

II-165 下水の凝集処理過程における有機物の除去特性について

栗田工業株式会社

栗山 光央

栗田工業株式会社

正会員 ○ 向井 常雄

1. はじめに

三次処理の方向として、一般に、浮遊、凝集、吸着、酸化、などの物理的、化学的処理法が検討されてきており、一部では実用化されている。従来も、以前から各種の三次処理方式を研究しているが、処理方式、あるいは、処理条件などにより、有機汚染物質の除去特性が異なり、これに伴ってそれぞれの処理水に溶存する有機物の形態も異なってくる。これらの有機物を、個々に測定することは非常に困難であるにしても、溶存有機物を、その特性に応じて分別できれば、各種の処理法によって、どのような形態の有機物が、効果的に除去されているかを判別し得るし、また、有機物の除去について、今後、各種の処理法の特長、限界について、理論的な考察も可能であり、新しい処理方式の方向性、可能性についても、具体的な示唆が得られるものと考えられる。そこで、本報告では、このような有機物の分画定量法を確立し、それをもって、下水の三次処理の一環として検討されている凝集処理における生下水、および、処理下水中の溶存有機物の除去特性、および、その限界について検討したので、報告する。ここで、生下水とは初沈流入下水を、処理下水とはその活性汚泥処理水の塩素滅菌前のものをいうことである。

2. 溶存有機物の分画定量

微量溶存有機物の分画定量法として望ましい要件は、簡便性、信頼性などに富むことである。そこで、各種の分画定量法を検討した結果から、イオン交換樹脂を利用し、溶存有機物を高分子性物質と、低分子性物質とに分画定量する方法を、上記条件を満足する方法として確立した。

この方法の最終的に決められた手順と条件を示すと、まず、分析用の強塩基性イオン交換樹脂、

Dowex-1, X-2, 100~200メッシュ、 SO_4 型をカラムに充填し、一定量の有機物溶存溶液（原水）、をSV約20~25で通液後、吸着物質を樹脂量の10倍量の0.1N H_2SO_4 を用いて、SV約20で溶出し、原水、流出液、硫酸溶出液のそれぞれの画分について、JIS、重クロム酸法によって、CODを測定する。そして、流出液と硫酸溶出液とのCOD加算値をもって、流出画分、すなわち、この樹脂に吸着されにくい物質、および、容易に脱着される物質の画分とする。また、原水CODとこの流出画分CODとの差をもって、残存画分、すなわち、強固に吸着され、脱着されにくい物質の画分とする。

表1に、各種有機物溶液の分画定量結果を示した。この結果、アミノ酸類、糖類は、全く吸着されず、有機酸類は、ほとんど吸着されるが、容易に溶出された。また、フェノール性物質は、ほとんどすべて吸着され、溶出されなかった。このように、この種の樹脂を用いることにより、明確に、水中の溶存有機物を、フェノール性の高分子残存画分と、それ以外の流出画分とに大別して分画定量し得る可能性を得た。

表2に、当社の総合研究所の社定下水処理プラントの生下水、および、処理下水についての分画定量結果を示した。それぞれの原水から、浮遊性、懸濁性のCODを除去するなり、1.2M~0.1Mのメソ

グレンフィルターで濾過した水のCODは、0.45M以下でほぼ一定となったためこの濾水中の有機物を溶存有機物とみなし、分画定量に供試した。また、それぞれの原水の通水量は、樹脂量の100～150倍量以上で、COD成分の漏出が急激に増加するとともに、フェノール性物質による紫外吸収特性が、原水のそれに近似してくるため、樹脂の100倍量と定めた。表2の結果から、生下水、処理下水とも、流出画分はほぼ一定であるが、試料1、および、6のように、供試

表-1. 溶解性有機物の分画定量

有機物	原水	流出画分		残存画分
		流出液	硫酸溶出液	
アスパルギン酸	33.8	33.8	0	0
グルコース	46.1	46.0	0	0.1
酢酸	52.6	1.2	50.5	0.9
クエン酸	40.4	13.5	27.0	0
脛酸	11.4	9.9	1.5	0
リグニン	14.5	0	0	14.5
フミン酸	22.9	0	0.5	22.4
フルボ酸	15.2	0	0.7	14.5
DBS	27.8	0	0	27.8

(注) 数値は、COD [ppm] を示す。

原水のCOD成分が変動する場合、流出画分に見るべき変化はなく、残存画分に影響を与えた。また、生下水(試料3)、処理下水(試料7)に酢酸をそれぞれ、CODとして11.6、11.0 ppm添加した場合、流出画分に約98%以上の回収がなされ、残存画分にほと

表-2. 生下水および処理下水の分画定量

試料	試料番号	0.45Mメタノールで濾過した原水	流出画分			残存画分
			①流出液	②硫酸溶出液	①+②流出画分	
生下水	1	148	34.7	8.9	43.6	104
	2	111	32.5	5.1	37.6	73.4
	3	115	28.0	10.2	38.2	76.8
生下水+酢酸	3'	115+11.6	29.1	20.6	49.7	76.9
処理下水	4	31.3	7.2	7.4	14.6	16.7
	5	33.7	6.9	7.2	14.1	19.6
	6	39.4	7.8	7.2	15.0	24.4
	7	31.5	8.8	6.1	14.9	16.6
処理下水+酢酸	7'	31.5+11.0	10.1	15.6	25.7	16.8

(注) 数値はCOD [ppm] を示す。

んど変化がなかった。このような結果から、本分画定量法は信頼性が高く、水中の溶存有機物の特性を把握するのに、有効な手段であると考えられる。図1に、本分画定量法を示した。

3. 生下水、および、処理下水の凝集処理における有機物の除去特性。

凝集処理に当って、種々の凝集剤について、各種条件で実験検討を行なった結果、COD成分の除去率、フロックの安定性に富む鉄塩凝集剤、硫酸亜二鉄、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ が最も効果的であったので、以後の凝集実験には、これを凝集剤として用いた。また、凝集剤の添加量は図2に示したように、生下水に対しては200 ppm、処理下水に対しては100 ppm以上で、溶存COD成分の除去がほぼ一定となったため、このことを参考に、以後、添加量をそれぞれ、200、および、100 ppmとした。この場合、凝集の最適pHは5.0±0.5であった。このような条件で、ジャーテスト、急速攪拌120 rpm、3 min、緩速攪拌40 rpm、15 minを行ない、30 min静止後の上澄液を0.45Mメタノールで濾過したもののについて、本分画定量を行ない、また同時に、鉄塩凝集過程における有機物

の除去特性を、供試原水の分画定量結果と対比させて検討した。

供試原水は、神奈川県下の下水処理場、A、B、C、D、および、当社総合研究所社宅下水処理プラント(K)における生下水、および、処理下水である。実験結果を表3に示した。これらの結果は年間の平均値であるが、総じて、冬期に原水CODの増加が認められ、これは、残存画分CODの増加となって現われることが確認された。その一例として、表4にK処理場における季節別の分画定量結果を示した。また、各処理場によって、各画分の溶解性COD成分が異なるが、水質の変動は、いずれも残存画分に大部分あつた。表2の傾向が各処理場に適用できることを確認した。

次に、表3の結果から、凝集処理過程における溶存有機物の除去特性を考察すると、生下水、処理下水とも、流出画分は凝集によってほとんど除去されず、除去される溶存有機物は、いずれも残存画分にあつた。したがって、D、K処理場のように、原水の残存画分が大きい場合、凝集処理効果が大きいことがわかった。

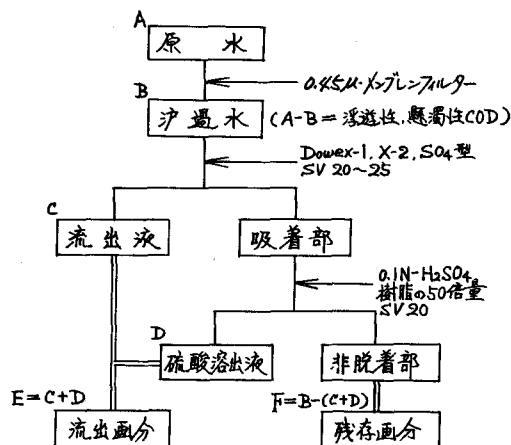
また、 FeSO_4 、 FeCl_2 、 FeCl_3 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ など、各種の無機塩凝集剤についても検討した結果、COD除去率は、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ の場合より劣るが、分画定量の結果はほぼ同様の傾向を示すことがわかった。

このように、生下水、処理下水のような、有機物を含む水を凝集処理する場合、その溶存有機物の除去特性は、低分子と考えられる流出画分が除去される可能性が少なく、高分子物質と推定される残存画分が除去され得るものと考えられる。したがって、本分画法を適用することにより、有機物の除去特性を把握し得るとともに、凝集処理の限界を推定し得るものと考えられる。

しかし、未だ、各画分の溶存物質に未知なものが多く、この点、今後とも検討を行なう必要がある。

4. まとめ

(1) 水中の溶存有機物は、分析用の強塩基性イオン交換樹脂、Dowex-1、X-2、100~200メッシュの504型を使用することにより、低分子性物質(流出画分)と、フェノール性の高分子物質(残存画分)とに大別して、分画定量できる。



A、B、C、D画分について、JIS重加硫酸法、CODを測定。

図-1. 有機物の分画定量法

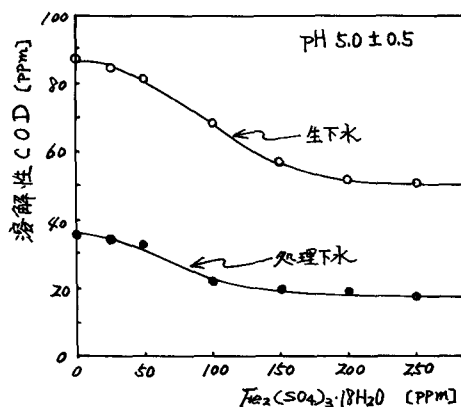


図-2. 凝集剤の添加量と溶解性CODの除去効果。

表-3. 生水, 処理下水, および それぞれの 鉄塩凝集処理水の 分画定量

試料	処理場	原 水				凝 集 処 理 水		
		未淨過水	0.45M- ZnCl ₂ -水	流出画分	残存画分	0.45M- ZnCl ₂ -水	流出画分	残存画分
生水	A	324	84.4	50.1	34.3	60.6	49.6	11.0
	B	396	80.8	48.9	31.9	64.7	45.2	19.5
	C	302	107	73.9	33.1	84.0	68.5	15.5
	D	350	128.7	28.1	50.6	41.5	27.8	13.7
	K	257	111	37.6	73.4	55.2	35.9	19.3
処理下水	A	30.9	25.2	21.0	4.2	20.5	20.1	0.4
	B	39.1	31.3	21.7	9.6	23.0	21.0	2.0
	C	37.0	35.1	25.9	9.2	25.6	25.1	0.5
	D	45.1	42.9	23.7	19.2	26.8	23.7	3.1
	K	39.4	38.0	17.6	20.4	21.2	17.4	3.8

(注) 数値は, COD (PPM) を示す。

A処理場の生水については, 汚泥濃縮槽などからの溢流水が含まれている。

表-4. 生水 および 処理下水の 季節別の 分画定量

季 節	生 下 水			処 理 下 水		
	0.45M- ZnCl ₂ -水	流出画分	残存画分	0.45M- ZnCl ₂ -水	流出画分	残存画分
春(4~5月)	115	38.6	76.4	36.1	17.5	18.6
夏(6~8月)	85.2	35.8	49.4	30.2	16.8	13.4
秋(9~11月)	112	37.1	74.9	33.9	17.6	16.3
冬(12~3月)	130	38.9	91.1	48.8	18.1	30.7

(注) 数値は, COD (PPM) を示す。

(2) 溶存有機物の凝集処理効果は, 流出画分には認められず, そのほとんどが残存画分に認められ, したがって, 残存画分の多い汚染水ほど凝集処理が効果的であることがわかった。

(3) 本分画定量法を用いることによって, 凝集処理過程における有機物の除去特性, および, 其の処理限界が推定されるとともに, 各種の汚水処理における有機物の除去特性が, 把握され得るものと考えられる。