

山口大学工学部 正員 ○ 淳田正夫
正員 中西 弘
三井造船 山田利行

1 研究目的 本研究は浅海域の環境評価の一環として、複雑さのゆえに研究が遅れている干潟の多い河口感潮部における水質解析を試み、まずその第一段階として、ボックスモデルによる物質収支の検討を行った。研究目的は i) 干潟感潮部の物質変化の特徴を明らかにする。ii) ボックスモデルを適用する場合の問題点とその改良 iii) 今後の調査研究の進め方について方法論の検討を行うことである。

2 研究方法 ① 現地調査 計算に必要な入力データや諸係数を得るために以下のような調査を実施した。i) 水質調査 昭和56年7月21日に、流入河川および湾内の水質調査を行った。調査点は図1に示すとおりで、上げ潮、下げ潮、上下二層の採水を行った。項目はCOD, N, Pおよび明暗はんによる一次生産速度の測定等である。一次生産速度の測定は8月4日にも行い、参考にした。ii) 底質調査 昭和56年8月4日に湾内の7定点について、底泥柱状試料の採泥を行い、酸素消費速度, N, P溶出速度その他の底質の分析を行った。iii) 海水遡上量調査 河口感潮部の縦横断面図を既存の資料、現地測量により調整し、昭和56年11月14日の満潮時の水位を数地点で観測した。これらの観測値と一方、潮位表よりの水位を全域水平に与えた場合のBox Iの水量を比較して整合性を確認した上で、潮位表よりの平均高潮位と平均低潮位時の水量差を遡上海水量として計算に用いた。なお平均容積は平均潮位時に対応するボックスの存在水量である。

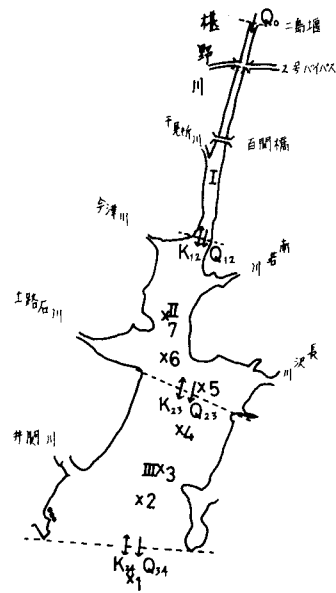


図1 山口湾のボックスと調査地点

表1 山口湾各Boxの水質平均値(昭56.7.21)

Box	透明度 (m)	COD (mg/l)	ssCOD (mg/l)	TN (mg/l)	ssN (mg/l)	TP (μg/l)	ssP (μg/l)
I		4.1		0.90		94	
II	1.5	6.1	1.1	0.54	0.24	88	29
III	2.3	6.0	1.3	0.49	0.22	70	22
外	3.2	4.6	0.9	0.36	0.18	47	9

表2 山口湾流入河川の流量と水質

	流量 (10 ³ m ³ /d)	CI	COD (mg/l)	TN (mg/l)	TP
櫛野川=島根	623	25	3.9	1.2	0.093
Box Iへの流入	115	50	5.1	0.9	0.27
Box IIへの流入	249	35	6.7	1.5	0.24
Box IIIへの流入	65	50	6.6	1.8	0.24

表3 山口湾各Boxのその他諸元

	I	II	III
容積 (10 ³ m ³)	1,060	7,830	54,190
面積 (10 ³ m ²)	960	6,030	10,630
平均水深 (m)	1.1	1.3	5.1
海水遡上量 (下流側境界) (10 ³ m ³ /潮)	1,750	13,900	35,400
底泥溶出			
r _N (g/m ² /d)	100	79	19
r _P (g/m ² /d)	15	6.3	1.3

② ボックスモデル 櫛野川感潮部および山口湾を図1に示したようなボックスに分け、前項の調査をもとに必要な諸係数・諸元を設定した上で、各ボックスの物質収支をとり、直接測定することの困難な係数を求める。基礎式はBox Iを例にとって次に示すようである。

$$V_1 \cdot \frac{dC_1}{dt} = 0 = Q_0 \cdot C_0 + Q_{12} \cdot C_{12} + K_{12} \cdot C_2 - C_1 + R_1 \cdot V_1 \dots (1)$$
 ここで変化項Rは
$$C_1: R = 0, P: R = - (W/H) \cdot \beta_P \cdot C + r_P/H$$
$$N: R = - (W/H) \cdot \beta_N \cdot C + r_N/H - K_N \cdot C$$
$$COD: R = - (W/H) \cdot \beta_C \cdot C - K_C \cdot C$$
 であり、
V: ボックス容積 Q: 移流, 流入水量, K: 拡散水量
W: SS沈降速度, H: 水深, $\beta_P, \beta_N, \beta_C$: SS態の割合, r: 溶出速度, $K_N; K_C$: N; CODの減少係数。

3 研究結果 ①水質調査結果より各ボックスの平均水質を求めると表1のごとくであり、また表2には山口湾へ流入する河川の流量と水質を昭和55年8月その他の調査結果からまとめている。

②酸素変化速度 表4にBox II, IIIについて、酸素の生産および消費速度と、COD換算した正味の内部生産量の試算を示している。Box IIではアオサの純生産を含めて $3.6 \text{ g/m}^2/\text{日}$ 、Box IIIでは同じく $2.9 \text{ g/m}^2/\text{日}$ のCOD生産がある。参考に図2, 3に水中および底泥コアによる酸素変化速度等の場所的分布を示しておく。

③海水遡上量 表3に海水遡上量その他の諸元についてまとめているが、調査時の実測満潮位より計算したBox I水量と同時刻の宇部港潮位表に基いて計算した水量の差は 40 千 m^3 で、同表に示したBox Iへの海水遡上量に対して2%程度にすぎない。水位や水質変動のばげしい感潮部の平均塩素量を実測値から設定することは不可能で、 Cl^- の収支をとる際、Kは海水遡上量に比例するものとして、比例定数 γ と、Box IおよびIIの Cl^- 濃度を未知とすることにより、Kを求める方法が合理的であると考えられる。

④K, W, K_N , K_C の計算結果を表5にまとめた。P, N, CODについてはやはり、 $Q' = \alpha Q$, $K' = \alpha^2 K$ の補正が必要である。図4 a~c は α とW, K_N , K_C の間の関係を示している。 $\alpha = 0.5$ のとき、WはBox Iで約3 m/日、Box IIで0.5 m/日、Box IIIで1 cm/日である。Nは他二者に比べてやや不安定な結果となっているが、IIでは0.04 1/日の K_N が得られている。Iで窒素固定があるのかどうかについてはなお検討の要がある。CODについてはBox Iで減少が大きい他、Box II, IIIではこの時期かたりの純生産があることが示されている。この数値を表4の値と比較すると、オーダー的にはよく一致している。

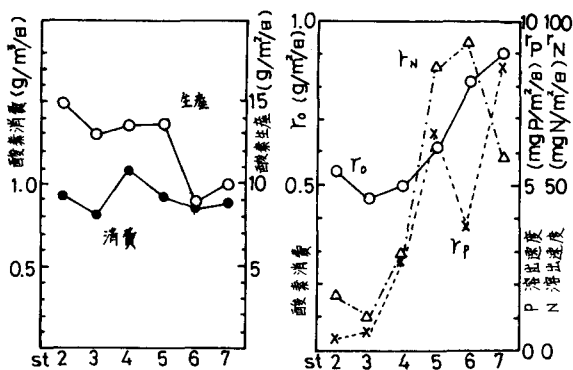


図2 水中の酸素変化速度

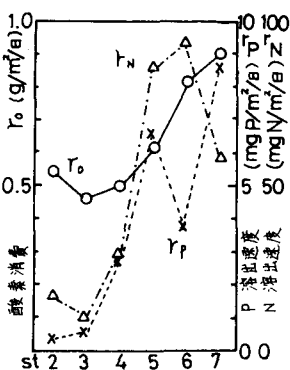


図3 底泥の酸素消費速度等

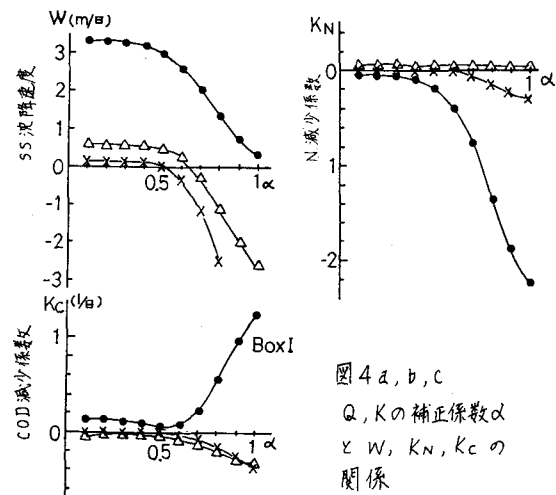


図4 a, b, c
Q, Kの補正係数 α
とW, K_N , K_C の
関係

表4 酸素変化速度測定値

	Box II	Box III	備考
	(g/m²/d)	(g/m²/d)	
水中酸素生産速度	a	13.9	純生産
水中酸素消費速度	b	-5.1	
底泥酸素消費速度	c	-0.5	
アオサ酸素純生産量	d	0.3	TOD/N=19.7
計	e	8.6	
同COD換算値	f	2.9	TOD/COD=3
	g	(2.8)	dを除いた場合

$e = a + b + c + d$, $f = e/3$ d: 新田湖底水産研究所データによる。

表5 各Boxの物質変化係数計算値

	I	II	III
拡散水量 K ($10^3 \text{ m}^3/\text{d}$)	3,940	31,410	79,850
比例係数 γ	2.26		
SS沈降速度 W (m/d)			
=0.5	2.97	0.47	0.01
N減少係数 K_N (1/d)			
=0.5	-0.20	0.04	0.006
COD減少係数 K_C (1/d)			
=0.7	0.24	-0.13	-0.09
COD生産量 (g/m²/d)	-1.1	1.0	2.8

4 要約 山口湾干潟感潮部の水質解析を行い、

i) 拡散水量が海水遡上水量に比例すると考える方法が有効であること、ii) SS沈降速度が海域に比較して相当大きい値を示すこと、iii) 夏季は感潮部での内部生産が非常に卓越すること、などが明らかとなった。今後、より調査の頻度をあげて、解析精度向上をはかる必要がある。