

水循環における水質の安全性向上に向けた研究



鈴木 稔

1. はじめに

1970年代に大きな問題となった河川の水質汚濁は、その後の工場排水規制や下水道整備といった対策の進展によって著しい改善を示し、現在における河川水質の環境基準達成率は高い。

その一方で、既存の規制水質項目だけではカバーされない水質問題が、取排水の入り混じった水循環の中で発生しており、水質の安全性確保のための検討および対応が求められている。

本稿では、水循環における水質問題について、これまでの事例と研究上の対応を概説するとともに、今後必要な研究について論ずる。

2. 水循環における水質問題と研究上の対応

2.1 水質問題の経緯

人間社会は、水を生活・生産等の活動に利用した後に、生成された汚濁物とともに環境中に排出する。人口集積地では、排出された多量の汚濁物が劣悪な水質汚濁を引き起こしたため、有機物を主対象とする排水処理が行われ、これにより水域の水質は格段の改善を見せた。一方、著しい水質汚濁が取り除かれた後に、これまで隠れていた微量化学物質や病原微生物に関する水質問題が現れてきている。この水質問題は、また、大都市域に限られるのではなく、様々な取排水を構成要素とする流域の水循環において生じていることが特徴である。

2.2 微量化学物質による水質問題

(1) 内分泌かく乱物質

1990年代に、女性ホルモン様作用を持つ化学物質によって野生生物の生殖異常が発見され、1990年代後半に、英国において、下水処理場下流の魚類に顕著な雌性化が見られるとの報告がなされた。このため、日本においても、下水処理水の生態系への影響が懸念されるようになった。

この懸念に対応するため、魚類に雌性化現象を引き起こす下水処理水中物質の探索が行われ、結局、

化学物質よりも、ヒトが排出する女性ホルモン自体が最も強い作用を示すことが明らかになった。さらに、河川水などにメダカを曝露した実験結果から、雌性化影響を引き起こす女性ホルモン濃度の最低値が導出された¹⁾。

水域の魚類への悪影響を抑えるため、下水処理水中の女性ホルモン濃度を低下させる処理法が検討され、処理系内での活性汚泥の滞留時間を長く取ることによって、濃度低減化が可能であることが明らかになった。これは、女性ホルモンの分解に参与する微生物の増殖速度が遅いため、十分な微生物濃度を確保するには、比較的長い滞留時間が必要であることによる²⁾。

魚類雌性化に関する未解明の現象として、英国の河川では、雄魚の精巢中に卵が形成されるという顕著な雌性化現象が見られるのに対し、日本の河川においてはそのような現象が見られないことが挙げられる。魚の感受性の違いによるとの考え方もあるが、



図-1 水循環における水質の安全性向上のために必要な研究課題

* (独)土木研究所つくば中央研究所材料資源研究グループ長

経口避妊薬の使用状況が両国間で大きく異なっていること³⁾が雌性化に影響している可能性も考えられている。今後、当該薬品の日本での使用状況の変化に注意する必要がある。

(2) 医薬品類

2000年前後から、病気の治療・予防に使用される医薬品類が水域で検出されるようになってきた。人が服用する医薬品類は、尿尿とともに下水道や浄化槽に排出されるが、十分な除去を受けずに水域に到達していると考えられる。医薬品類は低濃度でも生理活性を示すことから、水生生物などへの影響が懸念されている。

このため、水域における医薬品類濃度の実態調査が行われ、排水処理の施設整備状況や処理レベルが水域の医薬品類濃度に影響することが示された。また、水生生物に対する医薬品類の毒性評価に基づき、水域における医薬品類の生態リスク初期評価が行われ、排水の処理程度が十分でない場合に、「詳細な調査が必要」とされる濃度レベルにあることが報告されている⁴⁾。

下水道における対策として、生物学的な高度処理やオゾンなどによる化学的除去法が検討されており、それぞれの特性と効果が明らかにされてきている。

2.3 病原微生物による水質問題

(1) 耐塩素性原虫

水系感染症は、水道・下水道の整備が進展することにより大幅に抑制されてきたが、1996年夏に埼玉県越生町で発生した耐塩素性原虫・クリプトスポリジウムによる集団下痢の被害は、水循環における水道・下水道のあり方に課題を突き付けた。主には、塩素消毒の効かない原虫を処理プロセスで如何に制御するかということであるが、被害を大きくした原因として、水源上流側の排水処理施設と水源との間で水のサイクルが形成され、その中で感染者を介して原虫が循環増殖したことが指摘された。

これに対応するため、処理プロセスとして凝集・ろ過等を適用することにより、微粒子である原虫を大幅かつ確実に除去する手法の検討と評価が行われた。また、集団感染事例に基づき、感染拡大を防止するためには、感染症発生状況に関する早期情報収集や、集団感染発生時における水系関係行政部局による総合的対策実施が必要であることが提言された⁵⁾。

(2) ウイルス

冬場のノロウイルスによるおう吐や下痢の集団感染は、おう吐物を介した経口感染が主体であると考えられるが、一方、下水処理水放流先においてカキにウイルスが濃縮され、それを生食することによる感染経路も重要であると指摘されている。また、感染者が増える冬場には、下水処理水中のウイルス濃度も高まるため、水洗用水や修景用水として利用されている下水処理水の安全性を確保する必要がある。

このため、下水処理水中の濃度の実態が調査され、感染リスクを十分低下させるために必要な処理プロセスのウイルス除去率が提示されるとともに、様々な処理プロセスについてウイルスの除去効果が評価されつつある。

3. 今後求められる研究

これまでの微量化学物質の影響評価は、個別の物質を対象としてきたが、今後は、複数の物質による複合影響を検討する必要がある。そのためには、対象水に曝露した魚類の遺伝子発現を総体的に調べ、影響の種類や程度を評価する手法が求められる。

また、ノロウイルスに関しては、感染性が不明であることが、下水処理水の安全性を適切に評価する上での課題であることから、感染性の評価手法・体系の構築が必要である。また、病原微生物対策として消毒を強化した場合の、水生生態系に与える影響も検討する必要がある。

さらに、平常時に加えて、下水処理場が大きく被災した異常時を想定し、水利用の安全性を確保するために、流域規模で行うべきハード・ソフト対策を検討することが必要である。

参考文献

- 1) 水環境における水質リスク評価に関する研究、土木研究所報告、No.209、2008
- 2) 斎野他：SRT制御による下水中内分泌かく乱物質の除去、水環境学会誌、27(1)、2004
- 3) Andrew Johnson, et al, Estrogen Content and Relative Performance of Japanese and British Sewage Treatment Plants and their Potential Impact on Endocrine Disruption, Environmental Sciences, 14(6), 2007
- 4) 生活における環境リスクを軽減するための技術、平成22年度重点プロジェクト研究報告書、土木研究所
- 5) 下水道におけるクリプトスポリジウム検討委員会最終報告、(社)日本下水道協会、2000