

PE23) 시설농업단지에서 지표수-지하수 통합 모델을 이용한 지하수 유동 및 물수지 분석

강동환·김상진·소윤환·김일규·오세봉¹⁾·김병우²⁾
부경대학교, ¹⁾한국농어촌공사, ²⁾K-water연구원

본 연구에서는 경상남도 밀양시 상남면 예림리 일원(밀양들)을 대상으로 지표수-지하수 통합 모델(HydroGeoSphere model)을 수행하고, 시설농업단지에서 지표수-지하수 유동을 모의하고 모델 영역의 지하수 유동을 분석하고 또한 강수량에 따른 지표유출과 증발산량, 지하수 함양량 등을 산정하여 모델 영역의 물수지를 분석하였다. 지표수-지하수 통합모델에서 초기 조건은 지표수와 지하수 모델 각각에 대한 초기조건 설정이 필요하며, 지표수 모델의 초기 조건은 모델 영역에서 지표수 수위가 10-4 m 정도로 설정하였고 지하수 모델의 초기 조건에서는 지하수위(지표면에서 지하수면까지의 거리에 해당함)가 지표면과 동일한 것으로 설정하였다.

지표수-지하수 통합모델링을 수행하기 위해, 모델 영역의 기후인자(강수량과 잠재증발산량)와 지표수 유량, 지하수위를 고려한 경계조건을 설정하였다. 지표수 모델의 rainfall (or flux) 경계 조건으로 연평균 강수량(1279.4 mm/year)에서 잠재증발산량(580.3 mm/year)을 뺀 순강수량(1023.5 mm/year)을 이용하였다. 실제증발산량은 255.9 mm/year 정도로 추정하였으며, 이는 잠재증발산량의 44% 정도가 실제증발산량으로 이루어졌다고 가정한 것이다. 지표수 모델의 constant flux 경계 조건은 모델 영역의 연평균 지표수 유량을 고려하여 $2.77 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$ 로 설정하였다. 지하수 모델의 constant flux 경계 조건은 밀양들 사업지구 내에서 운영되고 있는 지하수 양수를 고려하여 설정하였다. 양수정은 모두 93개이고 각 관정에서 지하수 양수는 총적층과 기반암 경계의 상부 약 10 m 지점(지표면하 18 m)에서 이루어지고 있다. 93개 관정의 양수량은 14개 그룹으로 나누어서 관측된 지하수위(4개 지점)를 이용하여 보정하면서 총 양수량을 설정하였다.

모델 영역에서의 지하수위는 3가지 특성을 보여주고 있다. 하천에서는 하천수의 유입으로 인해 지하수위가 거의 지표면과 유사하고, 하천 주변 평지에서는 약 0~10 m 정도의 공간 변화 폭을 보이고, 고도가 높은 주변 산림 지대는 약 20 m 이상의 지하수위를 보인다. 밀양들 사업지구 내 지하수 양수를 고려한 지하수 유동 모델 결과에서는 지하수 양수에 의한 영향으로 인해 지하수위가 전반적으로 2~8 m 정도로 유지되고 있음을 보여준다. 산림 지역에 가깝고 밀양강에 가까울수록 지하수위가 상대적으로 높게 나타나기 때문에 지하수 흐름 방향은 밀양들 사업지구로 지하수가 유입되는 특성을 보인다. 밀양강은 전형적인 손실하천이며, 밀양강에서 밀양들 사업지구로 하천수와 지하수가 유입되고 있다. 장기지하수위 관측정에서 관측된 연평균 지하수위와 모델 결과에 의한 지하수위를 비교한 결과, 실제 관측값에 비해 모의 결과가 상대적으로 높게 나타나지만 그 차이가 1.5 m 이내이다.

물수지 분석은 지하수 함양과 지표수 유출로 구분하여 모델을 수행하였다. 연평균 강우에 의한 정류 상태의 지표수-지하수 통합모델에서는 지하수 함양 지역과 지표수 유출 지역을 구분하여 표시하였다. 모델 영역의 전체 면적은 76.45 km² 정도이며, 지하수가 함양되는 면적은 모델 면적의 90% 정도이고 지표수가 유출되는 면적은 전체 면적의 10% 정도인 것으로 추정된다. 모델 영역에 내린 순강수량은 $2.14 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{day}$ 이며, 지하수 함양량(지표수 시스템에서 지하수 시스템으로 유입되는 양)은 $1.92 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{day}$, 지표수 유출량(지하수 시스템에서 지표수 시스템으로 유출되는 양)은 $2.19 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{day}$ 정도이다. 모델 영역에서 단위면적당 연평균 물수지 분석 결과, 지하수 함양량은 503.9 mm/year 정도로서 강수량의 39% 정도인 것으로 추정된다.

감사의 글

이 논문은 밀양시와 한국농어촌공사 경남지역본부의 지원으로 수행되었으며, 또한 2013년도 환경부의 재원으로 부산녹색환경지원센터(BGEC)의 지원을 받은 연구과제(13-2-60-63) 지원 사업의 일환으로 수행되었음.