

(京大) ○(學) 津村 和志 (正) 平岡 正勝

1 はじめに

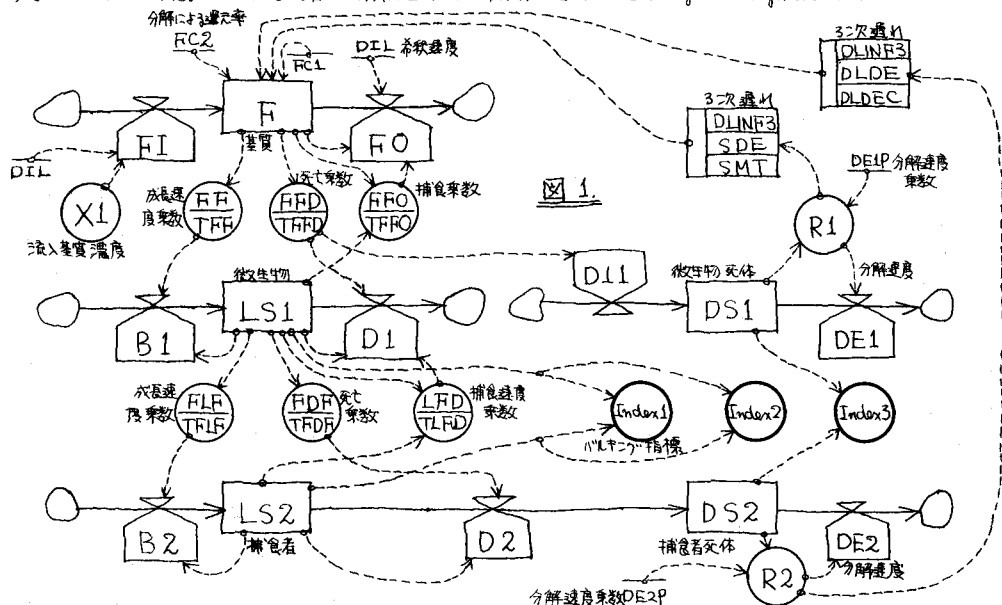
活性汚泥法操作の問題点は、2つある。(1)バッキ槽での基質除去、(2)最終沈殿池での沈降性。最終沈殿池での沈降性についての重要性は、これまでにも強調されてはきたが、その定式化はなされていない。本研究は、最終沈殿池での沈降性はその時の生物構成によって決定されるとの仮定から出発し、沈降性の悪化する現象“bulking”を、生物構成のdynamicsにより解析しようとするものである。

2 解析とモデル決定

活性汚泥の生物構成を決めるには、2つの方向からの解析が可能である。1つは活性汚泥を構成する生物を固定して、それらの相互関係を求める方法である。しかしこの方法は欠点をもっている。すなわち、このようにして部分部分から組み上げたモデルは、活性汚泥全体としての機能を正確に表現しているのか。重要な要素を見おとしたり、本質的相互関係を見落し未精的関係を強調しすぎてはいないか、etc。もう1つの方法は、構成生物そのものよりもその生態的機能を重視し、各機能の相互関係を決定しようとする方法である。この方法はシステムが多変数、多重非線形フィードバックループをなすときには、前者より有効な解析法である。

この方向からの解析法には、ForresterのSystem Dynamicsの方法、RavenのCategoryとFunctionによる方法などがあるが、ここではSystem Dynamicsをつかって解析を進める。シミュレーションは、シミュレーション言語Dynamoをつかった。

解析すべき情報としては、pipesの一連の報文を利用した。このモデルのためにつけたpipesの記述的情報は、(1)滞留時間と処理効率の間には関係がある。(2)負荷が高くて低くてもSVIは高くなる。(3)高負荷によるSVIの上昇は、MLSS濃度を高めることにより防げる。(4)返送汚泥を下水に混入する前に再エアレーションするとよい。N.B.このような記述情報を十分に活用できるのも、System Dynamicsの一つの特徴である。



バルキンクは、糸状菌の存在によって引き起こされると考えた。このモデルでは糸状菌を捕食者とし、次降性は[糸状菌(捕食者)/被捕食者(微生物)]の値が増加するにつれて増大すると仮定した。

状態量は、基質、微生物(被捕食者)、捕食者及び再生物の死体からなるとする。流入した基質は、微生物に食べられ、微生物は捕食者に食べられる。生物体の死体の分解は、常に一定の割合いで進み、分解されたもののある部分は、再び基質として利用されると考えた。出来上がったモデルを、Forresterによるモデル表現をつかってかいたものが、図1である。

3. シミュレーション結果と検討

1° 滞留時間の影響 — 希釈速度(DIL)を増加させれば、次降性は悪化する。

滞留時間 = $1 / \text{希釈速度}$ であるから、滞留時間を短くすると次降性は悪化する。希釈速度を増加すると、基質、微生物、捕食者の間に振動現象が生じる。たとえば、 $DIL = 0.1$ では捕食者と微生物の比が、1.61:1で安定していたものが、 $DIL = 0.2$ にすると、捕食者と微生物の比は、6.6:1 から 0.81:1 までの間で振動する。いろいろのDILでシミュレーションさせ、このときの捕食者/微生物の最大値と希釈速度との関係を調べた。その結果は、

$$\log \left[\frac{\text{捕食者}}{\text{微生物}} \right]_{\max} = 6.2 (DIL - 0.229)$$

の直線上にのった。すなわち、DILの増加は次降性に対し、指数関数的効果をもってあろう。

2° 流入水の基質濃度による影響 — 高濃度は、振動現象をおこさせる。低濃度は、捕食者を減少させる。高濃度の与える影響は、滞留時間増加の影響と同じであり、振動現象のために次降性が悪化する。たとえば、流入水の基質濃度(X_1) = 200のときの捕食者と微生物の比は、1.16:1であるが、 $X_1 = 300$ にするとこの比は、9.18:1から0.63:1まで変化する。低濃度のときは、捕食者数が徐々にゼロに近づく。このことは、再エアレーションの効果とは、捕食者数が減少するために、基質の一次利用者がすみやかに増加しうる体勢ができるための効果と考えられる。

3° 高負荷による振動現象は、流入汚泥量を増加させることによって押えることができるか? — YES。シミュレーションの結果、振動現象はおさまった。このとき、汚泥中の微生物が多量ほど、流出水濃度はひくか、た。

4° [副産物]基質の流入濃度を急に増加させると、振動しながら流出水基質濃度が増大することが実験から知られている。このモデルによ、ても、振動現象が生じる。

以上の結果より、この種のバルキンクに対しては、流入水の基質濃度と滞留時間と、ある値以下におさえるという操作が最も有効であると結論されよう。

4. あとがき

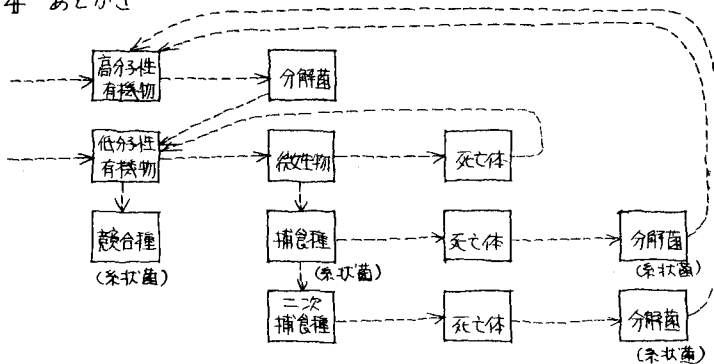


図2. 活性汚泥の食物連鎖と糸状菌の位置。

このモデルはpipesの情報をすべて利用していない。これをすべて利用したのが左図であり、この新しいモデルによりpipesの述べている現象はほとんど説明ができる。現在図2のモデルを詳しく調べている段階である。図1のモデルは、図2のモデルのsubsystemとなる。

[参考文献]

1. Forrester, J.W. : Urban Dynamics
2. Rosen, R. : Bull. Math. Biophys. Vol.20 (pp.245), Vol.20 (pp.317), etc.
3. Pipes, W.O. : Journal WPCF Vol.41 (pp.714) etc.