

神戸大学工学部 学生員 片岡 誠
同 同 広瀬 総
同 正 員 飯田幸男

1. はじめに

維持管理が容易で、しかも経済的な都市下水の窒素除去法の開発を目的として、単一槽で、硝化はもちろんのこと下水中の有機物を脱窒過程における水素供与体として有効に利用し、効率よく窒素を除去する方法について実験を行ない、その結果は既に、第32回、第33回の本講演会で報告した。今回、引き続き浸漬生物戸床による窒素除去の実験を行ない、若干の知見を得たので報告する。

2. 実験装置と方法

実験装置を図-1に示す。反応槽内部には、200cmの高さに細状合成樹脂戸床を充填した。反応槽内で好気-嫌気状態を交互に発生させるため、タイマーに連動した電磁弁を使用し、間欠的にエアレーションを行なった。流入水として神戸市西部下水処理場最初沈殿池流出水を用いた。なお空気量は、2~3 l/minで、滞留時間は6時間とし、処理水は貯留タンク中で沈殿させた上澄水を分析に供した。また反応槽には、一定間隔に中間試料採水点と設け、内部の水質変動を調べた。TOCはT社計測機により、その他は下水試験方法に準じた。

3. 実験結果と考察

実験概要及びその水質分析結果を表-1に総括した。

1) 窒素濃度に関して；好気-嫌気周期の違いによる処理水質の差と見るために行なった実験1, 2, 3の結果より、処理水

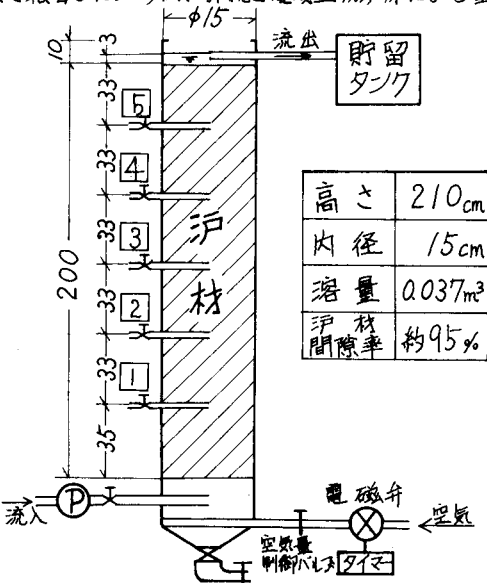


図-1 実験装置模式図

表-1. 実験結果総括

項目 区別	好気 時間 嫌気 時間	水温 範囲 (°C)		KN-N (mg/l)		NH ₄ -N (mg/l)		NO ₃ -N (mg/l)		NO ₂ -N (mg/l)		NH ₄ -N 全窒素 除去率 (%)		BOD濃度 (mg/l)		BOD 除去率 (%)		TOC (mg/l)		TOC 除去率 (%)		アルカリ度 (mg/l)	
				流入	処理水	流入	処理	流入	処理	流入	処理	流入	処理	流入	処理	流入	処理	流入	処理	流入	処理	流入	処理
実験 1	3 hr. 1 1 hr.	25 ? 30	濃度	59.9	19.6	33.6	3.9	0.3	24.2	0.1	0.82	46	65	260	23	99	183.5	25.0		246	42		
			度	31.5	2.8	16.5	0.7	0.0	5.6	0.0	0.05	88	21	123	3	82	42.5	6.5		155	14		
			平均	39.7	6.6	25.8	2.8	0.2	15.7	0.04	0.41	93	39	175	13	93	84.4	12.9	84.7	206	29		
			負荷率	0.1620																			
実験 2	1 hr. 1 1 hr.	25 ? 30	濃度	50.4	7.4	28.6	3.4	0.5	20.0	0.1	0.6	100	74	280	17	99	201.0	21.0		256	45		
			度	38.5	3.2	14.9	0.0	0.1	15.0	0.0	0.0	92	41	126	2	93	91.0	10.0		192	19		
			平均	43.2	4.5	24.5	1.4	0.2	17.5	0.04	0.3	97	49	217	9	96	140.9	14.7	89.6	225	27		
			負荷率	0.1759																			
実験 3	2 hr. 1 2 hr.	20 ? 25	濃度	52.6	9.2	22.1	5.0	0.2	7.7	0.1	0.14	100	93	270	25	98	230.0	18.0		298	65		
			度	30.1	0.7	14.2	0.0	0.0	2.7	0.0	0.00	87	53	178	6	91	51.5	3.0		168	6		
			平均	36.8	4.8	18.8	1.5	0.1	5.2	0.02	0.09	46	78	217	14	93	103.7	11.1	89.3	202	23		
			負荷率	0.1502																			
実験 4	2 hr. 1 2 hr.	13 ? 20	濃度	53.1	20.0	38.0	10.8	1.5	8.1	0.04	0.17	100	78	273	25	99	107.5	18.3		231	143		
			度	36.4	5.8	19.8	0.0	0.0	2.2	0.0	0.02	77	52	107	2	78	31.8	3.0		145	21		
			平均	41.0	9.1	26.5	5.0	0.3	6.0	0.02	0.04	89	64	196	11	94	56.4	9.2	83.6	191	43		
			負荷率	0.0896																			

[注] 負荷率; kg/m³/day, NH₄-N除去率(%) = 1 - (流出NH₄-N濃度 / 流入KN-N濃度) × 100, 全窒素除去率(%) = (1 - 流出全窒素濃度 / 流入全窒素濃度) × 100

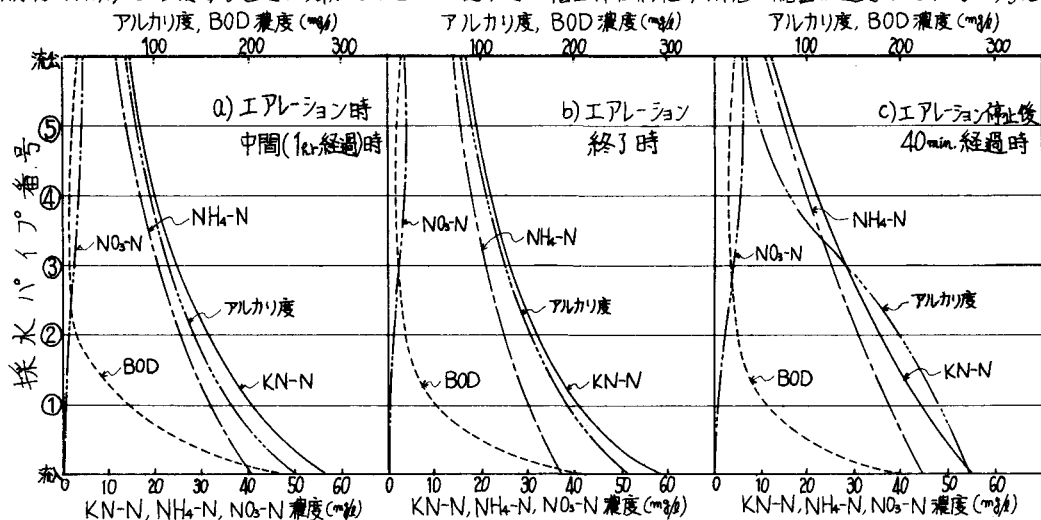
平均 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度は、各 2.8mg/L 、 1.8mg/L 、 1.5mg/L と低濃度であり、平均 $\text{NH}_4\text{-N}$ 除去率も 93% 、 97% 、 96% と高除去率が得られ、流入水質の大幅な変動にかかわらず、硝化反応の進行はきわめて良好であった。冬期(実験4)の水温低下時には、平均 $\text{NH}_4\text{-N}$ 除去率は 89% となった。水温低下による硝化活性の阻害が若干認められた。一方 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度は、実験1、2では、平均 15.7mg/L 、 17.5mg/L であったのに対し、実験3、4で周期の嫌気時間を2Rrにすると、平均 5.2mg/L 、 6.0mg/L となって水温に関係なく各程度にまで $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度は低下した。また全窒素除去率は、実験1、2で各平均 39% 、 49% であったが、実験3では脱窒反応が促進された為に、 78% になった。以上の結果より、脱窒活性を高め効率よく窒素を除去するためには、好気2Rr-嫌気2Rrの周期が望ましいと考える。

2) BOD、TOCに関して；全実験期間を通して、流入水BODが $100\sim 300\text{mg/L}$ と大幅に変動し、また水温が $13\sim 30^\circ\text{C}$ と変化しても、処理水BOD濃度は、平均 10mg/L 程度と低濃度で、除去率も 93% 以上と安定し、BODに関しては、良好な処理水質が得られた。TOC除去率も 90% 程度で良好であった。

3) pH、アルカリ度に関して；全実験期間中、流入水pHは、max.8.6、min.7.1で処理水pHは、実験1で平均6.9(max.7.2、min.6.3)、実験2で平均6.9(max.7.3、min.6.7)、実験3で平均6.7(max.7.3、min.6.3)、実験4で平均6.8(max.7.5、min.5.6)で大きな変動はなく、アルカリ度は低下したが、特にpH調整の必要はなかった。

4) SSに関して；全実験期間中、流入水SS濃度はmax.473 mg/L 、min.110 mg/L と大きな変動が見られたが、沈殿上澄水のSS濃度は平均7.0 mg/L (max.13 mg/L 、min.5.0 mg/L)と安定しており、高率のSS除去が得られた。反応槽流出水のSSの沈降性状はきわめて良好で、タンク中に24時間貯留した後でも、浮遊は殆んど認められなかった。

5) 反応槽内部の水質変動に関して；図-2に各採水点より採水した試料の平均水質を示す。エアレーション時と停止時の水質の変化を見るために、図の3時点について行なった結果、採水時にかかわらず、処理水質の差は殆んど認められず、槽内の物質転換パターンも同じ様であった。BODは槽底部で殆んど除去され、窒素類に関しては槽底部での除去は大きい。その後ゆるやかに減少している。それに反して $\text{NO}_3\text{-N}$ は増加の傾向にあるが、 KN-N の減少と比較するとその増加は小さい。従って、槽全体にわたり硝化-脱窒が進行していると考えられる。



4. ま と め 図-2 反応槽内部における水質変動(好気2Rr-嫌気2Rr周期、水温 18°C)

以上の実験結果より次のことがわかった。本法は操作が容易で、下水中の有機物を有効に利用して、一つの反応槽内でアンモニア化-硝化-脱窒の三段階の反応が達成され、有機物はもちろん、かなりの窒素が除去された。今回の実験では、好気2Rr-嫌気2Rrの周期が最適であった。反応槽中で高濃度の活性汚泥が維持でき、汚泥の返送は、必要なかった。さらに今後、装置の大型化、及びより処理効率を上げるため、滞留時間、処理水の循環等について検討中である。