

II-604

活性汚泥プロセスモデルの低水温条件への適用

北海道大学工学部 (正) 船水尚行, (正) 高桑哲男

1. はじめに

積雪寒冷地で除排雪のための熱源および輸送媒体に下水を利用するに当たっては、下水管網の雪輸送、融雪能力の検討とともに処理施設の下水温低下への対応方法の検討が必要となる。処理施設についての検討では、汚水、汚泥処理工程を含めた総合的な解析を現用の処理場について行う必要があり、その一つの方法として各々の工程を構成する単位プロセスの機能を表現するモデルを作成し、シミュレーションによって低水温に対応する運転操作法や処理施設の拡充の必要性を検討することが考えられる。本報告は低水温条件（約5～10℃の範囲）下の活性汚泥プロセスに従来より提案されている生物反応モデルが適用可能か、実験プラント運転結果を用いて検討した結果を示す。

2. 実験プラントの概要

実験プラントはエアレーションタンク（容積1.214m³）、最終沈澱池（容積0.41m³、水面積0.3848m²）より構成され2.6l/minの最初沈澱池越流水を処理している。汚泥管理、流入水質が安定し、プラントの状態がほぼ定常となっていたと考えられる場合を選定しモデルの作成、検証に用いた。表1にこれらの運転条件（汚泥返送率 R_s 、余剰汚泥引き抜き率 R_e ）を示す。

3. モデルの概要

(1) エアレーションタンク タンクの混合状態は完全混合槽1槽で近似した。生物反応モデルにはIAWPRC Taskグループの作成したモデル¹⁾に水温効果の表現（温度係数を使用）を加えたものを用いた。

(2) 最終沈澱池 最終沈澱池の流出水SS濃度は流入SS濃度と表面負荷率の関数として表現できることが知られている。実験プラントは流量一定で表面負荷率が一定のため、ここでは流入SS濃度すなわちMLSS濃度と水温の流出水SS濃度に与える影響を調べた。図1に流出水SS濃度とMLSS濃度の関係を示す。今回の実験範囲では流出水SS濃度への影響が顕著に現れていない。次に、図2に水温との関係を整理した結果を示す。温度についても影響は顕著でない。そこで、本研究ではSS濃度のランダムな変動は存在するものの、平均値の9mg/lのSSの流出があるものとした。引き抜き汚泥濃度は定常状態を考えていることから最終沈澱池全体の流量、固形物収支により計算した。運転データをもとに最終沈澱池の固形物収支を確認した結果を表2に示す。

4. 生物反応モデルのパラメータ

生物反応モデル中のパラメータを以下の手順で推定し、モデルの妥当性を検討する。

(1) RUN11データによるパラメータの推定 RUN11（水温約10℃）のデータを用いて放流水質、MLSS、返送汚泥濃度を計算し、運転結果を再現できるようなパラメータ値

表1 検討対象の運転条件

記号	R_s	R_e	水温
RUN11	0.30	0.0128	10.3
RUN22	0.30	0.0184	10.3
RUN32	0.33	0.0202	7.7
RUN41	0.31	0.0077	6.5
RUN52	0.31	0.0192	6.6
RUN61	0.30	0.0108	4.9

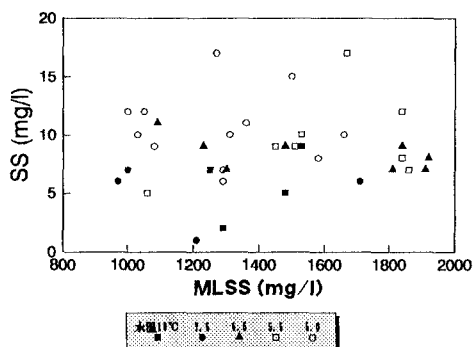


図1 MLSSと流出SSの関係

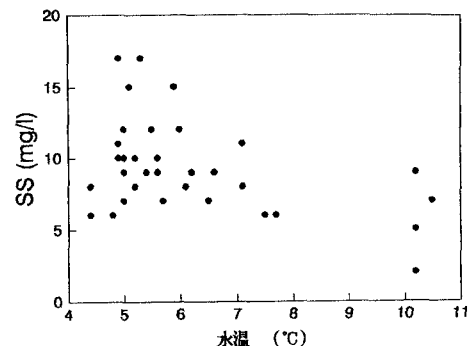


図2 水温と流出SSの関係

を探索した。計算結果を表3に示す。パラメータ値は文献値¹⁾を用いれば十分であった。ただし、他栄養細菌の自己酸化係数 b_H を0.14（文献値0.2）、自栄養細菌の最大比増殖速度 μ_A を0.275（文献値0.3）とする必要があった。総括酸素移動係数は20(1/day)と推定された。

(2) RUN61データによる温度係数の推定

RUN61（約5℃）のデータを用いて他栄養細菌の増殖、自己酸化、自栄養細菌の増殖に関する3つの温度係数を推定した。

RUN61の結果をほぼ再現するためには栄養細菌の増殖については文献値を用いればほぼ十分であったが、自己酸化については1.15（文献値1.116）、自栄養細菌の増殖については1.057（文献値1.103）となった。運転結果と計算結果の比較を表4に示す。表4ではMLSS濃度は計算値と運転結果はほぼ一致しているがRS-SS濃度について差が大きくなっている。これは運転結果のデータが最終沈澱池の固形物収支で約10%の誤差を有している（前出の表2参照）ことに起因している。

(3) モデルの妥当性の検討

(1), (2)で推定したパラメータを用いたRUN22~RUN52の計算結果と運転結果の比較を表5に示す。汚泥管理上重要なMLSS、返送汚泥濃度（RS-SS）については計算結果はほぼ運転結果を表現しているといえよう。しかし、窒素とくに硝化に関する計算、および酸素供給に関連する溶存酸素濃度について十分となっていない。

<参考文献>

(1) IAWPRC Task

表2 最終沈澱池まわりの固形物収支

記号	流入量(1) (kg/day)	流出水(2) (kg/day)	引き抜き量(3) (kg/day)	(1-2-3)/1
RUN11	6.960	0.026	6.476	0.066
RUN22	5.914	0.017	5.364	0.093
RUN32	4.905	0.024	5.127	-0.050
RUN41	9.221	0.027	8.481	0.077
RUN52	5.346	0.037	4.979	0.062
RUN61	6.133	0.052	5.376	0.115

表3 計算結果と運転結果の比較 (RUN11)

項目	RUN11	
	運転結果	計算結果
BOD _T	9.5(7.1)	10.1
BOD _F	8.8(5.6)	2.4
T-N	21	22.8
NH ₄ -N	20	20.9
NO ₃ -N+NO ₂ -N	0.71	1.25
ML-DO	1.3	1.22
MLSS	1430	1331
MLVSS(%)	78.3	78.6
RS-SS	5530	5506
RS-VSS(%)	75.4	78.6
COD _T	21.1	21.5

表4 計算結果と運転結果の比較 (RUN61)

項目	RUN61	
	運転結果	計算結果
BOD _T	18.0(8.9)	11.3
BOD _F	10.4(5.0)	2.5
T-N	18.3	17.4
NH ₄ -N	11.5	13.3
NO ₃ -N+NO ₂ -N	3.23	3.21
ML-DO	3.4	2.8
MLSS	1270	1280
MLVSS(%)	79.2	83.0
RS-SS	4620	5326
RS-VSS(%)	78.2	83.0
COD _T	-	21.7

表5 計算結果と運転結果の比較 (RUN22~RUN52)

項目	RUN22		RUN32		RUN41		RUN52	
	運転	計算	運転	計算	運転	計算	運転	計算
BOD _T	7.7 (4.2)	10.6	19.0 (7.4)	11.8	12.1 (5.7)	9.3	12.7 (8.7)	11.0
BOD _F	7.7 (4.1)	3.0	4.8 (4.6)	3.4	5.1 (4.8)	1.9	8.0 (7.5)	3.5
T-N	20.4	22.8	14.5	24.2	15.4	18.1	16.2	18.3
NH ₄ -N	17.0	21.7	8.7	22.8	9.1	10.2	10.2	17.0
NO ₃ -N+NO ₂ -N	1.87	0.92	3.85	0.22	3.62	7.1	2.10	0.21
ML-DO	1.2	2.4	2.5	3.2	1.5	1.6	2.2	4.2
MLSS	1215	1025	985	928	1880	1641	1090	965
MLVSS(%)	77.0	75.4	82.2	77.3	77.1	75.3	77.0	75.6
RS-SS	4500	4159	3910	3498	7130	6738	4040	3815
RS-VSS(%)	76.4	75.4	77.9	77.3	75.0	75.3	75.0	75.6
COD _T	24.8	21.9	-	22.0	-	19.8	-	21.1