

발 간 등 록 번 호

11-1543000-001972-01



2017
농촌지하수관리 보고서
담수지구



차 례

I. 농촌지하수관리사업 개요	3
1.1 농촌지하수관리사업의 배경	3
1.2 농촌지하수관리사업의 목적	3
1.3 농촌지하수관리사업의 내용	3
1.4 담수지구 선정 및 특성 분석	4
1.5 지하수 개발·이용 현황	7
1.5.1 신고·허가별 지하수 개발 현황	7
1.5.2 용도별 지하수 개발 현황	9
1.5.3 관정 형태별 지하수 개발 현황	11
1.5.4 용도별 지하수 이용 현황	13
1.6 농어촌지하수관리시스템(농어촌지하수넷)	17
1.6.1 구축 현황	17
1.6.2 접속방법	19
1.6.3 운영방법	19
1.6.4 정보서비스 활용	20
II. 농업용 공공관정 현황 및 조사	25
2.1 공공관정 개발·이용 현황	25
2.2 농업용 공공관정 일체조사	26
2.2.1 농업용 공공관정 현황	26
2.2.2 농업용 공공관정 점검표	27
2.3 농업용 공공관정 점검결과 및 관리방안	29
2.3.1 점검결과	29
2.3.2 지하수개발·이용허가의 유효기간 연장을 위한 조사 제안	29
2.3.3 사후관리 제안	30
2.3.4 지하수수질검사 제안	30

2.3.5	원상복구 제안	31
2.3.6	시설물정비 제안	31
III.	향후전망	35
3.1	지하수 개발·이용 전망	35
3.1.1	지하수개발가능량	35
3.1.2	지하수개발 추세	40
3.1.3	개발·이용 예측	43
3.2	오염 추세분석 및 예측	44
3.2.1	오염취약성분석(DRASTIC & Modified DRASTIC)	44
3.2.2	지하수 오염 예측	51
IV.	담수지구 지하수 개발·이용 방안	59
4.1	농업용수 개발대상지 분석	59
4.2	농업용수 개발방안	63
4.3	담수지구 지하수개발이용 방안도	67
V.	지하수 보전·관리 방안	73
5.1	지하수관리 필요지역	73
5.1.1	지하수관리필요지역 선정 기준	73
5.1.2	읍면별 현황	75
5.1.3	지하수관리필요지역 선정 결과	79
5.2	지하수보전·관리를 위한 대책제안	80
5.2.1	문제유형별 대책방안 분류	80
5.2.2	담수지구 지하수관리 필요지역 대책제안	82
5.2.3	담수지구 지하수모니터링	86
VI.	용어해설	91

VII. 참고문헌 101

VIII. 과업참여자 109

부 록 차 례

1. 일반현황	부록-3
1.1 조사지역(농촌용수구역)	부록-3
1.2 행정구역 및 인구현황	부록-8
1.3 농업 및 산업경제	부록-11
1.4 자연환경현황	부록-14
1.4.1 하천 및 유역	부록-14
1.4.2 기상	부록-17
1.4.3 지형 및 지질	부록-18
1.4.4 토지이용 및 토양	부록-22
2. 지하수 개발·이용 현황	부록-29
2.1 지하수 개발 현황	부록-29
2.1.1 신고·허가별 지하수 개발 현황	부록-29
2.1.2 용도별 지하수 개발 현황	부록-31
2.1.3 관정형태별 지하수 개발 현황	부록-34
2.2 지하수 이용 현황	부록-37
2.2.1 이용량 산정	부록-37
2.2.2 용도별 이용 현황	부록-40
2.2.3 단위면적당 이용 현황	부록-42
2.2.4 지하수 개발·이용에 따른 동리별 순위	부록-43
3. 지하수 특성	부록-47
3.1 지하수 수리특성	부록-47
3.1.1 수리특성 분석	부록-47
3.1.2 부존특성	부록-58
3.2 지하수 수질특성	부록-69
3.2.1 오염원 현황	부록-69
3.2.2 수질분석	부록-77

3.2.3 지하수 수질 환경특성에 따른 동리별 순위	부록-108
3.3 오염취약성 분석	부록-109
3.3.1 DRASTIC 시스템	부록-109
3.3.2 DRASTIC 시스템의 적용	부록-112
4. 지하수관리 방안	부록-121
4.1 기본방향	부록-121
4.1.1 행정규제에 의한 관리방안	부록-121
4.1.2 비규제적 관리방안	부록-124
4.1.3 기술적방안	부록-127
5. 청문조사결과(설문조사)	부록-131
5.1 조사 개요	부록-131
5.2 일반현황	부록-131
5.3 지하수개발	부록-133
5.4 지하수수질	부록-134
5.5 지하수수량	부록-135
5.6 지하수관리	부록-137
5.7 기타 주요 제시 의견	부록-138
5.8 설문결과에 대한 종합의견	부록-138
6. 농어촌지하수 관리시스템	부록-141
6.1 구축 현황	부록-141
6.2 접속방법	부록-141
6.3 운영방법	부록-141
6.4 농어촌지하수넷시스템 이용 안내	부록-142
6.5 농어촌지하수넷 지하수관측망시스템 이용 안내	부록-169
7. 농업용 공공관정 일제조사표	부록-177

표 목 차

<표 1-5-1> 담수지구 지하수개발 현황	7
<표 1-5-2> 용도별 지하수 개발현황	9
<표 1-5-3> 관정형태별 지하수 개발 현황	12
<표 1-5-4> 구경별 현황	12
<표 1-5-5> 토출관구경별 현황	12
<표 1-5-6> 지하수관정 개발 밀도	12
<표 1-5-7> 임야 제외지역 지하수 관정 개발밀도	13
<표 1-5-8> 생활용 이용현황	14
<표 1-5-9> 농업용 이용현황	15
<표 1-6-1> 시·도별 농촌용수구역별 조사현황	18
<표 1-6-2> 행정구역별 조사현황	19
<표 2-1-1> 공공관정 개발 현황	26
<표 2-2-1> 농업용 공공관정 현황	26
<표 2-3-1> 농업용 공공관정 일제조사 현황	29
<표 2-3-2> 원상복구 필요관정 현황	32
<표 3-1-1> 유역별 지하수 개발가능량	36
<표 3-1-2> 읍면별 지하수 개발가능량 산정	37
<표 3-1-3> 리별 지하수 개발가능량 산정	39
<표 3-1-4> 용도별 지하수 개발공수 및 이용량 변화	40
<표 3-1-5> 담수지구 용도별 신규관정 개발추이	42
<표 3-1-6> 연도별 지하수 이용량 예측	43
<표 3-2-1> DRASTIC 평가기준	46
<표 3-2-2> 읍면별 DRASTIC Index	48
<표 3-2-3> 읍면별 Modified DRASTIC Index	50
<표 3-2-4> 지하수오염예측도 등급 분류표	53
<표 3-2-5> 행정구역별 지하수오염 예측등급 면적	54
<표 4-1-1> 농업용수 수혜면적 현황	60
<표 4-1-2> 농업용수 개발대상지 분석	61

<표 4-2-1> 농업용수 개발방안	64
<표 4-3-1> 농촌지하수 개발 필요 지역	69
<표 4-3-2> 신규 지하수개발 추정 사업비	69
<표 5-1-1> 지하수 관리지역 선정지표	73
<표 5-1-2> 지하수 수량관리 필요지역(대전면)	76
<표 5-1-3> 지하수 수질관리 필요지역(대전면)	76
<표 5-1-4> 지하수 수량관리 필요지역(수북면)	78
<표 5-1-5> 지하수 수질관리 필요지역(수북면)	78
<표 5-1-6> 지하수 관리지역 선정지표	79
<표 5-2-1> 문제유형별 대책방안 분류	80
<표 5-2-2> 읍·면별 대책 제안	83
<표 5-2-3> 담수지구 지하수관리 필요지역 세부내역	83
<표 5-2-4> 담수지구 관내 지하수관측망	86

그림 목 차

<그림 1-4-1> 담수지구 용수구역 위치도	4
<그림 1-4-2> 담수지구 점오염원 위치도	5
<그림 1-5-1> 허가·신고 형태별 지하수시설 현황도	8
<그림 1-5-2> 읍면별·용도별 지하수 개발현황	10
<그림 1-5-3> 용도별 지하수 개발 위치도	10
<그림 1-5-4> 읍면별·용도별 지하수 이용 현황	13
<그림 1-5-5> 용도별 지하수 개소수	14
<그림 1-5-6> 용도별 지하수 이용량	14
<그림 1-5-7> 논, 밭, 시설재배면적 변화추이	16
<그림 1-6-1> '01~'16년 사업시행지구	17
<그림 2-1-1> 공공관정 현황도	25
<그림 2-3-1> 읍면별 시설물관리 대상 관정수	31
<그림 3-1-1> 유역별 지하수 이용량 및 개발가능량	36
<그림 3-1-2> 읍면별 지하수 이용량 및 개발가능량	38
<그림 3-1-3> 연도별 지하수 이용·개발	40
<그림 3-1-4> 담수지구 용도별 지하수 이용량 추이	41
<그림 3-1-5> 지하수 이용전망 추세	43
<그림 3-2-1> DRASTIC 흐름도	47
<그림 3-2-2> 담수지구 DRASTIC INDEX Map	49
<그림 3-2-3> 담수지구 Modified DRASTIC INDEX Map	50
<그림 3-2-4> 발생단위별 잠재오염원 부하량 등급도	52
<그림 3-2-5> 지하수오염예측도 작성 모식도	53
<그림 3-2-6> 담수지구 지하수오염예측도	55
<그림 3-2-7> 지하수오염예측도 등급별 면적비	55
<그림 4-1-1> 농업기반수리시설	62
<그림 4-1-2> 농업용수수혜면적	62
<그림 4-2-1> 리별 농경지면적 및 잔여면적 분포도	63
<그림 4-2-2> 리별 관정밀도 분포도	64

<그림 4-2-3> 농업용수개발대상지 검토결과 66
<그림 4-3-1> 담수지구 농촌지하수관리 방안도 70
<그림 5-1-1> 관리지구 선정기준을 위한 표준정규분포곡선 74
<그림 5-1-2> 지하수 관리지역 선정을 위한 관리방안 제시 74
<그림 5-2-1> 담수지구 관내 지하수관측망 위치도 87

부 록 표 목 차

<표 1-1-1> 전라남도 용수구역별 행정구역 현황	부록-4
<표 1-2-1> 담수지구 행정구역 현황	부록-8
<표 1-2-2> 담수지구 인구현황	부록-9
<표 1-2-3> 담양군 총 인구현황 추이	부록-10
<표 1-3-1> 농가 및 경지면적 현황	부록-11
<표 1-3-2> 담수지구 축산업 현황	부록-12
<표 1-3-3> 사업체 증가 추이	부록-12
<표 1-3-4> 광업 현황	부록-13
<표 1-3-5> 담양군 광산현황	부록-13
<표 1-3-6> 농공단지 현황	부록-14
<표 1-4-1> 담수지구 지방하천 현황	부록-14
<표 1-4-2> 표준유역 현황	부록-16
<표 1-4-3> 기상 현황	부록-17
<표 1-4-4> 담수지구 지형고도	부록-18
<표 1-4-5> 수문지질단위 분류	부록-19
<표 1-4-6> 행정구역별 지질 면적	부록-20
<표 1-4-7> 지목별 토지이용 현황	부록-22
<표 1-4-8> NRCS 방법에 의한 수문학적 토양군 분류(NRCS, 1972) ·	부록-23
<표 1-4-9> NRCS 토양형에 따른 담수지구 토양의 재분류	부록-24
<표 1-4-10> 토양등급별 분포면적	부록-24
<표 2-1-1> 허가·신고형태별 지하수개발 현황	부록-30
<표 2-1-2> 용도별 지하수개발 현황	부록-31
<표 2-1-3> 관정형태별 지하수개발현황	부록-35
<표 2-1-4> 구경별 현황	부록-35
<표 2-1-5> 토출관구경별 현황	부록-35
<표 2-1-6> 지하수관정 개발 밀도	부록-35
<표 2-1-7> 임야 제외지역 지하수관정 개발 밀도	부록-36
<표 2-2-1> 담수지구 세부용도별 지하수시설 현황	부록-37

<표 2-2-2> 세부용도별 지하수 이용량 산정기준	부록-38
<표 2-2-3> 세부 용도별 이용량 산정	부록-39
<표 2-2-4> 생활용 이용현황	부록-41
<표 2-2-5> 농업용 이용현황	부록-41
<표 2-2-6> 읍면별 단위면적당 지하수 이용현황	부록-42
<표 2-2-7> 지하수 개발·이용 항목에 따른 리별 순위	부록-43
<표 3-1-1> 지하수위/수두 분포 현황	부록-47
<표 3-1-2> 지하수두 및 지형고도 자료통계	부록-48
<표 3-1-3> 공간분석통계 인자 및 결과	부록-49
<표 3-1-4> 지하수위분포 현황	부록-53
<표 3-1-5> 읍면별 수리상수 분포현황	부록-54
<표 3-1-6> 읍면별 수리상수 통계분석	부록-54
<표 3-1-7> 수문지질별 수리상수 분포현황	부록-56
<표 3-1-8> 수문지질별 수리상수 통계분석	부록-56
<표 3-1-9> 국가지하수관측망 지하수 함양률	부록-58
<표 3-1-10> 담수지구 지하수 함양량	부록-58
<표 3-1-11> 표준유역별 Thiessen계수 산정	부록-60
<표 3-1-12> 표준유역 면적평균강수량 산정-광주수위표	부록-61
<표 3-1-13> 표준유역 면적평균강수량 산정-영산강상류	부록-62
<표 3-1-14> 유역별 지하수 함양량	부록-64
<표 3-1-15> 읍면별 지하수 함양량	부록-65
<표 3-1-16> 리별 지하수 함양량	부록-66
<표 3-1-17> 유역별 지하수 개발가능량	부록-67
<표 3-1-18> 읍면별 지하수 개발가능량 산정	부록-68
<표 3-2-1> 환경기초시설	부록-70
<표 3-2-2> 점오염원 현황	부록-71
<표 3-2-3> 비점오염원 현황	부록-73
<표 3-2-4> 비점오염원별 발생오염부하량 원단위	부록-74
<표 3-2-5> 읍면별 오염부하량	부록-75
<표 3-2-6> 항목별 오염부하량	부록-76

<표 3-2-7> 간이수질 분석결과	부록-77
<표 3-2-8> 행정구역별 pH, EC(μ S/cm), TDS(mg/L), T($^{\circ}$ C) ...	부록-78
<표 3-2-9> 읍면별 질산성질소 일제조사 분석 현황	부록-90
<표 3-2-10> 질산성질소 오염 주변조사(2차조사)	부록-92
<표 3-2-11> 질산성질소와 질소동위원소 분석결과	부록-94
<표 3-2-12> δ^{15} N에 의한 오염의 기원 구성비	부록-97
<표 3-2-13> 수질기준(생활용수) 검사 지점 및 채취사유	부록-98
<표 3-2-14> 지하수 생활용수 및 기타 수질기준	부록-100
<표 3-2-15> 담수지구 수질검사 기준초과지점	부록-101
<표 3-2-16> 양·음이온 분석지점 및 채취사유	부록-102
<표 3-2-17> 양·음이온별 이화학분석결과	부록-103
<표 3-2-18> 지하수 수질환경 특성에 따른 리별 순위	부록-108
<표 3-3-1> DRASTIC 평가기준	부록-111
<표 4-1-1> 지하수 보호에 대한 교육 및 홍보 내용	부록-126
<표 5-2-1> 일반현황 항목별 설문결과	부록-132
<표 5-3-1> 지하수개발 항목별 설문결과	부록-133
<표 5-4-1> 지하수수질 항목별 설문결과	부록-134
<표 5-5-1> 지하수수량 항목별 설문결과	부록-135
<표 5-6-1> 지하수관리 항목별 설문결과	부록-137

부 록 그 림 목 차

<그림 1-1-1> 전라남도 용수구역 현황	부록-7
<그림 1-2-1> 담수지구 행정구역 현황	부록-8
<그림 1-2-2> 인구추이 변화	부록-10
<그림 1-3-1> 농지분포도	부록-11
<그림 1-4-1> 담수지구 하천 현황	부록-15
<그림 1-4-2> 담수지구 표준유역 현황	부록-16
<그림 1-4-3> 지형고도 분포도	부록-18
<그림 1-4-4> 담수지구 지질도	부록-20
<그림 1-4-5> 담수지구 수문지질도	부록-21
<그림 1-4-6> 읍면별 지목별 토지이용현황	부록-22
<그림 1-4-7> 담수지구 NRCS 토양도	부록-25
<그림 2-1-1> 허가·신고 형태별 지하수시설 현황도	부록-30
<그림 2-1-2> 읍면별·용도별 지하수 개발현황	부록-31
<그림 2-1-3> 용도별 지하수개발 위치도	부록-32
<그림 2-1-4> 논, 밭, 시설재배면적 변화추이	부록-33
<그림 2-1-5> 관정형태별 지하수 개발 현황	부록-36
<그림 2-2-1> 읍면별·용도별 지하수이용현황	부록-40
<그림 2-2-2> 용도별 지하수 개소수	부록-40
<그림 2-2-3> 용도별 지하수 이용량	부록-40
<그림 2-2-4> 읍면별 단위면적당 지하수이용현황	부록-42
<그림 3-1-1> 지형고도와 지하수두 선형회귀분석	부록-48
<그림 3-1-2> 실측 지하수두와 예측 지하수두	부록-49
<그림 3-1-3> 지하수두 및 유동방향도	부록-50
<그림 3-1-4> 담수지구 지하수위 분포 현황	부록-51
<그림 3-1-5> 읍면별 지하수 평균심도 및 양수량	부록-55
<그림 3-1-6> 읍면별 지하수 투수량계수 및 수리전도도(산술)	부록-55
<그림 3-1-7> 읍면별 지하수 투수량계수 및 수리전도도(기하)	부록-55
<그림 3-1-8> 수문지질별 지하수 평균심도 및 양수량	부록-56

<그림 3-1-9> 수문지질별 투수량계수 및 수리전도도(산술)	부록-57
<그림 3-1-10> 수문지질별 투수량계수 및 수리전도도(기하)	부록-57
<그림 3-1-11> 조사지역 인근 국가지하수 관측망 현황	부록-59
<그림 3-1-12> 조사지역 Thiessen망도	부록-59
<그림 3-1-13> 지하수 수위 무강우 일수 산정 및 감수곡선	부록-63
<그림 3-1-14> 표준유역별 지하수 함양량	부록-64
<그림 3-1-15> 읍면별 지하수 함양량	부록-65
<그림 3-1-16> 표준유역별 지하수 이용량 및 개발가능량	부록-67
<그림 3-1-17> 읍면별 지하수 이용량 및 개발가능량	부록-68
<그림 3-2-1> 점오염원 시설수 및 단위면적당 개소수	부록-71
<그림 3-2-2> 환경기초시설 및 점오염원 분포현황도	부록-72
<그림 3-2-3> 읍면별 항목별 단위면적당 오염부하량	부록-75
<그림 3-2-4> 오염원별 단위면적당 오염부하량	부록-76
<그림 3-2-5> 담수지구 간이수질 측정대상공 위치도	부록-78
<그림 3-2-6> 담수지구 지하수의 수온(T) 빈도분포도	부록-82
<그림 3-2-7> 담수지구 지하수의 수온(T) Box-whisker	부록-82
<그림 3-2-8> 담수지구 지하수의 수온(°C) 분포도	부록-83
<그림 3-2-9> 담수지구 지하수의 pH 빈도분포도	부록-84
<그림 3-2-10> 담수지구 지하수의 pH Box-whisker	부록-84
<그림 3-2-11> 담수지구 지하수의 pH 분포도	부록-85
<그림 3-2-12> 담수지구 지하수의 전기전도도(EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$) 빈도분포도 · 부록-86	
<그림 3-2-13> 담수지구 지하수의 전기전도도(EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$) Box-whisker · 부록-86	
<그림 3-2-14> 담수지구 지하수의 전기전도도(EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$) 분포도	부록-87
<그림 3-2-15> 담수지구 지하수의 총용존고용물(TDS, mg/L) 빈도분포도 · 부록-88	
<그림 3-2-16> 담수지구 지하수의 총용존고용물(TDS, mg/L) Box-shisker · 부록-88	
<그림 3-2-17> 담수지구 지하수의 총용존고용물(TDS, mg/L) 분포도	부록-89
<그림 3-2-18> 담수지구 지하수의 질산성질소(mg/L) 분포도	부록-91
<그림 3-2-19> 오염방지 취약시설	부록-93
<그림 3-2-20> $\text{NO}_3\text{-N}$ 과 $\delta^{15}\text{N}$ 의 관계	부록-95
<그림 3-2-21> 질소동위원소 오염원별 위치도	부록-95

<그림 3-2-22> 수질검사 및 초과지점 분포도	부록-99
<그림 3-2-23> 양·음이온분석시료 채수 위치도	부록-103
<그림 3-2-24> 담수지구 지하수의 Piper Diagram(질산성질소) ·	부록-105
<그림 3-2-25> 담수지구 암반 지하수의 Piper Diagram	부록-106
<그림 3-2-26> 담수지구 충적 지하수의 Piper Diagram	부록-106
<그림 3-2-27> 담수지구 지하수의 Stiff Diagram	부록-107
<그림 3-3-1> DRASTIC 흐름도	부록-110
<그림 3-3-2> 지하수위(Depth to water)	부록-112
<그림 3-3-3> 자연함양량(Net Recharge)	부록-113
<그림 3-3-4> 대수층 매질(Aquifer Media)	부록-113
<그림 3-3-5> 토양 매질(Soil Media)	부록-114
<그림 3-3-6> 지형경사(Topography)	부록-114
<그림 3-3-7> 비포화대 매질(Impact of the Vadose Zone)	부록-115
<그림 3-3-8> 수리전도도(Hydraulic Conductivity)	부록-115
<그림 3-3-9> 오염취약성도(DRASTIC)	부록-116
<그림 3-3-10> 선구조밀도	부록-118
<그림 3-3-11> 담수지구 변형된 오염취약성도(M-DRASTIC) ..	부록-118

요 약

□ 담수지구에 해당하는 담양군의 새울행정 및 시설전수조사 자료의 농업용 지하수시설과 농업기반시설 공공관정을 기초로 하여 현장조사를 실시하였다. 정밀관정현황조사 대상인 공공관정 관리대장에 대해서는 전수조사를 실시하였으며, 관정현황조사 대상은 읍면별 면적을 고려하여 최대한 등분포로 조사하였다. 조사대상 농업용 지하수시설 1,960공 중 금회조사에서 407공을 현장조사 확인하였으며, 이 중 공공관정이 15개소이다. 관정현황조사(공공관정)는 읍면별로 대전면이 210(4)개소, 수북면이 197(11)개소로 조사되었다.

(단위 : 공)

읍 면	새울행정시스템 ⁽¹⁾				조사연보 ⁽²⁾ (농업용)	금회조사 ⁽³⁾			
	계	생활용	공업용	농업용		계	공공관정	시설관정	
담수지구	4,427	2,458	9	1,960	1,873	407	15	392	
구성비(%)	100.0	55.5	0.2	44.3	43.5	100.0	3.7	96.3	
담양군	대전면	2,369	1,358	5	1,006	974	210	4	206
	수북면	2,058	1,100	4	954	899	197	11	186

※ 자료출처 : (1) 새울행정시스템(2017), (2) 지하수 조사연보(2016), (3) KRC 현장조사자료

□ 담수지구의 단위면적당 지하수 이용량은 234.9천m³/년/km²(643.6m³/일/km²)을 이용하는 것으로 나타났다. 읍면별로는 대전면 238.6천m³/년/km², 수북면 231.0천m³/년/km²순으로 나타났다.

구 분	이용량 (천m ³ /년)	비율 (%)	면 적 (km ²)	단위면적당 이용량		
				(천m ³ /년/km ²)	(m ³ /일/km ²)	
담양군	64,201.7	100.0	455.1	141.1	386.5	
담수지구	14,005.4	21.8	59.6	234.9	643.6	
담양군	대전면	7,260.3	11.3	30.4	238.6	653.8
	수북면	6,745.1	10.5	29.2	231.0	632.9

□ 담수지구의 지하수관정 개발 밀도(새올해정시스템)는 74.25공/km²으로 전라남도 평균 지하수관정 개발밀도인 21.20공/km²의 약 3.5배 수준으로 높다. 읍면별로 개발밀도를 살펴보면 대전면(77.86공/km²), 수북면(70.48공/km²) 순으로 대전면이 관정밀도가 가장 높은 것으로 나타났다.

읍면별		개소수 (공)	면적 (km ²)	관정밀도 (공/km ²)
전라남도		261,079	12,312.92	21.20
담 양 군	계/평균	4,427	59.62	74.25
	대전면	2,369	30.43	77.86
	수북면	2,058	29.20	70.48

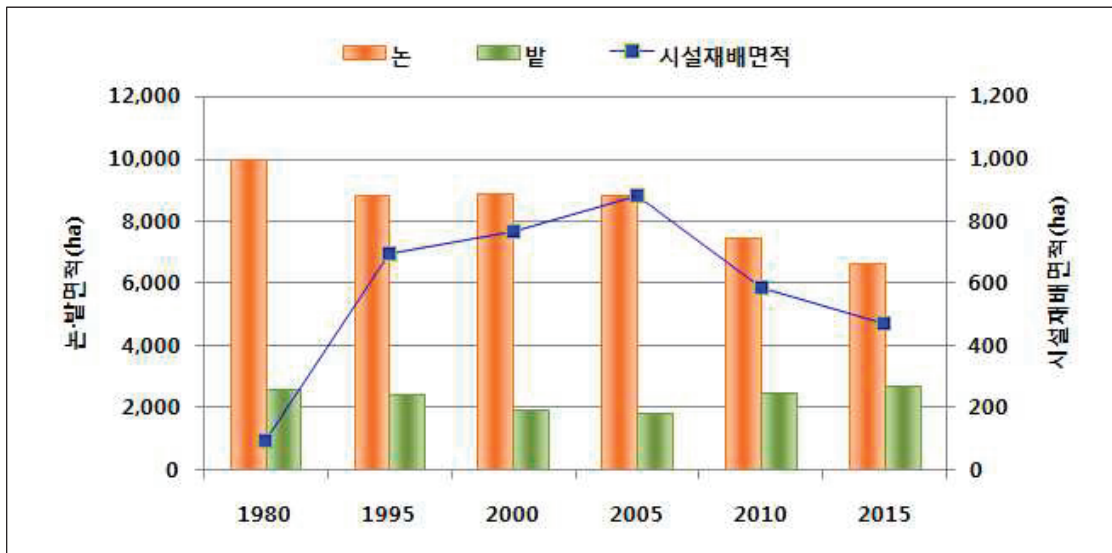
※ 자료출처 : 새올행정시스템(2017)

□ 담수지구는 지역의 특성상 인간의 활동이 제한되는 임야 지역의 분포가 넓고, 대다수의 지하수 이용시설은 임야를 제외한 농경지 또는 대지 등에 존재하므로 임야를 제외한 지역에서의 관정밀도를 산출하는 것이 더 큰 의미를 갖는다고 판단된다. 담수지구의 임야제외지역 관정 개발 밀도는 전체면적 대비 관정밀도가 전남 평균보다 높았던 양상과 비슷하게 전남의 평균인 49.13공/km² 보다 2.6배 높은 126.86공/km²의 값을 보인다. 이는 담수지구가 농경지 면적 대비 임야 면적의 비율이 높은 지역적 특성이 반영된 것이고, 농경지에 관정이 밀집되어 개발된 것으로 나타났다.

읍면별		개소수 (공)	임야 제외 면적 (km ²)	관정밀도 (공/km ²)
전라남도		261,079	5,314.46	49.13
담 양 군	계/평균	4,427	34.90	126.86
	대전면	2,369	16.69	141.97
	수북면	2,058	18.21	113.01

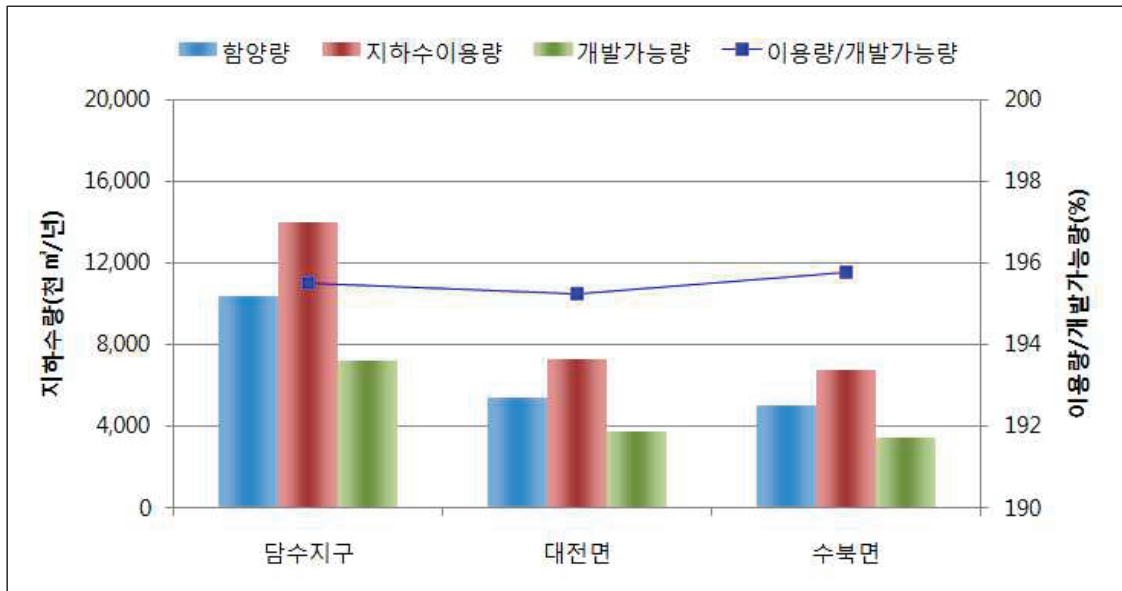
※자료출처 : 새올행정시스템(2017)

□ 1980년 이후 담양군의 논, 밭 및 시설재배면적변화추이를 나타낸 그래프이다(농림어업총조사, 1980~2015년). 논 면적은 감소하는 경향을 나타내지만 밭과 시설재배 면적은 지난 35년간 소폭으로 꾸준히 증가하고 있음을 확인할 수 있다. 논 면적이 약 3,000ha 감소한 반면 밭 면적은 약 102ha 증가하였으며, 시설재배면적은 약 377ha가량 증가하였으며, 발생 가능한 지하수 이용변화 또는 장해에 대비할 필요가 있다고 판단된다.



□ 담수지구의 함양량 대비 개발가능량은 69.11% 수준이며, 개발가능량 대비 이용량은 195.49% 수준으로 전반적으로 지구 내 개발 가능한 지하수는 부족한 편인 것으로 판단된다. 단, 담수지구는 관정의 분포가 평야지역에 밀집되어 분포하는 특징을 지니고 있으므로, 리 단위 개발가능량 산정을 통해 좀 더 세밀하게 확인하고, 향후 개발 방안 수립시 리단위 계획을 세우는 것이 효과적일 것으로 판단된다.

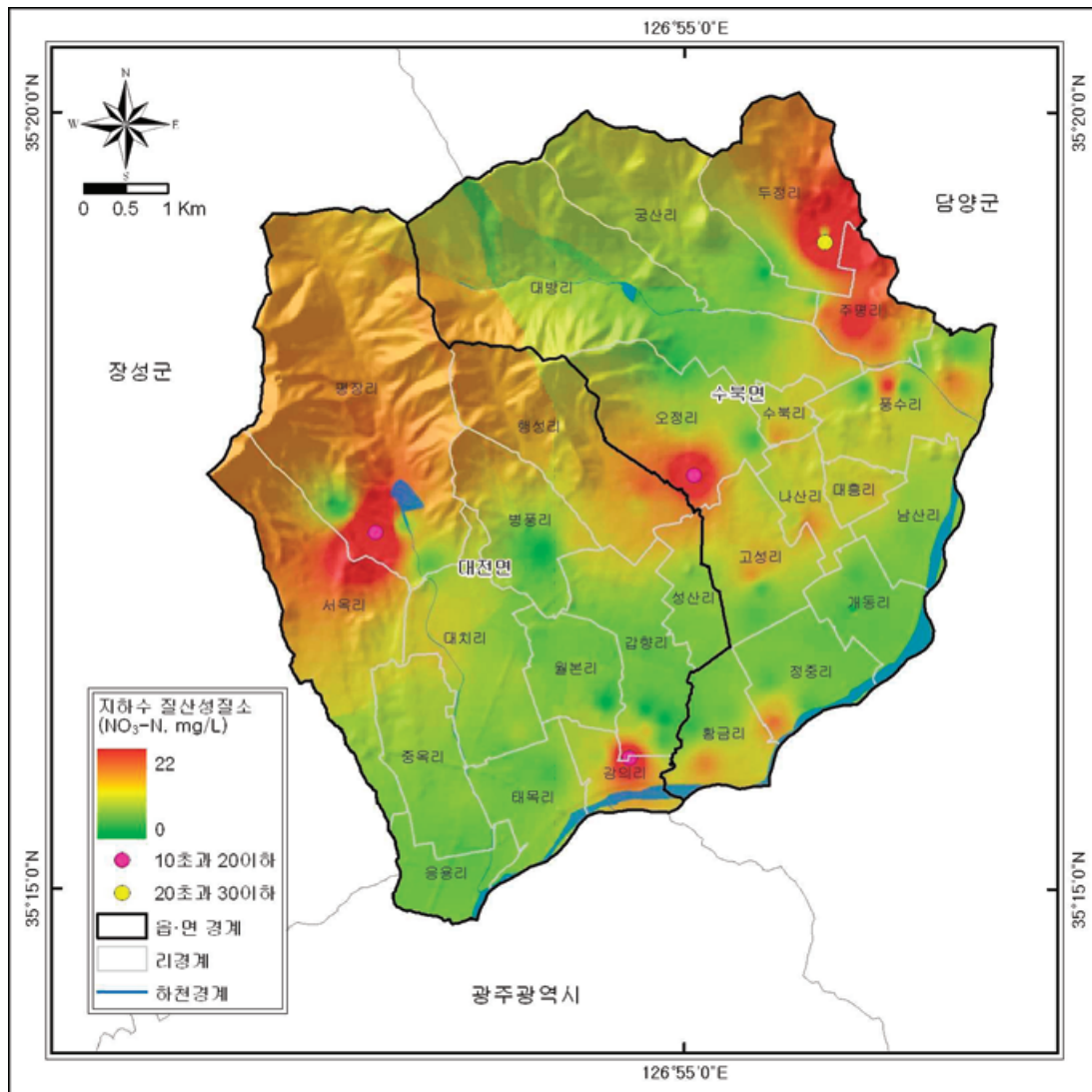
읍 면	면 적 (km ²)	10년빈도 가뭄강수량 (mm)	함양량 (천m ³ /년)	지하수이용량 (천m ³ /년)	개발가능량 (천m ³ /년)	이용량/개발가능량 (%)
담수지구	59.62	927.84	10,366.47	14,005.38	7,164.10	195.49
대전면	30.42	943.77	5,375.63	7,260.31	3,718.55	195.25
수북면	29.20	911.24	4,990.84	6,745.07	3,445.55	195.76



□ 담수지구 질산성질소 조사는 총 113회 조사하였으며, 1차조사시에 88 개소를 조사하여 질산성질소 분포현황을 파악하였고 2차조사시에 질산성질소 농도확인 및 주변오염 확인을 위하여 보조적으로 35개소에서 물시료를 채취하여 분석하였다. 담수지구의 질산성질소 평균 농도는 3.3mg/L이고 먹는물 기준치인 10mg/L를 초과하는 관정은 4개소이며 이 중 생활용 및 농업용 기준치인 20mg/L를 초과하는 관정은 1개소이다. 먹는물 수질기준을 초과하는 관정은 대전면이 2개소, 수북면 2개소이고, 이 중 생활용 및 농·어업용 수질기준을 초과하는 관정은 수북면이 1개소이다. 질산성질소 단일항목으로 담수지구의 수질을 판단하였을 때 비교적 양호 한 것으로 판단된다.

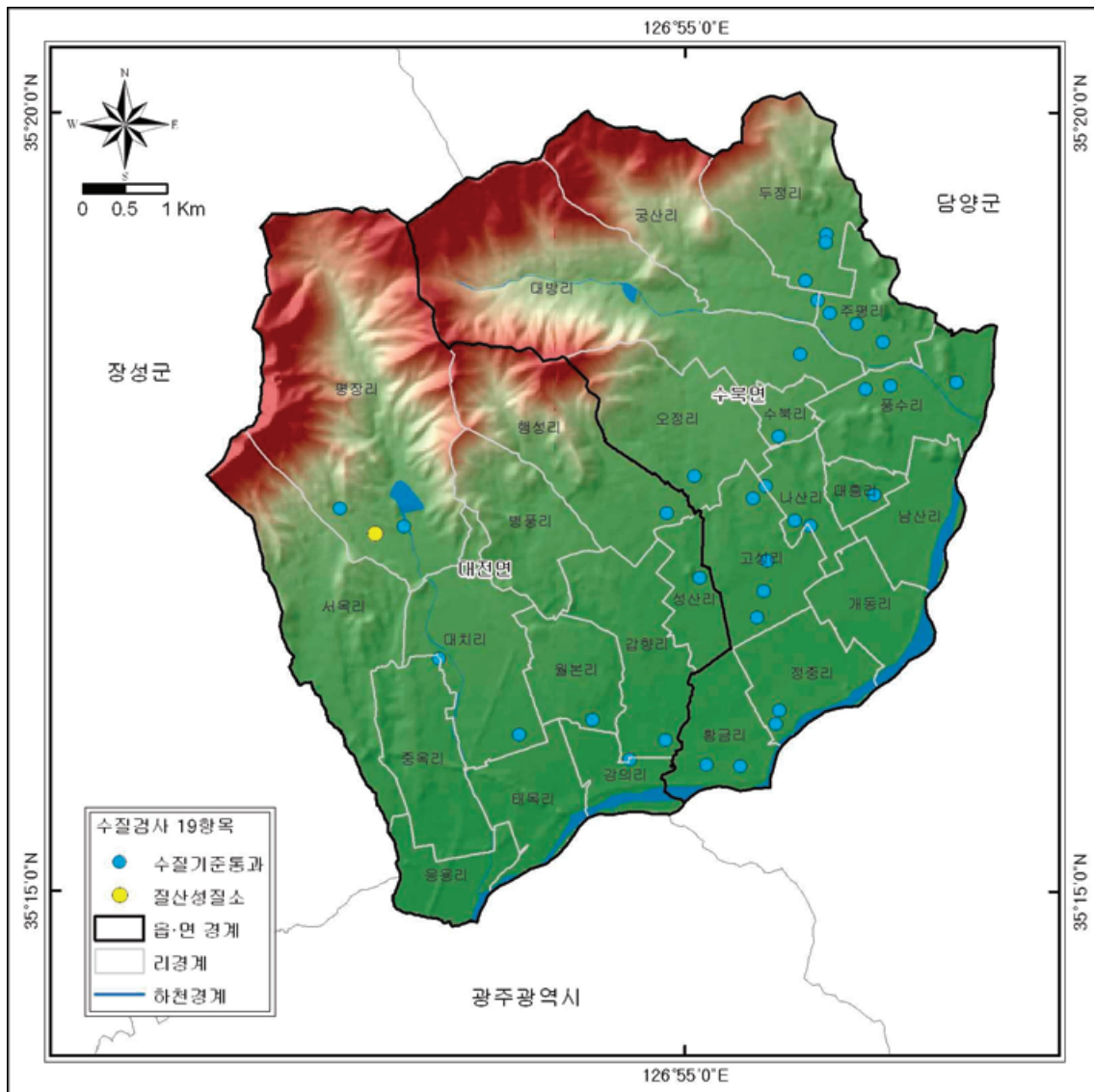
(단위 : mg/L)

구분	읍면	질산성질소 일제조사(N=88)						
		개소 (공)	최대	최소	평균	표준 편차	10 초과 (공)	20 초과 (공)
담수지구		88	22.4	0.0	3.1	3.5	4	1
담양군	대전면	35	19.8	0.0	2.9	3.7	2	-
	수북면	53	22.4	0.0	3.2	3.5	2	1



□ 현장 청문조사 및 관정현황 조사시 축사, 시설하우스, 농경지 및 농공단지 주변 등 지하수 수질오염이 취약하다고 판단되는 지역에 대하여 생활용수(19항목) 기준 수질검사를 실시하였다. 조사대상 35지점 중 1개소에서는 질산성질소이온이 기준치를 초과하였다.

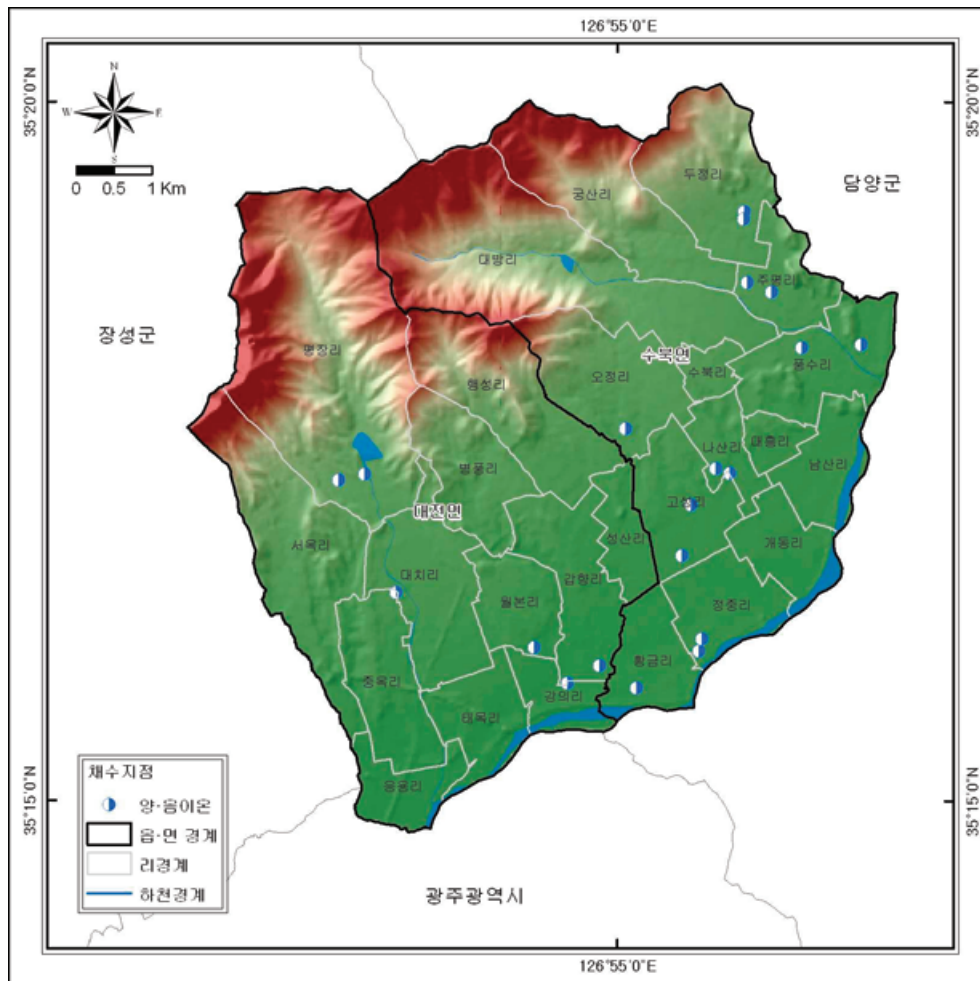
조사번호	분석항목		초과항목	관정형태
	pH	질산성질소		
WDAM201708065	5.8	21.5	질산성질소	층적



□ 담수지구는 일제조사결과 수질이 비교적 양호한 상태이며, 내륙지역인 지형적 특성으로 해안지역 처럼 해수침투의 영향인 EC, pH 이상 지점 보다는 담수지구의 환경적 특성을 알아보기 위해서 지질분포 특성을 고려하여 실시하였다.

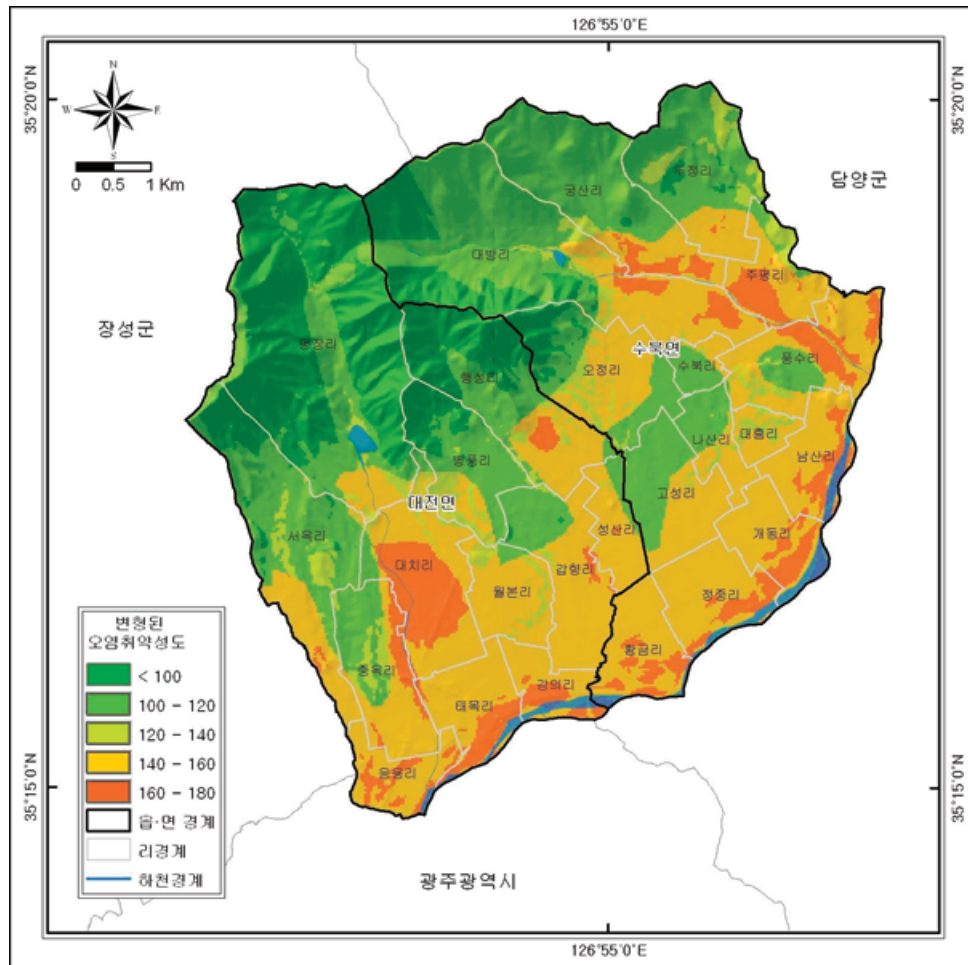
(단위 : mg/L)

양 이 온(Cation)						음 이 온(Anion)					
이 온	최소값	최대값	평균	중앙값	표준 편차	이 온	최소값	최대값	평균	중앙값	표준 편차
Na ⁺	9.6	20.7	14.3	14.6	2.9	Cl ⁻	17.1	141.4	87.1	85.4	28.9
K ⁺	0.5	5.2	1.5	0.8	1.4	HCO ₃ ⁻	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
Ca ²⁺	3.9	12.3	6.9	6.7	2.2	SO ₄ ²⁻	2.0	37.0	13.6	9.0	11.8
Mg ²⁺	14.3	48.3	25.9	23.7	9.7	NO ₃ ⁻	10.2	47.1	21.4	19.9	10.5

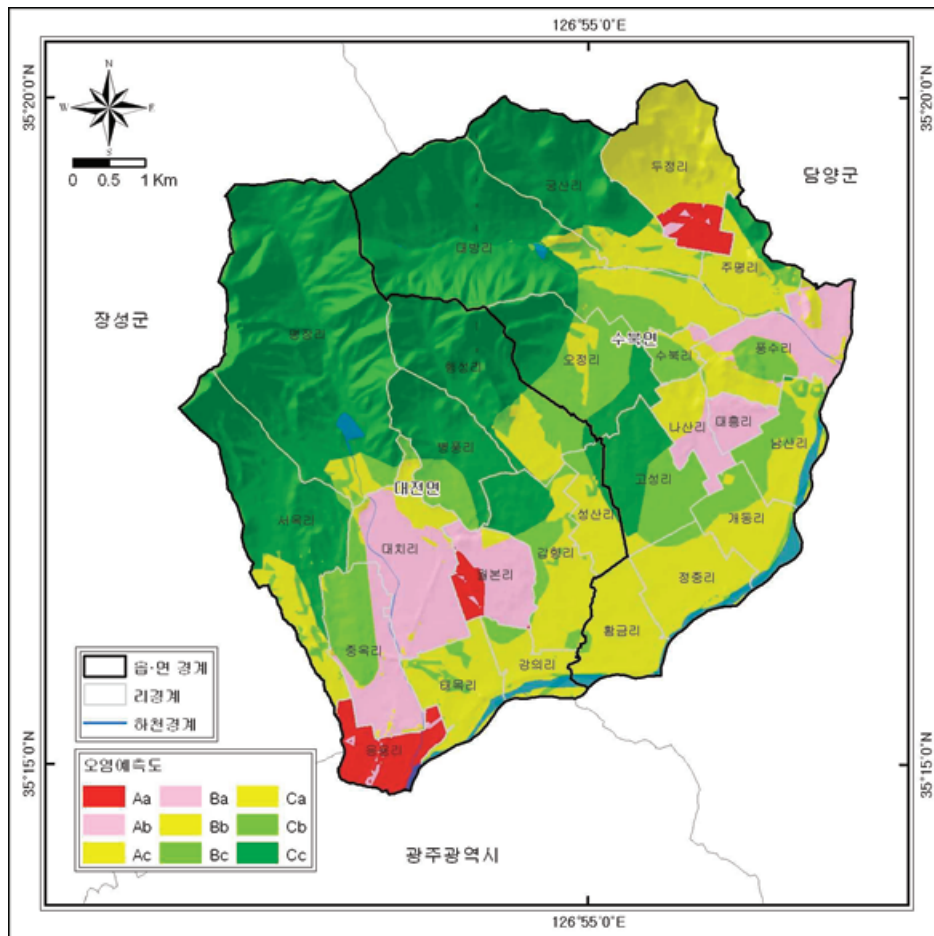
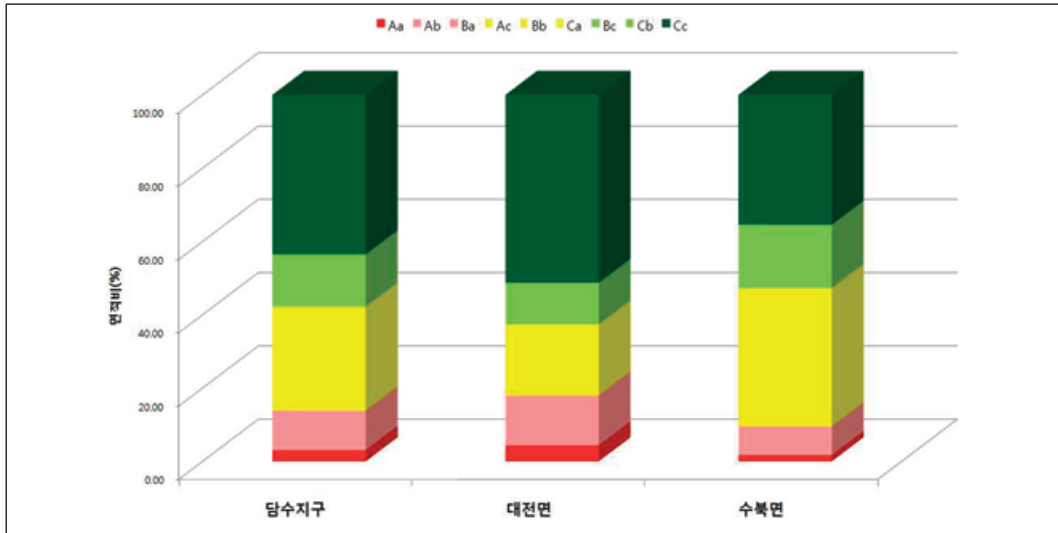


□ 변형된 오염취약성분석은 우리나라 특성에 맞게 선구조밀도 등을 부가적인 인자로 사용하여 실시하였다. 담수지구의 읍면별 변형된 오염취약성 평균지수는 수북면 135.8, 대전면 129.9이며, 최대값은 172이다. 담수지구 대부분의 지역은 110에서 140범위의 오염취약성 수치를 보이며, 특히 수북면 두정리, 공산리, 대전면 행성리, 병풍리, 평장리, 서옥리 등에서는 120이하의 상대적으로 낮은 값을 보인다. 수북면 정중리, 주평리, 개동리, 대전면 황금리, 갑향리, 태목리 등 150이상의 상대적으로 높은 값을 나타내는 지역이 있으며 비포화대매질 등의 영향으로 보인다.

구 분		최소	최대	평균
담양군	대전면	89	172	129.9
	수북면	99	168	135.8



□ 지하수오염예측 등급도를 작도한 결과, 대전면 월본리, 응용리, 수북면 나산리, 대흥리, 두정리 등 일부지역에서 상대적인 오염취약성이 확인된다. 지구 전체에서 Aa, Ab, Ba 등급 지역은 약 13.86% 수준이다.



□ 선정된 수량관리지역, 수질관리지역과 농업용 공공관정 일체조사 결과를 바탕으로 현황 및 문제점을 분석하고, 그에 대한 대책방안을 수량관리, 수질관리, 시설물관리 3가지 형태로 구분하고 13가지 유형으로 분류하여 제시하였다. 수량관리 12지역, 수질관리 9지역, 시설물관리 7지역 등 총 28건에 대해 대책이 필요한 지역으로 선정되었다(세부사항 본문 5장 참조).

구 분	계	수량관리 (A)	수질관리 (B)	시설물관리 (C)	비 고
계	28	12	9	7	-
대전면	12	갑향리, 강의리 성산리, 월본리 응용리, 태목리	강의리, 응용리 태목리, 평장리	갑향리, 행성리	
수북면	16	고성리, 공산리 대흥리, 정중리 풍수리, 황금리	나산리, 대흥리 두정리, 풍수리 황금리	개동리, 남산리 오정리, 정중리 황금리	

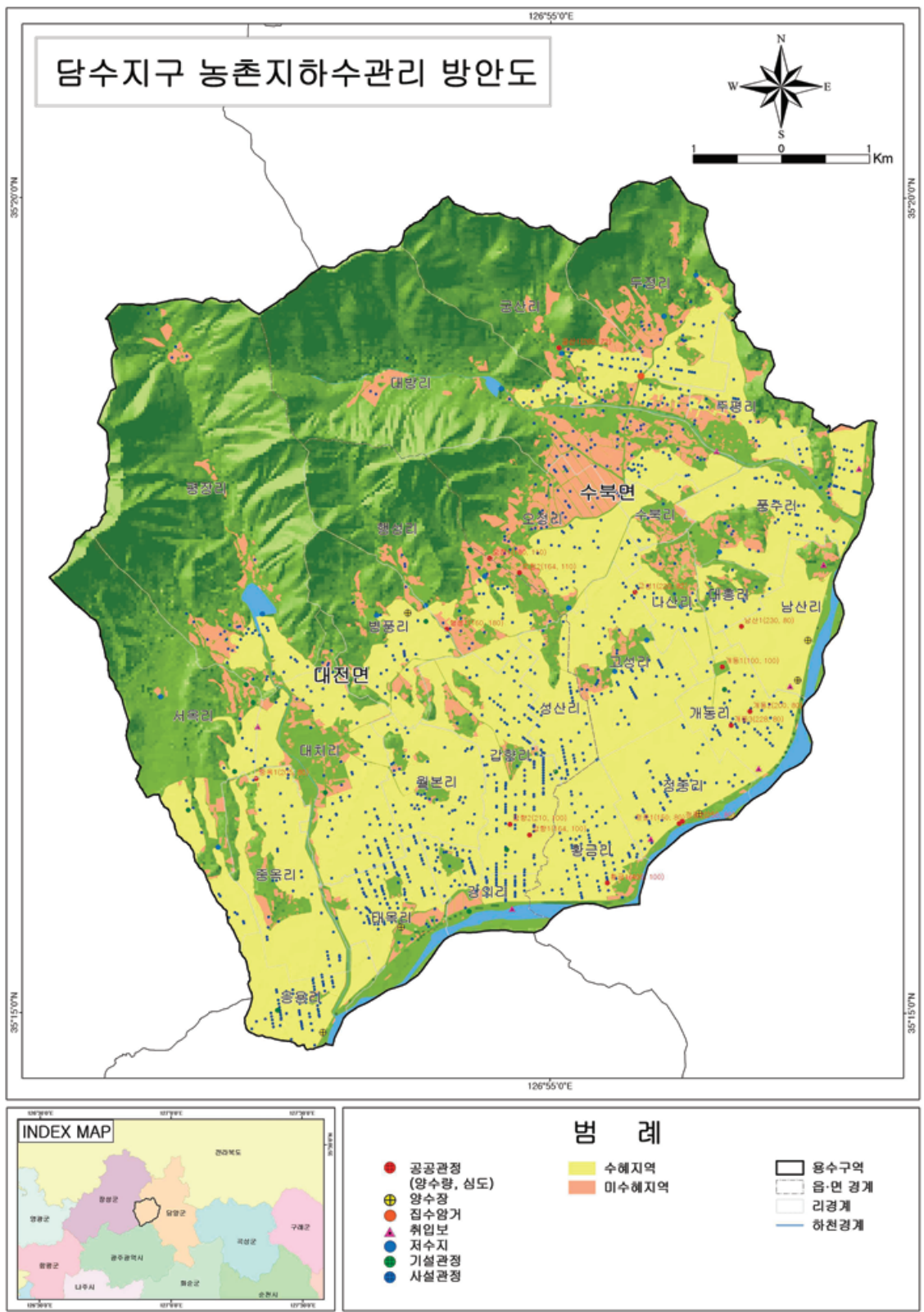
□ 담수지구 지하수 개발이용방안에 대한 분석결과, 농업용수공급을 위한 지하수개발 및 수리시설물 확충 우선 개발 지역으로 B지역인 대전면 대치리를 포함한 6개리가 해당된다.

구 분	읍 면		용수공급 확보(안)	
	대전면	수북면		
A	잔여면적↑ 관정밀도↑	갑향리	황금리	- 지표수를 이용한 수리시설물 확충 (저수지, 양수장, 취입보) - 신규 지하수 개발 이용량제한
B	잔여면적↑ 관정밀도↓	대치리, 월본리 중옥리	개동리, 남산리 정중리	- 지표수를 이용한 수리시설물 확충 (저수지, 양수장, 취입보) - 신규 지하수 관정 개발
C	잔여면적↓ 관정밀도↑	강의리, 성산리 응용리, 태목리	공산리, 대방리	- 신규 지하수 개발 및 이용량 제한 - 공동이용체계 구축
D	잔여면적↓ 관정밀도↓	병풍리, 서옥리 평장리	고성리, 나산리 대흥리, 두정리 수북리, 오정리 주평리, 풍수리	- 암반관정 개발 - 소류지 및 농업용수로 시설 확충

□ 담수지구에서 필요로 하는 농업용수 개발방안 지역은 2개면 26개리 중에서 대전면 중옥리를 포함한 6개리가 해당된다. 이 지역은 미수혜면적이 넓고, 관정밀도가 낮은 지역으로, 농업용수 확보를 위한 신규 지하수개발이 우선적으로 선행되어야 한다.

구 분	읍 면			비 고
	계	대전면	수북면	
계	-	-	-	
잔여면적 ↑ 관정밀도 ↓	-	대치리 월본리 중옥리	개동리 남산리 정중리	

담수지구에서 신규 관정을 개발해야 할 지역은 6개리로 조사되었으나 대전면 대치리, 월본리는 지하수 의존도가 높은 시설재배단지가 밀집되어 개발가능량 대비 이용량 비율이 높게 나타나 수량부족의 우려가 있고, 수북면 개동리와 정중리는 관정밀도가 낮고 농업용수 미수혜 농경지가 많이 분포하나 영산강과 인접한 평야지역으로 용·배수로가 발달되어 농업용수 공급이 원활한 것으로 조사되었으며, 대전면 중옥리, 수북면 남산리는 농업용수 미수혜지역이 산악지형을 따라 형성된 곡간농지가 대부분으로 해당 리에 산발적으로 분산되어 관정 개발이 용이하지 않은 것으로 나타났다. 결과적으로 농업용수 개발방안 검토와 청문조사, 현장조사 등의 결과를 종합하여 볼 때, 위에서 언급한 대전면 대치리 등 6개리는 신규 지하수개발을 통한 농업용수 공급보다는 방사성 집수정, 지하댐, 강변여과 등을 통하여 지표수 이용을 확대하고, 기존 지하수 시설물에 대한 정비·보수를 등을 통하여 지하수 이용의 효율을 높이는 것이 바람직할 것으로 사료된다.



I

농촌지하수관리사업 개요

I. 농촌지하수관리사업 개요

1.1 농촌지하수관리사업의 배경

농어촌정비법 제15조(농어촌용수이용 합리화계획 등) 및 지하수법 제5조(지하수조사)에 근거하여 농촌용수구역의 지하수개발·이용 및 보전·관리를 위하여 농림축산식품부 주관 하에 한국농어촌공사에서 시행

1.2 농촌지하수관리사업의 목적

- 농촌용수구역별 지하수현황조사·분석을 통한 용수이용 및 시설물관리대책 수립·시행
- 지하수사업 재정투입 적정성 판단의 기초자료로 활용



농어촌지역 지하수의 효율적 개발·관리

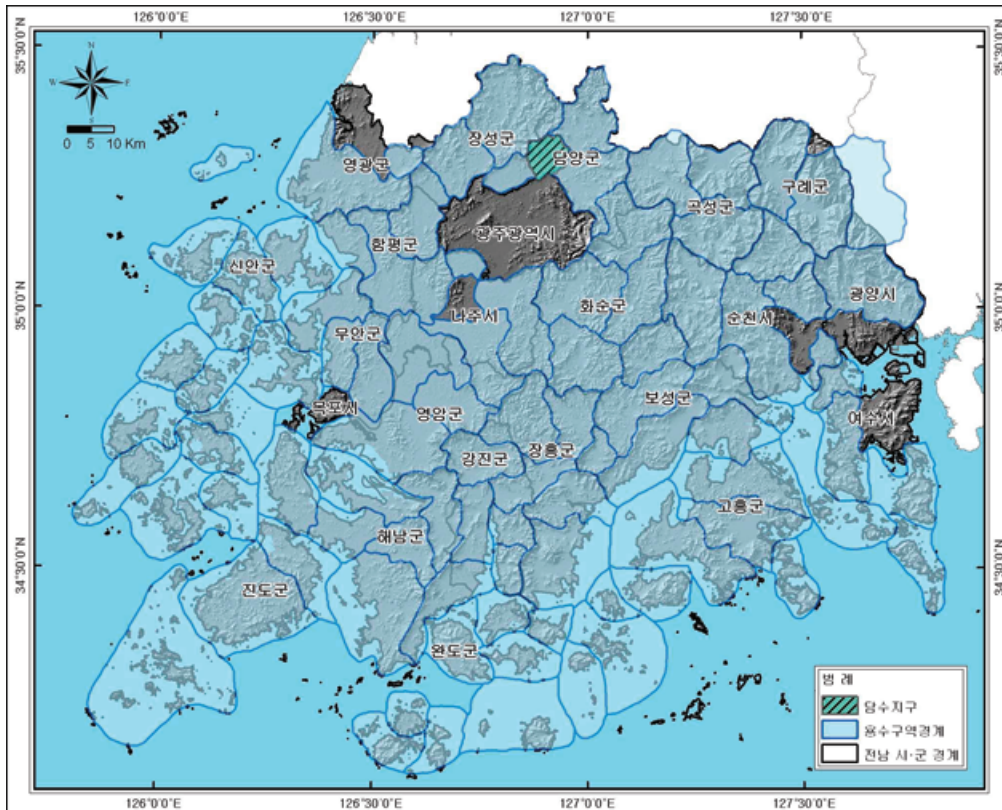
1.3 농촌지하수관리사업의 내용

- 현장조사를 통한 관정 및 오염원 현황 파악
- 지하수함양량, 개발가능량 등 용수구역별 수리특성 파악
- 가뭄예측/분석을 통한 지하수 대책수립
- 수량부족 및 수질오염이 우려되는 지역은 해당지자체에 관리 대책 제안
- 농어촌지하수에 대한 정보화시스템 구축 및 운영

1.4 담수지구 선정 및 특성 분석

담수지구는 전라남도 내 농촌지하수관리 대상 60개 용수구역 중 전남 담양군 대전면, 수북면, 등 1개 군, 2개 면을 포함하는 지구로 북서쪽은 전라남도 장성군, 남쪽은 광주광역시와 접하여 있는 내륙 평야지역으로 전라남도의 북부에 위치한다<그림 1-4-1>.

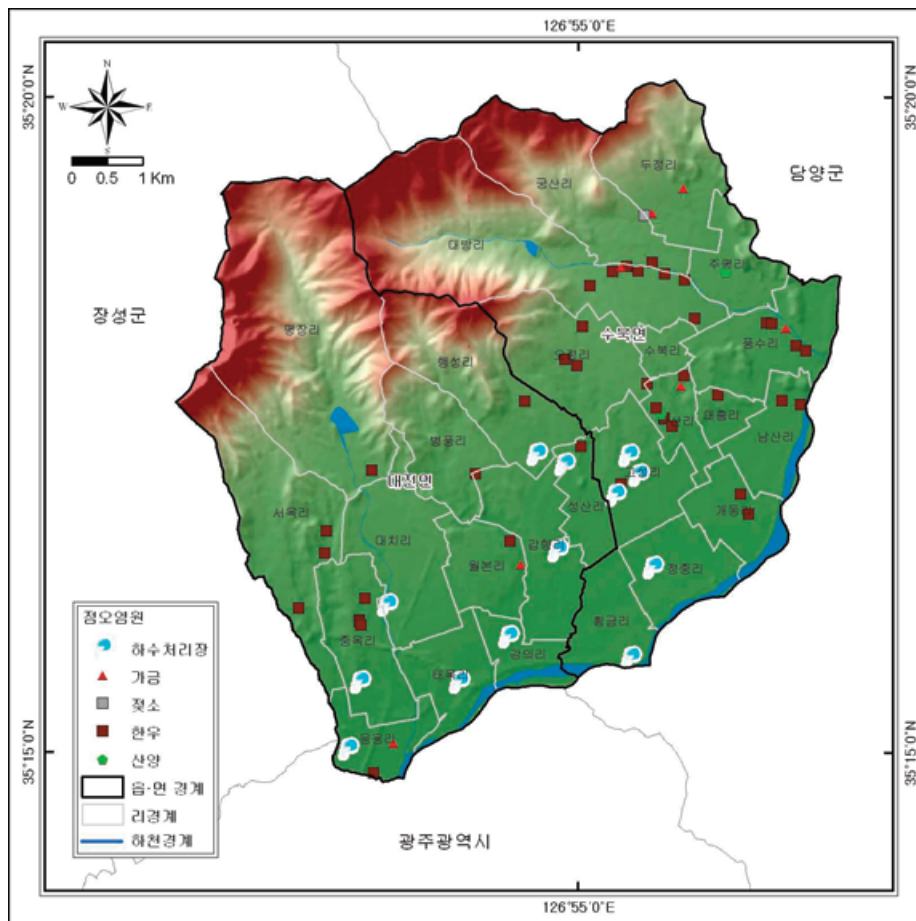
담수지구는 대상지 현장답사 시 시설재배 단지가 분포하는 농경지 일대에 높은 밀도로 관정이 분포하고, 또한, 농공단지 및 관광단지, 축산시설로 인한 지하수 오염도 우려되는 지역으로 조사되었다. 최근 기상이변 및 기후변화로 인해 담수지역 농업용수의 대부분을 공급하는 하천수의 감소가 관찰되어, 농업용 지하수의 이용량이 증가하여 지하수 고갈에 대한 문제점이 우려된다.



<그림 1-4-1> 담수지구 용수구역 위치도

담수지구의 지하수 개발·이용은 영산강(국가하천)과 대전천 등 지방하천의 지류 주변에 위치한 농경지에서 밀집된 특성을 보이며, 대체로 지형고도가 높은 산간지역은 암반관정, 하천변 및 평야부에서는 충적관정이 주로 개발된 특징이 있다.

담수지구는 북쪽에 병풍산과 남동쪽, 무등산 등이 위치하고 있고, 남쪽은 평야지대로, 대체로 토질이 풍옥한 특성을 보인다. 지구 내 축산시설들은 하천 및 평야에 주로 분포하며, 담수지구에 허가·신고된 시설은 49개 이다<그림 1-4-2>. 따라서 가축에 의한 지하수 오염특성을 고려하고, 특히 축산시설이 밀집된 지역은 질산성질소에 대한 특성을 집중적으로 조사할 필요가 있다.



<그림 1-4-2> 담수지구 점오염원 위치도

위와 같은 사유로 담수지구 농촌지하수관리사업의 중점사항으로 1) 농업용 지하수에 대한 현장조사, 2) 축산시설, 농공단지 등 오염 유발시설 하류부에 대한 수질검사, 3) 농업용관정 밀집지역에 대한 이용량 조사 등을 설정하여 시행하였다. 이를 위해 수위 및 현장수질측정 120점, 질산성질소 분석 110점, 생활용수 기준 수질검사 35점, 질소동위원소 분석 10점 등 지하수의 일반적인 수질특성 분석에 역점을 두고 시행하였다.

또한, 소규모 축사시설에 대한 자료를 데이터베이스화 하여 오염원 관리를 위한 기초자료를 구축하였다.

1.5 지하수 개발·이용 현황

1.5.1 신고·허가별 지하수 개발 현황

담양군의 새울행정시스템 자료에 의하면, 담수지구에는 총 4,427 개소의 지하수시설이 개발·이용되고 있고, 관정개발밀도는 74.25공/km²이다. 지하수조사연보(2016)는 4,306공으로 현재 파악한 지하수 관정 현황과 비슷하다.

허가·신고형태별로 구분하면, 허가시설 37공, 신고시설 4,390공으로 분류되며, 읍면별로는 대전면이 2,369공, 수북면이 2,058공으로 관정이 대전면에 좀 더 많이 분포하고 있고, 허가시설은 수북면에 더 많이 분포하는 것으로 확인되었다.

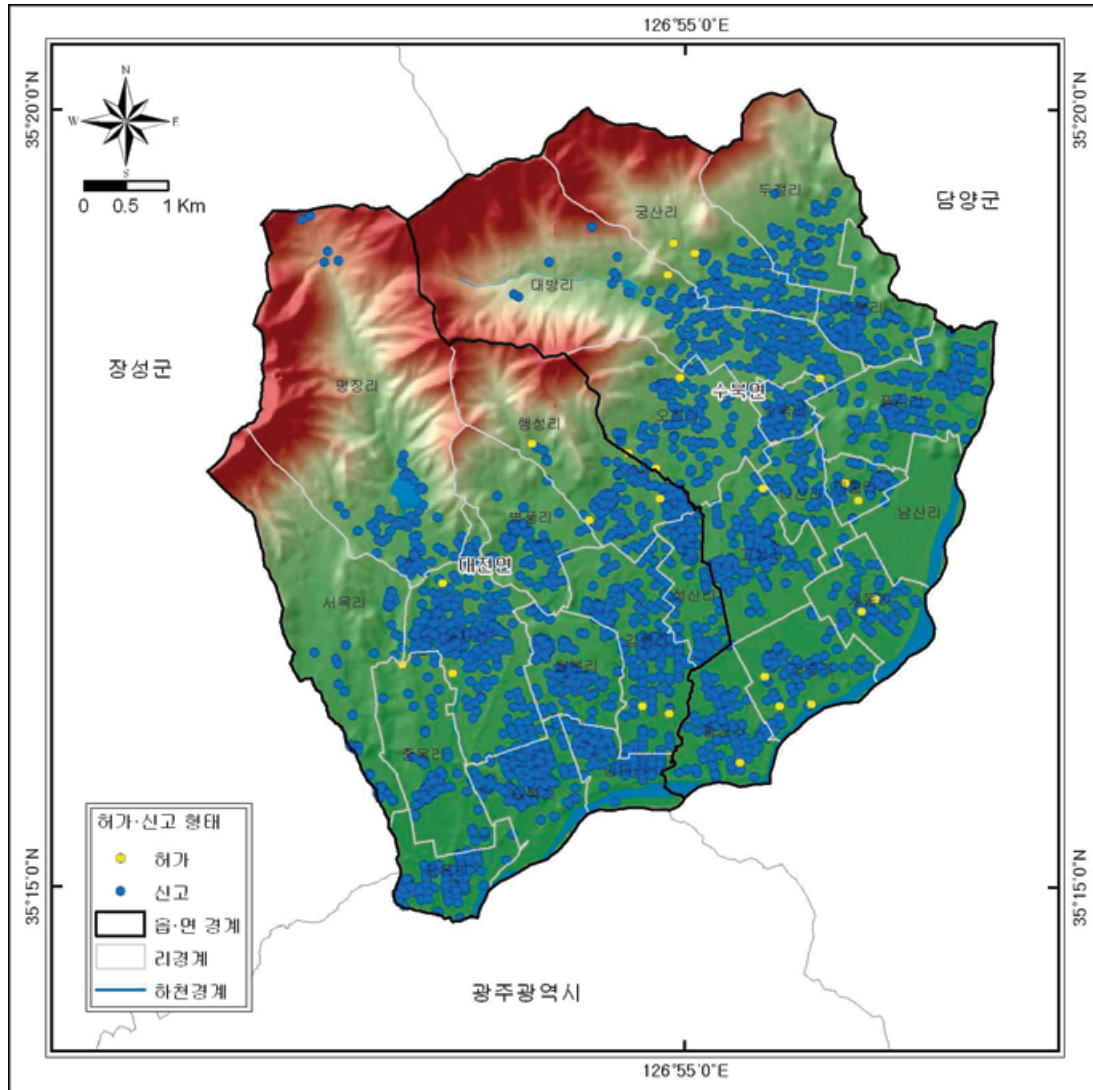
금회 조사에서는 해당 지자체 지하수 행정자료와 공공관정을 기반으로 하여 농업용 관정을 중점으로 관정현황 조사를 실시하였으며, 시설물 등록 및 이용현황, 지리적 위치, 현장수질측정, 관정점검 등을 실시하였다. 현장조사는 공공관정 13공(허가 13공), 일반관정 394공(허가 1공, 신고 393공) 등 총 407공을 조사하였다.

<표 1-5-1> 담수지구 지하수개발·이용 현황

(단위 : 공)

구 분	새울행정시스템 ⁽¹⁾			지하수 ⁽²⁾ 조사연보	금회조사 ⁽³⁾			
	계	허가	신고		계	허가	신고	
담수지구	4,427	37	4,390	4,306	407	14	393	
구성비(%)	100.0	0.8	99.2	-	100.0	3.2	96.8	
담양군	대전면	2,369	12	2,357	2,322	210	4	206
	수북면	2,058	25	2,033	1,984	197	10	187

※ 자료출처 : (1) 새울행정시스템(2017), (2) 지하수 조사연보(2016), (3) KRC 현장조사자료



<그림 1-5-1> 허가·신고 형태별 지하수시설 현황도

1.5.2 용도별 지하수 개발 현황

담양군의 새울행정시스템과 지하수조사연보(2016) 자료를 살펴 보면 담수지구에 개발되어 이용 중인 관정은 대부분 생활용과 농업용 관정이다. 새울행정시스템 자료 기준으로 생활용이 2,458공(55.5%), 농업용이 1,960공(44.3%), 공업용 9(0.2%)공으로 생활용 관정이 가장 높은 비율을 보인다<그림 1-5-2>.

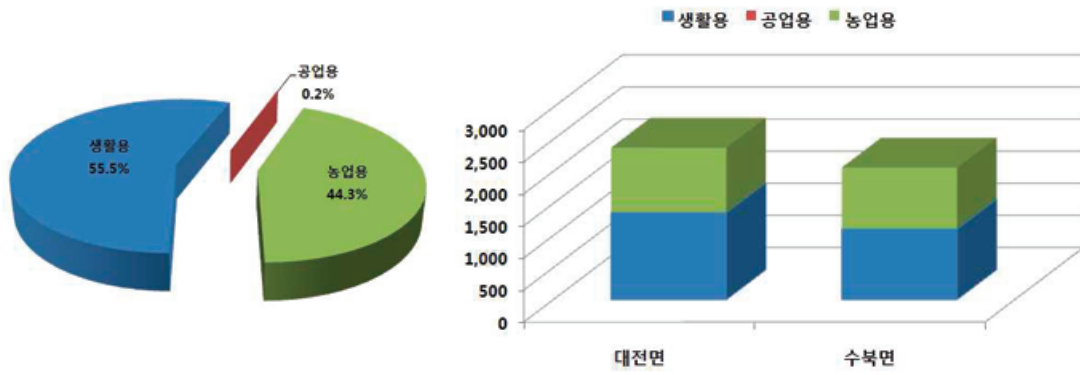
금회조사에서는 새울행정시스템 자료의 농업용 지하수시설과 농업기반시설 공공관정을 기초로 하여 현장조사를 실시하였다. 정밀관정현황조사 대상인 공공관정에 대해서는 전수조사를 실시하였으며 관정현황조사 대상은 읍면별 면적을 고려하여 최대한 등분포로 조사하였다. 조사대상 농업용 지하수시설 1,960공 중 금회조사에서 407공을 현장조사 확인하였으며, 이 중 공공관정이 13개소이다. 관정현황조사(공공관정)는 읍면별로 대전면이 210(4)개소, 수북면이 197(9)개소로 조사되었다<표 1-5-2>.

<표 1-5-2> 용도별 지하수개발 현황

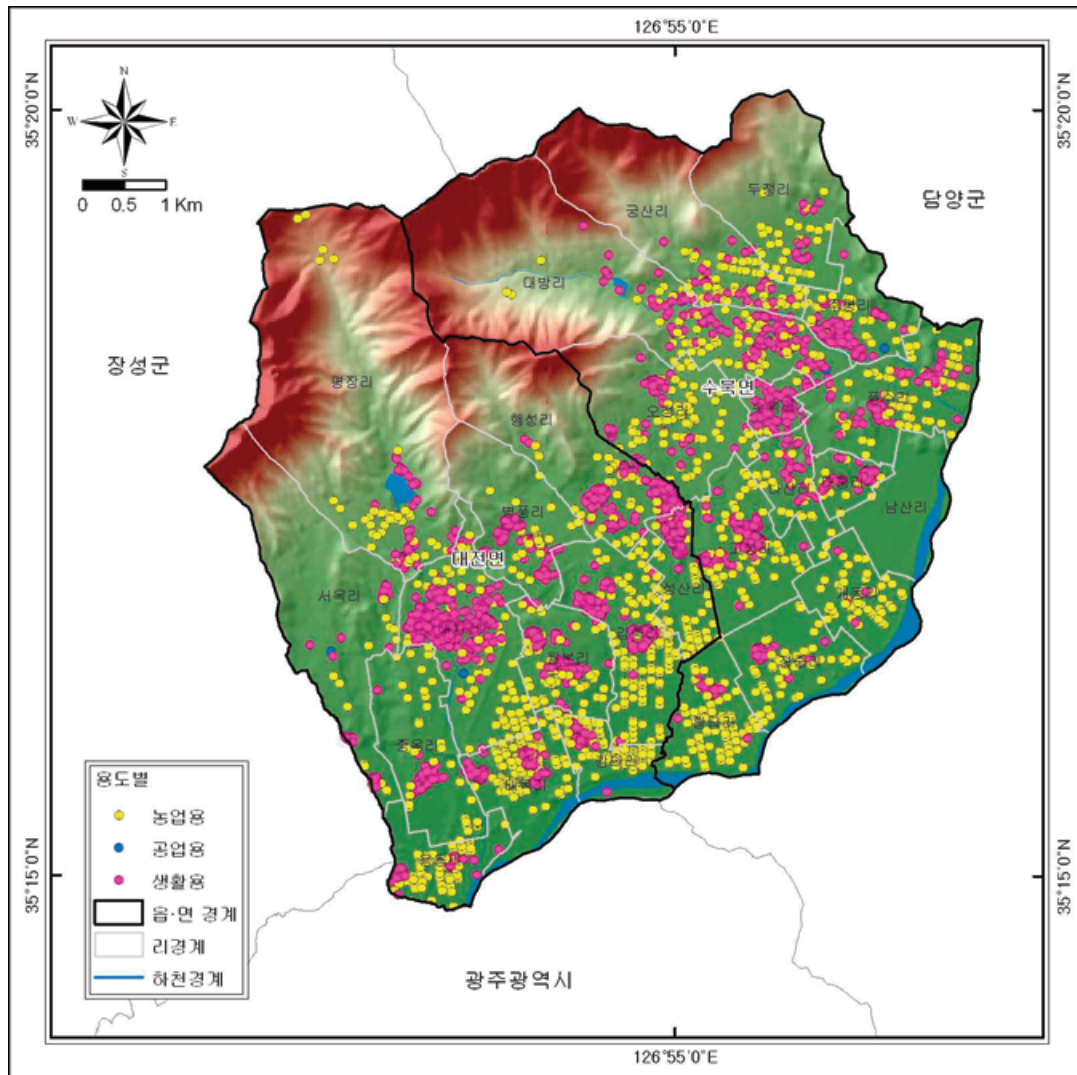
(단위 : 공)

읍 면	새울행정시스템 ⁽¹⁾				조사연보 ⁽²⁾ (농업용)	금회조사 ⁽³⁾			
	계	생활용	공업용	농업용		계	공공관정	사설관정	
담수지구	4,427	2,458	9	1,960	1,873	407	13	394	
구성비(%)	100.0	55.5	0.2	44.3	43.5	100.0	3.2	96.8	
담양군	대전면	2,369	1,358	5	1,006	974	210	4	206
	수북면	2,058	1,100	4	954	899	197	9	188

※ 자료출처 : (1) 새울행정시스템(2017), (2) 지하수 조사연보(2016), (3) KRC 현장조사자료



<그림 1-5-2> 읍면별·용도별 지하수 개발현황



<그림 1-5-3> 용도별 지하수개발 위치도

1.5.3 관정 형태별 지하수 개발 현황

지하수 관정은 개발유형에 따라 암반관정, 충적관정, 방사상 집수정으로 구분된다. 개발유형은 용수공급계획이나 용도 그리고 개발 지역의 지형과 지질적인 요소에 의해서도 달라진다.

담수지구에서 현장조사된 관정 중 암반/충적 구분이 가능한 조사자료를 분류한 결과, 충적관정은 347공(85.3%), 암반관정은 60공(14.7%)로 충적관정이 상대적으로 더 많았다. 용도별로는 본 조사의 특성에 맞게 농업용 관정에 대해서만 실시하였으며, 대수층별로는 충적관정이 암반관정에 비해 상대적으로 많이 분포하는 것으로 확인되었다<표 1-5-3~6>.

담수지구의 지하수관정 개발밀도는 74.25공/km²으로 전라남도 평균 지하수관정 개발밀도인 21.20공/km²의 약 3.5배 수준으로 높다. 읍면별로 개발밀도를 살펴보면 대전면(77.86공/km²), 수북면(70.48공/km²)공 순으로 분포된 특성을 나타낸다.

담수지구는 지역의 특성상 인간의 활동이 제한되는 임야 지역의 분포가 비교적 적고, 대다수의 지하수 이용시설은 임야를 제외한 농경지 또는 대지 등에 존재하므로 임야를 제외한 지역에서의 관정 밀도를 산출하는 것이 더 큰 의미를 갖는다고 판단된다. 임야지역을 제외하여 산출한 지하수관정 개발밀도는 <표 1-5-7>과 같다. 담수지구의 임야제외지역 관정 개발밀도는 전체면적 대비 관정밀도가 전남 평균보다 높았던 양상과 비슷하게 전남의 평균인 49.13공/km²보다 2.6배 높은 126.86공/km²의 값을 보인다. 이는 담수지구가 농경지 면적 대비 임야 면적의 비율이 높은 것을 의미하며, 관정이 농경지에 밀집되어 개발된 것으로 나타났다.

<표 1-5-3> 관정형태별 지하수개발현황

(단위 : 공)

구 분	계			농업용		
	소계	충적	암반	소계	충적	암반
담수지구	407	347	60	407	347	60
구성비(%)	100.0	85.3	14.7	100.0	85.3	14.7
담양군	대전면	210	197	13	210	197
	수북면	197	150	47	197	150

※ 자료출처 : 2017 담수지구 농촌지하수관리사업 현장조사 자료(한국농어촌공사, 2017)

<표 1-5-4> 구경별 현황

(단위 : 공)

담수지구	계	50이하	51-100	101-200	201-300	비고
계	407	314	30	57	6	-
충적	347	314	30	3	-	-
암반	60	-	-	54	6	-

※ 자료출처 : 2017 담수지구 농촌지하수관리사업 현장조사 자료(한국농어촌공사, 2017)

<표 1-5-5> 토출관구경별 현황

(단위 : 공)

담수지구	계	31이하	32-40	41-50	51이상	기타
계	407	166	123	118	-	-
충적	347	144	97	106	-	-
암반	60	22	26	12	-	-

※ 자료출처 : 2017 담수지구 농촌지하수관리사업 현장조사 자료(한국농어촌공사, 2017)

<표 1-5-6> 지하수관정 개발 밀도

읍면별	개소수 (공)	면적 (km ²)	관정밀도 (공/km ²)
전라남도	261,079	12,312.92	21.20
계/평균	4,427	59.62	74.25
대전면	2,369	30.42	77.86
수북면	2,058	29.20	70.48

※ 자료출처 : 새ول행정시스템(2017)

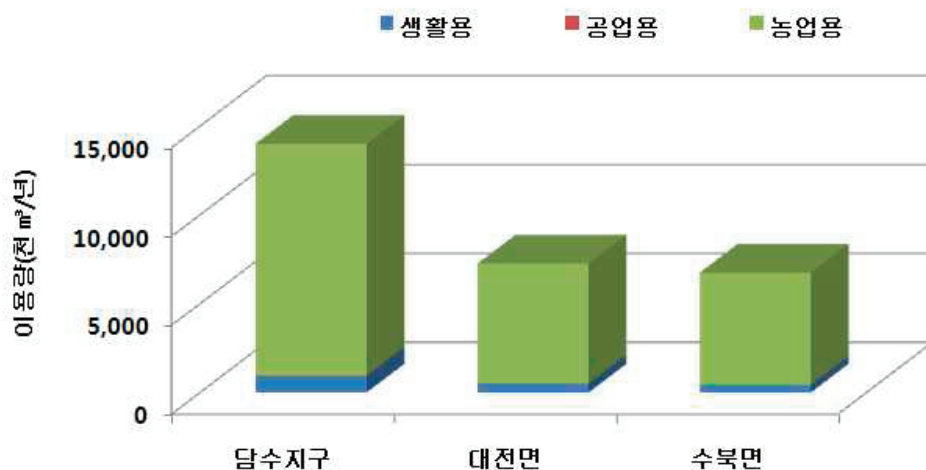
<표 1-5-7> 임야 제외지역 지하수관정 개발 밀도

읍면별	개소수 (공)	임야 제외 면적 (km ²)	관정밀도 (공/km ²)
전라남도	261,079	5,314.46	49.13
계/평균	4,427	34.90	126.86
대전면	2,369	16.69	141.97
수북면	2,058	18.21	113.01

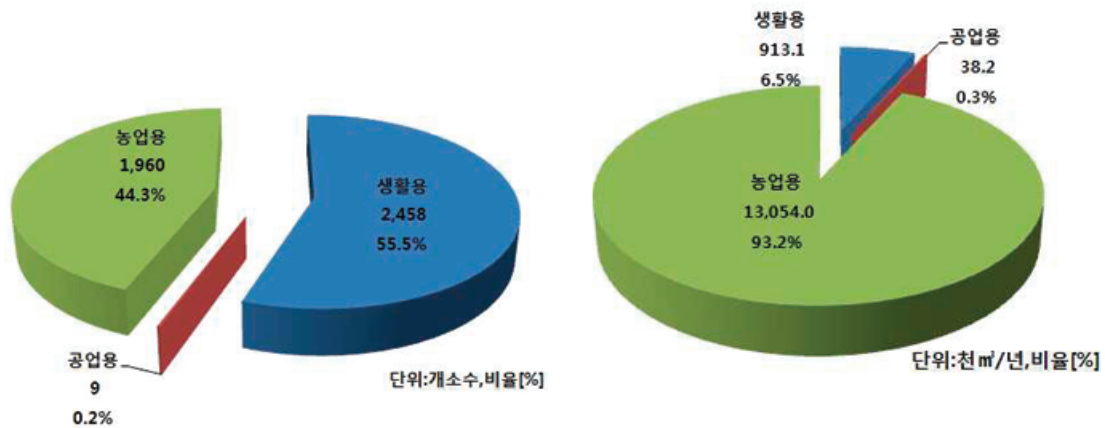
※ 자료출처 : 새올행정시스템(2017)

1.5.4 용도별 지하수 이용 현황

용도별 지하수 이용현황을 살펴보면 생활용 지하수시설이 2,458공으로 담수지구 전체(4,427공)의 55.5%이나 이용량은 913.1천m³/년(6.5%)를 차지하고 있다. 반면, 농업용 지하수시설은 1,960공(44.3%)으로 시설수는 적으나 이용량은 13,054.0천m³/년(93.2%)으로 담수지구의 대부분이 농업용으로 사용되고 있으며, 공업용과 기타 지하수시설은 개발·이용 정도가 매우 미비한 것으로 나타났다. 지역별로는 대전면에 개발·이용 중인 지하수시설수가 전체의 53.5%(2,369공)이고, 이용량은 51.8%(7,260.3천m³/년)로 가장 많다<그림 1-5-4>.



<그림 1-5-4> 읍면별·용도별 지하수이용현황



<그림 1-5-5> 용도별 지하수 개소수 <그림 1-5-6> 용도별 지하수 이용량

생활용 지하수의 가정용 개소수는 2,315공(94.2%)으로 가장 많이 존재하며, 이용량 또한 가정용이 전체 생활용 지하수 이용량의 38.0%(347.1천m³/년)로 가장 많이 이용되고 있는 것으로 조사되었고, 일반용이 33.8%(308.4천m³/년), 간이상수도가 11.0%(100.4천m³/년) 순이다<표 1-5-8>.

<표 1-5-8> 생활용 이용현황

(단위 : 공, 천m³/년)

구분		계	가정용	일반용	학교용	민방위용	공동주택용	간이상수도	상수도용	농업생활겸용	기타
개소수	수량	2,458	2,315	98	6	1	2	11	4	10	11
	백분율(%)	100.0	94.2	4.0	0.2	0.0	0.1	0.5	0.2	0.4	0.5
이용량	수량	913.1	347.1	308.4	26.1	2.7	9.6	100.4	26.1	66.4	26.3
	백분율(%)	100.0	38.0	33.8	2.9	0.3	1.1	11.0	2.9	7.3	2.9

담수지구 농업용 지하수의 답작용은 개소수가 1,289개소(65.8%)로 가장 많이 존재하며, 이용량 또한 전체 농업용 지하수의 66.7%(8,703.4천m³/년)로 가장 많이 이용하고 있는 것으로 조사되었

다. 원예용 지하수 이용시설은 511개소(26.1%)이며, 지하수 이용량은 26.6%(3,470.4천m³/년)로 조사되었고, 답작용과 원예용이 농업용 이용현황의 93% 이상을 차지한다<표 1-5-9>.

특히 담수지구는 시설재배 단지 농가가 다른 지역에 비해 다수 분포하는 지역적 특성으로 원예용의 이용량이 상대적으로 큰을 의미하고, 이는 향후 작부체계 변화에 따른 지하수 이용량 추세가 크게 변화 할 수 있음을 의미한다.

<표 1-5-9> 농업용 이용현황

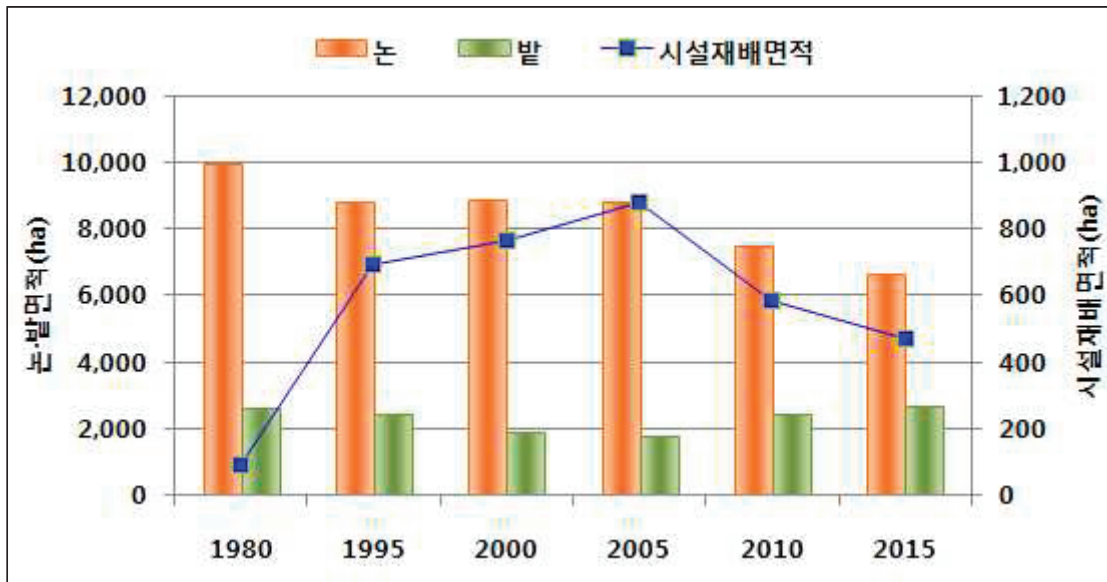
(단위 : 공, 천m³/년)

구 분		계	전작용	답작용	원예용	수산 업용	축산업	양어장	기타
개소 수	수량	1,960	78	1,289	511	1	14	8	59
	백분율 (%)	100.0	4.0	65.8	26.1	0.1	0.7	0.4	3.0
이용 량	수량	13,054.0	463.0	8,703.4	3,470.4	9.0	46.8	112.8	248.6
	백분율 (%)	100.0	3.6	66.7	26.6	0.1	0.4	0.9	1.9

<그림 1-5-7>는 1980년 이후 담양군의 논, 밭 및 시설재배면 적변화추이를 나타낸 그래프이다(농림어업총조사, 1980~2015년). 논 면적은 감소하는 경향을 나타내지만 밭과 시설재배 면적은 지난 35년간 소폭으로 꾸준히 증가하고 있음을 확인할 수 있다. 논 면적이 약 3,000ha 감소한 반면 밭 면적은 약 102ha 증가하였으며, 시설재배면적은 약 377ha가량 증가하였다.

특히, 농업용 지하수의 사용량이 많은 시설재배단지는 담양군의 경우 2015년 농림어업총조사에서 전라남도 시군 중 시설재배 농가는 1,189가구로 가장 많았으며, 시설재배 면적은 472ha로 전라남도 나주시에 이어 넓은 것으로 조사되었다.

농업형태의 변화는 지하수 이용량과 직접적인 연관이 있으며 현재까지의 추세로는 농업용 지하수 이용량은 계속해서 늘어날 것으로 예상된다. 이러한 경향에 맞춰 향후 발생가능한 지하수 이용변화 또는 장해에 대비할 필요가 있다고 판단된다.

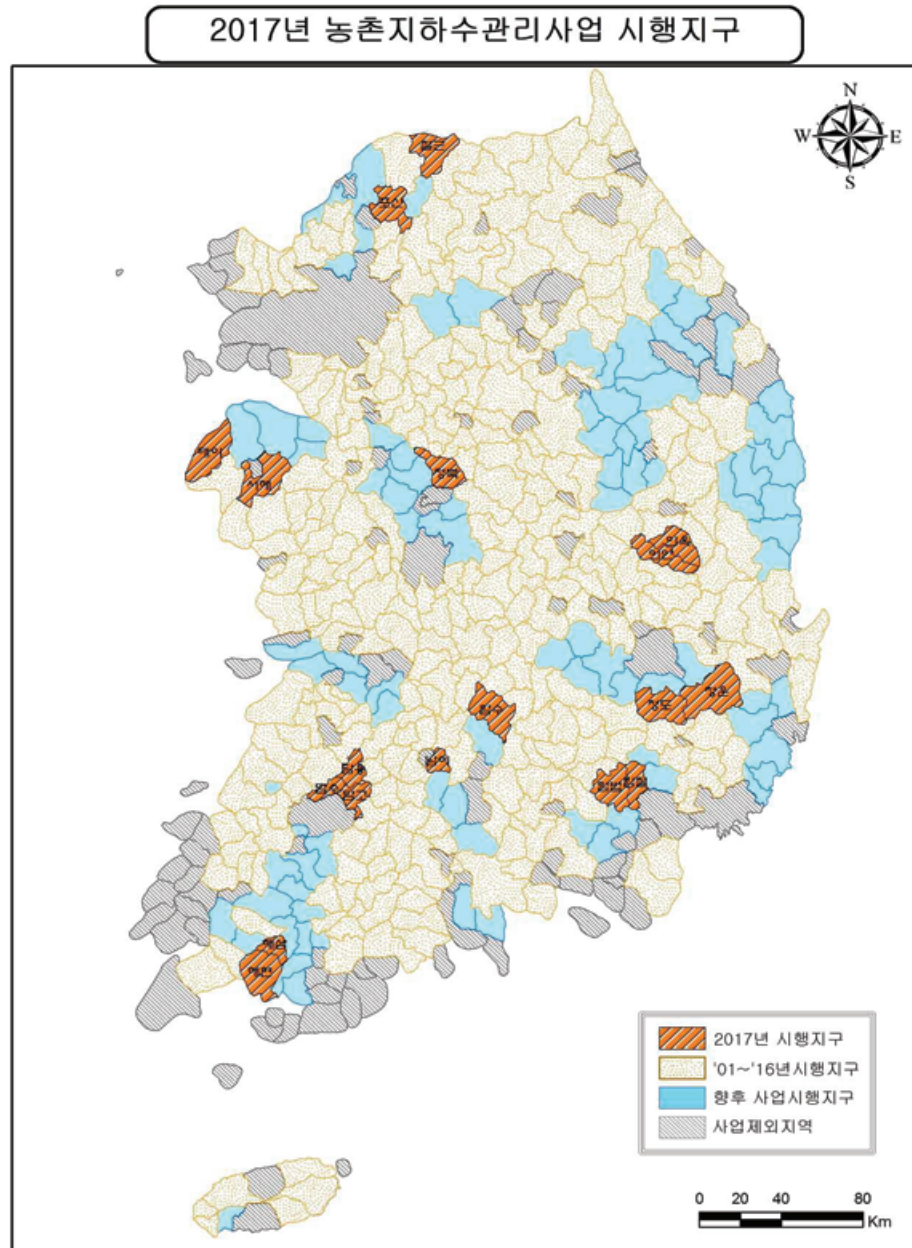


<그림 1-5-7> 논, 밭, 시설재배면적 변화추이

1.6 농어촌지하수관리시스템(농어촌지하수넷)

1.6.1 구축 현황

농어촌지하수관리시스템(농어촌지하수넷)을 통해 사업시행대상 352 농촌용수구역 중 '16년까지 245지구 농촌용수구역(85개 시군 지역)에 대한 농어촌지하수 조사결과를 인터넷 기반의 WebGIS 지도 서비스로 제공함



<그림 1-6-1> '01~'17년 사업시행지구

<표 1-6-1> 시·도별 농촌용수구역 조사현황

시도	계	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주
계획(지구)	352	41	36	28	41	34	60	62	44	6
조사실적	245	33	28	22	29	27	35	36	30	5
2001	2	화남2	-	-	-	-	-	-	김진	-
2002	4	화서	-	제산	아송	-	무망	-	-	-
2003	8	평포 화비	원문	-	아인	부동	무일	칠석	김장	-
2004	11	평고	원관 원지	음산 음원	아영	부백 정입	무청	영화	진집	-
2005	15	평서 이흥	원양 춘동	제봉 금남	공정 금남	정복 순금	무현 보성	영금 상리	진수	-
2006	15	이설 광초	춘신 횡둔	진리 괴칠	유구 금부	정산 순동	보노	영자 상외	진지 사용	-
2007	20	광포 김고 여서	횡소 홍화 평용	진백2 괴청	공논 금복	정감 순쌍 장변	보문 보벌	상화 금대	사포 하금	제애
2008	23	김양 여복 과교	홍두 평방 평대	괴도 옥동	논벌 부서	장계 진상 고신	화춘 장복 동평	상사 금봉 군부	하적 합적 거가	제조
2009	23	여감 과문 용남	화간 양동	옥청 영양	논산 부흥 부은	진백 고원 고광	화룡 장삼 장군	감문 군위 문호	합울 거남 밀부	제한
2010	23	과적 용외 가외	화상 양방	청부 영산	기산 남포 청청	무적 남보 임삼	장관 영갑 함손	문산 청송 안예	거고 밀하 거사	제대
2011	17	용기 가복	인복 고거	영황 보마	서비 보외	무설 남대 순강	함신	청현 안풍	거장 창계	제남
2012	16	가설 안고	고죽 인남	보내	보청 청화	남운	함라 신압 진진	안길 봉법 봉영	창리 산산	-
2013	16	안서 양조	인상 명성	보미	청대 홍금	익용	진군 곡고 승상	봉석 춘양 봉상	산신 양하	-
2014	16	안삼 남진	양손 명사	중신	홍서 예대	완봉	곡옥 곡석 승외	선산 영연 경감	산신2 남설	-
2015	17	포군 양남	명강 삼근	-	근흥 예오	-	승서 승해 고대 고과	영기 경서 선해 영청	산삼 남이2 남서	-
2016	19	강내 강선	철동	원양 중상	예광 태면	익오 완화	승월 해산 고도 고포	의신 의단 의금 의선장	의부 의정	-

<표 1-6-2> 행정구역별 조사현황

구 분	계	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주
계(지구)	86	11	11	9	10	8	12	11	12	2
2001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2003	2	-	-	-	-	-	-	칠곡	김해	-
2004	3	화성	-	-	아산	부안	-	-	-	-
2005	4	평택	-	제천 음성	-	-	무안	-	-	-
2006	6	이천	원주 춘천	-	-	-	보성	영천	진주	-
2007	9	광주	횡성	진천 괴산	공주 금산	정읍 순창	-	-	사천	-
2008	7	김포	홍천 평창	증평	-	장수	-	상주	하동	-
2009	11	여주	-	-	논산 부여	진안 고창	장성 화순	김천 군위	합천	제주
2010	8	파주	양구 화천	옥천	-	-	장흥	문경	거창 밀양	-
2011	7	용인	-	영동	서천	무주	영광	청송	거제	-
2012	6	가평	고성	-	보령	-	함평 신안	안동	-	-
2013	6	-	인제	보은	청양	-	진도	봉화	양산	-
2014	4	안성 남양주	-	-	홍성	-	곡성	-	-	-
2015	4	-	강릉	-	-	-	-	포항	산청 남해	-
2016	8	강화	-	충주	예산	익산	고흥 순천	구미	이령	-

1.6.2 접속방법

사이트주소: <https://www.groundwater.or.kr> (농어촌지하수넷)

1.6.3 운영방법

농어촌지하수정보와 지하수관측정보는 일반인을 포함한 모든 사용자가 로그인 없이 이용가능하며, 지자체 담당 공무원 및 실무관리를 위한 지역 담당자의 정보서비스 이용 시 관리자의 승인을 거쳐 ID/PASSWORD 부여 별도의 지하수정보 신청 시는 요청목적의 타당성 검토 후 자료 제공

1.6.4 정보서비스 활용

가. 행정기관 : 시·군 지역 지하수관리계획 수립 등 보전관리 정책 추진과 행정관리에 활용

[보전관리정책]

- 지역별 지하수 수질수량관리
- 가뭄 등 지하수재해관리
- 지하수개발사업 추진 검토
- 지하수 오염 예측관리

[행정관리]

- 지하수 인·허가 관리
- 환경영향조사, 환경평가 등 심의 검토
- 지하수이용 실태조사
- 지하수시설물대장 관리
- 지하수관측망 운영 관리

나. 일반인 : 농촌지역 주민들의 지하수개발·이용과 계몽자료 활용

- 지역 내 지하수 이용현황
- 지역 내 지하수 수질현황
- 지하수시설물 검색
- 지하수관련 행정절차 안내
- 폐공관리 등 계몽자료로 활용

다. 행정기관 : 지하수조사, 개발, 연구 자료로 활용하여 폐공 감소 등 효율적 개발 유도

[지하수조사]

- 물리탐사 및 시추조사 결과활용
- 선택한 영향 반경내 관정정보 및 오염정보
- 해수침투현황 등 수질·수량관련 연구 자료로 활용

[지하수개발]

- 지하수개발실적 검토
- 지역별 개발현황 검토
- 수맥조사 등 개발결과 검토
- 지하수관련 DB검색
- 지하수개발가능성 검토
- 주변 시설물 및 오염원 위치검토

라. 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 협조체계 구축

마. 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

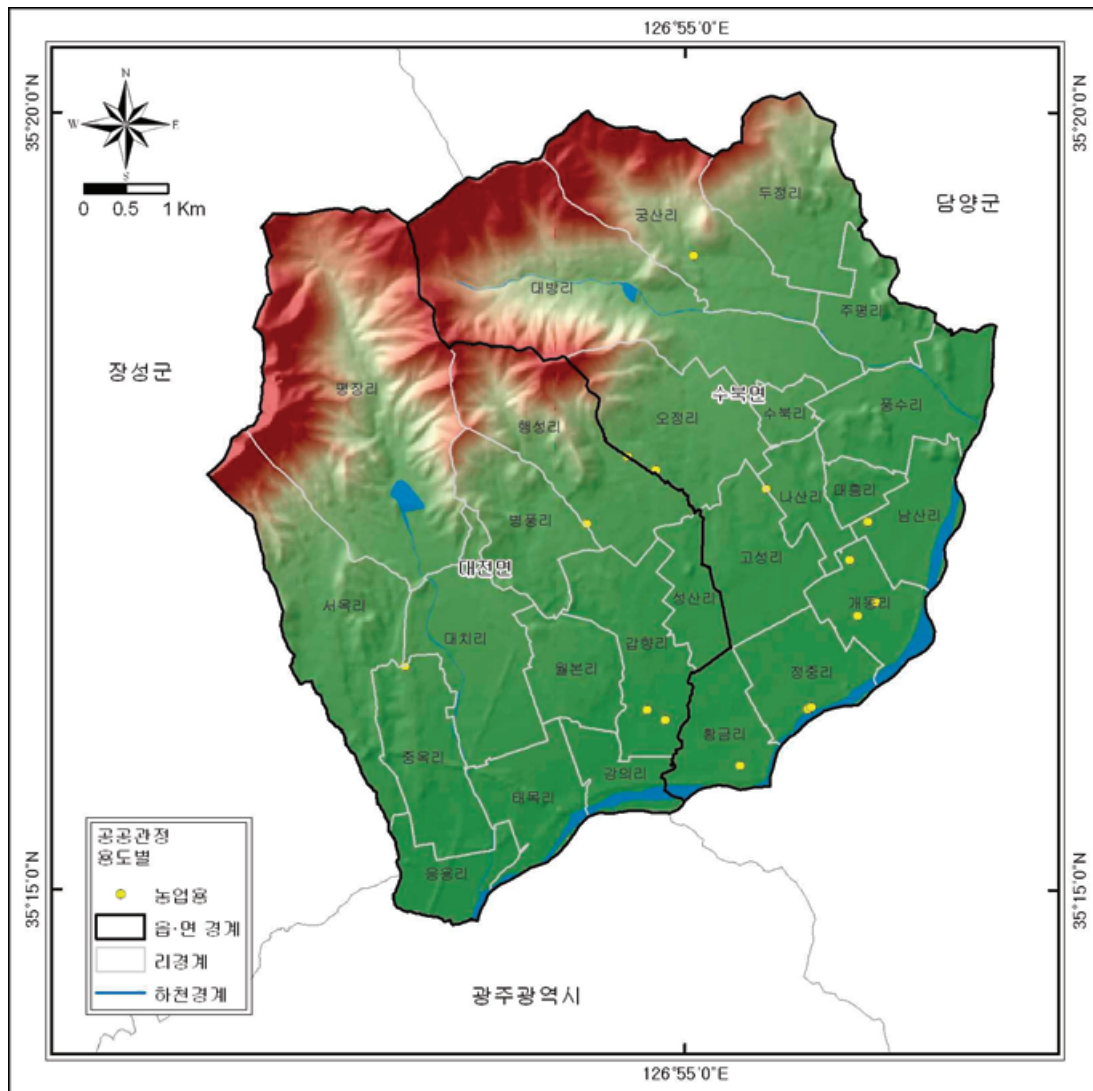
II

농업용 공공관정 현황 및 조사

Ⅱ. 농업용 공공관정 현황 및 조사

2.1 공공관정 개발·이용 현황

공공관정은 국고 또는 공적자금을 투입하여 개발한 관정으로 시설물 유지관리 기관은 대부분 해당 지자체이며, 담수지구에는 총 13개의 공공관정이 개발되어 있다. 읍면별로는 대전면 4개소, 수북면 9개소가 농업용수로 이용되고 있다<그림 2-1-1>.



<그림 2-1-1> 공공관정 현황도

<표 2-1-1> 공공관정 개발 현황

구분	계	세부용도별			
		전작용	답작용	원예용	양어장
계	13	3	8	1	1
대전면	4	1	3	-	-
수북면	9	2	5	1	1

농업용 공공관정은 대부분 허가시설로 구분되어 담양군청에서 관리하고 있었으며, 저수지나 하천수 등 수리시설의 혜택이 어려운 지역인 산간 농지 주변에 주로 개발되어 이용되고 있다.

2.2 농업용 공공관정 일제조사

2.2.1 농업용 공공관정 현황

지자체의 새올행정시스템 자료 및 관리부서에서 관리하고 있는 농업용 공공관정에 대한 현황을 파악하여 누락되지 않도록 DB를 구축하고 각각에 대한 정밀 조사를 시행하였다<표 2-2-1>.

<표 2-2-1> 농업용 공공관정 현황

일련 번호	위치				세부 용도	신고/ 허가	관리 기관
	시군	읍면	동리	번지			
1	전라남도	담양군	대전면	중옥리	682-8	허가	담양군
2	전라남도	담양군	대전면	갑향리	325	허가	담양군
3	전라남도	담양군	대전면	갑향리	232-6	허가	담양군
4	전라남도	담양군	수북면	오정리	774-32	허가	담양군
5	전라남도	담양군	대전면	행성리	170-1	허가	담양군
6	전라남도	담양군	수북면	오정리	750-17	허가	담양군
7	전라남도	담양군	수북면	개동리	642-7	허가	담양군
8	전라남도	담양군	수북면	개동리	633-8	허가	담양군
9	전라남도	담양군	수북면	정중리	529-22	허가	담양군
10	전라남도	담양군	수북면	궁산리	362	허가	담양군
11	전라남도	담양군	수북면	남산리	525	허가	담양군
12	전라남도	담양군	수북면	황금리	688	허가	담양군
13	전라남도	담양군	수북면	고성리	510-11	허가	담양군

2.2.2 농업용 공공관정 점검표

농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	담수지구 (일련번호: WDAM201700123) / 허가신고번호 : 1201300026		
위 치	전라남도 담양군 수북면 황금리 688 번지 (위도: 35° 15' 47.86" , 경도: 126° 55' 25.77")		
채 수 량	406 m ³ /day		
제 원	가) 구 경 : 200 mm 나) 심 도 : 100 m		
수중모터펌프	가) 마 력 : 7.5 HP 나) 설치심도 : 80 m 다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)	2013년 09월 30일		
점검자 소속	한국농어촌공사 전남지역본부	점검일자	2017년 06월 01일

나. 세부점검내역

분야별	구 분	점 검 목	점검사항	점 검 내 용	점 검 결 과	
지 질 / 수 질	관 정	수 질	수질검사	검사일	—	
				농업용 수질기준	—	
				부적합 항목	—	
		관 정	자연수위	자연수위 측정	—	
				양 수 량	양수량의 적정여부	—
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	—
		양수장 및 보호공	균 열	균열	균열, 백태, 박리, 파손여부	불량
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	보통
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	불량
		오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시진장치 유무	불량	
				덮개부식	녹발생 및 부식정도	보통
		측 정 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	보통	
				출수장치	출수장치의 파손여부	보통
수위측정관	수위측정관의 관리상태			해당없음		
기 계	기 계 시 설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태	보통	
			용 량	이용량 대비 용량의 적정성	보통	
전 기	전 기 시 설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	보통	
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	보통	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	보통	

다. 점검결과

문제점	수위측정관 미설치, 콘크리트 장옥 노후화 외부 지반 침하		
대 책	수위측정관 설치, 장옥 및 상부보호공 교체		
추정소요사업비 (공 종 별)	공 종 (항 목)	처 리 내 역	처 리 비 용
	수위측정관	설치	167천원
	장옥 및 상부보호공	교체	988천원
	계		1,155천원

라. 사진대지



2.3 농업용 공공관정 점검결과 및 관리방안

2.3.1 점검결과

담수지구 내 농업용 공공관정 점검 결과, 법적이행사항인 영향조사, 사후관리, 수질검사는 담양군이 공공관정 관리 계획을 수립하여 의무사항을 철저히 이행한 것으로 나타났다. 현장조사 결과 농업용 공공관정의 관리가 타 시군에 비해 적절한 행정절차에 의하여 엄격하게 잘 이뤄지고 있는 것으로 확인되었으나, 시설물 정비 등의 조치가 필요한 관정이 존재하였다<표 2-3-1>.

<표 2-3-1> 농업용 공공관정 일제조사 현황

구분	계	조사									미조사
		소계	조치 불필요	조치필요							
				소계	영향 조사	사후 관리	수질 검사	원상 복구	시설물 정비	기타	
계	13	7	7	6	-	-	-	-	6	-	-
대전면	4	2	2	2	-	-	-	-	2	-	-
수북면	9	5	5	4	-	-	-	-	4	-	-

2.3.2 지하수개발·이용허가의 유효기간 연장을 위한 조사 제안

가. 배경 및 현황

지하수법 제7조의3(지하수개발·이용허가의 유효기간), 시행령 제12조의3(지하수개발·이용허가 유효기간의 연장), 시행규칙 제7조(허가사항의 변경 등)에 의해 지하수개발·이용이 주변지역에 미치는 영향을 조사하여 주변 지하수의 고갈과 오염을 예측하고 이를 사전에 방지함으로써 지하수의 보전과 합리적인 이용을 도모하기 위해서이다.

나. 업무흐름도

개발·이용자(지자체) → 지하수영향조사 → 지하수영향조사서를 포함한 지하수개발·이용허가 유효기간 연장허가 신청서 제출 → 심사 → 허가내용에 반영

2.3.3 사후관리 제안

가. 배경 및 현황

지하수법 제9조의5(지하수개발·이용시설의 사후관리 등), 시행령 제14조의4(지하수개발·이용시설의 사후관리 등), 시행규칙 제9조의5(지하수개발·이용시설의 사후관리 등), 제9조의6(다중이용 지하수 개발·이용시설 등), 제9조의7(사후관리 방법 등)에 의해 지하수 수질의 효율적인 보전관리를 위하여 특별한 용도 및 일정규모 이상의 지하수개발·이용시설에 대한 검사 및 정비, 청소 등을 실시한다.

나. 업무흐름도

사후관리 이행대상자(지자체) → 사후관리 수행 → 사후관리 이행종료신고 → 사후관리 신고증 교부

2.3.4 지하수수질검사 제안

가. 배경 및 현황

지하수법 제20조(수질검사 등), 시행령 제29조(수질검사 등), 제30조(수질검사 전문기관 등), 제31조(수질검사의 항목 등), 지하수의 수질보전 등에 관한 규칙 제10조(수질검사대상), 제12조(수질검사의 주기), 제14조(검사기관)에 의해 안전하고 깨끗한 지하수를 사용하기 위하여 양수능력 100m³/일 이상의 농업용 관정에 대하여 3년 주기로 실시한다.

나. 업무흐름도

시장·군수에게 수질검사 신청 → 시장·군수가 수질검사를 위한 시료채취기간을 정하여 시료채취실시 3일전까지 검사 받을 자에게 통보 → 시장·군수는 시료채취 후 봉인, 신청인에게 인계 → 신청인은 6시간 이내에 수질검사전문기관에 검사를 의뢰

2.3.5 원상복구 제안

가. 배경 및 현황

지하수법 제15조(원상복구 등), 시행령 제15조(수질불량의 정도), 제22조(이행보증금의 금액 및 예치시기 등), 제23조(원상복구의 예외 등), 제24조(원상복구의 기준·방법·기간 등)에 의해 지하수 오염이 우려되는 불용공에 대해 실시

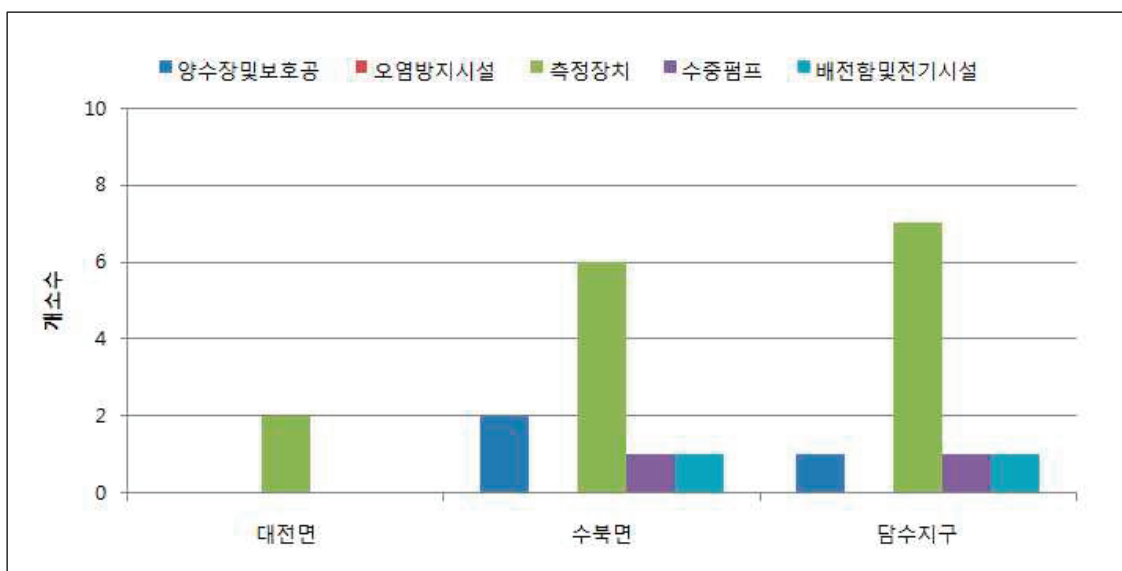
나. 업무흐름도

지하수개발·이용 종료신고서 및 원상복구계획서 제출 → 원상복구 실시 → 원상복구 결과보고서 제출

2.3.6 시설물정비 제안

가. 배경 및 현황

일제조사 결과를 바탕으로 시설의 기능유지 및 안전상 위험 등이 있는 경우 보수 또는 보강을 실시하여야 한다. 대전면에서는 2개소에서 측정장치 등 시설물 관리 2건이 필요하고, 수북면은 양수장 및 보호공 1건, 측정장치 4건, 수중펌프 1건, 배전함 및 전기시설 1건 등 총 9건에 대해 4개소에서 실시하여야 한다. <표 2-3-3>.



<그림 2-3-1> 읍면별 시설물관리 대상 관정수

<표 2-3-2> 시설물관리 필요관정 제안

	위치				시설물				
	시군	읍면	동리	번지	양수장 및 보호공	오염 방지 시설	측정 장치	수중 펌프	배전함 및 전기시설
계	6개소(9건)				1	-	6	1	1
3	담양군	대전면	갑향리	232-6			○		
4	담양군	수북면	오정리	774-32			○		
5	담양군	대전면	행성리	170-1			○		
6	담양군	수북면	오정리	750-17			○	○	○
11	담양군	수북면	남산리	525			○		
12	담양군	수북면	황금리	688	○		○		

Ⅲ

향 후 전 망

Ⅲ. 향후전망

3.1 지하수 개발·이용 전망

3.1.1 지하수개발가능량

지하수개발가능량은 지하수의 함양과 유출이 평형을 이루는 상태에서 지속적으로 개발·이용 가능한 지하수 함양량을 의미한다(국토해양부, 지하수관리기본계획, 2012).

$$\text{지하수개발가능량} = \text{함양률} \times \text{10년빈도 가뭄시강수량} \times \text{면적}$$

가. 유역별 개발가능량 분석

개발가능량은 실측되지 않은 여러 항목을 간접적인 방법에 의해 추정하는 것으로 본 보고서에서는 10년빈도 가뭄시강수량을 산정한 후 함양률과 면적을 계산하여 산정하였다. 10년빈도 가뭄시강수량은 전체도수가 정규분포를 이루었을 때, 하위 10%에 들어갈 확률($p=0.1$, $z=-1.28$)의 강수량을 의미한다.

$$X \leq (-1.28 \times \text{표준편차}) + \text{평균강수량}$$

<그림 3-1-1>은 표준유역별 지하수 함양량, 지하수 이용량, 개발가능량, 개발가능량 대비 이용량 관계에 대하여 보여주고 있다. 담수지구의 지하수함양량은 10,368.47천 m^3 /년, 지하수 개발가능량은 7,165.49천 m^3 /년이며, 개발가능량의 약 195.46%에 해당하는 14,005.38천 m^3 /년의 지하수를 이용하는 것으로 분석된다. 유역별 개발가능량 대비 이용량의 비율은 다음의 범위로 나타났다<표 3-1-1>.

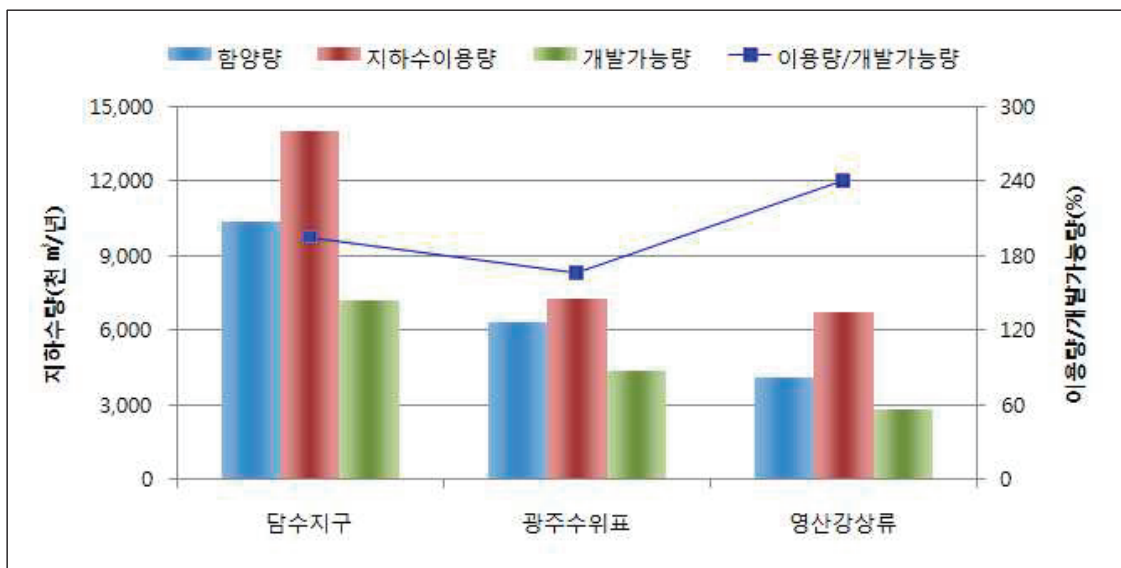
최 대 : 영산강상류 240.81%
 최 소 : 광주수위표 166.35%
 담수지구 : 195.46%

표준유역별 개발가능량 대비 이용량은 영산강상류에서 240.81%로 높고, 광주수위표가 166.35%로 나타났다. 지구 전반적인 개발가능량 대비 이용량은 195.46%로 매우 높은 수치를 나타내며 전반적인 향후 지하수 개발 가능량은 부족한 것으로 판단된다.

<표 3-1-1> 유역별 지하수 개발가능량

유역	면적 (km ²)	10년빈도 가뭄강수량 (mm/년)	함양량 (천m ³ /년)	지하수이용량 (천m ³ /년)	개발가능량 (천m ³ /년)	이용량/개발가능량 (%)
담수지구	59.62	927.84	10,368.47	14,005.38	7,165.49	195.46
광주수위표	35.70	943.82	6,309.39	7,260.31	4,364.48	166.35
영산강상류	23.92	903.99	4,059.08	6,745.07	2,801.01	240.81

*유역면적과 행정구역 면적이 상이하여 함양량과 개발가능량에 차이가 발생함.



<그림 3-1-1> 유역별 지하수 이용량 및 개발가능량

나. 읍면별 개발가능량 분석

<그림 3-1-2>는 읍면별 지하수 함양량, 지하수 이용량, 개발가능량, 개발가능량 대 이용량 관계에 대하여 보여주고 있다. 담수지구의 지하수 함양량은 10,366.47천m³/년이고, 지하수 이용량은 14,005.38천m³/년, 개발가능량은 7,164.10천m³/년으로 분석되어 개발가능량 대비 이용량은 195.49%인 것으로 분석되었다.

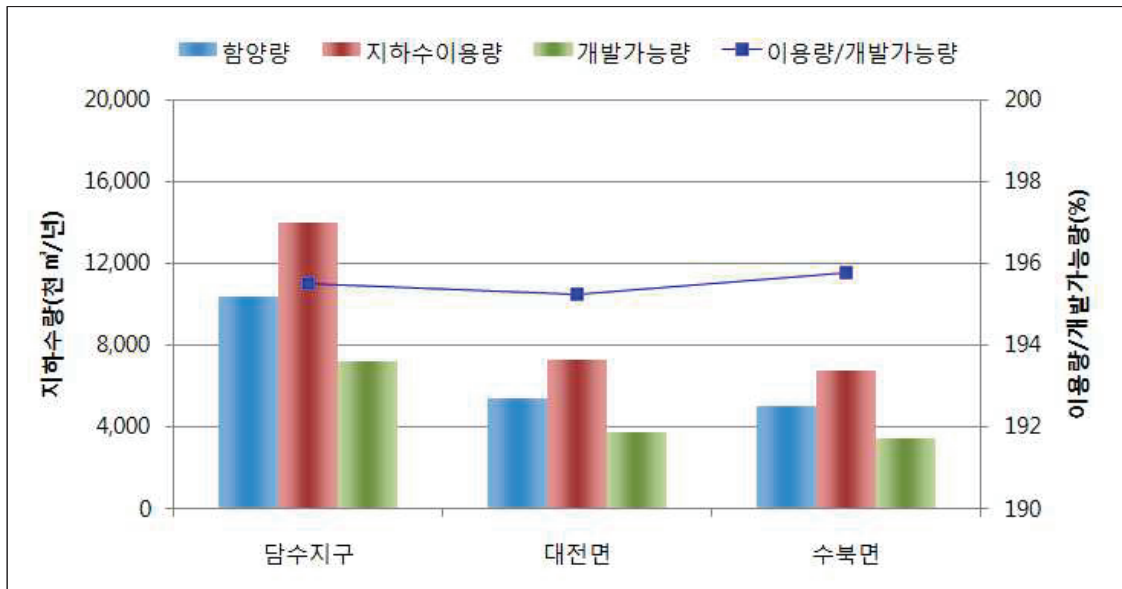
읍면별 개발가능량 대비 이용량의 비율은 195.25~195.76%의 범위를 나타냄.

- 최 대 : 수북면 195.76%
- 최 소 : 대전면 195.25%

담수지구의 함양량 대비 개발가능량은 69.11% 수준이며, 개발가능량 대비 이용량은 195.49% 수준으로 전반적으로 지구 내 개발 가능한 지하수는 부족한 편인 것으로 판단된다. 단, 담수지구는 관정의 분포가 평야지역에 밀집되어 분포하는 특징을 지니고 있으므로, 리 단위 개발가능량 산정을 통해 좀 더 세밀하게 확인하고, 향후 개발 방안 수립 시 리 단위 계획을 세우는 것이 효과적일 것으로 판단된다<표 3-1-2>.

<표 3-1-2> 읍면별 지하수 개발가능량 산정

읍 면	면 적 (km ²)	10년빈도 가뭄강수량 (mm)	함양량 (천m ³ /년)	지하수이용량 (천m ³ /년)	개발가능량 (천m ³ /년)	이용량/개발가능량 (%)
담수지구	59.62	927.84	10,366.47	14,005.38	7,164.10	195.49
대전면	30.42	943.77	5,375.63	7,260.31	3,718.55	195.25
수북면	29.20	911.24	4,990.84	6,745.07	3,445.55	195.76



<그림 3-1-2> 읍면별 지하수 이용량 및 개발가능량

다. 리별 개발가능량 분석

리별 이용량과 개발가능량을 계산하여 개발가능량 대비 이용량을 산출하였다. 조사결과 대전면 갑향리, 강의리, 성산리, 응용리, 태목리, 수북면 고성리, 정중리, 황금리 등 총 8개 리에서 개발가능량 대비 이용량이 약 3배 이상 상회하는 것으로 확인되었고, 특히 풍대전면 강의리의 경우 774.20%를 이용하고 있는 것으로 조사되어 대책방안 마련이 시급하다.

리별 이용량 대비 개발가능량의 비율은 29.23~774.20%의 범위를 나타낸다.

- 최 대 : 대전면 강의리 774.20%
- 최 소 : 대전면 서옥리 29.23%
- 담수지구 : 195.49%

<표 3-1-3> 리별 지하수 개발가능량 산정

(단위 : 천㎥/년)

구 분	면 적 (km ²)	10년빈도 가뭄시강수량 (mm)	개발가능량 (천㎥/년)	이용량 (천㎥/년)	이용량/ 개발가능량(%)	
담수지구	59.62	927.84	7,164.10	14,005.38	195.49	
대 전 면	갑향리	2.25	943.77	274.86	1,360.57	495.00
	강의리	0.92	943.77	113.00	874.85	774.20
	대치리	2.69	943.77	329.33	779.44	236.67
	병풍리	2.03	943.77	248.05	212.86	85.81
	서옥리	3.91	943.77	478.44	139.87	29.23
	성산리	0.95	943.77	115.53	534.45	462.61
	월본리	1.37	943.77	166.92	483.68	289.77
	응용리	1.09	943.77	133.76	830.44	620.84
	중옥리	2.07	943.77	252.82	367.07	145.19
	태목리	1.49	943.77	182.02	952.16	523.11
	평장리	8.34	943.77	1,019.07	346.74	34.02
	행성리	3.31	943.77	404.75	378.21	93.44
수 북 면	개동리	1.37	911.24	162.00	326.34	201.44
	고성리	1.88	911.24	222.39	671.53	301.96
	궁산리	3.41	911.24	402.37	688.56	171.12
	나산리	0.89	911.24	105.48	218.32	206.98
	남산리	1.42	911.24	167.71	370.58	220.96
	대방리	6.88	911.24	811.88	829.04	102.11
	대흥리	0.51	911.24	60.09	173.67	289.01
	두정리	2.85	911.24	336.27	296.05	88.04
	수북리	0.48	911.24	57.23	88.28	154.25
	오정리	2.71	911.24	320.34	548.86	171.34
	정중리	1.64	911.24	193.23	581.34	300.85
	주평리	1.31	911.24	154.78	293.75	189.79
	풍수리	2.35	911.24	277.90	818.08	294.38
황금리	1.47	911.24	173.88	840.70	483.50	

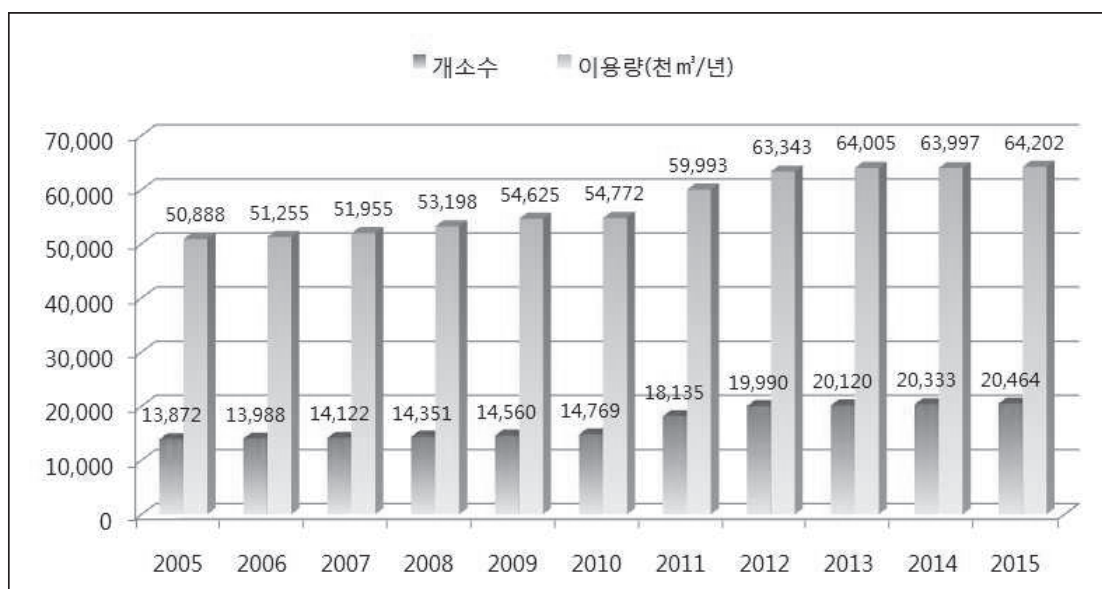
3.1.2 지하수개발 추세

담양군의 읍면별 관정현황, 신규개발 관정현황, 이용량 조사가 가능한 2005부터 2015년까지의 자료를 획득하여 증감추세를 분석하고 회귀분석을 실시하였다. 최근 11년간 담양군의 지하수 이용량과 관정 개소수는 꾸준히 증가추세에 있다<그림 3-1-3>.

<표 3-1-4> 용도별 지하수 개발공수 및 이용량 변화 (단위 : 공, 천㎥/년)

구 분	총 계		생활용		공업용		농업용		기타용	
	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량
2005	13,872	50,888	8,764	4,126	132	1,490	4,967	45,201	9	72
2006	13,988	51,255	8,819	4,202	135	1,500	5,025	45,481	9	72
2007	14,122	51,955	8,850	4,286	134	1,425	5,129	46,173	9	72
2008	14,351	53,198	8,936	4,603	135	1,497	5,271	47,027	9	72
2009	14,560	54,625	8,974	5,445	130	751	5,449	48,357	7	72
2010	14,769	54,772	9,034	5,340	127	766	5,601	48,594	7	72
2011	18,135	59,993	10,731	5,903	128	766	7,269	53,252	7	72
2012	19,990	63,343	11,618	6,442	126	772	8,238	56,054	8	76
2013	20,120	64,005	11,635	6,041	126	772	8,351	57,117	8	76
2014	20,333	63,997	11,673	5,381	129	1,462	8,523	57,079	8	76
2015	20,464	64,202	11,703	5,421	128	1,462	8,625	57,244	8	76

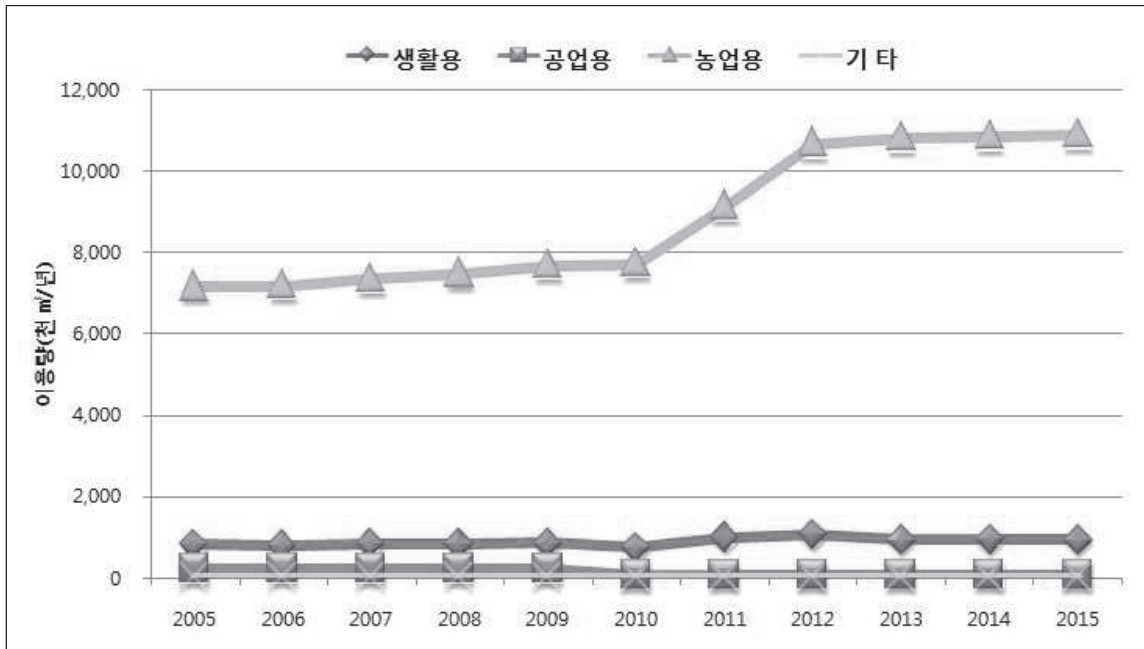
※ 자료출처 : 지하수조사연보(국토교통부, 2006~2016)



<그림 3-1-3> 연도별 지하수 이용·개발

담수지구의 용도별 지하수 이용량은 농업용, 생활용, 공업용, 기타용 순으로 확인되었다<표 3-1-4>. 2004년도부터 지속적으로 지하수 이용량이 증가하고 있는 추세이며 용도별 이용량도 지속적으로 증가추세를 보이고 있다. 최근 이용량의 증가는 2011년 이후 농업용 지하수 이용이 큰 폭으로 발생하고 있으며, 생활용은 상수도의 보급 등으로 2014년 이후 소폭 감소하는 추세를 보이고 있다 <그림 3-1-4>.

이는 I 장 사업개요에서 언급한 것처럼 담양군의 작부체계 특성상 시설재배 단지에서 지하수 이용량 증가로 인해 발생한 현상으로 이러한 추세는 지속적으로 이어질 가능성이 높으며, 향후 여러 지하수 장해문제를 야기 할 수 있으므로 지금부터 적절한 예방책이 강구되어야 할 것이다.



<그림 3-1-4> 담수지구 용도별 지하수 이용량 추이

담수지구의 신규 지하수 개발은 2010년 이후 평균 약 308공/년 씩 발생하고 있으며, 그 중 농업용 지하수시설물의 개발이 평균 167공/년으로 가장 많은 것으로 조사되었다<표 3-1-5>.

<표 3-1-5> 담수지구 용도별 신규관정 개발추이 (단위 : 공, 천㎥/년)

년 도	총 계		생활용		공업용		농업용		기타용	
	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량
2010년	8	-203	-1	-98	-5	-143	14	38	-	-
2011년	1,127	1,637	629	234	-	-	498	1,403	-	-
2012년	614	1,616	203	74	-	-	411	1,542	-	-
2013년	20	13	2	-132	-	-	18	145	-	-
2014년	45	50	12	11	-	-	33	39	-	-
2015년	32	30	4	-10	-	-	28	39	-	-

※ 자료출처 : 지하수조사연보(국토교통부, 2011~2016)

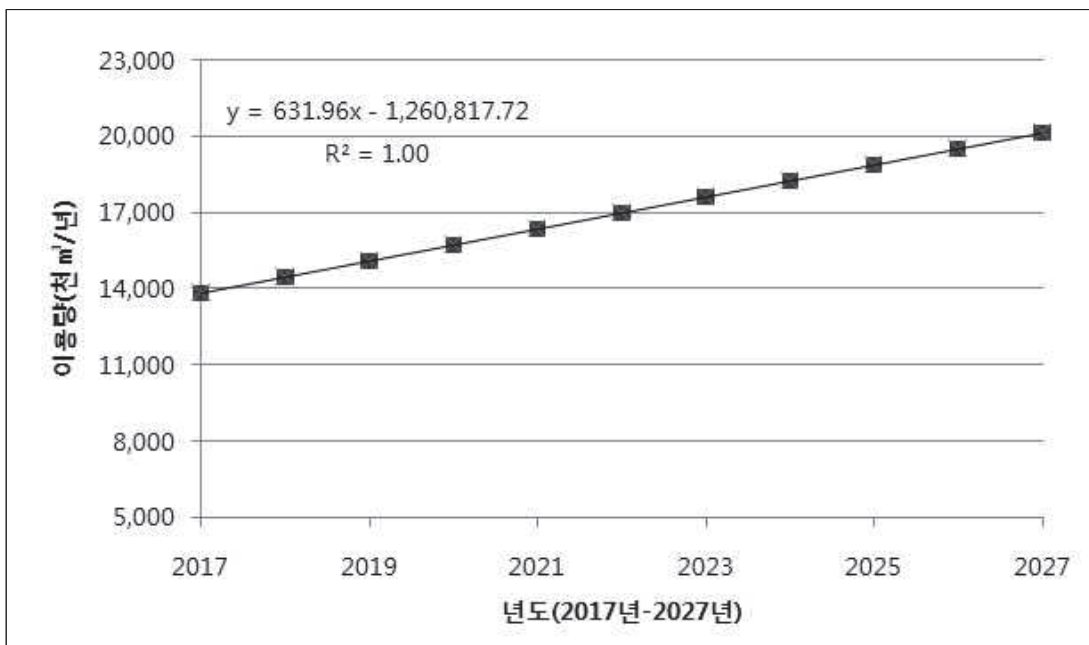
3.1.3 개발·이용 예측

2010년 이후 2015년까지 증감추세를 반영하여 회귀분석을 실시, 아래의 회귀 방정식을 산출하여 향후 담수지구의 지하수 이용량을 추정하였다. 그 결과 2017년 13,838천m³/년, 2027년 20,157천m³/년으로 증가할 것으로 전망된다.

$$Y = 631.96X - 1,260,817.72$$

<표 3-1-6> 연도별 지하수 이용량 예측

구 분	년도별 지하수 이용량(천m ³ /년)										
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
회귀 분석	13,838	14,469	15,101	15,733	16,365	16,997	17,629	18,261	18,893	19,525	20,157



<그림 3-1-5> 지하수 이용전망 추세

3.2 오염 추세분석 및 예측

3.2.1 오염취약성분석(DRASTIC & Modified DRASTIC)

수자원으로서 지하수의 효용성은 적절한 수질을 지속적으로 유지하면서 소요수량을 안정적으로 공급하는데 있는데 지하수자원의 효율적인 이용과 체계적인 관리를 위해서는 지하수의 산출특성과 함께 지하수오염에 대한 정확한 평가 및 예측이 필요하다.

지하수에 영향을 미치는 잠재오염원은 그 종류가 다양하고 변화양상 또한 매우 유동적인 관계로 오염원인 분석과 오염물질의 이동 경로에 대한 예측이 어려우며 지표수와 달리 지하수는 오염물질이 대수층으로 유입되거나 확산되면 정화와 원상복구에 엄청난 비용과 시간이 소요된다. 따라서 경제적이고 효율적인 지하수관리를 위해서는 적절한 오염방지 대책을 마련하여 지하수 및 대수층을 오염원으로부터 사전에 차단하는 것이 필수이다.

합리적인 지하수의 오염방지 대책을 수립하기 위해서는 해당지역의 잠재오염원 분포현황 및 지역별 수문지질 특성에 따른 지하수의 오염취약성을 정확하게 평가하여 이를 토대로 이들의 상호작용과 기타 토지이용 등 인위적 요인에 따른 지하수의 오염가능성을 예측하는 것이 중요하다.

DRASTIC 시스템은 대상지역의 수문지질특성을 토대로 지하수 오염취약성을 간접적으로 평가하는 방법으로 지하수의 심도(D : Depth to water), 자연함양량(R : Net Recharge) 대수층 매질(A : Aquifer media), 토양매질(S : Soil media), 지형(T : Topography), 비포화대 매질의 영향(I : Impact of the vadose zone), 수리전도도(C : Hydraulic Conductivity) 등 7개의 구성인자별로 지하수 오염

물질의 유입 및 이동성 등의 상관성에 따라 가중치와 등급범위를 설정하여 곱한 값들을 합산하여 구한 DRASTIC 지수를 토대로 지하수의 상대적인 오염취약성을 평가하는 것이다.

DRASTIC 시스템에서 적용되는 기본 가정은 다음과 같으며, 구성인자별 평가 기준은 <표 3-2-1>에 요약한 바와 같다.

- 1)오염원은 지표상에 위치
- 2)오염물질의 지하유입은 강수량에 의존
- 3)오염물질은 물과 함께 유동
- 4)평가 대상 지역 면적은 0.4km² 이상

위의 가정을 벗어난 경우, 예를 들면 ①오염물질이 지하수계로 잘 이동하지 않는 물리화학적인 성질이 있을 때, ②비중이 물보다 커서 지하수의 이동과는 다른 유동양상을 보일 때, ③오염물질이 주입 정호 같은 경로를 통하여 지하수계로 직접 유입할 때 등의 예외적인 경우에 DRASTIC 모델은 지하수오염 취약성을 정확히 지시할 수 없다. 또한, 평가지역을 100acre(0.4km²) 이상으로 합은 국지적인 지하수의 흐름보다는 광역적인 유동방향을 고려한 것이다.

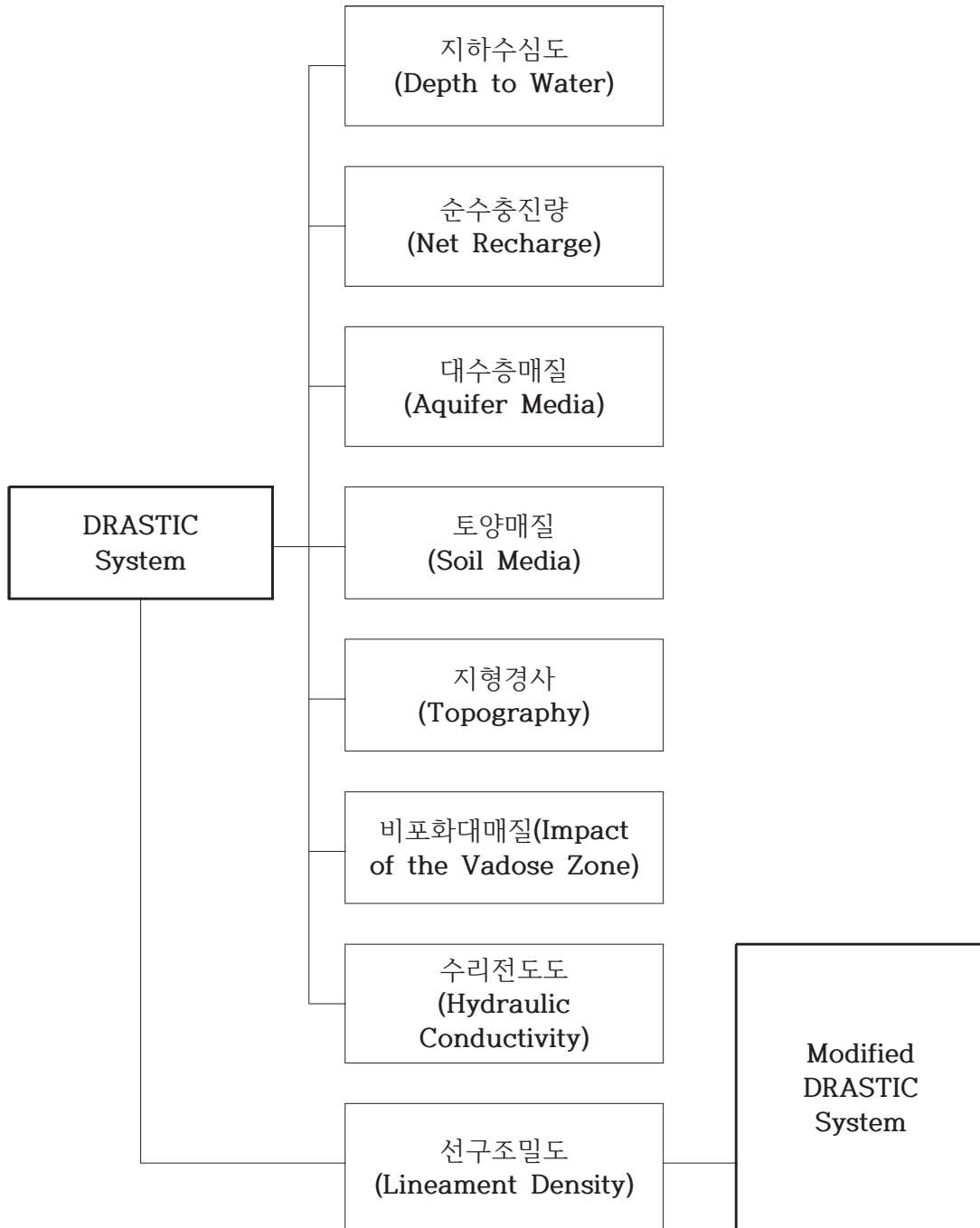
금번 조사에서는 지하수 오염 가능성을 예측하고 보다 효율적인 지하수 관리를 위해서 정성적인 평가방법인 DRASTIC 모델을 이용하여 조사지역의 지하수오염취약성을 평가하였다. 그리고 추가로 우리나라의 대수층이 대부분 암반 대수층인 점을 고려하여 지하수의 유동이 잘 되는 과쇄대의 영향을 최대도 반영하기 위하여 부가적인 인자인 선구조밀도와 토양이용등급을 반영하여 Modified DRASTIC 모델도 도출하였다<그림 3-2-1>.

<표 3-2-1> DRASTIC 평가기준

평가항목	단위	등 급							가중치		
		1.5미만	1.5-4.6	4.6-9.1	9.1-15.2	15.2-22.9	22.9-30.5	30.5이상			
1) 지하수위심도(D)	m	10	9	7	5	3	2	1	5(5)		
2) 자연 함양량(R)	mm/년	50.8미만	50.8-101.6	101.6-177.8	177.8-254.0	254.0이상				4(4)	
3) 대수층 매질(A)		등급 범위			대표 등급				3(3)		
· 괴상 세일		1~3			2						
· 변성암/화성암		2~5			3						
· 풍화 변성암/화성암		3~5			4						
· 빙퇴석		4~6			5						
· 충상세일, 사암, 석회암호층		5~9			6						
· 괴상 사암		4~9			6						
· 괴상 석회암		4~9			6						
· 모래, 자갈		4~9			8						
· 현무암		2~10			9						
· 용식 석회암		9~10			10						
4) 토양 매질(S)		등급 범위							2(5)		
· 박층 또는 암반 노출		10									
· 자갈		10									
· 모래		9									
· 갈탄		8									
· 수축성/고형 점토		7									
· 사질Loam		6									
· Loam		5									
· 실트질 Loam		4									
· 점토질 Loam		3									
· Muck		2									
· 비수축성/비고형 점토		1									
5) 지형 경사(T)	%	2미만	2-6	6-12	12-18	18이상				1(3)	
		10	9	5	3	1					
6) 비포화대매질(I)		등급 범위			대표 등급				5(4)		
· 압층(Confining Layer)		1			1						
· 실트질 점토		2~6			3						
· 세일		2~5			3						
· 석회암		2~7			6						
· 사암		4~8			6						
· 충상 석회암, 사암, 세일		4~8			6						
· 실트, 점토 섞인 모래, 자갈		4~8			6						
· 변성암/화성암		2~8			4						
· 모래, 자갈		6~9			8						
· 현무암		2~10			9						
· 용식 석회암		8~10			10						
7) 수리전도도(C)	$\times 10^{-4}$ m/sec	0.0047-0.47	0.47-1.4	1.4-3.3	3.3-4.7	4.7-9.4	9.4이상				3(2)
		1	2	4	6	8	10				
8) 선구조밀도(L)		0~0.01	0.01~0.03	0.03~0.05	0.05~0.07	0.07~0.08				1.5(1.5)	
		1	2	3	4	5					

주) ()는 농약에 의한 오염취약성 고려 시의 가중치

$$\text{DRASTIC potential} = D_R D_W + R_R R_W + A_R A_W + S_R S_W + T_R T_W + I_R I_W + C_R C_W \quad (R: \text{점수}, W: \text{가중치})$$



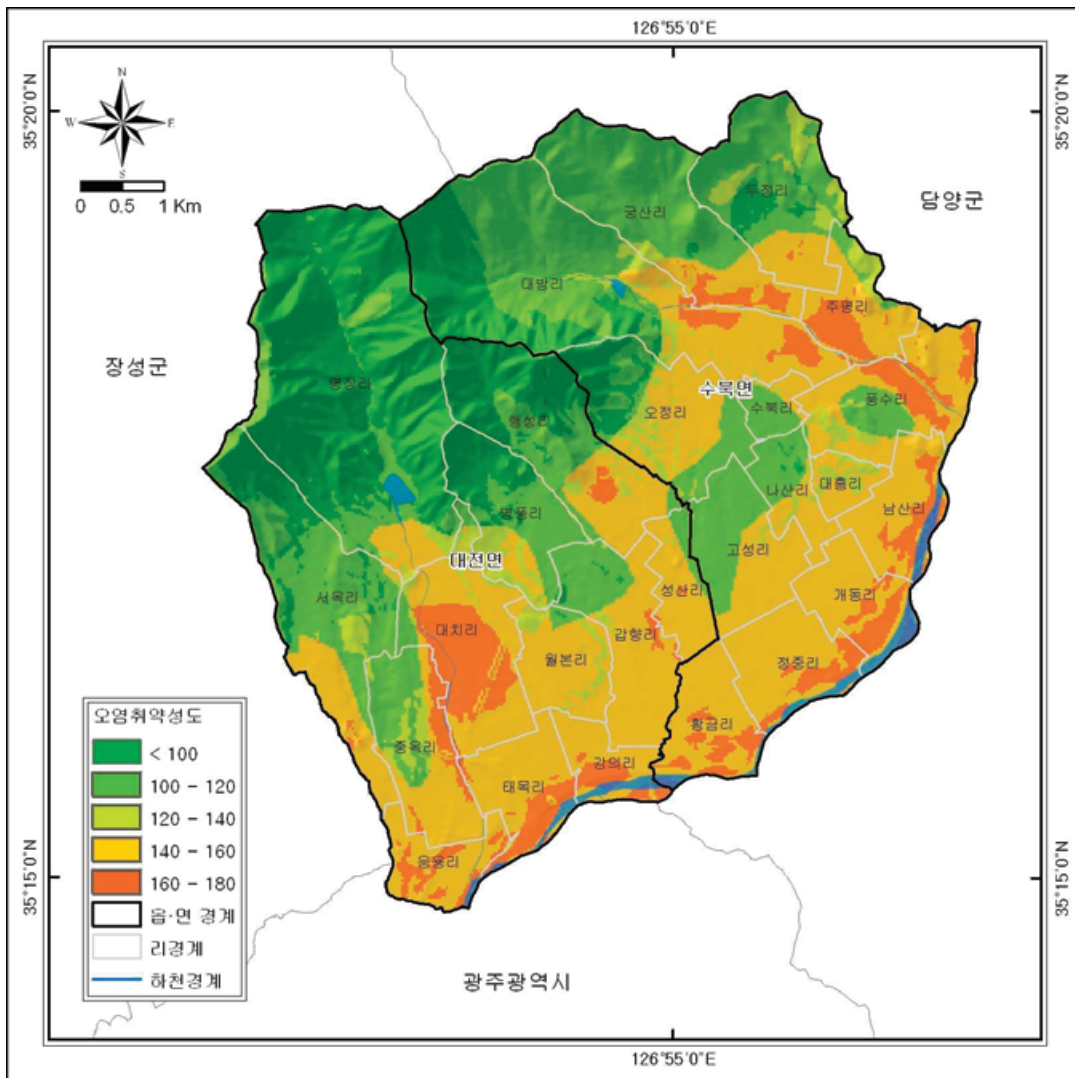
<그림 3-2-1> DRASTIC 흐름도

DRASTIC 지수는 지하수 오염에 대한 취약성과 민감성을 상대 평가하는 것이며, 지하수의 오염정도를 직접적으로 나타내는 것은 아니다. 일반적인 평가방법에서 DRASTIC 지수는 23~226의 범위에 있으며, 농업지역에서 농약에 의한 오염가능성을 고려할 경우 DRASTIC 지수는 26~256의 범위를 갖는다. DRASTIC 지수는 값이 클수록 상대적으로 지하수 오염가능성이 높고, DRASTIC 지수가 작으면 지하수 오염 가능성이 상대적으로 낮음을 의미한다. 금회 조사에서는 농업지역 농약에 의한 오염가능성 가중치를 적용하여 DRASTIC 지수를 산출하였다.

오염취약성 지수 산출 결과, 최소 88에서 최대 171까지의 분포를 보이고 평균값은 수북면이 135.0, 대전면이 129.3의 수치를 나타낸다<표 3-2-2>. 오염취약성도 작도 결과, 담수지구 대부분의 지역은 110에서 140범위의 오염취약성 수치를 보이며, 특히 수북면 두정리, 궁산리, 대전면 행성리, 병풍리, 평장리, 서옥리 등에서는 120 이하의 상대적으로 낮은 값을 보인다<그림 3-2-1>. 수북면 정중리, 주평리, 개동리, 황금리 대전면 갑향리, 태목리 등 150이상의 상대적으로 높은 값을 나타내는 지역이 있으며 비포화대매질 등의 영향으로 보인다.

<표 3-2-2> 읍면별 DRASTIC Index

구 분		DRASTIC Index			단위면적당 오염부하량(kg/일/km ²)
		최소	최대	평균	
담양군	대전면	88	171	129	41.52
	수북면	98	166	135	73.16

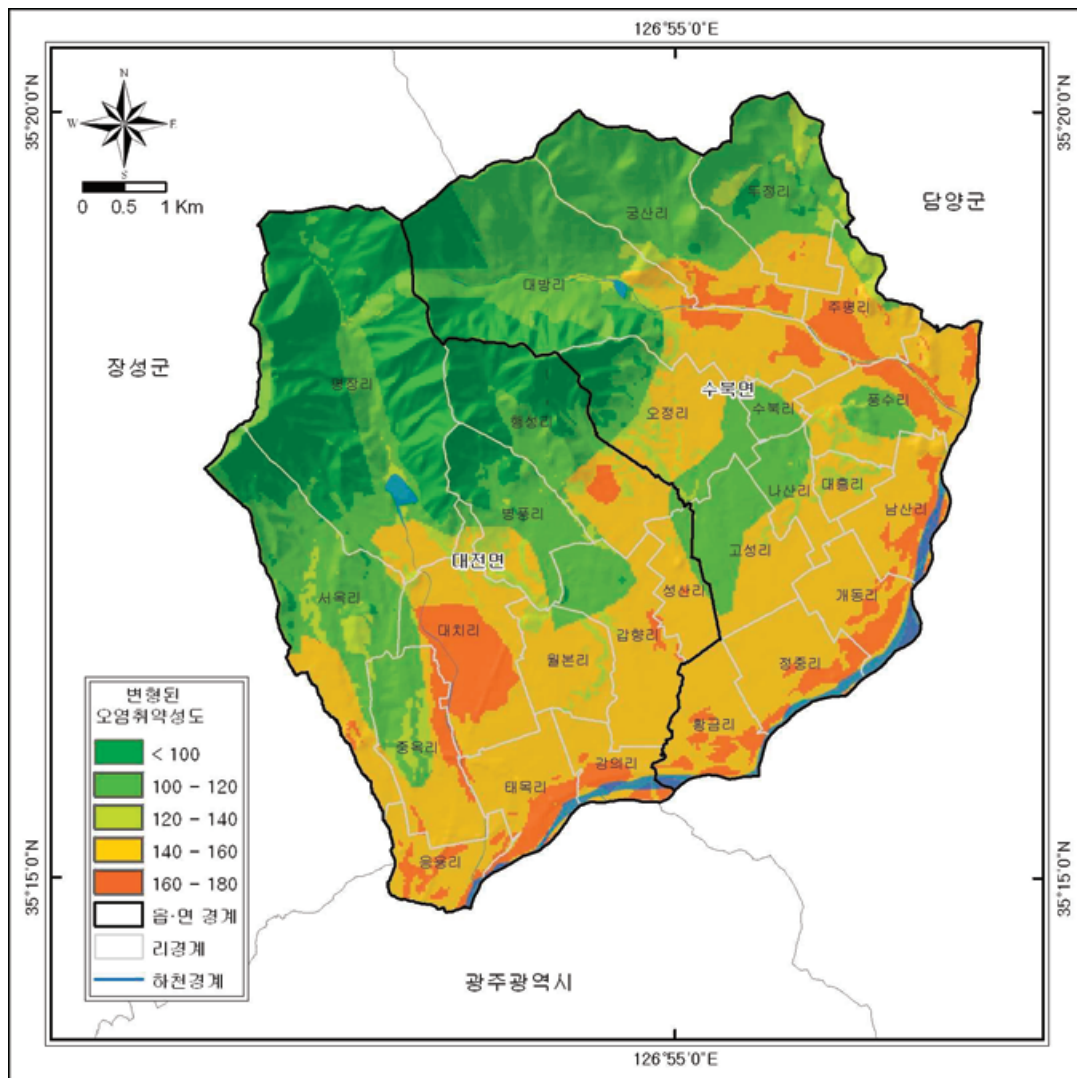


<그림 3-2-2> 담수지구 DRASTIC INDEX Map

변형된 오염취약성분석은 우리나라 특성에 맞게 선구조밀도 등을 부가적인 인자로 사용하여 실시하였다. 담수지구의 읍면별 변형된 오염취약성 평균지수는 수북면 135.8, 대전면 129.9순으로 나타나며, 최대값은 172이다<표 3-2-3>. 오염취약성과 전체적인 지수분포도는 비슷한 양상을 보이거나 다소 높게 평가되고 있으며, 특히 대전면, 수북면 모두 영산강과 인접하고 있는 평야지역에서 150 이상의 상대적으로 높은 오염취약성 수치를 보이는 지역의 면적이 넓어진 것을 알 수 있다<그림 3-2-2>.

<표 3-2-3> 읍면별 Modified DRASTIC Index

구 분		최소	최대	평균
담양군	대전면	89	172	129.9
	수북면	99	168	135.8



<그림 3-2-3> 담수지구 Modified DRASTIC INDEX Map

3.2.2 지하수 오염 예측

상수도 보급률이 낮은 농어촌지역의 생활용수는 주로 간이상수도, 소형관정, 계곡수 등을 이용하고 있으며, 체계적인 관리가 미흡한 형편이다. 최근 지방자치제도의 시행과 더불어 농어촌 지역경제개발이 적극 추진되며 각종 신규 시설물 인허가권이 자치단체로 이양되면서, 숙박업소, 음식점, 휴양지, 유원지, 축산단지, 공장, 각종 매립장 등 수자원측면에서의 다양한 오염원들이 적절한 환경영향 검토를 받지 않은 채 설립되는 경우가 증가하고 있다. 그러나 한번 오염되면 정화 처리에 따르는 비용 및 기간이 막대하게 소요되는 지하수 보전관리 측면에서는 매우 우려할 만한 상황이며, 따라서 본 조사에서는 이러한 신규 시설물 인허가 검토 시 위치 선정을 지하수 오염에 저항력이 강한 지역으로 유도할 수 있도록 연구결과(농어촌지역 지하수 자원의 오염예측도 작성기법에 관한 연구, 농림부·농업기반공사, 2000)를 토대로 지하수 오염 타당성 검토 차원의 분석기법을 제시하도록 한다.

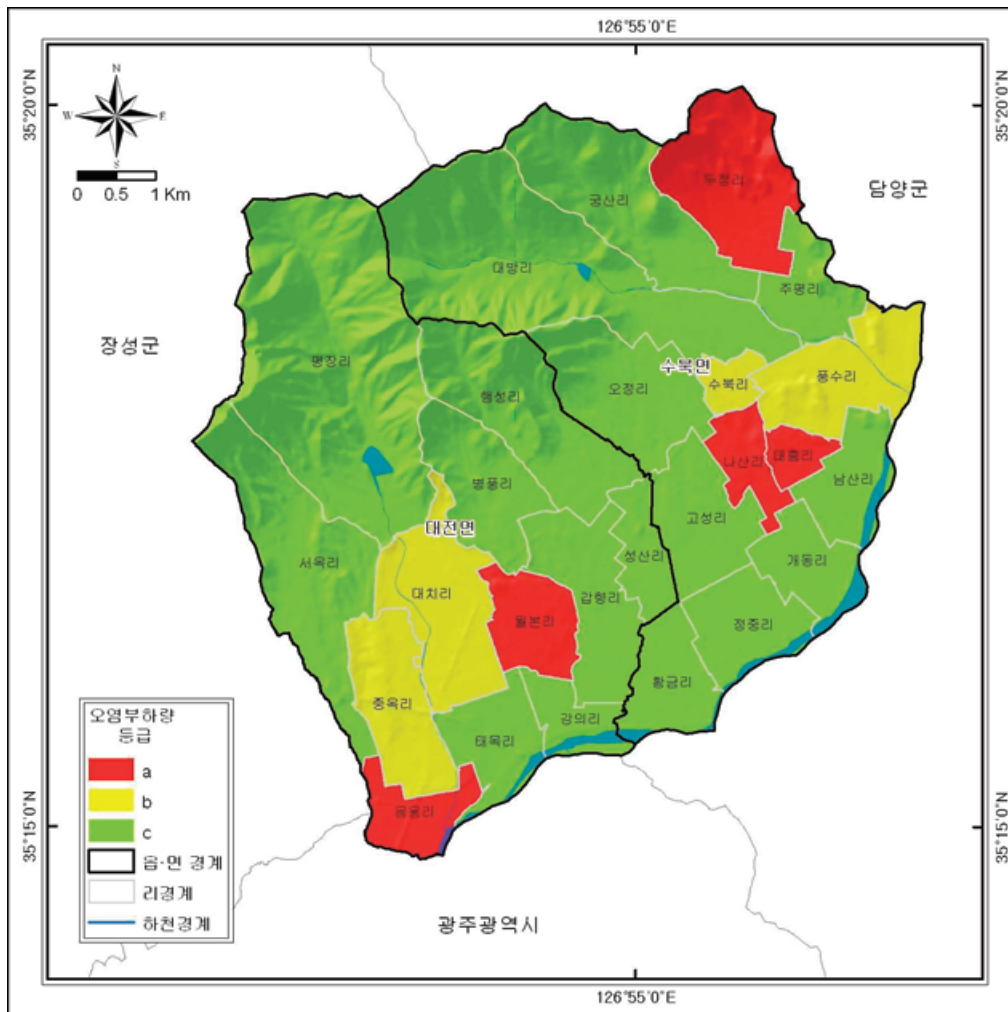
선진국에서는 오염물질 유발이 예상되는 시설물 신규 허가를 위한 위치 선정 시 기본적으로 지하수 오염취약성을 검토하고 있으며, 이에 따라 오염유발 가능 시설물은 오염취약성이 낮은 곳으로 유도하며, 부득이 취약성이 높은 지역에 설치할 경우는 그만큼 정화처리시설 및 오염물질 관리기준을 엄격하게 적용하고 있다.

일반적으로 지하수 오염예측도는 현재의 오염 Plume으로부터 미래의 확산범위를 예측하기 위하여 오염물질 거동 분석 모델링을 실시하고 그 결과로서 미래에 예측되는 농도분포도를 예상하는 도면을 말한다. 이러한 오염예측도는 지하수 전문가들에게 필요한 내용이라 할 수 있으나, 비전문가들이 이해하기 난해하므로 본 조사에서는 일반인에게 지하수 문제점을 쉽게 이해시킬 수 있고, 수질보전정책 홍보 및

지하수오염 정책수립 자료로서 활용할 수 있는 범위를 오염예측도면에 제시하려고 한다.

<그림 3-2-4>는 조사지역의 종류별 오염발생부하량을 발생원단위를 적용하여 산정하고 GIS의 “Equal Area” 방법으로 a, b, c등급을 분류한 것으로 총오염발생부하량을 도시한 것이다.

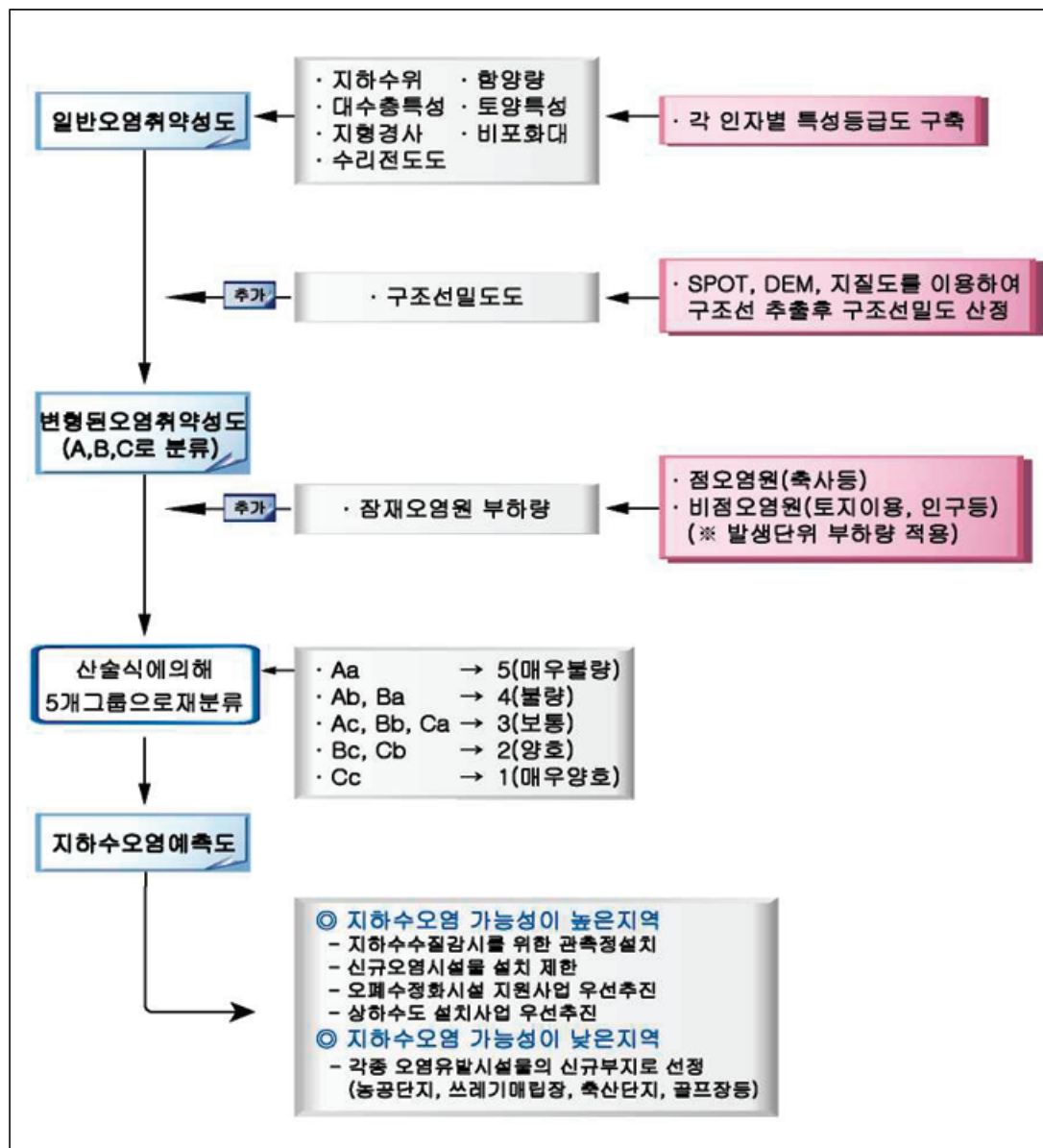
지하수오염예측도는 <그림 3-2-5> 및 <표 3-2-4>에 제시된 바와 같이 수리지질학적인 인자를 고려한 변형된 오염취약성과 총오염발생부하량값을 중첩하여 작성하였다<그림 3-2-6>.



<그림 3-2-4> 발생단위별 잠재오염원 부하량 등급도

<표 3-2-4> 지하수오염예측도 등급 분류표

총오염발생부하량			단위면적당 오염발생부하량(kg/일/km ²)		
			a(높음)	b(보통)	c(낮음)
변형된 오염취약성			121이상	61~120	60이하
오염취약성	A (높음)	≥151	Aa	Ab	Ac
	B (보통)	131-150	Ba	Bb	Bc
	C (낮음)	≤130	Ca	Cb	Cc



<그림 3-2-5> 지하수오염예측도 작성 모식도

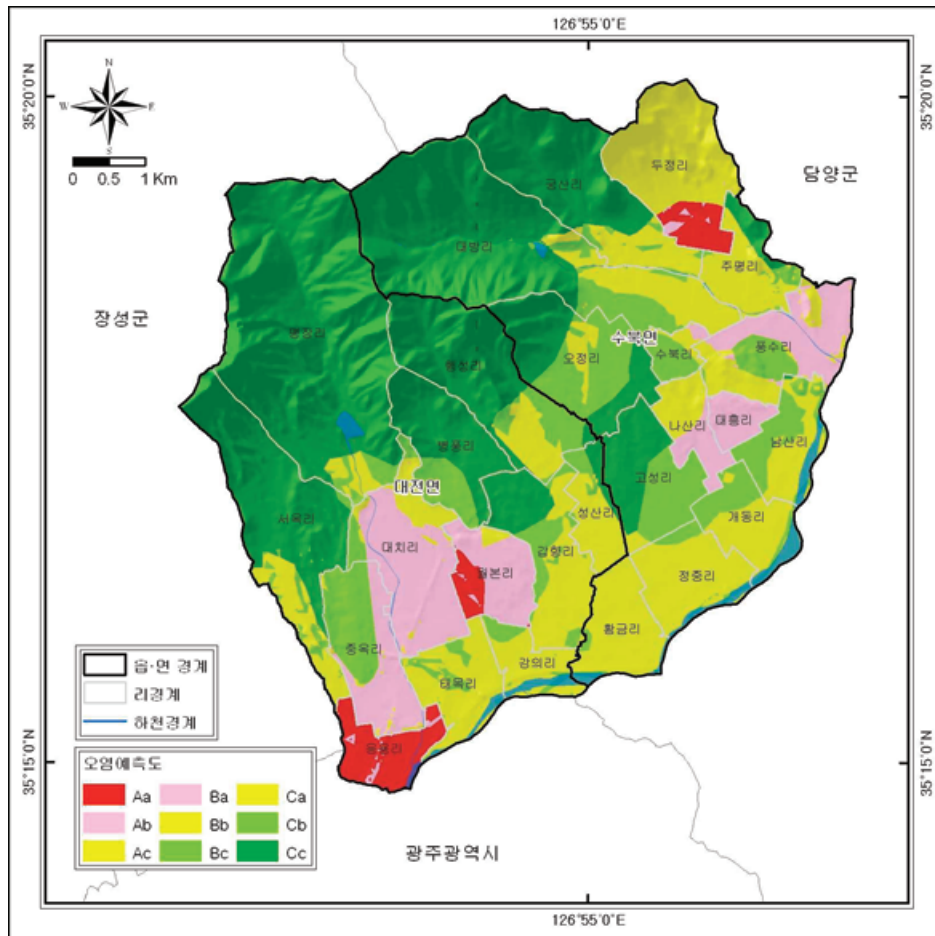
담수지구는 지하수오염예측등급이 비교적 낮은 Cc, Cb, Bc등급을 갖는 지역이 57.80%로서 지하수오염취약성과 잠재오염원 발생부하량이 낮은 수준으로 나타났다<표 3-2-5>. 상대적으로 오염에 취약할 것으로 예상되는 Aa, Ab, Ba 등급 지역은 약 13.86% 수준으로 대전면 월본리, 응용리, 수북면 나산리, 대흥리, 두정리 등 일부지역에서 확인되었다<그림 3-2-6>.

담수지구는 전반적으로 오염취약성지수는 높고 오염부하도가 낮게 나타나는 지역이지만 지하수 특성상 한번 오염된 지역은 원상복구가 매우 어렵고 많은 비용과 시간이 요구되므로 현재와 같은 청정지역의 지속적인 보전을 위해서는 지속적인 관심과 체계적인 관리가 필요하다.

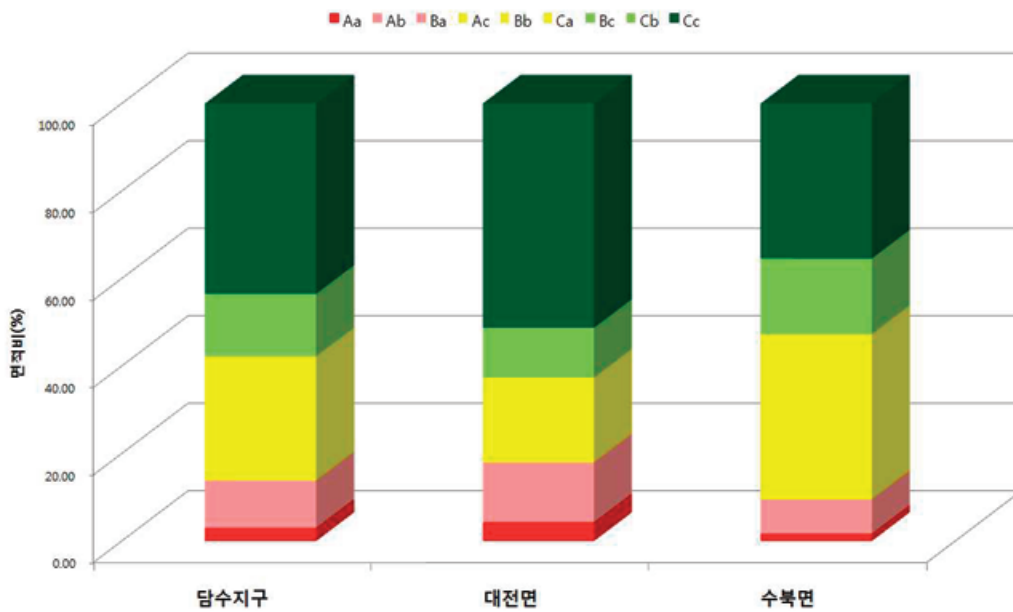
향후 국토개발에 따른 지하수 개발이나 각종 잠재오염 시설물을 설치할 경우, 본 사업에서 제시한 ‘지하수 오염예측도’를 기초자료로 활용한다면 발생 가능한 지하수 장애문제를 미리 대비 할 수 있을 것으로 사료된다.

<표 3-2-5> 행정구역별 지하수오염 예측등급 면적

구분 읍면동	총면적 (km ²)	지하수오염예측 등급별 면적비(%)								
		Aa	Ab	Ac	Ba	Bb	Bc	Ca	Cb	Cc
합 계	59.62	1.81	4.40	12.73	2.05	1.33	6.65	2.84	1.87	25.94
대전면	30.42	1.31	3.09	5.27	1.07	0.55	2.33	0.07	1.13	15.60
수북면	29.20	0.49	1.32	7.46	0.98	0.77	4.31	2.77	0.74	10.35



<그림 3-2-6> 담수지구 지하수오염예측도



<그림 3-2-7> 지하수오염예측도 등급별 면적비

IV

담수지구 지하수
개발 · 이용 방안

IV. 담수지구 지하수 개발·이용 방안

4.1 농업용수 개발대상지 분석

농업용수 개발이 필요한 지역을 산정하기 위하여 농지(전, 답, 과)를 대상으로 기존 농업용 수리시설물에 의한 수혜면적을 조사한 농어촌용수이용합리화계획(2015) 자료를 이용하여 미수혜지역을 분석하고 농업용수 필요지역을 선정하였다. 농업용 대형관정 개발 필요지역의 선정은 조사지역 내 농경지면적, 수혜지역, 미수혜지역, 농업기반시설의 위치 및 지하수관정 등의 조건을 도면화하고 이를 분석하는 기법을 사용하였다.

리별 수혜면적은 농업기반시설물 제원과 농지 및 농수로의 형태를 분석하여 농업용 수리시설의 수혜면적을 산정한 농어촌용수이용합리화계획 수혜면적 값과 농업용 관정의 공당 수혜면적 단위 원수를 적용하여 산출한 값을 합산하여 산출하였다. 리별 잔여면적이 (-)이와 같이 표현된 지역은 단순 수치상으로 용수공급량을 초과하여 수리시설물이 설치되어 있는 경우로써 용수공급이 비교적 원활한 지역임을 시사한다. 지하수관정 개소수는 새울행정시스템에 등록되어 있는 관정정보를 사용하였다<표 4-1-1>.

각 리별 농경지 면적에서 수혜면적을 제외하였을 때 잔여면적은 대부분 존재하며, 담수지구 전반에 걸쳐 농업용수개발이 필요한 것으로 조사되었다. 담수지구의 잔여면적은 10.48km^2 (45.8%)로 확인되었으며, 읍면별로는 대전면 5.92km^2 , 수북면 4.56km^2 순으로 나타났다<표 4-1-2>. 담수지구 내 미수혜지역 모두 지하수로 개발 시 필요한 관정수는 총 349공으로 분석되었으며, 대전면 대치리(39공), 갑향리(35공) 등이 상대적으로 높은 지하수개발 필요지역으로 확인되었다<표 4-1-2>.

<표 4-1-1> 농업용수 수혜면적 현황

(단위 : 공, 개소, km²)

읍면	리	농경지 면적	잔여 면적	수 리 시 설 물								
				수혜 면적	시설수	지하수		농업기반시설				
						수혜 면적	시설수	수혜 면적	시 설 수			
									저수지	양수장	취입보	집수 압거
담수지구		22.91	10.48	12.43	1,988	7.06	1,960	8.29	15	7	5	1
대 전 면	소계	10.64	5.92	4.72	1,017	3.17	1,006	3.80	6	3	2	-
	갑향리	1.71	1.05	0.66	196	0.66	196	-	-	-	-	-
	강의리	0.44	0.09	0.35	129	0.35	128	-	-	-	1	-
	대치리	1.50	1.18	0.32	94	0.32	93	-	-	-	1	-
	병풍리	0.69	0.47	0.22	31	0.07	29	0.15	1	1	-	-
	서옥리	0.74	0.25	0.49	19	0.04	17	0.45	2	-	-	-
	성산리	0.68	0.45	0.22	75	0.22	75	-	-	-	-	-
	월본리	0.91	0.69	0.22	70	0.22	70	-	-	-	-	-
	응용리	0.69	0.36	0.33	122	0.33	121	-	-	1	-	-
	중옥리	1.20	1.00	0.21	50	0.21	50	-	-	-	-	-
	태목리	0.74	0.37	0.37	138	0.37	137	-	-	1	-	-
	평장리	0.66	-	0.66	44	0.21	43	1.79	1	-	-	-
	행성리	0.67	-	0.67	49	0.17	47	1.41	2	-	-	-
수 북 면	소계	12.27	4.56	7.71	971	3.90	954	4.49	9	4	3	1
	개동리	0.93	0.76	0.18	54	0.18	53	-	-	-	1	-
	고성리	1.42	0.35	1.07	97	0.53	95	0.55	2	-	-	-
	궁산리	0.67	0.14	0.54	100	0.31	98	0.23	1	-	-	1
	나산리	0.56	-	0.56	33	0.18	32	0.39	1	-	-	-
	남산리	0.90	0.71	0.19	57	0.19	54	-	-	2	1	-
	대방리	1.08	-	1.08	112	0.38	111	1.18	1	-	-	-
	대흥리	0.30	0.19	0.12	20	0.12	20	-	-	-	-	-
	두정리	0.77	0.33	0.44	45	0.18	43	0.26	2	-	-	-
	수북리	0.24	0.22	0.02	9	0.02	8	-	-	1	-	-
	오정리	1.30	0.32	0.99	77	0.30	76	0.69	1	-	-	-
	정중리	1.17	0.54	0.63	87	0.63	86	-	-	1	-	-
	주평리	0.55	0.42	0.13	40	0.13	39	-	-	-	1	-
풍수리	1.32	-	1.32	116	0.32	115	1.20	1	-	-	-	
황금리	1.05	0.59	0.45	124	0.45	124	-	-	-	-	-	

<표 4-1-2> 농업용수 개발대상지 분석

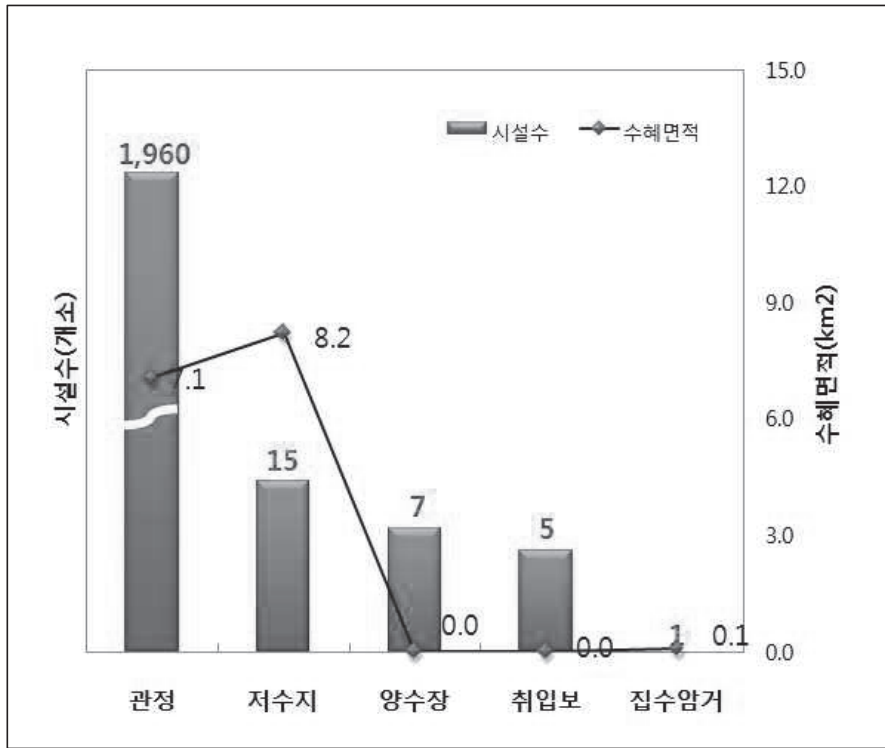
(단위 : 공, 공/km²)

읍면	리	개발필요 공수	관정개발 밀도	농업용 관정	농경지 면적	수해 면적	잔여 면적
담수지구		349	88.72	1,960	22.91	12.43	10.48
대전면	소계	197	104.5	1,006	10.64	4.72	5.92
	갑향리	35	115.0	196	1.71	0.66	1.05
	강의리	3	287.7	128	0.44	0.35	0.09
	대치리	39	61.8	93	1.50	0.32	1.18
	병풍리	16	42.3	29	0.69	0.22	0.47
	서옥리	8	23.0	17	0.74	0.49	0.25
	성산리	15	110.8	75	0.68	0.22	0.45
	월본리	23	76.8	70	0.91	0.22	0.69
	응용리	12	175.0	121	0.69	0.33	0.36
	중옥리	33	41.5	50	1.20	0.21	1.00
	태목리	12	185.3	137	0.74	0.37	0.37
	평장리	-	65.0	43	0.66	0.66	0.00
	행성리	-	69.9	47	0.67	0.67	0.00
	수북면	소계	152	75.2	954	12.27	7.71
개동리		25	56.7	53	0.93	0.18	0.76
고성리		12	66.8	95	1.42	1.07	0.35
궁산리		5	145.8	98	0.67	0.54	0.14
나산리		-	57.3	32	0.56	0.56	0.00
남산리		24	60.0	54	0.90	0.19	0.71
대방리		-	102.4	111	1.08	1.08	0.00
대흥리		6	66.1	20	0.30	0.12	0.19
두정리		11	55.9	43	0.77	0.44	0.33
수북리		7	32.7	8	0.24	0.02	0.22
오정리		11	58.4	76	1.30	0.99	0.32
정중리		18	73.8	86	1.17	0.63	0.54
주평리		14	71.1	39	0.55	0.13	0.42
풍수리		-	87.3	115	1.32	1.32	0.00
황금리	20	118.5	124	1.05	0.45	0.59	

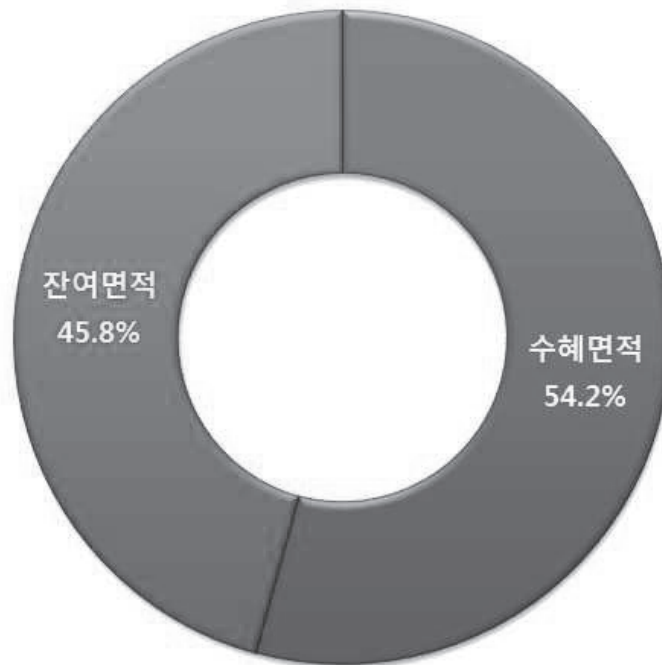
1) 농경지 면적 : 논+밭+과수원 면적의 합(km²)

2) 관정개소수 및 수해면적(km²) : 지하수 개소수 및 수해면적은 새울행정자료 분석 결과 농업용으로 분류된 관정에 대해 암반관정 150ton이상, 1공당 답작 1.5ha(0.015km²), 전작 2.5ha(0.025km²), 150ton미만 1공당 답작 1.0ha(0.01km²), 전작 2.0ha(0.02km²), 충적관정 1공당 0.25ha(0.025km²) 적용

3) 저수지, 취입보, 집수암거 시설수 및 수해면적 : 한국농어촌공사 농업기반시설 통계자료 이용



<그림 4-1-1> 농업기반수리시설

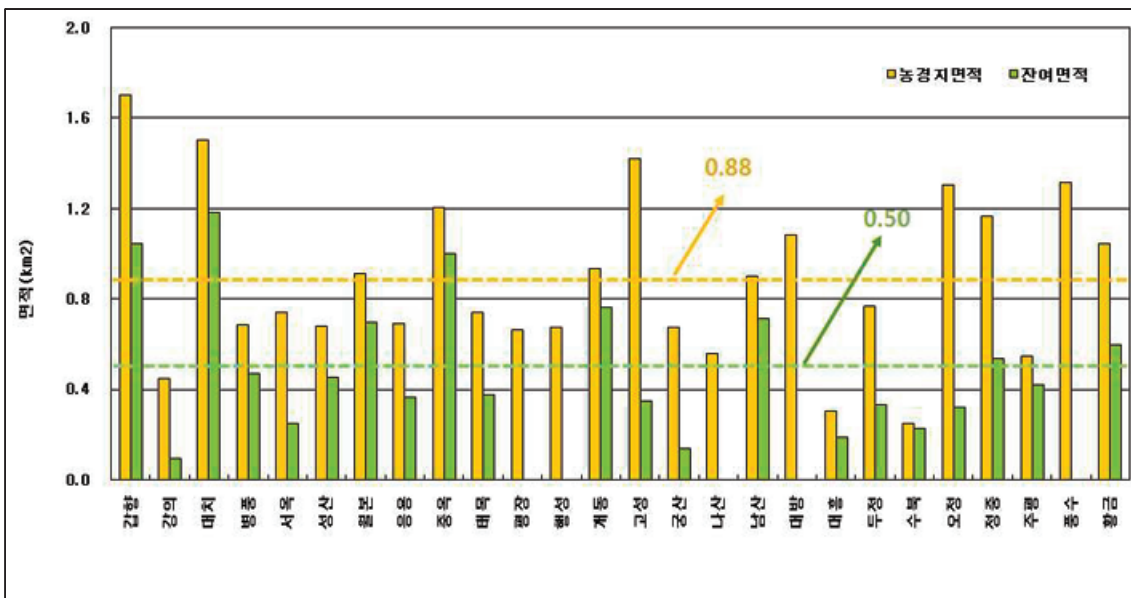


<그림 4-1-2> 농업용수 수혜면적

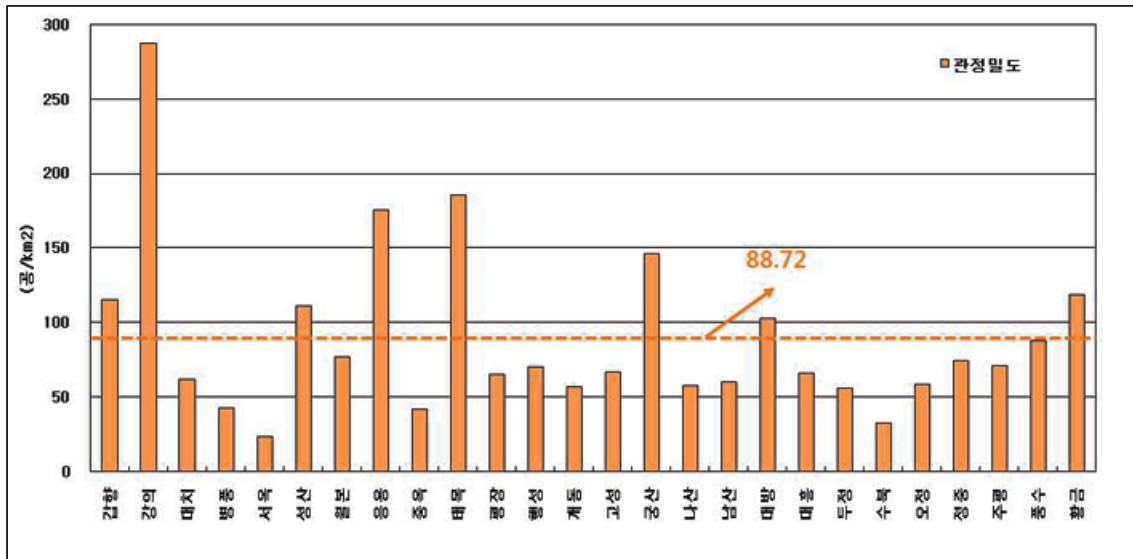
4.2 농업용수 개발방안

담수지구 내 농업용수공급 확보방안은 행정구역별 농업용수 수혜면적 현황, 농업용수 개발대상지 검토자료 등을 종합 검토하여 정리하였다.

<그림 4-2-1~2>은 앞서 분석한 리별 농경지와 잔여면적, 수리시설물 밀도를 표현한 그래프이다. 담수지구 전체의 리별 평균 농경지 면적은 0.88km^2 이고, 리별 잔여면적(미수혜지역) 평균은 0.50km^2 이다. 잔여면적이 있는 지역은 전체 21개리이며, 이들 지역에 대한 용수공급 확보(안)을 제시하기 위해 그룹분류를 하여 각 그룹에 맞는 용수공급 확보방안을 제시하였다. 그룹 분류는 21개리의 평균 잔여면적 0.50km^2 와 관정밀도 $88.72\text{공}/\text{km}^2$ 를 기준으로 4그룹으로 분류 하였다<표 4-2-1>.



<그림 4-2-1> 리별 농경지면적 및 잔여면적 분포도



<그림 4-2-2> 리별 관정밀도 분포도

<표 4-2-1> 농업용수 개발방안

구분	읍면		용수공급 확보(안)	
	대전면	수북면		
A	잔여면적 ↑ 관정밀도 ↑	갑향리	황금리	- 지표수를 이용한 수리시설물 확충 (저수지, 양수장, 취입보) - 신규 지하수 개발 이용량제한
B	잔여면적 ↑ 관정밀도 ↓	대치리 월본리 중옥리	개동리 남산리 정중리	- 지표수를 이용한 수리시설물 확충 (저수지, 양수장, 취입보) - 신규 지하수 관정 개발
C	잔여면적 ↓ 관정밀도 ↑	강의리 성산리 응용리 태목리	공산리 대방리	- 신규 지하수 개발 및 이용량 제한 - 공동이용체계 구축
D	잔여면적 ↓ 관정밀도 ↓	병풍리 서옥리 평장리	고성리 나산리 대흥리 두정리 수북리 오정리 주평리 풍수리	- 암반관정 개발 - 소류지 및 농업용수로 시설 확충

1) 잔여면적이 존재하는 21개 리의 평균 잔여면적 0.50km², 관정밀도 88.72공/km² 기준

각 그룹의 분류는 다음과 같다.

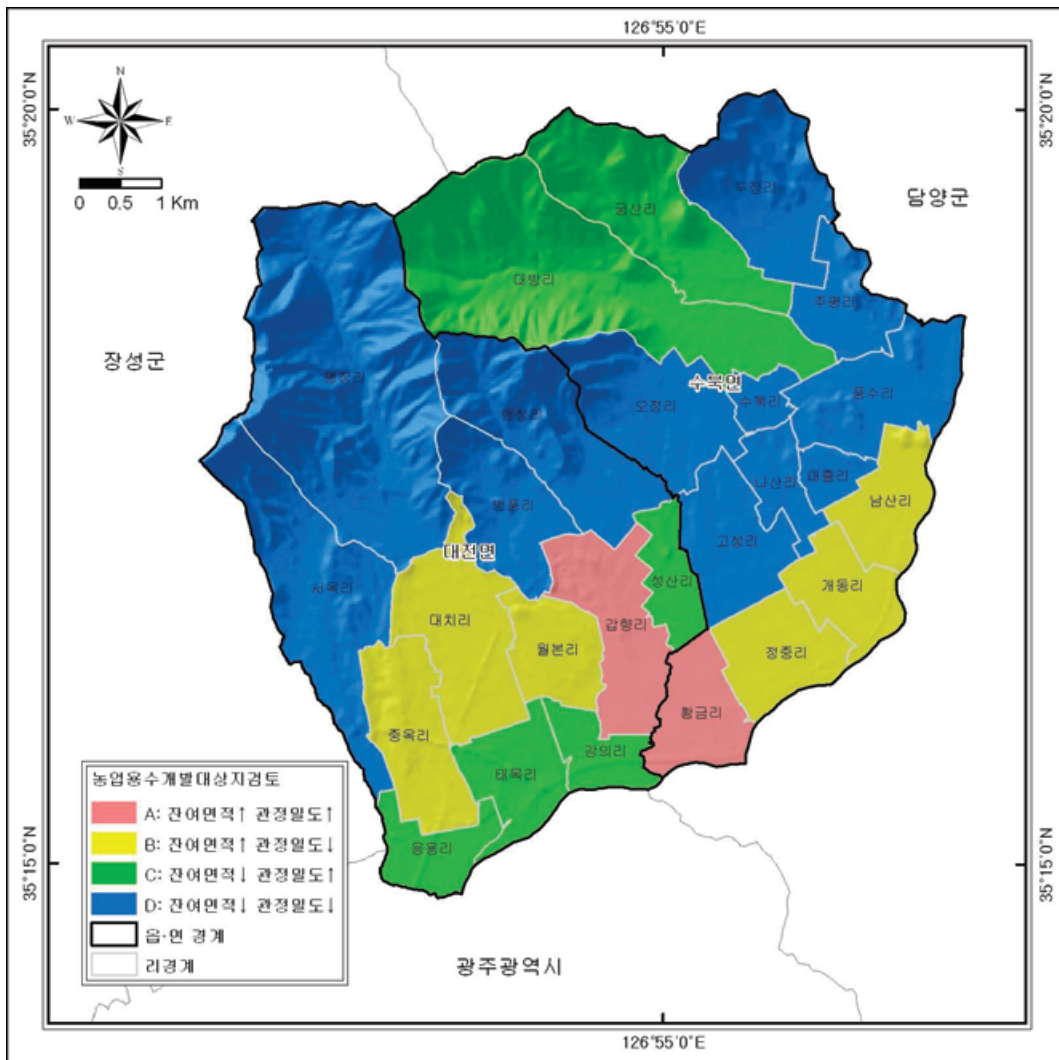
A 그룹은 잔여면적과 관정밀도가 높아 농업용수의 개발이 필요하지만 신규 지하수 개발은 제한되고 지표수를 이용한 수리 시설물 확충이 요구되는 지역으로 대전면 감향리, 수북면 황금리 등 지구 내 2개리가 해당된다. 해당 지역은 영산강 주변 평야지역으로 저수지, 양수장 등 지표수 수리시설이 부족하며, 농업용으로는 개발이 비교적 쉬운 충적관정 및 암반관정(중형관정)을 다량으로 개발하여 이용하고 있다. 따라서 이 지역은 신규관정 개발은 제한하고, 지하댐 및 방사성집수정 등의 지표수 수리시설물 확충을 통한 용수공급 확보 계획이 필요할 것으로 판단된다.

B 그룹은 잔여면적이 높고 관정밀도가 낮아 우선적으로 신규 지하수관정을 개발하고 이와 병행하여 지표수를 이용한 수리시설물 확충이 필요한 지역으로 대전면 대치리, 월본리, 중옥리, 수북면 개동리, 남산리, 정중리가 이에 해당된다. 단 관정밀도가 낮다는 것은 담수지구의 관정밀도가 타 시군에 보다 비교적 높아 지하수 시설이 적게 분포하는 것을 의미하지 않는다. 따라서 이 지역은 지하수 부존량을 조사한 뒤 소형(충적)관정 및 중형관정(굴착지름 150mm)을 대체할 수 있고, 체계적으로 관리할 수 있는 지하댐 및 강변여과 등의 수리시설물을 확충하여 지표수를 이용하는 방법으로 농업용수를 확보할 필요가 있다.

C 그룹은 잔여면적이 상대적으로 낮고 관정밀도는 높아, 신규 지하수 개발은 제한하면서 기존 용수시설에 대한 공동 이용체계 구축으로 효율을 극대화 하는 것이 유리한 지역으로 대전면 강의리, 성산리, 응용리, 태목리, 수북면 궁산리, 대방리 등 지구내 6개리가 해당된다. 해당지역은 장기적으로 원활한 용수 확보와 함께 지하수자원 보존을 위해 신규 지하수 개발 및 이용을 제한하고 기존의 관정과 수리시설물의 공동이용체계를 구축하는 것이 바람직하다.

D 그룹은 잔여면적과 관정밀도가 모두 낮아 고비용이 지출되는 대규모 수리시설 신축보다는 저비용으로 개발 가능한 암반관정을 청문조사 등의

방법으로 필요지역을 파악하여 확충하는 것이 용이할 것으로 판단되는 지역이며, 대전면 병풍리, 서옥리, 평장리, 수북면 고성리, 나산리, 대흥리, 두정리, 수북리, 오정리, 주평리, 풍수리 등 지구내 11개리가 해당된다. 실제로 위 지역은 주거 밀집지역이거나 임야면적의 비율이 높은 지역으로 농업용수의 수요가 비교적 적고, 기존 수리시설의 이용이 원활하며 잔여면적이 적기 때문에 고비용의 대규모 수리시설 신축보다 지역별로 용수공급이 저조한 지역에 암반관정 개발 등으로 농업용수를 공급하는 것이 효율적일 것으로 판단된다.



<그림 4-2-3> 농업용수개발대상지 검토결과

4.3 담수지구 지하수개발·이용 방안도

저수지, 취입보, 양수장 등과 같은 지표수 이용 수리시설과 생활용수 및 농업용수로 이용되는 기개발 관정 현황을 조사하고, 농업기반 수리시설물들에 의한 수혜여부를 파악하였다. 농경지 수혜지역과 미수혜지역을 구분하고 청문조사와 각종 수질분석 자료를 활용하여 담수지구 지하수 개발대상지 선정을 위한 지하수개발·이용 방안도를 작도하였다<그림 4-3-1>.

미수혜면적이 존재하는 21개 리 중 상대적으로 잔여면적이 넓고 관정밀도가 높은 **대전면 갑향리, 수북면 황금리**는 농업용수의 개발이 필요하지만 신규 지하수 개발은 제한되고 지표수를 이용한 수리시설물 확충이 요구되는 지역이다. 해당 지역은 하천을 따라 농경지가 위치하고 있어, 지하댐 및 방사성집수정 등의 지표수 수리시설물 확충하여 지표수를 이용을 확대하고, 저수지와 농업용수 수급을 위한 용·배수로정비가 우선적으로 필요하다.

미수혜면적이 상대적으로 넓고 관정밀도가 낮은 지역은 우선적으로 신규 지하수관정을 개발하고 이와 병행하여 지표수를 이용한 수리시설물 확충으로 농업용수 확보가 가능한 지역이다. **대전면 대치리, 월본리, 중옥리, 수북면 개동리, 남산리, 정중리** 등은 농경지 면적이 넓어 농업용수 이용이 많은 지역이나 관정밀도가 낮고 리당 수리시설이 1~2개 정도로 용수공급에 차질이 발생하고 있어 신규 지하수개발과 지표수를 이용한 수리시설물 확충이 필요하다. 단, **대전면 월본리, 대치리, 수북면 정중리** 등은 개발가능량 대비 이용량 비율이 비교적 높아 지하수를 개발하는 경우 주변 환경에 대한 영향평가와 오염원유입에 대한 사전조사가 선행되어야 한다.

미수해면적이 상대적으로 적고 관정밀도가 높은 지역은 신규지하수 개발 및 이용은 제한하고 기 설치된 지하수시설물의 공동이용체계 및 관로 정비 등을 통해 농업용수 확보와 효율을 극대화 하는 방법이 필요하다. 대전면 강의리, 성산리, 응용리, 태목리, 수북면 궁산리는 개발가능량 대비 이용량 비율이 크고 관정밀도가 높으며, 단위면적당이용량이 높아, 신규 지하수의 개발을 제한하고, 지표수를 이용할 수 있는 시설확충과 기존의 시설물들에 대해 공동이용체계를 구축하는 것이 필요하다.

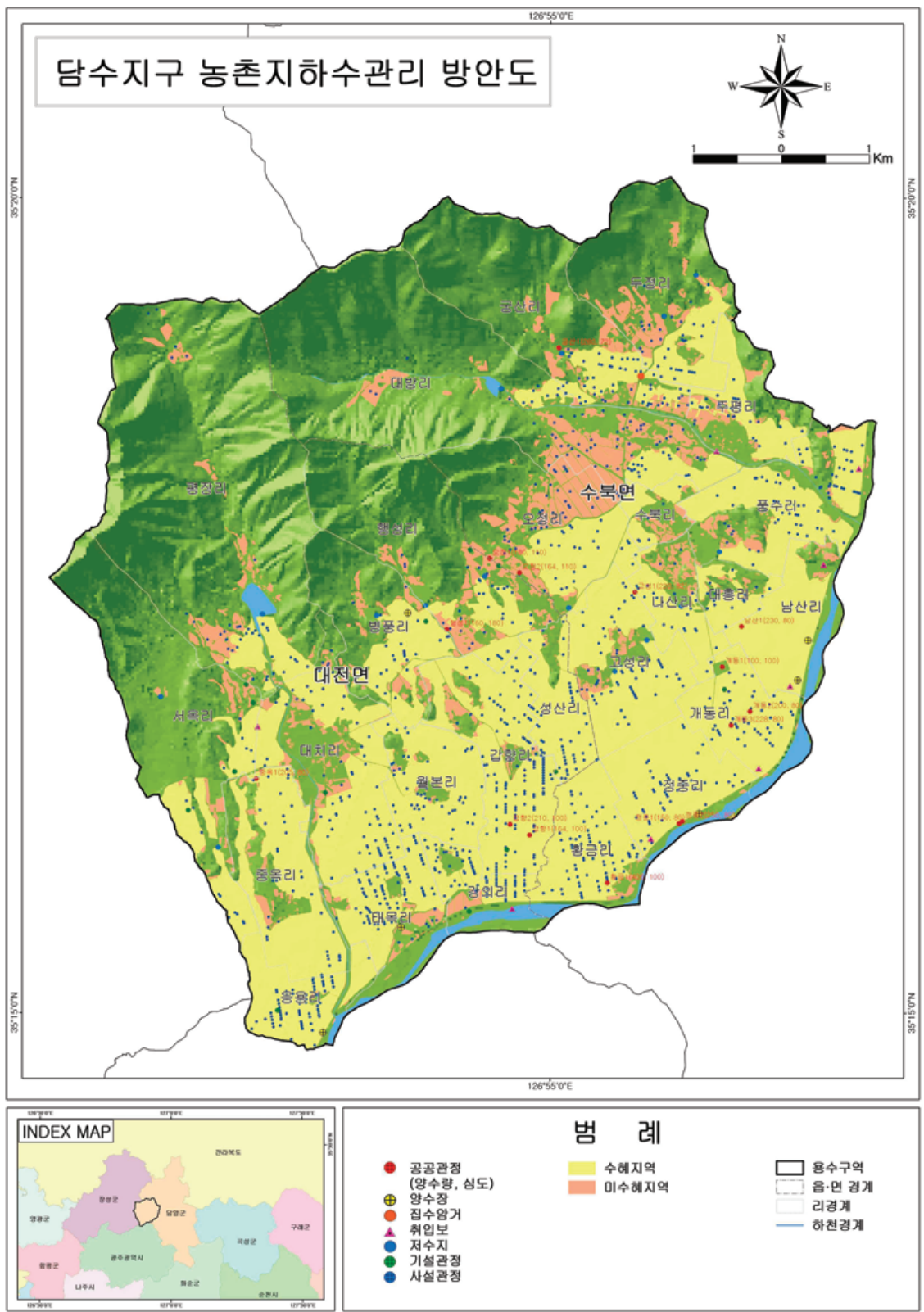
미수해면적과 관정밀도가 모두 낮은 지역은 고비용이 지출되는 대규모 수리시설 신축보다는 저비용으로 개발 가능한 암반관정이나 소류지 및 농업용수로 시설을 확충하는 것이 용이하다. 대전면 병풍리, 서옥리, 평장리, 수북면 고성리, 나산리, 대흥리, 두정리, 수북리, 오정리, 주평리, 풍수리 등은 관정밀도는 낮고 농업용수를 공급하는 수리시설물이 1~2개 자리하고 있다. 따라서 수리시설의 수혜를 받지 못하는 지역에서는 암반관정을 개발하여 용수를 원활히 공급받도록 조치를 취해야 할 필요가 있다. 단, 대전면 평장리, 서옥리, 병풍리는 임야와 평야의 경계부 지역으로 농경지 면적이 비교적 협소하며, 수북면 고성리, 대흥리, 풍수리 등은 개발가능량 대비 이용량 비율이 매우 높고, 수북면 평장리는 생활용수 기준 수질검사에서 질산성질소 초과지역으로 소류지 및 농업용수 확충지역에서 배제하는 것이 바람직한 것으로 사료된다.

결과적으로 담수지구에서 필요로 하는 농업용수 개발방안 지역은 2개면 26개리 중에서 대전면 중옥리를 포함한 6개리가 해당된다. 이 지역은 미수해면적이 넓고, 관정밀도가 낮은 지역으로, 농업용수 확보를 위한 신규 지하수개발이 우선적으로 선행되어야 한다<표 4-3-1>.

<표 4-3-1> 농촌지하수 개발 필요 지역

구 분	읍 면			비 고
	계	대전면	수북면	
계	-	-	-	
잔여면적↑ 관정밀도↓	-	대치리 월본리 중옥리	개동리 남산리 정중리	

담수지구에서 신규로 관정을 개발해야 할 지역은 6개리로 조사되었으나 대전면 대치리, 월본리는 지하수 의존도가 높은 시설재배단지가 밀집되어 개발가능량 대비 이용량 비율이 높게 나타나 수량부족의 우려가 있고, 수북면 개동리와 정중리는 관정밀도가 낮고 농업용수 미수혜 농경지가 많이 분포하나 영산강과 인접한 평야지역으로 용·배수로가 발달되어 농업용수 공급이 원활한 것으로 조사되었으며, 대전면 중옥리, 수북면 남산리는 농업용수 미수혜지역이 산악지형을 따라 형성된 곡간농지가 대부분으로 해당 리에 산발적으로 분산되어 관정 개발이 용이하지 않은 것으로 나타났다. 결과적으로 농업용수 개발방안 검토와 청문조사, 현장조사 등의 결과를 종합하여 볼 때, 위에서 언급한 대전면 대치리 등 6개리는 신규 지하수개발을 통한 농업용수 공급보다는 방사성 집수정, 지하댐, 강변여과 등을 통하여 지표수 이용을 확대하고, 기존 지하수 시설물에 대한 정비·보수를 등을 통하여 지하수 이용의 효율을 높이는 것이 바람직할 것으로 사료된다.



<그림 4-3-1> 담수지구 지하수개발·이용 방안도

V

지하수 보전·관리 방안

V. 지하수 보전·관리 방안

5.1 지하수관리 필요지역

5.1.1 지하수관리필요지역 선정 기준

행정구역별 7가지 지표 및 필요시 조사자 의견을 반영하여 관심, 주의, 경계, 심각 4단계로 관리필요지역을 선정하였다.

수량부분의 지표인 개발가능량 대비 이용량은 350%이상일 때 심각, 350~250% 경계, 250~150% 주의, 150~100% 관심지역으로 구분하며 단위면적당 이용량 및 관정밀도 지표는 상위 5%이내 지역에 대해 심각, 5~10% 경계, 10~15% 주의, 15~20% 관심지역으로 선정하여 관리토록 하였다.

수질부분의 지표 중 질산성질소 평균은 음용수 기준치인 10mg/L초과 시 경계, 농업용수 기준인 20mg/L을 초과하는 지역은 심각지역으로 구분하였고, 그 외 DRASTIC INDEX, 오염원밀도, 단위면적당 오염부하량(kg/일/km²)은 상위 5%이내 지역에 대해 심각, 5~10% 경계, 10~15% 주의, 15~20% 관심지역으로 선정하여 관리토록 하였다.

<표 5-1-1> 지하수 관리지역 선정지표

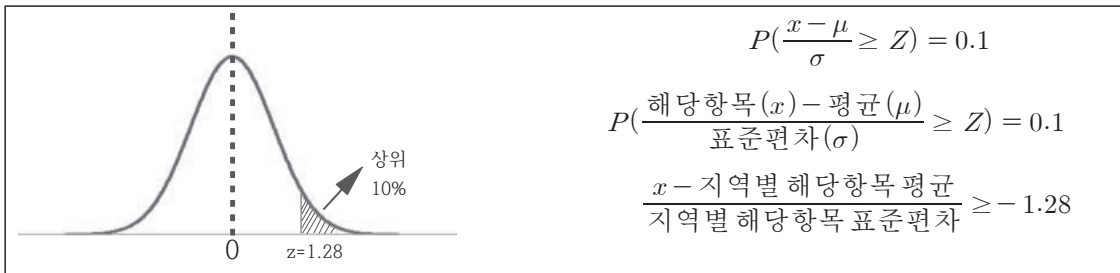
구분	내용	관심	주의	경계	심각	
		비규제적 관리필요지역		규제적 관리필요지역		
		기술적 관리				
수량	이용량/개발가능량(%)	100~150	150~250	250~350	350~	
	단위면적당이용량(천m ³ /년/km ²)	상위	상위	상위	상위	
	관정밀도(공/km ²)	20~15%	15~10%	10~5%	5%이내	
수질	질산성질소평균(mg/L)	-	-	10~20	20~	
	DRASTIC INDEX	상위 20~15%	상위 15~10%	상위 10~5%	상위 5%이내	
	오염원밀도(개소/km ²)					
	단위면적당오염부하량(kg/일/km ²)					

※ 지하수 관리지역 선정시 지역 여건에 맞게 조사자 의견이 반영됨.

가. 표준정규분포를 이용한 관리필요지역 선정방법

해당항목에서 전체도수가 정규분포를 이루었을 때, 이 정규분포에서 상위 10%에 들어갈 확률은 $P(\text{확률분포})=0.1$ 이다. 이에 해당하는 z 를 표준정규분포도에서 찾아보면 $Z(\text{표준정규분포}) = 1.28$ 이다.

상위 10% 항목별순위는 아래와 같이 계산된다.



<그림 5-1-1> 관리지구 선정기준을 위한 표준정규분포곡선

나. 조사자 의견

- 지하수 관리지역 선정을 위하여 B지역의 경우 시설물현황, 인문, 지리, 수문, 지질 등의 지역 특성을 고려한 조사자 의견도 반영토록 하였다.



(a) 지하수 수량관리방안



(b) 지하수 수질관리방안

<그림 5-1-2> 지하수 관리지역 선정을 위한 관리방안 제시

※ 수질관리 방안의 질산성질소 평균은 시료수가 전체를 반영할 정도로 많지 않아 지하수 시설물 각각 인용하여 원상복구 등 제안토록 함.

5.1.2 읍면별 현황

가. 대전면

- 12개의 법정리로 이루어짐
 - 갑향리, 강의리, 대치리, 병풍리, 서옥리, 성산리, 월본리, 응용리, 증옥리, 태목리, 평장리, 행성리
- 전체 지하수 시설수는 2,369개소로 생활용 지하수가 1,358개소(57.3%), 농업용 지하수가 1,006개소(42.5%)를 차지하고 있음
- 평균 개발가능량 대비 이용량은 195.25%(담수지구 195.49%), 단위면적당 이용량은 238.63천 m^3 /년/ km^2 (담수지구 234.90천 m^3 /년/ km^2), 관정밀도는 104.50공/ km^2 (담수지구 88.72공/ km^2)로 분석되었다.
- 강의리는 개발가능량 대비 이용량 774.20%, 단위면적당 이용량 604.98천 m^3 /년/ km^2 로 가장 높고, 관정밀도도 287.74공/ km^2 로 가장 높게 나타났다.
- 질산성질소 평균값은 3.4mg/L(담수지구 3.0mg/L)로 나타나며, 평장리가 6.5mg/L로 가장 높게 나타난다.
- 잠재오염원 평균 분포밀도는 0.53개소/ km^2 (담수지구 0.82개소/ km^2)로 증옥리가 1.93개소/ km^2 로 가장 높게 나타난다.
- DRASTIC Index는 평균 129.3점(담수지구 131.7점)으로, 응용리가 156.5점으로 가장 높은 지수를 보이고 있다.
- 단위면적당 오염부하량은 평균 41.52kg/일/ km^2 (담수지구 57.02kg/일/ km^2)로, 응용리가 132.59kg/일/ km^2 로 가장 높게 나타난다.
- 강의리는 영산강과 인접하여 있는 지역으로 시설재배하우스가 매우 밀집되어 있어, 개발가능량 대비 이용량과 단위면적당 이용량, 관정밀도가 매우 높게 나타나 추후 이용실태조사 등의 면밀한 조사로 지하수 수량관리가 필요하다.

<표 5-1-2> 지하수 수량관리 필요지역(대전면)

동리	이용량/적정개발 가능량(%)		단위면적당이용량 (천m ³ /년/km ²)		관정밀도 (공/km ²)		조사자 의견	수량관리 필요지역
	대전면		238.63		104.50			
갑향리	495.00	심각	604.98	경계	114.95	관심		○
강의리	774.20	심각	946.24	심각	287.74	심각		○
대치리	236.67	주의	289.25	-	61.83	-		
병풍리	85.81	-	104.88	-	42.25	-		
서옥리	29.23	-	35.73	-	22.99	-		
성산리	462.61	심각	565.41	관심	110.80	-		○
월본리	289.77	경계	354.14	-	76.76	-		○
응용리	620.84	심각	758.75	경계	174.95	경계		○
중옥리	145.19	관심	177.45	-	41.54	-		
태목리	523.11	심각	639.34	경계	185.33	경계		○
평장리	34.02	-	41.58	-	64.95	-		
행성리	93.44	-	114.20	-	69.87	-		

<표 5-1-3> 지하수 수질관리 필요지역(대전면)

동리	질산성질소 평균(mg/L)		오염원 분포밀도 (개소/km ²)		DRASTIC INDEX		단위면적당 오염부하량 (kg/일/km ²)		조사자 의견	수질관리 필요지역
	대전면		0.53		129.3		41.52			
갑향리	2.4	-	0.44	-	126.3	-	29.77	-		
강의리	6.1	-	0.00	-	155.2	경계	30.66	-		○
대치리	3.4	-	0.00	-	145.3	-	66.50	-		
병풍리	3.7	-	0.00	-	117.5	-	20.52	-		
서옥리	3.3	-	0.77	-	119.8	-	32.15	-		
성산리	1.9	-	1.06	-	139.0	-	41.21	-		
월본리	1.9	-	1.46	관심	137.1	-	121.72	주의		
응용리	1.9	-	1.83	주의	156.5	심각	132.59	경계		○
중옥리	3.0	-	1.93	주의	133.1	-	117.89	관심		
태목리	1.3	-	0.00	-	154.3	경계	37.08	-		○
평장리	6.5	-	0.12	-	112.2	-	10.92	-	총대장균군 초과	○
행성리	4.8	-	0.30	-	125.8	-	24.54	-		

나. 수북면

- 14개의 법정리로 이루어짐
 - 개동리, 고성리, 궁산리, 나산리, 남산리, 대방리, 대흥리, 두정리, 수북리, 오정리, 정중리, 주평리, 풍수리, 황금리
- 전체 지하수 시설수는 2,058개소로 생활용 지하수가 1,100개소 (53.4%), 농업용 지하수가 954개소(46.3%)를 차지하고 있음
- 평균 개발가능량 대비 이용량은 195.76%(담수지구 195.49%), 단위면적당 이용량은 231.01천 m^3 /년/ km^2 (담수지구 234.90천 m^3 /년/ km^2), 관정밀도는 75.19공/ km^2 (담수지구 88.72공/ km^2)로 분석되었다.
- 황금리는 개발가능량 대비 이용량 483.50%, 단위면적당 이용량 570.55천 m^3 /년/ km^2 로 가장 높고, 관정밀도는 궁산리가 145.80공/ km^2 로 가장 높게 나타난다.
- 질산성질소 평균값은 3.2mg/L(담수지구 3.0mg/L)로 나타나며, 주평리가 7.0mg/L로 가장 높게 나타난다.
- 잠재오염원 평균 분포밀도는 1.13개소/ km^2 (담수지구 0.82개소/ km^2)로, 나산리가 7.83개소/ km^2 로 가장 높게 나타난다.
- DRASTIC Index는 평균 135.0점(담수지구 131.7점)으로, 황금리가 156.2점으로 가장 높은 지수를 보이고 있다.
- 단위면적당 오염부하량은 평균 73.16kg/일/ km^2 (담수지구 57.02 kg/일/ km^2)로, 나산리가 389.63kg/일/ km^2 로 가장 높게 나타났다.
- 황금리는 증암천과 영산강이 합류되는 지점에 위치한 지역으로 시설재배하우스가 매우 밀집되어 있어, 개발가능량 대비 이용량 과 단위면적당이용량, 관정밀도가 매우 높게 나타나 추후 이용 실태조사 등의 면밀한 조사로 지하수 수량관리가 필요하다.

<표 5-1-4> 지하수 수량관리 필요지역(수북면)

동리	이용량/적정개발 가능량(%)		단위면적당이용량 (천m ³ /년/km ²)		관정밀도 (공/km ²)		조사자 의견	수량관리 필요지역
	수량	비율	수량	비율	수량	비율		
수북면	195.76		231.01		75.19			
개동리	201.44	주의	237.71	-	56.69	-		
고성리	301.96	경계	356.33	-	66.82	-		○
궁산리	171.12	주의	201.93	-	145.80	경계		○
나산리	206.98	주의	244.24	-	57.32	-		
남산리	220.96	주의	260.75	-	60.00	-		
대방리	102.11	관심	120.50	-	102.36	-		
대흥리	289.01	경계	341.02	-	66.10	-		○
두정리	88.04	-	103.89	-	55.85	-		
수북리	154.25	주의	182.02	-	32.69	-		
오정리	171.34	주의	202.19	-	58.35	-		
정중리	300.85	경계	355.01	-	73.76	-		○
주평리	189.79	주의	223.96	-	71.07	-		
풍수리	294.38	경계	347.38	-	87.34	-		○
황금리	483.50	심각	570.55	주의	118.49	주의		○

<표 5-1-5> 지하수 수질관리 필요지역(수북면)

동리	질산성질소 평균(mg/L)		오염원 분포밀도 (개소/km ²)		DRASTIC INDEX		단위면적당 오염부하량 (kg/일/km ²)		조사자 의견	수질관리 필요지역
	수량	비율	수량	비율	수량	비율	수량	비율		
수북면	3.2		1.13		135.0		73.16			
개동리	1.2	-	1.46	-	153.0	관심	58.86	-		
고성리	2.9	-	0.53	-	115.8	-	50.43	-		
궁산리	1.4	-	0.59	-	136.9	-	39.09	-		
나산리	3.4	-	7.83	심각	115.7	-	389.63	심각		○
남산리	2.7	-	1.41	-	151.7	-	38.76	-		
대방리	1.7	-	1.16	-	131.9	-	57.98	-		
대흥리	3.2	-	1.96	경계	139.2	-	132.92	경계		○
두정리	6.1	-	0.70	-	121.1	-	130.90	경계		○
수북리	4.6	-	0.00	-	122.3	-	113.43	-		
오정리	5.2	-	1.11	-	126.3	-	55.35	-		
정중리	2.6	-	0.00	-	152.0	주의	21.08	-		
주평리	7.0	-	0.76	-	141.7	-	41.67	-		
풍수리	2.4	-	2.12	경계	141.3	-	105.87	-		○
황금리	2.7	-	0.00	-	156.2	경계	27.32	-		○

5.1.3 지하수관리필요지역 선정결과

담수지구 내 분석결과를 통해서 지하수 관리지역을 선정하기 위해 수량(개발가능량 대비 이용량, 단위면적당 이용량, 관정밀도)측면과 수질(리별 질산성질소 평균값, 오염원분포밀도, DRASTIC INDEX, 단위면적당 오염부하량)측면에서 지표를 선정하여 수량과 수질의 관리지역을 선정하였으며, 기준은 <표 5-1-1>과 같다.

<표 5-1-6> 읍·면별 지하수관리필요지역

읍 면	수 량		수 질	
계	12		9	
대전면	6	갑향리, 강의리, 성산리, 월본리, 응용리, 태목리	4	강의리, 응용리, 태목리, 평장리
수북면	6	고성리, 궁산리, 대흥리, 정중리, 풍수리, 황금리	5	나산리, 대흥리, 두정리, 풍수리, 황금리

5.2 지하수보전·관리를 위한 대책제안

5.2.1 문제유형별 대책방안 분류

본 보고서에서는 지하수의 보전·관리를 위해서 수량, 수질, 시설물 등의 문제를 파악하여 다음과 같이 그 대책을 3개 대분류, 13개 소분류로 제안하여 해당 지자체에서 조치토록 제안하였다.

<표 5-2-1> 문제유형별 대책방안 분류

구분	유형		제안내용
수량 관리 (A)	A-1	지하수개발 제한 및 취수량 조정	<ul style="list-style-type: none"> · 지하수이용량과약 · 이용시설점검 및 양수능력조사 · 미신고관정조사 · 신규지하수 개발제한 및 기설관정취수량 조정 · 불법시설물(미신고관정) 양성화 및 폐공처리(원상복구) · 이용시설교체 (취수계획량에 적합한 이용시설교체) · 개발제한 및 취수량조정에 따른 수요량(부족한수량) 파악 · 개발/이용실태점검 · 대체수원 개발 및 인공함양 · 체재조치강화
	A-2	가뭄대비 용수공급 계획수립	<ul style="list-style-type: none"> · 가뭄우려(상습)지역 현황조사 및 농업기반시설과약 · 가뭄대비용수 공급계획 수립 (농촌용수개발사업, 비상용관정개발, 용수로정비 등) · 가뭄발생시 계획대비용수공급 미수혜지역 파악 · 가뭄대비용수공급 추가 보완
	A-3	신규관정 개발	<ul style="list-style-type: none"> · 작부체계별 지하수필요지역, 수요량과약, 공급계획수립 (용도별, 고소득 농특산물 생산 등) · 신규관정 개발 · 수요량 대비 공급량 파악 · 추가 신규관정 개발
	A-4	지하수 이용실태조 사 및 관측	<ul style="list-style-type: none"> · 지하수이용실태조사 및 관측 필요지역 선정 · 지하수위관측망 설치 · 관측망 운영 및 관측자료 분석 · 관측 분석결과에 따른 추가대책마련 (추가설치, 이용량조사 등)
	A-5	급수시설 및 관로 확충	<ul style="list-style-type: none"> · 급수시설, 관로 현황 파악(부족 및 노후지역), 청문조사 · 필요지역 급수 및 관로 시설 확충 및 설치 · 급수시설 이용실태 점검 · 추가 보수 및 확충

<표 5-2-1> 문제유형별 대책방안 분류 (계속)

구분	유 형		제 안 내 용
수질 관리 (B)	B-1	방치공 현황과악 및 처리	· 방치공현황조사(미사용사유,제원,용도등), 방치공처리계획 수립 · 즉시원상복구 및 임시조치 · 임시조치 관정중 활용가능공 수질검사, 대수성시험 등 조사실시 · 수질불량 원인분석 및 조치
	B-2	수질검사 강화	· 수질부적합발생관정 과악을 통한 수질장애우려지역 선정 · 수질장애우려지역 수질검사 확대실시 · 수질검사결과를 통한 수질장애우려지역 재검토 · 수질불량 원인 분석 및 조치
	B-3	오염원관리	· 오염원 현황 파악 (잠재오염원종류및분포, 주사용비료 및 농약현황조사 등) · 오염원관리 (오염유발시설 입지제한, 오염원시설에 대한 지도감독) · 유형별 오염원 특성 파악 · 유형별 오염원관리방안 수립
	B-4	대체수원 개발	· 수질불량으로인한 원상복구관정에 대한 기이용량(수요량)과악 · 수요량 별 개발가능한 수원과악 · 대체수원(저수지,하천등) 개발 · 수요량대비공급량 과악 · 대체수원 추가활용방안 마련
	B-5	지하수 정밀조사 및 관측	· 지하수 정밀수질조사 및 관측필요지역 선정 · 지하수질관측망 설치 · 관측망운영 및 관측자료 분석 · 관측분석결과에 따른 추가대책 마련
시설물 관리 (C)	C-1	농업용 공공관정 이용시설 정비	· 이용시설정비대상 우선순위선정 · 대행기관, 수행업체선정, 이용시설 정비 · 이용시설 적정설치점검(수중모터, 토출관, 수위측정관 등) · 이용시설교체 및 유지관리 · 시스템DB자료갱신
	C-2	농업용 공공관정 사후관리 및 지하수 영향조사	· 농업용공공관정연차별 사후관리 및 영향조사 시행계획수립 · 대행기관, 수행업체선정 · 사후관리(2년,5년), 영향조사(5년)시행 · 적정양수량 점검 · 법적유효기간 확인 · 취수량조절 및 적정이용시설 설치 · 시스템DB자료 갱신
	C-3	시설물관리 담당자교육	· 시설별 담당자지정 및 교육계획 수립 · 시설물유지관리 담당자 교육 · 관리실태 이행여부 확인 · 담당자 재교육

5.2.2 담수지구 지하수관리 필요지역 대책제안

본 조사결과에 따라 관리지역으로 선정된 지역에 대해 문제 유형별 대책 방안을 제시하였다

구분 [A]에 속하는 지역은 수량관리(개발가능량대비이용량, 단위면적당 이용량, 관정밀도) 분야에서 각 지표가 경계~심각 수준에 해당될 경우에 선정하였고, 제안의 내용은 지하수 개발제한 및 취수량 조정, 가뭄대비 용수공급 계획수립, 신규관정 개발, 지하수이용실태조사 및 관측, 급수시설 및 관로 확충에 포함된다.

구분 [B]에 속하는 지역은 수질관리(평균 질산성질소, 오염원 분포밀도, DRASTIC INDEX, 단위면적당오염부하량) 분야가 심각 또는 경계수준으로 구분되었을 경우 선정하였으며, 방치공 현황파악 및 처리, 수질검사 강화, 오염원관리, 대체수원개발, 지하수정밀조사 및 관측에 대한 제안을 하였다.

구분 [C]에 포함되는 지역은 공공관정 일제조사표를 바탕으로 이용시설 세부점검 내역에 따라 관리 및 개선이 필요한 지역을 선정하였으며 제안의 내용은 농업용 공공관정 이용시설 정비, 농업용 공공관정 사후관리 및 지하수영향조사, 시설물관리 담당자 교육 등이 포함된다.

[비고]에 포함되는 지역은 지하수 개발필요 지역으로 분석되었으나, 수질관리지역(질산성질소 분석 값이 초과된 시료가 있는 지역)으로 기존 지하수 시설물을 원상복구처리한 후 정밀한 조사를 바탕으로 대체시설 개발이 필요할 것으로 사료되어 비고에 제안토록 하였다.

<표 5-2-2> 읍·면별 대책 제안

구 분	계	수량관리 (A)	수질관리 (B)	시설물관리 (C)	비 고
계	28	12	9	7	-
대전면	12	갑향리 강의리 성산리 월본리 응용리 태목리	강의리 응용리 태목리 평장리	갑향리 행성리	
수북면	16	고성리 공산리 대흥리 정중리 풍수리 황금리	나산리 대흥리 두정리 풍수리 황금리	개동리 남산리 오정리 정중리 황금리	

<표 5-2-3> 담수지구 지하수관리 필요지역 세부내역

읍면	리	문제점	특징 및 종합 해석	대 책
대전면	갑향리	<ul style="list-style-type: none"> 이용량/적정개발가능량 높음 단위면적당이용량 높음 농업용공공관정 이용시설 정비 	<ul style="list-style-type: none"> 넓은 농경지와 시설재배하우스가 밀집되어 있는 지역으로, 주요작물은 딸기 등임 현장조사결과 시설재배하우스는 지하수를 이용하여 농업용수를 공급받음 공공관정 1개소 유량계 등 측정장치 미비 	<p>[A]①지하수이용량과약, 이용시설 점검, 개발/이용실태점검 등을 통하여 개발제한 및 취수량 조정</p> <p>[A]④ 지하수이용실태조사 및 관측 필요지역 선정</p> <p>[C]①1개소에 대한 이용시설 적정설치 점검필요</p>
	강의리	<ul style="list-style-type: none"> 이용량/적정개발가능량 높음 단위면적당이용량 높음 농업용 관정밀도 높음 오염취약성도 높음 농업용공공관정 이용시설 정비 	<ul style="list-style-type: none"> 영산강과 인접하고 있는 평야지역, 타 지역에 비해 시설재배하우스가 밀집되어 있어 개발가능량대비 이용량의 비율이 높음 현장조사결과 시설재배하우스는 지하수를 이용하여 농업용수를 공급받음 공공관정 1개소 유량계 등 측정장치 미비 	<p>[A]①지하수이용량과약, 이용시설 점검, 개발/이용실태점검 등을 통하여 개발제한 및 취수량 조정</p> <p>[A]④ 지하수이용실태조사 및 관측 필요지역 선정</p> <p>[B]③ 오염원현황과약 및 관리와 유형별 오염원 특성 파악</p> <p>[C]①1개소에 대한 이용시설 적정설치 점검필요</p>
	성산리	<ul style="list-style-type: none"> 이용량/적정개발가능량 높음 	<ul style="list-style-type: none"> 삼산제 하류부에 위치한 농경지로 시설재배하우스가 밀집되어 있어 개발가능량대비 이용량의 비율이 높음 	<p>[A]①지하수이용량과약, 이용시설 점검, 개발/이용실태점검 등을 통하여 개발제한 및 취수량 조정</p>
	월본리	<ul style="list-style-type: none"> 이용량/적정개발가능량 높음 	<ul style="list-style-type: none"> 대전면 남동부에 위치한 분지형태의 지역으로 면적은 협소하나 주거지역외에 대부분 농경지로 이용 	<p>[A]①지하수이용량과약, 이용시설 점검, 개발/이용실태점검 등을 통하여 개발제한 및 취수량 조정</p>

<표 5-2-3> 담수지구 지하수관리필요지역 세부내역 - 계속

읍면	리	문제점	특징 및 종합 해석	대책
대전면	응용리	<ul style="list-style-type: none"> 이용량/적정개발가능량 높음 단위면적당이용량 높음 농업용 관정밀도 높음 오염원분포밀도 및 오염취약성도 높음 	<ul style="list-style-type: none"> 영산강과 인접하고 있는 평야지역, 타 지역에 비해 시설재배하우스가 밀집되어 있어 개발가능량대비 이용량의 비율이 높음 현장조사결과 시설재배하우스는 지하수를 이용하여 농업용수를 공급받음 다수의 축사시설 위치 	[A]①지하수이용량과약, 이용시설 점검, 개발/이용실태점검 등을 통하여 개발제한 및 취수량 조정 [A]④ 지하수이용실태조사 및 관측 필요지역 선정 [B]③ 오염원현황과약 및 관리와 유형별 오염원 특성 파악
	태목리	<ul style="list-style-type: none"> 이용량/적정개발가능량 높음 단위면적당이용량 높음 농업용 관정밀도 높음 오염취약성도 높음 	<ul style="list-style-type: none"> 대전면 남쪽에 위치한 지역으로 지형고도 낮고, 영산강과 인접하고 있는 평야지역, 시설재배하우스가 밀집되어 있어 개발가능량대비 이용량의 비율이 높음 현장조사결과 시설재배하우스는 지하수를 이용하여 농업용수를 공급받음 	[A]①지하수이용량과약, 이용시설 점검, 개발/이용실태점검 등을 통하여 개발제한 및 취수량 조정 [A]④ 지하수이용실태조사 및 관측 필요지역 선정 [B]③ 오염원현황과약 및 관리와 유형별 오염원 특성 파악
	평장리	<ul style="list-style-type: none"> 총대장균군 기준치 초과 	<ul style="list-style-type: none"> 대아제하류지역으로 대부분이 임야가 차지하고 있음 	[B]② 수질검사를 강화하여 수질불량 원인 분석 및 조치
	행성리	<ul style="list-style-type: none"> 농업용공공관정 이용시설 정비 	<ul style="list-style-type: none"> 공공관정 1개소 유량계 등 측정장치 미비 	[C]①1개소에 대한 이용시설 적정설치점검필요
수북면	개동리	<ul style="list-style-type: none"> 농업용공공관정 이용시설 정비 	<ul style="list-style-type: none"> 공공관정 1개소의 양수장이 빗물 등 침수로 인하여 지하수오염 우려 공공관정 1개소 유량계 등 측정장치 미비 	[C]① 1개소에 대한 오염방지사설 배수 및 보수작업 필요 [C]① 3개소에 대한 이용시설 적정설치점검필요
	고성리	<ul style="list-style-type: none"> 이용량/적정개발가능량 높음 	<ul style="list-style-type: none"> 답작의 주된 농업용수 공급원은 신월제와 궁암지이고, 시설재배하우스는 지하수를 주로 이용 	[A]①지하수이용량과약, 이용시설 점검, 개발/이용실태점검 등을 통하여 개발제한 및 취수량 조정
	공산리	<ul style="list-style-type: none"> 농업용 관정밀도 높음 	<ul style="list-style-type: none"> 송정저수지하류지역으로 대부분이 임야가 차지하고 있음, 농경지 협소 	[A]①지하수이용량과약, 개발/이용실태점검 등을 통하여 개발제한
	나산리	<ul style="list-style-type: none"> 오염원분포밀도 및 오염부하량 높음 	<ul style="list-style-type: none"> 수북면소재지 인근으로 인구가 밀집되어 있고, 다수의 축사시설이 위치 	[B]③ 오염원현황과약 및 관리와 유형별 오염원 특성 파악
	남산리	<ul style="list-style-type: none"> 농업용공공관정 이용시설 정비 	<ul style="list-style-type: none"> 공공관정 3개소 유량계 등 측정장치 미비 	[C]① 3개소에 대한 이용시설 적정설치점검필요
	대흥리	<ul style="list-style-type: none"> 이용량/적정개발가능량 높음 오염원분포밀도 및 오염부하량 높음 	<ul style="list-style-type: none"> 수북면 중앙부에 위치한 지역으로 시설재배하우스가 밀집되어 있어, 개발가능량대비 이용량의 비율이 높음 다수의 축사시설이 위치하고 있음 	[A]①지하수이용량과약, 이용시설 점검, 개발/이용실태점검 등을 통하여 개발제한 및 취수량 조정 [B]③ 오염원현황과약 및 관리와 유형별 오염원 특성 파악
	두정리	<ul style="list-style-type: none"> 오염부하량 높음 	<ul style="list-style-type: none"> 북쪽은 임야, 남쪽은 평야가 우세한 하며, 면적대비 농경지면적 협소 	[B]③ 오염원현황과약 및 관리와 유형별 오염원 특성 파악
오정리	<ul style="list-style-type: none"> 농업용공공관정 이용시설 정비 	<ul style="list-style-type: none"> 공공관정 1개소 수위측정관, 등 측정장치 미비, 공공관정 1개소 수중모터 및 배전함 작동 불가 	[C]① 1개소에 대하여 전반적인 점검을 실시한 후 수중모터 및 배전함 교체, 1개소에 대하여 이용시설 적정설치점검필요	

<표 5-2-3> 담수지구 지하수관리필요지역 세부내역 - 계속

읍면	리	문제점	특징 및 종합 해석	대책
수 북 면	정중리	<ul style="list-style-type: none"> 이용량/적정개발가능량 높음 농업용공공관정 이용시설 정비 	<ul style="list-style-type: none"> 수북면 남쪽에 위치한 지역으로 지형고도 낮고, 영산강과 인접하고 있는 평야지역, 시설재배하우스가 밀집되어 있어 개발가능량대비 이용량의 비율이 높음 	<p>[A]①지하수이용량과약, 개발/이용 실태점검 등을 통하여 개발제한 및 취수량 조정, 대체수원 개발</p> <p>[C]① 1개소에 대한 이용시설 적정 설치점검필요</p>
	풍수리	<ul style="list-style-type: none"> 이용량/적정개발가능량 높음 오염원분포밀도 높음 	<ul style="list-style-type: none"> 수북천이 영산강에 합류되는 지점에 위치한 평야지역, 시설재배하우스가 밀집되어 있어 개발가능량대비 이용량의 비율이 높음 다수의 축사시설이 위치하고 있음 	<p>[A]①지하수이용량과약, 개발/이용 실태점검 등을 통하여 개발제한 및 취수량 조정, 대체수원 개발</p> <p>[B]③ 오염원관리를 위해 오염유발 시설 입지 제한 및 오염원시설에 대한 지도감독필요</p>
	황금리	<ul style="list-style-type: none"> 이용량/적정개발가능량 높음 오염원분포밀도 높음 농업용공공관정 이용시설 정비 	<ul style="list-style-type: none"> 수북면 남쪽에 위치고 증암천과 영산강의 합류지점, 지형고도 낮고, 농경지에 시설재배하우스가 밀집되어 있어 개발가능량대비 이용량의 비율이 높음 다수의 축사시설이 위치하고 있음 공공관정 1개소 시설노후로 인하여 수중 모터 및 배전함 작동 불가, 양수장 출입문 파손, 유량계 및 측정장치 미비 	<p>[A]①지하수이용량과약, 개발/이용 실태점검 등을 통하여 개발제한 및 취수량 조정, 대체수원 개발</p> <p>[B]③ 오염원관리를 위해 오염유발 시설 입지 제한 및 오염원시설에 대한 지도감독필요</p> <p>[C]① 1개소에 대하여 전반적인 점검을 실시한 후 수중모터 및 배전함 교체와 이용시설 적정설치점검 필요</p>

5.2.3 담수지구 지하수모니터링

가. 지하수관측망 현황

지하수관측망은 수위 및 수질 변동을 지속적으로 감시·관측하여 지하수 장애를 사전에 방지하고 지하수의 합리적인 개발·이용과 체계적인 보전·관리 정책 수립과 추진에 필요한 기초자료를 제공하기 위해 설치되었다. 관리주체와 그 기능에 따라 국가지하수관측망, 지하수수질측정망, 농촌지하수관리관측망, 해수침투관측망, 지역지하수관측망 등으로 구분된다.

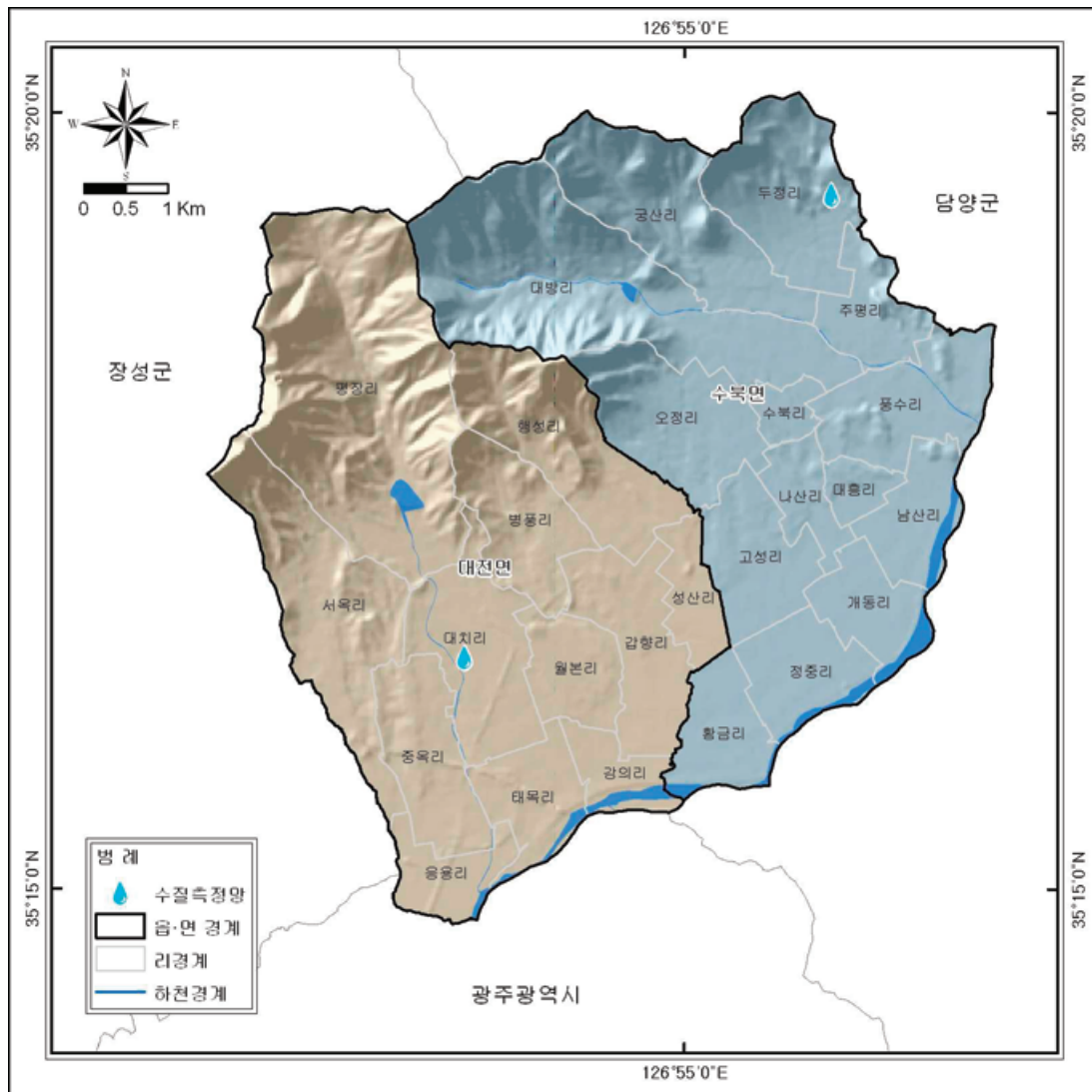
국가지하수관측망은 광역적인 수리특성을 파악하기 위해 설치하도록 하였으며 국토해양부에서 관리하고 있다. 담수지구에는 현재 국가지하수관측망이 미설치 되었다.

지하수수질관측망은 환경부에서 관리하고 있으며 지하수 수질변동을 지속적으로 감시·관측하여 배경 수질 파악·규명 및 지하수 수질오염을 방지하고 정책수립에 필요한 기초자료를 제공하기 위하여 설치·운영하고 있다. 담수지구에는 대전면 대치리 등 2개소에 지하수수질측정망이 운영중이다<그림 5-2-1>. 수질검사 결과 모두 기준에 적합한 것으로 확인되었다.

<표 5-2-4> 담수지구 관내 지하수관측망

관측소명	관측정번호	위 치	주용도	비고
대전대치	351356	담양군 대전면 대치리 949-4	지하수수질측정망	
수북두정	352702	담양군 수북면 두정리 157	지하수수질측정망	

※ 자료출처 : 국가지하수정보센터(<http://www.gims.go.kr>)



<그림 5-2-1> 담수지구 관내 지하수관측망 위치도

VI

용 어 해 설

VI. 용어해설

용 어	설 명
갈수기	하천의 유량이 감소하는 시기로, 여름철에 가뭄으로 수원(水源)의 물이 고갈되는 시기와 겨울철에 적설(積雪)·결빙(結氷) 등으로 물이 흐르지 않는 시기.
관정	원형의 단면을 가진 시추공을 지칭하며, 지하수를 토출시키기 위한 설비로 인공적으로 지하수에 굴착한 수직구멍.
관측정	대수층내의 일정한 깊이에서의 지하수의 수위나 수질의 변화 등을 파악하기 위하여 설치하는 관정
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 가중치를 주어 구하는 밀도값
국가지하수관측망	전국의 지하수 수위변동실태 등 지하수 부존특성을 조사하기 위하여 건설교통부 장관이 설치한 지하수 관측시설로서 광역적인 지하수의 수위·수질 변동실태를 감시·관측
대수층	모래나 자갈 등으로 이루어진 지층이 대표적인 예로서 지하수로 포화되어 있는 지층 중에서 투수성과 저류성이 커 경제적으로 개발에 이용할 수 있는 정도의 지하수를 배출할 수 있는 지층
대수층 특성	대수층의 수리적 거동과 채수에 대한 반응을 결정해 주는 대수층의 특성
대형관정	대구경 착정기를 이용하여 150~600mm 구경으로 암반층을 굴착하여 대수층을 개발하는 방식의 우물. 소형관정에서 보다 다량의 지하수를 개발하고자 할 때 사용되는 우물로 굴착깊이는 수백m에 이르기도 함
동위원소	원자 번호는 같으나 질량수가 다른 핵종으로 원자핵중의 양성자수가 같으나 중성자수가 다른 원소. 원자의 외부 구조인 전자의 배치는 같고, 원자핵의 구조가 다른 원소

용 어	설 명
변성암	암석에 큰 압력이나 높은 온도가 가해져 화학성분의 가감이나 교대가 일어나거나 또는 이들 두 작용이 같이 일어나는 변성작용에 의해 생성된 암석
보조지하수 관측망	보조 지하수 관측망은 국가지하수 관측망과 연계하여 국가지하수 관측망을 보완하기 위한 관측시설로서, 지역별로 주요 관측 대상 지점에 관측정을 설치하여 지하수 수위(수질) 특성 자료를 획득
비양수량	양수량을 우물의 수위하강값으로 나눈 것으로서 우물의 지하수 산출능력으로 비양수량은 수 시간의 양수와 그 때의 수위강하값으로 산출
비점오염원	농약살포, 비료살포 등의 농업오염원과 같이 넓은 지역에서 오염물질이 광범위하게 확산되는 것
비포화대(I)	일반적으로 지표면과 지하수면사이에 있는 부분으로 불포화대 또는 통기대라고도 함. 비포화대는 토양대, 중간대, 모관대로 나뉘며, 강우와 관개수가 중력에 의하여 하향 이동하여 도달하게 되는 지하수위 상부의 불포화 부위
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
수맥조사	지하수 개발 예정지에 대하여 사전에 지하수 부존상태 및 개발가능량 등을 조사하여 개발성공률을 제고하고, 지하수 장애를 예방하기 위한 지하수영향조사를 실시하여 합리적인 지하수개발 추진
수문지질단위	지질시대, 암석의 종류, 암상, 지형, 공극의 형태 및 투수계수, 투수량계수, 저류계수, 지하수 산출량과 같은 세부 수리지질특성 등을 대표적인 설정기준으로 하여 나눈 단위로 수문지질도 작성을 위한 기본단위

용 어	설 명
수리상수 (대수층상수)	수리전도도, 투수량계수, 저류계수 비저유율 등 대수층의 수리적 특성을 나타내는 매개변수
수리전도도 (투수계수)	흙 및 암석의 투수성을 나타내는 계수로서 "수온 15℃, 수리구배 1:1을 기준으로 하여 대수층 단위 단면적을 통과하는 수량으로서 흙 및 암석의 투수성의 정도를 나타내는 계수. 일반적으로 수리전도도는 대수층 중의 간극의 크기, 구조 등에 의해 결정되고 동시에 유체의 밀도, 점성계수에 의해서도 변환
순간수위변화시험	우물에 체적을 알고 있는 물체를 순간적으로 투입하거나 제거하면 우물내의 지하수위가 순간적으로 변화하고 시간이 지남에 따라 원래의 수위로 돌아가는데 이 때 시간에 따른 수위변화를 측정하여 우물 주변의 대수층에 대한 수리상수를 파악하는 시험
안정수위	우물에서 양수할 때 수위 강하가 일어나다가 평형상태에 도달하여 더 이상 수위가 변동하지 않고 일정하게 유지될 때의 수위
암반관정	암반 지하수를 채수하는 정호
암반지하수	일반적으로 지하심부에 존재하는 암석 내 지하수를 의미하며, 암반지하수 중에는 사암과 같이 1차 공극률이 큰 암석 내에 부존되어 있는 경우와 2차 공극인 균열이나 파쇄대 또는 단층대에 부존되어 있는 경우가 있음
양수량	일정한 시간에 양수한 유체의 양
양수시험	동일대수층에 양수정과 관측정을 설치하여 일정량의 물을 주입정에 첨가 또는 양수정으로부터 지하수를 토출시키면서 지하수위 변화를 측정하는 시험. 대수층의 수리적 특성을 파악하기 위해 실시. 양수정에서 양수하는 동안 양수정과 관측정에서 수위강하, 또는 양수정지 후의 수위상승을 관측하고, 그로부터 수리상수를 산정
오염발생부하량	수계나 자연환경에 유입되어 악영향을 미치는 오염물질의 유입량

용 어	설 명
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 기법으로 DRASTIC 기법이 있음
자연수위	인위적인 양수 또는 주수를 하지 않은 자연적인 평형상태의 지하수위. 양수 중의 수위를 동수위라 하는데 반하여, 자연수위는 정수위의 수면까지의 깊이로 나타냄.
잠재오염원	지하수에 유입되어 지하수 환경에 악영향을 미칠 수 있는 유해한 물질들
저류계수	단위 수위변화량에 대하여 대수층의 단위 표면적으로부터 배출시키거나 함양시킬 수 있는 물의 양. 대수층 내에서 단위수두의 변화가 일어날 때 단위체적을 통하여 배출 또는 유입되는 수량을 무차원 상수로 표시
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 능력으로 용액 중 전해질 이온의 세기를 나타내는 척도로서 저항의 역수로 나타냄. 전해질 이온이 많을수록 전기전도도는 높아짐. 측정결과는 전기전도도 값에 셀 정수(cm^{-1})를 곱하여 시료의 비전도도($\mu\text{S}/\text{cm}$)로 표기
점오염원	점오염원은 오염 배출을 명확히 확인할 수 있는 점으로부터 하수구나 도랑 등의 형태로 배출되는 오염원
지하수	지하의 지층이나 암석사이의 빈틈을 채우고 있거나 흐르는 물
지하수 모델링	대수층계 속의 지하수가 어떻게 거동하는지를 컴퓨터와 그 밖의 도구를 사용하여 재현하는 것. 지하수 개발에 수반되는 지하수위의 변화나 지반 침하를 미리 판단하는 수단으로 많이 사용
지하수수질 측정망	전국적인 지하수수질 현황과 수질변화 추세를 정기적으로 파악하여 지하수 수질보전정책 수립을 위한 기초자료를 확보하고자 지하수법 제18조(수질오염의 측정) 및, 지하수수질보전등에 관한 규칙 제5조(측정망설치계획의 수립·고시)에 의해 환경부에서 설치한 측정망

용 어	설 명
지하수 영향조사	지하수의 개발·이용이 주변지역에 미치는 영향을 분석·예측하는 조사
지하수 오염 예측도	현재의 오염으로부터 미래의 확산범위를 예측하기 위하여 오염물질 거동 분석 모델링을 실시하고 그 결과로서 미래에 예측되는 농도분포도를 예상하는 도면
지하수위 변동 곡선 해석	지하수의 수위 등 수리특성인자를 경과시간에 따라 표시한 그림을 지하수위 변동곡선이라하며, 유입량 유출량의 각 변수를 파악하여 검토하는 것
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 정의됨
지형경사(T)	임의의 거리에 대한 고도의 변화율을 나타내는 것으로 수치표고 모델에서는 격자간격에 대한 변화율을 의미
질산염	일반식 M(NO)(M은 가의 양이온)으로 표시되는 화합물.
작비교	독립적이 아닌 표본으로부터 관찰치를 얻었을 때 이에 대한 가설검정
청색증	식수를 통하여 체내에 들어온 질산염이 아질산염으로 환원되어 혈액 중의 헤모글로빈을 메트헤모글로빈으로 산화시키며 그 결과 조직으로의 산소공급이 제한되는 중독증상
총고용물질	물 시료의 수분을 완전히 증발시킨 후 남은 물질의 중량을 측정하는 것
총적관정	총적층 지하수 또는 하천복류수를 채수하는 정도
토양오염 대책기준	오염의 정도가 사람의 건강과 동식물의 생육에 지장을 초래할 우려가 있어 토지의 이용중지, 시설의 설치금지 등 규제 조치가 필요한 정도의 오염 기준. 이 기준을 초과하면 토양보전대책지역으로 지정할 수 있음.

용 어	설 명
토양측정망	환경정책기본법 제15조(환경오염의 조사), 토양환경보전법 제5조(토양오염도 측정 등) 및 동법시행규칙 제3조, 2000 토양측정망 설치계획 고시(제2000-30호, '00.2.29)에 의해 전국적인 토양오염실태파악을 위해 설치 운영 중인 측정망
퇴적암	풍화 및 침식을 받은 암석이 운반 및 퇴적작용으로 낮은 지면이나 수저에 쌓인 후 고화 작용을 받아 굳은 암석
투수량계수	수리전도도(K)와 대수층의 두께(b)와의 곱. 즉, 수온 15℃, 수두경사 1:1에서 대수층 전체 두께와 단위폭으로 이루어진 단면적을 통과하는 수량으로 정의되며, 차원은 L ² /T
포화대	지표면 아래의 물을 포함하는 지층 중에서 대기압보다 더 높은 압력을 갖는 물에 의해서 모든 공극이 채워져 있는 부분
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 두께
풍수기	하천의 물 따위가 풍부한 시기
해수침투조사	해안지방의 대수층은 해수와 담수가 경계면을 가지고 평형을 이루며 담수가 바다 쪽으로 흐르는데, 해안지방이 개발되어 지하수의 채수가 많아지면, 담수의 수두가 감소하여 해수가 대수층 내로 들어오는 현상을 해수침투라고 하고 이것을 조사하는 일을 해수침투조사라고 함
화성암	지하 깊은 곳에서 생성된 마그마가 지각 중에 상승 관입하거나 지표에 분출한 후 냉각 고결되어 생성된 암석으로 크게 화산암과 관입암으로 분류됨

용 어	설 명
DRASTIC	<p>7가지 요인들의 대표문자를 조합한 용어로 각 인자들의 지하수 오염에 대한 상대적인 영향을 평가하기 위해 각 인자에 가중치(weight), 범위(ranges), 등급(rating)을 수치로 부여하여 일정 지역에서의 DRASTIC 지수를 산출, 비교하여 주변지역에 대한 상대적인 지하수의 오염 가능성을 평가하는 기법</p> <p>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)</p>
PCE	<p>테트라클로로에틸렌으로 유기염소계 용제의 하나로, 드라이클리닝이나 반도체 공장 등에서 사용되는데 유사 물질인 트리클로로에틸렌(TCE)과 함께 토양, 수질오염의 원인이 되고 유해물질로 지정되어 있는 발암성물질</p>
Piper diagram	<p>용존 성분 중 양이온(Ca-Mg-(Na+K))과 음이온(CO₃+HCO₃-SO₄-Cl)간의 상대적 당량비를 백분율로 계산하여 삼각 다이어그램에 표시한 후, 지하수의 수질을 표시하는 그림.</p>
SCS-CN 침투량분석	<p>지역단위 지하수함양량을 산정하는데 있어, 강우의 침투량을 구하고 여러 해의 평균 침투량과 평균 강우량을 비교하여 지하수 함양율을 구하는 방법</p>
Stiff diagram	<p>수질의 화학성분의 농도를 도시하는 그래프의 하나로, 좌측에는 양이온, 우측에는 음이온으로 각각 구분하여 epm(equivalent per millioin) 농도를 표시하고 각 점을 직선으로 연결하여 나타낸 도표.</p>
TCE	<p>달콤한 냄새를 풍기는 무색투명한 액체로, 금속기계 부품의 탈유지 세정제, 금속 표면의 건조 섬유의 세척과 염색 일반 용해제 등으로 사용되는 유기용제로 지하수 및 토양오염을 유발시키는 인체에 유해한 주요물질</p>
Thiessen 강수량	<p>어떤 지점의 강수량과 그 지점에 의하여 대표되는 면적으로 계산된 강수량의 합을 이용하는 방법</p>

VII

참 고 문 헌

VII. 참고문헌

- 담양군, 2016, 통계연보
- 국토교통부, 2008~2016, 지하수조사연보
- 국토교통부, 2016, 지하수관측연보
- 국토교통부, 2013, 지하수 이용량 산정 요령
- 국토해양부, 2012, 한국수문조사연보
- 국토해양부, 2014, 한국하천일람
- 국토해양부, 2014, 한강홍수통제소 하천정보센터
- 국토해양부, 2012, 지하수관리 기본 계획
- 건설교통부, 1996, 수자원개발 가능지점 및 광역배분계획 기본조사
- 건설교통부, 1998, 1997년도 수자원관리기법개발연구조사 보고서
- 건설교통부, 1999, 영산강·섬진강수계 하천수 사용실태 조사 및 하천유지유량 산정보고서
- 건설교통부, 2004, 수문관측매뉴얼
- 국토교통부, 2015, 지하수 업무수행 지침
- 건설교통부, 한국건설기술연구원, 2000, GIS를 이용한 지하수 채수량 분석 및 관리시스템 개발 연구
- 건설교통부, 한국수자원공사, 1998, 지하수 현황분석 기법 연구
- 건설교통부, 한국수자원공사, 2002, 보조 지하수관측망 설치 및 관리 지침(안)
- 건설교통부, 한국수자원공사, 2007, 지하수 관리기본계획 보고서
- 건설교통부, 한국수자원공사, 2006, 수자원장기종합계획
- 건설교통부, 한국수자원공사, 2006, 지하수 기초조사 및 수문지질도 제작·관리지침
- 건설교통부, 한국수자원공사, 2007, 지하수 이용량 모니터링조사 보고서
- 과학기술부, 1997, 광주 지질도폭 설명서(1:250,000), KR-97(S),-1
- 기상청, 2016, 기상연보
- 김남형, 1997, 지하수 조사법, 동화기술, p.433~442
- 농림부, 1999, 농촌용수 수요량 조사 종합보고서
- 농림부, 농업기반공사, 2000, 농어촌지역 지하수자원의 오염예측도 작성기법에 관한 연구
- 농림부, 한국농촌공사, 2007, 수맥조사총람
- 농림수산식품부, 한국농어촌공사, 2011, 농업생산 기반정비사업 통계연보
- 농림수산식품부, 한국농어촌공사, 2012, 농촌지하수관리조사 실무지침서
- 농어촌진흥공사, 1994, 지하수의 개발·이용·보전·관리-지하수법 및 시행령(안) 중심, p.284
- 농업기반공사, 2003, 수문자료이용실무
- 대한광업진흥공사, 1997, 불균질·이방성 대수층의 지하수 유동분석 기술연구
- 문영일 외, 1998, 수문학 이론 및 응용(3판), 사이텍미디어
- 서울특별시, 농어촌진흥공사, 1996, 서울특별시 지하수 관리계획 기본조사 보고서-제1

- 권, 제2권, 제3권 지하수 이용실태 조사
손호웅 외, 2003, 지하수학
원이정, 김형수, 구민호, 김덕근, 2003, Aquifer Characterization in Cheon-an area by using long-term groundwater-level monitoring data, 지하수토양환경학회 추계학술발표회
이사로, 최순학, 1997, GIS 기법을 이용한 영광지역의 지하수 오염 취약성평가, 지하수환경 학회지, Vol.4, No.4, p.223~230
이사로 외, 2004, 선구조 밀도 분석 기법 개발 및 지하수 산출 특성에의 적용, 지질학회지, 제40권 제3호, p.293~304.
이진용, 이강근, 2002, 강우에 대한 지하수위 반응양상 비교분석, 지하수토양환경, vol.7, No.1-14, p.3~13
정상용, 이강근, 1995, 난지도 매립지 일대의 지하수위 분포 추정을 위한 복합 크리깅의 응용, 한국지하수환경학회, Vol.2, p.58~63
전라남도, 2016, 전라남도 통계연보
전라남도, 2009, 전남지하수관리계획
조재경, 2003, 경험식을 이용한 소유역의 실제증발산량 추정법 소개, 농어촌과 환경 통권79호, p.97~106
조재경, 2004, 지하수함양량 산정법에 대하여, 농어촌과 환경 통권83호, p.80~92
조재경, 2004, 국내에 적용된 지하수 함양량 산정법 고찰, 농어촌과 환경 통권85호, p.68~81
최병수, 1997, 자유면 대수층지역에서 지하수위 변동자료 해석에 의한 대수층 특성연구, 농공기술 통권 53호, p.27~37
한국건설기술연구원, 2007, 우리나라 지역특성에 맞는 최적 지하수 함양량 산정 기법 개발
한국수자원공사, 1997, 수문관측 실무편람, p.159
한국수자원공사, 1998, 영산강-섬진강권역 광역 지하수 조사 보고서
한정상, 1998, 지하수 환경과 오염, 박영사, p569, 677~695
환경부, 2000, 비점오염원 관리요령
환경부, 2011, 지하수의 수질보전 등에 관한 업무처리 지침
환경부, 2009, 2008 지정폐기물 발생 및 처리현황
환경부, 2016, 상수도 통계
환경부, 2016, 하수도 통계
환경부, 2009, 2008 전국 폐기물 발생 및 처리현황
환경부, 2009, 2008 공장폐수의 발생과 처리
환경부, 1998, “배출허용기준(폐수) 적용을 위한 지역지정규정”, 환경부 고시 제1999-187
환경부, 2014, 한강수계 오염총량관리계획수립 지침
환경부 영산강 유역 환경청, 2014, 환경기초시설

- Aller, L., Bennet, 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
- Anderson, M.P., 1992, Applied groundwater modeling - simulation of flow and advective transport, Academic Press, inc., p.381
- Black, Peter E., 2007, "Revisiting the Thornthwaite and Mather water balance". Journal of the American Water Resources Association 43 (6): 1604-1605.
- Boulding, J.R., 1995, Practical handbook of soil, vadose zone, and ground-water contamination assessment, prevention, and remediation, Lewis Publishers, p.173~179
- Clark, C.D. et al, 1994, Spatial analysis of lineaments, Computers & Geosciences, Vol. 20, No. 718, p.1237~1258
- Clark, I.D. and Fritz, P. 1997. Environmental Isotopes in Hydrogeology. Lewis Publishers, Boca Raton. 328pp.
- Charles J. Taylor and William M. Alley, Ground-Water-Level Monitoring and the importance of Long-Term Water-Level Data, USGS, circular 1217
- Craig, H., 1961, Isotopic variations in meteoric waters. Science, 133, p. 1702~1703
- C. W. Fetter, University of Wisconsin-Oshkosh, Applied Hydrogeology, Third Edition
- Deming, D., 2002, Introduction to Hydrogeology, McGraw Hill Company
- Domenico, P.A., and Schwartz, F.W., 1998, Physical and Chemical Hydrogeology, 2nd edition, John Wiley & Sons, Inc, p.506
- Dobrin, M. B., 1976, Introduction to geophysical prospecting : McGraw-Hill Book Co
- E. V. Pinneker, Cambridge University Press, General Hydrogeology
- Eby, G. Nelson. 2004. Principles of Environmental Geochemistry. Thomson Brooks/Cole. 514pp.
- Fetter, C.W., 1994, Applied Hydrogeology, 3rd edition, MacMillan College Publishing Company, p.691
- Finch, J.W. (1998) Estimating direct groundwater recharge using a simple water balance model - sensitivity to land surface parameters J. Hydrol., 211, 112-125.
- Freeze, R.A. and Cherry, J.A., 1979, Groundwater, Prentice-Hall, Inc., p.96~98
- Fletcher G. Discoll, 1986, Groundwater and Wells
- Guttman, N.B., 1998. Comparing the Palmer Drought Index and the Standardized Precipitation Index. Journal of American Water Resources Association 34, 113-121.
- Grant, F. S. and West, G. F., 1965, Interpretation theory in applied geophysics : McGraw-Hill Book Co
- Hardcastle, K. C., 1995, Photolineament factor: a new computer-aided method for

- remotely sensing the degree to which bedrock is fractured, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 61, No. 6, p.739~747
- Hendrix, W.G. and Price, J.E., 1986, Application of GIS for assessment of site index and forest management constraints, GIS Workshops, p.263~272
- Hubert Hellmann, 1987, Analysis of surface waters, John Wiley, p.275
- IHA, 1995, Hydrogeological Maps A Guide and A Standard Legend
- James W. Merchant, 1994, GIS-based groundwater pollution hazard assessment : a critical review of the DRASTIC model, Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, Vol.60, No.9, p.1117~1127
- Jean Chorowicz et al, 1992, A combined algorithm for automated drainage network extraction, Water Resources Research, Vol.28, No.5, p.1293~1302
- Koike, K., Nagano, S. and Ohmi, M., 1995, Lineament analysis of satellite images using a segment tracing algorithm(STA)., Computer & Geosciences, Vol. 21, p.1091~1104
- Komor, S. C. and Anderson Jr. H. W.(1993), Nitrogen isotope as indicators of nitrate sources in Minnesota Plain Aquifers, Ground Water, v.31, p.260~270
- Lars Rosen, 1994, A study of the DRASTIC Methodology with emphasis on Swedish conditions, Groundwater, Vol.32, No.2, p.278~285
- Mabee, S. B., Hardcastle, K. C. and Wise, D. U., 1994, A method of collection and analyzing lineaments for regional-scale fractured-bedrock aquifer studies, Groundwater, Vol. 32, No. 6, p.884~894
- Moore, G. K., and Waltz, F. A., 1983, Objective procedures for lineament enhancement and extraction, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 49, No. 5, p.641~647
- National Research Council, 1993, Groundwater vulnerability assessment : predicting relative contamination potential under conditions of uncertainty, National Academy Press, Washington, DC., USA
- Neal Wilson, 1995, Soil Water and Ground Water Sampling
- Palmer, C.M., 1992, Principles of contaminant hydrogeology, Lewis Publishers, p.211
- Qari, M. Y. H. T., 1991, Application of landsat TM data to geological studies, Al-Khabt area, southern Arabian shield, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 57, No. 4, p.421~429
- Rennolls, K., Carnell, R., & Tee, V., 1980, A descriptive model of the relationship between rainfall and soil water table, Jour. of Hydrology, 47, p.103~114
- Robert E. Mace.(2000) Estimating transmissivity using specific capacity data, Economic Geology Report

- Sabins, Floyd F., Jr., 1978, Remote sensing—principles and interpretation, W.H. Freeman and Company, USA
- Siegal, B. S., Alan R. Gillespie, 1980, Remote sensing in geology, John Wiley & Sons
- SPSS Korea, 1997, SPSS Base 7.5 for Windows
- Star, J. and J. Estes, 1990, Geographic information System, Prentice Hall, p.300
- Struckmeier, W. F., & Margat, J., 1995, Hydrogeological maps – a guide and a standard legend, Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, p.177
- Thomas C. Winter, Judson W. Harvey, O. Lehn Franke, William M. Alley, 1998, U.S. Denver Colorado, U.S. Geological Survey Circular 1139, Ground Water and Surface Water A Single Resource
- Todd, D.K., 1982, Groundwater Hydrology, 2nd edition, John Wiley & Sons, p.535
- UNESCO, Ground–Water Hydrology printed by UNESCO
- Vedat Batu, 1998, Aquifer Hydraulics, JHON WILEY & SONS, INC
- Viswanathan, M.N., 1983, Ground Water, Vol. 21, No. 1., p.49~56
- William M. Alley, Thomas E. Reilly, O. Lehn Franke, 1999, U.S. Denver Colorado, U.S. Geological Survey Circular 1186, Sustainability of Ground Water Resources
- Yet–Chung Chang et al, 1998, Automatic extraction of ridge and valley axes using the profile recognition and polygon–breaking algorithm, Computers & Geosciences, Vol.24, No.1, p.83~93
- Zhuoheng Chen, Stephen E. Grasby, Kirk G. Osadetz, 2002, "Predicting average annual groundwater levels from climatic variables", J. Hydrol. 260, p.102~117
- Zoporozec, A & Vrba, J., 1994, Guidebook on mapping groundwater vulnerability, Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, p.131

VIII

과업 참여자

VIII. 과업참여자

▣ 사업총괄책임자

최신남(지하수지질처 지하수관리부장, 지질 및 지반기술사)

▣ 사업책임자

이관용(지하수지질처, 차장, 이학석사, 응용지질기사)

박수정(지하수지질처, 과장, 이학석사, 응용지질기사)

김영인(지하수지질처, 사원, 공학석사, 토양환경기사)

▣ 조사총괄책임자

서구원(전남지역본부 지하수지질부장, 이학박사, 지질 및 지반기술사)

▣ 조사책임자

김형수(전남지역본부, 차장, 이학석사, 지질및지반기술사, 토양환경기술사)

정형수(전남지역본부, 과장, 공학박사, 응용지질기사)

정미진(전남지역본부, 대리, 이학석사, 응용지질기사)

이광열(전남지역본부, 사원, 이학사, 정보처리기사)

박준아(전남지역본부, 사원, 공학사, 토목기사)

▣ 조사용역

정대진((주)대림건설, 토질·지질분야)

김의선((주)대림건설, 지표지질조사및 현황조사분야)

원종수((주)대림건설, 지하수 수리수질조사분야)

홍차민((주)대림건설, 조사자료 및 주제도분야)

부록 I

일 반 현 황

1. 일반현황

1.1 조사지역(농촌용수구역)

가. 정의

- 농지, 농어촌의 취락과 그 밖에 농어촌용수 이용 합리화계획의 수립이 필요하다고 인정되는 농어촌지역과 관련된 소규모의 유역과 소하천으로서 수질 관리 및 보전이 필요하다고 인정되는 유역(농어촌정비법 시행령 제24조)

나. 설정 목적

- 수자원의 개발·이용·보전 및 이와 관련된 자원관리에 능률적이고 적합한 지역단위로 설정
- 농촌용수의 체계적 개발 및 합리적 공급·배분
 - 한정된 수자원의 임의적 개발을 억제하고, 계획에 의한 체계적 공급 추진
 - 수자원 이용의 편중을 방지하고, 합리적으로 공급·배분토록 계획
- 용수자원의 보존관리로 농촌의 환경 보전·관리 추진
 - 생활권을 중심으로 주민이 스스로 참여할 수 있는 환경보전 감시 체계 구축
 - 구역 내 수자원 보호 및 용수시설의 공동관리 체계 구축

다. 분할기준

- 지형특성 및 수자원의 부존량에 따라 용수구역 규모를 설정
- 용수구역경계는 수문학적인 유역경계를 원칙으로 하며, 관리측면에서 행정구역을 반영
- 용수구역 구분은 수원공과 해당 수원공으로부터 공급받는 관개용수의 수혜를 받는 지역을 묶어서 하나의 용수구역으로 설정
- 수자원공통유역을 기본으로 공통유역 내 자연하천의 합류지점을 기본설정
- 유역의 수문학적 특성을 반영하여 분수계의 경계를 따름

<표 1-1-1> 전라남도 용수구역별 행정구역 현황

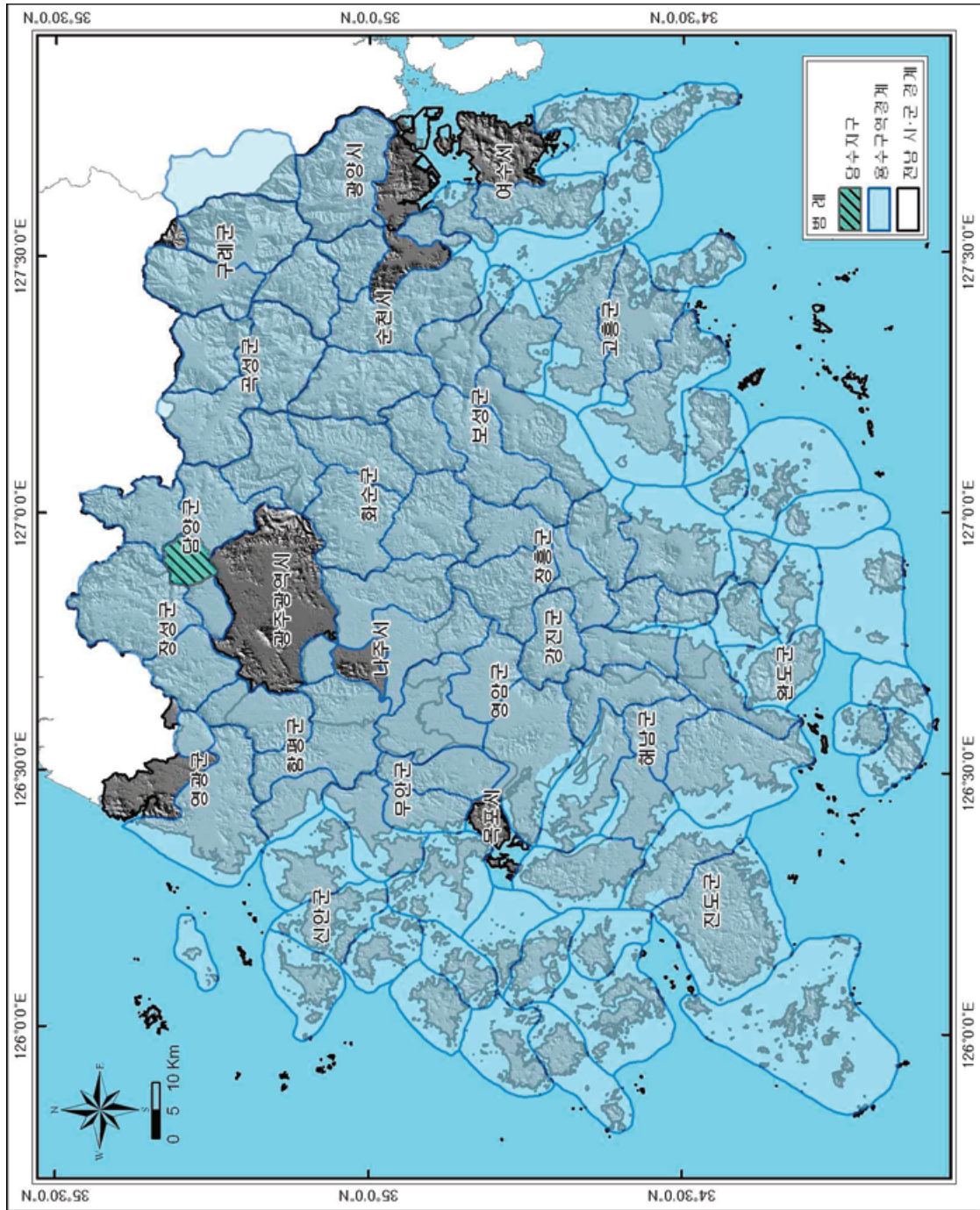
용수구역	행정구역 현황	수계	비고
강성	강진군 병영, 성전, 작천	탐진강	
강도	강진군 강진, 도암	해안지역	
강칠	강진군 칠량	해안지역	
대마	강진군 대구, 마량	해안지역	
고대	고흥군 남양, 대서, 동강	해안지역	
고과	고흥군 과역, 두원, 점암, 영남	해안지역	
담용	고흥군 도덕, 도양, 도화, 풍양	해안지역	
고포	고흥군 고흥, 동일, 봉래, 포두	해안지역	
고봉	고흥군 과역, 두원, 점암	도서	
고금	고흥군 금산	도서	
곡옥	곡성군 검, 삼기, 오산, 옥과, 입	섬진강	
곡고	곡성군 고달, 곡성, 오곡	섬진강	
곡석	곡성군 목사동, 석곡, 죽곡	섬진강	
광봉	광양시 광양, 봉강, 옥곡, 옥룡, 진상	해안지역	
구구	구례군 광의, 구례, 산동, 용방	섬진강	
구문	구례군 간전, 마산, 문척, 토지	섬진강	
나노	나주시 금천, 노안, 산포	영산강	
나남	나주시 남평, 다도, 화순군 도암	영산강	
나봉	나주시 봉황, 세지, 왕곡, 영암군 금정	영산강	
나동	나주시 공산, 동강, 반남, 영암군 신북, 시종	영산강	
담용	담양군 금성, 담양, 용, 월산	영산강	
담수	담양군 남, 대전, 수북, 장성군 진원	영산강	
담고	담양군 고서, 남, 대덕, 무정, 봉산, 창평	영산강	
무현	무안군 해제, 현경	해안지역	
무망	무안군 망운, 무안, 운남, 현경	해안지역	
무일	무안군 몽탄, 삼향, 일노	영산강	
무청	무안군 삼향, 청계	해안지역	
보문	보성군 문덕, 복내	섬진강	
보벌	보성군 벌교, 순천시 낙안	해안지역	
보노	보성군 검백, 노동, 미력, 보성, 울어	섬진강	
보성	보성군 득량, 조성, 회천	해안지역	
보용	보성군 보성, 웅치	해안	
승월	순천시 월등, 향전	섬진강	

<표 1-1-1> 전라남도 용수구역별 행정구역 현황(계속)

용수구역	행정구역 현황	수계	비고
승외	순천시 송광, 외서, 주암	섬진강	
승서	순천시 서	이사천	
승상	순천시 낙안, 별량, 상사, 승주	이사천	
승해	순천시 해룡	해안지역	
신임	신안군 임자	도서	
신지	신안군 지도	해안지역	
신증	신안군 증도	도서	
신압	신안군 압해	도서	
신자	신안군 자은	도서	
신암	신안군 암태	도서	
신비	신안군 비금	도서	
신팔	신안군 팔금	도서	
신안	신안군 안좌	도서	
신도	신안군 도초	도서	
신하	신안군 신의, 하의	도서	
신장	신안군 정산	도서	
신흑	신안군 흑산	도서	
하화	광양시 다압, 진월, 하동군 악양, 화개	섬진강	
여율	여수시 율촌	해안지역	
여소	여수시 소라, 화양	해안지역	
여화	여수시 화정	도서	
여돌	여수시 돌산	해안지역	
여남	여수시 남	도서	
여삼	여수시 삼산	해안지역	
영갑	영광군 군남, 군서, 묘량, 백수, 불갑, 연산, 영광	해안지역	
영대	영광군 대마, 묘량, 영광, 고창군 대신	해안지역	
영낙	영광군 낙월	도서	
영도	영암군 군서, 덕진, 도포, 영암	영산강	
영학	영암군 미암, 삼호, 서호, 학산	영산강	
완당	완도군 금당	도서	
완고	완도군 고금	도서	
완군	완도군 군외, 완도	해안	
완금	완도군 금일	도서	

<표 1-1-1> 전라남도 용수구역별 행정구역 현황(계속)

용수구역	행정구역 현황	수계	비고
완약	완도군 약산	도서	
완신	완도군 신지	도서	
완생	완도군 생일	도서	
완청	완도군 청산	도서	
완노	완도군 노화	도서	
완소	완도군 소안	도서	
완보	완도군 보길	도서	
장북	장성군 북이, 북일, 북하, 서삼, 장성 담양군 월산	영산강	
장삼	장성군 동화, 삼계, 삼서, 서남, 황룡	영산강	
장유	장흥군 금정, 부산, 유치, 강진군 옥천, 영암군 영암	탐진강	
동평	장흥군 장동, 장평	섬진강	
장군	장흥군 장흥, 강진군 군동	탐진강	
장안	장흥군 안양, 용산	해안지역	
장관	장흥군 관산, 대덕, 회진	해안지역	
진군	진도군 고군, 군내	해안지역	
진진	진도군 의신, 임회, 지산, 진도	해안지역	
진조	진도군 조도	도서	
함라	함평군 나산, 월야, 해보, 장성군 삼서	영산강	
함신	함평군 대동, 문평, 손불, 신평, 엄다, 학교, 함평, 나주시 다시	영산강	
함손	함평군 손불	해안	
해화	해남군 문내, 화원	해안	
해산	해남군 마산, 산이	해안지역	
해계	해남군 계곡, 옥천, 강진군 도암	해안	
해황	해남군 황산	해안지역	
해삼	해남군 삼산, 옥천, 해남	해안지역	
해현	해남군 송지, 현산, 화산	해안지역	
해북	해남군 북일, 북평, 강진군 도암	해안지역	
화이	화순군 대덕, 북, 이서, 담양군 남	섬진강	
화남	화순군 남, 동북, 한천	섬진강	
화릉	화순군 능주, 도곡, 동, 한천, 화순	지석천	
화춘	화순군 이양, 청풍, 춘양	영산강	



<그림 1-1-1> 전라남도 용수구역 현황

1.2 행정구역 및 인구현황

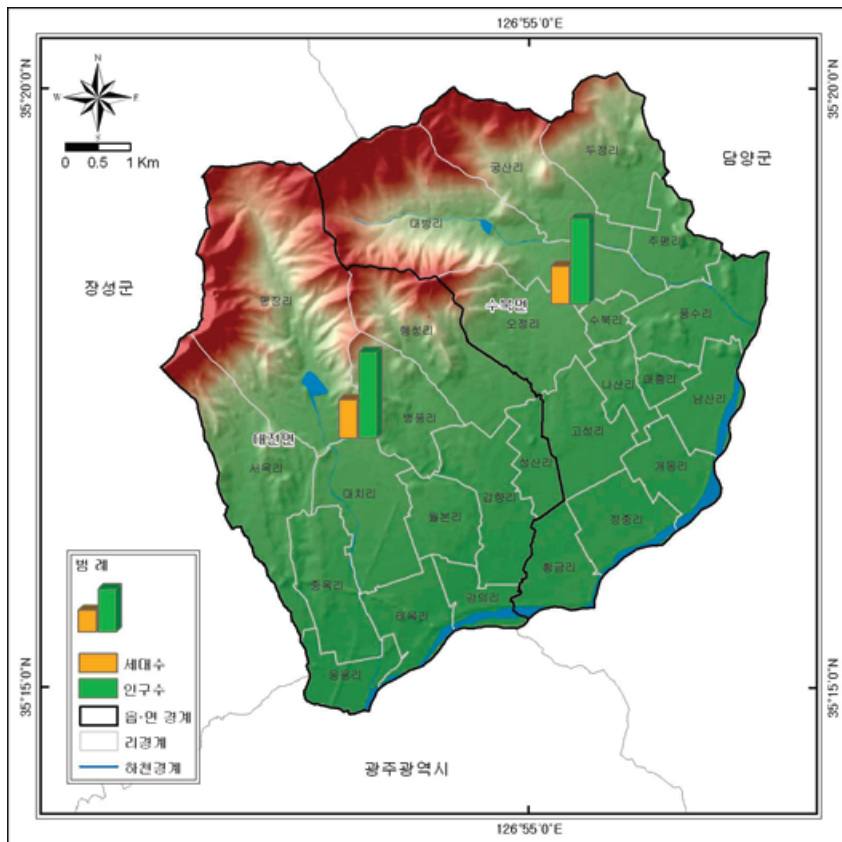
가. 행정구역 현황

□ 담수지구는 대전면, 수북면 2개 면으로 구성되어있으며, 전체 면적은 59.62km²이고, 읍면별로는 대전면이 전체 면적의 51.0%, 수북면이 49.0%를 차지한다<표 1-2-1, 그림 1-2-1>.

<표 1-2-1> 담수지구 행정구역 현황

행 정 구 역			면 적 (km ²)	구성비 (%)
시·군	읍·면	법정리		
1군	2면	26개리	59.62	100.0%
담 양 군	대전면	갑향리, 강의리, 대치리, 병풍리, 서옥리, 성산리, 월본리, 응용리, 중옥리, 태목리, 평장리, 행성리	30.42	51.0%
	수북면	개동리, 고성리, 궁산리, 나산리, 남산리, 대방리, 대흥리, 두정리, 수북리, 오정리, 정중리, 주평리, 풍수리, 황금리	29.20	49.0%

※ 자료출처 : 통계연보(담양군, 2016)



<그림 1-2-1> 담수지구 행정구역 현황

나. 인구현황

- 2015년 말 기준 담수지구 인구는 9,043명으로, 이는 전라남도 전체인구 1,939,562명의 약 0.5%, 담양군 전체인구인 48,024명의 약 18.8%에 해당되며, 대전면이 4,542명으로 많고 수북면이 4,501명으로 확인되었다 <표 1-2-2>.
- 담수지구의 세대수는 4,024세대(담양군 전체 21,953세대의 약 18.3%)이며, 세대당 인구는 평균 2.25명/세대이다.
- 담수지구의 인구밀도는 151.67명/km²으로 나타났으며, 수북면이 154.15명/km²로 높고, 대전면이 149.28명/km²로 담양군 전체 읍면 중 비교적 높은 것으로 확인되었다.

<표 1-2-2> 담수지구 인구현황

구 분	세 대	인 구(명)			인구밀도 (명/km ²)	면 적 (km ²)	세대당 인구 (명/세대)	
		계	남	여				
전라남도	833,901	1,939,562	972,338	967,224	157.52	12,312.92	2.33	
담 양 군	21,953	48,024	24,193	23,831	105.53	455.09	2.19	
담수지구	4,024	9,043	4,529	4,514	151.67	59.62	2.25	
담양군	대전면	2,035	4,542	2,263	2,279	149.28	30.42	2.23
	수북면	1,989	4,501	2,266	2,235	154.15	29.20	2.26

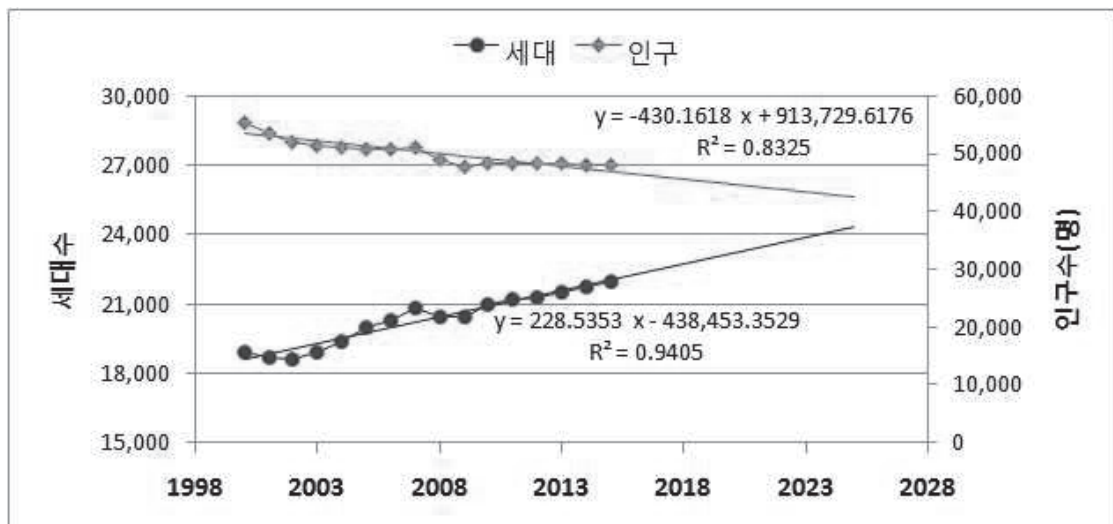
※ 자료출처 : 통계연보(전라남도, 담양군, 2016)

다. 인구추세

- 2000년부터 2015년까지의 담양군 인구변화는 아래 <표 1-2-3>과 같다. 2000년부터 인구는 줄어들고 세대수는 증가하고 있는 실정이며, 인구밀도와 세대당 인구수는 동일한 경향을 나타낸다. 현재의 감소추세에 따르면 약 10년 뒤인 2028년에는 인구수 약 4만명까지 감소하지만, 세대수 약 2만5천 세대까지 늘어날 것으로 보인다.

<표 1-2-3> 담양군 총 인구현황 추이

연도별	세대수	인구	세대당인구	면적(km ²)	인구밀도
2000	18,940	55,459	2.93	455.1	121.86
2001	18,715	53,672	2.87	455.1	117.93
2002	18,649	51,954	2.79	455.1	114.16
2003	18,898	51,417	2.72	455.1	112.98
2004	19,406	51,081	2.63	455.1	112.24
2005	19,976	50,844	2.55	455.1	111.72
2006	20,294	50,865	2.51	455.1	111.77
2007	20,852	51,022	2.45	455.0	112.14
2008	20,421	48,949	2.40	455.0	107.58
2009	20,431	47,886	2.34	455.0	105.24
2010	20,989	48,448	2.31	455.0	106.48
2011	21,217	48,483	2.29	455.0	106.56
2012	21,308	48,361	2.27	455.1	106.27
2013	21,516	48,222	2.24	455.1	105.96
2014	21,735	48,191	2.22	455.1	105.89
2015	21,953	48,024	2.19	455.1	105.53



<그림 1-2-2> 인구추이 변화

1.3 농업 및 산업경제

가. 농업현황

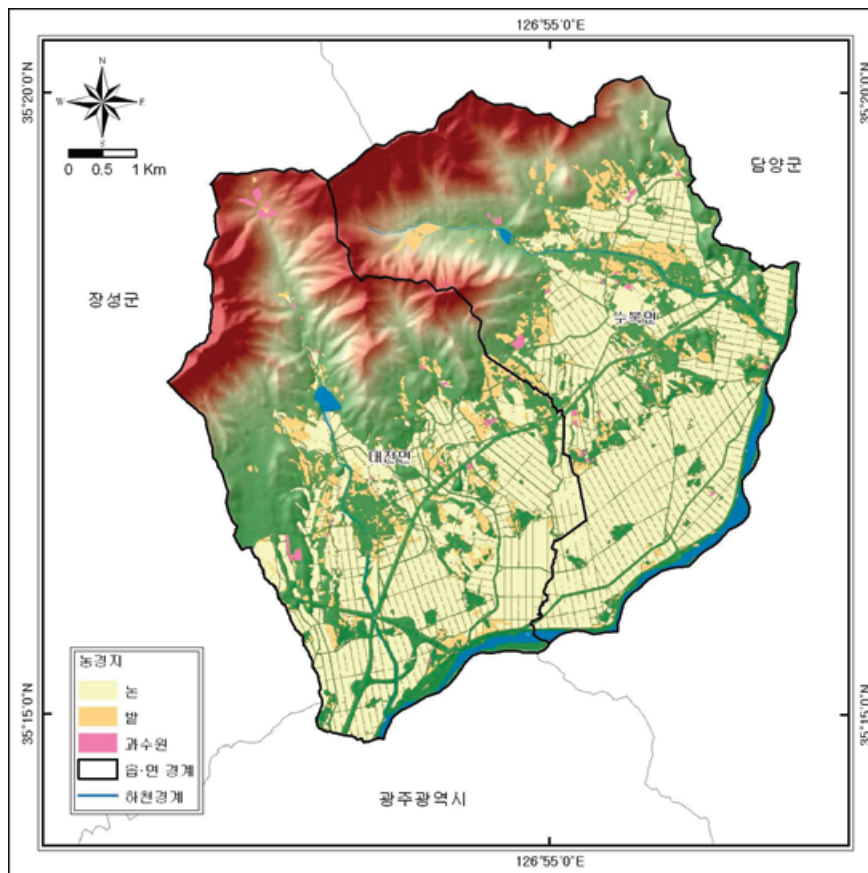
□ 담양군의 농가수는 총가구의 약 25.9%인 5,693가구이며, 경지면적은 9,353ha(전 2,722ha, 답 6,631ha)로 전과 답의 비율은 29 : 71이며, 가구당 경지면적은 1.64ha/가구이다<표 1-3-1>.

<표 1-3-1> 농가 및 경지면적 현황

(단위 : 호, ha)

연도별	총가구수	가구수		경지면적			농업진흥지역	농업보호구역
		농가수	비율(%)	계	답	전	면적	면적
2010	20,989	6,544	31.2	9,939	7,475	2,464	7,544.1	1,359.8
2011	21,217	6,076	28.6	9,687	7,174	2,513	8,300.8	2,792.3
2012	21,308	6,199	29.1	9,819	7,126	2,693	8,302.3	2,792.3
2013	21,516	6,307	29.3	9,462	7,087	2,375	7,463.5	1,356.3
2014	21,735	6,048	27.8	9,375	6,823	2,552	7,384.9	1,356.3
2015	21,953	5,693	25.9	9,353	6,631	2,722	6,677.7	1,265.6

※ 자료출처 : 통계연보(담양군, 2016)



<그림 1-3-1> 농지분포도

나. 축산업 현황

□ 담수지구의 조사된 축산가구는 총 49가구이며, 그 중 한우를 사육하는 가구가 39가구로 가장 큰 비중을 차지하며 사육두수도 한우가 1,295마리로 가장 큰 비중을 차지한다<표 1-3-2>.

<표 1-3-2> 담수지구 축산업 현황

구 분	젖소		한우		돼지		가금		
	가구	마리	가구	마리	가구	마리	가구	마리	
담수지구	1	100	39	1,295	2	60	7	145,000	
담양군	대전면	-	-	13	500	-	-	2	25,000
	수북면	1	100	26	795	2	60	5	120,000

※ 자료출처 : 담양군 가축사육업등록현황, 현장조사 결과

다. 사업체 현황

□ 담수지구의 사업체수 꾸준히 증가하는 추세를 보이고 있으며, 읍면별 사업장은 대전면이 297개소로 담양군 전체(3,536개소)의 8.4%가 운영되고 있으며, 수북면 219개소(6.2%) 순으로 나타났다<표 1-3-3>.

<표 1-3-3> 사업체 증가 추이

(단위 : 개소, 명)

구 분	사업체수				종사자수				
	'12	'13	'14	비율 (%)	'12	'13	'14	비율 (%)	
담수지구	405	459	516	14.6	2,034	2,383	2,677	14.7	
담양군	대전면	222	268	297	8.4	1,252	1,568	1,808	10.0
	수북면	183	191	219	6.2	782	815	869	4.8

※ 자료출처 : 담양군 사업체현황(2016, 발표시 2015년 자료미공표), 비율(%)은 담양군 전체 사업장 대비 비율

라. 광업 현황

□ 통계연보 및 광해정보통합관리시스템에 등록된 담양군 전체의 광구수는 총 9개소로 비금속광 8개소, 금속광은 1개소이며, 현재 등록된 광구 모두 미가행 중이다<표 1-3-4>.

<표 1-3-4> 광업 현황

구 분		광구수(개소)								
		계			금속			비금속		
		소계	가행	미가행	소계	가행	미가행	소계	가행	미가행
담양군	2011	9	-	9	1	-	1	8	-	8
	2012	9	-	9	1	-	1	8	-	8
	2013	9	-	9	1	-	1	8	-	8
	2014	9	-	9	1	-	1	8	-	8
	2015	9	-	9	1	-	1	8	-	8

※ 자료출처 : 통계연보(담양군, 2016). 광해정보통합관리시스템(<http://miregis.mireco.or.kr>)

<표 1-3-5> 담양군 광산현황

대분류	소분류	광산명	주소지
폐광	폐금속광	금과	담양군 금성면 봉황리 135
폐광	폐비금속광	대덕	담양군 대덕면 운암리 산171
폐광	폐비금속광	무등	담양군 남면 무동리 산14-3
폐광	폐비금속광	백구	담양군 담양읍 남산리 79-1
폐광	폐비금속광	산성	담양군 용면 도림리 산194
폐광	폐비금속광	삼인산	담양군 수북면 오정리 산4
폐광	폐비금속광	대륙	담양군 월산면 중월리 338-2
폐광	폐비금속광	신흥	담양군 용면 쌍태리 57-2
폐광	폐비금속광	신흥	담양군 용면 추성리 산136

마. 농공단지 현황

담양군에는 총 3개의 산업 및 농공단지가 운영 중이며, 담수지구에는 설치·운영되고 있는 농공단지가 없는 것으로 조사되었다. 담양군의 농공단지 현황은 아래와 같다<표 1-3-5>.

<표 1-3-6> 농공단지 현황

구 분	단지수	총면적 (㎡)	분양면적 (㎡)	입주업체수 (개소)	종업원수 (명)	가동율 (%)
무정 농공단지	3	189	152.1	24	271	88.8
금성 농공단지	3	233.3	191.6	27	593	96.4
에코-하이테크 농공단지	3	329.3	229.8	35	519	92.1

※ 자료출처 : 통계연보(담양군, 2016)

1.4 자연환경현황

1.4.1 하천 및 유역

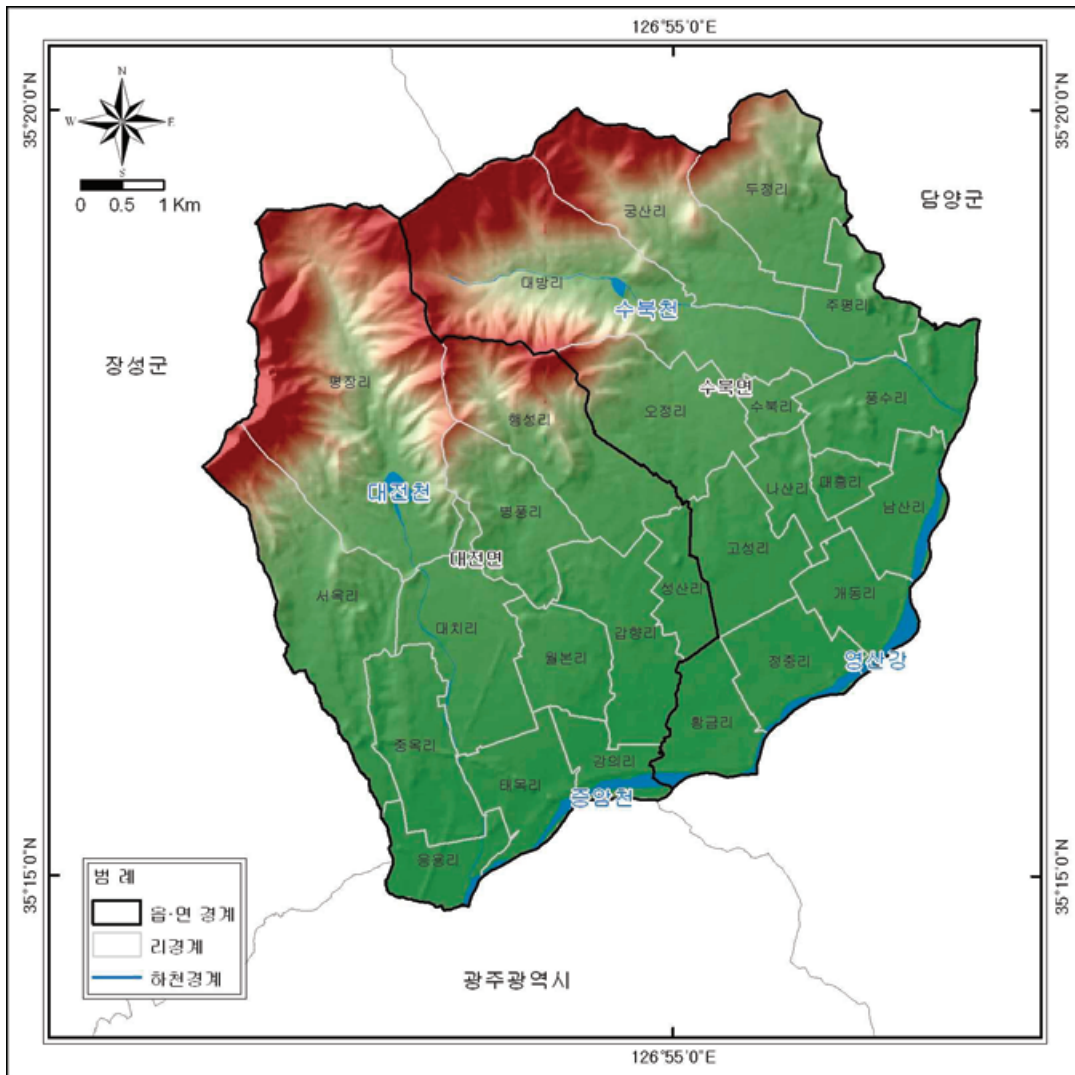
가. 하천현황

□ 담수지구에는 1개의 국가하천과 3개의 지방하천이 발달해 있으며, 하천들의 평균 하천연장은 33.70km, 유로연장은 42.23km, 평균 유역면적은 912.02km²이다<표 1-4-1, 그림 1-4-1>.

<표 1-4-1> 담수지구 지방하천 현황

하천명	유수의 계통(수계)				하천 등급	하천기점		하천종점		하천 연장 (km)	유로 연장 (km)	유역 면적 (km ²)
	분류	제1지류	제2지류	제3지류		시군	읍면	시군	읍면			
영산강	영산강	-	-	-	국가	담양	담양	영암	삼호	111.68	129.5	3467.83
대전천	영산강	대전천	-	-	지방	담양	대전	담양	대전	5.95	8.72	15.39
수북천	영산강	수북천	-	-	지방	담양	수북	담양	수북	4.6	7.12	15.53
증암천	영산강	증암천	-	-	지방	북구	충효	담양	봉산	12.56	23.56	149.34

※ 자료출처 : 한국하천일람표(국토해양부, 2014. 12. 31 기준)



<그림 1-4-1> 담수지구 하천 현황

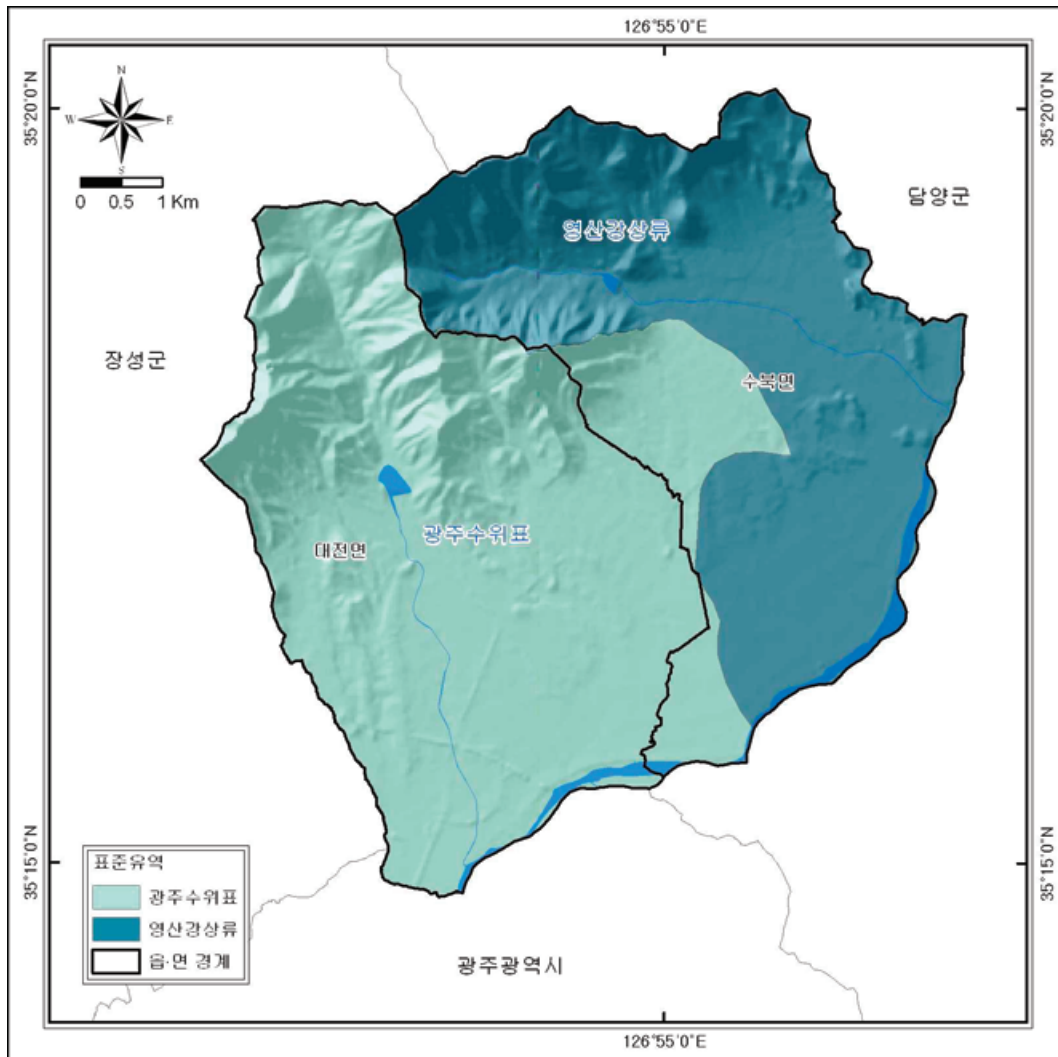
나. 유역 현황

□ 본 조사에서는 수계분포와 지형 등을 고려하여 분류된 수자원단위지도인 표준유역을 지하수 이용현황, 물수지 분석 및 지하수자원 평가의 기초단위로 설정하였으며, 1개의 대권역과 2개의 중권역, 2개의 표준유역이 포함되어 있다<표 1-4-2, 그림 1-4-2>. 각 표준유역의 면적은 광주수위표 35.70km²(59.9%)이고, 영산강상류 23.92km²(40.1%)로 나타난다.

<표 1-4-2> 표준유역 현황

대권역	중권역	표준유역			
		유역명	유역코드	면적(km ²)	구성비(%)
담수지구				59.62	100.0
영산강	영산강상류	영산강상류	500103	23.92	40.1
		광주수위표	500106	35.37	59.9

※ 자료출처 : 한강홍수통제소 하천정보센터



<그림 1-4-2> 담수지구 표준유역 현황

1.4.2 기상

□ 담양군의 연평균기온은 15.8℃, 연평균강수량은 1,042.7mm, 월별 최고 강수는 7월에 150.5mm(14.4%)이며, 일조시간은 2,234.9시간으로 일조율이 비교적 높은 편이고 3~5, 9~10월에 일조량이 많다. 상대습도는 연평균 69%, 평균풍속은 1.6m/sec이다<표 1-4-3>.

<표 1-4-3> 기상현황

년도/월별	평균 기온 (℃)	강수량 (mm)	평균 상대 습도 (%)	평균운량 (1/10)	일조시간 (hr)	최심신적설 (cm)	평균풍속 (m/sec)
2011	13.7	1,269.4	69	5.4	2,140.9	7.4(12.16)	2.1
2012	13.7	1,652.3	125	5.6	2,358.7	8.4	2.2
2013	14.2	1,366.8	66	5.0	2,489.6	10.3	2.1
2014	14.3	1,280.3	65	4.9	2,343.5	8.7	1.9
2015	15.8	1,042.7	69	5.5	2,234.9	8.6	1.6
1월	1.7	38.5	66	4.7	1,806.0	8.6	1.6
2월	3.0	20.7	61	5.5	1,685.0	1.1	1.8
3월	8.0	34.0	51	4.0	2,518.0	-	1.9
4월	13.9	124.0	63	6.0	1,834.0	-	1.9
5월	19.4	45.8	56	4.7	2,747.0	-	2.0
6월	22.5	131.2	70	7.4	1,626.0	-	1.8
7월	25.4	150.5	83	7.2	1,556.0	-	1.9
8월	26.0	117.5	81	6.0	1,746.0	-	1.5
9월	22.0	88.8	73	4.7	2,174.0	-	1.4
10월	16.9	95.6	70	3.2	2,349.0	-	1.3
11월	11.6	128.6	83	7.2	927.0	5.5	1.1
12월	5.3	67.5	73	5.8	1,381.0	7.6	1.3

※ 자료출처 : 통계연보(담양군, 2016)

1.4.3 지형 및 지질

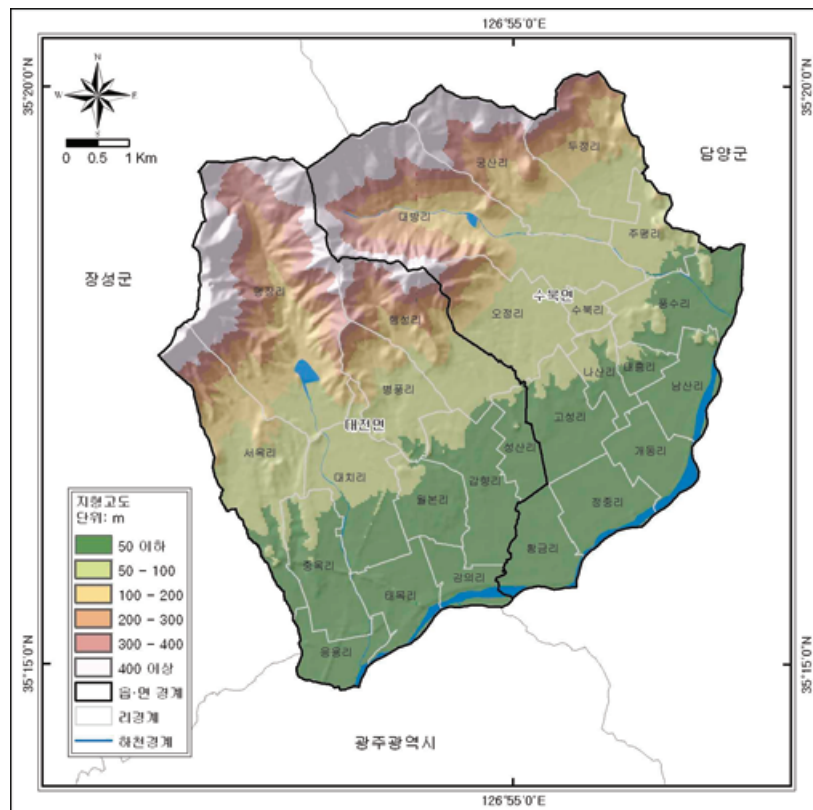
가. 지형

- 담수지구의 북쪽은 노령산맥의 지맥인 병풍산과 불태산이 위치하고 있어 대체적으로 지형고도가 높게 나타난다. 반면, 지형고도가 낮은 남쪽은 영산강, 중암천, 오례천 등이 위치하고 있고, 시설재배 단지 등 경작지가 밀집되어 있으며, 그 중 평야와 구릉지는 주로 논농사, 고지대는 밭농사 및 과수단지로 경작되고 있다.
- 조사지역 중 임야지역인 대전면과 수북면의 북쪽은 해발고도 200m 이상인 고지대가 우세하며, 평야지역인 남쪽은 영산강을 따라 저지대 평야가 위치하고 있다<표 1-4-4, 그림 1-4-3>.

<표 1-4-4> 담수지구 지형고도

(단위 : m, km²)

고도 면적	전 체	50 이하	50~100	100~200	200~300	300~400	400이상
담수지구	59.62	20.85	15.75	7.23	5.16	4.41	6.22



<그림 1-4-3> 지형고도 분포

나. 지질

- 한국지질자원연구원에서 발간한 1:250,000 광주도폭 지질보고서를 이용하여 지질도를 작성하고, 행정구역별 지질 분포현황을 분석한 결과는 <표 1-4-6>과 같다.
- 담수지구의 지질은 선캠브리아기 준편마암인 소백산편마암복합체 화강편마암, 흑운모편마암, 쥐라기 대보관입암류 엽리상화강암 및 섬록암, 백악기 불국사관입암류 산성맥암, 사암 및 이암, 제4기 충적층으로 구성된다 <그림 1-4-4>.
- 담수지구에 분포하는 지질을 지질특성에 따른 수문지질단위(hydrogeologic unit)로 구분하면 <표 1-4-5>와 같다.

<표 1-4-5> 수문지질단위 분류

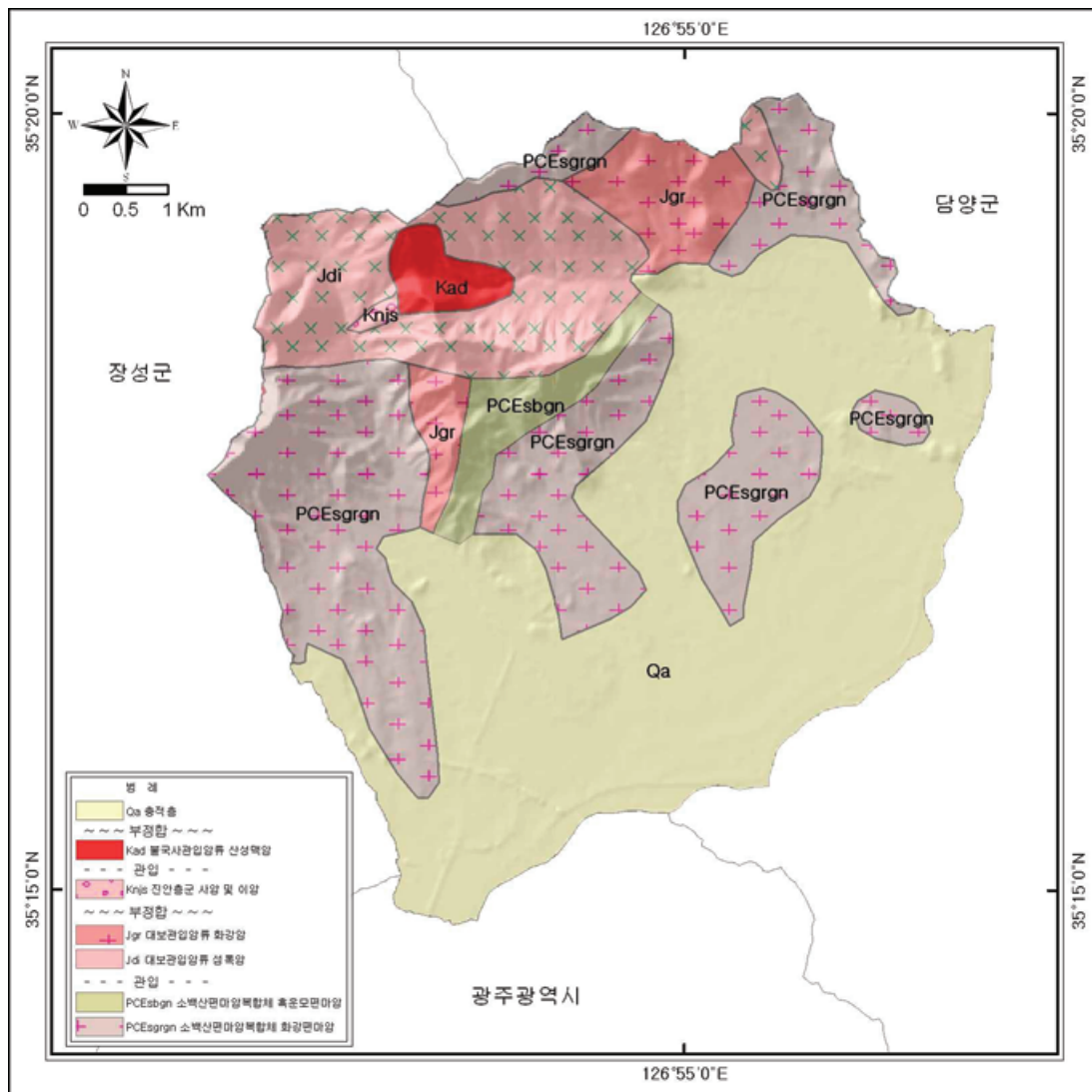
지질시대	지질	기호	수문지질단위	지형	대수층 특성	지하수 산출성
제4기	충적층	Qa	미고결쇄설성퇴적층	평야,곡간,해빈	1차공극	대
~ ~ ~ ~ ~ 부정합 ~ ~ ~ ~ ~						
백악기	불국사관입암류 산성맥암	Kad	백악기 산성관입화성암	산지>구릉	단열	소
	~ ~ ~ ~ ~ 관입 및 분출 ~ ~ ~ ~ ~					
백악기	진안층군 사암 및 이암	Knjs	백악기 쇄설퇴적암	구릉>산지	단열	소
	~ ~ ~ ~ ~ 부정합 ~ ~ ~ ~ ~					
쥐라기	대보관입암류 화강암	Jgr	트라이아스기-쥐라기 산성관입화성암	구릉>산지	단열	소
	대보관입암류 섬록암	Jdi	트라이아스기-쥐라기 산성관입화성암	구릉>산지	단열	소
~ ~ ~ ~ ~ 관 입 ~ ~ ~ ~ ~						
선캠브리아기	소백산편마암복합체 화강편마암	PCCsgrgn	준편마암	산지>구릉	단열	소
	소백산편마암복합체 흑운모편마암	PCCsbgn	준편마암	산지>구릉	단열	소

* 자료출처 : 지하수 기초조사 및 지하수지도(수문지질도) 제작·관리 지침 (국토해양부, 2010)

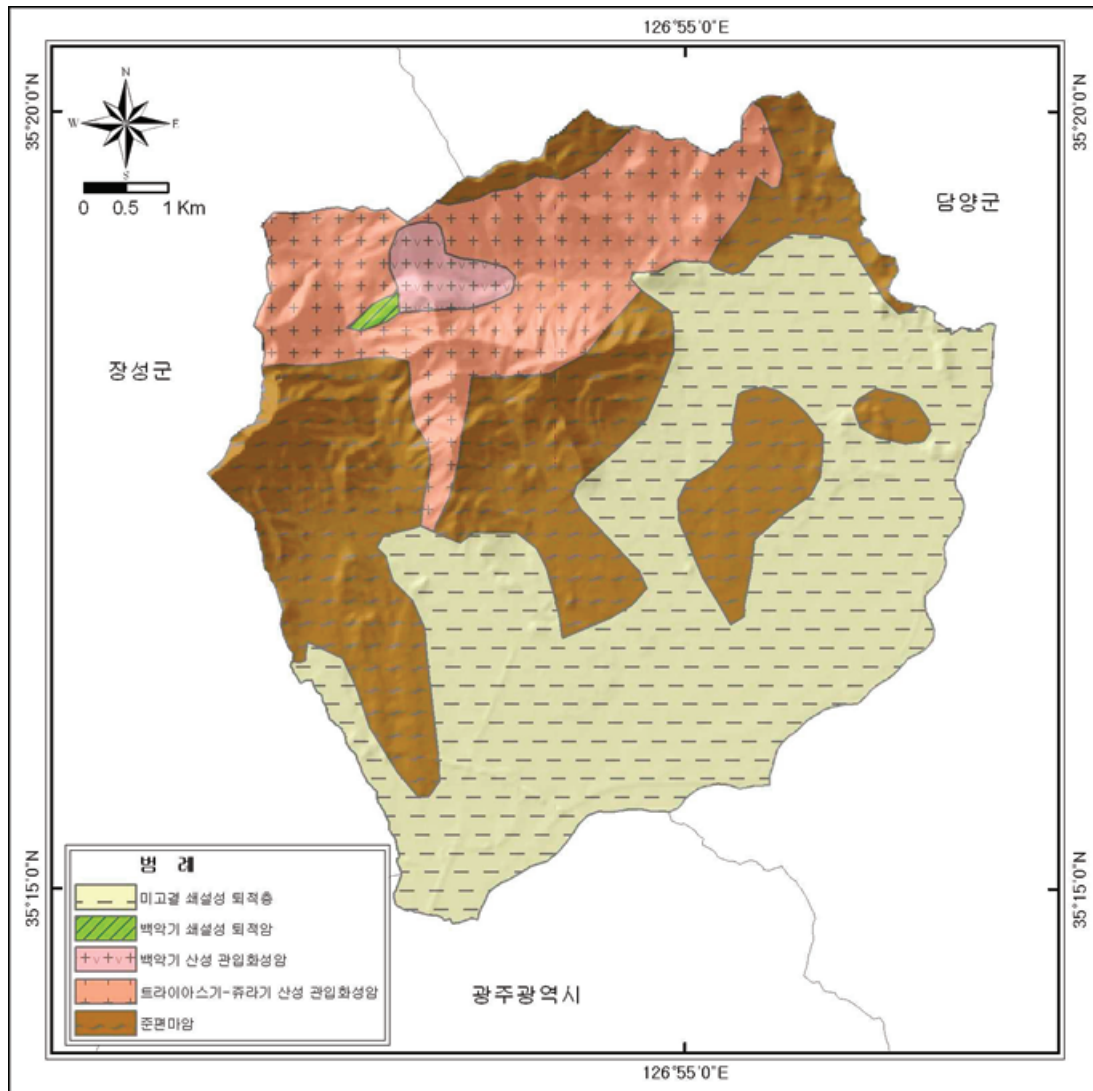
<표 1-4-6> 행정구역별 지질 면적

(단위 : km²)

구분	합계	Jdi	Jgr	Kad	Knjs	PCEsbgn	PCEsgrgn	Qa	
담수지구	59.62	7.58	3.12	1.03	0.13	1.77	17.08	28.92	
구성비(%)	100.00	12.71	5.23	1.73	0.22	2.97	28.64	48.49	
담양군	대전면	30.42	3.48	0.87	0.29	0.13	1.40	10.63	13.62
	수북면	29.20	4.10	2.25	0.74	-	0.37	6.45	15.30



<그림 1-4-4> 담수지구 지질도



<그림 1-4-5> 담수지구 수문지질도

1.4.4 토지이용 및 토양

가. 토지이용

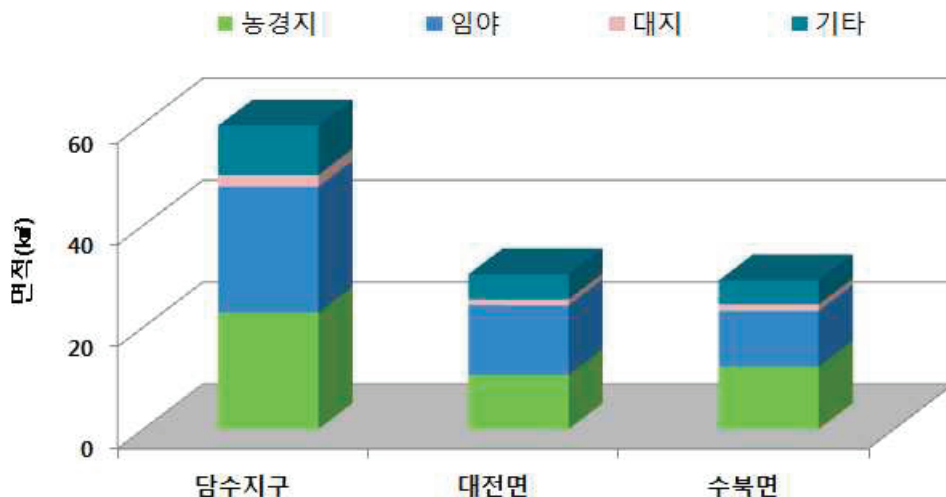
□ 담수지구의 면적은 59.62km²로 담양군 전체 면적의 13.1%를 차지하며, 그 중 임야는 담수지구 전체 면적의 41.5%인 24.73km²로 가장 넓은 면적을 점유하고, 농경지(전, 답, 과수원)는 38.4%인 22.91km²를 점유하고 있다. 농경지는 수북면(12.27km²) 지역이 넓고 임야는 대전면(13.74km²)이 가장 넓은 면적을 차지하고 있다<표 1-4-7, 그림 1-4-6>.

<표 1-4-7> 지목별 토지이용 현황

(단위 : km²)

구분	합계	농경지				임야	대지	기타	
		소계	전	답	과수원				
전라남도	12,312.92	3,257.13	1,161.81	2,057.36	37.96	6,998.46	292.13	1,765.20	
담양군	455.09	106.80	25.58	80.43	0.79	275.31	11.64	61.34	
담수지구	59.62	22.91	3.36	19.31	0.25	24.73	2.29	9.71	
구성비(%)	100.0%	38.4%	5.6%	32.4%	0.4%	41.5%	3.8%	16.3%	
담양군	대전면	30.42	10.64	1.68	8.82	0.14	13.74	1.08	4.97
	수북면	29.20	12.27	1.67	10.49	0.11	10.99	1.21	4.74

※ 자료출처 : 통계연보(전라남도, 담양군, 2016)




<그림 1-4-6> 읍면별 지목별 토지이용현황

나. 토양

- 토양의 특성은 강수에 의한 유출과정의 중요한 인자이며, 토양의 성질에 따라 침투능이 상이하므로 그에 따른 직접유출량도 다를 수밖에 없다.
- NRCS 토양형은 토양의 종류와 토지이용, 식생 피복 상태와 토양의 수문학적 조건 등을 고려하여 직접 유출에 미치는 영향을 양적으로 나타낸 등급이다<표 1-4-8>.
- 본 조사에서는 농촌진흥청 농업기술연구소에서 제공하는 1:25,000 정밀토양도를 각 토양형의 배수능력, 토질, 지형 및 모재에 대한 정보를 이용하여 자연자원보호청(Natural Resources Conservation Service, N.R.C.S)의 토양침투능 기준으로 4가지 토양군으로 재분류하였다<표 1-4-9>.

<표 1-4-8> NRCS 방법에 의한 수문학적 토양군 분류(NRCS, 1972)

유출율	토양군	특성	침투율
적음  많음	A	최저 유출 발생 가능량(Lowest runoff potential)이 있는 진흙, silt가 거의 없는 깊은 모래층 또는 자갈층	높은 습윤상태에서 높은 침투율 > 0.76 cm/hr
	B	유출 발생 가능성이 다소 높은(Moderately low runoff potential) 사질토이며, 침투율은 평균보다 높으나 진흙이나 silt가 함유된 흙	높은 습윤상태에서 보통 침투율 > 0.38 - 0.76 cm/hr
	C	유출 발생 가능성이 B급보다는 높은(Moderately high runoff potential)흙으로서 진흙에 silt가 많이 섞여 얇은 층을 구성하며 침투율은 평균보다 다소 낮은 흙	높은 습윤상태에서 낮은 침투율 > 0.12 - 0.38 cm/hr
	D	유출 발생 가능성이 가장 높은(Highest runoff potential) 흙으로서 대부분이 진흙과 silt로 불투수층과 직접 접하여 있는 흙	높은 습윤상태에서 매우 낮은 침투율 > 0 - 0.12 cm/hr

□ 담수지구의 NRCS토양형은 토양침투능이 상대적으로 매우 양호한 A형이 7.92km²(13.28%)이고, 비교적 양호함을 의미하는 B형 토양이 4.34km²(7.28%)로 양호한 침투능을 갖는 토양의 면적비가 20.56%로 조사지구의 1/5 정도를 차지한다. 침투능이 매우 불량함을 지시하는 D형은 45.82km²(76.85%)로 이는 임야 면적이 큰 담수지구의 강우 토양침투능이 비교적 불량함을 의미한다. 표준유역별 토양형의 분포면적은 <표 1-4-10, 그림 1-4-7>와 같다.

<표 1-4-9> NRCS 토양형에 따른 담수지구 토양의 재분류

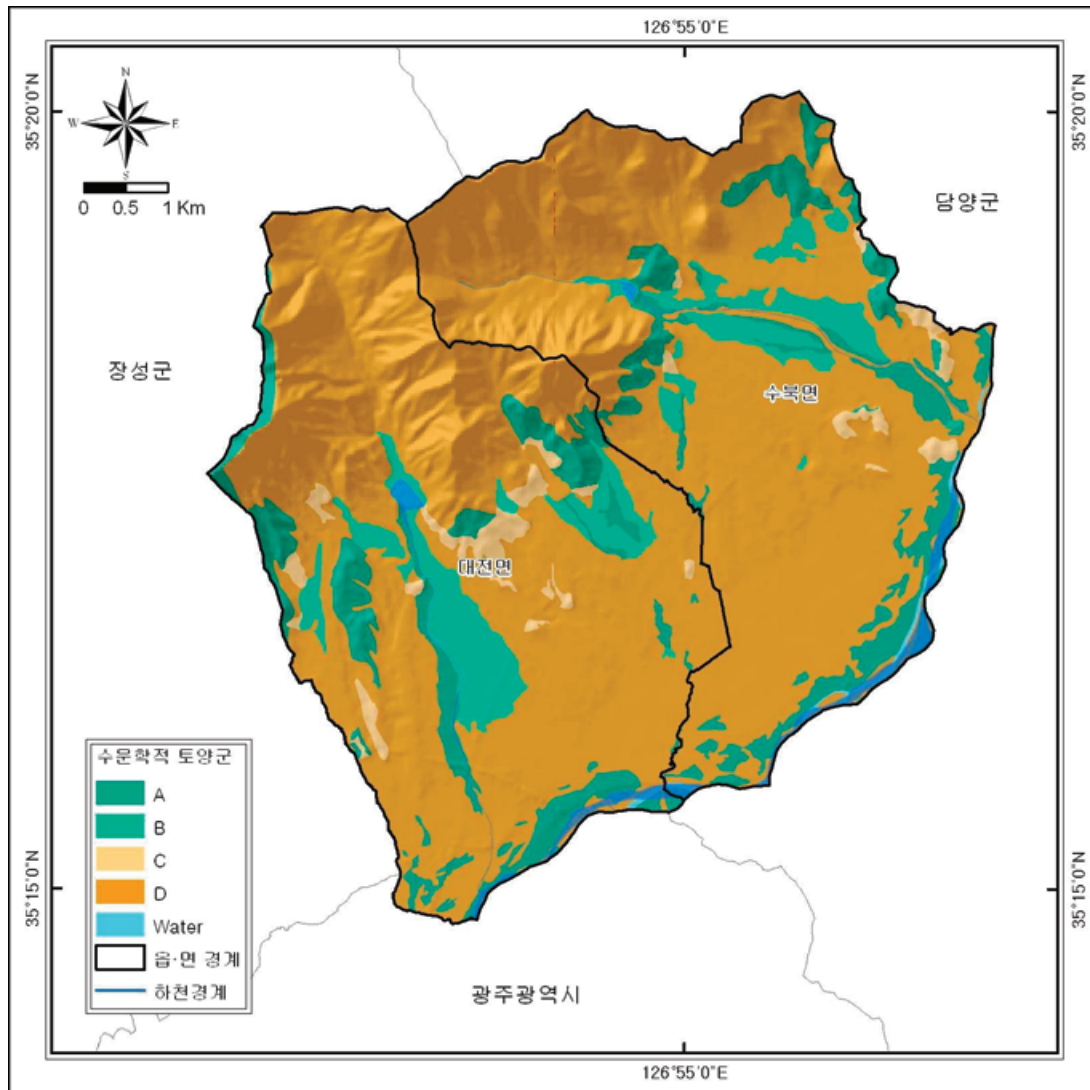
구분	담수지구의 토양형	면적(km ²)	구성비(%)
계		59.62	100.0
A	BeB, Bo, Hk, Hr, Hw, OaE2, OaF2, SmE3, SzB, YaD2	7.92	13.28
B	Hg, HgB	4.34	7.28
C	SoD2, SoD3, SSD3	1.54	2.59
D	BBD2, BeB, BEC, CGB, Dy, GBB, Gd, GGC2, GGC3, GJC, GJC2, GJD, GJD2, Hg, HgB, Hs, HsB, JiB, JnB2, JnD2, JYB, JYC, MdE, MdF, MoB, Ms, MvE, MvF, OcB, RC, RL, SE, Sh, Sn, SsD, StC, StD, Ys	45.82	76.85

* 토양형 미분류 구역으로 인해 행정구역 면적과 상이함

<표 1-4-10> 토양등급별 분포면적

(단위:km²)

구분		계	A	B	C	D
구성비(%)		100.00	13.28	7.28	2.59	76.85
표준 유역	계	59.62	7.92	4.34	1.54	45.82
	광주수위표	35.70	4.61	2.79	1.09	27.21
	영산강상류	23.92	3.31	1.55	0.46	18.61



<그림 1-4-7> 담수지구 NRCS 토양도

Tip

- ◆ 기상자료 : 강수량, 유출량, 증발산량, 침투량 등의 추정자료
- ◆ 지형자료 : 지하수 유동 형태 규명
- ◆ 지질자료 : 지하수 부존특성 규명
- ◆ 토양자료 : 강우의 지하 침투, 배수, 유출 등의 정보 제공

부록 Ⅱ

지하수 개발·이용 현황

2. 지하수 개발·이용 현황

2.1 지하수 개발 현황

- 담수지구에 대한 지하수 개발 및 이용현황을 파악하기 위하여 지자체 지하수 인허가 부서의 새울행정시스템자료(지하수 허가 및 신고시설)와 공공관정 관리대장 그리고 국토교통부에서 발간하는 지하수조사연보의 이용실태 자료를 수집하여 검토하였다.

2.1.1 신고·허가별 지하수 개발 현황

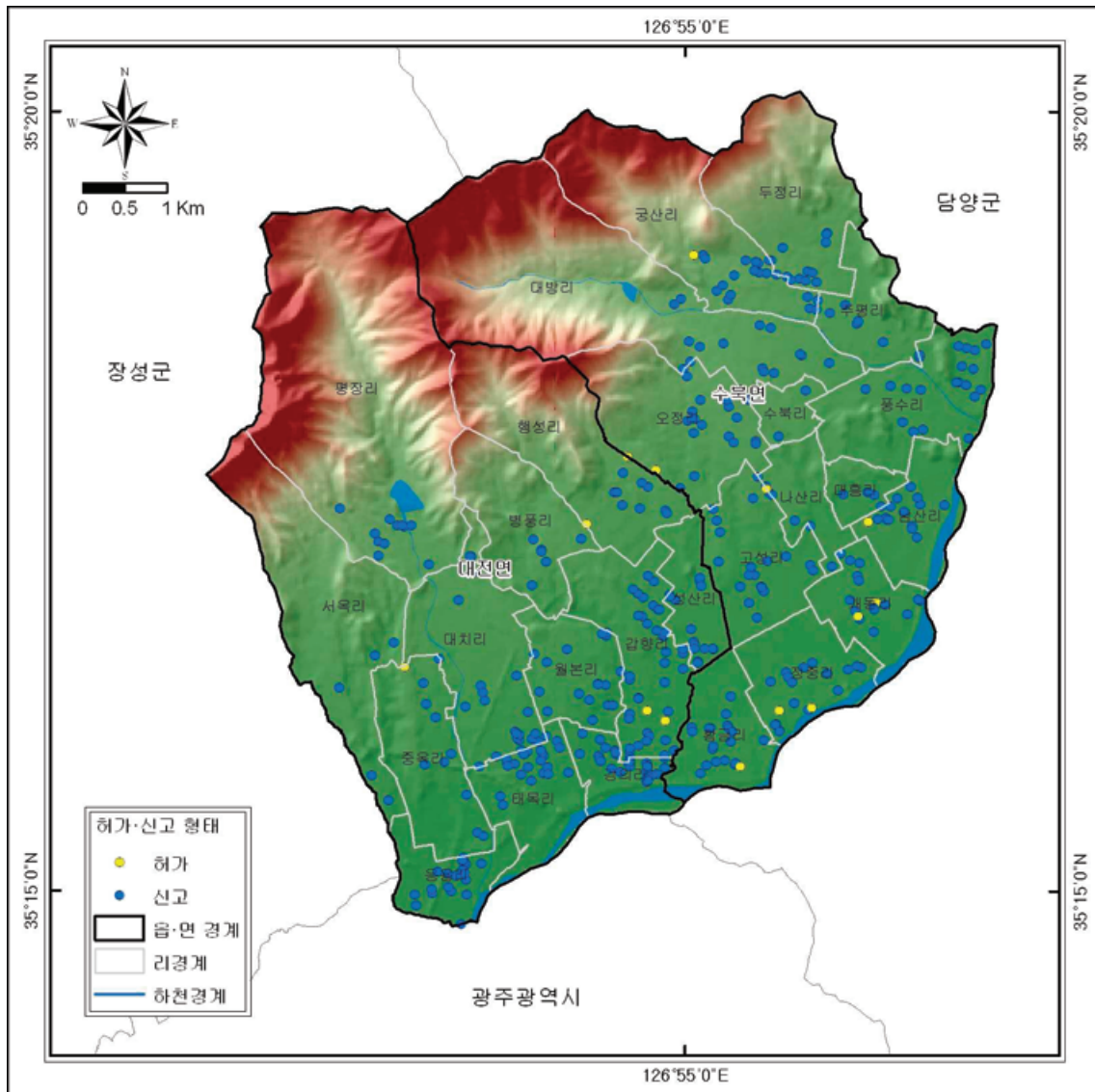
- 담양군의 새울행정시스템자료에 의하면, 담수지구에는 총 4,427개소의 지하수시설이 개발·이용되고 있고, 관정개발밀도는 74.25공/km²이다. 지하수조사연보(2016)에는 4,306공으로 현재 파악한 지하수관정현황과는 유사하다.
- 수집된 자료를 허가·신고형태별로 구분하면, 허가지설 37공, 신고시설 4,390공으로 분류되며, 읍면별로는 대전면 2,369공, 수북면 2,058공으로 관정이 대전면에 집중적으로 분포하는 것으로 확인되었다<그림 2-1-1>.
- 금회 조사에서는 해당 지자체 지하수 새울현장시스템자료와 공공관정 관리대장을 기반으로 하여 농업용 관정을 중점적으로 조사하였으며, 시설물 등록 및 이용현황, 지리적 위치확인, 현장수질측정, 관정점검 등을 실시하였다.
- 현장조사는 허가관정 14공, 신고관정 393공 등 총 407공을 조사하였다, 조사된 관정 중 허가관정의 비율은 3.4%, 신고 관정은 96.5%의 차지하고 있었으며, 공공관정은 총 13공으로 모두 허가지설로 조사되었다 <표 2-1-1>.

<표 2-1-1> 허가·신고형태별 지하수개발 현황

(단위 : 공)

구 분	서울행정시스템(지자체) ⁽¹⁾			지하수 ⁽²⁾ 조사연보	금회조사 ⁽³⁾		
	계	허가	신고		계	허가	신고
담수지구	4,427	37	4,390	4,306	407	14	393
구성비(%)	100.0	0.8	99.2	-	100.0	3.4	96.6
담양군	대전면	2,369	12	2,357	2,322	210	206
	수북면	2,058	25	2,033	1,984	197	187

※ 자료출처 : (1) 서울행정시스템(2017), (2) 지하수 조사연보(2016), (3) KRC 현장조사자료



<그림 2-1-1> 허가·신고 형태별 지하수시설 현황도

2.1.2 용도별 지하수 개발 현황

□ 담양군 새울행정시스템과 지하수 조사연보 자료를 살펴보면, 담수지구 에 개발·이용 중인 관정은 생활용이 가장 많았다. 새울행정시스템 자료 기준으로 생활용이 2,458공(55.5%), 농업용이 1,960공(44.3%), 공업용이 9공(0.2%)이다<표 2-1-2, 그림 2-1-2>.

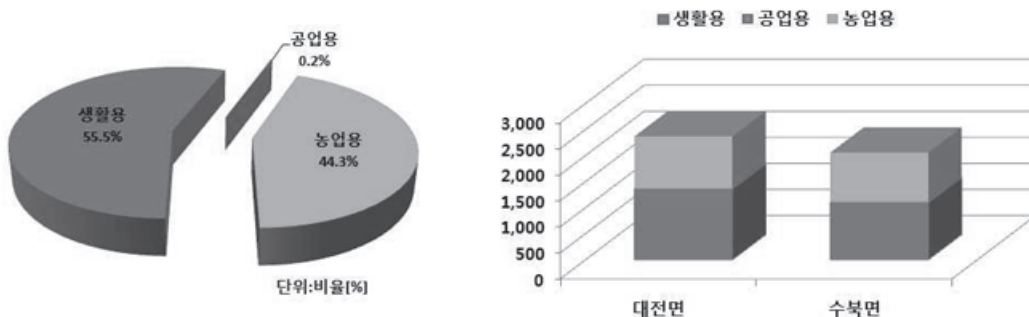
□ 금회 조사된 농업용 관정 407공은 새울행정시스템(지역개발행정자료) 상에 등록되어 있는 관정이며, 이 중 13공(허가시설 13공)은 공공관정 관리대장의 농업용 관정에 포함된다. 정밀관정현황조사 대상인 공공관정에 대해서는 전수조사를 실시하였으며, 관정현황조사대상은 읍면별 면적을 고려하여 최대한 등분포로 조사하였다. 최종적으로 농업용 407공이 조사되었으며, 이 중 정밀관정 현황조사 13공, 관정현장조사 394공을 현장 조사 확인하였다<표 2-1-2>.

<표 2-1-2> 용도별 지하수 개발 현황

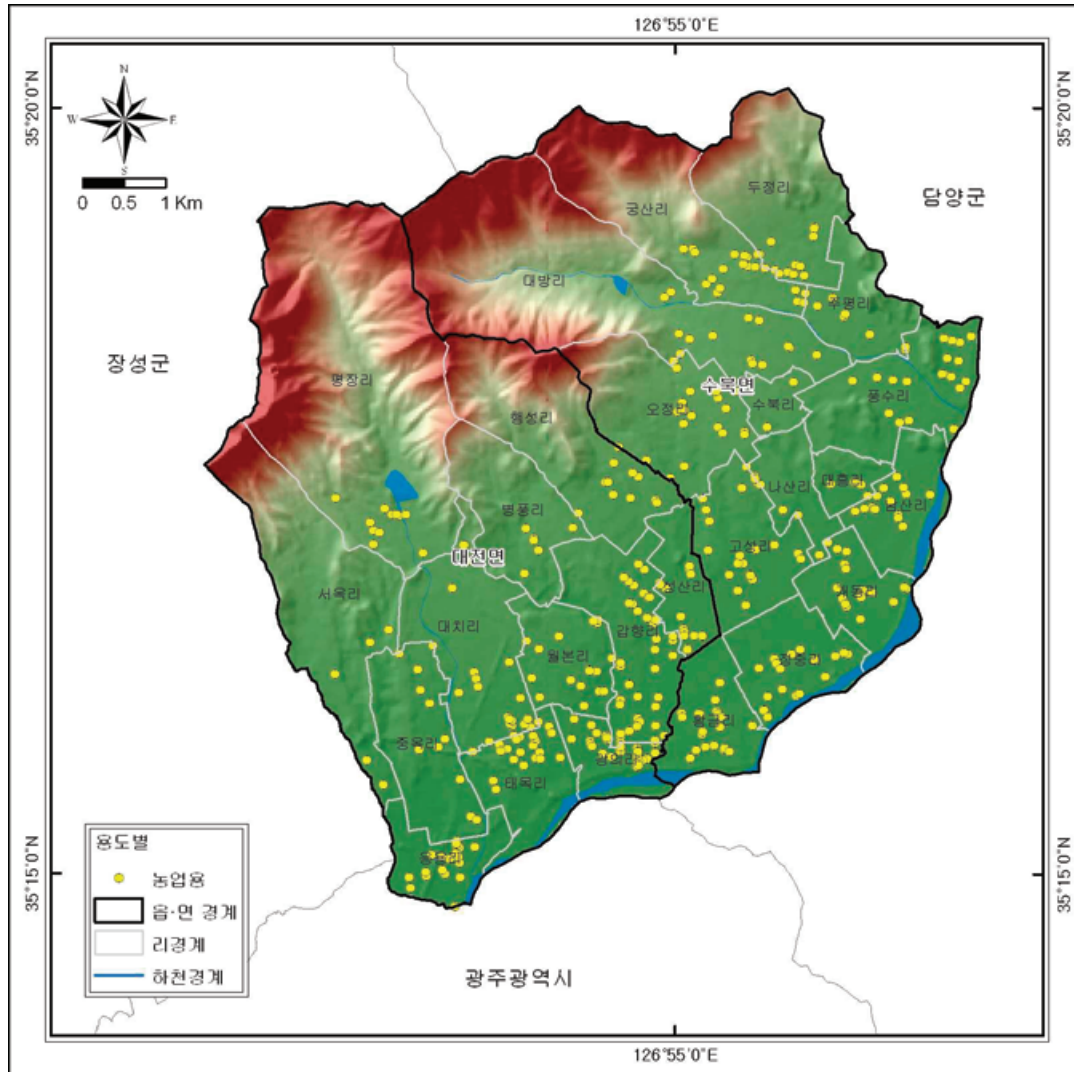
(단위 : 공)

읍 면	새울행정시스템(지자체) ⁽¹⁾				조사연보 ⁽²⁾ (농업용)	금회조사 ⁽³⁾			
	계	생활용	공업용	농업용		계	공공관정	사설관정	
담수지구	4,427	2,458	9	1,960	1,873	407	13	394	
구성비(%)	100.0	55.5	0.2	44.3	43.5	100.0	3.2	96.8	
담양군	대전면	2,369	1,358	5	1,006	974	210	4	206
	수북면	2,058	1,100	4	954	899	197	9	188

※ 자료출처 : (1) 새울행정시스템(2017), (2) 지하수 조사연보(2016), (3) KRC 현장조사자료



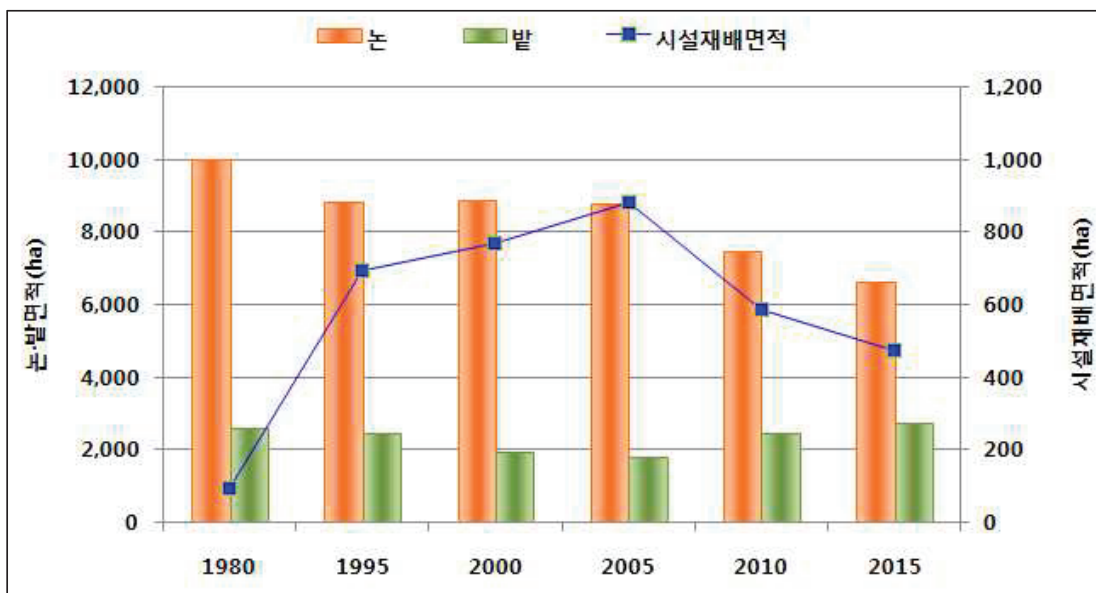
<그림 2-1-2> 읍면별·용도별 지하수 개발현황



<그림 2-1-3> 용도별 지하수개발 위치도

□ <그림 2-1-4>는 1980년 이후 담양군의 논, 밭 및 시설재배면적변화 추이를 나타낸 그래프이다(농림어업총조사, 1980~2015). 시설재배 면적은 1995년 급격히 증가하다가 최근에는 감소하는 경향을 보이고 있으며, 논 면적은 35년간 감소하는 경향을 나타내고, 밭 면적은 2005년 이후 꾸준히 증가하고 있음을 확인할 수 있다. 논 면적이 약 3,000ha 감소한 반면 밭 면적은 약 102ha, 시설재배 면적은 377ha 증가하였다.

□ 담양군의 농경지 면적 변화 중 특히 시설재배면적이 1980년 대비 약 4배 정도 증가한 것으로 유역답사와 청문조사 등의 결과를 종합해 볼 때 담양군은 면적대비 시설재배 면적의 비율이 매우 크다. 농업형태의 변화는 지하수 이용량과 직접적인 연관이 있으며 현재까지의 추세로는 농업용 지하수 이용량은 계속해서 늘어날 것으로 예상된다. 따라서, 이러한 경향에 맞춰 향후 발생가능한 지하수 이용변화 또는 장해에 대비할 필요가 있다고 판단된다.



<그림 2-1-4> 논, 밭, 시설재배면적 변화추이

2.1.3 관정형태별 지하수 개발 현황

- 지하수 관정은 개발유형에 따라 암반관정, 충적관정, 방사상 집수정으로 구분된다. 개발유형은 용수공급계획이나 용도 그리고 개발지역의 지형과 지질적인 요소에 의해서도 달라진다.

- 담수지구에서 조사한 관정을 암반/충적으로 조사자료를 분류한 결과, 충적관정은 347공(85.3%), 암반관정은 60공(14.7%)으로 충적관정이 월등하게 높은 비율로 조사되었다. 담수 지구는 타 지역에 비해 농경지 면적이 넓어 충적관정의 높은 비율로 분포하는 지역적 특성을 보이며, 읍면별로는 대전면이 충적관정 197공(93.8%), 수북면이 충적관정 150공(76.1%)로 조사되었다<표 2-1-3~5>.

- 담수지구의 지하수관정 개발 밀도(새울해정시스템)는 74.25공/km²으로 전라남도 평균 지하수관정 개발밀도인 21.20공/km²의 약 3.5배 수준으로 높다. 읍면별로 개발밀도를 살펴보면 대전면(77.86공/km²), 수북면(70.48공/km²) 순으로 대전면이 관정밀도가 가장 높은 것으로 나타났다 <표 2-1-6>.

- 대다수의 지하수 이용시설은 임야를 제외한 농경지 또는 대지 등에 존재하므로 임야를 제외한 지역에서의 관정밀도를 산출하는 것이 더 큰 의미를 갖는다고 판단된다. 임야지역을 제외하여 산출한 지하수관정 개발밀도는 <표 2-1-7>과 같다. 담수지구의 임야제외지역 관정 개발밀도는 전체면적 대비 관정밀도가 전남 평균보다 높았던 양상과 비슷하게 전남의 평균인 49.13공/km² 보다 2.6배 높은 126.86공/km²의 값을 보인다. 이는 담수지구가 농경지 면적 대비 임야 면적의 비율이 높은 지역적 특성이 반영된 것이고, 농경지에 관정이 밀집되어 개발된 것으로 나타났다.

<표 2-1-3> 관정형태별 지하수개발현황

(단위 : 공)

구 분	계			농업용		
	소계	층적	암반	소계	층적	암반
담수지구	407	347	60	407	347	60
구성비(%)	100.0	85.3	14.7	100.0	85.3	14.7
담양군	대전면	210	197	13	210	197
	수북면	197	150	47	197	150

※ 자료출처 : 2017 담수지구 농촌지하수관리사업 현장조사 자료(한국농어촌공사, 2017)

<표 2-1-4> 구경별 현황

(단위 : 공)

담수지구	계	50이하	51-100	101-200	201-300	비고
계	407	314	30	57	6	-
층적	347	314	30	3	-	-
암반	60	-	-	54	6	-

※ 자료출처 : 2017 담수지구 농촌지하수관리사업 현장조사 자료(한국농어촌공사, 2017)

<표 2-1-5> 토출관구경별 현황

(단위 : 공)

담수지구	계	31이하	32-40	41-50	51이상	기타 ⁽¹⁾
계	407	166	123	118	-	-
층적	347	144	97	106	-	-
암반	60	22	26	12	-	-

※ 자료출처 : 2017 담수지구 농촌지하수관리사업 현장조사 자료(한국농어촌공사, 2017)

<표 2-1-6> 지하수관정 개발 밀도

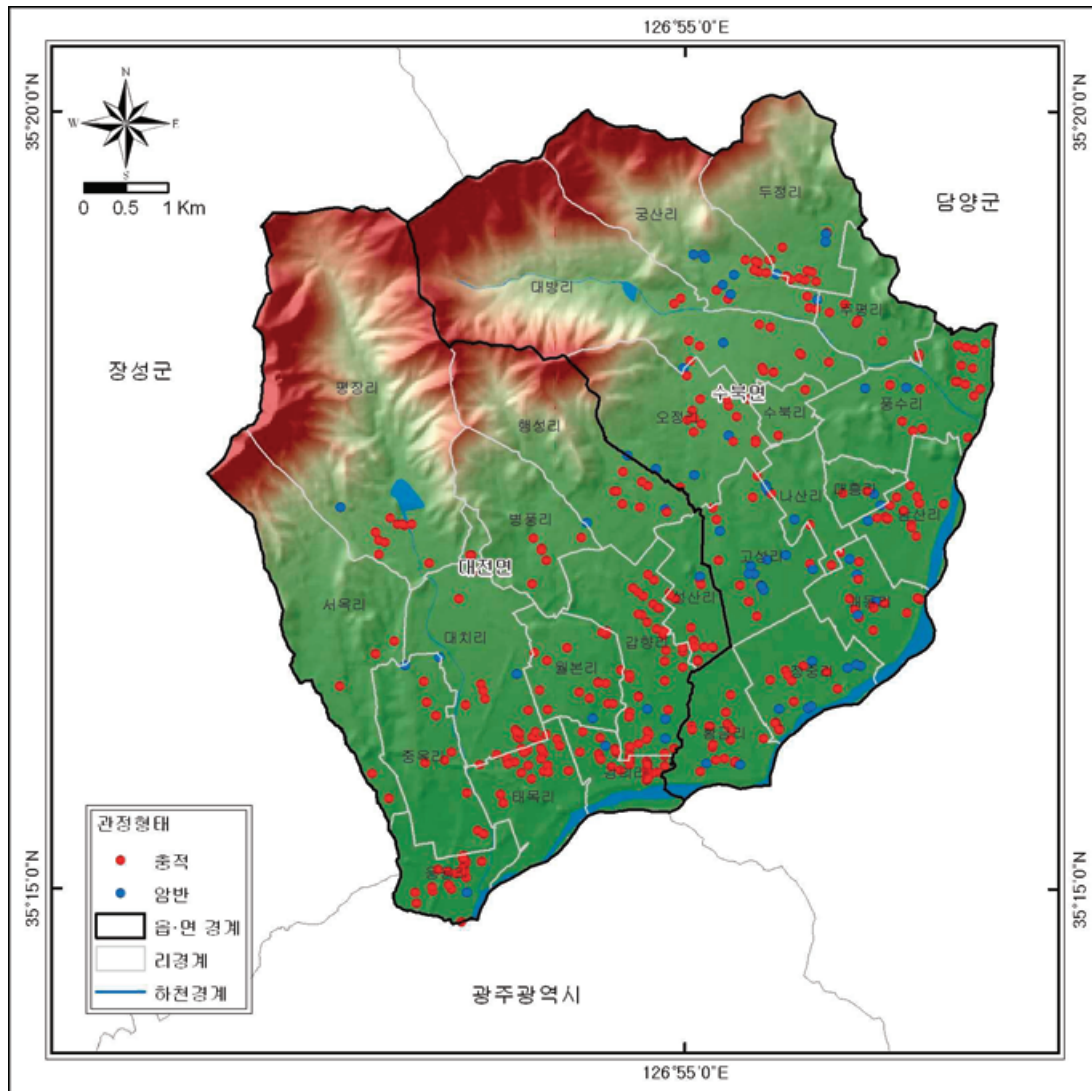
읍면별	개소수 (공)	면적 (km ²)	관정밀도 (공/km ²)
전라남도	261,079	12,312.92	21.20
담양군	계/평균	4,427	59.62
	대전면	2,369	30.43
	수북면	2,058	29.20

※ 자료출처 : 새울행정시스템(2017)

<표 2-1-7> 임야 제외지역 지하수관정 개발 밀도

읍면별		개소수 (공)	임야 제외 면적 (km ²)	관정밀도 (공/km ²)
전라남도		261,079	5,314.46	49.13
담양군	계/평균	4,427	34.90	126.86
	대전면	2,369	16.69	141.97
	수북면	2,058	18.21	113.01

※ 자료출처 : 새올행정시스템(2017)



<그림 2-1-5> 관정형태별 지하수 개발 현황

2.2 지하수 이용 현황

2.2.1 이용량 산정

□ 지하수 이용량을 산정하는 데는 많은 변수가 있으며, 정확한 이용량을 측정하기란 사실상 불가능에 가깝다. 일반적으로 통계적인 방법으로 이용량을 산정하기 위해서 지하수 용도별, 관정형태별로 일정 수량의 지하수 이용량 관측조사를 통해 대상지역의 이용량을 추산하는 방법이 있지만 본 조사에서는 농어촌지역의 지하수 수리수질특성을 조사하기 위한 목적으로 전체 관정 중 일부만 조사하여 통계적인 접근 또한 불가능한 실정이다. 따라서 지구 내의 이용량 특성을 파악하기 위해서 지하수 이용량 산정요령(국토교통부, 2013)과 지하수 조사연보(국토교통부, 2016)를 활용하였다.

□ 지하수 이용량 산정요령과 지하수 조사연보의 세부용도별 공당 연평균 이용량을 지자체 서울행정시스템의 지하수 개발·이용 시설수와 연산하여 담수지구의 지하수 이용량을 산정하였다<표 2-2-1>.

<표 2-2-1> 담수지구 세부용도별 지하수시설 현황

구분	계	생활용								공업용	
		가정용	일반용	학교용	민방위	공동주택	간이상수도	농생겸용	기타	지방공단	
담수지구	4,427	2,315	98	6	1	2	11	10	11	-	
담양군	대전면	2,369	1,281	50	4	1	-	6	8	8	-
	수북면	2,058	1,034	48	2	-	2	5	2	3	-
구분	공업용			농업용							
	농공단지	자유입지	기타	전작용	답작용	원예용	수산업	축산업	양어장	기타	
담수지구	-	8	1	78	1,289	511	1	14	8	59	
담양군	대전면	-	4	1	50	629	303	1	6	4	13
	수북면	-	4	-	28	660	208	-	8	4	46

※ 자료출처 : 서울행정시스템(2017)

□ 세부용도별 이용량 산정은 지하수 이용량 산정요령에 따라 산정하였으며, 지하수 양수능력이나 급수인구를 알 수 없는 경우에는 지하수 조사연보를 활용하여 공당 연평균 이용량을 적용하였다<표 2-2-2>.

<표 2-2-2> 세부용도별 지하수 이용량 산정기준

용도	세부용도	적용기준	공당 연평균이용량 (m ³ /년/공)
생활용	가정용	지하수 조사연보상 해당세부용도 평균 공당 이용량 적용	149.92
	일반용		3,147.11
	학교용		4,350.00
	민방위용		2,700.00
	공동주택용		4,810.22
	간이상수도용		9,123.25
	상수도용		6,531.43
	농업생활겸용		6,644.66
	기타		2,392.64
공업용	국가공단	해당 이용 지하수 없음	-
	지방공단		-
	농공단지		71,305.71
	자유입지업체		4,082.31
	기타		5,571.43
농업용	전작용	지하수 이용량 산정요령의 평균 공당 이용량 적용	5,936.41
	답작용		6,752.09
	원예용		6,791.32
	수산업용	해당 이용 지하수 없음	-
	축산업	지하수 조사연보상 해당세부용도 평균 공당 이용량 적용	3,339.90
	양어장용		14,100.00
	기타		4,213.53
기타	-		
기타	온천수	해당 이용 지하수 없음	-
	먹는샘물		-
	기타		-

* 각 용도별 산정기준은 조사연보 및 이용량 산정요령 자료로 추정된 값이므로 실제 이용량과 다소 차이가 있음

□ 용도별 이용량을 산정한 결과, 담수지구의 전체 연간 지하수 이용량은 약 14,005,384.42m³/년으로 그 중 농업용이 13,054,005.38m³/년(93.2%)으로 가장 많이 사용되고 있었으며, 생활용 913,149.1m³/년(6.5%), 공업용은 38,229.9m³/년(0.3%) 순으로 이용되고 있다. 본 이용량 산정결과는 지하수 이용량 산정요령과 지하수 조사연보의 세부용도별 이용량을 활용한 추정자료로써 향후 지역지하수관리계획 등을 시행하여 정확한 관정현황자료 구축 후 재 산정 할 필요가 있다<표 2-2-3>.

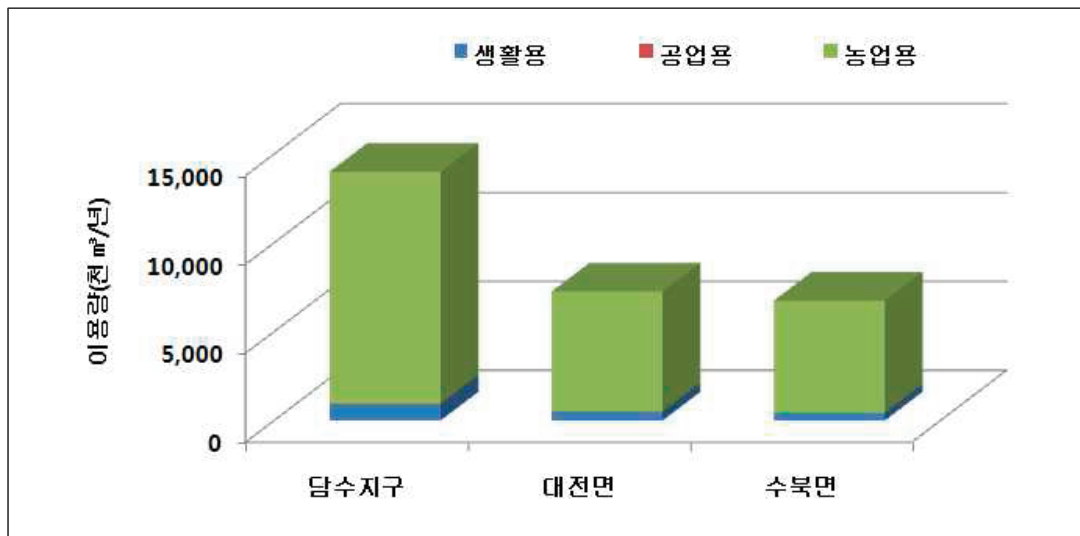
<표 2-2-3> 세부 용도별 이용량 산정

용도	세부용도	이용량 산정		
		개소수(공)	이용량원단위(m ³ /일)	연간이용량(m ³ /년)
	합계	4,427	38,370.92	14,005,384.42
생활용	소계	2,458	2,501.78	913,149.13
	가정용	2,315	950.86	347,064.80
	일반용	98	844.98	308,416.78
	학교용	6	71.51	26,100.00
	민방위용	1	7.40	2,700.00
	공동주택용	2	26.36	9,620.44
	간이상수도용	11	274.95	100,355.75
	상수도용	4	71.58	26,125.72
	농업생활겸용	10	182.05	66,446.60
	기타	11	72.11	26,319.04
공업용	소계	9	104.74	38,229.91
	국가공단	-	-	-
	지방공단	-	-	-
	농공단지	-	-	-
	자유입지업체	8	89.48	32,658.48
기타	1	15.26	5,571.43	
농업용	소계	1,960	35,764.40	13,054,005.38
	전작용	78	1,268.60	463,039.98
	답작용	1,289	23,845.05	8,703,444.01
	원예용	511	9,507.85	3,470,364.52
	수산업용	1	24.66	9,000.00
	축산업	14	128.11	46,758.60
	양어장용	8	309.04	112,800.00
	기타	59	681.09	248,598.27
기타	소계	-	-	-
	온천수	-	-	-
	먹는샘물	-	-	-
	기타	-	-	-

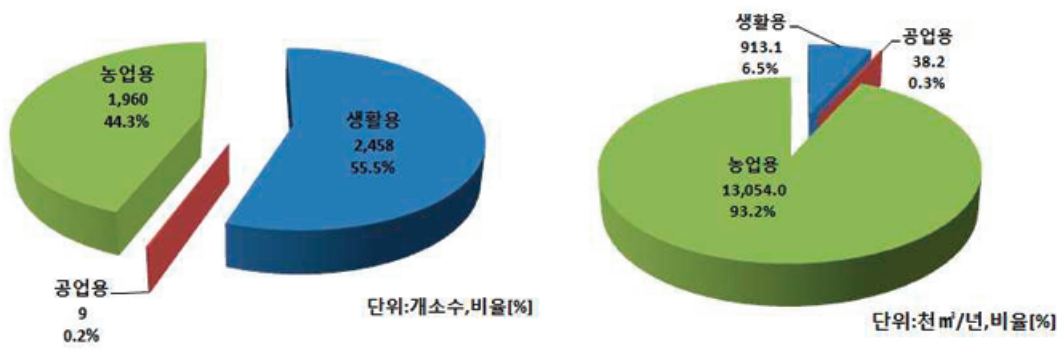
* 각 용도별 산정기준은 조사연보 및 이용량 산정요령 자료로 추정된 값이므로 실제 이용량과 다소 차이가 있음

2.2.2 용도별 이용현황

□ 용도별 지하수 이용현황을 살펴보면 생활용 지하수시설이 2,458공으로 담수지구 전체(4,427공)의 절반 정도인 55.5%를 차지하고 있으며, 이용량은 913.1천 m^3 /년(6.5%)으로 낮게 나타났다. 반면, 농업용 지하수 개소수는 1,960공으로 44.3%에 불과하나 이용량은 13,054.0천 m^3 /년으로 담수지구 전체의 93.2%를 차지한다. 나머지 공업용은 38.2천 m^3 /년이며, 0.3%에 해당되는 것으로 조사되었다. 읍면별 이용량은 대전면이 7,260.3천 m^3 /년(51.84%), 수북면이 6,745.1천 m^3 /년(48.16%)으로 나타났다.



<그림 2-2-1> 읍면별·용도별 지하수이용현황



<그림 2-2-2> 용도별 지하수 개소수 <그림 2-2-3> 용도별 지하수 이용량

□ 생활용 지하수의 가정용 지하수시설 개소수는 2,315공(94.2%)으로 가장 많이 존재하며 이용량도 가정용이 전체 생활용 지하수 이용량의 38.0%(347.1천m³/년)로 가장 많이 이용되고 있는 것으로 조사되었다 <표 2-2-4>.

<표 2-2-4> 생활용 이용현황

(단위 : 공, 천m³/년)

구 분		계	가정용	일반용	학교용	민방위용	공동주택용	간이상수도	상수도용	농업생활용	기타
개 소 수	수량	2,458	2,315	98	6	1	2	11	4	10	11
	백분율 (%)	100.0	94.2	4.0	0.2	-	0.1	0.5	0.2	0.4	0.5
이 용 량	수량	913.1	347.1	308.4	26.1	2.7	9.6	100.4	26.1	66.4	26.3
	백분율 (%)	100.0	38.0	33.8	2.9	0.3	1.1	11.0	2.9	7.3	2.9

□ 농업용 지하수 이용시설은 답작용의 개소수가 1,289개소(65.8%)로 가장 많이 존재하며, 이용량도 전체 농업용 지하수의 66.7%(8,703.4천 m³/년)로 가장 많이 이용하고 있는 것으로 조사되었다. 그 다음은 원예용으로 지하수 이용 수는 511개소(26.1%), 지하수 이용량은 26.6%(3,470.4천m³/년)이며, 답작용과 원예용이 농업용 이용현황의 90% 이상을 차지한다<표 2-2-5>.

<표 2-2-5> 농업용 이용현황

(단위 : 공, 천m³/년)

구 분		계	전작용	답작용	원예용	수산업	축산업	양어장	기타
개 소 수	수량	1,960	78	1,289	511	1	14	8	59
	백분율 (%)	100.0	4.0	65.8	26.1	0.1	0.7	0.4	3.0
이 용 량	수량	13,054.0	463.0	8,703.4	3,470.4	9.0	46.8	112.8	248.6
	백분율 (%)	100.0	3.6	66.7	26.6	0.1	0.4	0.9	1.9

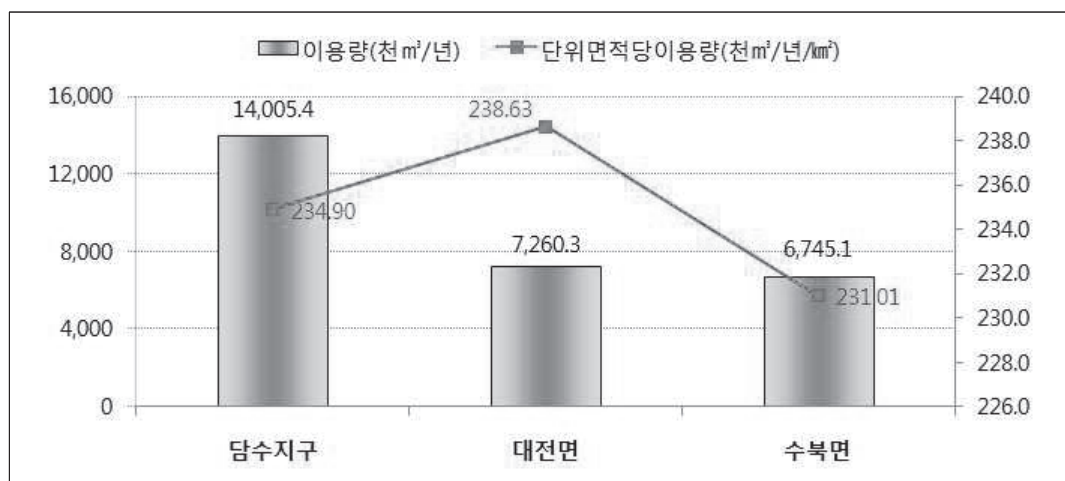
2.2.3 단위면적당 이용 현황

□ 담수지구의 읍면별 지하수 이용량은 대전면이 7,260.3천 m^3 /년, 수북면 6,745.1천 m^3 /년 순으로 조사되었으며, 대전면이 담수지구 전체 이용량의 51.8%를 차지한다. 읍면별 단위면적당 이용량은 대전면이 238.6천 m^3 /년/ km^2 , 수북면이 231.0 m^3 /년/ km^2 로 나타났다.

□ 담수지구의 지하수 이용량은 담양군 전체 지하수 이용량 64,201.7천 m^3 /년/ km^2 의 21.8%이고 대전면은 11.3%, 수북면 10.5%에 해당하며 이는 다른 읍·면과 비교하여 상대적으로 큰 이용량이다. 단위면적당 이용량도 담수지구가 다른 지역에 비해 상대적으로 많은 이용량을 나타내며, 이는 지하수 관리에 있어서 다른 지역에 비해 더 많은 주의를 기울여야 함을 의미한다.

<표 2-2-6> 읍면별 단위면적당 지하수 이용현황

구 분	이용량 (천 m^3 /년)	비율 (%)	면 적 (km^2)	단위면적당 이용량	
				(천 m^3 /년/ km^2)	(m^3 /일/ km^2)
담양군	64,201.7	100.0	455.1	141.1	386.5
담수지구	14,005.4	21.8	59.6	234.9	643.6
담양군	대전면	7,260.3	30.4	238.6	653.8
	수북면	6,745.1	29.2	231.0	632.9



<그림 2-2-4> 읍면별 단위면적당 지하수이용현황

2.2.4 지하수 개발·이용에 따른 동리별 순위

□ 이용량조사결과 총이용량은 대전면 갑향리(1,360.6천m³/년), 대전면 태목리(952.2천m³/년), 대전면 강의리(874.8천m³/년) 순으로 나타났으며, 단위면적당 이용량은 대전면 강의리(946.2천m³/년/km²), 대전면 응용리(758.8천m³/년/km²)로 확인되었다. 관정밀도의 경우 대전면 강의리(202.3공/km²), 대전면 태목리(173.2공/km²)보다 1.2배 정도 큰 것으로 확인된다. 대전면 강의리, 대전면 태목리 등의 경우 관정밀도, 총이용량, 단위면적당 이용량 등 모든 수량관련 수치가 다른 지역보다 상대적으로 높으므로 세심한 관리와 지속적인 관심이 요구된다<표 2-2-7>.

<표 2-2-7> 지하수 개발·이용 항목에 따른 리별 순위

순위	총이용량 (천m ³ /년)			단위면적당 이용량 (천m ³ /년/km ²)			관정수(공)			관정밀도 (공/km ²)		
1	대전	갑향	1360.6	대전	강의	946.2	대전	대치	394	대전	강의	202.3
2	대전	태목	952.2	대전	응용	758.8	대전	갑향	339	대전	태목	173.2
3	대전	강의	874.8	대전	태목	639.3	수북	대방	326	대전	성산	172.4
4	수북	황금	840.7	대전	갑향	605.0	수북	고성	294	대전	응용	159.9
5	대전	응용	830.4	수북	황금	570.6	대전	태목	258	수북	고성	156.0
6	수북	대방	829.0	대전	성산	565.4	수북	풍수	247	대전	월본	155.2
7	수북	풍수	818.1	수북	고성	356.3	대전	행성	223	대전	갑향	150.7
8	대전	대치	779.4	수북	정중	355.0	대전	월본	212	수북	수북	150.5
9	수북	궁산	688.6	대전	월본	354.1	대전	강의	187	수북	대흥	149.2
10	수북	고성	671.5	수북	풍수	347.4	대전	응용	175	대전	대치	146.2
11	수북	정중	581.3	수북	대흥	341.0	대전	성산	163	수북	주평	118.9
12	수북	오정	548.9	대전	대치	289.3	수북	주평	156	수북	풍수	104.9
13	대전	성산	534.4	수북	남산	260.8	수북	황금	153	수북	황금	103.8
14	대전	월본	483.7	수북	나산	244.2	수북	정중	150	수북	정중	91.6
15	대전	행성	378.2	수북	개동	237.7	수북	오정	139	수북	나산	78.3
16	수북	남산	370.6	수북	주평	224.0	수북	궁산	138	수북	남산	75.3
17	대전	중옥	367.1	수북	오정	202.2	대전	중옥	136	대전	행성	67.3
18	대전	평장	346.7	수북	궁산	201.9	대전	병풍	109	대전	중옥	65.7
19	수북	개동	326.3	수북	수북	182.0	수북	남산	107	대전	병풍	53.7
20	수북	두정	296.1	대전	중옥	177.4	대전	평장	103	수북	오정	51.2
21	수북	주평	293.8	수북	대방	120.5	수북	대흥	76	수북	대방	47.4
22	수북	나산	218.3	대전	행성	114.2	수북	수북	73	수북	개동	43.0
23	대전	병풍	212.9	대전	병풍	104.9	수북	나산	70	수북	궁산	40.5
24	수북	대흥	173.7	수북	두정	103.9	수북	두정	70	수북	두정	24.6
25	대전	서옥	139.9	대전	평장	41.6	대전	서옥	70	대전	서옥	17.9
26	수북	수북	88.3	대전	서옥	35.7	수북	개동	59	대전	평장	12.4

부록 Ⅲ

지하수 특성

3. 지하수 특성

3.1 지하수 수리특성

3.1.1 수리특성 분석

가. 수위변화 및 유동특성

□ 담수지구의 전체적인 지하수위 변화 및 유동방향을 파악하기 위하여 지하수 현장조사 시 파악된 관정 중 수위측정이 가능한 관정을 선정하여 갈수기와 풍수기별로 지하수위를 조사하였다. 담수지구의 수위 분석은 갈수기의 지하수위 자료를 이용하였다.

□ 담수지구의 지하수위는 지표하 평균 4.3m에 위치하고 있는 것으로 나타나며 최대값은 11.0m, 최소값은 0.1m로 나타난다. 지하수두는 해발고도 평균 40.9m에 위치하고 최대값은 121.3m, 최소값은 20.1m로 내륙에 위치한 평야지역의 특성을 보인다. 담수지구는 내륙에 위치하는 평야지역으로 지하수 관정이 대부분 평지 및 구릉지에 분포하고 있어 지하수두 평균 및 최대가 낮게 나타난다<표 3-1-1>.

<표 3-1-1> 지하수위/수두 분포 현황

(단위 : m, GL-, EL+)

구분	개소	지하수위			지하수두		
		평균	최대	최소	평균	최대	최소
총 계	121	4.3	11.0	0.1	40.9	121.3	20.1
대전면	58	4.1	11.0	0.1	37.5	121.3	20.1
수북면	63	4.5	9.6	1.8	44.0	115.7	24.3

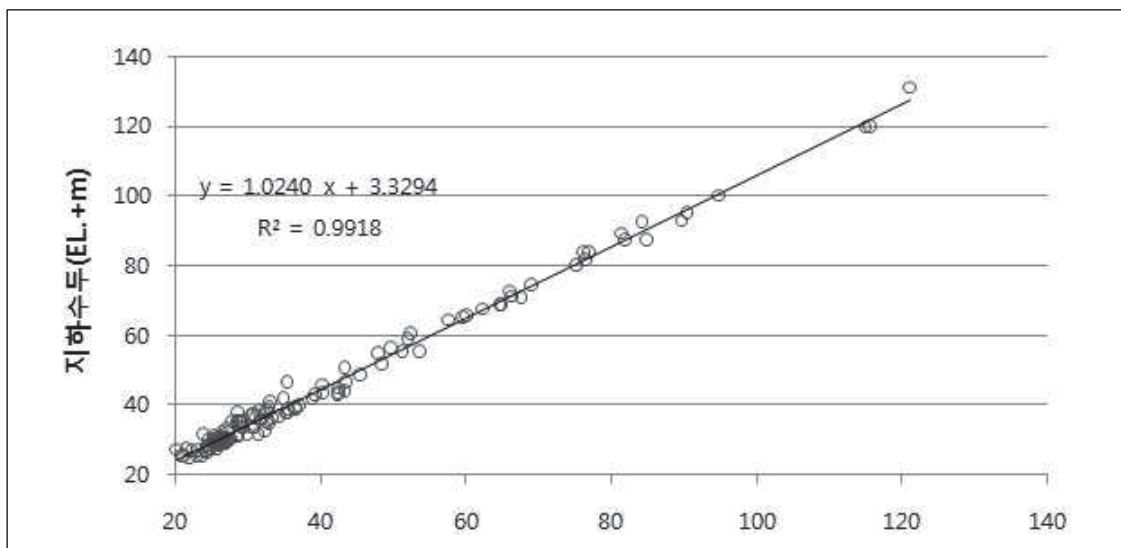
※ 지하수위 : 지표면 기준(GL-), 지하수두 : 해수면 기준(EL+)

□ 조사지역 전체의 지하수 유동특성을 알아보기 위해서 지하수두 관측자료가 부족한 지점의 자료를 추정할 수 있는 크리깅 기법 중 공간분석통계기법(GeoSpatial Statistic Analysis)의 공동크리깅(Cokriging-Ordinary)으로 지하수두를 분석하였다.

- 유동특성 분석을 위해서 121공에서 측정한 지하수두 자료와 부족한 지하수두 자료를 보완하기 위해서 지형고도 DEM에서 500m 간격으로 추출한 243개의 지형고도 자료를 사용하였다<표 3-1-2>.
- 일반적으로 지형고도와 지하수두는 높은 상관관계를 가지며 본 조사지역 지하수두와 지형고도의 상관성을 파악하기 위해서 회귀분석을 실시하였다. 분석결과 지형고도와 지하수두의 상관성은 높은 것으로 나타났으며 선형 회귀선은 $y=0.10240x+3.3294$, 결정계수는 0.9918이다<그림 3-1-1>.

<표 3-1-2> 지하수두 및 지형고도 자료통계

구분	평균(m)	중앙값(m)	최대(m)	최소(m)	표준편차(m)
지하수두	40.9	31.6	121.3	20.1	21.8
지형고도	45.2	36.0	131.3	25.0	22.4



<그림 3-1-1> 지형고도와 지하수두 선형회귀분석

- 공동크리깅(Cokriging) 분석 시 지하수두 및 지형고도 자료에 적용한 variogram model · sill · range · nugget · lag size · lag number · neighborhood number 등의 입력인자와 최종 모사치와 실측자료와의 통계 오차는 <표 3-1-3>과 같다.

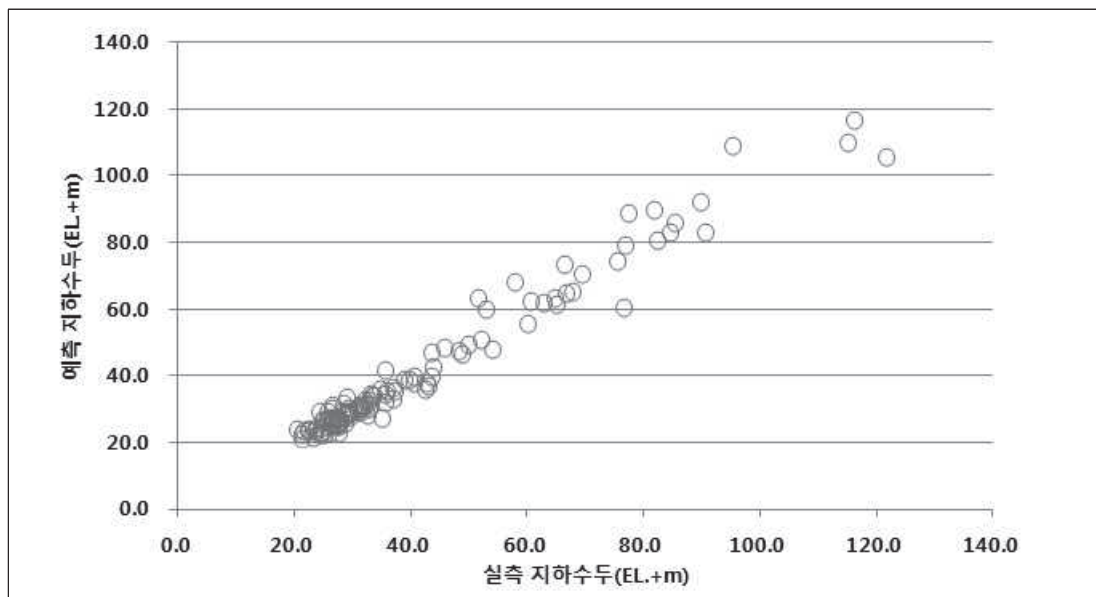
<표 3-1-3> 공간분석통계 인자 및 결과

입력자료	model	Type	sill	range	lag size	No of lags	No. of neighbors
지하수두	Gaussian	Semivariogram	483.59	4,200	350	12	5
		Covariance	228.55	4,200	350	12	5
지형고도	Gaussian	Semivariogram	20,062.87	4,200	350	12	5
		Covariance	22,255.40	4,200	350	12	5
지형-수두	Gaussian	Semivariogram	1,338.28	4,200	350	12	5
		Covariance	1,341.34	4,200	350	12	5

Prediction Errors				
mean	RMS	ASE	MS	RMS-S
0.118	4.025	1.021	0.039	3.502

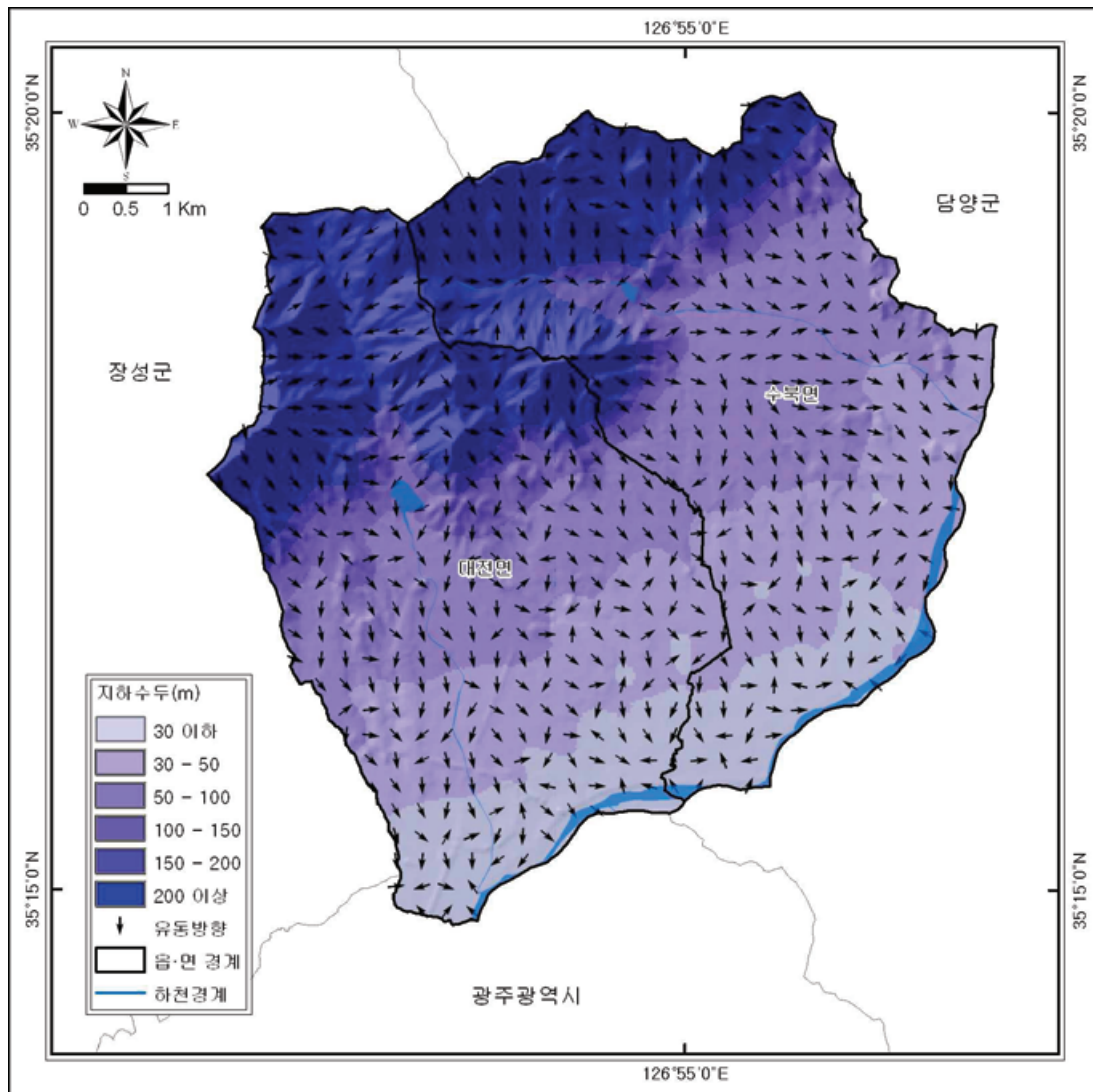
※ RMS : Root Mean Square, ASE : Average Standard Error, MS : Mean Standardized
RMS-S : Root Mean Square Standardized

□ 조사지역의 예측 지하수두와 실측 지하수두 비교를 보면 고도 130m이상에서는 관측자료수가 부족하여 실측자료와 예측자료의 상관성이 급격히 떨어지는 경향이 나타난다<그림 3-1-2>. 이는 조사지역의 관측망이 주로 저지대에 분포하여 고지대의 관측자료가 상대적으로 부족하기 때문에 나타난 결과이다.

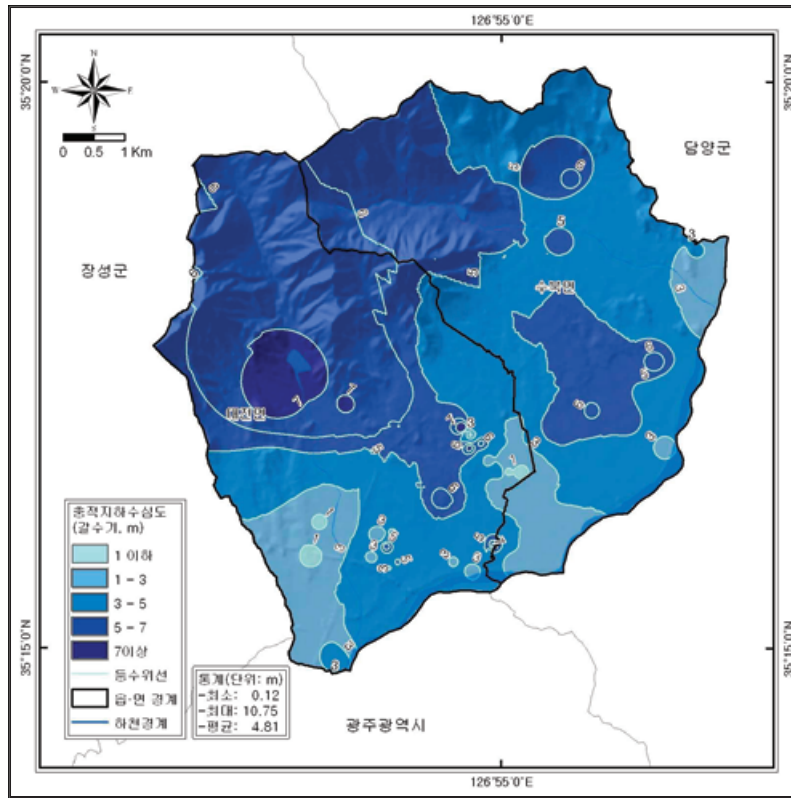


<그림 3-1-2> 실측 지하수두와 예측 지하수두

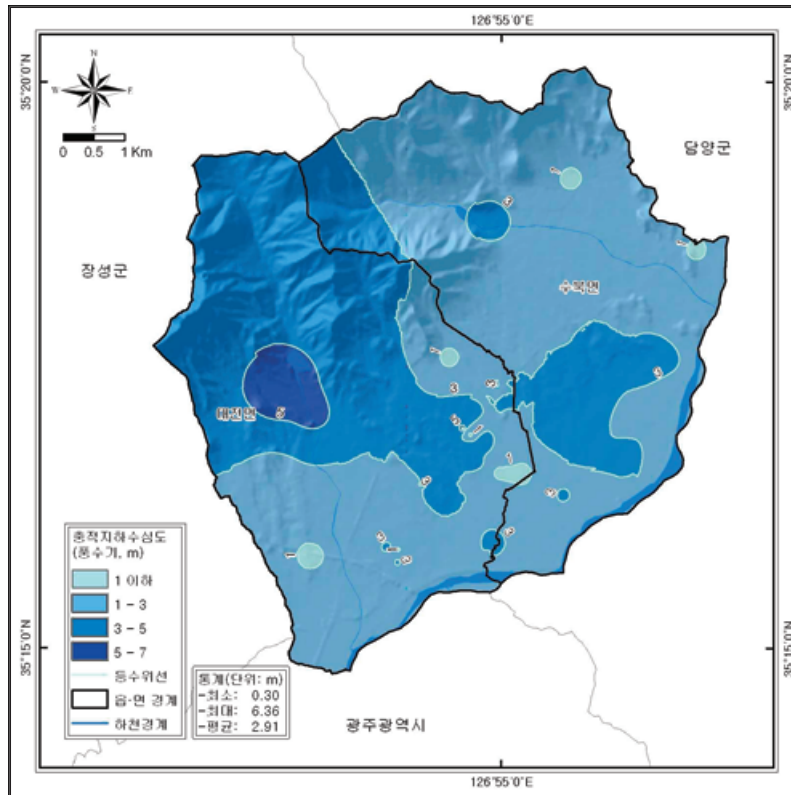
- 조사지역의 지하수유동은 대체로 지형고도와 유사한 양상을 보이고 있다. 대전천, 수북천과 지류 주변 그리고 해안과 접한 지구경계 남쪽과 서쪽의 저지대에서는 지하수두가 낮게 형성되어 있으며 산지 인근에서는 산지고도와 유사한 양상으로 높게 형성되어있다<그림 3-1-3>.



<그림 3-1-3> 지하수두 및 유동방향도

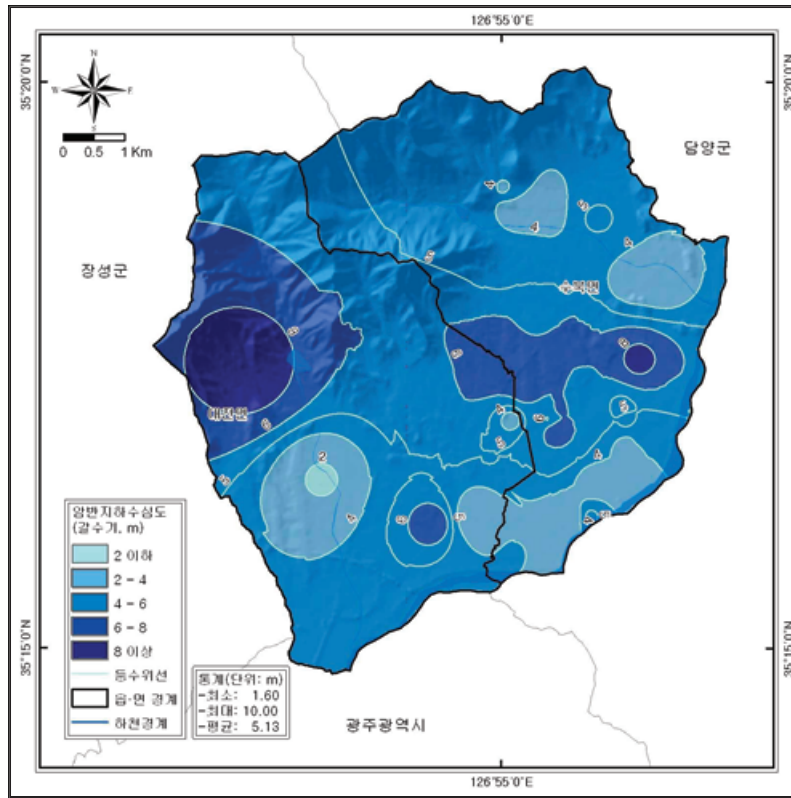


a) 갈수기 총적관정 수위

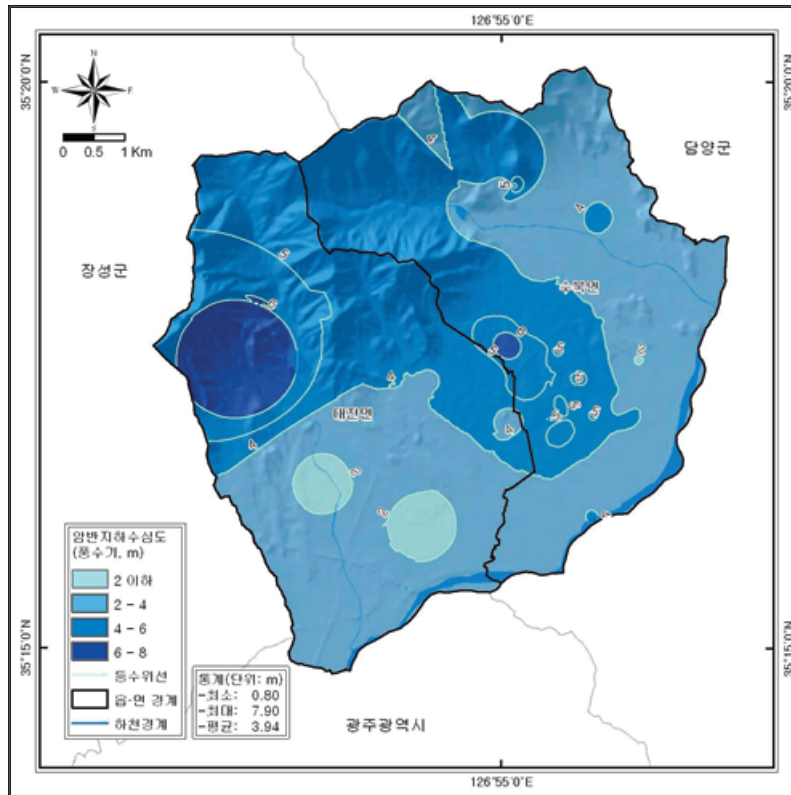


b) 풍수기 총적관정 수위

<그림 3-1-4> 담수지구 지하수위 분포 현황



c) 갈수기 암반관정 수위



d) 풍수기 암반관정 수위

<그림 3-1-4> 담수지구 지하수위 분포 현황(계속)

<표 3-1-4> 지하수위분포 현황

(단위:m)

구분	갈수기			홍수기		
	전체	충적	암반	전체	충적	암반
담수지구	4.31	3.94	5.00	3.01	2.52	3.92
대전면	4.12	3.97	5.09	3.27	2.56	3.27
수북면	4.48	3.89	4.98	4.08	2.45	4.08

- 담수지구의 갈수기 충적관정의 지하수수위 평균값은 3.94m, 암반관정의 지하수수위는 5.00m로 갈수기 대비 홍수기 지하수의 수위는 충적관정은 1.42m, 암반관정은 1.08m 상승한 것으로 조사되었다. 특히, 담수지구 동쪽과 남쪽의 영산강과 인접한 지역에서 수위가 상승된 것을 확인할 수 있었으며, 이는 홍수기 때 자연함양이 이루어진 영향과 갈수기 대비 홍수기 때의 지하수 사용률이 비교적 적어진 이유로 사료된다.

나. 수리특성

- 수맥조사, 지하수영향조사 등 기초자료를 종합하여 담수지구의 읍면별, 표준유역별, 지질별 수리특성을 조사하였다<표 3-1-5~8>.
- 신생대 제4기의 미고결퇴적물로 이루어져 있는 충적층은 지방하천 일대에 분포하고 있으며, 자갈, 모래, 점토 등으로 구성되어 있다. 충적층은 입자 사이에 공극이 발달되어 있어 부존성은 비교적 양호하나 구성물질의 종류에 따라 대수성의 차이가 매우 크다는 특성을 지닌다.
- 담수지구 내 충적층 지하수는 주로 지표수 공급이 용이하지 않는 평야부 또는 곡간 협소한 평야부에서 주로 영농에 활용되고 있는 반면, 암반 지하수는 편마암류 또는 화산암류가 분포하는 지역 중 풍화대 또는 파쇄대가 잘 발달한 지역에 많이 개발되어있다. 암반대수층의 수리특성은 암반 내에 발달한 절리, 파쇄대 및 단열구조 등의 2차공극과 지하수의 저류 및

유동에 관련되는 지질구조에 좌우되며, 조사지역의 암반지하수는 층리, 균열, 절리 및 단층 등 2차 공극을 따라 유동하는 열극형 지하수이다.

□ 담수지구 읍면별 수리전도도, 투수량계수, 저류계수 등 수리상수들을 조사한 결과, 수리전도도는 평균 0.03771m/day, 투수량계수는 2.913m²/day, 저류계수는 4.17×10⁻³의 값을 갖는 것으로 확인되었다<표 3-1-5>. 수문지질별 수리상수들에 대한 값은 <표 3-1-6>과 같다.

□ 성과활용

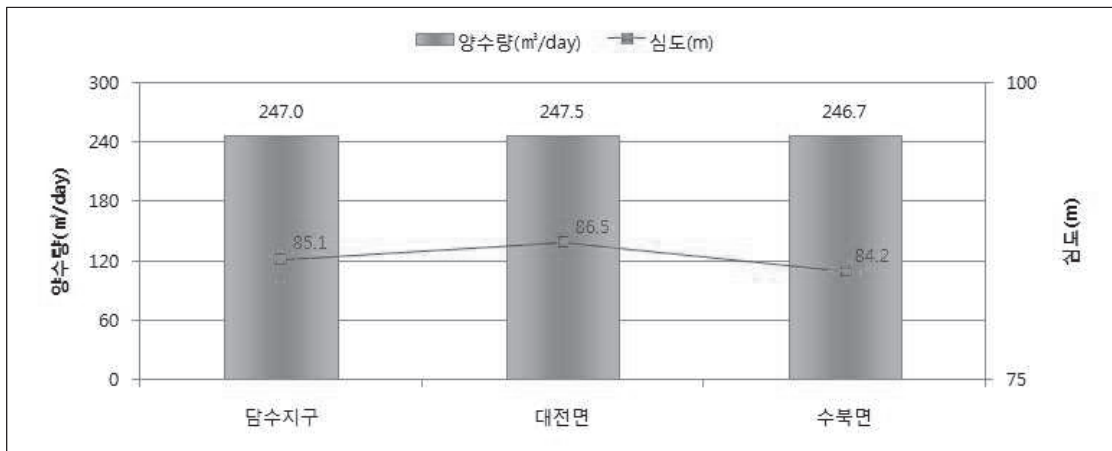
- DRASTIC(지하수 오염취약성평가) 입력자료 활용
- 수리상수를 관정별, 지역별 및 지질별로 DB구축 ⇒ 지하수 모델링 입력자료 활용

<표 3-1-5> 읍면별 수리상수 분포현황

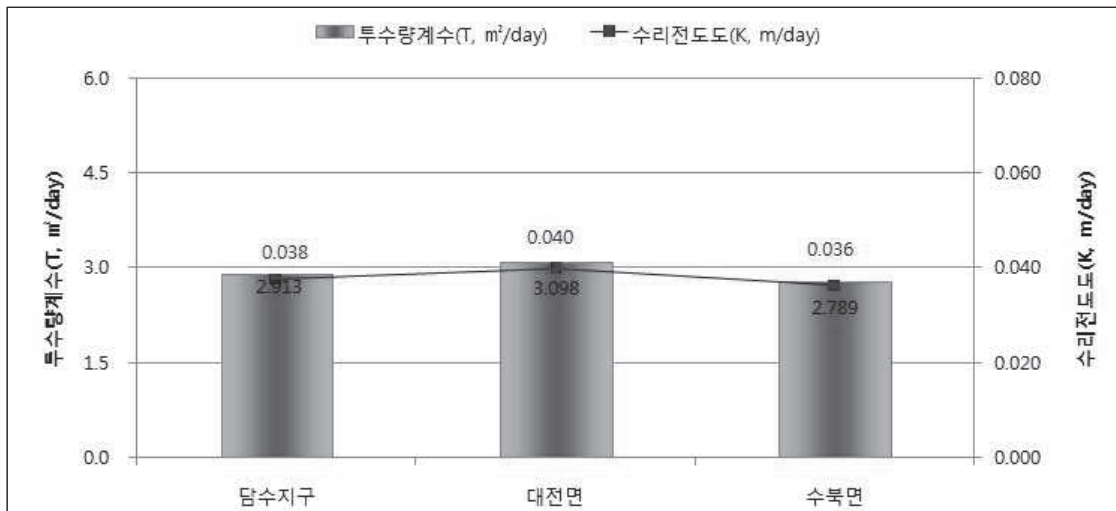
읍 면	심도 (m)	양수량 (m ² /day)	수위(m)		대수층 두께(m)	수리전도도 (K, m/day)	투수량계수 (T, m ² /day)	저류계수 (S)
			자연	안정				
담수지구						0.03771	2.91253	0.00417
대전면	104	200	7.0	47.8	98.0	0.02319	2.272	0.00283
수북면	80	180	3.0	42.6	74.0	0.02932	2.169	0.00455
수북면	100	250	3.5	53.7	94.0	0.02491	2.342	0.00450
수북면	82	220	5.0	41.8	76.0	0.03725	2.831	0.00329
수북면	72	260	3.7	38.6	66.0	0.05225	3.448	0.00865
대전면	82	300	2.5	41.3	76.0	0.04795	3.644	0.00465
수북면	85	300	7.1	53.5	79.0	0.03908	3.087	0.00262
수북면	86	270	4.4	48.5	80.0	0.03569	2.855	0.00404
대전면	80	220	5.0	38.2	74.0	0.04357	3.224	0.00265
대전면	80	270	3.7	43.6	74.0	0.04394	3.252	0.00392

<표 3-1-6> 읍면별 수리상수 통계분석

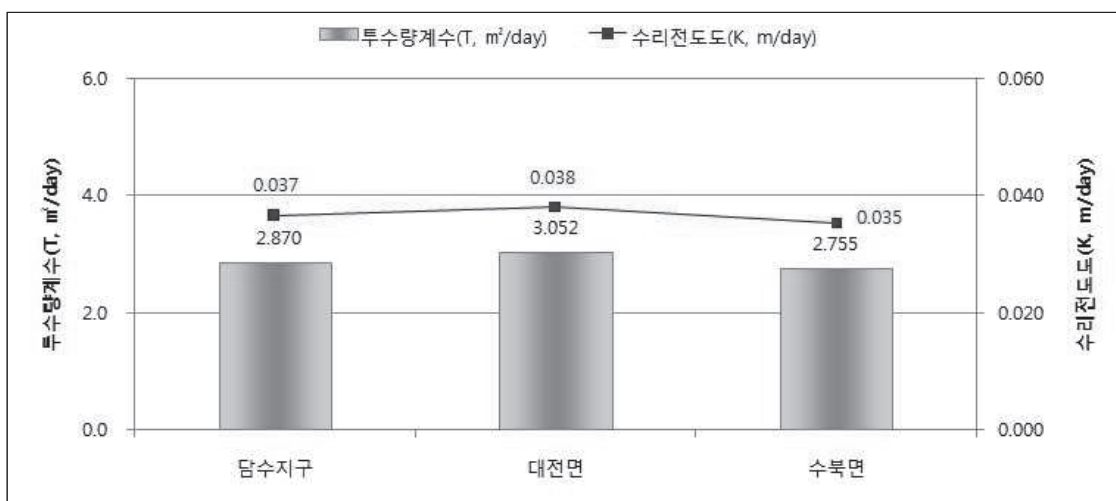
구분	산술평균				기하평균	
	심도(m)	양수량 (m ² /day)	수리전도도 (K, m/day)	투수량계수 (T, m ² /day)	수리전도도 (K, m/day)	투수량계수 (T, m ² /day)
담수지구	85	247	0.03771	2.913	0.03652	2.870
대전면	87	248	0.03966	3.098	0.03820	3.052
수북면	84	247	0.03642	2.789	0.03544	2.755



<그림 3-1-5> 읍면별 지하수 평균심도 및 양수량



<그림 3-1-6> 읍면별 지하수 투수량계수 및 수리전도도(산술평균)



<그림 3-1-7> 읍면별 지하수 투수량계수 및 수리전도도(기하평균)

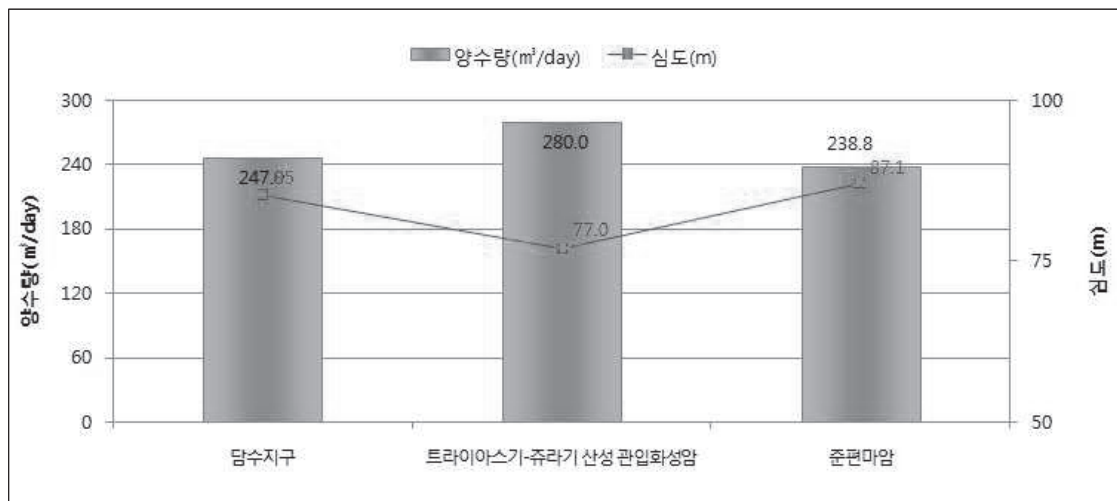
<표 3-1-7> 수문지질별 수리상수 분포현황

수문지질	심도 (m)	양수량 (m ³ /day)	수위(m)		대수층 두께(m)	수리전도도 (K, m/day)	투수량계수 (T, m ³ /day)	저류계수 (S)
			자연	안정				
담수지구						0.03771	2.91253	0.00417
준편마암	104	200	7.0	47.8	98.0	0.02319	2.272	0.00283
준편마암	80	180	3.0	42.6	74.0	0.02932	2.169	0.00455
준편마암	100	250	3.5	53.7	94.0	0.02491	2.342	0.00450
준편마암	82	220	5.0	41.8	76.0	0.03725	2.831	0.00329
트-쥬산성관입화성암	72	260	3.7	38.6	66.0	0.05225	3.448	0.00865
트-쥬산성관입화성암	82	300	2.5	41.3	76.0	0.04795	3.644	0.00465
준편마암	85	300	7.1	53.5	79.0	0.03908	3.087	0.00262
준편마암	86	270	4.4	48.5	80.0	0.03569	2.855	0.00404
준편마암	80	220	5.0	38.2	74.0	0.04357	3.224	0.00265
준편마암	80	270	3.7	43.6	74.0	0.04394	3.252	0.00392

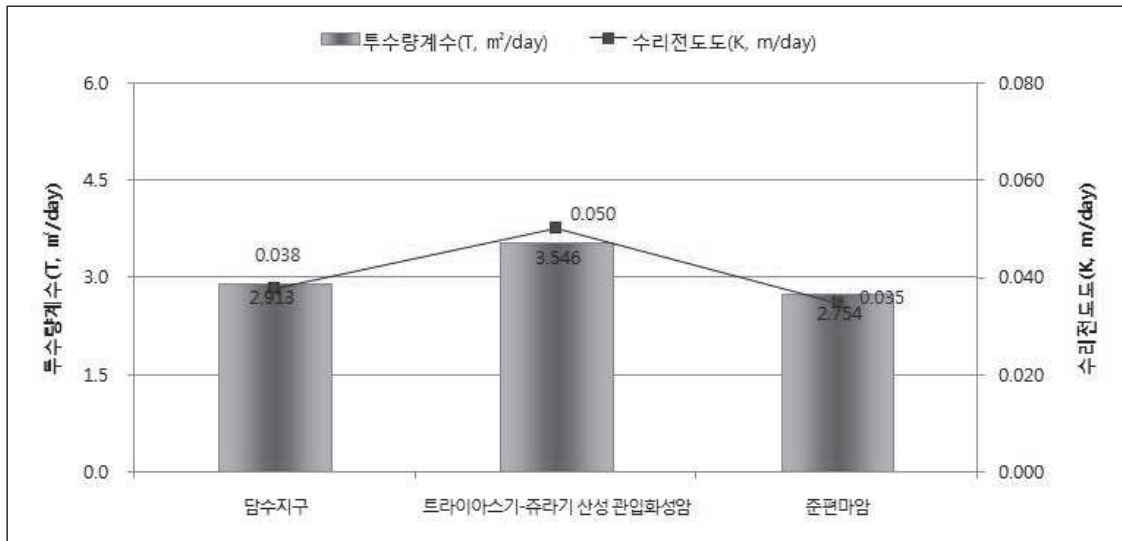
<표 3-1-8> 수문지질별 수리상수 통계분석

구분	산술평균				기하평균	
	심도 (m)	양수량 (m ³ /day)	수리전도도 (K, m/day)	투수량계수 (T, m ³ /day)	수리전도도 (K, m/day)	투수량계수 (T, m ³ /day)
담수지구	85	247	0.03771	2.913	0.03652	2.870
트-쥬산성관입화성암 ¹⁾	77	280	0.05010	3.546	0.05005	3.545
준편마암	87	239	0.03462	2.754	0.03375	2.723

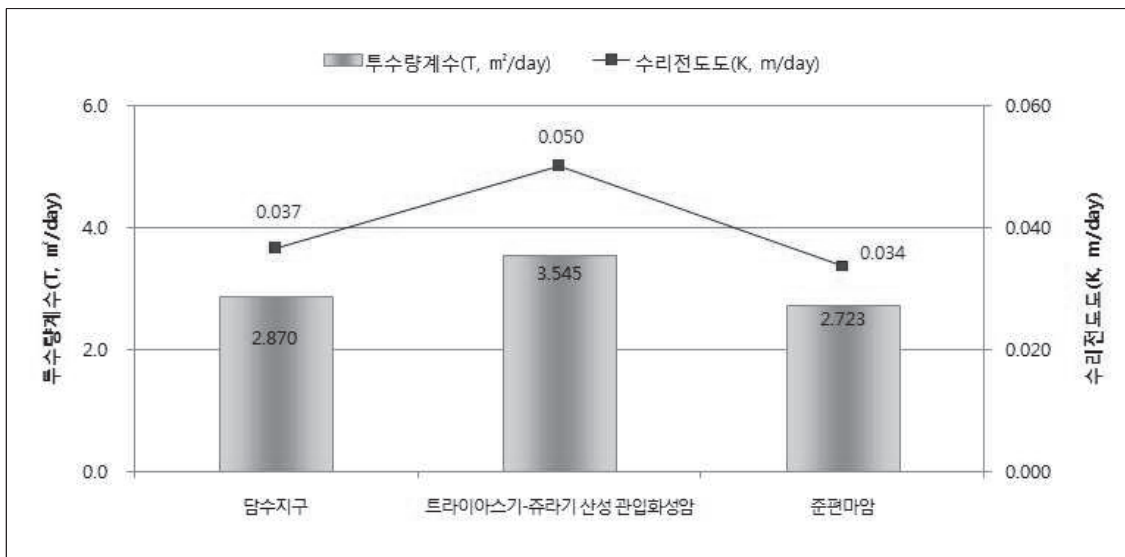
¹⁾트-쥬 산성관입화성암=트라이아스기-쥬라기 산성관입화성암



<그림 3-1-8> 수문지질별 지하수 평균심도 및 양수량



<그림 3-1-9> 수문지질별 투수량계수 및 수리전도도(산술평균)



<그림 3-1-10> 수문지질별 투수량계수 및 수리전도도(기하평균)

3.1.2 부존특성

가. 지하수 함양률 산정

- 지하수의 함양 및 수리특성 파악을 위하여 수자원단위지도의 표준유역을 조사지역 외곽경계로 수정하고 조사지역내 특성을 분석하였다.
- 담수지구의 지하수 함양률 산정은 국가지하수관리 기본계획(국토교통부, 2012), 전라남도 지하수관리계획(전라남도, 2009), 담양군 지하수 기초조사(국토교통부, 2009) 그리고 한국농어촌공사에서 운영 중인 지하수 자동관측망 자료를 활용한 수위강하곡선 분석결과의 평균값으로 함양률을 적용하였다.
- 국가지하수관리 기본계획에서는 조사지역의 중권역과 표준유역에 가장 가까운 관측소에서 산정한 함양률을 활용하였고, 전라남도 지하수관리 계획에서는 중권역별 함양률을 활용하였으며, 지하수 기초조사 보고서에서는 각종 분석기법으로 산정한 함양률의 평균을 활용하였다<표 3-1-9~10, 그림 3-1-11>.

<표 3-1-9> 국가지하수관측망 지하수 함양률

관측소	X(중부원점)	Y(중부원점)	함양률	대권역	중권역
광주운정	194666.6108	292486.9868	9.18	영산강	영산강상류
담양담양	197795.4626	301429.9773	9.32	영산강	

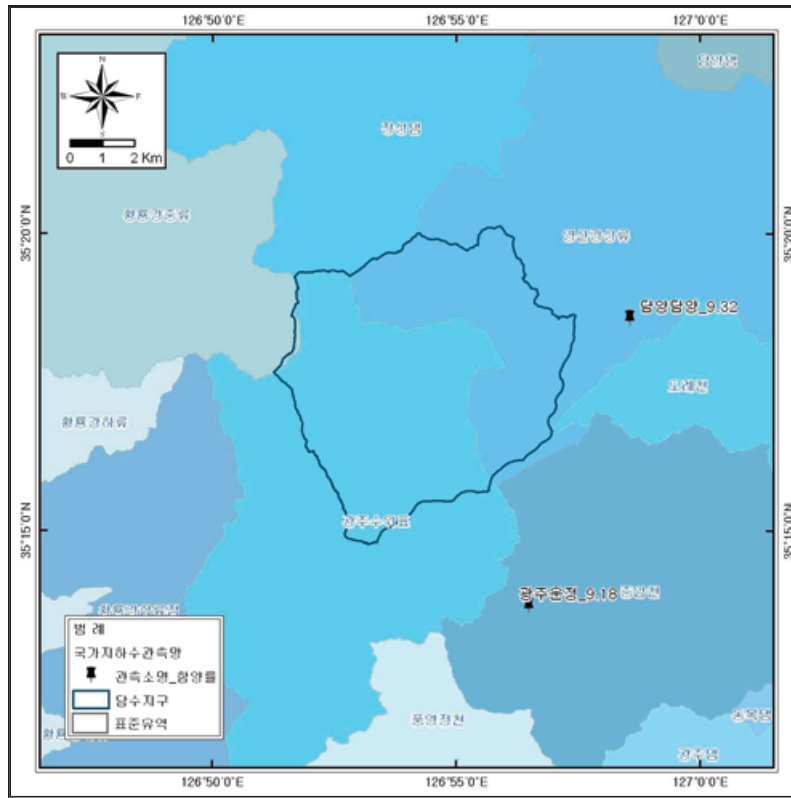
※국가지하수관리 기본계획(국토교통부, 2012)

<표 3-1-10> 담수지구 지하수 함양률

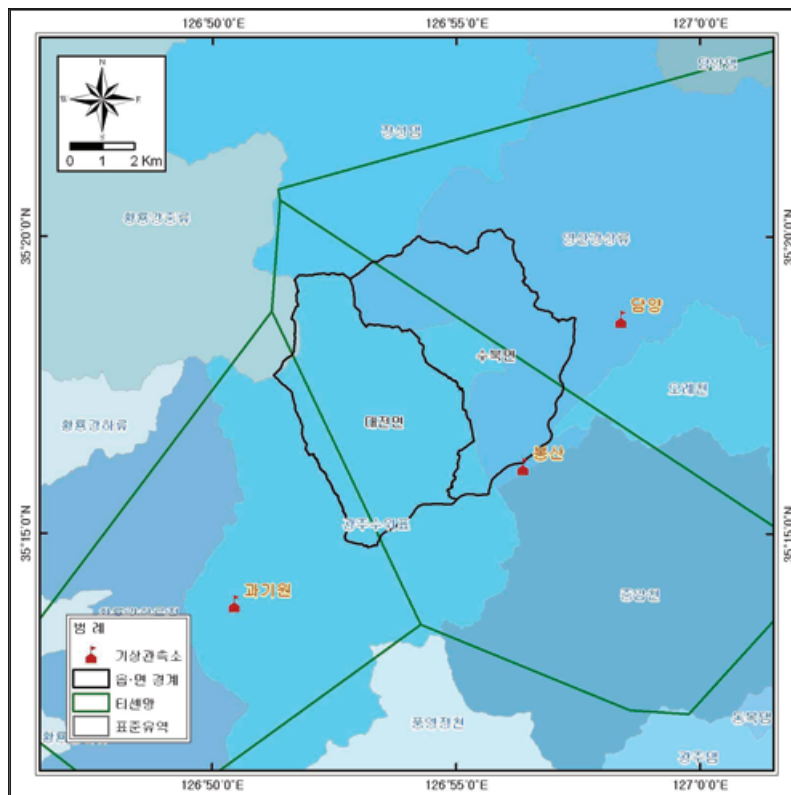
(단위 : %)

중권역	표준유역	지하수관리계획		지하수 기초조사	지하수위 강하법	적용 함양률
		국가	전라남도			
영산강상류	광주수위표	9.25	13.83	14.5	14.23	12.9525
	영산강상류	9.25	13.83	14.5	14.23	12.9525

※자료출처: 국가지하수정보센터(<https://www.gims.go.kr>)



<그림 3-1-11> 조사지역 인근 국가지하수 관측망 현황



<그림 3-1-12> 조사지역 Thiessen망도

나. 면적평균 강수량 산정

□ 일반적으로 기상관측소의 강수량은 특정 지점에 한하여 얻어지는 자료로 점(point)강수량을 나타낸다. 이를 면적평균 강수량으로 변환하기 위해서는 해당지역을 대표할 수 있는 평균면적과 조사지역 주변의 여러 기상관측소로부터 얻어진 다년간의 평균강수량 자료를 이용하여 재산정한다. 특정지역의 강수량을 산정하는 방법에 대해서는 여러 가지 논의가 있으나, 보편적으로 산술평균법, Thiessen법, 등우선법 및 삼각법등이 사용되고 있으며, 본 조사에서는 Thiessen 면적평균강수량을 이용하여 산출하였다<표 3-1-11, 그림 3-1-11>.

<표 3-1-11> 표준유역별 Thiessen계수 산정

표준유역명	관측소명	지배면적(km ²)	Thiessen계수
광주수위표	과기원	4.33	0.12249
	담양	0.04	0.00105
	봉산	31.00	0.87646
영산강상류	담양	12.51	0.52309
	봉산	11.41	0.47691

* 자료출처: 표준유역(한강홍수통제소 하천정보센터),
조사지역 티센망도에 의한 티센계수와 상이할 수 있음.

<표 3-1-12> 표준유역 면적평균강수량 산정-광주수위표 (단위 : mm)

연도	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	계
1987	85	52.9	65.8	91.9	72.7	154.8	548	356.2	50.5	85.3	87.9	4.1	1,655.1
1988	28.7	7.7	50.9	60.4	117.2	73.7	289.9	113.3	23.7	3.7	23.3	25.9	818.4
1989	122.5	85.9	67	39.1	34.6	217.5	727.2	377.4	216.6	27	67.9	9.6	1,992.3
1990	51.7	104.7	57.3	83.7	100.1	344.8	192.7	284.9	141.2	25.7	62.3	35.1	1,484.2
1991	28.7	45.1	100.2	171.4	29.7	213.8	461.3	154.4	185.9	3.2	33.8	53	1,480.5
1992	15.4	25.1	67.2	68.1	110.5	48.5	233.4	232	183.8	26.2	29.7	58.2	1,098.1
1993	25.2	66.6	81.3	24.6	114	130.9	300.1	423.3	35.4	58.6	79.4	32.7	1,372.1
1994	30.7	32.4	35.7	43.3	86.6	65.8	78.8	224.6	39	82.4	32.5	24.6	776.4
1995	42.3	34.9	28.1	111.7	75.5	96.4	110	151.4	40.5	17.2	35.1	21.3	764.4
1996	32.9	11.8	127.4	38.4	37.4	302.9	186.3	261.7	66.1	60.7	112.4	30.8	1,268.8
1997	19.3	43.6	68.3	82.1	101.6	177.2	358.3	381.9	22.8	14	136.4	73.7	1,479.2
1998	41.3	44.4	78.2	124.2	136.9	369.6	210.9	531.2	315.7	57.4	30.9	2.3	1,943.0
1999	41	34.9	111.9	44.9	106.9	135.4	220.7	287.1	281.7	126.2	22.1	16.9	1,429.7
2000	20.8	9.6	18.5	12.2	32.9	232.2	301.9	481.9	231.4	36.5	49.8	4.6	1,432.3
2001	55.6	87.1	22	39.8	20.3	243.6	248.3	100.3	128.2	76.4	14.6	53.9	1,090.1
2002	93.6	13.2	46.8	109.2	92.7	110.9	219.6	601	100.8	42.5	34.8	33.5	1,498.6
2003	48.9	54.8	58.1	249.7	141.2	142.8	585.9	398.4	208.1	38.4	34.7	34.3	1,995.3
2004	23.1	52.1	33.9	59.9	97.3	180.8	348.1	523.4	247	3.6	65.2	29	1,663.4
2005	8.8	38.9	65.1	84.6	72.7	169.9	264.2	310.3	116.2	16.1	42.2	45.1	1,234.1
2006	17.6	52.9	12	74.3	189.5	178	468.4	247.3	41.4	16	39.4	38.2	1,375.0
2007	5.7	31.4	94.5	29.9	108.7	67.1	212.2	355	467.7	79.8	1.8	44.8	1,498.6
2008	32.3	10	38.5	49.8	159.1	256.7	186.8	92.5	32.2	5.8	33	9.7	906.4
2009	24.3	61.8	47.7	29.4	120.2	190.7	577.8	253.3	24.9	34.6	27.5	40.7	1,432.9
2010	33.1	130.5	65.9	117	102.3	41.1	486.9	424.9	135.5	47	8.2	29.6	1,622.0
2011	6.3	66.1	18.8	101.9	123.4	110.3	260.4	321.2	13.5	19.7	143.2	10.6	1,195.4
2012	13.2	14.4	93.3	84.9	42	55.5	352	460.1	250.4	79.6	48.5	72	1,565.9
2013	18.2	47.3	75.6	63.5	89.5	85.8	280.3	215	80.2	27	81.1	15.7	1,079.2
2014	8.9	6.1	100.5	60.8	52.3	44.7	236.8	317.4	94.9	114	86.3	35.6	1,158.3
2015	42.5	20.8	37.7	146.1	50.4	123.6	155.6	112.1	112.9	99.0	133.8	66.6	1,101.0
2016	43.1	50.8	70.1	200.0	106.7	101.8	320.1	60.4	282.4	214.6	25.1	46.6	1,521.6
평균	35.4	44.6	61.3	83.2	90.8	155.6	314.1	301.8	139.0	51.3	54.1	33.3	1,364.4

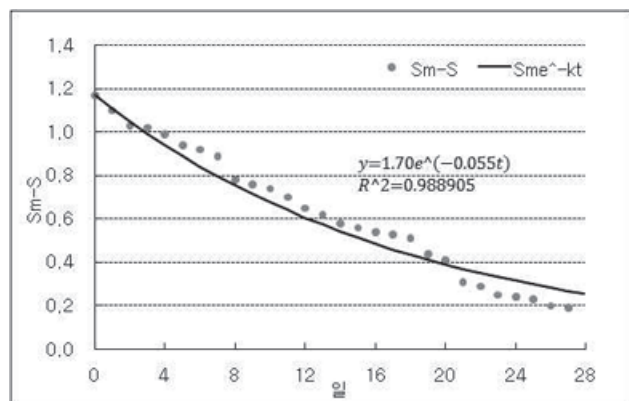
<표 3-1-13> 표준유역 면적평균강수량 산정-영산강상류 (단위 : mm)

연도	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	계
1987	84.9	55.1	56.1	86.2	68.3	152.2	540.4	336.9	44.2	78.1	74	3.1	1579.5
1988	26	5	45.5	57.5	116.5	64.4	318.3	97.2	20.2	2.6	32.1	20.7	806
1989	124.6	75.5	80.9	28.3	27.9	183.4	539.7	217.3	211	30	72.8	10.5	1601.9
1990	65.8	100.9	50.8	67.3	94	322.9	201.8	196.8	70.8	7.7	43	20.9	1242.7
1991	18.5	51.5	88.3	152.1	27	203.1	383.9	152.1	213.3	0.9	24.2	59.8	1374.7
1992	18.2	33	61.4	57.5	80.6	44.5	217.2	269.2	153.4	27.9	33.6	56.6	1053.1
1993	24.6	66.4	54.7	17.3	112.7	150.2	255.9	331.9	41.2	51.3	76.8	30.3	1213.3
1994	31.8	28.3	34.9	22.6	61.2	98.4	52.2	147.6	40.5	103.8	32.1	23.4	676.8
1995	54.4	34.9	29.1	129.3	71.4	84.4	110.3	199.9	132.8	19.8	31.4	18	915.7
1996	34.2	15.9	136.6	44.6	42.1	281.6	86.3	165.1	50.2	81.5	85.3	46.1	1069.5
1997	23.9	52.8	40.6	69.4	127.4	235	422	374.7	24.5	9.3	129.6	70.3	1579.5
1998	42.7	43.4	89.3	118.3	101.7	367.9	238.9	520.6	305.1	59.3	26.8	3.2	1917.2
1999	42.1	41.6	102.9	50	121.4	135.9	202.8	249.8	247.7	121.1	20.9	16.3	1352.5
2000	0	0.1	6	16.3	32.1	275.3	283	371.5	158.7	34.9	38.1	0.3	1216.3
2001	52	91.3	43	33.6	16.4	171.9	213.3	92.3	89.4	63.9	10.8	61.7	939.6
2002	120	12.2	53.7	108.4	80.8	88.6	175.3	602.7	81.3	33.4	30.2	65.7	1452.3
2003	90.9	63.3	49.4	237.2	136.8	125.3	641.8	412.4	217.8	35.7	21	39.1	2070.7
2004	22.4	72.3	24.7	65.2	108.5	164.1	233	499.9	186.5	2.4	80.2	28.2	1487.4
2005	0.6	36.4	61.3	63.9	79.7	145.6	303.4	312.2	110.5	13.2	39.2	4.2	1170.2
2006	18.1	50.6	12.8	73.9	163.7	145.6	443	163.6	31	15.1	52	50.5	1219.9
2007	2.4	57.4	97.9	28.1	78.5	70.2	169	335.3	453.3	64.9	1.7	34.3	1393
2008	30.5	7.7	41	53.2	148.2	247.5	259.8	79.5	36	0.2	10.1	4.1	917.8
2009	21	51	52.4	19	126.3	201	542.8	264.5	28.3	35.9	30.2	37.4	1409.8
2010	36.9	128.1	75.4	112.2	133	38	479.3	498.5	143.2	51.2	8.1	24.6	1728.5
2011	1.1	76.3	18.4	118.3	140.2	108	331.7	342.6	15.4	24.4	156.3	11	1343.7
2012	14.8	11.9	94.2	87.8	42.9	52.3	375.6	451.7	252.1	72.8	50.9	68.2	1575.2
2013	19.3	49.5	77.4	75.3	92.3	86.2	298.3	199	75.2	32.4	77.9	19.9	1102.7
2014	7.8	5.4	100.8	68.5	53.6	55.5	236.4	347.1	110	115.3	86.7	36.4	1223.5
2015	42.6	21.0	37.6	145.9	52.8	121.1	165.4	115.1	108.6	104.0	133.4	71.7	1,119.1
2016	43.5	52.6	70.1	204.1	112.6	99.4	331.6	64.0	276.6	211.7	25.4	48.2	1,539.9
평균	37.2	46.4	59.6	80.4	88.4	150.7	301.7	280.4	131.0	50.2	51.2	32.8	1,309.7

다. 지하수 함양률 산정

- 지하수 수위 수문곡선은 시간경과에 따른 지하수 수위의 변동을 나타내는 곡선이다. 지하수 수위 변동요인 중 지하수 수위 상승에 가장 중요한 영향을 미치는 것은 강수의 지하 침투에 의한 지하수 함양이며, 수위 강하에 가장 큰 역할을 하는 것은 하천 배수에 의한 기저유출이다. 실제로 수위상승기간의 수문곡선은 강우의 유형과 침투 특성에 따라 좌우되기 때문에 일정한 유형이 없지만 수위강하 기간에는 일정한 하강곡선 형태를 보여준다. 하강직선의 기울기는 대수층의 배수와 관련된 상수로서 대수층의 특성을 나타내는 것이므로 이를 분석하면 해당 지역의 대수층 비산출율과 지하수 함양계수를 구할 수 있다.
- 금번 조사에서는 농촌지하수관리관측망 장성장성1(암반)의 최근 지하수위 관측자료(2016.08~2017.07)와 강수량 자료를 이용하였다.
- 무강우 상태를 보인 일정기간 동안의 자료를 이용하여 회귀곡선을 작성하고 이를 통해 기울기와 지수승을 산출하여 함양률을 산정하였다. 본 조사 지구의 함양률은 14.23%이다<그림 3-1-13>.

구분	내용	결과
S_{30}	$S_m(1 - e^{-30k})$	1.1500
S_m	지하수위 최대강하	1.1700
K	추세선 기울기	0.0550
α	$C \cdot (S_{30}/S_m)$	0.1423



<그림 3-1-13> 지하수 수위 무강우 일수 산정 및 감수곡선

라. 지하수 함양량 산정

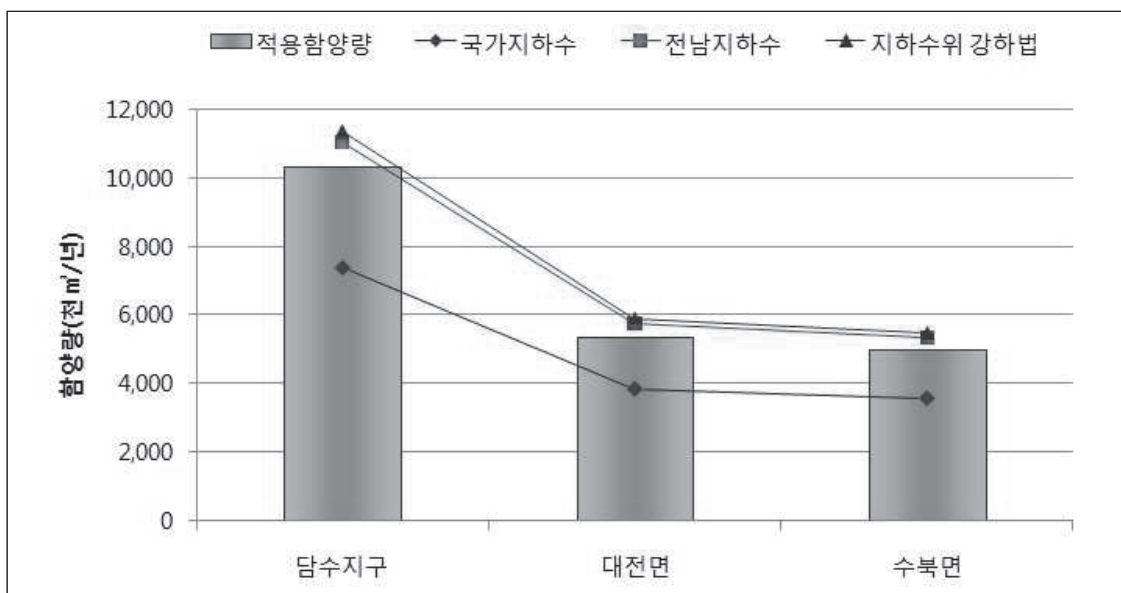
□ 담수지구에서 산정된 30년 면적평균 강수량과 각 분석방법별 함양률 평균값을 이용하여 표준유역별, 읍면별, 리별 함양량을 계산하였다. 적용된 함양률은 광주수위표 12.95%, 영산강상류 12.95%이다. 각각의 함양률, 면적평균강수량, 표준유역 면적을 이용하여 함양량을 계산한 결과, 광주수위표가 6,309.39천m³/년으로 가장 크며, 광주수위표, 영산강상류 순으로 나타났다<표 3-1-14, 그림 3-1-14>.

<표 3-1-14> 유역별 지하수 함양량

(단위 : 천m³/년)

구 분	면 적 (km ²)	면적평균 강수량(mm/년)	국가지하수 관리계획	전남지하수 관리계획	지하수위 강하법	적용함양량
담수지구	59.62	1,337.21	7,404.62	11,070.91	11,391.11	10,368.47
광주수위표	35.70	1,364.41	4,505.84	6,736.83	6,931.68	6,309.39
영산강상류	23.92	1,310.02	2,898.78	4,334.08	4,459.43	4,059.08

*유역면적과 행정구역 면적이 상이하하여 함양량에 차이가 있음.



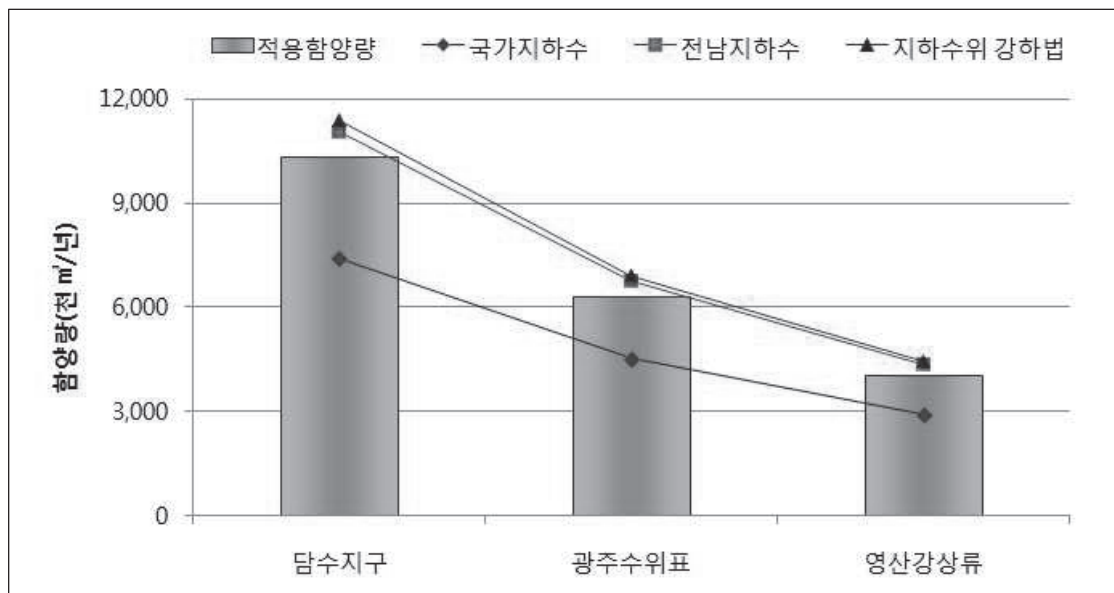
<그림 3-1-14> 표준유역별 지하수 함양량

□ 조사지역의 읍면별 함양량을 분석결과 담수지구에서 대전면이 5,375.63천m³/년으로 수북면의 4,990.84천m³/년 보다 많은 함양량을 보이는 것으로 분석되었다<표 3-1-15, 그림 3-1-15>.

<표 3-1-15> 읍면별 지하수 함양량

(단위 : 천m³/년)

구 분	면 적 (km ²)	면적평균 강우량(mm/년)	국가지하수 관리계획	전남지하수 관리계획	지하수위 강하법	적용함양량
담수지구	59.62	1,337.21	7,404.61	11,070.91	11,391.10	10,366.47
대전면	30.43	1,364.34	3,839.73	5,740.91	5,906.95	5,375.63
수북면	29.20	1,319.92	3,564.88	5,330.00	5,484.15	4,990.84



<그림 3-1-15> 읍면별 지하수 함양량

□ 조사지역의 리별 함양량을 분석결과 대전면 강의리, 성산리, 월본리, 응용리, 태목리, 수북면 개동리, 나산리, 남산리, 대흥리, 수북리, 정중리, 주평리, 황금리 등이 250천m³/년 이하의 낮은 함양량을 갖는 것으로 확인되었다<표 3-1-17>.

<표 3-1-16> 리별 지하수 함양량

(단위 : 천㎥/년)

구 분	면 적 (km ²)	면적평균 강우량(mm/년)	적용 함양률	적용 함양량	
담수지구	59.62	1340.42	12.95	10,366.47	
대 전 면	갑향리	2.25	1364.34	12.95	397.35
	강의리	0.92	1364.34	12.95	163.35
	대치리	2.69	1364.34	12.95	476.09
	병풍리	2.03	1364.34	12.95	358.59
	서옥리	3.91	1364.34	12.95	691.64
	성산리	0.95	1364.34	12.95	167.01
	월본리	1.37	1364.34	12.95	241.31
	응용리	1.09	1364.34	12.95	193.37
	중옥리	2.07	1364.34	12.95	365.48
	태목리	1.49	1364.34	12.95	263.13
	평장리	8.34	1364.34	12.95	1,473.19
	행성리	3.31	1364.34	12.95	585.12
수 북 면	개동리	1.37	1319.92	12.95	234.66
	고성리	1.88	1319.92	12.95	322.12
	궁산리	3.41	1319.92	12.95	582.83
	나산리	0.89	1319.92	12.95	152.79
	남산리	1.42	1319.92	12.95	242.92
	대방리	6.88	1319.92	12.95	1,176.00
	대흥리	0.51	1319.92	12.95	87.05
	두정리	2.85	1319.92	12.95	487.08
	수북리	0.48	1319.92	12.95	82.90
	오정리	2.71	1319.92	12.95	464.00
	정중리	1.64	1319.92	12.95	279.90
	주평리	1.31	1319.92	12.95	224.20
풍수리	2.35	1319.92	12.95	402.53	
황금리	1.47	1319.92	12.95	251.86	

마. 지하수 개발가능량 산정

1) 유역별 개발가능량 분석

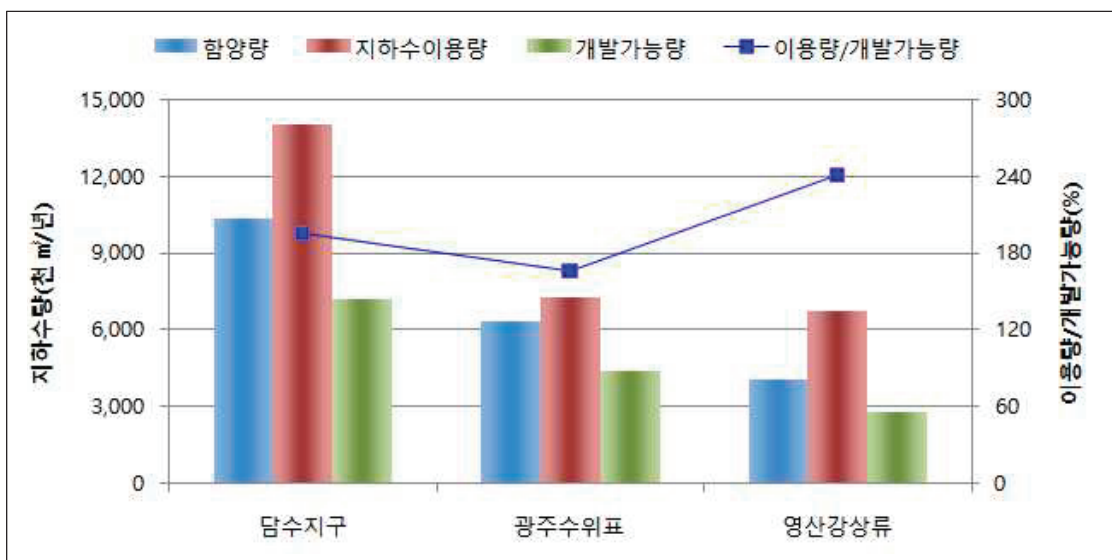
□ 개발가능량은 실측되지 않은 여러 항목을 간접적인 방법에 의해 추정하는 것으로 본 보고서에서는 10년빈도 가뭄강수량을 산정한 후 함양률과 면적을 계산하여 산정하였다. 유역별 개발가능량 대비 이용량은 영산강상류에서 240.81%로 높고, 광주수위표에서 166.35%로 나타났다. 지구 전반적인 개발가능량 대비 이용량은 195.46%로 비교적 매우 높은 수치를 나타내며, 향후 지하수개발을 제한해야 할 것으로 판단된다<표 3-1-17, 그림 3-1-16>.

※ 10년빈도 가뭄강수량(X) ≤ (-1.28 × 표준편차) + 평균강우량

<표 3-1-17> 유역별 지하수 개발가능량

유역	면적 (km ²)	10년빈도 가뭄강수량 (mm/년)	함양량 (천 m ³ /년)	지하수이용량 (천 m ³ /년)	개발가능량 (천 m ³ /년)	이용량/개발가능량 (%)
담수지구	59.62	927.84	10,368.47	14,005.38	7,165.49	195.46
광주수위표	35.70	943.82	6,309.39	7,260.31	4,364.48	166.35
영산강상류	23.92	903.99	4,059.08	6,745.07	2,801.01	240.81

※유역면적과 행정구역 면적이 상이하어 함양량과 개발가능량에 차이가 발생함.



<그림 3-1-16> 표준유역별 지하수 이용량 및 개발가능량

2) 읍면별 개발가능량 분석

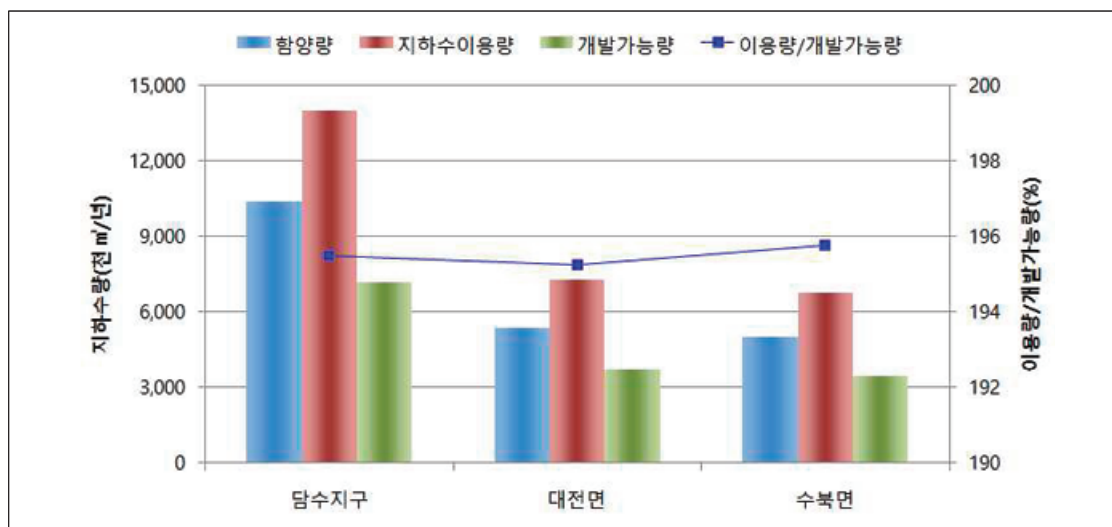
□ <표 3-1-19>과 <그림 3-1-16>은 읍면별 지하수 함양량, 지하수 이용량, 개발가능량, 개발가능량 대 이용량 관계에 대하여 보여주고 있다. 담수지구의 지하수 함양량은 10,366.47천m³/년이고, 지하수 이용량은 14,005.38천m³/년, 개발가능량은 7,164.10천m³/년으로 분석되어 개발가능량 대비 이용량은 195.49%인 것으로 분석되었다.

□ 읍면별 개발가능량 대비 이용량의 비율은 195.25~195.76%의 범위를 나타냄.

- ┌ 최대 : 수북면 195.76%
- └ 최소 : 대전면 195.25%

<표 3-1-18> 읍면별 지하수 개발가능량 산정

읍 면	면 적 (km ²)	10년빈도 가뭄강수량 (mm)	함양량 (천m ³ /년)	지하수이용량 (천m ³ /년)	개발가능량 (천m ³ /년)	이용량/개발가능량 (%)
담수지구	59.62	927.84	10,366.47	14,005.38	7,164.10	195.49
대전면	30.43	943.77	5,375.63	7,260.31	3,718.55	195.25
수북면	29.20	911.24	4,990.84	6,745.07	3,445.55	195.76



<그림 3-1-17> 읍면별 지하수 이용량 및 개발가능량

3.2 지하수 수질특성

3.2.1 오염원 현황

가. 잠재오염원 분류 및 특징

- 정의 : 인간활동에 따라 발생하는 모든 종류의 폐기물, 폐수, 오수가 지하수오염을 유발할 수 있으며, 방치 또는 적절하게 관리되지 않아서 지하수를 오염시킬 수 있는 상태 또는 물질
- 잠재오염원은 점오염원, 비점오염원 및 기타 수질오염원으로 구분할 수 있으며 (수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 제2조), 비점오염원은 선오염원, 면오염원으로 세분할 수 있음
- 점오염원은 오염물질의 유출경로가 명확하고 수집이 쉽고, 계절에 따른 영향이 상대적으로 적은 만큼 연중 발생량 예측이 가능하여 관거 및 처리장 등 처리시설의 설계와 유지 및 관리 등이 용이함
- 비점오염원은 오염물질의 유출 및 배출 경로가 명확하게 구분되지 않아 수집이 어렵고 발생량 및 배출량이 강수량 등 기상조건에 크게 좌우되기 때문에 처리시설의 설계 및 유지관리 등이 어려움
- 점오염원과 비점오염원은 상대적인 개념으로서, 공장을 예로 들면 관거를 통해 수집되어 수질오염방지시설을 통해 처리되는 공장 폐수를 배출하는 공정시설은 점오염원인데 반해, 그 외 처리를 거치지 않고 하천으로 유입되는 강우 유출수를 배출하는 야적장 등 공장부지는 비점오염원임
- 지하수 자원보호 및 수생태계의 건정성 확보를 위해 비점오염물질 저감 등을 위한 비점오염원 대책이 필요한 데, 이는 지하수 분야에만 국한되지 않고, 토지계획이나 도시계획 등 다른 계획과 유기적으로 연관되기 때문에 본 보고서에서는 점오염원으로 범위를 국한함.

나. 환경기초시설

- 환경기초시설이란 환경오염물질 등으로 인한 자연환경 및 생활환경에 대한 위해를 사전에 예방·저감하거나 환경오염물질의 적정처리 또는 폐기물 등의 재활용을 위한 시설·기계·기구 기타 물체 등이 설치된 것을 총칭하는 것으로서, 환경오염방지시설, 하수종말처리장 및 마을하수도 시설, 폐수종말처리시설, 오수처리·단독정화조·축산폐수처리시설·분뇨처리시설·축산폐수공공처리시설, 재활용시설, 폐기물처리시설, 취수시설 및 정수시설 기타 환경부장관이 정하여 고시하는 시설이 해당된다.
- 조사지구내 환경기초시설은 총13개소로 공공하수처리장이 1개소, 소규모하수처리장 12개소 설치·운영되고 있으며, 대전면 8개소, 수북면 5개소가 자리하고 있다<표 3-2-1>.

<표 3-2-1> 환경기초시설

지구	종 류	명 칭	소 재 지	시설용량 (m ³ /일)
담 수 지 구	소규모하수처리장	행정	대전면 행성리106-24	70
	소규모하수처리장	성산	대전면 성산리323-2	50
	소규모하수처리장	고리대	수북면 고성리51-27	40
	소규모하수처리장	월성산	수북면 고성리678-1	30
	소규모하수처리장	계곡	대전면 갑향리225-4	40
	소규모하수처리장	정중	수북면 정중리226-32	45
	소규모하수처리장	중옥	대전면 중옥리137-22	45
	공공하수처리시설	대전	대전면 대치리1135	500
	소규모하수처리장	황금	수북면 황금리361-1	30
	소규모하수처리장	궁암	수북면 고성리501-5	20
	소규모하수처리장	태암	대전면 태목리50-5	45
	소규모하수처리장	강의	대전면 강의리59-4	45
	소규모하수처리장	응기	대전면 응용리 243-10	50

※ 자료출처 : 환경기초시설현황(환경부, 2014)

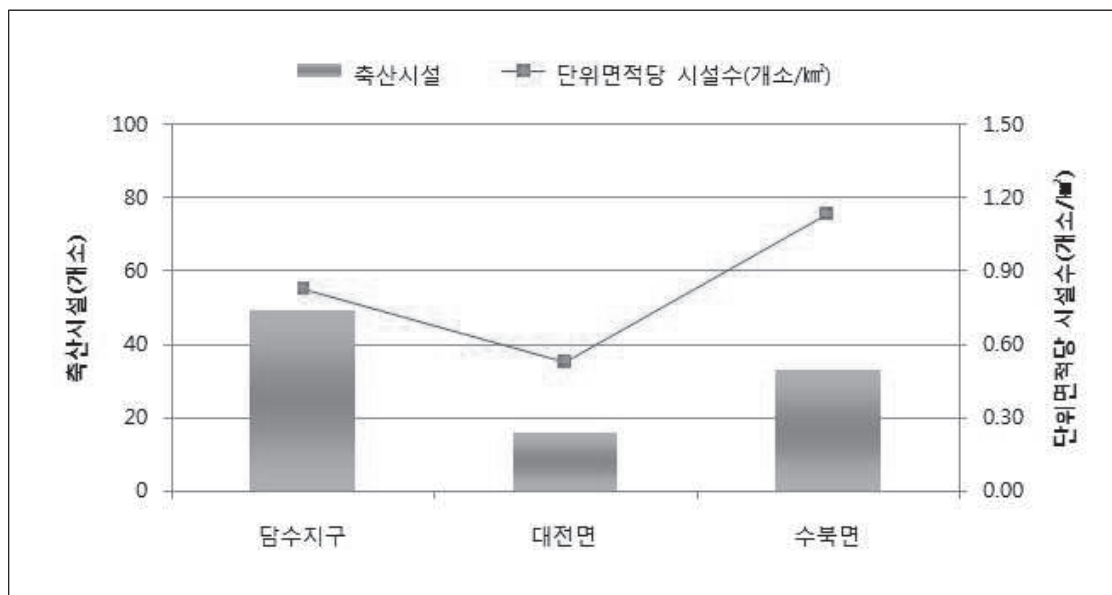
다. 오염시설

1) 점오염원

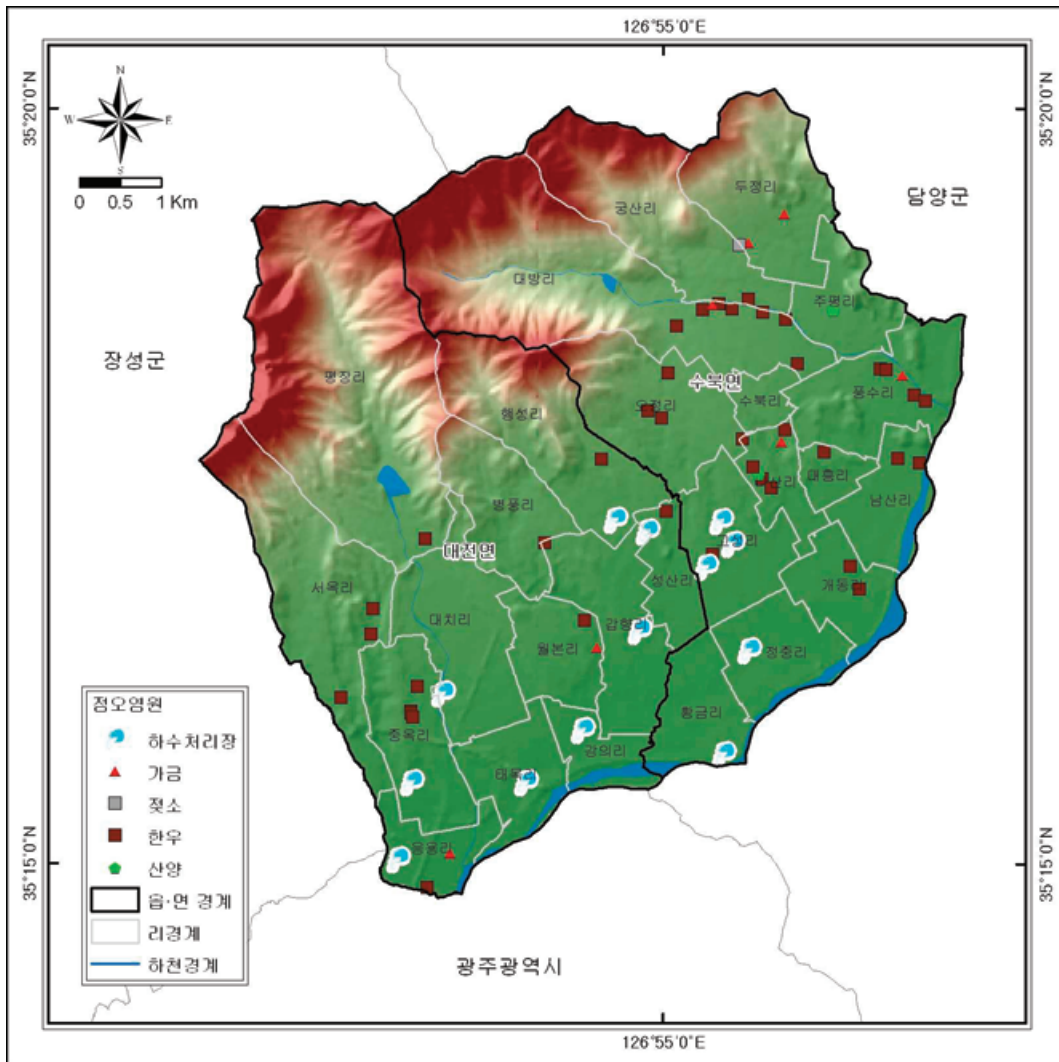
□ 담양군으로부터 제공받은 오염시설 현황자료를 바탕으로 점오염원 중 축사시설에 대해 현장조사를 실시하여 DRASTIC 시스템 구축에 활용하였다. 담수지구 내 축산시설은 총 49개소이며 주요 사육 가축은 한우인 것으로 확인되었다<표 3-2-2>. 단위면적당 시설수는 수북면이 1.13개소/km²으로 가장 많으며 대전면이 0.53개소/km²으로 가장 작다. 담수지구 전체 단위면적당 시설수는 0.82개소/km²이다<그림 3-2-1~2>.

<표 3-2-2> 점오염원 현황 (단위 : 개소)

구분	면적 (km ²)	가금	돼지	젓소	한우	축산시설 소계	단위면적당 시설수 (개소/km ²)
담수지구	59.62	7	2	1	39	49	0.82
담양군	대전면	2	-	1	13	16	0.53
	수북면	5	2	-	26	33	1.13



<그림 3-2-1> 점오염원 시설수 및 단위면적당 개소수



<그림 3-2-2> 환경기초시설 및 점오염원 분포현황도

2) 비점오염원

- 담수지구에 존재하는 비점오염원현황에 대한 자료를 수집하였으며, 수집결과는 <표 3-2-3>에 수록하였다.
- 담수지구내 인구현황은 통계연보에 수록된 리별 인구현황을 참고하였으며, 현황은 아래 <표 3-2-3>에 정리하였다.
- 토지현황은 환경부 환경공간정보서비스에서 제공하는 토지피복도의 논, 밭, 과수원, 활엽수림, 침엽수림, 혼효림, 자연나지, 기타나지 등을 전, 답, 임야, 대지, 기타로 분류하여 사용하였다.
- 오염발생부하량 산정을 위해 『한강수계 오염총량관리계획수립 지침』의 분류방법을 적용하여, ‘전’은 지목별 면적 중 전, 과수원을 합하고, ‘대지’는 대지, 공장용지, 학교용지, 도로, 철도용지, 주차장, 주유소용지, 창고용지, 체육용지, 유원지, 종교용지, 사적지를 포함하였으며, ‘기타’는 그 외의 지목 면적을 합한 면적이다.

<표 3-2-3> 비점오염원 현황

구 분	인 구 ¹⁾ (명)	토 지 ²⁾ (km ²)						
		합 계	전	답	임 야	대 지	기 타	
담수지구	9,043	59.62	3.62	19.35	24.66	5.85	6.15	
담양군	대전면	4,542	30.42	1.82	8.84	13.71	3.16	2.89
	수북면	4,501	29.20	1.79	10.51	10.96	2.69	3.26

1) 통계연보(담양군, 2016)

2) 환경부 환경공간정보서비스(<http://egis.me.go.kr/>)

라. 오염부하량

□ 잠재오염원은 점오염원과 비점오염원으로 대별되며, 점오염원으로는 사람에게 의하여 발생하는 생활오수, 가축사육으로 인하여 발생하는 축산폐수, 공장 등 산업시설에 의한 산업폐수, 내수면 양식에 의한 양식장폐수, 온천장에서 관광객에 의해 발생하는 온천폐수 등이 있고, 비점오염원으로는 토지이용(전, 답, 대지, 임야, 기타)에 따른 우수에 의한 유출수를 대상으로 산출한다<표 3-2-4>.

■ 인자별 발생오염부하량

인구 오염부하량 = $\Sigma(\text{인구수} \times \text{발생원단위})$

가축 오염부하량 = $\Sigma(\text{가축종별 마리수} \times \text{발생원단위})$

토지이용 오염부하량 = $\Sigma(\text{토지지목별 면적} \times \text{발생원단위})$

<표 3-2-4> 비점오염원별 발생오염부하량 원단위

구 분		단 위	BOD	T-N	T-P
인 구	시가지	kg/인·일	50.70	10.60	1.24
	비시가지	kg/인·일	48.60	13.00	1.45
가 축	젓소	kg/두/일	556.00	161.80	56.70
	한우	kg/두/일	528.00	116.80	36.10
	말	kg/두/일	259.00	77.60	24.00
	돼지	kg/두/일	109.00	27.70	12.20
	양,사슴	kg/두/일	10.00	5.80	0.90
	개	kg/두/일	18.00	8.40	1.60
	가금	kg/두/일	5.20	1.10	0.40
토 지 이 용	전	kg/km ² ·일	1.59	9.44	0.24
	답	kg/km ² ·일	2.30	6.56	0.61
	임야	kg/km ² ·일	0.93	2.20	0.14
	대지	kg/km ² ·일	85.90	13.69	2.10
	기타	kg/km ² ·일	0.96	0.76	0.03

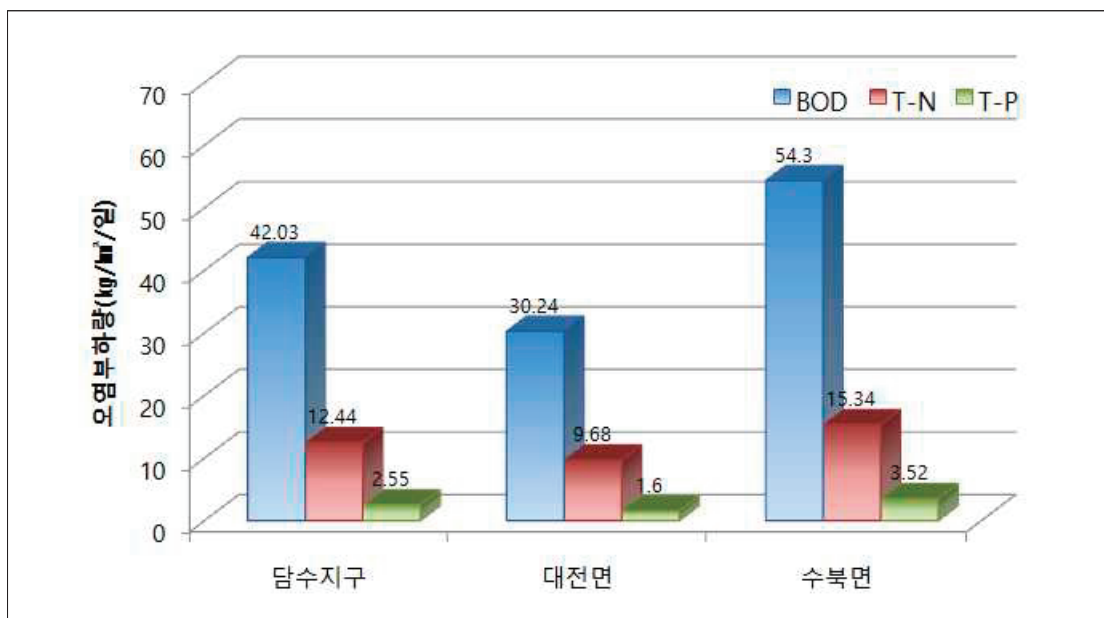
※ 자료출처 : 한강수계 오염총량관리계획수립 지침(환경부, 2014)

□ 오염원별 오염부하량을 계산한 결과 총발생오염부하량은 3,399.86kg/일이다. 오염원 중 가축이용에 따른 오염부하량이 1,930.75kg/일로 가장 크며 토지에 의한 오염부하량은 909.74kg/일로 가장 작은 것으로 조사되었다<표 3-2-5>.

□ 담수지구의 단위면적당 오염부하량은 평균 57.02kg/km²/일이고, 읍면별로는 수북면(73.16kg/km²/일), 대전면(41.52kg/km²/일) 순으로 조사되었다<표 3-2-5>.

<표 3-2-5> 읍면별 오염부하량

구 분	면적 (km ²)	총발생오염부하량 (kg/일)				단위면적당 오염부하량 (kg/km ² /일)				
		소 계	가축	토지	인구	소 계	가축	토지	인구	
담수지구	59.62	3,399.86	1,930.75	909.74	559.37	57.02	32.38	15.26	9.38	
담양군	대전면	30.43	1,263.73	507.97	475.07	280.69	41.52	16.69	15.61	9.22
	수북면	29.20	2,136.13	1,422.78	434.67	278.68	73.16	48.73	14.88	9.55



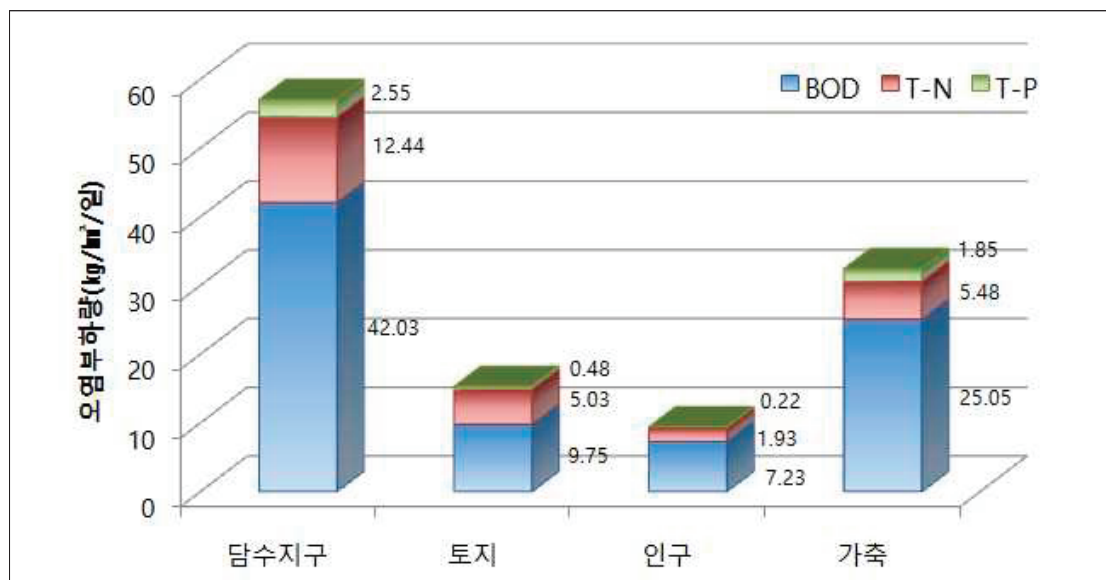
<그림 3-2-3> 읍면별 항목별 단위면적당 오염부하량

□ 오염원별 오염부하량 원단위를 이용하여 계산한 결과 BOD는 2,505.76 kg/일, T-N 742.27kg/일, T-P 151.83kg/일로 나타났다. 축산계로부터 발생된 오염발생량은 BOD의 경우 1,493.36kg/일로 T-N, T-P의 합계보다 3배 이상 높고, 인구의 경우에도 발생하는 BOD 오염부하량이 T-N, T-P의 합계보다 3배 이상 높았다. 토지의 의한 오염부하량은 T-N항목이 BOD보다 1.5배 이상 많이 나타났고 T-P에 의한 오염부하량은 상대적으로 매우 낮은 것으로 확인되었다<표 3-2-6, 그림 3-2-4>.

<표 3-2-6> 항목별 오염부하량

(단위 : kg/일)

구 분	BOD				T-N				T-P				
	소 계	토지	인구	가축	소 계	토지	인구	가축	소 계	토지	인구	가축	
담수지구	2,505.76	581.23	431.17	1,493.36	742.27	299.97	115.34	326.96	151.83	28.54	12.86	110.43	
담양군	대전면	920.22	309.86	216.36	394.00	294.57	150.77	57.88	85.92	48.94	14.44	6.45	28.05
	수북면	1,585.54	271.37	214.81	1,099.36	447.70	149.2	57.46	241.04	102.89	14.1	6.41	82.38



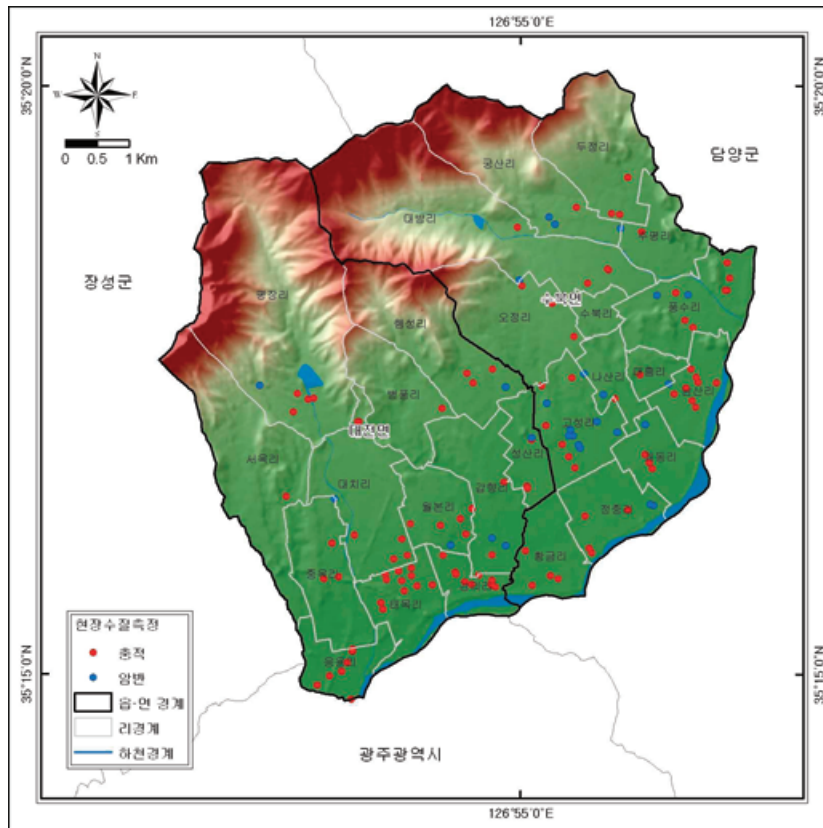
<그림 3-2-4> 오염원별 단위면적당 오염부하량

3.2.2 수질분석

- 담수지구 132지점에서 현장간이수질분석을 실시하였으며 조사항목은 수소이온농도(pH), 전기전도도(EC), 총용존고형물질(TDS), 온도(°C)를 측정하여 조사지역의 수질변동의 추세를 파악하였다<표 3-2-7>.
- 담수지구 지하수의 평균 온도는 17.8°C이며 지역간 평균 0.6°C의 차이를 나타낸다. 수소이온농도의 평균값은 7.0로 지역간 평균 0.4의 차이를 나타낸다. EC값은 평균 270µS/cm이고, 최대값이 451µS/cm으로 비교적 낮게 나타났고, TDS도 평균은 194mg/L, 최대값 302mg/L로 높지 않아, 해안지역에서 나타나는 특징인 EC와 TDS의 이상지점은 없는 것으로 조사되었다.
- <그림 3-2-5>는 간이수질분석을 실시한 관정의 위치이며, <표 3-2-8>은 각 측정위치에서의 간이수질 분석값이다.

<표 3-2-7> 간이수질 분석결과

구분		조사결과(N=132)				
항목	행정구역	최대	최소	평균	중앙	표준편차
T(°C)	담수지구	19.2	16.1	17.8	17.8	0.58
	대전면	19.2	16.9	18.0	18.1	0.48
	수북면	18.6	16.1	17.5	17.5	0.53
pH	담수지구	9.0	5.9	7.0	6.9	0.41
	대전면	9.0	5.9	7.2	7.1	0.48
	수북면	7.4	6.3	6.8	6.7	0.19
EC (µS/cm)	담수지구	451	123	270	264	64.82
	대전면	433	123	262	240	73.30
	수북면	451	162	278	284	54.19
TDS (mg/L)	담수지구	302	58	194	188	57.64
	대전면	301	59	186	169	60.48
	수북면	302	113	202	201	53.59



<그림 3-2-5> 담수지구 간이수질 측정대상공 위치도

<표 3-2-8> 행정구역별 pH, EC($\mu\text{S}/\text{cm}$), TDS(mg/L), T($^{\circ}\text{C}$)

구분		pH	EC($\mu\text{S}/\text{cm}$)	TDS(mg/L)	T($^{\circ}\text{C}$)
담수지구		7.0	270	194	17.8
대전면		7.2	262	186	18.0
대전면	갑향리 325	7.6	238	186	18.2
	갑향리 232-6	9.0	311	241	17.8
	갑향리 325	5.9	125	67	17.9
	갑향리 723	7.1	425	286	17.8
	강의리 228-7	7.0	296	286	17.4
	강의리 233-2	7.1	221	159	18.2
	강의리 79	7.2	214	154	17.8
	강의리 227-1	7.3	241	192	17.7
	강의리 254	6.9	267	301	17.5
	강의리 262	7.0	320	269	17.2
	강의리 59-5	7.0	326	291	17.8
	강의리 263	7.1	205	160	17.8
	강의리 229-8	6.7	195	124	18.4
	강의리 63-1	7.3	188	136	18.1
	강의리 229-6	6.4	173	125	18.2
대치리 40-3	7.1	275	134	17.8	

<표 3-2-8> 행정구역별 pH, EC(μS/cm), TDS(mg/L), T(℃)(계속)

구분		pH	EC(μS/cm)	TDS(mg/L)	T(℃)
대 전 면	대치리 37-5	7.5	361	216	18.1
	대치리 1134	7.4	342	228	19.1
	대치리 36-13	7.3	326	177	18.6
	대치리 458-1	7.2	193	91.2	17.1
	대치리 458-1	7.0	197	94.8	17.7
	병풍리 189-5	6.6	210	139	18.2
	서옥리 72	8.0	315	197	16.9
	성산리 423-12	7.1	253	171	18.7
	성산리 440-3	7.2	329	198	17.7
	성산리 440-5	7.9	347	220	18.1
	성산리 418-3	6.9	381	254	17.1
	월본리 35-3	7.3	396	254	18.2
	월본리 133	7.0	433	281	19.2
	월본리 158-1	6.7	421	282	17.1
	월본리 20-1	7.4	237	151	17.6
	월본리 37-4	6.1	408	261	18.1
	월본리 216	7.4	352	231	18.7
	응용리 246-11	7.5	212	162	18.4
	응용리 257-3	6.8	217	146	18.2
	응용리 258-1	6.9	233	162	18.1
	응용리 249-4	7.6	189	105	18.2
	응용리 266-3	6.9	199	147	18.4
	응용리 257-2	6.6	198	148	18.1
	응용리 253-2	7.8	315	224	18.5
	응용리 254-12	7.1	259	181	18.6
	중옥리 6-1	7.5	225	159	18.4
	중옥리 511	7.2	249	186	18.3
	중옥리 22-4	7.1	369	299	18.2
	중옥리 50-11	6.6	217	136	17.9
	태목리 350-10	7.6	217	162	18.3
	태목리 349-4	7.3	222	152	18.4
	태목리 360-9	7.5	247	145	18.2
	태목리 350-17	6.8	210	144	17.8
	태목리 389	7.6	321	199	17.9
	태목리 388	7.8	251	166	18.4
	태목리 365-10	6.5	188	118	17.7
	태목리 357-4	7.6	220	162	18.7
	태목리 351-4	7.7	235	175	17.9
	태목리 378	8.0	240	158	18.3
	태목리 365-5	7.2	255	155	17.9
평장리 527	7.1	321	297	18.1	

<표 3-2-8> 행정구역별 pH, EC(μ S/cm), TDS(mg/L), T($^{\circ}$ C)(계속)

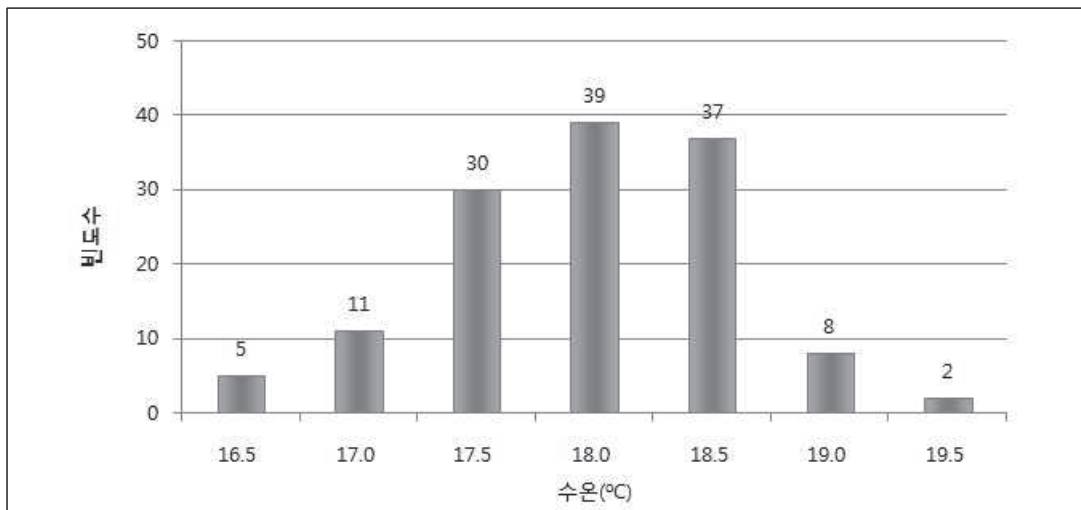
구분		pH	EC(μ S/cm)	TDS(mg/L)	T($^{\circ}$ C)
대전면	평장리 100-1	6.7	184	196	17.6
	평장리 251	6.9	226	243	17.1
	평장리 243-1	6.8	236	251	18.8
	평장리 328	6.7	206	271	17.4
	행성리 459-2	7.3	249	167	18.3
	행성리 441-1	7.1	307	169	18.2
	행성리 15-2	7.5	153	100	18.6
	행성리 370-1	7.2	123	58.7	17.5
수북면		6.8	278	202	17.5
수북면	개동리 542-5	6.9	196	126	16.1
	개동리 618-3	7.0	233	129	17.8
	개동리 642-1	6.8	196	113	17.7
	개동리 705-3	6.5	368	245	17.5
	고성리 600	6.8	358	235	17.4
	고성리 59-16	6.5	292	185	17.6
	고성리 47-6	6.7	284	126	17.8
	고성리 507-1	6.9	342	246	16.9
	고성리 58-5	6.6	346	247	17.8
	고성리 49-37	6.6	295	201	17.4
	고성리 49-3	6.7	326	185	17.9
	고성리 49-17	6.6	307	254	17.5
	고성리 557-11	6.9	382	206	17.8
	고성리 45-2	6.8	280	220	18.4
	고성리 45-22	6.7	225	175	17.8
	고성리 491-3	6.5	266	196	18.1
	고성리 45-15	6.7	314	243	18.2
	고성리 47-5	6.6	295	211	18.0
	고성리 489-1	6.7	244	189	17.5
	궁산리 566-5	6.8	309	211	17.3
	궁산리 308-12	6.8	276	129	18.1
	궁산리 313-3	6.7	264	156	16.8
	궁산리 493	6.5	182	123	16.8
	나산리 33-4	6.7	256	154	18.2
	나산리 476-18	6.9	250	166	17.8
	남산리 506-18	6.8	207	226	17.8
	남산리 516-10	6.8	213	204	17.5
	남산리 507-16	6.7	263	176	17.8
	남산리 883-1	6.8	186	206	17.7
	남산리 508-15	6.8	237	176	18.3
남산리 507-5	6.7	285	143	18.2	
남산리 516-5	6.5	321	221	17.4	

<표 3-2-8> 행정구역별 pH, EC(μS/cm), TDS(mg/L), T(°C)(계속)

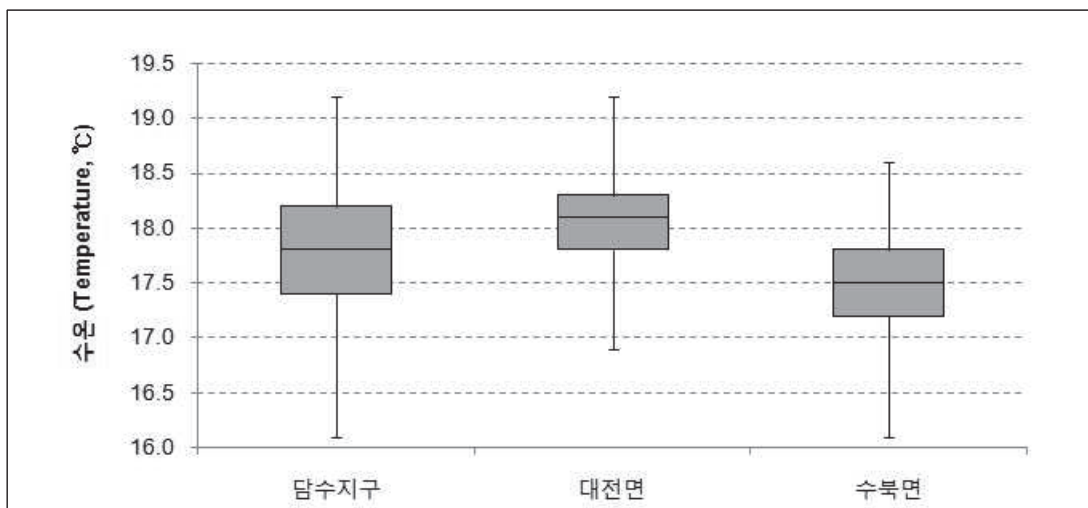
구분		pH	EC(μS/cm)	TDS(mg/L)	T(°C)
수 북 면	남산리 504-9	6.8	263	201	17.6
	대방리 424	6.9	302	254	17.0
	대방리 747-4	6.6	259	158	17.8
	대방리 966	6.6	277	176	17.2
	대방리 966	7.1	285	301	16.9
	대방리 858-1	7.0	276	297	17.6
	대흥리 153-1	6.3	188	123	16.5
	대흥리 174-2	6.4	309	205	16.5
	두정리 327-11	7.2	451	302	18.3
	두정리 327-1	7.4	323	211	18.6
	두정리 328-15	6.7	386	245	17.3
	오정리 148-1	7.0	236	236	16.8
	오정리 135-4	7.0	162	282	17.4
	오정리 143-16	6.9	287	301	17.5
	오정리 24-2	7.1	321	301	17.6
	정중리 220-2	7.0	303	296	16.9
	정중리 813-3	6.7	288	163	17.5
	정중리 232-22	6.8	247	150	17.4
	정중리 826-5	6.7	211	113	17.9
	정중리 826-2	6.7	324	192	18.2
	정중리 815-5	6.7	202	132	17.3
	주평리 825-7	6.6	284	145	17.6
	풍수리 674-75	6.7	272	198	17.2
	풍수리 654-1	6.9	243	272	17.5
	풍수리 665-7	6.9	301	255	17.0
	풍수리 166-1	6.7	312	212	16.7
	풍수리 152-2	6.7	212	154	16.5
	풍수리 155-1	6.7	341	199	16.4
	풍수리 154-3	6.7	307	226	16.9
	풍수리 645-2	6.9	324	255	17.2
	풍수리 638-5	6.8	300	216	17.4
	황금리 642-7	7.0	296	301	17.1
황금리 649-3	6.6	232	132	17.8	
황금리 641-1	6.7	264	171	17.5	
황금리 99-8	6.6	231	146	17.9	

가. 수온 (Temperature, °C)

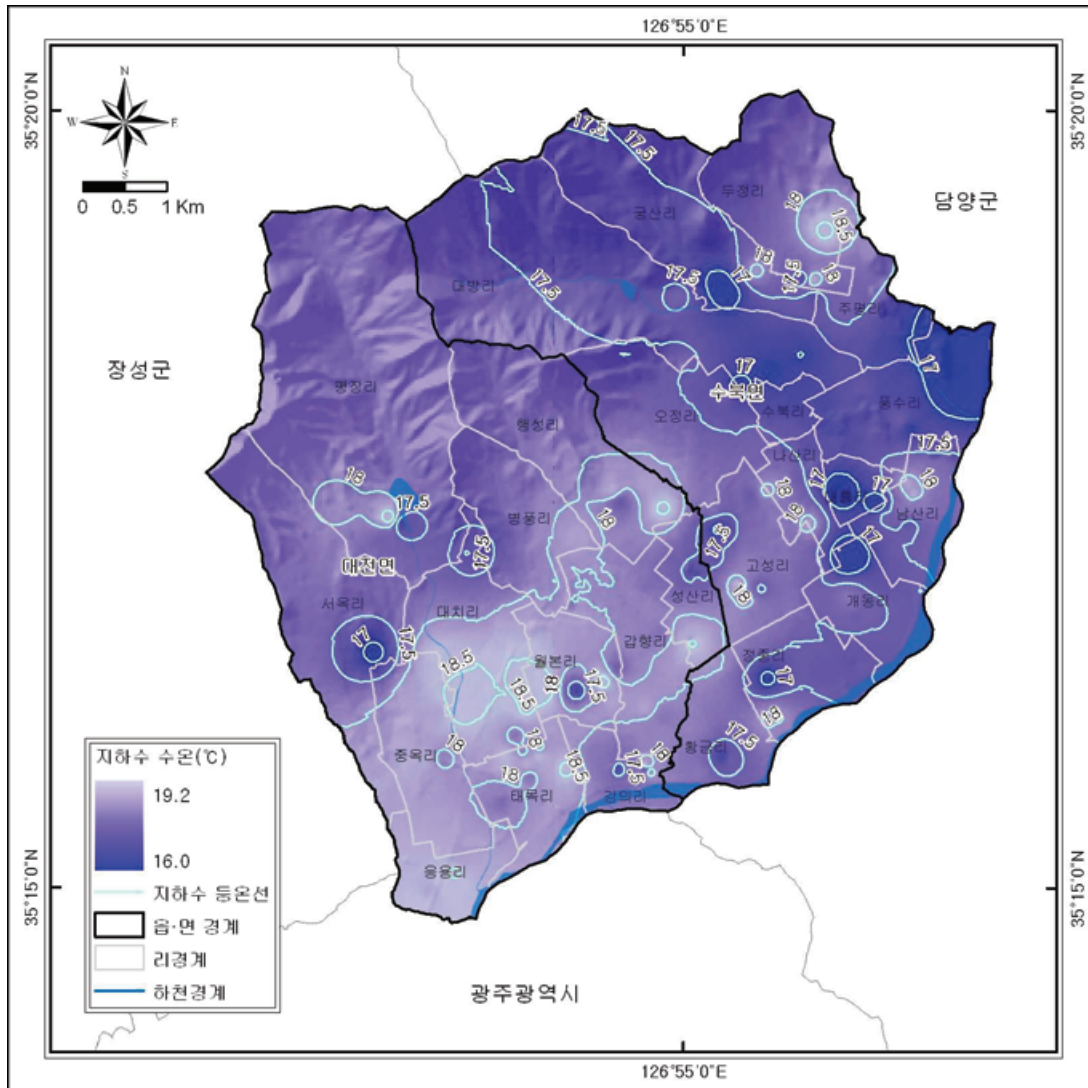
○ 측정된 전체시료의 지하수 수온은 16.1°C~19.2°C의 범위를 보여준다. 빈도분포도를 살펴보면 16.5°C에서 19.5°C까지 온도분포가 다양하다는 것을 알 수 있으며 Box-whisker 다이어그램을 보면 대전면에서 수온이 다소 높게 나타나고 수북면이 상대적으로 낮은 것을 알 수 있다 <그림 3-2-6~7>. 지방하천이 발달한 대전천, 수북천, 증암천 인근에서 수온이 높게 나타나는 양상을 보이지만 특정 지을만한 경향성은 나타나지 않았다 <그림 3-2-8>.



<그림 3-2-6> 담수지구 지하수의 수온(T) 빈도분포도



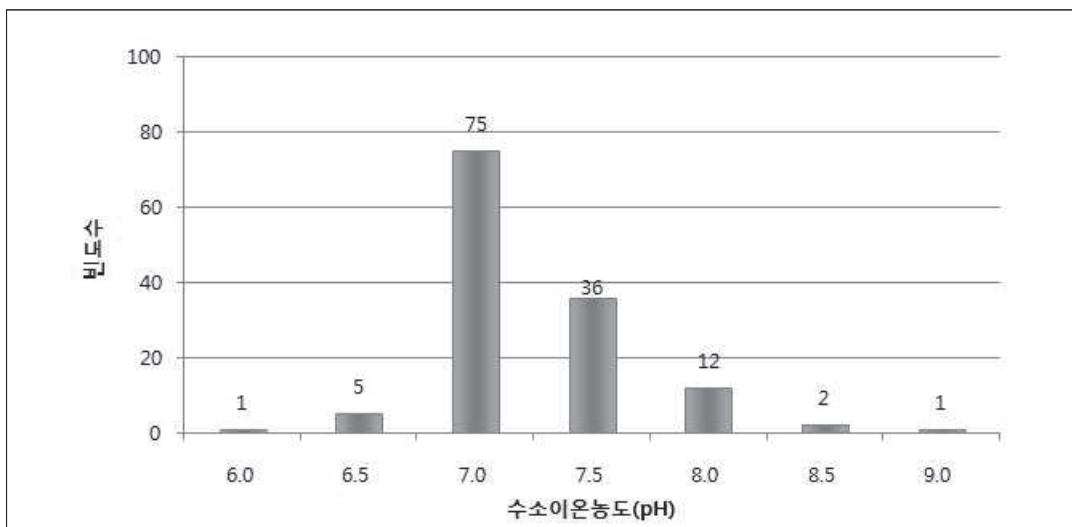
<그림 3-2-7> 담수지구 지하수의 수온(T) Box-whisker



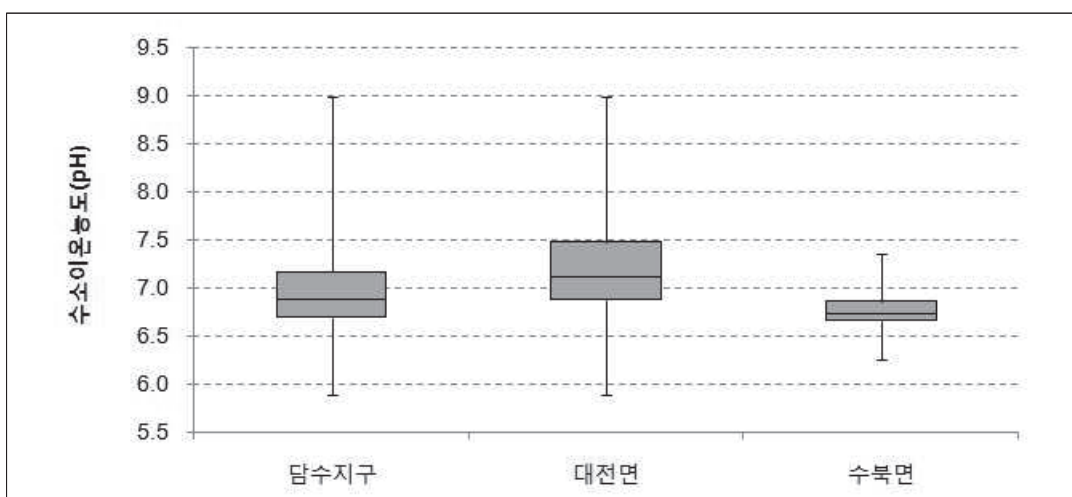
<그림 3-2-8> 담수지구 지하수의 수온(°C) 분포도

나. 수소이온농도 (pH)

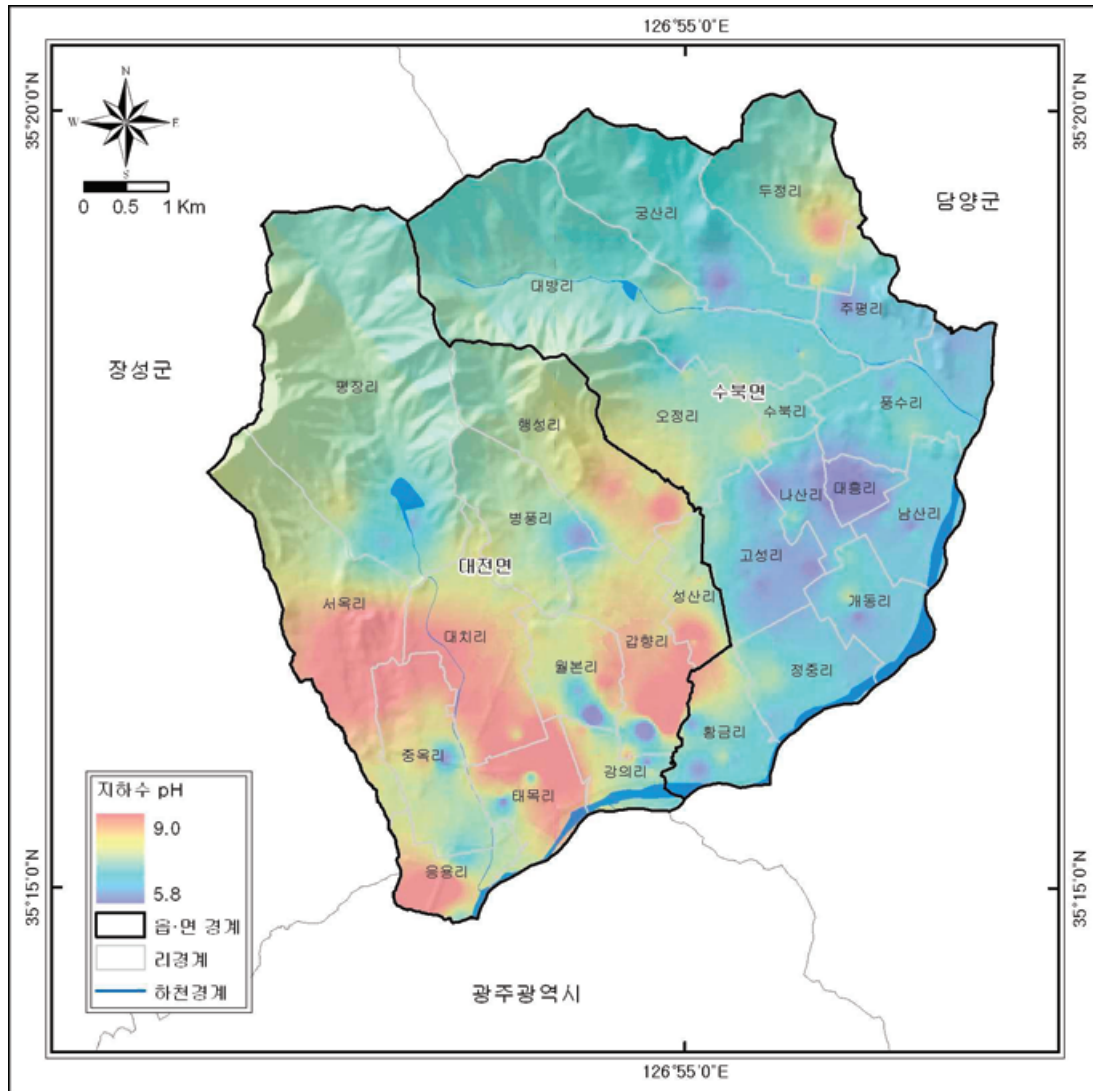
- 담수지구의 수소이온농도는 5.9~9.0의 범위를 갖고, 평균값은 7.0로 중성을 띤다. 빈도분포도를 살펴보면 pH 분포가 7.0~8.0사이에 집중되어 나타나는 것을 확인할 수 있으며 Box-whisker 다이어그램을 살펴보면 대전면에서 다소 높게 나타나고, 수북면에서 상대적으로 낮게 나타나는 것을 알 수 있다<그림 3-2-9~10>. 수온과 비슷하게 지방 하천이 발달한 지역에서 pH가 높게 나타나는 것을 확인할 수 있다 <그림 3-2-11>.



<그림 3-2-9> 담수지구 지하수의 pH 빈도분포도



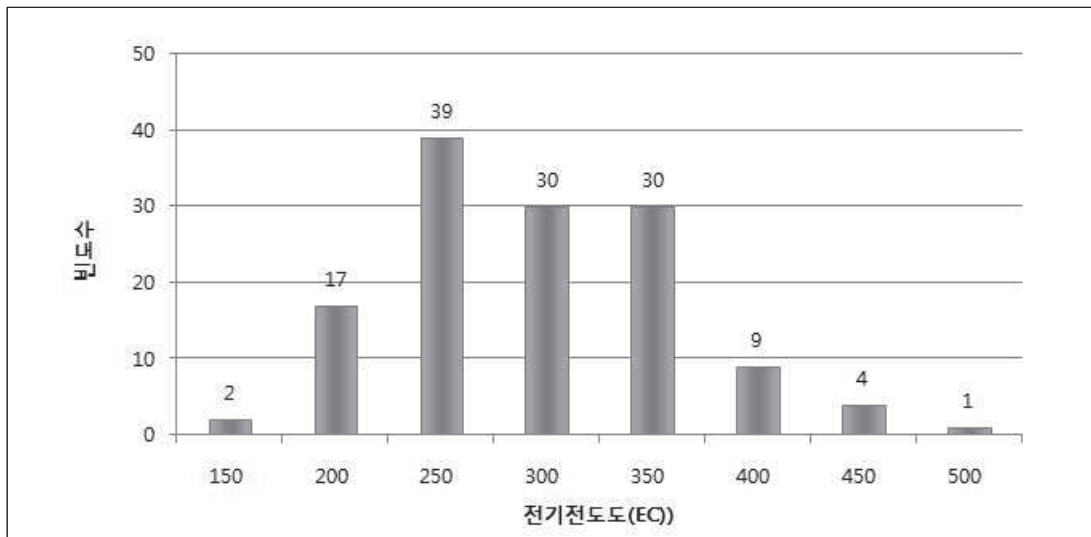
<그림 3-2-10> 담수지구 지하수의 pH Box-whisker



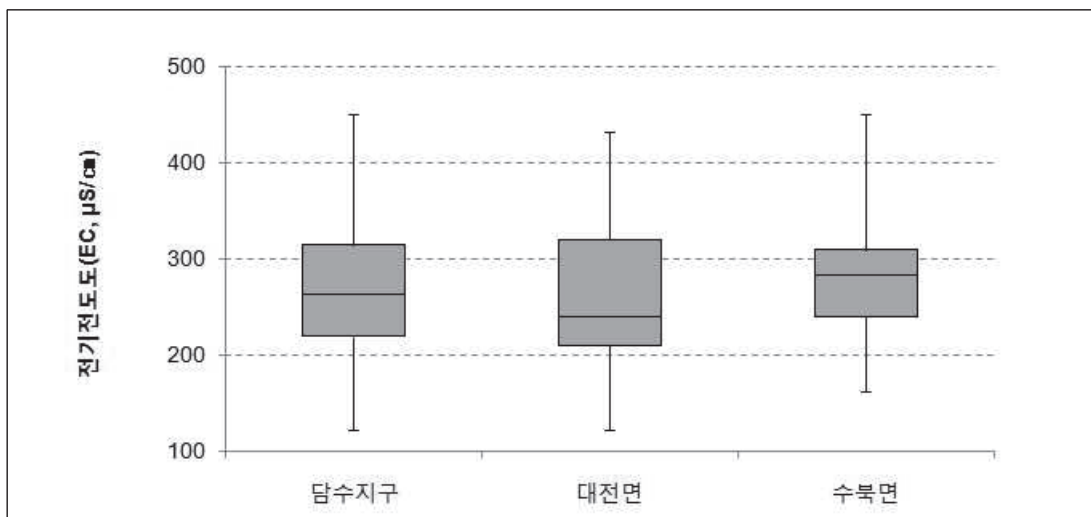
<그림 3-2-11> 담수지구 지하수의 pH 분포도

다. 전기전도도(EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$)와 총용존고형물(TDS, mg/L)

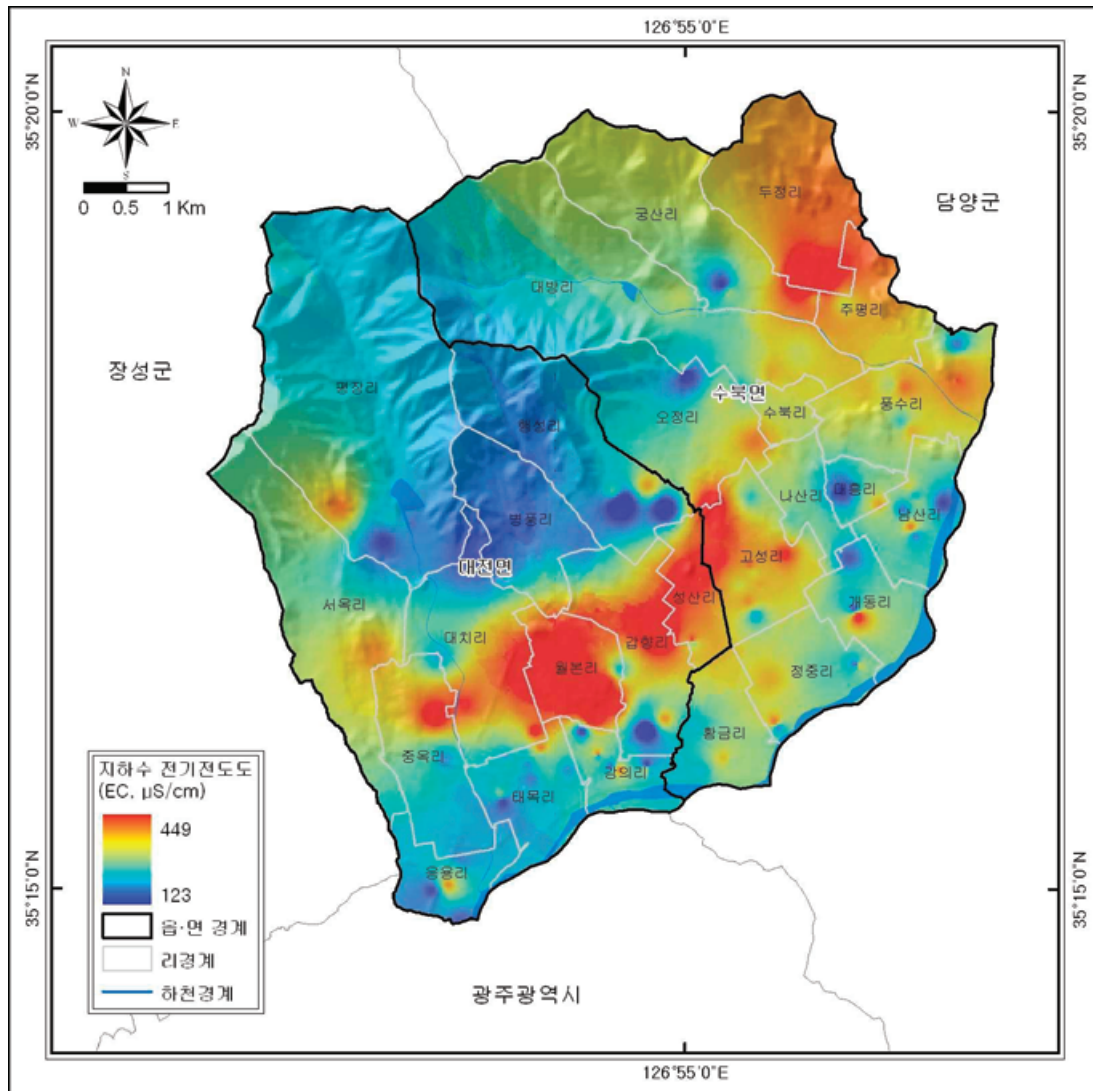
○ 측정된 전체시료의 전기전도도 값은 $123\mu\text{S}/\text{cm} \sim 451\mu\text{S}/\text{cm}$ 의 값을 나타낸다. 빈도분포도를 살펴보면 대부분 $200\mu\text{S}/\text{cm} \sim 400\mu\text{S}/\text{cm}$ 사이에 집중되어 있으며 Box-whisker 다이어그램을 살펴보면 수북면이 다소 높고 대전면이 상대적으로 낮은 것을 알 수 있다<그림 3-2-12~13>. 대전면 월본리와 갑향리의 평야 지역에서 EC가 높은 것을 확인할 수 있으며, 수북면 두정리 일부지역에서도 다소 높게 나타나는 것을 알 수 있다<그림 3-2-14>.



<그림 3-2-12> 담수지구 지하수의 전기전도도(EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$) 빈도분포도

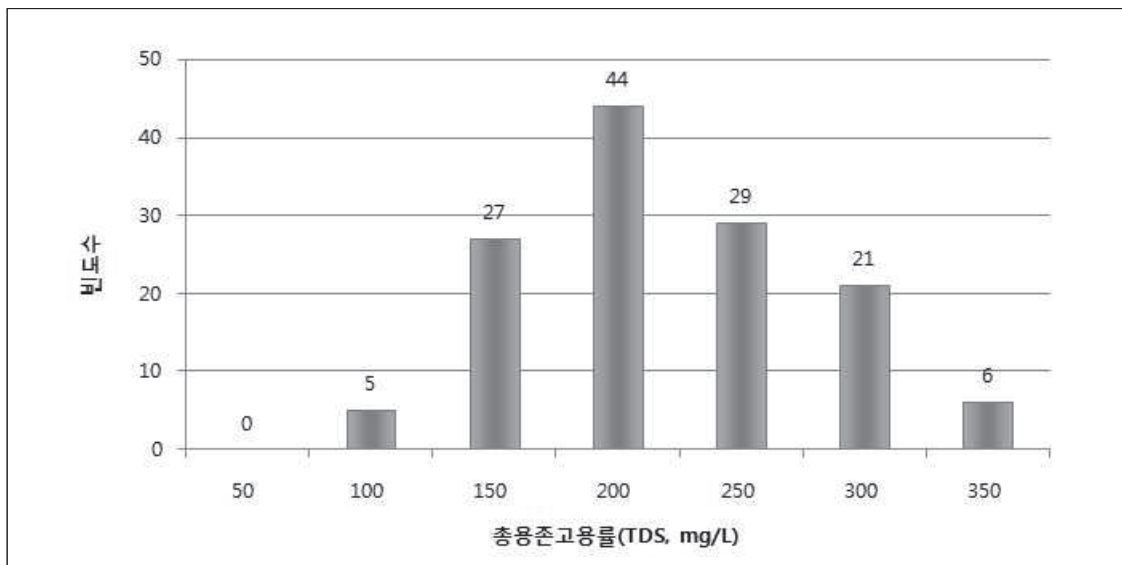


<그림 3-2-13> 담수지구 지하수의 전기전도도(EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$) Box-whisker

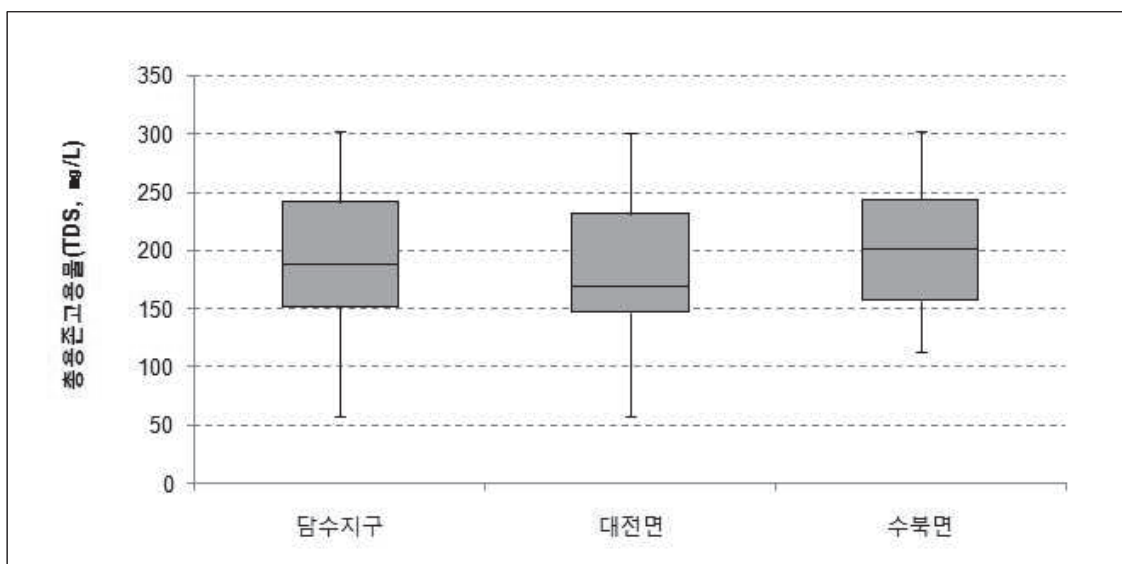


<그림 3-2-14> 담수지구 지하수의 전기전도도(EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$) 분포도

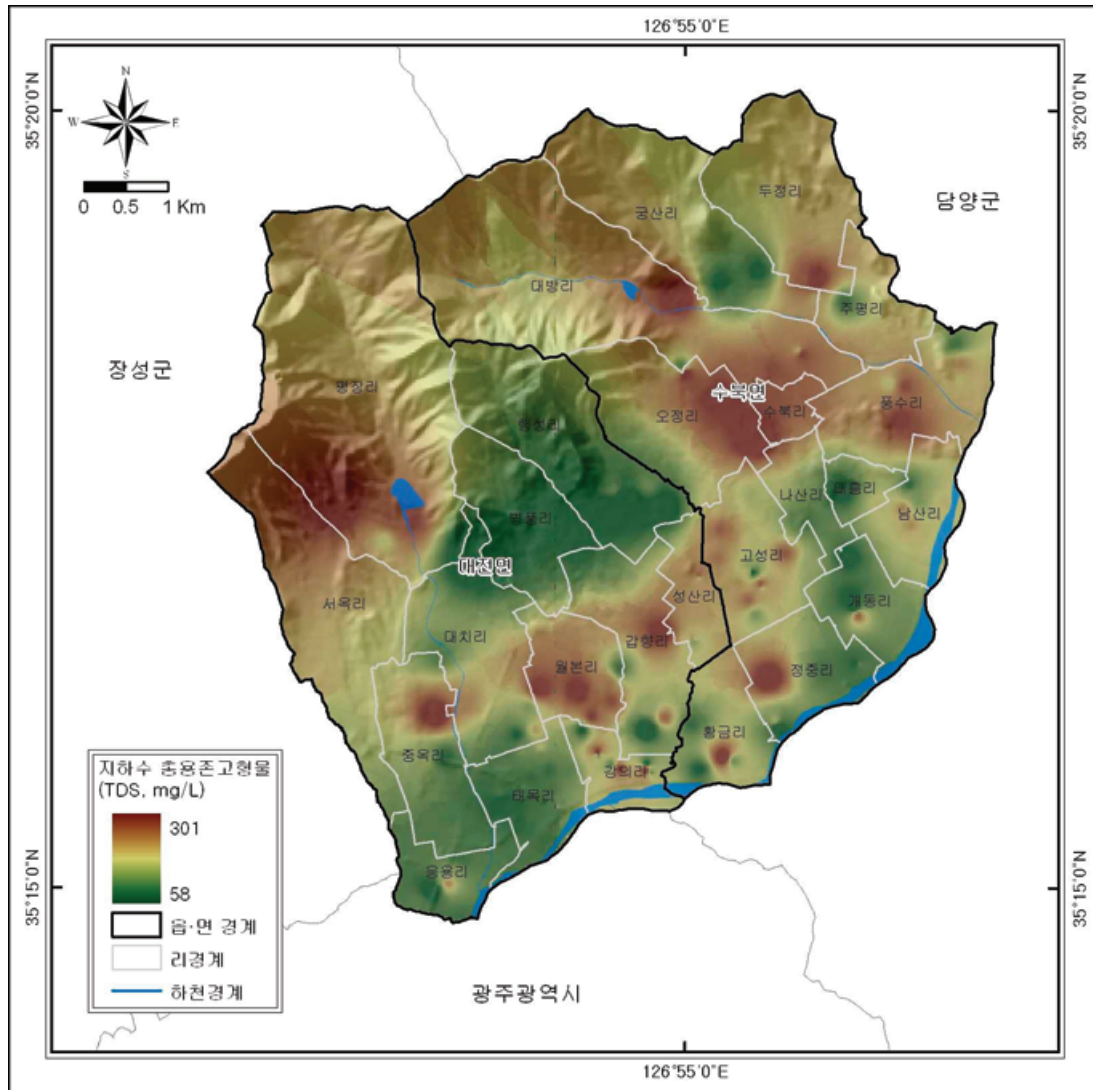
- 측정된 전체시료의 총용존고형물(TDS, mg/L) 값은 58mg/L~302mg/L범위를 보여준다. TDS 빈도분포도를 살펴보면 150mg/L~300mg/L에 집중적으로 분포하는 것을 알 수 있으며 Box-whisker 다이어그램을 보면 수북면에서 다소 높고 대전면에서 상대적으로 낮은 값을 나타내는 것을 알 수 있다<그림 3-2-15~16>. 공간적인 분포는 EC분포 양상과 동일하게 평야지역에서 높게 나타나며, 대전면 일부지역에서 상대적으로 낮은 값이 나타난다<그림 3-2-17>.



<그림 3-2-15> 담수지구 지하수의 총용존고형물(TDS, mg/L) 빈도분포도



<그림 3-2-16> 담수지구 지하수의 총용존고형물(TDS, mg/L) Box-whisker



<그림 3-2-17> 담수지구 지하수의 총용존고형물(TDS, mg/L) 분포도

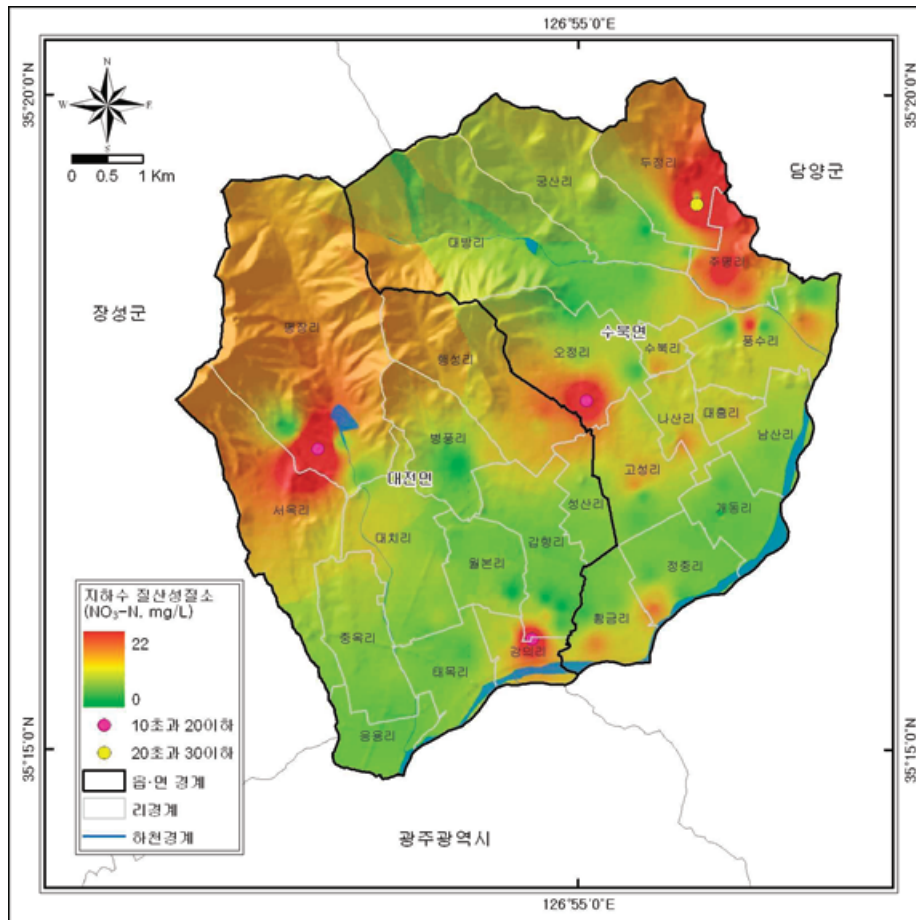
라. 질산성질소 분석 결과

- 농촌지역의 특성상 영농활동에 따른 비료시비나 농약살포, 주거지역에서 발생하는 오수나 분뇨, 가축사육에 따른 축산폐수발생 등이 지하수의 수질오염에 영향을 줄 수 있는 인자이다. 본 조사에서는 주거지역이 밀집된 곳, 오염원이 밀집된 곳에 위치한 관정들을 대상으로 질산성질소 일제조사를 실시하였다<표 3-2-9, 그림 3-2-18>.
- 담수지구 질산성질소 조사는 총 113회 조사하였으며, 1차조사시에 88개소를 조사하여 질산성질소 분포현황을 파악하였고 2차조사시에 질산성질소 농도확인 및 주변오염 확인을 위하여 보조적으로 35개소에서 물시료를 채취하여 수질분석공인기관(신성생명과학원(주))에 의뢰하였다. 질산성질소 분포도 작성 및 통계분석에는 조사시기 차이에 의한 오차를 줄이기 위해 2차조사 결과를 배제하였다. 질산성질소 평균 농도는 3.3mg/L이고 먹는 물 기준치인 10mg/L를 초과하는 관정은 4개소이며 이 중 생활용 및 농업용 기준치인 20mg/L를 초과하는 관정은 1개소이다. 먹는 물 수질기준을 초과하는 관정은 대전면이 2개소, 수북면 2개소이고, 이 중 생활용 및 농·어업용 수질기준을 초과하는 관정은 수북면이 1개소이다. 질산성질소 다일항목으로 담수지구의 수질을 판단하였을 때 비교적 양호 한 것으로 판단된다.

<표 3-2-9> 읍면별 질산성질소 일제조사 분석 현황

(단위 : mg/L)

구분	읍면	질산성질소 일제조사(N=88)						
		개소 (공)	최대	최소	평균	표준 편차	10 초과 (공)	20 초과 (공)
담수지구		88	22.4	0.0	3.1	3.5	4	1
담 양 군	대전면	35	19.8	0.0	2.9	3.7	2	-
	수북면	53	22.4	0.0	3.2	3.5	2	1



<그림 3-2-18> 담수지구 지하수의 질산성질소(mg/L) 분포도

- 질산성질소 농도 10mg/L를 초과하는 지하수관정 4개소와 지하수오염시설 주변의 질산성질소 오염정도를 파악하기 위하여 해당 관정 및 주변 관정을 대상으로 물시료를 채취하여 질산성질소를 분석하였다. 주변관정을 포함하여 총 25개소에서 질산성질소 2차분석자료를 분석한 결과 생활용 및 농업용 기준 질산성질소 농도 20mg/L을 초과되는 관정은 없었으며, 앞에서 언급한 바와 같이 질산성질소에 대한 담수지구의 수질은 매우 양호하다.

- 1차 질산성질소 분석결과 질산성질소 농도 10mg/L을 초과하였지만, 2차 분석결과 10mg/L을 초과하지 않은 지점을 살펴보면 대부분 오염방지시설이 미비하여 외부오염에 취약한 구조이다<그림 3-2-19>. 외부오염물질 유입에 의해 일시적으로 오염된 지하수는 대부분 자연적으로 정화가 되지만 오염이 지속될 시에는 회복이 어려울 수 있으므로 세심한 주의가 필요하다.

<표 3-2-10> 질산성질소 오염 주변조사(2차조사)

관정번호	읍면	리	번지	층적 암반	NO ₃ -N (2차)
WDAM201707826	대전면	강의리	225-5	층적	3.0
WDAM201708085	대전면	대치리	511-2	층적	2.2
WDAM201707352	대전면	월본리	126-13	층적	1.4
WDAM201707982	대전면	응용리	253-2	층적	3.6
WDAM201707763	대전면	중옥리	511	층적	3.8
WDAM201707700	대전면	평장리	106-1	층적	8.3
WDAM201707373	대전면	행성리	459-1	층적	4.6
WDAM201708138	수북면	개동리	641-4	층적	0.9
WDAM201700122	수북면	대흥리	171-2	암반	2.5
WDAM201708652	수북면	두정리	317-12	층적	5.9
WDAM201700115	수북면	오정리	774-16	암반	5.4
WDAM201700117	수북면	오정리	750-9	암반	6.3
WDAM201708612	수북면	풍수리	166-6	층적	2.2
WDAM201707632	대전면	대치리	1134	층적	7.8
WDAM201707308	대전면	월본리	35-3	층적	2.0
WDAM201708079	대전면	응용리	254-12	층적	1.3
WDAM201708061	대전면	중옥리	50-8	층적	2.9
WDAM201700119	수북면	개동리	633-8	암반	0.9
WDAM201708134	수북면	개동리	641-5	층적	1.1
WDAM201708668	수북면	개동리	757-2	층적	0.8
WDAM201708952	수북면	궁산리	360	암반	0.7
WDAM201708423	수북면	남산리	506-18	층적	3.8
WDAM201708484	수북면	남산리	506-7	층적	3.0
WDAM201708617	수북면	풍수리	152-2	층적	불검출
WDAM201708620	수북면	풍수리	152-12	층적	0.8

	
<p>WDAM201700116</p>	<p>WDAM201707171</p>
	
<p>WDAM201707193</p>	<p>WDAM201707224</p>
	
<p>WDAM201707373</p>	<p>WDAM201708490</p>

<그림 3-2-19> 오염방지 취약시설

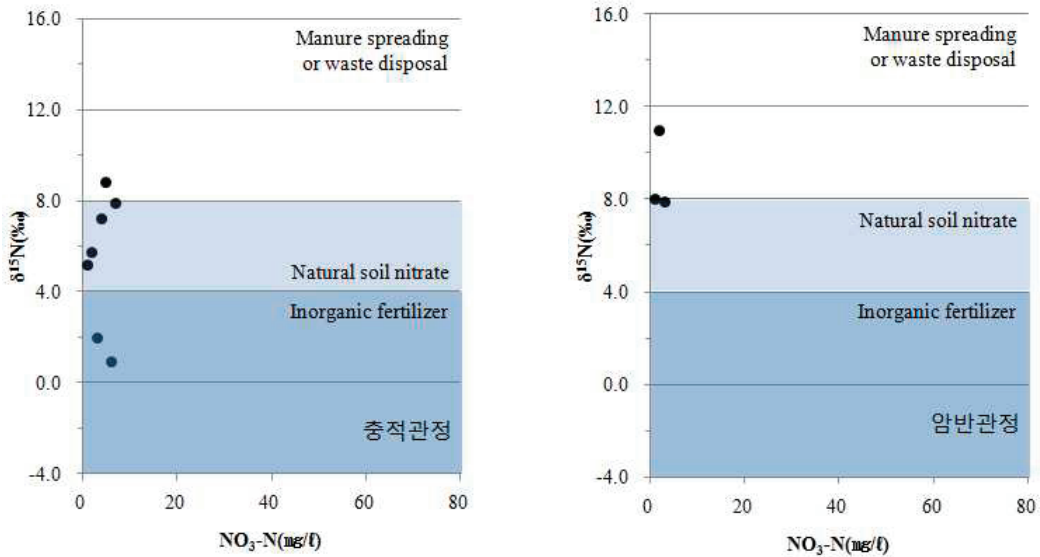
□ 질산성질소는 화학비료, 부패한 동식물, 생활오수, 축산분뇨, 공장폐수 등에서 발생한다. 2차적인 독성은 미생물에 의해서 질산성질소가 아질산성질소로 환원됨으로써 초래된다. 환원된 아질산성질소는 혈류내로 흡수되며, 헤모글로빈과 반응하여 혈액의 산소 전달계 기능을 부분적으로 상실시킨다. 지하수 내 질산성질소는 질산염에 오염된 지표수 또는 상부 토양대 속에 농축된 질산염이 강수에 의해 대수층으로 침투한 것으로 볼 수 있다.

□ 조사지역의 질산성질소 오염 및 지하수 오염에 큰 영향력을 갖는 요인을 알아보기 위하여 질소동위원소 분석을 수행하였다. 지하수 중 질산성질소의 $\delta^{15}\text{N}$ 을 측정하면 그 오염원을 추정할 수 있는데 일반적으로 지하수의 $\delta^{15}\text{N}$ 값은 오염원이 화학비료인 경우는 +4‰이하, 토양유기물인 경우 +4~+8‰, 축산폐수나 생활하수인 경우는 +8~+22‰인 것으로 알려져 있다(Heaton, 1986; Komor and Anderson, 1993; Fogg et al., 1998). 분석을 위한 시료 채취 점으로 총 10개 지점 중 암반층 2개 지점, 충적층 8개 지점으로 그 결과는 <그림 3-2-20, 표 3-2-11>에 나타내었다.

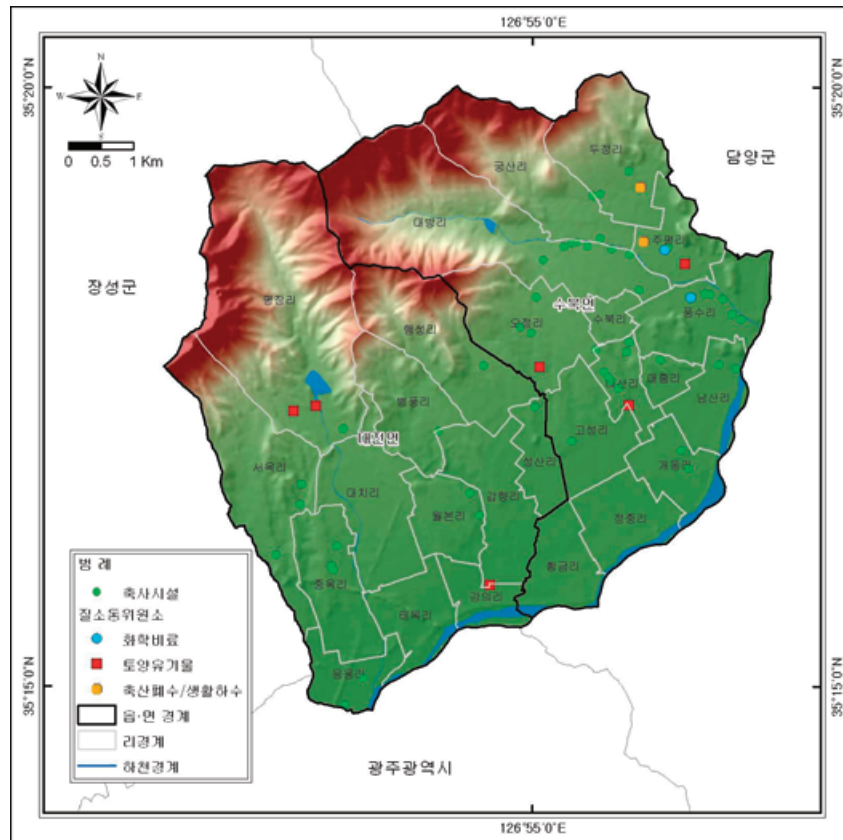
<표 3-2-11> 질산성질소와 질소동위원소 분석결과

구분	조사번호	NO ₃ -N (mg/L)	$\delta^{15}\text{N}(\text{‰})$
충적	WDAM201707688	12.7	5.20
	WDAM201708065	19.8	5.73
	WDAM201708364	7.1	1.95
	WDAM201708577	5.2	7.20
	WDAM201708488	6	8.80
	WDAM201708629	8.7	0.95
	WDAM201709034	6.2	7.87
	WDAM201707869	2.2	8.03
암반	WDAM201708347	22.4	10.97
	WDAM201708986	11.0	7.86

□ $\delta^{15}\text{N}$ 값은 1.0~11.0‰의 범위를 보이고 있으며, 평균값은 6.5‰, 그리고 중앙값은 7.5‰로 나타났다. 암반층과 충적층의 평균 동위원소 분석 값은 각각 9.4‰, 5.7‰로 암반층이 충적층보다 3.7‰ 높게 나타난다.



<그림 3-2-20> $\text{NO}_3\text{-N}$ 과 $\delta^{15}\text{N}$ 의 관계



<그림 3-2-21> 질소동위원소 오염원별 위치도

□ <그림 3-2-20>은 질산성질소의 농도와 $\delta^{15}\text{N}$ 의 관계를 도시한 것이다. 대부분의 지역에서 화학비료, 유기물토양, 생활하수 및 축산분뇨 유래의 $\delta^{15}\text{N}$ 범위에 있다는 것을 알 수 있다. 질산성질소의 유입은 어느 한 곳에서만 유래되는 것이 아니라 복합적으로 다른 유래의 영향도 받는 것으로 판단된다. 따라서 각 지역에 대한 질산성질소의 오염원을 관별하기 위해 Nakanishi(1995)의 계산 방식을 적용하였다.

$$W = X + Y + Z$$

$$aW = bX + cY + dZ$$

W : 지하수의 질산성질소 농도(mg/L)
 X : 화학비료 유래의 질산성질소 농도(mg/L)
 Y : 축산분뇨 및 생활하수 유래의 질산성질소 농도(mg/L)
 Z : 자연토양질소 유래의 질산성질소 농도(mg/L)
 a : 지하수 질산성질소의 $\delta^{15}\text{N}$ 값(‰)
 b : 화학비료 유래의 질산성질소의 $\delta^{15}\text{N}$ 값(‰)
 c : 축산분뇨 및 생활하수 유래의 질산성질소의 $\delta^{15}\text{N}$ 값(‰)
 d : 자연토양질소 유래의 질산성질소의 $\delta^{15}\text{N}$ 값(‰)

□ 실제적으로 질산성질소의 오염원을 파악하기 위해서는 오염원 각각에 대한 배경값을 모두 조사해야 하지만 본 조사에서는 과거에 연구된 값을 적용하였다. 화학비료 기원유래의 질산성질소의 $\delta^{15}\text{N}$ 값(b)은 0‰로 가정하였고, 자연토양에서 유래한 질산성질소의 농도는 0.1mg/L, $\delta^{15}\text{N}$ 값은 2.4‰, 동물성유기질비료에 의한 $\delta^{15}\text{N}$ 값은 22.5‰로 가정하여 적용하였다(학술진흥재단, 2000; 오윤근 외, 1997). <표 3-2-12>은 $\delta^{15}\text{N}$ 에 의한 오염의 기원 구성비로서, $\delta^{15}\text{N}$ 값이 높을수록 축산분뇨 및 생활하수에 의한 기여도가 큰 것으로 나타났다.

<표 3-2-12> $\delta^{15}\text{N}$ 에 의한 오염의 기원 구성비

구 분	관정번호	NO ₃ -N (mg/L) (W)	$\delta^{15}\text{N}(\text{‰})$ (a)	오염기원 구성비 (%)		
				화학비료 (X)	축산분뇨 및 생활하수 (Y)	자연토양 (Z)
층 적	WDAM201707688	12.7	5.2	77.7	21.6	0.8
	WDAM201708065	19.8	5.7	75.7	23.8	0.5
	WDAM201708364	7.1	2.0	90.6	8.0	1.4
	WDAM201708577	5.2	7.2	68.3	29.8	1.9
	WDAM201708488	6.0	8.8	61.9	36.5	1.7
	WDAM201708629	8.7	1.0	95.0	3.9	1.1
	WDAM201709034	6.2	7.9	65.8	32.6	1.6
	WDAM201707869	2.2	8.0	62.4	33.0	4.5
암 반	WDAM201708347	22.4	11.0	54.0	45.6	0.4
	WDAM201708986	11.0	7.9	66.5	32.6	0.9

마. 수질기준(생활용수) 검사

□ 현장 청문조사 및 관정현황 조사시 축사, 시설하우스, 농경지 및 농공단지 주변 등 지하수 수질오염이 취약하다고 판단되는 지역에 대하여 생활용수(19항목) 기준 수질검사를 실시하였다<표 3-2-13, 그림 3-2-22>. 조사대상 35지점 중 1개소에서는 질산성질소이온이 기준치를 초과하였고, 1개소에서 폐놀이가 검출되었으며, 지하수 생활용수 및 기타 수질기준은 <표 3-2-14>에 제시하였다.

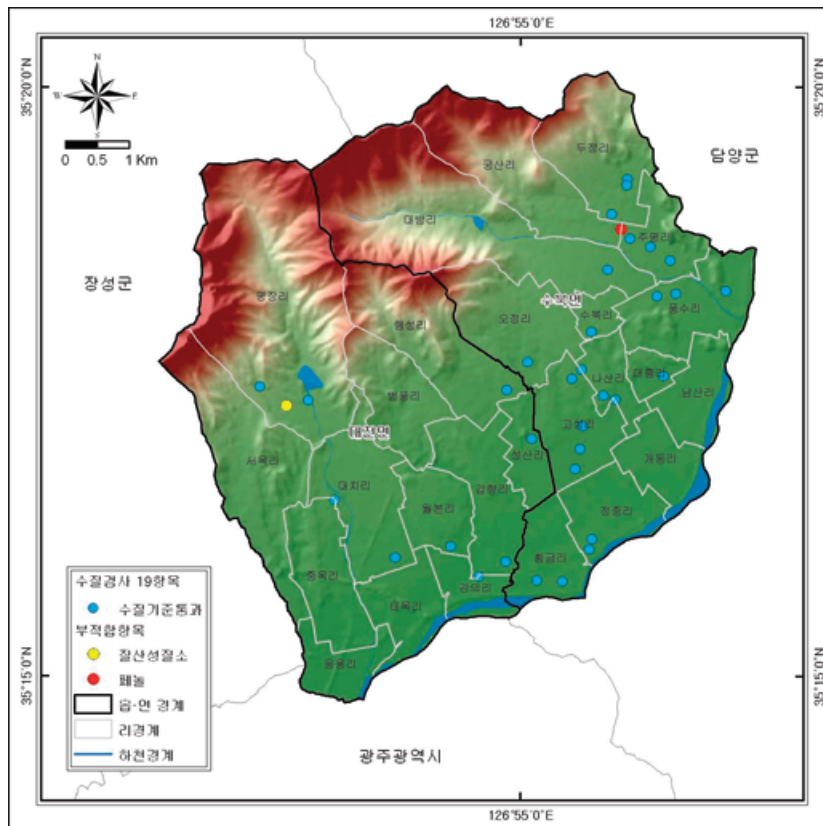
<표 3-2-13> 수질기준(생활용수) 검사 지점 및 채취사유

관정현장조사번호	읍면	리	번지	층적/암반	채취사유
WDAM201709028	수북면	고성리	489-1	층적	공공하수처리시설인근
WDAM201708677	수북면	고성리	49-37	암반	공공하수처리시설인근
WDAM201708994	수북면	고성리	51-2	암반	공공하수처리시설인근
WDAM201708514	수북면	공산리	566-5	암반	수질검사분포상
WDAM201707534	대전면	중옥리	6-1	암반	대전면소재지지역인근
WDAM201707252	대전면	대치리	39-2	층적	기존수질부적합지역인근
WDAM201708041	대전면	월본리	37-4	암반	주거지역인근시설재배단지
WDAM201707688	대전면	강의리	227-1	층적	NO3_N초과지역
WDAM201708065	대전면	평장리	115	층적	NO3_N초과지역
WDAM201707970	대전면	행성리	25	층적	주거밀집지역인근
WDAM201707927	대전면	성산리	418-3	암반	삼산제하류부농경지
WDAM201707538	대전면	갑향리	232-17	암반	시설재배단지밀집지역
WDAM201708364	수북면	풍수리	642-12	층적	공장시설인근지역
WDAM201708610	수북면	풍수리	166-1	층적	청문조사/미산마을
WDAM201709026	수북면	풍수리	638-5	암반	공공하수처리시설인근
WDAM201708096	수북면	정중리	220-17	암반	공공하수처리시설인근
WDAM201708838	수북면	정중리	826-2	층적	영산강인근평야지역
WDAM201700123	수북면	황금리	688	암반	영산강인근평야지역
WDAM201709020	수북면	황금리	646-7	암반	시설재배단지밀집지역
WDAM201708577	수북면	나산리	33-4	층적	나산저수지하류부평야지역
WDAM201708960	수북면	나산리	476-18	암반	축사지역인근
WDAM201709035	수북면	나산리	475-10	암반	축사지역인근

<표 3-2-13> 수질기준(생활용수) 검사 지점 및 채취사유-계속

관정현장조사번호	읍면	리	번지	층적/암반	청문조사
WDAM201708347	수북면	두정리	313-13	암반	NO3_N초과지역
WDAM201708650	수북면	두정리	311-5	암반	청문조사/두동마을하류
WDAM201708940	수북면	두정리	324-8	층적	시설재배단지밀집지역
WDAM201708803	수북면	대방리	114-1	층적	기존수질부적합지역인근
WDAM201708535	수북면	대흥리	156-3	암반	기존수질부적합지역인근
WDAM201708488	수북면	주평리	643-2	층적	주거밀집지역인근
WDAM201708629	수북면	주평리	721-1	층적	주거밀집지역인근
WDAM201709034	수북면	주평리	840-1	층적	주거밀집지역인근
WDAM201708757	수북면	수북리	743	층적	기존수질부적합지역인근
WDAM201708986	수북면	오정리	519-11	암반	NO3_N초과지역
WDAM201708699	수북면	고성리	45-22	층적	공공하수처리시설인근
WDAM201707511	대전면	평장리	161	암반	대전천상류부양식장인근
WDAM201707869	대전면	평장리	248-4	층적	대아제하류부농경지

※ : 수질기준 초과지점



<그림 3-2-22> 수질검사 및 초과지점 분포도

<표 3-2-14> 지하수 생활용수 및 기타 수질기준

항 목	이용목적별	기준			
		먹는물 기준1)	생활용수2)	농·어업용수2)	공업용수2)
일반 오염물질 (5개)	수소이온농도(pH)	5.8~8.5	5.8~8.5	6.0~8.5	5.0~9.0
	총대장균군	불검출	5,000 이하 (균수/100mL)	-	-
	질산성질소	10 이하	20 이하	20 이하	40 이하
	염소이온	250 이하	250 이하	250 이하	500 이하
	일반세균	1ml 중 100CFU이하	-	-	-
특정 유해물질 (15개)	카드뮴	0.005 이하	0.01 이하	0.01 이하	0.02 이하
	비소	0.01 이하	0.05 이하	0.05 이하	0.1 이하
	시안	0.01 이하	0.01 이하	0.01 이하	0.2 이하
	수은	0.001 이하	0.001 이하	0.001 이하	0.001 이하
	유기인	-	0.0005 이하	0.0005 이하	0.0005 이하
	페놀	0.005 이하	0.005 이하	0.005 이하	0.01 이하
	납	0.01 이하	0.1 이하	0.1 이하	0.2 이하
	6가크롬	0.05 이하	0.05 이하	0.05 이하	0.1 이하
	트리클로로에틸렌(TCE)	0.03 이하	0.03 이하	0.03 이하	0.06 이하
	테트라클로로에틸렌(PCE)	0.01 이하	0.01 이하	0.01 이하	0.02 이하
	1,1,1-트리클로로에탄	0.1 이하	0.15 이하	0.3 이하	0.5 이하
	벤젠	0.01 이하	0.015 이하	-	-
	톨루엔	0.7 이하	1 이하	-	-
	에틸벤젠	0.3 이하	0.45 이하	-	-
	크실렌	0.5 이하	0.75 이하	-	-

- 1) 먹는물 수질기준 및 검사 등에 관한 규칙 [별표 1] 먹는물 수질기준
 2) 지하수의 수질보전 등에 관한 규칙 [별표 4] 지하수의 수질기준

피부, 점막 등의 조직을 부식시키는 작용과 신경계에 독성이 있는 유독 물질인 페놀류는 자연상태로는 존재하지 않고, 유류나, 소독제, 합성수지, 의약품 등의 관련 공장 폐수가 지하수로 유입 될 경우 검출되

는 경우가 많다. 또한, 미량의 페놀은 수처리 과정 중 소독처리에 사용되는 염소와 반응하여, 클로로페놀을 형성시킬 수 있고, 내면이 콜타르, 아스팔트 등으로 도장한 철판이 불충분한 건조상태에서 통수시 페놀류를 용출해내는 경우도 있다. 페놀이 검출된 수북면 궁산리에 위치한 WDAM201708514번 관정에 대하여 원인을 찾기 위해 현장조사 및 청문조사를 실시하였다. 조사결과 지하수를 오염시킬 공장이나 유류 누출 등 원인을 발견하지 못하여, 2017년 9월 8일 약 2시간 정도 양수를 실시하여, 지하수위를 안정수위 수준으로 조치한 뒤 시료를 다시 채취하여 재검을 의뢰하였다.

- WDAM201708514번 관정의 페놀 성분에 대한 생활용수질 기준 재검사 결과 “불검출”로 분석되었다. 1차 검사시 페놀 성분이 검출된 것은 시료 채취 당시 작업자의 손이나 장갑, 채취과정에 사용된 호스, 채수병 등이 기름성분에 오염되었거나, 분석과정에서 기기오차 등의 원인으로 사료되며, 차후 다시 수질검사를 실시하여 지하수 수질에 대한 철저한 안정성 검토가 이루어져야 할 것으로 판단된다.
- 수질검사결과 생활용수 수질기준을 초과한 분석지점의 초과항목에 대한 분석결과를 표로 작성하였다<표 3-2-15>. 담양군 대전면 평장리에 위치한 WDAM201708065번 관정은 질산성질소 생활용 및 농·어업용 수질기준을 초과하였다. 주변 환경을 살펴보면 위와 마찬가지로 지하수관정의 오염방지 시설이 매우 미비하여 외부오염에 대해 매우 취약한 구조를 보이고 있다.

<표 3-2-15> 담수지구 수질검사 기준초과지점

조사번호	분석항목		초과항목	관정형태
	pH	질산성질소		
WDAM201708065	5.8	21.5	질산성질소	층적
WDAM201708514	7.0	0.9	1차분석 : 페놀 0.015mg/L	암반
			2차분석 : 페놀 불검출	

마. 양·음이온 분석

1) 시료채취

□ 담수지구 지하수의 수리지구화학적 특성을 규명하고 오염현황을 파악하기 위해 지하수 내에 용존되어 있는 주요 이온성분인 Na, K, Ca, Mg, Cl, HCO₃, SO₄, NO₃의 농도를 분석하였다<표 3-2-17>.

□ 담수지구는 일제조사결과 수질이 비교적 양호한 상태이며, 내륙지역인 지형적 특성으로 해안지역처럼 해수침투의 영향으로 생기는 EC, pH, 이상 지점 보다는 담수지구의 환경적 특성을 알아보기 위해서 지질부토 특성을 고려하여 실시하였다<표 3-2-16, 그림 3-2-23>.

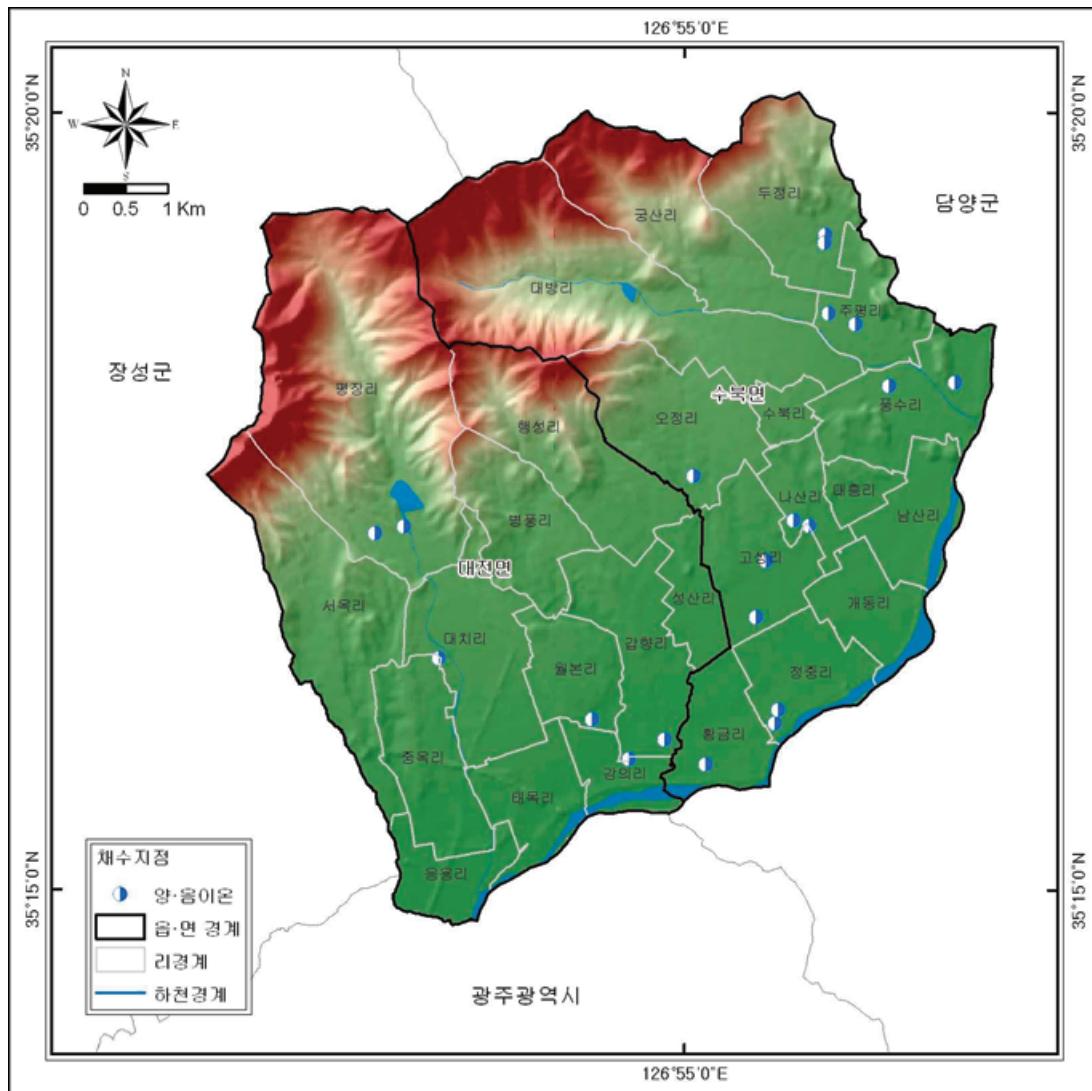
<표 3-2-16> 양·음이온 분석지점 및 채취사유

현장조사번호	읍면	리	번지	층적/암반	채취사유
WDAM201708994	수북면	고성리	51-2	암반	공공하수처리시설 인근
WDAM201707534	대전면	중옥리	6-1	암반	대전면 소재지지역 인근
WDAM201708041	대전면	월본리	37-4	암반	주거지역 인근 시설재배단지
WDAM201707688	대전면	강의리	227-1	층적	NO3_N초과 지역
WDAM201708065	대전면	평장리	115	층적	NO3_N초과 지역
WDAM201707538	대전면	갑향리	232-17	암반	시설재배단지 밀집 지역
WDAM201708364	수북면	풍수리	642-12	층적	공장시설인근 지역
WDAM201708610	수북면	풍수리	166-1	층적	청문조사/미산마을
WDAM201708096	수북면	정중리	220-17	암반	공공하수처리시설 인근
WDAM201708838	수북면	정중리	826-2	층적	영산강 인근평야 지역
WDAM201709020	수북면	황금리	646-7	암반	시설재배단지 밀집 지역
WDAM201708577	수북면	나산리	33-4	층적	나산저수지 하류부 평야지역
WDAM201708960	수북면	나산리	476-18	암반	축사지역 인근
WDAM201708347	수북면	두정리	313-13	암반	NO3_N초과 지역
WDAM201708650	수북면	두정리	311-5	암반	청문조사/두동마을하류
WDAM201708488	수북면	주평리	643-2	층적	주거밀집지역 인근
WDAM201708629	수북면	주평리	721-1	층적	주거밀집지역 인근
WDAM201708986	수북면	오정리	519-11	암반	NO3_N초과 지역
WDAM201708699	수북면	고성리	45-22	층적	공공하수처리시설 인근
WDAM201707869	대전면	평장리	248-4	층적	대아제 하류부 농경지

<표 3-2-17> 양·음이온별 이화학분석결과

(단위 : mg/L)

양 이 온(Cation)						음 이 온(Anion)					
이 온	최소값	최대값	평균	중앙값	표준 편차	이 온	최소값	최대값	평균	중앙값	표준 편차
Na ⁺	9.6	20.7	14.3	14.6	2.9	Cl ⁻	17.1	141.4	87.1	85.4	28.9
K ⁺	0.5	5.2	1.5	0.8	1.4	HCO ₃ ⁻	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
Ca ²⁺	3.9	12.3	6.9	6.7	2.2	SO ₄ ²⁻	2.0	37.0	13.6	9.0	11.8
Mg ²⁺	14.3	48.3	25.9	23.7	9.7	NO ₃ ⁻	10.2	47.1	21.4	19.9	10.5



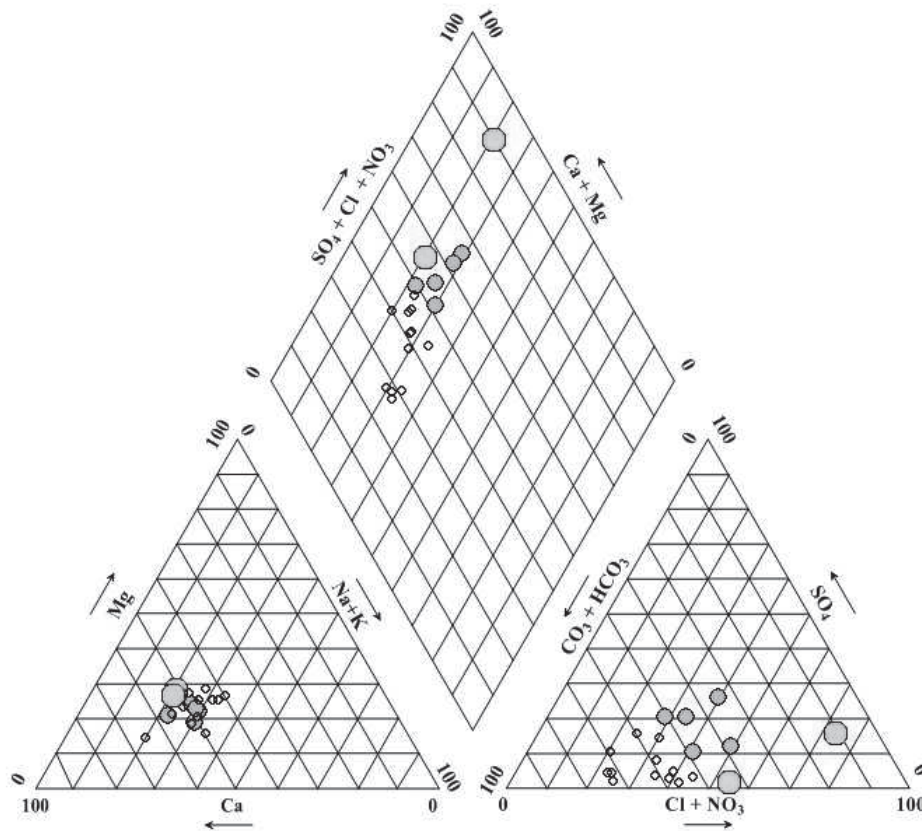
<그림 3-2-23> 양·음이온분석시료 채수 위치도

□ 지하수의 수질 유형(Piper Diagram)

○ Piper diagram은 지하수 화학특성을 표시하는데 널리 쓰이는 수단인데, 지하수내 주요 양이온과 음이온의 당량농도(meq/L)를 비율로 나타냄으로써 지하수의 유형(type)을 구분하는데 이용될 수 있다. 수질유형은 대표적인 양이온과 음이온으로 나누어 네 가지 유형으로 분류하였다. 양이온의 경우 Na와 K의 당량농도의 합과 Ca와 Mg의 당량농도의 합을 비교하여 전자가 큰 경우 Na 유형으로 후자가 큰 경우 Ca 유형으로, 음이온의 경우 HCO₃와 CO₃의 당량농도의 합과 Cl, SO₄, NO₃의 당량농도의 합을 비교하여 전자가 큰 경우 HCO₃ 유형, 후자가 큰 경우 Cl 유형으로 구분하였다.

○ Ca-HCO₃ 유형은 오염되지 않은 천부지하수를 지시하며, 농업활동이나 생활하수 등의 인위적인 오염원에 의해 영향을 받게 되면 Ca-Cl 유형으로 바뀌게 된다. Ca-HCO₃ 유형의 천부지하수는 지하수 유동경로가 길어짐에 따라 지질매체와의 반응을 통해 Na-HCO₃ 유형으로 바뀌게 되며, Na-Cl 유형은 해수의 영향에 의해 나타난다. 물이 대수층을 통하여 흐르는 동안 주변 암석과의 반응에 의하여 고유의 화학성분을 형성한다고 보는데 이와 같이 대수층 내에서 화학조성이 다른 지하수체를 표현하는데 수리화학상(Hydrochemical facies)이란 용어를 사용한다.

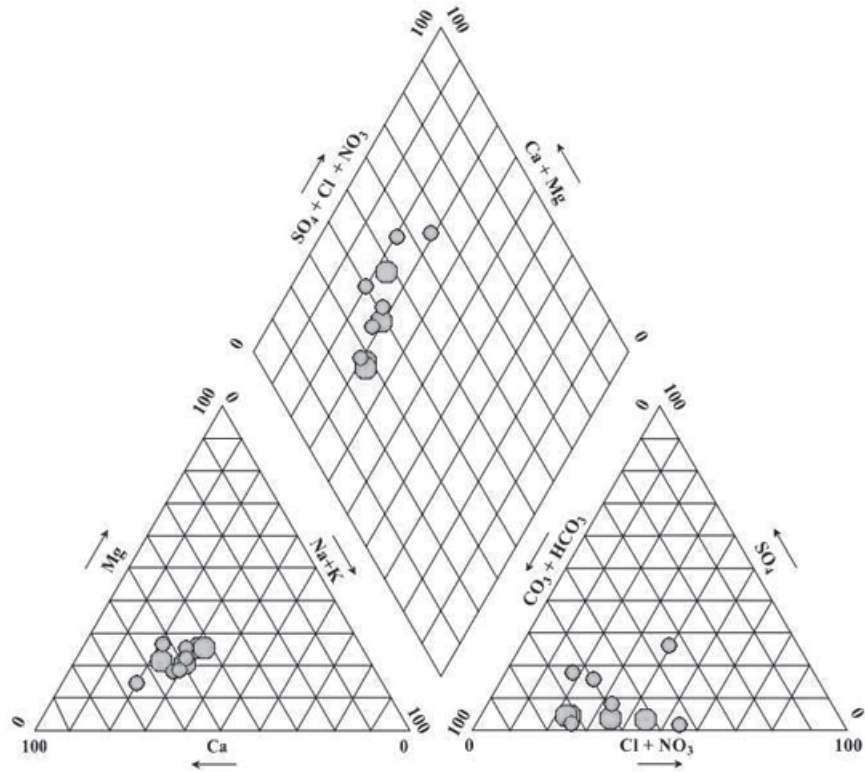
○ 총적관정 10공, 암반관정 10공에 대하여 지하수 양음이온 분석결과를 Piper Diagram에 도시하였다. 먼저 생활하수 및 축산폐수 등에 의한 수질유형 변화를 알아보기 위해 질산성질소 농도에 따라 크기를 달리하여 Piper Diagram에 표시하였다. 수질유형은 Ca-Cl 6개소, Ca-HCO₃ 14개소로 Ca-Cl 유형보다 Ca-HCO₃ 유형이 우세하게 나타났다. 질산성질소 농도는 두 유형에서 비교적 낮게 나타나고 있으며, 이는 Ca-HCO₃ 유형의 지하수가 외부오염에 의해 Ca-Cl 유형으로 아직 변화하지 않은 것으로 보인다.



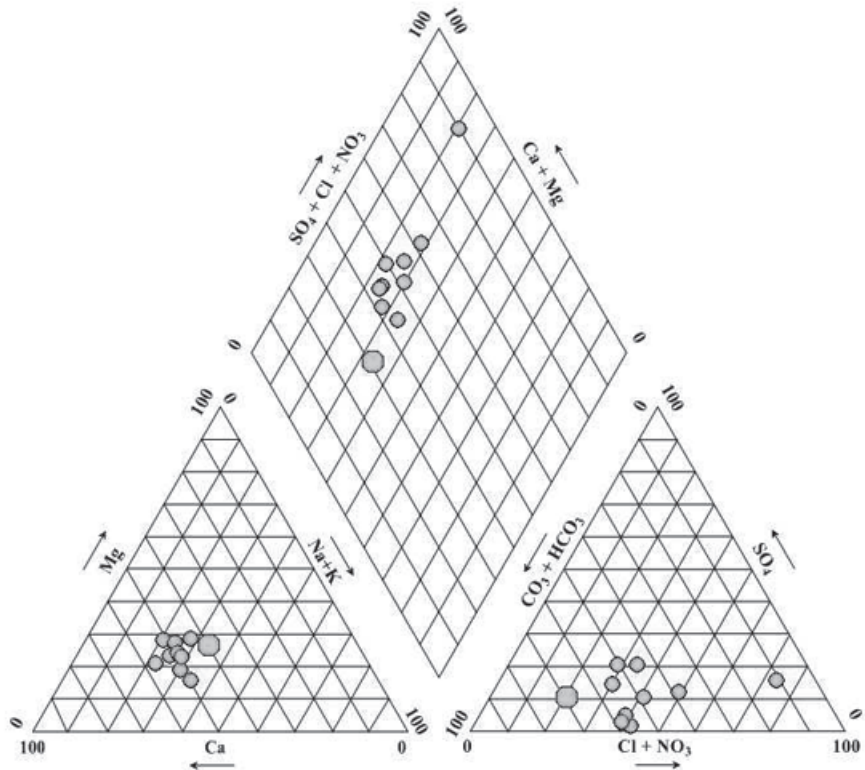
<그림 3-2-24> 담수지구 지하수의 Piper Diagram(질산성질소)

○ 암반지하수는 Ca가 우세하게 나타나며, 음이온은 HCO₃가 다소 우세하게 나타난다. 담수지구 암반지하수는 오염을 받지 않은 배경 수질인 Ca-HCO₃ 유형이고, Ca-Cl 유형으로 변화가 거의 없는 것으로 보아 배경수질로부터 유동경로에 따른 농업활동 등 인위적인 요인에 의한 영향 및 해수에 의한 영향이 거의 없는 것으로 추정된다. 또한, 음이온 Cl 유형으로 변화 경향이 없는 것으로 보아 내륙에 위치한 담수지구는 해수침투에 의한 영향이 없는 것으로 판단된다<그림 3-2-25>.

○ 충적지하수 유형은 Ca-HCO₃유형과 Ca-Cl 유형이 비슷한 수준으로 분석되었다. 이는 Ca-HCO₃ 유형에서 Ca-Cl 유형으로 변화하고 있는 것으로, 충적관정이 암반 지하수에 비해 주변 환경에 영향을 많이 받는 충적대수층의 특성과 오염방지지설이 없이 노출되어 있는 상황이 지하수 유형에 반영된 것으로 사료된다<그림 3-2-26>.



<그림 3-2-25> 담수지구 암반 지하수의 Piper Diagram

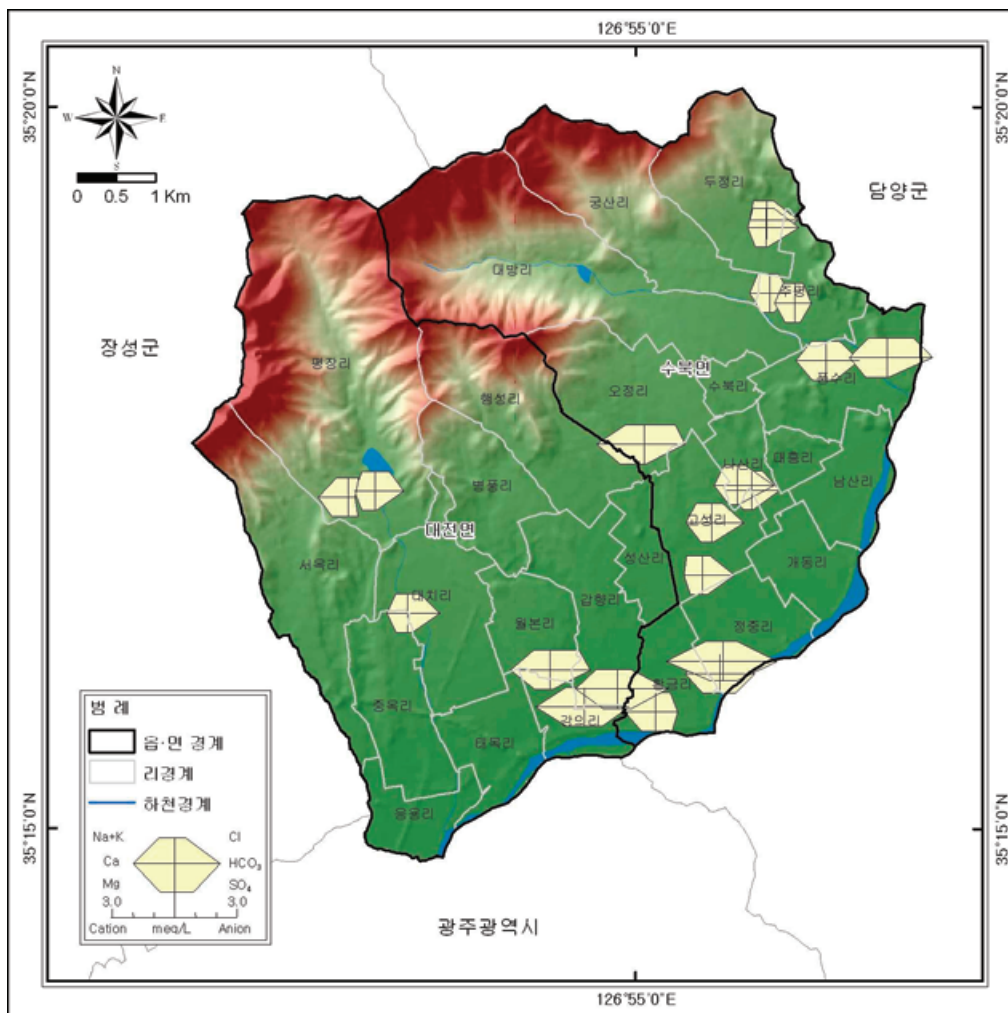


<그림 3-2-26> 담수지구 충적 지하수의 Piper Diagram

□ 지하수의 수질 유형(Stiff Diagram)

○ 각기 다른 곳에서 채취한 지하수 시료를 한눈에 비교할 때 용이한 Stiff Diagram은 다각형 형태로서 세 개의 평행축을 다른 편 수직 세로축에 연장하여 만들어진다. 양이온은 세로축의 왼쪽에, 음이온은 오른쪽에 당량농도(meq/L)로 나타내며, 다각형의 면적이 넓을수록 용존 이온의 농도가 높은 것이다.

○ 담수지구 지하수의 Stiff Diagram에 의한 수질유형은 충적관정은 Ca-Cl, 암반관정은 Ca-HCO₃유형이 우세하며, 수질유형 중 Na-Cl형이 나타나지 않는 것으로 보아 내륙지역인 특성처럼 해수침투의 영향이 없는 것으로 나타난다<그림 3-2-27>.



<그림 3-2-27> 담수지구 지하수의 Stiff Diagram

3.2.3 지하수 수질 환경특성에 따른 동리별 순위

<표 3-2-18> 지하수 수질환경 특성에 따른 리별 순위

순위	질산성질소 리별평균 (mg/L)			잠재오염원 (개소)			오염원분포밀도 (개소/km ²)			DRASTIC INDEX (최대값)			단위면적당 오염부하량 (kg/일/km ²)		
	수북	주평	7.0	수북	대방	8	수북	나산	7.83	대전	대치	171	수북	나산	389.6
2	대전	평장	6.5	수북	나산	7	수북	풍수	2.12	대전	중옥	171	수북	대홍	132.9
3	수북	두정	6.1	수북	풍수	5	수북	대홍	1.96	대전	갑향	166	대전	응용	132.6
4	대전	강의	6.1	대전	중옥	4	대전	중옥	1.93	대전	강의	166	수북	두정	130.9
5	수북	오정	5.2	대전	서옥	3	대전	응용	1.83	대전	성산	166	대전	월본	121.7
6	대전	행성	4.8	수북	오정	3	대전	월본	1.46	대전	응용	166	대전	중옥	117.9
7	수북	수북	4.6	대전	월본	2	수북	개동	1.46	대전	태목	166	수북	수북	113.4
8	수북	나산	3.4	대전	응용	2	수북	남산	1.41	대전	행성	166	수북	풍수	105.9
9	대전	대치	3.4	수북	개동	2	수북	대방	1.16	수북	개동	166	대전	대치	66.5
10	대전	서옥	3.3	수북	궁산	2	수북	오정	1.11	수북	궁산	166	수북	개동	58.9
11	수북	대홍	3.2	수북	남산	2	대전	성산	1.06	수북	남산	166	수북	대방	58.0
12	대전	중옥	3.0	수북	두정	2	대전	서옥	0.77	수북	대방	166	수북	오정	55.3
13	수북	고성	2.9	대전	갑향	1	수북	주평	0.76	수북	정중	166	수북	고성	50.4
14	수북	황금	2.7	대전	성산	1	수북	두정	0.70	수북	주평	166	수북	주평	41.7
15	수북	남산	2.7	대전	평장	1	수북	궁산	0.59	수북	풍수	166	대전	성산	41.2
16	수북	정중	2.6	대전	행성	1	수북	고성	0.53	수북	황금	166	수북	궁산	39.1
17	수북	풍수	2.1	수북	고성	1	대전	갑향	0.44	대전	서옥	165	수북	남산	38.8
18	대전	성산	1.9	수북	대홍	1	대전	행성	0.30	수북	두정	164	대전	태목	37.1
19	대전	병풍	1.9	수북	주평	1	대전	평장	0.12	대전	평장	156	대전	서옥	32.1
20	대전	응용	1.9	대전	강의	-	대전	강의	-	수북	오정	156	대전	강의	30.7
21	수북	대방	1.7	대전	대치	-	대전	대치	-	대전	월본	152	대전	갑향	29.8
22	대전	월본	1.5	대전	병풍	-	대전	병풍	-	수북	고성	152	수북	황금	27.3
23	대전	갑향	1.4	대전	태목	-	대전	태목	-	수북	수북	152	대전	행성	24.5
24	대전	태목	1.3	수북	수북	-	수북	수북	-	대전	병풍	144	수북	정중	21.1
25	수북	궁산	1.1	수북	정중	-	수북	정중	-	수북	대홍	143	대전	병풍	20.5
26	수북	개동	1.1	수북	황금	-	수북	황금	-	수북	나산	142	대전	평장	10.9

3.3 오염취약성 분석

3.3.1 DRASTIC 시스템

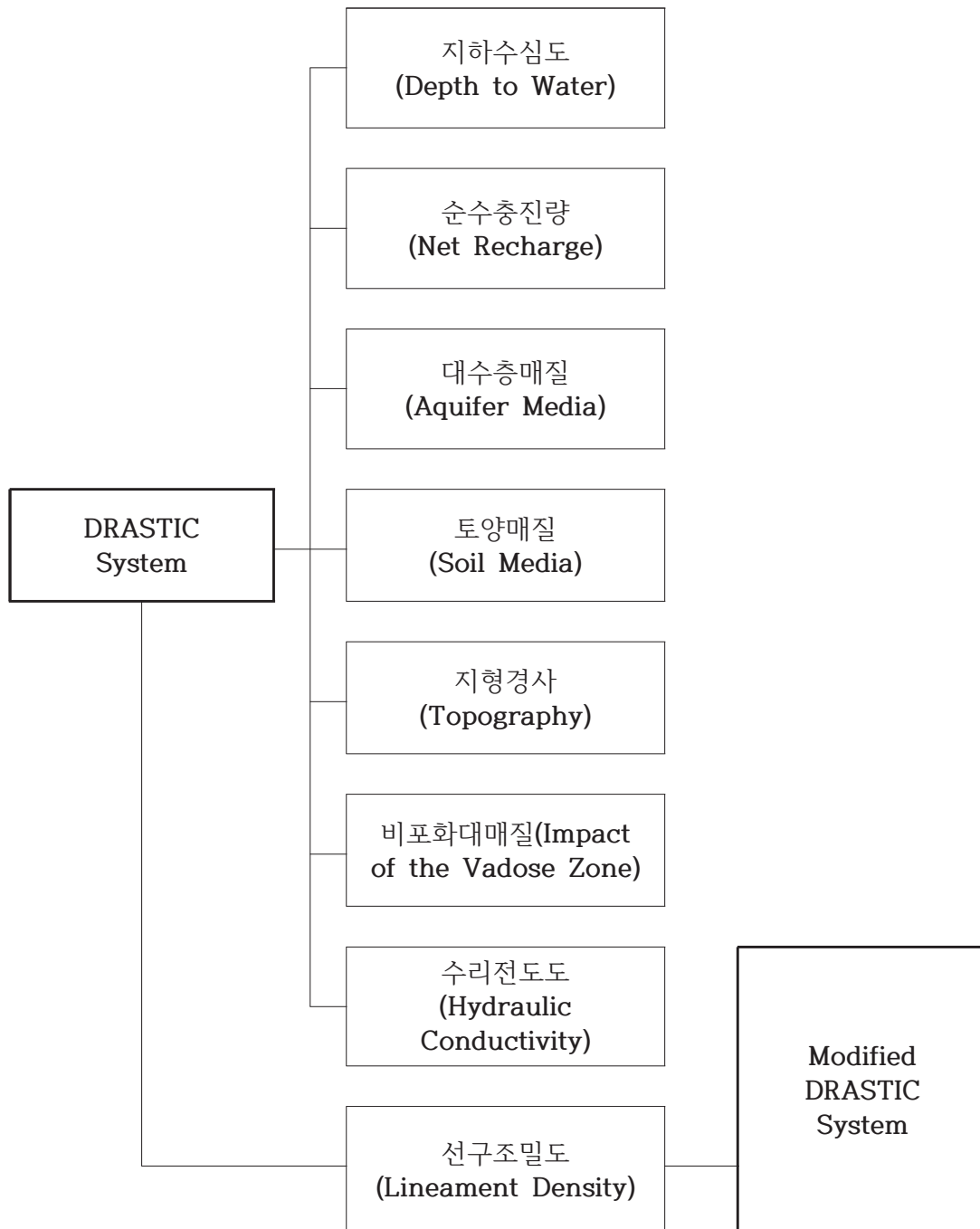
- DRASTIC 시스템은 1987년 미국 환경청(EPA)과 미국 지하수협회(WGWA, National Groundwater Association)의 전신인 미국 정호협회(NWWA)에 의하여 개발된 지하수오염 취약성 평가 모델이다. 본 모델은 수리지질학적인 요인들의 영향을 수치적으로 평가하고 전체 인자들의 영향을 종합적으로 평가하기 위한 것으로 7가지 인자가 지하수 오염에 영향을 미치는 중요도에 따라서 가중치를 적용한다.

- DRASTIC 시스템은 대상지역의 수문지질특성을 토대로 지하수 오염취약성을 간접적으로 평가하는 방법으로 지하수의 심도(D : Depth to water), 자연함양량(R : Net Recharge) 대수층 매질(A : Aquifer media), 토양매질(S : Soil media), 지형(T : Topography), 비포화대 매질의 영향(I : Impact of the vadose zone), 수리전도도(C : Hydraulic Conductivity) 등 7개의 구성인자별로 지하수 오염물질의 유입 및 이동성 등과의 상관성에 따라 가중치와 등급범위를 설정하여 곱한 값들을 합산하여 구한 Drastic 지수를 토대 지하수의 상대적인 오염취약성을 평가하는 것이다 <표 3-3-1>.

- DRASTIC 시스템에서 적용되는 기본 가정은 다음과 같으며, 구성 인자별 평가 기준은 <표 3-3-1>에 요약한 바와 같다.
 - 1) 오염원은 지표상에 위치 2) 오염물질의 지하유입은 강수량에 의존
 - 3) 오염물질은 물과 함께 유동 4) 평가 대상 지역 면적은 0.4km² 이상

- 위의 가정을 벗어난 경우, 예를 들면 ①오염물질이 지하수계로 잘 이동하지 않는 물리화학적인 성질이 있을 때, ②비중이 물보다 커서 지하수의 이동과는 다른 유동양상을 보일 때, ③오염물질이 주입 정호 같은 경로를 통하여 지하수계로 직접 유입할 때 등의 예외적인 경우에 DRASTIC 모델은 지하수오염 취약성을 정확히 지시 할 수 없다. 또한, 평가지역을 100acre(0.4km²) 이상으로 함은 국지적인 지하수의 흐름보다는 광역적인 유동방향을 고려한 것이다.

□ DRASTIC 시스템의 평가절차는 <그림 3-3-1>와 같으며, 본 조사에서는 전술된 각종 성과를 기반으로 GIS 공간분석 기법에 의거 각 항목별 주제도면을 작성하고 이를 중첩하여 평가하였다.



<그림 3-3-1> DRASTIC 흐름도

<표 3-3-1> DRASTIC 평가기준

평가항목	단위	등 급							가중치		
		1.50미만	1.5-4.6	4.6-9.1	9.1-15.2	15.2-22.9	22.9-30.5	30.5이상			
1)지하수위심도(D)	m	10	9	7	5	3	2	1	5(5)		
2) 자연 함양량(R)	mm/년	50.8미만	50.8-101.6	101.6-177.8	177.8-254.0	254.0이상				4(4)	
3)대수층 매질(A)		등급 범위			대표 등급				3(3)		
· 과상 세일		1~3			2						
· 변성암/화성암		2~5			3						
· 풍화 변성암/화성암		3~5			4						
· 빙퇴석		4~6			5						
· 총상세일,사암,석회암호층		5~9			6						
· 과상 사암		4~9			6						
· 과상 석회암		4~9			6						
· 모래, 자갈		4~9			8						
· 현무암		2~10			9						
· 용식 석회암		9~10			10						
4)토양 매질(S)		등급 범위							2(5)		
· 박층 또는 양반 노출		10									
· 자갈		10									
· 모래		9									
· 갈탄		8									
· 수축성/고형 점토		7									
· 사질Loam		6									
· Loam		5									
· 실트질 Loam		4									
· 점토질 Loam		3									
· Muck		2									
· 비수축성/비고형 점토		1									
5)지형 경사(T)	%	2미만	2-6	6-12	12-18	18이상				1(3)	
		10	9	5	3	1					
6)비포화대매질(I)		등급 범위			대표 등급				5(4)		
· 압층(Confining Layer)		1			1						
· 실트질 점토		2~6			3						
· 세일		2~5			3						
· 석회암		2~7			6						
· 사암		4~8			6						
· 총상 석회암, 사암, 세일		4~8			6						
· 실트,점토 섞인 모래,자갈		4~8			6						
· 변성암/화성암		2~8			4						
· 모래, 자갈		6~9			8						
· 현무암		2~10			9						
· 용식 석회암		8~10			10						
7)수리전도도(C)	×10 ⁻⁴ cm/sec	0.0047-0.47	0.47-1.4	1.4-3.3	3.3-4.7	4.7-9.4	9.4이상				3(2)
		1	2	4	6	8	10				
8)선구조밀도(L)		0~0.01	0.01~0.03	0.03~0.05	0.05~0.07	0.07~0.08				1.5(1.5)	
		1	2	3	4	5					

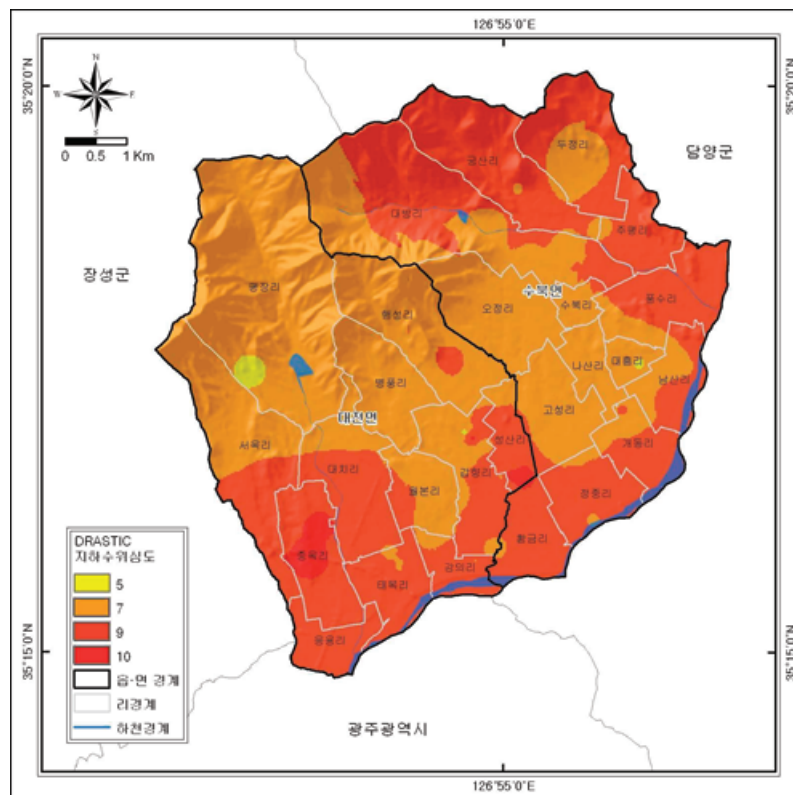
주) ()는 농약에 의한 오염취약성 고려 시의 가중치

※DRASTIC potential = $D_R D_W + R_R R_W + A_R A_W + S_R S_W + T_R T_W + I_R I_W + C_R C_W$ (R:점수, W:가중치)

3.3.2 DRASTIC 시스템의 적용

가. 오염취약성(DRASTIC) 분석

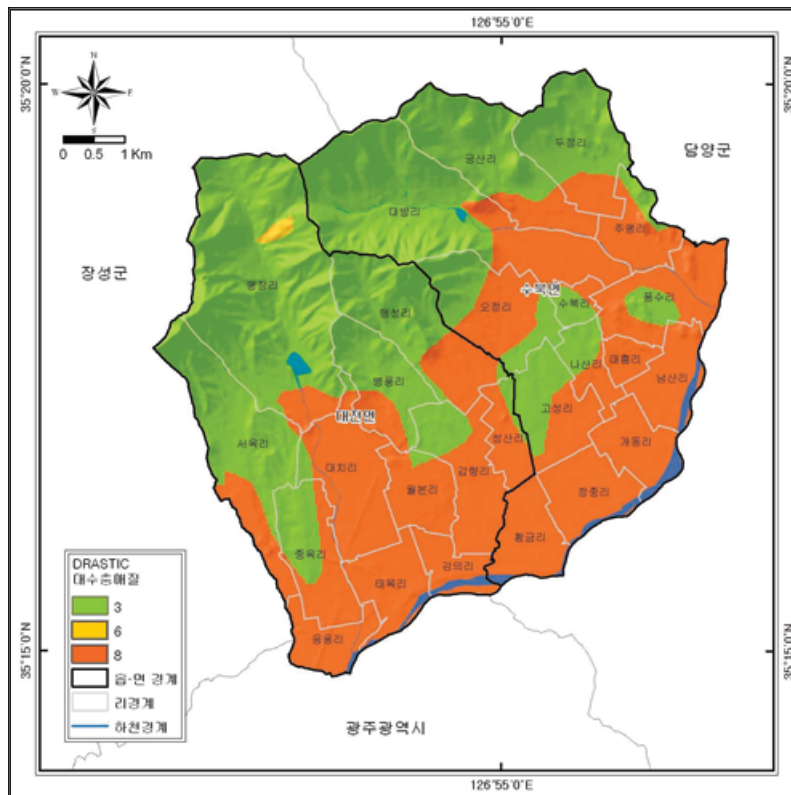
- DRASTIC 지수는 지하수 오염에 대한 취약성과 민감성을 상대 평가하는 것이며, 지하수의 오염정도를 직접적으로 나타내는 것은 아니다. 일반적인 평가방법에서 DRASTIC 지수는 23~226의 범위에 있으며, 농업지역에서 농약에 의한 오염가능성을 고려할 경우 DRASTIC 지수는 26~256의 범위를 갖는다. DRASTIC 지수는 값이 클수록 상대적으로 지하수 오염가능성이 높고, DRASTIC 지수가 작으면 지하수 오염 가능성이 상대적으로 낮음을 의미한다.
- <그림 3-3-2~8, 10>은 조사된 지하수위, 토양, 지질, 지형, 지하수 특성 등 오염취약성도(DRASTIC) 작성에 필요한 인자들과 선구조밀도 등 변형된 오염취약성도(Modified DRASTIC) 작성에 필요한 인자들을 등급도로 표현한 것이다.



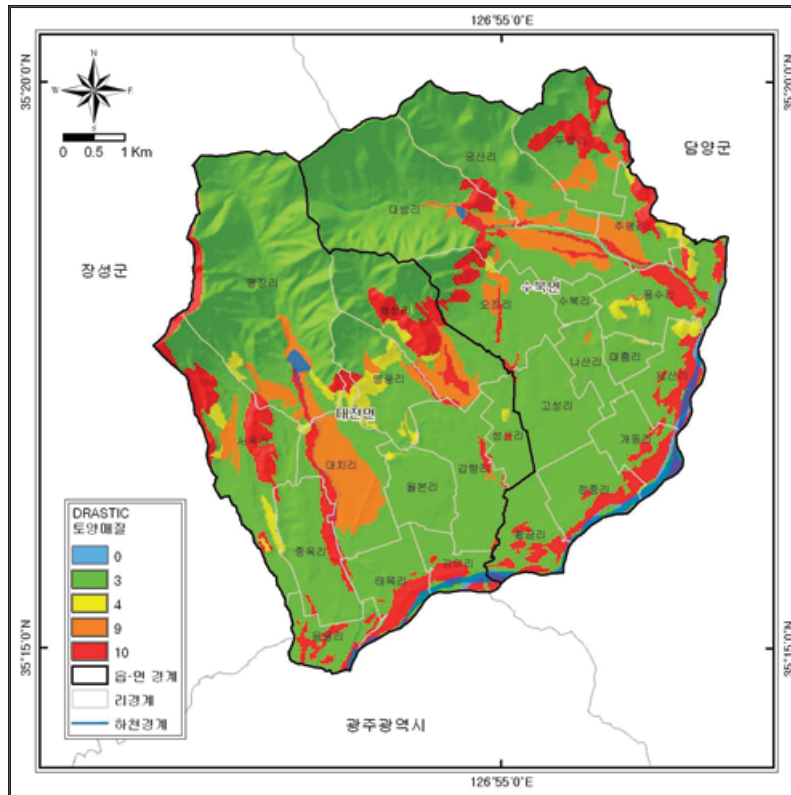
<그림 3-3-2> 지하수위(Depth to water)



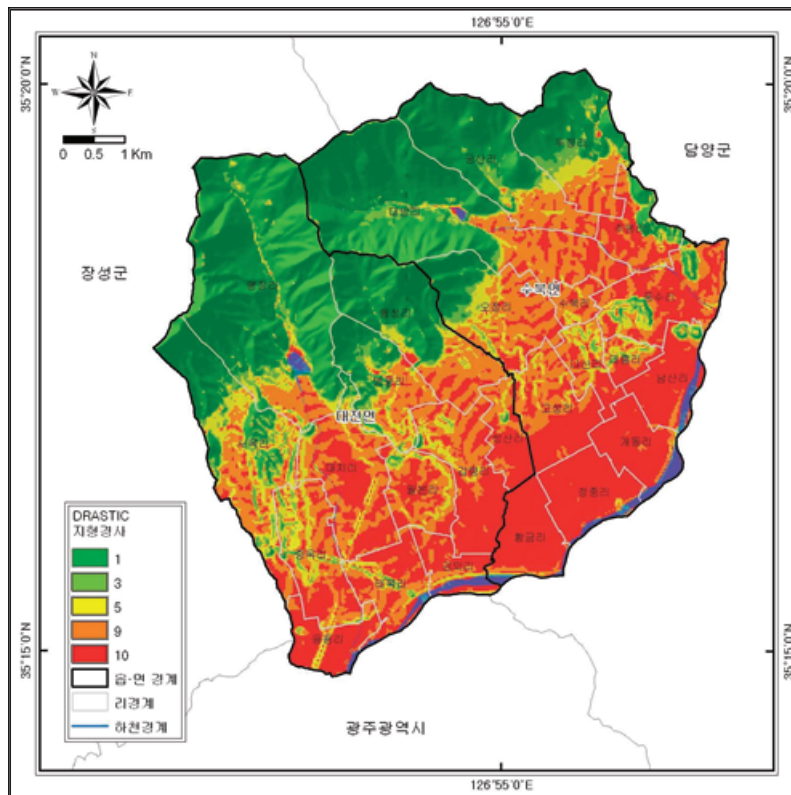
<그림 3-3-3> 자연함양량(Net Recharge)



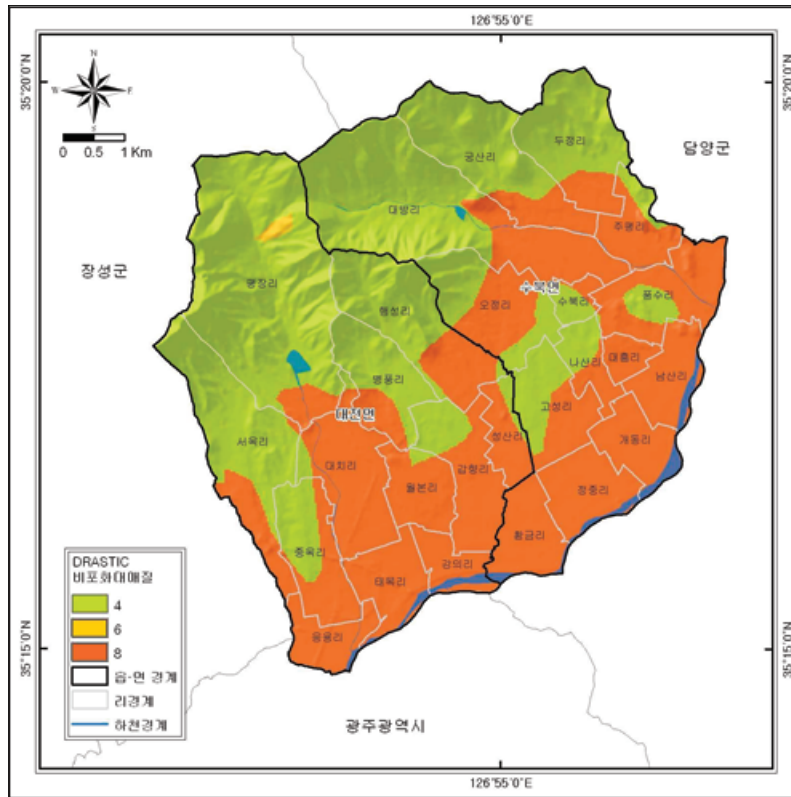
<그림 3-3-4> 대수층 매질(Aquifer Media)



<그림 3-3-5> 토양 매질(Soil Media)



<그림 3-3-6> 지형경사(Topography)

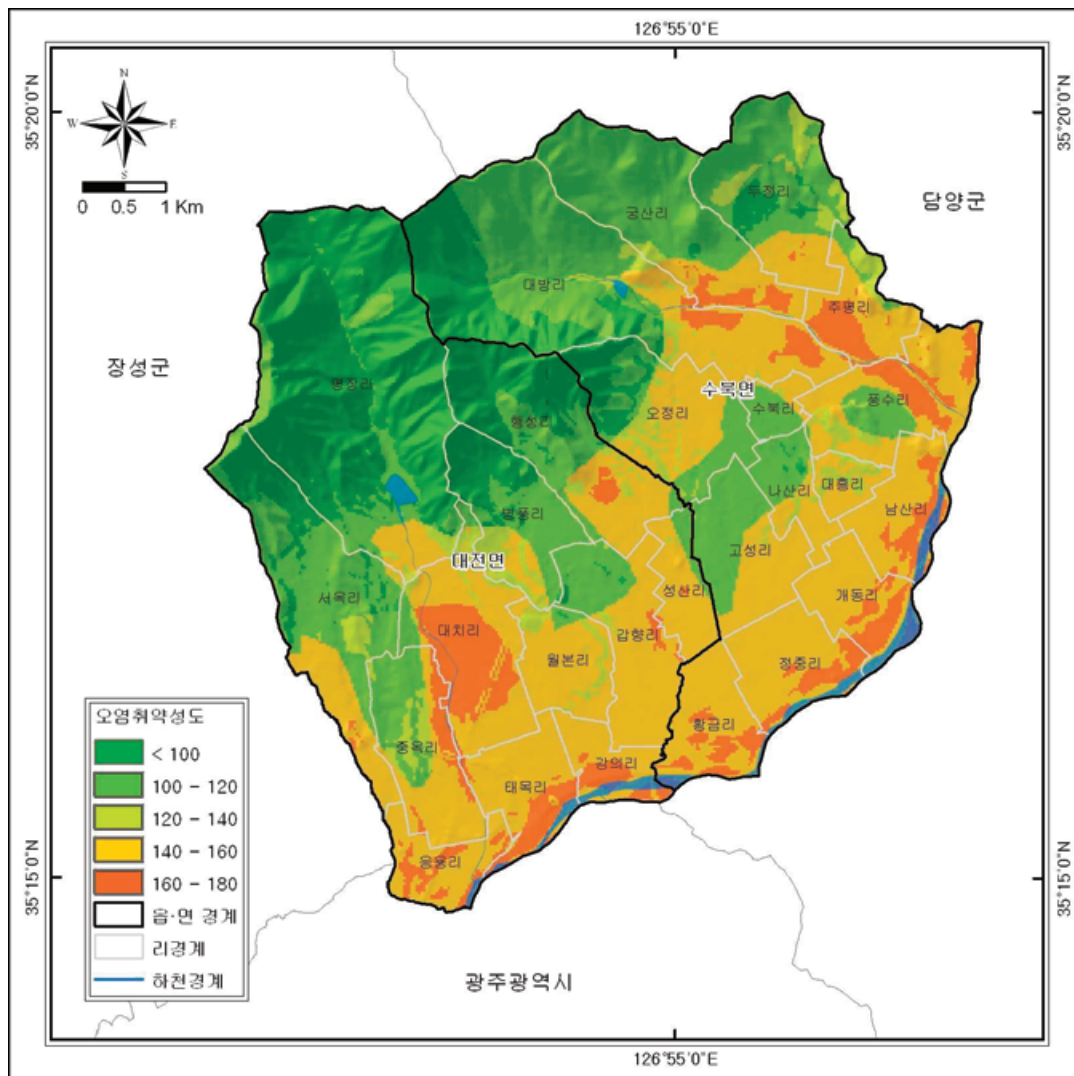


<그림 3-3-7> 비포화대 매질(Impact of Vadose Zone)



<그림 3-3-8> 수리전도도(Hydraulic Conductivity)

□ 오염취약성도 작도 결과, 담수지구 대부분의 지역은 120에서 150이하의 오염취약성 수치를 보이며, 특히 대전면 서옥리, 평장리, 행성리, 병풍리, 수북면 대방리, 궁산리, 두정리 등에서 130이하의 상대적으로 낮은 값을 보인다<그림 3-3-9>. 대전면 응용리, 태목리, 강의리, 수북면 정중리, 황금리, 개동리 등에서 150이상의 상대적으로 높은 값을 나타내는 지역이 있으며 비포화대매질 등의 영향으로 보인다.



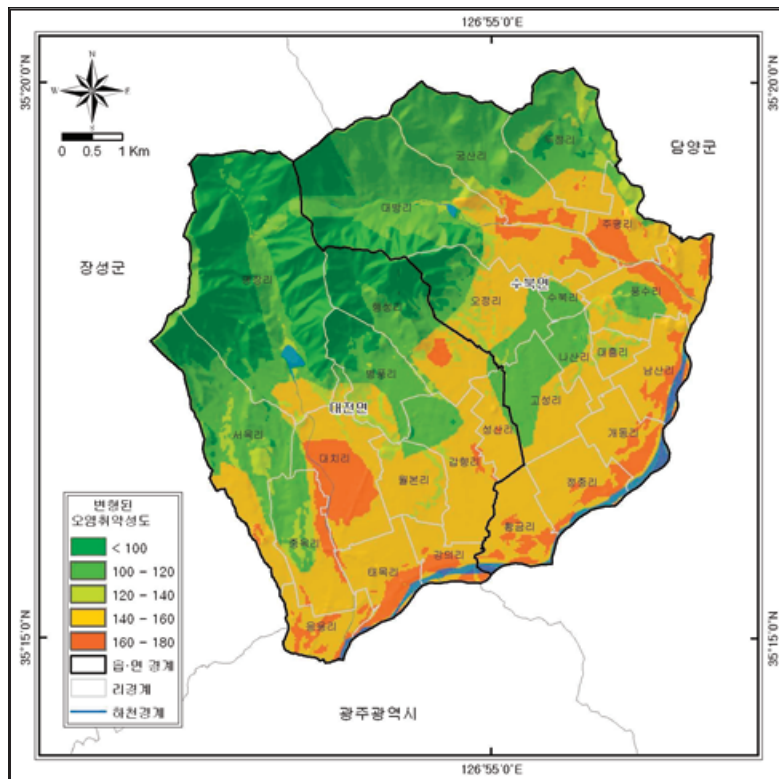
<그림 3-3-9> 오염취약성도(DRATIC)

나. 변형된 오염취약성(Modified DRASTIC) 분석

- 일정한 지역에서의 지하수의 유동은 파쇄대의 발달방향에 의해 직접적으로 영향을 받으며, 결과적으로 오염물의 이동 방향 역시 지역적인 조건에 의하여 조절된다. 그러므로 DRASTIC 모델은 지역적 특성을 고려하여 인자가 추가되거나 가중치적용 등을 통해 등급의 조절이 필요하다.
- 상기 서술한 오염취약성도는 미국의 수리지질학적 환경에 적합하도록 개발된 것이므로 이 모델을 사용하는 세계 각국들은 각기 자기 나라의 수리지질학적 특성에 맞는 DRASTIC 변형모델을 사용하고 있다(Barry and Myers, 1990).
- 본 조사에서는 우리나라 특성에 맞고 지하수오염 취약성에 대한 보다 구체적인 평가를 할 수 있도록 선구조밀도 등을 부가적인 인자로 사용할 수 있을 것으로 판단된다. 선구조밀도는 조사지역의 대수층이 대부분 암반대수층인 점을 고려하여 지하수의 유동이 잘되는 파쇄대의 영향을 최대한 반영하기 위함이다.
- 담수지구의 변형된 오염취약성도 모델링 결과, 전반적인 분포양상은 오염취약성도와 비슷하나 DRASTIC수치는 담수지구의 북쪽 임야지역에서 오염취약성도 보다 다소 높게 평가되었다. 반면, 담수지구는 면적이 협소한 지역적 특성과 영산강과 인접하고 있는 대전면과 수북면의 평야지역에서는 선구조밀도 적용이 불가능하여 오염취약성도 비슷한 수치를 보인다<그림 3-3-11>.



<그림 3-3-10> 선구조밀도



<그림 3-3-11> 담수지구 변형된 오염취약성도(M-DRASTIC)

부 록 IV

지하수 관리 방안

4. 지하수관리 방안

4.1 기본방향

4.1.1 행정규제에 의한 관리방안

가. 지하수개발·이용의 허가 : 지하수법 제7조

- 다음 각 호의 어느 하나의 경우에는 허가를 하지 아니하거나 취수량을 제한

- 1) 지하수 채수로 인하여 인근 지역의 수원의 고갈 또는 지반의 침하를 가져올 우려가 있거나 주변 시설물의 안전을 해칠 우려가 있는 경우
- 2) 지하수를 오염시키거나 자연생태계를 해칠 우려가 있는 경우
- 3) 지하수의 적정 관리 또는 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」에 따른 도시관리계획, 그 밖에 공공사업에 지장을 줄 우려가 있는 경우
- 4) 그 밖에 지하수를 보전하기 위하여 필요하다고 인정되는 경우로서 대통령령으로 정하는 경우

나. 지하수 개발·이용 신고 시 규제 사항 : 지하수법 제8조제3항

- 시장·군수·구청장은 지하수 개발·이용이 지하수법 제7조제3항 각호의 어느 하나에 해당되는 경우 지하수 영향조사기관이 실시한 지하수 영향조사를 받아 그 결과를 토대로 취수량 및 취수기간을 제한할 수 있고, 대통령령이 정하는 바에 따라 시정명령 또는 이용 중지·공동이용명령 등 필요한 조치를 할 수 있으며, 정당한 사유 없이 이를 이행하지 아니한 자에 대해서는 당해 개발·이용시설의 폐쇄를 명할 수 있음

다. 지하수에 영향을 미치는 굴착 행위의 신고 등 : 지하수법 제9조의4

- 시장·군수·구청장은 지하수조사, 지하수영향조사 및 수질측정을 하기위해 굴착행위를 할 경우 이로 인하여 토지의 굴착지를 중심으로부터 반지름 50m 이내의 지역에 설치된 개발·이용시

설이 다음 각 경우에 해당되어 지하수의 수량 또는 수질에 영향을 미치거나 미칠 우려가 있는 경우에는 시설의 개선을 명하거나 필요한 조치를 할 수 있음

- 1) 지하수의 1일 최대 취수량이 1/5이상 감소하게 되는 경우
- 2) 지하수의 수질이 수질기준에 부적합하게 되는 경우

라. 허가의 취소 등 : 지하수법 제10조

- 시장·군수·구청장은 지하수 개발·이용 허가를 받은 자가 다음 각 경우 중 어느 하나에 해당할 경우 그 허가를 취소할 수 있음

- 1) 부정한 방법으로 지하수 개발·이용의 허가를 받은 경우
- 2) 제7조제3항 각호의 1에 해당하는 경우
- 3) 제9조제1항의 규정에 의한 준공신고를 하지 아니하거나 허위로 신고한 경우
- 4) 허가를 받은 날부터 3개월 이내에 정당한 사유 없이 공사를 시작하지 아니하거나 공사 시작 후 계속하여 3개월 이상 공사를 중지한 경우
- 5) 지하수의 개발·이용을 위하여 굴착한 장소에서 지하수가 채취되지 아니한 경우
- 6) 수질불량으로 지하수를 개발·이용할 수 없는 경우
- 7) 허가를 받은 목적에 따른 개발·이용이 불가능하게 된 경우
- 8) 지하수의 개발·이용을 종료한 경우

마. 지하수보전구역 안에서의 행위제한(지하수법 제13조)

- 다음 각 호에 해당하는 자는 시장·군수·구청장의 허가

1) 허가사항 (규모)

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

2) 다음 각 목에 해당하는 물질을 배출·제조·저장시설의 설치

- 특정수질유해물질
- 폐기물
- 오수분뇨 또는 축산폐수
- 유해화학물질
- 토양오염물질

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

3) 수위저하, 수질오염, 지반침하 등 명백한 위험 행위

- 터널공사 등 유동으로 유속 변경우려 굴착행위
- 지하 유류저장고 등 오염우려 구조물설치
- 폐기물 매립장, 특정폐기물보관시설, 집단묘지설치
- 채광, 토석채취 행위
- 가축의 사육

바. 지하수 오염 방지 명령 등 : 지하수법 제16조제2항

- 환경부장관 또는 시장·군수·구청장은 지하수 오염방지를 위하여 특히 필요하다고 인정하는 때에는 지하수를 오염시키거나 현저하게 오염시킬 우려가 있는 시설의 설치자 또는 관리자에게는 지하수 오염 방지를 위한 다음 조치를 명할 수 있음

1. 지하수 오염 관측정의 설치 및 수질측정
2. 지하수 오염진행상황의 평가
3. 지하수 오염물질 누출방지시설의 설치
4. 오염된 지하수의 정화
5. 당해 시설의 설비·운영의 개선
6. 당해 시설의 폐쇄·이전 또는 철거

사. 지하수 오염유발시설관리자에 대한 조치 : 지하수법 제16조의3

- 지하수의 수질이 환경부령이 정한 기준에 적합하지 아니하게 된 경우에는 오염의 원인을 제공한 지하수오염유발시설관리자에게 지하수 수질을 복원할 수 있는 정화작업과 필요한 조치를 명해야 함
- 오염정화시설관리자가 정화명령을 이행하지 아니하거나, 이행 후 당해 부지와 그 주변지역의 지하수 오염정도가 환경부령이 정하는 오염지하수 정화기준 이내로 감소되지 아니할 경우에는 당해 오염유발시설의 운영 및 사용을 중지하게 하거나 그 폐쇄·철거 또는 이전을 명할 수 있음
- 지하수 오염의 원인을 제공한 지하수오염유발시설 관리자가 불분명하거나 지하수 오염의 원인을 제공한 지하수오염유발 시설관리자에 의한 정화 작업이 곤란하다고 인정되는 경우에는 시장이 직접 해당 정화작업을 할 수 있음

아. 수질검사 부적합 등 : 지하수법 제20조제2항

- 지하수 개발·이용허가 및 신고 된 지하수 정기 수질 검사에 적합하지 아니한 경우에는 지하수 이용중지 또는 수질개선 등 필요한 조치를 명할 수 있음

4.1.2 비규제적 관리방안

가. 지하수 보호의 필요성에 대한 교육·홍보활동 강화

- 주민의 공동자산인 지하수의 중요성과 보전의 필요성에 대한 교육
- 대중매체, 팸플릿, 비디오 등 홍보매체를 통한 지속적인 홍보 활동 강화
- 물보전장려 캠페인, 공공매체(TV, 신문)등을 통한 지하수 자원의 중요성과 보호의 필요성에 대한 홍보

- 지하수전문기관 및 민간단체와 연계한 홍보 추진(지하수교육, 세미나 등)
- 세제, 폐건전지를 비롯한 가정에서 발생하는 각종 오염 물질의 적정폐기방법에 관한 교육
- 비점오염원 관리요령 교육·홍보

나. 소규모 오염물질 배출시설의 관리

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

다. 국지적인 지하수보전지구 내의 토지를 매입하여 생태공원 조성

- 일반적으로 광역적인 지하수 보전지구는 대부분 국립공원, 그린 벨트, 상수원 보호구역 등에 해당됨에 따라 이미 다른 법령의 규정에 의하여 다양한 규제를 받고 있는 지역임
- 공공급수용 지하수 개발·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 체제 구축

<표 4-1-1> 지하수 보호에 대한 교육 및 홍보 내용

대상	교육 및 홍보
농민	1) 무농약저농약 농산물 재배 확대 및 비료와 농약의 안전사용기준 준수 ○ 오리농법, 천적이용, 미생물농약 등 환경친화형 농약을 적극 사용하고, 농약비료의 사용량 및 살포횟수를 줄이고, 이를 위한 윤작순환경작 등의 영농방식 및 유기농법을 적극 도입 ○ 비료는 작물의 최대 흡수시기에 우기를 피해 적정량 살포 2) 경작을 안하는 시기에는 경작지 표면을 식물 잔재물 등으로 덮어주어 토양침식 방지 3) 하천 둔치지구나 하천부지에서 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 강우 시 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·보관 시 안전사용 및 안전보관요령 준수 2) 용제 보관창고작업장을 청결히 유지하고 용제의 과다사용 및 오용으로 인한 누출 방지 3) 공장이나 창고의 바닥청소 시 물 사용 최소화 4) 공장의 기계류, 원료 및 중간제품 등은 강우에 직접 노출되지 않도록 덮개 시설 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

자료 : 비점오염원 관리요령(환경부, 2000)

4.1.3 기술적 방안

가. 지하수 함양

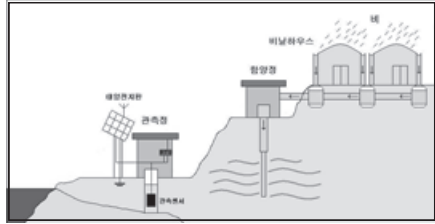
- 주입법

- 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 불투수성 면적의 증가, 논 경작면적의 감소 및 휴경논의 증가는 지하수 함양량의 감소를 초래 함

- 지하수함양 국내사례(제주도)

<p>○ 지하수 함양량 증대를 위한 인공 함양정 관측정, 빗물집수시설 등을 설치하여 지하수 함양량 및 함양효과에 대한 연구를 수행하고 있음</p>	
---	--

나. 지표수-지하수를 연계한 강변여과수 개발

- 수리지질학적 조건

- 충적층의 분포면적이 넓은 지역
- 상류지역에 분포된 모암이 조립질의 결정질암으로 구성되어 있어, 충적층의 구성 물질이 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 두꺼운 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.
- 강변여과수 개발을 위해서는 광역적인 현황조사를 토대로 하여 선정된 개발유망지역에 대하여 단계적인 세부조사를 실시하고 개발타당성을 검토하여야 한다.

부 록 V

청문조사 결과 (설문조사)

5. 청문조사결과(설문조사)

5.1 조사 개요

- 설문목적 : 지하수 개발 및 이용에 관한 의견을 청취하여 농촌지역
지하수 자원의 효율적 개발 이용 및 보전 관리계획 수립
- 설문기간 : 2017. 3 ~ 2017. 8
- 설문대상 : 담수지구 2개 면 26개 법정리(50개 행정리) 마을이장
- 설문항목 : 일반현황
지하수개발 및 방치공 현황
지하수 수질현황
지하수 수량현황
지하수 관리현황 및 의견
- 회신부수 : 33부[회수율 88%(법정리기준), 66%(행정리기준)]


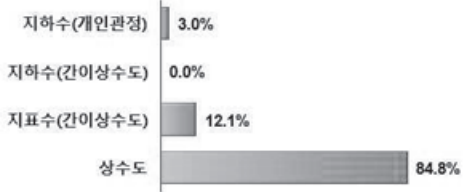
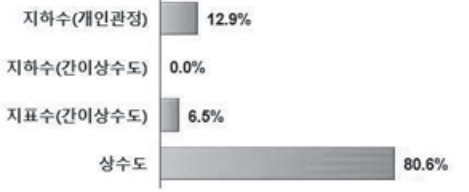
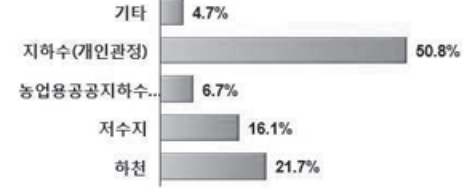
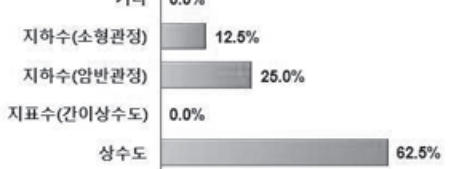
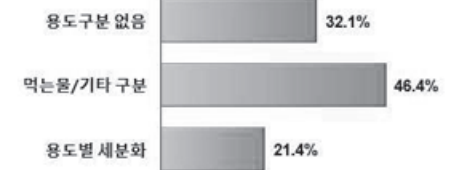

5.2 일반현황

- 마을의 용수이용 현황 및 지하수 이용 시 애로사항

<분석결과>

- 지하수 이용가구 비율 53.9% 차지
- 음용수 및 생활용수는 주로 상수도의 의존도 높음
- 농업용수 수원은 개인용지하수관정(50.8%)에 대한 의존도가 높으며,
하천(21.7%), 저수지(6.1%) 순으로 나타남
- 지하수를 이용 시 먹는 물과 기타로 구분하여 사용한다는 의견이
46.4%이며, 용도 구분 없이 사용한다가 32.1%, 용도별로 세분화하여
이용한다가 21.4%로 나타남
- 지하수 시설물 이용 시 전기세부담(21.7%)과 시설물 수리비 부담
(19.6%), 수질 불량(17.4%)에 따른 불편함이 가장 크다고 응답

<표 5-2-1> 일반현황 항목별 설문결과

<p>○ 지하수 이용가구 비율 : 53.9%</p> <ul style="list-style-type: none"> - 가구수 : 2,254 - 지하수 이용가구 : 1,215 	
<p>○ 음용수 이용 수원</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1순위: 상수도 - 2순위: 지표수(간이상수도) - 3순위: 지하수(개인관정) - 4순위: 지하수(간이상수도) 	
<p>○ 생활용수 이용 수원</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1순위: 상수도 - 2순위: 지하수(개인관정) - 3순위: 지표수(간이상수도) - 4순위: 지하수(간이상수도) 	
<p>○ 농업용수 이용 수원</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1순위: 지하수(개인관정) - 2순위: 하천 - 3순위: 저수지 - 4순위: 농업용공공지하수관정 	
<p>○ 공업용수 이용 수원</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1순위: 상수도 - 2순위: 지하수(암반관정) - 3순위: 지하수(소형관정) 	
<p>○ 지하수 관정 사용 시 용도별 구분 사용 여부</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1순위: 먹는 물과 기타로 구분 - 2순위: 용도별구분 없음 - 3순위: 용도별구분 세분화 	
<p>○ 지하수 이용 시 주민들의 애로사항</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1순위: 전기세부담 - 2순위: 시설물 수리비 부담 - 3순위: 수질 불량 	

5.3 지하수개발

□ 마을의 지하수 개발여건 및 방치공 현황

<분석결과>

- 지하수 개발여건 용이하거나 보통인 경우 83.3%로 응답
- 지하수 방치공은 많지 않으나 농업용수 7.1%, 생활용수 및 먹는 물 92.9%를 나타냄
- 지하수 관정이 방치되는 요인은 수량부족(66.7%), 시설고장 (33.3%)이 주된 요인으로 나타남
- 미활용 지하수 관정을 없애지 않는 주 이유는 재사용 필요(34.8%)

<표 5-3-1> 지하수개발 항목별 설문결과

<p>○ 마을의 지하수 개발 여건</p> <ul style="list-style-type: none"> - 개발이 용이하거나 보통인 경우 83.3% - 개발이 어려움 13.3% 	<table border="1"> <caption>지하수 개발 여건 분포</caption> <thead> <tr> <th>여건</th> <th>비율</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>용이</td> <td>30.0%</td> </tr> <tr> <td>보통</td> <td>53.3%</td> </tr> <tr> <td>어려움 (폐공발생)</td> <td>13.3%</td> </tr> <tr> <td>기타</td> <td>3.3%</td> </tr> </tbody> </table>	여건	비율	용이	30.0%	보통	53.3%	어려움 (폐공발생)	13.3%	기타	3.3%		
여건	비율												
용이	30.0%												
보통	53.3%												
어려움 (폐공발생)	13.3%												
기타	3.3%												
<p>○ 용도별 지하수 방치공</p> <ul style="list-style-type: none"> - 농업용수(7.1%) - 생활용수(42.9%) - 먹는 물(50.0%) 	<table border="1"> <caption>용도별 방치공 현황</caption> <thead> <tr> <th>용도</th> <th>비율</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>공업용수</td> <td>0.0%</td> </tr> <tr> <td>농업용수</td> <td>7.1%</td> </tr> <tr> <td>생활용수</td> <td>42.9%</td> </tr> <tr> <td>먹는물</td> <td>50.0%</td> </tr> </tbody> </table>	용도	비율	공업용수	0.0%	농업용수	7.1%	생활용수	42.9%	먹는물	50.0%		
용도	비율												
공업용수	0.0%												
농업용수	7.1%												
생활용수	42.9%												
먹는물	50.0%												
<p>○ 지하수 관정이 방치되는 요인</p> <ul style="list-style-type: none"> - 수량부족(66.7%) - 시설고장(33.3%) 	<table border="1"> <caption>관정 방치 요인</caption> <thead> <tr> <th>요인</th> <th>비율</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>기타</td> <td>0.0%</td> </tr> <tr> <td>전기요금체납</td> <td>0.0%</td> </tr> <tr> <td>수질불량</td> <td>0.0%</td> </tr> <tr> <td>수량부족</td> <td>66.7%</td> </tr> <tr> <td>시설고장</td> <td>33.3%</td> </tr> </tbody> </table>	요인	비율	기타	0.0%	전기요금체납	0.0%	수질불량	0.0%	수량부족	66.7%	시설고장	33.3%
요인	비율												
기타	0.0%												
전기요금체납	0.0%												
수질불량	0.0%												
수량부족	66.7%												
시설고장	33.3%												
<p>○ 지하수 관정을 없애지 않는 이유</p> <ul style="list-style-type: none"> - 재사용 필요(34.8%) - 비용발생에 따른 경제적 부담(30.4%) 	<table border="1"> <caption>관정 없애지 않는 이유</caption> <thead> <tr> <th>이유</th> <th>비율</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>기타</td> <td>13.0%</td> </tr> <tr> <td>관심없음</td> <td>8.7%</td> </tr> <tr> <td>재사용필요</td> <td>34.8%</td> </tr> <tr> <td>비용발생 경제적 부담</td> <td>30.4%</td> </tr> <tr> <td>관정소유자불분명</td> <td>13.0%</td> </tr> </tbody> </table>	이유	비율	기타	13.0%	관심없음	8.7%	재사용필요	34.8%	비용발생 경제적 부담	30.4%	관정소유자불분명	13.0%
이유	비율												
기타	13.0%												
관심없음	8.7%												
재사용필요	34.8%												
비용발생 경제적 부담	30.4%												
관정소유자불분명	13.0%												

5.4 지하수수질

□ 마을의 지하수 이용 중에 발생하는 수질 현황

<분석결과>

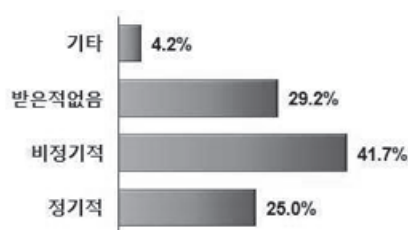
- 마을의 지하수 오염 유발인자는 과도한 비료사용이 34.8%, 가축 사육장에 의한 오염이 26.1%, 생활오폐수와 공단, 공장으로 인한 오염이 각 17.4%로 조사됨
- 정기적인 지하수 수질검사는 먹는 물(25.0%), 생활용수(20.0%), 농업용수(12.0%) 순으로 나타남
- 지하수수질에 대한 만족도는 보통 이상이 87.5%로 나타남

<표 5-4-1> 지하수수질 항목별 설문결과

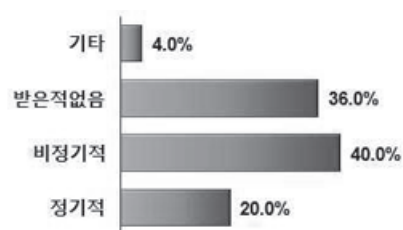
<p>○ 마을의 지하수 오염 유발인자</p> <ul style="list-style-type: none"> - 과도한 비료 사용(34.8%) - 가축사육장(26.1%) - 공단, 공장(17.4%) - 생활오폐수(4.3%) 	<table border="1"> <caption>지하수 오염 유발인자</caption> <thead> <tr> <th>유발인자</th> <th>비율</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>상가오폐수</td> <td>4.3%</td> </tr> <tr> <td>생활오폐수</td> <td>17.4%</td> </tr> <tr> <td>과도한 비료 사용</td> <td>34.8%</td> </tr> <tr> <td>공단, 공장</td> <td>17.4%</td> </tr> <tr> <td>가축사육장</td> <td>26.1%</td> </tr> </tbody> </table>	유발인자	비율	상가오폐수	4.3%	생활오폐수	17.4%	과도한 비료 사용	34.8%	공단, 공장	17.4%	가축사육장	26.1%
유발인자	비율												
상가오폐수	4.3%												
생활오폐수	17.4%												
과도한 비료 사용	34.8%												
공단, 공장	17.4%												
가축사육장	26.1%												

○ 지하수 수질검사

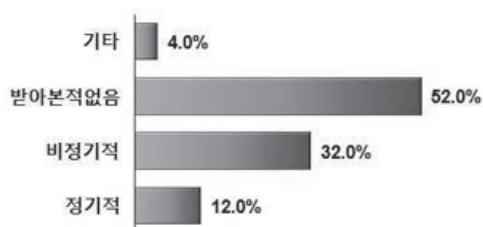
<먹는 물>



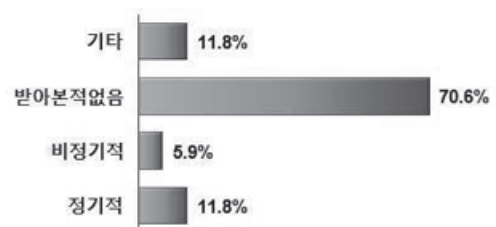
<생활용수>

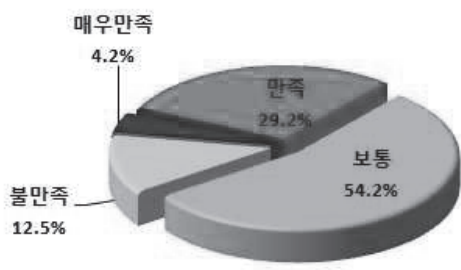
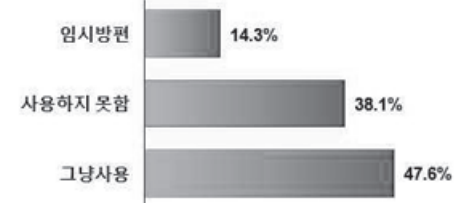


<농업용수>



<공업용수>



<p>○ 지하수 수질에 대한 만족도</p> <ul style="list-style-type: none"> - 매우만족(4.2%) - 만족(29.2%) - 보통(54.2%) - 불만족(12.5%) 	
<p>○ 문제가 되는 관정의 수질에 대한 해결법</p> <ul style="list-style-type: none"> - 그냥사용(47.6%) - 사용하지 못함(38.1%) - 임시방편(14.3%) 	

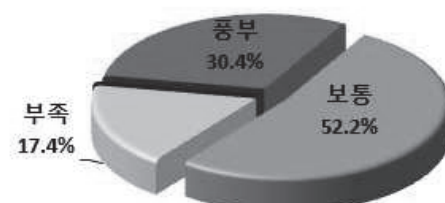

5.5 지하수수량

□ 마을의 지하수 수량현황

<분석결과>

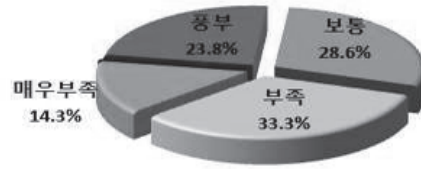
- 지하수 관정 수량이 부족하거나 매우 부족한 것으로 답한 경우는 용도별로 농업용수(47.6%), 먹는물(17.4%), 공업용수(16.6%)와 생활용수(8.3%) 순으로 나타남
- 지하수와 관련하여 시·군, 읍·면 및 공공기관에 민원을 제기한 경우는 31.8%로 나타났고 주된 사유는 수중모터등 기계시설관련 민원이 42.9%로 가장 많았으며, 관로, 배수 등 기계시설 28.6%, 수질불량과 배전반과 전기시설이 14.3%로 나타났다.

<표 5-5-1> 지하수수량 항목별 설문결과

<p>○ 먹는 물로 사용하는 지하수관정의 수량</p> <ul style="list-style-type: none"> - 풍부이상(30.4%) - 보통(52.2%) - 부족이하(17.4%) 	
<p>○ 생활용수로 사용하는 지하수관정의 수량</p> <ul style="list-style-type: none"> - 풍부이상(29.2%) - 보통(58.3%) - 부족이하(12.5%) 	

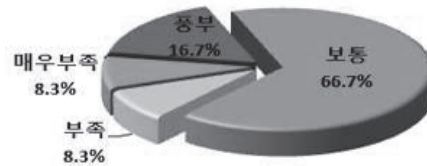
○ 농업용수로 사용하는 지하수관정의 수량

- 풍부이상(23.8%)
- 보통(28.6%)
- 부족이하(47.6%)



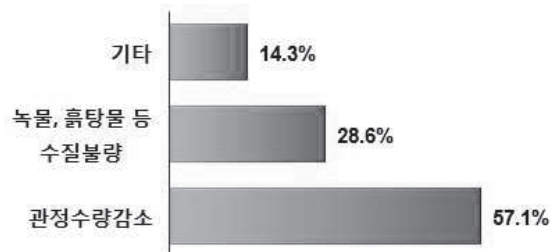
○ 공업용수로 사용하는 지하수관정의 수량

- 풍부이상(16.7%)
- 보통(66.7%)
- 부족이하(16.6%)



○ 지하수 과잉채수로 인한 장애 발생 사례 및 사유

<발생 사례>

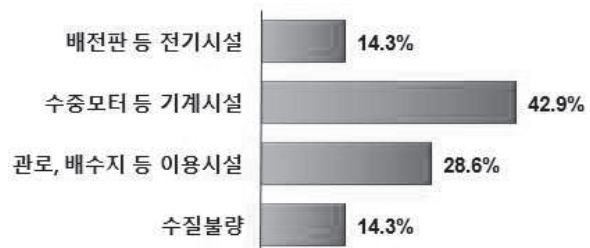


○ 시군, 읍면 및 공공기관에 민원 제기 경험 및 사유

<민원제기 경험>



<사유>




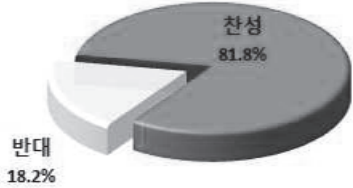

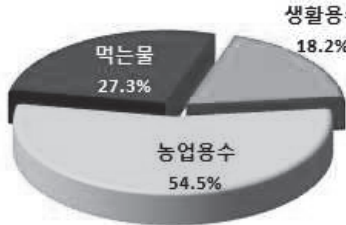
5.6 지하수관리

□ 마을의 지하수 관리에 대한 만족도 및 의견

<분석결과>

- 공공 지하수관정에 대한 만족도 : 매우만족(9.5%), 만족(14.3%), 보통(66.7%)
- 공공기관에 위탁관리 하는 의견에 대해서는 81.8%가 찬성
- 지하수전문위탁기관으로 한국농어촌공사(57.1%)를 선택
- 마을에서 주민들이 원하는 지하수는 농업용수(54.5%)를 선호함

<표 5-6-1> 지하수관리 항목별 설문결과

<p>○ 공공 지하수관정에 대한 만족도</p> <ul style="list-style-type: none"> - 매우만족(9.5%) - 만족(14.3%) - 보통(66.7%) 	 <table border="1"> <caption>공공 지하수관정에 대한 만족도</caption> <thead> <tr> <th>만족도</th> <th>비율</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>매우만족</td> <td>9.5%</td> </tr> <tr> <td>만족</td> <td>14.3%</td> </tr> <tr> <td>보통</td> <td>66.7%</td> </tr> <tr> <td>불만족</td> <td>4.8%</td> </tr> <tr> <td>매우불만족</td> <td>4.8%</td> </tr> </tbody> </table>	만족도	비율	매우만족	9.5%	만족	14.3%	보통	66.7%	불만족	4.8%	매우불만족	4.8%
만족도	비율												
매우만족	9.5%												
만족	14.3%												
보통	66.7%												
불만족	4.8%												
매우불만족	4.8%												
<p>○ 공공기관에 위탁관리 방안 찬반 의견</p> <ul style="list-style-type: none"> - 찬성(81.8%) - 반대(18.2%) 	 <table border="1"> <caption>공공기관에 위탁관리 방안 찬반 의견</caption> <thead> <tr> <th>의견</th> <th>비율</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>찬성</td> <td>81.8%</td> </tr> <tr> <td>반대</td> <td>18.2%</td> </tr> </tbody> </table>	의견	비율	찬성	81.8%	반대	18.2%						
의견	비율												
찬성	81.8%												
반대	18.2%												
<p>○ 지하수전문위탁기관 선택</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1순위 : 한국농어촌공사(57.1%) - 2순위 : 한국수자원공사(33.3%) 	 <table border="1"> <caption>지하수전문위탁기관 선택</caption> <thead> <tr> <th>기관명</th> <th>비율</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>한국농어촌공사</td> <td>57.1%</td> </tr> <tr> <td>한국수자원공사</td> <td>33.3%</td> </tr> <tr> <td>한국지질자원연구원</td> <td>4.8%</td> </tr> <tr> <td>환경관리공단</td> <td>4.8%</td> </tr> </tbody> </table>	기관명	비율	한국농어촌공사	57.1%	한국수자원공사	33.3%	한국지질자원연구원	4.8%	환경관리공단	4.8%		
기관명	비율												
한국농어촌공사	57.1%												
한국수자원공사	33.3%												
한국지질자원연구원	4.8%												
환경관리공단	4.8%												
<p>○ 마을 주민들이 가장 원하는 지하수</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1순위 : 농업용수(54.5%) - 2순위 : 먹는 물(27.3%) - 3순위 : 생활용수(18.2%) 	 <table border="1"> <caption>마을 주민들이 가장 원하는 지하수</caption> <thead> <tr> <th>지하수종류</th> <th>비율</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>농업용수</td> <td>54.5%</td> </tr> <tr> <td>먹는물</td> <td>27.3%</td> </tr> <tr> <td>생활용수</td> <td>18.2%</td> </tr> </tbody> </table>	지하수종류	비율	농업용수	54.5%	먹는물	27.3%	생활용수	18.2%				
지하수종류	비율												
농업용수	54.5%												
먹는물	27.3%												
생활용수	18.2%												

5.7 기타 주요 제시 의견

- 정기적인 수질검사 및 수질개선을 위한 체계적인 관리요망
- 전기세 부담 등으로 인한 공공관정에 대한 위탁관리가 필요
- 농업용수 부족으로 인한 대형관정개발 요망
- 사용 관정 시설 보수 및 미사용 관정 폐공 조치

5.8 설문결과에 대한 종합의견

- 음용수 및 생활용수는 상수도의 의존도가 높으며, 농업용수는 개인관정(지하수)을 이용하거나 하천 및 저수지를 통해 지표수를 공급받아 이용하고 있으며, 지하수 관정이용 시 먹는 물과 기타로 구분하여 이용한다는 비율이 46.4%로 조사됨
- 지하수 개발은 용이하거나 보통이 83.3%로 양호한 편이나 수량부족 및 수질불량 등의 이유로 사용하지 않는 지하수 관정의 경우에도 재사용 필요 34.8%, 비용발생에 따른 경제적 부담 30.4% 등으로 방치되고 있어 이에 대한 관리대책이 필요할 것으로 판단됨
- 지하수 수질에 대한 만족도(보통 이상)가 87.5%로 높지만 수질기준 초과관정에 대해서 그냥사용(47.6%)하거나 사용하지 못하는(38.1%) 경우와 임시방편(14.3%)으로 이용하는 경우가 있어, 정기적인 수질검사를 통한 관리가 필요할 것으로 판단됨
- 지하수 수량에 대해서는 농업용수(47.6%)가 부족한 것으로 나타났고, 지하수 이용과 관련하여 42.9%가 수중모터 등 기계시설 관련하여 나타났고, 수량부족 등 관로, 배수지등 이용시설 관련 문제로 민원을 제기하여 공공관정에 대한 주기적인 시설물 점검이 필요 할 것으로 판단됨
- 공공관정에 대한 만족도(보통 이상)는 90.5%로 비교적 높으나 지하수전문기관에 위탁 관리하는 의견에 대해서는 81.8%가 찬성하였고 한국농어촌공사가 주도적으로 관리하기를 원하는 대답이 57.1%로 조사되어 공사와 지자체간의 보다 적극적인 협력관계 유지를 통한 협의가 필요할 것으로 판단됨

부 록 VI

농어촌지하수 관리시스템

6. 농어촌지하수관리시스템

6.1 구축 현황

농어촌지하수관리시스템(농어촌지하수넷)을 통해 사업시행대상 352지구 농어촌용수구역 중 ‘16년까지 245지구(85개 시군)에 대한 농어촌지하수 조사결과를 인터넷 기반의 WebGIS 지도 서비스로 제공합니다.

《 농어촌지하수관리시스템 DB 구축 현황 》

구분	세부 내용	자료수(건)	주된 내용
지하수 시설물	소계	592,871공	
	지하수자원관리조사	573,695공	총 352지구중 245개(85시·군) 농어촌용수구역내 분포하는 조사관정 현황
	농업용공공관정	19,176공	농업용공공관정 정밀조사 및 공사관리관정
시추·개발 관정현황	소계	29,777공	
	지하수개발자료	19,445공	공사개발 지하수관정 시추개발 자료
	시추조사	10,332공	수맥조사 지구내 시추착정조사 결과
지하수관측망 모니터링	소계	431공	
	농촌지하수관측망	268공	실시간 수위, 수온, EC 계측분석
	해수침투관측망	163공	“

6.2 접속방법

사이트주소: www.groundwater.or.kr (농어촌지하수넷)

6.3 운영방법

- 농어촌지하수정보와 지하수관측정보는 일반인을 포함한 모든 사용자가 로그인 없이 이용 가능합니다

6.4 농어촌지하수넷시스템 이용 안내

가. 웹지도서비스 이용 방법

- 인터넷 주소창에 www.groundwater.or.kr 입력합니다.
- 농어촌지하수넷 초기 화면에서 화면상단의 “지도서비스”를 클릭합니다.
- GIS 지도서비스창이 새 창으로 열립니다.

농어촌지하수넷 홈페이지 화면

The screenshot shows the homepage of the Rural Groundwater Net system. At the top, there is a navigation bar with 'HOME | ENGLISH | 사이트맵 | 글자크기' and a 'GIS로 보기' button. Below this, there are three main menu items: '농어촌지하수넷이란', '지하수자원관리사업', and '지도서비스'. The main content area is divided into several sections:

- Welcome to Rural Groundwater Net:** A section with a water drop icon and text: '미래를 바꾸는 변화의 임, 농어촌지하수넷은 준비되어 있습니다.'
- 공지사항 (Notice):** A list of recent notices with dates, such as '농어촌지하수넷 웹지도서비스 점검...' dated 2017-08-22.
- 지하수 동정 (Groundwater News):** A list of news items, including '[뉴스] 도심 정장으로 물 스며...' dated 2017-08-23.
- 조사현황 (Survey Status):** Three icons representing '지하수자원관리', '수목조사', and '지하수개발 실적'.
- Quick Link:** Four icons for '지하수 관측망시스템', '관측망 모니터링', '관련 보고서', and '도움말'.

Below the main content, there are three data sections:

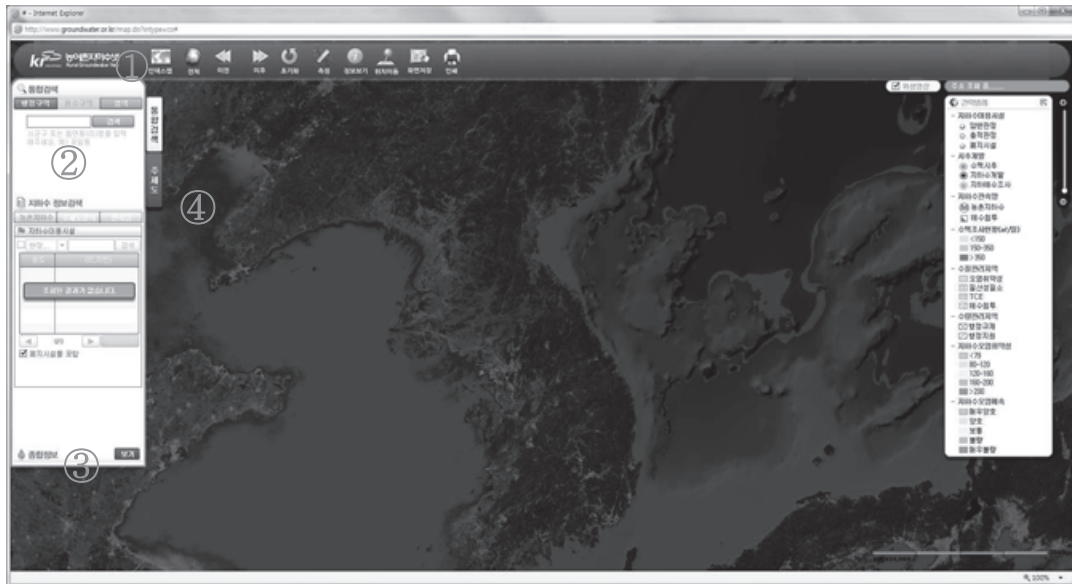
- 농어촌 지하수 정보 분석 (Rural Groundwater Information Analysis):** Includes a search filter for '시도' (Province), '시군구' (City/Gun/Gu), and '읍면동' (Eup/Myeon/Dong).
- 농업용공공관정현황 (Agricultural Public Observation Station Status):** A table showing the number of wells and observation stations by region.
- 지하수관측망정보 (Groundwater Observation Network Information):** A table showing groundwater levels and quality data for various regions.

At the bottom, there are logos for '농림축산식품부', '농어촌진흥위원회', '농자공간포털', '한국농어촌공사', and 'KAWIS 농촌용수품질정보시스템'. The footer contains contact information for '한국농어촌공사' and copyright notice: 'COPYRIGHT © 2016 KRC, 농어촌지하수관리시스템 ALL RIGHTS RESERVED.'

나. 웹지도서비스 메뉴 구성

웹지도서비스 메인화면

- 본 지도화면은 국토교통부의 브이월드(www.vworld.kr) 2D지도, 위성영상과 한국농어촌공사에서 보유하고 있는 공간데이터를 사용하여 작성되었습니다
- 화면우측에는 주요 레이어에 대한 간략범례가 표출됩니다

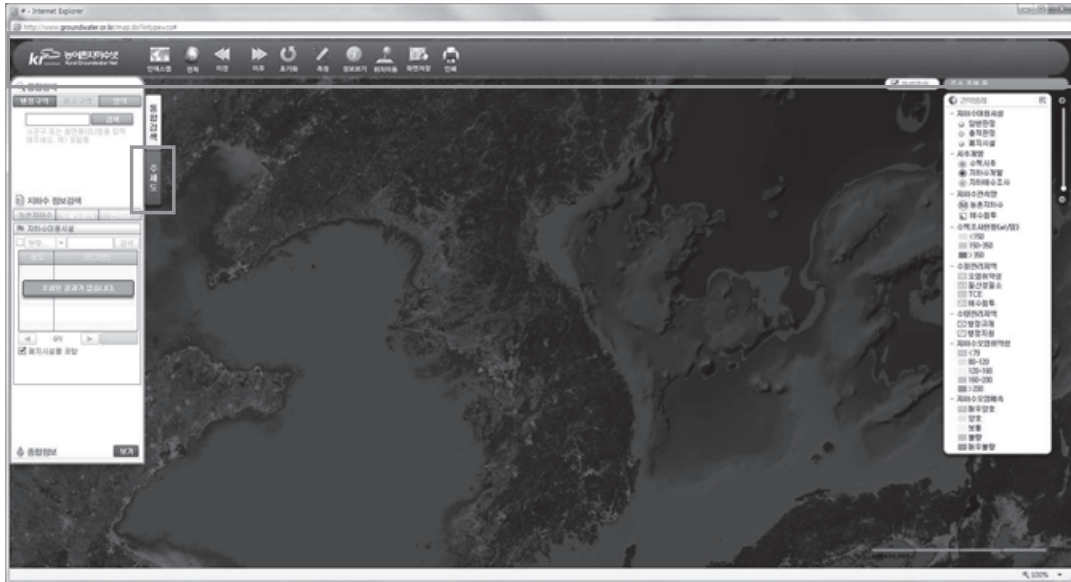












1) 웹지도서비스 메뉴 소개

- ① 지도제어 : 지도 범례, 위치이동, 측정, 정보보기, 범례 등 기능을 제공합니다.
- ② 통합검색 : 행정구역/용수구역/영역별 통합검색 기능 제공합니다.
- ③ 종합정보 : 검색된 지역(행정구역 및 영역검색)에 대한 농어촌지하수 관측정보와 지하수정보에 대한 개발이용, 대수층특성, 수질·수량, 종합현황 등에 대한 통합분석정보 제공합니다.
- ④ 주제도 : 제공하는 레이어에 대한 화면 ON/OFF 기능 제공합니다.

① 지도제어 - 지도상단 메뉴

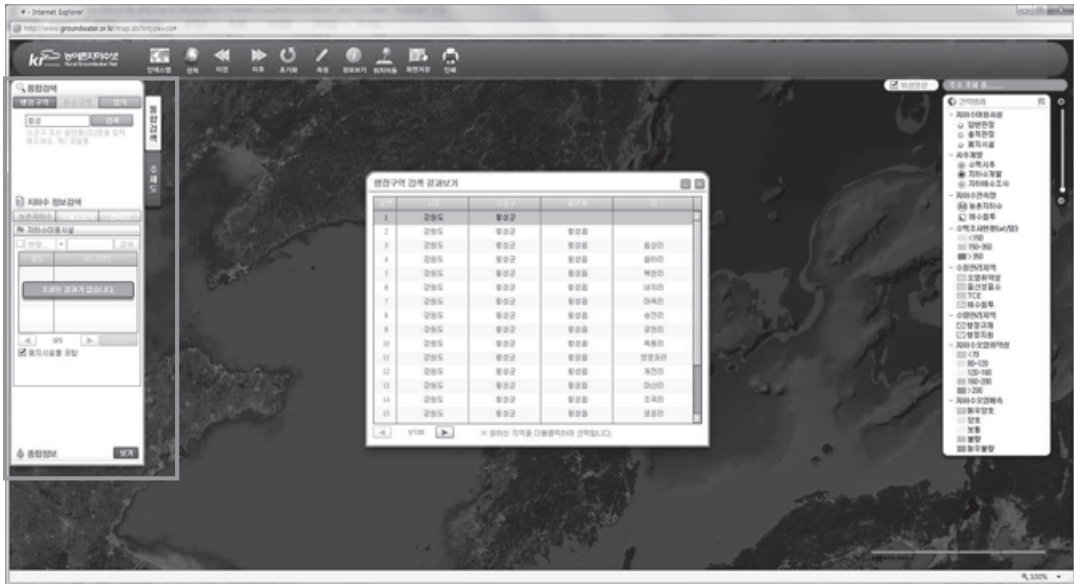
- 전체영역, 위치이동, 거리측정, 정보보기, 화면저장, 인쇄, 범례 등의 기능수행이 가능합니다



	선택한 서비스 지역의 인덱스맵을 보여줍니다
	버튼을 클릭하면 전국지도 화면으로 보입니다
	지도화면 상에서 이전 또는 이후 화면으로 이동합니다
	현재 서비스 상에서 작업했던 내용을 초기화합니다
	지도 위에서 거리 또는 면적을 측정할 수 있습니다
	화면 선택지점의 조사관정에 관한 정보를 제공합니다
	행정구역 또는 좌표로 원하는 위치로 이동을 합니다
	현재 지도화면을 JPEG형식으로 저장합니다
	현재 지도화면을 인쇄합니다
	화면 범례에 나타나지 않은 레이어를 추가하여 ON/OFF합니다

② 검색 : 지도좌측 검색창

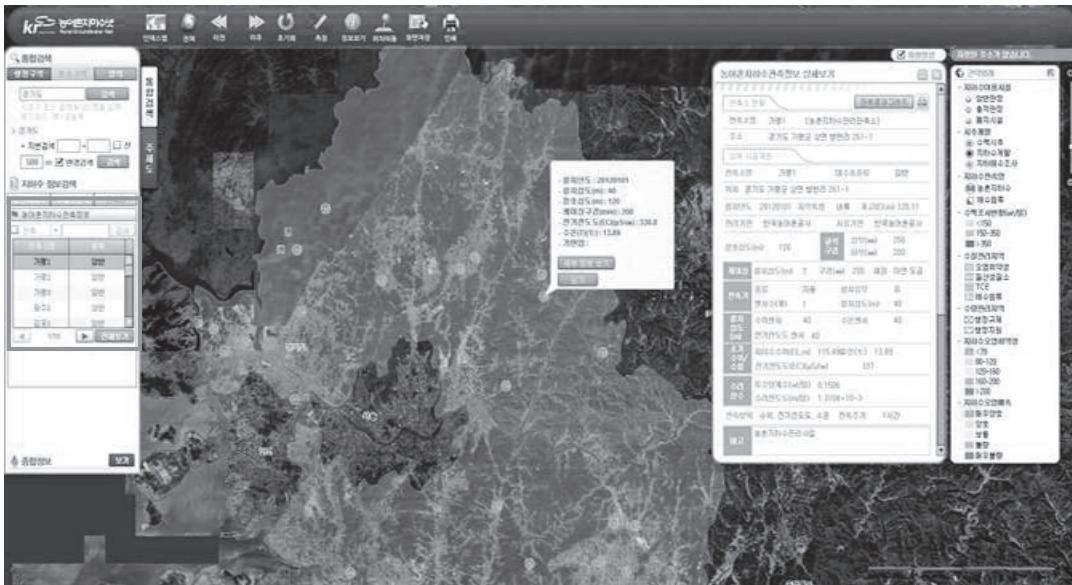
- 지역 또는 원하는 영역을 설정하여 찾고자 하는 지역의 지하수공간정보 현황을 확인합니다



- 행정구역/용수구역/영역검색을 제공합니다

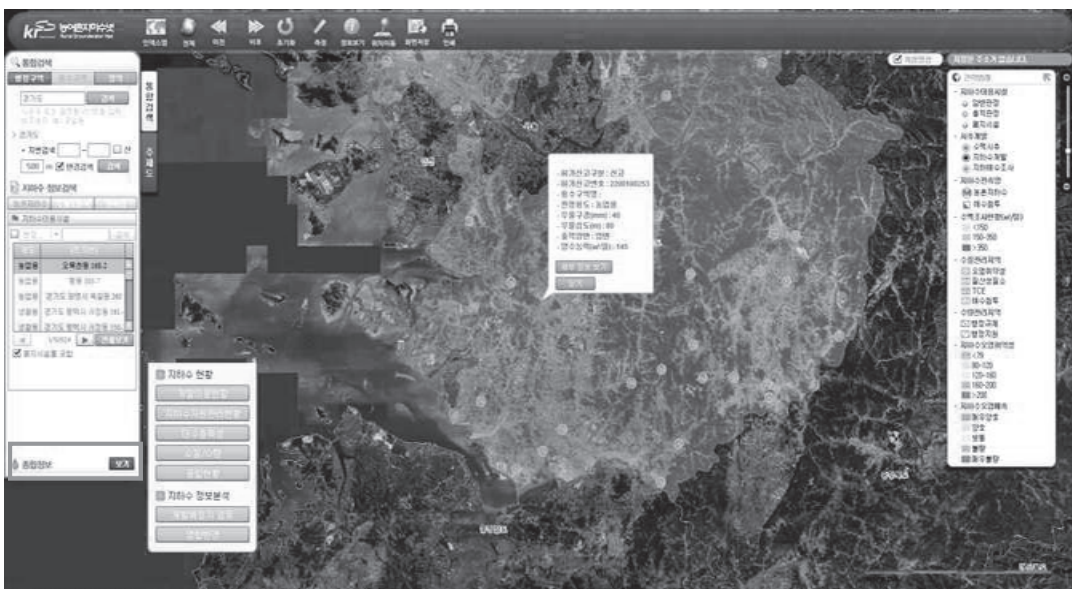
<p>행정구역 용수구역 영역</p> <p>화성시 <input type="button" value="검색"/></p> <p>시군구 또는 읍면동(리)명을 입력 해주세요, (예) 포일동</p> <p>> 경기도 화성시</p> <p>+ 지번검색 <input type="text"/> - <input type="text"/> 산 <input type="button" value="검색"/></p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 시군구 또는 읍면동(리)명을 입력하고 시설물을 검색합니다 ■ 시군구/읍면동(리) 검색 후, 지번검색을 통하여 관정 검색도 가능합니다
<p>행정구역 용수구역 영역</p> <p>- 시/도 <input type="text" value="미지정"/></p> <p>- 시군구 <input type="text" value="미지정"/></p> <p>- 구역명 <input type="text" value="미지정"/></p> <p><input type="button" value="검색"/></p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 시/도, 시군구, 용수구역명을 선택하여 시설물을 검색합니다
<p>행정구역 용수구역 영역</p> <p>[도형검색]</p> <p><input type="button" value="사각형"/> <input type="button" value="원"/> <input type="button" value="다각형"/></p> <p>[지도영역검색]</p> <p><input type="button" value="지도내 영역"/> <input type="button" value="반경검색"/></p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 도형검색 : 사각형, 원, 다각형의 형태를 지도상에 표시하여 시설물을 검색합니다 ■ 지도영역검색 : 지도내 영역을 선택할 경우, 1:15,000보다 확대하여야 검색 가능합니다

- 지하수 수질 및 수량 장애우려지역에 지하수관측망을 설치하여 관측된 지하수위·수온·전기전도도 자료를 제공합니다



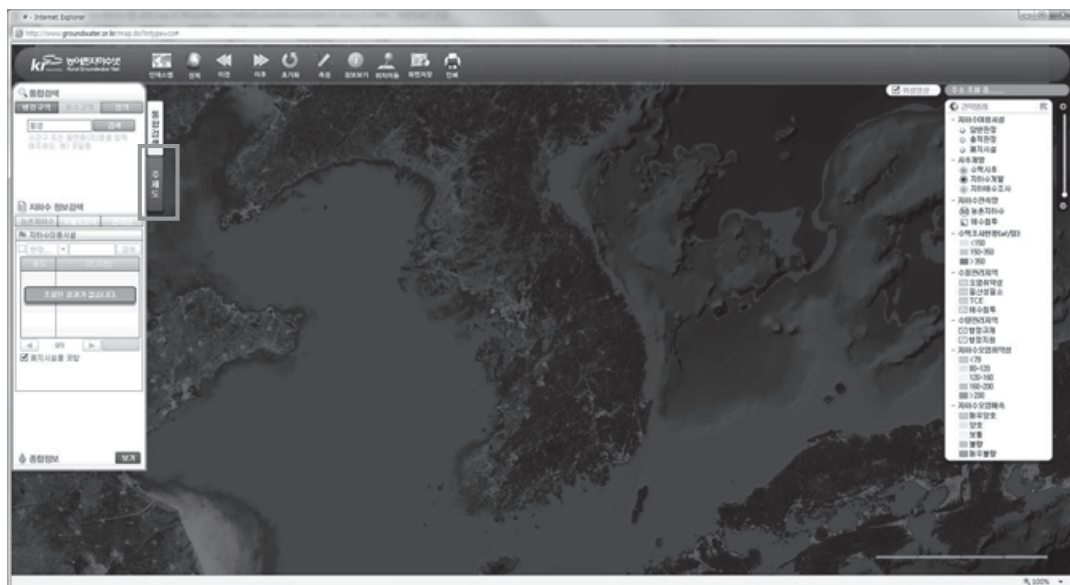
③ 종합정보

- 선택지역에 대한 지하수공간정보 통합분석현황을 제공합니다








(개발이용, 대수층특성, 수질·수량, 종합현황 등)

④ 주제도 : 제공하는 전체 레이어의 ON/OFF창














- 간략범례 목록에서 지도에 나타내고자 하는 목록을 체크합니다
- 표출되지 않은 추가 레이어를 확인하려면 “주제도“ 아이콘을 클릭하면 전체 레이어를 보여줍니다











■ 주제도	지하수자원관리
	<ul style="list-style-type: none"> ▼ <input type="checkbox"/> 지하수자원관리 <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 농어촌지하수 <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="radio"/> 암반관정 <input checked="" type="radio"/> 충적관정 <input checked="" type="radio"/> 폐지시설 ▼ <input type="checkbox"/> 지하수분석현황 <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 관정개발밀도(공/km²) <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> <10 <input type="checkbox"/> 10-20 <input type="checkbox"/> 20-30 <input type="checkbox"/> 30-50 <input type="checkbox"/> 50 ▼ <input type="checkbox"/> 지하수수위현황 <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 수위(m) <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> <5 <input type="checkbox"/> 5-10 <input type="checkbox"/> 10-25 <input type="checkbox"/> 25-50 <input type="checkbox"/> >50 <input type="checkbox"/> 수두(m) <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> <10 <input type="checkbox"/> 10-20 <input type="checkbox"/> 20-50 <input type="checkbox"/> 50-100 <input type="checkbox"/> 100-200 <input type="checkbox"/> >200

주제도	지하수자원관리(계속)
	<ul style="list-style-type: none"> ▼ <input type="checkbox"/> 지하수수질현황 <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 전기전도도($\mu\text{S}/\text{cm}$) <ul style="list-style-type: none"> <250 250-500 500-1000 1000-2000 >2000 <input type="checkbox"/> 질산성질소(mg/ℓ) <ul style="list-style-type: none"> <5 5-10 10-20 >20 <input type="checkbox"/> 수소이온농도(pH) <ul style="list-style-type: none"> <5.8 5.8-8.5 >8.5 ▼ <input type="checkbox"/> 오염원현황 <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 축산폐수시설  <input type="checkbox"/> 유류저장시설  <input type="checkbox"/> 오수배출시설  <input type="checkbox"/> 폐수배출시설  <input type="checkbox"/> 쓰레기매립지  ▼ <input type="checkbox"/> 오염취약성분석 <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 지하수오염예측 <ul style="list-style-type: none"> Aa_매우높음 Ab_높음 Ac_보통 Ba_높음 Bb_보통 Bc_낮음 Ca_보통 Cb_낮음 Cc_매우낮음 <input type="checkbox"/> 지하수오염취약성 <ul style="list-style-type: none"> <79 80-120 120-160 160-200 >200 ▼ <input type="checkbox"/> 개발이용분석 <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 단위면적당이용량($\text{천 m}^3/\text{년}/\text{km}^2$) <ul style="list-style-type: none"> <50 50-100 100-150 150-250 250-500 >550

<p>■ 주제도</p>	<p>종합분석</p>
	<ul style="list-style-type: none"> ▼ <input type="checkbox"/> 종합분석 <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 용수구역도 <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 수질관리지역 <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 오염취약성 <input type="checkbox"/> 질산성질소 <input type="checkbox"/> TCE <input type="checkbox"/> 해수침투 <input type="checkbox"/> 수량관리지역 <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> 행정규제 <input checked="" type="checkbox"/> 행정지원
<p>■ 주제도</p>	<p>지하수관측망</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 지하수관측망 <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> 농촌지하수 <input checked="" type="checkbox"/> 해수침투
<p>■ 주제도</p>	<p>수맥정보</p>
	<ul style="list-style-type: none"> ▼ <input type="checkbox"/> 수맥정보 <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 분산지구 <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 수맥조사관정 <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 수직탐사 <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 시추개발관정 <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 가뭄우심지구 <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 수맥조사현황(m³/일) <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> <150 <input type="checkbox"/> 150-350 <input type="checkbox"/> >350

<p>■ 주제도</p>	<p>시추개발</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> 시추개발 <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 수맥시추 <input checked="" type="checkbox"/> 지하수개발 <input type="checkbox"/> 지하해수조사
<p>■ 주제도</p>	<p>농업기반시설물</p>
	<ul style="list-style-type: none"> ▼ <input type="checkbox"/> 농업기반시설물 <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 배수장 <ul style="list-style-type: none">  <input type="checkbox"/> 방조제 <ul style="list-style-type: none">  <input type="checkbox"/> 양배수장 <ul style="list-style-type: none">  <input type="checkbox"/> 양수장 <ul style="list-style-type: none">  <input type="checkbox"/> 집수암거 <ul style="list-style-type: none">  <input type="checkbox"/> 집수정 <ul style="list-style-type: none">  <input type="checkbox"/> 취입보 <ul style="list-style-type: none">  <input type="checkbox"/> 관정 <ul style="list-style-type: none">  <input type="checkbox"/> 저수지_PT <ul style="list-style-type: none">  <input type="checkbox"/> 저수지_PG <ul style="list-style-type: none">  <input type="checkbox"/> 시설수해면적 <ul style="list-style-type: none"> 

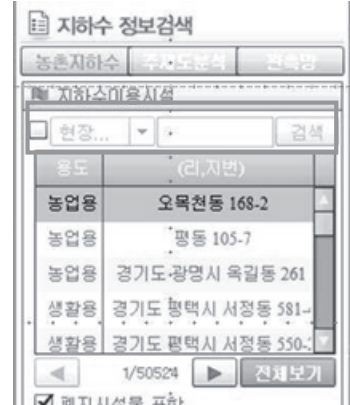
■ 주제도	용도지역지구도
	<ul style="list-style-type: none"> □ 용도지역지구 <ul style="list-style-type: none"> □ 도시지역 <ul style="list-style-type: none"> ▨ 제1종전용주거지역 ▨ 제2종일반주거지역 □ 제1종일반주거지역 □ 제2종전용주거지역 ▨ 제3종일반주거지역 ▨ 준주거지역 □ 중심상업지역 ▨ 일반상업지역 ▨ 근린상업지역 ▨ 유통상업지역 ▨ 전용공업지역 ▨ 일반공업지역 ▨ 준공업지역 ▨ 보전녹지지역 ▨ 생산녹지지역 ▨ 자연녹지지역 □ 관리지역 <ul style="list-style-type: none"> ▨ 관리지역 □ 계획관리지역 ▨ 생산관리지역 ▨ 보전관리지역 □ 농업진흥지역 <ul style="list-style-type: none"> □ 진흥구역 □ 보호구역 □ 도로구역 <ul style="list-style-type: none"> ▨ 도로구역 ▨ 접도구역

■ 주제도	용도지역지구도
	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 농림지역  <input type="checkbox"/> 자연환경보전지역  <input type="checkbox"/> 공간시설  <input type="checkbox"/> 유통 및 공급시설  <input type="checkbox"/> 영농여건 불리농지  <input type="checkbox"/> 농어촌정비지구  <input type="checkbox"/> 재해위험지구  <input type="checkbox"/> 소하천구역  <input type="checkbox"/> 하천구역  <input type="checkbox"/> 기타용도지역 

다. 지하수정보 세부검색 방법

1) 지하수시설정보

- 농어촌지역의 지하수시설물정보, 개발·이용현황, 수질·수량현황, 대수층 특성 등에 대해 기존자료 및 세부정밀조사 자료를 분석·평가하여 농어촌지하수에 대한 모든 정보를 제공합니다
- 검색결과 리스트를 더블클릭후 세부정보보기를 클릭하면 선택지역에 대한 상세정보(관정위치 및 제원, 현장간이수질, 양/음이온분석, 동위원소분석)결과를 보여줍니다

	<ul style="list-style-type: none"> ■ 체크박스를 선택후 검색시 : 현장조사번호 / 관리구분 / 공사관리관정여부 / 관정용도 / 관정세부용도 / 총적암반 / 공공시설 / 정호형태 중 하나를 선택하고 해당 자료 코드를 입력하면 검색결과가 나타납니다 ■ 체크박스를 해제후 검색시 : 선택지역에 대한 모든 검색결과가 나타납니다
--	--

간략정보보기



- 지도위에 간략하게 표현되고 허가신고구분 / 허가 신고번호 / 용수구역명 / 관정용도 / 우물구경 / 우물심도 / 총적암반 / 양수능력 정보를 제공합니다

세부정보보기

<p>농어촌지하수관리 상세보기</p> <p>관정위치 및 제원</p> <p>위치정보 주소: 경기도 평택시 갈매동 5번목 번지</p> <p>지점/연말명 포고 (E-Id): 34.09999047</p> <p>현장조사번호: PT0505060 공사관리시설 허가번호: 신고 관리번호</p> <p>조사일: 2005-08-29 조사자: 김현철 허가/신고: 신고 허가/신고번호: 2200400019</p> <p>시설제원</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>용수구역</td> <td>심도 (m)</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>우물구경 (mm)</td> <td>도출관구경 (mm)</td> <td>32</td> </tr> <tr> <td>케이싱구경 (mm)</td> <td>공조대역 (H/P)</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>관정형태</td> <td>관정</td> <td>총적/시연</td> <td>없음</td> </tr> <tr> <td>개발일자</td> <td>2004-01-01</td> <td></td> </tr> <tr> <td>공조/시설</td> <td>사실</td> <td>영원/세정용</td> <td>비용용</td> </tr> <tr> <td>용도</td> <td>농업용</td> <td>세부용도</td> <td>자유업지업</td> </tr> <tr> <td>양수량 (m³/일)</td> <td>93</td> <td>연사양량 (m³/년)</td> <td>32950</td> </tr> </table>	용수구역	심도 (m)	100	우물구경 (mm)	도출관구경 (mm)	32	케이싱구경 (mm)	공조대역 (H/P)	2	관정형태	관정	총적/시연	없음	개발일자	2004-01-01		공조/시설	사실	영원/세정용	비용용	용도	농업용	세부용도	자유업지업	양수량 (m³/일)	93	연사양량 (m³/년)	32950	<p>시설현장</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>그라우팅</td> <td>Y</td> <td>유량계</td> <td>Y</td> </tr> <tr> <td>상부보호공</td> <td>Y</td> <td>수위측정관</td> <td>N</td> </tr> <tr> <td>출수장치</td> <td>Y</td> <td>전기개폐</td> <td>Y</td> </tr> </table> <p>관정사진</p> 	그라우팅	Y	유량계	Y	상부보호공	Y	수위측정관	N	출수장치	Y	전기개폐	Y
용수구역	심도 (m)	100																																							
우물구경 (mm)	도출관구경 (mm)	32																																							
케이싱구경 (mm)	공조대역 (H/P)	2																																							
관정형태	관정	총적/시연	없음																																						
개발일자	2004-01-01																																								
공조/시설	사실	영원/세정용	비용용																																						
용도	농업용	세부용도	자유업지업																																						
양수량 (m³/일)	93	연사양량 (m³/년)	32950																																						
그라우팅	Y	유량계	Y																																						
상부보호공	Y	수위측정관	N																																						
출수장치	Y	전기개폐	Y																																						

- 관정위치 및 제원 / 현장간이수질 / 양·음이온분석 / 동위원소분석 정보를 제공합니다

2) 주제도분석

- 주제도분석 메뉴는 수맥조사 지구·시추개발(시추주상도 포함)·지하수개발·가뭇우심지구의 정보를 제공합니다
- 검색결과 리스트를 더블클릭후 세부정보보기를 클릭하면 선택지역에 대한 시추개발 관련정보를 보여줍니다

	<ul style="list-style-type: none"> ■ 주제도분석 <ul style="list-style-type: none"> - 수맥지구 - 시추개발 - 가뭇우심지구
	<ul style="list-style-type: none"> ■ 체크박스를 선택시 : 지구명/개발년도 중 하나를 선택하고 해당 자료 코드를 입력하면 검색결과가 나타납니다
	<ul style="list-style-type: none"> ■ 체크박스를 선택시 : 지구명/층적·암반을 선택후 해당 자료 코드를 입력하면 검색결과가 나타납니다
	<ul style="list-style-type: none"> ■ 체크박스를 선택시 : 지구명/ 입력하면 선택지구에 대한 검색결과가 나타납니다

㉞ 수맥지구

수맥정보는 '82~'06년까지의 전국 수맥조사 자료와 그 외의 시추자료 및 시추주상도를 제공하며, 개발예정지 검토와 가뭄대책 수립에 필요한 정보를 제공합니다

- 검색결과 리스트를 더블클릭후 세부정보 보기를 클릭하면 선택지역에 대한 수맥조사 상세정보(수맥지구, 수맥도, 물리탐사)를 보여줍니다

수맥지구		
<input type="checkbox"/>	지구명	검색
지구명	위치	년도
가구	서산	1991
가사	서산	2002
가사	서산	2002
갈마	서산	1983
갈산	서산	1984

1/66 전체보기

- 체크박스를 선택후 검색시 :
지구명 / 개발년도 중 하나를 선택하고 해당 자료 코드를 입력하면 검색결과가 나타납니다
- 체크박스를 해제후 검색시 :
선택지역에 대한 모든 검색결과가 나타납니다
- 개발예정지검토
검색된 지역에 대한 자료설명/검색조건/지구현황 결과가 나타납니다

간략정보 보기



- 지도위에 간략하게 표현되고 지목/조사면적/대수층/시추조사(공) 정보를 제공합니다

세부정보 보기



- 지구위치/조사내역/수맥도/물리탐사 이미지 정보를 제공합니다. 수맥도, 물리탐사 이미지는 다운로드 가능합니다

<수맥지구 정보보기>

㉔ 시추개발

'82~'06년까지의 전국 수맥조사 지구내의 시추자료와 '70년 이후 한국농어촌공사에서 개발한 관정자료를 정보화하여 시설내역, 시추착정내역, 시추주상도를 제공합니다

- 검색결과 리스트를 더블클릭후 세부정보 보기를 클릭하면 선택지역에 대한 시추개발 정보를 보여줍니다

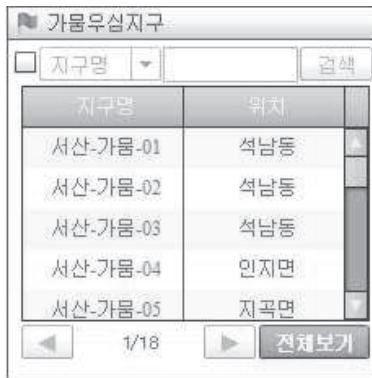
	<ul style="list-style-type: none"> ■ 체크박스를 선택후 검색시 : 지구명 / 개발년도 중 하나를 선택하고 해당 자료 코드를 입력하면 검색결과가 나타납니다 ■ 체크박스를 해제후 검색시 : 선택지역에 대한 모든 검색결과가 나타납니다 ■ 개발예정지검토 검색된 지역에 대한 자료설명/검색조건/암반관정/층적관정 결과가 나타납니다
--	---

간략정보 보기	세부정보 보기
<ul style="list-style-type: none"> ■ 지도위에 간략하게 표현되고 관정코드/지구명/위치/조사공번/개발공번/관정용도/개발년도 정보를 제공합니다 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 위치정보, 시설정보, 시추착정, 확공개발, 양수시험, 수질시험, 기타사항 등의 결과가 나타납니다

<지하수개발 정보보기>

㉔ 가뭄우심지구

가뭄우심지구정보는 가뭄시 물이 부족하여 영농이 어렵거나 예상되는 관심지역에 대한 예상면적을 산정하고, 지구별 농업용수 확보대책을 제공합니다



- 체크박스를 선택후 검색시 :
지구명을 선택하고 해당 자료 코드를 입력하면 검색 결과가 나타납니다
- 체크박스를 해제후 검색시 :
선택지역에 대한 모든 검색결과가 나타납니다
- 개발예정지검토
검색된 지역에 대한 자료설명/검색조건/지구현황/시군 관리/공사관리 결과가 나타납니다

간략정보 보기



- 지도위에 간략하게 표현되고 수해면적(논) / 수해면적(밭) / 기타(개발계획) 정보를 제공합니다

세부정보 보기



- 조사공위치 / 세부내역 / 가뭄우심지구 이미지 정보를 제공합니다

<가뭄우심지구 정보보기>

3) 관측망

지하수수위 및 수질 관측자료를 제공하여 염해피해 방지와 합리적인 지하수 이용·관리계획 수립의 기초자료로 활용 가능합니다

- 선택지역별 지하수관측정을 검색후 리스트를 더블 클릭하십시오
- 세부정보보기를 클릭시 개별 관측소에 대한 제원 및 관측내역(수위, EC,수온)을 경시변화 그래프로 제공합니다

	<ul style="list-style-type: none"> ■ 체크박스를 선택시 : 체크박스를 선택하고 해당 관측소명을 입력하면 검색결과가 나타납니다 ■ 체크박스를 해제후 검색시 : 선택지역에 대한 모든 검색결과가 나타납니다
--	---

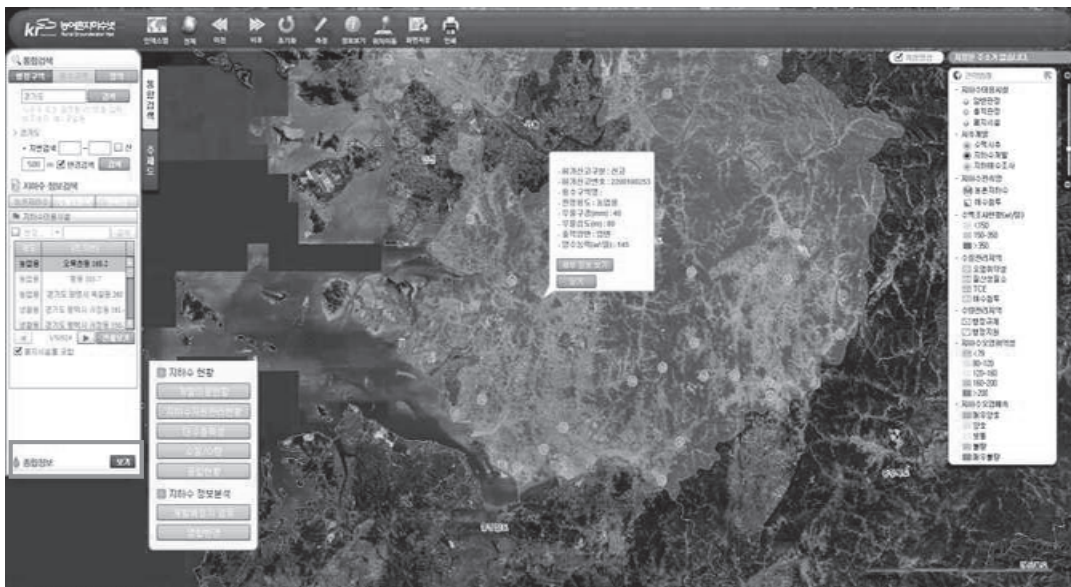
간략정보 보기	세부정보 보기
<ul style="list-style-type: none"> ■ 지도위에 간략하게 표현되고 설치일자 / 설치심도 / 정호심도 / 케이싱구경 / 전기전도도 / 수온 / 기반암 정보를 제공합니다 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 지하수관측정보 및 검색기간 그래프 정보를 제공합니다

<농어촌지하수 관측정보 정보보기>

4) 종합정보

농어촌지역의 지하수시설물정보, 개발·이용현황, 수질·수량현황, 대수층특성 등에 대해 기존자료 및 세부정밀조사 자료를 분석·평가하여 농어촌지하수에 대한 종합분석정보를 제공합니다

- 농촌지하수관리사업의 조사·분석결과를 이용하여 개발예정지에 대한 종합적인 검토자료 제공합니다

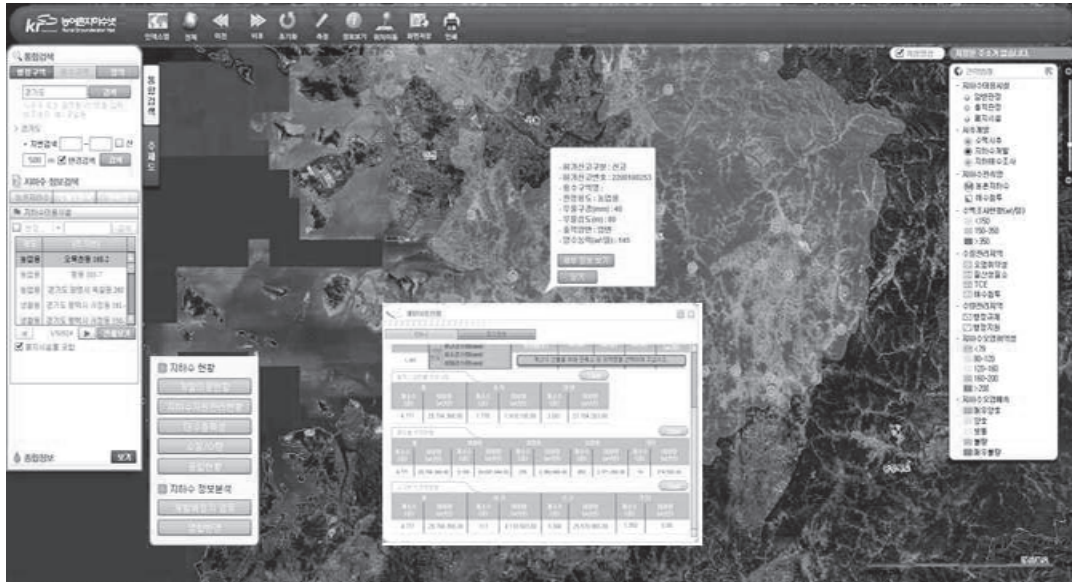


㉞ 지하수 현황	
- 개발이용현황	한국농어촌공사 보유자료를 근간으로 농촌지하수관리 사업을 통해 조사된 정보제공
- 지하수자원관리현황	농촌지하수관리조사의 분석결과를 이용한 종합적인 검토자료 제공
- 대수층특성	대수층 특성에 따른 수위 및 개발심도/수리상수 정보제공
- 수질/수량	현장간이 수질을 통한 조사로 전기전도도, 수소이온농도, 온도, 질산성 질소 등의 분석자료 제공
- 종합현황	지하수 개발이용실태, 부존특성 등을 분석하여 지하수 관리가 필요한 지역을 선정
㉟ 지하수 정보분석	
- 개발예정지 검토	'82년~06년까지 수맥조사 시추조사와 '70~16년 지하수 개발실적자료를 이용하여 해당지역 지층내역 통계 제공
- 영향반경	경험공식에 의한 설정지역의 영향반경 계산, 관정현황, 수질현황제공

㉔ 지하수 현황

■ 개발이용현황

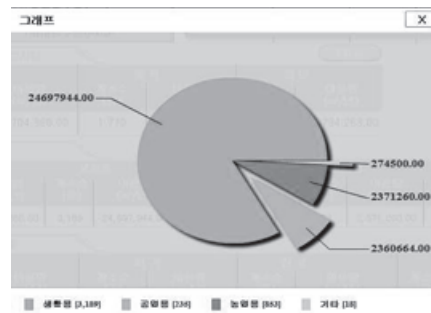
- 지하수 / 점오염원의 관정정보를 제공하고 있습니다



· 지하수

개발이용현황

구분	개수	면적 (㎡)	용량 (㎥)	비율 (%)
총합	4,771	29,704,368.00	1,770	1,910,195.00
농업용	3,001	27,794,263.00	1,180	1,360,000.00
공업용	1,770	1,910,195.00	590	650,195.00



· 점오염원

지하수 / 점오염원

개요

지하수환경에 악영향을 주는 잠재오염원과 그 종류는 수없이 많으나 크게 점오염원과 비점오염원으로 분류되고 있습니다. 본 페이지에서는 지하수의 무분별 개발 및 지하수오염을 방지하고자 점오염원인 축산폐수배출시설, 산업폐수배출시설, 오수배출시설, 유류저장시설, 쓰레기매립장에 대한 정보를 제공하고 있습니다.

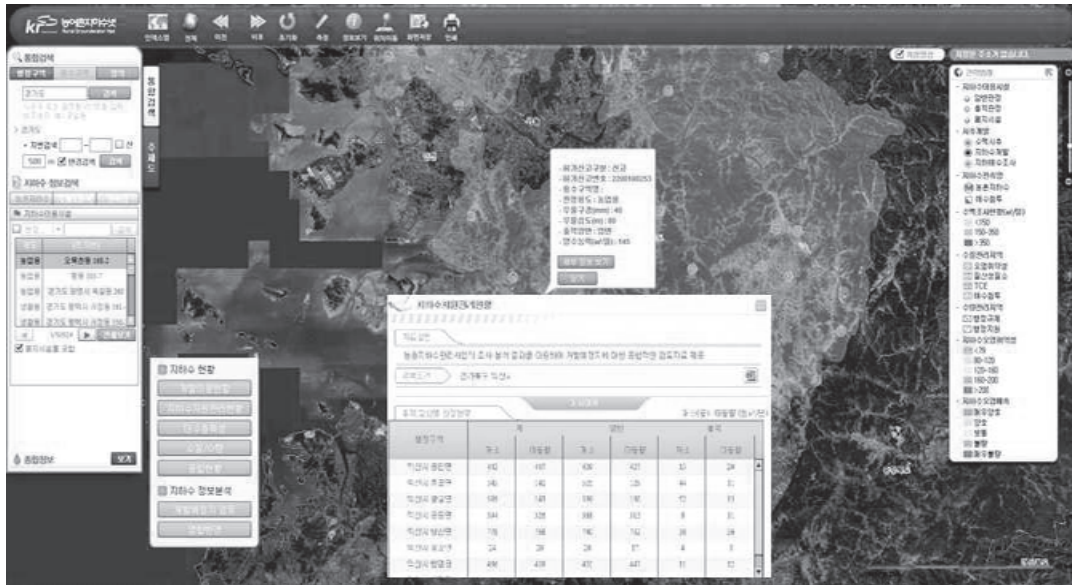
조건: 경기도 화성시

현황

구분	개수	면적 (㎡)
계 (개소)	3,548	1,047
축산폐수배출시설	1,503	699
오수배출시설	291	8
폐수배출시설	699	8
유류저장시설	291	8
쓰레기매립지	8	8

■ 지하수자원관리현황

- 농어촌지하수 관정조사 결과를 이용하여 종합적인 검토자료 제공합니다



행정구역	계		암반		개소(공), 이용량 (천㎥/년)	
	개소	이용량	개소	이용량	개소	이용량
화성시 활초동	20	151	8	0	12	151
화성시 북양동	103	556	21	15	82	541
화성시 송림동	29	82	20	3	9	79
화성시 반정동	21	107	3	3	18	104
화성시 마도면	479	792	367	62	112	730
화성시 송산면	206	2017	87	75	119	1942
화성시 동탄면	247	1755	47	59	200	1696

행정구역	계		생활용		농업용		공업용		기타	
	개소	이용량	개소	이용량	개소	이용량	개소	이용량	개소	이용량
화성시 북양동	87	1686	72	1406	8	0	7	280	0	0
화성시 마도면	466	2132	194	1842	6	20	266	270	0	0
화성시 송산면	200	7927	107	3882	2	20	90	3975	1	50
화성시 동탄면	237	4645	219	4309	8	260	8	31	2	45
화성시 활초동	16	415	12	415	0	0	4	0	0	0
화성시 반정동	21	275	20	265	1	10	0	0	0	0
화성시 송림동	11	312	9	162	0	0	2	150	0	0

행정구역	계 (개소)	축사시설	폐수 배출시설			쓰레기 매립지
			오수 배출시설	폐수 배출시설	유류 저장시설	
화성시 활초동	12	8	2	2	0	0
화성시 북양동	53	20	24	8	1	0
화성시 송림동	11	7	3	1	0	0
화성시 문호동	8	8	0	0	0	0
화성시 마도면	141	73	37	20	10	1
화성시 송산면	142	72	50	15	4	1
화성시 동탄면	173	11	90	49	23	0

수리특성					
대수층	공수	구분	수리상수		
			수리전도도(m/일)	투수량계수(m ² /일)	저류계수
암반	122	최대값	10.63	9.82	4.17
		최소값	0.00	0.00	0.00
		평균값	0.13	4.87	0.44
충적	8	최대값		995.35	0.92
		최소값		1.49	0.01
		평균값		197.39	0.19

수질관리 제한지역			지역지하수 관리	
행정구역	행정규제	행정지원		
화성시 병정동	-	Y		▲
화성시 기산동	Y	-		
화성시 반월동	Y	-		
화성시 안성동	-	Y		
화성시 봉담읍 수영리	-	Y		
화성시 봉담읍 동화리	-	Y		
화성시 봉담읍 와우리	-	Y		▼

수질관리 제한지역				
행정구역	지하수오염 취약환경	질산성질소	수질검사 초과	해수침투
화성시 서신면 제부리	-	-	-	Y
화성시 서신면 용두리	-	-	-	Y
화성시 서신면 궁평리	-	-	-	Y
화성시 서신면 백미리	-	-	-	Y

수리특성					
행정구역	공수	개발/이용분야			
		관정밀도(공/ha)	총이용량(m ³ /년)	단위면적당 이용량(m ³ /년/ha)	이용량 적정개발가능량(%)
화성시 동탄면	396	7.9	1854	63.3	40
화성시 마도면	1365	30.5	2287	73.9	52
화성시 송산면	1455	25	1663.1	80.7	57
화성시 남양동	118	5		49.1	32
화성시 서신면	511	4.6	517	51.1	37
화성시 향남읍	446	6.9	1587.9	90.9	58
화성시 봉담읍	653	12.1	2236.3	123.5	80

수질 분야					
행정구역	수질 분야				
	질산성질소 평균값	잠재오염원(개소수)	오염원 분포밀도	DRASTIC index 평균값	오염부하량
파주시 금촌동	7.22	31	8.44	112.15	3436.58
파주시 아동동	3.16	25	8.51	105.88	1207.52
파주시 법원읍	6.32	198	145.7	240.51	869.95
파주시 월롱면	3.19	100	100	122.2	116.13
파주시 탄현면	2.32	125	2.27	117.98	5230.86
파주시 장단면	1.89	0	0	122.53	9.97

■ 대수층특성

- 대수층 특성에 따른 수위 및 개발심도/수리상수의 정보를 제공합니다

· 수위 및 개발심도

수위 및 개발심도
수리상수

개요

지하수위란 자유면대수층(충적층 지하수)에서는 지하수위면을, 피압대수층에서는 피압면을 뜻하며, 수문기상 조건 및 지하수 채수량 등에 따라 끊임없이 변동하고 있습니다. 따라서 지하수 수위의 변동은 그 지역 지하수체의 저류량 변화를 대변한다고 할 수 있습니다.

정의

- ▶ 자연수위(Depth to Water, 단위 : m) : 지표면에서 지하수면까지의 깊이
- ▶ 수두(GroundWater Level, 단위 : m) : 해수면에서 지하수면까지의 높이

현황

층적 / 암반	공수 (공)	개발 심도 (m)			지하수위 (m)		
		최대값	최소값	평균값	최대값	최소값	평균값
충적	581	191.31	3	33.12	810	2.2	32.27
암반	431	595.8	21	21.97	2100	10	125.73

· 수리상수

수위 및 개발심도
수리상수

개요

지하수의 물리적 유동 특성을 정량적으로 파악하는데 사용되는 수리상수들에는 수리전도도(hydraulic conductivity), 투수량계수(transmissivity), 저류계수(storativity) 등이 있습니다. 실내시험 및 현장시험을 통해 얻어지는 수리상수들은 그 자체로 지하수계 즉 대수층 매질의 물리적 특성을 지시하는 중요한 인자들이므로 지하수 조사에서 수리상수의 산출은 가장 기초적이면서도 중요한 공정이랄 수 있습니다.

정의

- ▶ 수리전도도(K, [L/T]) : 지하수 흐름방향에 수직인 단위면적을 통해 단위 수위구배 하에서 다공질 매질을 단위 시간동안 흐르는 물의 부피
- ▶ 투수량계수(T, [L²/T]) : 위에서 정의한 수리전도도(K)와 대수층 포화 두께(b)를 곱한 값(T = K × b)
- ▶ 저류계수(S, [무차원]) : b의 포화두께를 가지는 피압 대수층에서 단위 수위변화시 대수층의 단위면적을 통해 유출되는 물의 부피(S = S_s × b)

수리상수

층적 / 암반	공수 (공)	수리상수								
		수리전도도 (m/d)			투수량계수 (m ² /d)			저류계수		
		최대값	최소값	평균값	최대값	최소값	평균값	최대값	최소값	평균값
충적	2	0,00327	0,00217	0,00272	0,9711	0,5416	0,75635	0,2087	0,0602	0,13445
암반	69	0,27845	0,00041324	0,03251819	6,205	0,121	3,74320657	0,000065	0,0001308	0,04082846

■ 수질/수량

- 관정의 수질현황 및 수량현황 정보를 제공합니다

· 현장간이수질

수질현황 수량현황

현장간이수질 양음이온분석 동위원소

개요

현장 간이수질조사는 야외에서 각 관정의 간단한 수질검사를 위한 조사로써, 주로 전기전도도(Electro Conductivity), 수소이온농도(pH), 온도(T), 질산성질소(NO₃-N) 등의 검사항목이 있습니다. 일반적으로 수질 자료는 시공간적으로 많은 차이를 보일 수 있으므로 여기서 제공하는 정보는 조사시점의 자료라는 점에 주의하시기 바랍니다.

대수층별 간이수질 현황

총적 / 암반	공수 (공)	구분	수리상수		
			EC(μs/cm)	pH	NO ₃ -N(mg/l)
암반	2,578	최대값	19,840	9.18	27.7
		최소값	50	4.14	.1
		평균값	435.53	6.87	4.82
총적	2,239	최대값	9,620	8.43	18.8
		최소값	39	4.23	.1
		평균값	499.37	6.33	8.75

· 양이온분석

현장간이수질 양음이온분석 동위원소

개요

양/음 이온 분석은 합양-증발, 암중, 산화-환원, 반응 등에 의해서 일어날 수 있는 물-암석 간의 관계를 파악하고, 지하수에 용존된 이온을 통해 물의 기원을 상대적으로 추정하기 위해 사용된다. 물의 기원은 대략적으로 다음과 같이 분류 할 수 있다.

- 제 1군 : Ca(HCO₃)₂ 형 - 담수
- 제 2군 : NaHCO₃ 형 - 담수
- 제 3군 : CaSO₄ 또는 CaCl₂ 형 - 광산, 화산성물
- 제 4군 : NaSO₄ 또는 NaCl형 - 해수(염수)

양 / 음 이온 분석현황

현장조사 번호	Mg (mg/l)	Ca (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	CO ₃ (mg/l)	Cl (mg/l)	총적 암반	조사일자
평균	11.15	40.3	31.27	2.62	14.33	78.85	6.3	68.82		
HG16030	12	100	23.91	3.69	27.48	62.48		41.01	암반	2003-08-08
HG05325	7.47	29.87	9.65	1.25	5.24	59.44		47.03	총적	2003-08-12
HG07346	10.64	64.3	21.86	2.09	4	63.4		71.8	암반	2003-08-07
HG15273	2.23	6.53	4.36	0.81	1.85	47.24		3.15	총적	2003-08-13
HG03854	17.28	58.82	37.02	2.07	77.5	111.25		80.12	총적	2002-07-18
HG11145	13.79	42.77	48.06	3.06	15.86	46.33		104.84	암반	2002-07-20
HG11131	3.52	18.7	7.79	1.78	12.88	60.96		16.12	암반	2002-07-22

· 동위원소

현장간이수질 양음이온분석 동위원소

개요

지하수중 질산성 질소의 $\delta^{15}N$ 를 측정하면 그 오염원을 추정할 수 있는데 일반적으로 지하수의 $\delta^{15}N$ 값은 오염원이 화학비료인 경우는 +4‰ 이하, 토양유기물인 경우 +4 ~ +9 ‰, 축산폐수나 생활하수인 경우는 +9 ~ +18 ‰ 인 것으로 알려져 있다. 수리지구화학에서는 지하수의 기원(특히, 기온, 위도, 고도 등 출진환경)과 전화양상을 규명하기 위하여 산소 및 수소 동위원소를 많이 사용한다. 일반적으로 강우의 δO 와 δD 값은 전세계 강우직선(Worldwide Meteoric Water Line, $\delta D = \delta^{18}O + 10$)상에 또는 이에 평행하게 점사된다.

동위원소 분석현황

현장조사 번호	위치	대수층구분	심도 (m)	NO3-N (mg /ℓ)	$\delta^{15}N$ (‰)	$\delta^{18}O$ (‰)	δD (‰)
PJG080121	경기도 파주시 탄현면 법흥리	암반	250	5.66	16.7	0	0
PJW080169	경기도 파주시 조리읍 대원리	암반	25	22.12	1.3	0	0
PJG090768	경기도 파주시 파주읍 연풍리	암반	100	2.1	4.6	6.5	0
PJG100074	경기도 파주시 적성면 마지리	암반	10	7.69	9.1	0	0
PJG100127	경기도 파주시 적성면 장현리	암반	100	4.11	9.1	0	0
PJW080087	경기도 파주시 상지석동	암반	27	4.78	14.9	0	0
PJG090484	경기도 파주시 법원읍 법원리	암반	100	1.6	14.2	6.8	0
PJG090368	경기도 파주시 법원읍 대능리	암반	100	9.3	11.6	1.3	0
PJG090489	경기도 파주시 법원읍 법원리	암반	200	12.7	8.4	4.4	0

· 수량현황

수질현황 수량현황

- 지하수 부존량
: 지하 지층 공극에서 저류된 물중 산출 가능한 양
: 지하수 부존량 = 대상지역 지층의 체적 × 유효공극률
- 지하수 함양량 (=일정 채수량)
: 자연상태의 순환량 즉, 일정유역내 주어진 조건하에서 지하수를 양수할 때 부정적 영향이 발생하지 않는 범위내에서 항구적으로 이용할 수 있는 채수량임(Todd, 1980)
- ※ 부정적 영향
 1. 지하수부존량 점진적 감소
 2. 수질저하
 3. 수위저하에 따른 지반침하
 4. 기존시설에 대한 우물간섭 등
- 적정개발가능량
: 현실적인 문제 고려시 지하수 함양량의 0.7~0.9 적용
: 적정개발가능량 = 지하수 함양량 × (0.7~0.9)

현황

위치	용수구역	면적 (km ²)	연이용량 (천 m ³ /yr)	적정개발가능량 (천 m ³ /yr)	이용량/적정개발 가능량 (%)
경기도 파주시 금능동	파교		141.73	330.98	42.82
경기도 파주시 금촌동	파교		585.65	609.89	96.03
경기도 파주시 맥금동	파교		1280.36	767.14	166.9
경기도 파주시 마동동	파교		445.87	487.36	91.49
경기도 파주시 마동동	파교		388.18	715.66	54.24
경기도 파주시 광탄면	파문		4410.64	8704.31	50.56

■ 종합현황

- 지하수 개발·이용실태부존특성 등을 분석하여 지하수 관리가 필요한 지역 선정시 참고자료로 활용 가능합니다

· 개발·이용분야

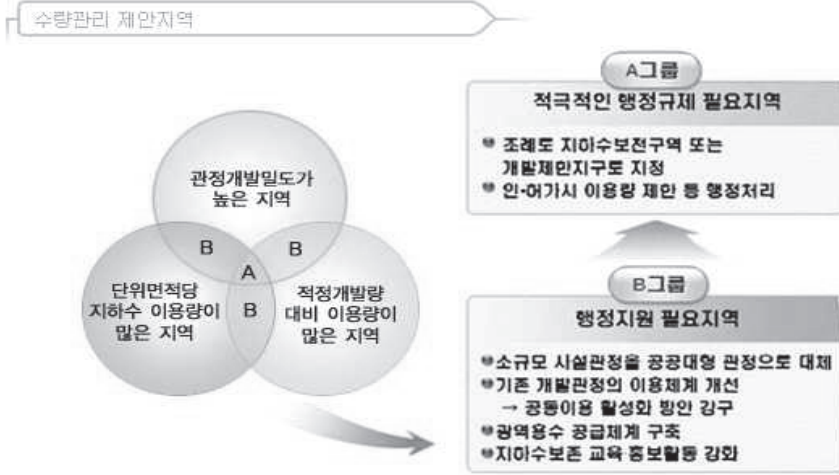
개발·이용분야	수질분야	수량관리 제안지역	수질관리 제안지역		
<p>개발·이용분야</p> <p>: 지하수 이용 및 수량 특성기준 - 지하수 개발가능량 과다지역 - 단위면적당 지하수 이용량 과다 지역 - 관정밀도 과다 지역</p>					
위치	관정수 (공)	관정밀도 (공/km ²)	총이용량 (천m ³ /yr)	단위면적당 이용량 (천m ³ /yr/km ²)	이용량/적정 개발가능량 (%)
평균	676	24.21	1995.15	84.52	56.19
경기도 파주시 군내면	112	2.59	426.22	9.85	6.68
경기도 파주시 법원읍	598	18.8	1000.57	31.46	23.79
경기도 파주시 장단면	36	1.06	263.18	7.72	4.8
경기도 파주시 적성면	764	8.6	2000.5	22.52	17.86
경기도 파주시 진동면	38	0.88	112.42	2.61	1.94
경기도 파주시 진서면	2	0.22	2.19	0.24	0.12
경기도 파주시 파평면	486	13.48	1045.87	29.01	21.78
경기도 파주시 교하읍	1930	22.5	9306.19	147.52	88.83

· 수질분야

개발·이용분야	수질분야	수량관리 제안지역	수질관리 제안지역		
<p>수질분야</p> <p>: 지하수 수질특성기준 - 지하수오염이 진행중인 지역(질산성질소 평균치 높은 지역) - DRASTIC INDEX(지하수 오염취약성) 높은 지역 - 단위면적당 오염부하량 과다 지역</p>					
위치	질산성질소 (mg/l)	잠재오염원 (개소)	오염원분포밀도 (개소/km ²)	평균 DRASTIC Index	오염부하량 (kg/밀/km ²)
평균	3	79.23	38.38	118.64	3270.54
경기도 파주시 군내면	0	8	0.18	121.31	88.27
경기도 파주시 법원읍	4.16	54	1.7	122.26	350.52
경기도 파주시 장단면	1.89	0	0	122.53	9.97
경기도 파주시 적성면	4.36	167	1.88	124.38	1650.57
경기도 파주시 진동면	1.6	0	0	115.14	9.29
경기도 파주시 진서면	0	0	0	114	8.66
경기도 파주시 파평면	2.96	101	2.8	127.69	1188.01
경기도 파주시 교하읍	3.28	224	3.98	124.7	30665.92
경기도 파주시 조곡읍	3.0	151	5.69	115.85	18265.26

· 수량관리 제안지역

개발·이용분야 | 수질분야 | 수량관리 제안지역 | 수질관리 제안지역



읍면	A그룹 (행정규제)	B그룹 (행정지원)
광탄면 기산리	-	-
광탄면 마장리	-	-
광탄면 발향리	-	-
광탄면 방축리	-	-
광탄면 분수리	-	-
광탄면 신산리	-	-
광탄면 영강리	-	-
광탄면 용미리	-	-
광탄면 현마리	-	-

· 수질관리 제안지역

개발·이용분야 | 수질분야 | 수량관리 제안지역 | 수질관리 제안지역

- 수질관리 제안지역
- 지하수 오염 취약환경
 - 소규모 오염배출시설관리 → 오수·분뇨 등 관련영업 합동지도·점검
 - 오염유발시설의 입지 제한
 - 지하수 오염방지시설이 불량하거나 불량 시공된 관정의 보수를 통한 오염경로 차단
 - 질산성 질소(NO3-N) 높은 지역
 - 비료의 적정시비량 계도
 - 농약, 비료 사용량 감소에 의한 비점오염원 관리
 - 축산폐수배출시설 관리 → 축산폐수 공공처리시설 설치 확대
 - 수질검사 기준 초과지역
 - 농공단지 등의 지하수 중금속 및 유기염소계 화합물(PCE, TCE)에 대한 정기적인 수질검사 의무화
 - 해수침투 우려지역
 - 지하수개발 심도 제한 및 지하수 이용량 적정수준 유지
 - 수질변화 감시 강화 및 수질오염 발생시 대처방안 수립
 - 보조 지하수 관측망 설치/운영 및 수질오염 발생시 관련 규정에 의한 대처 방안 수립

읍면	지하수오염취약환경	질산성질소	수질검사기준초과	해수침투
탄현면 금송리	-	Y	-	Y
탄현면 법흥리	-	Y	-	Y

㉔ 지하수 정보분석

■ 개발예정지 검토

- 수맥조사 시추조사 자료와 지하수개발자료를 종합한 통계를 제공합니다

자료설명
82년~06년까지 수맥조사 시추조사 자료와 '90년 이후 현재까지 지하수 개발실적자료를 이용하여 해당지역의 지층내역 통계자료 제공

검색조건 강원도 강릉시

행정구역별 지층내역

출적관정

행정구역	공수	도사 평균 값 (m)	사 평균 값 (m)	심트 평균 값 (m)	사역 평균 값 (m)	온전 석 평균 값 (m)	중회 대 평균 값 (m)	기반암 평균값 (m)	조사계열 심도 평균값 (m)	평균 양수량 (m ³ /일)
강릉시 강동면 임곡리	2	0.55	0.3	0	1.85	6.4	0	0	9.1	20
강릉시 연곡면 행정리	5	1.86	0.6	0	2.48	0	9.34	0	14.28	160.6
강릉시 저동	5	0.72	5.1	0	1.38	3	0	0	10.2	93.2
강릉시 강동면 하시동리	5	0.5	3.6	0	1.36	4	0	0	9.46	88.2

기반암 = 연암 + 보통암 + 경암

영향반경

행정구역	공수	도사 평균 값 (m)	사 평균 값 (m)	심트 평균 값 (m)	사역 평균 값 (m)	온전 석 평균 값 (m)	중회 대 평균 값 (m)	기반암 평균값 (m)	조사계열 심도 평균값 (m)	평균 양수량 (m ³ /일)
강릉시 옥계면 남양리	1	3	0	0	9	0	4	84	100	80
강릉시 두산동	1	0.7	2.4	0	1.7	4.9	4.2	1.4	15.3	42
강릉시 성산면 어촌리	1	1	7	0	0	0	6	116	130	56
강릉시 저동	1	0.9	5.1	0	1.1	3	3	1.4	14.5	36

■ 영향반경

- 경험공식에 의한 설정지역의 영향반경을 계산해줍니다

영향반경 보고서 열람을 위해 지도상에 '영향반경' 포인트입력 및 '적용' 영역그리기로 원할형태의 반경을 그려주시기 바랍니다.

영향반경 설정

경험공식 선택

- Shultz 공식
- Weber 공식
- Kozeny 공식
- 평균값
- 사용자 입력

수치 입력

대수층투수계수(T) m/day

대수층저류계수(S)

양수경과시간(t) day

상수(a)값

수리경도도값(K) m/day

양수량(Q) m/day

계산

닫기

6.5 농어촌지하수넷 지하수관측망시스템 이용 안내

가. 웹서비스 이용 방법

- 인터넷 주소창에 <http://www.groundwater.or.kr> 입력합니다
- 농어촌지하수넷 메인화면에서 “Quick Link”의 “지하수관측망시스템” 아이콘을 클릭합니다

지하수관측망시스템 홈페이지 화면

[Login](#) [sitemap](#)

지하수관측망시스템
관측자료 조회
관측망관리
실시간 모니터링

사리암

위성영상

관측망 현황

통합분석 현황

주세분석

연평균대비

작물생육과의 관계

관심

주의

경계

심각

공지사항

지하수관측망시스템 시범운영 2015-11-30

2016.08월 현재

구분: 전체 농촌지하수 해수염투

구분	지하수수위(EL.m)			전기전도도(μS/cm)		
	현재평균	전년도까지의 평균	비율(%)	현재평균	전년도까지의 평균	비율(%)
전국	54.02	44.32	121.88	4,776	4,731	100.94
경기	28.52	15.78	180.74	1,811	1,124	161.21
강원	113.16	115.90	97.64	3,136	1,204	260.51
충북	145.99	143.90	101.45	270	239	112.58
충남	15.75	12.83	122.73	5,691	6,567	86.66
전북	83.18	74.74	111.30	6,257	8,885	70.42
전남	17.44	5.22	334.26	11,410	10,304	110.74
경북	97.96	121.16	80.85	1,410	2,032	69.37
경남	37.01	20.74	178.49	1,453	2,878	50.50

주세상태 요약

구분	상층주세		하층주세		변동없음	
	지하수수위	전기전도도	지하수수위	전기전도도	지하수수위	전기전도도
전국	0	4	0	6	364	354
경기	0	0	0	0	53	53
강원	0	2	0	1	42	39
충북	0	0	0	0	17	17
충남	0	1	0	1	39	37
전북	0	0	0	0	23	23
전남	0	1	0	3	84	80
경북	0	0	0	1	47	46
경남	0	0	0	0	59	59

지역별 관측소 설치현황 (농촌지하수/해수염투)

구분	경기권	강원권	충북권	충남권	전북권	전남권	경북권	경남권
전체	364(210/154)	53(30/23)	42(28/14)	17(17/0)	39(21/18)	23(15/8)	84(33/51)	47(35/12)

[Login](#) [sitemap](#)

지하수관측망시스템
관측자료 조회
관측망관리
실시간 모니터링

[관측소별 조회](#) · [관측소 비교조회](#) · [관측자료 통계](#) · [관측소별 공공관정 조회](#) · [통합리포트](#)

나. 관측자료 조회

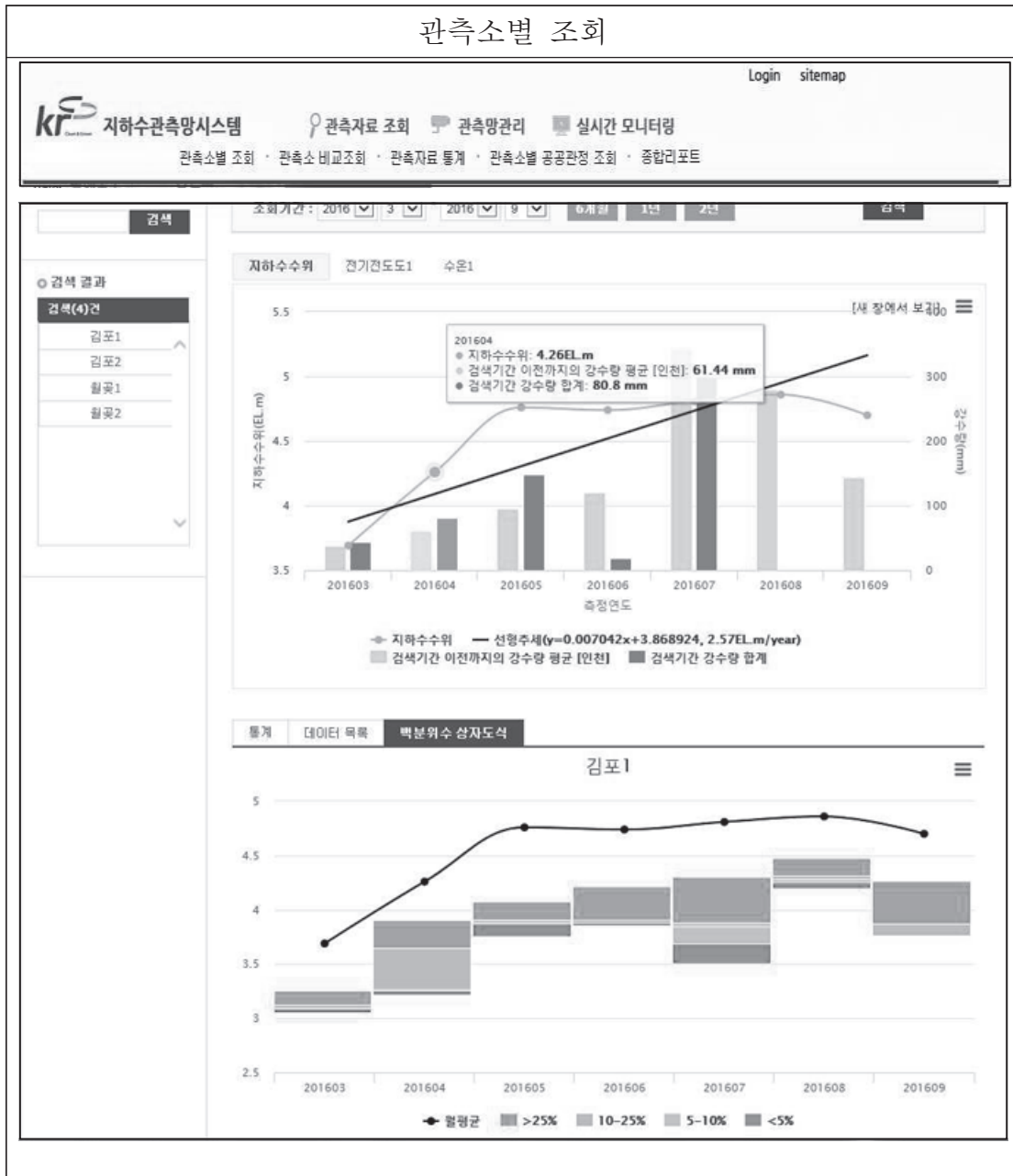


1) 관측자료 조회 메뉴 소개

- ① 관측소별 조회 : 선택 지역에 대한 지하수관측결과를 분석제공합니다
- ② 관측소 비교조회 : 선택 지역 주변 다수 관측소 관측결과를 분석제공합니다
- ③ 관측자료 통계 : 지역별(도별, 시군구) 선택지역에 대한 통계제공합니다
- ④ 종합리포트 : 권역별 관측결과 및 세부현황을 종합하여 제공합니다

2) 관측소별 조회

① 관측소별 조회 화면 : 개별 관측소의 선택기간에 대한 일별, 순별, 월별, 연별, 시간별 관측결과를 분석하여 도식으로 제공합니다



- ② 관측소별 비교조회 화면 : 지역별 다수의 선택 관측소에 대한 일별, 순별, 월별, 연별, 시간별 관측결과를 분석하여 도식으로 제공합니다



③ 관측자료 통계 화면 : 지역별, 권역별 통계자료 제공합니다

관측자료 통계

[Login](#) [sitemap](#)

지하수관측망시스템

🔍 관측자료 조회
🗨 관측망관리
📺 실시간 모니터링

[관측소별 조회](#) · [관측소 비교조회](#) · [관측자료 통계](#) · [관측소별 공공관정 조회](#) · [종합리포트](#)

관측자료 통계

🏠 홈 > 관측자료 조회 > **관측자료 통계**

= 시도 선택 =

= 시군구 선택 =

검색

○ 검색 결과

검색해 주세요

관측소

관측소별 통계
권역별 통계

전체
 농촌지하수
 해수염투
 구분: 일반 시간별

조회기간: 2016 3 6 ~ 2016 9 6
 6개월
1년
2년
검색

지하수수위
전기전도도1
전기전도도2
수온1
수온2

관측소	평균	최대	최소	표준편차	범위	¼분위	중앙	¾분위
[총계]	53.14	552.15	-59.86	96.23	612.01	1.22	5.33	72.97
가인1	0.53	0.76	0.35	0.07	0.42	0.48	0.52	0.57
가인2	1.52	1.93	1.32	0.11	0.61	1.44	1.5	1.55
가평1	114.15	115.24	111.53	0.8	3.72	113.86	114.35	114.74
가평2	75.45	75.99	75.12	0.2	0.86	75.28	75.48	75.6
갈문1	1.13	1.9	-1.6	0.79	3.5	1.1	1.32	1.66
갈화1	0.88	1.42	0.36	0.23	1.06	0.72	0.9	1.03
갈화2-2	1.25	1.53	0.98	0.09	0.54	1.19	1.27	1.31
감정1	1.13	2.02	0.7	0.26	1.32	0.93	1.11	1.25
감정2	-1.69	-0.91	-2.38	0.28	1.47	-1.86	-1.71	-1.51
감현1	147.31	150.61	145.85	2.05	4.76	145.9	145.99	150.31
감포1	9.17	9.76	8.84	0.22	0.92	9	9.14	9.29
감포2	9.25	9.87	8.64	0.31	1.24	9.01	9.21	9.49
강구1	3.82	3.95	3.59	0.12	0.37	3.74	3.87	3.91
강릉1	60.74	62.93	59.72	0.87	3.22	59.84	60.63	61.41
강릉2	0.38	0.86	0.21	0.12	0.65	0.27	0.37	0.46
강릉3	20.2	21.6	19.47	0.57	2.14	19.63	20.2	20.69

부록 VII

농업용 공공관정 일제조사표

농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	담수지구 (일련번호: WDAM201700112) / 허가신고번호 : 1199900001		
위 치	전라남도 담양군 대전면 중옥리 682-8 번지 (위도: 35° 16' 26.20" , 경도: 126° 52' 48.18")		
채 수 량	205 m ³ /day		
제 원	가) 구 경 : 200 mm 나) 심 도 : 80 m		
수중모터펌프	가) 마 력 : 5.0 HP 나) 설치심도 : 70 m 다) 토출관구경 : 30 mm		
개발년도(연장허가)	1999년 12월 16일		
점검자 소속	한국농어촌공사 전남지역본부	점검일자	2017년 05월 26일

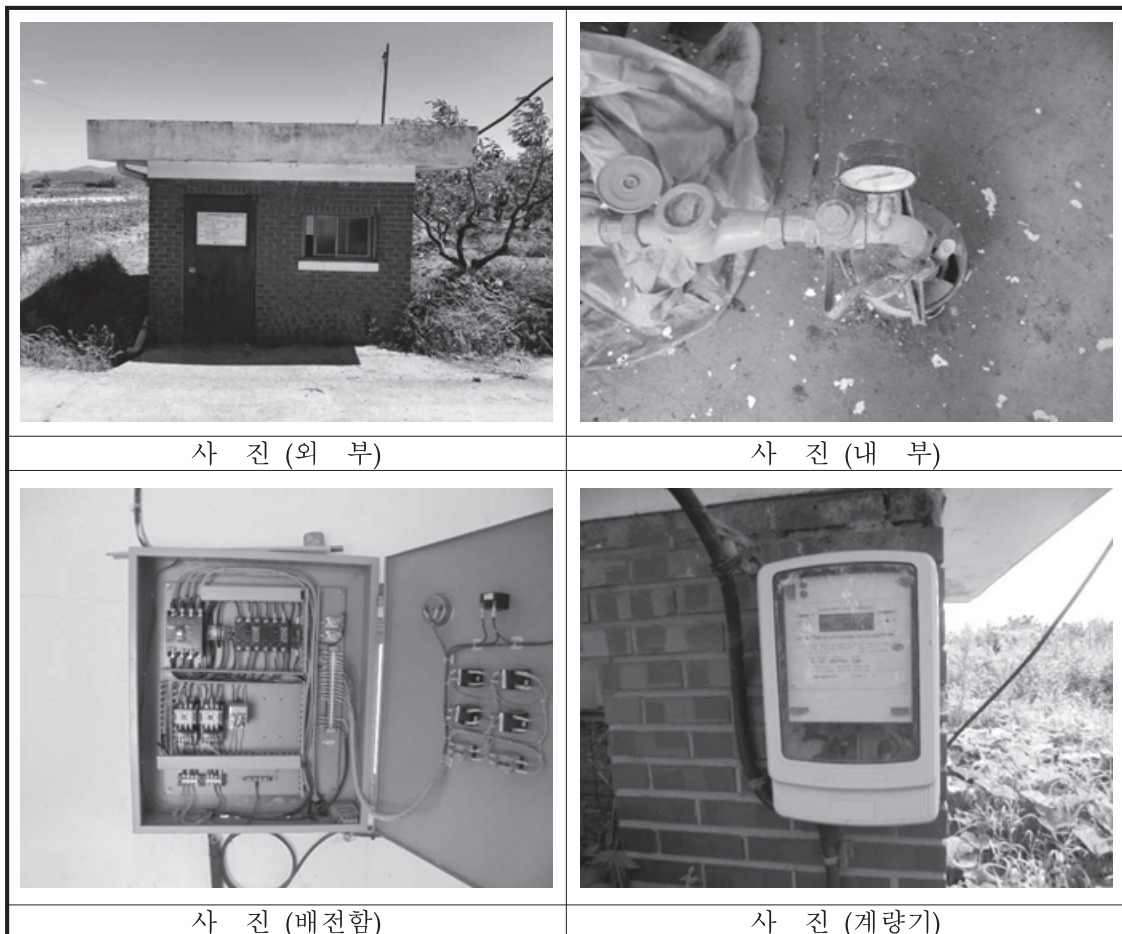
나. 세부점검내역

분야별	구 분	점 검 항목	점검사항	점 검 내 용	점 검 결 과	
지 질 / 수 질	관 정	수 질	수질검사	검사일	—	
				농업용 수질기준	—	
				부적합 항목	—	
		관 정	자연수위	자연수위 측정	7.3	
				양 수 량	양수량의 적정여부	—
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	—
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	보통	
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	보통
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	보통
		오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	보통	
				녹발생 및 부식정도	보통	
		측 장 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	보통	
				출수장치	출수장치의 파손여부	보통
수위측정관	수위측정관의 관리상태			보통		
기 계	기 계 시 설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태	보통	
			용 량	이용량 대비 용량의 적정성	보통	
전 기	전 기 시 설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	보통	
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	보통	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	보통	

다. 점검결과

문제점			
대책			
추정소요사업비 (공종별)	공종(항목)	처리내역	처리비용
	계		

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	담수지구 (일련번호: WDAM201700113) / 허가신고번호 : 1200000003		
위 치	전라남도 담양군 대전면 갑향리 325 번지 (위도: 35° 16' 9.46" , 경도: 126° 54' 42.11")		
채 수 량	210 m ³ /day		
제 원	가) 구 경 : 200 mm 나) 심 도 : 100 m		
수중모터펌프	가) 마 력 : 5.0 HP 나) 설치심도 : 70 m 다) 토출관구경 : 40 mm		
개발년도(연장허가)	2000년 05월 18일		
점검자 소속	한국농어촌공사 전남지역본부	점검일자	2017년 06월 07일

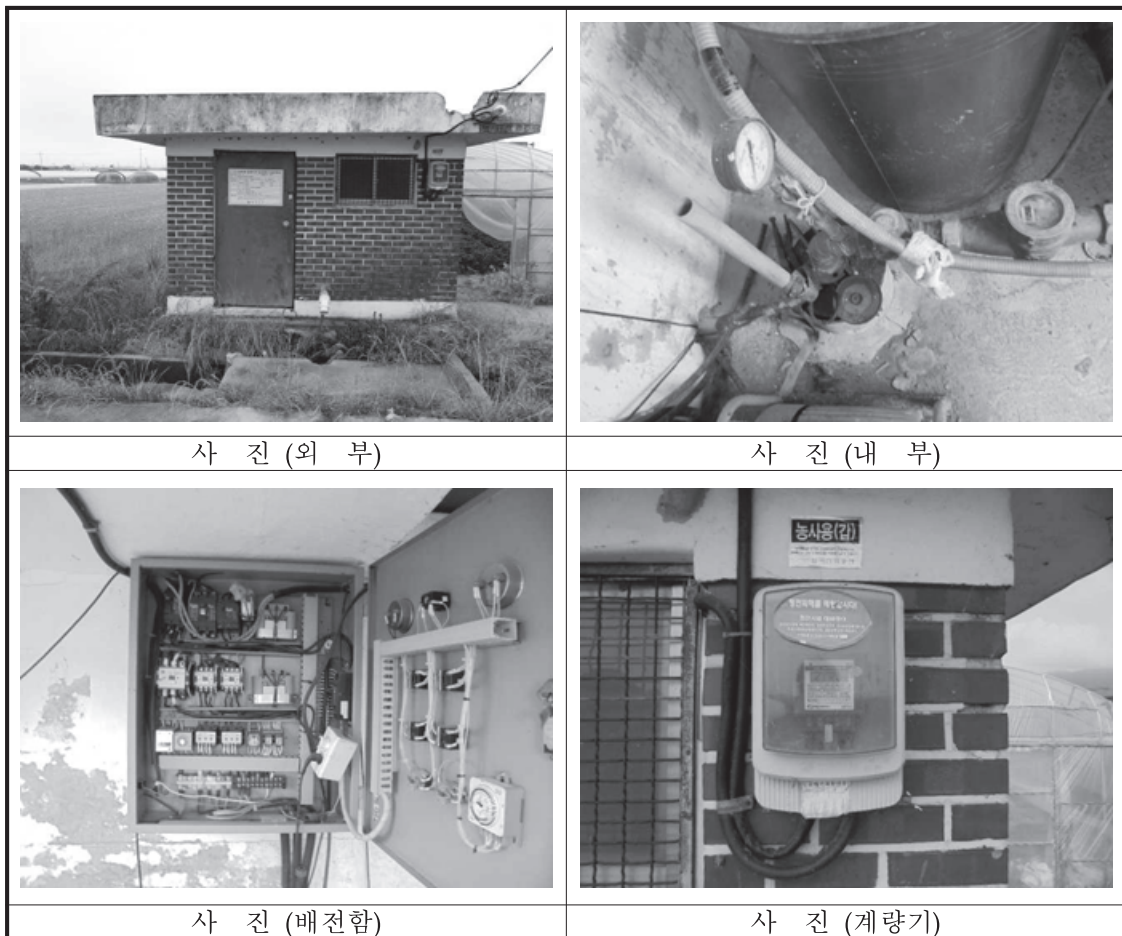
나. 세부점검내역

분야별	구 분	점 검 목	점검사항	점 검 내 용	점 검 결 과	
지 질 / 수 질	관 정	수 질	수질검사	검사일	—	
				농업용 수질기준	—	
				부적합 항목	—	
		관 정	자연수위	자연수위 측정	—	
				양 수 량	양수량의 적정여부	—
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	—
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	보통	
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	보통
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	보통
		오염방지 시 설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	보통	
				녹발생 및 부식정도	보통	
			측 정 장 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	보통
		출수장치		출수장치의 파손여부	불량	
		수위측정관		수위측정관의 관리상태	보통	
		기 계	기 계 시 설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태
용 량	이용량 대비 용량의 적정성				보통	
전 기	전 기 시 설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	보통	
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	보통	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	보통	

다. 점검결과

문제점	출수장치 불량		
대 책	출수장치 수리		
추정소요사업비 (공 종 별)	공 종 (항 목)	처 리 내 역	처 리 비 용
	출수장치	수리	38천원
	계		38천원

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	담수지구 (일련번호: WDAM201700114) / 허가신고번호 : 1200100011		
위 치	전라남도 담양군 대전면 갑향리 232-6 번지 (위도: 35° 16' 5.55" , 경도: 126° 54' 50.87")		
채 수 량	164 m ³ /day		
제 원	가) 구 경 : 250 mm 나) 심 도 : 100 m		
수중모터펌프	가) 마 력 : 3.0 HP 나) 설치심도 : 60 m 다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)	2001년 10월 31일		
점검자 소속	한국농어촌공사 전남지역본부	점검일자	2017년 06월 07일

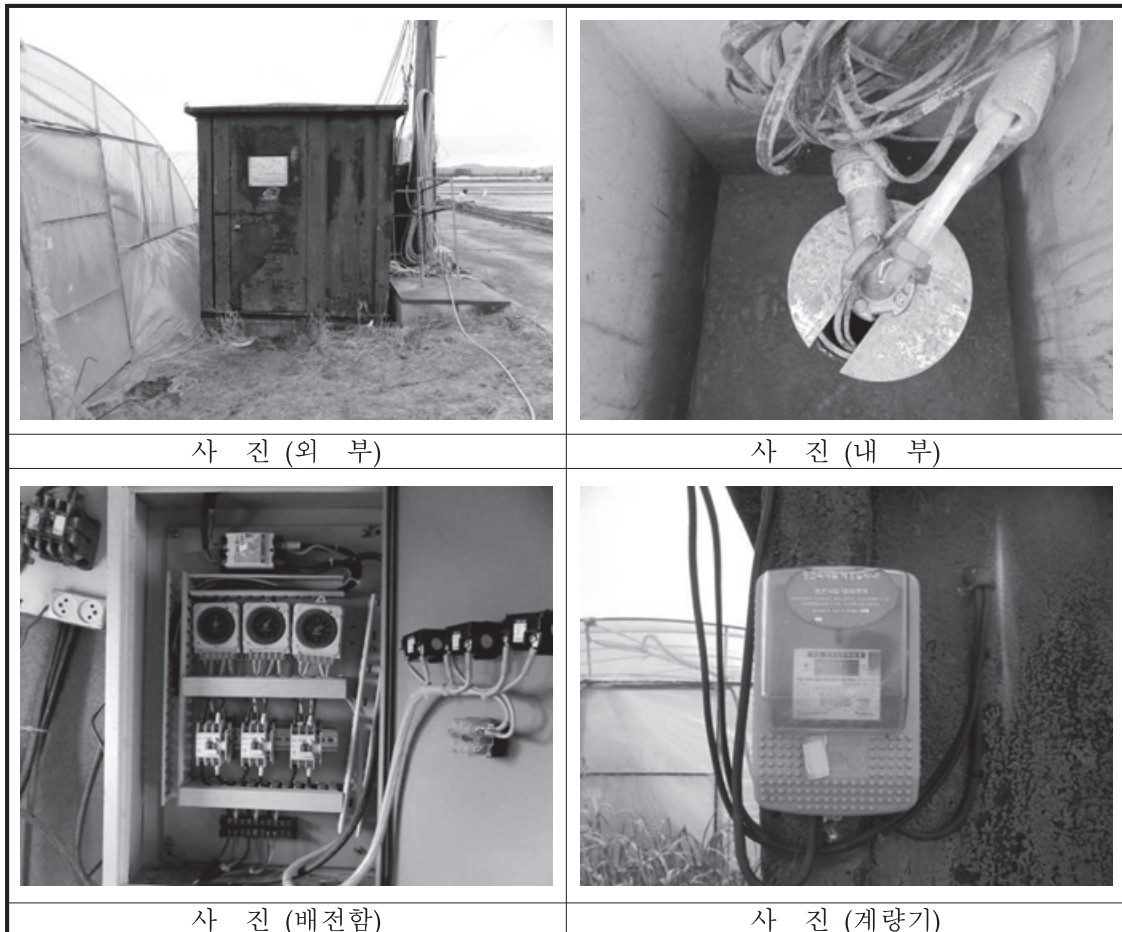
나. 세부점검내역

분야별	구 분	점 검 목	점검사항	점 검 내 용	점 검 결 과		
지 질 / 수 질	관 정	수 질	수질검사	검사일	—		
				농업용 수질기준	—		
				부적합 항목	—		
		관 정	자연수위	양 수 량	자연수위	자연수위 측정	—
					양수량의 적정여부	—	
					이물질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	—
		양수장 및 보호공	균 열	누 수	균열	균열, 백태, 박리, 파손여부	보통
					위치	위치, 누수원인, 누수여부	보통
					침 하	침하부위, 원인 및 정도	보통
		오염방지 시 설	덮개파손	덮개부식	파손 및 시건장치 유무	파손 및 시건장치 유무	보통
					녹발생 및 부식정도	녹발생 및 부식정도	보통
		측 장 치	유 량 계	출수장치	작동유무 및 파손여부	작동유무 및 파손여부	보통
					출수장치의 파손여부	출수장치의 파손여부	보통
수위측정관의 관리상태	수위측정관의 관리상태				해당없음		
기 계	기 계 시 설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태	보통		
			용 량	이용량 대비 용량의 적정성	보통		
전 기	전 기 시 설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	보통		
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	보통		
			동 작	진동상태, 계기류 작동	보통		

다. 점검결과

문제점	수위측정관 미설치		
대 책	수위측정관 설치		
추정소요사업비 (공 종 별)	공 종 (항 목)	처 리 내 역	처 리 비 용
	수위측정관	설치	167천 원
	계		167천 원

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	담수지구 (일련번호: WDAM201700115) / 허가신고번호 : 1200200013		
위 치	전라남도 담양군 수북면 오정리 774-32 번지 (위도: 35° 17' 42.08" , 경도: 126° 54' 46.19")		
채 수 량	164 m ³ /day		
제 원	가) 구 경 : 250 mm 나) 심 도 : 110 m		
수중모터펌프	가) 마 력 : HP 나) 설치심도 : 60 m 다) 토출관구경 : 40 mm		
개발년도(연장허가)	2002년 09월 18일		
점검자 소속	한국농어촌공사 전남지역본부	점검일자	2017년 05월 26일

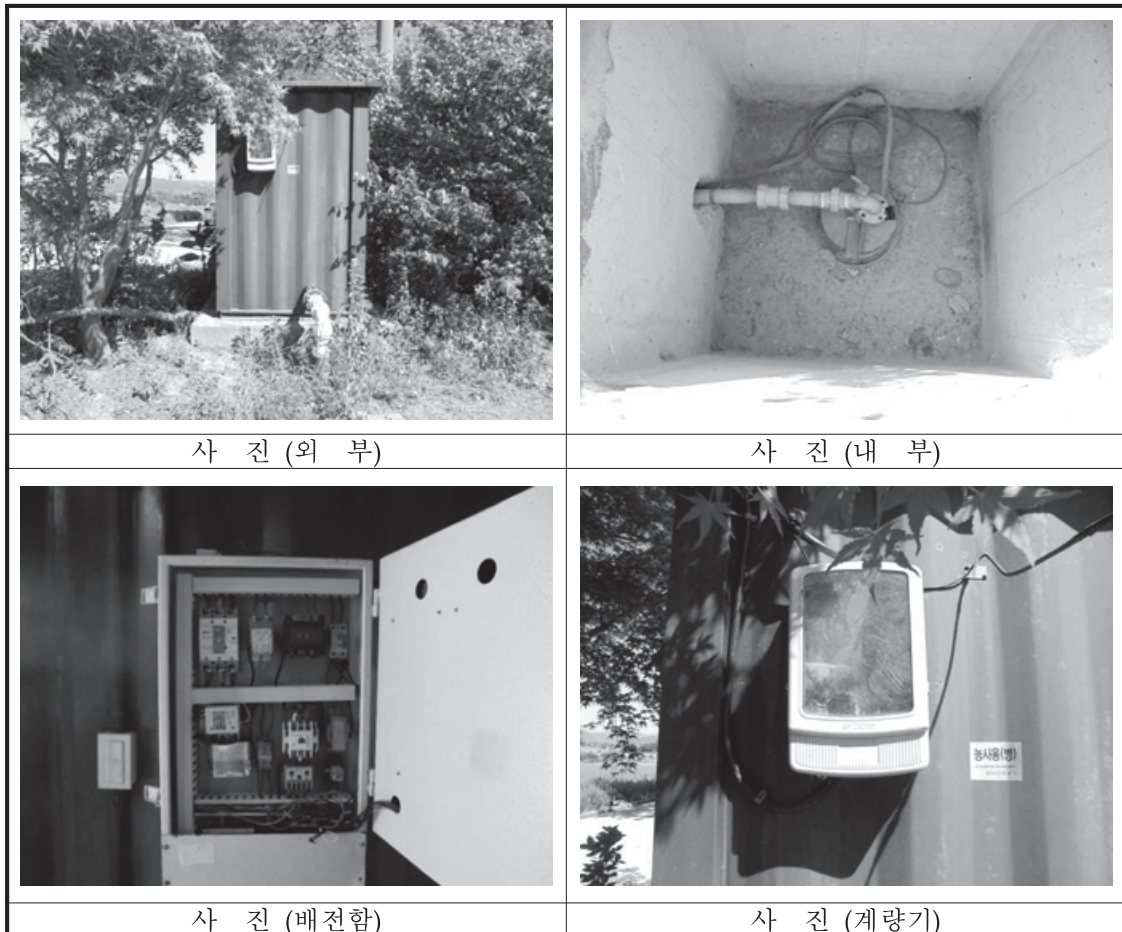
나. 세부점검내역

분야별	구 분	점 검 목	점검사항	점 검 내 용	점 검 결 과	
지 질 / 수 질	관 정	수 질	수질검사	검사일	—	
				농업용 수질기준	—	
				부적합 항목	—	
		관 정	자연수위	자연수위 측정	—	
				양 수 량	양수량의 적정여부	—
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	—
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	양호	
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	양호
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	양호
		오염방지 시 설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	보통	
				녹발생 및 부식정도	보통	
			측 정 장 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	보통
		출수장치		출수장치의 파손여부	보통	
		수위측정관		수위측정관의 관리상태	해당없음	
기 계	기 계 시 설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태	보통	
			용 량	이용량 대비 용량의 적정성	보통	
전 기	전 기 시 설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	보통	
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	보통	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	보통	

다. 점검결과

문제점	수위측정관 미설치, 계량기 철거		
대 책	수위측정관 설치		
추정소요사업비 (공 종 별)	공 종 (항 목)	처 리 내 역	처 리 비 용
	수위측정관	설치	167천 원
	계		167천 원

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	담수지구 (일련번호: WDAM201700116) / 허가신고번호 : 1200200014		
위 치	전라남도 담양군 대전면 행성리 170-1 번지 (위도: 35° 17' 21.25" , 경도: 126° 54' 13.60")		
채 수 량	160 m ³ /day		
제 원	가) 구 경 : 200 mm 나) 심 도 : 180 m		
수중모터펌프	가) 마 력 : 5.0 HP 나) 설치심도 : 60 m 다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)	2002년 09월 18일		
점검자 소속	한국농어촌공사 전남지역본부	점검일자	2017년 06월 08일

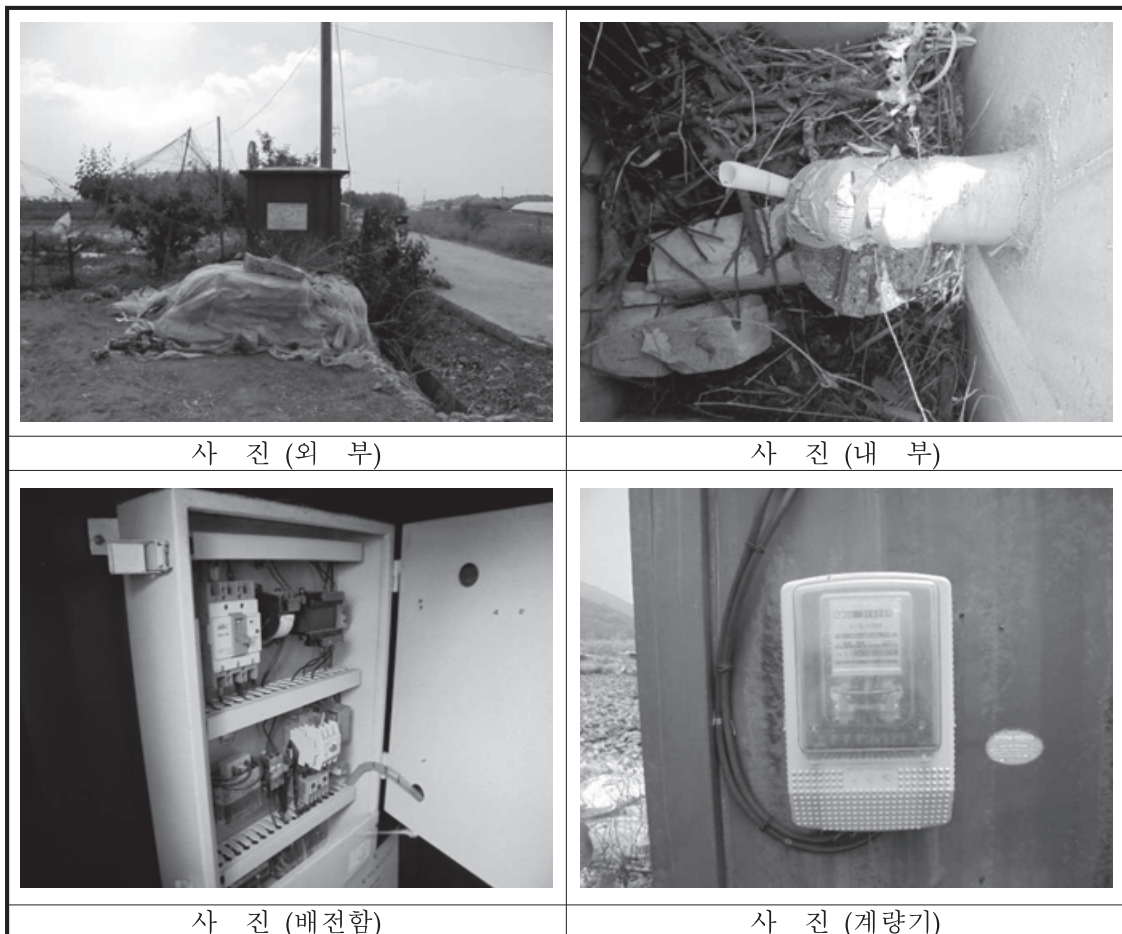
나. 세부점검내역

분야별	구 분	점 검 목	점검사항	점 검 내 용	점 검 결 과	
지 질 / 수 질	관 정	수 질	수질검사	검사일	—	
				농업용 수질기준	—	
				부적합 항목	—	
		관 정	자연수위	자연수위 측정	—	
				양 수 량	양수량의 적정여부	—
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	—
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	보통	
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	보통
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	보통
		오염방지 시 설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	보통	
				녹발생 및 부식정도	보통	
			측 정 장 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	보통
		출수장치		출수장치의 파손여부	불량	
		수위측정관		수위측정관의 관리상태	보통	
		기 계	기 계 시 설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태
용 량	이용량 대비 용량의 적정성				보통	
전 기	전 기 시 설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	보통	
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	보통	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	보통	

다. 점검결과

문제점	출수장치 누수		
대 책	출수장치 교체		
추정소요사업비 (공 종 별)	공 종 (항 목)	처 리 내 역	처 리 비 용
	출수장치	교 체	38천원
	계		38천원

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	담수지구 (일련번호: WDAM201700117) / 허가신고번호 : 1200200015		
위 치	전라남도 담양군 수북면 오정리 750-17 번지 (위도: 35° 17' 47.34" , 경도: 126° 54' 32.81")		
채 수 량	180 m ³ /day		
제 원	가) 구 경 : 250 mm 나) 심 도 : 110 m		
수중모터펌프	가) 마 력 : HP 나) 설치심도 : 60 m 다) 토출관구경 : 40 mm		
개발년도(연장허가)	2002년 09월 18일		
점검자 소속	한국농어촌공사 전남지역본부	점검일자	2017년 05월 26일

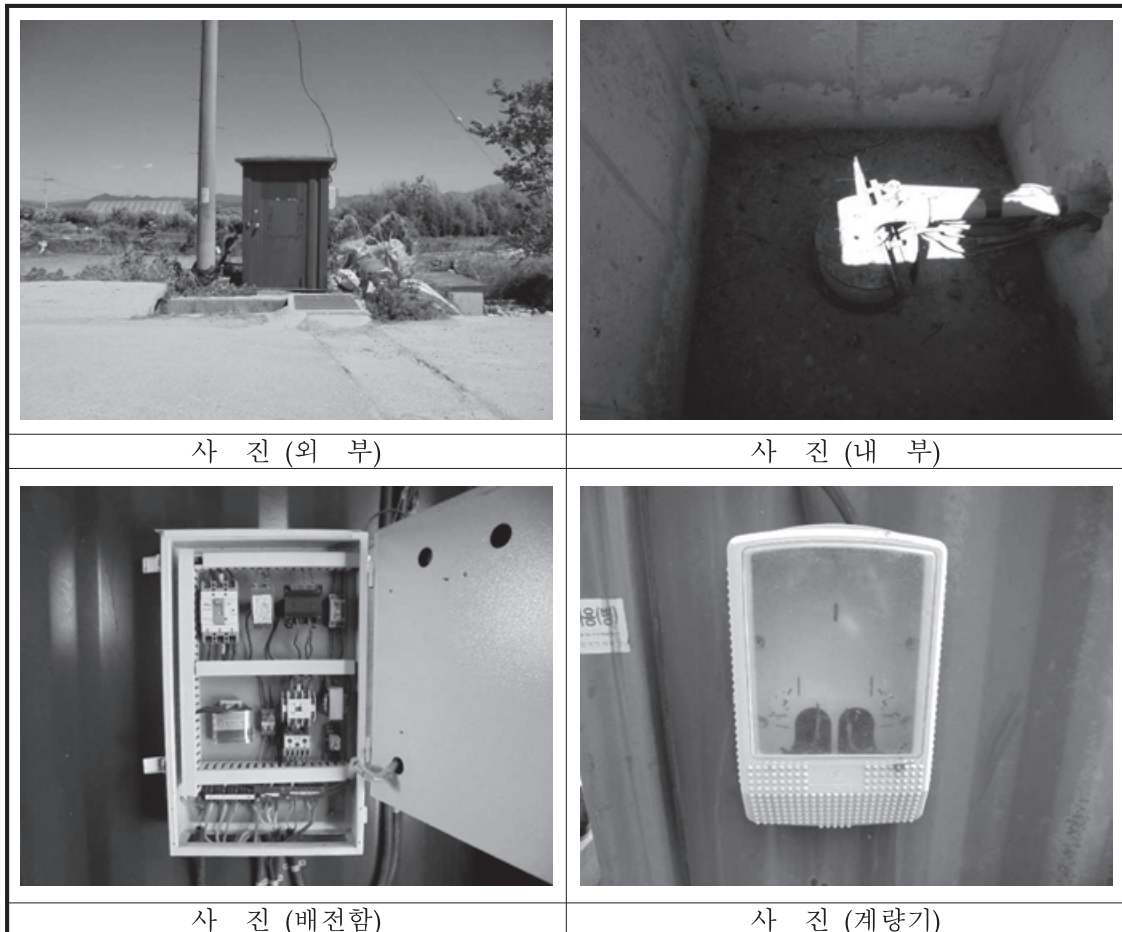
나. 세부점검내역

분야별	구 분	점 검 목	점검사항	점 검 내 용	점 검 결 과	
지 질 / 수 질	관 정	수 질	수질검사	검사일	—	
				농업용 수질기준	—	
				부적합 항목	—	
		관 정	자연수위	자연수위 측정	—	
				양 수 량	양수량의 적정여부	—
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	—
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	양호	
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	양호
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	양호
		오염방지 시 설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	보통	
				녹발생 및 부식정도	보통	
			측 정 장 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	보통
		출수장치		출수장치의 파손여부	보통	
		수위측정관		수위측정관의 관리상태	해당없음	
		기 계	기 계 시 설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태
용 량	이용량 대비 용량의 적정성				보통	
전 기	전 기 시 설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	보통	
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	보통	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	-	

다. 점검결과

문제점	수위측정관 미설치, 계량기 철거		
대 책	수위측정관 설치		
추정소요사업비 (공 종 별)	공 종 (항 목)	처 리 내 역	처 리 비 용
	수위측정관	설치	167천원
	계		167천원

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	담수지구 (일련번호: WDAM201700118) / 허가신고번호 : 1200800004		
위 치	전라남도 담양군 수북면 개동리 642-7 번지 (위도: 35° 16' 45.96" , 경도: 126° 56' 21.28")		
채 수 량	228 m ³ /day		
제 원	가) 구 경 : 250 mm 나) 심 도 : 80 m		
수중모터펌프	가) 마 력 : 5.0 HP 나) 설치심도 : 72 m 다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)	2008년 01월 24일		
점검자 소속	한국농어촌공사 전남지역본부	점검일자	2017년 05월 19일

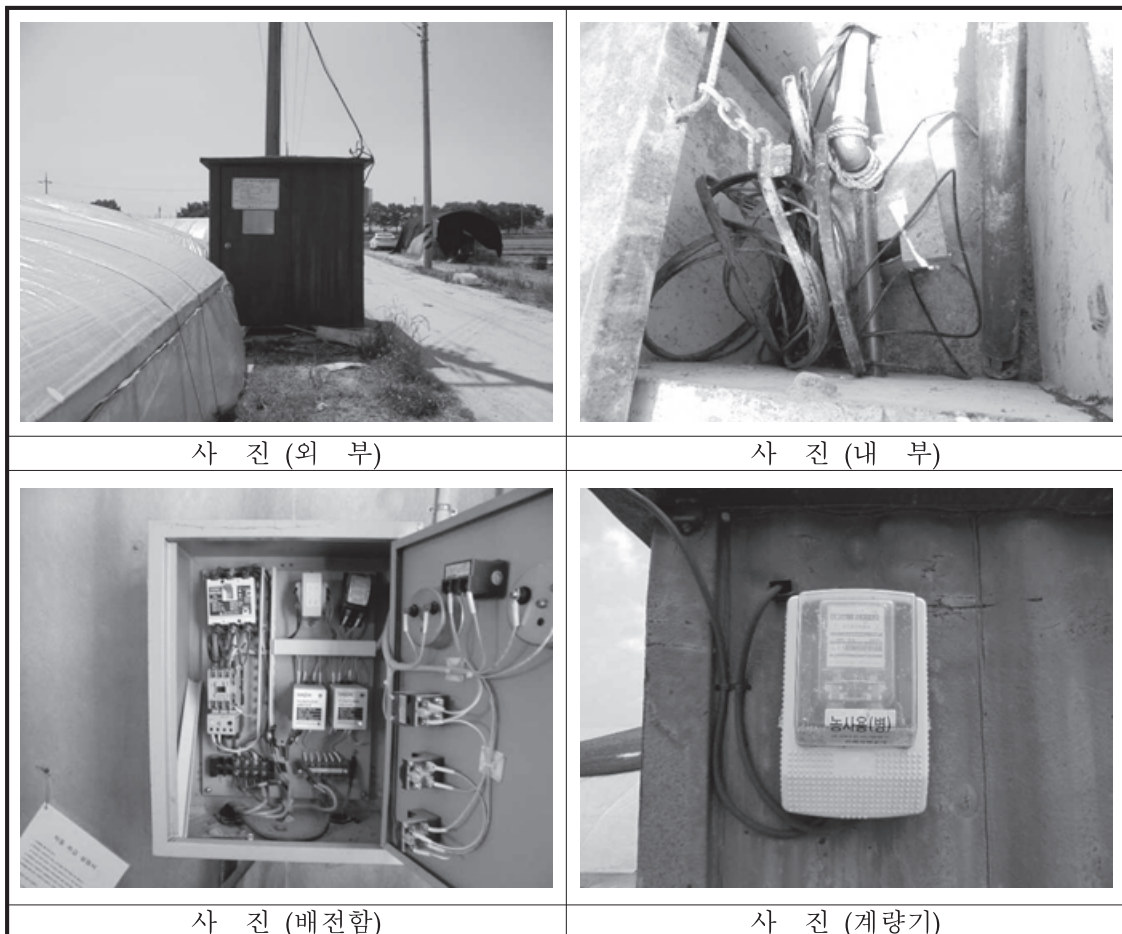
나. 세부점검내역

분야별	구 분	점 검 항목	점검사항	점 검 내 용	점 검 결 과	
지 질 / 수 질	관 정	수 질	수질검사	검사일	—	
				농업용 수질기준	—	
				부적합 항목	—	
		관 정	자연수위	자연수위 측정	—	
				양 수 량	양수량의 적정여부	—
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	—
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	보통	
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	보통
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	보통
		오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	보통	
				녹발생 및 부식정도	보통	
		측 정 장 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	보통	
				출수장치	출수장치의 파손여부	보통
				수위측정관	수위측정관의 관리상태	보통
기 계	기 계 시 설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태	보통	
			용 량	이용량 대비 용량의 적정성	보통	
전 기	전 기 시 설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	양호	
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	보통	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	보통	

다. 점검결과

문제점			
대 책			
추정소요사업비 (공 종 별)	공 종 (항 목)	처 리 내 역	처 리 비 용
	계		

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	담수지구 (일련번호: WDAM201700119) / 허가신고번호 : 1200900002		
위 치	전라남도 담양군 수북면 개동리 633-8 번지 (위도: 35° 16' 51.01" , 경도: 126° 56' 29.69")		
채 수 량	200 m ³ /day		
제 원	가) 구 경 : 200 mm 나) 심 도 : 80 m		
수중모터펌프	가) 마 력 : 5.0 HP 나) 설치심도 : 60 m 다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)	2009년 03월 10일		
점검자 소속	한국농어촌공사 전남지역본부	점검일자	2017년 05월 19일

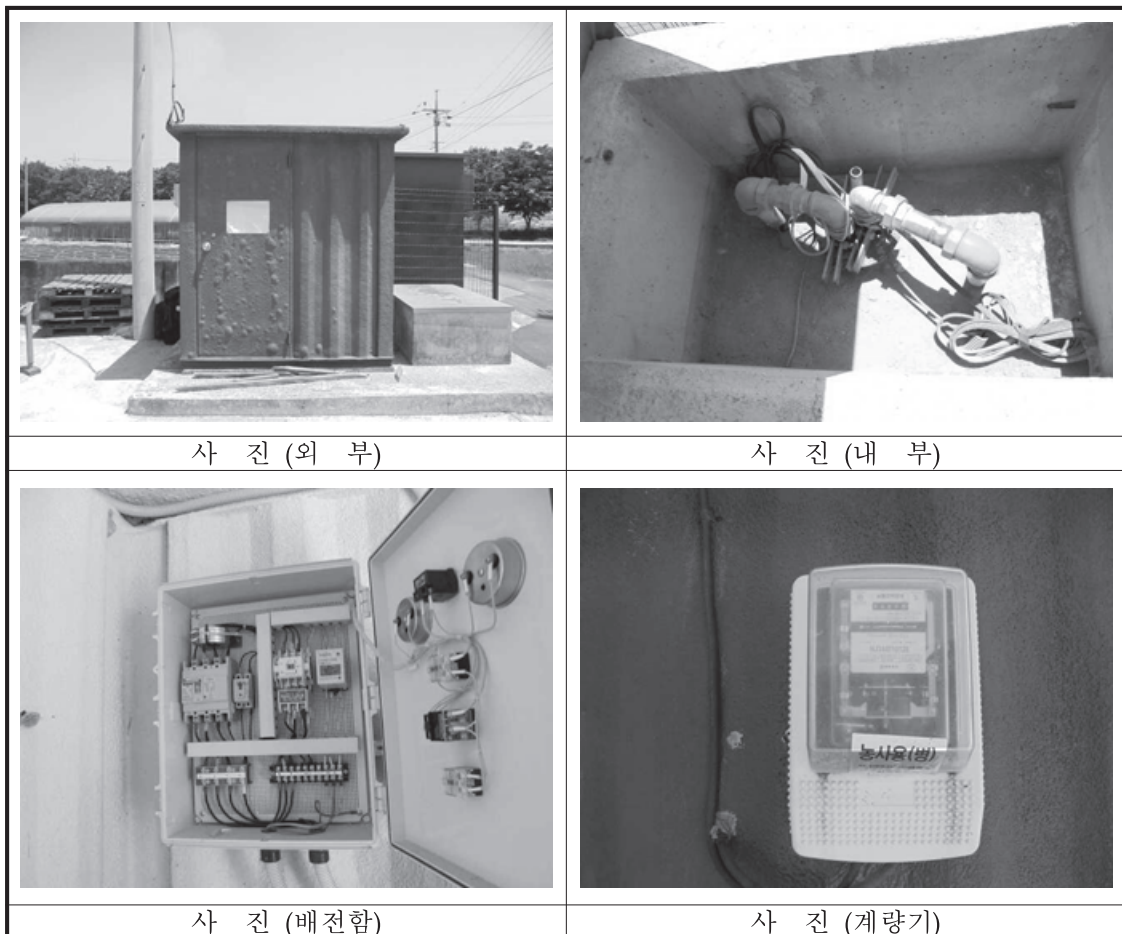
나. 세부점검내역

분야별	구 분	점 검 목	점검사항	점 검 내 용	점 검 결 과	
지 질 / 수 질	관 정	수 질	수질검사	검사일	—	
				농업용 수질기준	—	
				부적합 항목	—	
		관 정	자연수위	자연수위 측정	4.2	
				양 수 량	양수량의 적정여부	—
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	—
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	보통	
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	보통
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	보통
		오염방지 시 설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	양호	
				녹발생 및 부식정도	양호	
		측 장 정 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	보통	
				출수장치	출수장치의 파손여부	보통
				수위측정관	수위측정관의 관리상태	보통
		기 계	기 계 시 설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태
용 량	이용량 대비 용량의 적정성				보통	
전 기	전 기 시 설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	보통	
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	보통	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	보통	

다. 점검결과

문제점			
대책			
추정소요사업비 (공종별)	공종(항목)	처리내역	처리비용
	계		

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	담수지구 (일련번호: WDAM201700120) / 허가신고번호 : 1200900005		
위 치	전라남도 담양군 수북면 정중리 529-22 번지 (위도: 35° 16' 10.64" , 경도: 126° 55' 59.43")		
채 수 량	250 m ³ /day		
제 원	가) 구 경 : 200 mm	나) 심 도 : 80 m	
수중모터펌프	가) 마 력 : 5.0 HP	나) 설치심도 : 72 m	
	다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)	2009년 06월 05일		
점검자 소속	한국농어촌공사 전남지역본부	점검일자	2017년 05월 29일

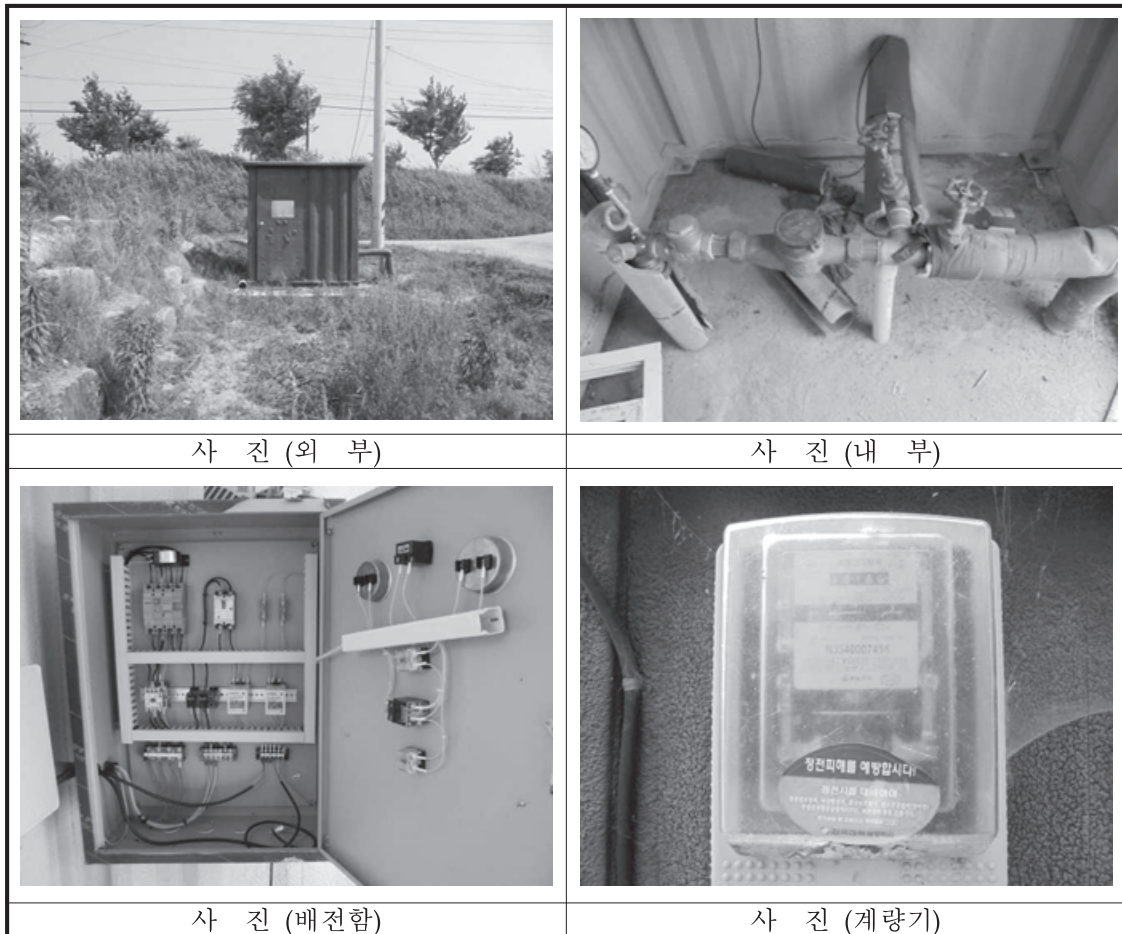
나. 세부점검내역

분야별	구 분	점 검 목	점검사항	점 검 내 용	점 검 결 과		
지 질 / 수 질	관 정	수 질	수질검사	검사일	—		
				농업용 수질기준	—		
				부적합 항목	—		
		관 정	자연수위	자연수위	자연수위 측정	—	
					양 수 량	양수량의 적정여부	—
					이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	—
		양수장 및 보호공	균 열	누 수	균열, 백태, 박리, 파손여부	보통	
					위 치, 누수원인, 누수여부	보통	
					침 하	침하부위, 원인 및 정도	보통
		오염방지 시 설	덮개파손	덮개부식	파손 및 시건장치 유무	보통	
					녹발생 및 부식정도	보통	
			측 정 장 치	유 량 계	출수장치	작동유무 및 파손여부	보통
		출수장치의 파손여부				보통	
		수위측정관				수위측정관의 관리상태	보통
		기 계	기 계 시 설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태	보통
용 량	이용량 대비 용량의 적정성				보통		
전 기	전 기 시 설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	보통		
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	보통		
			동 작	진동상태, 계기류 작동	보통		

다. 점검결과

문제점			
대책			
추정소요사업비 (공종별)	공종(항목)	처리내역	처리비용
	계		

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	담수지구 (일련번호: WDAM201700121) / 허가신고번호 : 1200900013		
위 치	전라남도 담양군 수북면 공산리 362 번지 (위도: 35° 19' 4.85" , 경도: 126° 55' 3.82")		
채 수 량	260 m ³ /day		
제 원	가) 구 경 : 200 mm 나) 심 도 : 72 m		
수중모터펌프	가) 마 력 : 7.5 HP 나) 설치심도 : 60 m 다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)	2009년 07월 06일		
점검자 소속	한국농어촌공사 전남지역본부	점검일자	2017년 05월 22일

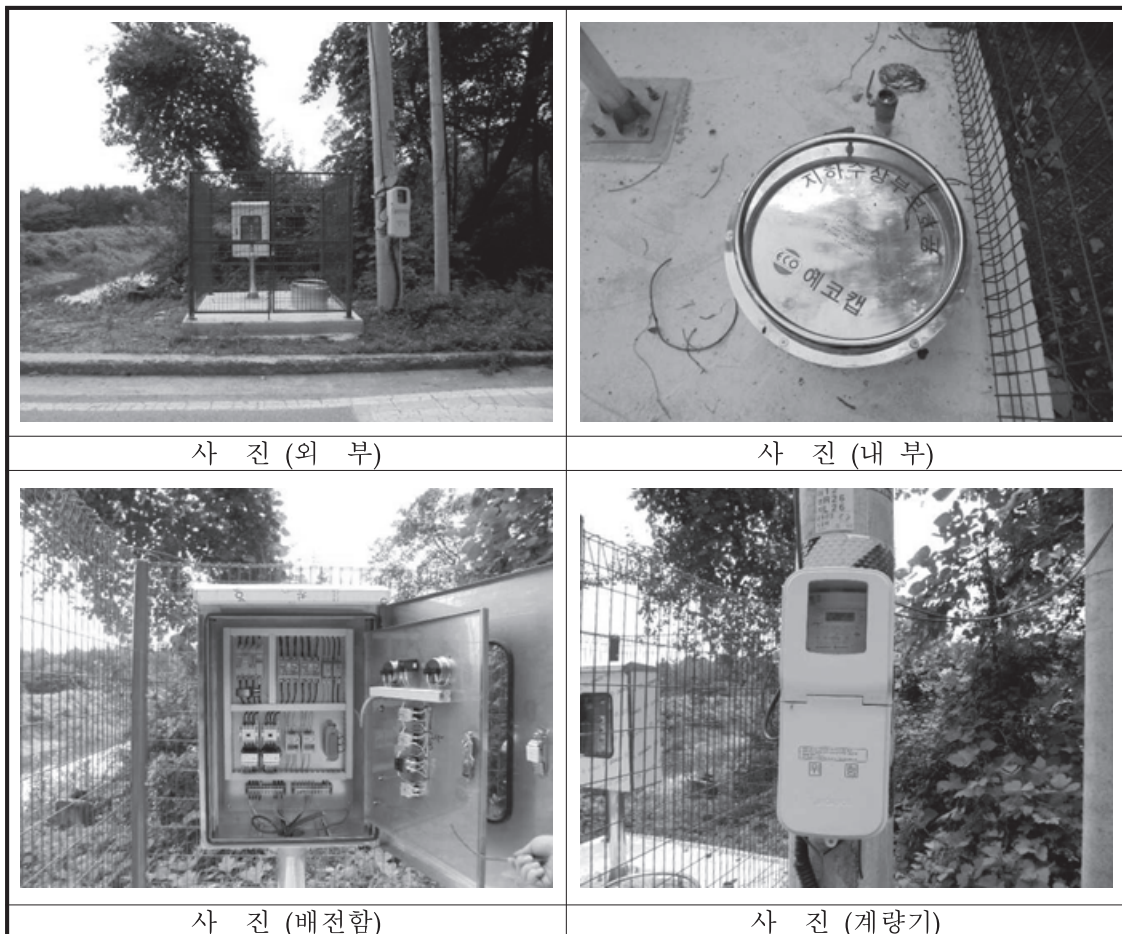
나. 세부점검내역

분야별	구 분	점 검 목	점검사항	점 검 내 용	점 검 결 과	
지 질 / 수 질	관 정	수 질	수질검사	검사일	—	
				농업용 수질기준	—	
				부적합 항목	—	
		관 정	자연수위	자연수위 측정	—	
				양 수 량	양수량의 적정여부	—
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	—
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	양호	
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	양호
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	양호
		오염방지 시 설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	양호	
				녹발생 및 부식정도	양호	
		측 정 장 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	보통	
				출수장치	출수장치의 파손여부	양호
수위측정관	수위측정관의 관리상태			보통		
기 계	기 계 시 설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태	양호	
			용 량	이용량 대비 용량의 적정성	양호	
전 기	전 기 시 설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	양호	
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	양호	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	양호	

다. 점검결과

문제점			
대 책			
추정소요사업비 (공 종 별)	공 종 (항 목)	처 리 내 역	처 리 비 용
	계		

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	담수지구 (일련번호: WDAM201700122) / 허가신고번호 : 1201300005		
위 치	전라남도 담양군 수북면 남산리 525 번지 (위도: 35° 17' 22.31" , 경도: 126° 56' 25.87")		
채 수 량	230 m ³ /day		
제 원	가) 구 경 : 200 mm 나) 심 도 : 80 m		
수중모터펌프	가) 마 력 : 3.0 HP 나) 설치심도 : 50 m 다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)	2013년 09월 06일		
점검자 소속	한국농어촌공사 전남지역본부	점검일자	2017년 05월 18일

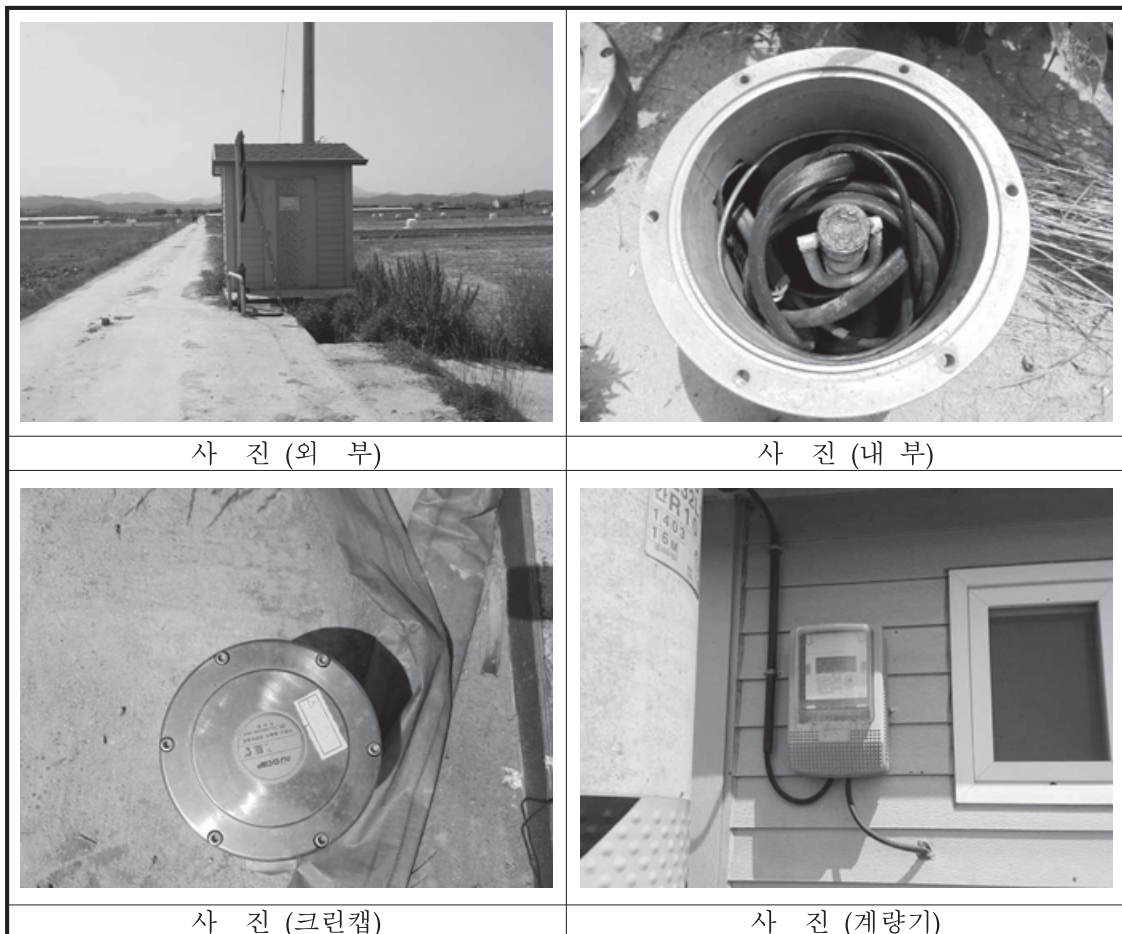
나. 세부점검내역

분야별	구 분	점 검 목	점검사항	점 검 내 용	점 검 결 과	
지 질 / 수 질	관 정	수 질	수질검사	검사일	—	
				농업용 수질기준	—	
				부적합 항목	—	
		관 정	자연수위	양 수 량	자연수위 측정	—
					양수량의 적정여부	—
					이물질 배출여부	—
		양수장 및 보호공	균 열	누 수	균열, 백태, 박리, 파손여부	양호
					위치, 누수원인, 누수여부	양호
					침하	양호
		오염방지 시 설	덮개파손	덮개부식	파손 및 시건장치 유무	양호
					녹발생 및 부식정도	양호
		측 장 치	유 량 계	출수장치	작동유무 및 파손여부	양호
					출수장치의 파손여부	보통
수위측정관의 관리상태	해당없음					
기 계	기 계 시 설	수 중 펌 프	작동상태	양호		
			용 량	양호		
전 기	전 기 시 설	배전함 및 전기설비	외 형	양호		
			설 치	양호		
			동 작	양호		

다. 점검결과

문제점	수위측정관 미설치		
대 책	수위측정관 설치		
추정소요사업비 (공 종 별)	공 종 (항 목)	처 리 내 역	처 리 비 용
	수위측정관	설치	167천원
	계		

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	담수지구 (일련번호: WDAM201700123) / 허가신고번호 : 1201300026		
위 치	전라남도 담양군 수북면 황금리 688 번지 (위도: 35° 15' 47.86" , 경도: 126° 55' 25.77")		
채 수 량	406 m ³ /day		
제 원	가) 구 경 : 200 mm 나) 심 도 : 100 m		
수중모터펌프	가) 마 력 : 7.5 HP 나) 설치심도 : 80 m 다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)	2013년 09월 30일		
점검자 소속	한국농어촌공사 전남지역본부	점검일자	2017년 06월 01일

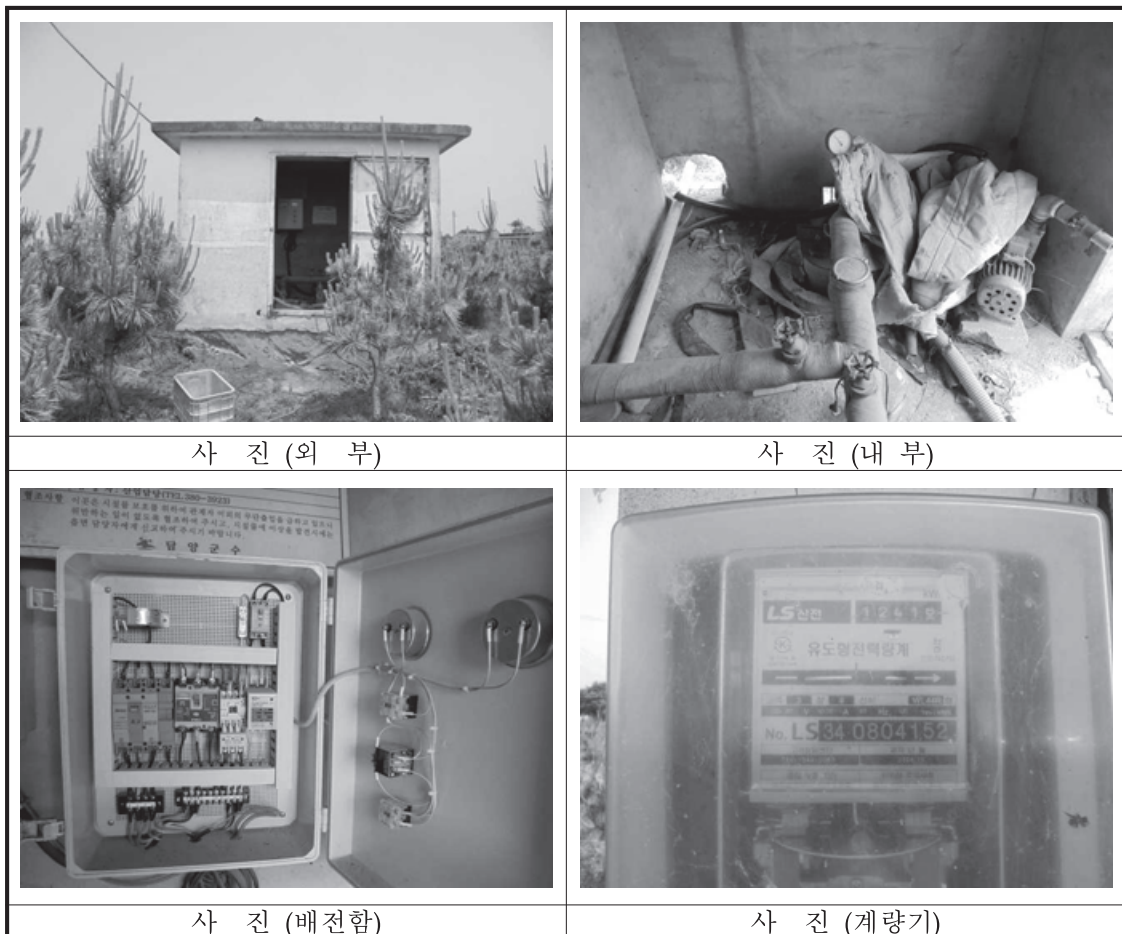
나. 세부점검내역

분야별	구 분	점 검 목	점검사항	점 검 내 용	점 검 결 과	
지 질 / 수 질	관 정	수 질	수질검사	검사일	—	
				농업용 수질기준	—	
				부적합 항목	—	
		관 정	자연수위	자연수위 측정	—	
				양 수 량	양수량의 적정여부	—
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	—
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	불량	
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	보통
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	불량
		오염방지 시 설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	불량	
				녹발생 및 부식정도	보통	
			측 정 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	보통
		출수장치		출수장치의 파손여부	보통	
		수위측정관		수위측정관의 관리상태	해당없음	
기 계	기 계 시 설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태	보통	
			용 량	이용량 대비 용량의 적정성	보통	
전 기	전 기 시 설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	보통	
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	보통	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	보통	

다. 점검결과

문제점	수위측정관 미설치, 콘크리트 장옥 노후화 외부 지반 침하		
대 책	수위측정관 설치, 장옥 및 상부보호공 교체		
추정소요사업비 (공 종 별)	공 종 (항 목)	처 리 내 역	처 리 비 용
	수위측정관	설치	167천원
	장옥 및 상부보호공	교체	988천원
	계		1,155천원

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	담수지구 (일련번호: WDAM201700124) / 허가신고번호 : 1201300027		
위 치	전라남도 담양군 수북면 고성리 510-11 번지 (위도: 35° 17' 34.91" , 경도: 126° 55' 38.07")		
채 수 량	220 m ³ /day		
제 원	가) 구 경 : 250 mm 나) 심 도 : 82 m		
수중모터펌프	가) 마 력 : HP 나) 설치심도 : 60 m 다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)	2013년 09월 30일		
점검자 소속	한국농어촌공사 전남지역본부	점검일자	2017년 05월 22일

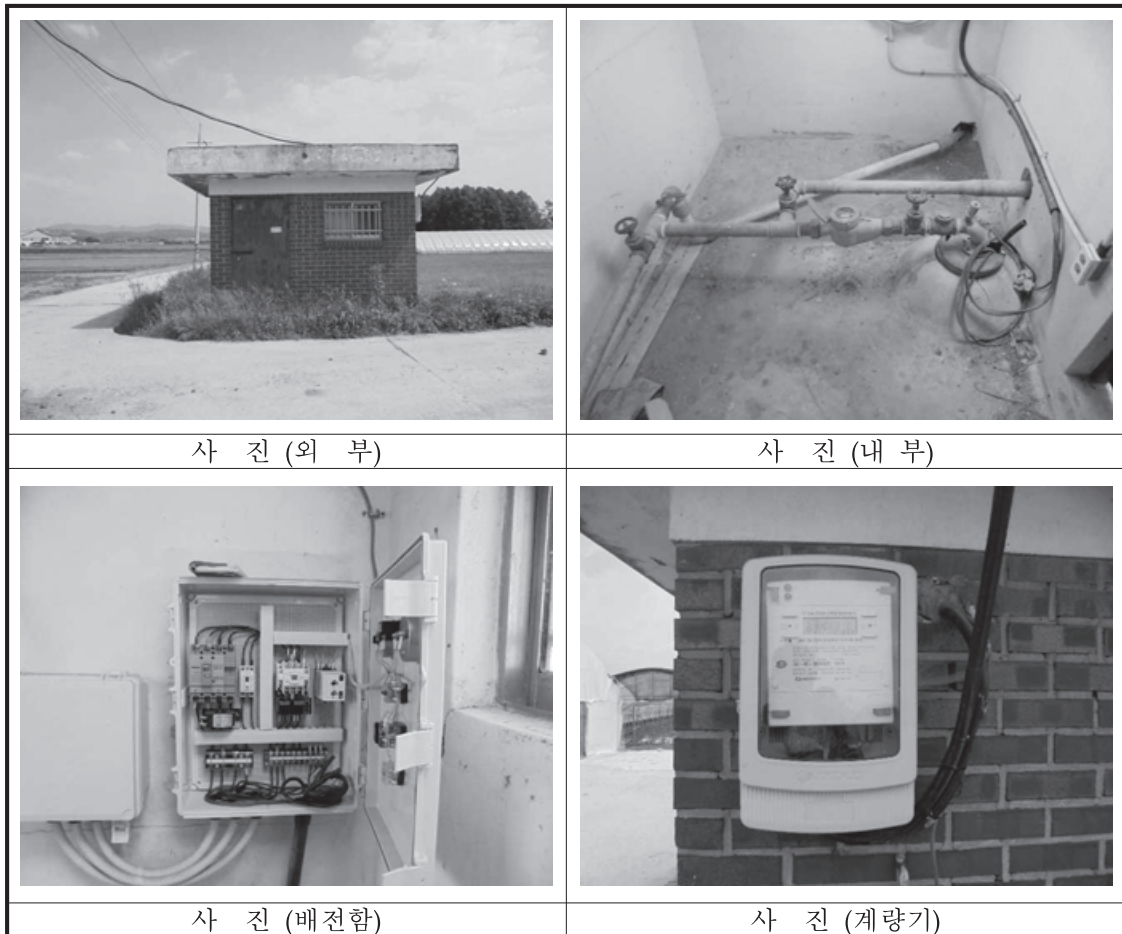
나. 세부점검내역

분야별	구 분	점 검 목	점검사항	점 검 내 용	점 검 결 과	
지 질 / 수 질	관 정	수 질	수질검사	검사일	—	
				농업용 수질기준	—	
				부적합 항목	—	
		관 정	자연수위	자연수위 측정	—	
				양 수 량	양수량의 적정여부	—
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	—
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	보통	
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	보통
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	보통
		오염방지 시 설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	보통	
				녹발생 및 부식정도	보통	
		측 정 장 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	보통	
				출수장치	출수장치의 파손여부	보통
				수위측정관	수위측정관의 관리상태	보통
		기 계	기 계 시 설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태
용 량	이용량 대비 용량의 적정성				보통	
전 기	전 기 시 설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	보통	
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	보통	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	보통	

다. 점검결과

문제점			
대책			
추정소요사업비 (공종별)	공종(항목)	처리내역	처리비용
	계		

라. 사진대지



지하수에 대한 상담 문의

- 농림축산식품부 식량정책관 농업기반과 (044)201-1862
- 한국농어촌공사 지하수지질처 (061)338-5752, 5759