

## 낙동강 하구 환경변화 예측모형의 불확실성

### Uncertainty of the operational models in the Nakdong River mouth

조홍연\*, 이기섭\*\*

Hong Yeon Cho, Gi Seop Lee

#### 요 지

낙동강 하구 환경/생태 복원을 위하여 “해수유입”으로 하구환경을 조성하는 사업이 추진되고 있으며, 해수 유입 규모와 빈도에 따른 생태환경변화를 예측하는 연구수요가 증가하고 있는 상황이다. 보다 구체적으로는 단기간의 해수유입에 의한 흐름 및 염분 확산범위 예측과 더불어 보다 장기간의 지형변화, 수질환경 변화, 생태환경 변화 등에 대한 예측이 필요한 상황이다. 그리고 그 예측의 대부분을 수치모델에 크게 의존하고 있는 상황이다.

그러나, 수치모형을 이용한 단기 예측은 가까운 미래에 대한 입력조건을 사용하여야 하기 때문에 입력조건에 대한 불확실성이 포함되고, 환경생태모형의 불확실성에 따른 예측 한계 등으로 인하여 오차가 누적되기 때문에 직접적인 활용에 크게 제한이 따를 수 있다. 또한 운영과정에서 어떤 분산, 편향 오차 등이 지속적으로 발생하는 경우, 모델 예측 결과에 대한 신뢰수준이 크게 감소하기 때문에 모델의 적절한 운영기법이 요구된다.

모델은 관심을 가지는 자연현상에 대한 근사(approximation)이고, 예상하지 못한 오차가 발생할 수 있기 때문에 관측 자료를 이용한 자료동화(data assimilation) 과정이 운영모델에서는 필수적인 부분이다. 이론적인 기반이 탄탄한 유체역학 기반 기상예측의 경우에도, 가용한 모든 지점의 관측 자료를 이용한 자료 동화과정을 통하여 모델 예측 결과를 개선하여 나가는 과정을 포함하여 운영하고 있다. 이 과정이 포함하는 중요한 개념은 수치모델이 가지고 있는 (예측 수준의) 한계를 인정하고, 수치모델에 전적으로 의존하는 것이 아니라 관측 자료를 이용하여 그 한계를 저감하여 나가는 과정이다. 모니터링은 모델의 한계를 알려주는 지표이다.

모델링과 모니터링의 불가피한 상호의존 관계를 의미하는 이 개념은 단기간의 흐름, 염분 확산 예측으로 한정되지 않고, 장기적인 변화가 예상되는 생태환경변화 모델에도 적용이 된다. 즉각적인 변화보다는 장기적인 관점에서 파악하여야 하는 생태학적인 변화는 보다 다양한 인자가 관여하기 때문에 어떤 측면에서는 모델보다는 적절한 빈도와 항목에 대한 관측계획 수립(monitors design)이 더 중요하다고 할 수 있다. 이론적인 질량보존(mass conservation) 방정식을 기반으로 하는 모델은 다양한 현실적인 인자의 영향을 받기 때문에 모델의 한계를 인정하고, 모니터링 자료를 적극적으로 활용하여 불확실성을 저감하는 접근방식이 요구된다.

**핵심용어** : 운영(예측) 모형, 불확실성, 오차평가, 자료동화, 환경/생태 변화, 모니터링

\* 정회원 · 한국해양과학기술원 해양빅데이터센터, 과학기술연합대학원대학교 교수 · E-mail : [hycho@kiost.ac.kr](mailto:hycho@kiost.ac.kr)

\*\* 한국해양과학기술원 해양빅데이터센터, 과학기술연합대학원대학교 학생연구원 · E-mail : [freeigs7@kiost.ac.kr](mailto:freeigs7@kiost.ac.kr)