

北海道大学 正員 寺島 重雄
“ “ “ “ 神山 桂一
“ “ “ “ 〇真柄 泰基

はじめに

この報告はスキムミルクを基質とする活性汚泥処理プラント内の各態窒素の動向について検討し、それらの酸化分解と、プロセスの外的条件との関係を明らかにし、各態窒素の変化を反応速度論的に扱うことを目的としに研究の第一報である。

実験

実験に用いたプラントはスライドに示すものであり、基質はスキムミルクに塩化アンモニウムをC/N = 5となるよう添加した人工下水である。実験条件は前報告者が示した通りである。

結果・考察

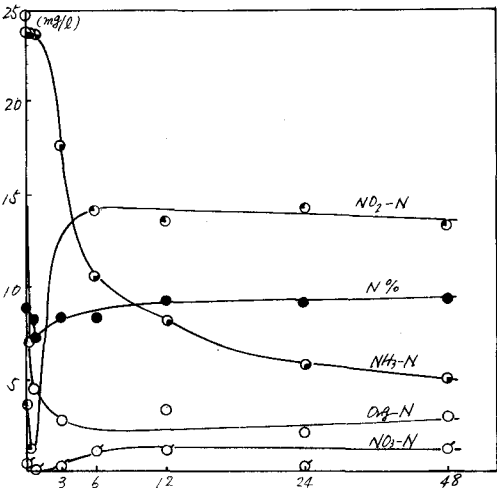
バッチ実験での結果を示すと表一のごとくであり、実験番号ⅢAについて図示すると図一のようである。

汚泥の窒素含有率 汚泥の窒素含有率は、基質添加後一時減少するが、次第に増加する。これは基質の初期除去が炭素化合物についてのみおこなわれ、窒素が利用されるのは汚泥が初期除去した基質を利用して細胞合成する時であり、したがって初期除去が大きいことから初期除去と合成のズレが存在し見かけ上は窒素の含有率が一時減少するものと思われる。その後基質として与えられた炭素化合物の量に対応した最大含有率に到達する。また実験番号ⅢAとⅢCにおいてその含有率が違うのは基質負荷率の差によるものと考えられる。

溶解性窒素 溶解性各態窒素の総量は6時間目以後ほとんど変化していない。これは6時間目

表一 各態窒素の変化

N/C	Act. Rat.	Time (h)									
		-0	+0	0.5	1	3	6	12	24	48	
Ⅲ A	Org-N cell	270	223	260	239	276	268	284	287	284	
	N %	8.9	7.3	8.1	7.3	8.3	8.3	9.2	9.3	9.4	
	Org-N sol		24.7	7.0	4.4	2.9	4.0	3.5	2.1	2.9	
	NH ₃ -N		23.7	23.6	23.6	17.8	10.8	8.2	5.9	4.9	
	NO ₂ -N		3.4	3.6	1.1	20.2	14.0	13.4	14.0	13.3	
	NO ₃ -N		0.9	0	0	0.3	1.1	1.1	0.06	1.3	
Ⅲ C	Σ N sol		62.5	34.2	39.1	42.2	29.9	26.2	22.1	22.4	
	Org-N cell	240	224	224	238	243	232	248	247	236	
	N %	7.4	6.9	6.7	6.9	—	6.8	7.7	7.9	8.0	
	Org-N sol		8.8	6.0	3.0	7.3	4.6	1.8	1.7	3.4	
	NH ₃ -N		9.1	9.0	8.5	4.9	0.1	0.1	0.4	0.1	
	NO ₂ -N		7.3	7.8	6.4	12.2	18.3	19.2	17.0	13.4	
Ⅳ A	NO ₃ -N		1.3	1.6	1.6	3.5	3.0	5.3	6.1	—	
	Σ N sol		30.4	24.4	19.4	27.9	25.0	26.4	25.2	—	
	Org-N sol		13.5	9.1	8.4	1.9	0.1	1.0	—	5.3	
	NH ₃ -N		59.9	58.8	58.7	58.7	58.7	52.6	48.3	47.9	
	NO ₂ -N		4.6	2.3	2.9	3.6	4.2	6.6	10.6	3.3	
	NO ₃ -N		11.6	7.3	10.7	12.1	12.6	15.0	24.2	26.5	
Ⅳ B	Σ N sol		89.6	77.5	80.7	76.3	78.6	75.2	—	83.0	
	Org-N sol		6.6	4.5	3.7	2.3	0.7	1.3	2.4	2.2	
	NH ₃ -N		12.2	12.9	12.2	11.0	8.9	6.4	4.4	4.6	
	NO ₂ -N		2.9	1.9	1.9	4.1	5.7	7.9	9.7	2.0	
	NO ₃ -N		6.3	4.2	5.3	7.4	7.6	10.2	10.0	17.5	
	Σ N sol		28.0	23.5	23.1	24.8	23.9	25.8	28.5	26.3	
Ⅳ C	Org-N sol		29.8	9.8	6.0	2.3	2.6	—	4.3	8.6	
	NH ₃ -N		68.2	70.7	70.1	69.9	66.5	48.3	44.0	43.1	
	NO ₂ -N		0.04	0.11	0.05	0.03	0.09	4.8	18.7	23.6	
	NO ₃ -N		0.1	0.1	0	0.1	0	0.1	5.4	1.2	
	Σ N sol		98.1	80.7	76.2	72.3	69.2	—	72.4	75.9	



図一 各態窒素の変化(ⅢA)

以後細胞に利用する炭素化合物がなくなり、細胞合成が止まり窒素の利用がなくなったことと、硝化細菌によって生成された $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ が生物によって脱窒素されぬまゝ液中に残存しているためと思われる。6時間以前の流入窒素量の減少は細胞合成のために用いられたものである。

各態窒素に外的条件がおよぼす影響 有機窒素の除去速度定数を示したのが表-2である。

表-2、有機窒素除去速度定数

	ⅢA	ⅢC	ⅣA	ⅣB	ⅣC
負荷 $\text{kg NH}_3\text{-N/m}^2\text{d}$	0.17	0.086	0.2	0.15	0.23
水温 $^{\circ}\text{C}$	20	20	10	10	20
除去速度定数 d^{-1}	2.45×10^{-3}	2.23×10^{-3}	0.89×10^{-3}	1.71×10^{-3}	2.76×10^{-3}

水温はこの値に大きく影響をおよぼし、その変化の様子は COD 除去速度定数と同じである。負荷率も影響をおよぼしているが、 20°C の場合よりも 10°C の方がその影響は大きい。

炭素化合物の除去と窒素の除去とはズレが存在する。これは汚泥生物の質的变化によるものであるから、汚泥の安定化を含めて浄化プロセスには窒素の除去反応を炭素化合物の除去反応と合わせて考えてやる必要があると考えられる。

アンモニア窒素の除去は見かけ上有機窒素の除去が終了してから行われる傾向にある。これは有機窒素がアンモニア窒素になってから汚泥生物に利用されるものと考え、継起反応 (Consecutive Reaction) を表わす式に実験番号ⅣAの結果を当てはめ、

$$[\text{NH}_3\text{-N}]_t = \frac{K_1 \times [\text{Org-N}]_0}{K_1 - K_2} (e^{-K_2 t} - e^{-K_1 t}) + [\text{NH}_3\text{-N}]_0 e^{-K_2 t}$$

アンモニア窒素の除去速度定数 (K_2) を求めたのが図-2である。この定数は時間(すなわち基質濃度)による関数と見なすことができ、Monodの式 ($K = K_m \frac{S}{K_m + S}$) に代入して計算したところ、有機窒素が存在する6時間目まで一定の K_m を得た。これらのことから、実際のプラントで窒素の動向について論議する場合、アンモニア窒素に關しては、その生成と酸化分解を一連の反応とし

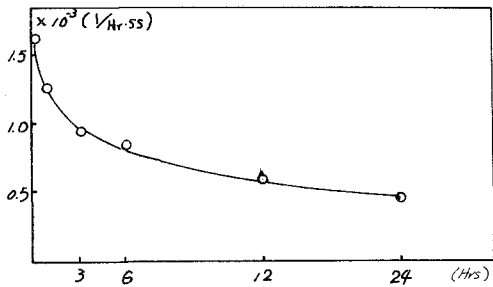


図-2 アンモニア窒素除去速度定数

て考え、各々の速度定数は各窒素濃度の関数であるとして考察を進めることが妥当であろう。

$\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ の生成、硝化反応は水温の受ける影響が大きい。特に連続流プラントにおける硝化の受ける影響を活性汚泥生物の硝化活性を示すように、その時の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の変化で示すと、 20°C では $15 \times 10^{-3} \text{NO}_3\text{-N/VSS}$ 、 15°C では $7.5 \times 10^{-3} \text{NO}_3\text{-N/VSS}$ 、 10°C では $3 \times 10^{-3} \text{NO}_3\text{-N/VSS}$ である。

おすひ

今回の報告は活性汚泥プラントにおける各態窒素の変化の様子を知るに行なった実験の報告であり、それらの速度論的扱いについてはお研究を続行し、上記の考え方の妥当性を追求している。

本研究は昭和43年文部省科学研究費(総合研究)によって行なった研究の一部である。

参考文献

- 1) Koga, S., Humphrey, A.E.: Study of the Dynamic Behaviour of the Chemostat System, Biotech. Bioeng. vol. 11, (1967)
- 2) 岩井, 北尾, 後神: 活性汚泥の浄化機能におよぼす窒素化合物の影響, 下水法, Vol. 5, (1968)