

りん摂取速度定数を用いた内部蓄積有機物の推定法

水再生水質課

○紺野繁幸

佐藤伸和

伊藤典大

はじめに

高度処理においてりん除去を効率よくおこなうには嫌気状態でいかに多くの有機物を活性汚泥内部に蓄積させるかが重要といわれている。内部有機物はPHBなどの形で蓄積されるが、この内部蓄積有機物（PHB）の時系列的变化を明らかにした事例としては東京都の報告が知られている（2003）。

しかし、PHBの測定は試料からの抽出、ガスクロでの分析工程があり、分析機器を持たない通常の水再生センターでは日常分析には適さない。

そこで、著者らは高度処理をおこなっている活性汚泥のりん摂取速度定数を測定することによって汚泥が持つりん除去に関与する内部蓄積有機物量を推定する方法を考案し、若干の知見をえたので発表する。

方法

3リットルのビーカーに栄第一水再生センターのB系返送汚泥（AO法）1リットルに①最初沈殿池流出水2リットル②水道水2リットルにKH₂PO₄（2mg/ml-P）を3ml添加したもの、③②に酢酸25ppm添加したものを試料として用意し、空気量（1.0l/min）でバッキを行い、1時間ごとのOrt-P濃度を測定した。バッキ開始から3時間後のOrt-P濃度を用いて①から③のりん摂取速度定数（Kuと称す）を求めた。

Kuを求める式は一般的には次式で示される。

$$Ku = -\ln C_{P,AN} / C_{P,A} (1/x \cdot t_{A,T}) \times 10^3$$

ここで、Ku：溶解性P04-P摂取速度定数、C_{P,AN}：嫌気タンク流出水溶解性P04-P濃度(mg/l)、C_{P,A}：好気タンク流出水溶解性P04-P濃度(mg/l)、x：MLSS濃度(mg/l)、t_{A,T}：好気タンク対流時間(h)

本実験ではC_{P,AN}は実験開始時の、C_{P,A}は3時間後のP04-P濃度を用いた。

ここで、②、③のKuをそれぞれKu（内部）、Ku（酢酸+内部）と記す。

②は外部から有機物を得ていないので、りんを摂取する際には活性汚泥内部に蓄積している有機物のみを利用するものと考えられ、③は有機物として酢酸と内部有機物を利用するものと仮定した。

また、Kuが有機物量とりん蓄積細菌数との関数であると仮定すれば、f(Ku（酢酸+内部））=有機物（酢酸+内部）×菌数、

f(Ku（内部））=有機物（内部）×菌数と表される。

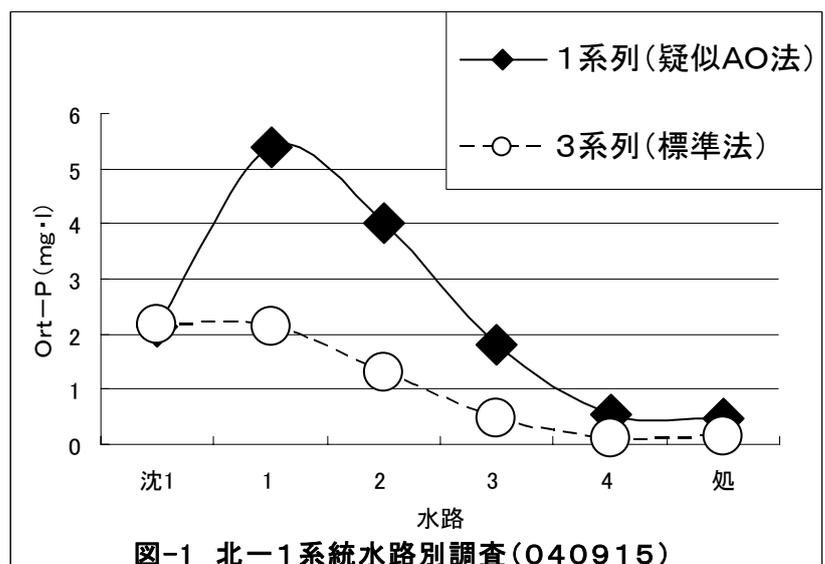


図-1 北-1系統水路別調査(040915)

ここで菌数は同じ値であるので、Ku（内部）/Ku（酢酸+内部）・・・・・・式1）とすれば、菌数の影響は消去され、内部有機物量が多いほど式1）の値は大きくなることわかる。

検討

1) 活性汚泥 (A0 法) のりん摂取速度定数を求めるのに何故、嫌気 (りん吐き出し) 工程を経なかったのか？

図-1に平成16年9月15日、北部第一水再生センター第1系統で行ったOrt-pに関する擬似嫌気好気法の水路別調査結果を示す。ここで、第1系統は返送汚泥と反応タンク流入水を共通とする三つの系列からなり、1系列が擬似嫌気好気法、2, 3系列が標準法で運転していた。

結果として、擬似嫌気好気法を行っている1系列においても標準法の3系列においても同時にりんが除去されることが分かった。

また、東京都は、高度処理の汚泥を用いた回分実験において、嫌気過程を経ずに、好気過程のみでも繰り返し8回分以上りんが効率的に除去されることを報告している(2003)。

このことから、りん蓄積細菌が汚泥に存在し、十分な有機物が与えられるならば、嫌気過程を経ずにりんを摂取することができると考えられる。

2) 嫌気時間の違いと最終Ort-P濃度 高度処理において嫌気時間を長く取る ほうが最終的にりん濃度はより低くなるのか？

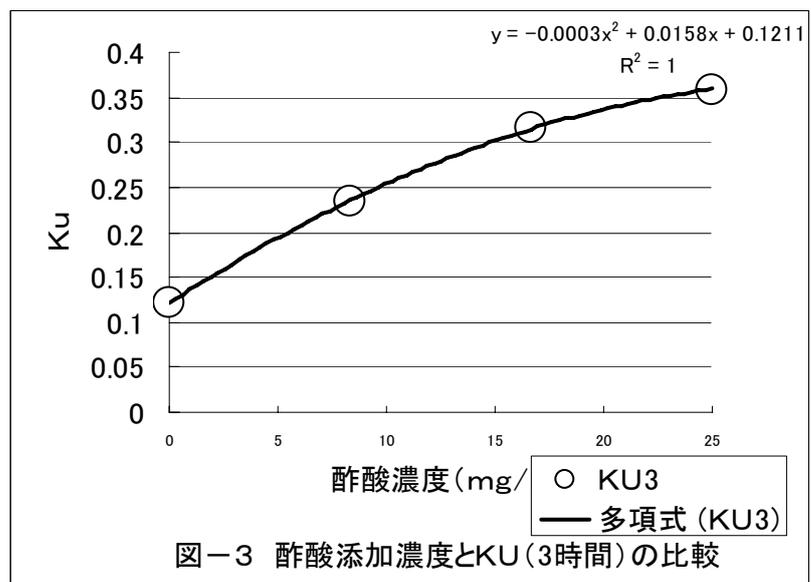
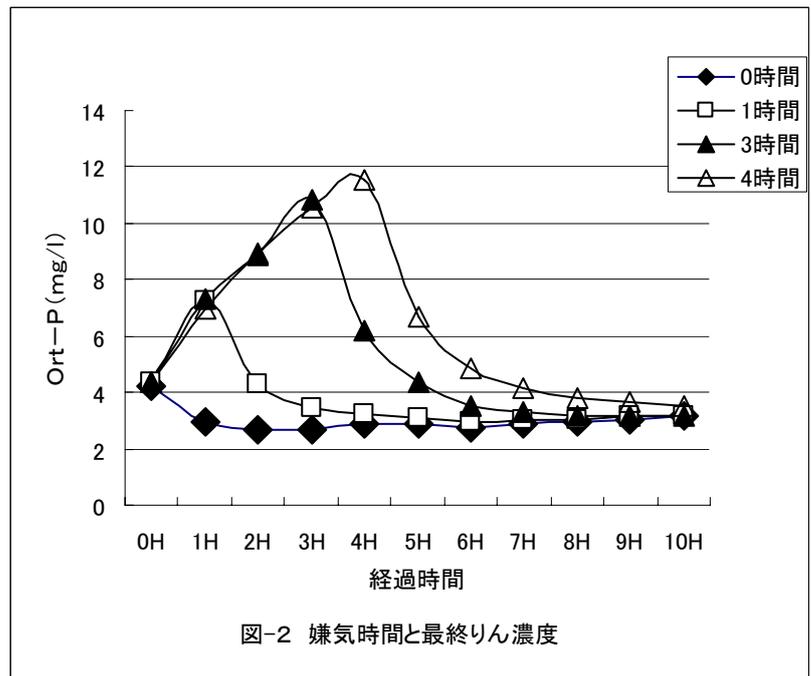
このことを確かめるために、同一の返送汚泥に反応タンク流入水を加え、嫌気時間を0, 1, 3, 4時間とし、その後、バッキした後で、ORT-Pの最低値に相違があるかを検討した。図-2に結果を示す。

図-2より、嫌気過程が終了してそれぞれバッキ開始3時間後のりん摂取速度定数は 嫌気0時間試料:0.07、1時間試料:0.12、3時間試料:0.16、4時間試料:0.15となり、嫌気4時間試料を除き、大きくなる傾向を示した。一方、実験終了時(開始から10時間後)のOrt-P濃度は嫌気0時間試料:3.1mg/l、1時間試料:3.2mg/l、3時間試料:3.2mg/l、4時間試料:3.5mg/lと嫌気4時間試料以外はほぼ嫌気時間に関わりなく同じ値となった。

このことから、汚泥が持つりんの吸収能力を評価するためには嫌気過程を経ずに、即、好気状態にして、りん濃度の変化を測定すればよいこととなる。

次に、返送汚泥に水を加え、酢酸をそれぞれ、8.3, 16.7, 25mg/l添加し、

酢酸濃度(総有機物量)とKuの関係を調べた。結果を図-3に示す。



図より明らかなように、総有機物量とKuの関係は二次式で表すことができた(相関係数は1)。このことから、Kuを用いて活性汚泥の内部有機物の量を推定することは可能であることがいえる。

結果

平成17年10月から平成18年3月までに行った実験結果を表-2に示す。なお、酢酸の添加率は全て25mg/lとした。

内部有機物量(推定)は降雨の多い10月には0.1以下という値が多いのに対して、晴天が続いた12月後半から2月には0.2以上という高い値を示すことが多かった。

図-3は実験中のOrt-Pの変化を表したもので、Kuの大きい10月14日の例(Ku=0.47 ○水のみ ●酢酸添加)と小さかった10月17日の例(Ku=0.06 △水、▲酢酸添加)を示している。Y軸は開始時点を1として、その後のOrt-Pの変化をプロットした。10月14日では水のみ(○)においても3時間後においては60%の除去率を示すのに対して、10月17日の水のみ(△)では4%にもみなかった。

図-4に10月中の雨量と内部有機物量(推定)の関係を示す。

図より、10月4日は0.12と比較的高い値を示したが、その後の降雨で0.02、0.06(10月5、7日)と減少した。しかし、連続した降雨が終わって2日目(10月13日)には0.24、3日目(10月14日)には0.47と高い値を示した。その後大雨が続いた10月17日には0.06と再び減少し、晴天の続いた10月25日には0.31と上昇した。このように、晴天が続くと内部有機物量は増加し、降雨が続くとその量を減じていることが分かる。これは高度処理で通常経験しているりん除去の変化と共通するものといえる。

まとめ

まとめ

- ① Kuをもちいて活性汚泥のりん資化に寄与する内部有機物量を推定することは可能である。
- ② 内部有機物量(推定)は降雨に影響され、通常の高度処理でのりん除去状況と同様に变化した。

月日	③	④	④/③
	酢酸添加	水のみ	内部有機物量(推定)
H17年10月4日	0.173	0.021	0.12
10月5日	0.104	0.002	0.02
10月7日	0.110	0.007	0.06
10月13日	0.122	0.029	0.24
10月14日	0.318	0.148	0.47
10月17日	0.126	0.007	0.06
10月25日	0.140	0.043	0.31
12月6日	0.217	0.028	0.13
12月22日	0.278	0.078	0.28
H18年1月18日	0.238	0.108	0.45
2月1日	0.455	0.102	0.22
2月3日	0.208	0.051	0.25
2月7日	0.269	0.080	0.30

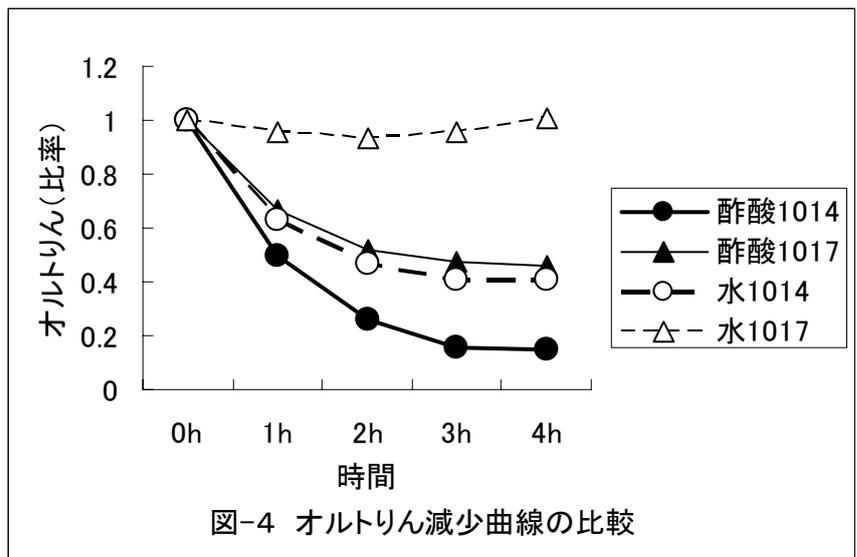


図-4 オルトリン減少曲線の比較

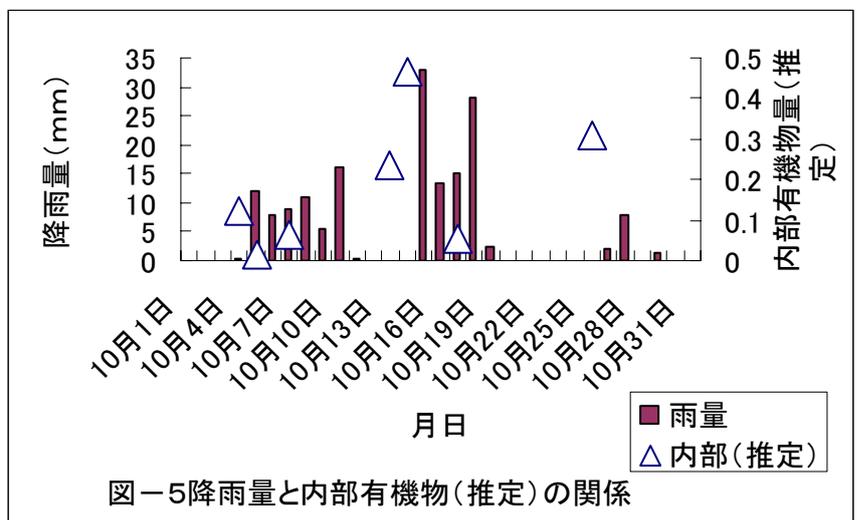


図-5 降雨量と内部有機物(推定)の関係