

中国における水処理事情

揚 敏*, 張 昱**, 齊 嶸***

中国の改革開放政策が1970年代末に実施されて以来すでに28年間も経っている。この間、紆余曲折もあったが、世界経済一体化の流れの中で著しい経済発展を実現した。しかし、経済発展の早さに環境整備が追いつかず、厳しい環境汚染に見舞われる状況が続いている。1990年代後半から持続的な発展を目標として打ち出され、クリーンプロダクションと環境保全が重視されるようになりつつある。このような軌道修正に伴い、水処理を中心とした環境保全ビジネスが大きく成長してきた。

1. 水環境事情

表1は「中国環境状況公報」に載せたデータをまとめたものである。表から分かるように、長江、黄河、珠江、淮河、松花江、遼河、海河など中国の7大河川では、飲料水水源として適合している河川断面（地表水3類あるいは3類以上）は全体の40%以下と低く、ほとんどすべての利水機能を失っているとされる5類以下の水質に属する断面も30%台に達している。とくに淮河、松花江、遼河、海河4水系は本流の半数以上の断面が4類またはそれ以下になっている。

湖沼の汚染も深刻な状態に陥っている。2003年の統計によると、全国28の重要湖沼の中で1-3類の水質になっているのはわずか25%である。でん

表1 全国7大水系水質推移（基準達成率として、単位は%）

年度	1類	2類	3類	4類	5類	5類以下
1998	8.5	21.7	6.7	18.3	7.1	37.7
2000	16.4	25.9	15.5	21.6	6.9	13.8
2002	2.7	13.8	12.6	18.9	11.1	40.9
2003	3.4	21.4	13.3	23.8	8.4	29.7

* Min YAN; 中国科学院生态环境研究中心 環境水質学国家重点実験室 (Tel. 10-62923475)

** Zhang YU; 同上, *** Qi RONG; 同上

池、太湖、巢湖など主要な湖沼は富栄養化の問題に悩まされている。多くの湖沼は昔からの水源池であるため、富栄養化進行に伴い、異臭味やマイクロシスチン等飲み水の味や安全性を損なう問題も顕在化しつつある。

地下水の問題は主に過剰取水のための水位下降、硝酸塩の上昇、高濃度砒素とフッ素の存在などである。フッ素 ($>1\text{ mg/l}$) と砒素 ($>0.03\text{ mg/l}$) の暴露人口はそれぞれ7,000万人と1,400万人といわれている。高濃度フッ素が含まれている地下水は全国各省に分布しているが、砒素については内モンゴル、新疆、甘粛など西の地域に集中している。しかし最近、北京郊外の地下水からも砒素が検出されている。北京市農村地域30万人の住民が高濃度フッ素、砒素、アンモニウム、あるいは塩類を含む、いわゆる“4高”の水を飲んでいるとされ、今年から5億元をかけて農村住民の飲み水安全を確保することになっている。

中国は広大な国土を有するため、地域差も大きい。例えば、浙江省、江蘇省など南の地域では豊富な水資源を有しているが、人口密度が高く、経済発展速度が速いため、河川、湖沼の多くが汚されており、根本的な対策が求められている。また、このような地域では、ある程度の経済力が付いているため、環境対策を講じる余裕がもてるようになった。一方、北京、天津など北部の地域では水資源が量的に不足しており、水利用率の向上や排水の再利用が求められている。水資源が不足している西部と北部では、排水資源化のニーズが高まってきている。

2. 廃水の水質水量変化

図1と2に工業廃水と生活排水の排出量とCOD値がそれぞれ示されている。図で分かるように、工業廃水の発生量が1995年の280億tから著しく減少し、1999年からほぼ200億t前後で横ばいしている。また、工業由来のCOD排出量も1995年の

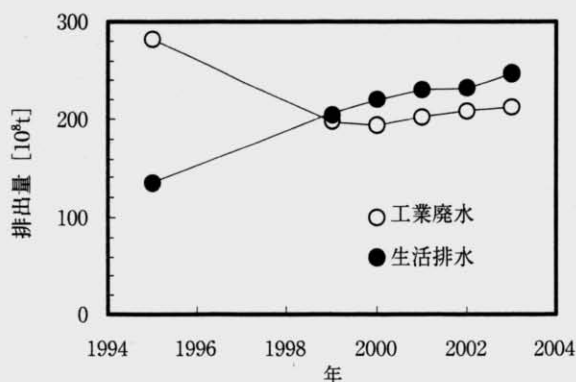


図1 排水量の変化

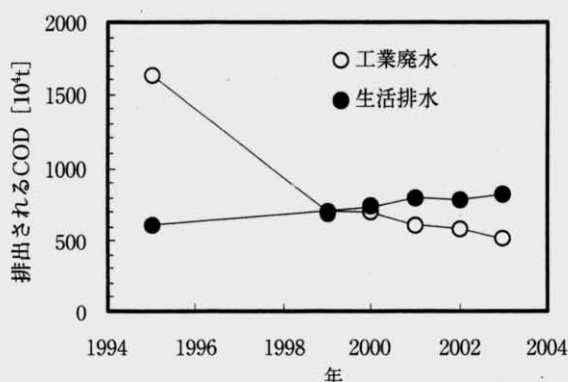


図2 排出されるCOD値の変化

1600 万 t あまりから 1999 年の 700 万 t 未満までと急激に減少し、その後も減少傾向が続いており、都市部での工場廃水規制が効いていることが分かる。しかし、工場の郊外への移転に伴い、農村部の水汚染が深刻化してきており、対策が求められている。一方、生活排水量と生活排水由来の COD 排出量が年々増加し、環境負荷について生活排水が量・質ともに工業廃水を上回っていることは確実である。下水道整備は今後の水環境改善に不可欠であることが明白に示されている。しかし、工場廃水も未解決な問題がまだまだ多い。後ほどまた触れるが、各種難分解性物質の除去や栄養塩の除去など工場廃水処理の課題も山積している。また、下水道整備も都市部の拡大に伴い、広域下水道収集コストがどんどん上がり、従来型の下水道整備をそのまま推進していいかという問題もある。

3. 下水処理と再利用の状況

中国の本格的な都市下水処理施設の整備は 1990 年代に入ってからのことである。1990 年

現在、下水処理場数 72、処理能力 230 万 t/d、生物処理率 2.3% といったものが 1995 年にそれぞれ 169 (生物処理方式が 115)、479 万 t/d、8.7% となった。1990 年代後半から下水処理場の建設がさらに加速された。しかし、下水処理場の建設ペースが速すぎて、下水管の敷設が追いつかなくなることもよくある。とくに地方の中小都市では下水道料金の徴収が難しいうえに、技術力も不足しているため、多くの下水処理場が (半分に上るといわれている) 正常に運転されていないとされている。そういうことを含めてみると、2004 年現在、下水の生物処理率が 20% 台前半に留まっていると見られている。

建設部により策定された第 9 次五ヵ年計画の中で、人口が 50 万人以上の都市についてすべて下水処理場を作り、2010 年までに都市部の下水処理率を 40% まで引き上げるという目標を掲げた (表 3)。2002 年には建設部がさらに新しい計画を打ち出し、2005 年までにすべての都市が下水処理場を有し、下水の生物処理率が 45% に達する目標を掲げた。この計画によると、中国は 2010 年までに下水管敷設率および下水生物処理率をそれぞれ 90% と 60% まで引き上げることになる。下水処理場が造られても肝心の下水が集まらないことがよく見られるため、最近、下水管敷設も重視されるようになった。しかし、すべての都市に今までとまったく変わらない下水道システムを建設する必要性、合理性があるかについてさらに検討する必要があると思う。人口密度が低い郊外で日本の浄化槽のようなシステムを導入することも考える必要がある。

建設資金を調達するために、国債の発行、世界銀行等国際金融機関からの融資、日本 ODA 資金の活用、BOT 方式の取り入れなどさまざまなルートを活用してきた。さらに、下水処理場建設費の返済や運営経費を確保するために、下水道料金徴収の最低基準を設けることになった。しかし、経済発展が著

表 3 都市下水処理現状と予測

年度	1991	1996	2000	2010
都市下水総排出量 [億 m ³ /y]	229.7	352.8	402.0	514.6
平均増加率 [%]	—	3.3	3.3	2.5
二次処理能力 [万 m ³ /d]	193.5	537.9	2753.4	5639.5
生物処理率 [%]	2.4	5.6	25	40
増加処理能力 [万 m ³ /d]	—	—	2215.5	2886.1
下水処理投資金額 [億元]	—	—	332	490
下水処理場設備投資 [億元]	—	—	99	147

しいとはいえ、中国の国力がまだ弱く、地域によって経済発展の格差も大きい。例えば、北京市はオリンピックの開催を迎えるために、下水道整備を急ピッチで進めており、2004年末での下水処理能力がすでに全国平均の2倍以上の60%にまで増えた。さらに2005年末までに260万t/dの処理能力を持ち、これで90%の下水を処理できることになる。しかし、中小都市、とくに内陸部の都市では、下水道建設のための資金集めが大きなハードルとなっている。そのために、より経済的で効率的な処理プロセスの開発が急務となる。また、下水処理場の建設に伴って、汚泥の効率的な処理と適切な処分も求められている。今、汚泥の嫌気性消化プロセスがある下水処理場は、北京の高碑店下水処理場を入れて3,4カ所しかなく、しかも全般的に見て消化効率が悪いものが多い。一部、堆肥にするなど農地還元利用も試みられているが、余剰汚泥の処分方法としては主に埋め立てである。しかし、ごみ埋め立て場まで運ぶ費用が高い。また、一般的に余剰汚泥が固まりにくいいため、埋め立て場としてそれを受け入れにくいのが実状である。効率的な脱水方法や汚泥減量方法などについていろいろ検討されているが、下水処理場の急激な拡張に伴って発生する膨大な余剰汚泥の出口がまだ見えない。

一方、北京、天津などのような水資源が不足している北部の都市では、下水再利用が必須の課題となっている。北京市は下水の半分を再利用する目標を掲げており、また目標を実現するためにさまざまな努力をしている。現在の下水再利用方式は主に以下の通りである。①発電所に冷却水として供給する、②高碑店下水処理場から専用配管を敷いて北京自来水集团有限公司に属する下水再生工場第6水工場へ送り、高度処理した水を公園、住宅地などエンドユーザーまで送る、③下水をオンサイト処理してから利用する。6万t/dのMBR式下水処理場を北小河下水処理場に増設し、その一部の処理水(1万t/d)をさらにROで処理してから予定されている北京オリンピック公園人工湖に補給することが検討されている。

中国の第10次五ヵ年計画の中で、下水再利用デモプラントを天津、西安、青島、大連など5つの都市に建設することが決まった。天津市紀荘子污水再生工場はそのデモプラントの1つである。この污水再生工場は5万t/dの処理能力を有し、そのうち3万t/dを工業用、2万t/dを生活用となっている。工業用の場合、下水処理場からの処理水を凝集沈殿、

砂ろ過などの処理プロセスを経てから供給されるが、生活用の場合、さらに膜ろ過(MF)、オゾン処理、塩素消毒などのプロセスがある。プラントが送水開始してからすでに1年以上経っており、主に周辺の新築住宅(トイレ用水として)や住宅地の中の人工池に供給している。また、ROを使った工場廃水や下水の再利用のケースも増えてきている。しかし、これらの技術が安全性、コストパフォーマンスなどについて十分に検討されないままに使われていることが多いため、多くの課題が残されている。

4. 工業廃水

中国では工業廃水に対する規制がかなり成功しているといえる。統計データによると2000年全国工業廃水の処理率と廃水放流基準達成率がそれぞれ92%、82%に達している。しかし、このデータに農村部の工場が統計されていないことが多い。規制が厳しくない農村では工場廃水が処理されないままに放流されるケースがまだ多く、農村水環境を悪化させている主要な原因の1つになっている。農村の幹部は環境意識があまりない上に、経済を最優先にしているため、農村の水(土壌)環境保護は今後、中国の最重要課題の1つになるだろう。

一方、都市部でも工業廃水が完全に解決したというわけでもない。例えば、染料・染色廃水、化学合成廃水、農薬製造廃水、製薬廃水など難分解性物質が多く含まれる廃水についてCODが廃水放流基準を満たすことが非常に難しい。2004年中国の染料生産量が55万tで、世界生産量(90万t)の6割を占めている。染料生産過程に発生した排水量が年間14億tといわれているが、そのうちの3割しか処理されていない。しかも、処理の合格率が58%と非常に低い。染色業界についても似たような状況である。廃水に難分解性有機物質が多いから、コストが安い処理方法が欠けていることがよく指摘されているが、業界全体として経済力が弱い中小企業が多く、環境対策に余裕を持たないことも見逃せない。また、仮にいろいろな手段を使ってCODの値を抑えたといっても、これらの廃水の中の毒性問題もこれから注目する必要がある。一方、グルタミン酸生産廃水、糖蜜廃水と一部の発酵廃水はCOD、アンモニア、硫酸イオンの濃度が高く、適切な処理プロセスが欠けている。また、中国の経済発展を支えている石油工業も、石油生産の各段階で多量の廃水が発生している。とくに開発後期に入っている油田では、たくさんの高分子添加剤が注入されているため、

油水分離がますます難しくなっており、廃水中の油・高分子の効率的な除去が求められている。それから、一般的な廃水処理についても装置のコンパクト化、ランニングコストの削減、処理水質の向上、汚泥の削減など性能面、効率面で検討課題が残されている。

5. 展 望

持続的な発展を求めている中国では、安定な水供給、効率的な下排水処理、さらに水環境の改善などはますます重要な課題になる。したがって、水処理市場はこれから成長していくと推測される。諸外国の水処理関連企業は世界に残った最大の水処理市場として虎視眈々と狙っているため、激しい競争が予想される。また、行政、法律などの面から不備なところもまだ多いことに加えて、同じ中国といえども、場所によってやり方、考え方が異なることがた

くさんある。中国は豊富なエンジニアと、豊富で安価な機械設備を有し、エンジニアリング実施能力も高い。中国の水処理市場で勝ち残るために、ユニークな技術、独特な設備（現地企業が作れない設備）、性能の優れた薬剤などを保有していることは重要である。とくに、省エネでコンパクトな水処理システムや、難分解性物質を除去する技術、高濃度アンモニア除去技術、効率的な固液分離技術および汚泥処理技術などが受け入れやすいものであろう。もう1つ注目したいのは、建設資金の問題を解決するために BOT 方式が多く採用されていることである。

参考文献

- 1) 中国環境保護総局,「中国環境状況公報」, 2000 年
- 2) 中国環境保護総局,「中国環境状況公報」, 2002 年
- 3) 中国環境保護総局,「中国環境状況公報」, 2003 年
- 4) 章杰:工業発展はハイテクと品種構造の最適化から, 中国染料工業網, 2005

熱可塑性エラストマーのすべて

秋葉 光雄 著 A5・360頁 定価7,875円（本体7,500円＋税）

7693-4175-X

熱可塑性エラストマー（TPE）への期待が高い。それは、TPEが架橋ゴムと同じ弾性体でありながらプラスチックと同様に加工成形ができること、またプラスチックをベースとした材料だが、用途的にはゴムに代替しうる材料であることなど環境問題からも注目されているからである。本書は、TPEの基礎から用途、試験法、トラブル対策までを詳説。

熱可塑性
エラストマーの
すべて

主要目次

TPEとは何か／TPEの種類と動向／TPEと架橋ゴム／TPEの合成および製造／動的架橋と複合化／TPEの物性／TPEの配合方法／TPEの成形加工／TPEの用途／TPEの試験方法／TPEの分析方法／TPEのリサイクル／TPEの劣化／TPEのトラブル対策／TPEの現状と展望



工業調査会

〒113-8466 東京都文京区本郷2-14-7 TEL 03-3817-4706・FAX 03-3817-4709
工業調査会ホームページ URL: <http://www.kcp-net.jp>