

垂水処理場本場 2 系 硝化抑制運転から硝化促進運転への移行

西水環境センター施設課

1. はじめに

これまで本場の窒素増量運転については脱窒抑制運転を実施（令和 2 年 2 月から硝化抑制運転を試行）していたが、令和 2 年度の栄養塩管理運転期（10 月～4 月）は、本場 2 系で硝化抑制運転を実施した。なお、本場 1 系は脱窒抑制運転とした。このため、本場 2 系では令和 3 年 5 月から完全に硝化が抑制された状況から硝化促進運転へ水処理を変更した。

硝化抑制運転から硝化促進運転への移行に際して実施した操作・条件変更及び処理水質の経過を報告する。

2. 運転切替方法及び結果

（1）活性汚泥量の制御

① 汚泥転送

1 系終沈汚泥引抜箇所と 2 系生物反応槽嫌気槽を池排水ラインで連通させ、池排水ポンプを利用して 硝化菌を保持している本場 1 系から 2 系へ活性汚泥を転送した。なお、転送元の池は汚泥引抜を停止したが、転送先の生物反応槽の池については返送汚泥量の操作等は実施しなかった。汚泥転送は 5/10 から 6/9 にかけて計 12 回実施し、時間は 1 系生物反応槽の汚泥量によって 1.5～7h とした。（正確な時間あたりの送泥量は不明であるが、各処理系内の汚泥量の変化から、およそ 1～2 m³/min の送泥と推定）

② MLSS 濃度・余剰汚泥引抜き量

図 1 に本場 1 系及び 2 系の MLSS 濃度及び余剰引き抜き量の推移を示す。汚泥転送による MLSS 濃度変化を調整するため、汚泥転送元の 1 系は余剰汚泥引抜き量を低下させて系内の汚泥量を多く保持し、汚泥転送先の 2 系で余剰汚泥引抜き量を増加させた。まず、5/10～17 は 2 系の活性汚泥の入替を目的として、余剰汚泥引抜き量を 35m³/h と高くした。その後、段階的に余剰汚泥引抜き量を 21～25m³/h まで低下させ、MLSS 濃度を 2000～2500mg/L とし硝化菌の増殖を図った。

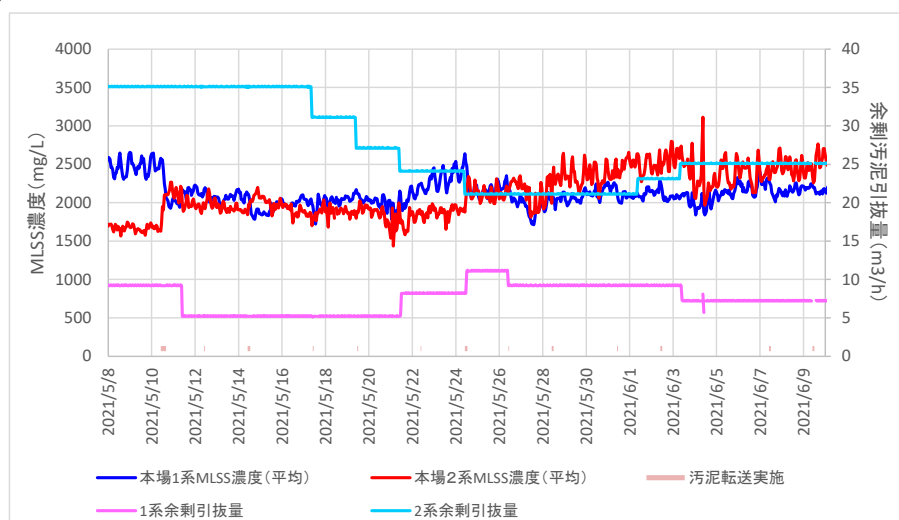


図 1 本場 1 系及び 2 系の MLSS 濃度及び余剰引き抜き量の推移
（網掛け：活性汚泥転送を実施した時間帯）

(2) 送風量の制御

図2に返送汚泥中の窒素類濃度、図3に降雨量、本場2系溶存酸素及び空気倍率の推移を示す。汚泥転送を開始した5月10日から送風量を徐々に増加したにもかかわらず、溶存酸素(DO)が上昇しなかった。当初は、返送汚泥中のアンモニア濃度が高いので硝化に必要な空気量が多かったためと考えられる。このため5月17日に嫌気：好気比を5:13から3:15に変更して好氣的固形物滞留時間(A-SRT)を増やし、さらに送風機の吐出圧制御値を高くすることで、送気量を多くし硝化が促進するようになり、DOが1mg/L程度となった。(DOは降雨による溶存酸素持ち込みの影響も考えられる。)

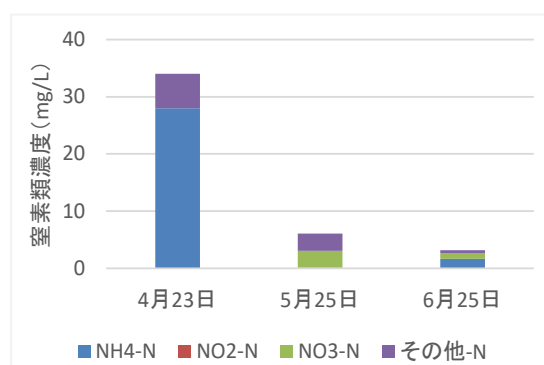


図2 返送汚泥中の窒素類濃度

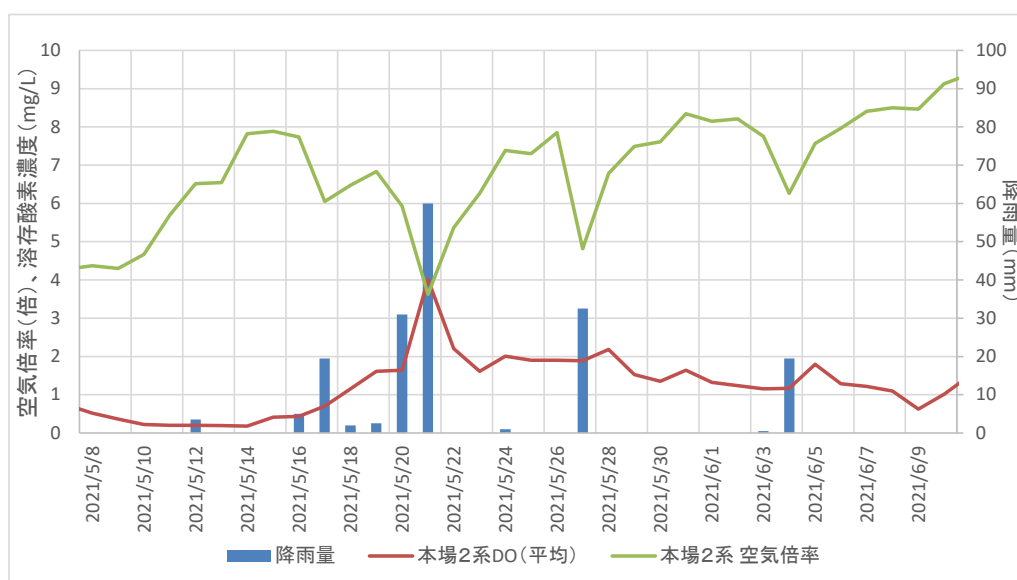


図3 降雨量、本場2系溶存酸素及び空気倍率の推移

3. 処理水質の推移

(1) 本分場放流水の全窒素濃度

図4に本分場放流水の全窒素濃度、本場2系溶存酸素及びA-SRT充足率の推移を示す。汚泥転送による活性汚泥の改質を図るとともに、MLSS濃度や余剰汚泥引抜量を調整することによってA-SRT充足率※を高くし硝化を促進させた。また、適切な送風量によってDOが安定的に1mg/L程度となった頃から、全窒素濃度が通常期の水準となった。

〔※A-SRT充足率は実際のA-SRTと水温から算出される硝化に必要なA-SRTとの比率
(A-SRT充足率=実際のA-SRT/硝化に必要なA-SRT)。〕

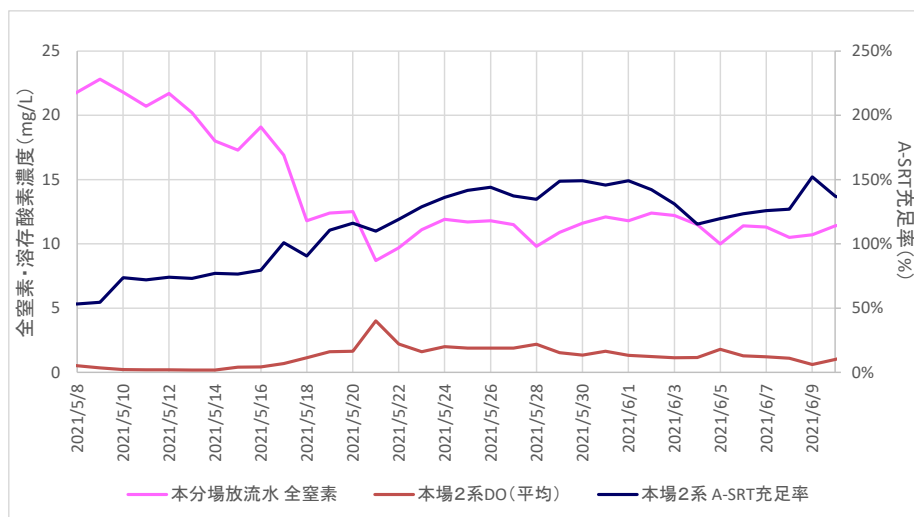


図4 本分場放流水の全窒素濃度、本場2系溶存酸素及びA-SRT充足率の推移

(2) 生物反応槽の区画別水質調査

図5に本場2系生物反応槽の各区画の水質調査結果を示す。5月25日の調査結果では、AT末端の18区画でアンモニア態窒素(NH₄-N)が4月23日(硝化抑制運転中)に比べて大きく減少し、また硝酸態窒素(NO₃-N)が増加しており硝化が進んでいることが確認できた。

一方で、5月25日の調査では嫌気部でのリンの吐出し及びBOD低下が通常より不十分となる現象が認められた。硝化抑制運転中は硝酸態窒素や亜硝酸態窒素(NO₂-N)がなく、脱窒菌が減少していたと考えられる。このため、嫌気部での脱窒が進まずに硝酸態窒素が残留し、BODも低下しなかったと考えられる。また、硝酸態窒素が嫌気部に残留することで嫌気性が確保されず、リンの吐出しが不十分であったと考えられる。

6月25日の調査では、これらが解消され良好な処理状況となった。

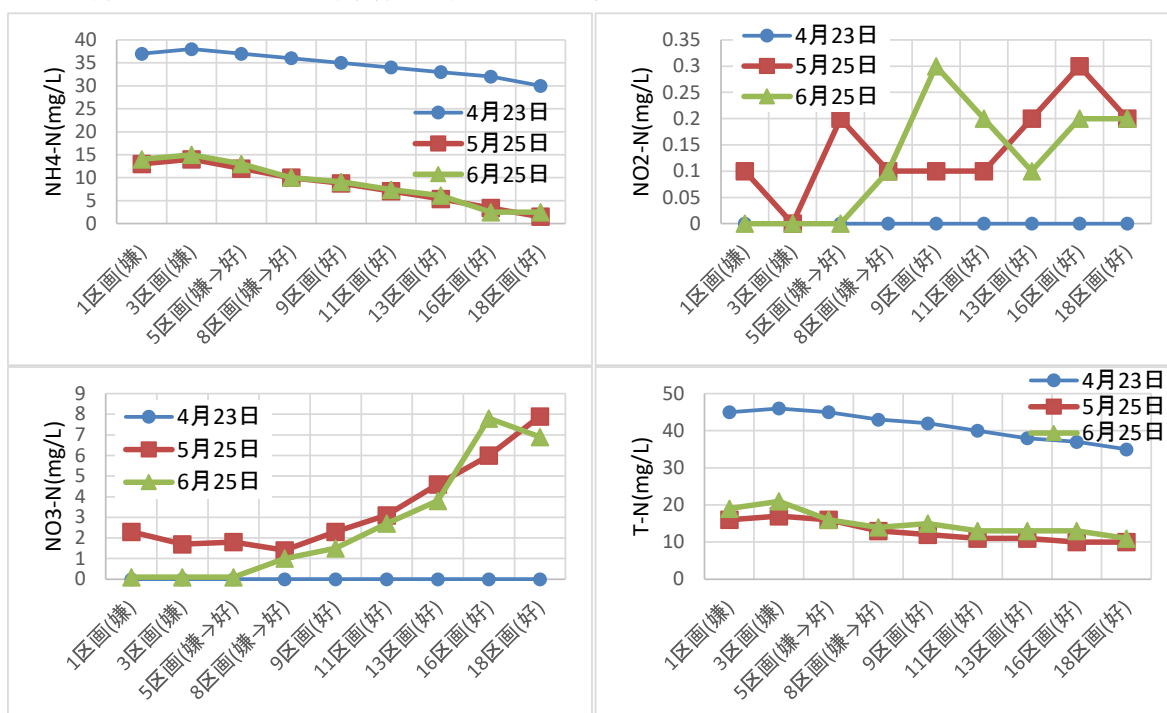


図5-1 本場2系生物反応槽の各区画の水質変化 (NH₄-N, NO₂-N, NO₃-N, T-N)

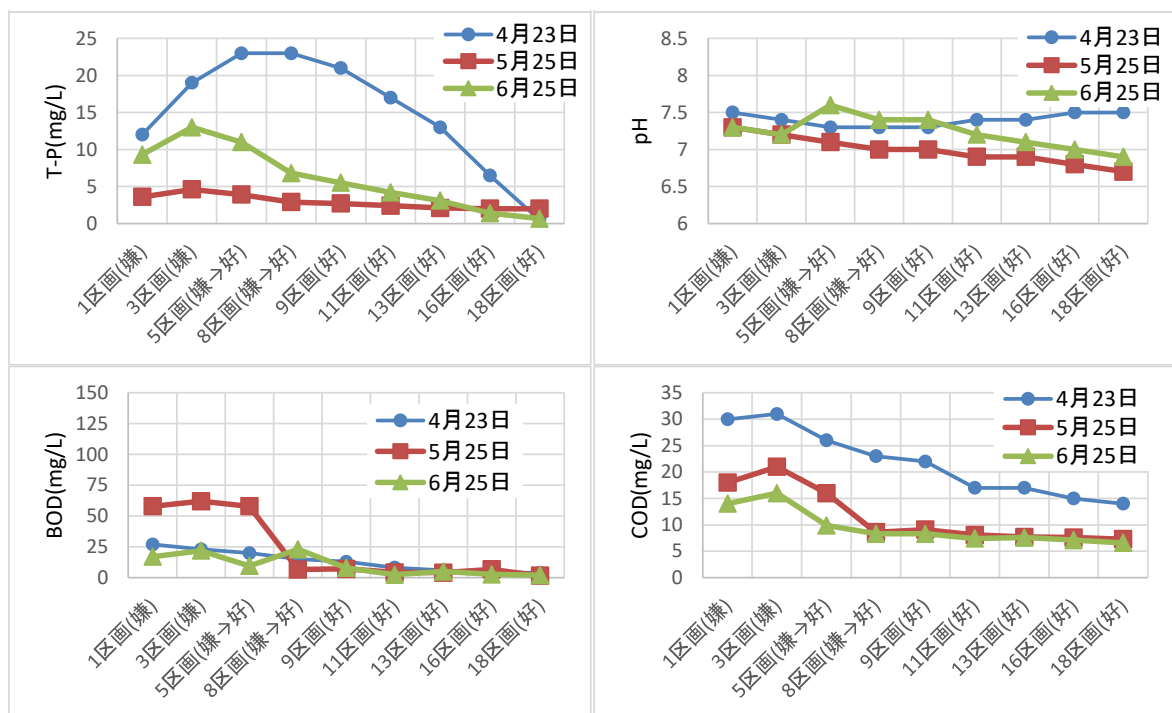


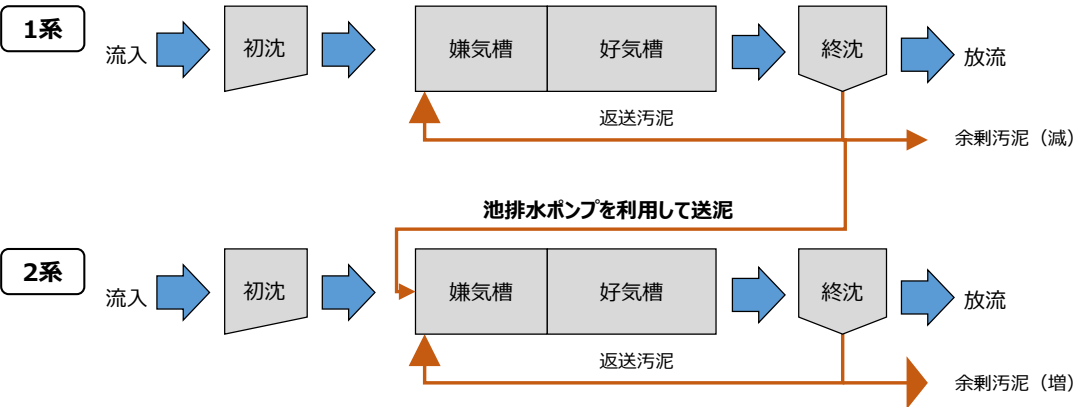
図 5 -2 本場 2 系生物反応槽の各区画の水質変化 (T-P,pH,BOD,COD)

4. まとめ

- ・硝化抑制運転から硝化促進運転への移行において、硝化菌を保持した系列からの汚泥転送は有効であった。
- ・DO 及び硝化に必要な A-SRT を確保していくことによって、約 1 か月で移行可能であった。嫌気部でのリンの吐出しと有機物 (BOD) の挙動が安定するまでには 2 か月程度要すると考えられる。

【参考】

・イメージ図



・作業実施スケジュール

		5月	4日	5日	6日	7日	8日	9日	10日	11日	12日	13日	14日	15日	16日	17日	18日	19日	20日	21日	22日	23日	24日	25日	26日	27日	28日	29日	30日	31日	
			火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	
脱水返流水	全量本場から本場：東系＝1：2へ		全量本場													→本場：東系＝1：1						→本場：東系＝1：2									
放流渠	海水混合工事のため西側のまま																														
本場	嫌気：好気比			8:10					→ 5:13							→ 3:15															
	生汚泥引抜	変更なし																													
	余剰汚泥引抜	1系	→	9					→ 5											→ 8			→ 11	→ 9							
	2系	→	35													→ 31	→ 27	→ 24			→ 21									→	
	返送率	1系	→	70	90																										
	2系	→	70					→ 90																							
	空気量制御	1系	→	DO																											
	2系	→	DO																												
										倍率		→ DO																			
	送風機吐出圧力								5.3	6.5	7.0	1				1.5															
	送風機増台要求圧力								→ 47.7		→ 49.7						→ 50.7				→ 51.7										
	次亜添加量		→	20	28	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
	1系終沈→2系AT汚泥転送								○7h	○2h		○4h			○2h	○1.5h						○4h	○2h	○2h						○2h	
	転送元 1系終沈								1-3-2	1-3-1	1-2-2				1-2-1	1-3-2						1-3-1	1-2-2	1-2-1					1-3-2		
	転送先 2系AT								2-1-1	2-1-1	2-2-1				2-1-1	2-2-1						2-1-1	2-2-1	2-1-1					2-2-1		

・窒素負荷量月別推移（本分場系放流水）

年度	R 2	R 3
4 月	1,382 kg/日	1,980 kg/日
5 月	1,114 kg/日	1,470 kg/日
6 月	876 kg/日	960 kg/日