

博多湾水質分析値による富栄養化の評価

九州産業大学 正会員○加納正道、赤坂順三
九州産業大学 学生員 横野 隆、竹下忠志
九州産業大学 元井綱久、土佐和昭

1・まえがき 水系の水質汚濁や富栄養化を表示する場合に、環境基準や水質汚濁防止法では従来CODまたはBOD、SS、DO、pH、大腸菌群数等が使用されてきた。また、昨年秋期に陸水系の環境基準はBODで示す有機物からTP、TNの栄養塩類へと変わり、海域のCODもTP、TNへ変わることが予想される。これらで使用されているCOD、BOD、SS、TP、TN等は個別一般指標である程度水域の特性をあらわしうが、水域別にあてはめたCOD、BOD、SS、pH、TP、TN等が水系の水質評価の理想ではないであろう。そこで、我々は、博多湾で実測されたSD(透明度)、CH-a(クロロフィルa)、TP、TN、 Cl^- 、SS、CODの値のあいだの相関を調べ、さらに Carlsonらにより、湖沼の富栄養化を表示するために提案されたTSI(富栄養化度指数)²⁾を博多湾へ応用して博多湾における水質評価のより良い方法を考察する。

2・富栄養化度指数 富栄養化の判定には、本来できるだけ多くの因子を測定し、その結果を総合的に考察して判定する必要があるが、多くの因子のデータを測定するのは、多大の労力を要する。また、因子によっては、判定した富栄養化度の結果が異なる場合が考えられる。したがって、このことから単一因子による富栄養化の判定のために、Carlsonによって考案されたのが、TSI(富栄養化度指数:Trophic State Index)である。これは、彼がアメリカの湖沼におけるデータをもとに考案したものである。また、同じように日本においては、相崎らによって日本の24の湖沼の調査結果から、修正 Carlson指数 TSI_M が提唱されている。しかし、上記の二つのTSIは湖沼において考案されたものである。したがって、我々はこの考えをもとに、博多湾などの閉鎖海域においても海域のTSIが設定できるものとする。

3・博多湾におけるTSI 昭和53年から昭和56年の浮遊物濃度(SS)、透明度(SD)、塩素濃度(Cl^-)、全リン濃度(TP)、全窒素濃度(TN)およびCH-aの水質データをもとに解析した。その結果表1、2で

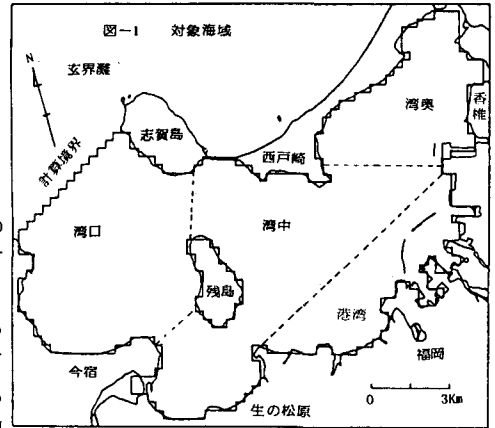


表-1 単相関係数

53年～55年						
	SS	Cl^-	TN	TP	SD	COD
SS	1.000	0.730	0.552	0.602	0.678	0.754
Cl^-		1.000	0.592	0.758	0.748	0.844
TN			1.000	0.824	0.529	0.574
TP				1.000	0.540	0.690
SD					1.000	0.774
COD						1.000

56年						
	Cl^-	TP	TN	CH-a	SD	COD
Cl^-	1.000	0.509	0.567	0.206	0.479	0.553
TP		1.000	0.712	0.507	0.562	0.500
TN			1.000	0.317	0.553	0.523
CH-a				1.000	0.493	0.537
SD					1.000	0.614
COD						1.000

表-2 重相関係数

53年～55年		56年	
SS	0.750	Cl^-	0.999
Cl^-	0.999	TP	0.656
TN	0.580	TN	0.609
TP	0.619	CH-a	0.983
SD	0.986	SD	0.981
COD	0.910	COD	0.744

示すような単相関および重相関係数となる。重相関の高い順序から記せば Cl^- 、CH-a、SD、COD、TP、TNになり、単相関よりSDは、COD、TP、TN、CH-a、 Cl^- と相関が高いことがわかった。

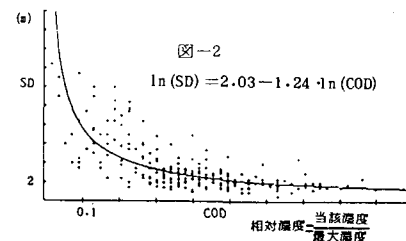
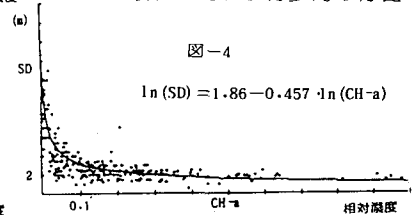
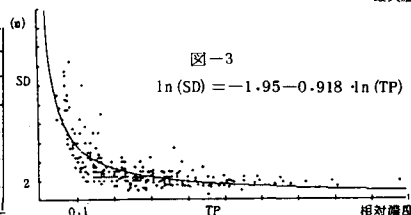


図-2～4で示したグラフは、SDと相関が高い水質項目との関係を両対数式で表示するために表す。ただし、単相関、重相関ともに Cl^- の値が高いが、これは湾口より湾奥へ向うほど海域の汚染が高くこれが陸水との混合度合に一致するという博多湾の特性



を示していると考え。また Cl^- の他はその水質項目のもつ意味から妥当であろう。また、TSI (CH-a) を決定する場合 CH-a は、東京湾においては最大値 / 20 $\mu\text{g}/\ell$ が観測されているし、CH-a の最大値は、湖沼においても / 1000 $\mu\text{g}/\ell$ を越えることはほとんどない。したがって、海域においても、この値を超過しないと考える。以上の結果から、CH-a が約 / 1000 $\mu\text{g}/\ell$ のとき TSI_{HS} (博多湾における TSI) を / 100 とし、TSI_{HS} が / 10 下がることに CH-a は 3 分の / になるものとして式 (1) を作製した。また、この結果を表にあらわすと表-3 がでる。

$$TSI_{HS} (CH-a) = 10 (3.71 + \log_3 CH-a) \dots (1)$$

図-2、図-3、図-4 の結果から

$$SD = 6.43 (CH-a)^{-0.457} \quad (r=0.75, n=270) \dots (2)$$

$$SD = 7.61 (COD)^{-1.24} \quad (r=0.85, n=546) \dots (3)$$

$$SD = 0.142 (TP)^{-0.918} \quad (r=0.84, n=546) \dots (4)$$

の式がえられるから、TSI_{HS} の値はそれぞれ

$$TSI_{HS} (SD) = 10 (3.71 + \log_3 (58.4 (SD)^{-2.19})) \dots (5)$$

$$TSI_{HS} (COD) = 10 (3.71 + \log_3 (0.692 (COD)^{2.70})) \dots (6)$$

$$TSI_{HS} (TP) = 10 (3.71 + \log_3 (4150 (TP)^{2.01})) \dots (7)$$

である。したがって、博多湾の TSI は、四つのパラメータから計算できるため目的に応じた選択が可能である。また、それぞれのパラメータと TSI_{HS} との関係を表にまとめると表-4 になる。また、この式を用いて博多湾の昭和 56 年度月別データを計算しグラフに表わしたものが図-5~8 である。これによると COD による TSI_{HS} が月ごとに最も大きく変化し、また、TP による TSI_{HS} が最も安定している。したがって、富栄養化を表わす指標としては、現在の環境基準である COD が最も不適当であり、TP、CH-a、SD のほうが適当であることになる。

4・むすび 我々は、博多湾の水質測定データを使用して、SD を基準とし、CH-a が / 1000 $\mu\text{g}/\ell$ を越えないという考え

にもとづいて海域 TSI_{HS} を決定した。TSI_{HS} によれば現在の環境基準の富栄養化項目である COD が不適当な指標であり、TP が最適な指標であることがわかった。しかし、これは昭和 53 年から昭和 56 年という短期間のデータのみによるものであるから、もっと多くの海域や長い期間のデータを用いれば、海域一般に使用できる TSI

が決定できると考える。これらが決定できれば富栄養化度を一つの値として表わせ、今後の環境基準をこれにしたがってより良いものにできると考える。

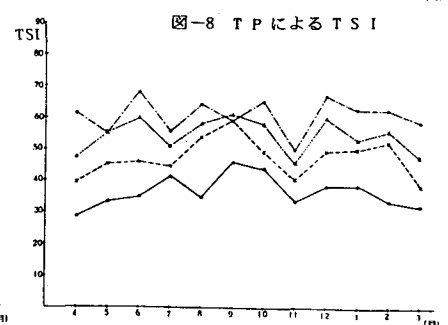
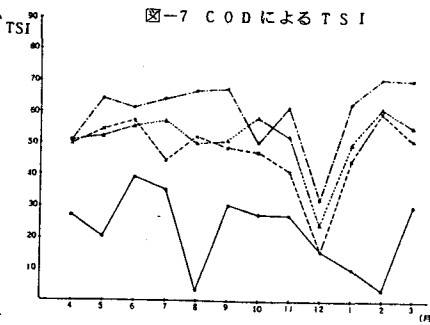
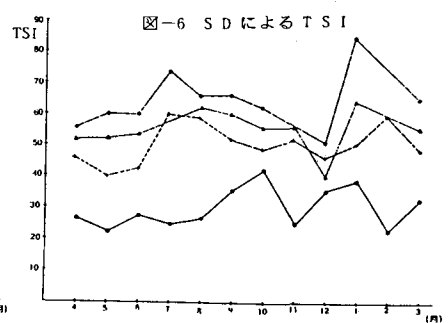
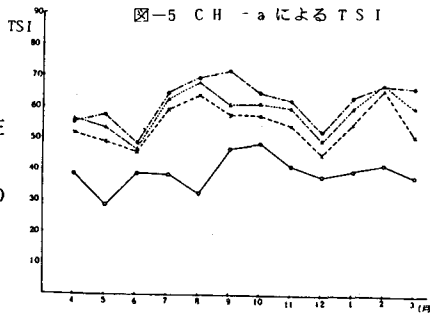
- 参考文献 1) 福岡市：環境保全に関し講じる措置を記載した図書、1981
2) 合田健編：水環境指標、思考社

表-3

TSI	CH-a ($\mu\text{g}/\ell$)
0	1.70E-2
10	5.09E-2
20	0.153
30	0.458
40	1.38
50	4.13
60	12.4
70	37.1
80	111
90	334
100	1000

表-4

TSI	SD (m)	TP (ppm)	COD (ppm)
0	41.5	2.07E-3	0.254
10	25.1	3.58E-3	0.381
20	15.2	6.19E-2	0.519
30	9.19	1.07E-2	0.859
40	5.56	1.85E-2	1.29
50	3.36	3.19E-2	1.94
60	2.03	5.52E-2	2.91
70	1.23	9.55E-2	4.36
80	0.744	0.165	6.55
90	0.450	0.285	9.83
100	0.272	0.493	14.8



湾奥 ———●
港湾 ———▲
湾中 ———×
湾口 ———○