

# 지하수 관정개발 기초조사사업 업무지원을 위한 Desktop GIS와 2D

## 지하수 모델 WHPA 통합 연구

A study of the integration of the 2D ground water model WHPA with Desktop GIS for ground water well development by basic survey stage

김만규(공주대학교), 정병호, \* 임창영, 박종철(농업기반공사)  
KIM, Man Kyu, Jung, Byong Ho, Lim, Chang Young, Park, Jong Cheol

**요약:** 이 연구는 지하수개발사업 타당성 분석을 지원하기 위한 Desk GIS에 기반한 지하수사업기초조사지원 시스템을 개발하는 것이 목적이다. 개발된 시스템을 이용하면, 신규 개발 예정관정에 대하여 GIS안에서 모의 양수실험을 할수 있으며, 기설관정의 채수영향반경과의 중첩여부, 오염원 등과 비교하여 지하수관정개발사업의 허가여부를 판단할 수 있다. 농업기반공사 등 지하수 관련 부서 들이 전사적으로 지하수 관련자료를 공유할 수 있으며, 자료의 정확성, 신뢰성 그리고 최신정보를 공유할 수 있을 것이다.

**주요어:** 지하수개발 타당성분석, GIS 기반 전사적 지하수자료 공유체계

**Abstract:** This study develops a GIS-based system which examines the adequacy of the Groundwater development project before the actual designing of the project. Using the system developed here, we can transfer simulation results obtained by WHPA regarding Groundwater levels in new development projects into GIS. We can also judge whether a Groundwater development project should be permitted through examining overlaps of the effects of the development and comparing with other pollutants. Since a two-tiered system which shares DB using inter- and intranets is developed, all the departments in the ministry of agriculture and forest and the agriculture base corporation can share accurate, reliable and latest information related to Groundwater.

**Key words:** adequacy analysis of Groundwater development, total information sharing enterprise GIS system related to Groundwater data base

### 1. 서론

인구증가와 지표수 수질악화 등으로 지표수만으로는 물공급에 한계성이 있다. 이에 따라, 지하수는 대체 수자원으로서 중요성이 증가되고 있다. 이러한 지하수를 안정적으로 개발·이용·보전하기 위하여 지하수 관정개발 '실시설계'에 앞서 '기초조사'를 수행하며, 기초조사단계에서는 개발하고자 하는 관정과 주변 기설관정과의 수리간섭현상을 검토하고, 신규관정의 영향반경 내에 존재하는 잠재오염원을 분석하는 과정이 포함되어 있다. 이러한 분석결과는 관정개발의 타당성을 검토하는데 활용된다.

이를 위해서 널리 활용되고 있는 것이 WHPA 프로그램이다. WHPA는 입력자료가 간단하고, 쉽게 활용할 수 있어 널리 활용되고 있는 반면, DOS기반의 프로그램이기 때문에 자료를 입력하는데 불편함이 있을 뿐만 아니라, 분석결과를 모델구역내의 다른 공간자료들과 비교할 수 없다는 단점이 있다. 이러한 이유 때문에 WHPA와 GIS를 통합하기 위한 많은 선행연구들이 있었다(김철, 1998; Kilborn, K. et al., 1991; Muttah et al., 1992; Hendricks et al., 1992; Rifai, H.S. et al., 1993; Baker et al., 1993). 이러한 선행연구들에

서는 주로 WHPA의 결과물을 단순히 GIS에서 디스플레이하고 분석하는 것에 중점이 맞춰져 있거나, ArcInfo와 같은 전문가용 GIS 프로그램을 주로 사용하였다.

본 연구에서는 지형, 지질, 토양, 기설관정에 대한 자료를 DB로 구축한 후, 쉽게 사용할 수 있는 GIS 프로그램을 활용하여 WHPA의 입·출력을 수행할 수 있는 미들웨어와 GUI를 개발하였다. WHPA를 GIS로 기능하도록 하며, DB로 구축되어 있는 자료들을 활용하여 지하수 영향반경을 빠르고, 쉽게 분석할 수 있는 시스템을 개발하는 것은, 비GIS전문가인 지하수 관련 연구 및 실무자들이 GIS에서 WHPA의 분석결과와 기타 지리정보자료들을 공간분석함을 가능케 하는 편의성 증진은 물론 과학적이고 합리적인 의사결정을 유도할 것이다.

## 2. 연구방법

GIS 틀은 ESRI사의 ArcView3.2를 사용하였으며, WHPA와 GIS의 미들웨어 개발을 위해서 ArcView의 Scripts 언어인 Avenue를 이용하였다. DB 구축을 위해서 Microsoft Access Database파일인 MDB를 이용하였으며, 영향반경을 계산하기 위한 프로그램은 U.S EPA에서 개발한 WHPA version 2.4를 사용하였다. DB구축 시범지역은 기설관정에 대한 조사자료가 풍부한 충청북도 청원군 북일면 초정리 일대를 대상으로 하였다(그림 1).

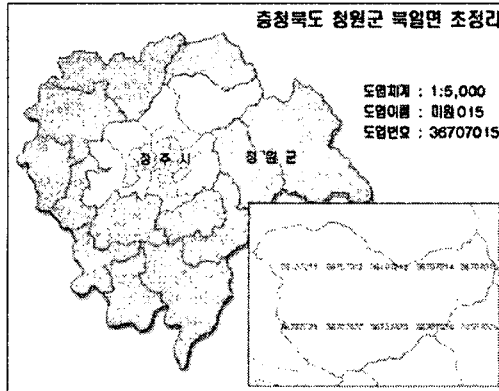


그림 1. 연구대상지역

## 3. 연구결과

ArcView3.2에서 WHPA의 4가지 모듈 RESSQC, MWCAP, MONTEC, GPTREC에 대한 미들웨어와 각각의 GUI를 제작하였다. 제작된 GUI를 통해 모델링 범위를 GIS 도면에서 직접 선택하게 되면 모델링 범위에 대한 정보가 입력된다. 모델링 범위내에서 분석할 관정을 기설관정 도면에서 선택하거나, 새로운 관정의 위치를 선택하게 되면, 해당 관정의 위치에 대한 TM좌표와 기본석되어 있는 지하수의 분포도로부터 동수구배등에 대한 정보가 자동으로 입력된다. 기설관정이 선택되었을 경우에는 기설관정이 가지고 있는 대수층에 대한 정보, 양수정보 등으로부터 채수량, 투수계수, 유동방향 등이 이미 DB에 저장되어 있다면 자동으로 입력된다(그림 2). 예를 들어, 그림 2에서 관정2는 모델구역내에 존재하는 기설관정으로 DB로 구축되어 있는 정보를 호출하여, 모델링 입력자료로 사용하였으며, 관정1은 신규관정으로 TM좌표, 유동방향의 정보를 도면으로부터 읽어오고, 기타 대수층에 대한 정보는 수동으로 입력하였다. 그림 3은 본 시스템의 WHPA의 모듈 중 MWCAP모듈의 GUI를 사용하여 충남북도 청원군 북일면에서 관정1의 위치를 신규관정 예정지역으로 가정하였을 때의 채수량에 따른 영향반경을 예측한 결과이다. 관정1에 대한 채수량변화량은 GUI를 통해 손쉽게 바꿀 수 있으며, 그 결과를 바로 GIS에서 확인 비교할 수 있다.

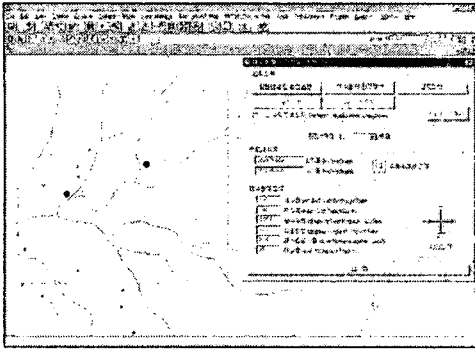


그림 2. WHPA의 MWCAP GUI

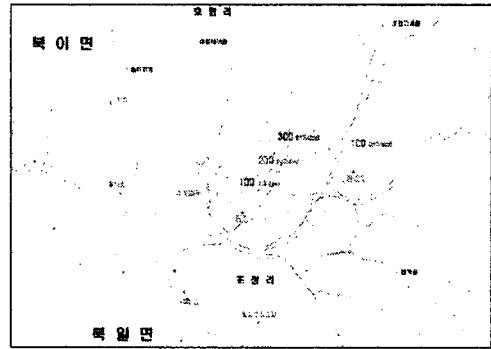


그림 3. WHPA 분석결과와의 디스플레이

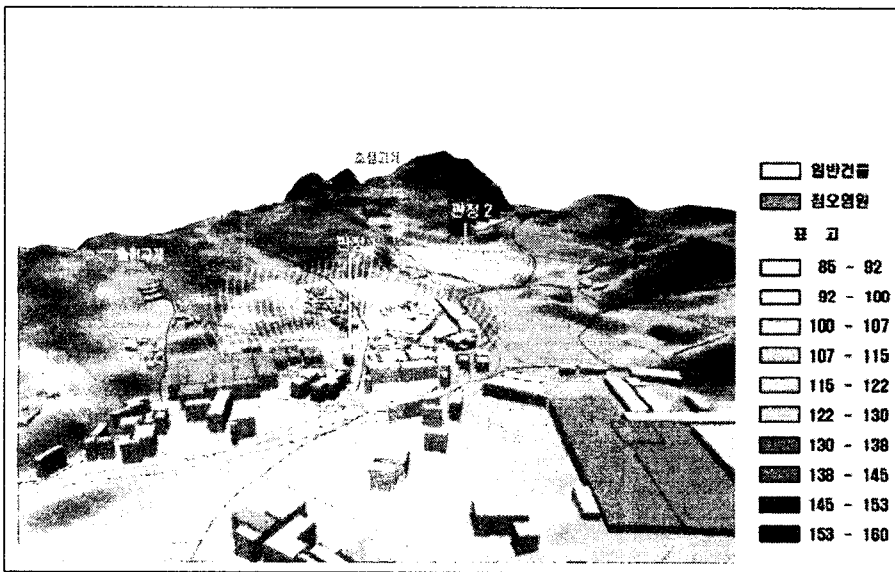


그림 4. WHPA 분석결과와의 3차원 디스플레이

WHPA 분석결과를 통해 신규관정인 관정1이 하루 300톤의 채수를 할 경우, 하루 100톤의 채수를 하고 있는 기설관정인 관정2에 영향을 줄 수 있다는 사실을 알 수 있다. 또한 관정1의 영향반경내에는 11개의 잠재오염원이 분포하고 있다. 이 곳에 관정을 개발하게 될 경우 잠재오염원별 오염부하량을 계산하여, 그에 맞는 관리방안을 수립하여야 할 것이다. WHPA의 분석결과 및 DB로 구축된 도형정보들은 ArcView의 3D Extension을 사용하여 2.5차원으로 입체화할 수도 있으며(그림 4), 지질도 또는 토양도와 중첩하여 살펴봄으로써 지질, 토양에 의한 영향반경의 변화를 예측할 수 있다(그림 5).

#### 4. 결론

GIS를 사용하여 지하수 관정개발의 기초조사 단계에서 관정의 영향반경을 계산할 수 있는 WHPA GUI를 개발하였으며, WHPA 분석결과를 GIS 자료로 생성함으로써 영향반경내의 잠재오염원 분포를 분석하고, 지질·토양도 등과 비교분석하여, 관정개발의 타당성을 분석할 수 있는 시스템을 개발하였다. 본 연구를 통해 개발된 WHPA GUI는 DOS 환경에서 지원할 수 없었던 자료입력을 편리성을 제공할 뿐 만 아니라, 입력자료의 변화에 따른 분석결과와 변화양상을 빠르게 비교하여 보여줌으로써 분석의 용이성을 증대시킬 것으로

기대된다. 지하수유동모델링 프로그램과 GIS의 연동에서 입력자료를 DB로부터 호출하여 입력하는 방식은, 분석을 위한 입력자료의 수집에 드는 시간·비용을 감축시키고, 입력자료의 최신성을 유지하는데 기여할 수 있을 것이다.

이러한 결과들을 통해 WHPA를 GIS 안으로 통합시킨 시스템은 지하수 관정개발의 기초조사 단계에서 지하수 전문가가 관정개발의 타당성을 결정하는데 큰 도움을 줄 수 있을 것이다.

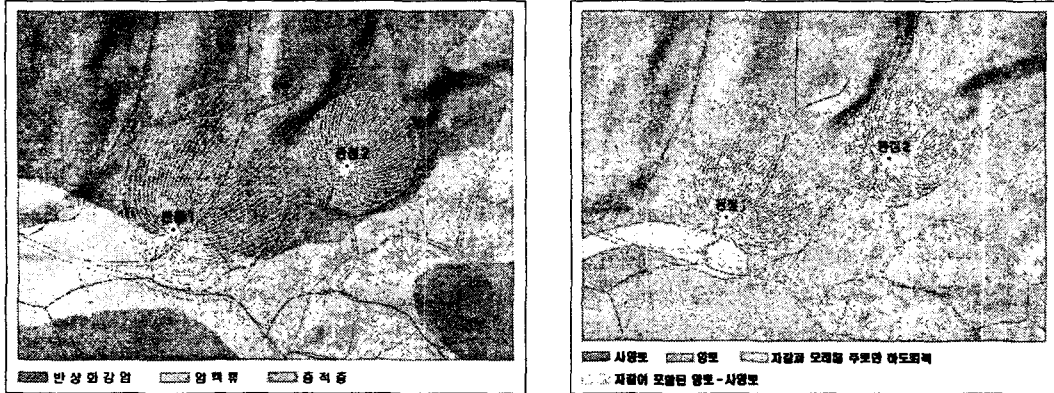


그림 5. 지질도(左)·토양도(右)와 WHPA 분석결과와의 중첩

이 연구는 농특세 과제의 하나인 “농업생산기반정비사업 타당성 분석 및 최적설계지원 프로그램 개발”용역(연구기간:1998.6-2001.5)의 일환으로 이루어졌습니다. 그 전체 시스템의 개발 결과는 한국GIS학회지 제 9권 2호(2001년 7월 발행), pp. 207-225에 발표하였습니다. 본 논문은 이후 WHPA를 GIS안으로 통합시키고자 시스템 미들웨어를 개발하여 GIS 안에서 구동되도록 통합한 결과입니다.

## 5. 참고문헌

- 1) 김만규(2001), GIS를 이용한 지하수개발 설계지원 시스템, 한국GIS학회지, 제9권2호, pp. 207-225
- 2) 김철(1998), 우물수원보호구역의 범위 결정에 대한 지형정보시스템의 응용, 한국수자원학회지, 제 33권, 제1호, pp 27-35
- 3) Baker, Carol P., M.D. Bradley, and S.M.K. Bobiak. 1993. Wellhead protection area delineation: Linking flow model with GIS. Journal of Water Resources Planning Management, v. 119, no. 2, pp. 275-287.
- 4) Hendricks, Laurel Ann. 1992. Implementation of a wellhead protection program utilizing a Geographic Information System. Rice University. Masters Thesis. Environmental Science. Also available through UMI Masters Abstracts International, v. 31-01, p. 0256, 274 pp.
- 5) IGWMC Groundwater Modeling software, 1993 : Well Head Protection Area Delineation Code
- 6) Kilborn, K., H.S. Rifai, and P.B. Bedient. The integration of ground water models with GIS. 1991. In: Technical papers ACSM-ASPRS annual convention, Baltimore, Maryland, 1991. Publ. ACSM/ASPRS, pp. 150-159.
- 7) Muttiah, Ranjan Samuel. 1992. Neural networks in agriculture and natural resources: its application to the wellhead protection area problem using GIS (Indiana, Vermont). Purdue University. Dissertation Abstracts International, v. 54-01B, 224 pp.
- 8) Rifai, H.S., L.A. Hendricks, K. Kilborn, and P.B. Bedient. 1993. GIS user interface for delineating wellhead protection areas. Groundwater. v. 31, no. 3, pp. 480-488.
- 9) U. S. EPA, Office of Groundwater Protection, 1987 : Guidelines for Delineation of Wellhead Protection Areas