

## 한국 남해 소리도와 욕지도 사이 해역의 유동 분포

황석범<sup>\*</sup> · 추효상<sup>\*\*</sup> · 김대현<sup>\*\*\*</sup> · 김동선<sup>\*\*\*\*</sup>

<sup>\*</sup> 부경대학교 해양산업공학(협), <sup>\*\*</sup> 전남대학교 해양기술학부,  
<sup>\*\*\*</sup> 부경대학교 해양과학공동연구소, <sup>\*\*\*\*</sup> 부경대학교 해양산업개발연구소

## Distribution of Current Structures between Sori Island and Yokji Island in the South Sea of Korea

Suk-Bum Hwang<sup>\*</sup> · Hyo-Sang Choo<sup>\*\*</sup> · Dae Hyun Kim<sup>\*\*\*</sup> · Dong-Sun Kim<sup>\*\*\*\*</sup>

<sup>\*</sup> Interdisciplinary Program of Ocean Industrial Engineering, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea  
<sup>\*\*</sup> Faculty of Marine Technology, College of Fisheries and Ocean Science, Chonnam National University, Yeosu 550-749, Korea  
<sup>\*\*\*</sup> Korea Inter-university Institute of Ocean Science, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea  
<sup>\*\*\*\*</sup> Research Center for Ocean Industrial and Development(RCOID), Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

**요 약** : 소리도와 욕지도 사이 해역의 유동 분포를 파악하기 위하여 2004년 5월, 6월, 10월 및 11월에 ADCP를 이용하여 정선관측 및 정점관측을 실시하였다. 25시간 정선관측에 따른 평균류의 연직분포는 욕지도 남서해역에서 북동류의 흐름이 우세하게 나타났다. 또한 25시간 정점관측 결과를 보면 상층과 하층의 경계수심이 15~20m에 존재함을 알 수 있었고, 상·하층으로의 유동분포가 다르고 상층과 하층의 변화폭이 작게 나타났다. 동서 성분 및 남북 성분에 대한 해수 수송량의 계산결과는 남서방향으로의 수송량보다 북동방향으로의 수송량이 더 크게 나타났다.

**핵심어** : ADCP, 평균류, 경계수심, 해수 수송량, 조석주기

**ABSTRACT** : In order to find the current structure between Sori Island and Yokji Island in the South Sea of Korea, water movements were measured in May, June, October and November of 2004 using ADCP(acoustic doppler current profiler). In the southwestern part of Yokji Island, northeastward-flow in whole of depth was dominant by mean current. The boundary layer between the upper layer and lower layer was formed between 15m and 20m and each layer different flow. The upper and lower layers have a different direction and speed of currents. In the calculated volume transport, the northeastward transport was greater than southwestward.

**KEY WORDS** : ADCP, Mean current, Depth of boundary layer, Volume transport, Tide cycle

### 1. 서 론

한국 남해도 남단에 위치한 소리도와 욕지도 사이 해역은 북서쪽으로는 여수해만과 광양만, 북동쪽으로는 진주만, 자란만, 고성만 등으로 해수의 유입과 유출이 이루어지는 해역이다. 쿠로시오의 지류인 대마난류와 남해안의 연안수가 혼합하여 멸치, 고등어, 전갱이, 정어리, 삼치와 같은 상업적으로 유용한 어종이 많이 어획되고 있다. 특히 돌산도 동편 주변해역에서는 정치망어장이 많이 분포하고 있으며 많은 선박들의 조업이 매우 활발하게 이루어지고 있다. 또한 여수해만과 광양항으로 항행하는 선박이 많아 여수해만과 남해도 남단에 교통안전특정해역

이 설정되었으며 특정해역 설정 후 출입하는 선박은 현재까지 크게 증가하고 있는 추세이다(정 등, 2005). 한편 1995년 7월에는 소리도 남단에서 발생한 시프린스호 좌초사고로 인하여 남해서부 전해역이 유출유료 오염되었으나, 그로 인한 해양환경 기초자료가 미흡하여 방제대책수립에 어려움을 겪었다.

이러한 많은 어종들의 분포와 출입하는 선박의 항행이 증가하는 한국 남해도 남단에 위치한 소리도와 욕지도 사이 해역은 남해안의 중요한 위치로 자리 잡고 있다. 또한 1990년대에 들어 가막만과 소리도 부근, 여수해만으로부터 시작하여 발생하고 있는 적조에 대해서 발생기작을 해명하기 위한 연구들이 많이 진행되고 있지만, 그에 따른 정량적인 해양물리 기초자료에 대한 연구는 아직까지 미비한 실정이다.

소리도와 욕지도 사이 해역에 대한 연구로는 김 등(1989)이 정치망 어장을 중심으로 한 어항과 해황에 관한 연구를 하였으며, 김 등(2003)은 여수 연안의 종조성과 계절변동에 대한 연구를 실시하였다. 또한 적조생물에 관한 연구로는 오 등(2004)

\* chamsin75@hanmail.net 051)620-6211

\*\* choo@chonnam.ac.kr 062)659-3144

\*\*\* kimdh@pknu.ac.kr 051)620-6295

\*\*\*\* 교신저자 : 종신회원, kimds@pknu.ac.kr 051)620-6255

의 외편모조류의 성장과 해황에 관한 연구와 이(2002)의 구조적조발생에 관한 연구, 조(2005)의 적조생물 출현에 대한 연구 등 수산 및 해양 생물학적인 연구가 행해졌다. 그러나 해수유동에 대한 연구는 광역적인 수치모델 계산을 한 연구(권 등, 2002)와 대마난류 변동에 따른 유동분포에 대한 연구(추 등, 1998; 추, 2000) 등 남해안 전 해역을 대상으로 한 연구는 있었으나, 소리도와 욕지도 사이 해역에 대한 해양관측을 수반한 해수유동에 대한 연구는 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 한국 남해안 남해도 남쪽역에 위치한 소리도와 욕지도 사이 해역에서 현장관측 자료를 이용하여 유동 분포를 파악하고, 해수 수송량을 산정한다.

## 2. 자료 및 방법

### 2.1 자료 및 방법

여수해만과 남해도 북단으로의 유입과 남해 외해로 유출되는 유동분포를 알아보기 위해 소리도와 욕지도 간의 관측 line을 설정하였다(dotted line, Fig. 1). 또한 해수유동의 유입과 유출을 알아보기 위해 동일 위도선으로 욕지도 남서편에서 돌산도 동편까지 25시간 정선관측을 실시하였다(solid line). 이 때 돌산도 동쪽해역(127.8°~127.9°)은 정치망 어장이 많이 분포하고 있어 관측 line의 범위에 포함할 수 없었다(Fig. 1).

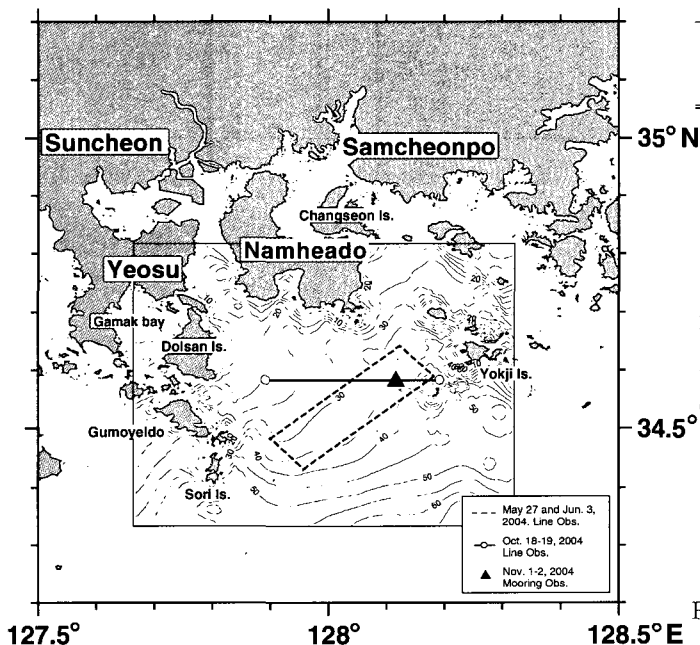


Fig. 1. Location and bathymetry map of the study area. Depths are in meters.

본 연구에 사용된 현장관측 기기는 전남대학교 실습선인 청경호에 장착된 선저 장착형 ADCP(RD Instruments, Workhorse

mariner 300khz)를 이용하였다. 관측 시기는 소조기인 2004년 5월 27일과 대조기인 6월 3일 그리고 10월 18일~19일에 정선 관측을 실시하였다. 또한 10월 18일~19일의 관측결과에 따른 표층과 저층의 경계수심이 존재하는 욕지도 남서쪽 해역에서 2004년 11월 1일~2일에 25시간 정점 관측을 실시하였다. 2004년 5월과 6월에 실시한 정선 관측은 2회 왕복하였는데, 전류시를 제외한 창·낙조 시에 각각 1회 실시하였다. 관측 당일의 여수 조석자료 및 관측 시기는 Fig. 2와 Table. 1에 나타내었다.

2004년 11월 1~2일에 실시한 ADCP의 관측 시 raw data의 ping간격은 ensemble당 약 3.5초 간격으로 설정하였다. 이러한 raw data를 30초, 1분, 2분, 5분, 10분의 간격으로 평균 계산된 자료를 처리하였으나 단시간으로 평균 계산된 data는 noise성분이 너무 많은 관계로 10분 간격으로 평균한 데이터를 이용하였다. 이와 같이 noise 성분이 많은 이유는 ADCP 설정 시 bin size(수심)를 너무 작게(1m) 설정하였으며, 그에 따른 기기의 standard deviation이 bin을 크게 했을 때 보다 많은 오차 값을 나타내기 때문이다(RD Instruments, 1996).

Table 1. The explained observational methods in Sori Island ~ Yokji Island

Observational methods	Date	Instruments
ADCP line observation	May. 27. 2004	RDI Workhorse Mariner ADCP 300kHz
	Oct. 18-19. 2004	
	June. 3. 2004	
ADCP station observation	Nov. 1-2. 2004	RDI Workhorse Mariner ADCP 300kHz

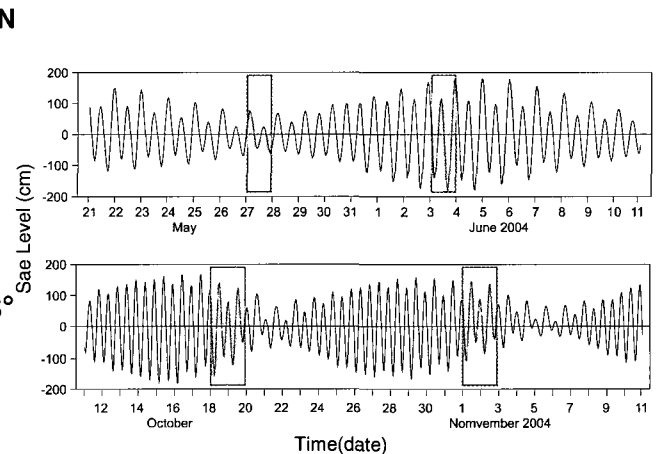


Fig. 2. Tidal elevation of observation periods at Yeosu in May~June(upper) and October~November (lower), 2004(□ : observation periods).

2004년 5월 27일과 6월 3일에 실시한 정선관측은 창·낙조 시에 관측을 실시하였으며, 선박의 이동시간은 창·낙조시 각각 4시간 8분으로 총 8시간 16분 관측을 실시하였다. 2004년 10월 18~19일에 실시한 정선 관측은 동일 위도상의 line을

왕복 이동하였으며, 1회 이동시간(돌산도 동쪽에서 욕지도 남서쪽, 욕지도 남서쪽에서 돌산도 동쪽 편도 이동)은 각각 1시간 33분으로 설정하여 창·낙조류의 시간을 각각 6시간 12분으로 설정하여 총 16회 이동하였다(Fig. 3). 그리고 한 조시동안의 4회 이동자료를 2분 간격으로 자료를 추출한 뒤 선박의 GPS를 이용하여 각각의 좌표 값을 보정하였으며 4회의 line을 위치에 따라 평균하여 각각의 창·낙조류의 유동분포를 나타내었다. 위치가 보정된 data를 이용하여 각각의 창·낙조류를 평균하여 조류성분을 제거하였으며 욕지도 남서쪽부터 돌산도 동편까지의 해수유동분포의 평균류를 나타내었다.

또한 2004년 10월 18~19일에 실시한 정선관측 결과를 이용하여 연직적인 해수 수송량(해수 수송량(m<sup>3</sup>/sec) = 단면적(m<sup>2</sup>) × 평균 유속(m/sec))을 계산하였다(Isobe, 1994; Paul, 1996). 계산에 이용된 단면적은 정선관측 line의 거리를 일정 간격으로 나눈 값(600m)과 ADCP에서 이용한 수심 간격(Bin size, 1m)을 통하여 계산하였으며, 유속 data는 16회 왕복한 유속자료를 평균하여 단주기 성분이 제거된 평균유속을 이용하여 계산하였다. 그리고 남북 방향만 고려한 연직분포와 동서 방향만 고려한 연직분포를 각각 제시하였다.

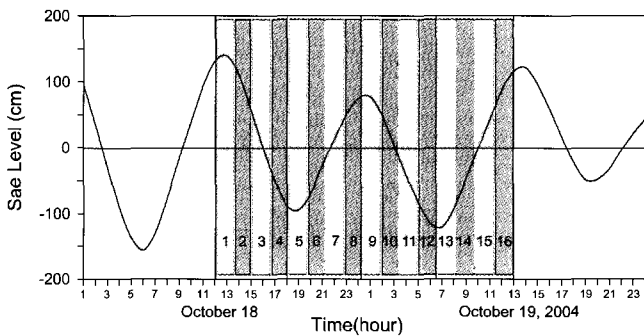


Fig. 3. Tidal elevation of observation periods at Yeosu in October 18-19, 2004.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 25시간 정선관측에 따른 해류 분포

2004년 10월 18~19일에 실시한 25시간 정선관측에 대한 결과를 Fig. 4 및 Table 2에 나타내었다. 낙조시인 12:01~18:08까지의 연직 유동분포는 북동류 성분이 전 수심에 걸쳐 분포하고 있으며 욕지도 부근인 128.12°~128.2°E에서 그 성분이 강하게 나타났다. 그리고 창조시인 18:10~00:21까지의 유동분포는 전체적으로 북향류 성분이 우세하게 나타났으며, 욕지도 부근 저층으로 갈수록 그 흐름이 크게 나타났다. 특히 127.98°~128.12°E의 수심 15~20m 이천에서 저층보다 작은 흐름이 나타났다. 낙조시인 00:26~06:30까지의 유동분포는 수심 20m 이천에서 욕지도 부근을 제외하고 남동류의 흐름이 미약하게 분포하고 있으며, 수심 20m 이심에서는 북동류의 흐름이 우세하며 욕지도 부근해역에서 그 흐름의 세기가 크게

나타났다. 특히 이 시기의 흐름은 수심 20m 층을 기준으로 하여 상·하층의 흐름 방향이 서로 상이하게 나타나는 특징을 보이고 있다. 창조시인 06:33~12:46까지의 유동분포는 전체적으로 남서류가 표층과 저층에서 분포하고 있으며 128.12°E의 수심 25m 이심에서 북서류 성분이 미약하게 존재하였다.

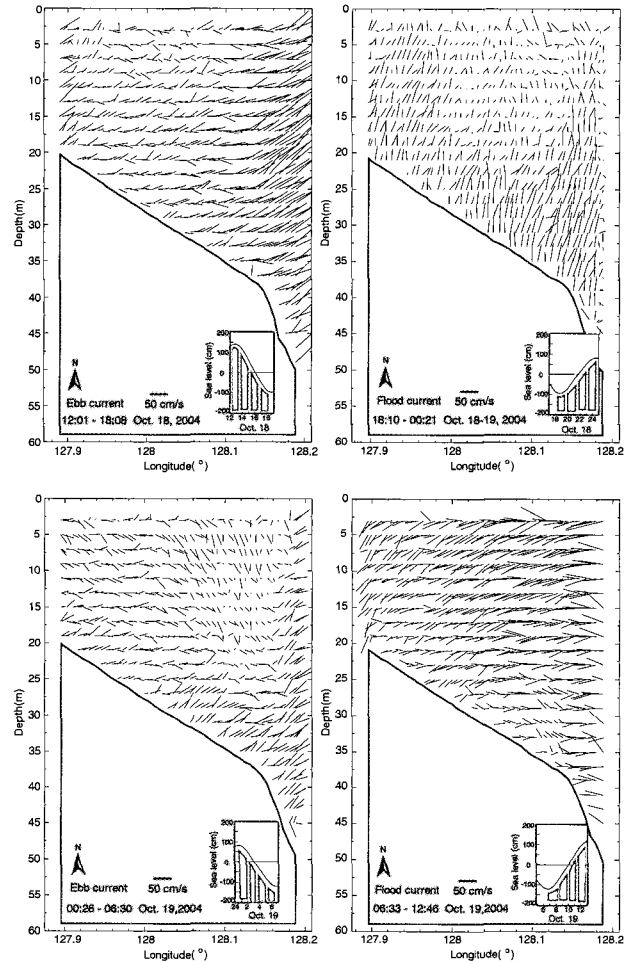


Fig. 4. Stick vector plot of mean current with depth of line observed in October 18-19, 2004.

Table 2. Statistics of flood and ebb current in October 18-19, 2004

	Time	Min. (cm/s)	Max. (cm/s)	Mean (cm/s)
Flood current	18:10-00:21	0.64	64.07	17.55
	06:33-12:46	3.66	66.72	32.42
Ebb current	12:01-18:08	0.49	65.32	31.74
	00:26-06:30	1.10	62.39	21.50
Total mean		0.16	40.98	9.99

이러한 창·낙조 시별로 나타낸 연직적인 유동 분포는 조석주

기에 따른 상·낙조 분포가 수심에 따라 서로 다르게 나타났으며, 지역적으로도 그 차이가 크게 나타났다. 특히 수심 20m를 기준으로 하여 상·하층의 흐름이 서로 다른 유동분포를 보이고 있다.

한편 본 해역에서 조류성분을 제거한 항류성분의 분포를 보기 위하여 상·낙조류의 성분을 평균하여 단주기 조류 성분을 제거한 평균류 분포를 Fig. 5에 나타내었다. 127.94~128.16°E의 수심 20m 이천에서는 흐름이 미약한 유동구조를 나타내고 있었으나 수심 20m 이심에서는 약 20cm/s의 유동 분포가 나타나고 있었다. 이러한 연직 유동구조는 수심 약 15~20m을 경계로 하는 경계수심이 존재한다는 것을 알 수 있다. 따라서 단주기 조류 성분을 제거한 평균류 분포의 결과로는 육지도 남동역에서는 북동류의 흐름이 전 수심에 걸쳐 강하게 나타났고 돌산도 동편으로 갈수록 그 흐름이 작아지며, 수심 15~20m에 경계수심이 존재하였다.

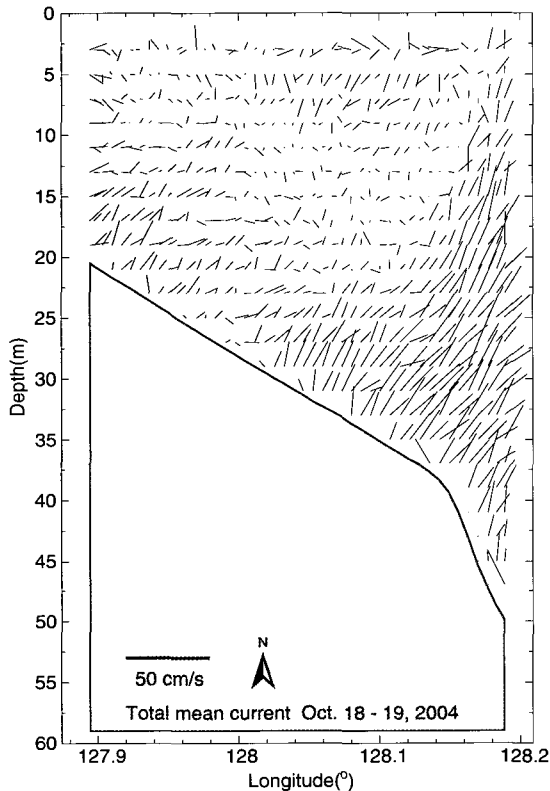


Fig. 5. Stick vector plot of total mean current with depth of line observed in October 18-19, 2004.

### 3.2 25시간 정점관측에 따른 유동 분포

경계수심에 대한 유동구조를 파악하기 위해서 상층(수심 20m 이천)과 하층(수심 20m 이심)의 유동구조가 다른 지역인 육지도 남서쪽 해역을 선택하여 2004년 11월 1~2일에 25시간 정점관측을 실시하였고 그 결과를 stick vector diagram으로 나타내었다(Fig. 6).

2004년 11월 1일 17시부터 23시까지의 유동분포는 북향류의 유동이 전 수심에 걸쳐 우세하게 분포하고 있으며 특히 저층의 흐름이 상층의 흐름보다 더 강하게 나타났다. 또한 11월 2일

06시부터 12시까지의 유동분포를 보면 수심 15~20m을 경계로 상층에서는 남서류, 하층에서는 북서류의 유동분포를 보이고 있다. 일반적으로 수심에 따른 유동분포는 저층으로 갈수록 해저 마찰력에 의해 유속이 감소하는 경향이 나타나지만, 본 연구해역에서는 수심이 깊어질수록 흐름의 크기가 커지고(1일, 17~23시), 수심 15~20m을 경계로 상층과 하층의 유향이 다르고 수심이 깊어져도 표층에서의 유속에 비해 변화폭이 작은 유동 형태(2일, 06~12시)를 나타내고 있다.

즉, 2004년 11월 1일 17~23시까지의 전 수층에서 북향류의 흐름이 우세하지만, 그 외의 시간에는 수심 15~20m을 경계층으로 하여 상·하층으로의 유동분포가 다르고 상층과 하층의 변화폭이 작게 나타나는 것이 특징이다.

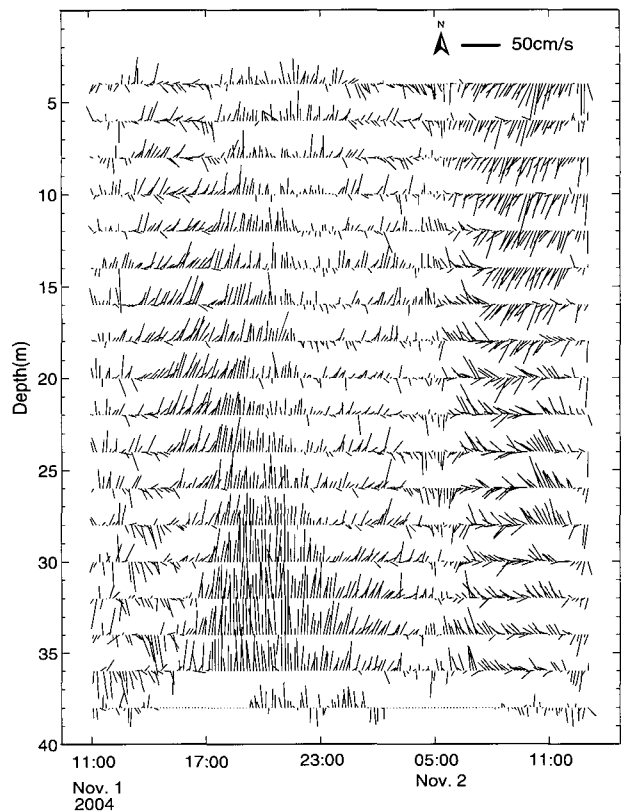


Fig. 6. Time series of the observed currents at mooring observed from November 1-2, 2004.

### 3.3 소조기·대조기의 해수유동 분포

2004년 5월 27일과 2004년 6월 3일에 실시한 정선관측은 각각 소조기와 대조기에 실시하였으며 그에 따른 수심별 수평유동분포를 Fig. 7과 8에 나타내었다.

Fig. 7은 수심 5m, 15 및 30m에서 소조기 수평 유동 수평 분포를 나타낸 것이다. 소조기의 수평유동분포는 창조시에 평균 8.3cm/s, 낙조시에 평균 9cm/s로 크기로 창조시는 북서류, 낙조시는 남동류를 보이고 있으나, 유동형태가 대조기에 비해 작고 많이 분산되어 있는 분포를 나타내고 있다.

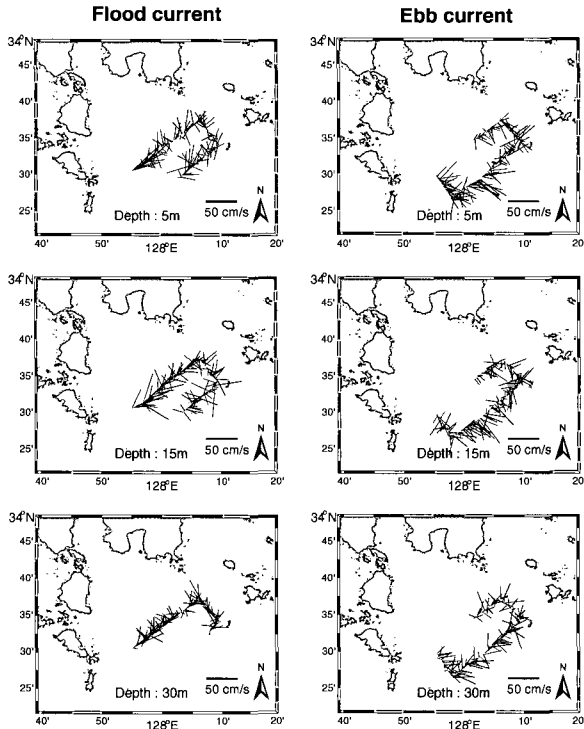


Fig. 7. Horizontal vector plot on flood current(left column) and ebb current(right column) of the neap tide at 5m(top panel), 15m(middle panel) and 30m depth(lower panel), May 27 2004.

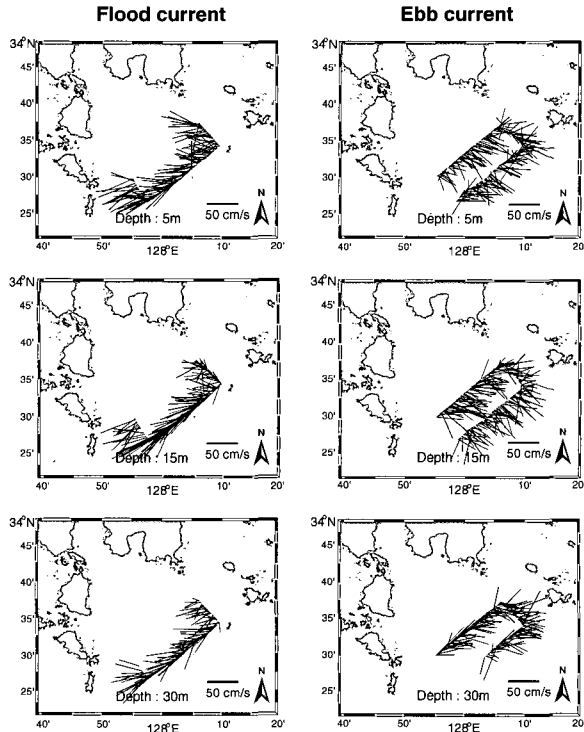


Fig. 8. Horizontal vector plot on flood current(left column) and ebb current(right column) of the spring tide at 5m(top panel), 15m(middle panel) and 30m depth(lower panel), June 3 2004.

Fig. 8은 대조기 수평 유동 수평 분포를 수심 5m, 15m 및 30m로 나타낸 것이다. 대조기의 유동분포를 보면, 전체적으로 소조기에 비해 큰 유동분포를 나타내고 있으며 창조시는 소리도와 금오열도로 흐르는 서쪽 방향의 흐름이 우세한 남서류가 우세하였으며, 낙조시는 남동류가 우세하게 나타나고 있다. 또한 대조기의 창조시 평균 유속은 39.2cm/s로 나타났으며, 낙조시 평균유속은 28.6cm/s로 나타났다.

### 3.4 해수 수송량의 연직적 분포

소리도와 욕지도 사이해역에서의 유·출입하는 해수의 수송량을 산정하기 위하여 2004년 10월 18~19일에 욕지도 남서쪽에서 반대쪽인 돌산도 앞바다까지 25시간 정선관측을 실시하였다.

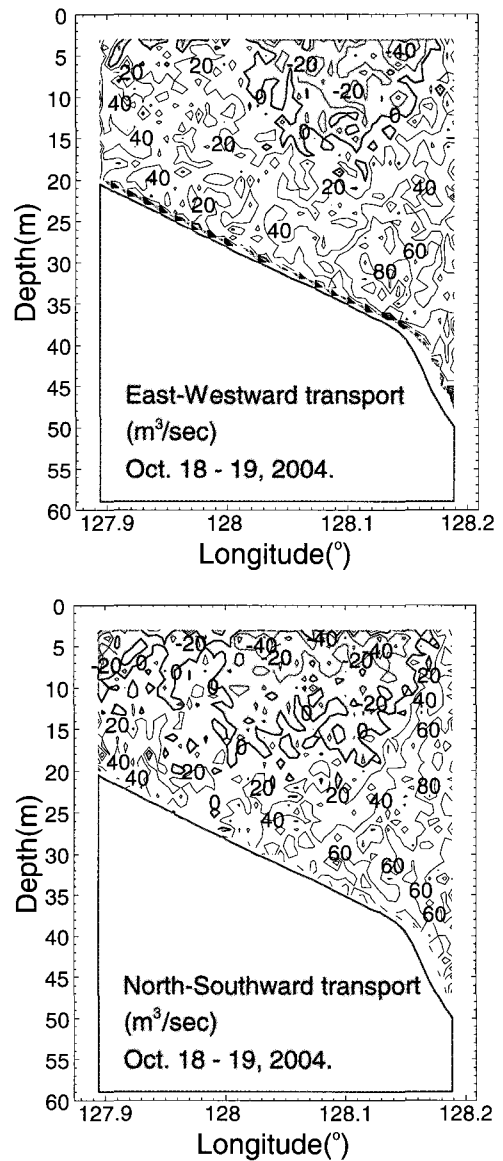


Fig. 9. East-westward(upper) and north-southward(lower) transport in October 18-19, 2004. Shade area in the upper means the westward transport, while that in the lower means the southward transport.

Fig. 9는 해수 수송량의 연직분포에 대한 계산 결과를 동서 성분 및 남북 성분으로 각각 나타낸 것이다. 동서 성분만을 고려한 해수 수송량을 보면 128°~128.18°E의 수심 15~20m 이천에서 서쪽인 돌산도 방향으로의 수송량이 약 20m<sup>3</sup>/sec의 크기로 나타났으며 욕지도 부근에서 수심 약 20~30m 이심에서 60m<sup>3</sup>/sec이상의 크기로 동쪽으로 수송되는 분포를 나타냈다. 한편 남북 성분만을 고려한 해수 수송량을 보면 동서 성분과 마찬가지로 128°~128.18°E의 수심 15~20m 지역에서 외해인 남쪽으로 유출되는 성분이 약 20m<sup>3</sup>/sec의 크기로 나타났다. 욕지도 부근에서는 표층과 수심 약 15~20m 이심에서는 60m<sup>3</sup>/sec 이상의 크기로 북쪽인 내만으로 수송 되고 있다. 이러한 경계수심에 따른 해수 수송의 크기와 방향이 서로 다른 것은 정점관측과 정선관측의 결과와도 유사한 분포를 나타냈다. 그러나 이 시기의 유향은 대·소조기의 중간시점에 대한 결과이므로 조석 주기에 따른 대·소조기시의 관측결과를 산정할 수 있다면 이 지역에 대한 해수 수송량의 유출·입에 대한 보다 정량적인 결과 산출이 가능할 것이다.

따라서 이 지역의 해수 수송량은 15~20m를 경계로 상층과 하층에서의 경계수심에 따라 해수 수송이 다르게 분포하였다. 또한 상층의 128.01°~128.18°E에서는 남서방향인 외해로 유출되는 수송량이 우세하게 나타났으며 하층에서는 내해로 유입되는 북동방향의 수송량이 우세하게 나타났다. 그리고 전체적인 해수 수송량은 남서방향의 해수 수송량보다 북동방향의 해수 수송량이 더 큰 것으로 나타났다(Table 3).

Table 3. Statistics of volume transport in October 18-19, 2004 (1Sv = 1 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/sec)

East-Westward (Sv)	North-Southward (Sv)
0.0355 (Eastward)	0.0313 (Northward)
0.0071 (Westward)	0.0057 (Southward)
0.0142 (Mean, Eastward)	0.0128 (Mean, Northward)

#### 4. 결 론

소리도와 욕지도 간의 유동 분포를 파악하기 위해 2004년 5월, 6월, 10월 및 11월에 전남대학교 실습선 청경호를 이용하여 ADCP 정선관측과 정점관측을 실시하였다. 2004년 10월 18~19일에 실시한 25시간 정선관측의 결과를 보면, 낙조시인 12:01~18:08에는 북동류의 흐름이 나타났고, 창조시 18:10~00:21에는 북향류의 성분이 우세하였으며 낙조시 00:26~06:30에는 남동류의 흐름이 분포하였고 창조시 06:33~12:46에는 남서류의 성분이 강하게 나타났다. 따

라서 창·낙조 시에 따른 연직 유동분포는 수심과 지역적인 차이에 따라 각각 다르게 분포함을 알 수 있었다.

또한 본 해역에서 조류성분을 제외한 항류성분의 유동분포를 파악하기 위하여 2004년 10월 18~19일에 실시한 25시간 정선 관측결과를 위치와 거리에 따라 보정한 후 평균류를 계산하였다. 평균류의 분포특성은 욕지도 남서 해역에서 북동류의 성분이 약 20cm/s로 전 수심에 걸쳐서 분포하였으며 127.94°~128.16°E의 수심 20m 이천에서는 약한 흐름분포를 나타내었다.

또한 경계수심에 대한 상·하층의 유동구조를 파악하기 위하여 욕지도 남서쪽에 25시간 정점관측을 실시한 결과, 상층과 하층의 유속과 유향의 분포가 다르게 나타났다. 또한 저층으로 갈수록 유속이 증가하는 분포특성을 보이고 있다.

대·소조기의 수평 유동분포 결과 소조시에는 흐름이 작고 분산의 정도가 큰 구조를 나타내었으나, 대조시에는 창·낙조의 흐름이 구분되는 분포를 나타냈으며, 창조시에는 소리도와 돌산도 동편 부근을 향하는 남서류가 지배적이었으며, 낙조시에는 외해로 유출되는 남동류의 성분이 전 수심에 걸쳐 강하게 나타났다.

2004년 10월 18~19일의 25시간 정선 관측결과에 따른 상층과 하층의 경계수심에 대한 구조를 파악하기 위해 단주기 성분을 제거한 동서 성분 및 남북 성분에 대한 해수 수송량을 파악하였다. 해수 수송량 분포에서도 연직 유동구조와 유사한 형태로 나타났고 수심과 지역적인 차이는 있었으나 전체적인 해수 수송량은 평균 동서 수송량은 0.0142Sv로 동향으로의 수송이 많았으며, 평균 남북 수송량은 0.0128Sv로 북향으로의 수송이 많이 분포하였다. 따라서 본 해역의 해수 수송량은 경계수심에 따라 상층과 하층의 수송방향이 다르게 나타났고 욕지도 남서쪽 해역의 상층에서는 남서방향의 수송량이, 하층에서는 북동방향의 해수 수송량이 우세하였다. 또한 전체적으로 남서방향의 수송량보다 북동방향의 수송량이 더 큰 것으로 나타났다.

본 연구해역은 내해역과 외해역이 인접한 해역으로 내·외 해역에서의 해수 유동분포와 해수 수송량을 파악하기 위해서는 내·외 해역에 대한 정확한 경계를 설정하여 정량적인 관측과 그에 따른 정확한 자료처리가 필요하다. 또한 대·소조기에 따른 조석 주기별 수평 및 연직 유동구조와 해수 수송량을 정량적으로 비교 분석한다면 보다 더 낫은 결과를 도출할 수 있다.

#### 참 고 문 헌

- [1] 권철휘, 조규대, 김동선(2002), 한국 남해안에서 2차원 해수순환모델, 한국해양환경공학회지, 5(4), pp.27-40.
- [2] 김동수, 이조출, 김대안, 박용석(1989), 여수해만의 어장학적 특성, 한국어업기술학회지, 25(2), pp.44-53.

- [3] 김영해, 김종빈, 장대수(2003), 여수연안 정치망 어획물의 종조성과 계절변동, 한국수산학회지, 36(2), pp.120-128.
- [4] 오석진, 윤양호(2004), 여수해만에서 분리한 유동 와편모조류 *Gymnodinium catenatum*(Graham)의 성장에 미치는 수온, 염분과 광 조건, 한국조류학회지, 19(4), pp.293-301.
- [5] 이영식(2002), 여수 돌산도 동부연안해역에서 담수유입에 의한 규조적조발생, 대한환경공학회지, 24(3), pp.477-488.
- [6] 정재용, 김철승, 정중식(2005), 여수해만 특정해역의 해상교통시스템 설정에 관한 연구, 한국항해항만학회지, 29(8), pp.653-660.
- [7] 조은섭(2005), 여수연안에서 분류한 *Gonyaulax Polygramma* 적조생물 출현에 관한 보고, 한국환경과학회지, 14(7), pp.639-647.
- [8] 추효상. (2000), 하계 한국 남해의 해황 변동과 멀치 초기 생활기 분포특성, 한국수산학회지, 35(1), pp.77-85.
- [9] 추효상, 김동수(1998), 한국 남해의 대마난류 변동이 멀치 난·자어의 연안역 수송에 미치는 영향, 한국수산학회지, 31(2), pp.226-244.
- [10] Isobe(1994), Seasonal variability in the Tsushima Warm Current, Korea Strait, Continental shelf research, 14(1), pp.23-35.
- [11] Paul R. Pinet(1996), Invitation to Oceanography, West publ., pp.508.
- [12] RD Instruments(1996), Acoustic doppler current profiler : Principle of Operation a Practical Primer. second edition for broadband ADCPs, SanDiego, CA, pp 1-44.

---

원고접수일 : 2006 년 11월 01일

원고채택일 : 2006 년 12월 21일