

조류의 공간적 농도 분포 예측을 위한 수치적 연구

Numerical Study on Spatial Prediction of Algae Concentration

김준성*, 서일원**, 류시완***, 곽성현****

Jun Song Kim, Il Won Seo, Lyu Siwan, Kwak Sunghyun

요 지

본 연구에서는 수치모델을 이용하여 대하천서 발생하는 조류의 공간적 농도 분포를 예측하였고, 현장실험을 통해 모델을 검증하였다. 국내하천은 다수의 지류가 본류로 유입됨에 따라 오염물질의 생산과 공급이 지속적으로 발생하고, 하천의 유로연장과 하쪽에 비해 수심이 낮은 지형학적 특성을 지닌다. 따라서 지류 유입 이후 발생하는 조류의 거동 특성을 분석하기 위해 수심 적분된 2차원 이송-확산 모델을 사용하였다. 광합성 성장을 이루는 조류의 성장속도 계산을 위해 영양염류, 수온, 일사량과 수심 등을 변수로 하는 성장속도 함수들을 위의 모델과 결합하였다. 본 연구의 대상구간은 낙동강과 금호강 합류부를 포함한 강정고령보 하류 약 9.2 km 구간으로 모델 검증을 위한 현장실험을 수행하였다. 2차원 이송-확산 모델의 입력 값인 유속 및 수심을 계산하는 수리동역학 모델 검증을 위해 미국 Sontek사의 M9을 이용하여 낙동강과 금호강 각각 32개, 12개 측선에 대하여 수리량을 측정하였다. 수리량 측정결과, 금호강과 낙동강의 평균 유량은 각각 240 m³/s, 60 m³/s로 측정되었고 측정된 유량을 모델의 상류단 경계조건으로 사용하여 측정 유속 및 수심과 유사한 결과를 모델로부터 취득할 수 있었다. 조류 농도 측정을 위해 독일 bbe사의 AlgaeTorch 10을 사용하였으며, 수리량 측정과 동일한 측선서 총 조류 세포수(cells/ml)를 측정하였다. 농도 측정결과, 하류로 내려감에 따라 조류의 농도가 증가하는 경향이 나타났고 금호강 합류 후 최대농도는 측정구간 최하류 양안서 4,460 cells/ml로 나타났다. 주 흐름이 발생하는 하천 중앙부에 비해 유속이 느린 하안서 상대적으로 높은 농도가 측정되었으며, 이와 같은 경향은 하류로 내려감에 따라 강하게 나타났다. 측정된 조류 농도를 이용한 2차원 이송-확산 모델 검증결과, 합류부 최상류 측선서 MAPE = 10.5 %의 최대오차가 발생하였고 최하류 측선서 MAPE = 6.7 %의 최소오차가 발생하였다. 인과 질소와 같은 영양염류의 농도가 높고 횡 방향 수온 분포가 균일한 대상구간의 특성상 영양염류 함수와 수온 함수로부터 계산된 성장속도 가중치 범위는 각각 0.8~1.0, 0.91~1.09로 공간적 변동성이 크게 나타나지 않은 반면, 수심을 변수로 하는 일사량 함수의 성장속도 가중치 범위는 0.05~1.00으로 상대적으로 매우 높은 공간적 변동성이 나타났다. 수심이 4 m 이하인 하천 양안서 0.8 이상의 가중치가 나타났으며, 수심이 7 m 이상인 하천 중앙서 0.4 이하의 가중치가 나타났다. 본 연구의 수치모의 결과, 수리동역학 모델로부터 계산된 수심이 모델 결과 값에 큰 영향을 미치는 것으로 판단된다.

핵심용어 : 조류, 2차원 이송-확산 모델, 성장속도 함수, 현장실험, 낙동강

* 정회원 · 서울대학교 석박사통합과정 · E-mail : hyde17k@snu.ac.kr

** 정회원 · 서울대학교 건설환경공학부 교수 · E-mail : seoilwon@snu.ac.kr

*** 정회원 · 창원대학교 토목공학과 교수 · E-mail : siwan@changwon.ac.kr

**** 정회원 · 창원대학교 토목공학과 박사과정 · E-mail : grestddk@gmail.com