

研究テーマ：汚水処理にかかる窒素・リンの除去方法について（軽微な処理設備と安価な処理法）」 (研究課題番号 25)	
研究代表者（職氏名）：三好 康彦	連絡先 (E-mail 等) : miyoshi@pu-hiroshima. ac. jp
共同研究者（職氏名）：内藤佳奈子	

1 研究目的 旧庄原市にある河川は日本海に流れるため窒素・リンの総量規制が行われていないこともあって、特にこれらの低減対策が取られておらず下水処理場、農業集落排水処理施設、その他の処理施設から高い濃度の窒素・リンが河川に排出されている。その結果、西城川の下流域やその他の水域で富栄養化現象が見られ、水辺に親しむ状況にはなっていない。このような状態を改善するためには、まず、排水処理施設から富栄養化の原因物質である窒素やリンをできるだけ低減する必要がある。

窒素やリンを処理施設から低減するには、多くの方法がある。しかし、財政状況が特に悪化している庄原市の事情を考慮すると、設備もできるだけ安価で維持管理も簡単な方法が要請される。

2 研究方法 実験施設は、庄原市比和町に設置されている施設（比和町水質管理センター：排水処理施設は活性汚泥法の一種でオキシデーショディッチ法と呼ばれるもの、現在処理水量約 100m³/日、ばっ気槽容量 400m³）で行った。窒素低減は運転管理の改善（ばっ気槽の好気性と嫌気性の組合せ）により、リンの低減には運転管理の改善と化学反応による低減を行った。水温の変化による影響を見るため研究は冬季から夏季まで行い、その間おおむね 1~2 週間ごとに採水を行い、T-N、NH₃-N、NO₃-N、T-P、MLSS、透視度、BOD、COD、SS、その他の項目の分析を行った。

3 研究結果 平成 20 年 1 月から平成 20 年 8 月上旬までの実験の概略は以下のとおりで、数値はすべて平均値である。

1) 窒素低減に関する実験

実験期間 I 平成 20 年 1 月初旬～2 月初旬 1 時間ばっ気、2 時間嫌気（施設の通常稼働）

水温(°C)	MLSS(mg/L)	T-N(mg/L)	NH ₄ -N(mg/L)	NO ₃ -N(mg/L)	透視度(cm)	BOD(mg/L)
7.6	3600	10.6	6.9	0.3	60.8	2.3

実験期間 II 平成 20 年 4 月下旬～5 月上旬 0.5 時間ばっ気、0.5 時間嫌気

水温 (°C)	MLSS(mg/L)	T-N(mg/L)	NH ₄ -N(mg/L)	NO ₃ -N(mg/L)	透視度 (cm)	BOD(mg/L)
15.4	3000	20.5	0.2	20.0	63.5	3.2

実験期間 III 平成 20 年 6 月初旬～7 月中旬 1 時間ばっ気、1 時間嫌気

水温 (°C)	MLSS(mg/L)	T-N(mg/L)	NH ₄ -N(mg/L)	NO ₃ -N(mg/L)	透視度 (cm)	BOD(mg/L)
22.0	2700	4.8	1.1	3.5	100 以上	4.2

実験期間 IV 平成 20 年 7 月下旬～8 月上旬 1 時間ばっ気、1.5 時間嫌気

水温 (°C)	MLSS(mg/L)	T-N(mg/L)	NH ₄ -N(mg/L)	NO ₃ -N(mg/L)	透視度(cm)	BOD(mg/L)
26.7	2500	7.8	1.1	6.9	100 以上	8.7

実験期間 I は、施設の通常稼働であるが、冬季であるため水温は 7.6°C で低い。MLSS は冬季のため 3600mg/L 程度に高く維持されている。1 時間ばっ気、2 時間嫌気ではアンモニア濃度が 6.9mg/L であるから硝化がまだ十分進行していないことを示している。T-N も 10.6mg/L である。BOD 2.3mg/L で濃度は低い。上の表にはデータを示していないが COD 7.0mg/L、SS 5.2mg/L で SS がやや高い濃度を示した。そのために透視度が 60.8cm で 100cm をはるかに下回っている。水質は良くないと言える。

実験期間Ⅱは、水温は 15.4℃で冬季より大きく上昇した。MLSSは、水温が上昇したため、600mg/L程度減少し約 3000mg/L程度に管理されている。運転条件を変更し 0.5 時間ばっ気、0.5 時間嫌気として稼働したところ、T-Nが 20.5mg/Lと高い濃度となった。これはNO₃-Nが 20.0mg/Lと高い濃度であるところから短時間の好気・嫌気の変更では嫌気状態における脱窒素細菌の活性が十分ではないことを示している。なお、BOD3.2mg/L、COD6.7mg/Lで濃度は低いが、SS8.0mg/Lでやや高く、また透視度も 63.5cmで水質は良くないと言える。

実験期間Ⅲは、水温が 22.0℃であるためMLSSは 2700mg/L程度に減少させてある。運転条件は 1 時間ばっ気、1 時間嫌気としたところ、T-N4.8mg/L、NH₄-N1.1mg/L、NO₃-N3.5mg/Lと低い値となった。BOD4.2mg/L、COD5.1mg/L、SS2.4mg/Lで低い値となった。また、透視度も 100cm以上となり良好な水質と言える。

実験期間Ⅳは、水温 26.7℃、MLSSは実験期間Ⅲよりわずかに低いほぼ同様とみてよい。運転条件は嫌気状態を長くして、実験期間Ⅲで存在するNO₃-N3.5mg/Lの脱窒素をさらに試みた稼働である。原因は不明であるが脱窒素は意図したように行われず返って増加した。実験期間Ⅲよりわずかに T-N7.8mg/L、BOD8.7mg/L、COD6.5mg/Lで濃度は高くなっており、透視度も 100cmぎりぎりであった。視覚的には実験期間Ⅲより明確に水質の悪化が確認できた。

冬季（実験期間Ⅰ）においても 2 時間嫌気を 1 時間嫌気とすれば硝化が進行することと予想されるため、実験期間Ⅲと同様に、MLSS を適切に増減することによって 1 時間ばっ気、1 時間停止が最適であると考えられた。

2) りん低減に関する実験

りんの低減については、運転条件の変更で極端に低濃度（0.4mg/L 以下）が得られたが、再現性が現時点では得られなかった。そのため、凝集剤であるポリ鉄（pH2）を滴下してりんの低減を行った。滴下量は 53.2mg/LでFe濃度は 5.9mg-Fe/Lである。ポリ鉄の滴下によって滴下前の平均りん酸イオン濃度約 2.2mg/Lに対し処理水濃度は約 0.8mg/Lに低減できた。鉄イオン（Ⅲ）とリン酸イオンの化学反応におけるモル数は等モルであるが、滴下した割合はFe³⁺ : PO₄³⁻=10 : 7 の割合である。ポリ鉄の滴下によるりん酸イオンの除去率は約 64%となった。ポリ鉄の滴下量をこの量に設定したのは、pH 低下及び維持管理費を考慮したためである。

ポリ鉄の費用対効果を検討すると、1 日約 5.3kg 消費するため、1 年間では 365 日×5.3kg=1934.5kg となる。25kg が現在 2000 円であるから年間維持費は 1934.5kg/25kg×2000 円=154,760 円となる。

4 研究結果の適用

運転管理の改善で窒素は低減できるため、維持管理費がかからないことにより、多くの自治体の処理施設に採用することが期待できる。また、りんについてはポリ鉄添加によって低減することができるので、小規模施設では維持管理費用も比較的安価であるため同様に自治体の施設に採用可能である。中山間地域の河川は、富栄養化しており河川の底石に藻類が多量に発生している。美しくあるべき山間の河川の景観が損なわれているので、本技術が各自治体の排水処理施設に採用されれば、富栄養化現象の改善に寄与するものと期待できる。