

脱窒が不完全な浄化槽における硝酸イオンの動態について

木内浩一 中田利明 藤村葉子

1 調査の目的

千葉県は市とともに県内企業と千葉県環境保全協定を締結し、汚濁負荷量、排水量の上限を定めている。2011年4月から8月にかけて、袖ヶ浦市内の協定事業場が窒素負荷量の協定値を数回、超過した。超過した対象施設は協定排水量 90m³/日、窒素負荷量 1.0kg/日の浄化槽である。また、過去の記録によると当該施設では放流水の窒素濃度がたびたび 20mg/L を超過しているため、浄化槽としての窒素除去が不完全であることが疑われた。そこで、この浄化槽の実態の把握と改善の検討のために調査を行った。

2 浄化槽の状況

当該事業場には 108 人槽と 498 人槽の膜分離活性汚泥法の施設があり、計画処理量はそれぞれ 21m³/日、82m³/日である。し尿および厨房からの生活排水は 1:4 の割合で 2 施設にそれぞれ振り分けられ、処理される。ただし、2010 年度の日平均排水量は約 40m³ で協定排水量の半分以上であった。さらに、60m³ を超える日は 10 %未満であった。

当該事業所の水処理工程図を図1に示す。108 人槽（以下「1 系」と呼ぶ）は流量調整槽、②脱窒槽と④硝化槽を備えており、流入水質 TN50mg/L、放流水質 TN10mg/L で設計されている。498 人槽（以下「2 系」と呼ぶ）は③流量調整槽と⑤ばっ気槽から構成されており、施設の設計には窒素除去は見込まれていない。ただし、③ばっ気槽から流量調整槽への返送を行っており、これが脱窒型浄化槽の循環に相当する。なお、引き抜いた汚泥は上澄みを処理装置に戻すことなく、そのまま搬出して処分している。また、調査日の約 40 日前から、1 系では④硝化槽に、2 系では⑤ばっ気槽の直前に、計画窒素処理量の 3 倍濃度のメタノールを

添加している。

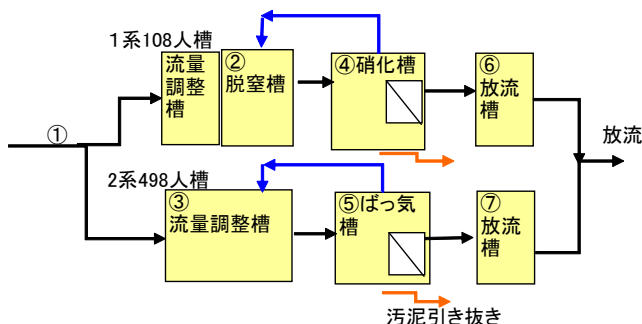


図1 水処理工程図

3 調査結果

調査は 2011 年 10 月 11 日に行った。図1に示す①～⑦の各地点で採水し、実験室に持ち帰り、水質の分析を行った。分析の結果を表1に示す。①原水の TN が 40mg/L であるのに対して COD が 78mg/L であり、脱窒に必要な水素供与体としての COD の割合が少なかった。処理後の TN は 1 系で 24mg/L、2 系で 9.5mg/L であり、1 系では設計水質 10mg/L よりかなり高かった。当日の処理量である 1 系 12.1m³、2 系 27.8m³ を基に窒素負荷量を計算すると 0.55kg となり、協定の基準値を下回った。ただし、処理後の TN 濃度が調査当日と同様であるとしても、2010 年の最大放流量 82m³ に対して 1 系 : 2 系 = 1:4 で処理したとすれば TN 負荷量は 1.0kg を超過することになる。なお、当日の処理水量は事業所からの聞き取りによる。

1 系では②脱窒槽で高かった NH₄-N は④硝化槽でほぼ消失しており、硝化の進行が認められるが、④硝化槽で NO₃-N が 28mg/L も残存していることから、②では脱窒が阻害されていることが窺われた。

2 系では⑤ばっ気槽で NH₄-N が 8.5mg/L と高く、硝化が不完全であった。しかしながら、⑦処理後で NH₄-N が 3.9mg/L 残存するものの、TN は 9.5mg/L と低く、また③流量調整槽で NO₃-N が

0.1mg/L と低くなっていた。これは⑤ばっ気槽で硝化されて生じた NO₃-N が③流量調整槽へ返送されて脱窒されたものと推測される。その結果、2系の方が1系よりも窒素除去に優れているといえる。

表2 当日のN負荷量

	(m3)	(mg/L)	(g)
	処理量	TN	負荷量
1系での窒素	12.1	24	290.4
2系での窒素	27.8	9.5	264.1
計	39.9		554.5

4 今後の対策

調査時に②、③の DO 濃度がそれぞれ 0.2mg/L, 0.5mg/L であったが、脱窒には DO が無い嫌気条件が必要である。いずれの浄化槽も、構造上、流入する原水や循環水により酸素が混入されやすくなるような箇所もあり、できる限り改善することが望ましい。聞き取りによると循環量は約 4 倍を確保しているということであるが、槽の設備が循環の際酸素を巻き込みやすい構造になっているため、循環量をさらに増加させる場合は脱窒槽での酸素濃度の上昇を防止する工夫が必要である。

また、脱窒を促進させるためのメタノールは、④硝化槽や⑤ばっ気槽の直前の注入されていたが②脱窒槽や③一時貯留槽に注入することが適切である。

膜分離活性汚泥法での BOD 容積負荷は一般に 1.00kg/m³ と設計されることが多いが、当該施設の 2 系では 1.65kg と設計が過大と考えられる。調査当日の排水量 27.8m³ と設計 BOD244mg/L で計算すれば、BOD 容積負荷 0.55kg/m³ と余裕がある。

しかし、2010 年の最大放流量 82m³ を 1 系 : 2 系 = 1:4 で処理すれば表2から、1 系では BOD 負荷は 0.35kg/m³ となるが、2 系では 1.30kg/m³ になる。2 系で現在使用していない槽があるので、今後それを活用し、2 系への排水量の割合を増加させることも一つの方法である。

なお、MF 膜でろ過しているにも関わらず⑥ 1 系処理後で SS が 6mg/L あり、そのため D-TN に比べて TN が高く、放流水の窒素負荷量を増加させている。通常 MF 膜のろ水では SS2mg/L 以下であるので、膜の点検が必要と思われる。

5 まとめ

窒素負荷量を超過する浄化槽について調査し、その原因と対策についてまとめた。

当日は処理水量の多い 2 系での TN 濃度が低く、また全体の処理水量が約 40m³ と少なかったため、窒素負荷量の基準値 1.00kg/日を下回っていた。しかしながら、1 系では計画処理能力を下回っており、嫌気状態が不完全のため、脱窒が不十分な状態であった。

今後は脱窒槽や流量調整槽で嫌気条件を保てるようにメタノール注入の位置を変更し、原水流入の方式や循環水の返送方式を工夫することが望まれる。

なお、2 系ではばっ気槽の容量を増加させ、硝化の工程をさらに改良することにより、流量の増加に対応できると考えられる。

表1 水質調査結果

単位はpH以外mg/L
2011.10.11採水

採取場所	pH	COD	SS	TN	D-TN	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	TP	D-TP
① 原水	7.6	78	120	40	29	28	<0.1	0.4	3.5	1.9
② 1系脱窒槽	6.9	-	*)6100	360	42	34	<0.1	8.5	210	0.82
③ 2系流量貯留槽	7.1	-	*)8100	700	22	21	<0.1	0.1	310	0.31
④ 1系硝化槽	5.8	-	*)12000	750	28	0.6	<0.1	28	330	0.12
⑤ 2系ばっ気槽	6.9	-	*)14000	890	17	8.5	<0.1	4.7	380	<0.1
⑥ 1系処理後	6.3	7	6	24	21	0.2	<0.1	21	0.34	0.14
⑦ 2系処理後	6.7	5	<2	9.5	8	3.9	<0.1	4.5	<0.1	<0.1

*)はMLSSを指す。