

II-26

江津湖の水質モデル

熊本大学 正会員 中島重雄
 熊本大学 神崎良久
 熊本大学 学生員 〇片藤敏彰
 熊本大学 学生員 杉本克夫

1. はじめに 近年、水質汚濁は全国的な問題となっており、我が熊本の江津湖もその例外ではない。そこで、私たちは江津湖のうち下江津湖の水質調査を行い、その現状を把握し、T-P, T-N, SSをパラメーターとした富栄養化モデルについて検討するものである。

2. 概要 S57年から58年にかけて、江津湖の水質改善のため水路が新設され、中島の西対岸で護岸工事が行われた。これらが下江津湖の水質に与えた影響を、沈降係数、拡散係数により考察を試みる。

3. 富栄養化モデル 下江津湖は、電気伝導率、水温の水深方向変化がほとんどないことより、完全混合単一層とみなし、2次元の流れとして考える。モデル解析においては、図1のように、下江津湖を7つのエレメントに分割し、シミュレーションを行ってゆく。

ある特定の物質が輸送されるとき、任意の区間容積を通過する物質収支の一般式を次のように与える¹⁾

$$V \frac{dC_i}{dt} = \sum (G_{ji} + E_{ji}) - S_i \quad \text{--- ①}$$

ここに、 V_i : エレメント*i*内の液体の容積, $\frac{dC_i}{dt}$: エレメント*i*内の物質の濃度変化速度

G_{ji} : エレメント*j*から*i*への移流による物質の輸送, E_{ji} :

エレメント*j*から*i*への拡散による物質の輸送, S_i : エレメント*i*内の物質の発生と消滅

移流項 G_{ji} は次のように表される。

$$G_{ji} = Q_{ji} \{ \delta_{ji} C_j + (1 - \delta_{ji}) C_i \} \quad \text{--- ②}$$

ここに、 Q_{ji} : エレメント*j*から*i*への流量 (m^3/s)

δ_{ji} : 境界における物質濃度を隣接エレメント内の平均濃度で表すのに用いる比例定数で、0.5~1.0の値をとる。

拡散項 E_{ji} は次のように表される。

$$E_{ji} = D_{ji} (C_j - C_i) \quad \text{--- ③}$$

ここに、 D_{ji} : 拡散係数

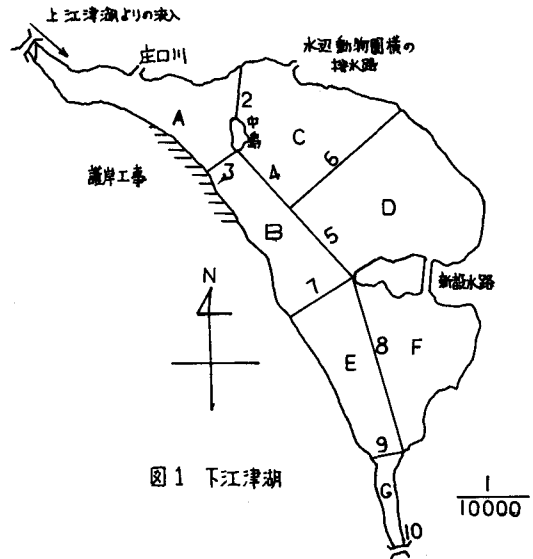
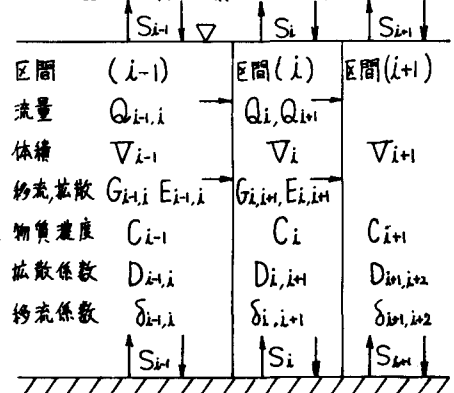


図1 下江津湖

図2 有限容積モデルの模式図



この場合の拡散項は線形であるが、連続モデルにおいては、2次の現象を反映していることに注意すべきである。式②および③を式①に代入すると、

$$V \frac{dC_i}{dt} = \sum \{ Q_{ij} \{ \delta_{ji} C_j - (1 - \delta_{ji}) C_i \} + D_{ji} (C_j - C_i) \} - S_i \quad \text{--- ④}$$

となり、有限容積の式である。定常状態であると考え、上式において $\frac{dC_i}{dt} = 0$ とおく。

発生消滅項 S_i は、SS に関して、発生項として考慮するものは、局所流入による増加および巻き上げによる増加とする。ここで、下江津湖は豊富な湧水による流量増加があるが、このことはエレメントにおける水の流入量、流出量の関係より明らかである。江津湖周辺の湧水にはSSが含まれていないので湖底からの湧水も同様とみなし、湧水によるSSの増加は考慮しない。

消滅項は沈降が主である。したがって k_{si} は、濃度 C_i との積ではなく、面積 A_i 、および粒径 D の2乗に比例する。今回の下江津湖のSS中には有機物と無機物が混在していると考えられるので、次式の $V_i k_{si} C_i$ という形で表す。

浸透については浸透水中にSSは含まれないので考慮しない。以上のことより、発生消滅項 S_i は次のようになる。

$$S_i = V_i k_{si} C_i - \delta_i C_{ri} \quad \text{--- ⑤}$$

ここに、 k_{si} : エレメント i 内の沈降係数、 C_i : エレメント i 内の平均汚濁物質濃度、 C_{ri} : 局所流入、巻き上げ等による汚濁物質濃度、 δ_i : 流入河川の流量
以上のことより、有限容積モデルの一般式は次のようになる。

$$\{ \sum \{ D_{ij} + Q_{ij} (1 - \delta_{ij}) \} + V_i k_{si} \} C_i + \sum (Q_{ij} \delta_{ij} - D_{ij}) C_i = \delta_i C_{ri} \quad \text{--- ⑥}$$

表1 T-P, T-N 濃度

	T-P 濃度 (mg/l)	T-N 濃度 (mg/l)
上江津湖からの流入水	0.31	1.50
庄口川	0.22	1.65
水辺*	0.59	1.20
湧水	0.20	1.32
湖内の平均濃度	0.34	1.50

表2 SS 濃度

		SS濃度 (mg/l)
庄口川		9.0
水辺*		14.8
湧水		0.0
浸透水		0.0
エ レ メ ン ト	A	5.4
	B	5.0
	C	4.8
	D	3.8
	E	7.8
	F	8.5
	G	12.8

* 水辺は湖底面からの湧水路

4. 現段階における考察 下江津湖内の水質分析の結果を表1、表2に示す。T-P、T-N濃度は、一般に湖の富栄養化の許容レベルである T-P 0.02 ㎎、T-N 0.2 ㎎の5倍以上の高い値を示している。SSの濃度は、14.8 ㎎以下であり、河川、湖沼の両方の水質環境基準²⁾によると、類型B型以上となる。水路新設前と新設後の拡散係数の変化を表3に示す。これによると、水路を囲む測線4、5、6、8は新設前に比べ、増加していることがわかった。これは湖沼的要素の強いエレメントD、Fでの水の循環が水路新設前よりもスムーズに行われるようになったことを示す。しかし、その反面測線7での減少が著しい。

表3 拡散係数

測線	拡散係数 (m ² /s)		増減 (%)
	水路新設前	水路新設後	
2	4417	5816	+32
3	2900	2752	-5
4-5	2515	2815	+12
6	1214	1366	+13
7	3204	2099	-34
8	1626	1740	+7
9	18301	17750	-3

5. 今後の課題 (1)消滅項は沈降物を実測して算定する。(2)この消滅項は沈殿以外の影響が含まれているので、式④の計算によって補正する。(3)沈降係数によって水路の影響を検討する。この結果を発表時に説明する。

(参考文献)

- 1) 中島重雄: 土木技術者の陸水環境調査法 森北出版 1983年
- 2) 合田健: 水質工学 基礎編 丸善 1975年

○ 水路新設前との比較のため測線4と測線5を1つの測線と考えた。