

○京都大学工学部 学生員 武田 薫
 京都大学工学部 正会員 宗宮 功
 京都大学工学部 正会員 河村正純

1. はじめに

総容量21m³のモデル酸化池に2次処理水を導入し、その水質改善を目的として野外実験を実施しているが、今回は得られたデータから、窒素・リンの収支をとった。これは、1979年1月10日より11月16日までの全実験期間を通じての池全体での窒素・リンの挙動をまとめたものである。

なお、実験アラントおよび実験概要については、酸化池の処理特性(その3)に示す。

2. 窒素・リンの測定結果

表-1に窒素・リン濃度の全期間平均値を示す。流入水中の窒素の大部分を占める無機態窒素(Inorg-N)は池内流下方向に減少を示した。その主要因は藻類による摂取と考えられ、これに呼応して固形性有機態窒素(P-Org-N)が増加した。また全窒素(T-N)も、流下方向に減少した。

表-1 窒素・リンの平均濃度 (mg/l)

	Influent	Pond1	Pond2	Pond3	Pond4
Inorg-N	9.69	6.48	5.16	4.21	3.53
S-Org-N	0.81	0.80	0.81	0.79	0.81
P-Org-N	0.30	0.89	1.09	1.39	1.52
T-N	10.80	8.17	7.06	6.39	5.86
S-P	0.54	0.38	0.29	0.25	0.22
P-P	0.21	0.17	0.19	0.21	0.21
T-P	0.75	0.55	0.48	0.46	0.43

リンについては、藻類増殖に伴い、流下方向に溶解性リン(S-P)が減少したが、固形性リン(P-P)については顕著な傾向はみられなかった。これは、流入水中にかなりの割合で存在していた固形性リン(これは主に無機態リンであるが)の沈降と、藻類増殖による固形性リンの増加および沈降とがほぼ釣り合っていたためと考えられる。また、全リンも全窒素と同様、流下方向に減少した。全窒素、全リンの全期間を通じての平均除去率はそれぞれ46%、43%であった。

全窒素、全リンの減少の主要機構としては、藻類による摂取、その藻類の沈降、底泥の形成によるものが考えられる。また、壁面附着性藻類による摂取、流入水中の浮遊性部分の沈降、さらに窒素では脱窒、アンモニアストリップングによる気散も考えられる。

これらの効果がどの程度であるかを把握するために、池全体での全窒素、全リンの収支をとってみた。

3. 窒素・リンの物質収支

図-1に窒素・リンの池内循環図を示す。図中③のヒザオリとは、9月以降池の底層部に大繁殖した糸状藻類で、独立に評価可能な量であった。⑥の溶出量は④と⑤の差として求めた。⑦は実験終了時の水中の保持量である。⑧は図中で示されているもの以外の項で、若干の誤差を含むものである。これらの具体的数値を表-2に示す。また、流入負荷量に対するそれぞれの項目の割合も示す。

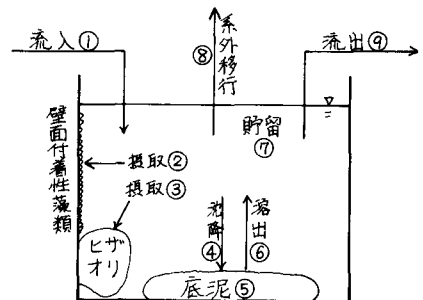


図-1 窒素・リンの池内循環図

まず、沈降量に対する溶出量の割合(以下溶出率)をみると、窒素が82%、リンが80%と、どちらも非常に大きい。これは、一度沈降しても再び水中へ帰帰する割合が大きいことを示して

いる。さらにリンについては、流入水中に無機態の固形性リンが多いので、無機態リンと有機態リンとに分けて溶出率を考えてみたところ、前者が63%、後者が85%であり、有機態リンの回帰が大きいことがわかる。

また窒素では、流入負荷量に対する系外移行量の割合が34%と大きい。これは池内pHの上昇に伴うアンモニアストリッピング、あるいは嫌氣的部分の存在が考えられる底泥内での脱窒による気散が大きいためではないかと推察される。

つぎに窒素・リンの池内量、つまり②、③、⑤、⑦について考慮する。池内貯留量①を除く3項は除去量を示すものである。このうちもっとも大きなものは底泥量であるが、3つの除去量の総和に占める底泥量の割合は、窒素が50%、リンが69%と、リンの方が大きい。

また、流入負荷量に対する底泥量の割合もリンの方が大きい。これは先程述べたように、溶出率の小さい無機態のリンが底泥中に存在するためと思われる。

また、ヒザオリに採取された量を考えると、窒素0.1、リン0.009kgであるが、これは短期間(3ヶ月間)でしかも1池だけでこれほどの量であるのだから、きわめて重要な除去機構と考えられる。このヒザオリは増殖が速く、しかも除去が容易であることから、繁殖を人為的にコントロールできるならば、大きな浄化能力が期待できるであろう。

また底泥としての除去量が多いとはいっても、沈降水量に対する割合はきわめて小さく、もしも沈降物を早急に池外へ除去できるならば、かなり高い窒素・リンの除去効率となるであろう。

以上のように栄養塩収支における溶出(窒素・リンの回帰)という問題がかなり大きいことがわかったので、底泥にかかわる栄養塩収支をもう少し検討してみる。

表-3に窒素・リンの池ごとの沈降水量、底泥量、その差として溶出量、および溶出率を示す。池ごとの違いは顕著であり、後方の池ほど溶出率が大きく、分解の著しいことがわかる。とくに4池での溶出率が大きく、窒素・リンとも約90%溶出している。このことは、滞留時間を長くするだけでは、窒素・リンの底泥からの回帰量が増し、除去効率が十分上らないことを示している。

4. おわりに

本研究で得られた成果、および今後の課題についてまとめると以下のようである。

- 1). 窒素・リンの主な除去機構としては、藻類細胞体への摂取、藻類の沈降によるというものが考えられ、さらに窒素では、アンモニアストリッピング、脱窒による気散が、リンでは無機態リンの化学的結合による沈殿が考えられる。
- 2). 沈降水量は、窒素・リンどちらも流入負荷量に比べかなりの量であるが、底泥となって除去されるのはわずかで、大部分が水中へ溶出する。溶出量、溶出率とも後方の池ほど大きく、したがって滞留時間が長くなると、底泥、とくに有機物の分解が進むことを示している。
- 3). 今後の課題としては、底泥が窒素・リンの供給源とならないように、沈降物を早急に取り除く方法を考える必要がある、またヒザオリのように水中からの除去が容易なものを使って、窒素・リンの除去を行なう試みも必要であろう。

表-2 窒素・リンの収支

	N(kgN)	P(kgP)	①に対する割合(%)	
			N	P
流入負荷量①	3.75	0.260		
壁面付着性藻類②	0.03	0.008	0.8	3.1
ヒザオリ③	0.10	0.009	2.7	3.5
沈降水量④	1.25	0.280	33.3	107.7
底泥量⑤	0.23	0.058	6.1	22.3
溶出量⑥	1.02	0.223	27.2	85.8
池内貯留量⑦	0.10	0.009	2.7	3.5
系外移行量⑧	1.26	0.028	33.6	10.8
流出負荷量⑨	2.03	0.149	54.1	57.3

表-3 窒素・リンの底泥にかかわる収支

		Pond1	Pond2	Pond3	Pond4
窒素	沈降水量(g-N)	203	247	303	494
	底泥量(g-N)	48	65	68	49
	溶出量(g-N)	155	182	235	445
	溶出率(%)	76.4	73.7	77.6	90.1
リン	沈降水量(g-P)	56.4	57.2	67.3	98.8
	底泥量(g-P)	16.5	16.4	13.6	10.5
	溶出量(g-P)	39.9	40.8	53.7	88.3
	溶出率(%)	70.7	71.3	79.8	89.4