

貯水池の富栄養化現象に関する基礎的研究

熊大工学部 正会員 中島重旗
 熊大工学部 正会員 神谷定子
 熊大大学院 学生員○平尾将基
 熊大工学部 松井洋一

1. はじめに

伊万里市工業用水道貯水池では、貯水池内部において発生した藻類が渦池の閉塞を急激に引き起こすなどの富栄養化現象による問題が起きている。本研究では現場調査及び定期的な採水を実施し、それを基に本貯水池の富栄養化現象の把握を目的として水質に関連深い底泥の堆積状態の主成分分析による評価、及び栄養塩濃度の予測モデルの検討を試みた。

2. 貯水池の概要と、現場調査及び定期採水

図-1に工業用貯水池の概略を示す。等水深線は、満水時のものである。本貯水池は、総貯水量478000 m^3 、給水能力日量7000 m^3 であり、有田川又川堰より、ポンプ揚水している。

現場調査は、86年度は7月、9月に行ない、87年度は、5月、8月、11月、12月に行なった。又毎月A～E地点、流出部、流入部、有田川において採水し、PH、TP、TN、SS、COD、生物量について測定した。透視度は1.5～2.0m、6月～9月にかけては表層から3m付近に躍層がみられ、成層状態になる。成層状態が始まる春期と循環状態へ移行する秋期には、藻類の大発生が見られる。

3. 底泥堆積状態、及び物質濃度による主成分分析

本貯水池における底泥の分布状態を図-2に示す。本図は、0～50cmの厚さに堆積した底泥を5段階に濃淡で視覚的に表わしたものである。最も底泥が厚く広範囲に堆積しているのは、図-1の点11、12である。これはこの付近が貯水池建設以前に、農業用貯め池であったためと推測される。又、点1、2においても厚い層がみられ、貯水池の狭部で貯水の停滞が予想される。

底泥の含有する金属(Zn, Cu, Mn, Fe), ω (含水比)、IL、T-P、T-NをJ I

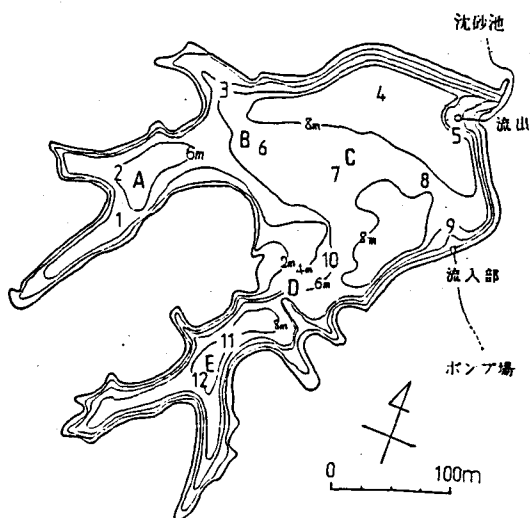


図-1 工業用貯水池概略

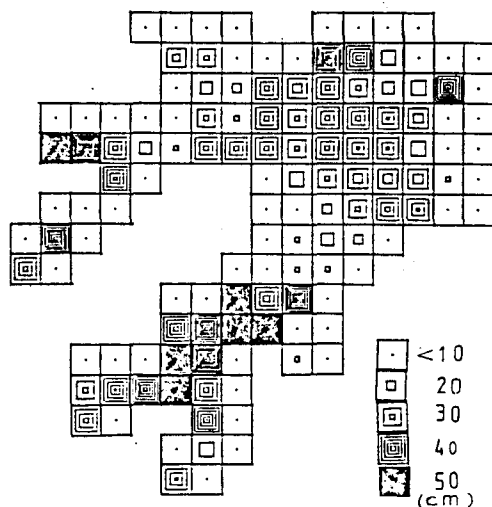


図-2 底泥の分布

表-1 底泥分析結果

地点	Zn	Cu	Mg	Fe	ω	IL	T-P	T-N
1	70	36	207	130	1.59	160.4	227	294
2	98	40	207	165	2.82	119.1	235	297
3	84	49	207	168	1.33	88.1	166	170
4	140	40	311	143	1.64	84.3	232	300
5	126	48	311	170	3.09	90.7	578	387
6	61	40	207	142	2.23	89.7	171	250
7	56	40	207	138	1.53	4.4	167	294
8	72	32	259	149	0.87	74.8	109	115
9	54	24	161	138	1.23	67.5	185	121
10	70	36	155	130	1.06	80.7	192	154
11	61	40	207	142	2.23	89.7	171	250
12	69	36	155	138	2.06	87.7	239	286
P場	94	40	250	140	1.14	81.2	110	139
単位	ppb	ppb	ppb	ppm	g/kg	g/kg	ppm	ppm

S規格、建設省河川砂防技術基準及び上水試験法に従って分析した。分析結果すべてを変数とし、8変数により主成分分析を行なった。分析結果を表-1に、主成分分析によって得られた主成分得点による散布図を図-3に示す。第一主成分 Z_1 の固有ベクトルはすべて正值であり、第二主成分 Z_2 の固有値は金属類が正值で、その他は負値となっている。これは、 Z_1 は沈降物質の量を、 Z_2 は沈降物質中の有機物量を反映していると考えられる。

4. 栄養塩濃度の予測モデル

小規模な本貯水池は、完全混合状態にあると仮定すると物質収支より次式が成り立つ。

$$Vdc = (Q_P c_P + Q_R c_R)dt - Q_E cdt - Vc \alpha dt$$

ここに、 dc ：貯水池における栄養塩濃度(mg/l)

Q_P ：導水量(l) c_P ：導水の栄養塩濃度(mg/l)

Q_R ：降水量(l) c_R ：降水の栄養塩濃度(mg/l)

Q_E ：取水量(l) α ：沈降率(1/月) V ：貯水量(l)

上式を c について解き、表-2のデータを用い一年間の全窒素濃度をシミュレーションした結果が図-4及び表-3である。3月と6月の実測値と計算値の差が大きいことについては、降水の全窒素濃度を年間一定と仮定($c_R=0.580\text{mg/l}$)しているため、実際の降雨負荷を反映できなかったと考えられる。10月と11月については成層期から循環期へ移行する微妙な時期であり、水質分析のタイミングが不適當であったと考えられる。

5. まとめ

主成分分析により、貯水池底泥が場所により違った性質のグループに分類できることが判った。これは、貯水の流動、物質沈降の状況を把握するうえで有益である。栄養塩濃度の予測モデルについては、シミュレーションの精度を上げ、富栄養化モデル全体へと発展させるため、降水の栄養塩濃度の年間変動をつかむことが必要と考えられる。

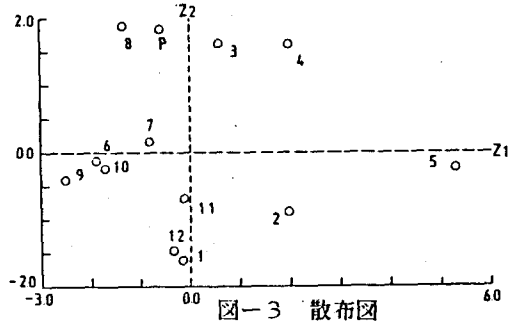


表-2 シミュレーションデータ

年月	導水量	取水量	降水量	貯水量	導水T-N	貯水T-N
86'12	116.3	138.0	16.56	466.3	2.834	1.348
87'1	92.5	147.7	17.02	460.1	1.581	0.965
2	95.5	132.6	17.60	414.9	0.930	0.958
3	66.3	143.2	41.63	414.9	1.310	0.881
4	167.5	139.0	29.67	436.3	0.712	0.525
5	99.8	140.3	41.29	244.8	1.414	0.778
6	54.5	138.3	62.79	183.6	1.751	1.316
7	51.8	142.7	138.00	244.8	0.760	0.790
8	104.9	141.7	115.50	183.6	0.514	0.433
9	95.8	136.1	28.75	183.6	0.902	0.582
10	171.6	141.1	25.07	449.2	2.518	2.518
11	90.4	135.6	13.80	448.6	1.371	3.582
12	90.0	135.0	3.45	440.0	1.023	2.012
単位	$\times 10^3 \text{m}^3$	$\times 10^3 \text{m}^3$	$\times 10^3 \text{m}^3$	$\times 10^3 \text{m}^3$	mg/l	mg/l

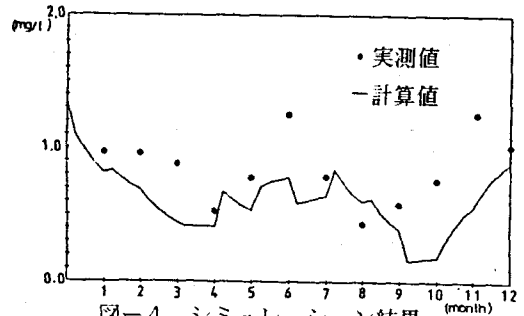


図-4 シミュレーション結果

表-3 シミュレーション結果

月	実測値	計算値	差
1	0.837	0.965	-0.072
2	0.774	0.958	-0.184
3	0.471	0.881	-0.410
4	0.428	0.525	-0.097
5	0.538	0.778	-0.240
6	0.786	1.316	-0.530
7	0.640	0.790	-0.150
8	0.603	0.433	-0.170
9	0.392	0.582	-0.190
10	0.177	0.763	-0.586
11	0.562	1.371	-0.809
12	0.891	1.023	-0.132

単位 (mg/l)