

浄水処理技術の歴史と新技術

History and New Technology on Drinking Water Treatment

劉 曉琳・大瀧雅寛

(Liu Xiao Lin and Masahiro OTAKI)

(お茶の水女子大学 人間文化研究科ライフサイエンス専攻)

1. はじめに

水分は人間の体の主要な成分であり、人間の生命活動の基礎である。良い水質の水は健康的な生活には必須である。WHOの調査¹⁾によると全病気の80%及び全幼児死亡率の50%は飲料水質と関係あると言われている。

2. 発展の歴史

工業と都市の発展とともに、水源は家庭汚水による汚染だけでなく、工場からの化学物質による汚染も問題となった。浄水処理は1804年イギリスのペーザリーで初の都市浄水場ができてから、約200年の歴史を数える。その処理技術の発展には、主に二つの段階があった。²⁾

第一段階としては19世紀の最初から20世紀の1960年代に行われた浄水処理で、これは原水の濁度を除去し、病原細菌を除去することを主な目的としたものであった。代表的な処理プロセスは緩速砂濾過—消毒によるものか、もしくは凝集沈殿—急速濾過—消毒によるものである。それにより、地表水や地下水の汚水、糞便、ごみ汚染による、コレラ、下痢、チフスなどの伝染病の流行は激減した。

第二段階は1960年代から工業と都市の発展とともに、水道原水中に生物分解が難しい有機物質が多くなってきたことに対応する処理である。さらに塩素消毒により生ずるトリハロメタンは発ガン性が疑われているため問題視されている。

最近では、臭いなどの、微量の有機物質の除去をはじめ、消毒耐性のある病原微生物に対応するために高度浄水処理が必要になってきた。

3. 主な浄水の処理技術

水源の汚染によって、適用する浄水の処理プロセスは異なる。一般的に水源の汚染は下の三つに分けられる。

- i) コレラ、下痢、チフス、(急性)灰白髄炎、肝炎など病原微生物による伝染病の発生。
- ii) フェノール、トリクロロメタン、殺虫剤、合成洗剤など有害有機物質による、血液病、ガンなど慢性症の原因物質の問題。
- iii) 水銀など重金属およびシアン化合物有毒無機物質による、急性症の原因物質の問題。

これらに対処するために高度浄化処理が使われるが、これは普通の浄化プロセスに付加するもので、次の2通りの方法がある。

- ・塩素消毒の前処理：塩素消毒副生成物の前駆物質を除去するために有効である。
- ・塩素消毒の後処理：消毒耐性微生物や生じた副生成物に対応するためである。

前処理には生物処理、オゾン—活性炭処理、光触媒酸化処理などがある。後処理には多層蒸留処理、イオン交換処理、膜分離処理などがある。以下にこれらの方法について解説する。

4. 高度浄水処理について

4.1 生物処理

1971年に小島貞男がはじめて富栄養化した水源からの原水に対して生物接触酸化処理を使用した。藻類の60%—80%、アンモニア性窒素の90%以上、臭味の50%—70%が除去された。³⁾ 飲料水の生物処理というのは微生物集団の新陳代謝活動を利用して水中の汚染物質を除去するというものである。現

在、浄水処理中では生物膜を形成させるタイプが多く使われている。反応槽の中で生物群が薄く膜支持体の表面に付着し、それが生物膜となり、効力を発揮する。

4. 2 オゾン-活性炭処理

オゾンは酸化力が非常に強い物質なので、浄水の処理において殺菌、色度及び臭気除去をすることができる。研究⁴⁾によるとオゾンで酸化した水はBDOC(生分解性溶存有機炭素)が20%–30%向上した。即ち生分解性物質が増加するので、その後の生物処理がしやすくなる。活性炭は飲料水の高度処理に対してBOD、COD、色度と多くの有機物質を除去し、突然変異物質の除去にも効果がある。一般的にはオゾンと活性炭処理は一緒に使われることが多く、その場合後段の活性炭は特に生物活性炭として使われる。

4. 3 光触媒酸化処理

この処理の原理は波長380nm以下の光を半導体(TiO₂)に照射することにより、電子が励起され、自由電子と正孔が分離する。OH⁻が電子をとられることにより・OHが生成し、また酸素が電子を受け取り、・O₂⁻が生成することにより活性種が生ずる。これらの活性種により有機物質を酸化分解することができる。また物質が直接光触媒と酸化還元反応をする場合も考えられる。

PrudentoとOllis⁵⁾などの研究によると、1980年代から浄水処理において原水中に含まれるトリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、芳香族有機物質などの有機塩素化合物に対して光触媒酸化処理が効果あると報告されている。その処理においては、光強度、対象物質の濃度、PHなどが、影響因子とであった。

4. 4 膜分離処理

近年、膜分離処理は固液分離だけでなく溶解性物質の分離技術としても、急速に広まっている。これ

は主に下の四つの長所を持つ

- 1) 物理的な濾過であり、薬品が必要ない。
- 2) 分離プロセスであり相が変化しないため、エネルギー消費が低い。
- 3) 副生成物がなく、物質の属性は変わらない。
- 4) プロセスの自動化など省力化ができ、適用の範囲が広い。

膜分離処理は微細濾過(MicroFiltration)、限外濾過(UltraFiltration)、逆浸透濾過(ReverseOsmosis)とナノ濾過(NanoFiltration)膜に分けられる。近年浄水処理において適用される様になったNF膜濾過については、特に次の様な報告がある⁶⁾。北千葉浄水場の江戸川の水を使った実験データによると、NFによる前駆物質の除去率が95%程度であり、TOCの除去率が95%程度、DOCの除去率が90%程度であった。また、この膜は細菌や病原ウイルスの除去も可能であるという長所を持つ。

5. まとめ

上述のように水道原水の悪化にともない、様々な高度処理が開発され、改良されてきている。このような高度処理がどこまで、現実の問題に適用できるかが、今後の大きな課題であろう。

参考文献

- 1) 「科技新聞」1996年4月11日
- 2) 王宝貞「水汚染制御工程」高度教育出版社
- 3) 余恵芳「飲料水の処理技術」・「環境保護」・1999
- 4) 余恵芳「飲料水の処理技術」・「環境保護」・1999
- 5) Hsiao,c.et al.,J.Catal.,82,418(1983)
- 6) R.W.Matthews,J.Catal.,97,565(1986)
- 7) Kunikane,S. et al., "Water Production performance of thirty-five different microfiltration/ultration systems," Proc.of IWSA specialized conference on advanced treatment and integrated water system management into 21stCentury,1995,2:280-285