

# 金沢下水処理場循環法処理施設における脱リンの基礎的検討

水質管理課 ○新井久雄, 宗像克郎

## 1. はじめに

本循環法は硝化・脱窒を主目的とした施設であるが、反応タンクの1水路が嫌氣的な状態に近いことから、A2O法などの高度処理施設の反応タンクに類似している。そのため、返流水処理水において、しばしばT-P濃度が低下する現象を確認している。

そこで、過去5カ年のT-P濃度に関するデータ並びに平成13年度における沈後水、脱窒槽及び硝化槽におけるPO<sub>4</sub>-P濃度の挙動等から脱リンの発現条件を検討したので報告する。

## 2. 平成13年度の検討期間

平成13年5月～12月

## 3. 反応タンクの概要

本循環法の反応タンクは4水路で構成され、そのうち1水路(1セル～4セル)は脱窒槽、2水路～4水路は硝化槽となっており、循環水及び返送汚泥は1水路1セルの先頭に戻される。

## 4. 過去5カ年(平成8年度～12年度)の処理水中のT-P濃度

処理水T-P濃度と沈後水BODの関係を過去5カ年の月平均値を用いて図1に示した。

処理水T-P濃度は、春季～夏季に月平均値でしばしば2mg/L以下となることが認められた。このことは、本循環法においても脱リンの条件が整えば、高度処理施設と同様にT-P濃度が低下することを示している。次に、処理水T-P濃度と脱リンの必要条件のひとつと言われている沈後水BODとの関係をみると、そのBODが高くなると処理水T-P濃度が低下する傾向にあり、BODが約800mg/L以上で、しばしば処理水T-P濃度は2mg/L以下となった。

なお、処理水T-P濃度はそのほとんどがPO<sub>4</sub>-Pであった(関係式  $Y=1.005X - 0.57$ ,  $r=0.999$ ,  $N=13$ ,  $X$ : T-P,  $Y$ : PO<sub>4</sub>-P)。これにより、以下の脱リンの検討はPO<sub>4</sub>-Pによった。

## 5. 返流水及び沈後水中のPO<sub>4</sub>-P濃度

返流水及び沈後水中のPO<sub>4</sub>-P濃度を図2に示した。

検討期間中における返流水中のPO<sub>4</sub>-P濃度は、平均値(N=42)で26mg/L、濃度範囲で20～32mg/Lとなった。同じく、沈後水中のPO<sub>4</sub>-P濃度は、平均値(N=40)で24mg/L、濃度範囲で18～29mg/Lとなった。返流水及び沈後水中のPO<sub>4</sub>-Pは相関関係が認められ、それぞれのPO<sub>4</sub>-P濃度は返流水の方が沈後水より数mg/L程度高く、返流水→沈後水の処理過程において、高度処理施設で見られるPO<sub>4</sub>-Pの放出は認められなかった。また、返流水及び沈後水中の月別濃度は11月～12月が7月～10月に比較してやや低かった。

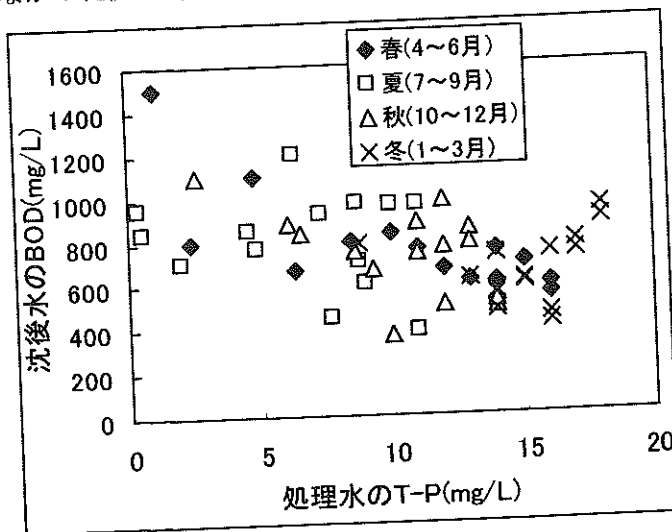


図1 過去5カ年の処理水T-Pと沈後水BODの関係

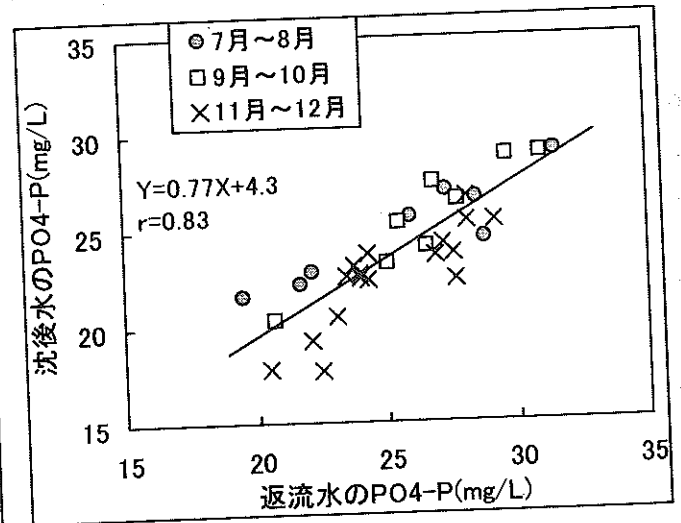


図2 返流水及び沈後水中のPO<sub>4</sub>-P濃度

## 6. 脱リン発現時における反応タンク内のPO4-Pの挙動

反応タンク出口における PO4-P の濃度低下は、脱リンに関与する細菌が嫌気的環境下で PO4-P を放出し、そして好気的環境下で PO4-P を過剰摂取する現象と言われている。そこで、脱リンが発現した夏季における反応タンク内の PO4-P 濃度パターンの事例を図3に示した。

脱リンが発現した事例（夏季の 1/2 系における最大流入処理量の 8,500m<sup>3</sup>/日）では、反応タンク出口で NO<sub>2</sub>-N 濃度が 10mg/L 残存し、硝化がやや不完全な状態であるが、脱窒槽 1セル→4セル(出口)の PO4-P 濃度は 24mg/L → 39mg/L に上昇し、PO4-P の放出が認められた。この放出現象を各 PO4-P 濃度（沈後水：26mg/L, 返送汚泥：2.2mg/L, タク出口：0.8mg/L）及び水量から推計すると、脱窒槽 4セルではその濃度の 85% が放出であった。

そして、この混合液が硝化槽に入ると、PO4-P 濃度は徐々に低下し、3 水路硝化槽出口では 1.8mg/L、反応タンク出口では 0.3mg/L まで低下した。

一方、脱リンが発現していない冬季での脱窒槽の PO4-P 濃度パターンは、1セル→4セルまで変動が認められず、また硝化槽における濃度低下も小さかった。

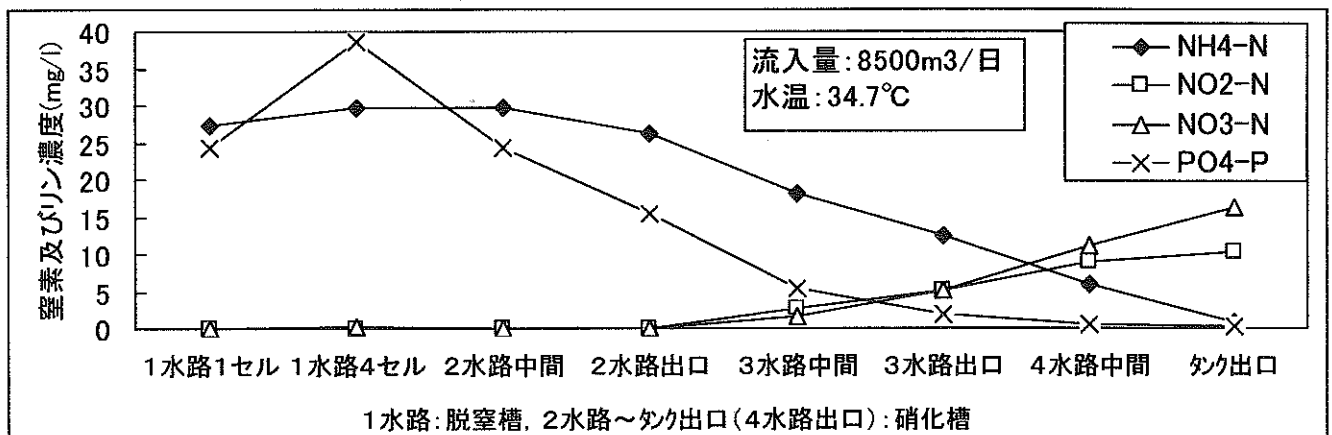


図3 脱リン発現時の水路別PO4-P濃度及び形態別窒素濃度（1/2系：7月19日測定）

## 7. 脱リン発現時における諸条件の検討

脱リン発現時における諸条件を明らかにするため、5月～12月の反応タンク出口における PO4-P 濃度と脱窒槽出口の PO4-P 濃度、流入量及び沈後水 BOD との関係を図4～図6に示した。

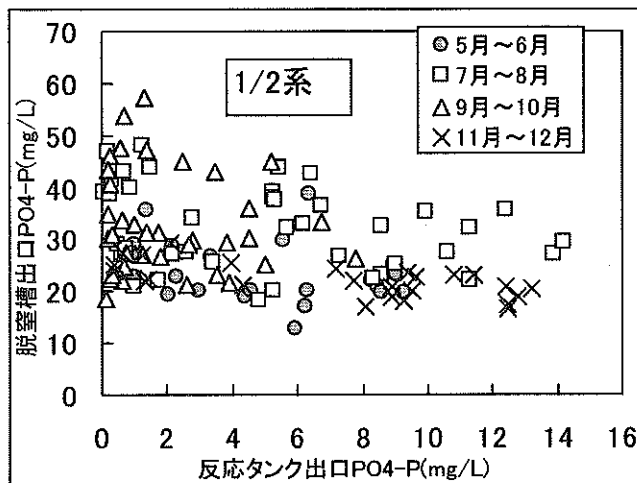


図4 脱窒槽出口及び反応タンク出口のPO4-P濃度

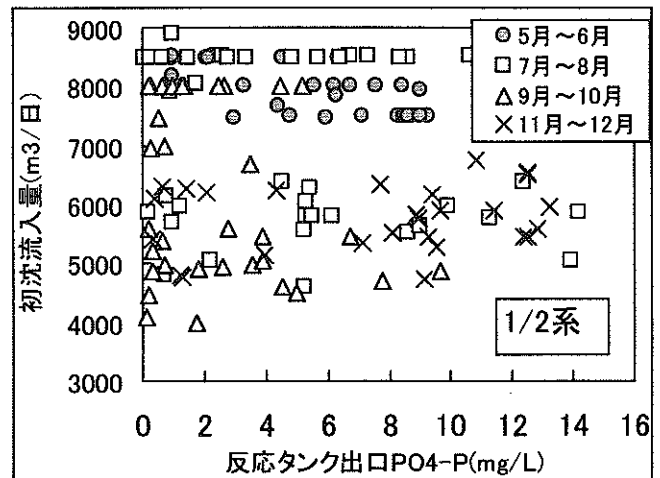


図5 流入量と反応タンク出口のPO4-P濃度の関係

反応タンク出口における PO4-P 濃度が 2mg/L 以下の低濃度となった場合について主な項目を整理すると、

①脱窒槽出口の PO<sub>4</sub>-P 濃度は 20 ~ 60mg/L の範囲 (図 4) で、反応タンクの水温は 25.2 ~ 35.3 °C であった。また、この検討期間中における沈後水中の PO<sub>4</sub>-P 濃度は 16 ~ 29mg/L (n=40, 平均: 24mg/L) の範囲で、これに循環水 (設定値 200%) と返送汚泥 (設定値 200%, 返送汚泥での PO<sub>4</sub>-P 放出は無視できる) を加味すれば脱窒槽での PO<sub>4</sub>-P の放出量が多いことを示している。②初沈流入量を一定にして検討した結果 (図 5), 8,500m<sup>3</sup>/日流量一定 (6/19 ~ 7/30 に測定, 反応タンク出口での DO 制御は 3mg/L) でも 27 回の測定中 10 回が 2mg/L 以下であった。流入量が一定で、しかも DO 制御値が同じであることから、反応タンク出口での PO<sub>4</sub>-P 濃度差は、流入水の質的変動による反応タンク内での環境条件の変化によるものと考えられる。③沈後水 BOD が 500 ~ 1000mg/L で 2mg/L 以下となる場合があるが、明確な傾向は現れていない (図 6)。

### 8. DO制御値 (反応タンク出口) の差異による脱窒槽出口及び反応タンク出口のPO<sub>4</sub>-P濃度

DO 制御値の差異をみるため、流入量を 8000m<sup>3</sup>/日一定、かつ反応タンクの水温を同程度の時期に、DO 制御値を 3.0mg/L (以下 DO3.0) 及び 2.5mg/L (以下 DO2.5) の二条件で検討を行い、その結果の概要を表 1 に示した。

脱窒槽出口での PO<sub>4</sub>-P 濃度を平均値で比較すると、DO3.0 が 24mg/L, DO2.5 が 36mg/L となり、DO2.5 のほうが PO<sub>4</sub>-P の放出量が多かった。また、反応タンク出口での PO<sub>4</sub>-P 濃度を平均値で比較すると、DO3.0 が 5.8mg/L, DO2.5 が 0.40 となり、脱窒槽出口において放出量の多い DO2.5 のほうが反応タンク出口で低

濃度となった。

今回の結果では、制御値の低い DO2.5 が良好な結果となっているが、それぞれの条件下における流入水の質的変動も考慮しなければならない。そこで、流入水の質的変動をみるため脱窒槽出口での NH<sub>4</sub>-N 濃度 (平均値) を比較すると、DO3.0 が 32mg/L, DO2.5 が 29mg/L で、DO2.5 のほうが流入水 NH<sub>4</sub>-N 濃度が低い。同じく、空気倍率 (平均値) では DO3.0 が 28, DO2.5 が 30 であった。このように DO2.5 のほうが流入水 NH<sub>4</sub>-N 濃度が低いにも拘らず、空気倍率が高くなったのは、DO2.5 の測定時のほうが有機物量の流入が多かったことも考えられる。

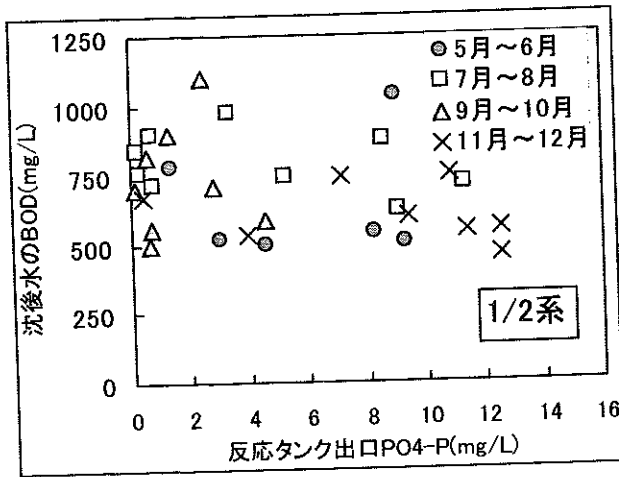


図6 沈後水BODと反応タンク出口のPO<sub>4</sub>-P濃度

表1 DO制御値の差異による脱窒槽出口及び反応タンク出口のPO<sub>4</sub>-P濃度等

		脱窒素出口 (1水路出口)				反応タンク出口 (4水路出口)								流入量 m <sup>3</sup> /日	空気 倍率
		PO <sub>4</sub> -P mg/L	NH <sub>4</sub> -N mg/L	NO <sub>2</sub> -N mg/L	NO <sub>3</sub> -N mg/L	DO mg/L	PO <sub>4</sub> -P mg/L	NH <sub>4</sub> -N mg/L	NO <sub>2</sub> -N mg/L	NO <sub>3</sub> -N mg/L	pH	温度 °C	MLSS mg/L		
	回数	7	7	7	7	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
DO	平均	24	32	0	0.0	3.0	5.8	0.4	0.0	31	6.5	29	3100	7980	28
3.0	最低	17	30	0	0.0	2.9	1.0	0.2	0.0	24	6.4	29	2940	7670	25
mg/L	最高	30	35	0	0.2	3.3	9.0	0.5	0.1	35	6.8	30	3290	8170	30
	回数	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
DO	平均	36	29	0	0.0	2.5	1.6	0.4	0.2	22	6.7	29	3710	8000	30
2.5	最低	23	24	0	0.0	2.3	0.2	0.1	0.0	15	6.5	29	2930	8000	22
mg/L	最高	57	33	0	0.4	2.9	5.2	0.9	0.5	29	6.8	31	4690	8010	37

9. おわりに 将来の金沢下水処理場における放流水中 T-P 濃度目標値 (0.5mg/L) を達成するには、返流水中のリン処理が不十分ならば高度処理施設にしても難しいと推計されている。

現状 (平成 10 ~ 12 年度) における返流水処理水 (沈砂池に流入) の T-P 負荷は、金沢下水処理場の全流入水中の T-P に対して 13% ~ 17% と大きく、この負荷を低減させることが重要課題と考える。今後、硝化・脱窒を配慮しながら、脱リン発現条件を明らかにするため、その主要因子と言われている沈後水 BOD 値 (有機物量)、循環率、返送率及び DO 制御設定値について適正な条件を探りたい。