

지하수 자원 개발을 위한 GIS 응용 연구 GIS Technology for Groundwater Resources Management

김윤중(Kim, Youn Jong)
조민조(Cho, Min Joe)
성익환(Sung, Ig Hwan)
김남종(Kim, Nam Jong)
최영진(Choi, Young Jin)
김규범(Kim, Gyu Bum)

한국자원연구소
한국자원연구소
한국자원연구소
한국수자원공사
한국수자원공사
한국수자원공사

요약/Abstract

본 연구의 주목적은 지하수 자원의 효율적인 개발과 관리를 위하여 지리 정보시스템(GIS)을 이용한 지하수 자원의 광역적 탐사 기술 개발이다. 현재 중요한 지하수 탐사 기술들은 정해진 지역에서 지하수 자원 확보를 위한 물리 및 시추 탐사 기술들로 대표될 수 있으나, 그러한 기술들의 적용을 위하여는 1차적으로 탐사 대상 지역들이 추출되어야 하며, 많은 양의 환경 및 수문 지질 자료들에 대한 연구와 분석이 선행되어야 한다. 이러한 선행 작업은 실제로 많은 시간과 인력을 필요로 한다. 그러나 본 연구에서 활용된 GIS는 이러한 처리를 쉽게 하여줄 뿐만 아니라, 각종 지질 정보들을 표준적인 좌표 체계를 통하여 그들을 완벽한 배열로 결합시키기 때문에 연구 지역의 자연 및 인문적 특성들을 하나의 데이터베이스로 구축해낼 수 있고, 또한 다양한 지도 모형 연구를 통하여 1차 지하수 자원의 탐사 대상 지역의 추출을 가능하게 하였다. 지하수 자원 조사를 위한 수문 지질 단위 구분을 위하여 금번 연구에서 실시된 GIS의 지도 모형 연구는 연구 지역의 선구조 분석도, 지질, 토양, 토지 이용현황, 지형 경사도, 강우량 등을 이용하였으며, 최종적으로 수자원 조사를 위한 지역적 총진량 분석도와 지하수 탐사 예정 지역 분석도가 작성되었다. 본연구는 한국수자원공사와 한국자원연구소가 공동으로 수행한 것이다.

GIS technique was applied to identify the regional hydrologic units for groundwater exploitation and recharge analysis in a study area. The technique was very effective to identify the potential areas for groundwater exploitation, and for groundwater management & land use planning. GIS database of environmental resources was compiled from a variety of sources and scales as the foundation for analysis, including digitizing and scanning of hardcopy maps. A DEM(Digital Elevation Model) was used to classify slopes, and identify problematic drainage system. Quantitative analysis of environmental resources helps us to develop the scoring system of GIS model, which evaluates each resource in relation to the others and reflects the relative importance of each resource. ARC/INFO was used to construct digital database, and the cartographic simulation techniques were applied in order to create new maps.

서 언

본 연구에서는 GIS에 의한 지하수의 1차 탐사 대상 지역 선정과 수자원의 효율적 평가 및 관리를 위하여 다음과 같은 연구 내용들이 진행되었다. ①지하수 자원 탐사를 위한 수문 지질 단위 구분의 GIS 모형 설계, ②데이터 베이스 설계 및 구축, ③GIS 모형 적용을 위한 지도 모형 연구와 광역적 탐사 지역 추출, ④모형의 검증과 보완, ⑤수문 지질 단위 분석에 의한 최종 탐사 예정 지역 도출. 이들의 구체적 내용을 요약한 Fig. 1은 지하수 자원 조사를 위한 GIS 응용 연구의 전체적인 흐름 설명이다. 지하수 자원 탐사를 위한 수문 지질 단위 구분을 위하여서는 많은 환경, 수문 지질학적 자료들이 필요하며, 이들은 대상지역의 자연 환경적 특성에 따라 결정된다(Table 1). 지하수 자원 조사(Fig. 1)를 위한 자료들은 크게 ①기본 자연 환경 정보, ②선구조 분석도, ③시험 시추 자료의 3가지로 구분될 수 있으며, 시험 시추 자료는 GIS에 의한 최종 분석 결과를 검증 및 보완하기 위하여 준비됨이 가장 바람직하나, 시추 탐사작업의 시

행과 자료 수집 한계성으로 이부분은 본 연구에서 제외되었다. 첫째로 기본 자연 환경 정보(주로 지표 정보들임)들의 분석 결과는 연구지역의 지역적인 충전량(recharge) 평가를 상대적으로 가능하게 할 수 있다(J.H.Hamlett et al., 1991). 이러한 분석은 1차적인 광역적 분석이며 정량적 분석은 아니다. 둘째로 선구조 분석도는 지하수 탐사를 위하여 아주 많이 활용되는 자료이며, 선구조들의 길이 및 교차점 분석이 특히 중요하다. 이러한 지표의 기본 환경정보와 초기 선구조 분석들에 의한 1, 2차 지도 모형 연구는 광역 수문 지질단위의 구분 및 넓은 지역에서의 1차적 지하수 탐사 예정지역 추출을 가능하게 하였다. 그러나 이러한 광역적 정보들에 의한 탐사 지역 추출은 때때로 위험성을 동반할 수 있다. 그러한 위험을 줄이기 위하여는 선택된 몇몇 시험 시추 자료들의 대수층에 대한 수문학적 성질(K, T, 암질 등)을 연구하여 GIS 모형 결과가 보완 검토되어야만 되며, 가능한한 수문 지질 단위 구분시 GIS 시스템 내에서 이러한 시추 자료 분석이 동시에 이루어짐이 더욱 바람직하다.

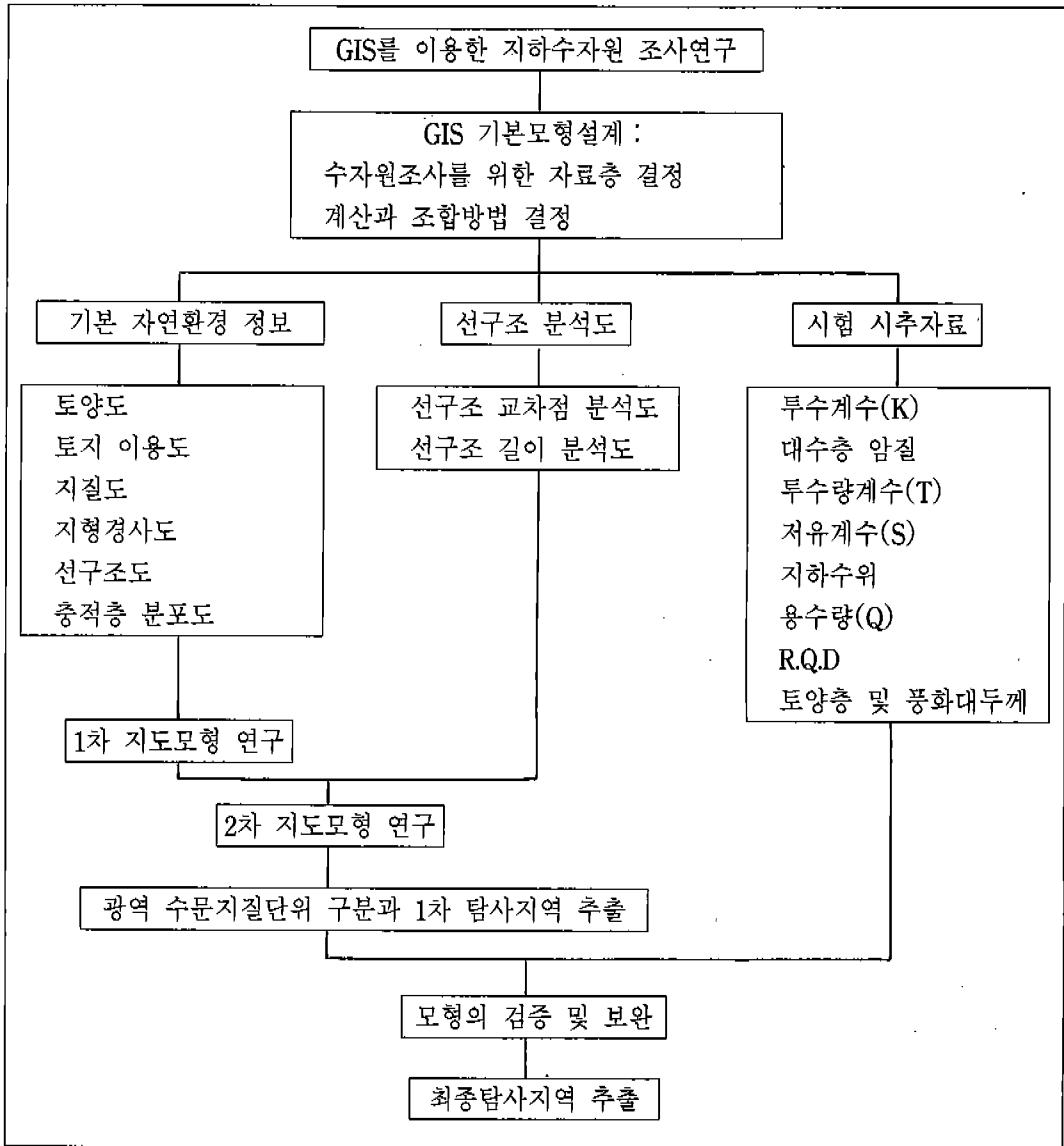


Fig. 1 Flow chart of groundwater exploitation using GIS technique

수문지질단위 구분을 위한 GIS 모형 연구

본 연구에서 수문 지질 단위는 지역적 충전량(recharge)분석과 지하수 탐사(ground-

water exploitation) 목적을 위한 두가지 형태로 구분되었다. 일반적인 수문 지질 단위는 지형학적으로 구분된 유역들을 대상으로 그 지역의 시추, 물리 탐사 등으로 부터 얻어진 대수층의 수문학적 성질(투수 계수, 투수량

계수, 지하수위 등)들을 기초로 작성되어져야만 하나(V.T.Chow et al., 1987, W.Viessman et al., 1988) 넓은 지역에서 양질의 이러한 자료들을 취득하는 것은 불가능하다. 그러나 금번 연구에서 GIS를 활용한 상기 두 종류 수문 지질 단위 구분은 이러한 넓은 지역에 대하여 아주 경제적, 효과적으로 지하수 자원의 1차 탐사 예정 지역 추출을 가능케 하였으며, 그 지역에 대한 지하 함수층의 개략적 성질을 상대적으로 표현할 수 있게 하였다(S. Dick, 1991). 이러한 연구를 위하여 GIS 지도 모형 연구를 위한 기본 지질 자료층(Table 1)들의 결정이 맨 먼저 필요하며, 두가지의 수문 지질단위 구분 목적에 따라 각 자료들의 지역적 특성이 고려된 등급(rating)이 설정된 후, 그들 상호간의 연관성이 고려된 가중치(weight)가 주어졌다. GIS 시스템 내에서의 기본 지도 모형 연구는 이렇게 설계된 자료들의 합리적인 조합 및 배열 방법에 따라 자료들을 중첩(overlay)시켜 새로운 자료 즉, 수문 지질 단위를 생성시키는 것이다(P.Lai and C.F.Gillies, 1991). 지역적 충전량분석은 토양도, 토

지이용도, 지질도, 지형경사도, 선구조 길이 분석도가 이용되었으며, 지하수 탐사 지역 추출을 위한 분석에는 지질도, 선구조 길이 분석도, 선구조 교차점 분석도 등이 사용되었다(Table 2). 이들에 대한 등급구분은 연구 지역의 수문학적 특성에 따라서 두종류의 수문 지질 단위를 위하여는 동일하게 부여 되었으나, 가중치는 자료들간의 상대적인 중요도에 따라서 다르게 설정되었으며(Table 3, 4), 특히 지하수 탐사에 아주 중요한 선구조 분석도(길이 및 교차점분석도)에 가장 높은 값(3)이 결정되었다. 이러한 기본 모형은 지역적 특성에 따라 변화될 수 있으며, 자료층들에 대한 등급 구분의 내용 설명은 아래와 같다.

토양도 : 토양의 입도 분포와 점토량이 등급 구분을 위한 중요 지표가 되었다(Table

Table 1 GIS data for groundwater exploitation

1. 토양도(Soil map)
2. 토지 이용도(Landuse map)
3. 충적층 분포도(Alluvium deposite)
4. 지질도(Geological map)
5. 지형경사도(Slope map)
6. 선구조길이 분석도(Lineament length density map)
7. 선구조교차점 분석도(Lineament intersection density map)
8. 지형도(Contour map)
9. 선구조도(Lineament map : line type)
10. 유역 구분도(Basin map)
11. 해안선도

Table 2 Summary of rating system for hydrological unit in the study area

(A) 지역적 충전량분석을 위한 수문지질단위 구분의 GIS 모형요약

자 료	등 급	가중치
1. 토양도	1 - 5	2
2. 토지 이용도	1 - 4	2
3. 지질도	1 - 5	3
4. 지형 경사도	1 - 5	1
5. 선구조길이 밀도분석도	1 - 5	3

(B) 지하수 탐사를 위한 수문지질단위 구분의 GIS 모형요약

자 료	등 급	가중치
1. 지질도	1 - 5	1
2. 선구조길이 밀도분석도	1 - 4	2
3. 선구조교차점 밀도분석도	1 - 5	3

Table 3 Rating system of regional recharge analysis in the study area

(1) 토양도(Soil map)

순번	토양구분	등급	가중치
1	사질(sand)	5	2
2	사질-사양질(자갈함유)(sand-sandy loam(gravelly))	5	
3	사질-사양질, 사양질-사질(sand-sandy loam, sandy loam-sand)	5	
4	사양질(자갈함유)(sandy loam(gravelly))	5	
5	사양질-미사사양질(sandy loam-silty sandy loam)	4	
6	사양질-식양질, 식양질-사양질(자갈함유) (sandy loam-clay loam, clay loam-sandy loam)	4	
7	사양질-식양질, 식양질-사양질 (sandy loam-clay loam, clay-sandy loam)	4	
8	미사사양질-미사식양질(silty sandy loam-silty clay loam)	3	
9	미사사양질-식질, 사양-식질(silty sandy loam-clay, sandy loam-clay)	3	
10	식양질-사질(clay loam-sand)	2	
11	식양질-미사식양질(clay loam-silty clay-loam)	2	
12	미사식양질-식질, 식양질-식질(silty clay loam-clay, clay loam-clay)	2	
13	식질-식양질(clay-clay loam)	1	
14	노두(rock outcrops)	1	
15	물(water)	0	

(2) 토지이용도(Landuse map)

순번	토지이용현황	등급	가중치
1	도시(City)	1	2
2	촌락(Village)	1	
3	논 (Paddy field)	2	
4	밭 (Crop land)	3	
5	삼림(Forest)	4	
6	초지(Pasture)	4	
7	늪지(Swamp)	2	
8	염전(Salt works)	2	
9	물 (Water)	0	

(3) 지질도(Geological map)

순번	지질	등급	가중치
1	화강암(Granite)	3	3
2	편마암(Gneiss)	2	
3	편암(Schist)	2	
4	석회암(Limestone)	5	
5	규암(Quartzite)	1	
6	사암(Sandstone)	4	
7	물 (Sea)	0	

(5) 선구조 길이 분석도(Lineament length density map)

순번	Km/0.64Km ² (LD)	등급	가중치
1	0	1	3
2	0 < LD < 0.5	1	
3	0.5 < LD < 1.0	1	
4	1.0 < LD < 1.5	2	
5	1.5 < LD < 2.0	4	
6	2.0 < LD < 2.5	3	
7	2.5 < LD < 3.0	4	
8	3.0 < LD < 3.5	4	
9	3.5 < LD < 4.0	5	
10	4.0 < LD < 4.5	5	

(4) 지형경사도(Slope map)

순번	경사 (%)	등급	가중치
1	0 - 3	5	1
2	3 - 6	4	
3	6 - 12	3	
4	12 - 18	2	
5	> 18	1	
6			

Table 4 Rating system of groundwater exploitation in the study area

(1) 지질도(Geological map)

순번	지질	등급 (rating)	가중치 (weight)
1	화강암(Granite)	3	1
2	편마암(Gneiss)	2	
3	편암 (Schist)	2	
4	석회암(Limestone)	5	
5	규암 (Quartzite)	1	
6	사암 (Sandstone)	4	
7	물 (Sea)	0	

(2) 선구조 길이 분석도(Lineament length density map)

순번	Km/0.64Km ² (LD)	등급 (rating)	가중치 (weight)
1	0	1	2
2	0 < LD < 0.5	1	
3	0.5 < LD < 1.0	1	
4	1.0 < LD < 1.5	2	
5	1.5 < LD < 2.0	2	
6	2.0 < LD < 2.5	3	
7	2.5 < LD < 3.0	4	
8	3.0 < LD < 3.5	4	
9	3.5 < LD < 4.0	5	
10	4.0 < LD < 4.5	5	

(3) 선구조 교차점 분석도(Lineament intersection density map)

순번	Points/0.6km ²	등급 (rating)	가중치 (weight)
1	0	1	3
2	1	2	
3	2	3	
4	4	4	
5	4	4	
6	5	5	
7	6	5	

3-1). 사질토양(sandy loam)일수록 지역적 충전량이 고려된 높은 등급이 주어지며, 등급의 분포는 1-5로 결정되었다. 본 자료는 농업진흥청 개략 토양도(1971, 1/50,000)와 일부 연구 지역의 토양 시료 분석을 통하여 Soil Conervation Survey(SCS)의 분류방법에 맞추어 재분류된 후 분석이 이루어 졌다. SCS 방법은 지표의 상대적인 유출량(runoff) 계산을 위하여 많이 사용되는 토양의 분류 방법이며, 그 계산은 지표 충전량(recharge)의 개략 계산을 가능하게 한다.(환경지질도작성 기법연구(II), 1993).

토지이용도 : 지역적 충전량 계산을 위한 필수 자료층으로써, 초지, 밭등과 같이 지표에서의 직접적인 강우 침투 가능성이 큰지역에 대하여는 높은 등급(4)으로 분류되었고, 도시, 촌락 등 건축물 지역은 아주 낮은 값(1)이 주어졌다(Table 3-2). 토지 이용 현황은 1/20,000 축적 항공사진, 지형도 및 야외조사를 토대로 일반적 분류(9요소 구분)를 하였으며, 이러한 토지 이용의 대분류 방법은 광역적 조사시 유용하다.

지질도 : 한국동력자원연구소의 1/50,000 지질도(1989)를 참고하여 선캠브리아기의 변성 퇴적암류(gneiss and schist) 및 고기 관입암류 그리고 중생대의 화성암류(granites) 등으로 대분류 하였다. 석회암(5), 사암류(4)는 높은 등급으로, 규암(1)과 편마암(2)은 낮은 등급으로 구분되었다(Table 3-3).

지형경사도 : 지표수의 흐름과 지역적 충전량 관계를 고려하여 지형 경사를 3% 단

위로 구분한 후, 경사가 낮은 지역일수록 높은 등급(5)이 주어졌다(Table 3-4).

선구조 길이 분석도(Fig. 2-B) : 1/20,000 축적 항공사진들로부터 작성된 선구조도(Fig. 2-A)의 정량적 분석을 위한 것이며, 단위 면적(0.64km²)당 선구조들의 길이(km : LD)가 합산되어 구분되었다. LD가 높을수록 큰 등급(5)이 주어지며, 등급 분포는 1-5이다(Table 3-5).

선구조 교차점 분석도(Fig. 2-C) : 선구조도의 다른 정량적 분석 방법으로써, 지하수 탐사의 기본적 지표로 이용되고 있다. 단위 면적(0.64km²)당 선구조들의 교차점 수에 따라서 1-5 등급으로 구분되었다(Table 4-3).

데이터베이스와 자료 구조 설계

GIS 데이터베이스 설계는 개념적 설계와

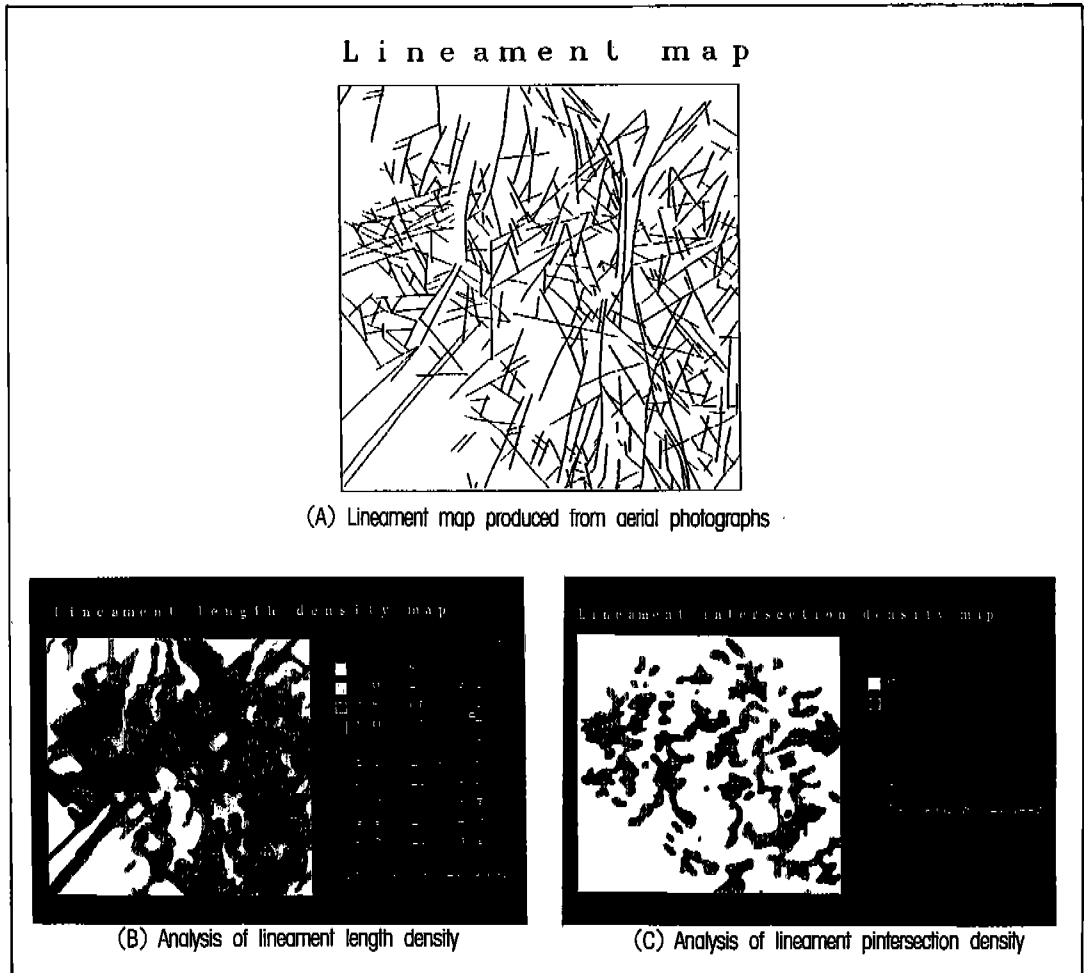


Fig. 2 Analysis of geological lineament

Table 5 Data structure

(1) 토지이용도(다각형형태 자료)

PROJECT	지하수 자원 조사			자료 구분		토지이용도
업무구분			TABLE-NAME	PAT	REC. LENGTH	
관련도형	LUSE		관련문자 DB			
COLUMN	ITEM NAME	WIDTH	OUTPUT	TYPE	N. DEC	내 용
1	AREA	4	12	F	3	면적
5	PERIMETER	4	12	F	3	폴리곤 외부길이
9	LUSE#	4	5	B		내부 ID
13	LUSE-ID	4	5	B		사용자 ID
17	LU	3	3	I		토지이용현황

(2) 지형도(선형태자료)

PROJECT	지하수 자원 조사			자료 구분		등고선도
업무구분			TABLE-NAME	AAT	REC. LENGTH	
관련도형	CONT		관련문자 DB			
COLUMN	ITEM NAME	WIDTH	OUTPUT	TYPE	N. DEC	내 용
1	FNODE#	4	5	B		시작노드
5	TNODE#	4	5	B		끝노드
9	LPOLY#	4	5	B		좌측폴리곤
13	RPOLY#D	4	5	B		우측폴리곤
17	LENGTH	3	12	F	3	길이
21	CONT#	4	5	B		내부 ID
25	CONT-ID	4	5	B		사용자 ID
29	HIGH	4	4	I		고도

물리적 설계를 거쳐 실제 GIS의 운영에까지 연결되어야 하며, 경제성과 효율성이 고려되는 중요한 사항이다. 본 연구에서는 대상 지역의 GIS 데이터베이스를 Fig. 3에서와 같이 여러 사항들을 고려하여 설계하였다(J.Harrison and J.Dangermond, 1989). 이러한 데이터베이스 개발 및 설계시 가장 중요한 것은 기본 자료 구조 설계이며, 본 연구와 같은 GIS 응용 연구 분야에서는 실제로 사용되는 GIS 소프트웨어에 커다랗게 좌우된다. 실작업에서는

제3단계(Fig. 3)의 물리적 설계 단계에서 자료 구조가 결정되었으며, 주로 사용된 GIS 자료 형태는 벡터 형태로써 각 자료들의 속성 분류를 위한 자료 내부 구조 설계가 아주 중요하다(Table 5). 수집된 자료들은 분석을 위하여 초기 입력 작업시 점, 선 혹은 다각형의 형태로 변환한 후, 그들 각각에 필요한 속성 자료가 정하여진다. 본 연구의 기본 자료 구조는 선형태(line)와 다각형 형태(polygon)의 두 종류가 중요하였다. 다각형 형태(PAT

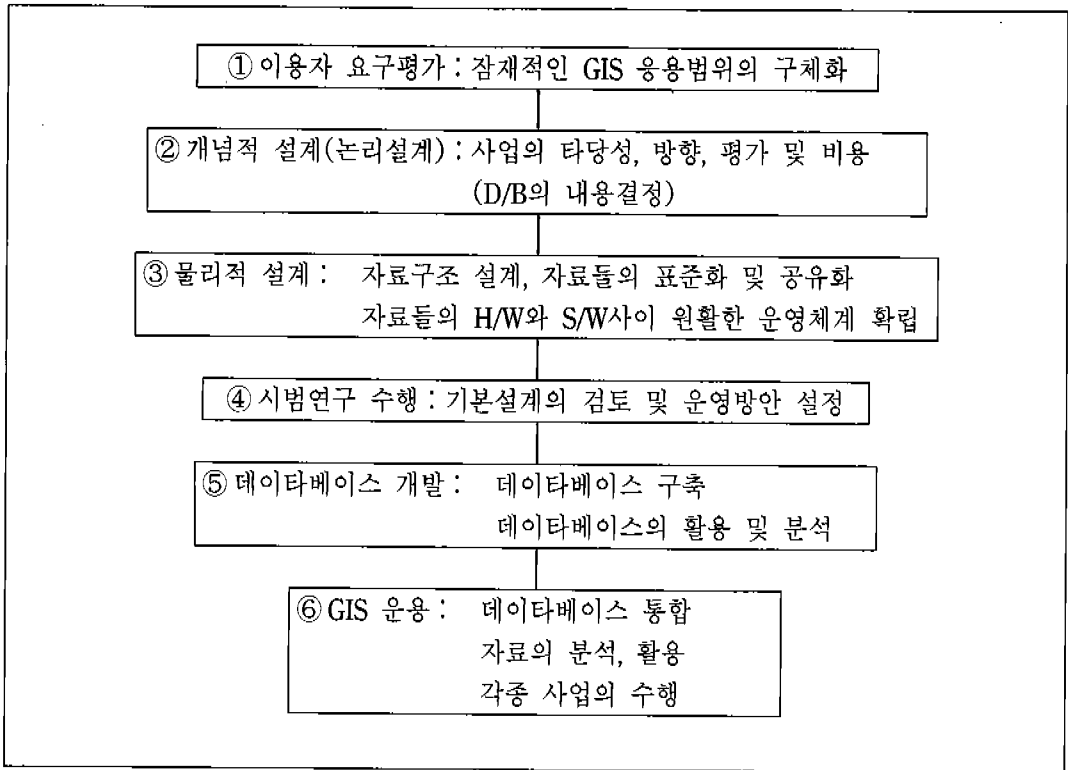


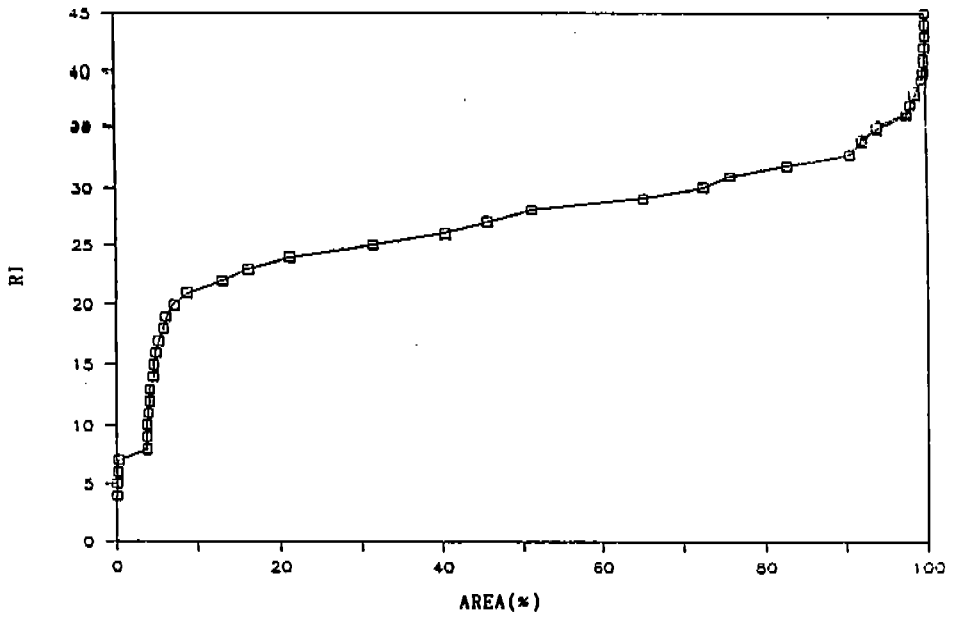
Fig. 3 GIS project development and database design

: Table 5-1) 자료 구조는 기본적으로 면적, 둘레, Internal Number(ID)등을 포함하고 자료층의 속성을 나타내는 부분들이 첨가되었다(LU, HIGH 등). 선형태(AAT)의 자료구조는 지형도와 선구조도(lineament map)가 중요하며, 지형도는 지형 경사도를, 선구조도는 선구조 길이 분석도, 선구조 교차점 분석도와 같은 다각형 형태의 자료 구조로 변환되어 지도 중첩에 이용되었다. 이와같이 설계된 자료 구조는 위상적 자료 구조(Topological data structure)로써 자료들간의 연결성(connectivity), 인접성(contiguity), 면적 정의(area definition) 등 자료들 상호간에 관계되는 중요한 성질들이 다른 자료 구조들보다 뛰어나다(S.Kowalewski and K.Schmidt, 1989). 본

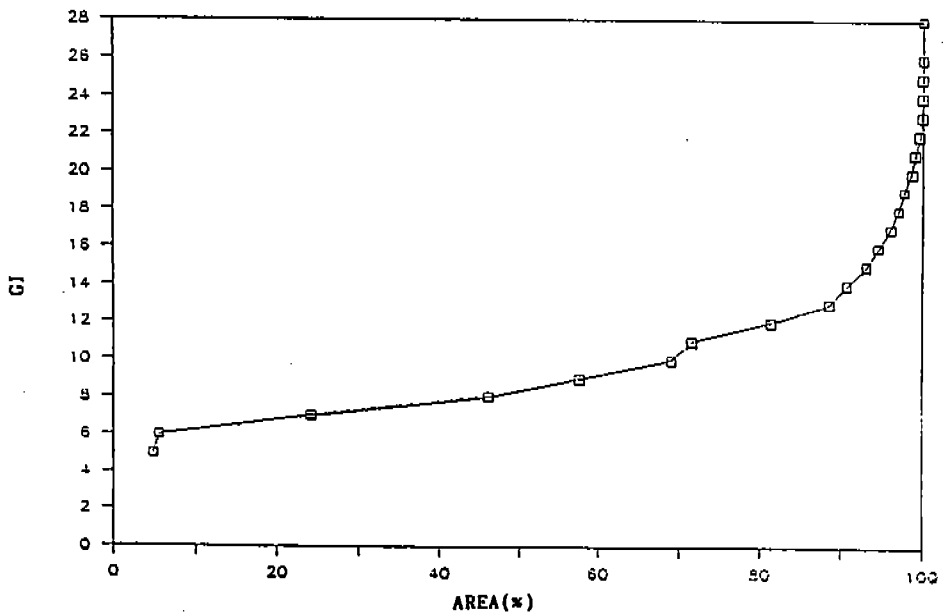
연구에서 활용된 ARC/INFO는 상기의 위상 관계가 아주 잘 처리되고 있으며, 공간 자료들의 도형 처리 부분(ARC)과 속성 자료 처리 부분(INFO)으로 나뉘어져 서로 유기적인 관계를 가지면서 지형 요소들의 위상관계를 형성시킨다.

지역적 충전량(Recharge) 분석을 위한 수문지질단위 구분 연구

GIS를 이용한 지역적 충전량 분석을 위해서는 우선 자료층들이 앞장(Table 2)에서 분석된 GIS 모델에 의하여 Table 3의 등급 시스템에 따라 GIS내에서 중첩되어야만 하다. 본 연구의 벡터 구조 다각형 지도 중첩은 새로운



(A) RI(지역적 충전량계수)의 누적면적 분포도



(A) GI(지하수 탐사계수)의 누적면적 분포도

Fig. 4 Percentage cumulative curve of RI and GI(areas vs. RI & GI)

형태의 속성을 가지는 지도를 생성시킬 수 있으며, 마지막 생성된 최종 도면은 중첩되는 각 도면들의 속성을 모두 포함한다. 중첩하는 과정도 여러가지의 알고리즘이 사용되고 있으나 본 연구에서 이용된 "INTERSECT"는 교집합($A \cap B$)의 의미가 부여되는 것으로써 도면들이 서로 중첩되어지는 부분에 한하여 그들의 지형요소가 결합된다. 최종적으로 생성되는 모든 다각형들에 대하여 RI(지역적 충전량 계수 : Regional Recharge Index)가 다음의 공식으로 계산되었다(환경지질도작성기법연구(I), 1992).

$$RI = SS_R \times SS_W + LL_R \times LL_W + GG_R \times GG_W + SL_R \times SL_W + LI_R \times LI_W$$

SS_R, SS_W : 토양의 등급과 가중치(Table 3)

LL_R, LL_W : 토지이용의 등급과 가중치(Table 3)

GG_R, GG_W : 지질의 등급과 가중치(Table 3)

SL_R, SL_W : 지형경사의 등급과 가중치(Table 3)

LI_R, LI_W : 선구조 길이 분석의 등급과 가중치(Table 3)

최종적으로 중첩된 도면에의 모든 다각형에 대한 RI는 4-15의 범위를 보여 주었으며, RI의 누적 면적 분포도가 Fig. 4-A에 작성되었다. RI의 값이 높을 수록 지역적 충전 가능성이 높은 지역으로 분류된다. RI의 최종 분류는 누적 면적 분포 곡선 상에서 가장 두드러진 변화를 보여주는 변곡점들이(23, 25, 28, 31, 35) 추출되어 이루어졌으며, 그에 의하여 최종 분석도(Fig. 5)가 작성되었다.

지하수 자원 탐사를 위한 수문지질 단위 구분 연구

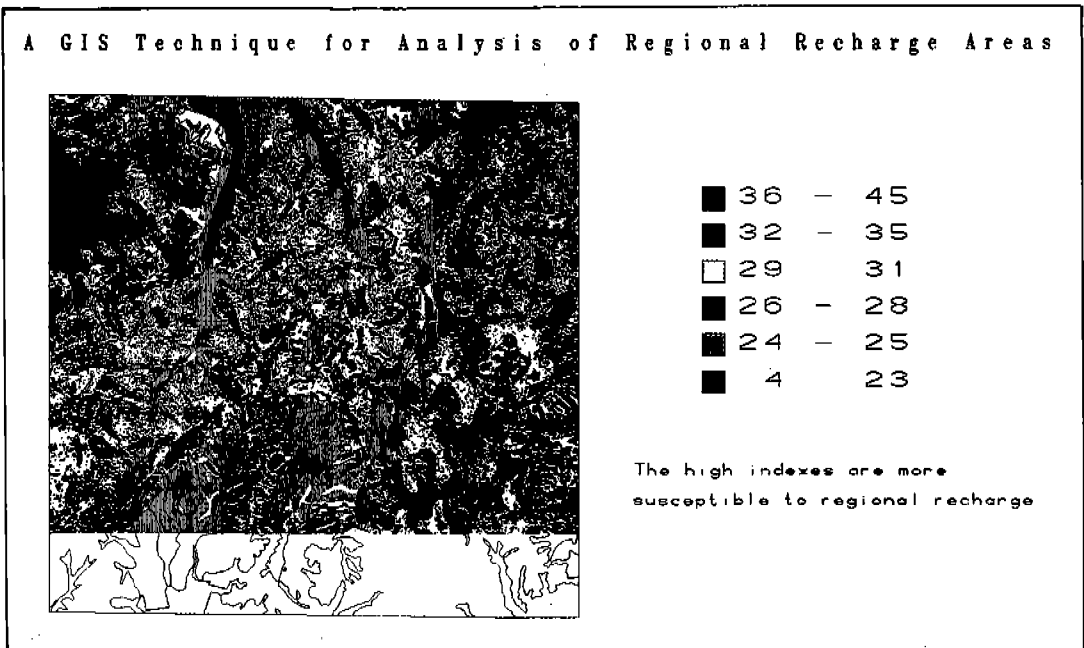


Fig. 5 Analysis of Regional Recharge Areas

본 수문 지질 단위 구분을 위하여는 지하 지질 및 대수층의 성질을 상대적으로 나타낼 수 있는 지질도, 선구조 길이 분석도, 선구조 교차점 분석도가 이용되었다(Table 4). 이러한 요소들은 지질학적으로 지하수 탐사를 위하여 아주 중요하며, 특히 선구조 분석도의 이용은 광역적 지하수 조사를 위하여는 필수적 사항이다. 지질도 및 선구조 길이 분석도는 지역적 총진량 분석과 거의 비슷한 등급이 주어졌다. 선구조 교차점 분석도에서는 단위 면적당(0.64km²) 교차점의 많은 수가 아주 중요하며(5), 1-5의 등급 분포를 가진다. 또한 이러한 교차점은 구조선들이 서로 교차하여 만나는 점들로써 선구조 길이 분석도(2)보다 높은 가중치(3)가 부여 되어져야 한다. 도면 중첩에 의하여 생성된 최종 다각

형들에 대한 GI(지하수 탐사 계수 : Groundwater Exploitation Index)가 다음의 공식으로 계산되었다.

$$GI = GG_R \times GG_W + LL_R \times LL_W + LP_R \times LP_W$$

GG_R, GG_W : 지질의 등급과 가중치(Table 4)

LL_R, LL_W : 선구조 길이 분석의 등급과 가중치 (Table 4)

LP_R, LP_W : 선구조 교차점 분석의 등급과 가중치(Table 4)

최종 GI의 분포는 5-28을 보이며, GI의 누적면적 분포도가 Fig. 4-B에 작성되었다. GI의 값이 높을수록 지하수 자원 탐사 예정 지역으로써의 가능성이 높은 것이다. GI의 분류도 본 누적 곡선에서 변곡점들(7, 9 11, 12)의 추출되어 분류된 후 최종 분석도(Fig. 6)가 작성 되었다.

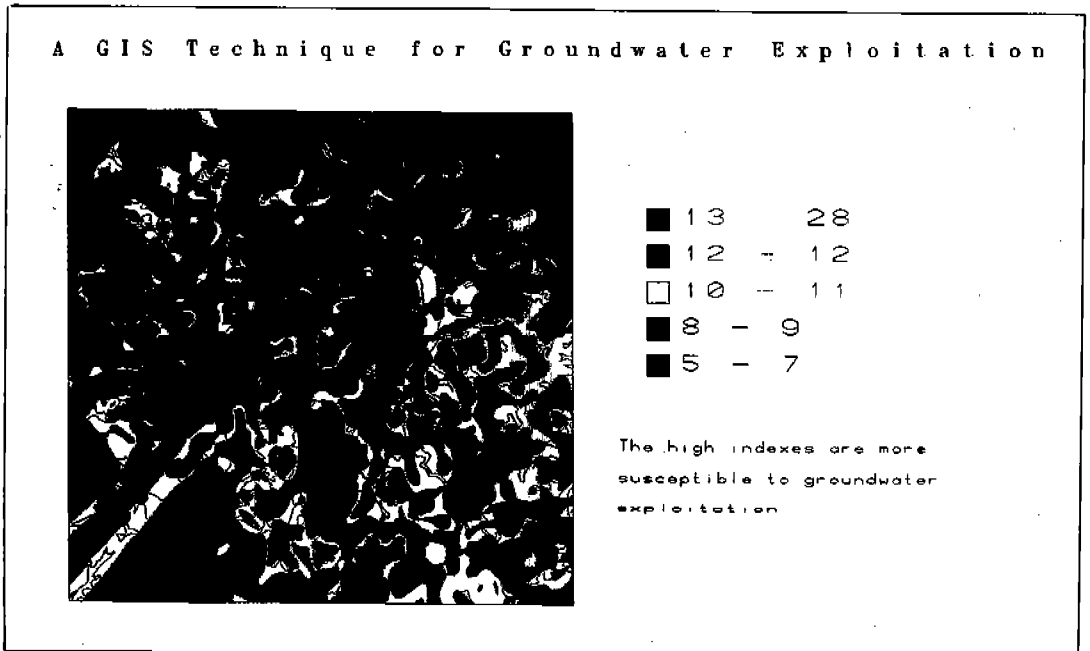


Fig. 6 GIS Technique for Groundwater Exploitation

결 론

수문 지질 단위 구분을 위하여 사용된 RI (지역적 충전량 계수), GI(지하수 탐사 계수)는 상대적 계수이며 절대적 상수는 아니다. 즉 이들은 지역에 따라서 변동되어지며 분류도 좀더 세분되어 질 수 있다. 본 연구 지역내에서 동남부 지역 지표 충전량 양호와 지하수 탐사 예정지역으로써 가능성이 높은 것은 본 지역의 토성(사양질 및 식양질), 토지이용 현황(산림, 초지) 및 지질학적 구조선 발달의 양호함 때문이며, 이는 현장 야외 조사에 의하여 일부 확인되었다. 또한 GIS는 상기의 두 수문 지질 단위 구분이외에도 구축된 GIS 데이터베이스를 활용하여 다른 목적의 단위 구분도 가능하다. 이와같이 GIS는 지도 모형 연구에 의한 공간적 분석과 아울러 새로운 도면들을 생성할 뿐만 아니라, 구축된 수치 데이터베이스를 다른 목적에 활용함으로써 자료들의 경제성, 활용성을 극대화 시키는 역할을 할 수 있다.

GIS에 의한 1차 광역적분석은 넓은 지역을 대상으로 아주 효과적, 경제적이며, 또한 정책 입안자들이 지하수 자원 조사를 위한 1차 탐사 예정 지역의 신속한 결정을 위한 필수적 정보로써 활용할 수 있다. 그러나 본 모형 결과는 반듯이 부분적이라도 현장 실측(시험 시추)에 의한 검증이 이루어진 후 모형의 부족한 부분에 대한 보완이 이루어져야 한다. 또한 결과 분석을 위한 RI, GI는 상대적 계수이며, 다른 수문 자료들의 첨가와 연구 대상 지역의 환경 수문학적 특성에 따라 그 값들은 변화되어 질 수 있다.

참 고 문 헌

- (1) Chow,V.T., Maidment, D.R. and Mays, L. W., 1987 Applied Hydrology, pp. 108-174.
- (2) Dicks,S., 1991, A GIS-base model for identifying lands for acquisition for water resources protection, GIS/LIS '91 Proceedings, Vol.1, pp.219-228.
- (3) Harrison,J. and Dangermond,J., 1989, Five tracks to GIS development and implementation, ESRI report(1989).
- (4) Hamlett, J.M., Petersen, G.W., Baumes, G. M. et al., 1991, GIS-based watershed ranking for nonpoint pollution in Pennsylvania, GIS/LIS '91 Proceedings, Vol.2, pp. 593-605.
- (5) Kowalewski, S. and Schmidt, K., 1989, A database organization structure for a regional, natural resources GIS, GIS/LIS '89 Proceedings, Vol.2, pp.656-668.
- (6) Lai,P. and Gillies, C.F., 1991, The impact of geographical information systems on the sale of spatical data libraies, INT.J.GIS, Vol. 5, No.2, pp.241-251.
- (7) Viessman, W., Lewis, G.L., and Knapp,J.W., 1988, Introduction to Hydrology, pp.119-409.
- (8) 개략토양도(충청남도), 1971, 농촌진흥청 식물환경연구소.
- (9) 김윤중, 김원영, 유일현, 1992, GIS Technology for analysing regional geologic hazard, 지질공학회지, Vol.2, No.2, pp.131-140.
- (10) 한국수문지질도 및 보고서, 1992, 한국 자원연구소.
- (11) 한국지질도(당진, 장고항), 1989, 한국동력자원연구소.

- (12) 환경지질도 작성 기법 연구(I), 1992,
한국자원연구소.
- (13) 환경지질도 작성 기법 연구(II), 1993,
한국자원연구소.

김윤종, 조민조, 성익환
한국자원연구소 지질연구부,
대전직할시 유성구 가정동 14번지,
305-350,
TEL: (042)863-3114,
FAX: (042)861-9720
김남중, 최영진, 김규범
한국수자원공사,
대전직할시 대덕구 연축동 산6-2,
306-090
TEL: (042)623-0920