

VII-15 高負荷型オキシデーションディッチ法による下水からの窒素除去に関する基礎的研究

高知大学農学部 正会員 ○藤原 拓、正会員 大年邦雄
愛媛大学工学部 正会員 西村文武、前澤工業 非会員 寺本裕宣

1. はじめに

平成 12 年度現在の汚水処理施設整備率は全国平均では 71%であるのに対して、人口 5 万人未満の市町村の整備率は 45%にすぎず¹⁾、今後は中小市町村における小規模下水処理施設の建設が一層求められる。本研究は、中山間部に適用可能な小規模分散型の高度下水処理施設として、高負荷型オキシデーションディッチ法 (OD 法) による窒素除去技術の開発を目的として行った。従来低負荷運転が基本であった OD 法を高負荷で運転することにより、小容量の OD 内でも空間的に DO 勾配を生じさせ窒素除去が可能になると考えられることから、ラボスケール実験装置による連続処理実験結果に基づき、その設計・操作因子を検討した。

2. 実験方法

本実験では OD 法の流動を模擬しうるラボスケールの実験装置として、6 槽完全混合槽列型反応槽の第 6 槽から第 1 槽へ流入水の 40 倍以上の流量で循環させる装置を用いることにした。生物反応槽内の混合液は、自然流下方式により順次第 1 槽から第 6 槽へと流下し、第 6 槽から第 1 槽へ循環ポンプにより混合液を循環させた。また最終沈殿池へは第 6 槽から流入させ、沈殿汚泥はポンプにより第 1 槽へと返送した。曝気は 1 点酸素供給型の OD 法を模擬するために第 6 槽のみで行い、第 1 槽から第 5 槽までは攪拌のみとした。その

表 1 連続処理実験条件 (平均値)

RUN	単位	1	2	3	4	5	6	7
反応装置全容積	(L)	8.84						
最終沈殿池容積	(L)	2.23						
流入流量	(L/h)	0.638	0.609	0.647	0.642	0.634	0.649	0.640
HRT	(h)	13.9	14.5	13.7	13.8	14.0	13.7	13.8
循環流量	(L/h)	38.7	25.9	26.1	25.7	26.2	26.1	66.0
循環時間	(min)	13.3	19.6	19.4	19.6	17.6	19.1	7.8
全循環比(R+r)	(-)	62.9	44.3	42.3	42.1	47.7	42.9	106
返送汚泥比	(%)	201	189	200	201	632	263	312
MLSS	(mg/L)	4460	4100	4870	4050	4060	3050	2940
水温	(℃)	20.5	21.1	22.3	21.1	20.0	20.5	22.2
TOC-SS負荷率	(kg/kg/d)	0.031	0.031	0.027	0.036	0.040	0.048	0.055
曝気槽のDO値	(mg/L)	1.24	2.05	5.97	3.49	1.49	0.92	0.80

の際、第 1 槽の溶存酸素量 (DO) を一定に制御した。曝気を行う第 6 槽以外は、反応槽上部を密封し、反応槽まわりの DO 収支を計算できるようにした。実験条件を表 1 に示す。水理学的滞留時間 (HRT) はいずれの条件でも 13~14 時間とほぼ一定に保ち、従来の OD 法と比較して高負荷で運転を行った。循環時間は反応装置全容積を (循環流量+返送汚泥流量) で除したものであるが、RUN1 では 13.3 分、RUN2~RUN6 では 17.6~19.6 分、RUN 7 では 7.8 分と変化させ、循環時間が窒素除去に影響を及ぼすかどうかの検討を加えた。MLSS はいずれの条件も 3,000~4,000mg/L 程度に保ち、固形物滞留時間も硝化細菌の保持に十分な時間とした。水温は 20.0~22.5℃とほぼ一定に維持した。RUN2~RUN6 では曝気槽の DO 値のみを大きく変化させ、DO が処理特性に及ぼす影響を検討した。RUN1 および RUN7 では、反応装置内で好気ゾーンと無酸素ゾーンの双方が作成できる窒素除去に適していると考えられる DO 値に設定した。採水は流入水、最終沈殿池流出水、返送汚泥、曝気槽流出水の 4 箇所から行った。

3. 結果および考察

図 1 に反応装置内の DO 分布を各 RUN の平均値で示した。図に示されているように、いずれの RUN においても曝気槽から流下するにつれて DO が減少し、第 4 槽および第 5 槽では平均 DO が 0.01mg/L 以下となった。反応槽内で DO の濃度勾配が生じ、DO の制御を適切に行うことにより好気性状態と無酸素状態の双方

が作成可能であるという、OD 法の特徴を再現できていることがわかる。一方、曝気槽の DO 値が高い RUN3 および RUN4 では、第 1 槽および第 2 槽の DO が高く、無酸素ゾーンの大きさが RUN により異なることがわかった。また、RUN7 のように循環時間が 7.8 分と従来の OD 法で必要とされていた 10 分の循環時間より短い条件であっても、本研究のように高負荷で運転し DO を適切に制御することにより、好気ゾーンと無酸素ゾーンの双方を十分に作成可能であることも示された。

図 2 に全有機体炭素 (TOC)、アンモニア性窒素 ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) および全窒素 (TN) 除去率の経日変化を示した。TOC および $\text{NH}_4^+\text{-N}$ はいずれの RUN においても良好に除去され、各 RUN の平均除去率は TOC で 93.7~97.5%、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ で 93.4~99.9% であった。本研究では曝気槽の平均 DO を 0.80~5.97mg/L に設定し、その後曝気を行わない反応槽を循環時間 7.8~19.6 分で流下させたが、このような条件で 90%以上の TOC 除去および $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 除去が可能であることが示された。一方、TN 除去率は RUN により大きく異なった。曝気槽の DO を高く設定した RUN3 および RUN4 では、各々 50.9%および 58.3%と低い除去率しか得ることができなかったのに対して、その他の RUN では 75.6~87.0%と高い平均除去率を得たことから、曝気槽の DO が窒素除去に大きく影響することがわかった。また、循環時間が TN 除去率に及ぼす影響を検討した結果、本研究では 7.8 分の循環時間

(RUN7)でも 80%以上という高い TN 除去率が得られた。従来の低負荷型の OD で窒素除去を行うには、最低 10 分程度の循環時間が必要とされていたことから、高負荷で運転し DO の制御を適切に行うことにより、従来より循環時間が短い小容量型の OD でも効率的な窒素除去が可能であることが示された。窒素除去に影響を及ぼす操作因子として、曝気槽からの DO 負荷量が重要と考えられたため、これと TN 除去率の関係を示したものが図 3 である。図より DO 負荷量の増加にともない TN 除去率が低下していることが示されており、70%以上の TN 除去率を得るには DO 負荷量を 5mg/L/h 程度以下にする必要があることがわかった。

4. おわりに

今後は、流入負荷量の影響について検討を行うとともに、実規模の処理場における調査あるいは数値シミュレーションにより、本処理プロセスのスケールアップを行うための知見を收拾していく予定である。

参考文献：1)農林水産省農村振興局整備部農村整備課他、下水道協会誌、Vol.38、No.468、pp.116-119、2001/10 謝辞

本研究は社団法人四国建設弘済会の「平成 12 年度建設事業の技術開発支援制度」による助成を受けて実施したものであり、深甚の謝意を表します。また、高知大学卒業生の細呂木和子氏、門築由季氏には実験実施に当たり尽力いただきました。あわせて感謝の意を表します。

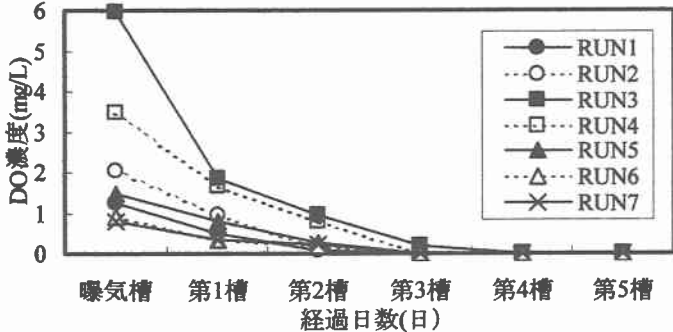


図 1 DO 分布 (各 RUN 平均値)

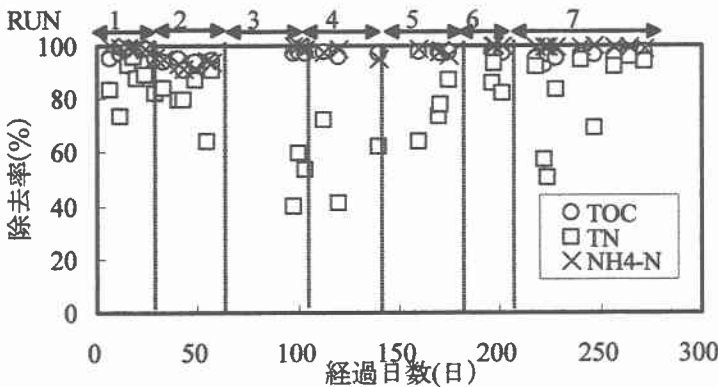


図 2 TOC、アンモニア性窒素、TN 除去率経日変化

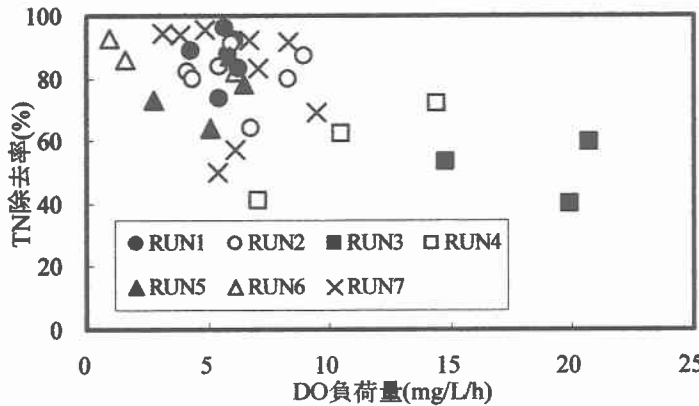


図 3 DO 負荷量と TN 除去率の関係