

OF4 군산 연안 해역에서의 부영양화 제어에 관한 연구

김종구*, 유선재, 정태주, 강훈, 김준우
군산대학교 공과대학 토목환경공학부

1. 서 론

군산 연안하구는 1990년과 1992년부터 시작된 북·남측 도류제 공사로 인하여 군산항 주수로와 개야수로로 나누게 되었다. 군산항 주수로와 개야수로 사이에는 유부도를 포함하는 대죽사주가 발달되어 있으며, 개야수로 북측에는 동서방향의 간사지가 육지에서부터 개야도까지 발달되어 해수의 흐름을 제한하고 있다.

일반적으로 하구연안 수질에 영향을 미치는 주요소로는 해수유동현상을 들 수 있다. 연안에서의 해수유동은 유입된 오염물질의 이동, 확산 및 분해에 직접적인 영향을 미치므로 연안에서의 해수유동현상을 파악하는 것이 연안수질 변화를 예측하는데 중요하다. 또 연안해역의 수질은 해수유동현상 이외에 해역에서의 화학적·생물학적 과정에 따라 영향을 받는다. 이는 수중생태계가 유기물의 유입에 의한 화학적 분해과정을 통해 산소가 소모되고 이로 인해 수중생물에 영향을 미치고 있기 때문이다. 이 중 해양에서 생태계의 생산성을 제한할 수 있는 영양염류로는 질소화합물 및 인화합물을 들 수 있으며, 이들 영양염류는 해역에서 부영양화의 원인물질이 된다.

본 연구에서는 부영양화 현상과 오염부하 특성과의 관계를 정량적으로 파악하기 위하여 군산 연안해역을 대상으로 3차원 해수유동모델(COSMOS)을 이용하여 3차원 해수유동을 재현하고, 생태계모델(EUTRO)을 이용하여 식물플랑크톤 및 영양염의 농도분포를 재현하였다. 그리고 오염부하원에서의 영양염부하가 해역의 부영양화에 미치는 영향을 정량적으로 평가함으로써, 부영양화 발생을 제어를 위한 기초자료를 제시하고자 한다.

2. 재료 및 방법

2.1. 연구대상지역 및 자료도출

연구지역은 북으로 충청남도 비인항 부근에서 남으로 전라북도 비응도 주변해역이다. 이 지역은 금강하구에서 담수가 유입되며 주변에 군장산업기지가 인접해 있고, 비응도 아래 지역은 새만금 간척사업이 이루어지고 있다.

군산 연안해역의 수질은 국립수산진흥원에서 조사한 한국해양환경 조사자료(2000년)를 이용하였고, 모델 영역내로 유입되는 육상부하원으로 금강하구둑의 유출수를 고려하였고, 모델의 구성요소에 대한 영양염의 부하 농도는 농어촌진흥공사(2000)에서 실측한 자료를 이용하였다. POC와 DOC는 환경부(2000)에서 실측한 자료를 이용하였다. 대기로부터의 유입부하 및 비점원 오염부하는 고려하지 않았다

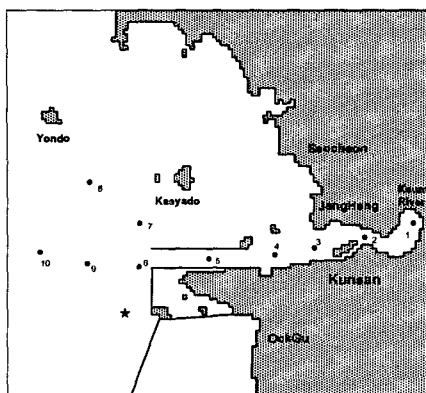


Fig. 1. The map of study area.

2.2. 모델의 입력 자료

2.2.1. 3차원 해수유동 모델

모델 계산영역은 남북으로 군산시 비응도에서 서천군 비인항까지, 동서로는 금강 하구에서 연도까지를 대상해역으로 하였다. 대상해역의 x, y 방향의 격자크기는 해안선 굴곡을 충분히 고려할 수 있도록 300m로 하였으며, 표·저층의 유동특성을 상세히 재현하고 표층에서 유광층 깊이를 고려하여 3층으로 구분하였다. 계산되는 총격자수는 33,000개 (110×100×3)로 구성하였다.

Table 1. Input data for a hydrodynamic model.

Parameters	Input values
Mesh size	$\Delta x = \Delta y = 300m$
Total mesh	$110 \times 100 \times 3 = 33000$
Water depth	chart datum + MSL
Time interval	10sec
Level	1 : 0 ~ 3m 2 : 3 ~ 4m 3 : below 4m
Tidal level and degree at open boundary	205 ~ 210cm, 75.0 ~ 76.25. 205 cm, 68.0 ~ 76.0. 205 ~ 210cm, 68.0 ~ 70.0.
Water temperature and salinity at open boundary	level 1, 2, 3 : 20°C, 18‰
Coriolis coefficient	$f = 2 \cdot \omega \cdot \sin\psi$
Surface & Internal friction coefficient	0.0013
Bottom friction coefficient	0.0026
Horizontal viscosity coefficient	4.0E4 (cm ² /s)
Diffusion coefficient	4.0E4 (cm ² /s)
Wind speed	none
Calculation time	40 tidal cycle

2.2.2. 생태계 모델

생태계모델의 모델영역은 해수유동모델에 사용된 격자망과 동일하게 구성하였다. 각 층별 수질인자의 초기농도와 경계농도는 대상해역의 실측치를 토대로 공간적인 분포를 고려하여 보간법으로 계산하여 입력하였다.

Table 2. Input data for eutrophication model.

Parameter		Input values							
Mesh size		$\Delta x = \Delta y = 300\text{m}$							
Water depth		chart datum + MSL							
Time interval		1200sec							
Initial condition for compartments									
level	DO	COD	DIP	DIN	POC	DOC	PHYTO	ZOO	
	(mg/ℓ)		(mmole/m ³)		(mg-C/m ³)	
1~3	8.32	1.68	0.782	4.372	400.0	1400.0	30	15	
Boundary condition for compartments									
level	DO	COD	DIP	DIN	POC	DOC	PHYTO	ZOO	
	(mg/ℓ)		(mmole/m ³)		(mg-C/m ³)	
1	8.44	1.57	0.782	4.373	400	1400	22	11	
A 2	8.44	1.57	0.782	4.373	400	1400	22	11	
3	8.15	1.90	0.790	4.839	400	1400	22	11	
1	8.44	1.57	0.782	4.373	400	1400	22	11	
B 2	8.44	1.57	0.782	4.373	400	1400	22	11	
3	8.15	1.90	0.790	4.839	400	1400	22	11	
1	8.44	1.57	0.782	4.373	400	1400	22	11	
C 2	8.44	1.57	0.782	4.373	400	1400	22	11	
3	8.15	1.90	0.790	4.839	400	1400	22	11	
Horizontal viscosity coefficient				4.0 E4(cm ² /s)					
Horizontal diffusion coefficient				4.0 E4(cm ² /s)					
Vertical diffusion coefficient				level 1~3 : 1.0(cm ² /s)					
Calculation time				40 tidal cycles					

2.2.3. 생물학적 파라메타

생태계 모델에서 이용하는 생물학적 parameter는 관련 논문에서 인용된 자료 및 문헌 조사를 통하여 산정하였다.

3. 결 론

군산 연안 해역의 부영양화를 제어하기 위한 수질관리방안을 수립하기 위해 해수유동 모델과 생태계모델을 이용하여, 영양염의 연평균 농도분포를 재현하고, 부영양화의 제어 대책으로 하천유입부하 감소와 금강 하구둑 방류량 조절에 따른 영양염의 농도를 정량적으로 평가한 결과는 다음과 같다.

1) 해수유동 모델에서 계산된 군산 연안 해역의 해수유동 특성을 보면, 군산 연안 해역에서 계산된 조석류는 기존에 조사된 조류 흐름방향과 유사하게 나타났고, 유속에서

조금 차이를 나타내었으나 거의 유사한 패턴을 보였다.

2) 잔차류 성분은 저층으로 향할수록 밀도성분의 약화로 잔차류가 하구쪽으로 향하면서, 오염물질이 외해로 유출되지 못하고, 점차적으로 하구 내만에 축적되는 것으로 보인다.

3) 생태계모델을 이용하여 식물플랑크톤, 용존무기인, 용존무기질소, COD 농도를 실측치와 계산치를 비교한 결과 상관계수가 용존인이 0.82를 제외한 나머지 값들은 0.9이상 이었고, 실측치와 계산치의 일치성을 나타내는 상대오차 평균은 용존무기질소가 32%로 다소 높았으나 그 외 값들은 평균30% 이내로 나타났다.

4) 군산 연안 해역의 부영양화 현상을 제어하기 위하여 하천을 통하여 유입되는 영양염의 부하량을 20%, 40%, 60%, 80% 단계적으로 저감시켰을 때, 영양염의 농도는 질소가 2%~80%, 인의 경우 10%이하의 제거효과를 나타내었다.

참 고 문 헌

- 농림부·농어촌진흥공사, 1998. '98 새만금지구 수리실험 및 파랑관측보고서.
- 권정노, 하계 금강하구해역의 수질특성, 군산대학교 석사학위논문, 1999.
- 김종구, 진해만 해역의 하계 부영양화 모델링, 박사학위논문, 1994.
- 김광수, 생태계모델을 이용한 황해의 환경용량 산정, 부경대학교 대학원 박사학위논문, 1995.
- 김동명, 생태계모델을 이용한 황해의 부영양화 모델링, 부경대학교 대학원 박사학위논문, 1999.
- 신성교, 자생BOD를 고려한 낙동강의 수질관리, 부경대학교 대학원 박사학위논문, 1996.
- 조은일, 생태계모델을 이용한 어장환경용량 산정, 부산수산대학교 대학원 박사 학위논문, 1996.
- 최용규, 권정노, 황해 남동해역 투명도의 계절 변화, 한국수산학회지, 제3권, 31호, 1998.