

東北大学工学部 学員 ◯鎌田 康

” 正員 佐藤敦久

” ” 千葉信男

1 はじめに

昨今、各水域で問題となっている富栄養化は水処理技術者にとっては、解決しなければならない課題であり、その判定や対策に適切な方法が必要とされているが、今回、富栄養化の本質現象ともいえるソウ類増殖に着目したソウ類培養試験を実施し、窒素やリンの量に対するソウ類増殖の動向を検討した結果、若干の知見を得たので報告する。

2. 実験方法

実験は、恒温振盪槽に容量800ccのL字培養管を用い、水温25℃、照度3000lux、

(白色蛍光灯、常時点灯) 60rpmで振盪培養を行なった。培地は表-1の組成を用い、 PO_4 固定、 NO_3 可変で NO_3-N/PO_4-P を表-2の様に設定してRun1~5の実験を行なった。接種ソウ類はScenedesmus-spを用い、対数増殖期かつリン渾濁状態で接種直時、ソウ類量を吸光度で測定し、増殖が定常となった段階で実験を終了した。以上から得られたソウ類増殖曲線を、ロジスティック曲線： $N = \frac{K}{1 + e^{-\mu t}}$ (K: 最大ソウ類量(mg/L), N tにおけるソウ類量(mg/L), μ 比増殖速度)に近似し、Kと μ をRun毎に検討した。またKと NO_3-N/PO_4-P を $y = Ae^{bx}$ なる式に近似しソウ類増殖能力を調べた。

3 結果および考察

図-1にKと NO_3-N/PO_4-P 、図-2

にAと PO_4-P 、図-3に K/PO_4-P と NO_3-N

/ PO_4-P の関係を示す。これらのグラフを含め、実験結果から推察される事項は以下の通りである。

(1) ソウ類増殖曲線のロジスティック曲線近似は、97%が相関係数0.7以上となり、かなり良い結果を示した。

(2) 定常時到達時間は NO_3-N/PO_4-P の値にはあまり関係を示さずリン量に応じて増加する。

(3) 図-1に示す様に、Kの NO_3-N/PO_4-P に対する増加は NO_3-N/PO_4-P が100以上になるときわめて微量になり定常状態に達する。これは NO_3-N/PO_4-P が100以上の領域では、 NO_3-N が PO_4-P に対して過剰となり、制限因子が NO_3-N から PO_4-P に移行したため、 NO_3-N がソウ類増殖量を支配できなくなったためである。

(4) 図-2に示す様に、Aは PO_4-P の増加にしたがって正の相関を示し、 $A = 669.4 [PO_4-P]^{0.915}$ なる式で示

表-1 培地組成表

主要成分	mg/L
MgCl ₂ 6H ₂ O	41.20
MgSO ₄	29.81
CaCl ₂	11.32
Na ₂ CO ₃	50.0
FeCl ₂ 6H ₂ O	0.53
微量成分	mg/L
H ₃ BO ₃	618.4
MnCl ₂ 4H ₂ O	1348.6
ZnCl ₂	109.03
CaCl ₂ 6H ₂ O	4.76
CuCl ₂	0.03
Na ₂ MoO ₄ 2H ₂ O	24.20
Na ₂ EDTA H ₂ O	9070.0
pH	7.2

表-2 実験条件

RUN	PO_4-P (mg/L)	NO_3-N/PO_4-P	0.0271	0.0271	0.0267	0.0271	0.0270	0.0250		
RUN1	NO_3-N/PO_4-P	2.36	4.42	7.94	16.38	42.96	90.0			
RUN2	PO_4-P (mg/L)	0.041	0.041	0.041	0.041	0.041	0.041	0.041		
	NO_3-N/PO_4-P	2.34	6.24	10.82	30.24	74.63	131.7	187.8		
RUN3	PO_4-P (mg/L)	0.083	0.092	0.096	0.086	0.087	0.083	0.085	0.086	
	NO_3-N/PO_4-P	2.65	5.22	10.83	23.72	68.97	95.20	136.5	209.3	
RUN4	PO_4-P (mg/L)	0.430	0.427	0.417	0.421	0.424	0.470	0.430		
	NO_3-N/PO_4-P	2.51	6.74	13.91	28.50	72.64	144.7	181.4		
RUN5	PO_4-P (mg/L)	0.840	0.854	0.854	0.849	0.841	0.848	0.854		
	NO_3-N/PO_4-P	2.05	5.04	7.67	13.43	27.11	67.2	133.5		

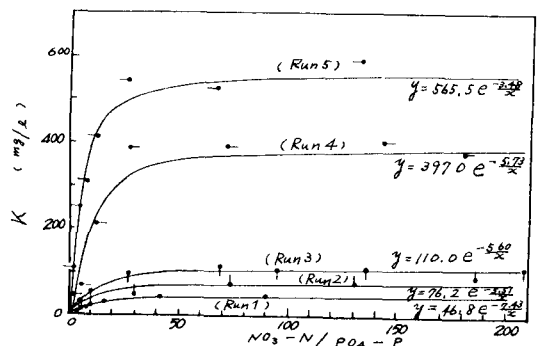


図-1 Kと NO_3-N/PO_4-P の関係

せる。これにより PO_4-P が制限因子となった状態での最大ソウ類量を推定することが可能であるが、これは PO_4 に対して明確な相関を示さないため、 NO_3-N が制限因子となった状態では最大ソウ類量を推定することは、現段階ではできない。

- (5) 図-3 に示す様に、 K/PO_4-P の定常状態での平均: $[K/PO_4-P]_{max}$ は、 PO_4-P が増加するにしたがって減り示す傾向を示す。これはリン濃度増加とともにソウ類の細胞内取り込み量が増え、 PO_4-P の利用率が減少するためである。また $K/取り込みNO_3-N$ と NO_3-N/PO_4-P の関係も似たような傾向を示し、 NO_3-N が過剰で PO_4-P が制限因子となっているところでは NO_3-N の利用率が低下する。

- (6) μ は PO_4-P や NO_3-N 濃度にあまり相関を示さない。

4 具体的適用性について

得られた結果に基づき釜房ダム（宮城県川崎町）に流入する河川について水質調査を行なうとともにソウ類培養試験も行なった。表-3 にソウ類培養試験も含めた水質結果を示した。これによると NO_3-N/PO_4-P はいずれも 50 以下で NO_3-N が制限因子となっているため今回の実験結果から最大ソウ類量を推定することはできない。

ところが地点 1, 2, 4 およびダム水では NO_3-N が過剰に混入した場合の可能最大ソウ類量 (A) をはるかに超えたソウ類量を培養によって得た。地点 1~4 はいずれも前川下流であり特定水域に限られていることから、この水域では PO_4-P 以外でソウ類に利用可能な $FePO_4$ やキレート化合物等としてのリンが多量に含まれているものと思われる。この結果から、実際の水域においてソウ類増殖能力を推定するには、自然環境に帰因する様々な影響因子の挙動を調べると同時に窒素とリンの種々の形態によるソウ類の利用率の相違についても検討する必要があることがわかった。

5 おわりに

今回の実験では、固定したリン濃度を 5 段階としたが、もっと精度を上げるためには数多くの Run を実施する必要がある。また係数 b についても PO_4-P または NO_3-N との関係は何らかの形で究明し、 NO_3-N が制限因子となっている段階での最大ソウ類量を推定できるようにしたい。今回の実験は、制限因子を NO_3-N と PO_4-P のみに限定し、他の栄養塩や水温・照度等による影響を考慮していないため、実際の水域の環境とは若干の相違がある。更に、ソウ類に利用可能な他の窒素やリンの形態についても加味していないために、今回の釜房ダム上流河川のように実験面での適用は現段階では不十分と言わざるを得ない。今後は上記の点を考慮しながら実験・検討を重ね、より実際的なものにしていく。

参考文献 佐藤・千葉・鎌田 “藻類増殖に与える窒素とリンの影響について”

第31回全国水道研究発表会（投稿中）

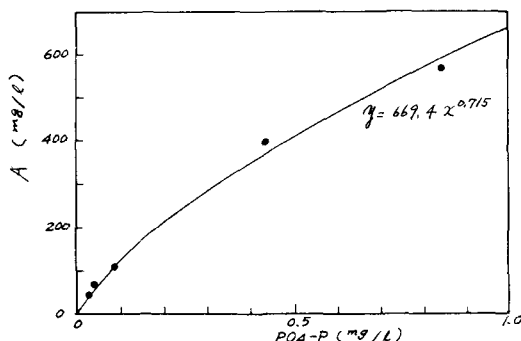


図-2 A と PO_4-P の関係

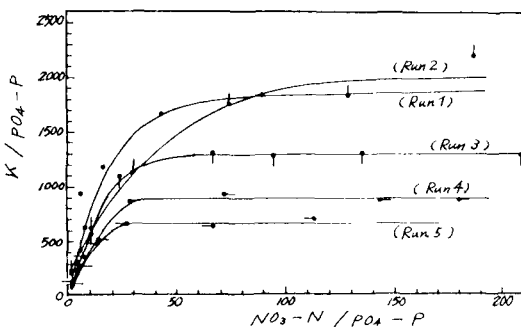


図-3 K/PO_4-P と NO_3-N/PO_4-P の関係

表-3 水質成績表

地点	NO_3-N (mg/L)	PO_4-P (ppb)	NO_3-N/PO_4-P	A (mg/L)	K (mg/L)
1	0.268	8.09	33.1	21.4	39.9
2	0.200	6.62	30.2	18.5	40.0
3	0.135	0	—	—	32.0
4	0.107	3.65	29.3	12.1	34.4
5	0.0443	7.21	6.14	19.7	15.5
6	0.0313	3.65	8.59	12.1	11.0
7	0.124	18.4	9.25	30.7	25.0
8	0.0534	14.9	3.58	33.1	15.1
9	0.0752	16.4	4.59	35.4	20.3
10	0.0311	10.8	2.88	26.3	8.1
ダム水	0.120	9.88	13.2	24.7	42.8