

## 광양만의 해수유동에 관하여

윤 갑 동\*

## The Circulation in Kwang Yang Bay

Gab Dong YOON\*

## Abstract

A series of physical oceanographic investigations of the circulation in the Kwang Bay were carried out seven times from May 1974 to May 1975 every other month.

The average water transports through the southern entrance of the Kwang Yang Bay were approximately  $1,014 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{half-tide}$  in ebb current and  $278 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{half-tide}$  in flood current, while at the Noryang Sudo these were approximately  $405.6 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{half-tide}$  in ebb current, and  $282 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{half-tide}$  in flood current, at the maximum current intensity. The water from Seomjin River flows into the bay at an annual average rate of  $84 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{half-tide}$ , the rate being fluctuated from month to month from  $6.0 \times 10^6 \text{ m}^3$  to  $11.5 \times 10^6 \text{ m}^3$  per half-tide.

## 緒 論

광양만은 전남과 경남의 경계면에 북위  $34^\circ 50' \sim 35^\circ 00'$ , 동경  $127^\circ 33' \sim 127^\circ 53'$  사이에 위치하고 있는 넓이 약  $200 \text{ km}^2$ 의 만이다.

만의 모양은 동서로 길게 뻗은 형이며 그 길이가 27km에 달하고 남북 폭은 15km정도이다. 만의 동북 끝에는 노량수도가 있고 남동 끝에는 여수 해만과 연결되어 외해와 통하고 있으며 만의 북쪽에는 섬진강 하구가 있어 이곳을 통하여 많은양의 담수를 연속적으로 받아 들이고 있어 만 주위로 부터 불규칙적인 배수나 폐기물의 투입이 있을때 만의 수질변화는 매우 복잡한 합수가 될 것이다.

만의 남쪽 여수만도 연안에는 중화학공업단지가 조성되어 현재 가동중인 호남정유공장과 2개소의 화력발전소를 위시하여 현재 건설중인 대성메탄올, 제7비료공장 및 석유화학공업 기지등이 있어 앞으로 더 많은 중화학공업 공장이 건설될 것으로 전망된다.

따라서 광양만은 폐류양식을 포함한 수산업의 유지, 육성에도 중요하며 중화학공업 단지의 인접해역으로서도 매우 중요한 위치에 있어 중화학공업단지의 건설, 가동에 따르는 환경의 변화가 어떻게 될 것인가를 판단하기 위해서 광양만의 해황을 조사하는 것은 매우

중요한 일이라고 사료된다.

본 조사는 이와같은 관점에서 1974년 5월부터 1975년 5월 까지 격월로 도합 7회에 걸쳐 광양만의 해류에 관한 조사를 실시하여 그중 1974년 9월까지 관측한 자료를 발표한 바 있으며 지금까지 총 7회에 걸쳐 조사한 관측자료를 종합 분석하여 보고 하고자 한다.

우리나라 연안이나 만의 유동을 조사한 것은 고·조(1962)의 부산만의 조류 조화분석을 비롯하여 장(1970, 1971)등의 고리해역에서의 해상조사와 한·윤(1970)의 고리해역의 염료확산실험, 그리고 장(1969, 1971)의 진주만의 해수유동에 관한 조사등을 들수있다.

## 재료 및 방법

해류 유동을 조사하기 위하여 20톤 전후의 소형선박 2~5척씩을 동시에 동원하여 해저 지형 조사, 정점관측 및 표류병실험을 하였다.

표류병은 부피 35cc, 길이 20cm, 직경 7cm, 목직경 1.5cm, 목길이 6cm의 유리병에 회수엽서와 약간의 모래를 넣어 풍압의 영향을 적게 받도록 하기 위하여 물에 던졌을 때 병꼭지가 약 4cm정도 물위에 노출되도록 부력을 조절하고 노출된 부분에 적색 페인트칠을 하고 번호를 기입하여 사용하였다.

표류병은 냉 투하후 소형선박으로 임의 시각에 육분

\*釜山 水産大學, National Fisheries University of Busan.

윤 감 동

의로써 선위를 측정하면서 추적하였다. 추적가능 범위 이후의 표류병은 일부는 회수하고 일부는 비러두어 염서의 해답에 기록된 지점과 시간으로 유적을 추적하였다.

정점관측은 Fig. 1의 ①, ②, ③, ④, ⑤, ⑥, ⑦, ⑧, ⑨, ⑩의 10개 지점에서 소형선박의 선수와 선미에 닿을 놓아 선위를 고정하고 표층 중층 저층의 유향, 유속, 염분, 수온등을 측정하였다. 측류는 전기 유속계 Toho Dentan CH<sub>2</sub>형 3대와 Toho Dentan CH<sub>1</sub>형 1대를 사용하였다.

해저지형은 해수의 유동에 영향을 미친다. 특히 광양만은 중화학공업 건설로 많은 연안이 매립되고 섬진강으로 부터 내려오는 모래 등으로 해저지형의 변화가 많을 것으로 생각하여 소형선박에 어달을 장치하여 만조때 만내의 동서남북을 1 km간격으로 관측하여 평균 수위로 환산하고 이것을 등심선에 따라 그려 해저지형도를 작성하였다.

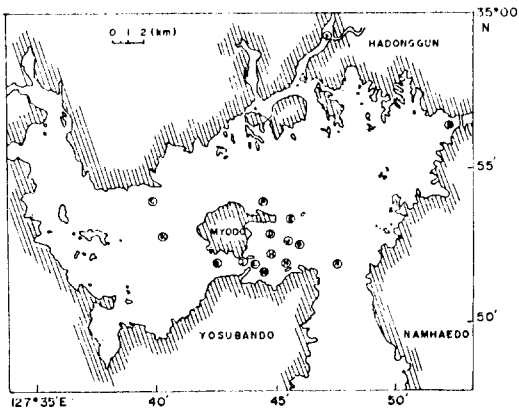


Fig 1 Station of observation

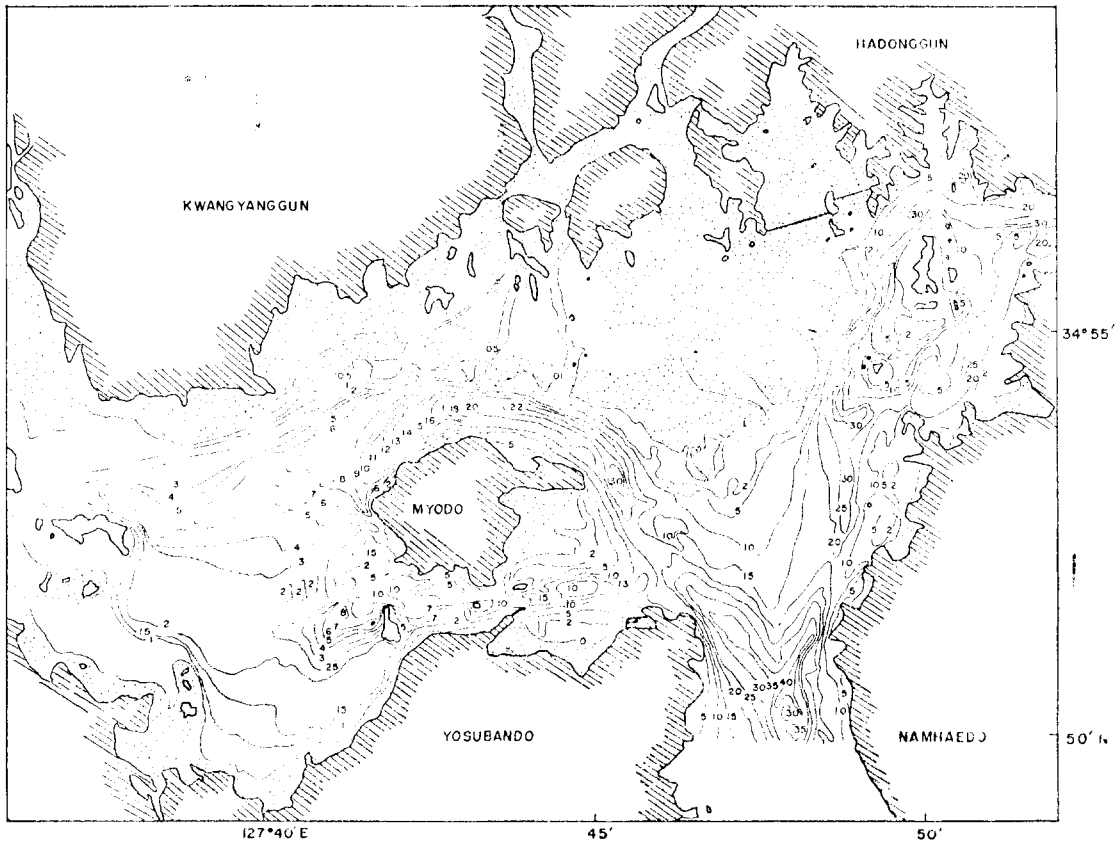


Fig 2. Submarine Topography of the Kwang Yang Bay

## 결과 및 고찰

### 1) 해저지형

광양만 한 북판에는 묘도가 있으며 묘도 주위에는 지진도, 송도, 장도, 우선도, 지섬등 10여개의 작은 섬들이 있으며 섬진강 하구 남쪽에는 해인도, 금호도 간도등 비교적 큰 섬들이 산재하고 있다.

광양만의 해저지형중 가장 깊은 곳은 여수해만 이었으며 약 40m 깊이가 있다. 묘도와 지진도 사이로 부터 묘도 북쪽 언변을 따라 20m 내외의 비교적 깊은 곳이 있었고 묘도 북서단에서 급히 남서방향으로 알아지고 깊이는 4~5m에 이른다. 묘도 서쪽해역은 대부분 4~5m 이내로써 얕으나 서진도와 우선도 사이에는 서남동쪽으로 주위보다 다소 깊은 골을 이루고 있음이 알려졌다. 따라서 밀물때 밀물이 묘도 서남쪽으로 물러든다는 것이 짐작된다. 만의 북쪽해역은 대부분 간석지

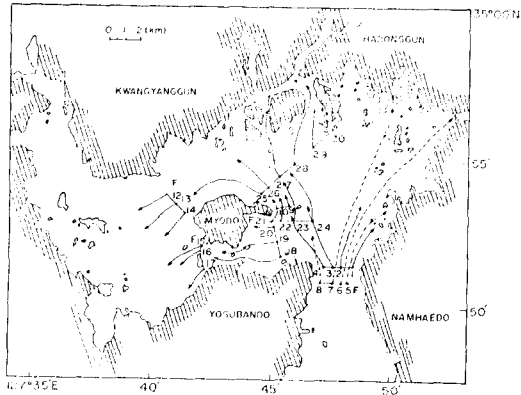
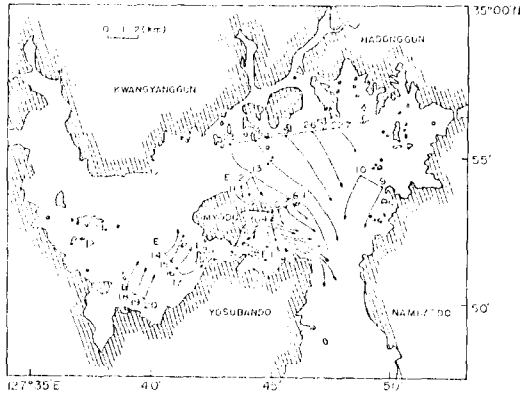


Fig 3 Current Trajectories by Drift Bottle Experiment

로 썰물때 노출되는데 그 범위는 시기에 따라 다르지만 저조시는 지진도 동쪽에 까지 이른다.

### 2) 해수의 유동

#### 가) 표류병 실험

광양만 전 해역의 자세한 해수의 유동을 알아보기 위하여 1974년 5월, 7월, 9월과 1975년 1월에 걸쳐서 표류병 실험을 썰물때 7회, 밀물때 9회 총 16회 실시하였으며 그 결과를 Fig. 3에 나타내었다.

#### 1) 밀물때

1차 실험(1974년 5월 21일)에서 5차 실험 까지의 결과는 이미 발표한바 있으며 여기에는 6차 실험 결과만 나타내고자 한다.

#### 6차 실험(1975년 1월 28일)

묘도 동북쪽에서 대도사이인 Fig. 3의 투하선 F25~30 사이에 표류병 220개를 저조 4시간 40분 후인 7시 50분부터 8시 45분 사이에 투하하고 3척의 관측선으로 추적하였다. 투하선 F25 근방의 것은 묘도 북쪽 수로를 따라 묘도 서쪽 해역으로 평균속도 0.6m/sec로 흘러갔으며, 투하선 F26 근방의 것은 평균속도 0.52m/sec, 310° 방향으로 날개섬 쪽으로 흘러갔고, 투하선 F27 근방의 것은 평균속도 0.58 m/sec로 태인도와 금도 사이를 통과 섬진강 하구쪽으로 흘러들어 갔다. 투하선 F28~30 사이의 것은 평균속도 0.38~0.48 m/sec로 태인도와 금도 사이를 통과하여 섬진강 하구로 흘러들어 갔다.

#### 2) 썰물때

#### 6차 실험(1975년 1월 27일)

날개섬과 대도 사이인 Fig. 3의 투하선 E23~27 사이에 표류병 224개를 고조 1시간 30분 후인 10시 30분부터 11시 20분 까지 투하하여, 3척의 관측선으로 추적하였다. 투하선상 E23~24사이의 병들은 평균속도 0.58~0.62 m/sec로 지진도 부근을 통과하여 여수해만쪽으로 흘러갔으며, 투하선상 E26의 것은 145°~152° 방향으로 평균속도 0.48~0.52 m/sec로 여수해만쪽으로 흘러갔으며, 투하선상 E27의 것은 평균속도 0.45 m/sec로 내조도 쪽으로 흘러갔다.

#### 나) 정점 관측

광양만 내의 주요지점에 있어서의 자세한 유동상황을 조사하기 위하여 Fig. 1의 A, B, C의 3점은 74년 5월 22~23일 사이 25시간 관측을 실시했고 D, E의 2점은 74년 9월에 13시간 관측을 G, H의 2점은 74년 11월에 13시간 관측을 I, J의 2점은 75년 1월에 13시간

윤      감      동

관측을 실시하였다. ㉞점은 74년5월 및 11월 75년1, 3, 5월에 13시간~25시간 동안 표층과 10m층의 유향, 유속 및 수온을 측정하여 만내의 유동상황을 조사하였다.

관측점 ㉞(1974년5월22일~23일)

표층류는 썰물때의 남향류가 밀물때의 북향류보다 우세하게 나타났으며 여기서는 거의 남북류 뿐이다. 그러나 10m의 층에 있어서는 썰물때의 남향류와 밀물때의 북향류가 거의 같은 크기로 나타났으며 유향은 표층이나 10m의 층이나 별로 차이가 없었다. 표층류의 출입시의 유속차는 하천수 유입부 출입시의 수로의 크기와 수위에 따른 유속의 차이로 생각되며 하천수의 주류는 10m층 까지는 영향을 미치지 못한다고 생각된다.

관측점 ㉟(1974년 5월 23일 ~24일)

남해대교 밑에서 관측한 것으로 여기서는 거의 동서분 뿐이며 썰물때 서향류가 밀물때 동향류 보다 약간 우세하게 나타나는 것은 수로의 유출입량이 지형과 관계 있는 것으로 생각되며 표층이나 10m층이나 깊이 에 따라서는 별차이가 없다.

관측점 ㊱(1974년 5월 24일)

남북분은 비슷한 경향이고 동서분의 서향류가 동향류보다 약간 우세하게 나타났다.

관측점 ㊲(1974년 9월 15일)

이곳은 묘도의 용두말과 소서도 앞 해상이며, 동서분의 서향류와 남북분의 남향류가 거의 없고 동향류와 북향류 뿐이다. 이것은 지형과 관계가 있는 것으로 생각된다.

관측점 ㊳(1974년 9월 15일)

묘도와 지진도 중간 지점이며, 썰물때는 남향류가 우세하고 밀물 때에 북향류가 우세하게 나타나며 썰물과 밀물 때의 유속은 거의 비슷하나, 하천수의 영향이 어느 정도 있는 것으로 생각된다.

관측점 ㊴(1974년 5월22~23일, 11월13일, 1975년 1월 28일, 3월 24일~25일, 5월 23일)

섬진강 하구 중간지점이며 Fig. 5에서 13~25시간의 평균 유속을 구하면 평균유출 유속도 1974년 5월 및 1975년 5월이 약 0.42 m/sec로서 가장 우세하고 그 다음이 1975년 3월이 0.27 m/sec이며 74년 11월은 0.21m/sec, 75년 1월이 0.22 m/sec로서 작은 편이다 5월의 유출 속도가 우세한 것은 그 당시 내린 강우량의 영향으로 생각된다.

관측점 ㊵(1974년 11월 13일)

우순도와 묵도사이의 관측점으로, 표층류는 썰물때

의 동향류가 밀물때의 서향류보다 우세하게 나타났으며 북분의 북향류가 남향류보다 우세하게 나타났다.

5m층에 있어서는 동향류와 서향류가 거의 같게 나타났다. 표층의 동향류가 우세한 것은 북서풍이 10~18m/sec로 강하게 불었기 때문에 그 영향인 것으로 생각된다.

관측점 ㊶(1974년 11월 13일)

송도와 지진도 중간지점의 관측점으로서 썰물 때의 서향류는 표층이나 5m, 10m층 다 같이 약 0.4m/sec의 유속으로 안정되어 있으나 북향류는 속도에 있어서 기복이 심하고 불안정 하며, 밀물때의 동향류는 지속시간이 각 층마다 다같이 짧은 것으로 나타났다.

관측점 ㊷(1975년 1월 25일)

묘도와 묵도사이의 관측점으로 동서로 통하는 협수로 이므로 북분류는 거의 존재하지 않는 표층류와 5m층류가 거의 같은 모양이며, 썰물때 동향류가 최대 유속 1.8 m/sec로 밀물때 최대유속 1.4 m/sec인 서향

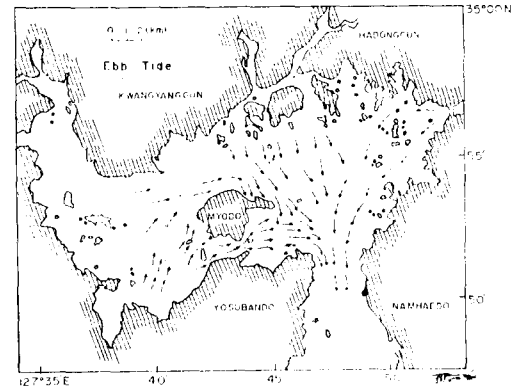
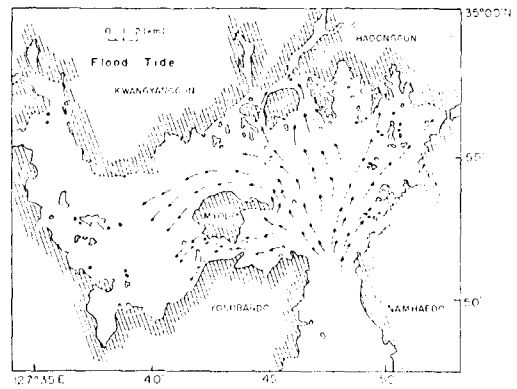


Fig 4 Tidal Current the Kwang Yang Bay

광양만의 해수의 유동에 관하여

류보다 우세하게 나타났다. 이러한 현상은 지형에 의한 조석의 고조차에 의해서 생기는 것으로 풀이되며 74년 11월 13일 18시 50분 경에는 소형선박이 전복될 정도로 동향류가 심하였음을 부기한다.

관측점 ①(1975년 1월 28~29일)

방어도와 지진도 사이의 위치이며, 이점에서도 역시 I 관측점과 같은 현상으로 북분류는 약간 포함되어 있을 뿐이다. 밀물때 표층의 서향류가 5m층 보다 조금 강하게 나타나며, 서향류와 동향류가 거의 같은 세력이다.

다) 광양만의 유동

광양만에서 16회에 걸친 표류병 실험과 10개 지점에서의 13~25시간 정점 관측을 한 결과 만 내의 전반적인 유동은 Fig. 4와 같다.

여수해만을 통하여 들어오는 밀물의 일부는 계속 북진하다가 섬진강 하구와 노량수도 쪽으로 빠지고 또 한쪽은 묘도 북쪽 해역을 지나 묘도 남서부에 까지 이르고 나머지 한 지류는 묘도 남쪽 수도를 통하여 우순도와 서치도 부근을 지나 남서부 해역으로 흘러 들어갔다.

셀물때 만의 남서부해역(화력발전소)의 해수 일부만이 묘도 남쪽수도를 통하여 흘러나오고, 묘도 서쪽의 넓은 해역의 해수는 대부분 묘도 북쪽수도를 통하여 흘러나간다. 노량수도를 통하여 들어온 해수는 만의 동쪽해역을 지나 여수해만 쪽으로 흘러 들어가면서 묘도남쪽 수도에서 흘러나온 해수와 묘도 북쪽 및 섬진강 하구에서 흘러나온 저염분 해수와 만난다. 셀물때 섬진강의 하천수는 묘도 동쪽으로 유입되어 표층에 깔려 있다가 밀물때 묘도 남서부에까지 흘러 들어간다.

광양만의 질량수송은 만 구조가 보이는 바와 같이

Table 1. Water Transports with Tidal Flow in the Kwang Yang Bay (In Maximum rate)

Yosu Haeman	Average 118×10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /hr. 728 ×10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /half-tide in flood current 169×10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /hr. 1,014×10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /half-tide in ebb current
Norya- ng Sudo	Average 47×10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /hr. 282×10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /half-tide in flood current 67.6×10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /hr. 405.6×10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /half-tide in ebb current
Seomjin River	Average 1.91×10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /hr. 11.4×10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /half-tide

여수해만과 노량수도를 통하여 해수의 유입과 유출이 있으며 여기에 섬진강의 하천수가 흘러 들어와 첨가된다.

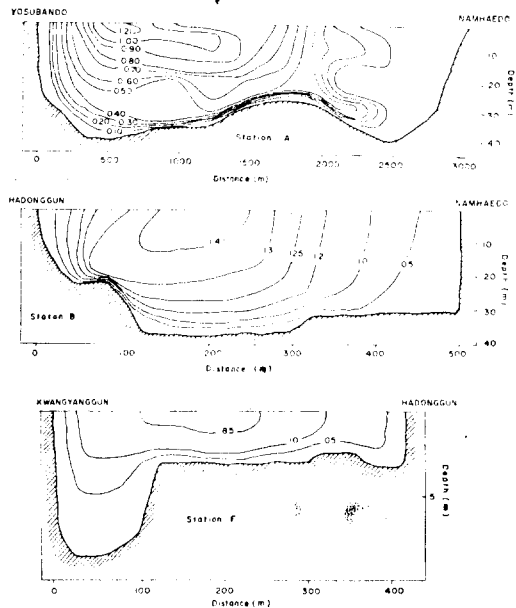


Fig. 5. Cross-sectional Velocity Profiles at the Cross sections of Station A, B and F Respectively

만의 수송량을 계산하기 위하여 Fig 7과 같이 여수해만의 만 입구와 노량수도 및 섬진강 하구의 단면 유속분포를 측정하고 이것으로 수송량을 계산하였다.

그 결과는 Table 1과 같으며, 최강류의 경우 여수해만쪽의 입구에서 셀물때는 평균 1014×10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>/half-tide가 만 내에서 여수해만 쪽으로 유출되며, 밀물때는 만내로 평균 728×10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>/half-tide가 유입된다. 노량수도에서는 셀물때 진주만으로 부터 광양만으로 평균 67.6×10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>/half-tide가 유입되고 밀물때는 광양만으로 부터 진주만 쪽으로 평균 47×1,0<sup>6</sup>m<sup>3</sup>/half-tide가 유출된다. 또 섬진강으로 부터는 평균 11.4×10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>/half-tide가 유입된다.

섬진강으로 부터 광양만으로 유입되는 수송량은 Table 2와 같이 5월이 평균 1.91×10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>/hr. 로 가장 많고 11월과 1월이 0.95×10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>/hr, 0.99×10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>/hr. 로 가장 적게 나타났다.

**Table.2 Effluence from Seomjin River in to the Kwang Yang Bay**

Month	Efflux per hours
74. 5	1.91×10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /hr.
74.11	0.95×10 <sup>6</sup> 〃
75. 1	0.99×10 <sup>6</sup> 〃
75. 3	1.22×10 <sup>6</sup> 〃
75. 5	1.91×10 <sup>6</sup> 〃

**요      약**

광양만의 물리해양조사를 1974년 5월~1975년 5월까지 격월로 도합 7회에 걸쳐서 실시하고, 여기서 얻은 관측자료를 연구분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다

1. 만내의 해수유동은 주로 조류에 의한 것이나 섬진강의 담수가 이와 합세하여 외해와는 전연 다른 현황을 나타내고 있으며 만내는 담수가 잘 혼합되어 전반적으로 저염분해수로 되어있다.

2. 밀물때 여수해만을 통하여 들어오는 해수는 크게 세 가지로 나누어지며, 하나는 노량수도로, 또 하나는 북서진하여 묘도의 북쪽을 우회하면서, 섬진강의 담수와 합류하여 묘도 서남 대안에까지 이르고, 나머지 하나는 묘도 서남 대안에 합류된다.

3. 썰물때 여수해만으로 나가는 해수는 묘도서남 대안에서 부터 출발하여 일부는 묘도 서쪽해역을 북진하여 묘도 북쪽을 우회하면서 섬진강의 담수와 합류하여 여수해안에 이르고, 또 일부는 묘도 남쪽의 좁은 수도를 통하여 묘도의 동쪽만 입구에서 합류되어 여수해만으로 나간다.

4. 노량수도에서는 밀물때 진주만 쪽으로 흘러나가며, 썰물때 광양만내로 흘러들어오며, 들어오는 수량이 나가는 수량보다 많다.

5. 만내의 해수의 조류에 따르는 질량수송을보면 최

강 유속시 각 썰물때 여수해만을 통하여 흘러나가는 양은 약 1,014×10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/half-tide이고, 이에 수반하여 섬진강과 노량수도로 부터 각각 약 11.4×10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/half-tide, 약 405.6×10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/half-tide의 해수가 만내에 흘러들어온다. 밀물때 여수해만을 통하여 흘러 들어오는 양은 약 728×10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/half-tide이고, 노량수도를 통하여 약 282×10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/half-tide가 흘러나간다.

**PEFERENCES**

1. Kwan-Soh Ko and Kyu Hwan CHO (1962) :Current condition of Pusan Harbor. Bull. Pusan Fish. Coll. Vol. 4 (1. 2), 14—58
2. OKubo A (1960): Review of theoretical models for turbulent diffusion in the sea. J. Oceanogr. Soc, Japan, 20th Anniv. Vol. 20(1), 286—320
3. Jeewon CHANG, Shiyohl PARK andDoo-Ok SOH (1971d):Some physical oceanographic Survey in the sea off Kori. Bull. Kor. Fish. Tech. Soc. Vol. 7, 1—8
4. Jeewon CHANG, Shiyohl PARK and Byung-oun Sung (1971): Drift Bottle and Dye Diffusion Experiments in Watters in off Kori. Bull. Pusan Fish. Coll. Vol. 12(2), 73—80
5. Sun-duck CHANG (1970): The circulation in Chinju Bay. Bull. Pusan. Fish. Coll. Vol. 10(1), 1—15
6. Sund-duck CHANG (1971): Oceanographic Studies in Chinju Bay Bull. Pusan Fish. Coll. Vol. 11(1), 1—43.