

## 수질-P7                    물질순환모델을 이용한 제주항의 수질관리(I)

조은일, 강기봉<sup>\*</sup>, 이병걸<sup>1</sup>, 오윤근  
제주대학교 환경공학과, <sup>1</sup>해양토목공학과

### 1. 서론

제주도내 주요 항만인 제주항은 대부분 선박운항으로 발생하는 폐유, 선박생활오수, 화물 부스러기 그리고 주변지역에서 발생하는 미 처리된 생활오수 등으로 인해 항내 수질이 악화되고 있는 실정이며 우리 나라 환경부에서도 제주항의 해역 수질 등급을 III등급으로 정해놓고 있다. 항만 내로 담수인 산지천이 유입되어 담수와 해수가 교차하는 복잡한 물리적인 변화 특성을 가지고 있으며 유입된 오염물질의 영향을 받는 제주항의 수질관리를 하기 위해서는 항만 내에서 발생하는 물리·화학 그리고 생물학적인 변화과정을 조사할 필요가 있다.

따라서 본 연구는 제주항의 수질관리를 위한 첫 단계로 오염물질의 수송에 직접적인 관련이 있고 유입된 오염물질의 물리적인 거동을 밝힐 수 있는 3차원 모델 중에서도과의 전과를 잘 계산하는 유한차분법을 적용한 Level모델을 이용하여 제주항의 유동장을 조사하여 항만 내의 물질이나 오염물질 혹은 하천유입에 따른 확산변동에 직접적인 영향을 주는 잔차류의 특성을 파악한 후, 보존성 물질인 염분을 이용하여 제주항의 물리해양 변화 특성을 파악하는 것이 목적이다.

### 2. 자료 및 방법

#### 2.1 대상해역

3차원 수치모델을 이용하여 물리해양변화 특성을 조사하기 위한 대상지역은 제주항을 선정하였다. 조사항목으로는 계절별 변동 특성을 파악하기 위하여 하계와 추계는 2000년 8월과 11월 그리고 동계와 춘계는 2001년 2월과 5월에 수온과 염분 그리고 산지천 유량을 관측하였다.

#### 2.2 3차원 모델의 구성

본 수치 모델은 내만 및 하구에서 유체의 운동을 정식화한 운동방정식, 연속방정식, 조위의 변화를 정식화한 방정식, 염소량 확산 방정식, 열(수온)의 확산 방정식 및 해수의 밀도와 염소량, 수온과의 관계를 정식화한 상태방정식으로 구성된다.

제주항을 시뮬레이션하기 위해 해수유동모델의 입력 자료로 경계에서의 조위는 반일 주조성분인  $M_2$ 분조를 사용하였고, X, Y방향의 격자 크기는 각각 25m로 하였으며 전체격자는  $75 \times 89 \times 3$ 층으로 구성하였다. 본 연구에서는 2000년 8월과 11월 그리고 2001년 2월과 5월의 수온, 염분 그리고 밀도값을 사용하였고, 월별 유동변화를 보기 위해 산지천 유량은 동 조사시기에 실측한 유량과 수온을 입력하였으며 표층에서 유입되는 것을 조건으

로 하였다. 또한 취송류의 영향을 파악하기 위하여 계절별 기상자료 중 풍향과 풍속을 입력하였다. 본 연구에서 시뮬레이션한 모델 계산영역은 Fig. 1에 나타내었다.

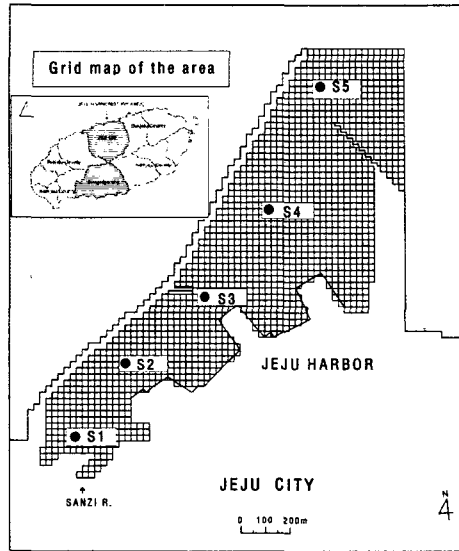


Fig. 1. Finite -difference grid of Jeju harbor.

### 3. 결과 및 고찰

3차원 수치모델을 시뮬레이션한 결과, 관측치와 계산치를 비교해 보면 만의 중앙부에서는 약간의 유향의 차이를 보이는 것을 제외하고는 잘 일치됨을 알 수 있다. 취송류와 밀도류를 고려한 조석류의 계절별 변화를 보면 제주항의 경우 수심이 대체적으로 얕고 조석이 강함으로 인하여 표층, 중층 그리고 저층의 유동 형태나 유속 크기에 큰 변화가 없었다.

계절별 잔차류 패턴을 보면 표층에서는 항만 입구부와 중앙부에 와류가 발생되고 있으며 이러한 결과를 볼 때 잔차류는 지형이 갑자기 바뀌는 해역과 밀도가 강하게 형성될 수 있는 해역에 잘 발생될 수 있음을 알 수 있었으며 밀도류에 의해 발생될 수 있는 잔차류는 표층에 많은 영향을 보임을 알 수 있었다. 특히 잔차류의 계절별 변동은 주로 산지천의 유량 변화에 의한 밀도류에 의하여 나타남을 알 수 있었다.

3차원 수치모델을 이용하여 염분분포를 시뮬레이션한 결과를 보면 각 층별로 상대오차를 이용하여 계절별 관측치와 계산치를 비교한 결과 각 층별 평균값은 10%이하의 매우 낮은 값을 나타내었다. 계절별 염분분포를 살펴보면 분포는 산지천 유입으로 인한 밀도류의 영향을 모두 나타내고 있으며 항만구부의 계절별 염분 농도 범위를 보면 표층의 경우 8월, 11월 그리고 2월의 경우 각각 28%, 32.5% 그리고 33.5%을 보여 표층에서는 밀도류의 영향이 매우 크게 나타나는 것을 알 수 있다.

따라서 이상의 결과를 보면 제주항의 물리해양환경의 변화에 크게 영향을 미치는 것

은 담수 유입인 산지천이라는 것을 알 수 있으며 산지천에 많은 오염물질이 함유되어 있을 경우 특히 산지천 유량이 증가하는 하계에는 오염물질의 영향이 표층의 경우, 항만 전체에 영향을 미치는 것을 예상할 수 있다.

#### 4. 요약

본 연구는 제주항의 수질관리를 위한 첫 단계로 3차원 수치모델을 이용하여 제주항 내의 계절별 제주항의 물리해양환경의 변화 특성을 조사한 결과는 다음과 같다.

제주항의 물리해양환경의 변화에 크게 영향을 미치는 것은 담수 유입인 산지천이라는 것을 알 수 있으며 해역 수질을 악화시키는 원인 중 큰 영향을 미치는 육상오염부하인 미처리된 하·폐수가 산지천을 통하여 제주항으로 유입될 때 오염물질의 영향은 항만 전체에 미치는 것을 예상할 수 있다. 이상의 결과는 제주항의 수질관리를 위하여 항만 내 오염물질의 거동 및 제어를 위한 기초자료로 이용될 수 있을 것이다.

#### 참 고 문 헌

환경부, 1996, 환경통계연감, 577pp.

國立環境研究院, 1991, “全國 主要沿岸 流入汚染負荷量 算定에 關한 調查研究”, 71pp.

정은진, 1994, “수치모델을 이용한 특량만의 조류특성에 관한 연구”, 부산수산대학교 석사 학위논문, p39

조은일, 이석모, 박청길, 1995, 수영만 수질에 미치는 비점원 오염부하의 특성과 영향, 한국수산학회지, 28(3), 279-293.

최우정, 박청길, 이석모, 1994. 진해만의 빈산소수괴 형성에 관한 수치실험. 한국수산학회지, 27(4), 413~433.

김종구, 박청길, 김광수, 1994, 하계 마산만의 부영양화 제어를 위한 생태계모델의 적용, 한국환경과학회지, 3(3), 185-195.

김종구, 박청길, 신성교, 1995, 진해만 해역의 하계 부영양화 모델링(I) : 생태계모델을 이용한 식물플랑크톤 농도 분포 시뮬레이션, 대한환경공학회지, 17(2), 121-135.

김광수, 박청길, 조은일, 1996, 생태계 모델을 이용한 황해의 환경용량 산정, 한국수질보전학회지, 12(4), 383-399.

조은일, 박청길, 이석모, 1996, 駕莫灣의 環境容量 算定(I) - 생태계모델을 이용한 기초 생산력 산정 -, 한국수산학회지, 29(3), 369-385.

濟州道, 1994, 濟州道 綜合開發計劃. 531pp.

제주도, 1997, 제주도 친환경개발을 위한 환경지표설정, p238.

中田喜三郎·石川公敏松川康夫, 1985, 內灣の流動場の數値實驗. 沿岸海洋ノート, 27(2), 96~108.