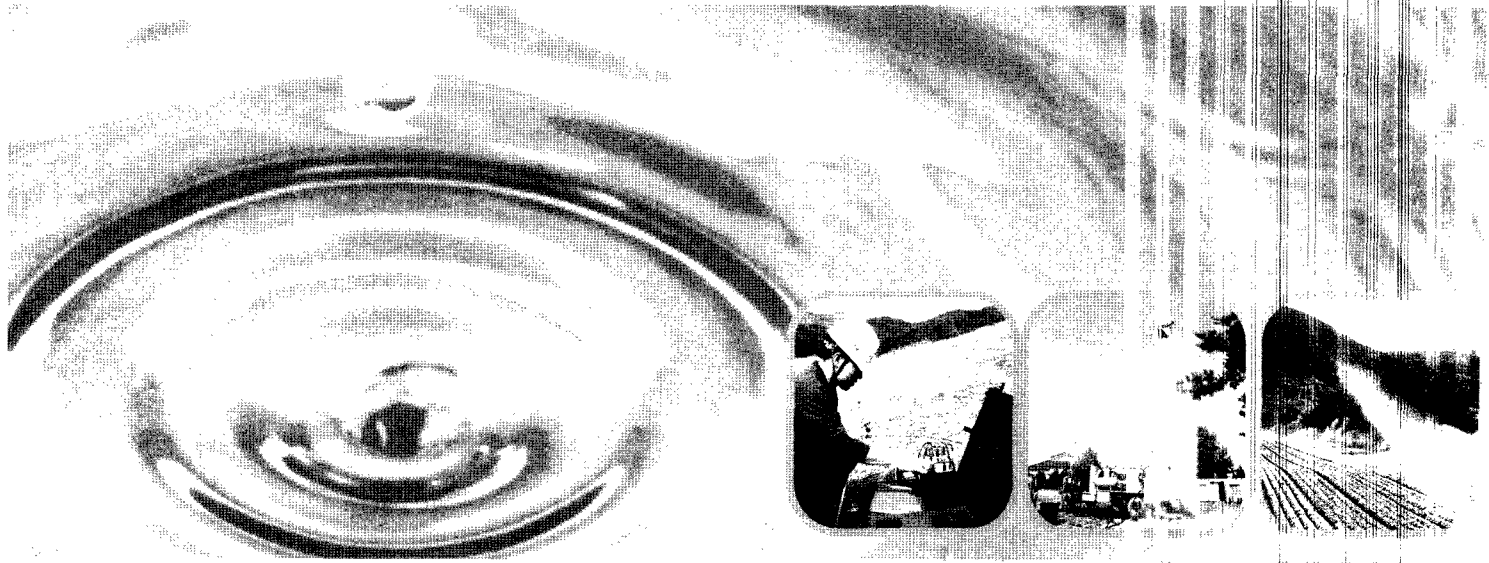


농촌지하수관리사업 보고서



2004



■ 화성시 농촌지하수관리사업 보고서는

1. 화성시에 해당하는 7개 농촌용수구역에 대하여 2001부터 2003년 까지 용수구역 단위로 조사된 「농촌지하수관리사업」 결과를 종합하여 작성되었습니다.
2. 「농촌지하수관리사업」은 농어촌정비법 제18조의2(농어촌용수 계획 등) 및 지하수법 제5조(지하수조사)에 근거하여 농촌용수 구역 의 지하수 개발·이용 및 보전·관리를 위하여 농림부 주관으로 농업기반공사에서 시행하는 사업입니다.
3. 본 보고서의 관정현황 자료는 2001년부터 2003년까지 지하수법 제17조 제6항의 규정에 의하여 매년 지방자치단체에서 실시하고 있는 지하수이용실태 수집자료를 토대로 산정 하였습니다.
4. 지하수수질 현황은 조사기간(2001~2003)동안 분석한 자료와 2003년까지 지하수 인·허가신청 첨부자료로 제출된 수질시험 성적서를 토대로 분석하였습니다.
5. 본 보고서에 표기된 행정구역명은 조사시작 시점인 2001년 3월 기준의 법정동을 따랐습니다.
6. 조사결과는 농촌지하수관리시스템(<http://www.groundwater.or.kr>)에서 조회가 가능하며, 본 시스템은 '05년 시범운영을 거쳐 '06년에 본격적으로 운영할 예정입니다

여 백

목 차

I. 조사 및 분석 16

 1.1 현 황 16

 1.1.1 지역행정구역 및 인구 16

 1.1.2 지하수 현황 30

 1.1.3 잠재오염원 현황 38

 1.1.4 조사실적 40

 1.2 분 석 46

 1.2.1 특성분석 46

 1.2.2 추세분석 및 예측 70

II. 지하수 관리대책 111

 2.1 지하수 수량관리 111

 2.2 지하수 수질관리 115

 2.3 지하수 모니터링 123

 2.3.1 지하수 관측망 현황 123

 2.3.2 보조 지하수 관측망 설치 제안 125

 2.3.3 관측정 설치 및 운영 계획 125

 2.4 종합대책 129

 2.4.1 행정규제에 의한 관리방안 129

 2.4.2 비규제적인 관리방안 133

 2.4.3 기술적 측면 135

 2.4.4 지하수관리 필요지역 제안 및 관리방안 137

 2.4.5 제언 및 발전방향 139

Ⅲ. 농촌지하수관리시스템 구축·운영	143
3.1 배 경	143
3.2 목 표	143
3.3 운영 계획	144
3.3.1 개시일자	144
3.3.2 접속방법	144
3.3.3 운영방법	144
3.3.4 유지관리 계획	145
3.3.5 교육 및 홍보계획	145
3.4 정보서비스내역	146
3.5 기대효과	147
3.6 시스템 활용방법	148
3.6.1 시스템 구성도	148
3.6.2 시스템 기능	149
3.6.3 시스템 활용	150
[용어해설]	167
[참고문헌]	181

표 목 차

<표 1-1-1> 행정구역 및 인구현황 16

<표 1-1-2> 용수구역별 행정구역 현황 18

<표 1-1-3> 지목별 토지이용 현황 20

<표 1-1-4> 토지이용 변화추이 21

<표 1-1-5> 행정구역별 지질분포 면적 22

<표 1-1-6> 수문지질단위 분류 23

<표 1-1-7> SCS 수문학적 토양군 분류에 의한 토양분포 면적 24

<표 1-1-8> 조사지구내 토양군 분류 25

<표 1-1-9> 농가 및 경지면적 현황 26

<표 1-1-10> 농업작부체계 현황 27

<표 1-1-11> 읍면별 사업체 현황 28

<표 1-1-12> 광업 현황 29

<표 1-1-13> 산업단지 지정현황 29

<표 1-1-14> 읍면별 지하수이용현황 30

<표 1-1-15> 읍면별 단위면적당 지하수이용현황 33

<표 1-1-16> 구경별 현황 34

<표 1-1-17> 심도별 현황 34

<표 1-1-18> 지하수 폐공 발생 원인별 현황 36

<표 1-1-19> 점오염원 분포현황 38

<표 1-1-20> 지하수 기 조사현황 42

<표 1-1-21> 화성시 수맥조사 현황 43

<표 1-1-22> 지하수 영향조사 현황 44

<표 1-1-23> 온천조사 현황 44

<표 1-1-24> 시설진단 내역 45

<표 1-1-25> 지하수 폐공현황 조사결과 45

<표 1-2-1 > 지하수 수위변화 현황	47
<표 1-2-2> 읍면별 수리상수 분포현황	48
<표 1-2-3> 지질별 암반대수층의 수리특성	49
<표 1-2-4> 지하수 함양율	52
<표 1-2-5> 소유역별 지하수 평균함양량 산정	54
<표 1-2-6> 읍면별 지하수 함양량	55
<표 1-2-7> 유역별 지하수 개발가능량	57
<표 1-2-8> 읍면별 지하수 개발가능량 산정	59
<표 1-2-9> 충전 및 암반지하수 이화학분석결과	60
<표 1-2-10> 읍면별 지하수유형	63
<표 1-2-11> 읍면별 염소와 질산염에 의한 지하수분류	65
<표 1-2-12> 주변환경에 따른 질산성질소의 질소오염원 구성비	66
<표 1-2-13> 읍면별 질산성질소 현황	67
<표 1-2-14> 2001 토양측정망 운영결과(환경부)	68
<표 1-2-15> 화성시 토양분석 결과	69
<표 1-2-16> 지하수 개발공수 및 이용량 변화	71
<표 1-2-17> 지하수오염예측도 등급 분류표	75
<표 1-2-18> 행정구역별 지하수오염예측등급 면적비	76
<표 2-1-1> 읍면별 지하수 개발·이용 특성	113
<표 2-1-2> 지하수 개발·이용 항목에 따른 동리별 순위	114
<표 2-2-1> 지하수 용도별 수질검사결과	116
<표 2-2-2> 읍면별 질산성질소 일제조사 현황	116
<표 2-2-3> 읍면별 지하수 수질환경 특성	119
<표 2-2-4> 지하수 수질환경 특성에 따른 동리별 순위	120
<표 2-2-5> 생활용수기준 초과시료 현황	121
<표 2-3-1> 화성시 관내 지하수 수질 측정망(2003, 환경부)	123
<표 2-3-2> 화성시 관내 국가 지하수관측망 설치현황(2003, 12 현재)	124

<표 2-3-3> 보조 지하수 관측정 설치 제안 125

<표 2-3-4> 관측정 설치방법 장·단점 비교 126

<표 2-3-5> 자동 지하수 관측정 127

<표 2-3-6> 수동 지하수 관측정 후보지(안) 128

<표 2-4-1> 지하수보전구역의 지정범위 130

<표 2-4-2> 지하수관리 필요지역 제안(안) 138

그림 목 차

<그림 1-1-1> 행정구역 및 인구현황	16
<그림 1-1-2> 인구추이	17
<그림 1-1-3> 용수구역별 행정구역 현황도	19
<그림 1-1-4> 지목별 토지이용현황	20
<그림 1-1-5> 토지이용 변화추이	21
<그림 1-1-6> 지질도	22
<그림 1-1-7> 토양도	24
<그림 1-1-8> 농가 및 경지면적 현황	26
<그림 1-1-9> 년도별 사업체 증가 추이	28
<그림 1-1-10> 지하수 이용량	30
<그림 1-1-11> 지하수 개발 개소수	30
<그림 1-1-12> 읍면별/용도별 지하수이용현황	31
<그림 1-1-13> 읍면별 단위면적당 지하수이용현황	32
<그림 1-1-14> 읍면별 단위면적당 지하수개발현황	32
<그림 1-1-15> 구경별 지하수시설 현황	34
<그림 1-1-16> 심도별 지하수시설 현황	34
<그림 1-1-17> 화성시 수계 및 현장조사관정 위치도	35
<그림 1-1-18> 원인별 지역별 폐공 현황	36
<그림 1-1-19> 되메움 절차	37
<그림 1-1-20> 점오염원 분포 현황	38
<그림 1-1-21> 점오염원 위치도	39
<그림 1-1-22> 지하수 기 조사 현황도	42
<그림 1-2-1> 지하수두등고선도 및 유동방향도(2D)	46
<그림 1-2-2> 지하수두등고선도 및 유동방향도(3D)	46

<그림 1-2-3> 읍면별 암반지하수의 수리특성	48
<그림 1-2-4> 지질별 암반지하수 평균심도 및 양수량	50
<그림 1-2-5> 지질별 암반지하수 투수량계수, 수리전도도 및 비양수량	50
<그림 1-2-6> 수계, DEM 및 소유역구분도	53
<그림 1-2-7> 소유역별 지하수 함양량 비교	54
<그림 1-2-8> 읍면별 지하수 함양량	56
<그림 1-2-9> 지하수 이용량 대 적정개발가능량	56
<그림 1-2-10> 유역별 지하수 이용량 및 개발가능량	56
<그림 1-2-11> 지하수 이용량 대 적정개발가능량	58
<그림 1-2-12> 읍면별 지하수 이용량 및 개발가능량	58
<그림 1-2-13> 대수층별 읍면별 지하수의 Piper diagram	62
<그림 1-2-14> 염소와 질산염에 의한 지하수분류 위치도	64
<그림 1-2-15> 읍면별 염소와 질산염에 의한 지하수분류	64
<그림 1-2-16> 염소와 질산염에 의한 지하수분류	65
<그림 1-2-17> 질산성질소 농도 분포 및 동위원소 조사관정 위치도	66
<그림 1-2-18> 주변환경에 따른 질소오염원 구성비	66
<그림 1-2-19> 농경지토양오염조사 현황	68
<그림 1-2-20> 지하수이용비율	70
<그림 1-2-21> 년도별 지하수개발·이용	70
<그림 1-2-22> 신규관정 개발추이	71
<그림 1-2-23> 년도별 지하수 이용실태	72
<그림 1-2-24> 용도별 지하수 이용량 추이	72
<그림 1-2-25> 지하수 이용전망 추세	73
<그림 1-2-26> 지하수오염예측도	74
<그림 1-2-27> 지하수오염예측도 등급별 면적비	74
<그림 1-2-28> 지하수오염예측도 작성 모식도	75

<그림 2-1-1> 단위면적당 지하수이용량(천 m³/년/km²) 111

<그림 2-1-2> 단위면적당 관정밀도도(공/km²) 111

<그림 2-1-3> 지하수 수량관리방안 112

<그림 2-2-1> 수질기준 초과관정 위치 113

<그림 2-2-2> 질산성질소 일제조사 현황 113

<그림 2-2-3> 지하수 전기전도도가 높은 지역 117

<그림 2-2-4> 지하수 수질관리방안 118

<그림 2-3-1> 지하수 수위 및 수질 관측망 위치 123

<그림 2-3-2> 우정면 매향리 관측정 전경 127

<그림 2-3-3> 남양면 시리 관측정 전경 127

<그림 2-4-1> 지하수보전구역 지정 체계도 129

주진배경

농촌지역 특성

- ▷ 상수도보급 등이 미흡, 지하수 의존도 높음
- ▷ 하수도 보급, 축사, 농경지 등 오염원 산재

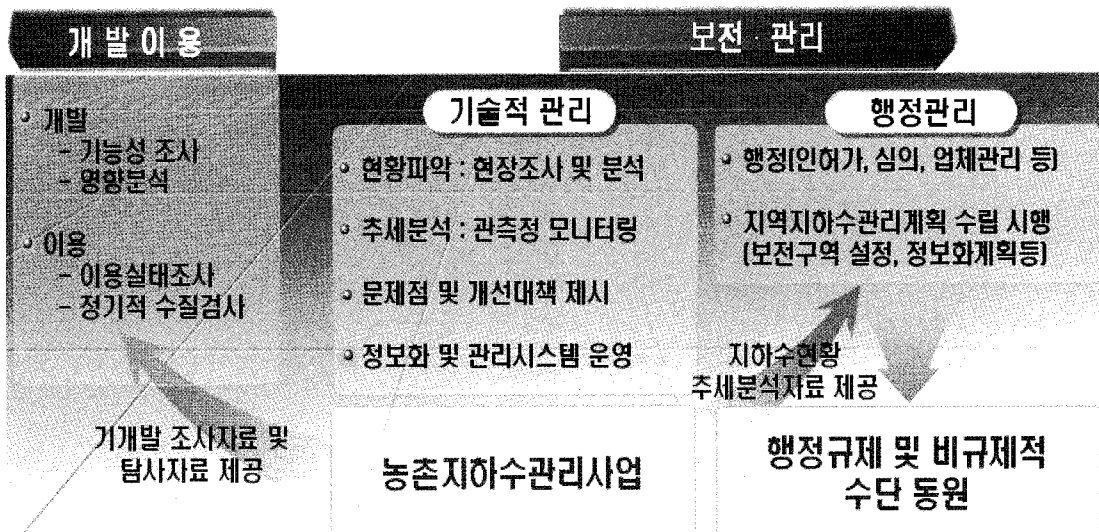
현황

- ▷ 난개발, 오염확산 등 체계적인 관리가 시급
- ▷ 전문인력 및 기술부족 등으로 행정관리 곤란

농촌지역 지하수를 체계적으로 관리하기 위한 환경조사, 시스템운영등 기초 인프라 구축 필요

사업의 역할

지역별 지하수 개발 이용 관리





추진목표

농촌지하수의 체계적인 보전관리로 쾌적한 농촌 지하수 환경조
성과 지속 가능한 개발 이용 유도



추진전략

- 적극적 보호계획 수립과 사업의 확대시행
- 과학적인 관리체계 구축
- 홍보 및 계몽활동 강화
- 정보공유 제공 및 서비스 강화



추진방향

- 지역특성에 적합한 지하수 환경조사
- 지하수 장애 예방을 위한 실행 가능한 관리계획 수립
- 합리적 행정관리를 위한 전문기관과의 기술협조체계 구축
- 환경변화 추세파악을 위한 관측정모니터링(Feed Back System) 운영
- 효과적인 지하수 개발이용 유도를 위한 정보 서비스 제공
- 건강한 지하수 환경을 위한 대국민 계몽 및 홍보활동 전개
- 지하수관리 기본계획에 의거한 정보의 공유 및 연계

지하수 자원의 지속 가능한 개발·이용을
위한 행정의사를 결정하도록 지원



정밀조사
정보화

관리시스템
구축

관측망설치
모니터링

정보제공

지하수부존량조사
이용현황조사
오염현황조사
정보화

최적이용
관리시스템 구축

지하수 관측망
설치·운영을 통한
모니터링 실시

농촌지역
지하수정보 제공



농림부주관 시행 사업으로 건교부의 기초조사[1/50,000]의
더불어 해당지역의 지하수 정보 구축사업[1/5,000]임

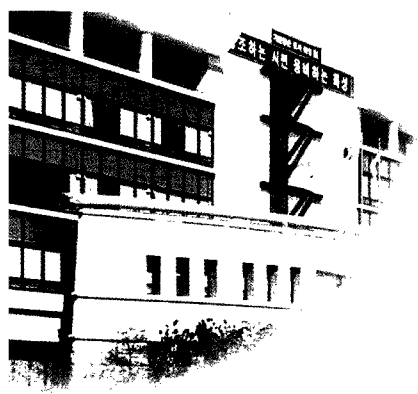


지하수법 및 지하수관리 기본계획[건교부, 2002. 12]에 의거
2011년까지 수립토록된 「지역지하수관리계획」 과 연계 활용



미래 수자원을 관리하기 위한 최초 단계로 향후
지표시설물정보화 [농촌용수물관리정보화]와 연계토록 됨

여 백



I

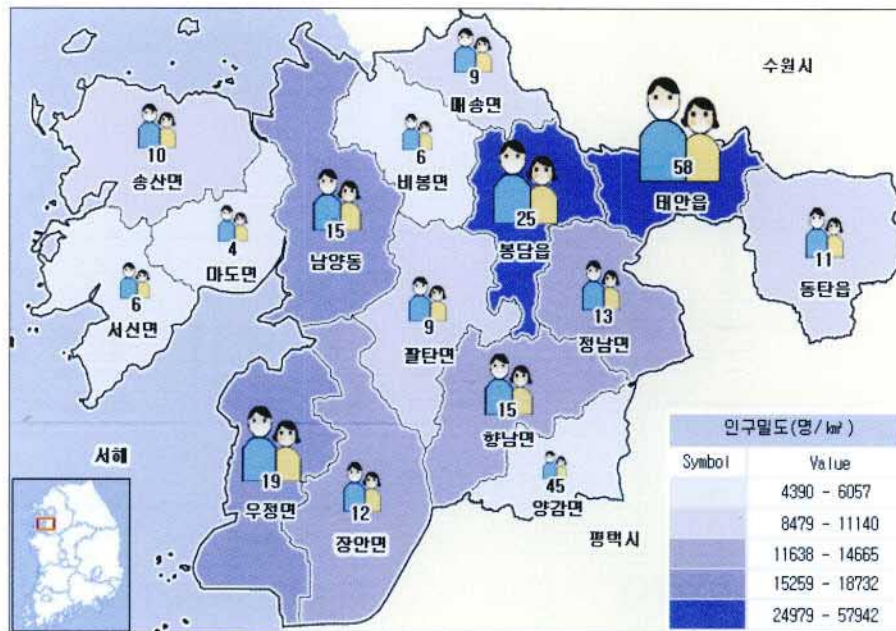
조사 및 분석

1. 조사 및 분석

1.1 현 황

1.1.1 지역행정구역 및 인구

가. 행정구역 및 인구



<그림 1-1-1> 행정구역 및 인구현황

<표 1-1-1> 행정구역 및 인구현황

구 분	세 대 ¹⁾	인 구			인구밀도 (명/km ²)	면 적(km ²)	세대당 인구
		계	남	여			
경기도	3,191,089	9,612,036	4,866,050	4,745,986	943	10,191	3.01
(시군평균)	102,938	310,066	156,969	153,096	-	-	-
화성시	72,098	214,729	111,864	102,865	312.3	687.65	2.9
태안읍	18,119	57,942	29,936	28,006	1,802.2	32.15	3.1
봉담읍	8,217	24,979	13,106	11,873	585.3	42.68	3.0
매송면	2,951	8,823	4,528	4,295	321.4	27.45	3.0
비봉면	2,066	5,702	2,961	2,741	148.0	38.53	2.7
마도면	1,500	4,390	2,250	2,140	138.1	31.78	2.9
송산면	3,545	9,804	5,016	4,788	182.8	53.62	2.8
서신면	2,295	6,057	3,151	2,906	142.5	42.51	2.6
팔탄면	2,977	8,479	4,560	3,919	166.6	50.90	2.7
장안면	3,838	11,638	6,082	5,556	172.0	67.68	3.0
우정면	6,463	18,732	9,691	9,041	318.3	58.85	2.9
향남면	5,065	14,665	7,537	7,128	293.8	49.92	2.8
양감면	1,539	4,526	2,551	1,975	145.2	31.18	2.7
정남면	4,304	12,593	6,643	5,950	308.9	40.77	2.8
동탄면	3,860	11,140	5,942	5,198	211.3	52.73	2.8
남양동	5,359	15,259	7,910	7,349	228.1	66.90	2.8

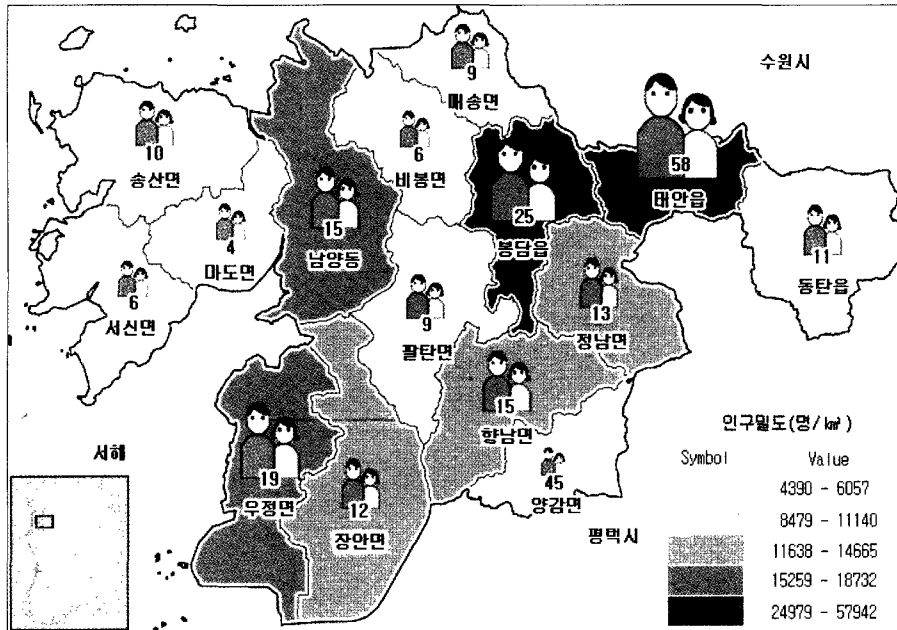
자료 : 화성시 통계연보 (2002), 주 : 1) 외국인 세대 제외

1. 조사 및 분석

1.1 현 황

1.1.1 지역행정구역 및 인구

가. 행정구역 및 인구



<그림 1-1-1> 행정구역 및 인구현황

<표 1-1-1> 행정구역 및 인구현황

구분	세대 ¹⁾	인구			인구밀도 (명/km²)	면적(km²)	세대당 인구
		계	남	여			
경기도 (시군평균)	3,191,089 102,938	9,612,036 310,066	4,866,050 156,969	4,745,986 153,096	943 -	10,191 -	3.01 -
화성시	72,098	214,729	111,864	102,865	312.3	687.65	2.9
태안읍	18,119	57,942	29,936	28,006	1,802.2	32.15	3.1
봉담읍	8,217	24,979	13,106	11,873	585.3	42.68	3.0
매송면	2,951	8,823	4,528	4,295	321.4	27.45	3.0
비봉면	2,066	5,702	2,961	2,741	148.0	38.53	2.7
마도면	1,500	4,390	2,250	2,140	138.1	31.78	2.9
송산면	3,545	9,804	5,016	4,788	182.8	53.62	2.8
서신면	2,295	6,057	3,151	2,906	142.5	42.51	2.6
팔탄면	2,977	8,479	4,560	3,919	166.6	50.90	2.7
장안면	3,838	11,638	6,082	5,556	172.0	67.68	3.0
우정면	6,463	18,732	9,691	9,041	318.3	58.85	2.9
향남면	5,065	14,665	7,537	7,128	293.8	49.92	2.8
양감면	1,539	4,526	2,551	1,975	145.2	31.18	2.7
정남면	4,304	12,593	6,643	5,950	308.9	40.77	2.8
동탄면	3,860	11,140	5,942	5,198	211.3	52.73	2.8
남양동	5,359	15,259	7,910	7,349	228.1	66.90	2.8

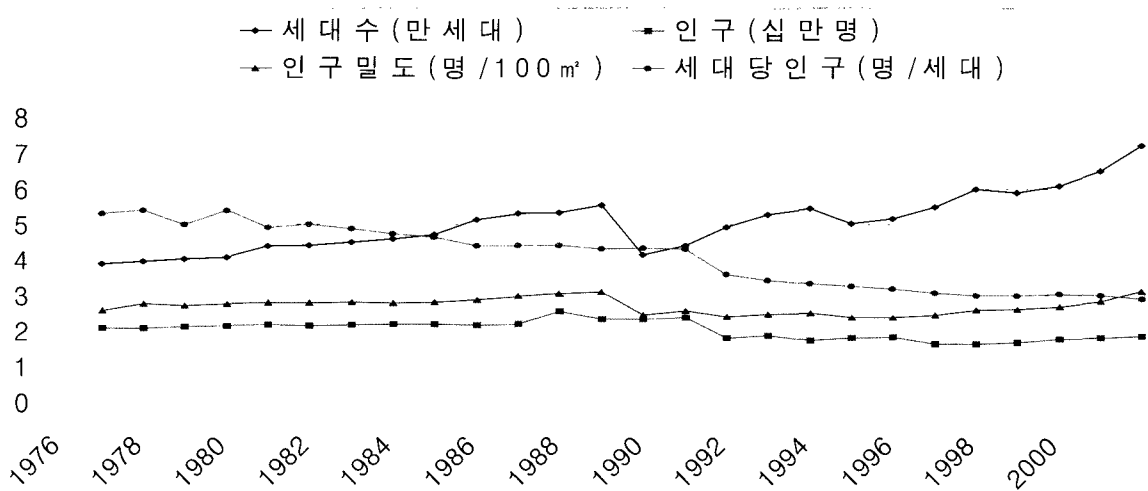
자료 : 화성시 통계연보 (2002), 주 : 1) 외국인 세대 제외

□ 행정구역

- 화성시는 3읍 11면 1동 193법정리로 구성
- 총면적은 687km²(경기 평균 328km²로 2배수준)
 - 읍면별
 - 최대 : 장안면 68km²
 - 최소 : 매송면 27km²

□ 인구

- 화성시 인구는 214천명(경기평균 322천명), 세대수는 72천세대(경기평균 109천세대)
 - 읍면별
 - 최대 : 태안읍 인구58천명, 밀도 1,082명/km²
 - 최소 : 마도면 인구 4천명, 밀도 138명/km²
- 인구는 대부분 증가추세이나 1989년, 1994년 일시감소
 - ⇒ 행정구역 개편에 따른 변동



<그림 1-1-2> 인구추이

Tip

- 2001년 화성군에서 시로 승격
- 시청소재지 남양동
- 세대수(유입인구)는 지속적으로 증가, 태안 및 동탄지역의 신도시 입주가 본격적으로 시작되는 2007년 이후 인구·세대수 증가예상

나. 유역현황

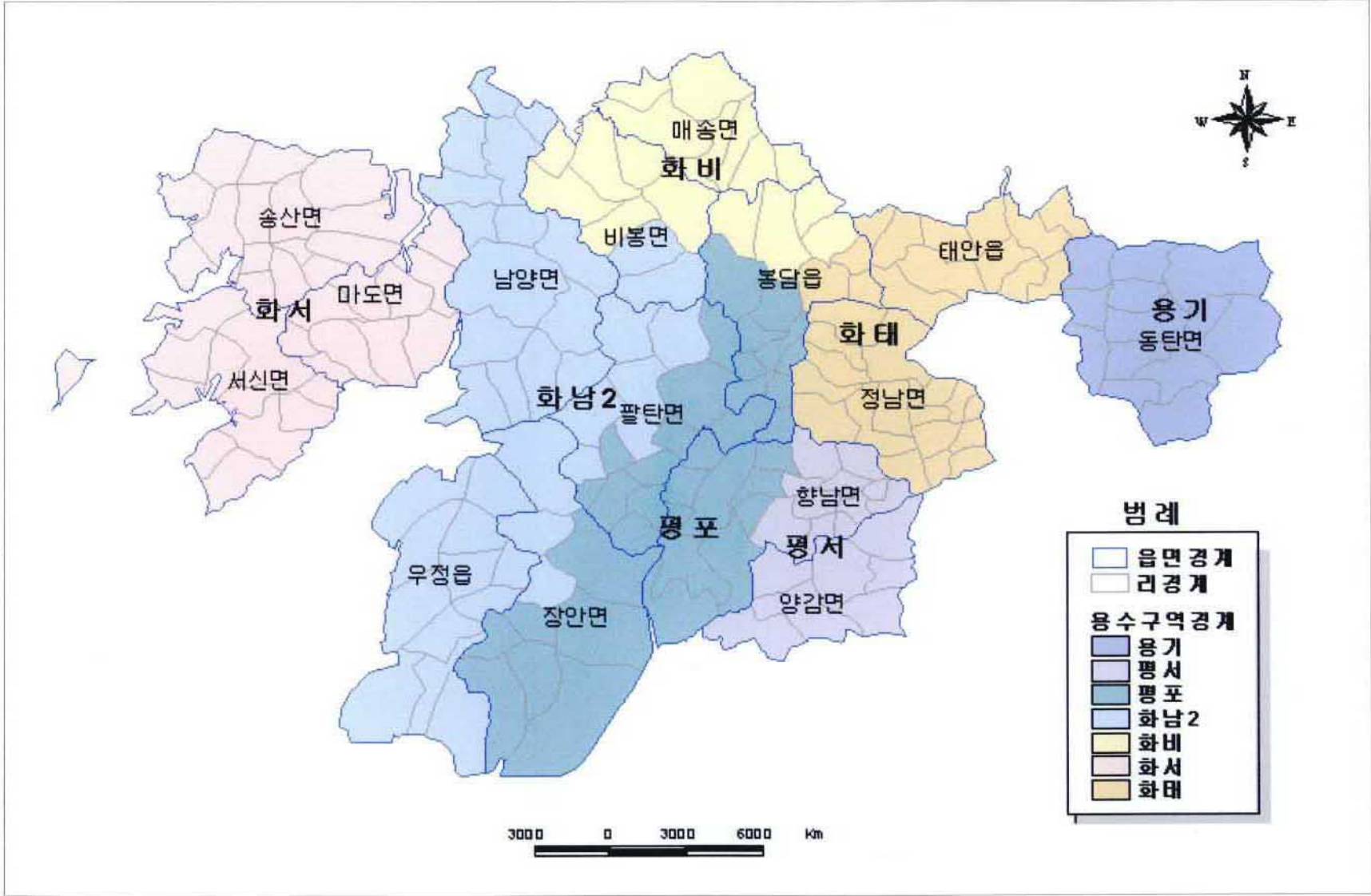
전국 464개 용수구역중 화성시와 관련되는 농촌용수구역은 총 7개 구역으로 구성된다.

<표 1-1-2> 용수구역별 행정구역 현황

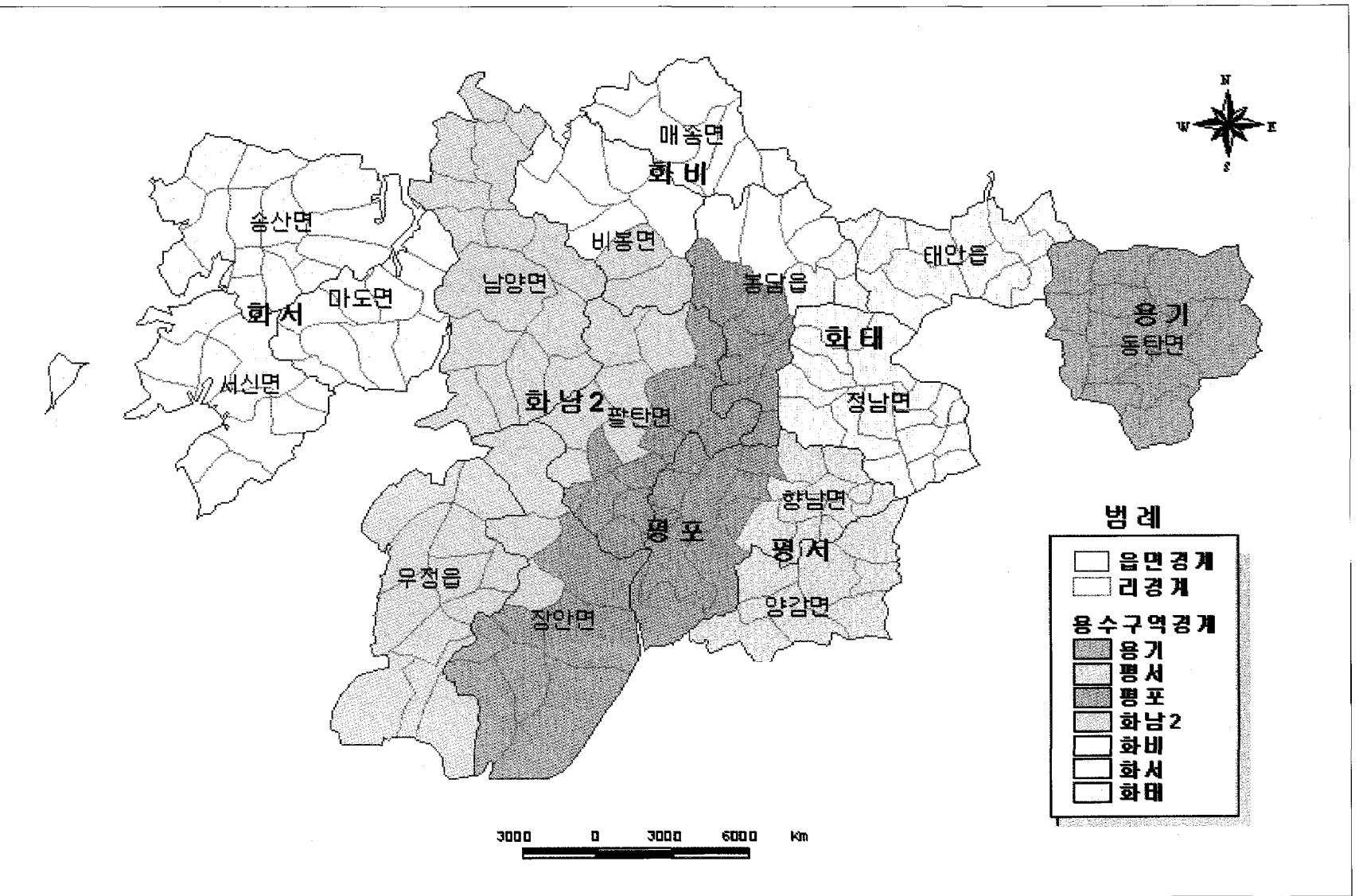
용수구역명	행정구역		면적 ¹⁾ (km ²)	구성비 (%)
	읍·면	리		
합계			687.701	100
화서(100)	송산면(100)	사강리,봉가리,삼존리,용포리,고정리,쌍정리,천동리,신천리,독지리,마산리,고포리,지화리,중송리,육일리,칠곡리	127.937	18.6
	마도면(100)	석교리,두곡리,송정리,슬항리,해문리,쌍송리,청원리,백곡리,금당리,고모리		
	서신면(100)	전곡리,상안리,광평리,장외리,송교리,제부리,홍법리,사곶리,매화리,용두리,궁평리,백미리		
화남2(100)	남양면(100)	남양동,신남동,장덕동,안석동,활초동,온석동,무송동,북양동,송림동,수화동,장전동,신외동,문호동,시동,원천동	173.408	25.2
	비봉면(20.7)	청요리,자안리		
	팔탄면(46.4)	하저리,창곡리,울암리,노하리,덕천리,서근리		
	우정읍(100)	원안리,호곡리,운평리,한각리,떡우리,화수리,주곡리,이화리,석천리,매향리,화산리,조암리,국화리		
평포(57.5)	장안면(76.3)	수촌리,독정리,장안리,덕다리,사랑리,사곡리,노진리	131.404	19.1
	봉담읍(48.2)	왕림리,세곡리,당하리,마하리,유리,덕리,떡우리,하가등리,상기리		
	팔탄면(53.6)	기천리,가재리,구장리,지월리,떡우리,월문리,화당리,고주리,매곡리,해창리		
	향남면(63.9)	평리,발안리,제암리,상신리,구문천리,하길리,도이리,행정리,방축리,장집리		
화비(73.2)	봉담읍(36.9)	상리,내리,수영리,동화리	73.762	10.7
	매송면(100)	천천리,원평리,어천리,숙곡리,야목리,송라리,원리		
	비봉면(79.3)	양노리,남전리,유포리,삼화리,구포리,쌍학리		
화태(100)	봉담읍(14.9)	와우리,수기리,분천리	79.251	11.5
	정남면(100)	발산리,괘랑리,보통리,관항리,오일리,백리,문학리,신리,계향리,귀래리,제기리,덕절리,음양리,망월리,수면리,내리,금북리,고지리,용수리		
	태안읍(100)	진안리,병점리,능리,기산리,반월리,반정리,황계리,배양리,기안리,송산리,안녕리		
평서(42.3)	향남면(36.1)	길성리,수직리,갈천리,증거리,송곡리,화리현리,상두리,백토리,요리,동오리,관리	49.208	7.2
	양감면(100)	신왕리,사창리,정문리,송산리,용소리,요당리,대양리		
용기(29.9)	동탄면(100)	오산리,청계리,만송리,석우리,영천리,중리,신리,목리,산적리,장지리,송리,방교리,금곡리	52.731	7.7

주: 1) 면적 : 화성시(2003년 4월말 기준)

※()숫자는 편입 면적비(%)임.

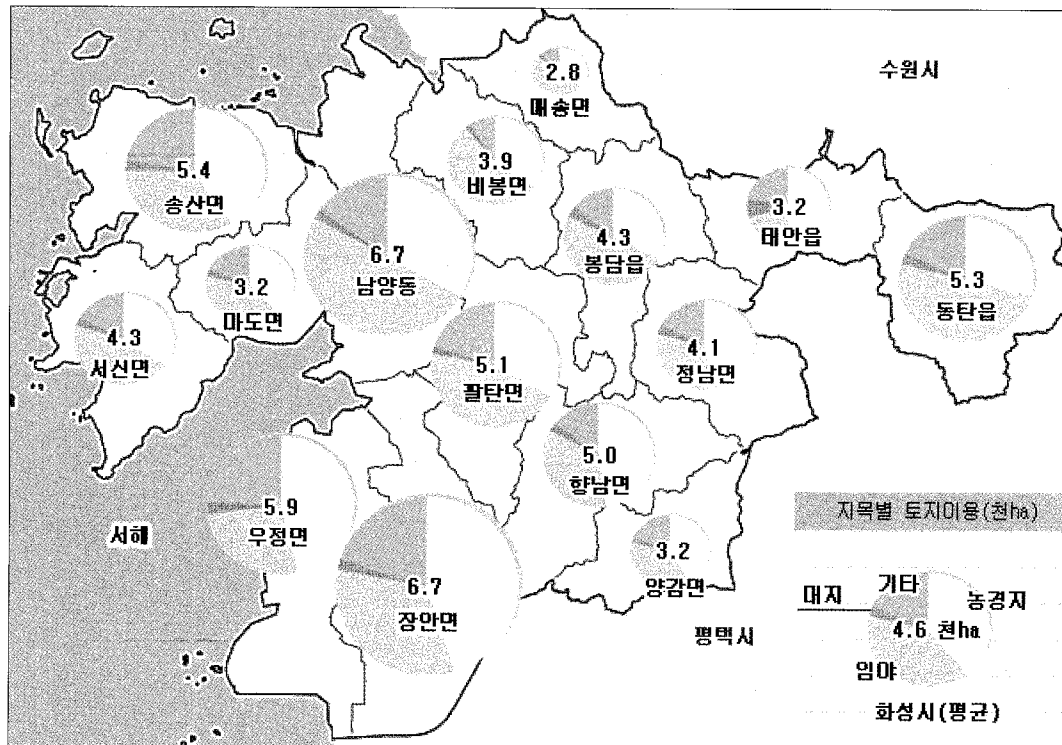


<그림 1-1-3> 용수구역별 행정구역 현황도



<그림 1-1-3> 용수구역별 행정구역 현황도

나. 토지이용현황



<그림 1-1-4> 지목별 토지이용현황

<표 1-1-3> 지목별 토지이용 현황

(단위 : ha)

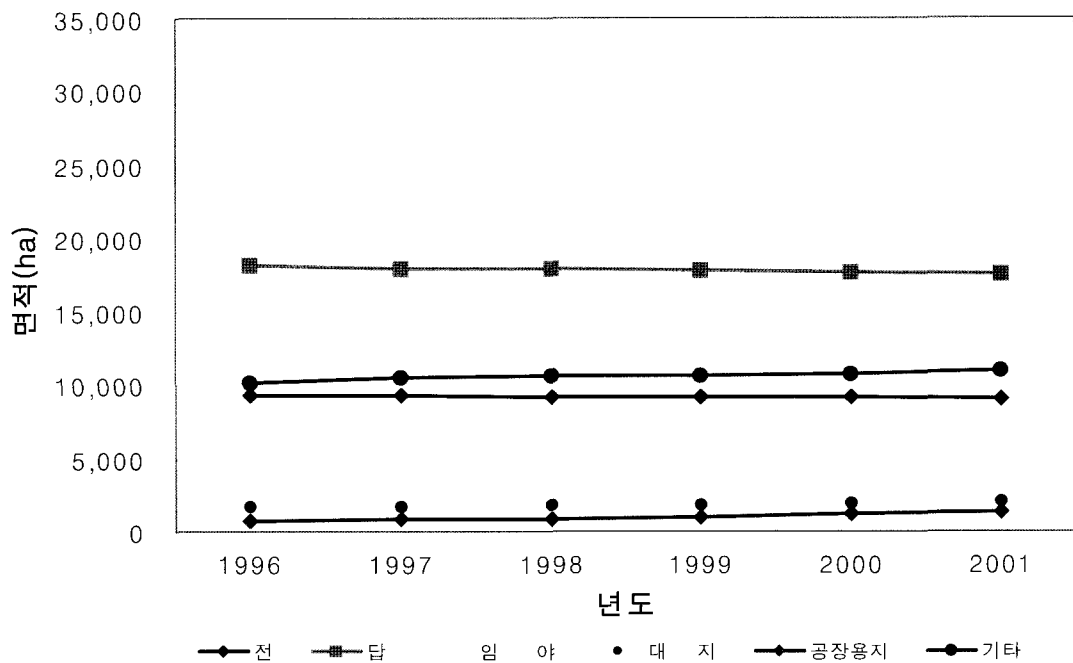
구분	합계	농경지				임야	대지	기타	
		소계	전	답	과수원				
경기도	10,190,86.9	254,183.3	1,010,37.9	1,516,54.7	14,90.7	5,682,84.4	356,86	160,933.2	
(시군평균)	32,873.8	8,199.5	3,259.3	4,892.1	48.1	18,331.8	1,151.2	5,191.4	
계	면적	68,765.2	26,783.0	9,076.6	17,590.7	115.7	27,764.8	2,017.9	12,199.5
	구성비(%)	100.0%	39.0%	13.2%	25.6%	0.2%	40.4%	2.9%	17.7%
태안	3,215.6	1,571.3	494.3	1,075.3	1.7	690.6	248.7	705.0	
봉담	4,268.3	1,362.6	535.6	825.3	1.7	2,148.2	154.6	602.9	
매송	2,745.4	959.8	268.4	689.9	1.5	1,404.4	63.1	318.1	
비봉	3,853.2	1,323.4	462.2	856.0	5.2	2,084.1	82.4	363.3	
마도	3,177.7	1,231.6	450.7	777.6	3.3	1,259.8	83.8	602.5	
송산	5,362.6	2,205.0	885.6	1,294.4	25.0	1,812.4	179.4	1,165.8	
서신	4,250.6	1,480.1	551.6	914.2	14.3	1,935.5	117.6	717.4	
팔탄	5,089.6	1,701.2	502.1	1,194.2	4.9	2,270.7	109.0	1,008.7	
장안	6,767.9	3,023.3	766.7	2,256.2	0.4	2,235.1	134.5	1,375.0	
우정	5,884.7	2,702.7	805.6	1,892.5	4.6	1,563.2	179.1	1,439.7	
향남	4,991.9	2,357.6	1,009.7	1,345.0	2.9	1,807.8	146.3	680.2	
양감	3,117.6	1,270.7	456.8	809.4	4.5	1,199.6	65.5	581.8	
정남	4,077.4	1,861.8	607.1	1,220.7	34.0	1,383.2	147.2	685.2	
동탄	5,272.9	1,539.2	523.9	1,012.4	2.9	2,644.1	140.6	949.0	
남양	6,689.8	2,192.7	756.3	1,427.6	8.8	3,326.1	166.1	1,004.9	

자료 : 화성시 통계연보(2002)

□ 화성시 전체면적중 농경지(논, 밭)의 면적비율은 39.0%이며 답이 농경지 면적중 차지하는 비율은 65%이다.

- 지목별
 - 최대 : 임야 40.4%
 - 과수원 : 0.2%

□ 공업화에 따른 공장 신축 및 도시화에 따른 유입인구의 증가로 공장용지 및 대지면적은 매년 지속적으로 증가하는 반면, 농경지 및 임야면적은 감소하는 추세임.



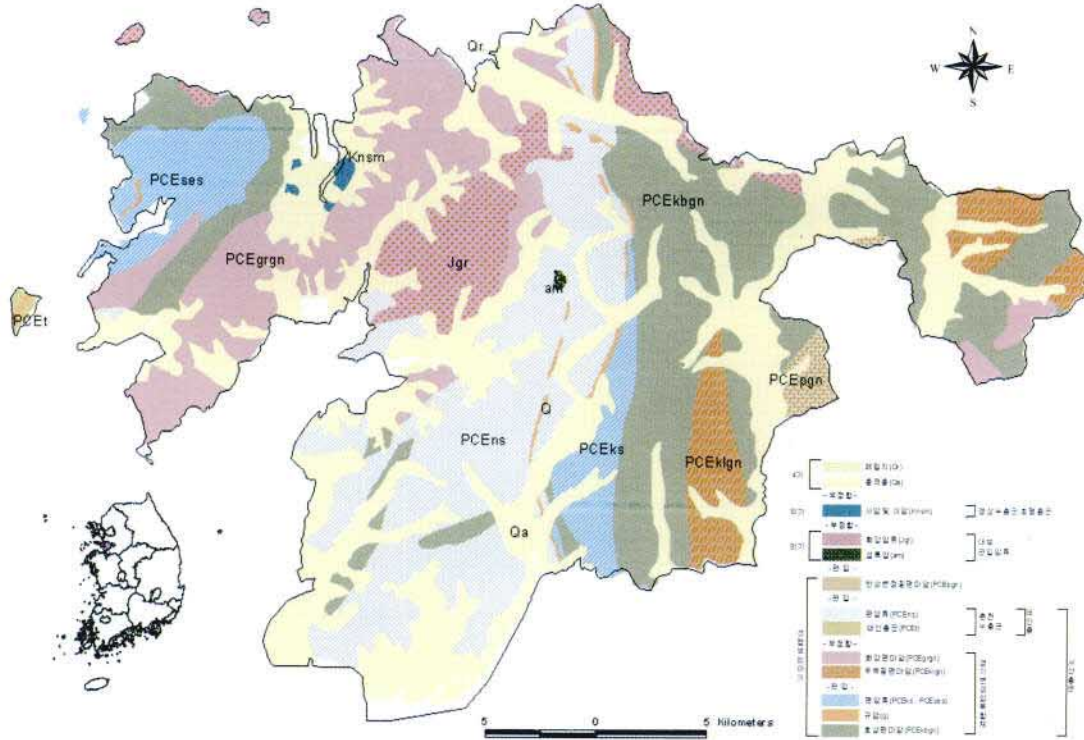
<그림 1-1-5> 토지이용 변화추이

<표 1-1-4> 토지이용 변화추이 (단위 : ha)

년도	합계	전	답	임야	대지	공장용지	기타
1996	68,782.9	9,376.2	18,153.2	28,710.3	1,681.7	725.2	10,136.3
1997	68,782.8	9,277.8	17,963.9	28,469.5	1,740.2	826.8	10,504.6
1998	68,764.1	9,240.4	17,868.1	28,340.7	1,793.7	906.2	10,615.0
1999	68,754.2	9,217.7	17,782.1	28,203.4	1,853.8	1,006.2	10,691.0
2000	68,761.6	9,166.7	17,688.6	27,979.8	1,920.3	1,182.7	10,823.5
2001	68,765.2	9,076.6	17,590.8	27,764.9	2,017.8	1,336.7	10,978.4

<주> 자료출처 : 화성시 통계연보(1997 ~ 2002, 화성시)

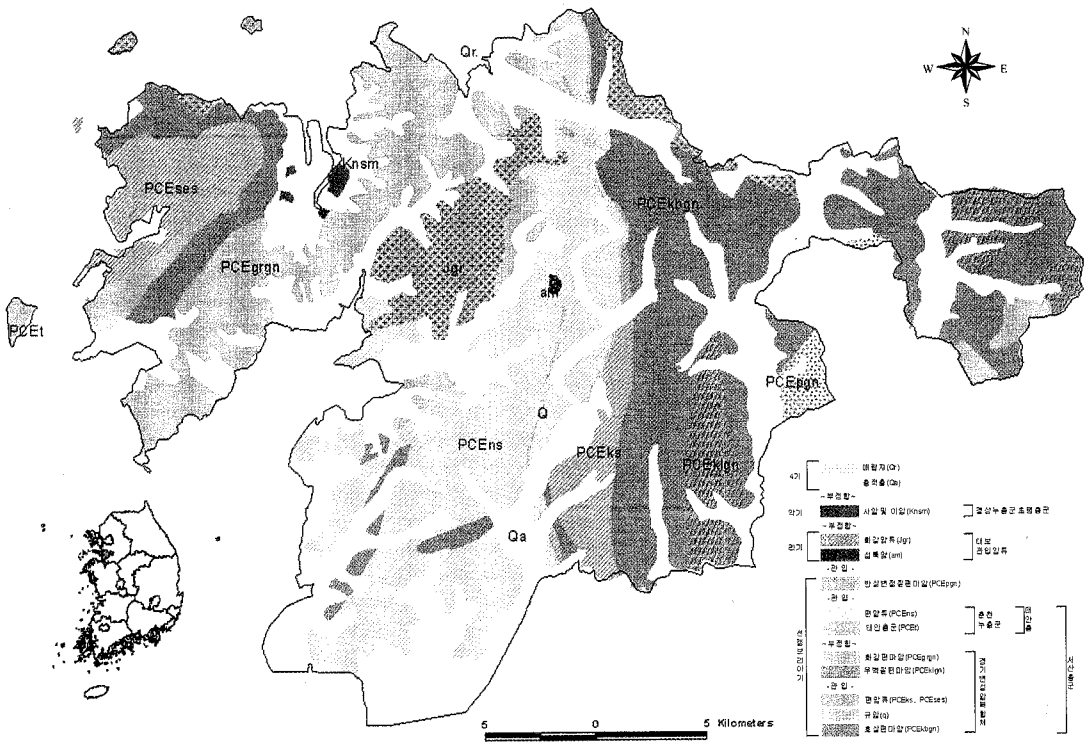
다. 지질



<표 1-1-5> 행정구역별 지질분포 면적 (단위 : ha)

구분	수문지질단위												
	계	미고결 퇴적물	쇄설성 퇴적암	관입화성암			변성암						
		Qa	Knsm	Jgr	am	PCEpgn	PCEns	PCEt	PCEgrgn	PCEkgn	PCEks PCEses	q	PCEkbn
합 계	68,765.2	22,133.1	154.4	3,889.3	42.8	596.3	11,491.5	111.6	8,423.9	14,034.	4,604.8	456.1	2,826.8
남양동	6,689.8	2,057.1	-	2,262.1	-	-	432.3	-	1,938.3	-	-	-	-
동탄면	5,272.9	1,380.1	-	-	-	-	-	-	491.7	2,249.0	-	-	1,152.1
마도면	3,177.7	1,228.1	106.9	-	-	-	-	-	1,842.7	-	-	-	-
매송면	2,745.4	1,170.5	-	437.1	-	-	510.7	-	251.8	258.9	-	116.4	-
봉담읍	4,268.3	800.5	-	66.5	-	-	722.1	-	-	2,441.6	130.6	106.9	-
비봉면	3,853.2	1,152.1	-	612.9	-	-	798.1	-	1,271.2	-	-	19.0	-
서신면	4,250.6	1,049.9	-	-	-	-	45.1	111.6	2,184.0	520.2	315.9	23.8	-
송산면	5,362.6	684.1	47.5	230.4	-	-	-	-	142.5	1,646.2	2,581.0	30.9	-
양감면	3,117.6	776.8	-	2.4	-	-	-	-	-	1,231.5	168.7	-	938.3
우정면	5,884.7	3,314.5	-	-	-	-	2,164.0	-	28.5	377.7	-	-	-
장안면	6,767.9	2,928.9	-	-	-	-	3,392.4	-	168.7	277.9	-	-	-
정남면	4,077.4	1,761.4	-	-	-	534.5	-	-	-	1,653.3	-	-	128.3
태안읍	3,215.6	1,342.1	-	152.0	-	61.8	-	-	-	1,659.7	-	-	-
팔탄면	5,089.6	1,349.2	-	125.9	42.8	-	3,129.9	-	104.5	23.8	192.4	121.1	-
향남면	4,991.9	1,137.8	-	-	-	-	296.9	-	-	1,694.8	1,216.2	38.0	608.1

다. 지질



<표 1-1-5> 행정구역별 지질분포 면적 (단위 : ha)

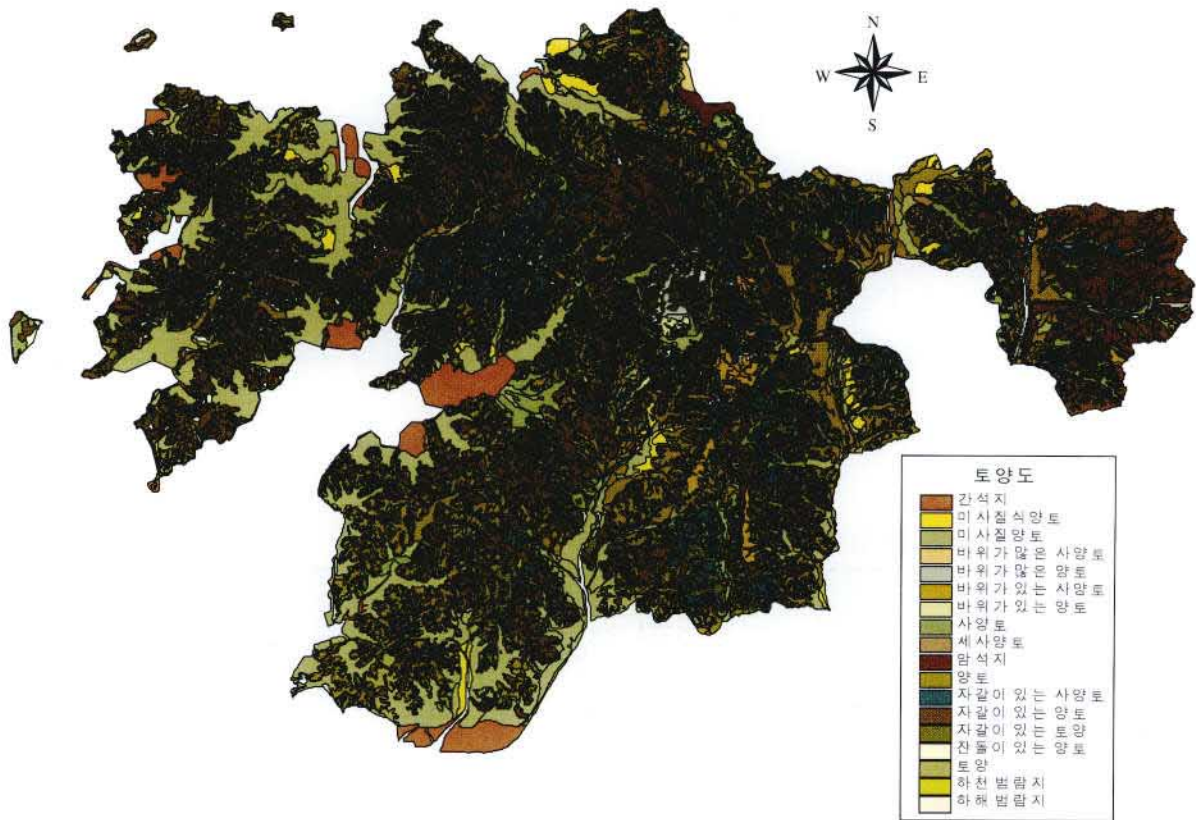
구분	수문지질단위												
	계	미고결 퇴적물	쇄설성 퇴적암	관입화성암			변성암						
		Qa	Knsm	Jgr	am	PCEpgn	PCEns	PCEt	PCEgrn	PCEkgn	PCEks PCEses	q	PCEkbn
합 계	68,765.2	22,133.1	154.4	3,889.3	42.8	596.3	11,491.5	111.6	8,423.9	14,034.	4,604.8	456.1	2,826.8
남양동	6,689.8	2,057.1	-	2,262.1	-	-	432.3	-	1,938.3	-	-	-	-
동탄면	5,272.9	1,380.1	-	-	-	-	-	-	491.7	2,249.0	-	-	1,152.1
마도면	3,177.7	1,228.1	106.9	-	-	-	-	-	1,842.7	-	-	-	-
매송면	2,745.4	1,170.5	-	437.1	-	-	510.7	-	251.8	258.9	-	116.4	-
봉담읍	4,268.3	800.5	-	66.5	-	-	722.1	-	-	2,441.6	130.6	106.9	-
비봉면	3,853.2	1,152.1	-	612.9	-	-	798.1	-	1,271.2	-	-	19.0	-
서신면	4,250.6	1,049.9	-	-	-	-	45.1	111.6	2,184.0	520.2	315.9	23.8	-
송산면	5,362.6	684.1	47.5	230.4	-	-	-	-	142.5	1,646.2	2,581.0	30.9	-
양감면	3,117.6	776.8	-	2.4	-	-	-	-	-	1,231.5	168.7	-	938.3
우정면	5,884.7	3,314.5	-	-	-	-	2,164.0	-	28.5	377.7	-	-	-
장안면	6,767.9	2,928.9	-	-	-	-	3,392.4	-	168.7	277.9	-	-	-
정남면	4,077.4	1,761.4	-	-	-	534.5	-	-	-	1,653.3	-	-	128.3
태안읍	3,215.6	1,342.1	-	152.0	-	61.8	-	-	-	1,659.7	-	-	-
팔탄면	5,089.6	1,349.2	-	125.9	42.8	-	3,129.9	-	104.5	23.8	192.4	121.1	-
향남면	4,991.9	1,137.8	-	-	-	-	296.9	-	-	1,694.8	1,216.2	38.0	608.1

- 분포지질은 선캠브리아기의 서산층군에 대비되는 경기변성암복합체(호상편마암, 규암, 편암류, 우백질편마암, 화강편마암), 태안층군(편암류) 및 반상변정질편마암과 쥐라기의 화강암류, 백악기 경상누층군의 초평층군에 해당하는 사암 및 이암류와 제4기의 충적층과 매립층으로 구성된다(그림 1-1-4).
- GIS의 쿼리 기능과 한국지질자원연구소에서 제작한 수치지질도를 이용하여 행정구역별 지질분포현황을 분석한 결과 변성암류가 전체면적의 61.9%인 42545.9ha를 차지하고 있으며, 관입 화성암류가 38.1%인 26219.5ha를 차지하고 있는 것으로 나타났다(표 1-1-4).
- 화성시에 분포하는 지질을 지질특성에 따른 수문지질단위(hydrogeologic unit)로 구분하면 표 1-1-5와 같다.

<표 1-1-6> 수문지질단위 분류

지질시대	지질	기호	수문지질단위	지형	대수층 특성	지하수 산출성
제4기	충적층	Qa	미고결퇴적물	평야 곡간	일차공극	대
백악기	사암 및 이암	Knsm	쇄설성퇴적암	산지	단열	중
쥐라기	화강암류	Jgr	관입화성암	산지 구릉	단열	중
	섬록암	am				
선캠브리아기	반상변정질 편마암	PCEpgn	변성암	산지 구릉	단열	소
	편암류	PCEns				
	태안층군	PCet				
	화강편마암	PCEgrgn				
	우백질편마암	PCEklgn				
	편암류	PCEks, PCEses				
	규암	q				
	호상편마암	PCEkbg				

라. 토양

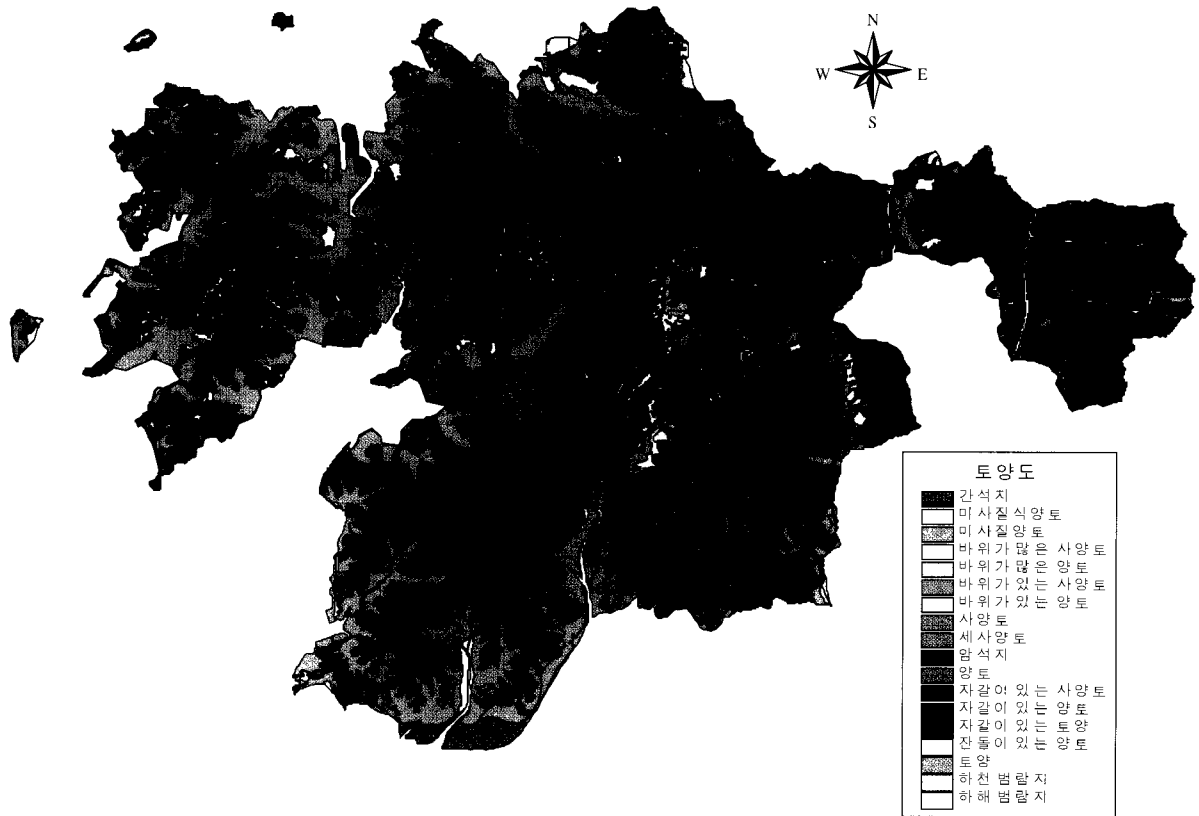


<그림 1-1-7> 토양도

<표 1-1-7> SCS 수문학적 토양군 분류에 의한 토양분포 면적

이용구분	토양구분	A	B	C	D	면적계 (km ²)
		면적 (km ²)	면적 (km ²)	면적 (km ²)	면적 (km ²)	
농경지 (264.743)	전	4.392	-	85.548	-	89.940
	답	-	-	4.378	170.425	174.803
산림 지역 (274.563)	불량	8.625	31.609	0.951	-	41.185
	보통	44.850	164.366	4.942	-	214.158
	양호	4.025	14.751	0.444	-	19.220
시설 지역 (148.395)	주거지	0.535	3.407	15.047	2.293	21.282
	도로	-	-	2.715	21.218	23.933
	학교	0.193	-	1.150	0.036	1.379
	공업지	-	0.833	14.643	-	15.476
	유흥지	3.087	8.064	33.343	41.831	86.325
계		65.707	223.030	163.161	235.803	687.701

라. 토양



<그림 1-1-7> 토양도

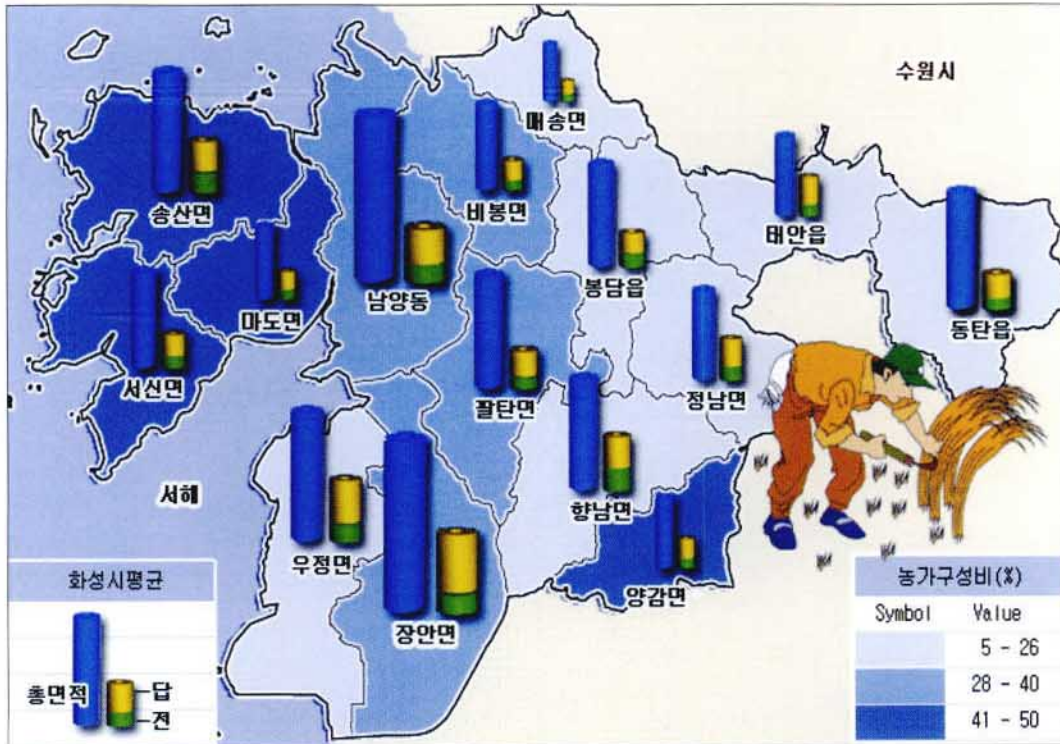
<표 1-1-7> SCS 수문학적 토양군 분류에 의한 토양분포 면적

이용구분	토양구분	A	B	C	D	면적계 (km ²)
		면적(km ²)	면적(km ²)	면적(km ²)	면적(km ²)	
농경지 (264.743)	전	4.392		85.548	-	89.940
	답	-	-	4.378	170.425	174.803
산림 지역 (274.563)	불량	8.625	31.609	0.951	-	41.185
	보통	44.850	164.366	4.942	-	214.158
	양호	4.025	14.751	0.444		19.220
시설 지역 (148.395)	주거지	0.535	3.407	15.047	2.293	21.282
	도로	-	-	2.715	21.218	23.933
	학교	0.193	-	1.150	0.036	1.379
	공업지	-	0.833	14.643	-	15.476
	유흥지	3.087	8.064	33.343	41.831	86.325
계		65.707	223.030	163.161	235.803	687.701

<표 1-1-8> 조사지구내 토양군 분류

토성	토양부호	모재	SCS	토성	토양부호	모재	SCS	
간석지	TF	하해혼성충적층	D	양토	SoD2	화강암, 결정편암 잔적층	B	
미사질식양토	GpB(AHdB)	충적층	B		SoD3			
	BcB	홍적층	B		YaC2, YaC3			
	JnC2	화강암·결정편암 잔적층	B		YaD2			
	Mg	하해혼성충적층	C		YaD3			
	Hd, HdB	홍적층, 홍적층	C		YeB			
미사질양토	Ce, Gy, Pt	하성충적층	C		YeC	곡간충적층	C	
	Jb	하해혼성충적층	C		EgB, EgC GcB JiB JiC YiB YiC	곡간충적층	C	
	Dy	홍적층	C					
	IIh	하성충적층	D					
	Pe	하해혼성충적층	D					
바위가 많은 사양토	GeE3	화강암잔적층	A					SE Sh
바위가 많은 양토	CvF2(ACaF2)	결정편암 잔적층	A					
바위가 있는 사양토	SRE2(ASmE2)	결정편암·화강편마암 잔적층	A					
사양토	CmE2(ACaE2)	결정편암 잔적층	A		OcB	곡간충적층	D	
	IIf	하성충적층	A	자갈이 있는 사양토	SNC2(ASgC2)	결정편암·화강편마암 잔적층	A	
					Hr	하성충적층	A	
					SqB SqC	붕적층	B	
	SAB SAC SzB SzC WaB	곡간충적붕적층	B	자갈이 있는 양토	CaE2 CaE3 CaF2 CaF3	결정편암 잔적층	A	
					ScB ScC WoB WoC	곡간충적층	C	
					OnD2 OnD3 OnE2 OnE3	결정편암의 잔적층	B	
					PuB	곡간충적붕적층	B	
					SND4(ASgD4) SNE4(ASgE4)	결정편암·화강편마암 잔적층	A	
					OnD4 OnE4	결정편암의 잔적층	B	
					Ng	하성충적층	C	
	Bg	하해혼성충적층	C					
	YeB	곡간충적층	D					
	세사양토	Jd	하성충적층	B	잔돌이 있는 양토	AnC	붕적층	B
		Gt	하성충적층	C		토양	YaD4	화강암·결정편암 잔적층
암석지	RL	잔적층	A	RC RS	하성충적층		A	
	WdB WdC	곡간충적붕적층	B	하해 범람지	BRS		하해혼성충적층	A
					SoC2 SoC3	화강암·결정편암 잔적층	B	

마. 농업현황



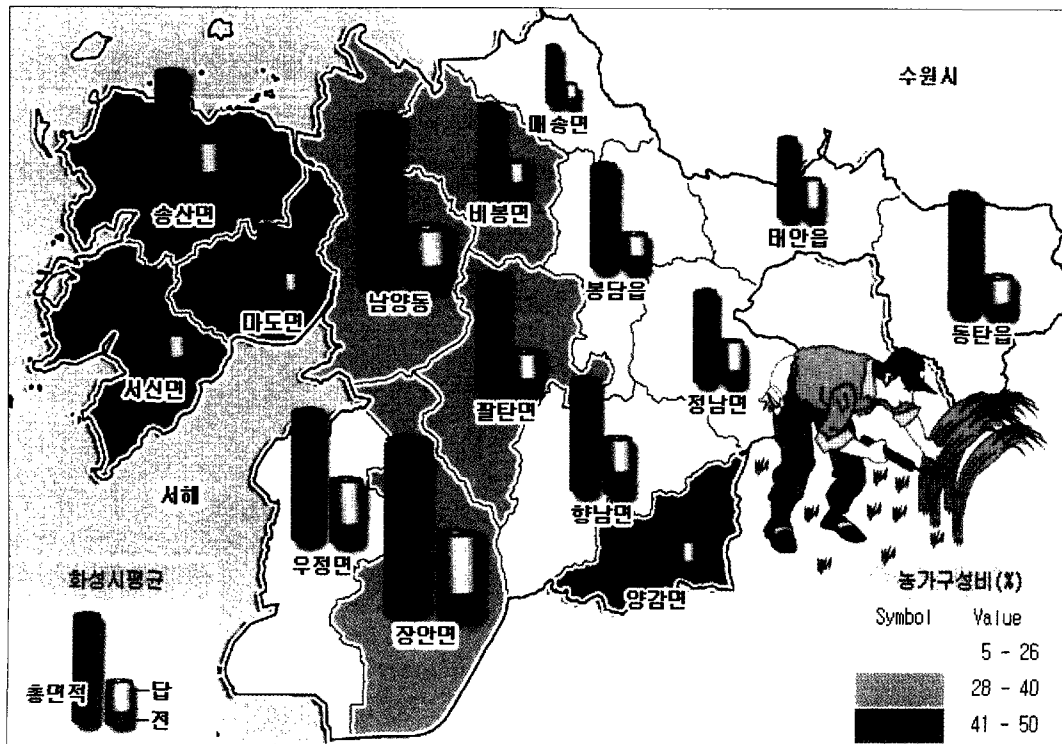
<그림 1-1-8> 농가 및 경지면적 현황

<표 1-1-9> 농가 및 경지면적 현황

구 분	총가구수	가구수		가구당 경지면적(ha)			경지면적 (ha)			수리답면적(ha)	
		농가수	구성비	계	전	답	계	전	답	면적	비율(%)
경기도	3,394,937	141,533	4.2%	1.45	0.88	0.57	205,299.0	80,935.0	124,364.0	87,218	70.1
(시군평균)	109,514	4,566	4.2%	-	-	-	6,622.5	2,610.8	4,011.7	2,813	70.1
합 계	72,098	15,879	22.0%	1.68	0.57	1.11	26,667.3	9,076.6	17,590.7	8,601	48.9
태 안	18,119	987	5.4%	1.59	0.50	1.09	1,569.6	494.3	1,075.3	197.6	18.4
봉 담	8,217	964	11.7%	1.41	0.56	0.86	1,360.9	535.6	825.3	133.9	16.2
매 송	2,951	437	14.8%	2.19	0.61	1.58	958.3	268.4	689.9	314.4	45.6
비 봉	2,066	813	39.4%	1.62	0.57	1.05	1,318.2	462.2	856.0	225.7	26.4
마 도	1,500	741	49.4%	1.66	0.61	1.05	1,228.3	450.7	777.6	103.3	13.3
송 산	3,545	1,475	41.6%	1.48	0.60	0.88	2,180	885.6	1,294.4	17.1	1.3
서 신	2,295	1,013	44.1%	1.45	0.54	0.90	1,465.8	551.6	914.2	18.1	2.0
팔 탄	2,977	1,003	33.7%	1.69	0.50	1.19	1,696.3	502.1	1,194.2	978.1	81.9
장 안	3,838	1,478	38.5%	2.05	0.52	1.53	3,022.9	766.7	2,256.2	2,241.6	99.4
우 정	6,463	1,686	26.1%	1.60	0.48	1.12	2,698.1	805.6	1,892.5	1,789.9	94.6
향 남	5,065	1,161	22.9%	2.03	0.87	1.16	2,354.7	1,009.7	1,345.0	573.5	42.6
양 감	1,539	629	40.9%	2.01	0.73	1.29	1,266.2	456.8	809.4	621.3	76.8
정 남	4,304	1,126	26.2%	1.62	0.54	1.08	1,827.8	607.1	1,220.7	513.5	42.1
동 탄	3,860	860	22.3%	1.79	0.61	1.18	1,536.3	523.9	1,012.4	807.6	79.8
남 양	5,359	1,506	28.1%	1.45	0.50	0.95	2,183.9	756.3	1,427.6	65.4	4.6

자료 : 화성시 통계연보(2002), 농업통계연보(2002), 경기통계연보(2002)

마. 농업현황



<그림 1-1-8> 농가 및 경지면적 현황

<표 1-1-9> 농가 및 경지면적 현황

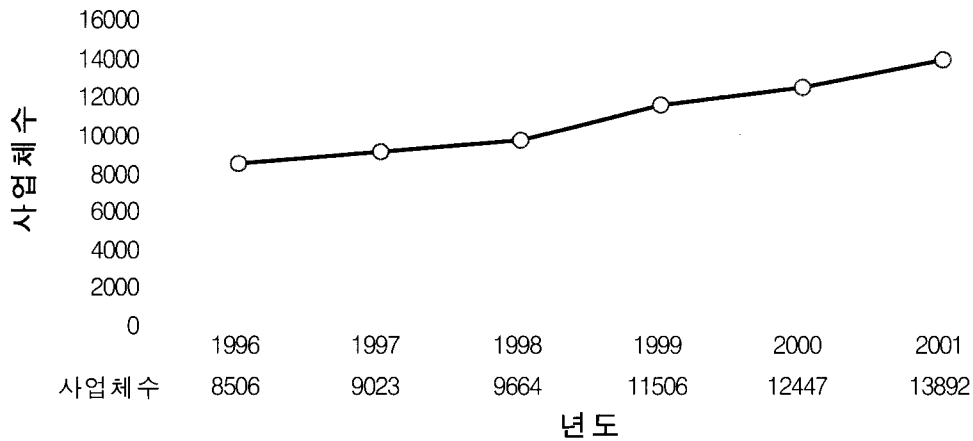
구 분	총가구수	가구수		가구당 경지면적(ha)			경지면적 (ha)			수리답면적(ha)	
		농가수	구성비	계	전	답	계	전	답	면적	비율(%)
경기도	3,394,937	141,533	4.2%	1.45	0.88	0.57	205,299.0	80,935.0	124,364.0	87,218	70.1
(시군평균)	109,514	4,566	4.2%	-	-	-	6,622.5	2,610.8	4,011.7	2,813	70.1
합 계	72,098	15,879	22.0%	1.68	0.57	1.11	26,667.3	9,076.6	17,590.7	8,601	48.9
태 안	18,119	987	5.4%	1.59	0.50	1.09	1,569.6	494.3	1,075.3	197.6	18.4
봉 답	8,217	964	11.7%	1.41	0.56	0.86	1,360.9	535.6	825.3	133.9	16.2
매 송	2,951	437	14.8%	2.19	0.61	1.58	958.3	268.4	689.9	314.4	45.6
비 봉	2,066	813	39.4%	1.62	0.57	1.05	1,318.2	462.2	856.0	225.7	26.4
마 도	1,500	741	49.4%	1.66	0.61	1.05	1,228.3	450.7	777.6	103.3	13.3
송 산	3,545	1,475	41.6%	1.48	0.60	0.88	2,180	885.6	1,294.4	17.1	1.3
서 신	2,295	1,013	44.1%	1.45	0.54	0.90	1,465.8	551.6	914.2	18.1	2.0
관 탄	2,977	1,003	33.7%	1.69	0.50	1.19	1,696.3	502.1	1,194.2	978.1	81.9
장 안	3,838	1,478	38.5%	2.05	0.52	1.53	3,022.9	766.7	2,256.2	2,241.6	99.4
우 정	6,463	1,686	26.1%	1.60	0.48	1.12	2,698.1	805.6	1,892.5	1,789.9	94.6
향 남	5,065	1,161	22.9%	2.03	0.87	1.16	2,354.7	1,009.7	1,345.0	573.5	42.6
양 감	1,539	629	40.9%	2.01	0.73	1.29	1,266.2	456.8	809.4	621.3	76.8
정 남	4,304	1,126	26.2%	1.62	0.54	1.08	1,827.8	607.1	1,220.7	513.5	42.1
농 탄	3,860	860	22.3%	1.79	0.61	1.18	1,536.3	523.9	1,012.4	807.6	79.8
남 양	5,359	1,506	28.1%	1.45	0.50	0.95	2,183.9	756.3	1,427.6	65.4	4.6

자료 : 화성시 통계연보(2002), 농업통계연보(2002), 경기통계연보(2002)

바. 기타 경제 현황

□ 사업체 현황

사업체는 2001년말 기준 13,892개소이며, '96부터 2001년까지 매년 꾸준히 증가 추이를 보이고 있다



<그림 1-1-9> 년도별 사업체 증가 추이

지역별로는 태안읍이 가장 많은 2,975개소로 21%를 나타내며, 양감면이 315개소로 가장 적은 현황을 나타낸다.

<표 1-1-11> 읍면별 사업체 현황

(단위:개소)

읍면동	1999년	2000년	2001년	(%)
합 계	11,506	12,447	13,892	100
태안읍	2,211	2,453	2,975	21
봉담읍	1,197	1,177	1,557	11
매송면	346	329	334	2
비봉면	314	341	371	3
마도면	245	244	275	2
송산면	693	692	656	5
서신면	468	527	518	4
팔탄면	470	584	766	6
장안면	347	435	467	3
우정면	1,034	1,003	932	7
향남면	1,366	1,356	1,353	10
양감면	308	301	315	2
정남면	975	1,113	1,305	9
동탄면	752	1,023	1,085	8
남양동	780	869	983	7

<주> 자료출처 : 화성시 통계연보(2000 ~ 2002, 화성시)

□ 광업 현황

화성시의 광업현황은 10개의 사업체에 총 207명의 종업원으로 구성된다. 총생산액은 57,938백만원이며 대부분 미가행의 비금속광이 분포한다.

<표 1-1-12> 광업 현황

구분	광구수								사업체수	종업원수(인)	주요생산비(백만원)	출하액(백만원)	생산액(백만원)
	가행				미가행								
	계	금속	비금속	석탄	계	금속	비금속	석탄					
광업	4	-	4	-	27	3	24	-	10	207	20,052	58,409	57,938

자료 : 화성시 통계연보(2002)

□ 산업단지 현황

화성시내 총 5개소의 지방산업단지가 위치하며, 향남제약단지만이 개발되어 있는 상태이고 나머지 4개소는 개발중이다.

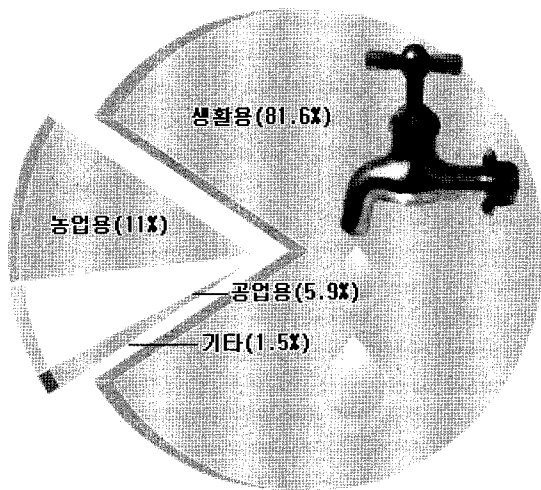
<표 1-1-13> 산업단지 지정현황

산업단지	면적(m ²)	산업지역 개발현황			입주업체수	유치업종	지정일자	사업계획기간	사업시행자	
		개발대상	'01까지 개발	미개발						
계	5,023	3,223	812	2,774	39					
지방	화성금의	604	385	-	385	-	조립금속, 기계장비, 자동차부품	'95/11/28	'97~'04	현대모비스
	화성마도	942	574	57	517	-	정밀화학(염료, 안료) 비금속광물, 조립금속	'94/05/17	'94~'03	한국염료·안료 협동조합
	화성발안	1,846	1,283	-	1,283	-	조립금속, 기계및장비, 정밀 광학기기, 정보처리	'97/08/22	'97~'03	한국 토지공사
	화성	983	501	275	225	-	전자집적회로제조업	'97/11/13	'97~'02	삼성전자(주)
	화성향남	648	480	480	-	39	의약품 및 의약품 관련업	'85/05/14	'81~'85	대한약품공업 협동조합

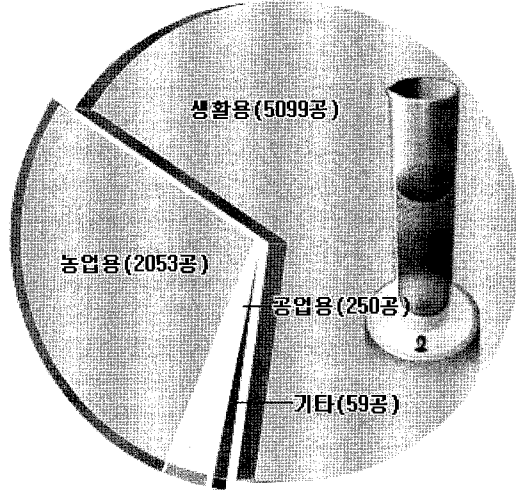
자료 : 환경통계연감(환경부, 2002), 화성시 통계연보(2002)

1.1.2 지하수 현황

가. 지하수 이용 현황



<그림 1-1-10> 지하수 이용량



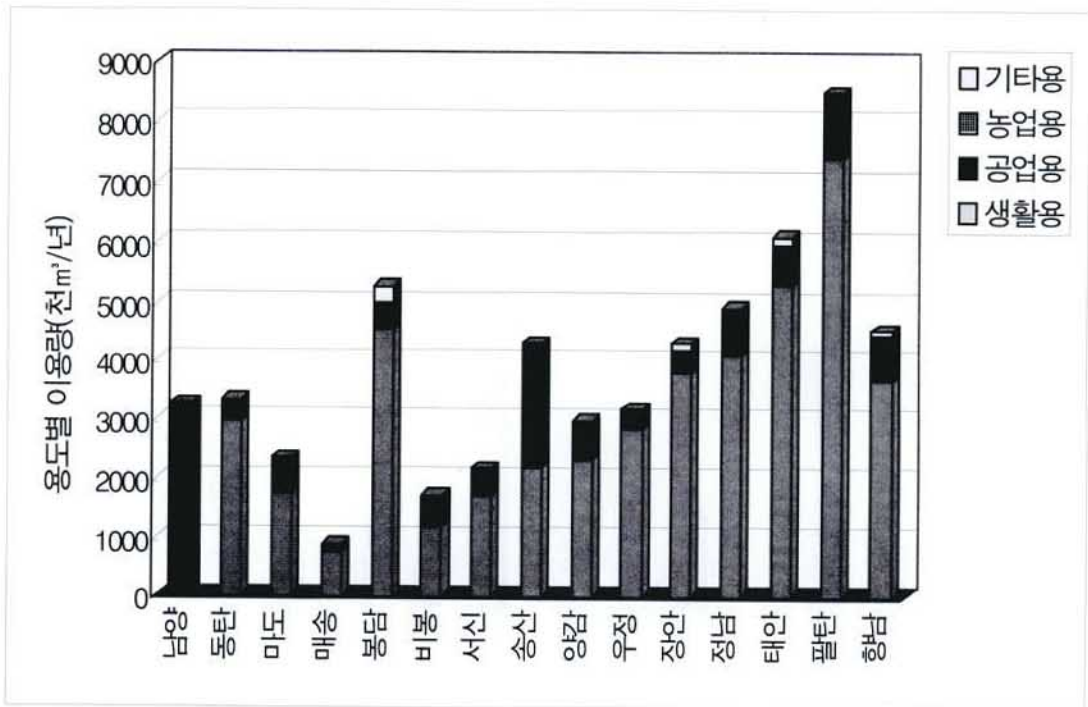
<그림 1-1-11> 지하수 개발 개소수

<표 1-1-14> 읍면별 지하수이용현황

(단위 : 공, 천m³/년)

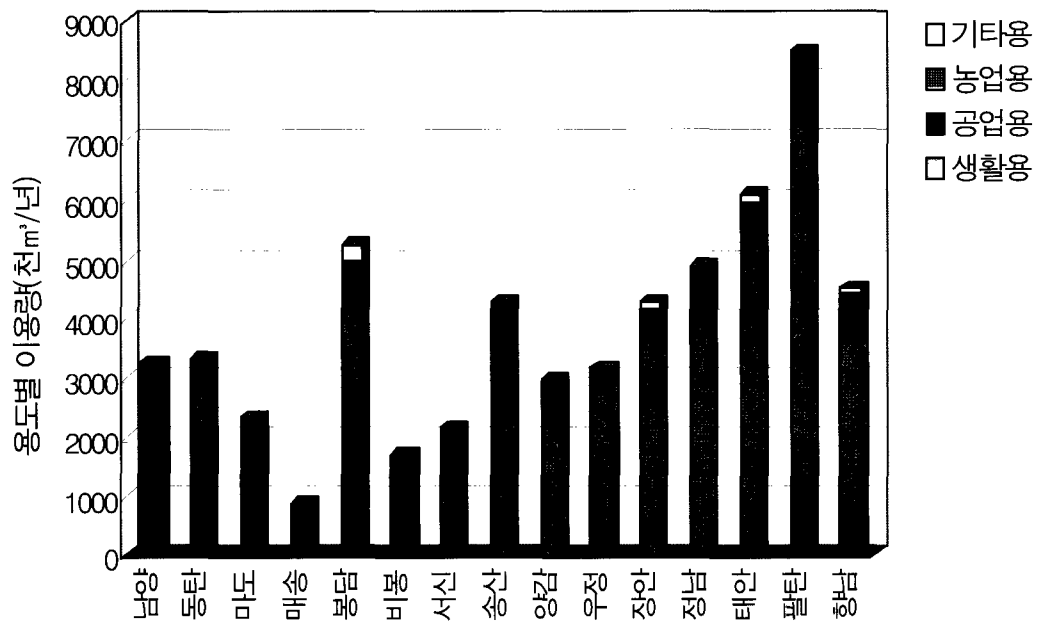
읍면동	계			생활용			공업용			농업용			기타용		
	개소	이용량	이용량 구성비 (%)	개소	이용량	이용량 구성비 (%)	개소	이용량	이용량 구성비 (%)	개소	이용량	이용량 구성비 (%)	개소	이용량	이용량 구성비 (%)
경기도 (시군평균)	145,247	441,921	100.0	98,990	279,570	63.2	2,525	29,719	6.7	42,187	128,939	29.2	915	3,693	0.9
화성시	7,461	57,852	100.0	5,099	47,183	81.6	250	3,431	5.9	2,053	6,360	11.0	59	877	1.5
남양동	332	3,285	5.7	270	2,656	4.6	10	112	0.2	52	517	0.9	0	0	0.0
동탄면	416	3,338	5.8	384	2,977	5.1	12	286	0.5	13	19	0.0	7	56	0.1
마도면	969	2,347	4.1	448	1,735	3.0	2	11	0.0	519	601	1.0	0	0	0.0
매송면	96	877	1.5	82	734	1.3	3	33	0.1	8	71	0.1	3	39	0.1
봉담읍	517	5,271	9.1	458	4,544	7.9	26	289	0.5	18	139	0.2	15	299	0.5
비봉면	163	1,716	3.0	129	1,185	2.0	5	18	0.0	26	456	0.8	3	57	0.1
서신면	195	2,173	3.8	159	1,716	3.0	1	3	0.0	33	425	0.7	2	30	0.1
송산면	1,340	4,329	7.5	214	2,204	3.8	4	35	0.1	1,121	2,074	3.6	1	15	0.0
양감면	344	2,981	5.2	278	2,327	4.0	38	522	0.9	26	115	0.2	2	17	0.0
우정면	491	3,188	5.5	406	2,832	4.9	9	211	0.4	74	126	0.2	2	18	0.0
장안면	356	4,313	7.5	321	3,801	6.6	12	131	0.2	19	282	0.5	4	99	0.2
정남면	606	4,919	8.5	527	4,134	7.1	40	554	1.0	37	217	0.4	2	14	0.0
태안읍	716	6,101	10.5	644	5,282	9.1	25	357	0.6	38	317	0.5	9	146	0.3
팔탄면	575	8,480	14.7	510	7,384	12.8	25	257	0.4	37	810	1.4	3	30	0.1
향남면	345	4,536	7.8	269	3,673	6.3	38	613	1.1	32	192	0.3	6	59	0.1

- 조사지역에 대한 지하수 개발 및 이용현황을 파악하기 위하여 화성시 자료를 수정 보완하여 지하수 이용현황 및 관정특성에 대하여 분석하였다.
- 조사지역의 지하수시설은 7,461개소(허가 131, 신고 7,330)이며 년이용량은 57,852천m³/년이다. 용도별 지하수이용현황을 보면 생활용 5,099개소 68.3%, 47,183천m³/년으로서 81.6%, 공업용 250개소 3.4%, 3,431천m³/년으로서 5.9%, 농업용 2,053개소 27.5%, 6,360천m³/년으로서 11.0%, 기타 59개소 0.8%, 877천m³/년으로서 1.5%를 차지하는 것으로 조사되어 개발공수나 이용량 모두 생활용수의 비중이 가장 높은 것으로 파악되었다.
- 지하수이용비율을 살펴볼 때 읍면별로는 팔탄면의 지하수이용량이 8,480천m³/년으로 14.7%의 가장 큰 지하수 이용비율을 점하고 있으며, 반면 조사지역 중 면적이 가장 작은 매송면이 지하수이용량에 있어서도 877천m³/년으로 1.5%의 가장 낮은 이용비율을 나타냈다.



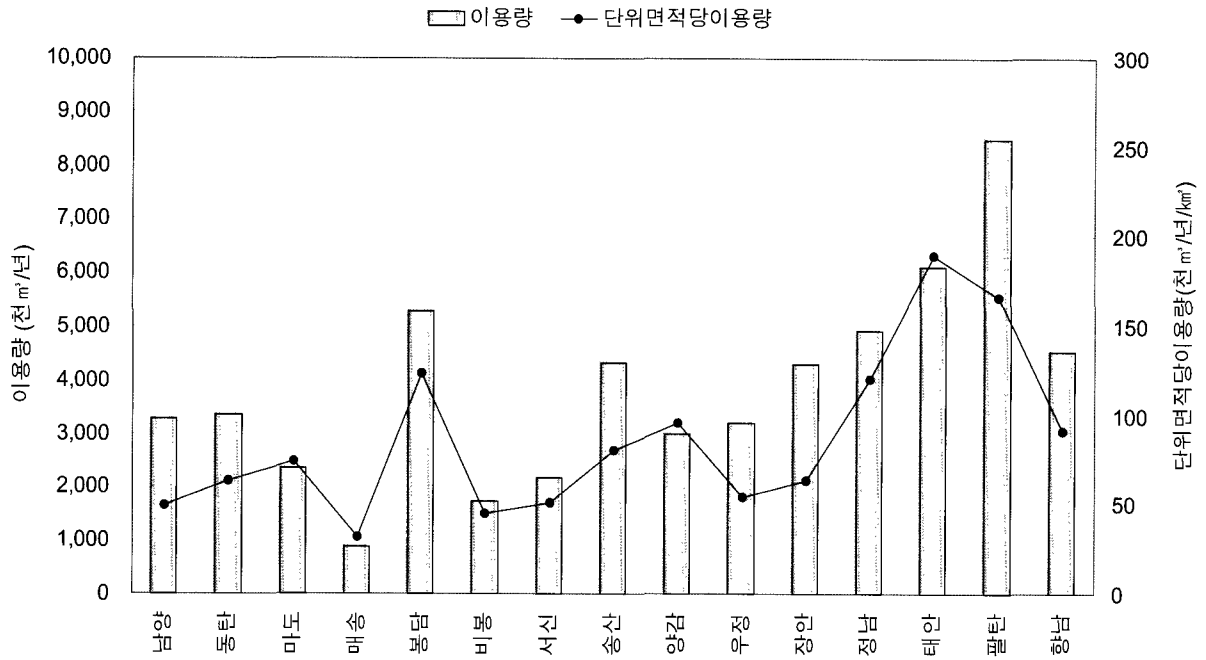
<그림 1-1-12> 읍면별/용도별 지하수이용현황

- 조사지역에 대한 지하수 개발 및 이용현황을 파악하기 위하여 화성시 자료를 수정 보완하여 지하수 이용현황 및 관정특성에 대하여 분석하였다.
- 조사지역의 지하수시설은 7,461개소(허가 131, 신고 7,330)이며 년이용량은 57,852천m³/년이다. 용도별 지하수이용현황을 보면 생활용 5,099개소 68.3%, 47,183천m³/년으로서 81.6%, 농업용 250개소 3.4%, 3,431천m³/년으로서 5.9%, 농업용 2,053개소 27.5%, 6,360천m³/년으로서 11.0%, 기타 59개소 0.8%, 877천m³/년으로서 1.5%를 차지하는 것으로 조사되어 개발공수나 이용량 모두 생활용수의 비중이 가장 높은 것으로 파악되었다.
- 지하수이용비율을 살펴볼 때 읍면별로는 팔탄면의 지하수이용량이 8,480천m³/년으로 14.7%의 가장 큰 지하수 이용비율을 점하고 있으며, 반면 조사지역 중 면적이 가장 작은 매송면이 지하수이용량에 있어서도 877천m³/년으로 1.5%의 가장 낮은 이용비율을 나타냈다.

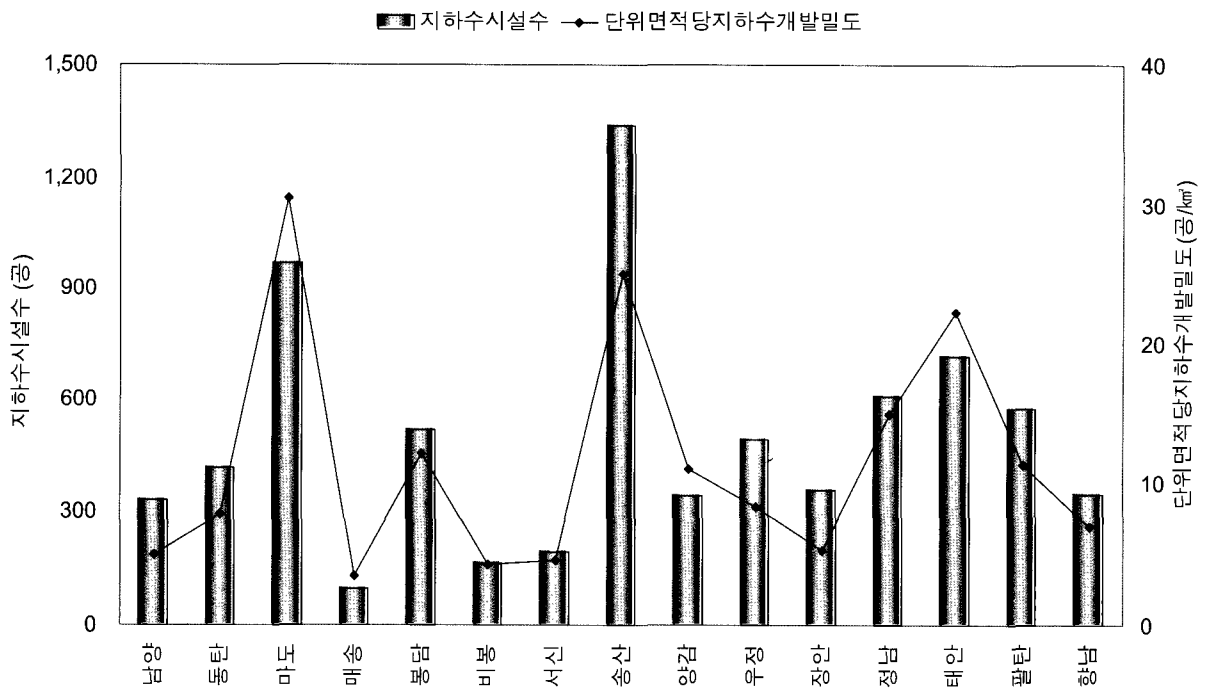


<그림 1-1-12> 읍면별/용도별 지하수이용현황

나. 단위 면적당 이용현황



<그림 1-1-13> 읍면별 단위면적당 지하수이용현황



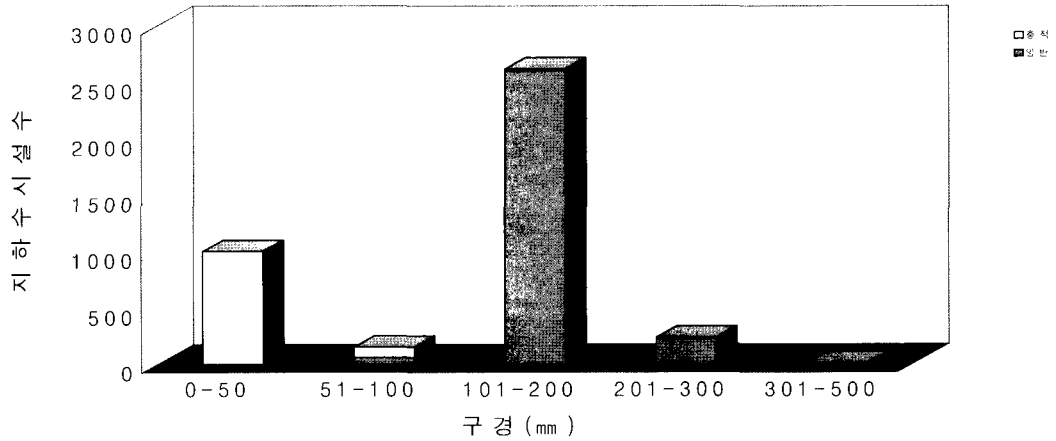
<그림 1-1-14> 읍면별 단위면적당 지하수개발현황

- 화성시의 읍면별 면적이 상당히 차이가 있으므로 지하수 이용정도를 총이용량으로 비교하기보다는 읍면별 단위면적당 지하수이용량으로 비교하는 것이 합리적이다
- 화성시의 단위면적당 지하수 이용량은 84.1천 m^3 /년/ km^2 (230.5 m^3 /일/ km^2)로 2002년말 기준 전국 평균 35천 m^3 /년/ km^2 (88.7 m^3 /일/ km^2) 보다 훨씬 높아 지하수개발이용이 활발한 것으로 조사되었다.
- 읍면별로는 태안읍이 189.8천 m^3 /년/ km^2 으로 가장 크게 나타났으며, 매송면이 32.0천 m^3 /년/ km^2 의 가장 낮은 단위면적당 지하수이용량을 보이고 있다.
- 조사지역의 단위면적당 지하수개발밀도는 평균 10.8공/ km^2 이며, 소형관정의 개발비율이 높은 마도면의 지하수개발 밀도가 30.5공/ km^2 로 가장 높게 나타났으며, 매송면의 관정밀도가 3.5공/ km^2 로 가장 낮았다.

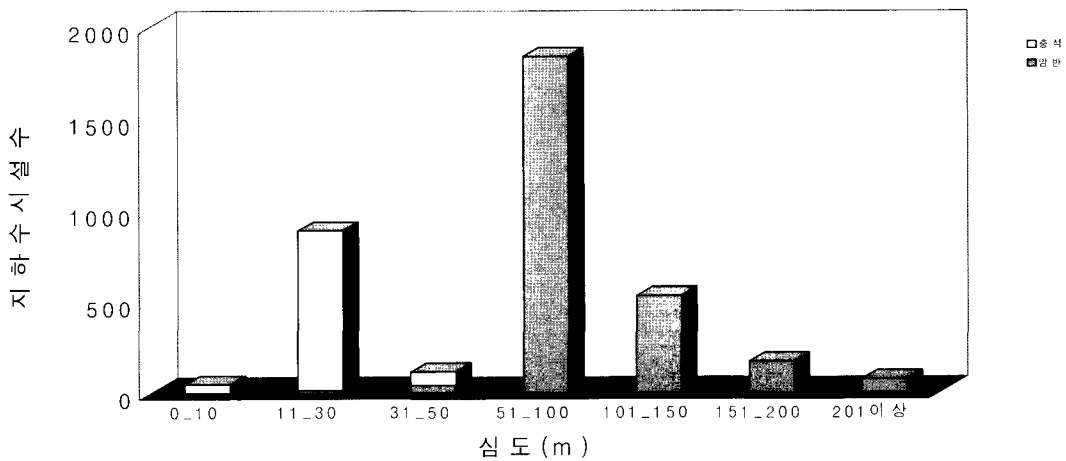
<표 1-1-15> 읍면별 단위면적당 지하수이용현황

읍면동	개소수 (공)	이용량 (천 m^3 /년)	면적 (km^2)	지하수개발밀도 (공/ km^2)	단위면적당이용량	
					(천 m^3 /년/ km^2)	(m^3 /일/ km^2)
경기도	145,247	441,921	10,163.2	14.3	43.5	119.1
(시군평균)	4,685	14,256	328	-	-	-
화성시	7,461	57,852	687.7	10.8	84.1	230.5
남양동	332	3,285	66.9	5.0	49.1	134.5
동탄면	416	3,338	52.7	7.9	63.3	173.4
마도면	969	2,347	31.8	30.5	73.9	202.4
매송면	96	877	27.4	3.5	32.0	87.6
봉담읍	517	5,271	42.7	12.1	123.5	338.3
비봉면	163	1,716	38.6	4.2	44.5	121.9
서신면	195	2,173	42.6	4.6	51.1	139.9
송산면	1,340	4,329	53.6	25.0	80.7	221.2
양감면	344	2,981	31.2	11.0	95.6	262.0
우정면	491	3,188	58.9	8.3	54.2	148.4
장안면	356	4,313	67.7	5.3	63.7	174.6
정남면	606	4,919	40.8	14.9	120.6	330.5
태안읍	716	6,101	32.1	22.3	189.8	519.9
팔탄면	575	8,480	50.9	11.3	166.5	456.1
향남면	345	4,536	49.9	6.9	90.9	249.1

다. 지하수시설 현황



<그림 1-1-15> 구경별 지하수시설 현황



<그림 1-1-16> 심도별 지하수시설 현황

<표 1-1-16> 구경별 현황

(단위 : 공)

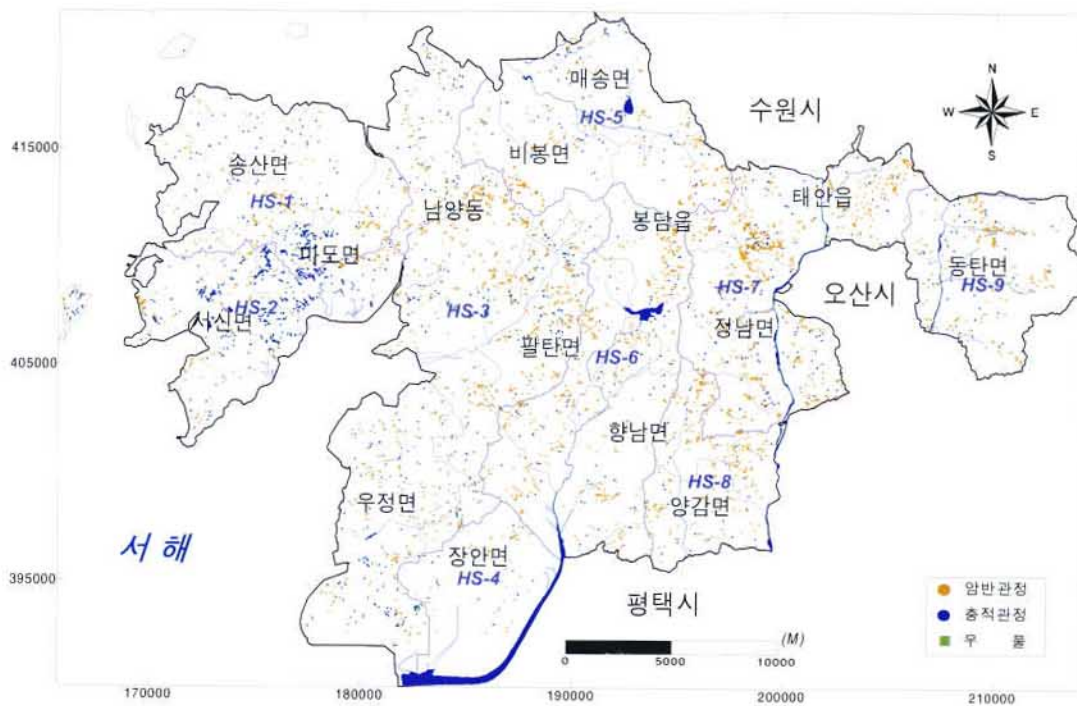
구 분	계	구 경 (mm)					
		50이하	51-100	101-200	201-300	301이상	
계	계	4,020	1,001	153	2,616	239	11
	암반	2,898	0	63	2,601	225	9
	충적	1,122	1,001	90	15	14	2

<표 1-1-17> 심도별 현황

(단위 : 공)

구 분	계	심 도(m)							
		100이하	11-30	31-50	51-100	101-150	151-200	201이상	
계	계	3,659	46	887	115	1,838	530	170	73
	암반	2,666	0	14	41	1,838	530	170	73
	충적	993	46	873	74	0	0	0	0

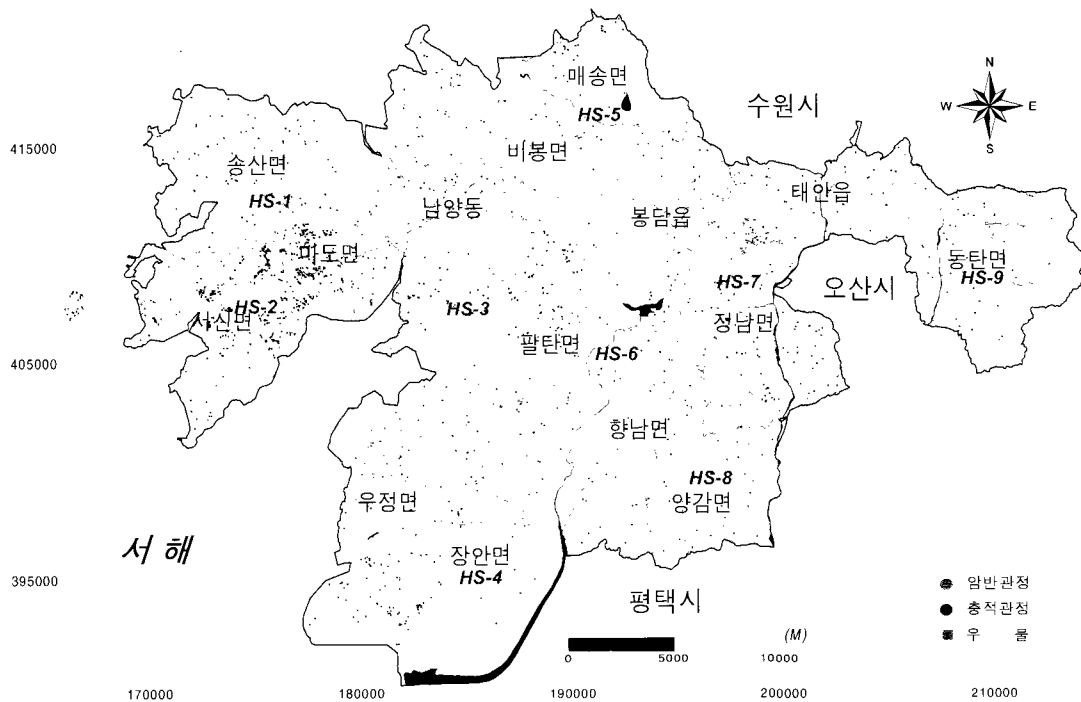
- 화성시의 지하수관련 기존자료(화성시 지하수행정자료, 농업기반공사 수맥조사 보고서 및 농업용대형관정 시설진단자료, 지하수영향조사서 등)를 토대로 중복된 지하수시설 DB자료를 제외한 2003년 4월 현재 화성시에서 개발된 지하수 시설은 7,461공이다.
- 현장조사는 신고·허가된 대형암반 관정을 위주로 조사공의 위치(좌표), 지하수위, 대수층유형, 현장수질 및 사용유무 등을 조사하였으며, 조사가 이루어진 관정은 총 4,771개소로 암반관정 3,001개소, 층적관정 1,770개소(우물 316개소 포함)이며, 허가신고형태로 살펴보면 허가 117개소, 신고 3,304개소, 기타 1,350개소가 조사되었다.



<그림 1-1-17> 화성시 수계 및 현장조사관정 위치도

- 우물 및 구경조사 불가능 관정을 제외한 현장조사된 지하수시설의 구경별 현황을 살펴보면 암반관정의 경우 대부분의 구경은 101~200mm(89.8%)이고, 층적관정의 경우 89% 이상(1,001공)이 50mm이하의 구경을 갖는 것으로 조사되었다
- 심도별 현황을 살펴보면 암반관정의 경우 95.2%가 51~200m의 굴착심도를 보였으며 그중 51~100m(68.8%)의 경우가 가장 많았다. 층적관정의 경우는 11~30m(87.9%)의 굴착심도를 보이는 관정이 가장 많은 것으로 조사되었다.

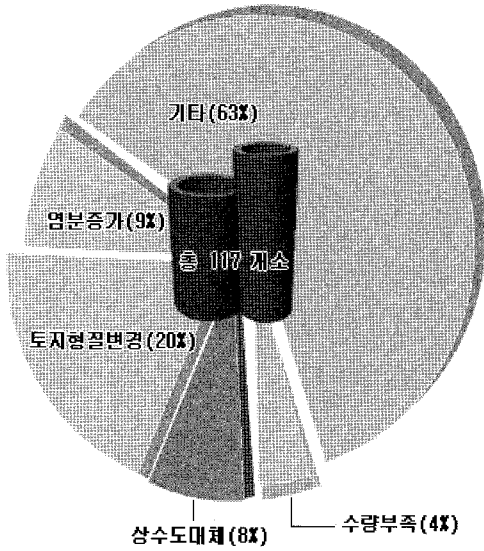
- 화성시의 지하수관련 기존자료(화성시 지하수행정자료, 농업기반공사 수백조사 보고서 및 농업용대형관정 시설진단자료, 지하수영향조사서 등)를 토대로 중복된 지하수시설 DB자료를 제외한 2003년 4월 현재 화성시에서 개발된 지하수 시설은 7,461공이다.
- 현장조사는 신고·허가된 대형암반 관정을 위주로 조사공의 위치(좌표), 지하수위, 대수층유형, 현장수질 및 사용유무 등을 조사하였으며, 조사가 이루어진 관정은 총 4,771개소로 암반관정 3,001개소, 충적관정 1,770개소(우물 316개소 포함)이며, 허가신고형태로 살펴보면 허가 117개소, 신고 3,304개소, 기타 1,350개소가 조사되었다.



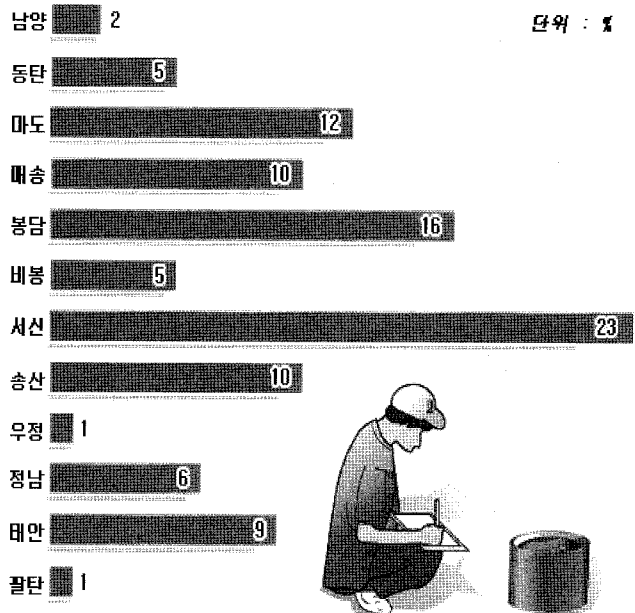
<그림 1-1-17> 화성시 수계 및 현장조사관정 위치도

- 우물 및 구경조사 불가능 관정을 제외한 현장조사된 지하수시설의 구경별 현황을 살펴보면 암반관정의 경우 대부분의 구경은 101~200mm(89.8%)이고, 충적관정의 경우 89% 이상(1,001공)이 50mm이하의 구경을 갖는 것으로 조사되었다
- 심도별 현황을 살펴보면 암반관정의 경우 95.2%가 51~200m의 굴착심도를 보였으며 그중 51~100m(68.8%)의 경우가 가장 많았다. 충적관정의 경우는 11~30m(87.9%)의 굴착심도를 보이는 관정이 가장 많은 것으로 조사되었다.

라. 폐공현황



폐공발생 원인별 현황



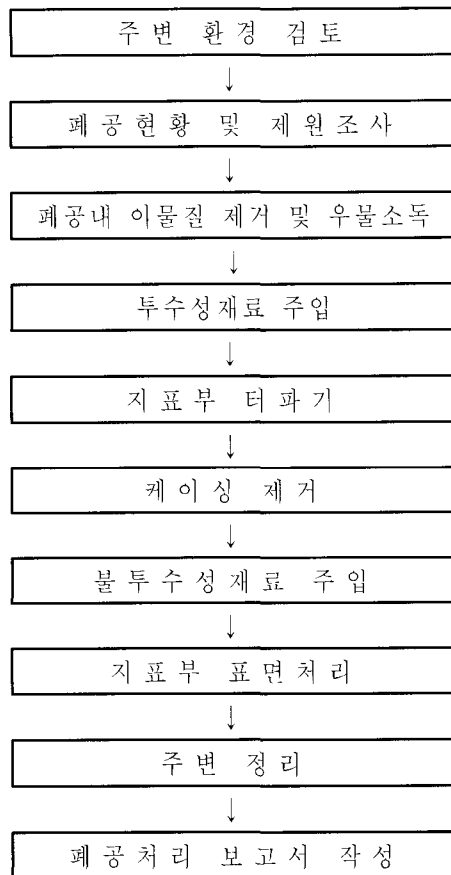
지역별 폐공분포

<그림 1-1-18> 원인별 지역별 폐공 현황

<표 1-1-18> 지하수 폐공 발생 원인별 현황

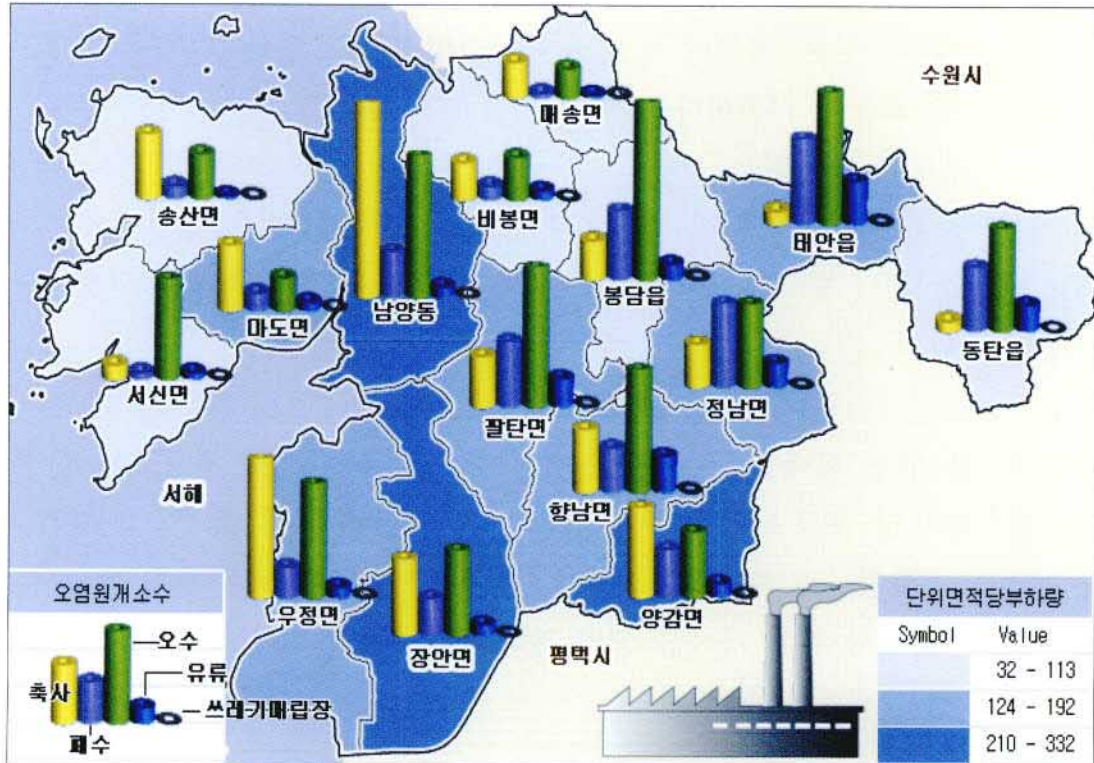
읍면	계	폐공발생원인						
		수량부족	수질악화	상수도대체	토지형질 변경	용도상실	염분증가	기타
계	117	5	-	9	20	-	9	74
남양동	2	-	-	-	-	-	-	2
동탄면	6	-	-	-	1	-	-	5
마도면	14	1	-	-	4	-	-	9
매송면	12	1	-	-	2	-	-	9
봉담읍	19	-	-	4	3	-	-	12
비봉면	6	1	-	-	-	-	-	5
서신면	27	-	-	4	4	-	7	12
송산면	12	2	-	1	5	-	1	3
우정면	1	-	-	-	-	-	1	-
정남면	7	-	-	-	1	-	-	6
태안면	10	-	-	-	-	-	-	10
팔탄면	1	-	-	-	-	-	-	1

- 원상복구된 관정은 모두 117공으로서 소형관정 27공, 대형관정이 90공이며, 폐공 발생 원인별 현황을 살펴보면, 수량부족이 5공, 상수도대체로 인한 폐공이 9공, 염분증가로 인한 폐공이 9공, 토지형질변경으로 인한 폐공이 20공, 기타 사유로 인한 폐공이 74공이다.
- 원상복구와 관련된 지하수법 명시조항은 지하수법 제14조(이행보증금의 예치), 제15조(원상복구) 및 제16조(지하수오염방지명령)에 의거 폐공을 원상복구토록 규정하고 있다.
- 원상복구를 위한 되메움은 ①주변환경검토, ②폐공현황 및 제원조사, ③폐공내 이물질 제거 및 우물소독, ④투수성재료 주입, ⑤터파기, ⑥케이싱 제거, ⑦불투수성재료 주입, ⑧지표부 표면처리, ⑨주변 정리, ⑩폐공처리 보고서 작성 등의 순서로 시공한다. 케이싱 제거 유무와 토지이용계획에 따라 ⑤, ⑧ 항목의 작업공정은 생략할 수 있다.



<그림 1-1-19> 되메움 절차

1.1.3 잠재오염원 현황



<그림 1-1-20> 점오염원 분포 현황

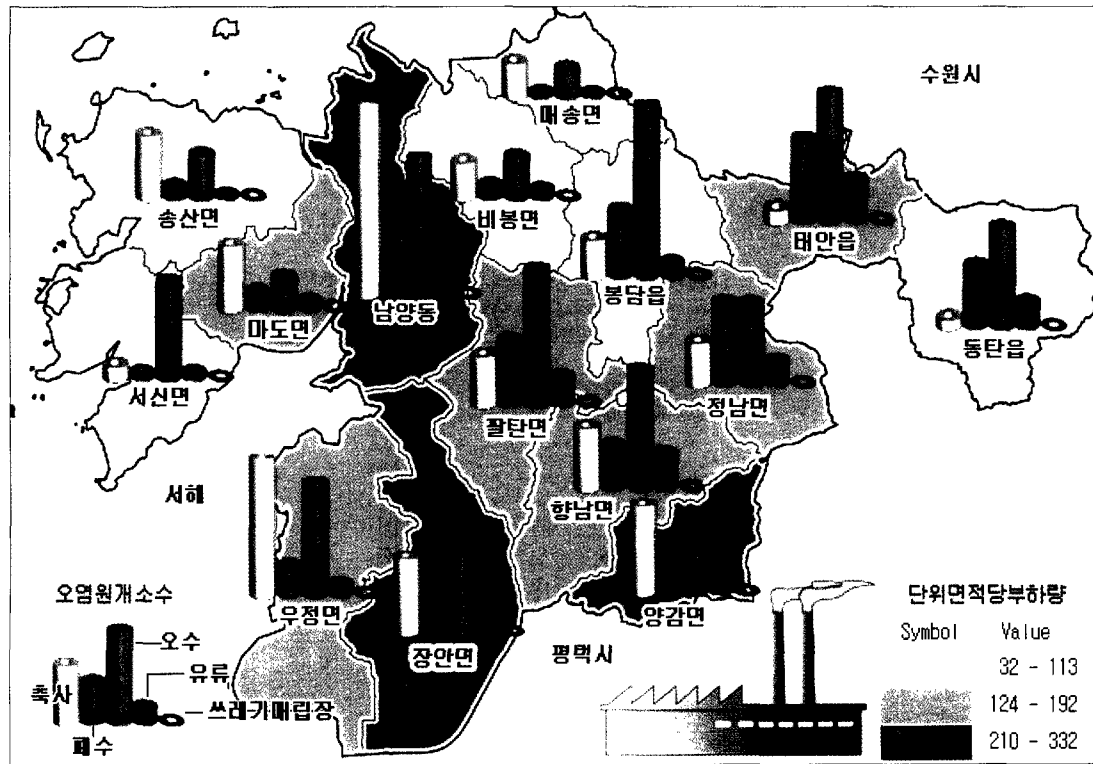
<표 1-1-19> 점오염원 분포현황

(단위 : 개소)

읍면	축사	폐수 배출시설	오수 배출시설	유류 저장시설	쓰레기 매립장
계	1,047	726	1,592	291	8
남양동	220	60	163	13	1
동탄면	11	73	114	30	-
마도면	73	20	38	10	1
매송면	40	6	33	4	1
봉담읍	44	78	200	18	1
비봉면	42	16	48	11	-
서신면	16	8	113	8	-
송산면	72	16	51	4	1
양감면	100	54	74	16	-
우정면	153	35	124	13	1
장안면	85	42	99	13	-
정남면	49	95	94	28	-
태안읍	15	96	146	49	1
팔탄면	57	75	159	33	1
향남면	70	52	136	41	-

자료 : 화성시 지하수 관리조사 보고서(2003)

1.1.3 잠재오염원 현황



<그림 1-1-20> 점오염원 분포 현황

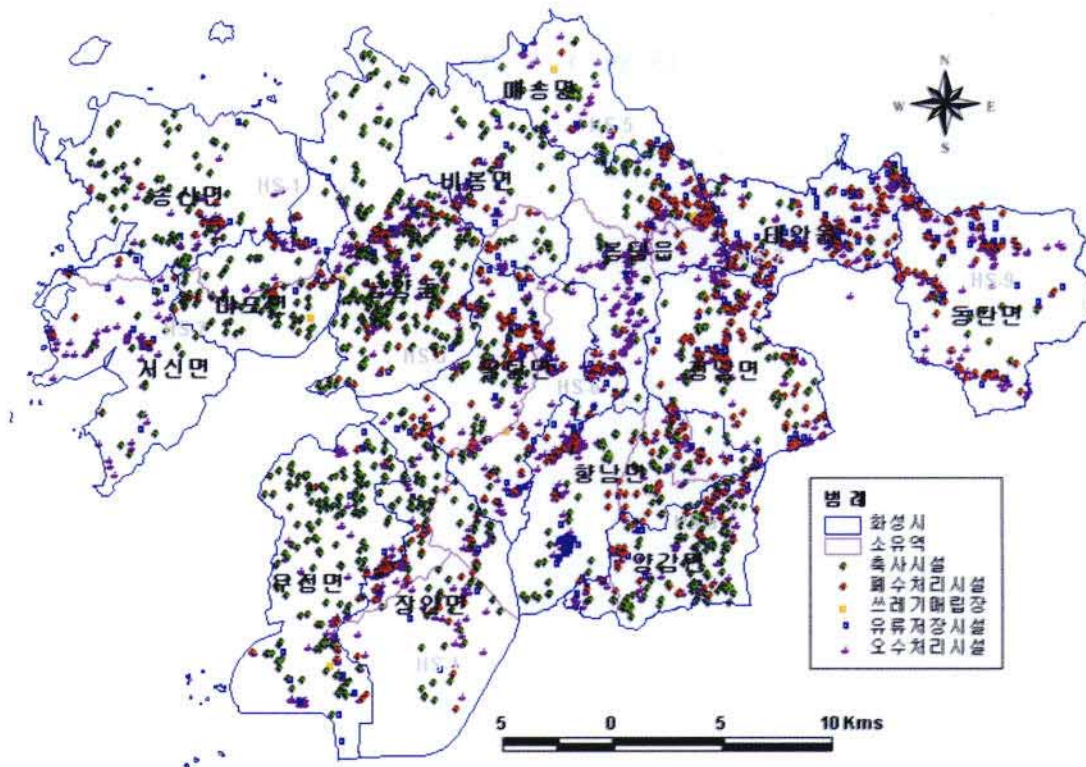
<표 1-1-19> 점오염원 분포현황

(단위 : 개소)

읍면	축사	폐수 배출시설	오수 배출시설	유류 저장시설	쓰레기 매립장
계	1,047	726	1,592	291	8
남양농	220	60	163	13	1
동탄면	11	73	114	30	-
마도면	73	20	38	10	1
배송면	40	6	33	4	1
봉담읍	44	78	200	18	1
비봉면	42	16	48	11	-
서신면	16	8	113	8	-
송산면	72	16	51	4	1
양감면	100	54	74	16	-
우정면	153	35	124	13	1
장안면	85	42	99	13	-
정남면	49	95	94	28	-
태안읍	15	96	146	49	1
관탄면	57	75	159	33	1
향남면	70	52	136	41	-

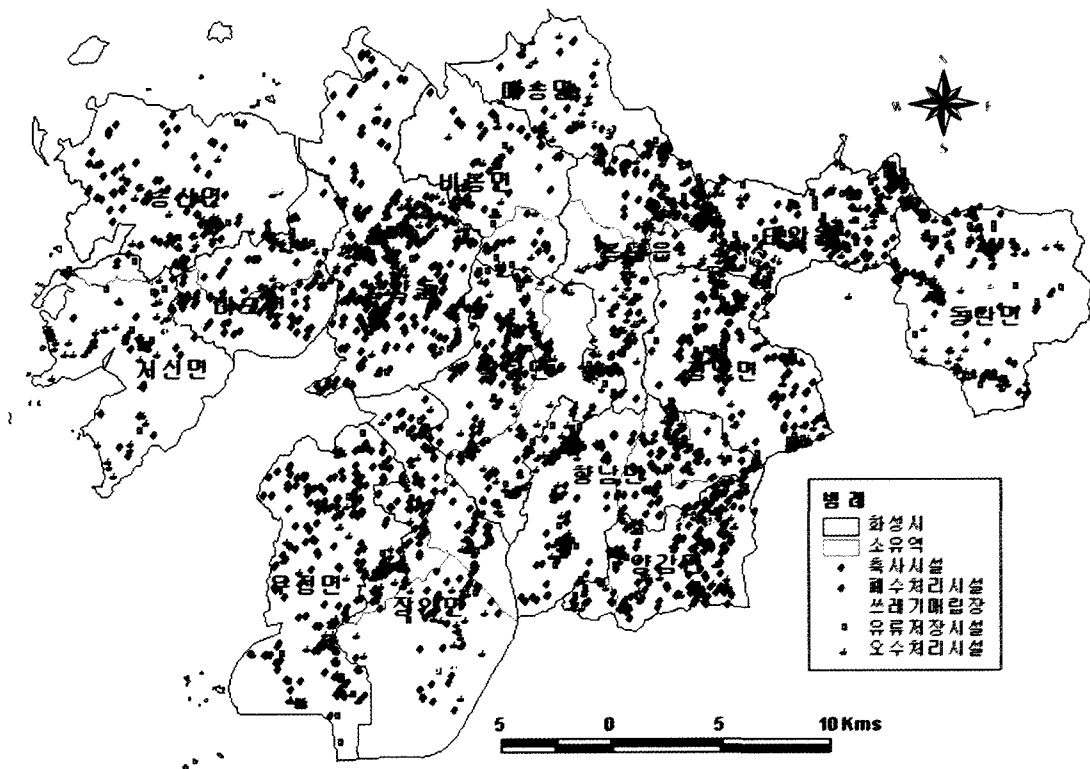
자료 : 화성시 지하수 관리조사 보고서(2003)

- 현장조사 및 DB/GIS화된 점오염원의 현황은 표 1-1-18 및 그림 1-1-19와 같다.
- 가장 많은 분포현황을 보이는 인자는 오수배출시설로서 1,583개소에 이르며 동 시설이 조사지역의 지배적인 점오염원으로 판단된다. 이는 최근에 화성군이 화성시로 승격되면서 많은 발전이 이루어지고 있다는 것을 의미한다. 또한, 축사시설도 1,047개소로서 오수배출시설과 더불어 주요 점오염원으로 고려된다.
- 지역별로는 축산시설은 남양동이 220개소로 가장 많이 있고, 폐수배출시설은 태안읍이 96개소, 오수배출시설은 봉담읍이 194개소, 유류저장시설은 태안읍이 49개소로 가장 많이 나타나고 있으며, 쓰레기매립장은 팔탄면 1개소가 현재 사용중이고, 나머지 7개소는 모두 사용 종료된 매립장이다.



<그림 1-1-21> 점오염원 위치도

- 현장조사 및 DB/GIS화된 점오염원의 현황은 표 1-1-18 및 그림 1-1-19와 같다.
- 가장 많은 분포현황을 보이는 인자는 오수배출시설로서 1,583개소에 이르며 동시시설이 조사지역의 지배적인 점오염원으로 판단된다. 이는 최근에 화성군이 화성시로 승격되면서 많은 발전이 이루어지고 있다는 것을 의미한다. 또한, 축사시설도 1,047개소로서 오수배출시설과 더불어 주요 점오염원으로 고려된다.
- 지역별로는 축산시설은 남양동이 220개소로 가장 많이 있고, 폐수배출시설은 태안읍이 96개소, 오수배출시설은 봉담읍이 194개소, 유류저장시설은 태안읍이 49개소로 가장 많이 나타나고 있으며, 쓰레기매립장은 팔탄면 1개소가 현재 사용중이고, 나머지 7개소는 모두 사용 종료된 매립장이다.



<그림 1-1-21> 점오염원 위치도

1.1.4 조사실적

가. 조사내역

사업명	화성시 농촌지하수 관리조사
사업시행	농림부, 농업기반공사
조사기간	'01. 4. - '03. 12 (2년 9개월)


관정조사

- 현황조사 : 4,771공
- DB/GIS구축 : 7,461공



지하수위 및 수질

- 지하수위측정 : 1,290공
- 현장수질측정 : 1,525공




점 오염원조사

- 위치, 규모, 처리시설 조사 및 정보화 : 2,413 개소




수량조사

- 지표지질 : 3,069ha
- 인공위성 영상분석 (선구조) : 1식
- 양수시험등 : 169회
- 탐사 및 검증 : 1식



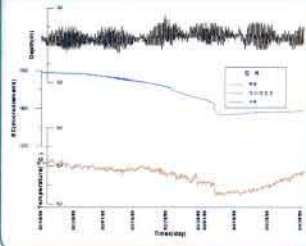
수질조사

- 수질검사 : 95점
- 동위원소분석 : 97점 (오염원 확인)
- 토양오염검사 : 20점
- 오염대 탐사 : 1식



모니터링

- 자동관측 : 2개소
 - 남양동 시리
 - 우정면 매향리




자료분석 및 시스템 구축

기존 조사 자료 포함하여 정보화

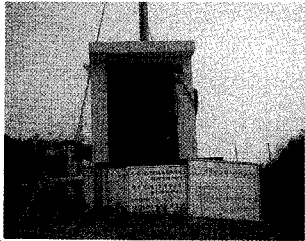
1.1.4 조사실적

가. 조사내역

사업명	화성시 농촌지하수 관리조사
사업시행	농림부, 농업기반공사
조사기간	'01. 4. - '03. 12 (2년 9개월)

현장조사

- 현장조사: 4,771공
- DB/GIS구축: 7,461공



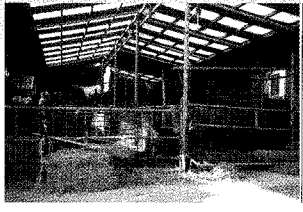
지하수위 및 수질

- 지하수위측정: 1,290공
- 현장수질측정: 1,525공




점 오염원조사

- 위치, 규모, 처리시설 조사 및 정보화: 2,413 개소



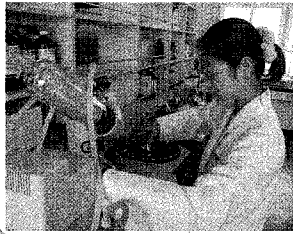
수질조사

- 지표지질: 3,069ha
- 인공위성 영상분석 (선구조): 1식
- 양수시험등: 169회
- 탐사 및 검증: 1식



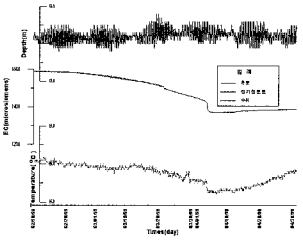
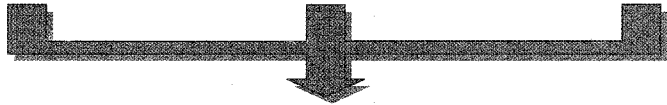
수질조사

- 수질검사: 95점
- 동위원소분석: 97점 (오염원 확인)
- 토양오염검사: 20점
- 오염대 탐사: 1식



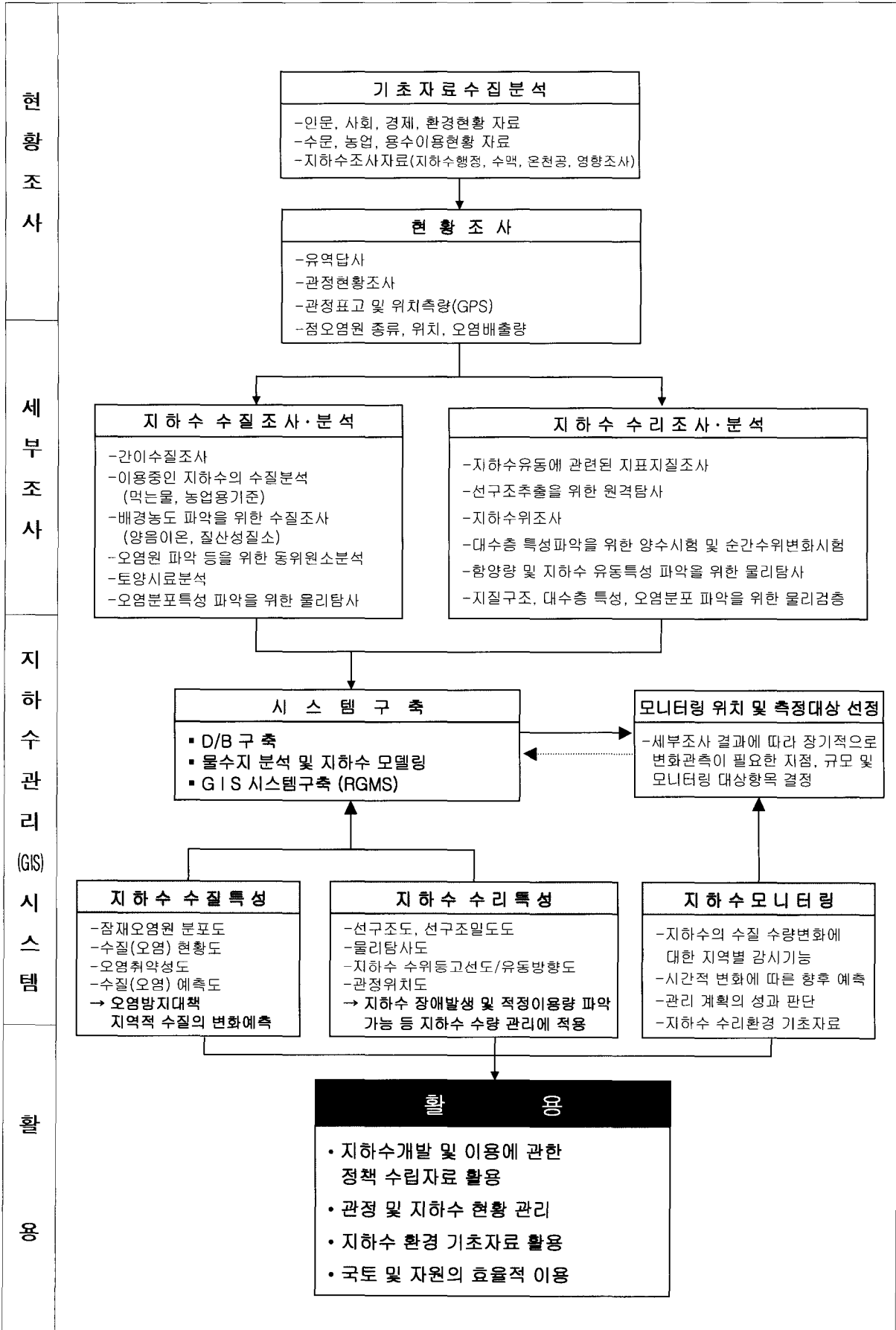
모니터링

- 자동관측: 2개소
 - 남양동 시리
 - 우정면 매항리

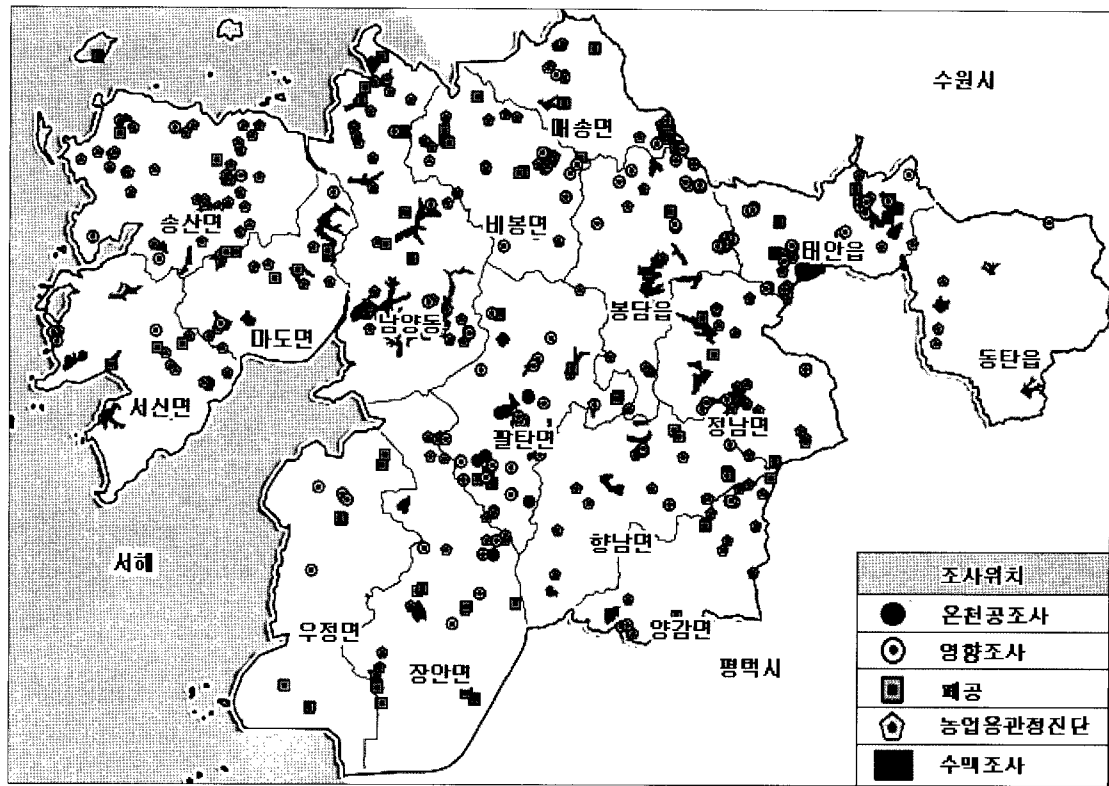



자료분석 및 시스템 구축

기존 조사 자료 포함하여 정보화



나. 기 조사자료



<그림 1-1-22> 지하수 기 조사 현황도

<표 1-1-20> 지하수 기 조사현황

조사명	조사량	기간	주요공종	시행자/ 조사기관
수맥조사	66지구	'82~'02	탐사, 시추, 영향조사	농림부/ 농업기반공사
지하수영향조사	76지구 (127개소)	'97~'02	적정채수량 및 수질평가	영향조사기관
온천공조사	7건 (12개소)	'89~'01	온천공의 개발가능량 및 수질	한국지질자원 연구원 외
농업용대형관정 시설진단 및 폐공찾기	1건 (204개소)	'00~'01	시설물 진단, 폐공찾기 처리	농림부/ 농업기반공사
지하수 폐공 실태분석 및 현황조사	1건 (85개소)	'02~'03	폐공조사 실태 분석	화성시/ 농업기반공사

1) 수맥조사

- 2002년까지 화성시에 조사된 수맥조사 면적은 66지구 1,350ha이며, 가장 많은 면적이 조사된 읍·면은 남양읍으로 13지구 393ha가 조사되었으며, 가장 적게 조사된 곳은 비봉면으로 1지구 20ha이다. 특히, 동탄면은 지하수 부존상태가 불량하여 조사면적 45ha 모두 지하수 개발이 불가능한 지구로 조사되었다.

- 조사면적 1,350ha중 개발가능면적은 402.6ha로 29.82%이며, 기 개발면적 116.5ha를 제외한 잔여면적 286.1ha중 지표수 등 타용수원 공급, 도시개발계획지구편입 등에 따른 개발불가능면적 110.8ha를 제외하면, 향후개발가능 면적은 175.3ha이다(표 1-1-20).

<표 1-1-21> 화성시 수맥조사 현황

(단위 : ha)

읍면	지구수	조사면적 (A)	개발가능 (B)	기개발 (C)	잔여면적 (D=B-C)	개발불가능 (E)	향후개발 (F=D-E)
합계	66	1,350	402.6	116.5	286.1	110.8	175.3
남양	13	393	76.8	31.6	45.2	45.2	0.0
동탄	3	45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
마도	5	108	23.0	1.7	21.3	0.0	21.3
매송	5	32	4.2	0.0	4.2	0.0	4.2
봉담	4	90	32.0	5.8	26.2	11.2	15.0
비봉	1	20	9.0	0.0	9.0	0.0	9.0
서신	6	164	39.9	2.4	37.5	9.0	28.5
송산	2	25	14.8	5.0	9.8	0.0	9.8
양감	2	18	13.0	4.0	9.0	0.0	9.0
장안	2	50	30.0	3.0	27.0	0.0	27.0
정남	5	146	57.9	21.4	36.5	31.8	4.7
태안	5	111	22.7	9.1	13.6	13.6	0.0
팔탄	7	85	38.0	6.2	31.8	0.0	31.8
향남	6	63	41.3	26.3	15.0	0.0	15.0

2) 지하수영향조사

- 2003년 3월말 기준으로 화성시 지하수 영향조사 지구는 76지구이며, 이중 팔탄면이 22.3%인 17지구로 가장 많으며, 그 다음으로 봉담읍과 태안읍이 11.8%인 9지구로 높으며, 가장 적은 비율을 나타내는 지역은 동탄면으로 1건이다(표 3-1-17).

<표 1-1-22> 지하수 영향조사 현황

구 분	용 도 별 (지 구)					영향조사 관정수(공)
	합 계	생활용	공업용	농업용	기 타	
합 계	76	44	7	24	1	121
남 양	4	2	-	2	-	6
동 탄	1	1	-	-	-	2
마 도	2	1	-	1	-	2
매 송	3	1	-	2	-	3
봉 담	9	4	-	4	1	24
비 봉	4	2	-	2	-	6
서 신	2	1	-	1	-	4
송 산	4	3	-	1	-	4
양 감	3	2	1	-	-	4
우 정	3	3	-	-	-	5
장 안	6	6	-	-	-	8
정 남	5	-	2	3	-	10
태 안	9	6	3	-	-	15
팔 탄	17	10	-	7	-	22
향 남	4	2	1	1	-	6

3) 온천공조사

□ 화성시에는 7개소(팔탄면 4개, 장안면, 태안면, 송산면 각 1개)의 온천이 발견 신고되어 있으며, 그중 온천지구로 지정되어 있는 곳은 팔탄면 화성온천과 월문온천 2개소이며, 온천공 보호구역으로 지정되어 있는 곳은 팔탄면 울암온천이 있다(표 1-1-23).

<표 1-1-23> 온천조사 현황

온천명	위 치	발견신고 수 리 일	온 천 현 황			조사자	비고
			성 분	온 도 (°C)	심 도 (m)		
월 문	화성군 팔탄면 월문리	'93. 12. 2	Na-HCO ₃ 단순천, pH 9.1	25.8	682	동서엔지니어링	온천지구
화 성	화성군 팔탄면 덕천리 1번지 일원	'89. 7. 29	Na-HCO ₃ 단순천, pH 9.08	27.3	700	한국동력자원연구소	온천지구
화 당	화성군 팔탄면 화당리 산5번지 일원	'98. 5. 14	Na·HCO ₃ 단순천, pH4.6	26.8	814	대한광업진흥공사	-
울 암	화성군 팔탄면 울암리 산124-5	'97. 6. 13	Na-HCO ₃ 단순천, pH4.69	27.0	682	한국자원연구소	온천공 보호구역
수 촌	화성 장안면 수촌리 24-7번지 일원	'01. 3. 16	중탄산나트륨천	25.8	808	한국지질자원연구원	-
안 녕	화성 태안읍 안녕리 1388-11번지 일원	'01. 2. 7	중탄산나트륨천	27.5	652	한국자원연구소	-
사 강	화성 송산면 사강리 339번지 일원	'01. 9. 17	알칼리성 단순천	25.5	840	-	-

4) 농업용 대형관정 시설진단

- 농업용 대형관정 시설진단 및 폐공찾기는 2000년까지 농촌지역에 개발된 기존시설 및 개발과정에서 발생한 숨겨진 폐공을 찾아 원상 복구함으로써 수질오염을 방지할 목적으로 전국의 농촌지역을 대상으로 실시하였으며, 화성시에 185공(총적 31공, 암반 154공)의 시설진단을 실시한 결과, 정상이용 156공, 정비대상 19공, 폐공대상 9공, 관측공 활용 1공으로 조사되었으며, 폐공대상으로 분류된 9공은 지하수법 규정에 의거 폐공처리(원상복구) 하였다(표 1-1-23).

<표 1-1-24> 시설진단 내역

구 분	합 계	보 존	보 수	폐공대상	관측공활용	비 고
합 계	185	156	19	9	1	
총 적	31	21	5	5	-	
암 반	154	135	14	4	1	

5) 지하수 폐공현황조사

- 지하수 폐공 현황조사는 화성시 전역에 대한 폐공자료를 수집·정리하고 미처리 폐공의 실태조사·분석 및 폐공의 유형별 원상복구 방안을 제시하고자 화성시에서 농업기반공사에 위탁하여 조사를 실시하였다.
- 현장조사는 행정기관의 폐공처리대상 현황자료와 수혜자 및 관리자를 통해 수집된 조사자료를 바탕으로 총 156공에 대한 현장조사를 실시하였으며, 조사결과 원상복구대상 79공, 처리보류 및 재이용 39공, 기매몰 및 확인불가 38공으로 분류되었다(표 1-1-24).

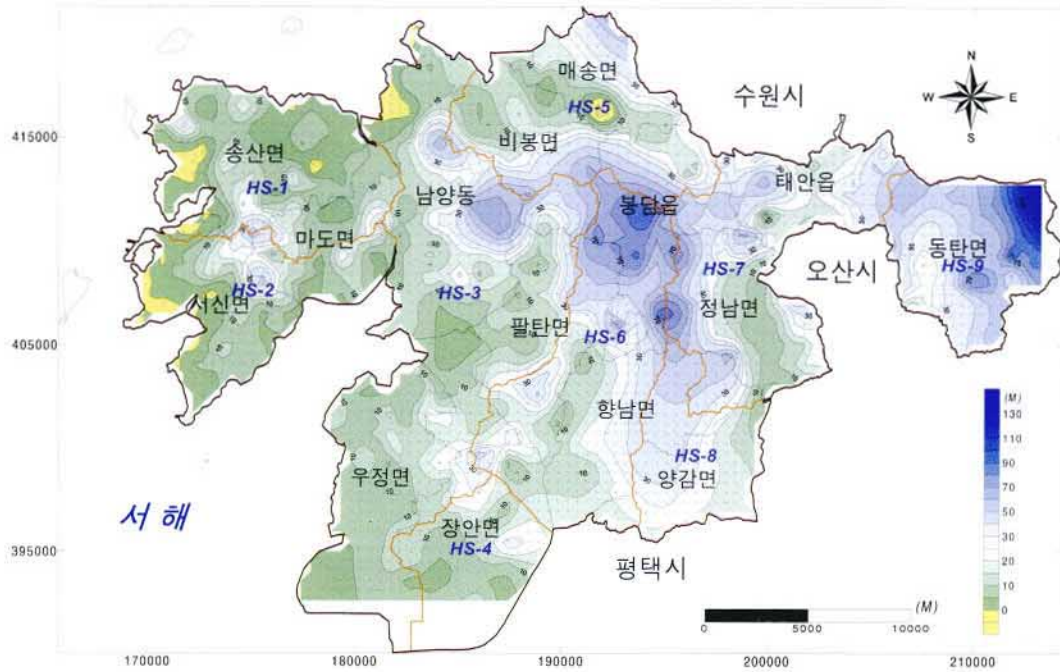
<표 1-1-25> 지하수 폐공현황 조사결과

구 분	합 계	원상복구대상	처리보류 및 재이용	기매몰 및 확인불가	비 고
합 계	156	79	39	38	
소형관정	102	41	32	29	
대형관정	54	38	7	9	

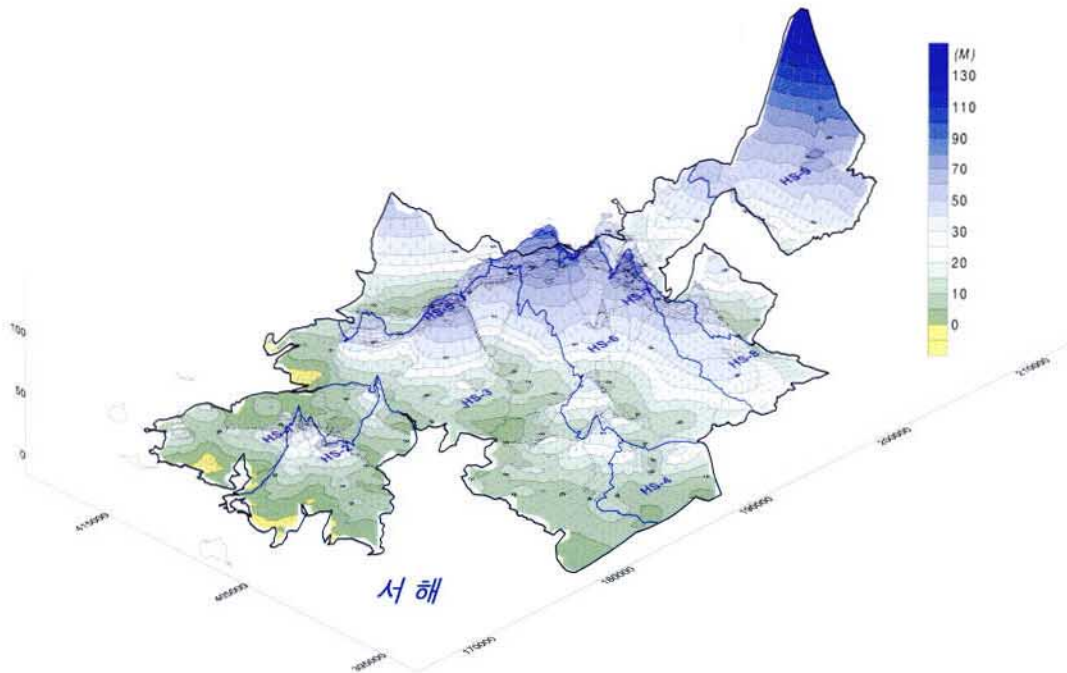
1.2 분석

1.2.1 특성분석

가. 수위변동 및 유동



<그림 1-2-1> 지하수두등고선도 및 유동방향도(2D)

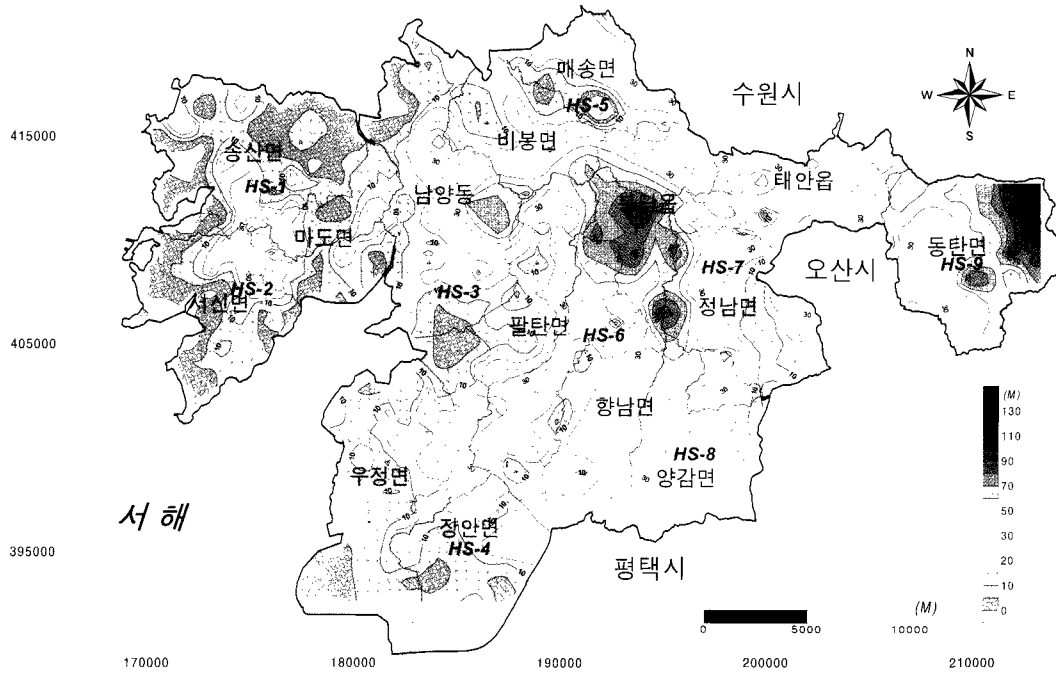


<그림 1-2-2> 지하수두등고선도 및 유동방향도(3D)

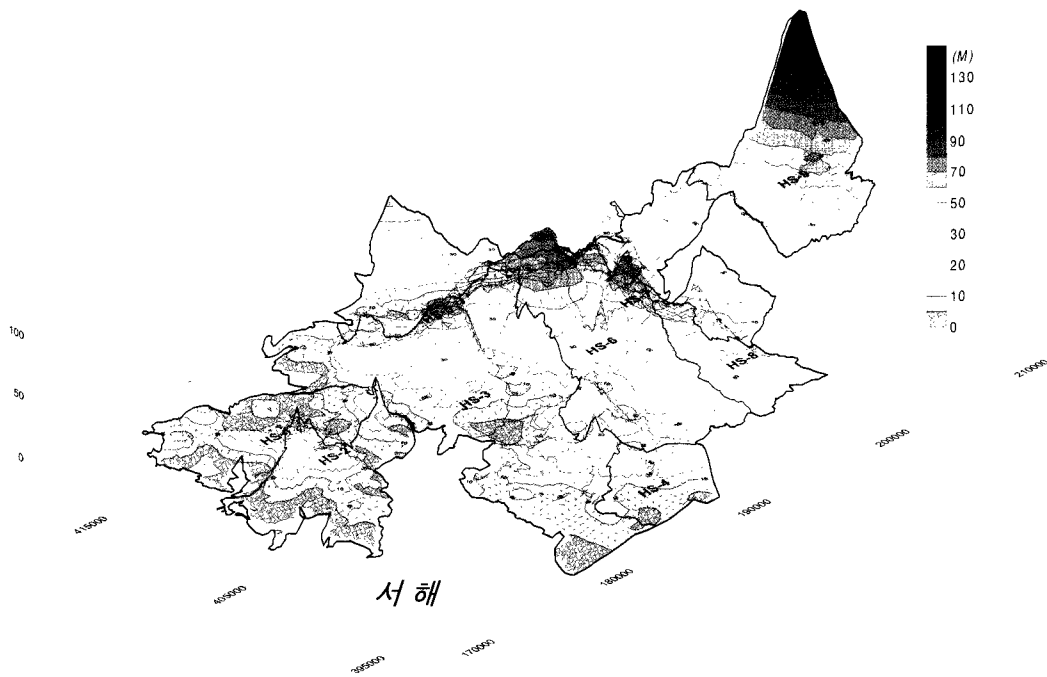
1.2 분석

1.2.1 특성분석

가. 수위변동 및 유동



<그림 1-2-1> 지하수두등고선도 및 유동방향도(2D)



<그림 1-2-2> 지하수두등고선도 및 유동방향도(3D)

- 조사지역의 전체적인 지하수위 변화 및 유동방향을 파악하기 위하여 지하수이 용실태 조사시 파악된 관정중 수위측정이 가능한 관정을 선정하여 갈수기와 풍수기로 구분하여 대수층별로 지하수위를 분석하였다.
- 지하수 평균 수위값은 유역별로 대체로 평균 해발고도와 유사한 패턴을 보이고, 갈수기와 풍수기의 수위값은 충적지하수의 경우 지하수의 함양에 의하여 수위는 평균 1.3m 상승하지만, 암반지하수의 경우는 평균 0.4m 상승한다
- 그림 1-2-1~2는 지하수두 등고선을 나타내는 그림으로 등고선의 수직방향으로 수두가 높은 곳에서 낮은 곳으로 지하수의 유동이 이루어진다.
 - 유동방향을 나타내는 화살표가 발산하는 지역(푸른색)은 지하수두가 높은 지역으로 지하수의 충전이 이루어지는 지하수함양지역이다.
남양동, 북양동, 봉담읍 및 동탄면 동부지역이다.
 - 화살표가 수렴하는 지역(녹색)은 저지대로서 지하수배출지역임을 나타낸다.
동쪽에서 서쪽 즉, 서해안으로의 지하수 배출이 이루어짐을 알 수 있다.

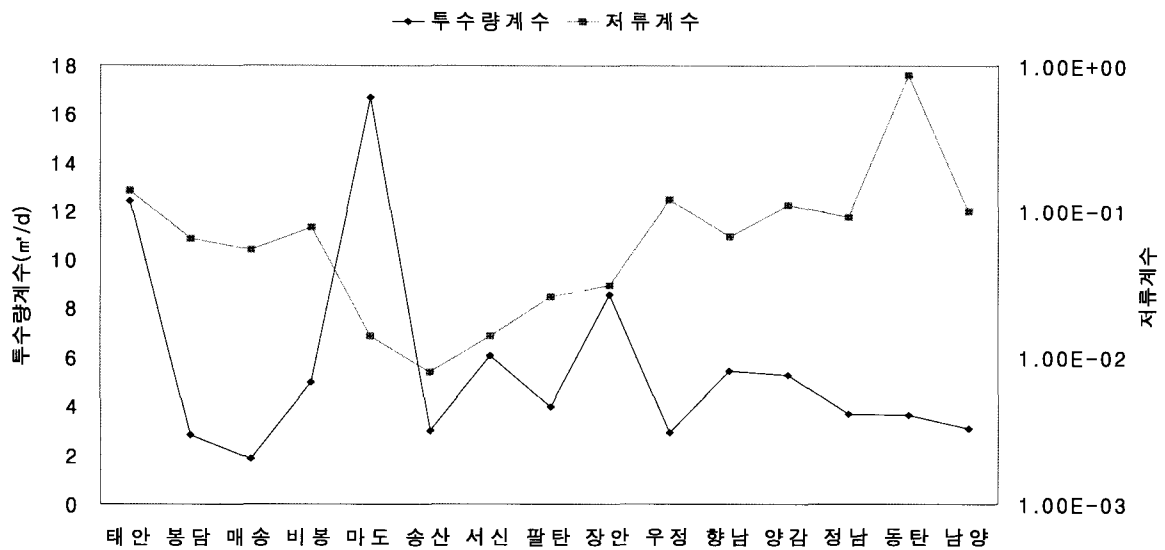
<표 1-2-1 > 지하수 수위변화 현황

구분	충적층			암반층		
	갈수기 평균	풍수기 평균	변화량	갈수기 평균	풍수기 평균	변화량
전체 평균	17.2	18.5	1.3	27.5	27.9	0.4
남양동	18.6	20.6	2.0	20.4	12.6	-7.8
동탄면	48.4	50.6	2.2	51.6	51.5	-0.1
마도면	13.4	14.2	0.8	18.3	12.7	-5.6
매송면	21.8	25.9	4.1	15.1	15.8	0.7
봉담읍	40.8	40.6	-0.2	49.5	50.3	0.8
비봉면	23.8	25.9	2.1	26.2	24.2	-2.0
서신면	10.0	8.9	-1.1	5.6	6.3	0.7
송산면	8.6	8.0	-0.6	11.7	15.4	3.7
양감면	20.1	21.9	1.8	16.0	26.2	10.2
우정면	9.7	10.7	1.0	7.6	10.7	3.1
장안면	15.5	16.4	0.9	15.5	16.3	0.8
정남면	21.4	21.0	-0.4	23.3	27.6	4.3
태안읍	30.5	30.4	-0.1	28.0	25.0	-3.0
팔탄면	17.9	18.1	0.2	24.1	25.3	1.2
향남면	36.4	33.1	-3.3	18.7	34.8	16.1

Tip

- 지하수위 : 지표기준
- 지하수두 : 해수면기준(표고-지하수수위)

나. 수리특성



<그림 1-2-3> 읍면별 암반지하수의 수리특성

<표 1-2-2> 읍면별 수리상수 분포현황

구분	수리전도도(m/sec)		투수량계수(m²/d)		저류계수	
	총적(평균)	암반(평균)	총적(평균)	암반(평균)	총적(평균)	암반(평균)
평균	4.4E-05[100]	3.66E-07[118]	104.26[10]	7.02[135]	1.33E-1[9]	9.50E-02[123]
태안	2.96E-05[12]	3.69E-07[15]	-	12.37[15]	-	1.41E-01[13]
봉담	8.29E-05[5]	2.05E-07[24]	-	2.82[13]	-	6.50E-02[13]
매송	2.52E-05[4]	2.52E-07[3]	-	1.86[3]	-	5.38E-02[3]
비봉	1.39E-05[4]	2.85E-07[6]	-	4.98[9]	-	7.80E-02[9]
마도	1.59E-05[12]	5.96E-07[2]	-	16.71[4]	-	1.43E-02[4]
송산	2.08E-05[7]	4.51E-07[4]	-	3.01[5]	-	7.86E-03[5]
서신	9.30E-06[2]	8.02E-08[4]	-	6.06[7]	-	1.39E-02[4]
팔탄	2.34E-05[4]	3.25E-07[22]	-	3.98[26]	-	2.64E-02[23]
장안	1.71E-05[5]	7.12E-07[8]	-	8.57[12]	-	3.05E-02[9]
우정	9.11E-06[7]	4.73E-07[5]	2.75[2]	2.89[6]	5.6E-02[2]	1.25E-01[6]
향남	3.57E-05[9]	3.39E-07[6]	-	5.45[12]	-	6.68E-02[12]
양감	6.22E-05[3]	5.50E-07[4]	-	5.29[4]	-	1.08E-01[4]
정남	5.04E-05[10]	2.60E-07[9]	-	3.67[13]	-	9.14E-02[13]
동탄	3.18E-05[5]	3.19E-07[1]	85.11[1]	3.64[1]	-	8.58E-01[1]
남양	2.03E-04[11]	2.62E-07[5]	224.93[7]	3.09[5]	2.1E-01[7]	1.00E-01[4]

주 []는 평균에 사용된 관정 개수 임

□ 대수성시험 : 수리전도도, 투수량계수 및 저류계수 파악

- 순간수위 변화시험 : 136개소
- 양수시험 자료 : 162개소

┌ 지하수영향조사 등 기 조사자료 : 129개소
└ 금회조사 : 33개소

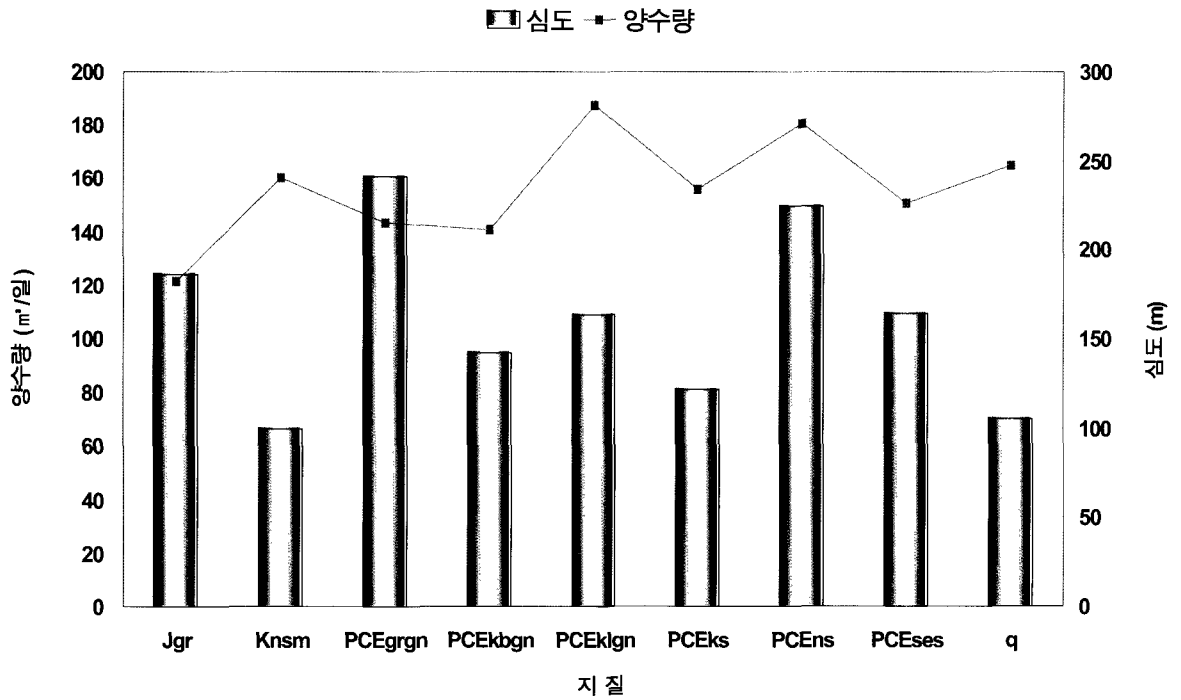
□ 성과활용

- DRASTIC(지하수 오염취약성평가) 입력자료 활용
- 수리상수를 관정별, 지역별 및 지질별로 DB구축 ⇒ 지하수 모델링 입력자료 활용

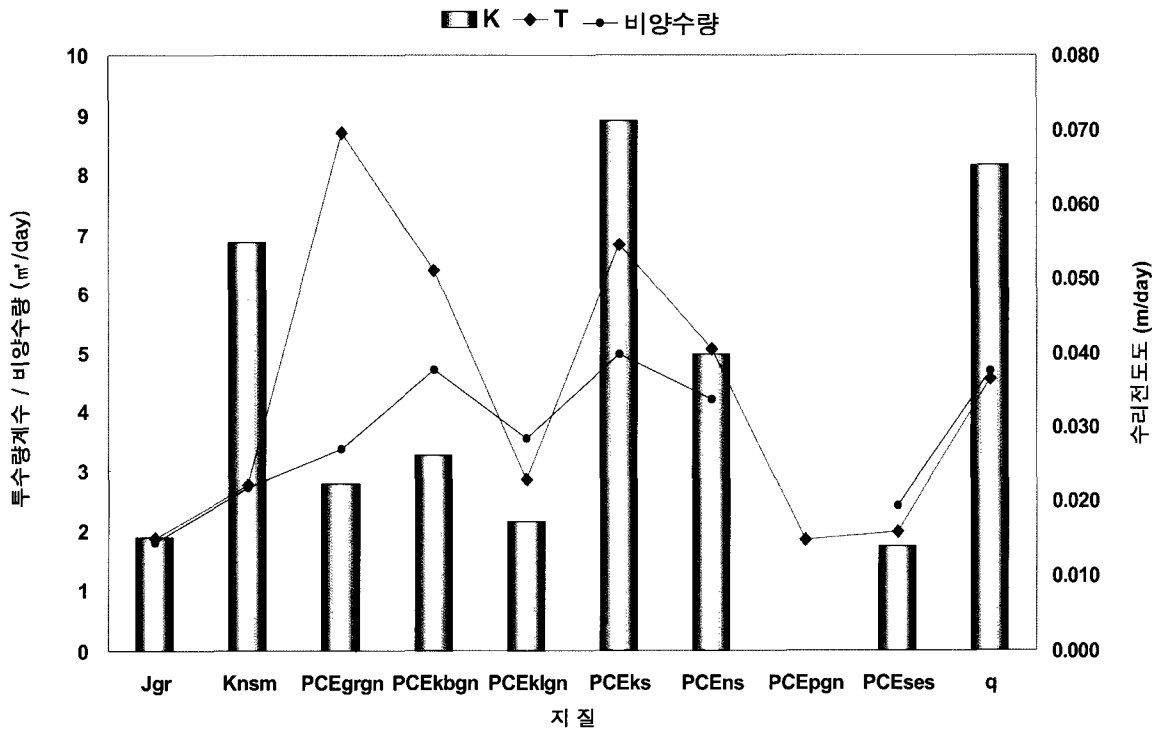
<표 1-2-3> 지질별 암반대수층의 수리특성

지질	공수	구분	심도 (m)	양수량 (m ³ /일)	자연 수위 (m)	안정 수위 (m)	비양수량 (m ³ /일)	포화대 두께 (m)	K (m/일)	T (m ² /일)	S	분포지역
Jgr	9	최대	370	170	30.2	257.8	2.95	340	0.05	8.10	2.90E-01	남양동, 매송면
		최소	100	50	2.8	46.5	0.21	80	0.01	0.12	1.38E-04	
		평균	186	121	9.1	98.2	1.80	168	0.02	1.86	7.17E-02	
Knsm	1	평균	100	160	9.0	68.0	2.71	50	0.06	2.75	6.61E-03	송산면
PCEgrgn	20	최대	1150	200	14.0	319.8	14.93	1148	0.05	50.51	3.25E-01	송산면, 서신면, 남양동, 매송면
		최소	80	40	1.0	19.1	0.31	64	0.01	0.21	1.23E-03	
		평균	241	144	3.9	85.3	3.37	293	0.02	8.72	3.73E-02	
PCEkbgm	60	최대	652	1240	40.0	156.0	41.01	258	0.17	147.90	5.90E-01	송산면, 우정면, 매송면, 향남면, 봉담읍, 경남면, 양감면, 태안읍
		최소	54	31	0.8	11.1	0.34	26	0.01	0.20	1.00E-05	
		평균	142	141	9.6	55.0	4.72	111	0.03	6.40	1.02E-01	
PCEklgn	7	최대	200	450	18.8	86.6	8.70	198	0.03	4.30	8.58E-01	향남면, 양감면, 동탄면
		최소	100	40	2.0	47.7	0.88	96	0.01	0.46	5.32E-04	
		평균	163	188	5.4	60.4	3.55	155	0.02	2.84	1.64E-01	
PCEks	2	최대	150	156	4.2	35.5	4.97	73	0.07	8.45	1.05E-02	향남면
		최소	94	156	4.1	35.5	4.97	73	0.07	5.20	9.54E-03	
		평균	122	156	4.1	35.5	4.97	73	0.07	6.83	1.00E-02	
PCEns	49	최대	900	430	41.5	265.0	19.60	368	0.36	57.12	5.31E-01	매송면, 비봉면, 우정면, 팔탄면, 장안면
		최소	25	6.1	0.7	18.3	0.12	24	0.01	0.08	1.35E-04	
		평균	225	180	9.5	72.3	4.21	126	0.04	5.06	4.88E-02	
PCEpgn	1	평균	100	-	4.5	-	-	-	-	1.85	2.15E-02	경남면
PCEses	1	평균	164	151	11.3	74.2	2.40	143	0.01	1.97	7.50E-03	송산면
q	2	최대	110	180	2.2	46.0	5.95	102	0.08	5.03	9.07E-03	송산면, 팔탄면
		최소	100	150	2.0	32.4	3.40	50	0.05	4.06	3.02E-03	
		평균	105	165	2.1	39.2	4.68	76	0.07	4.55	6.04E-03	

* 지질 : Jgr - 화강암, Knsm - 사암 및 이암, PCEgrgn - 화강편마암, PCEkbgm - 호상편마암, PCEklgn - 우백질편마암, PCEks - 편암, PCEns - 편암, PCEpgn - 반상변정질편마암, PCEses - 편암, q - 규암



<그림 1-2-4> 지질별 암반지하수 평균심도 및 양수량



<그림 1-2-5> 지질별 암반지하수 투수량계수, 수리전도도 및 비양수량

- 충적층은 신생대 제4기의 미고결퇴적물로 이루어져 있으며 내륙의 하상과 해안의 저지대에 분포하여 자갈, 모래, 점토 등으로 구성되어 있다. 충적층은 입자사이에 공극이 발달되어 있어 부존성이 양호하나 구성물질의 종류에 따라 대수성의 차이가 매우 큰 특성을 지닌다.
- 충적층 지하수를 개발 이용하고 있는 지역은 남양동과 우정면 지역이며, 특히 남양동지역은 비봉면 청요리와 자안리에서 발원하여 남양만으로 유입되는 청룡천 주변의 곡간 평야부에서 충적지하수를 영농에 활용하고 있으며, 흑운모화강암과 남양화강암의 풍화대가 잘 발달하고 있어 풍화대 지하수 개발도 유리한 지역이다.
- 암반대수층의 수리특성은 암층내에 발달된 절리, 파쇄대 및 단열구조 등의 2차 공극과 지하수의 저류 및 유동에 관련되는 지질구조에 좌우되며, 조사지역의 암반지하수는 층리, 균열, 절리 및 단층 등 2차 공극을 따라 유동하는 열극형 지하수로 분포지질별 대수층 심도의 차이가 큰 것으로 판단된다.
- 수맥조사, 지하수영향조사, 온천공조사 등 기초조사 자료와 금회 조사에서 취득된 암반관정 양수시험 자료를 종합하여 화성시 암반대수층 특성을 읍면별·분포지질별로 살펴보면 표 1-2-2~3과 같다.
- 평균양수량은 남양동과 비봉면, 매송면, 태안읍의 일부에 분포하는 화강암류가 $121\text{m}^3/\text{일}$ 로 가장 낮고, 편암 및 편마암류를 주로하는 변성암류가 $141\text{m}^3/\text{일} \sim 188\text{m}^3/\text{일}$ 의 양수량을 나타내며(그림 1-2-4),
- 투수량계수, 수리전도도 및 비양수량은 편암류에서 높게 나타나고 화강암에서 가장 낮은 값을 나타낸다.
- 온천지구로 지정된 팔탄면의 덕천리, 월분리 및 화당리지역과, 온천공 보호지역인 팔탄면 울암리는 고심도의 온천을 개발·이용하고 있으며, 장안면 수촌리 태안읍 안녕리, 송산면 사강리에서도 온천발견 신고가 되어 있어 일부지역에서는 심부지하수 개발도 가능한 것으로 판단된다



다. 부존특성

1) 지하수 함양량 산정

□ 본 조사지구내 지하수 함양량은 다음과 같은 방법에 의해서 산정 하였으며, 소유역별 강수량은 Thiessen 강수량을 적용하였다.

첫째, 국가지하수 관측소 지하수위변동곡선 해석 결과에 의한 유역별 지하수 함양계수 적용

둘째, 물수지방정식에 의한 지하수함양량 산정

□ 지하수위변동곡선 해석 결과에 의한 유역별 지하수 함양계수 적용

지하수관리 기본계획보고서(2002)에 의한 소유역 구분에서 본 조사지구는 한강 유역권에 속하며, 본 조사지구가 위치하는 W1유역과 W3유역의 적용함양계수는 각각 0.1181과 0.1201이다. 읍면별 지하수 함양량은 강우함양계수를 적용하여 다음 계산식에 의해 산출하였다.

$$\text{소유역 지하수 함양량} = \text{강우함양계수} \times \text{소유역 강수량} \times \text{소유역 면적}$$

□ 물수지방정식에 의한 지하수함양량 산정

본 방법에 의한 지하수 함양량은 토양수분 수지분석에 의한 함양율(15.2%), 침투량 분석에 의한 함양율(16.2%)과 손실량 추정에 의한 함양량(15.2%)을 적용하였다.

<표 1-2-4> 지하수 함양율

구분	지하수위 변동곡선 해석		물수지분석		
	W-1	W-3	토양수분수지 분석	SCS-CN 침투량분석	손실량추정
함양율(%)	11.81	12.01	15.2	16.2	15.2

Tip

※ W-1(인천, 아산만)유역 : 송산면, 서신면, 마도면, 남양동, 비봉면, 매송면, 봉담읍, 팔탄면, 우정면, 장안면

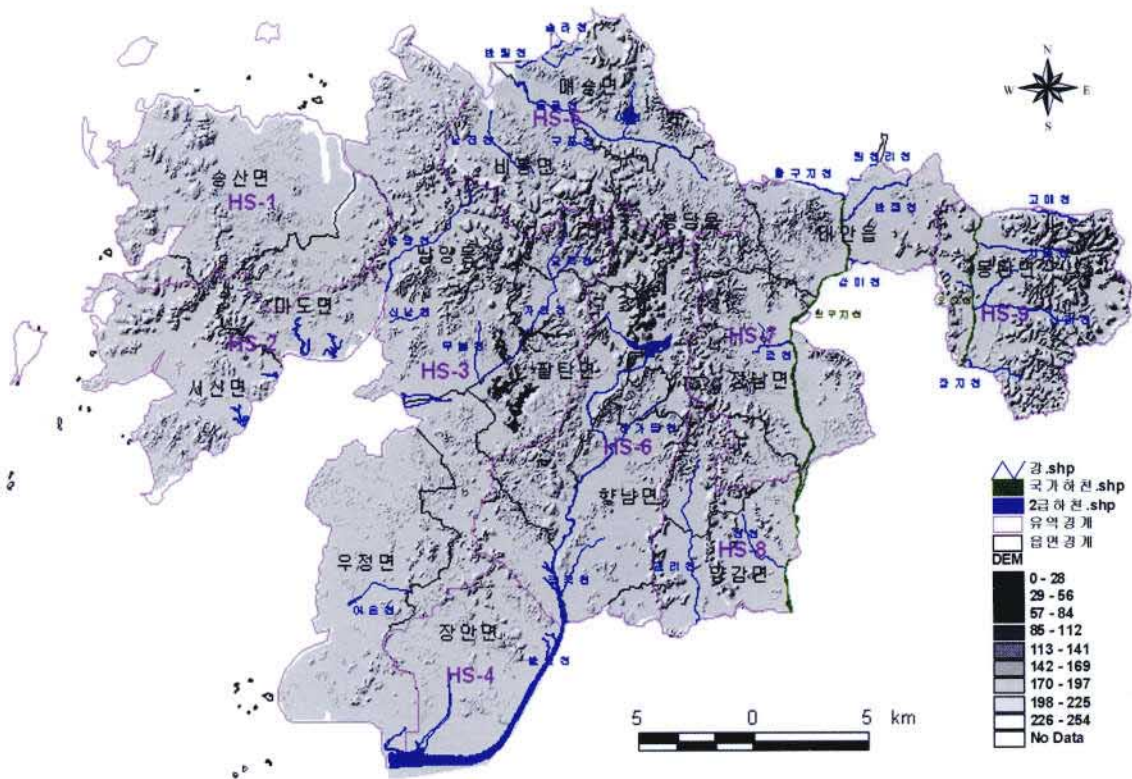
※ W-2(안성천, 진위천)유역 : 태안읍, 정남면, 양감면, 동탄면, 향남면

□ 지하수 함양량 비교분석

함양량 단위는 강수의 순환주기가 1년이므로 연간 단위를 쓰고 있고, 함양량은 년강수량에 함양율과 대상면적을 곱하여 구한다. 년강수량과 대상면적은 주어진 인자이므로 함양량은 함양율에 의해 좌우된다.

지하수위변동곡선 해석 결과에 의한 유역별 지하수 함양계수를 적용한 함양량에 비하여, 물수지분석에 의한 지하수 함양율을 적용한 것이 1.3배정도 함양량이 높게 나타나고 있다. 따라서 본 조사지구내 지하수 함양량은 상기 방법에서 산정된 함양량의 평균값을 적용하고자 한다.

- 지하수의 함양 및 수리, 수질특성 파악을 위하여 지표수 및 지하수계의 분수령을 고려하고 7개의 농촌용수구역 경계와 건설교통부의 유역구분을 참조하여 그림 1-2-6과 같이 9개의 소유역으로 세분하였다.



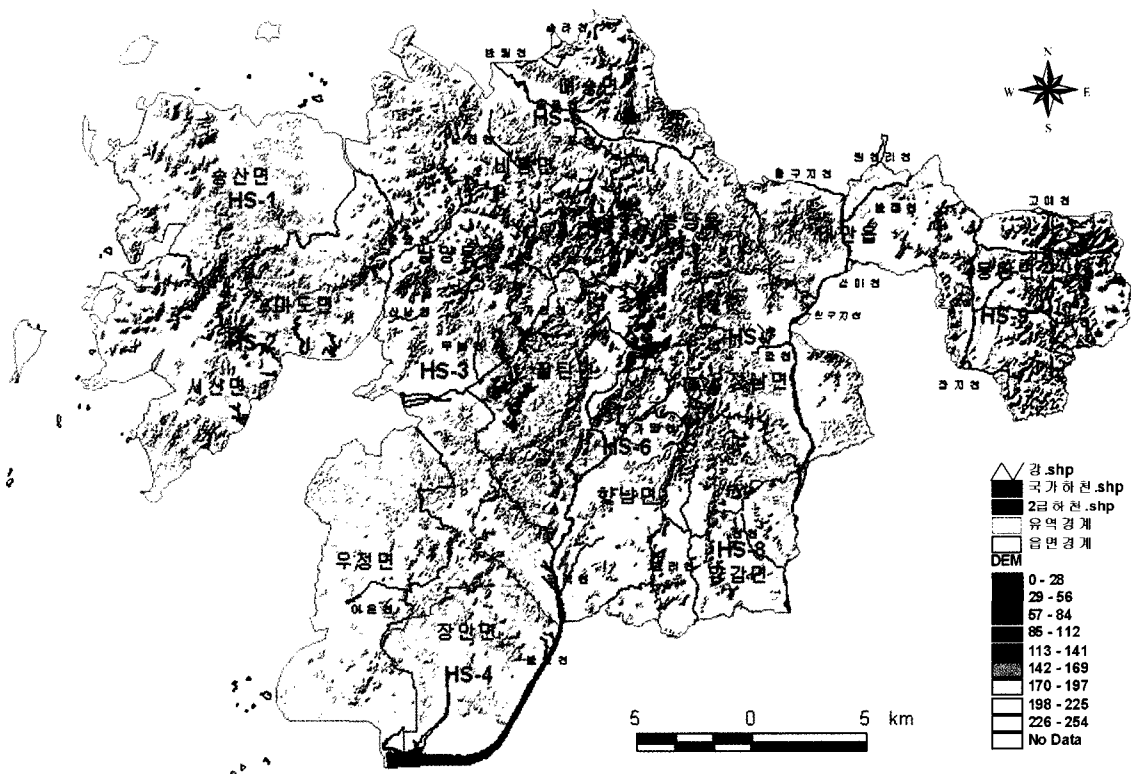
<그림 1-2-6> 수계, DEM 및 소유역구분도

□ 지하수 함양량 비교분석

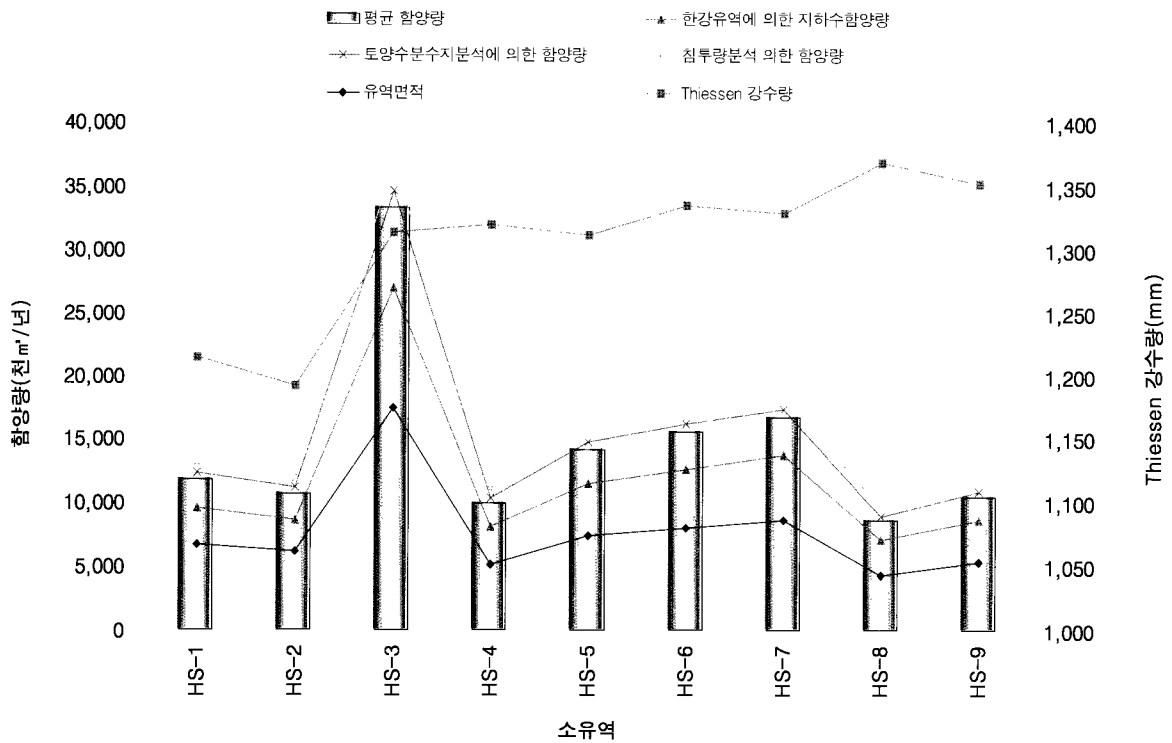
함양량 단위는 강수의 순환주기가 1년이므로 연간 단위를 쓰고 있고, 함양량은 년강수량에 함양율과 대상면적을 곱하여 구한다. 년강수량과 대상면적은 주어진 인자이므로 함양량은 함양율에 의해 좌우된다.

지하수위변동곡선 해석 결과에 의한 유역별 지하수 함양계수를 적용한 함양량에 비하여, 물수지분석에 의한 지하수 함양율을 적용한 것이 1.3배정도 함양량이 높게 나타나고 있다. 따라서 본 조사지구내 지하수 함양량은 상기 방법에서 산정된 함양량의 평균값을 적용하고자 한다.

- 지하수의 함양 및 수리, 수질특성 파악을 위하여 지표수 및 지하수계의 분수령을 고려하고 7개의 농촌용수구역 경계와 건설교통부의 유역구분을 참조하여 그림 1-2-6과 같이 9개의 소유역으로 세분하였다.



<그림 1-2-6> 수계, DEM 및 소유역구분도

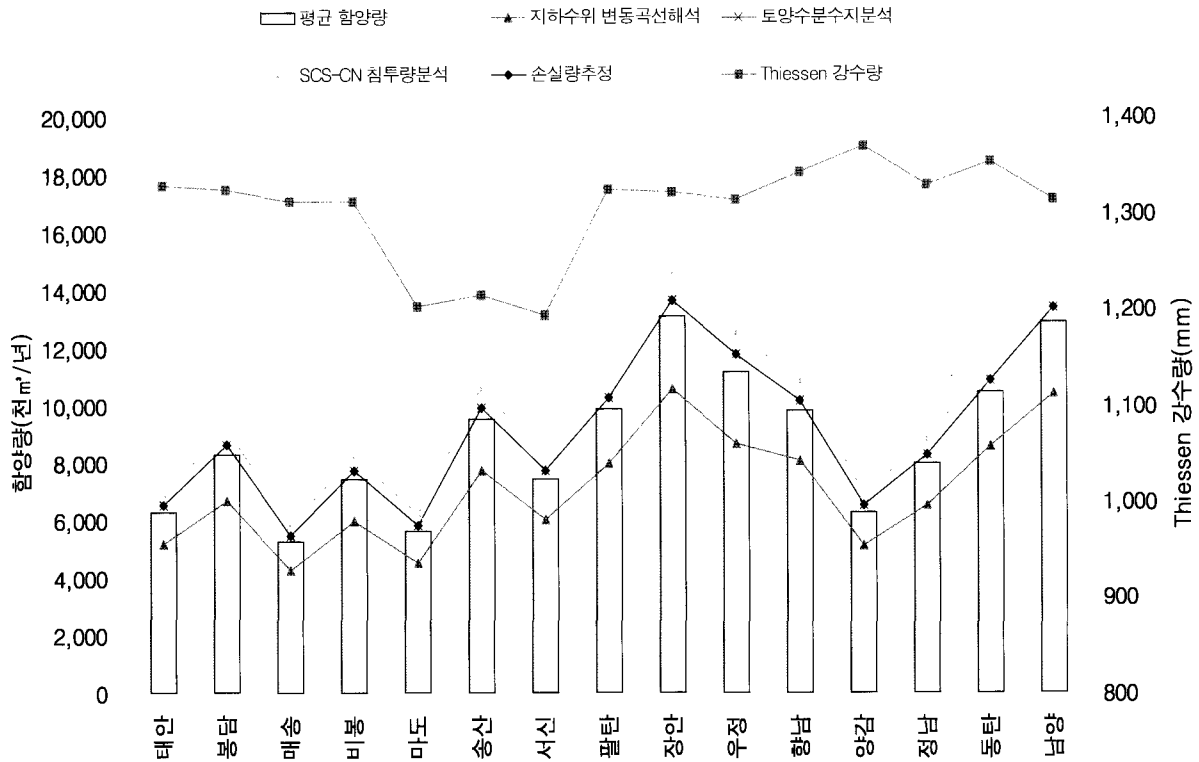


<그림 1-2-7> 소유역별 지하수 함양량 비교

<표 1-2-5> 소유역별 지하수 평균함양량 산정

(단위: 천³)

소유역	유역면적 (ha)	강수량 (mm)	지하수위 변동곡선	토양수분 수지분석	침투량분석	손실량추정	평균 함양량
HS-1	6,658.40	1,214.27	9,548.49	12,289.34	13,097.85	12,289.34	11,806.26
HS-2	6,135.30	1,191.56	8,633.79	11,112.07	11,843.13	11,112.07	10,675.27
HS-3	17,340.80	1,313.24	26,894.47	34,614.40	36,891.66	34,614.40	33,253.73
HS-4	5,165.10	1,319.40	8,048.31	10,358.54	11,040.02	10,358.54	9,951.35
HS-5	7,376.20	1,310.90	11,419.63	14,697.58	15,664.52	14,697.58	14,119.83
HS-6	7,975.30	1,334.79	12,572.15	16,180.93	17,245.46	16,180.93	15,544.87
HS-7	8,565.10	1,328.68	13,667.71	17,298.02	18,436.04	17,298.02	16,674.95
HS-8	4,280.80	1,368.43	7,035.42	8,904.12	9,489.91	8,904.12	8,583.39
HS-9	5,273.10	1,352.42	8,564.86	10,839.79	11,552.94	10,839.79	10,449.35
계	68,770.10	11,733.69	106,384.83	136,294.79	145,261.53	136,294.79	131,059.00
평균	76.410	1,303.74	11,820.52	15,143.86	16,140.17	15,143.86	14,562.10



<그림 1-2-8> 읍면별 지하수 함양량

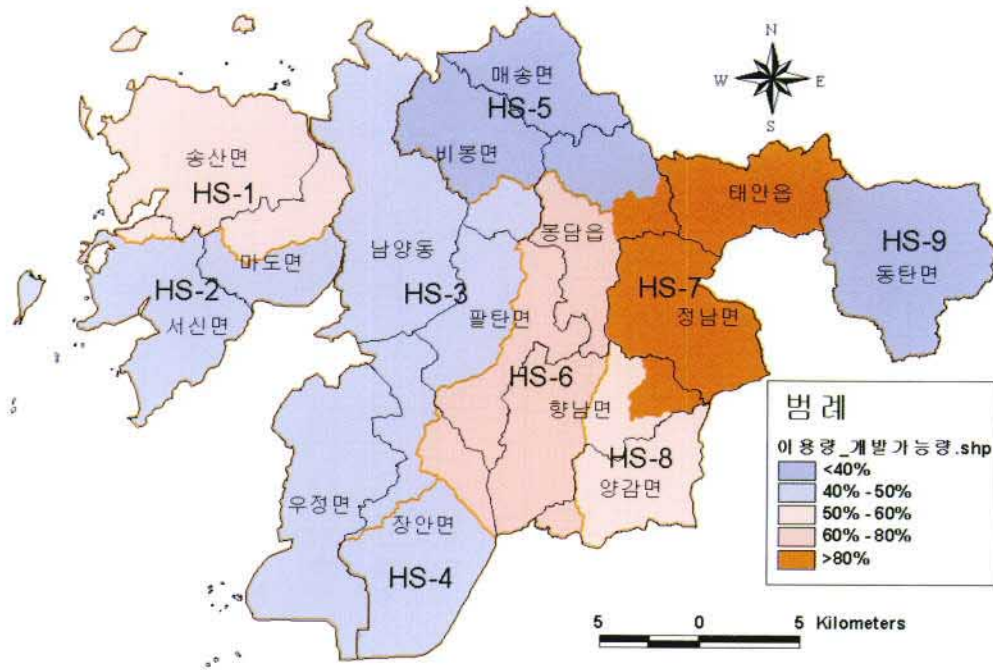
<표 1-2-6> 읍면별 지하수 함양량

(단위 : 천 m³/년)

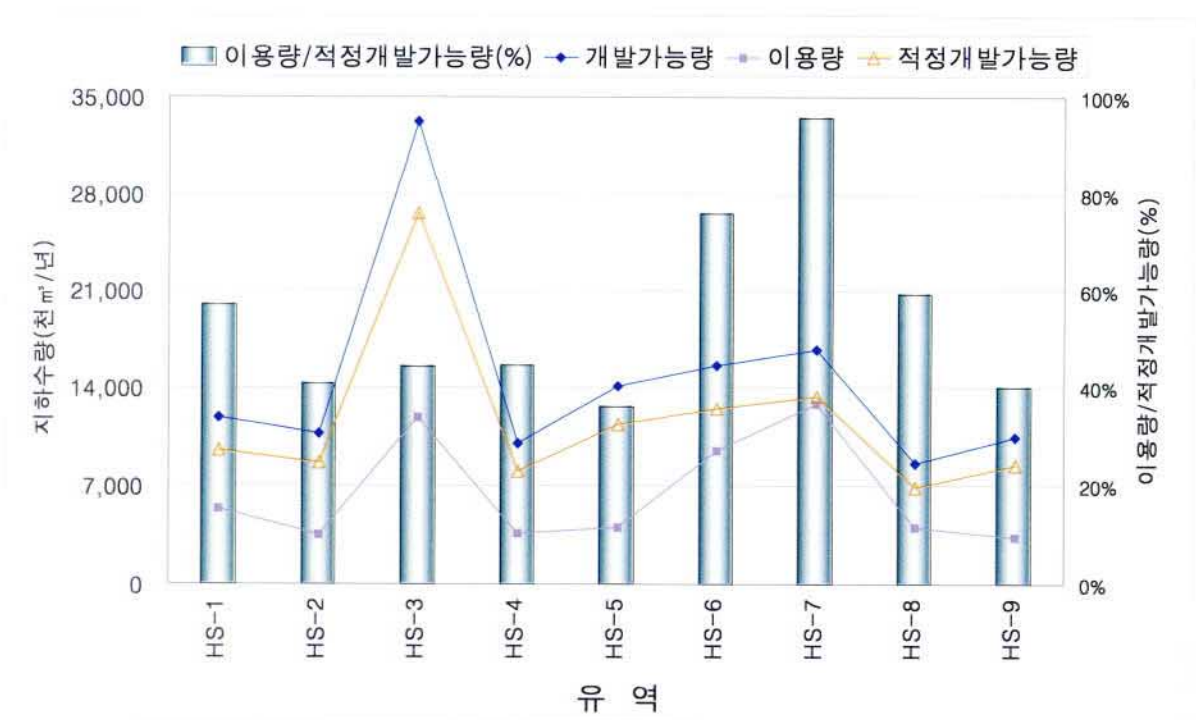
읍면	면적 (km²)	Thiessen 강수량 (mm)	지하수위 변동곡선	토양수분 수지분석	SCS-CN 침투량분석	Turc 손실량추정	평균 함양량
태안	32.15	1,328.68	5,130.31	6,492.99	6,920.16	6,492.99	6,259.11
봉담	42.68	1,323.04	6,668.79	8,583.03	9,147.71	8,583.03	8,245.64
매송	27.45	1,310.90	4,249.73	5,469.59	5,829.44	5,469.59	5,254.59
비봉	38.53	1,310.90	5,965.11	7,677.36	8,182.45	7,677.36	7,375.57
마도	31.78	1,201.87	4,510.88	5,805.70	6,187.65	5,805.70	5,577.48
송산	53.62	1,214.47	7,690.65	9,898.22	10,549.42	9,898.22	9,509.13
서신	42.51	1,192.70	5,987.86	7,706.65	8,213.67	7,706.65	7,403.71
팔탄	50.9	1,324.01	7,959.00	10,243.6	10,917.52	10,243.60	9,840.93
장안	67.68	1,320.32	10,553.32	13,582.6	14,476.19	13,582.60	13,048.68
우정	58.85	1,313.24	8,641.14	11,747.19	12,520.03	11,747.19	11,163.89
향남	49.92	1,340.91	8,039.28	10,174.61	10,843.99	10,174.61	9,808.12
양감	31.18	1,368.43	5,124.38	6,485.48	6,912.15	6,485.48	6,251.87
정남	40.77	1,328.68	6,505.85	8,233.88	8,775.58	8,233.88	7,937.30
동탄	52.73	1,352.42	8,564.70	10,839.59	11,552.72	10,839.59	10,449.15
남양	66.9	1,313.24	10,375.76	13,354.07	14,232.63	13,354.07	12,829.13
합계	687.65	19,543.81	105,966.76	136,294.56	145,261.31	136,294.56	130,954.30
평균		1,302.93	7,064.45	9,086.30	9,684.09	9,086.30	8,730.29

2) 지하수 개발가능량 분석

가. 유역별 개발가능량 분석



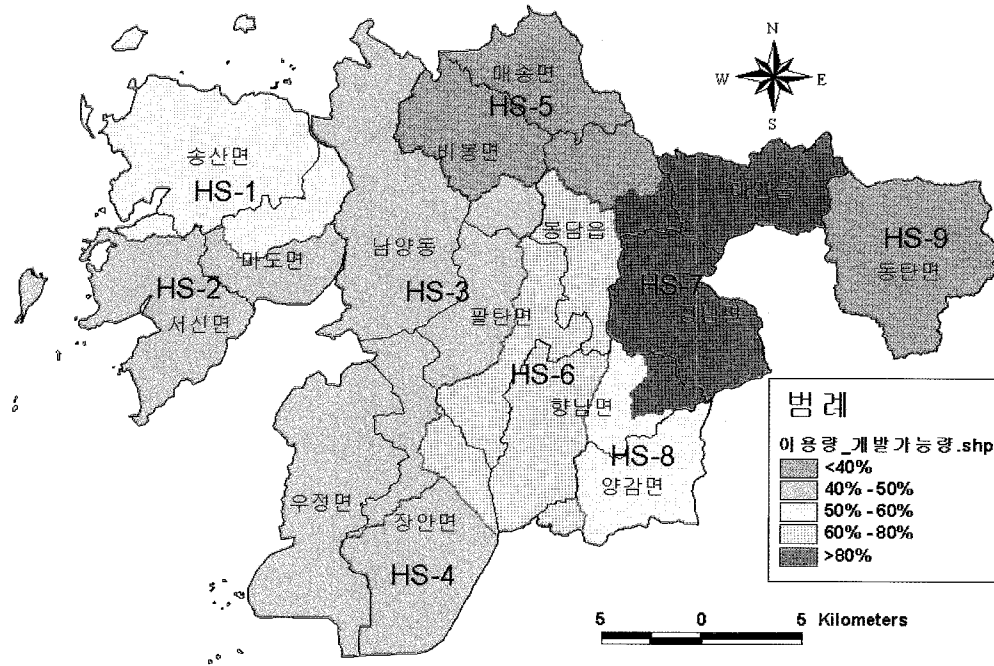
<그림 1-2-9> 지하수 이용량 대 적정개발가능량



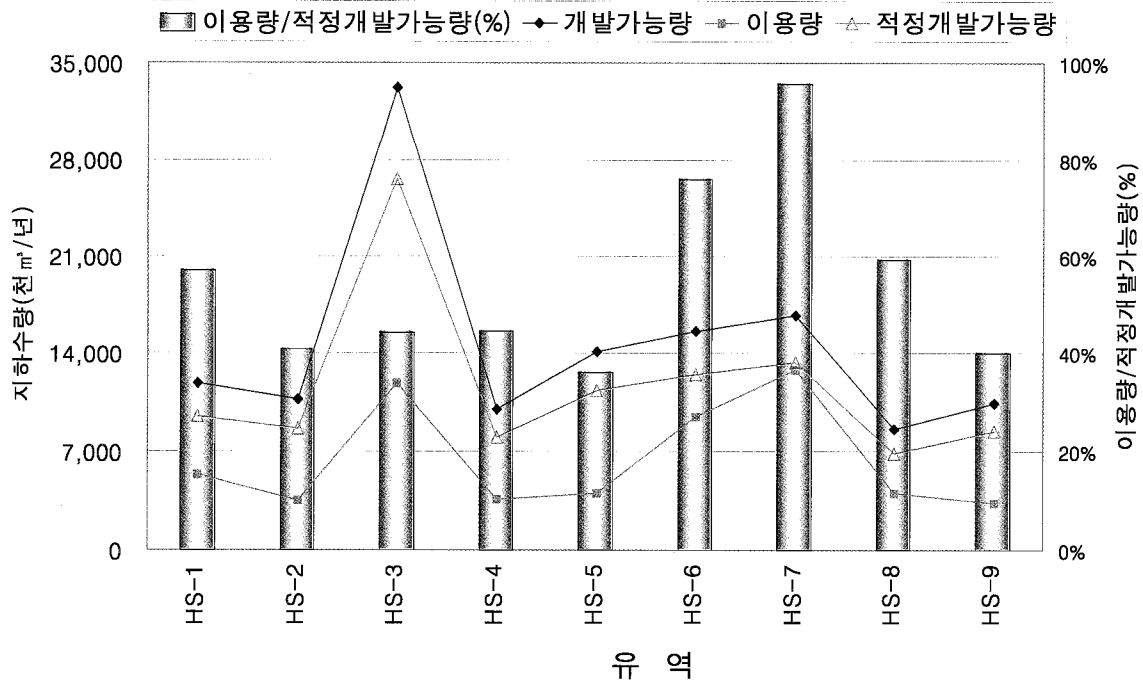
<그림 1-2-10> 유역별 지하수 이용량 및 개발가능량

2) 지하수 개발가능량 분석

가. 유역별 개발가능량 분석



<그림 1-2-9> 지하수 이용량 대 적정개발가능량



<그림 1-2-10> 유역별 지하수 이용량 및 개발가능량

- 적정개발가능량의 추정은 실측되지 않은 여러 항목을 간접적인 방법에 의해 추정하는 것으로 본 조사에서는 상기 절에서 설명한 평균 함양량의 80% 정도에서 결정하였다(표 1-2-7).

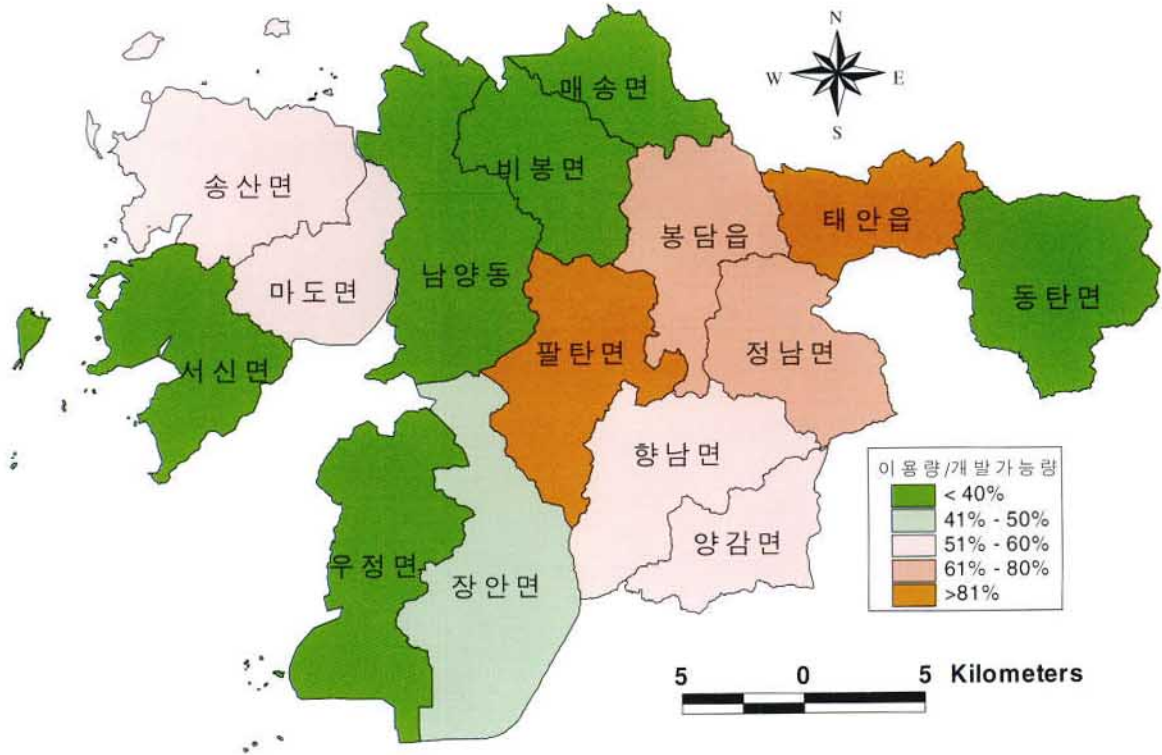
- 그림 1-2-9~10는 유역별 지하수 개발가능량, 지하수 이용량, 적정지하수 개발가능량, 개발가능량 대 이용량 관계에 대하여 보여주고 있다. 분석결과 조사지역 전체의 적정지하수 개발가능량은 104,847천m³/년이며, 면적이 가장 넓은 HS-03유역의 적정지하수 개발가능량이 26,603천m³/년으로 나타났다.

- 지하수이용량 대 적정개발가능량의 비율은 35.9~95.7%의 범위를 나타냄
 - 최대 : HS-7 95.7%
 - 최소 : HS-5 35.9%
 - 평균 : 55.2%

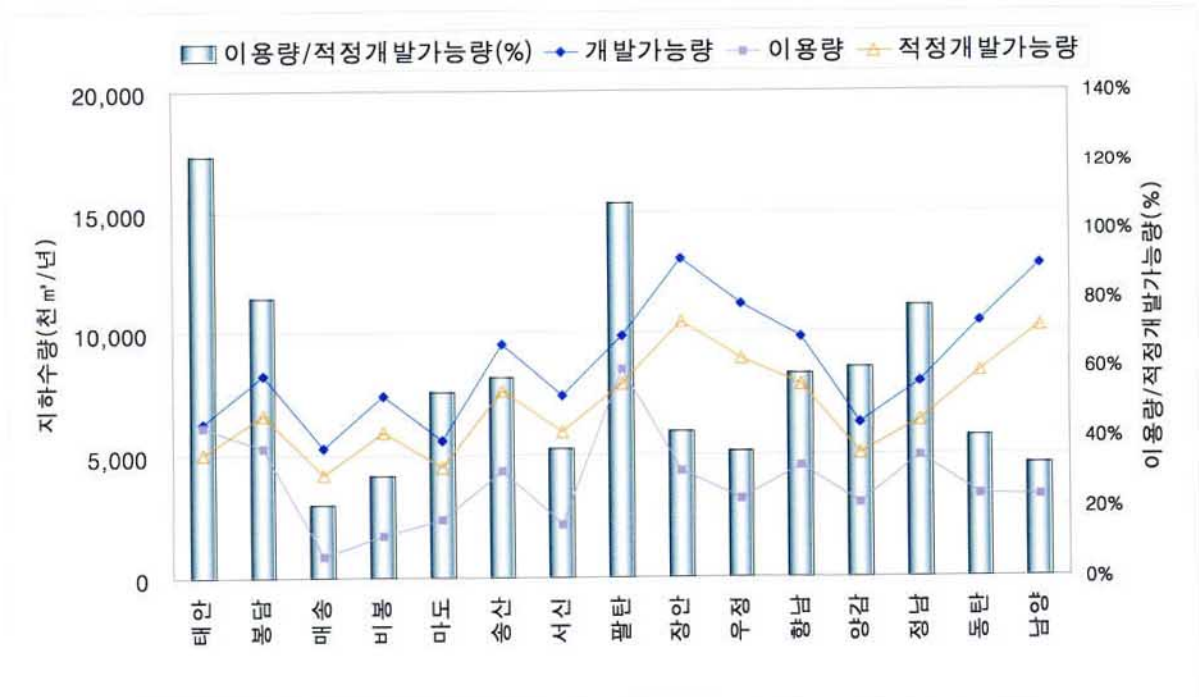
<표 1-2-7> 유역별 지하수 개발가능량

유역	면적 (km ²)	평균 강우량 (mm/년)	지하수함양량 (천 m ³ /년)	지하수 이용량 (천 m ³ /년)	적정지하수 개발가능량 (천 m ³ /년)	이용량/ 적정개발 가능량(%)
평균/계	687.701	1,303.74	131,059.00	57,852	104,847	55.2
HS-1	66.584	1,214.27	11,806.26	5,377	9,445	56.9
HS-2	61.353	1,191.56	10,675.27	3,471	8,540	40.6
HS-3	173.408	1,313.24	33,253.73	11,790	26,603	44.3
HS-4	51.651	1,319.40	9,951.35	3,544	7,961	44.5
HS-5	73.762	1,310.90	14,119.83	4,058	11,296	35.9
HS-6	79.753	1,334.79	15,544.87	9,440	12,436	75.9
HS-7	85.651	1,328.68	16,674.95	12,773	13,340	95.7
HS-8	42.808	1,368.43	8,583.39	4,061	6,867	59.1
HS-9	52.731	1,352.42	10,449.35	3,338	8,359	39.9

나. 읍면별 개발가능량 분석

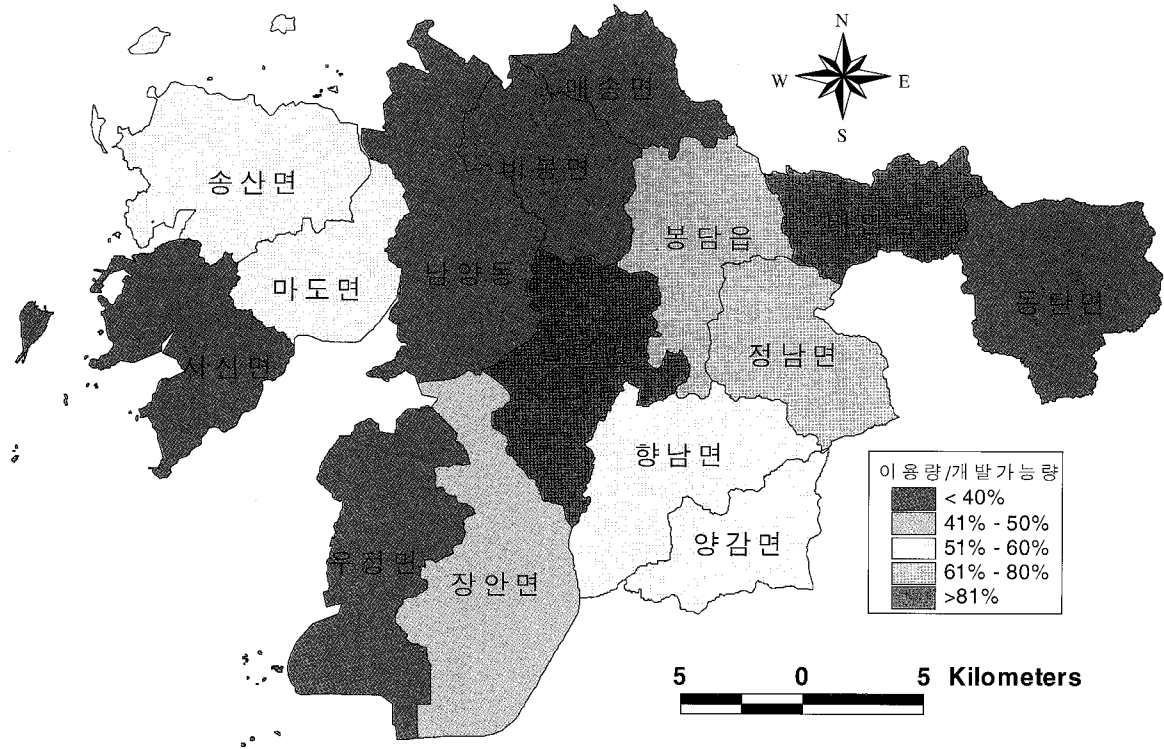


<그림 1-2-11> 지하수 이용량 대 적정개발가능량

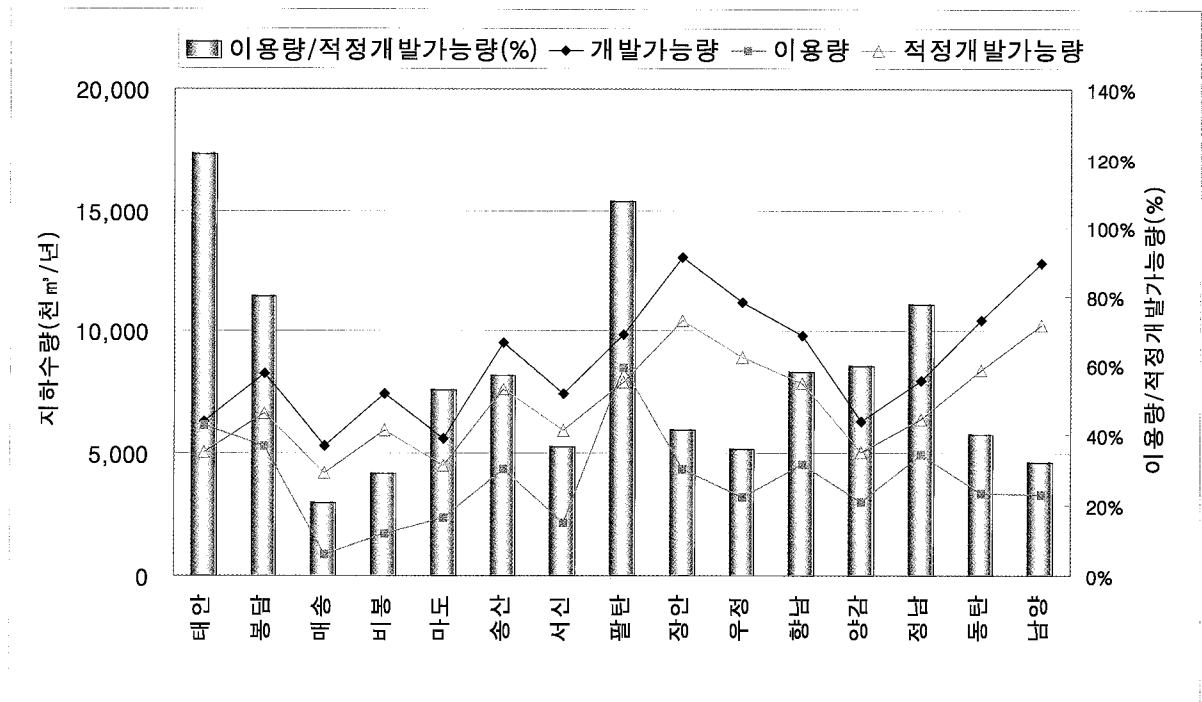


<그림 1-2-12> 읍면별 지하수 이용량 및 개발가능량

나. 읍면별 개발가능량 분석



<그림 1-2-11> 지하수 이용량 대 적정개발가능량



<그림 1-2-12> 읍면별 지하수 이용량 및 개발가능량

□ 그림 1-2-11~12는 읍면별 지하수 개발가능량, 지하수 이용량, 적정지하수 개발가능량, 개발가능량 대 이용량 관계에 대하여 보여주고 있다. 분석결과 조사 지역 전체의 적정지하수 개발가능량은 104,762천m³/년이며, 면적이 가장 넓은 장안면의 적정지하수 개발가능량이 10,439천m³/년으로 나타났다.

□ 지하수이용량 대 적정개발가능량의 비율은 21~122%의 범위를 나타냄

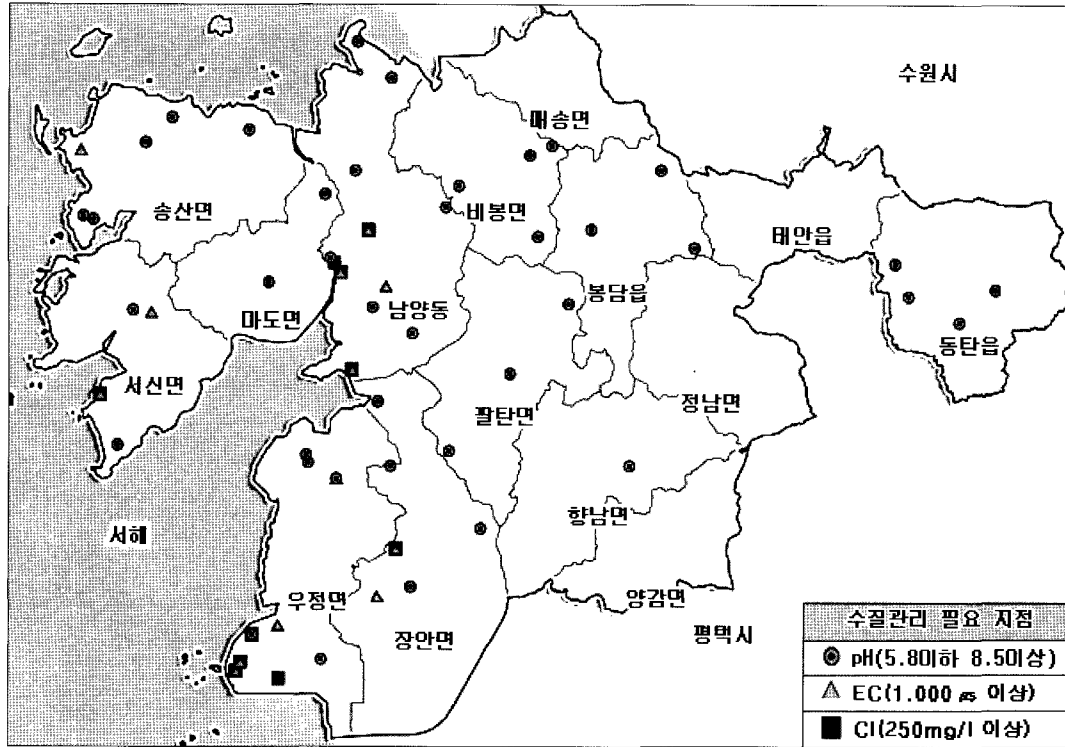
- 최대 : 태안읍 122%
- 최소 : 매송면 21%
- 평균 : 55%

<표 1-2-8> 읍면별 지하수 개발가능량 산정

구역	면적(km ²)	평균강우량 (mm/년)	개발가능량 (천m ³ /년)	지하수이용량 (천m ³ /년)	적정지하수 개발가능량 (천m ³ /년)	이용량/ 적정개발 가능량(%)
평균/계	687.65	1,302.92	130,954.30	57,854	104,762	55%
태안	32.15	1,328.68	6,259.11	6,101	5,007	122%
봉담	42.68	1,323.04	8,245.64	5,271	6,597	80%
매송	27.45	1,310.90	5,254.59	877	4,204	21%
비봉	38.53	1,310.90	7,375.57	1,716	5,900	29%
마도	31.78	1,201.87	5,577.48	2,347	4,462	53%
송산	53.62	1,214.47	9,509.13	4,329	7,607	57%
서신	42.51	1,192.70	7,403.71	2,173	5,923	37%
팔탄	50.90	1,324.01	9,840.93	8,480	7,873	108%
장안	67.68	1,320.32	13,048.68	4,313	10,439	41%
우정	58.85	1,313.24	11,163.89	3,188	8,931	36%
향남	49.92	1,340.91	9,808.12	4,536	7,846	58%
양감	31.18	1,368.43	6,251.87	2,981	5,001	60%
정남	40.77	1,328.68	7,937.30	4,919	6,350	77%
동탄	52.73	1,352.42	10,449.15	3,338	8,359	40%
남양	66.90	1,313.24	12,829.13	3,285	10,263	32%

라. 수질특성

1) 수질관리



<표 1-2-9> 총적 및 암반지하수 이화학분석결과

구분	총적지하수(N=140)					암반지하수(N=142)					지표수(N=1)
	최대	최소	평균	중앙	표준 편차	최대	최소	평균	중앙	표준 편차	
심도	50.0	3.0	24.2	25.0	8.6	1,000.0	50.0	121.2	100.0	98.0	-
수온	22.8	13.9	16.7	16.5	1.7	23.1	13.2	16.7	16.5	1.6	-
pH	7.9	5.2	6.5	6.6	0.5	9.7	5.5	7.0	7.0	0.6	-
EC	7,220	102	532	388	785	5,620	87	475	366	563	-
TDS	4,622	75	330	241	497	2,375	80	299	231	272	314
Na	1,274.5	0.5	36.0	16.2	126.8	606.5	3.2	26.6	13.4	59.8	64.2
K	83.8	0.5	3.3	1.6	9.2	13.6	0.3	1.9	1.4	1.9	10.7
Ca	989.4	0.8	42.6	29.4	88.2	226.8	0.9	38.1	26.9	34.5	22.8
Mg	189.1	0.4	12.4	7.5	20.5	82.5	0.1	9.9	5.9	11.4	8.4
SiO ₂	71.3	7.6	25.1	25.4	6.8	56.9	8.7	23.6	23.8	7.1	2.0
Cl	2,351.2	1.1	77.5	27.9	248.0	1,230.4	3.0	60.2	21.0	158.4	93.4
HCO ₃	228.8	9.1	66.4	54.9	43.0	487.7	10.7	91.1	74.7	60.6	73.2
CO ₃	-	-	-	-	-	6.3	6.3	6.3	6.3	-	-
SO ₄	152.6	0.0	15.6	8.6	22.4	118.5	n.d.	13.2	9.6	14.6	34.5
NO ₃	239.9	0.0	50.6	39.3	46.4	335.9	n.d.	33.0	15.1	47.7	5.1
F	3.307	n.d.	0.229	0.175	0.370	4.013	n.d.	0.403	0.214	0.638	0.100
Sr	2.145	n.d.	0.316	0.233	0.280	3.356	n.d.	0.459	0.281	0.536	0.168
Br	12.904	n.d.	0.576	0.269	1.804	8.377	n.d.	0.419	0.247	0.940	0.443

* n.d. : not detected

□ 조사지역의 충적층 지하수, 암반층 지하수에 대한 수리지구화학적 특징을 규명하고, 오염현황을 파악하기 위하여 조사지역의 유역, 지역, 지질을 대표할 수 있는 지점을 선정하여 시료를 채취하였다. 양음이온 분석시료의 수원별 채취 시료는 충적지하수 140개, 암반지하수 142개, 지표수 1개로 총283개이다.

□ 전기전도도(EC)

측정된 전체시료의 EC는 $87\sim 7,220\ \mu\text{S}/\text{cm}$ (충적 $102\sim 7,220$, 암반 $87\sim 5,620$)의 범위를 보여주며, 해안과 인접한 송산면, 서신면, 남양동, 장안면, 우정면지역에서 높은 것으로 조사되었다.

□ 총고용물질(TDS)

TDS값은 기존의 증발법($105\sim 180^\circ\text{C}$ 에서 증발)으로 구하기 보다 분석이온종의 총합을 통하여 구하였다. 조사지역 충적지하수의 TDS값의 범위는 $75\sim 4,622\text{mg}/\text{l}$ 이며, 암반지하수의 TDS값의 범위는 $80\sim 2,375\text{mg}/\text{l}$ 로 충적지하수의 TDS 함량이 높게 나타난다

□ 염소이온농도(Cl^-)

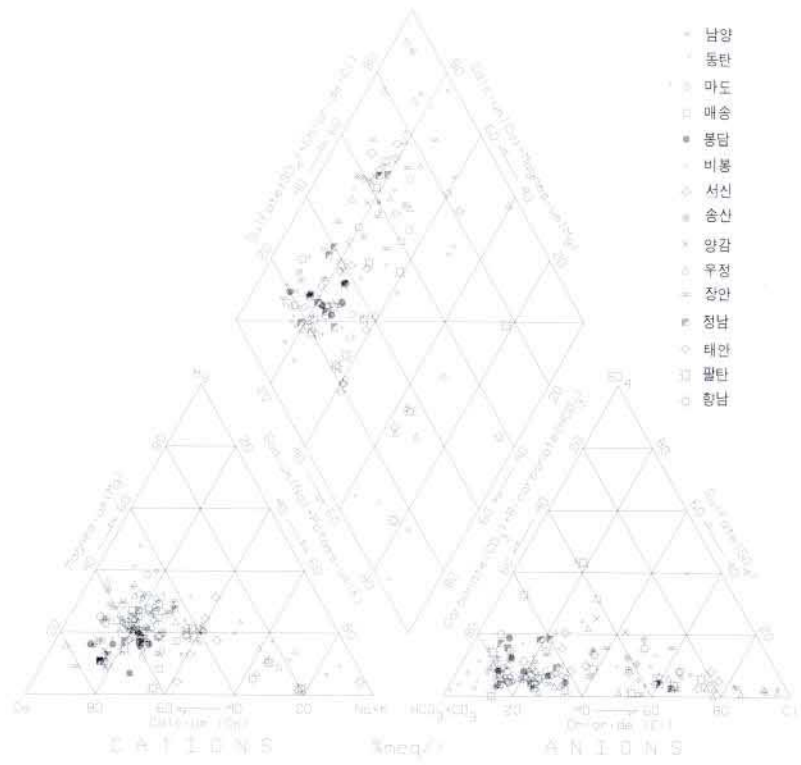
화성시 지하수의 Cl^- 함량 분포는 $1.1\sim 2,351.2\text{mg}/\text{l}$ 로 매우 넓은 범위를 갖는다. Cl^- 의 농도범위별 분포를 보면, $50\text{mg}/\text{l}$ 미만이 206개 시료, $50\sim 100\text{mg}/\text{l}$ 의 범위가 40개, $100\sim 500\text{mg}/\text{l}$ 이 30개, $500\text{mg}/\text{l}$ 이상이 6개로 나타나고 있다.

□ 음면별 수질유형

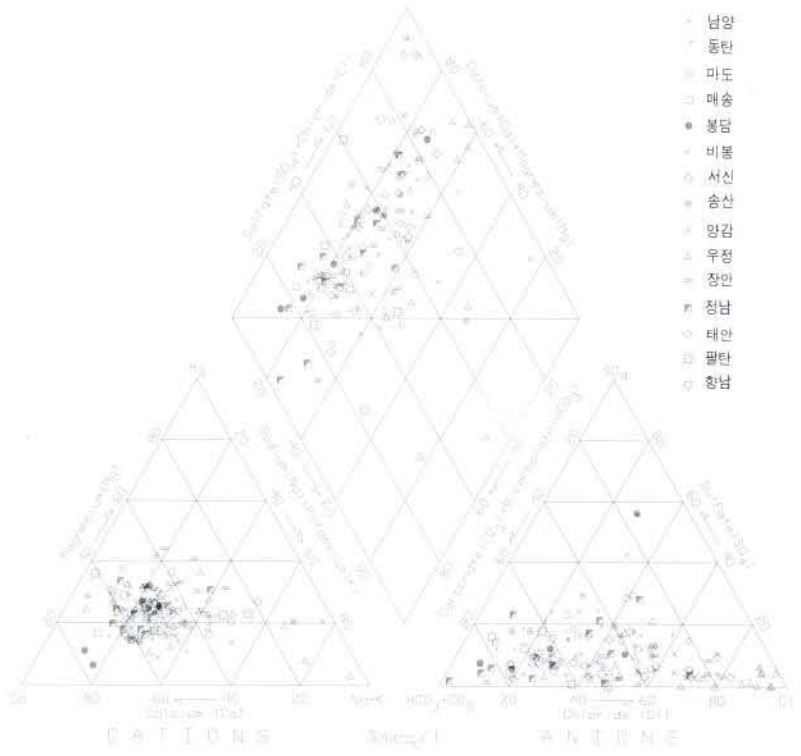
양이온	Na 유형	: $\text{Na}+\text{K} > \text{Ca}+\text{Mg}$
	Ca 유형	: $\text{Na}+\text{K} < \text{Ca}+\text{Mg}$
음이온	HCO_3^- 유형	: $\text{HCO}_3^-+\text{CO}_3^{2-} > \text{Cl}^-+\text{SO}_4^{2-}$
	Cl 유형	: $\text{HCO}_3^-+\text{CO}_3^{2-} < \text{Cl}^-+\text{SO}_4^{2-}$

총 282개 지하수 시료 중에서 Ca- HCO_3^- type이 48.6%, Ca-Cl type이 42.64%, Na-Cl type이 4.3%, Na- HCO_3^- type이 4.6%를 차지하였다.

일반적으로 담수에 해수가 혼합되어 들어가게 되면 Ca-Cl type으로 바뀌다가 해수의 혼입 양이 많아지게 되면 Na-Cl type으로 바뀌게 된다(Piper, 1953).

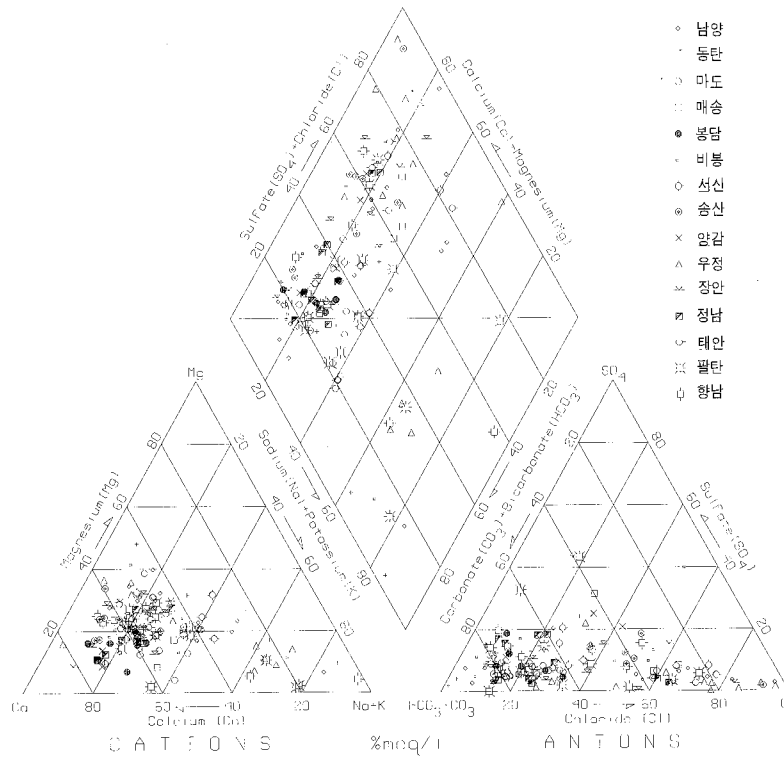


[암반지하수]

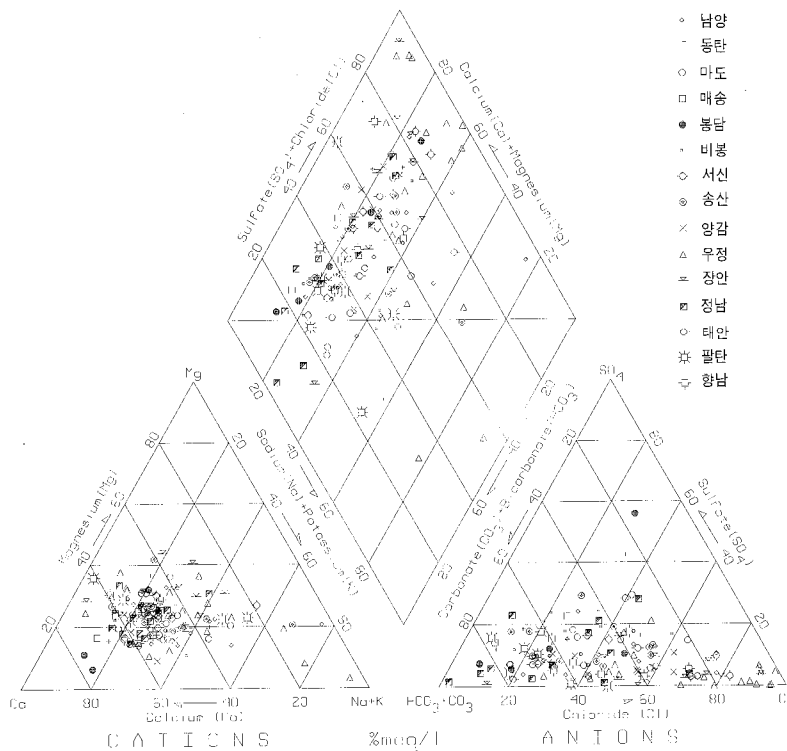


[충적지하수]

<그림 1-2-13> 대수층별 읍면별 지하수의 Piper diagram



[암반지하수]



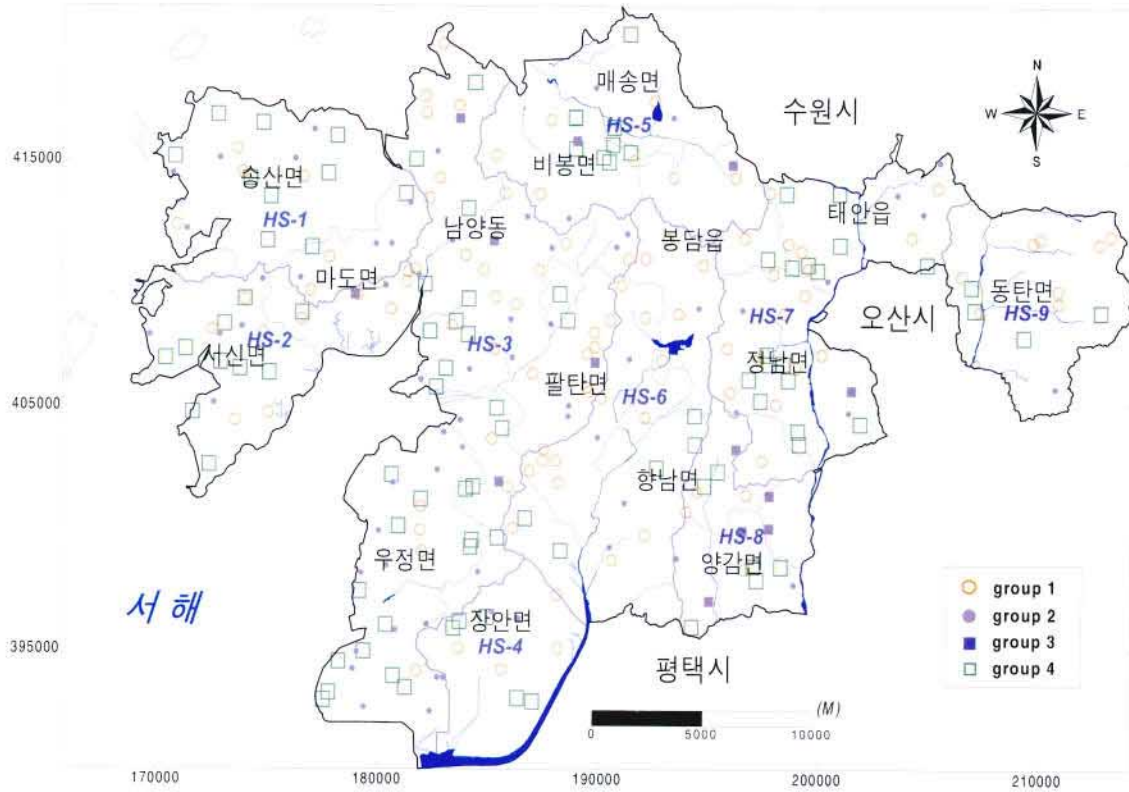
[충적지하수]

<그림 1-2-13> 대수층별 읍면별 지하수의 Piper diagram

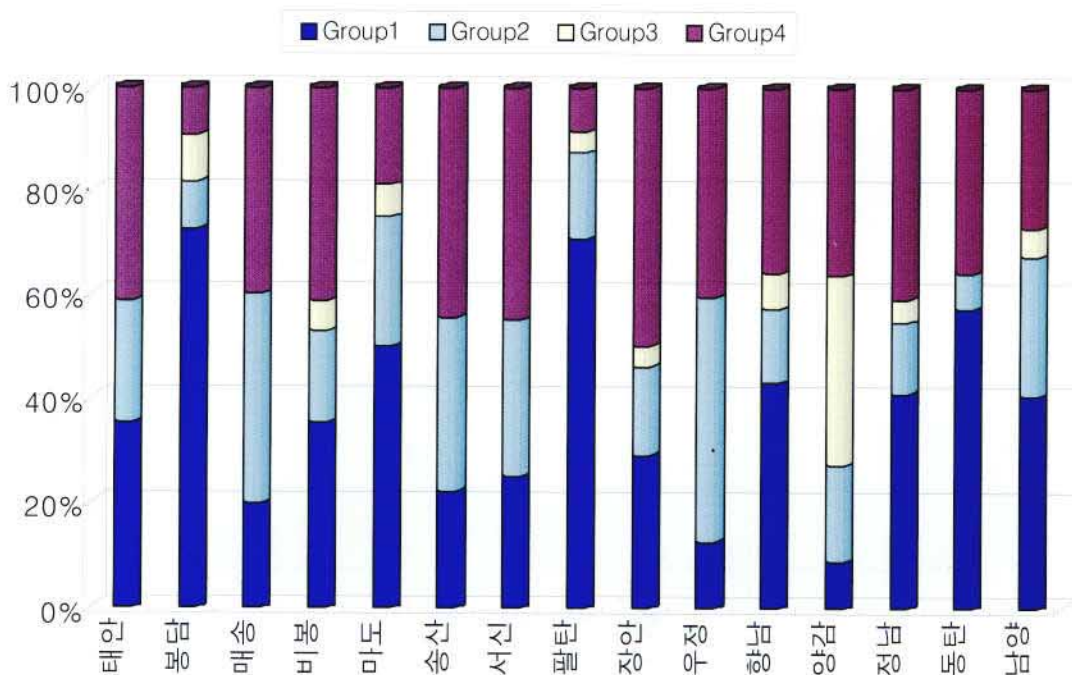
<표 1-2-10> 읍면별 지하수유형

구역	계	Ca-HCO ₃		Ca-Cl		Na-Cl		Na-HCO ₃		
		개수	비율(%)	개수	비율(%)	개수	비율(%)	개수	비율(%)	
총계	계	282	137	48.6	120	42.6	12	4.3	13	4.6
	충적	140	61	43.6	70	50.0	6	4.3	3	2.1
	암반	142	76	53.5	50	35.2	6	4.2	10	7.0
남양	계	37	17	45.9	15	40.5	4	10.8	1	2.7
	충적	19	9	47.4	8	42.1	2	10.5	-	-
	암반	18	8	44.4	7	38.9	2	11.1	1	5.6
동탄	계	14	8	57.1	4	28.6	-	-	2	14.3
	충적	7	4	57.1	3	42.9	-	-	-	-
	암반	7	4	57.1	1	14.3	-	-	2	28.6
마도	계	16	12	75.0	3	18.8	-	-	1	6.3
	충적	8	4	50.0	3	37.5	-	-	1	12.5
	암반	8	8	100.0	-	-	-	-	-	-
매송	계	5	2	40.0	3	60.0	-	-	-	-
	충적	2	2	100.0	-	-	-	-	-	-
	암반	3	-	-	3	100.0	-	-	-	-
봉담	계	11	9	81.8	2	18.2	-	-	-	-
	충적	5	3	60.0	2	40.0	-	-	-	-
	암반	6	6	100.0	-	-	-	-	-	-
비봉	계	17	9	52.9	7	41.2	-	-	1	5.9
	충적	6	4	66.7	2	33.3	-	-	-	-
	암반	11	5	45.5	5	45.5	-	-	1	9.1
서신	계	20	9	45.0	10	50.0	1	5.0	-	-
	충적	8	1	12.5	6	75.0	1	12.5	-	-
	암반	12	8	66.7	4	33.3	-	-	-	-
송산	계	18	6	33.3	11	61.1	1	5.6	-	-
	충적	10	4	40.0	5	50.0	1	10.0	-	-
	암반	8	2	25.0	6	75.0	-	-	-	-
양감	계	11	5	45.5	6	54.5	-	-	-	-
	충적	7	3	42.9	4	57.1	-	-	-	-
	암반	4	2	50.0	2	50.0	-	-	-	-
우정	계	32	1	3.1	23	71.9	4	12.5	4	12.5
	충적	19	1	5.3	15	78.9	2	10.5	1	5.3
	암반	13	-	-	8	61.5	2	15.4	3	23.1
장안	계	24	8	33.3	16	66.7	-	-	-	-
	충적	14	3	21.4	11	78.6	-	-	-	-
	암반	10	5	50.0	5	50.0	-	-	-	-
정남	계	22	15	68.2	7	31.8	-	-	-	-
	충적	12	7	58.3	5	41.7	-	-	-	-
	암반	10	8	80.0	2	20.0	-	-	-	-
태안	계	17	12	70.6	5	29.4	-	-	-	-
	충적	9	6	66.7	3	33.3	-	-	-	-
	암반	8	6	75.0	2	25.0	-	-	-	-
팔탄	계	24	16	66.7	4	16.7	1	4.2	3	12.5
	충적	8	6	75.0	1	12.5	-	-	1	12.5
	암반	16	10	62.5	3	18.8	1	6.3	2	12.5
향남	계	14	8	57.1	4	28.6	1	7.1	1	7.1
	충적	6	4	66.7	2	33.3	-	-	-	-
	암반	8	4	50.0	2	25.0	1	12.5	1	12.5

2) 오염원인별 구분 추정

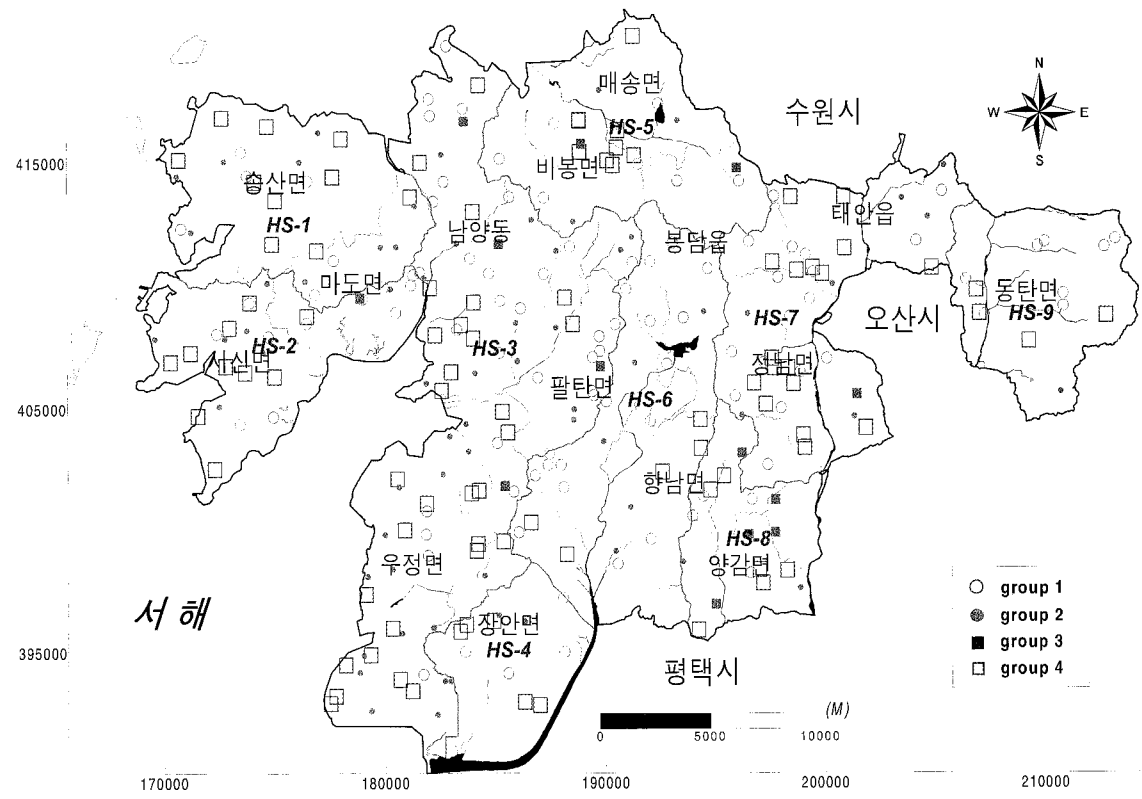


<그림 1-2-14> 염소와 질산염에 의한 지하수분류 위치도

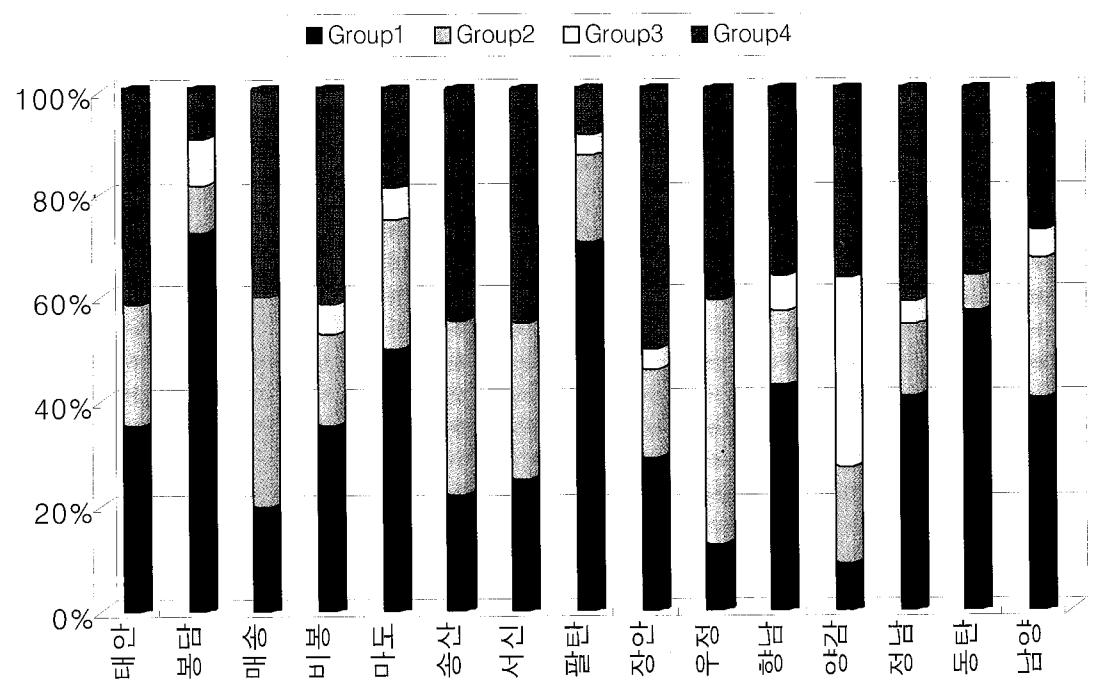


<그림 1-2-15> 읍면별 염소와 질산염에 의한 지하수분류

2) 오염원인별 구분 추정

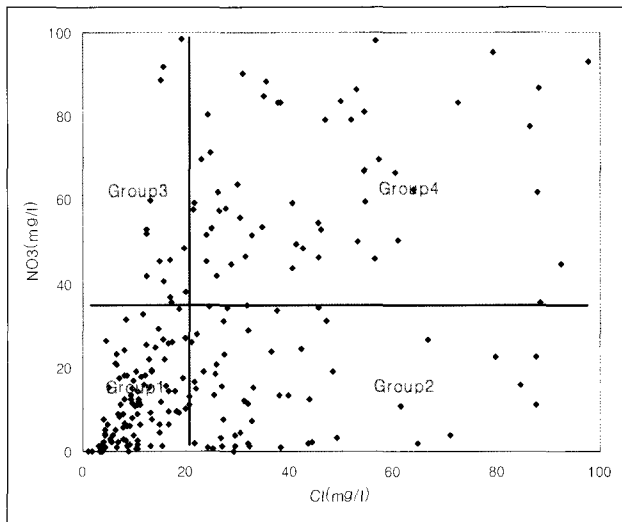


<그림 1-2-14> 염소와 질산염에 의한 지하수분류 위치도



<그림 1-2-15> 읍면별 염소와 질산염에 의한 지하수분류

□ 인위적 오염으로 추정되는 지하수(Group 3)의 비율이 높은 지역은 양감면이며, 해수의 영향과 인위적 오염의 영향이 함께 나타나는 Group 4 유형의 지하수는 봉담, 비봉, 팔탄면을 제외한 대부분의 읍면에서 30% 이상의 비율을 갖는 것으로 조사되었다



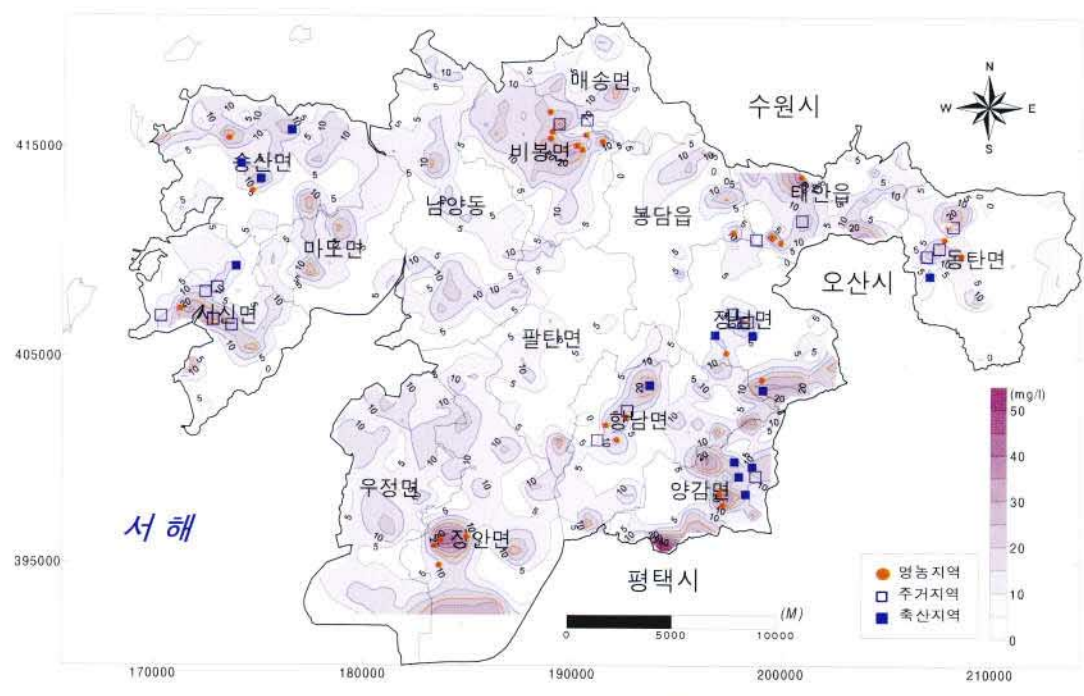
- Group 1 : 오염의 영향을 받지 않은 그룹(37.2%)
- Group 2 : 해수에 의한 영향이 추정되는 그룹(23.8%)
- Group 3 : 인위적 오염이 추정되는 그룹(4.6%)
- Group 4 : 해수와 인위적인 오염이 동시에 추정되는 그룹(34.4%)

<그림 1-2-16> 염소와 질산염에 의한 지하수분류

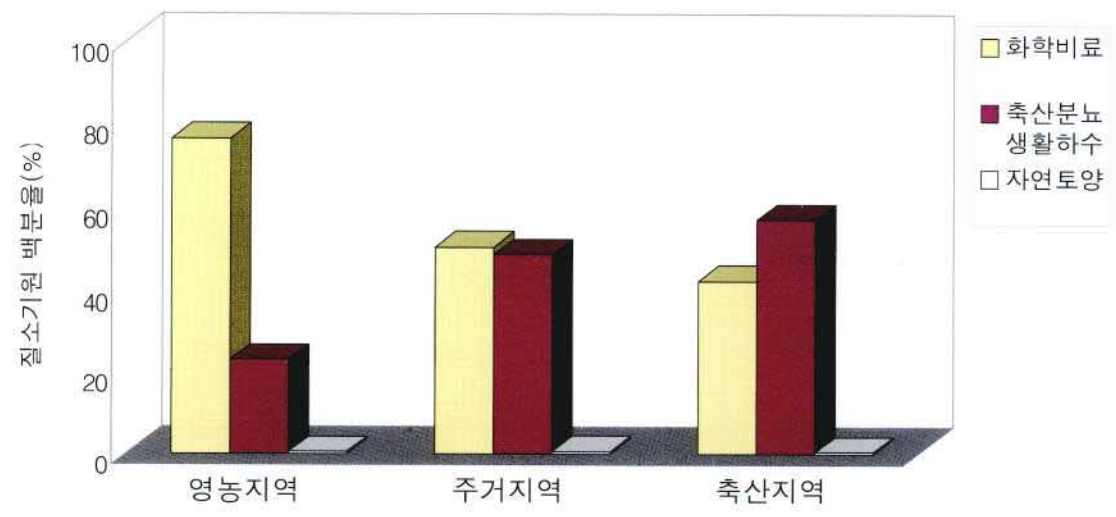
<표 1-2-11> 읍면별 염소와 질산염에 의한 지하수분류

구분	계	Group1	Group2	Group3	Group4
계	282	105(37.2%)	67(23.8%)	13(4.6%)	97(34.4%)
태안	17	6	4	-	7
봉담	11	8	1	1	1
배송	5	1	2	-	2
비봉	17	6	3	1	7
마도	16	8	4	1	3
송산	18	4	6	-	8
서신	20	5	6	-	9
팔탄	24	17	4	1	2
장안	24	7	4	1	12
우정	32	4	15	-	13
향남	14	6	2	1	5
양감	11	1	2	4	4
정남	22	9	3	1	9
동탄	14	8	1	-	5
남양	37	15	10	2	10

3) 질산성 질소 관리



<그림 1-2-17> 질산성질소 농도 분포 및 동위원소 조사관정 위치도

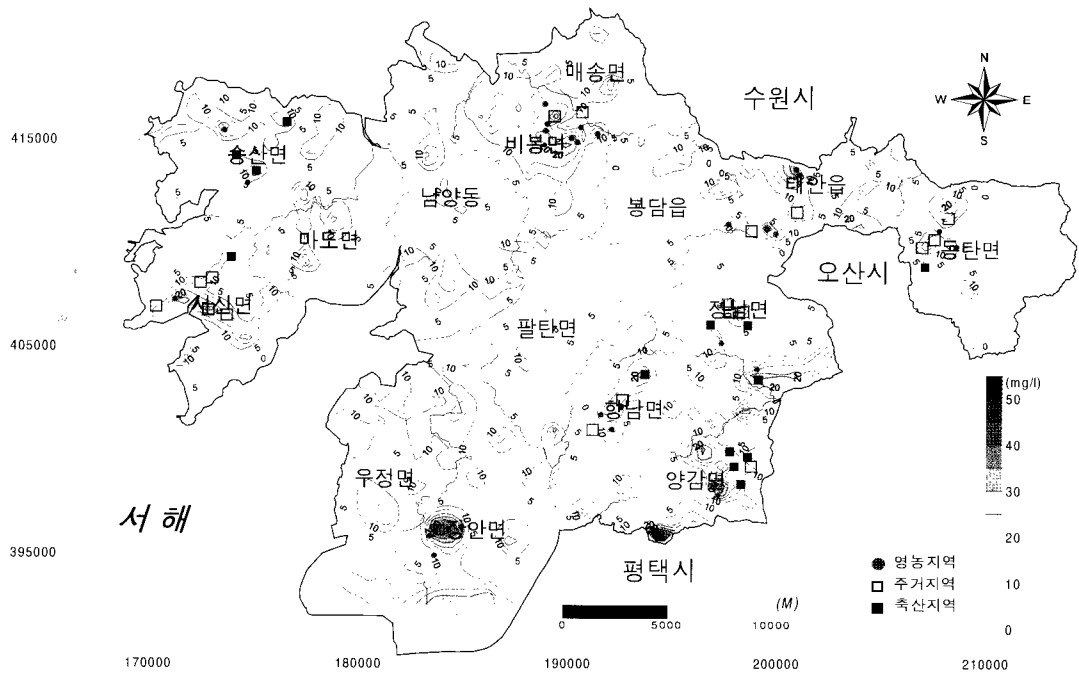


<그림 1-2-18> 주변환경에 따른 질소오염원 구성비

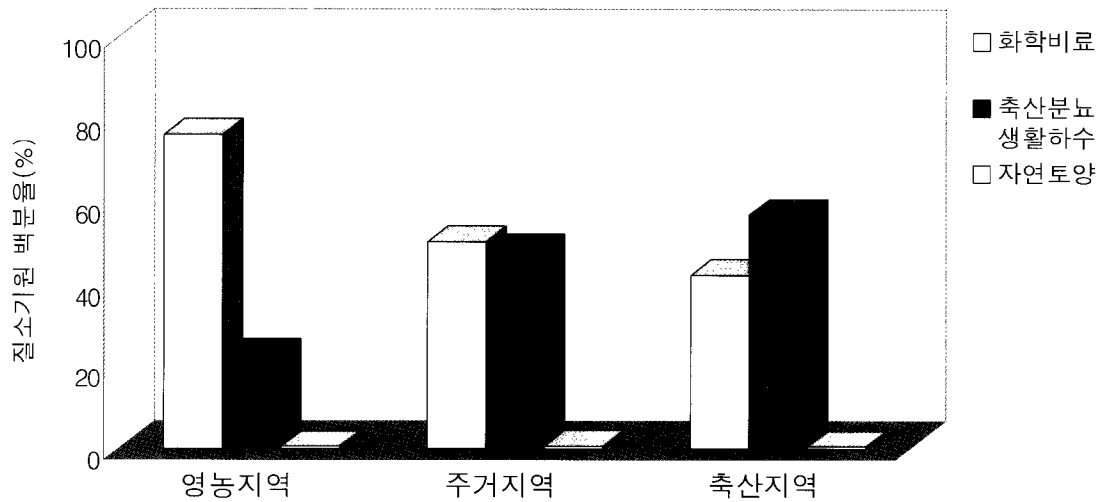
<표 1-2-12> 주변환경에 따른 질산성질소의 질소오염원 구성비

주변환경	NO ₃ -N(mg/l)		δ ¹⁵ N(‰)		오염원기원 구성비(%)		
	범위	평균	범위	평균	화학비료	축산분뇨 및 생활하수	자연토양
영농지역	10.5~47.7	27.4	-7.7~9.7	1.0	76.5	23.1	0.4
주거지역	4.4~33.0	19.6	-4.6~24.0	9.1	50.6	48.8	0.6
축산지역	9.0~32.7	20.5	-4.6~24.7	10.6	42.4	57.1	0.5

3) 질산성 질소 관리



<그림 1-2-17> 질산성질소 농도 분포 및 동위원소 조사관정 위치도



<그림 1-2-18> 주변환경에 따른 질소오염원 구성비

<표 1-2-12> 주변환경에 따른 질산성질소의 질소오염원 구성비

주변환경	NO ₃ -N(mg/l)		δ ¹⁵ N(‰)		오염원기원 구성비(%)		
	범위	평균	범위	평균	화학비료	축산분뇨 및 생활하수	자연토양
영농지역	10.5~47.7	27.4	-7.7~9.7	1.0	76.5	23.1	0.4
주거지역	4.4~33.0	19.6	-4.6~24.0	9.1	50.6	48.8	0.6
축산지역	9.0~32.7	20.5	-4.6~24.7	10.6	42.4	57.1	0.5

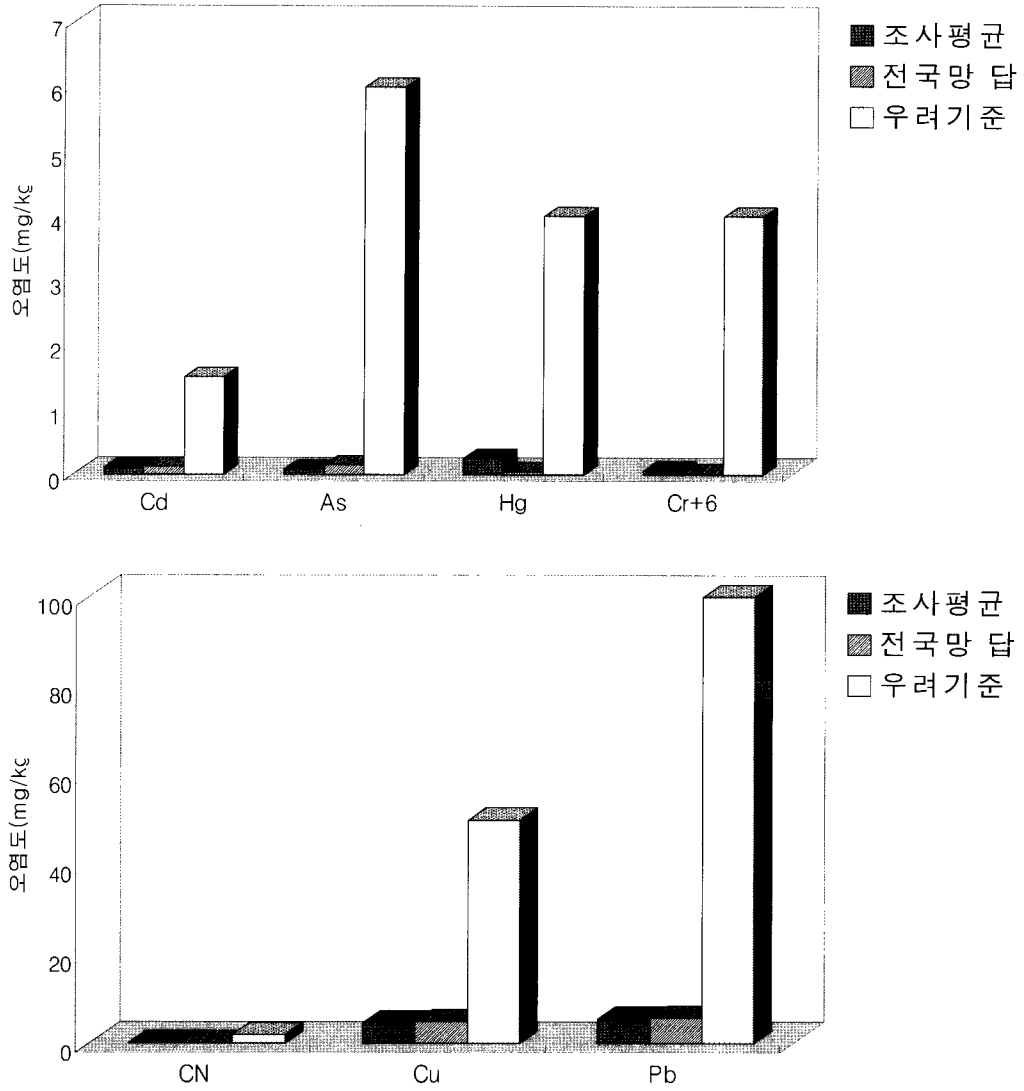
- 질산성질소의 먹는물 수질기준은 10mg/l(질산염 NO₃ 기준 44.3mg/l)이며, 이 기준치를 초과하는 물을 신생아가 섭취할 경우 청색증(blue-baby syndrome)을 유발하는 것으로 알려져 있다(Follett and Walker, 1989).
- 이번 조사에서는 갈수기와 풍수기 조사시 축산폐수, 비료 등에 의한 오염의 거시 인자인 질산성질소에 대하여 각각 252개, 1,235개씩 조사하였다.
- 시기적으로는 갈수기보다 풍수기에 총적 지하수 평균 0.9mg/l, 암반지하수 평균 0.2mg/l씩 값이 높게 나타났으며, 갈수기와 풍수기 모두 총적지하수의 질산성질소 평균값이 각각 4.1, 4.8mg/l씩 암반지하수 보다 높은 것으로 조사되었다.

<표 1-2-13> 읍면별 질산성질소 현황

(단위 : mg/l)

유역		갈수기 (N=252)					풍수기 (N=1,235)				
		최대	최소	평균	증양	표준편차	최대	최소	평균	증양	표준편차
계	총적	18.8	0.2	8.6	8.0	5.6	47.1	0.1	9.5	6.9	8.7
	암반	27.7	0.1	4.5	3.2	4.7	58.3	0.1	4.7	2.3	6.9
남양	총적	18.3	0.5	8.6	8.0	5.7	27.6	0.1	7.0	5.3	6.2
	암반	18.0	0.1	6.2	5.0	5.4	27.6	0.1	6.0	3.6	5.8
동탄	총적	-	-	-	-	-	30.7	0.7	9.2	6.0	8.5
	암반	-	-	-	-	-	19.0	0.1	2.3	0.6	3.6
마도	총적	17.0	17.0	17.0	17.0	-	35.0	0.1	7.2	4.6	7.5
	암반	3.7	0.4	2.1	2.1	2.3	26.7	0.1	5.5	4.0	5.3
매송	총적	-	-	-	-	-	23.6	0.2	6.1	6.0	5.4
	암반	-	-	-	-	-	33.5	0.1	4.8	2.1	8.8
봉담	총적	-	-	-	-	-	26.6	0.1	8.1	6.1	7.7
	암반	-	-	-	-	-	36.0	0.1	2.2	0.9	4.3
비봉	총적	17.4	0.8	5.6	2.4	6.5	43.1	0.1	10.5	6.8	10.9
	암반	17.4	0.1	4.8	3.0	5.3	43.1	0.1	8.1	4.5	10.3
서신	총적	0.7	0.2	0.4	0.2	0.3	32.4	0.1	7.5	3.4	9.0
	암반	27.7	0.2	5.8	0.2	12.2	35.0	0.1	5.7	2.5	7.9
송산	총적	8.0	0.7	5.2	6.2	2.7	35.0	0.4	8.6	6.2	8.5
	암반	8.0	0.7	5.1	6.2	2.6	35.0	0.2	7.4	5.2	7.8
양감	총적	-	-	-	-	-	46.8	0.4	13.0	6.8	13.8
	암반	-	-	-	-	-	58.3	0.2	8.5	5.0	11.2
우정	총적	18.6	0.2	9.3	9.0	5.4	18.8	0.1	9.3	8.0	5.3
	암반	18.6	0.1	8.2	7.9	5.6	18.8	0.1	8.2	7.3	5.5
장안	총적	18.8	1.0	9.8	9.9	5.4	47.1	0.1	9.0	5.6	9.5
	암반	18.8	0.4	8.3	9.2	5.5	29.6	0.1	6.3	4.5	5.9
정남	총적	-	-	-	-	-	32.4	0.2	5.8	2.3	8.0
	암반	-	-	-	-	-	29.3	0.1	6.8	4.9	7.5
태안	총적	-	-	-	-	-	40.8	0.4	11.1	8.0	11.3
	암반	-	-	-	-	-	45.3	0.1	6.4	3.9	8.3
팔탄	총적	18.1	3.5	9.1	6.8	5.0	31.0	0.1	3.9	2.0	5.0
	암반	18.1	0.1	6.3	5.4	5.0	18.7	0.1	3.5	1.9	4.1
향남	총적	-	-	-	-	-	33.4	0.3	12.1	7.7	11.1
	암반	-	-	-	-	-	39.3	0.1	4.9	2.6	7.0

4) 농경지 토양조사



<그림 1-2-19> 농경지토양오염조사 현황

<표 1-2-14> 2001 토양측정망 운영결과(환경부)

(단위 : mg/kg)

구분	개소수	Cd	Cu	As	Hg	Pb	Cr ⁺⁶	Zn	Ni	F	유기인	PCB	CN	페놀	유류	pH
'01 평균	1,500	0.147	5.300	0.256	0.071	6.503	0.028	-	-	-	n.d.	n.d.	0.020	n.d.	1.108	6.4
지역망	3,000	0.161	5.952	0.299	0.083	7.088	0.038	-	-	-	n.d.	n.d.	0.025	n.d.	1.298	6.3
전국망	1,500	0.118	3.995	0.161	0.040	5.347	0.007	-	-	-	n.d.	n.d.	0.012	n.d.	0.068	6.5
전국망답	125	0.115	4.785	0.138	0.039	5.689	0.009	-	-	-	n.d.	n.d.	0.015	n.d.	0.000	5.7
우려기준 (농경지)	-	1.5	50	6	4	100	4	300	40	400	10	-	2	4	-	-

<표 1-2-15> 화성시 토양분석 결과

(단위 : mg/kg)

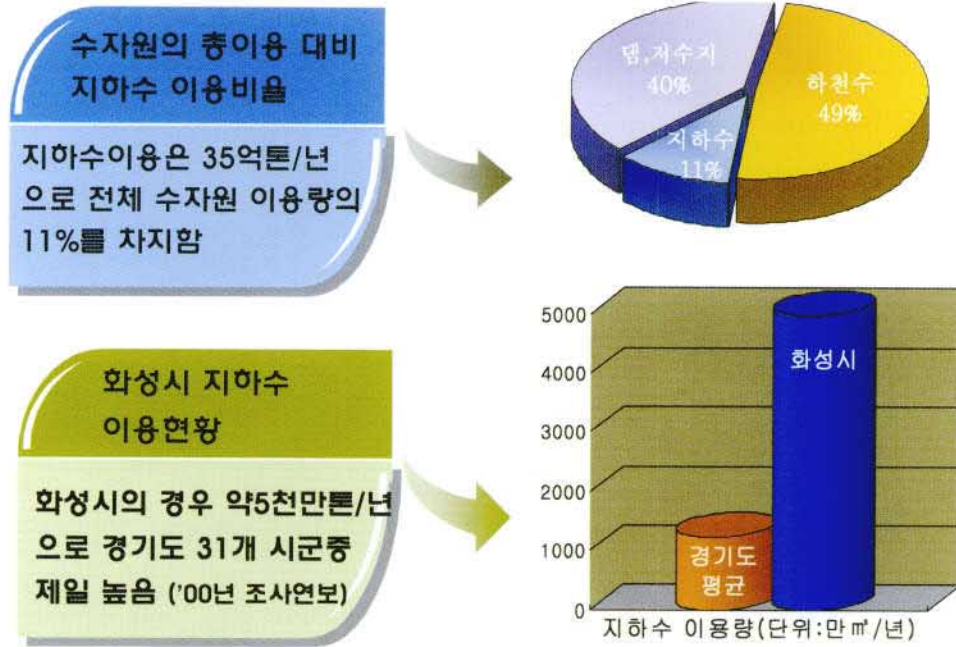
구분	Cd	Cu	As	Hg	Pb	Cr ⁺⁶	Zn	Ni	F	유기인	PCB	CN	페놀	유류	pH
평균	0.090	4.562	0.059	0.242	5.521	0.048	48.107	12.312	153.003	n.d.	n.d.	0.018	0.013	n.d.	6.4
관리조사 (20)	0.042	4.205	0.120	0.669	6.429	0.060	48.107	12.312	153.003	n.d.	n.d.	n.d.	0.039	n.d.	5.7
지역망 (9)	0.063	6.947	0.027	0.004	4.927	0.085	-	-	-	-	n.d.	0.036	n.d.	n.d.	6.4
전국망 (14)	0.166	2.533	0.031	0.053	5.207	n.d.	-	-	-	n.d.	n.d.	0.017	n.d.	n.d.	7.1

※ 지역망 및 전국망은 환경부의 2001토양측정망운영결과 자료임, 구분의 ()는 조사개소수

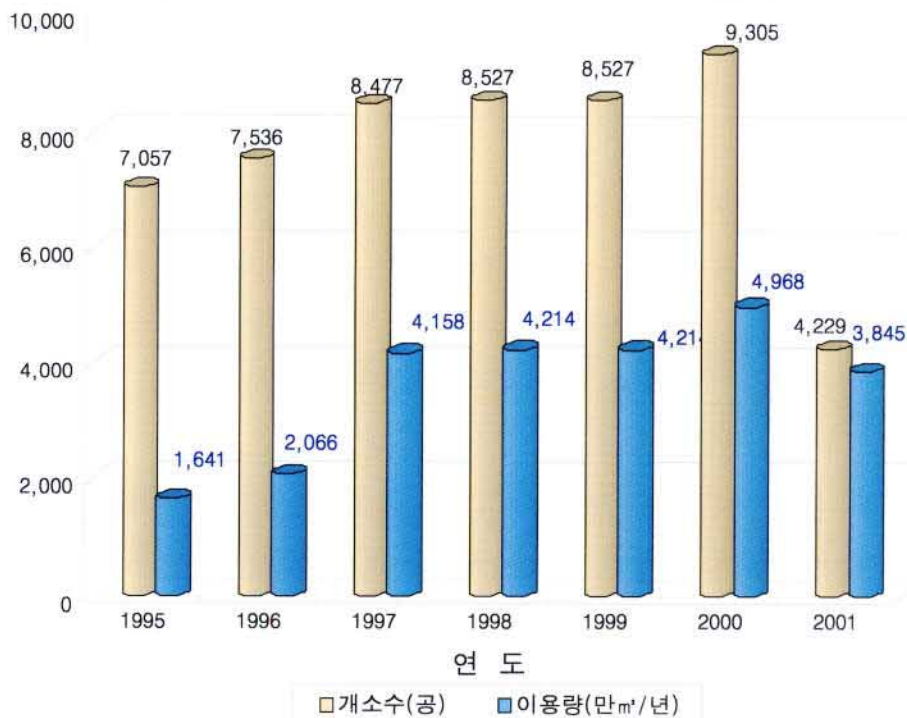
- 토양환경보전법상 토양오염물질로는 토양오염과 관련성이 큰 수질환경보전법에서 사람의 건강이나 동식물의 생육에 직접 또는 간접적으로 위해를 줄 우려가 있는 오염물질로 선정된 특정유해물질인 카드뮴, 구리, 비소, 수은, 납, 6가크롬, 아연, 니켈, 불소, 유기인, PCB, 시안, 페놀, 유류(BTEX, TPH), 유기용제류(TCE, PCE) 15종과 토양오염의 방지를 위하여 특별히 관리할 필요가 있다고 인정되는 물질을 포함한다(개정 '01. 12. 31).
- 토양오염도조사를 위하여 조사지구내 20점의 시료를 채취하였다. 시료채취는 논외 표토를 5cm 제거한 후 hand auger를 이용하여 지표하 40cm 까지의 흙을 채취하여 경기도 환경관리공단과 서울대학교 농업과학공동기기센터에 의뢰하여 토양오염공정시험방법에 의하여 검사를 실시하였다.
- 조사지역의 환경부 토양측정망운영결과 자료(전국망 14, 지역망 9)를 이용하여 분석결과와 비교하였다. 전국망 값 평균값과 비교할 때 조사지역 토양의 Hg, Cr⁺⁶, CN 및 페놀의 함량이 더 높은 것으로 조사되었으나(표 1-2-12~13) 토양환경보전법의 우려기준(4mg/kg)과 비교하였을 때는 Hg 1개소(매송면 송라리, 5.83mg/kg)를 제외하고는 오염기준치를 넘는 지역은 없다(그림 1-2-16).

1.2.2 추세분석 및 예측

가. 지하수개발 추세



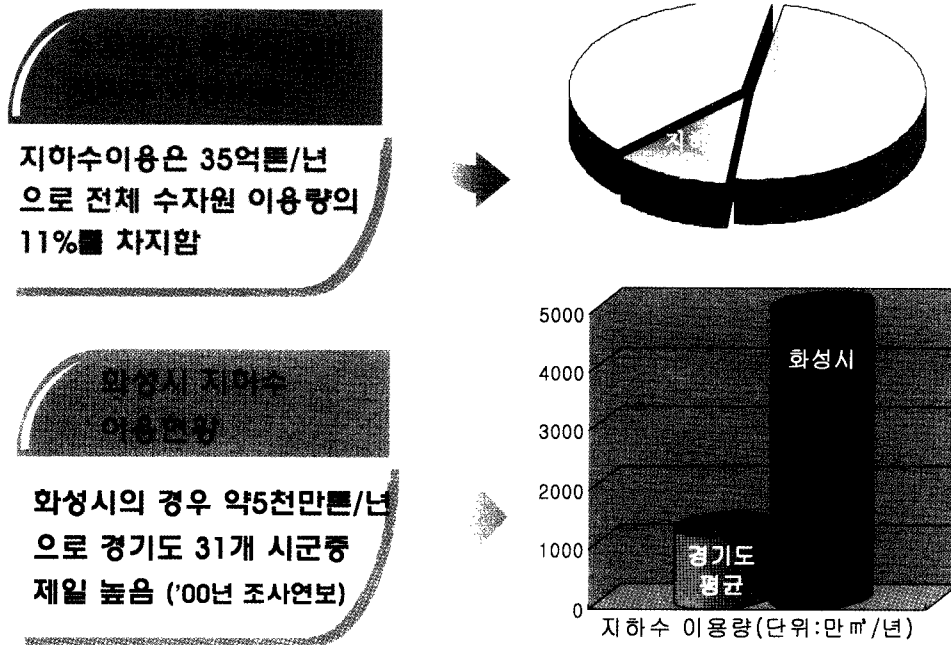
<그림 1-2-20> 지하수이용비율



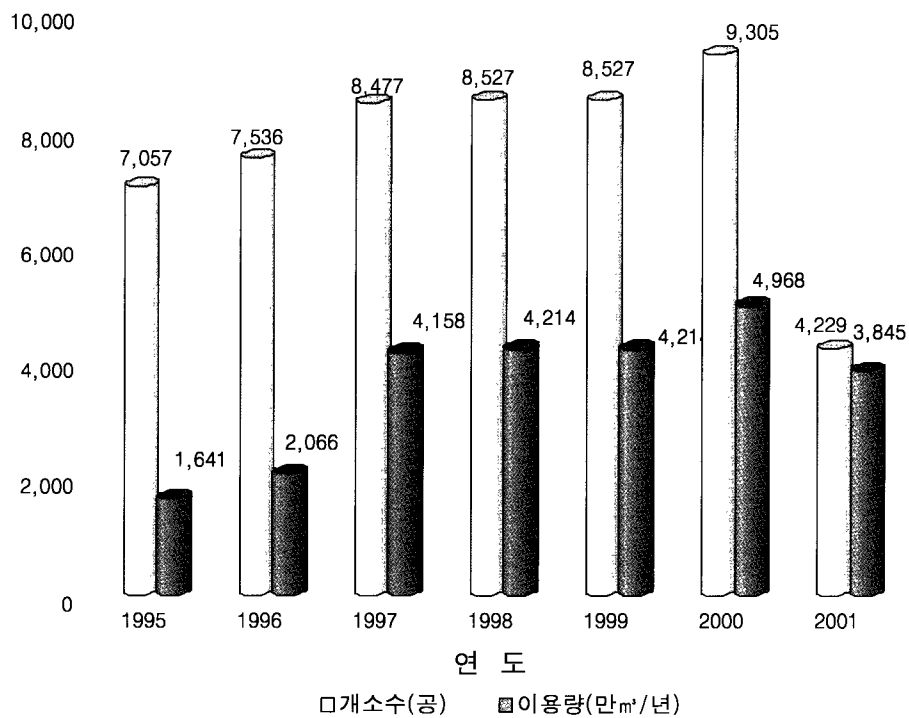
<그림 1-2-21> 년도별 지하수개발 · 이용

1.2.2 추세분석 및 예측

가. 지하수개발 추세

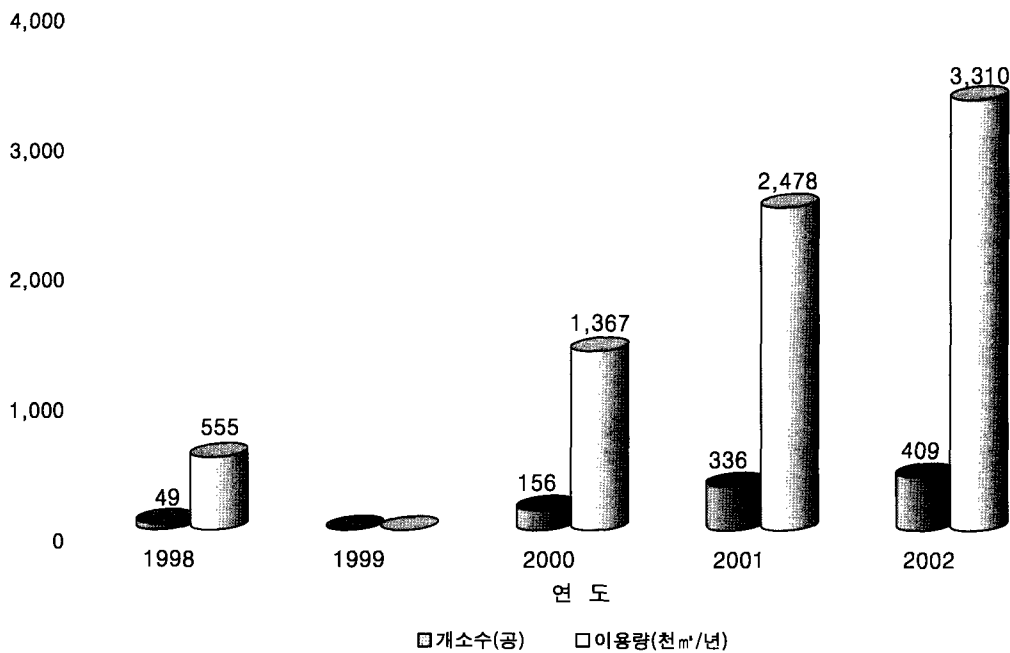


<그림 1-2-20> 지하수이용비율



<그림 1-2-21> 년도별 지하수개발 · 이용

- 우리나라 수자원 총 이용량 314억톤중 지하수 이용량은 35억톤/년으로 전체 수자원 이용량의 11%를 차지하고 있으며, 2000년 건설부 지하수 조사연보에 의하면 경기도 31개시군 년평균 지하수 이용량은 1,228만톤이며 화성시가 년평균 약5천만톤으로 제일 높은 이용비율을 나타냄
- 또한 2000년 이후 신규 지하수 개발이 급증하고 있어 지하수 난 개발 및 밀집 개발에 따른 지하수 고갈 및 물 부족현상이 우려됨



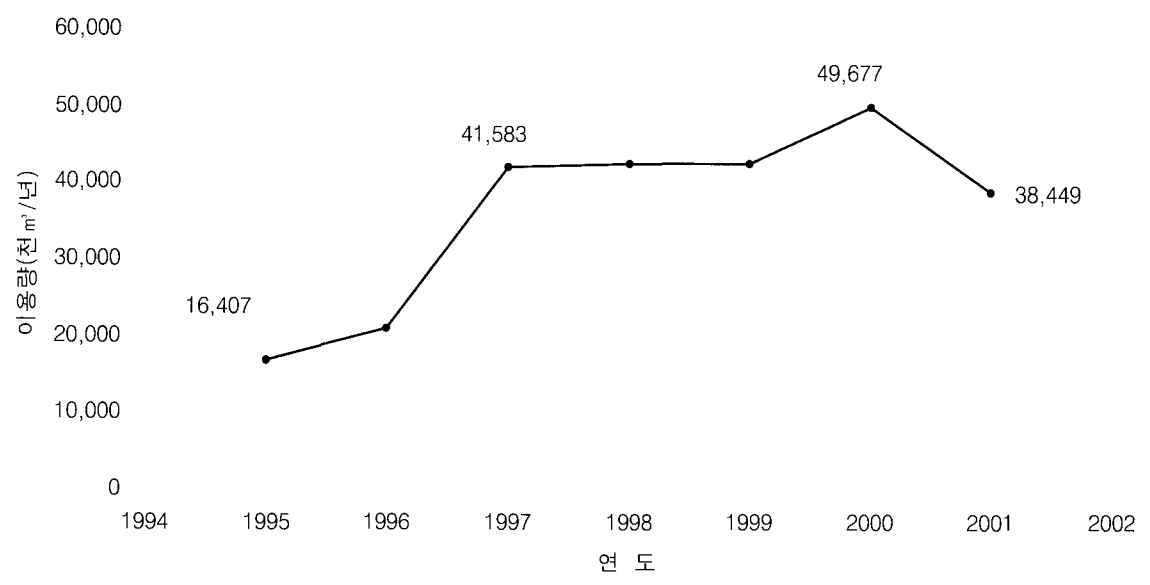
<그림 1-2-22> 신규관정 개발추이

<표 1-2-16> 지하수 개발공수 및 이용량 변화

(단위 : 공, 천m³/년)

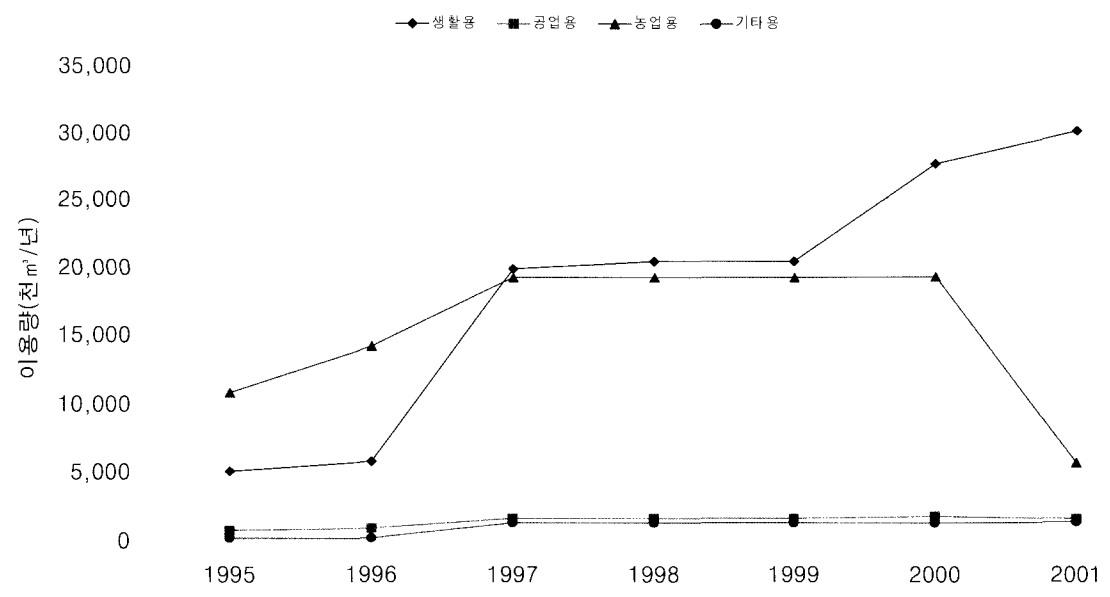
년 도	총 계		생활용		공업용		농업용		기타용	
	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량
1995	7,057	16,407	1,995	4,935	71	658	4,985	10,740	6	74
1996	7,536	20,661	2,118	5,676	83	807	5,327	14,095	8	83
1997	8,477	41,583	2,926	19,758	100	1,504	5,376	19,086	75	1,235
1998	8,527	42,140	2,973	20,273	101	1,533	5,378	19,099	75	1,235
1999	8,527	42,140	2,973	20,273	101	1,533	5,378	19,099	75	1,235
2000	9,305	49,677	3,719	27,532	108	1,717	5,403	19,193	75	1,235
2001	4,229	38,449	3,080	30,035	83	1,541	991	5,626	75	1,247

<주> 자료출처 : 지하수조사연보(1996 ~ 2002, 건설교통부)



<그림 1-2-23> 년도별 지하수 이용실태

- 화성시의 지하수 이용실태는 '95년 시설수 7,057개소, 이용량 16,406천m³/년에서 2000년 9,305개소, 49,677천m³/년으로 꾸준히 증가하는 것으로 나타나고 있다.
- 그러나, 2001년에 관정수가 4,229공으로 2000년에 비하여 50%이상의 급격한 감소를 나타내는데, 이는 2001년 지하수법 개정시 지하수 개발·이용 신고 대상이 확대됨에 따라 과거에 개발된 경미한 시설들이 제도권으로 흡수되면서 지하수 시설수 및 이용량 집계에서 누락되었기 때문으로 판단된다.



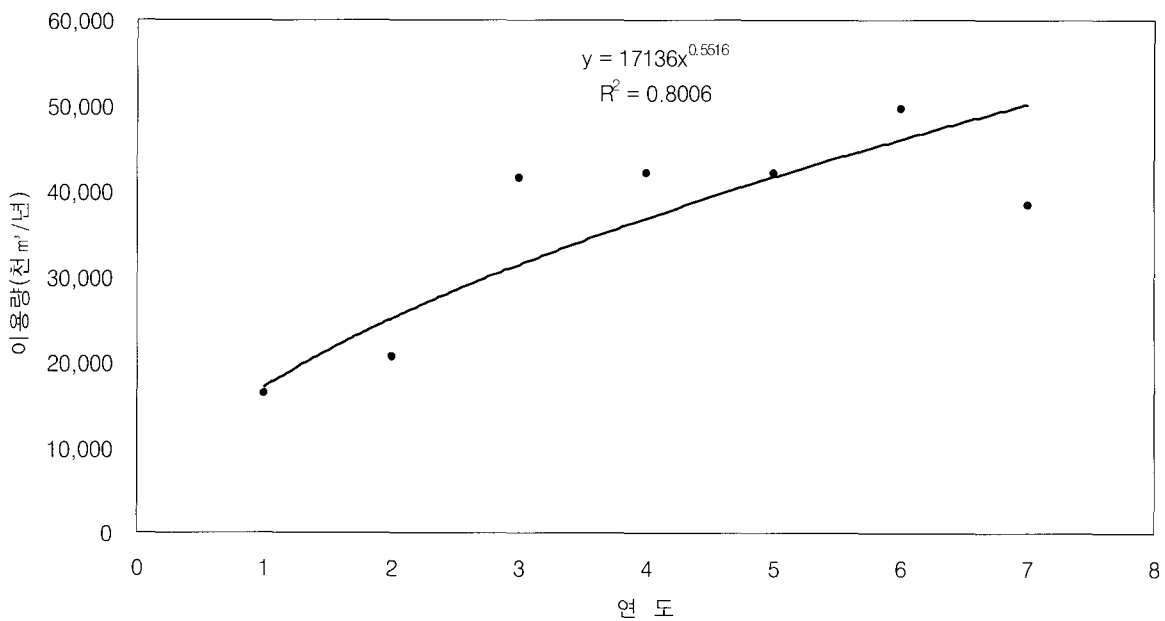
<그림 1-2-24> 용도별 지하수 이용량 추이

나. 개발이용예측

□ '95년 이후 2001년까지 증가추세를 반영하여 회귀분석을 실시, 아래의 회귀방정식을 산출하여 장래 화성시의 지하수 이용량을 추정하였다. 그 결과 2002년 53,958천톤/년에서 2007년 70,528천톤/년, 2012년 84,395천톤/년으로 증가를 보일 것으로 전망되었다.

$$Y = 17,136X^{0.5516}$$

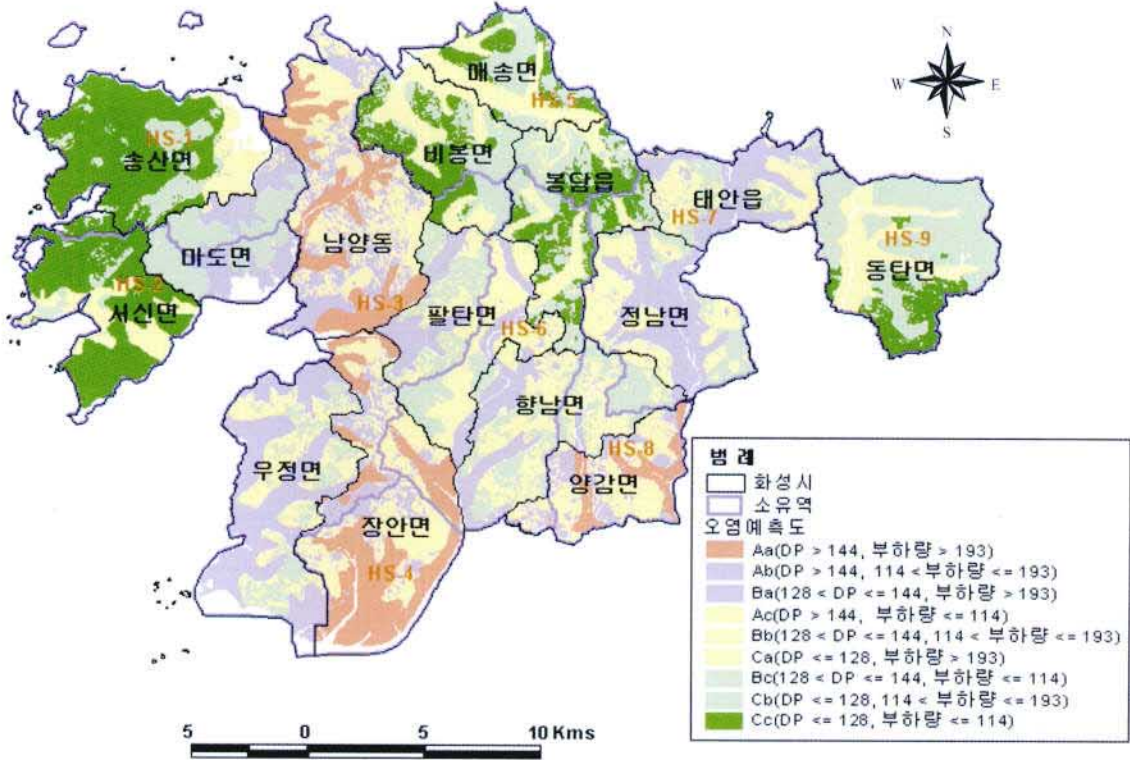
구분	년도별 지하수 이용량(천 ^m /년)											
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
화성시	53,958	57,580	61,025	64,319	67,482	70,528	73,471	76,321	79,086	81,776	84,395	86,950



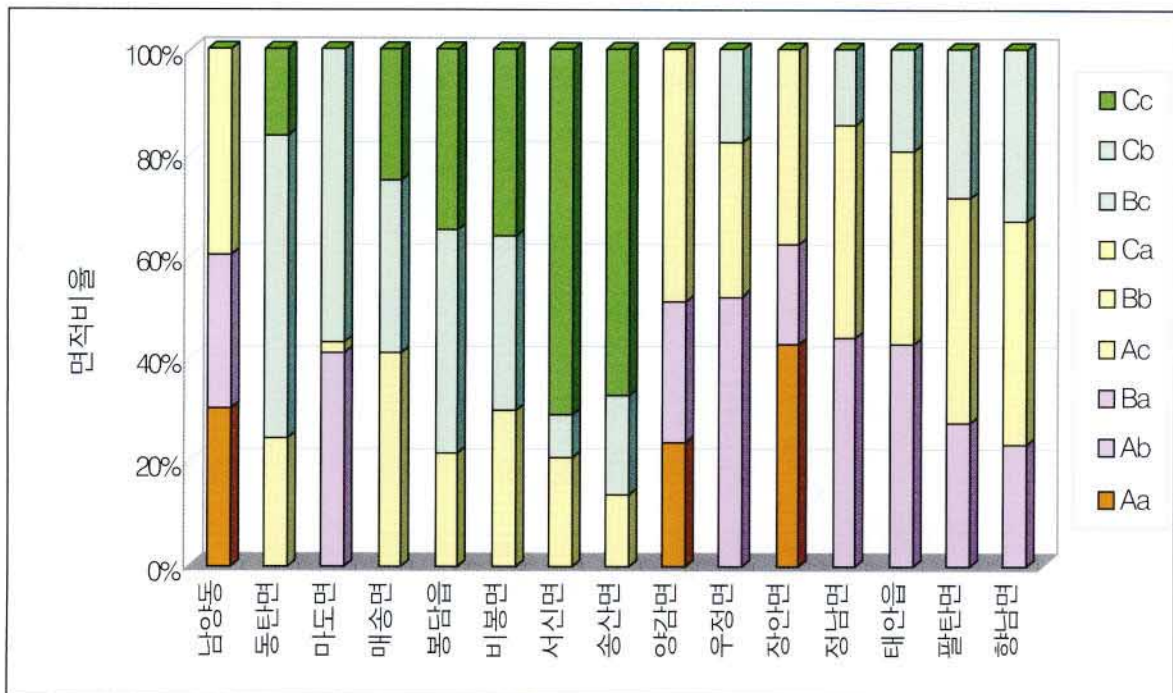
<그림 1-2-25> 지하수 이용전망 추세

- 용도별로는 생활용수 이용량이 매년 꾸준히 증가하고 있으며, 이는 화성시 상수도 보급률이 2001년 12월말 기준으로 38.4%로 매우 낮은 지역적 특성에 따른 것으로 판단된다.
- 따라서, 상수도 보급률 증가에 따라 생활용 지하수 사용량은 점차 감소할 것으로 판단되므로 실제적인 지하수 이용량 증가는 전망한 것보다 적을 것으로 판단된다.

다. 수질변화예측

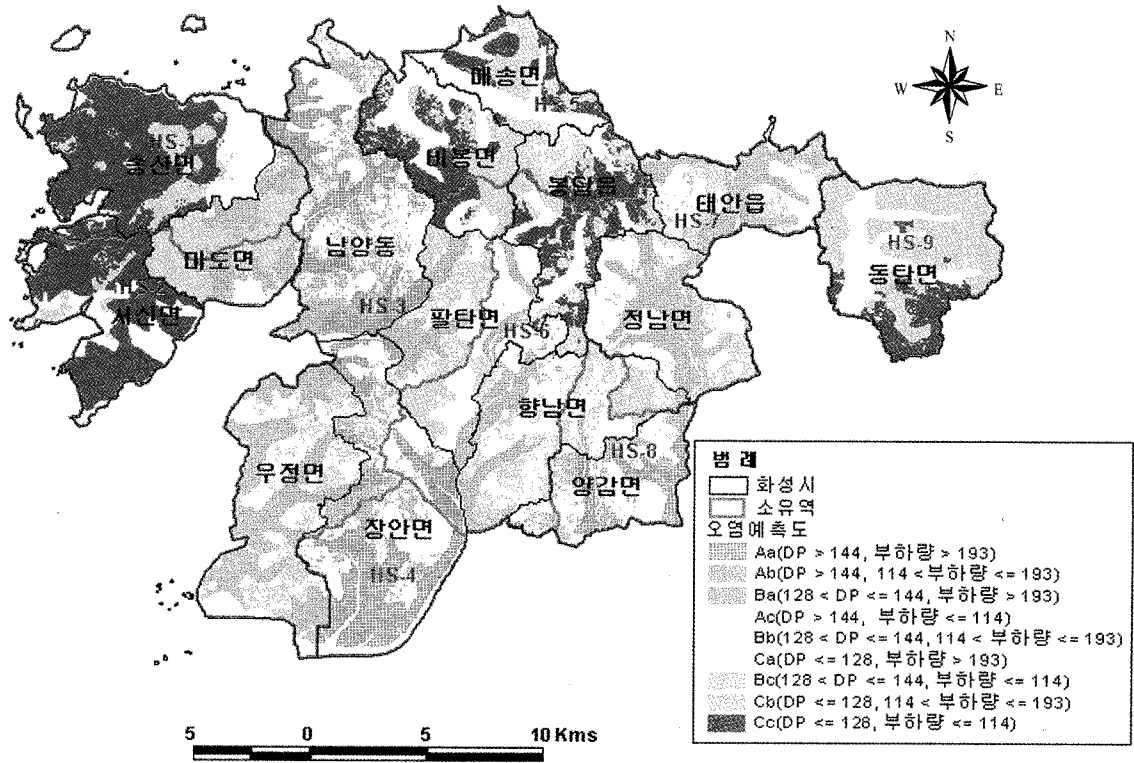


<그림 1-2-26> 지하수오염예측도

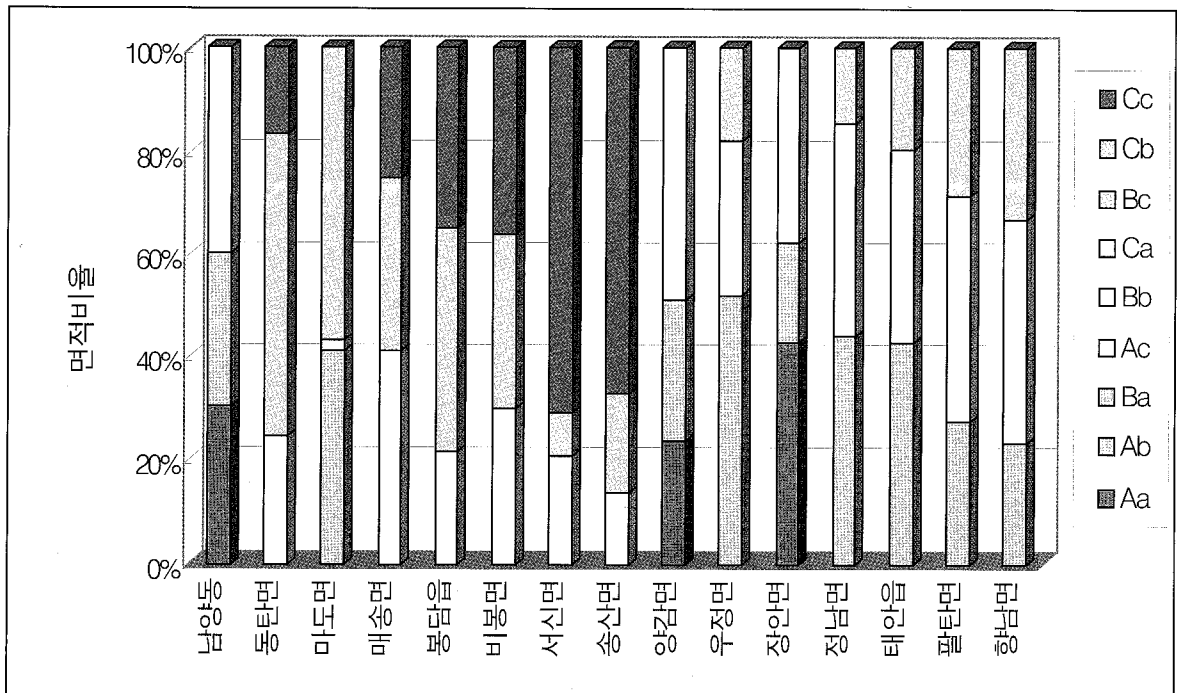


<그림 1-2-27> 지하수오염예측도 등급별 면적비

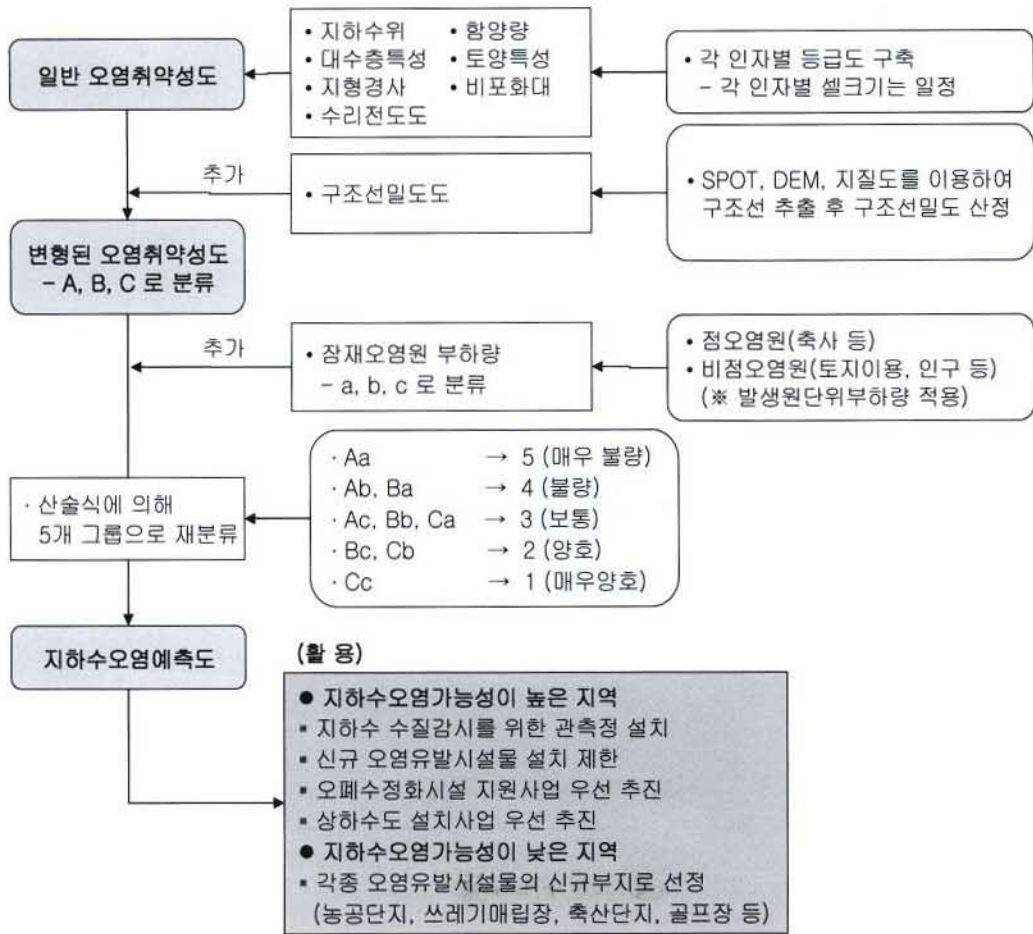
다. 수질변화예측



<그림 1-2-26> 지하수오염예측도



<그림 1-2-27> 지하수오염예측도 등급별 면적비

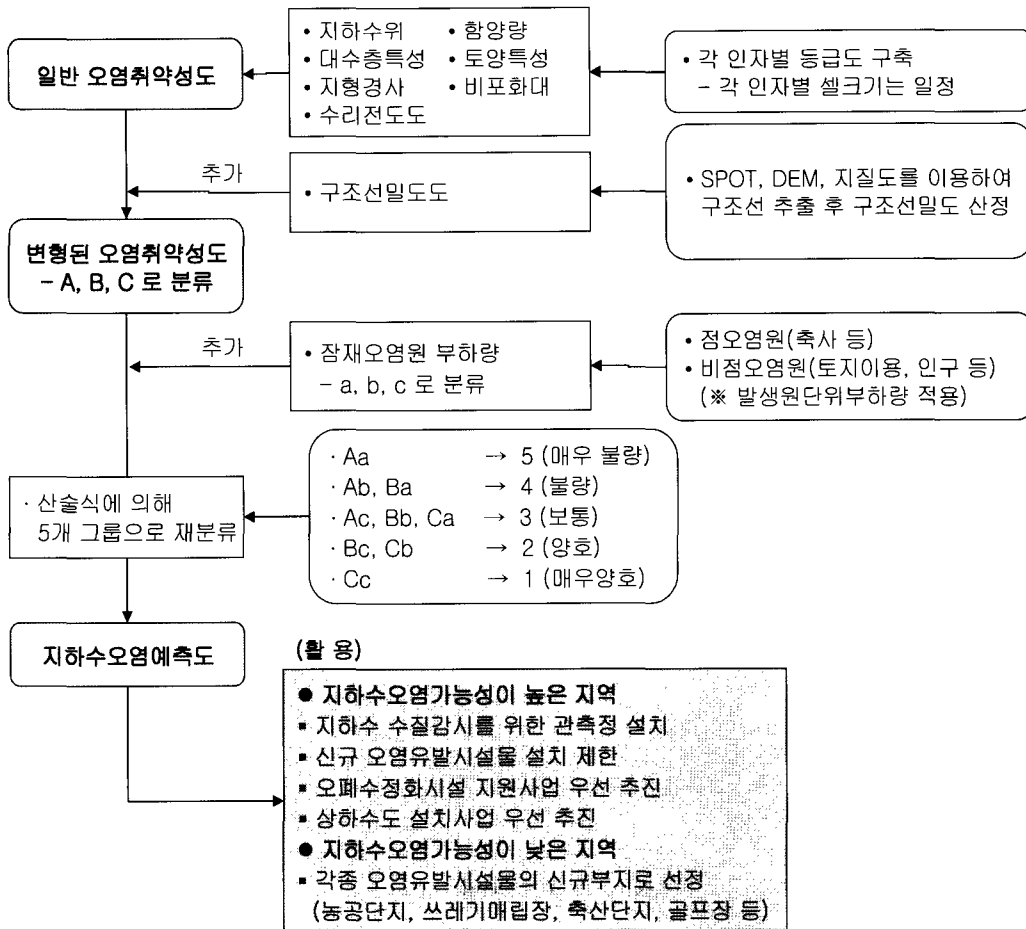


<그림 1-2-28> 지하수오염예측도 작성 모식도

<표 1-2-17> 지하수오염예측도 등급 분류표

변형된 오염취약성		총오염발생부하량		총오염발생부하량(Kg/일/Km ²)		
				a(높음)	b(보통)	c(낮음)
		> 193	114-193	≤ 114		
오염취약성	A (높음)	> 144	Aa	Ab	Ac	
	B (보통)	128-144	Ba	Bb	Bc	
	C (낮음)	≤ 128	Ca	Cb	Cc	

□ 지하수오염예측도(그림 1-2-26~27)는 <그림 1-2-28> 및 <표 1-2-17> 제시된 바와 같이 수리지질학적인 인자를 고려한 지하수오염취약성과 각종 오염원의 발생오염부하량값을 중첩하여 작성되었다



<그림 1-2-28> 지하수오염예측도 작성 모식도

<표 1-2-17> 지하수오염예측도 등급 분류표

변형된 오염취약성		총오염발생부하량	총오염발생부하량(Kg/일/Km ²)		
			a(높음)	b(보통)	c(낮음)
			> 193	114-193	≤ 114
오염취약성	A (높음)	> 144	Aa	Ab	Ac
	B (보통)	128-144	Ba	Bb	Bc
	C (낮음)	≤ 128	Ca	Cb	Cc

□ 지하수오염예측도(그림 1-2-26~27)는 <그림 1-2-28> 및 <표 1-2-17> 제시된 바와 같이 수리지질학적인 인자를 고려한 지하수오염취약성과 각종 오염원의 발생오염부하량값을 중첩하여 작성되었다

□ 지하수오염취약성과 잠재오염원 발생부하량이 상대적으로 높게 나타남으로써 지하수관리대상지역으로 분류되는 지역은 장안면, 남양동, 양감면으로 나타났고, 반면에 서신면과 송산면은 지하수오염이 가장 양호한 상태로 나타나고 있지만, 조사결과 해안변의 일부 관정에서 해수침투가 발생하고 있어, 보다 신중한 검토가 이루어져야 할 것으로 기대된다.

□ 향후, 국토개발에 따른 지하수 및 각종 잠재오염 시설물 인·허가시 ‘지하수오염 예측도’를 기초자료로써 활용함으로써 발생가능한 지하수오염에 미리 대비하고, 엄청난 복구비용 예산을 절감할 수 있으리라 사료된다

<표 1-2-18> 행정구역별 지하수오염예측등급 면적비

구분 읍면동	총면적 (Km ²)	지하수오염예측 등급별 면적비								
		Aa	Ab	Ba	Ac	Bb	Ca	Bc	Cb	Cc
남양동	66.9	29.8%	-	29.2%	-	-	41.0%	-	-	-
동탄면	52.7	-	-	-	24.5%	-	-	57.9%	-	17.6%
마도면	31.8	-	41.2%	-	-	2.9%	-	-	55.6%	-
매송면	27.4	-	-	-	41.2%	-	-	33.5%	-	25.1%
봉담읍	42.7	-	-	-	21.6%	-	-	43.9%	-	35.0%
비봉면	38.6	-	-	-	30.8%	-	-	33.8%	-	35.1%
서신면	42.6	-	-	-	20.8%	-	-	8.9%	-	67.7%
송산면	53.6	-	-	-	14.2%	-	-	18.9%	-	64.0%
양감면	31.2	23.7%	-	27.6%	-	-	48.3%	-	-	-
우정면	58.9	-	51.3%	-	-	30.8%	-	-	17.6%	-
장안면	67.7	41.5%	-	20.4%	-	-	37.9%	-	-	-
정남면	40.8	-	43.7%	-	-	41.5%	-	-	14.8%	-
태안읍	32.1	-	41.8%	-	-	37.9%	-	-	20.1%	-
팔탄면	50.9	-	27.6%	-	-	43.5%	-	-	28.6%	-
향남면	49.9	-	23.6%	-	-	43.2%	-	-	33.2%	-

1.2.3 행정구역별 현황분석

가. 기본방향

- 화성시 읍면별 지하수 개발·이용실태, 부존특성 등을 분석하여 세부지하수 관리가 필요한 지역을 선정함.

- 세부지하수관리 필요지역 선정기준(안)
 - 지하수 이용 및 수량 특성기준 : 아래 3개 항목에 모두 해당되는 지역
 - 지하수 적정개발가능량의 90%이상을 이용하는 지역
 - 단위면적당 지하수 이용량이 20만 m^3 /년/ km^2 이상인 지역
 - 관정밀도가 30공/ km^2 이상인 지역

 - 지하수 수질특성기준 : 아래 항목 중 2개 이상의 항목이 해당되는 지역
 - 지하수오염이 진행중인 지역(질산성질소 평균치가 10mg/ℓ 이상인 지역)
 - 잠재오염원 시설수 상위 10위 이내 또는 오염원 분포밀도 10위 이내 지역
 - DRASTIC INDEX(지하수 오염취약성) 150이상인 지역
 - 단위면적당 오염부하량이 200kg/일/ km^2 이상인 지역

나. 읍면별 지하수 현황 분석

1) 남양동

현황분석

- 지하수 이용 및 수량에 대한 장애 우려 지역 : 없음
- 지하수 수질환경 분석

지하수 오염 진행 현황 파악 (질산성질소 리벨 평균치가 10mg/ℓ 이상인 지역)	안석동, 온석동
잠재오염원 시설이 많은 지역	남양동, 신남동, 북양동
오염원 분포밀도가 높은 지역	남양동
DRASTIC INDEX가 높은 지역	온석동, 원천동
단위면적당 오염부하량이 높은 지역	온석동, 신남동, 북양동

지하수 이용 및 수량 현황

동리	총이용량 (천 m ³ /년)	이용량/적정 개발가능량 (%)	단위면적당 이용량 (천 m ³ /년/km ²)	관정수 (공)	관정밀도 (공/km ²)
합계/평균	3,283	32.0	49.1	332	5.0
남양	1,118	72.4	111.1	79	7.9
신남	217	20.6	73.3	31	4.5
장덕	166	19.9	9.9	16	2.9
안석	59	10.7	109.9	11	3.1
활초	225	38.2	31.5	19	5.0
온석	149	28.6	18.0	18	5.3
무송	310	47.8	6.3	39	9.2
북양	664	71.7	31.6	84	13.9
송림	103	20.5	11.7	12	3.7
수화	44	11.7	16.4	4	1.6
장전	68	14.1	43.8	3	1.0
신외	24	7.6	20.4	3	1.4
문호	49	6.4	30.6	5	1.0
시	30	4.1	21.6	2	0.4
원천	57	13.3	58.7	6	2.2

지하수 수질환경

동리	질산성질소 평균(mg/l)	잠재오염원 (개소)	오염원 분포밀도 (개소/km ²)	DRASTIC INDEX	단위면적당 오염부하량 (kg/일/km ²)
합계/평균	6.7	457	7	136	108
남양	4.5	163	16	141	118
신남	7.3	79	11	142	311
장덕	6.2	34	6	138	91
안석	12.9	17	5	140	97
활초	7.0	12	3	137	66
온석	10.0	16	5	155	318
무송	5.2	31	7	127	92
북양	2.7	56	9	136	226
송림	4.9	11	3	138	54
수화	6.0	5	2	129	43
장전	6.7	3	1	129	13
신외	6.9	7	3	124	46
문호	4.5	8	2	137	36
시	7.5	5	1		20
원천	8.9	10	4	150	82

잠재오염원현황

동리	총계	오수 배출시설	유류 저장시설	축사	쓰레기 매립장	폐수 배출시설
합계	457	163	13	220	1	60
남양	163	98	8	35	1	21
신남	79	10		62		7
장덕	34	11	1	17		5
안석	17	2		10		5
활초	12	2		8		2
온석	16	1	1	12		2
무송	31	7	2	13		9
북양	56	27	1	20		8
송림	11	3		7		1
수화	5	1		4		
장전	3			3		
신외	7			7		
문호	8			8		
시	5			5		
원천	10	1		9		

지하수관리 필요지역

수량관리	수질관리
없음	남양동, 북양동, 신남동, 온석동

2) 태안읍

현황분석

○ 지하수 이용 및 수량현황 분석

지하수 이용량/적정개발가능량 90%이상 이용지역	반월리, 안녕리, 병점리, 기산리, 진안리
단위면적당 지하수 이용량이 많은 지역	반월리, 안녕리, 병점리, 기산리
관정밀도가 높은 지역	반월리, 기산리

○ 지하수 수질환경 분석

지하수 오염 진행 현황 파악 (질산성질소 리벨 평균치가 10mg/l 이상인 지역)	황계리, 능리, 병점리
잠재오염원 시설이 많은 지역	안녕리, 반월리
오염원 분포밀도가 높은 지역	병점리, 반월리
DRASTIC INDEX가 높은 지역	반정리, 진안리
단위면적당 오염부하량이 높은 지역	병점리, 반월리, 기안리

지하수 이용 및 수량 현황

동리	총이용량 (천 m ³ /년)	이용량/적정 개발가능량 (%)	단위면적당 이용량 (천 m ³ /년/km ²)	관정수 (공)	관정밀도 (공/km ²)
합계/평균	6,101	122.0	189.9	716	22.3
진안	454	102.6	86.6	34	12.0
병점	557	139.8	24.5	32	12.5
능	420	73.6	123.8	86	23.4
기산	285	137.6	11.7	51	38.4
반월	1,516	259.5	25.5	219	58.4
반정	230	69.7	74.2	43	20.3
황계	35	11.5	67.0	6	3.1
배양	138	49.0	25.1	18	9.9
기안	288	76.5	136.5	37	15.3
송산	426	94.6	33.9	24	8.3
안녕	1,752	165.2	54.1	166	24.4

지하수 수질환경

동리	질산성질소 평균(mg/l)	잠재오염원 (개소)	오염원 분포밀도 (개소/km ²)	DRASTIC INDEX	단위면적당 오염부하량 (kg/일/km ²)
합계/평균	13.8	307	10	143	143
진안	6.2	29	10	158	114
병점	10.2	43	17	143	489
능	12.5	30	8	138	62
기산	4.7	14	11	141	43
반월	7.9	64	17	133	254
반정	4.0	4	2	160	30
황계	23.0	7	4	140	65
배양	6.9	3	2	148	38
기안	8.3	18	7	141	212
송산	9.6	20	7	132	182
안녕	7.5	75	11	141	89

잠재오염원현황

동리	총계	오수 배출시설	유류 저장시설	축사	쓰레기 매립장	폐수 배출시설
합계	307	146	49	15	1	96
진안	29	15	2	1		11
병점	43	21	9			13
능	30	12	3	2		13
기산	14	8	1			5
반월	64	38	7	1		18
반정	4		3	1		-
황계	7	1	1	3		2
배양	3	1	-	1		1
기안	18	5	5	3		5
송산	20	13	5	1		1
안녕	75	32	13	2	1	27

지하수관리 필요지역

수량관리	수질관리
반월리, 기산리	반월리, 병점리

3) 봉담읍

현황분석

○ 지하수 이용 및 수량현황 분석

지하수 이용량/적정개발가능량 90%이상 이용지역	수기리, 동화리, 와우리, 수영리, 당하리, 덕우리
단위면적당 지하수 이용량이 많은 지역	수기리, 동화리, 와우리, 왕림리, 수영리
관정밀도가 높은 지역	수기리, 당하리

○ 지하수 수질환경 분석

지하수 오염 진행 현황 파악 (질산성질소 리별 평균치가 10mg/l 이상인 지역)	-
잠재오염원 시설이 많은 지역	-
오염원 분포밀도가 높은 지역	와우리
DRASTIC INDEX가 높은 지역	-
단위면적당 오염부하량이 높은 지역	-

지하수 이용 및 수량 현황

동리	총이용량 (천 m ³ /년)	이용량/적정 개발가능량 (%)	단위면적당 이용량 (천 m ³ /년/km ²)	관정수 (공)	관정밀도 (공/km ²)
합계/평균	5,272	80.0	123.5	517	12.1
상	334	45.6	108.2	22	4.6
내	52	6.1	35.6	6	1.1
수영	739	158.9	60.7	57	18.9
동화	808	201.8	28.0	63	24.3
와우	521	200.4	186.6	32	19.1
수기	465	242.3	85.9	53	42.7
분천	347	65.6	59.3	49	14.3
왕림	798	189.2	64.7	78	28.6
세곡	77	34.9	59.1	7	4.9
당하	223	121.2	88.0	36	30.3
마하	89	48.2	70.2	20	16.7
유	119	43.5	59.2	17	9.6
덕	166	60.7	25.4	20	11.3
덕우	258	102.3	9.4	28	17.2
하가등	41	15.5	11.8	4	2.4
상기	235	21.2	18.3	25	3.5

지하수 수질환경

동리	질산성질소 평균(mg/l)	잠재오염원 (개소)	오염원 분포밀도 (개소/km ²)	DRASTIC INDEX	단위면적당 오염부하량 (kg/일/km ²)
합계/평균	3.9	341	8	137	66
상	3.3	45	9	135	84
내	4.8	16	3	140	73
수영	7.1	37	12	139	157
동화	3.4	42	16	128	139
와우	5.4	55	33	128	182
수기	8.4	14	11	136	53
분천	2.8	11	1	134	14
왕림	2.6	28	10	135	114
세곡		5	4	129	13
당하	4.8	11	9	145	55
마하	3.0	6	5	139	33
유	2.1	10	6	148	24
덕	3.2	14	8	132	46
덕우	1.7	24	15	142	13
하가등	5.6	1	1	141	18
상기	2.8	22	3	135	33

잠재오염원현황

동리	총계	오수 배출시설	유류 저장시설	축사	쓰레기 매립장	폐수 배출시설
합계	335	200	18	44	1	78
상	45	27	2	7		9
내	16			16		
수영	37	13	3	5		16
동화	42	19	3	2		18
와우	55	33	4		1	17
수기	14	13				1
분천	5	7				4
왕림	28	20	3	4		1
세곡	5	5				
당하	11	9	2			
마하	6	5		1		
유	10	8		1		1
덕	14	13		1		
덕우	24	17				7
하가등	1			1		
상기	22	11	1	6		4

지하수관리 필요지역

수량관리	수질관리
수거리	없음

4) 매송면

현황분석

○ **지하수 이용 및 수량현황 분석**

지하수 이용량/적정개발가능량 90%이상 이용지역	-
단위면적당 지하수 이용량이 많은 지역	-
관정밀도가 높은 지역	-

○ **지하수 수질환경 분석**

지하수 오염 진행 현황 파악 (질산성질소 리별 평균치가 10mg/ℓ 이상인 지역)	숙곡리
잠재오염원 시설이 많은 지역	-
오염원 분포밀도가 높은 지역	-
DRASTIC INDEX가 높은 지역	-
단위면적당 오염부하량이 높은 지역	-

지하수 이용 및 수량 현황

동리	총이용량 (천 m ³ /년)	이용량/적정 개발가능량 (%)	단위면적당 이용량 (천 m ³ /년/km ²)	관정수(개)	관정밀도 (개/km ²)
합계/평균	878	21.0	32.0	96	3.5
천천	236	58.0	19.9	22	8.3
원평	278	50.7	77.6	24	6.7
어천	86	12.0	88.8	12	2.6
숙곡	29	6.1	9.5	7	2.2
야목	70	7.7	187.3	11	1.9
송라	136	16.6	93.8	11	2.1
원	43	13.0	158.2	9	4.2

지하수 수질환경

동리	질산성질소 평균(mg/l)	잠재오염원 (개소)	오염원 분포밀도 (개소/k㎡)	DRASTIC INDEX	단위면적당 오염부하량 (kg/일/k㎡)
합계/평균	7.0	84	3	144	59
천천	1.6	12	5	143	86
원평	3.9	16	4	146	70
어천	1.9	15	3	146	16
숙곡	11.4	18	6	148	125
야목	7.7	8	1	155	42
송라	7.2	9	2	131	44
원	4.2	6	3	144	29

잠재오염원현황

동리	총계	오수 배출시설	유류 저장시설	축사	쓰레기 매립지	폐수 배출시설
합계	84	33	4	40	1	6
천천	12	5	1	5		1
원평	16	5	1	8		2
어천	15	11	1	2		1
숙곡	18	3		15		
야목	8	1		7		
송라	9	4		3	1	1
원	6	4	1			1

지하수관리 필요지역

수량관리	수질관리
없음	없음

5) 비봉면

현황분석

○ 지하수 이용 및 수량현황 분석

지하수 이용량/적정개발가능량 90%이상 이용지역	-
단위면적당 지하수 이용량이 많은 지역	-
관정밀도가 높은 지역	-

○ 지하수 수질환경 분석

지하수 오염 진행 현황 파악 (질산성질소 리별 평균치가 10mg/l 이상인 지역)	구포리, 삼화리, 쌍학리, 유포리, 남전리
잠재오염원 시설이 많은 지역	-
오염원 분포밀도가 높은 지역	-
DRASTIC INDEX가 높은 지역	구포리, 삼화리
단위면적당 오염부하량이 높은 지역	-

지하수 이용 및 수량 현황

동리	총이용량 (천 m ³ /년)	이용량/적정 개발가능량 (%)	단위면적당 이용량 (천 m ³ /년/km ²)	관정수 (공)	관정밀도 (공/km ²)
합계/평균	1,716	29.0	123.5	163	4.2
양노	529	44.0	311.9	60	7.6
남전	64	9.3	74.5	6	1.4
유포	53	16.5	101.5	6	2.9
삼화	151	14.8	70.5	17	2.6
구포	354	62.9	32.8	19	5.2
쌍학	97	10.9	54.0	9	1.5
청요	180	29.9	374.6	11	2.8
자안	288	46.1	245.7	35	8.6

지하수 수질환경

동리	질산성질소 평균(mg/l)	잠재오염원 (개소)	오염원 분포밀도 (개소/km ²)	DRASTIC INDEX	단위면적당 오염부하량 (kg/일/km ²)
합계/평균	9.7	117	3	140	37
양노	5.3	45	6	128	28
남전	10.3	1		138	7
유포	11.4	1		146	14
삼화	12.8	9	1	154	26
구포	18.2	18	5	150	93
쌍학	11.9	8	1	140	37
청요	3.4	10	3	146	45
자안	8.2	25	6	122	46

잠재오염원현황

동리	총계	오수 배출시설	유류 저장시설	축사	쓰레기 매립장	폐수 배출시설
합계	117	48	11	42	0	16
양노	45	26	6	4		9
남전	1	1				
유포	1			1		
삼화	9	3		6		
구포	18	2	3	12		1
쌍학	8			8		
청요	10	2		7		1
자안	25	14	2	4		5

지하수관리 필요지역

수량관리	수질관리
없음	구포리, 삼화리

6) 마도면

현황분석

○ 지하수 이용 및 수량현황 분석

지하수 이용량/적정개발가능량 90%이상 이용지역	두곡리,
단위면적당 지하수 이용량이 많은 지역	-
관정밀도가 높은 지역	두곡리, 고모리, 백곡리, 청원리 슬항리, 해문리

○ 지하수 수질환경 분석

지하수 오염 진행 현황 파악 (질산성질소 리벨 평균치가 10mg/ℓ 이상인 지역)	금당리, 슬항리
잠재오염원 시설이 많은 지역	-
오염원 분포밀도가 높은 지역	-
DRASTIC INDEX가 높은 지역	송정리
단위면적당 오염부하량이 높은 지역	고모리

지하수 이용 및 수량 현황

동리	총이용량 (천 m ³ /년)	이용량/적정 개발가능량 (%)	단위면적당 이용량 (천 m ³ /년/km ²)	관정수 (공)	관정밀도 (공/km ²)
합계/평균	2,346	52.0	73.9	969	30.5
석교	142	42.3	309.8	29	12.1
두곡	381	132.9	292.4	96	47.1
송정	241	46.1	67.3	100	26.8
쌍송	312	62.7	24.0	64	18.0
청원	461	50.0	96.3	266	40.5
슬항	144	42.1	14.3	85	34.8
해문	140	42.2	22.7	73	30.9
백곡	299	61.2	16.7	141	40.5
금당	77	19.9	67.4	14	5.1
고모	149	43.2	25.2	101	41.2

지하수 수질환경

동리	질산성질소 평균(mg/l)	잠재오염원 (개소)	오염원 분포밀도 (개소/km ²)	DRASTIC INDEX	단위면적당 오염부하량 (kg/일/km ²)
합계/평균	6.6	142	4	132	98
석교	6.2	7	3	144	34
두곡	4.8	18	9	133	43
송정	4.2	6	2	151	37
쌍송	4.0	21	6	132	114
청원	5.2	33	5	136	185
슬항	12.6	16	7	141	74
해문	9.2	3	1	115	59
백곡	5.2	17	5	119	132
금당	13.0	12	4	135	77
고모	4.2	9	4	112	228

잠재오염원현황

동리	총계	오수 배출시설	유류 저장시설	축사	쓰레기 매립장	폐수 배출시설
합계	142	38	10	73	1	20
석교	7	5	1	1		
두곡	18	10	3	1		4
송정	6	2	1	2		1
쌍송	21	7	1	6	1	6
청원	33	3	2	25		3
슬항	16	6	2	5		3
해문	3			3		
백곡	17	1		13		3
금당	12	4		8		
고모	9			9		

지하수관리 필요지역

수량관리	수질관리
없음	없음

7) 송산면

현황분석

○ 지하수 이용 및 수량현황 분석

지하수 이용량/적정개발가능량 90%이상 이용지역	사강리, 신천리, 용포리
단위면적당 지하수 이용량이 많은 지역	사강리,
관정밀도가 높은 지역	용포리, 신천리, 독지리, 중송리, 봉가리, 고포리

○ 지하수 수질환경 분석

지하수 오염 진행 현황 파악 (질산성질소 리벨 평균치가 10mg/ℓ 이상인 지역)	봉가리, 천등리, 독지리, 용포리
잠재오염원 시설이 많은 지역	-
오염원 분포밀도가 높은 지역	-
DRASTIC INDEX가 높은 지역	-
단위면적당 오염부하량이 높은 지역	-

지하수 이용 및 수량 현황

동리	총이용량 (천 m ³ /년)	이용량/적정 개발가능량 (%)	단위면적당 이용량 (천 m ³ /년/km ²)	관정수 (공)	관정밀도 (공/km ²)
합계/평균	4,328	57.0	80.7	1,340	25.0
사강	1,109	252.1	70.7	36	11.6
봉가	158	64.4	45.8	63	36.4
삼촌	311	33.2	28.3	81	12.3
용포	446	109.6	27.5	241	84.0
고정	367	40.2	79.8	116	18.0
쌍정	156	28.1	11.1	71	18.1
천등	89	27.6	50.6	50	22.0
신천	370	115.4	90.0	168	74.3
독지	424	59.1	156.7	254	50.3
마산	76	14.8	9.7	11	3.0
고포	222	44.8	21.0	111	31.8
지화	91	14.6	14.1	7	1.6
중송	265	64.9	316.1	111	38.5
육일	150	49.2	2.6	16	7.4
칠곡	94	23.5	57.1	4	1.4

지하수 수질환경

동리	질산성질소 평균(mg/l)	잠재오염원 (개소)	오염원 분포밀도 (개소/km ²)	DRASTIC INDEX	단위면적당 오염부하량 (kg/일/km ²)
합계/평균	7.1	144	3	123	64
사강	5.3	40	13	125	136
봉가	18.5	15	9	132	79
삼존	3.6	12	2	144	40
용포	10.4	0	0	146	12
고정	7.0	6	1	131	19
쌍정	7.5	3	1	124	44
천등	11.2	3	1	115	32
신천	7.0	4	2	106	48
독지	10.9	4	1	112	37
마산	3.2	13	4	110	80
고포	8.4	6	2	115	119
지화	5.2	7	2	112	59
중송	4.3	5	2	117	25
육일	5.4	20	9	127	189
칠곡	3.9	6	2	122	41

잠재오염원현황

동리	총계	오수 배출시설	유류 저장시설	축사	쓰레기 매립장	폐수 배출시설
합계	144	51	4	72	1	16
사강	40	22	1	6	1	10
봉가	15	9	1	4		1
삼존	12	6		4		2
용포						
고정	6	1	1	4		
쌍정	3			3		
천등	3			3		
신천	4			4		
독지	4			4		
마산	13	4		7		2
고포	6	3		3		
지화	7			7		
중송	5			4		1
육일	20	4	1	15		
칠곡	6	2		4		

지하수관리 필요지역

수량관리	수질관리
없음	없음

8) 서신면

현황분석

○ 지하수 이용 및 수량현황 분석

지하수 이용량/적정개발가능량 90%이상 이용지역	제부리
단위면적당 지하수 이용량이 많은 지역	제부리
관정밀도가 높은 지역	-

○ 지하수 수질환경 분석

지하수 오염 진행 현황 파악 (질산성질소 리별 평균치가 10mg/ℓ 이상인 지역)	장외리, 매화리
잠재오염원 시설이 많은 지역	-
오염원 분포밀도가 높은 지역	제부리
DRASTIC INDEX가 높은 지역	-
단위면적당 오염부하량이 높은 지역	-

지하수 이용 및 수량 현황

동리	총이용량 (천 m ³ /년)	이용량/적정 개발가능량 (%)	단위면적당 이용량 (천 m ³ /년/km ²)	관정수 (공)	관정밀도 (공/km ²)
합계/평균	2,173	37.0	51.1	195	4.6
전곡	92	10.1	63.6	14	2.1
상안	315	64.6	83.9	28	8.0
광평	48	20.3	21.0	9	5.3
장외	87	15.1	91.4	10	2.4
송교	512	112.4	357.7	45	13.8
제부	455	226.9	47.1	41	28.5
홍법	7	1.9	163.7	2	0.7
사곶	181	36.3	39.9	9	2.5
매화	290	57.2	155.5	17	4.7
용두	45	7.0	69.9	7	1.5
궁평	100	19.8	92.1	9	2.5
백미	41	8.0	20.7	4	1.1

지하수 수질환경

동리	질산성질소 평균(mg/l)	잠재오염원 (개소)	오염원 분포밀도 (개소/km ²)	DRASTIC INDEX	단위면적당 오염부하량 (kg/일/km ²)
합계/평균	7.1	145	3	123	32
전곡	5.8	11	2	116	13
상안	6.0	16	5	121	36
광평	8.8	10	6	132	39
장외	14.7	9	2	103	13
송교	3.1	25	8	135	13
제부		41	28		26
홍법	9.7	3	1	130	77
사곳	6.1	0	0	128	6
매화	11.5	11	3	126	98
용두	9.7	3	1	131	19
궁평	4.7	10	3	113	28
백미	6.5	6	2	114	14

잠재오염원현황

동리	총계	오수 배출시설	유류 저장시설	축사	쓰레기 매립장	폐수 배출시설
합계	145	113	8	16	0	8
전곡	11	5	3	1		2
상안	16	12	2	1		1
광평	10	8	1	1		
장외	9	7		1		1
송교	25	23				2
제부	41	41				
홍법	3			3		
사곳						
매화	11	6	1	2		2
용두	3	1		2		
궁평	10	6	1	3		
백미	6	4		2		

지하수관리 필요지역

수량관리	수질관리
없음	없음

9) 팔탄면

현황분석

○ 지하수 이용 및 수량현황 분석

지하수 이용량/적정개발가능량 90%이상 이용지역	월문리, 덕우리, 율암리, 덕천리, 고주리, 매곡리
단위면적당 지하수 이용량이 많은 지역	월문리, 덕우리, 율암리, 덕천리, 화당리, 서근리
관정밀도가 높은 지역	-

○ 지하수 수질환경 분석

지하수 오염 진행 현황 파악 (질산성질소 리별 평균치가 10mg/l 이상인 지역)	해창리, 매화리
잠재오염원 시설이 많은 지역	율암리
오염원 분포밀도가 높은 지역	-
DRASTIC INDEX가 높은 지역	노하리
단위면적당 오염부하량이 높은 지역	서근리, 율암리

지하수 이용 및 수량 현황

동리	총이용량 (천 m ³ /년)	이용량/적정 개발가능량 (%)	단위면적당 이용량 (천 m ³ /년/km ²)	관정수 (공)	관정밀도 (공/km ²)
합계/평균	8,481	108.0	166.5	575	11.3
하저	299	50.3	39.2	49	12.8
창곡	374	73.6	33.3	56	17.1
기천	66	8.7	98.8	15	3.1
가재	325	62.3	82.9	39	11.6
구장	669	85.7	180.8	79	15.6
율암	1,631	196.4	90.1	109	20.3
노하	412	38.7	124.8	34	4.9
덕천	555	131.5	35.5	17	6.2
지월	159	49.8	23.7	18	8.7
덕우	827	214.6	22.1	40	16.1
서근	810	346.8	32.9	27	17.9
월문	549	236.8	68.0	9	6.0
화당	1,000	384.9	55.2	17	10.1
고주	344	101.6	12.7	29	13.2
매곡	221	100.5	10.6	17	12.0
해창	240	58.4	92.2	20	7.5

지하수 수질환경

동리	질산성질소 평균(mg/l)	잠재오염원 (개소)	오염원 분포밀도 (개소/km ²)	DRASTIC INDEX	단위면적당 오염부하량 (kg/일/km ²)
합계/평균	4.0	325	6	137	101
하저	7.3	31	8	142	62
창곡	4.6	26	8	136	61
기천	1.2	5	1	143	12
가재	3.6	25	7	143	53
구장	3.3	36	7	144	15
울암	3.1	63	12	141	264
노하	4.1	35	5	151	46
덕천	1.6	8	3	139	12
지월	3.9	3	1	146	9
덕우	1.7	33	13	142	82
서근	4.0	6	4	139	811
월문	1.6	12	8	119	77
화당	2.8	1	1	106	21
고주	1.2	18	8	131	46
매곡	1.1	11	8	139	15
해창	11.2	12	5	138	29

잠재오염원현황

동리	총계	오수 배출시설	유류 저장시설	축사	쓰레기 매립장	폐수 배출시설
합계	326	159	33	57	1	75
하저	31	15	3	5		8
창곡	26	12	4	3		7
기천	6	4		1		
가재	25	12	3	2		8
구장	36	27	2			7
울암	63	21	10	13		19
노하	35	14	1	13		7
덕천	8	7	1			
지월	3	3				
덕우	33	16	2	10		5
서근	6			4		2
월문	12	5	2	2		3
화당	1			1		
고주	18	10	1	2	1	4
매곡	11	8	1			2
해창	12	5	3	1		3

지하수관리 필요지역

수량관리	수질관리
없음	울암리

10) 장안면

현황분석

○ 지하수 이용 및 수량현황 분석

지하수 이용량/적정개발가능량 90%이상 이용지역	수촌리
단위면적당 지하수 이용량이 많은 지역	수촌리
관정밀도가 높은 지역	-

○ 지하수 수질환경 분석

지하수 오염 진행 현황 파악 (질산성질소 리별 평균치가 10mg/l 이상인 지역)	사곡리, 노진리, 금의리, 사랑리, 장안리
잠재오염원 시설이 많은 지역	-
오염원 분포밀도가 높은 지역	-
DRASTIC INDEX가 높은 지역	덕다리
단위면적당 오염부하량이 높은 지역	석포리

지하수 이용 및 수량 현황

동리	총이용량 (천 m ³ /년)	이용량/적정 개발가능량 (%)	단위면적당 이용량 (천 m ³ /년/km ²)	관정수 (공)	관정밀도 (공/km ²)
합계/평균	4,314	41.0	63.7	356	5.3
어은	272	48.9	64.0	30	8.3
석포	449	33.8	36.0	61	7.1
수촌	1,994	153.9	13.9	94	11.2
독정	646	39.5	89.8	69	6.5
장안	277	11.1	47.9	24	1.5
덕다	2	0.3	102.2	2	0.6
사랑	166	36.7	12.7	10	3.4
금의	48	8.2	32.9	10	2.6
사곡	284	39.7	0.4	44	9.5
노진	176	21.3	60.9	12	2.2

지하수 수질환경

동리	질산성질소 평균(mg/l)	잠재오염원 (개소)	오염원 분포밀도 (개소/km ²)	DRASTIC INDEX	단위면적당 오염부하량 (kg/일/km ²)
합계/평균	8.9	239	3	141	104
어은	6.0	34	9	146	67
석포	8.6	46	5	136	325
수촌	5.8	45	5	138	150
독정	4.9	37	3	130	117
장안	10.0	18	1	146	44
덕다	3.3	3	1	152	63
사랑	12.3	11	4	138	65
금의	12.7	29	8	134	157
사곡	15.3	14	3	133	37
노진	15.2	2	0	135	13

잠재오염원현황

동리	총계	오수 배출시설	유류 저장시설	축사	쓰레기 매립장	폐수 배출시설
합계	239	99	13	85	0	42
어은	34	20	2	5		7
석포	46	10	3	21		12
수촌	45	23	2	14		6
독정	37	14	1	13		9
장안	18	6	1	9		2
덕다	3		1	2		
사랑	11	7	1	2		1
금의	29	7	1	19		2
사곡	14	11	1			2
노진	2	1				1

지하수관리 필요지역

수량관리	수질관리
없음	없음

11) 우정면

현황분석

- 지하수 이용 및 수량에 대한 장애 우려 지역 : 없음
- 지하수 수질환경 분석

지하수 오염 진행 현황 파악 (질산성질소 리별 평균치가 10mg/ℓ 이상인 지역)	주곡리, 떡우리, 이화리
잠재오염원 시설이 많은 지역	조암리
오염원 분포밀도가 높은 지역	조암리
DRASTIC INDEX가 높은 지역	원안리, 한각리, 매향리, 운평리, 호곡리, 조암리
단위면적당 오염부하량이 높은 지역	조암리

지하수 이용 및 수량 현황

동리	총이용량 (천 m ³ /년)	이용량/적정 개발가능량 (%)	단위면적당 이용량 (천 m ³ /년/km ²)	관정수 (공)	관정밀도 (공/km ²)
합계/평균	3,189	36.0	54.2	491	8.3
원안	27	7.0	61.3	5	1.9
호곡	534	59.2	56.6	129	21.7
운평	70	8.4	52.1	5	0.9
한각	33	9.2	237.4	4	1.7
떡우	238	44.8	75.5	71	20.3
화수	357	67.4	17.1	89	25.5
주곡	256	23.7	52.7	41	5.8
이화	708	60.7	190.3	36	4.7
석천	250	36.4	30.8	35	7.7
매향	208	21.7	181.2	19	3.0
화산	275	31.6	253.3	20	3.5
조암	218	42.2	59.5	35	10.3
국화	15	14.6	53.4	2	3.0

지하수 수질환경

동리	질산성질소 평균(mg/l)	잠재오염원 (개소)	오염원 분포밀도 (개소/km)	DRASTIC INDEX	단위면적당 오염부하량 (kg/일/km)
합계/평균	9.5	326	6	146	81
원안	6.3	8	3	159	41
호곡	8.1	20	3	151	54
운평	7.3	16	3	151	68
한각	6.4	4	2	152	43
먹우	10.3	14	4	133	67
화수	7.6	23	7	140	138
주곡	10.3	49	7	143	155
이화	10.3	28	4	136	37
석천	6.0	34	8	139	61
매향	8.6	17	3	152	46
화산	7.1	32	6	144	74
조암	8.4	81	24	150	262
국화		0	0		8

잠재오염원현황

동리	총계	오수 배출시설	유류 저장시설	축사	쓰레기 매립장	폐수 배출시설
합계	326	124	13	153	1	35
원안	8	2		6		
호곡	20			20		
운평	16	3		13		
한각	4	1		3		
먹우	14			14		
화수	23	2		20		1
주곡	49	12	3	32		2
이화	28	9	5	11		3
석천	34	20	1	10	1	2
매향	17	7	1	8		1
화산	32	16	1	11		4
조암	81	52	2	5		22
국화						

지하수관리 필요지역

수량관리	수질관리
없음	조암리



12) 향남면

현황분석

○ 지하수 이용 및 수량현황 분석

지하수 이용량/적정개발가능량 90%이상 이용지역	구문천리, 동오리
단위면적당 지하수 이용량이 많은 지역	구문천리
관정밀도가 높은 지역	-

○ 지하수 수질환경 분석

지하수 오염 진행 현황 파악 (질산성질소 리벨 평균치가 10mg/ℓ 이상인 지역)	구문천리, 하길리, 증거리, 요리, 도이리
잠재오염원 시설이 많은 지역	평리
오염원 분포밀도가 높은 지역	평리
DRASTIC INDEX가 높은 지역	제안리, 발안리,
단위면적당 오염부하량이 높은 지역	상두리,

지하수 이용 및 수량 현황

동리	총이용량 (천 m ³ /년)	이용량/적정 개발가능량 (%)	단위면적당 이용량 (천 m ³ /년/km ²)	관정수 (공)	관정밀도 (공/km ²)
합계/평균	4,538	58.0	90.9	345	6.9
평	148	113.4	212.5	15	18.1
발안	30	21.2	116.9	7	7.7
제암	54	20.5	30.9	10	6.0
상신	649	56.1	84.6	51	6.9
구문천	1,544	189.2	37.0	15	2.9
하길	206	17.7	292.4	15	2.0
화리현	73	27.0	2.8	11	6.4
상두	53	20.2	222.4	2	1.2
백토	273	76.8	104.6	40	17.7
길성	156	62.7	84.1	11	7.0
요	88	33.8	78.8	13	7.8
수직	9	5.3	78.4	2	1.8
갈천	60	57.1	214.3	8	11.9
증거	89	30.3	119.1	13	7.0
송곡	108	59.6	114.6	15	13.0
동오	552	107.6	404.2	74	22.7
관	42	24.9	108.5	8	7.4
도이	35	7.3	76.2	5	1.6
행정	114	46.8	217.7	7	4.5
방죽	22	7.0	147.3	4	2.0
상집	233	78.7	257.3	19	10.1

지하수 수질환경

동리	질산성질소 평균(mg/l)	잠재오염원 (개소)	오염원 분포밀도 (개소/km ²)	DRASTIC INDEX	단위면적당 오염부하량(kg/일/km ²)
합계/평균	6.8	299	6	136	83
평	0.3	62	75	147	89
발안	2.9	10	11	151	99
제암	1.1	7	4	166	17
상신	3.0	41	6	140	35
구문천	12.9	9	2	140	133
하길	12.5	10	1	137	125
화리현	3.8	6	4	136	53
상두	4.5	12	7	138	275
백토	9.2	18	8	126	116
길성	1.1	6	4	113	39
요	11.3	5	3	132	136
수직		4	4	135	75
갈천	5.8	4	6	126	43
증거	12.1	2	1	129	35
송곡	1.2	15	13	112	18
동오	8.4	38	12	131	95
관	5.3	6	6	138	104
도이	10.9	6	2	139	68
행정	6.1	10	6	135	109
방축	8.1	10	5	134	22
장짐	1.3	18	10	146	54

잠재오염원현황

동리	총계	오수배출시설	유류저장시설	축사	쓰레기매립장	폐수배출시설
합계	299	136	41	70	0	52
평	62	52	1			9
발안	10	6	1			3
제암	7	4	1			2
상신	41	12	23	4		2
구문천	9			9		
하길	10	3	1	4		2
화리현	6	1		1		4
상두	12			11		1
백토	18	6	1	8		3
길성	6	2		4		
요	5	2		3		
수직	4	2		2		
갈천	4	1	1	1		1
증거	2	1		1		
송곡	15	7	2			6
동오	38	13	6	6		13
관	6			4		2
도이	6			6		
행정	10	3		6		1
방축	10	8				2
장짐	18	13	4			1

지하수관리 필요지역

수량관리	수질관리
없음	없음

13) 양감면

현황분석

○ 지하수 이용 및 수량현황 분석

지하수 이용량/적정개발가능량 90%이상 이용지역	구문천리, 동오리
단위면적당 지하수 이용량이 많은 지역	구문천리
관정밀도가 높은 지역	-

○ 지하수 수질환경 분석

지하수 오염 진행 현황 파악 (질산성질소 리별 평균치가 10mg/ℓ 이상인 지역)	구문천리, 하길리, 증거리, 요리, 도이리
잠재오염원 시설이 많은 지역	평리
오염원 분포밀도가 높은 지역	평리
DRASTIC INDEX가 높은 지역	제안리, 발안리,
단위면적당 오염부하량이 높은 지역	상두리,

지하수 이용 및 수량 현황

동리	총이용량 (천 m ³ /년)	이용량/적정 개발가능량 (%)	단위면적당 이용량 (천 m ³ /년/km ²)	관정수 (공)	관정밀도 (공/km ²)
합계/평균	2,981	60.0	95.6	344	11.0
신왕	427	56.2	159.8	48	10.1
사창	556	51.7	17.9	72	10.7
정문	56	14.8	96.4	12	5.1
송산	749	112.7	157.2	76	18.4
용소	130	22.1	132.5	27	7.4
요당	574	77.8	13.4	47	10.2
대양	489	61.6	59.8	62	12.5

지하수 수질환경

동리	질산성질소 평균(mg/l)	잠재오염원 (개소)	오염원 분포밀도 (개소/k㎡)	DRASTIC INDEX	단위면적당 오염부하량 (kg/일/k㎡)
합계/평균	9.9	244	8	133	150
신왕	9.5	19	4	134	43
사창	9.9	64	10	132	306
정문	14.8	12	5	142	137
송산	9.6	57	14	132	233
용소	11.1	29	8	124	193
요당	11.8	35	8	130	95
대양	2.8	28	6	139	43

잠재오염원현황

동리	총계	오수 배출시설	유류 저장시설	축사	쓰레기 매립장	폐수 배출시설
합계	244	74	16	100	0	54
신왕	19	7	1	6		5
사창	64	21	2	29		12
정문	12	1		8		3
송산	57	21	4	18		14
용소	29	4	1	20		4
요당	35	13	4	15		3
대양	28	7	4	4		13

지하수관리 필요지역

수량관리	수질관리
없음	없음

14) 정남면

현황분석

○ 지하수 이용 및 수량현황 분석

지하수 이용량/적정개발가능량 90%이상 이용지역	보통리, 귀래리, 신리, 덕절리, 고지리, 쾌랑리
단위면적당 지하수 이용량이 많은 지역	보통리, 왕림리, 수영리, 신리, 덕절리
관정밀도가 높은 지역	신리, 덕절리

○ 지하수 수질환경 분석

지하수 오염 진행 현황 파악 (질산성질소 리별 평균치가 10mg/l 이상인 지역)	귀래리, 제기리, 덕절리,
잠재오염원 시설이 많은 지역	-
오염원 분포밀도가 높은 지역	신리
DRASTIC INDEX가 높은 지역	발산리, 용수리, 귀래리, 관향리 금복리, 망월리, 쾌랑리, 계향리
단위면적당 오염부하량이 높은 지역	귀래리, 수면리, 고지리, 망월리

지하수 이용 및 수량 현황

동리	총이용량 (천 m ³ /년)	이용량/적정개발가능량 (%)	단위면적당 이용량 (천 m ³ /년/km ²)	관정수 (공)	관정밀도 (공/km ²)
합계/평균	4,920	77.0	120.6	606	14.9
발산	214	54.3	332.0	40	15.8
쾌랑	778	116.3	203.4	83	19.3
보통	1,171	187.8	155.5	73	18.2
관향	103	19.8	536.4	17	5.1
오일	151	67.1	366.2	26	18.0
백	96	23.7	303.8	21	8.1
문학	143	19.9	77.1	24	5.2
신	289	142.8	113.9	50	38.6
계향	134	33.9	77.8	34	13.4
귀래	644	162.6	90.3	57	22.4
제기	144	50.3	595.3	19	10.3
덕절	300	136.4	89.7	52	36.9
음양	138	50.6	39.1	15	8.6
망월	201	75.0	297.4	29	16.9
수면	2	1.8	98.5	3	3.7
내	53	34.3	11.5	9	9.1
금복	58	38.2	169.2	7	7.2
고지	225	122.2	33.3	33	27.9
용수	76	54.0	11.0	14	15.4

지하수 수질환경

동리	질산성질소 평균(mg/l)	잠재오염원 (개소)	오염원 분포밀도 (개소/km ²)	DRASTIC INDEX	단위면적당 오염부하량 (kg/일/km ²)
합계/평균	6.0	266	7	144	123
발산	4.3	11	4	166	80
괘랑	1.7	49	11	151	38
보통	5.9	35	9	146	44
관향	1.6	4	1	156	70
오일	3.8	13	9	147	83
백	1.5	7	3	148	36
문학	5.4	17	4	147	68
신	6.5	23	18	134	56
계향	1.0	7	3	151	41
귀래	18.7	18	7	158	576
제기	18.3	12	7	140	16
덕절	15.9	21	15	119	38
음양	1.6	3	2	120	132
망월	4.2	12	7	153	223
수면		3	4	126	288
내	4.8	6	6	140	178
금복	2.3	0	0	154	12
고지	4.3	19	16	139	285
용수	2.6	6	7	161	65

잠재오염원현황

동리	총계	오수 배출시설	유류 저장시설	축사	쓰레기 매립장	폐수 배출시설
합계	266	94	28	49	0	95
발산	11	6		2		3
괘랑	49	18	7	3		21
보통	35	22	2	4		7
관향	4	1	1	2		
오일	13	4		4		5
백	7	1	1	3		2
문학	17	3	1	5		8
신	23	4	6			13
계향	7	2		3		2
귀래	18	10	1	2		5
제기	12	2	3	1		6
덕절	21	11	1			9
음양	3			1		2
망월	12	2	1	5		4
수면	3			3		
내	6	2		3		1
금복						
고지	19	4	4	4		7
용수	6	2		4		

지하수관리 필요지역

수량관리	수질관리
신리, 덕절리	귀래리,

15) 동탄면

현황분석

○ 지하수 이용 및 수량현황 분석

지하수 이용량/적정개발가능량 90%이상 이용지역	-
단위면적당 지하수 이용량이 많은 지역	-
관정밀도가 높은 지역	-

○ 지하수 수질환경 분석

지하수 오염 진행 현황 파악 (질산성질소 리별 평균치가 10mg/ℓ 이상인 지역)	청계리
잠재오염원 시설이 많은 지역	-
오염원 분포밀도가 높은 지역	신리
DRASTIC INDEX가 높은 지역	오산리, 청계리, 방교리
단위면적당 오염부하량이 높은 지역	-

지하수 이용 및 수량 현황

동리	총이용량 (천 m ³ /년)	이용량/적정 개발가능량 (%)	단위면적당 이용량 (천 m ³ /년/km ²)	관정수 (공)	관정밀도 (공/km ²)
합계/평균	3,338	40.0	63.3	416	7.9
오산	138	21.4	120.7	34	8.4
청계	77	22.4	31.7	19	8.8
반송	336	78.1	88.2	63	23.2
석우	258	46.8	93.7	27	7.8
영천	405	86.1	8.3	40	13.5
중	1,022	68.3	53.2	77	8.2
신	179	15.8	123.8	22	3.1
목	91	15.5	32.2	18	4.8
산척	91	16.1	47.7	16	4.5
장지	306	34.2	178.2	36	6.4
송	170	42.3	27.8	23	9.1
방교	30	7.4	73.5	9	3.5
금곡	235	54.6	42.5	32	11.8

지하수 수질환경

동리	질산성질소 평균(mg/l)	잠재오염원 (개소)	오염원 분포밀도 (개소/km ²)	DRASTIC INDEX	단위면적당 오염부하량 (kg/일/km ²)
합계/평균	5.2	228	4	139	21
오산	9.9	24	6	154	31
청계	12.7	7	3	151	31
반송	7.7	23	8	144	10
석우	2.5	29	8	140	7
영천	6.8	38	13	145	19
중	1.6	41	4	132	8
신	6.5	7	1	134	8
목	3.0	5	1	136	13
산척	7.2	5	1	129	63
장지	3.7	32	6	119	14
송	2.3	9	4	132	24
방교	4.1	5	2	150	28
금곡	4.9	3	1	142	20

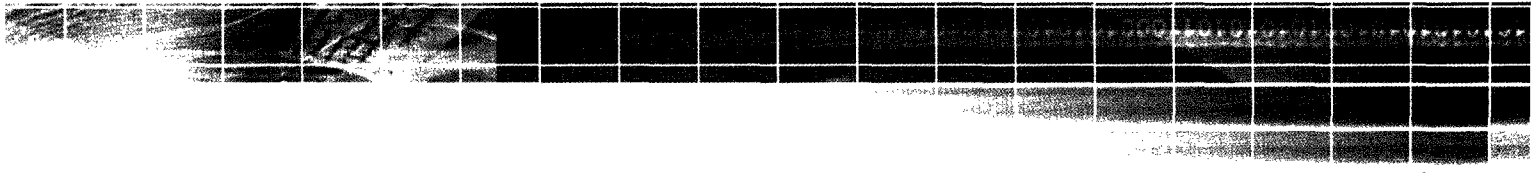
잠재오염원현황

동리	총계	오수 배출시설	유류 저장시설	축사	쓰레기 매립장	폐수 배출시설
합계	228	114	30	11	0	73
오산	24	14	2	1		7
청계	7	1	3	1		2
반송	23	10	2			11
석우	29	13	5			11
영천	38	22	4			12
중	41	24	5			12
신	7	3	1	1		2
목	5	2	1	2		
산척	5		1	4		
장지	32	15	4	1		12
송	9	7				2
방교	5		2	1		2
금곡	3	3				

지하수관리 필요지역

수량관리	수질관리
없음	청계리

여 백

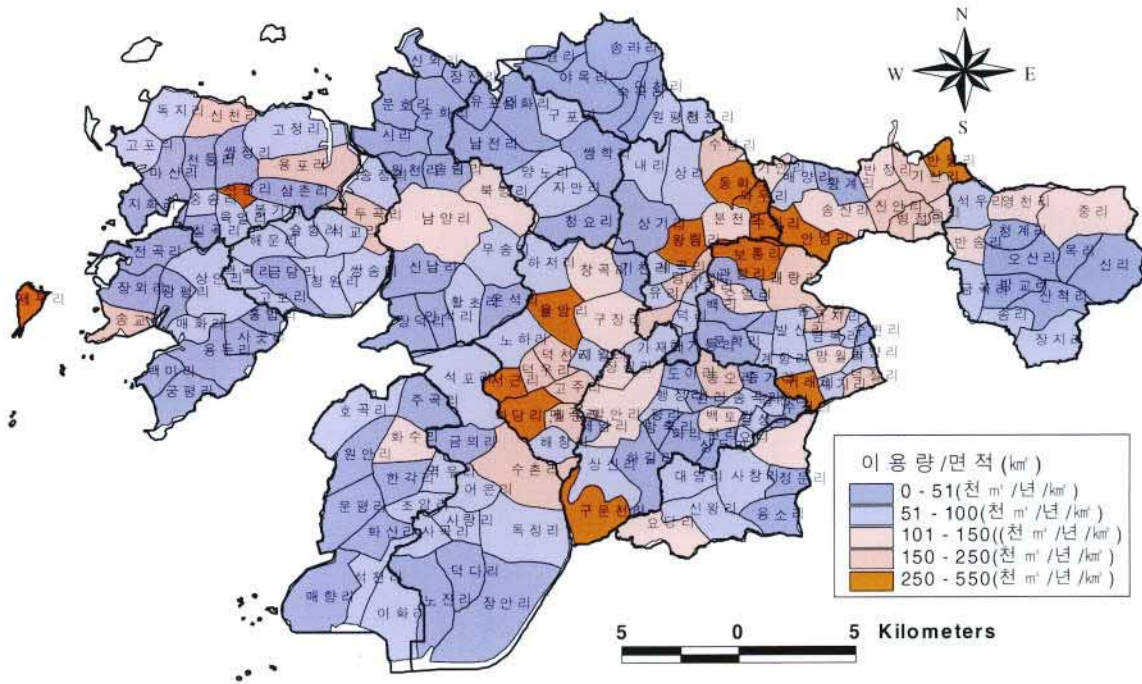


II 지하수 관리대책

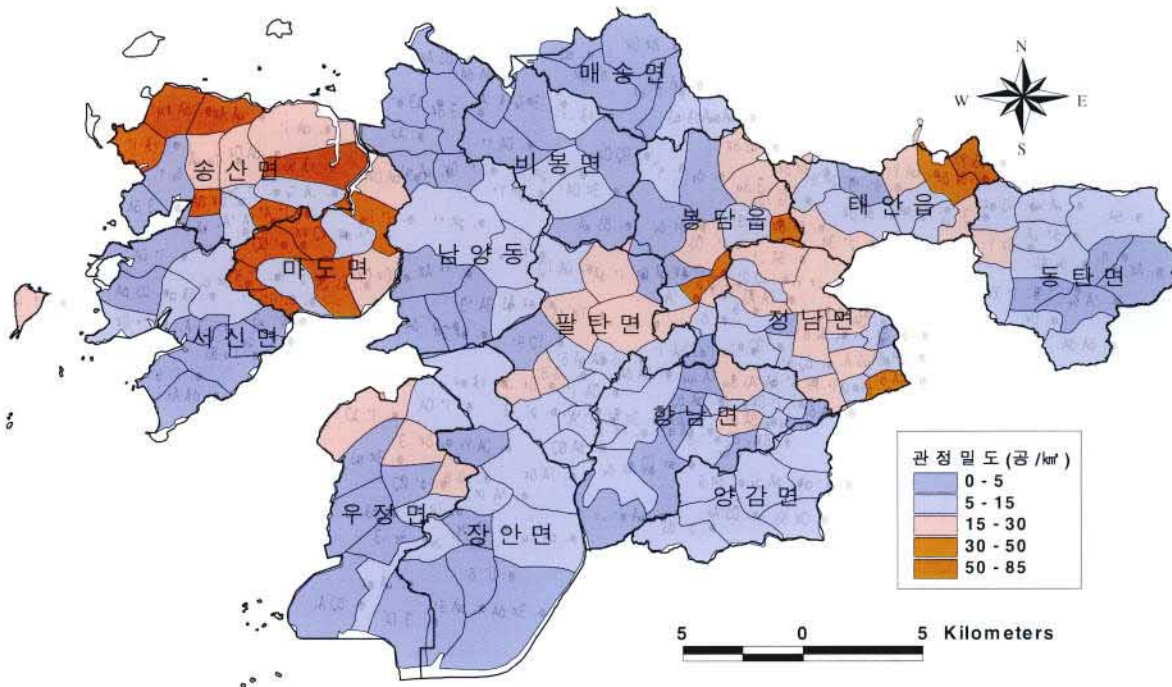
여 백

II. 지하수 관리대책

2.1 지하수 수량관리



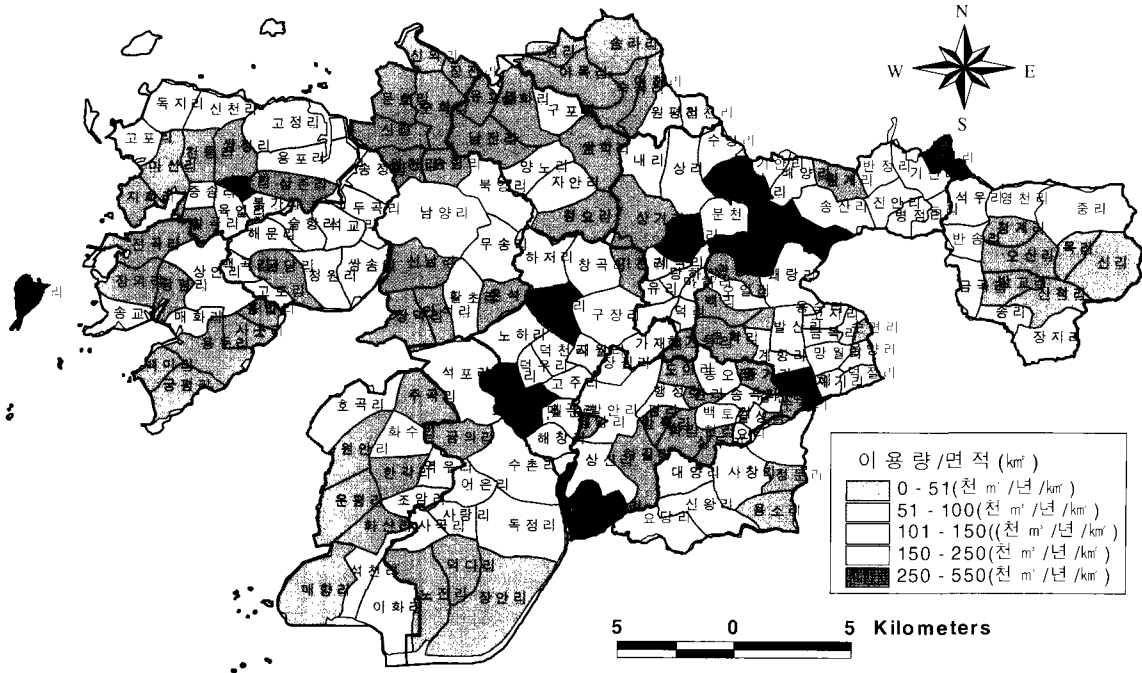
<그림 2-1-1> 단위면적당 지하수이용량(천 m³/년/km²)



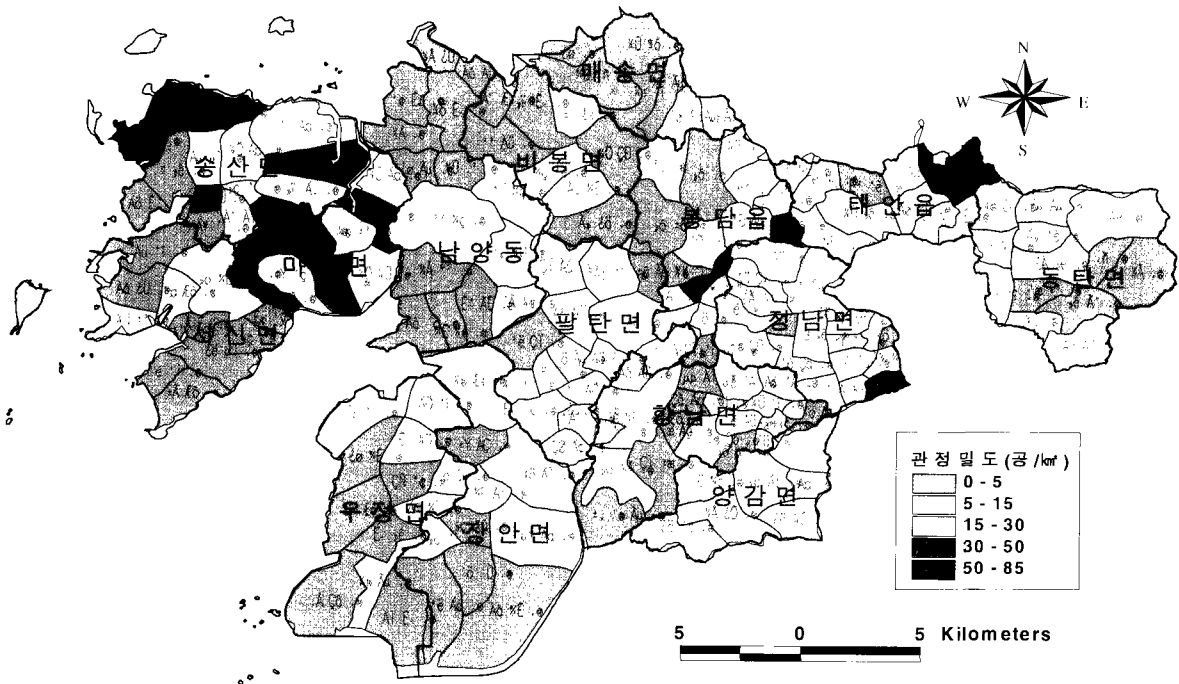
<그림 2-1-2> 단위면적당 관정밀도도(공/km²)

II. 지하수 관리대책

2.1 지하수 수량관리



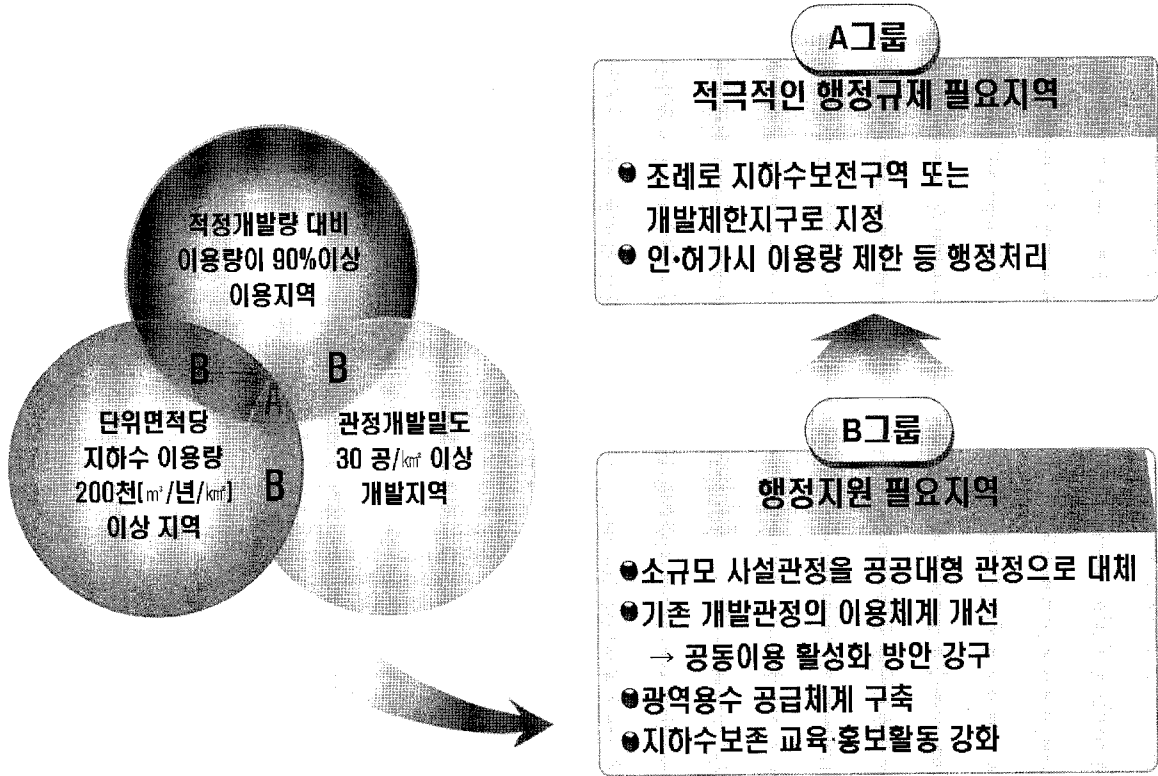
<그림 2-1-1> 단위면적당 지하수이용량(천 m³/년/km²)



<그림 2-1-2> 단위면적당 관정밀도(공/km²)

- 단위면적당 지하수 이용량은 2002년 전국평균인 35천m³/년/km²보다 2배이상 높은 84천m³/년/km²으로 나타나고 있으며 일부 지역은 전국 평균보다 약 10배 이상 높은 이용량을 나타내고 있어 국부적인 지하수장애가 우려되므로 세부관리 대상 지역으로 분류하여 지속적으로 관리할 필요가 있을 것으로 사료된다.

- 단위면적당 관정개발밀도도 2002년 전국평균인 12.1공/km²보다 작은 10.8공/km²으로 평균이하이나 광역용수공급체계가 구축되지 않은 지역은 집집마다 가정용 지하수를 사용하고 있어 일부지역은 평균보다 약 3배 이상 높은 관정밀도를 나타내고 있어 밀집에 따른 국부적인 장애발생 가능성이 우려되므로 세부관리 대상 지역으로 분류하여 지속적으로 관리할 필요가 있을 것으로 사료된다.
 특히 상수도 보급 또는 대체수원공에 의한 용수공급시 기존 지하수가 방치되지 않도록 철저한 관리가 필요할 것으로 판단된다.



<그림 2-1-3> 지하수 수량관리방안

- 화성시 지하수 수량 관리방안으로는 적정개발량 대비 이용량이 90%이상 이용 지역과 단위면적당 지하수 이용량이 200천 m^3 /년/ km^2 이상 사용지역 및 관정개발밀도 30공/ km^2 이상 개발지역을 대상으로 3개항목이 모두 적용되는 지역은 A 그룹으로, 2개항목만 해당하는 지역은 B그룹으로 분류할 때,
 - A그룹은 조례로 지하수보전구역 또는 개발제한지구로 지정하여 인·허가시 이용량 제한 등 적극적인 행정규제가 필요한 지역이며,
 - B그룹은 소규모 사설관정을 공공 대형관정으로 대체하고 기존 개발 관정의 이용체계를 개선하여 공동이용 활성화 방안을 강구하고, 광역용수 공급체계를 구축하여 지하수 이용 비율을 낮추며, 지하수보존 교육 및 홍보활동을 강화하는 등 행정지원이 필요한 지역이다.

- A그룹에 해당되는 지역은 행정규제 이전에 B그룹에 필요한 행정지원이 선행된 후 검토·분석하여 필요시 적극적인 행정규제가 이루어 져야 한다.

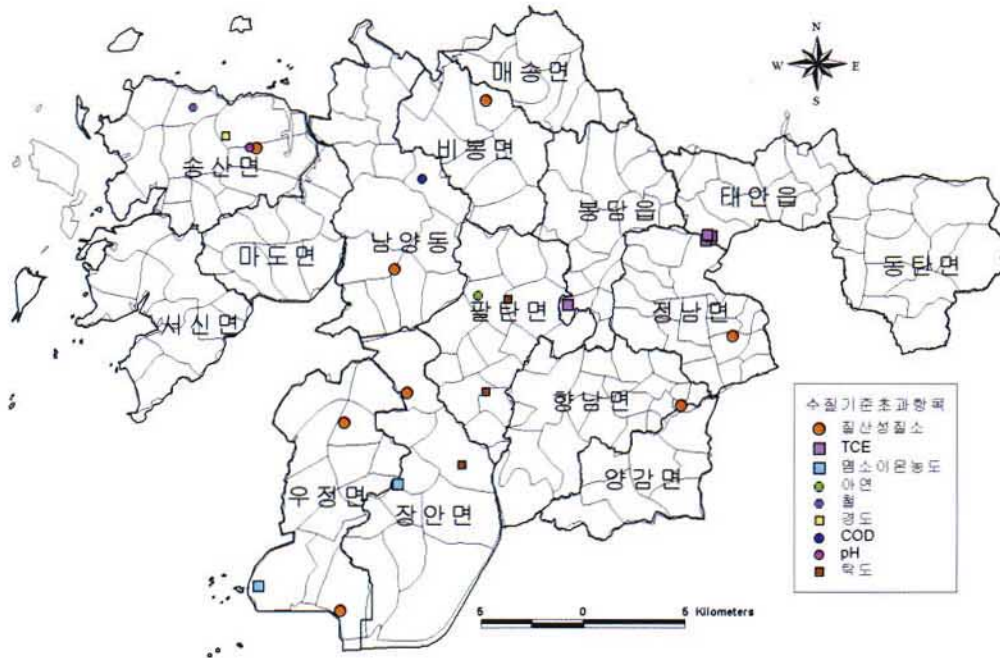
<표 2-1-1> 읍면별 지하수 개발·이용 특성

순위	단위면적당 지하수이용량 (천 m^3 /년/ km^2)		이용량/ 적정개발가능량 (%)		단위면적당 관정밀도도 (공/ km^2)	
	면적	이용량	면적	이용률	면적	관정밀도
1	태안읍	189.8	태안읍	122	마도면	30.5
2	팔탄면	166.5	팔탄면	108	송산면	25.0
3	봉담읍	123.5	봉담읍	80	태안읍	22.3
4	정남면	120.6	정남면	77	정남면	14.9
5	양감면	95.6	양감면	60	봉담읍	12.1
6	향남면	90.9	향남면	58	팔탄면	11.3
7	송산면	80.7	송산면	57	양감면	11.0
8	마도면	73.9	마도면	52	우정면	8.3
9	장안면	63.7	장안면	41	동탄면	7.9
10	동탄면	63.3	동탄면	40	향남면	6.9
11	우정면	54.2	서신면	37	장안면	5.3
12	서신면	51.1	우정면	36	남양동	5.0
13	남양동	49.1	남양동	32	서신면	4.6
14	비봉면	44.5	비봉면	29	비봉면	4.2
15	매송면	32.0	매송면	21	매송면	3.5
평균		84.1		55		10.8

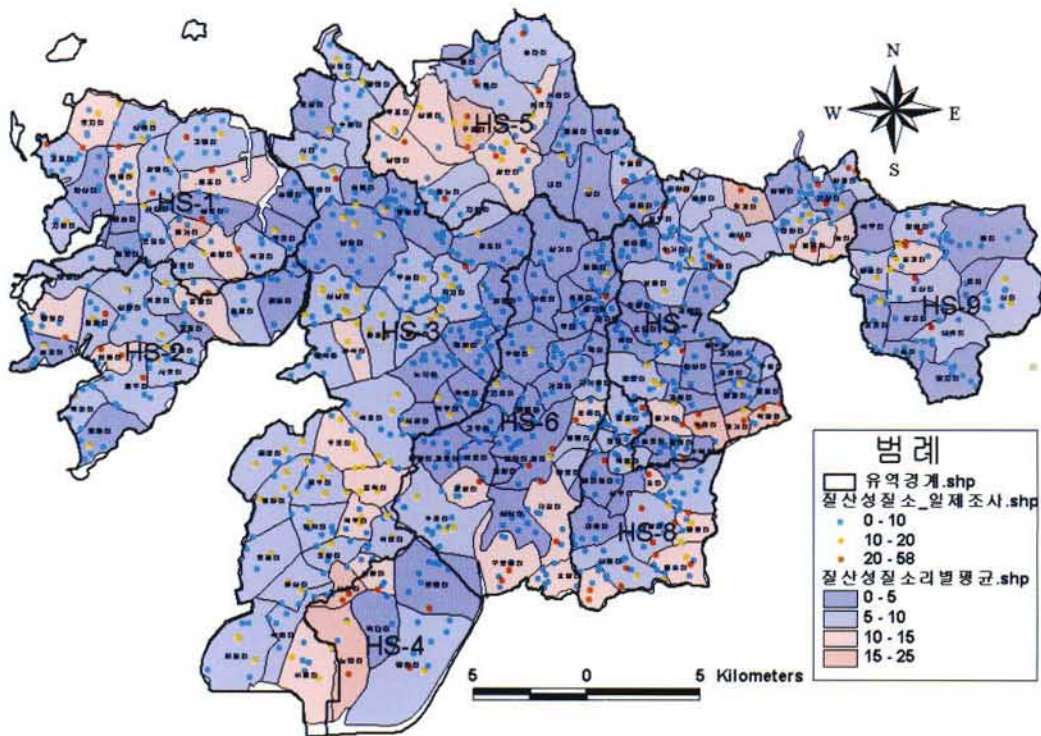
<표 2-1-2> 지하수 개발·이용 항목에 따른 동리별 순위

순위	총이용량(천 ³ /년)	이용량/적정개발 가능량(%)		단위면적당이용량 (천 ³ /년/km ²)		관정수 (공)		관정밀도 (공/km ²)	
1	장안 수촌	1,994	팔탄 화당 384.9	팔탄 화당 595.3	마도 청원 266	송산 용포 84.0			
2	태안 안녕	1,752	팔탄 서근 346.8	팔탄 서근 536.4	송산 독지 254	송산 신천 74.3			
3	팔탄 울암	1,631	태안 반월 259.5	태안 반월 404.2	송산 용포 241	태안 반월 58.4			
4	향남 구문천	1,544	송산 사강 252.1	봉담 수기 374.6	태안 반월 219	송산 독지 50.3			
5	태안 반월	1,516	봉담 수기 242.3	팔탄 월문 366.2	송산 신천 168	마도 두곡 47.1			
6	정남 보통	1,171	팔탄 월문 236.8	송산 사강 357.7	태안 안녕 166	봉담 수기 42.7			
7	남양 남양	1,118	서신 제부 226.9	팔탄 덕우 332.0	마도 백곡 141	마도 고모 41.2			
8	송산 사강	1,109	팔탄 덕우 214.6	서신 제부 316.1	우정 호곡 129	마도 백곡 40.5			
9	동탄 중	1,022	봉담 동화 201.8	봉담 동화 311.9	송산 고정 116	마도 청원 40.5			
10	팔탄 화당	1,000	봉담 와우 200.4	봉담 와우 309.8	송산 고포 111	정남 신 38.6			
11	팔탄 덕우	827	팔탄 울암 196.4	팔탄 울암 303.8	송산 중송 111	송산 중송 38.5			
12	팔탄 서근	810	향남 구문천 189.2	향남 구문천 297.4	팔탄 울암 109	태안 기산 38.4			
13	봉담 동화	808	봉담 왕림 189.2	정남 보통 292.4	마도 고모 101	정남 덕절 36.9			
14	봉담 왕림	798	정남 보통 187.8	봉담 왕림 292.4	마도 송정 100	송산 봉가 36.4			
15	정남 쾌랑	778	태안 안녕 165.2	태안 안녕 257.3	마도 두곡 96	마도 슬항 34.8			
16	양감 송산	749	정남 귀래 162.6	정남 귀래 253.3	장안 수촌 94	송산 고포 31.8			
17	봉담 수영	739	봉담 수영 158.9	봉담 수영 245.7	우정 화수 89	마도 해문 30.9			
18	우정 이화	708	장안 수촌 153.9	장안 수촌 237.4	태안 능 86	봉담 당하 30.3			
19	팔탄 구장	669	정남 신 142.8	정남 신 222.4	마도 슬항 85	봉담 왕림 28.6			
20	남양 북양	664	태안 병점 139.8	태안 병점 217.7	남양 북양 84	서신 제부 28.5			
21	향남 상신	649	태안 기산 137.6	태안 기산 214.3	정남 쾌랑 83	정남 고지 27.9			
22	장안 독정	646	정남 덕절 136.4	정남 덕절 212.5	송산 삼촌 81	마도 송정 26.8			
23	정남 귀래	644	마도 두곡 132.9	팔탄 덕천 203.4	남양 남양 79	우정 화수 25.5			
24	양감 요당	574	팔탄 덕천 131.5	정남 고지 190.3	팔탄 구장 79	태안 안녕 24.4			
25	태안 병점	557	정남 고지 122.2	봉담 당하 187.3	봉담 왕림 78	봉담 동화 24.3			
26	양감 사창	556	봉담 당하 121.2	마도 두곡 186.6	동탄 중 77	태안 능 23.4			
27	팔탄 덕천	555	정남 쾌랑 116.3	정남 쾌랑 181.2	양감 송산 76	동탄 반송 23.2			
28	향남 동오	552	송산 신천 115.4	양감 송산 180.8	향남 동오 74	향남 동오 22.7			
29	팔탄 월문	549	향남 평 113.4	향남 평 178.2	마도 해문 73	정남 귀래 22.4			
30	우정 호곡	534	양감 송산 112.7	향남 동오 169.2	정남 보통 73	송산 천등 22.0			
31	비봉 양노	529	서신 송교 112.4	송산 신천 163.7	양감 사창 72	우정 호곡 21.7			
32	봉담 와우	521	송산 용포 109.6	태안 진안 159.8	송산 쌍정 71	팔탄 울암 20.3			
33	서신 송교	512	향남 동오 107.6	봉담 덕우 158.2	우정 떡우 71	우정 떡우 20.3			
34	양감 대양	489	태안 진안 102.6	팔탄 고주 157.2	장안 독정 69	태안 반정 20.3			
35	봉담 수기	465	봉담 덕우 102.3	서신 송교 156.7	마도 쌍송 64	정남 쾌랑 19.3			
36	마도 청원	461	팔탄 고주 101.6	팔탄 매곡 155.5	봉담 동화 63	봉담 와우 19.1			
37	서신 제부	455	팔탄 매곡 100.5	송산 용포 155.5	송산 봉가 63	봉담 수영 18.9			
38	태안 진안	454	태안 송산 94.6	태안 송산 147.3	동탄 반송 63	양감 송산 18.4			
39	장안 석포	449	동탄 영천 86.1	동탄 영천 136.5	양감 대양 62	정남 보통 18.2			
40	송산 용포	446	팔탄 구장 85.7	팔탄 구장 132.5	장안 석포 61	송산 쌍정 18.1			
41	양감 신왕	427	향남 장집 78.7	양감 요당 124.8	비봉 양노 60	향남 평 18.1			

2.2 지하수 수질관리

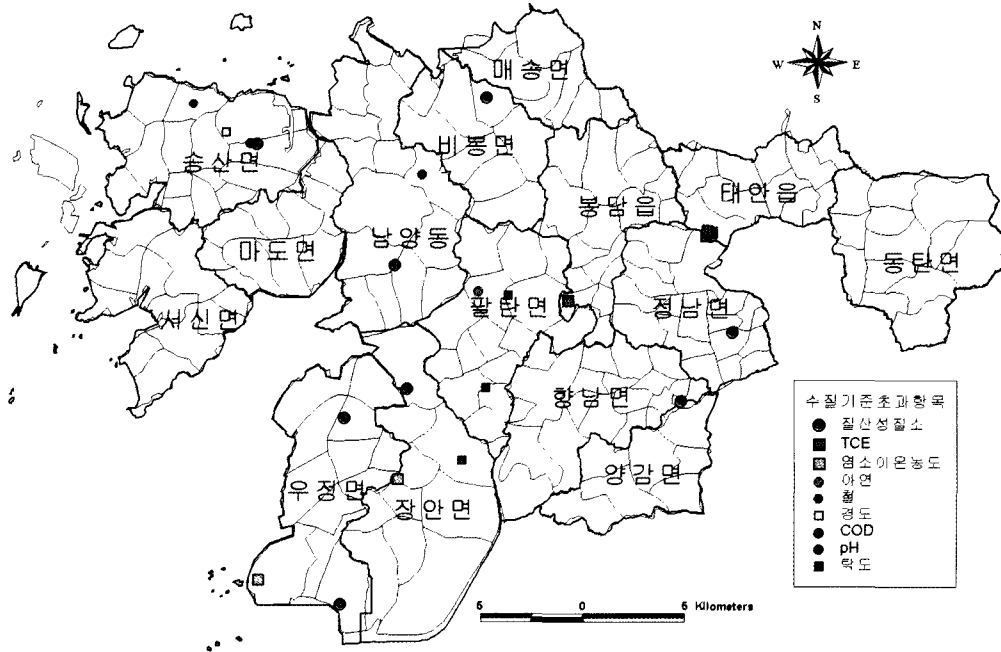


<그림 2-2-1> 수질기준 초과관정 위치

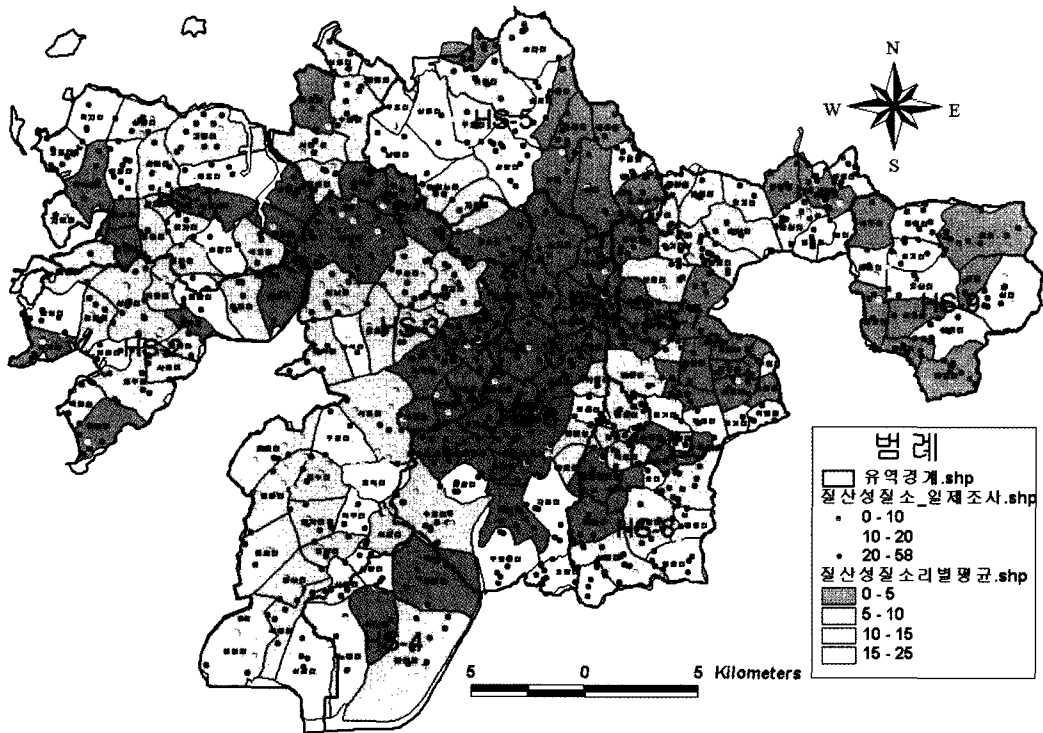


<그림 2-2-2> 질산성질소 일제조사 현황

2.2 지하수 수질관리



<그림 2-2-1> 수질기준 초과관정 위치



<그림 2-2-2> 질산성질소 일제조사 현황

<표 2-2-1> 지하수 용도별 수질검사결과

구분	용도	시료수	적합	기준 초과	수질기준초과항목	분석기간
합계		243	220	23		
기조사자료	계	142	136	6		'98. 6. 15 ~ '03. 1. 28
	공업용	11	11	-		
	농업용	36	36	-		
	먹는물	65	59	6	NO ₃ -N 1, 탁도 3, pH 1, Fe 1	
	생활용	30	30	-		
금회조사	계	101	84	17		'01. 9. 13 ~ 2003. 9. 8
	농업용	72	64	8	COD 1, NO ₃ -N 5, Cl 3	
	먹는물	23	17	6	TCE 1, NO ₃ -N 3, 증발잔류물 1, 경도 1, Zn 1.	
	TCE	6	3	3	TCE	

□ 지하수영향조사서, 기존관정개발보고서, 온천공조사서 등의 기존자료와 금회 현장조사시 먹는물 및 농업용수 기준으로 수질 검사한 관정 등 총 243공에 대한 수질검사 초과 비율을 살펴보면 질산성질소가 9개소로, TCE 4개소, 염소이온농도, 탁도가 각각 3개소, 증발잔류물, 철, 경도, pH, 1개소씩 기준초과 되는 것으로 조사되었다.

<표 2-2-2> 읍면별 질산성질소 일제조사 현황

읍면	시료수	10mg/l 이하	20mg/l 이하	20mg/l 초과	읍면	시료수	10mg/l 이하	20mg/l 이하	20mg/l 초과
남양	133	104	28	1	양감	77	59	7	11
동탄	85	72	8	5	우정	75	45	16	6
마도	42	36	4	2	장안	68	46	16	6
매송	43	39	1	3	정남	94	78	9	7
봉담	116	106	5	5	태안	80	63	6	11
비봉	54	37	8	9	팔탄	129	116	12	1
서신	69	55	8	6	향남	102	86	4	12
송산	86	70	9	7					
					합계	1,253	1,012 (81%)	155 (12%)	86 (7%)

- 농촌지역 대표적인 오염원인 축산폐수, 화학비료, 생활하수 등에 기인하는 질산성질소 평균치를 살펴보면 15mg/l 초과지역과 농경지 및 축산폐수배출시설 밀집지역이 일치하는 것으로 나타나고 있어 이들 지역에 대해서는 축산폐수, 화학비료 등 오염원 관리가 필요할 것으로 판단된다.



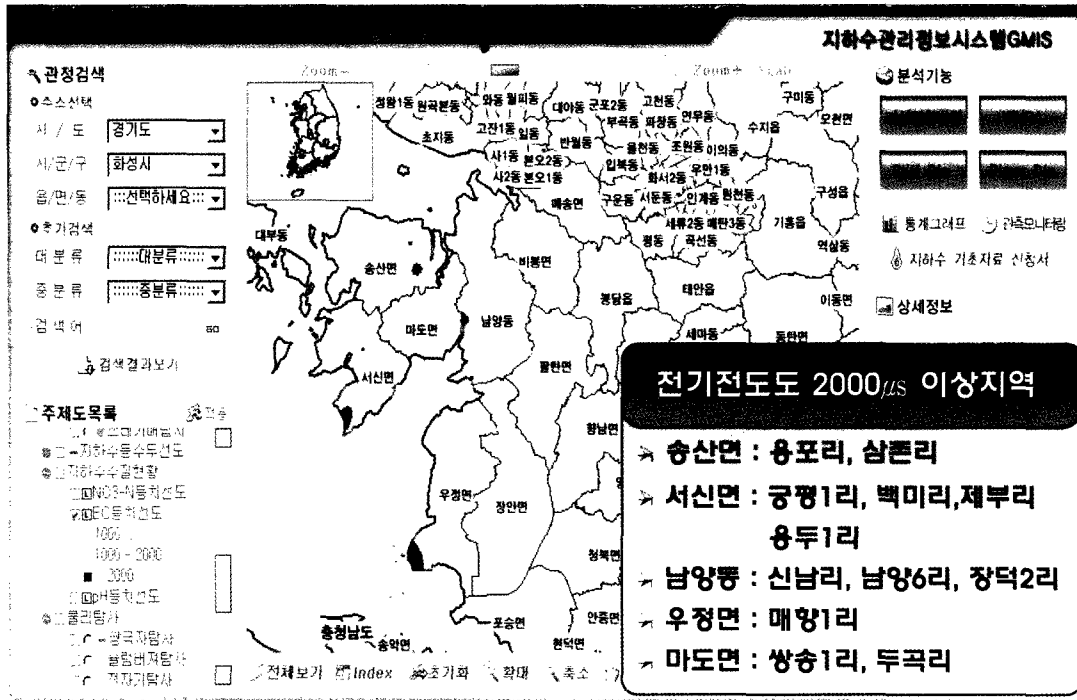
<그림 2-2-3> 지하수 전기전도도가 높은 지역

- 간이수질검사결과를 바탕으로 전기전도도 분포를 살펴보면 우정면, 팔탄면, 남양동, 송산면, 서신면 지역의 해안변에서 전기전도도가 높게 나타나고 염소이온농도분포가 높은 지역과 일치하며 청문조사결과 이들 지역에서 해수 침투 현상이 있는 것으로 파악되었다.

- 전기전도도 2000 μ S 이상지역은 염분에 매우 예민한 작물은 생육이 불량하므로 해수침투 모니터링을 실시하여 염해 피해를 예방할 필요가 있다고 판단된다.

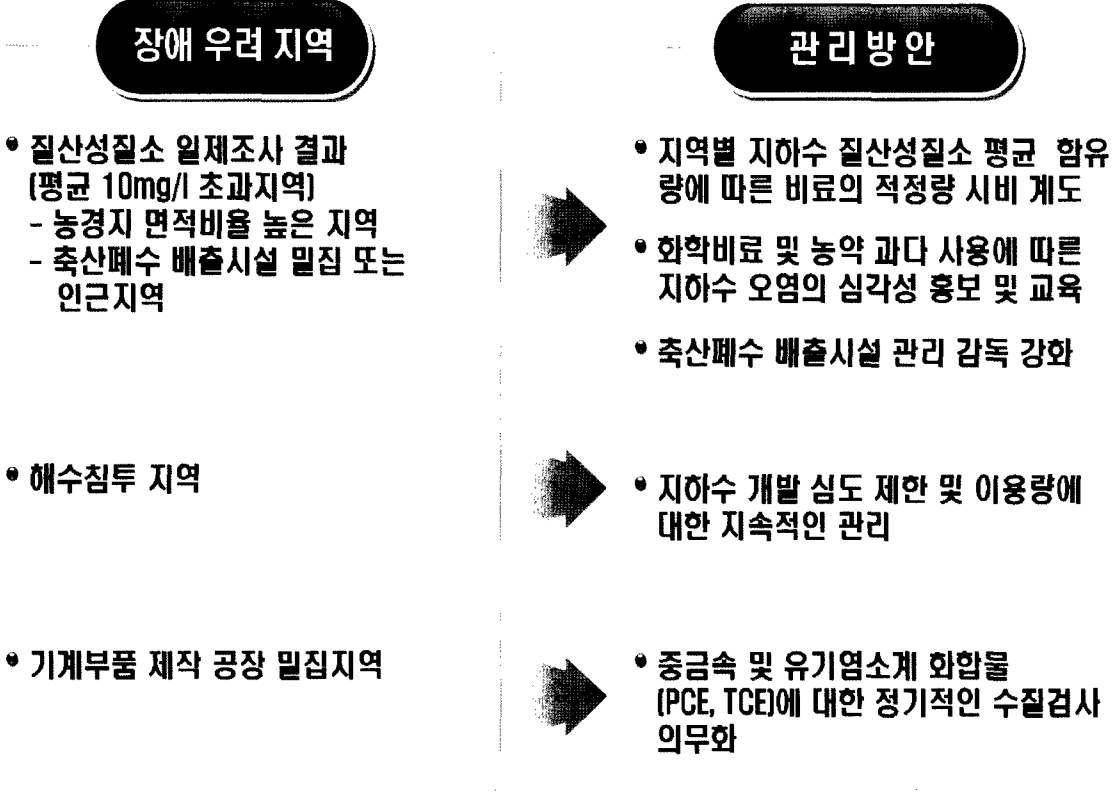
- 화용방조제 축조로 남양동, 우정면, 마도면 지역은 향후 개선될 것으로 사료되나 송산면, 서신면 지역은 모니터링이 필요할 것으로 판단된다.

- 농촌지역 대표적인 오염원인 축산폐수, 화학비료, 생활하수 등에 기인하는 질산성질소 평균치를 살펴보면 15mg/l 초과지역과 농경지 및 축산폐수배출시설 밀집지역이 일치하는 것으로 나타나고 있어 이들 지역에 대해서는 축산폐수, 화학비료 등 오염원 관리가 필요할 것으로 판단된다.



<그림 2-2-3> 지하수 전기전도도가 높은 지역

- 간이수질검사결과를 바탕으로 전기전도도 분포를 살펴보면 우정면, 팔탄면, 남양동, 송산면, 서신면 지역의 해안변에서 전기전도도가 높게 나타나고 염소이온농도분포가 높은 지역과 일치하며 청문조사결과 이들 지역에서 해수 침투 현상이 있는 것으로 파악되었다.
- 전기전도도 2000 μ S 이상지역은 염분에 매우 예민한 작물은 생육이 불량하므로 해수침투 모니터링을 실시하여 염해 피해를 예방할 필요가 있다고 판단된다.
- 화용방조제 축조로 남양동, 우정면, 마도면 지역은 향후 개선될 것으로 사료되나 송산면, 서신면 지역은 모니터링이 필요할 것으로 판단된다.



<그림 2-2-4> 지하수 수질관리방안

- 화성시 지하수 수질 관리방안으로 질산성질소 평균치가 높은 지역중 농경지 면적비율이 높은 지역은 지역별 지하수 질산성질소 평균 함유량에 따른 비료의 적정시비량을 계도하고 화학비료 및 농약과다사용에 따른 지하수 오염의 심각성을 주민에게 홍보 및 교육하며, 축산폐수배출시설 밀집 또는 인근지역은 축산폐수배출시설 관리감독을 강화할 필요가 있다.
- 해수침투우려지역은 지하수개발 심도 제한 및 지하수이용량에 대한 지속적인 관리가 필요하며
- 기계부품제작공장 밀집지역에 위치하는 지하수는 중금속 및 유기염소계 화합물 (PCE, TCE)에 대한 정기적인 수질검사를 의무화하여 지하수 수질을 정기적으로 모니터링 할 필요가 있다.

<표 2-2-3> 읍면별 지하수 수질환경 특성

순위	질산성질소 농업용수기준 초과관정 비율(%)		질산성질소 일제조사평균 (mg/l)		잠재오염원 (개소)		오염원 분포밀도 (개소/km ²)		단위면적당 오염부하량 (kg/일/km ²)		DRASTIC 지수평균값	
1	비봉면	16.7	양감면	9.9	남양동	457	태안읍	10	양감면	150	우정면	146
2	양감면	14.3	비봉면	9.7	봉담읍	341	봉담읍	8	태안읍	143	매송면	144
3	태안읍	13.8	우정면	9.5	우정면	326	양감면	8	정남면	123	정남면	144
4	향남면	11.8	장안면	8.9	팔탄면	325	정남면	7	남양동	108	태안읍	143
5	장안면	8.8	태안읍	7.9	태안읍	307	남양동	7	장안면	104	장안면	141
6	서신면	8.7	송산면	7.1	향남면	299	팔탄면	6	팔탄면	101	비봉면	140
7	송산면	8.1	향남면	6.8	정남면	266	우정면	6	마도면	98	동탄면	139
8	우정면	8.0	남양동	6.7	양감면	244	향남면	6	향남면	83	팔탄면	137
9	정남면	7.4	마도면	6.6	장안면	239	마도면	4	우정면	81	봉담읍	137
10	매송면	7.0	서신면	6.1	동탄면	228	동탄면	4	봉담읍	66	남양동	136
11	동탄면	5.9	정남면	6.0	서신면	145	매송면	3	송산면	64	향남면	136
12	마도면	4.8	매송면	5.3	송산면	144	비봉면	3	매송면	59	양감면	133
13	봉담읍	4.3	동탄면	5.2	마도면	142	송산면	3	비봉면	37	마도면	132
14	팔탄면	0.8	팔탄면	4.0	비봉면	117	서신면	3	서신면	32	서신면	123
15	남양동	0.8	봉담읍	3.9	매송면	84	장안면	3	동탄면	21	송산면	123

<표 2-2-4> 지하수 수질 환경 특성에 따른 동리별 순위

순위	질산성질소 리별평균		잠재오염원(개소)		오염원 분포밀도 (개소/km ²)		DRASTIC INDEX		단위면적당 오염부하량 (kg/일/km ²)	
	개소	농도	개소	농도	개소	농도	개소	농도	개소	농도
1	태안 황계	23.0	남양 남양	163	향남 평	75	정남 발산	166	팔탄 서근	811
2	정남 귀래	18.7	우정 조암	81	봉담 와우	33	향남 제암	166	정남 귀래	576
3	송산 봉가	18.5	남양 신남	79	서신 제부	28	정남 용수	161	태안 병점	489
4	정남 제기	18.3	태안 안녕	75	우정 조암	24	태안 반정	160	장안 석포	325
5	비봉 구포	18.2	태안 반월	64	정남 신	18	우정 원안	159	남양 온석	318
6	정남 덕절	15.9	양감 사창	64	태안 병점	17	정남 귀래	158	남양 신남	311
7	장안 사곡	15.3	팔탄 울암	63	태안 반월	17	태안 진안	158	양감 사창	306
8	장안 노진	15.2	향남 평	62	남양 남양	16	정남 관향	156	정남 수면	288
9	양감 정문	14.8	양감 송산	57	봉담 동화	16	남양 온석	155	정남 고지	285
10	서신 장의	14.7	남양 북양	56	정남 고지	16	매송 야목	155	향남 상두	275
11	마도 금당	13.0	봉담 와우	55	봉담 덕우	15	비봉 삼화	154	팔탄 울암	264
12	향남 구문천	12.9	우정 주곡	49	정남 덕절	15	동탄 오산	154	우정 조암	262
13	남양 안석	12.9	정남 쾌랑	49	양감 송산	14	정남 금복	154	태안 반월	254
14	비봉 삼화	12.8	장안 석포	46	송산 사강	13	정남 망월	153	양감 송산	233
15	장안 금의	12.7	봉담 상	45	팔탄 덕우	13	장안 덕다	152	마도 고모	228
16	동탄 청계	12.7	비봉 양노	45	향남 송곡	13	우정 한각	152	남양 북양	226
17	마도 슬항	12.6	장안 수촌	45	동탄 영천	13	우정 매향	152	정남 망월	223
18	태안 능	12.5	태안 병점	43	봉담 수영	12	향남 발안	151	태안 기안	212
19	향남 하길	12.5	봉담 동화	42	팔탄 울암	12	정남 쾌랑	151	양감 용소	193
20	장안 사랑	12.3	서신 제부	41	향남 동오	12	우정 운평	151	송산 육일	189
21	향남 증거	12.1	향남 상신	41	남양 신남	11	팔탄 노하	151	마도 청원	185
22	비봉 쌍학	11.9	동탄 중	41	태안 기산	11	마도 송정	151	태안 송산	182
23	양감 요당	11.8	송산 사강	40	태안 안녕	11	정남 계향	151	봉담 와우	182
24	서신 매화	11.5	향남 동오	38	봉담 수기	11	동탄 청계	151	정남 내	178
25	매송 속곡	11.4	동탄 영천	38	향남 발안	11	우정 호곡	151	봉담 수영	157
26	비봉 유포	11.4	봉담 수영	37	정남 쾌랑	11	우정 조암	150	장안 금의	157
27	향남 요	11.3	장안 독정	37	태안 진안	10	동탄 방교	150	우정 주곡	155
28	팔탄 해창	11.2	팔탄 구장	36	봉담 왕림	10	비봉 구포	150	장안 수촌	150
29	송산 천등	11.2	팔탄 노하	35	향남 장집	10	남양 원천	150	봉담 동화	139
30	양감 용소	11.1	양감 요당	35	양감 사창	10	태안 배양	148	우정 화수	138
31	송산 독지	10.9	정남 보통	35	남양 북양	9	봉담 유	148	양감 정문	137
32	향남 도이	10.9	남양 장덕	34	봉담 상	9	정남 백	148	송산 사강	136
33	송산 용포	10.4	장안 어은	34	봉담 당하	9	매송 속곡	148	향남 요	136
34	우정 주곡	10.3	우정 석천	34	마도 두곡	9	정남 오일	147	향남 구문천	133
35	우정 먹우	10.3	마도 청원	33	송산 봉가	9	향남 평	147	마도 백곡	132
36	비봉 남전	10.3	팔탄 덕우	33	송산 육일	9	정남 문학	147	정남 음양	132
37	우정 이화	10.3	우정 화산	32	장안 어은	9	비봉 청요	146	매송 속곡	125
38	태안 병점	10.2	동탄 장지	32	정남 보통	9	팔탄 지월	146	향남 하길	125
39	남양 온석	10.0	남양 무송	31	정남 오일	9	향남 장집	146	송산 고포	119
40	장안 장안	10.0	팔탄 하저	31	태안 능	8	장안 장안	146	남양 남양	118
41	서신 백미	9.9	태안 능	30	봉담 덕	8	송산 용포	146	장안 독정	117

<표 2-2-5> 생활용수기준 초과시료 현황

읍면	동리	시료수	적합	부적합	부적합항목	읍면	동리	시료수	적합	부적합	부적합항목
남양	무송	1	1			비봉	남전	1	1		
	북양	2	1	1	COD		쌍학	6	6		
	송림	1	1				자안	2	2		
	수화	1	1				청요	2	2		
	시	1	1			서신	궁평	2	2		
	신남	1	1				매화	3	3		
	신외	1	1				백미	3	3		
	온석	2	2				사곳	1	1		
	장전	2	2				상안	3	3		
	활초	4	4				송교	3	3		
안석	1	1			용두	1	1				
동탄	금곡	1	1			송산	고정	3	3		
	산척	1	1				고포	2	2		
	송	1	1				독지	1	1		
	신	2	2				마산	2	2		
	중	2	2				사강	1	1		
마도	고모	1	1				삼존	1	1		
	금당	1	1				신천	1	1		
	백곡	2	2				쌍정	1	1		
	송정	1	1				용포	2		2	pH, NO ₃ -N
	정원	1	1				육일	1	1		
	해문	1	1			지화	1	1			
매송	송라	3	3			천등	1	1			
	야목	1	1			칠곡	1	1			
	원평	1	1			양감	사창	2	2		
천천	2	2			송산		6	5	1	NO ₃ -N	
내	2	2			신왕		1	1			
당하	1	1			요당		2	2			
봉담	덕우	4	3	1	TCE	용소	2	2			
	동화	2	2			우정	매향	2	1	1	Cl ⁻
	상	3	3				석천	1	1		
	상기	1	1				운평	2	2		
	수영	7	7				이화	2	1	1	NO ₃ -N
	와우	7	7				조암	1	1		
	왕림	1	1				호곡	1	1		
비봉	구포	1	1				화수	5	4	1	NO ₃ -N, Cl ⁻

<표 2-2-5> 계속

읍면	동리	시료수	적합	부적합	부적합항목	읍면	동리	시료수	적합	부적합	부적합항목
장안	노진	1	1			팔탄	고주	2	2		
	독정	3	3				구장	2	2		
	사곡	1	1				기천	1	1		
	석포	1		1	NO ₃ -N		노하	2	2		
	수촌	4	4				덕우	4	4		
	어은	5	4	1	Cl ⁻		덕천	5	5		
	장안	3	3				서근	4	4		
정남	고지	3	3				월문	1	1		
	관향	1	1				울암	6	6		
	괘랑	3	2	1	TCE		지월	1	1		
	망월	1	1				창곡	1	1		
	문학	4	4				하저	2	2		
	발산	2	2				해창	1	1		
	보통	1	1				화당	1	1		
	신	1	1			갈천	1	1			
태안	오일	1	1			향남	구문천	2	2		
	기산	5	5				길성	1	1		
	기안	2	2				동오	2	2		
	반월	3	3				상두	1	1		
	배양	2	2				상신	1	1		
	송산	1	1				증거	1	1		
	안녕	5	3	2	TCE		하길	2	2		
	진안	2	2				행정	3	3		
팔탄	가재	2	2				합계	243	230	13	

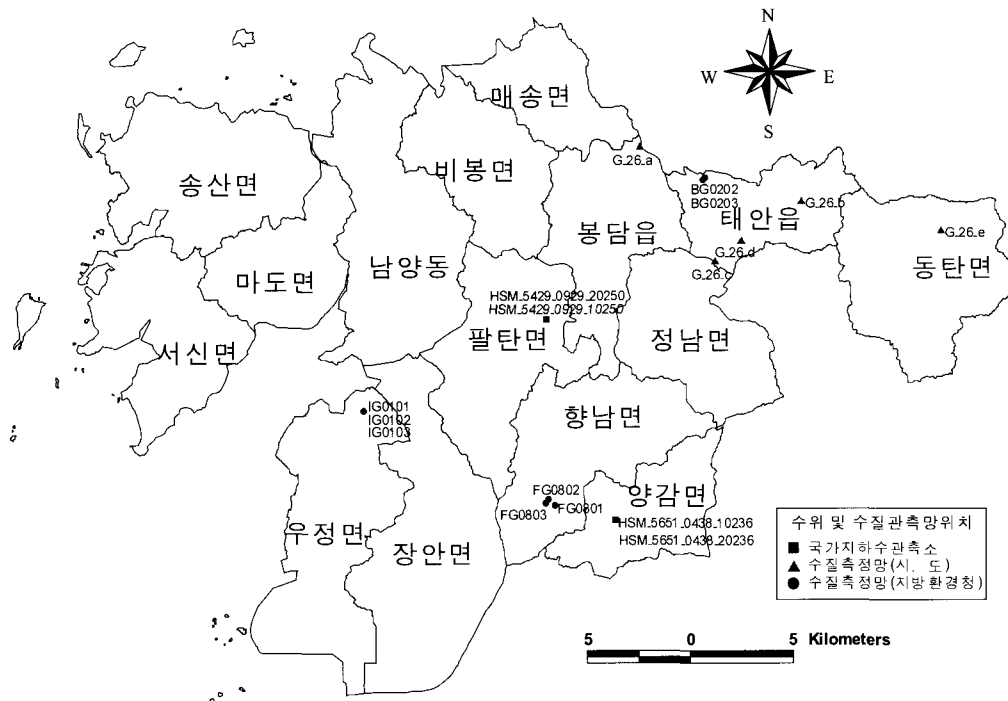
표 2-2-1의 지하수 용도별 수질검사결과를 생활용수 수질기준으로 재분류하면 표 2-2-5와 같다.

수질분석결과는 지참시료의 채취시점에 한하며 총 대상시료 243개중 적합 230개(94%), 기준초과 13개소(6%)이며, 항목별 부적합 건수는 NO₃-N 5건, TCE 4건, Cl⁻ 3건, COD 1건, pH 1건으로 분류된다.

수질기준 초과지역은 향후 신규 지하수 개발시 초과항목에 대한 검사를 추가하여 변화하는 지하수 환경에 대한 지속적이며 정기적인 분석이 필요하다.

2.3 지하수 모니터링

2.3.1 지하수 관측망 현황



<그림 2-3-1> 지하수 수위 및 수질 관측망 위치

<표 2-3-1> 화성시 관내 지하수 수질 측정망(2003, 환경부)

구분	지점번호	위치	초과항목		주용도
			상반기	하반기	
지방환경청 (오염우려지역)	IG0101	화성시 우정면 주곡리 161-41	-	-	생활
	IG0102	화성시 우정면 주곡리 161-41	-	-	기타
	IG0103	화성시 우정면 주곡리 161-41	염소이온농도	-	기타
	BG0202	화성시 태안읍 배양2리 55-3	-	-	공업
	BG0203	화성시 태안읍 배양리 63	질산성질소	질산성질소	공업
	FG0801	화성시 향남면 상신리 900-4	-	-	공업
	FG0802	화성시 향남면 상신리 901-1	-	-	공업
	FG0803	화성시 향남면 상신리 908	-	-	공업
시·도 (일반지역)	G-26-a	화성시 봉담읍 수영리 403	-	TCE	공업
	G-26-b	화성시 태안읍 진안리 271-1	-	-	공업
	G-26-c	화성시 정남면 쾌랑리 446-1	-	-	공업
	G-26-d	화성시 태안읍 안녕리 37-358	-	-	공업
	G-26-e	화성시 동탄면 중리 626-1	-	-	음용

<표 2-3-2> 화성시 관내 국가 지하수관측망 설치현황(2003, 12 현재)

관측소명	관측정번호	위 치	설치일자	심도(m)	구분
화성 팔탄 관측소	HSM-5429-0929-10250	화성시 팔탄면 구장리 1029-4	2003. 12. 15	70	암반
	HSM-5429-0929-20250	화성시 팔탄면 구장리 1029-4	2003. 12. 15	10	층적
화성 양감 관측소	HSM-5651-0438-10236	화성시 양감면 신왕리 815-2	2002. 12. 9	70	암반
	HSM-5651-0438-20236	화성시 양감면 신왕리 815-2	2002. 12. 9	10	층적

- 화성시 관내의 국가 지하수관측망은 2003년 12월 현재 2개소이며, 지하수 수질측정망은 오염우려지역 8개소, 일반지역 5개소를 설치, 운영하고 있다
- 지하수 수질측정망 운영결과 26건중 4건이 용도별 수질기준을 초과하여 15.3%의 부적합율을 보이며, 용도별로는 질산성질소 2건, 염소이온농도 및 TCE 1건씩이 기준치를 초과한다.
- 해수침투조사 관측정은 경기도에 14개소가 계획되어 있으며, 이중 화성시에 4개소를 설치, 운영할 계획임.

2.3.2 보조 지하수 관측망 설치 제안

□ 정부의 “지하수관리기본계획”에 의하면, 2011년까지 전국 시·군·구별로 총 10,000개소의 보조 지하수 관측망을 설치하는 것으로 중장기 계획을 수립하였으며, 건설교통부의 “보조 지하수 관측망 설치 및 관리지침(안)에 따르면 화성시 관내 83개의 보조 지하수 관측정이 필요한 것으로 제시하였다.

□ 건설교통부의 “보조 지하수 관측망 설치 및 관리지침(안)”에서 제시한 “짝비교(Pairwise Comparison)”방법을 적용하여 화성시 관내 83개의 보조 지하수 관측정의 지역별 세부 관측지점수를 결정하면 표3-1-3과 같다.

<표 2-3-3> 보조 지하수 관측정 설치 제안

읍면	동리	관측 갯수	계	읍면	동리	관측 갯수	계	읍면	동리	관측 갯수	계	
남양면	남양	1	2	송산면	사강	1	9	향남면	백토	1	6	
	신남	1			붕가	1			동오	1		
	북양	1			삼존	1			장짐	1		
태안읍	병점	1	11		용포	1		4	양감면	신왕	1	6
	능	1			고정	1				사창	1	
	기산	1			신천	1				송산	1	
	반월	2			독지	1				용소	1	
	반정	1			고포	1				요당	1	
	황계	1			중송	1				대양	1	
	기안	1		광평	1	정남면	발산			1	6	
	송산	1		송교	1		패랑			1		
	안녕	2		제부	1		보통			1		
봉담읍	상	1	9	서신면	매화	1	5	동탄면	신	1	6	
	수영	1			팔탄면	하지			1	귀래		1
	동화	1				구장			1	덕절		1
	와우	1		울암		1	오산	1				
	수기	1		장안면	노하	1	동탄면	청계	1	6		
	분천	1			덕우	1		반송	1			
	왕립	1			수촌	1		영천	1			
	비봉면	양노		1	2	독정	1	5	동탄면	중	1	6
		구포		1		장안	1			송	1	
마도면		두곡	1	8		우정면	사랑			1	4	
	송정	1	사곡		1		향남면	호곡	1			
	쌍송	1	우정면		떡우			1	구문천	1		
	청원	1			화수	1		향남면	상신	1		
	슬항	1			조암	1	하길		1			
	백곡	1	향남면		상신	1	향남면		구문천	1		
고모	1	향남면		하길	1	향남면		하길	1			

2.3.3 관측정 설치 및 운영 계획

가. 자동관측

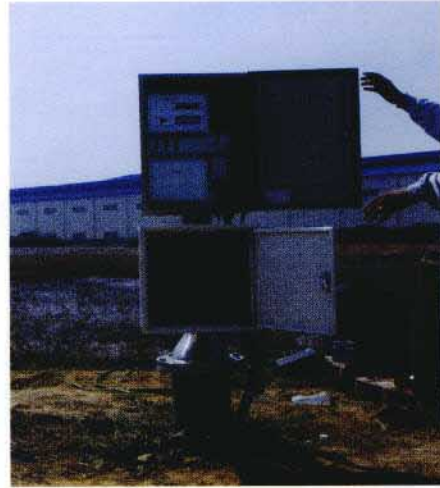
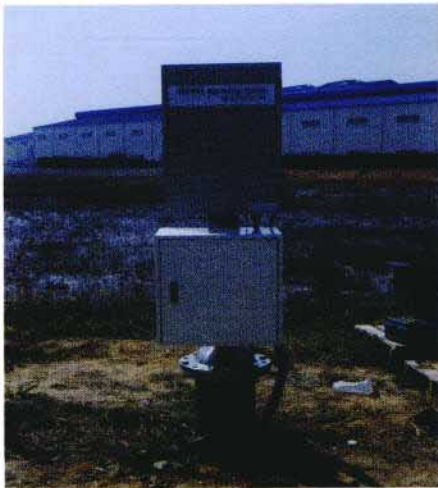
- 자동 지하수 관측정은 원격송수신시스템을 이용하여 지하수개발과 이용이 활발한 지점의 지하수이용량 감시와 해수침투 등 지하수 장애가 우려되는 지점을 원격 감시하여 예방하기 위한 목적으로 설치 운영
- 현재 화성시에는 기존관정을 활용하여 자동관측망 2개소(우정면 매향리, 남양면 시리)를 설치·운영 중에 있음
- 향후, 지하수이용량이 높은 태안읍과 봉담읍지역, 해수침투가 우려되는 송산면과 서신면지역에 자동관측정을 추가로 설치하여 운영할 계획임.

<표 2-3-4> 관측정 설치방법 장·단점 비교

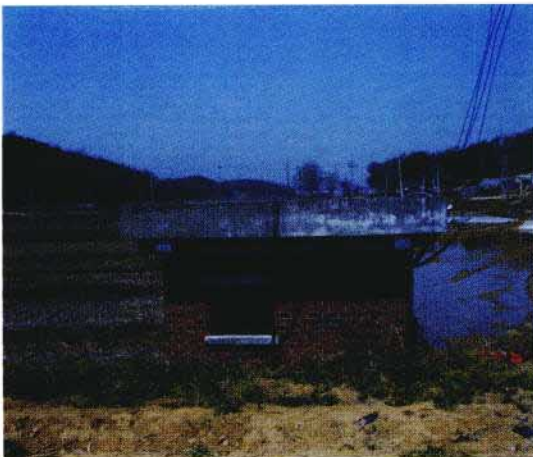
구분	기존관정 활용	신규굴착
장점	<ul style="list-style-type: none"> · 초기투자비 저렴 · 관측정 설치 후 지하수 장애가 관측이 되지 않을 때 위치 이동 용이 	<ul style="list-style-type: none"> · 체계적인 관리 가능 · 관측정의 수량·수질 및 지질특성 파악용이 · 관측위치선정용이(지하수에 영향을 미칠 수 있는 지점에 임의로 위치선정)
단점	<ul style="list-style-type: none"> · 관정 소유주 시설물 이전 요구시 다른 곳으로 이전해야 하므로 추가비용 발생 · 시설물이 위치가 변경되거나 폐기 될 수 있어 체계적인 관리 어려움 · 기존관정 활용시 수량·수질 및 지질 특성에 대한 정보 미흡 · 사용중인 기존관정에 설치할 경우 지하수 사용으로 관측자료 부정확 	<ul style="list-style-type: none"> · 관측정 설치 후 지하수 장애가 관측이 되지 않을 때 위치 이동 어려움 · 초기투자비 상대적으로 많음

<표 2-3-5> 자동 지하수 관측정

공번	HG90043	HG90718
위치	우정면 매향리 96-1	남양면 시리 343-2
표고	5m	8m
좌표	TM_X : 178160.244 TM_Y : 394364.929	TM_X : 182606.777 TM_Y : 415363.746
설치목적	해수침투관측	지하수 수위변화 관측
대수층	암반	암반
구경(mm)	200	200
심도(m)	80	80
관측항목	EC, 수온, 수위	EC, 수온, 수위
관측시작	2002. 2. 1	2002. 2. 1
측정간격	1시간간격	1시간간격



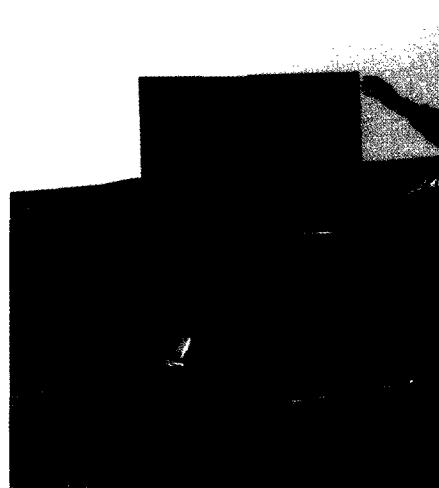
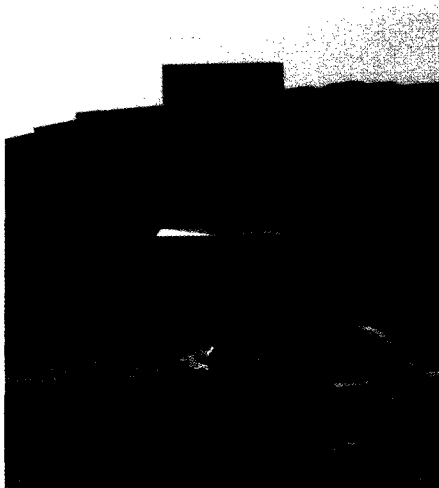
<그림 2-3-2> 우정면 매향리 관측정 전경



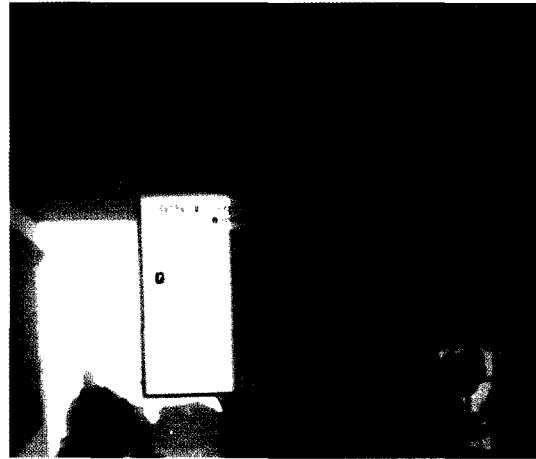
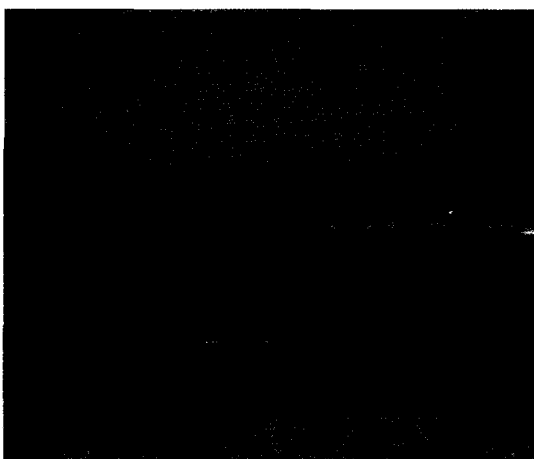
<그림 2-3-3> 남양면 시리 관측정 전경

<표 2-3-5> 자동 지하수 관측정

공번	HG90043	HG90718
위치	우정면 매향리 96-1	남양면 시리 343-2
표고	5m	8m
좌표	TM_X : 178160.244 TM_Y : 394364.929	TM_X : 182606.777 TM_Y : 415363.746
설치목적	해수침투관측	지하수 수위변화 관측
대수층	암반	암반
구경(mm)	200	200
심도(m)	80	80
관측항목	EC, 수온, 수위	EC, 수온, 수위
관측시작	2002. 2. 1	2002. 2. 1
측정간격	1시간간격	1시간간격



<그림 2-3-2> 우정면 매향리 관측정 전경



<그림 2-3-3> 남양면 시리 관측정 전경

나. 수동 지하수 관측정 운영 계획

- 수동관측은 지하수오염여부 확인 및 오염진행을 확인할 필요가 있는 지역에서 주기적으로 수질검사를 수행하여 지하수 수질변화를 감시할 목적으로 수행
- 지하수 수위 및 현장수질 측정
 - 지하수 수질분석을 위한 시료 채취시 지하수 수위 및 현장수질 측정
 - 현장수질 측정항목 : 온도, 전기전도도, pH
- 분석항목 : 생활용수 수질기준(총 20개 항목)
 - 일반오염물질(5개항목) : 수소이온농도, 대장균군수, 질산성질소, 염소이온, 일반세균
 - 특정유해물질(10개항목) : 카드뮴, 비소, 시안, 수은, 유기인, 페놀, 납, 6가크롬, 트리클로로에틸렌, 테트라클로로에틸렌, 1,1,1-트리클로르에탄, 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 크실렌
- 분석시기 : 상반기, 하반기(연 2회)

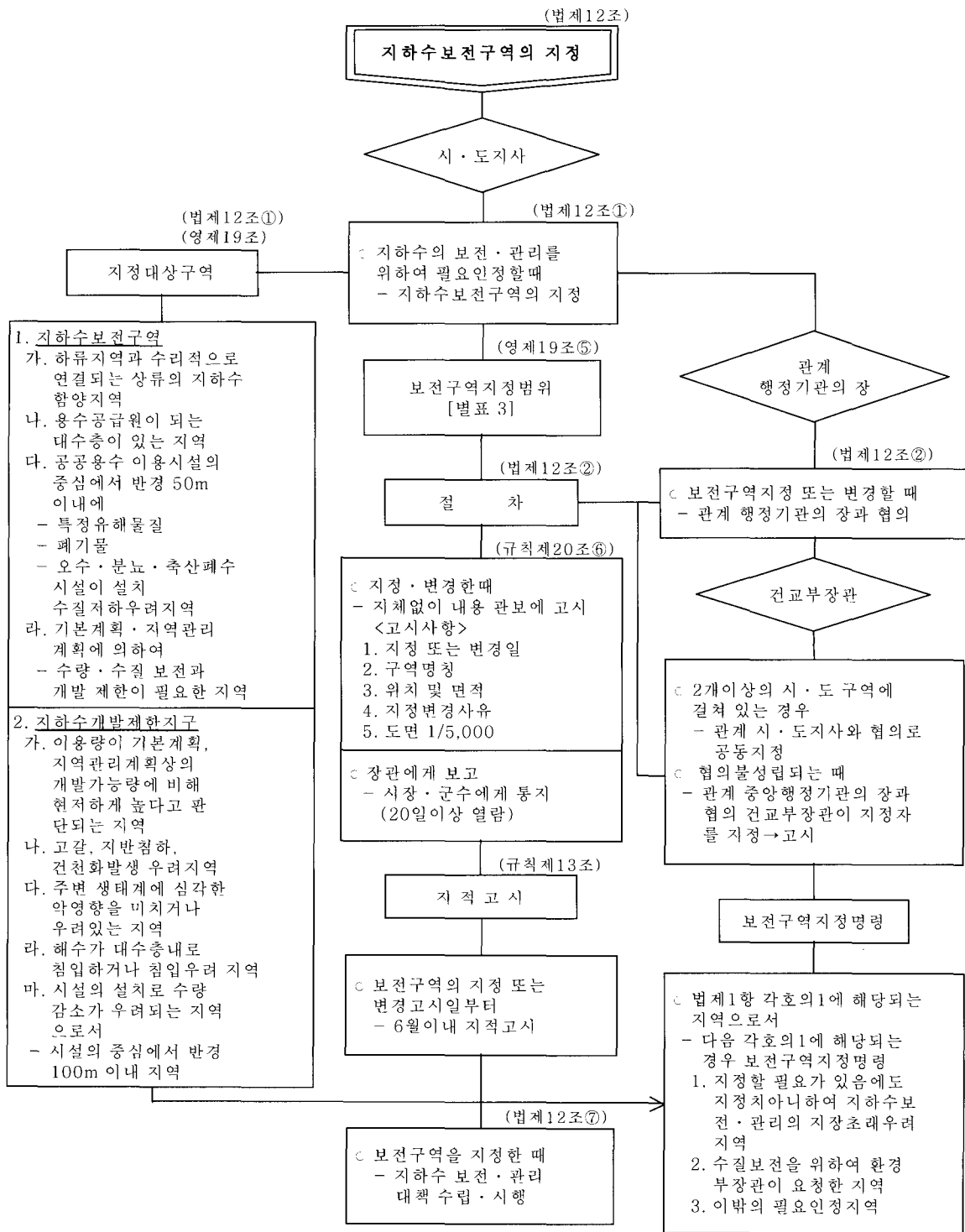
<표 2-3-6> 수동 지하수 관측정 후보지(안)

읍면	동리	지번	공번	표고(m)	심도(m)
남양동	남양동	산71	HG00052	35	80
	신남리	339	HG09795	13	100
태안읍	황계리	152-78	HG07952	25	100
	안녕리	48-8	HG07789	34	100
봉담읍	덕우리	213	HG10835	34	160
비봉면	구포리	977	HG02715	15	150
송산면	봉가리	392-8	HG04686	11	100
팔탄면	울암리	506-5	HG16389	34	150
장안면	수촌리	1432	HG10117	28	100
우정면	조암리	619	HG06241	14	70
정남면	괘랑리	446-1	HG14977	52	150
	귀래리	340	HG07317	23	100
동탄면	청계리	69-17	HG16790	61	200

2.4 종합대책

2.4.1 행정규제에 의한 관리방안

가. 지하수보전구역 지정



<그림 2-4-1> 지하수보전구역 지정 체계도

<표 2-4-1> 지하수보전구역의 지정범위

[별표 3] <개정 2001.12.19>

지하수보전구역의 지정범위(시행령 제19조제5항관련)

1. 지하수보전지구

가. 상류의 주요 지하수함양원을 보호하기 위한 지역

- (1) 지하수가 주로 함양되며 지하수의 수직흐름이 지배적인 지역으로서 수질이 양호하여 보호의 필요성이 있는 지역
- (2) 지하수가 함양되는 지역중에서 오염가능성이 매우 높은 지역

나. 주된 용수공급원이 되는 대수층을 보호하기 위한 지역

- (1) 당해 대수층이 오염되는 경우 대체할 용수원이 없는 지역
- (2) 당해 대수층의 수질이 먹는물관리법 제5조의 규정에 의한 수질기준에 적합한 지역

다. 공공급수용 지하수개발·이용시설(이하 "공공급수용시설"이라 한다)의 수질을 보호하기 위한 지역

공공급수용시설의 중심에서 반지름 50미터 이내에 지하수오염유발시설이 설치되어 당해 공공급수용시설의 지하수의 수질저하가 우려되는 지역

2. 지하수개발제한지구

가. 지하수 고갈 및 지반침하 지역

- (1) 관정의 취수율이 지나치게 낮은 지역
- (2) 지하수의 개발·이용량이 현저하게 높은 지역
- (3) 지하수의 개발·이용으로 인하여 주변 생태계의 생육에 심각한 악영향을 미치거나 미칠 우려가 있는 지역
- (4) 지하수의 개발·이용으로 인하여 주변의 구조물·시설 및 지반에 변형이 발생하는 지역

나. 오염발생 및 수질악화 지역

- (1) 인체유해오염시설의 존재지역
- (2) 오염유발시설의 밀집지역
- (3) 폐광 및 폐기물처리지역
- (4) 폐기물처리장 분포지역
- (5) 지하유류비축기지 및 화학약품저장탱크의 분포지역

다. 해안염수침입지역

- (1) 해안 및 도서지역에서 단위면적당 취수량이 과다하거나 대용량의 지하수시설이 존재하는 지역
- (2) 대수층의 수리특성상 투수성이 높아 해수침입이 용이한 지역

라. 공공급수용시설의 지하수의 수량감소가 우려되는 지역

공공급수용시설의 중심에서 반지름 100미터 이내에 지하수개발·이용시설이 설치되어 당해 공공급수용시설의 수량감소가 우려되는 지역

나. 지하수보전구역 지정을 위한 세부조사 내용

구분	지하수 보전지구	지하수 개발제한 지구		
	광역적인 지하수보전지구	지하수고갈 및 지반침하 지역	오염발생 및 수질악화 지역	해안 염수침입 지역
지정요건	<ul style="list-style-type: none"> - 상류가 주요 지하수 함양원을 보호하기 위한 지역 - 주된 용수공급원이 되는 대수층을 보호하기 위한 지역 - 공공급수용 지하수시설의 수질을 보호하기 위한 지역 	<ul style="list-style-type: none"> - 관정의 채수량 저하 지역 - 지하수이용량 과다 지역 - 지반침하로 구조물에 변형 발생 지역 - 관정 밀집지역 - 지하수사용량이 많은 위락시설 지역 	<ul style="list-style-type: none"> - 인체유해 오염시설 존차 지역 - 오염유발시설물 밀집 지역 - 폐광 및 폐기물 처리 지역 - 폐기물 처리장 분포지역 - 지하 유류 및 화학약품 저장탱크 분포지역 	<ul style="list-style-type: none"> - 해안 및 도서지방의 면적당 채수량이 과다하거나 대용량 지하수시설이 존재하는 지역 - 대수층의 수리특성상 해수의 침입이 용이한 지역
사전점검사항	<ul style="list-style-type: none"> - 지하수 함양, 중간배출, 배출지역 여부 - 환경보전지역 여부 - 오염취약성 평가 	<ul style="list-style-type: none"> - 탐문조사로 수위강하 및 관정 채수량 저하 확인 - 대규모 지하수개발 위치 - 수위저하 과다 발생 여부 - 구조물 변형 발생 여부 	<ul style="list-style-type: none"> - 탐문조사를 통한 수질현황 파악 - 오염의 진행 여부 - 수질악화 및 오염진행에 대한 보고사례 및 보도자료 	<ul style="list-style-type: none"> - 탐문조사를 통한 염수 침입 여부 파악 - 각종 수질시험 자료에 의한 담수의 염수화 조사 - 염수침입에 대한 사례
세부조사내용	<ul style="list-style-type: none"> - 지하수 함양량 분석 - 지하수위 변동실태 조사 - 지하수 수질현황 분석 - 잠재오염원 실태 분석 - 지속적인 수위·수질변화 감시 - 보전구역 지정시 예상되는 사회·경제적 영향요인 평가 - 각계 의견수렴 및 종합평가 	<ul style="list-style-type: none"> - 기존 관정의 효율 분석 - 개발가능량과 채수량 분석 - 대수층의 분포 범위와 특성 - 지하수위 변동실태 조사 - 관정 양수기간/양수량 조사 - 구조물 변형상태 관측 - 채수량 규제시에 예상되는 사회·경제적 영향요인 평가 - 수위저하 방지 및 복구 대책 - 각계 의견 수렴 및 종합평가 	<ul style="list-style-type: none"> - 오염원 현황조사 - 지하수 오염범위 및 실태조사 - 현장 수리분산시험 및 실내 흡착능 시험 - 관정양수기간/양수량 조사 - 지속적인 수위·수질변화 감시 - 채수량 규제시에 예상되는 사회·경제적 요인 평가 - 수질악화 방지 또는 복구 대책 - 각계 의견수렴 및 종합평가 	<ul style="list-style-type: none"> - 대수층 수리특성조사 - 채수량 현황조사(용도, 양수량, 양수기간 등) - 현장수질검사(염분농도등) - 인문, 사회, 경제적 영향 분석 - 염수침입 방지 및 복구 대책 - 각계 의견수렴 및 종합평가

다. 지하수보전구역 안에서의 행위제한(지하수법 제 13조)

다음 각 호의 1에 해당하는 자는 시장·군수의 허가

1. 허가사항 (규모)

- 1일 양수능력 30톤 이상인 경우 (안쪽지름 32mm 이상의 토출관 사용)

2. 다음 각 목의 1에 해당하는 물질을 배출·제조·저장시설로

가. 특정수질유해물질

나. 폐기물

다. 오수분뇨 또는 축산폐수

라. 유해화학물질

마. 토양오염물질

※ 관계법률에 의하여 승인·허가를 받아 시설·설치한 경우 이를 의제 처리

3. 수위저하, 수질오염, 지반침하 등 명백한 위험 행위

- 터널공사 등 유동로 유속 변경우려 굴착행위

- 지하 유류저장고 등 오염우려 구조물설치

- 폐기물 매립장, 특정폐기물보관시설, 집단묘지설치

- 채광, 토석채취행위

- 가축의 사육

라. 지하수보전구역지정 국내사례

- 현재 국내에서 유일하게 지하수보전구역으로 지정된 전남 무안군의 지하수개발 제한지구 지정내용을 요약하면 다음과 같다.

구 분	주요내용
명 칭	무안읍 지반침하지구 지하수개발제한지구 지정
지정일	2002. 4. 3
지정면적	0.32km ² (전남 무안군 무안읍 성남리, 성내리, 성동리 일원)
지정사유	1992년부터 성남리 5개소에서 원통형 지반함몰이 발생하였으며, 4개소에서 지반침하 및 건물균열 현상이 발생하는 등 지하수의 과다사용으로 지하수위가 강하하면서 발생하는 유효응력이 석회 규산암으로 형성된 파쇄암의 하부지반에 집중되어 지반침하가 발생함에 따라 지하수사용을 억제하여 지반침하 및 지반함몰 방지
주요행위 제한사항	- 1일 양수능력 30m ³ 이상 또는 토출관 직경 32mm이상인 지하수 개발·이용금지 - 오염유발시설의 설치제한 - 지하수 장해 발생 위험성이 높은 행위제한
조사기관	농업기반공사

2.4.2 비규제적인 관리방안

가. 지하수 보호의 필요성에 대한 교육·홍보활동 강화

- 주민의 공동자산인 지하수의 중요성과 보전의 필요성에 대한 교육
- 대중매체, 팸플릿, 비디오 등 홍보매체를 통한 지속적인 홍보활동 강화
- 물보전장려 캠페인, 공공매체(TV, 신문) 등을 통한 지하수 자원의 중요성과 보호의 필요성에 대한 홍보
- 지하수전문기관 및 민간 단체와 연계한 홍보 추진(지하수교육, 세미나 등)
- 세제, 폐건지를 비롯한 가정에서 발생하는 각종 오염 물질의 적정폐기방법에 관한 교육

나. 소규모 오염물질 배출시설의 관리

- 축산폐수 공공처리시설의 확대보급
- 주거지에서 난방용으로 유류탱크를 사용하는 주민이 오염성분이 포함되지 않은 대체난방시설로 교체하는 경우 인센티브를 부여하는 제도 등

다. 국지적인 지하수보전지구 내의 토지를 매입하여 생태공원 조성

- 일반적으로 광역적인 지하수 보전지구는 대부분 국립공원, 그린벨트, 상수원 보호구역 등에 해당됨에 따라 이미 다른 법령의 규정에 의하여 다양한 규제를 받고있는 지역임.
- 공공급수용 지하수개발·이용시설의 수량/수질 보호를 위한 국지적인 지하수보전지구의 경우에 지구 내에 속하는 토지를 구매하여 생태공원을 조성하는 등 오염원과 지하수를 관리

라. 광역용수공급체계 구축

- 지하수 관정 소유주의 독점적·배타적 이용으로 지하수 이용의 불공평을 초래하고 있으며, 공동자산개념이 희박하여 이용량이나 공동이용을 고려하지 않고 우선 개발함으로써 과다개발초래
- 소규모 사설관정의 무분별한 개발을 지양하고 관정의 공동이용 활성화 방안을 강구하여 지하수 공동이용의 원칙 확립
- 지역적으로 편중된 상수도 보급 등 용수공급체계의 불균형 해소
- 지하수의 수량보전을 위하여 지표수-지하수의 연계이용 체계 구축

마. 비점오염원 관리요령 교육·홍보

대상	교육 및 홍보
농민	1) 무농약·저농약 농산물 재배 확대 및 비료와 농약의 안전사용기준 준수 ○ 오리농법, 친적이용, 미생물농약 등 환경친화형 농약을 적극 사용하고, 농약·비료의 사용량 및 살포횟수를 줄이고, 이를 위한 윤작·순환경작 등의 영농방식 및 유기농법을 적극 도입 ○ 비료는 작물의 최대 흡수시기에 우기를 피해 적정량 살포 2) 경작은 안하는 시기에는 경작지 표면을 식물 잔재물 등으로 덮어주어 토양침식 방지 3) 하천 둔치지구나 하천부지에서의 경작 억제 4) 농업용수는 농경배수로 유출되는 양을 최소화하도록 적량 공급
축산업자	1) 외부 강우유출수가 축사내로 유입되지 않도록 우회수로, 방지턱 등을 설치 2) 방목시기를 조정하여 초지가 과다 손상되지 않도록 순환방목 실시 및 방목시기 조절 ○ 방목지내에서의 방목가축수를 적절히 유지하고 발생된 축산분뇨 제거 ○ 토양침식 방지차원에서 경사지, 하천 인접지역 등에서의 방목 금지 3) 축분이나 퇴비가 강우시 유출되지 않도록 가축 운동장 덮개시설, 퇴비사 시설, 방지턱, 도랑 등 설치 4) 축산분뇨를 초지나 경작지에 살포하는 경우에는 작물의 흡수가 최대가 되는 시기에 우기를 피하여 살포
사업주	1) 원료·생산품의 사용·보관시 안전사용 및 안전보관요령 준수 2) 용제 보관창고·작업장을 청결히 유지하고 용제의 과다사용 및 오용으로 인한 누출 방지 3) 공장이나 창고의 바닥청소시 물 사용 최소화 4) 공장의 기계류, 원료 및 중간제품 등은 강우에 직접 노출되지 않도록 덮개시설 설치
건설업자	1) 건설공사장에서 나무, 아스팔트 페인트 등의 건설자재 관리를 철저히 하여 이들이 비점오염물질화 되는 것을 방지 2) 건설공사장에서의 토지형질 변경과 녹지훼손 최소화 3) 건축폐기물의 발생 억제 및 건설자재의 재활용·재이용 확대 4) 공사지역내로 외부 강우유출수가 유입되지 않도록 우회수로 등 설치

출처 : 비점오염원 관리요령(환경부, 2000)

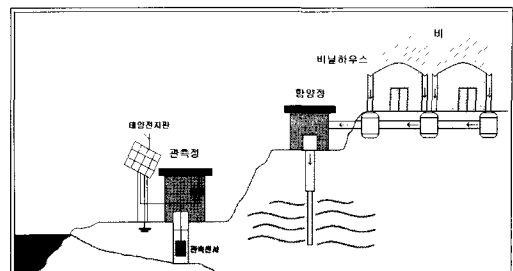
2.4.3 기술적 측면

가. 해수침입 방지

- 양수형태의 변경
 - 관정의 위치변경 또는 채수량을 감소시켜 염수침입 방지
- 인공함양
 - 해수침입은 지하수의 과잉 채수로 인한 지하수위의 저하에 기인하므로 지표 확수법과 함양정 등과 같은 인공함양을 실시하여 일정한 지하수위 유지
- 주입법
 - 양질의 물을 함양우물을 통하여 유입시킴으로써 대수층내에 해수침입방지
- 지하장애물(지하댐 등)
 - 해안에 평행하고 대수층에 연직인 불투수성 지하장애물을 설치하여 해수 침투를 방지하고 담수유출을 차단

나. 지하수 함양

- 주입법
 - 습식형 : 지하수면까지 관정을 굴착하여 대수층에 직접주입
 - 건식형 : 주입관정의 깊이가 지하수면까지 미치지 않는 것
 - 주입방법에 따라 자연주입법과 가압주입법으로 구분
- 확수법
 - 지하에 침투시킬 수량을 증가시키기 위해 지표전반에 걸쳐 물을 방출시켜 지하로 스며들게 하는 방법
 - 유역법, 하천-수로법, 홍수법, 관개법 등이 있음
 - 공업화·도시화에 따른 불투수 면적의 증가, 논 경작면적의 감소 및 휴경논의 증가는 지하수 함양량의 감소를 초래 함
- 국내 지하수함양사례(제주도)
 - 지하수 함양량 증대를 위한 인공함양정 관측정, 빗물집수시설 등을 설치하여 지하수 함양량 및 함양효과에 대한 연구를 수행하고 있음



다. 지표수-지하수를 연계한 강변여과수 개발

- 수리지질학적 조건
 - 충적층의 분포면적이 넓은 지역
 - 상류지역에 분포된 모암이 조립질의 결정질암으로 구성되어 있어, 충적층의 구성물질이 조립질이고 투수성이 양호한 지역
 - 충적대수층으로 지표수의 함양유도가 양호한 지역
 - 유속이 빠르지 않은 지역
 - 하상이나 하천측면이 투수성이 양호한 조립질 물질로 구성된 지역
 - 주변에 설치된 기존관정의 비양수량이 크고 충적층의 두께가 두터운 지역
 - 상류구간에 잠재오염원이 없으며 하천의 수질이 비교적 양호한 지역
 - 수온변화가 크지 않으면서 갈수량이 많은 지역
- 자연적인 조건
 - 토지이용현황과 해당 부지가 오염되지 않은 지역
 - 하천이 범람하지 않는 지역
 - 부지확보가 용이하고 민원이 없는 지역
- 기존시설과 연계가 가능성, 수요지와의 거리 등
- 국내에선 경남 창원외 낙동강 중·하류지역에서 시범 운영되고 있다.
- 화성시 강변여과수 개발가능지역 검토

위치	장점	단점
남양천변 충적층	- 충적층의 구성물질이 조립질이고 투수성이 양호한 지역	- 갈수량이 적음
황구지천변 충적층	- 갈수량이 많음 - 지하수이용이 많은 태안읍에 인접하고 있음	- 충적층의 구성물질이 세립질이고 투수성이 불량한 지역

- 강변여과수 개발을 위해서는 광역적인 현황조사를 토대로 하여 선정된 개발유망지역에 대하여 단계적인 세부조사를 실시하고 개발타당성을 검토하여야 한다.

라. KMnO4 산화처리 공법을 이용한 오염지하수내 TCE, PCE, DEC 처리기술 개발

- 환경부 차세대 핵심환경기술개발사업으로 농업기반공사 농어촌연구원에서 2006. 5 완료를 목표로 연구 수행 중에 있음

2.4.4 지하수관리 필요지역 제안 및 관리방안

가. 지하수 수량관리

- A그룹 : 행정규제 필요지역(5개리)
 - 조례로 지하수보전구역 또는 개발제한지구로 지정하여 인·허가시 이용량 제한 등 적극적인 행정규제가 필요한 지역,
- B그룹 : 행정지원 필요지역(18개리)
 - 소규모 사설관정을 공공 대형관정으로 대체
 - 기존 개발 관정의 이용체계를 개선하여 공동이용 활성화 방안을 강구
 - 광역용수 공급체계를 구축하여 지하수 이용 비율을 낮추며,
 - 지하수보존 교육 및 홍보활동을 강화하는 등 행정지원이 필요한 지역
- A그룹에 해당되는 지역은 행정규제 이전에 B그룹에 필요한 행정지원이 선행된 후 검토·분석하여 필요시 적극적인 행정규제가 이루어 져야 함.

나. 지하수 수질관리

- 오염취약환경 : 12개리
 - 소규모 오염배출시설 관리⇒오수·분뇨 등 관련영업 합동지도·점검
 - 오염유발시설의 입지 제한
 - 지하수 오염방지시설이 불량하거나 불량 시공된 관정의 보수를 통한 오염경로 차단
- 질산성질소($\text{NO}_3\text{-N}$) 높은 지역 : 7개리
 - 비료의 적정시비량 계도
 - 농약, 비료 사용량 감소에 의한 비점오염원 관리
 - 축산폐수배출시설 관리⇒축산폐수공공처리시설 설치 확대
- TCE 검출지역 : 3개리
 - 공장밀집지역 지하수의 중금속 및 유기염소계 화합물(PCE, TCE)에 대한 정기적인 수질검사 의무화
- 해수침투 우려지역 : 12개리
 - 지하수개발 심도제한 및 지하수이용량 적정수준 유지
- 수질변화 감시 강화 및 수질오염 발생시 대처방안 수립
 - 보조 지하수 관측망 설치 운영 및 수질오염 발생시 관련규정에 의한 대처방안 수립

<표 2-4-2> 지하수관리 필요지역 제안(안)

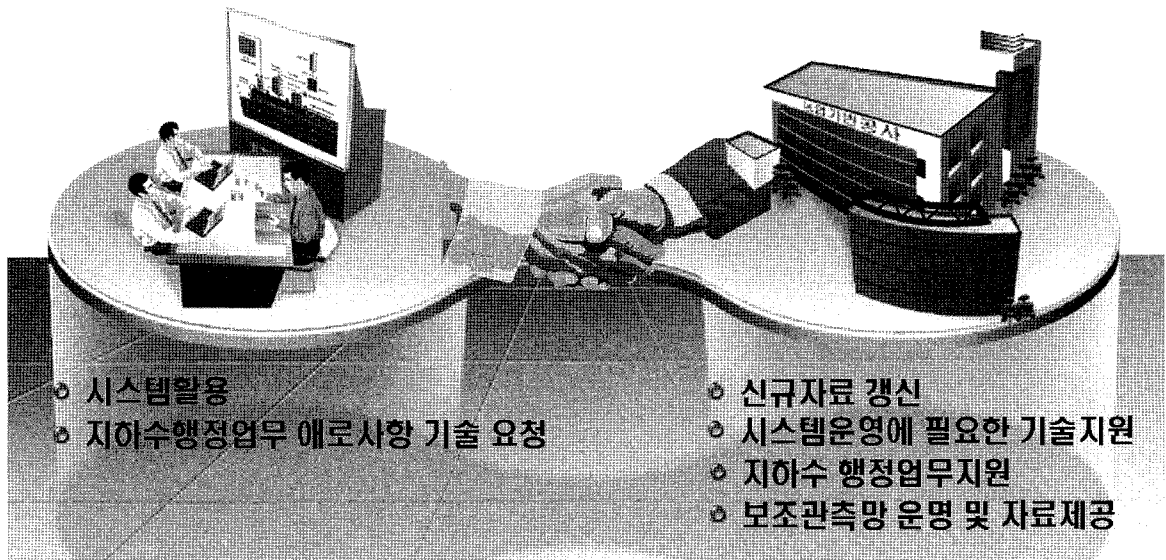
읍면	수량관리		수질관리			
	A그룹 (행정규제)	B그룹 (행정지원)	오염취약환경	NO ₃ -N	TCE	해수침투
계	5개리	18개리	12개리	7개리	3개리	12개리
남양동	-	-	남양동 북양동 신남동 온석동	-	-	신남동 남양동 장덕동
태안읍	반월리 기산리	안녕리 병점리	반월리 병점리	황계리	안녕리	-
봉담읍	수기리	동화 와우 수영 당하	-	-	덕우리	-
매송면	-	-	-	-	-	-
비봉면	-	-	구포리 삼화리	구포리	-	-
마도면	-	두곡리	-	-	-	쌍송리 두곡리
송산면	-	사강리 용포리 신천리	-	봉가리	-	용포리 삼촌리
서신면	-	제부리	-	-	-	제부리 백미리 궁평리 용두리
팔탄면	-	월문리 덕우리 울암리 덕천리	울암리	-	-	-
장안면	-	수촌리	-	사곡리	-	-
우정면	-	-	조암리	-	-	매향리
향남면	-	구문천리	-	-	-	-
양감면	-	-	-	-	-	-
정남면	신리 덕절리	보통리	귀래리	귀래리 제기리 덕절리	괘랑리	-
동탄면	-	-	칭계리	-	-	-

2.4.5 제언 및 발전방향

지하수 자원의 효율적인 개발·이용·보전·관리를 위하여

화성시

농업기반공사

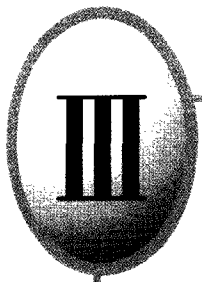
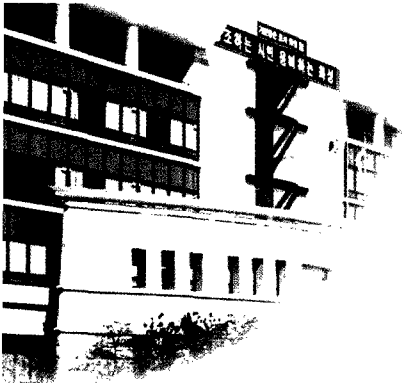
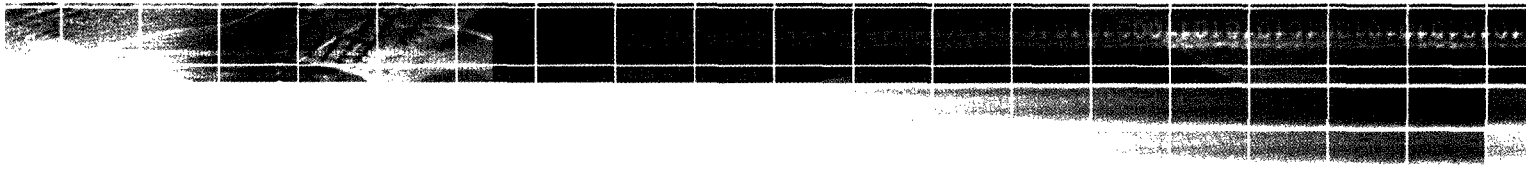


- 시스템활용
- 지하수행정업무 애로사항 기술 요청

- 신규자료 갱신
- 시스템운영에 필요한 기술지원
- 지하수 행정업무지원
- 보조관측망 운영 및 자료제공

- 지하수관리정보시스템을 활용한 지하수 최적관리를 위하여 지속적인 신규자료갱신이 필수적임.
- 이에 필요한 조치로 화성시는 신규 허가·신고 관정에 대한 GPS좌표와 관정제원 등의 정보 및 관정 디지털사진을 주기적으로 농업기반공사에 제공하고
- 농업기반공사에서는 지하수정보관리시스템에 자료를 Up-Date하여 화성시 담당공무원이 활용할 수 있도록 지속적인 신규자료갱신
- 화성시 담당공무원의 지하수 행정업무 애로사항 기술요청에 대하여 지하수 전문기관으로써 적극적인 지하수 행정업무지원
- 시스템운영에 필요한 기술지원 및 보조관측망 운영자료를 제공하여 농촌 지역의 소중한 지하수자원을 지속적으로 보전·관리하여 후손에게 물려줄 수 있는 국가적 소임 수행에 필요한 의사결정지원

여 백

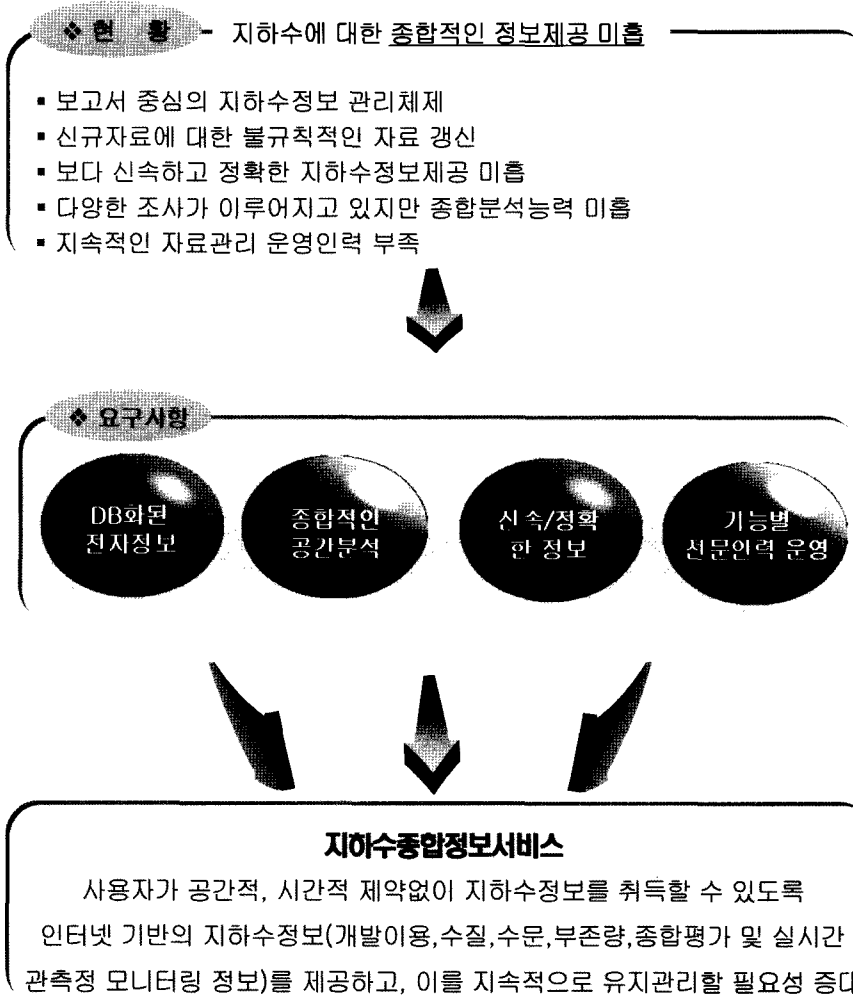


농촌지하수관리 시스템 구축 · 운영

여 백

III. 농촌지하수관리시스템 구축·운영

3.1 배경



3.2 목표

- IT기반의 신뢰성 높은 지하수정보 구축
- 인프라를 통한 국민과 융합되는 공간마련
- 지식정보사회에 대응한 생산성 높은 기관
- 알기쉽고, 접근이 용이한 지하수정보 제공
- ❖ WebGIS를 활용한 행정의 효율성 극대화 및 대국민 정보서비스 제공
 - 고객지향적, 국민의 요구에 부응하는 e-지하수종합정보서비스 구현
- ❖ 다양한 자료축적에 의한 종합분석 및 신뢰성 높은 정보제공
 - 표준화된 통합DB 구축, 질높은 분석자료 생성, 사용자중심의 평가를 통한 국민만족도, 행정의 생산성 및 투명성 향상 등

3.3 운영 계획

3.3.1 개시일자

- ❖ 농촌지하수관리시스템 구축완료 : '05. 12월말
- ❖ 농촌지하수관리정보서비스(Web기반) 시범운영
 - 기 간 : '05. 3 ~ '05. 12
 - 대 상 : 화성시, 부안군, 아산시, 김해시
 - 사용자: 해당 지자체 지하수담당자
- ❖ 시스템 활용
 - 기 간 : '06년 2월 이후 서비스 이용 가능
 - 대 상 : 농촌지하수관리사업 완료 시·군
 - 사용자: 일반인

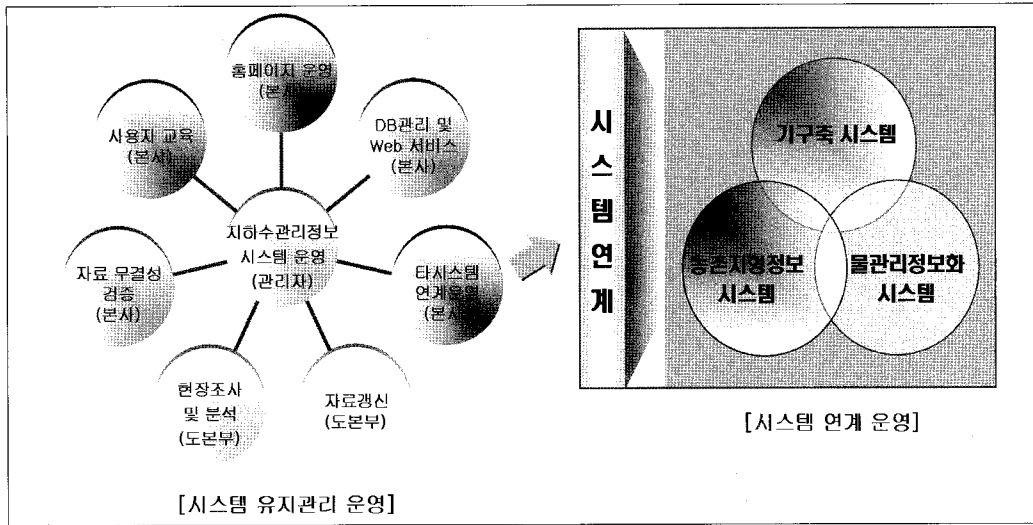
3.3.2 접속방법

- ❖ Internet Explorer 창에서 주소(URL)란에 [Http://www.groundwater.or.kr](http://www.groundwater.or.kr) 입력
- ❖ 농촌지하수관리정보서비스 선택

3.3.3 운영방법

- ❖ 일반인을 제외한 모든 산/학/연/관 회원에 대해서 회원가입 신청을 받고 회원제 운영예정
- ❖ 주민등록번호 대비를 통해 불량회원 가입 제한
- ❖ 산/학/연/관 회원별로 차별적인 지하수관리정보서비스 제공 계획
- ❖ 별도의 지하수정보신청은 인터넷상의 신청서를 통해 받고, 요청목적의 타당성 검토 후 자료 제공(제공형태 및 방법은 신청서상에서 선택 가능함)

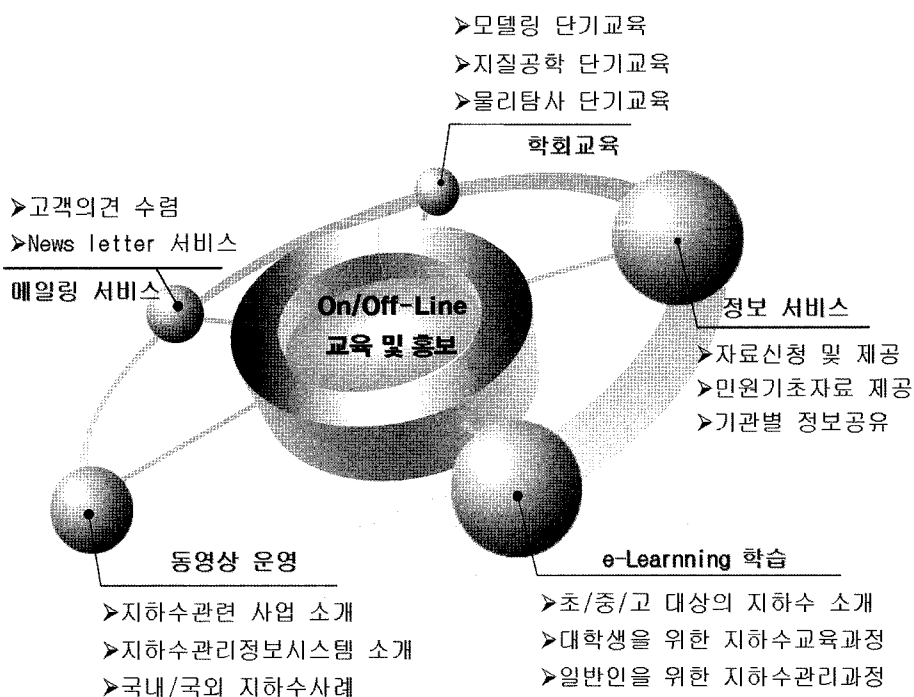
3.3.4 유지관리 계획



❖ 시스템 유지관리 계획

- 도본부 : • 현장조사 및 분석을 통한 자료취득 및 검증
 - 지도정보(주제도) 생성
- 본 사 : • 자료 무결성 검사, • DB관리 및 Web지도서비스 제공
 - 타시스템 연계운영(RGIS, 물관리정보화시스템)
 - 홈페이지 운영, • 사용자 교육
 - 농촌지하수관리/해수침투 관측망 운영
- 지자체 : • 보조관측망 운영

3.3.5 교육 및 홍보계획





3.4 정보서비스내역

일반현황 정보

- 개별관정에 대한 위치, 시설제원, 수위, 수질, 대수층특성 정보
- 물리탐사, 양수시험, 시추내역 등에 대한 정보
- 점오염원(축산폐수, 오수및폐수배출시설, 유류저장시설, 쓰레기매립지)에 대한 위치 및 시설제원 정보
- 일반적인 토양, 지질, 토지이용, 용수이용계획, 기상, 하천 등에 대한 정보
- 관정용도, 구경, 심도별 관정개소수 및 지하수이용량, 지역별 최대, 최소, 평균 개발심도 등의 통계현황
- 지역별 지하수 개발이용, 수질, 수량정보
- 다양한 지하수관리양식 지원

예측 정보

- 수위, 유동방향, 대수층특성 정보에 의한 지하수함양 및 배출지역 예측
- 강우량 및 지하수수위변동에 의한 함양율 및 지하수개발가능량 예측
- 개발가능량대비이용량 및 수질정보를 통한 지하수개발제한구역 예측
- 오염원 및 수질자료의 비교분석을 통한 지하수수질오염 원인 예측
- 지하수개발이용 인허가시 판단기준이 되는 영향반경 및 현황 예측

관리대책 정보

- 수질검사 기준치 이상지역, 오염원 밀집지역, 공업단지, 농공단지, 상업단지 등의 종합적인 공간분석 정보를 통해 최적의 개발적지 및 집중 관리구역 등 관리대책판단 기초자료로 활용
- 수질, 수량분야에서 문제점 발생시 각 분야별 세부적인 정보를 통해 신속 관리대책수립에 대한 기초자료로 활용

3.5 기대효과

행정적 측면

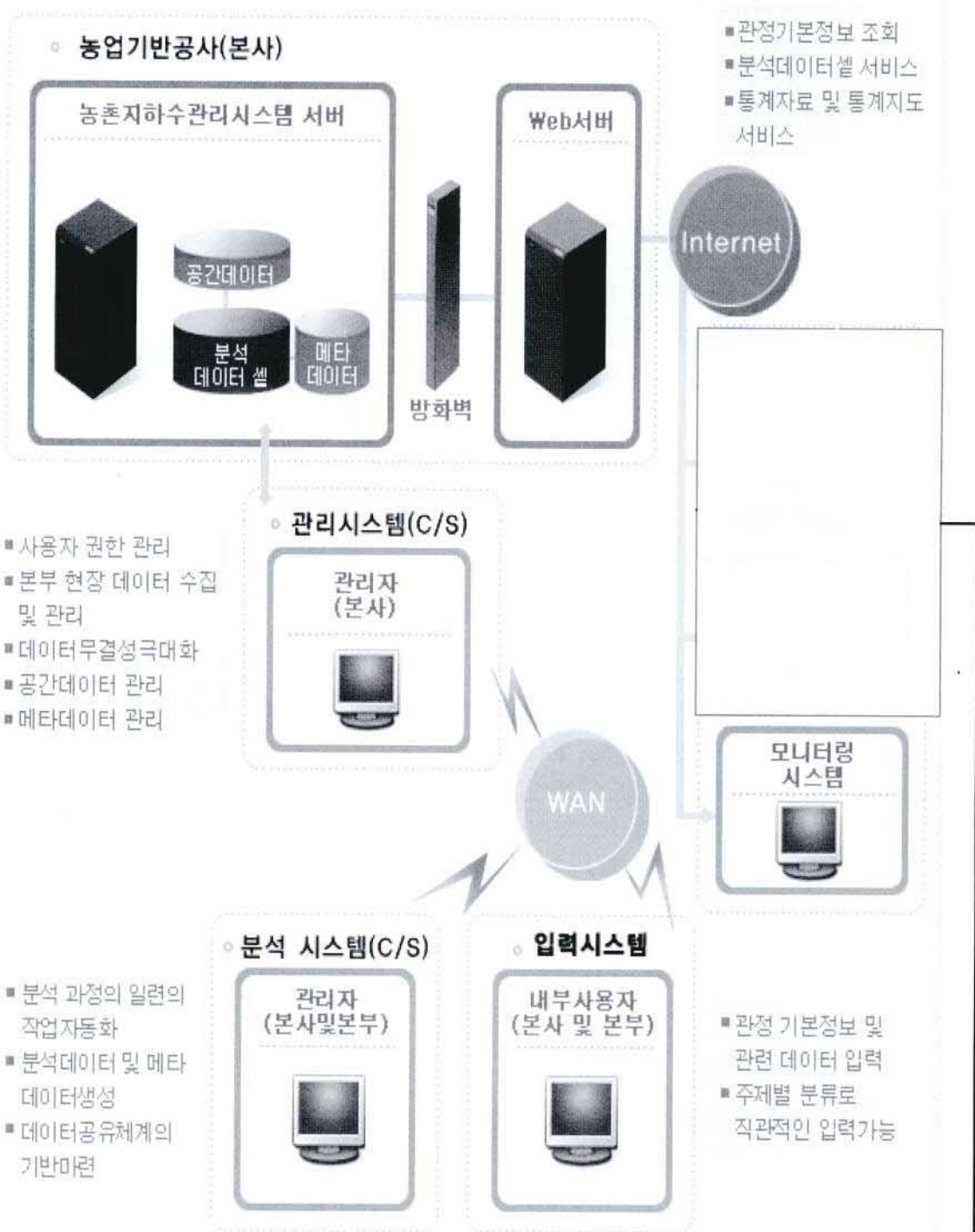
- 지하수자원의 생산성, 과학성, 신뢰성 향상
 - 다양한 지하수정보의 유기적인 분석과 신속한 업무처리로 시간절감
 - 과학적인 분석과 합리적인 의사결정으로 설득력과 수용성 증대
 - 미래 위험발생 예측 및 예방을 위한 기초자료 제공
 - 전국기반 자료구축으로 유기적, 효율적인 지하수 행정구현
- 정보서비스의 품질향상
 - 정량적인 분석자료 제공
 - 신속, 정확한 업무처리에 의한 행정서비스 품질향상
 - 유관기관 자료공유 및 유기적 협조체제 구축

기술적 측면

- 인터넷에 의한 다양한 정보공개 요구 수용
 - 최신정보의 신속한 서비스
- 관리비용의 절감효과
- 지도정보서비스를 통한 정보의 가시성 및 가독성 향상
- 다양한 차트형태의 통계분석 자료 서비스
- 업무의 고도화 및 합리적인 의사결정 지원

3.6 시스템 활용방법

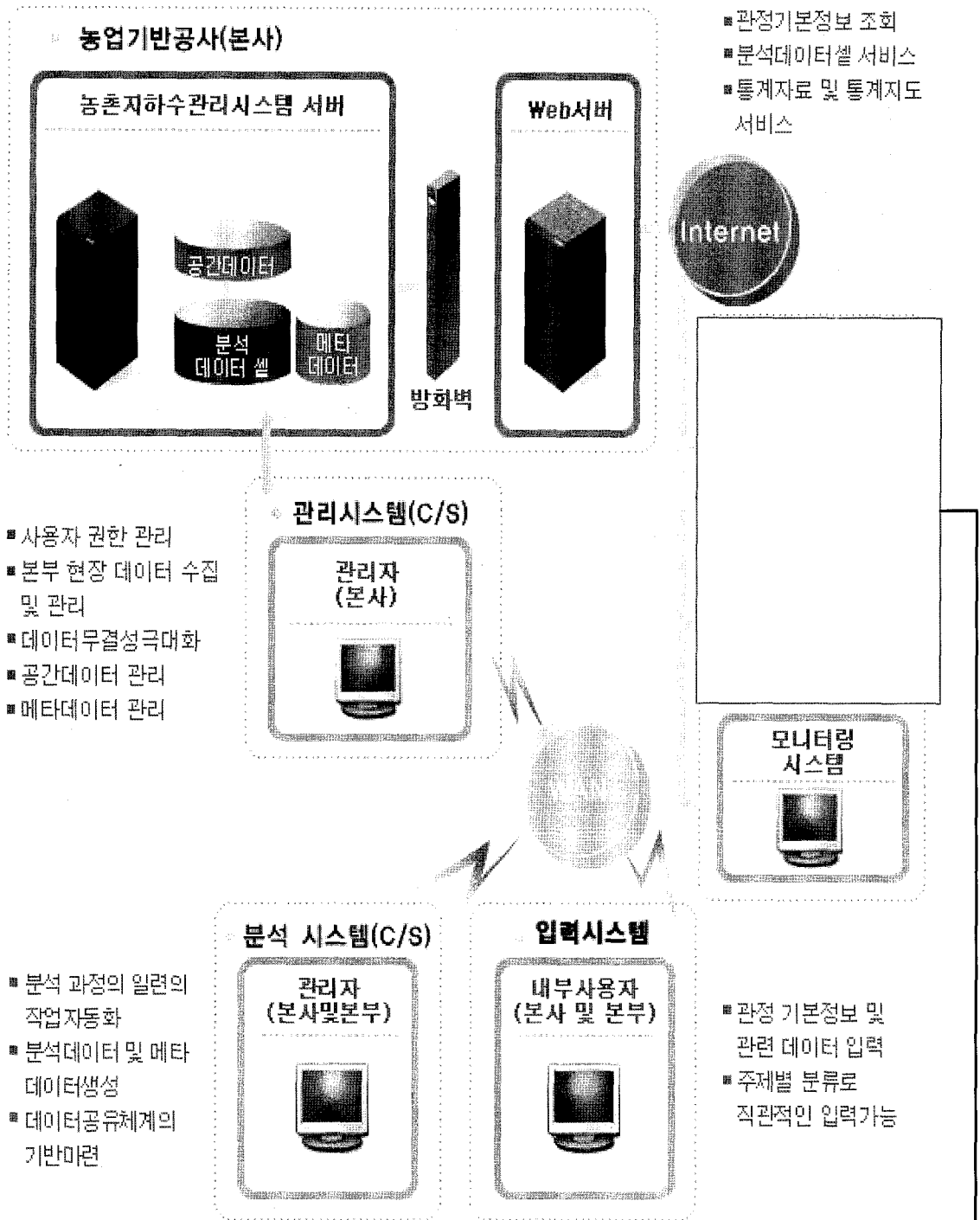
3.6.1 시스템 구성도



※ 모든 민/산/학/연/관 회원은 인터넷을 통해 지하수정보를 취득할 수 있는 Web조회시스템 활용

3.6 시스템 활용방법

3.6.1 시스템 구성도



※ 모든 민/산/학/연/관 회원은 인터넷을 통해 지하수정보를 취득할 수 있는 Web조회시스템 활용

3.6.2 시스템 기능

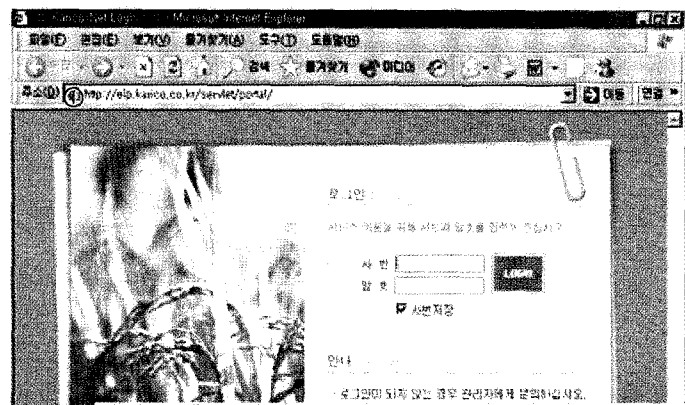


⑤ 지자체업무지원
및 관측정보모니터링

- ① 각종 지도정보 보는 방법
 - 관정, 오염원위치도, 토양도, 지질도, 지하수수위, 수질등치선도, 이용량현황도, 지하수오염취약성도, 개발계획도 등
- ② 다양한 통계현황을 표와 그래프 형태로 볼 수 있고, 지하수정보를 요청할 수 있는 신청서 양식 제공
- ③ 사용자가 쉽게 지도를 조작할 수 있는 기능
- ④ ▶ 관정을 검색하는 방법
 - 대분류 : 신고/허가번호, 소유자, 상호, 용도 공공/사설, 개발년도, 총적/암반
 - 중분류 : 공공, 사설, 생활용, 공업용, 농업용, 총적, 암반
 - 검색어
 - ▶ 지하수현황 및 영향권 분석
 - 지하수에 대한 일반현황(개발이용, 수질, 수량) 정보와 지하수개발에따른 영향반경 및 현황 정보
- ⑤ 지자체에서 활용가능한 지하수개발타당성검토, 오염예측도, 종합평가 등의 정보를 제공함, 또한, 지속적인 관측을 위한 모니터링 자료를 실시간으로 제공

3.6.3 시스템 활용

인터넷을 통해 접속하는 방법은 ?

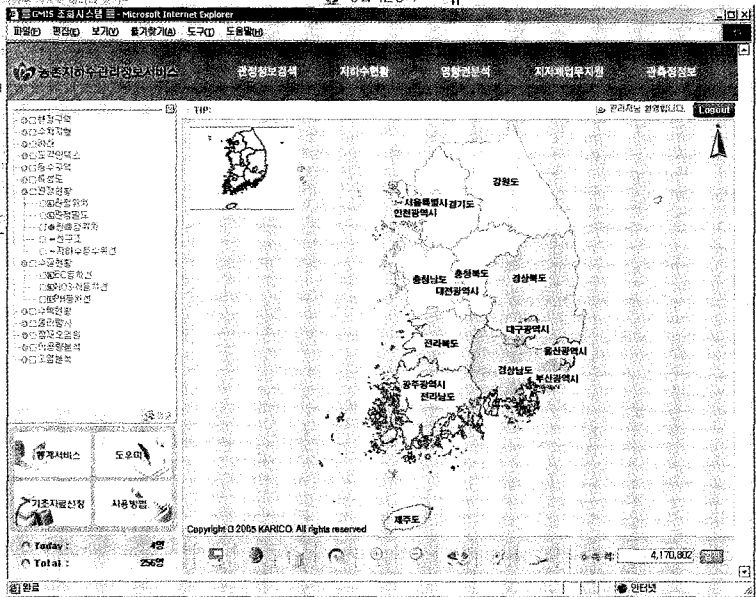


① 인터넷 접속방법 :
- 주소(URL)란에
Http://www.groundwater.or.kr
입력



② 농촌지하수관리정보서비스
버튼 클릭

③ 새창에 농촌지하수관리정보서비스
초기화면이 나타남



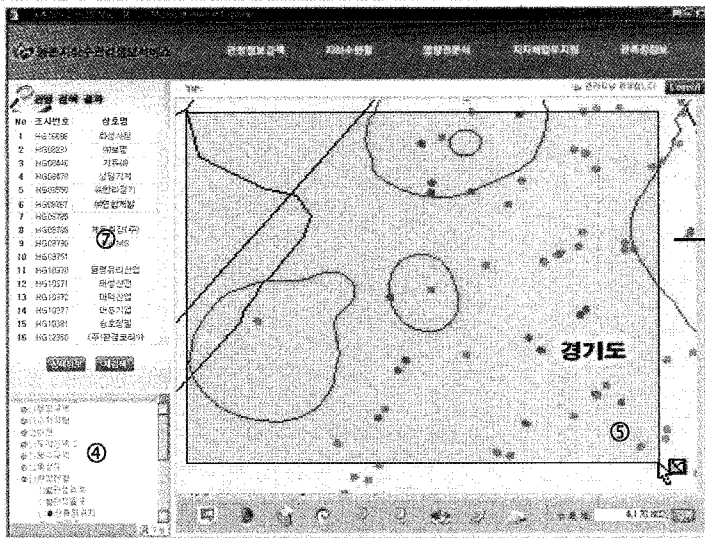
● 개별관정을 어떻게 찾아볼수 있는지요 ?



① 개별 관정 검색을 위해서는 관정정보검색 메뉴에서 속성검색 또는 지도검색을 선택한다

속성검색

- ② 속성검색을 누르면 관정정보 검색메뉴가 보이고
 - 사용자가 원하는 주소를 선택한 뒤
 - 대분류에서 원하는 검색조건 선택
 - 검색어란에 사용자명 혹은 관정 번호를 입력
- ③ 확인 버튼 클릭



지도검색

- ④ 주제도 목록에서 관정 위치도를 체크하고 적용 버튼을 누르면 지도창에 관정이 나타나고
- ⑤ 지도검색을 누르고 마우스 커서를 지도위로 가져가면 커서가 영역을 선택할 수 있는 커서(☒)로 변경이 된다. 이 상태에서 검색을 원하는 지역을 사각형으로 그리면 된다
- ⑥ 지도에서 선택했던 영역의 관정들이 노란색 포인트로 표시가 된다

⑦ 속성검색과 지도검색을 통해 관정 검색이 되면 검색된 관정들의 리스트가 화면의 왼쪽부분에 나타난다. 리스트에서 마우스 클릭을 하면 선택된 관정이 노란색으로 표시되고 지도에서는 선택된 관정의 위치가 광박이게 된다

<계속>



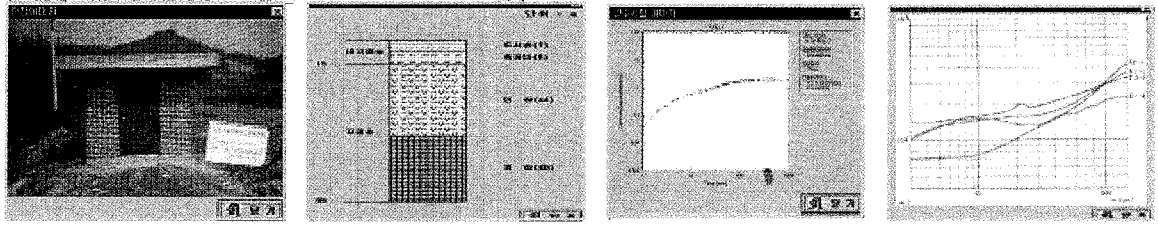
- ⑧ 검색된 관정이 화면 중심에 보임
- ⑨ 속성버튼을 클릭하고 지도에서 관정을 선택하면 사진과 일부 정보가 나타남

지하수 관리조사표

관정번호 : 41590191600022

관정번호	H6000957	조사일	2001-05-14	조사자	홍순복
조사구분	단위기	관리구분	관리구분	관리구분	관리구분
관정위치	사월면안남리	관정구분	관정구분	관정구분	관정구분
중심점	경기도 용인시 남양읍 1937-3	변재	성호	관리번호	
위도	계산/경도	사정자명	안남리	전화	396-7777
관정수질	EC 240 μS/cm, TDS 120 mg/L, NO3-N 0 mg/L, NH4-N 0 mg/L, DO 0 mg/L, T 15.5 °C	관정구분	관정구분	관정구분	관정구분
사정원	농촌지하수관리조사사업	관정구분	관정구분	관정구분	관정구분
관정구분	200 m	관정구분	관정구분	관정구분	관정구분
조사구분	수위 측정	수위 측정	수위 측정	수위 측정	수위 측정
조사구분	수위 측정	수위 측정	수위 측정	수위 측정	수위 측정

- ⑩ 상세정보 버튼을 누르면 관정에 대한 상세내역이 표 형태로 보여지고, 하단의 관정사진, 시추내역, 양수시험결과, 물리탐사 등 버튼을 클릭할 때마다 해당되는 그림이 보여지게 된다.



지하수 관정에 대한 상세 자료를 요청하는 방법은 ?

① 기초자료신청 버튼을 클릭

상 호 명	화성목장		
우편번호	123-548	주소	경기도 화성시 남양면 487번지
대표자 또는 성명(개인)	김길동	주민(법인)등록번호	750000-908777
TEL	031-054-0984	E-mail	test@karico.co.kr
신청목적 (환경, 수자원, 영향평가, 입지선정, 기타)	<input type="checkbox"/> 경계측량 (학위논문, 응용연구, 학술연구)	<input type="checkbox"/> 주출연구 (학위논문, 응용연구, 학술연구)	<input type="checkbox"/> 홍보자료 <input type="checkbox"/> 사업활동
세부용도			
신청지역			
신청내용	사용자 변경에 따른 관정 내역을 검토하고자 합니다.		
② 수록매체	CD, 디스켓, 종이출력물(A4용지), 기타 등 액 1	수령방법	택배우송, 직접수령, 기타 중 액 1
입금방법	무통장입금, 계좌이체 중 액 1		

신청(기관)은 지하수정보 자료를 요청함에 있어 국가지리정보체계연구개발총괄관리법률과 제반 관련규정을 준수할 것을 서약합니다. 또한 당 기관이 제공한 자료에 대하여 불법사용이나 제3자에게 양도·양수하지 않을 것을 서약합니다.

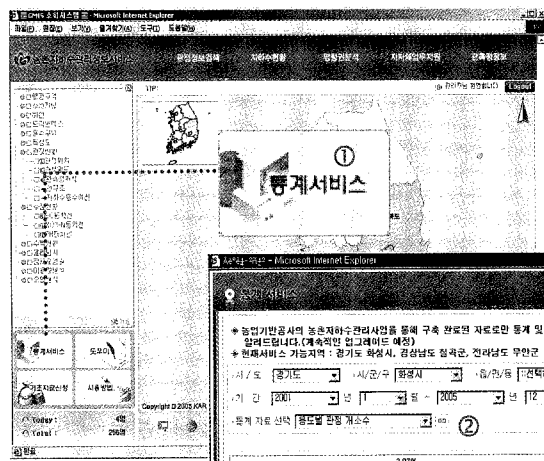
년 월 일

환경지결사업처장 귀하

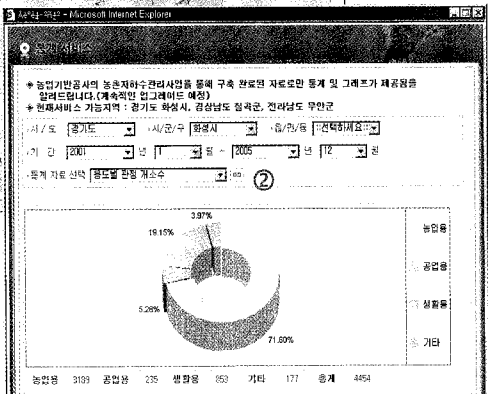
③ [확인] [취소]

③ 요청자의 주소 및 요청내역을 입력하고 확인버튼을 클릭
(※ 단, 신청내용에 세부용도는 반드시 입력)

인근지역의 지하수 통계현황을 보는 방법은 ?

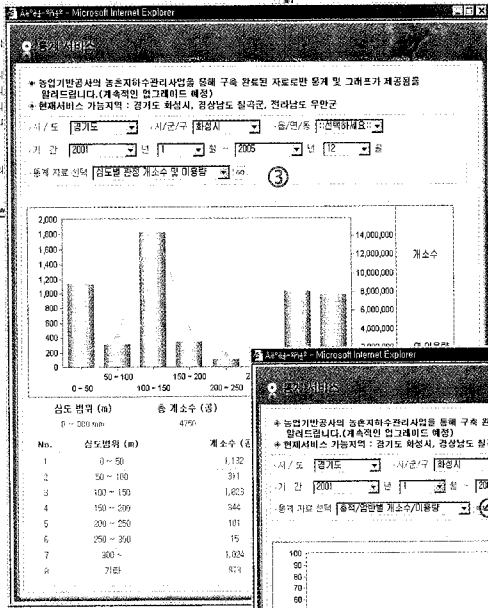


① 통계서비스 버튼 클릭

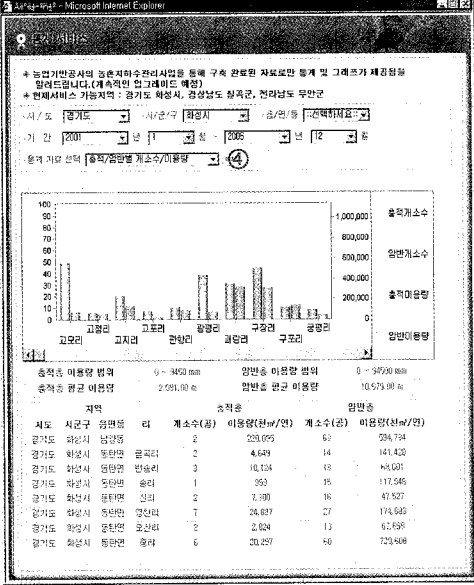


② 행정구역과 관정 개발년도에 따른 용도별 관정 개소수가 그래프와 표 형태로 보여짐

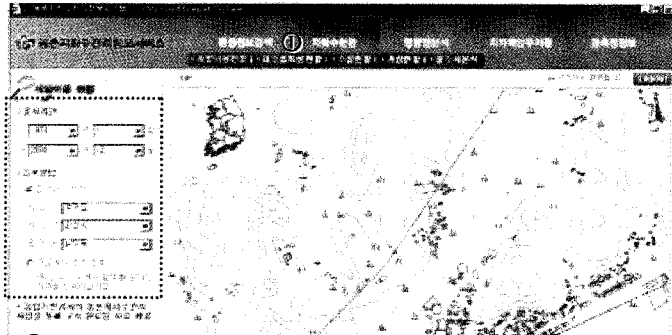
③ 심도별 관정개소수와 이용량이 보여짐



④ 총적/암반별 개소수와 이용량이 보여짐

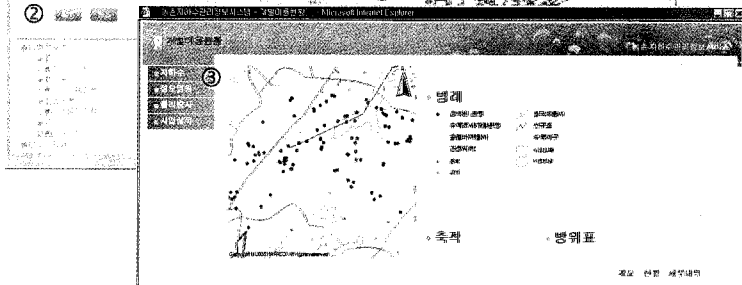


지하수개발예정지 주변의 지하수이용 현황은 ?

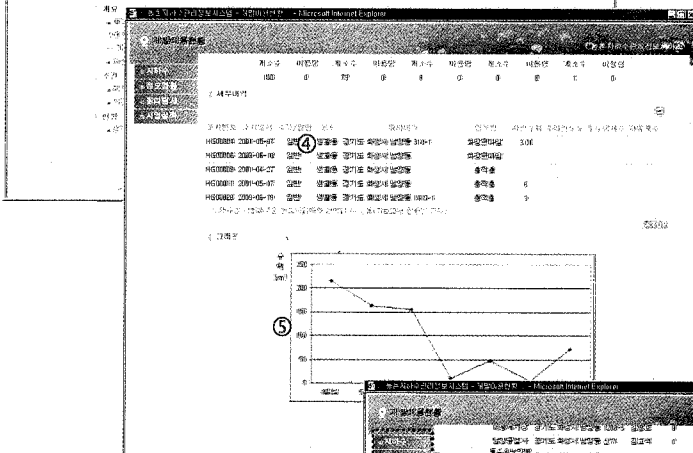


① 지하수현황 -> 개발이용현황 클릭

② 사용자가 원하는 조사기간과 지역선택 (지역선택시 행정구역으로 선택하거나 지도에서 영역을 직접 선택 할 수 있음) 후 확인 버튼 클릭

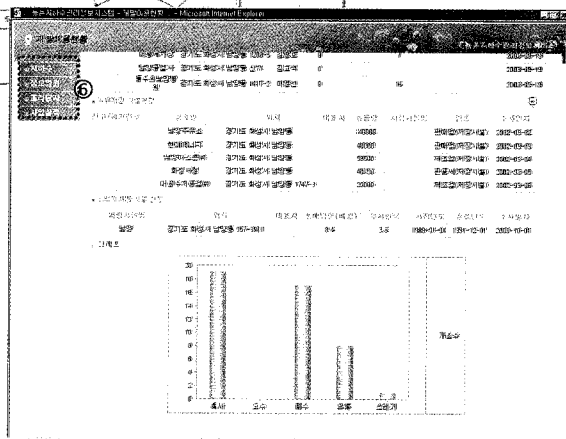


③ ②에 의해 지도와 통계 현황표가 새창에 나타나며



④ 아래로 이동하면 관정세부 내역이 보이고 리스트 중 하나를 클릭하면 ⑤에 자연수위 그래프가 보임

⑥ 점오염원 메뉴를 클릭하면 오염원에 대한 시설내역과 오염원 개소수 그래프를 볼 수 있음. 물리탐사 내역에 관한 부분도 볼 수 있음



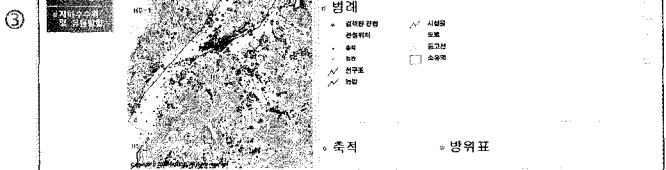
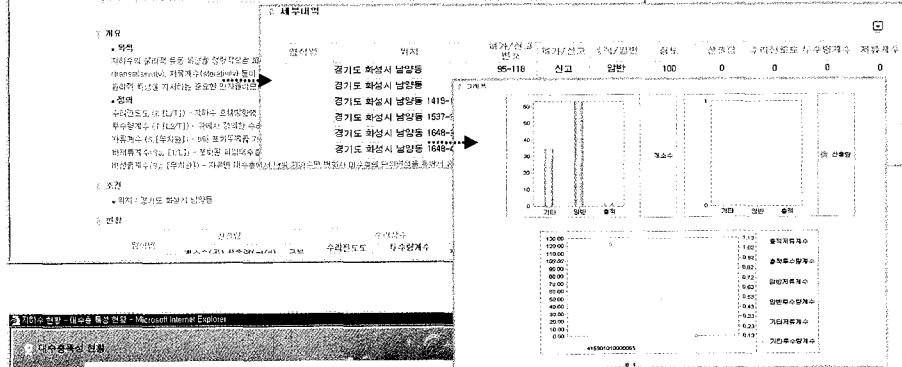
지하수개발예정지 주변의 대수층특성 현황은 ?



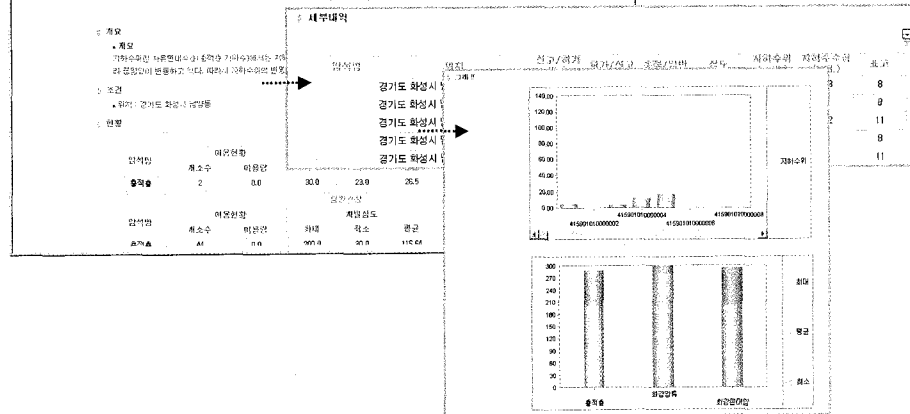
① 지하수현황 메뉴에서 대수층특성 현황 클릭 -> 사용자가 원하는 지역 선택후 확인 버튼 클릭



② ①에 의해 지도와 산출량 및 수리상수 현황이 표로 나타나고 아래쪽으로 이동하면 세부내역과 그래프를 볼 수 있음



③ 지하수위 및 유동방향 메뉴를 클릭하면 지하수위 현황표와 세부내역, 그래프를 볼 수 있음



지하수개발예정지 주변의 지하수 수질현황은 ?

※ 지자체 지하수담당자만 열람가능

- ① 지하수현황 메뉴에서 수질 현황 클릭
-> 사용자가 원하는 지역선택후 확인 버튼 클릭
- ② ①에 의해 지도와 통계 현황표가 나타나며, 마우스로 현장수질현황을 클릭하면 수질 세부내역과 수질조사 자료에 대한 이력 그래프가 페이지 하단에 나타남
- ③ 양음이온 분석을 클릭하면 양음이온 통계 현황표가 나타나고 목록 중 하나를 클릭하면 스티프와 파이퍼 다이어그램이 그려짐
- ④ 수질검사를 클릭하면 수질검사 결과 현황표가 나타나고 목록에서 하나를 선택하면 세부내역을 볼 수 있음

※ 상기 그림은 자료의 보안상 실측 자료와 다를수 있습니다.

지하수개발에정지 주변의 지하수 수량현황은 ?

① 지하수현황 -> 수량현황 클릭

② 조사기간과 사용자가 원하는 지역을 선택하고 확인 버튼 클릭

③ ②에 의해 지도와 통계 현황표가 나타나며, 마우스로 이곳을 클릭 하면,

④ 보시는 바와같이 선택된 관정목록이 보임

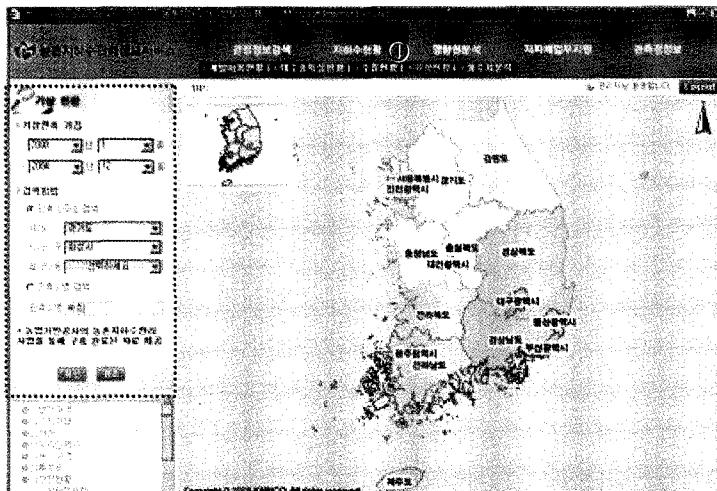
⑤ 또한, 선택된 지역에 대한 조사년도별 이용량 변화추이 그래프가 보임.

관정번호	조사연도	조사구분	관정위치	관정종류	관정상태	관정높이	관정깊이
1	2001-05-09	경기도 화성시 북동쪽	지하수조사관정	관정	정상	2000-10-20	1475
2	2002-05-04	경기도 화성시 북동쪽	지하수조사관정	관정	정상	2001-10-20	1425
3	2003-05-03	경기도 화성시 북동쪽	지하수조사관정	관정	정상	2003-04-20	1380
4	2003-05-03	경기도 화성시 북동쪽	지하수조사관정	관정	정상	2003-04-20	1380

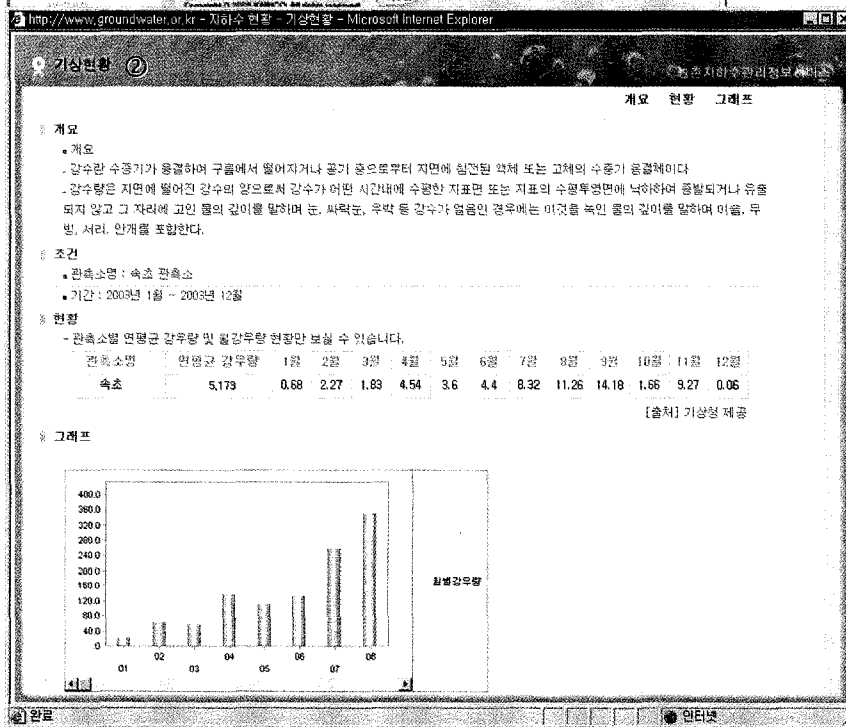
조사연도	개소수 (공)	이용량(천m ³ /년)	증감(천m ³ /년)
2001	1022	6,621,205	0
2002	1027	3,285,320	-3,534,885
2003	2701	18,693,473	15,397,153

* 상기 그림은 자료의 보안상 실측 자료와 다를수 있습니다.

인근지역의 기상현황을 보고자 한다면 ?



① 지하수현황 메뉴에서 기상현황 클릭 -> 사용자가 원하는 기상관측 기간을 선택하고 지역을 선택 하거나 관측소명을 입력한 후 확인 버튼 클릭

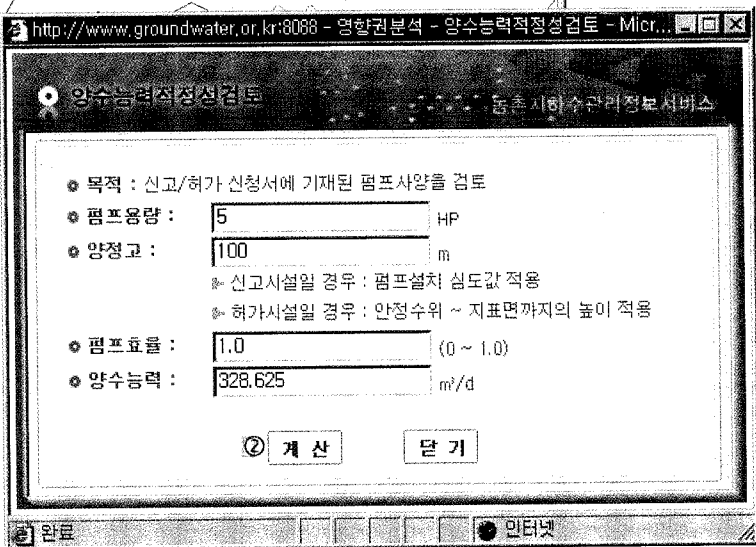


② ①에 의해 관측소의 연강우량과 월강우량 표가 나타나며, 이에 대한 그래프가 보여 짐

● 지하수 개발시 양수능력 적정성검토를 하고자 한다면 ?



① 영향권분석 메뉴에서 양수능력적정성검토 클릭



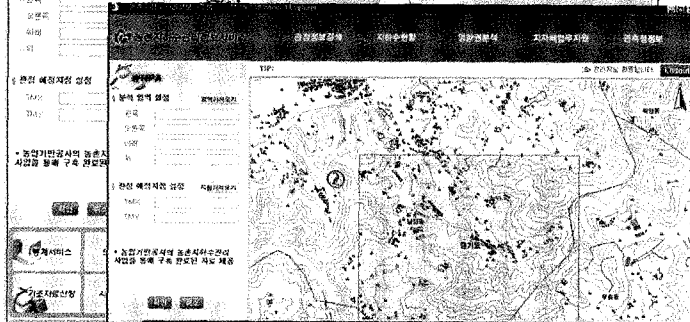
② 양수능력적정성검토 창에서 펌프용량, 양정고, 펌프효율에 값을 넣고 계산 버튼을 클릭하면 양수능력 값이 계산되어 나옴



지하수개발예정지 주변의 지하수 포획구간은(WHPA) ?



① 영향권분석 메뉴에서 WHPA 클릭



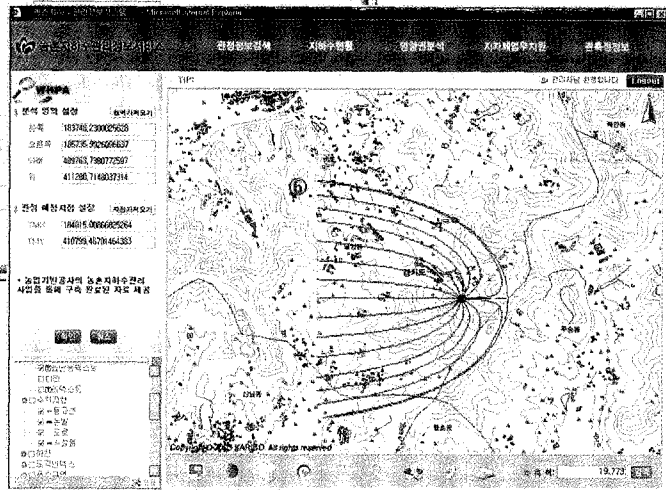
② 영역가져오기 버튼을 클릭하고 지도창에서 마우스로 드래그 하여 영역을 설정함



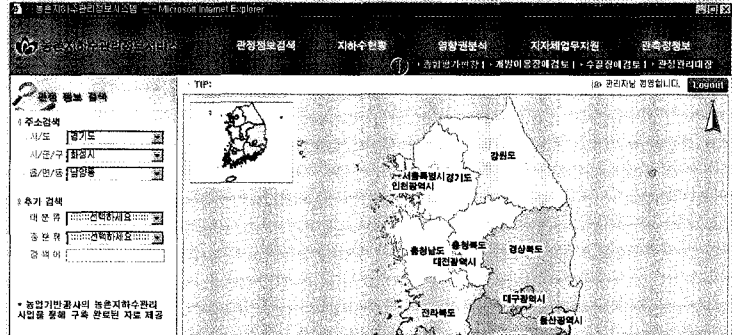
③ ②에서 선택한 영역의 좌표값이 나타났것을 확인하고 지점가져오기 버튼을 클릭한 후 지도에서 원하는 지점을 클릭 함

④ WHPA 인자입력창에 값을 입력하고 확인버튼 클릭 -> 시스템운영자가 분석된 결과값을() 3일내에 통보해줌

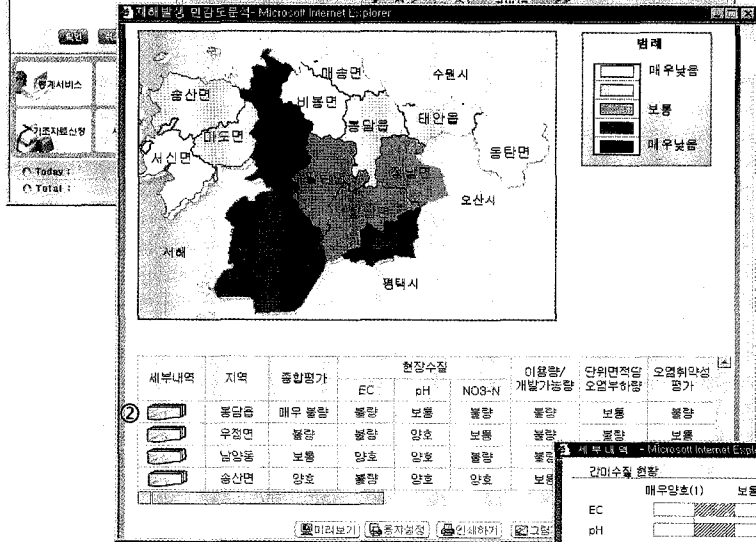
④ 지점가져오기에 사용자가 클릭한 지점의 좌표값이 들어간 것을 확인하고 확인버튼 클릭



지하수종합관리대책을 수립하고자하는데 어느 지역을 먼저 해야되는지 ?

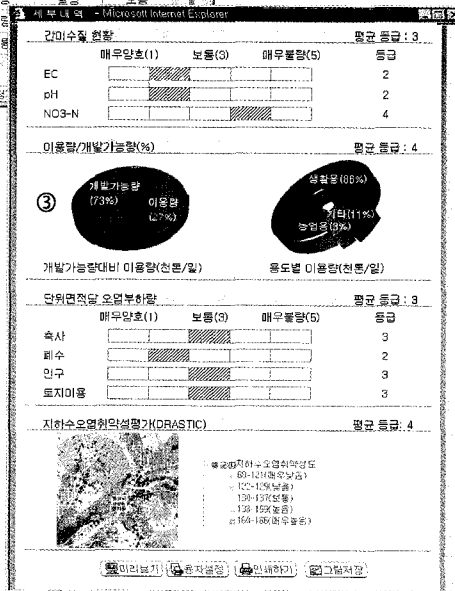


① 지자체업무지원 메뉴에서 -> 종합평가현황클릭 한 후 사용자가 원하는 지역 선택



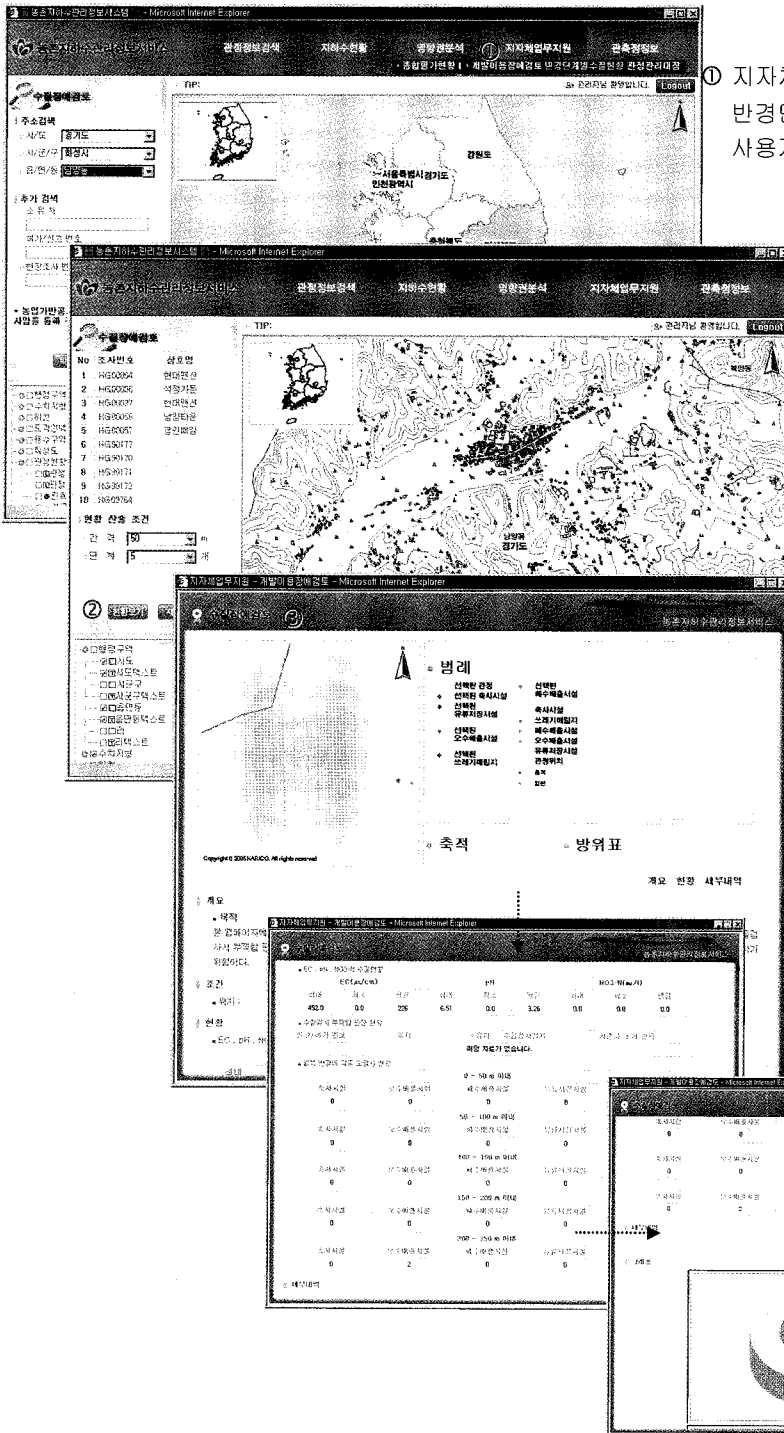
② 선택된 지역에 대한 지하수종합평가현황이 지도와 표 형태로 보이고, 세부내역중 하나를 더블 클릭하면, (* 좌측의 그림은 예시를 위해 임의로 작성된 그림임을 알려 드립니다.)

③ 여러항목별 세부적인 평가결과가 보임



* 상기 그림은 자료의 보안상 실측 자료와 다를 수 있습니다.

지하수개발예정지에서 일정범위의 반경별로 지하수수질현황을 보고자 한다면 ?

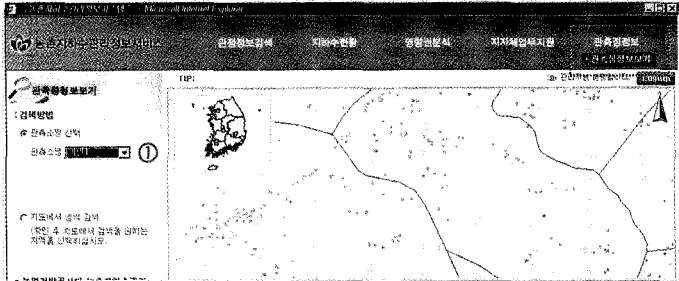


① 지하체업무지원 메뉴에서 -> 반경단계별수질현황 클릭후 사용자가 검색을 원하는 지역선택

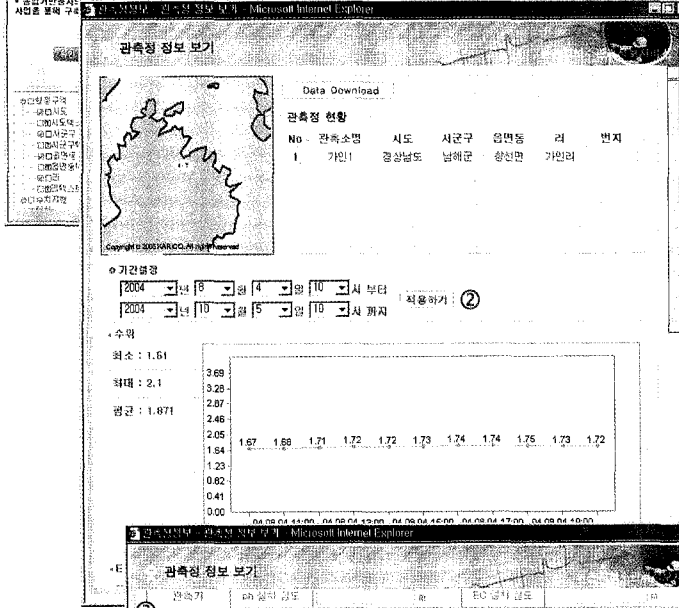
② 검색한 지역의 관정목록이 보이고 목록에서 관정을 하나 선택한후 현황산출조건에서 간격과 단계를 선택하고 현황보기 버튼 클릭

③ ②에 의해 검색조건이 단계별로 지도에 나타나고, 반경내의 수질현황과 오염원 현황과 이에대한 그래프를 보여줌

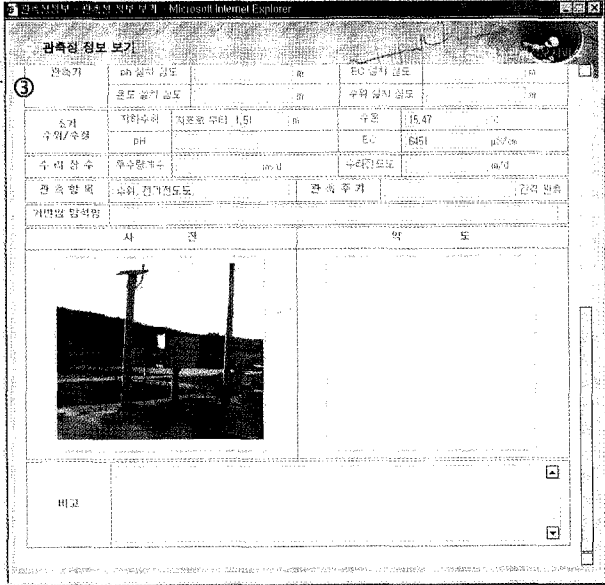
실시간적인 지하수모니터링은 어떻게 이루어지고 있는가?



① 관측정보 메뉴에서 -> 관측정보보기 클릭 관측소명을 클릭하거나 사용자가 원하는 지역을 지도에서 마우스로 선택한 후 확인버튼 클릭



② 선택된 지역의 관측정에 대한 현황과 기간에 따른 수위, EC, 온도 그래프가 보임.



③ 페이지 아래쪽으로 이동하면 검색한 관측정에 대한 세부내역, 시설사진 등이 나타남



용 어 해 설

여 백

[용어해설]

【지하수 용어】

용어	설명
갈수기	여름철에 가뭄으로 수원(水源)의 물이 고갈되는 시기와 겨울철에 적설(積雪)·결빙(結氷) 등으로 물이 흐르지 않는 시기.
관정	지하에 일정한 관을 매설하여 지하수를 채수, 관개용수로 양수하여 이용하는 시설
관측정 모니터링	지하수위 관측 또는 압력수위를 관측하기 위한 비 양수용 우물에서 지하수에 오염물질, 염수 등이 침투해서 들어오는 것을 지속적으로 감시하는 것
구조선 밀도	단위 격자당 구조선의 개수와 교차점의 개수를 감안하여 가충치를 주어 구하는 밀도값
국가지하수관측망	전국의 지하수 수위변동실태 등 지하수 부존특성을 조사하기 위하여 건설교통부 장관이 설치한 지하수 관측시설
대수층 특성	대수층의 수리적 거동과 채수에 대한 반응을 결정해 주는 대수층의 특성
대형관정	시추기 또는 대구경 착정기를 사용하여 구경 200~600mm로 굴착한 후 구경 150~400mm의 철제 또는 pvc유공관을 공내에 설치함. 대형관정은 채수대상 지층 및 심도에 따라 층적관정과 암반관정으로 구분함
동위원소	원자번호는 같으나 질량수가 다른 핵종. 원자핵 중의 양성자 수가 같아도 중성자수가 다름. 종래의 화학원소 중 동위원소를 판별하는 것은 화학적방법으로 불가능하였으나, 물리적 방법에서는 판정할 수가 있다.
변성암	암석에 큰 압력이나 높은 온도가 가해져 화학성분의 가감이나 교대가 일어나거나 또는 이들 두 작용이 같이 일어나는 변성작용에 의해 생성된 암석
보조지하수 관측망	국가지하수관측망을 보완하기 위해서 시도지사가 설치한 지역 지하수 관측시설
비양수량	단위수위강하량에 대한 우물의 양수량



비점오염원	강우유출과 같이 오염원이 특정한 지점에 한정되지 않고 널리 분산되어 있는 오염형태
비포화대(I)	지표면과 지하수면의 사이 지역. 공극이 대기압보다 적은 압력의 공기나 다른 기체와 물로 채워져 있으며 통기대라고도 함.
소형관정	시추기 또는 소형착정기를 이용하여 직경 75~100mm로 지하 10~20m 심도로 굴착한 후 구경 30~50mm 내외의 철제 또는 pvc 유공관을 공내에 설치한 관정으로 농림부에서는 정착된 동력장치를 이용하지 아니하고 농업용 지하수 1일 채수량 50m ³ 이상(도서, 해안 등 특수지역은 30m ³ 이상)으로 시설기준을 규정함
수리전도도	다공질 매질(porous medium)에서 단위 수위 구배하에서 단위시간 동안 지하수 유동 방향에 수직인 단위면적을 통해서 흐를 수 있는 물의 부피. 수리전도도에 대수층의 두께를 곱하면 투수량계수가 얻어짐. 파쇄매질(fractured medium)에서는 파쇄대의 밀도와 절리의 틈간격(aperture)에 좌우되는 수리상수.
수맥조사	지하수 개발 예정지를 대하여 사전에 지하수 부존상태 및 개발 가능량 등을 조사하여 개발성공율을 제고하고, 지하수장애를 예방하기 위한 지하수영향조사를 실시하여 합리적인 지하수개발 추진
수문지질단위	지질시대, 암석의 종류, 암상, 지형, 공극의 형태 및 투수계수, 투수량계수, 저류계수, 지하수 산출량과 같은 세부수리지질특성 등을 대표적인 설정기준으로 하여 나눈 단위로 수문지질도 작성을 위한 기본단위로 쓰인다.
순간수위변화시험	우물에 체적을 알고 있는 덩어리(Dummy)를 순간적으로 투입하면 지하수위가 순간적으로 상승하고 시간이 지남에 따라 수위가 원래의 상태로 돌아가는데 그 동안의 시간에 따른 수위 변화를 측정하여 우물 주변의 대수층에 대한 수리특성을 파악하는 시험
안정수위	우물에서 양수할 때 수위 강하가 일어나다가 평형상태에 도달하여 더 이상 수위가 변동하지 않고 일정하게 유지 될 때의 수위

암반관정	암반 지하수를 채수하는 정호
양수량	일정한 시간에 양수한 유체의 양으로 L/s, m ³ /s, L/min, m ³ /min 등의 단위를 쓴다.
양수시험	동일 대수층에 양수정과 관측정(observation well)을 설치하여 양수정에서 양수하는 동안의 관측정에서 수위강하 또는 양수정지 후의 수위상승 상황 등을 관측하고, 그 결과에서 대수층 상수를 구하는 시험
오염발생부하량	수계나 자연환경에 유입되어 악영향을 미치는 오염물질의 유입량
오염취약성도	지하수 부존 특성과 관련하여 토양과 지층 구조 특성에 의하여 지역별로 오염물질 유입 및 확산에 대한 저항정도를 일정 기준 수치로 표시하는 방법을 말하며, 국제 수리학회 검증을 거쳐 권장하는 기법 중 가장 활용도가 높은 기법은 DRASTIC 기법이다
온천공검사	온천법 시행령 제 3조에 의거 온천으로서의 적합성 여부 판단을 위한 온천공검사와
자연수위	양수를 하지 않은 상태의 지하수위
잠재오염원	지하수에 유입되어 지하수 환경에 악영향을 미칠수 있는 유해한 물질들을 말한다.
저류계수	대수층에서 단위면적당 단위수두의 변화로부터 방출 혹은 유입되는 물의 양으로 단위가 없다.
적정개발가능량	장기적인 지하수 채수로 인한 주변환경 피해가 없고, 대수층을 보호하면서 지하수를 안정적으로 개발 이용이 가능한 양을 말함
전기전도도	전기장이 가해졌을 때 전류를 흐르게 할 수 있는 물질의 능력. 등방성 물질에서 전기비저항의 역수
점오염원	생활오수나 산업 폐수처럼 오염원이 특별히 한정되어 있는 오염형태
지하수	지하의 지층이나 암석사이의 빈틈을 채우고 있거나 흐르는 물을 말한다.
지하수 모델링	지하수 오염을 모의하는 모형

지하수수질 측정망	전국적인 지하수수질 현황과 수질변화 추세를 정기적으로 파악하여 지하수 수질보전정책 수립을 위한 기초자료를 확보하고자 지하수법 제18조(수질오염의 측정) 및, 지하수수질보전등에관한규칙 제5조(측정망설치계획의 수립·고시)에 의해 환경부에서 설치한 측정망을 말한다.
지하수 영향조사	지하수의 개발 · 이용이 주변지역에 미치는 영향을 분석 예측하는 조사를 말한다.
지하수 오염 예측도	현재의 오염 plume으로 부터 미래의 확산범위를 예측하기 위하여 오염물질 거동 분석 모델링을 실시하고 그 결과로서 미래에 예측되는 농도분포도를 예상하는 도면을 말한다.
지하수위변동 곡선 해석	지하수의 수위 등 수리특성인자를 경과시간에 따라 표시한 그림을 지하수위 변동곡선이라하며, 유입량 유출량의 각 변수를 파악하여 검토하는 것을 말한다.
지하수함양량	전체 강우량 중에서 증발산과 직접유출에 의해 유실되는 수량을 제외한 활용 가능한 빗물의 양을 의미한다면, 유효 지하수 함양량은 지하로 함양된 빗물의 양 중에서 현실적으로 활용가능한 지하수 함양량으로 정의할 수 있다.
지형경사(T)	임의의 거리에 대한 고도의 변화율을 나타내는 것으로 수치표고 모델에서는 격자간격에 대한 변화율을 의미한다.
질산염 짜비교	일반식 $M(NO)$ (M은 가의 양이온)으로 표시되는 화합물. 독립적이 아닌 표본으로부터 관찰치를 얻었을 때 이에 대한 가설검정을 짜비교라고 한다
청색증	입술이나 조상(爪傷;긁혀서 생긴 생채기) 등 피부 및 점막이 암청색을 띠는 상태.
총고용물질	증발잔류물에서 부유물질을 뺀 값이다. 따라서, 총고용물질은 물 속에 존재하는 용존물질과 콜로이드물질을 합한 양이다. 총고용물질은 단순히 물리적인 침전방법이나 화학적인 응집처리 방법으로 제거할 수 없는 물질을 나타내고 있다.
총적관정	총적층 지하수 또는 하천복류수를 채수하는 정호
토양오염 대책기준	오염의 정도가 사람의 건강과 동식물의 생육에 지장을 초래할 우려가 있어 토지의 이용중지, 시설의 설치금지 등 규제 조치가 필요한 정도의 오염 기준이다. 이 기준을 초과 하면 토양보전대책지역으로 지정할 수 있다.

토양측정망	환경정책기본법 제15조(환경오염의 조사), 토양환경보전법 제5조(토양오염도 측정등) 및 동법시행규칙 제3조, 2000 토양측정망 설치계획 고시(제2000-30호, '00.2.29)에 의해 전국적인 토양오염 실태파악을 위해 설치 운영중인 측정망을 말한다.
퇴적암	풍화 및 침식을 받은 암석이 운반 및 퇴적작용으로 낮은 지면이나 수저에 쌓인 후 고화 작용을 받아 굳은 암석
투수량계수	피압대수층의 두께를 고려한 투수계수(T)로 단위는 $m^2/일$ 이다. $T=K \times B$ (여기에서 B는 대수층의 두께를 나타낸다.)
포화대두께	정수압(hydrostatic pressure)하에서 물로 포화되어 있는 곳, 토양 또는 암석 중 모든 공극이 대기압 이상의 압력을 갖는 물로 채워져 있는 부분을 포화대라하며 이것의 두께를 말한다.
풍수기	하천의 물 따위가 풍부한 시기
해수침투조사	해안지방의 대수층은 해수와 담수가 경계면을 가지고 평형을 이루며 담수가 바다쪽으로 흐르게 된다. 그러나 해안지방이 개발되어 지하수의 채수가 많아지면, 담수의 수두가 감소하여 해수가 대수층 내로 들어오는데, 이와 같은 현상을 해수침투라고 하고 이것을 조사하는 일을 해수침투조사라한다.
화성암	지하 깊은 곳에서 생성된 마그마가 지각 중에 상승 관입하거나 지표에 분출한 후 냉각 고결되어 생성된 암석으로 크게 화산암과 관입암으로 분류된다.
DRASTIC	다음과 같은 7가지 요인들의 대표문자를 조합한 용어로 이들 각 인자들의 지하수 오염에 대한 상대적인 영향을 평가하기 위해 각 인자에 가중치(weight), 범위(ranges), 등급(rating)을 수치로 부여하여 일정 지역에서의 DRASTIC 지수를 산출하고, 이 지수를 비교하여 주변지역에 대한 상대적인 지하수의 오염 가능성을 평가하는 기법이다. D : 지하수면의 깊이(Depth to water) R : 지하수 함양량(net Recharge) A : 대수층의 구성매질(Aquifer media) S : 지표토양의 구성매질(Soil media) T : 지형(Topography) I : 비포화대 매질의 영향(Impact of the vadose zone media) C : 대수층의 수리전도도(hydraulic Conductivity of aquifer)



Feed back	출력을 입력쪽으로 되돌리는 것. 되먹임·환류(還流)라고도 한다. 즉 제어량(制御量;출력)을 검출해서 그 신호를 원래의 목표값과 비교하여 출력이 적정한 값이 되도록 입력쪽으로 빼낸 값을 전달하는 경로를 말한다. 이와 같은 기능을 갖춘 시스템을 피드백시스템이라 한다.
PCE	테트라클로에틸렌으로 지하수 및 토양오염을 유발시키는 인체에 유해한 주요물질로 알려져있다.
Piper diagram	지하수 수질 분석된 결과 등을 해석할 때, 가장 기본적으로 용존이온종의 함량비를 나타내는 piper diagram을 통해 지표수의 화학성을 해석하는 방법이다.
SCS-CN 침투량분석	지역단위 지하수함양량을 산정하는데 있어, 강우의 침투량을 구하고 여러해의 평균 침투량과 평균 강우량을 비교하여 지하수 함양율을 구하는 방법을 말한다.
Stiff diagram	수질의 화학분석 결과를 나타내는 다이어그램의 하나로, 좌측에는 양이온, 우측에는 음이온을 도시하여 각 점을 직선으로 연결한 도형으로 나타낸다. 단위는 epm(equivalent per milloin)으로 나타낸다.
TCE	트리클로로에틸렌으로 지하수 및 토양오염을 유발시키는 인체에 유해한 주요물질로 알려져있다.
Thiessen 강수량	어떤 지점의 강수량과 그 지점에 의하여 대표되는 면적으로 계산된 강수량의 합을 이용하는 방법

【GIS 용어】

용어	설명
ArcGIS	ESRI GIS 소프트웨어 발전에서 중요한 획을 긋는 것으로 평가되는 ESRI사의 최신 소프트웨어 제품군. 공간/속성 데이터의 입력 및 수정 그리고 분석에서 단연 독보적인 위치에 있다.
Base Map	한 나라의 가장 기본이 되는 지도로서 국토전역에 걸쳐 통일된 축척과 정확도로 엄밀하게 제작된 지형도를 의미하며, 일정한 기준에 의하여 유지 관리되는 지도로서, 3차원위치표현도로 특별한 속성을 가진 자료를 추가적으로 편집할 경우에 그 토대가 되는 정보를 보여주는 지도이다. GIS의 위치를 표시하기 위해 기준이 되는 지도, 일반적으로 자연적인 지표사상이나 항구적인 인공물이 표시된다.
Boundary	특정지역의 경계를 표시하기 위한 곡선의 집합 또는 교차하지 않는 폐곡선을 말한다.
Catchment	단일 유로에서 물이 모이는 지역. 자연 배수지로, 하천 유역과 동일한 의미일 수도 있으며, 강우나 삼투수를 하천으로 흐르게 하는 분수령이다. 그러나 지하수가 있는 지역에서는 지표 기복에서 찾아낸 유역보다 더 넓거나 좁을 수도 있다.
Cell	도형의 최소 구성 단위인 기본요소 (Primitive Complex)의 그룹 또는 복합요소(Complex)로 구성하여 반복되는 형태의 심볼 이나 도형요소를 처리하기 위한 하나의 Complex Element. 격자 (Grid Cell), 그리드에서의 격자형 기본요소. 격자방식의 공간에 대한 특성 정보의 가장 기본적 단위를 말한다.
Coverage	커버리지란 분석을 위해 여러 지도 요소를 겹칠 때 그 지도 요소 하나 하나를 가리키는 말로써 커버리지 하나는 독립된 지도가 될 수 있고 완성된 지도의 한 부분이 될 수도 있다.
DEM	Digital Elevation Model 의 약어로서, 지형 기본도 상에서의 표고 데이터의 디지털과 동등한 Fine 그리드의 교선에 기록되고 사변형에 의해 조직된 지형고도에 관한 파일. DEM은 지형의 위치에 대한 고도를 일정한 간격으로 배열한 수치정보이다

DBMS	① 자료 기반 관리 체계 ② 데이터베이스내의 정보를 구성하는 컴퓨터 프로그램의 집합. DBMS는 표준형식의 데이터베이스 구조를 만들 수 있으며 자료 입력과 검토, 저장, 조회, 검색, 조작할 수 있는 도구를 제공한다.
Digital Map	① 수치지도는 컴퓨터를 이용하여 생성된 지도로서 도형자료와 관련된 속성을 함께 지닌 지도 - 기존의 지도에 표시된 정보와 관련정보를 수치화하여 전산기용 기록매체에 기록한 수치 좌표계를 사용하는 지도
Digitizing	지도나 도면을 표현할 수 있는 전자적 또는 전자기적 평판인 디지털타이저를 사용하여 점, 선, 면의 좌표를 입력하는 지도 또는 도면의 수치화 작업의 하나이다.
Ellipsoid	균일하지 않은 지구의 밀도 때문에 생긴 변화를 고려하지 않고 근사화시킨 지구의 가상적 모양을 말한다.
Feature	지형도는 지구표면의 일부분을 평면상에 높이, 거리, 위치를 측정 가능한 형식으로 축척에 맞게 전개하고 기호로 나타낸 것이다. 이런 기호화된 지형지물을 지도를 이루는 기본적인 지형요소(Feature)라 한다. ② 더 세분되지 않는 실제 있는 그대로의 특성. ③ GIS와 관련하여 실제로 존재하는 대상물이거나 개념적으로 규정한 대상물.
Foreign Key	다른 테이블에서 기본 키로서 사용된 하나 혹은 그 이상의 열로 분리된 테이블 내에서 속성값이 고유하게 한 도면요소를 식별하는 속성을 말한다.
Geodetic coordinate	① 지구상의 점을 경도, 위도로 표시하는 것을 말한다. ② 지구타원체에서의 경도, 위도, 지구타원체로부터의 높이 (λ, φ, h)로 표현한 좌표계.
Internet GIS	인터넷 기술을 GIS와 접목시켜 인터넷 환경에서 지리정보의 입력, 수정, 분석, 출력 등의 작업을 처리하여 네트워크 환경에서 GIS 서비스를 제공할 수 있도록 구축한 시스템이다.
Kinematic Positioning	간섭위치결정에 있어서 기준점에 한 대의 수신기를 고정시키고, 또 한대의 수신기는 다수의 미지점을 수초부터 수분간을 순차로 관측하는 방법이며, 이동 측량방법을 세분하면 여러 가지 방법이 있다. 즉 유사 키네마틱, Stop and Go, Rapid 스테틱, 연속 키네마틱 방법이 있다.

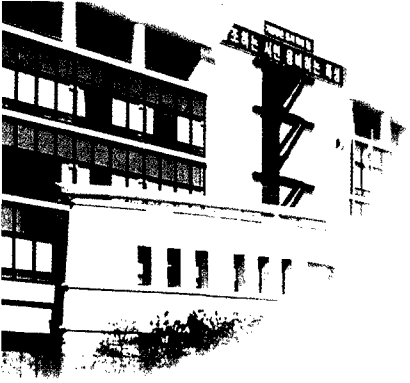
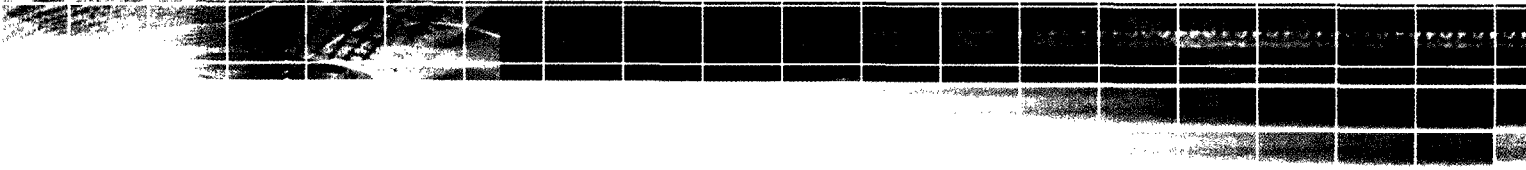
Layer	하나의 물체가 여러개의 논리적인 객체들로 구성되어 있는 경우 이러한 각각의 객체를 하나의 레이어라 한다. ② 한 주제를 다루는데 중첩되는 다양한 자료들로 한 커버리지의 자료 파일을 말한다.
NGIS	지리정보들간의 통합 및 연동을 지원하기 위한 기본지리정보로서 공공목적을 위해 국가가 제공하는 것이 바람직한 기본지리정보 - 위치기준 및 데이터 통합을 위한 연결기준을 제공
Network Analysis	도로 네트워크를 통한 최적 경로계산, 네트워크 시스템 능력, 또는 네트워크의 시설물을 위한 최적의 위치 등의 네트워크상의 위치간 관련성을 고려하는 분석 기술이다. 이러한 분석에는 최적 경로 분석, 자원할당 분석 등이 있다.
Overlay Analysis	새로운 공간적 경계들을 구성하는 지도를 형성하기 위해서 두 개나 그 이상의 지도에서 공간적 정보를 통합하는 진행 과정. 최적 분석과 위험 평가, 가능성 평가 계산을 위하여 합체된 점, 선, 다각형의 위상 구조를 재구축하고 합체된 속성에 대한 조직을 포함하는 두 레이어 이상을 중첩시키는 것을 말한다.
Projection	지구표면의 일부 또는 전부를(엄밀한 의미에서 회전타원체) 평면상에 축척에 따라 표시하는 것으로 많은 투영법이 있고 각각은 특수한 목적에 따라 특정 파라미터를 갖는다.
RMS	잔차 제공의 평균에 제공근을 취한 것으로서, 표준편차의 정의와 동일하다. 그러나, 분산과 표준편차는 미지수 1개에 대한 반복관측에 의한 개별관측의 정밀도인데 반하여, RMSE는 미지수 2개 이상이 포함된 관측의 정밀도를 나타낼 때 사용하는 용어이다.
Raster data	규칙적인 공간배열 속에서 표현되는 자료로 GIS 자료형태에는 래스터자료와 벡터자료가 있다. 래스터자료는 전체 면을 일정크기의 격자(영상소: Pixel)의 집합으로 구성하며, 어떤 위치의 격자의 값을 저장하고 연산하며, 표현하는 방식이며, 래스터식 자료구조의 가장 간단한 형태는 그리드(Grid) 셀(Cell), 또는 픽셀(Pixel)로 구성된 배열(Array, Raster, Matrix or Lattice)이다.



SDE	Spatial Database Engine의 약어로서 SDE S/W는 표준 RDBMS에서 저장 및 관리되는 공간자료에 빠르게 접근하도록 도와주는 ESRI의 S/W 기술이다.
Spatial Analysis	공간 차원을 가진 지형적 실체의 위치연구와 관련된 분석기술 혹은 계량분석이라고도 한다. 지리적 특징들에 대해 새로운 정보를 추출하거나 작성하는 과정, 특징의 분포, 네트워크 또는 영역 및 이들 특징 사이의 관계를 결정하는 기술. 공간분석에는 인접성 분석, Surface분석, Linear분석, 래스터 분석의 4가지 유형과 Topological Overlay가 있다.
TIN	Triangulated Irregular Network의 약어로서, 공간을 불규칙한 삼각형으로 분할하여 생성된 일종의 공간자료구조. 지형의 경사, 향, 체적, 표면길이, 단면도의 생성, 하천, 선향, 체적, 표면길이, 단면도의 생성, 하천, 선의 생성, 능선추출, 가시도 분석 등을 포함한 지표면 및 지형분석시 이용됨
Thematic Map	어떤 특정 이용목적에 사용하도록 특정한 주제에 대하여 이를 특히 강조하여 표현된 지도로서 국가 기본도를 기초로 하여 그 위에 특별한 기호나 색채로 주제를 표현한 지도로서 주제는 토지이용, 방재, 식생, 지질, 토양, 중력, 도로, 하천, 경제, 인구, 문화재 현황 등 매우 다양하다.
Topology	① 연속적인 변환에서도 변함없는 공간적 구성(configuration)의 성질 ② 연속적인 변환(transformation)에서도 불변의 공간구성의 성질 ③ 형태가 왜곡되거나 변형될 때 변하지 않고 남아있는 기하 형태들의 특성 ④ 연결되거나 인접한 점, 선, 면간의 관련성에 대한 과학적 설명.
WebGIS	WWW(World Wide Web)의 구현기술을 기존의 GIS와 결합하여 Internet 또는 Intranet 환경에서 지리정보의 입력, 수정, 조작, 분석, 출력등의 작업을 처리하여 네트워크 환경에서 서비스를 제공할 수 있도록 구축된 시스템을 말한다. 이 시스템의 구현은 단순히 지형공간 자료를 보여주는 간단한 형태의 응용에서부터 공간 분석을 수행하여 의사결정에 도움을 줄 수 있는 복잡한 응용까지 그 구현의 깊이가 다양하다.

WWW(World Wide Web)의 구현기술을 기존의 GIS와 결합하여 Internet 또는 Intranet 환경에서 지리정보의 입력, 수정, 조작, 분석, 출력등의 작업을 처리하여 네트워크 환경에서 서비스를 제공할 수 있도록 구축된 시스템을 말한다. 이 시스템의 구현은 단순히 지형공간 자료를 보여주는 간단한 형태의 응용에서부터 공간 분석을 수행하여 의사결정에 도움을 줄 수 있는 복잡한 응용까지 그 구현의 깊이가 다양하다.

여 백



참 고 문 헌

여 백

참 고 문 헌

- 건설교통부, 1969~1999, 한국수문조사연보
- 건설교통부, 1999, 지하수업무수행지침서
- 건설교통부, 1998~2002, 지하수조사연보
- 건설교통부, 1998~2002, 지하수관측연보
- 건설교통부, 2000, 한국하천일람
- 건설교통부, 2001, 수자원장기종합계획
- 건설교통부, 2002, 지하수관리기본계획
- 건설교통부, 한국수자원공사, 1998, 함평-나주지역 지하수기초조사보고서
- 건설교통부, 한국수자원공사, 2001, 곡성지역 지하수기초조사보고서
- 건설교통부, 한국수자원공사, 2001, 전주-완주지역 지하수기초조사보고서
- 건설교통부, 한국수자원공사, 2000, 지하수관련 제도개선방안 연구보고서
- 건설교통부, 한국수자원공사, 2000, 영덕지역 지하수 기초조사 보고서
- 건설교통부, 한국수자원공사, 2002, 거창지역 지하수기초조사보고서
- 건설교통부, 광업진흥공사, 2000, 해남지역 지하수 기초조사 보고서
- 과학기술부, 한국자원연구소, 2000, 해수침투 평가, 예측 및 방지기술 개발
- 국무총리실수질개선기획단, 2000, 물·환경관련 연구과제 보고서
-
- 농림부, 농업기반공사, 1996, 용기지구 농어촌용수구역 조사보고서
- 농림부, 농업기반공사, 1996, 평서지구 농어촌용수구역 조사보고서
- 농림부, 농업기반공사, 1996, 화태지구 농어촌용수구역 조사보고서
- 농림부, 농업기반공사, 1997, 평포지구 농어촌용수구역 조사보고서
- 농림부, 농업기반공사, 1997, 화비지구 농어촌용수구역 조사보고서
- 농림부, 농업기반공사, 1997, 화서지구 농어촌용수구역 조사보고서
- 농림부, 농업기반공사, 1997, 화남2지구 농어촌용수구역 조사보고서
-
- 농림부, 농업기반공사, 1998, 지하수관측망 유지관리방안
- 농림부, 농업기반공사, 1999, '99농어촌지형정보체계(RGIS) 구축보고서(5년차)
- 농림부, 농업기반공사, 1999, 농촌용수10개년계획(보완)



- 농림부, 농업기반공사, 2000, 농업용수 수질조사 보고서
- 농림부, 농업기반공사, 2000, 농어촌지역 지하수자원의 오염예측도 작성기법에 관한 연구
- 농림부, 농업기반공사, 2001, 농어촌지역 오염된 지하수의 정화처리 방안에 관한 연구
- 농림부, 농업기반공사, 2001, 지하수자동수위관측기 개발 연구
- 농림부, 농업기반공사, 2001, 지하수정보종합관리를 위한 GIS 활용기법 개발
- 농림부, 농업기반공사, 2002, 농촌지하수관리조사 실무지침서
- 농업기반공사, 서울시, 1996, 서울특별시 지하수 관리계획 기본조사보고서
- 농업기반공사, 부천시, 1997, 지하수관리계획 기본조사보고서
- 농업기반공사, 청원군, 1998, 초정·미원지구 환경영향조사보고서
- 농업기반공사, 옥천군, 1999, 청성지구 지하수 부존량조사 보고서
- 농업기반공사, 제주도, 2000, 제주도 지하수 보전·관리계획 보고서
- 농업기반공사, 1994, 수문조사실무편람
- 농업기반공사, 1996, 지하수모델링교육교재
- 농업기반공사, 1997, 지하수사업업무지침
- 농업기반공사, 1998, 지하수보전관리
- 농업기반공사, 1998, 지하수영향조사실무지침
- 농업기반공사, 1982~2002, 화성시 해당 수맥조사보고서
- 농촌진흥청 농업기술연구소, 1973, 수원 및 화성 정밀토양도
- 농촌진흥청 농업기술연구소, 1986, 수원, 화성 토양해설도
- 대한광업진흥공사, 1998, 지하수개발가능량 및 오염취약성 평가에 관한 연구
- 서울대학교 기초과학연구원, 1998, 해수침투에 의한 지하수의 염수화가 원소의 거동에 미치는 영향연구 최종보고서
- 수원기상대, 2002, 일별증발량
- 학술진흥재단, 2000, 농촌지역 지하수의 수질변동에 관한 연구(3차년도 결과보고서)
- 화성시, 2000, 화성시 수도정비기본계획
- 지질자원연구원, 1972, 남양도폭 지질보고서
- 지질자원연구원, 1989, 화성지구 온천공 조사보고서
- 지질자원연구원, 1993, 발안도폭 지질보고서
- 지질자원연구원, 1996, 임실지역 지하수부존 조사연구

- 지질자원연구원, 1996, 지하수보전·환경 교육교재
- 지질자원연구원, 1997, 화성군 울암리 온천공 조사보고서
- 지질자원연구원, 1999, 서울-남천점 지질도폭 설명서
- 환경부, 1999, 환경기본통계편람
- 환경부, 2001, 상수도통계
- 환경부, 2001, 환경통계연감
- 환경부, 2001, 환경산업총람
- 환경부, 2001, 영산강수계 물관리종합대책
- 환경부, 2002, 2001년 지하수 수질측정망 운영결과
- 환경부, 2002, 2001년 토양측정망 운영결과
- 환경부, 2002, 토양측정망운영
- 한국과학기술연구원, 1998, 오염토양분석 Workshop
- 김남형, 1998, 지하수수문학
- 김시원, 김철기, 이기춘, 1996, 농업수리학
- 문상호, 함세영, 우남철, 이철우, 2001, 지하수 추적자
- 민경덕, 서정희, 권병두, 1988, 응용지구물리학
- 손호웅 등, 2000, 지반환경물리탐사
- 윤성택 등, 2000, 서해연안 해수침투가능 분포도 완성을 위한 광역 지구화학적 연구
- 이기동, 1996, 응용지구물리학
- 이재형, 김운중, 김민환, 1996, 수자원공학
- 조연관, 유성환, 이진종, 최봉중, 1998, 수질조사 및 분석
- 한정상, 1998, 지하수환경과 오염
- 한찬, 한정상, 1999, 3차원 지하수모델과 응용
- 김규한, Nakai, N., 1988, 남한의 지하수 및 강수의 안정동위원소 조성, 지질학회
지, Vol. 24, p. 37-46
- 김남진, 윤성택, 김형수, 정경문, 김규범, 2001, 지구통계 기법을 활용한 울진 지
역 천부지하수의 수질 및 수리지구화학 특성 해석



- 류순호, 최우정, 한광현, 1999, 질소동위원소분석을 이용한 경기도지역 지하수 중 질산태질소 오염원 규명, 한국토양비료학회지, Vol. 32, No. 1
- 박세창, 윤성택, 채기탁, 이상규, 2002, 서해 연안지역 천부지하수의 수리지구화학 : 연안 대수층의 해수 혼입에 관한 연구, 한국지하수토양환경학회지, 제7권, 제1호
- 송영철, 고용구, 유장걸, 1999, $\delta^{15}\text{N}$ 값을 이용한 제주도 지하수 중의 질산염 오염원 조사, 지하수환경학회지, 제6권, 제3호
- 오윤근, 현익현, 1997, $\delta^{15}\text{N}$ 값을 이용한 제주도 지하수중의 질산성질소 오염원추정에 관한 연구, 지하수환경학회지, 제4권, 제1호
- 우남철, 김형돈, 이광식, 박원배, 고기원, 문영석, 2001, 지하수수질관측에 의한 제주도 대정수역의 지하수계 및 오염특성 분석, 자원환경지질학회지, 제34권, 제5호
- 윤정수, 박상운, 1998, 제주도 용천수의 수리화학적 특성, 지하수환경학회지, 제5권, 제2호
- 정영상, 양재의, 주영규, 이주영, 박용성, 최문헌, 최승출, 1997, 농업형태가 다른 한강 상하류 소유역의 하천수 및 농업용 지하수 수질, 한국환경농학회지, 제16권, 제2호
- 조시범, 1999, GIS를 이용한 경기도 평택군 지역의 지하수오염 가능성 평가 연구
- Aller, L., Bennett, T., Lehr, J. H., Petty, R. J., and Hackett, G., 1987, Drastic ; A standardized system for evaluating groundwater pollution using hydrogeologic setting, USEPA, p. 455-475.
- Collins, A. G., 1975, Geochemistry of oil-field waters, Elsevier
- Craig, H., 1961, Isotopic variations in meteoric waters. Science, 133, p. 1702-1703
- Domenico, P. A. and Schwartz, F. W., 1990, Physical and chemical hydrogeology, John Wiley & Sons, Inc., New York, 824p.
- Follett, R. F., Lee, C. K., Bradley, E., and Payne, B. R., 1970, Geohydrologic interpretations of a volcanic island from environmental isotopes. Water Resources Research, v. 6, p.99-109.
- Freeze, R. A., Cherry, J. A., 1979, Groundwater. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.

- Goldberg E. D., 1963, The oceans as a chemical system. in M.N. Hill(ed). "The sea" interscience, New York, v. 2.
- Hem, J. D., 1985, Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water : U.S. Geological Survey Water-Supply Paper 22 54, 263p.
- Hounslow A. W., 1995, Water quality data : analysis and interpretation, Lewis publishers., 397p.
- Joong-Hyuk Min, Seong-Taek Yun, 2002, Nitrate contamination of alluvial groundwaters in the Nak dong River basin, Korea, Geosciences Journal, Vol. 6, No. 1
- Johnson, A. H., Bouldin, D. R., Goyette, E. A., and Hedges, A. M., 1976, Nitrate dynamics in Fall Creek, New York. J. Environ. Qual. 5, p. 386-396.
- Junge, C. E., 1963, Air chemistry and radio-activity, New York academic press, p.38-389.
- Pierre G., Claude H. M., 1997, Determining the source of nitrate pollution in the Niger discontinuous aquifers using the natural $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ ratios, Journal of Hydrology, 199, p.239-251.
- Piper, A. M., Garrett, A. A., and others, 1953, Native and contaminated groundwaters in the Long Beach Santa Ana area, California : USGS, Water supply paper 1136, 320p.
- Sinclair, 1974, Geochemistry in mineral exploration
- USEPA, 1987, Guidelines for delineation of wellhead protection areas

[지하수영향조사서]

- 경기지질, 2000, 장안 어은리 지하수개발을 위한 지하수영향조사서
- 농업기반공사, 1998, 감적지구 지하수영향조사서
- 농업기반공사, 1998, 독정지구 지하수영향조사서
- 농업기반공사, 1998, 웃하일지구 지하수영향조사서
- 농업기반공사, 1998, 채경지구 지하수영향조사서
- 농업기반공사, 1999, 화성군'99농촌농업생활용수개발산업 신천지구 지하수영향조사서

- 농업기반공사, 1999, 화성군'99농촌농업생활용수개발사업 용포지구 지하수영향조사서
- 농업기반공사, 1999, 화성군'99농촌농업생활용수개발사업 월문지구 지하수영향조사서
- 농업기반공사, 1999, 화성군'99농촌농업생활용수개발사업 호곡지구 지하수영향조사서
- 농업기반공사, 2000, 백곡지구 지하수영향조사서
- 농업기반공사, 2000, 칠곡지구 지하수영향조사서
- 농업기반공사, 2000, 화성군 농촌농업생활용수 지하수개발사업 거목지구 지하수영향조사서
- 농업기반공사, 2000, 화성군 정주생활권 생활용수 지하수조사 및 개발사업 자안2지구 지하수영향조사서
- 농업기반공사, 2000, 화성군 농업용수 지하수 기초조사 및 개발사업 당하지구 지하수영향조사서
- 농업기반공사, 2000, 화성군 농업용수 지하수 기초조사 및 개발사업 쌍학지구 지하수영향조사서
- 농업기반공사, 2000, 화성군 농업용수 지하수 기초조사 및 개발사업 증거지구 지하수영향조사서
- 농업기반공사, 2000, 화성군 정주생활권 농업용수 지하수조사 및 개발사업 천천2지구 지하수영향조사서
- 농업기반공사, 2001, 화성군 농업용수 지하수 기초조사 및 개발사업 광평지구 지하수영향조사서
- 농업기반공사, 2001, 화성시2001년도 농촌·농업생활용수 지하수개발사업 노하지구 지하수영향조사서
- 농업기반공사, 2001, 화성시2001년도 농촌·농업생활용수 지하수개발사업 상두지구 지하수영향조사서
- 농업기반공사, 2001, 화성시 쌍학지구 농업용수 지하수 개발사업 쌍학지구 지하수영향조사서
- 농업기반공사, 2001, 화성시2001년도 농촌·농업생활용수 지하수개발사업 자안지구 지하수영향조사서
- 농업기반공사, 2002, 화성시 2002년 농촌농업 생활용수 개발사업 길성지구 지하수영향조사서
- 농업기반공사, 2002, 2002년 수맥조사 덕천지구 지하수영향조사서
- 농업기반공사, 2002, 2002년 수맥조사 도장지구 지하수영향조사서
- 농업기반공사, 2002, 화성시 2002년 농촌농업 생활용수 개발사업 수촌지구 지하수영향조사서
- 농업기반공사, 2002, 2002년 수맥조사 율암지구 지하수영향조사서

- 농업기반공사, 2003, 화성시 농업용 지하수개발사업 내2지구 지하수영향조사서
- 농업기반공사, 2003, 화성시 농업용 지하수개발사업 송라지구 지하수영향조사서
- 동서엔지니어링주식회사, 1999, 주식회사 보락 지하수영향조사서
- 대웅토건주식회사, 2001, 화성시 장안면 수촌리 지하수 영향조사 보고서
- 동명산업개발주식회사, 2002, 신대한정유지하수개발공사중 지하수영향조사보고서
- 성광응용지질, 1998, 화성율암지구 생활용수용 지하수개발을 위한 지하수영향조사서
- 상지기건주식회사, 2001, 온석리 47외 1개소 생활, 농업용수 지하수 영향조사서
- 상지기건(주), 2002, 원예연구소 농업용수 지하수 영향조사서
- 상지기건(주), 2002, 원예연구소 농업용수 추가 지하수 영향조사서
- 상지지건(주), 2003, 풍성주택(주) 생활용수 지하수 영향조사서
- 우진개발, 2000, 화성군 남양면 활초리 한울수련의 집 신축에 의한 지하수영향조사서
- 우진중공업주식회사, 2003, 동희에이시에스 지하수영향조사서
- (주)성신엔지니어링, 1999, 반월리 고려산업개발(주)아파트신축현장 지하수영향조사보고서
- 주식회사긴동아건설, 2000, 경기직업전문학교 암반관정 개발공사 지하수 영향조사 보고서
- 진보지질주식회사, 2000, 경도제약(주) 지하수개발사업 지하수영향조사서
- 주식회사제일공영, 2000, 남성레미콘 심정개발공사 지하수영향조사서
- 지수엔지니어링 주식회사, 2000, 동양계전공업(주) 공업용수·음용수 개발공사
지하수영향조사 보고서
- 주식회사경기지질, 2000, 수원대학교 관정개발에 따른 지하수 영향조사보고서
- 지오택엔지니어링, 2001, 경기요양병원 지하수시설 이용·허가에 따른 지하수영향조사서
- 지오엔지니어링(주), 2001, 경기유지공업(주) 지하수영향조사
- 주식회사도성기술공사, 2001, 경기도 화성시 북양동 205-1번지 지하수영향조사서
- 주식회사좋은물, 2001, 내리지구 농업용수 지하수개발에 따른 지하수영향조사서
- 주식회사무한건설, 2001, (주)발안식염온천 생활용 지하수개발에 따른 지하수영향조사서
- 주식회사협승건설, 2001, 병점공장부지 지하수영향조사서
- 주식회사좋은물, 2001, 배양지구 농업용수 지하수개발에 따른 지하수영향조사서
- 주식회사대명엔지니어링, 2001, 주식회사 보락 지하수영향조사서
- 주식회사좋은물, 2001, 상기지구 농업용수 지하수개발에 따른 지하수영향조사서
- 주식회사좋은물, 2001, 서신면 송교리 지하수 개발·이용을 위한 지하수 영향 조사 보고서
- 주식회사좋은물, 2001, 수화지구 농업용수 지하수개발에 따른 지하수영향조사서

주식회사좋은물, 2001, 월문지구 농업용수 지하수개발에 따른 지하수영향조사서
 지수엔지니어링(주), 2002, 경기도 농업기술원의 한해대비 농업용수 관정개발에
 따른 지하수영향조사서
 주식회사무한건설, 2002, [주] 국순당 지하수 이용에 따른 지하수영향조사서
 주식회사무한건설, 2002, 일진경금속(주) 수원공장 지하수개발에 따른 지하수영향조사서
 중앙개발주식회사, 2002, 일진전기 공장부지 지하수 영향조사
 지수엔지니어링(주), 2002, 태안읍 안녕리 37-106번지의 목용용수 사용을 위한
 지하수개발에 따른 지하수영향조사서
 주식회사지오공간, 2002, 화성시 팔탄면 하저리 980-1번지의 토지전용허가에 따른
 지하수개발에 의한 용수확보의 적정성평가를 위한 지하수영향조사서
 주식회사지엔테크, 2002, 협성대학교 지하수개발·이용에 따른 지하수영향조사서
 주식회사무한건설, 2003, 문학2지구 농업용수 지하수개발에 따른 지하수영향조사서
 주식회사지엔테크, 2003, 문학3지구 농업용수 지하수개발에 따른 지하수영향조사서
 주식회사지엔테크, 2003, 서근지구 농업용수 지하수개발에 따른 지하수영향조사서
 주식회사도성기술공사, 2003, 화성시 정남면 문학리 723 번지 지하수영향조사서
 주식회사무한건설, 2003, 천천4지구 농업용수 지하수개발에 따른 지하수영향조사서
 주식회사도성기술공사, 2003, 화성시 팔탄면 화당리 67번지 지하수영향조사서
 천지산업개발, 2000, 서근리 심정개발공사 지하수영향조사서
 창일건설(자), 2000, 남경화학공업(주) 공업용수 지하수 영향조사서
 창일건설(자) 2000, 축산기술연구소 생활용수 지하수 영향조사서
 창일건설, 1997, 화성(상)휴게소 지하수개발에 따른 지하수영향조사서
 한일지하수개발주식회사, 2002, 화성(상,하)휴게소심정개발공사 중 지하수영향조사서
 한일지하수개발(주), 2003, 지월지구 지하수영향조사서

자 문 결 과

여 백

검 토 의 견 서

1. 과 제 명 : 농촌지하수관리조사사업 자문회의

2. 자문위원 : 소속 : 한국지질자원연구원 성명 : 성익환

3. 검토의견

- 방대한 분야 및 분량의 조사사업이 이루어졌으며, 기존 수문지질도와 차별화가 되면서, 내용적으로 각 chapter별 나열식으로 나열하였으나, 이들을 연결하여 해석 분석할 수 있는 편집력이 좀 부족함
- 전국의 농업용수의 이용율이 높은 관계로 상기 조사 format을 발전시킬 수 있는 제도적인 장치가 필요할 것임
- 특히 농기반의 인력 및 조직이 타부처 어떤 조직보다 우세함으로 이 인력과 조직을 활용할 수 있고 보다 더 보강할 수 있는 방안이 마련되어야 한다.
- 농림부에서는 건교부나 환경부와 설립한 토론을 통해 농업용수에 한해서 만이라도 중장기적으로 지하수관리조사보고서를 작성할 수 있는 제도적인 장치 마련이 필요
- 보고서의 조사기간이 1년, 2년, 3년 등의 의견이 다원화됨에 따라 혼동이 생기기므로, 단위지역당 조사기간이 1년인지 2년인지 구분을 명확히 할 필요가 있음
- 관리시스템 구축 성과는 크다고 보나, 보다 현실성 있고 타부처와 호환성이 있으며 누구나 접근할 수 있어야 하며 개방이 가능하여야 겠음
- 지하수관리에만 치중하지 말고 지표수-지하수를 연계한 시스템 구축이 필요, 농업용수가 성수기 때는 농업용수로서, 비수기 때는 생활용수로서 사용토록 하기 위해 이를 사후관리차원에서 농업기반공사에서 주력하여야 되겠음
- 사후관리를 위한 인력조직 강화 측면에서 농림부에 지원요청이 적극적이어야 할 것임

검 토 의 견 서

1. 과 제 명 : 지하수관리조사사업 자문회의

2. 자문위원 : 소속 : 연세대학교

성명 : 우남철

3. 검토의견

- 1) 지하수는 시간에 따라서 양과 질이 지속적으로 변함
 - 결과적으로 이와 같은 관리조사 사업은 주기적으로 반복되고, 지속적인 모니터링(관측)과 자료의 update 및 해석이 필수적이다.
 - 사후 모니터링에 대한 예산 확보가 필요함
- 2) 사업의 체계에서 전술한(1)의 지속적 모니터링과 feed-back system이 고려될 필요가 있음
- 3) 오염취약성도와 오염예측도는 현장 담당자(공무원)들에게 가장 활용성이 큰 부분임
 - 정확한 사용방법과 한계성에 대한 명시가 필요함.
- 4) 대단히 많은 중요한 현장자료를 수집하였음
 - 자료의 활용방안이 실제 적용되도록 단순화가 필요함
 - 수량·수질 종합결과는 수치화하면 쉽게 이해될 것임.

검 토 의 건 서

1. 과 제 명 : 지하수관리조사사업 자문회의

2. 자문위원 : 소속 : 한국수자원공사 성명 : 원종호

3. 검토의견

- 1) 대상지역의 지하수 관리에 필요한 사항들에 검토분석이 전반적으로 잘 이루어진 것으로 판단됨.
- 2) 보고서 내용 중 일부 추가 검토 또는 보완이 필요한 사항은 다음과 같음
 - “2.2.3 산업 및 경제” 중 “<표 2-2-7> 산업단지 지정현황”의 면적 단위가 “km”로 기재되어 있는 바 이는 오타로 추정되므로 확인 수정 필요
 - “3.1.1 지하수 현황”과 “3.1.2 잠재오염원 현황, 가. 점오염원”의 기술에 있어 분석의 기준 연도를 명시할 필요가 있음
 - “3.2 지하수 산출특성” 편에서 암반대수층을 지질도상의 지층 구분에 따라 분류하여 지질별 수리특성 등을 분석하였는 바, 시기 및 암상에 따라 세분된 지층을 수리적 특성에 따라 수문지질단위로 재분류하여 분석하는 것이 보다 바람직한 것으로 사료됨
 - “4.1.1 이용량 분석, 라. 용수이용 특성 및 수요전망”에 있어 생활용수와 공업용수에 대해서도 농업용수와 축산용수는 5년 단위로 수요 전망을 실시할 필요가 있음
 - “4.2.2 오염취약성 및 예측”
 - 현 보고서에서는 GDP와 MDP 분석결과를 나타낸 도표에서 산정된 지수를 6~8단계로 구분하여 제시하고 있으나, “수문지질도 제작 및 관리 지침(’98.12, 건설교통부)”에서 지하수 오염취약성은 “대단히 낮음”, “낮음”, “중간”, “높음”, “대단히 높음”의 5개 등급으로 구분하고 있으므로 이 기준에 따라 대상지역의 오염취약성 등급을 재분류하는 것이 바람직함
 - “5.1 관리현황 및 개선대책”
 - 지하수 수량과 수질에 대한 유역별 종합평가(<표 5-1-1~3> 관련)에 있어 각기 5개 항목을 선정하고 5개 등급으로구분, 단순조합하여 평가하였는 바, 향후 각 항목별 평가와 가중치 부여에 관한 연구(“parametric study”)를 실시하면 보다 합리적인 평가가 이루어질 수 있을 것임



검 토 의 건 서

1. 과 제 명 : 농촌지하수관리조사사업 자문회의

2. 자문위원 : 소속 : 고려대학교

성명 : 윤성택

3. 검토의견

(1) 전반적인 검토 의견

- 본 조사는 국내 농촌지하수의 최적 개발·이용·보존 관리를 위한 기초조사의 일환으로 수행되었는데, 이러한 조사는 향후 국내의 물관리 차원에서 매우 중요한 것으로서 앞으로도 지속 수행되어야 할 것임.
- 본 조사에서는 경기 화성군 일대의 지하수를 대상으로 목적에 부합되는 조사들을 항목별로 체계적으로 수행하였음. 특히, 그동안의 지하수 조사 보고서와는 달리, 지하수 수질(및 지화학) 자료를 비중 있게 수집 해석하였고 또한 비교적 장기간(약 3년)에 걸쳐 방대한 자료들을 수집/해석함으로써, 신뢰성과 활용성이 매우 높은 우수한 조사 결과를 도출하였다고 평가됨.
- 전반적으로, 수행성과가 매우 우수하다고 평가됨.

(2) 항목별 검토 의견

1. 질소동위원소 자료를 활용한 오염원 해석 관련: 최근 국내 지하수의 수질과 관련하여 질산성질소는 가장 중요한 모니터링 항목으로 부각되고 있으며, 따라서 그를 잘 관리함이 무엇보다 중요함. 이를 위해서는 질산성질소의 오염원 규명이 선행되어야 함. 본 조사에서는 그동안의 국내 지하수 조사 중에서는 선도적으로 60개 시료에 대한 질소동위원소 분석을 통하여 유역별 오염원을 정량적으로 파악하고자 시도하였음. 다만, 지하수의 질소동위원소비는 단순히 오염원의 종류 뿐 아니라 대수층 내에서의 지화학 반응들(예: 탈질반응 등)에 의하여 좁은 지역 내에서도 다양하게 달라지므로, 단순한 동위원소질량보존 모델을 적용한 오염원 해석은 자칫 오류를 낳을 수 있음. 따라서 자료를 평가하는데 있어 이러한 한계성이 내재되어 있음을 본문 중에 명확히 기재하길 바람.
2. 오염취약성도와 오염예측도 등의 표현 관련: 이러한 도면은 지하수 관리에 있어 가장 중요한 성과물인바, 누구나 한눈에 그 정도를 쉽게 알아볼 수 있도록 해야 함. 이에, 그 등급을 표현한 색이 오염가능성이 큰 곳(빨강)부터 낮은 곳(파랑)의 순으로 점차 변화되도록 재조정하길 바람. 아울러, 이러한 도면의 활용에 있어서 고려되어야 할 제한점(한계)이 있다면 이들에 대하여도 명기할 필요가 있음.
3. 수량/수질 종합 평가 및 개선 방안 제안(종합) 관련: 전반적으로 결론 도출 과정이 상당히 합리적이고 우수함. 다만, 1) 본 조사지역의 경우 지하수 수질은 인위적인 오염(질산성 질소로 대표됨) 뿐 아니라, 여러 자료들을 통하여 볼 때 지역적으로는 해수의 혼입(또는 침투)에 의한 영향을 상당히 받는 것(EC, TDS, Cl, Na, SO4 등으로 대표)으로 판단되는데, 이 문제에 대한 평가와 개선(및 최소화) 방안이 보완 기재되어야 할 것으로 생각됨. 2) 현재 개발가능량 대비 지하수이용량이 현저히 높은 일부 지역에 대해서는 '지하수개발제한지구' 지정을 추천함이 필요함. 아울러, 3) 평가 항목별로 가중치를 부여하여 점수화하는 소위 '종합정량평가(scoring)시스템'을 제안하는 수준의 추가 기재가 포함되었으면 좋겠음.

검 토 의 견 서

1. 과 제 명 : 농촌지하수관리조사사업 자문회의

2. 자문위원 : 소속 : 서울대학교

성명 : 이강근

3. 검토의견

1. 지하수가 농업활동이나 농촌지역에서 차지하는 비중이나 중요성을 감안할 때 대단히 적합한 조사사업이라고 판단되며, 앞으로 지속적으로 발전, 확대 추진되어 가는 것이 바람직하다.
2. 이 조사사업이 실제적으로 농촌지역의 주민들이나 지자체의 해당관서에서 지하수 활용이나 지하수보전·관리사업 계획을 수립하거나 추진해 가는데 바로 기초 자료로 이용되기 위해서는 축적되는 조사 자료의 활용에 대해서 집중적인 연구가 필요하며, 이를 위해서는 수요자 (지역 주민 및 해당 행정부서의 실무자)들로부터 설문을 받아서 활용에 필요한 list를 만들고 그 것을 충족시켜가는 연구를 추진하는 것이 바람직하다.
3. 지하수관리 기본계획에 의거하여 실시하기로 되어 있는 전국 지하수 관측망과 각 지역의 보조 지하수 관측망 사업과 본 사업에서 나오는 조사 자료가 상호 활용되면 좋겠다. 특히 향후 보조지하수 관측망의 선정과 운영에 본 조사사업에서 얻은 결과가 적극 활용되는 방향으로 일이 추진되면 좋겠다.
4. 자료의 데이터베이스화 작업에서 한국수자원공사의 지하수 데이터베이스(향후 지하수정보센터의 지하수 자료 정보화사업)와 상호 호환성을 가질 수 있도록 긴밀한 협조관계 구축이 필요하다.
5. 조사보고서 작성에서(화성시 농촌지하수관리조사보고서의 예를 보면), 조사의 내용과 방법 및 결과가 일반 조사보고서 형태로 편집되어 있다. 그러나 본 사업은 농어촌지역 소유역단위로 장소를 옮겨가며 계속 추진되어가야 할 성격의 사업이다. 따라서 각 조사지역에 공통적으로나 필수적으로 포함되는 조사방법과 분석 방법등은 예컨대 “농촌지하수관리조사를 위한 기본조사 편람(가칭)”을 작성하여 별책으로 편집하고, 각 유역에는 조사, 분석의 결과와 특이사항 및 지하수 관리 대책을 중점적으로 다루는 것을 검토해 보는 것이 좋겠다. 별책의 내용으로는 자연환경 및 인문환경 조사 항목과 방법, 지하수 현황 조사 항목과 방법, 오염원 조사 항목과 방법, 수리시험 내용과 방법, 오염취약성 분석 방법 등이 포함될 수 있을 것으로 보인다.
6. 기본 현장 조사시에 조사 항목(현황조사나 수질 항목 등)을 checklist로 만들어서 보고서 마지막 부분 부록에 넣는 것이 좋겠다. 그렇게 하면 해당 지역 주민이나 관심있는 사람들이 기본적으로 어떤 항목이 조사되고 검토되었는지 알 수 있어서 짧은 시간에 내용을 파악하는데 도움이 될 것이다.

검 토 의 건 서

1. 과 제 명 : 지하수관리조사사업 자문회의

2. 자문위원 : 소속 : 연세대학교

성명 : 한정상

3. 검토의견

쪽	의견내용
2, 51 19	지하수 수위등고선도, 지하수두 등고선 등 술어 통일, 등수위선, 등수위선도 등으로 건교부와 농림부가 각각 시행한 경기도 지역의 지하수 이용현황이 크게 다르지 않도록 수정보완 내용을 명기
52,69 54	EC분포농도, NO ₃ -N 농도분포 등을 제시한 그림 중에서 OO XX등 symbol의 설명필요 등수위선도는 해당지역의 지형고도, 분수량 및 하천호소와 같은 경계조건을 고 려하여 반드시 손으로 작성 할 것
63	대수성 수리특성 인자의 분포가 정규분포가 아닐때는 그 평균값 중앙값을 사용 치 말고 범위로 표기하되 극값을 제외한 범위를 $15 \pm \alpha$ 의 형태로 표기하면 어떨지?
65	그림에서 점으로 표현한 것에 대한 설명 필요
82	Piper diagram에서 나타난 수질 분포결과를 이용하여 지하수의 Evolution 과정 을 언급할 필요가 있음
126	III zone(Ca-HCO ₃) → I zone(Ca-Cl, Na-Cl)으로의 evolution 과정을 설명(가능하면) 지하수 함양량 산정 가운데 SCS법은 우리나라와 같이 지형기복이 심한 지형고 도차에 의한 유출량을 고려치 않으므로 본 역에 적용하는 것은 적절치 않음 <그림4-1-15> 지하수 이용량 대 적정개발 가능량이 80% 이상되는 지역을 제시 하였는데 이들 지역은 개발제한 지구로 지정토록 추천해야함이 옳을 것임
143	오염가능성이 큰 지역은 적색의 진한 색깔, 오염가능성이 적은 지역은 청색으로 표기하여 한눈으로 알아볼수 있도록 도면을 작성(작성기준에 준하여)
147	MDP와 총오염발생부하량을 SAFE(Soil Aquifer Field Evalutaion)이나 Flemish 지역의 오염가능성 분류법을 응용하여 지하수 오염 예측도를 작성한 것은 특이 한 방법으로서 권장할 만한 방법임
151	지하수 관리대책과 종합결언 1) 현지하수 이용량이 개발가능량을 초과하거나 80%이상되는 지역은 지하수 보 전지역 중 지하수 개발제한지역으로 지정하도록 제시하기 바람 2) 지하수의 산출량이나 개발가능량이 많으면서 이용량이 적은 지역, 또는 용수 이용량이 부족한 지역은 지하수 개발 유망지역으로 지정하여 지역 지하수 관 리계획수립시 정밀조사가 가능하도록 제시하기 바람 전반적으로 매우 양호한 보고서임. 수고했습니다.

2003. 12. 11.

과업 참여자

■ 사업총괄책임자

농업기반공사 환경지질사업처 한원규부장

■ 조사참여자

설민구과장(조사과장, 기술사)	홍순욱계장(공학석사, 기술사)
도현호계장(이학석사, 응용지질기사)	최광준계장(이학석사, 기술사)
조시범계장(이학석사, 정보처리기사)	안조범계장(공학박사, 기술사)
김수홍계장(공학석사, 화약류관리기사)	송양권계장(이학석사, 응용지질기사)

■ 시료분석

- 양·음이온분석(고려대학교 전략광물자원연구센터)
- 수소·산소 동위원소 분석(고려대학교 전략광물자원연구센터)
- 질소동위원소 분석(서울대학교 농업과학공동기기센터)
- 토양시료분석(환경관리공단, 서울대학교 농업과학공동기기센터)
- 먹는물 및 농업용수 수질분석(경기도 보건환경연구원, 안산시 상수도사업소)

■ 자문위원

- 성익환(한국지질자원연구원 지하수지열연구부 책임연구원)
- 우남철(연세대학교 지구시스템과학과 교수)
- 원종호(한국수자원공사 조사기획처 지하수조사부장)
- 윤성택(고려대학교 지구환경학과 교수)
- 이강근(서울대학교 지구시스템과학과 교수)
- 한정상(연세대학교 지구시스템과학과 교수)

화성시 농촌지하수관리사업 보고서

2004년 12월 30일 발행

발 행 : 농림부, 농업기반공사

편 집 : 농업기반공사 환경지질사업처

인 쇄 : 이호문화사 ☎ 02)2274-1492

※ 이 책의 내용을 무단 전재하거나 복사하면 법에 저촉됩니다.