

OD3) 제주도 연안해역의 해수유동특성과 순환기구 해명

양태혁*, 김상봉, 정우열, 양성기
제주대학교 토목해양공학과

1. 연구배경 및 목적

절해고도인 제주도는 33°11'~ 33°33'N, 126°08'~ 126°58'E에 위치하고 있으며, 인구나 산업 그리고 경제활동 대부분이 임해부를 중심으로 활발히 전개되고 있다. 제주도는 탁월한 해륙풍과 계절풍의 영향으로 천기의 변화가 심한 도서이다. 하계에는 상습적인 태풍의 통과 지대에 위치하여 고조와 해일, 집중호우와 침수 등의 자연재해가 발생하며, 동절기에는 북서 계절풍에 의한 폭풍해일과 해안침식, 월파, 표사이동 등의 현상이 발생하고 있어 자연조건이 매우 가혹한 편이다.

이 연구에서는 제주도 연안해역 중 제주외항을 포함한 연안해역의 해류관측자료 자료를 분석하여 시공간적인 해류계의 특성 및 해수유동의 구조를 파악하였다. 연구 대상해역 및 연안지형은 우선 그 첫 단계로서 제주외항공사 및 내항의 어항 분구공사가 수행되기 이전의 제주항 부근의 해역을 연구대상으로 3차원 해수유동모델(Princeton Ocean Model, POM)에 의한 수치해석을 실시하여 해수순환의 기구를 규명하고자 한다. 이러한 연구 결과는 제주항 및 인근해역의 항만이나 해양구조물 및 연안해역의 개발시 기본계획·실시설계를 수립하거나 제주외항의 단계별 공사로 인한 해수유동의 변화로 예상되는 해양환경의 영향을 분석하는데 중요한 자료로 활용될 수 있다.

2. 자료 및 방법

2.1. 풍향·풍속자료 및 해수유동조사

제주항 부근해역의 평균적인 풍향·풍속자료는 제주기상청에서 관측한 30년(1971-2000)간의 월별평균 풍속자료를 사용하였으며, 풍향은 30년간의 풍향 자료를 36방위로 빈도분석을 실시하여 동계와 하계의 자료로 하였다. 또한, 해양기초자료 조사 및 분석을 위하여 기존의 관측자료 및 추산자료를 검토·분석하여 해수유동 수치실험의 입력 및 검증자료 등으로 활용하였다. 조석주기에 따른 연속적인 유황의 변화 상태를 파악하기 위하여 유속계 RCM-7(Aandderra)에 의한 8개의 정점에서 관측(NORI)된 자료와 제주외항 항만공사 현장 부근에서는 Iotech사의 해상관측시스템을 사용하여 Baytech사와 제주대학교 해양수리학 연구실이 공동으로 최대파고, 최대파주기, 유의파고, 유의파주기, 유속, 유향, 파향, 수운을 관측한 2개의 지점자료를 사용하였다. 관측자료는 25시간, 30일의 자료로서 매 10분 간격으로 연속관측되어진 데이터이다. 해류계는 한 정점의 유동상태만을 반영하기 때문에 해수입자의 연속적인 이동 상태를 알 수 없는 단점이 있으므로 필요시 이를 보완하기 위하여 시·공간적으로 가능한 많은 관측점을 선정하여 조사하였다.

2.2. 수치실험

해수유동 수치실험은 기존의 제주항과 주변 해역에 대한 유동현황을 파악하고, 수치실험을 위해 대상 해역을 수평적으로는 Nested grid system을 적용하여 500m, 250m, 100m 등 간격 격자체계로 짜여진 광역, 중역, 정밀격자를 사용하였으며, 연직적으로는 수심에 의한 해수유동의 특성을 잘 파악할 수 있도록 Sigma Coordinate System을 이용하여 분할하였다. 모델의 입력 자료는 현장에서 관측된 기존의 조위자료를 적용하여 반복 수행하였다.

3. 결 론

3.1. 조위 및 해수유동 특성

제주항을 포함한 부근해역의 해수유동 양상을 파악하기 위하여 각관측지점에서 각관측기간동안의 유속 및 유향 자료를 분석하였다. 분석된 항목은 25시간 데이터를 이용하여 각 정점의 유속성분도, 조류타원도, Stick Diagram, Progressive Vector, 조석잔차류도를 나타내었으며, 15일 이상의 관측자를 이용하여 유속성분도, Stick diagram과 U, V 성분 및 각 분조별 Stick Diagram을 나타내었다.

25시간 데이터를 살펴보면, 일조부등이 탁월하며, 유속의 흐름은 동서방향이 남북방향보다 강하게 나타나고 있으며, 각 지점에서의 U성분은 (+)값이 크게 나타나, 즉 동방향의 흐름인 낙조류시의 흐름이 강하게 나타남을 알 수 있다. 최대유속은 $94.7m/sec$ 이었다. 그러나 제주항 서방파제 말단부 지점은 조석에 의한 유속값은 다른 지점에 비하여 현저히 적으며, 항류의 의한 흐름은 현저히 커서 이 지점의 유속은 다른 힘에 의한 흐름이 발생되어진다고 사료된다.

대조기시 관측되어진 15일 데이터 중 한 지점은 동방파제의 북동쪽 해상에 설치되어있는 있는데, 이곳은 계획 중인 제주의항 방파제의 중간부분에 해당하는 곳으로 서방파제의 건설로 인한 차폐역의 발생과 동방파제를 따라 흐르는 흐름의 발달로 창·낙조시의 유동이 특이하게 발달하고 있음을 보여주고 있다. 하지만, 이 지점을 제외한 다른 15일 데이터를 살펴보면, 제주항의 유속은 반일주조성분이 탁월하며, M_2 , S_2 분조에 따른 조류변화가 현저함을 보여주고 있다.

3.2. 3차원 해수순환 모델

수치실험은 POM 모델에서 고려할 수 있는 계산모드 중 3차원 예측모드(prognostic mode)에 해당하는 계산결과를 각층별로 표층, 중층 그리고 저층의 층별로 나누어 계산하였다. 전 수심을 통하여 외해역은 연안역에 비해 유속이 전반적을 강한($71cm/s$) 편이며, 표층의 유속 분포가 가장 강하며, 중층·저층 순으로 유속이 느려지고 있다. 특히, 창조류 최강류시에 조천 앞 외해역 유속의 크기는 수심이 갑자기 깊어지므로 인하여 유속분포가 빨라지는($74cm/s$) 반면 수심이 비교적 얇은 연안의 천해역은 유속의 분포가 매우 느린 편이다(Fig. 1).

모델구동결과 연구영역의 해수유동은 동-서방향의 흐름이 강하며, 창조류시보다는 낙조류시의 유속이 강함을 알 수 있다. 하지만, 이상의 결과로부터 수심이 얇은 제주항 부근의 해수유동 및 해수순환상은 뚜렷이 나타나지 않고 있다. 이는 보다 정밀한 수심 및 격자의 간격의 필요를 의미한다.

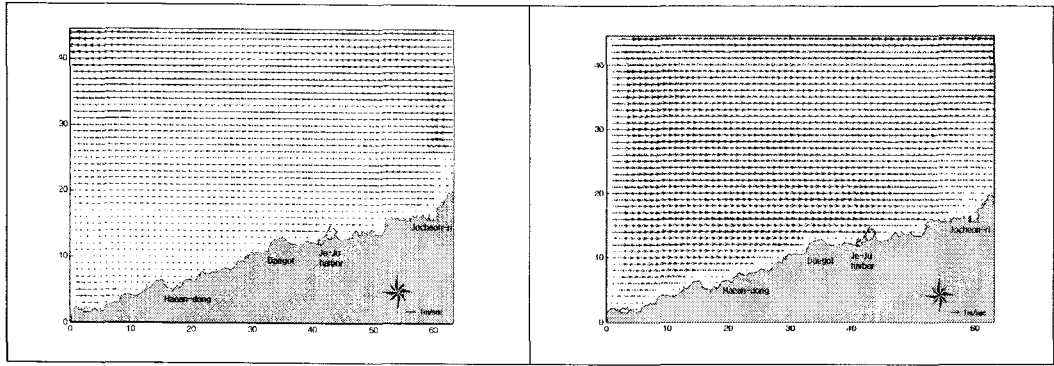


Fig. 1. Vector diagram of surface level in flood(Left) and in ebb(Right) of spring tide.

4. 수치해석 검증 및 고찰

본 연구의 수치모형에서 재현한 해수유동을 검증할 위하여 대조기시 2002년 5월 12일부터 동년 6월 10일까지 NORI에서 RCM-7를 사용하여 관측한 연속조위관측자료를 이용하여 조위를 검증하였다. 또한 NORI에서 RCM-7를 사용하여 관측한 대조기시 1994년 4월 23일부터 동년 4월 24일의 25시간 자료, 2002년 5월 12일부터 동년 5월 13일까지의 25시간 자료를 이용하여 조류의 흐름을 검증하였다.

조위 검증점에서 제주항 및 대상영역의 전반에서 관측결과와 계산결과가 잘 일치하고 있으며, 본 모델이 대상해역의 조위를 잘 재현하고 있음을 알 수 있다.

대조기 25시간동안의 조류 계산결과와 대조기시 25시간동안 관측되어진 조류 관측결과를 벡터성분도를 이용하여 나타내었다(Fig. 2). 좌측그림은 수치모형에 의한 계산되어진 값을 나타내며, 우측그림은 은 실측된 값을 나타내었다. 그림을 살펴보면, 두 지점에서 모두 계산결과와 관측결과가 거의 잘 일치하고 있으며 주 흐름방향 또한 잘 재현되었음을 보여주고 있다.

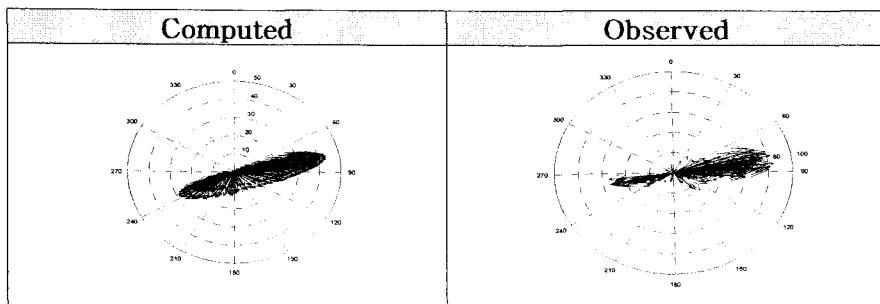


Fig. 2. Comparison between computed Vector diagram and observed ones at St. N-7(Upper) and St. 1(Middle).

참 고 문 헌

한국해양연구소, 1996, 한반도 주변 조석조화상수 자료집, 226pp.

양성기, 최찬문, 1999, 제주항의 해양수리학적 특성, 제주대학교 해양연구소보, 23, 9-21.

양성기, 고건, 양태혁, 2004, 제주도 동부 연안해역의 해수유동 특성, 한국환경과학회 학술발표회 요지.

Blumberg, A. F., Mellor, G. L., 1987, A description of a three-dimensional coastal circulation model, in Three-Dimensional Coastal Ocean Model, 4, edited by Heaps N., pp.208.

Blumberg, A. F., Kantha, L. H., 1985, Open Boundary Condition for Circulation Models, J. Hydraulic Engineering, 111(2), 237-255.