

WHPAs와 GIS 프로그램을 이용하여 최적의 관정 개발 위치 선정에 관한 연구

장광수 · 김진훈 · 석희준

한국수자원공사 수자원연구원
pious18th@nate.com

요 약 문

본 연구에서는 WHPAs와 GIS 프로그램을 이용하여, 지하댐 건설 후 지하수를 효율적이고 안정적으로 양수하기 위해 관정 설치위치를 선정하고, 양수 시 영향반경을 예측하였다. A관정의 지하수 유동방향은 북서방향이고, B관정은 남쪽방향 그리고 C관정은 남서방향이다. 세 개의 관정(A, B, C)에 대하여 양수시 지하수 영향반경 해석을 수행하였다. A관정은 지하수 유동방향이 하천을 향하고 있어 하천의 영향이 적기 때문에 양수 시간에 따른 지하수 영향반경이 크게 차이가 나타난 반면에, B관정과 C관정은 주변의 지하수 유동방향과 하천의 영향으로 양수 시간이 늘어나도 지하수위 영향반경의 면적에 큰 변화가 없는 것으로 나타났다.

key word : WHPA, GIS, 관정개발 위치선정

1.서론

WHPAs(Wellhead protection areas)는 지하수를 양수하는 취수정이나 우물(정호)의 경계 조건 또는 방향성을 나타내는 프로그램으로 4개의 모듈(RESSQC, MWCAP, GPTRAC, MONTEC)로 이루어져 있다(USEPA, 1987). WHPAs의 목적은 ① 오염물질의 누출로부터 취수정을 보호할 수 있는 방지구역을 제공하고, ② 특정 오염물질이 취수정에 도달하기 전에 오염물질의 농도가 허용기준 이하로 내려갈 수 있도록 오염저감지역을 제공하고, ③ 각각의 취수정의 영향 반경이 겹치지 않도록 관정 이격거리를 제시하는 데 있다(Vieux, 1998). 본 연구에서는 WHPAs의 ③의 기능, 즉 취수정을 효율적, 경제적으로 개발하기 위하여 본 프로그램을 활용하여 해석을 수행하였다. 또한 GIS를 이용하여 지하수 양수 시 영향반경을 계산하고 수치지형도에 도시하였다. WHPAs의 4개 모듈 중에서 지하수 영향반경을 분석하는 MWCAP(Multiple Well Capture Zone) 모듈을 이용하여 지하수 관정 개발 위치에 대한 유역 반경을 추정하였다.

본 연구의 목적은 지하수 유동방향이 각기 다른 관정에서 시간별 차이를 두어 지하수위 변화를 수치 해석하여 각각의 관정의 영향반경을 계산함으로써 효율적인 관정개발과 위치선정을 하는 것이다.

2.본론

2.1 연구방법

남원시 산동면 일대의 관정에서 지하수 취수시 영향반경을 산정하기 위하여 67개 관정의 지하수위를 측정하였고, 이중 각각 다른 조건을 가진 3개의 관정을 선정하여 WHPAs 분석에 필요한 투수량 계수, 대수층 두께, 공극률과 같은 상수 값들을 획득하였다. (그림 1). WHPAs 분석

시 필요한 상수는 기존 자료(건교부, 2002)를 참고하여 결정하였다. 지하수 유동방향은 기존 자료를 인용하였고(석희준 외, 2005), 관정에서 하천까지의 거리는 수치지질도를 ARC VIEW에서 측정하였고, WHPAs를 이용하여 경계조건과 방향성을 분석한 후 GIS 프로그램 중 ARC GIS와 ARC VIEW를 이용하여 면적을 계산하였다. WHPAs에 입력한 값들은 표 1에 정리하였다.

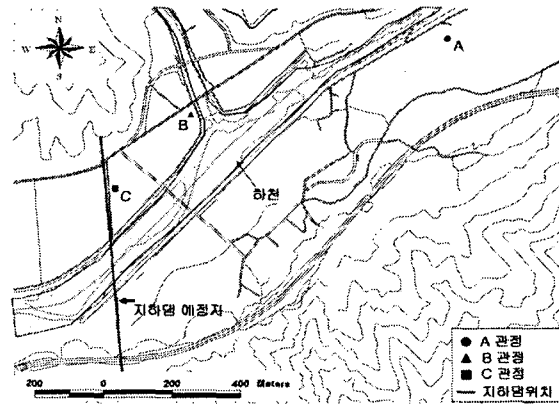


그림 1. 관정과 지하댐 예정지의 위치도

표 1. WHPAs 입력상수

관정	일 취수량 (m ³ /day)	투수량 계수 (m ³ /day)	공극률	동수구배	*지하수 유동방향(°)	하천까지 거리(m)
A	2000	18.58			135	85
B	1500	307.58	0.14	0.05	210	33
C	1000	307.58			210	110

관정	지하수위(m)			이용날짜 (일)	지하수공 위치	
	8월	10월	11월		X	Y
A	11.97	10.66	10.41	30,	X:364071.64	Y:3929247.94
B	5.28	4.42	3.70	60,	X:363319.43	Y:3929010.55
C	11.82	11.03	11.26	90	X:363098.31	Y:3928777.39

*지하수 유동방향: 동쪽을 0도로 하여 반시계방향으로 각도를 측정

2.2 분석 결과

A관정의 분석결과(그림 2) 지하수위가 8월의 지하수위와 같을 경우 A관정에서 30일 양수시 지하수 영향반경은 25,611.8m²으로 나타났고, 60일 양수시 지하수 영향반경은 36,386.5m²을 보였다. 90일 사용 시에는 지하수 영향반경은 41,476.2m²으로 나타내었다. 10월의 지하수위와 같을 경우 30일 사용 시 지하수영향반경은 27,624.2m²을 나타내었고, 60일 사용 시 38,196.5m²를, 90일 사용 시 42,317.2m²의 면적으로 지하수 영향반경이 나타났다. 지하수위가 제일 작았던 11월과 지하수위가 같을 경우에는 30일 사용 시 27,624.4m², 60일 사용 시 38,566.7m², 그리고 90일 사용 시 42,464.7m²의 면적으로 지하수 영향반경이 나타났다.

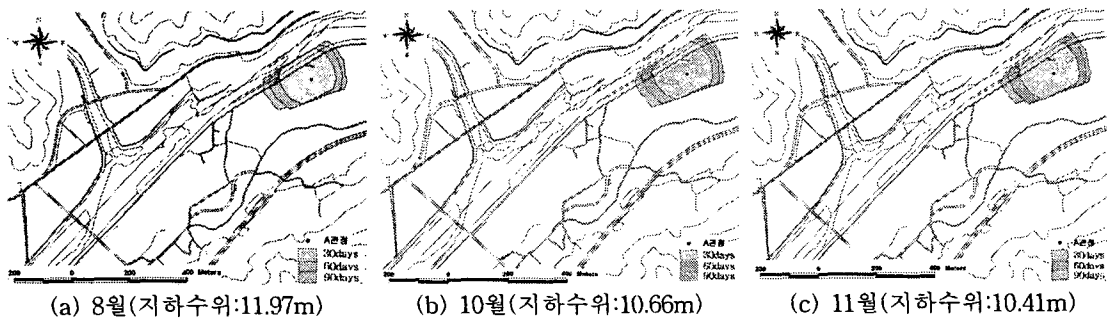


그림 2. A관정 분석결과

표 2. 관정별 지하수위 영향 유역반경 면적

관정	day	8월 면적(m ²)	10월 면적(m ²)	11월 면적(m ²)
A	30	25,611.8	27,624.4	27,624.4
	60	36,386.5	38,196.5	38,566.7
	90	41,476.2	42,317.2	42,464.7
B	30	1,981.9	1,981.9	1,981.9
	60	1,981.9	1,981.9	1,981.9
	90	1,981.9	1,981.9	1,981.9
C	30	13,927.0	13,963.8	13,936.5
	60	13,514.0	13,966.3	13,950.9
	90	14,061.3	14,105.5	14,103.0

위의 표 2에서 B관정은 다른 관정과 달리 양수 시간이 증가하더라도 지하수 유동방향과 하천의 영향으로 인해 지하수 영향반경의 변화가 없었다. A 관정에서는 지하수위가 낮아진 11월에 지하수 영향반경이 가장 넓었으며, C 관정은 지하수위가 가장 낮았던 10월의 지하수 영향반경이 가장 넓었다.

A관정에서 양수지속 시간에 따른 영향범위를 비교한 결과(그림 3), 이용 시간이 늘어날수록 지하수위에 영향을 받는 면적이 넓어졌다. 또 지하수위가 다른 8월, 10월, 11월의 분석결과 지하수위가 낮을수록 지하수 영향반경은 넓어졌다. 10월과 11월의 경우 30일이 경과된 결과를 보면 지하수 영향반경이 같았으나 60일이 지나면서 면적의 차이가 늘어남을 알 수 있다. 10월과 11월의 지하수위 차이가 거의 없어 30일 사용 시 지하수 영향반경이 같았으나 사용 시간이 늘어남에 따라 지하수 영향반경도 넓어졌다. 이것으로 지하수위 차이가 적어도 사용기간이 늘어나면 지하수 영향반경이 차이가 나는 것을 알 수 있었다.

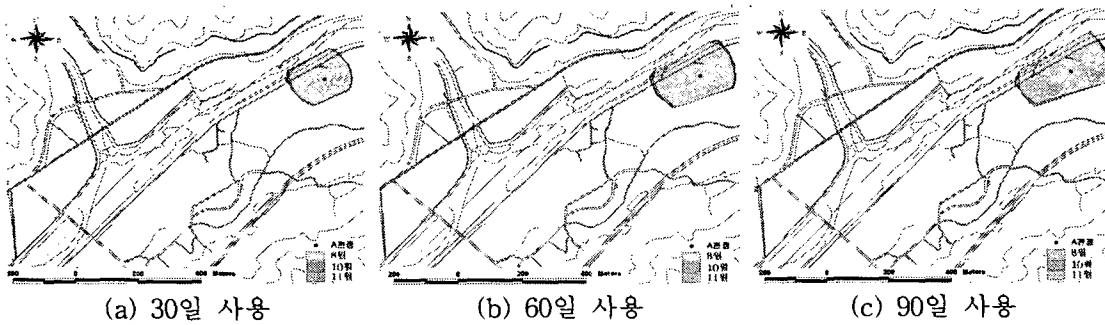


그림 3. A관정에서 월별 사용일수에 따른 영향범위 비교

3. 결론

본 연구에서는 WHPAs와 GIS 프로그램을 이용하여, 지하댐 건설 후 취수를 위한 관정개발 시 효율적이고 안정적으로 관정 설치 위치를 선정하기 위하여 양수시 지하수 영향반경을 예측하였다. B관정의 분석결과 지하수위가 다른 8월, 10월, 11월의 지하수 영향반경과 30일, 60일, 90일의 사용 기간을 다르게 분석한 지하수 영향반경은 동일하게 산정되었으며, C관정의 분석결과도 약간의 변화가 있지만 지하수 영향반경이 비슷하였다. B, C 관정의 결과로 보아 지하수위와 사용시간의 상관관계보다는 지하수 유동 방향에 하천이 위치할 경우 하천의 영향을 받아 시간이 지나도 지하수 영향반경은 넓어지지 않는다. A관정은 B, C관정과 달리 월별 사용일수에 따른 영향범위가 이용 시간이 늘어날수록 지하수 영향반경이 넓어졌다. 또 지하수위가 다른 8월, 10월, 11월의 분석결과 지하수위가 낮을수록 지하수 영향반경은 넓어졌다. 그 이유는 지하수 유동이 하천을 향하여 유동을 하고 있어 하천의 영향을 적게 받은 것으로 사료된다. 본 연구결과에 의하면 관정개발시 지하수 유동 방향에 하천이 위치하게 되면 하천의 영향으로 지하수를 사용하여도 지하수위에 영향을 미치는 면적에는 큰 영향을 미치지 않았다.

4. 사사

본 연구는 21세기 프론티어 연구개발사업인 수자원의 지속적 확보기술개발사업단(과제번호 3-4-2)의 연구비지원에 의해 수행되었습니다. 연구비를 지원해주신 사업단에 감사드립니다.

5. 참고문헌

- 건교부, 수자원공사., 2002, 지하댐 개발방안 수립조사 보고서
- 석희준, 김형수, 서민우, 2005, Numerical Modelling to Determine Optimum Design factor for Groundwater Dam Construction, XXXI IAHR CONGRESS, pp.4930-4940
- U.S. EPA Office of Ground-Water Protection, 1987. Guidelines for Delineation of Wellhead Protection Agency, Washington, DC. EPA 440/6-87-010.
- Vieux, B.E., Mubaraki, M.A. and Brown, D., 1998, Wellhead protection area delineation using a coupled GIS and groundwater model, Journal of Environmental Management, Vol. 54, pp.205-214