

開発途上国におけるクリーナープロダクションの促進に関する研究 (I)

Promotion of Cleaner Production in Developing Countries

大久保 聡美*

桜井 国俊*

Satomi OHKUBO, Kunitoshi SAKURAI

ABSTRACT; Importance of cleaner production (CP) as a measure for sustainable industrial development is increasingly recognized worldwide and it is urgently requested to clarify the promoting and inhibiting factors for CP so that appropriate industrial and environmental policies would be adopted in developing countries for the promotion of CP. With the aim of clarifying the background of CP introduction in Japanese industries, detailed case studies were carried out for four enterprises in Chiba Prefecture. Through the case studies, stringent enforcement of environmental regulations and possibility of cost saving were identified as the two major driving forces of CP. This finding was compared with the findings of a comparative study on CP introduction in ten Asian countries and it was concluded that weak enforcement of environmental regulations was one of the most important inhibiting factors for CP introduction in developing countries.

KEYWORDS; cleaner production, sustainable industrial development, developing country

1. はじめに

地球サミットを契機に、持続可能な工業化の方策としてクリーナープロダクション (CP) の重要性についての認識が世界中で高まっており、いかなる産業政策・環境政策がCPの開発・導入を促進するのか、あるいは阻害するのかを解明し、それを政策に反映させてCPを実現していくことが先進国・途上国ともに急務になっている。そこで本研究では、開発途上国におけるCP促進にかかる研究の第一段階として、千葉県下で製造工程の低公害化 (CP) に取り組んでいる企業を溶融亜鉛メッキ業、電気メッキ業、石油化学業、電気業からそれぞれ一企業ずつ選び、取り組みの背景、動機、導入メカニズムを聞き取り調査し分析することによって、日本におけるCP促進にかかる社会経済条件や環境・産業行政の枠組みを明らかにした。次いで、APO (アジア生産性機構) が現在行っているアジア10ヶ国におけるCPの事例研究の結果と対比し、日本の経験から得たCP促進要因が開発途上国にいかに関適用可能かについて検討を行った。

2. CPとは

CP (Cleaner Production) とは、人間ならびに環境に対するリスクを減らすために、生産工程ならびに製品について、総合的な予防環境戦略を継続的に実施することである。製造工程については、CPは、原料・エネルギーの節約、有害原材料の回避、排出される排気・排水・廃棄物の量と有害性の削減を意味し、製品については、製品のライフサイクル (原材料採掘から輸送、加工、販売、使用、再利用を経て廃棄まで) を通じてマイナスの影響を減少させることを意味する。具体的にはCPには、整理整頓等の費用ゼロあるいは

*東京大学工学部都市工学科 Department of Urban Engineering, The University of Tokyo

は低費用の改善、工程変更、素材・原材料の代替、新技術投資、製品の再設計などがある。CPの反対概念としてEOP（End-of-Pipe）技術がある。これは、排気・排水・廃棄物が発生したのちに処理するという事後対策的な環境保全技術のことをいう。

3. 事例研究から得た日本におけるCPの促進要因

3. 1 A社（熔融亜鉛メッキ業）のCP概要とCP導入理由

A社は資本金2億円、従業員150人の中小企業である。導入しているCP対策は、廃酸の廃棄基準の引き上げ（鉄分濃度80g/lで廃棄していたものを100g/lで廃棄）と間接加熱（蒸気管、弗素樹脂熱交換器の設置）による硫酸液の増量防止が挙げられる。ここで用いられた技術は、前者に関しては現場の経験から、後者に関しては日頃出入りしている業者を通じて入手した。これらの対策により廃酸量を削減できるので廃酸の処理費用（外注処理費用）を節約できる。表1にCPのメリットと経済効果を記す。

表1 A社のCPメリットと経済効果

CP	効果	定量的効果	節約費用
廃棄基準引き上げ 投資額：なし	廃酸量削減	約60m ³ /月	1140千円/月 外注処理費削減
	原料（硫酸）節約 酸洗抑制剤の節約	6～9m ³ /月 数十kg/月	90～135千円/月 数千円～数万円/月
			計120～130万円/月の節約
間接加熱による 硫酸液増量防止 投資額：500万円	廃酸量の削減	90m ³ /月	1710千円/月
	硫酸の節約	13m ³ /月	195千円/月
			計約190万円/月の節約

両方の対策を合わせた節約費用は約300万円/月になる。このようにA社では、原材料節約と廃棄物処理費用の削減が主たるCP導入理由となっている。

3. 2 B社（電気メッキ業）のCP概要とCP導入理由

B社は資本金5000万円、従業員50人の中小企業で、工業団地で操業しており、排水処理は共同処理している。共同処理の対象はシアン系排水、ニッケル系排水、雑排水であり、B社の負担投資額は9000万円である。CPは、シアン系とニッケル系の排水処理である。シアン系排水処理では電析とイオン交換樹脂を、ニッケル系ではイオン交換樹脂を用いている。CP技術の導入理由は、シアン系の電析については、規制ができた、汚泥量を削減できる、汚泥を有効利用できるなどが挙げられ、イオン交換樹脂に関しては、節水が可能である、処理装置を小さくできる、維持管理が容易である等がある。ニッケルに関しては、ニッケルの団地内再利用ができ原材料（硫酸ニッケル）の節約につながるためである。また、これらのCP技術が導入可能だった背景には、排水処理機器メーカーが新規制の導入時に対応技術の売り込みに訪れ技術情報が存在していたことがある。表2にCP技術のメリットと必要経費を挙げる。

表2 B社のCPメリットと必要経費

CP	メリット	投資額	維持管理費
シアン系 電析	汚泥量を他の方法で処理するときの1/20にできる 汚泥（金属銅）の有効利用	共同処理 B社負担総額 9000万	電気代+ポンプ代 =約1万3千円/月
イオン 交換樹脂	水使用量を1/10に削減 処理装置の軽減 →必要土地面積と経費の削減	自己処理 500万	ポンプ代+薬品代 =約1万～1.5万円/月
ニッケル系 イオン交換樹脂	原材料費（硫酸ニッケル）の節約→約30万円/月節約可能	共同処理	ポンプ代+薬品代 =約10万円/月

B社で最も大きなCP導入理由となったのは、環境規制の存在である。規制なしには処理そのものが行われなかった。そしてこの規制を最も効率よく安価に満たせる設備として、上記のCPが導入された。

3.3 C社（石油化学業）のCP概要とCP導入理由

C社は、資本金327億円、従業員数約500名の中堅の石油化学会社である。この会社で導入しているCPは、1990年からはじめた「廃棄物削減計画」の中で行われた工程の改善・合理化、輸送工程のトラブル防止、混合廃棄物の分別強化などである。ここで用いられた技術は、現場の作業員の知恵によるものである。CPの導入理由は、県と締結している公害防止協定で埋立量が制限されていること、埋立地が年々不足しており、それに伴って廃棄物処理単価が高騰していること、廃棄物処理費用を削減させること、歩留り・生産性を向上させることなどが挙げられるが、最も影響を与えたものは協定と費用削減である。これらの対策のメリットには以下のものがある。

1) 廃棄物量の削減

計画スタート前の廃プラスチック発生量 910 t/年 → 計画3年目 640 t/年
270 t/年の削減は対策前に設定した削減目標に対し90%の達成率

2) 廃棄物処理費用の削減

CP導入による廃棄物処理費用の削減 約700万円/年

3) 収率の向上、それに伴う収益の増加

収率向上による製品売上の増加約2870万円/年（この一部が収率向上による収益増となる）

4) 設備合理化による人手の削減（漏れ等が減少し掃除をする手間が省ける等）

5) 企業のイメージアップ

3.4 D社（電気業）の火力発電所におけるCP概要とCP導入理由

D社は資本金6704億円、従業員数約4万人の大企業である。D社の火力発電所におけるCPには、低硫黄・良質燃料の使用、NO_x対策の燃焼法の改善及び炉内脱硝の採用、コンバインドサイクル・リパワリングの採用による発電効率の向上等がある。CPの導入理由としては、規制及び公害防止協定の遵守、社会的背景の変化（例えば、オイルショック等の貿易条件の変化により省資源・省エネルギーが要請される）、経済性の追求、地球環境（おもにCO₂による地球温暖化）に対する配慮、企業の社会的イメージの向上等が挙げられる。D社は地域独占企業であるため場合によってはコストを料金に転嫁できるので、他の業種と異なりコスト削減は主要動機となっていないようである。CP導入が比較的容易だった背景として資金調達に問題がないことも挙げられる。技術はメーカーとの共同開発・委託研究がほとんどである。CP導入のメリットは、SO_x、NO_x、煤塵の排出量が減少する、熱効率の向上により燃料が節約できる等がある。

3.5 事例研究から明らかとなった日本におけるCP促進要因

以上の事例研究を行った結果、CPの促進要因として表3に挙げるようなものがあることが明らかになった。この中で、CP促進の最も大きな原動力となったものは、環境規制・公害防止協定の存在である。これなしには、企業は環境対策実施の最大の動機を欠くこととなるので、規制は前提条件である。中小企業は、大企業ほど企業の社会的イメージを重要視しないので、規制が特に重要である。企業イメージを重視する大企業では、規制がなくても環境に積極的に取り組む場合がある。次に大きな促進要因は、経済的要因である。企業は競争力を維持し収益を上げるため、常に費用削減に取り組む必要があり、環境負荷を削減できる一方費用節約にもつながるという経済的動機（特に費用削減動機）は、CP導入の主要な背景となっていた。他の要因としては、中小企業に対する専門メーカーによる環境情報の提供や資金源の存在、企業トップの姿勢などがあるが、規制と経済的要因がもっとも重要なCP促進要因である。

4. 阻害要因

定性的ではあるが、事例研究を通じてCPの阻害要因として下記のものが明らかになった。

表3 CP促進要因

要因	詳細
規制的要因	環境規制諸法の制定・厳格な適用、公害防止協定
経済的要因	EOP処理施設の維持管理費の負担増 水、エネルギー・原材料の価格上昇 産業廃棄物の適正処理費用・外部委託費用の高騰 生産性の向上
その他	技術を持たない中小企業に対する専門メーカーの環境情報の提供 プロセス変更等のCP導入に伴う資金ソースの存在 EOP施設の設置空間不足 社会的要請（地球環境へのマスコミ・世論の圧力） 企業トップの姿勢

(1) 大気、水、廃棄物のように規制がメディア別になっているため、それぞれのメディアで決められた基準さえ守ればよいということになり、しばしば汚染物質を他のメディアに移動するだけとなる。また、複数メディアにまたがる汚染現象への対応がとりにくい。

(2) 中小企業では、内発的な改善の人材、メカニズムが充分でないため、外部からCP技術を持ちかけられないとCPが進まない。

(3) 円高などにより燃料や資源の値段が相対的に安くなると、省資源・省エネルギーの緊急性がなくなる。

(4) 一般廃棄物（一般家庭等から出るゴミ）の処理費用・再生のための回収費用は、おおむね市町村の一般財源で賄われている。逆に言えば消費者は、排出する量に応じて処理料金を負担する 경우가少なく、事業者も再生資源の回収・利用のための費用を負担することが少ないので、廃棄物処理費用が意識されず、ゴミになりにくい製品の製造・流通を選択したり、無駄な消費を見直す動機が働きにくい。

(5) CPの促進には、自由な競争があることが大事であり（競争がないと生産性を高めようという動機が働かない）、地域独占やカルテルはCP促進の観点からはマイナスになる。

(6) EOPの公害防止施設には減価償却を加速できるなど税制面で優遇措置があるが、CPにつながる生産工程の改善投資にはそれがない。このため、EOPの方にドライブがかかってしまい、CPが進まない。

(7) 革新の速くない産業においては横並びの意識が強く、ほか並みにやればよいということでプロセスの近代化や合理化への取り組みが弱い。

(8) 大企業の下請けの中小企業の場合、中間製品を作っているので、その環境行動に問題があっても消費者のボイコットにつながるものが少ない。

(9) CPに準ずるものとして他社リサイクル、廃棄物交換制度があるが、半導体産業のように廃棄物を見ると原料として何を使っているかが分かってしまい企業秘密がもれる場合がある。そうした場合、企業秘密が廃棄物情報の流通や廃棄物交換制度促進の阻害要因になり得る。

(10) 日本では環境にやさしい商品の選択的購買を可能にする消費者用の情報サービスが十分でない。

5. アジア諸国におけるCP導入の可能性

アジアの10ヶ国におけるCPの促進要因・阻害要因についての共同研究から、いくつか貴重な知見が得られつつある。それを千葉県下企業を通じて見た日本におけるCPの促進要因・阻害要因と対比しつつ以下に検討する。

アジアの多くの国では、工業汚染のかなりの部分が中小企業によってもたらされているが、中小企業の主体的能力は財政面・人材面で大きな制約があり、CPの適用は決して容易でない。加えて企業にCPの積極

的導入を求める外的条件の方も極めて不備である。日本の場合、中央・地方の環境行政の手で、環境規制諸法の制定とその厳格な適用がなされ、また行政と個別企業との間で締結された公害防止協定の存在が極めて大きな促進要因となったことは既に見た通りであるが、途上国においては概ね法の執行能力が弱い。このため、CPへのドライブがかかりにくくなっている。例えば、EOPの排気・排水処理施設の運転維持管理費がCPのそれより高いときや、産業廃棄物の適正処理費用が高騰したとき、一般的には市場メカニズムが働きCPが進むのだが、規制を守らせる力が弱いと、企業が不法投棄などで対応してしまう事例が少なくない。従って、人材や組織面で法の執行能力を強化するとともに、直ちにはそれが達成しがたい現状にあっては、途上国の執行能力を考慮した環境規制法の確立が必要であり、先進国の法体系の模倣は避けるべきである。

途上国でも、近年環境規制は徐々に強まりつつあり、特に新興工業諸国にそれが言えCP導入の促進につながるような状況が生まれつつある。一方、CP導入への阻害要因が引き続き大きく立ちはだかっている国々も見受けられる。以下にアジアのいくつかの国におけるCP導入の可能性について検討する。

5. 1 香港の場合

香港では、超過密社会であることを反映して、ほとんどの中小企業は雑居ビルのなかで生産活動を行っている。従って排水処理施設を設置するスペースすらなく、環境規制が強まる中で、生産工程の改善で対応するCPに関心が高まり得る素地がある。例えばメッキ産業の場合、5万米ドル程度の投資でイオン交換樹脂による金属回収装置を設置し、工程のCP化を図り、狭いスペースで環境規制に対応している事例がある。しかしその一方で、中小企業主は多くの場合生産・販売・経理のすべてを一人で取り仕切り、排気・排水処理やCPについての関心・知識は極めて乏しいという現実がある。日本の場合には、技術を持たない中小企業に対する専門メーカーによる環境情報・技術情報の提供がこのギャップを埋めているが、途上国ではこうした専門メーカーは希である。従って、このギャップを意識的に埋めていく情報提供・技術アドバイス機能、さらにはCPの促進に資する法制度・財政制度の整備等も担うCP促進センターのようなものの設置が不可欠である。センターの候補としては、企業サイドに立ち、生産性の向上と環境への負荷の削減を同時に追求している香港生産性機構などが考えられよう。

5. 2 インド・中国の場合

インドでは、メッキ産業の平均資本金規模は約5千米ドルであり、香港と異なりイオン交換樹脂による金属回収は高嶺の花である。また、日本の産業排水のCOD削減に大きく寄与したパルプ・紙製造業におけるCP技術（黒液回収等）は、大規模の工場において始めて規模の利益が生じ得る技術であり、小規模の工場を多く抱えるインドや中国ではその適用は難しい。またインドや中国のパルプ・紙製造業は、稲藁・麦藁・砂糖黍かす・木綿リントーなどの農業廃棄物を原材料とするものが主であり、木材を原材料とするわが国のパルプ・紙製造業の経験・技術はそのままでは適用できない。インド・中国などの途上国にとって、繊維産業は外貨を獲得する上で、また雇用を創出する上で極めて重要な産業である。この産業による環境負荷を減少させるには、人工染料ではなく天然染料を使用するのが望ましいが、消費者にとっては人工染料の鮮やかな色の方が魅力的であることが多く、その結果市場での競争力がある。天然染料の競争力を高めるには、環境教育等を通じて、途上国・先進国での消費者の行動を変えていくことが必要となる。

5. 3 シンガポールの場合

シンガポールは小さな島国であり、廃棄物を埋め立てる場所が極度に乏しいため、廃棄物の減量に最大の努力を払っている。こうしたシンガポールで建設業がいま廃棄物減量の大きな標的となりつつあり、コンクリートパネルの使い捨てなどが見直されるようになってきている。これに対しインドでは、用地制約はないものの経済水準が極度に低いため、建設廃棄物中の鉄筋、煉瓦などはスキベンジャーなどによって回収しつくされ、あとに残った不用物も低地の埋め戻しに使用されるなど再利用が徹底している。建設廃棄物が生じ、その再利用による減量の努力を建設業が払うことが必要となってくるのは、一定の経済水準に達した豊

かな社会で、かつ埋立用地が極度に不足している場合である。

5. 4 韓国の場合

韓国の場合は、新興工業国の一つとして、産業界の大きな関心事は国際市場において韓国産業の競争力をいかに維持し向上させるかという点にある。CPの考え方の延長で、オゾン層を破壊するフロンに替わる物質の開発・使用がモントリオール議定書によって国際的に進められているが、この代替物質の開発に遅れをとると世界市場での韓国産業の競争力が急速に低下するであろうとの懸念が持たれている。既に開発されたCPの使用ではなく、新たなCPの開発能力が国の経済の消長を左右するとの認識であり、先進国に仲間入りしようとしている韓国ならではの悩みと言える。

6. 開発途上国におけるCP促進への提言

日本ならびにアジア諸国におけるCPへの取り組み事例の研究で得られた知見に基づけば、開発途上国におけるCP促進のためには、開発途上国ならびに先進国において以下に掲げるような諸方策を講じる必要がある。

(1) 当該国の特性(経済の発展段階、国の規模、国の産業政策等)、産業の特性(外資中心の産業、発展産業、斜陽産業、企業規模等)に応じたCP促進戦略を策定実施する必要がある。既存機関の中から適任のものを選んでCPナショナルセンターとし、CP促進戦略の策定実施機能を中心的に担わせる必要がある。

(2) まず費用ゼロあるいは低費用の改善策(整理整頓等)を優先し、高度でかつ大きな投資を必要とするような改善は将来の課題とする。またCPの導入は、工場の新設時、改修時に行わせるのが無理がなく効果的である。

(3) 電気料金、石油製品販売価格、水道料金などの資源・エネルギーの価格体系を資源やエネルギーの供給に要する全費用を回収し、かつ大口使用者からより高い料金を徴収するような逓増的な料金体系に徐々に改める。

(4) 国内・国際市場において汚染者負担の原則を極力徹底させ、環境汚染防止の費用を内部化させ、CPを開発し使用しようとする先進企業が不利益を被らず、逆に利益を得るようにする。エコラベリングや政府調達方針の修正(入札仕様の修正等)によって環境に対する負荷の小さい製品・サービスに対する需要を作り出す。

(5) 公害防止管理者、エネルギー管理者の制度を設け、一定規模以上の工場、特定の工程を有する工場に管理者の常時配置を義務づける。これら管理者にはCP教育を行い、自社内環境監視の責任を持たせる。環境行政の監視能力を強化し、汚染時にはこれら管理者を厳しく罰する。

(6) 先進国の対途上国援助は、CPを促進するとの理念が明確でなく、融資事例を見てもEOP施設への傾斜が強い。まずCPの導入に努力し、CPで対応できない汚染問題についてのみEOPの処理技術で対応するようにすべきである。このため、OECDの開発援助委員会(DAC)においてガイドラインを準備し、加盟国に徹底させる。

(7) 先進国・途上国の大学の工学教育のカリキュラムの中にCPを盛り込む。

-
- 参考文献: 1. Sustainable Industrial Development in Asian Metropolises through Cleaner Production, Kunitoshi Sakurai, Kitakyushu Conference on Urban Environmental Management in Asia, 24p., October 1993, Kitakyushu
2. Cleaner Production in the Pulp and Paper Industry Abates Water Pollution in Japan, Junko Nakanishi, Water Report, Vol.3 No.4 1993
3. 日本の製造業および電気業におけるCPの促進要因・阻害要因の研究—千葉県下の製造業・電気業における事例研究、大久保聡美、東京大学工学部都市工学科卒業論文、55p., 1994年3月