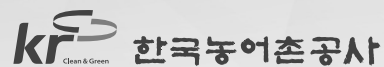
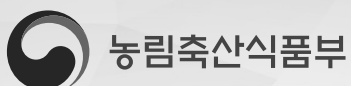




2019 농촌지하수관리보고서 나노지구



차 례

I. 농촌지하수관리사업 개요	3
1.1 농촌지하수관리사업의 배경	3
1.2 농촌지하수관리사업의 목적	3
1.3 농촌지하수관리사업의 내용	3
1.4 나노지구 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 정밀조사	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	31
2.3.5 원상복구 제안	31
2.3.6 시설물정비 제안	32

III. 향후전망	37
3.1 지하수 개발·이용 전망	37
3.1.1 지하수개발가능량	37
3.1.2 지하수개발 추세	43
3.1.3 개발·이용 예측	45
3.2 오염 추세분석 및 예측	46
3.2.1 오염취약성분석(DRASTIC & Modified DRASTIC)	46
3.2.2 지하수 오염 예측	53
IV. 나노지구 지하수 개발·이용 방안	61
4.1 농업용수 개발대상지 분석	61
4.2 농업용수 개발방안	66
4.3 나노지구 지하수개발이용 방안도	71
V. 지하수 보전·관리 방안	83
5.1 지하수관리 필요지역	83
5.1.1 지하수관리필요지역 선정 기준	83
5.1.2 읍면별 현황	85
5.1.3 지하수관리필요지역 선정 결과	93
5.2 지하수보전·관리를 위한 대책제안	94
5.2.1 문제유형별 대책방안 분류	94
5.2.2 나노지구 지하수관리 필요지역 대책제안	96
VI. 용어해설	105
VII. 참고문헌	115
VIII. 과업참여자	123

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-15
1.4.1 하천 및 유역	부록-15
1.4.2 기상	부록-18
1.4.3 지형 및 지질	부록-19
1.4.4 토지이용 및 토양	부록-23
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-73
3.2.1 오염원 현황	부록-73
3.2.2 수질분석	부록-81

3.2.3 지하수 수질 환경특성에 따른 동리별 순위	부록-118
3.3 오염취약성 분석	부록-119
3.3.1 DRASTIC 시스템	부록-119
3.3.2 DRASTIC 시스템의 적용	부록-122
4. 지하수관리 방안	부록-131
4.1 기본방향	부록-131
4.1.1 행정규제에 의한 관리방안	부록-131
4.1.2 비규제적 관리방안	부록-134
4.1.3 기술적방안	부록-137
5. 청문조사결과(설문조사)	부록-141
5.1 조사 개요	부록-141
5.2 일반현황	부록-141
5.3 지하수개발	부록-143
5.4 지하수수질	부록-144
5.5 지하수수량	부록-145
5.6 지하수관리	부록-147
5.7 기타 주요 제시 의견	부록-148
5.8 설문결과에 대한 종합의견	부록-148
6. 농어촌지하수 관리시스템	부록-151
6.1 구축 현황	부록-151
6.2 접속방법	부록-151
6.3 운영방법	부록-151
6.4 농어촌지하수넷시스템 이용 안내	부록-152
6.5 농어촌 지하수지도 이용 안내	부록-165
6.6 농어촌지하수관측망시스템 이용 안내	부록-178
7. 농업용 공공관정 일제조사표	부록-193

표 목 차

<표 1-5-1> 나노지구 지하수개발 현황	8
<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 조사현황	29
<표 2-3-2> 시설물관리 필요관정 제안	33
<표 3-1-1> 유역별 지하수 개발가능량	37
<표 3-1-2> 읍면별 지하수 개발가능량 산정	39
<표 3-1-3> 리별 지하수 개발가능량 산정	41
<표 3-1-4> 용도별 지하수 개발공수 및 이용량 변화	43
<표 3-1-5> 나노지구 용도별 신규관정 개발추이	45
<표 3-1-6> 연도별 지하수 이용량 예측	45
<표 3-2-1> DRASTIC 평가기준	48
<표 3-2-2> 읍면별 DRASTIC Index	50
<표 3-2-3> 읍면별 Modified DRASTIC Index	52
<표 3-2-4> 지하수오염예측도 등급 분류표	55
<표 3-2-5> 행정구역별 지하수오염 예측등급 면적	56
<표 4-1-1> 농업용수 수혜면적 현황	62
<표 4-1-2> 농업용수 개발대상지 분석	64

<표 4-2-1> 농업용수 개발방안	68
<표 4-3-1> 농촌지하수 개발 필요 지역	73
<표 4-3-2> 신규 지하수개발 추정 사업비	73
<표 5-1-1> 지하수 관리지역 선정지표	83
<표 5-1-2> 지하수 수량관리 필요지역(금천면)	86
<표 5-1-3> 지하수 수질관리 필요지역(금천면)	86
<표 5-1-4> 지하수 수량관리 필요지역(노안면)	88
<표 5-1-5> 지하수 수질관리 필요지역(노안면)	88
<표 5-1-6> 지하수 수량관리 필요지역(문평면)	90
<표 5-1-7> 지하수 수질관리 필요지역(문평면)	90
<표 5-1-8> 지하수 수량관리 필요지역(산포면)	92
<표 5-1-9> 지하수 수질관리 필요지역(산포면)	92
<표 5-1-10> 읍·면별 지하수관리필요지역	93
<표 5-2-1> 문제유형별 대책방안 분류	94
<표 5-2-2> 읍·면별 대책 제안	97
<표 5-2-3> 나노지구 지하수관리 필요지역 세부내역	98

그림 목차

<그림 1-4-1> 나노지구 용수구역 위치도	4
<그림 1-4-2> 나노지구 점오염원 위치도	6
<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	15
<그림 1-6-1> 2018년 농어촌지하수관리사업 시행지구	17
<그림 2-1-1> 공공관정 현황도	25
<그림 2-3-1> 읍면별 시설물관리 대상 관정수	32
<그림 3-1-1> 유역별 지하수 이용량 및 개발가능량	37
<그림 3-1-2> 읍면별 지하수 이용량 및 개발가능량	40
<그림 3-1-3> 연도별 지하수 이용·개발	43
<그림 3-1-4> 나주시 용도별 지하수 이용량 추이	44
<그림 3-1-5> 지하수 이용전망 추세	45
<그림 3-2-1> DRASTIC 흐름도	49
<그림 3-2-2> 나노지구 DRASTIC INDEX Map	51
<그림 3-2-3> 나노지구 Modified DRASTIC INDEX Map	52
<그림 3-2-4> 발생단위별 잠재오염원 부하량 등급도	54
<그림 3-2-5> 지하수오염예측도 작성 모식도	55
<그림 3-2-6> 나노지구 지하수오염예측도	57
<그림 3-2-7> 지하수오염예측도 등급별 면적비	57
<그림 4-1-1> 농업기반 수리시설	63
<그림 4-1-2> 농업용수 수혜면적	63
<그림 4-2-1> 리별 농경지면적 및 잔여면적 분포도	66
<그림 4-2-2> 리별 관정밀도 분포도	67

<그림 4-2-3> 농업용수개발대상지 검토결과	70
<그림 4-3-1> 나노지구 농촌지하수관리 방안도	74
<그림 4-3-2> 나노지구 농촌지하수관리 방안도(나노1)	75
<그림 4-3-3> 나노지구 농촌지하수관리 방안도(나노2)	76
<그림 4-3-4> 나노지구 농촌지하수관리 방안도(나노3)	77
<그림 4-3-5> 나노지구 농촌지하수관리 방안도(나노4)	78
<그림 4-3-6> 나노지구 농촌지하수관리 방안도(나노5)	79
<그림 5-1-1> 관리지구 선정기준을 위한 표준정규분포곡선	84
<그림 5-1-2> 지하수 관리지역 선정을 위한 관리방안 제시	84

부 록 표 목 차

<표 1-1-1> 전라남도 용수구역별 행정구역 현황	부록-4
<표 1-2-1> 나노지구 행정구역 현황	부록-8
<표 1-2-2> 나노지구 인구현황	부록-9
<표 1-2-3> 나주시 총 인구현황 추이	부록-10
<표 1-3-1> 농가 및 경지면적 현황	부록-11
<표 1-3-2> 나노지구 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> 나주시 광산현황	부록-13
<표 1-3-6> 농공단지 현황	부록-14
<표 1-4-1> 나노지구 지방하천 현황	부록-15
<표 1-4-2> 표준유역 현황	부록-17
<표 1-4-3> 기상 현황	부록-18
<표 1-4-4> 나노지구 지형고도	부록-19
<표 1-4-5> 수문지질단위 분류	부록-20
<표 1-4-6> 행정구역별 지질 면적	부록-21
<표 1-4-7> 지목별 토지이용 현황	부록-23
<표 1-4-8> NRCS 방법에 의한 수문학적 토양군 분류(NRCS, 1972) ·	부록-24
<표 1-4-9> NRCS 토양형에 따른 나노지구 토양의 재분류	부록-25
<표 1-4-10> 토양등급별 분포면적	부록-25
<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> 나노지구 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> 공업용 이용현황	부록-41
<표 2-2-6> 농업용 이용현황	부록-42
<표 2-2-7> 읍면별 단위면적당 지하수 이용현황	부록-42
<표 2-2-8> 지하수 개발·이용 항목에 따른 리별 순위	부록-44
<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> 지하수위 분포현황	부록-51
<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> 나노지구 지하수 함양량	부록-58
<표 3-1-11> 표준유역별 Thiessen계수 산정	부록-60
<표 3-1-12> 표준유역 면적평균강수량 산정-고막원천하류	부록-61
<표 3-1-13> 표준유역 면적평균강수량 산정-고막원천합류점	부록-62
<표 3-1-14> 표준유역 면적평균강수량 산정-나주수위표	부록-63
<표 3-1-15> 표준유역 면적평균강수량 산정-영산포수위표	부록-64
<표 3-1-16> 표준유역 면적평균강수량 산정-지석천	부록-65
<표 3-1-17> 유역별 지하수 함양량	부록-67
<표 3-1-18> 읍면별 지하수 함양량	부록-68
<표 3-1-19> 리별 지하수 함양량	부록-69
<표 3-1-20> 유역별 지하수 개발가능량	부록-71
<표 3-1-21> 읍면별 지하수 개발가능량 산정	부록-72
<표 3-2-1> 환경기초시설	부록-74
<표 3-2-2> 점오염원 현황	부록-75

<표 3-2-3> 비점오염원 현황	부록-77
<표 3-2-4> 비점오염원별 발생오염부하량 원단위	부록-78
<표 3-2-5> 읍면별 오염부하량	부록-79
<표 3-2-6> 항목별 오염부하량	부록-80
<표 3-2-7> 간이수질 분석결과	부록-81
<표 3-2-8> 행정구역별 pH, EC(μ S/cm), TDS(mg/L), T($^{\circ}$ C) ...	부록-82
<표 3-2-9> 읍면별 질산성질소 일제조사 분석 현황	부록-99
<표 3-2-10> 질산성질소 오염 주변조사(2차조사)	부록-101
<표 3-2-11> 질산성질소와 질소동위원소 분석결과	부록-103
<표 3-2-12> δ^{15} N에 의한 오염의 기원 구성비	부록-107
<표 3-2-13> 수질기준(생활용수) 검사 지점	부록-108
<표 3-2-14> 지하수 생활용수 및 기타 수질기준	부록-110
<표 3-2-15> 나노지구 수질검사 기준초과지점	부록-111
<표 3-2-16> 양·음이온 분석지점 및 채취사유	부록-112
<표 3-2-17> 양·음이온별 이화학분석결과	부록-112
<표 3-2-18> 지하수 수질환경 특성에 따른 리별 순위	부록-118
<표 3-3-1> DRASTIC 평가기준	부록-121
<표 4-1-1> 지하수 보호에 대한 교육 및 홍보 내용	부록-136
<표 5-2-1> 일반현황 항목별 설문결과	부록-142
<표 5-3-1> 지하수개발 항목별 설문결과	부록-143
<표 5-4-1> 지하수수질 항목별 설문결과	부록-144
<표 5-5-1> 지하수수량 항목별 설문결과	부록-145
<표 5-6-1> 지하수관리 항목별 설문결과	부록-147

부 록 그 림 목 차

<그림 1-1-1> 전라남도 용수구역 현황	부록-7
<그림 1-2-1> 나노지구 행정구역 현황	부록-8
<그림 1-2-2> 인구추이 변화	부록-10
<그림 1-3-1> 농지분포도	부록-11
<그림 1-4-1> 나노지구 하천 현황	부록-16
<그림 1-4-2> 나노지구 표준유역 현황	부록-17
<그림 1-4-3> 지형고도 분포도	부록-19
<그림 1-4-4> 나노지구 지질도	부록-21
<그림 1-4-5> 나노지구 수문지질도	부록-22
<그림 1-4-6> 읍면별 지목별 토지이용현황	부록-23
<그림 1-4-7> 나노지구 NRCS 토양도	부록-26
<그림 2-1-1> 허가·신고 형태별 지하수시설 현황도	부록-30
<그림 2-1-2> 읍면별·용도별 지하수 개발현황	부록-32
<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-43
<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> 나노지구 지하수위 분포현황	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-57

<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-60
<그림 3-1-13> 지하수 수위 무강우 일수 산정 및 감수곡선	부록-66
<그림 3-1-14> 표준유역별 지하수 함양량	부록-67
<그림 3-1-15> 읍면별 지하수 함양량	부록-68
<그림 3-1-16> 표준유역별 지하수 이용량 및 개발가능량	부록-71
<그림 3-1-17> 읍면별 지하수 이용량 및 개발가능량	부록-72
<그림 3-2-1> 점오염원 시설수 및 단위면적당 개소수	부록-75
<그림 3-2-2> 환경기초시설 및 점오염원 분포현황도	부록-76
<그림 3-2-3> 읍면별 항목별 단위면적당 오염부하량	부록-79
<그림 3-2-4> 오염원별 단위면적당 오염부하량	부록-80
<그림 3-2-5> 나노지구 간이수질 측정대상공 위치도	부록-82
<그림 3-2-6> 나노지구 지하수의 수온(T) 빈도분포도	부록-91
<그림 3-2-7> 나노지구 지하수의 수온(T) Box-whisker	부록-91
<그림 3-2-8> 나노지구 지하수의 수온(°C) 분포도	부록-92
<그림 3-2-9> 나노지구 지하수의 pH 빈도분포도	부록-93
<그림 3-2-10> 나노지구 지하수의 pH Box-whisker	부록-93
<그림 3-2-11> 나노지구 지하수의 pH 분포도	부록-94
<그림 3-2-12> 나노지구 지하수의 전기전도도(EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$) 빈도분포도	부록-95
<그림 3-2-13> 나노지구 지하수의 전기전도도(EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$) Box-whisker	부록-95
<그림 3-2-14> 나노지구 지하수의 전기전도도(EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$) 분포도	부록-96
<그림 3-2-15> 나노지구 지하수의 총용존고용물(TDS, mg/L) 빈도분포도	부록-97
<그림 3-2-16> 나노지구 지하수의 총용존고용물(TDS, mg/L) Box-whisker	부록-97
<그림 3-2-17> 나노지구 지하수의 총용존고용물(TDS, mg/L) 분포도	부록-98
<그림 3-2-18> 나노지구 지하수의 질산성질소(mg/L) 분포도	부록-100
<그림 3-2-19> 오염방지 취약시설	부록-102
<그림 3-2-20> $\text{NO}_3\text{-N}$ 과 $\delta^{15}\text{N}$ 의 관계	부록-104
<그림 3-2-21> 질소동위원소 오염원별 위치도	부록-105

<그림 3-2-22> 수질검사 및 초과지점 분포도 부록-109

<그림 3-2-23> 양·음이온분석시료 채수 위치도 부록-113

<그림 3-2-24> 나노지구 지하수의 Piper Diagram(질산성질소) · 부록-115

<그림 3-2-25> 나노지구 암반 지하수의 Piper Diagram 부록-115

<그림 3-2-26> 나노지구 충적 지하수의 Piper Diagram 부록-116

<그림 3-2-27> 나노지구 지하수의 Stiff Diagram 부록-117

<그림 3-3-1> DRASTIC 흐름도 부록-120

<그림 3-3-2> 지하수위(Depth to water) 부록-122

<그림 3-3-3> 자연함양량(Net Recharge) 부록-123

<그림 3-3-4> 대수층 매질(Aquifer Media) 부록-123

<그림 3-3-5> 토양 매질(Soil Media) 부록-124

<그림 3-3-6> 지형경사(Topography) 부록-124

<그림 3-3-7> 비포화대 매질(Impact of the Vadose Zone) 부록-125

<그림 3-3-8> 수리전도도(Hydraulic Conductivity) 부록-125

<그림 3-3-9> 오염취약성도(DRASTIC) 부록-126

<그림 3-3-10> 선구조밀도 부록-128

<그림 3-3-11> 나노지구 변형된 오염취약성도(M-DRASTIC) ... 부록-128

보고서 요약

□ 나주시의 새울행정정보시스템 자료의 나노지구에 해당하는 농업용 지하수시설과 농업기반시설 공공관정을 기초로 하여 현장조사를 실시하였다. 공공관정에 대해서는 정밀현황조사를 실시하였으며, 관정현황조사는 읍면별 면적을 고려하여 최대한 등분포로 조사하였다. 조사대상 농업용 지하수시설 2,426공 중 금회조사에서 344공을 조사하였다.

(단위 : 공)

읍 면	행정자료(지자체) ⁽¹⁾					조사연보 ⁽²⁾ (농업용)	금회조사 ⁽³⁾ (농업용)			
	계	생활용	공업용	농업용	기타		계	공공관정	사실관정	
나노지구	5,273	2,806	41	2,426	-	2,337	344	15	329	
구성비(%)	100.0	53.2	0.8	46.0	-	47.3	100.0	4.4	95.6	
나주시	금천면	1,117	705	12	400	-	393	99	1	98
	노안면	2,021	1,119	7	895	-	801	116	7	109
	문평면	294	170	11	113	-	131	52	3	49
	산포면	1,841	812	11	1,018	-	1,012	77	4	73

※ 자료출처 : (1) 새울행정시스템(2019), (2) 지하수 조사연보(2018), (3) KRC 현장조사자료(2019)

□ 나노지구의 단위면적당 지하수 이용량은 58.4천m³/년/km²(159.9m³/일/km²)으로 읍면별로 보면 산포면이 108.3천m³/년/km²으로 높고 노안면이 80.7천m³/년/km², 금천면이 50.3천m³/년/km², 문평면이 20.9천m³/년/km² 순으로 나타난다.

구 분	이용량 (천m ³ /년)	비율 (%)	면 적 (km ²)	단위면적당 이용량		
				(천m ³ /년/km ²)	(m ³ /일/km ²)	
나주시	22,348.9	100.0	608.4	36.7	100.6	
나노지구	7,975.2	35.7	136.64	58.4	159.9	
나주시	금천면	1,340.3	6.0	26.67	50.3	137.7
	노안면	3,435.0	15.4	42.52	80.8	221.3
	문평면	984.4	4.4	47.00	20.9	57.4
	산포면	2,215.5	9.9	20.45	108.3	296.8

□ 나노지구의 지하수관정 개발 밀도는 38.59공/km²로 전라남도 평균 인 21.45공/km² 보다 높은 수준이다. 면별로 보면 산포면(90.03공/km²), 노안면(47.53공/km²), 금천면(41.89공/km²), 문평면(6.26공/km²) 순으로 문평면에 비해서 산포면에 관정이 집중적으로 분포된 특성을 나타낸다.

읍면별	개소수 (공)	면적 (km ²)	관정밀도 (공/km ²)
전라남도	264,618 ¹⁾	12,335.13 ²⁾	21.45
나노지구	5,273 ³⁾	136.64 ²⁾	38.59
금천면	1,117	26.67	41.89
노안면	2,021	42.52	47.53
문평면	294	47.00	6.26
산포면	1,841	20.45	90.03

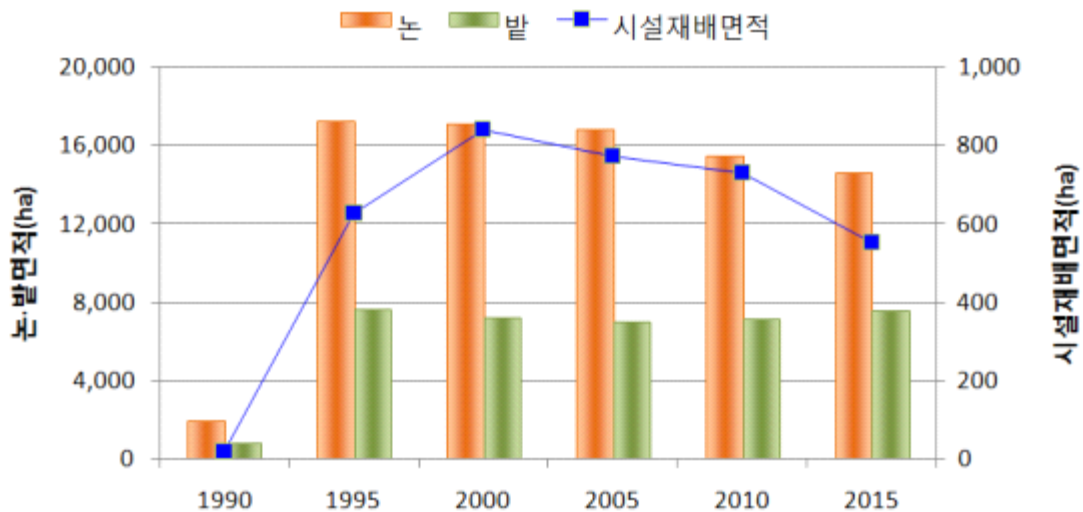
※ 자료출처 : 1)지하수조사연보(2018), 2)통계연보(전라남도, 나주시,2018), 3)새울행정시스템(2019)

□ 나노지구는 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. 임야를 제외한 관정 개발밀도는 전체면적 대비 관정밀도가 전남 평균보다 높았던 양상과 비슷하게 전남 평균인 49.43공/km² 보다 높은 57.64공/km²의 값을 보인다.

읍면별	개소수 (공)	임야 제외 면적 (km ²)	관정밀도 (공/km ²)
전라남도	264,618 ¹⁾	5,352.98 ²⁾	49.43
나노지구	5,273 ³⁾	91.48 ²⁾	57.64
금천면	1,117	24.67	45.29
노안면	2,021	30.38	66.53
문평면	294	18.26	16.10
산포면	1,841	18.17	101.32

※ 자료출처 : 1)지하수조사연보(2018), 2)통계연보(전라남도, 나주시,2018), 3)새울행정시스템(2019)

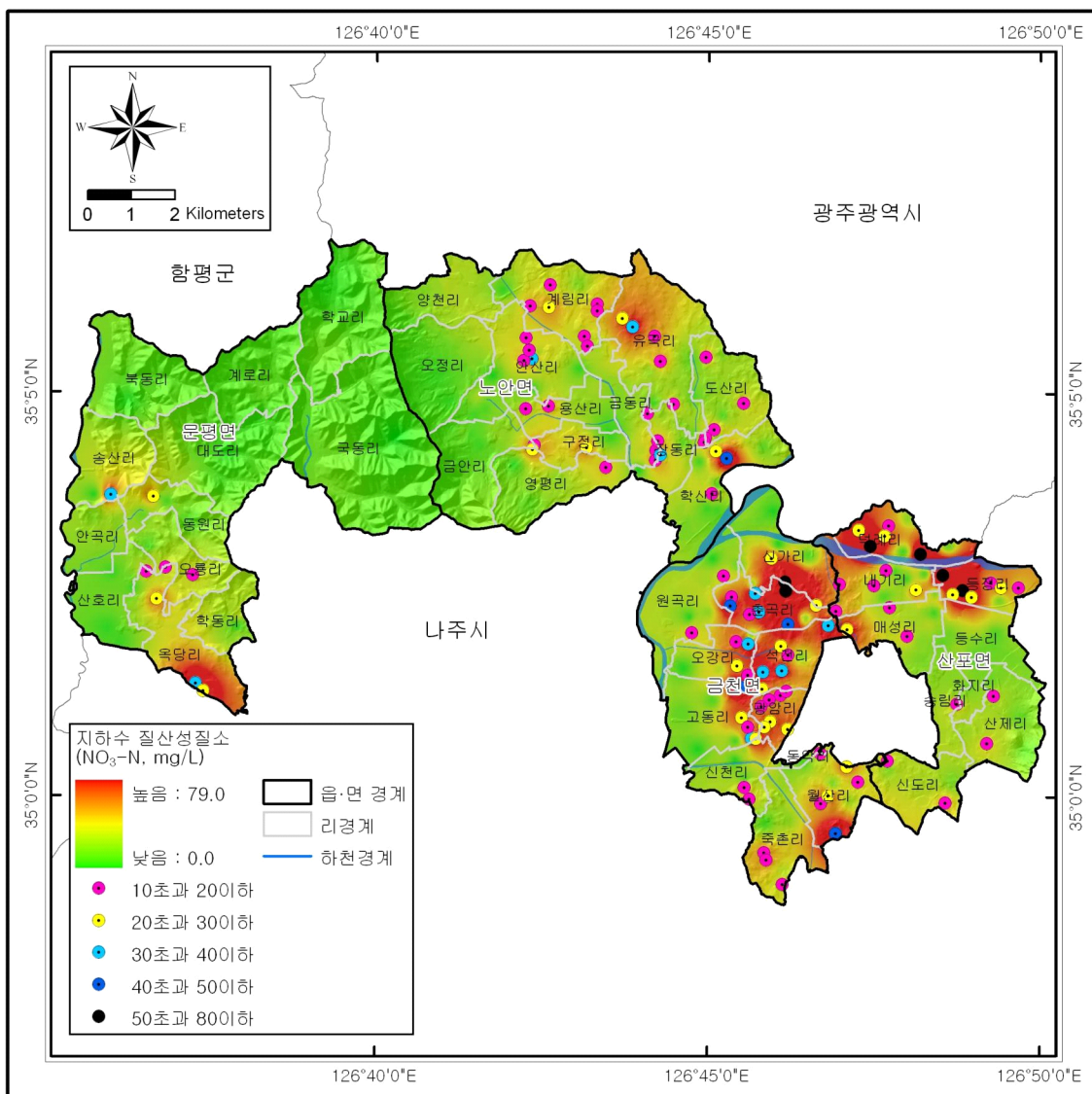
□ 1990년 이후 나주시의 밭 면적은 감소하는 경향을 보이다가 최근에는 증가하는 경향을 보이며 시설재배 면적은 꾸준히 증가하는 경향을 보이고 있다. 논 면적은 1995년까지 급격히 증가하였다가 1995년 이후에 감소하는 경향을 나타내고 있음을 확인할 수 있다. 지난 25년간 농업형태 변화는 밭 면적은 비슷하며, 논 면적은 약 3,000ha 증가하였으며, 시설재배면적은 약 100ha가량 증가하였다.



□ 나노지구의 함양량 대비 개발가능량은 66.93% 수준이며, 개발가능량 대비 이용량은 50.40% 수준으로 전반적으로 지구 내 개발 가능한 지하수는 풍부한 것으로 판단된다. 산포면이 개발가능량 대비 이용량이 86.40%로 가장 높고, 문평면이 18.81%로 낮다.

읍면	면적 (km ²)	10년빈도가뭍 강수량(mm)	함양량 (천m ³ /년)	지하수이용량 (천m ³ /년)	개발가능량 (천m ³ /년)	이용량/개발가능량(%)
나노지구	136.64	902.66	23,644.33	7,975.22	15,824.25	50.40
금천면	26.67	969.03	5,145.44	1,340.27	3,343.73	40.08
노안면	42.52	849.41	7,048.03	3,435.03	4,683.44	73.34
문평면	47.00	880.76	7,392.37	984.45	5,232.97	18.81
산포면	20.45	977.18	4,058.49	2,215.47	2,564.10	86.40

□ 나노지구 내 질산성질소 분석은 농업용 지하수시설물 2,426개소 중 333개소(1차 296개소)에서 분석을 실시하였고 기준치가 초과되는 지점 주변에 대해서는 2차분석을 실시했다. 1차분석 결과 금천면 26개소, 노안면 9개소, 문평면 6개소, 산포면 13개소에서 농업용수 수질 기준을 초과하는 것으로 확인되었으며, 2차조사(37개소) 분석결과 농업용수 산포면 등정리리와 금천면 신가리, 문평면 옥당리 등 11개소에서 기준치를 초과하는 것으로 나타났다.



읍면별 질산성질소 일제조사 분석 현황

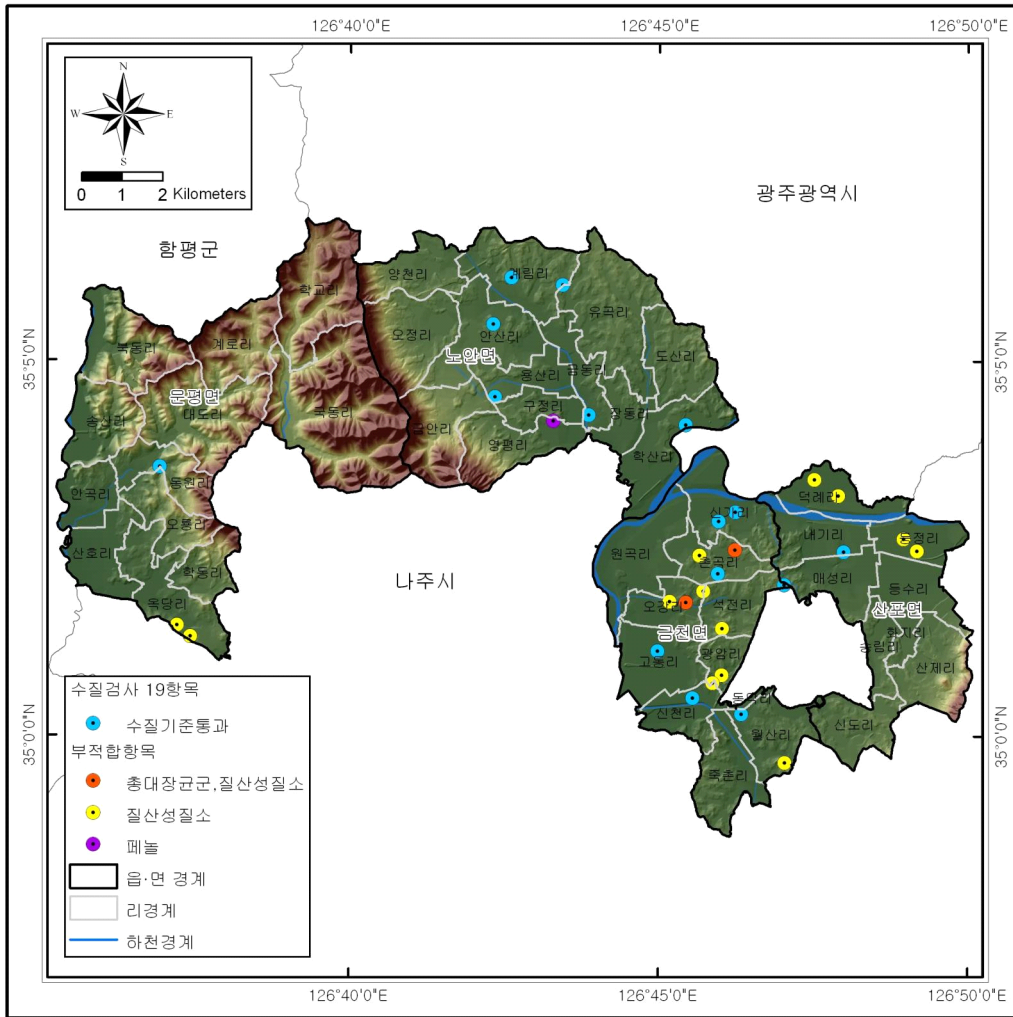
(단위 : mg/L)

구분	읍면	질산성질소 일제조사(N=296)						
		개소(공)	최대	최소	평균	표준 편차	10 초과(공)	20 초과(공)
나노지구		296	79.1	0.1	12.7	13.6	70	54
나주시	금천면	81	68.7	0.7	18.2	14.4	21	26
	노안면	103	46.7	0.2	9.2	8.4	30	9
	문평면	46	33.0	0.1	7.4	9.8	4	6
	산포면	66	79.1	0.7	13.5	15.9	15	13

□ 현장 청문조사 및 유역답사 시 축사, 시설하우스, 농경지 및 농공단지 주변 등 지하수 수질오염이 취약하다고 판단되는 지역에 대하여 생활용수(19항목) 기준 수질검사를 실시하였다. 조사대상 32지점 중 농·어업용수 기준으로 16개소에서는 질산성질소 기준치를 초과되었다. 질산성질소 초과지점의 주변 환경을 살펴보면, 지하수관정이 농경지에 위치하고 있으며 오염방지 시설이 매우 미흡하고 외부오염에 대해 매우 취약한 구조를 보이고 있다.

나노지구 수질검사 기준초과지점

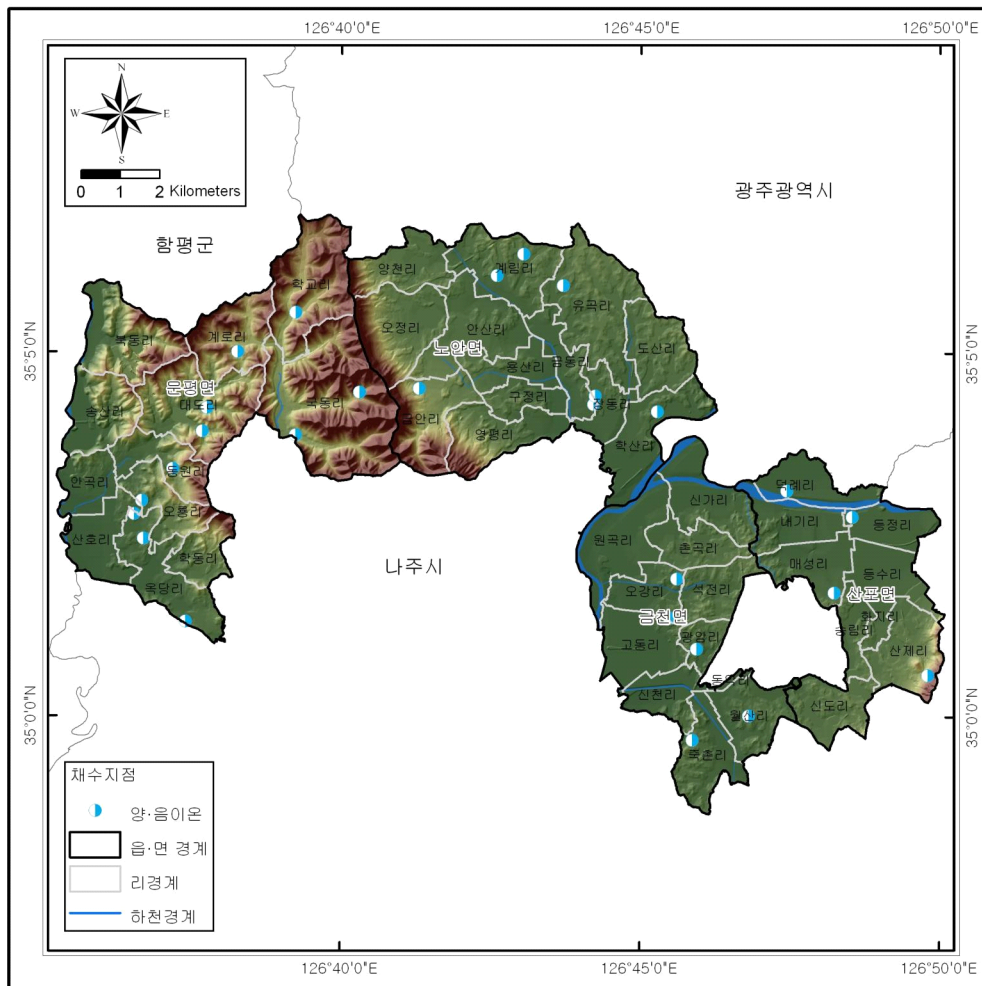
조사번호	분석항목			초과항목	관정형태
	질산성 질소	페놀	총대장균군		
WNJU365201901142	불검출	0.012	0	페놀	충적
WNJU365201900201	21.8	불검출	0	질산성질소	충적
WNJU365201900213	25.1	불검출	3	질산성질소	충적
WNJU365201901742	33.4	불검출	3	질산성질소	충적
WNJU365201901813	26.1	불검출	44	질산성질소	암반
WNJU365201901927	81	불검출	43	질산성질소	암반
WNJU365201901616	32.8	불검출	0	질산성질소	충적
WNJU365201901089	24.9	불검출	27000	총대장균군, 질산성질소	충적
WNJU365201901322	40.9	불검출	170	질산성질소	암반
WNJU365201901499	24.2	불검출	0	질산성질소	암반
WNJU365201901243	56	불검출	0	질산성질소	충적
WNJU365201901939	23.4	불검출	7700	총대장균군, 질산성질소	암반
WNJU365201900389	58.9	불검출	100	질산성질소	충적
WNJU365201900471	56.4	불검출	210	질산성질소	충적
WNJU365201900588	29.9	불검출	14	질산성질소	충적
WNJU365201900616	60.5	불검출	200	질산성질소	충적



□ 양·음이온 시료채취는 일제조사결과 NO₃-N 초과, pH 이상 지점 그리고 나노지구 지질분포 특성을 고려하여 총 27개 지점에서 분석한 결과, 대규모 농경지, 축사, 인구 밀집지역에서는 질산성질소가 유입되어 지하수의 오염이 진행되는 것으로 분석되었다.

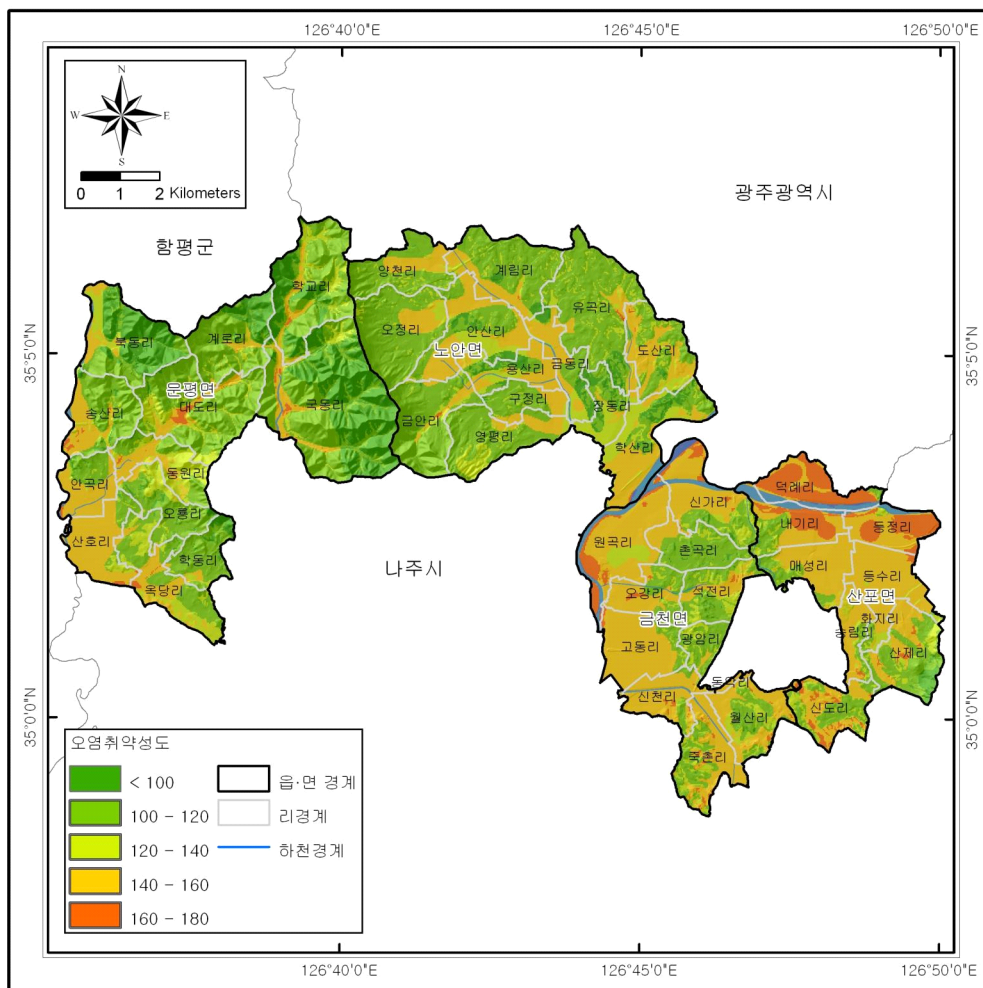
(단위 : mg/L)

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 ⁺	10.8	64.9	23.9	19.7	12.3	Cl ⁻	1.5	101.1	29.4	22.2	25.5
K ⁺	0.3	8.4	2.3	1.8	1.9	HCO ₃ ⁻	18.3	271.0	88.9	85.3	25.5
Ca ²⁺	13.2	293.0	60.2	37.9	55.5	SO ₄ ²⁻	3.0	720.0	69.8	11.5	164.3
Mg ²⁺	1.7	31.4	8.4	6.9	6.5	NO ₃ ⁻	2.2	353.3	85.0	48.2	86.5

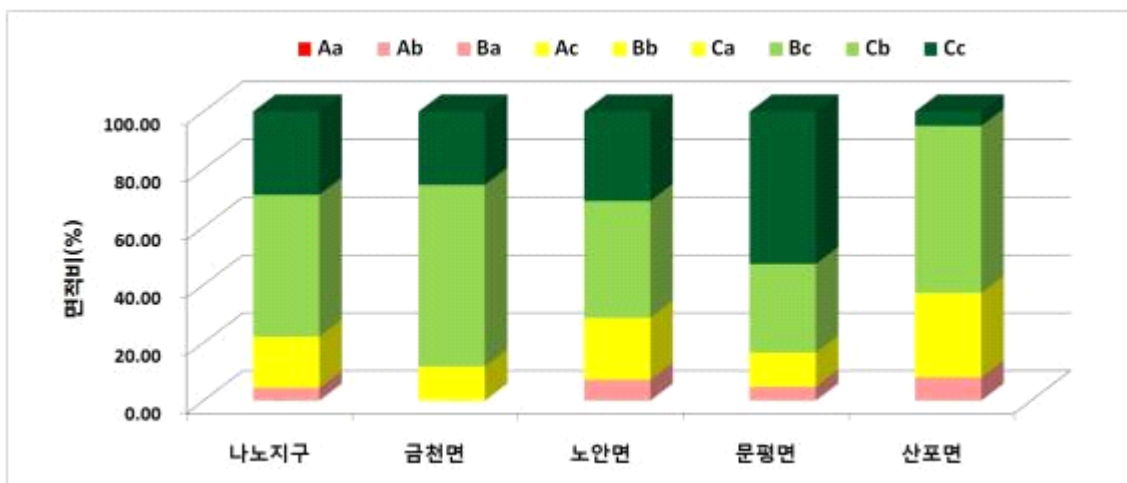
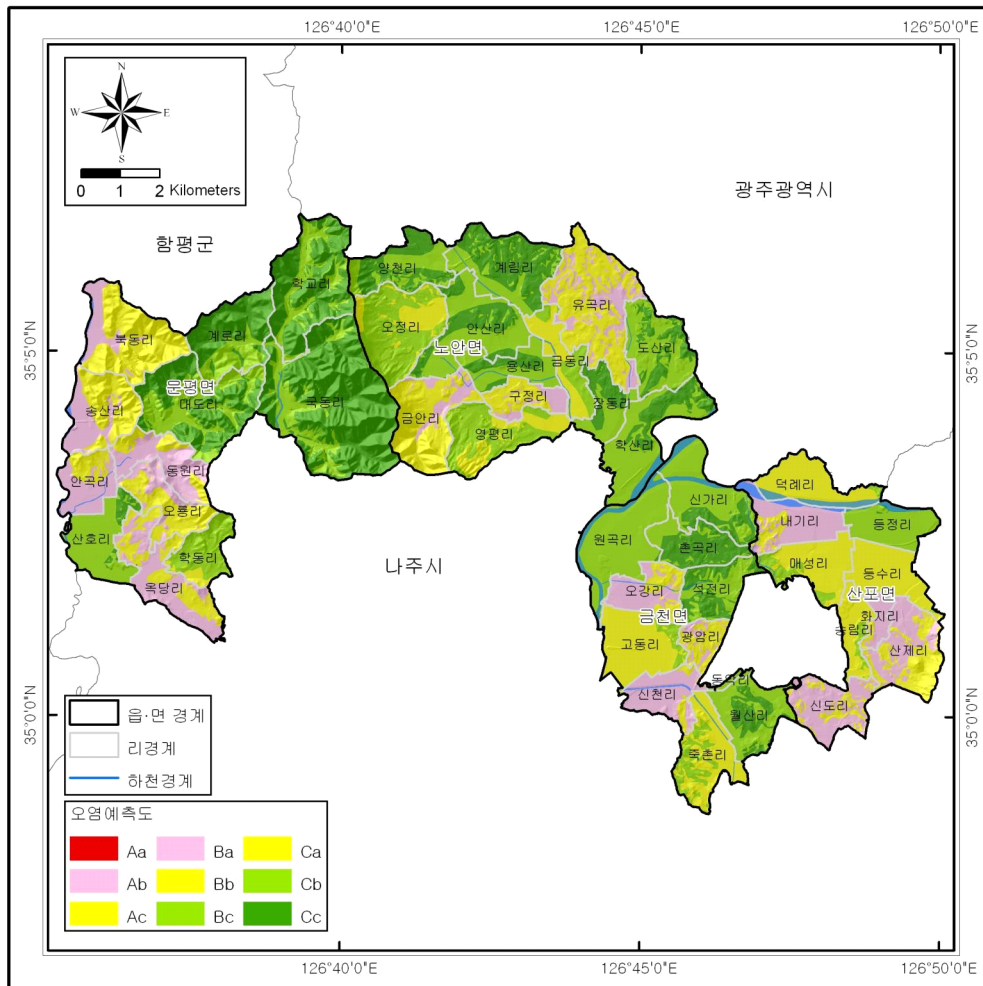


□ 오염취약성 분석결과, 나노지구의 읍면별 오염취약성 평균지수는 산포면(133.4), 금천면(129.5), 문평면(121.3), 노안면(117.3)순으로 나타나며, 최대값은 151.7이다. 오염취약성도는 대부분 지역에서 110~150범위의 수치를 보이거나, 금천면 동악리, 원곡리는 150이상의 상대적으로 높은 값을 나타내는 지역이 있으며 비포화대매질 등의 영향으로 판단된다.

구 분		DRASTIC Index			단위면적당 오염부하량(kg/일/km ²)
		최소	최대	평균	
나 노 지 구	금천면	111.6	151.7	129.5	59.18
	노안면	109.3	129.0	117.3	238.24
	문평면	109.7	133.1	121.3	78.20
	산포면	121.0	149.3	133.4	112.59



□ 지하수오염예측 등급도를 작도한 결과 상대적으로 오염에 취약할 것으로 예상되는 Aa, Ab, Ba 등급 지역은 약 15.62% 수준으로 문평면 안곡리, 노안면 유곡리, 금천면 오강리, 산포면 신도리 등 일부지역에서 확인되었다.

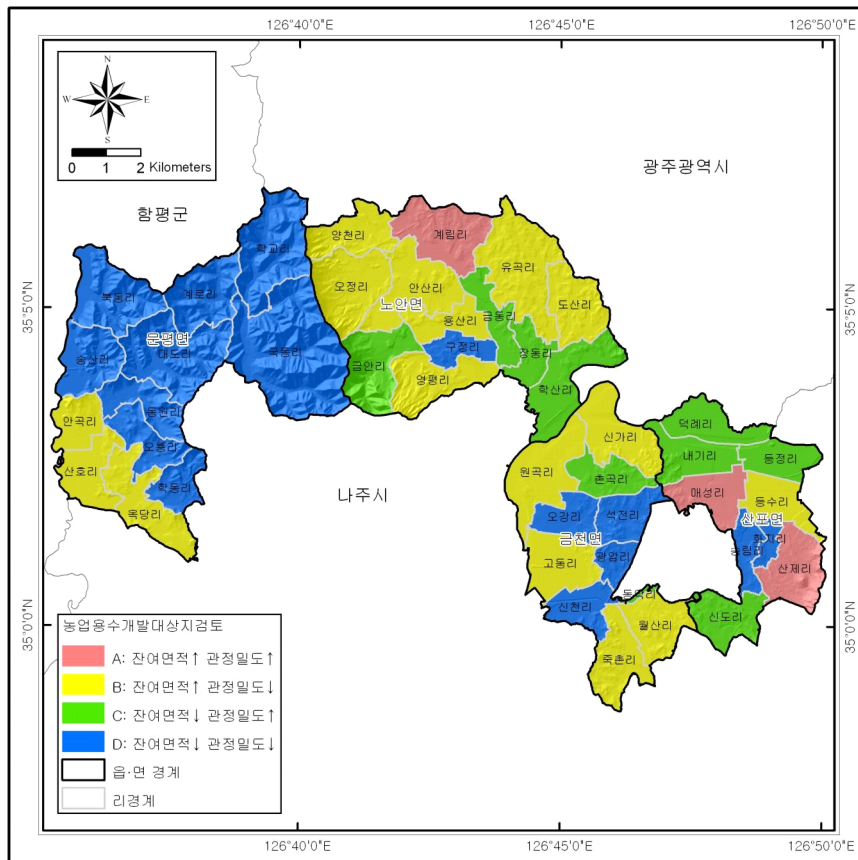


□ 나노지구 지하수 수량 및 수질 우려지역 및 농업용 공공관정 정밀조사 결과를 바탕으로 현황 및 문제점을 분석하고, 그에 대한 대책방안을 수량관리, 수질관리, 시설물관리 3가지 형태로 구분하고 13가지 유형으로 분류하여 제시하였다. 수량관리 13지역, 수질관리 23지역, 시설물관리 13지역 등 총 49건에 대해 대책이 필요한 지역으로 선정되었다(세부사항 본문 5장 참조).

<표 5-2-2> 읍·면별 대책 제안

구 분	계	수량관리(A)	수질관리(B)	시설물관리(C)	비 고
계	49	13	23	13	
금천면	13	2	10	1	
노안면	17	6	6	5	
문평면	6	1	2	3	
산포면	13	4	5	4	

□ 나노지구 지하수 개발이용방안에 대한 분석결과, 농업용수공급을 위한 지하수개발 및 수리시설물 확충 우선 개발 지역으로 B그룹 23개리(금천면 10개리, 노안면 6개리, 문평면 2개리, 산포면 5개리)가 해당된다.



구 분		읍 면				용수공급 확보(안)
		금천면	노안면	문평면	산포면	
A	잔여면적 ↑ 관정밀도 ↑	-	계림리	-	매성리 산제리	- 지표수를 이용한 수리시설물 확충 (저수지, 양수장, 취입보) - 신규 지하수 개발 이용량제한
B	잔여면적 ↑ 관정밀도 ↓	고동리 신가리 원곡리 월산리 죽촌리	도산리 안산리 양천리 영평리 오정리 용산리 유곡리	산호리 안곡리 옥당리	등수리	- 지표수를 이용한 수리시설물 확충 (저수지, 양수장, 취입보) - 신규 지하수 관정 개발
C	잔여면적 ↓ 관정밀도 ↑	동악리 촌곡리	금동리 금안리 장동리 학산리	-	내기리 덕례리 등정리 신도리	- 신규 지하수 개발 및 이용량 제한 - 공동이용체계 구축
D	잔여면적 ↓ 관정밀도 ↓	광암리 석전리 신천리 오강리	구정리	계로리 국동리 대도리 동원리 북동리 송산리 오룡리 학교리 학동리	송림리 화지리	- 암반관정 개발 - 소류지 및 농업용수로 시설 확충

1) (*)표시는 지하수 수량, 수질 관리지역으로 인한 개발대상 제외지역

□ 결과적으로 나노지구에서 필요로 하는 농업용수 개발방안 지역은 4개면 45개리 중에서 노안면 도산리, 안산리, 양천리, 오정리, 문평면 산호리가 해당된다. 나노지구 내 **관정개발** 필요지역은 노안면 도산리, 안산리, 양천리, 오정리, 문평면 산호리가 해당되며 농업용수 확보를 위한 **신규 지하수 개발**이 우선적으로 선행되어야 한다

구 분	읍 면					비 고
	계	금천면	노안면	문평면	산포면	
계	5	-	4	1	-	
잔여면적↑ 관정밀도↓	-	-	도산리 안산리 양천리 오정리	산호리	-	

□ 나노지구에서 신규로 관정을 개발해야 할 지역은 노안면 도산리, 안산리, 양천리, 오정리, 문평면 산호리 5개리로 파악 되었으나, 나노지구의 평균 질산성질소 농도가 비교적 높은 편이므로 지하수를 개발하는 경우 주변 환경에 대한 영향평가와 오염원유입에 대한 사전조사가 선행되어야 한다. **노안면 도산리(나노1), 안산리(나노2), 양천리(나노3), 오정리(나노4), 문평면 산호리(나노5)**는 잔여면적이 넓고 관정밀도가 낮은 지역으로 지하수 개발이 시급하며, **신규 지하수개발이 선행되어 용수 공급에 차질이 없도록 조치해야 한다.**

구분	지하수기초조사					지하수개발			사업비 (백만원)	비고
	물리탐사			시추조사		확공개발				
	선구조 분석	수직 탐사	쌍극자 탐사	구경 (mm)	심도 (m)	구경 (mm)	심도 (m)	양수량 (m ³ /d)		
공당	1	3	1	150	150	250	100	150	53	영향조사 포함



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 시설물 관리대책 수립·시행
- 지하수사업 재정투입 적정성 판단의 기초자료로 활용



농어촌지역 지하수의 효율적 개발·관리

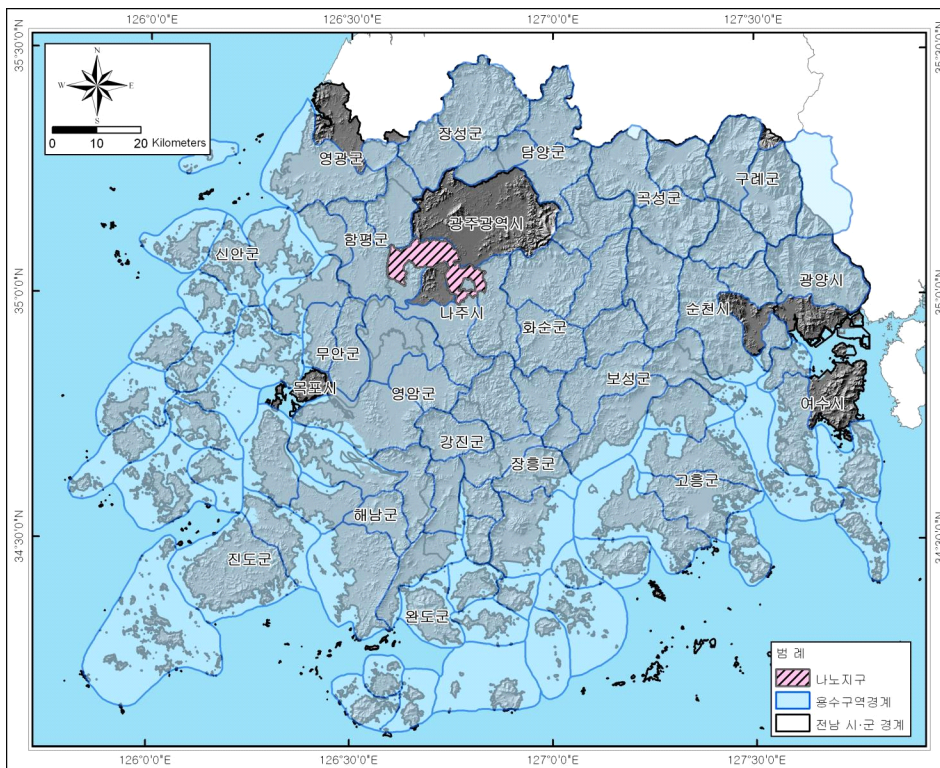
1.3 농촌지하수관리사업의 내용

- 현장조사를 통한 관정 및 오염원 현황파악
- 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 나노지구 선정 및 특성 분석

나노지구는 전라남도 내 농촌지하수관리 대상 60개 용수구역 중 전남 나주시 금천면, 노안면, 문평면, 산포면 등 1개시, 4개면을 포함하는 지구로 동쪽은 화순군, 서쪽은 함평군, 남쪽은 영암군, 북쪽은 광주광역시와 접하여 있고 전라남도의 중부에 위치한다<그림 1-4-1>.

나노지구는 대상지 현장답사 결과 나주시 동부 지역으로 금성산(450m), 옥산(330m) 등이 이어진 면의 북서쪽은 산지를 이루며 그 밖에 지역은 구릉성산지와 평야가 대부분으로 농경지 면적 비율이 높은 상태이고 농경지를 중심으로 관정이 높은 밀도로 분포한다. 또 축산시설이 노안면에 밀집하여 분포하는 특징을 갖는 지역으로 조사되어 이에 따른 지하수 오염이 우려되고, 최근 기상이변 및 기후변화로 인해 농업용수의 대부분을 공급하는 하천수의 감소가 관찰되며 농업용 지하수의 이용량이 꾸준히 증가하여 지하수 고갈에 대한 문제점이 우려된다.



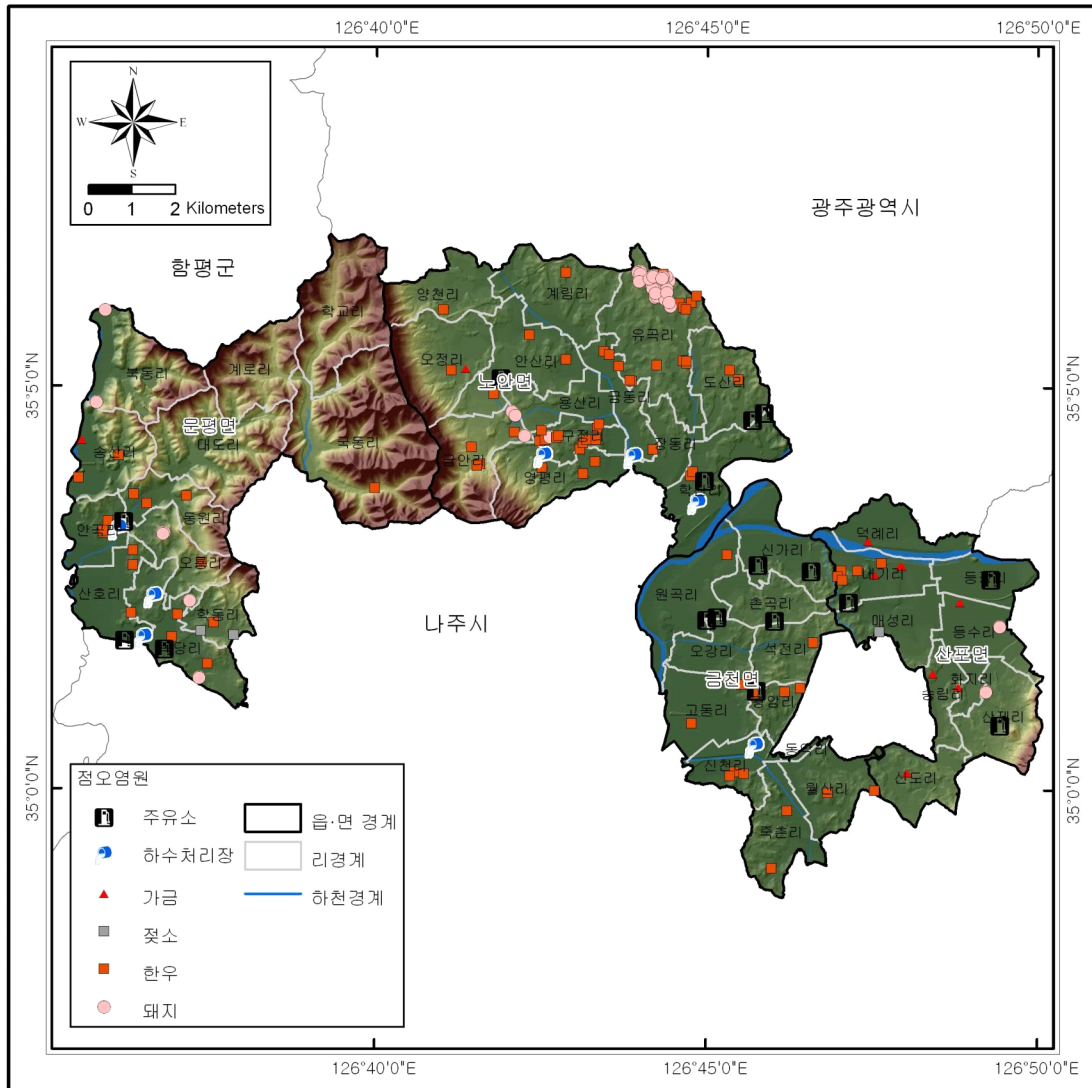
<그림 1-4-1> 나노지구 용수구역 위치도

나노지구의 지하수 개발·이용은 고막원천, 장성천, 대촌천 등 지방하천과 지류 주변에 위치한 농경지에서 밀집된 특성을 보이며, 산간 지역 및 금천면 지역은 암반관정, 지석천 인근지역 및 평야부에서는 충적관정이 주로 개발된 특징이 있다.

나노지구는 북동쪽에서 남서쪽으로 조사지역을 가로지르는 영산강, 지석천, 대촌천이 분포한다. 지구 내 축산시설들은 하천을 따라 노안면 쪽에 주로 분포하며 나노지구에 허가·신고된 시설은 142개에 이른다 <그림 1-4-2>. 따라서 가축에 의한 지하수 오염특성을 고려하고, 특히 축산시설이 밀집된 지역은 질산성질소에 대한 특성을 집중적으로 조사할 필요가 있다.

위와 같은 사유로 나노지구 농촌지하수관리사업의 중점사항으로 1) 농업용 지하수에 대한 현장조사, 2) 축산시설 등 오염유발시설 하류부에 대한 수질검사, 3) 농업용관정 밀집지역에 대한 이용량조사 등을 설정하여 시행하였다. 이를 위해 간이수질검사 295점, 수위측정 365회, 질산성질소 분석 333점, 생활용수 기준 수질검사 32점, 양·음이온 분석 27점, 질소동위원소 분석 30점 등 지하수의 일반적인 수질특성 분석에 역점을 두고 시행하였다.

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



<그림 1-4-2> 나노지구 점오염원 위치도

1.5 지하수 개발·이용 현황

1.5.1 신고·허가별 지하수 개발 현황

나주시의 새올행정시스템(2019) 자료에 의하면, 나노지구에는 총 2,426개소의 농업용 지하수시설이 개발·이용되고 있고, 관정개발밀도는 38.59공/km²이다. 지하수조사연보(2018)에는 농업용 지하수시설이 2,337공으로 현재 파악한 지하수관정 현황과는 차이가 크다.

허가·신고형태별로 구분하면, 허가시설 10공, 신고시설 2,406공, 미신고 10공으로 분류된다. 면별로는 산포면 1,018공, 노안면 895공, 금천면 400공, 문평면 113공으로 노안면과 산포면에 비교적 많은 것으로 확인되었다.

금회 조사에서는 해당 지자체 지하수 행정자료와 공공관정을 기초자료로 하여 농업용 관정을 대상으로 관정현황 조사를 실시하였으며, 시설물 등록 및 이용현황, 지리적 위치, 현장수질측정, 관정점검 등을 실시하였다.

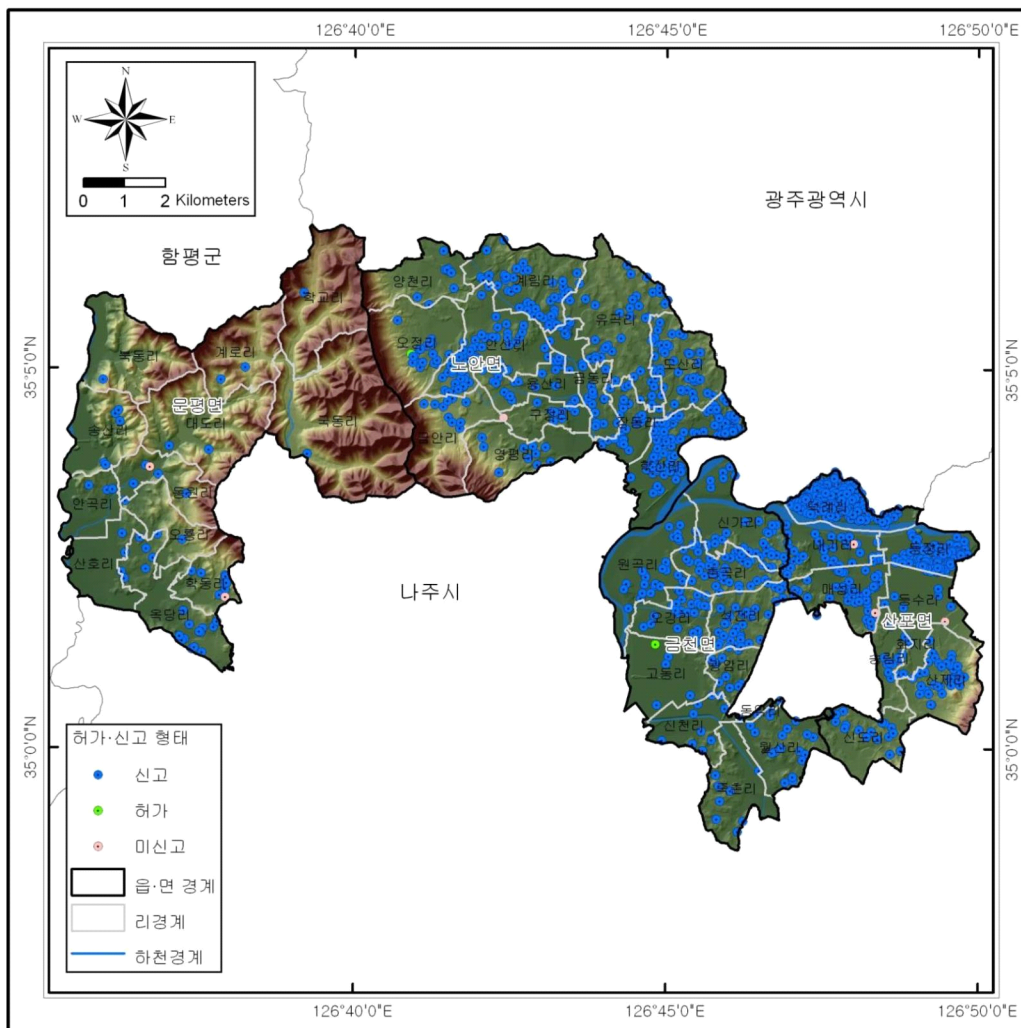
현장조사는 공공관정 15공(신고, 미신고), 일반관정 329공(신고, 미신고) 등 총 344공을 조사하였다. 조사된 관정 중 허가·신고관정의 비율이 97.1%를 차지하고 있었으며, 미신고 관정의 비율이 전체 조사관정 중 2.9%의 비율로 존재하는 것으로 확인되었다. 이와 같은 비율로 나노지구 전반에 걸쳐 미신고관정이 존재한다면 그 수는 153공에 이르므로, 향후 이용실태조사 및 지역지하수관리계획 등을 실시하여 제도권 밖에서 무방비상태로 관리되고 있는 시설물들에 대한 관리대책이 수립되어야 할 것이다.

<표 1-5-1> 나노지구 지하수개발·이용 현황

(단위 : 공)

구 분	행정자료 ⁽¹⁾				지하수 ⁽²⁾ 조사연보	금회조사 ⁽³⁾				
	계	허가	신고	미신고		계	허가	신고	미신고	
나노지구	2,426	10	2,406	10	4,941	344	3	331	10	
구성비(%)	100.0	0.4	99.2	0.4	100.0	100.0	0.9	96.2	2.9	
나주시	금천면	400	2	397	1	1,045	99	-	98	1
	노안면	895	2	890	3	1,890	116	1	112	3
	문평면	113	4	107	2	230	52	2	48	2
	산포면	1,018	2	1,012	4	1,776	77	-	73	4

* 자료출처 : (1) 서울행정시스템(2019), (2) 지하수 조사연보(2018), (3) KRC 현장조사자료(2019)



<그림 1-5-1> 허가·신고 형태별 지하수시설 현황도

1.5.2 용도별 지하수 개발 현황

나주시의 새올행정시스템(2019) 자료에 의하면 나노지구의 용도별 지하수 개발현황은 생활용이 2,806공(53.2%), 농업용 지하수 시설이 2,426공(46.0%), 공업용 41공(0.8%) 등으로 분석되었다 <그림 1-5-2>.

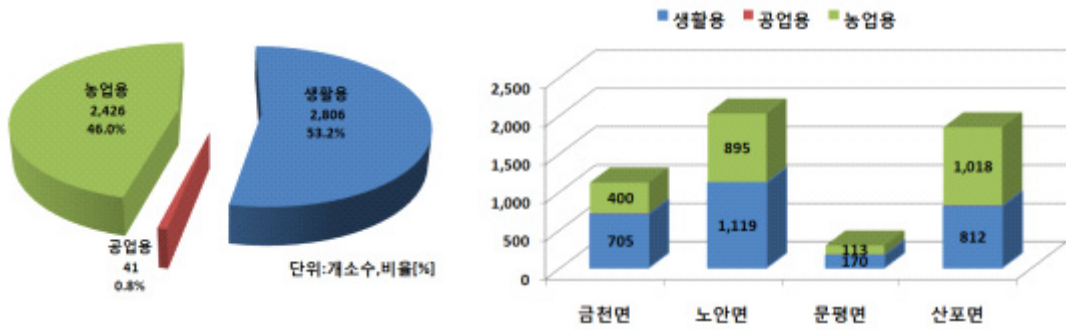
금회조사에서는 지역개발행정자료(새올행정정보시스템)의 농업용 지하수시설과 농업기반시설 공공관정을 기초로 하여 현장조사를 실시하였다. 정밀현황조사 대상인 공공관정에 대해서는 시설점검을 실시하였으며 관정현황조사는 읍면별 면적을 고려하여 최대한 등분포로 조사하였다. 조사대상 농업용 지하수시설 2,426공 중 금회조사에서 344공을 현장조사를 실시하였다<표 1-5-2>.

<표 1-5-2> 용도별 지하수개발 현황

(단위 : 공)

읍 면	행정자료(지자체) ⁽¹⁾					조사연보 ⁽²⁾ (농업용)	금회조사 ⁽³⁾ (농업용)			
	계	생활용	공업용	농업용	기타		계	공공관정	시설관정	
나노지구	5,273	2,806	41	2,426	0	2,337	344	15	329	
구성비(%)	100.0	53.2	0.8	46.0	0.0	47.3	100.0	4.4	95.6	
나주시	금천면	1,117	705	12	400	0	393	99	1	98
	노안면	2,021	1,119	7	895	0	801	116	7	109
	문평면	294	170	11	113	0	131	52	3	49
	산포면	1,841	812	11	1,018	0	1,012	77	4	73

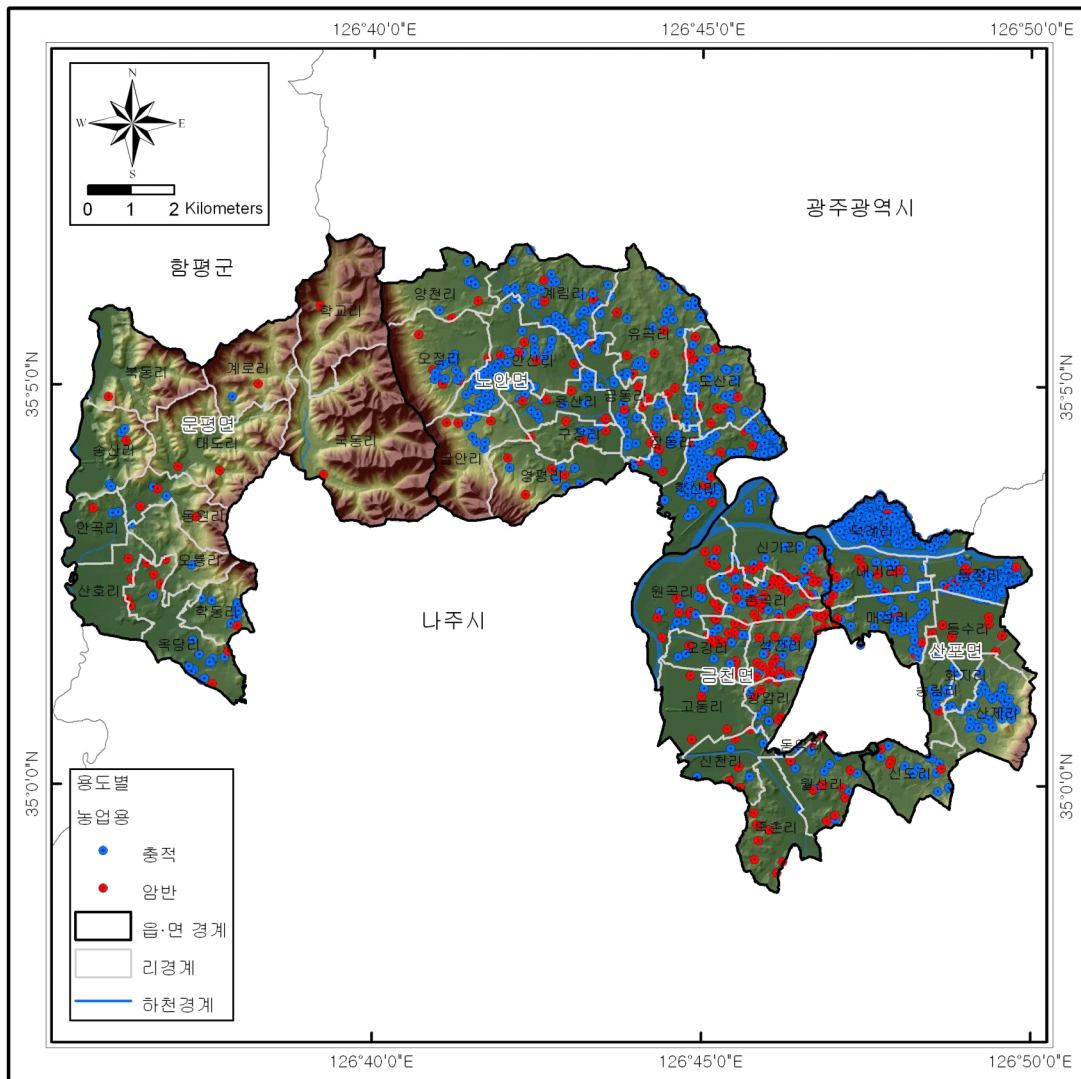
※ 자료출처 : (1) 새올행정시스템(2019), (2) 지하수 조사연보(2018), (3) KRC 현장조사자료



용도별 지하수 개발 비율

읍면별 지하수 개발 개소수

<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.

나노지구에서 조사한 관정을 암반/충적으로 분류한 결과, 충적관정은 148공(43.0%), 암반관정은 196공(57.0%)로 암반관정이 상대적으로 더 많았다. 면별로 분류한 결과 노안면이 충적관정 53공, 암반관정 63공 등 총 116공(33.7%)이며, 금천면 지역에 충적관정 29공, 암반관정 70공 등 총 99공(28.8%), 산포면 지역에 충적관정 51공, 암반관정 26공 등 총 77공(22.4%), 문평면 지역에 충적관정 15공, 암반관정 37공 등 총 52공(15.1%)으로 노안면에 비교적 많은 지하수가 분포하는 것으로 조사되었다<표 1-5-3~6>.

나노지구의 지하수관정 개발 밀도는 38.59공/km²로 전라남도 평균인 21.45공/km² 보다 높은 수준이다. 면별로 보면 산포면(90.03공/km²), 노안면(47.53공/km²), 금천면(41.89공/km²), 문평면(6.26공/km²) 순으로 문평면에 비해서 산포면에 관정이 집중적으로 분포된 특성을 나타낸다.

나노지구는 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. 임야지역을 제외하여 산출한 지하수관정 개발밀도는 <표 1-5-7>과 같다. 임야제외지역 관정 개발밀도는 전체면적 대비 관정밀도가 전남 평균보다 높았던 양상과 비슷하게 전남의 평균인 49.43공/km² 보다 높은 57.64공/km²의 값을 보인다.

<표 1-5-3> 관정형태별 지하수개발현황

(단위 : 공)

구 분	계			농업용			
	소계	층적	암반	소계	층적	암반	
나노지구	344	148	196	344	148	196	
구성비(%)	100.0	43.0	57.0	100.0	43.0	57.0	
나주시	금천면	99	29	70	99	29	70
	노안면	116	53	63	116	53	63
	문평면	52	15	37	52	15	37
	산포면	77	51	26	77	51	26

※ 자료출처 : 2019 나노지구 농촌지하수관리사업 현장조사 자료(한국농어촌공사, 2019)

<표 1-5-4> 구경별 현황

(단위 : 공)

나노지구	계	50이하	51-100	101-200	201-300	비 고
계	344	136	4	182	22	-
층적	148	135	4	9	0	-
암반	196	1	0	173	22	-

※ 자료출처 : 2019 나노지구 농촌지하수관리사업 현장조사 자료(한국농어촌공사, 2019)

<표 1-5-5> 토출관구경별 현황

(단위 : 공)

나노지구	계	31이하	32-40	41-50	51이상	기타
계	344	159	144	38	3	-
층적	148	111	17	20	-	-
암반	196	48	127	18	3	-

※ 자료출처 : 2019 나노지구 농촌지하수관리사업 현장조사 자료(한국농어촌공사, 2019)

<표 1-5-6> 지하수관정 개발 밀도

읍면별	개소수 (공)	면적 (km ²)	관정밀도 (공/km ²)
전라남도	264,618 ¹⁾	12,335.13 ²⁾	21.45
나노지구	5,273 ³⁾	136.64 ²⁾	38.59
금천면	1,117	26.67	41.89
노안면	2,021	42.52	47.53
문평면	294	47.00	6.26
산포면	1,841	20.45	90.03

※ 자료출처 : 1)지하수조사연보(2018), 2)통계연보(전라남도, 나주시,2018), 3)새울행정시스템(2019)

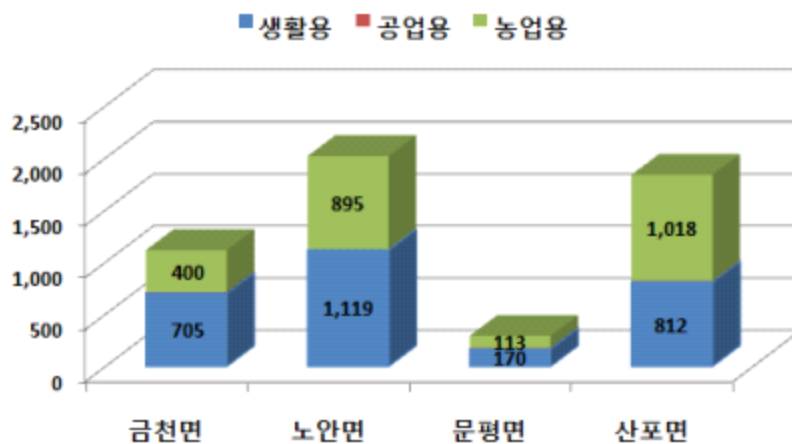
<표 1-5-7> 임야 제외지역 지하수관정 개발 밀도

읍면별	개소수 (공)	임야 제외 면적 (km ²)	관정밀도 (공/km ²)
전라남도	264,618 ¹⁾	5,352.98 ²⁾	49.43
나노지구	5,273 ³⁾	91.48 ²⁾	57.64
금천면	1,117	24.67	45.29
노안면	2,021	30.38	66.53
문평면	294	18.26	16.10
산포면	1,841	18.17	101.32

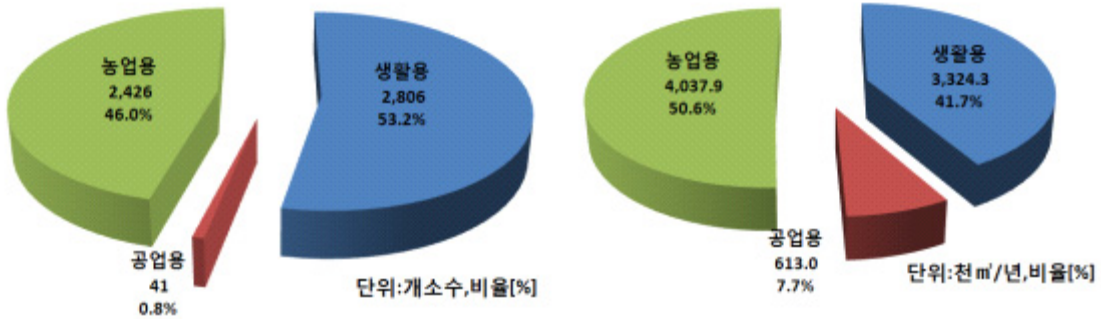
※ 자료출처 : 1)지하수조사연보(2018), 2)통계연보(전라남도, 나주시,2018), 3)새올행정시스템(2019)

1.5.4 용도별 지하수 이용 현황

용도별 지하수 이용현황을 살펴보면 생활용 지하수시설이 2,806공으로 나노지구 전체(5,273공)의 53.2%, 이용량은 3,324.3천m³/년(41.7%)을 차지하고 있다. 농업용 지하수시설은 2,426공(46.0%), 이용량은 4,037.9천m³/년(50.6%), 공업용 지하수시설은 41공(0.8%) 이용량은 613.0천m³/(7.7%)으로 나노지구의 대부분이 생활용과 농업용으로 사용되고 있다. 나머지 공업용과 기타 지하수시설은 개발·이용 정도가 매우 미비하다. 지역별로는 노안면에 개발·이용 중인 지하수시설수가 전체의 38.3%(2,021공)이고, 이용량은 15.4%(3,435.0m³/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 개소수가 1,990공(70.92%)으로 가장 많이 개발되었으며 이용량은 가정용이 전체 생활용 지하수 이용량의 14.67%(487.57천m³/년)로 기타용 48.67%(1,617.85천m³/년), 간이상수도용 28.86%(959.43천m³/년)다음으로 많이 이용되고 있는 것으로 조사되었다<표 1-5-8>.

<표 1-5-8> 생활용 이용현황

(단위 : 공, 천m³/년)

구 분		계	가정용	일반용	학교용	민방위	공동주택용	간이상수도	상수도용	농업생활겸용	기타
개소수	수량	2,806	1,990	76	16	1	-	88	2	11	622
	백분율 (%)	100.0	70.92	2.71	0.57	0.04	0.00	3.14	0.07	0.39	22.17
이용량	수량	3,324.3	487.6	126.1	90.0	0.2	-	959.4	26.8	16.3	1,617.8
	백분율 (%)	100.0	14.67	3.79	2.71	0.01	0.00	28.86	0.81	0.49	48.67

농업용 지하수는 원예용의 개소수가 974개소(40.15%)로 가장 많이 존재하며 이용량은 농업용 지하수의 28.76%(1,161.35천m³/년)로 기타용 다음으로 많이 이용하고 있는 것으로 조사되었다. 답작용 지하수 이용시설은 631개소(26.01%), 지하수 이용량은 10.45%(421.67천m³/년)로 원예용 다음으로 많이 이용되고 있으며 원예용과 답작용이 농업용 이용현황의 66.16% 이상을 차지한다 <표1-5-9>.

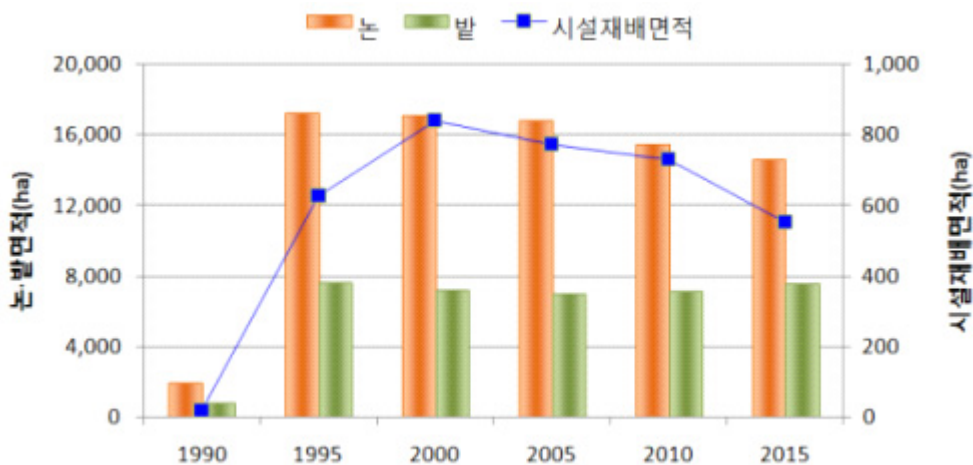
이는 원예용 관정의 평균 공당 이용량이 담작용에 비해 상대적으로 크을 의미하고, 향후 작부체계 변화에 따른 지하수 이용량 추세가 크게 변화 할 수 있음을 의미한다.

<표 1-5-9> 농업용 이용현황

(단위 : 공, 천m³/년)

구 분		계	전작용	담작용	원예용	수산업	축산업	양어장	기타
개소수	수량	2,426	268	631	974	1	147	8	397
	백분율(%)	100.0	11.05	26.01	40.15	0.04	6.06	0.33	16.36
이용량	수량	4,037.9	449.7	421.7	1,161.3	0.3	115.9	250.4	1,638.6
	백분율(%)	100.0	11.14	10.45	28.76	0.01	2.87	6.20	40.58

<그림 1-5-7>는 1990년 이후 나주시의 논, 밭 및 시설재배면적 변화추이를 나타낸 그래프이다(농림어업총조사, 1990~2015). 1990년 이후 나주시의 밭 면적은 증하는 경향을 보이다가 최근에는 감하는 경향을 보이며 시설재배 면적은 꾸준히 증가하는 경향을 보이고 있다. 논 면적은 1995년까지 급격히 증가하였다가 1995년 이후에 감소하는 경향을 나타내고 있음을 확인할 수 있다. 지난 25년간 농업형태 변화는 밭 면적은 비슷하며, 논 면적은 약 3,000ha 증가하였으며, 시설재배면적은 약 100ha가량 감소하였다.



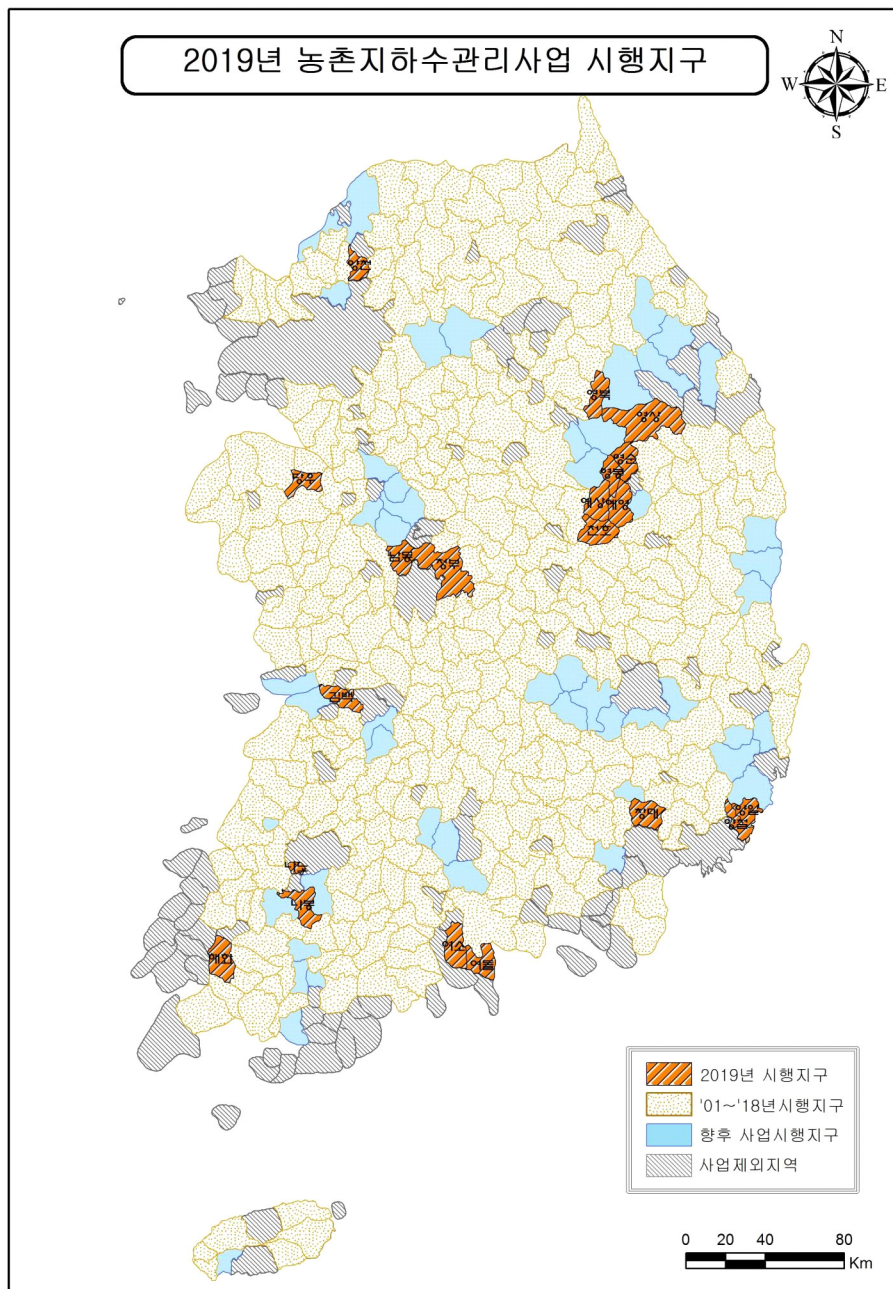
<그림 1-5-7> 논, 밭, 시설재배면적 변화추이

농업형태의 변화는 지하수 이용량과 직접적인 연관이 있으며 현재까지의 추세로는 농업용 지하수 이용량은 계속해서 늘어날 것으로 예상된다. 특히 밭면적과 시설재배단지의 증가는 동절기 지하수 이용량의 증가를 발생시키므로 금회 조사에서 누락된 동절기 지하수 실태조사 및 이용량 현황조사를 필히 실시하여 향후 발생가능한 지하수 장해에 대비할 필요가 있다고 판단된다.

1.6 농어촌지하수관리시스템(농어촌지하수넷)

1.6.1 구축 현황

농어촌지하수관리시스템(농어촌지하수넷)을 통해 사업시행대상 352 농촌용수구역 중 '18년까지 283지구 농촌용수구역(98개 시군 지역)에 대한 농어촌지하수 조사결과를 인터넷 기반의 WebGIS 지도 서비스로 제공함



<그림 1-6-1> 2019년 농어촌지하수관리사업 시행지구

<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	283	35	29	25	34	29	45	45	36	5
2001	2	화남2	-	-	-	-	-	-	김진	-
2002	4	화서	-	제산	아송	-	무망	-	-	-
2003	8	평포 화비	원문	-	아인	부동	무일	칠석	김장	-
2004	11	평고	원판 원지	음산 음원	아영	부백 정입	무청	영화	진집	-
2005	15	평서 이흥	원양 춘동	제봉 금남	공정 금남	정북 순금	무현 보성	영금 상리	진수	-
2006	15	이설 광초	춘신 광초	진리 괴칠	유구 금부	정산 순동	보노	영자 상외	진지 사용	-
2007	20	광포 김고 여서	황소 홍화 평용	진백2 괴청	공논 금북	정감 순쌍 장변	보문 보벌	상화 금대	사포 하금	제애
2008	23	김양 여북 파교	홍두 평방 평대	괴도 옥동	논벌 부서	장계 진상 고신	화춘 장복 동평	상사 금봉 군부	하적 합적 거가	제조
2009	23	여감 파문 용남	화간 양동	옥청 영양	논산 부흥 부은	진백 고원 고광	화통 장삼 장군	감문 군위 문호	합울 거남 밀부	제한
2010	23	파적 용외 가외	화상 양방	청부 영산	기산 남포 청청	무적 남보 임삼	장관 영갑 합순	문산 청송 안예	거고 밀하 거사	제대
2011	17	용기 가북	인북 고거	영황 보마	서비 보외	무실 남대 순강	합신	청현 안풍	거장 창계	제남
2012	16	가설 안고	고죽 인남	보내	보청 청화	남운	합라 신압 진진	안길 법봉 영영	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	전산 영연 경감	산신2 남설	-
2015	17	포군 양남	명강 삼근	-	근홍 예오	-	승서 승해 고대 고과	영기 경서 선해 영청	산삼 남이2 남서	-
2016	19	강내 강선	철동	원양 증상	예광 태면	익오 완화	승월 해산 고도 고포	의신 의단 의금 의선 의장	의부 의정	-
2017	18	포신	철근	청북	서해 태이	남이	담고 담용 담수 해삼 해현	의안 의옥 의청 도청 운	합철 합함 수	-
2018	20	포동	영주	청남	당고 서지 당송	감금	영도 영학 해계 해해 해북	울북 울원 울기 영영 영석	합합 고영 고희	-

<표 1-6-2> 행정구역별 조사현황

구분	계	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주
계(지구)	98	12	12	9	12	9	14	14	15	1
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	7	-	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	-
2017	6	-	철원	-	태안	남원	담양	청도	함안	-
2018	7	포천	-	-	서산	-	영암	영양 울진	고성 함양	-

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 지역담당자의 정보서비스 이용 시 관리자의 승인을 거쳐 ID/PASSWORD 부여 및 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

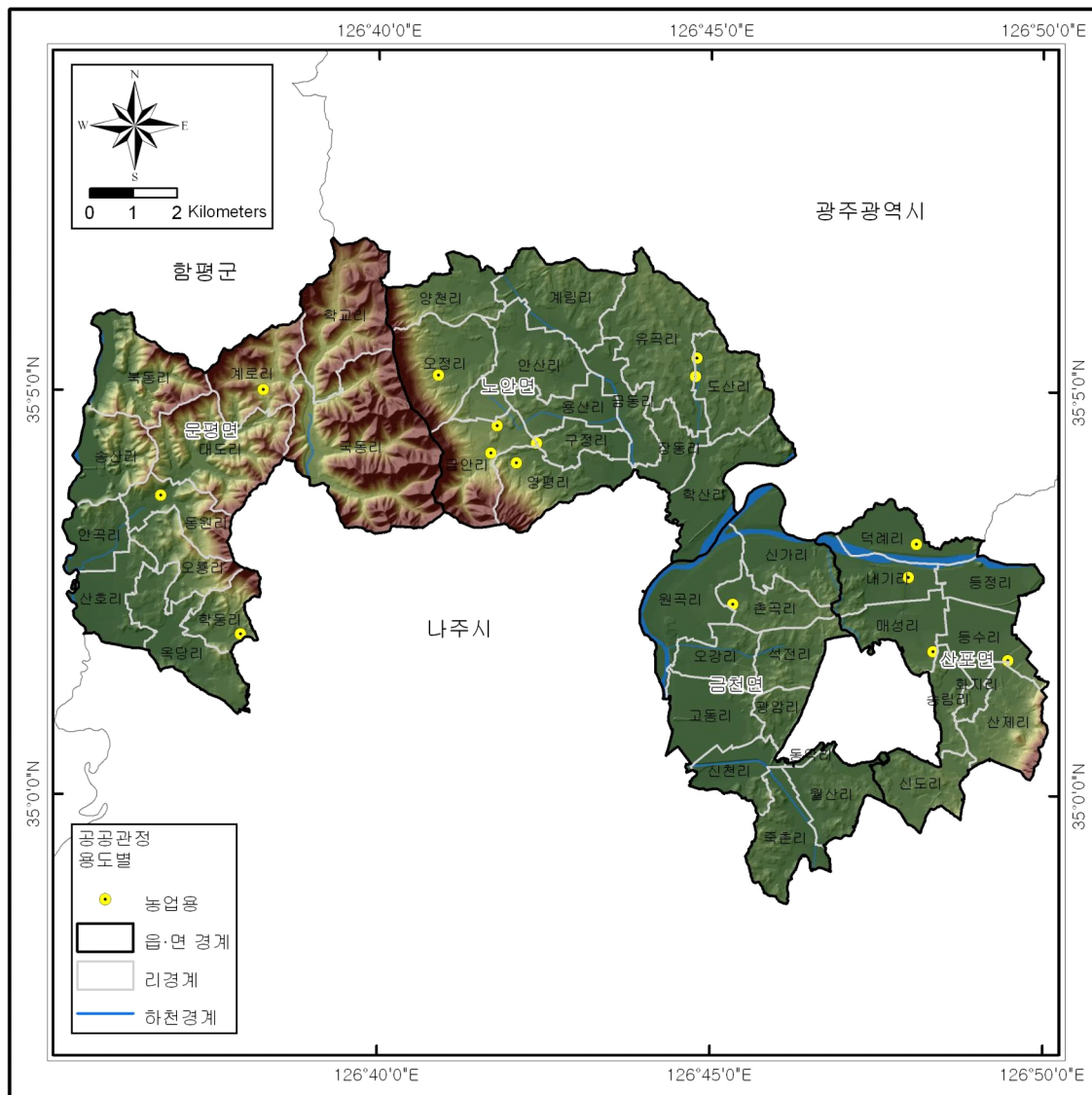
- 인터넷에 의한 다양한 정보공개 요구 수용
 - 최신정보의 신속한 서비스
- 관리비용의 절감효과
- 지도정보서비스를 통한 정보의 가시성 및 가독성 향상
- 다양한 차트형태의 통계분석 자료 서비스
- 업무의 고도화 및 합리적인 의사결정 지원

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 지자체이며, 나노지구에는 총 15개의 공공관정이 조사되었다. 이중 13개소가 답작용, 2개소가 원예용 농업용수로 이용되고 있는 것으로 조사되었다<그림 2-1-1>.



<그림 2-1-1> 공공관정 현황도

<표 2-1-1> 공공관정 개발 현황

구분	계	농업용			
		전작용	답작용	원예용	기타
계	15	-	13	2	-
금천면	1	-	-	1	-
노안면	7	-	7	-	-
문평면	3	-	3	-	-
산포면	4	-	3	1	-

농업용 공공관정은 저수지나 하천수 등 수리시설의 혜택이 어려운 지역인 산간 농지 주변에 주로 개발되어 있다.

2.2 농업용 공공관정 정밀조사

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				용도	세부 용도	관리 기관
	시군	읍면	동리	번지			
1	나주시	금천면	촌곡리	325-1	농업용	원예용	나주시
2	나주시	노안면	구정리	596-29	농업용	답작용	나주시
3	나주시	노안면	금안리	177-5	농업용	답작용	나주시
4	나주시	노안면	금안리	355-3	농업용	답작용	나주시
5	나주시	노안면	도산리	610-5	농업용	답작용	나주시
6	나주시	노안면	도산리	591	농업용	답작용	나주시
7	나주시	노안면	영평리	674	농업용	답작용	나주시
8	나주시	노안면	오정리	642	농업용	답작용	나주시
9	나주시	문평면	계로리	362-2	농업용	답작용	나주시
10	나주시	문평면	동원리	534-9	농업용	답작용	나주시
11	나주시	문평면	학동리	11-2	농업용	답작용	나주시
12	나주시	산포면	내기리	916-11	농업용	답작용	나주시
13	나주시	산포면	덕례리	401	농업용	원예용	나주시
14	나주시	산포면	등수리	303-63	농업용	답작용	나주시
15	나주시	산포면	매성리	253-1	농업용	답작용	나주시

2.2.2 농업용 공공관정 점검표

농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	나노지구 (일련번호: WNJU365201901161) / 허가신고번호 :		
위 치	전라남도 나주시 노안면 금안리 177-5 번지 (위도: 35° 04' 33.88" , 경도: 126° 41' 47.20")		
채 수 량	250 m ³ /day		
제 원	가) 구 경 : 250 mm 나) 심 도 : 100 m		
수중모터펌프	가) 마 력 : 10 HP 나) 설치심도 : m 다) 토출관구경 : 65 mm		
개발년도(연장허가)	년 월 일		
점검자 소속	한국농어촌공사 전남지역본부	점검일자	2019년 05월 27일

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	7.00	
				양 수 량	양수량의 적정여부	부족
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	—
		양수장 및 보호공	균 열 침 하	균열	균열, 백태, 박리, 파손여부	양호
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	양호
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	양호
		오염방지 시설	덮개파손	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	불량
				덮개부식	녹발생 및 부식정도	불량
			측 정 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	없음
		출수장치		출수장치의 파손여부	없음	
수위측정관	수위측정관의 관리상태	양호				
기 계	기 계 시설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태	양호	
			용 량	이용량 대비 용량의 적정성	양호	
전 기	전 기 시설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	양호	
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	양호	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	양호	

다. 점검결과

문제점	상부보호공 덮개 불량, 유량계/수위측정관 없음		
대 책	상부보호공 덮개 교체, 유량계/수위측정관 설치		
추정소요사업비 (공 종 별)	공 종 (항 목)	처 리 내 역	처 리 비 용
	오염방지시설	덮개교체	150천원
	측정장치	유량계설치	250천원
	측정장치	수위측정관설치	167천원
	계		567천원

라. 사진대지

	
사 진 (외 부)	사 진 (외 부)
	
사 진 (내 부)	사 진 (배전함)

2.3 농업용 공공관정 점검결과 및 관리방안

2.3.1 점검결과

나노지구 내 농업용 공공관정 점검 결과, 법적이행사항인 영향조사, 사후관리, 수질검사는 해남군에서 공공관정 관리 계획을 수립하여 의무사항을 철저히 이행한 것으로 나타났다. 그러나 시설물 정비 등의 조치가 필요한 관정이 다수 존재하였다<표 2-3-1>.

<표 2-3-1> 농업용 공공관정 조사현황

구분	계	조사									미조사
		소계	조치 불필요	조치필요							
				소계	영향 조사	사후 관리	수질 검사	원상 복구	시설물 정비	기타	
계	15	15	-	15	-	-	-	-	15	-	-
금천면	1	1	-	1	-	-	-	-	1		
노안면	7	7	-	7	-	-	-	-	7		
문평면	3	3	-	3	-	-	-	-	3		
산포면	4	4	-	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.

나노지구의 15개 농업용 공공관정을 확인한 결과 2019년도 10월 기준으로 영향조사가 이미 완료되었거나 현재 진행 중에 있으며 공공관정에 대한 관리가 비교적 잘 되고 있는 것으로 확인되었다.

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.

나노지구의 경우 사후관리가 필요한 관정을 확인한 결과 2019년도 10월 기준으로 사후관리가 이미 완료되었거나 현재 진행 중에 있으므로 공공관정에 대한 관리가 잘 이뤄지고 있는 것으로 확인되었다.

나. 업무흐름도

사후관리 이행대상자(지자체) → 사후관리 수행 → 사후관리 이행종료신고 → 사후관리 신고증교부

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.

나노지구 농업용 공공관정 중 향후 수질검사가 필요한 관정은 확인한 결과 없는 것으로 확인되었다.

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

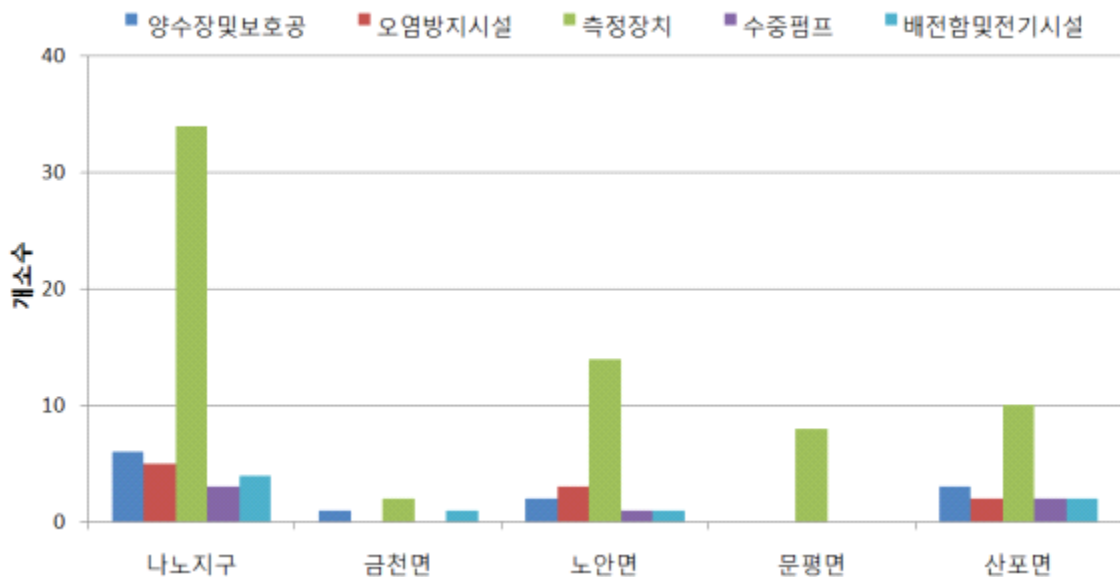
나. 업무흐름도

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

2.3.6 시설물정비 제안

가. 배경 및 현황

공공관정조사 결과를 바탕으로 시설의 기능유지 및 안전상 위험 등이 있는 경우 보수 또는 보강을 실시하여야 한다. 금천면 에서는 양수장 및 보호공 1건, 측정장치 2건, 배전함 및 전기시설 1건 등 총 4건에 대해 1개소에서 필요하고, 노안면은 양수장 및 보호공 2건, 오염방지시설 3건, 측정장치 14건, 수중펌프 1건, 배전함 및 전기시설 1건 등 총 21건에 대해 7개소에서 필요하고, 문평면은 측정장치 8건 등 총 8건에 대해 3개소에서 필요하고, 산포면은 양수장 및 보호공 3건, 오염방지시설 2건, 측정장치 10건, 수중펌프 2건, 배전함 및 전기시설 2건 등 총 19건에 대해 4개소에서 필요하며 시설물 정비를 실시하여야 한다<표 2-3-2>.



<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	15개소				6	5	34	3	4
1	나주시	금천면	촌곡리	325-1	1		2		1
2	나주시	노안면	구정리	596-29			1		
3	나주시	노안면	금안리	177-5		1	2		
4	나주시	노안면	금안리	355-3		1	2		
5	나주시	노안면	도산리	610-5	1		3	1	1
6	나주시	노안면	도산리	591			1		
7	나주시	노안면	영평리	674	1	1	2		
8	나주시	노안면	오정리	642			3		
9	나주시	문평면	계로리	362-2			3		
10	나주시	문평면	동원리	534-9			2		
11	나주시	문평면	학동리	11-2			3		
12	나주시	산포면	내기리	916-11			3		
13	나주시	산포면	덕례리	401	1	1	3	1	1
14	나주시	산포면	등수리	303-63	1		3		1
15	나주시	산포면	매성리	253-1	1	1	1	1	

Ⅲ. 향후전망

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 수정계획, 2017).

$$\text{지하수개발가능량} = \text{함양률} \times \text{10년빈도가뭇시강수량} \times \text{면적}$$

가. 유역별 개발가능량 분석

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

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

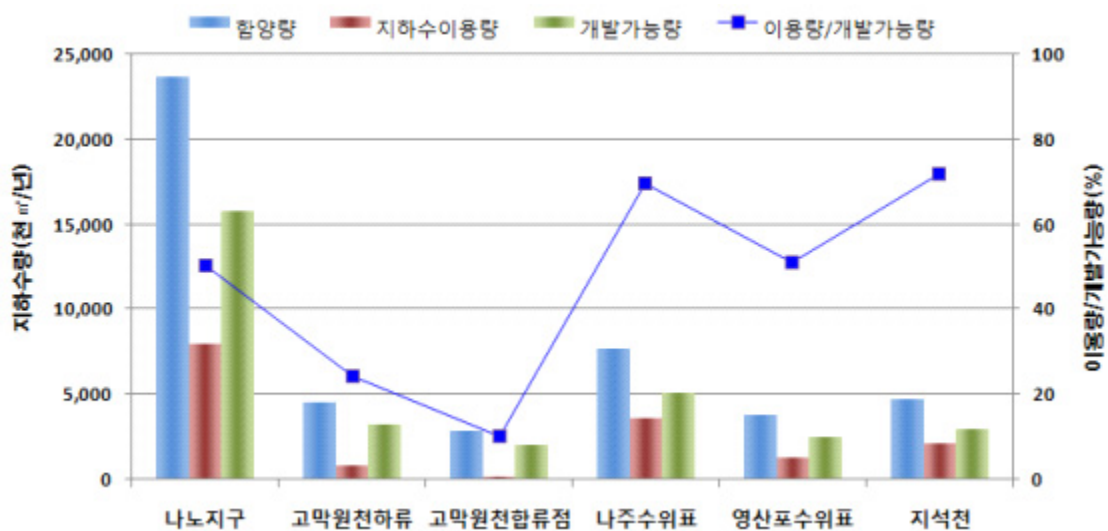
<그림 3-1-1>은 표준유역별 지하수 함양량, 지하수 이용량, 개발가능량, 개발가능량 대비 이용량 관계에 대하여 보여주고 있다. 나노지구의 지하수함양량은 23,644.67천 m^3 /년, 지하수 개발가능량은 15,824.25천 m^3 /년이며, 개발가능량의 약 50.40%에 해당하는 7,975.22천 m^3 /년의 지하수를 이용하는 것으로 분석된다. 유역별 개발가능량 대비 이용량의 비율은 다음의 범위로 나타났다<표 3-1-1>.

- 최대 : 지식천 72.01%
- 최소 : 고막원천합류점 10.13%
- 나노지구 : 50.40%

표준유역별 개발가능량 대비 이용량은 지식천에서 72.01%로 가장 높고, 고막원천합류점이 10.13%로 가장 낮다. 지구 전반적인 개발가능량 대비 이용량은 50.40%로 낮은 수치를 나타내며 전반적인 향후 지하수 개발가능량은 매우 풍부한 것으로 판단된다.

<표 3-1-1> 유역별 지하수 개발가능량

유역	면적 (km ²)	10년빈도가 뭍강수량 (mm/년)	함양량 (천m ³ /년)	지하수이용량 (천m ³ /년)	개발가능량 (천m ³ /년)	이용량/ 개발가능량 (%)
나노지구	136.64	902.72	23,644.67	7,975.22	15,823.72	50.40
고막원천하류	29.20	891.15	4,540.70	782.71	3,238.19	24.17
고막원천합류점	17.78	863.75	2,848.35	201.74	1,991.62	10.13
나주수위표	46.66	849.4	7,733.87	3,585.13	5,139.07	69.76
영산포수위표	19.21	996.0	3,799.70	1,264.38	2,481.46	50.95
지식천	23.79	975.28	4,722.05	2,141.26	2,973.38	72.01



<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. 나노지구의 지하수 함양량은 23,644.33천m³/년이고, 지하수 이용량은 7,975.22천m³/년, 개발가능량은 15,824.25천m³/년으로 분석되어 개발가능량 대비 이용량은 50.40%인 것으로 분석되었다.

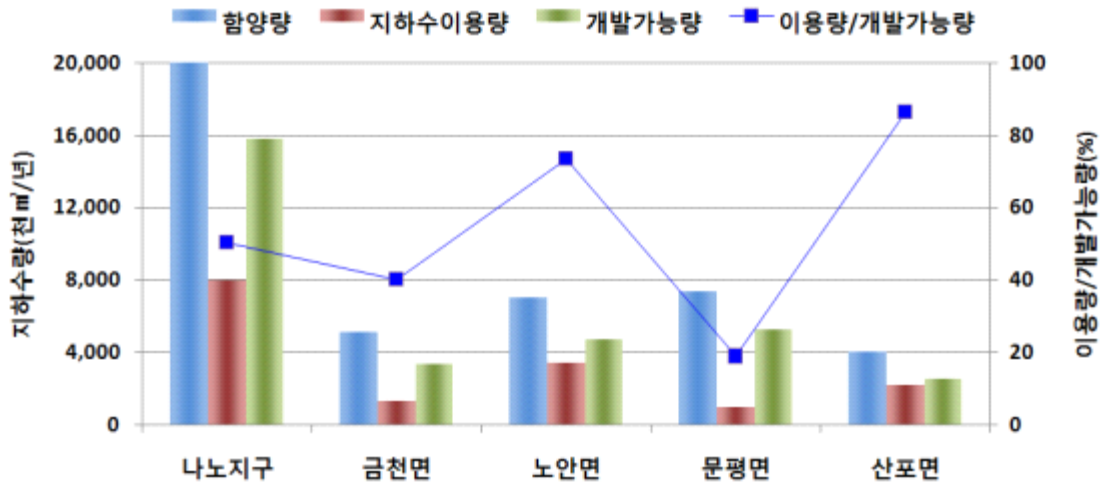
읍면별 개발가능량 대비 이용량의 비율은 34.05~41.17%의 범위를 나타냄.

- 최대 : 산포면 86.40%
- 최소 : 문평면 18.81%

나노지구의 함양량 대비 개발가능량은 66.93% 수준이며, 개발가능량 대비 이용량은 50.40% 수준으로 전반적으로 지구 내 개발가능한 지하수는 매우 풍부한 편인 것으로 판단된다. 단, 나노지구는 관정의 분포가 금천면 동악리 지역과, 산포면 덕레리 지역에 밀집되어 분포하는 특징을 지니고 있으므로, 리단위 개발가능량 산정을 통해 좀 더 세밀하게 확인하고, 향후 개발방안 수립 시 리단위 계획을 세우는 것이 효과적일 것으로 판단된다<표 3-1-2>.

<표 3-1-2> 읍면별 지하수개발 가능량 산정

읍면	면적 (km ²)	10년빈도가 뚝강수량 (mm)	함양량 (천m ³ /년)	지하수이용량 (천m ³ /년)	개발가능량 (천m ³ /년)	이용량/개발 가능량 (%)
나노지구	136.64	902.66	23,644.33	7,975.22	15,824.25	50.40
금천면	26.67	969.03	5,145.44	1,340.27	3,343.73	40.08
노안면	42.52	849.41	7,048.03	3,435.03	4,683.44	73.34
문평면	47.00	880.76	7,392.37	984.45	5,232.97	18.81
산포면	20.45	977.18	4,058.49	2,215.47	2,564.10	86.40



<그림 3-1-2> 읍면별 지하수 이용량 및 개발가능량

다. 리별 개발가능량 분석

리별 이용량과 개발가능량을 계산하여 개발가능량 대비 이용량을 산출하였다. 조사결과 금천면에 4개, 노안면에 10개, 문평면에 1개, 산포면에 6개 등 총 21개 리에서 개발가능량 대비 이용량이 50%를 상회하는 것으로 확인되었고, 특히 금천면 1개, 노안면3개 산포면에 4개 등 총 8개리의 경우 100% 이상을 이용하고 있는 것으로 조사되어 대책방안 마련이 시급하다.

리별 이용량 대비 개발가능량의 비율은 13.48~110.09%의 범위를 나타낸다.

- 최대 : 금천면 동약리 655.40%
- 최소 : 문평면 국동리 6.20%
- 나노지구 : 50.40%

<표 3-1-3> 리별 지하수 개발 가능량 산정

(단위:천m³/년)

구분	면적 (km ²)	10년빈도 가뭄시강수량 (mm)	개발가능량 (천m ³ /년)	이용량 (천m ³ /년)	이용량/ 개발가능량 (%)	
나노지구	136.64	902.66	15,824.25	7,975.22	50.40	
금 천 면	고동리	3.24	969.03	406.08	105.14	25.89
	광암리	1.15	969.03	144.03	57.24	39.74
	동약리	0.17	969.03	21.50	140.93	655.40
	석전리	2.29	969.03	286.68	174.81	60.98
	신가리	3.57	969.03	447.31	120.17	26.87
	신천리	2.05	969.03	256.92	117.78	45.84
	오강리	2.05	969.03	257.51	132.52	51.46
	원곡리	4.16	969.03	521.93	150.10	28.76
	월산리	2.76	969.03	346.23	88.69	25.62
	죽촌리	3.02	969.03	378.21	57.67	15.25
	촌곡리	2.21	969.03	277.34	195.21	70.38
노 안 면	계림리	4.01	849.41	441.97	371.18	83.98
	구정리	1.52	849.41	167.54	161.73	96.53
	금동리	2.05	849.41	225.36	284.50	126.24
	금안리	3.73	849.41	411.39	274.21	66.66
	도산리	3.13	849.41	345.04	205.10	59.44
	안산리	4.08	849.41	449.25	176.31	39.24
	양천리	2.84	849.41	312.92	216.13	69.07
	영평리	3.46	849.41	380.81	64.33	16.89
	오정리	4.20	849.41	463.06	199.13	43.00
	용산리	2.09	849.41	230.45	222.77	96.66
	유곡리	5.77	849.41	635.36	419.98	66.10
	장동리	1.71	849.41	187.92	193.04	102.72
	학산리	3.93	849.41	432.37	646.62	149.55

<표 3-1-3> 리별 지하수 개발 가능량 산정<계속>

(단위:천㎥/년)

구분	면적 (km ²)	10년빈도 가뭄시강수량 (mm)	개발가능량 (천㎥/년)	이용량 (천㎥/년)	이용량/ 개발가능량 (%)	
나노지구	136.64	902.66	15,824.25	7,975.22	50.40	
문 평 면	계로리	3.49	880.76	388.30	78.67	20.26
	국동리	10.06	880.76	1,120.26	69.50	6.20
	대도리	5.55	880.76	617.86	74.10	11.99
	동원리	2.53	880.76	281.77	81.84	29.04
	북동리	4.29	880.76	477.90	46.12	9.65
	산호리	2.68	880.76	298.56	70.10	23.48
	송산리	3.13	880.76	348.50	55.12	15.82
	안곡리	1.99	880.76	221.62	49.52	22.35
	오룡리	2.37	880.76	263.95	35.54	13.46
	옥당리	3.77	880.76	419.23	344.73	82.23
	학교리	5.24	880.76	583.96	53.57	9.17
	학동리	1.90	880.76	211.05	25.64	12.15
산 포 면	내기리	2.62	977.18	328.06	219.66	66.96
	덕례리	2.51	977.18	315.07	485.31	154.03
	등수리	2.37	977.18	296.73	75.62	25.48
	등정리	2.11	977.18	264.99	340.96	128.67
	매성리	2.61	977.18	327.30	418.41	127.84
	산제리	3.35	977.18	419.77	212.93	50.73
	송림리	1.43	977.18	178.74	48.04	26.88
	신도리	2.68	977.18	335.71	389.58	116.05
	화지리	0.78	977.18	97.73	24.96	25.54

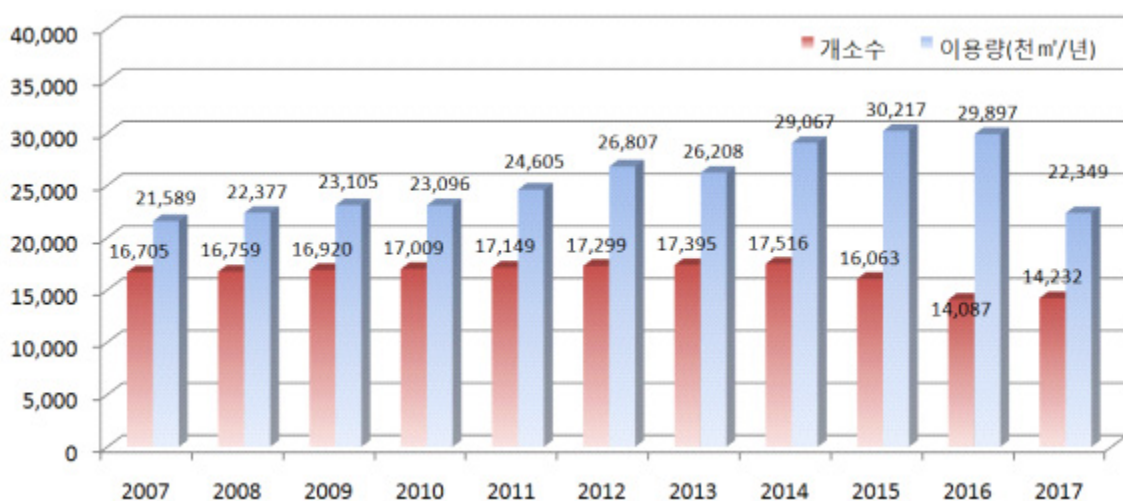
3.1.2 지하수개발 추세

나주시의 읍면별 관정현황, 신규개발 관정현황, 이용량 조사가 가능한 2007부터 2017년까지의 자료를 획득하여 증감추세를 분석하고 회귀분석을 실시하였다. 최근 11년간 나주시의 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
2007	16,705	21,589	10,708	6,535	79	968	5,906	14,050	12	36
2008	16,759	22,377	10,720	6,564	79	1,088	5,948	14,689	12	36
2009	16,920	23,105	10,745	6,648	79	1,088	6,084	15,332	12	36
2010	17,009	23,096	10,763	6,644	80	1,088	6,154	15,328	12	36
2011	17,149	24,605	10,800	7,471	79	1,048	6,255	15,999	15	87
2012	17,299	26,807	10,848	8,732	83	1,346	6,353	16,642	15	87
2013	17,395	26,208	10,872	8,491	81	1,001	6,427	16,630	15	87
2014	17,516	29,067	10,904	9,458	86	1,279	6,511	18,243	15	87
2015	16,063	30,217	9,790	9,365	81	1,277	6,176	19,470	16	105
2016	14,087	29,897	8,692	9,213	76	1,170	5,306	19,424	13	91
2017	14,232	22,349	8,713	10,101	79	1,287	5,427	10,870	13	91

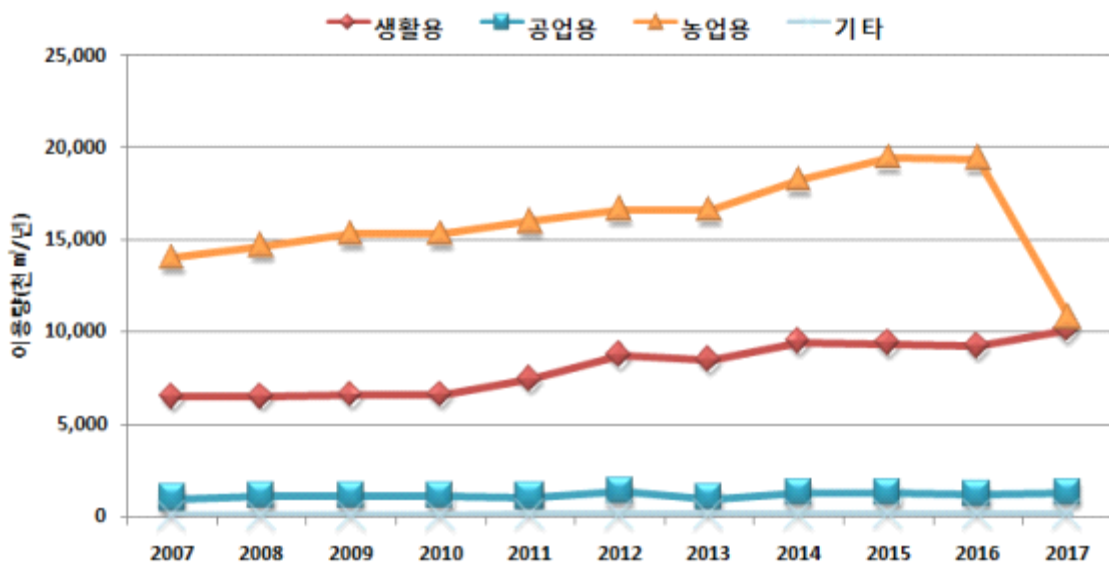
※ 자료출처 : 지하수조사연보(국토교통부, 2008~2018)



<그림 3-1-3> 연도별 지하수 이용·개발

나주시의 용도별 지하수 이용량은 농업용, 생활용, 공업용, 기타용 순으로 확인되었다<표 3-1-4>. 2007년도부터 지속적으로 지하수 이용량과 용도별 이용량이 지속적으로 증가 하다가 2016년 이후부터는 하락세로 나타낸다. 최근 10년동안 이용량의 증가는 농업용, 생활용 지하수 모두에서 나타나고 있으나, 2016년 이후 농업용 지하수의 이용량이 하락하고 있다<그림 3-1-4>.

나노지구의 2008부터 2018년까지의 지하수 이용실태조사 자료를 바탕으로 연도별 지하수 이용량의 증감유형을 분석하였다. 연도별 지하수 이용량 분석 시 일부에서 불규칙한 자료로 인하여 이용 추세 분석에 어려움이 있어, 편차가 심한 특정 연도의 자료를 제외하였다.



<그림 3-1-4> 나주시 용도별 지하수 이용량 추이

나노지구의 신규 지하수 이용량은 2012년 이후 연평균 약 162 천m³/년이 이용되고 있으며, 그 중 농업용 지하수시설물의 개발이 연평균 26공으로 가장 많은 것으로 조사되었다<표 3-1-5>. 이러한 지하수 이용추세로 보아 향후 여러 지하수 장애문제를 야기할 수 있으므로 지금부터 적절한 예방책이 강구되어야 할 것이다.

<표 3-1-5> 나노지구 용도별 신규관정 개발추이

(단위 : 공, 천m³/년)

년 도	총 계		생활용		공업용		농업용		기타용	
	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량
2012	49	902	18	422	4	284	27	197	-	-
2013	18	-498	-2	-239	-2	-254	22	-6	-	-
2014	36	951	9	412	-	-	27	539	-	-
2015	-277	518	-177	264	-1	-15	-100	251	1	18
2016	-787	-1,185	-289	-376	-2	-22	-494	-778	-2	-9
2017	31	-705	3	-49	1	-10	27	-646	-	-

※ 자료출처 : 지하수조사연보(국토교통부, 2013~2018)

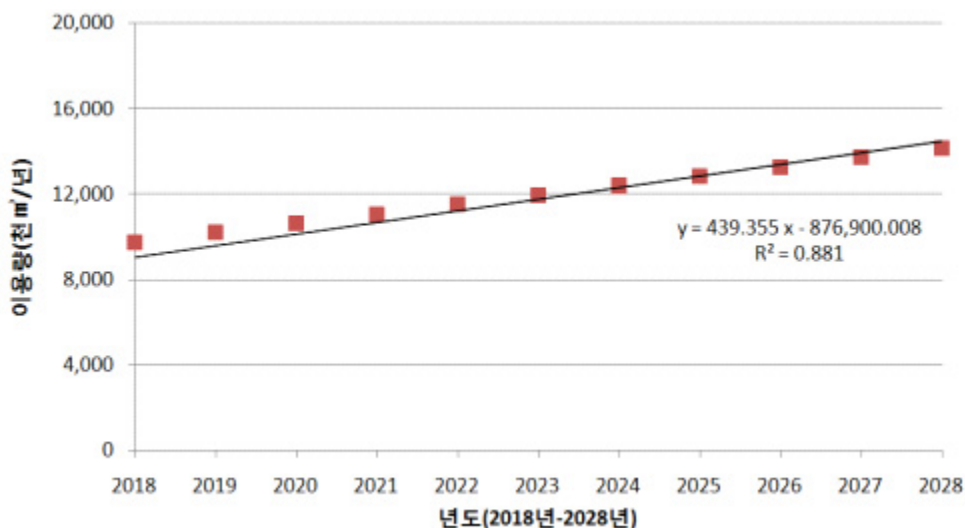
3.1.3 개발·이용 예측

2012년 이후 2017년까지 증감추세를 반영하여 회귀분석을 실시, 아래의 회귀 방정식을 산출하여 향후 나노지구의 지하수 이용량을 추정하였다. 그 결과 2018년 9,718천m³/년, 2028년 14,112천m³/년으로 증가할 것으로 전망된다.

$$Y = 439.355X - 876,900.008$$

<표 3-1-6> 연도별 지하수 이용량 예측

구 분	년도별 지하수 이용량(천m ³ /년)										
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
회귀분석	9,718	10,158	10,597	11,036	11,476	11,915	12,355	12,794	13,233	13,673	14,112



<그림 3-1-5> 지하수 이용전망 추세

3.2 오염 추세분석 및 예측

3.2.1 오염취약성분석(DRASTIC & Modified DRASTIC)

수자원으로서 지하수의 효용성은 적정한 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 필수적이다.

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 지시 할 수 없다. 또한, 평가지역을 100acre(0.4km²) 이상으로 함은 국지적인 지하수의 흐름보다는 광역적인 유동방향을 고려한 것이다.

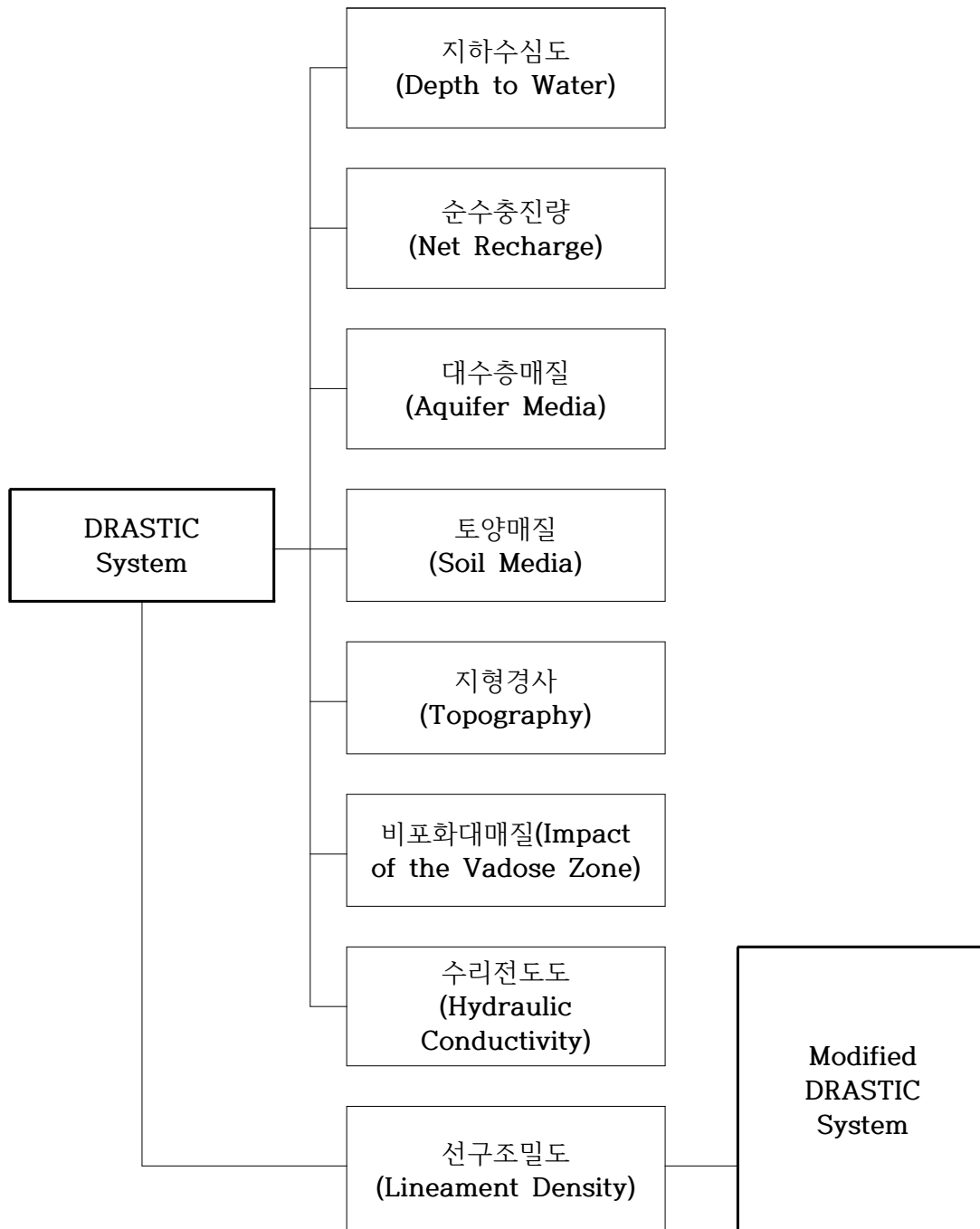
금회 조사에서는 지하수 오염 가능성을 예측하고 보다 효율적인 지하수 관리를 위해서 정성적인 평가방법인 DRASTIC 모델을 이용하여 조사지역의 지하수오염취약성을 평가하였다. 그리고 추가로 우리나라의 대수층이 대부분 암반 대수층인 점을 고려하여 지하수의 유동이 잘 되는 파쇄대의 영향을 최대로 반영하기 위하여 부가적인 인자인 선구조밀도와 토양이용등급을 반영하여 Modified DRASTIC 모델도 도출하였다<그림 3-2-1>.

<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						
· 방퇴석		4~6			5						
· 층상세일,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						
· 층상 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

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



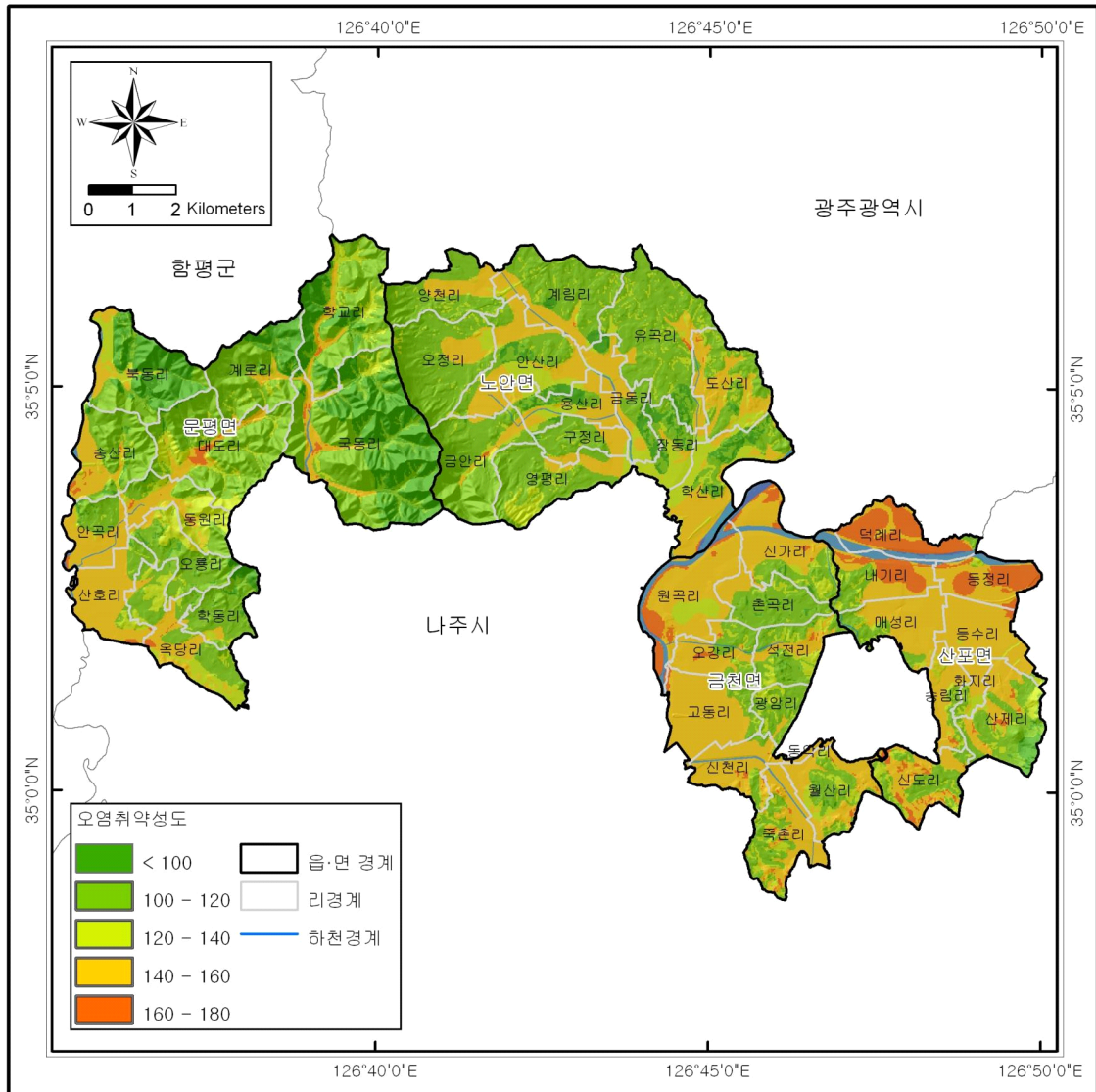
<그림 3-2-1> DRASTIC 흐름도

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 109.3에서 최대 151.7까지의 분포를 보이고 평균값은 산포면이 133.4으로 높은 수치를 나타낸다 <표 3-2-2>. 오염취약성도는 대부분의 지역에서 100~160범위의 오염취약성 수치를 보이며, 특히 문평면 북동리, 노안면 장동리 지역에서는 110이하의 상대적으로 낮은 값을 보인다<그림 3-2-2>. 금천면 동악리, 원곡리는 150이상의 상대적으로 높은 값을 나타내는 지역이 있으며 비포화대매질 등의 영향으로 판단된다.

<표 3-2-2> 읍면별 DRASTIC Index

구 분		DRASTIC Index			단위면적당 오염부하량(kg/일/km ²)
		최소	최대	평균	
나 노 지 구	금천면	111.6	151.7	129.5	59.18
	노안면	109.3	129.0	117.3	238.24
	문평면	109.7	133.1	121.3	78.20
	산포면	121.0	149.3	133.4	112.59

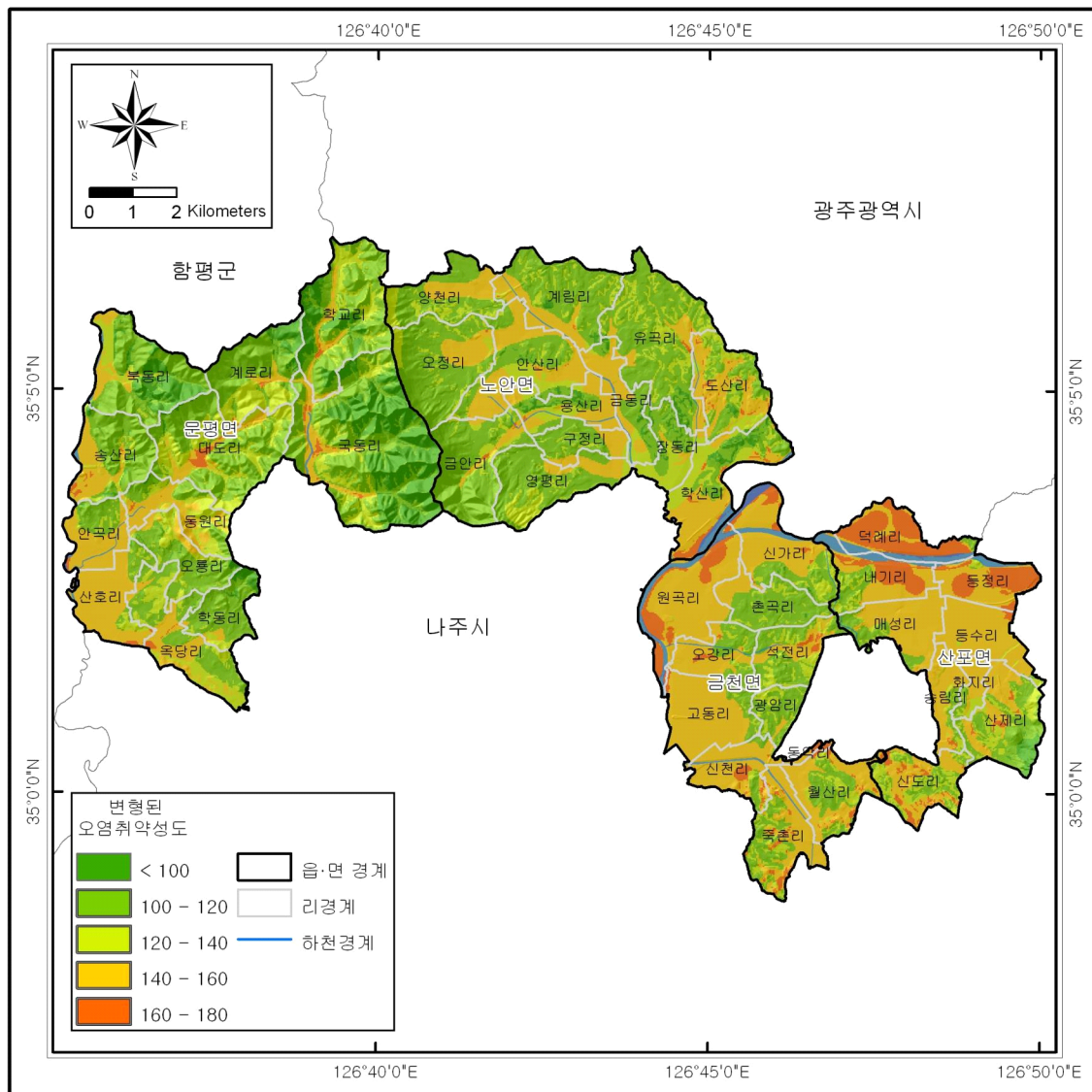


<그림 3-2-2> 나노지구 DRASTIC INDEX Map

변형된 오염취약성분석은 우리나라 특성에 맞게 선구조밀도 등을 부가적인 인자로 사용하여 실시하였다. 나노지구의 읍면별 변형된 오염취약성 평균지수는 산포면(134.5), 금천면(130.8), 문평면(122.7), 노안면(118.4) 순으로 나타나며 최대값은 152.7이다<표 3-2-3>. 오염취약성과 전체적인 지수분포도는 비슷한 양상을 보이나 다소 높게 평가되고 있으며, 특히 160~180 범위 지역의 면적이 넓어진 것을 알 수 있다<그림 3-2-3>.

<표 3-2-3> 읍면별 Modified DRASTIC Index

구 분		최소	최대	평균
나 노 지 구	금천면	112.8	152.7	130.8
	노안면	110.7	130.4	118.4
	문평면	110.7	134.2	122.7
	산포면	122.0	150.3	134.5



<그림 3-2-3> 나노지구 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.

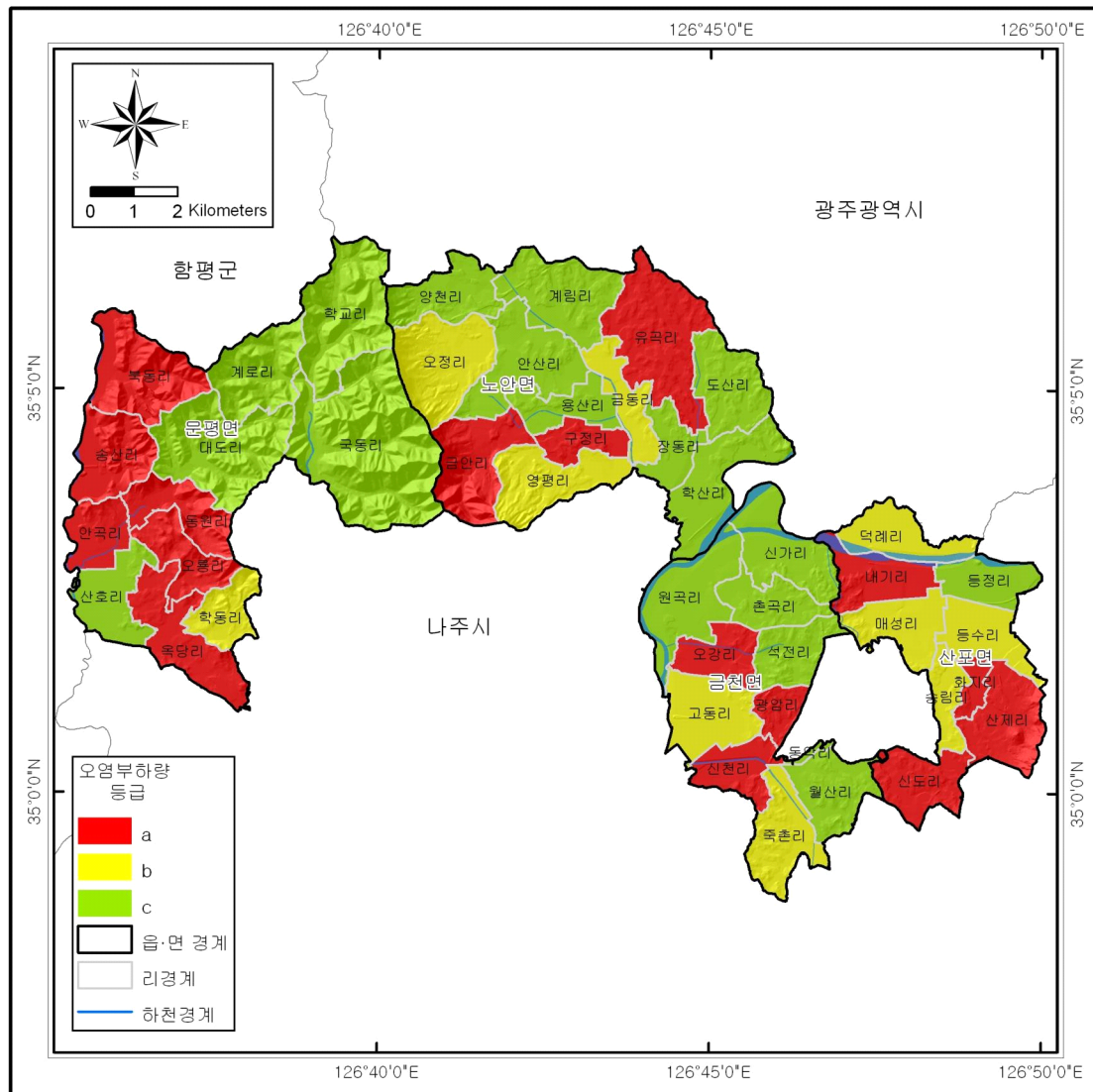
선진국에서는 오염물질 유발이 예상되는 시설물 신규 허가를 위한 위치 선정 시 기본적으로 지하수 오염취약성도를 검토하고 있으며, 이에 따라 오염유발 가능 시설물은 오염취약성이 낮은 곳으로 유도하며, 부득이 취약성이 높은 지역에 설치할 경우는 그만큼 정화처리시설 및 오염물질 관리기준을 엄격하게 적용하고 있다.

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.

<그림3-2-4>는 조사지역의 종류별 오염발생부하량을 발생원단위를 적용하여 산정하고 GIS의 “Equal Area” 방법으로 a, b, c등급을 분류한 것으로 총오염발생부하량을 도시한 것이다.

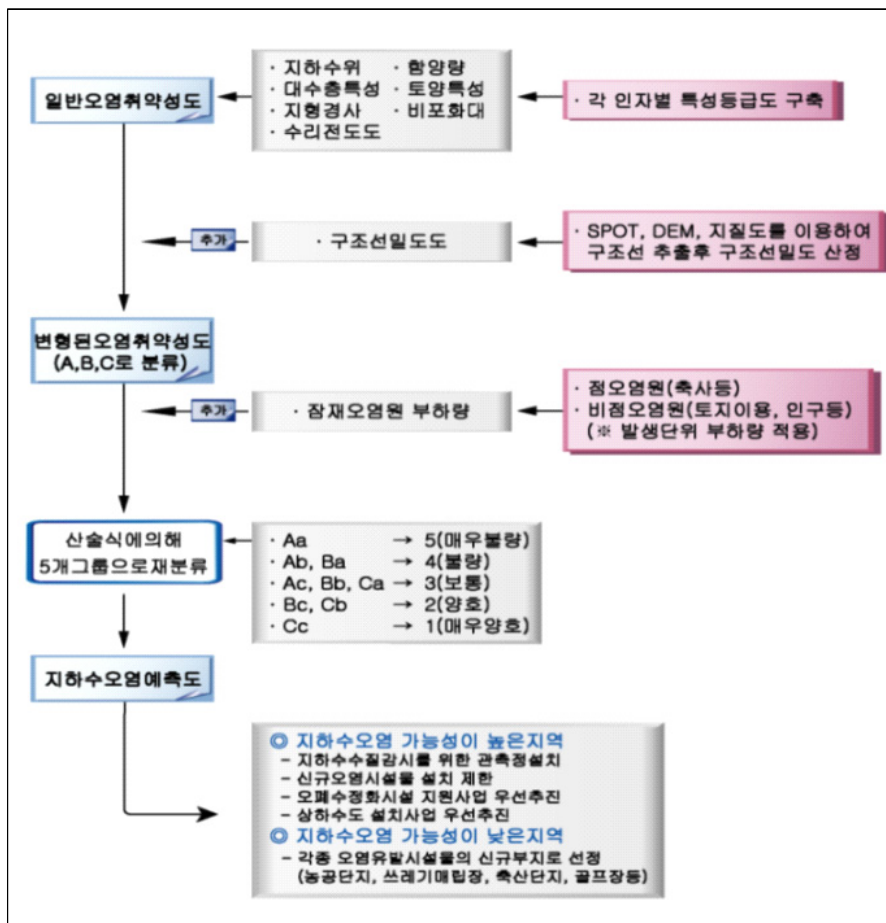
지하수오염예측도는 <그림 3-2-4> 및 <표 3-2-4>에 제시된 바와 같이 수리지질학적인 인자를 고려한 변형된 오염취약성과 총오염발생부하량값을 중첩하여 작성하였다<그림 3-2-6>.



<그림 3-2-4> 발생단위별 잠재오염원 부하량 등급도

<표 3-2-4> 지하수오염예측도 등급 분류표

총오염발생부하량 변형된 오염취약성			단위면적당 오염발생부하량(kg/일/km ²)		
			a(높음)	b(보통)	c(낮음)
			70이상	31~69	30이하
오염취약성	A (높음)	>180	Aa	Ab	Ac
	B (보통)	120-180	Ba	Bb	Bc
	C (낮음)	<120	Ca	Cb	Cc



<그림 3-2-5> 지하수오염예측도 작성 모식도

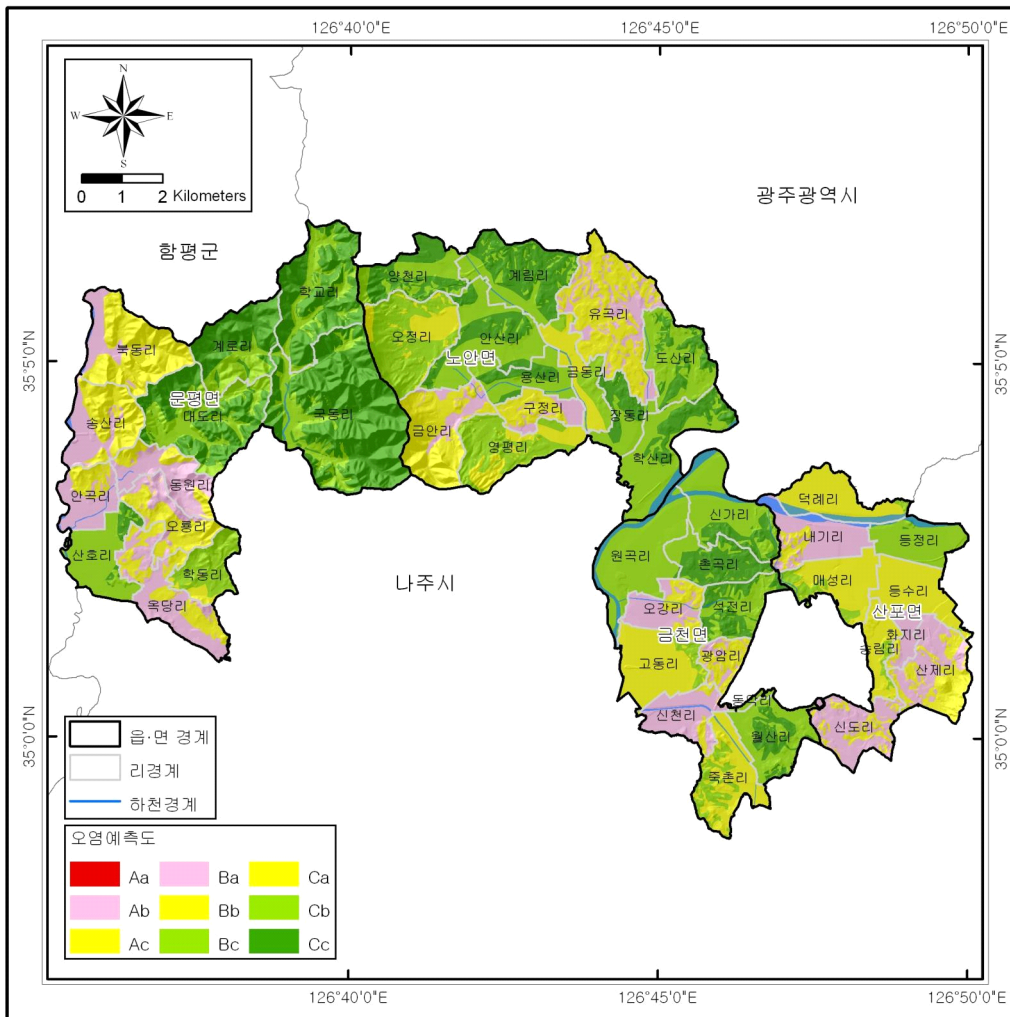
나노지구는 지하수오염예측등급이 비교적 낮은 Cc, Cb, Bc등급을 갖는 지역이 76.00%로서 지하수오염취약성과 잠재오염원 발생부하량이 비교적 낮은 수준으로 나타났다<표 3-2-5>. 상대적으로 오염에 취약할 것으로 예상되는 Aa, Ab, Ba 등급 지역은 약 21.34% 수준으로 금천면 오강리, 신천리, 노안면 유곡리, 구정리, 문평면 동원리, 옥당리, 산포면 내기리, 신도리 등 일부지역에서 확인되었다<그림 3-2-6>.

나노지구는 산포면에서 오염취약성지수가 상대적으로 높지만 오염부하도도 보통 이상으로 나타나는 지역으로 지하수 특성상 한번 오염된 지역은 원상복구가 매우 어렵고 많은 비용과 시간이 요구되므로 현재와 같은 청정지역의 지속적인 보전을 위해서는 지속적인 관심과 체계적인 관리가 필요하다.

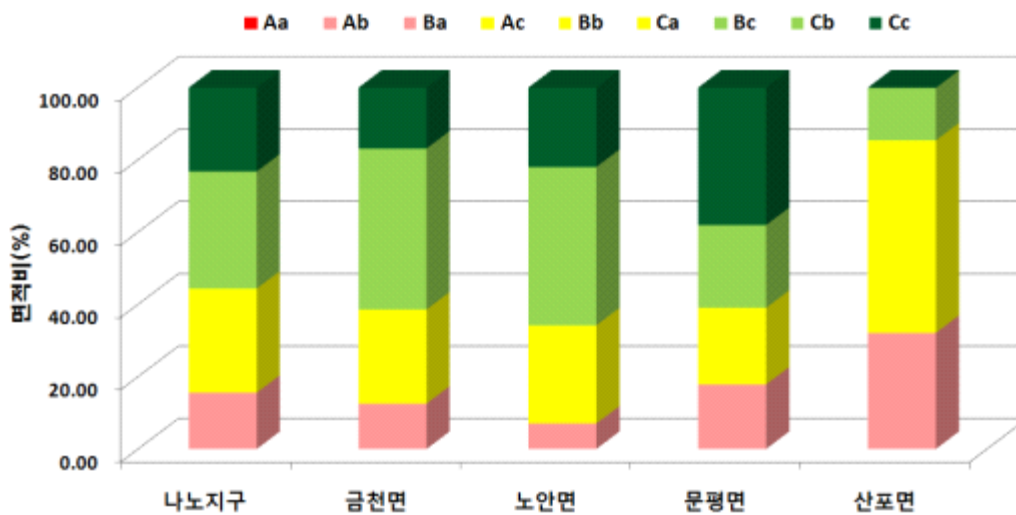
향후 국토개발에 따른 지하수 개발이나 각종 잠재오염 시설물을 설치할 경우, 본 사업에서 제시한 ‘지하수 오염예측도’를 기초자료로 활용한다면 발생 가능한 지하수 장애문제를 미리 대비 할 수 있을 것으로 사료된다.

<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	136.64	0.00	0.00	0.00	15.62	12.36	25.13	16.40	7.24	23.25
금천면	26.67	0.00	0.00	0.00	12.59	18.90	39.99	7.10	4.52	16.89
노안면	42.52	0.00	0.00	0.00	7.07	8.31	29.24	18.83	14.56	21.99
문평면	47.00	0.00	0.00	0.00	17.88	0.60	19.45	20.57	3.45	38.06
산포면	20.45	0.00	0.00	0.00	32.15	39.29	10.28	13.91	4.25	0.11



<그림 3-2-6> 나노지구 지하수오염예측도



<그림 3-2-7> 지하수오염예측도 등급별 면적비

IV. 나노지구 지하수 개발·이용 방안

IV. 나노지구 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 등록된 관정정보를 사용하였다<표 4-1-1>.

각 리별 농경지 면적에서 수혜면적을 제외하였을 때 잔여면적은 금천면 동악리와 문평면 학교리를 제외한 모든 리에 존재하며 나노지구 전반에 걸쳐 농업용수개발이 필요한 것으로 조사되었다. 나노지구의 잔여면적은 25.70km²(35.1%)로 확인 되었으며 읍면별로는 노안면 9.47km², 산포면 6.58km², 금천면 4.83km², 문평면 4.82km²순으로 나타났다<표 4-1-2>. 나노지구 내 미수혜지역 모두 지하수이용 시설물로 개발 시 필요한 관정수는 총 857공으로 분석되었으며, 노안면 316공, 산포면 219공, 금천면 161공, 문평면 161공 등 상대적으로 노안면 지역의 지하수개발이 필요한 것으로 확인되었다<표 4-1-2>.

<표 4-1-1> 농업용수 수혜면적 현황

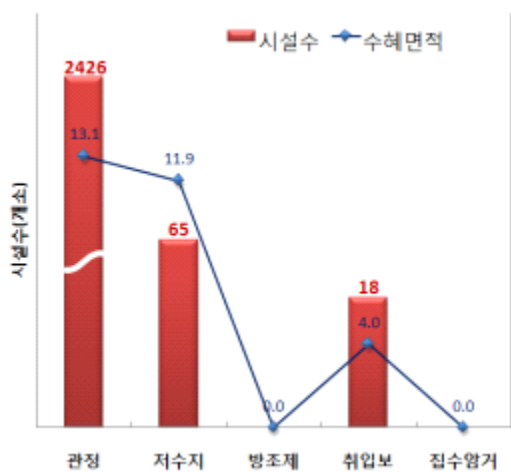
(단위 : 공, 개소, km²)

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	방조제	취입보	집수 암거	
나노지구		61.11	25.70	47.60	2,535	13.12	2,426	34.48	65	-	18	-
금 천 면	소 계	16.24	4.83	13.72	426	4.40	400	9.32	11	-	2	-
	고동리	2.40	0.07	2.32	27	0.27	25	2.05	-	-	-	-
	광암리	0.61	0.38	0.23	17	0.23	17	0.00	-	-	-	-
	동악리	0.11	(0.11)	0.21	23	0.21	23	0.00	-	-	-	-
	석전리	1.46	0.37	1.10	67	0.77	64	0.33	3	-	-	-
	신가리	1.84	(2.21)	4.06	56	0.44	50	3.61	2	-	1	-
	신천리	1.24	0.21	1.04	29	0.27	26	0.77	1	-	1	-
	오강리	1.48	0.98	0.51	43	0.51	43	0.00	-	-	-	-
	원곡리	1.83	0.73	1.10	47	0.52	44	0.58	-	-	-	-
	월산리	2.03	1.43	0.60	27	0.25	26	0.35	-	-	-	-
	죽촌리	1.74	0.48	1.26	20	0.23	16	1.04	3	-	-	-
	촌곡리	1.49	0.19	1.31	70	0.71	66	0.59	2	-	-	-
노 안 면	소 계	21.28	9.47	12.15	930	4.04	895	8.12	23	-	6	-
	계림리	2.22	0.94	1.29	108	0.38	104	0.91	4	-	-	-
	구정리	1.05	0.83	0.22	28	0.17	27	0.05	1	-	-	-
	금동리	1.30	0.49	0.82	65	0.29	63	0.53	-	-	1	-
	금안리	0.80	0.36	0.45	40	0.19	37	0.26	2	-	1	-
	도산리	1.59	0.81	0.78	68	0.46	66	0.32	2	-	-	-
	안산리	2.74	1.34	1.40	72	0.32	71	1.08	1	-	-	-
	양천리	1.38	1.01	0.37	31	0.13	30	0.25	1	-	-	-
	영평리	1.37	0.27	1.11	20	0.14	16	0.97	3	-	1	-
	오정리	1.78	0.85	0.94	50	0.24	46	0.70	4	-	-	-
	용산리	1.50	0.51	0.99	60	0.25	57	0.75	-	-	2	-
	유곡리	2.79	1.55	1.25	119	0.56	115	0.69	4	-	-	-
장동리	1.01	0.52	0.49	56	0.24	54	0.26	1	-	1	-	
학산리	1.73	(0.34)	2.07	213	0.72	209	1.35	-	-	-	-	

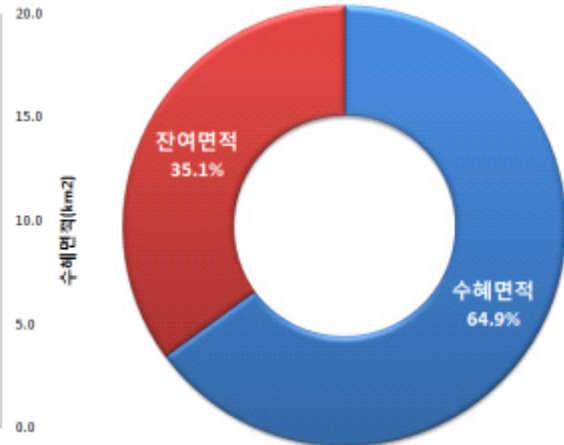
IV. 나노지구 지하수 개발·이용 방안

<표 4-1-1> 농업용수 수혜면적 현황 < 계속 > (단위 : 공, 개소, km²)

읍면	리	농경지 면적	잔여 면적	수리시설물												
				수혜 면적	시설수	지하수		농업기반시설								
						수혜 면적	시설수	수혜 면적	시설수							
				저수지	방조제	취입보	집수 암거									
나노지구		61.11	25.70	47.60	2,535	13.12	2,426	34.48	65	-	18	-				
문 평 면	소 계	11.99	4.82	16.33	145	1.1175	113	15.21	18	-	9	-				
	계로리	0.60	0.31	0.29	6	0.09	5	0.20	1	-	-	-				
	국동리	0.93	0.31	0.62	12	0.07	6	0.55	3	-	3	-				
	대도리	0.69	(0.03)	0.72	13	0.18	10	0.54	3	-	-	-				
	동원리	0.65	(0.13)	0.78	17	0.17	14	0.61	-	-	3	-				
	북동리	0.75	0.46	0.29	5	0.03	3	0.26	1	-	-	-				
	산호리	1.96	1.62	0.34	8	0.06	6	0.28	-	-	-	-				
	송산리	0.92	(8.61)	9.53	9	0.07	7	9.46	1	-	-	-				
	안곡리	1.20	0.10	1.10	9	0.05	6	1.05	-	-	2	-				
	오룡리	0.90	0.23	0.67	6	0.03	4	0.65	2	-	-	-				
	옥당리	2.04	1.79	0.25	31	0.22	30	0.03	1	-	-	-				
	학교리	0.60	(0.39)	1.00	10	0.10	7	0.90	2	-	1	-				
학동리	0.75	0.01	0.75	19	0.07	15	0.68	4	-	-	-					
산 포 면	소 계	11.60	6.58	5.39	1,034	3.56	1,018	1.83	13	-	1	-				
	내기리	1.25	0.74	0.51	72	0.51	72	0.00	-	-	-	-				
	덕례리	1.74	0.86	0.87	343	0.87	342	0.00	-	-	-	-				
	등수리	2.00	1.61	0.39	14	0.14	11	0.25	2	-	-	-				
	등정리	1.20	0.48	0.72	205	0.72	204	0.00	-	-	1	-				
	매성리	1.79	1.18	0.61	116	0.41	114	0.20	2	-	-	-				
	산제리	1.58	0.93	0.65	92	0.29	88	0.36	4	-	-	-				
	송림리	0.98	0.67	0.31	27	0.08	26	0.22	1	-	-	-				
	신도리	0.60	0.11	0.49	158	0.49	155	0.00	3	-	-	-				
	화지리	0.48	(0.37)	0.85	7	0.05	6	0.80	1	-	-	-				



<그림 4-1-1> 농업기반 수리시설



<그림 4-1-2> 농업용수 수혜면적

<표 4-1-2> 농업용수 개발대상지 분석 (단위 : 공, 공/km², 공, km²)

읍면	리	개발필요 공수	관정개발 밀도	농업용 관정	농경지 면적 ¹⁾	수혜 면적 ²⁾	잔여 면적
나노지구		857	47.13	2,426	61.11	47.60	25.70
금천면	소계	161	42.16	400	16.24	13.72	4.83
	고동리	2	10.42	25	2.40	2.32	0.07
	광암리	13	27.86	17	0.61	0.23	0.38
	동약리	-4	214.49	23	0.11	0.21	-0.11
	석전리	12	43.75	64	1.46	1.10	0.37
	신가리	-74	27.10	50	1.84	4.06	-2.21
	신천리	7	20.93	26	1.24	1.04	0.21
	오강리	33	29.02	43	1.48	0.51	0.98
	원곡리	24	24.07	44	1.83	1.10	0.73
	월산리	48	12.79	26	2.03	0.60	1.43
	죽촌리	16	9.18	16	1.74	1.26	0.48
	촌곡리	6	44.19	66	1.49	1.31	0.19
노안면	소계	316	42.07	895	21.28	12.15	9.47
	계림리	31	46.77	104	2.22	1.29	0.94
	구정리	28	25.73	27	1.05	0.22	0.83
	금동리	16	48.39	63	1.30	0.82	0.49
	금안리	12	46.10	37	0.80	0.45	0.36
	도산리	27	41.59	66	1.59	0.78	0.81
	안산리	45	25.92	71	2.74	1.40	1.34
	양천리	34	21.66	30	1.38	0.37	1.01
	영평리	9	11.64	16	1.37	1.11	0.27
	오정리	28	25.79	46	1.78	0.94	0.85
	용산리	17	37.92	57	1.50	0.99	0.51
	유곡리	52	41.17	115	2.79	1.25	1.55
	장동리	17	53.42	54	1.01	0.49	0.52
	학산리	-11	120.81	209	1.73	2.07	-0.34

IV. 나노지구 지하수 개발·이용 방안

<표 4-1-2> 농업용수 개발대상지 분석 <계속> (단위 : 공, 공/km², 공, km²)

읍면	리	개발필요 공수	관정개발 밀도	농업용 관정	농경지 면적 ¹⁾	수혜 면적 ²⁾	잔여 면적
나노지구		857	47.13	2,426	61.11	47.60	25.70
문평면	소계	161	10.09	113	11.99	16.33	4.82
	계로리	10	8.33	5	0.60	0.29	0.31
	국동리	10	6.46	6	0.93	0.62	0.31
	대도리	-1	14.52	10	0.69	0.72	-0.03
	동원리	-4	21.40	14	0.65	0.78	-0.13
	북동리	15	4.00	3	0.75	0.29	0.46
	산호리	54	3.06	6	1.96	0.34	1.62
	송산리	-287	7.61	7	0.92	9.53	-8.61
	안곡리	3	5.00	6	1.20	1.10	0.10
	오룡리	8	4.45	4	0.90	0.67	0.23
	옥당리	60	14.72	30	2.04	0.25	1.79
	학교리	-13	11.59	7	0.60	1.00	-0.39
	학동리	0	19.96	15	0.75	0.75	0.01
산포면	소계	219	94.19	1,018	11.60	5.39	6.58
	내거리	25	57.53	72	1.25	0.51	0.74
	덕혜리	29	197.08	342	1.74	0.87	0.86
	등수리	54	5.51	11	2.00	0.39	1.61
	등정리	16	169.94	204	1.20	0.72	0.48
	매성리	39	63.65	114	1.79	0.61	1.18
	산제리	31	55.77	88	1.58	0.65	0.93
	송림리	22	26.59	26	0.98	0.31	0.67
	신도리	4	259.05	155	0.60	0.49	0.11
	화지리	-12	12.59	6	0.48	0.85	-0.37

1) 농경지 면적 : 논+밭+과수원 면적의 합(km²)

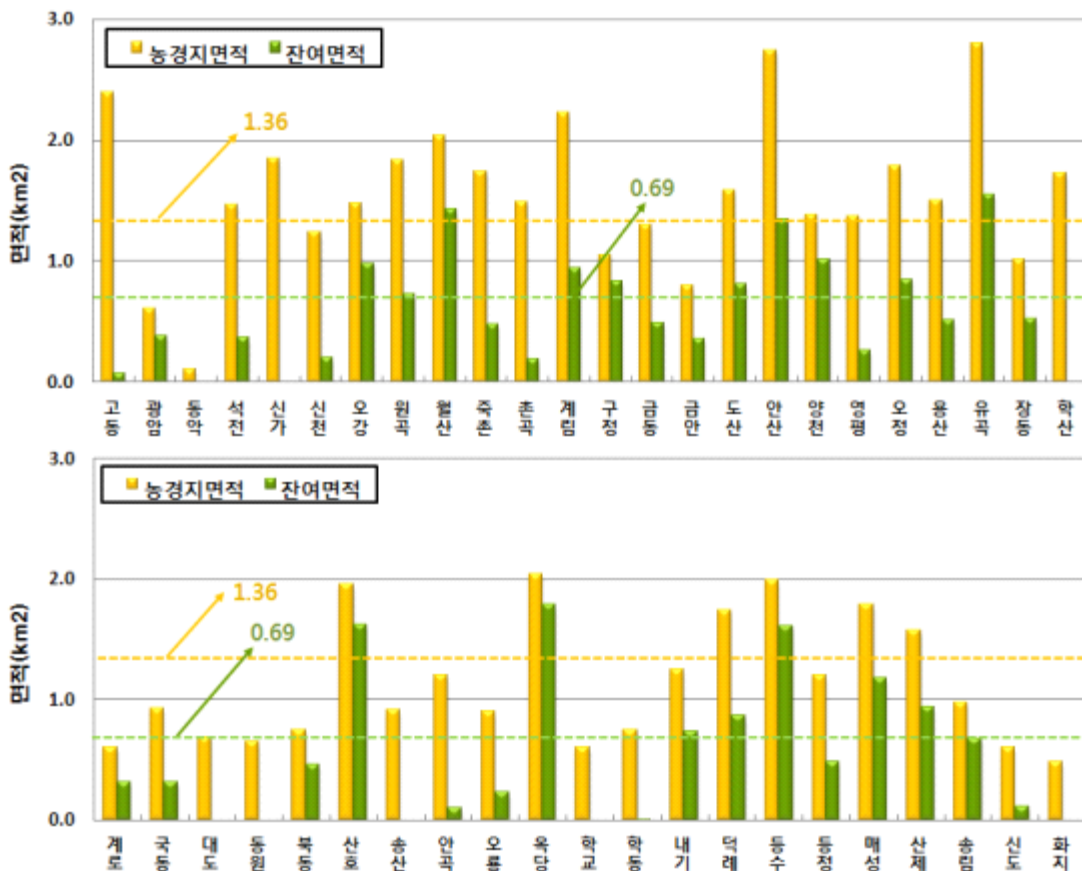
2) 관정개소수 및 수혜면적(km²) : 지하수 개소수 및 수혜면적은 새울행정자료 분석 결과 농업용으로 분류된 관정에 대해 암반관정 150ton이상 1공당 답작 1.5ha(0.015km²), 전작 2.5ha(0.025km²), 150ton미만 1공당 답작 1.0ha(0.01km²), 전작 2.0ha(0.02km²), 층적관정 1공당 0.25ha(0.0025km²) 적용

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

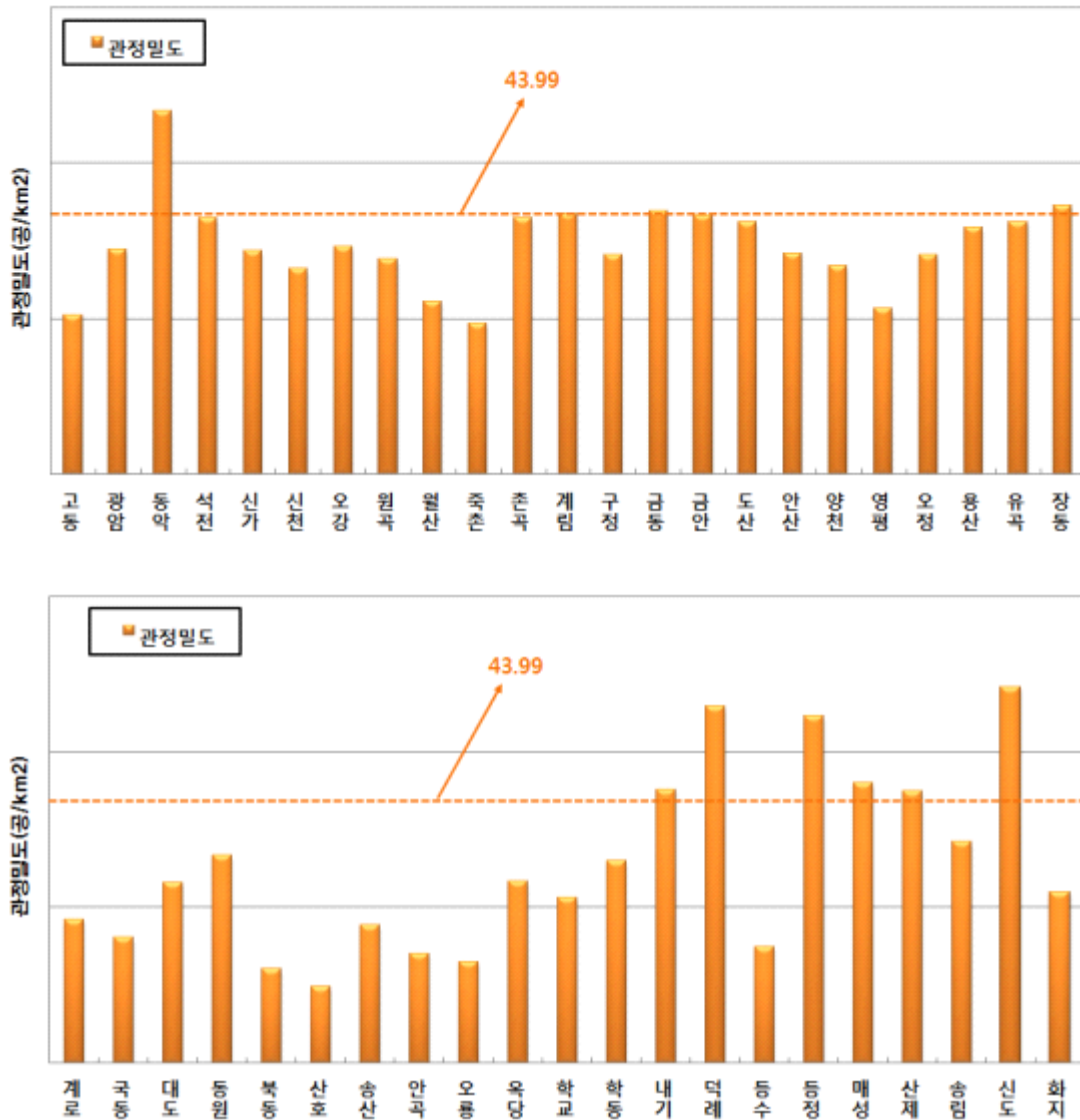
4.2 농업용수 개발방안

나노지구 내 농업용수공급 확보방안은 행정구역별 농업용수 수혜면적 현황, 농업용수 개발대상지 검토자료, 가뭄우심지구 현황자료 등을 종합 검토하여 정리하였다.

<그림 4-2-1~2>은 앞서 분석한 리별 농경지와 잔여면적, 수리시설물 밀도를 표현한 그래프이다. 나노지구 전체의 리별 평균 농경지 면적은 1.36km²이고, 리별 잔여면적(미수혜지역) 평균은 0.69km²이다. 잔여면적이 있는 지역은 전체 45개리 중 37개(82.2%) 리며, 이들 지역에 대한 용수공급 확보(안)을 제시하기 위해 그룹 분류를 하여 각 그룹에 맞는 용수공급 확보방안을 제시하였다. 그룹 분류는 37개리의 평균 잔여면적 0.69km²와 관정밀도 43.99공/km²를 기준으로 4그룹으로 분류하였다<표 4-2-1>.



<그림 4-2-1> 리별 농경지면적 및 잔여면적 분포도



<그림 4-2-2> 리별 관정밀도 분포도

각 그룹의 분류는 다음과 같다.

A 그룹은 잔여면적과 관정밀도가 높아 농업용수의 개발이 필요하지만 신규 지하수 개발은 제한되고 지표수를 이용한 수리 시설물 확충이 요구되는 지역으로 지구 내 노안면 계림리 1개, 산포면 내기리, 덕례리, 매성리, 산제리 등 4개리가 해당된다. 해당지역은 농경지가 넓게 분포하고 있으나 지표수를 이용한 수리시설물이 부족하며, 저지대

농경지를 중심으로 사설관정이 밀집되어 이용되고 있다. 따라서 이 지역은 지하수 이용량 저하를 감안하여 신규관정 개발은 제한하고 지표수를 이용한 수리시설물 확충 등을 통한 용수공급 확보 계획이 필요한 것으로 판단된다.

<표 4-2-1> 농업용수 개발방안

구 분		읍 면				용수공급 확보(안)
		금천면	노안면	문평면	산포면	
A	잔여면적↑ 관정밀도↑	-	계림리	-	내기리 덕례리 매성리 산제리	- 지표수를 이용한 수리시설물 확충 (저수지, 양수장, 취입보) - 신규 지하수 개발 이용량제한
B	잔여면적↑ 관정밀도↓	오강리 원곡리 월산리	구정리 도산리 안산리 양천리 오정리 유곡리	산호리 옥당리	등수리	- 지표수를 이용한 수리시설물 확충 (저수지, 양수장, 취입보) - 신규 지하수 관정 개발
C	잔여면적↓ 관정밀도↑	동약리 촌곡리	금동리 금안리 장동리 학산리	-	등정리 신도리	- 신규 지하수 개발 및 이용량 제한 - 공동이용체계 구축
D	잔여면적↓ 관정밀도↓	고동리 광암리 석전리 신가리 신천리 죽촌리	영평리 용산리	계로리 국동리 대도리 동원리 북동리 송산리 안곡리 오룡리 학교리 학동리	송림리 화지리	- 암반관정 개발 - 소류지 및 농업용수로 시설 확충

1) 잔여면적이 존재하는 43개 리의 평균 잔여면적 0.93km², 리별 관정밀도 평균 43.99공/km² 기준
 2) (*)표시는 지하수 수량, 수질 관리지역으로 인한 개발대상 제외지역

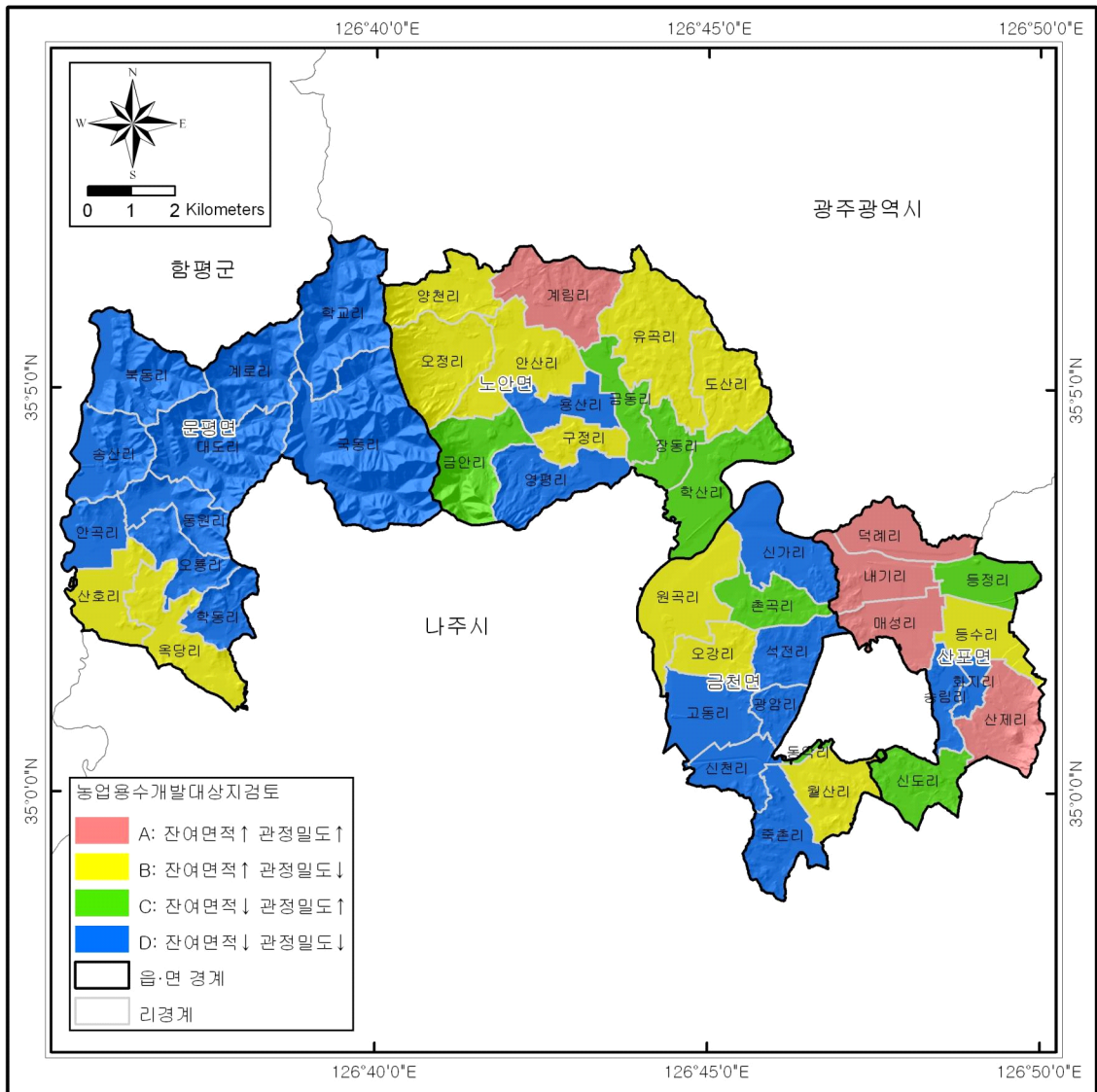
B 그룹은 잔여면적이 높고 관정밀도가 낮아 우선적으로 신규 지하수관정을 개발이 가능하며, 지형 특성에 따라 지표수를 이용한

수리시설물 확충이 필요한 지역으로 금천면 오강리, 원곡리, 월산리 및 노안면 구정리, 도산리, 안산리, 양천리, 오정리, 유곡리, 문평면 산호리, 옥당리, 산포면 등수리 등 지구 내 12개리가 해당된다. 해당지역은 저지대를 중심으로 농경지가 넓게 분포하지만 수리시설이 부족하고 사설관정에 의존하여 농업용수를 이용하고 있다. 따라서 이 지역은 지하수 부존량을 조사하여 신규 암반관정을 개발하고 지표수를 이용해 수리시설물을 확충하여 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 금천면 동약리, 촌곡리 및 노안면 금동리, 금안리, 장동리, 학산리, 산포면 등정리, 신도리 등 지구 내 8개리가 해당된다. 해당지역은 다른 지역과는 달리 저수지, 취입보, 집수암거, 관정 등 농업용 수리시설이 많아 상대적으로 농업용수 확보에 어려움은 없으나 장기적으로 원활한 용수 확보와 함께 지하수자원 보존을 위해 신규 지하수 개발 및 이용량 제한이 필요하며, 기존의 공공관정과 수리시설물의 공동이용체계 구축 계획 수립이 필요 할 것을 판단된다.

D 그룹은 잔여면적과 관정밀도가 모두 낮아 고비용이 지출되는 대규모 수리시설 신축보다는 저비용으로 개발 가능한 암반관정이나 소류지 및 농업용수로 시설을 확충하는 것이 용이할 것으로 판단되는 지역으로 금천면 고동리, 광암리, 석전리, 신가리, 신천리, 죽촌리 그리고 노안면 영평리, 용산리 및 문평면 계로리, 국동리, 대도리, 동원리, 북동리, 송산리, 안곡리, 오룡리, 학교리, 학동리, 산포면 송림리, 회지리가 해당된다. 문평면 계로리, 국동리, 대도리, 동원리, 북동리, 송산리, 오룡리, 학교리, 학동리 지역은 임야면적이 넓어 농경지 용수공급에는 큰 문제가 없을 것으로 판단된다. 그 외

해당지역은 관정밀도가 낮음에도 기존 수리시설의 이용이 원활하여 잔여면적이 적기 때문에 고비용의 대규모 수리시설 신축을 제한하고 지역별로 용수공급이 저조한 지역에 **암반관정 개발 및 소류지, 농업용수로 시설의 정비 및 확충** 등이 효율적일 것으로 판단된다.



<그림 4-2-3> 농업용수개발대상지 검토결과

4.3 나노지구 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 나노지구 지하수 개발대상지 선정을 위한 지하수개발·이용 방안도를 작도하였다<그림 4-3-1>.

미수혜면적이 존재하는 43개 리 중 상대적으로 잔여면적이 넓고 관정밀도가 높은 노안면 계림리, 산포면 내기리, 덕례리, 매성리, 산제리는 농업용수의 개발이 필요하지만 신규 지하수 개발은 제한되고 지표수를 이용한 수리시설물 확충이 요구되는 지역이다. 해당 지역은 산악지대를 제외한 지역에 농경지가 밀집되어 위치하고 있어 양수장, 취입보 등 수리시설물을 확충하고 지표수를 이용한 저수지 및 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. 금천면 오강리, 원곡리, 월산리 및 노안면 구정리, 도산리, 안산리, 양천리, 오정리, 문평면 산호리, 옥당리, 산포면 등수리 지역은 농경지 면적이 넓어 농업용수 이용이 많은 지역이나 관정밀도가 낮고 수리시설이 매우 부족하여 용수공급에 차질이 발생하고 있어 신규 지하수개발과 지표수를 이용한 수리시설물 확충이 필요하다. 그러나 금천면 오강리, 원곡리, 월산리와 노안면 구정리, 유곡리, 문평면 옥당리, 산포면 등수리의 경우 수질검사 결과 농업용수 기준치를 초과, 오염취약성도 등이 높은 것으로 확인되어, 개발대상지에서 제외 하였다. 노안면 도산리, 안산리, 양천리, 오정리, 문평면 산호리 지역은 농경지 면적이

넓어 농업용수 이용이 많은 지역이나 관정밀도가 낮고 수리시설에 의한 수해면적이 적어 용수공급에 차질이 발생하고 있어 **신규 지하수개발과 지표수를 이용한 수리시설물 확충**이 필요하다.

미수혜면적이 상대적으로 적고 관정밀도가 높은 지역은 신규지하수 개발 및 이용은 제한하고 기 설치된 지하수시설물의 공동이용체계 및 관로 정비 등을 통해 농업용수확보와 효율을 극대화 하는 방법이 필요하다. 금천면 **동악리, 촌곡리** 및 노안면 **금동리, 금안리, 장동리, 학산리, 산포면 등정리, 신도리** 지역은 관정밀도가 높고 주변에 위치한 저수지 등의 대·중 규모의 수리시설이 자리하고 있어 농업용수 공급이 원활하기 때문에 **신규 지하수의 개발을 제한**하고 **기존의 시설물들에 대해 공동이용체계를 구축**하는 것이 필요하다.

미수혜면적과 관정밀도가 모두 낮은 지역은 고비용이 지출되는 대규모 수리시설 신축보다는 저비용으로 개발 가능한 암반관정이나 소류지 및 농업용수로 시설을 확충하는 것이 용이하다. 문평면 **계로리, 국동리, 대도리, 동원리, 북동리, 손산리, 오룡리, 학교리, 학동리** 지역은 임야면적이 넓은 지역으로 농경지 면적이 적어 주변 저수지 등 수리시설을 이용하고 있어 농경지 용수공급에는 큰 문제가 없을 것으로 판단된다. 금천면 **석전리, 신천리**와 노안면 **용산리** 지역은 저수지와 인접해있고 영산강 지방하천인 장성천이 흐르고 있어 농업용수 공급이 원활하기 때문에 용수확보에 어려움은 없는 것으로 판단된다.

결과적으로 나노지구에서 필요로 하는 농업용수 개발방안 지역은 4개 면 45개리 중에서 노안면 도산리, 안산리, 양천리, 오정리, 문평면 산호리가 해당된다. 나노지구 내 **관정개발 필요지역**은 노안면 도산리, 안산리, 양천리, 오정리, 문평면 산호리가 해당되며 농업용수 확보를 위한 **신규 지하수 개발**이 우선적으로 선행되어야 한다<표 4-3-1>.

<표 4-3-1> 농촌지하수 개발 필요 지역

구분	읍면					비고
	계	금천면	노안면	문평면	산포면	
계	5	-	4	1	-	
잔여면적↑ 관정밀도↓	-	-	도산리 안산리 양천리 오정리	산호리	-	

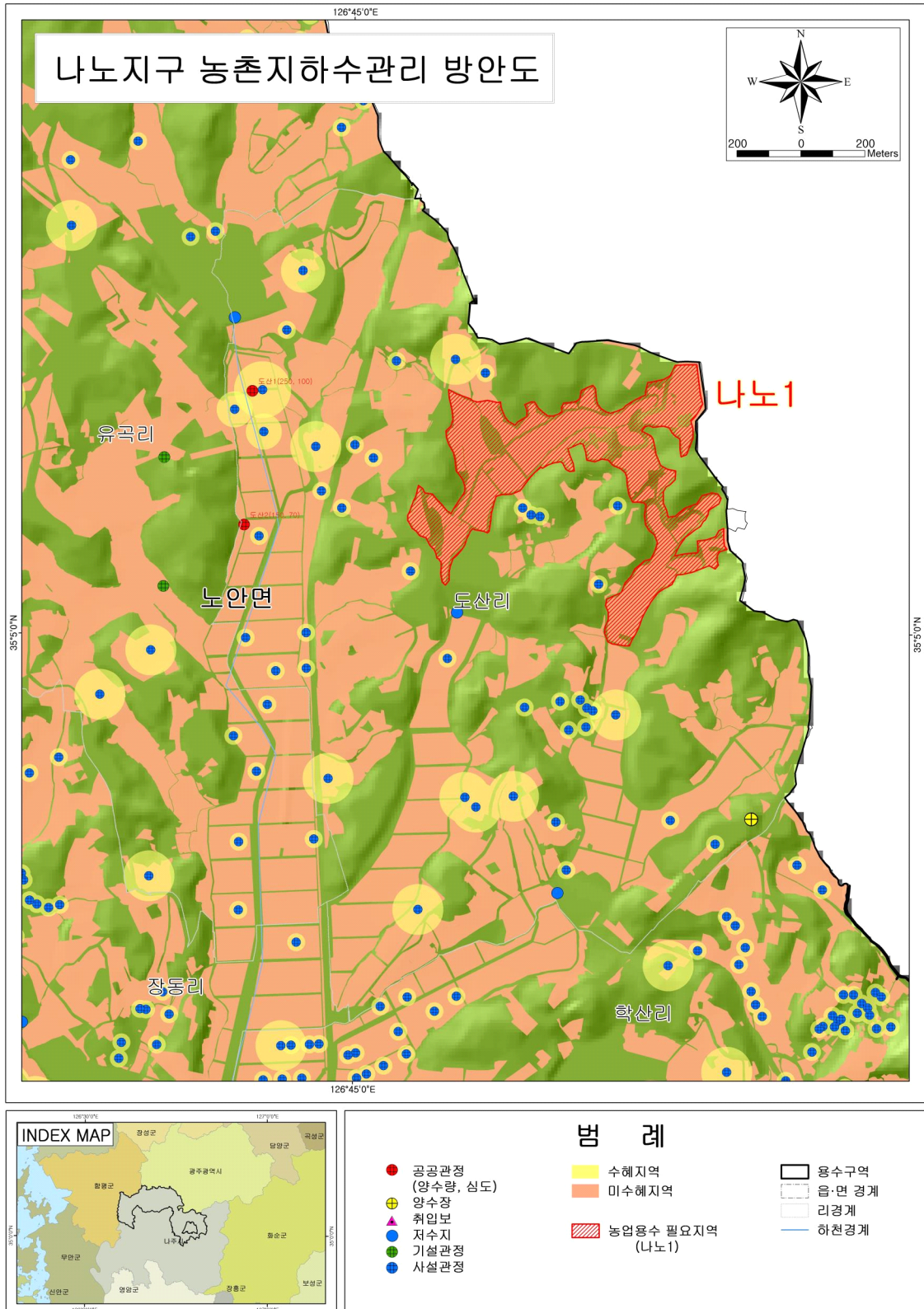
나노지구에서 신규로 관정을 개발해야 할 지역은 노안면 도산리, 안산리, 양천리, 오정리, 문평면 산호리, 안곡리 6개리로 파악 되었으나, 안곡리는 평균 질산성질소 농도가 비교적 높은 편이므로 지하수를 개발하는 경우 주변 환경에 대한 영향평가와 오염원유입에 대한 사전조사가 선행되어야 한다. 노안면 도산리(나노1), 안산리(나노2), 양천리(나노3), 오정리(나노4), 문평면 산호리(나노5)는 잔여면적이 넓고 관정밀도가 낮은 지역으로 지하수 개발이 시급하며, 신규 지하수개발이 선행되어 용수 공급에 차질이 없도록 조치해야 한다. 나노지구에서 신규 지하수개발 계획 수립 시 공당 추정 사업비는 <표 4-3-2>와 같다.

<표 4-3-2> 신규 지하수개발 추정 사업비

구분	지하수기초조사					지하수개발			사업비 (백만원)	비고
	물리탐사		시추조사		확공개발					
	선구조 분석	수직 탐사	쌍극자 탐사	구경 (mm)	심도 (m)	구경 (mm)	심도 (m)	양수량 (m ³ /d)		
공당	1	3	1	150	150	250	100	150	53	영향조사 포함



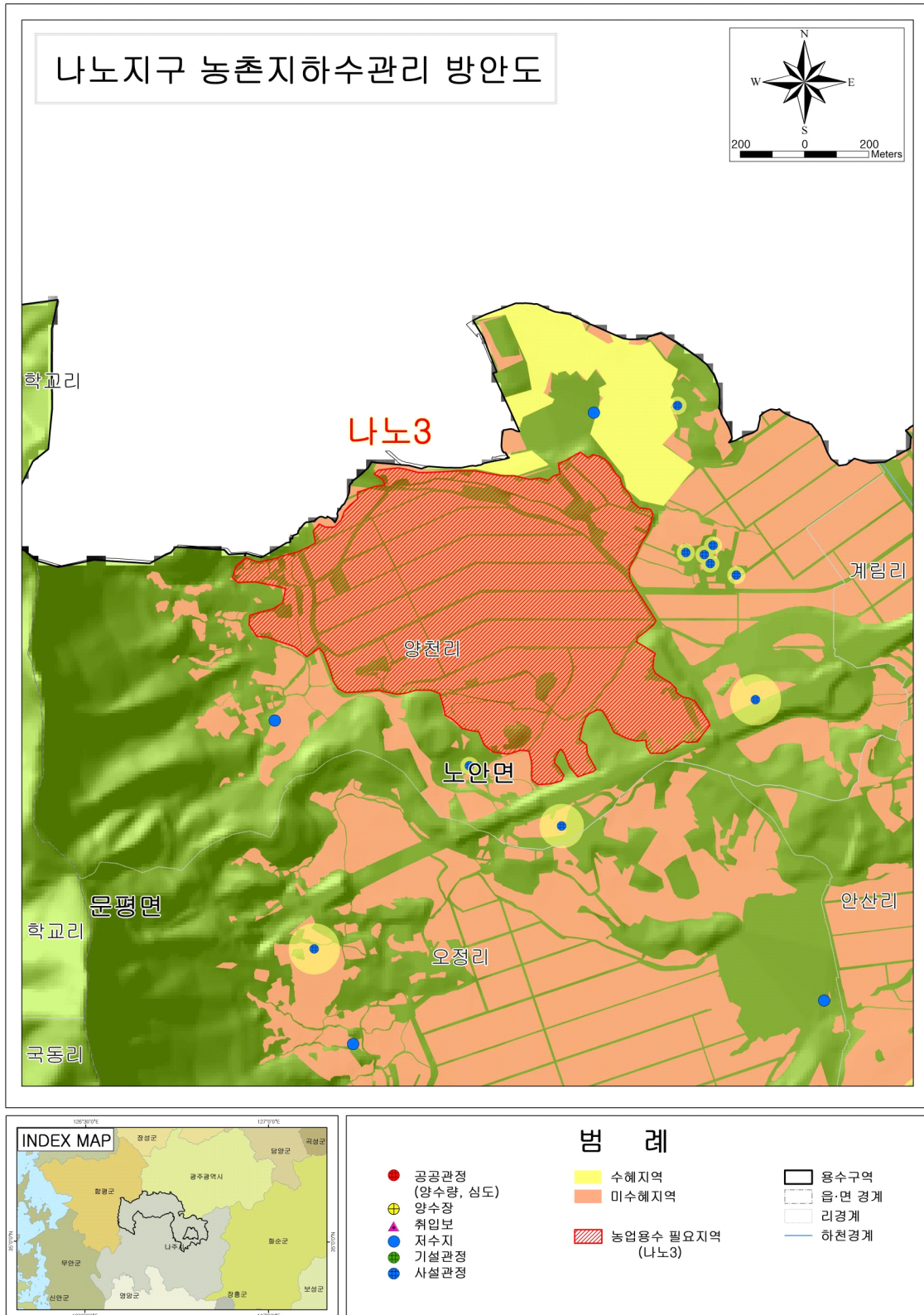
<그림 4-3-1> 나노지구 지하수개발·이용 방안도



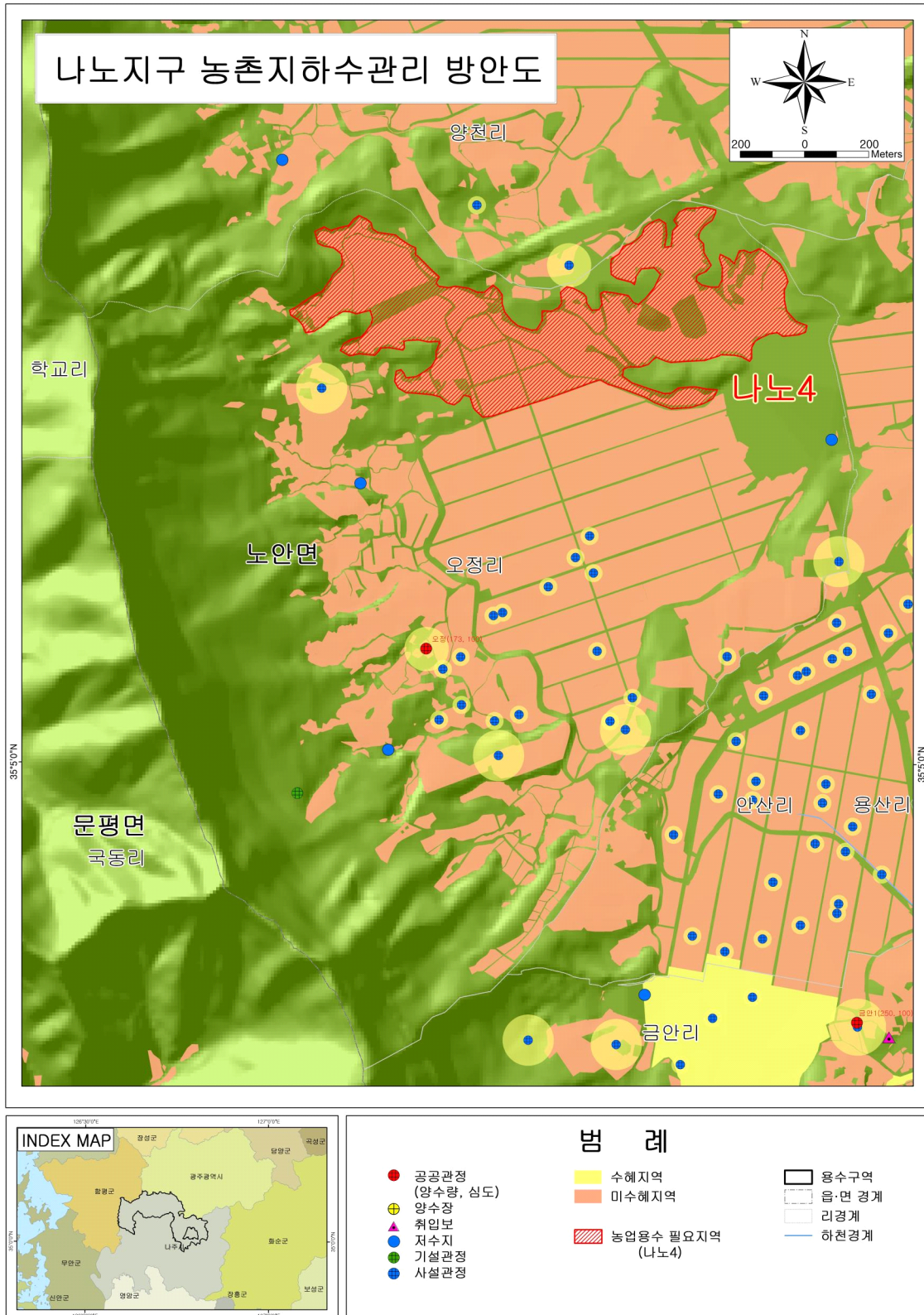
<그림 4-3-2> 나노지구 지하수개발·이용 방안도(나노1)



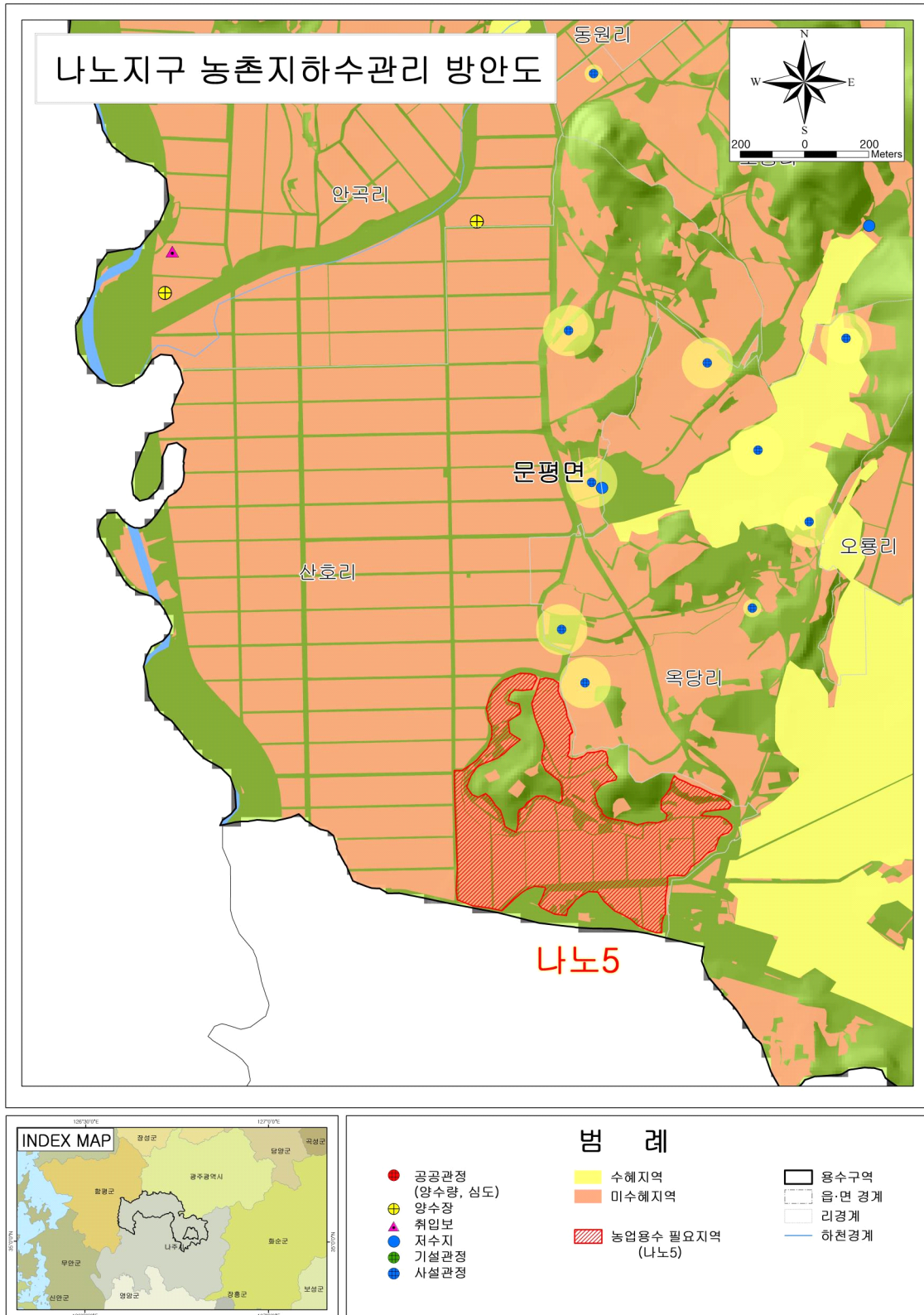
<그림 4-3-2> 나노지구 지하수개발·이용 방안도(나노2)



<그림 4-3-2> 나노지구 지하수개발·이용 방안도(나노3)



<그림 4-3-2> 나노지구 지하수개발·이용 방안도(나노4)



<그림 4-3-2> 나노지구 지하수개발·이용 방안도(나노5)

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 100%이상일 때 심각, 80~100% 경계, 70~80% 주의, 60~70% 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/L 초과 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

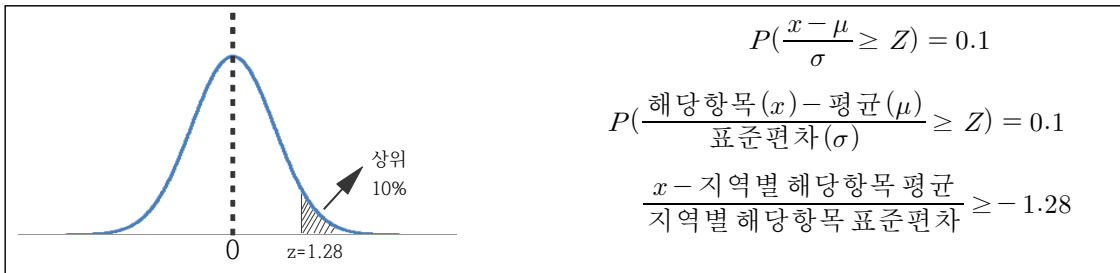
구분	내용	관심	주의	경계	심각	
		비규제적 관리필요지역		규제적 관리필요지역		
		기술적 관리				
수량	이용량/개발가능량(%)	60-70	70-80	80~100	100이상	
	단위면적당이용량(천m ³ /년/km ²)	상위	상위	상위	상위	
	관정밀도(공/km ²)	20~15%	15~10%	10~5%	5%이내	
수질	질산성질소평균(mg/L)	-	-	10~20	20이상	
	DRASTIC INDEX	상위	상위	상위	상위	
	오염원밀도(개소/km ²)					
	단위면적당오염부하량(kg/일/km ²)					20~15%

※ 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.

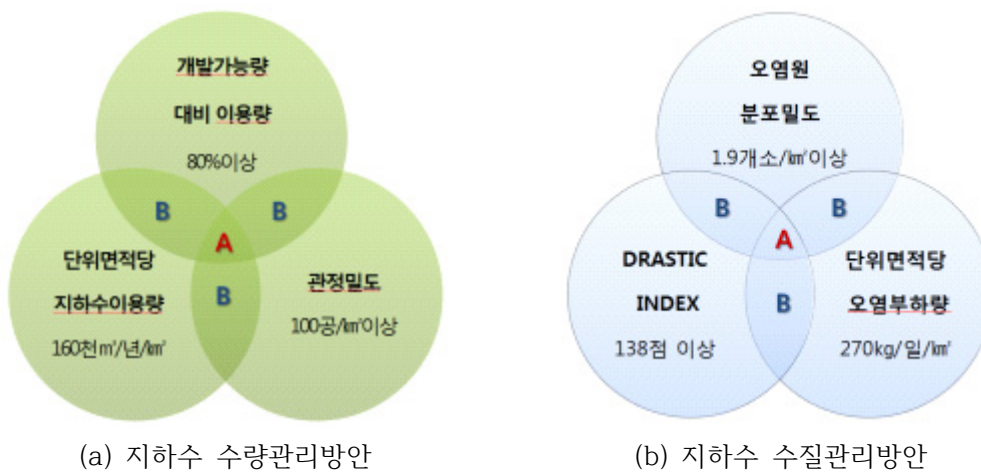
상위 10% 항목별순위는 아래와 같이 계산된다.



<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.



<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. 금천면

- 11개의 법정리로 이루어짐
 - 고동리, 광암리, 동악리, 석전리, 신가리, 신천리, 오강리, 원곡리, 월산리, 죽촌리, 촌곡리
- 전체 지하수 시설수는 1,117개소로 생활용 지하수가 705개소(63.1%), 농업용 지하수가 400개소(35.8%), 공업용 지하수가 12개소(1.1%)를 차지하고 있음
- 평균 개발가능량 대비 이용량은 40.08%(나노지구 50.40%), 단위면적당 이용량은 50.25천 m^3 /년/ km^2 (나노지구 58.37천 m^3 /년/ km^2), 관정밀도는 41.89공/ km^2 (나노지구 38.60공/ km^2)로 분석되었다.
- 동악리는 개발가능량 대비 이용량 655.40%, 단위면적당 이용량 821.7천 m^3 /년/ km^2 , 관정밀도 699.7공/ km^2 로 가장 높게 나타난다.
- 질산성질소 평균값은 19.2mg/L(나노지구 13.2mg/L)로 나타나며, 촌곡리가 34.6mg/L로 가장 높게 나타난다.
- 잠재오염원 평균 분포밀도는 0.56개소/ km^2 (나노지구 1.04개소/ km^2)로 신천리가 1.46개소/ km^2 로 가장 높게 나타난다.
- DRASTIC Index는 평균 129.5점(나노지구 124.5점)으로, 동악리가 149.9점으로 가장 높은 지수를 보이고 있다.
- 단위면적당 오염부하량은 평균 69.48kg/일/ km^2 (나노지구 120.22kg/일/ km^2)로, 광암리가 217.54kg/일/ km^2 로 가장 높게 나타난다.
- 금천면 석전리, 신가리, 촌곡리는 평균 질산성질소 농도가 20mg/L를 초과하는 지역으로 지하수 보호시설이 열악하거나 주변의 오염유발시설물에 의한 외부오염물질 유입 가능성이 높은 지역이 존재하여 주변 정밀조사 및 시설물 개보수가 필요하다.

<표 5-1-2> 지하수 수량관리 필요지역(금천면)

동리	이용량/적정개발 가능량(%)		단위면적당이용량 (천m ³ /년/km ²)		관정밀도 (공/km ²)		조사자 의견	수량관리 필요지역
금천면	40.08		50.25		41.89			
고동리	25.89		32.46		25.9			
광암리	39.74		49.83		58.3			
동악리	655.40	심각	821.70	심각	699.7	심각	○	○
석전리	60.98	관심	76.45		59.5			
신가리	26.87		33.68		31.7			
신천리	45.84		57.48		36.6			
오강리	51.46		64.52		54.5			
원곡리	28.76		36.06		28.6			
월산리	25.62		32.12		31.5			
죽촌리	15.25		19.12		22.9			
촌곡리	70.38	주의	88.24		61.0			

<표 5-1-3> 지하수 수질관리 필요지역(금천면)

동리	질산성질소 평균(mg/L)		오염원 분포밀도 (개소/km ²)		DRASTIC INDEX		단위면적당 오염부하량 (kg/일/km ²)		조사자 의견	수질관리 필요지역
금천면	17.33		0.56		129.46		69.48			
고동리	13.6	경계	0.31		124.6		61.15			○
광암리	18.8	경계	2.61	경계	117.5		217.54	주의	질산성질소 초과	○
동악리	2.5		-		149.9	심각	24.66			○
석전리	23.6	심각	0.44		120.7		45.68		질산성질소 초과	○
신가리	22.0	심각	-		125.7		16.52			○
신천리	13.2	경계	1.46		137.5	주의	136.27		질산성질소 초과	○
오강리	19.2	경계	0.97		121.6		107.42		총대장균군, 질산성질소 초과	○
원곡리	19.3	경계	0.24		151.7	심각	25.52			○
월산리	15.7	경계	0.72		130.4		48.76		질산성질소 초과	○
죽촌리	8.2		0.66		132.8		53.57			
촌곡리	34.6	심각	-		111.6		27.25		총대장균군, 질산성질소 초과	○

나. 노안면

- 13개의 법정리로 이루어짐
 - 계림리, 구정리, 금동리, 금안리, 도산리, 안산리, 양천리, 영평리, 오정리, 용산리, 유곡리, 장동리, 학산리
- 전체 지하수 시설수는 2,021개소로 생활용 지하수가 1,119개소 (55.4%), 농업용 지하수가 895개소(44.3%), 공업용 지하수가 7개소(0.3%)를 차지하고 있음
- 평균 개발가능량 대비 이용량은 73.34%(나노지구 50.40%), 단위 면적당 이용량은 80.79천 m^3 /년/ km^2 (나노지구 58.37천 m^3 /년/ km^2), 관 정밀도는 47.54공/ km^2 (나노지구 38.60공/ km^2)로 분석되었다.
- 학산리는 개발가능량 대비 이용량 149.55%, 단위면적당 이용량 164.73천 m^3 /년/ km^2 , 관정밀도 141.39공/ km^2 로 가장 높게 나타난다.
- 질산성질소 평균값은 9.0mg/L(나노지구 13.2mg/L)로 나타나며, 구정리가 12.4mg/L로 가장 높게 나타난다.
- 잠재오염원 평균 분포밀도는 2.00개소/ km^2 (나노지구 1.04개소/ km^2)로 금안리가 1.87개소/ km^2 로 가장 높게 나타난다.
- DRASTIC Index는 평균 117.3점(나노지구 124.5점)으로, 도산리가 129.0점으로 가장 높은 지수를 보이고 있다.
- 단위면적당 오염부하량은 평균 182.02kg/일/ km^2 (나노지구 120.22 kg/일/ km^2)로, 유곡리가 1204.39kg/일/ km^2 로 가장 높게 나타난다.
- 노안면 계림리, 구정리, 금동리, 용산리, 장동리, 학산리의 경우 시설재배하우스가 매우 밀집되어 있어, 농업용수로 양질의 지하수를 필요로 하는 지역으로 개발가능량 대비 | 이용량과 단위면 적당이용량이 매우 높게 나타난다.

<표 5-1-4> 지하수 수량관리 필요지역(노안면)

동리	이용량/적정개발 가능량(%)		단위면적당이용량 (천m ³ /년/km ²)		관정밀도 (공/km ²)		조사자 의견	수량관리 필요지역
노안면	73.34		80.79		47.54			
계림리	83.98	경계	92.50		51.84		○	○
구정리	96.53	경계	106.32		71.00	관심	○	○
금동리	126.24	심각	139.05	주의	62.56	관심	○	○
금안리	66.66	관심	73.42		33.74			
도산리	59.44		65.47		49.48			
안산리	39.24		43.23		24.03			
양천리	69.07	관심	76.08		30.62			
영평리	16.89		18.61		17.93			
오정리	43.00		47.37		26.64			
용산리	96.66	경계	106.47	관심	44.93		○	○
유곡리	66.10	관심	72.81		27.22			
장동리	102.72	심각	113.15	관심	76.78	주의	○	○
학산리	149.55	심각	164.73	경계	141.39	경계	○	○

<표 5-1-5> 지하수 수질관리 필요지역(노안면)

동리	질산성질소평균 (mg/L)		오염원 분포밀도 (개소/km ²)		DRASTIC INDEX		단위면적당 오염부하량 (kg/일/km ²)		조사자 의견	수질관리 필요지역
노안면	8.55		2.00		117.30		182.02			
계림리	11.0	경계	0.25		114.5		34.94			○
구정리	12.4	경계	6.57	심각	113.8		406.80	심각		○
금동리	9.5		1.47	관심	114.0		78.12			
금안리	3.2		1.87	경계	121.3		278.37	경계		○
도산리	9.1		0.64		129.0		49.23			
안산리	8.0		0.74		118.2		49.44			
양천리	-		0.35		115.0		26.75			
영평리	9.4		1.16		114.1		73.15	페놀 초과		○
오정리	0.6		0.48		115.2		57.02			
용산리	7.1		0.48		120.0		36.94			
유곡리	11.6	경계	8.49	심각	115.1		1204.39	심각		○
장동리	12.2	경계	-		109.3		25.53			○
학산리	8.6		0.51		125.4		45.63			

다. 문평면

- 12개의 법정리로 이루어짐
 - 계로리, 국동리, 대도리, 동원리, 북동리, 산호리, 송산리, 안곡리, 오룡리, 옥당리, 학교리, 학동리
- 전체 지하수 시설수는 294개소로 생활용 지하수가 170개소 (57.8%), 농업용 지하수가 113개소(38.4%), 공업용 지하수가 11개소(3.7%)를 차지하고 있음
- 평균 개발가능량 대비 이용량은 18.81%(나노지구 50.70%), 단위 면적당 이용량은 20.95천 m^3 /년/ km^2 (나노지구 58.37천 m^3 /년/ km^2), 관 정밀도는 6.26공/ km^2 (나노지구 38.60공/ km^2)로 분석되었다.
- 옥당리는 개발가능량 대비 이용량 82.23%, 단위면적당 이용량 91.55천 m^3 /년/ km^2 , 관정밀도 24.17공/ km^2 로 가장 높게 나타난다.
- 질산성질소 평균값은 7.7mg/L(나노지구 13.2mg/L)로 나타나며, 송산리가 33.0mg/L로 가장 높게 나타난다.
- 잠재오염원 평균 분포밀도는 0.55개소/ km^2 (나노지구 1.04개소/ km^2)로 옥당리가 1.59개소/ km^2 로 가장 높게 나타난다.
- DRASTIC Index는 평균 121.3점(나노지구 124.5점)으로, 동원리가 133.1점으로 가장 높은 지수를 보이고 있다.
- 단위면적당 오염부하량은 평균 103.55kg/일/ km^2 (나노지구 120.22 kg/일/ km^2)로, 송산리가 328.98kg/일/ km^2 로 가장 높게 나타난다.
- 문평면 송산리, 옥당리는 평균 질산성질소 농도가 20mg/L를 초과하는 지역으로 지하수 보호시설이 열악하거나 주변의 오염유 발시설물에 의한 외부오염물 유입 가능성이 높은 지역이 존재 하여 주변 정밀조사 및 시설물 개보수가 필요하다.

<표 5-1-6> 지하수 수량관리 필요지역(문평면)

동리	이용량/적정개발 가능량(%)		단위면적당이용량 (천m ³ /년/km ²)		관정밀도 (공/km ²)		조사자 의견	수량관리 필요지역
문평면	18.31		20.95		6.26			
계로리	20.26		22.56		4.59			
국동리	6.20		6.91		1.39			
대도리	11.99		13.35		3.06			
동원리	29.04		32.34		8.30			
북동리	9.65		10.74		2.10			
산호리	23.48		26.14		15.29			
송산리	15.82		17.61		6.07			
안곡리	22.35		24.88		10.55			
오룡리	13.46		14.99		3.80			
옥당리	82.23	경계	91.55		24.17		○	○
학교리	9.17		10.21		3.62			
학동리	12.15		13.53		8.97			

<표 5-1-7> 지하수 수질관리 필요지역(문평면)

동리	질산성질소 평균(mg/L)		오염원 분포밀도 (개소/km ²)		DRASTIC INDEX		단위면적당 오염부하량 (kg/일/km ²)	조사자 의견	수질관리 필요지역
문평면	7.42		0.55		121.26		103.55		
계로리	2.2		-		117.3		7.04		
국동리	3.9		0.10		120.0		11.76		
대도리	1.0		-		127.3		6.29		
동원리	6.2		1.19		133.1	관심	134.14		
북동리	1.2		0.47		109.7		123.04		
산호리	1.2		0.75		124.4		42.36		
송산리	33.0	심각	0.96		121.0		328.98	경계	○
안곡리	6.9		1.51	관심	120.0		231.53	주의	
오룡리	7.1		1.27		118.3		120.18		
옥당리	19.1	경계	1.59	주의	126.0		144.90		질산성질소초과 ○
학교리	2.0		-		125.0		6.00		
학동리	5.3		1.58	주의	113.0		86.42		

라. 산포면

- 9개의 법정리로 이루어짐
 - 내기리, 덕례리, 등수리, 등정리, 매성리, 산제리, 송림리, 신도리, 화지리
- 전체 지하수 시설수는 1,841개소로 생활용 지하수가 812개소(44.1%), 농업용 지하수가 1,018개소(55.3%), 공업용 지하수가 11개소(0.6%)를 차지하고 있음
- 평균 개발가능량 대비 이용량은 86.40%(나노지구 50.40%), 단위면적당 이용량은 108.34천 m^3 /년/ km^2 (나노지구 58.37천 m^3 /년/ km^2), 관정밀도는 90.03공/ km^2 (나노지구 38.60공/ km^2)로 분석되었다.
- 덕례리는 개발가능량 대비 이용량 154.03%, 단위면적당 이용량 193.13천 m^3 /년/ km^2 , 관정밀도 203.75공/ km^2 로 가장 높게 나타난다.
- 질산성질소 평균값은 15.8mg/L(나노지구 13.2mg/L)로 나타나며, 등정리가 38.0mg/L로 가장 높게 나타난다.
- 잠재오염원 평균 분포밀도는 0.78개소/ km^2 (나노지구 1.04개소/ km^2)로 내기리가 3.06개소/ km^2 로 가장 높게 나타난다.
- DRASTIC Index는 평균 133.4점(나노지구 124.5점)으로, 등정리가 149.3점으로 가장 높은 지수를 보이고 있다.
- 단위면적당 오염부하량은 평균 115.20kg/일/ km^2 (나노지구 120.22kg/일/ km^2)로, 내기리가 277.82kg/일/ km^2 로 가장 높게 나타난다.
- 산포면 덕례리, 등정리, 매성리, 신도리는 시설재배하우스가 매우 밀집되어 있어, 농업용수로 양질의 지하수를 필요로 하는 지역으로 개발가능량 대비 이용량과 단위면적당이용량이 매우 높게 나타나며, 덕례리 등정리는 질산성질소 농도가 20mg/L를 초과하는 지역으로 주변 정밀조사 및 시설물 개보수가 필요하다.

<표 5-1-8> 지하수 수량관리 필요지역(산포면)

동리	이용량/적정개발 가능량(%)		단위면적당이용량 (천m ³ /년/km ²)		관정밀도 (공/km ²)		조사자 의견	수량관리 필요지역
산포면	86.4		108.34		203.75			
내기리	66.96	관심	83.95		51.60			
덕례리	154.03	심각	193.13	심각	203.75	심각	○	○
등수리	25.48		31.95		27.89			
등정리	128.67	심각	161.33	경계	137.69	경계	○	○
매성리	127.84	심각	160.29	경계	99.99	주의	○	○
산제리	50.73		63.60		56.75			
송림리	26.88		33.70		34.37			
신도리	116.05	심각	145.50	주의	122.88	경계	○	○
화지리	25.54		32.02		10.26			

<표 5-1-9> 지하수 수질관리 필요지역(산포면)

동리	질산성질소 평균(mg/L)		오염원 분포밀도 (개소/km ²)		DRASTIC INDEX		단위면적당 오염부하량 (kg/일/km ²)		조사자 의견	수질관리 필요지역
산포면	15.8		0.78		133.4		115.2			
내기리	8.6		3.06	경계	129.6		277.82	경계		○
덕례리	28.5	심각	0.40		143.9	경계	59.61		질산성질소 초과	○
등수리	4.1		0.85		138.7	경계	63.38			○
등정리	38.0	심각			149.3	경계	27.85		질산성질소 초과	○
매성리	9.5		0.38		122.0		56.18			
산제리	7.0		0.30		126.2		106.32			
송림리	7.4		0.70		134.2	관심	84.83			
신도리	16.2	경계	0.37		135.4	주의	164.46	관심		○
화지리	3.6		1.28		121.0		196.33	관심		

5.1.3 지하수관리필요지역 선정결과

나노지구 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 5-1-10> 읍·면별 지하수관리필요지역

읍 면	수 량		수 질	
계	13		23	
금천면	2	동악리, 촌곡리	10	고동리, 광암리, 동악리, 석전리, 신가리, 신천리, 오강리, 원곡리, 월산리, 촌곡리
노안면	6	계림리, 구정리, 금동리, 용산리, 장동리, 학산리	6	계림리, 구정리, 금안리, 영평리, 유곡리, 장동리
문평면	1	옥당리	2	송산리, 옥당리
산포면	4	덕례리, 등정리, 매성리, 신도리	5	내기리, 덕례리, 등수리, 등정리, 신도리

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 · 체제조치강화
	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 현황파악 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 파악을 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)파악 · 수요량 별 개발가능한 수원파악 · 대체수원(저수지,하천등) 개발 · 수요량대비공급량 파악 · 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 · 시스템DB자료 갱신
	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 나노지구 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	54	18	23	13	
금천면	13	동악리 촌곡리	고동리 광암리 동악리 석전리 신가리 신천리 오강리 월곡리 월산리 촌곡리	촌곡리	
노안면	21	계림리 구정리 금동리 도산리 안산리 양천리 오정리 용산리 장동리 학산리	계림리 구정리 금안리 영평리 유곡리 장동리	구정리 금안리 도산리 영평리 오정리	
문평면	7	옥당리 산호리	송산리 옥당리	계로리 동원리 학동리	
산포면	13	덕례리 등정리 매성리 신도리	내기리 덕례리 등수리 등정리 신도리	내기리 덕례리 등수리 매성리	

<표 5-2-3> 나노지구 지하수관리필요지역 세부내역

읍면	리	문제점	특징 및 종합 해석	대책
금천면	고동리	• 질산성질소 농도 높음	• 고동리는 영산강에 인접한 농경지 지역으로 일제조사 결과 질산성질소 평균 농도가 높게 나타났다.	[B]②수질불량 원인 분석 및 조치, 질산성질소 초과지점에 대한 수질 불량 원인 분석 및 조치
	광암리	• 질산성질소 초과지점 존재 • 오염원분포밀도 높음	• 광암리는 농경지 지역이 넓고 일제조사 결과 질산성질소 평균 농도가 높고, 초과 지점이 발생하며 오염원 분포밀도가 높아 지하수 오염이 우려된다.	[B]②수질불량 원인 분석 및 조치, 질산성질소 초과지점에 대한 수질 불량 원인 분석 및 조치 [B]③ 오염원현황과악 및 관리와 유형별 오염원 특성 파악
	동악리	• DRASTIC INDEX 높음 • 단위면적당 이용량 높음 • 농업용 관정밀도 높음 • 이용량/적정개발가능량 높음	• 동악리는 농경지 지역으로 출사시설과 하우스등 지하수를 오염시킬 수 있는 인자 들이 많은 것으로 파악되며 분포밀도가 높아 지하수 오염이 우려됨 • 농경지 면적대비 수리시설이 부족하며, 시설관정을 다수 개발하여 용수를 공급 하고 있어, 관정밀도가 높음	[B]③오염원관리를 위해 오염유발시설 입지 제한 및 오염원시설에 대한 지도감독이 필요 [A]①지하수이용량과악, 개발/이용 실태점검 등을 통하여 취수량 조정 필요
	석전리	• 질산성질소 초과지점 존재	• 석전리는 농경지가 지역으로 일제조사 결과 질산성질소 평균 농도가 높고, 초과 지점이 존재한다.	[B]②수질불량 원인 분석 및 조치, 질산성질소 초과지점에 대한 수질 불량 원인 분석 및 조치
	신가리	• 질산성질소 농도 높음	• 신가리는 영산강에 인접한 농경지 지역으로 일제조사 결과 질산성질소 평균 농도가 높게 나타났다.	[B]②수질불량 원인 분석 및 조치, 질산성질소 초과지점에 대한 수질 불량 원인 분석 및 조치
	신천리	• 질산성질소 초과지점 존재	• 신천리는 영산천에 인접한 농경지 지역으로 일제조사 결과 질산성질소 평균 농도가 높고, 초과지점이 발생하였다.	[B]②수질불량 원인 분석 및 조치, 질산성질소 초과지점에 대한 수질 불량 원인 분석 및 조치
	오강리	• 질산성질소 초과지점 존재	• 오강리는 면소재지 지역으로 인구가 밀집되어 있어 지하수 오염이 우려되며, 일제조사 결과 질산성질소 농도가 높고, 초과지점이 발생함	[B]②수질불량 원인 분석 및 조치, 질산성질소 초과지점에 대한 수질 불량 원인 분석 및 조치
	원곡리	• 질산성질소 농도 높음 • DRASTIC INDEX 높음	• 원곡리는 영산강에 인접한 농경지 지역으로 일제조사 결과 질산성질소 농도가 높고 축사시설과 하우스 등 지하수를 오염시킬수 있는 인자 들이 많은 것으로 파악됨	[B]②수질불량 원인 분석 및 조치, 질산성질소 초과지점에 대한 수질 불량 원인 분석 및 조치 [B]③오염원관리를 위해 오염유발시설 입지 제한 및 오염원시설에 대한 지도감독이 필요
	월산리	• 질산성질소 초과지점 존재	• 월산리는 농경지 지역으로 일제조사 결과 질산성질소 평균 농도가 높고, 초과 지점이 발생하였다.	[B]②수질불량 원인 분석 및 조치, 질산성질소 초과지점에 대한 수질 불량 원인 분석 및 조치

<표 5-2-3> 나노지구 지하수관리필요지역 세부내역 - 계속

읍면	리	문제점	특징 및 종합 해석	대 책
금천면	촌곡리	<ul style="list-style-type: none"> 질산성질소 초과지점 존재 농업용공공관정 관리 취약 	<ul style="list-style-type: none"> 촌곡리는 농경지 지역 으로 일제조사 결과 질산성질소 평균 농도가 높고 초과지점이 발생하였다. 공공관정 1개소에서 양수장 및 보호공, 배전함 점검필요, 유량계, 출수장치 설치가 필요함 	<p>[B]②수질불량 원인 분석 및 조치, 질산성질소 초과지점에 대한 수질 불량 원인 분석 및 조치</p> <p>[C]① 1개소에 대한 양수장 및 보호공, 배전함 점검, 유량계, 출수장치 적정설치 점검</p>
노안면	계림리	<ul style="list-style-type: none"> 이용량/적정개발가능량 높음 질산성질소 농도 높음 오염원분포밀도 높음 	<ul style="list-style-type: none"> 계림리는 농경지 지역으로 면적대비 수리시설이 부족하고 시설관정을 다수 개발하여 용수를 공급하고 있으며, 일제조사결과 농도가 높게 나타남 오염원 분포밀도가 높아 지하수 오염이 우려됨 	<p>[A]①지하수이용량과약, 개발/이용 실태점검 등을 통하여 취수량 조정 필요</p> <p>[B]②수질불량 원인 분석 및 조치, 질산성질소 초과지점에 대한 수질 불량 원인 분석 및 조치</p> <p>[B]③ 오염원현황과약 및 관리와 유형별 오염원 특성 파악</p>
	구정리	<ul style="list-style-type: none"> 이용량/적정개발가능량 높음 질산성질소 농도 높음 단위면적당 오염부하량 높음 농업용공공관정 관리 취약 	<ul style="list-style-type: none"> 구정리는 농경지 지역으로 면적대비 수리시설이 부족하고 시설관정을 다수 개발하여 용수를 공급하며 일제조사 결과 질산성질소 농도가 높고, 측사시설이 많아 단위면적당 오염부하량이 높음 공공관정 1개소에서 수위측정관 설치필요함 	<p>[A]①지하수이용량과약, 개발/이용 실태점검 등을 통하여 취수량 조정 필요</p> <p>[B]②수질불량 원인 분석 및 조치, 질산성질소 초과지점에 대한 수질 불량 원인 분석 및 조치</p> <p>[C]① 1개소에 대한 수위측정관 적정설치 점검 필요</p>
	금동리	<ul style="list-style-type: none"> 이용량/적정개발가능량 높음 	<ul style="list-style-type: none"> 금동리는 면소재지 지역으로 인구가 밀집되어 있어 지하수 오염이 우려되며 면적대비 수리시설이 부족하고 시설관정을 다수 개발하여 용수를 공급하고 있음 	<p>[A]①지하수이용량과약, 개발/이용 실태점검 등을 통하여 취수량 조정 필요</p>
	금안리	<ul style="list-style-type: none"> 오염원분포밀도 높음 단위면적당 오염부하량 높음 농업용공공관정 관리 취약 	<ul style="list-style-type: none"> 금안리는 임야지역이 넓으나 오염원 분포밀도가 높아 지하수 오염이 우려됨 공공관정 2개소에서 양수장 및 보호공 점검.필요, 수위측정관, 유량계, 출수장치 설치 필요 	<p>[B]③ 오염원현황과약 및 관리와 유형별 오염원 특성 파악</p> <p>[C]① 1개소에 대한 수위측정관 적정설치 점검 및 상부보호공 덮개와 양수장 보수가 필요, 1개소에 대한 유량계, 출수장치 적정설치 점검 및 수중모터펌프 점검 필요</p>
	도산리	<ul style="list-style-type: none"> 잔여면적 넓고, 관정밀도가 낮은 지역 농업용공공관정 관리 취약 	<ul style="list-style-type: none"> 잔여면적이 넓고, 관정밀도가 낮음 도산리는 농경지 지역이며 공공관정 2개소에서 양수장 및 보호공 수중펌프 점검필요, 수위측정관, 유량계 설치필요 	<p>[A]③ 수요과약 후 신규관정개발</p> <p>[C]① 2개소에 대한 수위측정관 적정설치 점검 및 상부보호공 덮개와 양수장 보수, 수중펌프가 필요, 2개소에 대한 유량계, 수위측정관 적정설치 점검 및 수중모터펌프 점검 필요</p>

<표 5-2-3> 나노지구 지하수관리필요지역 세부내역 - 계속

읍면	리	문제점	특징 및 종합 해석	대 책
노 안 면	안산리	• 농업용 신규관정 필요	• 잔여면적이 넓고, 관정밀도가 낮음	[A]③ 수요파악 후 신규관정개발
	양천리	• 농업용 신규관정 필요	• 잔여면적이 넓고, 관정밀도가 낮음	[A]③ 수요파악 후 신규관정개발
	영평리	• 폐놀 초과 • 농업용공공관정 관리 취약	• 영평리는 농경지 지역으로 수질검사 결과 초과되는 항목이 존재함 • 공공관정 1개소에서 양수장 및 보호공, 오염방지시설 점검필요, 수위측정관 축수장치 설치 필요	[B]⑤관측망 설치 및 운영을 통한 추가대책 필요 [C]① 1개소에 대한 양수장 및 보호공, 오염방지시설점검 수위측정관, 출수장치 적정설치 점검,
	오정리	• 농업용 신규관정 필요 • 농업용공공관정 관리 취약	• 잔여면적이 넓고, 관정밀도가 낮음 • 오정리는 농경지 지역이며 공공관정 1개소에서 유량계, 출수장치, 설치필요	[A]③ 수요파악 후 신규관정개발 [C]① 1개소에 대한 유량계, 수위측정관, 출수장치 적정설치 점검,
	용산리	• 이용량/적정개발가능량 높음	• 용산리는 농경지 지역으로 면적대비 수리 수리시설이 부족하며, 시설관정을 다수 개발하여 용수를 공급하고 있음	[A]①지하수이용량파악, 개발/이용 실태점검 등을 통하여 취수량 조정 필요
	유곡리	• 질산성질소 농도 높음 • 오염원분포밀도 높음 • 단위면적당 오염부하량 높음	• 유곡리는 농경지 지역으로 일제조사 결과 질산성 질소가 높고, 오염원 분포밀도가 높아 지하수 오염이 우려됨	[B]②수질불량 원인 분석 및 조치, 질산성질소 초과지점에 대한 수질 불량 원인 분석 및 조치 [B]③ 오염원현황파악 및 관리와 유형별 오염원 특성 파악
	장동리	• 이용량/적정개발가능량 높음 • 질산성질소 농도 높음	• 장동리는 농경지 지역으로 재배단지과 하우스가 많아 이용량이 높고 일제조사 결과 질산성질소 농도가 높음	[A]①지하수이용량파악, 개발/이용 실태점검 등을 통하여 취수량 조정 필요 [B]②수질불량 원인 분석 및 조치, 질산성질소 초과지점에 대한 수질 불량 원인 분석 및 조치
문 평 면	학산리	• 이용량/적정개발가능량 높음 • 단위면적당 이용량 높음 • 농업용 관정밀도 높음	• 학산리는 영산강에 인접한 농경지지역으로 재배단지 및 하우스가 많아 이용량이 높고 면적대비 수리시설이 부족하며 시설관정을 다수 개발하여 용수를 공급하고 있음	[A]①지하수이용량파악, 개발/이용 실태점검 등을 통하여 취수량 조정 필요
	계로리	• 농업용공공관정 관리 취약	• 계로리는 임야지역이 넓은 지역이며 공공관정 1개소에서 유량계, 출수장치, 수위측정관 설치 필요	[C]① 1개소에 대한 유량계, 출수장치, 수위측정관 적정설치 점검 필요
	동원리	• 농업용공공관정 관리 취약	• 동원리는 임야면적이 넓은 지역이며 공공관정 1개소에서 출수장치, 수위측정관 설치필요	[C]① 1개소에 대한 출수장치, 수위측정관 적정설치 점검 필요
	산호리	• 농업용 신규관정 필요	• 잔여면적이 넓고, 관정밀도가 낮음	[A]③ 수요파악 후 신규관정개발

<표 5-2-3> 나노지구 지하수관리필요지역 세부내역 - 계속

읍면	리	문제점	특징 및 종합 해석	대책
문 평 면	송산리	<ul style="list-style-type: none"> 질산성질소 농도 높음 단위면적당 오염부하량 높음 	<ul style="list-style-type: none"> 송산리는 임야면적이 넓은 지역으로 일제조사 결과 질산성질소가 높고 대형축사시설이 위치하여 단위면적당 오염부하량이 높음 	<p>[B]②수질불량 원인 분석 및 조치, 질산성질소 초과지점에 대한 수질 불량 원인 분석 및 조치</p> <p>[B]③ 오염원현황과악 및 관리와 유형별 오염원 특성 파악</p>
	옥당리	<ul style="list-style-type: none"> 이용량/적정개발가능량 질산성질소 초과지점 존재 	<ul style="list-style-type: none"> 옥당리는 농경지 지역으로 일제조사 결과 질산성질소 농도가 높고 초과지점이 발생하였고, 산업단지와 농공단지가 위치하여 이용량/적정개발 능력이 높게 나타남 	<p>[A]①지하수이용량과악, 개발/이용 실태점검 등을 통하여 취수량 조정 필요</p> <p>[B]②수질불량 원인 분석 및 조치, 질산성질소 초과지점에 대한 수질 불량 원인 분석 및 조치</p>
	학동리	<ul style="list-style-type: none"> 농업용공공관정 관리 취약 	<ul style="list-style-type: none"> 학동리는 농경지 지역이며 공공관정 1개소에서 유량계, 출수장치, 수위측정관 설치 필요 	<p>[C]① 1개소에 대한 유량계, 출수장치, 수위측정관 적정설치 점검 필요</p>
산 포 면	덕례리	<ul style="list-style-type: none"> 이용량/적정개발가능량 단위면적당 이용량 높음 농업용 관정밀도 높음 질산성질소 초과지점 존재 DRASTIC INDEX 높음 농업용공공관정 관리 취약 	<ul style="list-style-type: none"> 덕례리는 지식천과 인접한 농경지 지역으로 재배단지와 하우스가 많이 밀집해 있어 이용량이 높고 사설관정이 밀집해 있어 지하수 오염이 우려됨 일제조사 결과 질산성질소 농도가 높고 초과하는 지점이 발생 공공관정 1개소에서 양수장 및 보호공, 오염방지시설, 수중펌프, 배전함 및 전기시설 점검 필요, 유량계, 출수장치, 수위측정관 설치 필요 	<p>[A]①지하수이용량과악, 개발/이용 실태점검 등을 통하여 취수량 조정 필요</p> <p>[B]②수질불량 원인 분석 및 조치, 질산성질소 초과지점에 대한 수질불량 원인 분석 및 조치</p> <p>[B]③오염원관리를 위해 오염유발시설 입지 제한 및 오염원시설에 대한 지도감독이 필요</p> <p>[C]① 1개소에 대한 양수장 및 보호공, 오염방지시설, 수중펌프, 배전함 및 전기시설 점검 유량계, 출수장치, 수위측정관 적정설치 점검 필요</p>
	내기리	<ul style="list-style-type: none"> 오염원분포밀도 높음 단위면적당 오염부하량 높음 농업용공공관정 관리 취약 	<ul style="list-style-type: none"> 내기리는 지식천과 인접한 농경지 지역으로 오염원분포밀도가 높아 지하수 오염이 우려됨 공공관정 1개소에서 유량계, 출수장치, 수위측정관 설치 필요 	<p>[B]③ 오염원현황과악 및 관리와 유형별 오염원 특성 파악</p> <p>[C]① 1개소에 대한 유량계, 출수장치, 수위측정관 적정설치 점검</p>
	매성리	<ul style="list-style-type: none"> 이용량/적정개발가능량 단위면적당 이용량 높음 농업용공공관정 관리 취약 	<ul style="list-style-type: none"> 매성리는 면소재지로 인구가 밀집되어 있고 축사시설과 하우스 등이 다수 위치하여 지하수 오염이 우려됨 공공관정 1개소에서 양수장 및 보호공, 오염방지시설, 수중펌프 점검 필요, 유량계, 출수장치 설치 필요 	<p>[A]①⑤지하수개발 제한 및 취수량 조정, 급수시설 및 관로 확충 - 신규 지하수개발을 제한하고 지표수를 이용한 수리시설물 확충이 필요</p> <p>[C]① 1개소에 대한 양수장 및 보호공, 오염방지시설, 수중펌프 점검 유량계, 출수장치, 적정설치 점검 필요</p>

<표 5-2-3> 나노지구 지하수관리필요지역 세부내역 - 계속

읍면	리	문제점	특징 및 종합 해석	대 책
산 포 면	등수리	<ul style="list-style-type: none"> • DRASTIC INDEX 높음 • 농업용공공관정 관리 취약 	<ul style="list-style-type: none"> • 등수리는 농경지 지역으로 축사시설과 하우스 등 지하수를 오염시킬 수 있는 인자들이 많은 것으로 파악됨 • 공공관정 1개소에서 양수장 및 보호공, 오염방지시설, 수중펌프, 배전함 및 전기시설 점검 필요, 유량계, 출수장치, 수위측정관 설치 필요 	<p>[B]③오염원관리를 위해 오염유발시설 입지 제한 및 오염원시설에 대한 지도감독이 필요</p> <p>[C]① 1개소에 대한 양수장 및 보호공, 오염방지시설, 수중펌프, 배전함 및 전기시설 점검 유량계, 출수장치, 수위측정관 적정설치 점검 필요</p>
	등정리	<ul style="list-style-type: none"> • 이용량/적정개발가능량 • 단위면적당 이용량 높음 • 농업용 관정밀도 높음 • 질산성질소 초과지점 존재 • DRASTIC INDEX 높음 	<ul style="list-style-type: none"> • 등정리는 지식천과 인접한 농경지 지역으로 축사시설과 하우스 등이 많이 위치하여 이용량과 관정밀도가 높아 지하수 오염이 우려되고 일제조사 결과 질산성질소 농도가 높고 초과지점이 발생 	<p>[A]①지하수이용량과약, 개발/이용 실태점검 등을 통하여 취수량 조정 필요</p> <p>[B]②수질불량 원인 분석 및 조치, 질산성질소 초과지점에 대한 수질 불량 원인 분석 및 조치</p> <p>[B]③오염원관리를 위해 오염유발시설 입지 제한 및 오염원시설에 대한 지도감독이 필요</p>
	신도리	<ul style="list-style-type: none"> • 이용량/적정개발가능량 • 농업용 관정밀도 높음 • 질산성질소 농도 높음 	<ul style="list-style-type: none"> • 신도리는 농경지 지역으로 산업단지 및 축사시설, 하우스 등이 다수 위치하여 이용량과 관정밀도가 높으며, 지하수 오염이 우려됨 • 일제조사 결과 질산성질소 농도 높음 	<p>[A]①⑤지하수개발 제한 및 취수량 조정, 급수시설 및 관로 확충 - 신규 지하수개발을 제한하고 지표수를 이용한 수리시설물 확충이 필요</p> <p>[B]②수질불량 원인 분석 및 조치, 질산성질소 초과지점에 대한 수질 불량 원인 분석 및 조치</p>

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 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 원자핵종의 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
지하수위변동 곡선 해석	지하수의 수위 등 수리특성인자를 경과시간에 따라 표시한 그림을 지하수위 변동곡선이라하며, 유입량 유출량의 각 변수를 파악하여 검토하는 것
지하수함양량	전체 강수량 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 정호
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	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 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)
PCE	테트라클로로에틸렌으로 유기염소계 용제의 하나로, 드라이클리닝이나 반도체 공장 등에서 사용되는데 유사 물질인 트리클로로에틸렌(TCE)과 함께 토양, 수질오염의 원인이 되고 유해물질로 지정되어 있는 발암성물질
Piper diagram	용존 성분 중 양이온(Ca-Mg-(Na+K))과 음이온(CO ₃ +HCO ₃ -SO ₄ -Cl)간의 상대적 당량비를 백분율로 계산하여 삼각 다이어그램에 표시한 후, 지하수의 수질을 표시하는 그림.
SCS-CN 침투량분석	지역단위 지하수함양량을 산정하는데 있어, 강우의 침투량을 구하고 여러 해의 평균 침투량과 평균 강우량을 비교하여 지하수 함양율을 구하는 방법
Stiff diagram	수질의 화학성분의 농도를 도시하는 그래프의 하나로, 좌측에는 양이온, 우측에는 음이온으로 각각 구분하여 epm(equivalent per millioin) 농도를 표시하고 각 점을 직선으로 연결하여 나타낸 도표.
TCE	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
Thiessen 강수량	어떤 지점의 강수량과 그 지점에 의하여 대표되는 면적으로 계산된 강수량의 합을 이용하는 방법

VII. 참고문헌

VII. 참고문헌

- 전라남도, 2018, 전라남도 통계연보
- 나주시, 2018, 나주시 통계연보
- 국토교통부, 2008~2018, 지하수조사연보
- 국토교통부, 2018, 지하수관측연보
- 국토교통부, 2013, 지하수 이용량 산정 요령
- 국토해양부, 2012, 한국수문조사연보
- 국토해양부, 2014, 한국하천일람
- 국토해양부, 2012, 한강홍수통제소 하천정보센터
- 국토해양부, 2017, 지하수관리기본계획 수정계획(2017 ~ 2026)
- 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, 목포,여수 지질도폭 설명서(1:250,000)
- 기상청, 2018, 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-제1권, 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, 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, 2015, 상수도 통계
- 환경부, 2015, 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. 과업참여자

VIII. 과업참여자

■ 사업총괄책임자

전병철(지하수지질처 지하수관리부장, 토양환경기술사)

■ 사업책임자

백진희(지하수지질처, 차장, 이학석사, 지질 및 지반기술사)

박수정(지하수지질처, 과장, 이학석사, 응용지질기사)

김영인(지하수지질처, 사원, 공학석사, 토양환경기사)

■ 조사총괄책임자

서정진(전남지역본부 지하수지질부장, 공학석사, 지질 및 지반기술사)

■ 조사책임자

김창옥(전남지역본부, 차장, 이학석사, 수질환경기사, 토양환경기사)

류준상(전남지역본부, 과장, 공학석사, 응용지질기사)

서효경(전남지역본부, 사원, 이학석사, 응용지질기사, 토양환경기사)

이광열(전남지역본부, 사원, 이학사, 정보처리기사)

박준아(전남지역본부, 사원, 공학사, 토목기사)

■ 조사용역

김혁진(수성건설이엔지(주), 토목지질 분야 특급)

조영동(수성건설이엔지(주), 토목지질 분야 특급)

최윤정(수성건설이엔지(주), 토목지질 분야 특급)

이성기(수성건설이엔지(주), 토목지질 분야 초급)

고환석(수성건설이엔지(주), 토목지질 분야 초급)

〈부록 I. 일반현황〉

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
- 수자원공동유역을 기본으로 공동유역 내 자연하천의 합류지점을 기본설정
- 유역의 수문학적 특성을 반영하여 분수계의 경계를 따름

<표 1-1-1> 전라남도 용수구역별 행정구역 현황

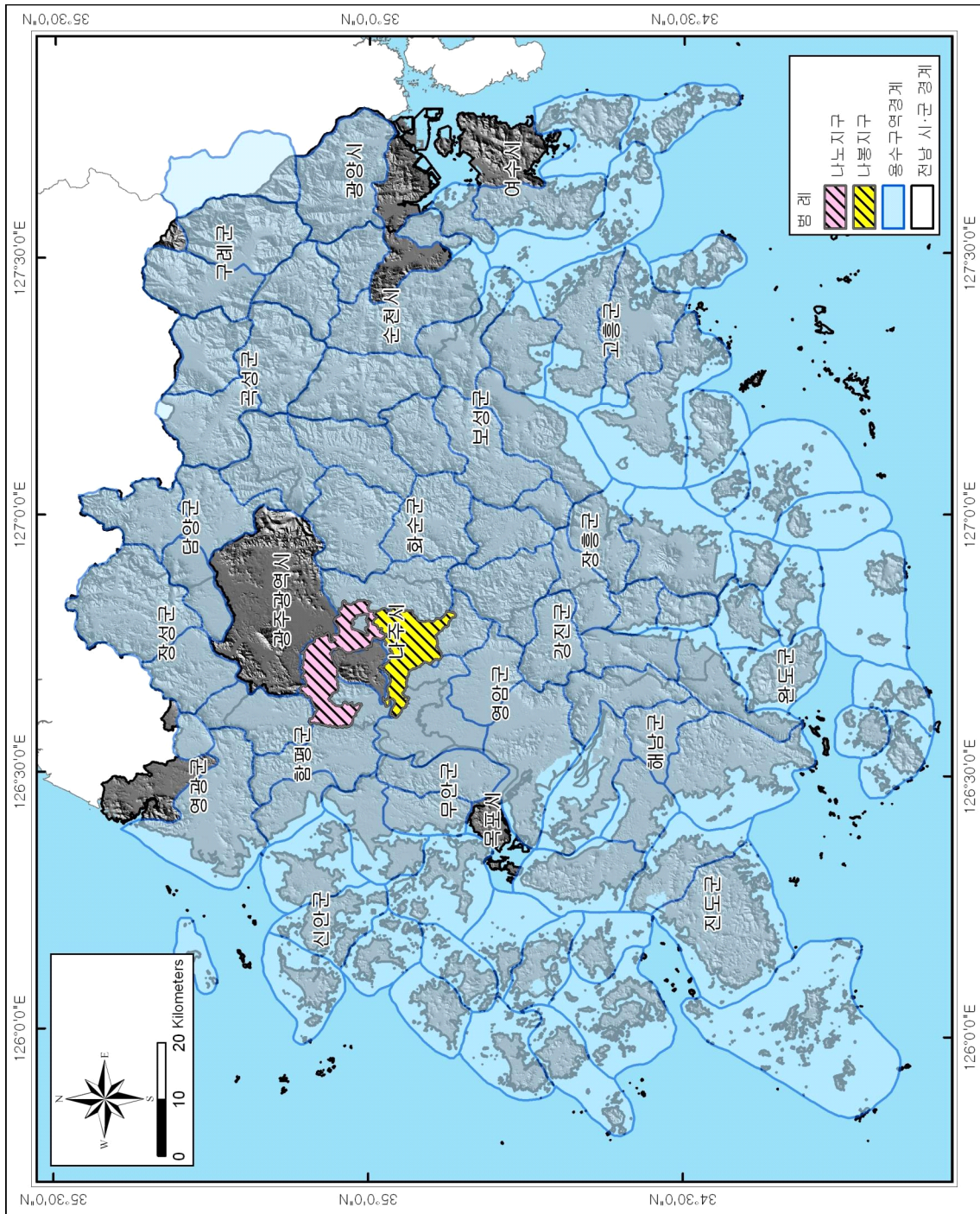
용수구역	행정구역 현황	수계	비고
강성	강진군 병영, 성전, 작천	탐진강	
강도	강진군 강진, 도암	해안지역	
강칠	강진군 칠량	해안지역	
대마	강진군 대구, 마량	해안지역	
고대	고흥군 남양, 대서, 동강	해안지역	
고과	고흥군 과역, 두원, 점암	해안지역	
고도	고흥군 도덕, 도양, 도화, 풍양	해안지역	
고포	고흥군 고흥, 영남, 점암, 포두	해안지역	
고봉	고흥군 과역, 두원, 점암	도서	
고금	고흥군 금산	도서	
곡옥	곡성군 검, 삼기, 오산, 옥과, 입	섬진강	
곡고	곡성군 고달, 곡성, 오곡	섬진강	
곡석	곡성군 목사동, 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, 문평, 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, 읍어	섬진강	
보성	보성군 득량, 조성, 회천	해안지역	
보웅	보성군 보성, 웅치	해안	
승월	순천시 월등, 황전	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

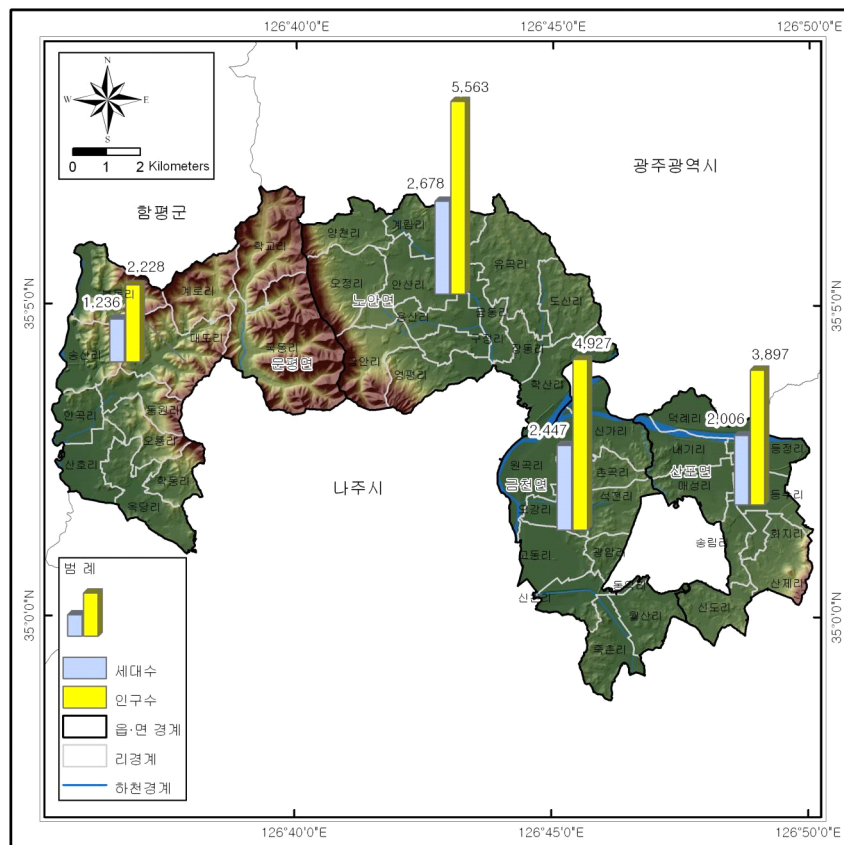
가. 행정구역 현황

□ 나노지구는 금천면, 노안면, 문평면, 산포면 4개 면으로 구성되어있으며, 전체 면적은 136.64km²이고, 그 중 문평면이 전체 면적의 34.4%를 차지한다<표 1-2-1, 그림 1-2-1>.

<표 1-2-1> 나노지구 행정구역 현황

행 정 구 역			면 적 (km ²)	구성비 (%)
시·군	읍·면	법정리		
1시	4면	45개리	136.64	100.0%
나주시	금천면	고동리, 광암리, 동악리, 석전리, 신가리, 신천리, 오강리, 원곡리, 월산리, 죽촌리, 촌곡리	26.67	19.5%
	노안면	계림리, 구정리, 금동리, 금안리, 도산리, 안산리, 양천리, 영평리, 오정리, 용산리, 유곡리, 장동리, 학산리	42.52	31.1%
	문평면	계로리, 국동리, 대도리, 동원리, 북동리, 산호리, 송산리, 안곡리, 오룡리, 옥당리, 학교리, 학동리	47.00	34.4%
	산포면	내기리, 덕례리, 등수리, 등정리, 매성리, 산제리, 송림리, 신도리, 화지리	20.45	15.0%

※ 자료출처 : 통계연보(나주시, 2018)



<그림 1-2-1> 나노지구 행정구역 현황

나. 인구현황

- 2018년말 기준 나노지구 인구는 16,615명으로, 이는 전라남도 전체인구 1,935,664명의 약 0.9%, 나주시 전체인구인 112,674명의 약 14.7%에 해당되며, 노안면 5,563명, 금천면 4,927명, 산포면 3,897명, 문평면 2,228명 순으로 확인된다<표 1-2-2>.
- 나노지구의 세대수는 8,367세대(나주시 전체 52,303세대의 약 16.0%)이며, 세대당 인구는 평균 1.99명/세대이다.
- 나노지구의 인구밀도는 121.60 명/km²로 나타났으며, 산포면의 인구밀도가 190.56명/km²로 가장 높은 것으로 확인되며, 금천면이 184.74명/km², 노안면이 130.83/km², 문평면이 47.40/km²로 확인된다.

<표 1-2-2> 나노지구 인구현황

구 분	세 대	인 구(명)			인구밀도 (명/km ²)	면 적 (km ²)	세대당 인구 (명/세대)	
		계	남	여				
전라남도	842,688	1,935,664	971,189	964,475	157.13	12,318.79	2.30	
나주시	52,303	112,674	56,836	55,838	185.19	608.42	2.15	
나노지구	8,367	16,615	8,711	7,904	121.60	136.64	1.99	
나주시	금천면	2,447	4,927	2,562	2,365	184.74	26.67	2.01
	노안면	2,678	5,563	2,978	2,585	130.83	42.52	2.08
	문평면	1,236	2,228	1,117	1,111	47.40	47.00	1.80
	산포면	2,006	3,897	2,054	1,843	190.56	20.45	1.94

※ 자료출처 : 통계연보(전라남도, 나주시, 2018)

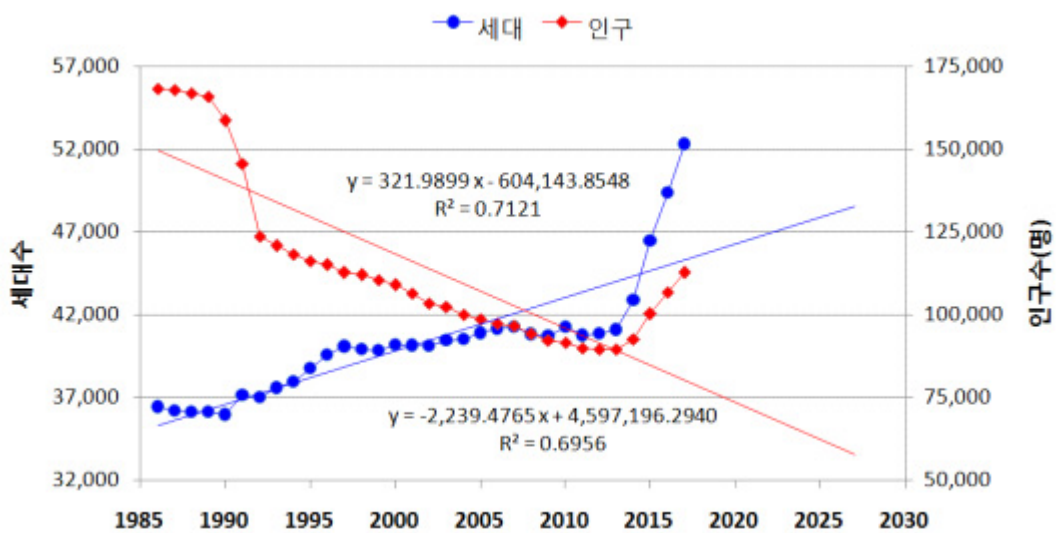
다. 인구추세

- 2002년부터 2017년까지의 나주시 인구변화는 아래 <표 1-2-3>과 같다. 2002년부터 세대수는 유지되고 있으나 인구는 꾸준히 줄어들고 있는 추세였으나, 2014년 공공기관 이전과 나주시의 빛가람혁신도시 개발로 인하여 현재까지 인구와 세대수 모두 증가하는 추세이다. 최근 10년간의 인

구추세에 따르면 약 10년 뒤인 2028년에는 세대수는 약 6만2천세대, 인구는 약 12만6천명으로 예상된다.

<표 1-2-3> 나주시 총 인구현황 추이

연도별	세대수	인구	인구밀도	면적(km ²)	세대당 인구
2002	40,102	103,452	171.3	603.97	2.6
2003	40,484	102,377	169.5	603.94	2.5
2004	40,506	100,054	165.7	603.98	2.5
2005	40,898	98,770	163.5	604.07	2.4
2006	41,172	97,475	161.4	604.05	2.3
2007	41,277	96,670	160.0	604.04	2.3
2008	40,836	94,246	155.0	608.14	2.3
2009	40,733	92,236	152.0	608.65	2.2
2010	41,284	91,540	152.0	608.65	2.1
2011	40,768	89,906	148.0	608.58	2.2
2012	40,841	89,675	147.3	608.60	2.2
2013	41,094	89,462	147.0	608.54	2.2
2014	42,886	92,671	152.3	608.32	2.1
2015	46,444	100,250	164.8	608.35	2.2
2016	49,378	106,760	175.5	608.42	2.2
2017	52,303	112,674	185.2	608.40	2.1



<그림 1-2-2> 인구추이 변화

1.3 농업 및 산업경제

가. 농업현황

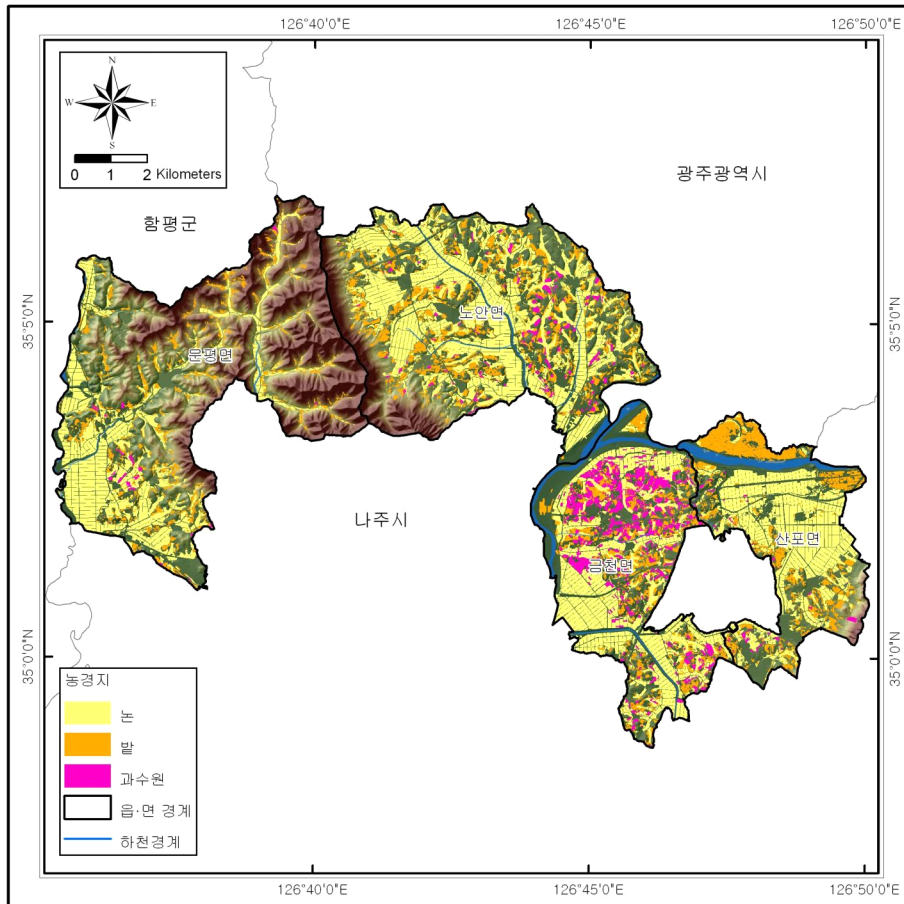
□ 나주시의 농가수는 총가구의 약 17.8%인 9,329가구이며, 경지면적은 21,663ha(전 7,471ha, 답 14,192ha)로 전과 답의 비율은 34 : 66이며, 가구당 경지면적은 2.32ha/가구이다<표 1-3-1>.

<표 1-3-1> 농가 및 경지면적 현황

(단위 : 호, ha)

연도별	총가구수	가구수		경지면적			농업진흥지역	농업보호구역
		농가수	비율(%)	계	답	전	면적	면적
2012	40,841	11,985	0.3	22,410	14,819	7,591	13,060.00	3,641.00
2013	41,094	12,311	0.3	22,394	14,838	7,556	13,060.00	3,641.00
2014	42,886	12,361	0.3	22,379	14,822	7,558	13,068.00	3,641.00
2015	46,444	10,124	0.2	22,226	14,606	7,620	12,704.00	3,482.00
2016	49,378	10,327	0.2	21,959	14,471	7,488	12,527.00	3,791.00
2017	52,303	9,329	0.2	21,663	14,192	7,471	12,619.00	3,513.00

※ 자료출처 : 통계연보(나주시, 2018)



<그림 1-3-1> 농지분포도

나. 축산업 현황

□ 나노지구 축산가구는 총 142 가구이며, 그 중 한우를 사육하는 가구가 83 가구로 가장 큰 비중을 차지하며 사육두수는 가금류가 53,117마리로 가장 큰 비중을 차지한다<표 1-3-2>.

<표 1-3-2> 나노지구 축산업 현황

구 분	한우		젓소		가금		돼지		염소	
	가구	마리	가구	마리	가구	마리	가구	마리	가구	마리
나노지구	83	7,528	3	183	1	329,513	46	53,117	-	-
나주시	금천면	15	1,446	-	-	-	-	-	-	-
	노안면	46	3,840	-	-	1	20,000	38	44,437	-
	문평면	17	1,771	2	118	1	140,000	6	6,580	-
	산포면	5	471	1	65	8	169,513	2	2,100	-

※ 자료출처 : 나주시 가축사육업등록현황, 현장조사 결과

다. 사업체 현황

□ 나노지구의 사업체수 변화는 조금씩 감소하고 있으며, 읍면별 사업장은 산포면이 317개소로 나주시 전체(8,056개소)의 3.9%가 운영되고 있으며, 종사자수는 2,227명으로 나주시 전체 (46,831명)의 4.8%가 종사하고 있는 것으로 나타났다<표 1-3-3>.

<표1-3-3> 사업체증가추이

(단위:개소,명)

구분	사업체수				종사자수				
	'15	'16	'17	비율 (%)	'15	'16	'17	비율 (%)	
나노지구	970	1,065	1,064	13.2	6,937	6,834	7,172	15.3	
나주시	금천면	260	295	292	3.6	2,096	2,149	2,074	4.4
	노안면	323	314	313	3.9	1,574	1,665	1,759	3.8
	문평면	112	138	142	1.8	1,229	1,107	1,112	2.4
	산포면	275	318	317	3.9	2,038	1,913	2,227	4.8

※ 자료출처 : 나주시 통계연보(2015~2017), 비율(%)은 나주시 전체 사업장 대비 비율

라. 광업 현황

□ 통계연보에 등록된 나주시 전체의 광구수는 총 10개소로 금속광 1개소, 비금속광 9개소이며, 현재 가행중인 곳은 7개소이다<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
나주시	2012	12	4	8	-	-	-	12	4	8
	2013	11	4	7	-	-	-	11	4	7
	2014	12	5	7	1	-	1	11	5	6
	2015	12	5	7	1	-	1	11	5	6
	2016	12	5	7	1	-	1	11	5	6
	2017	10	7	3	1	-	1	9	7	2

※ 자료출처 : 통계연보(나주시, 2018)

<표 1-3-5> 나주시 광산현황

순번	광산유형	광산명	소재지		광종구분		
			시도	시군구	대분류	소분류	생산광종
1	폐광	공산	전남	나주시	금속	금,사금	사금
2	폐광	남성사금	전남	나주시	금속	금,사금	사금
3	폐광	덕음	전남	나주시	금속	금,은	금,은
4	폐광	사성	전남	나주시	비금속	고령토	고령토
5	폐광	나주	전남	나주시	금속	금	사금
6	가행	나주세라믹스	전남	나주시	비금속	납석	
7	폐광	대진	전남	나주시	비금속	석회석	석회석
8	폐광	영산고령토	전남	나주시	비금속	고령토	고령토
9	폐광	옥당	전남	나주시	금속	금	금,은
10	폐광	신북고령토	전남	나주시	비금속	고령토	고령토
11	폐광	성주	전남	나주시	금속	금,사금	사금
12	폐광	반남	전남	나주시	금속	금	금
13	폐광	대동	전남	나주시	금속	금	사금
14	폐광	봉황	전남	나주시	금속	금,은	철
15	폐광	산포	전남	나주시	금속	금	금,은
16	가행	산포광산	전남	나주시	비금속	고령토	

※ 자료출처 : 2018년 한국광해관리공단 통계연보(한국광해관리공단)

<표 1-3-5> 나주시 광산현황 - 계속

순번	광산유형	광산명	소재지		광종구분		
			시도	시군구	대분류	소분류	생산광종
17	폐광	호남	전남	나주시	비금속	고령토	고령토
18	폐광	금천	전남	나주시	비금속	고령토	고령토
19	폐광	억만	전남	나주시	비금속	고령토	고령토, 납석
20	폐광	나왕	전남	나주시	금속	금	금
21	폐광	삼량(구.세봉)	전남	나주시	금속	금	금, 은
22	폐광	백제-해동고령토	전남	나주시	비금속	고령토	고령토
23	폐광	봉왕	전남	나주시	금속	금, 사금	금
24	폐광	좌창	전남	나주시	금속	금	금
25	가행	영산포	전남	나주시	비금속	고령토	
26	폐광	영산포모나즈	전남	나주시	금속	세립	세립

※ 자료출처 : 2018년 한국광해관리공단 통계연보(한국광해관리공단)

마. 농공단지 현황

□ 나주시에는 총 9개의 산업 및 농공단지가 운영 중이며, 나노지구에는 금천면에 금천농공단지, 문평면에 문평일반산단, 문평농공단지 노안면에 노안농공단지가 설치 운영되고 있다. 나주시에 운영되고 있는 산업 및 농공단지 현황은 아래와 같다<표 1-3-6>.

<표 1-3-6> 농공단지 현황

순번	단지명	주소	분양대상 (㎡)	분양면적 (㎡)	분양율 (%)	업체수 (개소)	종업원수 (명)
1	문평일반산단	문평면 옥당리 91	250	250	100	7	654
2	나주일반산단	동수동 387-1	417	408	98	34	800
3	나주혁신일반산단	동수동, 왕곡면 덕산리	1435	972	68	63	1039
4	동수농공단지	동수동 76	182	182	100	48	474
5	오량농공단지	오량동 315	207	207	100	46	579
6	봉황농공단지	봉황면 와우리 1-27	84	84	100	13	158
7	금천농공단지	금천면 촌곡리 278	63	63	100	1	200
8	문평농공단지	문평면 옥당리91	56	56	100	5	141
9	노안농공단지	노안면 노안로 455-28	90	89	99	23	291

※ 자료출처 : 통계연보(나주시, 2018), 나주시청 산업/농공단지 현황

1.4 자연환경현황

1.4.1 하천 및 유역

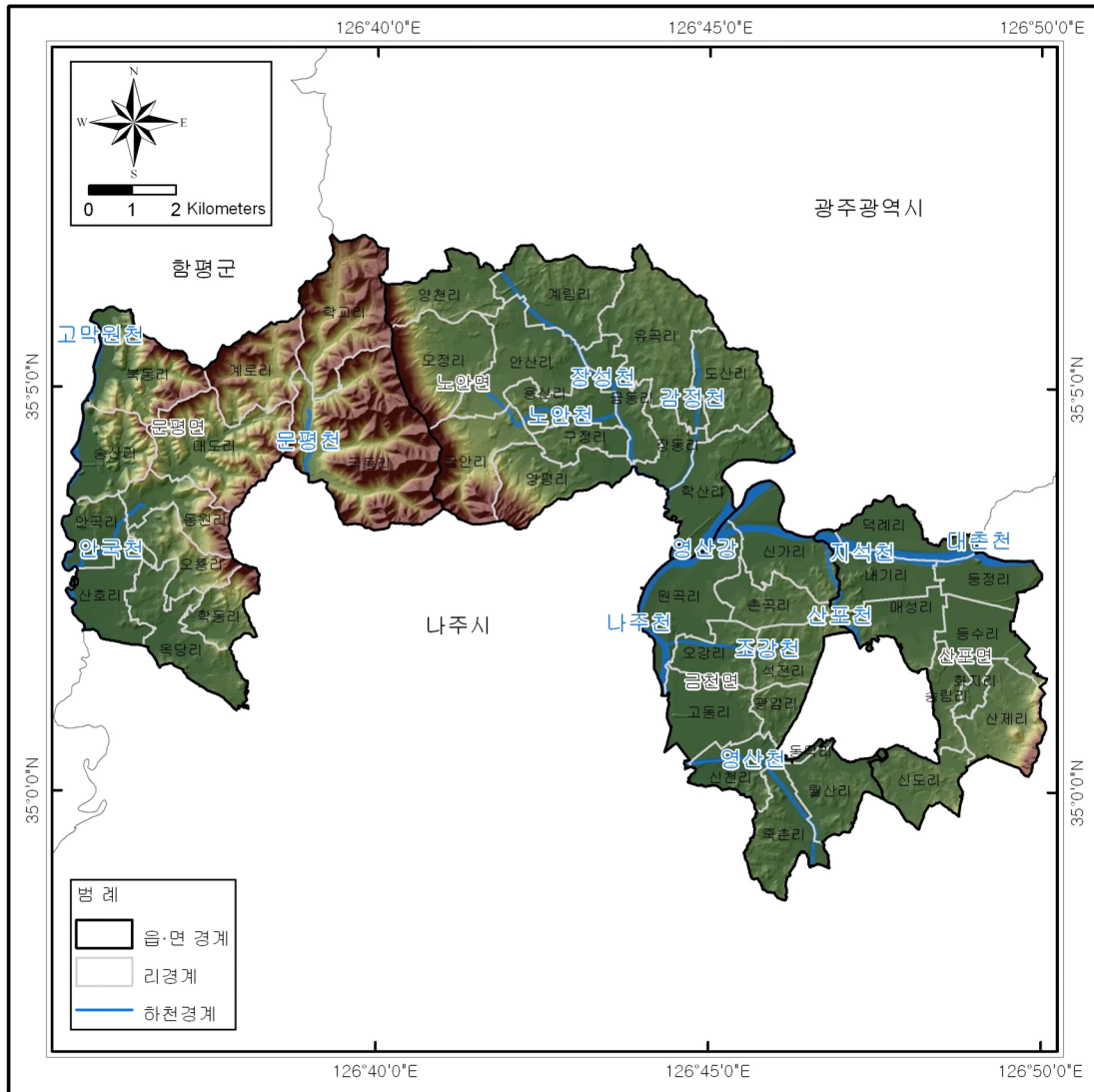
가. 하천현황

□ 나노지구에는 13개의 하천이 있으며 이중 영산강 등 2개의 국가하천과 고막원천 등 11개의 지방하천이 발달해 있고, 평균 하천연장은 14.36km이다<표 1-4-1, 그림 1-4-1>.

<표 1-4-1> 나노지구 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	82.18	2이상하천관리 청관할하천	
고막원천	영산강	고막원천			지방	함평	삼서	함평	삼서	12.60	14.60	14.17
지석천	영산강	지석천			국가	화순	이양	나주	금천	34.00	2이상하천관리 청관할하천	
장성천	영산강	장성천			지방	나주	노안	나주	노안	8.16	2이상하천관리 청관할하천	
대촌천	영산강	지석천	대촌천		지방	나주	산포	나주	산포	1.22	2이상하천관리 청관할하천	
감정천	영산강	장성천	감정천		지방	나주	노안	나주	노안	3.60	4.24	9.20
노안천	영산강	장성천	노안천		지방	나주	노안	나주	노안	3.87	4.42	5.20
문평천	영산강	문평천			지방	나주	문평	나주	다시	15.34	17.20	36.00
안국천	영산강	고막원천	안국천		지방	나주	문평	나주	문평	3.82	4.50	17.60
산포천	영산강	지석천	산포천		지방	나주	산포	나주	산포	6.52	7.20	22.58
나주천	영산강	나주천			지방	나주	경현	나주	삼도	3.93	4.30	5.30
오강천	영산강	오강천			지방	나주	금천	나주	금천	1.88	2.00	6.10
영산천	영산강	영산천			지방	나주	봉황	나주	영산	9.54	10.5	64.50

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



<그림 1-4-1> 나노지구 하천 현황

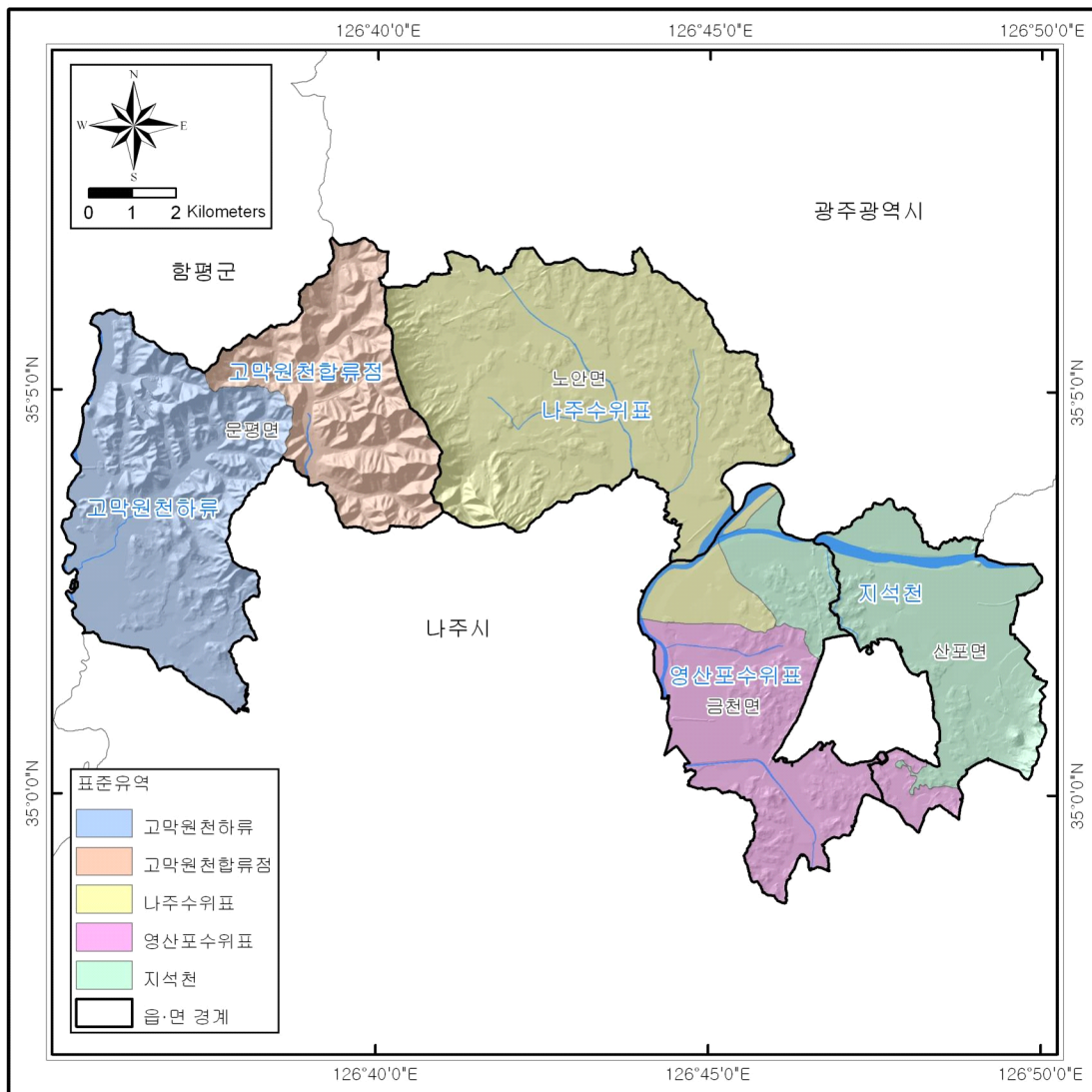
나. 유역 현황

□ 본 조사에서는 수계분포와 지형 등을 고려하여 분류된 수자원단위지도인 표준유역을 지하수 이용현황, 물수지 분석 및 지하수자원 평가의 기초단위로 설정하였으며, 1개의 대권역과 3개의 중권역, 5개의 표준유역이 포함되어 있다<표 1-4-2, 그림 1-4-2>. 각 표준유역의 면적은 고막원천하류 29.20km²(21.4%), 고막원천합류점 17.78km²(13.0%), 나주수위표 46.66km²(34.1%), 영산포수위표 19.21km²(14.1%), 지석천 23.79km²(17.4%)로 나타난다.

<표 1-4-2> 표준유역 현황

대권역	중권역	표준유역			
		유역명	유역코드	면적(km ²)	구성비(%)
나노지구				136.64	100.0
영산강	고막원천	고막원천하류	500502	29.20	21.4
	영산강중류	고막원천합류점	500405	17.78	13.0
		나주수위표	500402	46.66	34.1
		영산포수위표	500403	19.21	14.1
	지석천	지석천	500307	23.79	17.4

※ 자료출처 : 한강홍수통제소 하천정보센터



<그림 1-4-2> 나노지구 표준유역 현황

1.4.2 기상

□ 나주시의 연평균기온은 14.6℃, 연평균강수량은 955.5mm, 월별 최고 강수는 8월에 280.5mm(29.4%)이며, 일조시간은 2,563.1시간으로 일조율이 비교적 높은 편이고 3~6월 일조량이 많다. 상대습도는 연평균 68.7%, 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)
2012	13.7	1,626.8	67.0	5.6	2,358.7	8.4	2.2
2013	14.2	1,245.4	66.0	5.0	2,489.6	10.3	2.1
2014	13.4	1,290.3	64.9	5.3	1,952.9	6.25	1.9
2015	14.6	1,049.6	69.2	5.5	2,234.9	13.5	1.6
2016	15.0	1,482.3	72.0	5.5	2,144.2	20.7	1.6
2017	14.6	955.5	68.7	5.0	2,563.1	5.3	1.6
1월	2.0	11.7	66.0	4.7	177.7	5.3	1.6
2월	2.9	41.9	60.0	4.3	192.2	3.4	1.6
3월	7.4	33.2	57.0	4.8	221.0	1.9	1.5
4월	15.1	60.6	60.0	4.4	250.7	0	1.9
5월	19.8	30.2	62.0	4.1	274.5	0	1.4
6월	23.1	42.1	68.0	5.5	221.7	0	1.5
7월	27.8	211.6	89.0	7.4	120.5	0	1.8
8월	27.0	280.5	83.0	5.8	189.7	0	1.6
9월	22.4	108.8	76.0	5.1	186.7	0	1.5
10월	17.0	85.4	75.0	5.0	183.4	0	1.5
11월	8.8	2.1	64.0	3.8	201.0	0	1.3
12월	1.9	28.5	64.0	5.2	157.3	4	1.5

※ 자료출처 : 통계연보(나주시, 2018)

1.4.3 지형 및 지질

가. 지형

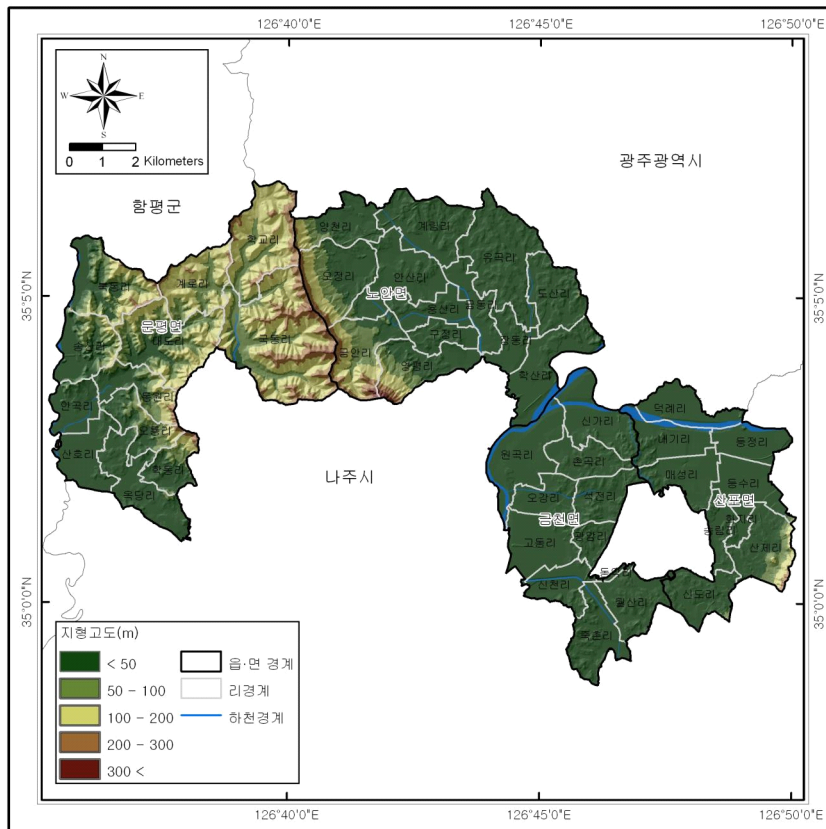
□ 나노지구는 나주시 동부 지역으로 문평면과 노안면 경계부인 금성산(450m), 옥산(330m)지역의 지형고도가 높게 나타난다. 구룡성산지와 평야가 대부분 경작지로 이용되며 평야 및 구룡지는 주로 논농사로, 고지대는 밭농사 및 과수 산지로 경작되고 있다.

□ 조사지역은 해발고도 100m이하의 평지가 전체 면적의 80%이상이며 200m 이상의 산지는 문평면과 노안면 경계부에 일부 나타난다. <표 1-4-4, 그림 1-4-3>.

<표 1-4-4> 나노지구 지형고도

(단위 : m, km²)

면적 \ 고도	전 체	50 이하	50 ~ 100	100~200	200~300	300 이상
나노지구	136.64	98.47	13.59	18.63	5.63	0.32



<그림 1-4-3> 지형고도 분포

나. 지질

- 한국지질자원연구원에서 발간한 1:50,000 도폭 지질보고서(광주·나주·능주), 1:250,000 광주도폭 지질보고서를 이용하여 지질도를 작성하고, 행정구역별 지질 분포현황을 분석한 결과는 <표 1-4-6>과 같다.
- 나노지구의 지질은 하부로부터 쥐라기의 흑운모화강암, 백악기 하양층군 자색사질암, 유천층군 안산암, 석영반암, 화순안산암, 유천층군 안산암질 응회암, 산성암맥, 유천층군 호상유문암 그리고 제4기 충적층 등으로 구성된다.
- 나노지구에 분포하는 지질을 지질특성에 따른 수문지질단위(hydrogeologic unit)로 구분하면 <표 1-4-5>와 같다.

<표 1-4-5> 수문지질단위 분류

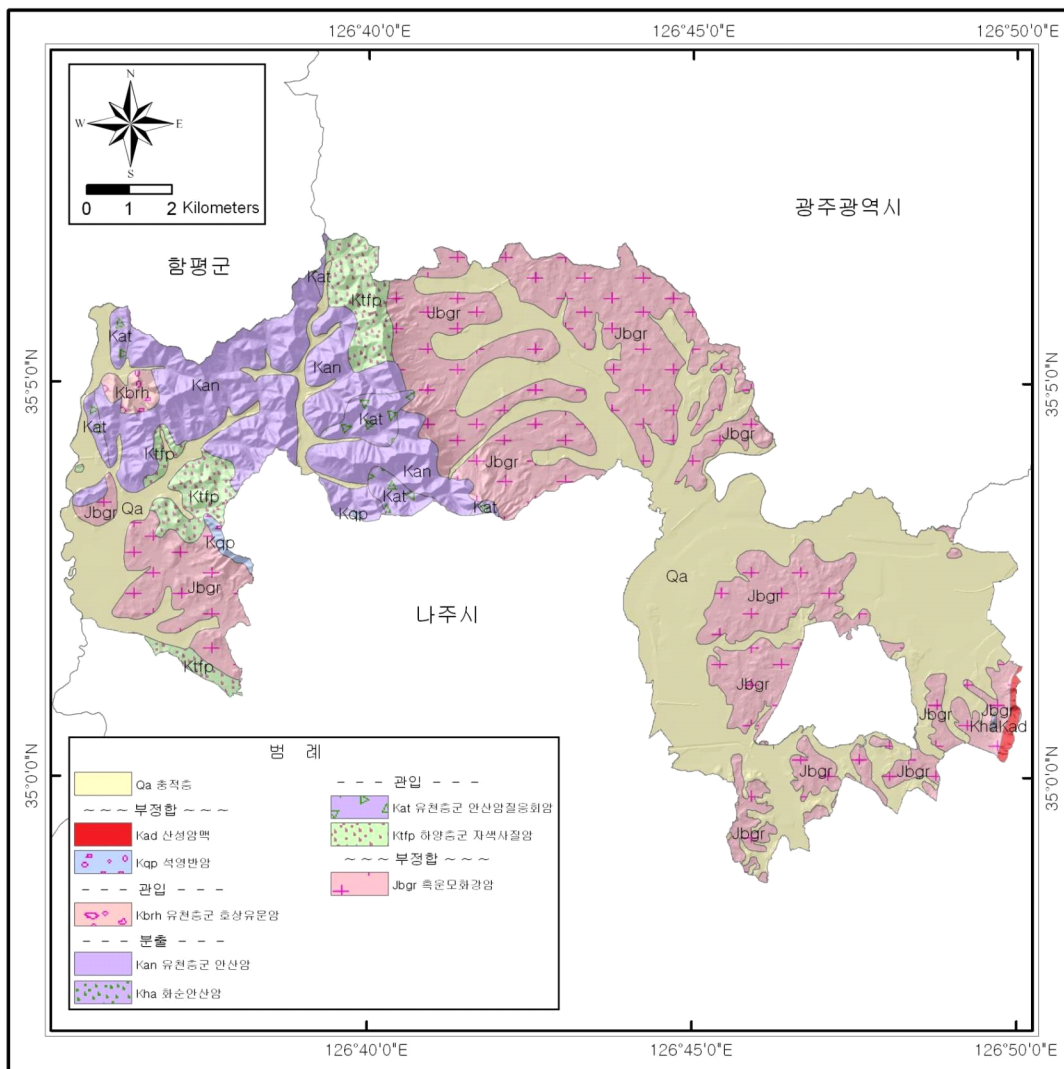
지질 시대	지 질	기 호	수문지질단위	지 형	대수층 특성	지하수 산출성
제4기	충적층	Qa	미고결쇄설성퇴적층	평야,곡간,해빈	1차공극	대
~ ~ ~ ~ ~ 부정합 ~ ~ ~ ~ ~						
백악기	하양층군 자색사질암	Ktfp	쇄설성퇴적암	구릉>산지	단열	소
	유천층군 안산암	Kan	비다공질화산암	산지	단열	소
	석영반암	Kqp	관입화성암	산지>구릉	단열	소
	화순안산암	Kha	비다공질화산암	산지	단열	소
	유천층군 안산암질응회암	Kat	비다공질화산암	산지	단열	소
	산성암맥	Kad	관입화성암	산지>구릉	단열	소
	유천층군 호상유문암	Kbrh	비다공질화산암	산지	단열	소
~ ~ ~ ~ ~ 부정합 ~ ~ ~ ~ ~						
쥐라기	흑운모화강암	Jbgr	관입화성암	구릉>산지	단열	소

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

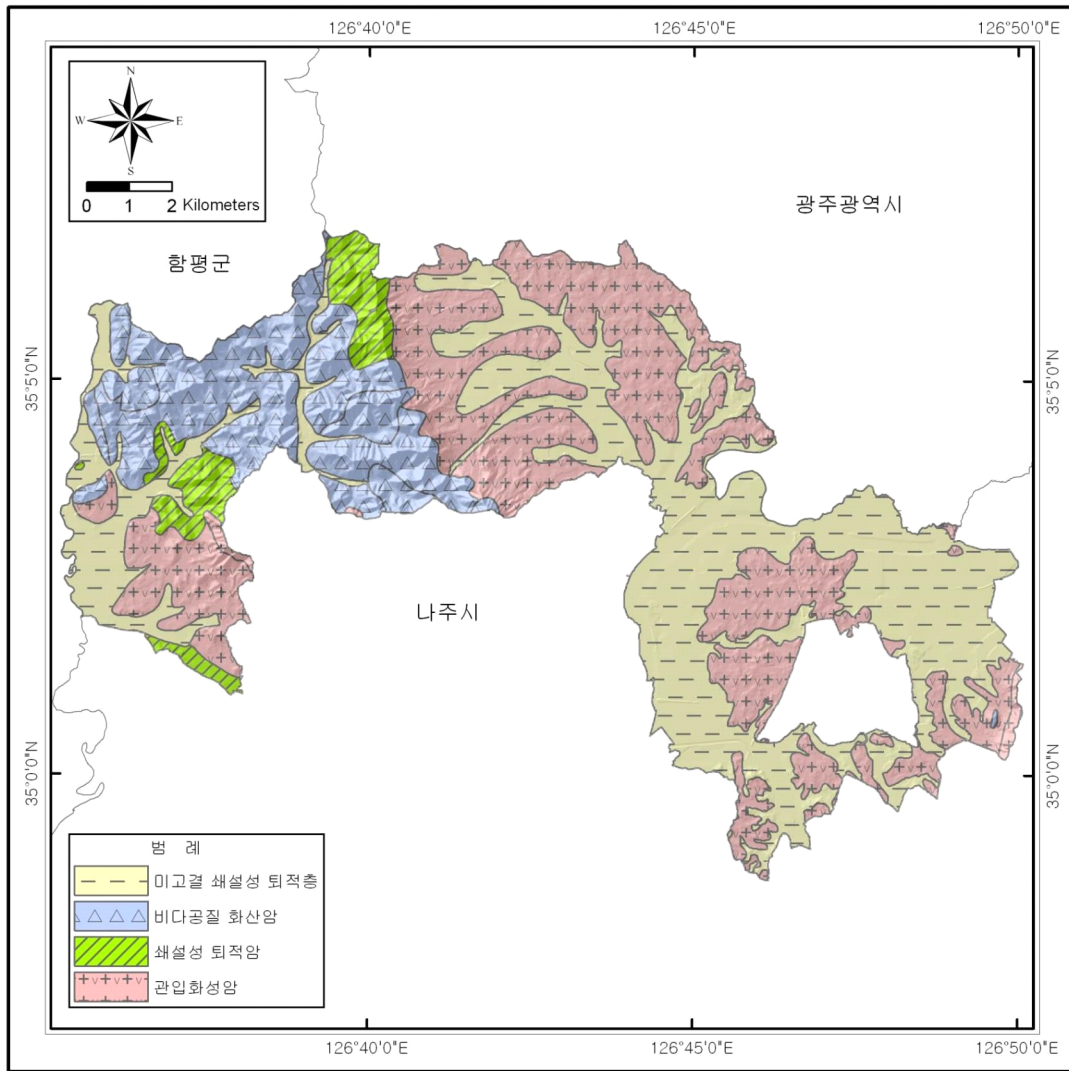
<표 1-4-6> 행정구역별 지질 면적

-(단위 : km²)

구분	계	Jbgr	Kad	Kan	Kat	Kbrh	Kha	Kqp	Ktfp	Qa
나노지구	136.64	47.96	0.44	20.15	3.91	0.99	0.05	0.41	6.96	55.76
구성비(%)	100.0	35.1	0.3	14.7	2.9	0.7	0.0	0.3	5.1	40.8
나주시	금천면	26.78	9.79	-	-	-	-	-	-	17.00
	노안면	42.45	26.19	-	1.18	0.25	-	-	0.44	14.40
	문평면	47.00	6.92	0.01	18.97	3.67	0.99	-	6.52	9.51
	산포면	20.41	5.07	0.44	-	-	-	0.05	-	14.85



<그림 1-4-4> 나노지구 지질도



<그림 1-4-5> 나노지구 수문지질도

1.4.4 토지이용 및 토양

가. 토지이용

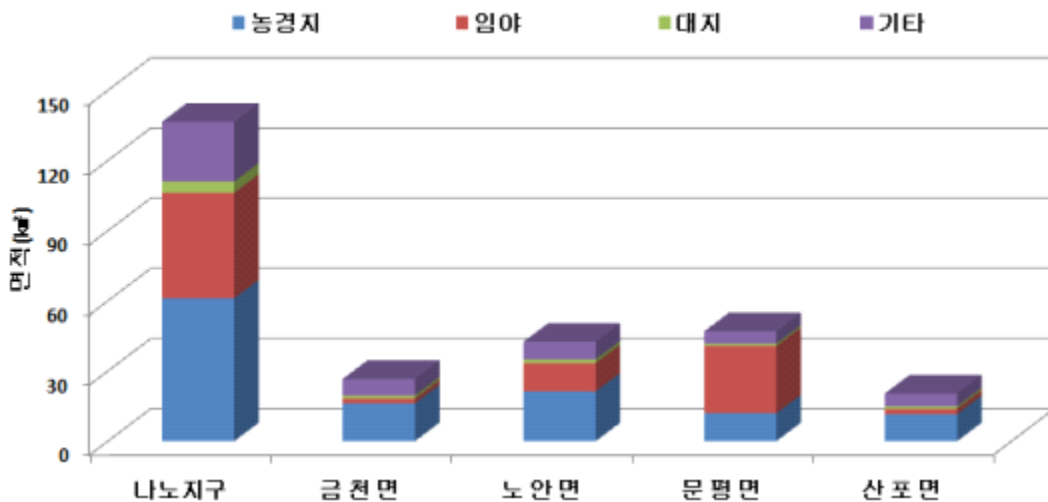
□ 나노지구의 면적은 136.64km²로 나주시 전체 면적의 22.5%를 차지하며, 그 중 임야는 나노지구 전체 면적의 33.0%인 45.14km²로 넓은 면적을 점유하고, 농경지(전, 답, 과수)는 44.7%인 61.11km²를 점유하고 있다. 농경지는 노안면(21.28km²) 지역이 넓고 임야는 문평면(28.72km²)이 넓은 면적을 차지하고 있다<표 1-4-7, 그림 1-4-6>.

<표 1-4-7> 지목별 토지이용 현황

(단위 : km²)

구분	합계	농경지				임야	대지	기타	
		소계	전	답	과수원				
전라남도	12,318.79	3,243.61	1,157.54	2,048.44	37.62	6,991.12	295.53	1,788.53	
나주시	608.40	224.63	61.61	149.00	14.01	234.34	23.34	126.10	
나노지구	136.64	61.11	15.76	40.78	4.58	45.14	4.83	25.55	
구성비(%)	100.0%	44.7%	11.5%	29.8%	3.3%	33.0%	3.5%	18.7%	
나주시	금천면	26.67	16.24	3.49	9.37	3.38	2.00	1.28	7.14
	노안면	42.52	21.28	5.40	15.04	0.85	12.13	1.55	7.56
	문평면	47.00	11.99	3.16	8.65	0.18	28.72	0.97	5.31
	산포면	20.45	11.60	3.71	7.73	0.17	2.28	1.03	5.53

* 자료출처 : 통계연보(전라남도, 나주시, 2018)




<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) 사질 토이며, 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

□ 나노지구의 NRCS토양형은 토양침투능이 상대적으로 매우 양호한 A형이 17.55km²(12.8%)이고, 비교적 양호함을 의미하는 B형 토양이 13.36km²(13.4%)로 양호한 침투능을 갖는 토양의 면적비가 34.2%로 조사지구 절반을 밑돌고 있다. 침투능이 매우 불량함을 지시하는 D형은 81.04km²(59.3%)로 이는 나노지구의 경우 토양침투능이 비교적 불량함을 의미한다. 표준유역별 토양형의 분포면적은 <표 1-4-10, 그림 1-4-7>와 같다.

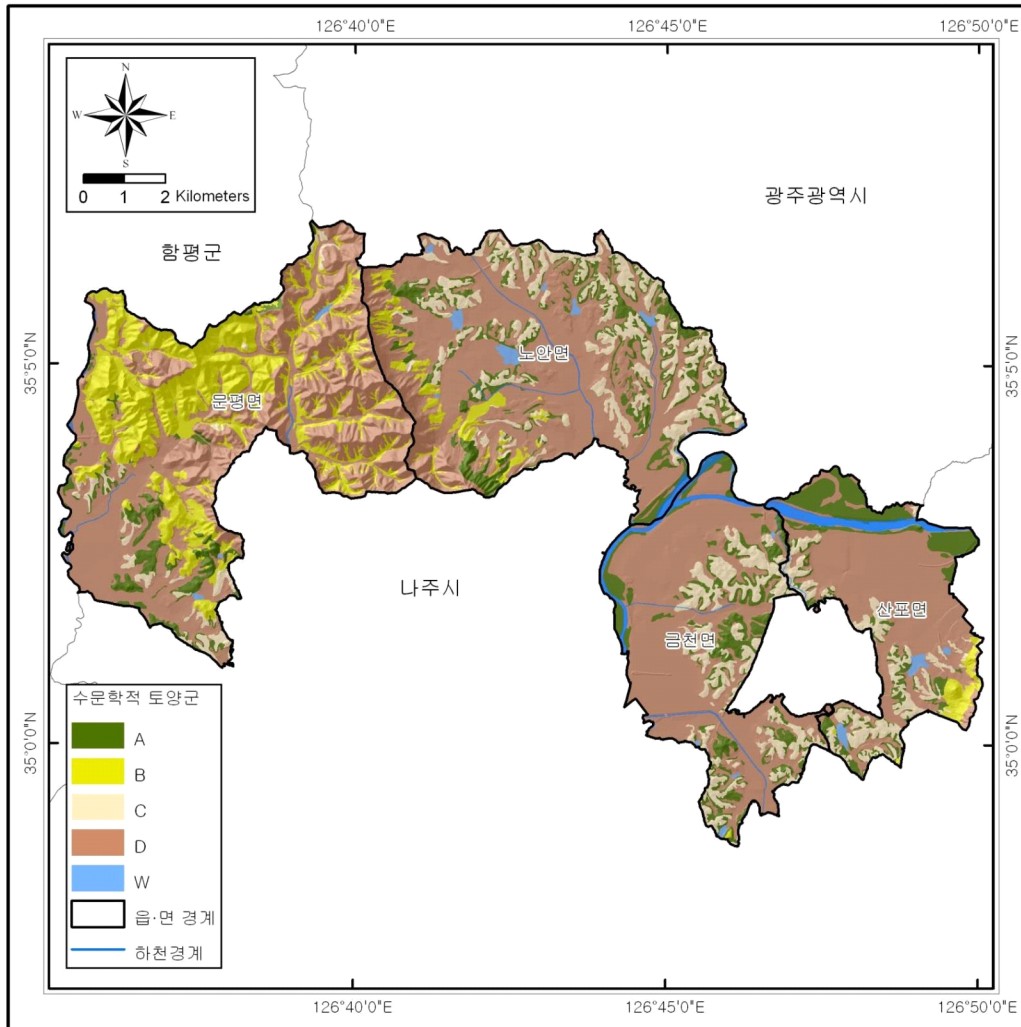
<표 1-4-9> NRCS 토양형에 따른 고과지구 토양의 재분류

구 분	나노지구의 토양형	면적(km ²)	구성비(%)
계		136.64	100.0
A	BEB, Bo, DkB, Hf, Hl, Hr, Hw, Jd, Pu, PuB, SAB, SAC, SgE2, SmE2, SmF2, SzB, SzC, TaD2, TaE2, WdB, WdC, YaC2, YaC3, YaD2, YaD3	17.55	12.8
B	GxE2, HG, HgB, JwB, JwC, JwD, MzC2, MzD2, MzE2, MzE3, OnD2, OnD3, OnE2, OnE3, UnC, UnD, UnE	18.36	13.4
C	GfD2, GfE2, SoB2, SoC2, SoC3, SoD2, SoD3, SoD4, SSC3, SSD3	16.92	12.4
D	BcB, BdB, BEB, CGB, CGC, Dy, GaC2, GaD2, GGC2, GGC3, GGD3, GmB, GmC, GpB, Gy, HbD2, Hd, HG, HJB, HpE2, HpF2, Hs, HzE2, HzF2, Ji, JiB, JiC, JjE, JjE2, JnB2, JnC2	81.04	59.3
W	수 류 지 역	2.78	2.0

<표 1-4-10> 토양등급별 분포면적

(단위:km²)

구분	계	A	B	C	D	W	
구성비(%)	100.0	12.8	13.4	12.4	59.3	2.0	
표준 유역	계	136.64	17.55	18.36	16.92	81.04	2.78
	고막원천하류	29.20	2.59	10.47	1.29	14.80	0.05
	고막원천합류점	17.78	0.16	5.06	0.23	12.27	0.06
	나주수위표	46.66	6.82	1.94	8.00	28.85	1.04
	영산포수위표	19.21	3.47	0.06	3.96	11.37	0.36
	지석천	23.79	4.50	0.82	3.45	13.75	1.26



<그림 1-4-7> 나노지구 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·이용현황〉

2. 지하수 개발·이용 현황

2.1 지하수 개발 현황

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

2.1.1 신고·허가별 지하수 개발 현황

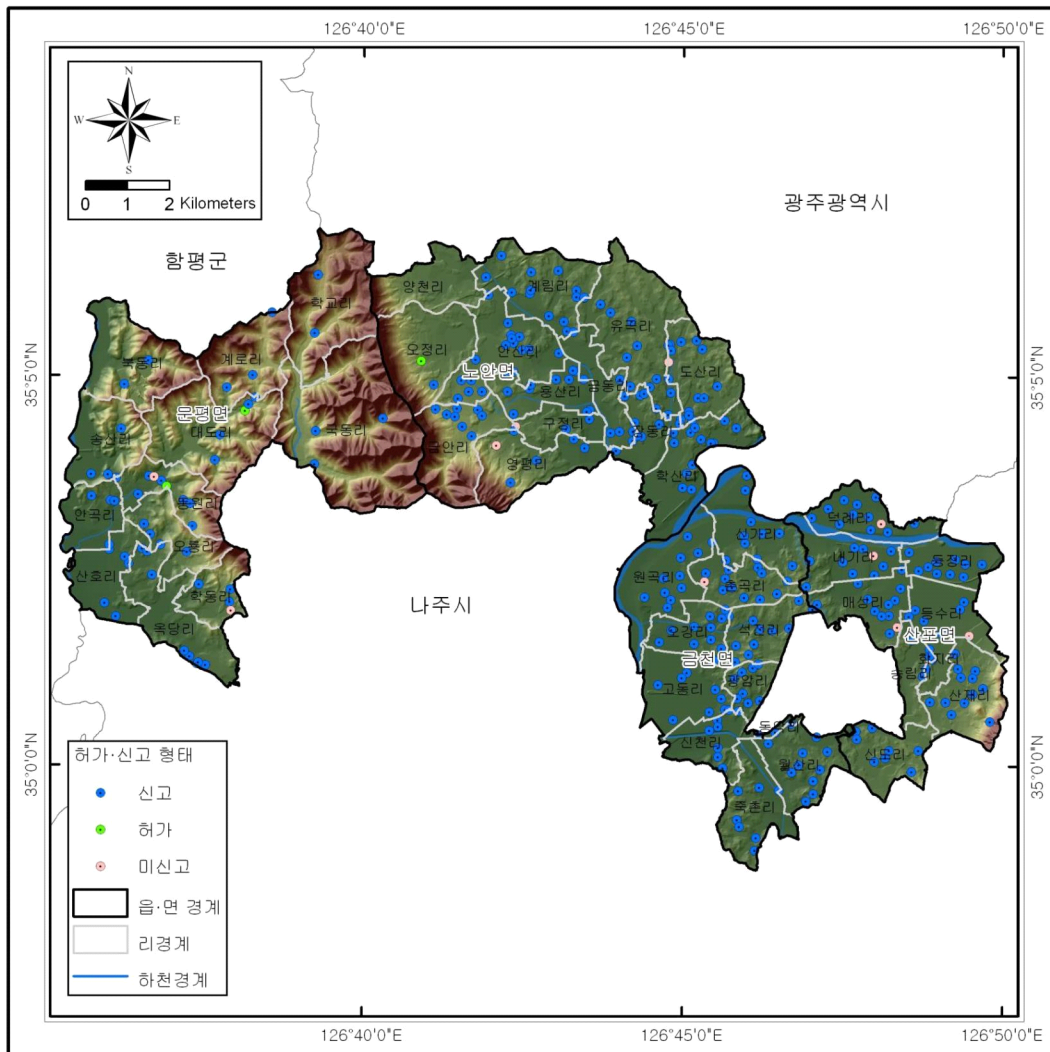
- 나주시의 서울행정시스템 자료에 의하면, 나노지구에는 총 2,426개소의 농업용 지하수시설이 개발·이용되고 있고, 관정개발밀도는 38.60공/km²이다. 지하수조사연보(2018)에는 농업용 지하수시설이 2,337공으로 현재 파악한 지하수관정 현황과는 차이가 크다.
- 수집된 자료를 허가·신고형태별로 구분하면, 신고시설 2,426공, 미신고 10공으로 분류된다. 면별로는 금천면 400공, 노안면 895공, 문평면 113공, 산포면 1,018공으로 비교적 균등하게 분포하는 것으로 확인되었다<그림 2-1-1>.
- 금회 조사에서는 해당 지자체 지하수 행정자료와 공공관정을 기반으로 하여 농업용 관정을 중점적으로 조사하였으며, 시설물 등록 및 이용현황, 지리적 위치확인, 현장수질측정, 관정점검 등을 실시하였다.
- 현장조사는 공공관정 15공(허가 1공, 신고 4공, 미신고 10공), 일반관정 331공(신고) 등 총 344공을 조사하였다. 조사된 관정 중 허가·신고관정의 비율이 97.1%를 차지하고 있었으며, 미신고 관정의 비율이 전체 조사관정 중 2.9%의 비율로 존재하는 것으로 확인되었다. 이와 같은 비율로 나노지구 전반에 걸쳐 미신고관정이 존재한다면 그 수는 무려 153공에 이르므로, 향후 이용실태조사 및 지역지하수관리계획 등을 실시하여 제도권 밖에서 무방비상태로 관리되고 있는 시설물들에 대한 관리대책이 수립되어야 할 것이다<표 2-1-1>.

<표 2-1-1> 허가·신고형태별 지하수개발 현황

(단위 : 공)

구 분	행정자료 ⁽¹⁾				지하수 ⁽²⁾ 조사연보	금회조사 ⁽³⁾				
	계	허가	신고	미신고		계	허가	신고	미신고	
나노지구	2,426	10	2,406	10	4,941	344	3	331	10	
구성비(%)	100.0	0.4	99.2	0.4	100.0	100.0	0.9	96.2	2.9	
나주시	금천면	400	2	397	1	1,045	99	-	98	1
	노안면	895	2	890	3	1,890	116	1	112	3
	문평면	113	4	107	2	230	52	2	48	2
	산포면	1,018	2	1,012	4	1,776	77	-	73	4

※ 자료출처 : (1) 새올행정시스템(2019), (2) 지하수 조사연보(2018), (3) KRC 현장조사자료



<그림 2-1-1> 허가·신고 형태별 지하수시설 현황도

2.1.2 용도별 지하수 개발 현황

□ 나주시 새울행정시스템(행정자료)과 지하수 조사연보 자료를 살펴보면, 나노지구의 용도별 지하수 개발현황은 생활용이 2,806공(53.2%), 농업용 지하수 시설이 2,426공(46.0%), 공업용 41공(0.8%) 등으로 분석되었다<표 2-1-2, 그림 2-1-2>.

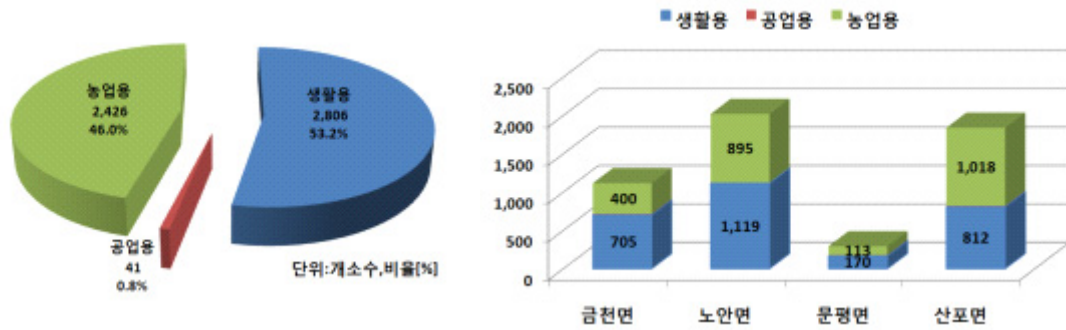
□ 금회조사에서는 나주시 새울행정시스템 자료의 나노지구에 해당하는 농업용 지하수시설과 농업기반시설 공공관정을 기초로 하여 현장조사를 실시하였다. 공공관정에 대해서는 정밀현황조사를 실시하였으며 관정현황조사는 읍면별 면적을 고려하여 최대한 등분포로 조사하였다. 용도별 조사대상 농업용 지하수시설 2,426공 중 금회조사에서 344공을 현장조사를 실시하였다<표 2-1-2>.

<표 2-1-2> 용도별 지하수 개발 현황

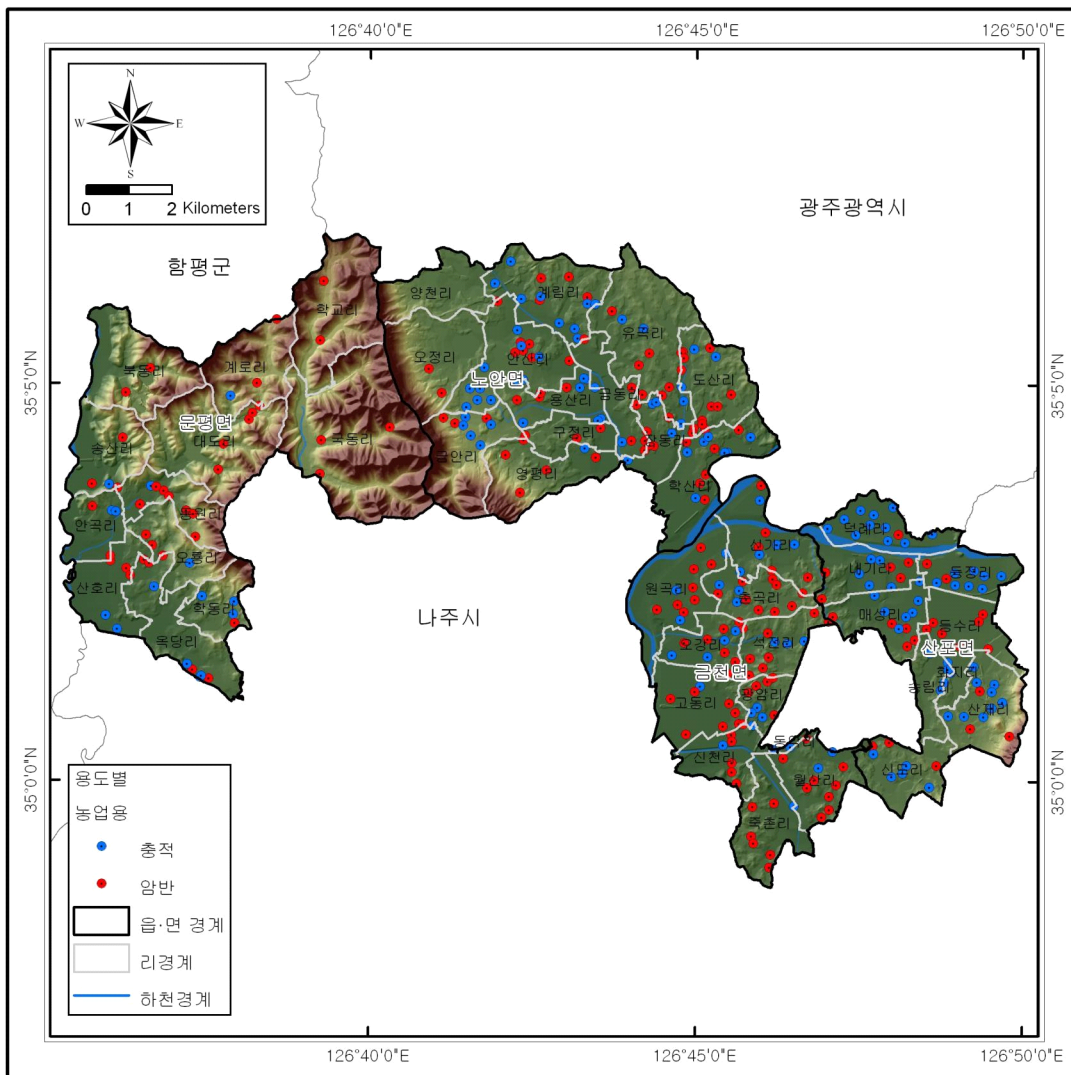
(단위 : 공)

읍 면	행정자료(지자체) ⁽¹⁾					조사연보 ⁽²⁾ (농업용)	금회조사(농업용) ⁽³⁾			
	계	생활용	공업용	농업용	기타		계	공공관정	사설관정	
나노지구	5,273	2,806	41	2,426	-	2,337	344	15	329	
구성비(%)	100	53.2	0.8	46.0	-	47.3	100.0	4.4	95.6	
나주시	금천면	1,117	705	12	400	-	393	99	1	98
	노안면	2,021	1,119	7	895	-	801	116	7	109
	문평면	294	170	11	113	-	131	52	3	49
	산포면	1,841	812	11	1,018	-	1,012	77	4	73

※ 자료출처 : (1) 새울행정시스템(2019), (2) 지하수 조사연보(2018), (3) KRC 현장조사자료



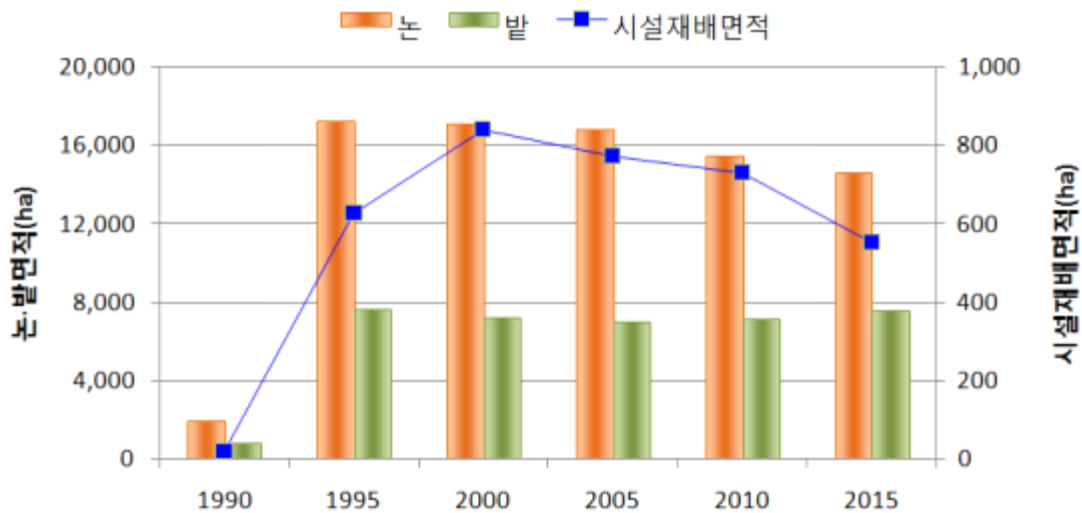
<그림 2-1-2> 읍면별·용도별 지하수 개발현황



<그림 2-1-3> 용도별 지하수개발 위치도

□ <그림 2-1-4>는 1990년 이후 나주시의 논, 밭 및 시설재배면적변화 추이를 나타낸 그래프이다(농림어업총조사, 1990~2015). 1990년 이후 나주시의 밭 면적은 증하는 경향을 보이다가 최근에는 감하는 경향을 보이며 시설재배 면적은 꾸준히 증가하는 경향을 보이고 있다. 논 면적은 1995년까지 급격히 증가하였다가 1995년 이후에 감소하는 경향을 나타내고 있음을 확인할 수 있다. 지난 25년간 농업형태 변화는 밭 면적은 비슷하며, 논 면적은 약 3,000ha 증가하였으며, 시설재배면적은 약 100ha가량 감소하였다.

□ 농업형태의 변화는 지하수 이용량과 직접적인 연관이 있으며 현재까지의 추세로는 농업용 지하수 이용량은 계속해서 늘어날 것으로 예상된다. 지하수자원 이용계획은 장기적인 계획을 갖고 수립해야 하는 만큼 작부체계 변화와 지하수 이용량 변화추세를 분석함으로써 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.

- 나노지구에서 조사한 관정을 암반/충적으로 분류한 결과, 충적관정은 148공(43.0%), 암반관정은 196공(57.0%)로 암반관정이 상대적으로 더 많았다. 면별로 분류한 결과 노안면이 충적관정 53공, 암반관정 63공 등 총 116공(33.7%)이며, 금천면 지역에 충적관정 29공, 암반관정 70공 등 총 99공(28.8%), 산포면 지역에 충적관정 51공, 암반관정 26공 등 총 77공(22.4%), 문평면 지역에 충적관정 15공, 암반관정 37공 등 총 52공(15.1%)으로 균등하게 분포하는 것으로 조사되었다<표 2-1-3~5>.

- 나노지구의 지하수관정 개발 밀도는 38.59공/km²로 전라남도 평균인 21.45/km² 보다 높은 수준이다. 면별로 보면 산포면(90.02공/km²), 노안면(47.53공/km²), 금천면(41.88공/km²), 문평면(6.25공/km²) 순으로 산포면에 비해서 문평면에 관정이 집중적으로 분포된 특성을 나타낸다.

- 나노지구는 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. 임야를 제외한 관정 개발밀도는 <표 2-1-7>과 같다. 임야제외지역 관정 개발밀도는 전체면적 대비 관정밀도가 전남 평균보다 높았던 양상과 비슷하게 전남의 평균인 49.43/km² 보다 높은 57.64공/km²의 값을 보인다.

<표 2-1-3> 관정형태별 지하수개발현황

(단위 : 공)

구 분	계			농업용			
	소계	충적	암반	소계	충적	암반	
나노지구	344	148	196	344	148	196	
구성비(%)	100.0	43.0	57.0	100.0	43.0	57.0	
나주시	금천면	99	29	70	99	29	70
	노안면	116	53	63	116	53	63
	문평면	52	15	37	52	15	37
	산포면	77	51	26	77	51	26

※ 자료출처 : 2019 나노지구 농촌지하수관리사업 현장조사 자료(한국농어촌공사, 2019)

<표 2-1-4> 구경별 현황

(단위 : 공)

나노지구	계	50이하	51-100	101-200	201-300	비 고
계	344	136	4	182	22	-
충적	148	135	4	9	0	-
암반	196	1	0	173	22	-

※ 자료출처 : 2019 나노지구 농촌지하수관리사업 현장조사 자료(한국농어촌공사, 2019)

<표 2-1-5> 토출관구경별 현황

(단위 : 공)

나노지구	계	31이하	32-40	41-50	51이상	기타
계	344	159	144	38	3	-
충적	148	111	17	20		-
암반	196	48	127	18	3	-

※ 자료출처 : 2019 나노지구 농촌지하수관리사업 현장조사 자료(한국농어촌공사, 2019)

<표 2-1-6> 지하수관정 개발 밀도

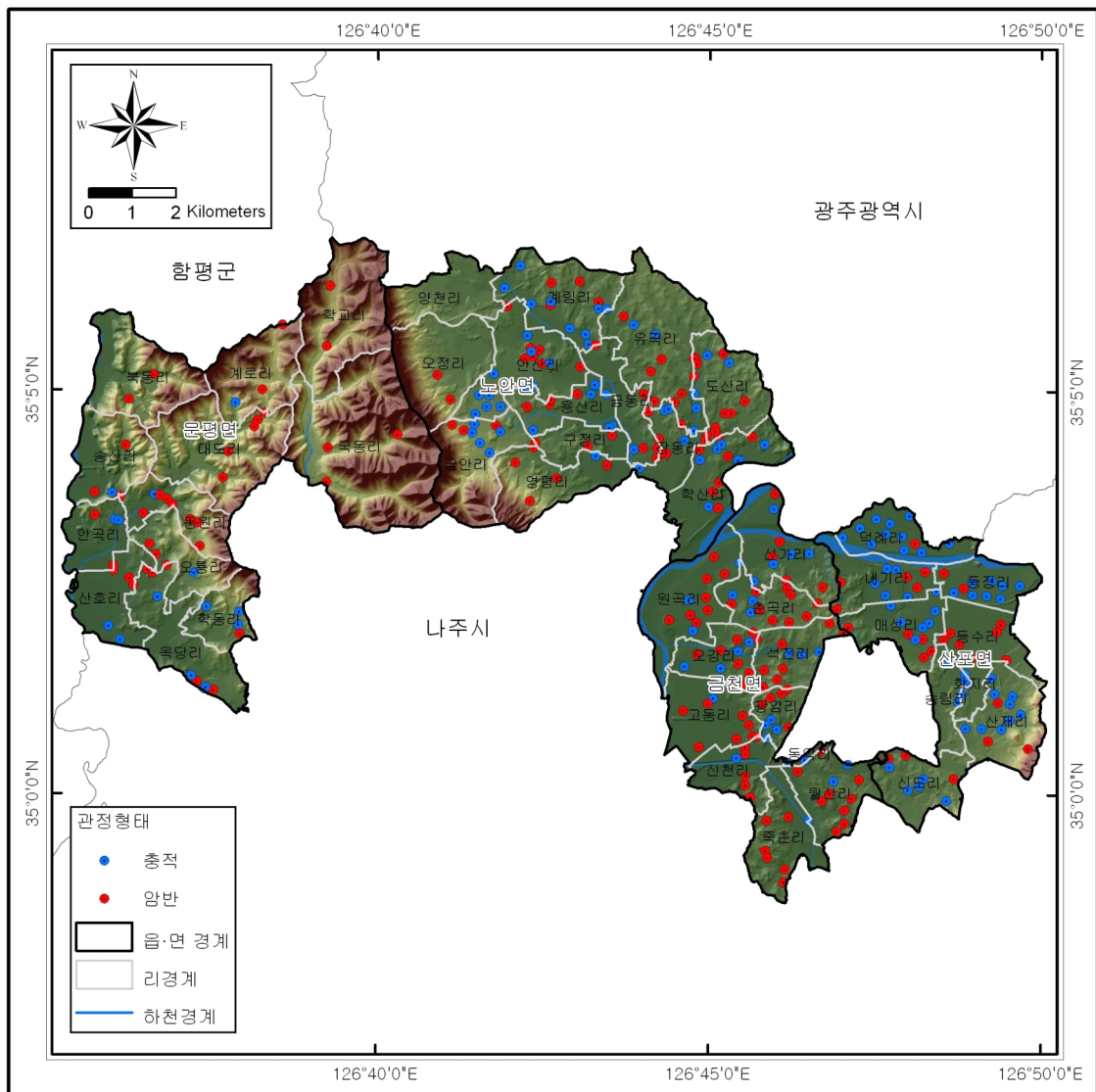
읍면별	개소수(공)	면적(km ²)	관정밀도(공/km ²)
전라남도	264,618 ¹⁾	12,335.13 ²⁾	21.45
나노지구	5,273 ³⁾	136.64 ²⁾	38.59
금천면	1,117	26.67	41.89
노안면	2,021	42.52	47.53
문평면	294	47.00	6.26
산포면	1,841	20.45	90.03

※ 자료출처 : 1)지하수조사연보(2018), 2)통계연보(전라남도, 나주시,2018), 3)새울행정시스템(2019)

<표 2-1-7> 임야 제외지역 지하수관정 개발 밀도

읍면별	개소수(공)	임야 제외 면적(km ²)	관정밀도(공/km ²)
전라남도	264,618 ¹⁾	5,352.98 ²⁾	49.43
나노지구	5,273 ³⁾	91.48 ²⁾	57.64
금천면	1,117	24.67	45.29
노안면	2,021	30.38	66.53
문평면	294	18.26	16.10
산포면	1,841	18.17	101.32

※ 자료출처 : 1)지하수조사연보(2018), 2)통계연보(전라남도, 나주시,2018), 3)서울행정시스템(2019)



<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, 2018)를 활용하였다.

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

<표 2-2-1> 나노지구 세부용도별 지하수시설 현황

구분	계	생활용									
		가정용	일반용	학교용	공동주택	간이상수도	상수도	농업생활겸용	기타		
나노지구	5,273	1,990	76	16	-	88	2	11	623		
나주시	금천면	1,117	613	21	6	-	13		51		
	노안면	2,021	546	20	1	-	20		527		
	문평면	294	100	7	2	-	34	2	21		
	산포면	1,841	731	28	7	-	21		24		
구분	농업용							공업용			
	전작용	답작용	원예용	축산업	양어장	수산업	기타	농공단지	자유입지업체	기타	
나노지구	268	631	974	147	8	1	397	5	15	21	
나주시	금천면	74	82	165	-	1	-	78	-	9	3
	노안면	119	395	108	44	-	-	229	-	-	7
	문평면	13	39	19	-	-	-	42	4	4	3
	산포면	62	115	682	103	7	1	48	1	2	8

※ 자료출처 : 서울행정시스템(2019)

□ 세부용도별 이용량 산정은 지하수 이용량 산정요령에 따라 산정하였으며, 지하수 양수능력이나 급수인구를 알 수 없는 경우에는 지하수 조사 연보를 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 이용량 산정요령의 평균 공당 이용량 적용	245.01
	일반용		1,659.08
	학교용	지하수 조사연보상 해당세부용도 평균 공당 이용량 적용	5,627.73
	민방위용		182.00
	공동주택용		3,038.39
	간이상수도용		10,902.64
	상수도용		13,396.00
	농업생활겸용		1,485.78
	기타		2,601.04
공업용	국가공단	해당 이용 지하수 없음	-
	지방공단	해당 이용 지하수 없음	-
	농공단지	지하수 조사연보상 해당세부용도 평균 공당 이용량 적용	39,966.79
	자유입지업체	지하수 조사연보상 해당세부용도 평균 공당 이용량 적용	8,757.97
	기타		13,418.00
농업용	전작용	지하수 이용량 산정요령의 평균 공당 이용량 적용	1,677.89
	답작용		668.26
	원예용		1,192.35
	수산업용	지하수 조사연보상 해당세부용도 평균 공당 이용량 적용	270.00
	축산업	지하수 이용량 산정요령의 평균 공당 이용량 적용	788.75
	양어장용	지하수 조사연보상 해당세부용도 평균 공당 이용량 적용	31,305.26
	기타		4,127.41
기타	온천수	해당 이용 지하수 없음	-
	먹는샘물		500.00
	기타		7,509.75

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

□ 용도별 이용량을 산정한 결과, 나노지구의 전체 연간 지하수 이용량은 약 7,975,217.52m³/년으로 그 중 농업용이 4,037,935.58m³/년(50.6%)으로 가장 많이 사용되고 있었으며, 생활용 3,324,300.44m³/년(41.7%)순으로 이용되고 있다. 본 이용량 산정결과를 지하수 이용량 산정요령과 지하수 조사연보의 세부용도별 이용량을 활용한 추정자료로써 향후 지역지하수관리계획 등을 시행하여 정확한 관정현황자료 구축 후 재산정 할 필요가 있다<표 2-2-3>.

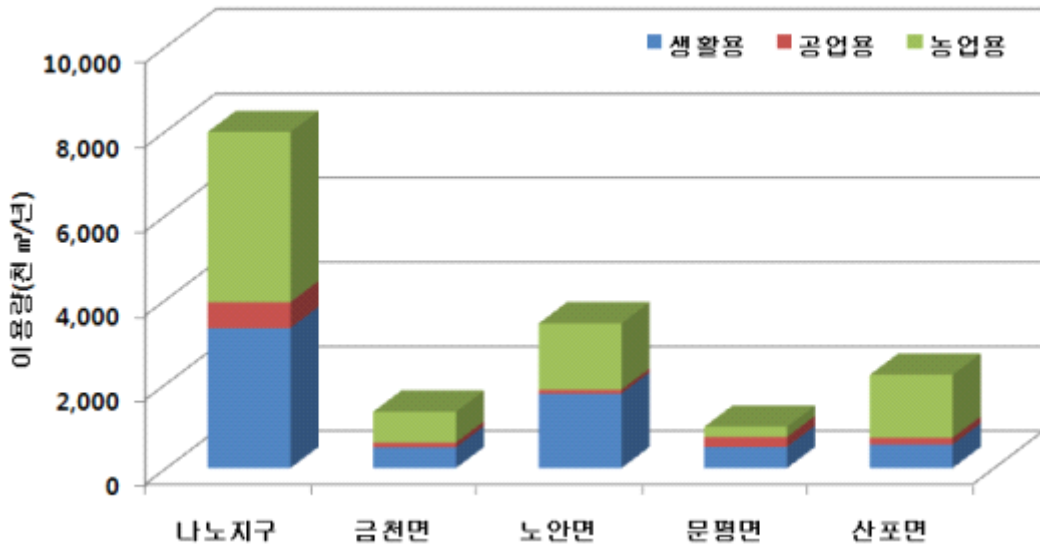
<표 2-2-3> 세부 용도별 이용량 산정

용도	세부용도	이용량 산정		
		개소수(공)	이용량원단위(m ³ /일)	연간이용량(m ³ /년)
	합계	5,273	21,849.91	7,975,217.52
생활용	소계	2,806	9,107.67	3,324,300.44
	가정용	1,990	1,335.81	487,569.90
	일반용	76	345.45	126,090.08
	학교용	16	246.70	90,043.68
	민방위용	1	0.50	182.00
	공동주택용	-	-	-
	간이상수도용	88	2,628.58	959,432.32
	상수도용	2	73.40	26,792.00
	농업생활겸용	11	44.78	16,343.58
	기타	622	4,432.46	1,617,846.88
공업용	소계	41	1,679.40	612,981.50
	국가공단	-	-	-
	지방공단	-	-	-
	농공단지	5	547.49	199,833.95
	자유업지업체	15	359.92	131,369.55
	기타	21	771.99	281,778.00
농업용	소계	2,426	11,062.84	4,037,935.58
	전작용	268	1,231.98	449,674.52
	답작용	631	1,155.27	421,672.06
	원예용	974	3,181.78	1,161,348.90
	수산업용	1	0.74	270.00
	축산업	147	317.66	115,946.25
	양어장용	8	686.14	250,442.08
	기타	397	4,489.27	1,638,581.77
기타	소계	-	-	-
	온천수	-	-	-
	먹는샘물	-	-	-
	기타	-	-	-

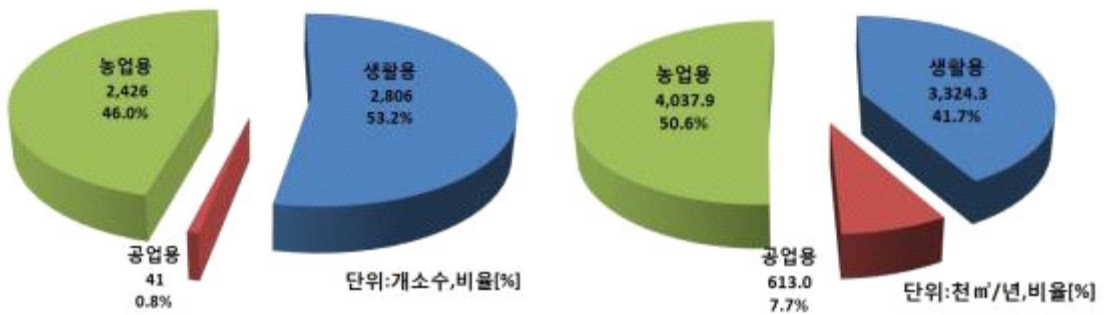
* 각 용도별 산정기준은 조사연보 및 이용량 산정요령 자료로 추정된 값이므로 실제 이용량과 다소 차이가 있음

2.2.2 용도별 이용현황

□ 용도별 지하수 이용현황을 살펴보면 생활용 지하수시설이 2,806공으로 나노지구 전체(5,273공)의 53.2%, 이용량은 3,324.3천m³/년(41.7%)을 차지하고 있다. 농업용 지하수시설은 2,426공(46.0%), 이용량은 4,037.9천m³/년(50.6%)으로 나노지구의 대부분이 생활용과 농업용으로 사용되고 있다. 나머지 공업용과 기타 지하수시설은 개발·이용 정도가 매우 미비하다. 지역별로는 노안면에 개발·이용 중인 지하수시설수가 전체의 38.33%(2,021공)이고, 이용량은 15.4%(3,435.0천m³/년)로 가장 많이 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 개소수가 1,990공(70.92%)으로 가장 많이 개발되었으며 이용량은 가정용이 전체 생활용 지하수 이용량의 14.67%(487.57천m³/년)로 기타용 48.67%(1,617.85천m³/년), 간이상수도용 28.86%(959.43천m³/년)다음으로 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	민방위	공동주택용	간이상수도	농업생활겸용	기타
개소수	수량	2,806	1,990	76	16	1	-	88	2	11
	백분율(%)	100.0	70.92	2.71	0.57	0.04	0.00	3.14	0.07	0.39
이용량	수량	3,324.3	487.6	126.1	90.0	0.2	-	959.4	26.8	16.3
	백분율(%)	100.0	14.67	3.79	2.71	0.01	0.00	28.86	0.81	0.49

□ 공업용 지하수 이용시설은 기타 21공(51.2%)으로 가장 많고 이용량은 281.78천m³/년으로 이용되고 있는 것으로 조사되었다<표 2-2-5>.

<표 2-2-5> 공업용 이용현황

(단위 : 공, 천m³/년)

구 분		계	국가공단	지방공단	농공단지	자유입지업체	기타
개소수	수량	41	-	-	5	15	21
	백분율(%)	100.0	0.0	0.0	12.2	36.6	51.2
이용량	수량	612.98	-	-	199.83	131.37	281.78
	백분율(%)	100.0	0.0	0.0	32.6	21.4	46.0

□ 농업용 지하수는 원예용의 개소수가 974개소(40.15%)로 가장 많이 존재하며 이용량은 농업용 지하수의 28.76%(1,161.35천m³/년)로 기타용 다음으로 많이 이용하고 있는 것으로 조사되었다. 답작용 지하수 이용시설은 631개소(26.01%), 지하수 이용량은 10.45%(421.67천m³/년)로 원예용 다음으로 많이 이용되고 있으며 원예용과 답작용이 농업용 이용현황의 66.16% 이상을 차지한다<표 2-2-6>.

<표 2-2-6> 농업용 이용현황

(단위 : 공, 천m³/년)

구 분		계	전작용	답작용	원예용	수산업	축산업	양어장	기타
개 소 수	수량	2,426	268	631	974	1	147	8	397
	백분율(%)	100.0	26.01	0.04	0.33	0.04	1.08	0.08	0.04
이 용 량	수량	11.05	40.15	6.06	16.36	1.71	14.26	8.18	0.94
	백분율(%)	4,037.94	421.67	0.27	250.44	0.05	0.39	0.22	0.03

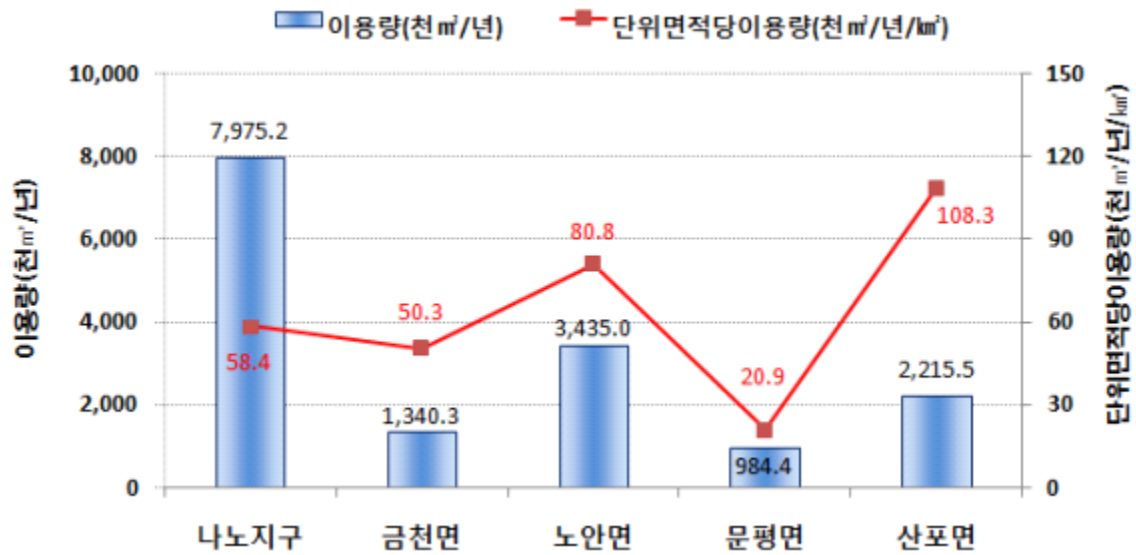
2.2.3 단위면적당 이용 현황

□ 나노지구의 읍면별 지하수 이용량은 노안면이 3,435.0천m³/년으로 가장 높고, 산포면 2,215.5천m³/년, 금천면 1,340.3천m³/년, 문평면 984.4천m³/년 순으로 조사되었다. 노안면이 나노지구 전체 이용량의 43.07%를 차지하며 다른 면들에 비해 많은 지하수를 이용하고 있는 것으로 나타났다. 단위면적당 이용량으로 비교하면 산포면이 108.3천m³/년/km²으로 가장 높은 것으로 나타난다.

□ 나노지구의 지하수이용량은 나주시 전체 지하수이용량 22,348.9천m³/년/km²의 35.7%이고 노안면은 15.4%에 해당하며 이는 다른 면과 비교하여 상대적으로 큰 이용량이다. 단위면적당 이용량을 살펴보면 산포면이 가장 많은 이용량을 나타내며 이는 산포면의 지하수 관리에 있어서 다른 면에 비해 더 많은 주의를 기울여야 함을 의미한다<표 2-2-7, 그림 2-2-4>.

<표 2-2-7> 읍면별 단위면적당 지하수 이용현황

구 분	이용량 (천m ³ /년)	비율 (%)	면 적 (km ²)	단위면적당 이용량		
				(천m ³ /년/km ²)	(m ³ /일/km ²)	
나주시	22,348.9	100.0	608.4	36.7	100.6	
나노지구	7,975.2	35.7	136.64	58.4	159.9	
나 주 시	금천면	1,340.3	6.0	26.67	50.3	137.7
	노안면	3,435.0	15.4	42.52	80.8	221.3
	문평면	984.4	4.4	47.00	20.9	57.4
	산포면	2,215.5	9.9	20.45	108.3	296.8



<그림 2-2-4> 읍면별 단위면적당 지하수이용현황

2.2.4 지하수 개발·이용에 따른 동리별 순위

- 이용량조사결과 총이용량은 노안면 학산리(646.6천m³/년), 산포면 덕례리(485.3천m³/년), 노안면 유곡리(420.0천m³/년) 순으로 나타나며, 단위면적당 이용량은 금천면 동악리(821.7천m³/년/km²)가 두 번째로 큰 산포면 덕례리(193.1천m³/년/km²)보다 약 4.25배 정도 큰 것으로 확인되었다. 관정밀도의 경우 금천면 동악리(699.7공/km²), 산포면 덕례리(203.8공/km²), 노안면 학산리(141.4공/km²) 순으로 확인된다. 금천면 동악리와 노안면 학산리, 산포면 덕례리는 관정밀도, 단위면적당 이용량 등 모든 수량관련 수치가 다른 지역보다 상대적으로 높으므로 세심한 관리와 지속적인 관심이 요구된다.
- 산포면 화지리, 송림리와 문평면 오룡리 등은 관정의 수량, 밀도, 이용량 등이 매우 적어 수량적인 지하수 상태는 매우 양호할 것으로 추정된다<표 2-2-8>.

<표 2-2-8> 지하수 개발·이용 항목에 따른 리별 순위

순위	총이용량 (천 m ³ /년)			단위면적당 이용량 (천 m ³ /년/km ²)			관정수(공)			관정밀도 (공/km ²)		
	노안	학산	646.6	금천	동악	821.7	노안	학산	555	금천	동악	699.7
2	산포	덕례	485.3	산포	덕례	193.1	산포	덕례	512	산포	덕례	203.8
3	노안	유곡	420.0	노안	학산	164.7	산포	신도	329	노안	학산	141.4
4	산포	매성	418.4	산포	등정	161.3	산포	등정	291	산포	등정	137.7
5	산포	신도	389.6	산포	매성	160.3	산포	매성	261	산포	신도	122.9
6	노안	계림	371.2	산포	신도	145.5	노안	계림	208	산포	매성	100.0
7	문평	옥당	344.7	노안	금동	139.1	산포	산제	190	노안	장동	76.8
8	산포	등정	341.0	노안	장동	113.1	노안	유곡	157	노안	구정	71.0
9	노안	금동	284.5	노안	용산	106.5	노안	도산	155	노안	금동	62.6
10	노안	금안	274.2	노안	구정	106.3	금천	석전	136	금천	촌곡	61.0
11	노안	용산	222.8	노안	계림	92.5	금천	촌곡	135	금천	석전	59.5
12	산포	내기	219.7	문평	옥당	91.6	산포	내기	135	금천	광암	58.3
13	노안	양천	216.1	금천	촌곡	88.2	노안	장동	131	산포	산제	56.8
14	산포	산제	212.9	산포	내기	84.0	노안	금동	128	금천	오강	54.5
15	노안	도산	205.1	금천	석전	76.5	노안	금안	126	노안	계림	51.8
16	노안	오정	199.1	노안	양천	76.1	금천	동악	120	산포	내기	51.6
17	금천	촌곡	195.2	노안	금안	73.4	금천	원곡	119	노안	도산	49.5
18	노안	장동	193.0	노안	유곡	72.8	금천	신가	113	노안	용산	44.9
19	노안	안산	176.3	노안	도산	65.5	금천	오강	112	금천	신천	36.6
20	금천	석전	174.8	금천	오강	64.5	노안	오정	112	산포	송림	34.4
21	노안	구정	161.7	산포	산제	63.6	노안	구정	108	노안	금안	33.7
22	금천	원곡	150.1	금천	신천	57.5	노안	안산	98	금천	신가	31.7
23	금천	동악	140.9	금천	광암	49.8	노안	용산	94	금천	월산	31.5
24	금천	오강	132.5	노안	오정	47.4	문평	옥당	91	노안	양천	30.6
25	금천	신가	120.2	노안	안산	43.2	노안	양천	87	금천	원곡	28.6
26	금천	신천	117.8	금천	원곡	36.1	금천	월산	87	산포	등수	27.9
27	금천	고동	105.1	산포	송림	33.7	금천	고동	84	노안	유곡	27.2
28	금천	월산	88.7	금천	신가	33.7	금천	신천	75	노안	오정	26.6
29	문평	동원	81.8	금천	고동	32.5	금천	죽촌	69	금천	고동	25.9
30	문평	계로	78.7	문평	동원	32.3	금천	광암	67	문평	옥당	24.2
31	산포	등수	75.6	금천	월산	32.1	산포	등수	66	노안	안산	24.0
32	문평	대도	74.1	산포	화지	32.0	노안	영평	62	금천	죽촌	22.9
33	문평	산호	70.1	산포	등수	32.0	산포	송림	49	노안	영평	17.9
34	문평	국동	69.5	문평	산호	26.1	문평	산호	41	문평	산호	15.3
35	노안	영평	64.3	문평	안곡	24.9	문평	동원	21	문평	안곡	10.5
36	금천	죽촌	57.7	문평	계로	22.6	문평	안곡	21	산포	화지	10.3
37	금천	광암	57.2	금천	죽촌	19.1	문평	송산	19	문평	학동	9.0
38	문평	송산	55.1	노안	영평	18.6	문평	학교	19	문평	동원	8.3
39	문평	학교	53.6	문평	송산	17.6	문평	학동	17	문평	송산	6.1
40	문평	안곡	49.5	문평	오룡	15.0	문평	대도	17	문평	계로	4.6
41	산포	송림	48.0	문평	학동	13.5	문평	계로	16	문평	오룡	3.8
42	문평	북동	46.1	문평	대도	13.4	문평	국동	14	문평	학교	3.6
43	문평	오룡	35.5	문평	북동	10.7	문평	오룡	9	문평	대도	3.1
44	문평	학동	25.6	문평	학교	10.2	문평	북동	9	문평	북동	2.1
45	산포	화지	25.0	문평	국동	6.9	산포	화지	8	문평	국동	1.4

〈부록 Ⅲ. 지하수 특성〉

3. 지하수 특성

3.1 지하수 수리특성

3.1.1 수리특성 분석

가. 수위변화 및 유동특성

□ 나노지구의 전체적인 지하수위 변화 및 유동방향을 파악하기 위하여 지하수 현장조사 시 파악된 관정 중 수위측정이 가능한 관정을 선정하여 지하수위를 조사하였다.

□ 나노지구의 지하수위는 지표하 평균 7.5m에 위치하고 있는 것으로 나타나며 최대값은 28.0m, 최소값은 0.6m로 나타난다. 지하수두는 해발고도 평균 45.4m에 위치하고 최대값은 156.1m, 최소값은 2.6m로 해수면 보다 낮게 나타나는 지점도 존재한다. 나노지구 지형고도가 300m 이상인 지역도 있으나 지하수 관정이 대부분 평지에 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	177	7.5	28.0	0.6	45.4	156.1	2.6
금천면	54	7.6	15.7	1.2	28.6	75.3	2.6
노안면	69	7.8	16.3	1.9	57.3	156.1	16.2
문평면	29	5.2	20.4	0.6	52.3	154.6	8.0
산포면	25	8.9	28.0	2.2	41.3	100.5	14.9

※ 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.

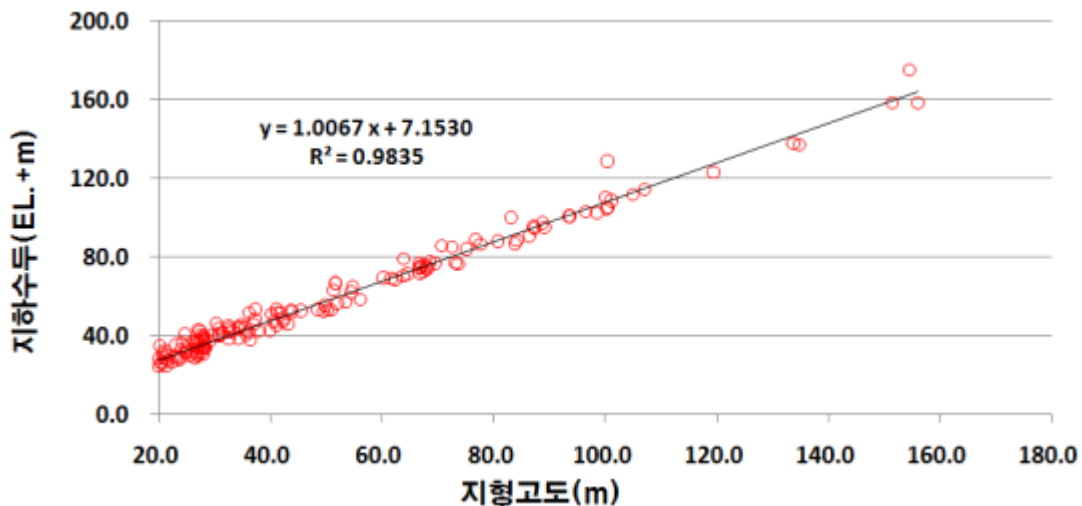
□ 유동특성 분석을 위해서 106공에서 측정한 지하수두 자료와 부족한 지하수두 자료를 보완하기 위해서 인위적으로 형성된 수로를 제외한 하천의

고도를 해당 지역의 지하수두로 가정하여 추출한 54,225개의 하천고도 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 $y=1.0067x+7.1530$, 결정계수는 0.9835이다<그림 3-1-1>.

<표 3-1-2> 지하수두 및 지형고도 자료통계

구분	평균(m)	중앙값(m)	최대(m)	최소(m)	표준편차(m)
지하수두	45.4	34.3	156.1	2.6	30.9
지형고도	52.9	42.5	175.0	8.0	31.4



<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.

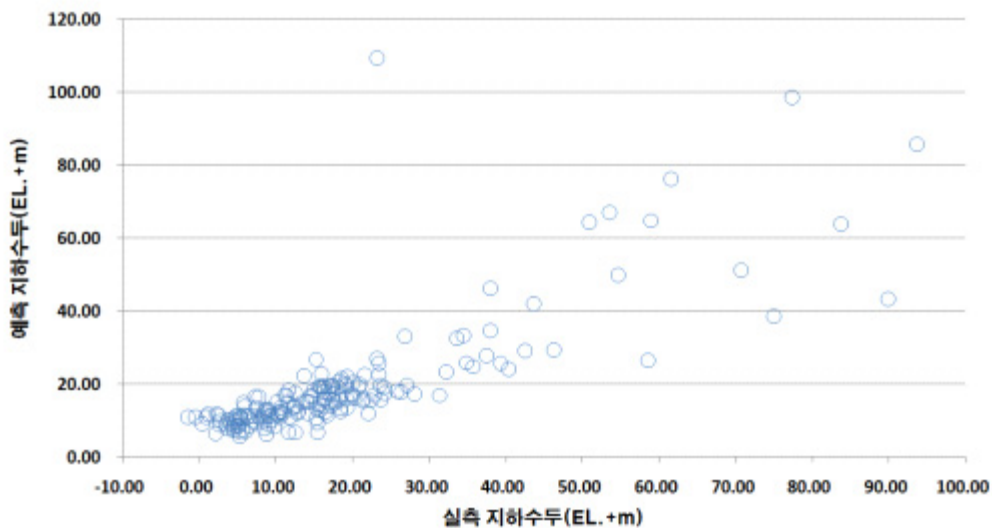
<표 3-1-3> 공간분석통계 인자 및 결과

입력자료	model	Type	sill	range	lag size	No of lags	No. of neighbors
지하수두	Gaussian	Semivariogram	241.76	4,200	350	12	5
		Covariance	162.52	4,200	350	12	5
지형고도	Gaussian	Semivariogram	2,507.12	4,200	350	12	5
		Covariance	3,730.25	4,200	350	12	5
지형-수두	Gaussian	Semivariogram	778.54	4,200	350	12	5
		Covariance	778.61	4,200	350	12	5

Prediction Errors				
mean	RMS	ASE	MS	RMS-S
0.4284	10.4792	13.5637	0.0317	0.7585

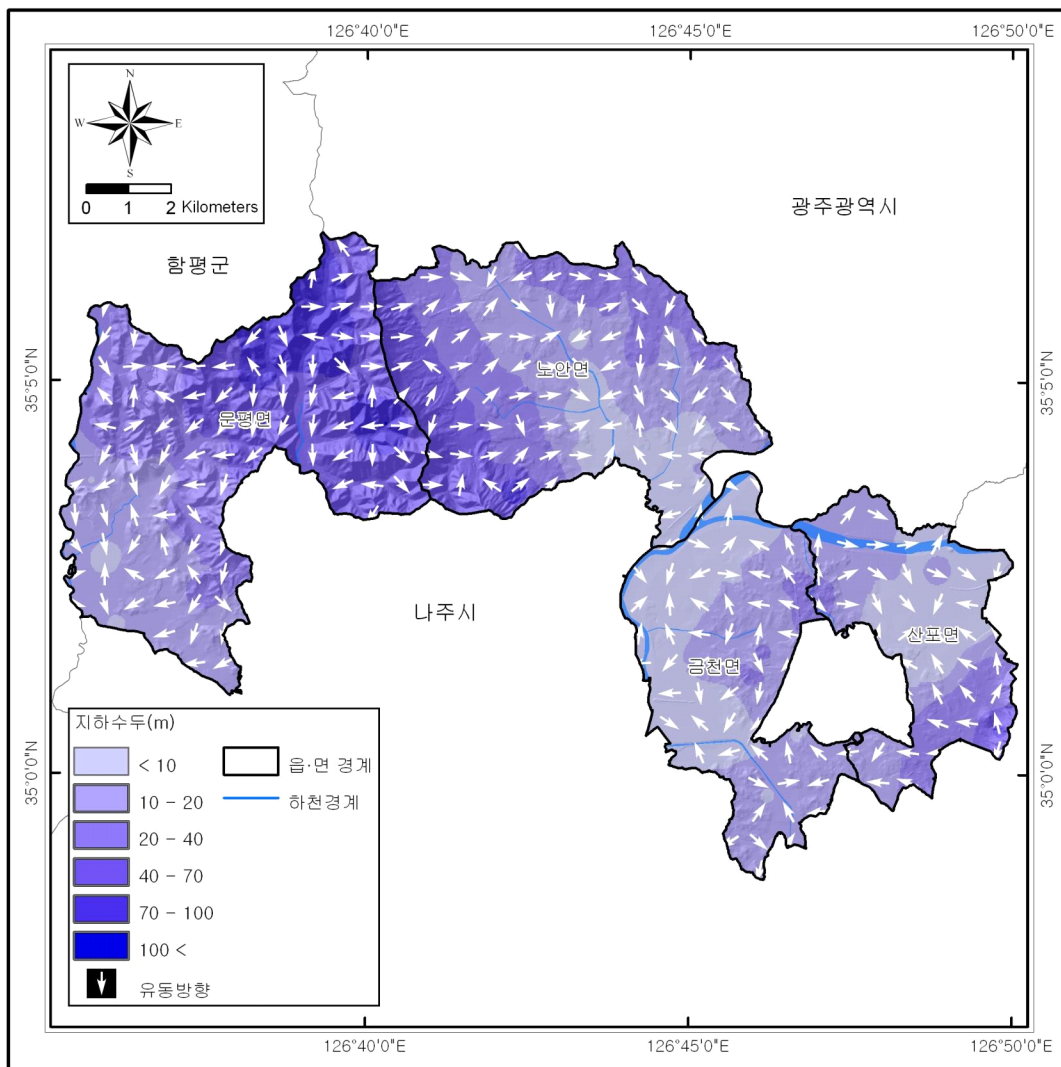
※ RMS : Root Mean Square, ASE : Average Standard Error, MS : Mean Standardized RMS-S : Root Mean Square Standardized

□ 조사지역의 예측 지하수두와 실측 지하수두 비교를 보면 고도 100m이상에서는 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. 영산천, 나주천, 대춘천 등 지류 주변 그리고 영산강 인근 지역의 저지대에서는 지하수두가 낮게 형성되어 있으며 지구 동서쪽 산지 인근에서는 지형고도와 유사한 양상으로 높게 형성되어있다<그림 3-1-3>.



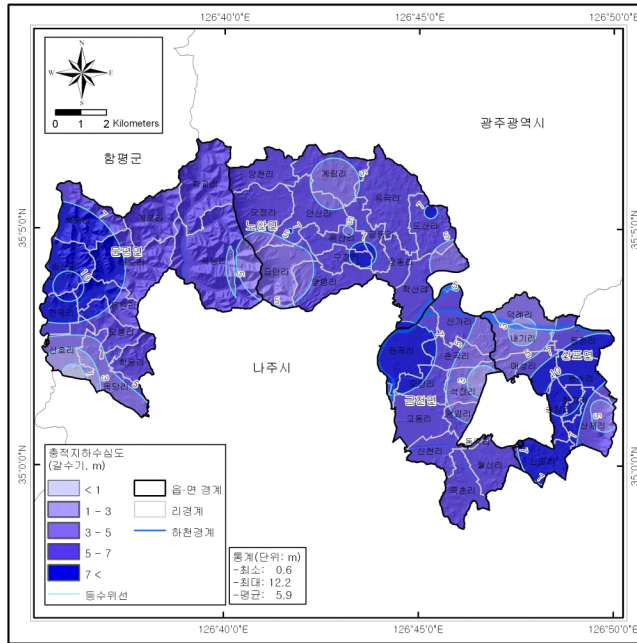
<그림 3-1-3> 지하수두 및 유동방향도

- 조사지역의 층적관정과 암반관정의 지하수위 분포를 갈수기와 풍수기로 구분하여 분석한 결과 암반관정의 지하수위가 다소 낮게 형성되어 있는 것으로 나타났으며, 풍수기 평균수위는 6.8m, 갈수기 평균수위는 7.5m로 풍수기 수위가 약 1.3m 정도 하락하는 것으로 조사되어 극심한 가뭄으로 인한 지하수 과잉채수가 우려되어 효율적인 지하수 이용 및 관리를 위해 지하수 수량관리 계획 수립이 필요할 것으로 판단된다<표 3-1-4>.

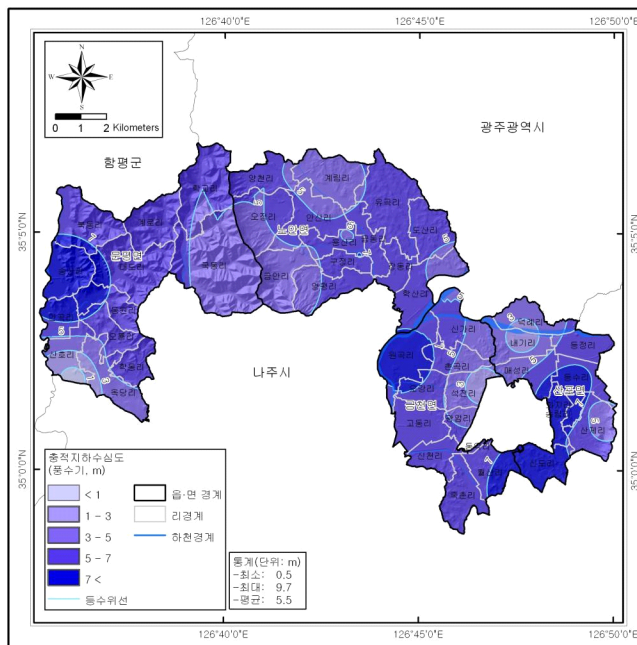
<표 3-1-4> 지하수위분포 현황

(단위:m)

구분	갈수기			풍수기		
	전체	충적	암반	전체	충적	암반
나노지구	7.5	5.9	7.7	6.8	5.5	7.0
금천면	7.6	5.4	7.6	7.2	5.3	7.2
노안면	7.8	5.5	8.2	7.1	5.2	7.5
문평면	5.2	5.7	5.2	4.5	5.2	4.5
산포면	8.9	7.0	9.4	8.0	6.4	8.4

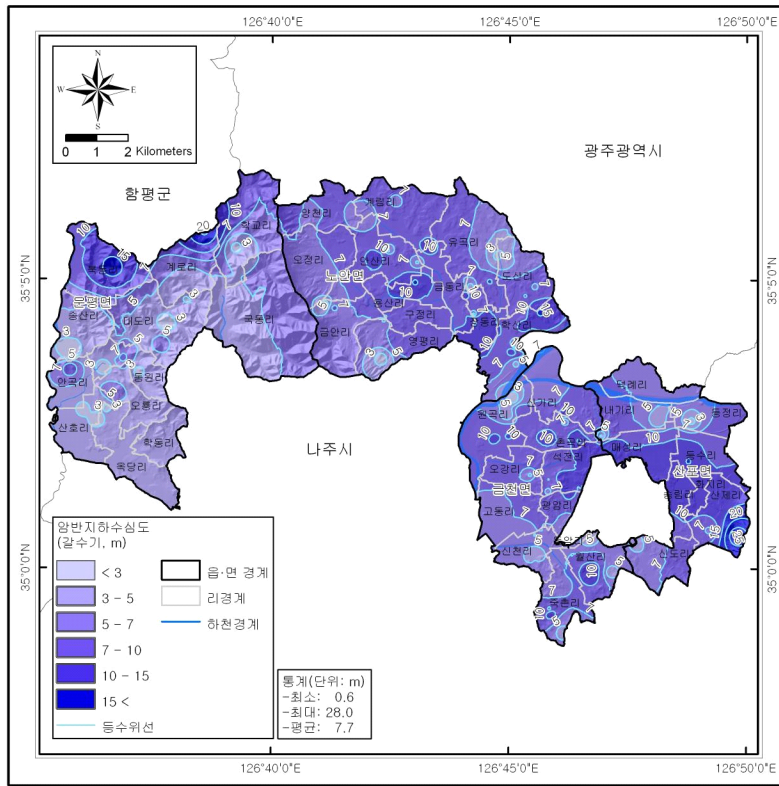


a) 갈수기 충적관정 수위

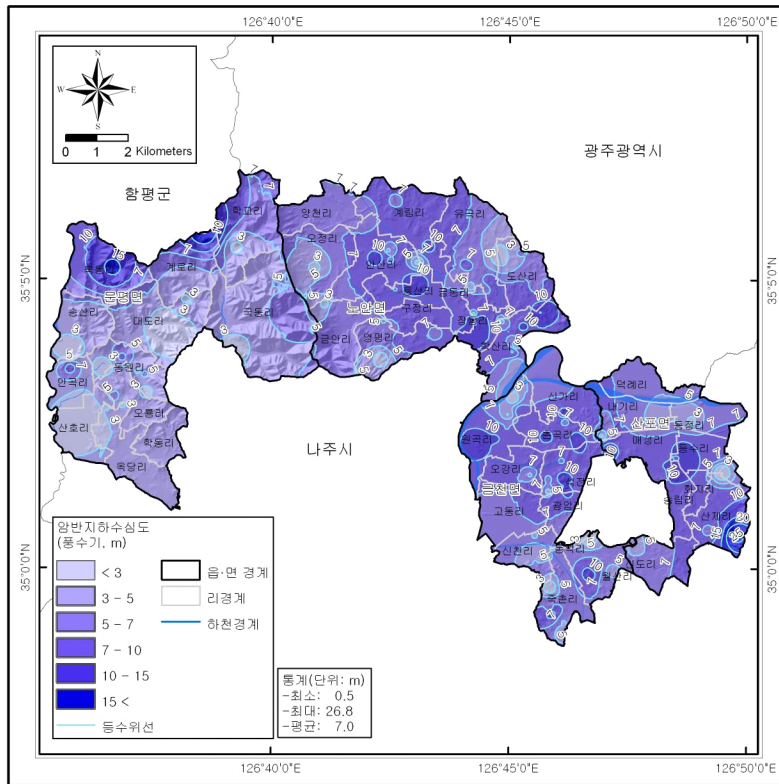


b) 풍수기 충적관정 수위

<그림 3-1-4> 나노지구 지하수위 분포 현황



c) 갈수기 암반관정 수위



d) 풍수기 암반관정 수위

<그림 3-1-4> 나노지구 지하수위 분포 현황(계속)

나. 수리특성

- 수맥조사, 지하수영향조사 등 기초자료를 종합하여 나노지구의 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.

- 나노지구 내 충적층 지하수는 주로 지표수 공급이 용이하지 않는 평야부 또는 곡간 협소한 평야부에서 주로 영농에 활용되고 있는 반면, 암반 지하수는 화강암 또는 화산암류가 분포하는 지역 중 풍화대 또는 파쇄대가 잘 발달한 지역에 많이 개발되어 있다. 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.

- 나노지구 읍면별 수리전도도, 투수량계수, 저류계수 등 수리상수들을 조사한 결과, 수리전도도는 평균 0.0347m/day, 투수량계수는 3.3661m²/day, 저류계수는 0.4×10^{-3} 의 값을 갖는 것으로 확인되었다<표 3-1-5>. 수문지질별 수리상수들에 대한 값은 <표 3-1-7>과 같다.

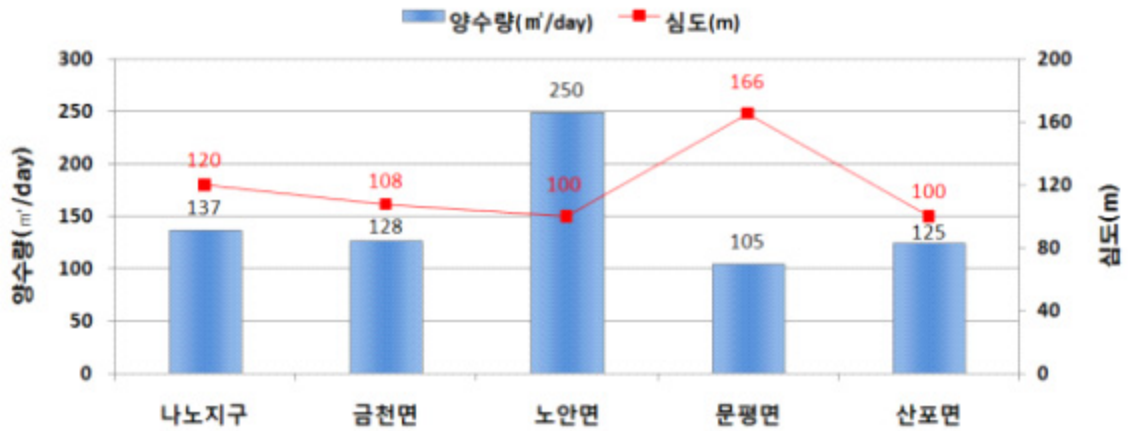
- 성과활용
 - DRASTIC(지하수 오염취약성평가) 입력자료 활용
 - 수리상수를 관정별, 지역별 및 지질별로 DB구축 ⇒ 지하수 모델링 입력자료 활용

<표 3-1-5> 읍면별 수리상수 분포현황

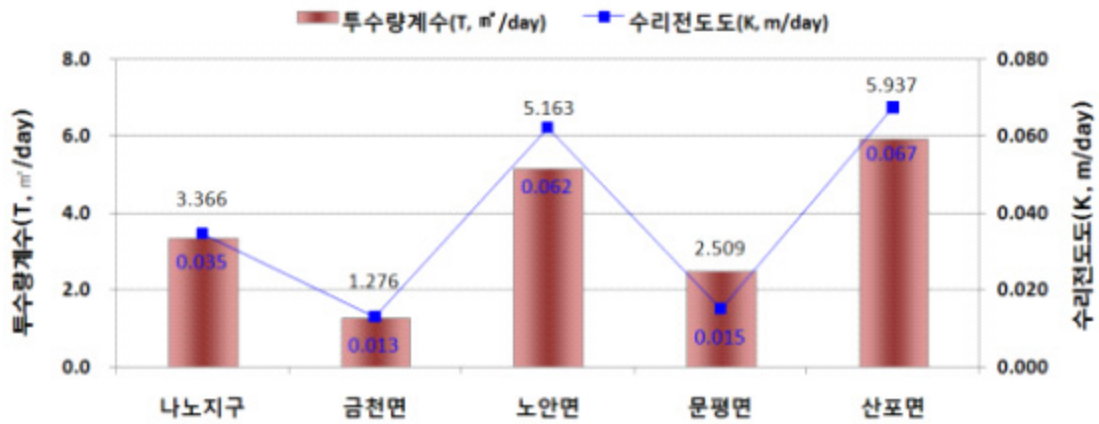
읍 면	심도 (m)	양수량 (m ³ /day)	수위(m)		대수층 두께(m)	수리전도도 (K, m/day)	투수량계수 (T, m ³ /day)	저류계수 (S)
			자연	안정				
나노지구						0.0347	3.3661	0.0004
산포면	100	150	16.2	23.3	90.0	0.1759	15.8300	0.0004
산포면	100	150	18.3	36.9	90.0	0.0563	5.0690	0.0005
문평면	200	150	4.5	17.8	176.0	0.0428	7.5391	0.0002
금천면	100	80	12.6	50.3	88.0	0.0128	1.1300	0.0005
금천면	100	80	13.6	56.5	88.0	0.0088	0.7710	0.0005
금천면	100	80	12.5	50.9	88.0	0.0081	0.7120	0.0005
문평면	150	70	7.4	43.8	135.0	0.0087	1.1700	0.0004
문평면	150	50	9.2	62.3	136.0	0.0036	0.4878	0.0004
문평면	162	150	8.5	98.2	150.0	0.0056	0.8392	0.0004
산포면	100	100	14.6	48.8	76.0	0.0185	1.4090	0.0005
산포면	100	100	11.3	42.8	76.0	0.0189	1.4390	0.0005
금천면	120	100	8.3	70.7	105.0	0.0073	0.7620	0.0004
금천면	120	300	11.2	66.7	105.0	0.0286	3.0070	0.0004
노안면	100	250	7.6	22.7	85.0	0.0738	6.2718	0.0002
노안면	100	250	13.2	36.4	80.0	0.0507	4.0547	0.0005

<표 3-1-6> 읍면별 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)
나노지구	120	137	0.0347	3.3661	0.0423	3.4997
금천면	108	128	0.0131	1.2764	0.0759	5.1278
노안면	100	250	0.0622	5.1633	0.0836	5.0675
문평면	166	105	0.01517	2.509	0.03055	2.868
산포면	100	125	0.06742	5.937	0.01999	2.202



<그림 3-1-5> 읍면별 지하수 평균심도 및 양수량



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



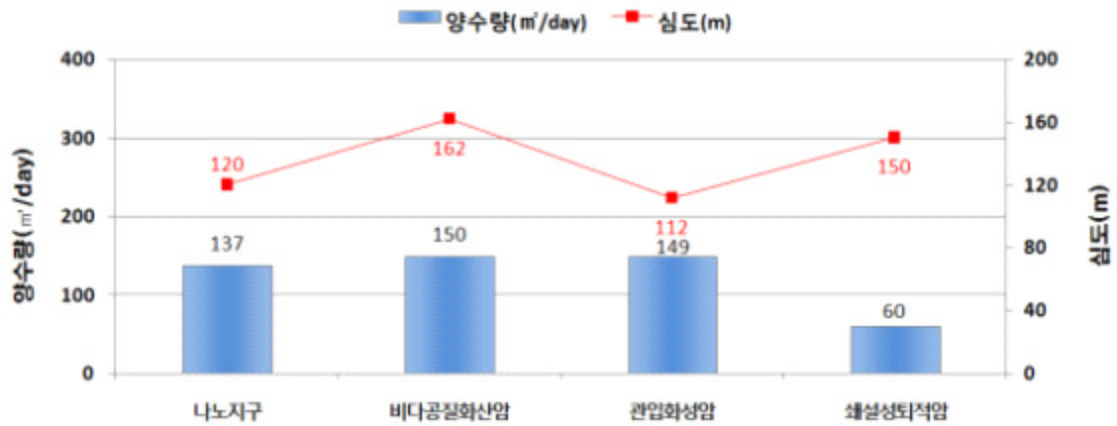
<그림 3-1-7> 읍면별 지하수 투수량계수 및 수리전도도(기하평균)

<표 3-1-7> 수문지질별 수리상수 분포현황

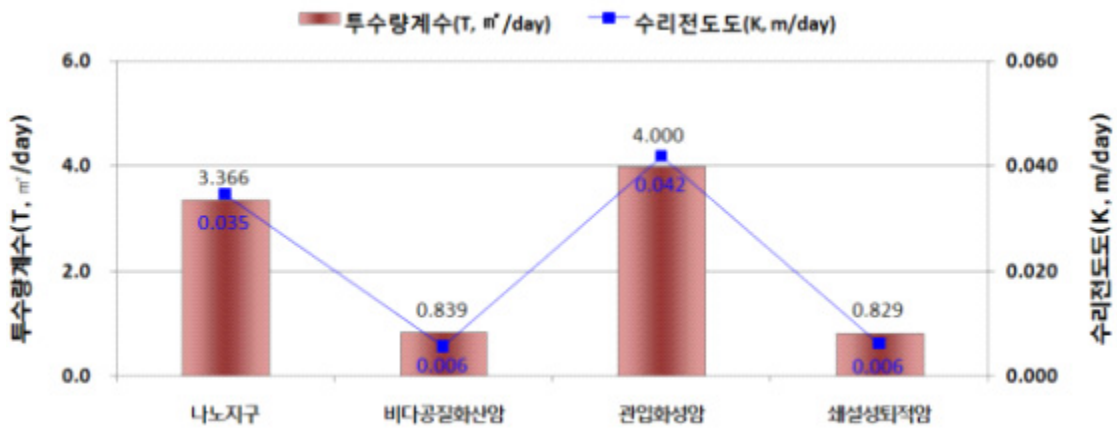
수문지질	심도 (m)	양수량 (m ³ /day)	수위(m)		대수층 두께(m)	수리전도도 (K, m/day)	투수량계수 (T, m ³ /day)	저류계수 (S)
			자연	안정				
나노지구						0.0347	3.3661	0.0004
관입화성암	100	150	16.2	23.3	90.0	0.1759	15.8300	0.0004
관입화성암	100	150	18.3	36.9	90.0	0.0563	5.0690	0.0005
관입화성암	200	150	4.5	17.8	176.0	0.0428	7.5391	0.0002
관입화성암	100	80	12.6	50.3	88.0	0.0128	1.1300	0.0005
관입화성암	100	80	13.6	56.5	88.0	0.0088	0.7710	0.0005
관입화성암	100	80	12.5	50.9	88.0	0.0081	0.7120	0.0005
쇄설성퇴적암	150	70	7.4	43.8	135.0	0.0087	1.1700	0.0004
쇄설성퇴적암	150	50	9.2	62.3	136.0	0.0036	0.4878	0.0004
비다공질화산암	162	150	8.5	98.2	150.0	0.0056	0.8392	0.0004
관입화성암	100	100	14.6	48.8	76.0	0.0185	1.4090	0.0005
관입화성암	100	100	11.3	42.8	76.0	0.0189	1.4390	0.0005
관입화성암	120	100	8.3	70.7	105.0	0.0073	0.7620	0.0004
관입화성암	120	300	11.2	66.7	105.0	0.0286	3.0070	0.0004
관입화성암	100	250	7.6	22.7	85.0	0.0738	6.2718	0.0002
관입화성암	100	250	13.2	36.4	80.0	0.0507	4.0547	0.0005

<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)
나노지구	120	137	0.0347	3.3661	0.0423	3.4997
비다공질화산암	162	150	0.0056	0.8392	0.0740	4.4180
관입화성암	112	149	0.0419	3.9996	0.0445	3.6146
쇄설성퇴적암	150	60	0.0061	0.8289	0.0235	2.5662



<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.
- 나노지구의 지하수 함양률 산정은 지하수관리기본계획 수정계획(국토교통부, 2017, 2017~2026), 전라남도 지하수관리계획(전라남도, 2009), 한국농어촌공사에서 운영 중인 지하수 자동관측망 자료를 활용한 수위강하곡선 분석결과의 평균값으로 함양률을 적용하였다.
- 국가지하수관리 기본계획에서는 조사지역의 중권역과 표준유역에 가장 가까운 관측소에서 산정한 함양률을 이용하여야 하나 최근자료인 지하수관리기본계획 수정계획의 해당 중권역 함양율을 활용하였고, 전라남도 지하수관리계획에서는 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
나주삼도	175507.0269	271369.8418	16.90	영산강	죽산보

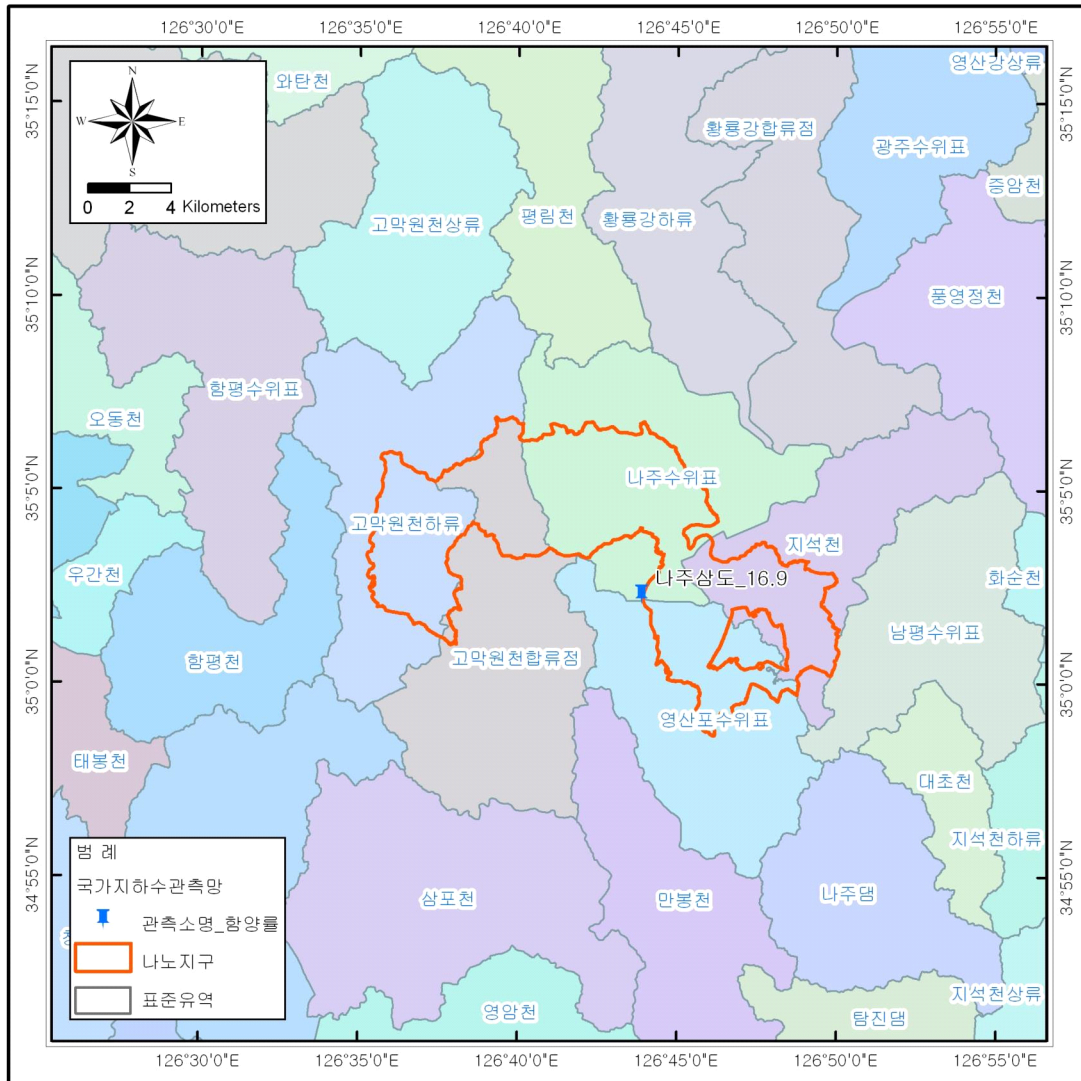
※국가지하수관리 기본계획(국토교통부, 2012)

<표 3-1-10> 나노지구 지하수 함양률

(단위 : %)

중권역	표준유역	지하수관리계획		지하수 기초조사	지하수위 강하법	적용 함양률
		국가	전라남도			
영산강중류	고막원천하류	11.20	14.30	10.49	13.78	12.44
	고막원천합류점					12.97
	나주수위표	13.30				12.97
	영산포수위표					12.97
지석천	지석천	12.70			12.82	

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



<그림 3-1-11> 조사지역 인근 국가지하수 관측망 현황

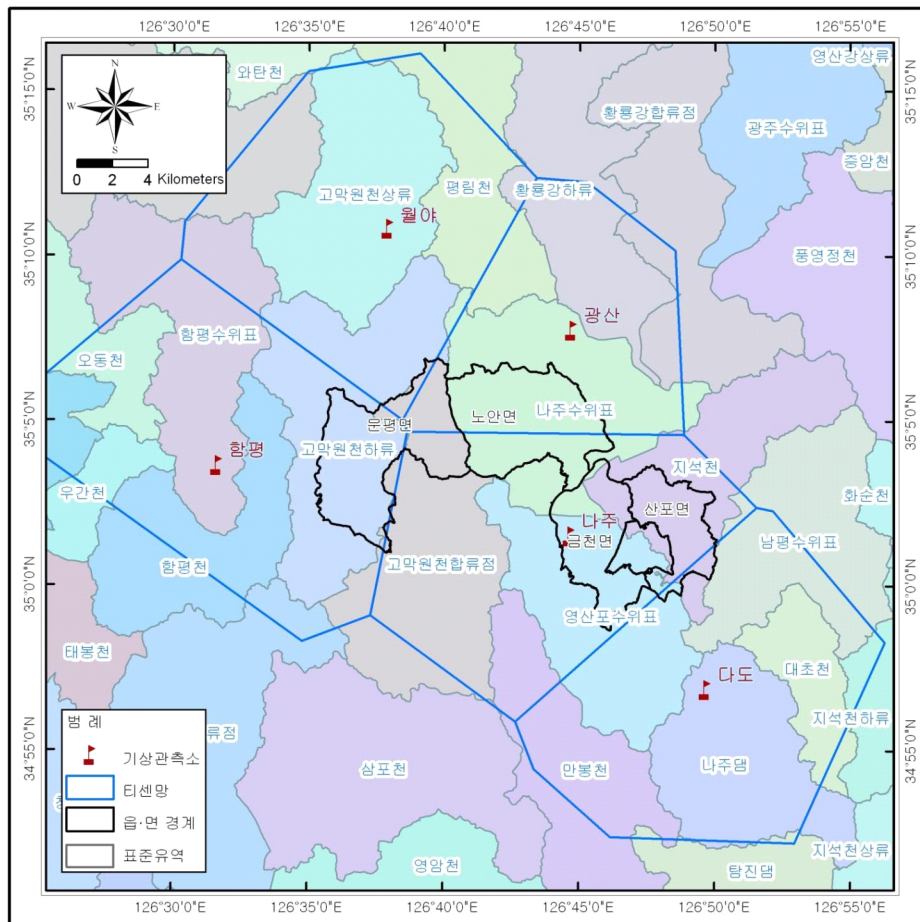
나. 면적평균 강수량 산정

□ 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 재 산정한다. 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 3-1-12>.

<표 3-1-11> 표준유역별 Thiessen계수 산정

표준유역명	관측소명	지배면적(km ²)	Thiessen계수
고막원천하류	함평	28.64	0.98073
	광산	0.08	0.00258
	나주	0.49	0.01669
고막원천합류점	함평	0.77	0.04349
	월야	2.31	0.12996
	광산	7.47	0.42007
	나주	7.23	0.40648
나주수위표	광산	26.97	0.57815
	나주	19.68	0.42185
영산포수위표	다도	0.64	0.03306
	나주	18.58	0.96694
지석천	다도	1.73	0.07255
	나주	22.06	0.92745

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



<그림 3-1-12> 조사지역 Thiessen망도

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

연도	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	계
1989	109.4	92.7	63.8	27.5	35.9	232.9	647.1	278.9	157.8	38.4	65.0	8.2	1,757.6
1990	33.9	94.4	50.3	106.0	113.6	374.6	208.8	252.4	128.2	14.4	63.0	29.0	1,468.6
1991	32.9	45.6	101.8	165.2	29.5	175.6	397.6	155.6	152.0	6.0	38.5	41.3	1,341.6
1992	15.5	33.8	74.2	72.1	91.4	26.0	303.8	165.6	192.7	17.6	37.8	41.5	1,072.0
1993	127.5	53.5	83.0	36.5	129.0	117.0	304.0	389.0	29.0	51.0	66.0	39.0	1,424.5
1994	41.2	42.6	17.4	36.0	126.0	62.0	98.0	161.0	6.0	135.0	30.0	25.6	780.8
1995	5.2	35.8	23.5	112.0	67.0	70.0	160.0	133.0	29.0	11.0	33.0	30.0	709.5
1996	37.7	23.0	132.7	52.0	46.0	321.0	158.0	169.0	48.0	57.0	56.0	31.0	1,131.4
1997	2.1	19.4	68.0	57.0	79.0	187.0	234.0	218.0	17.0	11.0	129.0	72.6	1,094.1
1998	51.6	40.3	61.0	114.0	105.0	382.0	263.0	285.0	307.0	49.0	28.0	8.0	1,693.9
1999	-	-	103.0	62.0	122.0	136.0	284.0	206.0	263.0	92.0	22.0	112.0	1,402.0
2000	-	-	0.6	26.2	49.8	229.9	239.8	404.0	211.2	40.2	45.9	0.2	1,247.8
2001	94.3	84.9	22.8	42.2	16.2	227.0	149.5	128.6	96.3	104.8	40.3	78.3	1,085.2
2002	105.9	14.2	40.7	91.1	71.1	95.7	202.2	424.4	118.4	47.0	18.7	41.1	1,270.5
2003	80.6	59.7	44.8	224.4	123.8	144.5	523.2	322.0	162.3	49.2	36.4	20.1	1,791.0
2004	51.5	27.5	22.9	55.1	81.7	247.6	272.8	260.6	200.2	6.0	50.7	28.4	1,305.0
2005	0.4	32.2	56.3	46.3	61.5	161.5	161.8	213.4	80.0	18.1	35.2	10.1	876.8
2006	15.0	45.9	17.6	73.4	186.8	208.3	306.4	147.3	34.4	19.0	44.3	39.6	1,138.0
2007	1.5	16.7	44.7	38.9	74.9	44.1	213.4	274.0	383.8	119.1	7.6	17.0	1,235.7
2008	14.1	11.6	25.5	58.6	150.4	247.9	160.4	60.9	38.0	13.6	45.3	17.4	843.7
2009	22.8	46.0	49.3	41.2	102.1	149.2	488.5	226.8	21.4	32.8	21.4	39.4	1,240.9
2010	38.2	133.1	74.8	99.3	108.8	23.6	366.6	418.3	181.9	39.3	6.8	21.6	1,512.3
2011	15.0	64.9	18.0	94.3	124.5	118.7	263.2	198.4	15.8	16.0	108.1	15.6	1,052.5
2012	13.2	22.6	92.6	89.1	52.8	36.3	343.1	471.4	227.2	95.9	53.9	76.0	1,574.1
2013	17.0	48.6	81.6	45.6	125.4	72.9	363.6	288.9	71.7	25.6	86.8	22.6	1,250.3
2014	9.0	10.8	94.8	60.9	57.9	61.0	279.1	360.4	87.5	85.1	96.2	34.1	1,236.8
2015	16.2	8.7	28.5	115.1	41.4	93.4	148.1	94.9	66.4	94.1	101.0	59.8	867.6
2016	30.0	39.0	62.0	192.0	98.2	94.8	241.0	108.6	202.0	193.8	31.8	29.8	1,323.0
2017	14.4	36.1	30.9	51.0	24.5	196.3	309.7	217.8	161.7	85.9	4.5	37.3	1,170.1
2018	55.4	36.2	120.6	150.0	115.7	243.6	153.3	312.4	150.9	153.8	58.0	40.5	1,590.6
평균	35.1	40.7	56.9	81.2	87.1	159.3	274.8	244.9	128.0	57.4	48.7	35.6	1,249.6

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

연도	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	계
1989	134.4	80.0	37.5	29.7	38.5	211.2	640.6	334.8	198.3	18.4	34.1	5.7	1,763.2
1990	34.6	94.3	50.4	106.3	114.6	375.3	212.7	256.5	130.6	15.1	64.0	28.7	1,483.1
1991	33.1	45.5	101.7	164.2	29.3	176.4	399.4	154.8	152.9	6.0	38.2	41.6	1,343.1
1992	15.6	33.5	74.5	71.9	92.1	26.7	299.9	166.7	191.4	17.7	37.7	41.3	1,069.0
1993	125.3	53.9	82.1	36.1	128.2	118.0	301.8	384.8	29.1	51.1	65.8	38.4	1,414.6
1994	40.7	42.3	17.6	36.0	124.2	62.1	96.8	162.0	6.3	134.3	30.3	25.7	778.3
1995	5.9	35.5	23.5	111.2	67.8	70.2	159.3	134.1	29.3	11.4	33.0	29.6	710.8
1996	37.6	22.8	131.6	51.4	45.6	320.7	157.8	165.6	47.0	56.7	56.7	30.7	1,124.2
1997	2.5	19.3	67.8	57.2	84.8	186.1	233.6	217.3	16.8	10.8	128.1	72.6	1,096.9
1998	51.6	40.1	60.8	114.2	104.7	378.7	263.4	285.9	306.5	48.5	27.8	7.9	1,690.1
1999	-	-	103.5	62.7	121.6	137.4	286.7	207.6	264.4	92.3	22.0	112.8	1,411.0
2000	-	-	2.9	18.7	41.1	230.3	260.3	341.1	233.8	33.8	45.3	0.4	1,207.7
2001	40.0	84.6	19.2	32.9	13.3	282.4	154.4	83.7	82.3	73.3	26.1	55.7	947.9
2002	79.6	13.7	33.7	104.3	85.2	104.4	201.5	513.6	106.6	50.6	26.1	30.3	1,349.6
2003	65.8	56.6	53.1	218.2	141.6	134.2	484.2	364.2	179.0	34.5	38.5	26.4	1,796.3
2004	43.2	53.7	28.5	54.2	87.6	201.5	317.0	454.6	259.0	3.2	45.3	28.7	1,576.5
2005	4.2	29.1	60.2	55.4	41.0	152.5	179.9	248.5	60.9	16.9	40.8	29.2	918.6
2006	17.1	45.2	18.4	82.8	197.1	154.8	310.3	150.8	39.6	18.2	41.7	38.6	1,114.6
2007	6.3	26.8	71.2	33.1	88.0	35.2	214.1	321.4	407.3	101.9	4.9	31.3	1,341.5
2008	29.1	11.3	28.0	57.5	167.2	241.7	163.8	74.9	29.1	14.3	41.2	16.5	874.6
2009	21.6	51.2	46.6	37.6	106.5	130.4	592.3	207.1	26.1	40.4	35.7	37.6	1,333.1
2010	35.8	127.0	72.7	116.7	108.2	25.4	331.5	380.4	157.0	41.4	7.6	21.4	1,425.1
2011	14.3	64.3	20.7	94.6	118.8	132.1	260.0	223.1	12.5	17.5	109.7	13.4	1,081.0
2012	12.6	23.2	113.7	89.2	53.6	37.0	323.3	456.6	257.3	86.1	49.5	77.3	1,579.4
2013	16.5	46.7	79.3	43.4	105.2	86.3	333.9	281.2	112.0	32.9	86.6	18.2	1,242.2
2014	10.3	11.2	95.8	54.8	53.3	48.0	320.0	342.5	95.0	87.9	95.0	34.6	1,248.4
2015	21.2	13.0	31.9	120.9	48.6	91.1	144.6	104.4	72.8	95.8	104.5	60.6	909.4
2016	37.3	34.4	58.7	182.5	98.1	100.4	240.1	95.0	210.3	213.1	36.1	37.9	1,343.9
2017	9.3	34.5	17.4	43.5	26.2	105.4	164.7	243.1	101.1	77.4	2.1	23.9	848.6
2018	27.7	14.8	93.3	88.1	61.4	113.7	35.7	274.1	128.3	147.0	30.7	21.6	1,036.5
평균	32.4	40.3	56.5	79.0	86.4	149.0	269.5	254.3	131.4	54.9	46.8	34.6	1,235.3

<표 3-1-14> 표준유역 면적평균강수량 산정-나주수위표

(단위 : mm)

연도	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	계
1989	116.4	77.4	43.9	32.4	40.7	205.8	650.3	326.9	200.3	19.7	42.1	6.6	1,762.5
1990	43.6	97.0	51.8	105.4	123.2	378.3	259.1	310.5	160.1	25.1	75.4	27.0	1,656.5
1991	32.4	44.6	99.9	153.9	29.1	192.0	430.1	144.0	168.6	4.9	33.6	47.9	1,381.0
1992	15.6	29.8	78.7	68.2	102.2	38.7	243.3	191.0	176.5	20.8	34.3	38.8	1,037.9
1993	81.3	60.9	70.6	29.3	115.3	132.3	274.2	339.7	30.0	54.4	64.6	28.3	1,280.9
1994	33.4	38.8	23.7	37.1	99.2	62.7	80.1	184.8	16.3	118.6	33.4	26.7	754.8
1995	20.3	31.8	23.1	102.8	77.8	77.5	145.8	147.3	32.3	17.3	32.7	24.0	732.7
1996	33.7	17.6	118.1	41.4	39.7	313.9	159.8	141.7	38.1	54.1	75.3	27.2	1,060.6
1997	9.2	20.4	64.7	65.0	155.3	171.8	250.3	236.4	14.4	8.9	118.8	70.5	1,185.7
1998	47.9	39.6	63.4	115.6	106.7	336.5	257.8	335.6	301.9	43.4	24.8	5.0	1,678.2
1999	6.4	5.5	111.9	70.5	116.1	153.5	307.4	240.5	283.5	101.3	20.7	107.9	1,525.2
2000	-	-	1.0	22.7	43.1	216.0	267.3	133.8	196.2	26.3	42.1	-	948.5
2001	5.5	84.2	16.4	33.3	13.1	249.7	175.2	60.7	89.2	58.1	9.1	20.0	814.5
2002	64.9	13.1	17.6	132.3	92.9	103.0	197.6	496.3	107.8	61.8	34.8	23.4	1,345.5
2003	49.6	50.2	44.0	242.2	144.7	160.9	553.5	442.8	155.4	36.1	31.0	24.2	1,934.6
2004	50.3	87.0	26.9	69.9	86.1	200.6	372.3	479.8	258.5	4.0	49.0	27.0	1,711.4
2005	9.8	31.9	63.0	65.8	3.8	94.4	214.9	247.5	66.1	17.9	35.2	38.6	888.9
2006	15.4	50.2	15.6	85.9	209.6	234.8	331.8	205.2	33.7	17.6	37.5	30.5	1,267.8
2007	2.8	2.1	31.9	36.4	105.7	45.7	225.8	303.1	427.8	98.3	4.2	48.7	1,332.5
2008	40.4	11.3	35.3	57.3	163.1	247.5	144.6	89.3	45.9	13.0	37.7	19.8	905.2
2009	23.4	53.5	50.7	37.8	108.1	160.6	580.1	202.5	19.6	32.3	24.3	44.1	1,337.0
2010	40.2	143.8	78.5	111.9	111.1	47.1	417.8	331.5	162.6	41.0	5.6	35.9	1,527.0
2011	9.3	69.1	22.3	102.0	128.9	128.3	248.2	243.4	13.4	18.1	133.7	13.2	1,129.9
2012	10.2	19.2	95.4	92.0	47.3	36.9	335.1	483.3	218.2	80.7	51.9	82.9	1,553.1
2013	20.7	51.4	77.5	47.8	123.2	78.9	367.7	292.5	65.1	30.1	94.0	19.6	1,268.5
2014	10.4	9.4	103.1	58.5	73.3	41.2	347.5	348.1	95.7	106.0	89.8	40.3	1,323.3
2015	39.0	21.0	34.9	139.7	51.4	80.0	171.3	124.7	57.4	86.1	120.6	60.4	986.5
2016	33.9	43.8	54.0	189.9	114.9	109.6	271.8	150.9	220.1	210.0	33.1	36.7	1,468.7
2017	8.5	34.5	14.9	42.0	27.8	108.6	159.8	234.7	83.0	73.2	1.8	19.9	808.7
2018	44.5	34.0	187.7	198.7	114.0	287.1	68.6	322.3	170.6	216.2	55.4	41.5	1,740.7
평균	30.6	42.4	57.4	86.3	92.2	156.5	283.6	259.7	130.3	56.5	48.2	34.6	1,278.3

<표 3-1-15> 표준유역 면적평균강수량 산정-영산포수위표 (단위 : mm)

연도	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	계
1989	18.8	12.9	83.4	117.1	174.1	219.1	119.4	130.7	61.6	5.3	11.4	15.0	968.8
1990	110.1	93.3	54.2	33.5	135.6	371.5	299.6	298.6	134.7	14.3	40.4	1.3	1,587.1
1991	46.0	166.3	86.2	165.9	170.3	316.0	314.4	119.1	194.4	48.2	80.3	19.1	1,726.2
1992	41.8	47.3	125.8	97.4	49.7	221.1	245.5	161.7	112.9	3.3	33.5	65.8	1,205.8
1993	26.7	38.4	103.0	132.2	190.7	29.3	108.3	177.5	223.7	7.3	15.6	46.6	1,099.3
1994	18.7	107.5	121.4	56.1	124.3	172.3	186.7	513.5	17.7	44.8	152.6	27.6	1,543.2
1995	24.6	27.4	35.0	100.7	109.5	71.9	37.9	215.3	35.7	119.6	34.0	30.3	841.9
1996	41.8	31.8	120.7	111.9	98.5	60.2	193.6	108.6	71.2	28.0	11.3	2.3	879.9
1997	67.6	12.0	192.7	106.8	66.4	324.3	183.1	108.3	30.4	86.3	73.9	42.8	1,294.6
1998	2.9	14.4	149.4	164.5	133.0	205.5	247.7	190.8	21.8	7.1	293.5	77.8	1,508.4
1999	44.1	42.8	130.5	135.8	139.5	505.3	226.4	96.6	405.4	76.8	15.7	5.1	1,824.0
2000	69.0	37.0	184.4	113.8	162.4	190.5	692.0	511.8	512.0	138.9	13.2	3.6	2,628.6
2001	29.4	5.1	37.3	27.0	113.9	264.3	349.8	218.7	344.3	53.8	59.4	3.2	1,506.2
2002	48.0	93.5	14.8	81.7	52.8	467.7	176.4	114.7	40.3	107.2	19.7	53.5	1,270.3
2003	47.8	22.2	71.4	150.1	133.4	133.1	390.4	651.1	128.5	63.3	18.8	37.8	1,847.9
2004	33.2	54.1	103.2	279.0	250.5	291.6	542.1	307.4	204.6	35.0	73.9	37.5	2,212.1
2005	14.7	64.5	51.6	111.7	161.1	308.1	142.5	495.1	376.9	8.2	99.5	27.8	1,861.7
2006	20.3	51.3	91.8	172.9	143.9	96.4	130.7	156.8	67.9	20.2	96.2	45.2	1,093.6
2007	19.8	47.1	32.0	223.3	281.1	274.1	466.4	137.9	81.7	57.6	38.2	42.2	1,701.4
2008	14.3	80.8	163.9	44.5	142.3	46.3	298.3	290.8	553.1	96.9	3.4	59.9	1,794.5
2009	50.7	25.8	101.6	70.5	204.8	362.1	79.8	105.5	45.0	90.3	27.9	14.7	1,178.7
2010	17.0	70.1	117.5	116.1	187.9	150.4	569.2	159.0	73.0	76.3	25.9	20.2	1,582.6
2011	50.3	121.1	160.1	201.7	187.4	221.4	330.0	407.6	124.1	46.8	4.1	33.6	1,888.2
2012	0.5	61.2	39.8	121.7	110.8	250.5	214.5	278.5	23.7	35.6	215.6	13.1	1,365.5
2013	9.7	48.6	200.2	312.6	52.7	55.6	248.4	305.3	253.0	59.4	71.2	93.2	1,709.9
2014	29.7	110.3	125.0	91.8	247.7	101.3	177.8	164.7	81.3	24.8	86.5	9.4	1,250.3
2015	22.9	45.8	124.9	147.0	169.5	111.8	229.7	489.8	220.9	126.5	103.6	51.3	1,843.7
2016	22.9	45.8	124.9	147.0	169.5	111.8	229.7	489.8	220.9	126.5	103.6	51.3	1,843.7
2017	12.8	39.7	28.7	51.3	25.1	45.0	133.2	296.9	134.4	113.8	3.0	31.9	915.8
2018	53.2	19.0	171.2	170.4	131.2	266.6	68.8	471.0	142.8	191.8	57.7	37.8	1,781.6
평균	33.6	54.6	104.9	128.5	144.0	208.2	254.4	272.4	164.6	63.8	62.8	33.4	1,525.2

<표 3-1-16> 표준유역 면적평균강수량 산정-지석천

(단위 : mm)

연도	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	계
1989	18.8	12.9	83.4	117.1	174.1	219.1	119.4	130.7	61.6	5.3	11.4	15.0	968.8
1990	110.1	93.3	54.2	33.5	135.6	371.5	299.6	298.6	134.7	14.3	40.4	1.3	1,587.1
1991	46.0	166.3	86.2	165.9	170.3	316.0	314.4	119.1	194.4	48.2	80.3	19.1	1,726.2
1992	41.8	47.3	125.8	97.4	49.7	221.1	245.5	161.7	112.9	3.3	33.5	65.8	1,205.8
1993	26.7	38.4	103.0	132.2	190.7	29.3	108.3	177.5	223.7	7.3	15.6	46.6	1,099.3
1994	18.7	107.5	121.4	56.1	124.3	172.3	186.7	513.5	17.7	44.8	152.6	27.6	1,543.2
1995	24.6	27.4	35.0	100.7	109.5	71.9	37.9	215.3	35.7	119.6	34.0	30.3	841.9
1996	41.8	31.8	120.7	111.9	98.5	60.2	193.6	108.6	71.2	28.0	11.3	2.3	879.9
1997	67.6	12.0	192.7	106.8	66.4	324.3	183.1	108.3	30.4	86.3	73.9	42.8	1,294.6
1998	2.9	14.4	149.4	164.5	133.0	205.5	247.7	190.8	21.8	7.1	293.5	77.8	1,508.4
1999	44.1	42.8	130.5	135.8	139.5	505.3	226.4	96.6	405.4	76.8	15.7	5.1	1,824.0
2000	69.0	37.0	184.4	113.8	162.4	190.5	692.0	511.8	512.0	138.9	13.2	3.6	2,628.6
2001	29.4	5.1	37.3	27.0	113.9	264.3	349.8	218.7	344.3	53.8	59.4	3.2	1,506.2
2002	48.0	93.5	14.8	81.7	52.8	467.7	176.4	114.7	40.3	107.2	19.7	53.5	1,270.3
2003	47.8	22.2	71.4	150.1	133.4	133.1	390.4	651.1	128.5	63.3	18.8	37.8	1,847.9
2004	33.2	54.1	103.2	279.0	250.5	291.6	542.1	307.4	204.6	35.0	73.9	37.5	2,212.1
2005	14.7	64.5	51.6	111.7	161.1	308.1	142.5	495.1	376.9	8.2	99.5	27.8	1,861.7
2006	20.3	51.3	91.8	172.9	143.9	96.4	130.7	156.8	67.9	20.2	96.2	45.2	1,093.6
2007	19.8	47.1	32.0	223.3	281.1	274.1	466.4	137.9	81.7	57.6	38.2	42.2	1,701.4
2008	14.3	80.8	163.9	44.5	142.3	46.3	298.3	290.8	553.1	96.9	3.4	59.9	1,794.5
2009	50.7	25.8	101.6	70.5	204.8	362.1	79.8	105.5	45.0	90.3	27.9	14.7	1,178.7
2010	17.0	70.1	117.5	116.1	187.9	150.4	569.2	159.0	73.0	76.3	25.9	20.2	1,582.6
2011	50.3	121.1	160.1	201.7	187.4	221.4	330.0	407.6	124.1	46.8	4.1	33.6	1,888.2
2012	0.5	61.2	39.8	121.7	110.8	250.5	214.5	278.5	23.7	35.6	215.6	13.1	1,365.5
2013	9.7	48.6	200.2	312.6	52.7	55.6	248.4	305.3	253.0	59.4	71.2	93.2	1,709.9
2014	29.7	110.3	125.0	91.8	247.7	101.3	177.8	164.7	81.3	24.8	86.5	9.4	1,250.3
2015	22.9	45.8	124.9	147.0	169.5	111.8	229.7	489.8	220.9	126.5	103.6	51.3	1,843.7
2016	22.9	45.8	124.9	147.0	169.5	111.8	229.7	489.8	220.9	126.5	103.6	51.3	1,843.7
2017	13.1	39.4	28.9	51.1	24.7	45.0	132.9	293.8	134.4	113.0	2.9	31.7	910.8
2018	87.9	137.4	133.4	105.6	60.7	11.1	24.8	15.7	665.1	-	1,229.2	25.8	2,496.7
평균	34.8	58.5	103.6	126.4	141.6	199.7	252.9	257.2	182.0	57.4	101.8	33.0	1,548.9

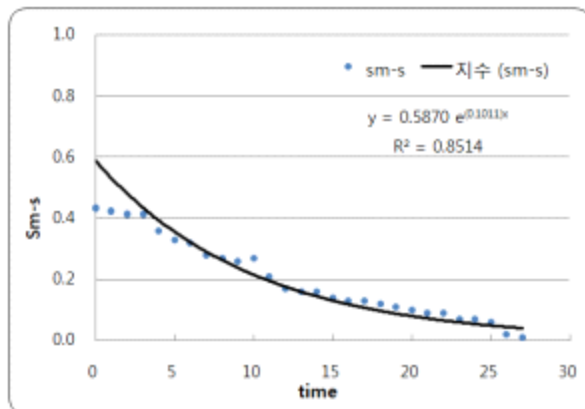
다. 지하수 함양률 산정

□ 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 국가지하수관측망 나주삼도(암반)의 최근 지하수위 관측 자료(2017.01~2017.12)와 강수량 자료를 이용하였다.

□ 무강우 상태를 보인 일정기간 동안의 자료를 이용하여 회귀곡선을 작성하고 이를 통해 기울기와 지수승을 산출하여 함양률을 산정하였다. 본 조사 지구의 함양률은 13.78%이다<그림 3-1-13>.

구분	내용	결과
S ₃₀	$S_m(1 - e^{-30k})$	0.5587
S _m	지하수위 최대강하	0.5870
K	추세선 기울기	0.1011
α	$C \cdot (S_{30}/S_m)$	0.950



<그림 3-1-13> 지하수 수위 무강우 일수 산정 및 감수곡선

라. 지하수 함양량 산정

□ 나노지구에서 산정된 30년 면적평균 강수량과 각 분석방법별 함양률 평균 값을 이용하여 표준유역별, 읍면별, 리별 함양량을 계산하였다. 적용된 함양률은 고막원천합류점, 나주수위표, 영산포수위표가 12.94%, 지석천 12.82%, 고막원천하류 12.44%이다. 각각의 함양률, 면적평균강수량, 표준유역 면적을 이용하여 함양량을 계산한 결과, 나주수위표가 7,733.87천 m³/년으로 가장 크게 나타났다<표 3-1-14, 그림 3-1-14>.

<표 3-1-17> 유역별 지하수 함양량

(단위 : 천m³/년)

구 분	면 적 (km ²)	면적평균 강수량(mm/년)	국가지하수 관리계획	전남지하수 관리계획	지하수위 강하법	적용함양량
나노지구	136.64	1,367.44	22,788.30	26,346.54	25,388.49	23,644.67
고막원천하류	29.20	1,249.60	4,087.27	5,218.56	5,028.80	4,540.70
고막원천합류점	17.78	1,235.31	2,921.38	3,141.04	3,026.82	2,848.35
나주수위표	46.66	1,278.28	7,932.18	8,528.58	8,218.45	7,733.87
영산포수위표	19.21	1,525.19	3,721.32	4,190.15	4,037.78	3,799.70
지석천	23.79	1,548.85	4,126.16	5,268.22	5,076.65	4,722.05



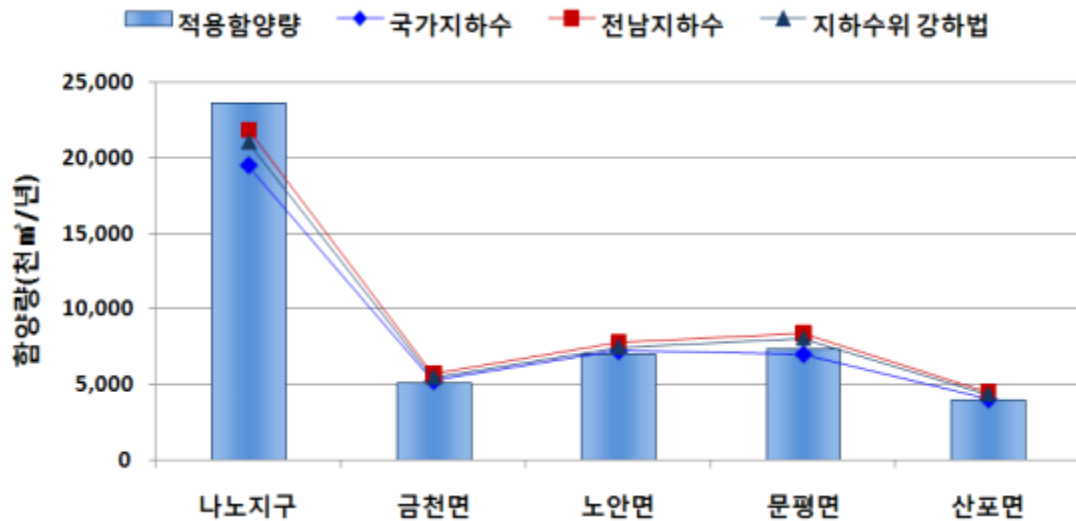
<그림 3-1-14> 표준유역별 지하수 함양량

□ 조사지역의 읍면별 함양량을 분석결과 문평면이 7,392.37천 m^3 /년으로 가장 많은 함양량을 보이고, 노안면이 7,048.03천 m^3 /년, 금천면5,145.44천 m^3 /년, 산포면 4,058.49천 m^3 /년 순으로 나타난다<표 3-1-15, 그림 3-1-15>.

<표 3-1-18> 읍면별 지하수 함양량

(단위 : 천 m^3 /년)

구 분	면 적 (km ²)	면적평균 강우량(mm/년)	국가지하수 관리계획	전남지하수 관리계획	지하수위 강하법	적용함양량
나노지구	136.64	1,348.28	19,485.86	21,821.68	21,028.17	23,644.33
금천면	26.67	1491.17	5,242.63	5,687.05	5,480.25	5,145.44
노안면	42.52	1278.26	7,228.75	7,772.26	7,489.64	7,048.03
문평면	47.00	1244.21	7,014.48	8,362.37	8,058.28	7,392.37
산포면	20.45	1546.69	4,034.34	4,523.06	4,358.58	4,058.49



<그림 3-1-15> 읍면별 지하수 함양량

□ 조사지역의 리별 함양량을 분석결과 금천면 동악리와 산포면 화지리가 200천 m^3 /년 이하로 가장 낮은 함양량을 갖는 것으로 확인되었다<표 3-1-16>.

<표 3-1-19> 리별 지하수 함양량

(단위 : 천㎥/년)

구 분	면 적 (km ²)	면적평균 강우량(mm/년)	적용 함양률	적용 함양량	
나노지구	136.64	1,348.28	12.83	23,644.33	
금 천 면	고동리	3.24	1,491.17	12.94	624.88
	광암리	1.15	1,491.17	12.94	221.63
	동악리	0.17	1,491.17	12.94	33.09
	석전리	2.29	1,491.17	12.94	441.15
	신가리	3.57	1,491.17	12.94	688.33
	신천리	2.05	1,491.17	12.94	395.36
	오강리	2.05	1,491.17	12.94	396.27
	원곡리	4.16	1,491.17	12.94	803.16
	월산리	2.76	1,491.17	12.94	532.79
	죽촌리	3.02	1,491.17	12.94	582.00
	촌곡리	2.21	1,491.17	12.94	426.79
노 안 면	계림리	4.01	1,278.26	12.97	665.11
	구정리	1.52	1,278.26	12.97	252.13
	금동리	2.05	1,278.26	12.97	339.14
	금안리	3.73	1,278.26	12.97	619.09
	도산리	3.13	1,278.26	12.97	519.25
	안산리	4.08	1,278.26	12.97	676.07
	양천리	2.84	1,278.26	12.97	470.90
	영평리	3.46	1,278.26	12.97	573.08
	오정리	4.20	1,278.26	12.97	696.85
	용산리	2.09	1,278.26	12.97	346.80
	유곡리	5.77	1,278.26	12.97	956.14
	장동리	1.71	1,278.26	12.97	282.80
	학산리	3.93	1,278.26	12.97	650.67

<표 3-1-16> 리별 지하수 함양량<계속>

(단위 : 천m³/년)

구 분	면 적 (km ²)	면적평균 강우량(mm/년)	적용 함양률	적용 함양량	
나노지구	136.64	1,348.28	12.83	23,644.33	
문 평 면	계로리	3.49	1,244.21	12.64	548.53
	국동리	10.06	1,244.21	12.64	1,582.54
	대도리	5.55	1,244.21	12.64	872.82
	동원리	2.53	1,244.21	12.64	398.04
	북동리	4.29	1,244.21	12.64	675.11
	산호리	2.68	1,244.21	12.64	421.75
	송산리	3.13	1,244.21	12.64	492.32
	안곡리	1.99	1,244.21	12.64	313.08
	오룡리	2.37	1,244.21	12.64	372.88
	옥당리	3.77	1,244.21	12.64	592.22
	학교리	5.24	1,244.21	12.64	824.93
	학동리	1.90	1,244.21	12.64	298.15
산 포 면	내기리	2.62	1,546.69	12.83	519.26
	덕례리	2.51	1,546.69	12.83	498.70
	등수리	2.37	1,546.69	12.83	469.66
	등정리	2.11	1,546.69	12.83	419.42
	매성리	2.61	1,546.69	12.83	518.05
	산제리	3.35	1,546.69	12.83	664.42
	송림리	1.43	1,546.69	12.83	282.91
	신도리	2.68	1,546.69	12.83	531.37
	화지리	0.78	1,546.69	12.83	154.69

마. 지하수 개발가능량 산정

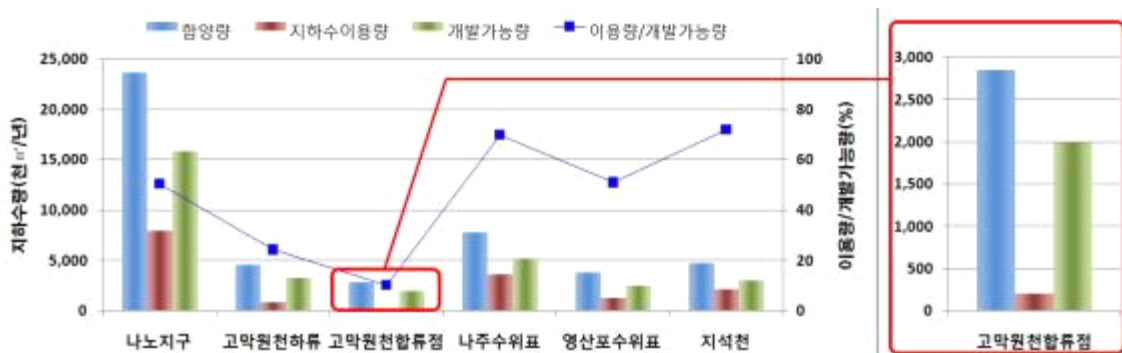
1) 유역별 개발가능량 분석

□ 개발가능량은 실측되지 않은 여러 항목을 간접적인 방법에 의해 추정하는 것으로 본 보고서에서는 10년빈도 가뭄강수량을 산정한 후 함양률과 면적을 계산하여 산정하였다. 유역별 개발가능량 대비 이용량은 지석천에서 72.01%로 가장 높고, 고막원천합류점이 01.13%로 가장 낮다. 지구 전반적인 개발가능량 대비 이용량은 50.40%로 낮은 수치를 나타내며 전반적인 향후 지하수 개발가능량은 매우 풍부한 것으로 판단된다<표 3-1-17, 그림 3-1-16>.

$$\text{※ 10년빈도 가뭄강수량}(X) \leq (-1.28 \times \text{표준편차}) + \text{평균강우량}$$

<표 3-1-20> 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 (%)
나노지구	136.64	902.72	23,644.67	7,975.22	15,823.72	50.40
고막원천하류	29.20	891.15	4,540.70	782.71	3,238.19	24.17
고막원천합류점	17.78	863.75	2,848.35	201.74	1,991.62	10.13
나주수위표	46.66	849.4	7,733.87	3,585.13	5,139.07	69.76
영산포수위표	19.21	996.0	3,799.70	1,264.38	2,481.46	50.95
지석천	23.79	975.28	4,722.05	2,141.26	2,973.38	72.01



<그림 3-1-16> 표준유역별 지하수 이용량 및 개발가능량

2) 읍면별 개발가능량 분석

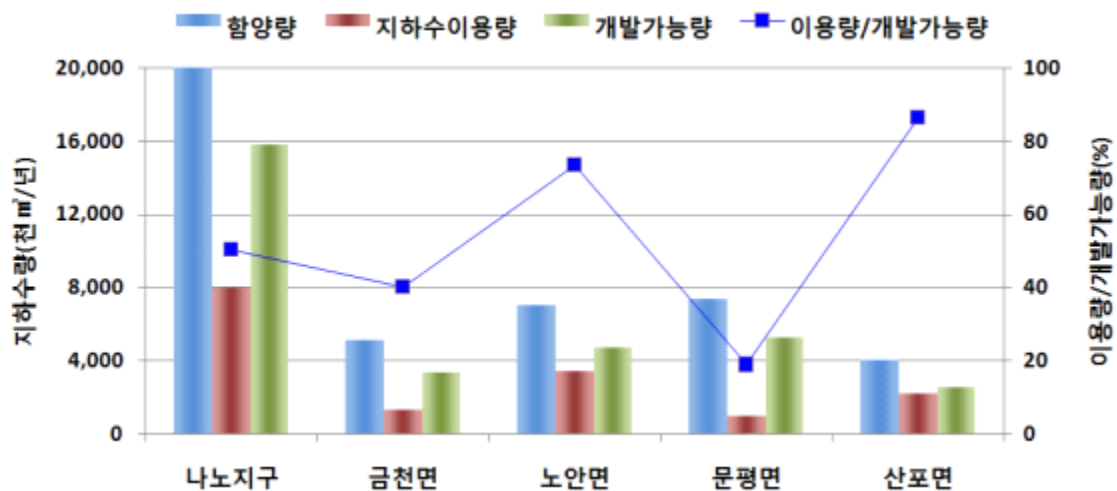
□ <표 3-1-18>과 <그림 3-1-17>은 읍면별 지하수 함양량, 지하수 이용량, 개발가능량, 개발가능량 대비 이용량 관계에 대하여 보여주고 있다. 나노지구의 지하수 함양량은 23,644.33천m³/년이고, 지하수 이용량은 7,975.22천m³/년, 개발가능량은 15,824.25천m³/년으로 분석되어 개발가능량 대비 이용량은 50.40%인 것으로 분석되었다.

□ 읍면별 개발가능량 대비 이용량 비율은 18.81~86.40%의 범위를 나타냄.

- 최대 : 산포면 86.40%
- 최소 : 문평면 18.81%

<표 3-1-21> 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 (%)
나노지구	136.64	902.66	23,644.33	7,975.22	15,824.25	50.40
금천면	26.67	969.03	5,145.44	1,340.27	3,343.73	40.08
노안면	42.52	849.41	7,048.03	3,435.03	4,683.44	73.34
문평면	47.00	880.76	7,392.37	984.45	5,232.97	18.81
산포면	20.45	977.18	4,058.49	2,215.47	2,564.10	86.40



<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 공공하수처리장이 7개소가 설치·운영되고 있으며, 금천면 1개소, 노안면 3개소, 문평면에 3개소가 자리하고 있다<표 3-2-1>.

<표 3-2-1> 환경기초시설

지구	종 류	명 칭	소 재 지	시설용량 (m ³ /일)	처리방식
나노 지구	공공하수 처리장	금천석동	금천면신천리340	68	KDHST
		노안신동산	노안면학산리953-10	30	Y-PNR
		노안영안	노안면영평리477-3	30	KHBNR
		노안금암	노안면금동리124-12	120	YPNR
		문평금당	문평면옥당리794-1	34	KDHST
		문평신옥	문평면옥당리1262-11	40	CNR
		문평신안	문평면안곡리1175	120	JASSFR공법

※ 자료출처 : 하수도통계(환경부, 2016)

다. 오염시설

1) 점오염원

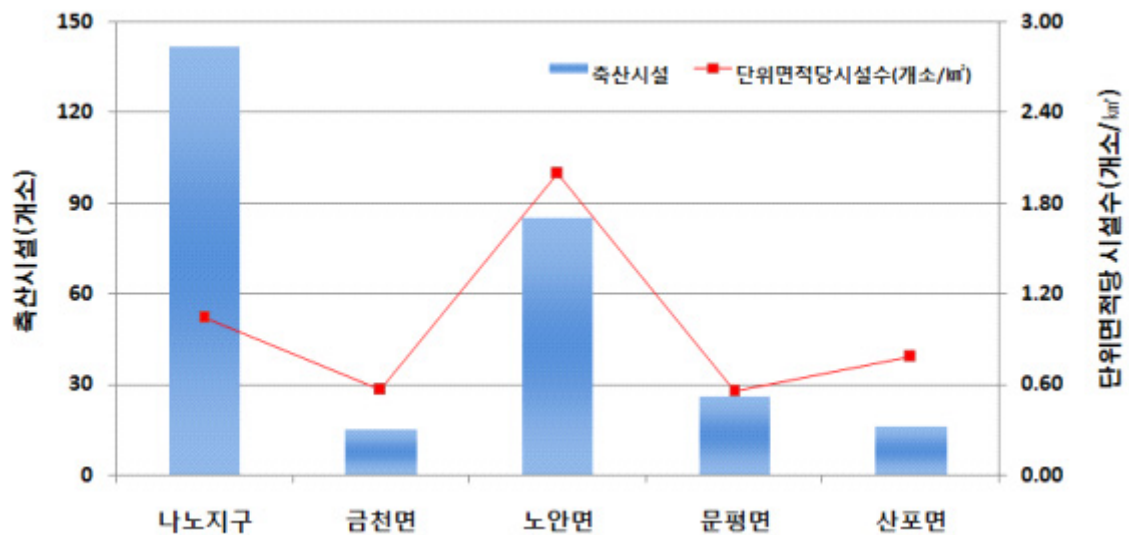
- 나주시로부터 제공받은 오염시설 현황자료를 바탕으로 점오염원 중 축사 시설에 대해 현장조사를 실시하여 DRASTIC 시스템 구축에 활용하였다.

나노지구 내 축산시설은 총 142개소이며 주요 사육 가축은 한우인 것으로 확인되었다<표 3-2-2>. 단위면적당 시설수는 노안면이 2.00개소/km², 산포면 0.78/km², 금천면 0.56/km², 문평면 0.55/km² 순으로 나타난다. 나노지구 전체 단위면적당 시설수는 1.04개소/km²이다<그림 3-2-1~2>.

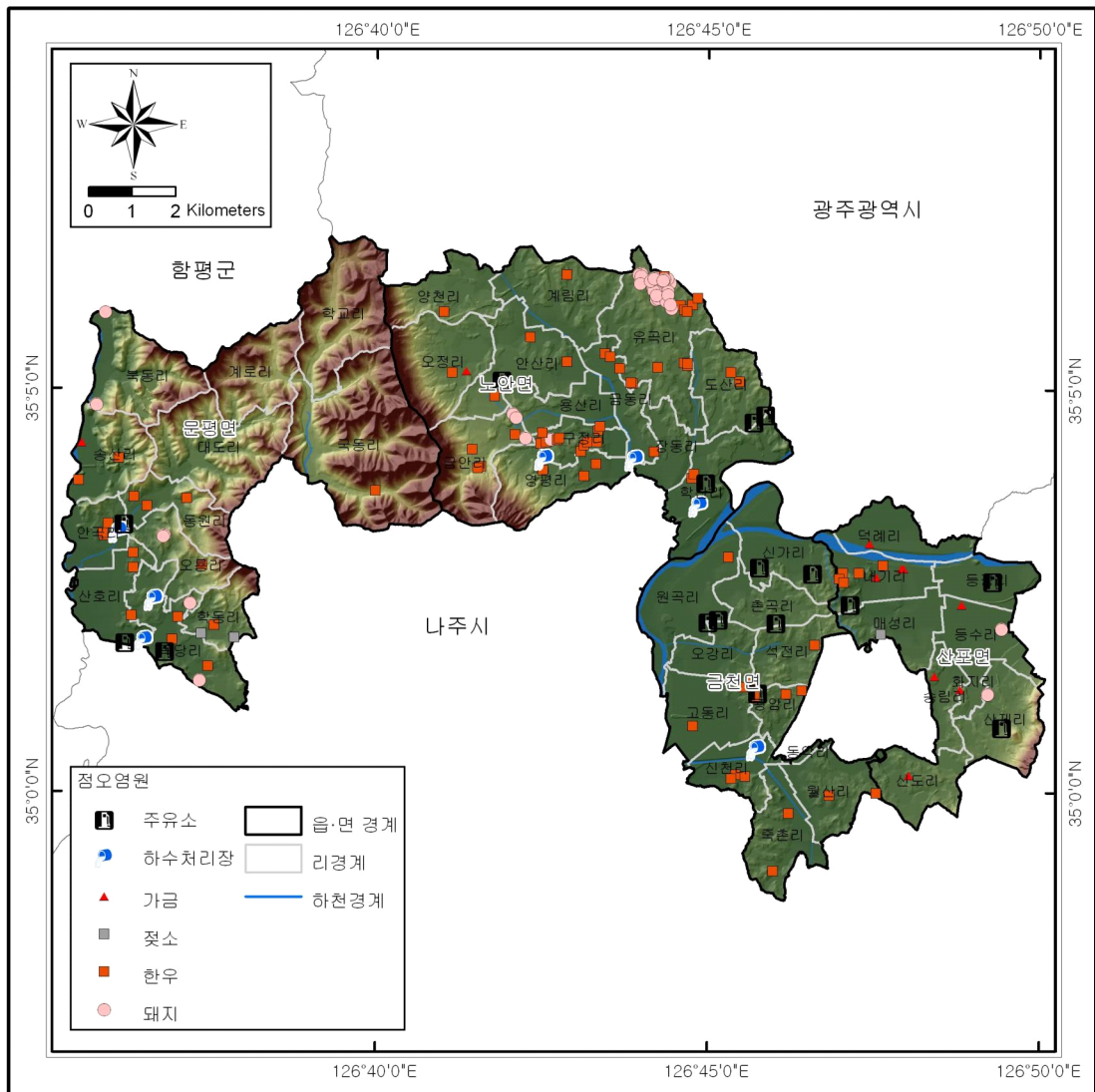
<표 3-2-2> 점오염원 현황

(단위 : 개소)

구 분	면적 (km ²)	가금	돼지	양	젓소	한우	축산시설 소계	단위면적당 시설수 (개소/km ²)
나노지구	136.64	10	46	0	3	83	142	1.04
나주시	금천면	-	-	-	-	15	15	0.56
	노안면	1	38	-	-	46	85	2.00
	문평면	1	6	-	2	17	26	0.55
	산포면	8	2	-	1	5	16	0.78



<그림 3-2-1> 점오염원 시설수 및 단위면적당 개소수



<그림 3-2-2> 환경기초시설 및 점오염원 분포현황도

2) 비점오염원

- 나노지구에 존재하는 비점오염원현황에 대한 자료를 수집하였으며, 수집 결과는 <표 3-2-3>에 수록하였다.
- 나노지구 내 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	과수원	임 야	대 지	기 타	
나노지구	16,615	136.64	15.76	40.78	4.58	45.14	4.83	25.55	
나주시	금천면	4,927	26.67	3.49	9.37	3.38	2.00	1.28	7.14
	노안면	5,563	42.52	5.40	15.04	0.85	12.13	1.55	7.56
	문평면	2,228	47.00	3.16	8.65	0.18	28.72	0.97	5.31
	산포면	3,897	20.45	3.71	7.73	0.17	2.28	1.03	5.53

1) 통계연보(나주시, 2018)

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

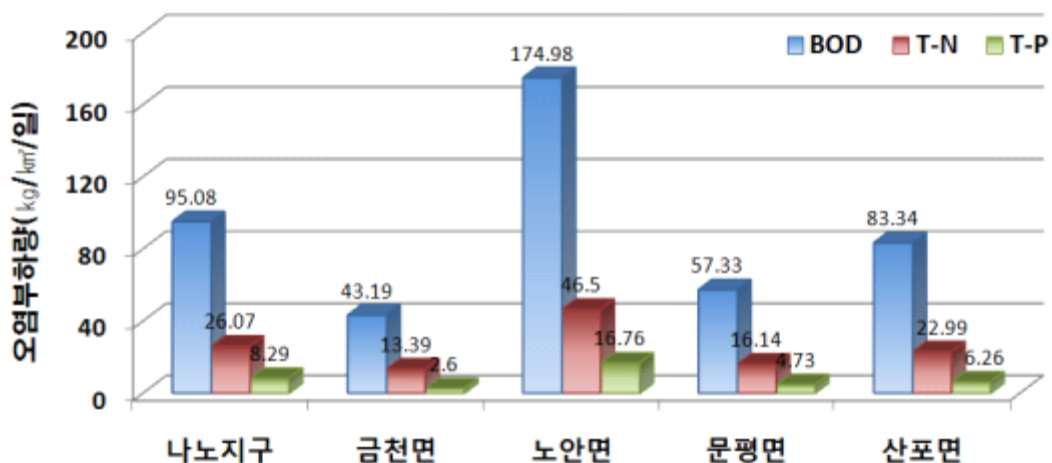
* 자료출처 : 한강수계 오염총량관리계획수립 지침(환경부, 2014)

□ 오염원별 오염부하량을 계산한 결과 총발생오염부하량은 17,686.21kg/일이다. 오염원 중 가축사육에 따른 오염부하량이 15,384.40kg/일로 가장 크며 인구에 의한 오염부하량은 1,047.6kg/일로 가장 작은 것으로 조사되었다<표 3-2-5>.

□ 나노지구의 단위면적당 오염부하량은 평균 129.44kg/km²/일이고, 읍면별로는 노안면(238.24kg/km²/일), 산포면(112.59kg/km²/일), 문평면(78.20kg/km²/일), 금천면(59.18kg/km²/일) 순으로 조사되었다<그림 3-2-3>.

<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	
나노지구	136.64	17,686.21	15,384.40	1,254.21	1,047.60	129.44	112.59	9.18	7.67	
나주시	금천면	26.67	1,578.22	984.56	283.04	310.62	59.18	36.92	10.61	11.65
	노안면	42.52	10,130.17	9,365.32	414.1	350.75	238.24	220.25	9.74	8.25
	문평면	47.00	3,675.37	3,215.04	319.81	140.52	78.20	68.40	6.81	2.99
	산포면	20.45	2,302.45	1,819.48	237.26	245.71	112.59	88.97	11.60	12.02



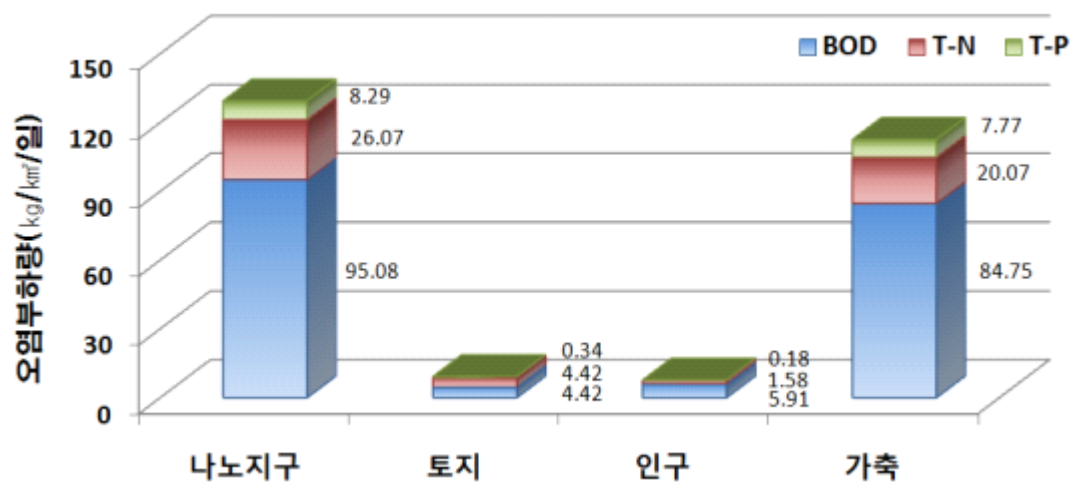
<그림 3-2-3> 읍면별 항목별 단위면적당 오염부하량

□ 오염원별 오염부하량 원단위를 이용하여 계산한 결과 BOD는 12,991.3kg/일, T-N 3,563.0kg/일, T-P 1,132.0kg/일로 나타났다. 축산계로부터 발생된 오염발생량은 BOD의 경우 11579.8kg/일로 T-N, T-P의 합계보다 약 3배 이상 높고, 인구의 경우에도 발생하는 BOD 오염부하량이 T-N, T-P의 합계보다 약 3배 이상 높았다. T-N항목은 축산에 의한 오염부하량이 가장 크게 나타났고 인구에 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	
나노지구	12,991.3	604.0	807.5	11,579.8	3,563.0	604.3	216.0	2,742.7	1,132.0	45.9	24.1	1,062.0	
나주시	금천면	1,151.8	148.9	239.4	763.5	357.2	124.3	64.0	168.9	69.1	9.8	7.1	52.2
	노안면	7,440.4	194.9	270.4	6,975.2	1,977.3	203.6	72.3	1,701.4	712.4	15.6	8.1	688.8
	문평면	2,694.5	140.3	108.3	2,445.9	758.5	167.3	29.0	562.2	222.4	12.2	3.2	206.9
	산포면	1,704.5	119.9	189.4	1,395.2	470.0	109.1	50.7	310.2	128.0	8.2	5.7	114.1



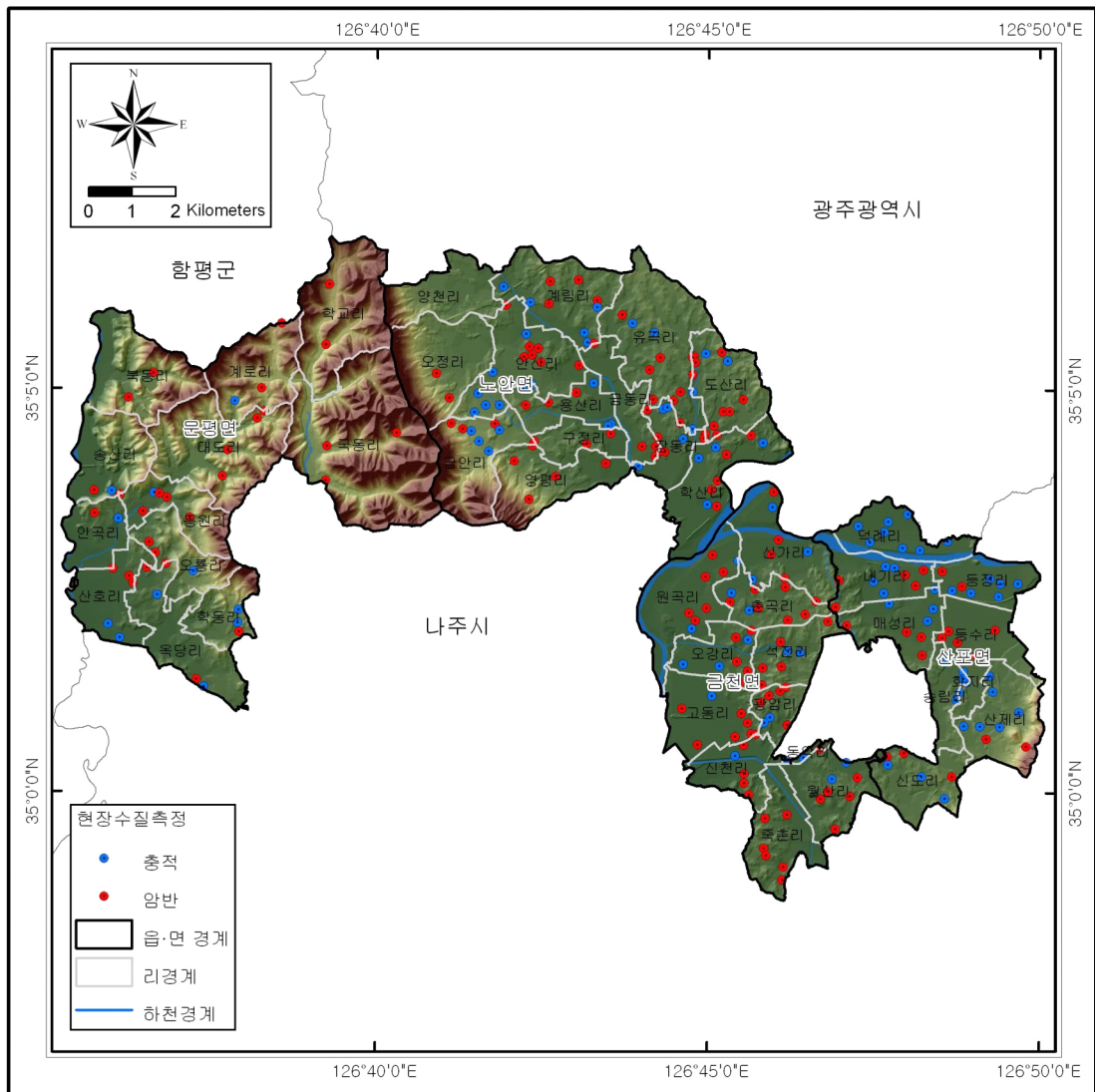
<그림 3-2-4> 오염원별 단위면적당 오염부하량

3.2.2 수질분석

- 나노지구 266지점에서 현장간이수질분석을 실시하였으며 조사항목은 수소이온농도(pH), 전기전도도(EC), 총용존고형물질(TDS), 온도(°C)를 측정하여 조사지역의 수질변동의 추세를 파악하였다<표 3-2-7>.
- 나노지구 갈수기 지하수의 평균 온도는 17.6°C이며 지역간의 평균 0.68°C의 차이를 나타낸다. 수소이온농도의 평균값은 6.9로 지역간 평균 0.54의 차이를 나타낸다. EC값은 평균 346μS/cm이고 최대값이 1,175μS/cm으로 높게 나타나는 지점이 있으며 TDS도 평균은 173mg/L로 높지 않지만 EC와 마찬가지로 최대값이 588mg/L로 높게 나타나는 지점이 발생하였다.
- <그림 3-2-5>는 간이수질분석을 실시한 관정의 위치이며, <표 3-2-8>은 각 측정위치에서의 갈수기와 풍수기 간이수질 분석값이다.

<표 3-2-7> 간이수질 분석결과

구분		조 사 결 과(N=266)				
항목	행정구역	최대	최소	평균	중앙	표준편차
T(°C)	나노지구	18.8	14.7	17.6	17.7	0.68
	금천면	18.5	14.7	17.6	17.6	0.58
	노안면	18.8	15.1	17.7	17.8	0.76
	문평면	18.6	15.8	17.4	17.5	0.68
	산포면	18.7	16.1	17.7	17.8	0.61
pH	나노지구	9.4	5.7	6.9	6.9	0.54
	금천면	8.1	5.7	6.7	6.7	0.50
	노안면	8.5	6.5	7.3	7.2	0.34
	문평면	9.4	5.7	6.8	6.8	0.76
	산포면	7.5	6.0	6.7	6.7	0.36
EC (μS/cm)	나노지구	588	61	173	152	84.13
	금천면	378	71	187	171	72.34
	노안면	353	61	139	126	55.87
	문평면	507	86	177	153	80.17
	산포면	588	85	207	181	113.76
TDS (mg/L)	나노지구	1,175	122	346	305	167.46
	금천면	756	142	372	342	142.60
	노안면	703	122	278	257	111.48
	문평면	1011	172	355	305	160.14
	산포면	1175	169	415	363	227.23



<그림 3-2-5> 나노지구 간이수질 측정대상공 위치도

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

구분			갈수기				풍수기			
읍면	동리	지번	pH	EC (μS/cm)	TDS (mg/L)	T (°C)	pH	EC (μS/cm)	TDS (mg/L)	T (°C)
금	고동리	1413	7.5	168	84	18.5	7.2	159	80	18.7
	고동리	1888	8.1	273	136	16.7	7.7	284	143	16.8
	고동리	39	7.5	292	146	17.2	7.1	268	136	17.3
천	고동리	2431-1	7.6	295	147	17.1	7.4	285	142	17.4
	고동리	2099	7.1	353	176	17.5	6.8	348	174	17.3
	고동리	231-6	6.8	522	261	17.8	6.5	499	250	17.8
	고동리	122	6.6	674	337	17.4	6.3	702	353	17.2

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

구분			갈수기				풍수기			
읍면	동리	지번	pH	EC (μS/cm)	TDS (mg/L)	T (°C)	pH	EC (μS/cm)	TDS (mg/L)	T (°C)
금천면	광암리	201-4	6.7	196	98	17.9	6.4	186	92	18.2
	광암리	190-6	6.9	231	115	18.0	6.8	214	107	18.4
	광암리	232-1	6.1	249	124	17.8	5.9	232	115	17.6
	광암리	502-3	6.9	303	150	18.3	6.5	286	143	18.1
	광암리	434-1	6.1	348	175	18.2	5.8	346	173	17.8
	광암리	304-2	6.0	362	181	17.7	5.8	363	181	17.4
	광암리	77-1	6.1	520	260	17.4	5.9	531	266	16.9
	동악리	577-6	6.4	331	166	18.2	6.1	316	158	18.7
	동악리	558-3	6.3	399	199	18.3	6.0	379	189	17.8
	석전리	141-7	6.6	273	136	17.3	6.3	264	130	17.0
	석전리	417-3	6.5	307	154	16.4	6.3	284	142	16.4
	석전리	502-4	6.1	324	162	17.2	6.1	326	163	17.4
	석전리	423-6	6.4	368	185	17.1	6.3	366	185	17.4
	석전리	479-25	6.5	427	214	17.2	6.4	418	209	17.4
	석전리	517-6	6.2	427	213	16.7	5.9	459	230	16.5
	석전리	107-34	6.5	476	237	17.5	6.2	467	231	17.4
	신가리	374-2	6.9	267	133	17.6	6.7	248	125	17.1
	신가리	763-1	6.9	338	169	14.7	6.6	318	158	14.9
	신가리	27-2	7.2	350	175	17.4	6.8	378	189	17.6
	신가리	387-10	6.9	398	199	17.9	6.5	396	198	18.2
	신가리	766-2	6.4	419	209	16.5	6.3	392	198	17.5
	신가리	590-9	7.2	467	233	17.6	6.9	438	219	17.4
	신가리	1113-2	6.0	559	278	16.4	5.7	538	269	16.9
	신가리	519-4	7.1	683	343	17.4	7.0	702	368	17.4
	신천리	1034	6.9	190	95	17.6	6.6	181	91	17.5
	신천리	617-1	6.3	215	107	17.7	6.2	209	105	17.5
	신천리	462-14	6.7	255	128	17.4	6.3	241	120	17.2
	신천리	1047	6.4	292	146	18.3	6.1	278	138	17.9
	신천리	463-3	7.0	411	205	18.0	7.0	410	205	17.9
	신천리	426	6.9	728	364	17.3	7.0	752	375	17.1
	오강리	64-1	6.3	267	133	17.8	6.1	254	127	17.3
	오강리	1-37	7.5	274	136	17.7	7.3	254	126	18.1
오강리	101-1	6.6	325	162	18.2	6.5	318	158	18.5	
오강리	167	6.2	328	164	17.9	6.1	305	153	17.9	

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

구분			갈수기				풍수기			
읍면	동리	지번	pH	EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	TDS (mg/L)	T ($^{\circ}\text{C}$)	pH	EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	TDS (mg/L)	T ($^{\circ}\text{C}$)
금 천 면	오강리	412-2	6.8	357	178	18.5	6.6	328	164	18.1
	오강리	183-17	5.9	367	183	17.6	5.6	377	187	17.4
	오강리	98-9	6.7	416	207	17.7	6.4	398	199	17.7
	오강리	29-1	6.2	588	294	17.6	5.9	550	278	17.0
	원곡리	388-9	7.5	142	71	17.8	7.1	130	64	17.5
	원곡리	397-3	7.4	266	133	17.9	7.1	252	125	17.6
	원곡리	165-8	7.1	351	175	17.8	6.8	332	166	17.5
	원곡리	779-2	7.4	417	208	17.7	7.3	394	196	17.4
	원곡리	318-3	6.6	440	219	17.4	6.5	422	211	17.5
	원곡리	175	7.2	523	261	18.0	7.0	522	261	17.6
	원곡리	305	6.6	593	297	17.0	6.4	600	298	16.9
	월산리	512	7.0	198	99	18.4	6.7	188	93	17.3
	월산리	산46-3	6.8	215	107	17.6	6.4	198	100	17.1
	월산리	276	7.2	222	111	18.3	6.8	209	105	17.9
	월산리	460-2	6.6	280	140	17.8	6.3	265	133	17.6
	월산리	829-7	6.5	299	149	17.4	6.5	312	156	17.4
	월산리	502-3	6.1	379	289	17.1	6.3	350	175	17.3
	월산리	362-6	6.3	579	290	17.1	6.1	604	300	16.9
	월산리	836-2	6.3	610	305	17.3	5.9	620	308	17.8
	죽촌리	380-5	6.8	206	103	18.0	6.5	190	95	18.2
	죽촌리	597-2	6.9	240	120	17.1	6.6	222	110	16.9
	죽촌리	628-1	6.8	253	126	17.7	6.4	233	117	17.4
	죽촌리	721-1	6.6	266	133	17.6	6.2	245	123	17.6
	죽촌리	717-4	8.1	295	147	17.2	7.8	278	139	17.3
	죽촌리	836	7.8	313	156	18.0	7.5	310	154	18.4
	촌곡리	19-33	6.6	180	90	17.3	6.4	168	85	17.2
	촌곡리	507-34	7.1	248	124	18.1	6.9	252	126	17.9
	촌곡리	460-1	6.8	342	171	18.0	6.5	350	175	17.7
	촌곡리	257-21	6.2	421	210	17.1	6.0	412	206	17.5
	촌곡리	271-1	5.7	470	235	18.5	5.3	452	225	18.3
	촌곡리	224-32	7.1	522	261	17.5	6.7	540	270	17.2
	촌곡리	325-1	6.6	563	281	17.2	6.6	591	295	16.9
촌곡리	42-1	6.5	684	342	17.8	6.2	670	330	17.4	
촌곡리	136-7	6.3	756	378	17.3	6.1	754	379	17.4	

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

구분			갈수기				풍수기			
읍면	동리	지번	pH	EC ($\mu\text{S/cm}$)	TDS (mg/L)	T ($^{\circ}\text{C}$)	pH	EC ($\mu\text{S/cm}$)	TDS (mg/L)	T ($^{\circ}\text{C}$)
노 안 면	계림리	409-3	7.5	182	91	17.7	7.2	169	84	17.9
	계림리	16-3	7.1	224	113	17.2	6.8	228	114	17.8
	계림리	산101	7.0	226	112	17.4	6.9	221	109	17.9
	계림리	31-1	7.0	246	123	17.2	6.7	225	113	17.6
	계림리	109-6	7.1	300	151	15.1	6.7	275	137	15.4
	계림리	770	7.1	363	181	16.7	6.9	344	172	16.9
	계림리	678-5	7.3	392	195	16.3	6.9	385	193	16.8
	계림리	106-1	7.0	432	215	16.2	6.8	450	224	16.8
	계림리	1046-3	6.7	470	234	17.1	6.4	480	239	17.5
	구정리	596-29	6.8	307	152	18.0	6.8	328	168	18.5
	구정리	451	7.0	321	160	17.6	6.8	310	154	18.2
	구정리	32-18	7.1	389	194	17.1	6.7	393	198	17.2
	금동리	62-8	7.3	231	115	16.7	7.1	258	129	17.2
	금동리	506-7	7.4	258	126	17.6	7.1	269	135	17.9
	금동리	92-1	7.3	258	128	18.2	7.0	279	139	18.5
	금동리	62-28	7.3	285	142	16.8	7.0	296	147	17.1
	금안리	559-9	7.5	128	64	17.6	7.2	133	67	18.1
	금안리	582-12	7.3	136	68	18.0	6.9	144	72	17.7
	금안리	200-1	6.7	156	78	18.2	6.4	162	82	18.3
	금안리	산67	8.3	182	90	18.6	8.0	196	98	18.8
	금안리	355-3	7.5	196	97	18.3	7.4	194	97	18.7
	금안리	619-9	7.2	200	99	17.7	7.1	201	100	18.2
	금안리	177-5	7.4	238	119	17.9	7.1	245	126	18.1
	도산리	90-7	7.0	133	66	17.2	6.8	123	61	17.6
	도산리	610-5	7.1	169	84	17.5	6.8	173	87	17.9
	도산리	502	7.0	173	86	17.0	6.6	185	93	17.2
	도산리	792-9	7.4	177	88	18.5	7.0	196	99	18.4
	도산리	601	7.0	181	91	18.3	6.7	192	95	18.5
	도산리	401	7.0	195	98	18.1	6.9	188	93	18.4
	도산리	608-1	7.1	239	120	18.5	6.9	255	127	18.3
	도산리	591	6.9	243	122	18.2	6.7	258	128	18.5
	도산리	602-3	7.4	244	120	16.7	7.1	241	120	17.1
도산리	131-5	7.4	304	169	18.7	7.3	314	156	18.3	
도산리	133-1	7.2	306	153	16.9	6.9	323	161	17.3	

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

구분			갈수기				풍수기			
읍면	동리	지번	pH	EC (μS/cm)	TDS (mg/L)	T (°C)	pH	EC (μS/cm)	TDS (mg/L)	T (°C)
노 안 면	도산리	94-24	7.7	311	155	17.0	7.4	305	152	17.5
	도산리	329-1	7.0	323	161	18.0	6.8	327	164	18.3
	도산리	443	6.9	337	169	18.2	6.5	316	158	18.7
	안산리	1026-13	7.1	157	79	17.8	6.7	170	85	18.2
	안산리	1057-15	6.5	166	82	17.3	6.7	177	89	17.5
	안산리	1055-7	7.2	199	99	18.5	6.8	197	99	18.3
	안산리	산40-1	7.5	199	99	17.0	7.1	203	101	17.1
	안산리	420	7.5	211	107	18.3	7.4	213	106	18.5
	안산리	1044-14	7.3	217	107	18.1	7.1	216	108	18.5
	안산리	650-9	7.2	232	115	17.6	6.9	258	128	17.7
	안산리	646-4	7.2	246	122	18.7	6.8	237	118	18.8
	안산리	1410-1	7.3	263	132	17.5	6.9	255	128	17.7
	안산리	1029-6	7.2	293	146	18.7	6.9	303	152	18.9
	안산리	803-13	7.1	325	161	18.3	6.8	329	164	18.6
	안산리	23-8	7.1	366	182	16.9	6.9	374	187	17.0
	안산리	412-10	7.5	415	208	17.5	7.2	435	216	17.8
	영평리	598-4	7.3	156	77	17.8	6.9	145	73	18.2
	영평리	674	8.5	199	99	18.5	8.7	188	94	18.9
	영평리	502-1	7.8	370	183	18.4	7.5	375	187	18.5
	영평리	429-8	7.2	394	196	18.1	7.1	401	199	18.2
	영평리	99-14	6.9	518	257	18.2	6.5	491	246	18.4
	오정리	486	7.5	169	84	17.6	7.2	184	92	17.8
	오정리	642	8.0	218	109	18.4	7.6	209	104	18.8
	용산리	27-7	8.2	177	88	15.8	7.9	185	93	16.1
	용산리	197-1	7.2	215	106	18.2	6.9	234	117	18.4
	용산리	741-34	7.6	223	112	17.7	7.3	231	116	18.1
	용산리	776-1	7.3	233	116	17.3	6.9	232	115	17.6
	용산리	487-1	7.4	266	133	17.2	7.0	266	132	17.7
	용산리	777-7	7.0	269	135	18.5	6.7	293	149	18.8
	용산리	12-8	7.4	305	152	16.5	7.1	323	162	17.0
용산리	28-12	7.6	391	196	15.4	7.2	366	183	15.8	
유곡리	402-20	7.5	122	61	18.2	7.1	119	60	18.7	
유곡리	301-2	6.9	167	83	18.2	6.9	156	78	18.4	
유곡리	263-1	7.2	189	94	18.1	6.8	180	90	18.5	

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

구분			갈수기				풍수기			
읍면	동리	지번	pH	EC (μS/cm)	TDS (mg/L)	T (°C)	pH	EC (μS/cm)	TDS (mg/L)	T (°C)
노 안 면	유곡리	367-5	7.2	196	97	18.8	6.7	184	92	18.6
	유곡리	247-6	7.1	257	129	17.8	6.9	248	123	18.0
	유곡리	573-1	6.7	283	141	18.6	6.4	292	146	18.7
	유곡리	1073-4	7.4	341	170	15.9	7.1	327	163	16.3
	유곡리	685-6	6.7	405	203	17.9	6.5	406	203	18.0
	유곡리	710-9	7.3	526	263	18.1	7.1	503	252	18.5
	유곡리	520-5	8.0	703	353	16.8	7.8	682	341	17.1
	장동리	35-3	7.3	125	63	18.6	7.2	135	68	18.4
	장동리	423-1	7.2	133	66	18.2	7.1	140	71	18.5
	장동리	415-1	7.5	186	92	18.2	7.3	195	97	18.4
	장동리	427-2	7.5	187	93	17.8	7.3	194	97	18.3
	장동리	449-2	7.2	252	125	18.1	6.8	268	132	18.2
	장동리	539-3	7.7	267	133	17.3	7.5	287	144	17.8
	장동리	24-2	7.5	315	157	17.7	7.2	309	154	17.3
	장동리	231-1	7.9	336	167	17.6	7.6	330	164	18.1
	장동리	231-74	7.3	471	237	18.6	6.9	506	252	18.5
	학산리	551	7.3	284	142	17.2	7.1	314	157	17.4
	학산리	290-4	7.2	292	146	17.5	6.8	315	157	18.0
	학산리	961-4	6.7	326	162	18.3	6.5	316	158	18.7
	학산리	965-14	6.9	328	164	18.0	6.5	348	175	18.2
학산리	295-2	7.3	353	176	17.5	6.9	325	163	18.1	
학산리	444	6.9	399	200	17.7	6.9	380	189	17.8	
학산리	796-5	7.5	424	211	17.1	7.2	446	223	17.5	
학산리	544-1	7.0	554	276	16.5	6.7	576	287	16.7	
학산리	386-27	7.3	605	303	18.5	7.1	594	299	18.7	
문 평 면	계로리	149	7.5	242	121	16.0	7.4	224	112	16.2
	계로리	504	7.2	310	155	18.3	7.0	286	144	18.6
	계로리	362-2	7.0	329	164	16.6	6.6	307	153	16.7
	국동리	395-4	6.7	179	89	16.2	6.9	193	97	16.6
	국동리	304	6.9	343	171	17.5	7.1	316	157	17.9
	국동리	산110-5	7.3	1011	507	17.5	7.5	1017	509	17.4
	대도리	162-1	7.5	238	118	17.5	7.7	229	114	17.7
	대도리	227	8.3	287	144	18.0	8.0	267	133	18.1
대도리	847	6.8	297	148	16.5	6.8	276	139	16.5	

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

구분			갈수기				풍수기			
읍면	동리	지번	pH	EC ($\mu\text{S/cm}$)	TDS (mg/L)	T ($^{\circ}\text{C}$)	pH	EC ($\mu\text{S/cm}$)	TDS (mg/L)	T ($^{\circ}\text{C}$)
문 평 면	대도리	871	6.9	713	356	15.8	7.3	745	373	16.0
	동원리	630-12	5.9	227	113	16.8	5.7	218	108	16.8
	동원리	303-3	6.8	240	120	17.7	6.6	221	111	18.1
	동원리	373-9	7.0	294	147	17.4	6.9	281	141	17.9
	동원리	91	7.0	411	205	17.7	7.3	423	211	17.6
	동원리	538	6.0	487	243	18.4	6.2	467	233	18.0
	북동리	산111-2	7.1	172	86	17.3	7.1	177	88	17.5
	북동리	20	7.5	501	250	17.7	7.2	494	248	18.1
	산호리	282-20	6.4	181	91	17.3	6.3	192	97	17.2
	산호리	585-4	6.4	245	122	16.6	6.2	257	129	16.5
	산호리	1577	6.4	248	124	16.4	6.6	264	131	16.5
	산호리	1097-4	6.3	603	301	16.9	6.8	590	297	17.4
	송산리	300-14	7.3	300	150	18.0	7.2	278	140	18.4
	송산리	208	6.1	447	224	17.1	6.4	461	233	17.5
	안곡리	1349	6.9	185	93	17.0	7.3	205	103	17.5
	안곡리	562	7.2	359	180	17.5	7.1	364	181	17.5
	안곡리	75-9	6.1	495	247	17.1	6.1	514	256	16.9
	오룡리	648	8.2	257	129	18.5	7.8	266	133	18.1
	오룡리	705	6.5	270	135	18.2	6.4	258	129	17.9
	오룡리	239	6.2	406	202	17.4	6.2	419	210	17.3
	옥당리	672	6.1	294	147	17.3	5.7	271	136	17.7
	옥당리	697	6.3	397	198	17.2	6.5	382	192	17.3
	옥당리	391-1	6.4	404	201	18.5	6.6	379	188	18.7
	옥당리	388-3	6.0	436	218	18.2	6.1	424	211	18.5
	옥당리	766	5.7	532	266	17.5	5.8	527	264	18.1
	학교리	산202-1	8.0	215	107	17.9	7.7	225	113	18.1
	학교리	265-3	9.4	373	186	18.6	9.0	353	176	18.4
	학동리	11-2	6.0	273	136	17.6	6.1	255	128	17.1
학동리	368	6.2	319	160	16.8	5.8	292	145	16.8	
학동리	91-4	6.1	437	218	17.5	6.0	412	206	17.1	
산 포 면	내기리	878-1	6.4	209	104	17.8	6.0	198	98	17.8
	내기리	912-3	7.3	238	118	18.6	7.2	226	114	18.4
	내기리	677	6.5	264	132	17.4	6.2	249	124	17.8
	내기리	934-7	6.9	361	180	17.5	6.6	356	178	17.7

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

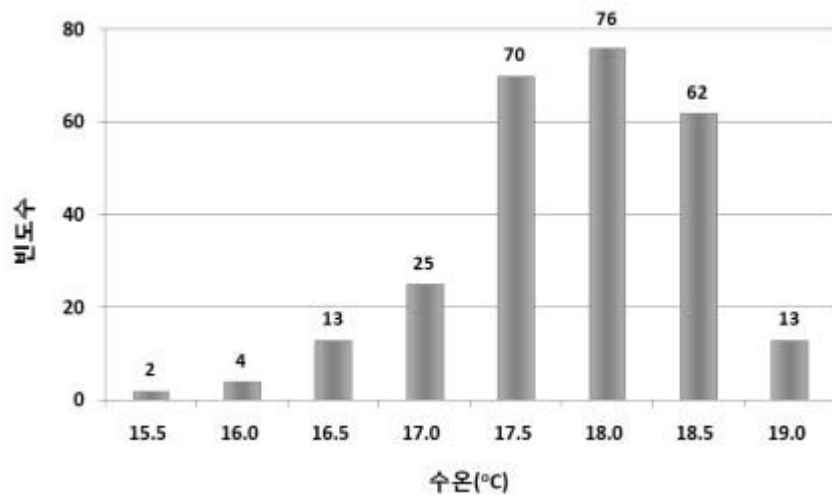
구분			갈수기				풍수기			
읍면	동리	지번	pH	EC (μS/cm)	TDS (mg/L)	T (°C)	pH	EC (μS/cm)	TDS (mg/L)	T (°C)
산 포 면	내기리	919-4	6.8	391	195	18.5	6.5	384	192	18.6
	내기리	923-8	6.3	468	234	17.1	5.9	438	219	17.4
	내기리	916-11	7.4	479	238	18.7	7.0	455	228	18.5
	내기리	941-5	6.5	479	239	17.7	6.2	502	252	17.4
	내기리	921-3	6.9	541	270	17.2	6.7	511	256	17.4
	덕례리	286	6.7	257	128	17.4	6.5	262	131	17.8
	덕례리	625-4	7.2	315	157	17.3	6.9	298	150	17.3
	덕례리	695-16	6.4	439	219	16.4	6.0	412	205	16.8
	덕례리	877-56	6.2	468	234	18.5	5.8	481	240	18.6
	덕례리	719-8	6.5	538	269	17.9	6.3	518	259	18.3
	덕례리	832	6.0	711	356	16.1	5.7	682	342	16.5
	덕례리	442	6.0	733	367	18.0	6.2	818	409	18.5
	덕례리	869	6.4	885	443	18.2	6.3	883	442	17.9
	등수리	230-20	7.0	413	206	18.0	6.7	401	201	18.3
	등수리	235-7	6.9	442	221	18.5	6.7	432	216	18.7
	등수리	216-25	7.3	456	228	17.8	6.9	427	213	18.2
	등수리	239-12	7.5	470	235	17.4	7.2	480	240	17.4
	등정리	934-4	6.5	432	216	18.4	6.2	418	210	18.6
	등정리	913-2	6.5	448	224	18.2	6.3	422	208	18.2
	등정리	924-3	6.4	484	242	18.0	6.1	458	230	18.4
	등정리	859-10	6.6	640	320	18.4	6.3	652	326	17.9
	등정리	843-3	6.6	893	446	18.2	6.3	882	443	17.8
	등정리	855-16	6.4	983	491	17.6	6.0	1002	501	17.8
	등정리	856-13	6.5	1086	544	17.9	6.3	1058	530	18.4
	등정리	864-2	6.2	1175	588	18.3	6.3	1171	586	18.4
	매성리	1199-4	7.2	187	93	17.0	6.8	182	91	17.2
	매성리	1182-2	7.0	266	133	18.4	6.6	258	129	17.9
	매성리	1191-10	6.9	331	165	17.7	6.6	308	154	17.9
	매성리	1166-12	6.3	352	176	17.9	6.1	367	182	18.3
	매성리	1243-5	6.4	364	182	18.6	6.1	342	172	18.4
	매성리	125-1	6.8	422	211	18.5	6.5	401	201	18.1
	매성리	1234-4	6.7	518	258	17.7	6.6	488	244	17.5
매성리	123-13	7.0	519	260	17.7	6.7	492	248	18.7	
산제리	765	6.5	177	88	17.3	6.3	192	96	17.6	

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

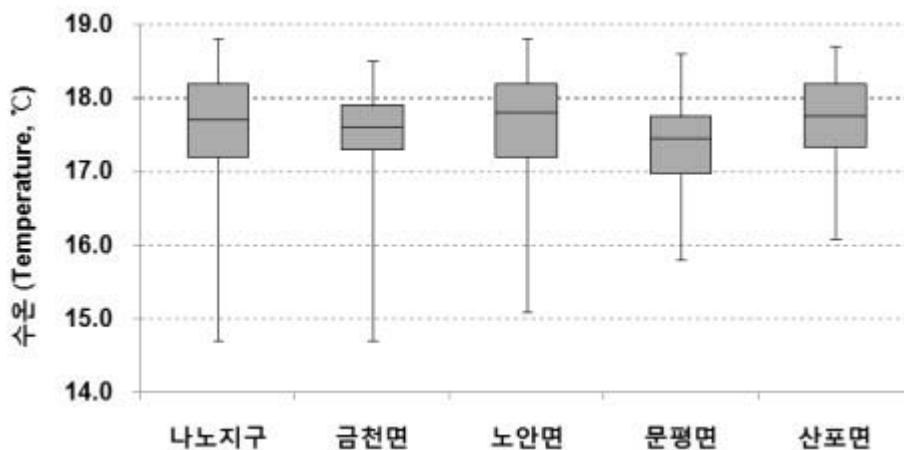
구분			갈수기				풍수기			
읍면	동리	지번	pH	EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	TDS (mg/L)	T ($^{\circ}\text{C}$)	pH	EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	TDS (mg/L)	T ($^{\circ}\text{C}$)
산 포 면	산제리	614	6.7	203	102	16.8	6.5	199	99	17.2
	산제리	259-4	7.2	210	105	17.6	7.3	199	100	18.0
	산제리	495-6	7.2	238	119	16.4	6.9	249	123	16.8
	산제리	302-7	6.9	248	124	17.7	6.7	228	115	17.9
	산제리	456	6.5	256	128	18.2	6.1	262	131	17.9
	산제리	149-1	6.7	268	134	17.0	6.5	249	125	17.5
	산제리	599	6.9	284	142	17.2	6.6	262	132	17.3
	송림리	113	6.8	193	96	17.7	6.5	178	88	17.4
	송림리	8-23	7.0	321	160	18.2	6.8	348	174	17.8
	송림리	8-18	7.3	329	164	18.7	6.9	318	158	18.3
	송림리	8-28	7.0	370	185	18.0	6.9	351	175	17.6
	송림리	317	6.4	538	268	16.8	6.0	512	257	17.2
	신도리	55-4	6.4	179	89	17.9	6.2	164	81	18.1
	신도리	155-3	7.0	193	96	18.2	6.8	201	101	18.1
	신도리	882	6.6	216	107	17.5	6.5	222	111	17.9
	신도리	87-22	6.1	247	123	18.2	5.8	231	115	18.4
	신도리	167-3	6.6	262	131	17.3	6.3	246	123	17.8
	신도리	932-1	6.8	279	139	17.0	6.5	266	134	17.2
	화지리	4-1	7.2	169	85	16.8	6.9	157	79	17.1
	화지리	317	6.4	243	122	17.4	6.3	229	115	17.5

가. 수온 (Temperature, °C)

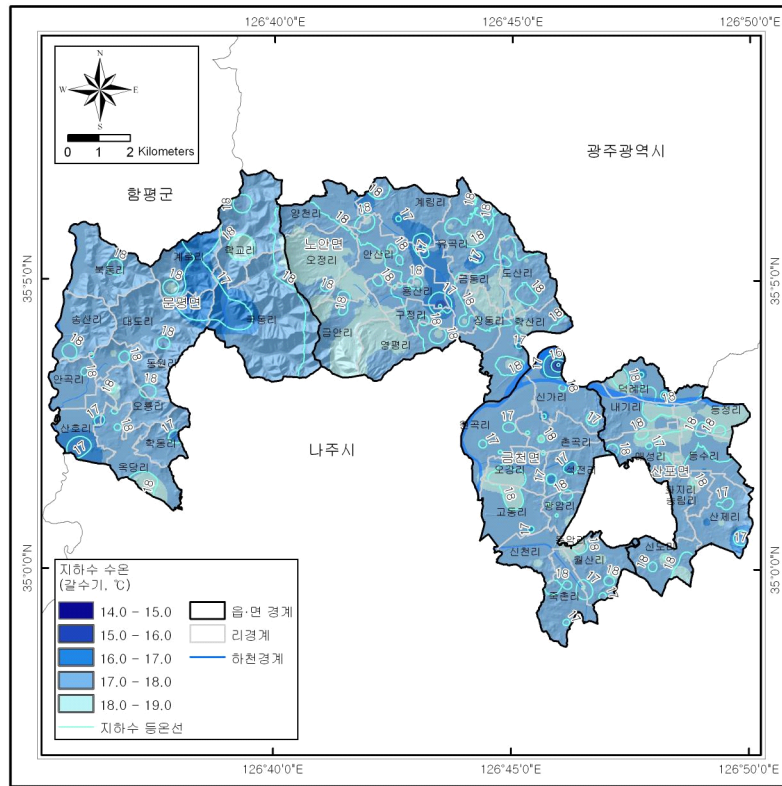
○ 측정된 전체시료의 지하수 수온은 14.7°C~18.8°C의 범위를 보여준다. 빈도분포도를 살펴보면 15.0°C에서 19.0°C까지 온도분포가 다양하다는 것을 알 수 있으며 Box-whisker 다이어그램을 보면 산포면이 다소 온도가 높고 문평면이 조금 낮게 나타나는 것을 볼 수 있다 <그림 3-2-6~7>. 나노지구 갈수기 평균수온은 17.6°C, 풍수기 평균수온은 17.7°C로 조사되었다<그림 3-2-8>.



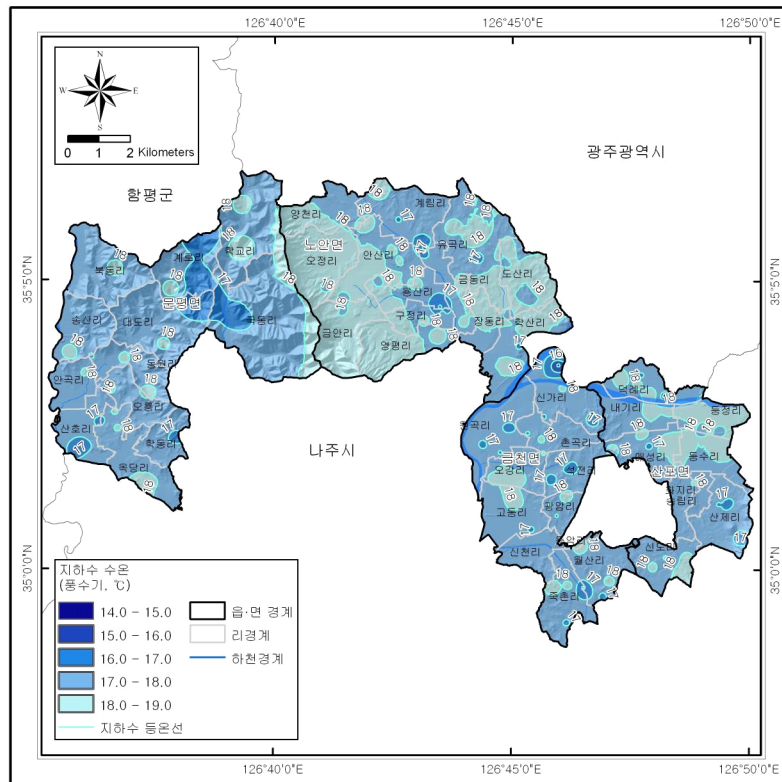
<그림 3-2-6> 나노지구 지하수의 수온(T) 빈도분포도



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



(a) 갈수기 수온분포도

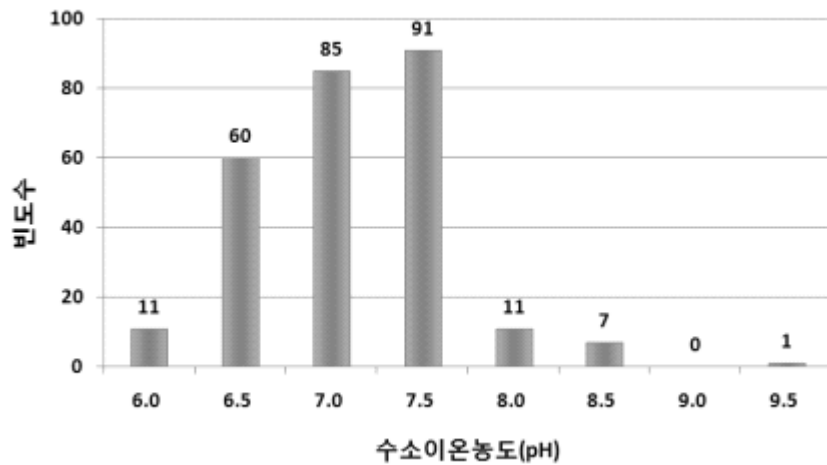


(b) 퐁수기 수온분포도

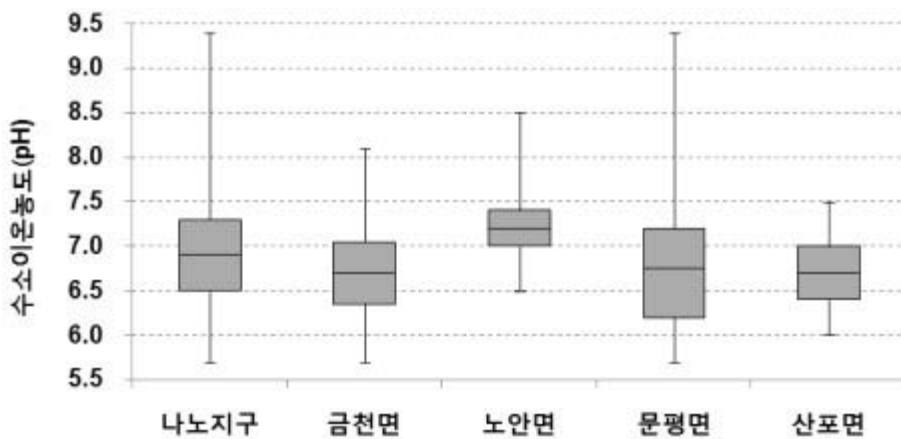
<그림 3-2-8> 나노지구 지하수의 수온(°C) 분포도

나. 수소이온농도 (pH)

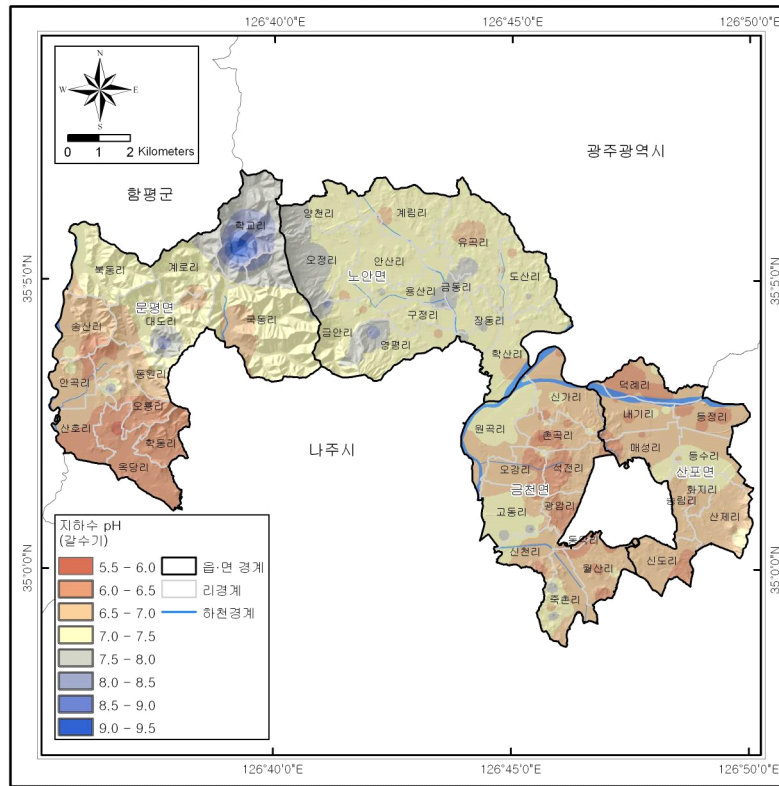
○ 나노지구의 수소이온농도는 5.7~9.4의 범위를 갖고, 평균값은 6.9로 약 산성을 띤다. 빈도분포도를 살펴보면 pH 분포가 6.50~7.50사이에 집중되어 나타나는 것을 확인할 수 있으며 Box-whisker 다이어그램을 살펴보면 노안면이 다소 높고 산포면이 비교적 낮은 것을 볼 수 있다<그림 3-2-9~10>. 측정자료 분석결과 갈수기 pH 평균값은 6.9, 풍수기 pH 평균값은 6.7로 조사되었다<그림 3-2-11>.



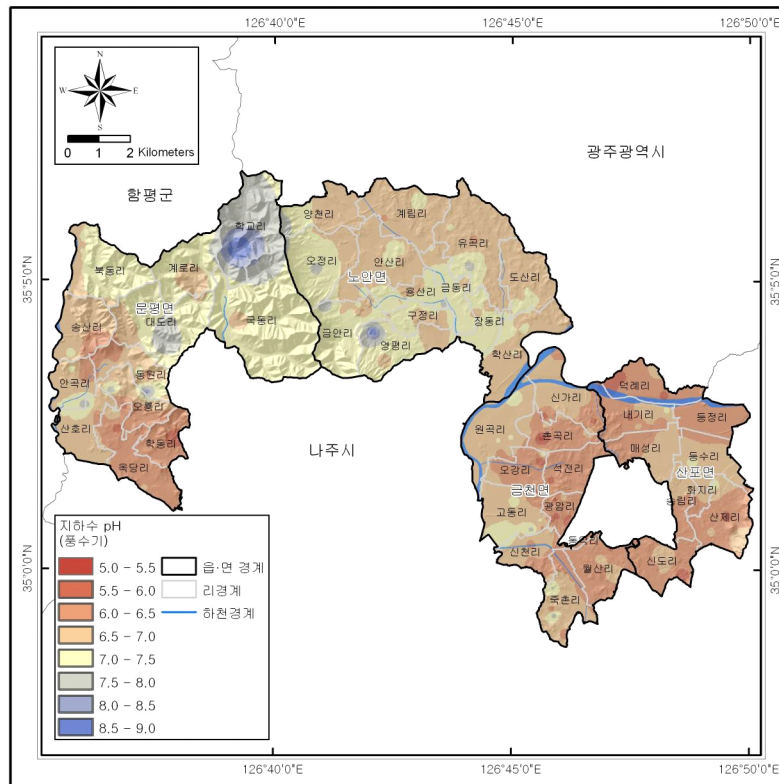
<그림 3-2-9> 나노지구 지하수의 pH 빈도분포도



<그림 3-2-10> 나노지구 지하수의 pH Box-whisker



(a) 갈수기 pH 분포도

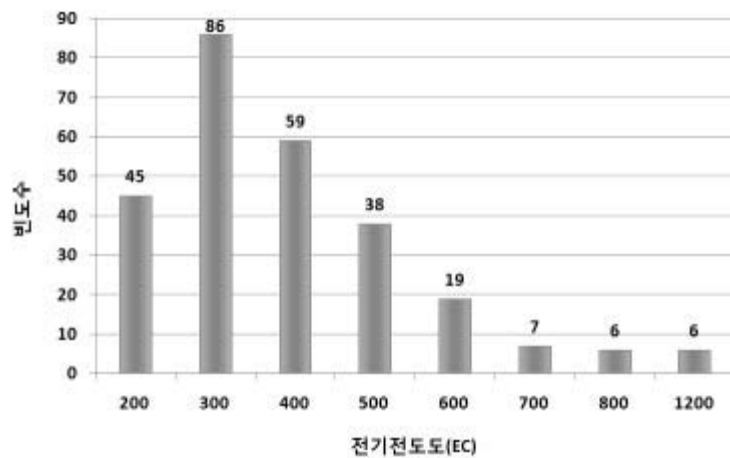


(b) 퐁수기 pH 분포도

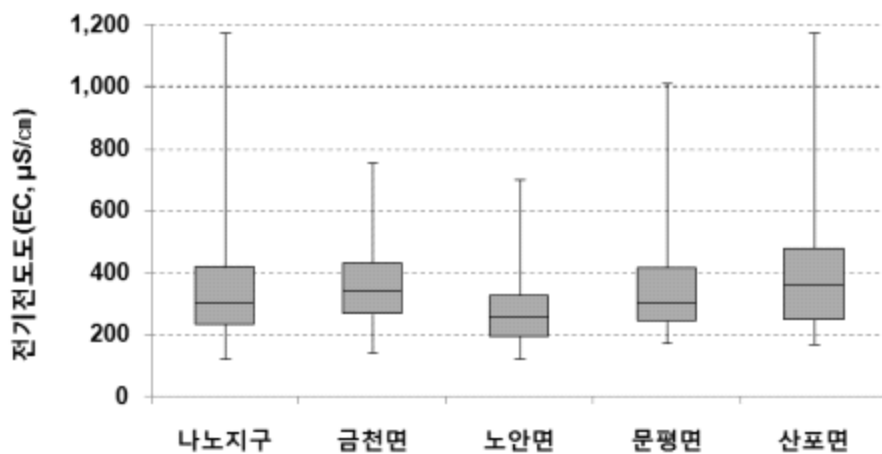
<그림 3-2-11> 나노지구 지하수의 pH 분포도

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

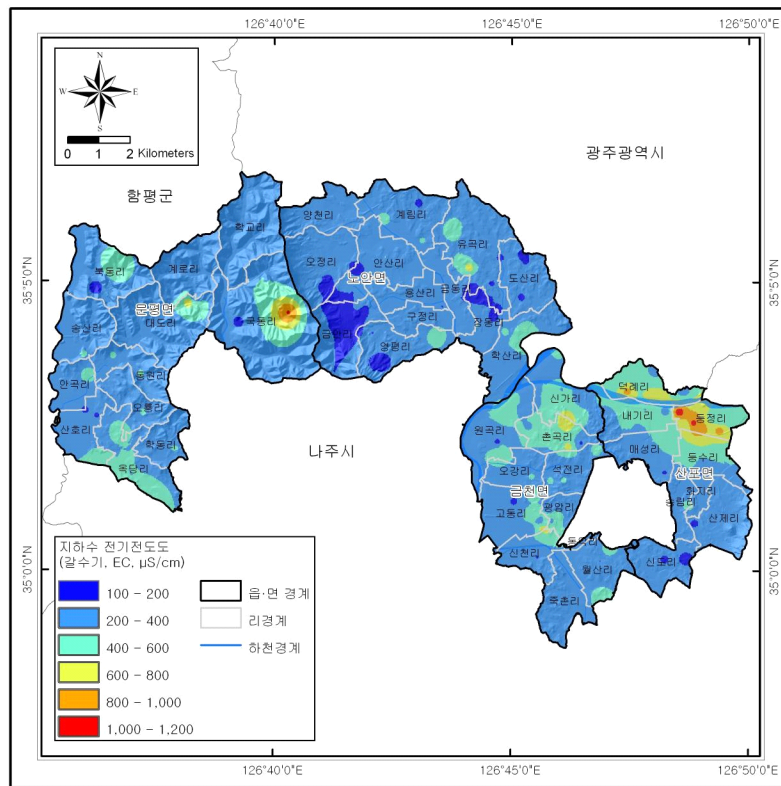
○ 측정된 전체시료의 전기전도도 값은 $122\mu\text{S}/\text{cm}\sim 1,175\mu\text{S}/\text{cm}$ 의 값을 나타낸다. 빈도분포도를 살펴보면 대부분 $200\mu\text{S}/\text{cm}\sim 600\mu\text{S}/\text{cm}$ 사이에 집중되어 있으며 Box-whisker 다이어그램을 살펴보면 산포면이 다소 높고 노안면이 비교적 낮은 것을 알 수 있다<그림 3-2-12~13>. 나노지구 갈수기 전기전도도 평균값은 $346\mu\text{S}/\text{cm}$, 풍수기 전기전도도 평균값은 $343\mu\text{S}/\text{cm}$ 로 조사되었다<그림 3-2-14>.



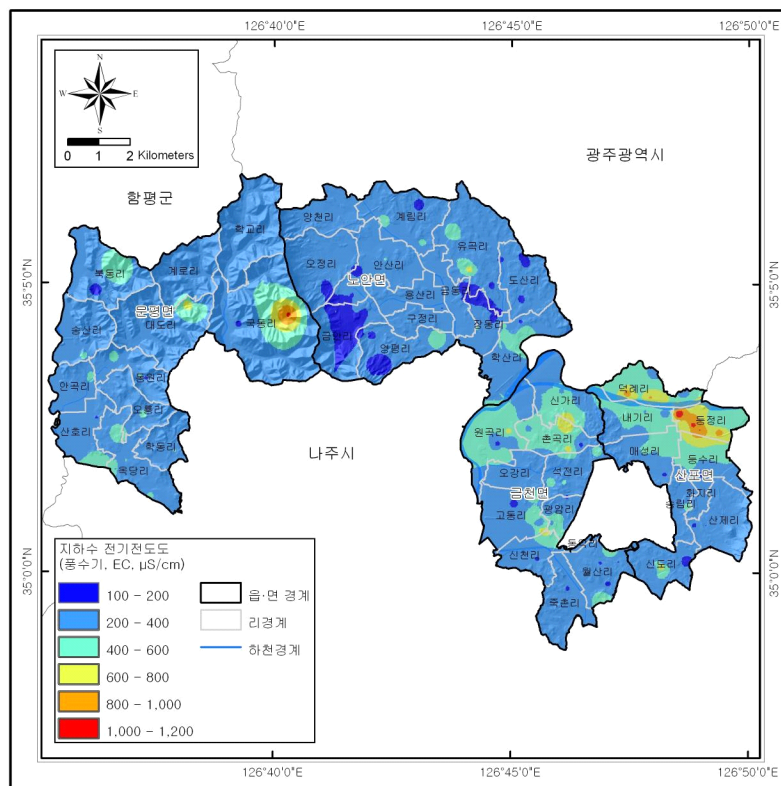
<그림 3-2-12> 나노지구 지하수의 전기전도도(EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$) 빈도분포도



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



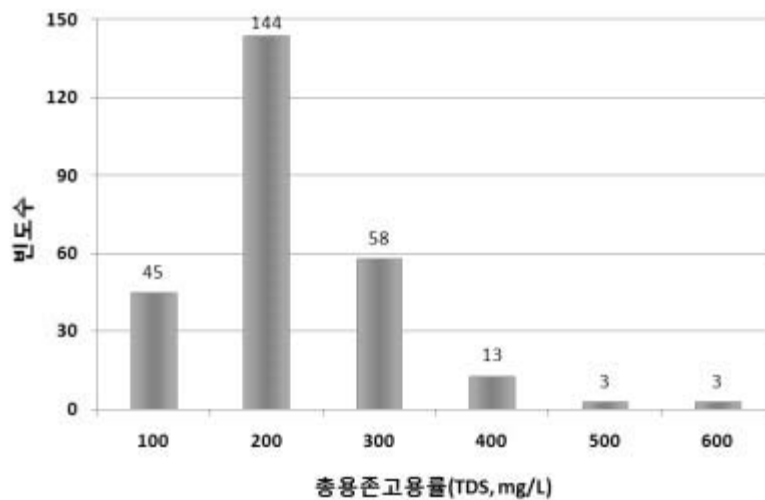
(a) 갈수기 전기전도도 분포도



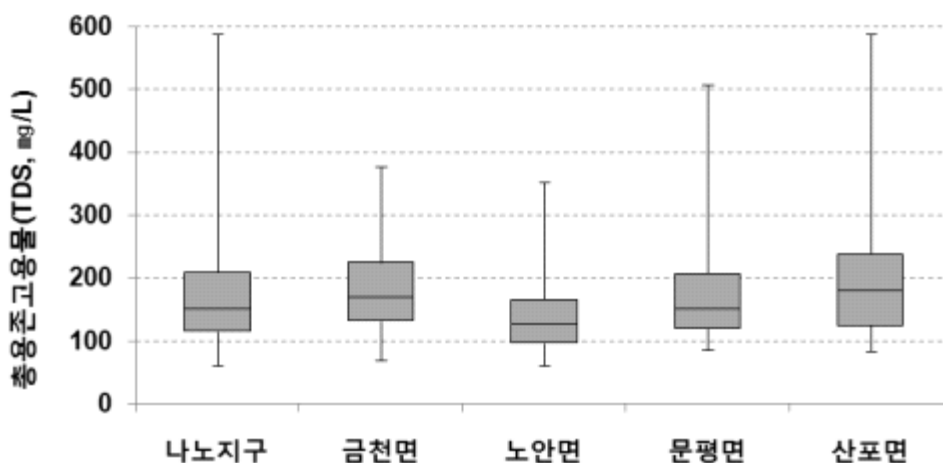
(b) 퐁수기 전기전도도 분포도

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

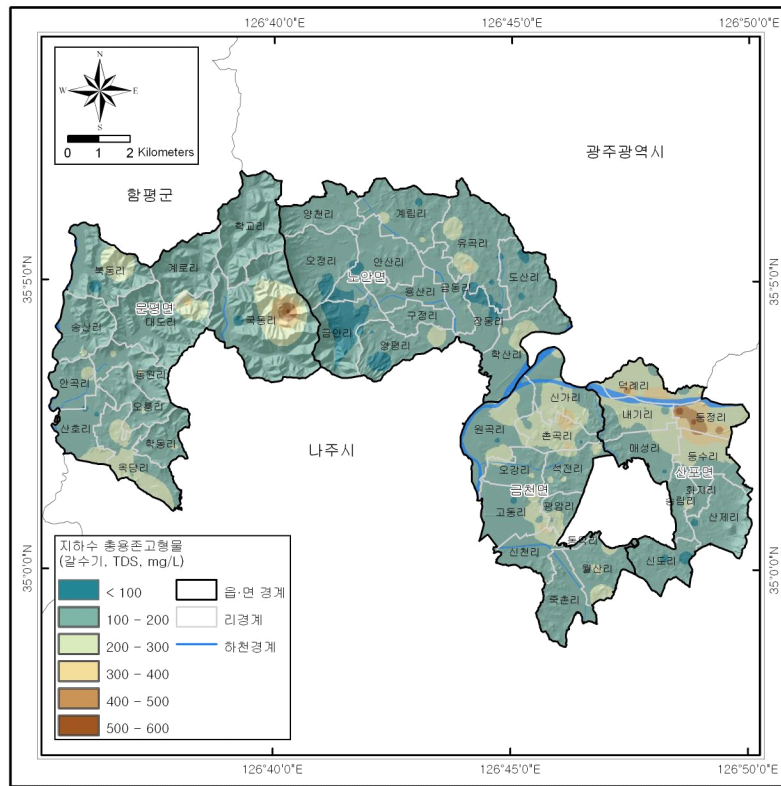
○ 측정된 전체시료의 총용존고형물(TDS, mg/L) 값은 61mg/L~588mg/L범위를 보여준다. TDS 빈도분포도를 살펴보면 100mg/L~300mg/L에 집중적으로 분포하는 것을 알 수 있으며 Box-whisker 다이어그램을 보면 산포면에서 다소 높고 노안면에서 상대적으로 낮은 값을 나타내는 것을 알 수 있다<그림 3-2-15~16>. 나노지구 갈수기 총용존고형물 평균값은 173mg/L, 풍수기 총용존고형물 평균값은 171mg/L로 조사되었다<그림 3-2-17>.



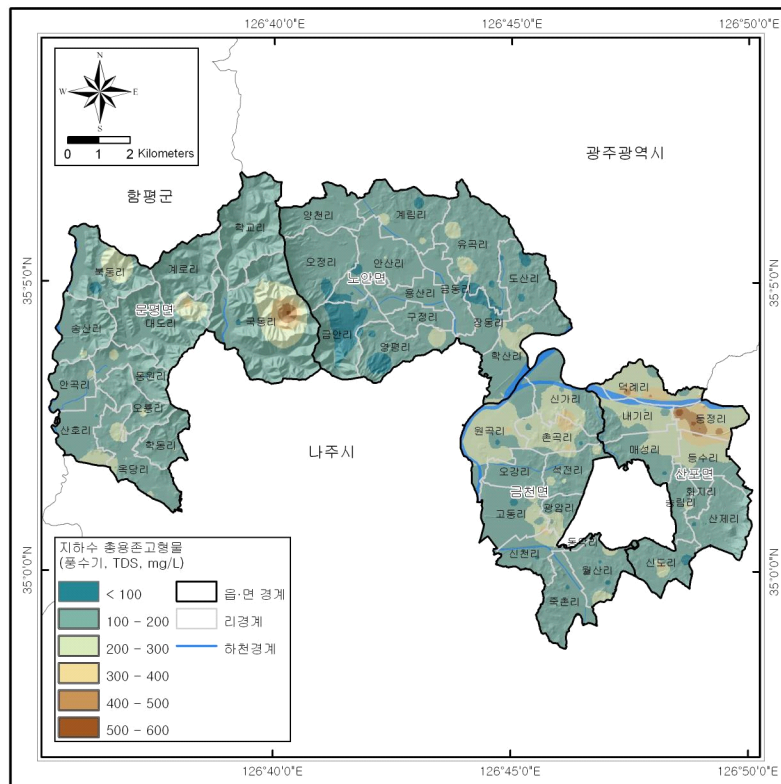
<그림 3-2-15> 나노지구 지하수의 총용존고형물(TDS, mg/L) 빈도분포도



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



(a) 갈수기 총용존고형물 분포도



(b) 풍수기 총용존고형물 분포도

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

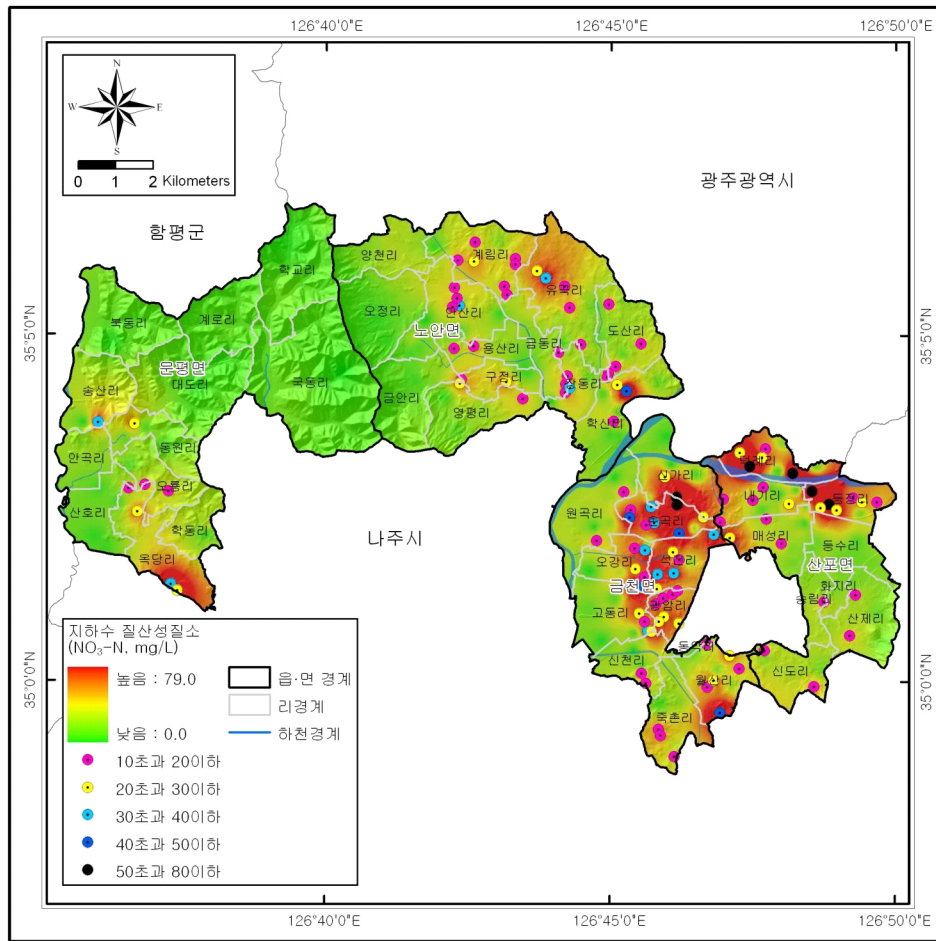
라. 질산성질소 분석 결과

- 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 일제조사 실시하였다<표 3-2-9, 그림 3-2-18>.

- 나노지구 질산성질소 조사는 총 333회 조사하였으며 1차조사시에 296개소를 조사하여 질산성질소 분포현황을 파악하였으며 2차조사시에는 질산성질소 농도확인 및 주변오염 확인을 위하여 보조적으로 37개소에서 물시료를 채취하여 수질분석공인기관(신성생명과학원(주))에 의뢰하였다. 질산성질소 분포도 작성 및 통계분석에는 조사시기 차이에 의한 오차를 줄이기 위해 2차조사 결과를 배제하였다. 질산성질소 평균 농도는 12.7mg/L이고 먹는물 기준치인 10mg/L를 초과하는 관정은 70개소이며 이 중 생활용 및 농업용 기준치인 20mg/L를 초과하는 관정은 54개소이다. 먹는물 수질기준을 초과하는 관정은 노안면이 30개소로 많고, 생활용 및 농·어업용 수질기준을 초과하는 관정은 금천면에서 26개소로 높게 나타난다.

<표 3-2-9> 읍면별 질산성질소 일제조사 분석 현황 (단위 : mg/L)

구분	읍면	질산성질소 일제조사(N=296)						
		개소(공)	최대	최소	평균	표준편차	10초과(공)	20초과(공)
나노지구		296	79.1	0.1	12.7	13.6	70	54
나주시	금천면	81	68.7	0.7	18.2	14.4	21	26
	노안면	103	46.7	0.2	9.2	8.4	30	9
	문평면	46	33.0	0.1	7.4	9.8	4	6
	산포면	66	79.1	0.7	13.5	15.9	15	13



<그림 3-2-18> 나노지구 지하수의 질산성질소(mg/L) 분포도

- 질산성질소 농도 20mg/L를 초과하는 지하수관정 54개소 주변의 질산성질소 오염정도를 파악하기 위하여 해당 지역 주변 관정을 대상으로 물시료를 채취하여 질산성질소를 분석하였다. 주변관정을 대상으로 총 37개소에서 질산성질소 2차분석자료를 분석한 결과, 11개소에서 생활용 및 농업용 기준 질산성질소 농도 20mg/L을 초과하였으며, 산포면 등정리리와 금천면 신가리, 문평면 옥당리 등 11개소에서 기준치를 초과하는 것으로 나타났다.
- 1차 질산성질소 분석결과 질산성질소 농도 20mg/L을 초과하였지만 2차 분석결과 20mg/L를 초과하지 않은 지역을 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)
WNJU365201900858	금천면	원곡리	1042	암반	불검출
WNJU365201901535	노안면	학산리	373-1	층적	불검출
WNJU365201902133	문평면	동원리	산67	암반	불검출
WNJU365201901059	문평면	안곡리	1349	암반	불검출
WNJU365201902279	산포면	등정리	864-2	암반	79.9
WNJU365201901064	금천면	촌곡리	136-7	암반	63.5
WNJU365201901873	금천면	신가리	519-4	암반	56.5
WNJU365201902266	산포면	등정리	856-13	암반	54.4
WNJU365201900636	산포면	덕례리	869	층적	51.5
WNJU365201900433	산포면	신도리	756-79	층적	48.8
WNJU365201900541	산포면	덕례리	832	층적	43.4
WNJU365201901253	금천면	원곡리	216-8	암반	42.6
WNJU365201902397	금천면	촌곡리	325-1	암반	42.2
WNJU365201901559	문평면	옥당리	386-2	암반	30.8
WNJU365201900740	산포면	덕례리	899	층적	22.1
WNJU365201902230	노안면	도산리	798-10	암반	18.1
WNJU365201901476	노안면	계림리	34	층적	12.8
WNJU365201900102	금천면	신가리	23-3	암반	12.3
WNJU365201900209	문평면	안곡리	391-3	층적	11.4
WNJU365201901840	노안면	용산리	504-19	암반	10.7
WNJU365201901479	산포면	산제리	341	암반	10.2
WNJU365201900986	산포면	매성리	1205-1	층적	8.7
WNJU365201900933	산포면	매성리	1179-6	층적	8.1
WNJU365201901434	산포면	산제리	308-1	층적	8
WNJU365201901777	금천면	오강리	470	암반	7.8
WNJU365201902388	노안면	계림리	985-1	층적	6.4
WNJU365201901414	노안면	유곡리	297-2	층적	4.7
WNJU365201901379	금천면	월산리	282-11	암반	3.9
WNJU365201900899	노안면	금동리	11-1	암반	3.9
WNJU365201900414	산포면	신도리	755-13	층적	3.4
WNJU365201901874	문평면	동원리	52	암반	2.6
WNJU365201901650	노안면	학산리	424-7	암반	1.7
WNJU365201901696	노안면	학산리	437-13	층적	1.3
WNJU365201901002	산포면	산제리	123	층적	1.3
WNJU365201901331	금천면	죽촌리	26-2	층적	0.7
WNJU365201901693	노안면	안산리	436	층적	0.4
WNJU365201902109	문평면	옥당리	706-1	암반	0.4

	
<p>WNJU365201901638</p>	<p>WNJU365201901597</p>
	
<p>WNJU365201901613</p>	<p>WNJU365201901996</p>
	
<p>WNJU365201901050</p>	<p>WNJU365201902007</p>
	
<p>WNJU365201901436</p>	<p>WNJU365201900881</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 30개 지점 중 암반층 22개 지점, 충적층 8개 지점으로 그 결과는 <그림 3-2-20, 표 3-2-11>에 나타내었다.

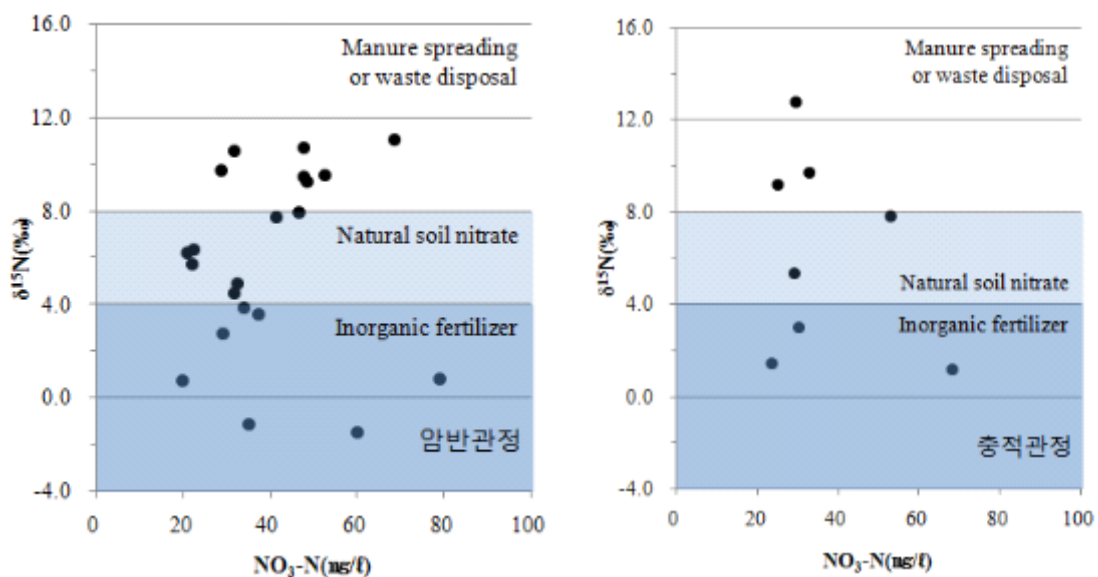
<표 3-2-11> 질산성질소와 질소동위원소 분석결과

구분	조사번호	시군구	읍면동	리	NO ₃ -N (mg/L)	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)
암반	WNJU365201902176	나주시	노안면	계림리	20.1	0.7
	WNJU365201901744	나주시	노안면	구정리	21.1	6.2
	WNJU365201901620	나주시	노안면	안산리	31.7	4.5
	WNJU365201901828	나주시	노안면	영평리	22.6	6.4
	WNJU365201901562	나주시	노안면	학산리	46.7	7.9
	WNJU365201901295	나주시	노안면	장동리	35.1	-1.1
	WNJU365201900996	나주시	금천면	고동리	37.6	3.6
	WNJU365201900888	나주시	금천면	석전리	32.5	4.9
	WNJU365201901870	나주시	금천면	석전리	33.9	3.9
	WNJU365201901402	나주시	금천면	오강리	47.8	9.4
	WNJU365201901064	나주시	금천면	촌곡리	68.7	11.1
	WNJU365201901636	나주시	금천면	촌곡리	48.7	9.3
	WNJU365201902397	나주시	금천면	촌곡리	41.7	7.7
	WNJU365201901873	나주시	금천면	신가리	52.5	9.5
WNJU365201901832	나주시	금천면	월산리	25.2	21.3	

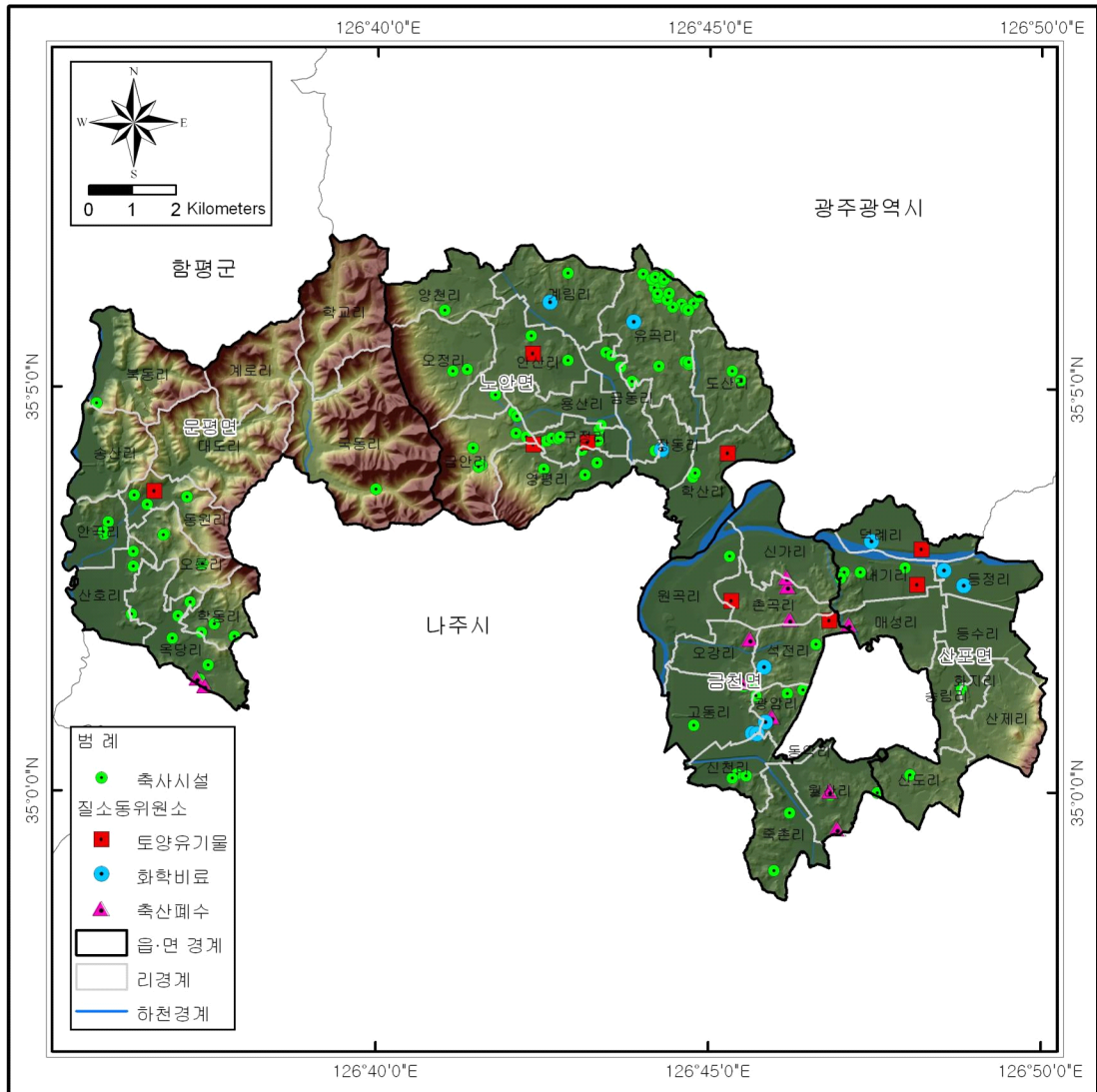
<표 3-2-11> 질산성질소와 질소동위원소 분석결과<계속>

구분	조사번호	시군구	읍면동	리	NO ₃ -N (mg/L)	δ ¹⁵ N(‰)
암반	WNJU365201901511	나주시	금천면	월산리	47.7	10.7
	WNJU365201901666	나주시	금천면	신천리	29.2	2.7
	WNJU365201902360	나주시	산포면	내기리	22.1	5.8
	WNJU365201902266	나주시	산포면	등정리	60.3	-1.5
	WNJU365201902279	나주시	산포면	등정리	79.1	0.9
	WNJU365201900927	나주시	산포면	매성리	29.0	9.8
	WNJU365201901580	나주시	문평면	옥당리	31.9	10.6
충적	WNJU365201900203	나주시	문평면	옥당리	29.7	12.8
	WNJU365201902093	나주시	노안면	유곡리	30.2	3.0
	WNJU365201900606	나주시	금천면	광암리	25.3	9.2
	WNJU365201901428	나주시	금천면	광암리	23.5	1.4
	WNJU365201901177	나주시	금천면	오강리	33.1	9.7
	WNJU365201900541	나주시	산포면	덕례리	53.0	7.8
	WNJU365201900636	나주시	산포면	덕례리	68.4	1.1
	WNJU365201900285	나주시	문평면	동원리	29.2	5.3

□ δ¹⁵N값은 -1.5~21.3‰의 범위를 보이고 있으며, 평균값은 6.5‰, 그리고 중앙값은 6.4‰로 나타났다. 암반층과 충적층의 평균 동위원소 분석값은 각각 6.6‰, 6.3‰로 충적층이 암반보다 0.3‰ 작게 나타난다.



<그림 3-2-20> NO₃-N과 δ¹⁵N의 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 판별하기 위해 Nakanishi(1995)의 계산방식을 적용하였다.

$$W = X + Y + Z$$

$$aW = bX + cY + dZ$$

$$\left\{ \begin{array}{l} W : \text{지하수의 질산성질소 농도(mg/L)} \\ X : \text{화학비료 유래의 질산성질소 농도(mg/L)} \\ Y : \text{축산분뇨 및 생활하수 유래의 질산성질소 농도(mg/L)} \\ Z : \text{자연토양질소 유래의 질산성질소 농도(mg/L)} \\ a : \text{지하수 질산성질소의 } \delta^{15}\text{N값}(\%) \\ b : \text{화학비료 유래의 질산성질소의 } \delta^{15}\text{N값}(\%) \\ c : \text{축산분뇨 및 생활하수 유래의 질산성질소의 } \delta^{15}\text{N값}(\%) \\ d : \text{자연토양질소 유래의 질산성질소의 } \delta^{15}\text{N값}(\%) \end{array} \right.$$

□ 실제로 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)
압 반	WNJU365201902176	20.1	0.7	96.5	3.0	0.5
	WNJU365201901744	21.1	6.2	73.8	25.7	0.5
	WNJU365201901620	31.7	4.5	81.0	18.7	0.3
	WNJU365201901828	22.6	6.4	73.2	26.4	0.4
	WNJU365201901562	46.7	7.9	66.9	32.9	0.2
	WNJU365201901295	35.1	-1.1	95.1	4.6	0.3
	WNJU365201900996	37.6	3.6	84.7	15.0	0.3
	WNJU365201900888	32.5	4.9	79.4	20.3	0.3
	WNJU365201901870	33.9	3.9	83.7	16.0	0.3
	WNJU365201901402	47.8	9.4	60.6	39.2	0.2
	WNJU365201901064	68.7	11.1	53.9	46.0	0.1
	WNJU365201901636	48.7	9.3	61.3	38.5	0.2
	WNJU365201902397	41.7	7.7	67.7	32.0	0.2
	WNJU365201901873	52.5	9.5	60.2	39.6	0.2
	WNJU365201901832	25.2	21.3	10.9	88.7	0.4
	WNJU365201901511	47.7	10.7	55.3	44.5	0.2
	WNJU365201901666	29.2	2.7	88.3	11.4	0.3
	WNJU365201902360	22.1	5.8	75.6	23.9	0.5
	WNJU365201902266	60.3	-1.5	93.8	6.0	0.2
	WNJU365201902279	79.1	0.9	96.4	3.5	0.1
WNJU365201900927	29.0	9.8	59.1	40.5	0.3	
WNJU365201901580	31.9	10.6	55.8	43.9	0.3	
총 적	WNJU365201900203	29.7	12.8	46.7	53.0	0.3
	WNJU365201902093	30.2	3.0	87.2	12.5	0.3
	WNJU365201900606	25.3	9.2	61.6	38.0	0.4
	WNJU365201901428	23.5	1.4	93.7	5.8	0.4
	WNJU365201901177	33.1	9.7	59.4	40.3	0.3
	WNJU365201900541	53.0	7.8	67.4	32.4	0.2
	WNJU365201900636	68.4	1.1	95.1	4.7	0.1
WNJU365201900285	29.2	5.3	77.5	22.2	0.3	

마. 수질기준(생활용수) 검사

☐ 질산성질소 분석 초과 관정과 현장 청문조사 및 관정현황 조사 시 지하수 수질오염이 취약하다고 판단되는 지역에 대하여 생활용수(19항목) 기준 수질검사를 실시하였다<표 3-2-13, 그림 3-2-22>. 조사대상 32지점 16개소에서 질산성질소 기준치를 초과하였다<표 3-2-15>.

<표 3-2-13> 수질기준(생활용수) 검사 지점

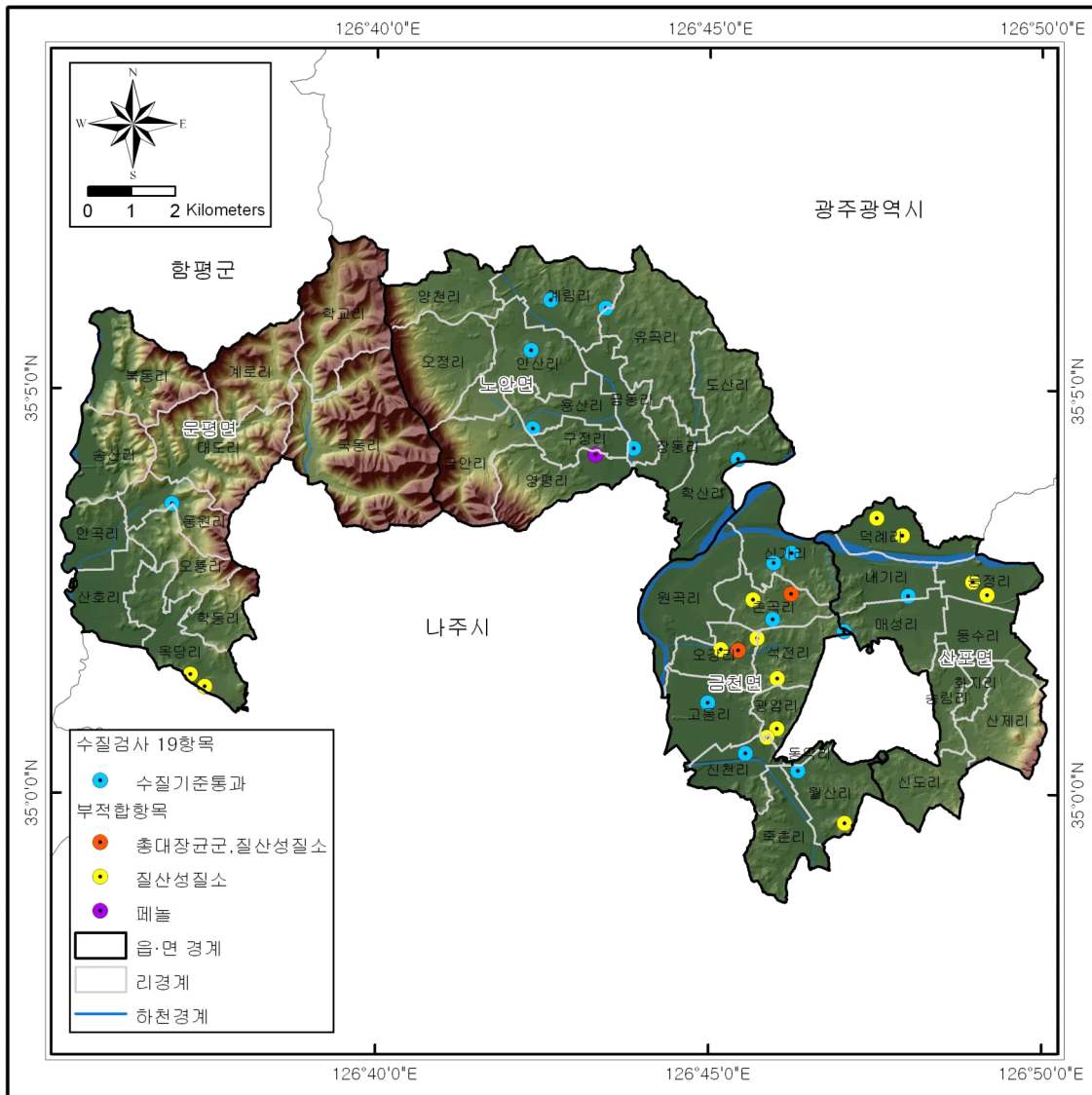
관정현장조사번호	시군	읍면	리	번지	층적/암반
WNJU365201901091	나주시	금천면	고동리	1440	암반
WNJU365201901742	나주시	금천면	광암리	450	층적
WNJU365201900812	나주시	금천면	석전리	95-1	암반
WNJU365201901813	나주시	금천면	석전리	491-1	암반
WNJU365201901927	나주시	금천면	석전리	549-17	암반
WNJU365201901548	나주시	금천면	신가리	380-2	층적
WNJU365201901881	나주시	금천면	신가리	522-6	층적
WNJU365201901616	나주시	금천면	신천리	410	층적
WNJU365201901769	나주시	금천면	신천리	464-10	암반
WNJU365201901089	나주시	금천면	오강리	144-1	층적
WNJU365201901322	나주시	금천면	오강리	253-9	암반
WNJU365201901499	나주시	금천면	월산리	355-1	암반
WNJU365201902250	나주시	금천면	월산리	823-4	암반
WNJU365201901826	나주시	금천면	촌곡리	50-1	암반
WNJU365201901243	나주시	금천면	촌곡리	211	층적
WNJU365201901939	나주시	금천면	촌곡리	556-4	암반
WNJU365201901504	나주시	노안면	계림리	36	층적
WNJU365201901821	나주시	노안면	계림리	497	층적
WNJU365201901125	나주시	노안면	금동리	161-8	층적
WNJU365201901623	나주시	노안면	안산리	413	층적
WNJU365201901142	나주시	노안면	영평리	168-1	층적
WNJU365201902061	나주시	노안면	용산리	655-1	층적
WNJU365201901537	나주시	노안면	학산리	374-2	층적
WNJU365201901513	나주시	문평면	동원리	363-1	암반
WNJU365201900201	나주시	문평면	옥당리	386	층적
WNJU365201900213	나주시	문평면	옥당리	395-8	층적

※ ☐ : 수질기준 초과지점

<표 3-2-13> 수질기준(생활용수) 검사 지점<계속>

관정현장조사번호	시군	읍면	리	번지	층적/암반
WNJU365201902351	나주시	산포면	내기리	938-13	층적
WNJU365201900389	나주시	산포면	덕례리	701-36	층적
WNJU365201900471	나주시	산포면	덕례리	775	층적
WNJU365201900588	나주시	산포면	등정리	847-5	층적
WNJU365201900616	나주시	산포면	등정리	854-3	층적
WNJU365201900971	나주시	산포면	매성리	1194-3	층적

※ : 수질기준 초과지점



<그림 3-2-22> 수질검사 및 초과지점 분포도

<표 3-2-14> 지하수 생활용수 및 기타 수질기준

이용목적별 항 목		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
	폐놀	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-트리클로로에 탄	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

□ 수질검사결과 농업용수 수질기준을 초과한 분석지점의 초과항목에 대한 분석 결과를 표로 작성하였다<표 3-2-15>. 나주시 금촌면에 9개소, 노안면에 1개소, 문평면에 2개소, 산포면에 4개소 총 16개소에서 질산성질소 수질기준을 초과하였다. 주변 환경을 살펴보면 지하수관정이 농경지에 위치하고 있으며 오염방지시설이 매우 미흡한 시설로 외부오염에 매우 취약한 구조이다.

<표 3-2-15> 나노지구 수질검사 기준초과지점

조사번호	분석항목			초과항목	관정형태
	질산성 질소	폐놀	총대장균군		
WNJU365201901142	불검출	0.012	0	폐놀	충적
WNJU365201900201	21.8	불검출	0	질산성질소	충적
WNJU365201900213	25.1	불검출	3	질산성질소	충적
WNJU365201901742	33.4	불검출	3	질산성질소	충적
WNJU365201901813	26.1	불검출	44	질산성질소	암반
WNJU365201901927	81.0	불검출	43	질산성질소	암반
WNJU365201901616	32.8	불검출	0	질산성질소	충적
WNJU365201901089	24.9	불검출	27000	총대장균군, 질산성질소	충적
WNJU365201901322	40.9	불검출	170	질산성질소	암반
WNJU365201901499	24.2	불검출	0	질산성질소	암반
WNJU365201901243	56.0	불검출	0	질산성질소	충적
WNJU365201901939	23.4	불검출	7700	총대장균군, 질산성질소	암반
WNJU365201900389	58.9	불검출	100	질산성질소	충적
WNJU365201900471	56.4	불검출	210	질산성질소	충적
WNJU365201900588	29.9	불검출	14	질산성질소	충적
WNJU365201900616	60.5	불검출	200	질산성질소	충적

바. 양·음이온 분석

1) 시료채취

나노지구 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>.

양·음이온 시료채취는 일제조사결과 NO₃-N 초과, pH 이상 지점 그리고 나노지구 특성을 알아보기 위하여 지질분포 특성을 고려하여 총 27개 지점에서 분석을 실시하였다<표 3-2-16, 그림 3-2-23>.

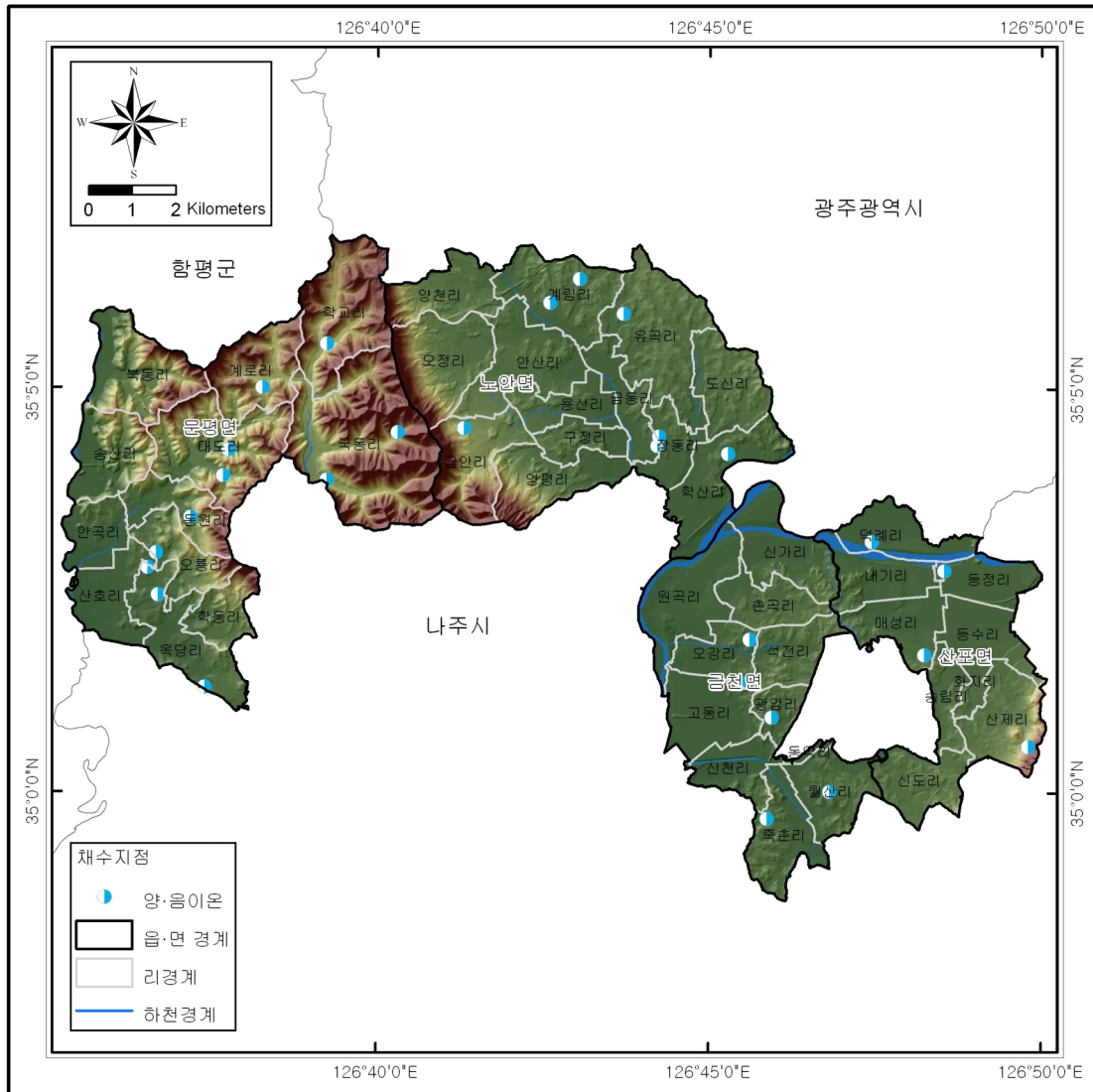
<표 3-2-16> 양·음이온 분석지점 및 채취사유

현장조사번호	읍면	리	번지	층적/암반	채취사유
WNJU365201900606	금천면	광암리	77-1	층적	지질분포상
WNJU365201901402	금천면	오강리	29-1	암반	지질분포상
WNJU365201901177	금천면	오강리	183-17	층적	NO3-N초과,PH이상
WNJU365201901832	금천면	월산리	502-3	암반	지질분포상
WNJU365201902146	금천면	죽촌리	836	암반	지질분포상
WNJU365201901613	노안면	계림리	409-3	암반	지질분포상
WNJU365201902176	노안면	계림리	770	암반	NO3-N초과,PH이상
WNJU365201900317	노안면	금동리	62-8	암반	지질분포상
WNJU365201902020	노안면	금안리	619-9	암반	PH이상
WNJU365201902116	노안면	유곡리	710-9	암반	NO3-N초과,EC이상
WNJU365201901562	노안면	학산리	386-27	암반	NO3-N초과,EC이상
WNJU365201901735	노안면	장동리	449-2	암반	지질분포상
WNJU365201901510	문평면	계로리	362-2	암반	지질분포상
WNJU365201901427	문평면	국동리	304	암반	지질분포상
WNJU365201900901	문평면	국동리	산110-5	암반	지질분포상
WNJU365201901130	문평면	대도리	162-1	암반	지질분포상
WNJU365201901274	문평면	대도리	227	암반	지질분포상
WNJU365201901343	문평면	학교리	265-3	암반	지질분포상
WNJU365201902307	문평면	동원리	91	암반	지질분포상
WNJU365201902107	문평면	오룡리	705	암반	지질분포상
WNJU365201902098	문평면	옥당리	697	암반	지질분포상
WNJU365201900463	문평면	옥당리	766	층적	NO3-N초과,PH이상,EC이상
WNJU365201900203	문평면	옥당리	388-3	층적	지질분포상
WNJU365201900636	산포면	덕례리	869	층적	NO3-N초과,EC이상
WNJU365201902279	산포면	등정리	864-2	암반	NO3-N초과,EC이상
WNJU365201900974	산포면	매성리	1199-4	암반	지질분포상
WNJU365201901820	산포면	산제리	495-6	암반	지질분포상

<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 ⁺	10.8	64.9	23.9	19.7	12.3	Cl ⁻	1.5	101.1	29.4	22.2	25.5
K ⁺	0.3	8.4	2.3	1.8	1.9	HCO ₃ ⁻	18.3	271.0	88.9	85.3	25.5
Ca ²⁺	13.2	293.0	60.2	37.9	55.5	SO ₄ ²⁻	3.0	720.0	69.8	11.5	164.3
Mg ²⁺	1.7	31.4	8.4	6.9	6.5	NO ₃ ⁻	2.2	353.3	85.0	48.2	86.5



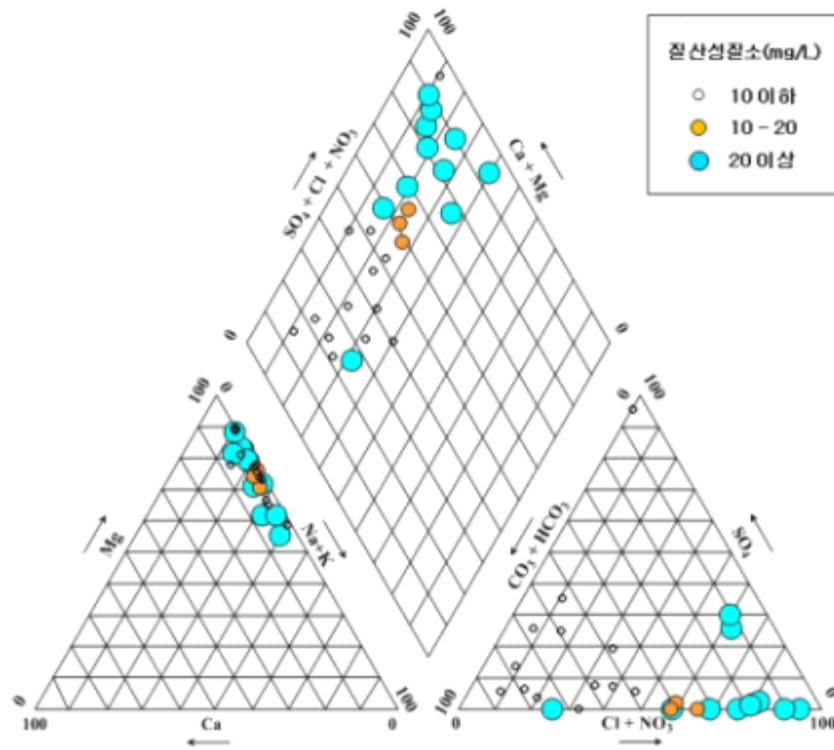
<그림 3-2-23> 양·음이온분석시료 채수 위치도

□ 지하수의 수질 유형(Piper Diagram)

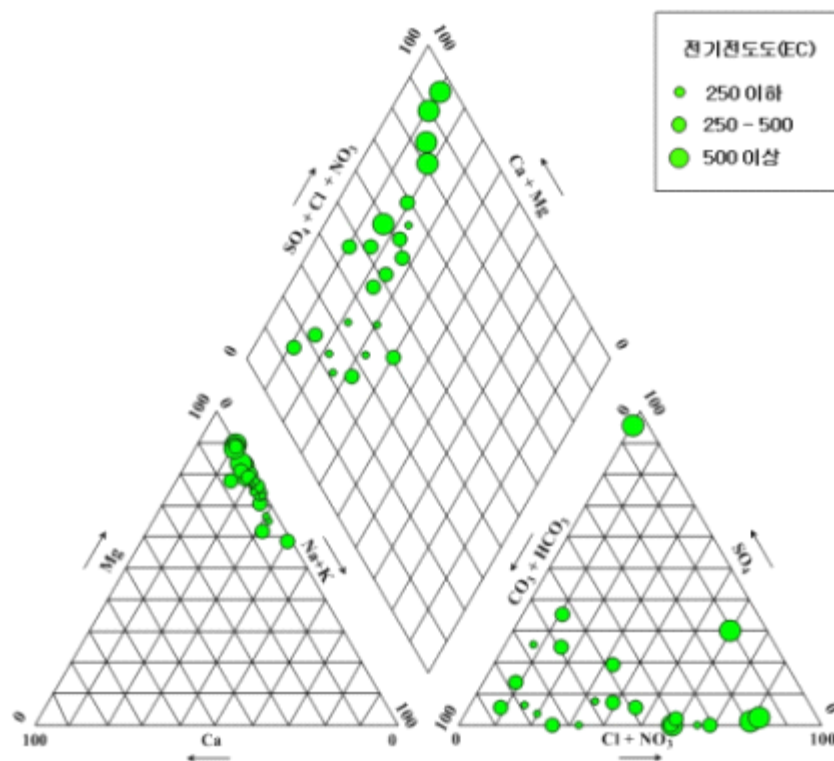
○ Piper diagram은 지하수 화학특성을 표시하는데 널리 쓰이는 수단인데, 지하수내 주요 양이온과 음이온의 당량농도(meq/L)를 비율로 나타냄으로써 지하수의 유형(type)을 구분하는데 이용될 수 있다. 수질유형은 대표적인 양이온과 음이온으로 나누어 네 가지 유형으로 분류하였다. 양이온의 경우 Na와 K의 당량농도의 합과 Ca와 Mg의 당량농도의 합을 비교하여 전자가 큰 경우 Na 유형으로 후자가 큰 경우 Ca 유형으로, 음이온의 경우 HCO₃와 CO₃의 당량농도의 합과 Cl, SO₄, NO₃의 당량농도의 합을 비교하여 전자가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

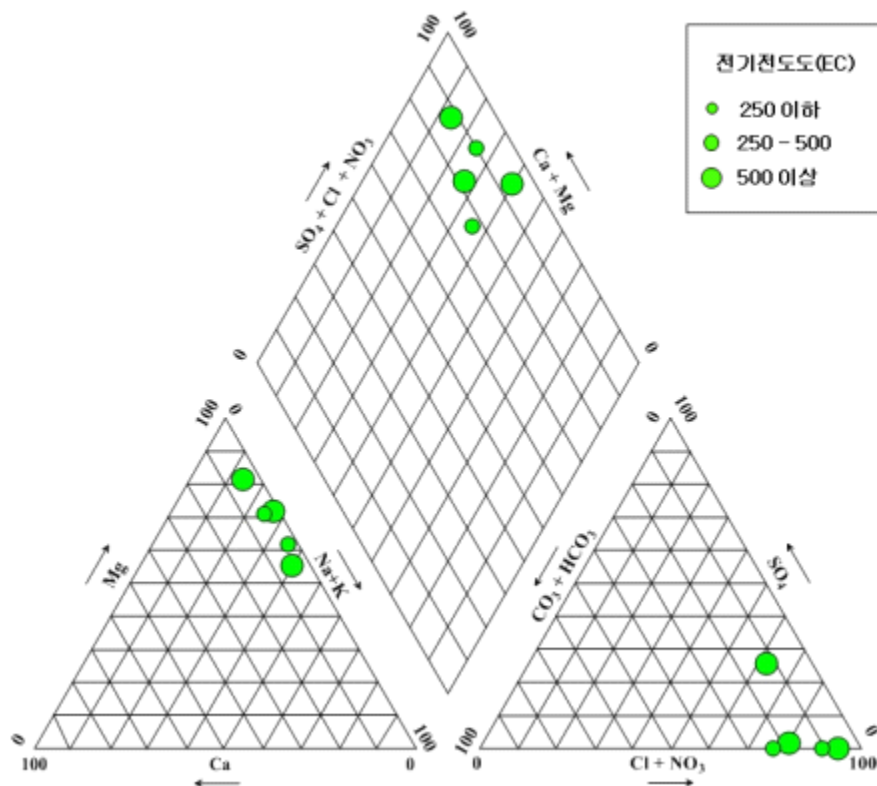
○ 총적관정 22공, 암반관정 5공에 대하여 지하수 양음이온 분석결과를 Piper Diagram에 도시하였다. 먼저 생활하수 및 축산폐수 등에 의한 수질유형 변화를 알아보기 위해 질산성질소 농도에 따라 크기를 달리하여 Piper Diagram에 표시하였다. 수질유형은 Ca-Cl 16개소, Ca-HCO₃ 11개소로 Ca-Cl과 Ca-HCO₃ 유형이 우세하게 나타난다. 평균 질산성질소 농도는 Ca-Cl 유형과 Ca-HCO₃에서 모두 높게 나타났으며, 이는 Ca-HCO₃ 유형의 지하수가 외부오염에 의해 Ca-Cl 유형으로 변화하는 것으로 보인다.



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



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



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

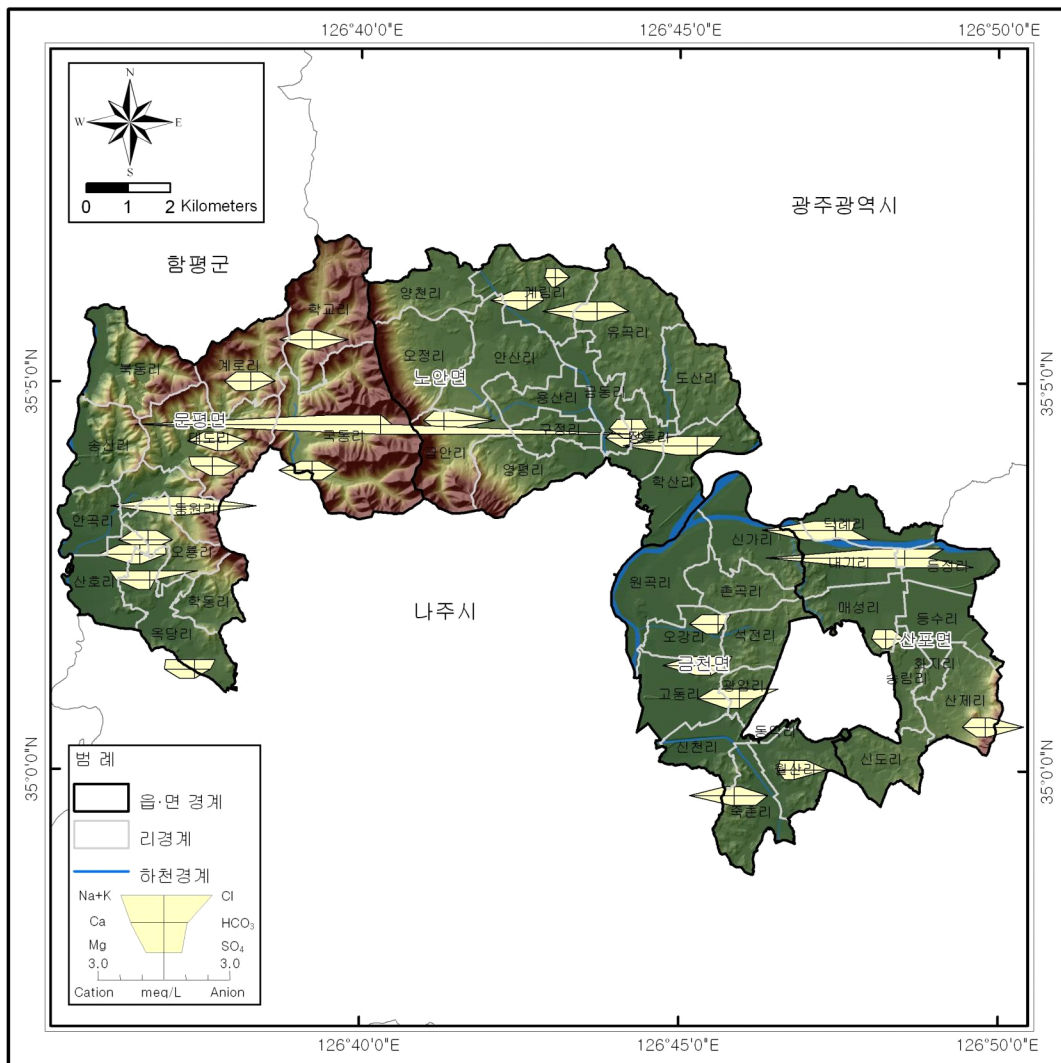
○ 암반지하수는 Ca가 우세하게 나타나며, 음이온은 Cl이 다소 우세하게 나타난다. 오염을 받지 않은 배경 수질은 Ca-HCO₃ 유형이고 배경 수질로부터 유동경로에 따른 농업활동 등 인위적인 요인에 의한 영향 및 해수에 의한 영향을 받아 Ca-Cl 유형으로 변화하고 있는 것으로 추정된다. 음이온 HCO₃ 유형에서 Cl 유형으로 변할수록 전기전도도가 커지는 경향을 나타내며 이는 오염원에 의한 영향이 나타나고 있는 것으로 판단된다<그림 3-2-25>.

○ 충적지하수 유형도 암반지하수와 유사하게 Ca-Cl유형이 가장 많다. 양이온 Ca에서 Na로 HCO₃에서 Cl로 변하면서 전기전도도 수치가 높아지는 것을 확인할 수 있으며 전기전도도 수치가 높은 지점의 지하수에서 Ca-Cl유형이 대다수로 나타나 오염원에 의한 영향이 높게 나타나고 있는 것을 확인할 수 있다. 암반 지하수에 비해 주변 환경에 영향을 많이 받는 충적대수층의 특성이 반영된 결과로 인위적인 활동 및 오염원 등이 지하수 유형에 반영된 것을 쉽게 확인할 수 있다<그림 3-2-26>.

□ 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 용존이온의 농도가 높은 것이다.

○ 나노지구 지하수의 Stiff Diagram에 의한 수질유형은 Ca-Cl과 Ca-HCO₃유형이 우세하며 일부 지하수의 경우 기반암의 영향에 의한 것과 복합된 Ca-HCO₃유형이 문평면 국동리와 산포면 내기리 등에 나타난다<그림 3-2-27>.



<그림 3-2-27> 나노지구 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)		
	산포	등정	38.0	노안	유곡	49	노안	유곡	8.5	금천	원곡	151.7	노안	유곡	1204.4
2	금천	촌곡	34.6	노안	구정	10	노안	구정	6.6	금천	동악	149.9	노안	구정	406.8
3	문평	송산	33.0	산포	내기	8	산포	내기	3.1	산포	등정	149.3	문평	송산	329.0
4	산포	덕례	28.5	노안	금안	7	금천	광암	2.6	산포	덕례	143.9	노안	금안	278.4
5	금천	석전	23.6	문평	옥당	6	노안	금안	1.9	산포	등수	138.7	산포	내기	277.8
6	금천	신가	22.0	노안	영평	4	문평	옥당	1.6	금천	신천	137.5	문평	안곡	231.5
7	금천	원곡	19.3	금천	광암	3	문평	학동	1.6	산포	신도	135.4	금천	광암	217.5
8	금천	오강	19.2	금천	신천	3	문평	안곡	1.5	산포	송림	134.2	산포	화지	196.3
9	문평	옥당	19.1	노안	금동	3	노안	금동	1.5	문평	동원	133.1	산포	신도	164.5
10	금천	광암	18.8	노안	안산	3	금천	신천	1.5	금천	죽촌	132.8	문평	옥당	144.9
11	산포	신도	16.2	문평	동원	3	산포	화지	1.3	금천	월산	130.4	금천	신천	136.3
12	금천	월산	15.7	문평	송산	3	문평	오룡	1.3	산포	내기	129.6	문평	동원	134.1
13	금천	고동	13.6	문평	안곡	3	문평	동원	1.2	노안	도산	129.0	문평	북동	123.0
14	금천	신천	13.2	문평	오룡	3	노안	영평	1.2	문평	대도	127.3	문평	오룡	120.2
15	노안	구정	12.4	문평	학동	3	금천	오강	1.0	산포	산제	126.2	금천	오강	107.4
16	노안	장동	12.2	금천	오강	2	문평	송산	1.0	문평	옥당	126.0	산포	산제	106.3
17	노안	유곡	11.6	금천	월산	2	산포	등수	0.8	금천	신가	125.7	문평	학동	86.4
18	노안	계림	11.0	금천	죽촌	2	문평	산호	0.7	노안	학산	125.4	산포	송림	84.8
19	노안	금동	9.5	노안	도산	2	노안	안산	0.7	문평	학교	125.0	노안	금동	78.1
20	산포	매성	9.5	노안	오정	2	금천	월산	0.7	금천	고동	124.6	노안	영평	73.2
21	노안	영평	9.4	노안	학산	2	산포	송림	0.7	문평	산호	124.4	산포	등수	63.4
22	노안	도산	9.1	문평	북동	2	금천	죽촌	0.7	산포	매성	122.0	금천	고동	61.1
23	산포	내기	8.6	문평	산호	2	노안	도산	0.6	금천	오강	121.6	산포	덕례	59.6
24	노안	학산	8.6	산포	등수	2	노안	학산	0.5	노안	금안	121.3	노안	오정	57.0
25	금천	죽촌	8.2	금천	고동	1	노안	용산	0.5	문평	송산	121.0	산포	매성	56.2
26	노안	안산	8.0	금천	석전	1	노안	오정	0.5	산포	화지	121.0	금천	죽촌	53.6
27	산포	송림	7.4	금천	원곡	1	문평	북동	0.5	금천	석전	120.7	노안	안산	49.4
28	문평	오룡	7.1	노안	계림	1	금천	석전	0.4	노안	용산	120.0	노안	도산	49.2
29	노안	용산	7.1	노안	양천	1	산포	덕례	0.4	문평	안곡	120.0	금천	월산	48.8
30	산포	산제	7.0	노안	용산	1	산포	매성	0.4	문평	국동	120.0	금천	석전	45.7
31	문평	안곡	6.9	문평	국동	1	산포	신도	0.4	문평	오룡	118.3	노안	학산	45.6
32	문평	동원	6.2	산포	덕례	1	노안	양천	0.4	노안	안산	118.2	문평	산호	42.4
33	문평	학동	5.3	산포	매성	1	금천	고동	0.3	금천	광암	117.5	노안	용산	36.9
34	산포	등수	4.1	산포	산제	1	산포	산제	0.3	문평	계로	117.3	노안	계림	34.9
35	문평	국동	3.9	산포	송림	1	노안	계림	0.2	노안	오정	115.2	산포	등정	27.8
36	산포	화지	3.6	산포	신도	1	금천	원곡	0.2	노안	유곡	115.1	금천	촌곡	27.2
37	노안	금안	3.2	산포	화지	1	문평	국동	0.1	노안	양천	115.0	노안	양천	26.7
38	금천	동악	2.5	금천	동악	0	산포	등정	0.0	노안	계림	114.5	노안	장동	25.5
39	문평	계로	2.2	금천	신가	0	금천	촌곡	0.0	노안	영평	114.1	금천	원곡	25.5
40	문평	학교	2.0	금천	촌곡	0	금천	신가	0.0	노안	금동	114.0	금천	동악	24.7
41	문평	산호	1.2	노안	장동	0	노안	장동	0.0	노안	구정	113.8	금천	신가	16.5
42	문평	북동	1.2	문평	계로	0	금천	동악	0.0	문평	학동	113.0	문평	국동	11.8
43	문평	대도	1.0	문평	대도	0	문평	계로	0.0	금천	촌곡	111.6	문평	계로	7.0
44	노안	오정	0.6	문평	학교	0	문평	학교	0.0	문평	북동	109.7	문평	대도	6.3
45	노안	양천	0.0	산포	등정	0	문평	대도	0.0	노안	장동	109.3	문평	학교	6.0

3.3 오염취약성 분석

3.3.1 DRASTIC 시스템

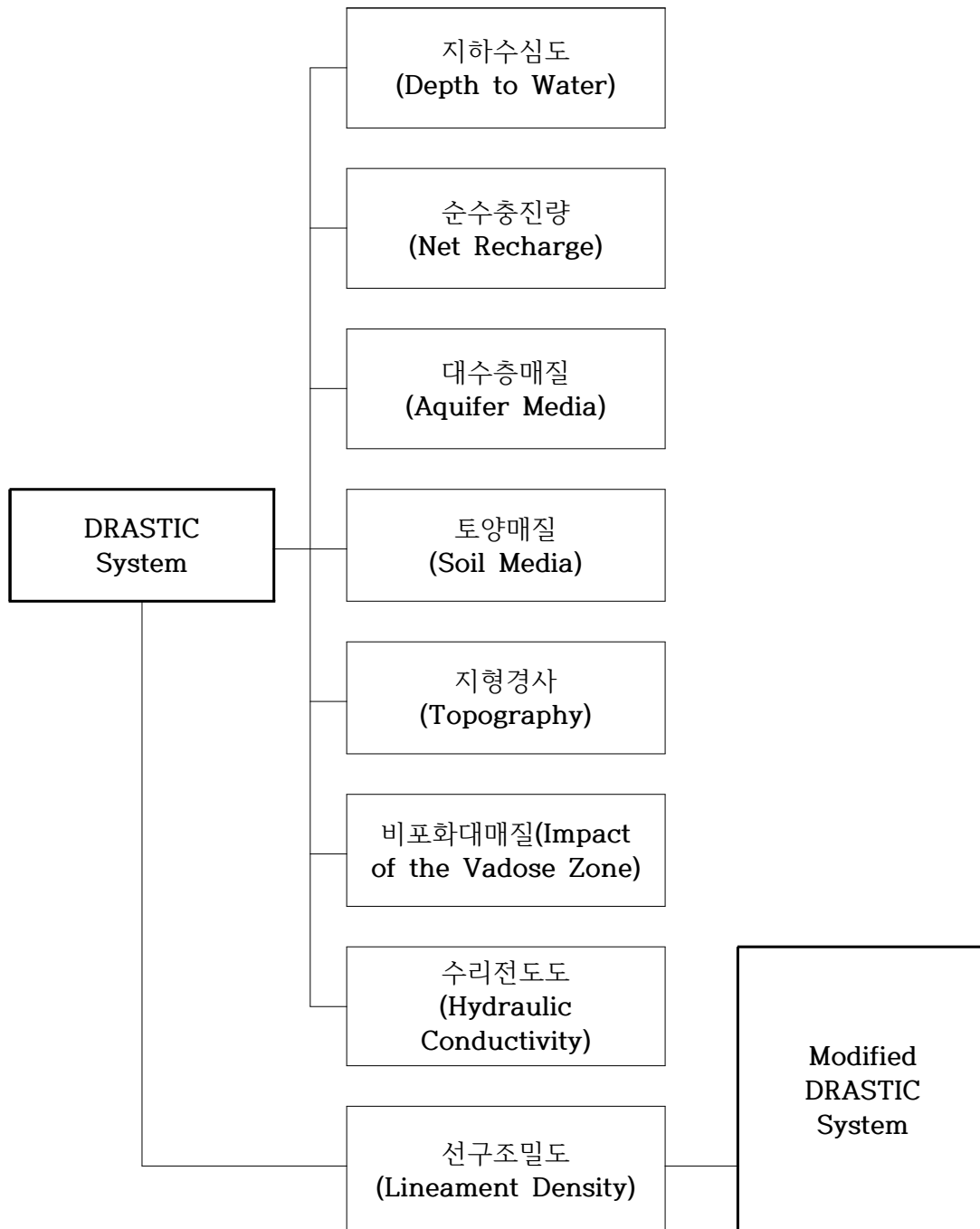
- DRASTIC 시스템은 1987년 미국 환경청(EPA)과 미국 지하수협회(WGWA, National Groundwater Association)의 전신인 미국 정호협회(NWWA)에 의하여 개발된 지하수오염 취약성 평가 모델이다. 본 모델은 수리지질학적인 요인들의 영향을 수치적으로 평가하고 전체 인자들의 영향을 종합적으로 평가하기 위한 것으로 7가지 인자가 지하수 오염에 영향을 미치는 중요도에 따라서 가중치를 적용한다.

- 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		
		1.5미만	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)		
· 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)도양 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)	$\times 10^{-4}$ 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					

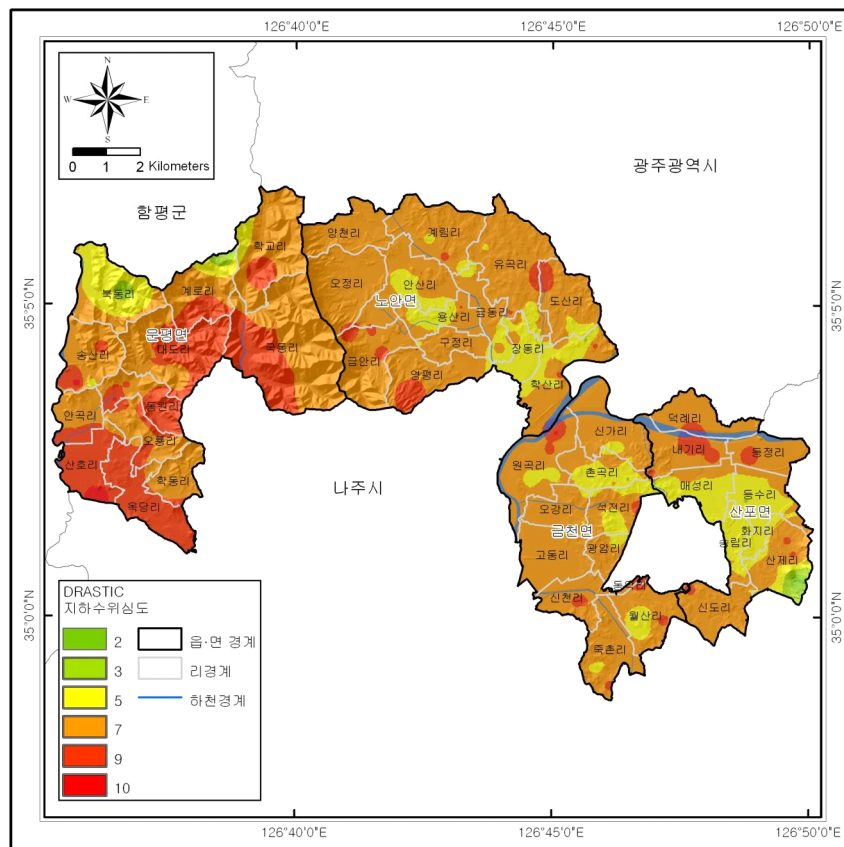
주) ()는 농약에 의한 오염취약성 고려 시의 가중치

※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)

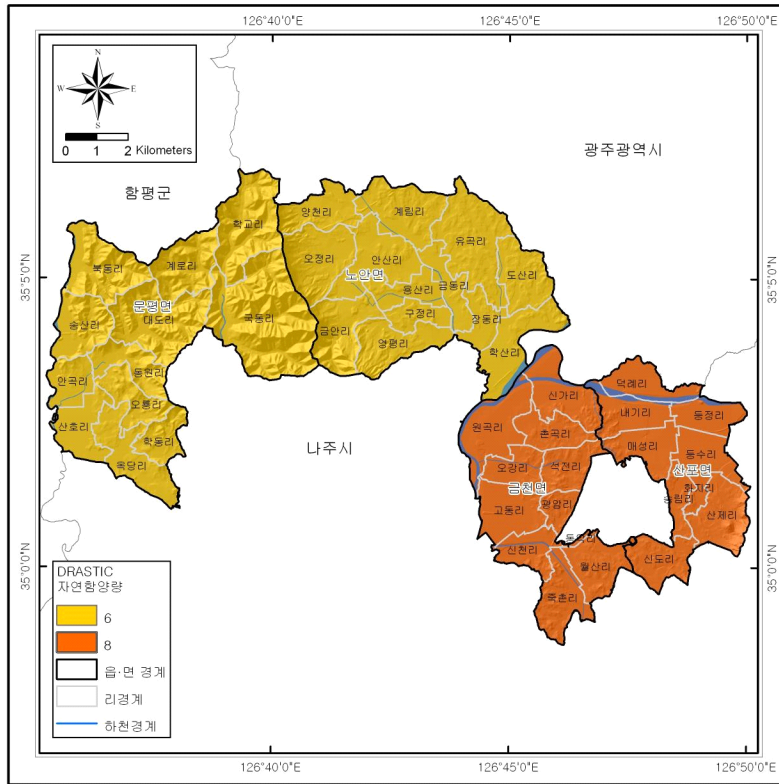
3.3.2 DRASTIC 시스템의 적용

가. 오염취약성(DRASTIC) 분석

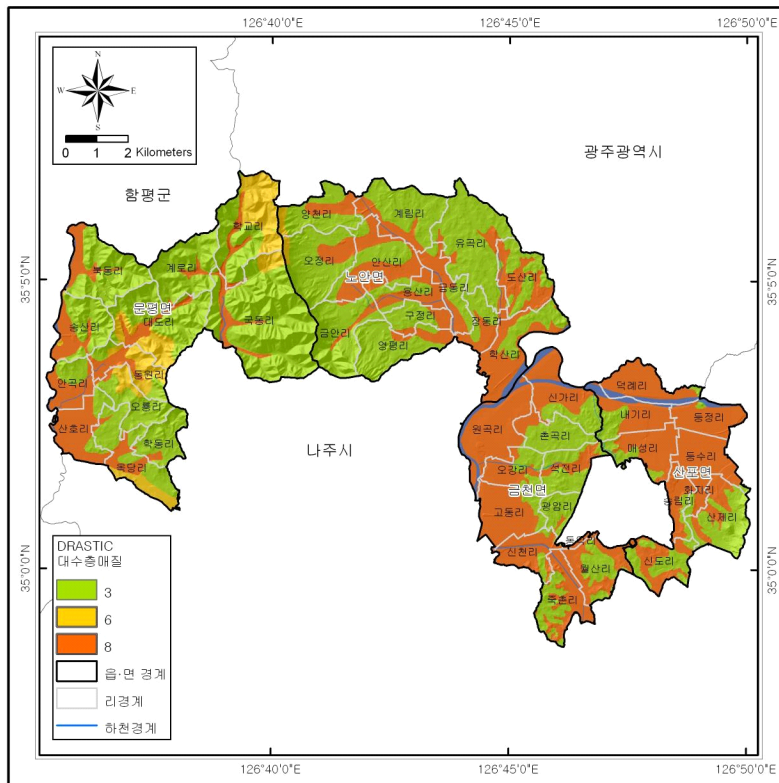
- DRASTIC 지수는 지하수 오염에 대한 취약성과 민감성을 상대 평가하는 것이며, 지하수의 오염정도를 직접적으로 나타내는 것은 아니다. 일반적인 평가방법에서 DRASTIC 지수는 23~226의 범위에 있으며, 농업지역에서 농약에 의한 오염가능성을 고려할 경우 DRASTIC 지수는 26~256의 범위를 갖는다. DRASTIC 지수는 값이 클수록 상대적으로 지하수 오염가능성이 높고, DRASTIC 지수가 작으면 지하수 오염 가능성이 상대적으로 낮음을 의미한다.
- <그림 3-3-2~8, 10>은 조사된 지하수위, 토양, 지질, 지형,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



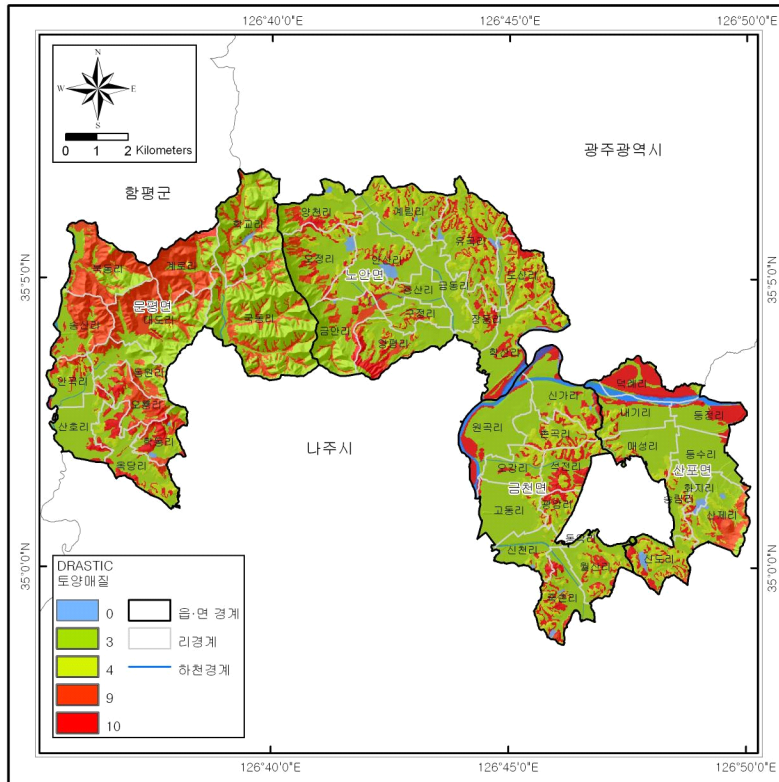
<그림 3-3-2> 지하수위(Depth to water)



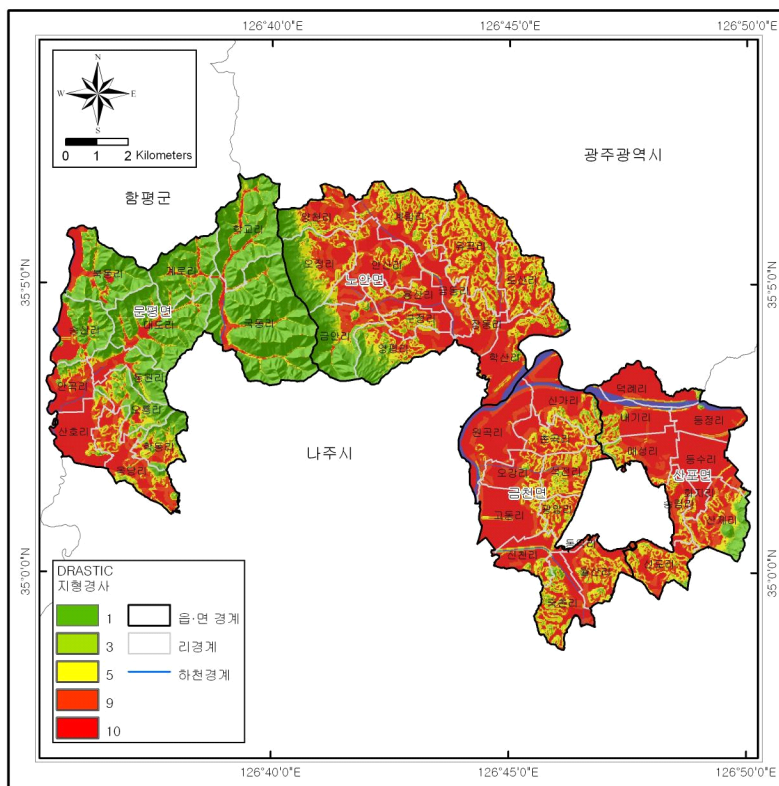
<그림 3-3-3> 자연함양량(Net Recharge)



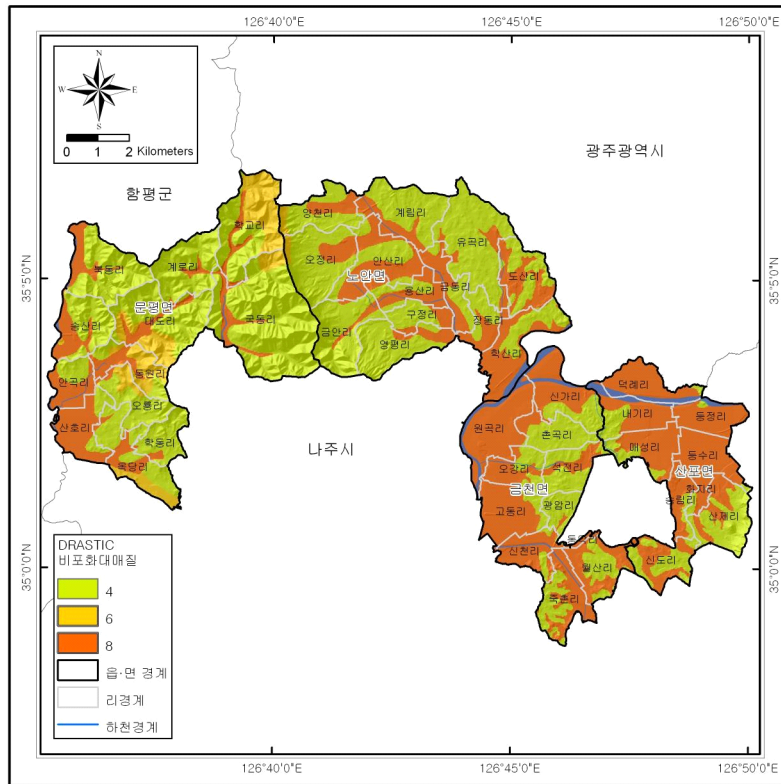
<그림 3-3-4> 대수층 매질(Aquifer Media)



<그림 3-3-5> 토양매질(Soil Media)



<그림 3-3-6> 지형경사(Topography)

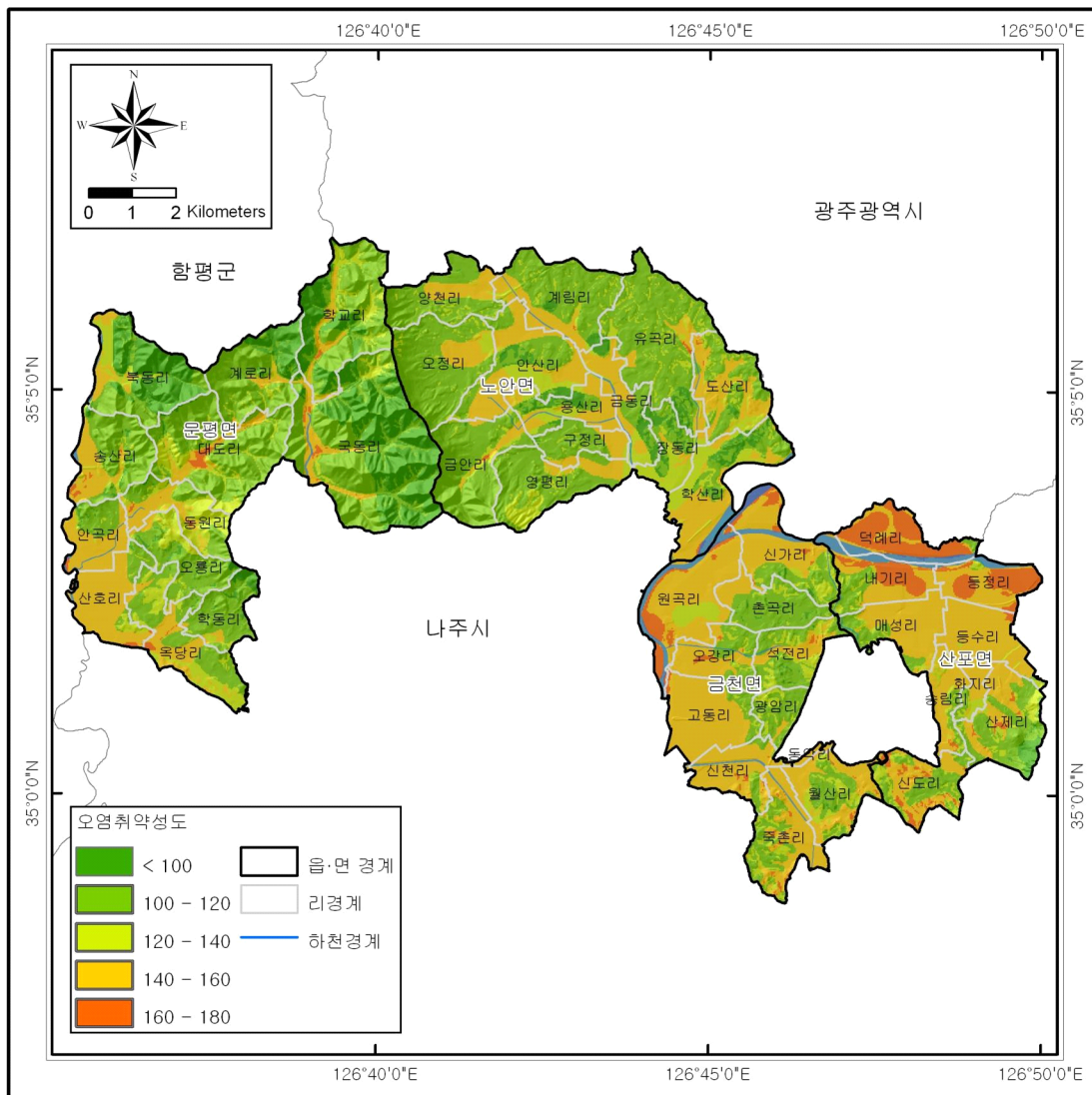


<그림 3-3-7> 비포화대 매질(Impact of Vadose Zone)



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

□ 오염취약성도 작도 결과, 나노지구 대부분의 지역은 110에서 150범위의 오염취약성 수치를 보이며, 특히 문평면 북동리, 노안면 장동리 지역에서는 110이하의 상대적으로 낮은 값을 보인다<그림 3-3-9>. 금천면 원곡리, 동약리는 150이상의 상대적으로 높은 값을 나타내는 지역이 있으며 비포화대매질 등의 영향으로 판단된다.



<그림 3-3-9> 오염취약성도(DRASTIC)

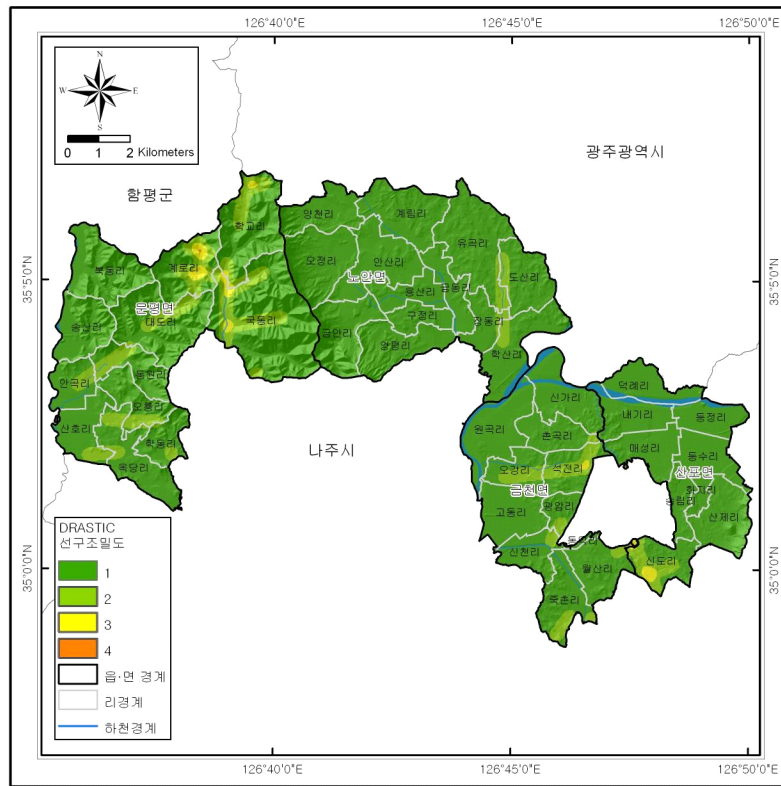
나. 변형된 오염취약성(Modified DRASTIC) 분석

- 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.

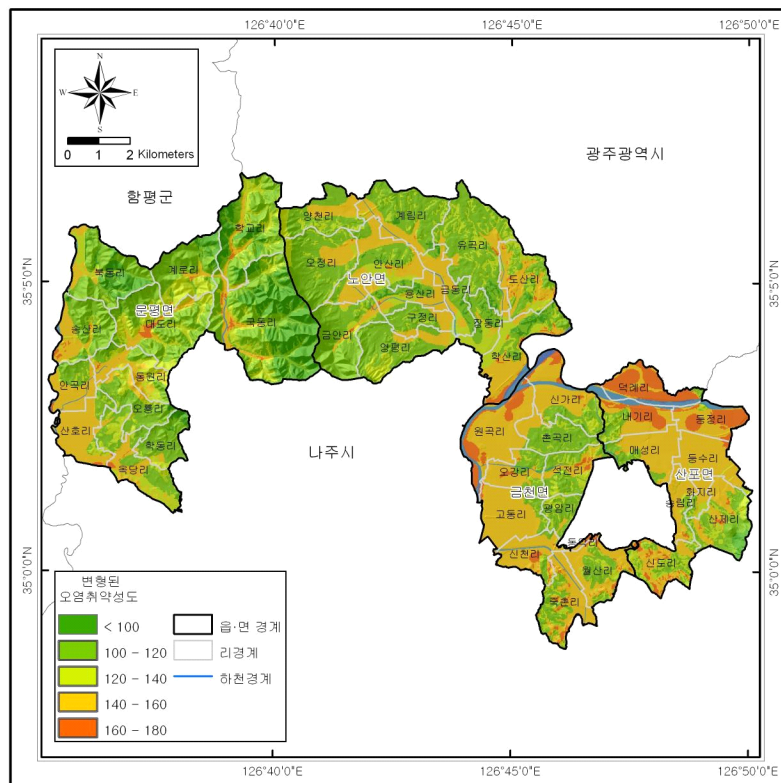
- 상기 서술한 오염취약성도는 미국의 수리지질학적 환경에 적합하도록 개발된 것이므로 이 모델을 사용하는 세계 각국들은 각기 자기 나라의 수리지질학적 특성에 맞는 DRASTIC 변형모델을 사용하고 있다(Barry and Myers, 1990).

- 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.

- 나노지구의 변형된 오염취약성도 모델링 결과, 전반적인 분포양상은 오염취약성도와 비슷하나 DRASTIC수치는 오염취약성도 보다 다소 높게 평가되었다. 특히 160~180 범위 지역의 면적이 넓어진 것을 알 수 있다<그림 3-3-11>.



<그림 3-3-10> 선구조밀도



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

〈부록 IV. 지하수관리방안〉

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 하천부지에서의 경작 억제 4) 농업용수는 농경배수로 유출되는 양을 최소화하도록 적량 공급
축산업자	1) 외부 강우유출수가 축사내로 유입되지 않도록 우회수로, 방지턱 등을 설치 2) 방목시기를 조정하여 초지가 과다 손상되지 않도록 순환방목 실시 및 방목시기 조절 ○ 방목지내에서의 방목가축수를 적절히 유지하고 발생된 축산분뇨 제거 ○ 토양침식 방지차원에서 경사지, 하천 인접지역 등에서의 방목 금지 3) 축분이나 퇴비가 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

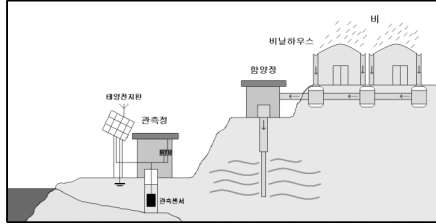
- 주입법

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

〈부록 V. 청문조사결과〉

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 : 2019. 5 ~ 2019. 8
- 설문대상 : 나노지구 4개면 45개 법정리(131개 행정리) 마을이장
- 설문항목 : 일반현황
지하수개발 및 방치공 현황
지하수 수질현황
지하수 수량현황
지하수 관리현황 및 의견
- 회신부수 : 47부[회수율 100%(법정리기준), 36%(행정리기준)]


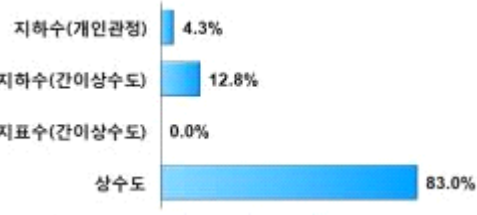
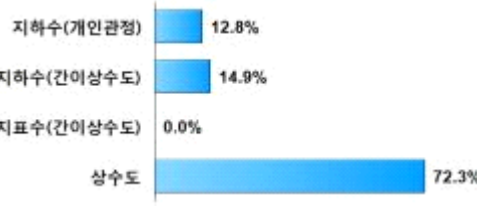
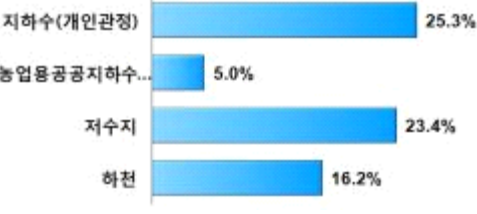
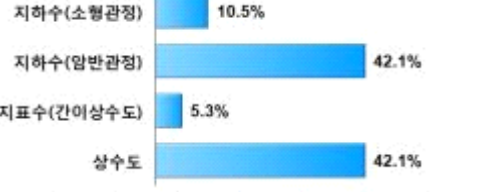
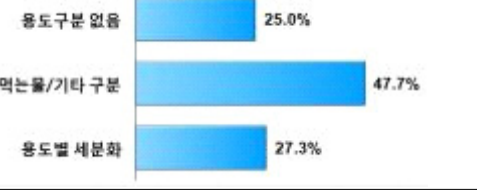

5.2 일반현황

마을의 용수이용 현황 및 지하수 이용 시 애로사항

<분석결과>

- 지하수 이용가구 비율 45.4% 차지
- 음용수 및 생활용수는 주로 상수도와 지하수(간이상수도)의 의존도 높음
- 농업용수는 주로 개인용 지하수관정과 저수지, 하천 등의 지표수를 공급 받아 이용함
- 지하수 이용 시 용도별로 세분화하여 이용한다가 40.0%, 먹는 물과 기타로 구분이 36.7%, 용도구분 없이 사용한다는 의견이 23.3%로 나타남
- 지하수 시설물 이용 시 시설물 수리비 부담(25.9%), 전기세부담(22.2%), 부족한 수량(18.5%), 수질불량(13.0%), 사후관리 어려움(9.3%)에 따른 불편함이 가장 크다고 응답

<표 5-2-1> 일반현황 항목별 설문결과

<p>○ 지하수 이용가구 비율 : 45.4%</p> <ul style="list-style-type: none"> - 가구수 : 2628 - 지하수 이용가구 : 1193 	
<p>○ 음용수 이용 수원</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1순위: 상수도 - 2순위: 지하수(간이상수도) - 3순위: 지하수(개인관정) - 4순위: 지표수(간이상수도) 	
<p>○ 생활용수 이용 수원</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1순위: 상수도 - 2순위: 지하수(간이상수도) - 3순위: 지하수(개인관정) - 4순위: 지표수(간이상수도) 	
<p>○ 농업용수 이용 수원</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1순위: 지하수(개인관정) - 2순위: 저수지 - 3순위: 하천 - 4순위: 농업용공공지하수관정 	
<p>○ 공업용수 이용 수원</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1순위: 지하수(암반관정) - 2순위: 상수도 - 3순위: 지하수(소형관정) - 4순위: 지표수(간이상수도) 	
<p>○ 지하수 관정 사용 시 용도별 구분 사용 여부</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1순위: 먹는물 기타 구분 - 2순위: 용도별 세분화 - 3순위: 용도구분 없음 	
<p>○ 지하수 이용 시 주민들의 애로사항</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1순위: 수질불량 - 2순위: 부족한 수량 - 3순위: 시설물 수리비 부담 	

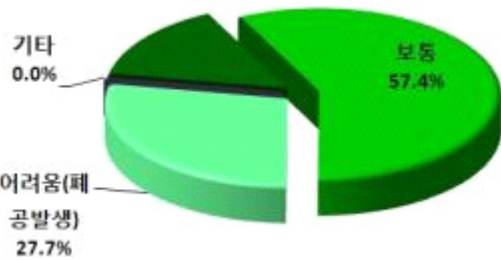
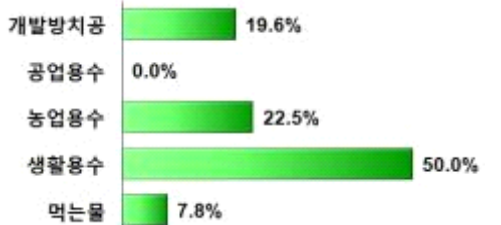
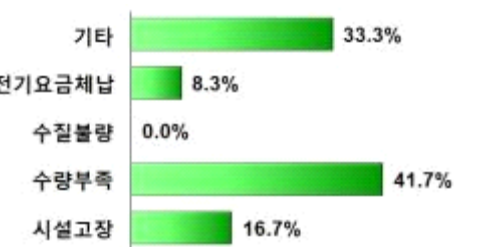

5.3 지하수개발

□ 마을의 지하수 개발여건 및 방치공 현황

<분석결과>

- 지하수 개발여건 용이하거나 보통인 경우 57.4%로 응답
- 지하수 방치공은 많지 않으나 생활용수 50.0%, 농업용수 22.5%, 개발방치공 19.6%를 나타냄
- 지하수 관정이 방치되는 요인은 수량부족이 41.7%, 시설고장이 16.7%를 차지함
- 미활용 지하수 관정을 없애지 않는 주 이유는 재사용 필요(50.0%)

<표 5-3-1> 지하수개발 항목별 설문결과

<p>○ 마을의 지하수 개발 여건</p> <ul style="list-style-type: none"> - 개발이 용이하거나 보통인 경우 57.4% 차지 - 개발이 어려움 27.7% 	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>개발여건</th> <th>비율</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>보통</td> <td>57.4%</td> </tr> <tr> <td>어려움(태공발생)</td> <td>27.7%</td> </tr> <tr> <td>기타</td> <td>0.0%</td> </tr> </tbody> </table>	개발여건	비율	보통	57.4%	어려움(태공발생)	27.7%	기타	0.0%				
개발여건	비율												
보통	57.4%												
어려움(태공발생)	27.7%												
기타	0.0%												
<p>○ 용도별 지하수 방치공</p> <ul style="list-style-type: none"> - 생활용수 관정(50.0%) - 농업용수 관정(22.5%) - 개발방치공(19.6%) 	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>방치공 용도</th> <th>비율</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>개발방치공</td> <td>19.6%</td> </tr> <tr> <td>공업용수</td> <td>0.0%</td> </tr> <tr> <td>농업용수</td> <td>22.5%</td> </tr> <tr> <td>생활용수</td> <td>50.0%</td> </tr> <tr> <td>먹는물</td> <td>7.8%</td> </tr> </tbody> </table>	방치공 용도	비율	개발방치공	19.6%	공업용수	0.0%	농업용수	22.5%	생활용수	50.0%	먹는물	7.8%
방치공 용도	비율												
개발방치공	19.6%												
공업용수	0.0%												
농업용수	22.5%												
생활용수	50.0%												
먹는물	7.8%												
<p>○ 지하수 관정이 방치되는 요인</p> <ul style="list-style-type: none"> - 수량부족(41.7%) - 기타(33.3%) - 시설고장(16.7%) 	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>방치 요인</th> <th>비율</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>기타</td> <td>33.3%</td> </tr> <tr> <td>전기요금체납</td> <td>8.3%</td> </tr> <tr> <td>수질불량</td> <td>0.0%</td> </tr> <tr> <td>수량부족</td> <td>41.7%</td> </tr> <tr> <td>시설고장</td> <td>16.7%</td> </tr> </tbody> </table>	방치 요인	비율	기타	33.3%	전기요금체납	8.3%	수질불량	0.0%	수량부족	41.7%	시설고장	16.7%
방치 요인	비율												
기타	33.3%												
전기요금체납	8.3%												
수질불량	0.0%												
수량부족	41.7%												
시설고장	16.7%												
<p>○ 지하수 관정을 없애지 않는 이유</p> <ul style="list-style-type: none"> - 재사용 필요(50.0%) - 비용발생 경제적 부담(31.3%) - 관심없음(18.8%) 	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>관정 없애지 않는 이유</th> <th>비율</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>기타</td> <td>0.0%</td> </tr> <tr> <td>관심없음</td> <td>18.8%</td> </tr> <tr> <td>재사용필요</td> <td>50.0%</td> </tr> <tr> <td>비용발생 경제적 부담</td> <td>31.3%</td> </tr> <tr> <td>관정소유자불분명</td> <td>0.0%</td> </tr> </tbody> </table>	관정 없애지 않는 이유	비율	기타	0.0%	관심없음	18.8%	재사용필요	50.0%	비용발생 경제적 부담	31.3%	관정소유자불분명	0.0%
관정 없애지 않는 이유	비율												
기타	0.0%												
관심없음	18.8%												
재사용필요	50.0%												
비용발생 경제적 부담	31.3%												
관정소유자불분명	0.0%												

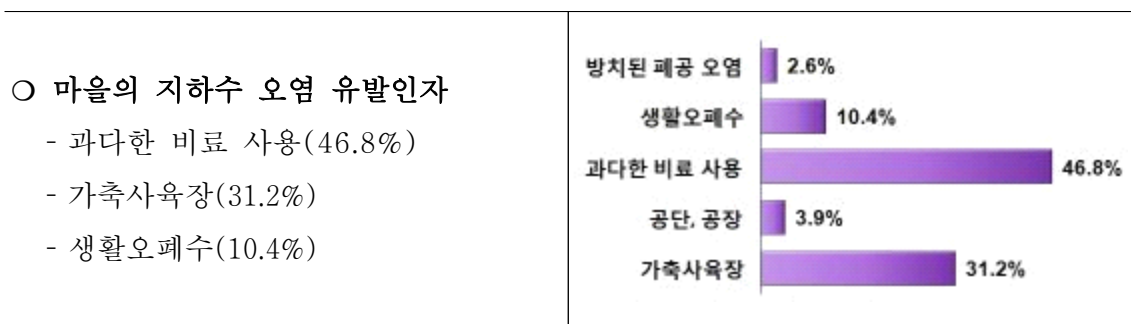
5.4 지하수수질

□ 마을의 지하수 이용 중에 발생하는 수질 현황

<분석결과>

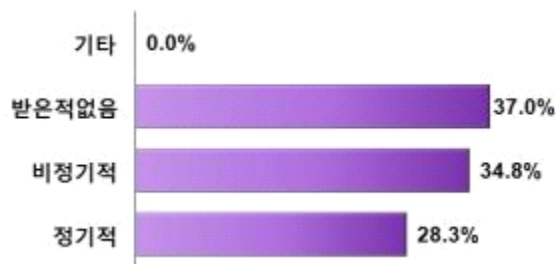
- 마을의 지하수 오염 유발인자는 생활오폐수와 과도한 비료사용에 의한 오염이 46.8%, 가축사육장 31.2%를 차지하는 것으로 조사됨
- 정기적인 지하수 수질검사는 먹는 물(28.3%), 생활용수(20.0%), 농업용수(2.3%) 순으로 나타남
- 지하수수질에 대한 만족도는 보통 이상이 70.2%로 나타남

<표 5-4-1> 지하수수질 항목별 설문결과

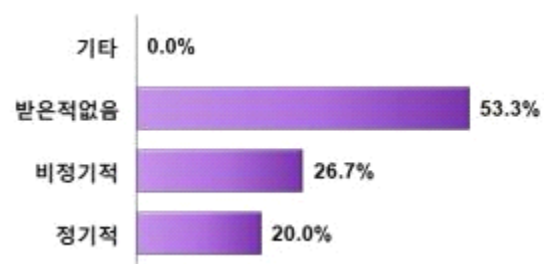


○ 지하수 수질검사

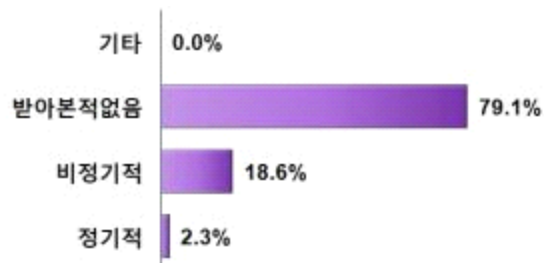
<먹는 물>



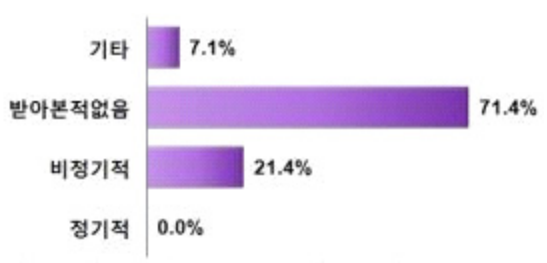
<생활용수>





<농업용수>



<공업용수>



<p>○ 지하수 수질에 대한 만족도</p> <ul style="list-style-type: none"> - 매우만족(0.0%) - 만족(17.0%) - 보통(53.2%) - 불만족(23.4%) 	
<p>○ 문제가 되는 관정의 수질에 대한 해결법</p> <ul style="list-style-type: none"> - 그냥사용(71.4%) - 임시방편(9.5%) - 사용하지 못함(4.8%) 	

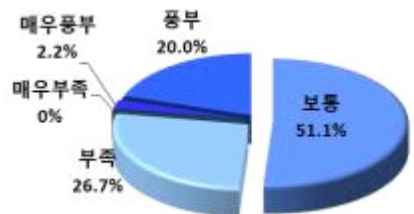
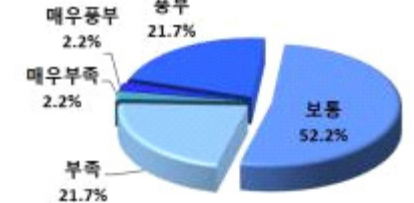
5.5 지하수수량

□ 마을의 지하수 수량현황

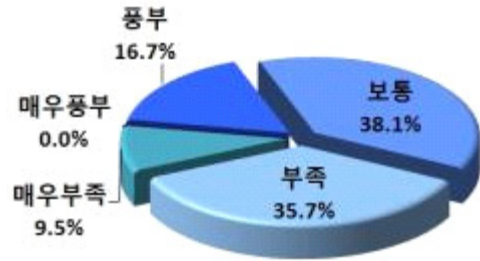
<분석결과>

- 지하수 관정 수량이 부족하거나 매우 부족한 것으로 답한 경우는 용도별로 농업용(45.2%), 공업용(27.3%), 먹는물(26.7%) 순으로 나타남
- 지하수와 관련하여 시·군, 읍·면 및 공공기관에 민원을 제기한 경우는 6.7%로 나타났고 주된 사유는 수량 부족 또는 감소가 50.0%로 가장 많았으며, 수질불량, 관로, 배수지 등 이용시설이 25.0%로 나타났다.

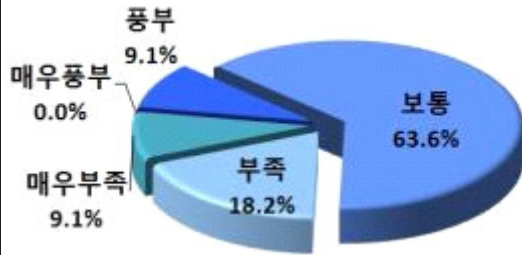
<표 5-5-1> 지하수수량 항목별 설문결과

<p>○ 먹는 물로 사용하는 지하수관정의 수량</p> <ul style="list-style-type: none"> - 부족(26.7%) - 매우부족(0.0%) 	
<p>○ 생활용수로 사용하는 지하수관정의 수량</p> <ul style="list-style-type: none"> - 부족(21.7%) - 매우부족(2.2%) 	

○ 농업용수로 사용하는 지하수관정의 수량
 - 부족(35.7%)
 - 매우부족(9.5%)



○ 공업용수로 사용하는 지하수관정의 수량
 - 부족(18.2%)
 - 매우부족(9.1%)

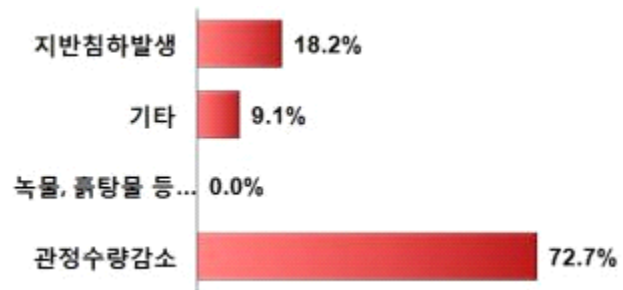


○ 지하수 과잉채수로 인한 장애 발생 사례 및 사유

<발생 사례>



<사유>

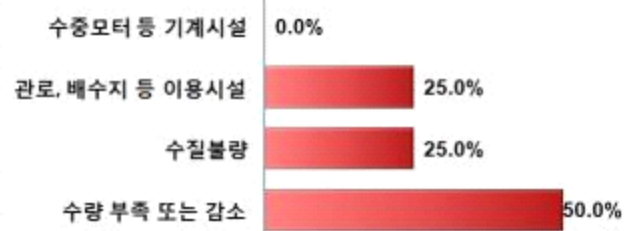


○ 시군, 읍면 및 공공기관에 민원 제기 경험 및 사유

<민원제기 경험>



<사유>



5.6 지하수관리

□ 마을의 지하수 관리에 대한 만족도 및 의견

<분석결과>

- 공공 지하수관정에 대한 만족도 : 매우만족(2.9%), 만족(20.0%)
- 공공기관에 위탁관리 하는 의견에 대해서는100%가 찬성
- 지하수전문위탁기관으로 한국농어촌공사(61.9%)를 선택
- 마을에서 주민들이 원하는 지하수는 농업용수(75.0%)을 선호함

<표 5-6-1> 지하수관리 항목별 설문결과

<p>○ 공공 지하수관정에 대한 만족도 - 매우만족(2.9%), 만족(20.0%)</p>	<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>2.9%</td> </tr> <tr> <td>만족</td> <td>20.0%</td> </tr> <tr> <td>보통</td> <td>60.0%</td> </tr> <tr> <td>불만족</td> <td>17.1%</td> </tr> <tr> <td>매우 불만족</td> <td>0.0%</td> </tr> </tbody> </table>	만족도	비율	매우만족	2.9%	만족	20.0%	보통	60.0%	불만족	17.1%	매우 불만족	0.0%
만족도	비율												
매우만족	2.9%												
만족	20.0%												
보통	60.0%												
불만족	17.1%												
매우 불만족	0.0%												
<p>○ 공공기관에 위탁관리 방안 찬반 의견 - 찬성(100%)</p>	<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>100.0%</td> </tr> <tr> <td>반대</td> <td>0.0%</td> </tr> </tbody> </table>	의견	비율	찬성	100.0%	반대	0.0%						
의견	비율												
찬성	100.0%												
반대	0.0%												
<p>○ 지하수전문위탁기관 선택 - 1순위 : 한국농어촌공사(61.9%) - 2순위 : 한국수자원공사(33.3%)</p>	<table border="1"> <caption>지하수전문위탁기관 선택</caption> <thead> <tr> <th>기관명</th> <th>비율</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>한국농어촌공사</td> <td>61.9%</td> </tr> <tr> <td>한국수자원공사</td> <td>33.3%</td> </tr> <tr> <td>환경관리공단</td> <td>4.8%</td> </tr> <tr> <td>지질자원연구원</td> <td>0.0%</td> </tr> </tbody> </table>	기관명	비율	한국농어촌공사	61.9%	한국수자원공사	33.3%	환경관리공단	4.8%	지질자원연구원	0.0%		
기관명	비율												
한국농어촌공사	61.9%												
한국수자원공사	33.3%												
환경관리공단	4.8%												
지질자원연구원	0.0%												
<p>○ 마을 주민들이 가장 원하는 지하수 - 1순위 : 농업용수(75.0%) - 2순위 : 먹는물(14.3%) - 3순위 : 생활용수(7.1%)</p>	<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>75.0%</td> </tr> <tr> <td>먹는물</td> <td>14.3%</td> </tr> <tr> <td>생활용수</td> <td>7.1%</td> </tr> <tr> <td>기타용수</td> <td>3.6%</td> </tr> <tr> <td>공업용수</td> <td>0.0%</td> </tr> </tbody> </table>	지하수종류	비율	농업용수	75.0%	먹는물	14.3%	생활용수	7.1%	기타용수	3.6%	공업용수	0.0%
지하수종류	비율												
농업용수	75.0%												
먹는물	14.3%												
생활용수	7.1%												
기타용수	3.6%												
공업용수	0.0%												

5.7 기타 주요 제시 의견

- 정기적인 수질검사 및 수질개선을 위한 체계적인 지하수 관리요망
- 전기세 부담 등으로 인한 공공관정에 대한 위탁관리가 필요
- 농업용수 부족으로 인한 관정개발 요망
- 현장실사 등을 통한 지하수 관정 필요지역 조사

5.8 설문결과에 대한 종합의견

- 음용수 및 생활용수는 상수도의 의존도가 높으며, 농업용수는 지하수(개인관정)과 저수지, 하천을 통해 지표수를 공급받아 이용하고 있으며, 지하수 관정이용 시 용도별로 세분화 하여 사용하는 비율이 27.3%로 조사됨
- 지하수 개발은 용이하거나 보통(72.3%)으로 높은 편이나 수량부족 및 시설고장, 수질불량 등의 문제로 사용하지 않는 지하수 관정의 경우에도 재사용 필요(50.0%), 경제적 부담(31.3%) 등의 이유로 방치되고 있어 이에 대한 관리대책이 필요할 것으로 판단됨
- 지하수 수질에 대한 만족도(보통 이상)가 70.2%로 높지만 수질에 문제가 있는 관정에 대해서 그냥사용(71.4%)하고 있거나 임시방편(9.5%)으로 사용 중에 있어, 정기적인 수질검사를 통한 관리가 필요할 것으로 판단됨
- 지하수 수량에 대해서는 농업용수(45.2%), 공업용수(27.3%), 먹는물(26.7%), 생활용수(23.9%) 순으로 부족한 것으로 나타났고, 지하수 이용과 관련하여 6.7%가 수량부족 또는 감소에 의한 문제로 민원을 제기하여 공공관정에 대한 주기적인 시설물 점검이 필요 할 것으로 판단됨
- 공공관정에 대한 만족도(보통 이상)는 82.9%로 비교적 높으나 지하수전문기관에 위탁 관리하는 의견에 대해서는 100%가 찬성하였고 한국농어촌공사가 주도적으로 관리하기를 원하는 대답이 61.9%로 조사되어 공사와 지자체간의 보다 적극적인 협력관계 유지를 통한 협의가 필요할 것으로 판단됨

〈부록 VI. 농어촌지하수관리시스템〉

6. 농어촌지하수관리시스템

6.1 구축 현황

농어촌지하수관리시스템을 통해 사업시행대상 352지구 농어촌용수구역 중 '18년까지 263지구(91개 시군)에 대한 농어촌지하수 조사결과를 인터넷 기반의 WebGIS 지도 서비스로 제공합니다.

《 농어촌지하수관리시스템 DB 구축 현황 》

단위시스템	구축내용	자료수(건)	주된 내용
농어촌 지하수관리 시스템	소계	792,790공	
	자원관리조사 조사관정	762,517공	총 352지구 중 283지구(98개 시·군) 농어촌용수구역 내 분포 관정조사 결과
	지하수개발실적	19,943공	공사개발 지하수관정 시추·개발 자료
	수맥시추조사	10,330공	수맥조사 지구 내 시추착정조사 결과
농업용 공공관정 관리시스템	농업용공공관정	33,195공	지자체·공사가 관리하는 농업용공공관정 (위치정보, 제원정보, 법적사항 등)
농어촌 지하수관측망 시스템	소계	711공	
	농촌지하수관측망	521공	용수구역별 지하수위·수질악화 우려지역에 대한 지하수 모니터링
	해수침투관측망	190공	도서·해안지역 농어촌 지하수에 대한 해수침투(염수침입) 모니터링

6.2 접속방법

- 웹사이트주소 : <https://www.groundwater.or.kr>

6.3 운영방법

- 농어촌지하수정보와 지하수관측정보는 일반인을 포함한 모든 사용자가 로그인 없이 이용 가능합니다.

6.4 농어촌지하수관리시스템 이용 안내


6.4.1 지하수자원관리사업

- 화면중앙 아이콘 또는 상단메뉴의 ‘지하수 자원관리사업’을 클릭합니다.



- 지하수 자원관리사업 개요

지하수 자원관리사업 개요페이지



농어촌지하수관리시스템

지하수 자원관리사업
지하수 개별실적
지하수 관측망시스템
지도서비스

지하수
자원관리사업

개요

조사실적

조사결과

지하수 자원관리사업

농어촌지하수관리시스템은 농업용공공관정의 종합정보를 제공합니다.

▶ 지하수 자원관리사업 > 개요

개요

농어촌 지역 지하수의 관리 기반 구축 및 보전 관리 대책 수립을 통하여 난개발과 오염을 방지하고자 지하수자원 관리 사업을 시행

지속가능한 개발·이용

농어촌 지하수자원의 보전 관리

지하수 자원관리 사업

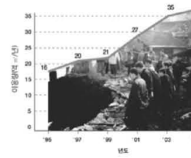
농어촌지하수관리

해수침투조사

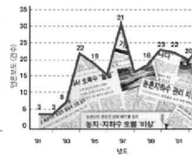
수맥조사

유역별 지하수 종합 대책 수립 해안지역 농경지 열해예방 가뭄상습지 사전 개발조사

지하수 이용량 급증



지하수 오염 심화



농어촌 지하수 관리조사

목적


- 농어촌 지역 지하수의 난 개발과 오염 방지를 위하여 '02년부터 착수
- 지하수법 제6조에 의거 국가최상위계획인 「지하수관리기본계획」에 반영된 주요 사업


사업시행 근거

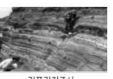
- 농어촌정비법 제15조 : 농어촌용수 이용합리화계획 등
- 농어촌정비법 제21조 : 농어촌용수 오염방지와 수질개선 등
- 지하수법 제5조 : 지하수 개발 · 이용 보전관리 조사추진 및 전문기관의 업무대행

추진체계

기초자료
수질 분석









지표수집


지구조사

지표지질조사


연관조사










지하수
수질 조사










수질·수리
분석 예측

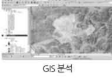







농촌지하수관리
시스템 구축







- 지하수 자원관리사업 조사실적

행정구역별 현황

kr 농어촌지하수관리시스템
지하수 자원관리사업
지하수 개발실적
지하수 관측망시스템
지도서비스

지하수 자원관리사업

농어촌지하수관리시스템은 농업용공공관망의 중장기계획을 제공합니다.

▶ 지하수 자원관리사업 > 조사실적

개요

조사실적

조사결과

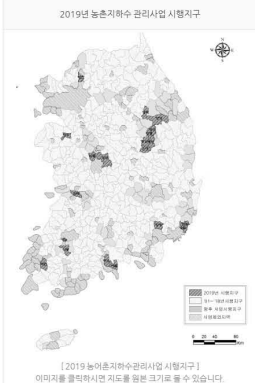
조사실적

농어촌 지하수 관리 조사

지도 서비스 바로가기 >

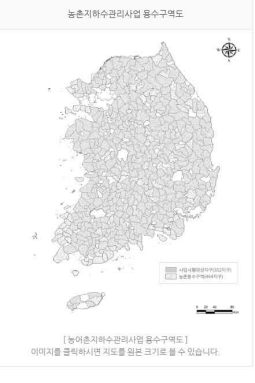
농어촌지역의 지하수시상을 경보, 개발 이용현황 수질 수량현황 대수층 특성 등에 대해 기존 자료 및 세부 조사 분석 평가 실시하여 농어촌 지하수에 대한 정보를 제공합니다. 2018년까지 283지구(98시군)가 완료되어 농어촌지역의 수량 고갈, 수질오염, 지반침하 등 지하수 피해를 사전에 예방하고 보전과 관리대책 수립에 활용되고 있습니다.

2019년 농어촌지하수 관리사업 시행지구



[2019년 농어촌지하수 관리사업 시행지구]
이 이미지를 클릭하시면 지도를 원본 크기로 볼 수 있습니다.

농어촌지하수관리사업 읍수구역도



[농어촌지하수관리사업 읍수구역도]
이 이미지를 클릭하시면 지도를 원본 크기로 볼 수 있습니다.

행정구역별 조사현황

농어촌읍수구역별 조사현황

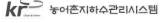
조사년도	행정구역별 조사현황									
	계	광기	광일	송북	송남	관북	관남	경북	경남	제주
관보시군 (개)	98	12	12	9	12	9	14	14	15	1
2001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2003	2	-	-	-	-	-	-	-	칠곡	김해
2004	3	북성	-	-	어산	부안	-	-	-	-
2005	4	행덕	-	계천	-	-	무안	-	-	-
		-	-	웅성	-	-	-	-	-	-
2006	6	이천	원주	-	-	-	보성	영천	진주	-
		-	춘천	-	-	-	-	-	-	-
2007	9	광주	황성	진천	공주	영월	-	-	사천	-
		-	-	피산	군산	순창	-	-	-	-
2008	7	김포	충천	중평	-	장수	-	상주	하동	-
		-	말산	-	-	-	-	-	-	-
2009	11	여주	-	-	논산	진안	양성	김천	합천	제주
		-	-	-	부여	고창	횡성	군위	-	-
2010	7	-	영구	죽천	-	-	영송	문경	거창	-
		-	죽천	-	-	-	-	-	밀양	-
2011	7	용인	-	영동	서천	무주	영양	영송	거제	-
		가평	고성	-	보령	-	함평	인동	-	-
2012	6	-	-	-	-	-	신안	-	-	-
2013	6	-	안계	보은	황양	-	진도	봉화	양산	-
2014	5	안성	양양	-	홍성	-	죽성	-	-	-
		남양주	-	-	-	-	-	-	-	-
2015	4	-	강릉	-	-	-	-	포항	산청	-
		-	-	-	-	-	-	-	남해	-
2016	8	경화	-	송주	대산	익산	순천	구미	의령	-
		-	-	-	-	-	고흥	-	-	-
		-	말산	-	태안	남원	-	-	함안	-
2017	6	-	-	-	-	-	달양	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	영도	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-
2018	7	포천	-	-	서산	-	영암	영양	고성	-
		-	-	-	-	-	-	울진	함양	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-
2019 (연도예정)	8	양주	양양	청주	도진	-	여수	여천	거창	-
		-	-	-	-	-	해남	-	-	-

이재일무단수집기부 | 개인정보처리방침

kr 한국농어촌공사 (주 58322) 권역별 내주시 관리로 20(백암동 358) 연락처 061-338-5799, 5754 팩스번호 061-338-5749
COPYRIGHT©2018KRC. ALL RIGHT RESERVED. webmaster@krc.or.kr

- 지하수 자원관리사업 조사실적

농어촌용수구역별 현황



농어촌지하수관리시스템

지하수 자원관리사업 지하수 개발실적 지하수 권역행시스템 지도서비스

지하수 자원관리사업

농어촌지하수관리시스템은 농어촌 공공권역의 총화정보를 제공한다.

지하수 자원관리사업

개요

조사실적

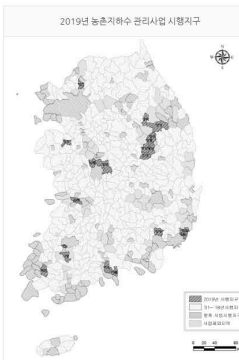
조사결과

조사실적

농어촌 지하수 관리 조사

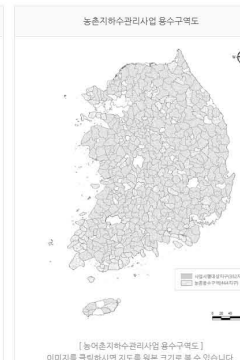
농어촌지역의 지하수시설물 정보, 개발 이용현황 수질 수량현황 대수층 특성 등에 대해 기존 자료 및 세부 조사 분석 평가 실시하여 농어촌 지하수에 대한 정보를 제공한다. 2018년까지 283지구(98시군)가 완료되어 농어촌지역의 수량 고갈, 수질오염, 지반침하 등 지하수 재해를 사전에 예방하고 보전과 관리대책 수립에 활용되고 있습니다.

2019년 농어촌지하수 관리사업 시행지구



[2019년 농어촌지하수 관리사업 시행지구] 이미지를 클릭하시면 지도를 확대할 수 있습니다.

농어촌지하수관리사업 용수구역도



[농어촌지하수관리사업 용수구역도] 이미지를 클릭하시면 지도를 확대할 수 있습니다.

행정구역별 조사완료현황

농어촌용수구역별 조사현황

조사년도	계	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주
계	352	41	36	28	41	34	60	62	44	6
시군구	283	35	29	25	34	29	45	45	36	5
2001	2	화남군	-	-	-	-	-	-	김천	-
2002	4	황서	-	계산	이송	유양	-	-	-	-
2003	8	평포	원문	-	이인	부동	무림	발석	김량	-
		회비	-	-	-	-	-	-	-	-
2004	11	평고	원문	유심	이영	부석	무림	영학	진집	-
		-	원기	유원	-	왕집	-	-	-	-
		황서	송동	계동	공정	경북	무림	영교	김수	-
2005	15	이송	-	상곡	금남	순교	보성	상리	-	-
		-	-	원양	-	-	-	-	-	-
2006	15	이송	송신	진리	유구	경산	보소	영자	진지	-
		경초	용문	괴형	금부	순동	-	상리	사동	-
2007	20	공포	영소	진백고	주은	경강	보문	상화	사포	계야
		김고	용화	괴형	금북	순양	브빌	금대	하금	-
		여서	영동	-	-	왕변	-	-	-	-
2008	23	김량	송두	괴도	논밭	왕계	최촌	상사	하적	계초
		여백	영명	옥동	부서	간상	왕북	금봉	발적	-
		파고	말대	-	-	고신	용평	군봉	가가	-
2009	23	대간	최간	옥정	논산	간석	부동	강문	화동	계한
		파문	영말	영양	부동	괴형	경성	군위	거남	-
		용남	-	-	부동	고양	영문	문호	일부	-
2010	23	파적	황상	금주	기산	유적	경강	문산	거고	계대
		용외	영명	경신	남포	남포	경강	경술	일화	-
		가회	-	-	청창	왕상	왕은	안여	거사	-
2011	17	용기	인북	영향	서비	무성	황신	왕현	거강	계남
		-	가북	고거	보마	보리	남대	-	안동	황계
		-	-	-	-	순강	-	-	-	-
2012	16	가설	고려	보내	보정	남문	황라	진길	왕리	-
		-	안고	진남	-	왕화	-	신안	봉법	산신
		-	-	-	-	-	-	강진	봉명	-
2013	16	황서	영상	보마	황대	익동	진문	봉석	산신	-
		-	경초	영성	-	용문	-	국고	송양	왕화
		-	-	-	-	-	송상	봉상	-	-
2014	16	간상	왕은	주신	용서	왕봉	국동	신신	산신고	-
		남진	영사	-	예대	-	국석	왕면	남설	-

~ 중 략 ~

- 부록 155 -

krf 한국농어촌공사

– 조사결과 : 행정구역별 개발이용현황(충적암반별)

지하수 자원관리사업

지하수 개발실적

지하수 권역명시스템

지도서비스

지하수 자원관리사업

농어촌지하수관리시스템은 농림수산관광의 종합정보를 제공합니다.

지하수 자원관리사업 > 조사결과

조사결과

검색 위치: 전라남도 보성군 읍/면/동

대상 조건: 개발이용현황(충적암반별) 개발이용현황(용도별) 현황 간이수질조사 결과

지하수 수량특성 분석결과 지하수 수질특성 분석결과 수량관리 필요지역 계안 수질관리 필요지역 계안

검색 초기화

보성군 자료는 한국농어촌공사에서 자체조사한 관정조사자료를 바탕으로 작성되었습니다.

전라남도 보성군

행정 구역	구축 연도	계		일반		충적	
		개소 (동)	이용량 (천/년)	개소 (동)	이용량 (천/년)	개소 (동)	이용량 (천/년)
계		12,264	31,987	8,237	21,530	4,027	10,454
광덕면	2006	482	1,488	377	997	105	490
노동면	2006	649	1,881	558	1,609	91	272
북항면	2005	520	977	435	817	85	160
분덕면	2007	475	427	404	363	71	64
마덕면	2006	642	369	392	277	250	92
벌교읍	2007	3,474	11,882	1,879	6,369	1,595	5,513
보성읍	2005	23	22	8	8	15	13
보성읍	2006	1,420	1,914	839	1,282	581	631
북내면	2007	1,018	1,050	710	686	308	364

~ 중 략 ~

– 조사결과 : 행정구역별 개발이용현황(용도별)

지하수 자원관리사업

지하수 개발실적

지하수 권역명시스템

지도서비스

지하수 자원관리사업

농어촌지하수관리시스템은 농림수산관광의 종합정보를 제공합니다.

지하수 자원관리사업 > 조사결과

조사결과

검색 위치: 충청남도 서천군 읍/면/동

대상 조건: 개발이용현황(충적암반별) 개발이용현황(용도별) 현황 간이수질조사 결과

지하수 수량특성 분석결과 지하수 수질특성 분석결과 수량관리 필요지역 계안 수질관리 필요지역 계안

검색 초기화

서천군 자료는 한국농어촌공사에서 자체조사한 관정조사자료를 바탕으로 작성되었습니다.

충청남도 서천군

행정 구역	구축 연도	계		생활용		공업용		농업용		기타(연속용포함)	
		개소 (동)	이용량 (천/년)	개소 (동)	이용량 (천/년)	개소 (동)	이용량 (천/년)	개소 (동)	이용량 (천/년)	개소 (동)	이용량 (천/년)
계		4,039	4,399	2,344	2,342	14	42	1,681	2,019	0	0
기산면	2010	293	412	170	242	0	0	123	170	0	0
마산면	2010	194	219	99	97	0	0	95	123	0	0
마서면	2011	577	384	305	167	9	24	263	193	0	0
문산면	2010	603	674	259	185	0	0	344	489	0	0
비면면	2011	149	253	71	126	1	2	77	125	0	0
서면	2011	118	134	82	100	0	0	36	34	0	0
서천읍	2010	624	675	390	370	0	0	234	305	0	0
시호면	2010	123	222	67	143	0	0	56	80	0	0
광항읍	2011	271	170	204	126	1	1	66	43	0	0

~ 중 략 ~

- 조사결과 : 행정구역별 현장 간이수질조사 결과

지하수 자원관리사업

지하수 자원관리사업 | 지하수 개발실적 | 지하수 관측망시스템 | 지도서비스

지하수 자원관리사업

농어촌지하수관리시스템은 농림환경공관경의 종합정보를 제공합니다.

경상북도 군위군

조사결과

검색 결과: 1,340건

행정 구역	구축 연도	공수	질산성질소 (NO3-N) (mg/l)	전기전도도 (EC) (μS/cm)	총용존고형물 (TDS) (mg/l)	수소이온농도 (pH)
계		1,340	3.1	455	268.3	7.7
고포면	2009	54	6.6	474	279.7	7.6
군위읍	2009	94	1.9	489	288.7	7.9
부계면	2008	294	1.6	311	183.2	7.8
산성면	2009	117	2.9	414	244	7.8
소보면	2009	139	3.6	392	231.3	7.7
우보면	2009	76	2.5	1,041	614.1	7.5
외흥면	2009	150	2.8	260	153.2	7.7
호원면	2008	416	0	258	152.4	7.8

~ 중 략 ~

- 조사결과 : 행정구역별 지하수 수량특성 분석결과

지하수 자원관리사업

지하수 자원관리사업 | 지하수 개발실적 | 지하수 관측망시스템 | 지도서비스

지하수 자원관리사업

농어촌지하수관리시스템은 농림환경공관경의 종합정보를 제공합니다.

경북광역시 강화군

조사결과

검색 결과: 1건

행정 구역	구축 연도	관정깊도 (m)	단위면적당 이용량 (천m ³ /yr)	이용량/계정개발가능량(%)
평균		21.96	24.37	39.37
회도면	2016	27.20	22.40	42.00
정학읍	2016	30.70	37.70	64.80
길상면	2016	18.90	25.50	46.00
송학면	2016	30.70	40.50	57.50
나기면	2016	25.10	18.50	28.80
양서면	2016	20.30	16.80	37.70
신림면	2016	13.50	20.20	29.60
양도면	2016	25.20	21.50	30.80
화암면	2016	15.70	19.10	25.40

~ 중 략 ~

– 조사결과 : 행정구역별 지하수 수질특성 분석결과

지하수 수질특성 분석결과

검색 위치: 경기도 > 포천시 > 읍/면/동

대상 조건: 개별이용현황(농작업만발), 개별이용현황(음도발), 한강간이수질조사 결과

지하수 수량특성 분석결과, **지하수 수질특성 분석결과**, 수량관리 필요지역 제안, 수질관리 필요지역 제안

포천시 자료는 한국농어촌공사에서 자체조사한 관영조사자료를 바탕으로 작성되었습니다.

경기도 포천시

행정 구역	구축 연도	질산성질소(mg/l)	오염원분포도 (점수/5점)	평균 DRASTIC Index	오염부하량 (kg/Day/Well)
평균		12.0	4.15	126.30	257.87
화원면		10.3	2.96	133.61	397.01
화원면	2017	10.3	2.96	133.61	397.01
창수면	2017	5.4	3.1	140.29	345.30
내촌면	2014	3.9	3.58	119.05	27.01
소흘읍	2014	1.5	1.03	120.65	234.27
영죽면	2017	8.2	3.29	135.20	316.23
군내면	2015	7.1	2.82	126.50	171.32
신음동	2015	10.4	3.87	125.06	533.32

~ 중 략 ~

– 조사결과 : 행정구역별 수량관리 필요지역 제안

수량관리 필요지역 제안

검색 위치: 강원도 > 영월군 > 읍/면/동

대상 조건: 개별이용현황(농작업만발), 개별이용현황(음도발), 한강간이수질조사 결과

지하수 수량특성 분석결과, 지하수 수질특성 분석결과, **수량관리 필요지역 제안**, 수질관리 필요지역 제안

영월군 자료는 한국농어촌공사에서 자체조사한 관영조사자료를 바탕으로 작성되었습니다.

강원도 영월군

행정 구역	구축 연도	A그룹 (발광구제)	B그룹 (한강지점)
계		4	5
무릉도심면 도음리	2018	-	-
무릉도심면 토산리	2018	-	-
무릉도심면 무룡리	2018	Y	-
무릉도심면 영송리	2018	-	Y
무릉도심면 용학리	2018	-	Y
추산면 갈아리	2018	-	-
추산면 토산리	2018	Y	-
추산면 신달리	2018	-	Y
추산면 용곡리	2018	Y	-

~ 중 략 ~

- 조사결과 : 행정구역별 수질관리 필요지역 제안

농어촌지하수관리시스템

지하수 자원관리사업
지하수 개발실적
지하수 관측망시스템
지도서비스

지하수
자원관리사업

개요

조사실적

조사결과

지하수 자원관리사업

농어촌지하수관리시스템은 농담양공공관광의 중앙정보를 제공합니다.

▶ 지하수 자원관리사업 > 조사결과

개요

조사실적

조사결과

조사결과

검색
위치

전라북도 > 임실군 > 읍/면/동

대상 조건	개발이용제한(농작업면적)	개발이용제한(농도비)	환경 건이수질조사 결과
지하수 수질특성 분석결과	지하수 수질특성 분석결과	수질관리 필요지역 제안	수질관리 필요지역 제안

검색
초기화

💬 **임실군** 자료는 한국농어촌공사에서 자체조사한 관정조사자료를 바탕으로 작성되었습니다.

전라북도 임실군

행정 구역	구축 연도	지하수요청 취역환경	질산성질소	수질관리기준초과	특수행위
계		35	1	12	0
강진면 신탐리	2011	Y			
강진면 문봉리	2011	Y			
강진면 양천리	2011	Y			
강진면 박천리	2011	Y			
강진면 부흥리	2011	Y			
강진면 옥정리	2011	Y			
강진면 용수리	2011	Y			
강진면 월봉리	2011	Y			
강진면 학석리	2011	Y			
덕지면 가곡리	2011	Y			
덕지면 투지리	2011	Y			
덕지면 용우리	2011	Y		Y	
덕지면 사목리	2011	Y			
덕지면 일흥리	2011	Y			
덕지면 장암리	2011	Y			
덕지면 천동리	2011	Y			
덕지면 회문리	2011	Y	Y	Y	
삼계면 뇌천리				Y	
삼계면 봉천리		Y			
삼계면 삼포리				Y	
삼계면 어촌리		Y			
삼계면 오지리		Y		Y	
삼계면 출곡리				Y	
삼수면 오후리		Y			
오수면 금암리				Y	
오수면 대정리				Y	
오수면 온기리					
오수면 표죽리				Y	
오수면 오산리					
오수면 오수리		Y			
오수면 오암리				Y	
오수면 용두리					
오수면 용정리					
임실읍 관성리					
임실읍 갈성리		Y			
임실읍 두곡리		Y			
임실읍 장기리				Y	
임실읍 신안리					
임실읍 이두리		Y			
임실읍 장계리					
지사면 방계리		Y			
지사면 영천리		Y			
황동면 구고리	2011	Y			
황동면 번산리	2011	Y		Y	
황동면 두북리	2011	Y			
황동면 석두리	2011	Y			
황동면 옥석리	2011	Y			
황동면 옥천리	2011	Y			
황동면 황계리	2011	Y			
황동면 황교리	2011	Y			

이메일: info@kfr.or.kr | 개인정보처리방침

한국농어촌공사
(우 58327) 전라남도 나주시 근남로 20(백기마을 358) 연락처 061-338-5799, 5754 팩스번호 061-338-5749

COPYRIGHT©2018KRC. ALL RIGHT RESERVED. webmaster@kfr.or.kr

6.4.2 지하수 개발실적

- 화면중앙 아이콘 또는 상단메뉴의 ‘지하수 개발실적’을 클릭합니다.



- 수맥조사 : 사업개요

- 수맥조사 : 조사실적

연도	지구수	조사면적 (ha)	개발가능면적 (ha)	관정탑사 (정)	수위관측 (정)	시추조사 (정)
합계	7,763	118,977	51,380	74,708	25,967	8,234
82	133	7,283	3,258	3,632	3,423	480
83	191	10,015	4,519	5,280	4,311	647
84	337	10,015	4,812	5,434	3,375	613
85	401	8,525	3,529	7,625	1,929	585
86	354	5,054	2,147	3,126	496	527
87	232	4,374	1,996	3,326	540	573
88	353	4,587	1,700	2,867	392	439
89	315	2,926	1,182	1,797	246	224
90	350	2,765	1,329	1,751	212	151
91	147	1,083	431	810	45	79

※ 수맥도 및 시추내역은 “농어촌 지하수지도”서비스에서 제공합니다.

(좌측메뉴 주제도 - 지하수 개발관정 - 사업구분 - 수맥시추)

(좌측메뉴 주제도 - 지하수 수맥정보 - 수맥도)

– 지하수 개발실적(한국농어촌공사 직영시행)

지하수 개발실적
농어촌지하수관리시스템은 농업용공공관정의 종합정보를 제공합니다.

수백조사
지하수개발
양식장용수관리사업

지하수개발
지하수 개발실적
한국농어촌공사에서 개발한 관련 자료를 경보화하여 시설내역 및 시추내역 자료를 제공합니다.

구축현황

년도	계(공)	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주
계(공)	19,870	2,305	2,302	2,040	2,415	2,469	1,427	3,629	2,840	443
1970	197	-	-	197	-	-	-	-	-	-
1979	106	-	-	106	-	-	-	-	-	-
1980	202	54	-	57	-	91	-	-	-	-
1981	165	51	-	37	-	76	1	-	-	-
1982	112	12	-	16	1	43	22	10	8	-
1983	214	19	-	17	1	26	18	119	14	-
1984	356	52	28	20	69	50	27	79	31	-
1985	280	-	17	16	57	56	33	55	46	-
1986	252	33	30	19	40	39	34	31	26	-
1987	217	1	16	20	37	20	28	43	52	-
1988	279	50	28	21	46	41	33	1	59	-
1989	291	46	15	15	41	42	31	67	34	-
1990	191	-	17	14	30	29	-	69	32	-
1991	267	18	28	33	32	22	40	55	39	-
1992	164	17	13	20	25	4	16	45	24	-
1993	357	52	13	32	50	39	50	75	46	-
1994	484	61	46	32	67	59	33	81	105	-
1995	656	-	65	101	97	146	57	-	190	-
1996	567	34	179	57	66	91	13	44	83	-
1997	868	110	197	124	76	106	20	115	120	-
1998	1,242	157	134	100	146	194	128	120	210	53
1999	752	64	90	58	56	104	85	147	112	36
2000	1,131	199	170	69	110	112	133	155	144	39
2001	1,377	386	70	214	121	82	102	183	195	24
2002	994	157	171	43	86	80	47	167	213	30
2003	865	133	107	44	90	110	56	104	175	46
2004	825	170	97	32	91	98	62	131	123	21
2005	590	38	105	62	57	60	24	85	131	28
2006	506	19	74	23	82	54	19	118	95	22
2007	564	51	86	45	61	58	34	136	68	25
2008	519	22	54	21	63	106	14	134	89	16
2009	809	49	108	55	26	103	86	301	60	21
2010	382	19	37	20	59	50	-	126	66	5
2011	469	11	46	27	106	76	-	142	45	16
2012	661	33	90	25	198	65	20	172	38	20
2013	283	8	18	59	45	18	15	91	23	6
2014	329	38	19	25	61	40	18	85	39	4
2015	318	45	49	37	66	8	16	71	18	8
2016	317	15	25	62	56	12	19	96	17	15
2017	325	32	35	32	75	29	31	73	18	-
2018	387	49	25	33	25	30	62	103	52	8

※ 관정별 시추·개발내역은 “농어촌 지하수지도”서비스에서 제공합니다.
(좌측메뉴 주제도 - 지하수 개발관정 - 사업구분 - 지하수개발)

- 양식장용수관리사업(지하해수조사) : 사업개요

지하수 개발실적
농어촌지하수관리시스템은 농업용공공관경의 중한정보를 제공합니다.

지하수 개발실적 > 양식장용수관리사업 > 개요

양식장용수관리사업

개요 결과

목적

우리나라 해안면 육상·담수(염모)양돈 해수를 직접 취수에에 의존하고 있어, 이상해류 발생 및 사고 선박의 기름유출 등으로 매년 피해가 번갈아 발생하는 등 육상기 온도 유지를 위한 기존 냉조에 필요한 유류비, 전기료 등의 막대한 유지비용이 소요됨. 따라서 해안·도서지역에서 지표 지열, 지하수 및 시추조사를 통해 지하해수 개발 가능 적지를 조사하여 육상양식(염모) 어가에 지하해수 개발 이용방안을 제시하고자 함.

추진체계

현황 조사
지표지열조사 원격탐사 지하수 관정조사

개발 가능성 조사
전기비저감탐사 알반송 사추 물리검층

수역도 작성
개발가능적지도면분석 개발방안 수립 지하해수 보고서

이메일무단수집거부 / 개인정보처리방침

KRRC 한국농어촌공사 (주 58327) 권려남도 나주시 그관로 20(백기마을 358) 연락처 061-338-5799, 5754 팩스번호 061-338-5749
COPYRIGHT©2018KRC. ALL RIGHT RESERVED. webmaster@ekr.or.kr

– 양식장용수관리사업(지하해수조사) : 조사실적

지하수 개발실적
농어촌지하수관리시스템은 농업용공공관망의 종합정보를 제공합니다.

☞ > 지하수 개발실적 > 양식장용수관리사업 > 결과

수역조사
지하수개발
양식장용수관리사업

양식장용수관리사업

개요		결과									
*총복, 계주 제외											
조사 년도	계	부산	인천	울산	경기	강원	충남	전북	전남	경북	경남
계획 (지구)	200	1	5	4	3	6	15	11	106	16	33
완료지구 (계)	103	1	5	0	0	5	9	5	47	11	20
2010	10	-	충진군 영덕				보령시 보천 태안군 태소1	고창군 고학	고흥군 고흥		
2011	8	-					태안군 태남		강진군 강아 영덕군 영행	거제시 거문1	
2012	7	-					강릉시 강강 태안군 태어		고흥군 고도2	울진군 울기	거제시 거거
2013	7	기장군 기일					강릉시 강사 태안군 태원		완도군 완고1		남해군 남남
2014	12	-					고성군 고간 태안군 태소2	고창군 고부	완도군 완고2		남해군 남남
2015	15	-					서산시 서대		완도군 완고3		남해군 남남
2016	14	-	강화군 강화 강화군 강외				보령시 보천2 부안군 부안		완도군 완고4		통영시 통영
2017	15	-	강화군 강외				고성군 고간2 태안군 태남2	부안군 부부	신안군 신안	포항시 포항5	고성군 고함2
2018	15	-	강화군 중영				고성군 강안	부안군 부부	신안군 신안2	경주시 경강	고성군 고평
2019 (포사예정)	15	-		울주군 울서2			양양군 양행 태안군 태남3	고창군 고상	신안군 신안1		통영시 통육

※ 조사공별 시추내역은 “농어촌 지하수지도”서비스에서 제공합니다.
(좌측메뉴 주제도 - 지하수 개발관정 - 사업구분 - 지하해수조사)

6.5 농어촌 지하수지도 이용 안내

※ 공지사항 : 농어촌 지하수지도는 “공간정보통합운영체계” 정책으로 15분동안 사용하지 않으면 연결이 끊어집니다.

6.5.1 화면구성

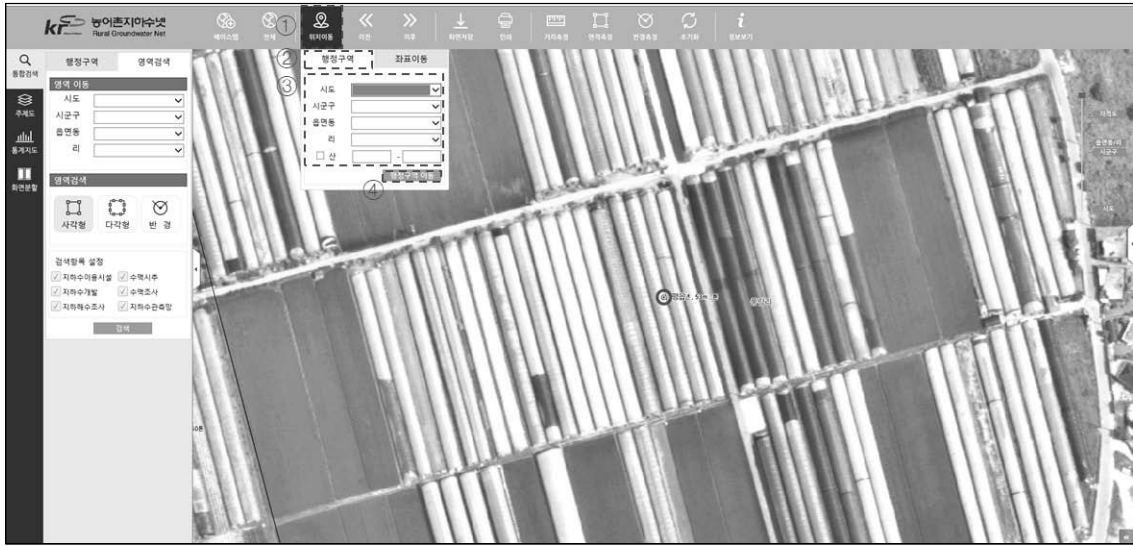


- ① 지도제어 : 지도 제어기능과 위치이동, 정보보기 등 지도관련 기능
- ② 메뉴바 : 사용자에게 제공하는 주요기능
- ③ 검색창 : 좌측메뉴에 따른 검색조건, 레이어 등의 정보를 표시하는 창
- ④ 지도화면 : 지도를 제공하는 화면
- ⑤ 상세정보창 : 관정제원, 사진, 수맥도 등 상세정보를 표시하는 창

6.5.2 지도제어

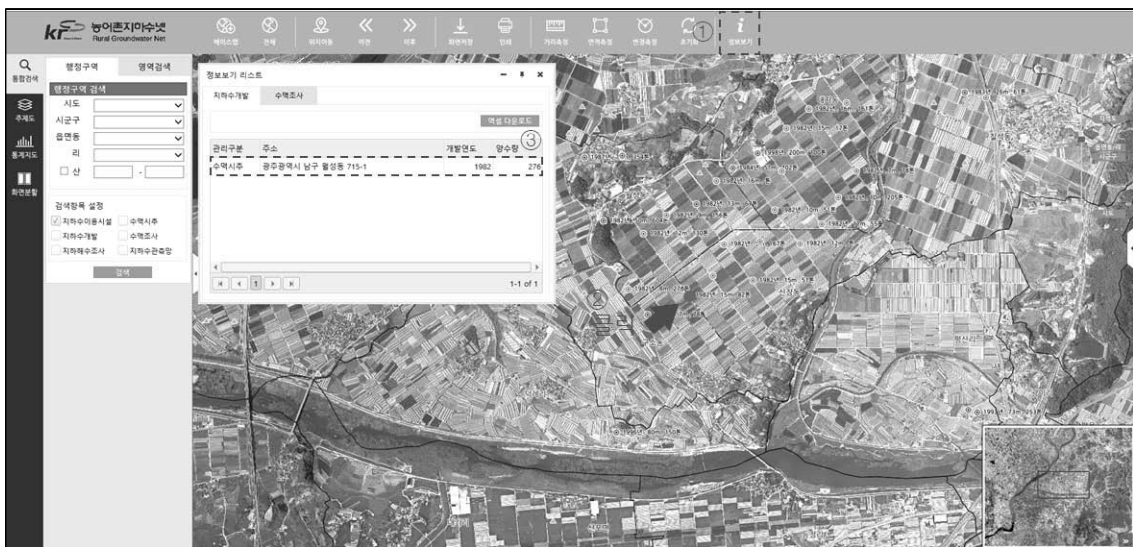
아이콘	기능설명	아이콘	기능설명
	베이스맵 선택		지도화면 인쇄
	전체화면 이동		거리측정
	행정구역 또는 좌표 이동		면적측정
	이전 지도화면 이동		반경측정
	이후 지도화면 이동		지도 초기화
	지도화면 저장		정보보기

가. 위치이동



- ① 행정구역이동 : 시도, 시군구, 읍면동, 리, 산여부, 본번, 부번을 입력하고, [행정구역이동] 아이콘을 클릭합니다.
- ② 좌표이동 : 원하는 좌표를 입력하고, [좌표이동] 아이콘을 클릭합니다.
 ※ 실시간 좌표변환 지원 : 3가지 중 하나를 입력하면 다른 좌표계로 변환 (TM좌표(GRS80 중부원점), 경위도좌표, 경위도 도/분/초)

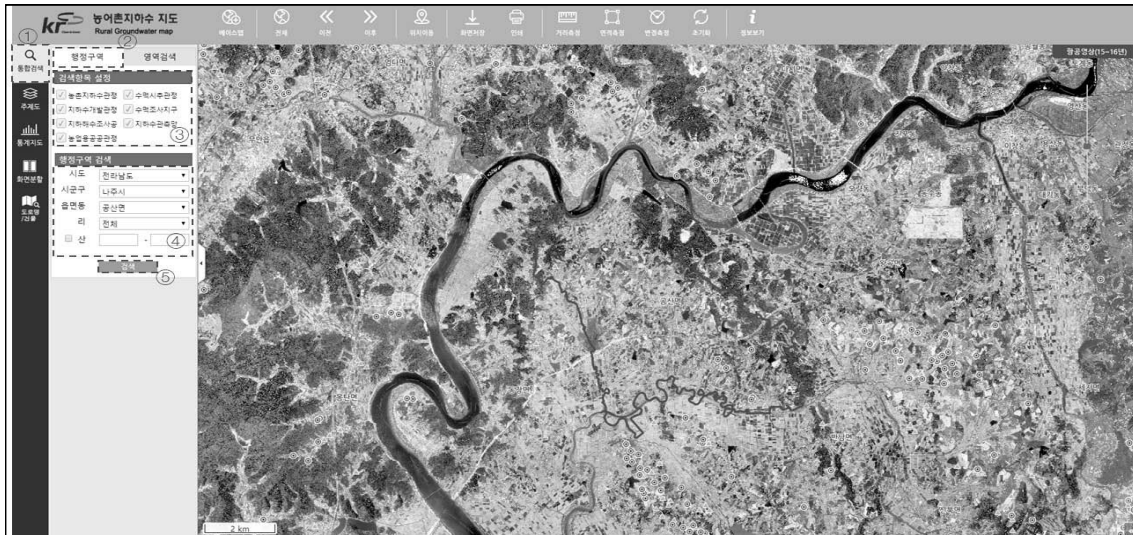
나. 정보보기



- ① 지도기능 바에서 [정보보기] 아이콘을 클릭합니다.
- ② 지도화면에서 정보보기를 원하는 지하수관정 또는 수맥지구를 클릭합니다.
- ③ 검색결과를 확인하고 상세보기를 원하는 항목을 클릭합니다.
- ④ 지도화면이 선택한 시설물로 위치가 이동하고, 상세정보창이 표출됩니다.

6.5.3 통합검색

가. 행정구역별 검색



- ① 좌측 메뉴바에서 [통합검색]을 클릭 합니다.
- ② 검색항목 설정에서 검색대상 항목을 선택합니다.
- ④ 행정구역 검색 항목에서 시도, 시군구, 읍면동, 리를 선택합니다.
※ 시도, 시군구, 읍면동 항목은 필수 선택 항목임.
- ⑤ [검색]아이콘을 클릭하여 검색결과를 조회합니다.



- ⑥ 검색결과에서 원하는 시설물을 클릭합니다.
- ⑦ 지도화면이 해당 시설물로 이동하고 상세정보가 표시됩니다.

나. 영역 검색



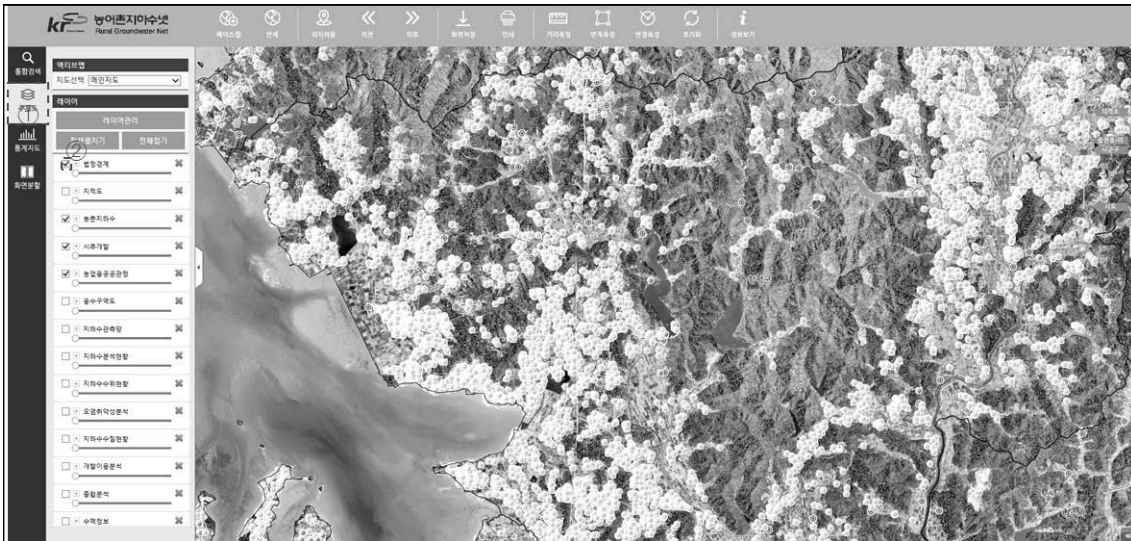
- ① 좌측 메뉴바에서 [통합검색]을 클릭하고, [영역검색] 탭을 선택합니다.
- ② 검색항목 설정에서 검색대상 항목을 선택합니다.
- ③ 행정구역 검색에서 검색할 시도, 시군구, 읍면동, 리를 선택합니다.
※ 행정구역을 화면에 띄우기 위한 지도이동 기능임.
- ④ 영역검색의 종류를 선택합니다.
- 사각형, 다각형, 반경(반경선택시 입력창 활성화)
- ⑤ [검색]아이콘을 클릭하여 지도에 영역을 드로잉 합니다



- ⑥ 검색결과에서 원하는 시설물을 클릭합니다.
- ⑦ 지도화면이 해당 시설물로 이동하고 상세정보가 표시됩니다.

6.5.4 주제도

가. 레이어 On/Off



- ① 좌측 메뉴바에서 [주제도]를 클릭 합니다.
- ② 아이콘을 클릭하여 레이어를 확장하고, 레이어를 On/Off 합니다.
 ※ 체크박스 체크() : 레이어 On, 체크 해제() : 레이어 Off

나. 레이어라벨 On/Off

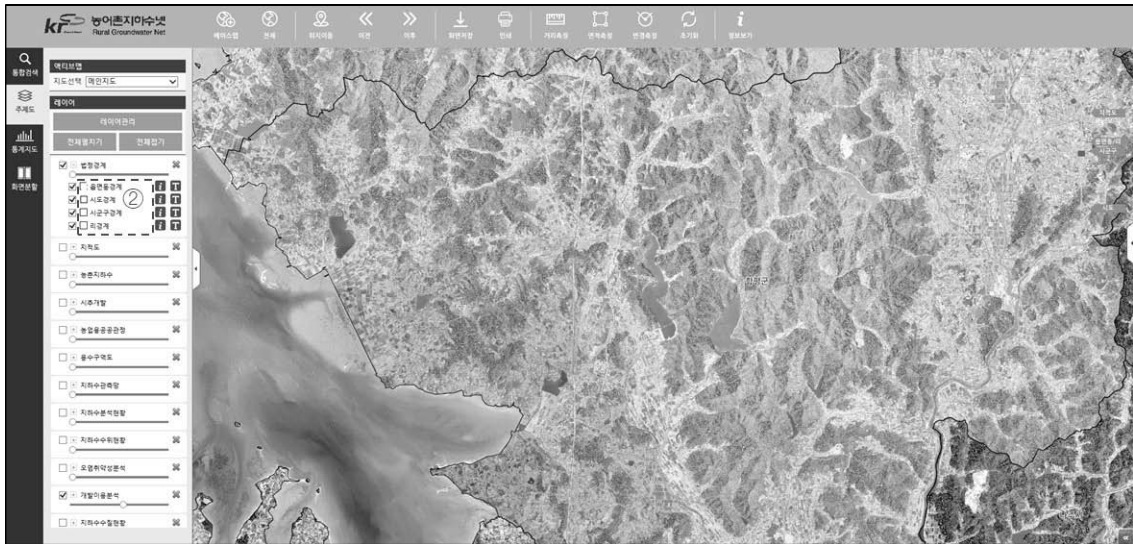


- ① 라벨 : 아이콘을 클릭하여 레이어를 확장하고 아이콘을 클릭합니다.
 ※ - 라벨 On, - 라벨 Off
- ② 설명 : 아이콘을 클릭하여 레이어를 확장하고 아이콘을 클릭합니다.

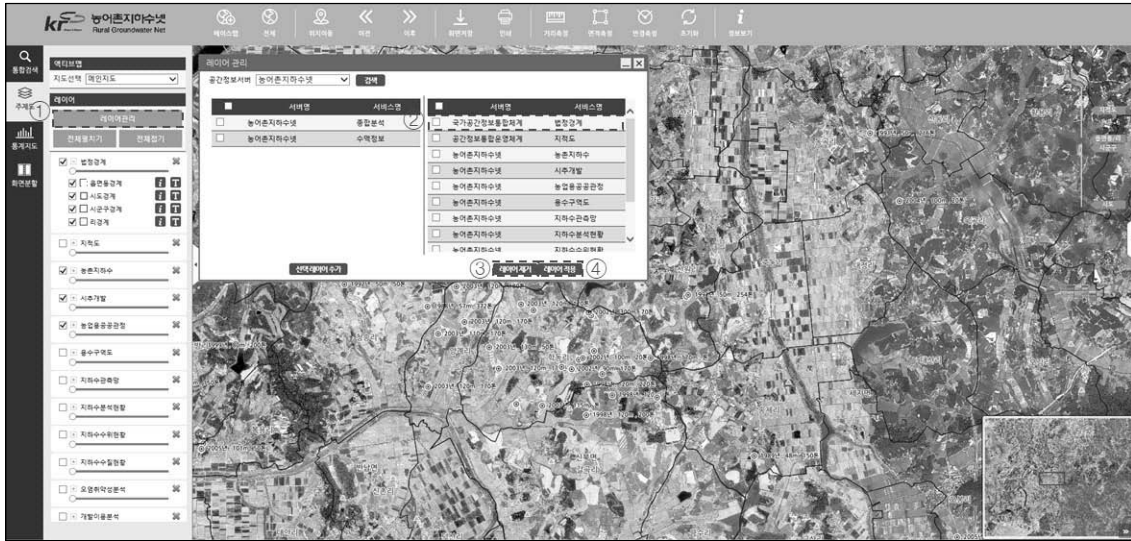
다. 레이어범례 보기

- ① 레이어 창에서 **+** 아이콘을 클릭하여 레이어를 확장합니다.
- ② 확장된 레이어정보에서 범례와 명칭을 확인합니다.

※ 전체펼치기와 전체접기 아이콘을 이용하여 전체레이어 일괄설정 가능



라. 레이어관리



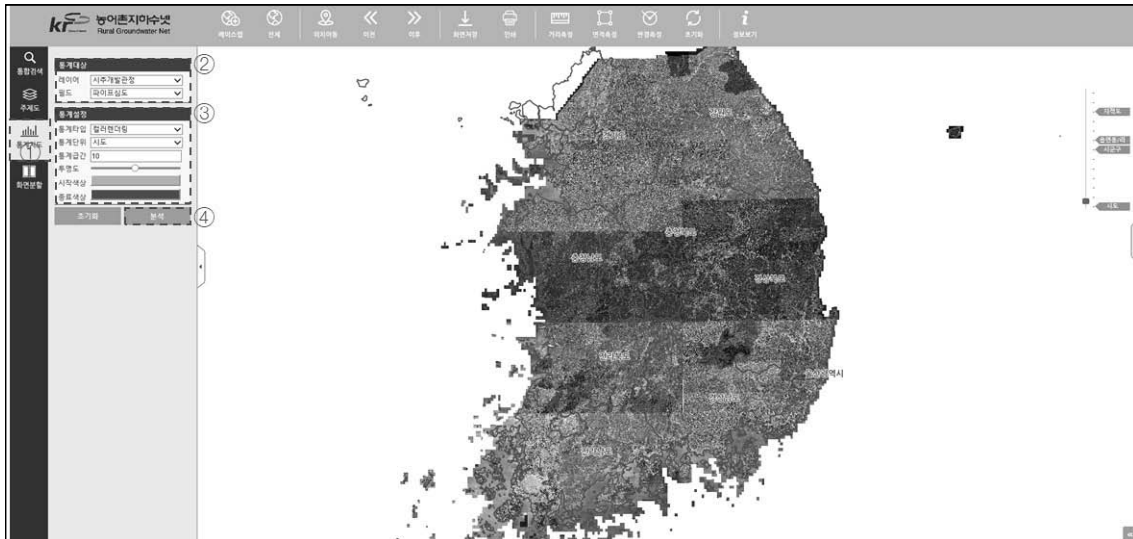
- ① 레이어 창에서 [레이어관리] 아이콘을 클릭합니다.
- ② 레이어 관리창 좌측은 '화면에서 삭제', 관리창 우측은 '화면에 표시'입니다.

마. 레이어 스타일변경

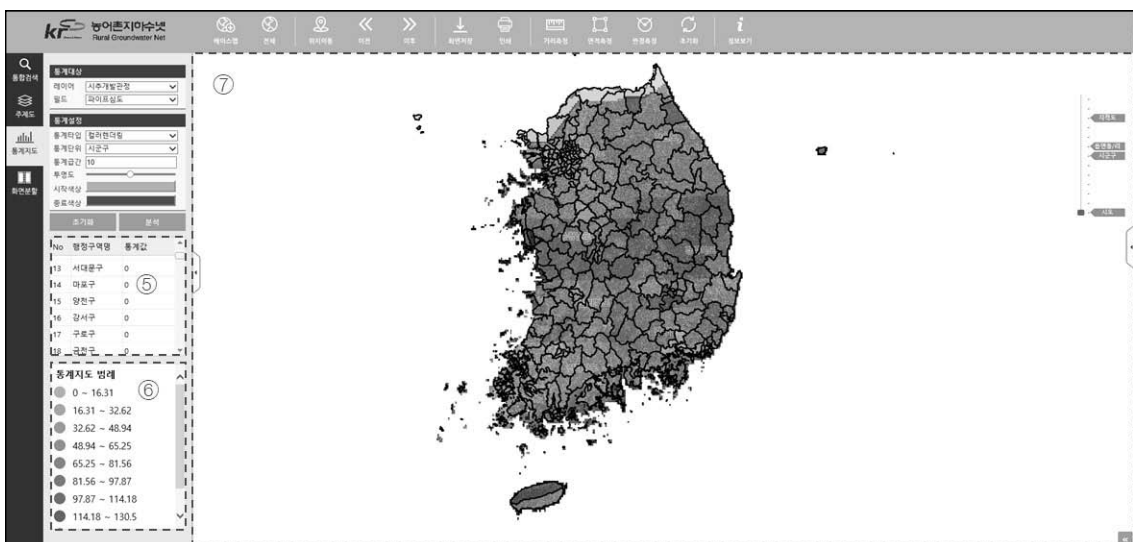


- ① [레이어관리]에서 [레이어 스타일 설정] 아이콘을 클릭합니다.
 - ② 스타일설정 창에서 [설정] 아이콘을 클릭합니다.
 - ③ 설정창에서 라인색상, 라인굵기, 면색, 투명도를 선택합니다.
 - ④ 스타일설정 창에서 [저장] 아이콘을 클릭합니다.
- ※ 스타일 초기화 : [초기화] 또는 [전체초기화] 선택

6.5.5 통계지도 기능 가. 컬러렌더링 통계보기

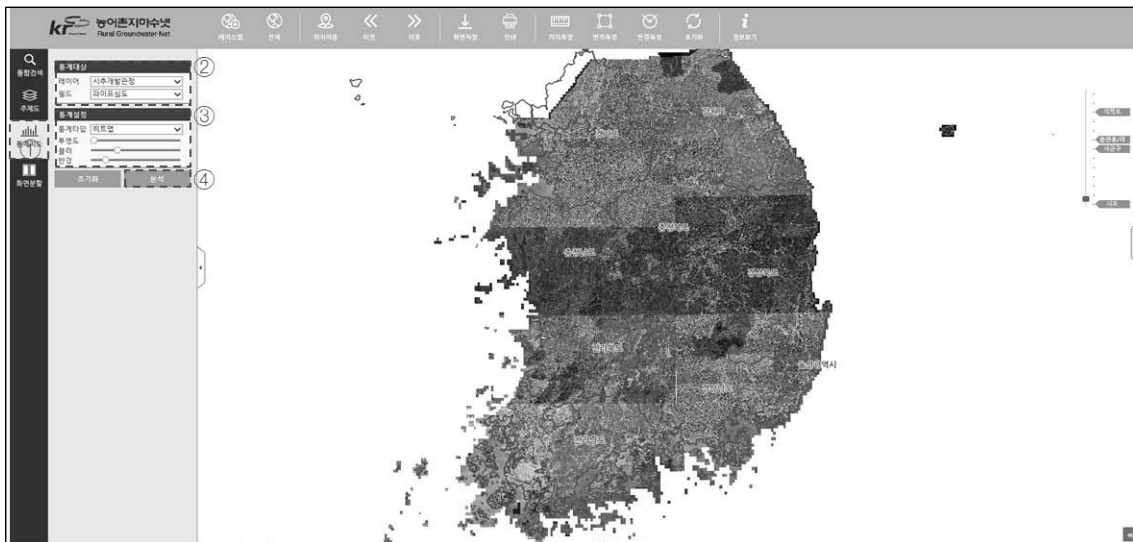


- ① 좌측 메뉴바에서 [통계지도]를 클릭 합니다.
- ② 통계 설정창에서 통계대상을 선택합니다.(시추개발관정, 농업용공공관정)
- ③ 통계타입-컬러렌더링, 통계단위, 통계급간, 투명도 등을 선택합니다.
- ④ [분석] 아이콘을 클릭합니다.



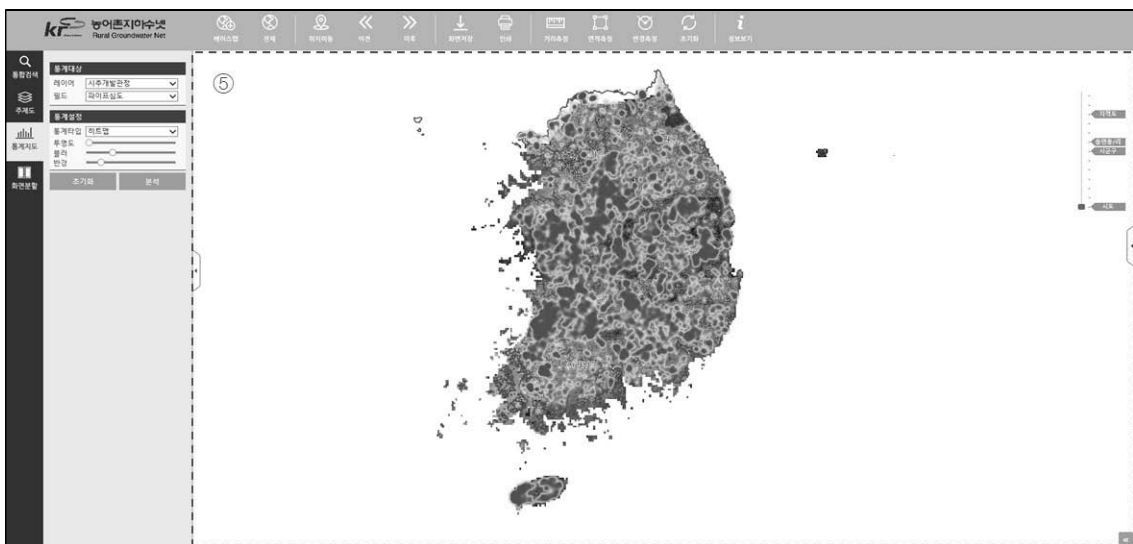
- ⑤ 행정구역별 통계값을 확인합니다.
- ⑥ 통계지도 범례를 확인합니다.
※ 통계범례의 통계급간은 선택 필드값의 최대값과 최소값을 기준으로 자동 지정됩니다.

나. 히트맵 통계보기



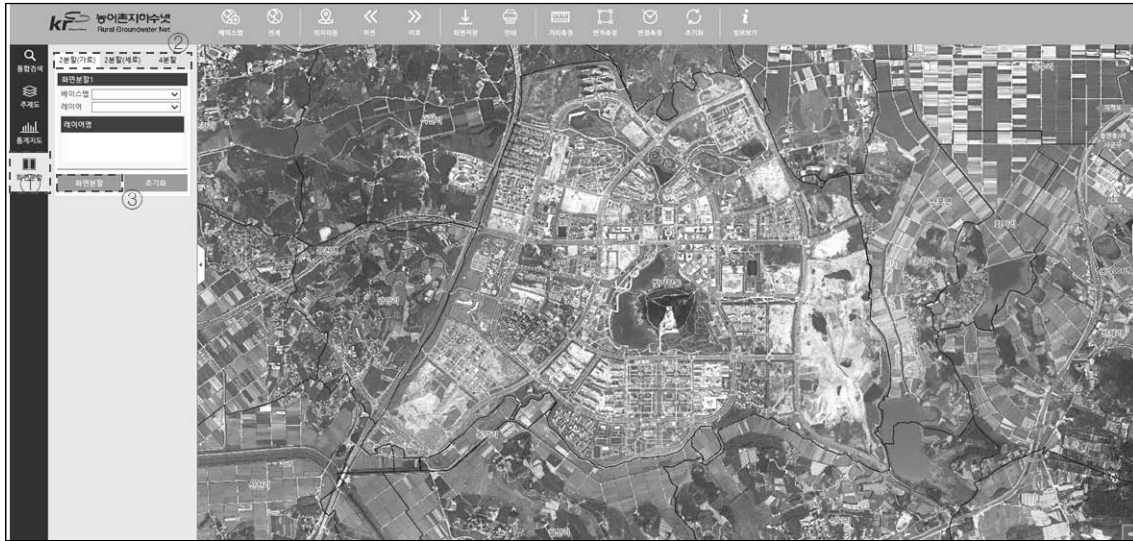
- ① 좌측 메뉴바에서 [통계지도]를 클릭 합니다.
- ② 통계 설정창에서 통계대상을 선택합니다.(시추개발관정, 농업용공공관정)
- ③ 통계설정의 통계타입-히트맵, 투명도, 블러, 반경을 선택합니다.
 - 투명도 : 우측으로 이동할수록 투명해짐
 - 블 러 : 우측으로 이동할수록 흐려짐
 - 반 경 : 우측으로 갈수록 데이터의 밀집 영향 반경이 커짐

※ 축척에 따라 보이는 화면이 달라지니, 원하는 축척으로 고정 후 투명도, 블러, 반경을 조절하시면 됩니다.
- ④ [분석] 아이콘을 클릭합니다.



- ⑤ 지도화면에서 통계지도를 확인합니다.

6.5.6 화면분할기능



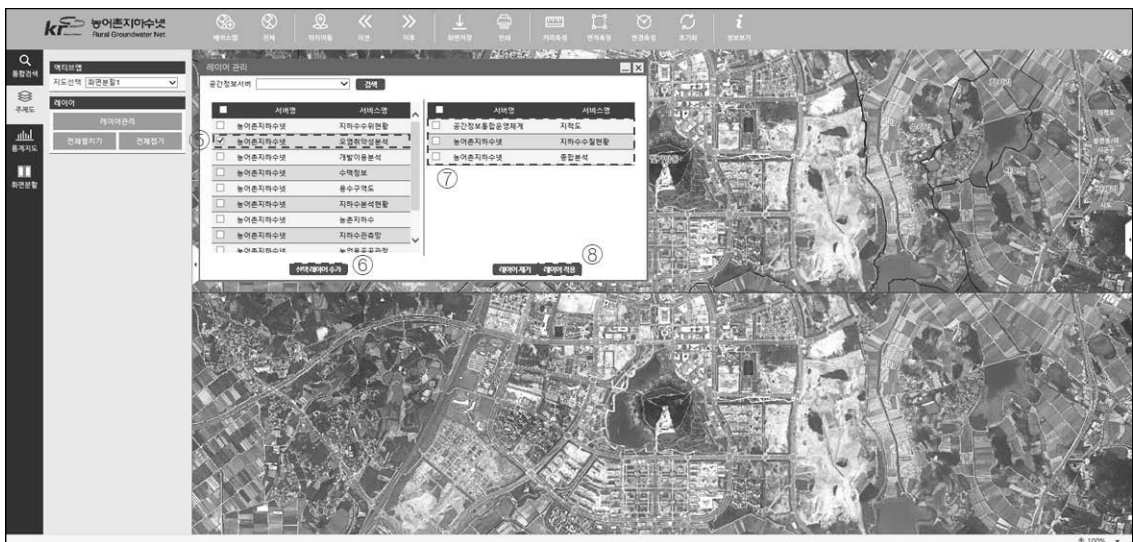
- ① 좌측 메뉴바에서 [화면분할]을 클릭 합니다.
- ② 화면분할 창에서 2분할(가로)/2분할(세로)/4분할을 선택합니다.
- ③ [화면분할] 아이콘을 클릭합니다.
- ④ 분할된 화면을 확인합니다.

구분	분할화면 이름		분할된 지도화면		
2분할 (가로)	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>메인지도</td> </tr> <tr> <td>화면분할1</td> </tr> </table>		메인지도	화면분할1	
메인지도					
화면분할1					
2분할 (세로)	메인지도	화면분할1			
4분할	메인지도	화면분할1			
	화면분할2	화면분할3			

가. 화면분할 후 베이스맵 및 레이어 설정



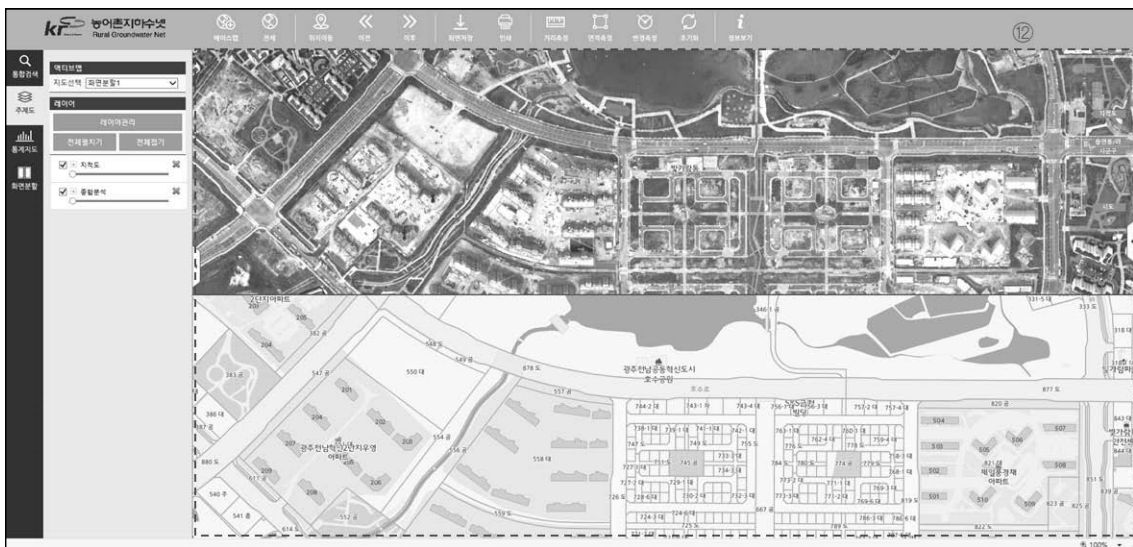
- ① [화면분할] 아이콘을 클릭하여 화면을 분할합니다.
- ② 좌측 메뉴에서 [주제도] 아이콘을 클릭합니다.
- ③ 레이어 창의 액티브 맵에서 레이어를 추가할 지도화면을 선택합니다.
- ④ 레이어 창에서 [레이어관리] 아이콘을 클릭합니다.



- ⑤ 레이어 관리창 좌측에서 추가할 레이어를 확인하고 체크박스에 체크합니다.
- ⑥ [선택레이어추가] 아이콘을 클릭합니다.
- ⑦ 레이어 관리창 우측에 서비스할 레이어가 추가된 것을 확인합니다.
- ⑧ [레이어적용] 아이콘을 클릭합니다.



- ⑨ 레이어 창에서 서비스하는 레이어를 확인합니다.
- ⑩ 지도기능 바에서 [베이스맵] 아이콘을 클릭합니다.
- ⑪ 분할된 화면에서 사용할 베이스맵을 선택합니다.



- ⑫ 적용된 분할화면을 확인합니다.

6.5.7 도로명/건물 검색 가. 도로명주소 검색



- ① [도로명/건물] 아이콘을 클릭하고, [도로명]탭을 선택합니다.
- ② 검색조건(시도, 시군구, 도로명)을 입력하고, [검색] 아이콘을 클릭합니다.
- ③ 검색결과에서 원하는 주소를 클릭하면 지도가 해당위치로 이동합니다.
- ④ [상세보기] 아이콘을 클릭하면 해당 필지의 상세정보창이 표출됩니다.

나. 건물명 검색



- ① [도로명/건물] 아이콘을 클릭하고, [건물명칭]탭을 선택합니다.
- ② 검색조건(시도, 시군구, 도로명)을 입력하고, [검색] 아이콘을 클릭합니다.
- ③ 검색결과에서 원하는 주소를 클릭하면 지도가 해당위치로 이동합니다.
- ④ [상세보기] 아이콘을 클릭하면 해당 필지의 상세정보창이 표출됩니다.

6.6 농어촌지하수관측망시스템 이용 안내

6.6.1 농어촌지하수관측망시스템 접속경로

- 화면중앙 아이콘 또는 상단메뉴의 ‘지하수 관측망시스템’을 클릭합니다.



6.6.2 농어촌지하수관측망시스템 메인페이지

- 농어촌 지하수관측망 “운영현황” 정보를 제공합니다.

관측망 운영 현황(개소)

구분	계	인천	경기	강원	충북	세종	충남	전북	전남	대구	경북	부산	울산	경남
계	627	15	65	63	35	-	74	52	138	-	93	-	2	90
농촌지하수	446	4	47	46	35	-	51	43	81	-	78	-	0	61
해수침투	181	11	18	17	0	-	23	9	57	-	15	-	2	29

지하수위 예경보 현황(개소)

단계	계	인천	경기	강원	충북	세종	충남	전북	전남	대구	경북	부산	울산	경남
계	446	4	47	46	35	-	51	43	81	-	78	-	-	61
정상	420	4	46	45	35	-	48	42	70	-	77	-	-	53
주의	6	0	0	1	0	-	2	0	0	-	0	-	-	3
경계	5	0	1	0	0	-	1	0	3	-	0	-	-	0
심각	15	0	0	0	0	-	0	1	8	-	1	-	-	5

해수침투 예경보 현황(개소)

단계	계	인천	경기	강원	충북	세종	충남	전북	전남	대구	경북	부산	울산	경남
계	181	11	18	17	-	-	23	9	57	-	15	-	2	29
정상	0	0	0	0	-	-	0	0	0	-	0	-	0	0
주의	0	0	0	0	-	-	0	0	0	-	0	-	0	0
경계	0	0	0	0	-	-	0	0	0	-	0	-	0	0
심각	181	11	18	17	-	-	23	9	57	-	15	-	2	29

- 관측망지도
 - 관측망 아이콘 클릭시 관측소별 관측결과가 팝업으로 표출
- 전체 관측망 현황
 - 농촌지하수관측망, 해수침투관측망
- 지하수위 예경보 현황
 - 농촌지하수관측망 지하수위 관측자료 활용
- 해수침투 예경보 현황
 - 해수침투관측망 전기전도도 관측자료 활용

6.6.3 지하수위현황 페이지

- 농어촌 지하수관측망의 “지하수위현황” 정보를 제공합니다.

농어촌지하수관리시스템

농어촌지하수관측망시스템 | 지하수위현황 | 지하수위예경보 | 해수침투예경보 | 관측소제원 | 관측자료조회 | 관측자료 통계

지하수위현황 지하수관측망시스템은 지하수 관측 종합정보를 제공합니다.

행정구역: 전라남도

지역별 지하수위 통계 (해당 월기준)

시도	시군구	개소	평년수위	전년수위	현재수위	평년대비 현재수위(%)
총 계		81	4.60	4.24	3.81	83
전라남도	순천시	7	3.31	3.33	2.71	82
전라남도	담양군	5	-	-	4.31	-
전라남도	곡성군	6	10.22	10.14	9.07	89
전라남도	고흥군	8	2.93	3.37	2.58	88

관측소별 지하수위 현황

시도	시군구	관측소명	평년 수위	전년 수위	현재 수위	평년대비 현재수위(%)	위치
전라남도	순천시	순천3	0.96	1.06	1.43	149	
전라남도	순천시	순천4	5.78	5.57	2.03	35	
전라남도	순천시	순천5	3.08	3.08	3.01	98	
전라남도	순천시	순천7	-	-	3.35	-	
전라남도	순천시	순천2	5.20	5.22	5.33	102	

한국농어촌공사 (우58217) 전라남도 나주시 그린로 20 (빛가람동 358) | TEL: 061-338-5799,5754 | FAX: 061-338-5749
COPYRIGHT © 2019 KRC. ALL RIGHTS RESERVED.

- 관측망지도
 - 관측망 아이콘 클릭시 관측소별 관측결과가 팝업으로 표출
- 행정구역(기본값 : 전라남도)
 - 시도, 시군구 선택시 지도가 해당지역으로 확대되고, 해당지역의 수위현황통계, 관측소별 지하수위 관측자료 표출
- 지역별 지하수위 통계
 - 전체 관측자료 대비 현재수위 상태를 행정구역별로 제공
- 관측소별 지하수위 현황
 - 전체 관측자료 대비 현재수위 상태를 관측소별로 제공
 - 위치 아이콘 클릭시 좌측화면이 해당 관측소로 이동
- 항목별 정렬기능(▼)
 - 각 항목별 파란색 화살표 클릭으로 항목별 정렬

6.6.4 지하수위예경보 페이지

- 농촌지하수관측망의 “지하수위예경보” 정보를 제공합니다.

The screenshot displays the '지하수위예경보' (Groundwater Level Forecast) page. It features a map of Jeollanam-do with monitoring points marked by icons representing different alert levels: Normal (green), Caution (yellow), Warning (orange), and Severe (red). To the right of the map are two data tables.

지하수위 예경보 현황

시도	시군구	전체	정상	주의	경계	심각
총 계		81 (100%)	70 (86%)	0 (0%)	3 (4%)	8 (10%)
전라남도	순천시	7 (100%)	7 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
전라남도	담양군	5 (100%)	5 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)

관측소별 지하수위 예경보

시군구	관측소명	평년수위	현재수위	평년대비 현재수위(%)	예경보상태	위치
순천시	순천3	0.96	1.43	149	정상	📍
순천시	순천4	5.78	2.03	35	정상	📍
순천시	순천5	3.08	3.01	98	경심	📍
순천시	순천7	-	3.35	-	정상	📍
순천시	순천2	5.20	5.33	102	정상	📍

- 관측망지도
 - 4단계 아이콘 표출(아이콘 클릭시 관측소별 관측결과 팝업 표출)
- 행정구역(기본값 : 전라남도)
 - 시도, 시군구 선택시 지도가 해당지역으로 확대되고, 해당지역의 수위현황통계, 관측소별 지하수위 관측자료 표출
- 지역별 지하수위 현황
 - 전체 관측자료 대비 현재 지하수수위 상태 예경보 제공 (4단계 : 정상, 주의, 경계, 심각)
- 관측소별 지하수위 현황
 - 전체 관측자료 대비 현재수위 및 예경보 상태를 관측소별로 제공
 - 위치 아이콘 클릭시 좌측화면이 해당 관측소로 이동
- 항목별 정렬기능(▼)
 - 각 항목별 파란색 화살표 클릭으로 항목별 정렬

월별 리포트(시도별)
WORD 다운로드 PDF 다운로드

2019-09 검색

2019년 09월 전라남도 농촌지하수 관측망 관측 결과

관측결과 요약

단계	개소(%)	기준(월평균수위)	지하수관측공	상태분석
정상	66(81%)	평년 수위의 24% 이상	고흥2,고흥3,고흥4,고흥6,곡성1,곡성2,곡성3,곡성4,곡성5,곡성6,담양1,담양2,담양3,담양4,담양5,무안1,무안2,무안4,무안6,무안8,보성1,보성2,보성3,보성4,보성5,순천1,순천2,순천3,순천4,순천5,순천6,순천7,신안1,영광1,영광2,영광3,영광5,영광6,영광7,장성1,장성2,장성3,장성4,장성5,장흥1,장흥2,장흥3,장흥4,진도1,진도2,진도3,진도5,함평1,함평2,함평3,함평4,함평6,함평7,해남4,해남6,화순1,화순2,화순3,화순4,화순5,화순6	지하수위가 정상범위로 분석
주의	3(4%)	평년 수위의 13 ~ 24%	고흥1,보성6,해남5	지하수위가 주의상태로 분석
경계	2(2%)	평년 수위의 5 ~ 13%	무안7,함평5	지하수위가 가뭄에 해당하는 수위
심각	10(12%)	평년 수위의 5% 이하	고흥5,고흥7,고흥8,무안3,무안5,영광4,진도4,해남1,해남2,해남3	지하수위가 극심한 가뭄에 해당하는 수위 지하수위 저하 한계 지점

※ 지하수위 단계는 농림축산식품부(2017) 연구보고서에 따름

관측공별 관측결과

시,군	위치			관측소명	지하수위				평년대비 현재수위
	읍,면,동	리	번지		평년수위	2017.09 월평균수위	2018.09 월평균수위	2019.09 월평균수위	
	두원면	용반리	1682-1	고흥1	4.12	3.98	4.33	4.22	주의

○ 월별리포트(시도별)

- 시도별 지하수위 예경보 현황 및 각 관측소별 지하수위 현황을 리포트 형태로 제공
- Word파일(.doc), PDF파일(.pdf)로 다운로드 제공

6.6.5 해수침투예경보 페이지

- 해수침투관측망의 “해수침투예경보” 정보를 제공합니다.

지역별 해수침투 현황

시도	시군구	전체	공수(비율)			
			정상	주의	경계	심각
총 계		57 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	57 (100%)
전라남도	목포시	2 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	2 (100%)
전라남도	여수시	4 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	4 (100%)

관측소별 해수침투 예경보

시군구	관측소명	염도(%)	현재전기전도도	예경보상태	위치
목포시	연산1	30.00	50,000	심각	
목포시	연산2	30.00	50,000	심각	
여수시	소라1	30.00	50,000	심각	
여수시	소라2	30.00	50,000	심각	
여수시	화양1	30.00	50,000	심각	

○ 관측망지도

- 4단계 아이콘 표출(아이콘 클릭시 관측소별 관측결과 팝업 표출)

○ 행정구역(기본값 : 전라남도)

- 시도, 시군구 선택시 지도가 해당지역으로 확대되고, 해당지역의 해수침투현황 통계, 관측소별 전기전도도 관측자료 표출

○ 지역별 해수침투 현황

- 전체 관측자료 대비 현재 해수침투 상태 예경보 제공 (4단계 : 정상, 주의, 경계, 심각)

○ 관측소별 지하수위 현황

- 전체 관측자료 대비 현재 전기전도도 및 예경보 상태를 관측소별로 제공
- 위치 아이콘 클릭시 좌측화면이 해당 관측소로 이동

○ 항목별 정렬기능(▼)

- 각 항목별 파란색 화살표 클릭으로 항목별 정렬

월별 리포트(시도별)
WORD 다운로드 PDF 다운로드

2019-09 검색

2019년 09월 전라남도 해수침투 관측 결과

관측결과 요약

단계	개소(%)	염도(‰)(전기전도도 μs/cm)	지하수관측공	지하수이용
정상	0(%)	0.45이하 (<700)	-	농(수도직) 및 밭작물에 이용
주의	0(%)	0.45-0.64 (700-1,000)	-	농(수도직)에만 이용 권영도가 없는 지표수(저수지, 하천수 등)와 1:1 비율로 혼합하여 농(수도직)에만 이용권고
경계	0(%)	0.64-1.92 (1,000-3,000)	-	농(수도직)에만 이용 권고
심각	0(%)	1.92 이상 (>3,000)	-	농업용수 이용금지 권고

※ 염도(전기전도도) 범위는 FAO(식량농업기구) 분류기준을 세분화하여 적용

관측공별 관측결과

위치					관측공	구분	염도(‰)				09월 예경보 단계	최근 2개월 추세
시,군	읍,면,동	리	번지	57			전기전도도(μs/cm)					
							08월 하순	09월 상순	09월 중순	09월 하순		
강진군	마량면	마량리	1546	마량1	염도(‰)	-	-	30-30	-	-		
					전기전도도	-	-	50,000-50,000	-	-		

○ 월별리포트(시도별)

- 시도별 지하수위 예경보 현황 및 각 관측소별 전기전도도 현황을 리포트 형태로 제공
- Word파일(.doc), PDF파일(.pdf)로 다운로드 제공

6.6.6 관측소제원 페이지

– 농어촌지하수관측망의 “관측소제원” 정보를 제공합니다.

농어촌지하수관리시스템

농어촌지하수관측망시스템

지하수위현황
지하수위예경보
해수침투예경보
관측소제원
관측자료조회
관측자료통계

관측소제원 지하수관측망시스템은 지하수 관측 종합정보를 제공합니다.

행정구역

관측소명

전체
농촌지하수관측망
해수침투관측망

총 138 건 엑셀 다운로드

구분	관측소명	시도	시군구	읍면동	리	번지	표고(m)	설치연도	구경(mm)	심도(m)	위치
해수침투	연산1	전라남도	목포시	연산동		1288	3.9	2012	200	79	
해수침투	연산2	전라남도	목포시	대양동		950	8.4	2013	200	81	
해수침투	소리1	전라남도	여수시	소리면	대포리	1316	0.4	2012	200	61	
해수침투	소리2	전라남도	여수시	물촌면	신평리	1315-6	1.7	2013	200	60	
해수침투	화양1	전라남도	여수시	화양면	육적리	1914-2	0.4	2007	200	60	
해수침투	화양2	전라남도	여수시	화양면	육적리	2143	-0.0	2008	200	112	
해수침투	해룡1	전라남도	순천시	해룡면	선학리	773-1	3.0	2007	200	60	
해수침투	해룡2	전라남도	순천시	해룡면	선학리	989-1	9.1	2008	200	63	
농촌지하수	순천3	전라남도	순천시	해룡면	선학리	700-9	81.1	2015	200	45	
농촌지하수	순천4	전라남도	순천시	서면	압곡리	143-1	6.8	2015	200	60	
농촌지하수	순천5	전라남도	순천시	월동면	운월리	43556	162.7	2017	200	100	
농촌지하수	순천7	전라남도	순천시	주암면	행정리	1084	133.6	2018	200	100	
농촌지하수	순천2	전라남도	순천시	주암면	요곡리	754	80.9	2014	200	60	
농촌지하수	순천6	전라남도	순천시	별양면	우산리	54-56	4.9	2018	200	52	
농촌지하수	순천1	전라남도	순천시	별양면	두교리	43558	3.5	2013	200	60	
해수침투	전월1	전라남도	광양시	전월면	오사리	62-19	1.4	2007	200	60	

한국농어촌공사

(우58217) 전라남도 나주시 그린로 20 (빛가람동 358) | TEL: 061-338-5799,5754 | FAX: 061-338-5749
 COPYRIGHT © 2019 KRC. ALL RIGHTS RESERVED.

- 행정구역(기본값 : 전라남도)
 - 시도, 시군구 선택시 해당지역의 관측소제원 표출
- 관측소명 검색
 - 관측소명으로 검색하고자 할 때 관측소명으로 검색
- 관측망 구분(농촌지하수관측망, 해수침투관측망)
 - 관측소 검색 후 상단의 탭을 통해 구분해서 리스트확인 가능
- 엑셀다운로드
 - 검색결과 및 화면에 표출되지 않은 상세제원까지 리스트로 저장
- 위치이동
 - 위치 아이콘 클릭시 “농어촌 지하수지도” 팝업 후 해당 관측소로 이동
- 항목별 정렬기능(▼)
 - 각 항목별 파란색 화살표 클릭으로 항목별 정렬

6.6.7 관측자료조회 페이지

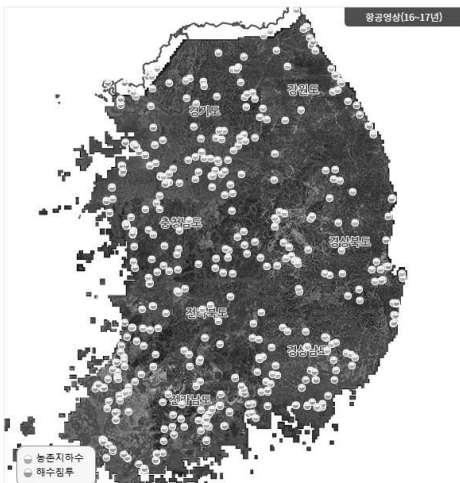
- 농어촌지하수관측망의 “관측자료”를 제공합니다.

가. 관측소별 조회

농어촌지하수관리시스템

KR 농어촌지하수관측망시스템
지하수위현황
지하수위예경보
해수침투예경보
관측소제원
관측자료조회
관측자료 통계

관측자료조회 지하수관측망시스템은 지하수 관측 종합정보를 제공합니다.



관측소별조회
관측소 비교조회

행정구역: 전라남도

관측망 구분: 전체 관측소명 (예) 고유1

검색

총 138 건 엑셀 다운로드

구분	관측소명	평년 수위	현재 수위	수위상태	전기전도도 (µs/cm)	해수침투 상태	위치
해수침투	연산1	-	-	-	50,000	심각	📍
해수침투	연산2	-	-	-	50,000	심각	📍
해수침투	소라1	-	-	-	50,000	심각	📍
해수침투	소라2	-	-	-	50,000	심각	📍
해수침투	화양2	-	-	-	50,000	심각	📍
해수침투	화양1	-	-	-	50,000	심각	📍
농촌지하수	순천3	1.05	1.43	정상	-	-	📍

KR 한국농어촌공사
(우58217) 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) | TEL: 061-338-5799,5754 | FAX: 061-338-5749

COPYRIGHT © 2019 KRC. ALL RIGHTS RESERVED.

- 관측망지도
 - 관측망 아이콘 클릭시 관측소별 관측결과가 팝업으로 표출
- 행정구역(기본값 : 전라남도)
 - 시도, 시군구 선택시 지도가 해당지역으로 확대되고, 해당지역의 관측소별 지하수위 및 전기전도도 관측자료 표출
- 위치이동
 - 위치 아이콘 클릭시 “농어촌 지하수지도” 팝업 후 해당 관측소로 이동
- 항목별 정렬기능(▼)
 - 각 항목별 파란색 화살표 클릭으로 항목별 정렬

○ 관측소별 관측자료 팝업

농촌지하수관정상세정보
✕

관측망 정보

관측망 구분	해수침투관측망
관측항목	수위, 전기전도도, 수온
관측소명	연산1
관측주기	1시간
염도상태	삼각

주소 전라남도 목포시 연산동 1288

표고(m) 3.9
설치연도 2012
층적/암반 암반
지역특성 내륙
구경(mm) 200
심도(m) 79

토사층

실트	
사층	
사력층	
혼전석	
풍화대	
연암	
보통암	
경암	

센서 설치심도(지표면기준)

지하수위	15
전기전도도(상부)	30
전기전도도(하부)	45
수온(상부)	30
수온(하부)	45

관측소 전경

관측 결과 [연산1]

일별
 순별
 월별
 연별
 시간별

조회기간: 2019.04.23 ~ 2019.10.23

지하수 수위(해수면기준)	지하수 수위(지표면기준)	전기전도도(상부)	전기전도도(하부)	수온(상부)	수온(하부)
---------------	---------------	-----------	-----------	--------	--------

상자도식	통계		데이터목록					
분류	평균	최대	최소	표준 편차	범위	¼분위	중앙	¾분위
지하수수위(해수면기준)	1.88	1.99	1.71	0.1	0.28	1.91	1.88	1.71
지하수수위(지표면기준)	2.02	2.19	1.91	0.1	0.28	1.99	2.02	2.19
전기전도도(상부)	32,741	34,061	31,045	1,145	3,016	32,926	33,368	34,061
전기전도도(하부)	20,851	20,933	20,804	44	130	20,825	20,859	20,933
수온(상부)	16.7	16.9	16.6	0.1	0.2	16.7	16.7	16.9
수온(하부)	16.4	16.4	16.4	0	0	16.4	16.4	16.4
강수량_목포	158.78	259.3	86.3	-	-	-	-	-

○ 관측소 정보창(좌측창)

- 관측정보, 제원정보, 지층정보, 센서설치심도, 전경

○ 관측자료 조회(우측창)

- 관측데이터 제공(지하수위, 전기전도도, 수온, 통계, 관측데이터)
- 기간 설정을 통해 전체 관측데이터 조회
- 조회된 차트 저장 가능(차트 저장 ≡)

○ 엑셀 다운로드

- 관측소의 관측자료를 엑셀파일로 다운로드 가능

※ 관측소의 제원은 “관측소제원” 페이지에서 제공

- 부록 187 -

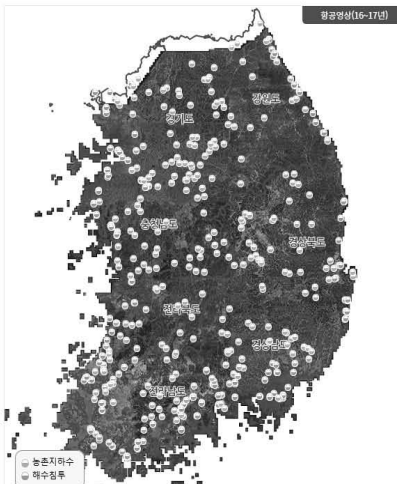
한국농어촌공사

나. 관측소 비교조회

농어촌지하수관리시스템

농어촌지하수관측망시스템
지하수위현황
지하수위예경보
해수침투예경보
관측소제원
관측자료조회
관측자료 통계

관측자료조회
지하수관측망시스템은 지하수 관측 종합정보를 제공합니다.



관측소별조회
관측소 비교조회

행정구역
전라남도
관측망 구분
전체

검색

자료비교
연산1
연산2
소라1
소라2
화양2
비교결과

전체 138 건
엑셀 다운로드

<input type="checkbox"/> 선택	구분	관측소명	평년 수위	현재 수위	수위상태	전기전도도 (µs/cm)	해수침투 상태	위치
<input checked="" type="checkbox"/>	해수침투	연산1	-	-	-	50,000	상각	
<input checked="" type="checkbox"/>	해수침투	연산2	-	-	-	50,000	상각	
<input checked="" type="checkbox"/>	해수침투	소라1	-	-	-	50,000	상각	
<input checked="" type="checkbox"/>	해수침투	소라2	-	-	-	50,000	상각	
<input checked="" type="checkbox"/>	해수침투	화양2	-	-	-	50,000	상각	
<input type="checkbox"/>	해수침투	화양1	-	-	-	50,000	상각	
<input type="checkbox"/>	농촌지하수	순천3	1.05	1.43	정상	-	-	

KRC 한국농어촌공사
(956217) 전라남도 나주시 크린로 20 (빛가람동 358) | TEL: 061-338-5799, 5754 | FAX: 061-338-5749
COPYRIGHT © 2019 KRC. ALL RIGHTS RESERVED.

○ 관측소 비교조회

- 목록에서 최대5개 관측소 선택 가능
- 비교결과 아이콘을 클릭하여 팝업호출

○ 관측자료조회 팝업

관측자료조회
✕

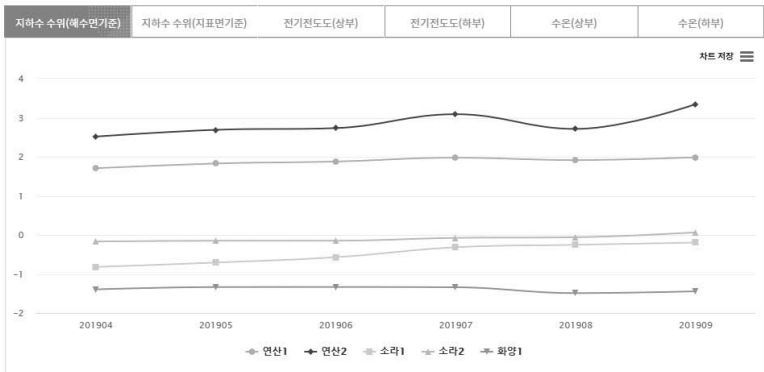
관측결과 비교

비교: 연산1, 연산2, 소라1, 소라2, 화양1

일별
순별
월별
연별

조회기간
2019.04.23
~
2019.10.23
6개월
1년
2년
검색

지하수 수위(해수면기준)
지하수 수위(지표면기준)
전기전도도(상부)
전기전도도(하부)
수온(상부)
수온(하부)



KRC 한국농어촌공사

- 부록 188 -

6.6.8 관측자료 통계 페이지

- 농어촌지하수관측망의 “관측자료 통계”를 제공합니다.

○ 지역별 관측자료 통계(월별)

- 조회기간, 관측망 구분에 의한 지하수위 및 전기전도도 통계 제공



○ 관측소별 관측자료 통계

- 조회기간에 의한 관측소별 지하수위 및 전기전도도 통계 제공



〈부록 VII 농업용 공공관정 일제조사표〉

농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	나노지구 (일련번호: WNJU365201902397) / 허가신고번호 :		
위 치	전라남도 나주시 금천면 촌곡리 325-1 번지 (위도: 35° 02' 22.04" , 경도: 126° 45' 20.19")		
채 수 량	150 m ³ /day		
제 원	가) 구 경 : 250 mm	나) 심 도 :	m
수중모터펌프	가) 마 력 : HP	나) 설치심도 :	m
	다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)	1994년 월 일		
점검자 소속	한국농어촌공사 전남지역본부	점검일자	2019년 06월 07일

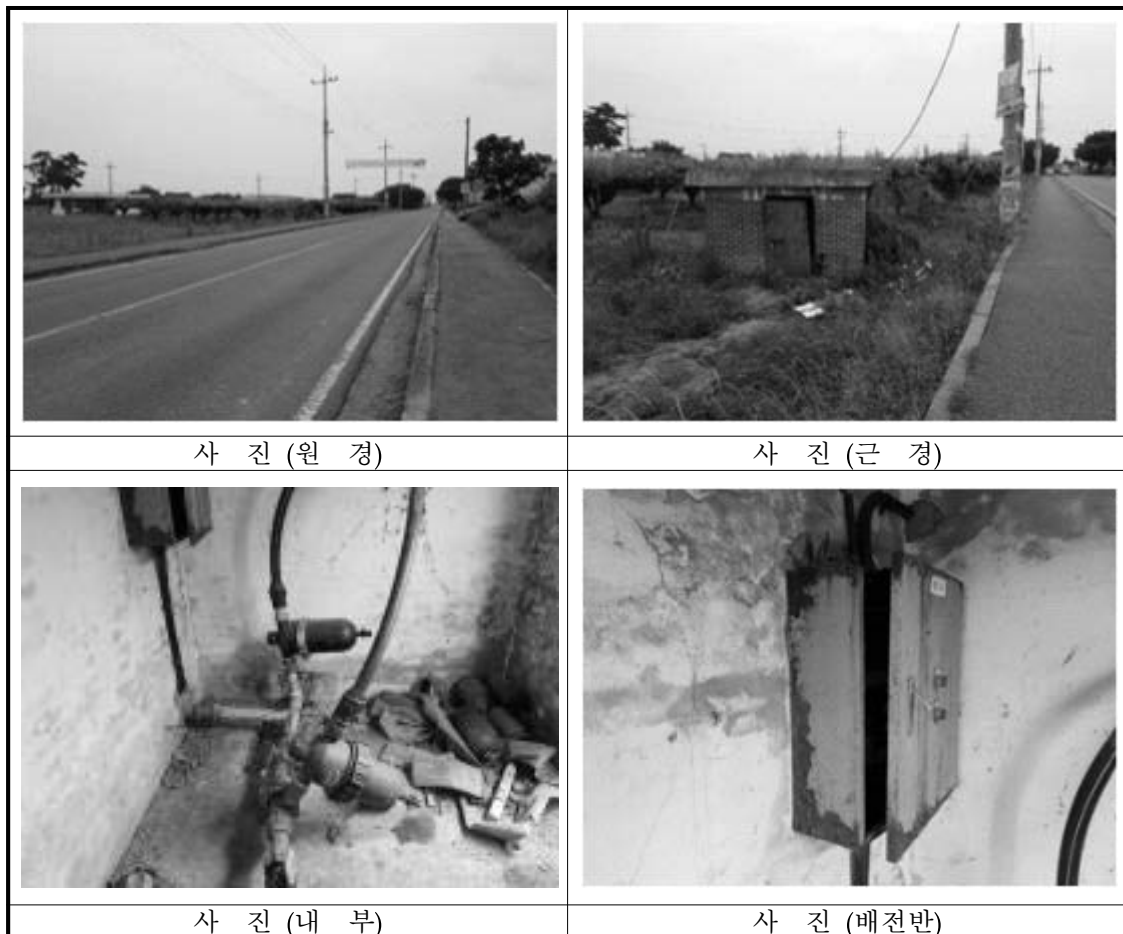
나. 세부점검내역

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	자연수위 측정	조사불가	
					양 수 량	양수량의 적정여부	적정
					이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	양호
		양수장 및 보호공	균 열	누 수	균열, 백태, 박리, 파손여부	불량	
					위 치, 누수원인, 누수여부	양호	
					침 하	침하부위, 원인 및 정도	보통
		오염방지 시설	덮개파손	덮개부식	파손 및 시건장치 유무	양호	
					녹발생 및 부식정도	보통	
					유 량 계	작동유무 및 파손여부	불량
		측 장 치	출수장치	수위측정관	출수장치의 파손여부	없음	
수위측정관의 관리상태	양호						
기 계	기 계 시설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태	양호		
			용 량	이용량 대비 용량의 적정성	적정		
전 기	전 기 시설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	불량		
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	양호		
			동 작	진동상태, 계기류 작동	양호		

다. 점검결과

문제점	양수장 불량, 유량계/배전함 불량, 출수장치 없음		
대 책	양수장 보수, 유량계/배전함 교체, 출수장치 설치		
추정소요사업비 (공 종 별)	공 종 (항 목)	처 리 내 역	처 리 비 용
	양수장	양수장보수	1,000천원
	측정장치	유량계설치	250천원
	측정장치	출수장치설치	350천원
	배전함	배전함교체	200천원
	계		1,800천원

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	나노지구 (일련번호: WNJU365201902409) / 허가신고번호 :		
위 치	전라남도 나주시 노안면 구정리 596-29 번지 (위도: 35° 04' 21.19" , 경도: 126° 42' 23.06")		
채 수 량	150 m ³ /day		
제 원	가) 구 경 : 250 mm	나) 심 도 :	m
수중모터펌프	가) 마 력 : HP	나) 설치심도 :	m
	다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)	1998년 월 일		
점검자 소속	한국농어촌공사 전남지역본부	점검일자	2019년 05월 27일

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	10.74	
				양 수 량	양수량의 적정여부	적정
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	양호
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	양호	
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	양호
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	양호
		오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	양호	
				녹발생 및 부식정도	양호	
			측 장 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	양호
		출수장치		출수장치의 파손여부	양호	
수위측정관	수위측정관의 관리상태	없음				
기 계	기 계 시 설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태	양호	
			용 량	이용량 대비 용량의 적정성	적정	
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	수위측정관 없음		
대 책	수위측정관 설치		
추정소요사업비 (공 종 별)	공 종 (항 목)	처 리 내 역	처 리 비 용
	측정장치	수위측정관설치	167천원
	계		167천원

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	나노지구 (일련번호: WNJU365201901161) / 허가신고번호 :		
위 치	전라남도 나주시 노안면 금안리 177-5 번지 (위도: 35° 04' 33.88" , 경도: 126° 41' 47.20")		
채 수 량	250 m ³ /day		
제 원	가) 구 경 : 250 mm	나) 심 도 : 100 m	
수중모터펌프	가) 마 력 : 10 HP	나) 설치심도 : m	
	다) 토출관구경 : 65 mm		
개발년도(연장허가)	년 월 일		
점검자 소속	한국농어촌공사 전남지역본부	점검일자	2019년 05월 27일

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	7.00	
				양 수 량	양수량의 적정여부	부족
				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 시설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	불량	
				녹발생 및 부식정도	불량	
			측 장 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	없음
		출수장치		출수장치의 파손여부	없음	
		수위측정관		수위측정관의 관리상태	양호	
		기 계	기 계 시설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태
용 량	이용량 대비 용량의 적정성				양호	
전 기	전 기 시설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	양호	
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	양호	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	양호	

다. 점검결과

문제점	상부보호공 덮개 불량, 유량계/수위측정관 없음		
대 책	상부보호공 덮개 교체, 유량계/수위측정관 설치		
추정소요사업비 (공 종 별)	공 종 (항 목)	처 리 내 역	처 리 비 용
	오염방지시설	덮개교체	150천원
	측정장치	유량계설치	250천원
	측정장치	수위측정관설치	167천원
	계		567천원

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	나노지구 (일련번호: WNJU365201901498) / 허가신고번호 :		
위 치	전라남도 나주시 노안면 금안리 355-3 번지 (위도: 35° 04' 13.64" , 경도: 126° 41' 41.98")		
채 수 량	100 m ³ /day		
제 원	가) 구 경 : 200 mm	나) 심 도 :	m
수중모터펌프	가) 마 력 : 2.0 HP	나) 설치심도 :	m
	다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)	년 월 일		
점검자 소속	한국농어촌공사 전남지역본부	점검일자	2019년 05월 27일

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	자연수위 측정	3.72	
					양 수 량	양수량의 적정여부	적정
					이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	양호
		양수장 및 보호공	균 열	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	양호	
					누 수	위치, 누수원인, 누수여부	양호
					침 하	침하부위, 원인 및 정도	양호
		오염방지 시설	덮개파손	덮개부식	파손 및 시건장치 유무	양호	
					녹발생 및 부식정도	불량	
					유 량 계	작동유무 및 파손여부	양호
		측 장 치	출수장치	수위측정관	출수장치의 파손여부	없음	
수위측정관의 관리상태	없음						
기 계	기 계 시설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태	양호		
			용 량	이용량 대비 용량의 적정성	적정		
전 기	전 기 시설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	양호		
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	양호		
			동 작	진동상태, 계기류 작동	양호		

다. 점검결과

문제점	상부보호공 덮개 불량, 출수장치/수위측정관 없음		
대 책	상부보호공 덮개 교체, 출수장치/수위측정관 설치		
추정소요사업비 (공 종 별)	공 종 (항 목)	처 리 내 역	처 리 비 용
	오염방지시설	덮개교체	150천원
	측정장치	출수장치설치	350천원
	측정장치	수위측정관설치	167천원
	계		667천원
	계		1,334천원

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	나노지구 (일련번호: WNJU365201902012) / 허가신고번호 :		
위 치	전라남도 나주시 노안면 도산리 610-5 번지 (위도: 35° 05' 24.65" , 경도: 126° 44' 47.45")		
채 수 량	250 m ³ /day		
제 원	가) 구 경 : 250 mm	나) 심 도 :	100 m
수중모터펌프	가) 마 력 : 3.0 HP	나) 설치심도 :	m
	다) 토출관구경 :	50 mm	
개발년도(연장허가)	년 월 일		
점검자 소속	한국농어촌공사 전남지역본부	점검일자	2019년 05월 28일

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	자연수위 측정	2.57	
					양 수 량	양수량의 적정여부	확인불가
			이물질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	확인불가		
				양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	불량
		오염방지 시설	침 하	침하	누 수	위치, 누수원인, 누수여부	양호
					침하부위, 원인 및 정도	양호	
					덮개파손	파손 및 시건장치 유무	양호
		측 장 치	덮개부식	부식	녹발생 및 부식정도	양호	
					유 량 계	작동유무 및 파손여부	없음
					출수장치	출수장치의 파손여부	없음
		수위측정관	수위측정관	수위측정관	수위측정관의 관리상태	없음	
					기 계	기 계 시설	수 중 펌 프
전 기	전 기 시설	배전함 및 전기설비	용 량	이용량 대비 용량의 적정성	확인불가		
			외 형	누유상태, 계측기기 작동	불량		
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	양호		
동 작	동 작	동 작	진동상태, 계기류 작동	확인불가			

다. 점검결과

문제점	단전, 양수장, 유량계/출수장치/수위측정관 없음, 수중모터/배전함 불량		
대책	양수장보수, 유량계/출수장치/수위측정관 설치, 수중모터/배전함 교체		
추정소요사업비 (공종별)	공종(항목)	처리내역	처리비용
	양수장	양수장보수	1,000천원
	측정장치	유량계설치	250천원
	측정장치	출수장치설치	350천원
	측정장치	수위측정관설치	167천원
	수중펌프	수중펌프교체	2,500천원
	배전함	배전함교체	200천원
	계		4,467천원

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	나노지구 (일련번호: WNJU365201902408) / 허가신고번호 :		
위 치	전라남도 나주시 노안면 도산리 591 번지 (위도: 35° 05' 11.06" , 경도: 126° 44' 46.46")		
채 수 량	150 m ³ /day		
제 원	가) 구 경 : 250 mm	나) 심 도 :	m
수중모터펌프	가) 마 력 : HP	나) 설치심도 :	m
	다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)	년 월 일		
점검자 소속	한국농어촌공사 전남지역본부	점검일자	2019년 05월 28일

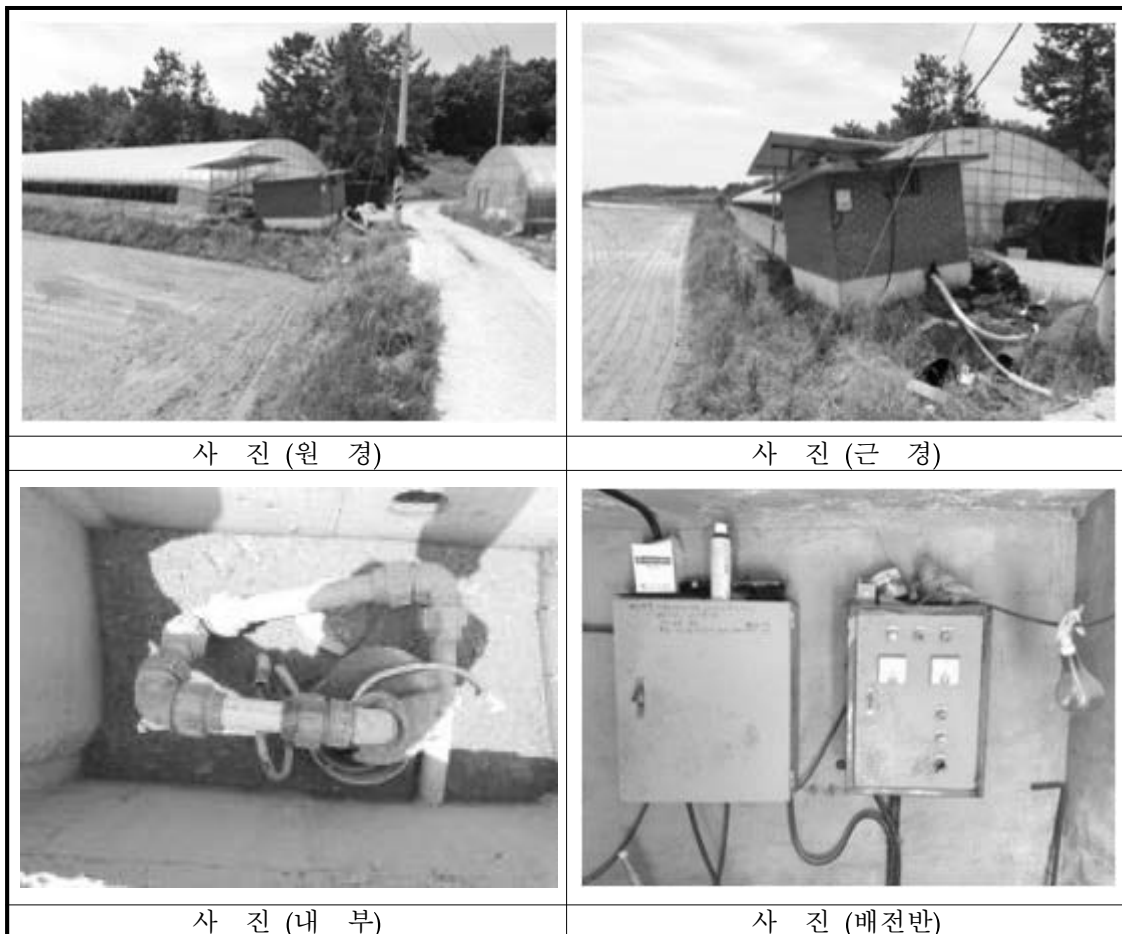
나. 세부점검내역

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	적정
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	없음
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	양호	
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	양호
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	침하
		오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	양호	
				녹발생 및 부식정도	양호	
			측 장 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	양호
		출수장치			출수장치의 파손여부	양호
		수위측정관			수위측정관의 관리상태	없음
기 계	기 계 시설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태	양호	
			용 량	이용량 대비 용량의 적정성	적정	
전 기	전 기 시설	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 없음		
대 책	수위측정관 설치		
추정소요사업비 (공 종 별)	공 종 (항 목)	처 리 내 역	처 리 비 용
	측정장치	수위측정관설치	167천원
	계		167천원

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	나노지구 (일련번호: WNJU365201902402) / 허가신고번호 :		
위 치	전라남도 나주시 노안면 영평리 674 번지 (위도: 35° 04' 06.44" , 경도: 126° 42' 04.85")		
채 수 량	150 m ³ /day		
제 원	가) 구 경 : 250 mm	나) 심 도 :	m
수중모터펌프	가) 마 력 : HP	나) 설치심도 :	m
	다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)	1994년 월 일		
점검자 소속	한국농어촌공사 전남지역본부	점검일자	2019년 05월 29일

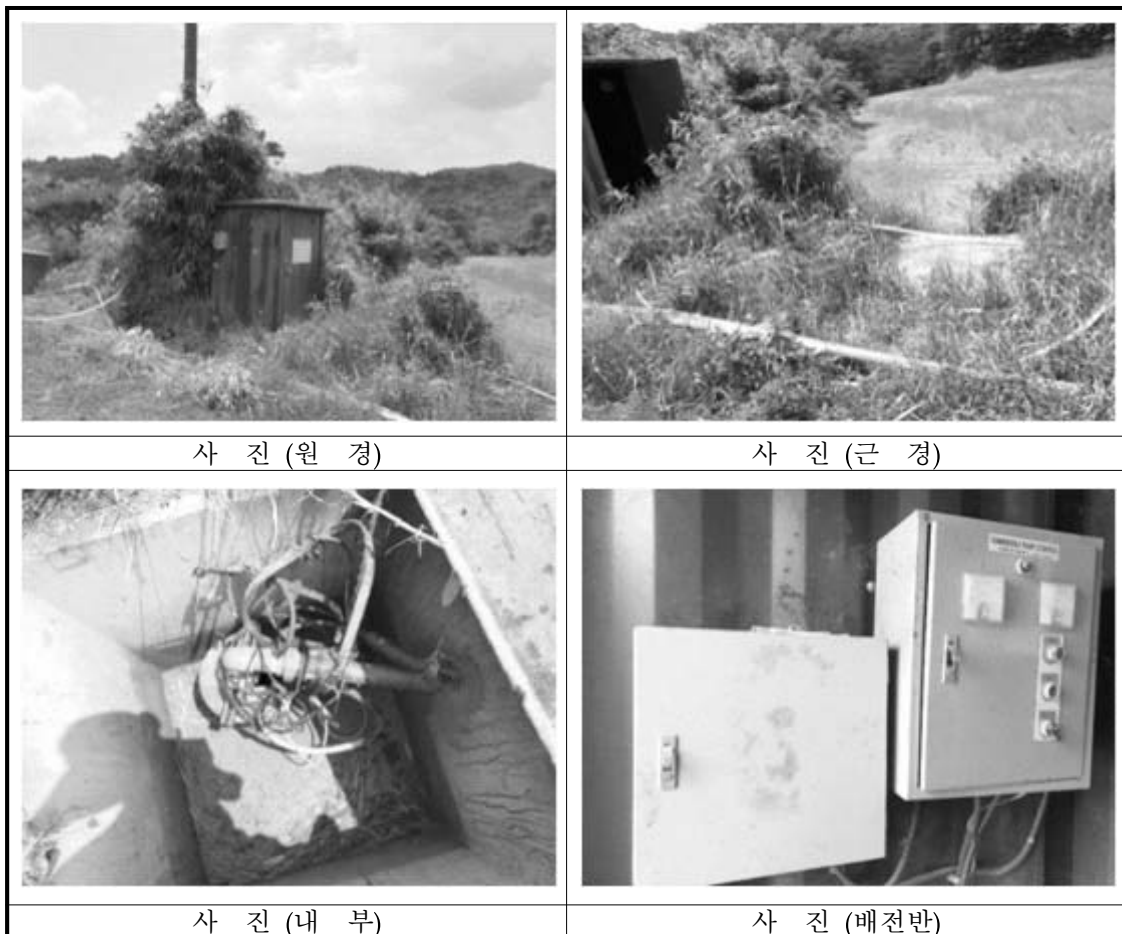
나. 세부점검내역

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	6.48	
				양 수 량	양수량의 적정여부	적정
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	양호
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	양호	
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	불량
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	양호
		오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	불량	
				녹발생 및 부식정도	보통	
			측 장 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	양호
		출수장치		출수장치의 파손여부	없음	
수위측정관	수위측정관의 관리상태	없음				
기 계	기 계 시설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태	양호	
			용 량	이용량 대비 용량의 적정성	적정	
전 기	전 기 시설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	양호	
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	양호	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	양호	

다. 점검결과

문제점	배관 누수, 상부보호공덮개 불량, 출수장치/수위측정관 없음		
대책	배관 교체, 상부보호공덮개 교체, 출수장치/수위측정관 설치		
추정소요사업비 (공종별)	공종(항목)	처리내역	처리비용
	보호공	배관교체	350천원
	오염방지시설	덮개교체	150천원
	측정장치	출수장치설치	350천원
	측정장치	수위측정관설치	167천원
	계		1,017천원

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	나노지구 (일련번호: WNJU365201902043) / 허가신고번호 :		
위 치	전라남도 나주시 노안면 오정리 642 번지 (위도: 35° 05' 11.58" , 경도: 126° 40' 54.08")		
채 수 량	150 m ³ /day		
제 원	가) 구 경 : 250 mm	나) 심 도 :	m
수중모터펌프	가) 마 력 : HP	나) 설치심도 :	m
	다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)	1994년 월 일		
점검자 소속	한국농어촌공사 전남지역본부	점검일자	2019년 05월 30일

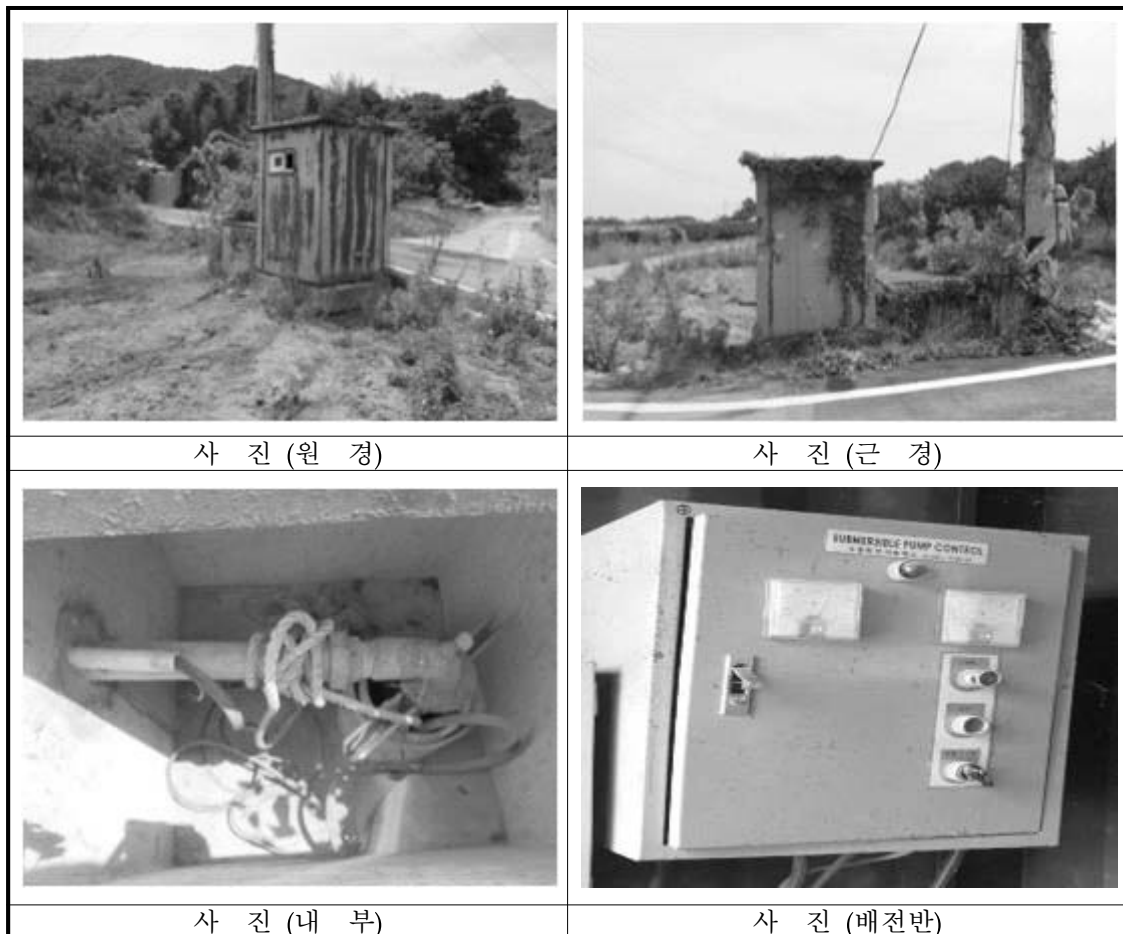
나. 세부점검내역

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	6.55	
				양 수 량	양수량의 적정여부	양호
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	양호
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	양호	
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	보통
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	양호
		오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	양호	
				녹발생 및 부식정도	보통	
			측 장 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	불량
		출수장치		출수장치의 파손여부	없음	
수위측정관	수위측정관의 관리상태	없음				
기 계	기 계 시설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태	양호	
			용 량	이용량 대비 용량의 적정성	양호	
전 기	전 기 시설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	양호	
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	양호	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	양호	

다. 점검결과

문제점	유량계 불량, 출수장치/수위측정관 없음		
대 책	유량계 교체, 출수장치/수위측정관 설치		
추정소요사업비 (공 종 별)	공 종 (항 목)	처 리 내 역	처 리 비 용
	측정장치	유량계설치	250천원
	측정장치	출수장치설치	350천원
	측정장치	수위측정관설치	167천원
	계		767천원

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	나노지구 (일련번호: WNJU365201901510) / 허가신고번호 :		
위 치	전라남도 나주시 문평면 계로리 362-2 번지 (위도: 35° 05' 00.32" , 경도: 126° 38' 16.47")		
채 수 량	250 m ³ /day		
제 원	가) 구 경 : 250 mm	나) 심 도 : 100 m	
수중모터펌프	가) 마 력 : 7.5 HP	나) 설치심도 : m	
	다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)	2000년 월 일		
점검자 소속	한국농어촌공사 전남지역본부	점검일자	2019년 06월 17일

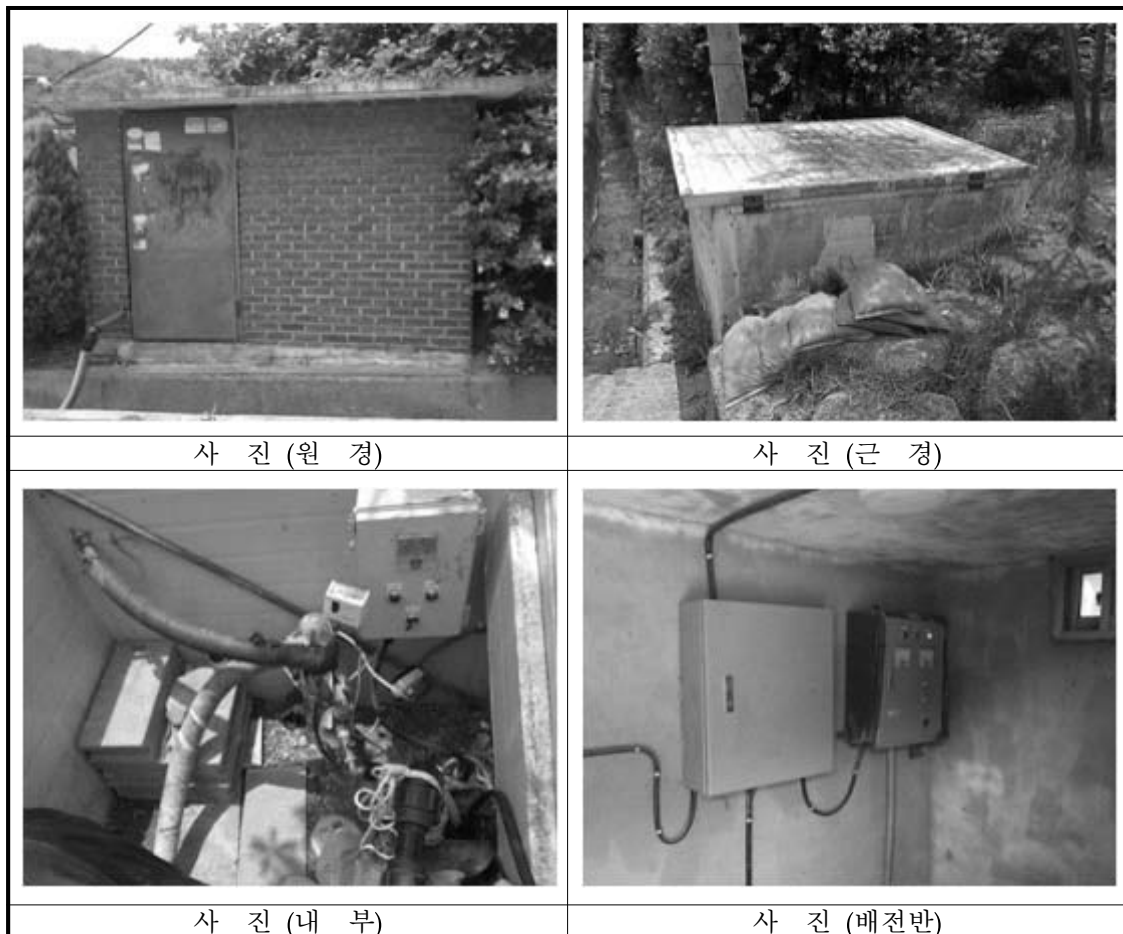
나. 세부점검내역

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	자연수위 측정	4.25	
					양 수 량	양수량의 적정여부	적정
					이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	양호
		양수장 및 보호공	균 열	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	양호	
					누 수	위치, 누수원인, 누수여부	양호
					침 하	침하부위, 원인 및 정도	양호
		오염방지 시설	덮개파손	덮개부식	파손 및 시건장치 유무	양호	
					녹발생 및 부식정도	양호	
			측 장 치	유 량 계	출수장치	작동유무 및 파손여부	없음
		출수장치의 파손여부				없음	
		수위측정관의 관리상태				없음	
		기 계	기 계 시설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태	양호
용 량	이용량 대비 용량의 적정성				적정		
전 기	전 기 시설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	양호		
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	양호		
			동 작	진동상태, 계기류 작동	양호		

다. 점검결과

문제점	유량계/출수장치/수위측정관 없음		
대 책	유량계/출수장치/수위측정관 설치		
추정소요사업비 (공 종 별)	공 종 (항 목)	처 리 내 역	처 리 비 용
	측정장치	유량계설치	250천원
	측정장치	출수장치설치	350천원
	측정장치	수위측정관설치	167천원
	계		767천원

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	나노지구 (일련번호: WNJU365201902405) / 허가신고번호 :		
위 치	전라남도 나주시 문평면 동원리 534-9 번지 (위도: 35° 03' 41.78" , 경도: 126° 36' 44.08")		
채 수 량	150 m ³ /day		
제 원	가) 구 경 : 250 mm	나) 심 도 :	m
수중모터펌프	가) 마 력 : HP	나) 설치심도 :	m
	다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)	1996년 월 일		
점검자 소속	한국농어촌공사 전남지역본부	점검일자	2019년 06월 19일

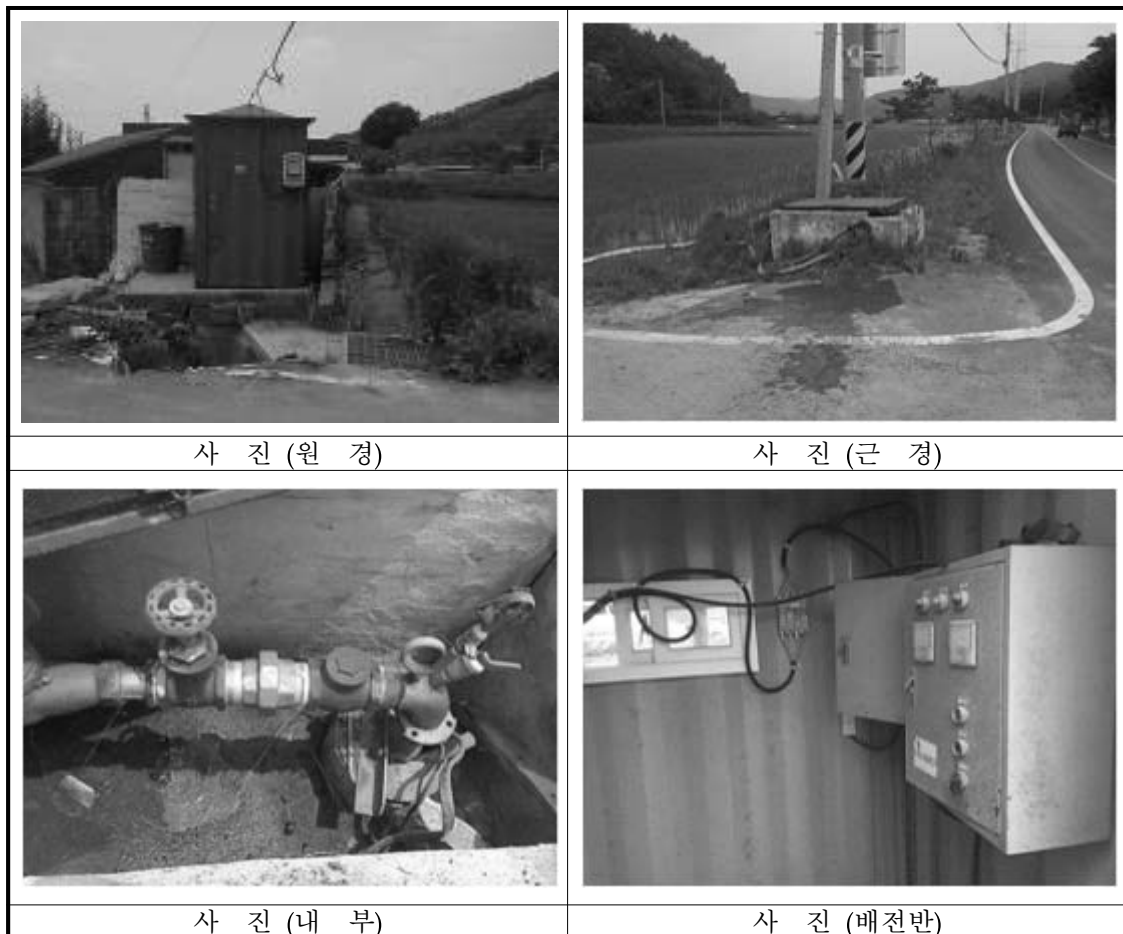
나. 세부점검내역

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	4.02	
				양 수 량	양수량의 적정여부	적정
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	양호
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	보통	
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	보통
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	양호
		오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	보통	
				녹발생 및 부식정도	보통	
			측 장 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	양호
		출수장치			출수장치의 파손여부	없음
		수위측정관			수위측정관의 관리상태	없음
		기 계	기 계 시설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태
용 량	이용량 대비 용량의 적정성				양호	
전 기	전 기 시설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	양호	
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	양호	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	양호	

다. 점검결과

문제점	출수장치/수위측정관 없음		
대 책	출수장이/수위측정관 설치		
추정소요사업비 (공 종 별)	공 종 (항 목)	처 리 내 역	처 리 비 용
	측정장치	출수장치설치	350천원
	측정장치	수위측정관설치	167천원
	계		517천원

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	나노지구 (일련번호: WNJU365201902395) / 허가신고번호 :		
위 치	전라남도 나주시 문평면 학동리 11-2 번지 (위도: 35° 01' 58.80" , 경도: 126° 37' 56.40")		
채 수 량	150 m ³ /day		
제 원	가) 구 경 : 250 mm	나) 심 도 :	m
수중모터펌프	가) 마 력 : HP	나) 설치심도 :	m
	다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)	1994년 월 일		
점검자 소속	한국농어촌공사 전남지역본부	점검일자	2019년 06월 20일

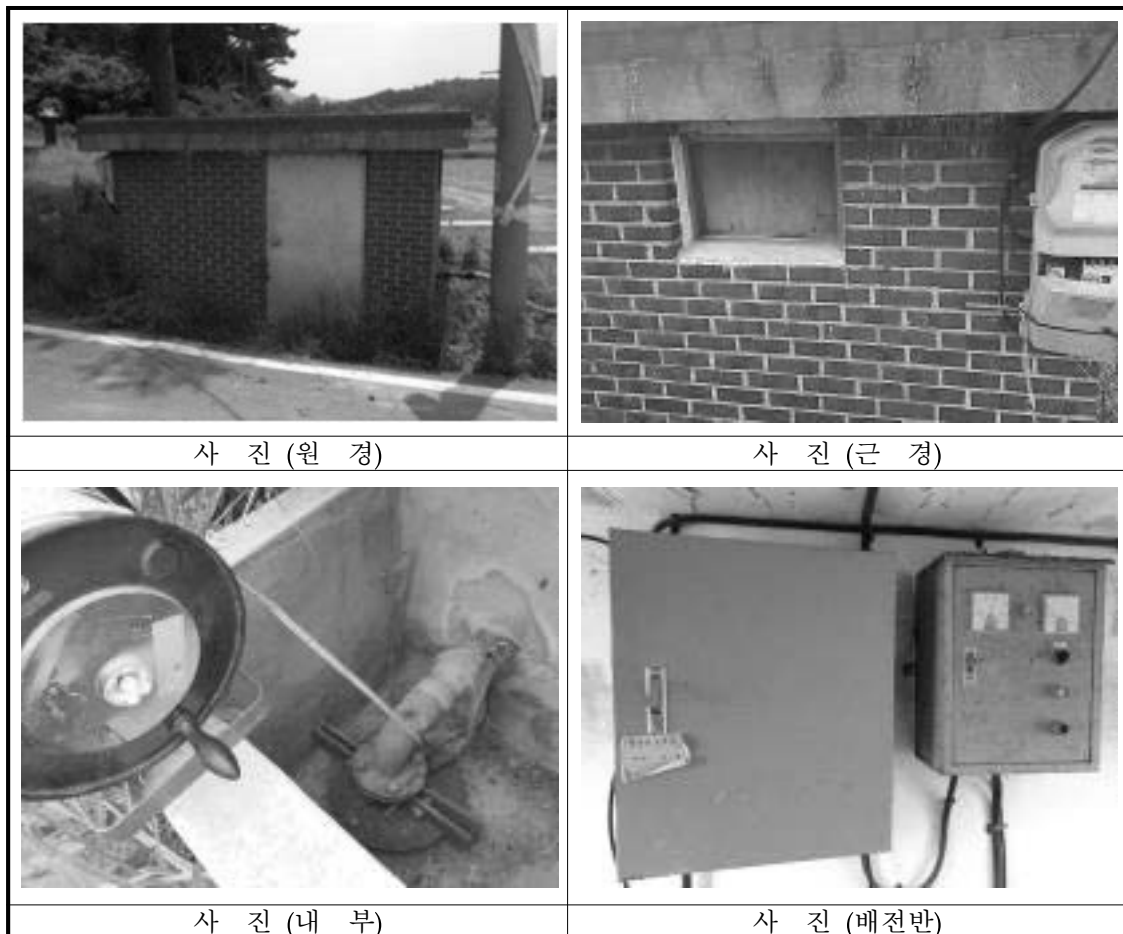
나. 세부점검내역

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	자연수위 측정	조사불가
					양 수 량	양수량의 적정여부
					이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부
		양수장 및 보호공	균 열	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	양호
					누 수	위치, 누수원인, 누수여부
					침 하	침하부위, 원인 및 정도
		오염방지 시설	덮개파손	덮개부식	파손 및 시건장치 유무	양호
					녹발생 및 부식정도	양호
					유 량 계	작동유무 및 파손여부
		측 장 치	출수장치	수위측정관	출수장치의 파손여부	없음
수위측정관의 관리상태	없음					
작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태					
기 계	기 계 시설	수 중 펌 프	이용량 대비 용량의 적정성	적정		
			외 형	누유상태, 계측기기 작동		
전 기	전 기 시설	배전함 및 전기설비	설 치	위치의 적정성, 설치상태		
			동 작	진동상태, 계기류 작동		
				보통		

다. 점검결과

문제점	유량계/출수장치/수위측정관 없음		
대 책	유량계/출수장치/수위측정관 없음		
추정소요사업비 (공 종 별)	공 종 (항 목)	처 리 내 역	처 리 비 용
	측정장치	유량계설치	250천원
	측정장치	출수장치설치	350천원
	측정장치	수위측정관설치	167천원
	계		767천원

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	나노지구 (일련번호: WNJU365201902399) / 허가신고번호 :		
위 치	전라남도 나주시 산포면 내기리 916-11 번지 (위도: 35° 02' 42.04" , 경도: 126° 47' 58.61")		
채 수 량	150 m ³ /day		
제 원	가) 구 경 : 250 mm	나) 심 도 :	m
수중모터펌프	가) 마 력 : HP	나) 설치심도 :	m
	다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)	1994년 월 일		
점검자 소속	한국농어촌공사 전남지역본부	점검일자	2019년 06월 10일

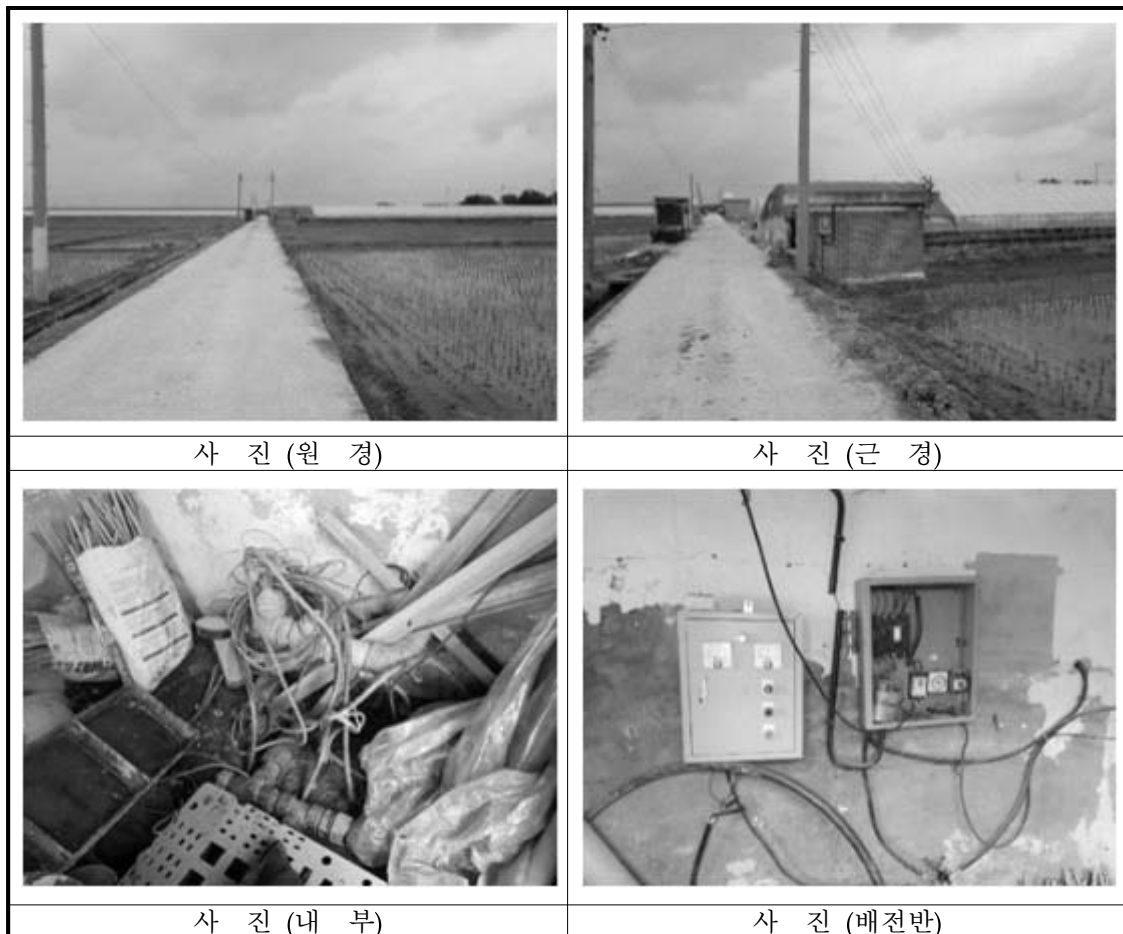
나. 세부점검내역

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	자연수위 측정	조사불가	
					양 수 량	양수량의 적정여부	부족
					이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	이물질배출
		양수장 및 보호공	양수장	수	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	보통
					누 수	위치, 누수원인, 누수여부	양호
					침 하	침하부위, 원인 및 정도	양호
		오염방지 시설	오염방지 시설	오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	양호
					덮개부식	녹발생 및 부식정도	보통
					유 량 계	작동유무 및 파손여부	없음
		측 장 치	측 장 치	측 장 치	출수장치	출수장치의 파손여부	없음
수위측정관	수위측정관의 관리상태				없음		
작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태				양호		
기 계	기 계 시설	수 중 펌 프	용 량	이용량 대비 용량의 적정성	적정		
			외 형	누유상태, 계측기기 작동	양호		
전 기	전 기 시설	배전함 및 전기설비	설 치	위치의 적정성, 설치상태	양호		
			동 작	진동상태, 계기류 작동	양호		

다. 점검결과

문제점	유량계/출수장치/수위측정관 없음		
대 책	유량계/출수장치/수위측정관 설치		
추정소요사업비 (공 종 별)	공 종 (항 목)	처 리 내 역	처 리 비 용
	측정장치	유량계설치	250천원
	측정장치	출수장치설치	350천원
	측정장치	수위측정관설치	167천원
	계		767천원

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	나노지구 (일련번호: WNJU365201902404) / 허가신고번호 :		
위 치	전라남도 나주시 산포면 덕례리 401 번지 (위도: 35° 03' 06.77" , 경도: 126° 48' 05.71")		
채 수 량	150 m ³ /day		
제 원	가) 구 경 : 250 mm	나) 심 도 :	m
수중모터펌프	가) 마 력 : HP	나) 설치심도 :	m
	다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)	1994년 월 일		
점검자 소속	한국농어촌공사 전남지역본부	점검일자	2019년 06월 12일

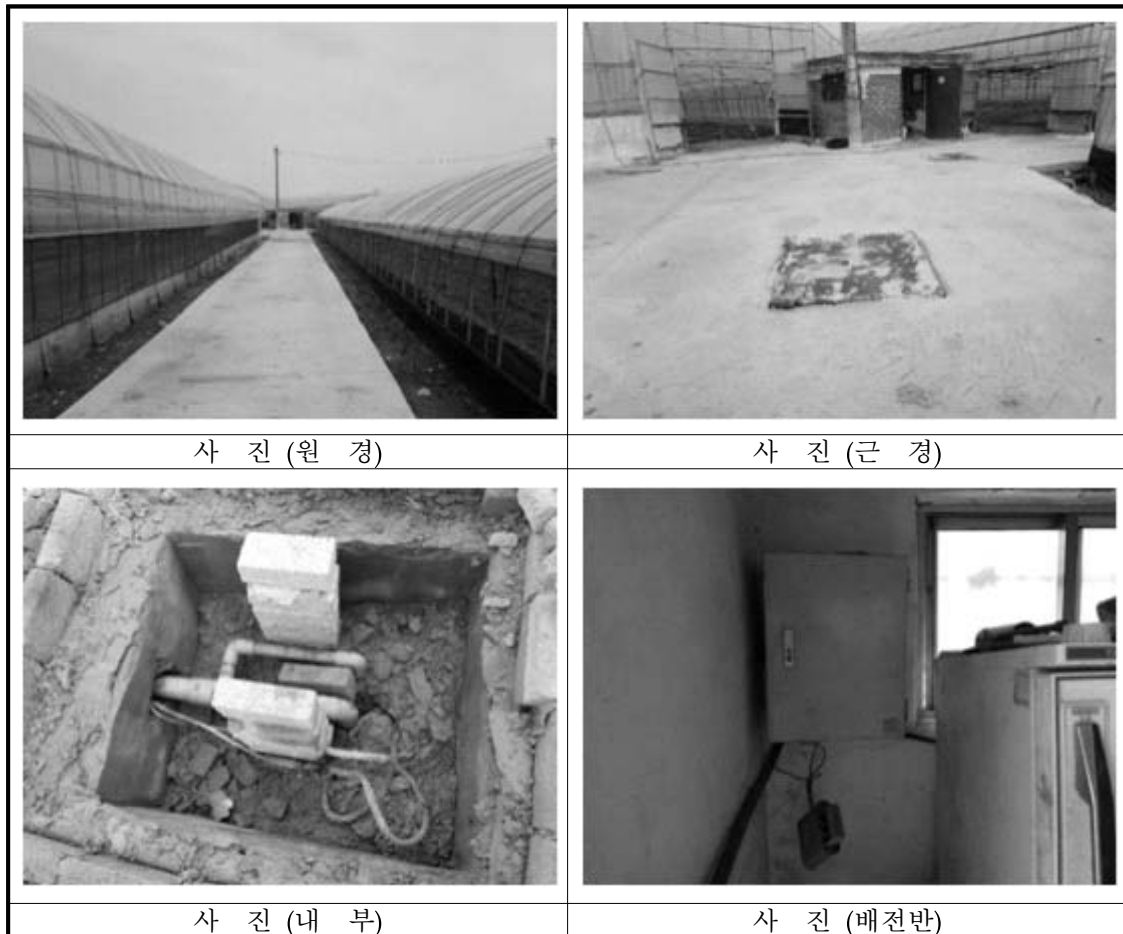
나. 세부점검내역

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	조사불가	
				양 수 량	양수량의 적정여부	조사불가
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	조사불가
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	불량	
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	조사불가
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	양호
		오염방지 시 설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	불량	
				녹발생 및 부식정도	불량	
			측 장 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	없음
		출수장치		출수장치의 파손여부	없음	
		수위측정관		수위측정관의 관리상태	없음	
		기 계	기 계 시 설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태
용 량	이용량 대비 용량의 적정성				조사불가	
전 기	전 기 시 설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	불량	
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	양호	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	조사불가	

다. 점검결과

문제점	보호공, 오염방지시설, 측정장치, 수중펌프, 배전함 불량 및 없음		
대책	보호공, 오염방지시설, 측정장치, 수중펌프, 배전함 교체 및 설치		
추정소요사업비 (공종별)	공종(항목)	처리내역	처리비용
	보호공	보호공재설치	1,500천원
	오염방지시설	덮개교체	150천원
	측정장치	유량계설치	250천원
	측정장치	출수장치설치	350천원
	측정장치	수위측정관설치	167천원
	수중펌프	수중펌프교체	2,500천원
	배전함	배전함교체	200천원
	계		5,117천원

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	나노지구 (일련번호: WNJU365201902398) / 허가신고번호 :		
위 치	전라남도 나주시 산포면 등수리 303-63 번지 (위도: 35° 01' 40.48" , 경도: 126° 49' 28.46")		
채 수 량	150 m ³ /day		
제 원	가) 구 경 : 250 mm	나) 심 도 :	m
수중모터펌프	가) 마 력 : HP	나) 설치심도 :	m
	다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)	년 월 일		
점검자 소속	한국농어촌공사 전남지역본부	점검일자	2019년 06월 13일

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	조사불가	
				양 수 량	양수량의 적정여부	조사불가
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	조사불가
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	불량	
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	조사불가
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	양호
		오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	조사불가	
				녹발생 및 부식정도	조사불가	
			측 정 장 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	조사불가
		출수장치		출수장치의 파손여부	조사불가	
		수위측정관		수위측정관의 관리상태	조사불가	
기 계	기 계 시 설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태	조사불가	
			용 량	이용량 대비 용량의 적정성	조사불가	
전 기	전 기 시 설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	불량	
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	불량	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	불량	

다. 점검결과

문제점	보호공 매립, 상부보호공덮개 불량, 수위측정관 없음		
대 책	보호공/상부보호공덮개 재설치, 수위측정관 설치		
추정소요사업비 (공 종 별)	공 종 (항 목)	처 리 내 역	처 리 비 용
	보호공	보호공재설치	1,500천원
	측정장치	유량계설치	250천원
	측정장치	출수장치설치	350천원
	측정장치	수위측정관설치	167천원
	배전함	배전함교체	200천원
	계		2,467천원

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	나노지구 (일련번호: WNJU365201902403) / 허가신고번호 :		
위 치	전라남도 나주시 산포면 매성리 253-1 번지 (위도: 35° 01' 47.19" , 경도: 126° 48' 21.22")		
채 수 량	150 m ³ /day		
제 원	가) 구 경 : 250 mm	나) 심 도 :	m
수중모터펌프	가) 마 력 : HP	나) 설치심도 :	m
	다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)	1994년 월 일		
점검자 소속	한국농어촌공사 전남지역본부	점검일자	2019년 06월 13일

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	자연수위 측정	12.50	
					양 수 량	양수량의 적정여부	조사불가
					이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	조사불가
					양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부
		오염방지 시설	침 하	침하	누 수	위치, 누수원인, 누수여부	불량
					침 하	침하부위, 원인 및 정도	양호
					오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무
		측 장 치	측 장 치	측장치	덮개부식	녹발생 및 부식정도	불량
					유 량 계	작동유무 및 파손여부	없음
					출수장치	출수장치의 파손여부	없음
		기 계	기 계 시설	수 중 펌 프	수위측정관	수위측정관의 관리상태	양호
					작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태	불량
전 기	전 기 시설	배전함 및 전기설비	용 량	이용량 대비 용량의 적정성	조사불가		
			외 형	누유상태, 계측기기 작동	양호		
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	양호		
			동 작	진동상태, 계기류 작동	양호		

다. 점검결과

문제점	배관누수, 상부보호공 덮개 불량, 출수장치 없음, 수중펌프 불량		
대책	배관교체, 상부보호공 덮개 교체, 출수장치 설치, 수중펌프 교체		
추정소요사업비 (공종별)	공종(항목)	처리내역	처리비용
	보호공	배관교체	350천원
	오염방지시설	덮개교체	150천원
	측정장치	출수장치설치	350천원
	수중펌프	수중펌프교체	2,500천원
	계		3,350천원

라. 사진대지

