点を通過する。日本と同じ基準値である 0.03mg/liter を自主的に設定して、6 ヶ月に 1 度分析しているが、いまだ検出されたことはない。

c. 廃棄物

排水処理場でスラッジが発生するが、この発生量削減のためかつては無機凝集剤として塩化鉄を使っていたが現在は高分子凝集剤に変更した。これによりスラッジ発生量は 18t/月から 5.9t/月に減った。さらに、スラッジの量を減らすため乾燥機の導入を検討している。このスラッジは 2~3 ヶ月ごとにマレーシア唯一の廃棄物最終処分会社であるクオリティ・アラム社 (KA 社) へ埋立処理を依頼している。スラッジの処理費用は含有されている有機炭素濃度により決まる。10%以下は埋立処分となり、495 リンギ/t (約 15,000 円/t) であるが有機炭素濃度が、それ以上だと焼却処理となり 2,700 リンギ/t (約 81,000 円/t) にはねあがる。KA 社は焼却処理対象を段階的に有機炭素濃度 3%まで拡大しようと考えており処理費用の高騰が懸念される。なお、スラッジを KA 社へ運ぶのは認定された運送業者であるが、きちんと運んでいることを確認するため B 社は追跡調査もしている。

1997 年に KA 社が処理を始める前は、スラッジを工場内で保管しておかなければならなかった。

d. その他

銅、アルミニウムのパイプが廃棄物として発生するのでこれらをリサイクルのため業者へ出している。リサイクル品目の拡大にも努めており、1996 年に 16 品目だったものが 1998 年には PC ボードの再利用などを追加して 25 品目とした。また、電力使用量の削減にも取り組んでいて、1997 年ベースで 2000 年には 3%減らすことを目指している。

工業団地内の各工場の排水はいったん貯水池に溜められ、そこから川へ放流される。流出する水質を監視するため、自主的に 6 ヶ月に 1 度水質を調査して工業団地の社長会で報告している。川への汚染水流出が懸念される状態になった時は事前に各社協力して対策を講じる体制を取っている。現在のところ問題はない。

騒音が周辺住民へ影響することを防ぐため、敷地の縁に 13 ヶ所の定点を設けて測定している。マレーシアに基準はまだないが昼は 65dB、夜は 50dB を自主的基準に設定してモニタリングしている。かつて、排気ファンの騒音を下げることが必要が生じたことがあり、ダクトに防音対策をして解決した。その後は問題ないが現在も月に一度の環境委員会の後に所内をパトロールしながら測定している。

環境保全への積極的な取り組みは、1997 年に ISO14001 の認証を取得し、1998 年にセラゴール州環境賞第 1 位を受賞したことも表れている。また、1994 年には電力計測システムの設置、社員への省エネルギー啓発活動などが認められてエネルギー省からエネルギー貢献賞 (Energy Efficiency Award) も受賞している。

事例3 排水中の重金属を厳しい自社基準で管理している事例

1) 取り組み企業の概要

C 社 事業内容：トランジスタ、リニア IC の製造・販売 従業員数：1,700 人 操 業 年：1976 年 工場立地場所：クアラルンプール南方 20km セランゴール州内の工業団地 日本側出資比率：70%

2) 取り組みの背景

C 社の製品は国際的に知名度が高く、この工場で製造された製品も全量日本を含めた東南アジア各国へ輸出されている。環境意識の高まりで、製造工程での環境への配慮がユーザーから求められている。

マレーシア政府が定める排水基準値は多くの項目が日本政府が定めている基準値より厳しい。製造工程では重金属を含有した排水が発生するのでこの基準値をクリアする排水処理をしなければならない。基準値を確実に遵守するため、さらに厳しい自社基準値を設定して処理水の品質を管理することとした。

3) 取り組みの内容

a. 排水処理

工場でははんだ付けの洗浄工程、化学分析室、そして工具・治具の洗浄で重金属を含有した排水が発生する。C 社へ設定されている排水基準値と自社基準値は図表 2 - 2 - 7 に示すとおりである。自社基準値は一律に政府基準値の 70% の値としている。

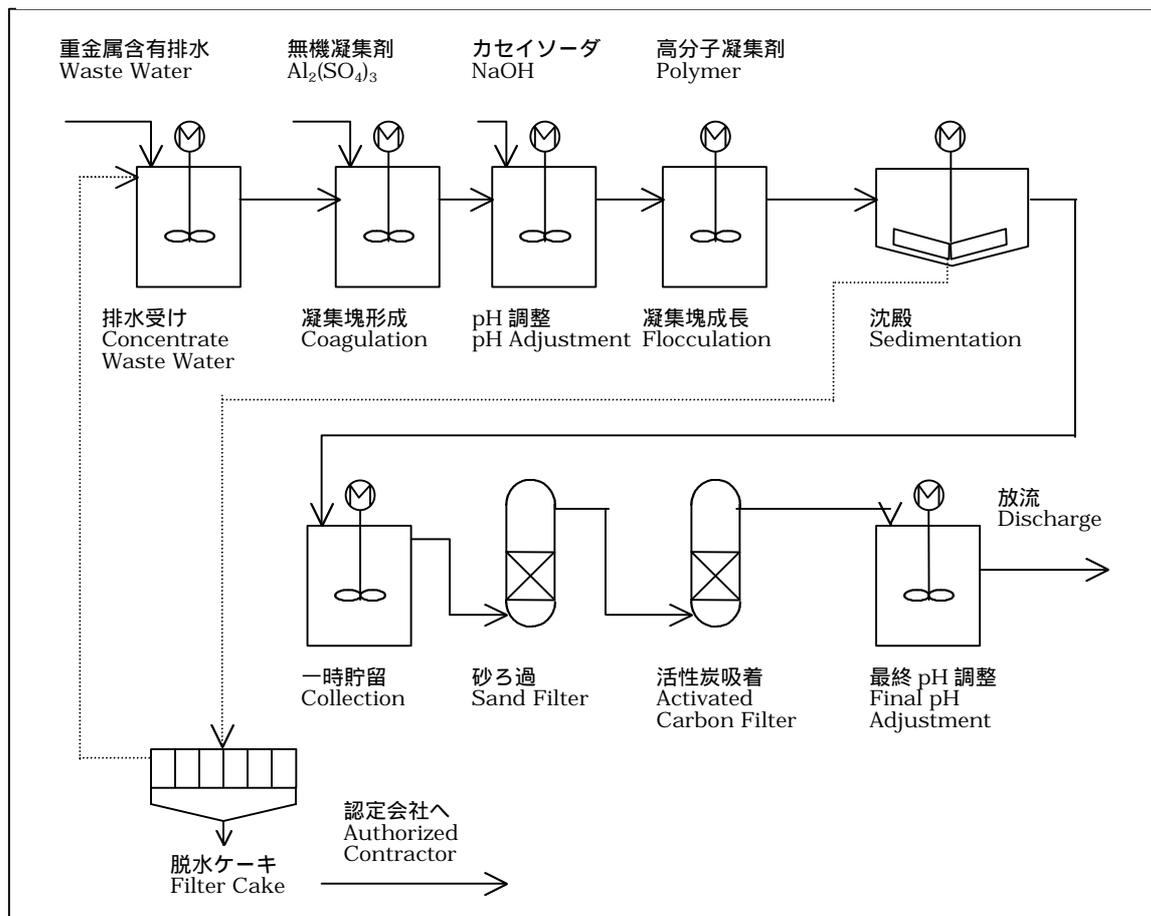
図表 2 - 2 - 7 C 社に設定されている排水基準値と自社基準値

項目	pH	BOD	COD	SS	Pb	Cu	Ni	Sn	Zn	B	Fe
設定されている基準値	5.5-9.0	50	100	100	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	4.0	5.0
自社基準値	6.0-8.0	35	70	70	0.35	0.7	0.7	0.7	0.7	2.8	3.5

Ni (ニッケル)、Sn (スズ) 及び B (ホウ素) は日本の排水基準にはない項目である。そして、pH と Pb (鉛) 以外の基準値は日本の基準値より厳しい値である。自社基準値としている Zn (亜鉛) 0.7mg/liter は特に厳しい。亜鉛に対する日本の排水基準値 5mg/liter と比べてこの自社基準値はその 1/7 の値である。亜鉛は両性金属といわれ、酸性溶液はもちろん、強いアルカリ性溶液でも溶解する。したがって、水に不溶の水酸化化合物としてこの濃度まで処理するには、pH を極めて狭い範囲にコントロールしながら排水処理装置を運転しなければならない。

この基準値をクリアするため図表 2 - 2 - 8 に示す排水処理装置を 1983 年に設置した。重金属を含有した排水はまず凝集剤として硫酸アルミニウムが加えられ、排水中の重金属を凝集塊とする。さらに高分子凝集剤を加えて安定した大きな凝集塊へ成長させる。沈殿槽で凝集物と上澄水に分離し、上澄水は砂ろ過を通して沈殿で取りきれなかった重金属粒子を除去する。次に、活性炭吸着塔で有機物を吸着除去して COD 基準値のクリアを確実なものとする。そして pH チェックしてから放流する。放流水は毎週 1 回自社内の分析室で

図表 2 - 2 - 8 C 社の排水処理フロー



分析して水質を確認している。1 ヶ月に 1 回登録された外部の分析会社へ分析を依頼し、その結果を 3 ヶ月ごとに DOE へ報告している。現在、すべての項目について自社基準値をクリアしており、排水処理装置の運転管理が完璧に行われていることを示している。

沈殿槽で分離したスラッジは脱水機で脱水ケーキとして、政府認定の処理会社へ処理を委託する。

b. 排気ガス

排ガスは、はんだ付け工程で鉛とフラックスのヒューム、そして分析室でのガスが発生する。これらには図表 2 - 2 - 9 に示す排ガス基準値 C が設定されている。

図表 2 - 2 - 9 C 社に設定されている排ガス基準値

項目	Pb	Zn	Cu	H ₂ SO ₄	HCl
基準値	25	100	100	200	400

(mg/Nm³)

発生現場でダクトで吸引されたガスは洗浄塔で水洗され、含有する成分を洗浄水へ溶解させる。清浄となったガスが大気へ放出されるが、放出直前でサンプリング・分析して基準値をクリアしていることを確認している。重金属を含有した洗浄水は排水処理装置で処理される。

c. 環境管理システムの構築

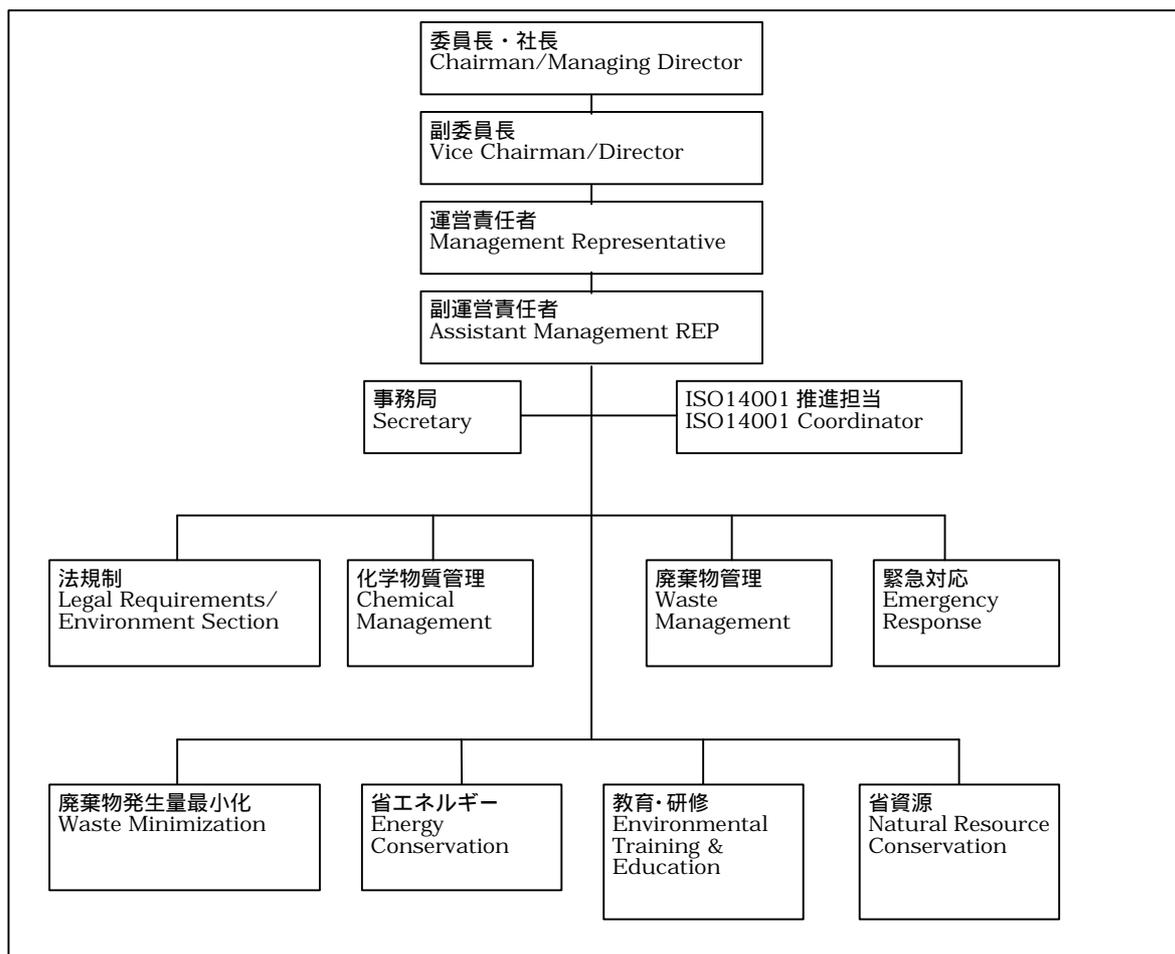
C 社の環境への取り組みは早く、1988 年には環境に関する課題を全社的に検討する環境委員会 (Environmental Committee) を設置した。そして、1992 年に環境問題を専門に担当する部署として環境管理課 (Environment Control Section) を設置した。さらに、1998 年に ISO14001 の認証を取得した。

環境委員会は構成メンバーの変遷を経て、現在は図表 2 - 2 - 10 に示す組織となっている。委員長と副委員長はそれぞれ日本人の社長と役員が務め、運営責任者以下はマレーシア人マネージャーが務めている。実行グループとして法規制グループ、化学物質グループなど 8 グループから構成されている。

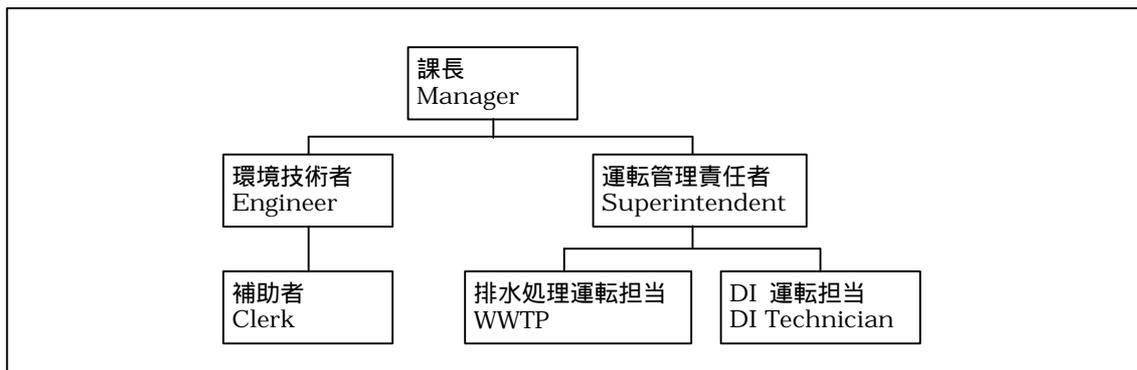
環境管理課は図表 2 - 2 - 11 に示す構成となっており、法規制の遵守、排水処理設備の運転、環境意識啓発のキャンペーン、ISO14001 活動の推進、などを実施している。管理課長は大学で環境専門の教育を受けている。

ISO14001 の認証取得への準備は 1996 年 8 月にスタートした。マネージャークラスへの研修を行い、推進委員会を発足させた。1997 年 1 月に書類を完成させ、認証への具体的な取り組みに入った。同年 9 月に認証機関の事前審査を受け、10 月に初期審査、翌年 1 月に申請審査、3 月に資格審査、そして 1998 年 4 月に認証が与えられた。さらに、1999 年 2 月に第 1 のサバイランスがあった。

図表 2 - 2 - 10 C 社の環境委員会 / Environment Committee of Company C



図表 2 - 2 - 11 C 社の環境管理課の組織
/ Environment Control Section of Company C



1998 年の ISO14001 の環境負荷削減目標の一例は次のようなものであった。

- ・ はんだ付け工程でのフラックス使用量を 40%削減
- ・ 紙使用量を 5%削減
- ・ No.3 ビルの電灯電気使用量を 45%削減
- ・ CFC 使用の中止

すべての項目を実現した。そして、1999 年は電気使用量削減を他のビルを対象として取り組んでいる。

d. その他

処分方法が規定されている指定産業廃棄物は排水処理スラッジ、廃油、廃フラックスなどあわせて 1 ヶ月 1.5t 発生する。排水処理スラッジはクオリティ・アラム社へ処理を依頼している。廃油など再生利用できるものは政府認定の再生処理会社へ処理を依頼する。

社会貢献としてダウン症の患者の施設建設をサポートした。患者の親の協会を作り、政府へ働きかけて施設を建て、設備・運営費をサポートしている。また、身体障害者に対するボランティア活動への参加を従業員に促している。実績の上昇した人へ報奨金を出している。

事例 4 シアンの厳しい排水処理基準へ対応している事例

1) 取り組み企業の概要

D 社
事業内容：電気・電子部品へのめっき金属表面処理
従業員数：80 人
操業年：1990 年
工場立地場所：クアラルンプール西方 20km セランゴール州内の工業団地
日本側出資比率：100%

2) 取り組みの背景

マレーシアには多くの日本の電子機器メーカーが進出しているが、部品類のめっき処理は現地の技術ではまだ十分ではなく、D 社を含めた日本からのめっき会社数社がもっぱら引き受けている。そのため、万一工場が止まるようなことがないように、排水処理など環境対策を含めた万全の対策を取っている。

銅めっきとニッケルめっきの工程でそれぞれシアン排水とニッケル排水が発生する。マレーシアのシアン排水基準値は日本より厳しく、また、ニッケルについては日本政府の基準値はない。これらをクリアするため高度な排水処理装置を設置しなければならなかった。

3) 取り組みの内容

a. 排水処理

D 社へ設定されている排水基準は図表 2 - 2 - 12 に示すとおりで、B 基準といわれる比較的ゆるいものであるが、シアン (CN) に関しては 0.1mg/liter と日本政府の基準値 1mg/liter の 10 分の 1 と厳しいものである。また、ニッケル (Ni) についても 1.0mg/liter と厳しい基準値である。

図表 2 - 2 - 12 D 社に設定されている排水基準

項目	pH	COD	BOD	SS	Cu	Ni	Zn	CN
基準値	5.5~9.9	100	50	100	1.0	1.0	1.0	0.1

(mg/liter)

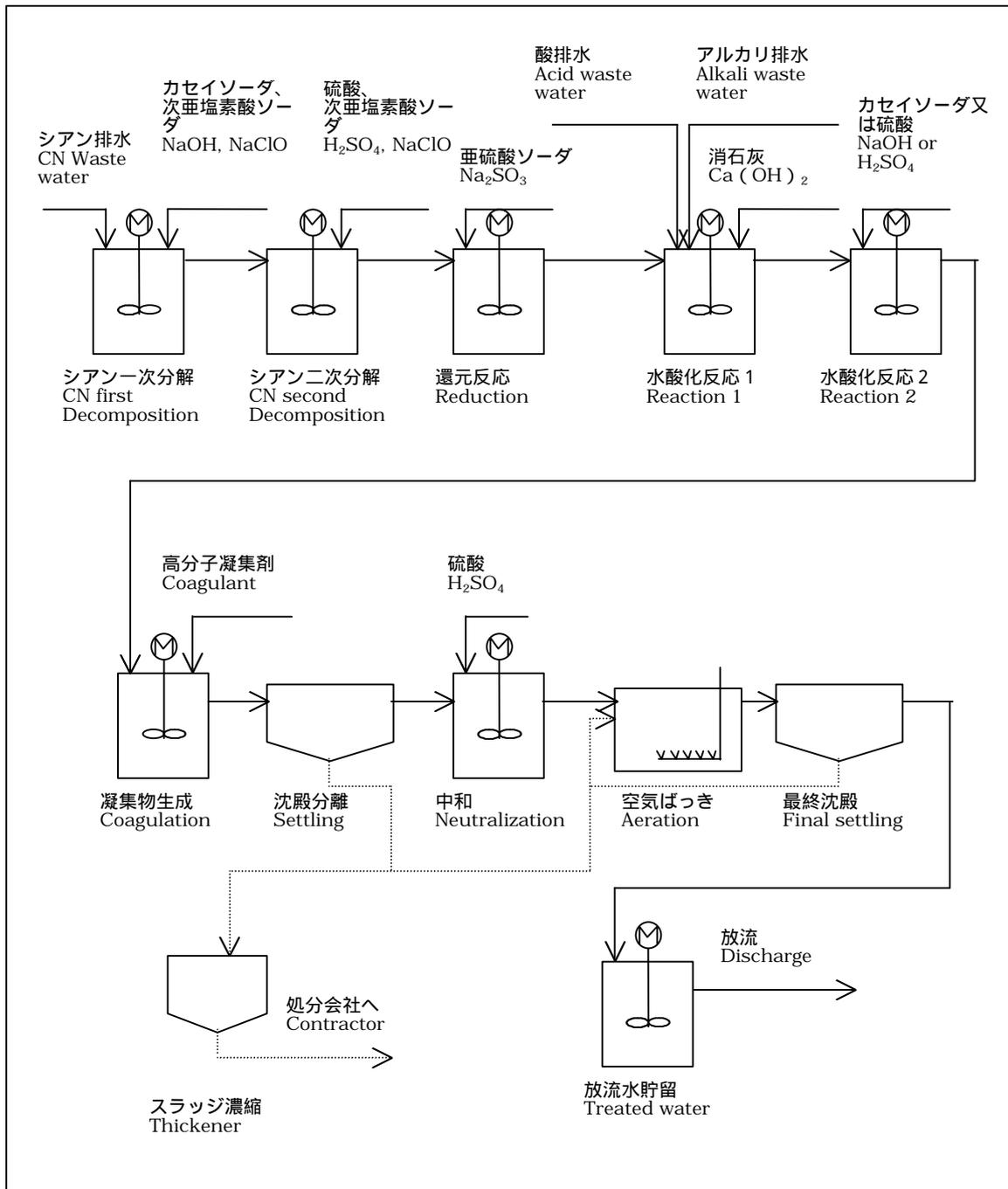
この基準値をクリアするため図表 2 - 2 - 13 に示す排水処理装置を設置した。製作費は高かったが技術的に信頼できる日本の水処理装置メーカーに依頼した。

発生するシアン排水は一次分解槽に受け、カセイソーダを添加して pH11 に維持した状態で、酸化剤である次亜塩素酸ソーダを添加してシアンを酸化分解する。次に、二次分解槽で硫酸を添加して pH7 としさらに次亜塩素酸ソーダによる酸化分解を続ける。

シアンの酸化分解反応はコントロールを誤ると分解が不十分であったり、誤って硫酸を過剰に添加して酸性に偏りすぎると猛毒の青酸ガスが発生して大変危険である。酸化剤も適量加えなければならないので酸化還元反応電位を監視しながら慎重に行わなければならない。シアンの酸化分解後は残留する次亜塩素酸ソーダを還元剤である亜硫酸ソーダを添加して分解する。

鉄、ニッケル、銅などの重金属類の除去のために、再び消石灰 (Ca(OH)₂) を加えて pH を 10 付近に上げてこれら重金属を水に溶けない水酸化化合物とする。そして、高分子凝集剤を添加して水酸化化合物を凝集させ大きなフロックとして沈殿槽で沈殿分離する。高分子凝集剤は日本の水処理メーカーから購入している。

図表 2 - 2 - 13 D 社の排水処理フロー



重金属を分離した上澄水は pH7 付近に中和され、有機物を分解するため空気ばっき槽で生物処理を行う。処理水はいったん貯留タンクにため水質基準をクリアしていることを確認してから放流する。

なお、ニッケルの水酸化物は他の重金属と異なり、水に溶解性のニッケル塩を吸着する性質があり、水酸化物を沈殿させてもこの塩がじわじわと溶け出すので基準値以下まで処理するのは容易でない。そのため、このプロセスでは二つの反応槽を連続して配置しニッ

ケルの完全な処理を確保している。

処理水の水質は pH、シアン、ニッケル、COD について自社内のラボで分析して基準値をクリアしていることを確認している。また、毎月 1 回政府登録の 2 ヶ所に分析依頼して測定値のクロスチェックも行っている。

この排水処理装置の運転管理はマレーシア人スタッフに任せているが、きちんとやっている。この担当者はすでに 7 年以上担当しているベテランで問題が生じたことはない。

b. 廃棄物

重金属水酸化物の沈殿スラッジと生物処理で発生するスラッジは、濃縮槽で沈殿濃縮して固形分濃度を高めてから認定された運搬業者に依頼して、マレーシア唯一の廃棄物最終処分会社であるクオリティ・アラム社（KA 社）へ運んでもらう。KA 社が 1997 年に操業を始める前はスラッジを工場敷地内に保管することを求められていた。工場内がスラッジであふれるようになったので、ニッケルを回収する目的でアメリカの処理業者に輸出したことがある。

c. その他

生活排水は工場設立当初から下水道へ放流していた。インダウォーター共同企業体（Indah Water Konsortium : IWK）が処理している。IWK はかつては官営だったが現在は民間会社である。官営の時は処理費用を取られなかったが民間になってから徴収されるようになった。当初は受水した水道の量をもとに請求してきたが、工場排水として処理して下水へ放流しない分が多いのでその分を差し引くように交渉して認められた。現在は従業員の人数をもとに算出されるようになった。

事例5 生活排水を自社基準で管理している事例

1) 取り組み企業の概要

<p>E 社 事業内容：チップキャパシター、サーミスターなどの電子部品製造・販売 従業員数：1,650 人 操業年：1989 年 工場立地場所：クアラルンプール南方 50km ネグリセンピラン州内の工業団地 日本側出資比率：100%</p>

2) 取り組みの背景

マレーシア政府は生活排水へも厳しい排水基準値を設定している。特に、水道の取水口より上流の河川へ放流する場合は厳しい基準値のクリアを求められる。E 社の工場は上流にあるためこの基準値を守らなければならない。工場は組み立て作業だけなので製造工程からの排水は発生しないが、従業員が多いので多量の生活排水が発生する。この排水が万一にも基準値をオーバーすることのないように、さらに厳しい自社基準値を設定して水質管理をすることとした。

日本本社では図表 2 - 2 - 14 に示す環境憲章を宣言しており、海外進出工場もこれに従った取り組みが求められている。行動指針の 2 番目に法規則の遵守が掲げられており、マレーシア政府から示された基準値を守るため万全の体制を取っている。

なお、ここで生産される電子部品はマレーシア国内の日系、欧米系の電気製品組立て工場へ出荷されている。

図表 2 - 2 - 14 E 社日本本社の環境憲章

<p>基本理念 E 社本社は、地球環境がすべての生命を育む母体であることを認識し、あらゆる企業活動の中で、このましい環境を次世代へ引き継ぐ行動を、全員で実行します。</p> <p>基本方針 環境保全、省エネルギー、省資源など地球環境を総合的に考慮し、循環型社会へ対応できる企業活動を行う。</p> <p>行動指針 E 社本社は良き企業市民として、地球環境問題や資源保護に留意した企業活動をすることにより、是の実現を具体化する。行動指針を次のとおり定める。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 環境管理活動を推進するため、担当役員を頂点とした組織体制を整備し実行する。 2. 法律を遵守するとともに、環境管理レベルの向上を図る。 <p>他 6 項目</p>

3) 取り組みの内容

a. 排水処理

DOE から工場へ設定されている排水基準値と自社基準値は図表 2 - 2 - 15 に示すとおり

である。

図表 2 - 2 - 15 E 社に設定されている排水基準値と自社基準値

(mg/liter)

	BOD	COD	SS	油分
設定されている基準値	20	50	50	N.D.
自社基準値	15	40	40	N.D.

設定されている基準値は水道の取水口より上流の河川へ放流する場合に適用される A 基準である。A 基準ではここに挙げた項目を含め全部で 23 項目に基準値が設定されており、すべての基準値をクリアすることが求められている。しかし、この工場では重金属、有害物質などを排出しないので、ここに挙げた 4 項目について水質管理すればよいことになっている。

生活排水へ対するこれらの基準値は日本及び欧米並のレベルで、高度な技術を使った排水処理装置を厳密な管理のもとで運転して達成できるものである。

設定されている基準値をきちんとクリアするため、さらに厳しい自社基準値を設定している。自社基準値の BOD 値 15mg/liter を超えたら直ちに対策を取ることで、設定されている基準値をオーバーしないように管理している。

放流水の水質は 2 ヶ月に 1 回、登録された測定分析会社に分析を依頼し、DOE へ報告している。現在、すべての項目について基準値をクリアしている。

b. 環境管理システムの構築

ISO14001 の認証を 1998 年 4 月に取得した。以前から環境面での取り組みに力を入れていたので、本来やるべきことをきちんとやることで自ずと ISO14001 認証取得に結びついた。ISO14001 の活用は省エネにつながり、歩留まりの向上に役立ち、コスト低減にもなる。環境対策については前もって投資した方が、ことが起こってから対策するより安くつくという認識に至っている。

日本本社の環境憲章の精神をこの工場に活かすため、憲章の内容をより具体的にした「E 社環境方針」を独自に設けた。ISO14001 がベースだが、特に、省エネルギー・省資源・リサイクル実施、内部監査と環境管理レビューの実施、地域社会への環境協力、など 8 項目を掲げた。さらに具体的な目標として、「環境目的」を掲げ、この中で次の 3 項目について、1998 年 3 月を起点として 3 年以内に達成することとした。

廃棄物（不良品）発生：50%削減

消費電力：40%削減、水使用量：25%削減

紙のリサイクル使用：40%

環境管理活動に関係する組織としては、環境管理委員会、5S 委員会、食堂委員会、内部監査委員会の 4 つが編成されている。環境管理委員会は 4 つの工場別に委員長任命されていて、原材料のインプットと製品のアウトプットを計測し、廃棄物の発生量を管理している。品質保証部が事務局となって全体の調整・推進を図っている。ここで環境マネジメントプログラムを推進している。内容は、歩留まり改善による廃棄物削減、生産性向上による省エネルギー、工場内の室温・照明適正化による電力使用量削減、食堂の水の節約による水使用量節減、電子メール活用による紙使用量削減、などである。各工場別に目標値を掲げ、6 ヶ月ごとに達成度をチェックして見直しをしている。

c. 廃棄物

処理・処分方法が規定されている指定廃棄物として次の 3 種類が発生する。

- ・フェライトスラッジ（素材のフェライトを加工する時に発生する）
- ・廃溶剤（はんだ付け工程で発生する）
- ・廃エポキシ樹脂（封止工程で発生する）

これらの廃棄物は、以前は工場内で保管することとなっていたので 10 年分のドラム缶が山のようにたまっていた。1997 年に政府認定の最終処分会社クオリティ・アラム社ができてからはここに処理を依頼している。

廃溶剤については毎月保管量を DOE へ報告することが義務付けられている。

d. 排気ガス

はんだ付け工程の排気ガスについては、図表 2 - 2 - 16 にある 4 項目を 1 年に 1 回、登録された分析会社へ依頼して測定している。サンプリングポイントは大気へ放散される直前の場所である。

図表 2 - 2 - 16 E 社の排ガス基準

	基準値 (mg/Nm ³)
アセトン	400 (自社基準)
イソプロピルアルコール	405 (自社基準)
松脂	98.0 (自社基準)
鉛	25.0 (政府基準)

この中で鉛だけは政府の排ガス基準になっているが、他の項目は日本の工場にあわせて自主的にモニタリングしている。

第3節 環境マネジメントシステムを構築している事例

ISO（国際標準化機構）は1996年9月に企業等の環境マネジメントシステムに関する国際規格ISO14001を発行した。この企画の認証を取得することが環境へ配慮している企業であることの証であるだけでなく、今後の国際取引にも有利となる。

マレーシアでは1999年末で116工場が既に認証取得しており、その大半が日系企業である。マレーシアで最初に取得したのは日系企業で、すでに3年経過して、システム運用が社内に定着して着実に効果を上げているところもある。また、日系企業で認証取得の経験を積んだマレーシア人が他の企業の認証取得で責任者を務めるなど、この分野でのマレーシア人材育成へ貢献している。

事例 6 ISO14001 が定着し着実に発展している事例

1) 取り組み企業の概要

F 社 事業内容：テレビジョン及び主要コンポーネント製造 従業員数：3,800 人 操業年：1988 年 工場立地場所：クアラルンプールの南約 20km セランゴール州内の工業団地 日本側出資比率：100%
--

2) 取り組みの背景

F 社の日本本社は図表 2-3-1 に示す環境基本方針を定めており、これが全世界に展開しているグループ会社の活動に適用されている。この方針に基づき世界各国へ進出しているグループ会社への環境管理の推進をサポートをしている。東南アジア地区ではシンガポールのグループ会社を中心となって本社からの方針伝達、お互いの情報交換などを行っている。

F 社の環境への取り組みは早く 1992 年には環境保全委員会を作り従業員への環境教育をスタートさせ、一人ひとりに環境意識を徹底させている。そのため 1997 年に取得した ISO14001 にも従業員がスムーズに対応した。すでに 3 年目に入ったが 1 年ごとの成果の評価と次年度の目標設定もマレーシア人マネージャーが中心となって進めている。2002 年へ向けての具体的な目標も設定され、効果的な環境管理システムとして着実に根付いている。なお、この工場は組立作業が中心なので工場排水は発生せず、環境へのインパクトは、はんだ付け工程でフラックスとして使用している有機溶剤の蒸気と鉛を含有したヒューム発生などである。

図表 2-3-1 F 社の日本本社の環境方針

<p>理念 当社は地球環境の保全が人類共通の最重要課題のひとつであることを認識し、企業活動のあらゆる面で環境の保全に配慮して行動する。</p> <p>方針 1. 地球環境の保全活動を推進させるため、世界のグループ会社が活動できる組織を整備する。 2. 企業活動が環境に与える影響を的確に捉え、技術的、経済的に可能な範囲で環境目的・目標を定めて、環境保全活動の質の継続的な向上を図る。 3. 環境関連の法律、規則、協定などを遵守し、さらに自主的基準を制定して一層の環境保全に取り組む。</p> <p>以下 10 項目（略）</p>
--

3) 取り組みの内容

a. 環境管理システムの構築

1992 年以降の主な環境管理システムに関する主な実績は次のとおりである。

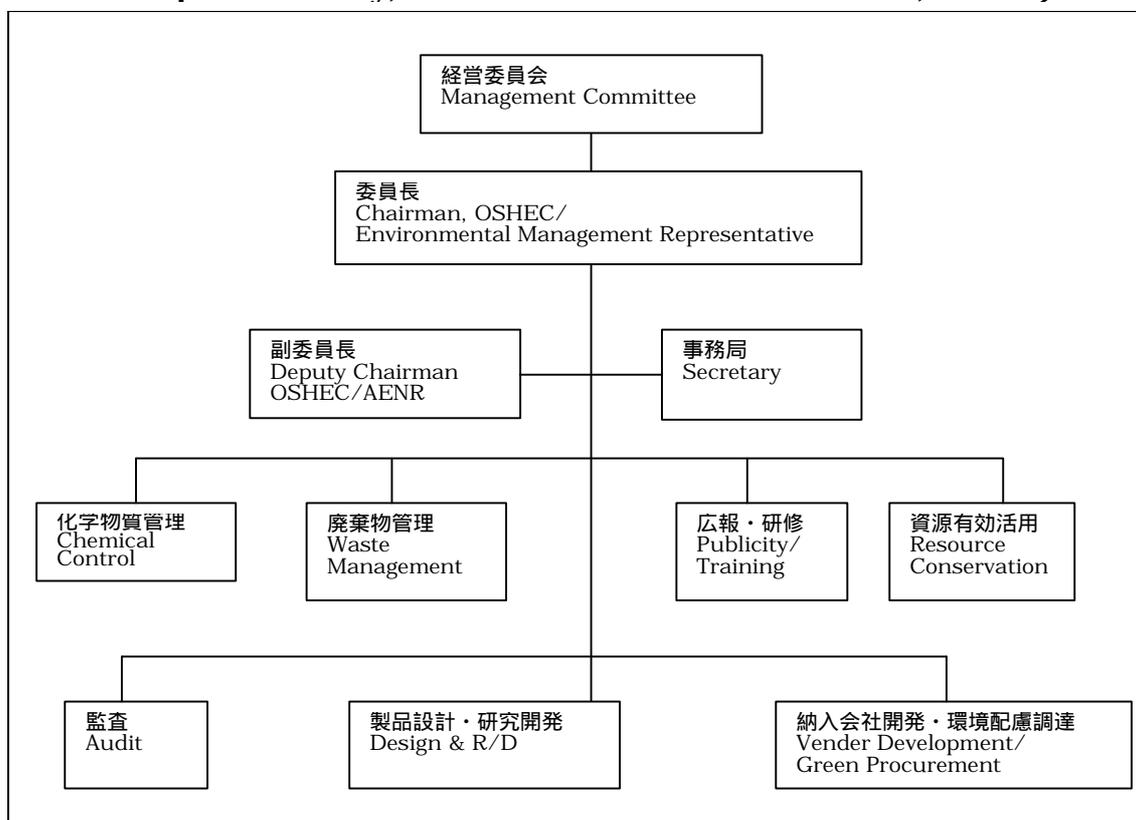
- 1992 年
 - ・環境保全委員会（Environmental Protection Committee）設置
 - ・工場内の緑化運動を実施してフルランガット地方（Hulu Langat District）で 1 位、セランゴール州で 2 位の「美しい景観工場賞」を受賞
- 1993 年
 - ・法規制に応じた化学系廃棄物と生活廃棄物に関する厳しいモニタリング手

- 順の設定
- 1994 年
 - ・従業員への環境教育のための環境コーナーの設置
 - ・廃棄物の圧縮減容機を導入し、搬出するトラックの回数を半減させ燃料消費量と二酸化炭素削減に寄与
 - 1995 年
 - ・ISO14001 認証取得の準備のために環境保全委員会の組織改編
 - 1996 年
 - ・労働安全、衛生、環境に関する課題を専門に担当する部署の設置
 - ・ISO14001 認証取得を 1 年で達成する目標を掲げて本格的取り組みをスタート
 - 1997 年
 - ・マレーシアの認証機関から ISO14001 認証の取得
 - ・環境、労働安全、衛生問題を一括して取り組むため安全衛生環境委員会 (OSHEC) の設置
 - ・21 の化学品納入会社へ環境意識啓発と環境関係の法律の講習会開催
 - ・社長がマレーシア政府の環境ラベリング委員会、副社長が同じくライフサイクル評価委員会の委員に就任

OSHEC は社長が統括する経営委員会の下に位置付けられ、マレーシア人マネージャーが委員長を務めている。この委員会は図表 2 - 3 - 2 に示すように化学物質管理グループをはじめとして全部で 7 つのサブグループから構成されている。さらに各グループは関係のある職場から参加している 4~5 人で構成されている。この委員会が中心となって環境問題をはじめとして安全と衛生も含めて総合的に効果を発揮するような取り組みを行っている。

化学物質管理グループは廃薬品を管理するだけでなく、原料薬品の適正な使用も管理す

図表 2 - 3 - 2 F 社の安全衛生環境専門委員会 (OSHEC) /Occupational Safety, Health and Environment Committee, OSHEC)



る。廃棄物管理グループは紙、厨芥など一般廃棄物への取り組みを担当する。広報・研修グループは環境への取り組みを従業員へ啓蒙し、地域社会へは環境面での社会貢献をする。資源活用グループは電力使用量の削減への取り組みが主な役割である。監査グループは、ISO14001 だけでなく安全・衛生を含めて各職場の決められた目標への成果をチェックする。製品設計・研究開発グループは新しいグループで、環境へのインパクトの少ない製品を作るため新製品の設計段階からアイデアを盛り込む。納入会社開発・環境配慮調達グループは納入される材料、部品等もその製造工程が環境へのインパクトが小さいものとするため、製造工程の改善などへ会社と手を携えて取り組む。

b. 環境管理システムの成果と今後の目標

認証取得以来、OSHEC が推進してきた環境への取り組みは大きな成果を上げている。成果は年にそれぞれ 2 回ずつ行っている ISO14001 の社内監査と外部監査の結果にはっきりと現れている。前者では 1997 年 5 月に 151 件あった指摘事項が 1999 年 1 月には 13 件となり、後者では 1997 年 6 月に 9 件あったものが 1999 年 2 月にはゼロとなった。

さらに、2002 年までに達成する目標を明らかにしたグリーンマネジメント 2002 というプログラムに従い、OSHEC の各グループは将来へ向けて意欲的に取り組んでいる。各グループの目標は次のとおりである。これらの目標への達成度合いは毎年チェックされ、進捗状況に応じて次年度への目標が設定される。

化学物質管理グループ

揮発性有機化合物と鉛ヒューム発生量をゼロとする。

廃棄物管理グループ

コピーとコンピューター用紙を 15%削減する。

広報・研修グループ

従業員への環境意識研修を実施するとともに植林など地域社会への貢献を行う。すでに、1997 年に、州政府開発局との共同で地域住民連帯プロジェクト (Organization Community Relation Project) を実施した。このプロジェクトで周辺住宅地の道路清掃、樹木の剪定、植樹などを行った。OSHEC の委員長を務めているマレーシア人マネージャーは SIRIM から ISO14001 の監査人資格を得ており、グループ会社あるいは他社の研修を引き受ける。

資源有効活用グループ

1997 年ベースで電力消費量を 15%削減する。具体的には使用していない部屋の電灯を消す、出入り口にカーテンを垂らしてエアコンの冷気が逃げないようにする、窓に直射日光が入らないように遮蔽紙をはる、などきめこまかく取り組む計画である。また、ごみ発生量を減らして焼却あるいは埋立している廃棄物の量を 40%削減する。

製品設計、研究開発グループ

スタンバイ消費電力を 1W 以下とする、ポリスチレン使用量を 60%削減する、リサイクル率を 60%とする、など全部で 8 項目を掲げている。設計部門も日本本社からここへ移し、設計段階から環境へのインパクトの少ない製品を作ることを目指している。

納入会社開発、環境配慮調達グループ

リサイクル材料の使用、包装材の削減、合理的な輸送、ダイオキシンの発生しない部品、などを納入会社へ求める。また、各関連会社へ出向いて環境へ配慮した生産プロセスへの転換へ技術的な支援を行う。

d. 排気ガス

大気への放散でダストと鉛の基準値が設定されているので1年に1回政府に登録されている分析会社に依頼してモニタリングデータを取っている。この分析値はDOEへ報告する。分析結果の一例は図表2-3-3に示すとおりである。6カ所の排出場所すべてで基準値をクリアしている。

図表2-3-3 F社の排ガス分析例

パラメータ	基準値	排出場所					
		工場内 A地点	工場内 B地点	工場内 C地点	工場内 D地点	工場内 E地点	工場内 F地点
ダスト	400 mg/Nm ³	1.01	1.01	5.40	0.34	0.68	0.34
鉛	25 mg/Nm ³	16.86	4.22	14.33	22.77	7.60	8.45

一方、環境大気中への排出基準値とは別に、労働安全の点から作業室内の鉛、メチレンクロライド（Methylene Chloride）及び騒音の許容レベルが工場法（Factories & Machinery Regulations 1989）で定められている。これらの測定も1年に1回、登録された測定会社に依頼している。

e. 廃棄物

はんだ工程で発生するドロスは鉛とスズの酸化物で1ヵ月16kg程度発生する。これは認定を受けた再生処理会社へ買い取ってもらう。また、フラックスとして使っているイソプロピルアルコール（IPA）の劣化したものが廃フラックスとして1ヵ月12kg程度発生する。これは、IPAを抽出して再生してもらうために、認定を受けた再生処理会社へ処理費を払って引き取ってもらう。なお、はんだで汚れたグローブ、布、廃薬品などは政府認定の廃棄物最終処分処理会社であるクオリティ・アラム社へ焼却あるいは処理を依頼している。生活廃棄物は工業団地外にある地方自治体が管理する埋立地で処分してもらう。

事例7 マレーシア人マネージャーを中心にISO14001 認証取得へ向け準備中の事例

1) 取り組み企業の概要

G 社
事業内容：スイッチ、可変抵抗、チューナーなど各種電子部品
従業員数：6,300 人
操 業 年：1989 年
工場立地場所：クアラルンプール南方 50km ネグリセンピラン州内の工業団地
日本側出資比率：100%

2) 取り組みの背景

G 社の製品は全世界のマーケットへ出荷されているが、ユーザーの環境意識の高まりに伴ない ISO14001 の認証取得は欠かせない状況になっている。また、経営方針として環境への配慮を掲げており、この証としても認証を取得する必要がある。この認証取得には環境管理の専門的な知識を有するリーダーが必要である。一方、日本人駐在員は合理化のため減らしており、専ら生産技術の指導に当たるスタッフが十数人駐在しているだけである。

このような背景で認証取得するために、すでに経験のある人材を配置し準備作業を進めることが合理的と考えられた。マレーシアでは ISO14001 認証取得した工場がすでに 116 カ所あり（1999 年末現在）、マレーシア人の専門家が育っている。マレーシア人がリーダーとなって環境問題に取り組むことにより、従業員全員へ環境意識がより深く浸透することが期待されている。

3) 取り組みの内容

a. 環境管理システムの構築

1998 年に認証取得の方針を決め、準備を進めるためリーダーの人選に入った。社内の従業員をはじめから勉強させて育てるには長い時間と費用がかかるので、社外からすでに経験のある人を新たに雇うことを決めた。1999 年初頭に適任者を雇い入れ、設備・施設担当のマネージャーとした。

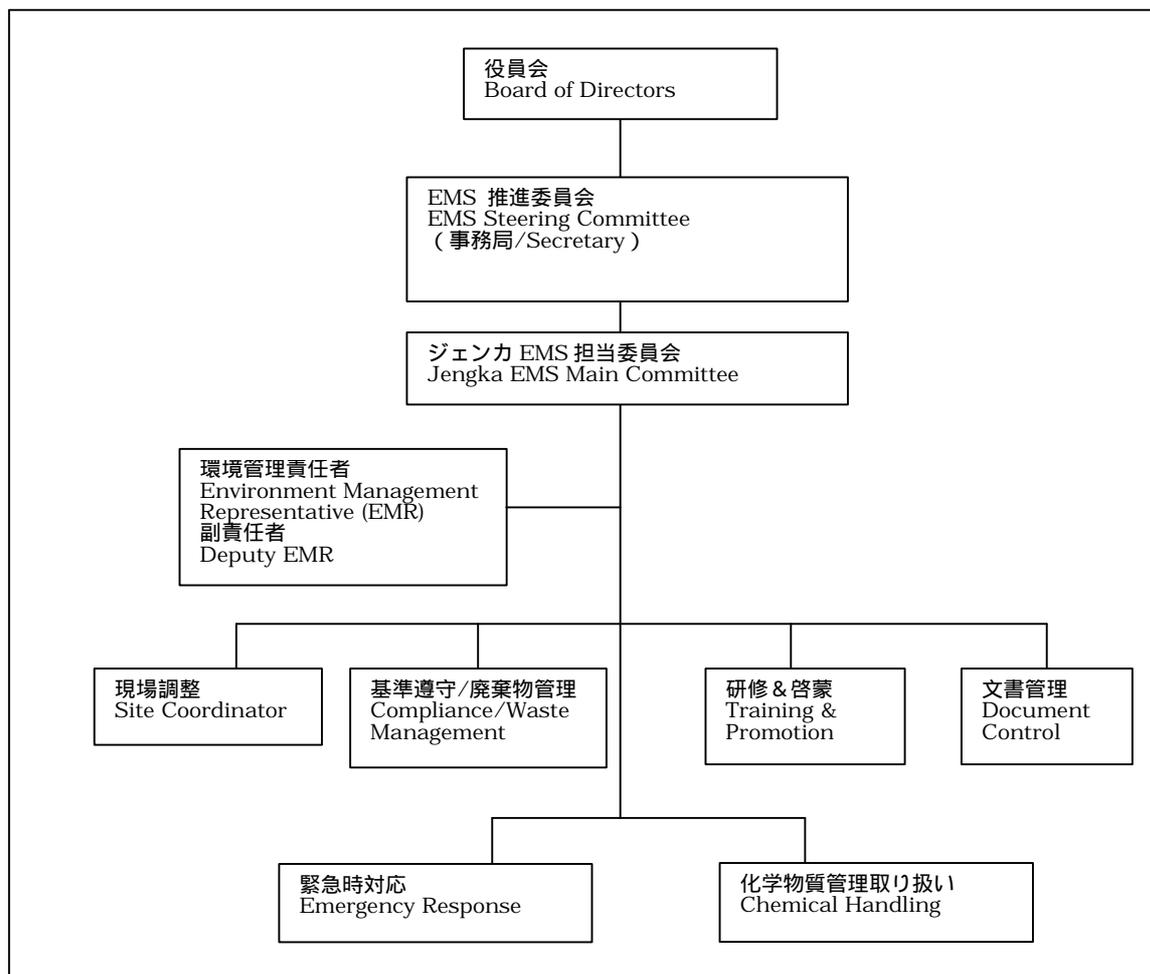
このマネージャーはイギリスで機械工学の学位を取り、帰国後、電力会社とスウェーデン系のベアリング会社を経験した。ベアリング会社在职中に ISO14001 の認証取得の仕事に従事してノウハウを取得した。彼を中心に 2000 年 3 月に認証取得を目標に準備を開始した。

まず、1999 年 4 月に環境方針を明らかにするとともに環境管理委員会を編成した。環境方針は環境への配慮、廃棄物削減、従業員と一体になった活動、その他あわせて 6 項目からなる簡潔明瞭なものである。環境管理委員会は図表 2-3-4 に示すとおりである。社長が主宰する役員会の下に、マレーシア人役員を委員長とする推進委員会を設置した。この推進委員会は日本人とマレーシア人のマネージャークラスの 7 人から構成されており、推進委員会をサポートし、実質的に組織全体を運営する役割として環境管理責任者を置いた。そして、新たに雇い入れた専門家を推進委員会事務局担当と環境管理責任者を兼ねて据えた。

推進委員会の下に実務を担当する 6 つのグループ、すなわち現場調整、基準遵守・廃棄物管理、研修・啓蒙、文書管理、緊急時対応、化学物質取り扱いを置いた。

なお、G 社の工場はここで紹介する工場のほかにもう 1 カ所、パハン州（ジェンカ工場）にもあるが、パハン州の工場の方が先に認証取得の準備に入った。

図表 2 - 3 - 4 G 社の環境管理委員会組織
/ Environment Management System Committee (EMS) Structure



ISO14001 の努力目標は省エネルギーを主題とする。具体的な活動としてはドレインシステムの改善、水銀電灯への取り替え、不要電灯の消灯、冷房温度の適正管理などを考えている。

b. 環境へのインパクト

組立作業だけなので工場排水は発生しないが生活排水が規制の対象となる。また、排ガスでは、はんだ付け工程で発生する鉛ヒュームとフラックス蒸気を含む排気が規制の対象となる。生活排水は砂利を敷き詰めた空気接触式の浄化槽で処理している。この生活排水に対しては図表 2 - 3 - 5 に示すマレーシア政府の A 基準値が適用される。A 基準値は水道の取水口より上流へ放流する場合に適用されるもので大変厳しい。

図表 2 - 3 - 5 G 社に設定されている排水基準値

項目	温度	pH	BOD	COD	SS	油脂分
基準値	40	6.0-9.0	20	50	50	N.D.

(mg/liter)

工場建屋ごとに 4 つの浄化槽があり、それぞれ別々の排水口から川へ放流している。排

水口ごとに、水質管理のために 3 ヶ月に 1 度、登録されている分析会社に分析を依頼しているが、いずれの分析結果も基準値をクリアしている。この結果は DOE へ報告している。

廃棄物としては、はんだ付け工程で発生する廃はんだ、廃油、薬品びん、などが発生する。廃はんだはライセンスを持っている再生処理会社買い取り、廃油は年間 250 ドラム発生するが、同じくライセンスを持った業者へ処理を委託する。

c. その他

工場では 5S (整理、整頓、清掃、清潔、しつけ) 運動を、マレーシア語に直したりマピー (5P) 運動を展開している。特に清掃に関しては理解してもらうのに苦労している。清掃はそれを仕事としている人がするものとの考えが従業員の中で一般的である。また、ごみ拾いをさせても木くず、煙草の吸殻などのように自然に朽ち果てるものはごみとの認識がない。プラスチック、ガラスくずなどだけをごみとして扱う現実もある。

事例8 省エネルギーを中心課題としてISO14001 認証取得推進中の事例

1) 取り組み企業の概要

<p>H社 事業内容：温水洗便座及びその部品の製造販売 従業員数：359人 操業年：1997年 工場立地場所：クアラルンプール南方60km ネグリセンピラン州内の工業団地 日本側出資比率：100%</p>

2) 取り組みの背景

H社の製品は消費者に直接結びつくものなので、製造工程が環境に配慮されていることをアピールすることが求められる。その方法の一つとしてISO14001の認証を取得することにした。認証取得のためには環境への負荷を減らす目標を掲げなければならないが、製造工程は組立作業が中心なので、工場排水、排気ガスなどは発生せず、環境へのインパクトはほとんどない。そこで、地球環境への負荷を減らす意味で、地球温暖化の原因物質である二酸化炭素の排出削減につながる電力使用量を減らすことを主な目標とした。

また、アピールのもう一つとして、立地場所をこの工業団地とした。この団地の名前に“パーク”が使われているとおり公園の雰囲気がある。緑が多い、電線は地下埋設で電柱がない、周辺住宅地との調和、など環境への配慮が行き届いている。

3) 取り組みの内容

a. 環境管理システムの構築

日本にある16の工場は日本本社の指示で2000年末までに認証取得することになっている。海外の工場についてはこの指示は適用されないが、H社独自の判断で同じスケジュールで進めることにした。1999年10月に認証取得活動のキックオフを行い、21人のマレーシア人マネージャーへ研修を受けさせることになっている。環境への負荷を減らす課題として、使用電力削減と生活ごみの削減を取り上げることにした。

電力の削減には熱帯地方特有の方法を採用する計画である。工場建屋の屋根一面に断熱塗料を塗るのである。この塗料はアメリカのNASAが宇宙開発技術の一環として生み出したもので、熱帯の強い太陽光線を反射して建物の温度上昇を抑える効果がある。そして、冷房用の電力使用量削減に結びつく。太陽からの直射日光による温度上昇が圧倒的な割合を占め、冷房用電力が年間を通じて大きな割合を占めるこの地方で大きな効果を発揮するものとみられる。シンガポールのある工場の実績では建物の内部温度が5℃下がったとされている。工事費が1m²当たり約1,700円かかるが2年で工事費用を償却できるといわれている。

生活ごみの削減では、紙の使用量を減らす計画である。社内外を含めて伝票類のやり取りを止めインターネットにより注文管理を行うシステムである。現在、マレーシア人管理職全員にノートパソコンを与え、ペーパーレス化を進めている。

b. 排水処理

工場では組立作業だけなので工場排水、排ガス、有害廃棄物などは発生しないが生活排水が規制の対象となる。近くの川へ放流しているが、排水口が水道の取水口の上流にあるので、マレーシア政府の厳しいAランク排水基準が適用されている。定められている23項目すべてについて基準値をクリアしなければならないが、日常管理することを求められて

いるのは図表 2 - 3 - 6 に示す 6 項目である。BOD の基準値 20mg/liter は日本の一律基準値 160mg/liter の 1/8 と大変厳しい。

図表 2 - 3 - 6 H 社に設定されている排水基準値

項目	温度	pH	BOD	COD	SS	油分
基準値	40	6.0-9.0	20	50	50	N.D.

(mg/liter)

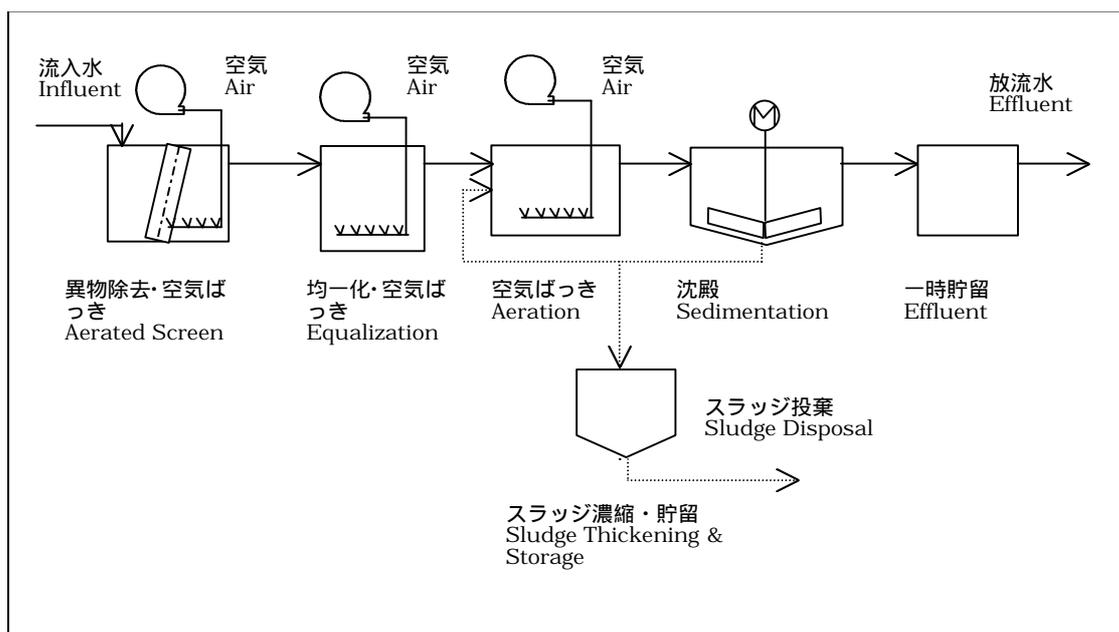
この基準値をクリアするため図表 2 - 3 - 7 に示す排水処理装置を 2 基運転している。受け入れた排水はビニール袋などの異物を取り除くため、空気ばっきしながらスクリーンを通過させる。次に、水質の均一化を図るため同じく空気ばっきしながら攪拌混合する。そして、さらに空気ばっきしながら活性汚泥処理により有機物を微生物分解する。次に沈殿槽で上澄水とスラッジに分離し、上澄水は処理水として放流する。沈殿したスラッジは空気ばっき槽へもどされ、再び活性汚泥として使われるが、一部は余剰スラッジとして抜き出される。余剰スラッジは濃縮槽で濃縮され、指定された回収会社により運び出されて投棄される。

この処理装置の特徴は空気ばっきを徹底していることである。通常、空気ばっきは活性汚泥処理槽だけであるが、ここでは受け入れ槽から空気ばっきを行っている。空気との接触時間を増やすことで有機物の分解を促進している。3 ヶ月に 1 回、処理水の BOD、COD、pH を分析会社に測定を依頼し、その結果を DOE へ報告している。2 基の装置で 574 人分の処理能力があり、現在の人員ではゆとりがあることと、空気ばっき徹底の効果で処理水の水質は基準値をクリアしている。

c. 廃棄物

樹脂、ダンボール、紙くず、食堂残飯、部品類などが廃棄物として発生する。それぞれの処分方法は次のとおりである。

図表 2 - 3 - 7 H 社の生活排水処理フロー



- ・樹脂：プラスチックを型へ流し込む湯道と不良品など 4t/月発生する。再生処理会社に売却し（60 セン/kg）、粉碎したのち再利用されている。1999 年 6 月に日本本社と協力し、部品外観の過剰品質部分を見直し、不良率を削減した。
- ・ダンボール箱：回収会社へ売却（10 セン/kg）。
- ・紙くず：500kg/月発生する。裏面使用をしているが、最後はこの工業団地開発公社関連の管理会社が定期的に収集する。
- ・食堂残飯：上と同様、管理会社が定期的に収集する。
- ・部品類：ここは保税地区なので、不良品といえども市中に出まわるとは許されない。税関立会いの下で処理会社へ廃棄を依頼する。3 ヶ月に 1 回、3tトラックで税関指定の埋立場に捨てる。

d. その他

環境関係の法律、規則などが変わったときの情報は、この地区の工業連絡協議会から入手する。これは政府の出先機関と企業代表がメンバーとして参加し、企業からの要望や法規則の変更などの情報交換の場として活用されている。毎月ミーティングがあり、年間活動計画も決まっている。例えば、1999 年 8 月は DOE、6 月は税関からそれぞれ最新の行政情報が伝えられた。このミーティングでは質問もざっくばらんに聞くことができる。

事例9 ISO14001 の活用で省資源・省エネルギーに効果を上げている事例

1) 取り組み企業の概要

I 社
事業内容：電気回路部品の製造
従業員数：1,250 人
操業年：1974 年
工場立地場所：クアラルンプール西方 16km セランゴール州内の工業団地
日本側出資比率：100%

2) 取り組みの背景

I 社をはじめ、海外へ進出している系列工場の製品はヨーロッパをはじめ世界各国へ輸出されており、ブランド名は国際的に知名度が高い。日本本社は海外へ進出しているこれらの工場に対して環境対策の取り組みを指導しており、すべての工場が 1998 年度中に ISO14001 認証取得するように求めていた。また、マレーシア政府も環境への取り組みの強化を求めてきたのでこれに応える必要もあった。

I 社は 1997 年 11 月に ISO14001 の認証取得に向けた準備をスタートし、1998 年 12 月に取得した。工場は電子部品の組み立てが中心なので、工場排水、排ガスなどといった環境負荷要因はほとんどないが、ISO14001 による環境マネジメントシステムを有効に生かして原材料と電力使用量の削減に効果を上げている。

3) 取り組みの内容

a. 環境管理システムの構築

1997 年 11 月	日本からコンサルタントを招き、管理職層へ ISO14001 のコンセプト理解のための研修開始
1997 年 12 月	当時の環境マネジメントシステムの自主評価
1998 年 1 月	認証機関への申し込みと推進委員会の発足 環境方針発表 環境側面の課題抽出と目標設定 環境マネジメントシステムのドキュメント作成
1998 年 4 月	社内自主監査実施
1998 年 11 月	認証機関による監査
1998 年 12 月	認証取得

I 社の環境方針では、環境へ負荷を与える排出物が発生してからではなく、発生しないように元で対策を取ること、工場組織のすべてのレベルにおいて環境意識の啓蒙を継続的に行うことなど、環境対策で最も大切な基本的なことが明示されている。

環境側面の項目抽出では、各職場へ調査票を配り自分たちの周辺から洗い出しを行った。

b. 環境管理システムの成果と今後の目標

工場排水、有害廃棄物など環境へ直接負荷となるものはほとんど排出しないので、原材料であるプラスチック使用量の削減、電気使用量削減など間接的に環境負荷を低減する項目を目標として掲げた。各項目の 1998 年度、1999 年度の目標値への達成度は図表 2 - 3 - 8 のとおりである。

削減目標値の単位設定には工夫を凝らした。プラスチック使用量、製品の廃棄率及び電力使用量では製品 1 個当たりの数値とし、事務用紙使用量では 100 万個の売上当たりとし

た。なお、1999年度分は8月時点での成果である。事務用紙の単位1rimは500枚である。

図表2-3-8 I社の環境負荷低減の目標と達成度

項目	削減目標	1998年度	1999年度(8月まで)	達成度
プラスチック使用量の削減	5.0%	3.03%	6.06%	121%
製品の廃棄率削減	0.97%	1.02%	0.96%	101%
事務用紙使用量削減	14.5rims	15.3rims	12.0rims	121%
電力使用量削減	0.15kWh	0.19kWh	0.21kWh	71.4%
トリクロロエチレン使用	中止	3月末中止		

プラスチック使用量、製品の廃棄率及び事務用紙使用量はすでに1999年8月時点で目標を達成しており、残る電力使用量もすでに70%を達成しているので年度末である2000年3月末までには達成するとみられる。プラスチックは製造工程で発生するくずのリサイクル使用を進めており、現在はまだ一部だけであるがリサイクル率を上げることにより使用量はさらに削減できる。

脱脂工程で使っていたトリクロロエチレンはマレーシアでは、まだ使用が許されているが、日本本社の方針でI社では1998年3月に使用をやめた。

なお、2000年以降へ向けた新しい取り組みとして次の項目を計画している。

- ・スタンピングオイルの使用量削減
- ・有害化学物質の使用量削減
- ・金属スクラップ発生量削減
- ・環境負荷の低い接着剤の採用
- ・無鉛はんだの採用

鉛はんだについてはヨーロッパで削減への圧力が強く、日本本社の方針で2001年3月までに無鉛はんだに切り替える計画である。I社ではとりあえず、2000年9月までに鉛消費量を50%削減する計画である。鉛はんだの代替技術開発は現在本社とともに進めている。はんだを使わない接続技術の開発も行っている。

c. その他

廃棄物は汚れたウエスと廃油が発生する。これらはライセンスをもった運搬会社に引き取らせて、最終的にはマレーシア唯一の廃棄物最終処分会社であるクオリティ・アラム社へ処理を委託する。

第4節 その他の先進的な取り組み事例

進出日系企業はマレーシア政府から求められている環境対策以外にも様々な自主的な取り組みを行っている。
排水中のフッ素処理、トリクロロエチレン、重金属などが地下水へ漏出することのないように工場敷地内の地下水水質モニタリングの実施など規制を先取りした事例を紹介する。

事例 10 フッ素の排水規制を先取りした水処理をしている事例

1) 取り組み企業の概要

J社 事業内容：水晶発振子の製造販売 従業員数：2,100人 操業年：1979年 工場立地場所：クアラルンプール西方 20km のセラングール州内の工業団地 日本側出資比率：100%
--

2) 取り組みの背景

J社の製品は全世界シェアの 23%を占め、環境問題に敏感なヨーロッパ各国をはじめ世界中へ輸出されている。環境で問題を起こすことは経営上大きなダメージを受けるので万全の対策を取ることとしている。水晶片のエッチング工程でフッ素 (F) を使うので排水へフッ素化合物を含有するが、マレーシアではフッ素は排水基準項目に採用されていない。しかし、いずれは排水基準に設定されることを見越して対策を取ることとした。

3) 取り組みの内容

a. 排水処理

製造工程から、フッ素化合物、重金属、酸、アルカリそして研磨紛スラリー等を含有した排水が発生する。この排水に対してマレーシア政府から設定されている排水基準値は図表 2-4-1 に示すとおりである。この中でフッ素は設定されていないが、いずれ設定されることを先取りして自主的に決めたものである。この自主基準 8mg/liter は日本政府の基準値 15mg/liter より厳しい。マレーシア政府の基準値は日本政府の基準値より厳しく決められる傾向があるのであえて厳しい値を決めた。

図表 2-4-1 J社に設定されている排水基準値

(mg/liter)

項目	pH	F	BOD	COD	SS
基準値	5.8~8.6	8	50	100	100

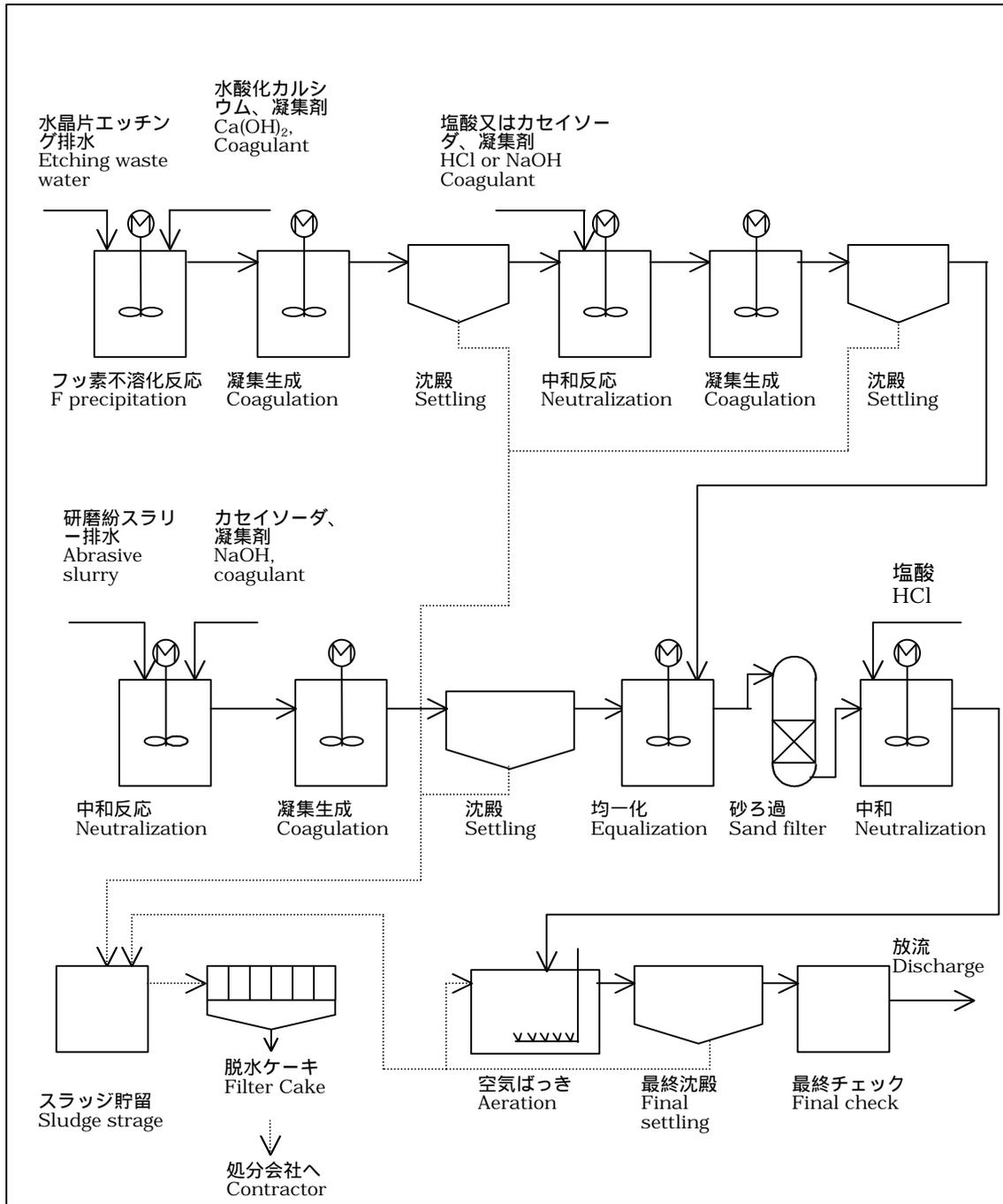
この基準値をクリアするため図表 2-4-2 に示す排水処理装置を設置した。排水は二つの系統から発生する。一つは水晶片のエッチング工程で、ここからの排水にフッ素化合物が含有している。もう一方は水晶片の切断と研磨工程で、ここからの排水は研磨紛を含有するスラリーである。

フッ素化合物含有排水はまず水酸化カルシウムを添加して、フッ素を水に溶けないふっ化カルシウムとする。微細なふっ化カルシウム結晶を凝集させるため凝集剤を添加して大きな凝集物へ成長させる。この凝集物を沈殿槽で沈殿分離して上澄水を得る。これは強いアルカリ性なので、塩酸を添加して中和する。中和により生成する凝集物をさらに沈殿分離し、さらに上澄水を得る。

一方、研磨紛を含有したスラリー状排水は凝集剤を添加して研磨分を凝集物とし、沈殿槽で沈殿分離する。この上澄水と先の上澄水をあわせて均一化して、砂ろ過を通して沈殿で取りきれなかった微細な凝集物を除去する。その後、有機物を微生物によって分解するため空気ばっきを行う。さらに、沈殿槽でスラッジを分離除去して処理水とし、最終的に pH をチェックしてから放流する。排水の水質はフッ素以外の項目については、1 ヶ月に 1

度政府登録の分析会社に測定してもらい、その結果を DOE へ報告している。現在、基準のすべての項目についてクリアしている。フッ素については近く分析を始める予定である。

図表 2 - 4 - 2 J 社の排水処理フロー



b. 廃棄物

製造工程から排水処理場のスラッジ、含油スラッジ、廃油、研磨紛スラリーなどの指定産業廃棄物が発生する。これらの廃棄物はマレーシア唯一の廃棄物最終処分会社であるクオリティ・アラム (Kualiti Alam, KA) 社が 1997 年にできるまでは工場敷地内に保管することが義務付けられていた。かつて、保管していた廃棄物の総量は 1400t にも達して工場内はあふれるようになった。KA 社が操業を開始してから、排水処理スラッジと研磨紛は埋立処分、含油スラッジは焼却処理を依頼した。その費用は、埋立処分は約 1,023 万円、焼却処分は 4,235 万円と大変な経済的負担を強いられた。なお、重金属を含有している排水スラッジは金属を回収するということでアメリカへ輸出したこともあったが現在は許可されない。

c. その他

排水以外に、騒音、ふっ酸・塩酸・硝酸・硫酸などの酸ヒューム放散、これら酸の大気環境と、オイルミスト、ダストについてもモニタリングしているがいずれも基準値をはるかに下回っている。

なお、ISO14001 認証取得については 2001 年 10 月を目標にして準備をスタートしている。

事例 11 イオン交換樹脂による6 価クロム除去と水のリサイクルを実施している事例

1) 取り組み企業の概要

K 社
事業内容：自動車部品の製造販売
従業員数：1,100 人
操業年：1983 年
工場立地場所：クアラルンプール南方 30km セランゴール州内の工業団地
日本側出資比率：81%

2) 取り組みの背景

K 社の製品はマレーシアの現地自動車メーカーへ納入されており、大きなシェアを占めている。マレーシア政府は工場排水への厳しい規制定めており、従来より環境対策には万全の注意を払っている。

金属表面の耐食性を高めるためのクロメート処理プロセスから出る排水は 6 価クロム (Cr^{6+}) を含有している。これをマレーシア政府が定めた厳しい基準値まで処理するため、かつては排水処理設備で通常の還元処理していたが、生産量が増えて処理が追いつかなくなった。また、排水処理場で発生する多量のスラッジに少しでも 6 価クロムが混じると、マレーシア唯一の最終処分会社クオリティ・アラム (Kualiti Alam, KA) 社へ委託しているスラッジの最終処分費用が 3 倍以上に跳ね上がる。そこで、6 価クロムの完全な処理を行うため、クロム処理のスラッジを他のスラッジと分離するためイオン交換樹脂法を導入した。

3) 取り組みの内容

a. 排水処理

工場では大きく分けて二つの系統で排水が発生する。塗装工程の塗料かすを含有した排水と金属表面処理工程の酸・アルカリ排水である。後者の系統でクロム排水が発生する。これらの排水を河川へ放流するためには、マレーシア政府の定めた、図表 2 - 4 - 3 に示す厳しい A 基準値をクリアしなければならない。

図表 2 - 4 - 3 K 社に設定されている排水基準値

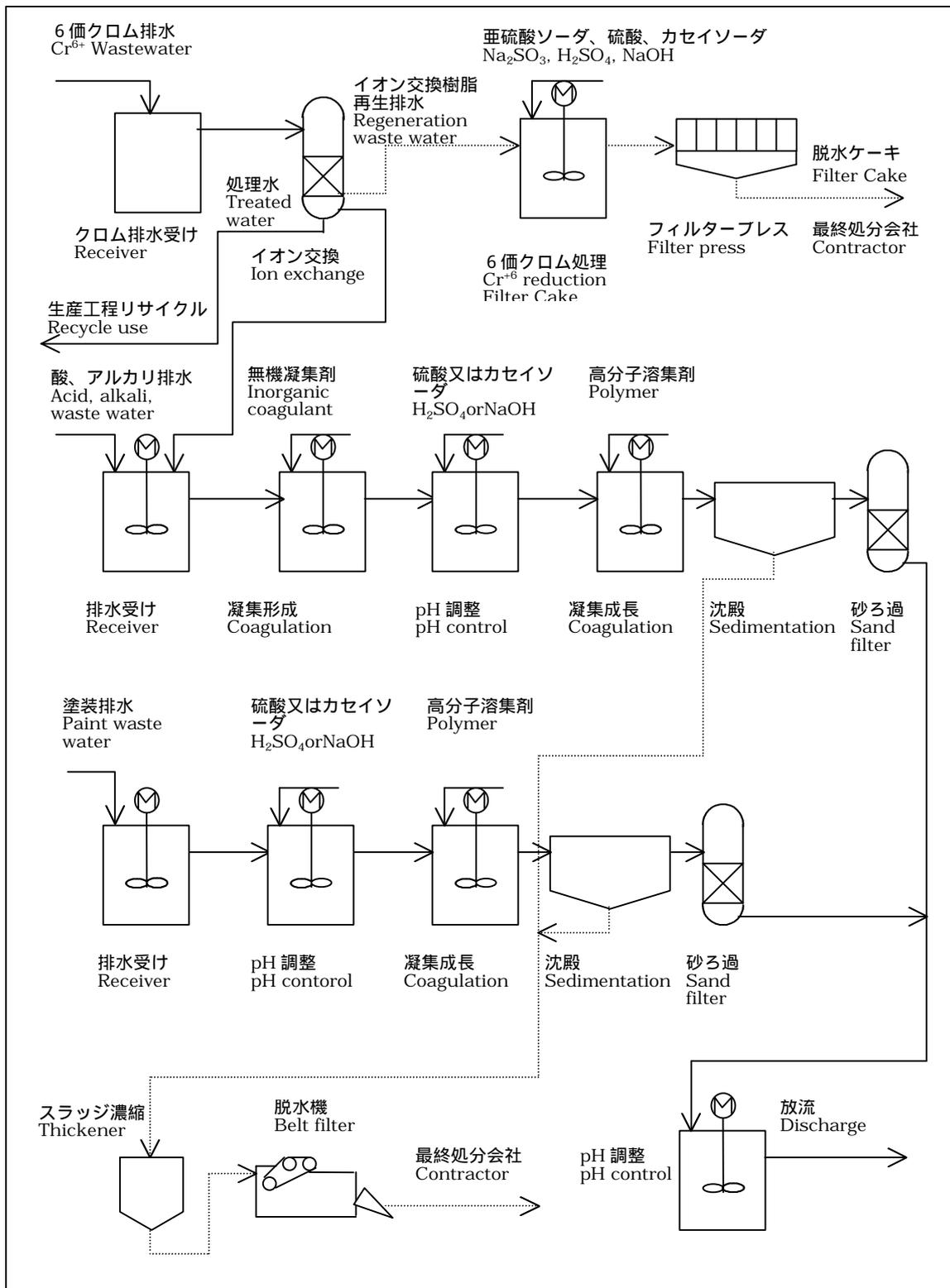
項目	pH	COD	F	Cu	Fe	Zn	Pb	T-Cr	Cr^{6+}
基準値	6~9	50	15	0.2	1	1	0.1	0.2	0.05

6 価クロムの基準値 0.05mg/liter は日本政府の基準値 0.5 mg/liter の 1/10 の厳しさである。基準値の中でフッ素 (F) はマレーシア政府の基準値にはないが、DOE セランゴール州事務所から口頭指導されているものである。これらの基準値をクリアするため図表 2 - 4 - 4 に示す排水処理装置を設置した。

6 価クロムを含有した排水はイオン交換樹脂を通過させて 6 価クロムを樹脂に吸着させる。6 価クロムを除去した排水はリサイクルされて生産工程にて再利用される。6 価クロムを吸着させる樹脂には寿命があり、一定量を吸着したものを薬品で洗い出して再生しなければならない。再生する時排出される濃厚な 6 価クロム溶液を処理槽に受けて、亜硫酸ソーダを還元剤として加え、硫酸とカセイソーダで pH をコントロールしながら無害な 3 価クロムに還元する。3 価クロムは水酸化化合物として沈殿させて分別、スラッジとして排出される。この還元反応はバッチ作業で行えるので、反応の制御を正確に行うことができる。

なお、イオン交換樹脂は日系の水処理薬品会社から購入している。
 一方、塗装工程から発生する排水は、pH調整をして凝集剤を添加して浮遊物を凝集物と

図表2-4-4 K社の排水処理フロー



して沈殿分離する。沈殿で取りきれなかった微細な有機浮遊物を砂ろ過を通して分離除去してから先の酸・アルカリ排水の処理水とあわせて pH をチェックしてから放流する。

砂ろ過は以前は 1 塔だけだったが処理量が増えて浮遊物を取りきれなくなり、1997 年に 2 塔へ増設した。また、放流前の pH チェック槽は放流水の水質管理を徹底するため 1998 年に増設した。この処理設備は日系の排水処理設備会社に依頼した。

放流水の水質は毎日社内のラボで分析して管理しているが、1 ヶ月に 1 度政府登録の分析会社に測定を依頼している。6 価クロムは年間の最大値でも 0.01mg/liter と基準値を大幅に下回っている。DOE から口頭指導を受けているフッ素についても最大で 1.05mg/liter とこれも基準値を大きくクリアしている。その他の項目はすべて基準値をクリアしている。

b. 廃棄物

6 価クロムの還元反応と排水処理で発生する沈殿スラッジが廃棄物として発生する。還元反応で発生する 3 価クロム含有のスラッジはそのままドラム缶に入れて KA 社へ最終処分を依頼する。このスラッジはクロムの含有量が多いので日本ではリサイクルする会社があるが、マレーシアでは KA 社以外へ搬出することが認められない。また、排水処理の沈殿スラッジは脱水機で脱水した後に同じく KA 社へ最終処分を依頼する。

最終処分の費用が日本の 2～3 倍と高いので、少しでもスラッジの重量を減らすため、電気乾燥機を導入、含水率 80%を 40%まで減らすことができた。電気代が日本の約 2 分の 1 と安いことと、スラッジの処分費用が高いので、乾燥に電気を使ってもメリットがある。

その他の指定産業廃棄物として、ハンダかす、ソルベント、廃オイル、クーラント、塗料かすなどが発生する。ハンダかすとソルベントはリサイクル会社が引き取っていくが、他の廃棄物は KA 社へ処理を依頼する。

KA 社が 1998 年に操業開始するまでは、これらの指定産業廃棄物を工場敷地内に保管することを義務付けられていた。10 年間以上にわたり 414t にも達し、工場内が廃棄物でいっぱいになった。1998 年にこれらの廃棄物を一挙に処理依頼したので処理費用は 1,000 万円を超えた。

c. 環境管理システムの構築

2000 年 1 月に ISO14001 の認証取得を申請する準備を進めている。顧客から認証取得を求められることはないが、現在の環境管理システムの体系化や業務を標準化する上で役に立つと考えている。

認証取得の準備は 1998 年 12 月に環境方針を発表して、ISO14001 環境管理チームを発足させた時に始まった。このチームはマレーシア人の環境管理責任者をリーダーとして、15 人全員がマレーシア人のメンバーで構成されている。このリーダーは ISO14001 取得のために経験者を採用した。また排水処理設備の運転担当者の 2 人は ISO 推進の専任としている。そして、準備作業を指導してもらうためイギリス系のコンサルタントを使っている。チームには 11 のセクションから一人ずつ代表者が参加している。

ISO14001 で環境改善のターゲットとしているのは、油汚れウエス発生量の削減、化学薬品の漏れ防止、排水処理で発生するスラッジの削減、騒音の削減などである。

事例 12 地下水汚染の未然防止に向けて定期的なモニタリングをしている事例

1) 取り組み企業の概要

L 社
事業内容：エアコン、扇風機、冷蔵庫等の家電製品製造
従業員数：750 人
操業年：1991 年
工場立地場所：クアラルンプール西方 30km セランゴール州内の工業団地
日本側出資比率：43.1%

2) 取り組みの背景

L 社のマレーシアへ進出は 1965 年ですでに 34 年の歴史があり、進出した日系企業の最初であった。マレーシアの産業発展に寄与した功績で L 社の創業者が勲章を授与されるなどマレーシア政府からの信頼は厚い。この信頼に応えるため、環境関係でも模範企業たるべく先進的に取り組んでおり、ISO14001 の認証取得はマレーシアで最初であった。

L 社の工場はそれぞれ離れた土地に建設された 4 つの工場からなり、この事例の工場はその一つで、1991 年の開設と一番新しい。工場には製品の塗装工程があり、前処理で重金属を含有した排水が発生する。工場建設の地層調査で地盤沈下の恐れがわかり、排水処理場付近で排水パイプが損傷を受けた場合、地下水への重金属浸透が危惧された。そこで、万一に備え排水処理場周辺の地下水の重金属汚染モニタリングを自主的に行うこととした。

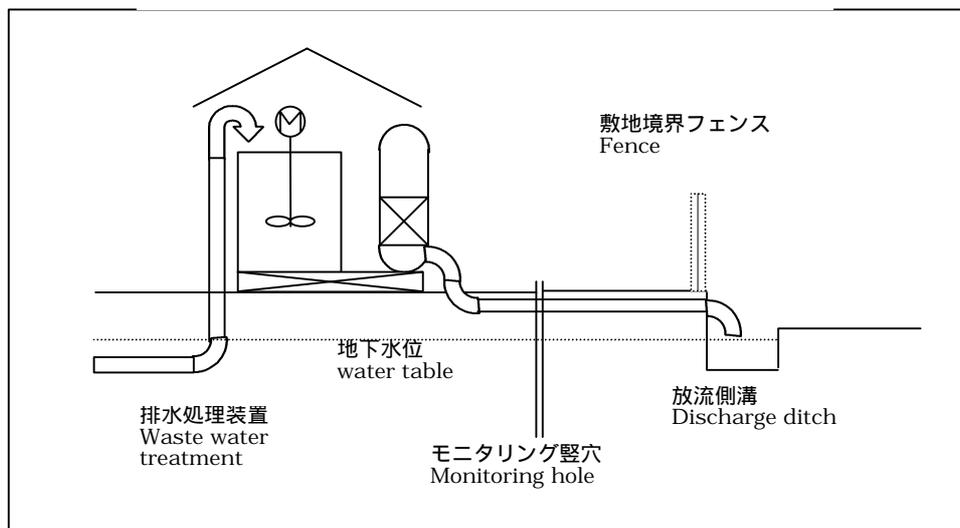
3) 取り組みの内容

a. 地下水モニタリング

製品の塗装の前処理としてリン酸亜鉛被膜処理の工程があり、そこで亜鉛などの重金属を含有した排水が発生する。この排水は図表 2 - 4 - 5 に示すように、排水処理装置へ集められ、基準値をクリアするように処理してから工場敷地外の側溝へ放流される。地盤沈下により排水パイプが損傷を受けたり、排水を受けるタンクが漏れたりした時に、重金属が地下水へ浸透する恐れがある。地下水の水位が高いため万一地下水に重金属が浸透すると工場敷地外の側溝へ流れ出ることが危惧された。

地下水の重金属をモニタリングするためにモニタリング用竖穴を排水処理装置と敷地境

図表 2 - 4 - 5 L 社の地下水モニタリングの仕組み



界の間に約 7m 間隔で 3 ヶ所設置した。この竖穴は直径 15cm、深さ 6m で、地表から約 1.5m の位置に地下水の水面が存在する。1 ヶ月に 1 度この竖穴から地下水をサンプリングして重金属分析を行い、地下への浸透がないことを確認している。万一浸透の兆しが見られた時には直ちに対策を取り大事に至らないようにする。1991 年の操業開始以来モニタリングを続けているが重金属浸透の兆候は一度もない。今後、設備が古くなるといろいろ損傷も発生しやすくなるのでこのモニタリングの重要性が増す。

b. 排水処理

工場排水の放流基準は B 基準値が設定されており、この基準値をクリアするために図表 2-4-6 に示す排水処理装置を設置した。均一化槽に受け入れた排水は最初は無機凝集剤を添加されて水に溶けない重金属水酸化物の凝集物を生成させる。次に、高分子凝集剤を添加して凝集物を大きく成長させ、沈殿槽で上澄水と沈殿物に分離する。上澄水は pH 調整した後、砂ろ過を通して沈殿で取りきれなかった微細浮遊物を除去する。そして、活性炭吸着塔を通して COD の原因となる有機物を吸着除去する。活性炭吸着塔は 3 基設置され、1 基は予備として飽和吸着となった塔の活性炭交換中も基準値をクリアする水質としている。活性炭処理水はいったんタンクに貯留され、連続 pH 記録計により pH を記録しながら放流される。記録されている pH の推移を監視することにより、pH が基準範囲を超える前に有効な対策を取ることができる。

放流水の水質は 1 ヶ月に 1 度、B 基準に定められた 22 項目すべてについて、分析会社へ依頼して測定して DOE へ報告している。現在すべての項目が基準値をクリアしている。

c. 廃棄物

廃棄物は排水処理場で発生する脱水スラッジが 4~5t/月と大部分を占める。これは指定産業廃棄物に分類されるのでマレーシア唯一の最終処分会社クオリティ・アラム社へ処分を依頼しなければならない。この処分費用が高いので、少しでも重量を減らすため乾燥機を導入した。熱源は電気を使うもので、含水率 80%の脱水スラッジを 40%程度まで乾燥することができる。乾燥機から出る排ガスは臭気を有するのでスクラバーで水洗浄してから大気へ放散している。ここで使う洗浄水は排水処理水で、洗浄後は再び排水受け槽へ戻して循環使用される。

d. 環境管理システムの構築

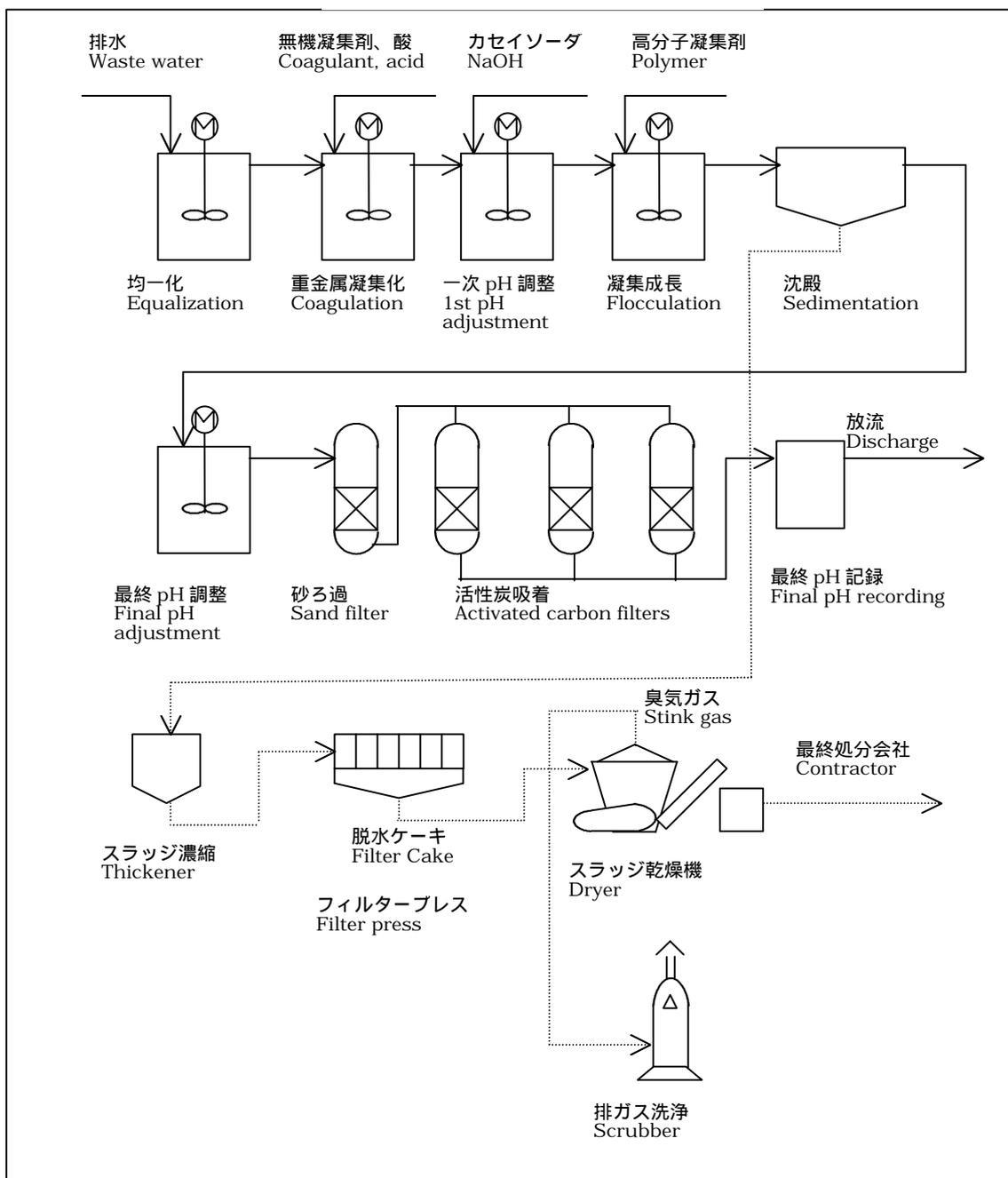
ISO14001 の認証取得へ向けた活動は早く、1995 年 9 月に勉強会をスタートした。マレーシアで一番に取得するとの意気込みであった。1996 年 12 月に予定通りマレーシアで最初に認証を取得した。その後は、他のグループ会社へ環境マネジメントに関する情報を伝えたり、具体的な認証取得方法を指導するなど協力し、現在はマレーシア国内のグループ企業 22 社すべてが認証取得済みである。

ISO14001 のターゲットは省電力へ向けた製品開発である。1998 年 5 月には 30%の省電力を達成した冷蔵庫の生産、同年 6 月には 20%省電力のシャワーの生産など成果を上げている。認証取得を継続的な改善・改良へ生かしていくことが今後の課題である。

e. その他

環境関連の法律の情報収集は、マレーシア工業連盟、マレーシア商工会などの業界団体を通じて行う。マレーシア政府が法律を作る時にこれらの業界団体から意見をヒアリングしている。

図表 2 - 4 - 6 L 社の排水処理フロー



事例 13 生活排水処理へ先進技術の導入を進めている事例

1) 取り組み企業の概要

M 社
事業内容：光学機械の製造・販売
従業員数：2,369 人
操業年：1974 年
工場立地場所：クアラルンプール西方 16km セランゴール州内の工業団地
日本側出資比率：100%

2) 取り組みの背景

M 社のマレーシアへの進出は早くすでに 25 年以上の歴史がある。この工業団地はマレーシア工業開発庁が開発したものである。工場建設当時はまだ周辺は田園地帯であったが、現在はクアラルンプール中心から近いこともあって住宅・商業地域となっている。人口の増加とともに河川の汚染が進み、DOE はこれ以上の環境悪化を防ぐため排水基準を守るように指導を強めている。

M 社工場は組み立て作業中心なので工場排水は発生しないが、従業員が増えたこともあり多量の生活排水が発生するようになった。排水処理は簡便な腐敗槽方式で行っている。放流水へ設定されている水質基準は B ランクの比較的ゆるいものであるがこの基準もクリアできなくなってきた。また、同社は 1998 年 7 月にすでに ISO14001 の認証を取得しているが、解決すべき大きな課題が生活排水の基準値オーバーであることが浮かび上がってきた。そこで、最新の排水処理装置の設置を進めることにした。この装置は 1998 年 7 月に開港した新国際空港でも採用されている信頼できるものである。

なお、この工場生産される製品は全世界へ出荷されている。

3) 取り組みの内容

a. 排水処理

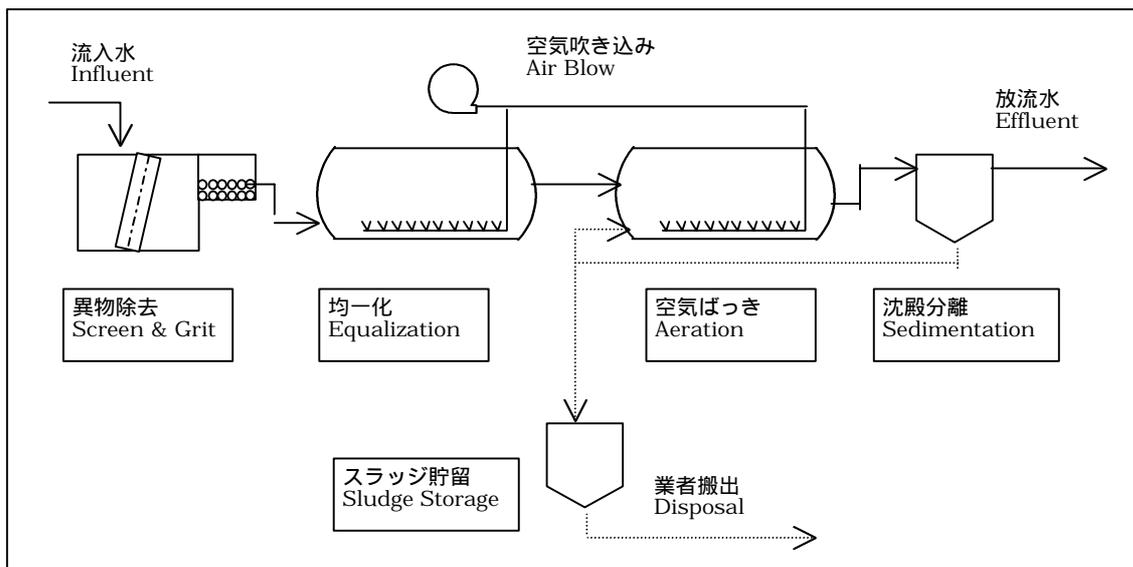
M 社へ設定されている排水基準値は図表 2 - 4 - 7 に示すとおりである。この基準値は水道の取水口より下流へ放流する場合に適用される B 基準で、上流へ放流する場合の A 基準に比べてゆるいものである。しかし、現在使っている簡便な腐敗槽方式の排水処理では BOD、COD とともにクリアしていない。腐敗槽の砂利を交換するなど、いろいろと試みたが効果がなかった。DOE へは 2000 年 1 月末までに排水処理装置を改善する計画を提出することで猶予を得ている。

図表 2 - 4 - 7 M 社に設定されている排水基準値

項目	温度	pH	BOD	COD	SS	油分
基準値	40	5.5-9.9	50	100	100	10.0

そこで、図表 2 - 4 - 8 に示す最新式の排水処理装置を設置することとした。受け入れた流入水はスクリーンと小石層を通してビニール袋などの異物を除去し、空気をばっきしているタンクで一時貯留して水質の均一化を図る。次に、同じく空気をばっきしている活性汚泥処理槽で微生物による有機物分解を行う。そして、沈殿槽でスラッジを沈殿分離して、上澄水を処理水として放流する。スラッジの一部は再び活性汚泥処理槽へ戻され、微生物分解に使われる。活性汚泥処理槽内のスラッジ量をいつも一定に保持する必要があり、こ

図表 2 - 4 - 8 M 社の生活排水処理計画



のコントロールにトレーニングを受けた運転専任者がいなければならない。余剰となったスラッジは貯留タンクにためられて定期的に処理会社へ搬出を依頼する。

この装置は空気ばきをタンクの中で行う特徴を有している。コンクリート製の大きなばき槽を作るより建設費が安くつく。また、ばき後の空気は活性汚泥特有の臭気を持っているが、タンクの出口で脱臭処理を容易にできるメリットもある。この装置は処理水質を A 基準以下までにすることを保証するといわれている。日本の浄化槽メーカーの技術提携で現地の会社が作り、建設費用は邦貨で 2,000 万円程度である。

b. 環境管理システムの構築

ISO14001 の認証取得の準備は 1997 年 2 月にスタートし、1998 年 8 月に取得した。この認証取得の推進には、別の日系企業で経験を蓄積したマレーシア人を担当者として当たらせた。彼を中心として、環境管理システムを構築し、環境方針を決め、環境目標と目的を絞り込んだ。

もともと組み立て作業が中心の工場なので、工場排水、排ガス、有害廃棄物は発生しない。そのため環境負荷削減の絞り込みには工夫を要した。例えば、大気への汚染物質削減では、搬送のため入ってくるトラック便数を減らす、アイドリングを止めるなどで実現を目指している。そして、かねてより懸案となっていた生活排水の基準値遵守へは最新の排水処理装置で対応することにした。また、廃棄物削減目標は 1998 年ベースで 1999 年には 5%削減とした。そして、日本から搬入される部品に塗ってある防錆油を洗浄するために使っている代替フロン溶剤を早期に他の洗浄方法へ変える検討をメーカーと進めている。

マレーシア人の ISO14001 推進責任者から提起されている課題が日系企業としてはユニークである。会社トップと中間管理職が環境管理の認識が十分でない、従業員の環境管理システムへの理解が十分でない、廃棄物を分別せずに捨てる - などを彼は課題としてとらえ、次の解決策を提案している。社長自らがトップダウンで中間管理職へ環境配慮の大切さを認識させる、環境管理システムをうまく運営している会社へ見学に行く、などである。

このマレーシア人が果たしている役割を見ると、マレーシアでは環境管理の専門家が育っており、またその育成に日系企業が寄与していることがわかる。