高分子工業のアセスメント

現代工業社会をささえる生産技術体系は、従来物的生産性の向上にその重点を置き、したがってそれにともなう副次的影響についての配慮の不足した、いわゆるオープンシスムの技術体系であったといえよう。その結果、PCB、DDT、重金属、プラスチック廃棄物、硫黄酸化物、窒素酸化物などの諸問題に代表される深刻なマイナスのインパクトを発生させた。

とくに高分子工業は、これまで人間が未経験であった物質を生み出すことを特長とするため、自然環境や人間の健康に対し思いがけない影響をもたらす危険をはらんでいる。高分子工業の今後の健全な発展のためには、危険性を事前に予知し、対策を講じること、すなわちテクノロジー・アセスメントが必須であり、またクローズド システム化の確立が早急に望まれる。

牧 野 昇*

1. テクノロジー・アセスメントの背景

「テクノロジー・アセスメントは、科学技術の社会への適用の際発生する種々の問題を事前に防止するため、ソフトサイエンスの研究開発成果などを駆使し、科学技術の適用による影響を総合的、多面的に把握し、評価して、対策を講じようとする手段である」。48年版科学技術白書は、テクノロジー アセスメントをこのように定義している。

テクノロジー・アセスメントは、技術が社会に適用された際、その技術が本来指向する効用と同時に発生する好ましくない影響をも事前に点検して、マイナス面があればそれを可能な限り小さくして、科学技術が社会システムのなかで健全に発達するようにすることを目標とする考え方である。

これが従来の食品や医薬品などの安全性チェックと異なるのは、より広範な問題に関して技術的可能性および経済性を含め、さらには社会的観点などからも多面的に検討しようとする点にある。マイナスのインパクトとして、人間生活、自然環境、社会経済に与え

る実例をあげると第1表のようなものであり、事例によってもっと広範に拡大されよう。

テクノロジー・アセスメントが急激にクローズアップしてきた背景として、大別して次の三つがあげられよう。

その第一は、新技術のもつ「社会的インパクトの強さ」である。たとえば SST とヘリコプター、原子力製鉄とキューボラ、原子力爆弾と TNT 爆弾、パイプラインとタンカーなどを比較してみると、前者の新技術が従来の技術の後者に比べて社会へのインパクトははるかに強烈であることは明らかである。プラスチック、農薬、洗剤などの驚くべき「市場への拡散」は技術と社会の共存におけるアンバランスをめだたせている。社会が適応にとまどっている都市廃棄物におけるプラスチックの量は、スウェーデンなど欧州先進国のその3倍近くになっている。日本の場合、とくに新製品の拡散が早い。テレビでもポリエステル繊維シャツでも同じである。その影の部分が浮びあがってきている。

第二に「プロジェクトの大型化」があげられよう。好むと好まざるとにかかわらず、プロジェクトは巨大化の一途をたどり、原子力、宇宙開発、海洋開発、大型コンピュータ、SST、MHD 発電、巨大コンビナートなどビッグプロジェクトになるとそのインパクト

* Noboru MAKINO 株式会社 三菱総合研究所
(100 千代田区有楽町 1-1) 常務取締役 工博
Technology Assesment in High Polymer Industry

第1表 技術の与える負のインパクト効果の例

分類	被インパクトの種類	実	例
人間	健康・安全	排ガスによるぜんそく増大 工場排水による魚類汚染 原子力発電による放射能汚染	自動車普及による事故頻発 農業による農産物、土壌の汚染 コンビナート事故による人命危害
	生活		
自然	心理活動	オートメ化による人間疎外 テレビ普及による価値観一化 コンピュータ普及による思考能力の退化・新技術適応のためのストレス増大	コンピュータによるプライバシー侵害 自動化による完遂感の喪失
	自然環境 (エコロジー)	排水による瀬戸内海汚染 高速道路による景観の破壊 火力発電による熱汚染	地熱発電による騒音 ダム建設による水脈変化 生活廃水による赤潮発生
環境	資源 (レソース)	プラスチックによる石油消費 コンビナート出現による水資源不足 冷房普及による電力不足	消費指向による廃棄物増大 モデルチェンジによるウェイト化促進 熱汚染による海洋資源変化
社会	社会機能	新幹線による騒音 高層建築による日照権 航空機による電波障害	都市化による交通渋滞 通信技術進歩による社会不安 高密度社会のもたらす障害
経済	産業活動	石油脱硫による硫黄産業圧迫 エネルギー転換による石炭の衰退 社会費用の内外部化困難	自動化技術普及による転職 市場欠落による障害 合成繊維による天然物置換

1970 年から DDT の使用量を減らしはじめる
と、土壌中の DDT はすぐに最高値に達して減少
をはじめるが、魚類の体内にある DDT は 11 年
間も上昇が持続する。

第1図 自然環境における DDT の流れ
(資料：ローマクラブ「成長の限界」)

牧野 昇氏 昭和19
年東京大学工学部卒
業。同大学院を経て東
京大学講師。MTマッ
グネットの発明工業化、
技術輸出などの功績に
より毎日工業技術賞他
受賞。三菱製鋼取締役
磁材事業部長を経て、
現在に至る。著作に「企
画をいかに技術開発」、
「プランニング」、「超技
術」がある。趣味はゴ
ルフ、読書。

はきわめて広範になる。たとえばアスワン・ハイ・ダ
ムが完成し、アラブ連合の人々は喜んだ。しかしその
完成後2～3年たつとそれを否定する意見が現われ
た。いわし漁の壊滅、飲料水の枯渇、エコロジーの破
壊などが報じられた。巨大化は副次効果を著しく増大
する。

第三は化学薬品に多くみられる「影響のタイムラ
グ」である。これは機械製品などと大きく異なる特長
である。たとえば DDT の魚類への蓄積状況をみると
第1図に示すように、10 年くらいのおくれがみられ
る。「気がついた時は遅かった」という現象が PCB に
も重金属にもみられる。

2. 高分子工業をめぐる諸問題

プラスチックが廃棄物処理問題、環境汚染問題など
と関連して大きな社会的波紋を投げかけている。また
可塑剤、安定剤などの含有物質によるプラスチックそ
のものの毒性の問題もある。

高分子製品の生産量は石油化学工業の驚威的發展を
背景に著しい増大をみせた。これをプラスチックの生
産量推移を例に取りながめると、昭和35年には55万
tであったのが、40年160万t、45年513万tと爆
発的增加を示し、47年には566万tに達した。

高分子製品は耐食性、耐老化性、成形性にすぐれる
などの優秀な諸性能と安価であることにより、工業用

材料、包装材料から家庭用品にいたるまで、社会全般にわたるきわめて広範囲かつ大量にその用途の拡大がなされてきた。一方、その廃棄量も生産量の増大と相まって増加した。使用後平均1年間で廃棄される包装容器、家庭用品などの用途分野への需要は全体の3分の1を占めている。一般に生産された量の約50%が5年以内に廃棄されるといわれる。

プラスチックの焼却にあたっての高温の発生や有毒ガスの発生、また廃棄しても腐食しないことなどがその処理を困難にしていることは周知のとおりである。

使用に際しての問題も多い。易燃焼性の高分子材料のある種のは建材として用いられた際、火災時に有毒ガスを発生して人命に危険を与えている。プラスチック製食器類からのホルマリン溶出は衛生上の安全性について大きな問題を投げかけた。昭和47年の1年間に新聞、雑誌などでこの問題が合計30回以上も報道され厳しく批判されている。その他、プラスチック製品における顔料の溶出、モノマーの溶出、使用中の臭気、さらには可塑剤に用いられるフタル酸エステル、重金属安定剤などの衛生、安全問題が社会問題となり、高分子工業に対する不信感を呼んでいる。

また高分子工業は石油化学工業と不即不離の関係にある。石油化学工業は合成樹脂、合成繊維、合成ゴムなどの発展を軸としてめざましい伸長を遂げ、ポリエチレン、ポリプロピレンなどの新しい素材を、安価かつ豊富に供給することを可能にした。石油化学工業の発展は1960年代のわが国高度経済成長に大きく貢献したものの、その間全国十数地域に形成された石油化学コンビナートは、生産、運輸などの産業活動によりこれら地域に深刻な環境汚染をもたらした。

昭和47年7月の四日市コンビナート公害判決を機にコンビナート批判は一段と強まり、法規制の強化とも相まってコンビナート立地は危機にさらされている。

高分子工業に素材を供給する石油化学工業にとってその唯一の原料はナフサである。ところが最近の石油産出国の発言力の増大やそれにとまうナフサ値上げ問題、さらには公害対策としての電力、鉄鋼におけるナフサの生だし問題もからみ、世界的な石油需要量の急増と資源枯渇の危惧を背景に原料確保の困難化が予想される。

石油化学用ナフサは昭和46年度において2,661ktでわが国石油需要の12%を占めている。高分子工業は、原料としてのかなめともいえるエチレンを石油からとれるナフサに依存しているため、今後の石油資源問題の成り行きが大いに心配されるところである。

そもそもわが国の高分子工業は、輸入した石油のう

ちガソリンなどを取り去った残り分のナフサを原料として利用してプラスチックレジンをつくり、このレジンを加工して安価なプラスチックを供給しようとしたことにはじまった。今日、産業計画懇談会の「安い原料を使っただけの大量生産、その過程でのコンビナート公害、製品の大量消費、使い捨てによる廃棄物汚染」との厳しい指摘を受けようとは、当時において予想もできなかったことである。

このようにざっとながめてみても、高分子工業をとりまく問題は多数存在し、かつ広範多岐にわたっている。高分子製品はきわめて有用である。したがって社会のあらゆる分野に広く大量に使用されるにいたったわけである。高分子製品はそれが本来目指すところの効用は十分果しているといえよう。問題はその副次的効果、とりわけマイナスの効果である。これに対する事前の点検にこれまでおこたりがなかったであろうか。社会への適用に際して発生する種々の問題を多面的、総合的に事前に点検しその対策を講じるという配慮、すなわちアセスメントが行なわれていたならば、高分子工業が今日直面している深刻な諸課題を避けたものではなからうか。

3. 高分子工業の特長

高分子工業をも含めて化学工業は、物質の変化の過程であるところの化学反応を基礎とした工業である。これは素材の加工、組み合わせなどを基礎とした電気・電子工業や機械工業とは自ら異なる性格をもつことになる。

化学工業の性格としての第一に素材供給機能があげられる。したがって装置産業としての性格が強くなる。そうすると設備を大型化してスケールメリットの追求が必然的に行なわれる。これは石油化学に代表されるような需給ギャップが発生しやすい体質となる。

発展の原動力としては、石油化学におけるナフサが顕著な例であるが、あまりもの有効利用を中心とし、また高分子工業にその典型がみられるように製品面では天然物の代替や合成物質の特性を生かしての新規需要分野の開拓が基本となる。

スケールメリットの追求とともに、石油化学におけるナフサ分解留分の総合利用のように合理化のためのコンビナート形成が行なわれ、同時に関連ある化学工業の近接立地が促される。

また化学工業は一般に資源多消費型産業の典型である。コスト構成からみても、ポリエチレン、塩ビモノマーなどでは原料・燃料費が60~80%を占めるという高さである。

とくに高分子工業では量的拡大が急速にはかられて

きたし、またその製品は天然に存在しない物質でありかつわれわれにとって未経験の物質であったため、公害問題や人の健康および環境に対し全く予期しないような影響が発生する可能性を強くはらんでいるといえよう。すでにこの危惧は現実となって現われている。

高分子工業は原料、製造、使用、廃棄さらには回収問題をも含めて社会のあらゆる分野と深いかわりを持ち、相互に大きな影響を及ぼし合っている。高分子工業にとってアセスメントが重要なことは明らかである。

4. テクノロジー・アセスメントの方法と手順

テクノロジー アセスメントの方法論はいまだ確立されていないが、一般的には次のような手順で行なわれるものと理解されている。

- 1) とりあげようとするテーマ（技術）の選択
- 2) そのテーマ（技術）の理解
- 3) それによってもたらされる効果、逆効果の指摘
- 4) その好ましくない効果、インパクトに対する対応策（方向付け、代替案など）の検討
- 5) 対応策の実施

ここでいちばん重要なことは効果、逆効果の指摘である。当然予想されるインパクトは見落とすことはないであろう。しかし、たとえば窒素酸化物が光化学スモッグの主原因物質となろうことをあらかじめ見出しえたであろうか。テクノロジー アセスメントの本質的な考え方からいえば、起こりうべきインパクトをもれなく拾い上げることが要求される。そもそも完璧なアセスメントを実施することは不可能である。しかし頻繁にアセスメントを実施して効果の見直しを行なうことにより、当初は見出しえなかったインパクトもなるべく早期に発掘することが可能となる。くり返しアセスメントを実施するというのが大切なのである。われわれにとって未経験の物質を生み出す高分子工業にとって、この点がとくに強調されるところである。

あらゆる分野におけるインパクトを検討するには、インターディシプリナリーなアプローチが必須の要件となる。高分子製品の自然環境への影響の考察には生態学の知識を必要とし、廃棄物の回収システムを考える際には輸送問題やシステムズアナリシスの専門家の協力が不可欠となる。テクノロジー アセスメントの実施は単独の専門領域からのアプローチのみでは不可能である。

5. 今後の健全な発展を目指して

福祉社会を目指すわが国経済としては、資源、環境、

安全などの問題に不安があり、かつ対応策を示しえない産業は強い規制がなされることは明らかである。

1970年代の化学工業が進むべき方向について、産業構造審議会は「環境との調和をはかりつつ量的拡大から質的向上へ」と示しており、さらにこれを敷えんしてつぎの5点をあげている。

- 1) 環境との調和を目指した無公害化の追求、安全性の確保
- 2) 省資源、省エネルギーの追求
- 3) 競争的に知識集約化を指向する基盤の醸成
- 4) 装置系素材部門における需給の安定化を指向する体制の確立
- 5) 国際社会との調和ある発展

本質的にみると化学工業の環境汚染は、「発生原点における汚染物質処理」と「クローズド・システムの確立」による防止につぎるように思われる。昭和48年10月中国四国科学技術振興会議における広島大学横畑助教授の「瀬戸内海の有機汚染について」の研究によると、CODも窒素、リンも、いったん海洋に出された後は、自然作用によって減少することはほとんどなく、多くの場合、むしろ増加していくという。

海や河川に流す前にくいとめなければならない。発生源の管理を厳格にするとともに、クローズドシステムによって回収利用の技術水準を高めていかなければならないであろう。

テクノロジー・アセスメントは技術や手法というよりは、思想やコンセプトと考えた方がよいであろう。経済効率や工場内システムの最適化を追うことは許されなくなった。広範な負のインパクトを洗い出し、これらの重みづけを再検討していくことが必要となってきたのである。

文 献

- 1) 科学技術庁編：「昭和48年度版科学技術白書」，大蔵省印刷局（1973）
- 2) 大来佐武郎監訳：「成長の限界——ローマクラブ『人間の危機』レポート」，ダイヤモンド社（1973）
- 3) 浜谷資郎：化学工業，24，1043（1973）
- 4) 産業計画懇談会編：「産業構造の改革」，大成出版社（1973）
- 5) 高橋希一編：「テクノロジー・アセスメント入門」，竹内書店（1972）
- 6) 通商産業省化学工業局編：「70年代の化学工業——産業構造審議会答申」，化学工業日報社（1973）