

環境・エネルギー分野の体系化

(その2) 環境対策の構成

松村 眞

本稿には2011年発刊の「改訂七版 化学工学便覧：丸善出版」に筆者が掲載した「環境化学工学」を引用している。また、SCE・Netの「窓」に掲載した「環境対策の階層構成とベストミックス」と重複する部分がある。本稿は化学装置の2018年4月号に掲載されたので、出版社の許可を得て転載する。

4. 環境対策の構成

第1節で述べたように、環境対策には汚染物質の発生を少なくする「予防」の分野と、発生する汚染物質を無害化する「治療」の分野がある。両分野とも環境保全には必要だが、企業や個人がこうした対策を講じても、それだけでは十分でない。環境保全は地域全体の問題なので、地域として環境を適切に維持管理する機能が必要不可欠である。この役割を担うのが中央と地方の環境行政機関で、地域の環境保全に責任があり権限を委ねられている。具体的には環境保全に必要な法規を定め、仕組みを作り、環境を監視しなければならない。以上のように、環境対策分野を整理すると下記の3分野になり、これらの機能が備わって初めて実効性のある環境保全が実現できるのである。

- (1) 環境負荷物質の発生を抑制する上流対策の分野
- (2) やむを得ずに作られてしまう環境汚染物質を無害化処理する下流対策の分野
- (3) 環境保全の仕組みを作り、地域の環境を管理し、環境を監視する環境管理の分野

4.1 環境負荷物質の発生を抑制する上流対策

上流の環境負荷抑制対策の中で、最上流の対策は製品の長寿命化と再利用による資源消費の抑制である。たとえば120平方メートルの木造住宅を建設するには、木材が約15トンと石油に換算して約10トンのエネルギーが使われている。したがって住宅の寿命を、現在の約30年から欧米並みの60年以上にできれば、同量以上の資源とエネルギーを節減できる。2番目の上流対策は、廃棄物の再資源化による資源消費の抑制である。再資源化は直接的な再利用と違って、廃棄物を再生原料に加工する工程と、その再生原料から市場価値の

ある製品を製造する 2 段階の工程が必要になる。このため経済性が課題になるが、金属資源だけでなく木材資源の紙類や、無機物資源のガラスまで対象範囲が広い。3 番目の上流対策は、ライフスタイル、ビジネススタイル、社会システムの変革による資源消費の抑制である。われわれは、過去の習慣や僅かな利便性のために多くの資源とエネルギーを消費している。ライフスタイルでは、新聞購読をインターネット購読に代えるだけで、木材資源の 12%と、石油に換算して 1 部あたり約 2 リットルのエネルギーを節減できる。ビジネススタイルでは、在宅勤務が通勤のエネルギー節減に寄与し、テレビ会議は出張のエネルギーと時間の節約に寄与する。社会システムでは、宅配便の集約化による省エネルギー効果大きい。4 番目の上流対策は、環境負荷の少ないエネルギーと原料を確保する分野である。クリーンエネルギーとしての LNG の確保や、太陽光など再生可能エネルギーの利用が該当する。5 番目の上流対策は、原料や燃料から環境負荷物質を除去する対策で、製油所の燃料脱硫が代表例である。石炭の洗炭による灰分の除去や、ガス化脱硫もこの分野に該当する。6 番目の上流対策は、全産業活動を対象とする省エネルギーと省資源である。省エネルギーは単にエネルギー消費量を減らすだけでなく、エネルギー消費にともなう発生する大気汚染物質の低減に寄与する。また省資源は原料の歩留まりを改善し、資源の利用効率を高め、廃棄物の発生量を少なくする。水の利用効率を高めるのも、結果的に排水量を少なくし、排水の発生にともなう環境負荷を軽減する。

4.2 環境負荷物質を無害化処理する下流対策

第 1 節で記したように、下流対策の中で最上流の対策は発生源処理で、硫黄酸化物を排煙から除去する排煙脱硫、粒子状物質を分離して除去する集塵、窒素酸化物を分解する排煙脱硝が代表例である。廃水処理は下水道に投入するまでの前処理が発生源処理である。廃棄物の処理では、集中処理を妨げる有害物質と危険物の分離が発生源処理である。二番目は環境負荷物質の輸送をともなう集中処理で、下水処理や廃棄物処理施設での焼却処理が該当する。三番目は廃棄物の埋め立てによる最終処分、最下流の対策は汚染された土壌の浄化や、富栄養化された湖沼の環境修復が該当する。

4.3 環境保全の仕組みを整備して環境を管理する対策

環境負荷物質の発生を抑制する上流対策も、環境汚染物質を無害化処理する下流対策も、技術や設備を応用する物理的な対策である。一方、こうした物理的な対策に必要な要件を定め、地域に立地する企業や団体に対して、適切な機能分担を求める環境管理の仕組みが必要である。合理的な環境管理は関係者の合意形成を導き、環境対策の費用対効果を高める。適切な環境対策を普及させる第 1 の仕組みは、法令の整備と継続的な運用である。環境対策は直接的な収益増大策ではないから、法令による基準がなければ実効性を担保でき

ない。法令は過去の歴史から順次作成・改訂が繰り返されて現在に至っているのであり、求められる規制水準は必要性和実行可能性が考慮されている。第 2 の仕組みは、環境負荷が発生する前段階で、環境影響を予測して対策を講じる環境アセスメントである。第 3 の仕組みは設備の稼働段階における環境マネジメントである。設備の計画段階（Plan）で環境アセスメントを実施し、運用段階（Do）で適切な環境マネジメントを確保する仕組みが必要である。次の段階は結果の確認（Check）で、環境モニタリングが該当する。環境モニタリングを補完する対策として、排出モニタリングもある。排出モニタリングは、環境負荷物質の発生量を監視するもので、物理的な測定もあるが、施設の届出や定期的な報告の方が重要である。以上に述べた環境負荷物質を抑制する上流対策、環境汚染物質を無害化処理する下流対策、環境保全の仕組みを作り環境を管理する対策を表 4 に示す。分類体系を示すのが目的なので、細分類と対策の詳細は事例である。

表 4. 環境対策の構成

大分類	中分類	細分類 : 環境対策	
1. 環境負荷物質の発生抑制	1.1 製品の長寿命化と再利用	長寿命化とリユース（事例）： 住宅、自動車、家電製品、バイク、自転車、給湯器、冷暖房機器、厨房機器	
	1.2 廃棄物の資源化	1.2.1 回収廃棄物から再生原料へ	廃棄物の再生原料化（例）： 鉄・アルミ・非鉄金属のスクラップ、廃ガラス、廃自動車、廃家電、建設廃棄物、飲料容器、廃プラスチック、パチンコ台、新聞・雑誌、オフィス用紙、衣類と繊維製品。
		1.2.2 再生原料から製品・燃料・エネルギーへ	再生原料の製品化（例）： 電気炉鉄鋼製品、再生アルミ製品、プラスチック再成形品、再生容器包装、再生紙製品。
	1.3 ライフスタイルと社会	1.3.1 ライフスタイルの变革(候補と選択肢)	太陽光発電、太陽熱温水器、自家用車（ガソリン・ディーゼル・ハイブリッド・電気）、交通媒体（電車・バス・乗用車・自転車）、住宅断熱方式（外断熱・内断熱・二重窓）、情報伝達方式（郵便・メール・他）、厨芥処理方式（ディスポーザ・肥料化・焼却）、新聞購読方法（インターネット・宅配）
		1.3.2 ビジネススタイルの变革(候補と選択肢)	人感センサー照明、宅配方式（品目別・地域別・配送先別集約）、勤務形態（固定時間、フレックス・在宅）、会議形態（遠隔TV会議・対面会議）、

システム 変革		執務環境（大部屋型・個別ブース型）、 小売店の包装方式（パック売り・量り売り）
	1.3.3 社会システムの変革 （候補と選択肢）	サマータイム、風力発電、廃棄物発電、 下水処理方式（下水道処理・合併浄化槽処 理）、飲料容器の集約（アルミ缶・スチール 缶・PET）、学校教科書のタブレットPC化
1.4	クリーンエネルギー・資 源の供給（事例）	天然ガス資源の確保、低硫黄原油の確保、メ タンハイドレートの開発、低硫黄石炭の確 保、原子力発電、太陽光発電、水力発電、風 力発電
1.5	原燃料からの汚染物質 除去（事例）	天然ガスの硫黄分除去、製油所の燃料脱硫、 石炭の洗炭による硫黄分と灰分の除去
省エ ネ ル ギ ・ 省 資 源	1.6.1 農林漁業（事例）	農業（耕作機械の選択）、施設園芸（施設管 理・制御）、畜産（畜舎空調・メタンガス利 用）、沿岸漁業（漁船効率・冷蔵と冷凍効率 の向上）
	1.6.2 製造業（事例）	製鉄（炉頂発電・スラグ利用）、非鉄金属精 錬（銅メタル回収・排熱蒸気利用）、アルミ 精錬（アルミナ残液熱回収）、窯業（蓄熱式 熱回収加熱炉）、セメント（NSPキルン・ 廃棄物原燃料利用）、紙パ（黒液燃焼）、有機 化学（プロセス熱回収）、無機化学（原料効 率向上）、自動車（水性塗料利用・乾燥炉省 エネ）、家庭電器製品（塗装乾燥炉省エネ）、 食品（コジェネレーション利用）
	1.6.3 輸送業（事例）	航空輸送（貨物積載効率向上）、船舶輸送（船 速選定・配船マネジメント）、鉄道輸送（動 力機構とエネルギー選定）、トラック・バス 輸送（車種、燃料選択）、モーダルシフト
	1.6.4 サービス業（事例）	病院・ホテル・スポーツクラブ・浴場（コジ ェネレーション・燃料電池・太陽熱温水器）、 大規模商業施設（空調最適化制御）、大規模 小売店（空調と冷凍管理）、ファストフード （廃棄食品管理・空調管理）、オフィスビル （空調管理）

2. 環境負荷物質の処理と処分	2.1 発生源処理（上流対策）	排ガス処理（事例）： 集塵、ガス洗浄、排煙脱硫、排煙脱硝、揮発性炭化水素の処理（燃焼・吸着） 排水処理（事例）： 固液分離、有害化学物質の除去や無害化、物理化学処理、生物化学処理 廃棄物処理（事例）： 危険性廃棄物処理、焼却 騒音処理（事例）：サイレンサー・ラギング 悪臭処理（事例）：吸着・燃焼・吸収・洗浄
	2.2 集中処理（中流対策）	排水処理（事例）： 物理化学処理、生物化学処理、汚泥処理 廃棄物処理（事例）： 一般廃棄物焼却（清掃工場）、産業廃棄物の破碎、脱水、焼却（処理施設）
	2.3 最終処分（下流対策）	埋立て処分
	2.4 損傷環境の修復（最下流）	汚染土壌サイトの修復、砂漠化地域の植林、富栄養化湖沼の改善
3. 環境管理の仕組み	3.1 環境関連法令整備	大気汚染防止、水質汚濁防止、悪臭防止、騒音規正、土壌汚染防止、地下水汚染防止、自然保護、廃棄物処理、資源有効利用（リサイクル）、化学物質管理、エネルギー有効利用、その他
	3.2 環境アセスメント	環境アセスメントの内容と実施体制の整備
	3.3 環境マネジメントと環境モニタリング	環境マネジメントの内容と体制の整備、環境モニタリング体制の整備、環境負荷発生源（大気・水質）監視、有害化学物質モニタリング（PRTR）

（その3）に続く