

調査研究事業報告書

令和3年3月

公益財団法人 広島県下水道公社

目 次

- 1 I系水処理施設反応タンクにおける各系列のりん及び窒素除去の比較について -----1
(太田川東部浄化センター)
- 2 芦田川浄化センターの簡易処理放流に関する考察 -----9
(芦田川浄化センター)
- 3 流入水における電気伝導度連続計測の有用性について -----14
(沼田川浄化センター)

1 I系水処理施設反応タンクにおける各系列のりん及び窒素除去の比較について

(公財) 広島県下水道公社業務部水質課 ○森本 章嗣
 福田 佳之

1 はじめに

太田川東部浄化センターの水処理施設は、I系とII系の2系列に分かれている。I系水処理施設においては、嫌気好気活性汚泥法により全りん及び全窒素を除去しているが、近年放流水の全りん、全窒素濃度が上昇傾向にある。

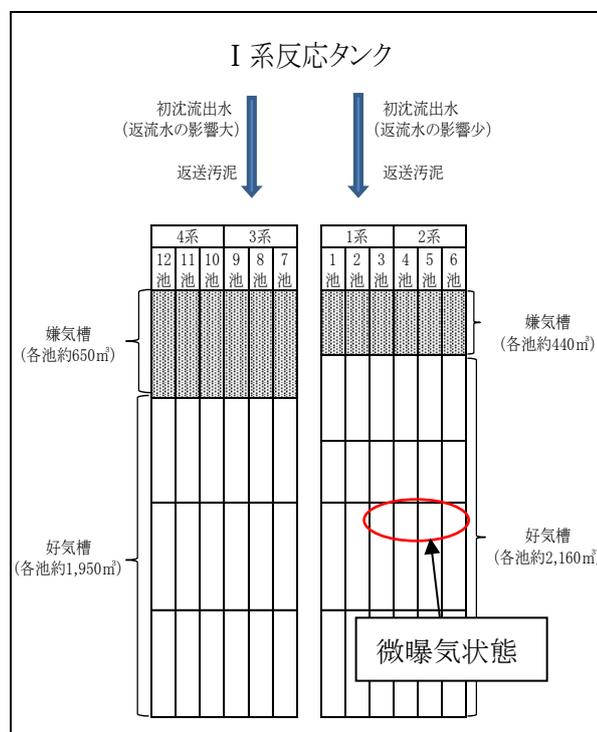
今回、安定的な水処理に資するため、各系列ごとのりん及び窒素の挙動について調査を行ったので報告する。

2 I系反応タンクの構造等について

I系水処理施設の反応タンクは、当初全ての系列が4槽であったが、令和元年度完了の更新工事により東側の1・2系のみ5槽となったため、西側の3・4系と反応タンク内の構造が異なっている。更新後、1・2系の嫌気槽の容量は3・4系の7割程度となった。

脱水汚泥の返流水は3・4系の最初沈殿池に多く流入するため、3・4系の初沈流出水の方が、1・2系の初沈流出水よりも全りん及び全窒素濃度が高い。また、2系においては、全窒素低減を目的とした脱窒促進のため、令和2年6月より4槽目前段を微曝気状態で運転している。

なお、電磁流速計における簡易的な測定により、流入水量については池ごとに偏りがあると考えられ、令和2年12月時点では、2池:5池:8池:11池=1:1.5:1.2:1.3程度の差が生じていたと推測される。



なお、電磁流速計における簡易的な測定により、流入水量については池ごとに偏りがあると考えられ、令和2年12月時点では、2池:5池:8池:11池=1:1.5:1.2:1.3程度の差が生じていたと推測される。

3 調査内容

- (1) 各系列におけるりんの挙動について
- (2) 各系列における窒素の挙動について

4 測定

I系の2池、5池及び8池で、表1のとおり測定を行った。

表1 測定について

調査池	調査箇所	測定項目					測定期間及び頻度
		全りん	りん酸態りん	全窒素	硝酸性窒素	亜硝酸性窒素	
2池及び5池	初沈流出、返送汚泥及び反応タンク各槽末端	○	○	○	○	○	令和2年度6月～2月 月1回
2池及び8池		○	○	-	-	-	令和2年度6月～1月 月1回
2池、5池及び8池	初沈流出、返送汚泥、嫌気槽末端及び反応タンク出口	○	○	-	-	-	令和2年度9月～1月 月2～3回

※ 返送汚泥及び反応タンクについては、ろ液を測定

5-1-1 調査結果 (2池と5池におけるりんの挙動)

(1) りん濃度等の推移及び平均値について

令和2年度6月～1月における、りん濃度等の推移を図1に、時期別のりん濃度等の平均値を表2に示す。反応タンク流入時の濃度は、初沈流出水と返送汚泥ろ液の濃度を按分し算出した。

なお、高水温期は嫌気槽水温 26℃以上(7月～9月)、中水温期は嫌気槽水温 26℃未満 21℃以上(6月, 10月～11月)、低水温期は嫌気槽水温 21℃未満(12月～1月)として分類し、以下も同様である。

また、りん酸態りんの吐出し量については、以下の式を用いて算出した。

$$\text{りん酸態りん吐出し量(mg/L)} = \text{嫌気槽末端のりん酸態りん濃度(mg/L)} - \text{反応タンクに流入するりん酸態りん濃度(mg/L)}$$

反応タンク全りん濃度は、10月までは降雨があった日を除き、両池ともほぼ全量除去されたが、11月以降は水量が多く負荷の高い5池の方が全りん濃度が低い結果となった。また、りん酸態りん吐出し量も概ね5池の方が高かった。

反応タンク流入時の全りん濃度平均値は全ての時期で両池とも同程度であったが、反応タンク出口でのりん酸態りん濃度平均値は、5池のみいずれの時期もNDであり、全量が除去されていた。

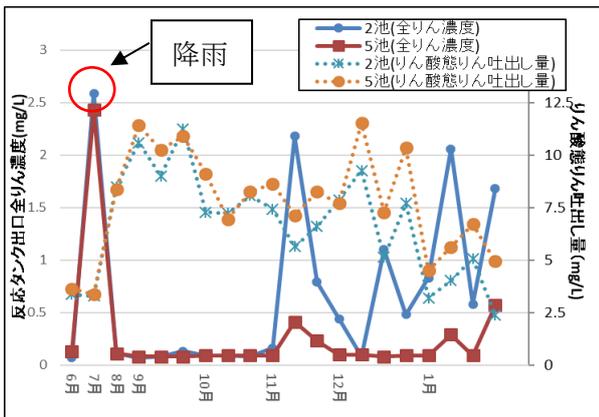


図1 反応タンク出口全りん濃度及び

りん酸態りん吐出し量の推移

(2) 反応タンク内の全りんの挙動について

反応タンク各槽における全りんの挙動を、各時期別に一部抜粋して図2に示す。

いずれの季節においても、りん処理については5池の4槽目を微曝気にした影響は見られず、同箇所においてもりんは除去されていた。

表2 時期別のりん濃度等平均値 (降雨時を除く)

	高水温期		中水温期		低水温期	
	2池	5池	2池	5池	2池	5池
初沈流出水全りん濃度(mg/L)	6.3	6.2	5.9	5.6	6.3	6.0
返送汚泥全りん濃度(mg/L)	0.4	0.3	1.3	0.9	0.7	0.9
反応タンク流入時全りん濃度(mg/L)	4.6	4.5	4.5	4.2	4.5	4.3
反応タンク出口全りん濃度(mg/L)	0.1	ND	0.5	0.2	0.9	0.2
反応タンク出口りん酸態りん濃度(mg/L)	ND	ND	0.4	ND	0.7	ND
りん酸態りん吐出し量(mg/L)	9.8	10.2	6.5	7.4	5.6	7.3
全りん除去量(mg/L)	4.5	4.4	4.0	4.0	3.4	4.1

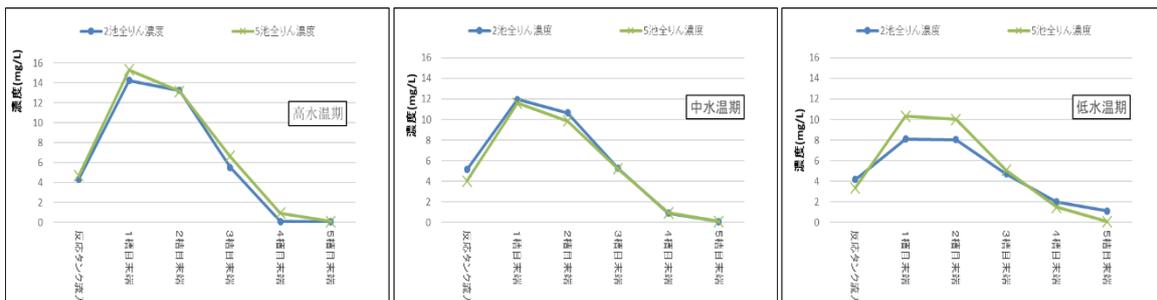


図2 各時期の反応タンク内における全りん濃度の推移

5-1-2 調査結果（2池と8池におけるりんの挙動）

(1) りん濃度等の推移及び平均値について

令和2年度6月～1月における、りん濃度等の推移を図3に、時期別のりん濃度等の平均値を表3に示す。

反応タンク出口の全りん濃度は、両池とも9月まで同程度の濃度で推移していたが、10月は8池の方が高濃度となった。11月から12月まで再び同程度の濃度で推移するが、1月は反対に2池の方が高濃度となった。

反応タンク流入時の全りん濃度平均値は、全ての時期で8池の方が高かったが、反応タンク出口での全りん濃度平均値は、中水温期で同程度、低水温期では8池の方が低かった。そのため、全りん除去量については、全ての時期において、8池の方が高い結果となった。

(2) 反応タンク内の全りんの挙動について

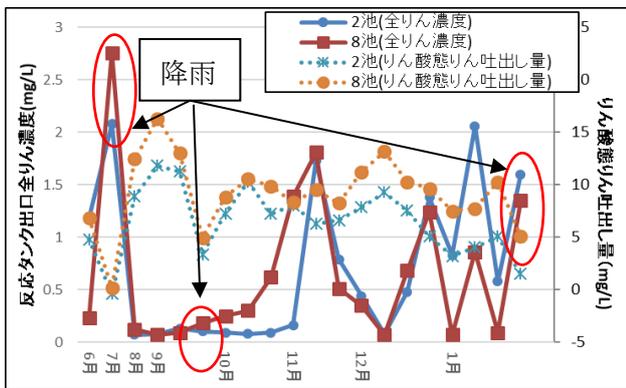


図3 反応タンク出口全りん濃度及びりん酸態りん吐出し量の推移

表3 時期別のりん濃度平均値（降雨時を除く）

	高水温期		中水温期		低水温期	
	2池	8池	2池	8池	2池	8池
初沈流出水全りん濃度 (mg/L)	6.3	7.5	5.9	7.2	6.3	7.8
返送汚泥全りん濃度 (mg/L)	0.4	0.3	1.1	1.0	0.8	0.6
反応タンク流入時全りん濃度 (mg/L)	4.6	5.4	4.4	5.3	4.4	5.4
反応タンク出口全りん濃度 (mg/L)	ND	ND	0.6	0.7	0.8	0.5
反応タンク出口りん酸態りん濃度 (mg/L)	ND	ND	0.4	0.6	0.6	0.4
りん酸態りん吐出し量 (mg/L)	10.6	13.9	7.2	8.9	6.0	10.0
全りん除去量 (mg/L)	4.5	5.4	3.8	4.6	3.6	4.9

反応タンク各槽におけるの全りんの挙動を、各時期別に一部抜粋して図4に示す。

いずれの季節においても、2池では3槽目、もしくは4槽目から全りんが減少しているのに対し、8池では2槽目から大きく減少していた。

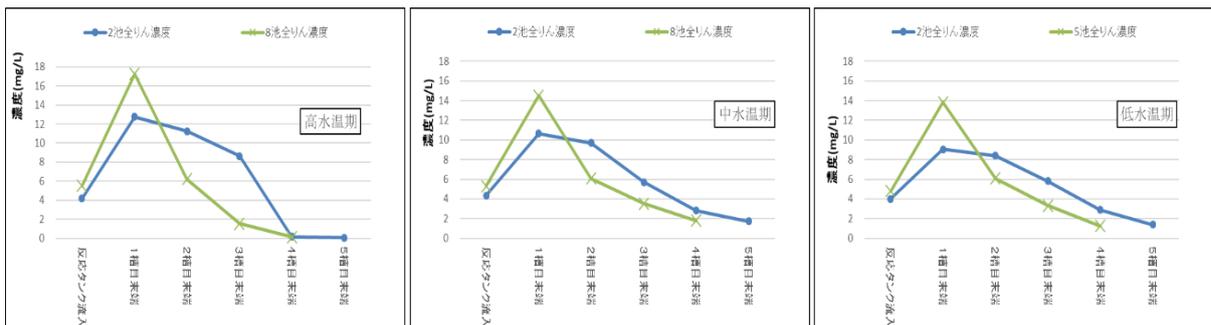


図4 各時期の反応タンク内における全りん濃度の推移

5-1-3 調査結果（りん酸態りん吐出し量と全りん除去量の相関）

2, 5, 8池における各時期のりん酸態りん吐出し量と全りん除去量の相関について図5～7に、年間を通じた相関については図8に示す。

高水温期については、降雨によるりん酸態りん吐出し量の低下がない限り、3池とも全りんがほぼ全量除去されていた。

中水温期、低水温期及び全時期については、りん酸の吐出し量と全りん除去量に一定の相関があった。

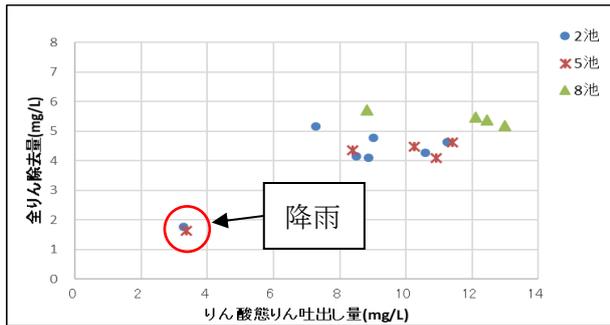


図5 リン酸態りん吐出量と
全りん除去量の相関（高水温期）

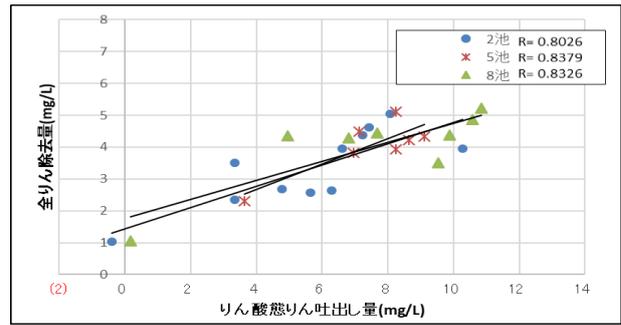


図6 リン酸態りん吐出量と
全りん除去量の相関（中水温期）

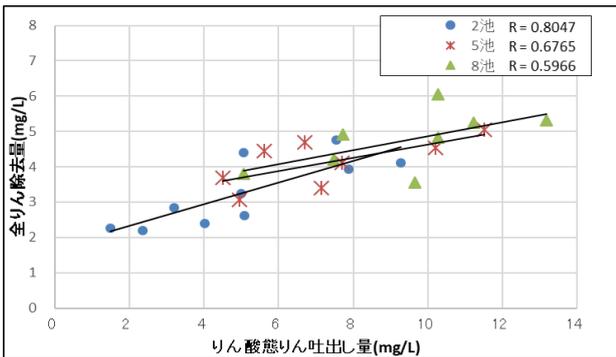


図7 リン酸態りん吐出量と
全りん除去量の相関（低水温期）

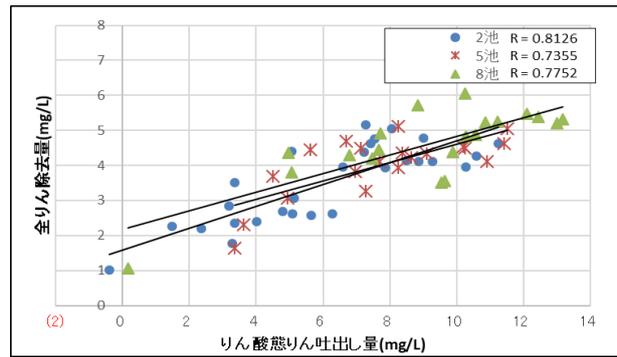


図8 リン酸態りん吐出量と
全りん除去量の相関（全時期）

5-2-1 調査結果（2池と5池における窒素の挙動）

(1) 硝酸性窒素濃度等の推移について

図9に反応タンクに流入する硝酸性窒素等の濃度の推移を、図10に反応タンク出口の硝酸性窒素等の推移を示す。

反応タンク流入分及び反応タンク出口末端の硝酸性窒素濃度は、11月以降2池と5池で乖離していた。また、反応タンク出口末端の亜硝酸性窒素濃度は、12月以降徐々に乖離し、5池は2mg/L付近にまで上昇した。

一方、反応タンクに流入する亜硝酸性窒素濃度は年間を通してほぼ一定で低濃度であり、返送汚泥由来のものはほぼ全てNDであった。

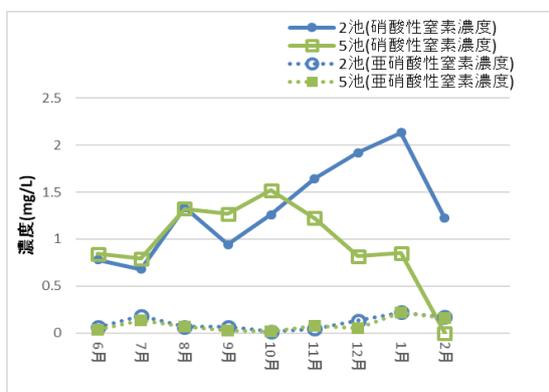


図9 反応タンクに流入する硝酸性窒素
濃度等の推移

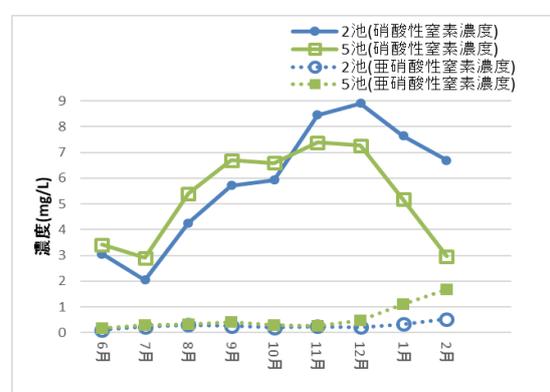


図10 反応タンク出口の硝酸性窒素濃度等
の推移

(2) 全窒素濃度等の推移及び平均値について

図 11 に反応タンク出口の全窒素濃度等の推移を、表 4 に時期別の全窒素濃度等平均値を示す。

平均値を比べると全窒素除去量に若干の差が生じているが、これは 8 月、10 月及び 12 月に乖離しているためと考えられる。その他の月では全窒素除去量は同程度であり、反応タンク出口全窒素濃度の差もほぼ全ての月で 1mg/L 以内であった。

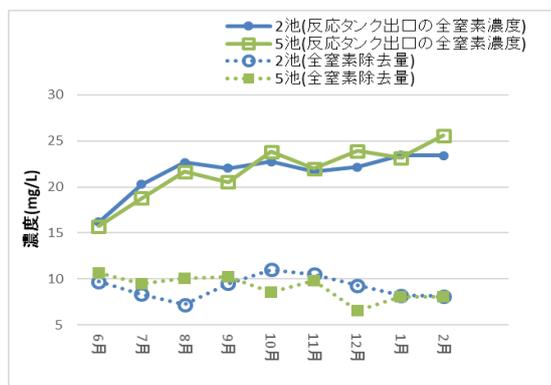


表 4 時期別の全窒素濃度等平均値

	高水温期		中水温期		低水温期	
	2池	5池	2池	5池	2池	5池
初沈流出水 全窒素濃度 (mg/L)	36.1	36.5	37.4	37.3	39.4	39.7
返送汚泥 全窒素濃度 (mg/L)	12.7	12.5	15.2	14.2	16.9	16.8
反応タンク流入時 全窒素濃度 (mg/L)	30.0	30.2	30.5	30.1	31.5	31.7
反応タンク出口 全窒素濃度 (mg/L)	21.6	20.3	20.2	20.5	23.0	24.2
全窒素除去量 (mg/L)	8.3	9.9	10.3	9.7	8.5	7.5

図 11 反応タンク出口の全窒素濃度等の推移

(3) 反応タンク内における全窒素濃度等の挙動について

反応タンク内における全窒素及び硝酸性窒素濃度の挙動を、各時期別に一部抜粋して図 12 に示す。

高水温期は 5 池 4 槽目において微曝気による全窒素濃度の減少が見られたが、中水温期及び低水温期ではそれが見られなかった。

硝酸性窒素濃度においては、いずれの時期も 4 槽目から乖離していた。

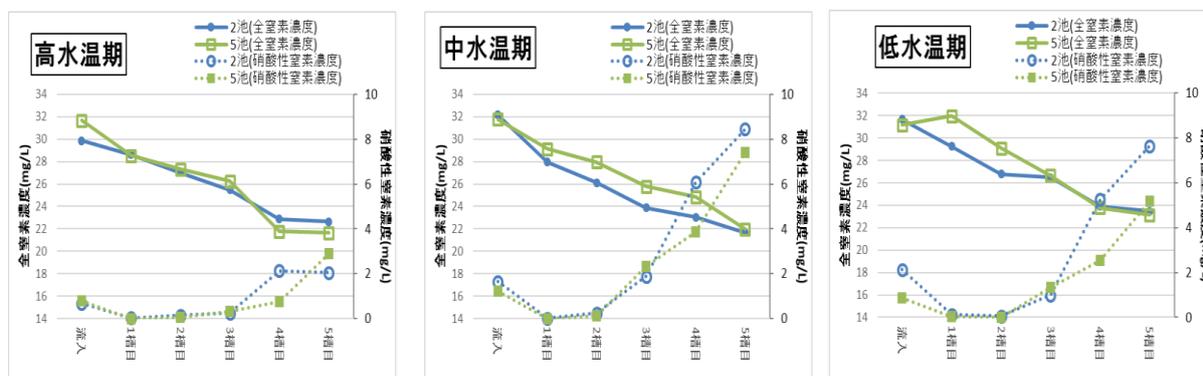


図 12 各時期の反応タンク内における全窒素及び硝酸性窒素濃度の挙動

5-2-2 調査結果 (2 池と 8 池における窒素の挙動)

(1) 硝酸性窒素濃度等の推移について

図 13 に反応タンクに流入する硝酸性窒素等の濃度の推移を、図 14 に反応タンク出口の硝酸性窒素等の推移を示す。

反応タンク流入分及び反応タンク出口末端の硝酸性窒素濃度は、月ごとにばらつきがあることが多かった。一方、亜硝酸性窒素濃度は、年間を通してほぼ一定で低濃度であった。

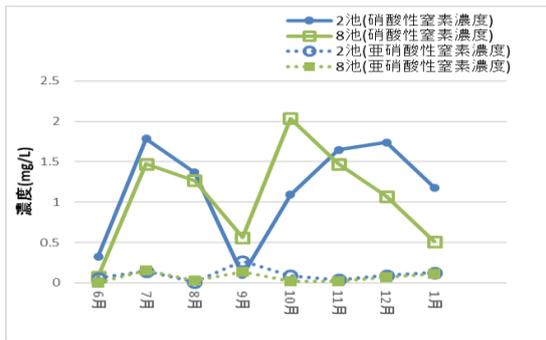


図 13 反応タンクに流入する硝酸性窒素濃度等の推移



図 14 反応タンク出口の硝酸性窒素濃度等の推移

(2) 全窒素濃度等の推移及び平均値について

図 15 に反応タンク出口の全窒素濃度等の推移を、表 5 に時期別の全窒素濃度等平均値を示す。

全窒素濃度はほぼ全ての月で同程度であったが、初沈流出水の全窒素濃度は 8 池の方が高いため、全窒素除去量は全ての月で 8 池の方が高いという結果になった。

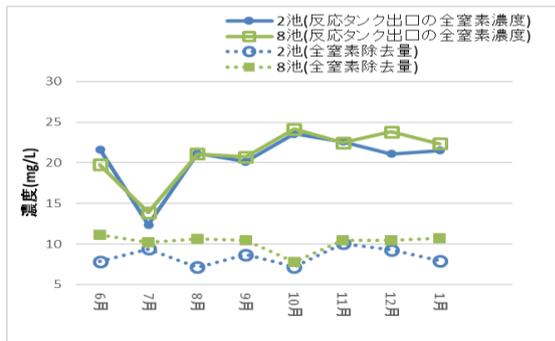


図 15 反応タンク出口の全窒素濃度等の推移

表 5 時期別の全窒素濃度等平均値

	高水温期		中水温期		低水温期	
	2池	8池	2池	8池	2池	8池
初沈流出水全窒素濃度 (mg/L)	31.5	35.2	37.3	39.6	36.3	42.1
返送汚泥全窒素濃度 (mg/L)	11.0	11.0	16.0	13.7	14.2	13.3
反応タンク流入時全窒素濃度 (mg/L)	26.3	29.0	30.9	31.9	29.8	33.6
反応タンク出口全窒素濃度 (mg/L)	17.8	18.5	22.6	22.1	21.3	23.0
全窒素除去量 (mg/L)	8.4	10.4	8.4	9.8	8.6	10.6

(3) 反応タンク内における全窒素除去量及び全窒素濃度等の挙動について

反応タンク内の各槽における全窒素除去量を表 6 に、反応タンク内における全窒素及び硝酸性窒素濃度の挙動を、各時期別に一部抜粋して図 16 に示す。

嫌気槽での全窒素除去量は、両池とも同程度で推移しているが、反応タンクの間部分では、8月以外の月は 8 池の方が多く除去されていた。

硝酸性窒素については、2 池では 3 槽目もしくは 4 槽目から生成されているのに対し、8 池では 2 槽目から生成されていた。

表 6 各槽での全窒素除去量

		高水温期			中水温期			低水温期	
		7月	8月	9月	6月	10月	11月	12月	1月
2池	流入→1槽目	4.4	-0.8	4.6	2.1	2.7	4.4	2.8	2.4
	1槽目→4槽目	3.5	6.9	4.0	5.4	3.0	5.5	3.5	3.9
	4槽目→5槽目	1.5	1.0	0.2	0.4	1.6	0.3	2.9	1.6
8池	流入→1槽目	4.5	2.1	5.7	1.6	1.6	2.9	3.5	2.2
	1槽目→3槽目	4.6	5.7	5.1	9.7	6.0	7.2	7.4	7.3
	3槽目→4槽目	1.1	2.8	-0.3	-0.1	0.1	0.4	-0.4	1.2

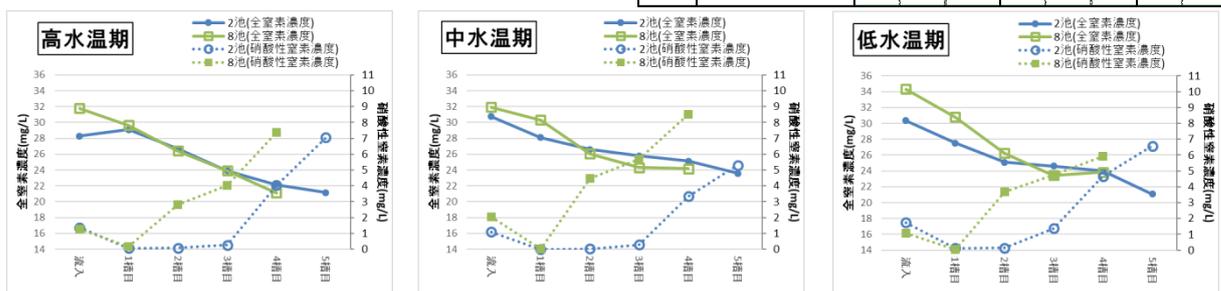


図 16 各時期の反応タンク内における全窒素及び硝酸性窒素濃度の挙動

6—1 まとめ及び考察（りんの挙動について）

- (1) 2池と5池におけるりん処理を比較すると、高水温期は両池ともほぼ全量が処理されていたが、中水温期及び低水温期では反応タンク出口の全りん濃度に差が生じた。すなわち、2池よりも5池の方が多く全りんを処理しており、流入水量の少ない2池の方が反応タンク出口の全りん濃度が高く、流入水量の多い5池の方が低いという、一見矛盾しているように見える結果となった。

これは、返送汚泥中に含まれる硝酸が影響を与えていると考えられる。4槽目前段が微曝気状態である5池は、返送汚泥中の硝酸濃度が11月以降2池よりも大幅に低かったことが原因であると考えられる。りん酸の吐出し量と全りん除去量に相関があることから、昨年度の調査報告⁽¹⁾より、反応タンクに流入する硝酸性窒素濃度が1.5mg/Lを超過した場合、りん酸の吐出し能力が大幅に減少することが分かったが、2池のみ11月から1月に超過している。

- (2) 構造の異なる2池と8池におけるりん処理を比較すると、高水温期、中水温期は反応タンク出口の全りん濃度が同程度であったが、低水温期は2池の全りん濃度の方が高い結果となった。脱水汚泥の返流水の影響により、初沈流出水の全りん濃度は8池の方が2割程度高いことから、全時期において8池の方が全りん除去量が多く、2池よりも8池の方が多く全りんを処理していた。

これは、りん酸の吐出し量と全りん除去量に相関があるため、嫌気槽が大きい8池の方がより多くりん酸を吐出し、全りん除去量が増加したためであると考えられる。

6—2 まとめ及び考察（窒素の挙動について）

- (1) 2池と5池における窒素処理を比較すると、全窒素濃度及び全窒素除去量は同程度で推移しており、5池4槽目を微曝気状態で運転したことによる窒素除去促進効果はあまり見られなかった。これは、好気槽前半において硝酸性窒素濃度があまり生成されていないため、微曝気による脱窒の効果が得られにくかったためと考える。

一方、反応タンク末端の硝酸性窒素濃度及び亜硝酸性窒素濃度は11月以降大きく差があった。2池は硝酸性窒素濃度が比較的高い値で推移し、亜硝酸性窒素濃度は低濃度で推移していたが、5池は10月以降硝酸性窒素濃度が徐々に減少していくとともに、亜硝酸性窒素濃度は11月以降上昇し、2月には2mg/L付近まで上昇した。これは、微曝気で運転していたことにより、A-SRTが不足していたためと考えられる。

- (2) 2池と8池における窒素処理を比較すると、反応タンク出口の全窒素濃度が同程度に推移していたが、返流水の影響により8池に流入する全窒素濃度が高いため、8池の窒素除去量が多い結果となった。

窒素除去量については、嫌気槽の大きい8池で窒素除去量が多くなる傾向は見られなかったが、反応タンク中間部分では8池の窒素除去量が多い傾向があった。また、硝酸性窒素濃度は2池では3槽目、もしくは4槽目で生成されているのに対し、8池では2槽目から生成されていた。

これらのことから、8池と比較し2池の好気槽前段では曝気が不足していると考えられるため、全窒素除去量の差は構造の違いによるものではなく、2池での曝気の偏りによるものと考えられる。

7 今後の運転についての考察

今回の調査では、全りん除去能力は2池<5池、2池<8池であり、全窒素除去能力は2池≒

5池<8池であった。全りん濃度及び全窒素濃度の低減が、次の方法により達成される可能性がある。

- ① 1・2系への流入量を増加させたうえ、1・2系内の水量を均一化する。
- ② 1系でも微曝気を行い、返送汚泥中の硝酸性窒素濃度を低減させる。
- ③ 低水温期における1・2系のMLSSを増加させ、A-SRTを上昇させる。
- ④ 1・2系の風量を調整し、好気槽前半の風量を増加させる。

①、②は全りん濃度の低減を目的としている。返流水の影響が相対的に大きくなる3・4系で若干の悪化が予想されるも、水量を増加させた1・2系ではりん処理が低濃度で推移することが見込まれるため、放流水全りん濃度も軽減されると考えられる。

③は、②による亜硝酸生成の防止を目的としている。これは、微曝気により減少するA-SRTを、MLSS増加で上昇させることにより、増殖速度の遅い亜硝酸酸化菌を増殖させるためである。

④は全窒素濃度の低減を目的としている。好気槽前半の風量を増加させることにより、汚泥による窒素の取り込みが促進されるとともに、好気槽前半での硝酸性窒素濃度も上昇すると考えられるため、②による微曝気部分の脱窒効果にも期待できる。

参考文献

- (1) 森本章嗣：I系水処理施設において有機酸及び硝酸がりん処理に与える影響について、調査研究事業報告書（2020）P.5

2 芦田川浄化センターの簡易処理放流に関する考察

(公財) 広島県下水道公社 福山支所水質課 ○渡辺 毅
高下典之
島埜武虎

1 はじめに

芦田川浄化センターは、流入区域の一部が合流式下水道で整備されているため、降雨の影響を受けやすく、年間を通して3, 4回程度簡易放流を実施しているが、その回数は増加傾向にある。

芦田川浄化センターでは、簡易放流専用のバイパス管が未整備のため、簡易放流に際しては、通常の処理経路を経由して放流しているが、反応槽の活性汚泥への影響が懸念されるため、処理能力を超えて流入する下水を適切に排除する方策を検討する。

2 調査方法

- (1) 調査期間 令和元年4月から令和2年11月
- (2) 平成26年度以降の簡易放流の状況(表1, 3のとおり。)
- (3) 簡易放流の判断基準(表2のとおり。)
- (4) 簡易放流後の放流水質

3 調査結果

- (1) 平成26年度以降の簡易放流の状況

表1 過去6年間の簡易放流

	回数	時間	年間総雨量
平成26年度	2	16.5	1,046
平成27年度	1	8	1,055
平成28年度	2	28	1,254
平成29年度	3	40	1,168
平成30年度	3	94	1,154
令和元年度	4	147	613
令和2年度	5	87	795

※ 令和2年度は12月末現在

※ 雨量は芦田川浄化センターの測定値

- (2) 簡易放流の判断基準

表2 簡易放流の判断基準

項目	基準	通常
流入渠水位	TP-12.0m以上	TP-13~14m (底-16m)
急速砂ろ過池	水位H異常 5池以上	12池中1・2池程度
揚水量	6,700 m ³ /時以上	4,300 m ³ /日

(3) 2019年度の簡易放流処理 (全池に負荷)

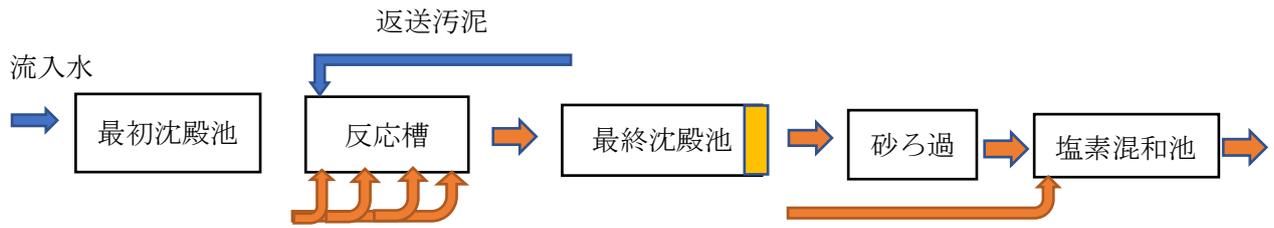


図1 処理フロー (全池)

- ※ 流入水は、ステップを利用して4個所から流入
- ※ 反応槽は、ばっ気を中止
- ※ 砂ろ過は管理用水確保のため一部使用

(4) 2020年度の簡易放流処理 (特定の反応槽, 最終沈殿池をバイパスとして利用)

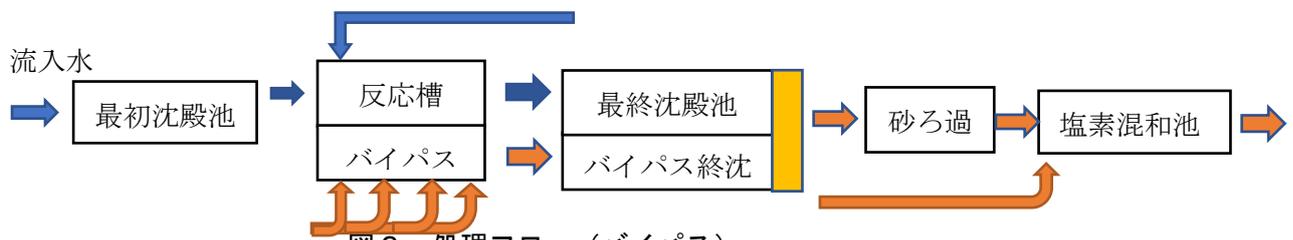


図2 処理フロー (バイパス)

- ※ 反応槽は通常運転 (通常流量を基本に流入量は増) 16池中13池
- ※ バイパス槽は、返送及びばっ気を中止 2~3池
- ※ バイパス槽は処理水で湛水

(5) 急速砂ろ過池閉塞時の簡易放流処理 (2020年1月)



図3 処理フロー (急濾バイパス)

- ※ 最初沈殿池, 反応槽, 最終沈殿池と二次処理後流入量に応じて砂ろ過処理をバイパス
- ※ 反応槽は通常運転

表3 簡易処理放流の状況

	開始	終了	時間	放流量	バイパス量	濾過水量
2019年	8月28日 12:30	8月29日 8:30	20	159,570	59,337	100,233
	9月11日 6:40	9月12日 3:25	20.75	104,791	60,589	44,202
	10月24日 20:50	10月26日 9:40	36.5	229,231	165,195	64,036
2020年	1月18日 10:30	1月21日 15:00	76.5	301,760	234,238	67,522
	1月28日 8:50	1月29日 22:20	13.5	77,980	26,273	54,707
	4月13日 5:00	4月13日 16:40	40.7	101,310	42,985	55,923
	6月18日 22:00	6月19日 16:00	20	164,360	120,215	44,145
	7月7日 20:00	7月8日 21:00	25	211,430	128,123	83,307
	7月14日 9:00	7月15日 6:30	21.5	196,750	157,270	39,480
	9月25日 10:13	9月25日 20:15	10	92,120	68,410	23,710

(6) 簡易放流水質

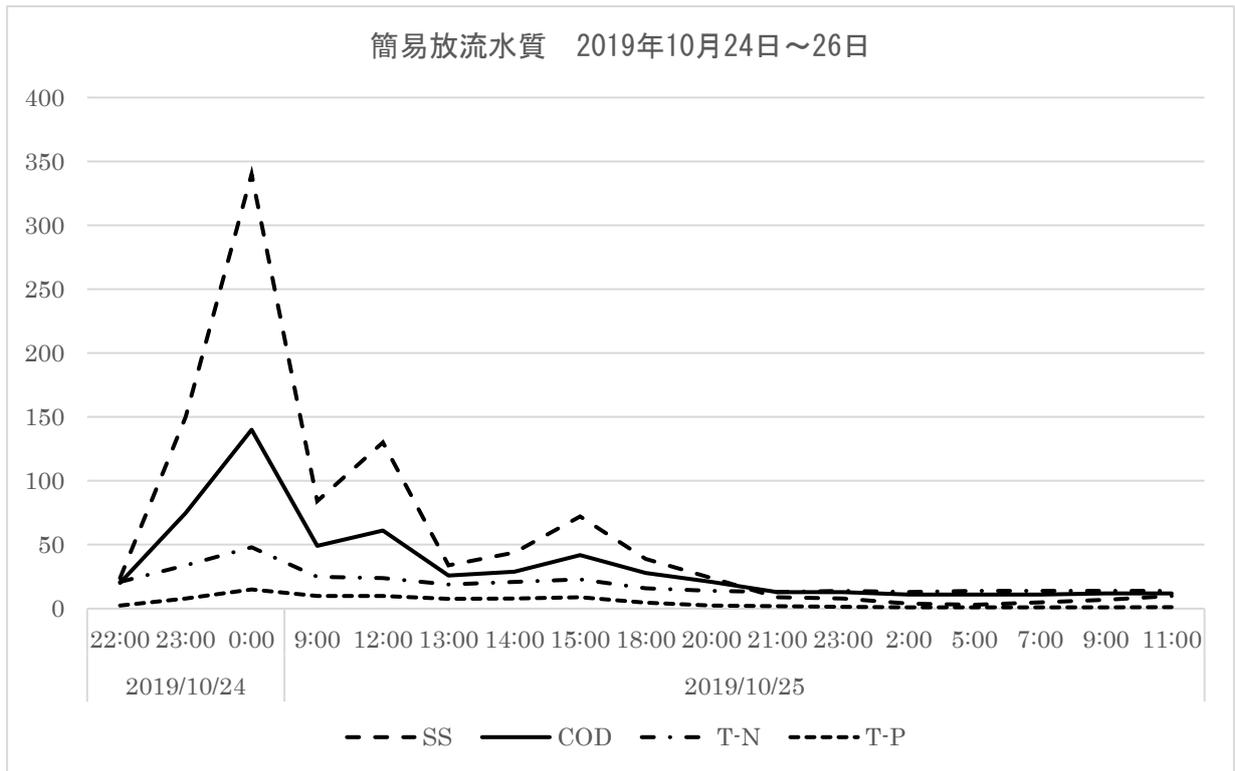


圖 4 簡易放流水質

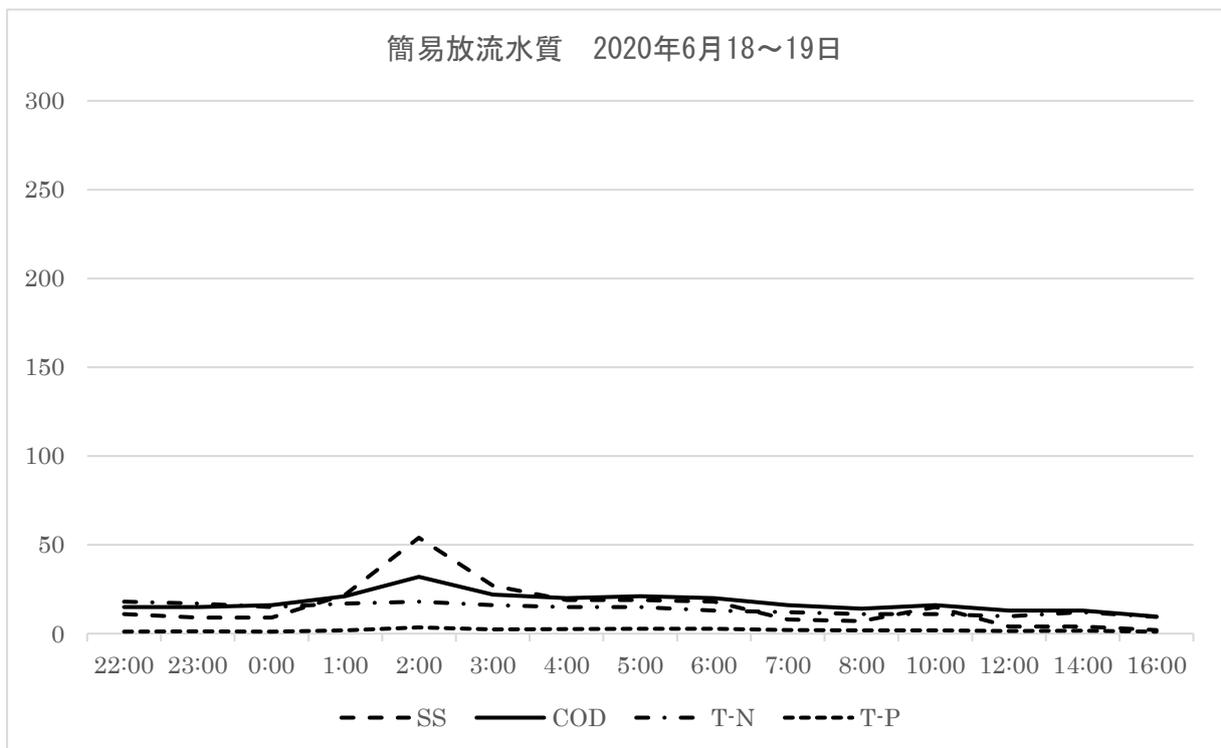


圖 5 簡易放流水質

(7) 簡易放流後の水質

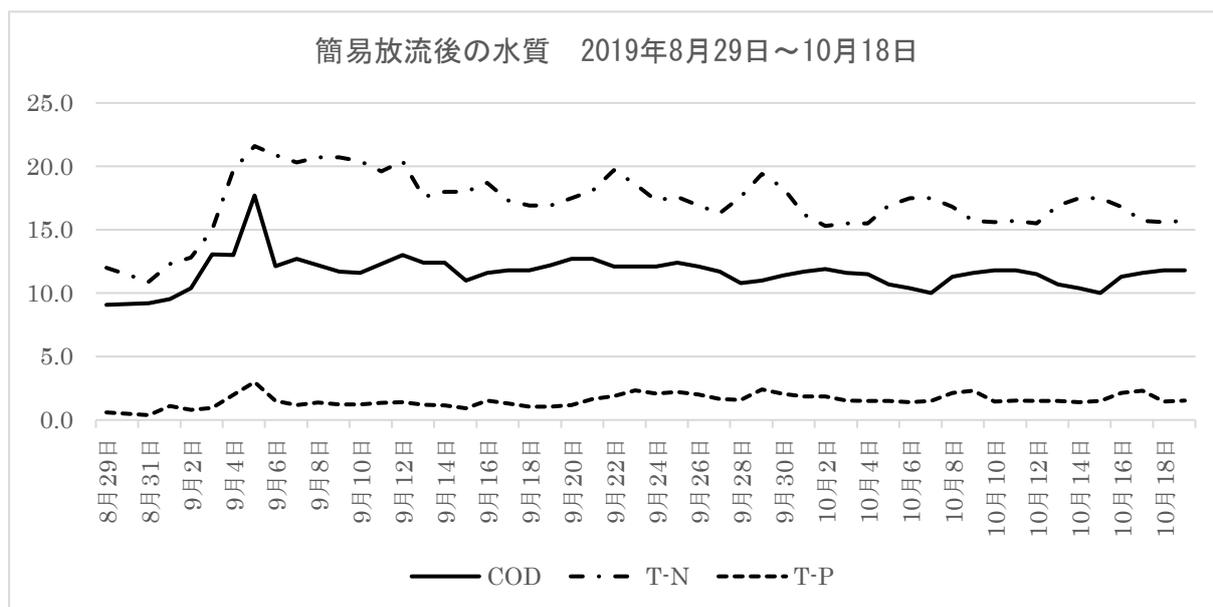


図6 簡易放流後の水質

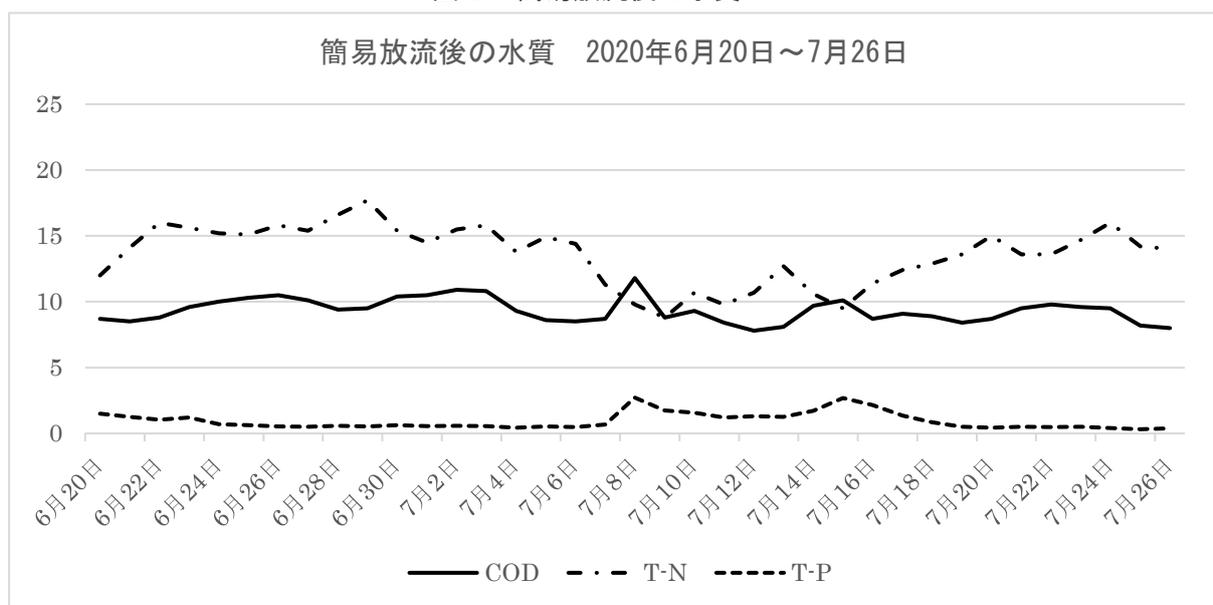


図7 簡易放流後の水質

4 考察

(1) 簡易放流の要因

処理能力を超える流入量の増加が主たる原因である。しかしながら、芦田川浄化センターの処理能力は1時間当たり流入量7,400 m³/時であるが、急速砂ろ過施設の能力を6,700 m³/時で運用しているため、急速砂ろ過施設がボトルネックになり、簡易放流を余儀なくされている。

なお、令和2年10月(No17池整備)から処理能力は190,400 m³/日へ拡大している。

(2) 簡易放流の水質 (図4, 5のとおり。)

令和元年度の簡易放流 (図1のとおり。) は、ばっ気を中止し、反応槽の生物処理を停止しているが、最終沈殿池での汚泥の巻き上げ越流による、SS, COD の上昇、反応槽内では、脱窒の低下及び全リンの上昇が認められる。簡易放流の水質は、降雨による希釈で

流入負荷は低下し、一定のレベルで推移する。

令和2年度からの簡易放流（図2のとおり。）は、処理水で満たした反応槽をバイパスとして利用することにより、生物相への負荷の低減に努めた。

(3) 簡易放流終了後の水質（図6，7のとおり。）

流入水量が低下すると通常の運転に切り替えるが、流入水の急な水温低下や水質負荷も低下することから、有機性汚濁除去の低下及び汚泥の沈降性が不安定な運転となった。

(4) 急速砂ろ過池不調による簡易放流（図3のとおり。）

令和2年1月は急速砂ろ過池排水槽ポンプの故障により、急速砂ろ過池をバイパスして放流したものである。通常の流入量であることから生物処理に支障はなく環境への影響は軽微であった。

(5) 令和2年6月以降の簡易放流は、1・2系，3・4系にそれぞれ1反応槽をバイパス水路として利用し，その他の反応槽は流入水量を通常に保ち処理をした。

なお，流入水量の増加に伴い，汚泥の巻き上げ越流が認められたが，管理基準内での放流となった。

5 まとめ

簡易放流により一時的に放流水質が管理基準を超過する場合があった。

令和元年度は，全処理系に負荷をかけたことにより，特に活性汚泥中の生物相に負荷がかかり，復帰までに時間を要した。

令和2年度は，流入量の増加による負荷を一部の処理系（バイパス水路）に限定したため，復帰もスムーズになった。

今後，降雨による流入水の急な増加に対応できるように，反応槽へ負荷をかけない降雨時のバイパス管が必要であると考えます。

3 流入水における電気伝導度連続計測の有用性について

(公財) 広島県下水道公社三原支所水質課 ○前藤富雄
万力 悟
杉野秀治

1 はじめに

令和元年度の調査研究発表において、沼田川浄化センター流入水中の塩素イオン濃度等が大きく変動することがあり、海水の浸入が想定されることを報告した。その際の塩素イオン濃度等は連続測定ではなく、イオンクロマトグラフによるスポット測定であったため、判断に苦慮した。

また、降雨に伴う不明水の流入の影響により、通常よりも流入する汚濁物質（濃度）が低下すること、通日試験においては一日の中でも流入する汚濁物質に濃淡があることが分かっている。

このように流入水の水質は絶えず変動しているが、現状、連続的に監視できるのはpHのみであり、その値だけで最適な運用を判断することは不可能である。

そこで、様々な事象による水質の変動を比較的安価・簡便に連続監視する方法として電気伝導度を用いることができないかと考え、流入水の電気伝導度の変動及び塩素イオン、アンモニア性窒素、流入前で起こる様々な事象等との関係について調査することとした。

2 調査の方法

(1) 電気伝導度の測定方法

(1)-1 個別測定

ア 計測機器

掘場 ポータブル電気伝導度計 ES-51 (保存データ数 300 件)

イ 計測場所

定期採水時にスポット採水した流入水

ウ 計測方法

50mL ビーカーに試料を入れ電気伝導度計の電極を浸漬し、数値が安定したところで計測した。

(1)-2 連続測定

ア 計測機器

掘場 ポータブル電気伝導度計 ES-51 (保存データ数 300 件)

イ 計測場所

流入水サンプリング脱泡槽

ウ 計測方法

ポータブル電気伝導度計の電極を流入水サンプリング脱泡槽中に浸漬し、一定時間ごとに自動計測した。データ保存件数が 300 件であるため、保存データ容量を超える前に (1 時間ごとの場合 10~11 日ごと) 電気伝導度計を取り外しデータを抜き取り後、再度設置する方法をとった。

(2) 塩素イオン濃度等と電気伝導度の関係調査

流入水の塩素イオン等の測定に合わせて、電気伝導度を測定（個別測定）した。

3 調査結果と考察

(1) スポット採水試料（スポット水）

スポットで採水した試料について、電気伝導度と溶離（イオン化）成分との関係を調べた。スポット水は、定期採水時（9～10時）に採水したもので、流入水の検査項目である塩素イオン（図1）、アンモニア性窒素（図2）と正の相関性がみられるが、ばらつきが大きかった。

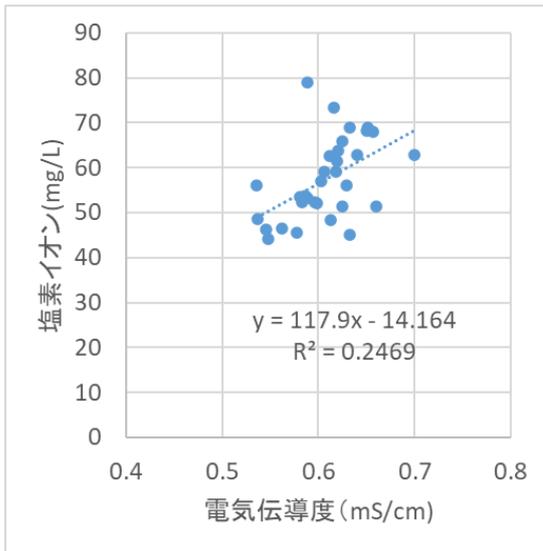


図1 流入スポット水電気伝導度と塩素イオンの関係

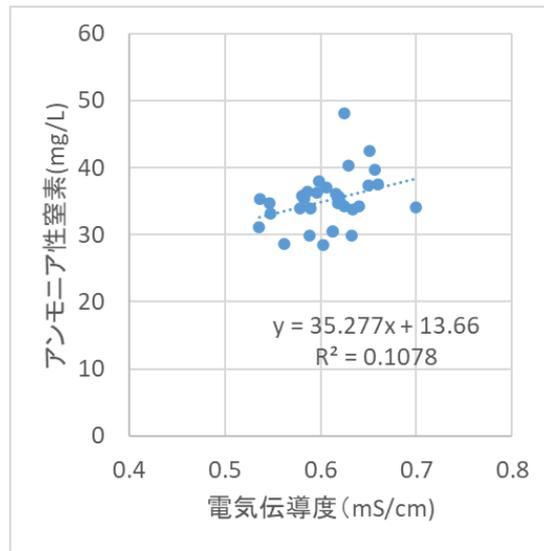


図2 流入スポット水電気伝導度とアンモニア性窒素の関係

一方、通日（3h 間隔）試験時に電気伝導度を合わせて測定した結果は、次の図3、4のとおりである。概ね、塩素イオン、アンモニア性窒素、電気伝導度の変動は類似していた。

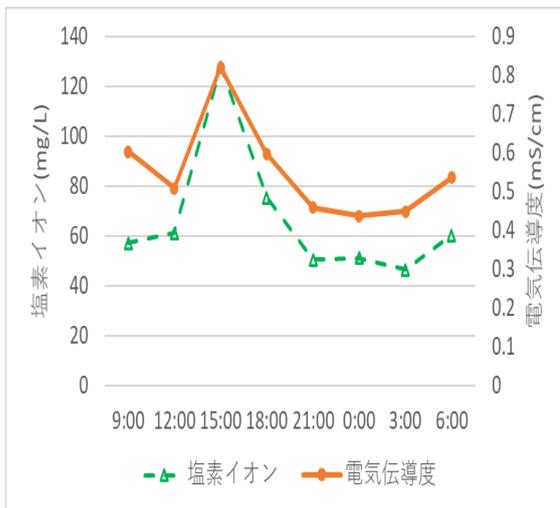


図3 流入水電気伝導度及び塩素イオンの変動

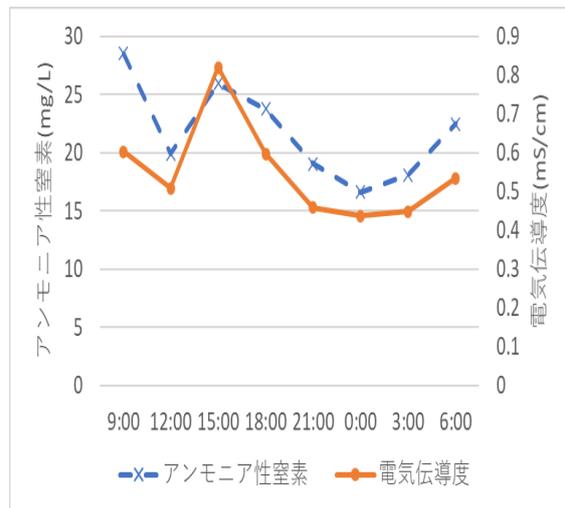


図4 流入水電気伝導度及びアンモニア性窒素の関変動

よって、短期的には電気伝導度から塩素イオンやアンモニア性窒素の濃度変動を推定できることが分かった。

このことから、さらに測定間隔を狭め、流入水の水質監視を試行した。

(2) 連続測定結果から

ア 海水浸水以外による水質変動の察知

流入水の電気伝導度の連続測定（1時間間隔）結果を図5に示した。合わせて海水浸入による影響も考慮し潮位も表示している。

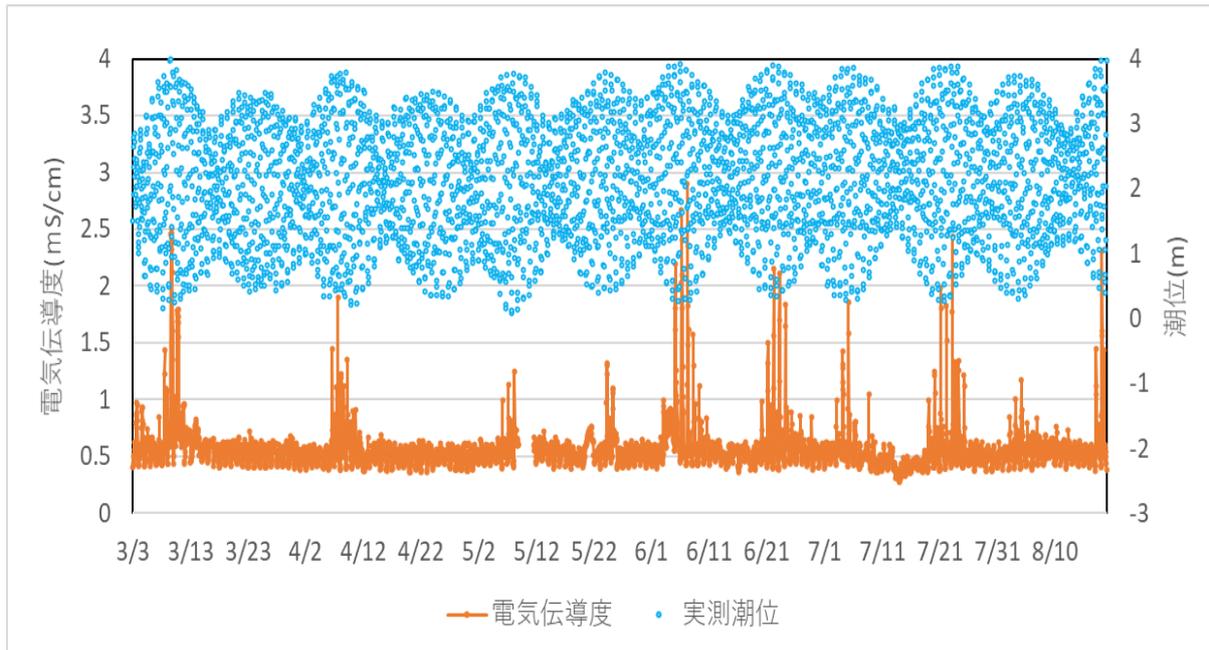


図5 流入水電気伝導度の変動

潮位が3.5mを超えると電気伝導度が高くなる傾向がみられた。

潮位と電気伝導度の変化を拡大したところ、次の図6とおおり令和元年度調査の塩素イオンと同様に、潮位のピークから約4時間後にピークがみられ、海水の浸入によると推測された。

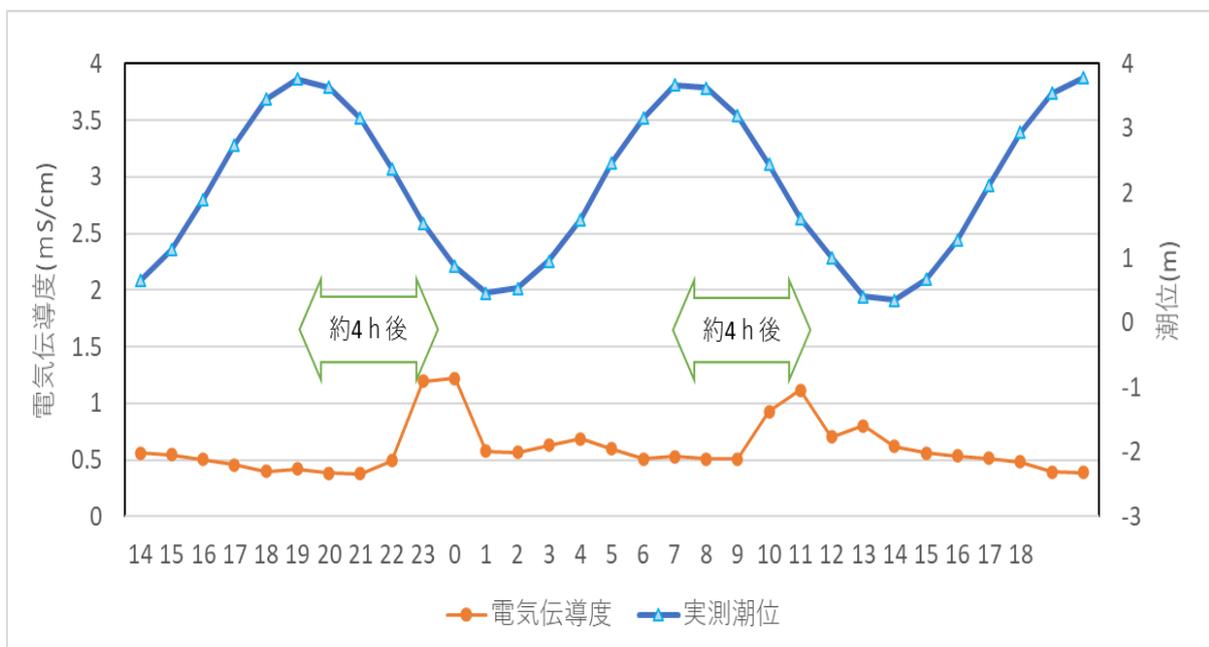


図6 流入水電気伝導度の変動（拡大図）

そこで、潮位と4時間後の電気伝導度の値を散布図（図7）にしたところ、赤色点線内のように、潮位が3.5mより低い時でも電気伝導度が高くなる時があり、海水の浸入以外による水質変動も察知できることが分かった。電気伝導度の変動をリアルタイムで確認できれば、

より迅速に採水して調べることができる。

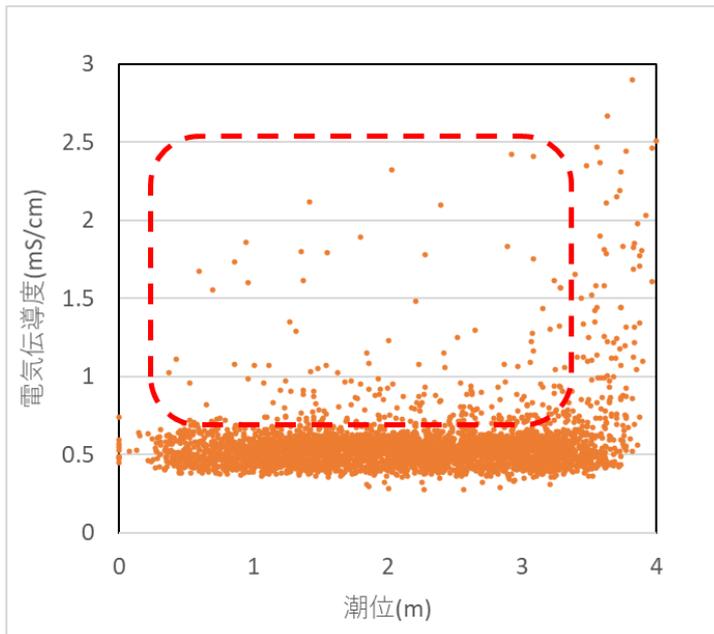


図7 流入水電気伝導度（4時間差考慮）と潮位の関係

イ 降雨に伴う不明水の流入の察知

降雨により、処理場への流入水量が簡易放流する必要があるほど増加した時の流入水の電気伝導度の変化を図8、9に示した。次のように、不明水の影響の到達・終了をより正確に察知できることが分かった。

・6/18の簡易放流時には、潮位も高くなく降雨前の電気伝導度（0.5mS/cm）と比べ約0.1mS/cm低くなっており、雨水の浸入により希釈されたと思われる。

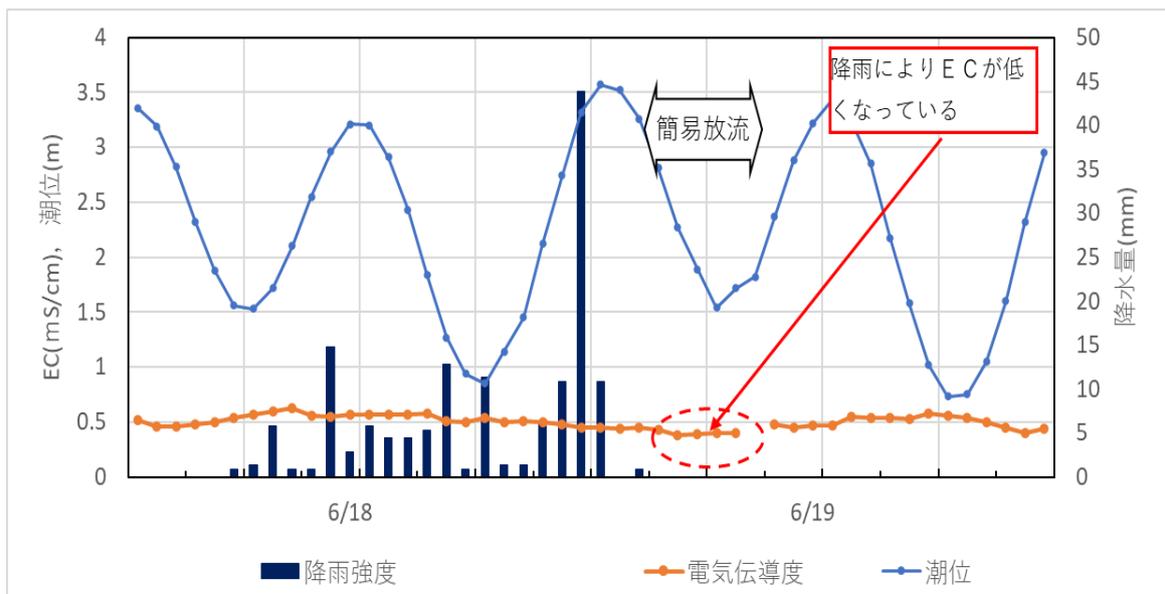


図8 流入水電気伝導度（2020.6.18～6.20）

・7/6から7/7の降雨の多かった時、通常であれば潮位が高く海水の浸入により電気伝導度が高くなると想定されるが、その割にはピークが小さくなっており、雨水の浸入により希釈され

たか海水の浸入を妨げたものと思われる。

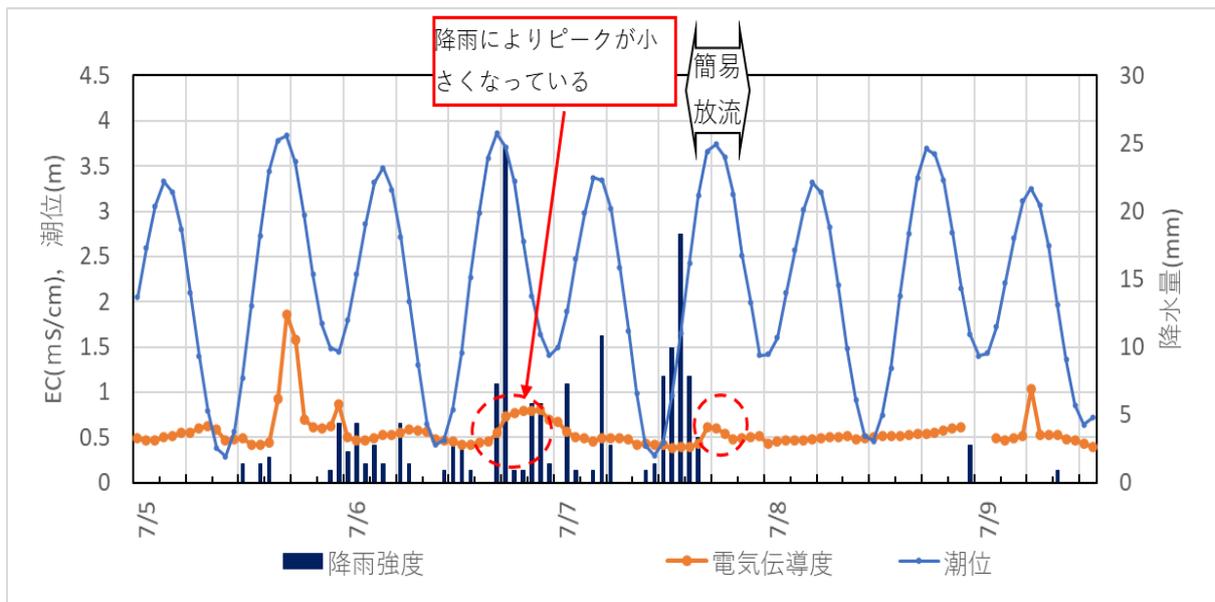


図9 流入水電気伝導度 (2020.7.5~7.9)

ウ pH異常の要因を確認するために

流入水のpHが異常値を示した時（上昇又は下降）のpH・電気伝導度・潮位の状況を図10、11に示した。

pHの異常は、トレンドグラフ（連続データ1分間隔）で確認したもので、日報（毎正時の値）では、5月12日、14日、22日いずれのpH異常値も記録されていない。

また、電気伝導度も1時間間隔の値であるため、pH異常時の電気伝導度が記録されていない可能性がある。

よって、pH異常との関係を知るためには、電気伝導度も1分間隔でデータを取る必要があり、1時間間隔に縛られず、より細かく調べたほうが好ましいことも分かった。

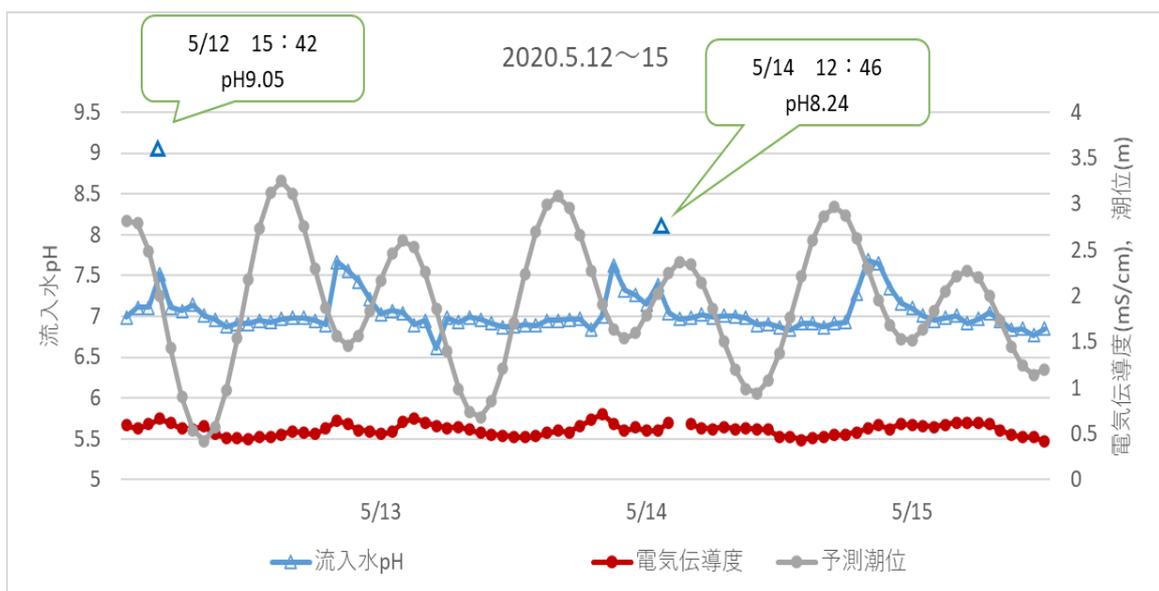


図10 流入水電気伝導度とpHの変動（pH異常上昇時）

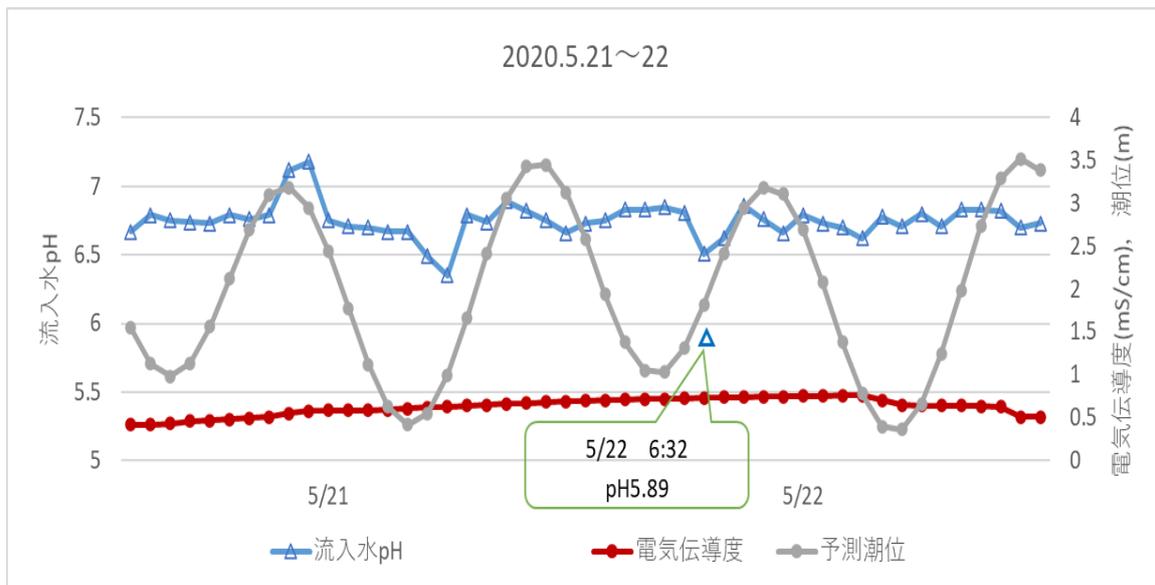


図 11 流入水電気伝導度と pH の変動 (pH 異常低下時)

4 まとめ

- ・沼田川浄化センター流入水において、溶離性（イオン化）物質の増減を電気伝導度で把握することで、様々な流入前の事象を察知・推測でき、詳細調査を行うために採水するタイミングを知る助けにもなることが分かった。
- ・今後は、リアルタイムで流入水の電気伝導度が確認できるように、自動水質計器の設置を要望していきたい。

