진주만의 해수 유동에 관하여

2. 해류병 표류 실험 결과

張 善 德
(釜山水產大學 海洋學硏究室)

THE CIRCULATION IN CHINJU BAY

2. Results of Drift Bottle Experiments

by
Sun-duck CHANG
(Pusan Fisheries College)

From November 1968 to March 1970, a series of drift bottle experiments were carried out in waters adjacent to and in Chinju Bay with the following results. Of the bottles released, 50～69 per cent were recovered.

1. The circulation of Chinju Bay is usually caused by the tidal current except during the winter season when the northwest monsoon prevails to cause a wind-drift current.

2. Sea water in the southern part of Chinju Bay flows northward at ebb tide. The ebb current east of the central submarine bank in Chinju Bay flows northeastward toward Samchonpo Channel through the eastern depression of the bank contributing to form a cyclonic eddy. The ebb current west of the bank, however, flows northward toward Noryang Channel through the western depression of the bank.

3. The ebb current near the southernmost part of Chinju Bay flows eastward toward Chijok Channel.

4. At flood tide, the main stream of the tidal current in Noryang Channel flows eastward. Turning smoothly to the right, the southern branch of the flood current flows southward through the depression and along the isobaths at the western margin of the central submarine bank, while the northern branch, turning to the left, flows into the Chin-gyo Bay of Hadong.

5. Flood current in the eastern area of Kwang-yang Inlet runs northeastward toward Noryang Channel. A small eddy develops near Kwanumpo of Namhae Island.

6. The results suggest that such a drift bottle experiment can be recommended for the attestation of currents, although it is not suitable for a quantitative study of coastal currents.

머 릿 말

우리 나라 남해의 해류에 관하여는 약 40여년 전에 西田(1927)에 의하여 단편적으로 보고된 바 있다. Uda (1934, 1936)는 한국 동해와 남해에서 실시한 대규모적 해양 관측 결과를 종합하여, 남해의 해류에 관한 개괄적인 보고를 하였다. Tsujita・Kondo (1961)는 동지나해 및 한국 해협에서 실시한 표층류의 조사 결과를 발표하였

고, 이·봉(1969)은 한국해협과 한국 남해에서 실시한 해류병 투입 시험 결과를 보고하였다. 이들 보고는 한국 근해해류에 관한 개요를 이해하는 데 그쳤으며, 한국 남해 연안 해역의 유동에 관한 연구 결과는 아직 찾아 보기 어려운 실정이다.

저자는 진주만과 그 부근 해역의 해황 및 해수의 유동을 조사하기 위하여, 만 내외에 61개의 기본 관측 station

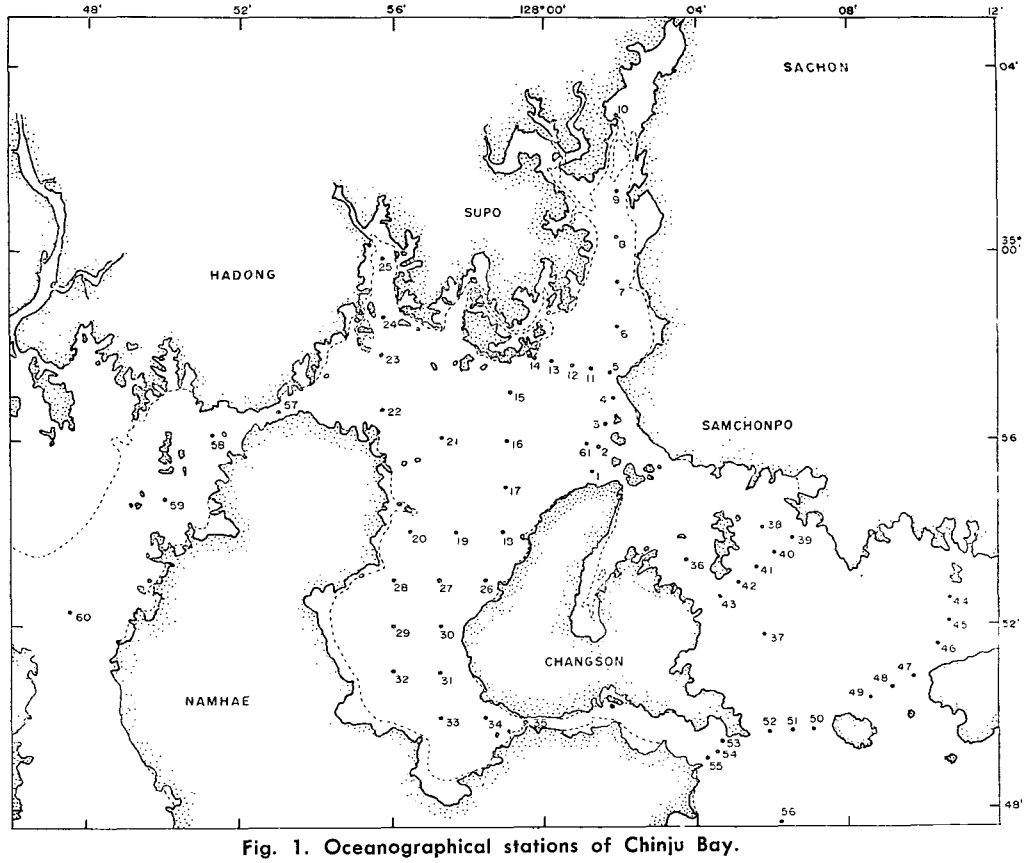

Fig. 1. Oceanographical stations of Chinju Bay.

을 정하고(Table 1 및 Fig. 1), 1968년 11월부터 약 1년간, 거의 매월 한두 차례씩 해양 관측을 실시하였다.

해수의 유동을 파악하기 위하여 유속계에 의한 측류 이외에, 해류판 표류 및 해류병 투입에 의한 조사도 병행하였다. 이들 조사 중, 해류판 표류 조사 결과는 전보에 이미 발표한 바 있으므로(張, 1969a), 여기에서는 주로 진주만과 그 부근 해역에서 실시한 해류병 투입에 의한 실험 결과에 관하여 보고하는 바이다.

방 법

1) 해 류 병

1968년 11월부터 여섯 차례에 걸쳐 진주만과 그 부근 해역에서 해류병을 투입하였다. 해류병은 350 cc 들이 갈색 유리병을 사용하였으며, 풍압의 영향을 적게 받도록 아랫쪽에 모래 약 90 gr 을 넣어 조정한후 밀봉하여 흰 페인트를 칠하였다.

2) 투입 해역

유속계를 이용한 측류 자료를 분석 검토한 결과, 진주만내 중요하다고 생각되는 곳은 물론, 인접 수도와 해협의 중앙 부근이나, 또는 조류를 횡단하는 선을 택하여 해류병을 투입하였다. 투입점은 대체로 해양 관측 기본

Table 1. Postitions of Oceanographical Stations in Waters Adjacent to and in Chinju Bay

St. No.	Lat.	Long.	Depth (m)	St. No.	Lat.	Long.	Depth (m)
1	34°55′20″N	128°01′15″E	15	32	34°51′00″N	127°56′00″E	3
2	34°55′50″N	128°01′27″E	15	33	34°50′00″N	127°57′12″E	3
3	34°56′21″N	128°01′39″E	15	34	34°50′00″N	127°58′35″E	9
4	34°56′54″N	128°01′48″E	18	35	34°49′52″N	127°59′34″E	6
5	34°57′22″N	128°01′43″E	19	36	34°53′20″N	128°03′45″E	25
6	34°58′22″N	128°01′57″E	4	37	34°51′03″N	128°05′52″E	18
7	34°59′20″N	128°01′57″E	8	38	34°53′53″N	128°05′41″E	18
8	35°01′19″N	128°01′57″E	9	39	34°53′48″N	128°06′30″E	14
9	35°01′19″N	128°01′57″E	2	40	34°53′30″N	128°06′00″E	14
10	35°02′56″N	128°01′56″E	2	41	34°53′12″N	128°05′36″E	15
11	34°57′28″N	128°01′14″E	5	42	34°52′54″N	128°05′00″E	16
12	34°57′32″N	128°00′45″E	5	43	34°52′36″N	128°04′42″E	32
13	34°57′37″N	128°00′12″E	8	44	34°52′45″N	128°10′42″E	13
14	34°57′42″N	127°59′45″E	5	45	34°52′00″N	128°10′42″E	14
15	34°56′58″N	127°59′07″E	5	46	34°51′45″N	128°10′24″E	19
16	34°56′00″N	127°59′02″E	4	47	34°50′48″N	128°09′42″E	19
17	34°55′00″N	127°59′00″E	12	48	34°50′56″N	128°09′12″E	20
18	34°54′00″N	127°58′54″E	8	49	34°50′35″N	128°08′42″E	20
19	34°54′00″N	127°57′40″E	5	50	34°50′35″N	128°07′00″E	21
20	34°54′00″N	127°56′26″E	6	51	34°49′36″N	128°06′24″E	21
21	34°56′06″N	127°57′17″E	6	52	34°49′36″N	128°05′48″E	21
22	34°56′40″N	127°55′40″E	28	53	34°49′34″N	128°04′55″E	18
23	34°57′49″N	127°55′42″E	5	54	34°49′16″N	128°04′30″E	18
24	34°58′37″N	127°55′43″E	2	55	34°49′00″N	128°04′10″E	18
25	34°59′53″N	127°55′44″E	2	56	34°47′38″N	128°06′09″E	21
26	34°53′00″N	127°58′27″E	5	57	34°56′38″N	127°53′00″E	31
27	34°53′00″N	127°57′12″E	5	58	34°56′09″N	127°51′15″E	13
28	34°53′00″N	127°56′00″E	6	59	34°54′45″N	127°50′00″E	21
29	34°52′00″N	127°56′00″E	4	60	34°52′20″N	127°47′30″E	10
30	34°52′00″N	127°57′12″E	5	61	34°55′55″N	128°01′07″E	22
31	34°52′00″N	127°57′12″E	4				

Table 2. Drift Bottle Experiment Data Recorded in Waters Adjacent to and in Chinju Bay

Date released	Number of releasing station	Number of released bottles	Number of recovered bottles	Percentage of recoveries
Nov. 23, 1968	6	180	93	51.7
Jan. 18, 1969	3	30	15	50.0
March 30, 1969	4	24	13	54.1
March 31, 1969	3	16	11	68.7
Sept. 4, 1969	3	30	15	50.0
March 25, 1970	4	25	(5)	(20.0)
Total	23	305	152	

station 중에서 선정하였다. 1968년 11월 23일 제 1 차로 부산수산대학 백경호를 사용하여, 남해도 동방 해역인 창선해협(昌善海峽) 입구(St. 54), 창선—수우도 사이(St. 51), 수우도—사량도(蛇梁島) 사이(St. 48), 사량도—안

도(鞍島) 사이((St. 45) 및 삼천포수도 중앙부(St. 40, St. 43)에서 실시하였다. 제 2 차 실험은 1969년 1월 18일 진주만 내, 사천만구(St. 12)와 진주만 동부인 창선 율도(粟島) 서방 해역(St. 18), 그리고 진주만 서부인 노량수도 안쪽 해역(St. 22)에서 실시하였다. 동년 3월 30일 제 3 차로 St. 12와, 진주만 동단인 삼천포수도 맨 안쪽 해역(St. 1, St. 3, St. 4)에서 실시하였고, 3월 31일에는 제 4 차로 진주만 남동부인 창선의 서대끝(西大末) 앞(St. 26), 진주만 남서부인 남해읍 앞바다(St. 29), 그리고 진주만 남단인 지족수도 안쪽 해역(St. 33)에서 실시하였다. 동년 9월 4일 제 5 차로 노량수도 밖 대도군도(大島群島) 동방(St. 58)과, 남방(St. 59), 그리고 여수해만 북단 묘도수도(描島水島) 입구(St. 60)에서 실시하였다. 1970년 3월 25일 삼천포수도(St. 38)와 남해도 동방 해역(St. 51)에서 여섯번째 실험을 실시하였다, 한 station에서 원칙적으로 10개 또는 30개를 투입하였으며, 곳에 따라서는 5개를 투입한 곳도 있다.

결과 및 고찰

1) 회수 상황

해류병 표류 실험 실시 상황과 그 회수율은 Table 2에 표시된 바와 같다. 여섯 차례의 실험에서, 총 23개의 station에, 305개의 해류병을 투입하여 152개를 회수하였다.

회수율은 대체로 50~69%로서 예상했던 것보다 더 좋은 결과였다. Uda (1934)가 한국 근해에서 실시한 결과는 25% 및 34% 였고, 그 후 Uda(1936)가 한국 동해에서 실시한 결과 30%, 황해서는 11% 밖에 회수하지 못하였다. Tsujita · Kondo(1961)가 실시한 결과인 10.1% 및 21.4%나, 이 · 봉(1969)이 얻은 14.3%에 비하면 현

Table 3. Percentage of Drift Bottle Recoveries in Korean Waters

Areas of release and recovery	Percentage of recoveries	Author
Japan Sea	34	Uda(1934)
Japan Sea and Yellow Sea	25	〃
Japan Sea	30	Uda(1936)
Yellow Sea	11	〃
Japan Sea and Yellow Sea	23	〃
East China Sea	10.1	Tsujita and Kondo(1961)
Coastal wasters of Japan	21.4	〃
Southern sea of Korea	14.3	Lee and Bong(1969)

저히 높은 회수율을 보였다. 근해에 비하여 연안 해역에서의 회수율이, 이처럼 높은 것은, 발견의 기회가 많기 때문이라 생각된다.

Table 2에 의하면 진주만 동남방에 위치하는 남해도 동방 해역에서 투입한 해류병의 회수율은 51.7%이고, 진주만 서방에 위치하는 광양만 남동부 해역의 것은 50.0%로서 큰 차이가 없다. 그러나 진주만 내의 것은 50.0%, 54.1% 및 68.7%로서, 만 외의 것에 비하여 회수율이 다소 높은 경향이 있다.

월별 회수율 변동은 자료가 충분치 못하여 말할 수 없으나, 북서 계절풍이 탁월한 가을과 겨울 (11월 및 1월)에 투입한 것은, 봄과 여름((3월 및 9월)에 투입한 것에 비하여 회수율이 낮은 경향이 보인다. 이것은 진주만의 주위가 육지 해안선으로 거의 둘러싸여 있으며, 많은 정치 어구와 양식장 및 공동 어장 등이 광범하게 분포하여, 발견의 기회가 많은 점이 큰 이유로 생각된다. 겨울에 회수율이 낮은 것은 북서 계절풍으로 인한 취송류가 발달하여, 해류병을 남동방으로 표류시킨 점과, 만 내 정치망의 대부분이 철망하고, 양식장에도 사람이 적어, 발견 및 회수의 기회가 적었던 것이 큰 요인으로 생각된다.

각 station 별 회수 상황, 표착 장소 및 회수율 등을 검토하기 위하여 Fig. 2 를 마련하였다. 이 그림에 의하면 제 1 차~제 5 차 표류 실험에서 회수된 해류병의 98%는 투입 후 15일 이내에 회수되었으며, 만 내에서 회수된 해류병의 약 86%가 1주일 이내에 발견된 것이다.

2) 표류 상황

바다 속에 투입된 해류병은, 조류나 해류의 영향은 물론, 풍압의 영향을 받으며 표류한다. 동일한 해점에 투

입된 것일지라도, 파랑, 너울, 해안 및 해저 지형 등으로 인한 소용돌이 그리고 반류 등의 영향으로 인하여 흩어지거나 혹은 서로 다른 방향으로 표류해가는 경우가 있다. 따라서 회수된 해류병이 표류한 경로를 정확하게 밝히는 것은 쉬운 일이 아니다. 외양에서는 비교적 용이한 편이지만, 연안 해역은 유동이 복잡하기 때문에, 외양에 비해 더 어려운 편이다. 표류 경로를 추정하기에 앞서, 표류에 영향을 미치는 몇 가지 요소에 관하여 고찰해 보기로 한다.

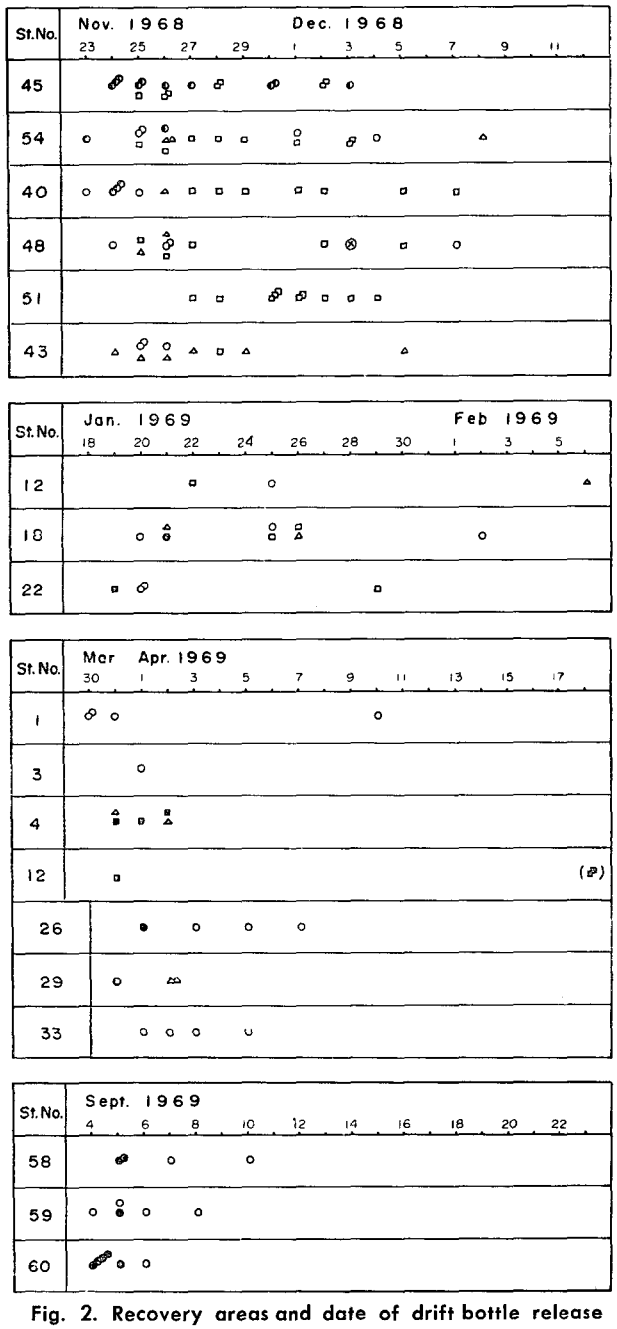

Fig. 2. Recovery areas and date of drift bottle release in waters adjacent to and in Chinju Bay.

○ Namhae ■ Sachon ● Hadong
△ Samchonpo ◐ Kosung □ Tong-yong
⊗ Koje

해류병의 표류 속도 V는

$$V = V_c + V_w + V_d \qquad (1)$$

로 나타낼 수 있다. 여기서 V_c는 해류와 조류의 유속을 나타내고, V_w는 풍압에 의한 표류 속도를, V_d는 취송류의 유속을 각각 나타낸다.

진주만과 그 부근 해역은 해류보다 조류가 더 우세하다. 해류판 표류 실험 결과(張, 1969a)와 측류 결과(張, 1970)에 의하면, 만 내 조류는, 시간과 장소에 따라 변하지만, 대체로 비교적 빠른 편으로서, 0.5 kt 이상인 경우가 흔하고, 1 kt에 육박하는 경우도 있다. 삼천포수도에서는 3 kt 전후이고, 최고 약 6 kt 이상에 달하는 경우가 있다. 노량수도 역시 유속이 빠른 곳으로 알려진 곳이며, 3 kt에 이르는 경우가 있다. 여수해만 및 광양만의 조류 역시 1 kt 이상에 달하는 일이 많다.

다음은 풍압에 의한 표류 속도에 관하여 생각해 보기로 한다. 취송류가 잘 발달하여 수면 위에 노출된 부분에 작용하는 풍압이, 수면 아래 잠긴 부분에 작용하는 저항과 큰 차가 없는 경우에는

$$C_a A \frac{\rho_a W^2}{2} = C_w A_w \frac{\rho_w V_w^2}{2} \qquad (2)$$

A : 수면 위에 노출된 부분의 투사 면적
C_a, C_w : 계수
A_w : 해수에 잠긴 부분의 투사 면적
ρ_a : 공기의 밀도
ρ_w : 해수 밀도 W : 풍속
V_w : 풍압에 의한 해류병의 속도

C_a와 C_w를 1이라 하면

$$V_w = 0.0355\, W \sqrt{\frac{A}{A_w}} \qquad (3)$$

$A/A_w \fallingdotseq 0.25$를 (3)에 넣으면

$$V_w = 0.0178 W \qquad (4)$$

취송류는 풍속, 마찰력 및 지구 자전에 의한 편향력 등에 따라 달라지는 바, 유속 V_d(cm/sec)는

H. Thorade (1914)에 의하면

$$V_d=\frac{0.0259\sqrt{W}}{\sqrt{\sin\phi}} \qquad W\leq 6\text{m/sec} \tag{5a}$$

$$V_d=\frac{0.0126W}{\sqrt{\sin\phi}} \qquad W>6\text{m/sec} \tag{5b}$$

Palmén (1931)에 의하면

$$V_d=0.014W \tag{6}$$

인 바 이것은 주로 연안 해역에 적용되는 것이다.

Durst (1924)에 의하면

$$V_d=\frac{0.0079W}{\sqrt{\sin\phi}} \tag{7}$$

$\phi=35°$이면

$$V_d=0.0342\sqrt{W} \qquad W\leq 6\text{m/sec} \tag{8a}$$

$$V_d=0.0166W \qquad W>6\text{m/sec} \tag{8b}$$

또 (7)은

$$V_d=0.0104W \tag{9}$$

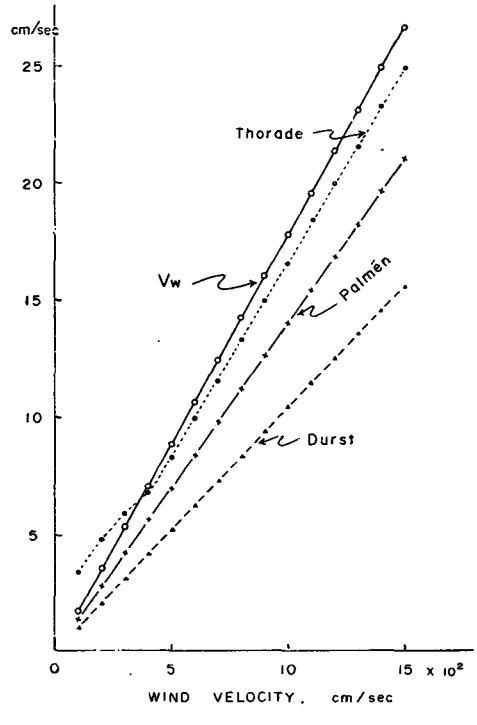

Fig. 3. Velocities of wind-drift current and wind-forced drift of bottles in relation to the velocity of wind.

이들 식에 의하여 각 풍속에 대한 V_w 및 V_d를 계산하여 Fig. 3에 나타내었다. 이 결과에 의하면, 풍속이 약 4 m/sec 이상으로 강하게 불면 풍압에 의한 표류 속도가 취송류 속도보다 약간 빠름을 알 수 있다.

이상의 고찰에 의하면, 실험 기간 중, 진주만과 그 부근 해역에서 투입된 해류병은, 해·조류, 풍압 및 취송류 등의 영향을 받지만, 풍속이 현저히 강한 경우 이외에는 해·조류의 영향을 가장 많이 받으면서 표류한 것이라 생각된다.

위에서 고찰한 바를 고려하고, 또 만 내 조류도(張, 1970) 등을 참고하여, 해류병의 표류 경로를 추정해서 그림으로 나타내었다(Fig. 4). 실험 기간 중 투입한 해류병의 표류 상황에 관하여 아래에서 고찰하기로 한다.

제 1 차 실험(1968년 11월 23일) : 삼천포수도의 동수도 (St. 40)에서 저조 약 두시간 전에 투입한 것은, 남동방으로 표류한 것, 동방으로 표류한 것 및 전류 후 밀물을 타고 삼천포수도로 되돌아 온 것 등 세 가지로 나누어진다. 남동방으로 표류한 것은 사량도, 미륵도 남방(4일) 및 거제군 매물도(每勿島)에(9일) 표착하였으며, 조류에 의한 왕복 운동을 무시하면 최고 평균 0.17 kt로 표류한 셈이다. 동방으로 표류한 것은 고성에(2일) 3개, 미륵도에(4, 5일) 2개가 표착하였다. 이들은 투입 직후 썰물을 타고 삼천포수도 밖으로 흘러 나갔으며, 강한 북서 계절풍으로 인한 풍압의 영향과 취송류가 조류보다 우세하였음을 의미한다고 보여진다. 전류 후 삼천포수도로 되돌아 온 것은 신수도와(2일) 마도에(3일) 한 개씩 표착하였으며, 창선도 및 남해도에 각각 한 개씩 표착하였다. 삼천포수도에서는 조류의 유속이 빠르기 때문에 강한 계절풍에도 불구하고, 조류의 영

향이 우세하였음을 나타낸 것이라 생각된다.

삼천포수도의 서수도에 위치한 St. 43에서 저조 약 45분 전에 투입한 것은, 회수된 것의 절반이 신수도 동쪽 해안에 표착하였고(2~6일), 삼천포시(1일), 늑도, 삼천포수도에(1일) 각각 한 개씩, 또 창선도에(2~3일) 3개가 표착하였다. 이것은 투입 직후 썰물과 계절풍으로 인한 취송류의 영향으로 인하여 남동방으로 약간 표류하였으나, 전류 후 밀물을 타고 진주만 쪽으로 표류해간 것이라 보아진다. 계절풍이 탁월한 시기에도 삼천포수도의 조류가 상당히 빠른 유속으로 흐름을 알 수 있다. 다만 한 개가 삼천포수도 밖으로 흘러나와 사량도에 표착하였다. 또 창선도 동방에 조그마한 지형적 소용돌이가 이루어지는 것으로 생각된다.

제 2 차 실험(1969년 1월 18일) : 진주만 북동부에 해당하는 사천만구 중앙부인 St. 12에 썰물 때 투입한 것은 진주만 중앙부로 향한 것과 삼천포수도를 경유 남동방으로 표류한 것으로 구분된다. 삼천포수도 중앙에 위치한 신수도(新樹島)에 표착한 것도 있으나, 만 외로 흘러나가 4일만에 통영군 욕지도까지 표류하였다. 평균 표류 속도는 약 0.23kt이다. 한편 진주만 중앙부로 향하여 표류한 것은, 만 중앙부에 있는 해저 둑의 동방을 따라 남하하다가, 둑 동방에 형성되는 반시계 방향의 큰 소용돌이(와류)에 휩쓸려 남해 창선의 울도 부근에 표착한 것으로 보인다.

진주만 동부인 St. 18에 썰물 때 투입한 것은, 썰물을 따라 북동쪽으로 흐른 후, 삼천포수도를 경유, 만 외로 표류한 것과, 그 다음 전류시까지 만 외로 밀려나지 않고 밀물을 타고 남서방으로 흐른 것, 그리고 전류 후 밀물을 따라 서쪽으로 표류하여, 해저 둑을 건너 노량수도와 남해 장도(長島)쪽으로 표류한 것 등으로 구분된다. 만 외로 표류한 것은 삼천포시 대방동과 신수도 해안에 표착한 것도 있으나, 조류는 물론, 북서 계절풍이 가세하여, 약 일 주일 후에 통영 및 욕지도 부근까지 표류하였다. 평균 표류 속도는 약 0.11 kt이다. 노량수도로 향한 것은 하동군 금남면 해안에 표착하였고, 밀물을 타고 남서방으로 향한 것은. 북서 계절풍의 영향으로 남동방으로 표류하여 지족수도에 이르렀다.

위의 결과는, 해류판 표류 실험 결과 (張, 1969a) 및 측류 결과(張, 1970)에 의하여 밝혀진 바 있는, 이 해역의 해수 유동 현상을 잘 뒷받침하고 있다.

진주만 서부 해역인 노량수도 안쪽에(St. 22) 썰물 때 투입한 것은, 전류 후 밀물을 타고 해저 둑 서방의 깊은 곳을 따라 남하하여, 남해 장도 부근 해변에 표착한 것이 있는가 하면, 해저 둑을 건너, 만 동부에 이르러, 일부는 사천과 남해 창선에 표착되고, 나머지는 다시 썰물을 따라 삼천포수도를 통과하여 사량도로 향한 것이 있다. 중앙 해저 둑을 (張, 1969)횡단하여 만의 동쪽으로 표류한 것은 계절풍의 영향이 다소 작용한 것으로 생각된다. 표류 실험 당시의 만내 염분 분포 상황도 계절풍의 영향이 있음을 뒷받침하고 있다(Fig. 5).

제 3 차 실험(1969년 3월 30일) : 삼천포수도 북동부인 사천만구(St. 12)에 저조 약 두 시간 반 전에 투입한 것은, 사천만구 서쪽 해안인 사천군 서포면과 비토도에(1일) 표착하였다. 이 날을 전후하여 만 내에는 바람이 거의 불지 않고 바다는 잔잔하였으므로, 해류병은 주로 조류에 의해 이동한 것이라 고찰된다. 따라서 썰물을 타고 남하한 이들 해류병이, 전류 후 삼천포수도를 통해 흘러 들어온 밀물을 따라 북서쪽으로 향하였다가 해안에 표착한 것으로 보인다. 이것은 사천만구 서쪽 비토도 부근에는 소규모의 지형성 소용돌이가 있음을(張, 1969a) 뒷받침하는 것으로 추리된다.

진주만 동부 해역인 St. 1에 저조 직후에 투입한 것은, 진주만 동부인 창선도 울도 부근 해안에 표착하였다. 이것은 늑도와 창선도 사이를 흘러 들어오는 밀물에 의하여 해저 둑 동방의 깊은 곳을(수심 15m 이상) 따라 남서방으로 표류하다가, 전류 후 썰물에 의하여 북동쪽으로 떠밀려 해안에 표착한 것으로 생각된다. 이 결과는 진주만 중앙 해저 둑의 동쪽 해역에는 썰물 때 반시계 방향의 환류를 이루는 사실을(張, 1969 a) 뒷받침하는 것이라 생각된다.

진주만 동부 해역인 마도—저도(楮島) 사이에 위치하는 St. 3에, 저조 직후에 투입한 것은, 삼천포수도 북서단인 창선도 대벽리 해변에(1일) 표착하였다. 이것은 삼천포수도로부터 만내로 흘러 들어오는 밀물에 실려 비토도 부근으로 밀려갔다가, 전류 후 썰물을 따라 늑도—창선도 사이를 경유, 삼천포수도로 표류한 것이라 생각된다.

삼분갑—저도 사이에 있는 St. 4에 저조 약 반 시간 후에 투입한 해류병은, 사천만구 서단 비토도 북서쪽 해변에(2일) 표착한 것과, 삼천포시 대방동(2일) 및 노산공원 앞 바다에(1일) 표착한 것으로 나누어진다. 이들은

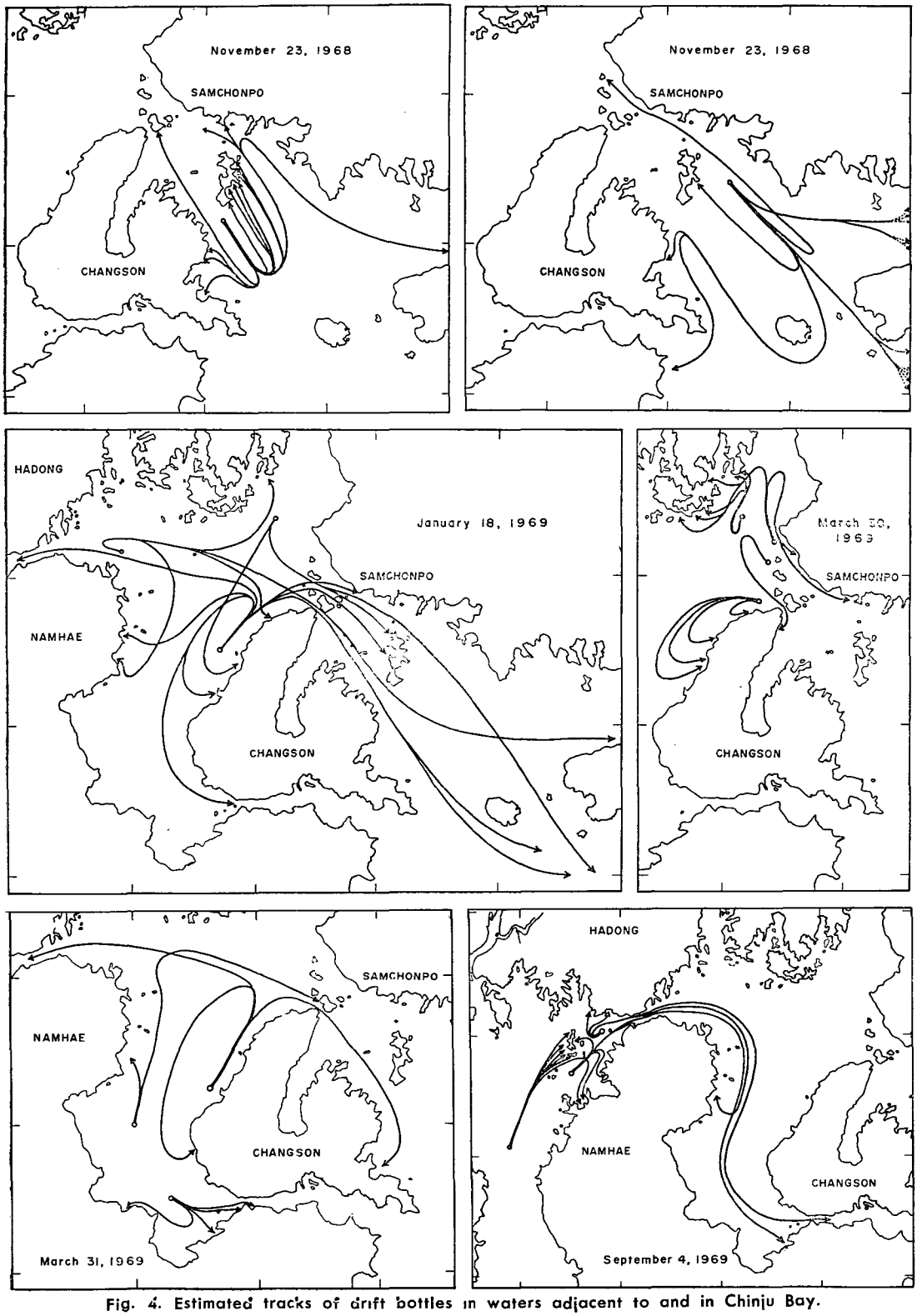

Fig. 4. Estimated tracks of drift bottles in waters adjacent to and in Chinju Bay.

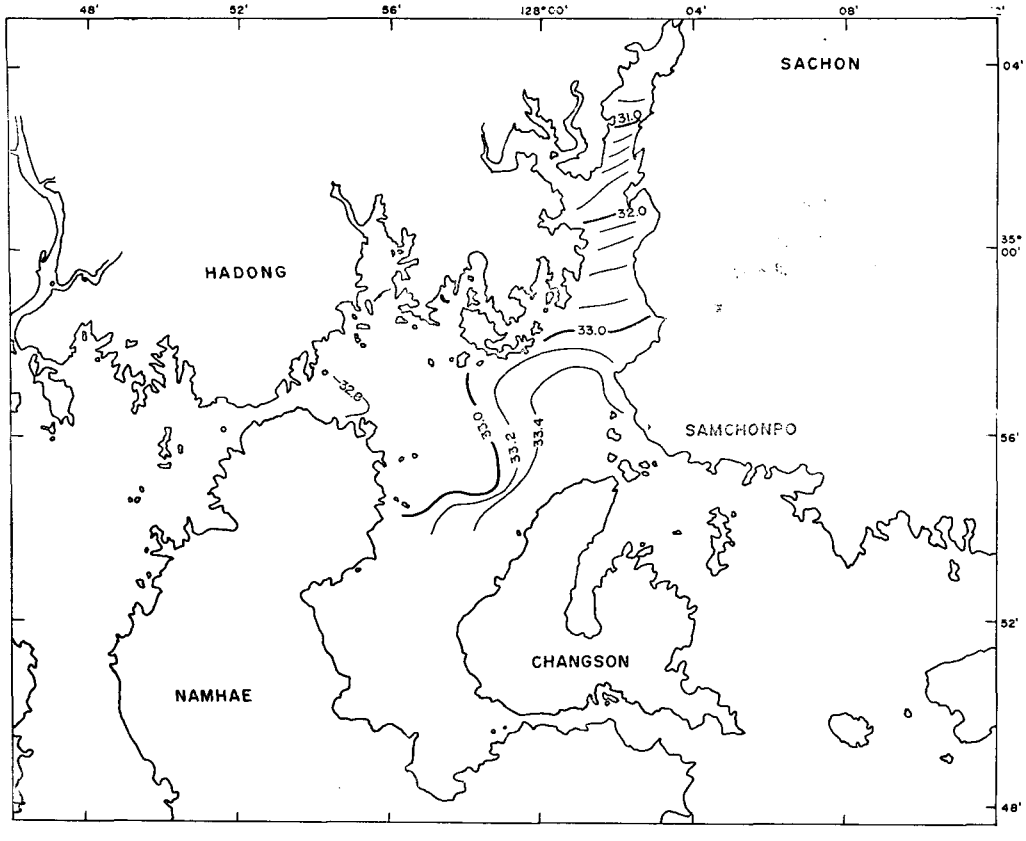

Fig. 5. Surface salinity distribution in Chinju Bay.

밀물을 따라 사천만 중앙 부근까지 표류해 가는 동안에 분산되었고, 전류 후 서쪽 해안 부근에 있던 것은 썰물을 따라 남하하다가, 그 다음 밀물 때 비토도 북쪽 해안을 따라 깊숙히 밀려 들어간 것으로 추리된다. 그러나 사천만 중앙 부근에 있던 것은, 썰물에 실려 삼분갑 앞을 통과하여 삼천포수도로 흘러 들어간 것으로 고찰되며, 평균 표류 속도는 최고 약 0.55 kt 정도로 생각된다. 이 결과는 해류판 표류 시험 결과와 잘 일치하며, 사천만의 해수는 썰물 때 삼천포수도를 통하여 만 밖으로 유출됨을 뒷받침하는 것이다.

제 4 차 실험(1969년 3월 31일) : 진주만 남동부 해역인 St. 26 (서대끝 부근)에서 고조 3시간 15분 후에 투입한 것은, 하동군 금남면으로 (2일) 흘러간 것과, 만 남동부 창선도 광천리 해변에 표착된 것(5일) 및 삼천포수도 밖 창선도 동쪽 해변에 표착한 것 등으로 구분된다. 투입 직후 썰물에 실려 사천만 동부에 도착할 무렵, 전류하여 밀물을 따라 서쪽으로 떠밀리면서 중앙부 해저 둑을 건넜으며, 바로 다음 썰물 때 조류에 실려 노량수도 밖으로 표류해 간 것으로 추측된다. 그러나 해저 둑을 건너지 못한 해류병은 둑 동방 해역을 남으로 향하여 표류한 것이라 추리된다. 또 일부는 투입 직후 썰물에 실려 늑도—창선도 사이를 경유, 삼천포수도를 향하여 표류한 것이라 생각된다. 따라서 진주만 남동부 해역의 해수는, 썰물 때 중앙 해저 둑 동방의 깊은 곳을 따라 북동방으로 흐르며, 삼천포수도로 흘러 나간다고 보여진다.

진주만 남서부 해역인 St. 29에서 고조 4시간 20분 후에 투입한 것은, 남해 장도 남방 부근과(1일) 늑도에서 (2일) 회수되었다. 이들은 썰물을 따라 북진하였으며, 일부분은 전류 후 노량수도 방면으로부터 흘러오는 밀물에 실려, 중앙 해저 둑을 건너 동으로 흘러 삼천포수도 쪽으로 향한 것이라 생각된다.

위 결과로부터 진주만 남부(St. 26 및 St. 29부근) 해역의 해수는 썰물 때 북방으로 흐르며, 진주만 중앙 해저 둑은 만내 해수 유동에 큰 영향을 미친다는 사실을 알 수 있다. 즉 중앙 해저 둑 동방 해역의 썰물은 반시계 방향의 환류를 이루면서 해저 둑 동방의 깊은 곳을 따라 삼천포수도 쪽으로 흘러 나가지만, 중앙 해저 둑 서방 해역의 썰물은, 해저 둑 서방의 깊은 곳을 따라 북쪽으로 흘러 노량수도 방면으로 향한다. 또 진주만 중앙 해저

둑의 동쪽이나 서쪽의 해수가, 조류에 의해 둑을 횡단하여 흐르는 경우가 있기 때문에, 조금(소조) 전후가 아닌 때에는, 해수의 교환이나 혼합이 잘 될 수 있음을 알 수 있다.

진주만 맨 남쪽 끝 해역인 St. 33에 저조 40분 전에 투입한 것은, 지족수도와(1~2일) 그 부근 해안에서(3~5일) 회수되었다. 이들은 약한 썰물을 따라 지족수도 쪽으로 서서히 표류한 것이라 생각된다. 이 결과는 측류 결과와 잘 일치하며, 진주만 최남단 St. 33 부근의 해수는 썰물 때 지족수도 방면으로 흐름을 알 수 있다. 또 밀물 때는 일시적인 조경이 St. 29와 St. 33간의 해역에 형성될 수 있을 것이라 생각된다.

제 5 차 실험(1969년 9월 4일) : 노량수도 밖 개구리섬 서방의 St. 58에서 저조 16분 전에 투입한 것은, 노량수도 밖인 하동군 금남면 송문리 해안에서(1~2일) 회수된 것과, 남해군 설천면 장도 남방 해안에서 (6일) 회수된 것, 그리고 지족수도에서(3일) 회수된 것으로 나누어진다. 투입된 해류병은 느린 썰물을 따라 남서쪽으로 약간 밀리면서 분산되고, 전류 후 밀물을 따라 노량수도를 통과하여 진주만으로 들어와서는, 오른쪽으로 선회하여 남으로 표류한 것이라 보아진다. 전류 직후 북쪽으로 흘러간 것은 진주만 내로 표류하지 않고, 광양만 최우단인 노량수도 밖 해변에 표착한 것으로 생각된다.

대도(大島) 남방의 St. 59에서 저조 직전에 투입한 것은, 노량수도 밖에서 회수된 것과 노량수도(2일) 및 진주만 최남단에서(4일) 회수된 것으로 구분된다. 노량수도 밖에서 회수된 것 중에는, 대도 동안에(2일) 표착한 것과, 남해군 고현면 차면리와(1일) 갈서리(2일) 해변에 표착한 것이 있다. 이들은 밀물을 따라 북동쪽으로 흐르다가 노량수도 입구에서 반류 또는 썰물에 표류되어 남하한 것이 아닌가 추측된다. 한편 밀물을 따라 노량수도를 지나는 도중, 한 개는 남해 노량에서 회수되었고, 진주만 내에 들어온 후에는 중앙 해저 둑 서방의 깊은 곳을 따라 오른 쪽으로 선회하여 남으로 표류한 것이라 생각된다.

남해군 서면 우미도(牛尾島)와 여천군 낙포각(洛浦角) 중간점에 위치한 묘도수도(猫島水道) 입구 St. 59에서 저조 18분 후에 투입한 해류병은, 대부분이 당일 전류 이전에 대도 서안 해변에서 회수되고, 한 개만 남해군 갈서리 해변에(2일) 표착하였다. 이들은 투입 직후 밀물을 따라 노량수도를 향하여 북북동으로 표류하던 중 대도에서 회수된 것이며(평균 표류 속도 약 0.73 kt), 맨 동쪽으로 표류하던 것은, 노량수도에 도달하기 전에 반류 또는 썰물에 의해 오른편으로 선회하여 남하한 것이라 생각된다.

광양만 내 3개 station에서 실시한 결과를 종합하여 보면, 광양만 동부 해역(우미도—낙포각 중간점의 북동방 해역)의 밀물은 노량수도를 향하여 흐르고, 대도 남동방 관음포 부근에서 반류 또는 조그마한 지형성 소용돌이가 발달한다. 노량수도를 통과한 밀물은 중앙 해저 둑 위에 이르고, 일부는 서서히 오른편으로 선회하여, 진주만 중앙 해저 둑 서방의 깊은 곳을 따라 남으로 향하여 흐르며, 그 선단은 진주만 최남단 지족수도 부근까지 이른다. 나머지 부분은 왼편으로 돌아 진교만으로 흘러 들어간다.

제 1 차 실험 기간 중, St. 45, St. 48, St. 51, 및 St. 54에 투입한 결과와, 제 6 차 실험 결과에 관하여는 다음 기회에 보고하기로 한다.

위에서 지금까지 회수된 해류병 표류 실험 결과에 관하여 언급하였다. 해류병 표류 실험 결과만으로서는 해수 유동에 관한 정량적인 연구는 어렵다고 보아진다. 그러나 실측류를 뒷받침하며, 유동을 실증하는 수단이 되기 때문에, 해수 유동의 개요를 파악하는 일은 물론, plankton 이나 어란, 치자 등 수산 자원 수송의 기구를 밝히는 데 적절한 수단이 될 수 있으리라 생각된다.

요 약

1968년 11월부터 여섯차례의 해류병 표류 실험을 실시하였다. 회수율은 50~69%로서 매우 좋은 편이었다. 해류병 표류에 영향을 미치는 요인과, 해류병 표류 상황에 관하여 검토하였으며 그 결과는 아래와 같이 요약될 수 있다.

1. 만내의 해수 유동은 주로 조류에 의하여 좌우된다. 그러나, 계절풍이 강한 겨울철에는 취송류가 발달하여 피류(皮流)는 남동 내지 동남동으로 흐른다. 한편 삼천포수도에서는 조류의 유속이 강하기 때문에, 강한 북서 계절풍에도 불구하고 조류가 우세한 편이다.

2. 진주만 남부 해역의 해수는 썰물 때 북방으로 흐른다. 중앙 해저 둑 동방 해역의 썰물은 반시계 방향의 환류를 이루면서, 해저 둑 동방의 깊은 곳을 따라 삼천포수도 쪽으로 흘러 나가지만, 중앙 해저 둑 서방 해역의 썰물은, 둑 서방의 깊은 곳을 따라 북으로 흘러, 노량수도 방면으로 향한다.

3. 중앙 해저 둑 동,서쪽의 해수가 조류에 의해 둑을 횡단하여 흐르기 때문에, 조금 이외의 시기에는 혼합이 비교적 왕성하다.

4. 진주만 최남단 부근의 해수는 썰물 때 지족수도 방면으로 흐른다.

5. 광양만 동부 해역의 밀물은 노량수도를 향하여 흐르고, 대도 남동방 관음포 부근에서 반류 또는 조그마한 지형성 소용돌이가 발달한다, 노량수도를 통과한 밀물은, 동으로 흘러 중앙 해저 둑 위에 이르고, 일부는 서서히 오른편으로 돌아, 진주만 중앙 해저 둑 서방의 깊은 곳을 따라 남으로 향하여 흐른다. 나머지 부분은 왼편으로 돌아 진교만으로 흘러들어간다.

6. 해류병 표류 실험만으로서는 해수 유동에 관한 정량적인 연구는 어렵지만, 흐름의 개요를 파악하거나 실측류를 뒷받침하는 유력한 수단이 된다. 특히 어란이나 치자 등 수산 자원 수송의 기구를 밝히는 데 적절한 수단이라 생각된다.

문 헌

張 善 德 (1969) : 晋州灣의 海底地形에 關하여, 釜山水大研報 9 (2), 89～94.

(1969 a) : 晋州灣의 海水流動에 關하여— Ⅰ. 海流板 漂流에 依한 潮流觀測. 釜山水大研報 9(2), 95～103.

(1970) : 진주만의 해수유동에 관하여 — Ⅲ. 한국수산학회 1970년도 춘계 연구발표회 발표논문 요지, 5～6.

Durst, C.S. (1924): The relationship between current and wind. Quart. Jour. R. Meteorol. Soc. 50, p. 113.

이창기·봉종헌(1969) : 해류병 시험에 의한 한국 남해 해류에 관하여. 수산진흥원연보 4, 45～58.

西田敬三 (1927) : 朝鮮近海海潮流調查成績. 海洋調查報告(朝總水試) 2, 5～30.

Palmén, E. (1930) : Zur Bestimung des Triftstromes aus Terminbeobachtungen. J. Cons. Internat. 6(3).

Thorade, H. (1914): Die Geschwindigkeit von Triftströmungen und die Ekmanische Theorie. Ann. Hydrogr. Marit. Meteorol. 42, 379.

Tsujita, T. and M. Kondo (1961): Studies on the translocation of pelagic fish populations in economic importance in the East China Sea (1). Surface transport patterns in the East China Sea during the 1958 survey. Bull. Seikai Reg. Fish. Res. Lab. 21, 29-46.

Uda, M. (1934) : The results of simultaneous oceanographical investigations in the Japan Sea and its adjacent waters in May and June, 1932. J. Imper. Fish. Exp. St. 5, 57-190.

(1936) : The results of simultaneous oceanographical investigations in the Japan Sea and its adjacent waters during October and November, 1933. J. Imper. Fish. Exp. St. 7, 91-151

1970 年 6 月 30 日

韓國水產學會誌 第3卷 第2號

發行者:韓國水產學會長 韓 信 頊

編輯者:金 仁 培

印刷者:光 明 印 刷 公 社