

沙流川河口浅海域の漁場環境調査

Field Investigation of Fishing Ground around the Mouth of the Saru River

坂田年隆* 増田 亨* 武内智行**
宮本義憲*** 早瀬吉雄****Toshitaka SAKATA, Tohru MASUDA, Tomoyuki TAKEUCHI
Yoshinori MIYAMOTO and Yoshio HAYASE

沙流川を対象として、河口周辺海域の理化学的環境について現地調査を行い検討を加えた。観測期間は、昭和59年9月から62年1月までである。主な結果は、流れは海底地形の等深線に沿って流れ、流れと風に関連のあることがわかった。また、低水流量時には河川水が底生生物に与える影響が小さいことがわかった。

《沙流川；流況；河川水の拡散；環境》

Physical and chemical conditions around the estuary of the Saru river were investigated. The observation was from September, 1984 to January, 1987.

The main results were as follows:

- (1) There is an current parallel with the contours of the seabed.
- (2) The current changes with the wind.
- (3) There is little effect of low river discharges on the benthos.

Keywords: Saru river, current pattern, diffusion of river water, environment.

1. ま え が き

北海道沿岸にある河口周辺海域は、河川を再生産の場とする水産生物や河川水の分布とかかわりを持つ水産生物の生育、生息の場として重要な役割を果たしており、このような河口海域は今後の漁場開発および増養殖において重要な位置を占めてくるものと思われる。例えば、沙流川河口海域では、天然に産卵するシシャモおよび孵化放流によってそ上するサケやシシャモ、河口沿岸の浅海域に生育するコンブなど、河川水の分布と密接に関係する水産生物にとっての重要な海域になっている。しか

し、これら水産生物の生息、生育にとって関係深い河口海域の流況や河川水の拡散状況、河口域の水塊状況などの理化学的環境条件についての調査、研究例が乏しく、いまだ未解明な問題を数多く残しているのが実状である。

本報告は、河口周辺海域の理化学的環境状況を明らかにするため、沙流川を対象として昭和59から61年度まで実施した現地調査からその結果を報告するとともに、河口海域周辺の流況環境、河口海域の水塊構造、水質環境、河川水の底層への影響、河口浅海部の漂砂について若干の検討を行った結果の報告である。

*水産土木研究室員 **同室副室長 ***同室長 ****前同室長 現農林水産省農業土木試験場水理第1研究室長

2. 調査海域の概要

2.1 沙流川の概要

沙流川は流域面積1,345km²、流路延長387.4kmで、北海道南岸の地球岬から襟裳岬にいたる230kmの弓形をなした海岸の苫小牧よりやや襟裳岬寄りに流出している一級河川である。河川勾配は上流部で1/100以上あるが、日高町付近から1/125～1/200となり、さらに下流部では1/500～1/800を示す。1964年から約20年の流量観測

によれば、最高流量は約2000m³/sec以上であり、低水流量は17～18m³/secである¹⁾。

海底勾配は図-1に示されるように、水深-30m線が海岸に最も接近している静内および苫小牧以西では1/100ほどであるが、沙流川から鶴川にいたる区間では約1/350の緩やかな勾配になっている²⁾。しかしながら、図-2に示すように、河口付近の地形は左岸側のシノダイ岬にある岩礁域によって地形が急に変化している。また、河

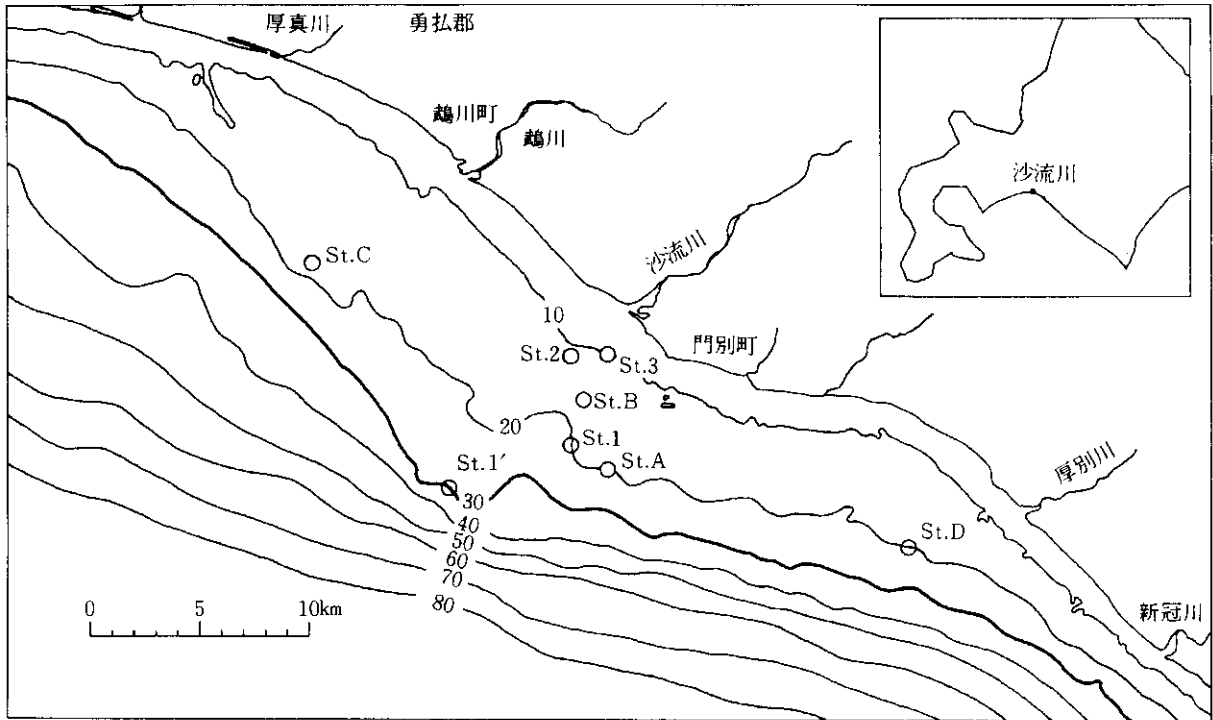


図-1 河口周辺の海底地形と流速計設置位置

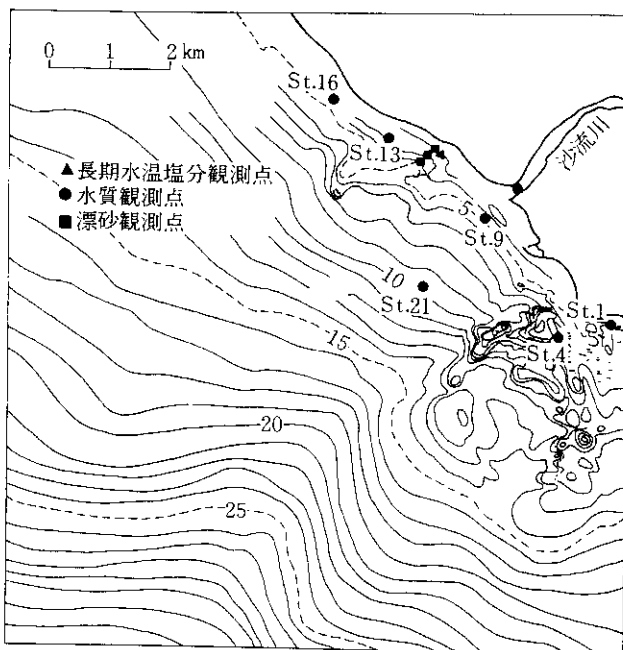


図-2 河口近傍の海底地形と観測点位置

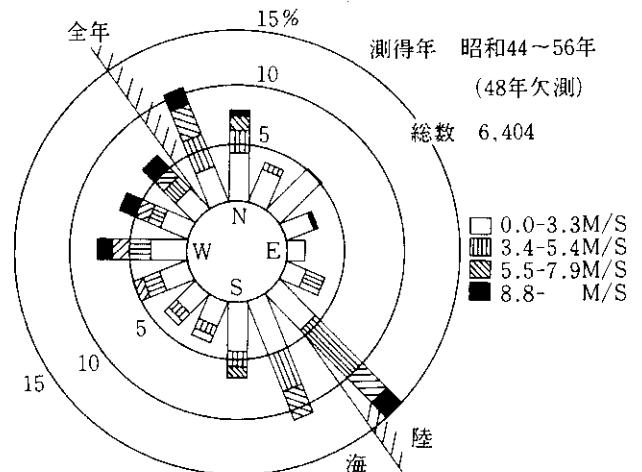


図-3 風向別風速出現頻度図(富浜漁港)

口状況は河川流量と海域からの波浪とのバランスによって常に変化し、非常に複雑である。

2.2 周辺海域の風況

沙流川河口左岸1kmに位置する富浜漁港において、昭

和44年度から56年度まで観測された結果をまとめたものが図-3である³⁾。同図より、出現率の年間卓越風向はS E, S S E, N N Wの海岸に平行方向の頻度が高く、季節別には春から夏にかけてS S E～S E, 秋から冬にかけてW～Nが卓越する。風速頻度は0～3.3m/sec が全体の45%ほどを占め、10m/sec 以上の強風出現頻度は2.2%である。また、季節別の強風出現頻度は春と秋が高くおよそ3.5%である。これら季節別風向頻度の特長は苫小牧港の観測結果とほぼ同様の傾向を示し、夏にはS～S Eを中心とした海風、冬にはN, Wにピークを持つ陸風の割合が優勢であるといえる。

2.3 周辺海域の波浪

河口から求めた沖波の来襲範囲はS E～Wで、苫小牧港のそれ(S E～S W)よりも広い範囲から来襲する。富浜漁港では昭和44年から波浪観測が行われているが、

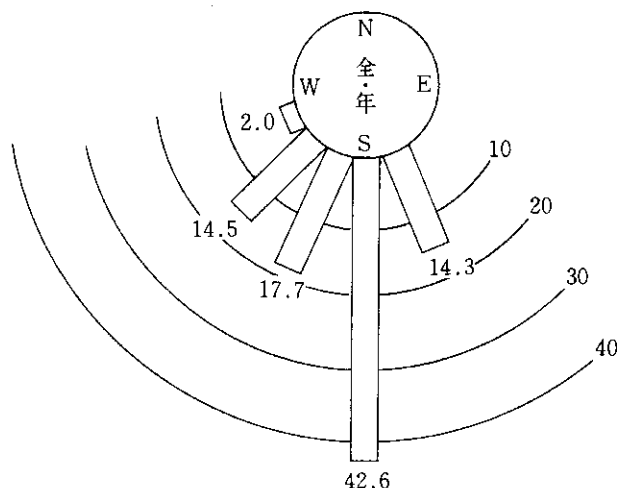


図-4 波向別波浪頻度

表-1 沙流川河口周辺海域の観測項目 (昭和59～61年度)

観測項目	観測目的	観測手法	観測期間
長期間流況, 水温, 塩分観測	波や地形に起因する流れの影響の及ばない沖合での流れを長期間測定する。	電磁式またはロータ式の流速計を水深-30または20mに設置観測する。	1984. 9/22～10/8 計器流失 12/11～1985.1/12 1985. 4/26～5/17 10/15～11/1 1986.11/28～12/10
短期間流況, 水温, 塩分観測	河川水の及ぶ範囲内で波に起因する流れの影響が比較的及ばない流れを短期間測定する。	ロータ式の流速, 水温, 塩分計を用いて水深-15, -10mに設置観測する。	1984.10/18～10/21, 23 11/20～11/24 12/11～12/14 1985.10/15～11/1
流況, 水温, 塩分, 鉛直水平観測	河川水の拡散範囲を調べるとともに河口近くの流速も測定する。また, 水塊構造を調べる。	電磁式流速計および水温・塩分計を用いて水平鉛直の多点観測する。	1984.11/20, 23, 12/12 1985. 5/10, 14, 10/17 1986.10/24, 11/27
長期間水温, 塩分観測	河口浅海部の底層に及ぼす河川水の影響を調べる。	メモリー式水温塩分計を用いて観測する。	1986.12/16～1987.1/16
水質観測	河口周辺海域の水質環境を調べる。	表, 底層の採水を行い分析を行う。	1986.10/24, 11/27
漂砂観測	河口浅海部の底層付近の漂砂を調べる。	補沙管を用いて調査する。	1986.12/16～1987.1/16 1987. 1/16～1/26
河川流量	流入河川流量を調べる。	河川水位より流量を推定する。また, 電磁式流速計を用いて流量を観測する。	1984.11/19 1985. 5/13, 11/16

河口周辺の波の屈折状況を調べた結果、この観測値は河口左岸に広がる岩礁域と河口から沖合にかけて変化する海底地形の影響を受け、波向きを急変させた後の波であることがわかった。そこで、苫小牧港と様似漁港の波浪観測結果⁴⁾を基に沙流川河口周辺に来襲する波浪を推定してまとめたのが図-4である⁵⁾。屈折計算より求めた河口周辺の波浪来襲範囲(水深-10m付近)は、およそSSE~WSWで、年間をとおしてはS波が卓越し、季節別には夏期にS、SSE波、冬期にS波の割合が減少してSW、SSW波の頻度が高くなる。

3. 調査概要

3.1 調査項目と調査方法

現地調査は、出水期で強風出現頻度が高く、生物的にもシシャモの降海期・そ上期に当たる春と秋を中心に、昭和59年9月から62年1月までの期間に実施した^{6)~8)}。調査全体の観測項目、目的、手法、期間を表-1に示す。

(1) 流向流速計による観測

昭和59年は図-1に示すような河口から沖合までの比較的狭い範囲に、St. 1~3の流向流速計を設置係留して流向・流速・水温・伝導度の連続観測を行った。60年は同図に示すSt. A~Dの比較的広範囲の連続観測を行った。また、昭和61年は河口沖-10mの1地点(St. 3)で連続観測を行っている。使用機器はMTCM5型、同6型、RCM-4型および小野式である。短期間の測定はそれぞれの計器の連続モードで行い、長期間にわたる測定では5分~10分間隔で行った。

(2) 水温・塩分計による観測

水温・塩分観測は、河口から沖合または汀線方向に河川水の拡散状況を把握できるような24~44の観測点を任意に設定し、MK-3型ポータブルST計(オートラボ社製)およびCSTD計(アレック電子社製)を用いて鉛直方向に0.5~1mピッチで測定を行った。なお、塩分濃度を検定するための採水も行っている。

長期間にわたる底層の水温・塩分観測は、ACT-8000(アレック電子社製)を用いて図-2に示す河口右岸1.5km、水深-3.5m地点で行った。観測期間は61年12月16日11時から62年1月16日9時までの31日間である。なお、インターバルは10分で測定した。

(3) 水質の観測

昭和61年10、11月に、図-2に示す河口域の7観測点でバンドン型採水器を用いて表層と底層(河口は表層のみ)の採水を行い、SS、COD、T-N、NO₂-N、NO₃-N、K-N、T-Pの7種類について水質分析を行った。また、11月にはCSTD計を用いた濁度観測も

合わせて行っている。

(4) 漂砂観測

漂砂調査は、図-2に示されるように河口右岸1.5km地点で、コンブ増殖用に試験的に設置されたトリトブロック(水深3m、3.5m、4.5m)上3点で行った。トリトブロックおよび補砂器の形状は、図-5に示すとおり

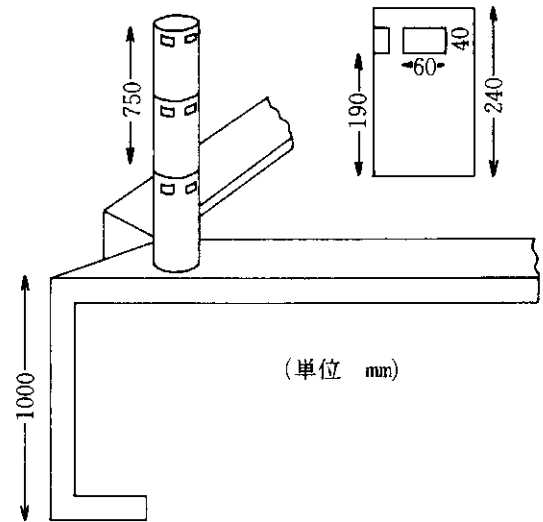


図-5 補砂器設置の概略図

である。ブロックの高さは1m、補砂器は鉛直方向に3層構造の積層型で、各層は4方向に補砂窓(4×6cm)を持っている。測定期間は、第1回目が昭和61年12月16日から62年1月16日までの1カ月間、第2回目は62年1月16日から26日までの10日間である。補砂された資料は層別、方向別に体積層厚、乾燥重量、粒度組成の分析を行った。

(5) 河川流量観測

河川流量は、室蘭開発建設部が行っている水位データによって推定するとともに、河口より上流2.5km地点でES-7603流速計(横河ナビテック社製)による流量測定を3回行った。

3.2 観測期間の気象海象

沙流川河口近傍では気象波浪観測を行っていないので、ここでは北西30kmほどに位置する苫小牧港湾建設事務所が観測を行っている資料を用いた⁹⁾。調査期間の気象海象は以下のとおりである。

(1) 昭和59年度

1) 10月の場合

風は20~21日にかけて風向SE~SSE、風速およそ10m/secである。21日午後から風向がSWに変わり、風速も11m/secとなっている。このときの波向はSSW、波高は2.5mを記録している。

2) 11月の場合

観測期間中の波高はおおむね0.5mほどで、風速も23～24日にかけて7m/secほどを記録している以外はほとんどが5m/sec以下を示している。

3) 12月の場合

風は12月14日に7m/sec、1月10～11日に10m/secを記録しているが、そのほかはおおむね5m/sec以下である。また、波高は12月12日に2m以上、24～26日が1mほど、1月10～11日に3m以上を記録しているが、そのほかは静穏で0.5m程度である。風向、波向はそれぞれ全期間をとおして冬期間の卓越方向であるNW、SSWが多くなっている。

(2) 昭和60年度

1) 4月の場合

風は4月27日、5月3～7日、15～16日の3期間で5m/secを越えている。また、波高は4月27日～5月6日に1.5m、5月7日に2mを越える波が来襲し、8日以降は0.5～1mの日が多くなっている。また、波向はおおむねS～SSEであった。

2) 10月の場合

波高は10月16日に2mを越える波が観測され、10月22、27日に1m以上の波が観測されている以外は静穏で0.5

m程度である。このときの波向はS～SSWが多くなっている。風は波浪と対応を示し、10月16、22、27日に10m/secに近い値を記録している以外は5m/sec以下の日が続いている。

(3) 昭和61年度

1) 11月28日～12月10日の場合

風速5m/sec以上吹いた日は11月28日、12月1、2、5、10日の5日間、有義波高1m以上が観測された日は11月28日、12月1、4、10日の4日間である。波向は11月28日～12月2日がSW、12月3、4日がSSE、5～9日がSSWである。周期は12月6、7日に10秒以上のうねりが来襲している。

2) 12月16日～1月16日の場合

風速5m/secを越える日は12月20、22、23、25、26日、1月1、4、8～9、15日の10期間で、この期間の最大風速は12月25日の11.4m/sec(風向SSE)である。有義波高でみると、波高2mを越える日は12月26日、1月3、8、9日の4期間、このほかに1mを越える日は12月19～20日、1月4、10、14、15日である。高波来襲時の波向は、冬季節風のためSSW～SWの波が多くなっている。また、周期9秒以上のうねり性の波は12月19、

表一2 沙流川河口周辺海域のデータ測得状況 (昭和59～61年)

位置番号	データ測得期間		流速計型式	測日 得数 (日)	データ 間隔	データ 個数	設 置 水 深 (m)	センサ ー位置 (m)	備 考
	(始)	(終)							
ST. 1'	59. 9.22. 11:00	10. 8. 12:00	MTCM-6	16	10分	2304	30	20	計器流失
ST. 2	59.10.18. 11:15	10.23. 00:00	RCM-4	4	1分	6610	15	10	
ST. 3	59.10.18. 11:00	10.21. 16:30	MTCM-5	3	22秒	12714	10	7	
ST. 2	59.11.20. 15:00	11.24. 22:00	RCM-4	4	1分	6540	15	10	
ST. 3	——	——	MTCM-5	—	22秒	—	10	7	計器不良
ST. 1	59.12.11. 07:30	60. 1.12. 14:30	RCM-4	32	10分	4651	20	14	
ST. 2	59.12.11. 09:30	59.12.14. 15:00	MTCM-5	3	22秒	12714	15	10	
ST. 3	59.12.11. 11:00	12.17. 13:30	小野式	6	20分	439	10	7	水温、塩分センサー欠
ST. A	60. 4.26. 12:25	5.17. 12:16	MTCM-5	21	5分	6029	21	14	流速データ後半不良
ST. B	——	——	MTCM-5	—	5分	——	15	10	計器不良
ST. C	60. 4.26. 13:40	5.17. 10:23	RCM-4	21	5分	6051	20	13	
ST. D	60. 4.26. 11:25	5.17. 12:58	RCM-4	21	5分	6051	21	14	
ST. A	60.10.15. 15:50	11. 1. 09:00	RCM-4	17	5分	5166	20	13	
ST. B	60.10.15. 15:30	11. 1. 09:00	MTCM-5	17	5分	4834	15	10	
ST. D	60.10.19. 15:20	11. 1. 09:00	MTCM-5	13	5分	3690	20	13	流速データ後半不良
ST. e	61.12.16. 11:00	1.16. 09:00	ACT8000	31	10分	4462	3.5	2.5	流向・流速計欠
ST. 3	61.11.28. 09:00	12.10. 09:00	MTCM-6	12	5分	3348	10	8	

20日に観測されている。

3) 昭和62年1月16~26日の場合

風速 5m/sec 以上は1月17~18, 23日の2期間で, 17日には最大風速11.0m/secを記録している。有義波高は1m以上の日が17~18, 23, 24~25日の3期間で, 17日には2.4mの有義波高が発生している。また, 12月24~26日には周期10秒のうねり性の波が来襲している。

4. 調査結果

4.1 流 況

昭和59年から行われた延べ6回(16点)のデータ測得状況を表-2に示す。59年11月のSt. 3, 60年4月のSt. 2は, 計器不調のため記録されていなかった。また, 59

年9月のSt. 4は流失した1年後に回収されたデータである。

各測得期間中の1時間平均値の最大, 最小, 平均値を表-3に示す。なお, 塩分は水温と電気伝導度とから換算して求めたもので, 器差は最大0.2%ほどであった。また, 59年12月, 60年4, 10月の苫小牧港の平均風向風速と観測結果から求めた平均流向流速を表-4に示す。なお, 風向は流れ去る方向として示してある。

1時間平均データの測定結果例と累進ベクトル図の例を図-6, 7に示す。なお, 累進ベクトル図中には24時間ごとに○印を示してある。また, スペクトル図の一例と流速ベクトルと風速ベクトルの時系列図の一例を図-8, 9に示す。スペクトル図の横軸は周波数, 縦軸はパワー

表-3 沙流川河口周辺海域の流況データ観測記録 (昭和59~61年, 1時間平均データ)

位置番号	観測期間	絶対流速 (cm/sec)			流速東方成分 (cm/s)			流速北方成分 (cm/s)			水 温 (°C)			塩 分 (%)		
		最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均
ST. 1'	1984. 9.22~10. 8	12.87	0.08	4.2	8.54	-9.68	-0.8	10.36	-11.11	0.39	19.58	9.84	14.9	34.21	33.57	33.9
ST. 2	1984.10.18~10.22	30.89	0.76	20.2	19.85	-19.66	-0.7	22.07	-27.43	-3.8	14.34	12.02	13.1	33.37	32.65	33.0
ST. 3	1984.10.18~10.21	40.81	9.47	30.1	29.59	-28.60	-6.3	29.27	-25.98	7.87	14.50	12.22	13.4	33.65	32.91	33.3
ST. 2	1984.11.20~11.24	28.03	5.62	16.2	14.32	-18.13	-1.1	22.12	-23.31	0.90	7.53	5.96	6.77	33.28	32.88	33.1
ST. 3	1984.11.20--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
ST. 1	84.12.11~85.1.12	33.03	0.41	11.6	22.70	-23.19	1.79	23.21	-27.69	-1.7	6.70	2.13	4.37	33.14	32.64	33.0
ST. 2	1984.12.11~12.14	46.38	4.30	25.8	30.88	-27.18	7.59	26.37	-34.61	-5.5	6.00	5.33	5.61	33.33	32.99	33.2
ST. 3	1984.12.11~12.17	120.21	5.59	45.3	72.31	-48.56	8.9	71.02	-100.6	-15.	--	--	--	--	--	--
ST. A	1985. 4.26~ 5.17	24.55	0.00	6.29	11.74	-24.49	-2.9	10.73	-12.07	-0.2	5.78	2.60	4.03	33.02	32.05	32.4
ST. B	1985. 4.26--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
ST. C	1985. 4.26~ 5.17	38.15	3.40	16.5	33.20	-26.63	-0.7	28.86	-27.78	0.23	5.87	2.51	4.34	33.77	31.48	31.9
ST. D	1985. 4.26~ 5.17	26.91	2.61	12.5	25.02	-19.68	-0.2	16.67	-19.77	0.01	6.40	2.41	4.11	32.37	31.50	31.8
ST. A	1985.10.15~11. 1	29.50	2.00	14.2	28.86	-23.20	1.58	19.61	-18.31	3.70	15.22	11.29	12.6	33.11	32.23	32.9
ST. B	1985.10.15~11. 1	43.68	1.58	16.8	27.59	-23.22	-0.1	35.22	-38.09	-1.5	15.40	11.23	12.8	33.78	32.50	33.3
ST. D	1985.10.19~11. 1	35.51	0.00	5.75	33.80	-10.51	2.31	17.57	-10.88	1.99	14.48	11.34	12.3	33.67	32.84	33.3
ST. e	1986.12.16~ 1.16	--	--	--	--	--	--	--	--	--	6.16	0.44	3.33	33.37	29.41	32.8
ST. 3	1986.11.28~12.10	14.03	0.23	6.52	10.22	-4.31	4.20	9.43	-10.09	-0.18	10.42	5.43	7.38	33.79	33.01	33.4

表-4 平均風向風速と平均流向流速

期 間	平均風向	平均風速	ST	平均流向	平均流速
1984.12.11~1985. 1.11	ESE	1.47m/s	1	SE	2.7cm/s
1985. 4.27~ 5.16	N	0.55m/s	A	W	4.6cm/s
			C	WSW	0.74cm/s
			D	WSW	0.20cm/s
1985.10.15~ 11. 1	ENE	0.59m/s	A	NNE	4.06cm/s
			B	S	1.60cm/s
			D	ENE	4.76cm/s

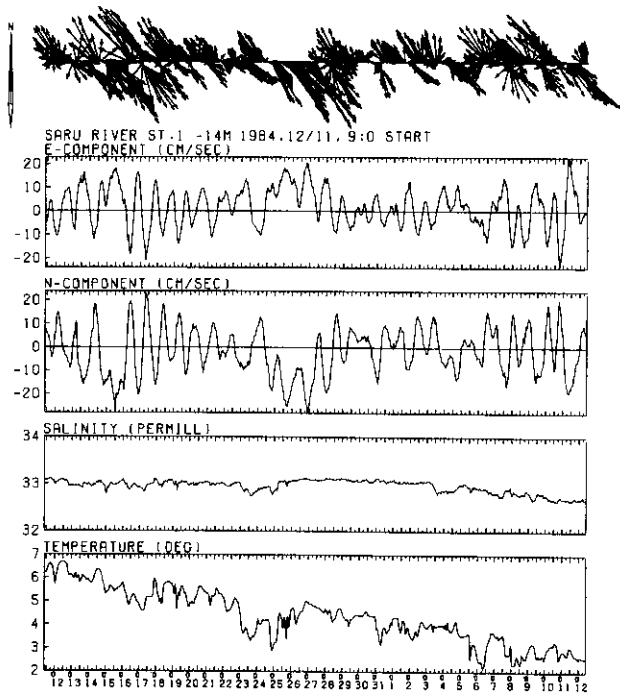
スペクトル密度で, 単位は (cm/s⁻¹)²·sec である。

4.2 水温・塩分

融雪出水期に実施された観測は2ケース, 低水流量時に実施された観測は6ケースである。この合計8ケースについてその諸元を表-5に示す。なお, 河口幅は流量から推定したものである。

8回にわたって行った河川水拡散調査からいくつかの水平分布図(表層)を図-10に示し, 代表的な水温・塩分鉛直分布図の一例を図-11に示す。また, 61年11月と60年5月の河口沖合方向および水深-5m海岸平行方向の鉛

(a) 昭和59年12月



(b) 昭和60年10月

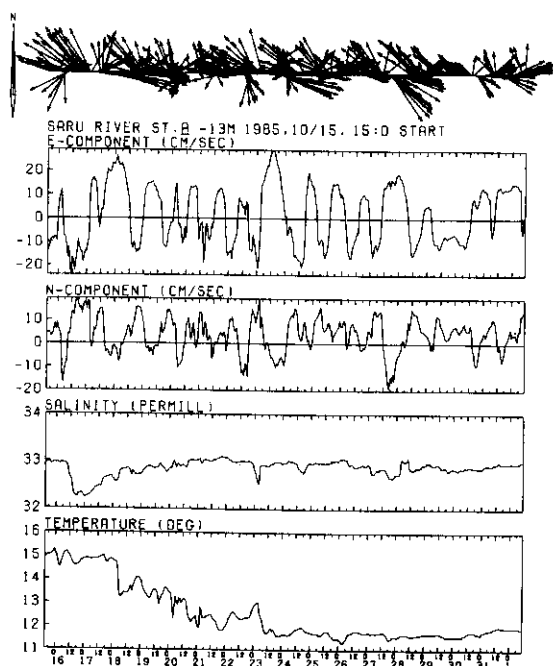


図-6 流速、水温、塩分の時系列変化例

表-5 河川水の拡散観測一覧 (昭和59~61年度)

CASE	観測日時	流量 Q (m/sec)		河口幅 2B0 (m) 推定	流れ		風 (吹き去る方向)	
		実測	推定		流向	流速 (cm/sec)	風向	風速 (m/sec)
1	1984.11.20. 9:00~11:00	34.5	20.9	14.9	SE	10~15	SSW, SW	1.8
2	11.23. 7:00~12:00	—	20.3	14.7	転流	—	NNW	2.2
3	12.12. 10:00~13:00	—	20.6	14.8	SE	15~23	SSW, S	2.6
4	1985. 5.10. 9:30~14:30	—	103.6	49.1	NW	10~15	WNW	4.8
5	5.14. 9:30~15:00	90.5	85.3	41.6	転流	—	SSE, S	3.3
6	10.17. 9:30~13:30	103.6	98.5	47.0	NW	10~15	NW	4.9
7	1986.10.24. 8:00~12:00	—	44.1	24.5	SE	5	NNE, NE	2.5
8	11.27. 9:00~12:00	—	30.7	19.0	SE	6	NNE, SW	1.6

直断面図を図-12, 13に示す。各図の実線と破線はそれぞれ塩分濃度と水温を示している。

長期間連続観測した水温・塩分濃度(2時間平均値)と苫小牧港で観測された2時間ごとの有義波高の時系列図を図-14に示してある。

4.3 水質

2回にわたって行った水質の分析結果を図-15に示し、62年11月の濁度の鉛直断面図を図-16に示す。この濁度の値はSS濃度のそれとよく一致することから、信頼性の高い値であるといえる。

4.4 漂砂

第1回、第2回の観測から捕砂された72サンプルの分析結果の中から、乾燥重量および粒度組成についてまとめた結果を図-17, 18に示す。

5. 考察

5.1 河口浅海域の流況¹⁰⁾

(1) 最大流速、平均流速、恒流

表-3より、欠測を除く14点の最大流速と平均流速は季節や水深による幅が大きく、それぞれ $13\sim 120\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ 、

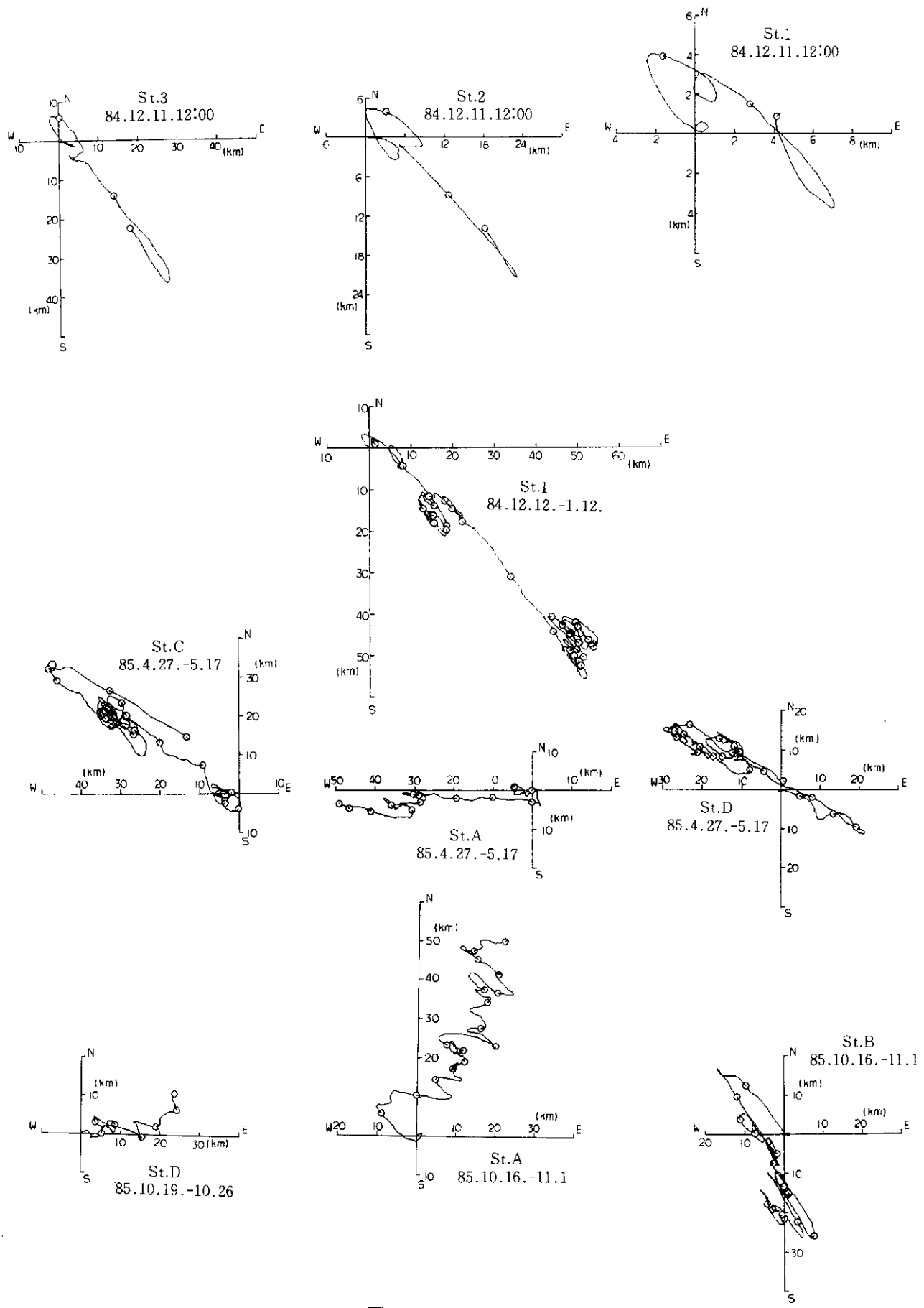


図-7 累進ベクトル図

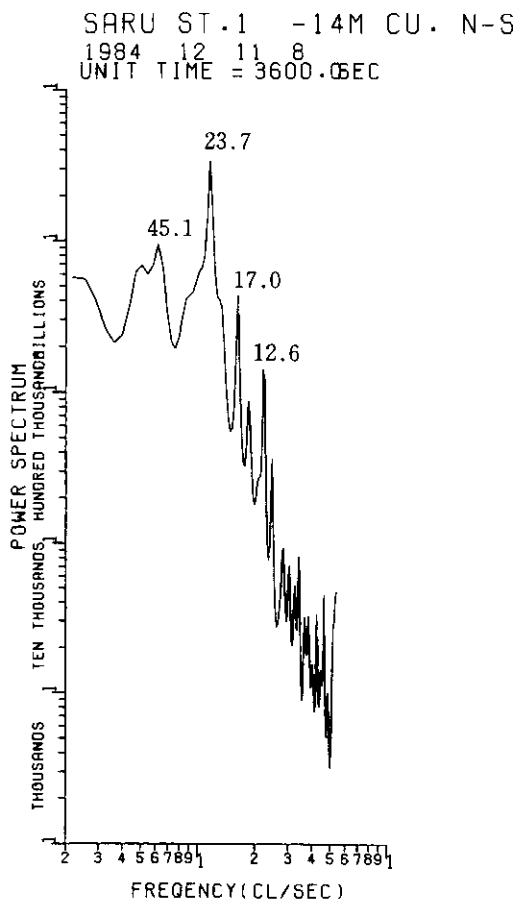


図-8 スペクトル解析の一例

4~45 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ である。ただし、データ数の多い水深20mでは比較的値が一定し、最大流速は25~38 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ 、平均は6~16 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ ほどである。また、流速の観測値は水深が浅くなるほど流速が早くなる傾向がみられる。

水深20mの恒流成分は、4月はW方向、10月はNE方向、12月はSE方向で、その流速は0.2~4 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ 程度である。この流向は、苫小牧港湾建設事務所が行った潮流解析の結果^{11), 12)}から得られた周年の恒流変化の傾向とよく一致し、5~10月は西流、11~3月は東流するものと考えられた。また、年間の卓越風向や波浪頻度が南方向であることや、海底地形が苫小牧方向へ広がっていることなどから、年間では西流が卓越するといえる。

(2) 河口海域の流れ

図-6からもわかるように、どの流れもNW-SE方向の往復流が卓越し、流向はほぼ時計まわりに回転して変化していることがわかる。また、図-7に示す昭和59年12月の累進ベクトル図から、3点の流れはSE方向へほぼ同じような流向変化をみせ、河口から沖合にかける限られた海域では、ほぼ同じような流れ変化をしていることがわかる。

図-7に示す観測期間の最も長い St. 1 の累進ベクトル

図から、流れは数日から10数日間の往復流期間の後、一方向へ数日流れている様子が見える。また、流れの累進距離は卓越方向へ約75kmにも及ぶが、往復流期間は10kmほどの限定された範囲にある。

河口周辺海域の流れは、図-7に示される59年12月の St. 1、60年4月の St. C、10月の St. B にみられるように、海底地形の等深線に沿った流れが卓越していることが明らかである。また、60年4月、10月では季節的、場所的に異なった流れを示し、岩礁域の沖合で流れが変化していることから、St. 1 はこれより西側と東側の流れの転流点に位置すると考えられる。この岩礁域から沖合にかける海底地形の急変が河口域の流れ環境に対して与える影響は大きく、また、平面的な流ればかりでなく鉛直的な流れの発生も予想される。

(3) 周期特性

流れの中に含まれる潮汐流成分を調べるため、水深-20m地点の調和分解(8分潮)を行ったところ、卓越分潮はO1(主大陰日周潮)、K1(日月合成日周潮)、M2(主大陰半日周潮)、S2(主太陽半日周潮)が大きな割合を占めていた。日周潮成分は約8 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ 、半日周潮成分は約3 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ 程度である。当海域は外海に面した海域なので、もともと潮流成分の微弱な海域である。潮流成分は絶対流速に比べて小さく、当海域の流れに占める割合は小さいといえる。

図-8にも示したスペクトル解析の結果から、各地点ともに季節を問わず日周潮が卓越することが多いが、半日や17時間前後、2~3日の周期変動が認められるようである。2~3日程度の周期は気象変動(低気圧の通過など)に伴うものであろう。また、17時間程度の周期はコリオリ力によって生じる17.7時間周期に近いことから、コリオリによる流れと考えられる。

(4) 流れと風の関係

観測期間の平均風向と平均流向の関係は、表-4に示すように4月の風向がNであるのに対して流向がW、WSW、10月の風向がENEであるのに対して流向がEであるなど、ほぼ一致する傾向を示す。また、短期間の関係は図-9に示すように、風向がNW~NNW(吹き去る方向)のときに流向もNW~WNWへ流れており相関が認められた。しかし、FFT法によって求めたスペクトル解析の結果では観測期間が短かいため、有意な関係は認められなかった。

5.2 河口海域の水塊状況¹³⁾

(1) 河川水の拡がり状況

河川水の拡がりとししゃもの分布とは密接に関係し、ししゃもの分布状況は沙流川に近接して分布する傾向が

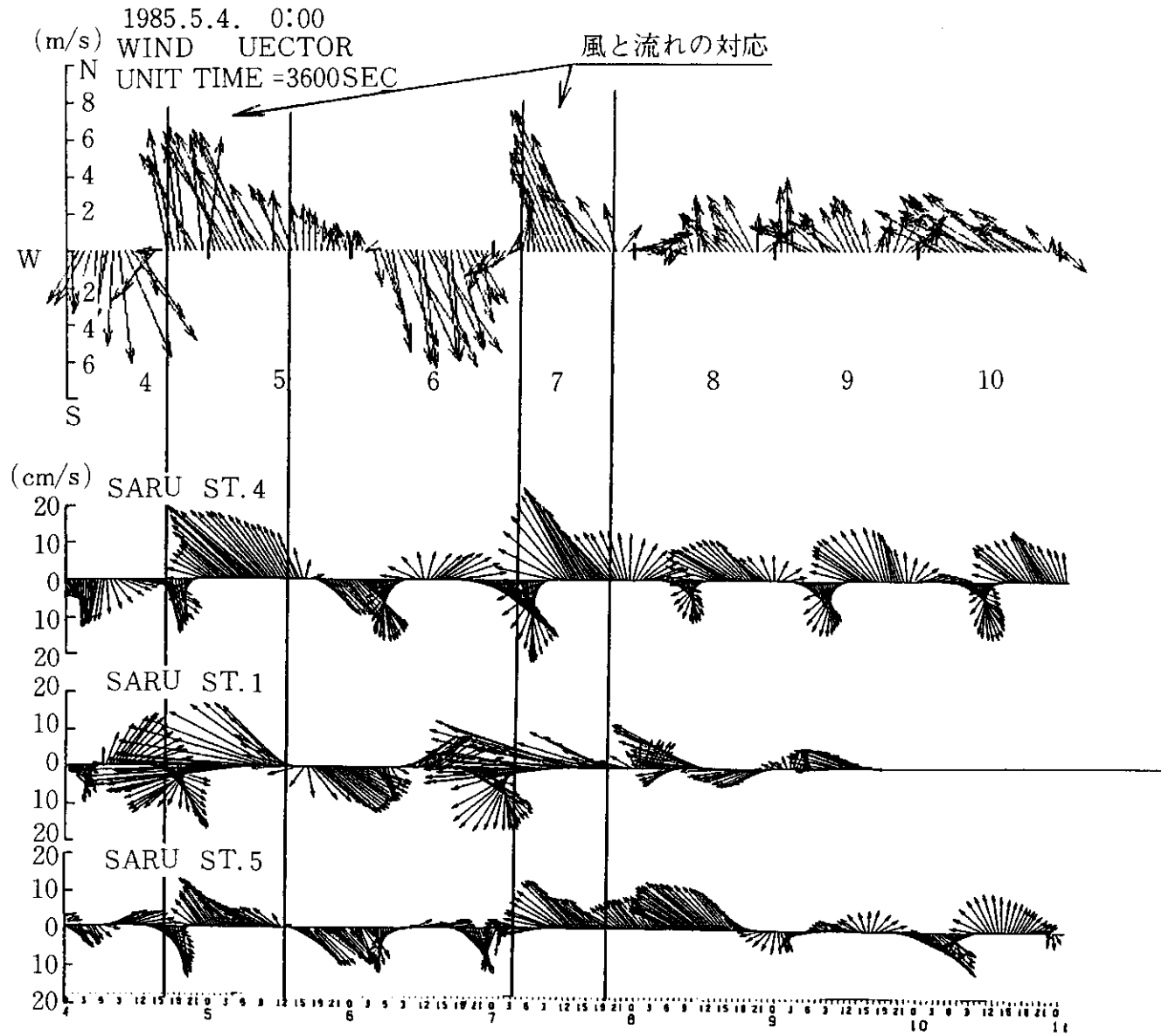


図-9 風速ベクトルと流速ベクトルの一例(昭和60年4月)

強く、河川水の拡がり方向と一致することが知られている¹⁴⁾。

図-10(a), (b)に示す低水時の河口流出の拡がりには、塩分濃度30‰線をみると風が陸から海に向かって吹く図(b)で沖方向へ張りだし、ほぼ同程度の流量にもかかわらずその拡散範囲は異なっている。また、図(c), (d)に示す融雪期では、低水流量時に比較して塩分濃度の低い範囲が拡がっている。目視観測によると、融雪期には沿岸域全体に汀線と平行に懸濁域が形成されていた。

河川水は陸から海へ吹く風の場合には沖方向へ拡がり、反対に海から吹く風では岸近くに寄せられて、潮上方向に明瞭な潮目を形成する。低塩分濃度の範囲は低水流量時には河口付近に局在化し、融雪時には沖合方向および汀線方向に広く分布する。また、河川水は流れが西

流する場合には沿岸平行方向に分布するが、東流する場合には流れが岩礁域による海底地形の急変によって沖方向へ向くため、沖方向へ拡がるようである。

(2) 河口域の水塊状況

図-12は低水時の河口流出の拡がりを示す。実測を行った時間帯は弱い東流(約6 cm/sec)で、北・南南東・北東の風が約1.6 m/sec、波向は南西で波高は0.4 m程度(苫小牧港の観測記録より)¹⁵⁾であった。この影響を受けて海水より低温な河川水は右岸方向へ拡がり、沖合方向へは約2.5 kmほどでほとんど消失している。河口から流出した河川水は深度1 m以内の海表面層に分布し、水平方向への拡がりには指数関数的に増大する一般的な傾向を示す。塩分濃度30‰線は沖方向へ1.5 km、水平方向には左岸のシノダイ岬側への拡散が抑制され、右岸方

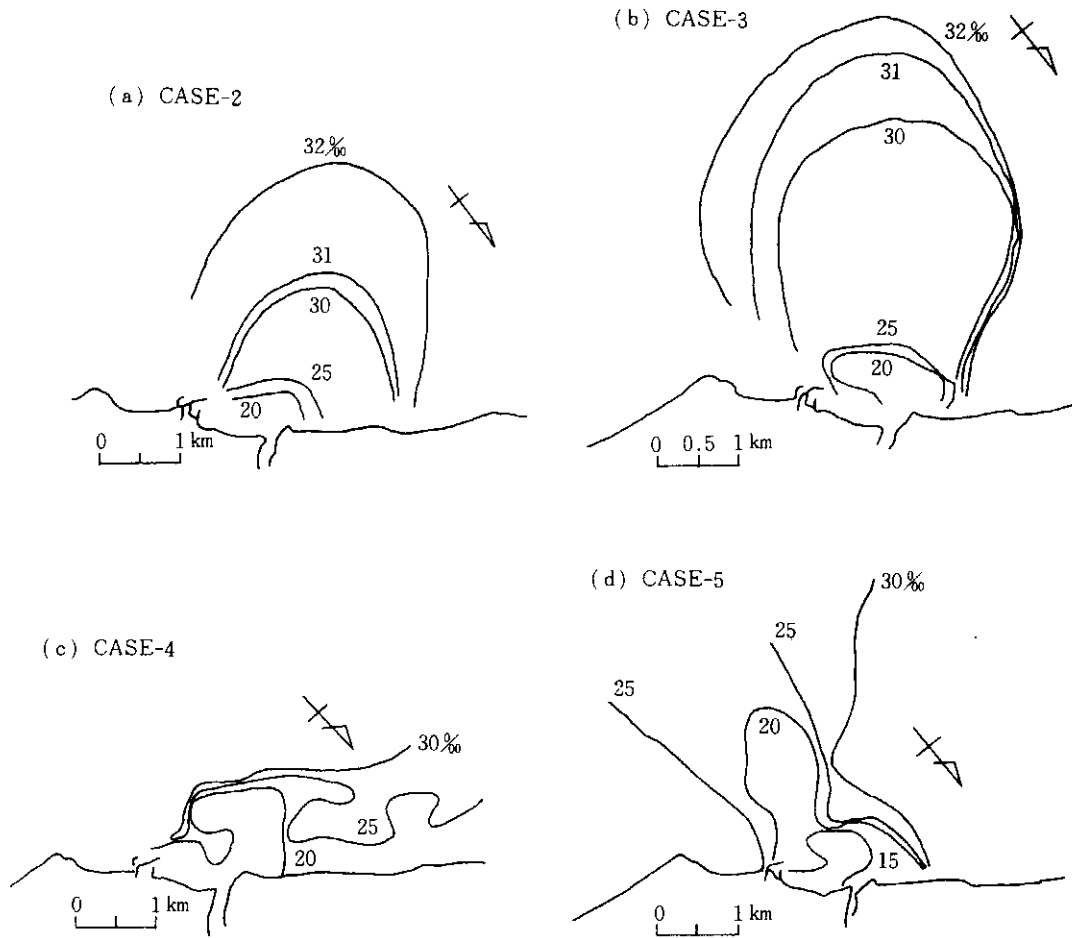


図-10 河川水の拡がり状況例(塩分濃度)

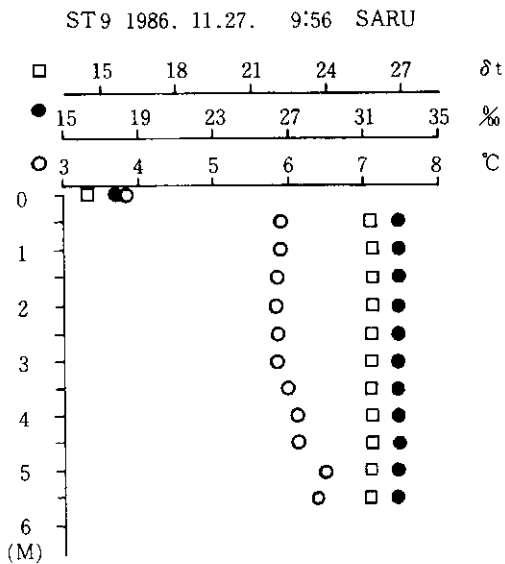


図-11 水温、塩分、密度の鉛直分布の一例

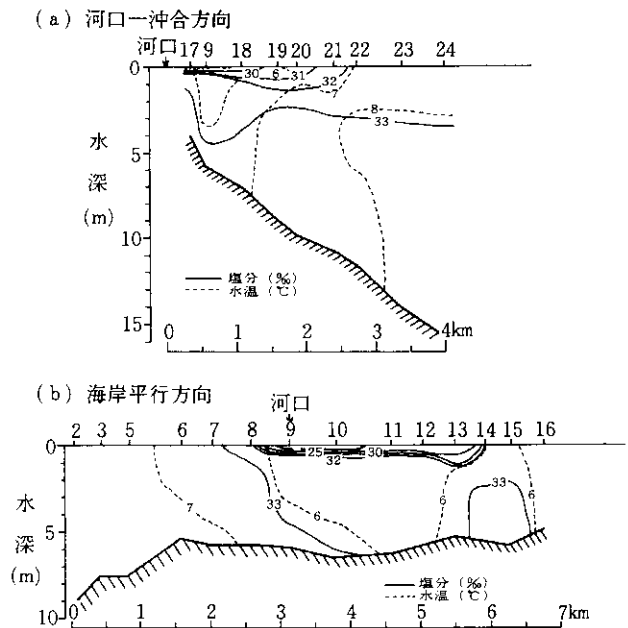


図-12 水温・塩分の鉛直断面図(昭和61年11月27日)

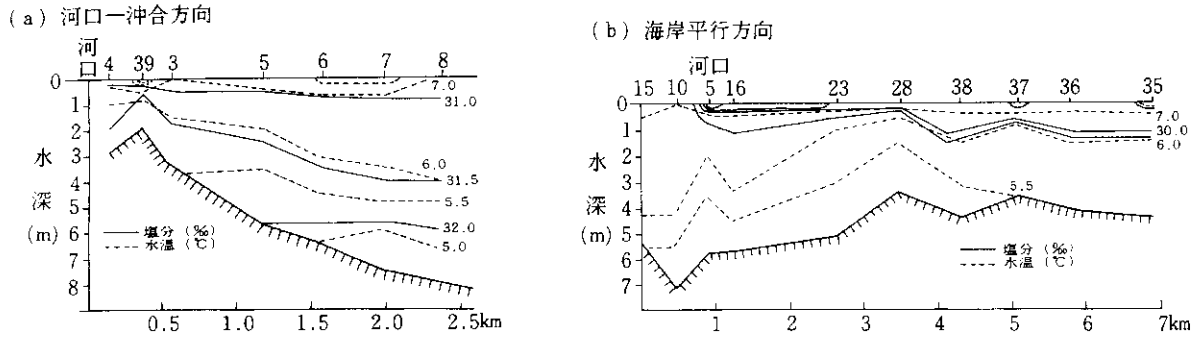


図-13 水温・塩分の鉛直断面図(昭和60年5月)

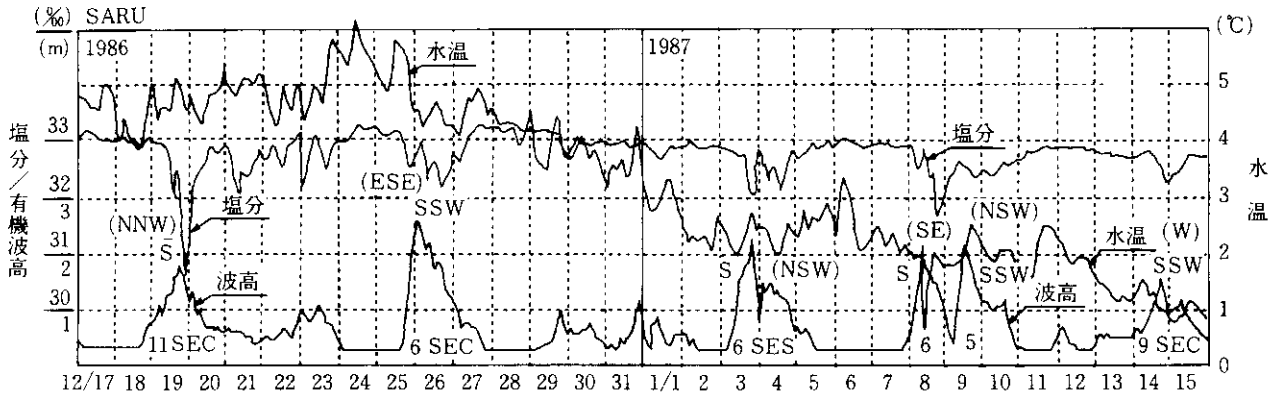


図-14 苫小牧港の有義波高と2時間平均水温塩分

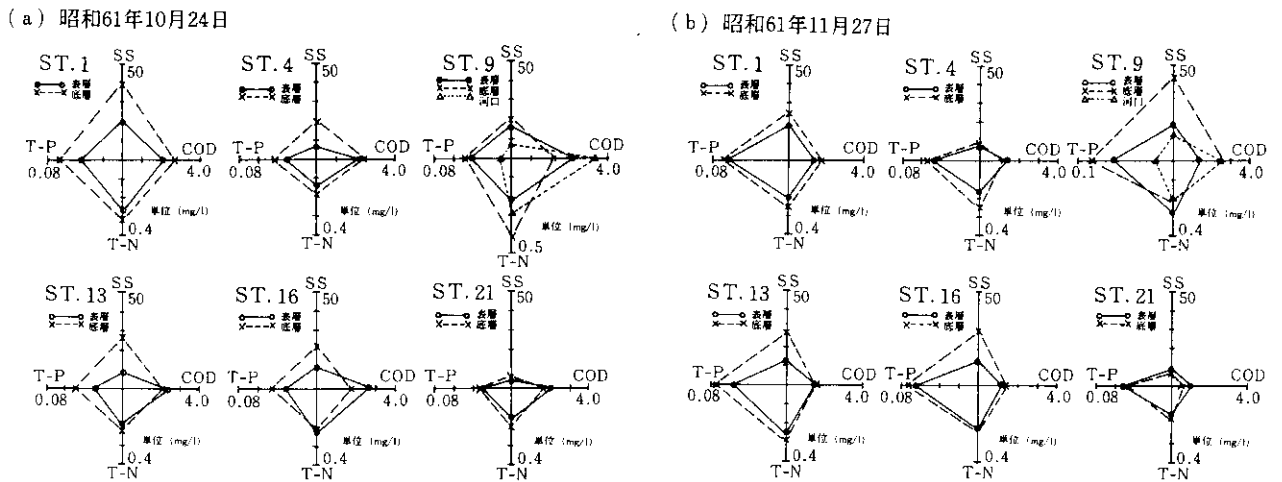


図-15 表層と底層のSS, COD, T-N, T-P分布

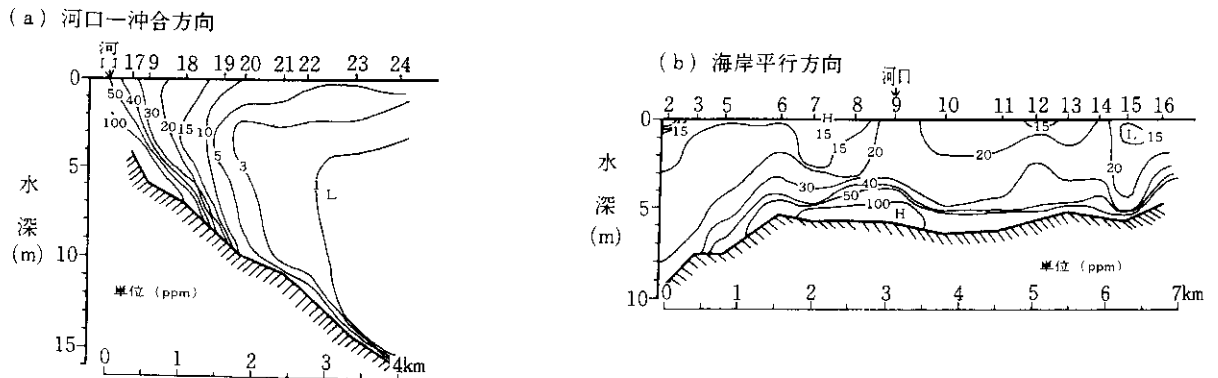
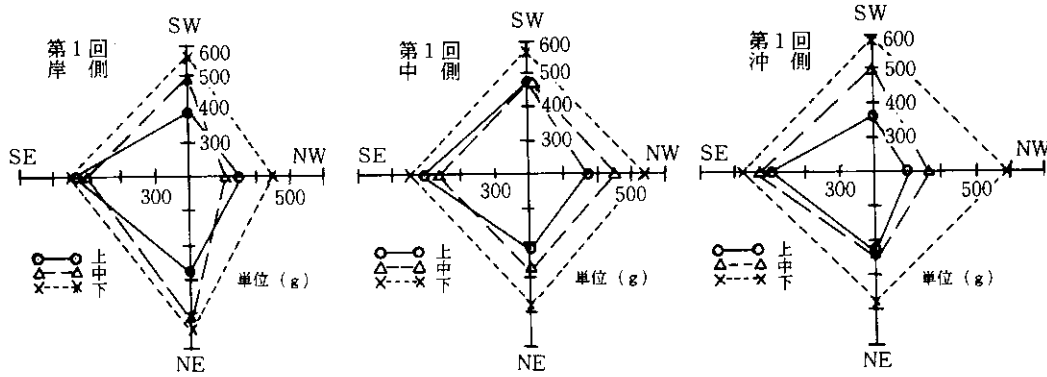


図-16 濁度の鉛直断面図

(a) 第1回観測 (61.12.16-62.1.16)



(b) 第2回観測 (62.1.16-1.26)

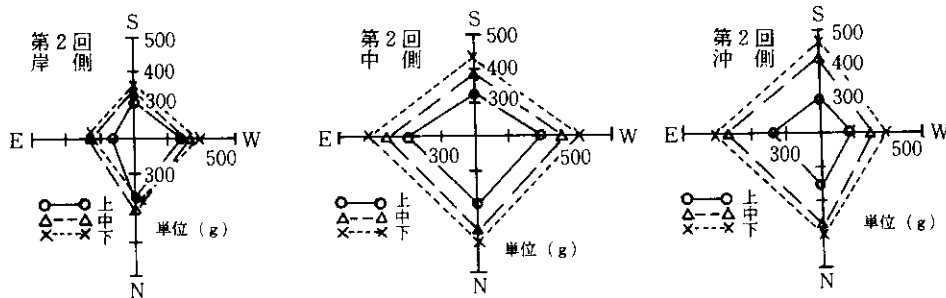


図-17 水深別方向別の乾燥重量

向へ約2.5km拡がっている。水塊構造としては表層に河川水が分布し、その下は沖合海水が押寄せてほぼ均一な水塊で構成されている。

図-13は融雪期の例で、流量は沙流川の平水時流量と比較して多い。実測を行った時間帯は転流時であり、北・北北西の風が約3.3m/secで吹き、波高は0.6m程度(苫小牧港の観測記録より)であった。図-12と同様に、浮力による成層効果が働き、海水よりも高温な河川水は鉛直方向への拡がりや抑制されるとともに水平方向へ急激に拡げられ、その程度は図-12と比較して大きい。また、周囲海水の連行はほとんどないと推定され、河口流出水と海水の間には明瞭な成層海面が水平に形成されている。水塊構造は底層に向かうに従って高塩分低水温になる傾向を示し、成層が形成されている。

(3) 河川水が浅海域底層に及ぼす影響

波高と水温・塩分との関係を示した図-14より、塩分濃度の低下は61年12月19~20日、25~26日、62年1月3~4日、8~9、14日の5期間にみられる。これは明らかに波高との対応を示し、波浪による表層河川水の混合によって現われたものと判断された。塩分濃度と有義波高の相関を求めた結果では、塩分濃度は波高の増大とともにわずかではあるが低下する傾向を示していた。生データによる期間中の最高塩分濃度は33.37%、最低は

29.41% (12月19日) である。また、淡水含有率を調べると12%以上含まれていたことはなく、2%以内が全体の91%を占め、観測期間中にはほとんど河川水の影響はみられなかった。

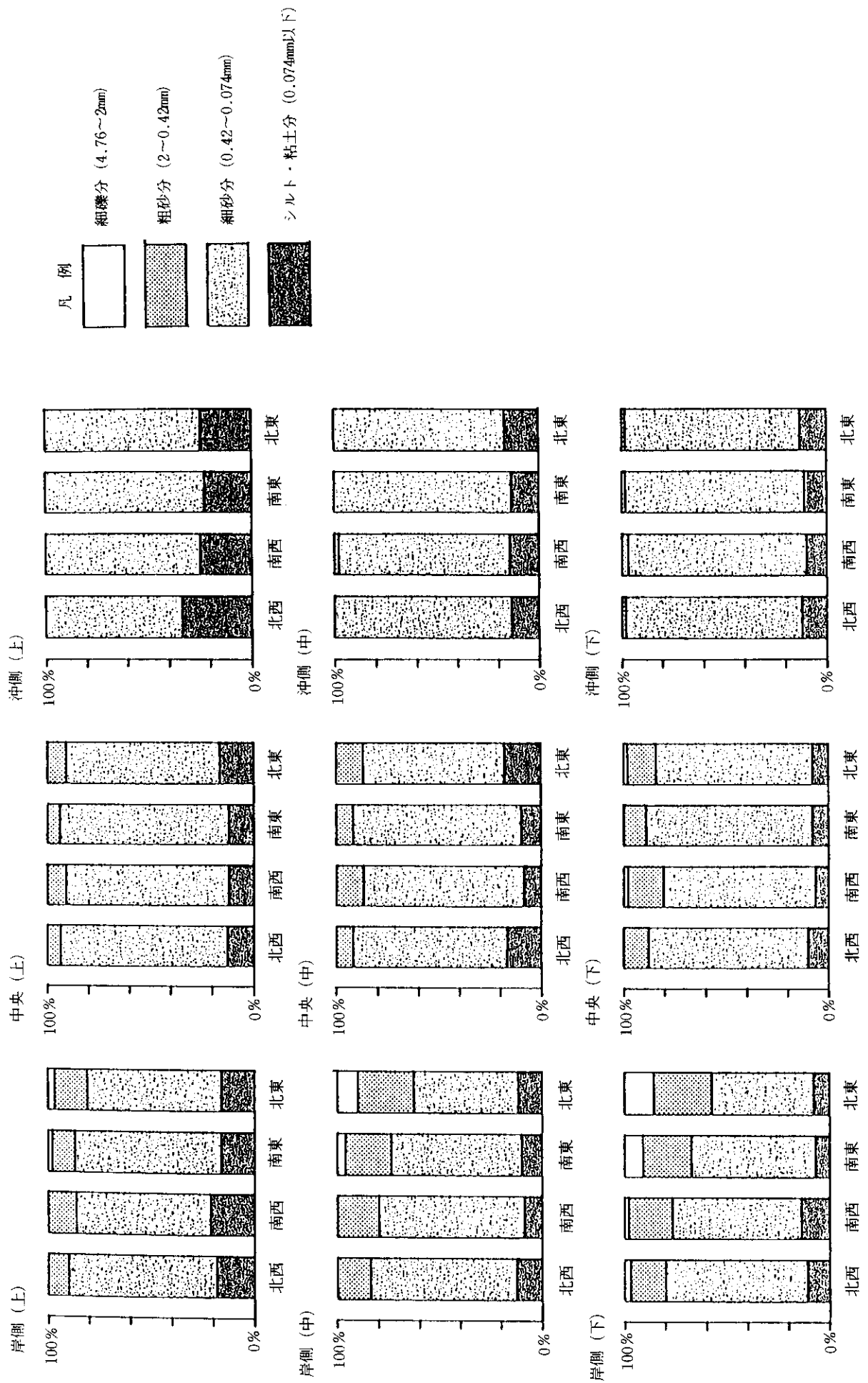
コンブなどの葉体面に淡水が接触すると、成長の阻害や腐敗などの生育阻害が引起こされる。測定期間の流量は冬期間に当たるため少なく、河川水がコンブの生育の阻害要因にはならないといえる。しかし、融雪出水期に時化がきた場合には、海風が多くなるため河川水が沿岸部に分布し、それが波浪により混合されるため冬期間以上に低塩分濃度化すると予想される。

(4) 河口周辺の水質

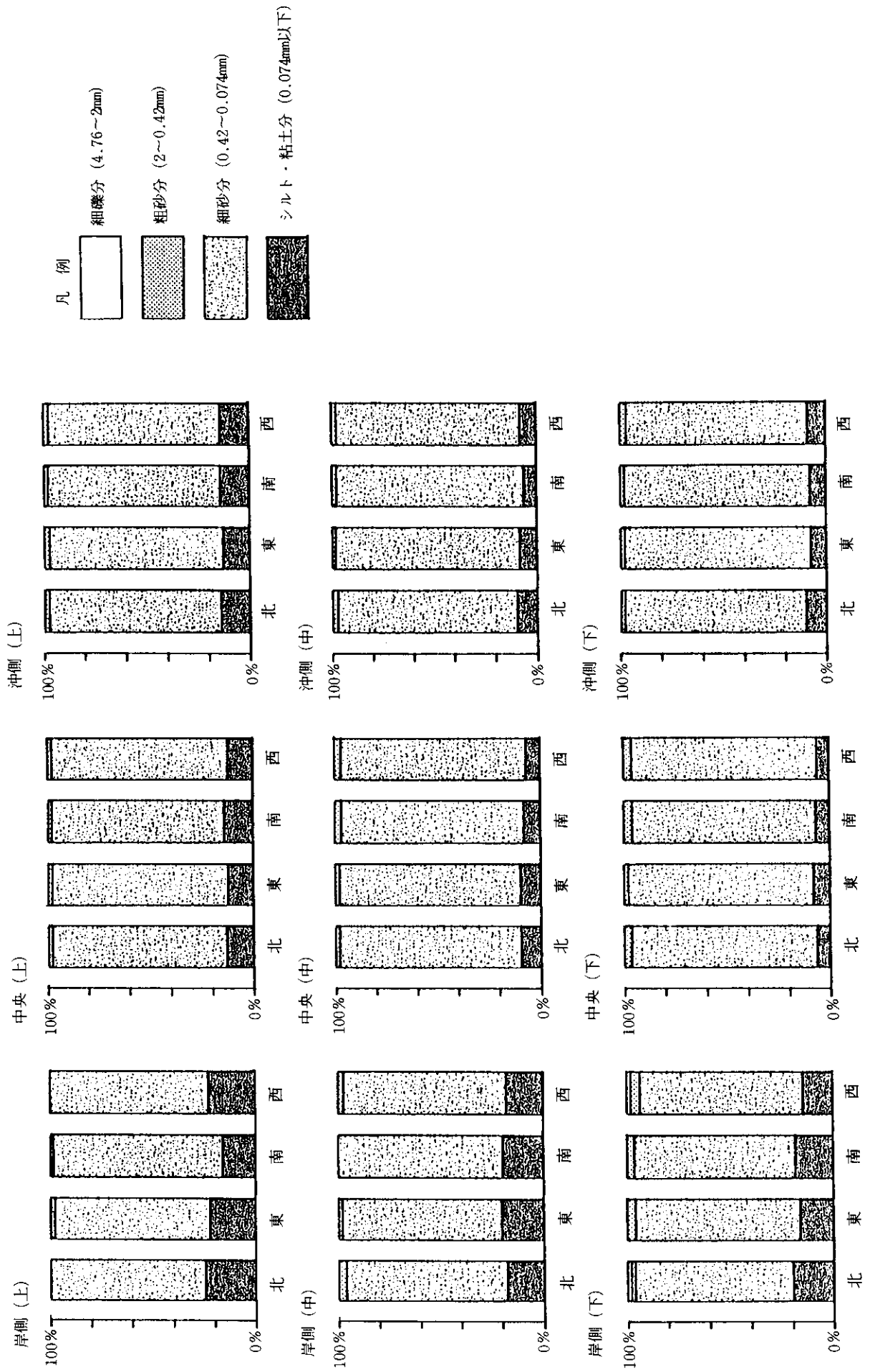
SSが環境に与える影響は、魚類のえらを塞ぎ呼吸を妨げて窒息させ、太陽光線の透過を妨げて藻類の同化作用の阻害などを引起こす。また、CODは海域の汚染度合を知る手段として広く用いられ、T-N・T-Pで代表される窒素・リン酸などの栄養塩は海洋の生産を支配する場合が多いことが知られている。

図-15より、SS濃度はSt. 4, 21を除いて明らかに表層よりも底層の濃度が高く、表層に比べて底層の濃度は平均1.7倍高くなっている。底層の高濃度は河川水のそれよりも高いことから、波浪による海底からの巻上がりによるものと考えられる。また、COD, T-P, T-N

(a) 第1回観測 (61.12.16~62.1.16)



(b) 第2回観測 (62.1.16-62.1.26)



NもSSと同様に低層の濃度が高い。河口の右岸左岸で比較するとSS, T-Nが右岸側で高くなり、両者には類似した傾向がみられた。

SSの平均値は18.7mg/lで10mg/lを越える地点が多く、濃度が高い傾向にあるといえる。CODの平均値は2.3mg/lほどで基準値である1mg/lを越えているが、河口域ではほぼ一般的な値であるといえる。T-N, T-Pの平均値はそれぞれ0.23mg/l, 0.063mg/lで、環境基準である1.0mg/l, 0.1mg/l以下の値を示しているが、水産用水基準である0.10mg/l, 0.015mg/lを越えている¹⁶⁾。

図-16(a)に示す濁度の分布より、表層では沖合2km以遠は5ppm以下を示すが、河口へ近づくと高くなり、河口近傍では50ppm以上を示す。鉛直的には海表面から海底へ向かうに従い濁度が高くなり、水深別には10m以深の底層で10ppm以下と小さいが、8m以浅では50ppm以上の高濃度となっている。汀線方向の図(b)では、河口前の表層で河川水によると思われる比較的高濃度の地点が見られ、低層は50ppm以上を示し沿岸域へ様に広がっていることがわかる。また、このときの海象が穏やかであることから、時化ときにはさらに高濁度化することが予想され、藻類などの生息・生育にとっての阻害要因になり得ると考えられる。

5.3 河口浅海部の漂砂

砂浜地帯あるいは河口付近に形成されるコンブ漁場にとって、漂砂現象(特に細砂サイズ以上の漂砂)は、コンブの付着、発生基盤となる岩面をサンドペーパーのように削るため、発芽胞子の発育阻害要因になる。また、漂砂によって岩面に堆積した砂は、着生面積を縮小するなどの阻害要因にもなる。

(1) 漂砂と移動限界水深

第1回目、第2回目の平均乾燥重量はそれぞれ1947.9g, 1607.6gである。調査期間がそれぞれ1ヵ月、10日間と3倍の開きがあること、また、この期間に来襲した波浪が第1回目が有義波高1m以上の日が10日、2m以上が4日であるのに対して、第2回目は1m以上が5日、2m以上が1日と2倍以上の開きがあることなどを考え合わせると、第1回目と2回目とに捕捉された砂量差は小さいといえる。

捕砂器による観測では、捕砂器の口にもよるが、一般的には長さの1/2層厚以内で観測するのが適当であると考えられている。しかし、2回の調査結果ともに捕捉砂量が多く、約8~15cmまで入っていた。これは、捕砂器に飛び込んだ砂と捕砂器内から乱流作用によって飛びだした砂がある程度平行状態に達していたことが考えら

れる。したがって、実際には今回捕捉された以上の砂が移動、浮遊していたものと考えられる。

漂砂量の鉛直分布は図-17に示すように、上層に比べて下層の重量が重いことは明らかで、ブロック上面に近いほど漂砂量が多いことがわかる。また、第1回目では、上層ほどSE方向からの漂砂量が多く、東側からの砂移動が多いことがわかる。しかし、岸側から沖側まで総重量差は少なく、位置的な違いは小さい。

ここで、第1回目と2回目の最大有義波について完全移動限界水深を次式より求めると、

$$\frac{H_0}{L_0} = \alpha \left[\frac{d}{L_0} \right]^n \left[\frac{H_b}{H} \right] \sinh \frac{2\pi h}{L}$$

ここに、 H_0 , L_0 : 換算沖波の波高と波長

d : 底質の中央粒径

H , L : 水深 h における波高と波長

α , n : 状態によって定まる係数

第1回目(12月26日)

砂の粒径 $d = 0.149\text{mm}$

換算沖波波高 $H = 2.6\text{m}$

周期 $T = 5.8\text{sec}$

完全移動限界水深 7.34m

第2回目(1月17日)

砂の粒径 $d = 0.125\text{mm}$

換算沖波波高 $H = 2.4\text{m}$

周期 $T = 5.4\text{sec}$

完全移動限界水深 6.90m

となる。

これは、水深約7m以浅の海域では時化ときに地形変化を伴うような砂の移動を発生させるということである。このため、位置別の総重量にあまり差が認められなかったものと考えられる。

中央粒径は上層から下層へ向かうほど粒径が大きくなり、この傾向は第1回目により顕著に現われる。また、第1回目では沖側の粒径が小さく、岸側に向かうほど粒径が大きくなる傾向がみられるが、第2回目では平均値が0.122~0.131と水深による差は明確ではない。

図-18に示す粗砂、細礫成分に着目すると、水深の浅い岸側および下層に向かうに従って、その比率が増大し、第1回目により顕著に現われている。

第1回目の調査では、粒径2mm以上の砂礫成分を多く含むことから、 $d = 2\text{mm}$, 波高 $H = 2.5\text{m}$, 周期 $T = 5.5\text{sec}$ の完全移動限界水深を求めると2.46mであった。つまり、ほぼ3m以深に設置された捕砂器には粒径2mm以上の砂は入りにくいことになり、調査結果とは異なる結果を得られた。

しかし、漂砂現象は砕波帯で最も激しくなることから、第1、2回目の砕波水深を求めると、第1回目は3.84m、第2回目は3.53mとなり、中間に設置したブロック上に取りつけた捕砂器付近で、波が砕波していることがわかる。

したがって、粗砂以上の割合は岸側で平均22.0%、中間で11.1%と比較的に大きいものに対して、沖側では1.5%と小さくなっており、砕波水深に位置する岸側、中間で多くなっている。また、上層の乾燥重量についても中間で最も多くなっており、これも砕波による影響と考えることができる。

(2) 漂砂量の試算

仮に第2回目の中央部で測定された捕捉砂量(深度2.5~1.5m)を、コンブ漁場内に飛来する漂砂、浮遊砂量の平均的な値とすると、捕砂量は上中下層(深度2.7~1.7m)の平均捕砂量約1670g(1428~1812g)である。この捕砂量が4方向の捕砂窓口から10日間で飛び込んできたことになるから、鉛直方向1m²/1日当たりの浮遊砂量は次式で求められる。

$$1.67\text{kg} \div (0.06\text{m} \times 0.04\text{m} \times 4) \div 10\text{日} = 17.4\text{kg/m}^2/\text{日}$$

このときの平均比重は2.717であるから、

$$17.4 \div 2.717 = 6.4\text{mm/m}^2$$

となり、この漂砂量は1m²当たり約6.4mmの層厚で覆いつくす量に相当する。

コンブ漁場内における漂砂調査はこれまでほとんど行われていないため、ここで求められた漂砂量がコンブの発生、発育にどの程度影響を与える制限要因になるかは不明であり、今後の説明が待たれるところである。しかし、当海域において求められた漂砂量は、確実にコンブなどの藻類の発生、生育の阻害要因の1つの重要な要素であると考えられる。

なお、トリトブロック上には観測期間中に植物の着生、発生は確認されていない。

6. まとめ

沙流川河口の比較的浅い沿岸海域を対象として、流況、水塊の構造、水質、河川水の拡がり状況、漂砂について調査結果を報告し、若干の検討を加えた。この結果、以下について明らかになった。

(1) 河口付近の海域では、海底地形の等深線に沿った流れが卓越する。

(2) 流れは一方向へ数日間流れた後に振動流が数日から10数日続く。

(3) 河口から沖合にかけての限られた範囲では、流れがほぼ同じような流向変化を示す。

(4) 潮汐による潮流成分(水深20m)の流速振幅は、卓越期の日周潮成分が約8cm/sec、半日周潮成分が3cm/secほどである。

(5) 同水深の平均絶対流速は、13cm/secほどである。

(6) 明確な関係までは見いだせなかったが、短い期間では流れと風に相関が認められた。

(7) 年間の恒流流向変化は5月から10月までは西流し、11月から3月までは東流する。

(8) 水深20mの恒流は0.2~4.8cm/secである。

(9) 河口左岸側にあるシノダイ岬から沖合にかけては、それより東側と西側の変流点になっているようである。

(10) 河川水はその流量の多少にかかわらず、海表面のきわめて薄い層に限って拡がり、潮上方向に明瞭な潮目を形成する。

(11) 融雪期の河川流量が多いときには沿岸一帯に低塩分高水温の河川水が分布し、冬期間の渇水期には低塩分低水温の河川水が河口近傍に局在化するようである。

(12) 河川水は海表面のきわめて表層に分布するため、陸から海に吹く風の場合に沖方向へ広く分布し、海から陸に吹く場合には海岸線に沿って分布するなど、風の影響を強く受ける。

(13) 河口沿岸の浅海海底層では、冬期間の渇水期に限って河川水の影響は小さく、河川水がコンブなどの生息の阻害要因とはならないことがわかった。しかし、出水時に時化がきた場合には、海からの風が多くなることから沿岸域に河川水が分布し、波浪によって混合されるため、今回の観測された値以上に塩分濃度が低下することが考えられた。

(14) 河口域の濁度は高く、荒天時にはさらに高濁度化することが予想され、コンブなどの藻類の生息生育の阻害要因となり得ると考えられた。

(15) 漂砂の鉛直分布は、上層ほど捕砂量の少ない一般的な傾向を示していた。

(16) 捕捉砂の粗砂、砂礫成分の比率は、砕波帯に位置する岸側、中間で多く、砕波による影響の大きいことがわかった。

(17) 本調査で得られた漂砂量は、コンブなど藻類の発生、成育の阻害要因になることがわかった。

7. あとがき

沙流川河口周辺海域について理化学的調査を行ってきたが、河口海域および沿岸浅海域の調査、研究例は十分ではなく、今後とも調査を進めていく必要がある。また、むずかしいことではあるが、今後は理化学的調査

と同時に生物的な調査も積極的に実施していく必要があると思われる。

最後に、本調査に際して室蘭開発建設部苫小牧港湾事務所、同部治水課、同部沙流川ダム建設事業所から資料の提供や協力を受けたこと、現地調査は、北海道栽培漁業振興公社が担当したことを付記し、深謝する次第である。

参 考 文 献

- 1) 室蘭開発建設部；沙流川河口変動調査報告書，昭和59年3月。
- 2) 土木試験所；日高・胆振海岸侵食成因調査報告書，昭和45年1月，p. 3～8。
- 3) 前出 2)
- 4) 港湾部・農業水産部；北海道沿岸波浪水産マニュアル。
- 5) 林 忠志，竹田英彰；大津漁港の漂砂調査，土木試験所報告，昭和57年2月。
- 6) 水産土木研究室；昭和59年度沙流川河口周辺海況流況調査報告書。
- 7) 水産土木研究室；昭和60年度沙流川河口周辺海域流

況調査報告書。

- 8) 水産土木研究室；昭和61年度沙流川河口周辺海域調査報告書。
- 9) 北海道開発局港湾部資料。
- 10) 坂田年隆；沙流川河口周辺海域の流況分析，第29回北海道開発局技術研究発表会論文集，昭和60年3月，776～773p..
- 11) 室蘭開発建設部；苫小牧港潮流解析業務報告書，昭和52年。
- 12) 東 俊夫；苫小牧海域の流況解析，第23回北海道開発局技術研究発表会論文集，昭和54年，p. 1003～1012。
- 13) 坂田ほか；沙流川河口浅海域の水塊構造について，第31回北海道開発局技術研究発表会講演概要集，昭和63年2月。
- 14) 道立水産孵化場，室蘭開発建設部；沙流川におけるシシャモ資源と実態調査報告書，昭和53年3月。
- 15) 前出 9)
- 16) 日本水産資源保護協会；水産用水基準，昭和58年3月。

*

*

*