

지하수 분류도 작성에 의한 서울시 지하수 보전지구 선정·관리 방안 연구

김윤종·이석민·원종석·이성복

서울시정개발연구원 도시정보연구센터

A Study on Designation and Management of Groundwater Conservation Area Using Groundwater Classification Map

Y.J.Kim · S.M.Lee · J.S.Won · S.B.Lee

Urban Information System Center, Seoul Development Institute

ABSTRACT

The Section 12 of Groundwater Law stipulates that groundwater conservation zone should be regulated by the designation of conservation area and development restricted area. The most important policy for groundwater conservation and protection is to estimate and designate groundwater conservation zone. The groundwater classification map is utilized to determine the prime groundwater conservation areas, which delineate the first and the second ranked conservation areas of the map. According to the classification method of the Ministry of Construction and Transportation in 2000, groundwater quality for groundwater classification is classified with 4 levels based on the following conditions: (1) the present groundwater quality; (2) the potential usage as drinking water at present and in the future; (3) hydrogeological characteristics; and (4) the existence of pollution sources and activities. Throughout the initial analysis, the groundwater conservation areas are represented about 57.1km² in the groundwater classification map, which is 9.4% of Seoul Metropolitan Area. The management guidelines for groundwater conservation area are also developed referring to Cheju Province Groundwater Conservation Management Project and the guidelines by the Ministry of Construction and Transportation. But the specific administration and detailed technical survey should be prepared to efficiently manage the groundwater conservation area.

Key words : groundwater classification map, groundwater conservation area, groundwater development restricted area

요 약 문

지하수의 보전·보호를 위한 정책 중 가장 중요한 것이 지역적으로 지하수 보전구역을 지정하여 관리하는 것이며, 지하수 보전구역은 지하수법(제12조)에 의하여 지하수 보전지구와 개발제한지구로 분류되어 관리하도록 규정되어 있다. 금번연구에서는 GIS(지리정보시스템)을 이용하여 서울시 지하수 분류도를 먼저 작성한 후 가장 수질이 양호한 1급 및 2급 지하수 대상지역(상류의 지하수 함양지역이나 유일 대수층지역 등)을 지하수 보전지구의 우선 대상지역으로 선정하였으며, 지하수분류는 건설교통부(2000)에서 제시한 지하수의 현재 수질상태, 음용수원으로서의 현재 및 장래 이용성, 기초 수리지질특성, 각종 지하수오염유발행위·시설 소재여부 등에 따라 4등급 분류방법을 기본으로 하였다. 작성된 지하수 분류도에서 1차 선정된 서울시 지하수 보전지구 우선 대상지는 약 57.1km²(서울시 전체면적의 약 9.4%)로 나타났으며, 보전지구의 최종 지정을 위해서는 대상지역에 대한 지하수 정밀조사가 필요하다. 또한 지하수 보전지구의 관리방안도 제주도(2000)와 건설교통부(2000)의 지하수 보전관리계획을 참조하여 서울시에 적합한 안이 마련되었다.

주제어 : 지하수 보전지구, 지하수 분류도, 지하수 개발제한지구

1. 서 론

금번 지하수법 개정안은 지하수 수질보호를 위한 지하수 함양지역 등은 지하수 보전지구로 지정하고, 과잉채수로 인한 지하수 고갈, 지반침하 등 재해지역들은 지하수 개발제한지구로 구분하여 관리하도록 규정하고 있으나 지금까지 서울시에는 지하수 보전지구나 개발제한지구를 지정·관리한 바가 없다.

지하수 보전지구 지정을 위해서는 많은 지하수 기초자료 및 분석이 필요하지만, 더욱 커다란 문제는 아직까지 서울시민 모두가 지하수의 보전·보호 필요성에 대한 의식이 부족한 것이다. 국가의 수자원정책이 주로 지표수에 의존하는 정책으로 일관되게 추진되어 왔기 때문이지만, 앞으로 용수공급에 대한 지하수 기여도(현재 서울시 약 10% 내외)가 점점 중요하게 될 것이 확실하므로 지하수에 대한 보전·보호정책이 중요한 도시 사회문제로 대두될 것이다. 따라서 금번 연구에서는 지하수 분류도 작성에 의한 서울시 지하수 보전지구 선정의 실행 방안을 제시하였으며, 이를 통하여 지하수 분류별 보전지구 관리방안을 수립하였다.

지하수 보전지구 관리방안은 현재 국내에서 유일하게 지하수 보전구역을 지정·관리하는 제주도 사례(제주도, 2000)와 금번 지하수법 개정을 위해 발간된 지하수관련 제도개선방안(건설교통부, 2000)을 기초로 하여 서울시에 적합한 안이 마련되었으나 추후 실제 보전지구의 지정을 위해서는 정밀조사를 통한 세부 실행 관리방안이 수립되어야 할 것이다.

2. 서울시 지하수 분류도 작성에 의한 지하수 보전지구 선정

2.1 지하수 보전지구 지정범위

2.1.1 지하수 보전지구 지정범위

지하수법에서의 지하수 보전지구 지정범위는 지하수 수질보호를 위한 상류의 지하수 함양지역, 주된 용수원이 되는 대수층이 지표에 노출되어 있는 지역 등이 중요하다(Table 1). 이러한 지하수 보전구역의 우선 대상지역은 도시공원법, 자연공원법, 도시계획법, 자연환경보전법 등에 의한 보전지구(공원 및 녹지지역)

Table 1. Groundwater conservation area(Section 12 of the Groundwater Law)

지하수 보전지구 지정범위	
①	지하수를 이용하는 하류지역과 수리적으로 서로 연결된 상류의 지하수 함양지역
②	주된 용수공급원이 되는 대수층이 지표에 노출되어 있는 지역
③	대통령령이 정하는 공공급수용 지하수개발·이용시설의 중심에서 대통령령이 정하는 반지름 이내에 제13조제1항제2호에 해당하는 시설이 설치되어 수질의 저하가 우려되는 지역
④	그밖에 지하수의 수량이나 수질의 보전에 필요한 지역으로서 대통령령이 정하는 지역

들이 우선 해당되며, 이 지역들은 기존 관련법들에 의하여 토지개발제한, 상수원보호 등이 시행되어 지하수 수질이 타 지역에 비하여 양호하기 때문이다. 따라서 지하수 보전지구들을 추출하기 위해서는 지하수 분류

도를 작성하여 수질이 가장 양호한 지하수 대상지역(1~2급 지하수)을 구분하여야 하며, 이를 위해 금번 연구에서는 GIS를 이용한 서울시 지하수 분류도가 우선적으로 작성되었다.

2.2 서울시 지하수 분류도 작성

2.2.1 지하수분류 기준

지하수 보전구역 선정을 위한 지하수 분류도는 Table 2의 지하수 분류방법(건설교통부, 2000)에 따라 작성되었다. 서울시 지하수분류는 지하수의 수질상태, 음용수원으로서의 현재 및 장래 이용성, 수리지질 특성, 각종 지하수오염 유발행위·시설 소재여부 등에 따라 4등급 분류를 하였다.

2.2.2 지하수 분류도 작성

Fig. 1은 지하수분류도 작성과정 및 보전지구 선정 절차를 요약한 것으로 5차의 지하수 분류를 통하여 서

Table 2. Groundwater classification standard

구분	지하수역(대수층)분류			
	1급	2급	3급	4급
분류 기준	<ul style="list-style-type: none"> • 처리하지 않고서도 공공 음용수원으로 적합한 지하수로서 ㉞위해행위에 노출되지 않은 지하수 ㉟유일대수층에 저유된 지하수 ㊱민감 함양지역의 지하수 	<ul style="list-style-type: none"> • 처리하지 않고서도 추후 공공 및 시설 음용수 및 생활용수로서 적합한 지하수 • 1급 지하수와 동일하나 위해행위에 노출된 지하수 • 현재는 음용수원으로 이용되지 않고 있으나 추후공공 음용수원으로 이용가치가 있는 지하수 	<ul style="list-style-type: none"> • 일반적인 정수처리, 공공 및 시설음용수용으로는 부적절하다고 건설교통부장관이 인정한 지하수로서 다음과 같은 지하수 ㉞공·산업 행위와 같은 인간 활동이 활발한 도시지역내 지하수 ㉟고형·유해폐기물과 하수스러지의 비운영 매립지 일대의 지하수 ㊱영구 폐쇄 매립지·처분장 주변의 지하수 	<ul style="list-style-type: none"> • TDS가 10,000mg/l, 염소이온(Cl-)이 3,000mg/l 이상인 지하수 • 자연적인 수질특성을 상실하여 장기적인 지하수질의 저질화를 초래한 지역의 지하수 • 잠재오염원 인근에 부존된 오염지하수로서 일반적인 수처리방법으로 음용수용으로 처리하거나 정화가 불가능한 지하수
수질 기준	• 지하수 강제수질기준 적용	• 지하수 강제수질기준 적용	• 현 지하수 수질이나 배경수질 적용	• 배경수질이거나, 이보다 양호한 수질을 유지

※ 지하수의 강제수질기준(ES : Enforcement Standards) : 강제수질기준은 음용수 수질기준임(45종).
 지하수의 오염경고기준(PAL : Preventive Action Level) : 강제수질기준의 50%를 일률적으로 적용함.
 배경수질 : 각종 오염유발행위·시설로 인해 악영향을 받지 않은 자연상태의 지하수 수질

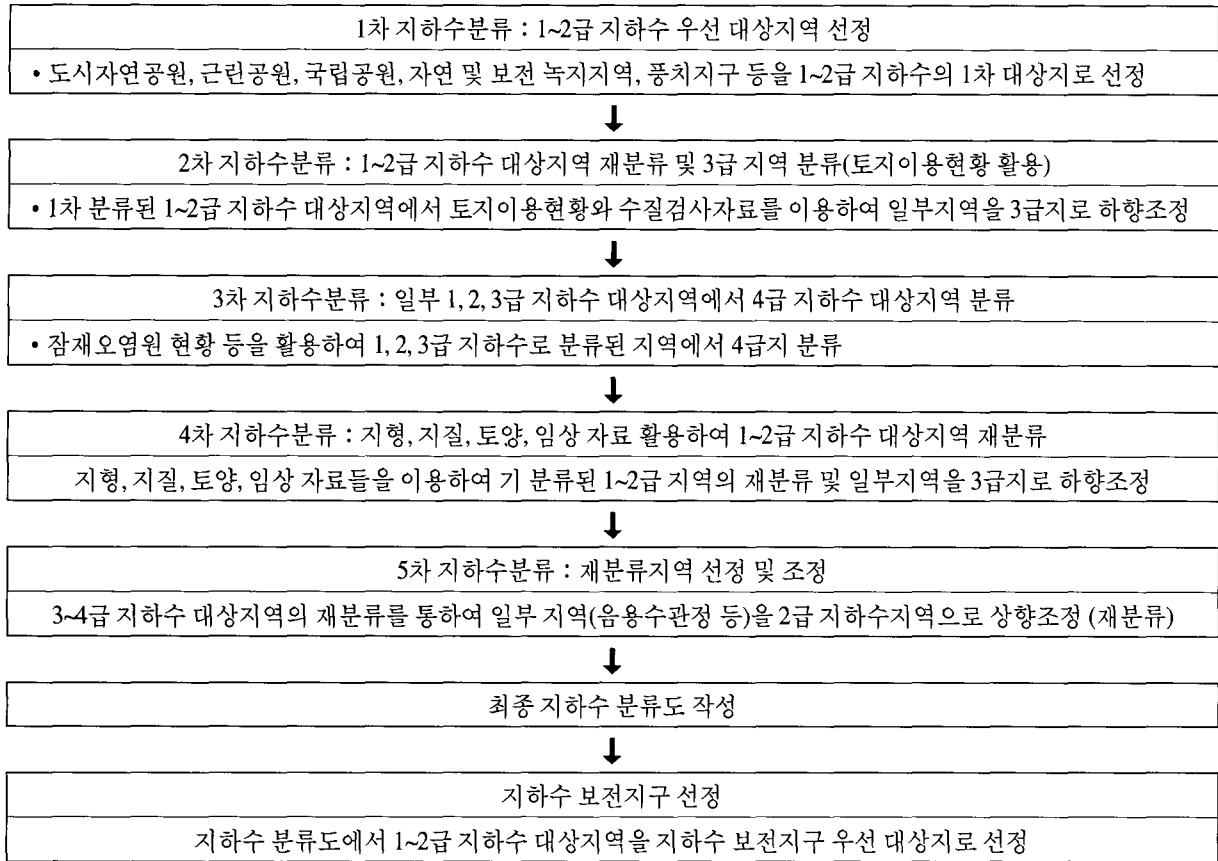


Fig. 1. Designation process of groundwater conservation area

울시 지하수 분류도가 작성되었으며, 지하수 보전지구 대상지는 작성된 최종 지하수 분류도에서 1~2급 지하수 대상지역이 우선적으로 선정되었다. 지하수 분류도

작성을 위해서는 대단위 공간 및 속성 자료들의 전산 처리를 위한 GIS 기술 적용이 필수적이며, 이것은 공간 GIS 데이터베이스를 기반으로 한 다양한 지도모형

Table 3. List of digital maps

기본 도면명	도면 축척	자료출처	비고(작성년도)
① 녹지 및 공원현황도	1/25,000(1/50,000)	서울시 조경과 및 공원녹지과	1996
② 도시계획총괄도	1/50,000	서울시 도시계획과	1996
③ 수문지질도	1/25,000,(1/50,000)	서울시 치수과	1996
④ 토지이용도	1/1,000(1/25,000)	서울시 도시계획과	2000
⑤ 잠재오염원 현황도	1/1,000(1/25,000)	서울시 수질보전과	2000
⑥ 하수관망도	1/1,000(1/25,000)	서울시 수질보전과	2000
⑦ 토양도	1/50,000	농촌진흥청	1971(1977)
⑧ 수질측정망도	1/1,000	서울시 치수과	1999
⑨ 임상도	1/25,000	임업연구원	1995
⑩ 행정구역도	1/1,000	서울시 지리정보담당관	1999

연구가 수행되어야 하기 때문이다. 금번연구를 위해 구축된 GIS 공간자료 목록은 Table 3과 같다. 그러나 지도들의 축척이 1/1,000 에서부터 1/50,000 까지 다양하여 일부 자료(지질도, 토양도 및 임상도 등)의 경계부분이 부정확하나 이에 대한 보완은 추후 보전지구의 최종 지정을 위한 정밀조사에서 수행될 것이다. 비도형자료들은 주로 수질자료(서울시 및 환경부 수질측정망 자료) 및 지하수조사 연보(건설교통부, 1999), 서울시 지하수 행정관리시스템의 2000년도 두레박 데이터베이스 등이 사용되었다.

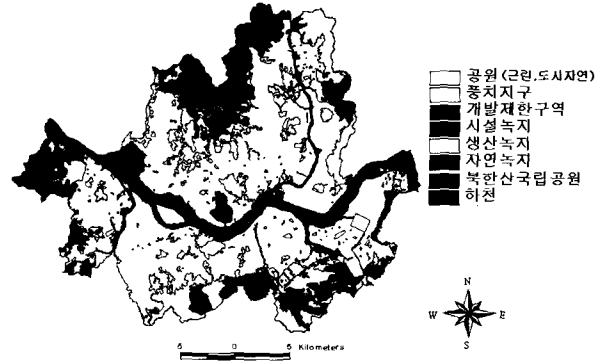


Fig. 2. Map of parks and green-areas in 1996

① 1차 지하수분류(1~2급 지하수 우선 대상지역의 분류)

서울시 도시계획총괄도와 공원현황도를 이용하여 1~2급 지하수 우선 대상지인 공원 및 녹지현황도를 작성하였다(Fig. 2). 도시계획지역으로 지정되어 관리되고 있는 지역 중 보전 및 자연 녹지지역, 풍치지구, 개발제한지구(Table 4) 등을 1~2급 지하수 우선 대상지역으로 분류한 후 인간의 활동이 많은 도심의 일

부 자연녹지는 2차 지하수분류를 통하여 3급지로 하향 조정되었으며, 개발제한지역도 도심지 및 평탄지역 등은 3급 지역으로 재분류되었다. 또한 서울시 공원 총 243개소('96년 기준, Table 5), 약 138km²에서 도시자연공원, 근린공원 및 국립공원(북한산) 등을 1~2급 지하수 우선 대상지로 분류 한 후 도심의 도시자연공원 등도 2차 지하수분류를 통하여 3급지로 하향 조정

Table 4. Natural and conservative green-areas in Seoul(Seoul Metropolitan, 2000)

구 분		개 소	면적(km ²)	관 련 법 령
도시계획	도시계획지구	24	16.31	도시계획법
	도시계획지역	보전녹지	0.07	도시계획법, 자연환경보전법
		자연녹지	249.70	도시계획법,
	개발제한지역	110	166.82	도시계획법

Table 5. Park classification in Seoul(Seoul Metropolitan, 1996)

구 분	시설현황	개 소	면적(m ²)	관 련 법
도시자연공원	시 설	8	43,961,118	도시공원법
	미시설	13	24,471,914.9	
	소 계	21	68,433,032.9	
근린공원	시 설	149	10,867,855.2	도시공원법
	미시설	68	15,374,002.1	
	소 계	217	26,241,857.3	
묘지공원	계	4	3,156,690	도시공원법
국립공원	계	1	40,809,110	자연공원법
	총 계	243	138,640,690.2	

※ 공원(도시공원)중 어린이공원(1,117개소) 및 체육공원(1개소)은 제외된 현황임

Table 6. Groundwater classification by landuse type

	토지이용 유형분류		지하수분류 등급	면적(ha)	서울시 전체면적에 대한 비율(%)
	대 분류	중 분류			
도시화 지역	A 주택지	A1 단독주택지	3	1,260.8	2.07%
		A2 공동주택지	3	15,079.2	24.81%
		A3 농촌형 취락지	3	12.2	0.02%
	B 상업지	B 상업지	3	3,555.6	5.85%
	C 공업지	C 공업지	4	822.2	1.35%
	AB 주거·상업혼합지	AB 혼합지	3	2,975.7	4.90%
	D 공공용지	D1 교육시설	3	2,361.6	3.89%
		D2 행정기관	3	249.8	0.41%
		D3 병원 및 요양기관	3	139.8	0.23%
		D4 연구기관	3	7.0	0.12%
		D5 대규모 운동시설	3	298.8	0.49%
	E 교통시설지	E1 철도 및 관련시설	3	577.3	0.95%
		E2 도로 및 관련시설	3	4,894.9	8.06%
		E3 공항 및 관련시설	3	749.7	1.23%
	F 도시부양시설지	F1 하수처리장	3	203.3	0.33%
		F2 유수지	3	133.7	0.22%
		F3 배수지	3	11.3	0.02%
		F4 쓰레기매립장	4	192.6	0.32%
		F5 정수장	3	43.4	0.07%
		F6 발전소	4	56.6	0.09%
F7 쓰레기 소각장		4	5.5	0.01%	
F8 농수산물시장		3	97.0	0.16%	
F9 쓰레기중간집하장		4	43.9	0.07%	
G 나지	G1 건설현장지역	3	1,466.0	2.41%	
	G2 건설현장이 아닌 나지	3	20.3	0.03%	
소 계				35,321.1	58.12%
녹지 및 오픈 스페이스	H 특수지역	H1~H2 군사시설(H1) 및 기타 조사불가능지(H2)	3	1,271.6	2.09%
	I 녹지 및 오픈스페이스	산 림	1~2	15,692.7	25.82%
		초 지	3	1,751.2	2.88%
		경작지	3	2,977.1	4.90%
		기타 관리가 되는 녹지	3	204.2	0.34%
	J 하천 및 호소		3,550.8	5.84%	
소 계			25,447.6	41.88%	
합 계				60,768.7	100.00%

Table 7. List of potential groundwater contamination sources in Seoul(unit : number)

분류군	업종	분류코드	'96서울시 (기초조사)	'99서울시 폐수배출업소자료	서울시 1:1,000 수치지형도	금번연구 사용자료	자료 활용년도
정화조	정화조						
지하 저장탱크	유해물질제조업체	1					
	유해물질취급업체	2	392	103		103	'99
	유해물질판매업체	3					
	주유소	4	584	7	601	601	'98
	소계		976	110	601		
	세탁소	5	13	16		16	
폐수 배출업소	공장(도금, 식품, 금속, 화학, 유리, 목재, 제약)	6		337		337	'99
	연구실험실	7		69		68	"
	세차장	8		1,775	118	1,775	"
	정비업	9	1551	5			'96
	운수업	10					
	인쇄소	11		1,436		1,436	'99
	사진관	12		2,390		2,390	"
	병원	13		929		925	"
	레미콘	14		7		7	'99
	도축장						
	소계		1564	6,964	118		
	매립장	쓰레기 매립장			1	1	
하수관	하수관				주요 간선망		
농약 및 비료 살포	농경지, 골프장						

④ 4차 지하수분류(재분류 : 지형, 지질, 토양, 임상 자료 등을 이용하여 1~2급 지하수 대상지역 재분류 및 일부지역 3급 지하수지역으로 하향 조정)

2차 지하수분류 과정에서 선정된 1~2급 지하수 대상지역을 지형 및 지질 조건, 토양분포 및 임상 정보 등을 이용하여 재분류를 실시하고, 일부지역을 3급 지하수 지역으로 하향 조정하였다. 서울지역의 평탄지 및 낮은 구릉지의 해발고도는 100m(서울특별시, 1996)이하이며, 지하수 보전지구가 상류의 함양지역인 점을 감안하여 해발 150m를 기준으로 1~2급(150ml 이상) 및 3~4급 지하수 대상지역(150ml 이하)을 구분하였다. 서울지역의 지질은 화강암, 편암, 편마암

및 충적층 등으로 대분류된다. 2차 지하수분류 과정에서 추출된 1~2급 지역들의 대부분은 국립공원 및 근린공원의 산림지역으로써 화강암지역이 우세하며, 편암 및 편마암지역들은 일부 저구릉지 등에 분포하고 있다. 특히 서울지역의 화강암은 절리가 잘 발달되어 있으며, 구릉지 등에서는 풍화암의 분포가 우세하기 때문에 금번 분류에서는 화강암 분포지역을 1급 지하수 대상지역으로, 편암 및 편마암 분포지역을 2급 지하수 대상지역으로 구분하였다. 또한 서울지역은 25개 토양종류로 구분된다(서울특별시, 1996). 산악지, 암석노출지, 구릉지 등에 분포하는 sandy loam은 1급 지하수 대상지역으로, 저구릉지, 산록지 등의 clay loam은 2급 지하수 대상지역으로, 하천범람지, 해안

평탄지에 주로 분포되는 sand~sandy loam은 3급지로 하향 조정되었다. 임상도에서는 임상도의 수증명, 영급, 경급 및 식생밀도 자료에서 식생밀도만 이용하여 지하수 재분류를 수행하였으며, 식생밀도 50%를 기준으로 1~2급 지하수 대상지역이 구분되었다.

- ⑤ 5차 지하수분류(재분류 : 3~4급 지하수 대상지역에서 지하수 재분류를 통하여 일부지역을 2급 지하수지역으로 상호조정)

도시화 지역의 음용수 적합 관정들은 필요시 보전지구으로 지정될 수 있으며, 현재 음용수원으로 이용되지 않고 있으나 추후 공공 음용수원으로 이용가치가 있는 지하수, 공공급수정 및 민방위 비상급수정 등도 포함될 수 있다. 금번연구에서 이 지역들은 제외하였다.

- ⑥ 최종 지하수분류도 작성 (Fig 6) : 5차에 걸친 지하수분류를 통하여 최종 지하수 분류도 작성

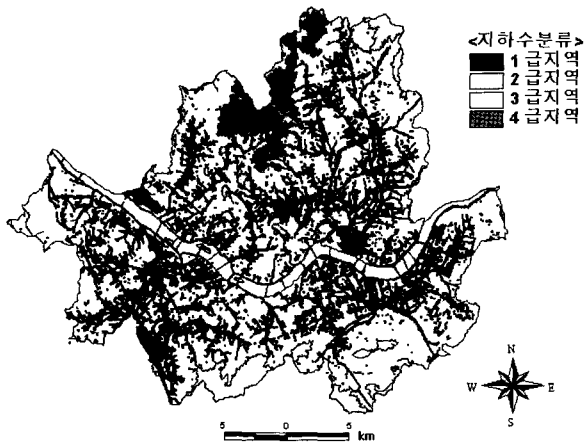


Fig. 6. Groundwater classification map

2.3 지하수 보전지구 선정

서울시 지하수 보전지구의 1차 우선 대상지는 최종 지하수 분류도에서 1~2급 지하수로 분류된 지역으로써 총 면적은 약 57.1km²(서울시 전체면적의 약 9.4%)로 나타났으며 (Table. 8, Fig. 7), 지하수 보전지구의

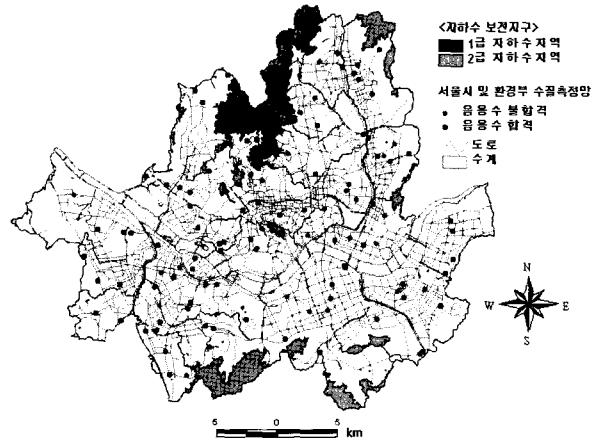


Fig. 7. Groundwater conservation candidate areas

최종 지정을 위해서는 대상지역에 대한 정밀조사가 필요하다.

3. 지하수 보전지구 관리 방안

지하수 보전지구 지정의 대상이 되는 지역에 대해서는 지하수의 시설·이용 현황조사, 오염원·오염 현황조사, 각종 장애현황조사, 수질현황조사 등과 해당지역 주민의 의식·반응 조사 등 대상지역 일원에 대한 실태조사를 우선 시행한 후 이를 토대로 1~2급 지하수 분류별로 보전지구 운영관리를 위한 세부 기준과 절차 등을 수립하여야 한다. 그러나 서울시에서는 아직까지 보전지구 지정이 된 바가 없고 또한 '96년 지하수 기초조사 이후 정밀조사가 수행되지 못하였다. 따라서 금번연구에서는 제주도개발특별법에 의해 시행되고 있는 제주도 지하수 보전관리 내용(제주도, 2000)과 지하수관련 제도개선방안 연구보고서(건설교통부, 2000)를 수정·보완하여 서울시에 적합한 내용을 제시하였으며, 이 내용들은 추후 서울시 지하수 정밀조사를 통하여 세부 사항들이 보완될 것이다.

3.1 기본방향

지하수 보전지구 관리는 1급 및 2급 지하수 대상지역에 대하여 행위제한의 차등 적용이 근본 목적이며, 개정지하수법에 따라 다음 사항들이 고려되어 수립되

Table 8. Distribution of groundwater conservation areas in Seoul

구 칭	면적 (km ²)	지하수 보전지구						3급 지하수 지역		4급 지하수 지역		하천면적 (km ²)
		계		1급 지하수 지역		2급 지하수 지역		면적(km ²)	비율(%)	면적(km ²)	비율(%)	
		면적(km ²)	비율(%)	면적(km ²)	비율(%)	면적(km ²)	비율(%)					
총 계	607.7	57.1	9.40	26.49	4.36	30.61	5.04	388.7	63.97	128.37	21.12	33.45
강남구	39.3	0.84	2.14	0.00	0.00	0.84	2.14	27.66	70.38	8.32	21.17	2.51
강동구	25.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.35	68.04	5.23	20.51	2.88
강북구	23.8	9.88	41.51	7.39	31.05	2.49	10.46	10.52	44.20	3.31	13.91	0.09
강서구	41.6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	31.16	74.90	6.97	16.75	3.46
관악구	29.8	9.30	31.21	0.00	0.00	9.30	31.21	15.97	53.59	4.43	14.87	0.07
광진구	17.9	0.60	3.35	0.00	0.00	0.60	3.35	11.06	61.79	3.83	21.40	2.40
구로구	19.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.37	67.19	6.25	31.41	0.27
금천구	13.0	0.41	3.15	0.00	0.00	0.41	3.15	7.09	54.54	5.12	39.38	0.35
노원구	35.7	5.36	15.01	0.00	0.00	5.36	15.01	25.86	72.44	4.17	11.68	0.35
도봉구	20.8	4.99	23.99	3.91	18.80	1.08	5.19	11.80	56.73	3.79	18.22	0.22
동대문구	14.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.32	64.72	4.84	33.61	0.23
동작구	16.6	0.06	0.36	0.00	0.00	0.06	0.36	12.53	75.48	3.53	21.27	0.45
마포구	23.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.94	54.14	6.79	28.41	4.21
서대문구	17.8	1.11	6.24	0.08	0.45	1.03	5.79	12.84	72.13	3.79	21.29	0.03
서초구	46.8	5.93	12.67	0.00	0.00	5.93	12.67	33.42	71.41	6.26	13.38	1.15
성동구	16.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.91	54.33	5.52	33.66	2.01
성북구	24.7	5.38	21.78	4.65	18.83	0.73	2.96	13.94	56.44	5.25	21.26	0.11
송파구	33.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21.66	65.44	8.35	25.23	3.10
양천구	17.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.73	73.58	4.48	25.90	0.12
영등포구	24.6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.55	46.95	7.83	31.83	5.22
용산구	22.1	0.33	1.49	0.00	0.00	0.33	1.49	14.16	64.07	3.70	16.74	3.91
은평구	31.3	5.47	17.48	4.94	15.78	0.53	1.69	21.75	69.49	3.92	12.52	0.13
종로구	23.2	6.48	27.93	5.52	23.79	0.96	4.14	12.45	53.66	4.23	18.23	0.02
중구	10.0	0.41	4.10	0.00	0.00	0.41	4.10	5.67	56.70	3.89	38.90	0.00
중랑구	18.3	0.55	3.01	0.00	0.00	0.55	3.01	13.03	71.20	4.57	24.97	0.16

* 서울시 및 자치구청 면적은 전산처리된 GIS 데이터이므로 실제 행정구역 면적(605.8km²)과 다름.

었다.

- ① 지하수오염유발시설들의 설치 범위 및 행위제한 (지하수법 제13조제1항제2호)
- ② 지하수 개발·이용 및 장애발생 위험성이 높은 행위에 대한 제한사항(지하수법 제13조제1항제1호 및 제3호)
- ③ 지하수오염유발시설의 오염방지 등을 위한 수질 관리방안 (지하수법 개정안 제16조의2)
- ④ 오염지하수 개선방안(지하수법 개정안 제16조의

3, 제16조의4)

- ⑤ 관련 타법령(도시공원법, 자연공원법, 도시계획법 등)에 의한 행위제한 검토

3.2 지하수오염유발시설들의 설치 범위 및 행위제한

보전지구 내에서 지하수법 제13조제1항제2호에서 규정한 지하수오염유발시설들의 설치를 허가하고자 할 때에는 시설물의 종류에 따라 보전지구의 주변환경 등

Table 9. Unconformable activities and facilities by groundwater quality in groundwater conservation area

분류 구분	1급 지하수 대상지역	2급 지하수 대상지역	비고
	A 단계	B 단계	
폐수배출 시설	○설치금지(특정수질유해물질발생 시설포함)	○수질오염방지사설의 설치가 면제되는 폐수배출시설 설치허용	제주도 지역 참조
	○대상 : 수질환경보전법 제2조의 규정에 의한 수질오염물질(특정수질유해물질 포함)을 공공수역에 배출하는 시설물·기계·기구 기타 물체 ○특정수질유해물질이 발생하는 배출시설 설치금지 ○신규설치(특정수질유해물질 발생시설 제외)는 허가사항으로 전환 ○이미 설치된 기존의 시설물에 대해 청정지역에서의 폐수배출량에 따른 배출허용기준을 적용시켜 시설보완, 장기적으로는 배출시설 이전 유도		
폐기물처리 시설	○설치금지	○폐기물 처리과정에서 수질오염물질이 배출되지 않거나 침출수가 발생되지 않는 폐기물처리시설 설치허용 ○발생되는 수질오염물질이나 침출수를 배수설비 연결로 인근에 위치한 폐수종말처리시설(수질환경보전법 제25조), 하수종말처리시설(하수도법 제2조), 분뇨처리시설(오수·분뇨및축산폐수의처리에관한법률 제2조)에서 처리 가능할 때 설치허용 ○폐기물 처리과정에서 발생하는 수질오염물질이나 침출수를 청정지역 배출허용기준 이하로 배출할 수 있는 수질오염방지사설을 설치하는 경우 설치허용	
	○대상 : 폐기물관리법 제2조의 규정에 의한 폐기물의 소각·중화·피쇄·고형화 등의 중간처리와 매립·해역배출 등에 의한 최종처리에 관련된 시설 ○폐기물 처리과정에서 특정수질유해물질이 발생하는 처리시설의 설치금지 ○기준에 시설된 폐기물처리시설중 폐기물 처리과정에서 수질오염물질 또는 침출수가 발생하는 시설에 대해서는 청정지역에서의 배출허용기준(수질환경보전법 시행규칙 제8조, 폐기물관리법 시행규칙 제24조)을 적용시켜 관리강화, 또는 인근의 종말처리시설로 이송·처리를 유도하고 장기적으로 처리시설 이전 유도		
생활하수 발생시설	○설치금지	○오수처리시설 및 단독정화조의 설치가 면제되는 생활하수 발생시설 설치허용 ○특정지역에서의 방류수수질기준 이하로 배출할 수 있는 처리시설을 설치하는 생활하수 발생시설 설치허용	
	○대상 : 오수·분뇨및축산폐수의처리에관한법률 제2조의 규정에 의한 사람의 일상생활과 관련하여 수세식화장실·목욕탕·주방 등에서 배출되는 액체성 또는 고체성의 더러운 물질이 섞이어 그 상태로는 사람의 생활이나 사업활동에 사용할 수 없는 물(오수)을 배출하는 시설 ○오수처리대책지역으로 지정(오수·분뇨및축산폐수의처리에관한법률 제4조의3)하여 기준에 시설된 식품점객업(식품위생법 제21조제1항제3호, 영제7조제8호 가목의 영업제외), 숙박업 또는 목욕장업(공중위생관리법 제2조제1항제2호 또는 제2조제1항제3호) 및 관광숙박업(관광진흥법 제3조제1항제2호)에 해당하는 영업을 영위하는 건물 기타 시설물에는 오수처리시설물을 설치·운영토록 함 ○기준에 시설된 오수처리시설과 단독정화조는 특정지역(오수·분뇨및축산폐수의처리에관한법률 시행규칙 제9조제1항 별표1)에서의 방류수수질기준 적용으로 시설보완		
축산폐수 배출시설	○설치금지	○축산폐수배출시설의 설치가 면제되는 경우 또는 축산폐수 무배출자원화 처리시설을 설치하는 축산폐수 배출시설 설치허용 ○“수질보전특별대책지역 등”에서의 설치허가·설치신고 대상규모(오수·분뇨및축산폐수의처리에관한법률 제24조의2)별로 특정지역에서의 축산폐수 방류수수질기준(오수·분뇨및축산폐수의처리에관한법률 시행규칙 제9조제1항 별표1) 이하로 방류할 수 있는 축산폐수발생시설 설치허용	추가 사항 (개정지 하수법)

분류 구분	1급 지하수 대상지역	2급 지하수 대상지역	비고
	A 단계	B 단계	
축산폐수 배출시설	○대상 : 오수·분뇨및축산폐수의처리에관한법률 제2조4호의 규정에 의한, 가축의 사육으로 인하여 축산폐수가 배출되는 시설 및 장소 등으로 특정지역에서의 설치허가·신고대상규모의 시설 ○기존에 설치된 축산폐수배출시설에 대해서는 - 시설보완을 통하여 축산폐수 무배출자원화 처리시설을 설치하도록 하거나, 지방자치단체의 장이 축산폐수공공처리시설의 설치를 지원하는 등 축산폐수배출시설에서 축산폐수처리시설의 설치가 면제되는 조치를 취하도록 유도 - “수질보전특별대책지역 등”에서의 설치허가·설치신고 대상규모(오수·분뇨및축산폐수의처리에관한법률 제24조의2)별로 특정지역에서의 축산폐수 방류수수질기준(오수·분뇨및축산폐수의처리에관한법률 시행규칙 제9조제1항 별표1)을 적용하여 시설보완, 장기적으로는 배출시설 이전유도		추가 사항 (개정지하수법)
유해화학물질 배출시설	○설치금지	○설치금지	
	○대상 : 유해화학물질관리법 제2조제2호의 규정에 의한, 유독물·관찰물질 기타 사람의 건강 또는 환경에 유해한 화학물질을 배출하는 시설 ○기존 시설물에 대해서는 유해화학물질관리법에 의하되, 시설물 주변 지하수 오염시에는 지하수법 적용함.		
토양오염 유발시설	○설치금지	○원칙적으로 금지하되 토양오염물질 처리과정에서 토양 및 수질오염물질이 배출되지 않는 토양오염방지시설 설치시 허용	
	○대상 : 토양환경보전법 제2조제2호의 규정에 의한 토양오염물질을 배출하는 토양오염유발시설(법 제2조제3호) - 토양오염유발시설은 토양오염물질을 생산·운반·저장·취급·가공 또는 처리함으로써 토양을 오염시킬 우려가 있는 시설·장치·건물·구조물 및 장소 등으로 대통령이 정하는 것(법 제2조제3호). ○기존에 설치된 토양오염유발시설들은 토양환경보전법 제11조제3항(토양오염방지조치)에 의한 토양오염방지시설을 설치하여야 하며, 시설물 주변 지하수 오염시에는 지하수법 적용함		

* 출처 : 본 내용은 제주도 지하수 보전·관리계획 보고서(제주도, 2000)를 기본으로 작성된 것임.

을 고려하여 지하수 분류별로 세부 규제방안(설치 허가 및 금지)이 필요하다. 즉 지하수 분류별로 지하수 오염유발시설의 설치 및 방류수 수질기준 등을 차등 적용하여 일상 생활의 불편을 최소화하는 여건 하에서 규제를 실시하여야 한다. 현재 지하수 보전지구를 설정·관리하고 있는 제주도에서는 특별법 및 도 조례를 수정·보완하기 위하여 2000년 6월에 두 개의 보전지구 관리방안(안)을 작성하여 검토 중에 있다. 따라서 금번 연구에서는 이 내용들을 참고하여 서울시 지역환경에 적합한 보전지구 관리방안을 작성하였다.

• 주요 내용

- 지하수 보전관리 등급별로 적용되는 오·폐수 및 폐기물관련시설물 등에 대한 행위제한은 규제의 정도에 따라 2개 단계(A, B)로 구분함(Table 9). 행위제한의 대상은 폐수배출시설(특정수질유해물질 발생시설 포함), 폐기물처리시설, 생활하수 발생시설, 축산폐수배출시설, 유해화학물질배

출시설, 토양오염유발시설 등으로 함.

- 1급 지하수 대상지역에서는 오·폐수 및 폐기물관련 시설물 등에 대한 행위제한을 A단계의 관리방안을 적용하며, 오·폐수 및 폐기물관련 등의 시설물 설치를 금지함. 2급 지하수 대상지역에서는 오·폐수 및 폐기물관련 시설물 등에 대한 행위제한을 B단계의 관리방안을 적용하며, 오·폐수 및 폐기물관련 시설물 등의 설치를 원칙적으로 금지하되 부분적, 제한적으로 허용함. 그러나 오·폐수 및 폐기물관련 시설물 등의 설치시 오·폐수처리시설의 시설기준을 강화함.

3.3 지하수 개발·이용 및 장애발생 위험성이 높은 행위에 대한 제한사항

지하수법 제13조제1항제1호및제3호에 따라 지하수 보전지구 내에서 일정 규모이상의 지하수 개발이나 지하수의 수위저하, 수질오염, 지반침하 등 지하수 장애

Table 10. Restriction of groundwater-use in groundwater conservation area

구 분	조치사항(전체 보전지구 적용)
지하수 개발·이용 행위	· 양수능력이 30m ³ /일 이상이거나 토출관 안쪽지름이 32mm 이상인 경우
지하수 장애발생 위험성이 높은 행위 (수위저하, 수질오염, 지반침하 등을 일으킬 수 있는 행위)	· 지하굴착공사
	· 지하수오염유발시설설치 (지하유류창고 등)
	· 폐기물매립장 및 특정폐기물 보관시설, 집단묘지 등
	· 채광, 토석채취 및 가축사육 (건설교통부령 규모이상)
	· 지하수법 제16조제1항의 지하수오염방지 시설에 준하는 시설 설치시 허가
	· 원칙적으로 지하굴착공사 금지 · 공공공사인 경우에 한하여 엄격한 지하수환경영향평가 실시 후 허가
	· 지하수오염유발시설의 규제대상별 단계별 시설 설치 및 행위 제한 분류방안 적용
	· 채광, 토석채취 금지 · 가축사육은 지하수오염유발시설의 규제대상별 단계별 시설 설치 및 행위 제한 분류방안 적용

발생 행위들에 대해서는 시장·군수의 허가를 받아야 하며, 실제로 규제를 실행하기 위해서는 허가 사항에 대한 세부 내용이 필요하다. 보전지구내의 지하수 개발행위는 소규모일지라도 엄격한 지하수 오염방지시설의 설치가 필요하며, 지하굴착공사(터널공사 등) 등은 공익을 위한 공공공사인 경우에 한하여 허가하되 철저한 지하수환경영향조사를 실시하여 지하수 장애발생을 사전에 예방할 수 있는 조치가 요구된다(Table 10). 또한 채광, 토석 채취 및 가축의 사육 등은 원칙적으로 금지하는 것이 필요하다.

3.4 지하수 오염유발시설의 오염방지 등을 위한 수질 관리방안

지하수 보전지구는 개정지하수법에 따라 강제수질기준(ES) 및 오염경고기준(PAL) 등 새로운 수질기준이 적용되는 1~2급 지하수 대상지역이다. 지하수의 강제수질기준은 음용수 수질기준이며(47종), 오염경고기준은 지하수의 오염가능성을 사전에 파악하기 위하여 사용하는 기준으로써 강제수질기준의 50%를 일률적으로 적용할 예정이다(건설교통부, 2000). 새로운 수질기준 초과시 조치사항은 1~2급 지하수 구분없이 전 보전지구에 일률적으로 적용되는 사항이며, 금번연구에서는 개정지하수법 시행령(안)의 기본이 될 지하수 제도개

Table 11. Recommendation requirement when groundwater quality at the compliance point exceeds ES(enforcement standards)

- ① 지하수오염관측정의 추가 설치
- ② 지하수수질 측정 횟수 증대
- ③ 지하수오염범위(수평·수직적인 규모)의 정밀 조사
- ④ 지하수오염유발시설의 운영 절차에 관한 변경
- ⑤ 지하수오염유발시설의 설계 및 건설방법의 변경
- ⑥ 지하수오염물질의 운송, 저장, 처리, 처분방식의 변경 또는 대안 제시
- ⑦ 지하수오염유발시설의 폐쇄, 이전 또는 철거
- ⑧ 지하수의 수질을 복원할 수 있는 정화작업
- ⑨ 오염물질이 주변지하수계로 추가적으로 누출 및 배출되는 현상을 방지할 수 있는 조치
- ⑩ 자연저감작용에 의해 오염된 지하수가 자연정화되고 있는지 여부 또는 합리적인 기간내에 효율적으로 자연정화될 수 있는지 여부를 결정하기 위한 조사
- ⑪ 기타 지하수 수질이 수질기준을 초과하는 것을 방지할 수 있는 조치

선방안 연구(건설교통부, 2000)를 토대로 작성되었다. 즉 준수지점 (compliance point)에서 지하수 수질이 강제수질기준을 초과했거나 또는 강제수질기준을 초과할 가능성이 있다고 판단되는 경우, 환경부장관 또는 시장·군수는 오염유발자에게 Table 11의 1가지 또는 1가지 이상의 시정 등 필요한 조치를 이행토록 명할 수 있다.

3.5 오염지하수 정화기준

오염지하수 정화기준은 원칙적으로 준수지점에서 강제수질기준(ES)을 기준으로 하고(건설교통부, 2000) 1~2급 지하수 구분 없이 전 보전지구에 해당되는 사항이며, 오염지하수 정화사업(오염원인 규명에 필요한 각종 조사, 평가, 관측 포함)에 소요되는 비용일체는 오염원인자가 부담하는 것을 원칙으로 한다. 또한 시장·군수가 오염유발자에게 요구한 정화작업과 적용할 정화방법의 적합성 및 정화 후에 당해 지하수내에 잔류해 있는 오염물질의 허용농도를 결정할 때에는 Table 12의 사항들을 고려하여 정화방법을 결정해야 한다.

Table 12. Determination factors of groundwater purification method

- | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> ① 오염유발행위·시설로부터 공공보건과 주변 환경에 미칠 상대적 위험 ② 오염물질의 독성·지속성 및 거동가능성을 고려한 오염물질의 물리·화학 및 생물학적인 특성 ③ 당해 정화지역과 그 주변지역의 수리지질 특성 ④ 당해 정화지역과 그 주변지역 지하수와 지표수의 현재 및 장래 이용계획 ⑤ 당해 정화지역과 그 주변지역의 지하수 분류 ⑥ 토지, 지하수, 지표수의 주변이용에 따른 악영향 가능성 ⑦ 주변 지하수의 수질기준을 위반할 가능성 ⑧ 제안된 지하수 정화기술의 타당성과 신뢰도 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

3.6 타 법령(도시공원법, 자연공원법, 도시계획법, 자연환경보전법, 수도법 등)에 의한 행위제한 검토

지하수 보전지구의 우선 대상지는 도시자연공원, 근린공원, 국립공원, 자연 및 보전녹지지역, 풍치지구, 개발제한지구 등이 해당된다. 지하수법 개정안의 제13조제1항에서는 ‘다만, 관계법률에 의한 승인·허가를 받아 제2호의 시설을 설치한 경우에는 허가를 받은 것으로 한다’ 라는 규정이 신설되었다. 그러나 제2호의 시설은 5개 환경관련법(수질환경보전법, 폐기물관리법, 오수·분뇨및축산폐수의처리에관한법률, 유해화학물질관리법, 토양환경보전법)의 오·폐수배출시설 등에 한하며, 도시공원법, 자연공원법, 도시계획법, 자연환경보전법, 수도법 등에 의한 관련 시설물과의 관계는 명확치 않다. 따라서 공원 및 녹지 등을 관리하는 법률들에 의한 관련 시설물 설치 또는 토지 굴착행위시, 첫째 이 시설물들의 지하수오염유발시설 해당유무, 둘째 토지굴착행위 등이 지하수 장애발생 위험성 높은 행위에 해당여부, 셋째 관련시설물의 지하수오염방지(수질관리) 대책, 넷째 오염지하수 개선방안 등에 대하여 지하수법과의 관계를 명확히 하여야 한다. 그러나 기존 관련 법령들의 검토결과 관련 법령에 의하여 시설물 설치나 토지굴착행위시 지하수법과의 관계를 명확히 한 법령을 발견하기는 어려운 실정이다. 따라서 지하수법 제16조(지하수오염방지명령) 등을 근거법령으로 서울시 조례제정 등을 통하여 이들 시설물들에 대한 지하수오염유발시설물 지정이나 지하수 장애발생 행위에 대한 규제 등이 필요하다. 즉 신규 시설물 설치시에는 지하수법에 의해서도 규제가 적용될 수 있는 방안 수립이 필요하며, 기존 시설물들에 대해서는 새로운 수질기준 초과시 조치사항 및 오염지하수 방지대책 적용을 위한 방안이 필요하다(Table 13).

4. 결 론

지하수 보전지구는 1차적으로 지하수분류도에서 1~2급 지하수로 분류된 지역이 우선 대상지이다. 이

Table 13. Acts related to groundwater conservation areas(the Urban Park Act, the Natural Park Act, the Town Planning and Zoning Act, the Nature[Natural Environment] Conservation Act, the Water Supply Act, etc)z

구 분	관련 법령의 시설물 설치 허가 및 행위제한	①오염유발시설 설치		②지하수 개발·이용 및 장애 발생 행위		③오염유발시설의 수질오염방지(수질관리)		④오염지하수 개선방안	
		현행 지하수법	관리방안	현행 지하수법	관리방안	현행 지하수법	관리방안	현행 지하수법	관리방안
지하수법에서 규정한 법률	· 수질환경보전법 · 폐기물관리법, · 오수·분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률, · 유해화학물질관리법 · 토양환경보전법 등의 오·폐수 배출시설 설치 허가 및 행위제한	제13조제1항제2호 - '다만, 관계법률에 의한 승인·허가를 받아 제2호의 시설을 설치한 경우에는 허가를 받은 것으로 한다'	지하수 분류별(보전관리 등급) 관리방안 수립	제13조제1항제1호 및 제3호 - 허가사항	지하수 개발·이용 및 장애 발생 행위제한 사항 마련 및 시행	개정법률 제16조의2 - 수질측정 및 관리	새로운 수질기준 초과시 조치 사항 마련 및 시행(시행령)	개정법률 제16조의3 및 4 - 오염정화 명령 및 정화계획	오염정화기준과 방법 마련 및 시행(시행령)
지하수법에서 규정치 않은 법률	· 도시공원법 · 자연공원법 · 도시계획법 · 자연환경보전법 · 수도법 등의 관련 시설물 설치 허가 및 행위제한	관리규정 없음	· 관련시설이 지하수법 제13조제1항제2호에 해당되면 지하수법 적용 · 해당안되면 기존법 준수	관리규정 없음	· 지하수 개발 행위 및 장애 발생 행위가 지하수법 제13조제1항제1호 및 제3호에 해당되면 지하수법 적용 · 해당안되면 기존법 준수	관리규정 없음	· 관련시설이 지하수법 제13조제1항제2호에 해당되면 지하수법 적용(개정법률 제16조의2) · 해당안되면 기존법 준수	관리규정 없음	· 오염원인자가 명백하면 지하수법 적용(개정법률 제16조의3 및 4)

지역들의 수질은 음용수에 적합하며, 상류의 지하수 함양지역이나 유일 대수층지역 등이기 때문에 지하수 오염이 발생하지 않도록 우선적으로 지하수를 보호하여야 한다. 따라서 서울시 지하수 분류도를 작성하여 1~2급 지하수 대상지역을 분류한 후 최종적으로 지하

수 보전지구 우선 대상지를 선정하였다. 1차 선정된 서울시 지하수 보전지구 대상지의 면적은 약 57.1km² (서울시 전체면적의 약 9.4%)으로 나타났으며, 추후 보전지구의 최종 지정을 위해서는 대상지역에 대한 정밀조사가 먼저 시행되어야 할 것이다. 금번연구의 지

하수분류는 지하수의 현재 수질상태, 음용수원으로서의 현재 및 장래 이용성, 수리지질특성, 지하수오염유발행위·시설 소재여부 등에 따라 4등급 분류를 제시한 방안(건설교통부, 2000)을 기본으로 분류하였으며, 이러한 지하수분류도 작성은 지하수 보전지구 지정뿐만 아니라 앞으로 지하수관리의 체계화를 위해서도 필수 사항으로 고려되어야 할 것이다.

지하수 보전지구의 관리를 위해서는 지하수 분류별(1~2급) 관리방안을 수립하여야 하며, 이것은 관리구역 내 일반생활의 불편을 최소화하기 위하여 지역별 행위제한의 차등 적용이 근본 목적이다. 개정지하수법에 따라 지하수오염유발시설들의 설치범위, 지하수 장애발생 위험성이 높은 행위에 대한 제한사항, 수질관리방안, 오염지하수 개선방안 등이 수립되었다. 특히 1급 지하수 대상지역에서는 오·폐수 및 폐기물관련 시설물 등의 설치를 금지하며, 2급 지하수 대상지에서는 오·폐수 및 폐기물관련 시설물 등의 설치를 원칙적으로 금지하되 부분적·제한적으로 허용하나, 관련 시설물 설치시 오·폐수처리시설의 시설기준을 강화하는 관리방안 등이 마련되었다.

사 사

본 연구수행을 위해 많은 자료제공과 충고의 말씀을 주신 서울시 치수과 유오식과장님, 박기석팀장님, 이옥상, 이종근, 최철용 주임님들께 깊은 감사 드립니다.

참 고 문 헌

1. 서울특별시 지하수관리계획, 서울특별시(2000)
2. 서울특별시 지하수관리계획 기본 조사보고서, 서울특별시(1996)
3. 수치지형도를 활용한 폐수배출업소 관리시스템 구축연구, 서울특별시(2000)
4. 제주도 지하수 보전관리 계획 보고서, 제주도(2000)
5. 지하수관련 제도개선방안 연구보고서, 건설교통부(2000)
6. 지하수 수질측정망 운영계획, 환경부(2000)
7. 지하수조사 연보, 건설교통부(1999)

〈원고접수일 : 2001. 9. 4〉