

論文

# 인공용승구조물 설치에 의한 유동변화

김동선\* · 황석범\*\* · 김대현\*\*\*

\*부경대학교 해양산업개발연구소, \*\*부경대학교 해양산업공학(협), \*\*\*부경대학교 해양과학공동연구소

## The Variation of Current by the Building of Artificial Upwelling Structure

Dong-Sun Kim\* · Suk-Bum Hwang\*\* · Dae Hyun Kim\*\*\*

\*Research Center for Ocean Industrial and Development(RCOID), Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

\*\*Interdisciplinary Program of Ocean Industrial Engineering, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

\*\*\*Korea Inter-university Institute of Ocean Science, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

**요약** : 한국 남해안 거제도 앞바다에 투하된 인공용승구조물에 대한 유동 변화를 파악하기 위해 ADCP(Acoustic Doppler Current Profiler)를 선박에 장착하여 정선관측을 실시하였다. 관측결과 구조물 투하전과 후의 유동비교를 보면 구조물 주변역에서 표층에서부터 수심 30~40m까지의 층과 그 이십까지의 흐름이 다르게 나타났다. 또한 구조물 주변역에서 연직유동성분의 흐름이 구조물 투하 전에는 하강류의 분포가 많이 나타났으나 구조물 투하 후에는 상승류의 성분이 많이 나타남을 알 수 있었다.

**핵심용어** : 인공용승구조물, ADCP, 연직유동성분, 하강류, 상승류

### 1. 서론

우리나라의 연안역은 지속적인 해양환경 오염과 UN 해양법(1994년 12월 발효) 및 배타적 경제수역 선포(2001년 발효)로 어장이 축소되고 수산자원의 어획량이 줄어들고 있는 실정이다. 이러한 환경오염 및 어장축소로 인하여 잡는 어업보다 기르는 어업인 수산자원의 육성에 대한 중요성이 부각되어 국책사업으로 바다 목장화 사업 및 인공어초 사업이 현재 우리나라 연안에서 실시되고 있다.

이러한 어장환경조성사업과는 다른 개념으로 해중에 구조물을 설치하여 인공적으로 용승류를 발생시키는 개념으로 인공용승류를 이용한 어장환경조성사업이 현재 남해안 거제도 앞바다에서 시행되고 있다(김 등, 2006; 조 등, 2003; Fig. 1).

인공용승류의 발생기작은 저층의 강한 유속이 분포하는 해역에 인공적으로 구조물을 투하하여 해중산(sea mount)을 설치하고 저층의 강한 유속을 상층의 유평층(euphotic zone)까지 끌어올리는 개념으로 저층의 풍부한 영양염이 함께 부유되고 그에 따른 먹이 연쇄작용 및 어군 군집효과를 기대한다. 이러한 용승해역이 전 해양에서 차지하는 면적은 0.1%밖에 되지 않지만 어류의 생산량은 전 생산량의 약 50%를 차지하고 있어 용승해역이 어업생산에 차지하는 중요성은 매우 크다(Ryther 1969).

따라서 본 연구는 ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler)를 이용한 정선관측을 실시하여, 한국 남해안 거제도 앞바다에 설치한 인공용승구조물에 의한 유동변화를 파악하였다(Fig. 2).

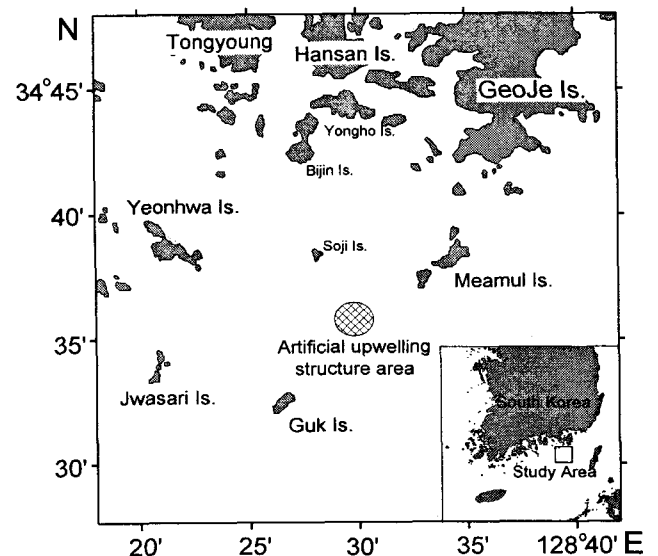


Fig. 1. Building of artificial upwelling structure area.

\* 종신회원, kimds@pknu.ac.kr, 051)620-6255  
\*\* 대표저자: chamsin75@hanmail.net 051)620-6211  
\*\*\* kimdh@pknu.ac.kr 051)620-6295

## 2. 자료 및 방법

### 2.1 자료 및 방법

인공용승구조물에 대한 유동분포를 파악하기 위하여 선박에 ADCP(Acoustic Doppler Current Profiler, RD Instruments)를 장착하여 정선관측을 실시하였다(Fig. 2). ADCP 정선관측은 정점관측보다 공간적인 해수유동분포를 파악할 수 있는 장점이 있다. 2006년 5월 4일(소조기) 및 5월 27일(대조기)에 창낙조시에 따라 유동관측을 실시하였다. 구조물을 중심(128° 30' E, 34° 36' N)으로 반경 1.5km인 5개의 line을 각각 위도와 경도별로 설정하였으며, 구조물의 중심을 지나는 line(3, 8line)과 위·경도 1.5km 떨어진 line(1, 5 line 및 6, 10 line) 및 구조물의 끝부분을 지나는 line(2, 4line 및 7, 9line)을 설정하여 관측을 실시하였다(Fig. 3).

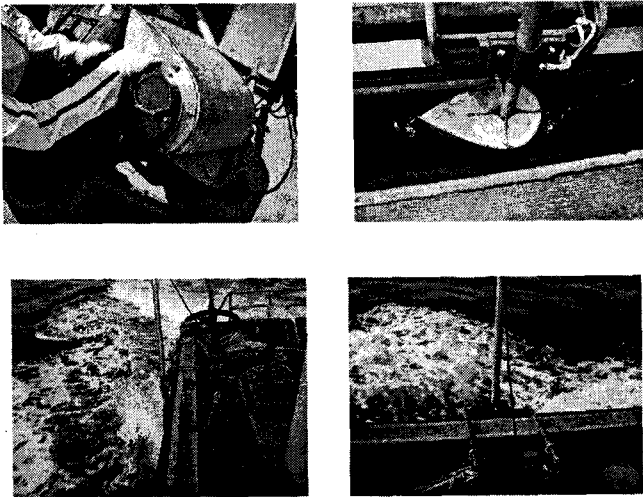


Fig. 2. Set up image of ADCP on the ship.

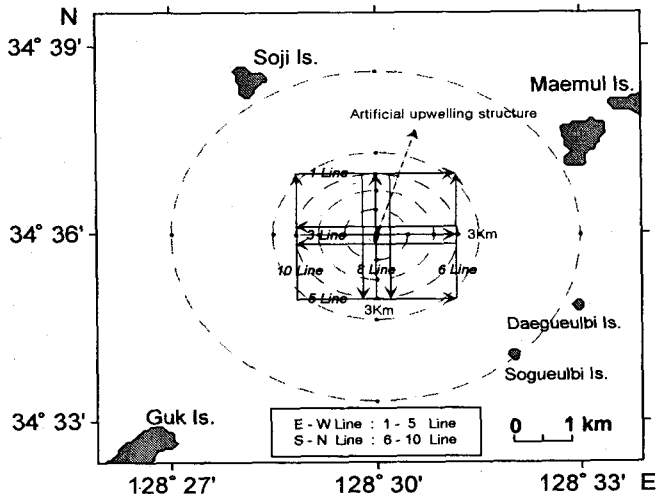


Fig. 3. Observation line by ADCP(Acoustic Doppler Current Profiler) of study area.

### 2.2 인공용승 구조물

해저에 구축한 인공용승 구조물은 2005년 6월에 실시하여 2006년 5월까지 약 1년에 걸쳐 총 11,015개의 블록(블록 1개 크기: 1m × 1m × 1m)을 투하하여 실시하였다. 구조물 투하는 DGPS와 해상측량프로그램을 이용하여 정확한 위치(128° 30' E, 34° 36' N)에 따라 실시하였고, 구조물의 구축형태는 Side Scan Sonar을 이용하여 파악하였다(Fig. 4).

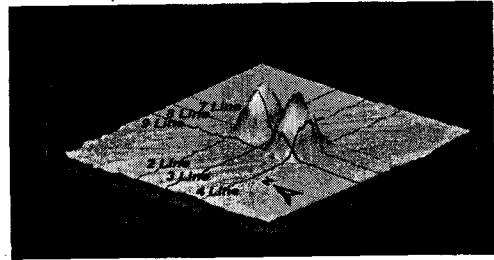


Fig. 4. 3-dimensional image of artificial upwelling structure.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 정선관측 결과에 따른 해수유동 분포

2005년 5월 4일(소조기) 및 5월 30일(대조기)에 실시한 정선관측의 결과를 수심별 stick vector로 나타내었다. 그림의 가로축은 각각의 경도 및 위도, 세로축은 수심을 표시하고 있다. 또한 그림의 상단과 하단은 각각 창조시와 낙조시를 나타내고, 좌측은 E-W line인 3 line 및 2 line, 우측은 S-N line인 8 line을 표시하고 있다(Fig. 5, 6).

창조시 E-W line의 관측 결과를 보면(Fig. 5), 전체적으로 남동류의 흐름이 우세하나 수심 약 40m 이심에서 구조물의 동편으로 갈수록 유동구조가 북동류가 약하게 나타나고 있다. 또한 S-N line은 E-W line과 마찬가지로 북동류의 흐름이 우세하나 수심 약 40m 이심에서 약한 북동류의 흐름이 나타났다. 낙조시 E-W line은 구조물의 동쪽역에서 남동류가 전 수심에 걸쳐 우세하게 나타났으며 서쪽역에서 북동류와 남동류가 분산되는 분포가 나타났다. S-N line은 구조물의 북쪽역에서 북동류의 흐름이 강하게 나타났으며 남쪽역에서는 수심 약 40m를 기준으로 상층에서는 남동류의 흐름이, 하층에서는 북동류의 흐름이 나타났다.

따라서 창조시의 공간적 유동분포는 전체적으로 남동류의 흐름이 우세하지만 구조물을 중심으로 남동역에서 수심 40m 이심의 흐름은 북동류의 흐름을 약하게 나타내고 있다. 또한 낙조시의 흐름은 구조물을 중심으로 북동역에서는 전 수심에 걸쳐 북동류의 흐름이 분포하고 있으며 남동역에서는 수심 40m

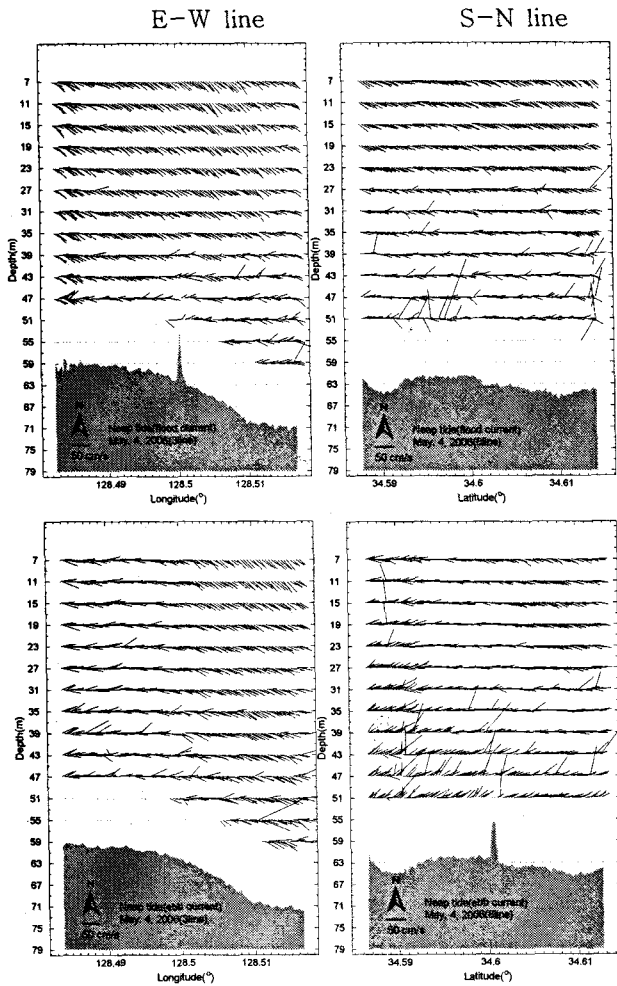


Fig. 5. Stick vector plot with depth on flood current(upper panel) and ebb current(lower panel) of the neap tide at 3 line (left column) and 8 line(right column), May 4, 2004.

를 기준으로 상층에서는 남동류의 흐름이, 하층에서는 북동류의 흐름이 나타났다.

Fig. 6는 2005년 5월 30일 대조기에 실시한 결과를 나타낸 것으로써 창조시의 분포를 보면 E-W line의 유동은 구조물 중심지역의 수심 약 30m를 기준으로 상층에서는 남동류의 흐름이 강하게 분포하고 있으며 하층에서는 북동류의 흐름이 강하게 나타나 상층과 하층의 유형이 다르게 나타났다.

S-N line에서도 E-W line과 마찬가지로 상층과 하층의 흐름이 다르게 나타났다. 낙조시의 분포를 보면 E-W line에서 남동류의 흐름이 강하게 나타나고 있으며 구조물을 중심으로 동쪽역에서 북동류의 흐름이 나타나고 있다. 또한 S-N line의 흐름은 전 수심에 걸쳐 남동류의 흐름이 강하게 분포하고 있다.

따라서 구조물 투하 후의 대조조에 따른 유동분포는 창조시 모두 전반적으로 남동류의 흐름이 우세하였으며 소조기 보다 대조기의 흐름이 강하게 나타났으며, 구조물 주변역의 대조기시 표층에서 수심 30~40m까지의 유동분포와 그 이심에서의 유동은 서로 다르게 나타남을 알 수 있었다.

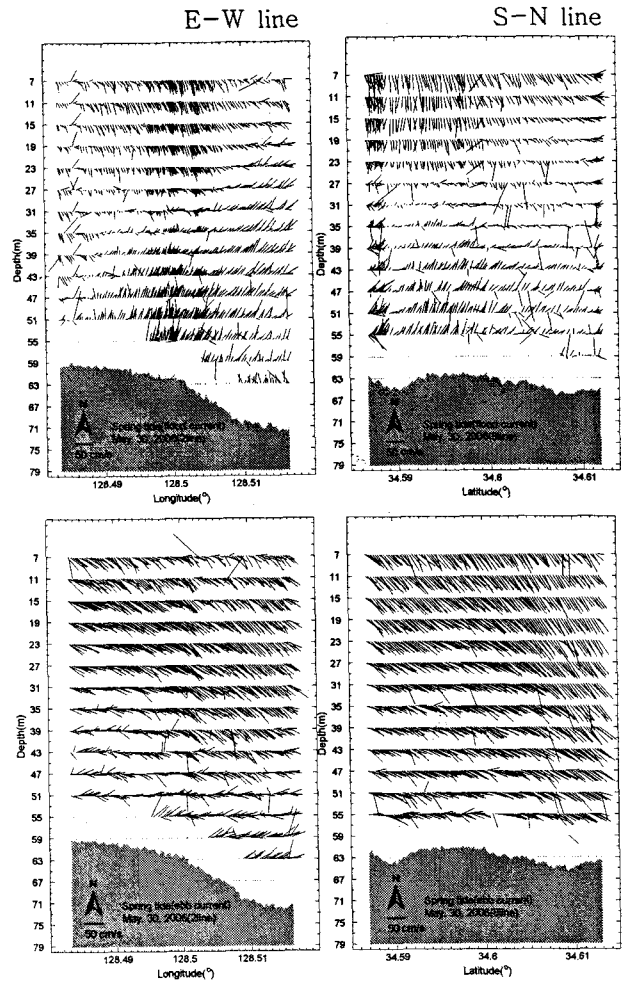


Fig. 6. Stick vector plot with depth on flood current(upper panel) and ebb current(lower panel) of the spring tide at 2 line (left column) and 8 line(right column), May 30, 2004.

### 3.2 구조물 투하 전·후의 연직유동성분

구조물 투하 전과 투하 후의 용승변화에 대한 비교를 하기 위하여 구조물 투하 전인 2005년 4월 16~17일에 실시한 정점관측(128° 30' E, 34° 36' N)과 구조물 투하 후인 2006년 5월 30일에 실시한 정선관측에서 각각의 연직유동분포를 비교하였다(Fig. 7).

구조물 투하 전인 2005년 4월 16~17일의 결과를 보면 25시간동안 하강류(-, downwelling flow)의 성분이 우세하고, 부분적으로 상승류(+, upwelling flow)의 성분이 존재함을 알 수 있다. 그러나 구조물 투하 후인 2006년 5월 30일의 w 성분의 연직분포를 보면 정점관측과 비교 하였을 때 지역적인 차이가 있지만, S-N line인 구조물의 북쪽역에서 부분적으로는 하강류가 나타났으나 전반적으로 상승류가 우세하게 나타났다. 따라서 구조물 설치 전과 후의 유동변화는 구조물 투하에 의해서 서로 다르게 분포함을 알 수 있다.

4. 결 론

인공용승구조물 설치해역의 구조물에 의한 유동변화를 파악하기 위해서 정점관측과 정선관측을 통하여 구조물 투하 전과 후의 유동분포를 파악하였다. 관측결과 구조물 주변역의 표층으로부터 30~40m까지의 수층과 그 이심에서의 유동분포는 서로 다르게 나타났다. 또한 구조물 투하전과 후의 유동비교를 보면 구조물 주변역에서 연직유동성분의 흐름이 구조물 투하 전에는 하강류(-, downwelling flow)의 분포가 많이 나타났으나 구조물 투하 후에는 상승류(+, upwelling flow)의 성분이 많이 나타남을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

[1] 국립수산진흥원(1989), 전국 연안 인공어초 어장 생산성 조사, 사업보고 제 82호.  
 [2] 국립수산진흥원(1992), 한국 연안 인공어초의 자원 조성효과에 관한 연구, 사업보고 제 95호.  
 [3] 김동선, 황석범(2006), 인공용승구조물 설치해역의 해양환경 특성, 해양환경안전학회지, 12(1), pp. 1-8.  
 [4] 조규대, 김동선, 박성은(2003), 인공용승구조물 설치에 적합한 해역의 해양환경 특성, J. Kor. Fish. Soc., 36(2), pp. 187-192.  
 [5] Ryther J. H(1969), Photosynthesis and fish production in the sea, The production of organic matter and its conversation to higher forms of life vary throughout the world ocean, Science, 166, pp. 72-76.  
 [6] SRFGC(Society for the Research of Fishing Grounds ConstrucTtion)(1996-1999), Study for development for fishing grounds construction system(in Japanese).  
 [7] Tetsuo Yanagi, Shuzo Igawa, Osamu Matsuda(1995), Tidal Front at Osaka Bay, Japan, in winter, Continental Shelf Research, 15(14), pp. 1723-1735.  
 [8] Yanagi, T. and M. Nakajima(1991), Change of oceanic condition by the man-made structure for upwelling, Marine Pollution Bulletin, 23, pp. 131-135.

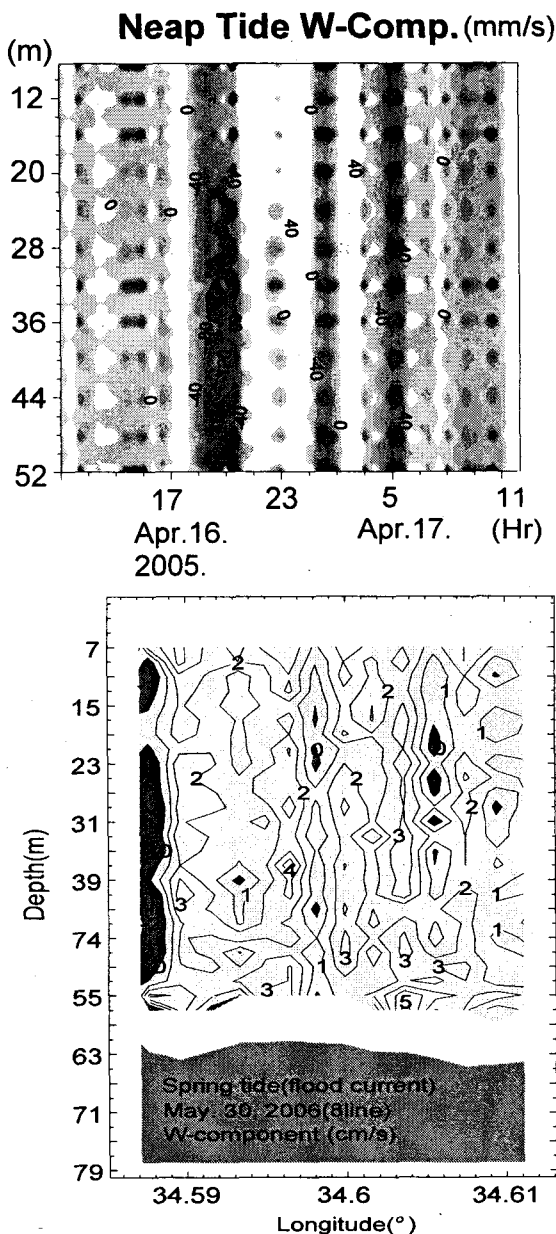


Fig. 7. Vertical distribution of vertical current with the depth in April 16-17, 2005(upper) and May 30, 2006(lower).