

水環境ビジネスの現状と課題

松本 幹治*

2003年3月に日本で第3回水フォーラムが開催され、「世界の水問題と課題」について報告・討議がなされた。またその成果を引き継ぐ日中水フォーラム2004北京が昨年4月に水不足と環境汚染に悩む中国でも開催された。現在開発途上国を含め世界の3分2以上の国が農業や産業の発展、気候の変動に伴う水不足や水質汚濁・汚染が生じ、人々の生活に深刻な影響をもたらしていると言われている。世界の水環境ビジネスをめぐる企業のM&Aが繰り返され、身近な例でもメモテック、USフィルター、ビベンディ、ヴェオリアと数年の間に名前を変えた企業がある。日本の水環境行政では「循環型社会形成推進基本法」が2000年5月に制定され、「健全な水循環系の維持・確保」を含め持続可能な社会の実現を目指すべく、3R（リユース、リデュース、リサイクル）と省エネルギーが推進されている。日本の水環境ビジネスは上下水処理などの官需型事業が総需要の9割を占め、民間企業向けの工業用水や排水処理等の民需は1割にも満たない官高民低型の産業構造になっている。官需の絶対額は多少減少したが、この傾向は今後も続くであろう。また先に述べたように外資系企業の参入や、安価な中国製水処理装置の流入がこの先避けられないであろう。さらに水質規制もより厳しくなり、各種の微量成分のリスク管理あるいは除去が求められるであろう。

このような世界の水不足・水質汚染、日本の経済状況の低迷、エネルギー資源の高騰、外国企業の攻勢の中でいかに日本の水環境ビジネス関連企業が生

き残っていくかは大きな課題である。本稿では用排水処理に関連した日本の水環境ビジネスの現状と課題について述べる。

1. 用水処理

1-1. 水資源の多様化

用水とは特定の目的に使用する水であり、その用途と水質により一般用水と特殊用水に大別できる。一般用水とは工業用水、飲料水（浄水）、雑用水、冷却用水などで人間の健康に関する水質項目については法的に規定されているが、他の項目は要望水質として提示されている用水である¹⁾。特殊用水とは半導体製造用、医薬品製造・医療用、分析用など品質（水質）が厳しく規定されている用水である。

使用する用水あるいは用水処理のための水資源としては①水道水、②地下水（井水）、③雨水、④河川水、⑤湖沼水、⑥かん水、⑦海水、⑧工場排水（工程水、洗浄水、冷却水など）および⑨下水二次処理水がある。どの水源をどのように処理して使用するかは、取水状況（使用可能な水源）、用途（水質）、使用量、造水コスト、給水コストおよび放流コスト（放流規制等）を考慮することで決まる。例えば、造水コストは水源として地下水を使用できれば水道水よりも安価になる。（株）ウェルシは水道水源、液状化の低減および緊急（断水）時の生活用水の確保という目的で地下水の膜処理による水供給ビジネスを展開しており、病院、スーパー、百貨店、スポーツクラブなど断水が起こると困る箇所に水処理システム（すなわち自家水道）を納入している²⁾。地盤沈下ということで地下水の取水規制が行われてきたが、地下水位上昇に伴う問題も生じてお

* Kanji MATSUMOTO；横浜国立大学大学院 工学研究院
化学システム工学教室（Tel. 045-339-4008）

り、この分野への参入企業は増えている。

半導体製造工場では、ウェハーなどの洗浄のために高品位な超純水を大量に使用するために、従来はプラントメーカーがその設備を工場に納入している。しかしながら、栗田工業(株)は自ら超純水製造プラントを建設し(Build)、自社でそのプラントを所有し(Own)、運転して(Operate)、製造された水をユーザーに売るというBOOあるいはBOOM方式(MはMaintenance)を始めている。この方式は、中近東などでの海水淡水化プラントでは以前から採用されていた方式であるが、この場合、ユーザーは建設資金と維持・管理経費の削減が図れ、プラントメーカーはユーザーが要望する水質を最適な(コストミニマム)運転条件で定常的に供給することにより、消耗品として安定した利益が見込める。また、独自に純水プラントを所有することにより、用途に応じてミネラル分を人工的に調整したミネラルウォーターの製造販売などのビジネス展開も可能になった。類似の事例として以前からスーパーなどで会員用に水道水をろ過して不純物を除去した水を供給するアメリカ製浄水器を販売していた(株)環境向学は逆浸透ろ過による浄化装置を備えた小型自動水販売機を開発し、販売している³⁾。このような造水・販売方式は上記に述べた以外の水資源や産業分野に拡大していくと予想される。

1-2. 水使用の合理化

用水の使用量がそのままコストに反映するため、使用水量を低減させるために行う最初の方法は水使用の合理化である。水使用の合理化法としてクリーナープロダクション(CP)技術があるが、この技術の基本は、① 用水管理の徹底、② 生産設備・機器の変更、③ 水使用システムの改善および④ 運転管理の徹底などである。ここで、用水管理の徹底とは、各生産工程ごとの現在の使用水量とその工程に必要な最小限界水量の把握であり、そのためには各工程ごとおよび全プロセスの用排水量とその水質・性状、エネルギー(熱、電力)使用量、原材料および廃棄物量のインプットとアウトプットを正確に把握する必要がある。生産設備・機器の選定・変更は、運転条件の変更も含め、節水型プロセス・機器・装置、水を使用しない乾式処理装置を採用することである。省エネ型ポンプや節電器の導入・コンサルタントを行うESCO(Energy Saving Company)事業がその例である。

水使用システムの改善は、一度使用した水の再利用であり、① カスケード利用、② 循環利用および

③ 再生利用がある。カスケード利用とは比較的小さい洗浄水を冷却水に使用するなど、他の用途に再利用することである。循環利用は同一用途に繰り返して使用すること、再生利用は排水に適切な処理を施して再利用することである。これらの再利用は水を使うほとんどの産業においてすでに行われているが、これらに関して注目されている技術に栗田工業(株)が実施している「水のピンチテクノロジー」がある。本来ピンチテクノロジーは工場の熱回収システムの最適化手法としてイギリスで開発されたものであるが、その手法を水使用の合理化・最適化に応用したものが水のピンチテクノロジーである。この方法の適用により15~40%の工業用水の削減と、20~50%の排水削減効果をあげられるとしている⁴⁾。用排水の完全な再生利用形態はクローズドシステムであるが、クローズドシステムは用水の確保が困難、排水・放流規制の強化などの理由により、高コストにもかかわらず採用される場合がある。このシステムにおいて系外に廃棄(外部引取り)されるのは汚泥(乾燥あるいは圧搾)とTDS(塩類)である。

水使用システムの合理化法として用水の多元給水がある。良質の用水を安価に使用できる場合は別として低品位の水資源や再生水を使用せざるを得ない場合には、造水コスト低減のために低品位水質の用水を使用することになる。そのためには必要以上に高品位の水を供給する必要はなく、各工程、用途に応じた水質基準の水を必要量に応じて供給する考え方で、家庭用の浄水器や中水道は二元給水の例である。最近、国が定める50項目の水質基準をクリアした東京の水道水(すなわち、東京水)が話題になるが、この水は一元給水の代表例である。水事情の悪い東南アジアや中国においては、小型RO膜モジュール等の使用による二元給水方式が否応なしにすでに使用されているが、この方式を家庭用水だけでなく産業用水にも適用していくことが、後で述べる低環境負荷型生産システムの構築のためにもなる。最近では総合廃水处理でなく、発生源における分別処理など廃棄物の発生量低減と質の向上のためのインプラントコントロール(オンサイト)処理法が採用されている。工業団地のように近隣に多数の工場が集まっている場合には、簡単な処理により各工場間で多元給水やエネルギー供給のネットワークを形成して、水やエネルギーの合理的使用が考えられる。

CP技術の工業発展途上国への普及は世界のエネルギー需要と水不足を減らすためには効果的である。1994年から先進国のCP普及推進機構と協力し、

途上国の19カ国に National Cleaner Production Center (NCPC) が設立されているが、一般の工場への普及はほとんどなされていない。CP 技術が実用に至らない理由の最大の要因は概念が先行し、具体的な指導および支援体制、経営者の意識、技術者などの不足のため実践が伴わないためである⁹⁾。1960年代に多くの水処理メーカーが東南アジアに進出し、撤退したが、CP 技術の普及には現地の実情に応じた技術を取り入れ、環境対策、水使用・エネルギー消費などコストの削減を実証していく必要がある。すぐにはビジネスに直結しないかもしれないが、この分野における日本の協力は重要である。

1-3. 用水の注文生産・供給

日本人は飲みごちの良い美味な水を、アメリカ人は光るように衛生的な水を、欧州人は聖水のような健康に良い水に対して敏感であるが、水道の水がそのまま蛇口から飲める国は現在でもまだ数える程しかないと言われている。多くの国では、水道水よりもミネラル水（湧出水あるいは膜処理や沸騰処理された天然水や水道水）のボトルウォーターや水道水を小型の RO 膜あるいは NF 膜で処理した水を飲んでいる。日本では海洋深層水を電気透析で脱塩した水、純水にミネラルや栄養物を添加した健康飲料水、料理あるいは水割りにうまいミネラルウォーター、水の電気分解を利用したアルカリイオン水などの機能水やその製造装置など、健康や嗜好性をうたった多様な水やその製造装置が市販されている。

一方、水道水の風呂よりも入浴剤を添加した風呂や温泉を好み、コンクリート製の池よりも下水二次処理水を用いた自然を模したせせらぎやビオトープのような水辺を好むなど、人々は水に対して健康、安心、快適、癒し空間をより一層求めるようになっている。これらの水需要あるいは水利用は、消費者の要求に応じた用水の注文生産（あるいは処理）に相当する。用水の注文生産は上記のような民生用だけでなく、産業用にも適用されている。2-1 節で述べた半導体製造用洗浄水の BOOM 方式がその例である。すなわち、事業者が自前で用排水処理施設を持つのではなく、事業者が要望する水質の用排水の供給あるいは処理を委託先の企業が実施する事業（用排水処理のアウトソーシング）が、経営の合理化の中でさらに増加するであろう。とくにノウハウを含めた高度な製造技術や処理技術を要する用排水処理分野で需要が増すと思われる。そのためには必要量に応じて短期間で少量あるいは大量の用水を簡便にオンデマンドで生産・供給できるようなパッケージ

化された設備（野村マイクロサイエンス(株)の超純水製造装置など¹⁰⁾）やシステムが開発されている。イオン交換体や吸着剤コンテナのリターナブルシステムもその例である。

2. 用排水中の微量有害成分の除去と検出

用排水中の微量成分が問題となるのは、その成分が人体、農作物、家畜、養殖魚などの生育状態や健康状態あるいは工業製品の品質などに影響を及ぼす場合である。これらの成分としてとくに問題視されているのが、細菌、原虫、ウィルスなどの微生物、畑やゴルフ場などに使用される農薬、医薬品や添加物由来などの内分泌攪乱化学物質、トリハロメタン前駆物質等の親水性酸などの有機化合物、および B, F, N, P, As, Pb などを含む無機化合物などである¹¹⁾。例えば、地下水では微量の硝酸イオンや亜硝酸イオンが問題になっている。水道水中では遺伝子や細胞の突然変異誘発物質（変異原物質）が問題になっているが、その物質名が特定されていないものもある。これらの有害物質の除去技術（物理化学的あるいは生物的）にはまだ開発途上のものもあるが、技術開発が著しいものに膜分離法がある。膜分離法は溶質の種類にも依るが、適切な膜を選択することにより、ほとんどすべての成分を膜単独あるいは薬剤（凝集剤、酸、アルカリ、キレート剤、触媒、吸着剤等）を併用することにより効率的除去が可能である。最近急速に普及しているものに水道膜処理や下水膜処理があるが、表1に用排水処理における膜分離の例を示す⁹⁾。図1は世界における各年の新設施設の生産水量に換算した膜の種類別の普及状況を示したものであるが、高品質の水を求める浄水への膜利用の増加につれて膜使用量が増えていることが分かる⁹⁾。しかしながら、メタノール等の低分子有機物、規制が厳しくなってきた F, B, N あるいは As を含む低分子無機化合物の除去率は逆浸透 (RO) 膜を用いても十分でなく、より高性能の膜や他の分離技術の開発が待たれる。膜分離技術とその応用は原水や処理水の清浄度にかかわらず、用排水処理に欠かせない技術となっている。

上記のように、着目成分が極微量（極低濃度）であると除去技術の開発も重要であるが、より重要で、かつ困難なものは分析・検出技術の開発である。生産現場では用水中の不純物は製品の品質に直接関係するので、可能な限りオンラインで成分検出をする必要がある。例えば、半導体製造用の洗浄用水では微細加工精度の高度化に伴い、直径 0.03 μm 以下

表1 排水処理における膜分離法の利用例

環境保全上健全な水循環を確保するための施策例と膜法の適用		適用可能な膜分離法	
農村地域		RO/NF/PV	MF/UF
水質汚濁の防止	膜分離活性汚泥法に基づいた合併処理浄化槽		○
	高度集落排水施設等の設備、畜産排水の高度処理	○	○
水の有効利用の促進	循環灌漑水、農業用水の再利用	○	○
	養液の殺菌、リサイクル（養液栽培）	○	○
都市地域			
雨水利用、節水	プール浄化、浴槽水処理、非常用浄水器		○
	雨水の用水化、地下水涵養		○
ビル内再生水利用	膜分離活性汚泥法、中水道	○	○
下水処理水の再利用	膜分離活性汚泥法とROのハイブリッドプロセス	○	○
	河川維持用水、親水用水、水辺空間の創設	○	○
	地下水塩水化防止、地下水涵養（主にアメリカ）	○	○
高度下水処理	BOD、COD、窒素、リン、微量有機物汚染	○	○
有害物質の排出規制	各種工業排水処理：洗浄排水、シリコン研磨排水、めっき排水、染色排水、食品工場排水（BOD）	○	○
	埋立処分場浸出水処理（金属、ダイオキシン）	○	
工業用水の循環利用	冷却水、半導体工場洗浄水処理、洗濯排水処理	○	○
地下水の保全・回復	地下水浄化、揮発性有機化合物（VOC、MTBE）除去	○（PV）	
沿岸域、河川流域など			
地下水汲み上げ規制	地下水に依存しない水源確保、海水・かん水淡水化	○	
水質汚濁の防止	油田随伴水の処理、鉱山廃水の処理	○	

RO：逆浸透膜、NF：ナノろ過膜、UF：限外ろ過膜、MF：精密ろ過膜、PV：浸透気化膜

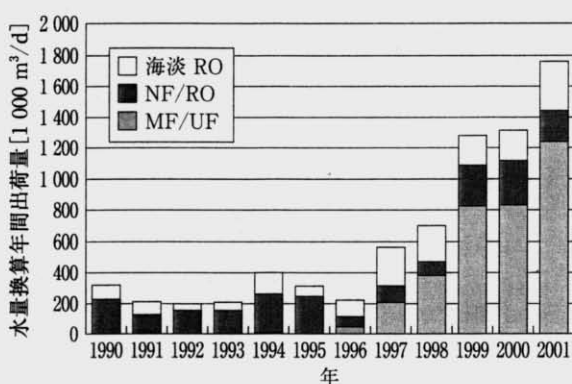


図1 膜種類別の普及状況（単年度ベース）

の微粒子の高精度検出が必要とされている。環境計測では特定イオンに対するイオン電極などがあるが、その精度や共存物質の影響を排除できるものは少ない。共存物質の影響を排除する方法として分子生物学的検出法である ELISA 法があるが、ダイオキシ

ン、病原性菌などの検出用キットが市販されている。各種の抗体が安価に開発されれば、この方法はさらに普及するものと思われる。また環境に及ぼす総体的な有害性をスクリーニングする方法として、オルガノ（株）ではヒメダカ・藻類・ミジンコの生物を用いたバイオアッセイによる水質評価法をビジネスとして展開している¹⁰⁾。水中の残留塩素測定法が従来から使用されてきた安価で簡便なオルトリジンの発癌性を理由に測定により手間のかかる DPD（ジエチル-P-フェニレンジアミン）法に変更されたが、今後も環境にやさしい簡便な各種分析法の開発が望まれるであろう。

3. 排水処理・汚泥処理・5R

上下水処理およびほとんどの産業排水処理は、いわゆるエンド・オブ・パイプ（EOP）処理方式であり、各工場や工程から集められた排水を排水基準に合うように個別に浄化する処理で、活性汚泥処理

や中和・沈澱処理がその代表例である。その場合いずれの処理を行っても最終的には有機質や無機質の汚泥あるいは塩などの濃縮物が排出される。活性汚泥処理では大量の余剰汚泥が発生するために、多くの企業が余剰汚泥の発生しにくい処理法や汚泥そのものの減容化技術の開発を行っている。その場合、減容化のために用いた薬剤などにより、排水の再利用に支障がない減容化法を開発する必要がある。また膜分離などにより濃縮された塩類やダイオキシンのような有害物質を含む濃縮物の発生量も増大している。濃縮塩の処理についても汚泥の海洋投棄が禁止されると同様に、将来は下水や海への投棄が禁止されるようになる可能性もある。濃縮物の無害化や塩の分別分離技術・有効利用の開発も今後期待される分野である。

これらの最終処分量を減少させる方法として3R技術、すなわちリデュース (Reduce), リユース (Reuse), リサイクル (Recycle) 技術がある。水の合理的使用においては先に述べたように、この3Rが主要技術となるが、最終処分量を減少させるためには、先の3R以外に有価物を回収するリカバリー (Recovery) 技術、他者からの排出物を他のプロセスで原料化できるリバイバル (Revival) 技術を含めた5R技術が必要となる。日本電工(株)が行っているメッキ排水などからの有価金属の回収はその例である¹¹⁾。以前から試みられてきた下水汚泥の活用については、平成17年度から建設省で「バイオソリッド利活用プロジェクト」が始まるが、実用的な成果が得られるかどうかは別として、低コストで有価物に変換して、有害生物などを不活化できればビジネスとなる可能性もある。

今後浄水膜などでフィルタの使用量が増大し、それとともに使用済みフィルタや膜モジュールが大量に発生するようになる。現在多くの産業分野で使用されているカートリッジフィルタは月に数百万本以上も産業廃棄物として処理されている。これらの廃フィルタ素材はプラスチックが主であるが、有害な捕捉物も付着している可能性がある。ユーザーからメーカーに対して廃フィルタの引き取り・処分の要請も出ている。このような現状の打開策を検討するために、日本液体清澄化技術工業会 (LFPI, <http://www.lfpi.org>) では、「廃フィルタの有効利用・処理処分」ワーキング・グループを設けた。表2に廃フィルタの有効利用・処理処分のシステムを確立するうえで必要な調査・検討項目を示した。また表3に低環境負荷型フィルタの開発・再利用・処

表2 廃フィルタの処理・再生・資源化システム確立のための調査・検討項目

排出・処理 実態の把握	使用実態	フィルタの出荷量
		フィルタの使用料
	排出・処理実態	廃フィルタの廃棄量
		廃フィルタの処理実態
	廃フィルタの性状	廃フィルタの素材構成
		有害物質の種類
		有害物質の付着状況
処理・リサイクル技術 の把握	再生利用状況	フィルタの再生利用の実態
	処理・リサイクル技術の実態	処理技術の現状と開発状況
		リサイクル技術の現状と開発状況
	付着成分の処理・リサイクル技術	除去および処理技術の現状と開発状況
処理・リサイクルの経済性評価など	技術的フィジビリティースタディー (FS)	代替案の技術的 FS
		資源化技術の FS
		処理・リサイクルに伴う二次的影響
	経済的評価	処理・リサイクル業者の存在・開与状況
		廃フィルタの収集輸送コスト
		処理・リサイクルコスト
	法制度	処理標準の制定
		ガイドラインの制定

分に関係する検討項目を示した。現実には一部の廃フィルタを除いて再利用は困難であり、資源化システムの構築にはメーカー、ユーザーを含め官民一体とならなければその解決は難しい。廃フィルタに限らず、5Rを考慮した製品設計が今後ますます重要になるであろう。

10年ほど前からゼロエミッションというキーワードが注目され、多くの大手企業で排出物をゼロにする工夫がなされているが、本来のゼロエミッション方式は、自社内で発生する廃棄物 (副産物?) や排水中の有価物を、自社内あるいは他社の産業用原材料とし、単一工場あるいはプロセスでは達成できない資源の有効利用を産業間あるいは都市間のネットワークにより図り、環境への負荷を低減させる処理方式である。この方式が産業間ネットワークを構

表3 低環境負荷型フィルタに関する検討項目

基本項目	要求される特性・項目	関連項目
フィルタの素材	成分分解性素材 成分分別性部品 耐久性・耐環境性	エコ素材, 生分解性・反応分解性素材 単一素材, 少素材成分 金属・セラミックフィルタ
フィルタの構造	洗浄・再生性 分解・組み立て性 構造・形状の規格化 構造設計	逆洗可, 耐薬品性 濾材交換, 易洗浄 部品互換性, 接合方法 低圧力損失, 高 DHC, 高精度
フィルタの使用	フィルタの選定 運転条件 洗浄・再生法	型式, 素材, カット径, フィルタの組み合わせ 前処理, 装置構造, 流体操作 逆洗, マイルドな洗浄条件
フィルタの再生品	再生品の利用(リユース) 再生品の品質管理・保証 再生品の回収・販売	低品位処理への適用(カスケード利用) 再生品の品質規格(JIS化など), 試験法 ユーザーとメーカーの協力
フィルタの最終処分	規制物質の除去・管理 サーマルリサイクル ケミカルリサイクル マテリアルリサイクル 埋め立て	除染, 封入, 無害化 熱回収 高炉還元剤, 油化, ガス化, 炭化 モノマー化, 金属素材, 部品回収 安全管理, 減容
その他	回収・再資源化の義務化 環境評価	法的整備, メーカーとユーザーの協力 LCA, LCC, グリーン調達

築して実行できれば資源・エネルギーの有効利用が図れるが、現実にはコストの壁が大きく、補助金などの制度がなければ実施できない場合が多い。ゼロエミッションを少しでも進展させるためには家庭ゴミと同様に、再利用し易い、分別し易い、安全な形態で副産物が排出できる生産プロセスなどの要素技術とネットワークの仕組みを開発する必要がある。

4. 海外との競争・共存共栄

2002年に日本液体清澄化技術工業会の企画で中国の環境技術関連企業が約800社集まっている宜興環境保護科技工業園(工業団地)内の代表的な企業を5社ほど見学した。工業園では純水製造装置、用排水処理装置、水処理剤、ポンプなどほとんど水処理に関係する製品が日本の1/2~1/4の価格で製造されており、その製作技術も数年前に比較して良くなっている印象を受けた。最近はもっと製作技術や部品などの現地調達率も向上していると思われる。今年の5月に開催されたNEW環境展には宜興工業園が日系企業誘致のために出展しており、その特徴として、①多分野にわたる環境保護産業の基地であること、②開発区内に税関があり、通関時の商品検査が便利であること、③知財を尊重し、外資の正当利益を保護することをうたっている。現在、

日本の主要な水処理メーカーは大連、上海、蘇州等に合弁企業や営業所を設立し、現地の大学・研究所と共同研究を開始しており、低迷する国内市場を尻目に、中国ビジネスを求めて進出が本格化している¹²⁾。東レは中国の優秀な人材獲得と市場開拓を目指して上海に研究所を設立した。また日本においても優秀な外国人を社員として採用している。これからは海外戦略を持たない企業は安価なハードと優秀なソフトの両面から、中国、韓国、インド(これからは東欧諸国も)などの脅威にさらされるであろう。

用排水分野の国際競争力については、日本の技術力は欧米と同等であるが、営業戦略(すなわち販売力)は自動車や精密機器と異なり欧米企業にかなり劣っている面がある。この理由は、日本の用排水処理事業が官需主導できたことによる。官需は減少傾向にあり、民需も設備更新以外には期待できないであろうから、水処理メーカーは日米欧の成功企業をモデルにして、日系企業に売るだけでなく、現地企業にも売れる技術や販売体制を確立して、現地企業との競争だけでなく、現地企業との共存共栄を目指して、より一層グローバル企業として発展していかなくてはならないであろう。

大借金を背負い、経済が停滞している日本では、

生き残りをかけた中国などへの海外進出と同時に個を中心とした空間や製品、無農薬野菜などのエコ商品、レトロブーム、ファンタジー小説への関心等安心・安全と癒しを求めて人間本来の帰巢本能とも言える洗練された自然回帰の傾向が生じている。自然の経済的価値のうち、市場化されていないものを市場化したり、市場化されている価値をより高めることがエコビジネスであり、以下の3つの類型がある¹³⁾。

- ① 自然公園、温泉、湧水（ミネラルウォーターなど）、アウトドア・ライフ、自然採光、借景等の自然の恵みの市場化
- ② 太陽光発電（再生可能エネルギーの利用）、ガーデニング、農業、微生物利用、バイオマスのように、すでに市場化されている自然の恵みについて、その付加価値や利用効率（生産効率）を高めることにより利益を得る活動
- ③ 狭義のエコビジネス、すなわち自然環境に排出される人為の環境負荷を低減あるいは除去することを目的とした事業活動

従来の水処理ビジネスは③の類型に入る。しかしながら、水処理により得られる水は自然環境のなかの水循環系の一部であると考えれば、排水や廃棄物の少ない革新的な生産あるいは処理プロセスの開発を行うと同時に、水処理産業と技術をこれまでに以上に①および②の類型に近づけることもこれからのエコビジネスを考えるうえで必要と思われる。

ここでは個々の処理装置の動向については述べなかったが、これからの水処理装置市場とその技術動向については矢部氏のすぐれた記事を参照していただきたい¹⁴⁾。（なお本特集は日本液体清澄化技術工

業会の企画であり、「海外水処理事情」特集は2004年10月の当工業会のシンポジウムの内容を基にしたものである。また拙稿の内容は「環境・リサイクルビジネス最前線」¹⁵⁾に載せたものを一部手直ししたものである。）

参考文献

- 1) 松本幹治：産業用水製造技術の現状と課題，用水と排水，45（7），599-608（2003）
- 2) 福田章一：ウェルシの飲料水供給装置戦略，日本液体清澄化技術工業会2004年シンポジウム講演要旨集，pp. 57-66（2004）
- 3) 日経産業新聞：2004年3月10日記事
- 4) 彦坂拓自，小野雄彦，本村碩敏：水のピンチテクノロジーを利用した工場の用排水削減，ケミカル・エンジニアリング，43（11），52-57（1998）
- 5) （財）造水促進センター：クリーナープロダクション技術普及促進調査報告書（2005）
- 6) 神奈川新聞：2004年10月27日記事
- 7) 松本幹治，新田見匡：用排水中の微量成分処理技術の現状と課題，化学装置46（8），28-35（2004）
- 8) 前田恭志：健全な水循環を維持するために一排水再利用における逆浸透/ナノろ過複合膜の進捗状況一，ニューメンブレンテクノロジーシンポジウム2002講演要旨集，5-3（2002）
- 9) 浄水膜編集委員会編：浄水膜，p. 16，技報堂出版（2003）
- 10) 川端雅博：バイオアッセイによる効率的な水質安全管理方法，造水技術，30（2），36-41（2004）
- 11) 早川 智：排水中のホウ素リサイクルシステム，化学装置，46（8），65-71（2004）
- 12) 化学工業日報，2004年10月29日記事
- 13) 小林 光：自然系エコビジネスを考える，環境研究，No. 114，55-60（1999）
- 14) 矢部江一：水処理装置市場とその技術動向，化学装置，47（1），61-72（2005）
- 15) 松本幹治：環境・リサイクルビジネス最前線，「化学装置」4月号別冊，2-5，工業調査会（2005）

