

침투와 양수를 고려한 경우에 해안대수층에서 황분산지수에 따른 염분농도의 변화

박재성*, 이호진**

연안지방의 물 부족 현상을 해결하기 위해서 대규모 지하수개발이 무계획적으로 급속히 이루어졌다. 지하수의 무분별한 개발로 인해 발생할 수 있는 대표적인 재해는 해수침투이다. 해수침투는 해안대수층의 지하수 평형이 붕괴되어 해수가 담수지하수계로 유입되어 지하수가 수자원으로서의 가치를 상실하는 현상이다. 해수침투를 조사하는 기법으로 관측 및 탐사를 활용하고 있지만, 몇 개의 자료로 해수침투 양상을 파악하는 데는 한계가 있다. 본 연구에서는 관측 자료의 한계를 극복하고 해수침투의 시공간적인 변화를 파악하기 위해서 3차원 유한요소 해석 모형인 FEMWATER 모형을 이용하여 분산지수에 따른 염분농도의 변화를 모의하였다. 실제 자연현상과 유사하게 강우에 의한 침투와 양수를 고려하여 실측자료가 존재하는 300일의 기간에 대해서 해수침투현상을 모의하였다. 해석결과 지표에 가까운 지층에서는 담수지하수의 형태를 유지하고 있으나, 해수와 직접 맞닿아 있는 지층에서는 해수침투현상이 진행되고 있는 것으로 나타났다. 지하수를 개발할 때 대수층의 해수침투 정도를 정확히 파악하기 위해서는 심도가 깊은 지층에 대한 분석이 필요할 것이다.

주제어: 지하수, 해안대수층, 해수침투, FEMWATER 모형

도한 양수로 인해 지하수에 해수가 유입되어 더 이상 사용할 수 없는 상태로 수질이 악화되는 경우가 발생하였다(김경호 외, 2005). 해수침투로 인해 염수화된 지하수는 생활용수, 공업용수 및 농업용수로 사용할 수 없기 때문에 해수침투가 발생한 지역에 심각한 사회·경제적 문제를 발생시킨다.

해수침투는 피해범위가 광범위하고, 원상태로 회복하는데 오랜 시간이 소요되기 때문에 해수침투에 대한 체계적인 관리가 필요하다. 국내에서는 앞에서 기술한 바와 같이 지하수 개발이 급속히 이루어졌기 때문에 해수침투의 영향에 대한 조사가 거의 행해지지 않았으며, 그 조사체계 또한 제대로 수립되어 있지 않다(박재성, 2006).

해수침투를 조사하기 위해서는 추적자를 이용한 관측실험, 양수실험, 전기비저항탐사 등을 실시하지만, 몇 개의 관측 자료들로부터 전체적인 해수침투 양상을 파악하는 데는 한계가 있다. 이런 문제점들을 해소하기 위해 관측 및 탐사자료를 이용한 모델링을 통하여 해수침투를 해석하고자 하는 연구가 계속되고 있다(건설교통부, 2000). 국내에서 지하수에 대한 장기관측은 1991년 제수도를 대상으로 처음으로 수행되었고, 현재 각 권역별로 해수침투가 조사되고 있다(농림수산식품부·농어촌공사, 2011).

일반적으로 사용되고 있는 2차원 모델링은 수문지질학적 인자를 고려하기 어렵고, 강우와 양수같이 외부변화요소가 작용할 때 해수침투의 시·공간적 변화를 파악하는 어려움이 있다. 실제 대수층은 깊이에 따라 토양의 구성 성분이 변하고, 수평 및 연직방향의 수리동역학적 특성인자들이 다르기 때문에 대수층의 구조와 투수계수 등을 균질한 것으로 가정하는 2차원 모형은 적용에 한계가 있다.

본 연구에서는 해수침투에 의한 피해를 경감시키고, 합리적인 재해방지대책을 수립하는데 필요한 정보를 제공하기 위해, 해수침투 관측 자료가 존재하는 전라북도 김제시 죽산면 대창리를 연구대상지역으로 선정하였다. 또한, 2차원 모형이 갖는 한계점을 극복하기 위해 지층에 따른 토양구성과 수평 및 연직방향의 수리동역학적 특성인자들을 고려하여, 지하수의 흐름과 오염물질의 확산을 동시에 모의할 수 있는 3차원 지하수해석 모형인 FEMWATER 모형을 사용하였다. 이 모형을 이용하여 해안대수층에서 침투와 양수가 동시에 작용할 때 분산지수 변화에 따른 염분농도의 변화를 모의하였다.

II. 해수침투의 개요

담수에 해수가 3% 정도 혼합되면 먹는 물로서는 부적합한 상태로 되기 때문에 해수침투가 발생한 대수층은 자원으로서의 가치를 상실하게 된다. 일반적으로 해안대수층은 담수와 해수의 경계면이 평형상태를 유지하고 있다. 해수침투 현상은 해수가 인위적 또는 자연적 원인에 의해서 담수대수층으로 침입하여 들어오는 현상으로 해안대수층에서 발생하는 대표적인 오염현상이다.

해수가 혼합되어 있는 물은 암석의 전기전도도에 비해서 매우 높기 때문에, 해수침투 현상을 조사하기 위해서는 일반적으로 전기·전자탐사가 가장 많이 사용되고 있다. 측정된 전기전도도의 크기를 기준으로 해수에 의한 대수층의 오염정도를 측정할 수 있다. 전기전도는 온도차에 의한 영향이 크기

I. 서론

맑은 물을 풍부하게 쓰고자 하는 인간의 욕구는 사회가 해결해야 할 중요한 과제 중에 하나이다. 우리나라는 수자원이 풍부한 것으로 인식되어 왔지만, 1인당 사용할 수 있는 수자원의 양은 다른 나라에 비해서 1/10 정도로 적은 편이다. 특히, 1970년대 이후 급속히 진행된 산업화는 인구를 공단이 위치한 연안지역에 집중시켜 해당지역의 물 부족 현상을 심화시켜왔다.

연안지역의 물 부족 문제를 해결하고자 해안대수층을 개발하여 지하수를 생활 및 공업용수로 공급하기 위한 노력을 계속해 오고 있다. 특히, 1994년의 기록적인 가뭄을 계기로 지하수 개발이 적극적으로 이루어졌으며, 이 당시의 무분별한 개발은 많은 재해요소를 증가시켰다. 특히, 연안지역에서는 파

* 제1저자, **교신저자

때문에 본 연구에서는 측정결과의 통일을 기하기 위해서 식(1)과 같은 환산식을 이용하여 25℃를 기준으로 하는 비전도도 값으로 환산하였다.

$$L = C_e \times L_x \quad (1)$$

여기서, L 은 25℃에서 시료의 전기전도도값($\mu S/cm$)이며, C_e 는 셀상수(cm^{-1}), L_x 는 측정된 전기전도도 값(μS)이다.

Freeze and Cherry(1979)는 <표 1>과 같이 총고용물질(total dissolved solids, TDS)를 이용하여 해수침투 정도를 구분하는 방법을 제시하였다. 표에 제시한 바와 같이 총고용물질의 농도가 1,000mg/ℓ 이하일 경우에는 담수이며, 10,000mg/ℓ 이상일 경우에는 해수침투가 이루어졌다고 볼 수 있다. 또, 1,000~10,000 mg/ℓ의 범위에서는 해수침투현상이 진행해 가는 전이대라고 할 수 있다. 본 논문에서는 이해를 돕기 위해 총고용물질의 농도를 염분농도로 표기하기로 한다.

총고용물질에 따라 물의 상태를 분류하기 위해서는 측정된 전기전도도를 총고용물질로 환산하여야 한다. 본 연구에서는 한국수자원공사(1998)에 수행한 “영산강-섬진강 권역 광역지하수조사”에서 연구대상지역에 대해 제시한 총고용물질(TDS)과 전기전도도(EC)와의 상관관계식을 사용하였다.

$$TDS(mg/\ell) = 0.66 \times EC(\mu S/cm) + 26, \quad R^2 = 0.91 - \text{암반지하수} \quad (2)$$

$$TDS(mg/\ell) = 0.82 \times EC(\mu S/cm) - 12, \quad R^2 = 0.84 - \text{충적층지하수} \quad (3)$$

여기서, TDS는 총고용물질, EC는 전기전도도, R^2 은 결정계수를 나타낸다.

<표 1> 총고용물질에 따른 물의 상태분류

분류	총고용물질(mg/ℓ, g/m ³)
Fresh water	0~1,000
Brackish water	1,000~10,000
Saline water	10,000~100,000
Brine water	>100,000

III. FEMWATER 모형

일반적으로 해수침투를 분석하는데 이용되는 수치모형은 경계면 비확산모형(sharp interface model)과 분산형 확산모형(disperse model)이 있다. 경계면 비확산모형은 담수와 해수가 혼합되는 전이대를 하나의 면으로 가정하여 이송(advection)만 고려하여 해석하는 반면, 분산형 확산모형은 담수와 해수

가 혼합되는 전이대가 나타나므로 이송과 수리동역학적 분산을 모두 고려하여야 한다. 일반적으로 분산형 확산모형은 3차원으로 계산할 경우 계산용량과 취득자료의 한계 등으로 인하여 2차원에 한정되어 적용한 경우가 많다.

본 연구에서는 3차원으로 지하수 흐름과 오염물질의 이송을 동시에 계산할 수 있는 FEMWATER 모형을 사용하였다. FEMWATER 모형은 1990년대 초 미환경보호국과 미공병단에서 그 당시 사용하고 있는 지하수모형들을 자신들의 목적에 맞게 개선하기 위한 연구과정에서 결합된 모형으로, 지하수 흐름만 모의할 수 있는 3DFEMWATER 모형과 오염물질의 이송을 모의할 수 있는 3DLEWASTE 모형을 결합하여 개발된 모형이다. 이 두 모형은 미국 펜실베이니아 주립대 Yeh 교수에 의해서 주도적으로 개발되었다(Lin, et al., 1997). FEMWATER 모형은 흐름 모의하기 위해서는 Galerkin법을, 오염물질의 이송을 모의하기 위해서는 upstream weighting 법을 적용하고, 지배방정식을 풀기위해서 Newton-Raphson법을 사용한다.

흐름을 모의하기 위해 사용되는 지배방정식은 다음과 같다. 이 식은 수리전도특성, 수리지질학적 특성, 매질의 압력, 유체의 연속성 등을 고려하고 있다(Kim, et al., 2012; 배우석 외, 2012).

$$\nabla \cdot \left[\frac{\rho k}{\mu} \cdot (\nabla p + \rho g \nabla z) \right] - \nabla \cdot (\rho m S V_s) + \rho^* q = \frac{\partial (n S \rho)}{\partial t} \quad (4)$$

여기서, ρ 는 밀도, k 는 매질의 고유투수계수, μ 는 동역학적 점성계수, p 는 압력, g 는 중력가속도, z 는 위치수두, n 은 공극률, S 는 포화도, V_s 는 압밀 때문에 변형된 매질의 속도, ρ^* 는 주입수 또는 양수의 밀도, q 는 내부 유입 또는 유출, t 는 시간을 나타낸다.

오염물질 이송에 대한 기본방정식은 질량과 플럭스의 연속법칙에 의해 다음과 같은 형태의 식으로 나타낸다.

$$\theta \frac{\partial c}{\partial t} + V \cdot \nabla c - \nabla \cdot (\theta D \cdot \nabla c) = -\alpha' \theta c \frac{\partial h}{\partial t} + q c_i - \frac{\rho}{\rho_0} q c \quad (5)$$

$$+ \left(F \frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\rho_0}{\rho} V \cdot \nabla \left(\frac{\rho}{\rho_0} \right) - \frac{\partial \theta}{\partial t} \right) c$$

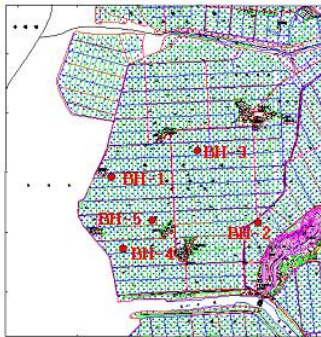
여기서, θ 는 습윤상수, V 유량, D 는 분산지수텐서, α' 는 토양의 압축률, h 는 압력수두, c_i 는 용질의 농도, c 는 물에 용해되었을 때의 물질의 농도이다.

IV. 연구대상지역

1. 연구대상지역

본 연구에서는 해수침투 영향에 대한 조사 자료가 존재하며, 해안에 근접하고 대수층이 비교적 균질하게 분포하고 있어 3차원 모의가 가능한 전라북도 김제시 죽산면 대창리 일원을 연구대상지역으로 선정하였다(농업기반공사, 2004).

본 지역은 김제시 서쪽 해안변의 평야지대로서 해발고도 50 m 미만의 언덕과 동진간, 만경강 유역의 충적평야로 구성되어 있다. 구성지질의 대부분은 회색토, 충적토, 염류토 등으로 이루어져 있다. <그림 1>은 대상지역을 나타내며, 그림에 표시되어 있는 붉은 색은 관측정으로 각각의 심도는 <표 2>에 제시되어 있다.



<그림 1> 연구대상지역

<표 2> 관측정의 심도

Well No.	1	2	3	4	5
	BH-1	BH-2	BH-3	BH-4	BH-5
Depth	17.3m	42m	17.4m	26.8m	24.5m

해안선에 근접한 BH-1 관측정은 해수침투현상이 심화되고 있는 것으로 조사되었고, BH-2 관측정은 해안선으로부터 내륙 쪽으로 800m 지점에 설치되어 있으나 해수침투측정 자료는 신뢰성에 문제가 있어, 양수시험을 통해 얻은 수리매개변수만을 이용하였다.

2. 수리매개 변수의 설정

연구대상지역의 수리매개 변수를 설정하기 위해 <표 2>에 제시한 5개의 관측정의 시추주상도를 분

석하여 지층구조가 유사한 지층끼리 묶어 3개의 층으로 구분하였다. 지표면으로부터 지하 28m 지점까지는 빨층, 진흙, 마사층의 토양으로 구성되어 있어 Layer1으로 설정하였고, Layer1에서 약 15m 두께의 지층은 사층, 혼전석, 풍화토 등으로 구성되어있어, Layer2로, 심도 45m 이하는 연안, 기반암 등 화강암 계열로 구성되어 있어 Layer3으로 설정하였다.

수치모의에 사용된 각층의 특성과 수리매개변수는 <표 3>과 같으며 습윤상수는 압력수두에 따라 변화하기 때문에 층별 전체공간에 대한 평균값을 사용하였다.

<표 3> 모의에 사용된 각층별 수리매개변수

Property	Layer	Layer1	Layer2	Layer3
Layer thickness(m)		28	15	75
Hydraulic conductivity(m/d)		0.015	0.01368	0.05
Bulk density(kg/m3)		1.300	1.490	1.500
Compressibility(m ² /kg)		6.21e-18	1.34e-16	1.34e-17
Moisture content		0.41	0.38	0.37
Water viscosity(kg/m-d)		0.0008718		
Density of water(kg/m3)		1.000		

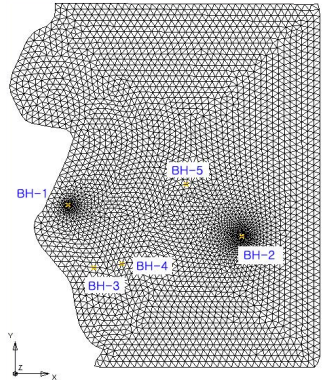
V. 결과

1. 모형의 적용

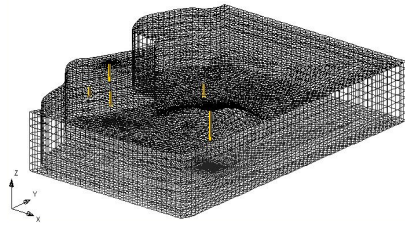
1) 격자의 구성

강우에 의한 침투와 지하수 양수가 이루어지는 경우에 해수침투에 따른 염분농도의 변화를 살펴보기 위해서 전절에서 제시한 연구대상지역을 대상으로, 가로 약 2.2km, 세로 약 2.8km 지역을 대상으로 개념모형을 설정하여 격자를 구성하였다. <그림 2>에서 관측정 주위는 10m 간격의 격자로, 외곽선을 기준으로 점진적으로 증가시켜 최대 50m 간격의 격자로 구성하였다.

3차원 해석격자는 Layer1, Layer2, Layer3의 3개의 층으로 구성하였으며, 시추주상도에 의한 최대 깊이는 60m 이지만, 수치모의 결과를 가시화하기 위해서 Layer3의 아래에 60m를 추가로 구성하여 전체길이 120m의 3차원 해석격자를 형성하였다.



〈그림 2〉 2차원 해석격자의 구성



〈그림 3〉 3차원 해석격자의 구성

2) 초기조건과 경계조건

초기조건은 관측점의 실측자료가 대수층에서 담수와 해수의 경계면이 평형상태를 이루고 있을 때의 자료임에 착안하여 수치모의 실험의 시간범위를 설정하고, 모의 결과가 BH-1번 관측점의 염분 농도 값에 근접하는 시간의 염분농도의 공간분포를 초기 조건으로 설정하였다. 모의 결과, 1,816일이 경과 하였을 때 모의된 염분농도가 BH-1 관측점의 실측값과 유사한 결과를 보였다. 이 경우의 염분농도 분포를 초기조건으로 사용하였다.

모의를 위한 경계조건을 설정하기 위해 지표면은 수직으로 잘려있고 측면에서는 해수가 역류하지 않는다고 가정하였다. 해수의 밀도는 1,025kg/m³, 염분 농도는 35,000mg/ℓ로 설정하였고, 내륙에 해당 되는 부분의 물의 농도는 담수로 취급하여 C=0으로 설정하였다. 지하수위는 관측점의 자료를 이용하여 구축하였고, 대수층의 하부와 상부 및 측면부분은 각각 불투수층 경계면으로 설정하였다.

3)강수에 의한 침투 및 양수

강수에 의한 함양과 지하수 양수가 일어날 때 해안대수층에서 염분농도의 변화를 살펴보기 위해 강수에 의한 침투와 양수량을 다음과 같이 결정하였다.

지표면에서 강수에 의하여 침투가 일어난다고 가정하고 대상지역에서 가장 근접한 부안관측소의 2004년 1월 1일부터 10월 31일까지의 강수량자료를 이용하였다. 강수에 의한 침투율을 산정하기 위해서 부안관측소의 30년간의 강수량자료를 바탕으로 SCS-CN방법을 적용하였으며, 산정결과인 26.43%의 침투율을 적용하였다. 여기서, 강수에 의한 침투율은 대상지역이 소규모인 관계로 공간분포를 고려하지 않고 균등분포강수에 의한 침투율을 적용하였다.

양수는 해안으로부터 800m 떨어진 BH-2 관측점에서 185m³/day로 300일 간 양수하는 것으로 설정하였다.

4)분산지수의 설정

해수침투현상은 해수와 담수의 염분농도 경사에 의해서 해수가 담수지하수계로 이동될 때 발생하기 때문에 해수침투현상을 정확히 분석하기 위해서는 분산지수에 대한 고려가 매우 중요하다. 분산지수는 흐름방향으로 분산을 나타내는 종분산지수와 지하수의 흐름방향에 직각으로 분산되는 현상을 나타내는 횡분산지수가 있다. 분산작용은 일종의 혼합작용으로서 종분산이 횡분산보다 대체적으로 10-20배 이상 큰 것으로 알려져 있다.

박재성(2006)에 의해 연구대상지역의 적정분산지수로 알려진 Xu and Eckstein(1995) 방법에 의한 종분산지수 14.6m를 기준으로 횡분산지수는 일정비를 증가시켜가며 모의를 수행하였다.

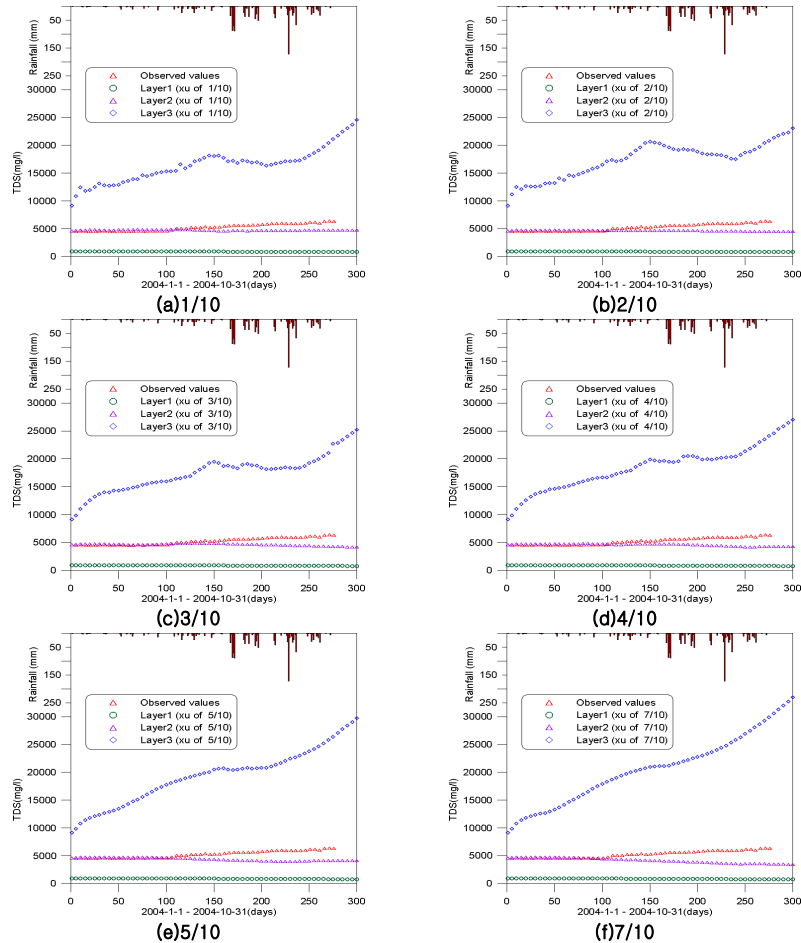
2. Layer별 염분농도 변화

강수에 의한 침투와 양수를 동시에 고려하여 Layer1, Layer2, Layer3에서 염분농도의 변화를 살펴 보기 위해 모의 수행결과를 〈그림 4(a)〉-〈그림 4(f)〉에 제시하였다. 모의는 관측 자료가 존재하는 300일간 수행되었으며, 황분산지수의 변화에 따라 각 층별의 결과를 제시하였다. 그림에서 ○는 Layer1, 보라색 △은 Layer2, ◇는 Layer3에서의 모의한 염분농도변화를, 빨간색 △은 Layer2의 시작 부분에 해당하는 심도 28m 지점에서의 관측값을 나타낸 것이다.

Layer1과 Layer2에서는 시간에 따라 염분농도가 감소하는 경향을 보였고 황분산지수가 증가할수록 농도의 감소폭도 작아지는 것으로 나타났다. Layer 3의 경우 황분산지수가 1/10, 2/10, 3/10일 경우 약 150일까지 염분농도가 증가하다가 이후 240일 까지 감소 후 다시 빠르게 증가하는 경향을 보였다.

Layer2의 모의결과와 관측값을 비교한 결과, 종분산지수에 대한 황분산지수의 비 3/10인 경우에 관측값의 증가경향을 가장 잘 재현하였고, 종분산지수에 대한 황분산지수의 비가 4/10 이상일 경우에는 염분농도가 급격히 증가하는 것으로 나타났다.

모의기간동안의 염분농도의 변화를 살펴보면 Layer3은 초기 염분농도는 전이대에 속하였으나, 시간이 지남에 따라 염분농도가 급격히 증가하여 Saline water에 해당되는 것으로 나타났다. 이것은 Layer 3이 해수와 직접 맞닿아있어, 해수침투가 가장 빨리 나타나기 때문인 것으로 판단된다. Layer1은 모의 기간 내내 염분농도가 1000mg/ℓ로 담수를 유지하는 것으로 나타났으며, Layer2는 염분농도가 1,000~10,000mg/ℓ의 범위를 갖는 것으로 모의되었다. Layer2는 담수에 해수침투가 발생해 가는 전이대(Brackish water)의 특성을 나타내었다.



〈그림 4〉 분산지수에 따른 지층별 염분농도의 변화

VI. 결론

본 연구에서는 연안지방에서 무분별한 지하수의 개발로 발생할 수 있는 해수침투현상의 특성을 분석하기 위해서 실측자료가 존재하는 전라북도 김제시 죽산면 대창리 일원을 연구대상지역으로 선정하였다. 실측자료가 존재하는 300일의 기간에 대해 실제 자연현상과 유사하게 강우에 의한 침투와 지하

수 양수를 고려하여 300일 간의 염분농도의 변화를 지층별로 모의하였다.

관측치가 존재하는 Layer2의 모의결과를 분석한 결과 본 연구대상지역에서는 중분산지수에 대한 황분산지수의 비가 3/10일 때 관측치를 비교적 잘 모의하는 것으로 나타났다. 중분산지수에 대한 황분산지수의 비가 4/10 이상일 경우에는 염분농도가 급격히 증가하는 것으로 나타났다. Layer1과 Layer 2에서는 시간이 지남에 따라 염분농도가 감소하는 경향을 보였고, 황분산지수가 증가할수록 염분농도의 감소폭도 작아지는 것으로 나타났다.

지층별로 염분농도를 분석한 결과 시간이 지남에 따라 Layer3의 염분농도가 현저하게 증가하는 것으로 나타났다. 모의 기간 동안의 Layer3의 염분농도 변화를 살펴보면 초기에는 전이대에 속하였으나 시간이 지남에 따라 Saline water에 해당하는 염수화가 빠르게 진행되었다. Layer1은 염분농도 1,000 mg/ℓ 이하로 담수에 해당되었으며, layer2는 해수침투가 진행되어 가는 전이대의 특성을 나타내었다.

지하수 개발이 주로 이루어지는 지표에 가까운 대수층이 담수상태를 이루고 있다고 해도, 심도가 대수층에서는 해수침투현상이 발생하고 있으므로, 연안지역의 지하수를 개발할 때는 심도가 낮은 지층뿐만 아니라 일정깊이 이상의 지층에 대해서도 해수침투 발생여부를 조사해야 할 것으로 판단된다.

참고문헌

건설교통부. 2000. 해남지역 지하수 기초조사 보고서. 한국건설기술연구원.
 김경호, 박제성, 이호진, 연주흠. 2005. 3D-FEMWATER 모형을 이용한 대창지역의 해수침투 범위 추정. 한국농공학회논문집. 47(2): 3-13.
 농림수산식품부, 농어촌공사. 2011. 2011 해수침투조사 보고서. 농림수산식품부.
 농업기반공사. 2004. 2004 해수침투조사 보고서. 농업기반공사.
 박제성. 2006. 해안대수층에서 담수 취수에 따른 해수침투의 범위 산정. 충북대학교 박사학위논문.
 배우석, 박제성, 이호진, 김성덕. 2011. 해안대수층에서 양수에 의한 염분농도의 변화. 한국지반환경공학회 가을학술대회논문집.
 한국수자원공사. 1998. 영산간-섬진강 권역 광역 지하수조사 요약보고서. 한국수자원공사.
 Kim, S., H. Lee, and J. Park. 2012. Simulation of Seawater Intrusion Range in Coastal Aquifer Using the FEMWATER Model for Disaster Information. *Marine Georesources & Geotechnology*. 30(3): 210-221.
 Freeze, R. A. and J. A. Cherry. 1979. *Groundwater*. Prentice-Hall.
 Lin, HC. J., L. D. Richards, C. A. Talbot, G. T. Yeh, J. R. Cheng, H. P. Cheng, and N. L. Jones. 1997. *FEWWATER: A Three-Dimensional Finite Element Computer Models for Simulating Density-Dependent Flow and Transport in Variably Saturated Media*. US

Army Corps of Engineers. Technical Report CHL-97-12.

Xu, M., and Y. Eckstein. 1995. Use of Weighted Least-Squares Method in Evaluation of the Relationship between Dispersivity and Field Scale. *Groundwater*. 33(6): 1529-1534.

朴載成: 충북대학교에서 박사학위를 취득하고, 현재 충북보건과학대학교 건설정보부사관학과 겸임교수 및 지능계 발연연구원장으로 재직 중이다. 주요 논문으로는 “Simulation of Seawater Intrusion Range in Coastal Aquifer using the FEMWATER model for Disaster Information(2012)” 등이 있으며, 관심 분야는 지하수 오염, 수질오염, 지하수 관리 등이다(www.jaesung@naver.com).

李昊振: 충북대학교에서 박사학위를 취득하고, 현재 충북대학교 토목공학부 조교수로 재직 중이다. 주요 논문으로는 “비탈면 경사변화에 따른 토석류 거동의 수치모의(2012)”, “창경궁의 홍수해 위험관리 시스템 개발(2013)” 등이 있으며, 관심 분야는 자연재해, 수공구조물 설계, 유사현상 등이다(hojinlee@chungbuk.ac.kr).

투 고 일: 2013년 07월 07일

수 정 일: 2013년 07월 26일

게재확정일: 2013년 07월 28일

Variation of TDS Concentration with Longitudinal Dispersivity in Coastal Aquifer Considering Infiltration and Pumping

Jae Sung Park, Ho Jin Lee

In order to solve water shortage problem in coastal area, groundwater was developed and used. However, the unplanned groundwater development in coastal areas caused many problems, and the typical problem is seawater intrusion. Seawater intrusion where saline water infiltrates into the fresh groundwater system along the coastal aquifer. The purpose of this study were to estimate the temporal and spatial variations of seawater intrusion at a selected coastal aquifer site. The variation of TDS concentration with dispersivity in coastal aquifer is simulated by using FEMWATER model, which is developed to simulate water flow and mass transport through saturated-unsaturated media.

Key words: groundwater, seawater intrusion, coastal aquifer, FEMWATER model