

銚子外港周辺における餌料イワシ蓄養試験—I 環境予備調査

宮沢公雄・芝田健二・平本紀久雄

はじめに

銚子市川口地先の銚子外港にカツオ一本釣漁業用の餌料活イワシの蓄養を次年度に実施する予定になっている。そこで、事前に蓄養試験予定地付近の水質・底質などの環境条件を把握しておく必要が生じた。本報告は1975年に実施した環境調査の結果である。

本文に入るに先立ち、調査に協力された銚子市調査船「いぬぼう」の宮下和男船長はじめ乗組員および銚子市漁業協同組合の方々に厚くお礼申し上げます。

調査方法

図1に示す銚子外港内、名洗港およびその周辺海域の14地点で、1975年6月26～27日の潮汐の漲潮時と落潮時に、表層および底層の水温・塩素量・PH・溶存酸素量・アンモニア態窒素・COD・流向流速、さらに海底泥（底質）の粒径・COD・強熱減量を測定・分析した。

調査地点の海深は表2および表3に示すとおりで、とくに蓄養試験予定地の海深は4～6mであった。

なお、調査時の銚子港における潮汐を表1に示した。

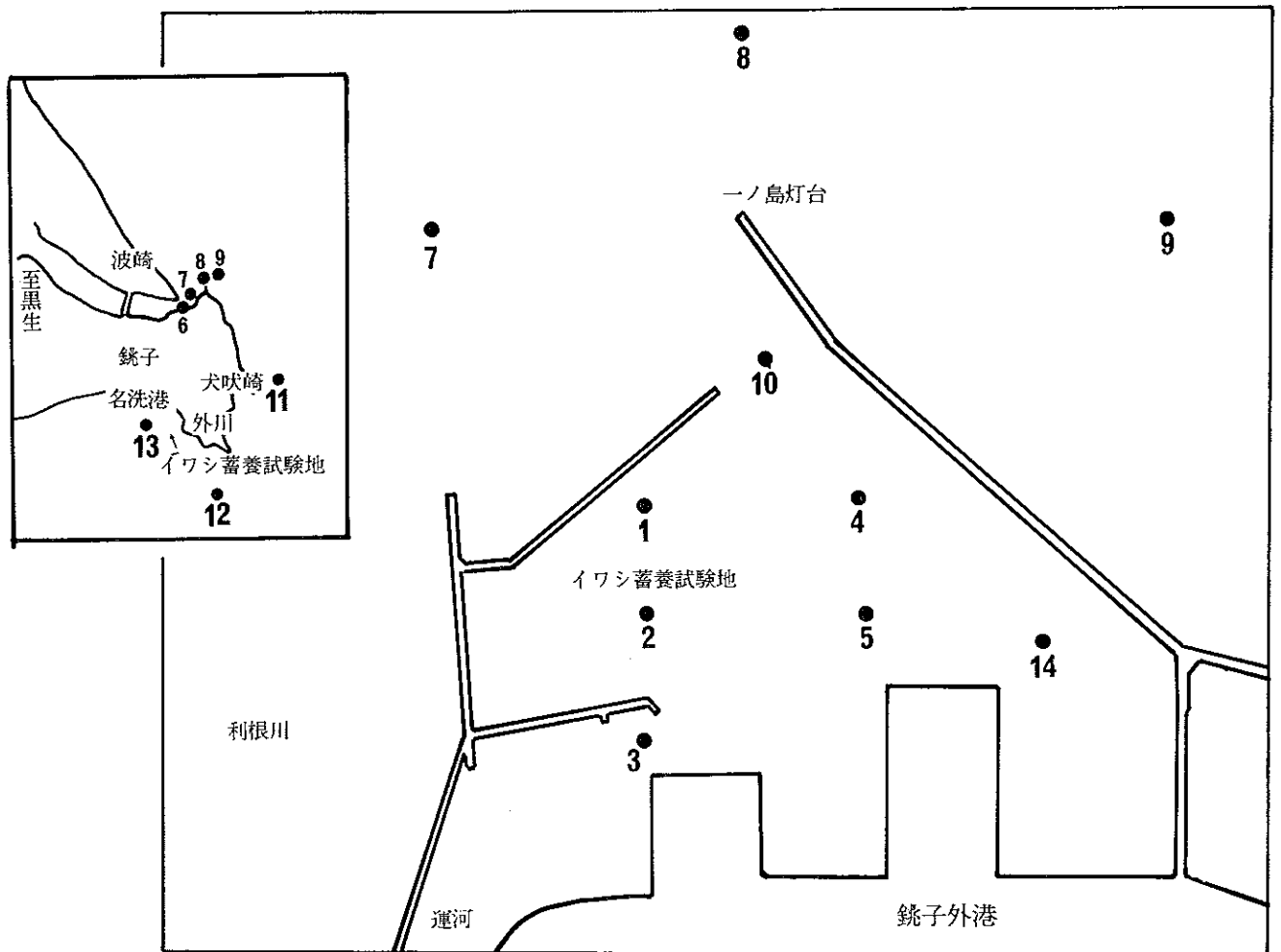


図1 調査地点

表1 調査時の銚子港における潮汐

月 日	満 潮				干 潮			
	時刻	潮高 (cm)	時刻	潮高 (cm)	時刻	潮高 (cm)	時刻	潮高 (cm)
6月25日	03:46	138	18:09	122	11:04	1	23:03	80
6月26日	04:27	136	18:40	122	11:40	7	23:44	77
6月27日	05:06	133	19:08	122	—	—	12:12	14
6月28日	05:47	127	19:36	121	00:23	75	12:45	23

結果と考察

1. 水質

漲潮時における調査結果（6月26日16時56分～17時23分）は表2に、落潮時の調査結果（6月27日10時14分～13時12分）は表3にそれぞれ示すとおりである。

漲潮時の調査結果（表2）を海域別に外港内（St. 1～5, 14）、港口（St.10）および港外（St.6, 8）に区分し、それぞれの平均を求めると、表4のようになる。すなわち、港内と港口域では水温・PHともに近似しており、ほぼ同質の水質を示すものとみなされる。港外では港内よりもPHで0.1高く、水温も表面で1.5℃低いことから、港内と若干様相を異にしていることが伺われる。

表2 漲潮時の水質調査結果(1975年6月26日実施)

St.	1	2	3	4	5	6	8	10	14	
観 測 時 刻	16:56	16:47	16:33	17:16	17:05	17:50	17:41	17:33	17:23	
水 温 (°C)	{ 0m 底	21.0	20.9	21.2	20.5	20.5	19.2	19.2	20.8	20.0
		18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.55	18.5	18.5	18.6
P H	{ 0m 底	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.2	8.2	8.1	8.1
		8.1	8.1	8.2	8.2	8.1	8.2	8.2	8.1	8.1
塩 素 量 (%)	{ 0m 底	11.58		12.28		13.46				
		17.56		16.94		17.56				
酸 素 量 (ml/l)	{ 0m 底	4.69		4.60		4.63				
		5.01		5.18		5.28				
酸 素 飽 和 度 (%)	{ 0m 底	81.6		80.9		81.7				
		90.7		91.8		94.1				
C O D (PPm)	{ 0m 底	1.25		0.94		0.94				
		0.47		1.10		0.94				
アンモニア-N (μg-atom/l)	{ 0m 底	2.47		3.47		2.28				
		痕跡		痕跡		痕跡				
海 深 (m)	5	4.5	5	4	5	5	4	5	4	
透 明 度 (m)	3	1.7	1.6	1.5	1.5	2.8	4	1.8	1.5	
波 浪 ・ う ね り					1		1	1	1	
風 向 風 速 (m)	SSE 5	SSE 3	SSE 3	SSE	SSE 4	SSE 3	SSE 4	S 2	S 2	
水 色	5	5	6	6	6	5	5	6	6	
気 温 (°C)	21.1	21.1	20.6	20.6	21.2	20.6	20.4	20.5	20.4	
天 候 ・ 雲 量	C10	C10	C10	C10	C10	C10	C10	C10	C10	

また、港内の表面塩素量は12.44%を示し、低かんであるが、海底近くの海深4～5m層では17.35%を示し、表面より約5%も高い。したがって、漲潮時には、外海の沿岸水は表面よりも底層に沿って港内に流入していくものと考えられる。溶存酸素・COD・アンモニア態窒素は水質の汚染の程度を判定する目安となる成分であるが、各成分ともごく通常の汽水や沿岸水の数値を示し、汚染の特徴は見い出せない（表4）。

落潮時の調査結果を上記の海域別に分けて平均値をとると、表5に示すとおりである。すなわち、表面塩素量は漲潮時と同程度であるが、底層では港内の塩素量は低く（14.50%）、漲潮時より2.85%低下している。また、利根川河口の港外の表面塩素量は7.07%で、港内よりもさらに7.43%低い。しかし、底層の塩素量は18.15%を示し、港内や港口よりも逆に高かんである。溶存酸素・COD・アンモニア態窒素は漲潮時よりも幾分高目である。このことから河川水の混合割合が高くなったことが示唆される。

港内の表面の塩素量と水温の潮時較差が少ないことから、港内の上層水は他との交流が少く、滞留していたと考えられる。一方、下層水は漲潮時には外海水（沿岸水）の影響を強く受けて高かんになり、落潮時には逆に低かんになっている。しかも、表層よりも塩素

表3 落潮時の水質調査結果(1975年6月27日実施)

St.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
観測時刻		10:14	10:06	09:50	10:34	10:24	11:06	11:16	11:30	11:46	
水	温 (°C)	0m	20.9	21.1	20.5	20.3	20.2	22.2	21.3	21.9	19.6
		底	19.0	18.4	19.6	20.1	19.75	—	18.7	18.65	18.6
P	H	0m	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.2	—	8.1	—
		底	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	—	—	8.3	—
塩素量 (%)	H	0m	11.50	10.61	12.31	13.12	13.26	6.31	—	7.83	—
		底	16.56	15.70	14.15	13.61	13.64	6.43	—	18.15	—
酸素量 (ml/l)	H	0m	4.50	4.52	4.58	4.57	4.61	4.26	—	4.35	—
		底	4.98	4.70	4.93	4.77	4.31	4.38	—	5.33	—
酸素飽和度 (%)	H	0m	78.3	77.8	79.8	80.0	80.6	71.6	—	74.2	—
		底	88.5	81.9	85.9	83.4	75.4	—	—	95.5	—
C O D (PPm)	H	0m	1.41	1.88	0.94	1.09	1.41	1.57	—	1.57	—
		底	1.41	0.78	1.25	1.09	1.72	1.72	—	0	—
アンモニア-N ($\mu\text{g-atom}/\ell$)	H	0m	3.07	2.28	2.47	2.08	2.08	7.53	—	5.34	—
		底	痕跡	3.68	1.69	2.08	2.47	4.08	—	痕跡	—
海	深 (m)	4.5	4.3	4.5	4.5	4.5	4	—	9	11	
透	明 度 (m)	2	2	1.2	1.5	1.5	—	1	2.5	3.5	
波	浪・うねり										
風	向 風 速 (m)	NNE 1	NNE 1	NW 1	NW 1	NE 1	ENE 2	ESE 2	SE/E2	ESE 3	
水	色	6	6	7	6	6	7	6	5	5	
気	温 (°C)	21.8	22.6	23.5	23.0	22.6	22.1	—	—	—	
天	候・雲量	C 10	C 10	C 10	C 10	C 10	C 10	C 10	C 10	C 10	

(表3の続き)

St.		10	11	12	13	14	
観測時刻		10:52	12:15	12:55	13:12	10:41	
水	温 (°C)	0m	20.6	19.7	20.6	21.8	20.3
		底	18.85	18.05	17.25	18.25	20.1
P	H	0m	8.1	8.3	8.3	8.3	8.1
		底	8.1	8.3	8.3	8.3	8.1
塩素量 (%)	H	0m	12.55	—	—	17.90	13.35
		底	18.09	18.36	—	18.02	13.35
酸素量 (ml/l)	H	0m	4.53	5.46	—	5.65	4.63
		底	5.64	5.44	—	5.10	4.58
酸素飽和度 (%)	H	0m	78.9	—	—	107.4	81.7
		底	102.0	97.3	—	91.4	80.8
C O D (PPm)	H	0m	2.04	0	—	0.78	0.78
		底	0.94	0.78	—	1.25	0.78
アンモニア-N ($\mu\text{g-atom}/\ell$)	H	0m	2.08	痕跡	—	痕跡	1.69
		底	痕跡	〃	—	〃	2.47
海	深 (m)	6	10	10	6	2.9	
透	明 度 (m)	1.5	3	1.5	2.6	1	
波	浪・うねり						
風	向・風速 (m)	NE 1	ESE 2	SE/E2	S 3	NE 1	
水	色	6	4	6	6	7	
気	温 (°C)	22.7	—	—	—	23.4	
天	候・雲量	C 10	C 8	C 8	C 7	C 10	

表4 漲潮時における海域別の水質(平均値)

調査項目	海域 水層	港内		港口		港外	
		表面	底層	表面	底層	表面	底層
水 温 (°C)		20.7	18.6	20.8	18.5	19.2	18.5
P H		8.1	8.1	8.1	8.1	8.2	8.2
塩素量 (%)		12.44	17.35	—	—	—	—
酸素飽和度 (%)		81.4	92.2	—	—	—	—
C O D (ppm)		1.04	0.84	—	—	—	—
アンモニア-N ($\mu\text{g-atom}/\ell$)		2.74	痕跡	—	—	—	—

表5 落潮時における海域別の水質(平均値)

調査項目	海域 水層	港内		港口		港外	
		表面	底層	表面	底層	表面	底層
水 温 (°C)		20.6	19.5	20.6	18.9	21.3	18.7
P H		8.1	8.1	8.1	8.1	8.2	8.3
塩素量 (%)		12.36	14.50	12.55	18.09	7.07	18.15
酸素飽和度 (%)		79.7	82.7	78.9	102.0	72.9	95.5
C O D (ppm)		1.25	1.17	2.04	0.94	1.57	1.72
アンモニア-N ($\mu\text{g-atom}/\ell$)		2.28	2.07	2.08	痕跡	6.44	2.04

量の変動巾が大きい。

今回の水質調査は、一年のうちで降雨量の多い梅雨どきの大潮を選んで実施したので、落潮時の調査結果はカタクチワシの生息環境としてもっとも悪い条件下とみなされる。宮沢ら¹⁾によれば、カタクチワシは水温20~25°Cで塩素量5%以上あれば蕃養可能と考えられている。したがって、今回の結果によれば、水温と塩素量に関する限り、銑子外港内でのカタクチワシの蕃養条件は充分満されるものと推測される。

名洗港内の St. 13の調査は6月27日の落潮時に1回実施したのみであるが(表3)、塩素量は表面で17.90%, 底層6m深で18.02%, PHは各層とも8.3で、ほぼ正常な沿岸水の性状を示していた。また、COD・アンモニア態窒素はいずれも低く、水質的に異常は認められなかった。

2. 潮流

漲潮時と落潮時の2回調査し、その結果は表6、図2~3に示されるとおりである。

2-1. 漲潮時調査

表層流の流向は、港内では全般にNW流が卓越しているが、実験用生簀の設置予定地のSt. 1~2では時計まわりの環流がみられ、さらに運河口のSt. 3には川上に向かう強いSW流がみられた。流速はSt. 3で最強の1.05%を示したが、他の測点では港奥のSt. 14の0.18%から港口のSt. 10の0.25%までの平均0.21%で、ほ

ぼ一定であった。港外の流況は測点数が少なく不明な点もあるが、全般に沖側から川上に向かう流れがみられ、その流速は平均0.32%を示し、港内よりも幾分速い(表6-a, 図2)。

底層の4~5m深の流速は港内のSt. 1~2およびSt. 14では表層よりも遅いが、他の測点(St. 3~6, 8, 10)ではいずれも表層よりも速く、とくに、港口と港外でその傾向が強い。とくに、表層でも最強流を示したSt. 3では、底層でももっとも速く1.38%を示していた(表6-a)。

これらの結果と前項で示した塩素量傾斜の傾向とから、漲潮時における銑子外港付近の外洋水(沿岸水)は海底沿いに港外から港内に流入していることが推測される。

2-2. 落潮時調査

表層流の流向は港外では漲潮時と反対方向へ流れ、港内では川下に向かつての流れが卓越している。しかし、港口付近のSt. 10とSt. 4では漲潮時とほぼ同様

表6 潮流調査結果

a) 漲潮時(6月26日 16:33~17:50)

St.	表 面		底 層 (5m深)	
	流向	流速 (m/s)	流向	流速 (m/s)
1	SSE 1/2 E	0.25	—	0.17
2	NW	0.23	—	0.21
3	W	1.05	—	1.38
4	N	0.20	—	0.32
5	NNW	0.20	—	0.31
6	S	0.26	—	0.37
8	S	0.38	—	0.55
10	WNW	0.20	—	0.37
14	NNW	0.18	—	0.10

b) 落潮時(6月27日 09:50~13:12)

St.	表 面		底 層 (5m深)	
	流向	流速 (m/s)	流向	流速 (m/s)
1	E	0.12	—	0.14
2	NNE	0.18	—	0.30
3	E 1/2 N	1.39	—	0.68
4	NNW	0.54	—	0.71
5	NE	0.80	—	0.57
6	NNE	流速大	—	流速大
7	NNE 1/2 E	0.95	—	〃
8	ENE 1/2 N	0.74	—	0.85
9	SSE/S	0.21	—	0.20
10	NW	0.42	—	0.18
11	NNW	0.25	—	0.25
12	NE	0.32	—	0.30
13	ESE	0.38	—	0.33
14	NNE	0.20	—	0.32

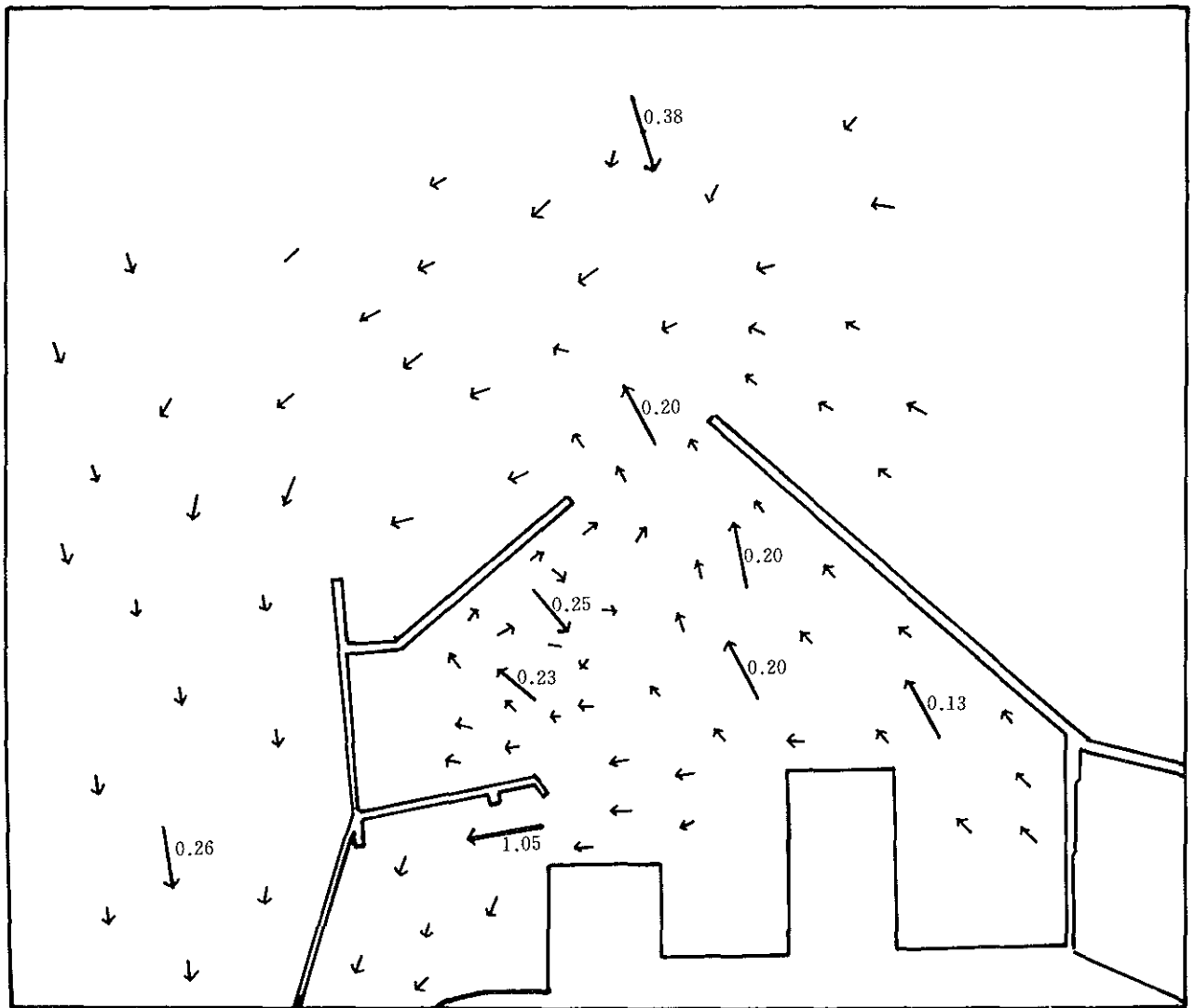


図2 漲潮時における表層流の流向・流速 1975年6月26日(16:30~17:50)

長い矢印は実測流向，数字は実測流速(‰)を示し，短い矢印は推定流向を示す。

NW流がみられる。漲潮時に時計まわりの環流がみられた St. 1~2 でも落潮時には沖出しのE~NNE流に変っている。流速は St. 1~2 で漲潮時よりも遅いものの，他の測点ではいずれも速く，St. 3 (運河口) で1.39‰，港内で平均0.37‰，St. 10 (港口) で0.42‰，港外では利根川河口のSt. 6 で2‰以上を最高に，港外の平均で0.63‰を示している (表6-b, 図3)。

底層4~5m 深の流速は表層よりも不規則であるが，St. 3 では0.68‰と表層の半速であったが，港内の平均では0.41‰，St. 10では0.18‰を示していた。また，港外の流速は表層とほぼ同程度と推定された (表6-b)。したがって，港内の底層では河川水は直接流入せず，外洋水によって緩衝されていることが伺われる。

3. 底質

底質は，表7に示すようにEkman - Berge式またはSK式採泥器を用いて全測点で調査したが，St. 3, 6では潮流が速すぎるため，またSt. 11~12では岩盤のため採泥できなかった。

港内の St. 1~2, 4~5, 14および名洗港内のSt. 13では泥 (粒径0.125mm以下) が50%以上を占め，とくに海水が滞留しやすいと考えられる St. 1~2では90%以上を泥が占めている。また，これらの測点ではいずれもCODは10mg/乾泥g以上，強熱減量は5%以上を示し，やや汚染された状態にある。

一方，港外の St. 7~10では小礫，粗砂が70%以上を占め，CODは0.05~4.92，強熱減量は1.86~3.06%と低く，標準的な沿岸部の底質とみなされる。

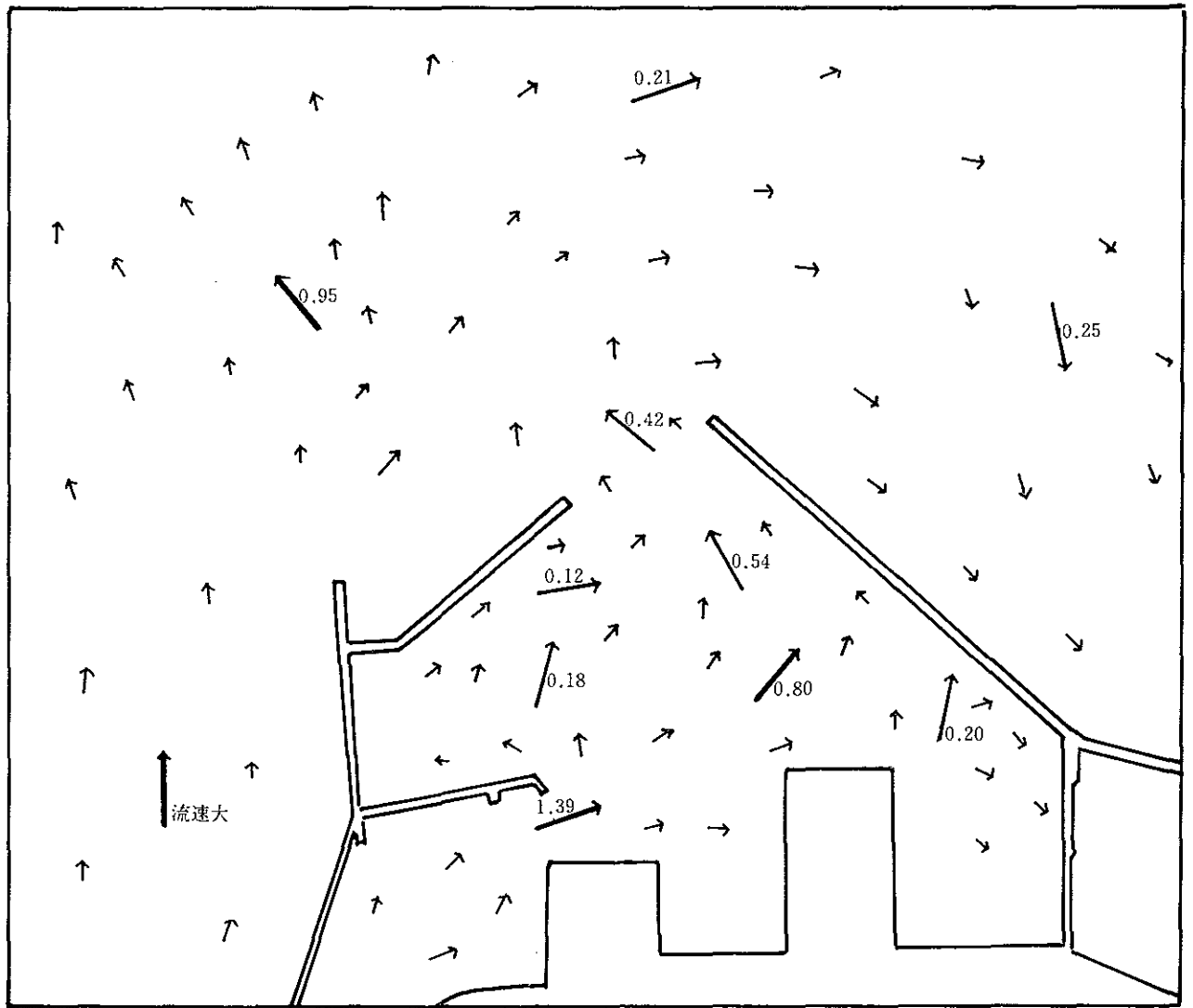


図3 落潮時における表層流の流向・流速, 1975年6月27日(09:50~13:12)

長い矢印は実測流向, 数字は実測流速(%)を示し, 短かい矢印は推定流向を示す。

表7 底質分析結果(1975年6月27日採泥)

St.	採泥法	粒度組成 (%)					強熱減量 (%)	C O D (mg/乾泥) g	備考
		>0.5mm	0.5~0.25	0.25~0.125	0.125~0.063	0.063)			
1	Ekman-Berge	0	0.	8.74	29.82	61.44	7.61	15.90	
2	〃	0	0.28	4.82	29.60	65.30	7.26	11.95	
3	〃	—	—	—	—	—	—	—	岩盤採泥不能
4	〃	0.90	2.12	17.26	21.66	58.06	7.06	22.23	
5	〃	1.82	10.14	32.02	10.64	45.38	5.95	13.40	
6	〃	—	—	—	—	—	—	—	潮流早く採泥不能
7	SK type	0.90	2.00	79.14	15.08	2.88	1.86	0.05	
8	〃	0.64	2.40	88.52	4.50	3.94	2.22	0.48	
9	〃	3.42	13.56	70.42	6.68	5.92	2.39	3.20	
10	Ekman-Berge	0.50	2.14	65.42	20.38	11.56	3.06	4.92	
11	〃	—	—	—	—	—	—	—	岩盤採泥不能
12	〃	—	—	—	—	—	—	—	〃
13	SK type	0.50	2.44	28.86	12.92	55.24	6.98	11.73	
14	Ekman-Berge	1.72	5.12	26.92	27.88	38.36	7.26	14.67	

要 約

- 1) 1975年6月26~27日の潮汐の漲潮時と落潮時に銚子外港内、名洗港およびその周辺海域の14地点で、水質、潮流および底質調査を行った。
- 2) 港内における塩素量は表面では漲潮時12.44%、落潮時12.36%とほぼ変わらないが、底層では漲潮時17.35%、落潮時14.50%をそれぞれ示し、表面よりも底層で、潮汐の干満により差異が大きい。
- 3) 港内における溶存酸素飽和度は72.9~102.0%、CODは0.84~2.04ppm、アンモニア態窒素は痕跡程度~6.44 $\mu\text{g} - \text{atom} / \ell$ で、水質的に問題は認められない。
- 4) 港内の表層流は漲潮時にはNW流が卓越し、実験用生簀設置予定地 (St. 1~2) には時計まわりの環流が認められた。一方、落潮時にはNE流が卓越した

が、港口付近ではNW流が卓越していた。

このように、銚子外港では、河川水が直接港内に流入せず、外海水によって緩衝されていることが伺われる。

5) 銚子外港内および名洗港内の底質は泥が50%以上を占め、CODは10mg/乾泥g以上、強熱減量は5%以上を示し、やや汚染されていた。一方、港外の底質は正常と認められた。

文 献

- 1) 宮沢公雄・須田恭光・平本紀久雄・田村勝・渡辺福松 (1975) ; 餌料イワシの死因に関する研究 - I. 低かん水のカタクチイワシに及ぼす影響. 千葉水試研報, 34, 23~30.