

## 新たに登場してきた、微量化学物質による環境汚染

土木研究所水循環研究グループ水質チーム 主任研究員

岡安 祐司

下水道では法令でターゲットが定められた汚染物質への対応は、迅速かつ着実に進められてきたが、未規制物質については、下水道自らはその果たしている役割についてあまり注目してこなかった。しかし、内分泌かく乱物質(EDs)いわゆる環境ホルモンや医薬品、化粧品などの日常品(Pharmaceuticals & Personal Care Product, PPCP)が、排水に含まれ、不可避な潜在汚染物質として心配され始めており、下水処理でのそれらの除去性、さらには残留する化学物質の放流先水域への影響に関心が集まり始めている。

国土交通省では、平成10年度から12年度にかけて、下水道での環境ホルモンの汚染実態調査を行い、はじめて下水道での化学物質問題の解明に取り組んだ。内分泌攪乱作用の疑いのある25化学物質は、下水処理で概ね90%以上除去され、特に生物処理工程での低減効果が大きいと認められているが、機構は多くの研究者が研究中である。

水環境でエストロゲン作用として重要な物質は、エストロゲンとNPであることが分かってきた。これらの物質はともに、エストロゲンとNPとして下水に存在しているほかに、エストロゲンの体内での代謝物である不活化されているエストロゲン抱合体や界面活性剤として使用されているノニルフェノールエトキシレート(NPEO)といった形態で存在している割合の方が多い。

エストロゲンのうち17β-エストラジオール(E2)は比較的分解速度が遅いエストロン(E1)に変化することが分かってきている。しかしエストロゲン抱合体として下水に残留している量がかかなりあり、下水処理後にもエストロゲン抱合体が残留していることが最近の調査から分かり始めている。遊離体のエストロゲンに比べ、抱合体として存在している量がかかなりあることか

ら、新たに遊離体のエストロゲンが下水処理過程で生み出されていることが示唆される。さらにエストロゲン遊離体は処理過程で大幅に低下するが、エストロゲン抱合体はほとんど濃度が変わっていないという結果も得られている。エストロゲン抱合体の分析方法、特に回収率にまだ多くの課題が残っているため、さらに詳細な研究を待たねばならない。

NPEO そのものは、使用段階では生分解の高いエトキシ鎖が10個付近を中心としてさまざまな長さを持つ集合体である。下水処理では、生分解によってエトキシ基は短くなっていき、水に溶けやすいエトキシ基の長いNPEOから、疎水性が強いエトキシ基の短いNPEOへと変化し、水から汚泥へと吸着されて水から除去される。しかし、その過程で、NPEOの一部が新たにノニルフェノールカルボン酸(NPEC)を生成し、一部は分解していく。NPEOやNPECのうち、エトキシ鎖が短いものは、処理過程で残りやすく、特にエトキシ基の短いNPECは増加する傾向にある。これは、NPEOの分解速度よりもNPECの分解速度が遅いことに起因していると思われる。

一方、医薬品やPPCPについては、水域の汚染実態の研究が始まったばかりであり、下水道での除去機能は分かっていない。ドイツ、オーストリア、スイスなどではPPCPの水道原水での汚染状況の把握、水道での除去技術の研究が進められているが、下水道についてはまだ限られた研究しか行われていない。

これらの物質は、明らかに生活で使用されており、排水として下水道に排除されていると考えられる。水を介して環境に出た後の人や生態系への影響については、内分泌攪乱作用が強く疑われる経口避妊剤エチニルエストラジオールなど一部を除いてほとんど分かっていない。また、薬の性格として生分解性や揮発性が低く、また水溶性が高いなど、下水処理でかなり取りにくい物質が含まれている可能性があるため、現在、採用されているBOD、COD、窒素、リンといった従来から処理対象として来た下水処理技術で、問題を持つ可能性のある様々な化学物質をどの程度除去可能なのか、評価を新たに見なおし、必要があれば、新たな処理体系を作ることも必要かもしれない。