

## 광양만의 물리적 해황에 관한 연구(I)

\*장 지원, 한 영 호, 윤 갑 동, 양 용 립, 김 천 덕

### SOME PHYSICAL OCEANOGRAPHIC RESEARCH ON KWANG YANG BAY(I)

\*\* Jeewon CHANG, Young Ho HAN, Kap Dong YOON,  
Yong Lim YANG, Chun Duck KIM

#### Abstract

Some coastal oceanographic investigations in Kwang Yang Bay were carried out bimonthly from April to September (The first half period of the research project) in 1974. The behaviour of the waters, distributions of water temperature and salinity and diffusion characteristic by dye release experiments in the bay are studied for the problems of practical importance in connection with water pollution. Velocities and directions of tidal currents at five fixed stations were observed. And dye diffusion experiment was also carried out on the sea.

According to the results from this study, the salinity of the water is lower, ranging from about 28 ‰ to 32‰, on all over the surface in the bay with the cause that the fresh water flows in from the Sumjin river.

Diffusivities in this sea by means of Rhodamine B diffusion experiment were  $785.6 \times 10^2 \text{ cm}^2/\text{sec}$  in major axis,  $15.6 \times 10^2 \text{ cm}^2/\text{sec}$  in minor axis in the direction on patch after 30 minutes from the dye release.

#### 서 론

우리나라에서 연안해양학적 입장에서 연안이나 해만등의 세밀한 물리해양조사는 희소하며, 고·조(1962)의 부산만의 조류 조화분석을 비롯하여 장(1970, 1971a, 1971b)등의 고리해역의 해상조사와 확산실험, 한·윤(1970)의 고리해역의 확산실험 그리고 張(1969, 1971)의 전주만의 해양조사가 있다. 이들 조사는 모두 해양의 해황배분을 조사하여, 후일의 연안 해양환경의 변화를 측정 감시하고 그 대책이나 조절에 기여코자 함이 그 목적이다.

연안의 해수 수질은 강수량이나 하천수의 유입, 또는 도시가 연안에 있을 경우 하수도로 부터의 배수의 유입, 해수의 혼합을 도우는 바람, 외해수와 혼합시키는 조류 등과 같은 물리적 해상조건과 화학적 및 생물학적 조건 등이 복합적으로 작용하여 변동한다. 특히 광양만과 같은 만의 경우는 북쪽에 섬진강이 있고 동북에 노량수도와 동남에 여수 수도가 있어 만의 해황은 매우 복잡하며, 따라서 만의 수질도 매우 복잡한 함수가 될것으로 생각된다.

광양만의 자세한 물리적 해상조사는 아직 발표된 바는 없다. 원자력은 원자력 연구소의 의뢰에 따라 향후 1년간 즉 1974년 5월부터 1975년 3월 까지 격월마다 6회의 물리 해상조사를 계획하고 있으며 광양만의 자세한 기본적인 해상조사를 실시중에 있다. 이 보고서는 그중 1974년 5월, 7월, 9월에 실시한 관측자료를 토대로하여 분석

\* 부산수산대학

\*\* National Fisheries University of Busan

정리한 결과이다.

### 자료 및 방법

관측에 사용한 선박은 20톤 이하의 소형선박이며, 2~5리을 동시에 사용하여 만만의 선박운항 가능해역에서 해양관측을 실시하였다. 정선관측은 Fig. 2에 표시한 바와같이 같은 정선에 따라 93개의 관측점에서 수온, 염분, 기온, 풍향, 풍속, 수색, 투명도 등을 관측했다.

표류병 실험은 Fig. 1과 같이 1974. 5. 21-5. 24, 7. 27-7. 29, 9. 13-9. 15까지 총 14회에 걸쳐서 실시하였다. 표류병은 부피 350cc, 길이 20cm, 직경 7.0cm, 폭리경 1.5cm, 목길이 6cm의 유리병에 회수임자와 약간의 보래를 넣어 표류병의 영향을 적게 받게 하기 위하여 뒷부분에 병 폭리가 약 4cm 정도 분위에 노출 되도록 부력을 조절하고 노출되는 부분에 직색 레인드 천을 하고 면포를 끼서 사용하였다. 표류병 실험은 병 두하후 소형 선박으로 추적하여 임의 시각에 육물기포의 전위를 측정하였다. 추적 가능 범위까지 추적하여 일부는 회수하고 일부는 버리두어 임의의 회납에 기유된 회수 지점과 시각으로 유속을 추정하였다.

정점 관측은 Fig. 1의 A, B, C, D, E, F의 정점에서 실시하였다.

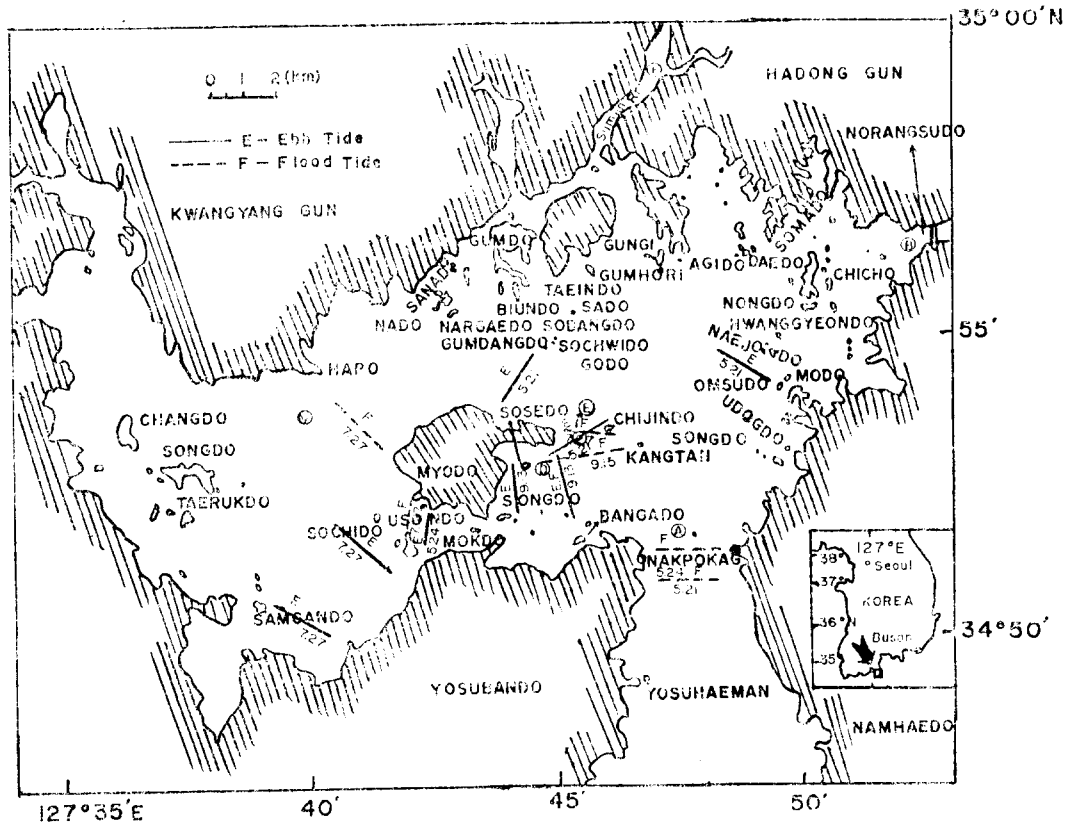
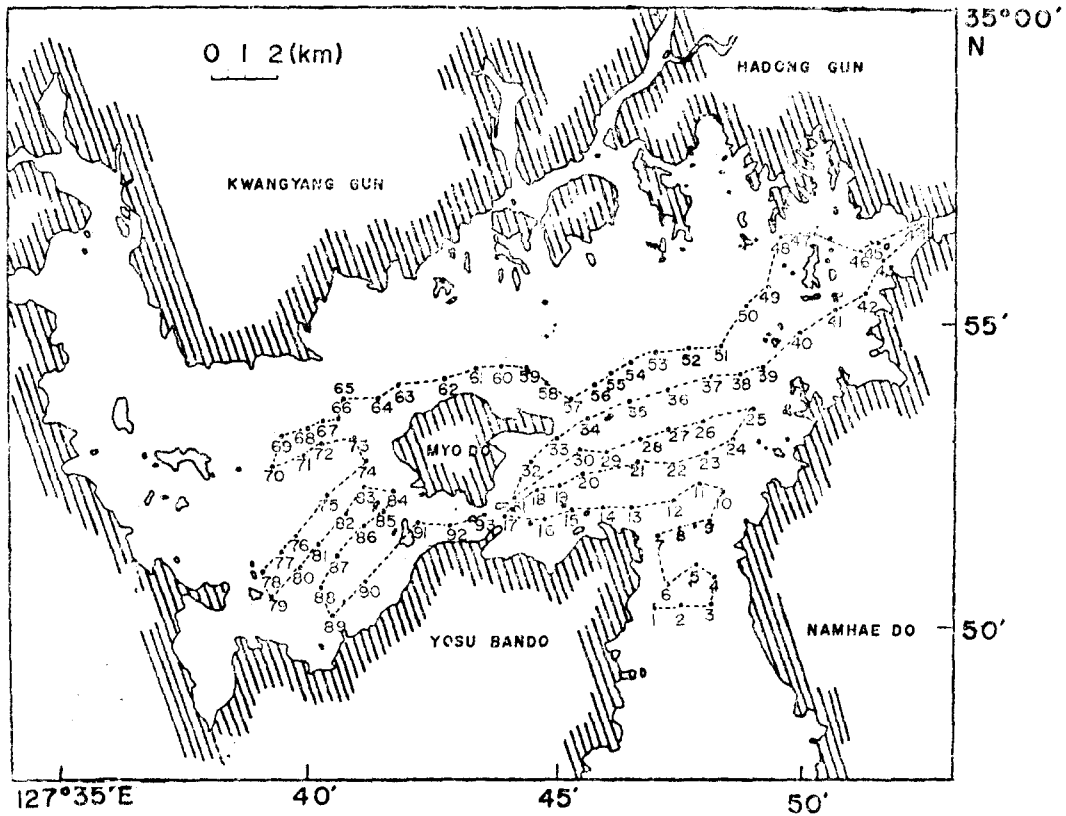


Fig. 1 Stations of Observation and Release Lines for Drift Bottle Experiments in Kwang Yang Bay

정점 관측시의 관측 항목은 표층 및 10m층의 유향, 유속, 염분, 기온 등이다. 측류는 절기 유속계 Toho Dentan CM<sub>2</sub>형 3대와 Toho Dentan CM<sub>1</sub>형 1대를 사용하였다. 채수는 난센(Nansen)채수기포 채수 했으며 수온은 Thermistor 수온계와 부침온도계, 전도온도계 등을 사용하였다. 염분 측정은 Tsurumi seiki의 건도식 염분계와 Rigosha의 T-S Bridge를 사용하여 측정하였다. 수색은 Forel수색계를 사용했으며, 투명도는 직경

30cm의 Sechi disc를 사용하여 측정하였다.



<Fig. 2> Observational Lines in Kwang Yang Bay

업로 확산 실험은 1974. 7. 29일 2.5%의 Rhodamine B 용액 200ℓ를 순간 점원 방출하여 가시범위를 측정하였다. 측정 방법은 2척의 관측선에서 줄로 측정함과 동시에 적경 3m의 풍선에 자동 싯나 카메라를 장치하여 사진 촬영으로 측정하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 해 황

#### 1) 해수의 유동

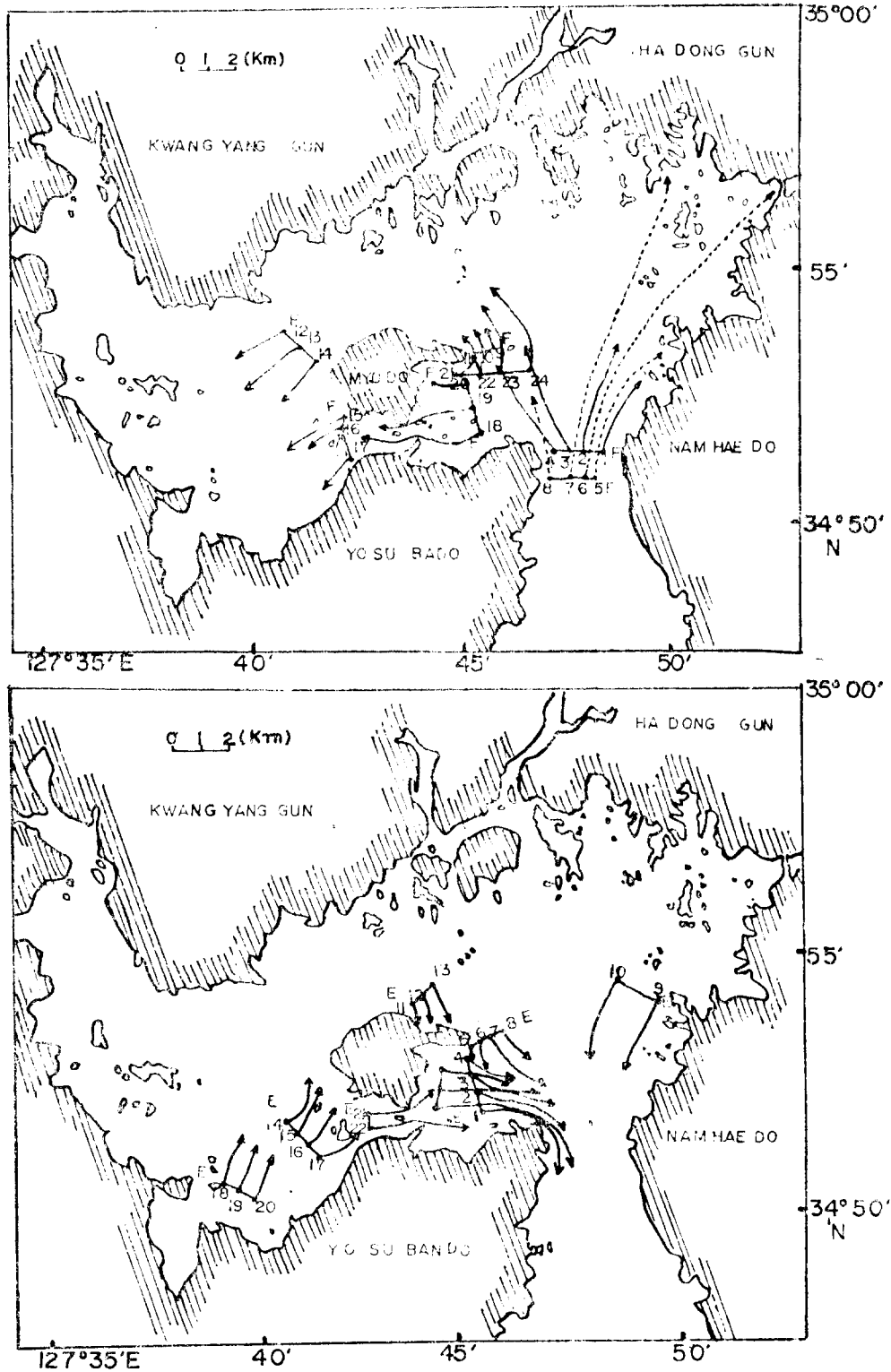
##### (1) 표류망 실험

광양만 전 해역의 자세한 해수의 유동을 알아보기 위하여 1974년 5월, 7월, 9월의 3차에 걸쳐서 표류망 실험을 Fig. 1에 표시한 당류선에 따라 실시하였다. 썰물 때 6회 밀물 때 8회 총 10회 실험을 실시한 결과 Fig. 3과 Table 1 및 2를 얻었다.

#### A. 밀물 때

##### 1차 실험 (1974년 5월 21일)

여수해만입구의 Fig. 3의 부하선 F 5-8 사이에 저조 30분후인 15시 부터 15시 15분 까지 표류망 100개를 두하 추적하였고, 동시에 Fig. 3의 부하선 F 9-11 사이에 15시 45분 부터 15시 48분까지 표류망 60개를 부하하여 추적하였다. 만 전체 해황이 거칠고 날씨가 몹시 흐리서, 부하선 F 5-8 사이의 것은 대부분 추적은 실패하고,



<Fig. 3> Current Trajectories by Drift Bottle Experiments in Kwan Yang Bay

광역만의 물리적 해환에 관한 연구

표류병에 넣어둔 염색의 회담에서 그 표류병이 남해군 차면리와 하동군 명덕리, 그리고 남해 대교를 지나, 하동군 비토도까지 흘러간 것이 밝혀졌다.

투하선 F9-10 사이의 것은 북서쪽으로 평균 0.18~0.30m/sec로 흘러 갔으며, 투하선단 F 11군방의 것은 투하선 F9-10 사이의 것과는 반대 방향으로 흘러나갔다. 이것은 하천수의 수위가 높아 만조후에도 표류수가 일부 해역에는 여수해만쪽으로 흘러나가는 것으로 생각된다.

2차 실험 (1974년 5월 24일)

3척의 관측선으로 낙포자에서 오구동대 Fig. 3의 투하선 F 1-4 사이에 저조 3시간 5분후인 7시 30분 부터 7시 42분 사이에 표류병 121개를 투하하였다. 투하선 F 1-2 사이의 것은 2척의 배로 추적하고, 투하선 F3-4 사이의 것은 1척의 배로 추적하였다. F 1-2 사이의 표류병들은 방향 40°~22°, 평균표류속도 0.41~0.51m/sec로 노랑수도쪽으로 흘러갔다.

F 3-4 사이의 것은 방향 321°~310°, 평균표류속도 0.26~0.49m/sec로 지진도와 묘도사이를 향하여 흘러가다가 전류시가 되어 서서히 강탄 북쪽으로 흘러갔다.

3차 실험 (1974. 7. 27)

묘도 서북쪽 해상인 Fig. 3의 F 12-14 사이에 표류병 146개를 저조 1시간 52분후인 10시 35분부터 10시39분 사이에 투하 추적하였으며, 이와 동시에 여수만도와 우순도 사이의 투하선 F 17, 우순도와 묘도 사이의 투하선 F 15-16 사이에 표류병 108개를 투하 추적하였다. 투하선 F 12-13 사이의 표류병들은 방향 245°~223° 평균 표류속도 0.23~0.38m/sec로 흘러갔으며, 투하선상 F 14 군방의 것은 215° 방향으로 약 0.25m/sec 속도로서 흘러갔다.

투하선상 F 15-16 사이의 것은 방향 230°~218°, 평균속도 0.16~0.67m/sec로 흘러갔으며 투하선상 F 17군방의 것은 서서히 흘러가서 화력발전소앞 연안에 닿았다

4차 실험 (1974. 9. 13)

4차 실험 실험때와 같은 장소에 Fig. 3의 투하선 F 18-20 사이에 저조 1시간 후인 13시 38분 부터 13시 52분 까지 표류병 104개를 투하 추적하였다.

투하선상 F 18 군방의 것은 275° 방향으로 평균속도 0.5m/sec로 투하점 F 19군방의 것은 258° 방향으로 평균속도 0.5m/sec로 흘러서 묘도 수도를 통과하고 16시경에 우순도 앞에 도착하였다. 그러나 F 20 군방의 것은 10° 방향으로 평균속도 0.18m/sec로 묘도 용두말 근처 해안에 닿았다.

5차 실험 (1974. 9. 15)

소서도와 강탄사이인 Fig. 3의 투하선 F 21-24 사이에 표류병 260개를 저조 43분후인 15시부터 15시22분 사이에 투하하고 2척의 관측선으로 추적하였다. 투하선상 F 21군방의 병은 묘도연안을 따라 반시계 방향으로 서서히 북상했으며 투하선 F 22-24 사이의 것은 평균속도 0.3m/sec로 북서쪽이었다.

Table 1. Results of the Drift Bottle Experiments (Flood Tide)

Date (1974)	Time Released	Time Recovered	Release line (Fig. 3)	Direc- tion (°)	Mean speed (m/sec)	Description	Time of high water	Time of low water
May 21	15.00		F-5	21		Missing		
	15.15		F-6	30		Post card recovery	03.23	14.30
			F-7	17		〃	2.99	(18)
			F-8	342		〃	21.07	
	15.45	16.50	F-9	330	0.30		(347)	
	15.47	17.00	F-10	345	0.18			
	15.48		F-11	185		Toward Yosu Bay Missing		
May 24	07:42	09:23	F-1	40	0.41		04:25	10.31
	07:38	10.23	F-2	22	0.51		(296)	(55)

장지현 · 한연호 · 윤갑동 · 양용길 · 김전덕

		07:34	10.41	F-3	321	0.26		
		07:30	10.23	F-4	310	0.49		
July	27	10:30	15.22	F-12	245	0.23	15:33	08:47
		10:37	15:20	F-13	223	0.38	(268)	(116)
		10:35	15:30	F-14	215	0.25		
		10:32	15:00	F-15	230	0.16		
		10:36	14:55	F-16	218	0.07		
		10:40	15:00	F-17	221	0.09		
Sept	13	13:52	16:00	F-18	275	0.55	06:39	12:14
		13:45	15:29	F-19	258	0.51	(265)	(64)
		13:38	14:17	F-20	10	0.18	19:16	
							(329)	
Sept	15	15:22	17:40	F-21	58~305	0.24	20:41	14:17
		15:14	17:20	F-22	331	0.23	(372)	(15)
		15:07	17:08	F-23	325	0.34		
		15:00	17:45	F-24	312	0.35		

\* Figures in parentheses indicate height of tide

B. 썰물 때

1차 실험 (1974년 5월 21)

관측선 2척중 한척은 노량수도쪽 난조도 남쪽의 Fig. 3의 무하선 E 9-10 사이에 표류병 120개를 고조 3시간 9분 후인 12시 17분부터 무하하여 12시 22분까지 무하 완료하고 그후 이들을 추적하였다. 또 다른 한척은 묘도 북쪽해상인 Fig. 3의 무하선 E 11-13에 표류병 98개를 13시 5분에 무하하여 13시 7분에 완료하고 그후 추적을 계속하였다. 무하선 E 9-10에서 무하된 표류병은 남서쪽으로 여수해만 평균 표류속도 0.25-0.27m/sec로 흘러갔다. 무하선 E 11-13에서 출발한 병들은 약 49도 방향으로 이동하여, 묘도 운돌로 연안에 15시 5분에 닿았다. 이 실험을 통하여 섬전장의 하천수 유입은 서당도와 사도 사이를 통하여 묘도 동북단에 일단 도착 하였다가 다시 방향을 바꾸어 지진도 사이로 흘러 나가는 것으로 생각되며, 썰물때 노량수도에서는 유입되고 여수해 만에서는 유출되는 것으로 생각된다.

2차 실험 (1974년 5월 24일)

묘도 수도 서단인 Fig. 3의 무하선 E 21-22에서 고조 3시간 7분 후인 13시 37분 부터 13시 41분 사이에 80개의 표류병을 무하하고 이를 추적하였다. 이 결과 무하선단 21군방에서 출발한 것은 묘도와 북도 사이로 빠져서 송도와 묘도 사이를 경유하여 NE 방향으로 평균 표류속도 0.59m/sec로 흘러갔다.

3차 실험 (1974년 7월 27일)

광양만 남서해역인 우순도 서쪽 Fig. 3의 무하선 E 14-17 사이에 고조 1시간 19분 후인 16시 52분 부터 17시 까지 표류병 220개를 무하하여 추적하였고, 동시에 삼간도 동편인 Fig. 3의 무하선 E 18-20 사이에 표류병 110개를 무하 추적하였다. 이 결과 E 14-16에서는 50°~65° 방향으로 평균 표류속도 0.2m/sec로 흘러서 묘도 북쪽 수도쪽으로 향하였으며, 무하선단 E 17 군방의 병들은 평균 표류속도 0.2m/sec로 우순도 남쪽을 돌아갔다. 3차 실험때는 대조패가 아닌 탕으로 유정이 전반적으로 적었다.

4차 실험 (1974년 9월 31일)

묘도 동단 동두팔 앞과 여수바닷길 방어도 사이 Fig. 3의 무하선 E 1-4에서 고조 2시간 9분후인 08시 48분 부터 9시 2분 사이에 표류병 250개를 무하하여 2척의 관측선으로 추적하였다. 무하선단 E-1 군방에서 출발한 것은 처음 1시간 정도 정체하다가 서서히 방향을 125°로 바꾸어 0.18m/sec로 흘러고, 무하선상 E-2 군방의 것은 113° 방향으로 0.30m/sec로, 무하선상 E 3-4 사이의 병들은 비교적 약 0.68, 0.59m/sec로 흘러갔다.

5차 실험 (1974년 9월 15일)

묘도와 지진도 사이인 Fig. 3의 무하선 E 5-8에서 10시 부터 10시 13분에 표류병을 무하 추적하였고, 동시에 송도와 소서 사이인 Fig. 3의 무하선 E 23-25 사이에 고조 40분후인 9시 37분 부터 9시 42분까지 표류병을 무하

광양만의 물리적 해화의 관한 연구

추격하였다. 그 결과 Fig. 3의 두하선 E 7-8 사이의 방류는 약속(0.03~0.21m/sec)으로 남길 했으며 두하선 5-6사이의 것은 152°~158° 방향으로 0.44~0.90m/sec로 흘러갔다. 두하선 E 23-25 사이의 것은 방향 100°~110°로 0.36~0.54m/sec로 흘러서 낙포라암 해상을 통과 이수해관 쪽으로 흘러갔다.

Table 2. Results of the Drift Bottle Experiments (Ebb Tide)

Date (1974)	Time		Release line (Fig. 3)	Direction (°)	Mean speed (m/sec)	Description	Time of high water	Time of low water	
	Released	Recovered							
May	21	12:17	15:37	E-9	212	0.25	03:28 (299)	14:30 (18)	
		12:22	15:37	E-10	218	0.27			
		13:05	13:05	E-11	217	0.18			Bounded for Myo Do
		13:06	14:00	E-12	145	0.17			◇
		13:07	15:05	E-13	153	0.25			◇
May	24	13:37	15:20	E-21	72	0.59	10:30	16:31	
		13:41	15:03	E-22	86	0.77	Toward Yo Su Bay (296)	(6)	
July	27	16:52	19:30	E-14	65	0.21	15:33 (268)	21:43 (115)	
		16:55	19:08	E-15	58	0.22			
		16:57	19:30	E-16	52	0.20			
		17:00	19:32	E-17	61	0.20			
		16:43	19:15	E-18	30	0.20			
		16:45	19:15	E-19	23	0.13			
Sept	13	08:48	11:36	E-1	125	0.18	06:39 (265)	12:41 (164)	
		08:52	11:13	E-2	113	0.30			
		08:57	10:18	E-3	110	0.68			
		09:02	11:10	E-4	100	0.59			
Sept	15	10:00	10:30	E-5	152	0.44	08:17 (329)	14:17 (15)	
		10:05	10:51	E-6	158	0.90			
		10:10	11:27	E-7	160	0.21			
		10:14	12:09	E-8	165	0.03			
		9:32	11:50	E-23	108	0.36			
		9:37	12:07	E-24	100	0.43			
9:42	12:15	E-25	110	0.54					

\* Figures in parentheses indicate height of tide

2. 정점관측

광양만의 주요지점에 있어서의 자세한 유동상황을 조사하기 위하여 Fig. 1에 표시한 바의 같이 (A), (B), (C), (D)의 4점은 5월에 25시간 관측을 (E), (F)의 2점은 9월에 13시간 관측을 실시하였고 유량, 유속, 수온은 표층과 10m층의 것을 관측하였다. 그리고 염분을 측정하기 위하여 채수도 실시하였다.

관측점 (A) (5월 22일~23일)

표층류는 설물배의 남향류가 밀물배의 북향류보다 우세하게 나타났으며 동서분의 동향류와 서향류는 큰 차이가 없다.

그러나 10m층에 있어서 설물배의 남향류와 밀물배의 북향류가 거의 같이 나타났으며 유량은 표층이나 10m층이나 별차이가 없다.

표층류의 차는 하천수 유입에 따른 유속의 차이라고 생각되며 하천수 유입이 10m층까지 영향을 미치지 못한

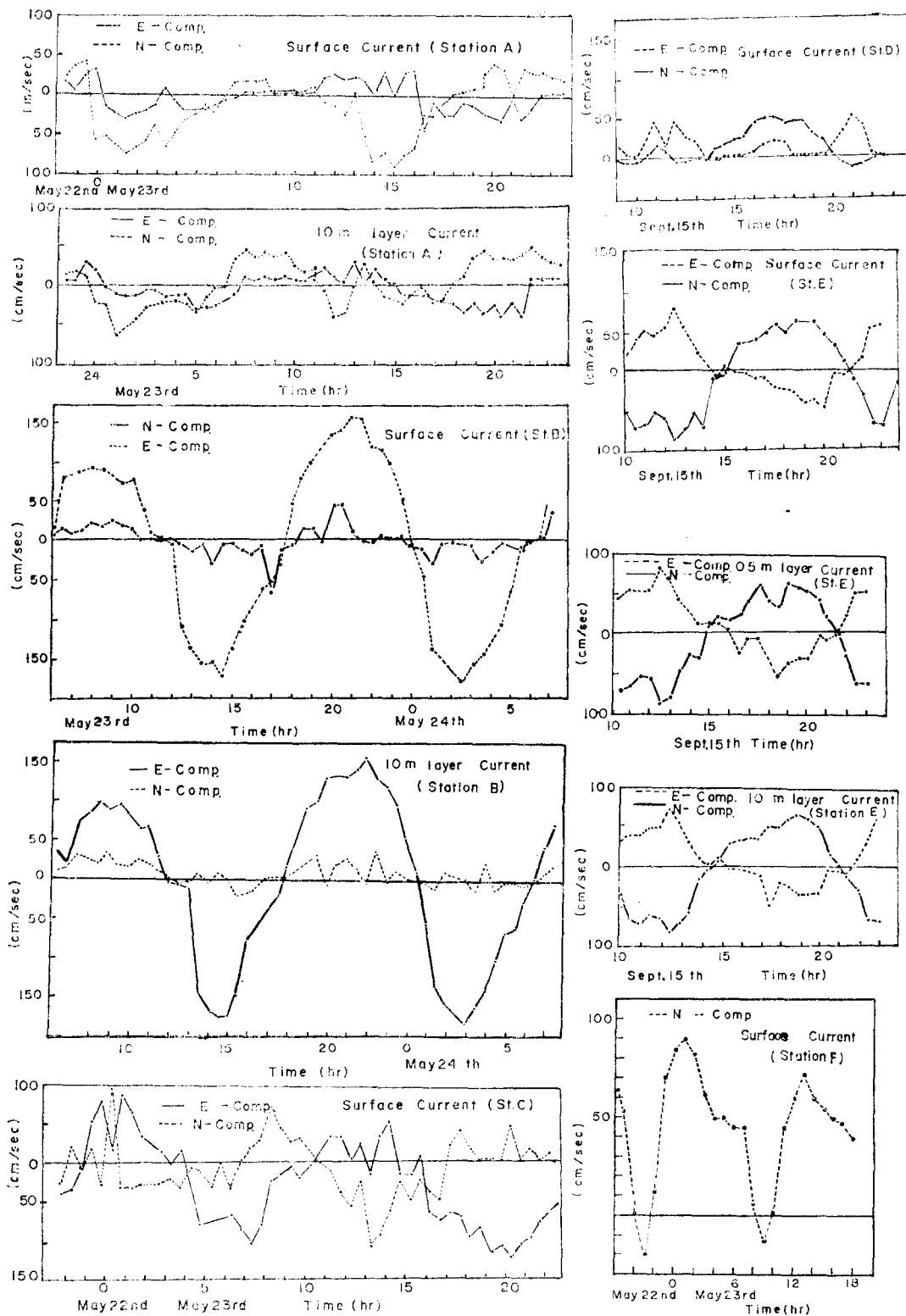


Fig. 4. Current-Component Diagrams at the Fixed Stations



다고 생각된다.

관측점 ㉑ (5월 23일~24일)

남해대교 밑에서 관측한 것으로 여기서는 동서분이 우세하며, 썰물때 서향류가 밀물때 동향류보다 약간 우세하게 나타나는 것은 노량수도의 유출입량도 섬진강의 하천수 또는 여수해만의 만입구의 지형과 관계있는 것으로 생각되며, 표층아닌 10m층이나 깊이에 따라서는 별차이가 없다.

관측점 ㉒ (5월 23일~24일)

남북분은 거의 규칙성이 없고 동서분의 서향류가 동향류보다 약간 우세하게 나타났다. 이것도 역시 하천수의 영향인 것으로 생각된다.

관측점 ㉓ (9월 15일)

묘도의 용두말과 소서도 앞 해상이며 이곳에는 동서분의 서향류와 남북분의 남향류가 거의 없고 동향류와 북향류 뿐이다.

이것은 지형과 관계가 있는 것으로 생각되며 일반적으로 해수의 출입이 적은 해역으로 생각된다.

관측점 ㉔ (9월 15일)

묘도와 지진도 중간지점이며 썰물때는 남향류가 우세하고 밀물때는 북향류가 우세하게 나타나며 썰물과 밀물때의 유속은 거의 비슷하나, 하천수의 영향이 어느정도 있는 것으로 생각된다.

관측점 ㉕ (5월 22일~23일)

Fig. 4의 묘사와 같이 섬진강 하구 중간 지점이며 만조때인 23일 22시의 24일 09시를 제외하고는 24시간중 22시간이 전부 하천수가 만으로 흘러 들어가며, 간조때의 최고 유속은 0.9m/sec였다. 그리고 유속은 서서히 감소하여 만조전에, 거의 정지하다가, 약 한시간 동안 북향류가 약하게 (0.13~0.20m/sec) 흘러 하천으로 들어오다가 다시 남향류가 급격히 증가하여 흐르기 시작한다.

### 3. 광양만의 유동

광양만에서 14회에 걸친 표류병 실험과 6개 지점에서 13~25시간 정점 관측을 한 결과 만내의 전반적인 유동은 Fig. 5와 같다.

밀물 때

여수해만을 통하여 들어오는 밀물은 크게 3가지로 나누어져서 하나는 노량수도로 빠져나가고 또 한쪽은 묘도 북쪽해역을 지나 묘도 남서부에 까지 이르고 나머지 하나는 묘도의 남쪽 수도를 통하여 우순도와 서치도 부근으로 해서 만의 남서부 해역으로 흘러 들어간다. 썰물 때 섬진강의 하천수가 묘도 동쪽 유입 되어표층에 깔리 있다가 밀물때 묘도 남서부에 까지 흘러 들어간다.

썰물 때

Fig. 5와 같이 노량수도를 통하여 들어온 해수는 만의 동쪽해역을 지나 여수해 만쪽으로 흘러 들어가면서 묘도 남쪽수도에서 흘러나온 해수와 묘도와 지진도의 섬진강 하구에서 흘러나오는 저층분 해수와 만난다.

그런데 만의 남서해역(화력 발전소앞)의 해수의 일부만이 묘도 남쪽수도를 통하여 흘러나오며, 묘도 서쪽이 넓은 해역의 해수는 대부분 묘도 북쪽수도를 통하여 흘러나간다.

#### 2) 수 온

1974년 5월 23일~25일, 7월 26일~27일, 9월 16일~18일의 세 기간에 관측한 결과는 Fig. 6과 같다.

5월은 17도 내외임, 7월과 9월은 22~24℃ 내외로 비슷하다. 그러나 10m층은 5월이 16℃ 내외, 7월이 22℃ 내외, 9월이 조금 높으며 24℃ 내외였다. 표층과 10m층의 수온차는 5월에 약 1℃ 정도 표층이 높게 나타났지만 7월과 9월은 거의 깊이에 따른 차이는 없다. 이러한 현상은 만 전체가 수심이 30m이내 이며, 대부분 10m이내의 얕은곳으로 5m/sec이상의 바람이 불어도 수직혼합이 잘 일어나고 있기 때문인 것으로 생각된다.

정점 관측점 (A), (B), (C), (D), (E)에서 표층내지 10m층의 수온의 변동을 보면 Fig. 7과 같다.

관측점 (A)에서는 표층의 최고 수온이 13시에 나타났고, 10시부터 18시까지는 18℃ 이상 비교적 높게 나타났지만, 일몰후 18시 부터 익일 8시까지 17℃로 최저를 나타냈다. 10m층은 22시부터 23시 사이가 최저일뿐, 일조 시간과 깊은 관계는 보이지 않는다.

관측점 (B)에서는 표층수온의 최저가 15.5℃로서 7시에 나타났고, 최고는 18.5℃로써 15시에 나타났다. 관측

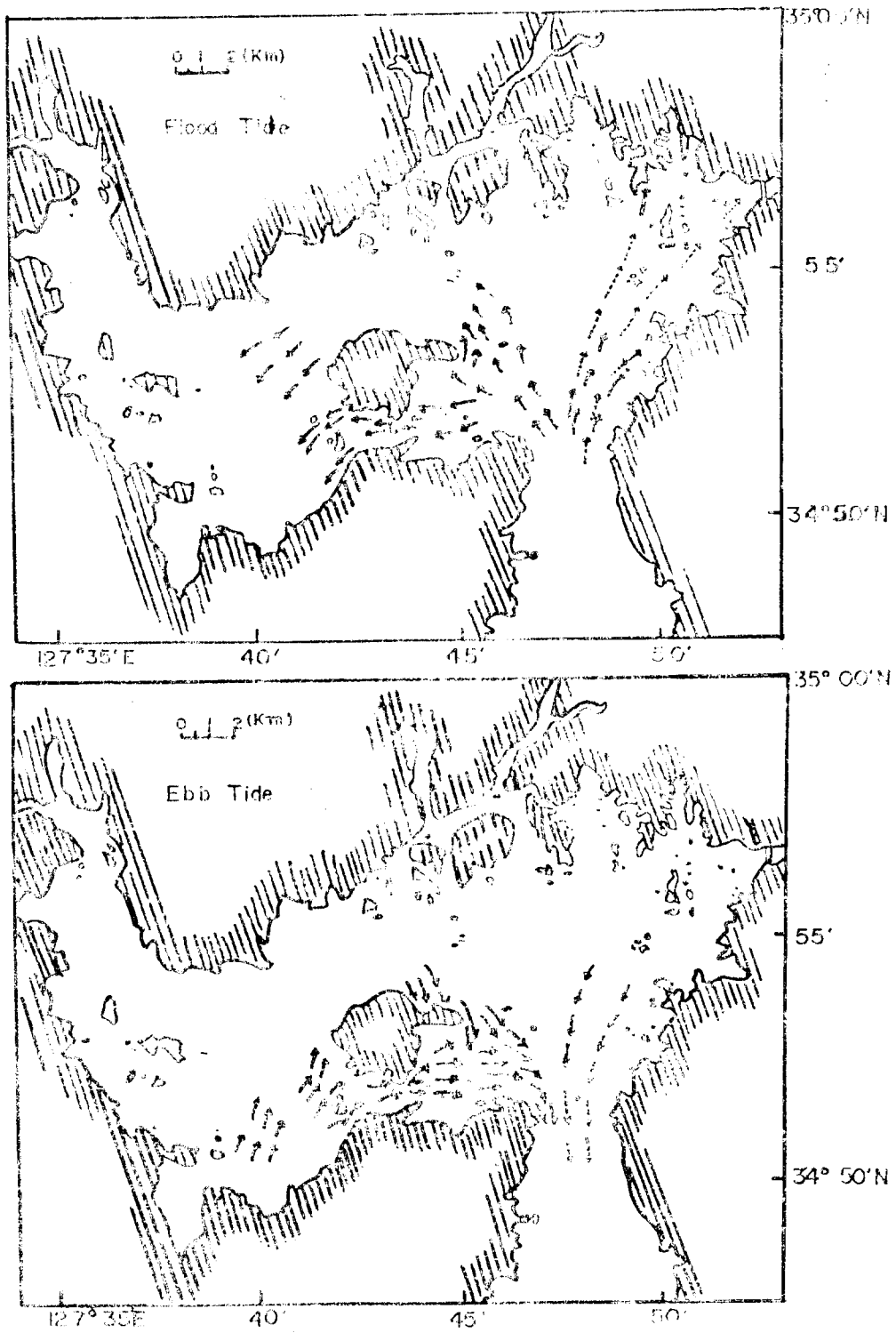


Fig. 5. Tidal Currents in Kwang Yang Bay

광양만의 물리적 해황에 관한 연구

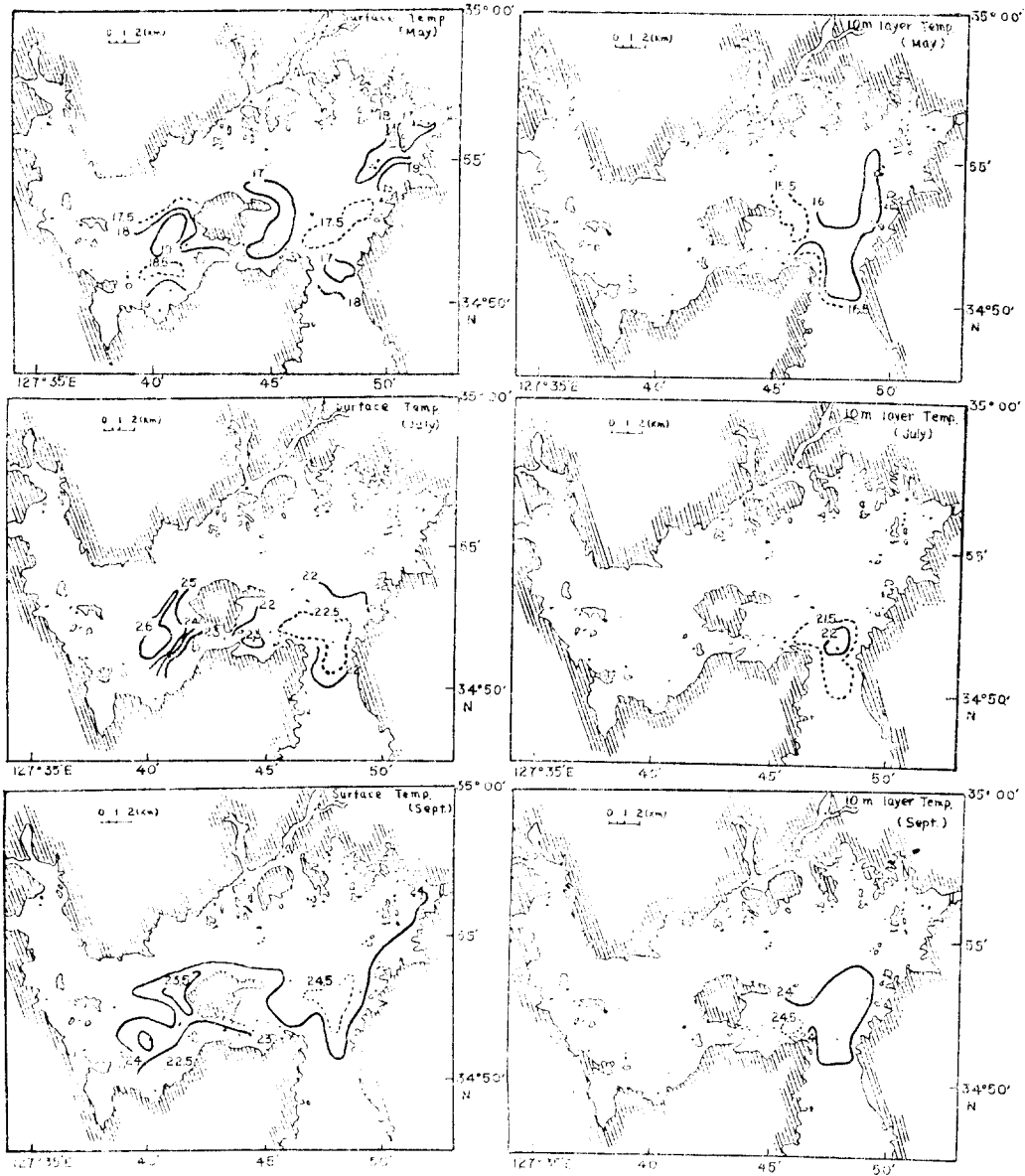


Fig. 6. Distributions of the Water Temperature in Kwang Yang Bay

점 ㉔, ㉕에서 표층수온은 일출직전이 최저이고 일출후 서서히 수온이 상승하여 13~15시 사이에 최고가 되었다.

Fig. 7은 섬진강 하구에서 광양만으로 유입되는 하천수의 수온과 기온을 나타낸 것이다. 여기서 수온의 일변화는 기온과 깊은 상관은 보이지 않으며 최저점이 같은 시각이 되는 것으로 보아 일조와 관계가 있다고 생각된다.

표층수온의 일교차는 관측점 ㉔에서 4.5°C로 가장 크고 다음이 관측점 ㉕이고 일교차는 3°C 관측점 ㉔는 2°C이다. 수온의 일교차는 외해에 비교하면 현저한 차이가 있다.

3) 염 분

광양만에 있어서의 해수의 염분의 변동은 섬진강으로 부터 육수의 유입량에 따라 크게 좌우되기 때문에 연변화는 강우량 변화에 따라 변동 될것으로 생각된다.

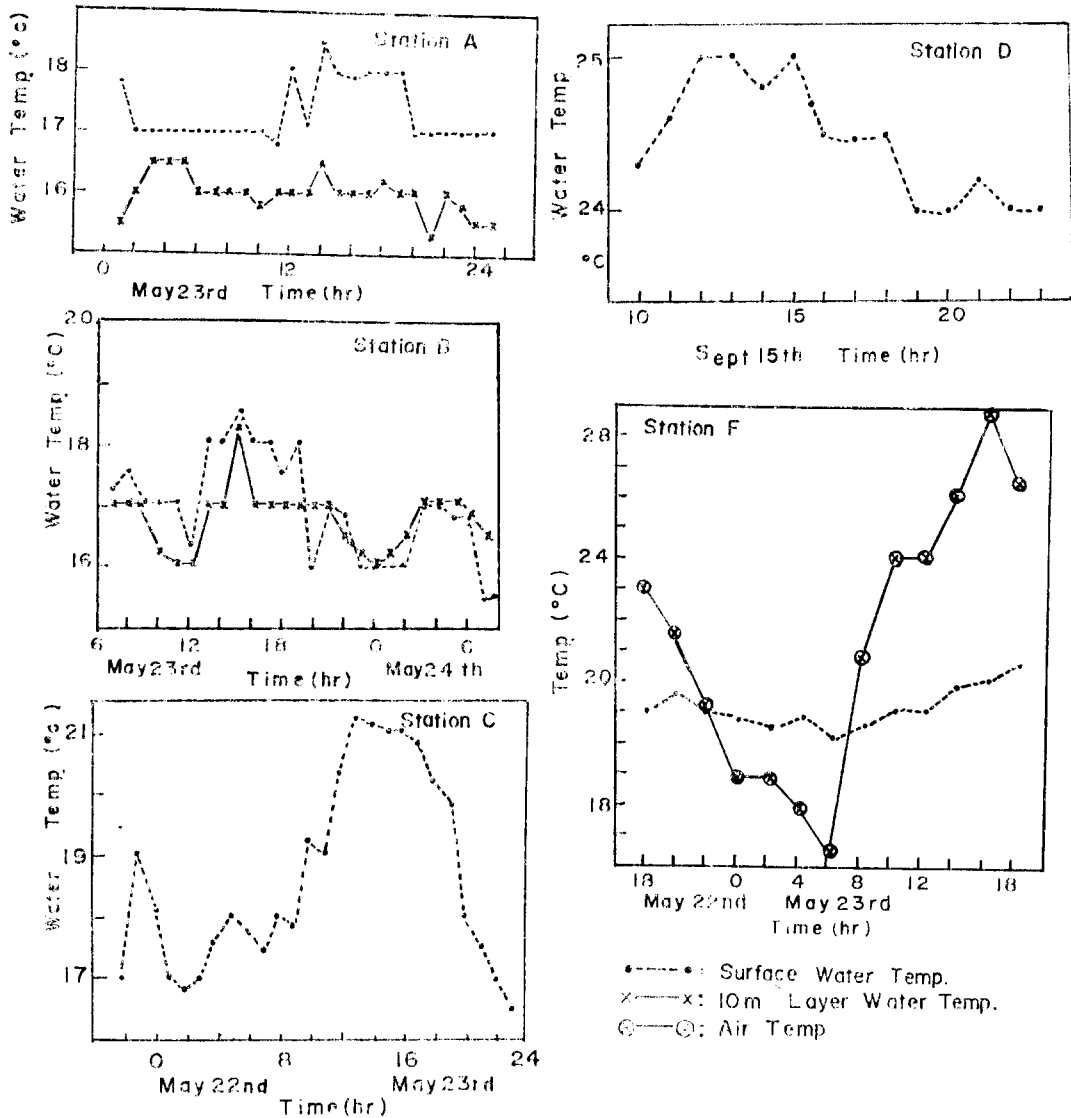


Fig. 7. Variations of the Water Temperatures of the Fixed Stations.

5월에 관측한 관측점 ㉔, ㉕에서 표층염분의 일 변동을 보면 Fig. 8과 같다.

여기서는 표층의 간만에 관세없이 시간이 지남에 따라 염분이 상승하는 경향을 보였다. 이것은 관측점 3일동안 여수지방에 내린 360mm 내외의 강수량으로 인하여 섬진강의 담수 유출량이 급격히 증가하다가, 비가 멈춘 후 시간이 지남에 따라 다시 감소하기 때문인 것으로 생각된다. 염분의 증가 추세가 최고 31~32% 내외가 되면 거의 평시의 정상 상태로 회복되는 것으로 생각된다.

관측점 ㉔, ㉕에 있어서 9월의 관측 결과는 Fig. 8과 같다. 두점의 공통점은 반조시 고염분, 간조시 저염분 현상이며, 염분의 일 변동의 차이는 ㉕점이 3.7%, ㉔점이 1.2%이다.

이것은 ㉕점 보다 ㉔점이 섬진강의 담수 영향이 크기 때문인 것으로 생각된다.

만내의 염분 분포는 표층이 5월에 최고 28%, 7월에 28%, 9월에 최고 31%였으며 10m층은 5월에 30~32%, 7월에 30~31%, 9월에도 30.5~31%로서 거의 일정하다.

광양만의 물리적 해황에 관한 연구

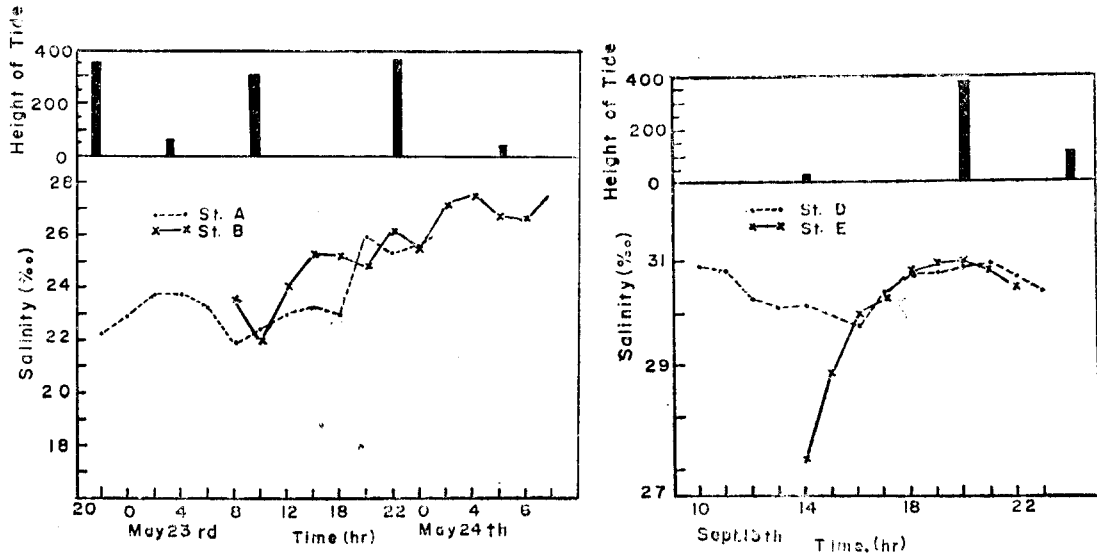


Fig. 8. Variations of Water Salinities at the Fixed Stations

표면 염분은 일반적으로 만의 동측에서 서측에 갈수록 염분이 점차 낮다. 이것은 묘도 서측해수 묘도 서남 쪽 얕은곳으로 부터 묘도 북측과 남측 수로로 분류 또는 침류되고 있으므로, 일단 들어온 섬진강의 하천수와 혼합된 밀물이 의해서 거리가 멀어 완전히 유출되지 못하고 일부 갇혀있는 탓으로 염분이 낮으며, 묘도 동측물은 광양만 입구와 노량수도 등으로 해수와 남수의 혼합이 활발하기 때문에 염분이 보다 높다고 생각된다.

4) 수색과 투명도

만내의 수색은 6~9로써 보기 보다는 맑지 못하다. 이것은 섬진강에서 유출되는 담수의 영향도 있지만 수심이 깊어서 10m/sec이상의 바람이 1시간 이상만 불어도 지층의 사토가 수중에 혼합되어 현탁물이 생기기 때문이라고 해석되며, 심할때는 육안으로도 확인할 수 있다.

투명도는 대개 1m 내외이고 노량수도와 여수해만쪽으로 갈수록 3~4m로 다소 맑아진다. 5월과 7월은 집중호우 이후 관측하였기 때문에 투명도가 나쁘지만 9월은 다소 회복되어 5m이상되는 곳도 있다.

5) 확산 실험

Rhodamine B에 의한 확산실험은 호남정유 급유부두 앞 중도 동편 해상에서 1974년 7월 29일 오전에 실시하였다. <Fig. 10> 일로 확산을 측정하기 위하여 사진기를 장치한 기구를 100m 심공에 띄워 일로영역을 촬영하였다. 동시에 프리에치렌 줄로서 장축과 단축방향의 거리를 측정하였다.

확산분포는 Garyz분포(Okubo, 1962)로 간주하고, 장축을 x축, 단축을 y축으로 하여 확산 계수(日本原子力研究所, 1960)를 x 및 y 방향에 대하여 계산하였다. 그 결과는 다음과 같다.

Table 3. Dye Diffusion Experiment in Kwang Yang Bay

Observed time	Elapsed time after release (sec)·10 <sup>2</sup>	Max. width of the patch(cm)		Diffusion coefficient (cm <sup>2</sup> /sec)	
		X <sub>m</sub> ·10 <sup>3</sup>	Y <sub>m</sub> ·10 <sup>3</sup>	K <sub>x</sub> ·10 <sup>2</sup>	K <sub>y</sub> ·10 <sup>2</sup>
10:45	3	2.5	1.0	19.3	3.1
50	6	4.9	1.6	37.2	4.0
55	9	9.2	2.5	87.3	6.5
11:00	12	14.3	—	158.4	—
05	15	25.3	—	396.7	—
10	18	39.0	5.5	785.6	15.6
12:10	54	117.0	45.0	2356.8	348.6

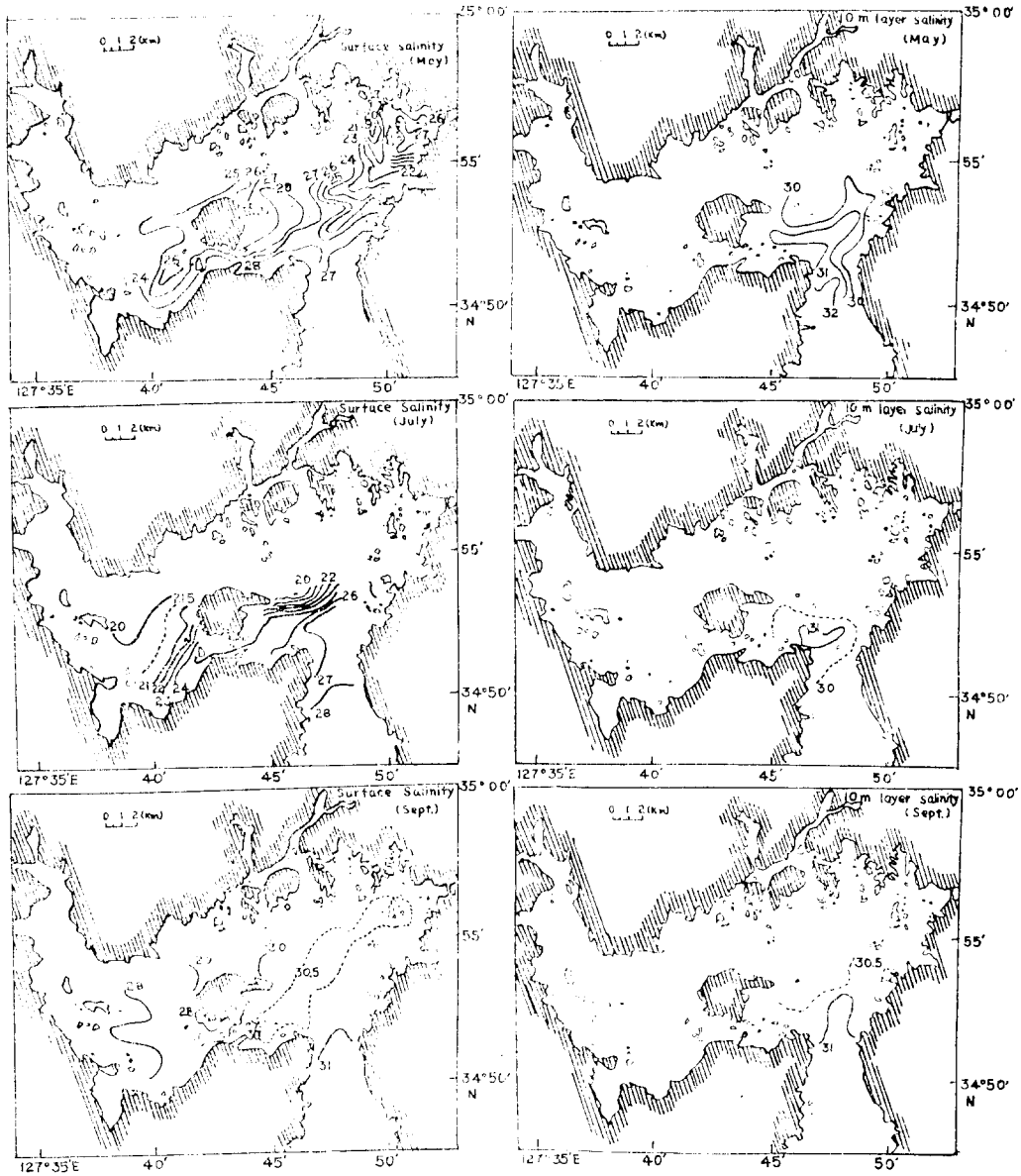


Fig. 9. Distributions of Water Salinities in Kwang Yang Bay

## 2. 기 상

다음은 여수 측후소가 발표한 자료를 30년간(1931~1960) 평균한것으로 풀이한 것이다.

### 1) 기 온

평균 기온이 1월이 1.5°C로 최저이고 최고가 8월로써 25.8°C이다.

최저기온의 월 평균도 1월이 -1.8°C로 최저이며 8월이 23.5°C로 가장 높다. 최고 기온의 월 평균은 1월이 5.1°C로 다른 지방에 비하여 높으며 8월이 28.9°C로 이것은 같은 위도에 내륙지방에 비교하면 높은편이 아니다.

빙점이하의 날씨도 연 55일로 1월을 제외하고는 별로 많지 않으며 비교적 온난한 기후를 나타내고 있다.

최저기온이 -5°C 이하인 날수도 1월이 7일 밖에 되지 않으며 몹시 추운 겨울은 아닌것으로 생각된다.

### 2) 바 략

광양만이 물리적 해상에 관한 연구



Fig. 10. Dye Patch in the Diffusion Experiment on Kwang Yang Bay.

겨울철에는 북서 계절풍의 영향으로 북서풍이 1월에 30.1%로 풍속은 6.0m/sec이고, 2월에는 27.1%로 6.3m/sec이며 12월에는 23.7%로 5.8 m/sec이다. (Table 5, 6)

이것으로 보아 겨울철에는 매일 5시간 이상 북서풍이 6m/sec로 불리고 생각된다. 겨울철 외에도 3월에 북서풍이 15%로 풍속은 5.6m/sec<sup>9</sup>이고 11월에 15.6%로 6.6m/sec이다.

그리고 9월은 전소풍세 (calm)가 평균 10%로 다른 달에 비하여 많이 나타나고, 여름철에는 남남서풍이 10% 이하로 풍속은 3~4m/sec 정도이다.

또한 Table 5에 의하면 북풍일수는 겨울철 주위에 집중되어 있다. 회고가 2월에 18일, 3월에 17일, 1월에 16일 및 12월에 14일 일이다.

Table 4. Mean Air Temperature in Yosu (1931~1960)

Month	Air temperature(°C)			Number of days with min. temp.	
	Mean	Max.	Min.	<0°C	<-5°C
Jan.	1.5	5.1	-1.8	21	7
Feb.	3.0	6.9	-0.5	16	4
March	6.8	10.8	3.2	6	1
April	12.3	16.3	8.9	—	—
May	16.8	20.7	13.8	—	—
June	20.2	23.6	17.7	—	—
July	23.9	26.6	21.9	—	—
Aug.	25.8	28.9	23.5	—	—
Sept.	21.9	25.1	19.3	—	—
Oct.	16.6	20.4	13.4	—	—
Nov.	10.9	14.5	7.6	1	—
Dec.	4.5	7.9	1.3	12	2
Annual	12.0	17.2	10.7	56	14

Table 5. Percentage Frequency of Wind Directions in Yosu (1931~1961)

Month	Wind Direction																Calm	Total
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW		
Jan.	5.4	4.3	8.6	6.5	2.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	3.2	2.2	8.6	7.5	30.1	9.7	6.5	100.3
Feb.	7.1	3.5	10.6	7.1	3.5	1.2	1.2	1.2	2.4	2.4	3.5	3.5	7.1	5.9	27.1	7.1	5.9	100.3
Mar.	5.4	3.2	8.6	8.6	5.4	4.3	3.2	3.2	3.2	4.3	4.3	4.3	6.5	6.5	15.1	5.4	8.6	100.1
Apr.	3.3	3.3	8.9	1.8	5.6	4.4	5.6	3.3	4.4	6.7	7.8	3.3	6.7	6.7	11.1	3.3	7.8	100.0
May	2.2	4.3	8.6	7.5	5.4	5.4	6.5	3.3	5.4	6.5	8.6	5.4	7.5	3.2	6.5	3.2	0.8	100.2
June	2.2	2.2	8.9	6.7	6.7	5.6	7.5	4.4	7.8	11.1	10.0	3.3	4.1	2.2	3.3	1.1	12.2	99.9
July	2.2	3.2	7.5	6.5	6.5	7.5	7.5	5.4	11.8	12.9	9.7	3.2	2.2	1.1	1.1	1.1	10.8	100.2
Aug.	2.2	3.2	10.8	9.7	8.6	6.5	7.5	4.3	7.5	7.7	8.6	2.2	3.2	2.2	2.2	1.1	11.8	100.3
Sept.	5.6	7.8	13.6	11.1	6.7	3.3	4.4	2.2	3.3	4.3	4.3	1.1	4.3	3.3	7.8	4.4	10.0	99.8
Oct.	3.3	7.5	12.9	10.6	6.5	3.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	9.7	7.5	18.6	100.3
Nov.	6.7	7.8	14.5	7.9	3.3	2.2	2.2	1.1	2.2	2.2	3.3	3.3	7.8	5.6	15.6	5.6	7.8	100.0
Dec.	7.7	4.3	9.7	6.5	2.2	1.1	1.1	1.1	2.2	2.2	2.2	3.2	9.7	8.6	23.7	6.5	7.5	100.3

Table 6. Mean Speed of Wind within Specified Directions (m/sec)

Month	Direction																Calm	Mean
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW		
Jan.	4.8	5.5	4.7	3.7	3.4	2.3	2.8	1.4	2.0	2.2	3.4	4.9	4.9	5.2	6.0	6.1	0.2	4.8
Feb.	5.9	4.8	5.7	5.3	4.9	3.5	2.5	3.0	2.9	3.5	3.8	3.6	5.3	4.9	6.3	6.2	0.2	5.0
Mar.	5.3	5.5	4.8	4.5	4.3	4.8	3.1	2.6	2.9	2.9	3.8	3.9	5.1	5.4	6.6	6.1	0.2	4.5
Apr.	5.0	3.5	4.6	4.6	3.8	3.5	3.5	3.4	3.0	3.5	3.5	3.7	4.3	5.0	5.7	5.6	0.2	3.8
May	3.8	3.9	4.4	4.6	3.5	2.9	3.0	3.0	3.2	3.0	3.3	3.6	3.9	4.1	4.8	4.8	0.2	3.4
June	3.9	3.1	4.6	4.8	4.2	3.5	2.9	2.8	3.1	3.2	3.4	3.0	3.5	3.7	4.3	3.6	0.2	3.2
July	3.1	3.5	4.3	4.0	3.3	3.5	3.2	3.1	3.5	3.4	3.4	3.3	2.4	2.8	2.0	2.0	0.2	3.1
Aug.	3.4	3.4	5.9	5.7	4.5	3.6	3.2	3.7	3.0	3.3	3.3	2.9	3.7	3.1	4.0	3.5	0.1	3.5
Sept.	5.0	4.7	5.0	5.1	3.7	3.1	2.6	3.1	3.1	3.9	3.5	4.0	4.5	4.1	4.8	4.6	0.2	4.0
Oct.	5.2	5.2	4.9	4.4	4.0	2.6	2.3	1.8	2.9	2.9	3.5	3.8	4.7	4.1	0.5	5.2	0.1	4.1
Nov.	5.3	4.9	5.0	4.6	3.9	2.9	1.8	3.5	2.4	2.4	2.6	3.6	4.5	5.0	5.6	5.1	0.1	4.3
Dec.	4.9	4.4	4.4	4.4	3.3	1.5	1.4	1.1	2.7	2.7	3.0	4.4	5.2	5.1	5.8	5.1	0.2	4.5
Annual	4.8	4.2	4.9	4.6	3.6	3.0	2.9	2.8	3.0	3.2	3.4	3.7	4.5	4.7	5.8	5.4	0.4	4.1

Table 7. Number of Days within Wind Speed  $\geq 10$ m/sec in Yosü (1931~1960)

Month	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Annual
Frequency	16	18	17	11	8	6	4	6	9	11	12	14	132

Table 8. Amount of Precipitation and Evaporation at Yosü (1931~1960)

Month	Evaporation (mm)	Amount of precipitation (mm)	Numbers of days with precipitation		
			$\geq 0.1$ mm	$\geq 1.0$ mm	$\geq 10$ mm
Jan.	91.3	17.1	5	3	—
Feb.	93.6	40.2	6	4	1
March	116.2	80.2	9	6	2
April	136.1	124.2	9	7	3
May	147.8	149.2	10	8	4
June	135.2	179.9	12	8	4
July	127.3	262.6	16	12	6
Aug.	165.7	157.0	11	8	4
Sept.	119.3	188.3	12	9	5
Oct.	129.8	45.3	5	4	1
Nov.	102.9	39.1	5	4	2
Dec.	86.2	30.0	6	4	1
Annual	1,451.6	1,313.7	106	77	33

이러한 점으로 비추어 보아 평양반 전역이 년 120일 정도는 바람의 영향을 받아 해수의 유동에 변동을 가져올 것으로 예상되며 특히 겨울철에 심할 것으로 생각된다.

### 3) 강수량과 증발량

평양반은 우리나라에서 강수량이 가장 많은 지역에 속하며 년 1,500mm 내외이고, 평균치가 1313.7mm이다. 월 평균은 1월이 가장 적어 17.1mm이고 7월이 최고로 262.6mm이다.

5월부터 9월까지 5개월 동안은 강수일수가 월평균 10~16일로 가장 빈도가 높으며 하루에 10mm 이상 오는 날은 7월이 6일로 가장 많고 9월이 5일로 다음이다. 이곳은 10mm 이상의 강수일수가 년 33일로 강수 강도가 비교적 높은 편이다.



## 광양만의 물리적 해황에 관한 연구

증발량은 8월이 최고로 165.7mm로 강수량을 최고한다. 7월은 127.3mm로 강수량의 절반밖에 되지 않는다. 이것은 7월달의 강수 일수가 많아 상대습도가 높기 때문인것으로 생각된다.

강수량이 증발량을 초과하는 달은 5월, 6월, 7월, 9월로써 그 차이가 가장 큰 달이 7월의 135.3mm이고, 또한 5~9월은 10mm 이상의 강수일수도 많고 강수량이 증발량을 초과하여 섬진강의 유출량이 증가하여 질것으로 생각된다.

## 요 약

광양만의 물리해상 조사를 1974년 5월, 7월과 9월 3회에 걸쳐서 실시하고 그 자료를 연구 분석 하였으며 여수 측후소가 발표한 기상 자료에 의해서 해황에 미치는 기상 조건등을 논의하였다.

그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 만내의 해수 유동은 주로 조류에 의한 것이며, 섬진강의 담수가 이에 첨가되어 같이 움직이고 있다. 따라서 만내의 해수는 유입량보다 유출량이 담수의 유입량 만큼 많이 나타난다. 수질은 지 염분이며 섬진강 물이 이에 크게 영향을 주고 있다.

2. 노량수도에서의 유속은 비교적 큰 편이며, 이곳에서는 지형적 영향으로 밀물때 진주만 쪽으로 나가는 유출량보다 썰물때 광양만내에 들어오는 유입량이 다소 많다.

3. 썰물 때 여수해만을 통하여 들어오는 해수는 크게 세가지로 나누어지며, 하나는 노량수도로, 또 하나는 북서진하여 묘도를 우회하여 지진도와 강탄를 거쳐 만의 서쪽으로 유입되고, 나머지 하나는 묘도 남쪽수도를 통하여 우순도를 지나 만의 남서해역으로 유입된다.

4. 썰물 때 만의 남서해역의 해수도 북쪽수도를 우회하여 여수해만 쪽으로 흘러나가며, 극히 제한된 최남서부 태수가 묘도남쪽의 좁은 수도를 통하여 여수해만 쪽으로 흘러나간다. 그리고 노량수도를 통하여 들어온 해수도 광양만 동쪽해역을 통하여 이와함께 여수해만쪽으로 흘러나간다.

5. 만내 수온은 표층이 5월에 17℃내외, 7월과 9월에 22~24℃, 10m층은 5월에 16℃내외, 7월에 22℃ 내외, 9월에 24℃ 내외이다. 표층과 10층의 수온 차는 5월에 약 1℃ 표층이 높게 나타났으며, 7월과 9월은 깊이에 의한 차는 없었다.

6. 만내의 수온은 13~15시경에 최고이고, 일출직전이 최저로 일교차는 약 2~4.5℃로, 비교적 크게 나타났다.

7. 관측점에서의 염분의 일 변동은 3.7‰로, 만조시 고염분, 간조시 저염분으로 나타났다.

8. 만내의 염분은 5월에 최고 28‰ 7월에 최고 28‰, 9월에 최고 31‰였으며, 10m층은 5월에 30~32‰, 7월에 30~31‰, 9월에 30.5~31‰로 표층 염분은 계절에 따라 변화가 크다. 그러나 10m층은 거의 일정하다.

9. 일반적으로 만의 동쪽에서 서쪽으로 갈수록 해수의 염분은 점차로 낮아진다.

10. 담수의 유입과, 만의 대부분이 수심이 얕아 바람에 의한 수직혼합이 심하기 때문에, 만내의 수색은 맑지 못하며, 6~9정도이나, 투명도는 대개 1내외이고 9월에는 여수해만 쪽이 5 이상 되는 곳도 있다.

11. 검출 가능한 Rhadamine B 30분후의 확산계수는 장축 및 단축방향으로 각각  $785.6 \times 10^2 \text{ cm}^2/\text{sec}$  및  $15. \times 10^2 \text{ cm}^2/\text{sec}$ 였다.

12. 평균 기온은 1월에 1.5℃로 최저이고, 최고는 8월의 2.58℃가 되며, 최저기온의 월 평균도 1월이 -1.8℃로 최저이고, 8월이 23.5℃로 가장 높다.

13. 빙점 이하의 날씨도 년 55일로 1월을 제외하고는 비교적 적다.

14. 겨울철은 계절풍의 영향으로 북서풍이 30.1%로 풍속이 6.6m/sec이고 2월에는 27.1%로 6.3m/sec이다. 이것으로 보아 겨울철에는 매일 평균 5시간 이상 6m/sec의 바람이 분다고 생각된다. 여름철은 매일 3시간 내외의 3~4m/sec의 남남서풍이 불며, 정온 상내는 9월이 10%로 가장 높다.

15. 강수량은 1월이 최저로 17.1mm이고, 7월이 262.6mm로 최고이며, 연 총강수량은 1313.7mm로 우리나라에서 가장 비가 많이 오는 지역의 하나이다.

## 사 사

본 조사연구를 특별히 필자등에 의뢰하여 주신 원저력 연구소 당국과 특히 이를 주선하여 주신 노재식박사님께 감사드립니다. 그리고 배 조사 때 바다 관측을 도운 조경태, 한용운, 변덕수, 김재길, 손찬현, 하영훈, 송성일, 송영균, 문경출, 황필용, 이성희, 정승대, 양원호 재위에게도 감사를 드립니다.

## 참 고 문 헌

- 高冠瑞 · 曹桂煥(1962) : 釜山港의 流況에 關하여, 釜山水産大學 研究報告 4(1.2) 149~58.
- 日本原子力研究所(1960) : 氣象, 海洋の 觀測と 調査, 保健物理部の 活動, 日本原子力研究所圖書館 Vol. 2, 264~296.
- Okubo A (1960) : Review of theoretical models for turbulent diffusion in the sea. J. Oceanogr. Soc. Japan, 20th Anniv. Vol. 20(1), 286~320.
- 장지원 · 박시열 · 서두옥(1971b) : 고리 해역에 있어서의 표류병 및 염료확산시험, 어업기술연구 Vol. 7. 1~8.
- 장지원 · 박시열 · 성명은(1971a) : 고리 해역에서의 해수유동조사와 염료확산 실험. 釜山水産大學 研究報告 11(2) 73~80.
- 장지원 · 서두옥(1970) : 고리 해역에서의 염료확산 실험, 어업기술연구 Vol. 6. 1~13.
- 張善德(1969) : 普州灣海水流動에 關하여, 釜山水産大學研究報告 9(2), 95~103.
- 張善德(1971) : 진주만의 해양학적연구, 釜山水産大學研究報告 11(1), 1~43.
- 한영호 · 윤갑동(1970) : 고리 해안에서의 확산 실험에 관하여, 釜山水産大學研究報告 10(1), 17~25.