

## 水環境の現状と将来の課題

東北大学大学院工学研究科  
須藤隆一

### 1. はじめに

わが国では昭和40年代の高度経済成長に伴って環境汚染と自然の改変が著しく進行し、いわゆる公害の発生が社会問題となった。

しかし昭和40年代後半以降、公害防止に対する国民の強い関心と国・地方公共団体および民間企業の強力な公害防止対策、ならびに第一次石油危機以降、経済が安定成長へ移行し、産業構造の変化や省資源・省エネ対策の進展もあって、直接生命を脅かす公害は解消され、環境は全般的に改善されている。

一方、わが国の都市化は一段と進み、国民の多くが都市的環境と都市的生活様式の中で生活するようになったことに伴い家庭生活に起因する環境問題は大きくなってきている。また、先端技術の進展や利便性の追求のために、工場における生産プロセスだけでなく、流通・使用・廃棄のプロセスでも汚染物質が流出するようになり、汚染は確実に地球規模で拡大している。このように著しい公害はおおむね消失したものの今後、環境問題として認識すべき課題はますます増大し、多様化するものと考えられる。

環境保全の基本となる法律は、1993年11月に公布された「環境基本法」であり、これに基づいて1994年12月に制定されたのが「環境基本計画」である。本計画には、環境保全の長期目標として循環、共生、参加、国際的取り組みをあげている。さらに1995年8月には、水環境分野の具体的推進を図るために「水環境ビジョン」が策定されている。

本講演では、環境のなかで最も大きな要素である水環境の現状をふまえ将来の水質規制の方向を展望することにする。

### 2. 水環境の現状

わが国における水質汚濁は、一時的な危機は脱したものの、水質改善は期待するほど進んでいない。われわれ国民が健康で快適な生活が送れるよう湖沼、河川、海域のいずれの水域にも国が決めた水質の望ましい基準があてはめられている。これは水質環境基準とよばれるもので、健康項目と生活環境項目とに分けられている。健康に直接影響を与える水銀やカドミウムなどの健康23項目については大幅な改善がみられ、平成6年度環境基準を超える地点数の割合は0.85%である。前年度0.58%であったのでわずかに増大していることになるがこれは環境基準の強化による。一方、BODおよびCODで測定される有機汚濁指標を中心とした生活環境項目は、平成6年度環境基準の達成率でみると、河川67.9%、湖沼40.6%、海域79.2%、全体で68.9%とこの10年ほど横ばい状況が続いてきたが、異常渇水の影響もあって急に10%ほどの低下がみられている。特に湖沼、内湾、内海などの閉鎖性水域と都市中小河川の汚濁は著しい。

湖沼は、閉鎖性が強いために汚濁物質が蓄積されやすく、窒素・リンなどの栄養塩類の増大により藻類などの一次生産者の増殖が促進されて、いわゆる富栄養化の進行が見られる。湖沼・ダム湖は、水道の原水になっていることが多く、カビ臭の発生やろ過障害が問題になる。また、アオコの発生は、悪臭や極端な水質

の悪化の原因にもなり、水利用にとって大きな被害を受ける。

このため、湖沼の水質回復を図るために昭和59年に湖沼水質保全特別措置法が制定され、琵琶湖、霞ヶ浦、印旛沼、手賀沼、児島湖、諏訪湖、釜房ダム貯水池、宍道湖、中海の9湖沼が既に同法に基づく指定湖沼に指定され、各種汚濁源に対する規制措置などが総合的かつ計画的に推進されている。前半5湖沼については第二次の水質保全計画が本年当初策定され、窒素およびリンの規制が強化されている。湖沼および内湾における窒素およびリンの排水規制は、水質汚濁防止法の一律基準に基づき、リンについて1,066の湖沼、窒素について78の湖沼で実施されている。窒素については富栄養化しやすい湖沼にだけかかるものとされている。湖の一律排水基準は、窒素 120mg/ℓ以下、リン 16mg/ℓ以下と高い数値であるが、指定湖沼を中心に上乘せ基準が制定されており、例えば霞ヶ浦流域の大規模製造業・事業場では窒素 8~10mg/ℓ、リン 0.5~1.0mg/ℓという厳しい数値が採用されている。一方、海域についても窒素、リンの環境基準が平成5年に制定され平成7年には東京湾、大阪湾、伊勢湾の類型あてはめが行なわれている。その他85の内湾・内海についても平成10年までには、類型あてはめがなされる予定である。

都市中小河川には、BODが 50mg/ℓを超えているものもかなりあり、その基本的な対策として下水道の整備があるが、その普及率は50%程度であり、これを当面進捗させる必要がある。下水道は、河川だけでなく湖沼や内海・内湾の水質保全にとって共通する対策であるが、この普及率を急速に伸ばすことは不可能に近い。

ついで、水環境として重要なことは、各種化学物質による汚染であり、これはますます拡大するものと考えられる。その代表的な例に有機塩素化合物や有機スズなどがある。有機塩素化合物では、水道水の暫定水質基準として、トリクロロエチレン 0.03mg/ℓ以下、テトラクロロエチレン0.01mg/ℓ以下、1,1,1-トリクロロエタン 0.3mg/ℓ以下と定められているが、特に地下水での汚染が進行し、平成6年度汚染井戸調査ではトリクロロエチレン 2.0%、テトラクロロエチレン 16.7%、1,1,1-トリクロロエタン 0.1%の井戸で水道水の暫定水質基準を超えており、年々増大する傾向にある。トリクロロエチレン（排水基準 0.3mg/ℓ）、テトラクロロエチレン（排水基準0.1mg/ℓ）については、有害物質として排水規制および地下浸透規制が平成元年から実施されている。このように先端技術の進展に併って、環境基準および排水基準15項目が新たに平成5年に追加されたが、これ以外の化学物質も地下水はもちろんのこと海洋汚染を引き起こす可能性がある。平成5年度において地下水の硝酸性窒素が指針値の10mg/ℓを超える割合は4.9%に達している。さらに、トリブチルスズ、トリフェニルスズ、ダイオキシン類、各種の農薬などの汚染が最近話題になっている。

### 3. 海洋環境の保全

わが国の内海・内湾は排水のラグーンと化し、汚濁がとくに著しい。このため、汚濁のひどい東京湾、伊勢湾、瀬戸内海の3海域において、昭和53年に水質総量規制制度が設けられ、CODを指定項目として汚濁負荷量の削減が行われている。

3海域の環境基準(COD)の達成状況は、平成6年度において東京湾 63%、伊勢湾 47%、瀬戸内海 76%（大阪湾 67%）である。10年前は、東京湾 61%、伊勢湾 53%、瀬戸内海 76%（大阪湾 67%）であるからおおむね横ばいである。内湾の奥部では、夏期にCODが6~10mg/ℓに達する。内湾のごく一部とはいっても、海洋の汚濁をこのままにしてよいはずはない。閉鎖性海域の汚濁負荷量を全体的に削減するために昭和53年にCODを指定項目として総量規制制度が導入されたが、平成8年からは第4次の総量規制が実施される。今回の総量規制では232業種のうち42%の基準値が強化される。今後とも個々の汚濁負荷量が大いなる大規模な事業

場や下水処理場からの排水はもちろんのこと、全体として汚濁負荷量が大きい生活雑排水や小規模未規制事業場についても、これまでより対策を強化する必要がある。海洋の有機汚濁は、外来のCODのみでなく、窒素やリンなどの栄養塩類による一次生産に起因している。このため、段階的に窒素やリンの規制を強化する必要がある。将来は総量規制が必要である。平成6年には東京湾と大阪湾に、窒素・リンに係わる環境基準のあてはめがなされ、平成7年には伊勢湾が指定される。窒素やリンが増加すると漁獲量が上がる海洋の水質を莫大な費用をかけて改善してだれが利益を受けるのか、など規制強化に疑問である意見をよく聞く。しかし、わが国だけでなく、先進諸国の内海・内湾は北海、地中海、チェサピーク湾にみられるようにいずれも汚濁が進行している。内海・内湾の汚濁は世界的に共通な現象であるが、外洋における地球規模の環境問題はそれほど顕在化していない。大気の問題は顕在化しやすいし、また定量的に把握しやすい。このため、現状の地球規模問題は大気に集中しているが、海洋に潜在する地球問題は多いはずである。海洋は大きく、地球表面の71%を占めており、平均深度は、3,800mもあるから海洋全体の汚濁が急速に進行するとは考えにくい。しかしながら、外洋に地球規模の環境問題が顕在化するときは、本当に地球は危ないのかもしれない。外洋の環境破壊は、内海・内湾で食い止めるべきである。外洋まで富栄養化させてしまえば、そのときに国際的な総量規制を導入してもおそらく修復できないであろう。確かに海水は飲料水ではないけれど、地球環境のために内海・内湾を本来の水質に戻して次世代に引き継ぐのがわれわれの使命である。

#### 4. これからの水環境と対策技術

現状程度の生活および産業活動がこのまま続き、水質保全政策に大きな変更がないならば、21世紀初頭になっても、湖沼や内湾の富栄養化、都市河川の汚濁、地下水汚染、微量化学物質による水質汚染は解消されるどころか、かえって進行すると考えられる。富栄養化に伴って毒性藻類が発生したり、微量化学物質の流出や生成が広域化したりして、飲料水の確保が深刻になることも予想される。

##### (1) 水環境

	1970年	現 状	2000年以降
有害物質	×	○	○
有機汚濁	×	△	△
富栄養化	×	×	××
微量化学物質	△	×	××
有害生物	△	△	×

##### (2) 水質保全施策

工場事業場対策	×	○	○
富栄養化対策	×	×	△
生活排水対策	×	△	△
小規模排水対策	×	×	△
面源汚濁対策	×	×	△

表-1 これからの水環境とその保全対策の推移

表-1は水環境とその保全施策についてのイメージをまとめたものである。水環境は、○よい、△少しはよい、×ひどい、××きわめてひどいを示している。一方、水環境保全政策は、○よく実施されている、△実施されているが充分でない、×あまり実施されていない、をそれぞれ示している。

以前の有害物質9項目は、これまで充分対策がたてられているから、これからも問題を起こすことはないと考えられる。都市河川の汚濁に生活雑排水対策の進展があるものの、10年程度ではそれほど改善されないのではないかと予想される。富栄養化対策は湖沼法をはじめとして強化されると思われるが、抜本的に考え直さない限り解決できないのではないかとと思われる。

富栄養化が進めば有害プランクトンの発生の可能性も高くなる。今まで問題にされていなかった藍藻類に属するピコプランクトンの発生が、すでにくつつかの湖沼で認められている。これはNP比が著しく高くなったとき異常増殖する可能性があり、湖沼生態系の保全にとってはきわめて好ましくない。その他、放線菌、細菌、ウイルス等の有害微生物の発生も起こり得る。

面源汚濁対策、小規模排水対策も2000年頃からは本格的に実施されるであろうと予想される。

農業はゴルフ場において注目を集めたが、本来は農業に使用する農業、特に水田農業にもっと関心を持つ必要がある。また肥料からの汚染や酸性雨の影響も無視できないであろう。

これまで環境基準は水質のみで議論されていたが、これからは水辺環境、底質の性状、水圏生態系を構成する動植物、親水機能や景観等も合わせて重要になると考えられる。

## 5. おわりに

これからも排水処理や水質改善の技術開発は最も重要な課題である。多様化する汚濁物質を低濃度までに除去あるいは分解する技術の需要はますます増大するはずであるが、地球規模の視点から評価することが従来と異なる。メタン、二酸化炭素、亜酸化窒素など排水処理から発生するガスは温暖化と密接なかわりあいをもっている。これらのガス発生を抑制する技術開発も必要になるであろう。また、リンは富栄養化促進物質という観点だけでなく、資源として再利用する方向を目指すべきであろう。さらに、水質浄化という視点だけでなく、水辺環境とか、景観の創造もますます重要になるであろうから、除去率や反応速度あるいは経済性のみでなく、多様な評価が要求されると考えられる。われわれは、日常生活において毎日200リットルの生活雑排水、1.2kgのし尿、0.3kgの厨芥を排出している。これら廃棄物の再利用を行うクローズドシステムを取り入れる必要がある。われわれの生活を自立型にすることによって、系外排除される汚濁源は著しく減少するし、有害資源の回収もできる。自立型システムのなかでは雨水の利用は重要である。

水質、大気、土壌といったように、従来は対象とする場ごとに取り組んできたが、これからはクロスメディアとしてとらえる問題が多くなるであろう。水環境のみで完結する問題は少なく、とくに土壌、大気、廃棄物との相互関係が大切になる。

発展途上国や近隣諸国の水環境の汚濁はますます深刻になると予想されるので、組織的な技術援助や協力が活発になされるであろう。

## 요 지

첨단기술의 발전과 편리성을 추구하기위해서 공장의 생산활동 뿐만아니라 유통, 사용, 폐기의 과정에서도 오염물질이 배출되고 오염은 지구 규모로 확대되어가고 있다. 이러한 공해 문제에 대해서는 환경문제로서 인식해야만 할 과제가 증대, 다양화되고 있다. 현재의 생활 및 산업 활동이 그대로 계속되고 수질 보전 정책이 큰 변화가없다면 21세기가 되어 도 호수 및 내만의 부영양화, 동시하천의 오염, 지하수 오염, 미량 화학 물질에 의한 수질오염은 더욱더 진행하리라 생각된다. 본 강연에서는 환경중에서도 가장 중요한 요소인 수환경의 현재 상태와 수질 보전 대책에 대해서 전망한다.