

高度処理普及に伴う汚泥調整タンクにおける汚泥の濃縮性およびリンの再溶出について

下水道研究室 ○岡村 一臣
竹田 隆彦

はじめに

高度処理の普及に伴い、その処理工程から発生する余剰汚泥には多量のリンが含まれ、汚泥濃縮行程等におけるリンの再溶出による下水処理への負荷の増大が予想される。また、反応タンクに有機物源として生汚泥を投入し処理を行う場合、余剰汚泥の発生量増加に伴い汚泥濃縮性が悪化し、汚泥処理に支障きたす恐れがある。これらの対策として、余剰汚泥・最初沈殿池汚泥の単独処理やリン再溶出防止のため薬品によるリンの固定化等様々な処理方法が検討されている。

今回、AOAO 法による高度処理を行っている都筑下水処理場（分流式・高度処理率全系列の約 50%，図-1 参照）の各種汚泥を用いて高度処理がさらに普及した時（高度処理率 75, 100%）を想定し、リンの再溶出・汚泥の濃縮性について調査することにより、適切な汚泥処理方法の検討を行ったので報告する。

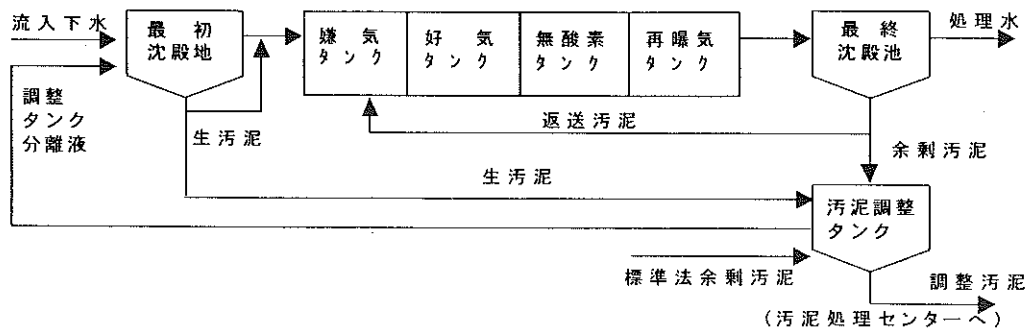


図-1：高度処理系列及び汚泥処理フロー

調査方法

1. 試料の調整

高度処理率 50, 75, 100% を想定し、現在の生汚泥、標準法余剰汚泥、AOAO 法余剰汚泥の発生率と水量より各汚泥の混合比を算出し、その割合で混合した混合汚泥を試料とした。また、AOAO 法余剰汚泥を対照試料とした。汚泥混合比について表-1 に示す。

2. 試験内容

(1) 濃縮試験

高度処理率の上昇に伴い余剰汚泥発生量が増加し、汚泥の濃縮性の悪化が予想される。従来の最初沈殿池汚泥と余剰汚泥を混合する濃縮方法でどの程度変化がみられるか把握するため、以下の試験を行った。

各試料 20 ㍓を、ピケットフェンスを設けた直径 30cm・高さ 80cm の円筒形のポリタンクに注入し、0.25 回転/分にて攪拌を行い、濃縮された汚泥の TS, SV の経時変化 (0, 0.5, 1, 2, 4, 6h) を室温にて調査した。

(汚泥調整タンクの汚泥の滞留時間は、約 8 時間である。)

表-1：汚泥の混合比

| | 最初沈殿池汚泥 | 標準法余剰汚泥 | 高度処理余剰汚泥 |
|--------------------|---------|---------|----------|
| Case. 1：高度処理率 50% | 56 | 25 | 19 |
| Case. 2：高度処理率 75% | 54 | 14 | 32 |
| Case. 3：高度処理率 100% | 50 | — | 50 |
| Case. 4：高度処理余剰汚泥 | — | — | 100 |

*反応タンクへの最初沈殿池汚泥投入率 50% として混合比を算出

(2) リン再溶出試験 (その1)

反応タンクで過剰摂取された余剰汚泥がリンを再溶出する量・時間を把握するため以下の試験を行った。

各試料 40 ㏩を 25℃に設定した恒温水槽中のタンクに注入し、嫌気性雰囲気を保持し、かつ汚泥が沈降しないよう攪拌 (5 回転/分) を行い、汚泥の溶解性リン等の経時変化 (0, 0.5, 1, 2, 3, 4, 6, 8h) を調査した。

(3) リン再溶出試験 (その2)

高度処理率上昇に伴う汚泥調整タナでのリンの再溶出の量・時間を把握し、下水処理場への負荷を検討するため、(2) と同条件にて沈降した汚泥の上澄み水と濃縮汚泥のそれぞれを採取し正リン酸態リンの経時変化を測定した。

調査結果及び考察

1. 濃縮試験

TS 及び SV の 経時変化を図-2 に示す。混合汚泥については、約 1 時間程度で汚泥の濃縮は完了し、TS も 2.0~2.5% となり、高度処理率が上昇しても汚泥の濃縮性に低下は認められなかった。また、SV についても同様な結果が得られた。反応タナへの生汚泥投入率が 50% の場合、高度処理率が 100% となった時でも、汚泥の濃縮性に支障をきたすことはないと思われる。

又、高度処理余剰汚泥単独で濃縮した場合は、濃縮性が混合汚泥に比べると劣り、濃縮の完了までに 3~4 時間必要とし、TS も 1.5% 程度であった。余剰汚泥単独で濃縮する場合、重力濃縮ではなく、機械濃縮や加圧浮上など他の方法を採用するべきであろう。

2. リンの再溶出 (その1)

溶解性リン濃度及び ORP 経時変化を図-3 に、全リン当たりのリンの溶出率と 8 時間経過時の BOD/T-P の相関を図-4 に示す。リンの再溶出は、0~3 時間の間で顕著に認められ、ORP 値の下降が穏やかになると共にリンの再溶出も律速となり、ほとんど行われなくなった。ただし、高度処理の余剰汚泥は、3 時間を過ぎても再溶出が認められた。これは、汚泥中のリン含有量が高く、一方では再溶出に必要な有機物が少ないためと考えられる。汚泥中の高度処理余剰汚泥の混合比率上昇に従いリンの溶出濃度も高くなった。また、汚泥中に含有されたリンの再溶出率は、case.1(50%)で 37~38%、case.2(75%)で 37~44%、case.3(100%)で 38~50% そして case.4 (高度処理余剰汚泥) で 16~21% であった。

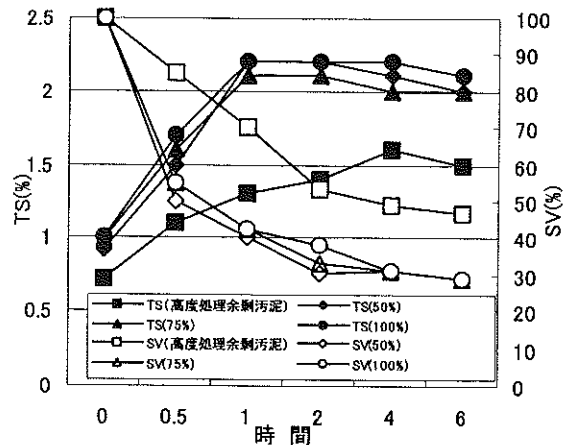


図-2 TS, SV の経時変化

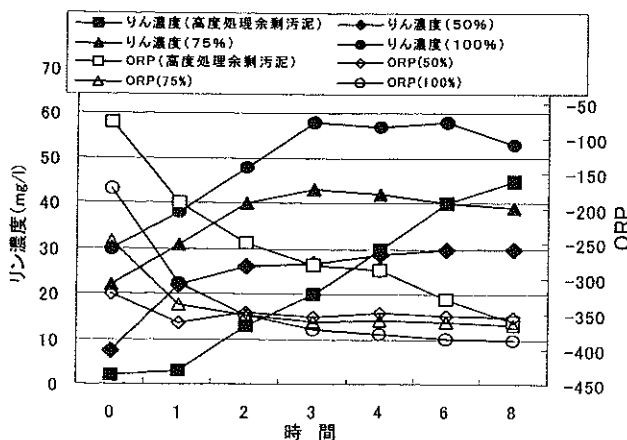


図-3 リンの再溶出・ORP 経時変化 (その1)

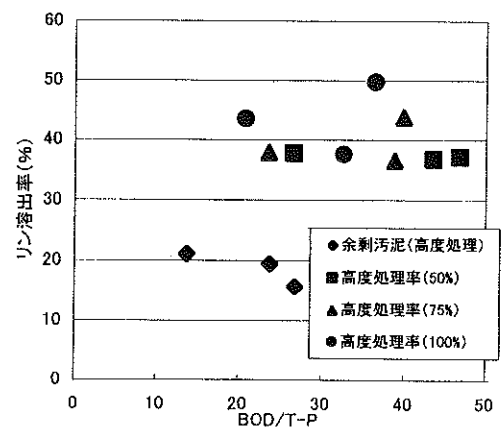


図-4 BOD/T-P とリン再溶出 (8H 後) の関係

2. リンの再溶出 (その2)

汚泥を濃縮させその上澄み水と濃縮汚泥のリン酸態イオンの濃度を測定した。この結果を図-5に示す。case.1(50%)の上澄み水のリン濃度は、時間がたっても顕著に上昇せず、ほぼ調整タカ分離液と同様な値を示した。平成10年度の調整タカおよび最初沈殿池流出水におけるリン濃度値、8時間後の正リン酸態リン濃度値、そしてその値を用いて最初沈殿池流出水のリン濃度を想定した値を表-2に示す。case.3(100%)の上澄み水による8時間経過後のリン濃度値(28mg/l)を用いて都筑下水処理場の最初沈殿池流出水の溶解性リン濃度と全リン濃度を想定すると、それぞれ、2.5mg/l、3.1mg/lとなり、余剰汚泥のリン含有率3.0%(現在値)で処理を行った場合、処理水の全リン濃度0.5mg/lは達成できるという結果となった。また、8時間経過後の濃縮汚泥を採取し、更に24時間静置後のリン濃度はそれぞれ、case.1(50%)57mg/l, case.2(75%)76mg/l, case.3(100%)110mg/l, case.4(高度処理余剰汚泥)130mg/lとなった。

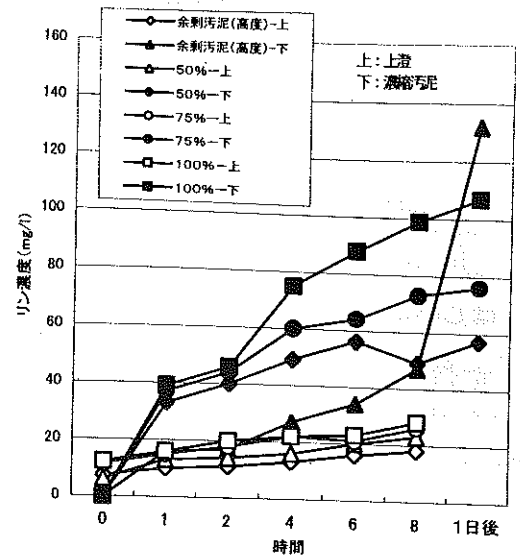


図-5 リンの再溶出経時変化 (その2)

表-2 汚泥調整タカと検討試験におけるリン濃度の比較

| | | 汚泥調整タカ | | リンの再溶出試験 (その2) | | | | | |
|-----------|-----|--------|---------|----------------|--------|-----------|--------|------------|--------|
| | | | | case1:50% | | case2:75% | | case3:100% | |
| | | 調整汚泥 | 調整タカ分離液 | 上澄 | 濃縮汚泥 | 上澄 | 濃縮汚泥 | 上澄 | 濃縮汚泥 |
| T-P(mg/l) | | 290 | 18 | — | — | — | — | — | — |
| D-P(mg/l) | | 67 | 16 | 23(*2) | 49(*2) | 26(*2) | 73(*2) | 28(*2) | 99(*2) |
| 最初沈殿池流出水 | D-P | — | 2.2 | 2.4(*3) | — | 2.5(*3) | — | 2.5(*3) | — |
| | T-P | — | 2.8 | 3.0(*4) | — | 3.1(*4) | — | 3.1(*4) | — |

*1:調整汚泥, 調整タカ分離液, 最初沈殿池流出水のデータは平成10年度水質試験年報の平均値

*2:正リン酸態リンの値 *3:上澄み値(*2)より換算した値 *4:(最初沈殿池流出水T-P-最初沈殿池流出水D-P) + *3

まとめ

①反応タカへの生汚泥投入率が50%の場合、高度処理率の上昇に伴い、高度処理余剰汚泥量が増大しても生汚泥と混合することによって汚泥の濃縮性は確保できた。

②高度処理率の上昇に伴い、余剰汚泥に含有されるリンの再溶出濃度も上昇するが、上澄み水への影響は少なかった。

この結果に基づき以下のことが推測できる。

→高度処理普及時において、濃縮槽分離液による下水処理へのリンの負荷は劇的には増大しないため、リンの固定化など特別な措置を施す必要はなく、また余剰汚泥量の増加に伴う汚泥の濃縮性についても適切な運転管理を行うことによって、余剰汚泥と生汚泥を混合する従来の濃縮方法で対応が可能であると推測される。

おわりに

今回の調査は、主に高度処理普及に伴う下水処理場での影響について行ったが、横浜市では、汚泥を濃縮後、汚泥処理センターに送泥し集約処理を行っているため、今後は、送泥後のリンの挙動について調査し、効率的なリンの回収方法などを検討していきたい。