

<特集>

上水道における新たな浄水技術の動向

山村尊房, 新田 晃

厚生労働省健康局水道課(〒100-8916 東京都千代田区霞が関 1-2-2 E-mail: yamamura-sombou@mhlw.go.jp)

概要

水道水源の水質の悪化が進行しており、特に都市周辺の河川、富栄養化が発生しやすい貯水池等の水源では、臭気物質、トリハロメタン等の原因物質、色度等による問題がある。また、クリプトスポリジウム等の耐塩素性病原微生物や、より安全、安心、快適な水を求めるニーズに対応した水の提供等が課題となっている。こうした問題には、従来からの砂ろ過を中心とした固液分離プロセスを中心とした浄水処理では対応できないので、高度浄水処理法や膜ろ過法、鉄系凝集剤といった新たな浄水処理技術が求められている。

キーワード: 水道、高度浄水処理、膜ろ過、鉄系凝集剤、有機高分子凝集剤

1. はじめに

水道は水質基準に適合した安全な水を供給しなければならない。水道の水源は、河川水、湖沼水、地下水等であり、その水質に応じた浄水処理を施した水を水道水として供給することが必要である。浄水処理方式としては、従来から砂ろ過を中心とした固液分離が中心となっているが、近年の水質汚染や水道水質に対するニーズに対応するため、高度浄水処理法や膜ろ過法、鉄系凝集剤といった新たな浄水処理技術の導入が進められているところである。

本稿では、こうした水道における新たな浄水技術の動向について説明する。

2. 高度浄水処理^{1,2}

2.1 高度浄水処理とは

原水水質の状況に応じて原水を浄化するため、様々なプロセスを連ねて浄水システムが造られるが、その際、どのプロセスを用い、どのような順序で組み合わせるかが問題となる。一般的に用いられている通常の浄水方法は、塩素消毒だけの方式、緩速ろ過、急速ろ過等の砂ろ過による方式のように、除濁プロセスと消毒プロセスとが中心となっている。こうした通常の浄水方法で十分な浄水効果が認められるのは、濁度、鉄、マンガン、大腸菌等の主に不溶解性物質である。一方、蒸発残留物、硝酸態窒素、陰イオン界面活性剤、臭気物質等の溶解性物質については、上記の通常の浄水方法ではほとんど浄水効果が期待できないため、活性炭処理施設、オゾン処理施設及び生物処理施設等の高度浄水処理施設の導入が必要となる。これらの高度処理施設は、処理対象物質などによって単独またはいくつかの組み合わせで用いられる。

2.2 粉末活性炭処理

粉末活性炭処理は、粒径 $150\ \mu\text{m}$ 以下(一般に $75\ \mu\text{m}$ のふるい残分が 10%以下)の粉末活性炭を、凝集処理前の原水に注入し、混和、接触させることで対象物質を吸着するので、処理後、活性炭は凝集沈殿及びろ過により除去される。接触時間は少なくとも 20 分以上とし、処理効果を十分得るためには1時間程度が望ましいとされている。低濃度のトリハロメタンや臭気物質、陰イオン界面活性剤等の除去に効果がある。

吸着池等の大規模な施設を新たに建設する必要はなく、短期間の使用の場合は必要分だけ活性炭を購入すればよいが、使用後の活性炭は沈殿・ろ過されて汚泥とともに廃棄されることから、長期間の使用の場合は経済性が悪い。また、微細な粉末であるため、ろ過水中に活性炭が漏出しやすく、特に冬期の低水温時には凝集効果が低下することによる漏出の可能性があるので注意が必要である。

2.3 粒状活性炭処理

吸着池に粒状活性炭を充填し、これに処理対象水を流入させ、処理対象物質を吸着して除去するものである。吸着効果を主体とした方式(GAC: Granular Activated Carbon)と、活性炭の吸着作用に加えて活性炭層内の微生物による有機物の分解作用を利用することによって活性炭の吸着機能をより長く持続させる生物活性炭吸着方式(BAC: Biological Activated Carbon)がある。活性炭層内の微生物の作用により二酸化炭素にまで分解されることがある。BAC の場合は、生物活動を妨げないよう前段で塩素処理を行わない。また、BAC の前段にオゾン処理を行うと難分解性有機物を易分解性有機物に転換すると同時に、オゾン処理後の処理水は溶存酸素が飽和状態になるので活性炭層内における生物化学的作用が促進され、活性炭の寿命を延ばすこととなる。

GAC はトリハロメタン、臭気物質、陰イオン界面活性剤等の除去に効果があり、BAC はトリハロメタンや臭気物質の除

Table 1 わが国における代表的なオゾン・活性炭・生物処理のフローと導入事例

No.	処理フロー	処理フローの基本的な考え	留意事項	導入の一例
①		<ul style="list-style-type: none"> 凝集沈殿＋砂ろ過で除去されない溶解性有機物や臭気物質等を GAC で除去する。主な追加施設は活性炭接触池のみであり、建設コストが比較的安価である。 	<ul style="list-style-type: none"> オゾンや生物処理の併用と比較してライフは短い BAC と比較してライフは短い (THM による活性炭の破過) 	<ul style="list-style-type: none"> 新瀬田 (滋賀県) 富田 (仙台市) など多数
②		<ul style="list-style-type: none"> 凝集沈殿で除去されない溶解性有機物や臭気物質等を BAC で除去する。BAC として運用することにより、活性炭寿命の延長やアンモニアの硝化が期待出来る。最終工程が砂ろ過であるため、微生物漏洩に対するリスクは比較的小さい。主な追加施設は活性炭接触池のみであり、建設コストが比較的安価である。 	<ul style="list-style-type: none"> オゾンや生物処理の併用と比較してライフは短い 活性炭の目詰まりがやや大きい 	<ul style="list-style-type: none"> 広郷 (北見市) 見崎 (山形市) 有馬 (横須賀市)
③		<ul style="list-style-type: none"> 凝集沈殿＋砂ろ過で除去されない溶解性有機物や臭気物質等をオゾン＋GAC で除去する。 	<ul style="list-style-type: none"> 臭素酸の生成レベル BAC と比較してライフは短い (THM による活性炭の破過) 	<ul style="list-style-type: none"> 柏井 (千葉県)
④		<ul style="list-style-type: none"> 凝集沈殿＋砂ろ過で除去されない溶解性有機物や臭気物質等をオゾン＋BAC で除去する。BAC として運用することにより、活性炭寿命の延長やアンモニアの硝化が期待出来る。 	<ul style="list-style-type: none"> 臭素酸の生成レベル 原水マンガン高濃度時の処理性 最終工程が BAC であることによる微生物漏洩 	<ul style="list-style-type: none"> 二荒・丸山 (日光市) 村野 (大阪府)
⑤		<ul style="list-style-type: none"> 凝集沈殿＋砂ろ過で除去されない溶解性有機物や臭気物質等をオゾン＋BAC で除去する。BAC として運用することにより、活性炭寿命の延長やアンモニアの硝化が期待出来る。最終工程が砂ろ過であるため、微生物漏洩に対するリスクは比較的小さい。 	<ul style="list-style-type: none"> 臭素酸の生成レベル 	<ul style="list-style-type: none"> 朝霞 (東京都)
⑥		<ul style="list-style-type: none"> 凝集沈殿で除去されない溶解性有機物や臭気物質等をオゾン＋BAC で除去する。BAC として運用することにより、活性炭寿命の延長やアンモニアの硝化が期待出来る。最終工程が砂ろ過であるため、微生物漏洩に対するリスクは比較的小さい。 	<ul style="list-style-type: none"> 臭素酸の生成レベル 活性炭の目詰まりがやや大きい 	<ul style="list-style-type: none"> 金町 (東京都) 尼崎 (阪神) 神崎 (尼崎市)
⑦		<ul style="list-style-type: none"> 凝集沈殿＋砂ろ過で除去されない溶解性有機物や臭気物質等をオゾン＋BAC で除去する。マンガンに対しては前段のオゾン＋砂ろ過によって除去する。BAC として運用することにより、活性炭寿命の延長やアンモニアの硝化が期待出来る。 	<ul style="list-style-type: none"> 臭素酸の生成レベル 最終工程が BAC であることによる微生物漏洩 	<ul style="list-style-type: none"> 福増 (千葉県) 柴島 (大阪市)
⑧		<ul style="list-style-type: none"> 前段の生物処理において易分解性有機物、臭気物質、アンモニア等の除去や凝集性の改善を図り、凝集沈殿＋砂ろ過で除去されない溶解性物質や臭気物質等を GAC で除去する。 	<ul style="list-style-type: none"> BAC と比較してライフは短い (THM による活性炭の破過) 	<ul style="list-style-type: none"> 三春 (福島県) 霞ヶ浦 (茨城県)
⑨		<ul style="list-style-type: none"> 前段の生物処理において易分解性有機物、臭気物質、アンモニア等の除去や凝集性の改善を図り、凝集沈殿＋砂ろ過で除去されない溶解性物質や臭気物質等をオゾン＋BAC で除去する。BAC として運用することにより、活性炭寿命の延長やアンモニアの硝化が期待出来る。 	<ul style="list-style-type: none"> 臭素酸の生成レベル 最終工程が BAC であることによる微生物漏洩 	<ul style="list-style-type: none"> 三島 (大阪府) 北谷 (沖縄県)

中オゾン：砂ろ過の前段にオゾン処理が配置されている方式

後オゾン：砂ろ過の後段にオゾン処理が配置されている方式

GAC：粒状活性炭よりも前段で塩素を注入し、吸着活性炭として運用する方式

BAC：粒状活性炭よりも前段で塩素を注入せず(または弱前塩素を注入し)、生物活性炭として運用する方式

去において GAC より効果が高いが、前塩素処理ができないため、それにより対処していたアンモニア性窒素や鉄、マンガンの問題が残る。また、オゾン処理と粒状活性炭処理を組み合わせた場合は、高濃度のトリハロメタン、臭気物質、陰イオン界面活性剤等の除去に効果がある。

本方式を導入する場合は吸着池を造る必要があるが、長期間の使用の場合は活性炭を回収・再生利用できるため、粉末活性炭処理に比べ経済的である。

2.4 オゾン処理

塩素よりも強いオゾンの酸化力を利用し、異臭味及び色度をはじめとする有機物質を分解・低分子化し、生物分解性を向上させるなど、後段の活性炭にかかる負担を低減する効果を有する。一方、副生成物に対する注意が必要であり、特に臭素酸について水道水質基準を満たすように運転管理を行う必要がある。具体的には、原水の臭素イオン濃度が高い状況でオゾン注入率を高くすると臭素酸濃度は上昇することから、必要最小限のオゾン注入とするため、近年は注入率を一定に制御するよりも残留オゾン量で制御する設備を採用する浄水場が多い。

2.5 生物処理

細菌による生分解性作用により不純物の除去を行うものであり、水道の分野では好気性処理が用いられる。易分解性有機物や臭気物質、アンモニア性窒素等の除去、凝集性の改善、アンモニアの除去に伴う塩素注入率の低下(処理工程内でのトリハロメタン生成量の抑制)に効果があるが、トリハロメタン等はほとんど除去されない。また、除去効果は水温の影響を大きく受けることに注意しなければならない。

2.6 高度処理のフロー例

我が国におけるオゾン処理、粒状活性炭処理、生物処理の組合せの事例とそれぞれの特徴及び留意点を表 1 に示す。

2.7 我が国の導入状況⁴

高度処理の導入状況について、少々古いデータであるが、上水道事業及び水道用水供給事業における平成 12 年度末の状況について整理してみる。

オゾン処理、粒状活性炭処理及び生物処理設備を導入している浄水場、粉末活性炭を年間 30 日以上注入した浄水場を対象に、処理方法の組合せと水源種類別の導入状況について、件数を表 2 に、一日平均浄水量を表 3 に示す。また、処理方式と規模別の導入状況を表 4 に示す。なお、各表中の分類は、表 4 の下に示したとおりである。

平成 12 年度の全体の取水量は 46,090 千 m³/日であったことから、全取水量の約 34%の水が高度浄水処理されていたこととなる。また、表流水から取水した水は約 80%が高度浄水処理されている。⁵

Table 2 処理方式別・水源種類別の導入件数(件数)

処理方式	表流水	ダム・湖沼水	その他	計
粉末活性炭	103	40	21	164
粒状活性炭	28	23	27	78
オゾン+粒状活性炭	17	10	9	36
生物処理	3	3	11	17
生物処理+粒状活性炭	4	1	2	7
生物+オゾン+粒状	3	1	-	4
その他	1	-	2	3
計	159	78	72	309

Table 3 処理方式別・水源種類別の一日平均浄水量(m³/日)

処理方式	表流水	ダム・湖沼水	その他	計
粉末活性炭	5,191,932	2,283,890	358,841	7,834,663
粒状活性炭	323,361	336,768	86,737	746,866
オゾン+粒状活性炭	5,349,979	228,915	528,499	6,107,393
生物処理	93,911	75,059	28,141	197,111
生物処理+粒状活性炭	44,317	118,125	10,773	173,215
生物+オゾン+粒状	407,335	63,389	-	470,724
その他	30,368	-	11,171	41,539
計	11,441,203	3,106,146	1,024,162	15,571,511
上水道と水道用水供給事業全体の一日平均取水量	14,217,720	18,903,326	12,969,008	46,090,054

Table 4 処理方式別・処理水量規模別の導入状況(件数)

(処理水量規模の単位は、一日平均浄水量(万 m³/日))

処理方式	~0.5	~1	~5	~10	10~	計
粉末活性炭	49	24	59	16	16	164
粒状活性炭	44	17	15	2	-	78
オゾン+粒状活性炭	13	4	5	3	11	36
生物処理	11	1	4	1	-	17
生物処理+粒状活性炭	2	3	1	-	1	7
生物+オゾン+粒状	1	-	-	1	2	4
その他	-	2	1	-	-	3
計	120	51	85	23	30	309

(注1)処理方式の内訳

粉末活性炭	粉末活性炭のみ
粒状活性炭	粒状活性炭のみ、粉末活性炭+粒状活性炭
オゾン+粒状活性炭	オゾン処理+粒状活性炭、粉末活性炭+オゾン処理+粒状活性炭
生物処理	生物処理のみ、粉末活性炭+生物処理
生物処理+粒状活性炭	生物処理+粒状活性炭
生物+オゾン+粒状	生物処理+オゾン処理+粒状活性炭

(注2)水源種別の内訳

表流水	表流水
ダム・湖沼水	ダム直接、ダム放流、湖水、これらの組合せ
その他	地下水、表流水+ダム・湖沼水など上記以外

3. 膜ろ過

3.1 膜ろ過とは⁶

膜ろ過は、膜をろ材として水を通し、原水中の不純物を分離除去する浄水方法である。膜ろ過のメリットには、特に従来からの急速ろ過や緩速ろ過と比べ、以下のような点があげられている。

- ①膜の種類に応じて一定以上の大きさの不溶性物質を安定して除去することができる。
- ②自動運転が容易であり、運転・維持管理が簡便である。
- ③凝集剤が不要又は少量ですむ。
- ④必要な用地面積が狭い。

3.2 膜の種類⁷

(1) 細孔の大きさ

浄水処理に一般的に使用される膜は、細孔の大きさによって、精密ろ過膜(MF膜)、限外ろ過膜(UF膜)、ナノろ過膜(NF膜)、逆浸透膜(RO膜)に分けられる。

(ア) MF膜

膜分離技術振興協会による水道用膜モジュールの規格(以下、「水道用膜モジュール規格」という。)では、孔径が $0.01\mu\text{m}$ より大きい膜とされている。浄水処理においては、一般的に、分離粒径 $0.1\sim 0.3\mu\text{m}$ 程度のMF膜が用いられており、これにより原水中の懸濁物質、細菌、クリプトスポリジウム等の微粒子を確実に除去することが可能である。

(イ) UF膜

細孔の大きさはMF膜よりも小さく、水道用膜モジュール規格では、膜表面の孔径が $0.01\mu\text{m}$ 以下とされている。UF膜は、懸濁物質や細菌などを確実に除去でき、ウイルスのほとんどを除去できるほか、高分子の有機物についてもある程度の除去効果が期待できる。阻止率が90%となる高分子物質の分子量を示す分画分子量は $1,000\sim 300,000$ 程度である。

(ウ) NF膜

NF膜は 1nm 前後の大きさの分子を除去する膜で、分画分子量は最大数百程度であり、分子量の比較的大きな有機物に対しても高い除去効果を持つ。

(エ) RO膜

海水淡水化逆浸透膜も含まれる。低分子物質に加えてイオン性物質までを除去対象としているように、浄水処理においては特殊な条件に使用される。

(2) 膜の材質

MF膜、UF膜を材質で、無機膜と有機膜に分類できる。無機膜にはセラミックなどがある。有機膜は、ポリスルホン(PS)、ポリエチレン(PE)、酢酸セルロース(CA)、ポリアクリロニトリル(PAN)、ポリプロピレン(PP)、ポリフッ化ビニリデン(PVDF)などの種類がある。また、NF膜はポリアミド系の有機膜が一般的である。有機膜は、材質によって、親水性の度合いや耐熱性、耐薬品性などが異なるため、膜の保管や薬



Fig.1 中空系膜の例((財)水道技術研究センター作成資料より)

品洗浄に当たっては、それぞれの膜の材質に十分留意する必要がある。

(3) 膜の形状

円筒状の膜には、内径 $0.5\sim 2\text{mm}$ 程度の中空糸膜、管径 $3\sim 13\text{mm}$ の管状膜がある。中空糸膜は、数千～数万本束ねて、数mほどの長さのケーシングに収納されるなどの形で使用される。また、平面の平膜も使用される。セラミック製の無機膜には、円柱状のセラミックに、管状の流路を複数設け、原水を流路内部に供給し、ろ過水を円柱の外側から得るものがある。

3.3 膜ろ過の導入状況

MF膜とUF膜の平成16年度末の全国の導入状況は、397件で、一日最大給水量の合計は、 $250,389\text{m}^3$ となっている。

平成6年以降我が国でもクリプトスポリジウム等の耐塩素性病原性微生物による汚染問題が顕在化し、平成8年に埼玉県越生町で水道を介した集団感染が発生したことにより、水道水質管理上の重要課題となった。平成12年に制定された水道施設の技術的基準を定める省令において、原水に耐塩素性病原微生物が混入するおそれがある場合にはろ過等の設備を設置すべきことが規定され、クリプトスポリジウム対策として、ろ過池出口の濁度を 0.1 度以下に維持することとされている。これにより、急速ろ過法の場合は必ず凝集剤を用いて適切な運転をすることが求められている。一方、確実にクリプトスポリジウム等を除去できる方法として膜ろ過法が目目され、その導入事例は増加し続けている。

3.4 膜ろ過普及の取組

従来から使用されてきた砂ろ過に加わる新たな浄水処理方法として膜ろ過の普及を目指し、1991年から産官学による共同研究において開発研究が進められてきた。当初は、凝集沈殿、緩速ろ過や急速ろ過に比べ運転管理が容易であることなどに着目し、小規模水道への導入推進を目標に技術開発が進められ、平成6年に「小規模水道における膜ろ過施設導入ガイドライン」及び「小規模水道における膜ろ

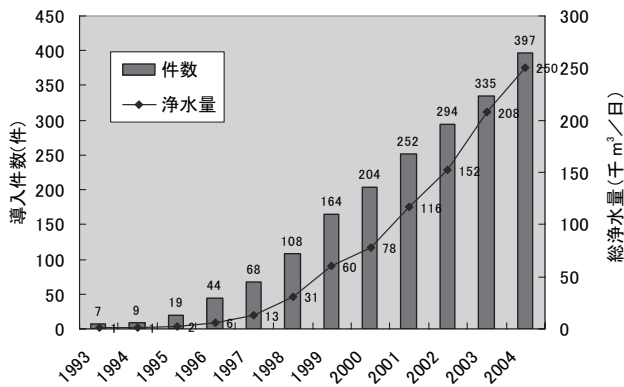


Fig.2 国内の膜ろ過の普及状況
(財)水道技術研究センター調査による)

過施設維持管理マニュアル」が取りまとめられた。平成 14 年度からは財団法人水道技術研究センターが中心となって進めた産官学の研究開発プロジェクトである「環境影響低減化浄水技術開発研究(通称 e-Water)」において大容量ろ過膜導入についての技術開発研究が行われ、その成果は平成 17 年 8 月に「大規模膜ろ過施設導入ガイドライン」に取りまとめられた。大規模な膜ろ過施設としては、最近、東京都や松山市において一日最大給水量 40,000m³クラスの浄水施設への導入が決まっている。今後は、このような大規模な浄水場において膜ろ過導入事例が増加すると見込まれている。

4. 鉄系凝集剤⁸

4.1 経緯

我が国では急速ろ過法が広く使用されており、同方法において重要な役割を担っている凝集剤には、ほとんどすべての水道において、優れた処理性能を有するポリ塩化アルミニウム(PAC)を主としたアルミニウム系凝集剤が使用されている。こうしたアルミニウム系凝集剤の使用は、浄水中へのアルミニウム濃度に影響を及ぼすこととなる。水中において、通常では問題のない低濃度の鉄が、アルミニウムの存在下では、明白な水の色の変色を起こすことがあり、最終処理水中のアルミニウム濃度が 0.1~0.2mg/l 程度を超える場合には、配水システム中で変色現象が発生しやすく、そのために消費者からの苦情も増加する。平成 14 年度に行われた水道水質基準の検討においては、着色の観点からアルミニウムの水質基準を 0.1mg/l とすることを検討したが、クリプトスポリジウム等耐塩素性病原微生物対策としての低濁度管理、藻類の繁殖時期や低水温期等への対応のため場合によっては多量の凝集剤を投入せざるを得ない場合があり、このような場合にも技術的に 0.1mg/l を達成可能であるか疑問の余地があるとして、水質基準を 0.2mg/l 以下とすることが妥当であるとされた。ただし、今後、代替凝集剤への転換の可能性を

含め 0.1mg/l の達成可能性について改めて検討を行うことが必要であるとされている。⁹

このため、アルミニウム系凝集剤を使用している水道事業者においては、注入率の低減化などにより注意深い運転管理が要求されることとなった。また、アルミニウム系凝集剤を使用した場合の沈殿物から発生する汚泥は含水率が高く脱水性が悪いことや、その成分等の面から、農業利用等の再利用がしづらいという欠点もある。

こうしたことから、アルミニウム系凝集剤の使用を見直す動きが生じており、代替品として鉄系凝集剤やその助剤として有機高分子凝集剤が注目されている。諸外国では、アルミニウム系凝集剤のほか、鉄系凝集剤が使用され、また、凝集助剤に有機高分子凝集剤が広く使用されている。また、平成 14 年度から財団法人水道技術研究センターが中心となって進めた産官学の研究開発プロジェクトである「環境影響低減化浄水技術開発研究(通称 e-Water)」の成果として、平成 17 年 8 月に「鉄系・高分子凝集剤使用ガイドライン」が取りまとめられており、水道事業者に対して鉄系凝集剤等の情報提供がなされている。

4.2 鉄系凝集剤

鉄系凝集剤として一般的なものには、塩化第二鉄、ポリ硫酸第二鉄、鉄シリカ無機高分子(PSI)がある。鉄系凝集剤は人の健康を害する懸念はないので広く使用することが可能である。また、凝集、フロック形成後の粒子密度が高くなるので、アルミニウム系凝集剤を使用した場合よりも沈殿物の分離性が改善され、濁質の処理性が高くなるだけでなく、有機色度成分や消毒副生成物の前駆物質の処理性も改善が可能である。

4.3 有機高分子凝集剤

有機高分子凝集剤は、鉄系凝集剤等の無機凝集剤と併用することで、有機高分子凝集剤の吸着・架橋作用の効果によって、フロックをより大きく強固にしてその成長を促進させる効果がある。一般的には、アクリルアミド系アニオン性有機高分子、アクリルアミド系ノニオン性有機高分子がある。

凝集助剤として使用することにより、多様な原水の処理が可能にあり、大きく強靱なフロックを形成することができるのでフロックの沈殿処理性が向上する。また、鉄系凝集剤は水温が低下した時に凝集不良を起こすことがあるが、有機高分子凝集剤と併用することにより改善できる。

5. おわりに

我が国の社会は、少子化、高齢化の進行による人口減少期を迎え、これまでと全く異なる社会的状況の中で、我が国の水道は、施設の老朽化に伴う大規模な更新、安全・快適な水の供給、施設の耐震化等災害対策の充実等の課題に直面している。このような中で、厚生労働省は平成 16 年 6 月に「水道ビジョン」を公表した。ビジョンでは、我が国の水道の現状と将来見通しの分析・評価を踏まえ、「世界のトップラン

ナーを目指してチャレンジし続ける水道」を水道の将来像に掲げ、全ての水道関係者の共通目標として「安心」、「安定」、「持続」、「環境」及び「国際」という5つの政策課題とそれぞれの目標を示し、関係者が相互の役割分担の下で連携して取り組むことができるよう、今後の水道に関する政策課題とそれに対処するための具体的な施策及び工程等を包括的に示した。また、厚生労働省では、水道ビジョンの実現に向けて、全ての水道事業者による取組を促すため、各事業者が地域水道ビジョンを作成することを推奨している。各水道事業者は、現下の厳しい財政状況、近未来の職員の大量退職、それに伴う技術力の縮小といった厳しい環境の中で水道ビジョンの課題に取り組まねばならず、その解決の一助として、より効率的・効果的な技術の導入に大きな期待がかかっていると云える。

新たな浄水技術の導入、普及により、我が国の水道がより高度なものとなるよう期待しており、また、厚生労働省としてもそのために取り組んでいくこととしている。

[参考文献]

- 1 社団法人日本水道協会、厚生省生活衛生局水道環境部監修、「高度浄水施設導入ガイドライン」、(昭和63年3月)
- 2 日本水道協会、「水道施設設計指針」、(2000)
- 3,4 財団法人水道技術研究センター、「平成14年度厚生労働省委託費による高度処理施設の標準化に関する調査報告書」、(平成15年3月)
- 5 厚生労働省健康局水道課、「平成12年度水道統計施設・業務編」、第83-1号
- 6 日本水道協会、「水道施設設計指針」、(2000)
- 7 財団法人水道技術研究センター、「環境影響低減化浄水技術開発研究(e-Water)ガイドライン集」、I 大規模膜ろ過施設導入ガイドライン、(2005年8月)
- 8 財団法人水道技術研究センター、「環境影響低減化浄水技術開発研究(e-Water)ガイドライン集」、II 鉄系・高分子凝集剤使用ガイドライン、(2005年8月)
- 9 厚生科学審議会生活環境水道部会水質管理専門委員会、「水質基準の見直しにおける検討概要」、p121、(平成15年4月)
- 10 厚生労働省健康局、「水道ビジョン」、(平成16年6月)



著書：「環境と宗教」の紹介

環境汚染の制御はこれまで、工学、理学など自然科学分野の人達だけで行われてきた。しかし、地球の温暖化など、地球全体の環境問題は科学技術だけではよくなりだと言われている。人の生き方、ライフスタイルを考え直す必要があります。そのために宗教の教えが重要であることは言うまでもありません。

世界の3大宗教は、仏教、キリスト教およびイスラム教です。

そのうち、仏教は自然界にあるもの全て平等であるという「共生思想」^{ともいき}が基本的な教えであり、自然、環境の大切さを重視している。

キリスト教は、神が人間に自然を支配するように命じているが、これは人間が自然を意のままに制御してよいということではなく、自然を大切に管理するように教えている。

また、イスラム教は非常に広い範囲に信者がいるが、自然に恵まれない地域が多く、そのため自然を大切に考えている。

本書では、以上の3大宗教にユダヤ教を含めて、それぞれの宗教に造詣が深く、かつ自然環境を研究している人たちが、それぞれの考えから各宗教の教えと自然観、環境観について執筆している。

本書を読まれて自然、環境を保全し、この美しい地球を子々孫々まで残すために、それぞれの宗教の教えが重要であることを認識していただきたい。

3月20日
溝口次夫