

活性汚泥モデルの利用における有機物分画方法の影響

群馬大学大学院 学生会員 阿部 善成 群馬大学工学部 非会員 森 俊輔
 群馬大学工学部 非会員 伊藤 司 群馬大学工学部 正会員 渡邊 智秀

1.はじめに

実下水処理施設の設計・運転管理支援ツールとして、ASM_s を利用した活性汚泥シミュレーション技術に期待が寄せられている。シミュレーションのためのモデルを構築するには、当該処理施設に対する流入下水の有機成分分画が必須となる。その方法には、最も基本となる OUR 試験を利用した方法（以下 OUR 法）に加えて、BOD 試験でその一部を代替した STOWA 法や生物試験を用いない WERF 法といった、実用にあたっての簡易化が導入された方法も提案されている。しかし、それらの相違によるキャリブレーションや計算結果への影響は、明確になっているとは言えない。本研究では、同一の下水試料に対して異なる方法ならびに測定条件で分画するための水質分析を行い、得られた分画値の相違やそれがモデルの構築や数値計算へ与える影響を検討した。

2.実験

(1)分画方法

表 1 に利用した分画方法を示す。OUR から成分分画をする方法はいくつかあるが、本研究では糸川らの方法¹⁾に準拠した。STOWA 法では、BCOD を算出

表1 利用した分画方法

有機成分	OUR法	STOWA法	WERF法
従属栄養生物 X_H	OURから算出	ゼロとみなす	ゼロとみなす
溶解性不活性有機物 S_I	S-COD _{eff}	S-ffCOD _{eff} × 0.9	S-ffCOD _{eff}
発酵生成物 S_A	FIDガスクロによる有機酸の測定値		
発酵性易分解性有機物 S_F	OURから算出	S-ffCOD _{inf} -(S_I+S_A)	S-ffCOD _{inf} -(S_I+S_A)
遅分解性有機物 X_S	OURの再現計算から算出	BCOD-(S_A+S_F)	COD _{inf} -($S_I+S_A+S_F+X_I$)
固形性不活性有機物 X_I	COD _{inf} -($X_H+S_I+S_A+S_F+X_S$)	COD _{inf} -($S_I+S_A+S_F+X_S$)	槽内のVSS再現計算から算出

注 inf:流入水 eff:処理水 S-COD:溶解性COD S-ffCOD:凝集ろ過による溶解性COD

するための10日間BOD試験における系内での残留DOの影響を検討するため、希釈条件の異なる試料を調整した。

(2)採水試験

阻流壁で4つのゾーンに分割され、擬似的に嫌気-好気-無酸素-好気として運転されている都市下水処理施設で、各反応槽ならびに流入水と処理水を約2時間おきに採水し、流入下水の流量比で混合した24時間分のコンポジットサンプルに対して、有機成分分画ならびに数値計算のために必要な水質項目の測定をした。槽内の水温や溶存酸素濃度は現地でも測定し、下水流量や返送汚泥量は試験日の運転データを用いた。これとは別に同一曜日の同時刻にスポットサンプルを定期的に採水して水質分析も行った。なお上述したようにSTOWA法による分画に対し、希釈倍率を7.5倍から20倍まで変更した5検体を準備し、BOD試験に供した（以下低倍率からST₁~ST₅と記す）。

(3)計算モデル

生物反応モデルはASM_{2d}を用い、反応槽は4つのゾーンがそれぞれ完全混合槽であるとした。計算は日平均水質データ（コンポジットサンプルデータ）を利用した定常計算とし、まず槽内のVSSの計算値が実測値と合うように余剰汚泥量の変更を行ってから、処理水のアンモニア性窒素濃度と硝酸性窒素濃度の実測値と計算値が±4%以内になるように各種パラメータを決定した。このような計算過程を基本として、流入水の有機成分の分画値の影響に対し、余剰汚泥引き抜き量や動力学パラメータ値および、各槽内での水質計算値と実測値の相違を指標として評価を行った。

3.結果および考察

図1にSTOWA法で得られた成分分画の割合を示す。BOD試験における希釈倍率の増大に伴い、その影響を直接受ける X_S の割合が大きくなり、実験の範囲では、最大で約35%の差が生じた。STOWA法による X_S の算出では、1次反応を仮定してBOD試験データから推算される究極BODを利用するが、測定精度の問題に加えて、この仮定が必ずしも成り立っているとはいえない条件が、低希釈または高希釈試料を用いた試験系内に形成されていると推測される。また、通常のBOD試験での残留DOの範囲をひとつの目安として試験を実施しても分画値に差が生じ、分画値を

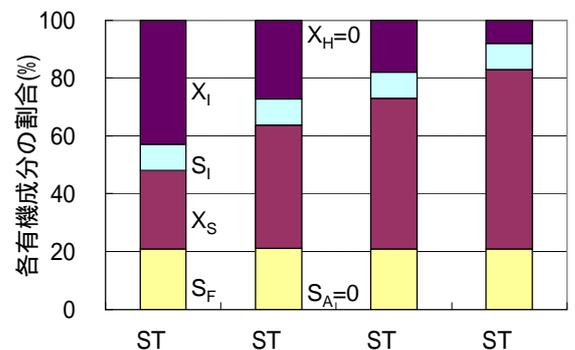


図1 STOWA法における成分分画の割合

キーワード：下水処理、活性汚泥モデル、ASM 有機物分画

連絡先 〒376-8515 群馬県桐生市天神町 1-5-1 群馬大学工学部建設工学科 TEL: 0277-30-1631 E-mail: watanabe@ce.gunma-u.ac.jp

得ることが不可能となるケース (ST) もある。そのため、合理的な測定条件の設定に対する検討がさらに必要であると考えられる。

図 2 に異なる分画方法で得られた成分分画の割合を示す。ただし、STOWA 法では ST の結果を参考として掲載した。S_F は、生物試験に基づく OUR 法に比べて、STOWA 法や WERF 法のようにろ過に基づいた分画方法では、その値が大きくなることが指摘されているが、本実験でも同様な結果となった。また、WERF 法と比べて、生物試験が利用されている OUR 法や STOWA 法では、生物分解性成分の割合 (S_A、S_F 及び X_S の総和) が大きくなる傾向が見られた。同一試料に対しても、分画方法が異なるとその組成は異なり、特に S_F や X_S および X_I に大きな差異を生じる傾向があった。なお、本研究で対象とした下水の OUR 法に基づいた分画値は、国内で多数報告されている値の範囲と大きな差異はなかったが、試料水中の有機酸は常に検出限界以下であったため、分画方法によらず S_A はゼロとなった。

表 2 に運転データに対する余剰汚泥量の変更割合を示す。種々の定数にはデフォルト値を用い、各方法で得られた分画値を代入した数値計算より得られる反応槽の VSS 濃度の計算値が、実測値と等しくなるように余剰汚泥量を変更した場合の変更値を表している。WERF 法では VSS 濃度の再現に分画を兼ねているため、余剰汚泥量は運転データをそのまま用いているが、その他の手法においては、生分解性成分の割合の多い分画データが得られているものほど、余剰汚泥量を実測値より小さく変更する必要があり、最大で 40% 程度も低下させる必要があった。生分解性成分に加え、固形物の割合 (X_S + X_I) がこのような相違に影響していると考えられる。

処理水の形態別窒素濃度の実測値と計算値があうように、各窒素成分に対して感度が高い μ_{aut} と no_3 のみを変更した場合の各デフォルト値に対する変更割合を表 3 に示す。 μ_{aut} は、分画方法によらずデフォルトより大きな値が必要であり、対象施設の一つの特徴であると考えられるが、 no_3 は、X_S の分画データまたは生物分解性成分の総量の割合が大きい場合に、デフォルト値に対して小さな値をとる傾向があり、最大で約 79% 小さく設定する必要があった。

処理水の形態別窒素濃度の計算値と実測値が合うように計算した際の、各槽の実測値と計算値の差の累積値を図 3 に示す。処理水の水質の計算値が実測値と同程度に再現されている計算でも、各槽における値には差異を生じており、これには分画データの影響が含まれているものと思われる。なお、各槽における実測値との差は、好気槽 (第 2 槽と第 4 槽) では小さかったものの、嫌気 (第 1 槽) または無酸素槽 (第 3 槽) では、硝酸性窒素濃度で大きくなる傾向があった。

4.まとめ

分画手法により得られる値には比較的大きな相違が生じた。また、STOWA 法では、BOD 試験における残留 DO の条件設定により X_S に大きな差を生じることが認められた。一つまたはごく少数のパラメータ変更のみで計算値を実測値と合わせることをひとつの指標として比較すると、生分解性成分の割合の相違が計算へ大きく影響する可能性が示唆された。なお、実際にモデルを構築する場合には、複数のパラメータを変更して対象施設の状況に適合させていくので分画値の影響は分散されることになるが、今後さらに検討が必要であると考えられる。また、分画データの取得のしやすさも実務利用には重要となる。

参考文献

- (1) 糸川ら 環境工学論文集 Vol40 41-52(2003)
- (2) 阿部ら 第 43 回下水道研究発表会講演集 109-111(2006)

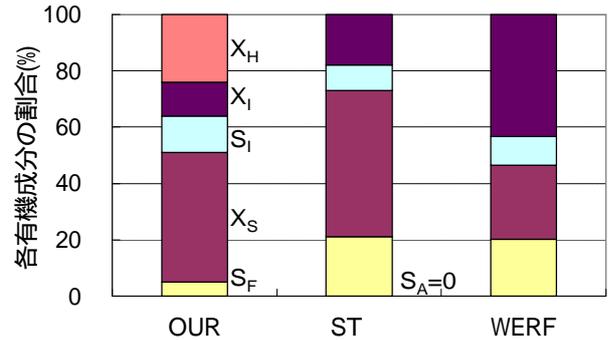


図2 異なる分画方法で得られた成分分画の割合

表2 運転データに対する余剰汚泥量の変更割合(%)

OUR	ST	ST	ST	ST	WERF	運転データ
84	99	86	76	63	100	100

表3 デフォルト値に対する各パラメータの変更割合(%)

分画方法	OUR	ST	ST	ST	ST	WERF
$\mu_{aut}(h^{-1})$	130	140	130	123	112	141
$no_3(-)$	63	63	34	28	21	75

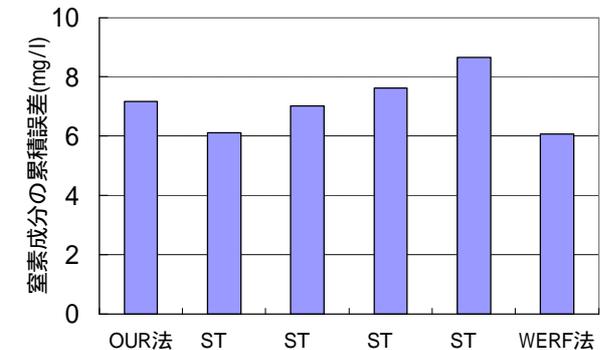


図3 槽内の窒素成分の実測値と計算値の累積誤差