

北海道大学工学部衛生工学科

○ 正員 亀井 翼・正員 丹保 憲仁

1. はじめに

本論では先に述べた水質マトリックスの概念, 手法が実際の原水の処理性予測においてどの程度適合するかを明らかにしたい。その大体的手順は以下に記すようである。(i) 処理性からみた水中有機成分の分類。(ii) 予め作成してある各処理プロセスにおける水質変換マトリックスと照合して予測処理水質を求める。(iii) 実際に処理を行って, その結果と対比する。

2. 処理性からみた有機成分の分類 (Treatability Taxonomy)

多種多様な水道原水, 廃水中に含まれる微量の幾百幾千種以上もの有機成分を少数のグループにまとめる大体的手順は図-1に示すようである。

3. 各処理プロセスにおける水質変換マトリックスとその適用例

(i) 凝集処理プロセス

先に述べた硫酸アルミニウムによる限界凝集平衡除去の水質変換マトリックスは表-1に示すようである。

この水質変換マトリックスを用いて活性汚泥処理下水放流水の限界凝集処理水質予測を行った一例は表-2に示すようである。表に示すように溶解性有機炭素(DOC)の測定精度等によって必ずしもゲルカラムのインレットとアウトレットのDOC量は一致しないので, 誤差を各画群に比例配分して修正DOC量を求める。各画群の除去率は各画群のDOC/E₂₆₀比から求められる。

同様にして各種の原水について予測とジャーテストによる実測を行った結果は表-3に示すようである。いずれの場合も予測値は実測値によく一致し, 表-1に示した水質変換マトリックスがユニバーサルなものであることを示している。

(ii) 生物処理プロセス

好気性生物処理および河川湖沼における生物学的浄化過程はさまざまな方式と条件で進行する。本論では一つの生物処理プロセス水質変換マトリックスが各種の原水の各種の生物学的処理方式による処理性の評価にどの程度適合するか検討してみる。したがって検討の対象とした試料は, (イ) 実際のし尿処理場の活性汚泥処理プロセスから滞留時間差を考慮して採水した試料, (ロ) 実験室における回分式の活性汚泥による生下水の処理水, (ハ) 下水処理場放流水をパルプ廃水と乳業廃水に0.1% (体積) 加えて微生物を植種した植種方式による処理水, (ニ) 脱

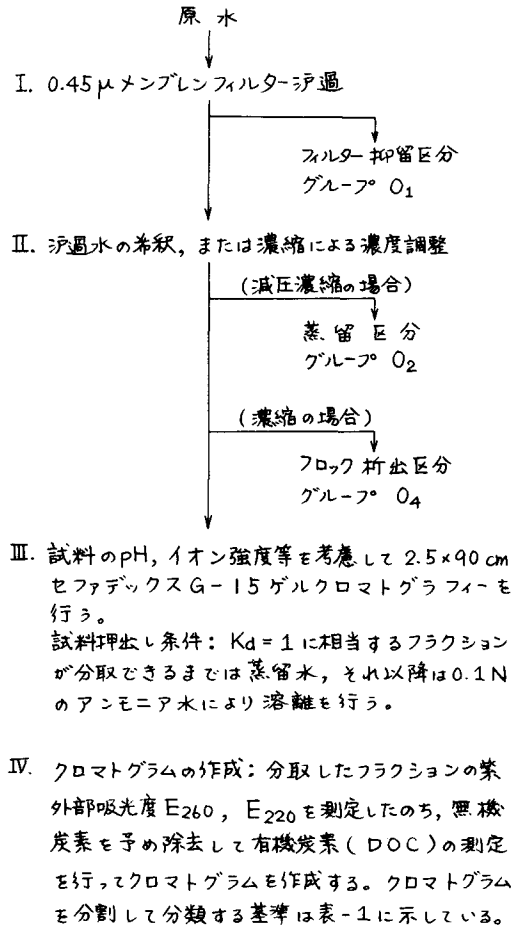


図-1 処理性分類の手順

塩素もした水道水で希釈した生水および下水放流水の緩速濾過水（濾過塔直径10 cm, 砂層厚90 cm, 濾過速度、4 m/日）とした。

凝集処理プロセスのように反応時間が短時間に終了する場合は比較的簡単に平衡条件を設定できるが、生物処理プロセスにおける除去の経過は単様ではなく簡単には除去平衡条件を設定できない。

したがって、除去されるべき易分解性の基質の除去の終了後比較的長時間にわたって継続する水質の安定期間を疑似平衡条件とした。

先の検討により得られた生物処理プロセスの水質変換マトリックスは表-4に示すようである。この水質変換マトリックスを用いた予測と実測例は表-5に示すようである。ただ一つの水質変換マトリックスにより各種の

原水の各種の処理方式による処理水質がよく予測されている。このことは、換言すれば一般的な好気性生物処理はその反応速度等の大小の差はあっても除去の対象となる有機成分の種類はほぼ同一であることを示していることにもなる。

なお緩速濾過による実測値が予測値よりも高いのは有機炭素測定之感度、精度等によるのではなく共存するアンモニアにより溶存酸素を消費され本来除去されるべき易分解性有機成分の漏出に起因している。

4. おわりに

平衡条件下における一般的な有機成分の除去の予測はほぼ容易に得られるものと思われる。今後特殊な有機成分が前述のような分類の範疇に属するものか、又は更に数個の画群を設定すべきなのか検討したい。なお紙面の都合により活性炭吸着処理プロセスの水質変換マトリックスを記載することができなかったが、マトリックスの要素として吸着等温式を用いて平衡水質を予測し得るので、粒内拡散モデルによらない固定層吸着の簡易漏出カーブ予測法と合わせて別な機会に報告したい。

表-1 原水構成成分のグループ分類と 凝集処理の水質変換マトリックス

ゲルコロマトグラムのフラスコ番号 (1frac.=10ml)	16-22	23-28	29-32	33-45	0.1N-NH ₄ OH 希釈率 (%)	生物処理 曝気 (%)	0.45μ フラスコ 希釈率 (%)	濾過速度に 対する (%)
K_d 係数	≤0.14	0.18-0.41	0.45-0.59	0.63-1.2	-	-	-	-
平衡 K_d 係数	0.05	0.3	0.5	0.9	-	-	-	-
画群番号	1	2	3	4,5	6	7	8 ₁	8 ₂
除去率	$f(t_1)=0.15 \left(\frac{E_{250}/DOC}{K_d} \times 10^3 \right)^{0.3}$				$f(t_2)=\frac{15.2}{(DOC/E_{250})}$			
DOC/E ₂₅₀	除去率				除去率			
<30	0.85	0.65	0.60	0.50	0.45			
30-50	0.85	0.65	0.60	0.50	0.35			
50-100	0.75	0.55	0.50	0.40	0.30			
100-200	0.60	0.45	0.40	0.30	-	0.80	0.99	0.80
200-500	0.50	0.25	0.30	0.20	-			
500-1000	0.45	0.15	0.20	0.15	-			
1000<	0.35	0.10	0.10	0.08	-			

表-2 水質変換マトリックスを用いた有効限界-凝集処理水質予測の計算例
——生物処理下水放流水の場合(原水 DOC5.4 mg/L, 限界凝集処理水 2.9 mg/L)

	DOC量	増大DOC量	画群の DOC/E ₂₅₀	水質変換係数 (除去率)	到達後+増大DOCに 対する希釈率 (%)	× 1/20 原水 10ml 希釈率 (%)	到達後+増大DOCに 対する希釈率 (%)
原水濃度	5.4 (mg/l)	-	-	-	-	-	-
20倍濃縮後ゲルコロマト	1.06 mg	-	-	-	-	-	-
除去率 (%) (表1参照)	0.02 mg	-	-	0.80	0.0040 mg	-	-
画群番号	1	0.052 mg	0.046 mg	150	0.60	0.0184 mg	-
2	0.203 mg	0.177 mg	150	0.45	0.0975 mg	-	-
3	0.232 mg	0.201 mg	46	0.60	0.0804 mg	-	-
4,5	0.238 mg	0.210 mg	38	0.50	0.1005 mg	-	-
6	0.490 mg	0.426 mg	32	0.35	0.2760 mg	-	-
ゲルコロマト合計	1.215 mg	1.06 mg	-	-	-	-	-
画群の合計	1.235 mg	1.08 mg	-	-	0.5768 mg	0.0284 mg	2.9 (mg/l)

表-3 限界凝集処理における予測値と実測値の対比

試水	原水 DOC (mg/l)	限界凝集処理 DOC (mg/l)	予測値 DOC (mg/l)	予測値/実測値 (X)
生物処理下水放流水	5.4	2.9	2.9	100
活性炭処理水	35	8.8	9.0	98
1日排水処理水	16	5.4	5.9	92
下水道水	41.5	29.4	29.8	99
乳業廃水	51	36.1	41	88
SP 排水	1100	732	792	92

表-4 試水構成成分のグループ分類と 生物処理水質変換マトリックス

ゲルコロマトグラムのフラスコ番号 (1frac.=10ml)	16-22	23-28	29-32	33-48	0.1N-NH ₄ OH 希釈率 (%)	生物処理に 対する (%)	0.45μ フラスコ 希釈率 (%)
K_d 係数	≤0.14	0.18-0.41	0.45-0.59	0.63-1.31	-	-	-
平衡 K_d 係数	1	2	3	4(5)	6	8 ₁	8 ₂
除去率	除去率				除去率	除去率	除去率
DOC/E ₂₅₀	除去率				除去率	除去率	除去率
<30	0.10		0.05		0.05		
30-50	0.20		0.05		0.15		
50-60	0.30		0.17		0.30		
60-70	0.35		0.30		0.50		
70-80	0.40		0.35		0.65		
80-90	0.43		0.45		0.80	0.80	0.90*
90-120	0.47		0.55		-		
120-200	0.53		0.70		-		
200-400	0.58		0.80		-		
400-900	0.62		0.90		-		
900<	0.65		0.95		-		

* 誤差 ±1%

表-5 限界生物処理における予測値と実測値の対比

試水	試水DOC (mg/L)	処理方法	予測DOC (mg/L)	実測
生水	30	活性汚泥法	7.8	9
し尿の石灰処理水	95	活性汚泥法	16.3	21
乳業廃水	117	植種方法	13.2	12
サルファイトパルプ廃水	1100	植種方法	646	625
水道水で希釈した生水	4	緩速濾過法	0.72	1.5
水道水で希釈した下水放流水	1.5	緩速濾過法	0.90	1.4