

동해 북평분지 내의 지하수 유동

한찬*, 김형수, 박희열

한국수자원공사 수자원연구소

(e-mail: hahn@kowaco.or.kr, hskim@kowaco.or.kr, heeyoul@kowaco.or.kr)

동해 전천 유역의 일부인 북평 지역은 지표수 및 지하수 연계개발의 적지로 지목되어 온 곳으로, 이 지역을 구성하는 캄브로-오르도비스기의 석회암과 그 상부의 제3기 북평층을 통해 상당한 양의 지하수 자원이 개발가능한 것으로 보고되어 왔다. 본 연구에서는 이 지역의 대표적인 구조선을 포함한 이들 대수층의 수리지질적 특성을 최대한 반영하고 불완전한 지하수 유동경계 설정에 따른 지하수 함양량을 적합하게 추정하기 위해 지하수 유동 모델링을 실시하였다. 또한 적합한 정호의 배치 및 다양한 경계조건의 설정을 통해 대규모의 지하수 채수에 따른 영향을 예측하였으며 해수 침입 가능성도 고찰하였다.

지하수 유동 모델링은 기존의 지표지질 조사와 물리탐사, 시추 등을 통한 지하지질 조사 결과와 대수성시험에 의해 획득한 대수성 수리특성 자료를 입력값으로 하여 GW Vistas와 MODFLOW-SURFACT를 통해 수행하였다. 공간적인 분할은 지하지질조사 결과를 토대로 하여 대수층의 구분과 격자를 구성하여 대수층의 경계조건을 설정하였으며, 이 때 “동해안 북부지역 지표수 및 지하수 연계개발 예비타당성 조사(한국수자원공사, 1996)”시 수행한 지하수 모델링의 입력자료를 최대한 존중하였으나 이보다는 되도록 단순화하는 방향으로 입력하였다. 한편 대수성 수리상수 및 경계조건은 모사대상지역의 국부적인 부분에 대해서만 확실하므로 나머지 부분에 대해서는 몇가지 개념적 모델을 통해 그 조건을 가정하였다. 가정의 구성은, 지하수 유동에 영향을 미치는 인자를 선택할 때 이로 인해 발생 가능한 상황 가운데 지하수 개발 측면에서 더 불리한 상황이 초래될 수 있는 방향으로 하였다. 즉, 인자를 선택해야 하는 경우가 발생하면 보다 낮은 수리전도도, 보다 제한된 공급원, 보다 적은 유입/유출량을 기준으로 하였다. 인자 선택에 대한 조건과 개발 정호에 대한 위치 선정을 기준으로 몇 가지 경우를 설정하여 모사하였다.

지하수 함양량의 평면적인 분포를 산출하기 위해 새로운 방법을 도입하였다. 기존의 조사를 통해 알려진 이 지역의 평균적인 지하수 함양률은 연평균 유량의 12%에 해당하는 4.204×10^{-4} m/일이다. 충적층의 지하수위 분포와 수리전도도 분포를 입력

자료로 하여, 제1층의 모든 셀(cell)을 기존의 총적층 수위와 일치하는 일정수위경계로 설정한 후, Recharge Package를 제외한 상태에서 정류상태의 모사를 수행하면 제1층의 각 셀로부터 모사지역으로 유입된 유량을 산출할 수 있다. 이 유량의 총합을 모사지역의 전체 면적으로 나눈 값과 기존의 지하수 함양률을 비교한 후 수리전도도의 분포를 바꾸고 다시 모사를 수행한다. 이러한 과정을 반복하여 적절한 수리전도도 분포의 범위 내에서 목표값으로 상정한 함양률과의 차이를 최소화시키는 최적의 지하수 함양률 분포를 산출할 수 있었다. 그러나 이러한 방법으로 산출한 함양률의 분포는 총적층의 지하수위 분포에 대한 민감도가 높은 것으로 보이며, 따라서 지하수위 분포를 보다 정밀하게 파악할수록 함양률 분포도 더 신뢰성있게 파악할 수 있을 것이다. 지하수 유동 모델링에서 산출한 평균 지하수 함양률은 기존의 값보다 다소 높은 4.97446×10^{-4} m/일로 산정되었는데, 이는 무흐름경계로 설정한 경계의 상위 및 하위 대수층을 통해서 매우 많은 양은 아니더라도 실제로는 지하수의 유입이 있을 것으로 판단되므로 이 유입량을 표층을 통한 지하수의 함양에 반영시켰기 때문이다. 지하수 함양률의 범위는 셀별로 $-2.0703 \times 10^{-3} \sim 1.4209 \times 10^{-3}$ m/일의 범위를 나타내었다.

또한 해수의 침입 여부를 살펴보기 위해 MODPATH에 의한 입자추적을 수행하였다. 각 정호의 스크린 설치구간 마다 5개의 입자를 원형으로 정호주변에 배열하고 해안을 나타내는 일정수위경계에도 셀마다 각각 1개의 입자를 분포시킨 후 역방향으로 이들의 경로를 추적하였다. 그 결과 정호로 유출되는 지하수의 공급원은 남서측의 석회암대수층에 주로 분포하고 해안으로 유출되는 공급원은 남동측 석회암대수층 및 지표층을 통한 지하수 함양으로 나타나 이들이 공간적으로 서로 분리되어 있음을 알 수 있었다. 가장 열악한 입력조건을 설정한 경우의 모사 결과에서도 해수의 침입 현상은 발생하지 않았다.