

第7回「相模湾の環境保全と水産振興」シンポジウム

共催 財団法人 相模湾水産振興事業団
水産海洋研究会
小田原市

日時：昭和58年11月9日(水) 9時30分～14時30分

会場：小田原市役所 大会議室 (参加者約157名)

コンパニナー：平野敏行 (東京大学海洋研究所)

桜井裕 (神奈川県水産試験場)

宮田智 (神奈川県水試・相模湾支所)

平元貢 (相模湾水産振興事業団)

開会のことば：杉崎武夫 (相模湾水産振興事業団理事)

挨拶：辻田時美 (水産海洋研究会会長)

鈴木二六 (相模湾水産振興事業団理事長)

中井一郎 (小田原市長)

話題および話題提供者：

1. 沿岸海洋調査の今後の課題 岩田憲幸 (国立防災科学技術センター平塚支所)*
 2. 河川水の水質変化について 早川康博 (北里大学水産学部)
 3. 定置漁業に及ぼす海岸道路の影響調査
 - (1) 影響調査の経緯について 平野敏行 (東京大学海洋研究所)
 - (2) 沿岸域の海況変化について 蓮沼啓一 (東京大学海洋研究所)
 - (3) 海岸地形及び海浜波浪流の変化について 糸刈長敬 (東京水産大学)
 - (4) 河川水の拡散・分布と変化について 杉本隆成 (東京大学海洋研究所)
 4. 最近の定置網の漁況変化について 木幡孜 (神奈川県水産試験場相模湾支所)
- 閉会のことば：柳田敏雄 (相模湾漁業公害対策協議会会長)

* 現在、東京商船大学

1. 沿岸海洋調査の今後の課題

岩 田 憲 幸 (国立防災科学技術センター平塚支所)

沿岸水域における種々の海象要素、たとえば流向・流速・波高・波向・水温・濁度などを連続的に観測記録して、その時系列の解析から沿岸海況変動の機構をさぐり、予測に役立てよう。そのためにまず「海洋観測塔」を建設しようとする動きが昭和 30 年代に入って高まってきた。その結果、昭和36年には紀伊白浜湾内に京都大学防災研究所の観測塔が、続いて昭和38年に伊豆伊東港外に気象研究所の観測塔が建設された。平塚沖にある当所の観測塔は昭和40年に建てられたもので観測塔としては3番目にあたる。

この観測塔は相模川と花水川の中央から沖へ約1.3km離れたところで、水深が20mの地点に設置されている。外形は図1に示すようなものであるが、海底への固定方法としては3本の鋼管ぐいを約15m打込んで更にコンクリートで根固めしてある。設計上は15mの波高、60m/secの風速に充分耐えられるようになっている。また図1には搭載してある主な測器の種類と位置も示してある。

気象関係の測器としては、プロペラ型風速計、乾湿計はどこにでもある標準的なものであるが、海洋構造物の受ける風害の研究をすすめるために、風の乱れの測定用の超音波風速計が設置してある。

海象関係では、主として風浪の測定用に、電気容量を利用した、容量型波高計システム(4本の波高計を同

時に使用することによって波向をも測定できる)、周期が1分から30分の海面の長周期変動を測定するための長周期波計、更に潮汐や高潮測定用の検潮儀などがある。なお、長周期波計は出力の取出し口が2つあって、ひとつは周期1分から30分の長周期変動を、いまひとつは生の水面変動、すなわち波浪も観測できる。これは台風時などでは容量型波高計システムが多くの場合故障して欠測となることが多いので、荒天時に強い水圧型のセンサーを波高計測に利用しているものである。なお、検潮儀は従来、港内の波静かなところに導水管を使った井戸を設けてその水位変動を測定することが多かったが、このような方法では津波などは過小に評価されることは、先程の日本海中部地震による津波の例を見ても明らかである。当所の観測塔は検潮儀の設置場所としては技術的に難しい問題も多くあったが、前述の長周期波計と共に外洋における津波をも測定対象のひとつとしている。水位変動よりも測定が困難なものに流速変動がある。流向・流速の測定にプロペラ型流速計を利用しているが、浅海の海面近くでは波浪による擾乱が大きいため、欠測のない長期の連続観測資料を得ることはなかなか難しい。なお、漁業に特に関係の深い水温の観測については、サーミスターを使用した各層水温計(海表面、1m、2m、3m、4m、5m、7.5m、10m、12.5m、15m、17.5mおよび海底近くの20m)が設置してある。水温の観測についてはまた後で詳しく述べる。

このほか、海洋構造物に及ぼす波力の研究用に、長周期地震計を改良した振動計が設置してあって、波による観測塔の振動を測定できるようになっている。なお、常時ということではないが、実験用にマイクロ波散乱計(レーダーの一種)が設置可能である。マイクロ波散乱計というのは特殊なレーダーでマイクロ波を海面に射出して反射・散乱して戻ってくる電波の性質から海面上の風速や、波浪の様子までも推定しようとするもので、最近になって我が国でも研究が開始された電波リモート・センシングの基礎研究を行うためにもこの観測塔が利用されていることを示すものである。マイクロ波リモート・センシングについては最後に再び取り上げることにする。

1. プロペラ型風速計
2. 周波マイクロ波散乱計
3. 乾湿計
4. 振動計
5. 超音波風速計
6. 容量型波高計システム
7. 検潮儀
8. 表層水温計
9. 各層水温計
10. 流向流速計
11. 長周期波計

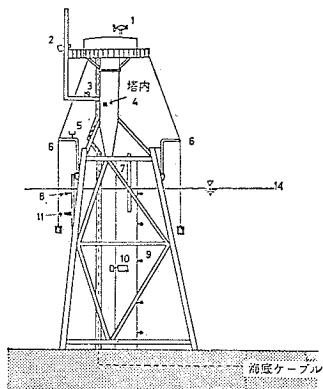


図 1 観測塔の外観と測器

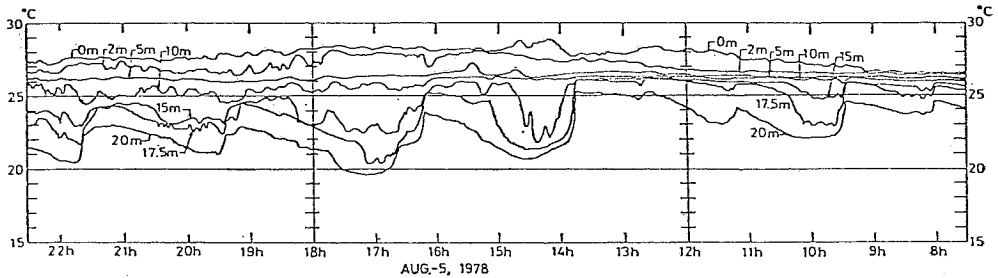


図2 内部波の砕波と見られる観測例 (都司・渡部 1982)

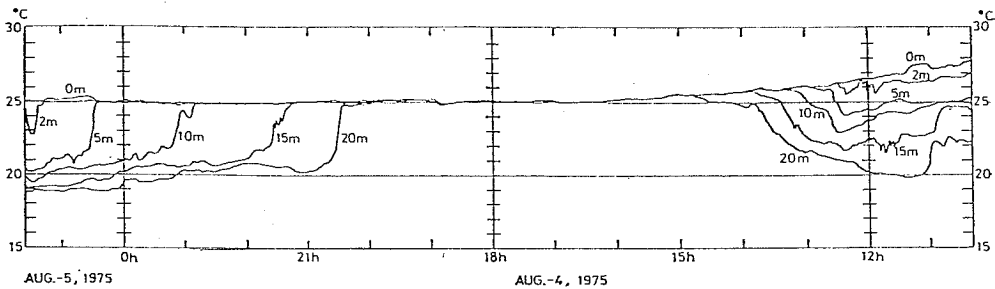


図3 成層構造の崩れの観測例 (都司・渡部 1982)

以上、観測塔に搭載されている主な測器を概観したが、ここで、各層水温観測から得られた2, 3の興味ある結果を述べることにする。

一般に水温は海表面で高く、下層に行く程低くなるのが普通である。つまり安定に成層しているわけである。この成層が崩れるのは気温が水温より低くなって海表面が冷され、熱対流が起る場合がまず考えられるが、夏季日中はこのようなことはあまりない。

海洋表層が成層している代表的な例が図2に示してある。この日は風は弱く、14時でSW 5m/secが最高であった。図には示さなかったが、気温は4時が最低で25.0°C 14時が最高で33.0°Cで8時以降は気温が水温より低くなることはなかった。図2で示された水温変化の特徴は、水温の変動幅が表面近くより海底近くで大きいということである。特に20m水深の水温変化を見ると4度前後の急激な水温低下が9時半、14時、16時、21時半頃起っている。特にその下り始めの形が急であたかも表面波の砕波を見るようである。このような内部波の砕波とでもいえるような現象は10mより浅い層には見られない。このことは、この水温変動の原因が気象でなく、海洋自体にあることを物語っている。平塚沖は大局的に見ると海底勾配が急で、この急な勾配を持つ海底を一時的に大きなエネルギーを持った内部波がはい上って

来たものと考えられる。

これに反し図3は成層していた水温の鉛直分布が急に崩れた例である。一見すると相模湾に特有な急潮が起きたかのような印象を受けるが必ずしもそうとはいえない。図には示していないが気温は10時から22時迄23.5°Cから21°Cの間においてあまり変化していない。しかし風を見ると10時まで殆んど無風状態であったのが12時に8m/sec、14時に10m/sec、16時に8.5m/sec、18時に7m/secでいずれも風向は南であった。20時になって始めてSW 4.5m/sec、22時でS 5m/secと弱くなっている。この南風によって波高も増大し、当日の生の記録で見ると最大波高1.5mを超える状態が22時頃迄続いている。すなわち12時から始まる南風による強制的な対流によって、成層状態が崩れ表面から20m迄海水が混合し、20時以降風が止むに従って再び成層が回復したと見るべきであろう。残念ながら、当日の流速計は故障のため、流速の変動については何もわからないが、この日に現われた水温変動をすぐ急潮に結びつけるのは早急であろう。

以上の各層観測の例にみられるように水温に代表される海況変動は観測塔という「点観測」だけでは甚だ不十分な知見しか得られない。このため、従来の観測船による海洋観測を補充する意味でリモート・センシングの手法がもてはやされるようになってきた。しかし従来の光

学系リモート・センシング、すなわち衛星からの写真判読による方法は、雲がある場合には役立たない。たとえばランドサットによって相模湾の海況変動を調べようと思っても、たまたま衛星が相模湾上にあった場合に運よく晴天であったということはまれであるから、現時点では相模湾内の海況変動を衛星でというわけにはいかない。

最近光学系リモート・センシングに代って、電波系のリモート・センシングが登場してきた。すなわちマイクロ波放射計とかマイクロ波散乱計、或は合成開口レーダーなどに代表されるもので、マイクロ波放射計が海面温度を測定する受動型センサーであるに反して、後者の2つは特殊なレーダーでみずからマイクロ波を放射し、反射波を受信して、海面情報を得ようとするものである。特に合成開口レーダーによる画像は、陸地に適用した場合は光学系センサーより分解能がすぐれていて、しかも晴雨昼夜の別なく観測が行えるという画期的なものである。これを海洋に应用することが考えられた。すなわち 1978 年米国で SEASAT という海洋衛星が打上げられ、電源の故障で僅か 3 カ月の寿命であったが、この衛星に搭載された合成開口レーダーによる海面画像の研究が進められた。この作業は現在でもなお、精力的に進められているが、中間報告を見ると、波浪や内部波或は海底地形、または渦運動などが判読できる。しかし、残念なことには「でたとこ勝負」の感じで、観測してみない

と画像として何がでてくるかわからない。波浪の画像を得ようとしたら、海底地形が鮮明にでてきたとか、内部波をみようとしたら波浪の画像しか得られなかったとかという具合である。更に悪いことには、波浪なのか、内部波なのか、海底地形なのか、何の画像なのか判読に苦しむ例が多くて、発表された画像は、いわゆる「チャンピオンズ・データ」と呼ばれる「珍らしくうまくいった」データであることが多いようである。

この理由は、合成開口レーダーで受信する信号は放射された電波が海面にあるさざ波で変調された反射・散乱波であるために、海面上のさざ波の分布が波浪によって影響されるのか、内部波の変動に追随しているのかそれとも海底地形による流速変動とよい相関を示すかによって、全く違った情報を与えることによる。従って、波浪や、内部波や、流速変動が同じ程度にさざ波に影響を与えるような場合には、合成開口レーダーの像が何が何だかわからなくなるのは当然のことである。

こう見てくると沿岸海域の海況変動に関してリモート・センシングの手法に頼ることもいささか心もとない。やはり最後には観測船による海洋観測というところに落着くのであろうか。

文 献

- 都司嘉宣・渡部 勲 (1982) 平塚波浪観測塔における各層水温観測について。防災科学技術 No. 47, 23-28.

2. 河川水の水質変化について

1. はじめに

相模湾沿岸水域に影響を及ぼす流入河川としては、相模川や酒匂川を初めとして様々な中小河川がある。これらの河川には公共用水域として水質汚濁に係る環境基準の類型が指定されている。類型には、環境基準の厳しい、つまり清澄な水域の順に、AA, A, B, C, D, E の類型があり、相模湾沿岸部では相模川寒川堰より上流部、酒匂川飯泉堰より上流部、金目川土屋橋より上流部などが A 類型に指定されているが、沿岸海域に直接影響する下流部ではその他の中小河川も含めて多くが C 類型以下である (図 1 参照)。

前回までは流域下水道計画が進行中の相模川と酒匂川

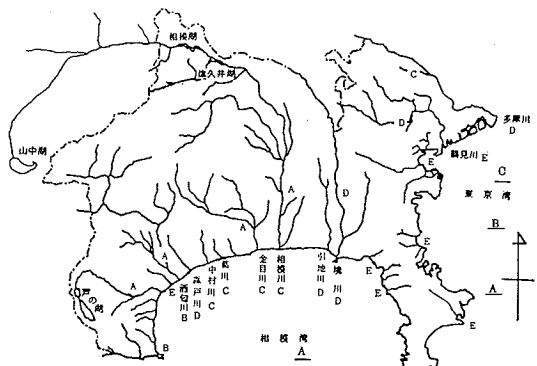


図 1 神奈川県内の河川水域類型

早川 康博 (北里大学水産学部)

第7回「相模湾の環境保全と水産振興」シンポジウム

を中心に水質変化を述べてきた（早川 1982, 1983）。ここでは（財）相模湾水産振興事業団が実施している調査結果を基に、相模川流域下水道計画における水質モニタリング（監視）の現況を整理して報告し、その他の中小河川の海域流入水の水質や河口部の底質についても比較検討する。

相模川では海域流入量 30～40 トン毎秒のうち 23.3 トン毎秒が流域下水道処理排水と置き換わる計画であるが昭和55年度の時点では処理排水量は 2 トン毎秒程度であった。酒匂川では海域流入量 20～30 トン毎秒のうち 3.6 トン毎秒が処理排水と置き換わる予定であるが、昭和57年12月に処理場が稼動を始めたばかりの段階である。これらの河川では取水堰を境界に環境基準の類型指定も差

2. 相模川流域下水道計画における水質モニタリング

表 1 相模川流域下水道計画における水質モニタリング

（A：（財）相模湾水産振興事業団による。B：神奈川県水質調査年表による。C：処理場報告書による。）

1) 生物化学的酸素要求量 (BOD) 濃度 (mg/l)

		昭. 53年	54年	55年	56年	57年	58年	平均値	データ数
寒川取水堰	A	—	—	—	—	3.33	3.00	3.17	17
寒川取水堰	B	2.08	1.96	1.83	—	—	—	1.95	144
四宮右岸処理場	A	—	—	—	—	12.22	11.38	11.82	17
四宮右岸処理場	C	8.44	4.93	5.93	4.93	—	—	6.28	77
柳島左岸処理場	A	6.18	2.33	2.58	2.50	3.00	1.75	3.09	67
柳島左岸処理場	C	3.13	1.74	2.08	8.50	—	—	3.05	77
河口部湘南大橋（表層）	A	5.64	2.58	1.92	2.33	2.67	2.25	2.90	67
河口部馬入橋	B	2.58	2.42	2.41	—	—	—	2.47	52
河口部湘南大橋（底層）	A	7.00	2.75	2.00	1.75	1.33	1.63	2.75	67

2) 全窒素 (TN) 濃度 (mg/l)

		昭. 53年	54年	55年	56年	57年	58年	平均値	データ数
寒川取水堰	A	—	—	—	—	2.28	2.10	2.20	17
寒川取水堰	B	2.06	2.06	2.28	—	—	—	2.13	72
四宮右岸処理場	A	—	—	—	—	25.80	32.60	29.00	17
四宮右岸処理場	C	20.88	28.19	25.93	28.75	—	—	25.39	77
柳島左岸処理場	A	3.12	4.50	10.97	14.00	12.23	14.02	9.65	67
柳島左岸処理場	C	11.93	8.27	11.15	13.05	—	—	10.72	77
河口部湘南大橋（表層）	A	1.81	3.78	4.04	4.12	4.56	3.95	3.72	67
河口部馬入橋	B	3.25	4.01	4.19	—	—	—	3.84	39
河口部湘南大橋（底層）	A	0.65	1.16	1.62	1.55	1.81	1.27	1.36	67

3) 全リン (TP) 濃度 (mg/l)

(*印は無機態リンを示す)

		昭. 53年	54年	55年	56年	57年	58年	平均値	データ数
寒川取水堰	A	—	—	—	—	0.16	0.17	0.16	17
寒川取水堰	B	*0.13	*0.10	*0.10	—	—	—	*0.11	121
四宮右岸処理場	A	—	—	—	—	1.59	1.47	1.53	17
四宮右岸処理場	C	1.65	2.38	2.88	2.78	—	—	2.33	77
柳島左岸処理場	A	0.74	2.65	2.23	2.06	1.71	1.37	1.83	67
柳島左岸処理場	C	2.50	2.35	2.25	2.33	—	—	2.37	77
河口部湘南大橋（表層）	A	0.16	0.48	0.41	0.72	0.48	0.31	0.44	67
河口部馬入橋	B	*0.28	*0.31	*0.23	—	—	—	*0.27	51
河口部湘南大橋（底層）	A	0.04	0.22	0.20	0.26	0.21	0.22	0.19	67

表 2 相模湾流入河川における水質・底質モニタリング

1) 生物学的酸素要求量 (BOD) 濃度 (mg/l)

	(基準値)	昭. 53年	54年	55年	56年	57年	58年	平均値	データ数
相模川河口部表層	(5)	5.64	2.58	1.92	2.33	2.67	2.25	2.90	67
境 川	(8)	—	—	—	—	—	6.80	6.80	5
引地川	(8)	—	—	—	—	7.33	8.75	8.00	17
森戸川	(8)	—	—	—	13.11	10.92	12.00	11.90	29
酒匂川河口部表層	(3)	—	6.11	7.67	23.00	17.42	11.50	13.66	53
中村川	(5)	—	—	—	16.67	14.17	9.50	13.66	29
金目川河口部表層	(5)	—	—	14.22	28.67	18.58	12.88	19.46	41
葛 川	(5)	—	—	19.50	—	—	—	19.50	12
相模川左岸処理場排水		6.18	2.33	2.58	2.50	3.00	1.75	3.09	67
酒匂川左岸処理場排水		—	5.75	7.33	11.67	11.33	10.75	9.38	53
相模川右岸処理場排水		—	—	—	—	12.22	11.38	11.82	17
藤沢市南部下水処理場排水		—	17.67	—	—	—	8.00	13.12	17

2) 浮遊物質量 (SS) 濃度 (mg/l)

	(基準値)	昭. 53年	54年	55年	56年	57年	58年	平均値	データ数
相模川河口部表層	(50)	10.73	5.50	8.50	10.67	18.83	22.38	12.22	67
引地川	(100)	—	—	—	—	9.22	19.88	14.24	17
森戸川	(100)	—	—	—	13.56	12.17	18.88	14.45	29
境 川	(100)	—	—	—	—	—	17.60	17.60	5
葛 川	(50)	—	—	19.67	—	—	—	19.67	12
金目川河口部表層	(50)	—	—	15.11	21.25	23.08	24.63	21.10	41
酒匂川河口部表層	(25)	—	32.33	15.92	19.08	21.50	46.63	25.32	53
中村川	(50)	—	—	—	49.00	70.91	28.25	51.68	28
相模川右岸処理場排水		—	—	—	—	4.78	5.50	5.12	17
相模川左岸処理場排水		8.19	4.75	10.50	7.42	4.75	4.25	6.76	67
藤沢市南部下水処理場排水		—	9.25	—	—	—	4.20	6.87	17
酒匂川左岸処理場排水		—	25.42	18.67	8.00	20.83	10.75	17.08	53

3) 全窒素 (TN) 濃度 (mg/l)

		昭. 53年	54年	55年	56年	57年	58年	平均値	データ数
相模川河口部表層		1.81	3.78	4.04	4.12	4.56	3.95	3.72	67
酒匂川河口部表層		—	1.95	3.43	4.42	4.57	3.94	3.73	53
森戸川		—	—	—	3.18	4.02	4.39	3.86	29
中村川		—	—	—	5.65	6.36	5.57	5.92	29
引地川		—	—	—	—	6.11	7.39	6.71	17
金目川河口部表層		—	—	6.79	8.32	7.12	7.44	7.46	41
境 川		—	—	—	—	—	9.22	9.22	5
葛 川		—	—	11.00	—	—	—	11.00	12
酒匂川左岸処理場排水		—	2.58	2.71	3.35	3.26	3.65	3.09	53
相模川左岸処理場排水		3.12	4.50	10.97	14.00	12.23	14.02	9.65	67
藤沢市南部下水処理場排水		—	22.95	—	—	—	17.80	20.53	17
相模川右岸処理場排水		—	—	—	—	25.80	32.60	29.00	17
岩手県 盛川 (無機態窒素)		—	0.64	0.85	0.68	0.70	0.80	0.73	57
岩手県 盛下水 (無機態窒素)		—	—	—	—	18.60	15.65	17.34	21

第7回「相模湾の環境保全と水産振興」シンポジウム

表2 (つづき)

4) 全リン (TP) 濃度 (mg/l)

	昭. 53年	54年	55年	56年	57年	58年	平均値	データ数
相模川河口部表層	0.16	0.48	0.41	0.72	0.48	0.31	0.44	67
酒匂川河口部表層	—	0.30	0.38	0.60	0.62	0.41	0.48	53
中村川	—	—	—	0.50	0.64	0.47	0.55	29
森戸川	—	—	—	0.73	0.54	0.52	0.59	29
境川	—	—	—	—	—	0.62	0.62	5
引地川	—	—	—	—	0.69	0.72	0.70	17
金目川河口部表層	—	—	1.00	1.61	1.15	0.70	1.16	41
葛川	—	—	1.40	—	—	—	1.40	12
酒匂川左岸処理場排水	—	0.36	0.38	0.57	0.46	0.42	0.44	53
相模川右岸処理場排水	—	—	—	—	1.59	1.47	1.53	17
相模川左岸処理場排水	0.74	2.65	2.23	2.06	1.71	1.37	1.83	67
藤沢市南部下水処理排水	—	2.11	—	—	—	1.80	1.96	17
岩手県 盛川 (無機態リン)	—	0.03	0.02	0.05	0.02	0.02	0.03	57
岩手県 盛下水 (無機態リン)	—	—	—	—	1.35	0.79	1.11	21

5) 底質全炭素 (TC) 含有量 (乾泥に対する%)

	昭. 53年	54年	55年	56年	57年	58年	平均値	データ数
森戸川	—	—	—	0.45	—	—	0.45	12
中村川	—	—	—	0.99	—	—	0.99	12
酒匂川河口部	—	—	1.04	2.61	1.47	1.27	1.67	41
葛川	—	—	1.69	—	—	—	1.69	12
金目川河口部	—	—	0.88	3.62	1.70	0.33	1.81	41
相模川河口部	3.17	3.07	3.13	3.46	2.83	2.70	3.08	67
藤沢市南部下水処理場出口	—	0.12	—	—	—	—	0.12	12
酒匂川左岸処理場出口	—	1.04	2.61	1.47	1.27	—	1.83	36

6) 底質全窒素 (TN) 含有量 (乾泥に対する%)

	昭. 53年	54年	55年	56年	57年	58年	平均値	データ数
森戸川	—	—	—	0.08	—	—	0.08	12
中村川	—	—	—	0.10	—	—	0.10	12
葛川	—	—	0.17	—	—	—	0.17	12
酒匂川河口部	—	—	0.13	0.28	0.19	0.13	0.19	41
金目川河口部	—	—	0.08	0.41	0.26	0.04	0.22	41
相模川河口部	0.33	0.27	0.29	0.32	0.29	0.22	0.29	67
藤沢市南部下水処理場出口	—	0.01	—	—	—	—	0.01	12
酒匂川左岸処理場出口	—	0.06	0.20	0.33	0.35	—	0.21	36

があり、前述のように上流部の取水用水はA類型、下流部の海域流入水は相模川でC類型、酒匂川でB類型に指定されている。事実、相模川での水質項目の実測値もこのことを裏付けており、全窒素や全リンは海域流入水の方が取水用水より常に2~3倍濃度が高かった。ただし、BODやCODは両者の差が少かった。また、経年的な傾向として全窒素や全リンの濃度は取水用水、海域流入水ともに若干増加の傾向にあり、BODやCODは横ば

いまたは減少の傾向にあった(早川 1983)。

表1は相模川下流部での水質モニタリングの結果を示している。河川の流下方向に沿って寒川取水堰、四宮右岸処理場、柳島左岸処理場、河口部湘南大橋が位置しており、各々の河川水は取水用水、処理排水、海域流入水の機能を有している。ただし、河口部馬入橋は位置的には右岸処理場と左岸処理場の間にある。水質分析結果は(財)相模湾水産振興事業団によるものと、神奈川県

該機関によるものを最近 6 カ年にわたって並列して示してある。表 1 の平均値は単に目安としてのこの 6 カ年の算術平均値を示す。

モニタリングの結果、神奈川県によるものと重複するデータが多い場合に両者の分析値は良く一致している。このことから前述の水質の傾向が裏付けられるのであろう。特に注意すべき点は、全窒素と全リンの処理排水が取水用水の約 10 倍の濃度を示している点である。海域流入水が取水用水よりも常に 2~3 倍高濃度となっている一因と考えるのが妥当であろう。また、河口部底層水は沿岸海域の海水またはその河川水との混合による汽水で占められ、一般には河口部表層水より水質の諸項目が低濃度となることが普通である。この点から見ると、BOD に表層水と底層水の差が少ないのは、BOD として測定される諸物質が懸濁物として沈降する、河口部に特徴的なフロクキュレーション作用が見逃せない要因であろう。

3. 相模湾流入河川における水質・底質モニタリング

表 2 に (財)相模湾水産振興事業団による流入河川および排水路の水質と河口部底質の分析結果を示す。BOD と SS については各々の河川に適用される環境基準値も示してある。

BOD については、金目川、中村川、酒匂川が基準値を大きく越えており、処理排水よりも大きい傾向がみられる。逆に言えば、処理排水はこれらの未整備の河川の BOD 値より低濃度に抑えられている。

SS については、やはり金目川、中村川、酒匂川の濃度が大きい。基準値を大きく越えてはいない。また処理排水は最近稼働を始めた酒匂川左岸処理場排水をのぞいて、かなり低濃度に抑えられている。BOD と SS に関する処理排水の傾向は BOD と SS を取り除くよう設計された下水処理方式から見て当然の結果であろう。

全窒素については、相模川や酒匂川よりもその他の中小河川が高濃度を示し、金目川、境川、葛川などは処理場排水と同程度となっている。相模川はむしろ相対的に低濃度であるが、前述の通り流量が大きく、上流部取水用水が 2~3 (mg-N/l) であるため、流域下水道処理場排水の流入をうけても 3~4 (mg-N/l) にしか増加しないためであろう。しかし、表に示した岩手県盛川の例に比べればこの値もかなり高濃度であることが示される。盛川は未だ川魚の豊庫であるが、付近の家庭排水が注ぐ盛下水は、相模湾に流入する上記の中小河川と同程度に全窒素濃度が高く、川魚に乏しい。

全リンについても全窒素と同様のことが言えるであ

ろ。

このように海域流入水的全窒素(全リン)は、相模川、酒匂川、中村川では 4 mg-N/l (0.4 mg-P/l) 程度であるが、他方、境川、引地川、金目川、葛川などでは各々 5~10 mg-N/l (0.5~1.5 mg-P/l) 程度となっている。処理場排水は大体 10~25 mg-N/l (1.5~2.5 mg-P/l) 程度であるから、これら中小河川には処理場排水と同程度の全窒素や全リン濃度を示す河川もある。このように相模川・酒匂川以外の諸河川の富栄養化は特に相模川・酒匂川の流量減少の際に沿岸海域への富栄養化物質負荷量を左右すると考えられるので流域下水道処理場排水に加えて、その水質モニタリングの必要性がある。

河口部の底質については、底泥中の全炭素と全窒素含有量(%)を示してある。底質は河口部の水深や流動と深く関連し、水質の富栄養化が著しい中小河川や処理場出口に必ずしも底質の富栄養化が進行しているとは限らない。ただし、金目川や相模川の河口部底質はかなりの富栄養化物質を蓄積している傾向がある。

4. 考 察

流入河川は本来の機能として窒素やリンといった富栄養化物質を海域に負荷し、その海域の生産量を維持する働きがある。しかし、富栄養水域から過栄養水域、腐水域へと進行するに伴い沿岸生態系が破壊される例はよく知られているところである。また、水質保全のアンチテーゼとして用いられる「清流魚住まず」の諺も、河川の上・中・下流部の生態学的機能区分を混同して、上流部の溪流と下流部の河川とを並置する比喩に過ぎない。むしろ清浄な上流部は下流部の豊かな生産力を保証すると考えられる。人為的汚染は際限なく可能である一方、水質浄化の方策は未だ確立されていない現状では、多大の努力を水質浄化とその保全管理に振り向けるべきことは明らかであろう。即ち、富栄養化と貧栄養化の両方の方策を管理運用できて初めて環境基準の類型指定は実質的な意味をもつようになる。

前述したように、相模湾流入河川の多くが、C 類型以下であるという現状は、これを固定化するのではなく、これを辛抱強く改善していく必要性を示している。

文 献

- 早川康博 (1982) 相模川・酒匂川の水質(総括). 水産海洋研究会報, 40, 53-58.
- 早川康博 (1983) 流入河川水の水質管理. 水産海洋研究会報, 43, 74-77.

3. 定置漁業に及ぼす海岸道路の影響調査

(1) 影響調査の経緯について

相模湾の沿岸は、古くから数十か統の定置網が設置され、自然を利用した優れた定置網漁場として知られている。ところが、近年わが国の高度成長に伴って、沿岸地域の都市化が進み、相模川、酒匂川の水利用、流域下水道処理場の建設、湾岸道路の建設など沿岸地域の開発事業が次々に実施され、従来の優れた漁場環境に著しい改変が加えられてきている。さらに相模湾水域では、京浜、京葉方面に出入する船舶通行量の著しい増加や、遊魚・リクリエーション等による人間の海域利用活動も急速に増大している。このような相模湾沿岸地域の開発利用の進展は海洋環境の汚染や漁場環境の悪化などをひきおこしているものと憂慮されている。事実、近年相模湾定置網による漁獲には、量、質とも著しい変化が見られている。これらは、海洋の自然変動やそれに伴う海洋漁業資源の変動によるものに加えて、相模湾周辺地域の人間活動の増大に伴う様々な海域環境の変化による影響が現われているのではないかと深い関心と不安が寄せられている。このような相模湾漁場環境変化をめぐる様々な要因の一つ一つを解明して、相模湾のあるべき姿を明らかにすることは、相模湾の水産振興と海洋環境保全のための重要課題であるばかりでなく、神奈川県をはじめとする地域住民の生活にとっても基本的な問題であると考えられる。

ところで、一昨年夏（昭和57年8月1日）の台風は、定置漁場に対する被害はもとより、相模湾沿岸の漁場海

洋環境に著しい変化をもたらした。また、陸域開発に関連して、河川からのおびただしい流木等の流出物が沿岸および港湾等に滞留し、これらによる定置網破損等の被害は、いまだかつて見られない規模のものであった。しかし、このような台風による被害には、たとえば、西湘バイパス建設とこれに伴う海岸堤防・護岸等の築造が、古くからの自然の海浜や海岸地形・地質さらに海浜流や波浪等にも変化をもたらすことから考えて、実は、これらの影響が大きく加わっているのではないかと心配されている。

このようなことから、今回、相模湾水産振興事業団では、調査委員会を組織して、台風による西湘バイパスの破損個所に近い、小八幡定置漁場をとり上げ、この漁場環境に及ぼす海岸道路の影響に的をしぼって、今年度から2年計画で調査を行うことになっている。この調査においては、小八幡定置漁場周辺における海洋環境、特に、海水の流動、波浪、またこれに伴う海洋の諸特性、海岸地形等がどのようになっているか、その実態に関する情報を可能な限り測定、収集し、海岸道路が漁場環境に及ぼす影響について検討する。さらに、他の海域環境との関連、特に、酒匂川、相模川の土砂輸送量の減少や河口先の流動変化等にも着目して、小八幡漁場の漁場環境変化の解明、ひいては、相模湾全域の漁場海洋環境の保全と水産振興に資することを目標としている。

(2) 相模湾奥部の流れの特徴

昨年ここで開かれたシンポジウムでは、水面下の水温が短時間のうちに大きく変化すること、例えば夏の20~80m深では数時間のうちに5~6°Cも水温が変わっていることを示し、このような変化を生み出す原因や、定置網に与えるであろう影響などについてお話し致しました。

蓮 沼 啓 一（東京大学海洋研究所）

今回は湾内の表層水がどのような動きをするのかについてお話ししたいと思います。このシンポジウムのテーマは、定置漁業に与える海岸道路の影響について考えることにありますが、ここでは相模湾の流れに見られる一般的な特徴についてだけお話し致します。それは、一般的

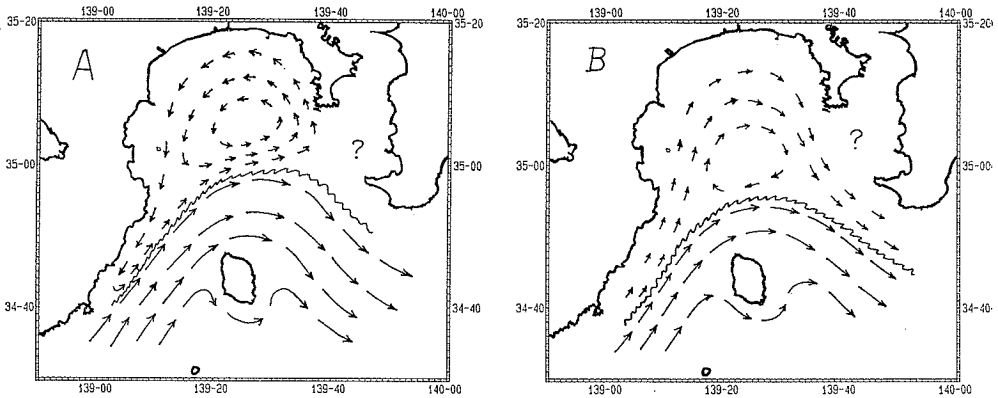


図 1 A: 相模湾の表層循環系——湾奥に反時計回りの循環ができる場合。矢印は流れの方向と速さを示す。波線は沿岸水と沖合水の間のできる前線。
?印は流れの様子が不明であることを示す。
B: 相模湾の表層循環系——湾奥に弱い時計回りあるいは全体が東へ流れる循環ができる場合。他は図Aの説明に同じ。

な特徴も知らずに、海岸道路が海に与える影響を論ずることはできないからです。また話を分りやすくするため、観測データそのものをお見せするのではなく、模式図の形で提示したいと思います。データを示した、より正確な議論は、後日、本研究会報に論文として発表したいと思います。

1. 水塊の移動とその追跡

川の水は次から次へと流れ去って、同じ水が元の場所にもどってくることはありません。ところが海の場合、ある場所で一方向にしか水が動いていなくとも、同じ水がもどって来ることがあります。例えば、タライの中の水を勢いよく回した時、タライの中のいろいろな場所で水は一定の方向にしか動かないにもかかわらず、同じ水がぐるぐる回っているにすぎないのと同様です。ですから、海で水の動きを調べるには、一定の場所で流れを測っているだけでは十分ではなく、どうしても水の移動の経路を何らかの方法で知る必要がでてきます。最も簡単な方法は水の中にある物体を入れ、それを船で追跡してゆくことです。我々はレーダーを使って海に入れた数個の漂流物の追跡を何回か繰返してやってきました。船で漂流物の追跡ができるのは、天候などの条件から、数日間程度にすぎません。もっと長期間にわたって水の移動を追跡するために海流ハガキもあわせて用いました。こうした観測を数年にわたり実施した結果、次のようなことが分ってきました。図1 A, B を参考にしながら以下の文を読んで下さい。

1) 多くの場合、大島の周辺には2~3ノットの東へ向う

速い流れがある。下田沖にあった水が大島西水道から相模湾へ入り、東水道から再び湾外に出るのに要する時間は丁度1日ほどとなっている。

- 2) この移動の速い水は沖合の水で、通常は、図で示した通り、湾奥の沿岸水との境目(前線)では水温が2~3°C急に変化することが多く、沿岸水の方が低温となっている。また沖合水に比べ、沿岸水の動きは遅く、0.5ノットくらいことが多い。沿岸水の方は、時として、沖合水とは反対の方向、つまり東から西へ流れていることさえある。
- 3) 前線より湾奥にある沿岸水は、図1-Aに示したように、反時計回りの動きをする場合と、沖合水と同じように全体として西から東へゆっくりと移動するか、あるいは弱い時計回りの循環をする場合(図1-B)とがあることがわかってきた。沿岸水が、一旦どちらからの循環系で動きだすと、1~3週間位その循環系を持続する。

沿岸水が反時計回りの渦を作るA型の循環系と、東流あるいは時計回りの渦を作るB型とではどちらが多く(時間的に長く)起るかを見ると、A型であることの方が比率としてはずっと多いようである。しかし、これはあくまでも今までの観測から得られた感触であって、現在のところA型B型の出現率がどの程度であるかを論じられる十分な資料は得られていない。

また、循環系をA型からB型へ、あるいはB型からA型へ変える原因が何であるのかは今のところはっきりせず、今後の研究に待たなければならない。

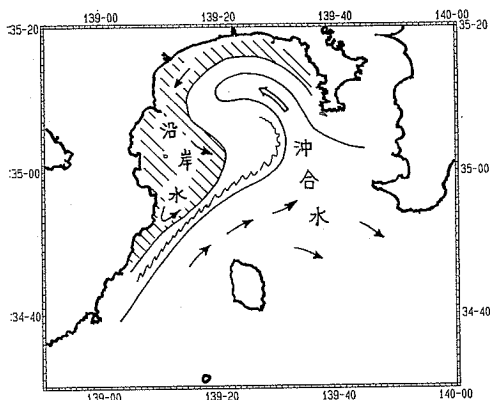


図2 前線が北上して、沖合水が湾奥に侵入して来る様子を示す。急潮はこうした状態の時発生すると考えられる。波線は前線を示す。

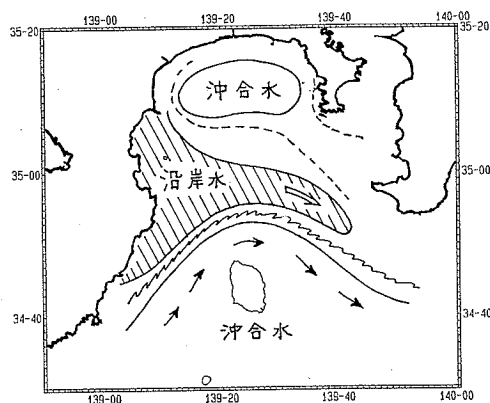


図3 前線が南に下り、侵入して来た沖合水が湾奥に残され、沿岸水が湾外へ流出する様子を示す。

- 4) 前線域の観測を何回か繰り返しているうちに、前線の位置が南北方向にかなり大きく変化しているのがわかってきた。ある時には前線がずっと北上し、沖の山の北側にまで達するし、またある時には前線がかろうじて大島の北側に達しているにすぎないこともある。さらには前線らしきものが大島周辺に見られないことさえある。

前線の位置が北に上っている時は、沖合水がたくさん湾内に入り込んできている状態で、この時、湾奥の沿岸水はA型、つまり反時計回りの循環をしている(少なくともこれまで観測した範囲ではそのようになっている)。洲の崎沖にある浅瀬、沖ノ山よりも北に前線が来た様な場合、三浦半島側から大陸棚に沿って沖合水が多量に入って来る。この時湾奥一帯の沿岸では水温が 2°C 前後急上昇する。

沖合水が湾の奥部に入って来るようすを模式図で示すと図2のようになろう。沖合水の流入が急激に起こった場合がいわゆる急潮となるようである。図2では、沖合水が直接湾奥沿岸部に入り込んで来るように描いてあるが、現実にはまず館山湾内の水温が急上昇してから数日も遅れて相模湾奥部の水温が急上昇したりしているので、館山湾から相模湾にかけての海域での沖合水の動き方はよくわかっていない。今後の研究課題である。

- 5) 三浦半島西岸で測定した水温記録によると、水温の急上昇が始まってから、最高水温を記録するまでの時間は数時間から3日程度の範囲にある。この水温急上昇期間が沖合水の湾奥への流入期間と考えられる。比較的短時間のうちに沖合水の沿岸部への流入は止んで

しまい、その後沿岸域の水温は単調に低下してゆく。

前線が北上きった状態で沖合水が短期間湾奥に流入して来る。やがて前線は南下し、沖合水の流入が止むとともに沿岸水が前線帯に沿って湾外へ流出する。——このような経過をたどって相模湾奥部の水が少しずつ交換されてゆくものと考えられる。図3は湾奥への沖合水の補給が止み、沿岸部にあった水が房総方面へ出てゆく様子を示している。ここで一つ注意しておきたい点は、沖合水が湾内に入って来る様子はかなりよくわかってきたのだが、沖合水が入って来ることによって、それまで湾奥にあった沿岸水が、どのようにして湾外へ出てゆくのかはよくわかっていないということである。沿岸水が伊豆半島をう回して駿河湾へ入るような場合もあるが、そうした状態が起ることは少ないようである。

以上のことからわかるように、相模湾の流れの変化を知るには前線の南北移動を常時おさえておく必要がある。

- 6) 小八幡漁場を例に、湾奥での定置漁場での流れを測定し、湾奥の流れの特徴をおさえることとした。

水深50mの所で、海面下2mと30mの二つの深さで測流を実施した。その結果、表層と中層とでは水の動きに大きな差が認められ、中層の流速は表層の4分の1程度しかなく、しかも、しばしば流向が反対となっていた。測流結果で特に注目すべき点は、表層の流れが圧倒的に東向き(カシマジオ)であった点である。相模湾の定置網は西向きの流れ(サキシオ)を受けるように張られているため、カシマジオが卓越することは魚の入りを著しく少なくしてしまう可能性があ

る。

まだ立ち入った解析はなされていないが、流れは相模湾周辺を吹く風の影響を強く受けている様である。

以上これまでの調査でわかってきた点をまとめてみたのですが、現在はようやく相模湾の流れに見られる特徴がわかりだした段階でしかありません。しかし、おぼろげながらも全体像がつかめだして来たので、今後は、どこで、どのような観測をすればよいかのかがかなりはっきりしてきたと言えます。

一方私は流れと定置網の関係を今後もっと真剣に考えるべき時に来ているという感じを強く受けています。湾

奥の沿岸水が時計回りの運動をするのか反時計回りの運動をするのかでは定置網の受けをどのようにすべきかが問題となりましょう。また湾奥への沖合水の流入と、それに伴う沿岸水の沖合への流出は相模湾奥部への魚群の補給、あるいは逸散と密接に関係しているはずです。大島周辺の前線の南北移動は、沖合水を沿岸域に送り込んだり、沿岸水を外へひき出したりしているので、まるで海が呼吸しているかのように見ることもできます。いずれにせよ、定置漁場周辺だけでなく、やや大きな目で相模湾を見てゆく必要もあると思います。

(3) 海岸地形および海浜波浪について

糸 洸 長 敬 (東京水産大学)

1. はじめに

砂浜海岸における汀線は、来襲する波や風、潮位の変化によって前進後退をくり返し時々刻々変化する。このように絶えず変化している海岸線でも、ある時間スケールで平均した平均位置を求めると、それを中心に変動していることが多い。このような海岸は平衡、安定海岸であるが、台風時のように、波高の大きいときには一時的にかなり侵食が進むこともある。しかし気象擾乱の終結とともに徐々に堆積し、以前の汀線位置まで回復することが多い。

さて、昭和58年の8月には、大型台風が相模湾沿岸を直撃し、陸上施設や海岸道路はもとより、相模湾の岸寄りに施設されている定置網は、台風に伴う強風や波浪の他に湾内にそそぐ数本の河川からの多量の流出水および流木等の直撃を受け、網の流失、破損という大きな被害をこうむった。とりわけ、酒匂川と森戸川のほぼ中間に位置する小八幡定置漁場付近地区は、海岸道路の一部決壊、船上げ場の崩落・流出など海浜の侵食が最も深刻であった。

一口に海岸侵食といってもそれには種々なタイプが存在する。例えば、海岸の基部が波食をうけて崩壊する海岸崖や、海浜が波によってけずり取られて切り立った浜崖ができることによって汀線の後退がおきるタイプ、あるいは海底勾配が急峻なために沖へ運ばれた土砂が海岸へ再補給されず徐々に汀線が後退するようなタイプや、地震・津波・地震沈下による、人力ではいかんともしがたい侵食のタイプもある。

以上のタイプは、天然海岸で自然の摂理として起こる侵食であるが、海岸や河川に手を加えた結果、侵食が起こりあるいは加速される人為的侵食もある。これは最近になって顕著になった侵食のタイプである。

それでは、小八幡漁場付近海岸の現状は上記のどのタイプに属し、その侵食の機構はどうであろうか。このことを明らかにすることは侵食対策を講ずる上に極めて大切である。また、漂砂移動の外力として働く現地波浪は、その特性によっては、近くの海岸性状と複雑に絡み合っただけで反射・回折を起し、付近に存在する漁業用施設に何らかの影響を及ぼすであろう。したがって小八幡漁場付近において、長期および短期的な海岸地形の変化や波浪特性を調査し現況を把握しておくことは重要である。

本稿では、昨年来行って来た調査結果の一部を紹介する。なお解析に用いた航空写真や参考資料は神奈川県より入手した。また、現地調査に協力を惜しまなかった小八幡定置漁場の方々、特に波向目視観察を続けていただいた同漁場の川辺氏、その他水試職員の皆様へ深甚なる謝意を表わす。

2. 航空写真による汀線幅の長期変化

図1は、昭和29, 39, 44, 48, 55年に、神奈川県土木課で行った海岸線の航空撮影写真から汀線幅を読み取ったものである。撮影時の潮位が必ずしも一致している訳ではないが、侵食状況の傾向を知るには航空写真は有力なものである。

図中酒匂川の河口付近を点線で結んだのは河口の位置が変化し、読取線上に河口が位置する場合があったから

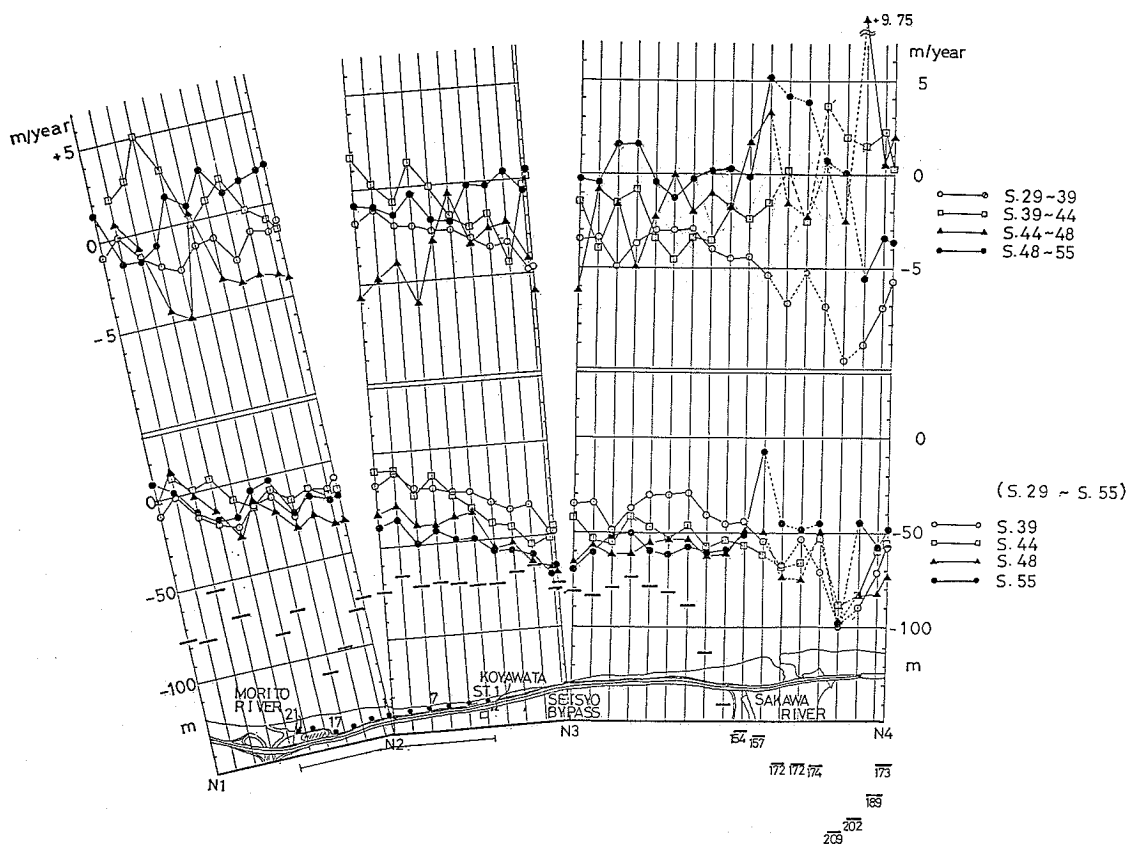


図1 航空写真による汀線幅の長期変化
上: 汀線幅の後退速度, 下: S29年を基準にとった相対値。

である。そのときの汀線は、とりあえず両岸から滑らかに結び、汀線位置として読み取った。また、図中太い短い実線で記入してあるのは、昭和29年の汀線位置から、西湖バイパスまでの位置を意味する。酒匂川から森戸川までの間で侵食傾向を二つに分けられそうである。一つは、酒匂川から小八幡の西側の西湖バイパスが最も汀線寄りになる場所である(N3地点)、ここは昭和29年より昭和55年まで26年間で、約60m程度侵食しており、中でも特に、酒匂川河口付近の侵食は著しい。もうひとつは、N3点より東側の森戸川導流堤付近までの海岸で、東へ行く程侵食が少なくなるところである。

汀線幅の変化を1年当りの後退速度でみると、最大の後退速度として、昭和29~39年の平均速度約9.5m/年が酒匂川河口付近で見られる。そしてこの期間はN1~N4の全区間で後退傾向を呈しており、この期間に侵食がかなり進行したことが窺い知れる。昭和39~44年にかけては、酒匂川より西側では堆積傾向、酒匂川河口~小八幡

漁場前面までは侵食、それ以东は、侵食・堆積を繰り返しながら森戸川河口付近では堆積傾向にあった。海岸道路工事が始まり道路壁が完成した後の昭和44~48年と48~55年にかけて後退速度に顕著な特徴が二点認められる。その第一は、道路壁完成直後の昭和44~48年にはN3地点付近とST.5~21の間で後退速度が大きいこと、第二は森戸川河口右岸導流堤竣工(昭和47年)後の昭和48~55年にかけて、酒匂川河口東側~N2点間での後退速度は小さく、それより東側(N2~森戸川河口)では堆積傾向を呈することである。一番目の特徴のうちN3地点付近で後退速度が大きいのは、道路壁が最も海寄りに接近して存在するため強波浪時の戻り流れによって局部的に侵食が加速されたと解釈できよう。しかし、ST.1付近で後退速度が小さい理由は不明である。侵食が著しかったST.5~21間では森戸川右岸導流堤築造後には堆積傾向に転じており、導流堤は堤西側付近の侵食防止に有効であると考えてよからう。また酒匂川~森戸

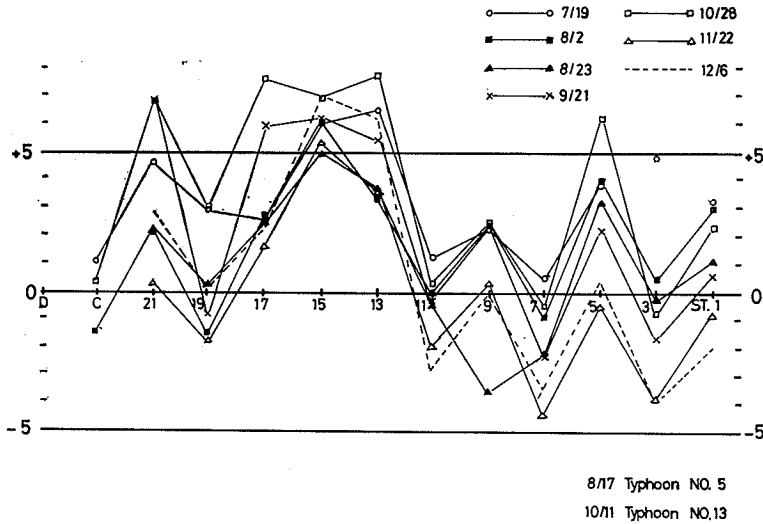


図 2 汀線幅の短期変化。縦軸の単位はメートル

川間における沿岸漂砂の卓越方向を推測すれば、堤西側での堆積傾向および森戸川に近づく程汀線の後退が少ないことから、西から東へ向う卓越漂砂が存在すると推定できよう。これは本間他 (1958), 田中他 (1973), 堀川 (1981) 等の調査・解析結果と矛盾しない。

3. 小八幡漁場森戸川河口における汀線の短期変動

次に小八幡漁場近くの汀線の短期変動について考えてみよう。図 1 に調査基点が示されている。小八幡の西側を調査基点に選んでない理由は、道路根固めとして投入した消波ブロックが、道路壁より沖側約 30~40 m の幅に存在するからである。調査は、開始後わずか半年しか経過しておらず、汀線変化の一部をとらえているにすぎないかもしれないが、現時点における各調査点の変化の特徴について述べる。図 2 は、昭和 58 年 6 月 21 日汀線幅を基準にしたそれよりの堆積を正、侵食は負として表現してある。7 月 19 日の調査時には、ST. 1~21 の全調査点において、6 月の汀線位置より汀線幅は増加しており堆積傾向を呈していた。台風 5 号、6 号直後の 8 月 23 日には、台風前の 8 月 2 日に比べて、ST. 13, 19 を除くとほとんどの調査点で汀線幅は減少している。特に侵食の大きかった ST. 9 では、8 月 2 日に比べて約 6 m も後退した。しかし、ここはその約 1 カ月後の 9 月 21 日には 7 月 19 日の汀線位置まで前進しており、回復の早いところである。次に侵食の大きいのは船揚げ場中央部の ST. 1 で、約 3 m の後退を示した。ここは図 3 からわかるように汀線幅が最も短いところであり、2 m 程度の後退でも浜の地盤高と船揚げ場斜路海側端との差がすぐに約

50~80 cm 程になるところである。しかし、豆台風であった台風 13 号が八丈島付近を通過した後は、ST. 1~19 の全調査点で堆積傾向がみられた。堆積の著るしかかったのは ST. 5 で、37 日間で約 4.5 m 程汀線は前進している。ところが、11 月 22 日には全地点で侵食傾向を呈し、そのうち ST. 5 での後退がもっとも大きく約 7 m もの汀線の後退を示した。

6 月から 12 月までの半年間で汀線変化の変動幅が最も大きいところは ST. 5 である。また、ST. 1, 3, 7, 11 はいずれも 6 月汀線位置より後退し、12 月の時点での汀線後退幅が 2 m を越えるところである。

次に ST. 3~7 で行ったレベル測量結果 (図 4) から、その間の浜の地盤高さを比較すると、道路壁から約 7 m の地点では、11 月 22 日には、ST. 3 と ST. 5 または 7 間で約 70 cm にも達し ST. 3 の地盤高の低さ (侵食の大きさ) の程度がわかる。また、ST. 3 では浜がけは無くなり、道路壁は前径浜の部分に位置していることが分かる。

以上のように、汀線幅は短期間内でもたえず変動しているわけであるが、その前進後退は相続く調査の間に来襲する波の性質 (周期・波高・方向) と海岸の性状、地質、粒度および海岸構造物の有無等と密接な関連があるが、現時点では調査期間が短くてデータの蓄積に欠けるのでこれらの関係を正しく判断することは困難である。しかしながら、船揚げ場前面海浜では、沿岸漂砂の上手側に根固め消波ブロックを道路壁より海側へ約 30~40 m 程突出して投入したことによって沿岸漂砂が遮断された

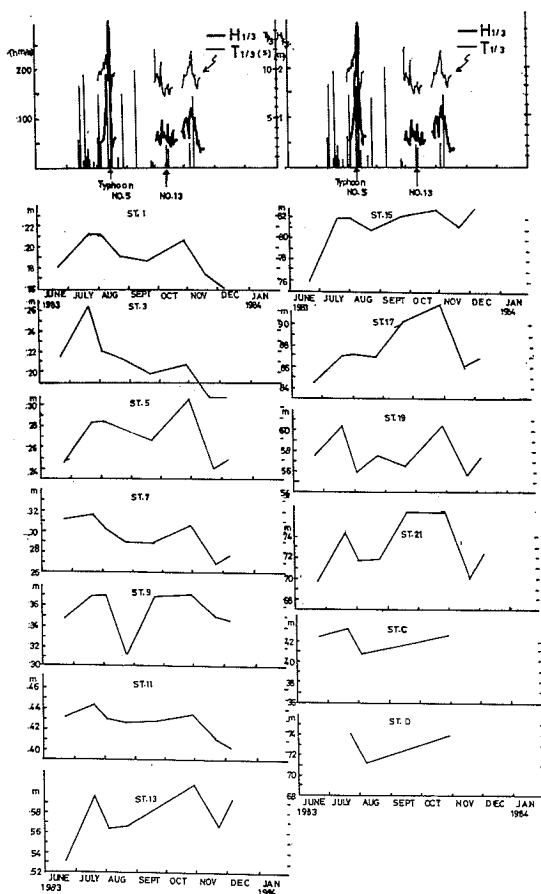


図3 汀線の変化と波高・周期および早川における風(10 m/sec以上)。上図の縦軸は(風速)×(吹送時間)を表わす

こと、また消波ブロックの東端からの反射・発散波と入射波が重なり合って、波高が特に大きくなること、等からして船揚げ場前面海浜の侵食はさらに進行するであろうことが現有の資料より推測できる。今後は同様な調査を継続するとともに沿岸漂砂の移動量、移動方向に関する現地調査を行い船揚げ場前面海域における侵食機構を解明し、その効果的対策を講ずる必要がある。

4. 1983年8月の波浪特性

波浪特性や反射波特性を明らかにする目的で、小八幡漁場西側の根固め消波ブロックが投入されているところより沖合約100mの、水深13~4mの地点に圧力式波高計を2基設置し、合計3回の波浪観測を行った。そのうち第1回目の観測では、設置が不慣れなため1基の記録しか取れなかった。第2・3回の観測では予定通りの資料取得に成功したが目下解析中である。ここでは、台

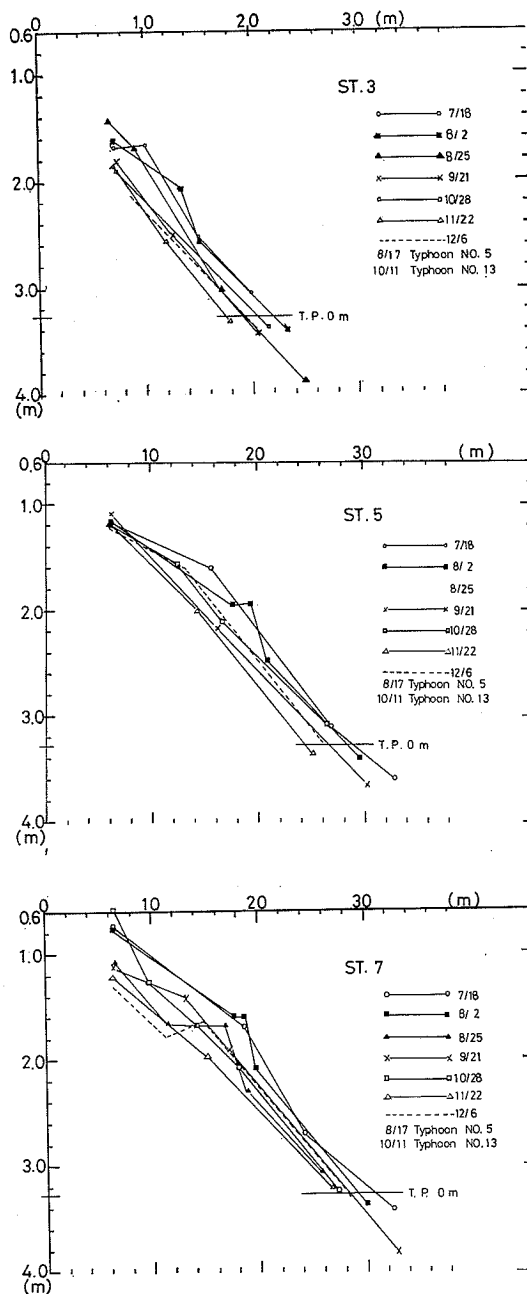


図4 調査地点 No. 3 (上), No. 5 (中), No. 7 (下)の測線に沿った浜のレベル測量結果、横軸は道路壁からの距離を表わす。

風5号時に観測を行っていた第1回目の観測を中心に述べる。

図5に8月5~23日の有義波高および周期の変化を示

した。図中、下方に示した風の資料は神奈川県水試、相模湾支所より入手したものである。

観測期間中に波高のピークが2回認められる。一つは14日12時頃で、もう一つは最大波高約7mを記録した17日12時頃のピークである。14日のピーク時の周期は約12秒であるのに対し、17日のものは約10秒以下である。14日の波高のピーク時には、NE方向から7~10m/secの風が吹いているが、この方向の風は小八幡付近の海岸線にはほぼ平行に吹くことになり、この第1のピークは相模湾内で発生した風波によるものと考えには無理がある。第2のピーク時にはESE~SE方向から約15m/sec以上の風が連吹していることから、吹送距離のやや長い風波によるものであろう。

次に波浪スペクトルの発達減衰の様子を見てみよう。図6には10~21日の12時における周波数スペクトルを示した。スペクトル解析はB・T法に従って行ったが、波高の読み取り間隔は0.5秒、データ個数は1,000個、遅れは90としてHanningの平滑係数を用いた。

図6によれば10~12日の間は、スペクトル密度の最大は約10秒で時間とともに増加しているが、11日には低周波領域でエネルギーレベルは増加し、12日には低周波とともに高周波領域でもエネルギーレベルが増加する。13日には約14秒の所にエネルギー密度の最大があり、約8秒のところに第2のピークが存在する。これは波の発達の途中の過程において見られるOvershooting現象であろう。14日になると最大エネルギー密度は約12秒の所に存在するが、エネルギーレベルは13日と比較して全周波数領域で著しく増加する。このエネルギーレベルの増加は図5にみられる波高のピークと一致しており、台風

域内で発生した波の伝播によるものと思われる。

15日には、8秒および15秒付近でエネルギーピークを持つがエネルギーレベルは14日の最大エネルギーレベルより低い。翌日の16日になると最大エネルギー密度レベルは若干減少するが、17日にはもっとも成長し約10秒のところに最大エネルギー密度が存在するようになる。その後、18日から21日にかけて台風の影響が小さくなるにつれて最大エネルギー密度は急速に減衰し、その周期は短くなる。20日および21日には15日と同様に2つのエネルギー密度のピークが認められる。

このようなスペクトルの発達・減衰のパターンが本海

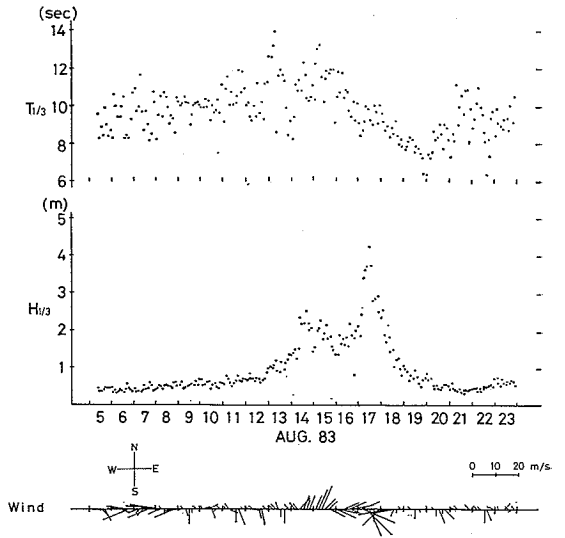


図5 有義波高および有義周期の変化(上)と早川における4時間ごとの風向風速(下)

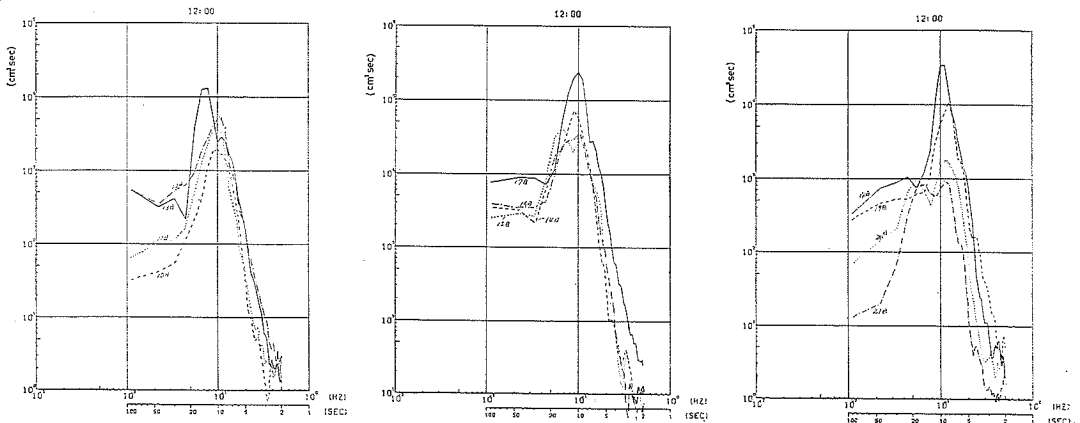


図6 周波数スペクトル。8月10日~21日の12:00

域における波浪の基本的な特性であるか、または、台風5号および6号が特異なコースを取った結果なのか、あるいは、反射波の影響によるのかについては、よく分からない。根固めブロックからの反射波の波高および反射率の見積りとともに今後の課題であろう。

(4) 河川水の拡散・分布と変化について

海中に流出した河川水の拡がり方の一般的な水理を、河口付近での初期の小規模の拡がり方に限定して述べる。また相模湾奥部の酒匂川河口先で、河川水・懸濁物質の拡がり方を調べる目的で、予備的に行なった観測について紹介する。

1. 一般流が小さい場合の拡がり方の水理

海中に流出する河川水は、流量が少ないときには、水位・圧力の高い河口を中心にしてゆっくりと等方的にすなわち半円状に拡がり、流量が多いときには、慣性の効果により幅狭く噴出することが経験的に知られている。写真1は、三重県熊野市の井戸川という小さな河川の改修工事のさいに、濁った河川水の流出の状態を斜め上から撮ったものである。河川系と海水の境界面での摩擦により、下層のきれいな海水が上層に巻込まれ連行されることにより、放射状の拡がりとともに、ロールを巻く鉛直運動が可視化されたものと考えられる。なお、このときは弱い陸風であった。図1は宮城県追波湾の11月における水温・塩分の表層の水平分布と鉛直縦断面分布を示す。冷却された追波川河川水が湾奥に流入している。このとき航空機から測定された、河口先における表面水温分布の熱赤外面像を写真2に示す。黒い部分が海と砂

文 献

- 本間 仁・堀川清司・鮮手 澈 (1958) 片瀬, 鎌倉海岸の沿岸流に関する研究. 第5回海講, 115-122.
 田中則男・小笹博昭・小笠原 昭 (1973) 海浜変形調査資料(第一報). 港研資料, No. 163, 95 pp.
 堀川清司 (1981) 沿岸開発と海岸地形変化について. 水産海洋研究会報, 38, 99-102.

杉 本 隆 成 (東京大学海洋研究所)

浜, 破線は汀線であり, 比較的低温の河川系水(白く写っている)が, 流下方向に向かって左側の岸沿いに噴流状に流出しているのが見える。

ここで, 海中に放出された河川水や温排水の拡がり方の形状を決めている水理について考えてみよう。この問題は, 密度流の水理という水理学のジャンルのの中では, 水面に放出される3次元密度噴流の項目に属する(たとえば, 玉井, 1980)。ここでは, 地形的条件などはごく簡単にして, 直線的な海岸から河川水または温排水が一定流量で半無限の海域に流出するような場合について考える。海域の深さは河川系水, 温排水の厚さに比べて十分大きいものとする。また, 海面過程の水温・塩分変化への寄与は小さいものとする。淡水の拡散と温排水の拡散とは, 密度差の程度に違いはあるものの同一の基本方程式, すなわち運動方程式と連続式および熱または塩分の拡散方程式で記述される。

原点を河口または放水口の中央部の静止水面にとり, x 軸を沖合方向, y 軸を海岸に沿い沖合に向かって左側の方向, z 軸を鉛直上方にとった3次元の直角座標系を考える(図2)。河口または放水口から流出する河川水の断面形状は, 幅が b_0 , 厚さが h_0 の長方形で, 流量は Q で

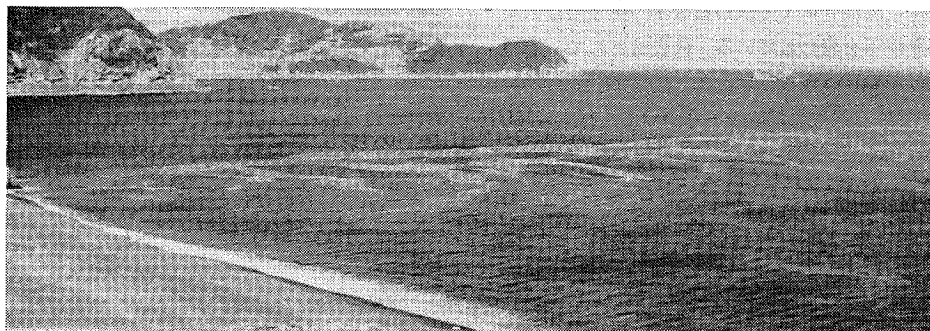


写真1 井戸川河口先における濁水の拡がり

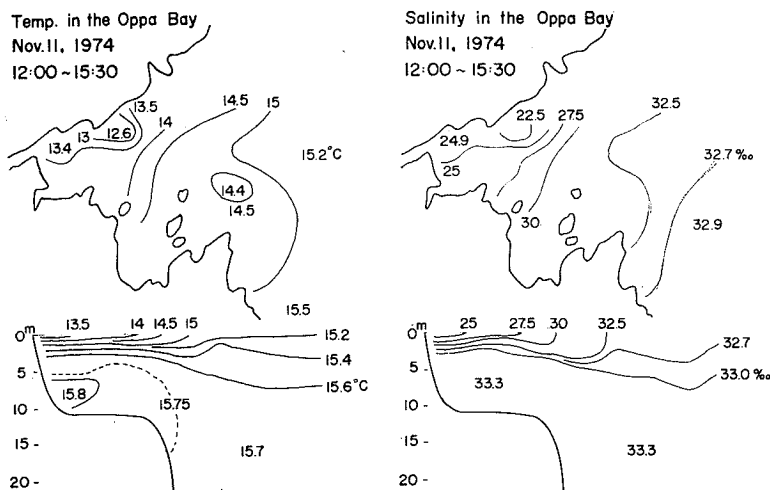


図 1 追波湾の奥部から湾口にかけての水温・塩分の水平分布(上)および縦断面分布(下), 1974年11月11日, 水温(左), 塩分(右)

一定であるとする。河口域では塩分 S の変化が大きく、温排水の場合通常塩分が一定で水温差の効果が大きいので、海水の密度 ρ は近似的に塩分または水温だけで決まり、 $\rho = \rho_0 (1 + \beta_1 S)$, または $\rho = \rho_0 (1 - \beta_2 T)$, ただし、 β_1 は 1.0×10^{-4} , β_2 は 2×10^{-5} の程度、で与えられる。

そこで、現象の水理学的特性を見るために、定常の2層モデルで考え、鉛直方向には静水圧平衡が成立しているとする。上層の流出流の厚さを h , 平均流速を v とすると、運動方程式は次のようになる。

$$v \cdot \nabla v = -g' \nabla h + \nu_H \nabla^2 v - (c/h) |v| \cdot v$$

ここに、 $\nabla (= \partial/\partial x i + \partial/\partial y j)$ は水平勾配を表わす演算子、 $g' (= g \cdot \Delta \rho / \rho)$, g は重力加速度, $\Delta \rho$ は上層と下層の密度差), ν_H は水平渦動粘性係数, c は内部境界面における連行加入の効果を含む見かけの摩擦係数である。左辺は慣性項であり、右辺第1項は浮力の水平勾配による密度流生成項, 第2項は乱流混合による水平拡散項, 第3項は内部境界面での摩擦項を表わしている。代表量として、河口または放水口における幅 b_0 , 厚さ h_0 , 流速 U をとって、上式を無次元化し、無次元量に添字をつけて、 $v_* (= v/U)$ のように表わせば、

$$v_* \cdot \nabla_* v_* = - (g' h_0 / U^2) \nabla_* h_* + (\nu_H / U b_0) \nabla_*^2 v_* + (b_0 c / h_0) |v_*| v_*$$

したがって、現象は無次元パラメーター $Fr_i = U^2 / g' h_0$, $Re_H = U b_0 / \nu_H$ および $Re_z = h_0 / b_0 c$ の大きさで決まることになる。現場での水平および鉛直レイノルズ数 Re_H ,



写真 2 追波川河口先における河川水の拡がりの熱映像 (1974年11月11日)

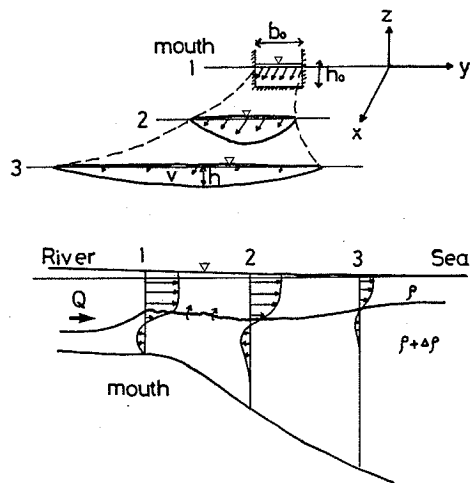


図 2 河川水または温排水の流出形状模式、見取図と座標系(上), 縦断面(下)

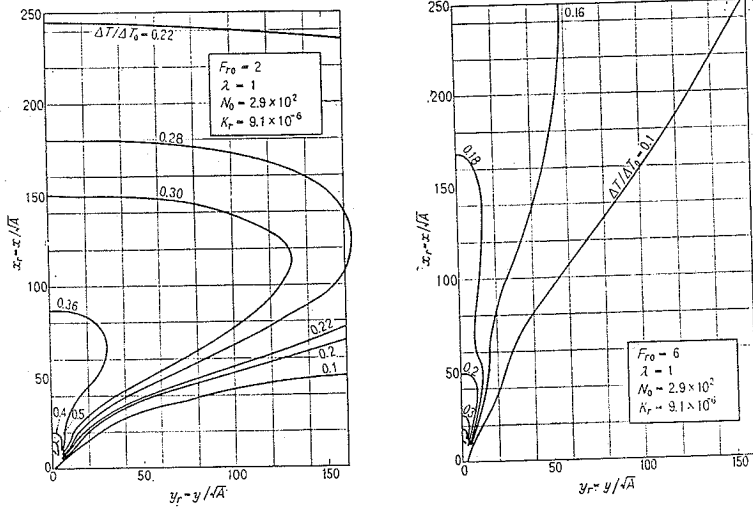


図3 温排水の拡がりの形状の内部フルード数による違い、
Fr 数=2 (左), Fr 数=6 (右), 林ら (1974) による

Re_s はそれぞれ 1/100 および 1/10 の程度である。

温排水の場合には、河川水の流出と比べると密度差が 1/20 程度に小さく、したがって g' が小さくなり、流量 Q が河川と同程度の場合には Fr_i 数は 5 の程度になっている。この場合、上式の右辺第 1 項は小さくなり、左辺と右辺の第 2、第 3 項とのつり合う自由噴流に近い形態となるのがわかる。図 3 は林ら (1974) による温排水の拡がりに関する数値計算による水温分布 (放水口における温度上昇量で割った値) を示す。この計算には海面からの放熱の効果も入っているが、 Fr_i 数の違いの効果がよく表わされている。なお、林・宮原 (1973) の相似解による解析などを参考にすれば、横方向には浮力項 (厚さが減る効果) と慣性項すなわち流下とともに流線が拡がる効果がつり合い、流下方向には慣性項の内部でのつり合いと連行加入に伴う水平発散の効果が大きいものと考えられる。

一方、河口においては、洪水時に塩水楔が河道からフラッシュされるような場合を除けば、 Fr_i 数は 1、すなわち浮力項が慣性項と同程度、であるように制御される (杉本, 1981)。従って、洪水時を除けば密度流の性格が相対的に強くなる。

なお、柏村・吉田 (1968) は、上式の第 3 項 (内部境界面における摩擦項) を省略し、かつ、鉛直方向の代表長をも河口幅にして、水平レイノルズ数 Re とクーレガン数 θ 、ただし $\theta = (Fr_i^2 Re)^{-1/3}$ 、をもって室内実験における河口流出流の分類を行ない、 $\theta R^{-0.137}$ の値に依存し

て変化すること、すなわちこの値が大きいときは安定な密度流になり、小さい領域では乱流のジェットになることを示した。

2. 拡がりに対する一般流の影響

河口または放水口先の前面海域で潮流または沿岸流・吹送流・海浜流が、密度噴流よりも強いときには、流出水の拡がりはむしろこれらの移流に支配される。

潮流が卓越しているような浅い内湾の河口域や埋立地先の海域では、河川水の流出や前面海域での分散は潮流の影響を強く受ける。図 4 は 1968 年 5 月 21 日に神奈川水試等によって観測された酒匂川河口先における漲潮時と落潮時の塩分分布から見た河川水塊のゆらぎの様子を示す (神奈川県農政部水産課, 1970)。目視観測のフロントは塩素量 16.5~17‰ (塩分で 30‰, 河川水の 7~9 倍稀釈) のあたりにある。これより内側 (河口寄り) は第 1 次影響域と呼ばれている。この中の河川系水の滞留時間は半潮時の程度である。低潮時に流出した河川系水塊の大部分は次の上げ潮時に河道内に戻らず周辺域に分散し、陸棚上に塩素量 18.5‰ (塩分 33‰, 河川水の 20 倍稀釈) 程度以下の第 2 次影響域を形成する。

また、温排水塊や河川系水の厚さは通常 2 m 程度で薄いので、風の影響を受けやすい。向岸風の場合には河川水や温排水の拡がりは岸近くに押しつけられ、離岸風の場合には逆に沖に拡げられる (藤原・平野, 1980)。外洋に面した開放型の浅い沿岸域においては、沖合からの波浪によって形成される海浜流系が見られるが、このよう

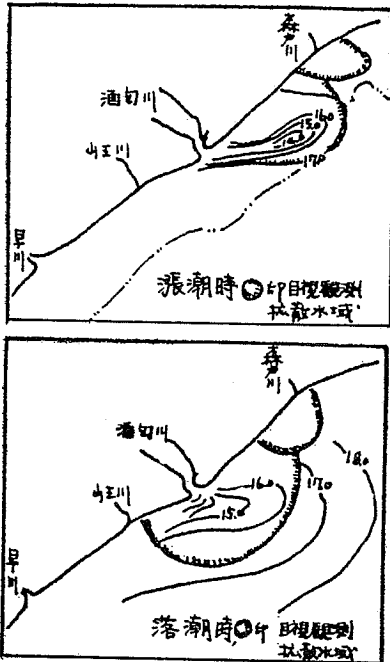


図 4 酒匂川河川水の河口先の拡がりの潮時による差異，漲潮時(上)，落潮時(下)，1968年5月21日，神奈川水試による

な海浜流中に放出される小河川水や温排水は，岸に沿う流動に乗り，岸に捕捉されるような形で下流に伸びる傾向がある（三村ら，1980）。

3. 酒匂川河口先における河川水および濁りの拡散の予備観測

小八幡漁場等の定置は岸から 600 m 程度しか離れておらず，表層の塩分はほとんど 33‰ 以下で，河川系水の第 2 次影響域下にある。また酒匂川の洪水期には泥や流木等を含んだ河川系水が，直接的に小八幡定置に流出し，網に被害をもたらすことがある。こうした洪水時の高濁度の河川水の拡がりの実態を明らかにするために，1984 年度には海洋観測と数値シミュレーションおよび流体模型実験を計画している。その予備観測として 1983 年 9 月 16 日に酒匂川河口先で行なった観測結果について簡単に紹介する。

観測では，満潮時の 15 時前後に約 200 m の高度を飛ぶヘリコプターから目視観察をしつつ 35 mm カメラによりスナップ写真を撮った。一方，調査船によって酒匂川河口先断面の水温・塩分・濁度を測定するとともに，漂識ブイの設置回収・漂流板の投入と回収・ロラン C による位置出しを行なった。用いた漂流板の大きさは 1 m × 1 m × 8 mm で，幅 1 m，長さ約 1.2 m のおもり付のビニルシートの短冊型の抵抗板がつけられている。

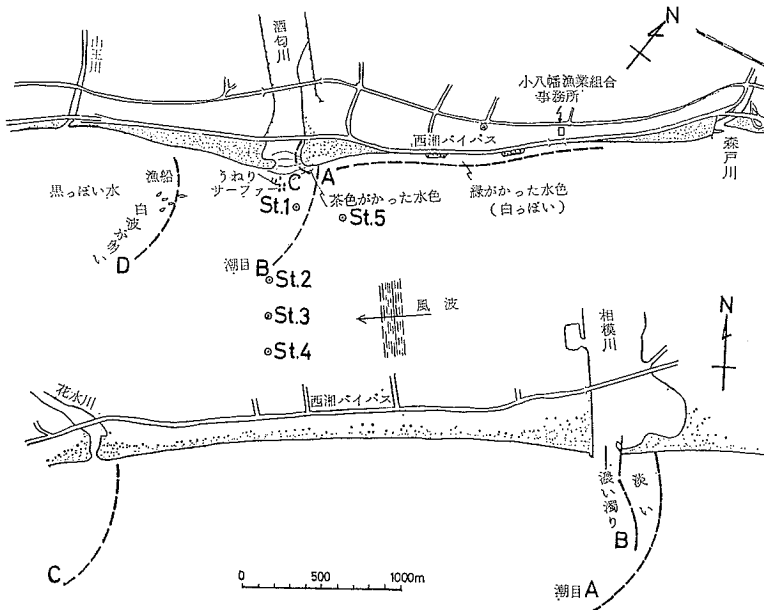


図 5 スナップ写真とスケッチに基づく河口・海岸域の海面状況，1983年9月16日15時，酒匂川河口付近(上)，相模川と花水川河口付近(下)

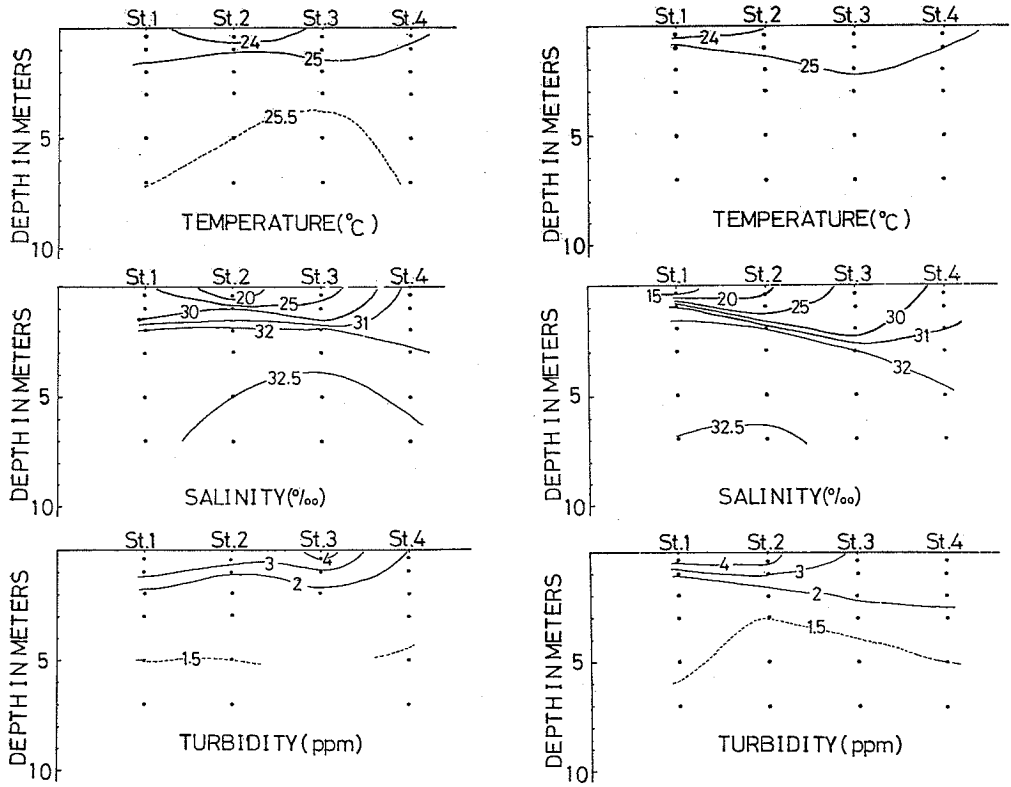


図6 酒匂川河口先における水温・塩分・濁度の鉛直断面分布, 1983年9月16日, 小潮, (左) 10時40分~11時15分の漲潮前期, (右) 13時45分~14時15分の漲潮後期

図5に, 写真撮影と目視観測から求められた, 酒匂川および相模川の河川系水と沿岸水との潮境(フロント)を破線で示す。この図の St. 1~St. 4 で測定された水温, 塩分, 濁度の鉛直分布を午前および午後についてそれぞれ図6に示す。また, 漂流板の流跡を図7に示す。このときの下層の流れは東向きであった(蓮沼, 1984)が, 強い北東風のために西向きの流れになっている。河川系水の厚さは2m程度で薄く, スケッチ(図6)のフロントから見ると風下寄りに拡がっている。

なお, アジア航測社によって別の機会に測定された熱赤外画像の中から酒匂川, 森戸川, 河口域の一例(1983年5月30日午前3時頃のもの)を写真3に示す。擬似カラー表示されたものを白黒にプリントした関係で, 河川および河口のすぐ近くの白い部分は冷たく, その周りのプルーム状の黒い拡がりが中間温度であり, 河川水の第1次影響域を示す。その周りの白っぽい部分は比較的高温の沿岸水である。

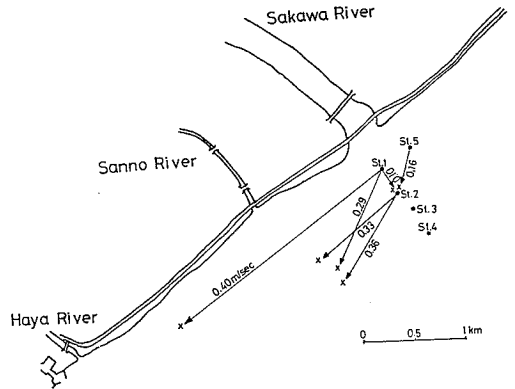


図7 漂流板の流跡(投入点と回収点を結んだもの) 1983年9月16日14時30分頃投入し15時30分頃回収, 流程の長い1枚は16時00分頃回収

最後に, 観測にあたり, 調査船「しおかぜ」とヘリコプターを御用意下さり, 観測で種々御助力戴いた神奈川県水産試験場の桜井裕場長, 中村幸雄課長, 尾崎重利し

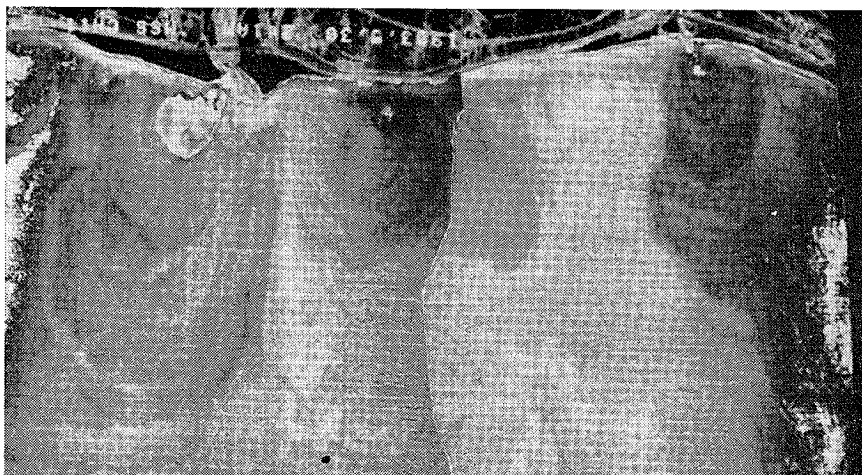


写真 3 酒匂川・森戸川河口付近の熱赤外面像, 1983年 5月30日午前 3時, アジア航測 K.K. による

おかげ船長, 長谷川保技師, また, 観測に御協力下さったファイ・ラムダ水文環境研究所の佐藤英夫氏と東京大学海洋研究所の大学院学生の伊藤喜代志君に心より御礼申し上げる次第である。また, 追波川河口先の熱赤外面像の撮影に御協力下さり, かつ, 相模川・酒匂川等の貴重な熱赤外面像を提供して下さいましたアジア航測社の鈴木徹氏と畠山祐二氏に心より感謝を申し上げたい。

文 献

- 藤原建紀・平野敏行 (1980) 排水拡散に及ぼす風の影響について. 海と空, 56(1), 17-27.
 蓮沼啓一 (1984) 相模湾奥部の流れの特徴. 第 7 回「相模湾の環境保全と水産振興」シンポジウム, 水産海洋研究会報, 45, 83-86.
 林 泰造・宮原英治 (1973) 水面上に放出された温排

水の拡がりについて. 第 20 回海岸工学講演会論文集, 197-202.

- 林 泰造・宮原英治・有田正光 (1974) 海面上に放出された温排水の拡がりについての数値解析. 第 21 回海岸工学講演会論文集, 321-327.
 神奈川県農政課 (1970) 環境河川取水に伴なう沿岸漁業影響調査報告書, 9-38.
 柏村正和・吉田静男 (1968) 河口の flow pattern について. 第 12 回水理講演会講演集, 13-18.
 三村信男・堀川清司・渡辺 晃 (1980) 大熊海岸における温排水の拡散に関する現地観測. 第 27 回海岸工学講演会論文集, 507-511.
 杉本隆成 (1981) 河口域生態系における物理環境——研究の現状と問題点——. 水産海洋研究会報, 38, 103-108.
 玉井信行 (1980) 噴流・密度噴流・密度流の水理. 土木学会編新体系土木工学 22, 技報堂出版, 69-125.

4. 最近の定置網の漁況変化について

最近, よく耳にする言葉がある。「魚の獲れ方がオカシイ, 場所も, 時期も, 魚体も, 種類も, ……」等である。長い経験則が当てはまらない現象が本当に起こっているのだろうか。相模湾で最も関心の高いブリを中心に, その辺を探ってみよう。

1. ブリ漁獲量の年変動が大きくなった

木 幡 孜 (神奈川県水試相模湾支所)

図 1 に大正 14 年 (1925 年) 以降における神奈川県西湘大型定置網のブリ成魚漁獲量を示した。これによると, 昭和 30 年代前半までの安定高水準年代と, それ以降の不安定減少年代に分けられる。そして, 前者の年代は 5~50 万尾の 10 倍の範囲で年変動を繰り返しながら高水準を持続してきた。これに対して, 後者の年代は図中の破線

に示すような一定率の減少傾向が認められるが、上限と下限の傾向線の幅は、やはり10倍の範囲内におさまるとみてよさそうである。すなわち、この図が示す長期的な変動傾向はブリ資源の動向を、そして年々の変動は漁場形成に係わる諸要因による変動部分を表わしていると考えられる。

しかし、ここでは長期的な変動傾向からのズレに注目したい。高水準年代では昭和9年に、当時としては大きな落ち込みをみせたが、減少年代では昭和42・43年と44年の極めて大きな落ち込みが特徴的である。昭和9年の場合は、遠州灘沖の大冷水塊発見の年として有名であることから、大きな海況異変がもたらした現象であろうと推察できる。しかし、後者の場合は海況要因に主因を求めにくい。この場合は次のような生物要因を考えるべきだろう。

一般に、魚は海の中で均等に分布することなく、群をつくって生活している。そして、群の大きさは小さな群が多く、大きな群ほど極端に少なくなることが知られている。つまり、分布域内では密度的に希薄な部分の方が、はるかに広いのである。ブリの群もこのような分布をしているとすれば、どのようなことが起こるだろうか。図から判断して、ブリ資源は高水準年代に対し、近年は当

時の10分の1以下に落ちている。とすれば、当然大きな群もつくらなくなっているのであろうし、あるいは群の数自体も減少しているかもしれない。したがって、ある特定の海域がブリ回遊群に接するチャンスは、密度が薄くなるほど不安定になり、しかもそのズレは不漁の方向で起こる可能性が増すだろう。昭和44年の大凶漁は、このような生物要因が主因であったものと考えられる。

一方図1の下段には、直線の期間における平均年変動比（相隣れる年度間の平均変動比）を示した。これによると、高水準年代には昭和9年を含む期間が2.78とやや大きくなるが、昭和30年代前半までが1.47~1.85と安定しており、この程度が従来の相模湾のブリが示す年々の変動量であったものとみることがができる。しかし、資源の減少が進行した昭和30年代後半から、年変動は急激に大きくなってきている。これは先述したような資源の減少に伴う群構造の変化が主因となってもたらされた現象と考えられ、近年のブリ漁はまさしく不安定になっていることがわかる。

2. ブリ接岸の重心海域が変わった

相模湾のブリ成魚の漁場は湾奥中央部の神奈川県大磯から、伊豆半島南部の静岡県谷津の範囲に形成される（図4）。図2は神奈川県海面の漁獲尾数を静岡県海面の漁獲尾数で除した値で示したものである。これによると、昭和37年（1962年）までは神奈川県側で、安定して多く漁獲されていたが、その後大きな乱れが生じていることがわかる。

ここで、昭和37年までは前項で述べたように、資源の

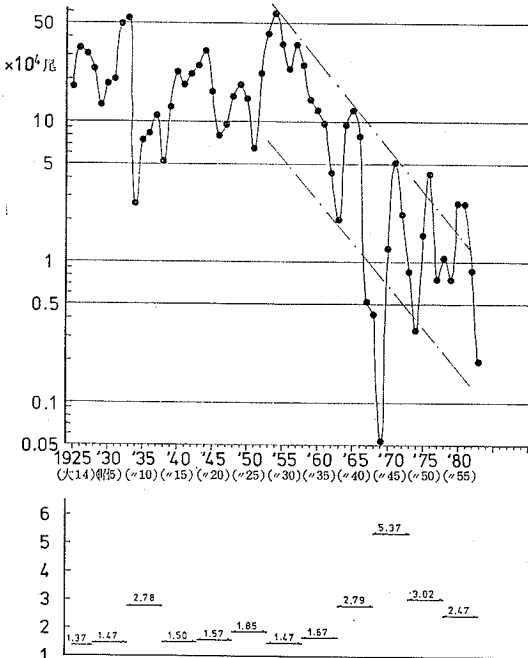


図1 相模湾、西湘大型定置網6ヶ統におけるブリ成魚漁獲量と5ヶ年平均年変動比の経年変化

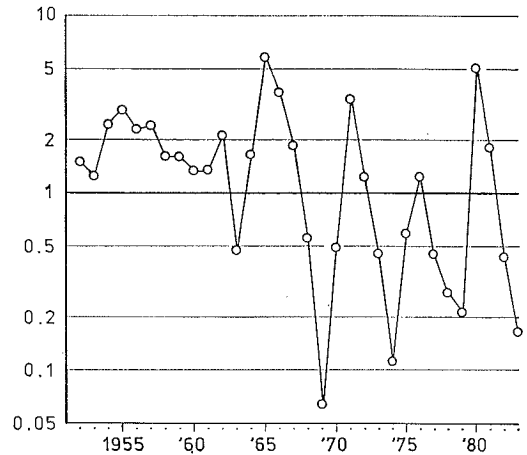


図2 相模湾内におけるブリ成魚漁獲量の偏り現象。ただし、縦軸は神奈川県西湘漁獲量÷静岡県伊豆東岸漁獲量で示す

高水準時代、そしてその後の乱れは資源の減少期に略々対応しているように見える。しかし、確かなことはいえない。

一方、昭和37年とそれ以降は、まだ記憶に新しい昭和38年の異常低温年によって区切られている。そして同年は、それまでの高温基調の年代から、その後の低温基調の年代に移行した変曲点ともいわれている。おそらく、このような海況の大きな変化に、先の資源の減少が相乗して、近年の漁場形成の乱れを起こしているものと思われるが、さらに吟味してみよう。

図2で、乱れが生じた昭和38年以降をみると、昭和58年までの21年間における両海域への配分関係は、1以上の値で示される神奈川側への偏りが9例、1以下で示される静岡側への偏りが12例となっている。両者の差は、

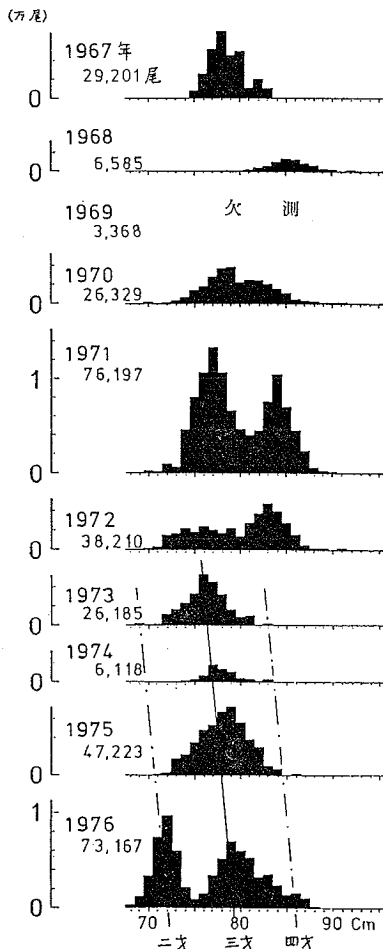


図3 相模湾におけるブリ成魚体長組成の経年変化

僅か3例にすぎないとはいえ、この9:12という比は、昭和37年までの傾向とは全く異なるものであり、この間に起こったと考えられている環境の変化が、いかに大きなものであったかを示唆している。

次いで、太平洋岸のブリ漁を広く概観すると、全域的に落ち込み傾向にある中で、熊野灘を境に、南北の海域、特に茨城などの北方海域での減少傾向が近年より顕著である。このことを考慮すると、先の二つの要因のうち、後者の海洋の長期的な変化が、相模湾内においても、漁場の南偏をもたらした原因として、より大きいのかも示れない。

またこれらとは別に、高度経済成長期に向けて進行した湾岸開発と自然破壊を、生産現場に在る者にとっては無視できない。この種の影響を科学的に算出することは極めて難しい。しかし、神奈川県沿岸はその荒波をものにかぶった海域であり、その影響が目に見えない形で、徐々に浸食作用を深めつつあるのを実感するのも事実である。

3. 魚体の大型化が起こった

図3に相模湾で漁獲されたブリ成魚の体長組成の経年変化を示す。相模湾のブリ漁は、従来4年魚を主体とする寒ブリと3年魚を主体とする彼岸ブリによって、構成されるものと考えられていた。図の昭和47年(1972年)

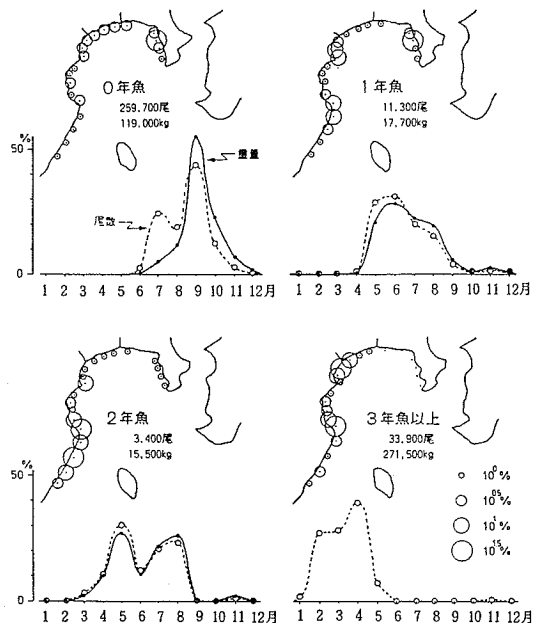


図4 相模湾におけるブリの年令別漁場・漁期形成(1970~'74年平均)

までの体長組成がそれに相当する。しかし、昭和48年以降に異変が起きた。まず年令組成では、4年魚が殆んど出現しなくなり、漁期間を通して3年魚主体になったこと、および注目される点は、その3年魚の体長が年々大型化してきたことである。そしてさらに、昭和51年(1976年)にはこれまでの常識では考えられなかった72cmにモードをもつ小型群が、大量に出現したことであった。この小型群は鱗による年令査定の結果、成長の良い2年魚であることが判明した。このことに伴ない、漁況にも変化が起こった。

図4に、相模湾における近年の平均的なブリの年令別漁期と漁場形成を示す。従来、相模湾で春に漁獲される2年魚は55cm内外の、いわゆる銘柄ワラサであり、これらは図中の2年魚に示すような伊豆東岸で、5月を中心に漁獲されるのが通例であった。然るに、昭和51年の小型群は、出現時期が4~5月と従来型に変わりなかったが、ワラサとは明らかに異なる点もそなえていた。その最も特徴的なことは、体長が従来のワラサより数cm大きいだけでなく、体重が6~7kgもあり、相模湾の漁期

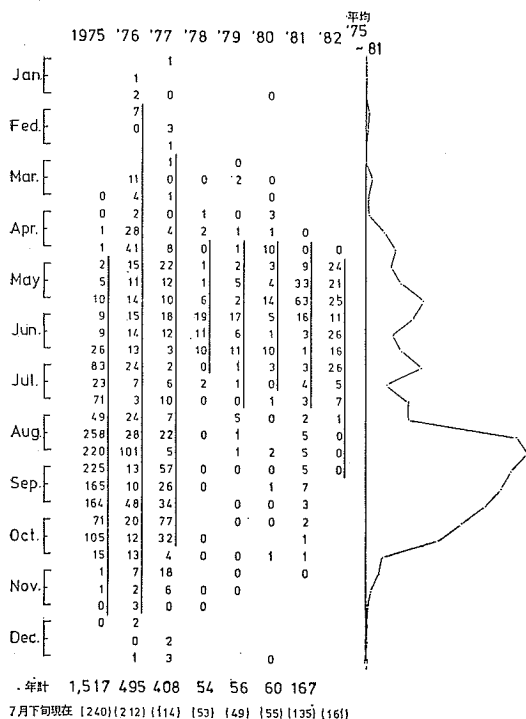


図5 相模湾におけるサバ幼魚(サバツ子)の漁期形成にみられる変化。ただし、単位は1,000kg, 実線は小田原地先におけるFL18cm以下の個体の出現旬を示す

末に相当する4~5月に出現しながら、実に寒ブリ並の肥満型をしていたことである。さらに、これらの中から成熟の進んだ生殖腺をもった魚体も発見された。つまり、年令的にはワラサであっても、生理的には明らかに成魚としての特徴もそなえた群であり、習性的にも両者の特徴が観察された。すなわち、これら早熟2年魚は図中の3年魚以上で示す湾奥部にまでよく出現し、かつ彼岸ブリと2年魚の漁期でありながら、寒ブリ的小型魚として出現し、浜の老練家達を戸惑わせたのであった。

このような魚体の変化は、図3の斜線で示すように、昭和48年以降に始った各年令群の成長の早まりによって、もたらされたものと考えられた。その主因としては、ブリ資源の減少に伴ない、ブリ社会自体が起こした自衛的な対応(成熟を1年早めることによって、再生産の効率

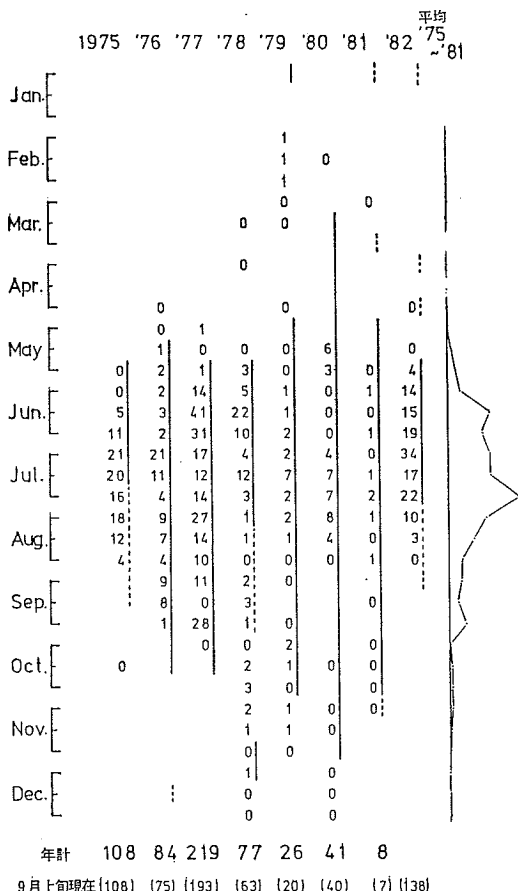


図6 相模湾におけるマアジ幼魚(ジンダ)の漁期形成にみられる変化。ただし、単位は100kg, 実線は小田原地先におけるFL10cm以下、破線は同12cm以下の個体の出現旬を示す

を高める)と、昭和47年以降の傾向的高温現象が、相乗してもたらした現象であろうと考えられる。そして、このような早熟化は、その後昭和52年をピークに、昭和56年まで続いた。

4. サバとマアジ幼魚の漁期形成が変わった

相模湾に出現したサバの幼魚(サバツ子)とマアジの幼魚(ジンド)の旬別漁獲量を、昭和50年(1975年)以降で示すと図5、図6になる。まず、サバツ子の出現を図5でみよう。出現期間はほぼ周年に亘っているが、盛期は昭和52年以前が4~7月と8~10月の二期に分れ、後期で顕著に形成されていた。これに対して昭和53年以降は、前期の盛期は従来と大差がないが、後期の大きな山が殆んど消滅するという注目すべき現象が起こっている。因みにこの2年後から、マサバ太平洋系群成魚の激減が起こっている。

一方、ジンドの出現はサバツ子とは対照的に変化している。図6にみるジンドの出現期間は、当初5~9月にみられ、ピークは6~8月に形成された。しかし、昭和53年以降は盛期に変わりはないものの、出現期間がほぼ周年に亘るようになった。

両者の一致が偶然であるのか否かは定かでない。しかし、昭和52年以前と同53年以降では、いくつかの生物に

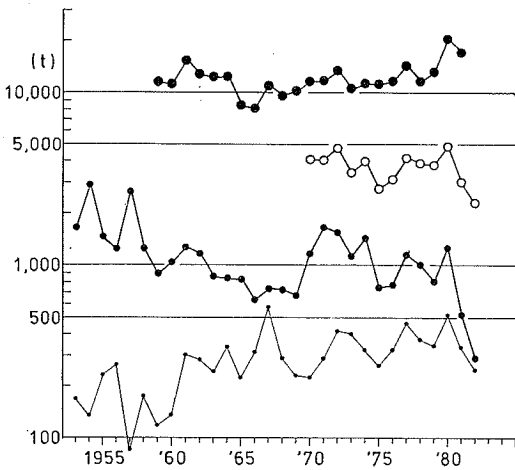


図7 相模湾における大型定置網総漁獲量の経年変化。ただし、黒丸大は相模湾全域(三浦諸磯~伊豆谷津)、白丸大は湾奥(西湘6ヶ統)、黒丸中は小田原米神定置(1ヶ統)、そして黒丸小は米神定置のブリ・マアジ・ウマツラハギ(過去の第1優占種)を除く値を、それぞれ示す

とって、大きな意味をもつ環境の変化があった可能性も否定できない。この間、黒潮は大蛇行期という分類で一括されているが、さらに細かい検討が必要かもしれない。

5. 総漁獲量にみる変化

図7で総漁獲量の変遷をみると、湾全域でみるかぎり、なお増加傾向にあるが、近年の増加は三浦半島を中心としたマイワシによるものである。これに対して湾奥の西湘6ヶ統では、昭和56・57年(1981, 82年)の落ち込みが大きい。これを米神定置1ヶ統でみるとさらに明瞭であり、昭和57年は、過去最低を記録した昭和56年を大きく更新している。これは主にウマツラハギの減少によるものであるが、他種の減少も無視できない。このような現象は熊野灘や土佐湾などでも、「雑魚が少なくなった」という表現で話題になっている。いずれにしても、従来相対的にきわめて安定した推移をみせてきた総量が落ち込んできたということは、気になることである。ここにも海況変動の1つの節目が起こったように思われる。

ただし、生物は適応性の強いものである。したがって、このような現象は多分一時的なものであろうと考えられる。たとえば、図中の細線の変化は、米神定置において、過去に第1優占種であったことのある種類を除いた場合の漁獲量である。これによれば、むしろ上向き傾向で推移していることがわかるだろう。すなわち、下位の種類がたえず上位をねらっているのが自然界の姿である、といえるかも知れない。

以上を総括すると、生物側から見たとき、海の変化の大きな節目が第1に昭和38年、第2が昭和47年、第3が昭和53年、そして第4が昭和56年にあったものと考えられ、近年その頻度が高まっているようにみられる。

文 献

- 木幡 孜(1977) 相模湾産重要魚種の生態—VI の2 1976年春季に出現した小型ブリの体長組成と漁獲量等にみられた特徴。相模湾支所報告, 8, 29-33.
- 木幡 孜(1979) 定置網漁況からみた相模湾の生産性に関する考察—I の2 ブリに見られる生産様式と単一種のもつ意義。神水試相模湾資源環境調査報告書 II, 271-280.
- 木幡 孜(1983) 相模湾におけるウマツラハギ・マアジ・サバ類幼魚の出現と体長組成の経年変化。南西海区ブロック外海域200カイリ水域内漁業資源調査中間検討会報告, 昭57, 5-11.