

金沢下水処理場循環法処理施設への返流水量増に関する検討

水質管理課 ○新井久雄 宗像克郎
金沢下水処理場 高橋昌一 大橋光男

1.はじめに 南部汚泥処理センターでの小雀浄水場の汚泥受け入れに伴う返流水発生量増に備え、散気板交換後（散気効率及び硝化能が向上）の循環法処理施設 1/2 系について、水温が低下し処理能力が課題となる冬季を中心に返流水の適正処理量を検討したので報告する。

2.検討内容 1)流入量を変更しながら脱窒槽、硝化槽の DO 濃度パターン及び形態別窒素濃度パターンを把握し、それにより硝化能及び脱窒能を検討した。加えて、硝化・脱窒良好時の処理水質についても把握した。

2)現状の適正処理水量は両系で 13,000m³/日(初沈流入量)であるが、将来返流水量が最大約 16,000m³/日になることが予想されるため、片系、すなわち 1/2 系での初沈流入量を最大 8,500m³/日程度まで検討した。

3)厳冬期に流入量を一定にして、中長期間どの程度の適正処理ができるかを把握した。

3.検討期間 平成 12 年 10 月 27 日～13 年 3 月 8 日（測定日数：70 日）

4.循環法 1/2 系処理施設の概略と運転管理条件の概要

散気板交換後における循環法 1/2 系の概略図は図 1、また運転管理条件の概要は表 1 に示すとおりである。



図 1 循環法1/2系の概略図

表 1 運転管理条件の概要一覧

循環率及び返送率の設定	原則200%、一部250%
1/2系と2/2系の流入量比	1/2系へ最大流入量：8,500m ³ /日
3～4水路：DO制御	2mg/L～3mg/L
流入量一定制御	6,500m ³ /日、7,000m ³ /日で検討
2水路エアレータ：4台の空気量	11m ³ /分～14m ³ /分×4台

5.検討期間中における最初沈殿池流出水の水質

最初沈殿池流出水の主要な項目の濃度は、平均値(最低値～最高値)で NH₄-N が 200mg/L(160～230mg/L)、浮遊物質が 490mg/L(290～980mg/L)、COD が 370mg/L(280～450mg/L)、BOD が 470mg/L(350～550mg/L)であった。このうち、平均値では、NH₄-N は前年度(190mg/L)と同程度であったが、浮遊物質(前年度：630mg/L)、COD(前年度：520mg/L)及び BOD(前年度：870mg/L)は前年度より低かった。

6.検討結果及び考察

1)硝化及び脱窒の状況 1/2 系の各水路における DO 濃度パターン及び形態別窒素濃度パターンを調べたところ、硝化と脱窒の状態が次の 3 つに分類できた。

①硝化、脱窒ともに良好な場合 図 2 に示すように、完全硝化の状態になると、1 水路入口（脱窒槽）で流入水中の高濃度の NH₄-N（通常値：180～200mg/L 程度）は循環水と返送汚泥により 5～6 倍程度に希釈され、その濃度は 30mg/L 程度になって 1 水路出口までほぼ増減することなしに保持される。その後、NH₄-N は有機窒素化合物とともに硝化槽に入ると、それぞれ硝化菌の働きにより酸化され、反応タンク出口付近で完全に NO₃-N に変換される。そして、NO₃-N が脱窒槽に戻されると、NO₃-N は脱窒菌の働きにより嫌気槽出口で完全に消滅する。なお、図 2 で嫌気槽入口付近に NO₂-N が存在しているのは、戻された NO₃-N が一旦 NO₂-N を経て脱窒される場合もあることを示している。

②硝化は良好であるが、脱窒が良好時より悪化している場合 図 3 に示すように、硝化は上記①のように良好であるが、脱窒槽出口で NO₃-N または NO₂-N が残存すると、反応タンク出口で NH₄-N と有機窒素化合物から硝化された NO₃-N に、脱窒されない NO₃-N と硝化槽で NO₂-N→NO₃-N に酸化された NO₃-N

が加算され、良好時より NO₃-N 濃度が高くなる。その際、pH が 6 以下に低下する場合がある。

③硝化，脱窒ともに良好時より悪化している場合 処理能力以上の流入量があると、まず上記②のように脱窒槽出口で NO₃-N と NO₂-N が残存し、それに伴い硝化が不完全となり、反応タンク出口で NH₄-N が残存し、加えて NO₃-N 濃度が良好時より高くなる。その際、pH が 6 以下に低下する場合がある。

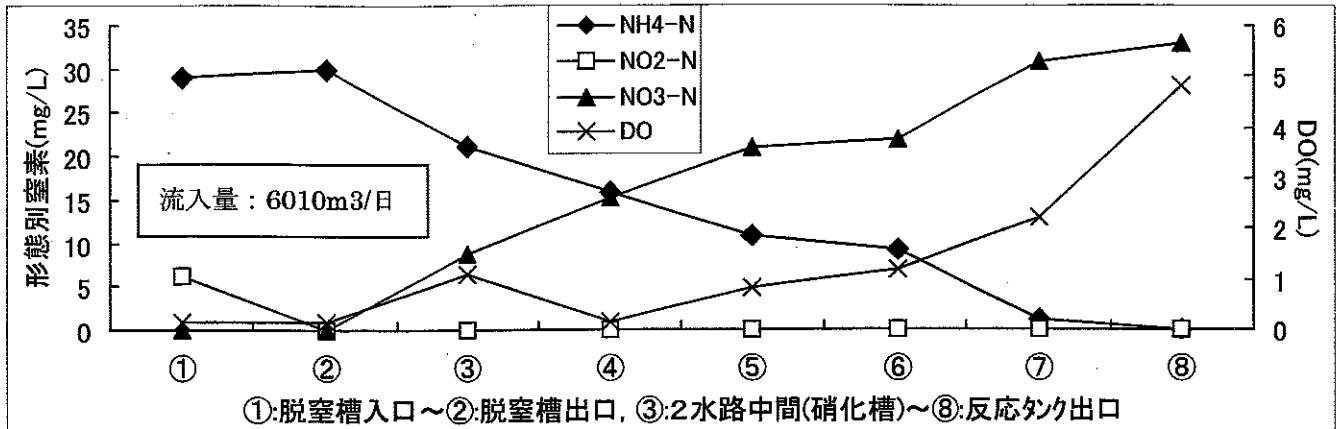


図2 硝化，脱窒ともに良好な場合の形態別窒素濃度パターン事例(11月9日)

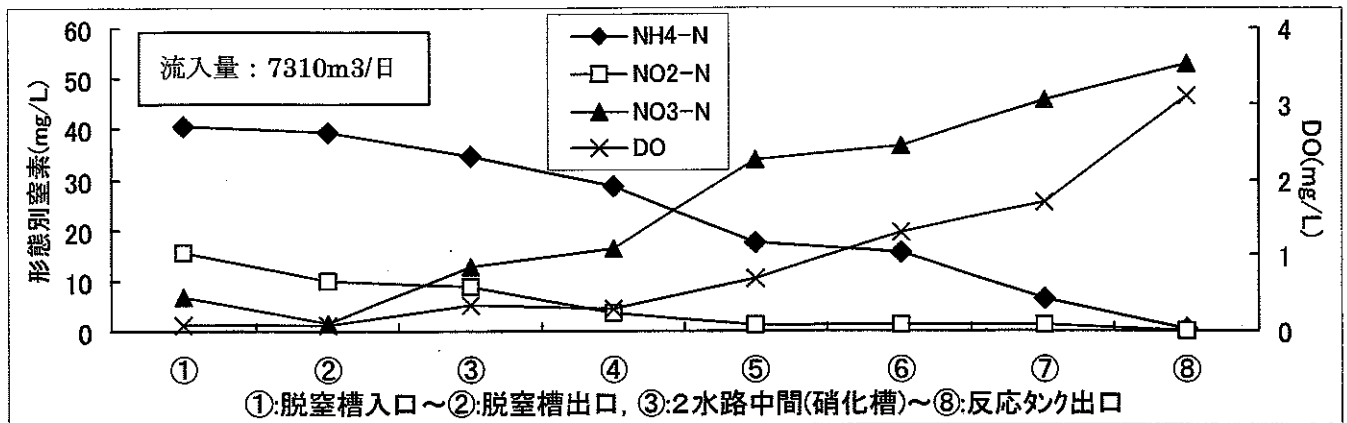


図3 硝化は良好であるが，脱窒が悪化している場合の形態別窒素濃度パターン事例(12月14日)

2) 反応タンク出口における処理水質

硝化・脱窒良好時の水質は、図4に示すように、脱窒槽出口で[NO₂-N+NO₃-N]が 1mg/L 未満であれば、反応タンク出口で NO₃-N が 40mg/L 未満、加えて NH₄-N が 0.5mg/L 未満となっていた。検討期間中における硝化・脱窒良好時の水質及び運転管理項目を整理すると、表2に示すとおりであった。

一方、水質が悪化する場合(図4)は、反応タンク出口の NH₄-N が 0.5mg/L 未満でも脱窒槽出口で NO₂-N、NO₃-N が残存すれば、反応タンク出口で NO₃-N が 40mg/L 以上となり、窒素除去率が低下した。

3) 初沈流入量，水温と硝化・脱窒の関係

硝化は、図5に示すように、流入量が 7,000m³/日程度以内であれば、反応タンク出口で NH₄-N 濃度が 0.5mg/L 未満の状態を維持できる割合が高くなるが、脱窒は 6,500m³/日以上になると、反応タンク出口での NO₃-N が 40mg/L(良好時の目安)以上となり、その割合が高くなる悪化傾向にあった。

次に、水温と硝化・脱窒の関係をみると、図6に示すように、水温が 22℃以下になると、反応タンク出口で NH₄-N 濃度が 5.1~11mg/L、NO₃-N 濃度が 40~60mg/L になる割合が高くなり、硝化・脱窒が悪化した。その際、反応タンク出口での pH は、NH₄-N が 10mg/L 程度の高濃度となっても、5.5程度に低下する。

そこで、水温が低下する冬季の流入量一定制御時における硝化・脱窒良好時の日数及びその割合を表3に示した。硝化・脱窒良好時の割合は、流入量一定 6,500m³/日で 26%、流入量一定 7,000m³/日で 40%であった。6,500m³/日の良好時の割合が 7,000m³/日の場合より低かった理由は、①前者が厳冬期の 1月上旬から 2

月中旬にかけて測定したこと、②測定期間中における前者の流入水質が悪かったことなどが考えられる。

以上の結果、現状の返流水質ならば、厳冬期における硝化・脱窒良好時の適正流入量は6,500m³/日程度が限界と考えられ、1/2系での大幅な適正処理水量の増加は脱窒の向上がなければ望めないと判断される。

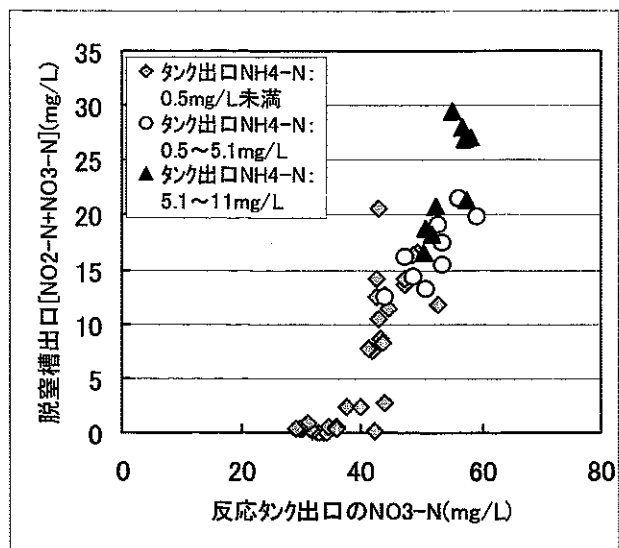


図4 反応タンク出口のNO₃-N、NH₄-Nと脱窒槽出口の[NO₂-N+NO₃-N]の関係

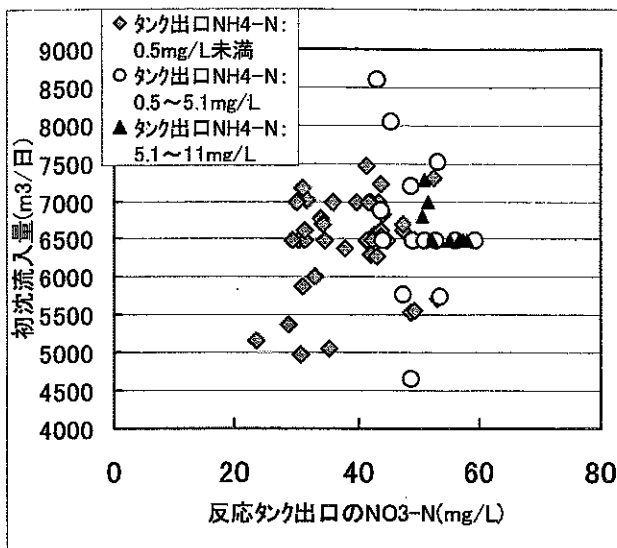


図5 反応タンク出口のNO₃-N、NH₄-Nと流入量の関係

表2 反応タンク出口における硝化・脱窒良好時の水質及び運転管理項目

	pH	DO mg/L	NH ₄ -N mg/L	NO ₂ -N mg/L	NO ₃ -N mg/L	水温 ℃	MLSS mg/L	流入量 m ³ /日	循環率 %	返送率 %
平均値(n=14)	6.4	3.6	0.17	0	32	23	3249	6640	236	235
最低値	6.3	2.9	0	0	29	21	2510	6010	233	232
最高値	6.5	5.7	0.43	0	36	29	3480	7010	240	239

*硝化・脱窒良好時とは、脱窒槽出口の[NO₂-N+NO₃-N]が1mg/L未満、反応タンク出口のNH₄-Nが0.5mg/L未満

表3 冬季の初沈流量一定制御における硝化・脱窒良好時の日数及びその割合等

初沈流量一定 (m ³ /日)	全測定 日数	良好時 日数	良好時 割合(%)	良好時 水温(℃)	良好時 MLSS(mg/L)	循環率 (%)	返送率 (%)	最初沈殿池流出水 NH ₄ -N(mg/L)
6,500	27	7	26	21.9	約3,300	237	235	200
7,000	10	4	40	23.0	約3,300	234	233	180

7.おわりに 返流水に起因するT-Nは下水処理場における流入下水中に占める割合が大きい。このような状況を改善するには現状の循環法処理施設におけるT-Nの除去がより求められる。以下に、循環法処理施設における今後の課題を示す。①厳冬期における反応タンクの水温は20℃以下になることから、処理能力を向上させるため、水温を数℃上げる方策を考える。②夏季では赤潮の発生回数も多くなることから、第一に夏季におけるT-N及びT-Pの排出量を削減することが必要である。そこで、処理能力の向上する夏季に循環率を上げてT-Nの除去率を検討する。③小雀浄水場の汚泥受け入れにより返流水量が確実に増加することから、季節別における返流水の適正処理水量を早急に把握する。

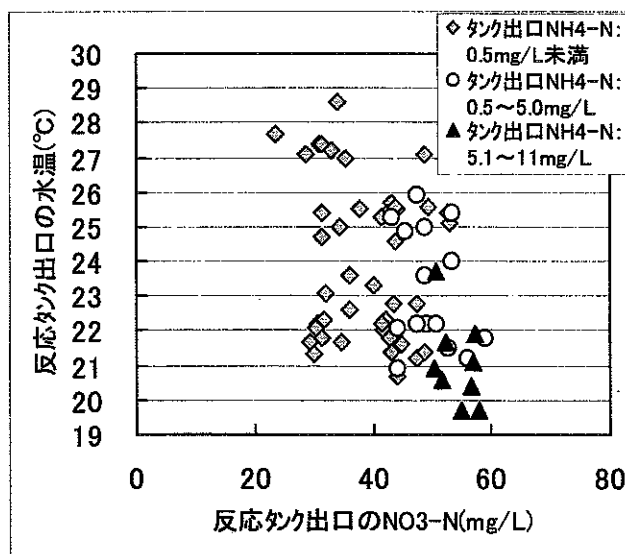


図6 反応タンク出口のNO₃-N、NH₄-Nと水温の関係