

(7) 山口湾干潟感潮部における汚濁物質の挙動について

NUTRIENT TRANSPORT IN THE ESTUARY OF YAMAGUCHI BAY

浮田正夫[※], 関根雅彦[※], 中西 弘[※]

Masao UKITA[※], Masahiko SEKINE[※], Hiroshi NAKANISHI[※]

ABSTRACT; Estuaries plays an important role in the nutrient transport system, but there is only a little knowledge about it. Yamaguchi Bay estuary, which has large tidal marshes, was chosen as the field of this study. By the field work investigation, the following results were obtained; 1) A large amount of suspended solid is transported upstream during one tidal cycle, under ordinary weather conditions. 2) With this movement, suspended portions of P,N,COD also go upstream, while, soluble portions of them go downstream during one tidal cycle. 3) Movements of chlorophyll-a, suspended solid and Cl ion are different from each other, because the vertical distribution of their concentration and the flowing velocity are localized. 4) Net sedimentation rate of suspended solid in the estuary, calculated from mass balance or by box model simulation, was 1 to 3 m/day.

KEYWORDS; estuary, tidal marsh, suspended solid, nutrient transport.

1. は じ め に

河口感潮部の生態学的な重要性は大きく、また、汚濁物質の海域への流入負荷を考える場合にはこの部分での浄化を考慮に入れる必要がある。しかしながら、河口感潮部は非定常性が極めて大であり、複雑な環境を形成しているため基礎的な知見が不足している。本論文では、河口感潮部の中でも干潟の発達している山口湾を対象とし、実測調査を元に干潟感潮部の特性を考察する。

2. 研 究 目 的

- 1) 干潟感潮部における水質分布の特性を明らかにする。
- 2) 河口干潟の発達している感潮部における汚濁物質の移動状況を把握する。
- 3) 平常時SSが遡上する現象を確認し、その原因について考察する。

3. 研 究 方 法

3.1 調 査 方 法

(1) 対象水域 対象とした水域はFIG. 1に示すとおりである。水域は大きく分けると、遡上上限の二島堰から相原の河口点までがBox Iでその間の距離は約4.5 kmある。河口点より長浜沖まで約3.5 kmがBox IIでこの区間には中潟、新地潟、南潟の3つの大きな干潟がある。長浜より山口湾立石まで約3.8 kmがBox IIIで海域の要素が徐々に大きくなる。また、水質解析の便宜上、Box IをBox A, St 1とSt 2の間をBox Bとする。

(2) 調査時期 調査は昭和57年8月19日(月齢0.4), 昭和58年3月19日(月齢4.8), 昭和58年8月29日(月齢2.7)の3回、干潮が早朝および夕方、満潮が正午前後の日を選んで行った。潮時は

※ 山口大学工学部 Univ. of Yamaguchi Prefecture

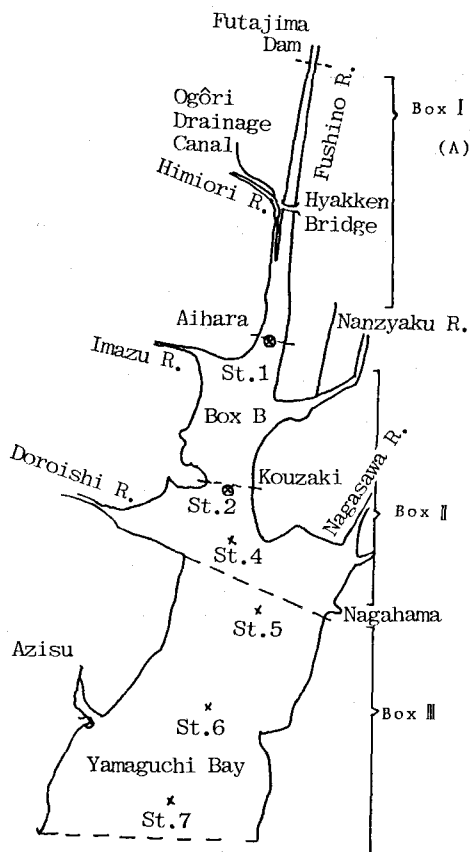


FIG. 1. Outline of Yamaguchi Bay

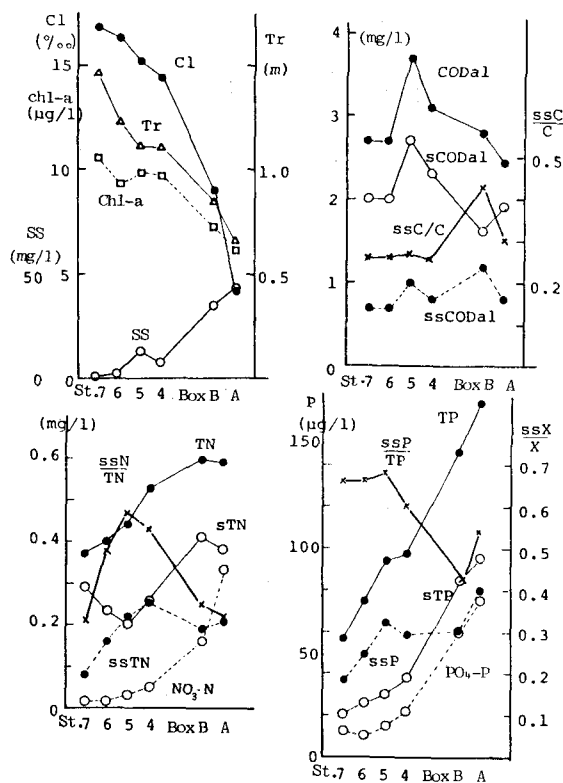


FIG. 3. Longitudinal Distribution of Nutrients (1983.8.29)

TABLE 1. Tide Level on the Investigation

	low-water-level (cm)		high-water-level (cm)	
The 1st Investigation '82.8.11	6:46	102	12:48	322
	18:56	119		
The 2nd Investigation '83.3.19	5:30	62	11:32	325
	17:52	31		
The 3rd Investigation '83.8.29	6:00	95	12:01	330
	17:59	112		

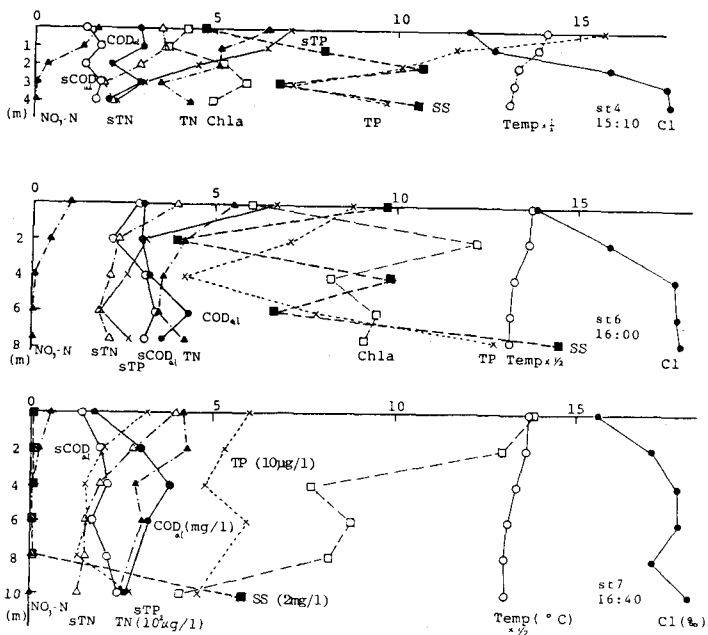


FIG. 4. Vertical Distribution of Nutrients (The 3rd Investigation)

TABLE 1 に示すとおりである。第2回は上流の堰の試験転倒の日とたまたま重なったため異常時の調査となった。

(3) 採水および流量測定

1) 第1回調査 河口点では中央部にゴムボートを固定し、1時間ないし30分ごとに、水位、流速の測定および採水を行った。流速はプロペラ式微流速計による2点法(2割, 8割水深), 採水はおもりを強化したハイロート採水器により $1/2$ 水深付近で行った。百間橋では、水中に入り手で平均的なサンプリングを行った。

2) 第2回調査 河口点, 干見折川口, 百間橋の3点でボートを固定し、30分ごとに水位、流速の測定および採水を行った。流速測定は百間橋では流速計を底から表面までゆっくりひき上げながら水深方向平均値を得、干見折川口および河口点(流速計故障)では表面流速を測定した。採水は3.5 cm径の塩ビパイプを用い、水面から水底近傍まで全層採水を行った。

3) 第3回調査 河口点, 幸崎沖の2点で船を固定し、30分ごとに水位、流速、濁度の測定および採水も同時に行なった。

3.2 分析方法

分析項目は塩素イオン, SS, クロロフィルa, COD, 無機態N, ケルダールN, PO4-P, TP, およびGFCろ液について溶解性のCOD, Kj-N, TPである。分析方法はおおむね常法どおりであるが、クロロフィルaは海洋観測指針の方法によった。CODはJIS K-0102の酸性法と $1/40$ KMnO4を用いるアルカリ法を併用した。特に断らない場合はJIS法である。ろ過はすべてGFCろ紙を用いた。試料ろ過後、ろ紙の洗浄を省略したため、SS濃度の算出にあたっては塩分濃度の補正を行った。

3.3 流量計算

第1回調査においては流速実測値に各時刻の断面積を乗じた値を断面通過流量とした。断面積はあらかじめ測定した横断面図に水位を与えて計算した。第2回調査においては河口部の流速が得られなかったため、各断面の断面積と距離より水量を算出し、その時間変化と河川流入水量より上流側から順次断面通過流量を求めた。第3回調査においては実測値および前回と同様の計算値を得たが、平均流速としては後者の方が代表性があると考え、収支解析には後者の値を用いた。なお河口点~幸崎間の水量は山口県より提供された2000分の1等深線図より、皿型の容器を設定し、これに水位を与えることにより算出した(FIG. 2)。

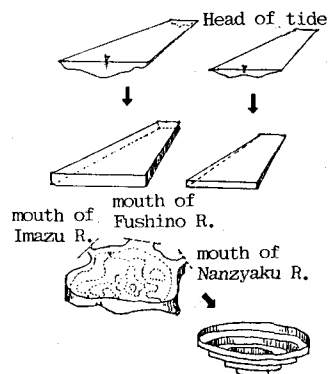


FIG. 2. Modeling of Boxes for Calculating the Water Volume

4. 研究結果

研究結果を第3回調査を主体にして以下に述べる。

4.1 水質縦断分布

FIG. 3 に湾口から河口感潮部へかけての水質分布を第3回調査の平均水位時の水深方向平均値として示す。縦断分布の特徴として以下のような点が整理できる。

1) Cl^- は4~17‰まで大きく変化し、とくにSt 4とBox Bの差が大きい。クロロフィルaは、本調査時は天候の関係上湾口の方が高くなっているが、通常は湾奥に高濃度に存在するのが一般的である。CODもクロロフィルaと同様本調査時はやや湾口側で高い分布を示している。

2) N, Pについては湾奥ほど高く、とくにNO3-N, PO4-Pについてその傾向が著しい。

4.2 水質の水深方向分布

St 4からSt 7にかけて、第3回調査の下げ潮時水質の水深方向分布をFIG. 4に示す。

1) Cl^- は下げ潮時表層で低く、その傾向は湾奥ほど著しい。水温は悪天候のため、St 4で2℃の差

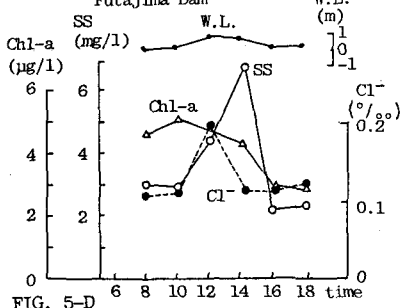
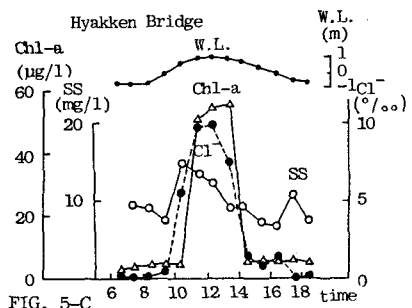
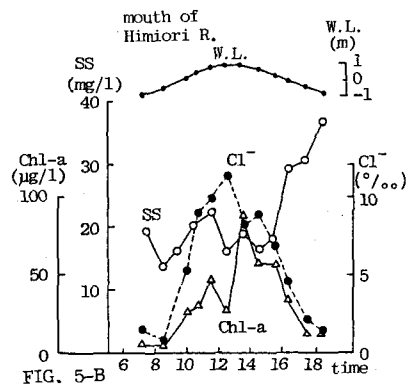
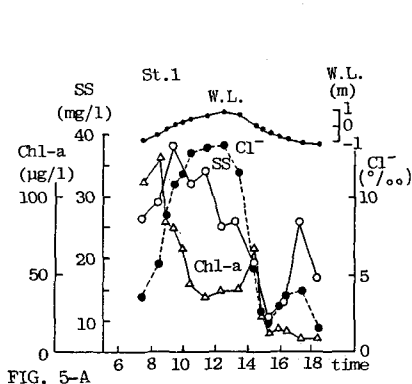


FIG. 5. Time Course of Water Level and Quality (The 1st Investigation)

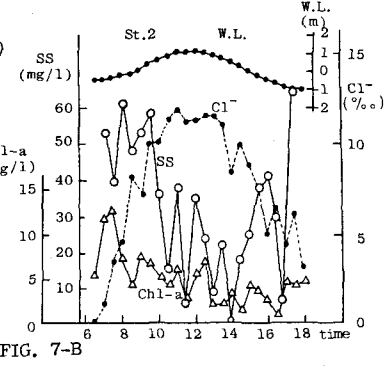
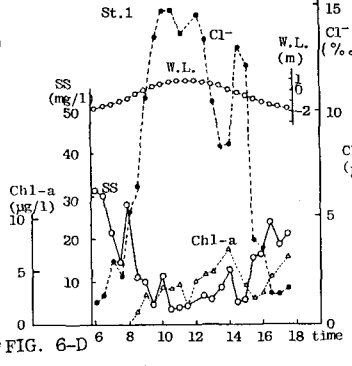
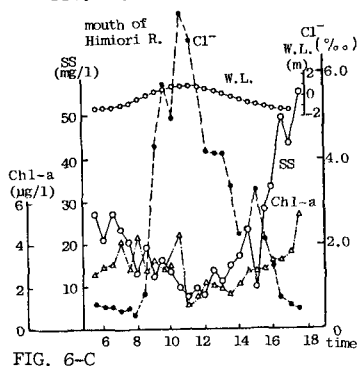
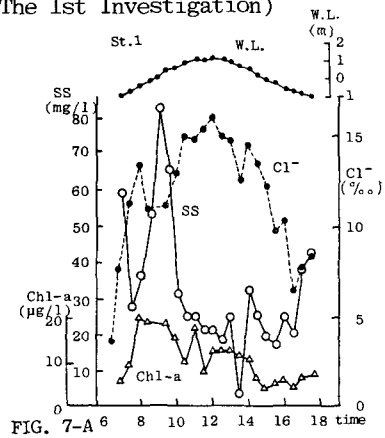
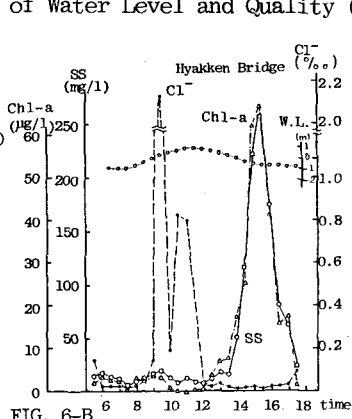
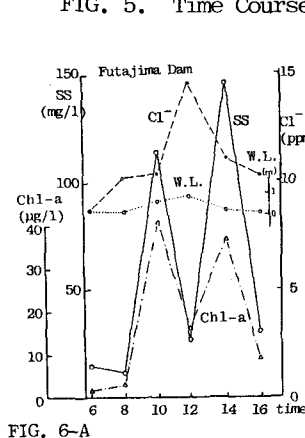


FIG. 6. Time Course of Water Level and Quality (The 2nd Investigation)

FIG. 7. Time Course of Water Level and Quality (The 3rd Investigation)

がみられるほか、表層、底層の温度差は小さい。

2) SSは下げ潮によるまきあがりのため、底層ほど高めである。その傾向は水深の小さい湾奥ほど著しい。クロロフィルaは16%あたりで高濃度を示し、St7では表層で濃度が高い。

3) CODはいくらかSSと似た分布を示すが、それほど顕著ではない。TPはSt4では表層、St6では表層と底層で高い値を示すが、St7では若干表層で高い程度で $50\mu\text{g/l}$ 前後の値となっている。TNはおおむね表層で高めの値を示す。NO₃-NはCl⁻分布とよく対応して底層ではほとんど検出されない。

4.3 水質時間変化

潮位変化に伴うSSやクロロフィルa等の水質時間変化の特長は以下に示すとおりである。

(1) 第1回調査 河口点、百間橋、干見折川口における水位、塩分、SS、クロロフィルaの時間変化をFIG. 5に示す。河口点の水質は上層の値を用いている。

河口点よりやや下流に存在した高濃度のクロロフィルaは海水の遡上とともに上流側へ移動し、約4時間後に百間橋に達する。下げ潮時に再び流下するが、その濃度はかなり減少している。これに対し、Cl⁻は1.5~2時間程度で百間橋に到達する。SSもほぼこれに近いが全般に下げ潮時に比べて上げ潮時の濃度が高い。また満潮時においてもSS濃度はさほど低下していない。干見折川口では、小郡町の下水や農業排水を受ける遊水池の影響と思われるが、クロロフィルa、SSとも下げ潮時にむしろ高い傾向がある。

Cl⁻とクロロフィルaの遡上速度を概算してみると、前者で $0.26 \sim 0.28\text{ cm/s}$ 、後者で $0.07 \sim 0.1\%$ とかなりの差がある。これは調査当日、遡上時に上流から下流に向けてかなり強い風が吹いており、表層に多い植物プランクトンの遡上が妨げられたためと考えられる。

(2) 第2回調査 この調査では、上流堰群の点検転倒の影響で二島堰流量は平常時の4~5倍の $20\text{ m}^3/\text{sec}$ 程度あり、SSの流入量は50倍程度の値を示した。FIG. 6でみると、SSおよびクロロフィルaのピークは10時、14時の2回みられるが、これはおそらく2km上流の淋光堰と8.9km上流の福良井堰の転倒に原因しているものと考えられる。百間橋ではこれら2つのピークが、合一して現われる。塩素イオンは9時から11時30分にかけて海水の遡上により高くなるが、10時の採水では、ここから4.3km上流の淋光堰が転倒されたために低濃度を示す。河口点のSSは、上げ潮初期にまき上がりのため高濃度を示し、満潮時に低下する。また、下げ潮後期の16時~17時に非常に大量のごみが流下したことに対応して再び濃度が高まっている。

(3) 第3回調査 FIG. 7に幸崎および河口点における水質時間変化を示す。本調査時は悪天候のため夏季にもかかわらず、植物プランクトンが少なく、幸崎で $5\mu\text{g/l}$ 前後、河口で $10\mu\text{g/l}$ 前後の値を示す。また両地点とも、SS、およびクロロフィルaの濃度レベルは上げ潮時の方が下げ潮時より高くなっている。

4.4 物質収支

(1) 流量計算結果 物質収支解析に先立ってまず、収支計算に用いる流量の計算結果を水位、流速の測定値あるいは計算値とともに、TABLE 2, 3, 4に示す。

流速の計算値と実測値をTABLE 4において比べると、幸崎の満潮時、下げ潮後期、河口点の上げ潮後期にややずれが大きい他はおおむね両者は近い値を示している。とくに幸崎の下げ潮後期のずれは大きい。これは幸崎の川底が固くスタックが立たなかったため水位変化が得られなかったため、河口点の水位で代用したための誤差であると考えられる。用いた水位自体は開始時と終了時でほぼ同じレベルであるので、後の収支計算に計算流量を使用してもさほど大きい誤差を与えるものではない。

水位条件が調査の開始時と終了時で必ずしも同一ではないこと、流速の測定や断面形状にも誤差を含むことから、断面間に若干の不整合がみられるが、一潮汐をとおしてみれば第1回と第2回は樺野川の固有流量は $4\text{ m}^3/\text{s}$ 程度であり、第3回は $20\text{ m}^3/\text{s}$ 程度であった。

TABLE 2. Cross-Section Area, Velocity and Flowing Rate (The 1st Investigation)

	St.1			Hyakken Bridge			mouth of Himori R.			St.1			Hyakken Bridge			mouth of Himori R.			
	A (m ²)	$\bar{v}$ *1 (m/s)	Q*1 (m ³ /s)	A (m ²)	$\bar{v}$ *1 (m/s)	Q*1 (m ³ /s)	A (m ²)	$\bar{v}$ *1 (m/s)	Q*1 (m ³ /s)	A (m ²)	$\bar{v}$ *2 (m/s)	Q*2 (m ³ /s)	A (m ²)	$\bar{v}$ *2 (m/s)	Q*2 (m ³ /s)	A (m ²)	$\bar{v}$ *1 (m/s)	Q*2 (m ³ /s)	
6:00															0.50				
6:30				38	0.42	(16)									0.49				
7:00										107	-0.21	-22	34	0.38	0.54	13	8	-0.11	-0.9
7:30	154	0.11	17	32	0.28	9	6	0.21	1.3	193	-0.26	-51	34	0.35	0.40	12	12	-0.10	-1.2
8:00										305	-0.32	-98	50	0.14	0.16	7	19	-0.22	-4.1
8:30	325	-0.22	-72	32	0.29	9	13	-0.27	-1.3	453	-0.44	-201	102	-0.21	-0.20	-21	34	-0.30	-10.1
9:00	443	-0.25								578	-0.54	-315	175	-0.66	-0.39	-115	56	-0.32	-17.6
9:30	552	-0.29	-146	137	-0.28	-38	49	-0.28	-6.9	724	-0.30	-220	231	-0.10	-0.32	-24	77	-0.23	-17.8
10:00	616	-0.25								824	-0.15	-125	264	0.03	0.42	7	92	-0.15	-13.5
10:30	679	-0.22	-151	246	-0.26	-64	73	-0.49	-17.9	895	-0.14	-121	308	0.00	-0.25	1	106	-0.12	-12.7
11:00										941	-0.07	-66	338	0.05	-0.05	17	119	-0.08	-9.8
11:30	780	-0.12	-94	314	-0.20	-63	96	-0.40	-19.2	937	0.12	110	342	0.33	0.32	113	120	-0.00	-0.5
12:00										933	-0.01	-5	329	-0.09	0.32	-30	115	0.03	3.8
12:30	819	0.00	0	314	-0.12	-38	108	-0.04	0.0	858	0.23	193	286	0.24	0.46	68	99	0.14	14.2
13:00										774	0.22	167	258	0.22	0.37	58	86	0.13	11.3
13:30	727	0.25	182	307	0.20	61	110	0.06	6.6	707	0.27	188	212	0.32	0.54	67	72	0.18	13.1
14:00										549	0.51	278	157	0.43	0.55	67	47	0.46	21.7
14:30	554	0.32	161	242	0.25	61	87	0.16	13.9	420	0.70	292	106	1.18	0.58	125	33	0.37	12.2
15:00	444	0.29								297	0.56	167	69	0.34	0.58	23	21	0.47	9.8
15:30	286	0.30	90	203	0.33	67	53	0.24	12.7	200	0.61	123	50	0.50	0.57	25	14	0.42	6.1
16:00	218	0.26								92	1.12	103	39	0.21	0.46	8	9	0.52	4.6
16:30	165	0.28	50	114	0.28	32	30	0.32	9.6	30	2.04	62	30	0.17	0.39	5	6	0.44	2.5
17:00										17	1.08	18	25	0.08	0.32	2	5	0.23	1.1
17:30	115	0.09	10	54	0.35	19	18	0.31	5.6	9									
18:00																			
18:30	74	0.04	3	32	0.26	8	8	0.17	1.4										

note *1: measured *2: calculated

note *1: measured *2: calculated

TABLE 4. Change of Water Level Velocity and Floing Rate (The 3rd Investigation)

	St. 1			St. 2			Water level	
	$\bar{v}$ *1 (m/s)	$\bar{v}$ *2 (m/s)	Q*1 (m ³ /s)	$\bar{v}$ *1 (m/s)	$\bar{v}$ *2 (m/s)	Q*2 (m ³ /s)	St.1 T.P. (m)	Hyakken Bridge T.P. (m)
6:30	-0.27	-0.05	-55.4	-0.35	-0.6	150.1	-0.87	-0.8
7:00	-0.30	-0.1	-85.5	-0.61	-0.6	-353.1	-0.87	-0.6
7:30	-0.34	-0.34	-128.3	-0.61	-0.44	-494.0	-0.86	-0.44
8:00	-0.37	-0.37	-142.3	-0.47	-0.5	-494.0	-0.38	-0.24
8:30	-0.38	-0.38	-156.8	-0.41	-0.5	-604.5	-0.08	-0.04
9:00	-0.35	-0.35	-154.3	-0.39	-0.32	-610.4	0.15	0.15
9:30	-0.26	-0.26	-116.0	-0.26	-0.31	-425.4	0.52	0.41
10:00	-0.13	-0.13	-47.9	-0.26	-0.3	-250.8	0.73	0.58
10:30	-0.07	-0.07	-24.1	-0.23	-0.27	-219.8	0.93	0.76
11:00	-0.04	-0.04	-14.1	-0.02	-0.1	-48.4	1.09	1.04
11:30	-0.03	-0.03	-34.3	-0.02	-0.15	-50.9	1.13	1.15
12:00	0.05	0.05	47.9	0.11	0.14	240.1	1.11	1.15
12:30	0.13	0.13	119.9	0.22	0.13	223.7	0.94	1.04
13:00	0.13	0.11	117.9	0.23	0.18	419.1	0.77	0.88
14:00	0.18	0.27	143.1	0.31	0.28	498.7	0.57	0.72
14:30	0.24	0.24	165.2	0.39	0.35	555.9	0.46	0.46
15:00	0.29	0.3	174.4	0.45	0.38	525.4	0.23	0.24
15:30	0.34	0.33	169.6	0.48	0.3	479.6	-0.16	-0.06
16:00	0.32	0.32	128.7	0.51	0.21	410.4	-0.39	-0.29
16:30	0.29	0.29	82.8	0.48	0.13	306.7	-0.77	-0.49
17:00	0.23	0.28	56.9	0.41	0.1	205.3	-0.77	-0.56
18:00		0.14			0.06		-0.9	-0.66

note *1: measured *2: calculated

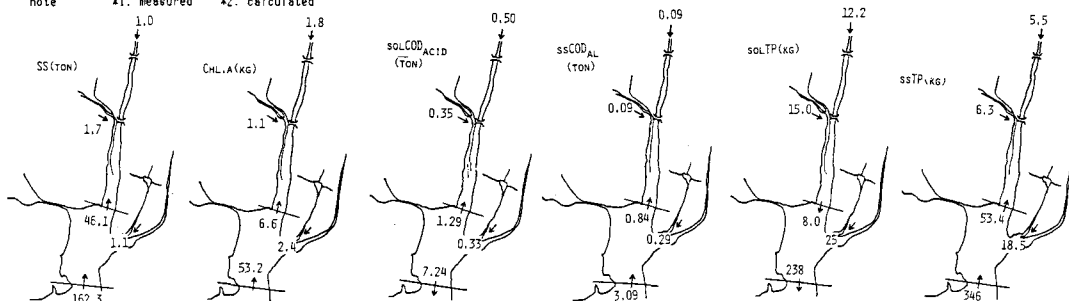
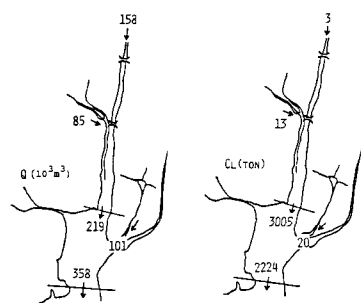


FIG. 8. Flux of Each Material through One Tidal Cycle

(2) 一潮汐断面通過負荷

第3回調査結果より、一潮汐の間に各断面を通過する負荷量の累積値 L (kg) を次式で求めた。

$$L = \sum \{ (C_i + C_{i+1}) \cdot q_i / 2 \} \dots\dots\dots (2)$$

C_i, C_{i+1} : 時刻 $i, i+1$ における水質 (g/m^3)

q_i : 時刻 i と $i+1$ 間の断面通過水量 ($10^3 m^3$)

また、二島堰、干見折堰、小郡排水路、南若川、名田島排水路からの当日の流入負荷も合わせ、一潮汐の間の水量、 Cl^- 、SS、クロロフィル a 、sol COD、ss COD、sol TP、ss TP の移動状況を FIG. 8 に示した。

1) 水量 Box A では10% 程度の入超、逆にBox Bでは10% 程度の出超となっている。二島堰等三か所の流入量の合計に対しては幸崎の流量は4%の出超となっている。

2) 塩素量 塩素量の一潮汐断面通過量は0に近いものであるはずであるが、河口点幸崎とも相当大きな流量が計算されている。遡上する塩素量の量はそれぞれ16,000トン、87,000トンであり、これらと比較すると河口点では19%の誤差、幸崎では2.5%の誤差である。河口部の誤差は下げ潮後期の塩分の分析に若干問題があると考えられる。第3回調査では採水方法にも細心の注意を払っているので、一応、他の項目の収支の信頼性を損うものではないとして論を進める。

3) クロロフィル a 今調査では湾奥での植物プランクトンが低いレベルであったことと対応して、幸崎で53kgの遡上がみられる。河口点からの遡上は6.6kgとさほど大きくない。

4) COD ss CODは幸崎、河口点ともに遡上しているが、sol CODは河口点では遡上し、幸崎では流下を示している。アルカリ法のsol CODでは幸崎でも遡上がみられる。一般にSS性のものは遡上しやすく、溶解性のものは比較的流下しやすい傾向があることは確かであろう。Box A、BへのCODの流入負荷は1.9トンであり、Box内での生産もあるにもかかわらず、幸崎ではむしろ2.5トンの遡上があることは注目に値する。

5) TP PについてはSS性のものは遡上し、溶解性のものは流下する傾向がより明確に示されている。ss TPの動きはSSの動きとよく対応している。

このようにSS態物質と溶解性物質の挙動の相違はP、N、COD等汚濁物質の移動現象に大きな影響を与えていることは容易に想像することができる。TABLE 5は3回の調査から同様な方法で算出した、二島堰～河口点における一潮汐の物質収支の状況をまとめたものである。

TABLE 5. Flux and Flow-Down-Factor of Each Material through One Tidal Cycle

		Q ($10^3 m^3$)	SS (ton)	Chl. a (kg)	COD (ton)	TN (ton)	TP (kg)
1982 8.11	Futajima Dam	184	1.4	1.0	0.69	0.24	19
	Himiori R.	18	0.6	0.1	0.09	0.03	4
	St. 1	180	-21.2	-5.5	-0.66	0.21	-4
	Flow-Down-Factor	-	-	-	-	0.88	-
1983 3.19	Futajima Dam	739	53.5	18.7	3.01	1.05	111
	Himiori R.	20	1.0	0.1	0.08	0.03	3
	St. 1	720	5.9	9.0	1.30	0.28	23
	Flow-Down-Factor	-	0.11	0.48	0.43	0.26	0.20
1983 8.29	Futajima Dam	158	1.0	1.8	0.63	0.13	18
	Himiori R.	85	1.7	1.1	0.48	0.10	21
	St. 1	219	-46.1	-6.6	-2.27	-0.42	-45
	Flow-Down-Factor	-	-	-	-	-	-

5. 考 察

5.1 SSの遡上機構

第3回調査の河口点における濁度の水深方向分布の時間変化を FIG. 9 に示す。濁度は検量線によりSS量に換算した値である。FIG. 9より、流下時より遡上時の濁度の方が大きく、特に流速最強時の8時30分～9時にかけて、底層部の濁度が大きくになっている事がわかる。河口部の表層、底層、および平均流速の絶対値の時間変化を FIG. 10 に示す。FIG. 10 より明らかなように、平均流速は流下時と遡上時でさほど変らない

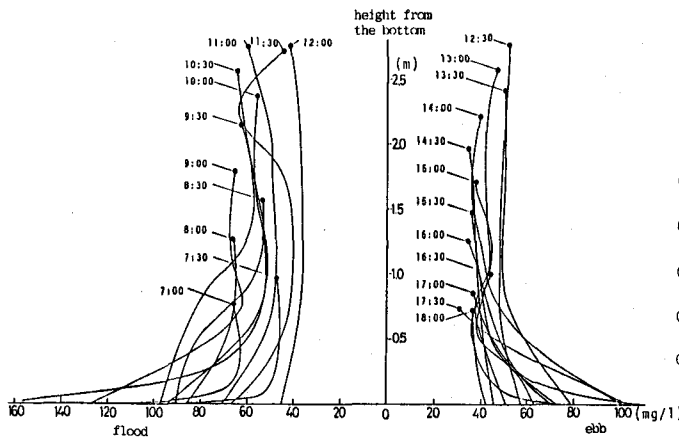


FIG. 9. Vertical Distribution of Turbidity (St.1)

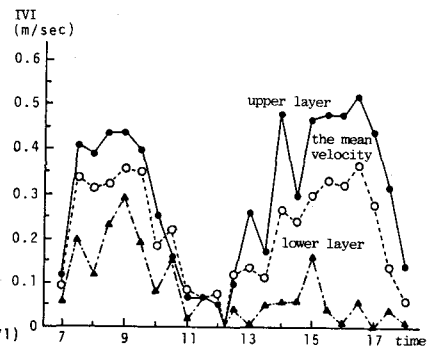


FIG. 10. Time Course of Velocity (St.1)

が、表層流速は流下時の方が大きく、逆に底層流速は遡上時の方が大きい事がわかる。この相違は、流れの遡上に伴う密度流や、上げ潮と下げ潮の乱れ構造の違いにより生じると考えられ、このため上げ潮時のSSまきあがりが大きくなり、FIG. 9のような濁度分布が生じると考えられる。濁度分布、および流速分布より求めた河口断面のSSフラックス分布をFIG. 11に示す。これより、一潮汐間でみると河口断面においてSSは遡上方向に移動していることがわかる。

5.2 ボックスモデルによる収支

前節で各断面の物質移動量が求まったので、これを利用して第3回調査結果からボックスA、Bにおける物質収支解析を行った。すなわち、調査開始時の水質と調査終了後の水質が変わらないと仮定することにより、次式より、SSの沈降速度、脱窒速度定数、COD減少速度を順次算出した。

$$P : -2L_p/V = -(w/H) \cdot \beta_p \cdot C_p + r_p/H \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$N : -2L_n/V = -(w/H) \cdot \beta_n \cdot C_n + r_n/H - K_n \cdot C_n \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$COD : -2L_c/V = -(w/H) \cdot \beta_c \cdot C_c - K_c \cdot C_c \quad \dots\dots\dots (5)$$

記号の説明、計算条件はTABLE 6に示すとおりである。計算結果はTABLE 7に示す。

1) まきあがりも含んだ正味の沈降速度(w)はBox Aで2.5 m/日、Box Bで1.2 m/日であり、下流側でまきあがり相対的に大きくなっていることがわかる。またこれらの値はこれまで、ボックスモデルによる計算より推定していたのとは近いものである。

2) 脱窒速度定数KnはBox Aでは0.8 1/日、Box Bでは-0.2 1/日となり、ボックスモデルによる計算値がBox Aで負、Box Bで正であったのと比較して異なった傾向を示す。断面通過負荷のみつもあり誤差によるものの外、SSの遡上現象に伴う汚濁負荷の上流側への移達がボックスモデルでは十分に表現しえないことにも原因しているものと思われる。

3) COD減少速度定数Kcは、酸性法CODではBox Aで0.8 1/日、Box Bでは-0.2 1/日と、Nと同様の値を示している。ボックスモデルによる計算値とはやや異なる傾向をみせているが、その原因はKnについて上述した点に加え、河口点より上流で植物プランクトンの密度が低かったことと対応している。

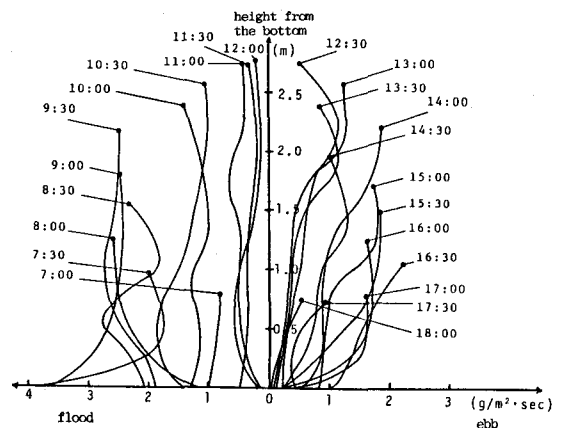


FIG. 11. Vertical Distribution of SS-flux

比較のため、TABLE 8 に昭和56年7月21日の調査をもとにして行ったボックスモデルの計算条件と結果を示す。Box I は Box A と同じであるが、Box II は Box B を含む、河口点から長浜までの範囲である。

6. 結 論

干潟感潮部における汚濁物質の挙動にSSがどのような役割を果しているかを明らかにするために、山口湾横野川河口感潮部において水質、負荷量等調査および解析を行った。これより以下のような点が明らかとなった。

(1) 山口湾干潟河口感潮部においては平常時大量のSSが上流側へ運ばれている。そのほとんどはまきあがり粒子によるものである。

(2) これに伴って、P、N、COD等もSS性の部分は平常時一潮汐の間に遡上するが、溶解性の部分が流下の傾向がある。

(3) クロロフィルもSSと同じく平常時一潮汐の間に遡上する。濃度の水深方向の分布と風に起因する流速の水深方向の分布によって、クロロフィルaの移動と水、塩分の移動には大きい差が生ずる。

(4) 実測にもとずく物質収支より求めた、河口感潮部におけるSSの正味沈降速度は1～3m/日であり、これはボックスモデルの計算値とほぼ一致する。

(1)～(4)に述べた知見から、まきあがり粒子に吸着されたり、植物プランクトンによってとり込まれたりするPやNは保存型のCI⁻とは当然、異なった挙動を示すことが予想される。これらの移動特性を明らかにするためには、P、N、CODを全体的に扱うのではなく、溶解性とSS性、SS性はさらに無機態と有機態に分けて、それぞれの挙動すなわち吸着・脱着、吸収・分解、沈降・まきあがり、移流・拡散といった現象を組み合わせて考える必要がある。このような意味で水質予測において、SSの挙動の解明は今後ますます重要であると考えられる。

TABLE 6. Calculating Codition of Mass Balance

		Box A	Box B
mean depth	H (m)	1.2	1.4
mean volume	V (10 ³ m ³)	1,203	4,575
mean concentration Cx	T P (g/m ³)	0.170	0.143
	T N	0.91	0.76
	COD	3.83	3.72
	CODal	2.66	2.76
SS-fraction of Conc. Bx	T P	0.44	0.42
	T N	0.22	0.25
	COD	0.31	0.32
	CODal	0.29	0.43
discharging rate from bottom dep- osite rx	rp	15	6.3
	rN	100	79
NET in flowing load through one tidal cycle Lx	T P (kg)	84	107
	T N	658	-114
	COD	3,380	950
	CODal	2,140	3,170

TABLE 7. Calculated Result of Mass Balance from Field Investigation

		Box A	Box B
SS-sedimentation rate W	(m/day)	2.46	1.21
denitrification rate coeff. KN	(1/day)	0.84	-0.21
COD-decreasing rate coeff. Kc	COD (1/day)	0.83	-0.17
	CODal	0.74	0.13

TABLE 8. Calculated Result of Mass Balance from Box Simulation

	I	II	III
difusion-volume -rate K (10 ³ m ³ /d) exchange factor γ	3,940	31,410	79,850
	2.26		
SS-sedimentation rate W (m/d) α=0.5	2.97	0.47	0.01
denitrification rate coeff. KN (1/d) α=0.5	-0.20	0.04	0.006
COD-decreasing rate coeff. Kc (1/d) α=0.7	0.24	-0.13	-0.09

参 考 文 献

- 1) ジョン・クラーク 著, 林享訳: 沿岸域の保全と開発; 思考社 (1979)
- 2) 栗原 康: 干潟は生きている: 岩波新書 (1980)
- 3) 「養浜工計画基礎調査報告書 (I), (II)」: 運輸第5 港湾建設局 (1975, 1976)
- 4) 瀬戸内海河口域における生物の動態と環境—大田川と広島湾と中心として: 文部省科研「環境科学」研究報告集 B204-R0-2 (1984)
- 5) Sakamoto, W.: Study on the process of river suspension from flocculation to accumulation in estuary. Bull. Ocean. Res. Inst. Univ. Tokyo, No.5 (1972)
- 6) 河原長美, 名合宏之: 旭川感潮部および児島湾における表面水質と鉛直平均水質の特徴: 水質汚濁研究 Vol 6. No. 3. 135~144 (1983)
- 7) 海田輝之 他: 河口感潮部におけるSSの挙動: 第37回土木学会年次学術講演会講演概要集Ⅱ 139~140 (1982)
- 8) 松尾 信: 岡山湾における物質交換について: 公害 Vol 9. No. 5 34~46 (1984)
- 9) 平野敏之 他: 大田川放水路における懸濁粒子の挙動: 前掲4) 25~38 (1984)
- 10) 杉本隆成: 河口域における懸濁物質・底泥の分布と輸送: 「環境科学」研究報告集 B179-S706. 79~92 (1983)
- 11) 浮田正夫 他: 山口湾干潟感潮部における水質解析: 第37回土木学会年次学術講演会講演概要集Ⅱ 137~138 (1982)