



# 2019 농촌지하수관리보고서 나봉지구



## < 목 차 >

I. 농촌지하수관리사업 개요 .....	3
1.1 농촌지하수관리사업의 배경 .....	3
1.2 농촌지하수관리사업의 목적 .....	3
1.3 농촌지하수관리사업의 내용 .....	3
1.4 나봉지구 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 .....	28
2.3 농업용 공공관정 점검결과 및 관리방안 .....	30
2.3.1 점검결과 .....	30
2.3.2 지하수개발·이용허가의 유효기간 연장을 위한 조사 제안 .....	30
2.3.3 사후관리 제안 .....	31
2.3.4 지하수수질검사 제안 .....	32
2.3.5 원상복구 제안 .....	32
2.3.6 시설물정비 제안 .....	33

III. 향후전망 .....	37
3.1 지하수 개발·이용 전망 .....	37
3.1.1 지하수개발가능량 .....	37
3.1.2 지하수개발 추세 .....	42
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. 나봉지구 지하수 개발·이용 방안 .....	61
4.1 농업용수 개발대상지 분석 .....	61
4.2 농업용수 개발방안 .....	65
4.3 나봉지구 지하수개발이용 방안도 .....	70
V. 지하수 보전·관리 방안 .....	77
5.1 지하수관리 필요지역 .....	77
5.1.1 지하수관리필요지역 선정 기준 .....	77
5.1.2 읍면별 현황 .....	79
5.1.3 지하수관리필요지역 선정 결과 .....	85
5.2 지하수보전·관리를 위한 대책제안 .....	86
5.2.1 문제유형별 대책방안 분류 .....	86
5.2.2 나봉지구 지하수관리 필요지역 대책제안 .....	88
VI. 용어해설 .....	95
VII. 참고문헌 .....	105
VIII. 과업참여자 .....	113

## 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-17
1.4.3 지형 및 지질 .....	부록-18
1.4.4 토지이용 및 토양 .....	부록-22
2. 지하수 개발·이용 현황 .....	부록-29
2.1 지하수 개발 현황 .....	부록-29
2.1.1 신고·허가별 지하수 개발 현황 .....	부록-29
2.1.2 용도별 지하수 개발 현황 .....	부록-31
2.1.3 관정형태별 지하수 개발 현황 .....	부록-34
2.2 지하수 이용 현황 .....	부록-37
2.2.1 이용량 산정 .....	부록-37
2.2.2 용도별 이용 현황 .....	부록-40
2.2.3 단위면적당 이용 현황 .....	부록-42
2.2.4 지하수 개발·이용에 따른 동리별 순위 .....	부록-43
3. 지하수 특성 .....	부록-47
3.1 지하수 수리특성 .....	부록-47
3.1.1 수리특성 분석 .....	부록-47
3.1.2 부존특성 .....	부록-58
3.2 지하수 수질특성 .....	부록-71
3.2.1 오염원 현황 .....	부록-71
3.2.2 수질분석 .....	부록-79

3.2.3	지하수 수질 환경특성에 따른 동리별 순위 .....	부록-114
3.3	오염취약성 분석 .....	부록-115
3.3.1	DRASTIC 시스템 .....	부록-115
3.3.2	DRASTIC 시스템의 적용 .....	부록-118
4.	지하수관리 방안 .....	부록-127
4.1	기본방향 .....	부록-127
4.1.1	행정규제에 의한 관리방안 .....	부록-127
4.1.2	비규제적 관리방안 .....	부록-130
4.1.3	기술적방안 .....	부록-133
5.	청문조사결과(설문조사) .....	부록-137
5.1	조사 개요 .....	부록-137
5.2	일반현황 .....	부록-137
5.3	지하수개발 .....	부록-139
5.4	지하수수질 .....	부록-140
5.5	지하수수량 .....	부록-141
5.6	지하수관리 .....	부록-143
5.7	기타 주요 제시 의견 .....	부록-144
5.8	설문결과에 대한 종합의견 .....	부록-144
6.	농어촌지하수 관리시스템 .....	부록-147
6.1	구축 현황 .....	부록-147
6.2	접속방법 .....	부록-147
6.3	운영방법 .....	부록-147
6.4	농어촌지하수넷시스템 이용 안내 .....	부록-148
6.5	농어촌 지하수지도 이용 안내 .....	부록-161
6.6	농어촌지하수관측망시스템 이용 안내 .....	부록-174
7.	농업용 공공관정 일제조사표 .....	부록-187

## 표 목 차

<표 1-5-1> 나봉지구 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 .....	30
<표 2-3-2> 시설물관리 필요관정 제안 .....	34
<표 3-1-1> 유역별 지하수 개발가능량 .....	38
<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> 나봉지구 용도별 신규관정 개발추이 .....	44
<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 .....	67
<표 4-3-1> 농촌지하수 개발 필요 지역 .....	72
<표 4-3-2> 신규 지하수개발 추정 사업비 .....	72
<표 5-1-1> 지하수 관리지역 선정지표 .....	77
<표 5-1-2> 지하수 수량관리 필요지역(봉황면) .....	80
<표 5-1-3> 지하수 수질관리 필요지역(봉황면) .....	80
<표 5-1-4> 지하수 수량관리 필요지역(세지면) .....	82
<표 5-1-5> 지하수 수질관리 필요지역(세지면) .....	82
<표 5-1-6> 지하수 수량관리 필요지역(왕곡면) .....	84
<표 5-1-7> 지하수 수질관리 필요지역(왕곡면) .....	84
<표 5-1-8> 읍·면별 지하수관리필요지역 .....	85
<표 5-2-1> 문제유형별 대책방안 분류 .....	86
<표 5-2-2> 읍·면별 대책 제안 .....	89
<표 5-2-3> 나봉지구 지하수관리 필요지역 세부내역 .....	90

## 그림 목차

<그림 1-4-1> 나봉지구 용수구역 위치도 .....	4
<그림 1-4-2> 나봉지구 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 .....	33
<그림 3-1-1> 유역별 지하수 이용량 및 개발가능량 .....	38
<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> 나봉지구 DRASTIC INDEX Map .....	51
<그림 3-2-3> 나봉지구 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> 나봉지구 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 .....	66

<그림 4-2-3> 농업용수개발대상지 검토결과 .....	69
<그림 4-3-1> 나봉지구 농촌지하수관리 방안도 .....	73
<그림 4-3-2> 나봉지구 농촌지하수관리 방안도(나봉1) .....	74
<그림 5-1-1> 관리지구 선정기준을 위한 표준정규분포곡선 .....	78
<그림 5-1-2> 지하수 관리지역 선정을 위한 관리방안 제시 .....	78

## 부 록 표 목 차

<표 1-1-1> 전라남도 용수구역별 행정구역 현황 .....	부록-4
<표 1-2-1> 나봉지구 행정구역 현황 .....	부록-8
<표 1-2-2> 나봉지구 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> 나봉지구 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> 나봉지구 지방하천 현황 .....	부록-15
<표 1-4-2> 표준유역 현황 .....	부록-15
<표 1-4-3> 기상 현황 .....	부록-17
<표 1-4-4> 나봉지구 지형고도 .....	부록-18
<표 1-4-5> 수문지질단위 분류 .....	부록-19
<표 1-4-6> 행정구역별 지질 면적 .....	부록-20
<표 1-4-7> 지목별 토지이용 현황 .....	부록-22
<표 1-4-8> NRCS 방법에 의한 수문학적 토양군 분류(NRCS, 1972) ·	부록-23
<표 1-4-9> NRCS 토양형에 따른 나봉지구 토양의 재분류 .....	부록-24
<표 1-4-10> 토양등급별 분포면적 .....	부록-24
<표 2-1-1> 허가·신고형태별 지하수개발 현황 .....	부록-30
<표 2-1-2> 용도별 지하수개발 현황 .....	부록-31
<표 2-1-3> 관정형태별 지하수개발현황 .....	부록-35
<표 2-1-4> 구경별 현황 .....	부록-35
<표 2-1-5> 토출관구경별 현황 .....	부록-35
<표 2-1-6> 지하수관정 개발 밀도 .....	부록-35
<표 2-1-7> 임야 제외지역 지하수관정 개발 밀도 .....	부록-36
<표 2-2-1> 나봉지구 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-55
<표 3-1-8> 수문지질별 수리상수 통계분석 .....	부록-56
<표 3-1-9> 국가지하수관측망 지하수 함양률 .....	부록-58
<표 3-1-10> 나봉지구 지하수 함양량 .....	부록-58
<표 3-1-11> 표준유역별 Thiessen계수 산정 .....	부록-60
<표 3-1-12> 표준유역 면적평균강수량 산정-고막원천합류점 .....	부록-61
<표 3-1-13> 표준유역 면적평균강수량 산정-만봉천 .....	부록-62
<표 3-1-14> 표준유역 면적평균강수량 산정-영산포수위표 .....	부록-63
<표 3-1-15> 유역별 지하수 함양량 .....	부록-65
<표 3-1-16> 읍면별 지하수 함양량 .....	부록-66
<표 3-1-17> 리별 지하수 함양량 .....	부록-67
<표 3-1-18> 유역별 지하수 개발가능량 .....	부록-69
<표 3-1-19> 읍면별 지하수 개발가능량 산정 .....	부록-70
<표 3-2-1> 환경기초시설 .....	부록-72
<표 3-2-2> 점오염원 현황 .....	부록-73
<표 3-2-3> 비점오염원 현황 .....	부록-75
<표 3-2-4> 비점오염원별 발생오염부하량 원단위 .....	부록-76

<표 3-2-5> 읍면별 오염부하량 .....	부록-77
<표 3-2-6> 항목별 오염부하량 .....	부록-78
<표 3-2-7> 간이수질 분석결과 .....	부록-79
<표 3-2-8> 행정구역별 pH, EC( $\mu$ S/cm), TDS(mg/L), T( $^{\circ}$ C) ...	부록-80
<표 3-2-9> 읍면별 질산성질소 일제조사 분석 현황 .....	부록-95
<표 3-2-10> 질산성질소 오염 주변조사(2차조사) .....	부록-97
<표 3-2-11> 질산성질소와 질소동위원소 분석결과 .....	부록-99
<표 3-2-12> $\delta^{15}$ N에 의한 오염의 기원 구성비 .....	부록-103
<표 3-2-13> 수질기준(생활용수) 검사 지점 .....	부록-104
<표 3-2-14> 지하수 생활용수 및 기타 수질기준 .....	부록-106
<표 3-2-15> 나봉지구 수질검사 기준초과지점 .....	부록-107
<표 3-2-16> 양·음이온 분석지점 및 채취사유 .....	부록-108
<표 3-2-17> 양·음이온별 이화학분석결과 .....	부록-108
<표 3-2-18> 지하수 수질환경 특성에 따른 리별 순위 .....	부록-114
<표 3-3-1> DRASTIC 평가기준 .....	부록-117
<표 4-1-1> 지하수 보호에 대한 교육 및 홍보 내용 .....	부록-132
<표 5-2-1> 일반현황 항목별 설문결과 .....	부록-138
<표 5-3-1> 지하수개발 항목별 설문결과 .....	부록-139
<표 5-4-1> 지하수수질 항목별 설문결과 .....	부록-140
<표 5-5-1> 지하수수량 항목별 설문결과 .....	부록-141
<표 5-6-1> 지하수관리 항목별 설문결과 .....	부록-143

## 부 록 그 림 목 차

<그림 1-1-1> 전라남도 용수구역 현황 .....	부록-7
<그림 1-2-1> 나봉지구 행정구역 현황 .....	부록-8
<그림 1-2-2> 인구추이 변화 .....	부록-10
<그림 1-3-1> 농지분포도 .....	부록-11
<그림 1-4-1> 나봉지구 하천 현황 .....	부록-16
<그림 1-4-2> 나봉지구 표준유역 현황 .....	부록-16
<그림 1-4-3> 지형고도 분포도 .....	부록-18
<그림 1-4-4> 나봉지구 지질도 .....	부록-20
<그림 1-4-5> 나봉지구 수문지질도 .....	부록-21
<그림 1-4-6> 읍면별 지목별 토지이용현황 .....	부록-22
<그림 1-4-7> 나봉지구 NRCS 토양도 .....	부록-25
<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> 나봉지구 지하수위 분포현황 .....	부록-51
<그림 3-1-5> 읍면별 지하수 평균심도 및 양수량 .....	부록-54
<그림 3-1-6> 읍면별 지하수 투수량계수 및 수리전도도(산술) .....	부록-55
<그림 3-1-7> 읍면별 지하수 투수량계수 및 수리전도도(기하) .....	부록-55
<그림 3-1-8> 수문지질별 지하수 평균심도 및 양수량 .....	부록-56

<그림 3-1-9> 수문지질별 투수량계수 및 수리전도도(산술) .....	부록-56
<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-64
<그림 3-1-14> 표준유역별 지하수 함양량 .....	부록-65
<그림 3-1-15> 읍면별 지하수 함양량 .....	부록-66
<그림 3-1-16> 표준유역별 지하수 이용량 및 개발가능량 .....	부록-69
<그림 3-1-17> 읍면별 지하수 이용량 및 개발가능량 .....	부록-70
<그림 3-2-1> 점오염원 시설수 및 단위면적당 개소수 .....	부록-73
<그림 3-2-2> 환경기초시설 및 점오염원 분포현황도 .....	부록-74
<그림 3-2-3> 읍면별 항목별 단위면적당 오염부하량 .....	부록-77
<그림 3-2-4> 오염원별 단위면적당 오염부하량 .....	부록-78
<그림 3-2-5> 나봉지구 간이수질 측정대상공 위치도 .....	부록-80
<그림 3-2-6> 나봉지구 지하수의 수온(T) 빈도분포도 .....	부록-87
<그림 3-2-7> 나봉지구 지하수의 수온(T) Box-whisker .....	부록-87
<그림 3-2-8> 나봉지구 지하수의 수온(°C) 분포도 .....	부록-88
<그림 3-2-9> 나봉지구 지하수의 pH 빈도분포도 .....	부록-89
<그림 3-2-10> 나봉지구 지하수의 pH Box-whisker .....	부록-89
<그림 3-2-11> 나봉지구 지하수의 pH 분포도 .....	부록-90
<그림 3-2-12> 나봉지구 지하수의 전기전도도(EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) 빈도분포도 .....	부록-91
<그림 3-2-13> 나봉지구 지하수의 전기전도도(EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) Box-whisker .....	부록-91
<그림 3-2-14> 나봉지구 지하수의 전기전도도(EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) 분포도 .....	부록-92
<그림 3-2-15> 나봉지구 지하수의 총용존고용물(TDS, mg/L) 빈도분포도 .....	부록-93
<그림 3-2-16> 나봉지구 지하수의 총용존고용물(TDS, mg/L) Box-whisker .....	부록-93
<그림 3-2-17> 나봉지구 지하수의 총용존고용물(TDS, mg/L) 분포도 .....	부록-94
<그림 3-2-18> 나봉지구 지하수의 질산성질소(mg/L) 분포도 .....	부록-96
<그림 3-2-19> 오염방지 취약시설 .....	부록-98
<그림 3-2-20> $\text{NO}_3\text{-N}$ 과 $\delta^{15}\text{N}$ 의 관계 .....	부록-100
<그림 3-2-21> 질소동위원소 오염원별 위치도 .....	부록-101

<그림 3-2-22> 수질검사 및 초과지점 분포도 ..... 부록-105  
 <그림 3-2-23> 양·음이온분석시료 채수 위치도 ..... 부록-109  
 <그림 3-2-24> 나봉지구 지하수의 Piper Diagram(질산성질소) · 부록-111  
 <그림 3-2-25> 나봉지구 암반 지하수의 Piper Diagram ..... 부록-111  
 <그림 3-2-26> 나봉지구 충적 지하수의 Piper Diagram ..... 부록-112  
 <그림 3-2-27> 나봉지구 지하수의 Stiff Diagram ..... 부록-113  
 <그림 3-3-1> DRASTIC 흐름도 ..... 부록-116  
 <그림 3-3-2> 지하수위(Depth to water) ..... 부록-118  
 <그림 3-3-3> 자연함양량(Net Recharge) ..... 부록-119  
 <그림 3-3-4> 대수층 매질(Aquifer Media) ..... 부록-119  
 <그림 3-3-5> 토양 매질(Soil Media) ..... 부록-120  
 <그림 3-3-6> 지형경사(Topography) ..... 부록-120  
 <그림 3-3-7> 비포화대 매질(Impact of the Vadose Zone) ..... 부록-121  
 <그림 3-3-8> 수리전도도(Hydraulic Conductivity) ..... 부록-121  
 <그림 3-3-9> 오염취약성도(DRASTIC) ..... 부록-122  
 <그림 3-3-10> 선구조밀도 ..... 부록-124  
 <그림 3-3-11> 나봉지구 변형된 오염취약성도(M-DRASTIC) ... 부록-124

## 보고서 요약

□ 나주시의 새울행정정보시스템 자료의 나봉지구에 해당하는 농업용 지하수시설과 농업기반시설 공공관정을 기초로 하여 현장조사를 실시하였다. 공공관정에 대해서는 정밀현황조사를 실시하였으며, 관정현황조사는 읍면별 면적을 고려하여 최대한 등분포로 조사하였다. 조사대상 농업용 지하수시설 1,237공 중 금회조사에서 332공을 조사하였다.

(단위 : 공)

읍 면	행정자료(지자체) <sup>(1)</sup>					조사연보 <sup>(2)</sup> (농업용)	금회조사 <sup>(3)</sup> (농업용)			
	계	생활용	공업용	농업용	기타		계	공공관정	사설관정	
나봉지구	3,661	2,406	18	1,237	-	1,107	332	20	312	
구성비(%)	100.0	65.7	0.5	33.8	-	32.4	100.0	6.0	94.0	
나주시	봉황면	645	119	17	509	-	456	139	10	129
	세지면	2,019	1,598	-	421	-	382	86	6	80
	왕곡면	997	689	1	307	-	269	107	4	103

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

□ 나봉지구의 단위면적당 지하수 이용량은 36.7천m<sup>3</sup>/년/km<sup>2</sup>(100.6m<sup>3</sup>/일/km<sup>2</sup>)으로 읍면별로 보면 왕곡면이 60.9천m<sup>3</sup>/년/km<sup>2</sup>으로 높고 세지면이 59.6천m<sup>3</sup>/년/km<sup>2</sup>, 봉황면 29.5천m<sup>3</sup>/년/km<sup>2</sup> 순으로 나타난다.

구 분	이용량 (천m <sup>3</sup> /년)	비율 (%)	면 적 (km <sup>2</sup> )	단위면적당 이용량		
				(천m <sup>3</sup> /년/km <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> /일/km <sup>2</sup> )	
나주시	22,348.9	100.0	608.4	36.7	100.6	
나봉지구	5,390.0	24.1	120.07	44.9	123.0	
나주시	봉황면	1,769.4	7.9	59.97	29.5	80.8
	세지면	1,788.5	8.0	30.02	59.6	163.2
	왕곡면	1,832.1	8.2	30.08	60.9	166.9

□ 나봉지구의 지하수관정 개발 밀도는 30.49공/km<sup>2</sup>로 전라남도 평균 인 21.45공/km<sup>2</sup> 보다 높은 수준이다. 면별로 보면 세지면(67.24공/km<sup>2</sup>), 왕곡면(33.14공/km<sup>2</sup>), 봉황면(10.76공/km<sup>2</sup>) 순으로 봉황면, 왕곡면에 비해서 세지면에 관정이 집중적으로 분포된 특성을 나타낸다.

읍면별	개소수 (공)	면적 (km <sup>2</sup> )	관정밀도 (공/km <sup>2</sup> )
전라남도	264,618 <sup>1)</sup>	12,335.13 <sup>2)</sup>	21.45
나봉지구	3,661 <sup>3)</sup>	120.07 <sup>2)</sup>	30.49
봉황면	645	59.96	10.76
세지면	2,019	30.03	67.24
왕곡면	997	30.08	33.14

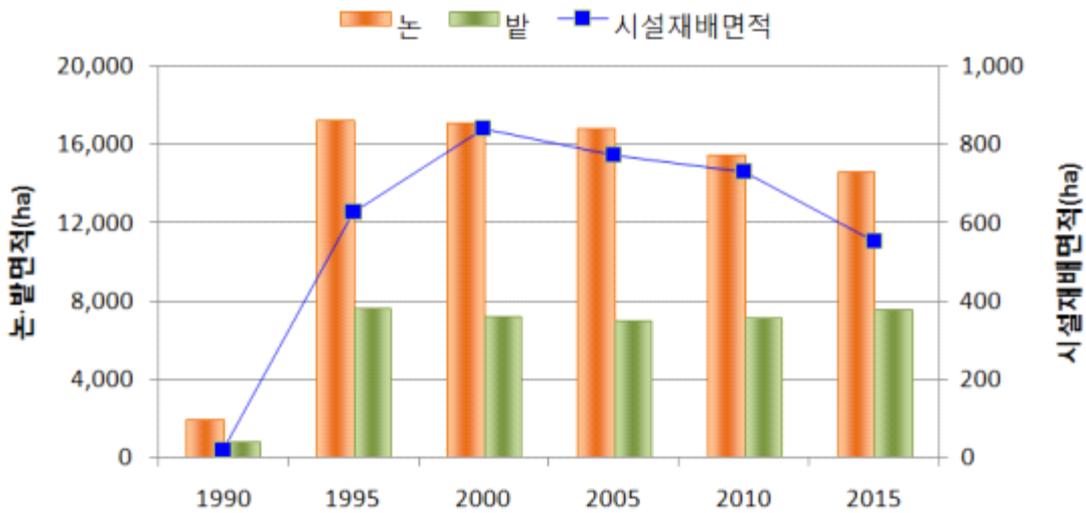
※ 자료출처 : 1)지하수조사연보(2018), 2)통계연보(전라남도, 나주시,2018), 3)새울행정시스템(2019)

□ 나봉지구는 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/km<sup>2</sup> 과 비슷한 49.08공/km<sup>2</sup>의 값을 보인다.

읍면별	개소수 (공)	임야 제외 면적 (km <sup>2</sup> )	관정밀도 (공/km <sup>2</sup> )
전라남도	264,618 <sup>1)</sup>	5,352.98 <sup>2)</sup>	49.43
나봉지구	3,661 <sup>3)</sup>	74.60 <sup>2)</sup>	49.08
봉황면	645	18.17	35.50
세지면	2,019	21.18	95.32
왕곡면	997	35.24	28.29

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

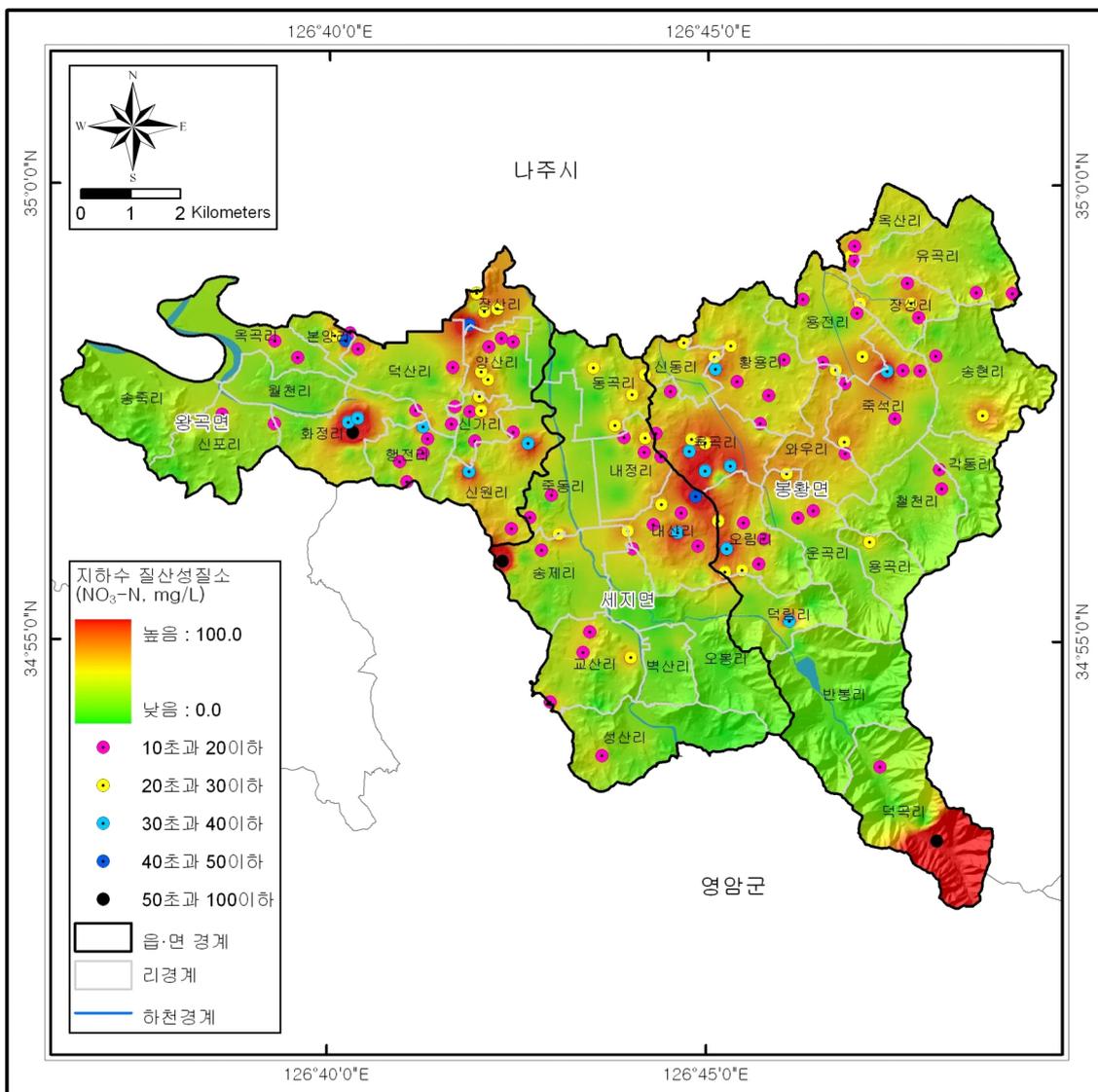
□ 1990년 이후 나주시의 밭 면적은 감소하는 경향을 보이다가 최근에는 증가하는 경향을 보이며 시설재배 면적은 꾸준히 증가하는 경향을 보이고 있다. 논 면적은 1995년까지 급격히 증가하였다가 1995년 이후에 감소하는 경향을 나타내고 있음을 확인할 수 있다. 지난 25년간 농업형태 변화는 밭 면적은 비슷하며, 논 면적은 약 3,000ha 증가하였으며, 시설재배면적은 약 100ha가량 증가하였다.



□ 나봉지구의 함양량 대비 개발가능량은 62.59% 수준이며, 개발가능량 대비 이용량은 38.24% 수준으로 전반적으로 지구 내 개발 가능한 지하수는 풍부한 것으로 판단된다. 왕곡면이 개발가능량 대비 이용량이 69.69%로 가장 높고, 세지면이 55.14%, 봉황면이 13.57% 순으로 나타난다.

읍면	면적 (km <sup>2</sup> )	10년빈도가뭍 강수량(mm)	함양량 (천m <sup>3</sup> /년)	지하수이용량 (천m <sup>3</sup> /년)	개발가능량 (천m <sup>3</sup> /년)	이용량/개발가능량(%)
나봉지구	120.07	867.78	21,437.54	5,130.57	13,417.67	38.24
봉황면	59.97	860.30	11,379.45	901.65	6,643.80	13.57
세지면	30.02	874.45	5,144.92	1,864.00	3,380.47	55.14
왕곡면	30.08	876.04	4,913.17	2,364.92	3,393.40	69.69

□ 나봉지구 내 질산성질소 분석은 농업용 지하수시설물 1,237개소 중 310개소(1차 282개소)에서 분석을 실시하였고 기준치가 초과되는 지점 주변에 대해서는 2차분석을 실시했다. 1차분석 결과 봉황면 24개소, 세지면 14개소, 왕곡면에 18개소에서 농업용수 수질기준을 초과하는 것으로 확인되었으며, 2차조사(28개소) 분석결과 농업용수 수질기준 초과지점은 봉황면 24개소, 세지면 14개소, 왕곡면 18개에서 초과하는 것으로 나타났다.



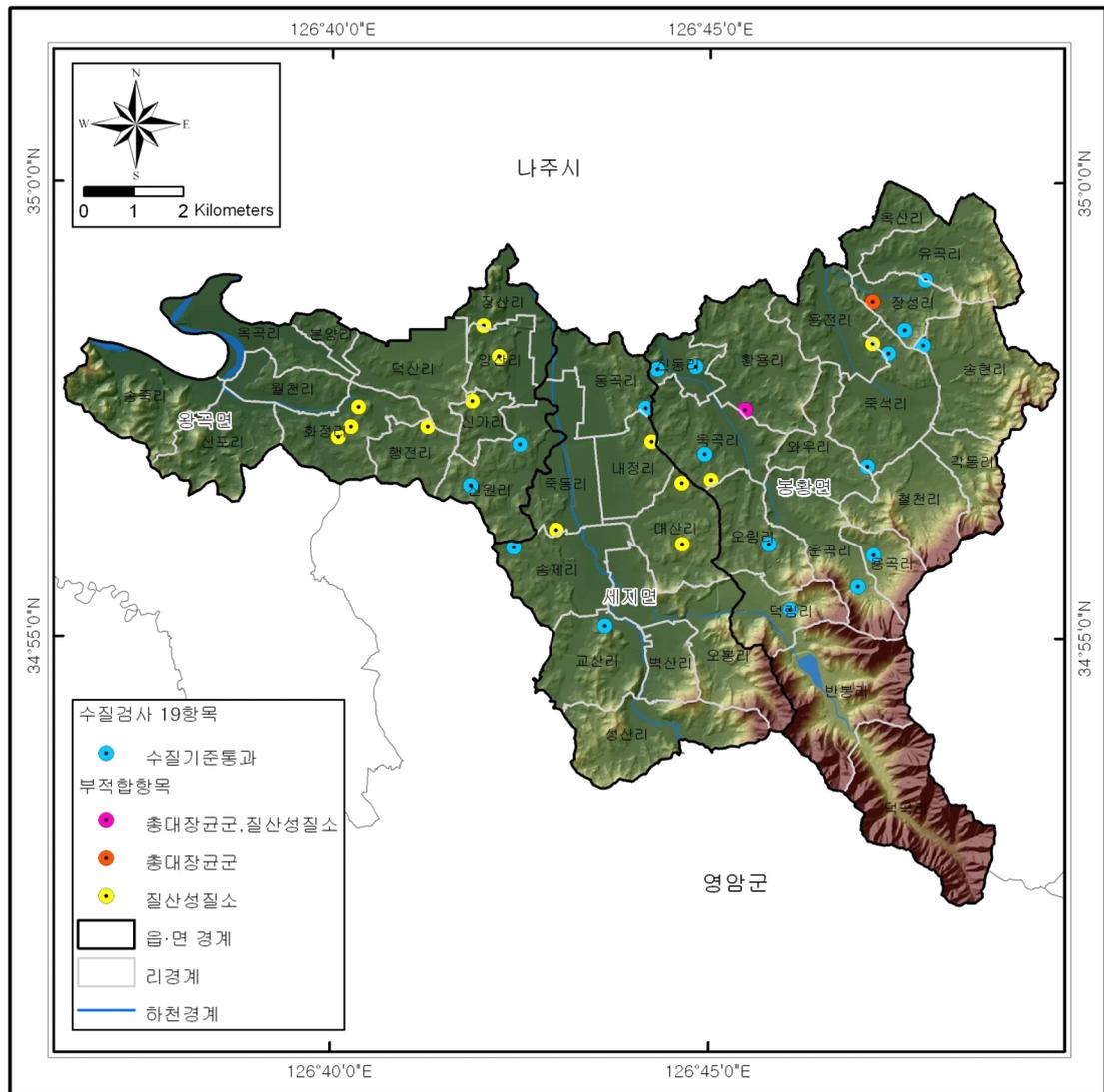
읍면별 질산성질소 일제조사 분석 현황

(단위 : mg/L)

구분	읍면	질산성질소 일제조사(N=282)						
		개소(공)	최대	최소	평균	표준 편차	10 초과(공)	20 초과(공)
나봉지구		282	69.6	0.3	12.8	11.2	72	56
나주시	봉황면	115	39.7	0.4	12.4	9.6	31	24
	세지면	75	69.6	0.3	12.8	13.1	16	14
	왕곡면	92	61.3	0.7	13.3	11.5	25	18

□ 현장 청문조사 및 유역답사 시 측사, 시설하우스, 농경지 및 농공단지 주변 등 지하수 수질오염이 취약하다고 판단되는 지역에 대하여 생활용수(19항목) 기준 수질검사를 실시하였다. 조사대상 32지점 중 농·어업용수 기준으로 15개소에서는 질산성질소 기준치를 초과되었다. 질산성질소 초과지점의 주변 환경을 살펴보면, 지하수관정이 농경지에 위치하고 있으며 오염방지 시설이 매우 미흡하고 외부오염에 대해 매우 취약한 구조를 보이고 있다.

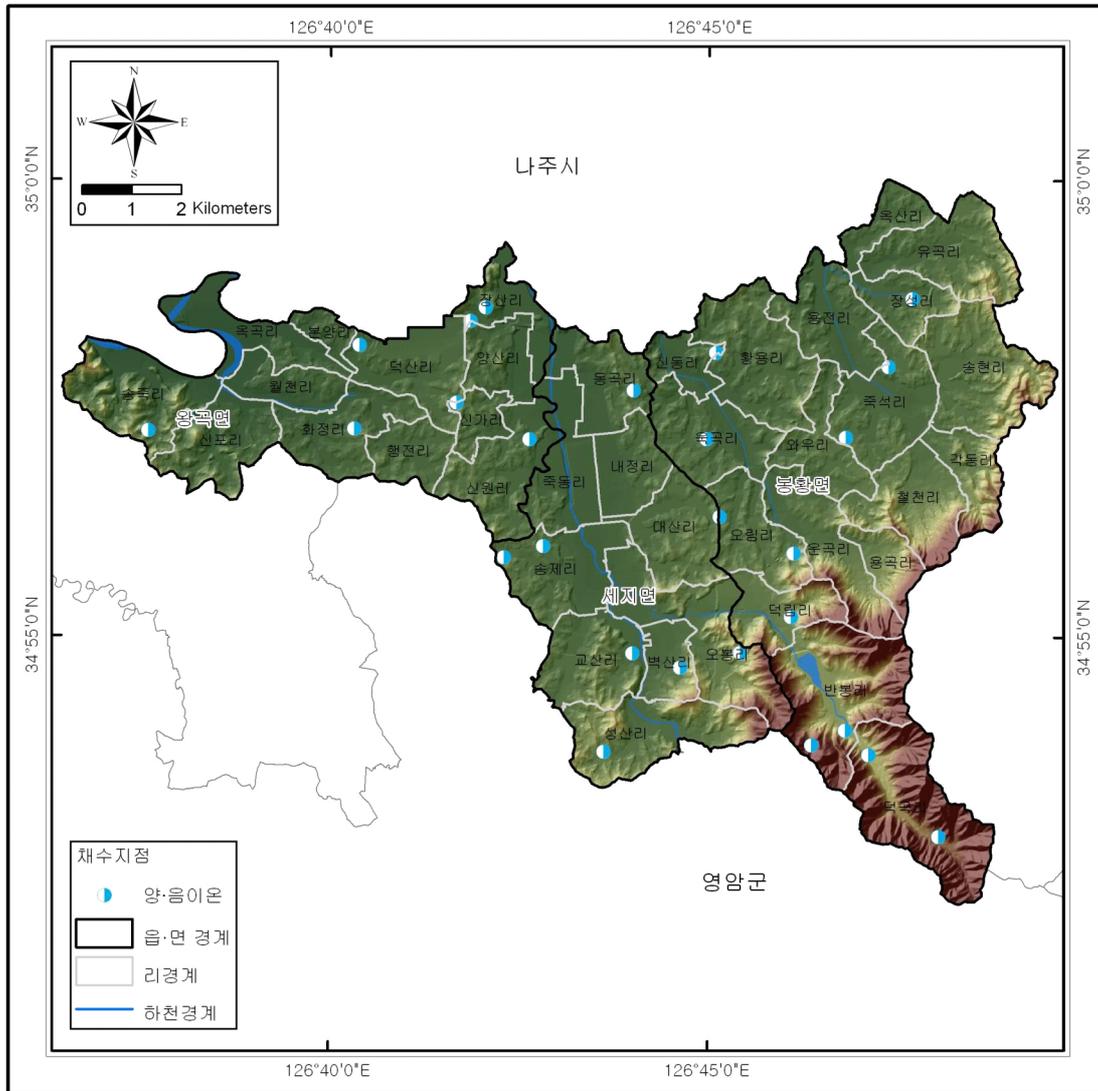
조사번호	분석항목		초과항목	관정형태
	질산성질소	총대장균군		
WNJU376201900960	31.3	120	질산성질소	암반
WNJU376201901018	45.1	95	질산성질소	암반
WNJU376201900702	65.3	0	질산성질소	암반
WNJU376201900692	77.3	0	질산성질소	암반
WNJU376201900957	72.6	0	질산성질소	암반
WNJU376201900556	36.7	160	질산성질소	암반
WNJU376201900956	29.4	11	질산성질소	암반
WNJU376201901171	96.3	1500	질산성질소	암반
WNJU376201900035	34.5	12	질산성질소	층적
WNJU376201900984	51	110	질산성질소	암반
WNJU376201900617	24.8	2000	질산성질소	암반
WNJU376201900099	30.9	0	질산성질소	층적
WNJU376201900472	4.4	5800	총대장균군	층적
WNJU376201900793	102.8	13000	총대장균군, 질산성질소	암반
WNJU376201900976	56.5	0	질산성질소	암반



□ 양·음이온 시료채취는 일제조사결과 NO<sub>3</sub>-N 초과, pH 이상 지점 그리고 나봉지구 지질분포 특성을 고려하여 총 27개 지점에서 분석한 결과, 대규모 농경지, 축사, 인구 밀집지역에서는 질산성질소가 유입되어 지하수의 오염이 진행되는 것으로 분석되었다.

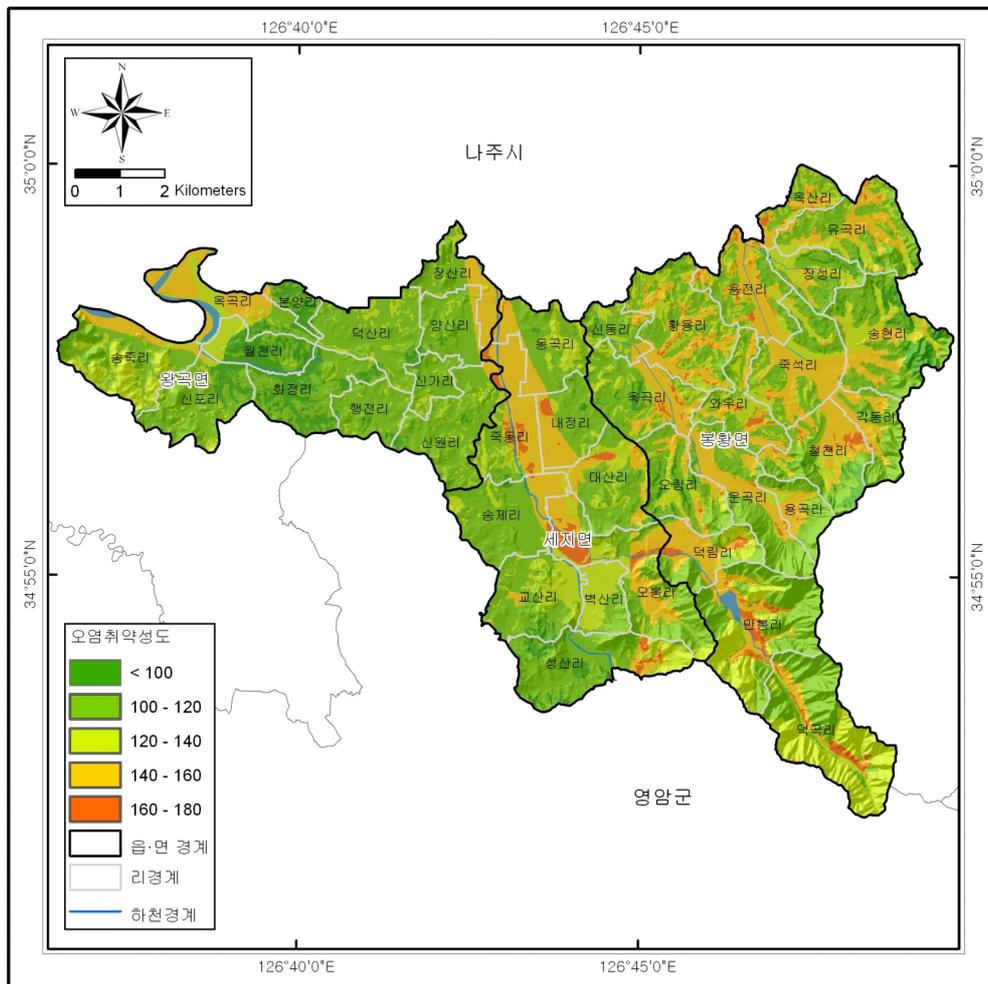
(단위 : mg/L)

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 <sup>+</sup>	8.5	80.2	22.2	20.8	13.9	Cl <sup>-</sup>	4.5	87.9	30.6	27.8	19.9
K <sup>+</sup>	0.2	14.1	2.7	1.7	2.8		HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	19.5	168.3	69.0	53.6
Ca <sup>2+</sup>	9.5	72.5	34.5	30.6	28.3	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	3.0	290.0	30.1	16.0	65.7
Mg <sup>2+</sup>	1.6	23.1	8.8	8.0	6.2		NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	6.1	375.5	118.7	104.6

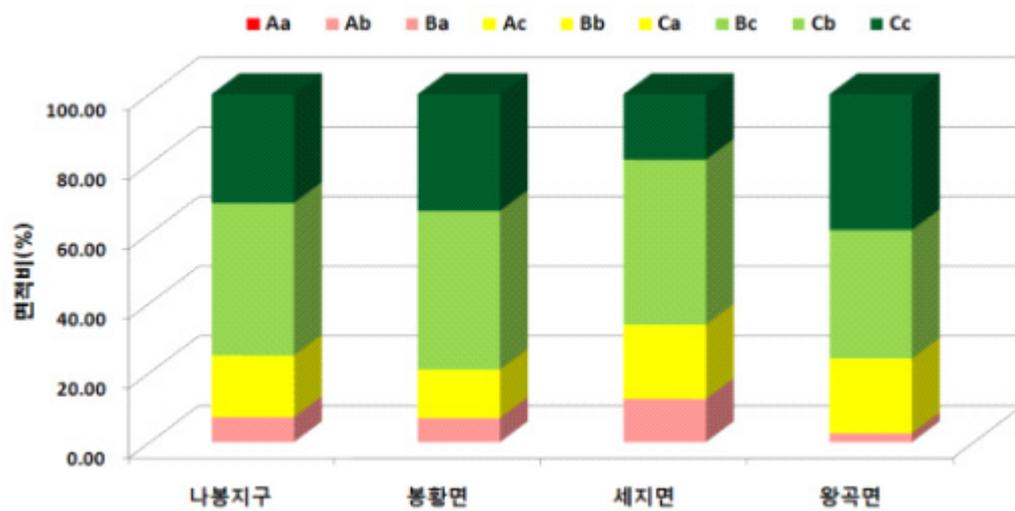
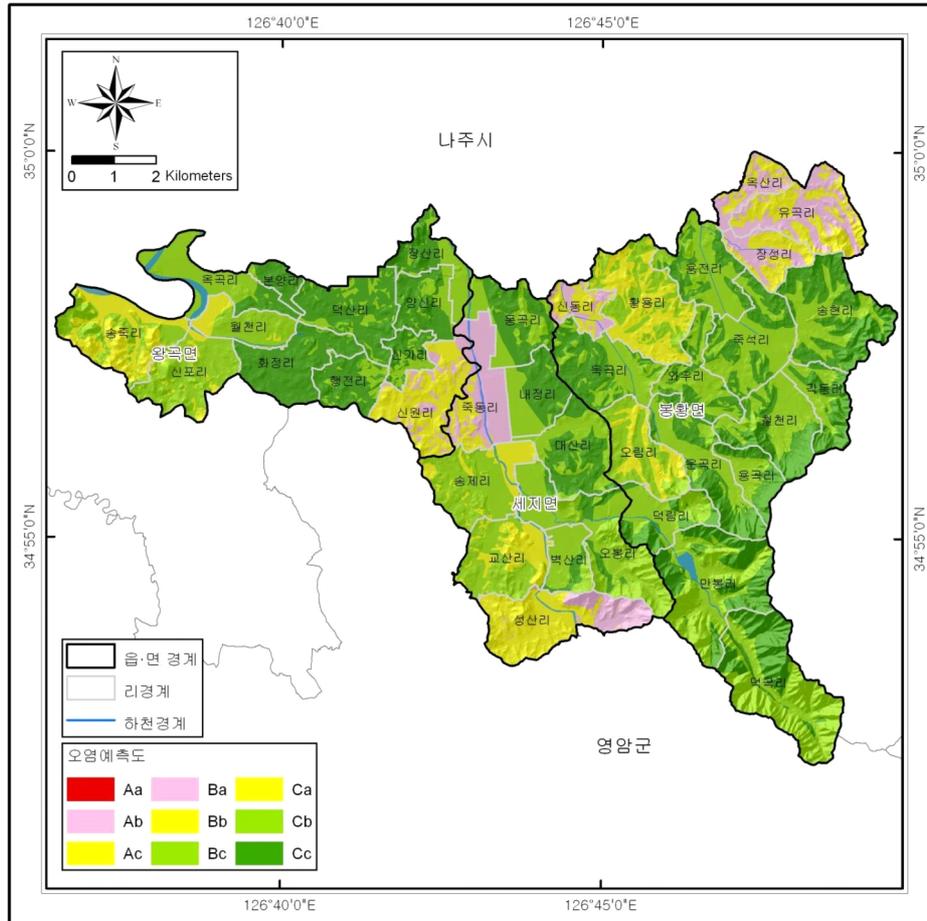


□ 오염취약성 분석결과, 나봉지구의 읍면별 오염취약성 평균지수는 봉황면(128.2), 세지면(119.3), 왕곡면 (113.1)순으로 나타나며, 최대값은 138.6이다. 오염취약성도는 대부분 지역에서 100~140범위의 수치를 보이나, 봉황면 만봉리, 덕곡리, 덕림리는 135이상의 상대적으로 높은 값을 나타내는 지역이 있으며 비포화대매질 등의 영향으로 판단된다.

구 분		DRASTIC Index			단위면적당 오염부하량(kg/일/km <sup>2</sup> )
		최소	최대	평균	
나 노 지 구	봉황면	119.6	138.6	128.2	320.23
	세지면	112.0	131.2	119.3	392.12
	왕곡면	104.8	123.0	113.1	275.17



□ 지하수오염예측 등급도를 작도한 결과 상대적으로 오염에 취약할 것으로 예상되는 Aa, Ab, Ba 등급 지역은 약 7.26% 수준으로 봉황면 옥산리, 유곡리, 장성리 그리고 세지면 죽동리, 벽산리, 왕고면 신원리 등 일부지역에서 확인되었다.

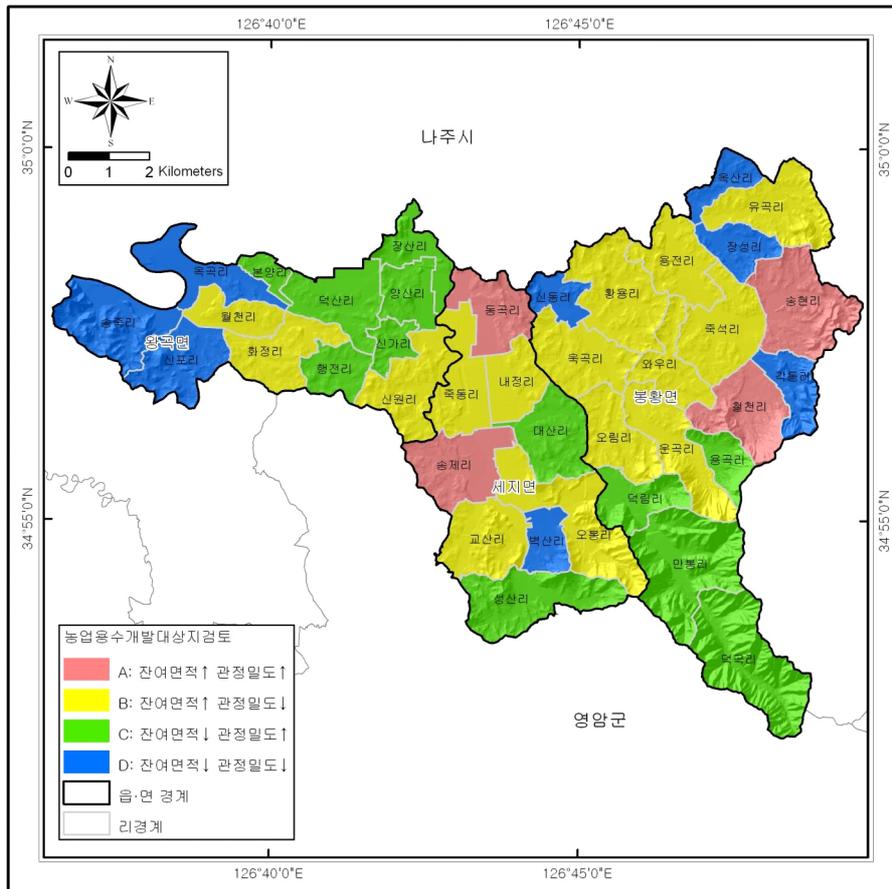


□ 나봉지구 지하수 수량 및 수질 우려지역 및 농업용 공공관정 정밀조사 결과를 바탕으로 현황 및 문제점을 분석하고, 그에 대한 대책방안을 수량관리, 수질관리, 시설물관리 3가지 형태로 구분하고 13가지 유형으로 분류하여 제시하였다. 수량관리 7지역, 수질관리 28지역, 시설물관리 16지역 등 총 51건에 대해 대책이 필요한 지역으로 선정되었다(세부사항 본문 5장 참조).

<표 5-2-2> 읍·면별 대책 제안

구 분	계	수량관리(A)	수질관리(B)	시설물관리(C)	비 고
계	51	7	28	16	
봉황면	23	-	14	9	
세지면	14	4	6	4	
왕곡면	14	3	8	3	

□ 나봉지구 지하수 개발이용방안에 대한 분석결과, 농업용수공급을 위한 지하수개발 및 수리시설물 확충 우선 개발 지역으로 B그룹 28개리(봉황면 14개리, 세지면 6개리, 왕곡면 8개리 )가 해당된다.



구 분		읍 면			용수공급 확보(안)
		봉황면	세지면	왕곡면	
A	잔여면적 ↑ 관정밀도 ↑	송현리 철천리	동곡리 송제리	-	- 지표수를 이용한 수리시설물 확충 (저수지, 양수장, 취입보) - 신규 지하수 개발 이용량제한
B	잔여면적 ↑ 관정밀도 ↓	오림리 와우리 용전리 옥곡리 운곡리 유곡리 죽석리 황용리	교산리 내정리 오봉리 죽동리	신원리 월천리 화정리	- 지표수를 이용한 수리시설물 확충 (저수지, 양수장, 취입보) - 신규 지하수 관정 개발
C	잔여면적 ↓ 관정밀도 ↑	덕곡리 덕림리 만봉리 용곡리	대산리 성산리	덕산리 본양리 신가리 양산리 장산리 행전리	- 신규 지하수 개발 및 이용량 제한 - 공동이용체계 구축
D	잔여면적 ↓ 관정밀도 ↓	각동리 신동리 옥산리 장성리	벽산리	송죽리 신포리 옥곡리	- 암반관정 개발 - 소류지 및 농업용수로 시설 확충

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

□ 결과적으로 나봉지구에서 필요로 하는 농업용수 개발방안 지역은 3개면 39개리 중에서 봉황면 1개리(운곡리)가 해당된다. 나봉지구 내 **관정개발** 필요지역은 봉황면 **운곡리**로 미수혜면적이 넓고 관정밀도가 낮은 지역으로 **신규 지하수 개발**이 우선적으로 선행되어야 한다.

구분	읍면				비고
	계	봉황면	세지면	왕곡면	
계	1	1	-	-	
잔여면적↑ 관정밀도↓	1	운곡리	-	-	

□ 나봉지구에서 신규로 관정을 개발해야 할 지역은 봉황면 운곡리 1개리로 파악되었으나, 질산성질소 평균 농도가 높은 지역과 인접하여 있으므로 지하수를 개발하는 경우 주변 환경에 대한 영향평가와 오염원유입에 대한 사전조사가 선행되어야 한다. 봉황면 **운곡리 (나봉1)**는 잔여면적이 넓고 관정밀도가 낮은 지역으로 지하수 개발이 시급하며, **신규 지하수개발이 선행되어 용수 공급에 차질이 없도록 조치**해야 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 <sup>3</sup> /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

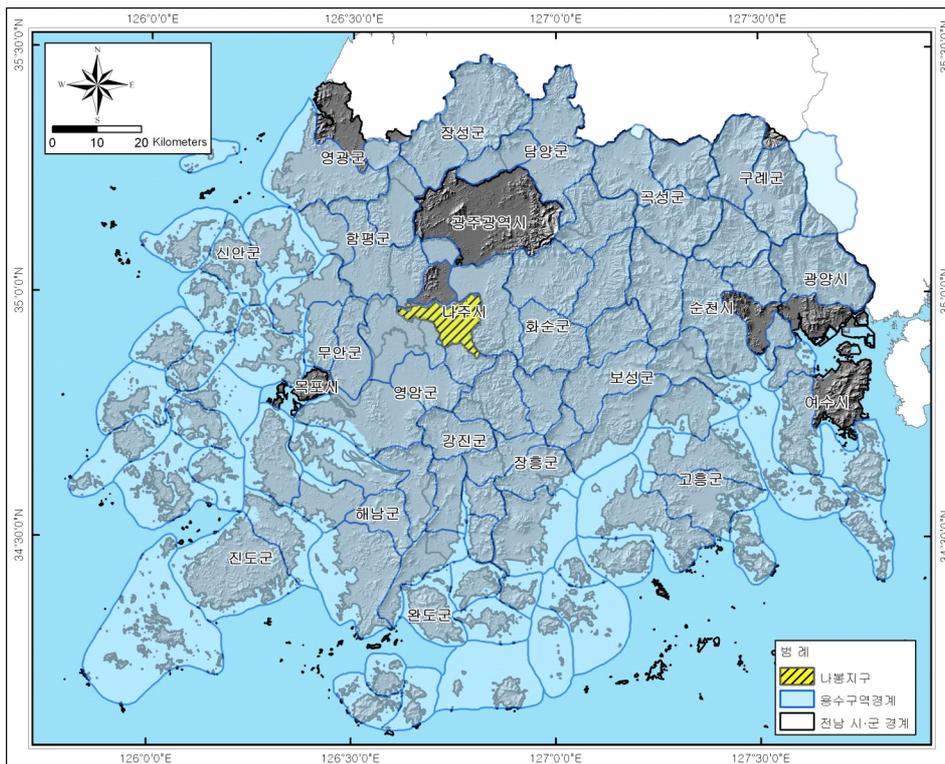
### 1.3 농촌지하수관리사업의 내용

- 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 나봉지구 선정 및 특성 분석

나봉지구는 전라남도 내 농촌지하수관리 대상 60개 용수구역 중 전남 나주시 봉황면, 세지면, 왕곡면 등 1개시, 3개면을 포함하는 지구로 동쪽은 화순군, 서쪽은 함평군과 무안군, 남쪽은 영암군, 북쪽은 광수광역시와 접하여 있고 전라남도의 중부에 위치한다<그림 1-4-1>.

나봉지구는 대상지 현장답사 결과 나주시 남서부 지역으로 덕룡산(430m), 용제산(320m) 등이 이어진 면의 남동쪽은 산지를 이루며 그밖에 지역은 구릉성산지와 평야가 대부분으로 농경지 면적 비율이 높은 상태이고 농경지를 중심으로 관정이 높은 밀도로 분포한다. 또 축산시설이 세지면에 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.



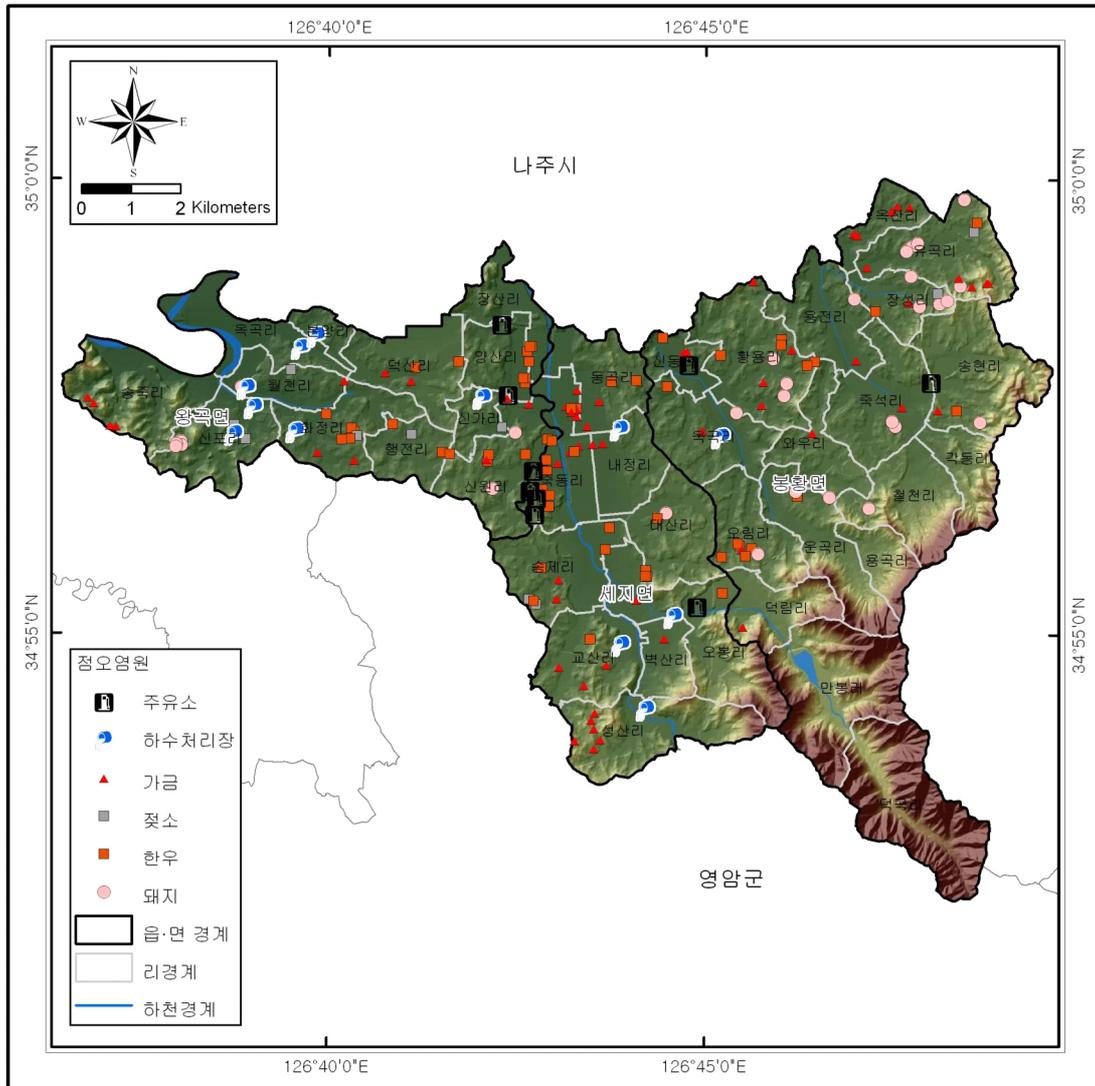
<그림 1-4-1> 나봉지구 용수구역 위치도

나봉지구의 지하수 개발·이용은 만봉천, 봉황천, 덕산천 등 지방하천과 지류 주변에 위치한 농경지에서 밀집된 특성을 보이며, 산간지역 및 하천인접 지역은 암반관정, 봉황면 서쪽 지역에서는 충적관정이 주로 개발된 특징이 있다.

나봉지구는 북쪽에서 남서쪽으로 조사지역을 가로지르는 만봉천, 금천, 봉황천이 분포한다. 지구 내 축산시설들은 하천을 따라 세지면과 왕곡면 경계 쪽에 주로 분포하며 나봉지구에 허가·신고된 시설은 156개에 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 나봉지구 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 258점, 수위측정 379회, 질산성질소 분석 310점, 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> 나봉지구 점오염원 위치도

## 1.5 지하수 개발·이용 현황

### 1.5.1 신고·허가별 지하수 개발 현황

나주시의 새올행정시스템(2019) 자료에 의하면, 나봉지구에는 총 1,237개소의 농업용 지하수시설이 개발·이용되고 있고, 관정개발밀도는 30.49공/km<sup>2</sup>이다. 지하수조사연보(2018)에는 농업용 지하수시설이 1,107공으로 현재 파악한 지하수관정 현황과는 차이가 크다.

허가·신고형태별로 구분하면, 허가시설 16공, 신고시설 1,201공, 미신고 20공으로 분류된다. 면별로는 봉황면 509공, 세지면 421공, 왕곡면 307공으로 봉황면에 비교적 많은 지하수가 분포하는 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.

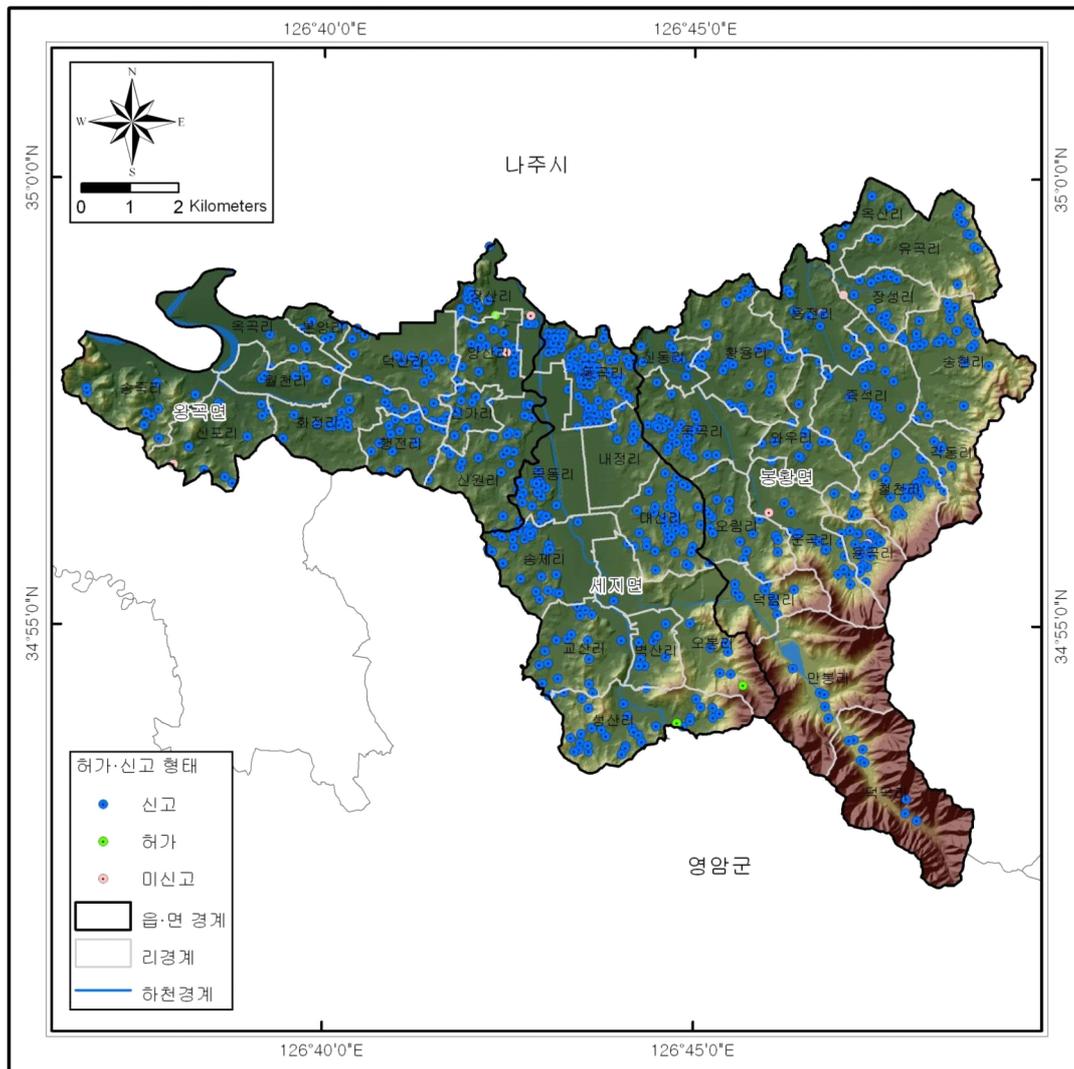
현장조사는 공공관정 20공(미신고), 일반관정 312공(신고) 등 총 332공을 조사하였다. 조사된 관정 중 허가·신고관정의 비율이 94.0%를 차지하고 있었으며, 미신고 관정의 비율이 전체 조사관정 중 6.0%의 비율로 존재하는 것으로 확인되었다. 이와 같은 비율로 나봉지구 전반에 걸쳐 미신고관정이 존재한다면 그 수는 220공에 이르므로, 향후 이용실태조사 및 지역지하수관리계획 등을 실시하여 제도권 밖에서 무방비상태로 관리되고 있는 시설물들에 대한 관리대책이 수립되어야 할 것이다.

<표 1-5-1> 나봉지구 지하수개발·이용 현황

(단위 : 공)

구 분	행정자료 <sup>(1)</sup>				지하수 <sup>(2)</sup> 조사연보	금회조사 <sup>(3)</sup>				
	계	허가	신고	미신고		계	허가	신고	미신고	
나봉지구	1,237	16	1,201	20	3,414	332	3	309	20	
구성비(%)	100.0	1.3	97.1	1.6	100.0	100.0	0.9	93.1	6.0	
나 주 시	봉황면	509	4	495	10	542	139	2	127	10
	세지면	421	10	405	6	1,942	86	-	80	6
	왕곡면	307	2	301	4	930	107	1	102	4

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



<그림 1-5-1> 허가·신고 형태별 지하수시설 현황도

1.5.2 용도별 지하수 개발 현황

나주시 새울행정시스템과 지하수 조사연보 자료를 살펴보면, 나봉지구의 용도별 지하수 개발현황은 생활용이 2,406공(65.7%), 농업용 지하수 시설이 1,237공(33.8%), 공업용 18공(0.49%) 등으로 분석되었다<그림 1-5-2>.

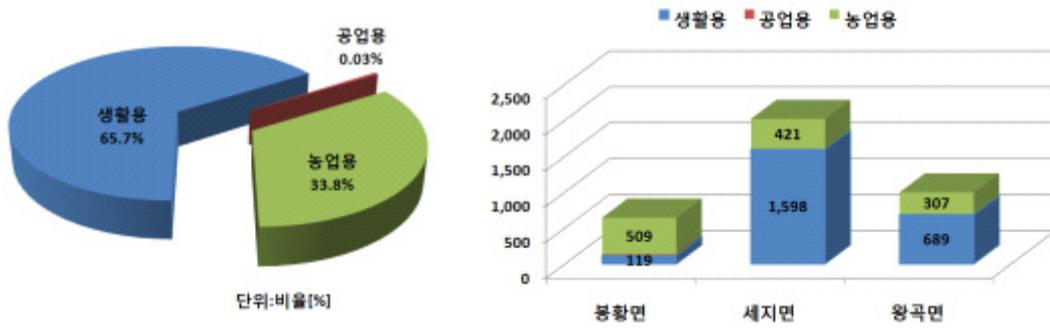
금회조사에서는 지역개발행정자료(새울행정정보시스템)의 농업용 지하수시설과 농업기반시설 공공관정을 기초로 하여 현장조사를 실시하였다. 정밀현황조사 대상인 공공관정에 대해서는 시설점검을 실시하였으며 관정현황조사는 읍면별 면적을 고려하여 최대한 등분포로 조사하였다. 조사대상 농업용 지하수시설 1,237공 중 금회조사에서 332공을 현장조사를 실시하였다<표 1-5-2>.

<표 1-5-2> 용도별 지하수개발 현황

(단위 : 공)

읍 면	행정자료(지자체) <sup>(1)</sup>					조사연보 <sup>(2)</sup> (농업용)	금회조사 <sup>(3)</sup> (농업용)			
	계	생활용	공업용	농업용	기타		계	공공 관정	시설 관정	
나봉지구	3,661	2,406	18	1,237	-	1,107	332	20	312	
구성비(%)	100.0	65.7	0.5	33.8	0.0	32.4	100.0	6.0	94.0	
나 주 시	봉황면	645	119	17	509	-	456	139	10	129
	세지면	2,019	1,598	-	421	-	382	86	6	80
	왕곡면	997	689	1	307	-	269	107	4	103

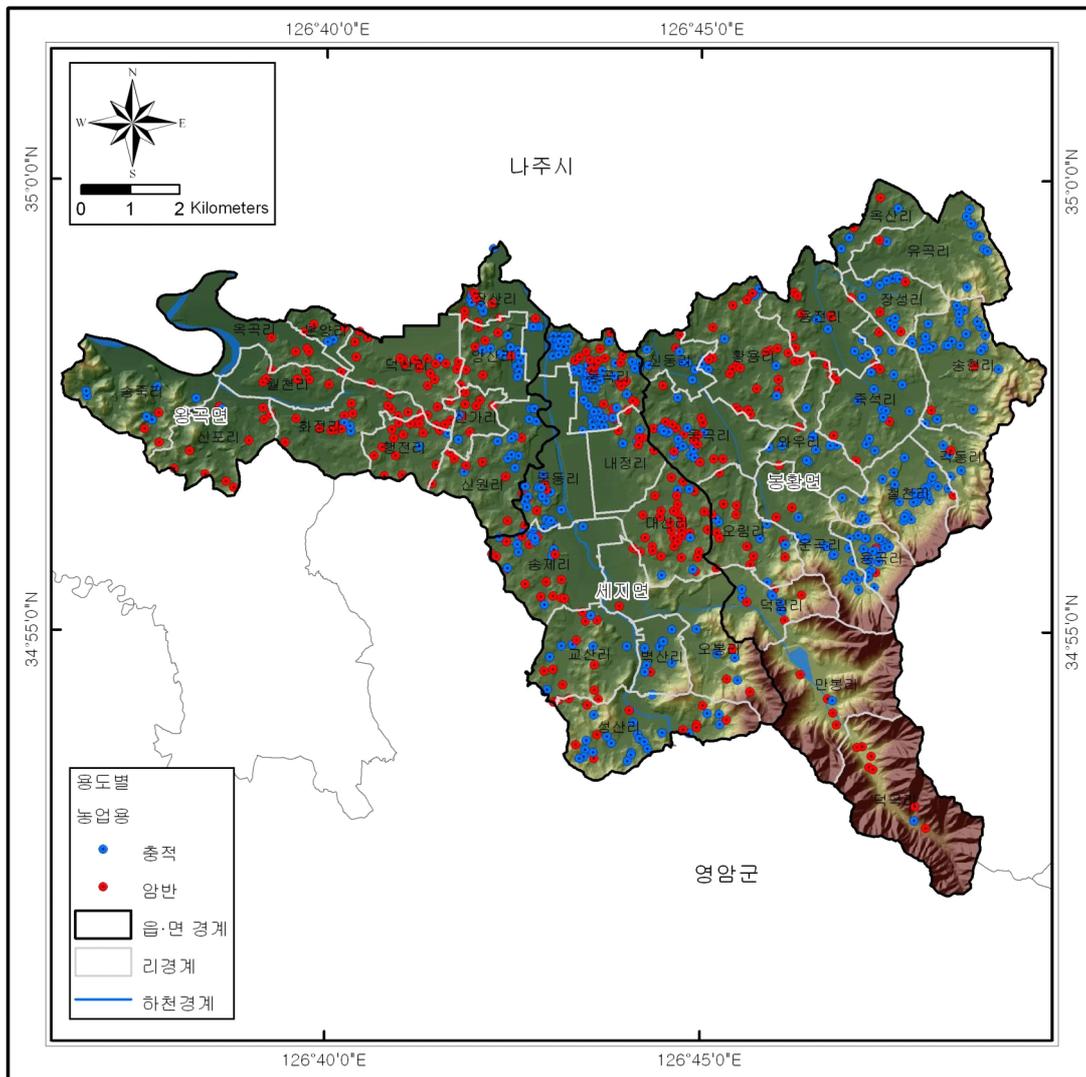
\* 자료출처 : (1) 새울행정시스템(2019), (2) 지하수 조사연보(2018), (3) KRC 현장조사자료



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.

나봉지구에서 현장조사된 관정 중 암반/충적 구분이 가능한 조사 자료를 분류한 결과, 충적관정은 110공(33.1%), 암반관정은 222공(66.9%)로 암반관정이 상대적으로 더 많았다. 면별로 분류한 결과 봉황면이 충적관정 54공, 암반관정 85공 등 총 139공(41.9%)이며, 왕곡면 지역에 충적관정 16공, 암반관정 91공 등 총 107공(32.2%), 세지면 지역에 충적관정 40공, 암반관정 46공 등 총 89공(25.9%)으로 봉황면에 비교적 많은 지하수가 분포하는 것으로 조사되었다<표 1-5-3~6>.

나봉지구의 지하수관정 개발 밀도는 30.49공/km<sup>2</sup>로 전라남도 평균인 21.45공/km<sup>2</sup> 보다 높은 수준이다. 면별로 보면 세지면(67.24공/km<sup>2</sup>), 왕곡면(33.14공/km<sup>2</sup>), 봉황면(10.76공/km<sup>2</sup>) 순으로 세지면, 봉황면에 비해서 세지면에 관정이 집중적으로 분포된 특성을 나타낸다.

나봉지구는 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/km<sup>2</sup> 과 비슷한 49.08공/km<sup>2</sup>의 값을 보인다.

<표 1-5-3> 관정형태별 지하수개발현황

(단위 : 공)

구 분	계			농업용			
	소계	층적	암반	소계	층적	암반	
나봉지구	332	110	222	332	110	222	
구성비(%)	100.0	33.1	66.9	100.0	33.1	66.9	
나주시	봉황면	139	54	85	139	54	85
	세지면	86	40	46	86	40	46
	왕곡면	107	16	91	107	16	91

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

<표 1-5-4> 구경별 현황

(단위 : 공)

나봉지구	계	50이하	51-100	101-200	201-300	비 고
계	332	100	0	204	28	0
층적	110	100	0	10	-	-
암반	222	-	-	194	28	-

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

<표 1-5-5> 토출관구경별 현황

(단위 : 공)

나봉지구	계	31이하	32-40	41-50	51이상	기타
계	332	171	133	27	1	0
층적	110	99	6	5	-	-
암반	222	72	127	22	1	-

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

<표 1-5-6> 지하수관정 개발 밀도

읍면별	개소수 (공)	면적 (km <sup>2</sup> )	관정밀도 (공/km <sup>2</sup> )
전라남도	264,618 <sup>1)</sup>	12,355.13 <sup>2)</sup>	21.45
나봉지구	3,661 <sup>3)</sup>	120.07 <sup>2)</sup>	30.49
봉황면	645	59.96	10.76
세지면	2,019	30.03	67.24
왕곡면	997	30.08	33.14

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

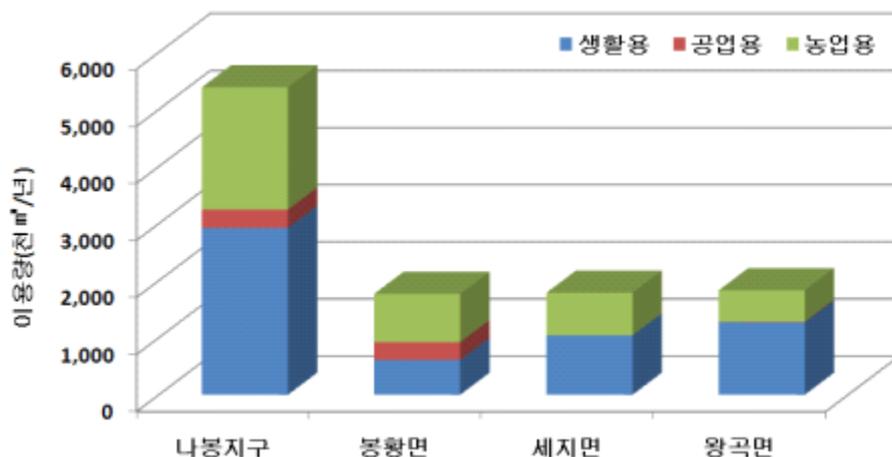
<표 1-5-7> 임야 제외지역 지하수관정 개발 밀도

읍면별	개소수 (공)	임야 제외 면적 (km <sup>2</sup> )	관정밀도 (공/km <sup>2</sup> )
전라남도	264,618 <sup>1)</sup>	5,352.98 <sup>2)</sup>	49.43
나봉지구	3,661 <sup>3)</sup>	74.59 <sup>2)</sup>	49.08
봉황면	645	18.17	35.50
세지면	2,019	21.18	95.32
왕곡면	997	35.24	28.29

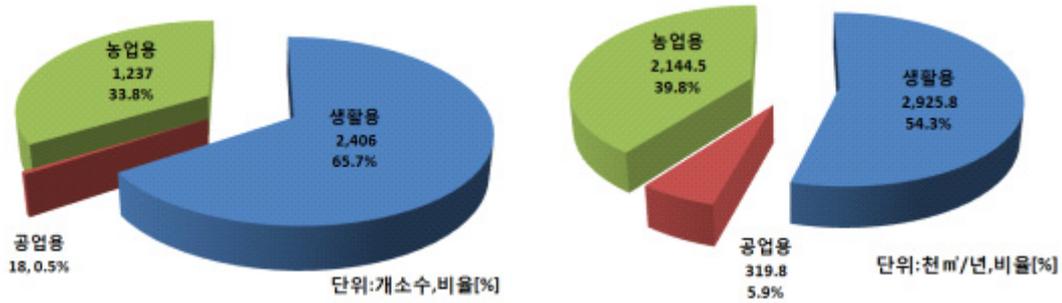
※ 자료출처 : 1)지하수조사연보(2018), 2)통계연보(전라남도, 나주시,2018), 3)새울행정시스템(2019)

### 1.5.4 용도별 지하수 이용 현황

용도별 지하수 이용현황을 살펴보면 생활용 지하수시설이 2,406공으로 나봉지구 전체(3,661공)의 65.7%, 이용량은 2,925.8천m<sup>3</sup>/년(54.3%)을 차지하고 있다. 농업용 지하수시설은 1,237공(33.8%), 이용량은 2,144.5천m<sup>3</sup>/년(39.8%)으로 나봉지구의 대부분이 생활용과 농업용으로 사용되고 있다. 나머지 공업용과 기타 지하수시설은 개발·이용 정도가 매우 미비하다. 지역별로는 세지면에 개발·이용 중인 지하수시설수가 전체의 55.1%(2,019공)이고, 이용량은 33.2%(1,788.5천m<sup>3</sup>/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 1,841공(76.52%)으로 가장 많이 개발되었으며 이용량은 간이상수도용이 전체 생활용 지하수 이용량의 46.95%(1,373.73천m³/년)로 가장 많이 이용되고 있는 것으로 조사되었다<표 1-5-8>.

<표 1-5-8> 생활용 이용현황

(단위 : 공, 천m³/년)

구분	계	가정용	일반용	학교용	민방위	공동주택용	간이상수도	농업생활겸용	기타
개소수	수량	2,406	1,841	52	6	-	126	9	372
	백분율 (%)	100.0	76.52	2.16	0.25	-	5.24	0.37	15.46
이용량	수량	2,925.79	451.06	86.27	33.77	-	1,373.73	13.37	967.59
	백분율 (%)	100.0	15.42	2.95	1.15	-	46.95	0.46	33.07

농업용 지하수는 기타용을 제외하고 답작용의 개소수가 478개소 (38.64%)로 가장 많이 존재하며 이용량 역시 농업용 지하수의 14.91%(319.43천m³/년)로 가장 많이 이용하고 있는 것으로 조사되었다. 원예용 지하수 이용시설은 336개소(27.16%), 지하수 이용량은 18.68%(400.63천m³/년)로 답작용 다음으로 많이 이용되고 있으며 원예용과 답작용이 농업용 이용현황의 33.59% 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, 천m<sup>3</sup>/년)

구 분		계	전작용	담작용	원예용	수산업	축산업	양어장	기타
개소수	수량	1,237	227	478	336	-	3	9	184
	백분율(%)	100.0	18.35	38.64	27.16	-	0.24	0.73	14.87
이용량	수량	2,144.5	380.9	319.4	400.6	-	2.4	281.7	759.4
	백분율(%)	100.0	17.76	14.91	18.68	-	0.11	13.14	35.41

<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.



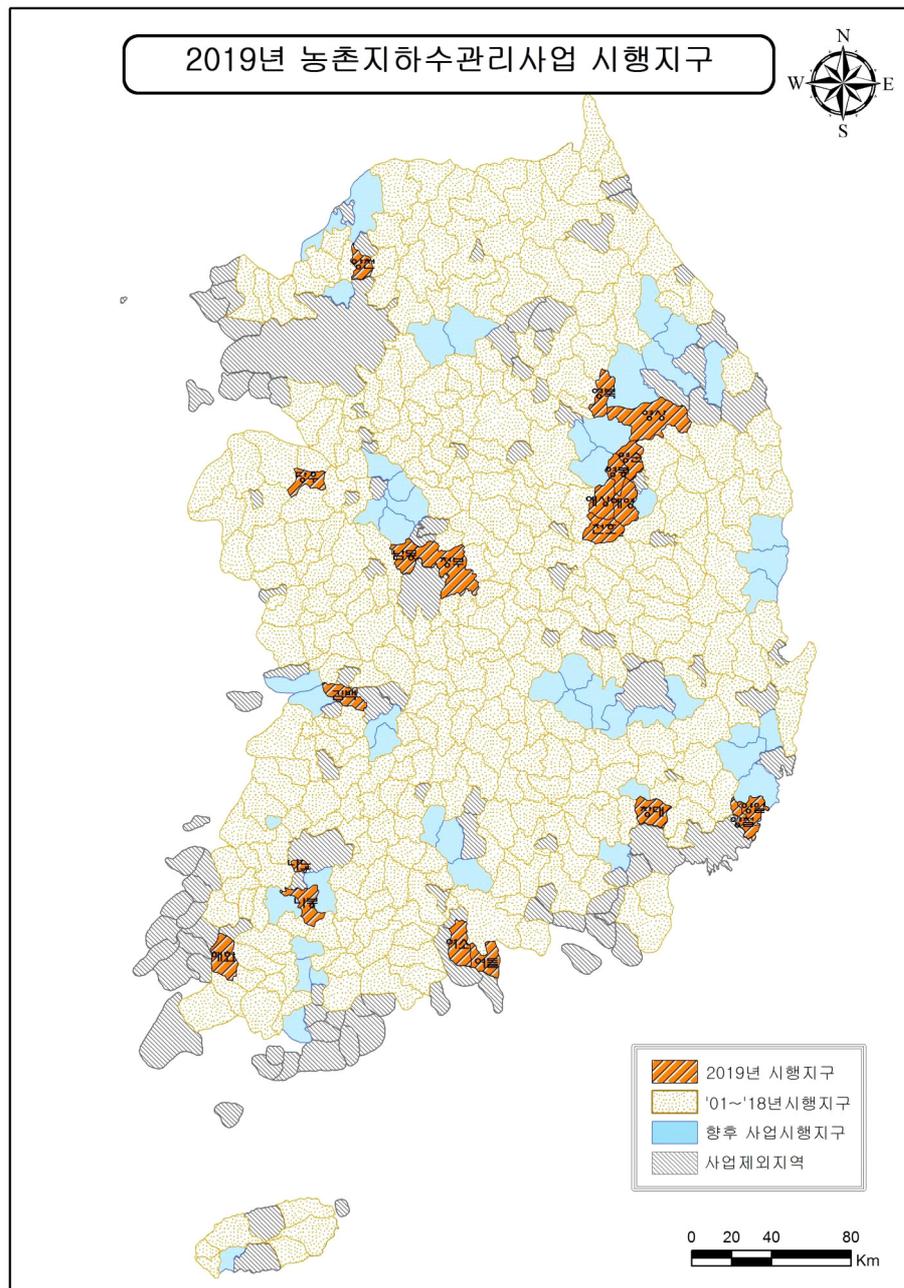
<그림 1-5-7> 논, 밭, 시설재배면적 변화추이

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 기영 영영 영석	합합 고영 고희	-

<표 1-6-2> 행정구역별 조사현황

구 분	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



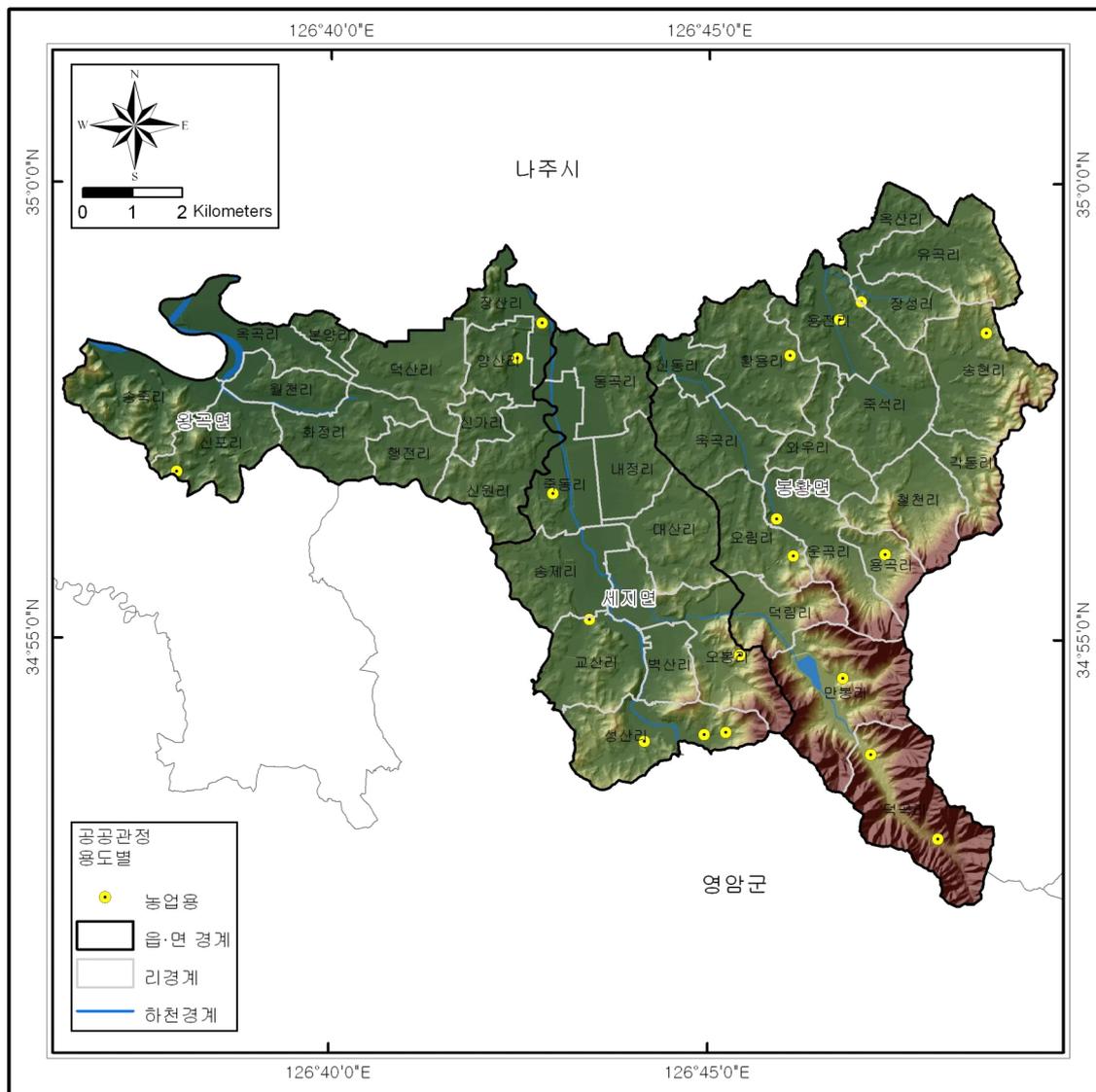
## Ⅱ. 농업용 공공관정 현황 및 조사



## II. 농업용 공공관정 현황 및 조사

### 2.1 공공관정 개발·이용 현황

공공관정은 국고 또는 공적자금을 투입하여 개발한 관정으로 시설물 유지관리 기관은 지자체이며, 나봉지구에는 총 20개의 공공관정이 조사되었다. 이중 2개소가 전작용, 17개소가 답작용, 1개소가 원예용 농업용수로 이용되고 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	기 타
계	20	2	17	1	-
봉황면	10	1	9	-	-
세지면	6	-	5	1	-
왕곡면	4	1	3	-	-

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	봉황면	만봉리	519	농업용	답작용	나주시
2	나주시	봉황면	덕곡리	333	농업용	답작용	나주시
3	나주시	봉황면	용곡리	116-3	농업용	답작용	나주시
4	나주시	봉황면	덕곡리	156	농업용	답작용	나주시
5	나주시	봉황면	장성리	산61-4	농업용	답작용	나주시
6	나주시	봉황면	용진리	386-1	농업용	답작용	나주시
7	나주시	봉황면	송현리	1045	농업용	답작용	나주시
8	나주시	봉황면	황용리	846	농업용	전작용	나주시
9	나주시	봉황면	오림리	64	농업용	답작용	나주시

<표 2-2-1> 농업용 공공관정 현황(계속)

일련 번호	위치				용도	세부 용도	관리 기관
	시군	읍면	동리	번지			
10	나주시	봉황면	운곡리	893-54	농업용	답작용	나주시
11	나주시	세지면	성산리	114-11	농업용	원예용	나주시
12	나주시	세지면	성산리	80	농업용	답작용	나주시
13	나주시	세지면	죽동리	180-42	농업용	답작용	나주시
14	나주시	세지면	오봉리	7	농업용	답작용	나주시
15	나주시	세지면	성산리	470	농업용	답작용	나주시
16	나주시	세지면	교산리	583-8	농업용	답작용	나주시
17	나주시	왕곡면	양산리	61-2	농업용	답작용	나주시
18	나주시	왕곡면	신포리	715-1	농업용	답작용	나주시
19	나주시	왕곡면	신포리	산56-3	농업용	전작용	나주시
20	나주시	왕곡면	장산리	77-1	농업용	답작용	나주시

2.2.2 농업용 공공관정 점검표

농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	나봉지구 (일련번호: WNJU376201901210) / 허가신고번호 :		
위 치	전라남도 나주시 봉황면 만봉리 519 번지 (위도: 34° 54' 34.34" , 경도: 126° 46' 47.10" )		
채 수 량	150 m <sup>3</sup> /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)	1990년 월 일		
점검자 소속	한국농어촌공사 전남지역본부	점검일자	2019년 06월 21일

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	1.97	
				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	불량	
				녹발생 및 부식정도	불량	
			측 정 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	없음
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	상부보호공 덮개 불량, 유량계/출수장치/수위측정관 없음		
대 책	상부보호공 덮개 교체, 유량계/출수장치/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	출수장치설치	350천원
	측정장치	수위측정관설치	167천원
	계		917천원

라. 사진대지

	
사 진 (원 경)	사 진 (근 경)
	
사 진 (내 부)	사 진 (배전함)

## 2.3 농업용 공공관정 점검결과 및 관리방안

### 2.3.1 점검결과

나봉지구 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	20	19	1	19	-	-	-	-	19	-	-
봉황면	10	10	-	10	-	-	-	-	10		
세지면	6	6	-	6	-	-	-	-	6		
왕곡면	4	3	1	3	-	-	-	-	3		

### 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.

나봉지구의 20개 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.

나봉지구의 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 100m<sup>3</sup>/일 이상의 농업용 관정에 대하여 3년 주기로 실시한다.

나봉지구 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

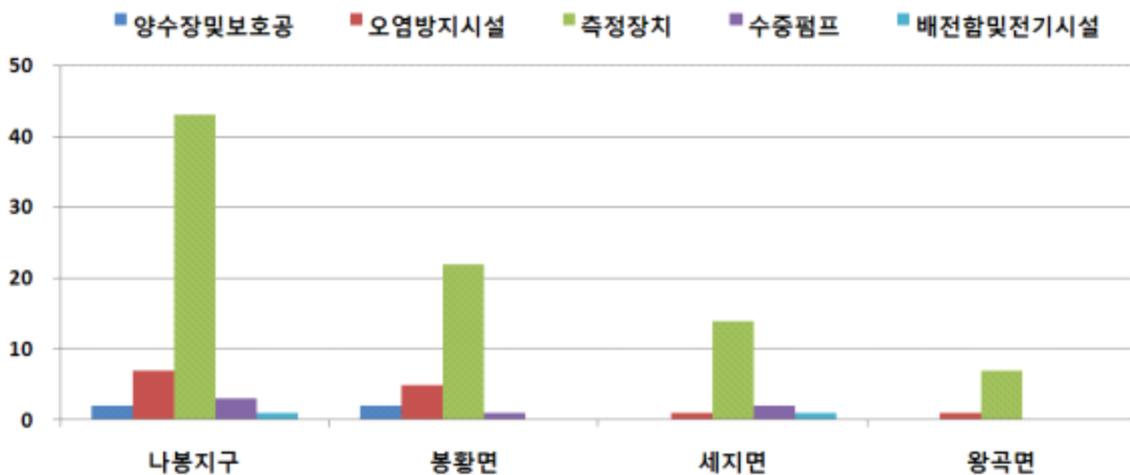
나. 업무흐름도

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. 봉황면에서는 양수장 및 보호공 2건, 오염방지시설 5건, 측정장치 22건 등 총 30건에 대해 10개소에서 필요하고, 세지면에서는 오염방지시설 1건, 측정장치 14건, 수중펌프 2건, 배전함 및 전기시설 1건 등 총 18건에 대해 6개소에서 필요하고, 왕곡면은 오염방지시설 1건, 측정장치 7건 등 총 8건에 대해 3개소에서 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	배전 및 전기 시설
계	19개소				2	7	43	3	1
1	나주시	봉황면	만봉리	519		1	3		
2	나주시	봉황면	덕곡리	333			3		
3	나주시	봉황면	용곡리	116-3	1	1	1		
4	나주시	봉황면	덕곡리	156		1	2		
5	나주시	봉황면	장성리	산61-4			3		
6	나주시	봉황면	용전리	386-1			3		
7	나주시	봉황면	송현리	1045			2		
8	나주시	봉황면	황용리	846	1	1	1		
9	나주시	봉황면	오림리	64		1	3	1	
10	나주시	봉황면	운곡리	893-54			1		
11	나주시	세지면	성산리	114-11		1			1
12	나주시	세지면	성산리	80			3	1	
13	나주시	세지면	죽동리	180-42			2		
14	나주시	세지면	오봉리	7			3	1	
15	나주시	세지면	성산리	470			3		
16	나주시	세지면	교산리	583-8			3		
17	나주시	왕곡면	양산리	61-2			3		
18	나주시	왕곡면	신포리	715-1			2		
19	나주시	왕곡면	신포리	산56-3		1	2		
20	나주시	왕곡면	장산리	77-1					

### 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).

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

#### 가. 유역별 개발가능량 분석

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

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

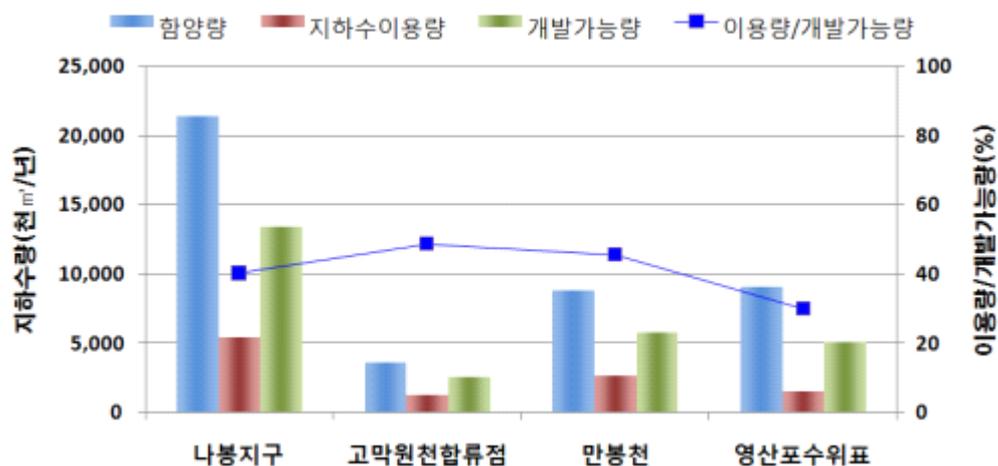
<그림 3-1-1>은 표준유역별 지하수 함양량, 지하수 이용량, 개발가능량, 개발가능량 대비 이용량 관계에 대하여 보여주고 있다. 나봉지구의 지하수함양량은 21,430.96천 $m^3$ /년, 지하수 개발가능량은 13,417.67천 $m^3$ /년이며, 개발가능량의 약 40.17%에 해당하는 5,390.05 $m^3$ /년의 지하수를 이용하는 것으로 분석된다. 유역별 개발가능량 대비 이용량의 비율은 다음의 범위로 나타났다<표 3-1-1>.

최대 : 고막원천합류점 48.76%  
 최소 : 영산포수위표 29.83%  
 나봉지구 : 40.17%

표준유역별 개발가능량 대비 이용량은 고막원천합류점에서 48.76%로 가장 높고, 영산포수위표가 29.83%로 가장 낮다. 지구 전반적인 개발가능량 대비 이용량은 40.17%로 낮은 수치를 나타내며 전반적인 향후 지하수 개발가능량은 매우 풍부한 것으로 판단된다.

<표 3-1-1> 유역별 지하수 개발가능량

유역	면적 (km <sup>2</sup> )	10년빈도 가뭄강수량 (mm/년)	함양량 (천m <sup>3</sup> /년)	지하수 이용량 (천m <sup>3</sup> /년)	개발가능량 (천m <sup>3</sup> /년)	이용량/개발가능량 (%)
나봉지구	120.07	867.81	21,430.96	5,390.05	13,418.04	40.17
고막원천합류점	22.51	876.44	3,616.26	1,238.51	2,540.07	48.76
만봉천	51.39	874.94	8,775.56	2,633.91	5,790.58	45.49
영산포수위표	46.17	855.7	9,039.14	1,517.63	5,087.39	29.83



<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. 나봉지구의 지하수 함양량은 21,437.54천m<sup>3</sup>/년이고, 지하수 이용량은 5,130.57천m<sup>3</sup>/년, 개발가능량은 13,417.67천m<sup>3</sup>/년으로 분석되어 개발가능량 대비 이용량은 38.24%인 것으로 분석되었다.

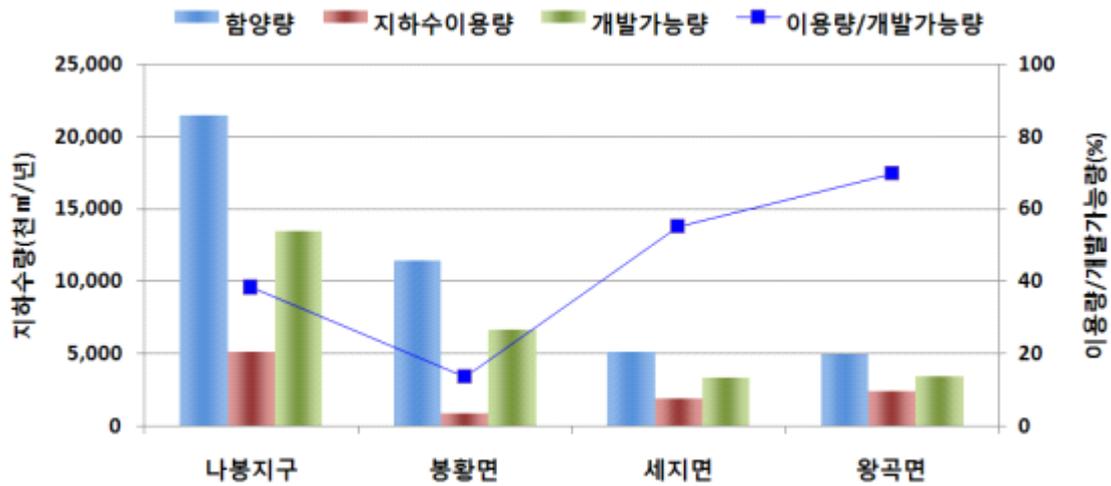
읍면별 개발가능량 대비 이용량의 비율은 34.05~41.17%의 범위를 나타냄.

- 최대 : 왕곡면 69.69%
- 최소 : 봉황면 13.57%

나봉지구의 함양량 대비 개발가능량은 62.59% 수준이며, 개발가능량 대비 이용량은 38.24% 수준으로 전반적으로 지구 내 개발가능한 지하수는 매우 풍부한 편인 것으로 판단된다. 단, 나봉지구는 관정의 분포가 세지면 동곡리, 송제리, 벽산리 지역에 밀집되어 분포하는 특징을 지니고 있으므로, 리단위 개발가능량 산정을 통해 좀 더 세밀하게 확인하고, 향후 개발방안 수립 시 리 단위 계획을 세우는 것이 효과적일 것으로 판단된다<표 3-1-2>.

<표 3-1-2> 읍면별 지하수개발 가능량 산정

읍면	면적 (km <sup>2</sup> )	10년빈도가 뚝강수량 (mm)	함양량 (천m <sup>3</sup> /년)	지하수이용량 (천m <sup>3</sup> /년)	개발가능량 (천m <sup>3</sup> /년)	이용량/개발 가능량 (%)
나봉지구	120.07	867.78	21,437.54	5,130.57	13,417.67	38.24
봉황면	59.97	860.30	11,379.45	901.65	6,643.80	13.57
세지면	30.02	874.45	5,144.92	1,864.00	3,380.47	55.14
왕곡면	30.08	876.04	4,913.17	2,364.92	3,393.40	69.69



<그림 3-1-2> 읍면별 지하수 이용량 및 개발가능량

#### 다. 리별 개발가능량 분석

리별 이용량과 개발가능량을 계산하여 개발가능량 대비 이용량을 산출하였다. 조사결과 봉황면 와우리, 옥곡리 그리고 세지면 송제리, 동곡리, 성산리, 벽산리 왕곡면 본양리, 양산리, 신가리, 덕산리, 옥곡리, 신위리 등 총 12개 리에서 개발가능량 대비 이용량이 50%를 상회하는 것으로 확인되었고, 특히 왕곡면 본양리(157.56%)의 경우 100% 이상을 이용하고 있는 것으로 조사되어 대책방안 마련이 시급하다.

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

- 최대 : 왕곡면 본양리 157.56%
- 최소 : 봉황면 각동리 10.72%
- 나봉지구 : 38.24%

<표 3-1-3> 리별 지하수 개발 가능량 산정

(단위:천m³/년)

구분	면적 (km²)	10년빈도 가뭄시강수량 (mm)	개발가능량 (천m³/년)	이용량 (천m³/년)	이용량/ 개발가능량 (%)	
나봉지구	120.07	867.78	13,417.67	5,390.05	40.17	
봉 황 면	각동리	2.04	860.30	226.09	24.24	10.72
	덕곡리	6.00	860.30	664.43	116.66	17.56
	덕림리	2.45	860.30	271.43	39.19	14.44
	만봉리	6.00	860.30	664.32	95.98	14.45
	송현리	4.95	860.30	548.58	153.43	27.97
	신동리	1.38	860.30	153.24	20.74	13.54
	오림리	2.95	860.30	326.91	88.54	27.08
	옥산리	1.39	860.30	153.75	25.05	16.30
	와우리	2.49	860.30	276.16	191.51	69.35
	용곡리	1.56	860.30	172.64	46.01	26.65
	용진리	3.24	860.30	358.41	100.30	27.98
	옥곡리	3.56	860.30	394.94	197.95	50.12
	운곡리	3.71	860.30	410.61	84.10	20.48
	유곡리	4.05	860.30	448.23	121.96	27.21
	장성리	1.85	860.30	204.63	29.94	14.63
	죽석리	4.01	860.30	444.17	141.39	31.83
	철천리	3.61	860.30	399.93	67.19	16.80
황용리	4.74	860.30	525.33	225.28	42.88	
세 지 면	교산리	3.45	874.45	388.72	153.18	39.41
	내정리	2.31	874.45	260.04	102.34	39.35
	대산리	3.24	874.45	364.87	128.65	35.26
	동곡리	2.92	874.45	328.64	245.83	74.80
	벽산리	1.59	874.45	179.36	94.40	52.63
	성산리	4.47	874.45	503.86	271.80	53.94
	송제리	3.69	874.45	415.42	391.16	94.16
	오봉리	5.17	874.45	581.82	236.40	40.63
죽동리	3.18	874.45	357.74	164.72	46.04	

<표 3-1-3> 리별 지하수 개발 가능량 산정(계속)

(단위:천㎥/년)

구분	면적 (km <sup>2</sup> )	10년빈도 가뭄시강수량 (mm)	개발가능량 (천㎥/년)	이용량 (천㎥/년)	이용량/ 개발가능량 (%)	
나봉지구	120.07	867.78	13,417.67	5,390.05	40.17	
왕곡면	덕산리	3.36	876.04	379.32	271.31	71.53
	분양리	0.80	876.04	89.88	141.62	157.56
	송죽리	4.18	876.04	471.67	148.44	31.47
	신가리	1.10	876.04	123.93	99.97	80.67
	신원리	3.66	876.04	412.39	212.13	51.44
	신포리	3.26	876.04	368.06	183.08	49.74
	양산리	2.01	876.04	226.71	193.46	85.33
	옥곡리	2.82	876.04	318.56	223.42	70.13
	월천리	1.90	876.04	214.21	99.22	46.32
	장산리	1.95	876.04	219.83	88.06	40.06
	행정리	1.85	876.04	208.46	72.09	34.58
	화정리	3.19	876.04	360.38	99.33	27.56

### 3.1.2 지하수개발 추세

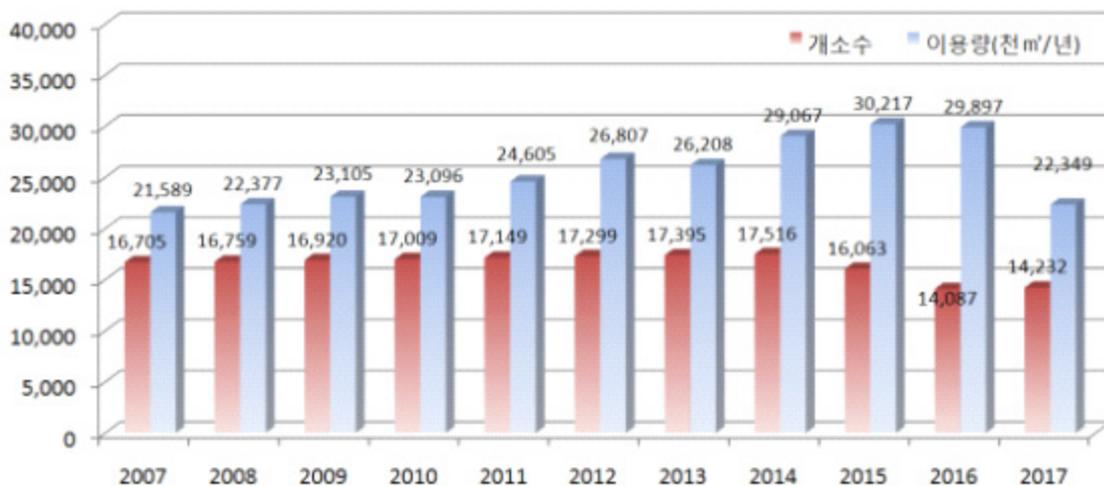
나주시의 읍면별 관정현황, 신규개발 관정현황, 이용량 조사가 가능한 2007부터 2017년까지의 자료를 획득하여 증감추세를 분석하고 회귀분석을 실시하였다. 최근 11년간 나주시의 지하수 이용량과 관정 개소수는 꾸준히 증가추세에 있다<그림 3-1-3>.

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

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

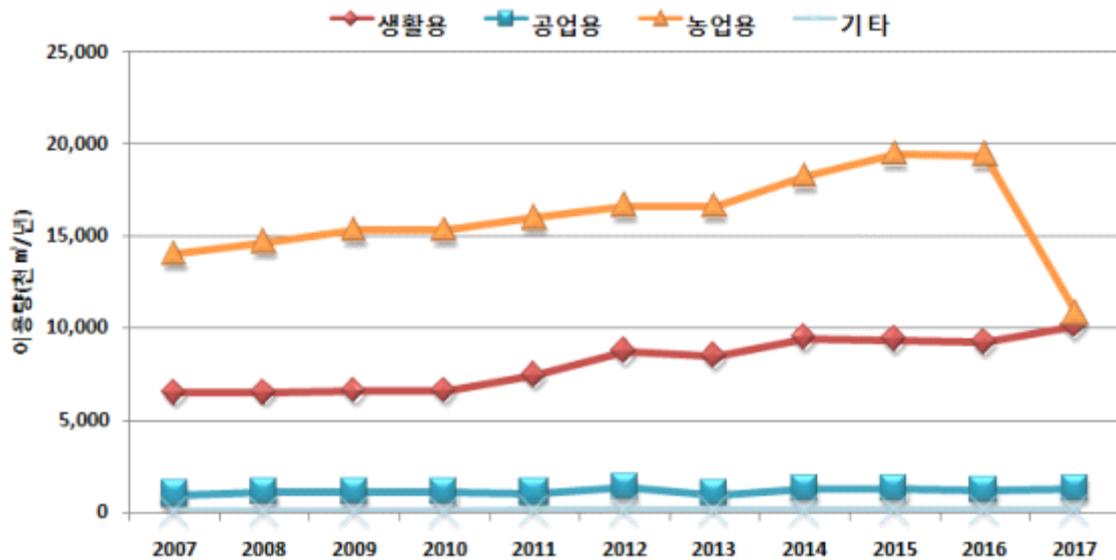
구 분	총 계		생활용		공업용		농업용		기타용	
	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량
2007	16,705	21,589	10,708	6,535	79	968	5,906	14,050	12	36
2008	16,759	22,377	10,720	6,564	79	1,088	5,948	14,689	12	36
2009	16,920	23,105	10,745	6,648	79	1,088	6,084	15,332	12	36
2010	17,009	23,096	10,763	6,644	80	1,088	6,154	15,328	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

나봉지구의 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

나봉지구의 신규 지하수 이용량은 2012년 이후 연평균 약 577 천m<sup>3</sup>/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 장해문제를 야기할 수 있으므로 지금부터 적절한 예방책이 강구되어야 할 것이다.

<표 3-1-5> 나봉지구 용도별 신규관정 개발추이

(단위 : 공, 천m<sup>3</sup>/년)

년 도	총 계		생활용		공업용		농업용		기타용	
	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량
2012	40	307	9	117	1	8	30	182	-	-
2013	44	-	16	-	-	-	28	-	-	-
2014	28	685	4	118	2	148	22	419	-	-
2015	20	836	3	83	-1	-13	18	765	-	-
2016	-745	1,058	-595	-89	-1	-6	-149	1,153	-	-
2017	35	-5,220	3	781	1	-	31	-6,001	-	-

※ 자료출처 : 지하수조사연보(국토교통부, 2013~2018)

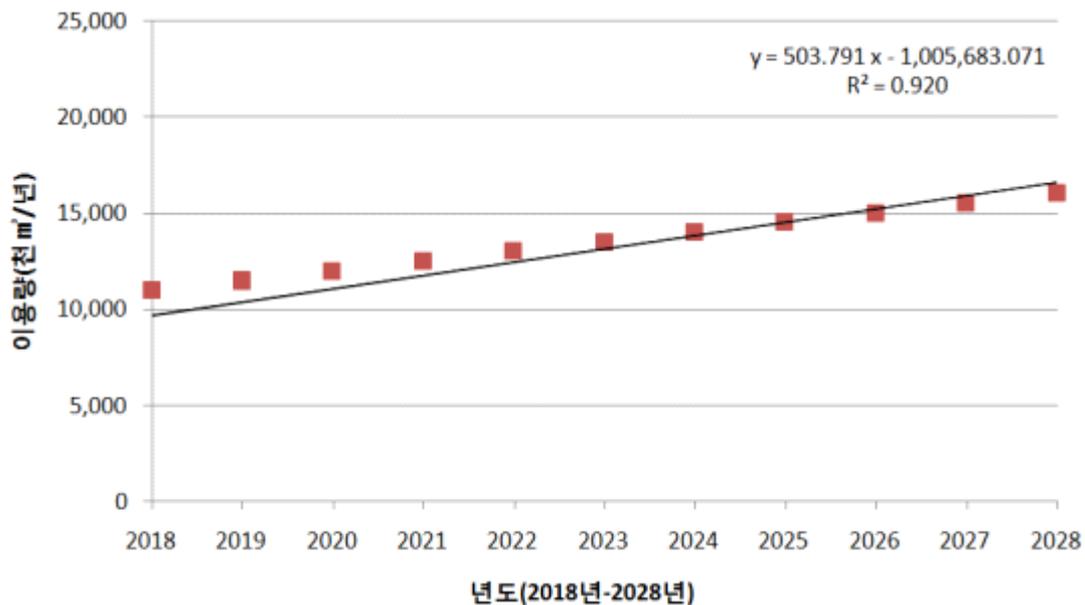
3.1.3 개발·이용 예측

2012년 이후 2017년까지 증감추세를 반영하여 회귀분석을 실시, 아래의 회귀 방정식을 산출하여 향후 나봉지구의 지하수 이용량을 추정하였다. 그 결과 2018년 10,967천m<sup>3</sup>/년, 2028년 16,005천m<sup>3</sup>/년으로 증가할 것으로 전망된다.

$$Y = 503.791X - 1,005,683.071$$

<표 3-1-6> 연도별 지하수 이용량 예측

구분	연도별 지하수 이용량(천m <sup>3</sup> /년)										
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
회귀분석	10,967	11,471	11,975	12,479	12,982	13,486	13,990	14,494	14,997	15,501	16,005



<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 필수이다.

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

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

(C : Hydraulic Conductivity) 등 7개의 구성인자별로 지하수 오염 물질의 유입 및 이동성 등의 상관성에 따라 가중치와 등급범위를 설정하여 곱한 값들을 합산하여 구한 DRASTIC 지수를 토대로 지하수의 상대적인 오염취약성을 평가하는 것이다.

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

- 1)오염원은 지표상에 위치
- 2)오염물질의 지하유입은 강수량에 의존
- 3)오염물질은 물과 함께 유동
- 4)평가 대상 지역 면적은 0.4km<sup>2</sup> 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 정도 같은 경로를 통하여 지하수계로 직접 유입할 때 등의 예외적인 경우에 DRASTIC 모델은 지하수오염 취약성을 정확히 지시 할 수 없다. 또한, 평가지역을 100acre(0.4km<sup>2</sup>) 이상으로 함은 국지적인 지하수의 흐름보다는 광역적인 유동방향을 고려한 것이다.

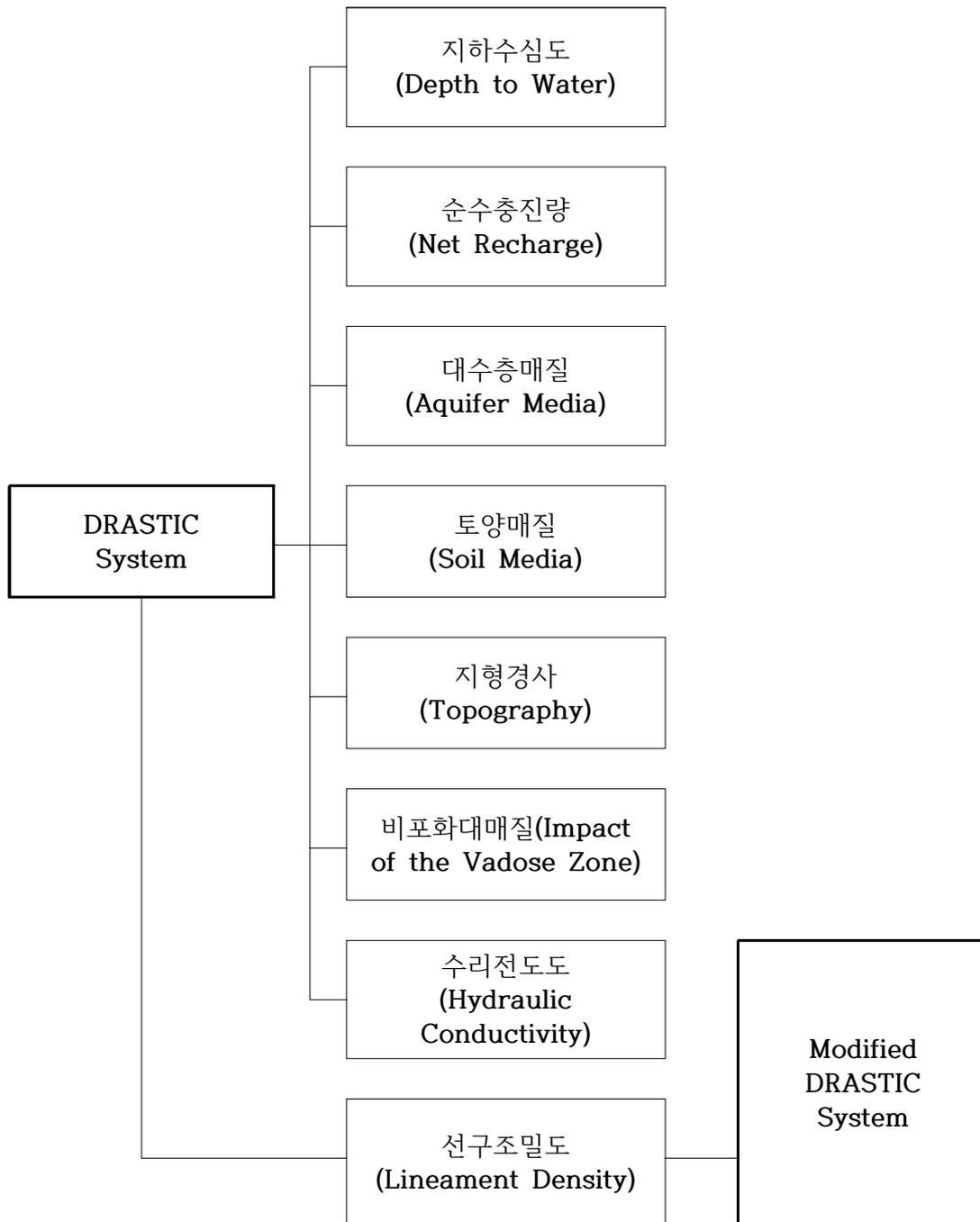
금회 조사에서는 지하수 오염 가능성을 예측하고 보다 효율적인 지하수 관리를 위해서 정성적인 평가방법인 DRASTIC 모델을 이용하여 조사지역의 지하수오염취약성을 평가하였다. 그리고 추가로 우리나라의 대수층이 대부분 암반 대수층인 점을 고려하여 지하수의 유동이 잘 되는 파쇄대의 영향을 최대도 반영하기 위하여 부가적인 인자인 선구조밀도와 토양이용등급을 반영하여 Modified DRASTIC 모델도 도출하였다<그림 3-2-1>.

<표 3-2-1> DRASTIC 평가기준

평가항목	단위	등 급							가중치
		1.5미만	1.5-4.6	4.6-9.1	9.1-15.2	15.2-22.9	22.9-30.5	30.5이상	
1)지하수위심도(D)	m	10	9	7	5	3	2	1	5(5)
2) 자연 함양량(R)	mm/년	50.8미만	50.8-101.6	101.6-177.8	177.8-254.0	254.0이상			4(4)
3)대수층 매질(A)		등급 범위			대표 등급				3(3)
· 괴상 세일		1~3			2				
· 변성암/화성암		2~5			3				
· 풍화 변성암/화성암		3~5			4				
· 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)	$\times 10^{-4}$ 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

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



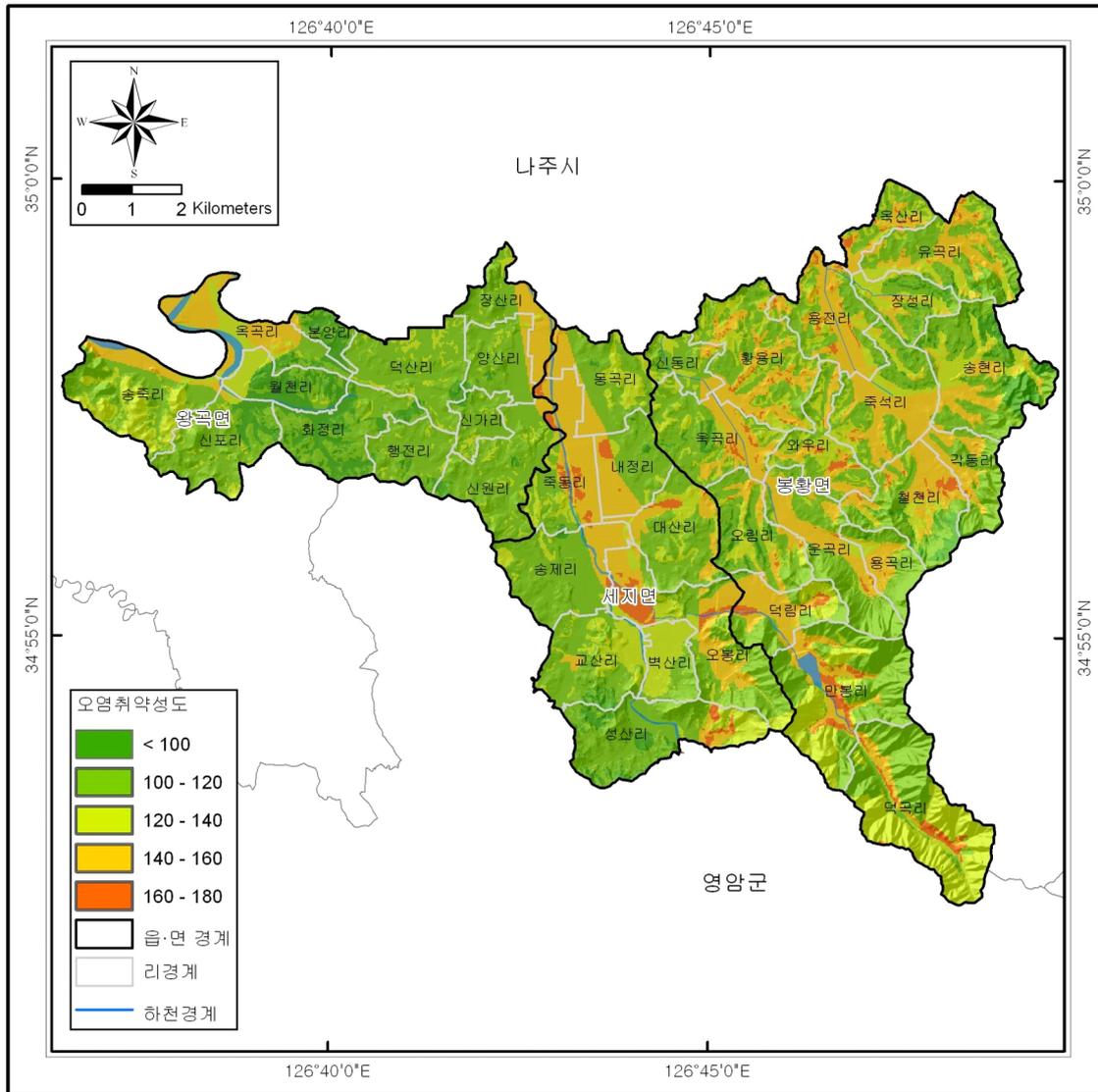
<그림 3-2-1> DRASTIC 흐름도

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

오염취약성 지수 산출 결과, 최소 104.8에서 최대 138.6까지의 분포를 보이고 평균값은 봉황면이 128.2으로 높은 수치를 나타낸다 <표 3-2-2>. 오염취약성도는 대부분의 지역에서 100~140범위의 오염취약성 수치를 보이며, 특히 왕곡면 본양리, 화정리, 월천리 지역에서는 110이하의 상대적으로 낮은 값을 보인다<그림 3-2-2>. 봉황면 만봉리, 덕곡리, 덕림리는 135이상의 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 <sup>2</sup> )
		최소	최대	평균	
나 봉 지 구	봉황면	119.6	138.6	128.2	320.23
	세지면	112.0	131.2	119.3	392.12
	왕곡면	104.8	123.0	113.1	275.17

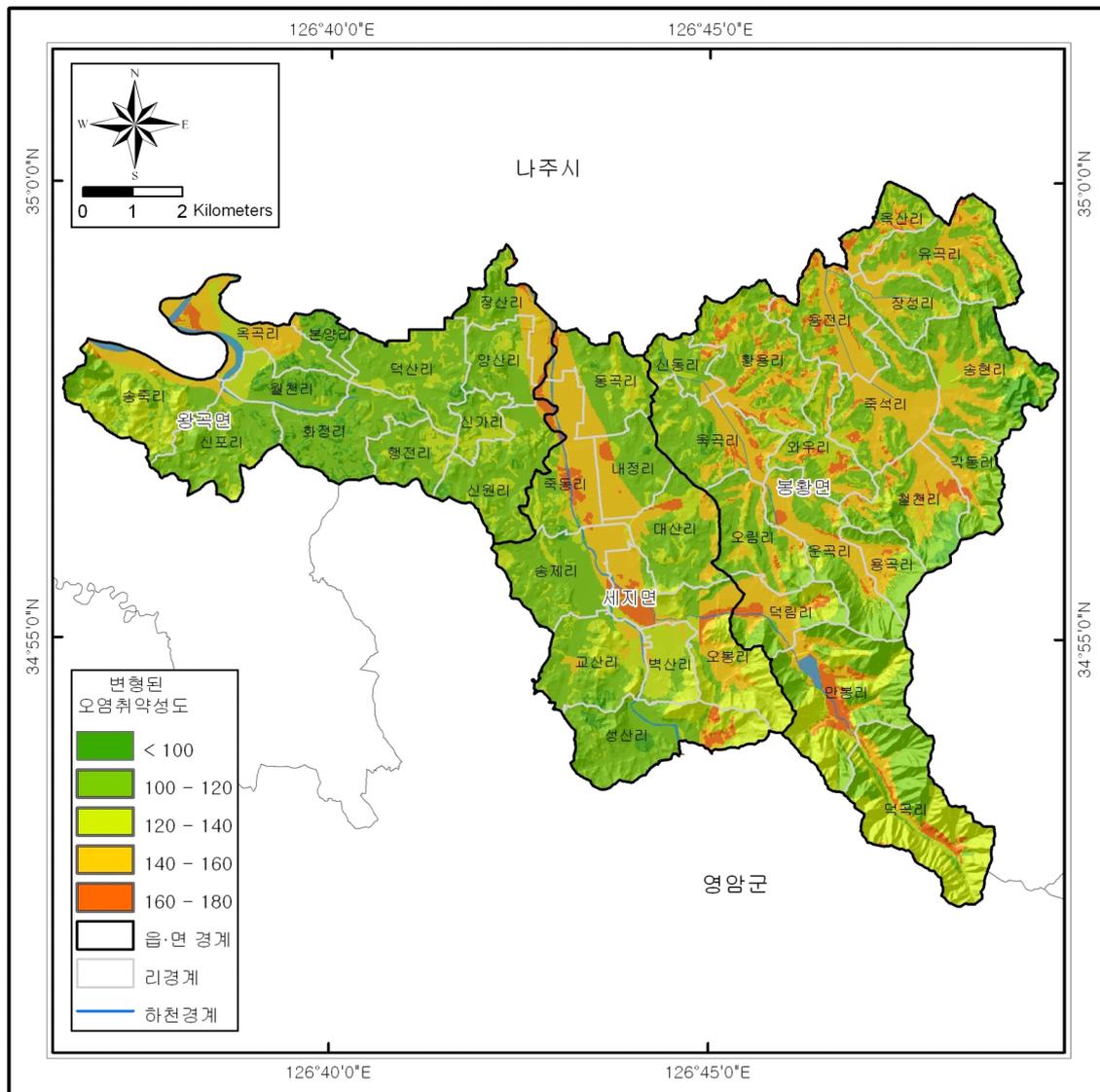


<그림 3-2-2> 나봉지구 DRASTIC INDEX Map

변형된 오염취약성분석은 우리나라 특성에 맞게 선구조밀도 등을 부가적인 인자로 사용하여 실시하였다. 나봉지구의 읍면별 변형된 오염취약성 평균지수는 봉황면(128.2), 세지면(119.3), 왕곡면(113.1) 순으로 나타나며 최대값은 138.6이다<표 3-2-3>. 오염취약성도와 전체적인 지수분포도는 비슷한 양상을 보이나 다소 높게 평가되고 있으며, 특히 120~140 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 봉 지 구	봉황면	119.6	138.6	128.2
	세지면	112.0	131.2	119.3
	왕곡면	104.8	123.0	113.1



<그림 3-2-3> 나봉지구 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.

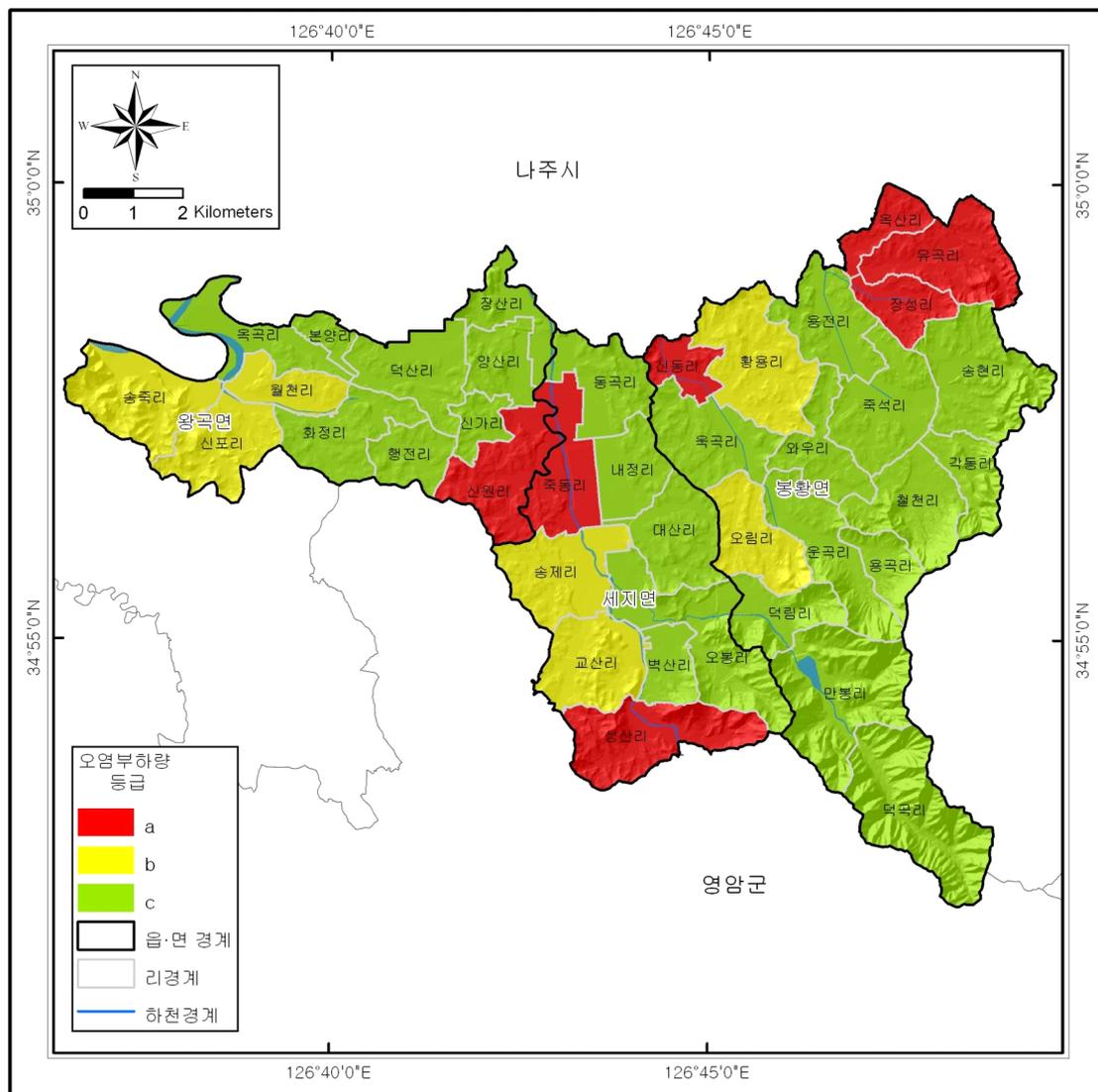
선진국에서는 오염물질 유발이 예상되는 시설물 신규 허가를 위한 위치 선정 시 기본적으로 지하수 오염취약성도를 검토하고 있으며, 이에 따라 오염유발 가능 시설물은 오염취약성이 낮은 곳으로 유도하며, 부득이 취약성이 높은 지역에 설치할 경우는 그만큼 정화처리시설 및 오염물질 관리기준을 엄격하게 적용하고 있다.

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.

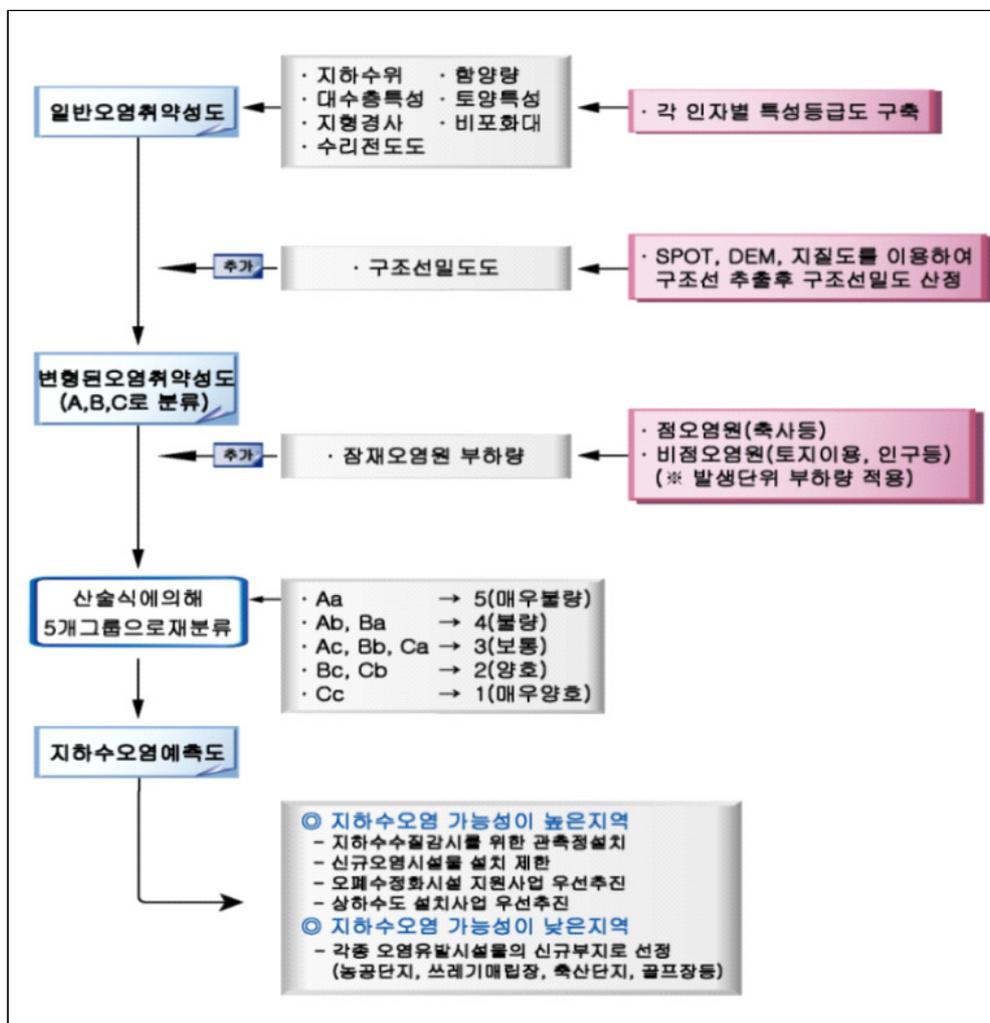
지하수오염예측도는 <그림 3-2-4> 및 <표 3-2-4>에 제시된 바와 같이 수리지질학적인 인자를 고려한 변형된 오염취약성과 총오염발생부하량값을 중첩하여 작성하였다<그림 3-2-6>.



<그림 3-2-4> 발생단위별 잠재오염원 부하량 등급도

<표 3-2-4> 지하수오염예측도 등급 분류표

변형된 오염취약성			단위면적당 오염발생부하량(kg/일/km <sup>2</sup> )		
			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

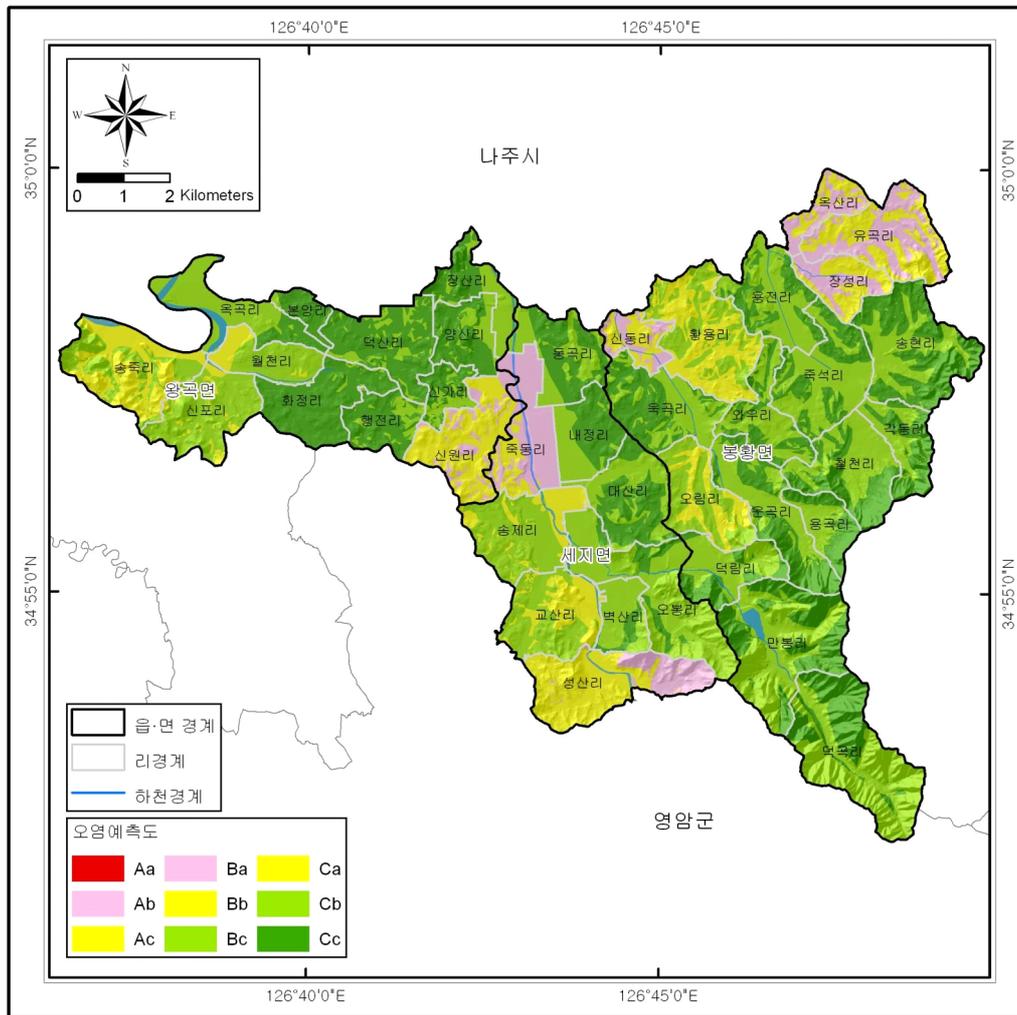
나봉지구는 지하수오염예측등급이 비교적 낮은 Cc, Cb, Bc등급을 갖는 지역이 90.20%로서 지하수오염취약성과 잠재오염원 발생부하량이 비교적 낮은 수준으로 나타났다<표 3-2-5>. 상대적으로 오염에 취약할 것으로 예상되는 Aa, Ab, Ba 등급 지역은 약 7.26% 수준으로 봉황면 옥산리, 유곡리, 장성리, 세지면 죽동리, 벽산리, 왕곡면 신원리 등 일부지역에서 확인되었다<그림 3-2-6>.

나봉지구는 세지면에서 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.

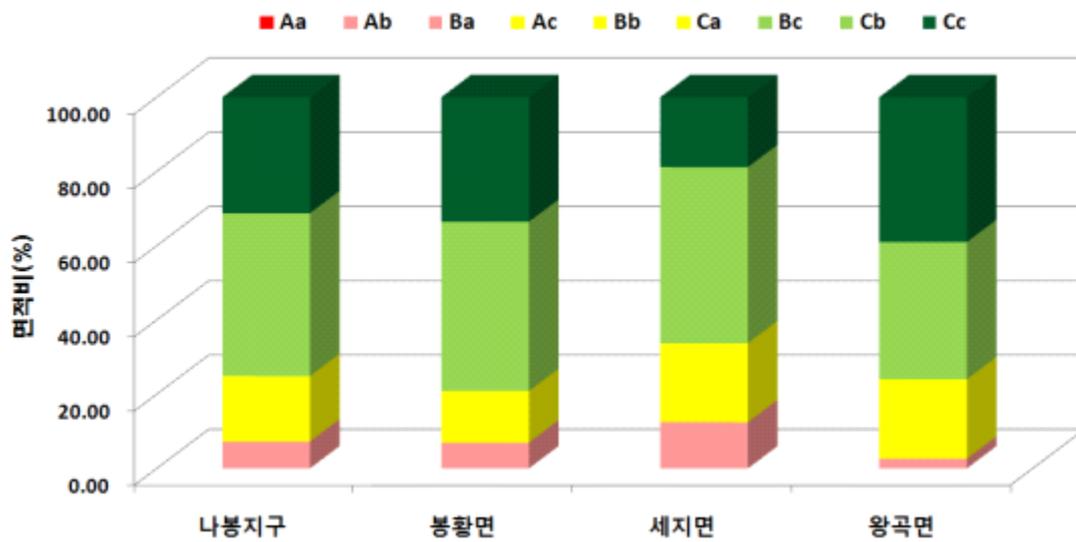
향후 국토개발에 따른 지하수 개발이나 각종 잠재오염 시설물을 설치할 경우, 본 사업에서 제시한 ‘지하수 오염예측도’를 기초자료로 활용한다면 발생 가능한 지하수 장애문제를 미리 대비 할 수 있을 것으로 사료된다.

<표 3-2-5> 행정구역별 지하수오염 예측등급 면적

구분 읍면동	총면적 (km <sup>2</sup> )	지하수오염예측 등급별 면적비(%)								
		Aa	Ab	Ac	Ba	Bb	Bc	Ca	Cb	Cc
합 계	120.07	0.00	0.00	0.00	7.26	8.25	32.00	9.36	11.87	31.25
봉황면	59.97	0.00	0.00	0.00	6.98	6.43	39.18	7.45	6.40	33.56
세지면	30.02	0.00	0.00	0.00	12.47	8.29	31.94	13.01	15.48	18.82
왕곡면	30.08	0.00	0.00	0.00	2.64	11.85	17.76	9.55	19.19	39.02



<그림 3-2-6> 나봉지구 지하수오염예측도



<그림 3-2-7> 지하수오염예측도 등급별 면적비



## IV. 나봉지구 지하수 개발·이용 방안



## IV. 나봉지구 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 북일면 금당리와 북평면 동해리를 제외한 모든 리에 존재하며 나봉지구 전반에 걸쳐 농업용수개발이 필요한 것으로 조사되었다. 나봉지구의 잔여면적은 27.61km<sup>2</sup>(39.9%)로 확인 되었으며 읍면별로는 봉황면 14.78km<sup>2</sup>, 왕곡면 6.85km<sup>2</sup>, 세지면 5.98km<sup>2</sup> 순으로 나타났다<표 4-1-2>. 나봉지구 내 미수혜지역 모두 지하수이용 시설물로 개발 시 필요한 관정수는 총 920공으로 분석되었으며, 봉황면 죽석리(73공), 옥곡리(64공), 용전리(59공) 등 상대적으로 봉황면 지역의 지하수개발이 필요한 것으로 확인되었다<표 4-1-2>.

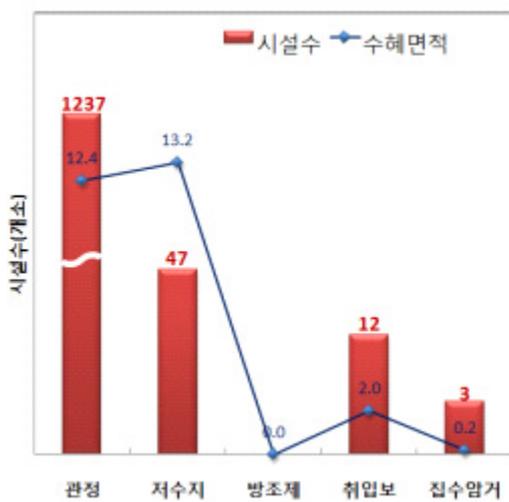
<표 4-1-1> 농업용수 수혜면적 현황 (단위 : 공, 개소, km<sup>2</sup>)

읍면	리	농경지 면적	잔여 면적	수리시설물								
				수혜 면적	시설수	지하수		농업기반시설				
						수혜 면적	시설수	수혜 면적	시설수			
								저수지	방조제	취입보	집수 암거	
<b>나봉지구</b>		<b>56.69</b>	<b>27.61</b>	<b>41.61</b>	<b>1,313</b>	<b>12.41</b>	<b>1,237</b>	<b>29.20</b>	<b>47</b>	<b>-</b>	<b>12</b>	<b>3</b>
봉 황 면	소 계	25.64	14.78	13.09	539	4.31	509	8.79	23	-	2	2
	각동리	0.63	0.11	0.52	9	0.04	7	0.49	2	-	-	-
	덕곡리	0.52	0.08	0.45	13	0.20	12	0.25	1	-	-	-
	덕림리	0.82	0.58	0.24	22	0.20	20	0.04	-	-	2	-
	만봉리	0.57	(1.30)	1.87	18	0.17	14	1.71	2	-	-	2
	송현리	1.81	(0.94)	2.75	61	0.23	56	2.52	4	-	-	-
	신동리	0.81	0.74	0.08	14	0.08	14	0.00	-	-	-	-
	오림리	1.58	0.97	0.60	33	0.41	32	0.19	-	-	-	-
	옥산리	0.90	0.75	0.15	18	0.14	17	0.01	1	-	-	-
	와우리	1.33	0.79	0.54	17	0.06	16	0.49	1	-	-	-
	용곡리	0.59	0.12	0.47	32	0.12	31	0.35	1	-	-	-
	용전리	2.04	1.77	0.27	24	0.27	24	0.00	-	-	-	-
	육곡리	2.53	1.92	0.60	51	0.58	50	0.02	1	-	-	-
	운곡리	1.76	1.34	0.42	34	0.22	33	0.20	-	-	-	-
	유곡리	1.99	1.42	0.57	21	0.12	19	0.45	2	-	-	-
	장성리	1.04	0.16	0.88	22	0.16	20	0.72	2	-	-	-
	죽석리	2.55	2.19	0.36	39	0.36	39	0.00	-	-	-	-
철천리	1.51	0.88	0.62	49	0.16	45	0.47	4	-	-	-	
황용리	2.67	0.95	1.72	62	0.82	60	0.90	2	-	-	-	
세 지 면	소 계	15.66	5.98	9.78	444	4.00	421	5.78	10	-	9	-
	교산리	1.56	0.21	1.36	34	0.34	32	1.02	2	-	-	-
	내정리	1.82	1.64	0.18	14	0.17	13	0.02	1	-	-	-
	대산리	1.69	0.10	1.60	54	0.85	51	0.75	3	-	-	-
	동곡리	1.97	0.60	1.38	135	0.79	134	0.59	1	-	-	-
	벽산리	0.85	0.56	0.28	15	0.06	13	0.23	1	-	-	-
	성산리	1.47	(0.11)	1.57	71	0.62	65	0.95	1	-	4	-
	송제리	2.31	1.41	0.90	53	0.67	52	0.22	-	-	1	-
	오봉리	1.83	0.38	1.45	35	0.33	30	1.13	1	-	3	-
죽동리	2.16	1.09	1.07	33	0.18	31	0.89	-	-	1	-	

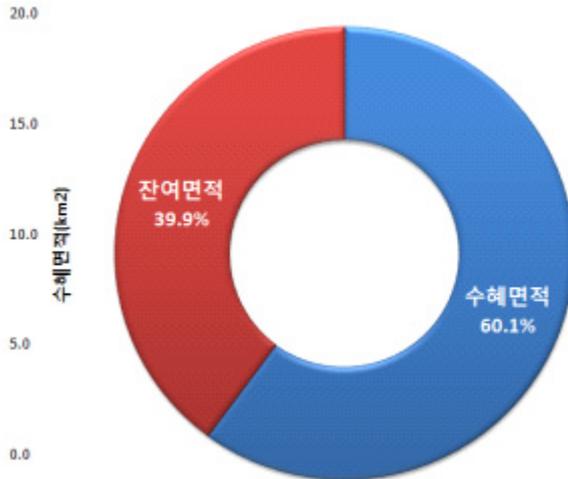
IV. 나봉지구 지하수 개발·이용 방안

<표 4-1-1> 농업용수 수혜면적 현황<계속> (단위 : 공, 개소, km<sup>2</sup>)

읍면	리	농경지 면적	잔여 면적	수리시설물								
				수혜 면적	시설수	지하수		농업기반시설				
						수혜 면적	시설수	수혜 면적	시설수			
				저수지	방조제	취입보	집수암거					
<b>나봉지구</b>		<b>56.69</b>	<b>27.61</b>	<b>41.61</b>	<b>1,313</b>	<b>12.41</b>	<b>1,237</b>	<b>29.20</b>	<b>47</b>	<b>-</b>	<b>12</b>	<b>3</b>
왕곡면	소 계	15.39	6.85	18.73	330	4.10	307	14.63	14	-	1	1
	덕산리	1.43	0.16	1.26	51	0.86	50	0.40	1	-	-	-
	분양리	0.51	0.33	0.18	15	0.18	15	0.00	-	-	-	-
	송죽리	1.07	(10.18)	11.25	16	0.08	11	11.18	2	-	-	-
	신가리	0.68	0.41	0.27	19	0.24	18	0.03	1	-	-	-
	신원리	1.98	1.30	0.68	41	0.43	38	0.25	3	-	-	-
	신포리	1.23	0.08	1.15	23	0.34	20	0.81	3	-	-	-
	양산리	1.18	0.61	0.57	45	0.35	43	0.23	1	-	-	1
	옥곡리	1.49	0.81	0.68	9	0.11	6	0.57	-	-	-	-
	월천리	1.28	0.95	0.33	12	0.18	11	0.15	-	-	1	-
	장산리	1.04	0.33	0.72	36	0.37	35	0.35	-	-	-	-
	행정리	1.33	0.81	0.51	32	0.47	31	0.04	1	-	-	-
	화정리	2.18	1.06	1.12	31	0.50	29	0.62	2	-	-	-



<그림 4-1-1> 농업기반 수리시설



<그림 4-1-2> 농업용수 수혜면적

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

읍면	리	개발필요 공수	관정개발 밀도	농업용 관정	농경지 면적 <sup>1)</sup>	수혜 면적 <sup>2)</sup>	잔여 면적
<b>나봉지구</b>		<b>920</b>	<b>23.02</b>	<b>1,237</b>	<b>56.69</b>	<b>41.61</b>	<b>27.61</b>
봉 황 면	<b>소계</b>	<b>493</b>	<b>21.23</b>	<b>509</b>	<b>25.64</b>	<b>13.09</b>	<b>14.78</b>
	각동리	4	11.04	7	0.63	0.52	0.11
	덕곡리	3	22.97	12	0.52	0.45	0.08
	덕림리	19	24.43	20	0.82	0.24	0.58
	만봉리	-43	24.69	14	0.57	1.87	-1.30
	송현리	-31	30.93	56	1.81	2.75	-0.94
	신동리	25	17.27	14	0.81	0.08	0.74
	오림리	32	20.29	32	1.58	0.60	0.97
	옥산리	25	18.92	17	0.90	0.15	0.75
	와우리	26	12.04	16	1.33	0.54	0.79
	용곡리	4	52.91	31	0.59	0.47	0.12
	용진리	59	11.77	24	2.04	0.27	1.77
	옥곡리	64	19.79	50	2.53	0.60	1.92
	운곡리	45	18.79	33	1.76	0.42	1.34
	유곡리	47	9.54	19	1.99	0.57	1.42
	장성리	5	19.15	20	1.04	0.88	0.16
	죽석리	73	15.29	39	2.55	0.36	2.19
	철천리	29	29.86	45	1.51	0.62	0.88
황용리	32	22.43	60	2.67	1.72	0.95	
세 지 면	<b>소계</b>	<b>199</b>	<b>26.51</b>	<b>421</b>	<b>15.66</b>	<b>9.78</b>	<b>5.98</b>
	교산리	7	20.46	32	1.56	1.36	0.21
	내정리	55	7.14	13	1.82	0.18	1.64
	대산리	3	30.11	51	1.69	1.60	0.10
	동곡리	20	67.89	134	1.97	1.38	0.60
	벽산리	19	15.38	13	0.85	0.28	0.56
	성산리	-4	44.36	65	1.47	1.57	-0.11
	송계리	47	22.51	52	2.31	0.90	1.41
	오봉리	13	16.40	30	1.83	1.45	0.38
	죽동리	36	14.35	31	2.16	1.07	1.09

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

읍면	리	개발필요 공수	관정개발 밀도	농업용 관정	농경지 면적 <sup>1)</sup>	수혜 면적 <sup>2)</sup>	잔여 면적
나봉지구		920	23.02	1,237	56.69	41.61	27.61
왕곡면	소계	228	21.32	307	15.39	18.73	6.85
	덕산리	5	35.08	50	1.43	1.26	0.16
	분양리	11	29.17	15	0.51	0.18	0.33
	송죽리	-339	10.28	11	1.07	11.25	-10.18
	신가리	14	26.61	18	0.68	0.27	0.41
	신원리	43	19.19	38	1.98	0.68	1.30
	신포리	3	16.31	20	1.23	1.15	0.08
	양산리	20	36.42	43	1.18	0.57	0.61
	옥곡리	27	4.03	6	1.49	0.68	0.81
	월천리	32	8.56	11	1.28	0.33	0.95
	장산리	11	33.61	35	1.04	0.72	0.33
	행정리	27	23.35	31	1.33	0.51	0.81
	화정리	35	13.27	29	2.18	1.12	1.06

1) 농경지 면적 : 논+밭+과수원 면적의 합(km<sup>2</sup>)

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

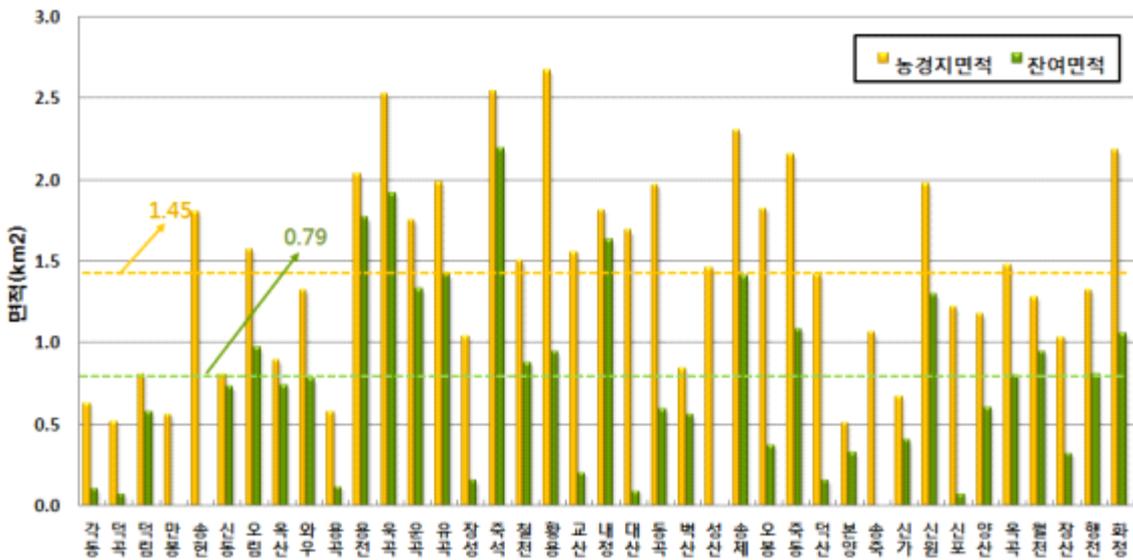
3) 저수지, 취입보, 집수암거 시설수 및 수혜면적 : 한국농어촌공사 농업기반시설 통계자료 이용

#### 4.2 농업용수 개발방안

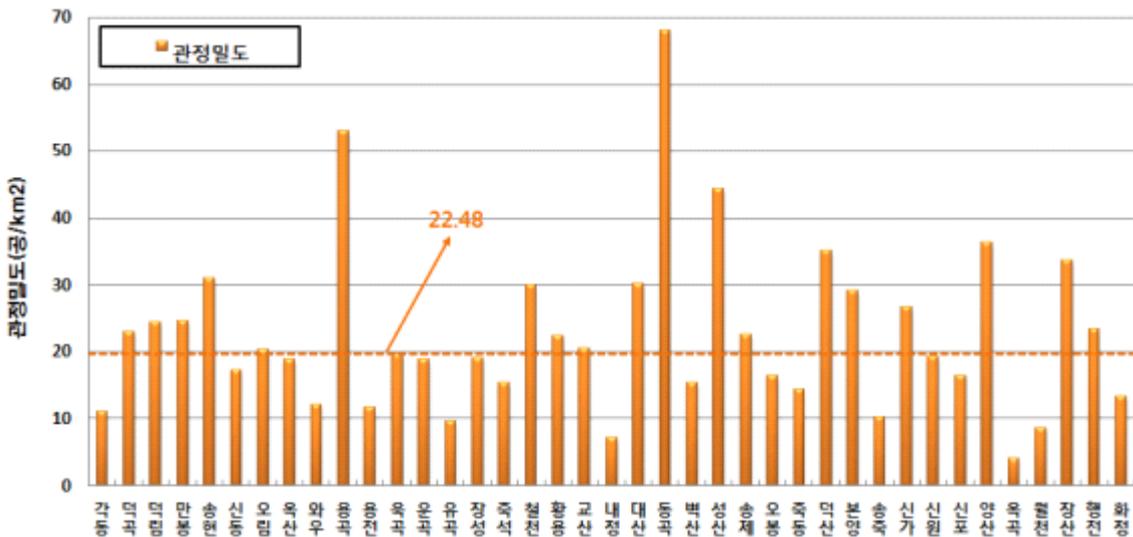
나봉지구 내 농업용수공급 확보방안은 행정구역별 농업용수 수혜면적 현황, 농업용수 개발대상지 검토자료, 가뭄우심지구 현황자료 등을 종합 검토하여 정리하였다.

<그림 4-2-1~2>은 앞서 분석한 리별 농경지와 잔여면적, 수리시설물 밀도를 표현한 그래프이다. 나봉지구 전체의 리별 평균 농경지 면적은 1.45km<sup>2</sup>이고, 리별 잔여면적(미수혜지역) 평균은 0.79km<sup>2</sup>이다. 잔여면적이 있는 지역은 전체 39개리 중

35개(89.7%)리며, 이들 지역에 대한 용수공급 확보(안)을 제시하기 위해 그룹 분류를 하여 각 그룹에 맞는 용수공급 확보방안을 제시하였다. 그룹 분류는 39개리의 평균 잔여면적 0.79km<sup>2</sup>와 관정밀도 22.48공/km<sup>2</sup>를 기준으로 4그룹으로 분류하였다<표 4-2-1>.



<그림 4-2-1> 리별 농경지면적 및 잔여면적 분포도



<그림 4-2-2> 리별 관정밀도 분포도

<표 4-2-1> 농업용수 개발방안

구 분		읍 면			용수공급 확보(안)
		봉황면	세지면	왕곡면	
A	잔여면적↑ 관정밀도↑	철천리	송제리	행전리	- 지표수를 이용한 수리시설물 확충 (저수지, 양수장, 취입보) - 신규 지하수 개발 이용량제한
B	잔여면적↑ 관정밀도↓	오림리 용전리 옥곡리 운곡리 유곡리 죽석리 황용리	내정리 죽동리	신원리 옥곡리 월천리 화정리	- 지표수를 이용한 수리시설물 확충 (저수지, 양수장, 취입보) - 신규 지하수 관정 개발
C	잔여면적↓ 관정밀도↑	덕곡리 덕림리 만봉리 송현리 용곡리	대산리 동곡리 성산리	덕산리 본양리 신가리 양산리 장산리	- 신규 지하수 개발 및 이용량 제한 - 공동이용체계 구축
D	잔여면적↓ 관정밀도↓	각동리 신동리 옥산리 와우리 장성리	교산리 벽산리 오봉리	송죽리 신포리	- 암반관정 개발 - 소류지 및 농업용수로 시설 확충

1) 잔여면적이 존재하는 39개 리의 평균 잔여면적 1.10km<sup>2</sup>, 리별 관정밀도 평균 22.48공/km<sup>2</sup> 기준  
 2) ( \* )표시는 지하수 수량, 수질 관리지역으로 인한 개발대상 제외지역

각 그룹의 분류는 다음과 같다.

**A 그룹**은 잔여면적과 관정밀도가 높아 농업용수의 개발이 필요하지만 신규 지하수 개발은 제한되고 지표수를 이용한 수리 시설물 확충이 요구되는 지역으로 지구 내 봉황면 **철천리** 및 세지면 **송제리**, 왕곡면 **행전리** 등 3개리가 해당된다. 이들 지역은 농경지가 넓게 분포하고 있으나 지표수를 이용한 수리시설물이 부족하며, 철천리는 저지대 농경지를 중심으로 층적관정이 밀집되어 이용되고, 송제리는 암반관정을 다수 개발하여 농업용수로 이용하고 있다. 따라서 이 지역은 지하수 이용량 저하를

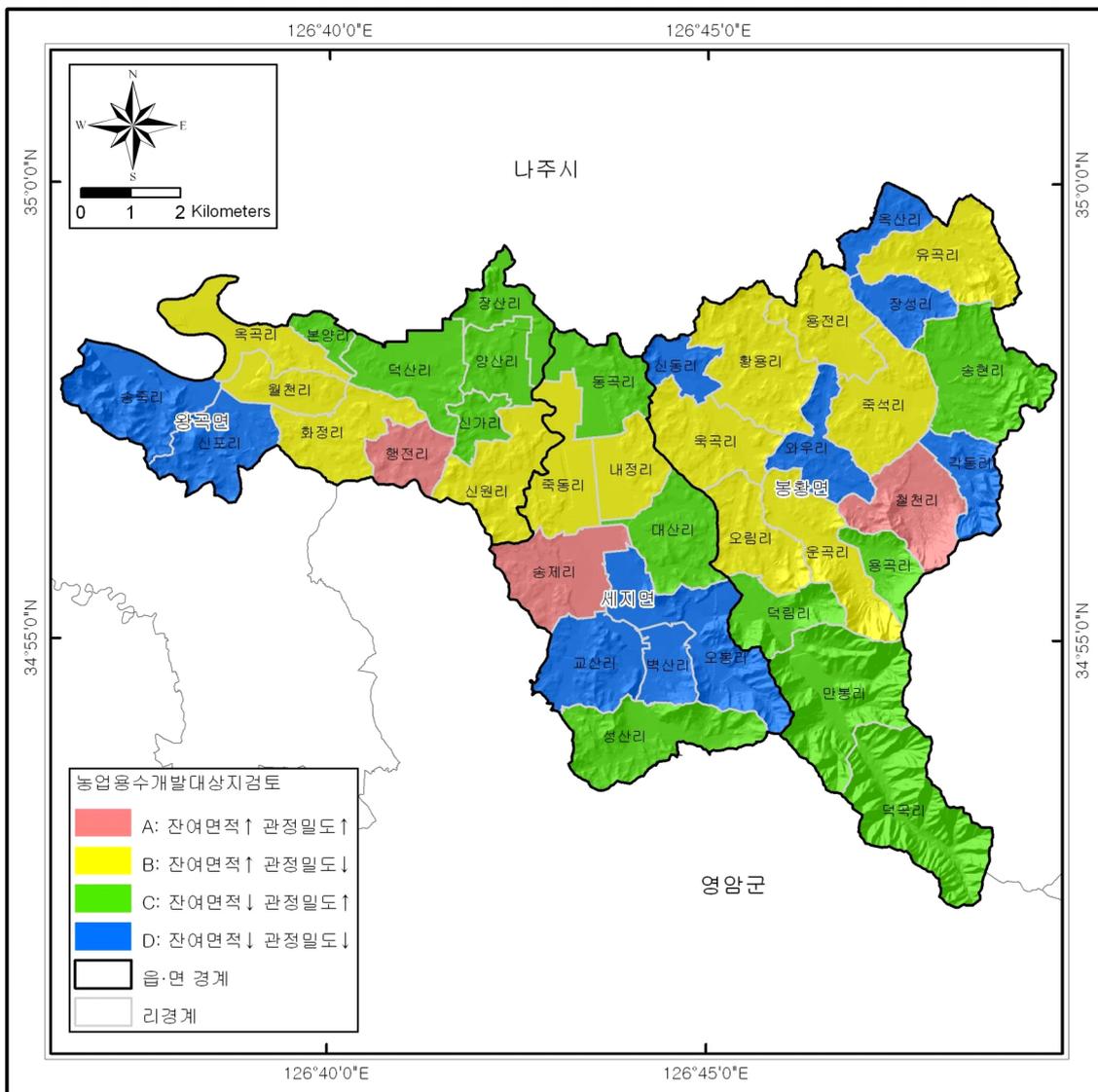
감안하여 신규관정 개발은 제한하고 지표수를 이용한 수리시설물 확충 등을 통한 용수공급 확보 계획이 필요한 것으로 판단된다.

B 그룹은 잔여면적이 높고 관정밀도가 낮아 우선적으로 신규 지하수관정을 개발이 가능하며, 지형 특성에 따라 지표수를 이용한 수리시설물 확충이 필요한 지역으로 봉황면 오림리, 용전리, 옥곡리, 운곡리, 유곡리, 죽석리, 황용리 및 세지면 내정리, 죽동리 그리고 왕곡면 신원리, 옥곡리, 월천리, 화정리 등 지구 내 13개리가 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 봉황면 덕곡리, 덕림리, 만봉리, 송현리, 용곡리 및 세지면 대산리, 동곡리, 성산리 그리고 왕곡면 덕산리, 본양리, 신가리, 양산리, 장산리 등 지구 내 13개리가 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 봉황면 각동리, 신동리, 옥산리, 와우리, 장성리 및 세지면 교산리, 벽산리, 오봉리 그리고 왕곡면 송죽리, 신포리가

해당된다. 봉황면 각동리와 왕곡면 송죽리, 신포리 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 나봉지구 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 나봉지구 지하수 개발대상지 선정에 위한 지하수개발·이용 방안도를 작도하였다<그림 4-3-1>.

미수혜면적이 존재하는 39개 리 중 상대적으로 잔여면적이 넓고 관정밀도가 높은 봉황면 칠천리 및 세지면 송계리, 왕곡면 행전리는 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. 봉황면 오림리, 용전리, 옥곡리, 운곡리, 유곡리, 죽석리, 황용리 및 세지면 내정리, 죽동리 그리고 왕곡면 신원리, 옥곡리, 월천리, 화정리 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 봉황면 오림리, 용전리, 옥곡리, 죽석리, 세지면 내정리, 죽동리, 왕곡면 신원리, 화정리의 경우 질산성질소분석 결과 농업용수 기준치를 초과하는 것으로 확인되었고, 봉황면 유곡리는 단위면적당오염부하량이 높아 개발대상지에서 제외 하였다. 또한

왕곡면 옥곡리와 월천리는 영산강으로부터 풍부한 농업용수를 공급받고 있는 지역으로 농어촌용수 이용합리화계획상에서도 미수혜지역이 없는 것으로 파악되어 개발대상지에서 제외하였다. 봉황면 운곡리 지역은 농경지 면적이 넓고, 농업용수 이용이 많은 지역이나 관정밀도가 낮고 수리시설에 의한 수혜면적이 적어 용수공급에 차질이 발생하고 있어 신규 지하수개발과 지표수를 이용한 수리시설물 확충이 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. 봉황면 덕곡리, 덕림리, 만봉리, 송현리, 용곡리 및 세지면 대산리, 동곡리, 성산리 그리고 왕곡면 덕산리, 본양리, 신가리, 양산리, 장산리 지역은 관정밀도가 높고 주변에 위치한 저수지 등의 대·중 규모의 수리시설이 자리하고 있어 농업용수 공급이 원활하기 때문에 신규 지하수의 개발을 제한하고 기존의 시설물들에 대해 공동이용체계를 구축하는 것이 필요하다.

미수혜면적과 관정밀도가 모두 낮은 지역은 고비용이 지출되는 대규모 수리시설 신축보다는 저비용으로 개발 가능한 암반관정이나 소류지 및 농업용수로 시설을 확충하는 것이 용이하다. 봉황면 각동리, 신동리, 옥산리, 와우리, 장성리 및 세지면 교산리, 벽산리, 오봉리 그리고 왕곡면 송죽리, 신포리 지역은 임야면적이 넓은 지역으로 농경지 면적이 적어 주변 저수지 등 수리시설을 이용하고 있어 농경지 용수공급에는 큰 문제가 없을 것으로 판단된다. 왕곡면 송죽리 지역은 영산강, 세지면 벽산리는 금천과 만봉천이 인접하여 흐르고 있어 농업용수 공급이 원활하기 때문에 용수확보에 어려움은 없는 것으로 판단된다.

결과적으로 나봉지구에서 필요로 하는 농업용수 개발방안 지역은

3개 면 39개리 중에서 **봉황면 운곡리**가 해당된다. 이들 지역은 농업용수 확보를 위한 **신규 지하수 개발**이 우선적으로 선행되어야 한다<표 4-3-1>.

<표 4-3-1> 농촌지하수 개발 필요 지역

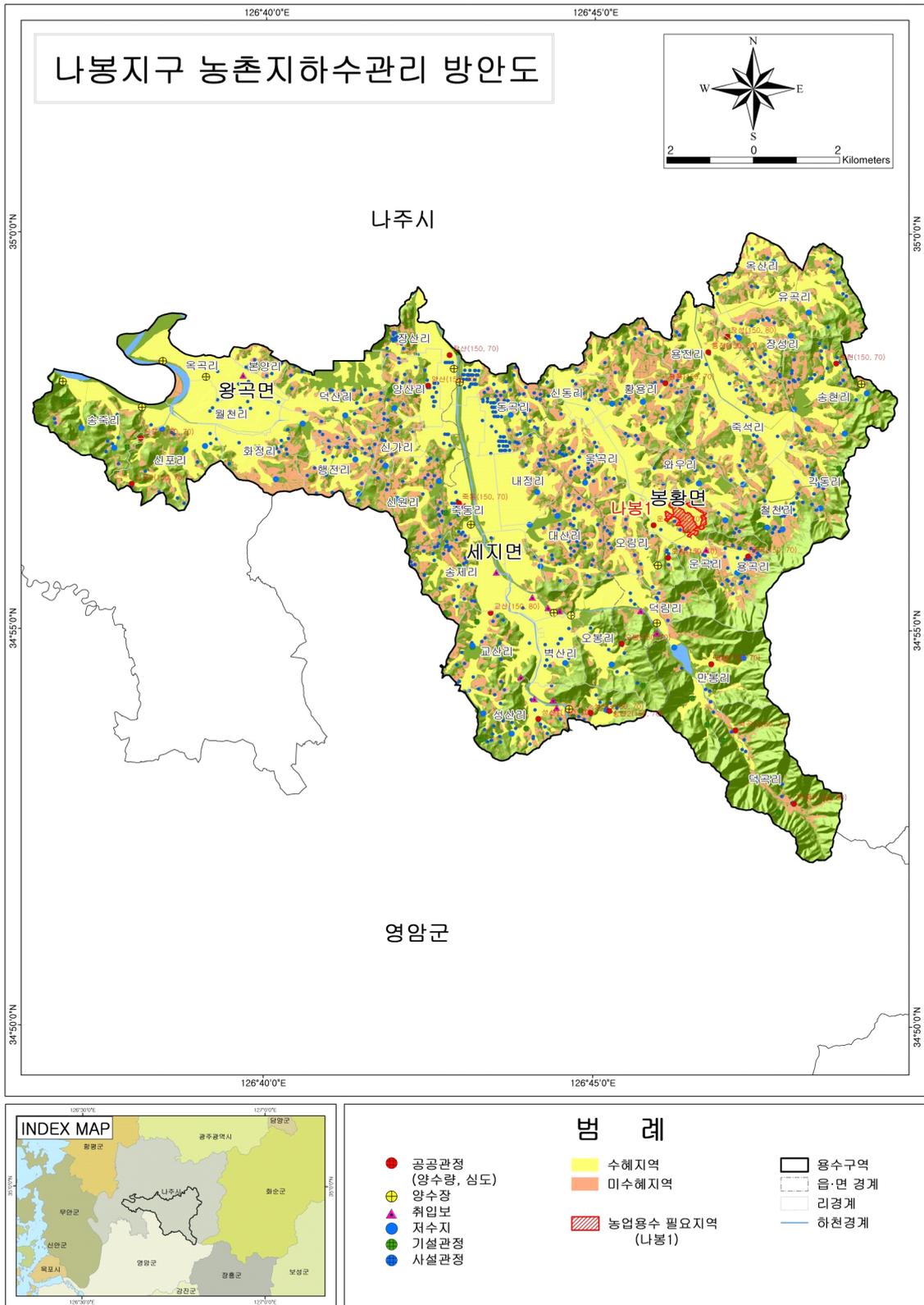
구 분	읍 면				비 고
	계	봉황면	세지면	왕곡면	
계	1	1	-	-	
잔여면적 ↑ 관정밀도 ↓	1	운곡리	-	-	

나봉지구에서 신규로 관정을 개발해야 할 지역은 봉황면 운곡리 1개리로 파악 되었으나, 질산성질소 평균 농도가 높은 지역과 인접하여 있으므로 지하수를 개발하는 경우 주변 환경에 대한 영향평가와 오염원유입에 대한 사전조사가 선행되어야 한다. 봉황면 **운곡리 (나봉1)**는 잔여면적이 넓고 관정밀도가 낮은 지역으로 지하수 개발이 시급하며, **신규 지하수개발이 선행**되어 용수 공급에 차질이 없도록 조치해야 한다. 나봉지구에서 신규 지하수개발 계획 수립 시 공당 추정 사업비는 <표 4-3-2>와 같다.

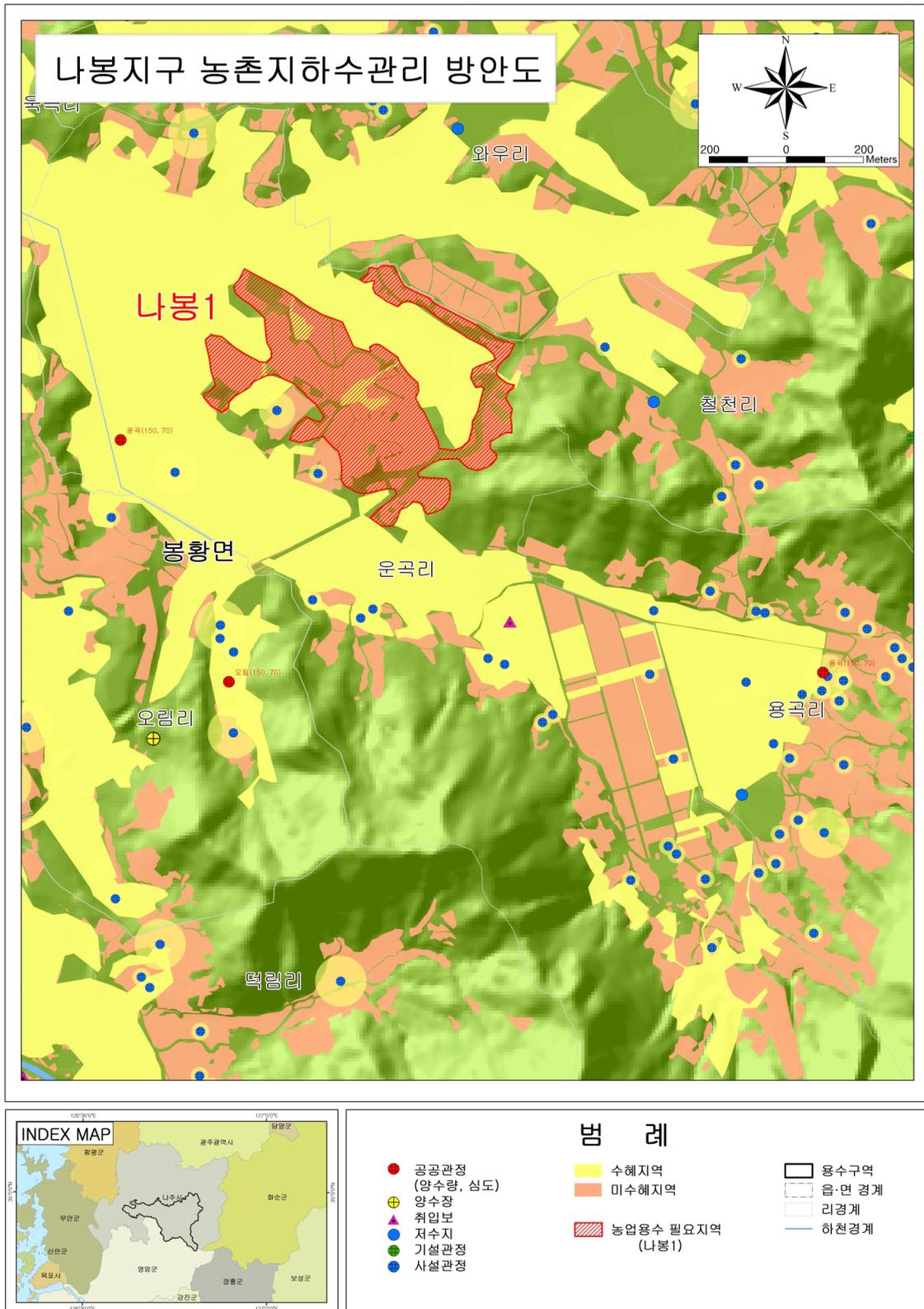
<표 4-3-2> 신규 지하수개발 추정 사업비

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 <sup>3</sup> /d)		
공당	1	3	1	150	150	250	100	150	53	영향조사 포함

IV. 나봉지구 지하수 개발·이용 방안



<그림 4-3-1> 나봉지구 지하수개발·이용 방안도



<그림 4-3-2> 나봉지구 지하수개발·이용 방안도(나봉1)

## 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/km<sup>2</sup>)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

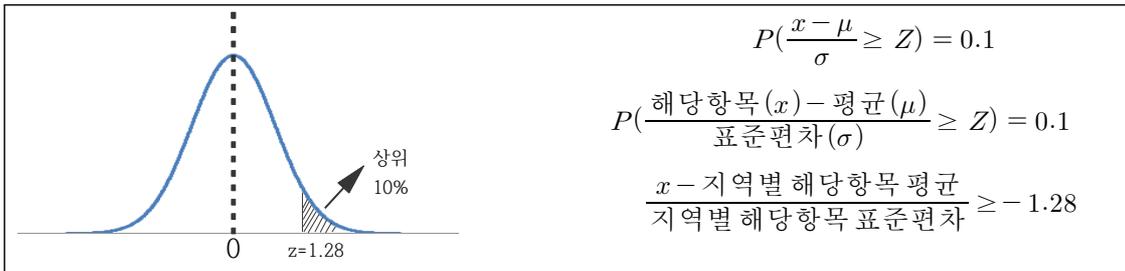
구분	내용	관심	주의	경계	심각	
		비규제적 관리필요지역		규제적 관리필요지역		
		기술적 관리				
수량	이용량/개발가능량(%)	60-70	70-80	80~100	100이상	
	단위면적당이용량(천m <sup>3</sup> /년/km <sup>2</sup> )	상위	상위	상위	상위	
	관정밀도(공/km <sup>2</sup> )	20~15%	15~10%	10~5%	5%이내	
수질	질산성질소평균(mg/L)	-	-	10~20	20이상	
	DRASTIC INDEX	상위 20~15%	상위 15~10%	상위 10~5%	상위 5%이내	
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

※ 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.

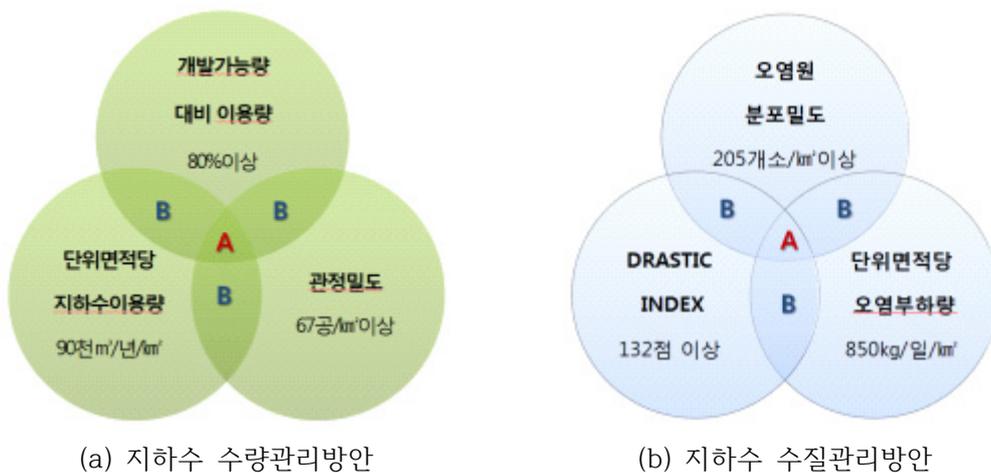
상위 10% 항목별순위는 아래와 같이 계산된다.



<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. 봉황면

- 18개의 법정리로 이루어짐
  - 각동리, 덕곡리, 덕림리, 만봉리, 송현리, 신동리, 오림리, 옥산리, 와우리, 용곡리, 용전리, 옥곡리, 운곡리, 유곡리, 장성리, 죽석리, 철천리, 황용리
- 전체 지하수 시설수는 645개소로 생활용 지하수가 119개소(18.4%), 농업용 지하수가 509개소(78.9%), 공업용 지하수가 17개소(2.6%)를 차지하고 있음
- 평균 개발가능량 대비 이용량은 13.57%(나봉지구 38.24%), 단위면적당 이용량은 29.51천 $m^3$ /년/ $km^2$ (나봉지구 44.89천 $m^3$ /년/ $km^2$ ), 관정밀도는 10.76공/ $km^2$ (나봉지구 30.49공/ $km^2$ )로 분석되었다.
- 와우리는 개발가능량 대비 이용량 69.35%, 단위면적당 이용량 76.83천 $m^3$ /년/ $km^2$ , 관정밀도 9.63공/ $km^2$ 로 가장 높게 나타난다.
- 질산성질소 평균값은 12.4mg/L(나봉지구 12.8mg/L)로 나타나며, 옥곡리가 22.3mg/L로 가장 높게 나타난다.
- 잠재오염원 평균 분포밀도는 1.00개소/ $km^2$ (나봉지구 1.30개소/ $km^2$ )로 장성리가 3.79개소/ $km^2$ 로 가장 높게 나타난다.
- DRASTIC Index는 평균 128.2점(나봉지구 121.5점)으로, 만봉리가 138.6점으로 가장 높은 지수를 보이고 있다.
- 단위면적당 오염부하량은 평균 425.47kg/일/ $km^2$ (나봉지구 354.18kg/일/ $km^2$ )로, 장성리가 1937.72kg/일/ $km^2$ 로 가장 높게 나타난다.
- 봉황면 와우리, 옥곡리는 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(봉황면)

동리	이용량/적정개발 가능량(%)		단위면적당이용량 (천m <sup>3</sup> /년/km <sup>2</sup> )		관정밀도 (공/km <sup>2</sup> )		조사자 의견	수량관리 필요지역
봉황면	13.57		29.51		10.76			
각동리	10.72		11.88		5.88			
덕곡리	17.56		19.45		4.17			
덕림리	14.44		15.99		8.98			
만봉리	14.45		16.01		4.34			
송현리	27.97		30.98		13.53			
신동리	13.54		15.00		10.12			
오림리	27.08		30.01		12.54			
옥산리	16.30		18.05		14.41			
와우리	69.35	관심	76.83	관심	9.63			
용곡리	26.65		29.53		24.38			
용전리	27.98		31.00		10.20			
옥곡리	50.12		55.53		17.67			
운곡리	20.48		22.69		11.60			
유곡리	27.21		30.14		7.66			
장성리	14.63		16.21		11.37			
죽석리	31.83		35.26		13.72			
철천리	16.80		18.61		13.85			
황용리	42.88		47.51		13.50			

<표 5-1-3> 지하수 수질관리 필요지역(봉황면)

동리	질산성질소 평균(mg/L)		오염원 분포밀도 (개소/km <sup>2</sup> )		DRASTIC INDEX		단위면적당 오염부하량 (kg/일/km <sup>2</sup> )		조사자 의견	수질관리 필요지역
봉황면	12.4		1.00		128.2		425.47			
각동리	5.6		0.00		127.5		12.04			
덕곡리	4.26		0.00		137.7	심각	5.41			○
덕림리	10.3	경계	0.41		135.5	경계	93.24			○
만봉리	1.9		0.00		138.6	심각	5.97			○
송현리	8.8		0.61		119.6		181.26			
신동리	15.3	경계	2.17	관심	120.2		897.04	경계		○
오림리	19.7	경계	2.37	관심	122.4		283.97			○
옥산리	17.7	경계	3.60	경계	130.7	주의	1664.16	심각		○
와우리	20.1	심각	0.80		129.5		217.21			○
용곡리	10.0	경계	0.00		129.9	관심	19.89			○
용전리	12.4	경계	0.62		131.5	경계	174.11		질산성질소 초과	○
옥곡리	22.3	심각	0.84		122.5		212.06		질산성질소 초과	○
운곡리	9.4		0.81		127.6		159.73			
유곡리	9.2		2.47	주의	128.9		1084.33	경계		○
장성리	15.6	경계	3.79	심각	122.3		1937.72	심각	총대장균군	○
죽석리	13.0	경계	0.75		125.5		190.98			○
철천리	6.3		0.28		128.2		71.77			
황용리	12.9	경계	2.11		129.8	관심	447.54		총대장균군등 초과	○

## 나. 세지면

- 9개의 법정리로 이루어짐
  - 교산리, 내정리, 대산리, 동곡리, 벽산리, 성산리, 송제리, 오봉리, 죽동리
- 전체 지하수 시설수는 2,019개소로 생활용 지하수가 1,598개소 (79.1%), 농업용 지하수가 421개소(20.9%)를 차지하고 있음
- 평균 개발가능량 대비 이용량은 55.14%(나봉지구 38.24%), 단위면적당 이용량은 59.58천 $m^3$ /년/ $km^2$ (나봉지구 44.89천 $m^3$ /년/ $km^2$ ), 관정밀도는 67.24공/ $km^2$ (나봉지구 30.49공/ $km^2$ )로 분석되었다.
- 송제리는 개발가능량 대비 이용량 94.16%, 단위면적당 이용량 106.03천 $m^3$ /년/ $km^2$ , 관정밀도 97.04공/ $km^2$ 로 가장 높게 나타난다.
- 질산성질소 평균값은 12.8mg/L(나봉지구 12.8mg/L)로 나타나며, 송제리가 26.3mg/L로 가장 높게 나타난다.
- 잠재오염원 평균 분포밀도는 1.60개소/ $km^2$ (나봉지구 1.30개소/ $km^2$ )로 죽동리가 5.04개소/ $km^2$ 로 가장 높게 나타난다.
- DRASTIC Index는 평균 119.3점(나봉지구 121.5점)으로, 오봉리가 131.2점으로 가장 높은 지수를 보이고 있다.
- 세지면의 단위면적당 오염부하량은 평균 366.59kg/일/ $km^2$ 이며, 성산리가 830.39kg/일/ $km^2$ , 죽동리 822.20kg/일/ $km^2$ 순으로 높게 나타난다.
- 동곡리는 시설재배하우스가 매우 밀집되어 있어, 농업용수로 양질의 지하수를 필요로 하는 지역으로 관정밀도가 높게 나타난다. 송제리는 평균 질산성질소 농도가 20mg/L를 초과하는 지역으로 오염원관리와 지하수 보호시설의 개보수 등으로 지하수 수질관리가 필요한 지역이다.

<표 5-1-4> 지하수 수량관리 필요지역(세지면)

동리	이용량/적정개발 가능량(%)		단위면적당이용량 (천m <sup>3</sup> /년/km <sup>2</sup> )		관정밀도 (공/km <sup>2</sup> )		조사자 의견	수량관리 필요지역
세지면	55.14		59.58		67.24			
교산리	39.41		44.37		45.19			
내정리	39.35		44.31		62.36	주의		
대산리	35.26		39.70		66.66	경계		○
동곡리	74.80	주의	84.23	주의	130.55	심각		○
벽산리	52.63	관심	59.27		94.18	경계		○
성산리	53.94	관심	60.74		36.43			
송제리	94.16	경계	106.03	심각	97.04	심각		○
오봉리	40.63		45.75		53.03	관심		
죽동리	46.04		51.85		55.72	관심		

<표 5-1-5> 지하수 수질관리 필요지역(세지면)

동리	질산성질소 평균(mg/L)		오염원 분포밀도 (개소/km <sup>2</sup> )		DRASTIC INDEX		단위면적당 오염부하량 (kg/일/km <sup>2</sup> )		조사자 의견	수질관리 필요지역
세지면	12.8		1.60		119.3		366.59			
교산리	14.6	경계	1.16		115.9		443.31			○
내정리	12.0	경계	0.87		112.8		116.75		질산성질소 초과	○
대산리	19.1	경계	0.62		123.3		156.60		질산성질소 초과	○
동곡리	12.3	경계	1.37		119.7		245.62			○
벽산리	6.1		0.63		120.0		192.06			
성산리	5.4		1.34		112.0		830.39	주의		
송제리	26.3	심각	1.90		114.3		291.28			○
오봉리	4.1		1.16		131.2	주의	201.14			
죽동리	9.0		5.04	심각	124.7		822.20	주의	질산성질소 초과	○

### 다. 왕곡면

- 12개의 법정리로 이루어짐
  - 덕산리, 본양리, 송죽리, 신가리, 신원리, 신포리, 양산리, 옥곡리, 월천리, 장산리, 행전리, 화정리
- 전체 지하수 시설수는 997개소로 생활용 지하수가 689개소(69.1%), 농업용 지하수가 307개소(30.8%), 공업용 지하수가 1개소(0.1%)를 차지하고 있음
- 평균 개발가능량 대비 이용량은 69.69%(나봉지구 38.24%), 단위면적당 이용량은 60.91천 $m^3$ /년/ $km^2$ (나봉지구 44.89천 $m^3$ /년/ $km^2$ ), 관정밀도는 33.14공/ $km^2$ (나봉지구 30.49공/ $km^2$ )로 분석되었다.
- 본양리는 개발가능량 대비 이용량 157.56%, 단위면적당 이용량 177.75천 $m^3$ /년/ $km^2$ , 관정밀도 66.52공/ $km^2$ 로 가장 높게 나타난다.
- 질산성질소 평균값은 13.3mg/L(나봉지구 12.8mg/L)로 나타나며, 화정리가 26.5mg/L로 가장 높게 나타난다.
- 잠재오염원 평균 분포밀도는 1.60개소/ $km^2$ (나봉지구 1.30개소/ $km^2$ )로 화정리가 2.50개소/ $km^2$ 로 가장 높게 나타난다.
- DRASTIC Index는 평균 113.1점(나봉지구 121.5점)으로, 송죽리가 123.0점으로 가장 높은 지수를 보이고 있다.
- 단위면적당 오염부하량은 평균 237.95kg/일/ $km^2$ (나봉지구 354.18kg/일/ $km^2$ )로, 신원리가 553.74kg/일/ $km^2$ 로 가장 높게 나타난다.
- 왕곡면 장산리, 화정리는 평균 질산성질소 농도가 20mg/L를 초과하는 지역으로 지하수 보호시설이 열악하거나 주변의 오염 유발시설물에 의한 외부오염물질 유입 가능성이 높은 지역이 존재하여 주변 정밀조사 및 시설물 개보수가 필요하다.

<표 5-1-6> 지하수 수량관리 필요지역(왕곡면)

동리	이용량/적정개발 가능량(%)		단위면적당이용량 (천m <sup>3</sup> /년/km <sup>2</sup> )		관정밀도 (공/km <sup>2</sup> )		조사자 의견	수량관리 필요지역
왕곡면	69.69		60.91		33.14			
덕산리	71.53	주의	80.69	주의	36.88			
본양리	157.56	심각	177.75	심각	66.52	주의		○
송죽리	31.47		35.50		18.18			
신가리	80.67	경계	91.00	경계	41.87			○
신원리	51.44	관심	58.03		47.05			
신포리	49.74		56.12		22.07			
양산리	85.33	경계	96.27	경계	38.32			○
옥곡리	70.13	주의	79.12	관심	24.79			
월천리	46.32		52.25		47.40			
장산리	40.06		45.19		22.58			
행전리	34.58		39.01		45.46			
화정리	27.56		31.09		27.86			

<표 5-1-7> 지하수 수질관리 필요지역(왕곡면)

동리	질산성질소 평균(mg/L)		오염원 분포밀도 (개소/km <sup>2</sup> )		DRASTIC INDEX		단위면적당 오염부하량 (kg/일/km <sup>2</sup> )		조사자 의견	수질관리 필요지역
왕곡면	13.3		1.60		113.1		237.95			
덕산리	10.0	경계	1.19		111.8		164.18			○
본양리	14.1	경계	0.00		107.1		28.15			○
송죽리	1.5		0.96		123.0		490.80	관심		
신가리	14.7	경계	1.82		113.9		227.47		질산성질소 초과	○
신원리	13.6	경계	2.46	주의	113.1		553.74	관심		○
신포리	8.1		2.15		111.9		309.69			
양산리	13.1	경계	1.99		111.8		186.89		질산성질소 초과	○
옥곡리	9.6		0.00		120.4		17.48			
월천리	4.2		1.58		104.8		250.69			
장산리	26.1	심각	2.05		122.9		225.67		질산성질소 초과	○
행전리	13.4	경계	1.62		111.2		188.53		질산성질소 초과	○
화정리	26.5	심각	2.50	경계	105.4		212.08		질산성질소 초과	○

5.1.3 지하수관리필요지역 선정결과

나봉지구 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 5-1-8> 읍·면별 지하수관리필요지역

읍 면	수 량		수 질	
계	8		27	
봉황면	-	-	14	덕곡리, 덕림리, 만봉리, 신동리, 오림리, 옥산리, 와우리, 용곡리, 용전리, 옥곡리, 유곡리, 장성리, 죽석리, 황용리
세지면	4	대산리, 동곡리, 벽산리, 송제리	6	교산리, 내정리, 대산리, 동곡리, 송제리, 죽동리
왕곡면	4	덕산리, 본양리, 신가리, 양산리	7	본양리, 신각리, 신원리, 양산리, 장산리, 행전리, 화정리

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

<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 나봉지구 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	52	8	28	16	
봉황면	24	운곡리	덕곡리 덕림리 만봉리 신동리 오림리 옥산리 와우리 용곡리 용전리 옥곡리 유곡리 장성리 죽석리 황용리	장성리 송현리 용전리 황용리 용곡리 운곡리 덕곡리 만봉리 오림리	
세지면	14	대산리 동곡리 벽산리 송제리	교산리 내정리 대산리 동곡리 송제리 죽동리	죽동리 성산리 교산리 오봉리	
왕곡면	14	본양리 신가리 양산리	덕산리 본양리 신각리 신원리 양산리 장산리 행진리 화정리	양산리 장산리 신포리	

<표 5-2-3> 나봉지구 지하수관리필요지역 세부내역

읍면	리	문제점	특징 및 종합 해석	대 책
봉 향 면	덕곡리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DRASTIC INDEX 높음</li> <li>• 농업용공공관정 관리 취약</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 농경지 대비 임야 면적의 비율이 높은 지역으로 오염취약성도가 높게 나타남</li> <li>• 공공관정 2개소 오염방지 덮개, 유량계, 출수장치, 수위측정관 설치 미비</li> </ul>	[B]③ 오염원현황파악 및 관리와 유형별 오염원 특성 파악 [C]① 2개소에 대한 덮개 설치 및 유량계, 출수장치, 수위측정관 적정설치 점검 필요
	덕림리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 평균 질산성질소 농도 높음</li> <li>• DRASTIC INDEX 높음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 주거 밀집지역과 축사시설 등으로 지하수 오염이 우려되는 지역으로 평균 질산성질소 농도가 높음</li> </ul>	[B]②수질불량 원인 분석 및 조치 [B]③ 오염원현황파악 및 관리와 유형별 오염원 특성 파악
	만봉리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DRASTIC INDEX 높음</li> <li>• 농업용공공관정 관리 취약</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 농경지 대비 임야 면적의 비율이 높은 지역으로 오염취약성도가 높게 나타남</li> <li>• 공공관정 1개소 오염방지 덮개, 유량계, 출수장치, 수위측정관 설치 미비</li> </ul>	[B]③ 오염원현황파악 및 관리와 유형별 오염원 특성 파악[C]① 2개소에 대한 덮개 설치 및 유량계, 출수장치, 수위측정관 적정설치 점검 필요
	신동리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 평균 질산성질소 농도 높음</li> <li>• 단위면적당 오염부하량 높음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 봉황천이 리 중앙부로 흐르는 지역, 대규모 축사 등으로 평균 질산성질소 농도 및 오염부하량이 높음</li> </ul>	[B]②수질불량 원인 분석 및 조치 [B]③ 오염원현황파악 및 관리와 유형별 오염원 특성 파악
	송현리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 농업용공공관정 관리 취약</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 공공관정 1개소 오염방지 덮개, 유량계, 출수장치 설치 미비</li> </ul>	[C]① 1개소에 대한 상부보호공 덮개 교체, 유량계 및 출수장치의 적정설치 점검
	오림리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 평균 질산성질소 농도 높음</li> <li>• 농업용공공관정 관리 취약</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 공공관정 1개소 오염방지 덮개, 유량계, 출수장치, 수위측정관 설치 미비, 수중모터 불량</li> <li>• 축사시설이 밀집되어 있어 지하수 오염이 우려되는 지역으로 평균 질산성질소 농도가 높음</li> </ul>	[B]②수질불량 원인 분석 및 조치 [C]① 1개소에 대한 상부보호공 덮개 교체, 유량계 및 출수장치, 수위측정관의 적정설치 점검. 수중모터 점검 및 교체
	옥산리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 평균 질산성질소 농도 높음</li> <li>• 오염원분포밀도 높음</li> <li>• 단위면적당 오염부하량 높음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 신도산업단지 인근 지역, 주거 밀집지역과 축사 분포밀도가 높아 평균 질산성질소 농도 및 오염부하량이 높음</li> </ul>	[B]②수질불량 원인 분석 및 조치 [B]③ 오염원현황파악 및 관리와 유형별 오염원 특성 파악
	와우리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 평균 질산성질소 농도 높음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 나주봉향농공단지가 위치하고 있는 지역, 주거 밀집지역과 농경지가 넓게 분포함</li> </ul>	[B]②수질불량 원인 분석 및 조치
	용전리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 평균 질산성질소 농도 높음</li> <li>• 질산성질소농도 기준초과</li> <li>• DRASTIC INDEX 높음</li> <li>• 농업용공공관정 관리 취약</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 영산천이 리 중앙부로 흐르는 지역, 농경지가 넓게 분포하며, 다수의 시설 재배하우스와 주거 밀집지역이 있음</li> <li>• 공공관정 1개소 유량계, 출수장치, 수위측정관 설치 미비</li> </ul>	[B]②수질불량 원인 분석 및 조치, 질산성질소 초과지점에 대한 수질 불량 원인 분석 및 조치 [B]③ 오염원현황파악 및 관리와 유형별 오염원 특성 파악 [C]① 1개소에 대한 유량계 및 출수장치, 수위측정관 적정설치 점검.

<표 5-2-3> 나봉지구 지하수관리필요지역 세부내역 - 계속

읍면	리	문제점	특징 및 종합 해석	대책
봉 향 면	용곡리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 평균 질산성질소 농도 높음</li> <li>• 농업용공공관정 관리 취약</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 산악지형과 농경지의 경계부 지역</li> <li>• 공공관정 1개소 보호공 불량, 오염방지 덮개, 수위측정관 설치 미비, 수중모터 불량</li> </ul>	[B]②수질불량 원인 분석 및 조치 [C]① 1개소에 대한 상부보호공과 덮개 교체, 수위측정관 적정설치 점검, 수중모터 점검필요
	옥곡리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 평균 질산성질소 농도 높음</li> <li>• 질산성질소농도 기준초과</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 다수의 축사시설과 주거 밀집지역이 있어 지하수 오염이 우려되는 지역으로 평균 질산성질소 농도가 높고, 초과지점이 발생함</li> </ul>	[B]②수질불량 원인 분석 및 조치, 질산성질소 초과지점에 대한 수질 불량 원인 분석 및 조치
	운곡리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 농업용 신규관정 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 잔여면적이 넓고 관정밀도가 낮음</li> </ul>	[A]③ 수요파악 후 신규관정개발
	유곡리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 단위면적당 오염부하량 높음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 대규모 축사시설이 있어 단위면적당 오염부하량이 높게 나타남</li> </ul>	[B]③ 오염원현황파악 및 관리와 유형별 오염원 특성 파악
	장성리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 평균 질산성질소 농도 높음</li> <li>• 총대장균군 기준초과</li> <li>• 오염원분포밀도 높음</li> <li>• 농업용공공관정 관리 취약</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 대규모 축사시설이 밀집되어 있어 평균 질산성질소 농도가 높고, 수질분석결과 총대장균군 초과지점 발생</li> <li>• 공공관정 1개소 유량계, 출수장치, 수위측정관 설치 미비</li> </ul>	[B]②수질불량 원인 분석 및 조치, 질산성질소 초과지점에 대한 수질 불량 원인 분석 및 조치 [B]③ 오염원현황파악 및 관리와 유형별 오염원 특성 파악 [C]① 1개소에 대한 유량계, 출수장치, 수위측정관 적정설치 점검필요
	죽석리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 평균 질산성질소 농도 높음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 봉향면 소재지 지역으로 주거밀집지역과 나주봉향농공단지가 위치함</li> </ul>	[B]②수질불량 원인 분석 및 조치
세 지 면	황용리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 평균 질산성질소 농도 높음</li> <li>• 총대장균군 기준초과</li> <li>• 질산성질소농도 기준초과</li> <li>• 농업용공공관정 관리 취약</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 다수의 축사시설이 있어 평균 질산성질소 농도가 높고, 수질분석결과 총대장균군과 질산성질소 초과지점 발생</li> <li>• 공공관정 1개소 보호공 불량, 오염방지 덮개, 수위측정관 설치 미비</li> </ul>	[B]②수질불량 원인 분석 및 조치, 질산성질소 초과지점에 대한 수질 불량 원인 분석 및 조치 [C]① 1개소에 대한 상부보호공과 덮개 교체, 수위측정관 적정설치 점검, 수중모터 점검필요
	교산리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 평균 질산성질소 농도 높음</li> <li>• 농업용공공관정 관리 취약</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 낮은 구릉지와 농경지가 혼재하는 지역, 평균 질산성질소 농도가 높음</li> <li>• 공공관정 1개소 유량계, 출수장치, 수위측정관 설치 미비</li> </ul>	[B]②수질불량 원인 분석 및 조치 [C]① 1개소에 대한 유량계, 출수장치, 수위측정관 적정설치 점검필요
	내정리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 평균 질산성질소 농도 높음</li> <li>• 질산성질소농도 기준초과</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 용공제를 통해 농업용수를 공급받는 지역으로 다수의 시설 재배하우스와 농경지가 넓음</li> </ul>	[B]②수질불량 원인 분석 및 조치, 질산성질소 초과지점에 대한 수질 불량 원인 분석 및 조치
대산리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 농업용 관정밀도 높음</li> <li>• 평균 질산성질소 농도 높음</li> <li>• 질산성질소농도 기준초과</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 용공제 상류부로 농업용수는 주로 관정을 이용하여 관정밀도가 높음</li> <li>• 평균질산성질소 농도가 높고, 수질분석결과 질산성질소 초과 지점 발생</li> </ul>	[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	

<표 5-2-3> 나봉지구 지하수관리필요지역 세부내역 - 계속

읍면	리	문제점	특징 및 종합 해석	대책
세 지 면	동곡리	<ul style="list-style-type: none"> <li>이용량/개발가능량 높음</li> <li>농업용 관정밀도 높음</li> <li>평균 질산성질소 농도 높음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>만봉천과 인접한 지역으로 시설 재배 하우스가 밀집되어 있고 지하수이용량과 관정밀도가 높음</li> <li>평균질산성질소 농도가 높음</li> </ul>	[A]①지하수이용량과약, 개발/이용 실태점검 등을 통하여 취수량 조정 필요 [B]②수질불량 원인 분석 및 조치
	벽산리	<ul style="list-style-type: none"> <li>농업용 관정밀도 높음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>세지면소제지 인근지역으로 다수의 시설 재배하우스와 농경지가 넓음</li> </ul>	[A]①지하수이용량과약, 개발/이용 실태점검 등을 통하여 취수량 조정 필요
	성산리	<ul style="list-style-type: none"> <li>이용량/개발가능량 높음</li> <li>단위면적당 이용량 높음</li> <li>농업용 관정밀도 높음</li> <li>농업용공공관정 관리 취약</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>대규모 축사시설과 골프장이 위치하고 있어 지하수 피이용과 지하수오염이 우려되는 지역</li> <li>공공관정 3개소 유량계, 출수장치, 수위측정관 설치 미비, 수중모터, 전기시설 불량</li> </ul>	[A]①지하수이용량과약, 개발/이용 실태점검 등을 통하여 취수량 조정 필요 [C]① 3개소에 대한 유량계, 출수장치, 수위측정관 적정설치 점검, 수중모터, 전기시설 점검필요
	송계리	<ul style="list-style-type: none"> <li>평균 질산성질소 농도 높음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>영암산복농공단지 인근지역으로 인구 밀집지역과 다수의 축사시설로 평균 질산성질소 농도가 높음</li> </ul>	[B]②수수질불량 원인 분석 및 조치, 질산성질소 초과지점에 대한 수질 불량 원인 분석 및 조치
	오봉리	<ul style="list-style-type: none"> <li>농업용공공관정 관리 취약</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>공공관정 1개소 유량계, 출수장치, 수위측정관 설치 미비, 수중모터 불량</li> </ul>	[C]① 1개소에 대한 유량계, 출수장치, 수위측정관 적정설치 점검, 수중모터 점검필요
	죽동리	<ul style="list-style-type: none"> <li>오염원분포밀도 높음</li> <li>질산성질소농도 기준초과</li> <li>농업용공공관정 관리 취약</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>만봉천이 리 중앙부로 흐르는 지역, 시설재배하우스와 축사시설이 밀집되어 지하수오염이 우려되는 지역</li> <li>공공관정 1개소에 대하여 유량계, 출수장치 설치 미비</li> </ul>	[B]②수질불량 원인 분석 및 조치, 질산성질소 초과지점에 대한 수질 불량 원인 분석 및 조치 [B]③ 오염원현황과약 및 관리와 유형별 오염원 특성 과약 [C]① 1개소에 대한 유량계, 출수장치 적정설치 점검
왕 곡 면	덕산리	<ul style="list-style-type: none"> <li>평균 질산성질소 농도 높음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>나주혁신산업단지와 왕곡면소제지가 위치하는 지역으로 평균질산성질소 농도가 높음</li> </ul>	[B]②수질불량 원인 분석 및 조치, 질산성질소 초과지점에 대한 수질 불량 원인 분석 및 조치
	본양리	<ul style="list-style-type: none"> <li>이용량/개발가능량 높음</li> <li>단위면적당 이용량 높음</li> <li>평균 질산성질소 농도 높음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>농업용수에 대한 관정의존도가 높은 지역으로 지하수이용량 비율이 높음</li> <li>평균질산성질소 농도가 높음</li> </ul>	[A]①지하수이용량과약, 개발/이용 실태점검 등을 통하여 취수량 조정 필요 [B]②수질불량 원인 분석 및 조치
	신원리	<ul style="list-style-type: none"> <li>평균 질산성질소 농도 높음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>축사시설이 다수 위치하고 있어, 평균 질산성질소 농도가 높음</li> </ul>	[B]②수질불량 원인 분석 및 조치, 질산성질소 초과지점에 대한 수질 불량 원인 분석 및 조치
	신포리	<ul style="list-style-type: none"> <li>농업용공공관정 관리 취약</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>공공관정 2개소 오염방지 덮개, 유량계, 출수장치, 수위측정관 설치 미비</li> </ul>	[C]① 2개소에 대한 오염방지 덮개 교체, 유량계, 출수장치, 수위측정관의 적정설치 점검

<표 5-2-3> 나봉지구 지하수관리필요지역 세부내역 - 계속

읍면	리	문제점	특징 및 종합 해석	대책
왕곡면	신가리	<ul style="list-style-type: none"> <li>이용량/개발가능량 높음</li> <li>단위면적당 이용량 높음</li> <li>평균 질산성질소 농도 높음</li> <li>질산성질소농도 기준초과</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>농업용수 공급에 대하여 지하수 이용 비율이 높은 지역으로 단위면적당 이용량이 높음</li> <li>평균 질산성질소 농도가 높고, 수질분석결과 질산성질소 초과 지점 발생</li> </ul>	<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>
	양산리	<ul style="list-style-type: none"> <li>이용량/개발가능량 높음</li> <li>단위면적당 이용량 높음</li> <li>평균 질산성질소 농도 높음</li> <li>질산성질소농도 기준초과</li> <li>농업용공공관정 관리 취약</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>니주혁신산업단지 인근지역으로 다수의 시설재배하우스와 인구밀집지역이 있음</li> <li>평균 질산성질소 농도가 높고, 수질분석결과 질산성질소 초과 지점 발생</li> <li>공공관정 1개소 유량계, 출수장치, 수위측정관 설치 미비</li> </ul>	<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 유량계, 출수장치, 수위측정관의 적정설치 점검</p>
	장산리	<ul style="list-style-type: none"> <li>평균 질산성질소 농도 높음</li> <li>질산성질소농도 기준초과</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>니주혁신산업단지 인근지역으로 주거 편의시설이 다수 위치하여 지하수 오염이 우려되는 지역</li> <li>평균 질산성질소 농도가 높고, 수질분석결과 질산성질소 초과 지점 발생</li> </ul>	<p>[B]②수질불량 원인 분석 및 조치, 질산성질소 초과지점에 대한 수질 불량 원인 분석 및 조치</p>
	행전리	<ul style="list-style-type: none"> <li>평균 질산성질소 농도 높음</li> <li>질산성질소농도 기준초과</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>농업용수 공급에 대하여 지하수 이용 비율이 높은 지역으로 평균 질산성질소 농도가 높고, 수질분석결과 질산성질소 초과 지점 발생</li> </ul>	<p>[B]②수질불량 원인 분석 및 조치, 질산성질소 초과지점에 대한 수질 불량 원인 분석 및 조치</p>
	화정리	<ul style="list-style-type: none"> <li>평균 질산성질소 농도 높음</li> <li>질산성질소농도 기준초과</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>인구와 축사 밀집지역이 있어, 지하수 오염이 우려되는 지역으로 평균 질산성질소 농도가 높고, 수질분석결과 질산성질소 초과 지점 발생</li> </ul>	<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 <sup>3</sup> 이상(도서, 해안 등 특수지역은 30m <sup>3</sup> 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( $\text{cm}^{-1}$ )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 <sup>2</sup> /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 <sub>3</sub> +HCO <sub>3</sub> -SO <sub>4</sub> -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

전병칠(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

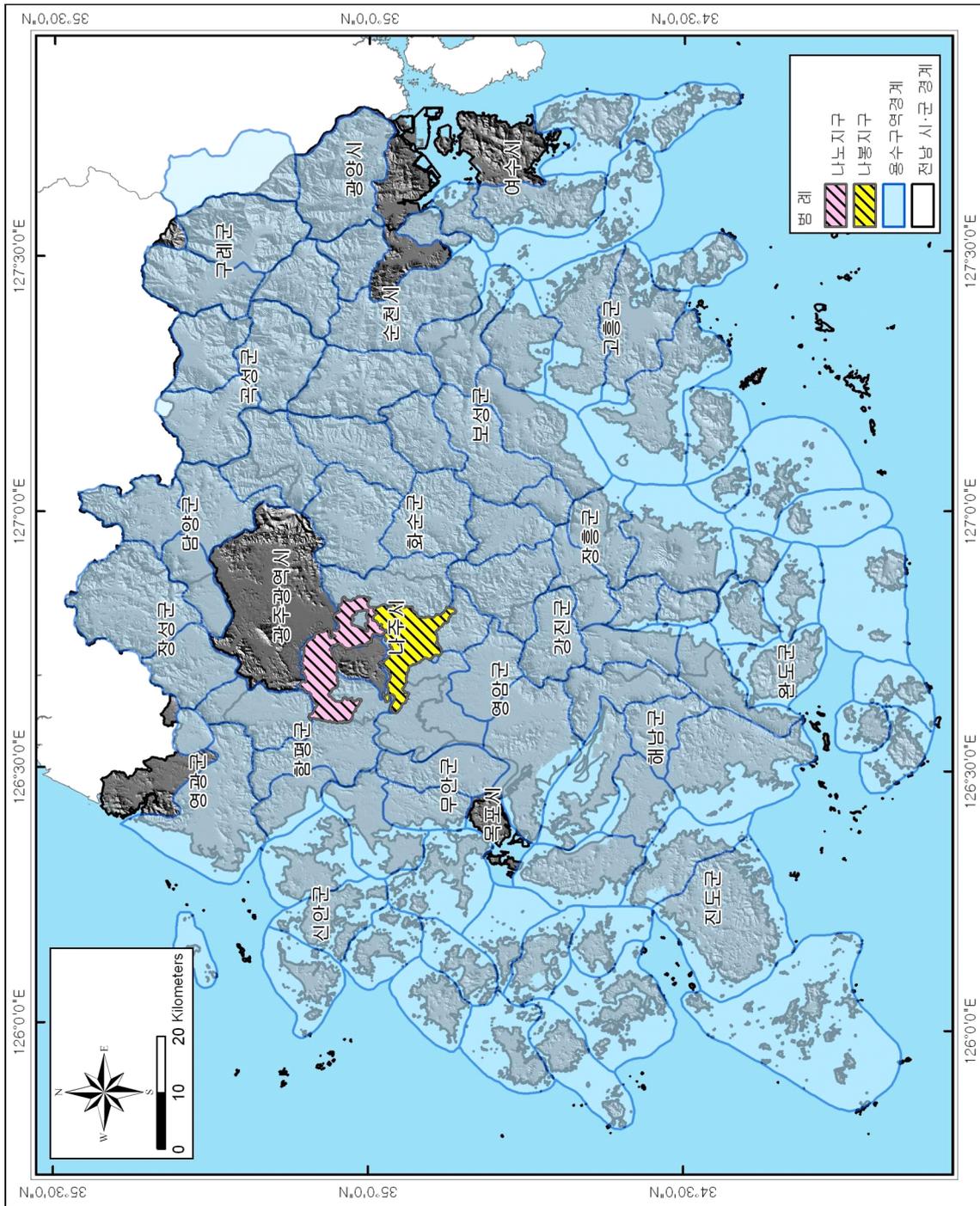
용수구역	행정구역 현황	수계	비고
강성	강진군 병영, 성전, 작천	탐진강	
강도	강진군 강진, 도암	해안지역	
강칠	강진군 칠량	해안지역	
대마	강진군 대구, 마량	해안지역	
고대	고흥군 남양, 대서, 동강	해안지역	
고과	고흥군 과역, 두원, 점암	해안지역	
고도	고흥군 도덕, 도양, 도화, 풍양	해안지역	
고포	고흥군 고흥, 영남, 점암, 포두	해안지역	
고봉	고흥군 과역, 두원, 점암	도서	
고금	고흥군 금산	도서	
곡옥	곡성군 검, 삼기, 오산, 옥과, 입	섬진강	
곡고	곡성군 고달, 곡성, 오곡	섬진강	
곡석	곡성군 목사동, 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, 산포	영산강	
나남	나주시 남평, 다도, 화순군 도암	영산강	
나봉	나주시 봉황, 세지, 왕곡	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 <b>담양군</b> 월산	영산강	
장삼	장성군 동화, 삼계, 삼서, 서남, 황룡	영산강	
장유	장흥군 금정, 부산, 유치, <b>강진군</b> 옥천, <b>영암군</b> 영암	탐진강	
동평	장흥군 장동, 장평	섬진강	
장군	장흥군 장흥, <b>강진군</b> 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, <b>장성군</b> 삼서	영산강	
함신	함평군 대동, 문평, 손불, 신평, 엄다, 학교, 함평, <b>나주시</b> 다시	영산강	
함손	함평군 손불	해안	
해화	해남군 문내, 화원	해안	
해산	해남군 마산, 산이	해안지역	
해계	해남군 계곡, 옥천, <b>강진군</b> 도암	해안	
해황	해남군 황산	해안지역	
해삼	해남군 삼산, 옥천, 해남	해안지역	
해현	해남군 송지, 현산, 화산	해안지역	
해북	해남군 북일, 북평, <b>강진군</b> 도암	해안지역	
화이	<b>화순군</b> 대덕, 북, 이서, <b>담양군</b> 남	섬진강	
화남	<b>화순군</b> 남, 동북, 한천	섬진강	
화릉	<b>화순군</b> 능주, 도곡, 동, 한천, 화순	지석천	
화춘	<b>화순군</b> 이양, 청풍, 춘양	영산강	



<그림 1-1-1> 전라남도 용수구역 현황

## 1.2 행정구역 및 인구현황

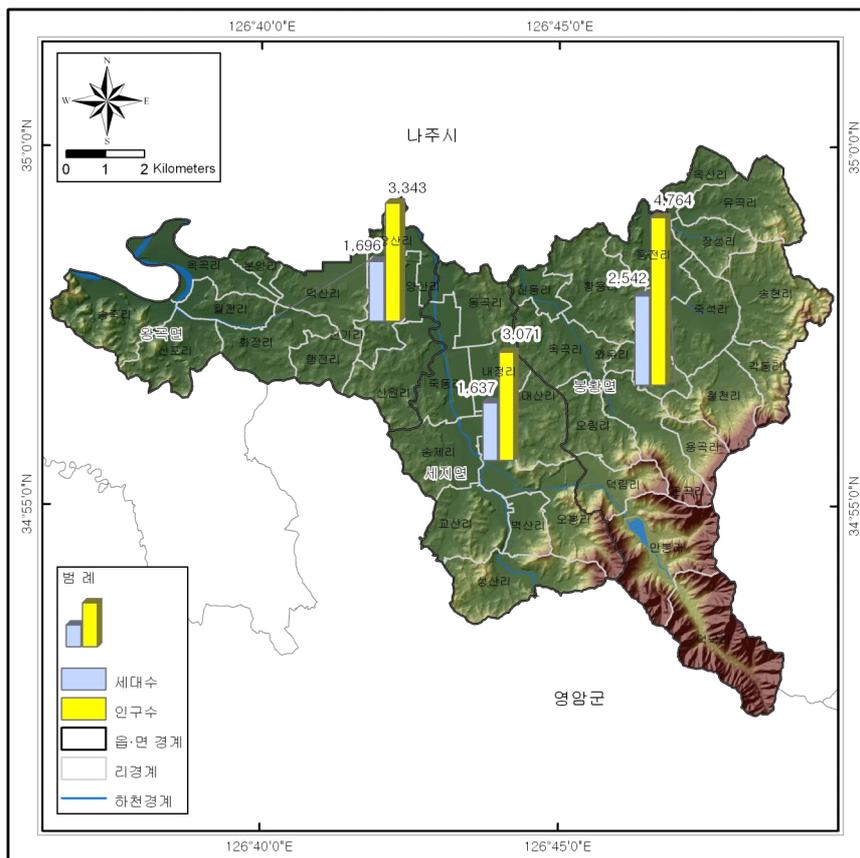
### 가. 행정구역 현황

□ 나봉지구는 봉황면, 세지면, 왕곡면 3개 면으로 구성되어있으며, 전체 면적은 120.07km<sup>2</sup>이고, 그 중 봉황면이 전체 면적의 49.9%를 차지한다<표 1-2-1, 그림 1-2-1>.

<표 1-2-1> 나봉지구 행정구역 현황

행 정 구 역			면 적 (km <sup>2</sup> )	구성비 (%)
시·군	읍·면	법정리		
1시	3면	39개리	120.07	100.0%
나주시	봉황면	각동리, 덕곡리, 덕림리, 만봉리, 송현리, 신동리, 오림리, 옥산리, 와우리, 용곡리, 용전리, 옥곡리, 운곡리, 유곡리, 장성리, 죽석리, 철천리, 황용리	59.97	49.9%
	세지면	교산리, 내정리, 대산리, 동곡리, 벽산리, 성산리, 송제리, 오봉리, 죽동리	30.02	25.0%
	왕곡면	덕산리, 본양리, 송죽리, 신가리, 신원리, 신포리, 양산리, 옥곡리, 월천리, 장산리, 행전리, 화정리	30.08	25.1%

※ 자료출처 : 통계연보(나주시, 2018)



<그림 1-2-1> 나봉지구 행정구역 현황

나. 인구현황

- 2017년말 기준 나봉지구 인구는 11,178명으로, 이는 전라남도 전체인구 1,935,664명의 약 0.6%, 나주시 전체인구인 112,674명의 약 9.9%에 해당되며, 봉황면 4,764명, 왕곡면 3,343명, 세지면 3,071명 순으로 확인된다<표 1-2-2>.
- 나봉지구의 세대수는 5,875세대(나주시 전체 52,303세대의 약 11.2%)이며, 세대당 인구는 평균 1.90명/세대이다.
- 나봉지구의 인구밀도는 93.10 명/km<sup>2</sup>로 나타났으며, 왕곡면의 인구밀도가 111.14명/km<sup>2</sup>로 가장 높은 것으로 확인되며, 세지면이 102.30명/km<sup>2</sup>, 봉황면이 79.44/km<sup>2</sup>로 확인된다.

<표 1-2-2> 나봉지구 인구현황

구 분	세 대	인 구(명)			인구밀도 (명/km <sup>2</sup> )	면 적 (km <sup>2</sup> )	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	
나봉지구	5,875	11,178	5,757	5,421	93.10	120.07	1.90	
나주시	봉황면	2,542	4,764	2,473	2,291	79.44	59.97	1.87
	세지면	1,637	3,071	1,553	1,518	102.30	30.02	1.88
	왕곡면	1,696	3,343	1,731	1,612	111.14	30.08	1.97

※ 자료출처 : 통계연보(전라남도, 나주시, 2018)

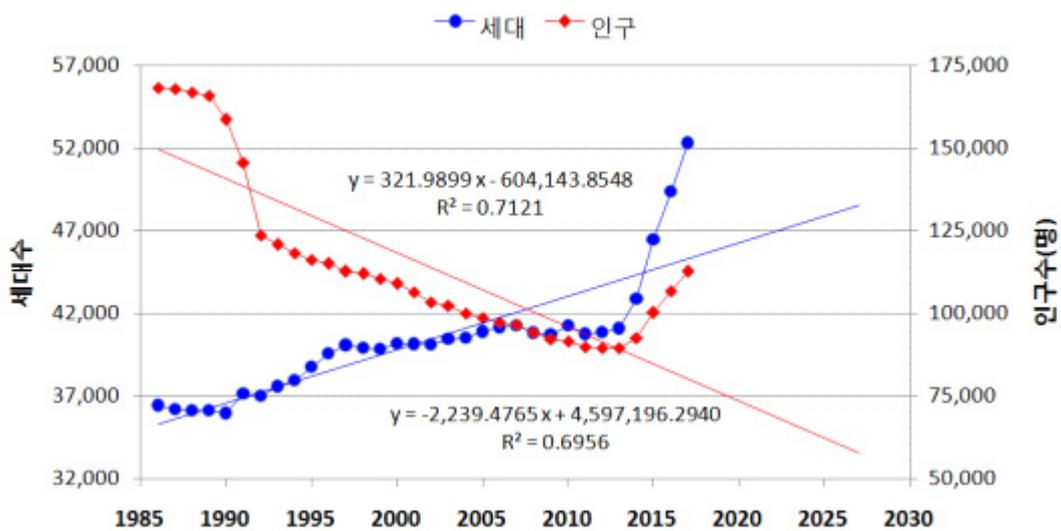
다. 인구추세

- 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 <sup>2</sup> )	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

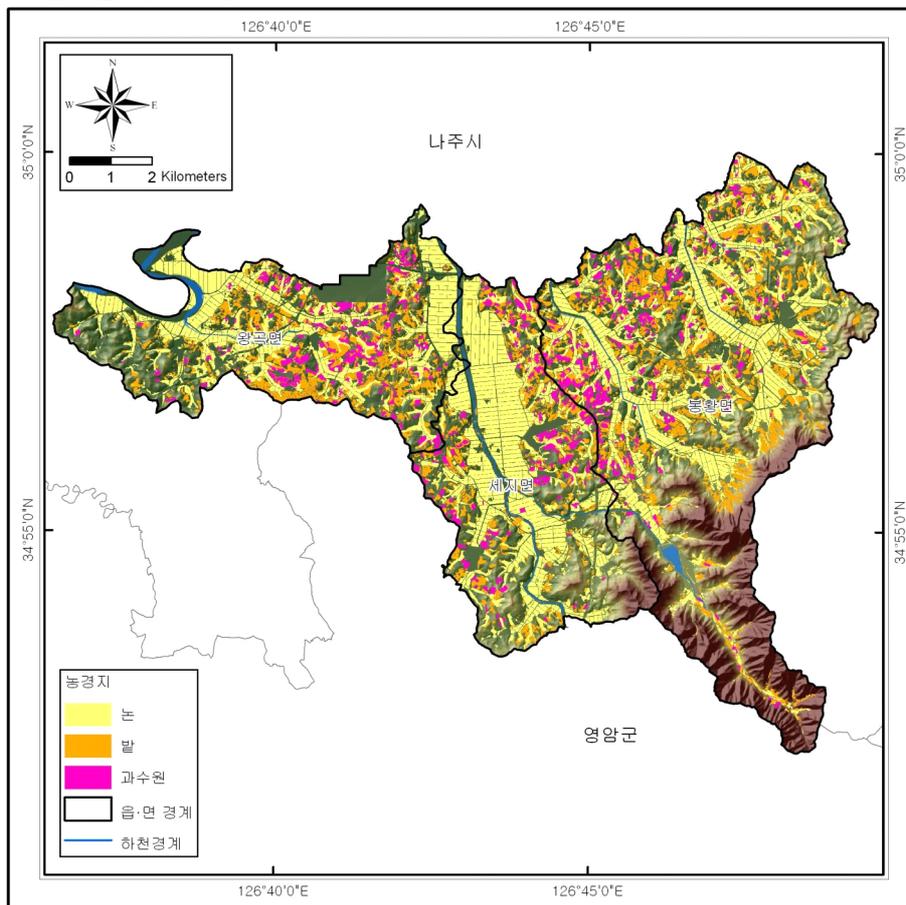
□ 나주시의 농가수는 총가구의 약 17.8%인 9,329가구이며, 경지면적은 21,663ha(전 7,471ha, 답 14,192ha)로 전과 답의 비율은 34 : 66이며, 가구당 경지면적은 2.32ha/가구이다<표 1-3-1>.

<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

□ 나봉지구 축산가구는 총 156 구이며, 그 중 가금류를 사육하는 가구가 61 가구로 가장 큰 비중을 차지하며 사육두수 또한 가금류가 3,103,374마리로 가장 큰 비중을 차지한다<표 1-3-2>.

<표 1-3-2> 나봉지구 축산업 현황

구 분	한우		젓소		가금		돼지		염소		
	가구	마리	가구	마리	가구	마리	가구	마리	가구	마리	
나봉지구	56	9,761	10	1,402	61	60,308	29	3,103,374	-	-	
나주시	봉황면	15	2,650	1	120	24	47,700	20	1,406,625	-	-
	세지면	20	3,806	2	290	25	2,300	1	1,215,744	-	-
	왕곡면	21	3,305	7	992	12	10,308	8	481,005	-	-

※ 자료출처 : 나주시 가축사육업등록현황, 현장조사 결과

### 다. 사업체 현황

□ 나봉지구의 사업체수 변화는 조금씩 감소하고 있으며, 읍면별 사업장은 봉황면이 248개소로 나주시 전체(8,056개소)의 3.1%가 운영되고 있으며, 종사자수는 1,098명으로 나주시 전체 (46,831명)의 2.3%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 (%)	
나봉지구	548	572	606	7.5	2,138	2,340	2,808	6.0	
나주시	봉황면	227	234	248	3.1	858	969	1,098	2.3
	세지면	159	161	166	2.1	586	645	585	1.2
	왕곡면	162	177	192	2.4	694	726	1,125	2.4

※ 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 1-3-6> 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, 나봉지구에는 봉황면에 봉황농공단지가 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	1,435	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 옥당리 91	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

□ 나봉지구에는 7개의 하천이 있으며 이중 영산강 1개의 국가하천과 영산천 등 6개의 지방천이 발달해 있고, 평균 하천연장은 20.46km이다<표 1-4-1, 그림 1-4-1>.

<표 1-4-1> 나봉지구 지방하천 현황

하천명	유수의 계통(수계)				하천 등급	하천기점		하천종점		하천연장 (km)	유로연장 (km)	유역면적 (km <sup>2</sup> )
	분류	제1지류	제2지류	제3지류		시군	읍면	시군	읍면			
영산강	영산강				국가	담양	담양	영암	삼호	82.18	2이상하천관리청관할하천	
영산천	영산강	영산천			지방	나주	봉황	나주	영산	9.54	10.5	64.50
봉황천	영산강	봉황천				나주	봉황	나주	영산	11.41	12.4	22.30
만봉천	영산강	만봉천			지방	나주	봉황	나주	영산	16.75	18.4	14.80
유곡천	영산강	영산천	유곡천		지방	나주	봉황	영암	월산	4.17	4.58	4.70
덕산천	영산강	덕산천			지방	나주	왕곡	나주	왕곡	6.76	7.75	28.10
금천	영산강	만봉천	금천		지방	영암	금정	나주	세지	12.4	14.2	124.00

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

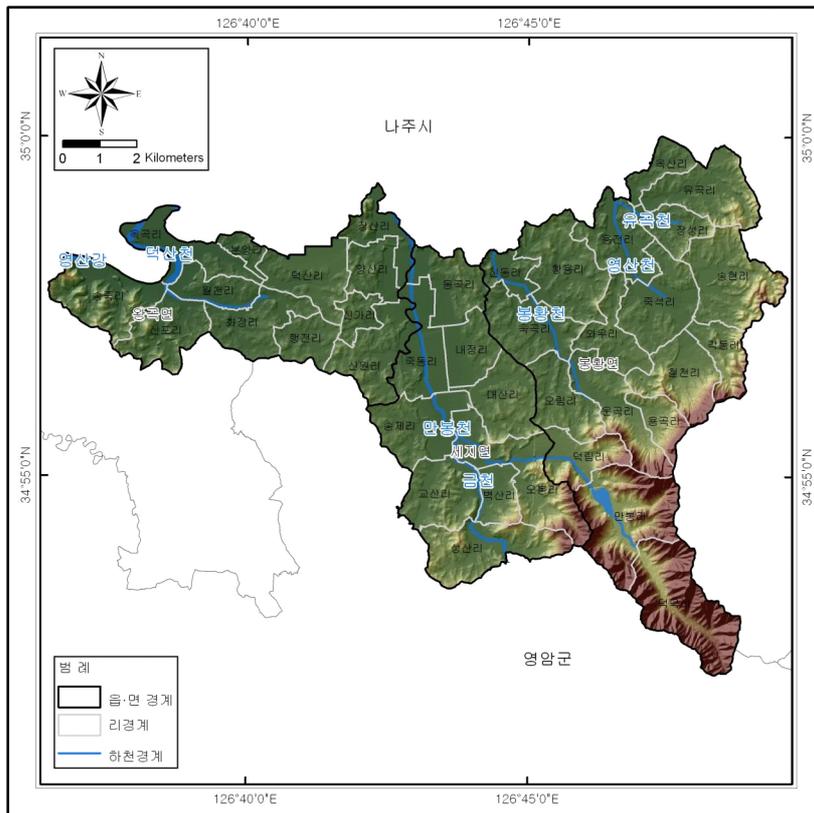
나. 유역 현황

□ 본 조사에서는 수계분포와 지형 등을 고려하여 분류된 수자원단위지도인 표준유역을 지하수 이용현황, 물수지 분석 및 지하수자원 평가의 기초단위로 설정하였으며, 1개의 대권역과 1개의 중권역, 3개의 표준유역이 포함되어 있다<표 1-4-2, 그림 1-4-2>. 각 표준유역의 면적은 고막원천합류점 22.51km<sup>2</sup>(18.7%), 만봉천 51.39km<sup>2</sup>(42.8%), 영산포수위표 46.17km<sup>2</sup>(38.5%)로 나타난다.

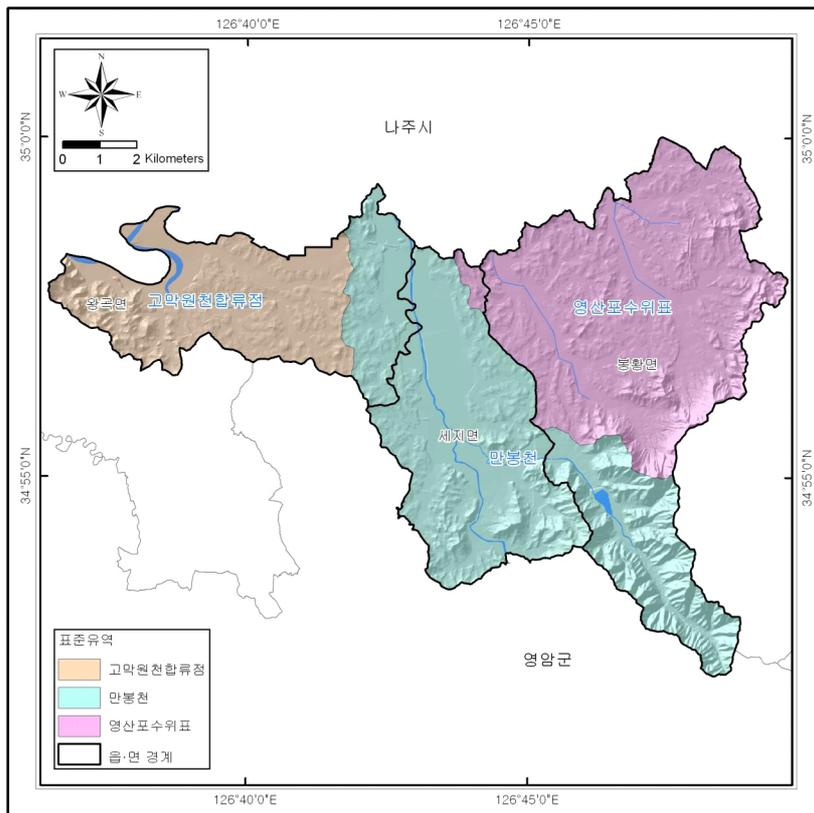
<표 1-4-2> 표준유역 현황

대권역	중권역	표준유역			
		유역명	유역코드	면적(km <sup>2</sup> )	구성비(%)
나봉지구				120.07	61.5
영산강	영산강중류	고막원천합류점	500405	22.51	18.7
		만봉천	500404	51.39	42.8
		영산포수위표	500403	46.17	38.5

※ 자료출처 : 한강홍수통제소 하천정보센터



<그림 1-4-1> 나봉지구 하천 현황



<그림 1-4-2> 나봉지구 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	-	1.9
5월	19.8	30.2	62.0	4.1	274.5	-	1.4
6월	23.1	42.1	68.0	5.5	221.7	-	1.5
7월	27.8	211.6	89.0	7.4	120.5	-	1.8
8월	27.0	280.5	83.0	5.8	189.7	-	1.6
9월	22.4	108.8	76.0	5.1	186.7	-	1.5
10월	17.0	85.4	75.0	5.0	183.4	-	1.5
11월	8.8	2.1	64.0	3.8	201.0	-	1.3
12월	1.9	28.5	64.0	5.2	157.3	4.0	1.5

\* 자료출처 : 통계연보(나주시, 2018)

### 1.4.3 지형 및 지질

#### 가. 지형

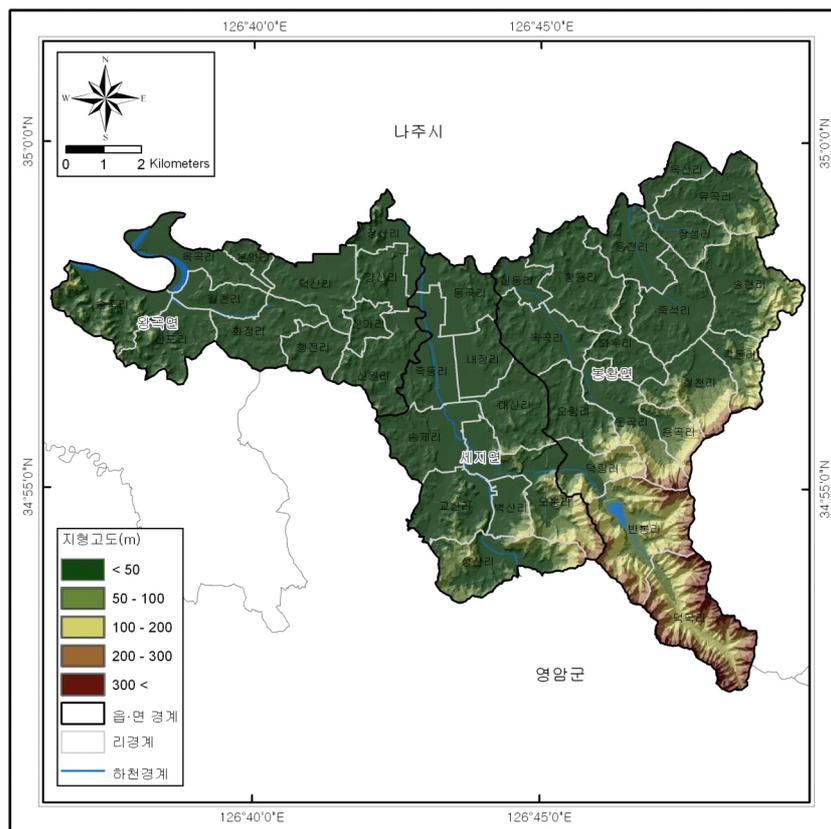
□ 나봉지구는 나주시 남서부 지역으로 지구 동쪽 경계부는 영산강과 접해있으며 남쪽과 서쪽 경계부인 덕룡산(430m), 용제산(320m)지역의 지형고도가 높게 나타난다. 구릉성산지와 평야가 대부분 경작지로 이용되며 평야 및 구릉지는 주로 논농사로, 고지대는 밭농사 및 과수 산지로 경작되고 있다.

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

<표 1-4-4> 나봉지구 지형고도

(단위 : m, km<sup>2</sup>)

면적 \ 고도	전 체	50 이하	50 ~ 100	100~200	200~300	300 이상
나봉지구	120.07	90.04	13.52	9.55	4.94	2.01



<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.
- 나봉지구의 지질은 하부로부터 선캠브리아기 옥천대 화강편마암, 시대미상 메타텍, 쥬라기 화강암인 흑운모화강암, 백악기 경상계 공원리응회암, 다도응회암, 공원리유문암, 이곡응회암, 산성암맥, 중성암맥, 그리고 제4기 충적층 등으로 구성된다.
- 나봉지구에 분포하는 지질을 지질특성에 따른 수문지질단위(hydrogeologic unit)로 구분하면 <표 1-4-5>와 같다.

<표 1-4-5> 수문지질단위 분류

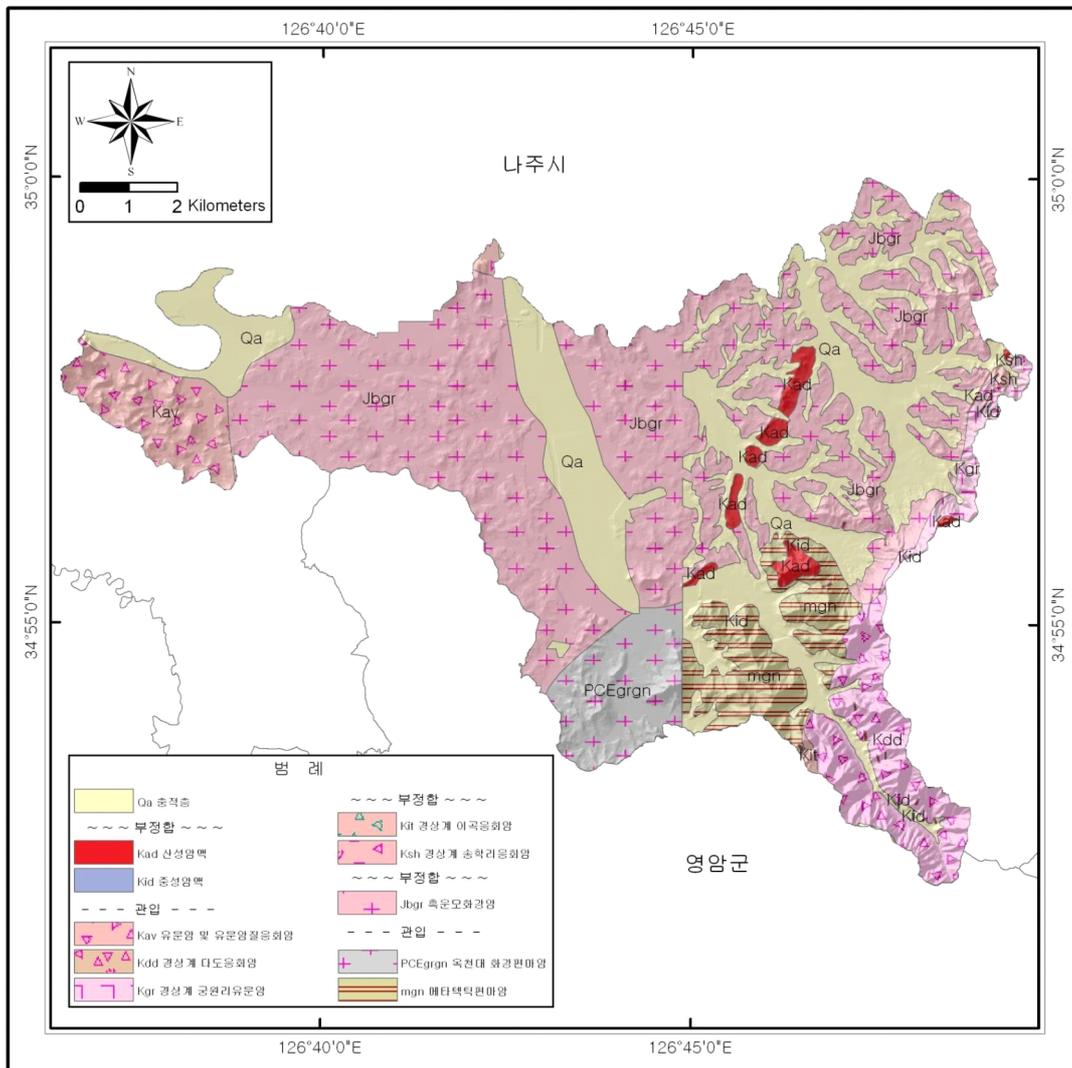
지질시대	지질	기호	수문지질단위	지형	대수층특성	지하수산성	
제4기	충적층	Qa	미고결쇄설성퇴적층	평야,곡간,해빈	1차공극	대	
~ ~ ~ ~ ~ 부정합 ~ ~ ~ ~ ~							
백악기	경상계 공원리응회암	Ksh	비다공질화산암	산지	단열	소	
	경상계 다도응회암	Kdd	비다공질화산암	산지	단열	소	
	경상계 공원리유문암	Kgr	비다공질화산암	산지	단열	소	
	경상계 이곡응회암	Kit	비다공질화산암	산지	단열	소	
	~ ~ ~ ~ ~ 관입 ~ ~ ~ ~ ~						
	산성암맥	Kad	관입화성암	산지>구릉	단열	소	
중성암맥	Kid	관입화성암	산지>구릉	단열	소		
~ ~ ~ ~ ~ 부정합 ~ ~ ~ ~ ~							
쥬라기	흑운모화강암	Jbgr	관입화성암	구릉>산지	단열	소	
~ ~ ~ ~ ~ 부정합 ~ ~ ~ ~ ~							
시대미상	메타텍틱편마암	mgn	변성암	산지>구릉	단열	소	
~ ~ ~ ~ ~ 관계미상 ~ ~ ~ ~ ~							
선캠브리아기	옥천대 화강편마암	PCEgrgn	변성암	산지>구릉	단열	소	

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

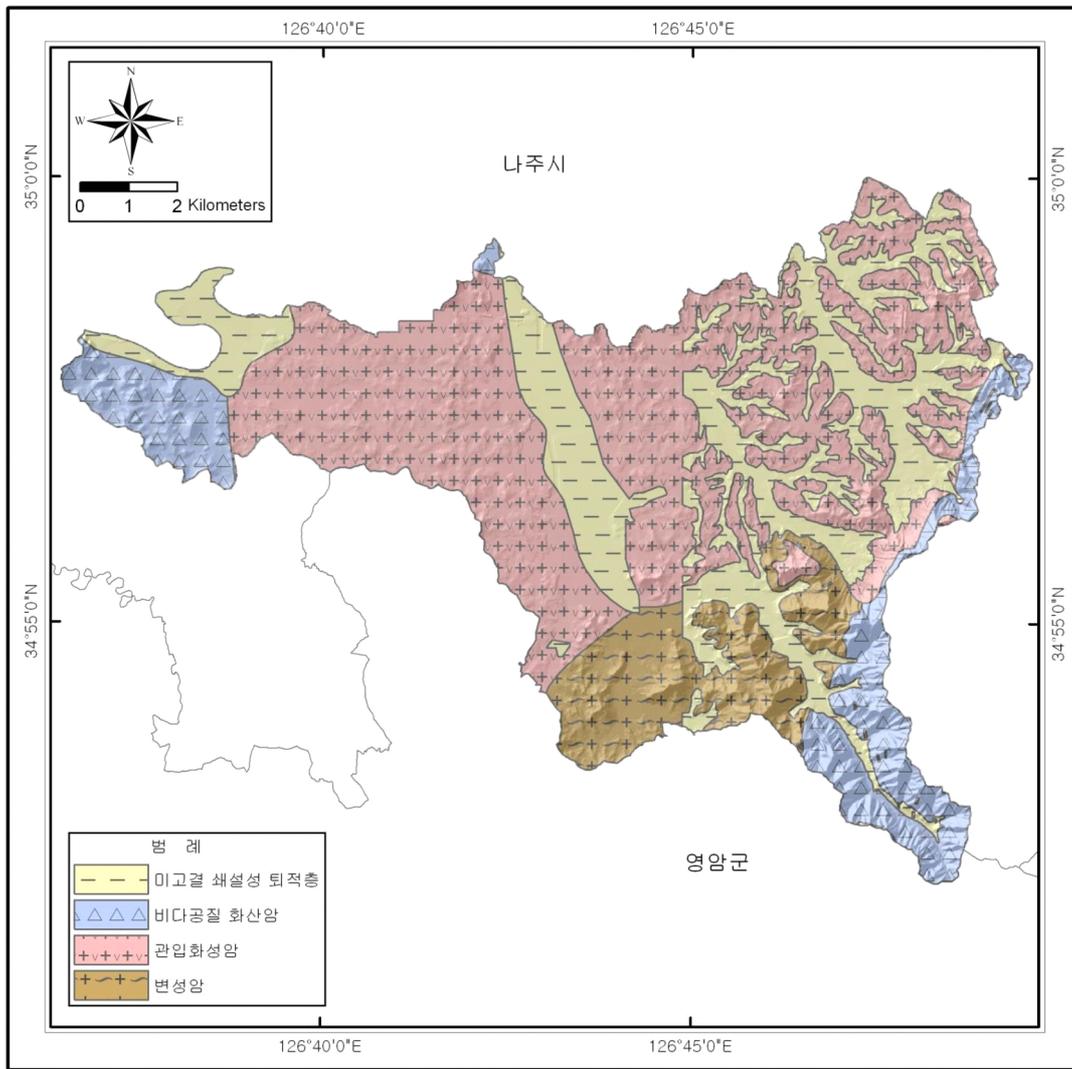
<표 1-4-6> 행정구역별 지질 면적

(단위 : km<sup>2</sup>)

구분	계	Jbgr	Kad	Kav	Kdd	Kgr	Kid	Kit	Ksh	mgn	PCEgrgn	Qa	
나봉지구	120.07	55.74	1.93	5.81	7.74	1.86	0.03	0.17	0.19	7.17	6.64	32.80	
구성비(%)	100.0	46.4	1.6	4.8	6.4	1.6	0.0	0.1	0.2	6.0	5.5	27.3	
나주시	봉황면	59.81	23.07	1.83	-	7.74	1.86	0.03	0.17	0.19	4.59	-	20.33
	세지면	30.14	13.17	0.10	-	-	-	-	-	-	2.58	6.64	7.66
	왕곡면	30.12	19.50	-	5.81	-	-	-	-	-	-	-	4.81



<그림 1-4-4> 나봉지구 지질도



<그림 1-4-5> 나봉지구 수문지질도

1.4.4 토지이용 및 토양

가. 토지이용

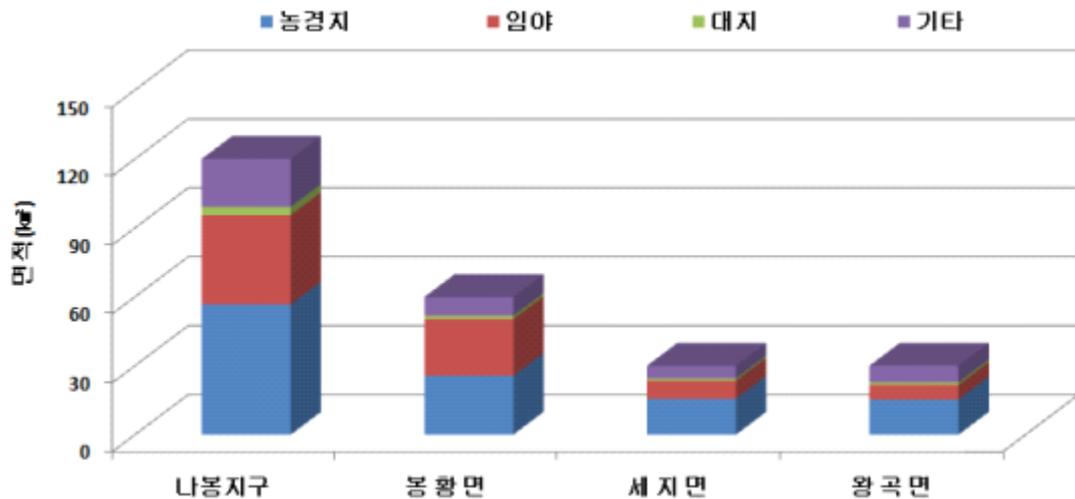
□ 나봉지구의 면적은 120.07km<sup>2</sup>로 나주시 전체 면적의 19.7%를 차지하며, 그 중 임야는 나봉지구 전체 면적의 32.4%인 38.92km<sup>2</sup>로 넓은 면적을 점유하고, 농경지(전, 답, 과수)는 47.2%인 56.69km<sup>2</sup>를 점유하고 있다. 농경지는 봉황면(25.64km<sup>2</sup>) 지역이 넓고 임야 또한 봉황면(24.72km<sup>2</sup>)이 넓은 면적을 차지하고 있다<표 1-4-7, 그림 1-4-6>.

<표 1-4-7> 지목별 토지이용 현황

(단위 : km<sup>2</sup>)

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	
나봉지구	120.07	56.69	16.23	34.37	6.08	38.92	3.57	20.89	
구성비(%)	100.0%	47.2%	13.5%	28.6%	5.1%	32.4%	3.0%	17.4%	
나주시	봉황면	59.96	25.64	8.53	14.43	2.67	24.72	1.45	8.16
	세지면	30.03	15.66	3.22	10.88	1.56	7.89	0.96	5.52
	왕곡면	30.08	15.39	4.48	9.07	1.85	6.31	1.16	7.21

\* 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

□ 나봉지구의 NRCS토양형은 토양침투능이 상대적으로 매우 양호한 A형이 17.02km<sup>2</sup>(14.2%)이고, 비교적 양호함을 의미하는 B형 토양이 24.03km<sup>2</sup>(20.0%)로 양호한 침투능을 갖는 토양의 면적비가 34.2%로 조사지구 절반을 밀돌고 있다. 침투능이 매우 불량함을 지시하는 D형은 54.33km<sup>2</sup>(45.2%)로 이는 나봉지구의 강우 토양침투능이 비교적 불량함을 의미한다. 표준유역별 토양형의 분포면적은 <표 1-4-10, 그림 1-4-7>와 같다.

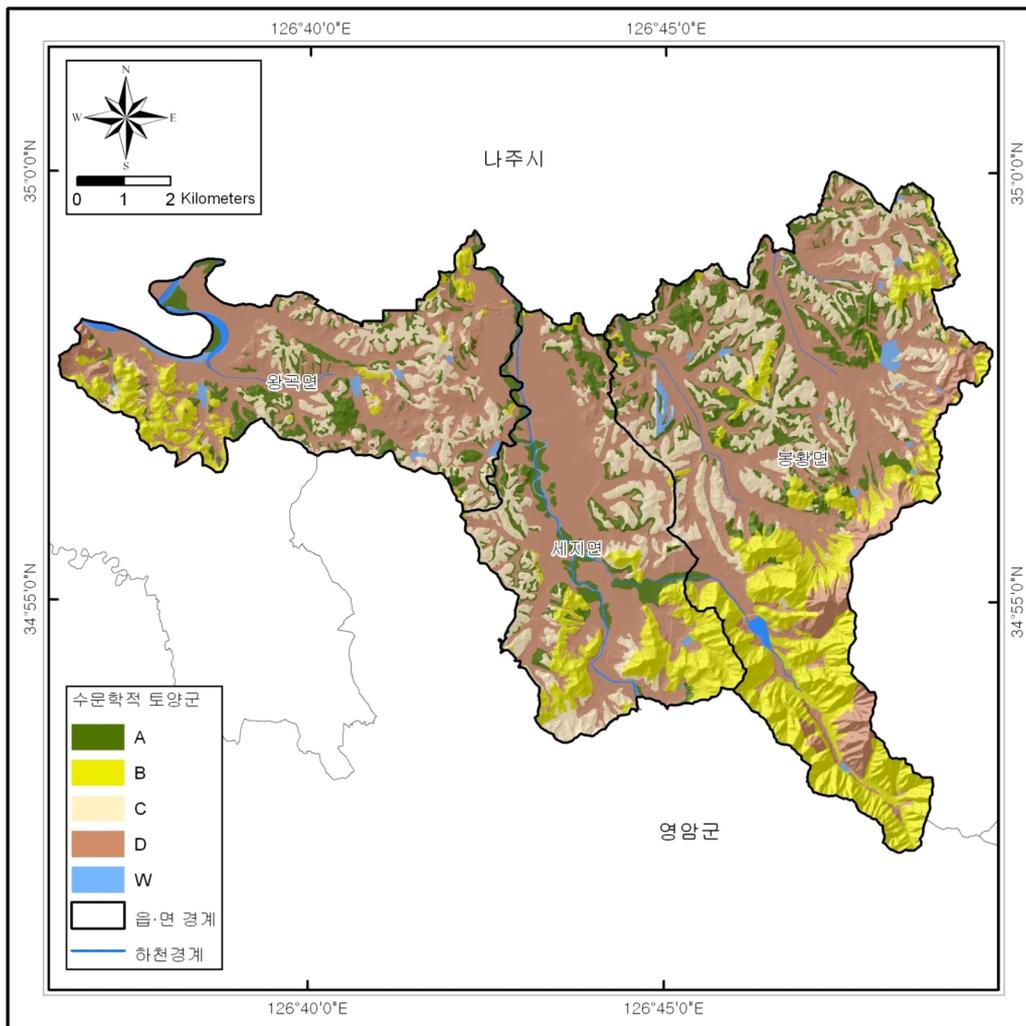
<표 1-4-9> NRCS 토양형에 따른 고과지구 토양의 재분류

구분	나봉지구의 토양형	면적(km <sup>2</sup> )	구성비(%)
계		120.07	100.0
A	BeB, BeC, DkB, Hf, Hl, Hr, Jd, Pu, PuB, SAB, SAC, SgE2, SmE2, SzB, SzC, WdB, WdC, YaC2, YaC3, YaD2, YaD3	17.02	14.2
B	CaF2, Hg, HgB, JwB, JwC, JwD, MzC2, MzD2, MzE2, MzE3, OnD2, OnD3, OnE2, OnE3, UnC, UnD, UnE	24.03	20.0
C	GfD2, GfE3, SoB2, SoC2, SoC3, SoD2, SoD3	22.45	18.7
D	BdB, Bp, CGB, CGC, Dy, GaC2, GmB, GmC, Go, Gq, Gy, HIB, HjB, HpE2, HzE2, HzF2, Jb, Ji, JiB, JiC, JnB2, JnC2, Mg, MoB, Ng, Np, OcB, Pt, RC, RCS, RL, SE, SfB, SfC, SP, StD, Wo, WoB, YcB, YcC, YjB, YjC	54.33	45.2
W	수류지역	2.24	1.9

<표 1-4-10> 토양등급별 분포면적

(단위:km<sup>2</sup>)

구분	계	A	B	C	D	W	
구성비(%)	100.0	14.2	20.0	18.7	45.2	1.9	
표준유역	계	120.07	17.02	24.03	22.45	54.33	2.24
	고막원천합류점	22.18	3.37	2.83	3.89	11.24	0.85
	만봉천	51.72	4.92	15.65	7.60	22.80	0.76
	영산포수위표	46.17	8.74	5.56	10.96	20.28	0.63



<그림 1-4-7> 나봉지구 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

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

#### 2.1.1 신고·허가별 지하수 개발 현황

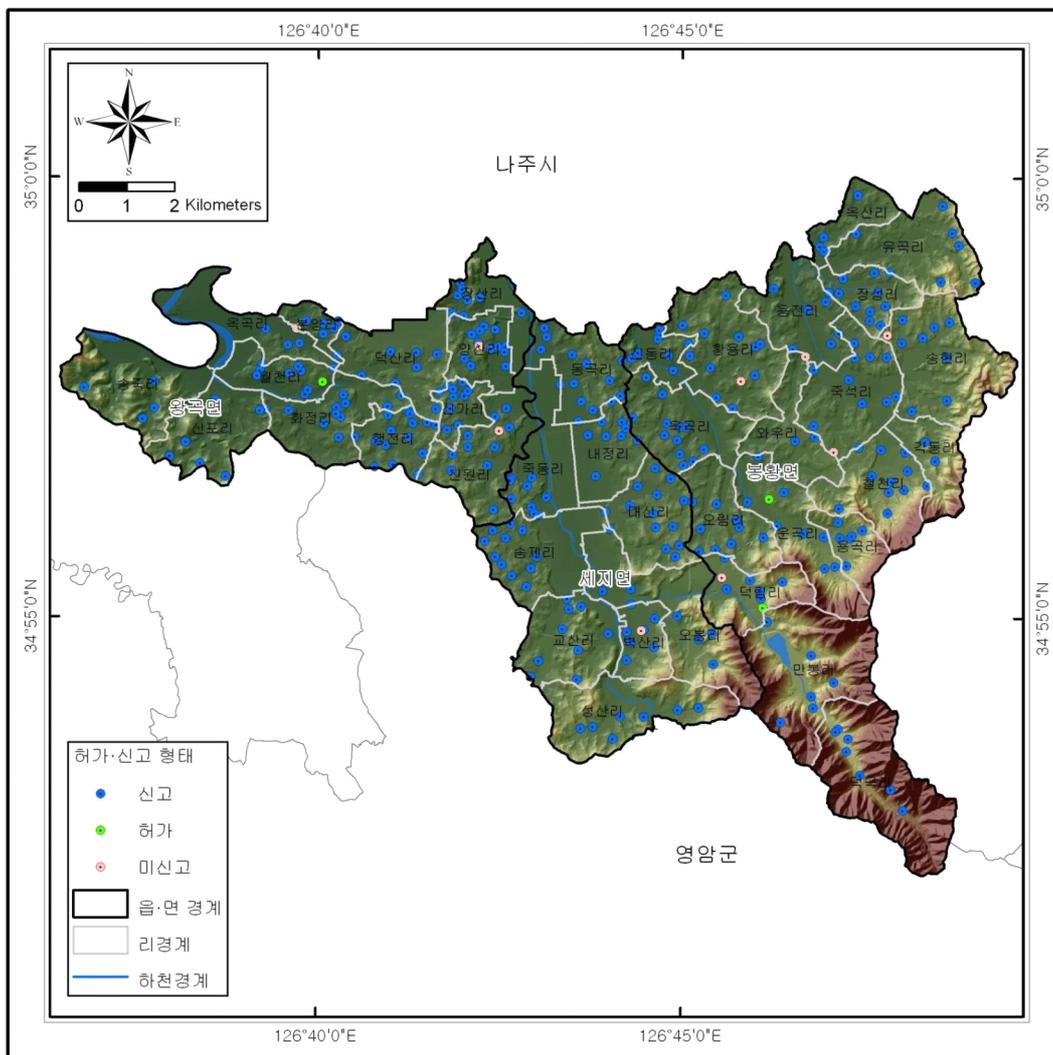
- 나주시의 새울행정시스템 자료에 의하면, 나봉지구에는 총 1,237개소의 농업용 지하수시설이 개발·이용되고 있고, 관정개발밀도는 30.49공/km<sup>2</sup>이다. 지하수조사연보(2018)에는 농업용 지하수시설이 1,107공으로 현재 파악한 지하수관정 현황과는 차이가 크다.
- 수집된 자료를 허가·신고형태별로 구분하면, 허가시설 16공, 신고시설 1,201공, 미신고 20공으로 분류된다. 면별로는 세지면 2,019공, 왕곡면 997공, 봉황면 645공으로 비교적 균등하게 분포하는 것으로 확인되었다<그림 2-1-1>.
- 금회 조사에서는 해당 지자체 지하수 행정자료와 공공관정을 기반으로 하여 농업용 관정을 중점적으로 조사하였으며, 시설물 등록 및 이용현황, 지리적 위치확인, 현장수질측정, 관정점검 등을 실시하였다.
- 현장조사는 공공관정 20공(미신고), 일반관정 312공(신고) 등 총 332공을 조사하였다. 조사된 관정 중 허가·신고관정의 비율이 94.0%를 차지하고 있었으며, 미신고 관정의 비율이 전체 조사관정 중 6.0%의 비율로 존재하는 것으로 확인되었다. 이와 같은 비율로 나봉지구 전반에 걸쳐 미신고관정이 존재한다면 그 수는 무려 220공에 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 <sup>(1)</sup>				지하수 <sup>(2)</sup> 조사연보	금회조사 <sup>(3)</sup>				
	계	허가	신고	미신고		계	허가	신고	미신고	
나봉지구	1,237	16	1,201	20	3,414	332	3	309	20	
구성비(%)	100.0	1.3	97.1	1.6	100.0	100.0	0.9	93.1	6.0	
나주시	봉황면	509	4	495	10	542	139	2	127	10
	세지면	421	10	405	6	1,942	86	-	80	6
	왕곡면	307	2	301	4	930	107	1	102	4

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



<그림 2-1-2> 허가·신고 형태별 지하수시설 현황도

2.1.2 용도별 지하수 개발 현황

□ 나주시 새울행정시스템과 지하수 조사연보 자료를 살펴보면, 나봉지구의 용도별 지하수 개발현황은 생활용이 2,406공(65.7%), 농업용 지하수 시설이 1,237공(33.8%), 공업용 18공(0.49%) 등으로 분석되었다 <표 2-1-2, 그림 2-1-2>.

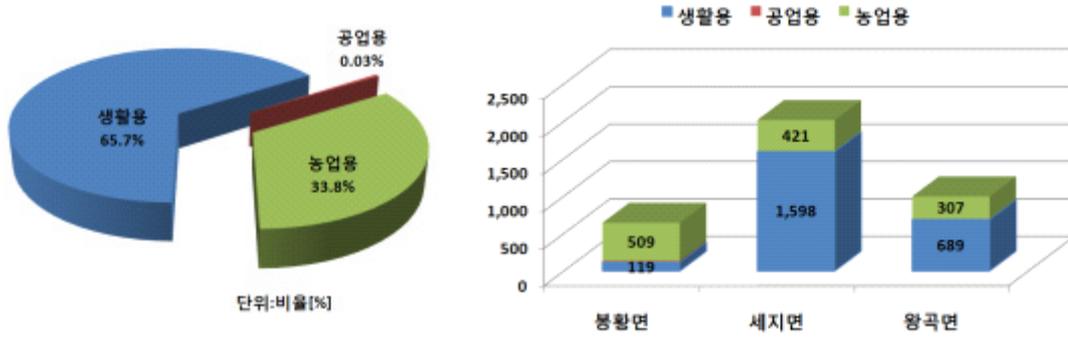
□ 금회조사에서는 나주시 새울행정시스템 자료의 나봉지구에 해당하는 농업용 지하수시설과 농업기반시설 공공관정을 기초로 하여 현장조사를 실시하였다. 공공관정에 대해서는 정밀현황조사를 실시하였으며 관정현황조사는 읍면별 면적을 고려하여 최대한 등분포로 조사하였다. 용도별 조사대상 농업용 지하수시설 1,237공 중 금회조사에서 332공을 현장조사를 실시하였다<표 2-1-2>.

<표 2-1-2> 용도별 지하수 개발 현황

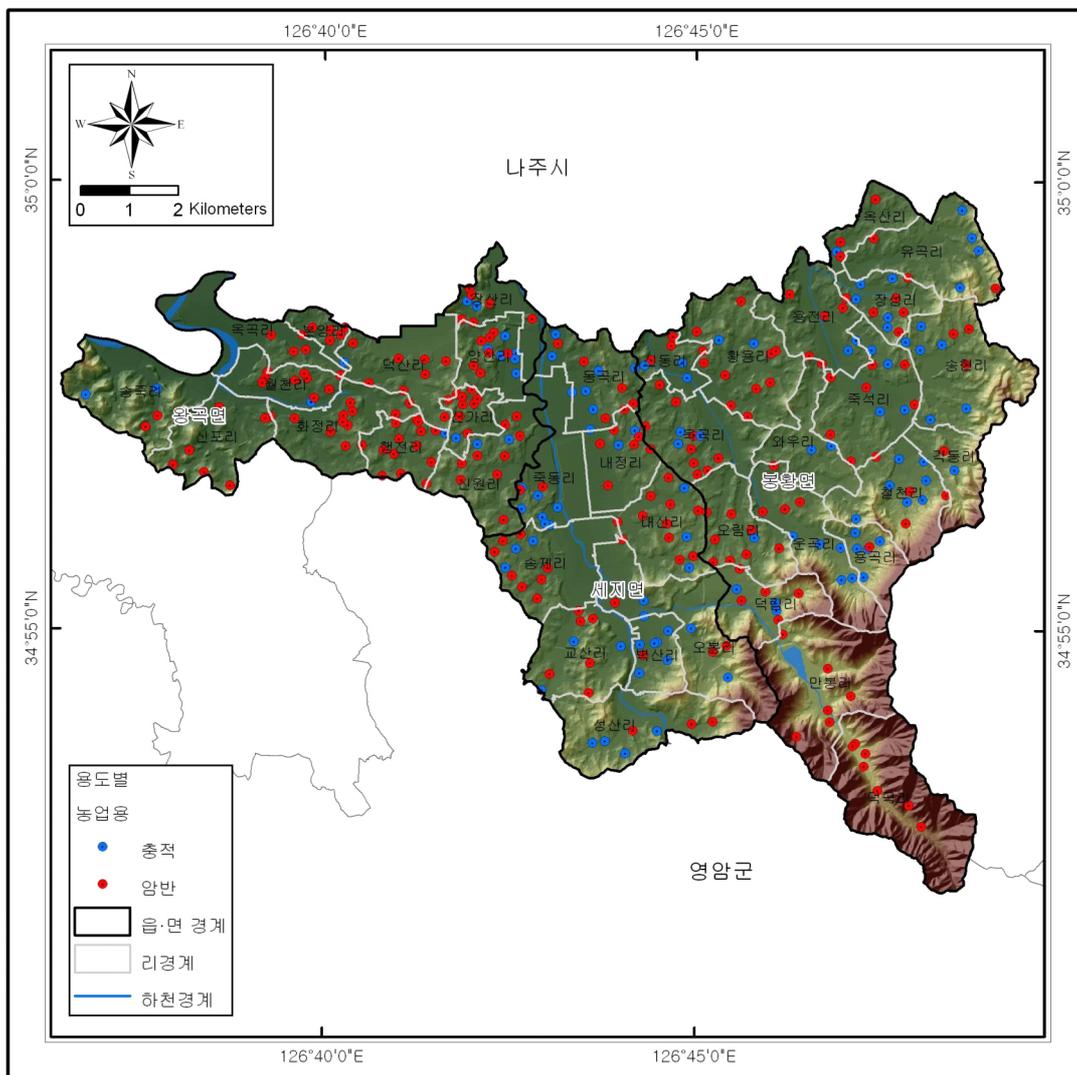
(단위 : 공)

읍 면	행정자료(지자체) <sup>(1)</sup>					조사연보 <sup>(2)</sup> (농업용)	금회조사 <sup>(3)</sup> (농업용)			
	계	생활용	공업용	농업용	기타		계	공공관정	시설관정	
나봉지구	3,661	2,406	18	1,237	-	1,107	332	20	312	
구성비(%)	100.0	65.7	0.5	33.8	0.0	32.4	100.0	6.0	94.0	
나주시	봉황면	645	119	17	509	-	456	139	10	129
	세지면	2,019	1,598	-	421	-	382	86	6	80
	왕곡면	997	689	1	307	-	269	107	4	103

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



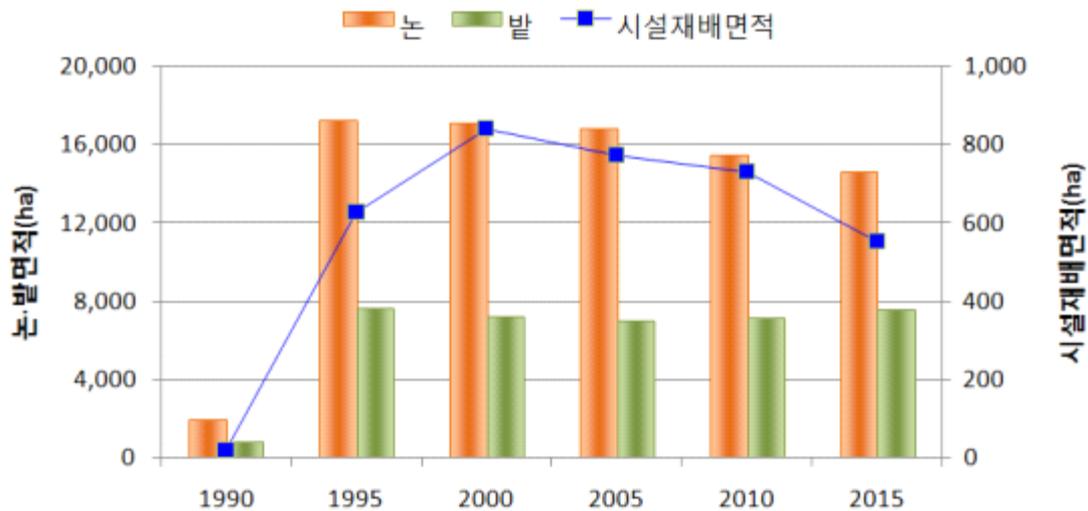
<그림 2-1-2> 리별·용도별 지하수 개발현황



<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.
  
- 나봉지구에서 조사한 관정을 암반/충적으로 분류한 결과, 충적관정은 110공(33.1%), 암반관정은 222공(66.9%)로 암반관정이 상대적으로 더 많았다. 면별로 분류한 결과 봉황면이 충적관정 54공, 암반관정 85공 등 총 139공(41.9%)이며, 왕곡면 지역에 충적관정 16공, 암반관정 91공 등 총 107공(32.2%), 세지면 지역에 충적관정 40공, 암반관정 46공 등 총 89공(25.9%)으로 비교적 균등하게 분포하는 것으로 조사되었다<표 2-1-3~5>.
  
- 나봉지구의 지하수관정 개발 밀도는 30.49공/km<sup>2</sup>로 전라남도 평균인 21.45공/km<sup>2</sup> 보다 높은 수준이다. 면별로 보면 세지면(67.24공/km<sup>2</sup>), 왕곡면(33.14공/km<sup>2</sup>), 봉황면(10.76공/km<sup>2</sup>) 순으로 봉황면, 왕곡면에 비해서 세지면에 관정이 집중적으로 분포된 특성을 나타낸다.
  
- 나봉지구는 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 49.43공/km<sup>2</sup> 과 비슷한 49.08공/km<sup>2</sup>의 값을 보인다.

<표 2-1-3> 관정형태별 지하수개발현황

(단위 : 공)

구 분	계			농업용			
	소계	층적	암반	소계	층적	암반	
나봉지구	332	110	222	332	110	222	
구성비(%)	100.0	33.1	66.9	100.0	33.1	66.9	
나주시	봉황면	139	54	85	139	54	85
	세지면	86	40	46	86	40	46
	왕곡면	107	16	91	107	16	91

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

<표 2-1-4> 구경별 현황

(단위 : 공)

나봉지구	계	50이하	51-100	101-200	201-300	비 고
계	332	100	0	204	28	0
층적	110	100	0	10	-	-
암반	222	-	-	194	28	-

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

<표 2-1-5> 토출관구경별 현황

(단위 : 공)

나봉지구	계	31이하	32-40	41-50	51이상	기타
계	332	171	133	27	1	0
층적	110	99	6	5	-	-
암반	222	72	127	22	1	-

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

<표 2-1-6> 지하수관정 개발 밀도

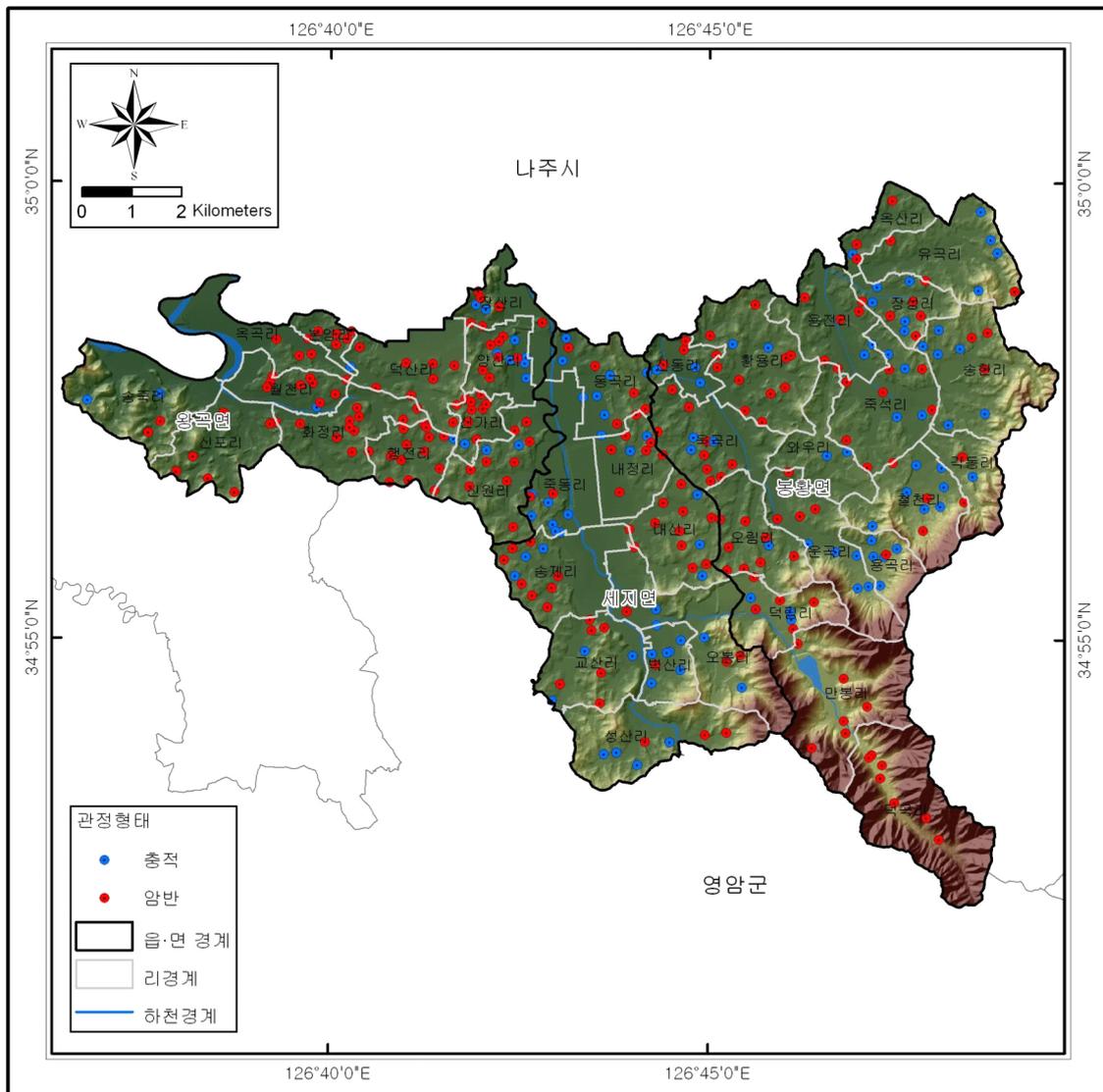
읍면별	개소수(공)	면적(km <sup>2</sup> )	관정밀도(공/km <sup>2</sup> )
전라남도	264,618 <sup>1)</sup>	12,335.13 <sup>2)</sup>	21.45
나봉지구	3,661 <sup>3)</sup>	120.07 <sup>2)</sup>	30.49
봉황면	645	59.96	10.76
세지면	2,019	30.03	67.24
왕곡면	997	30.08	33.14

※ 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 <sup>2</sup> )	관정밀도(공/km <sup>2</sup> )
전라남도	264,618 <sup>1)</sup>	5,352.98 <sup>2)</sup>	49.43
나봉지구	3,661 <sup>3)</sup>	74.60 <sup>2)</sup>	49.08
봉황면	645	18.17	35.50
세지면	2,019	21.18	95.32
왕곡면	997	35.24	28.29

※ 자료출처 : 1)지하수조사연보(2018), 2)통계연보(전라남도, 나주시,2018), 3)새울행정시스템(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, 2017)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> 나봉지구 세부용도별 지하수시설 현황

구분	계	생활용									
		가정용	일반용	학교용	공동주택	간이상수도	상수도	농업생활겸용	기타		
나봉지구	3,661	1,841	52	6	-	126	-	9	372		
나주시	봉황면	645	8	25	1	-	42	-	6	37	
	세지면	2,019	1,501	11	4	-	51	-	3	28	
	왕곡면	997	332	16	1	-	33	-	-	307	
구분	농업용							공업용			
	전작용	답작용	원예용	축산업	양어장	수산업	기타	농공단지	자유업지업체	기타	
나봉지구	227	478	336	3	9	-	184	4	6	8	
나주시	봉황면	87	277	55	1	3	-	86	4	5	8
	세지면	46	155	171	1	6	-	42	-	-	-
	왕곡면	94	46	110	1	-	-	56	-	1	-

\* 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 <sup>3</sup> /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, 나봉지구의 전체 연간 지하수 이용량은 약 5,390,048.41m<sup>3</sup>/년으로 그 중 생활용이 2,925,793.49m<sup>3</sup>/년(54.3%)으로 가장 많이 사용되고 있었으며, 농업용 2,144,495.94m<sup>3</sup>/년(39.8%), 공업용 319,758.98m<sup>3</sup>/년(5.9%) 순으로 이용되고 있다. 본 이용량 산정 결과는 지하수 이용량 산정요령과 지하수 조사연보의 세부용도별 이용량을 활용한 추정자료로써 향후 지역지하수관리계획 등을 시행하여 정확한 관정현황자료 구축 후 재 산정 할 필요가 있다<표 2-2-3>.

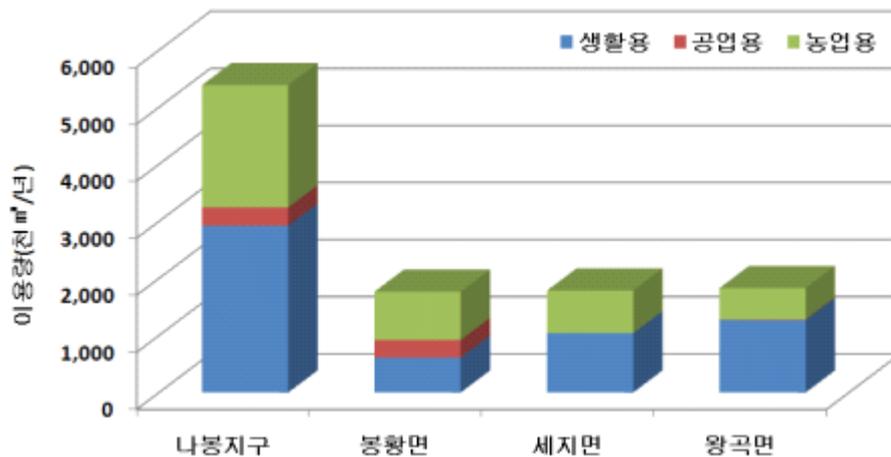
<표 2-2-3> 세부 용도별 이용량 산정

용도	세부용도	이용량 산정		
		개소수(공)	이용량원단위(m <sup>3</sup> /일)	연간이용량(m <sup>3</sup> /년)
	합계	3,661	14,767.26	5,390,048.41
생활용	소계	2,406	8,015.87	2,925,793.49
	가정용	1,841	1,235.79	451,063.41
	일반용	52	236.36	86,272.16
	학교용	6	92.51	33,766.38
	민방위용	-	-	-
	공동주택용	-	-	-
	간이상수도용	126	3,763.65	1,373,732.64
	상수도용	-	-	-
	농업생활겸용	9	36.64	13,372.02
	기타	372	2,650.92	967,586.88
공업용	소계	18	876.05	319,758.98
	국가공단	-	-	-
	지방공단	-	-	-
	농공단지	4	437.99	159,867.16
	자유업지업체	6	143.97	52,547.82
	기타	8	294.09	107,344.00
농업용	소계	1,237	5,875.33	2,144,495.94
	전작용	227	1,043.51	380,881.03
	답작용	478	875.15	319,428.28
	원예용	336	1,097.62	400,629.60
	수산업용	-	-	-
	축산업	3	6.48	2,366.25
	양어장용	9	771.91	281,747.34
	기타	184	2,080.67	759,443.44
기타	소계	-	-	-
	온천수	-	-	-
	먹는샘물	-	-	-
	기타	-	-	-

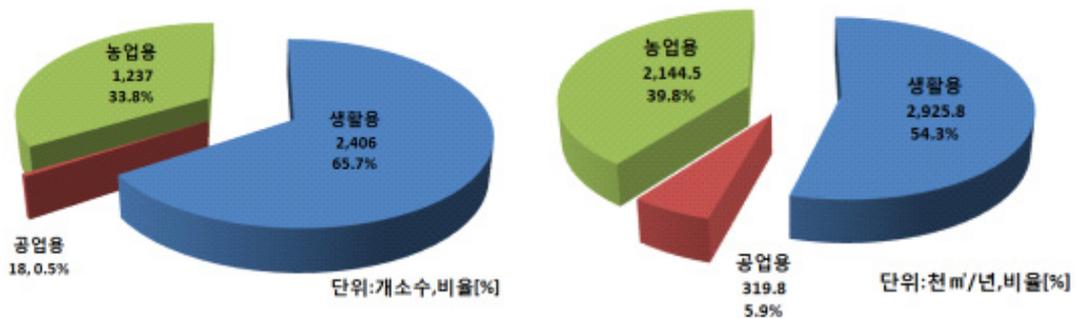
\* 각 용도별 산정기준은 조사연보 및 이용량 산정요령 자료로 추정된 값이므로 실제 이용량과 다소 차이가 있음

2.2.2 용도별 이용현황

□ 생활용 지하수시설이 2,406공으로 나봉지구 전체(3,661공)의 65.7%, 이용량은 2,925.8천m<sup>3</sup>/년(54.3%)을 차지하고 있다. 농업용 지하수시설은 1,237공(33.8%), 이용량은 2,144.5천m<sup>3</sup>/년(39.8%)으로 나봉지구의 대부분이 생활용과 농업용으로 사용되고 있다. 나머지 공업용과 기타 지하수시설은 개발·이용 정도가 매우 미비하다. 지역별로는 세지면에 개발·이용 중인 지하수시설수가 전체의 55.1%(2,019공)이고, 이용량은 33.2%(1,788.5천m<sup>3</sup>/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 1,841공(76.52%)으로 가장 많이 개발되었으며 이용량은 간이상수도용이 전체 생활용 지하수 이용량의 46.95%(1,373.73천m<sup>3</sup>/년)로 가장 많이 이용되고 있는 것으로 조사되었다<표 2-2-4>.

<표 1-5-4> 생활용 이용현황

(단위 : 공, 천m<sup>3</sup>/년)

구 분		계	가정용	일반용	학교용	민방위	공동주택용	간이상수도	농업생활겸용	기타
개소수	수량	2,406	1,841	52	6	-	-	126	9	372
	백분율(%)	100.0	76.50	2.16	0.25	-	-	5.24	0.37	15.46
이용량	수량	2,925.79	451.06	86.27	33.77	-	-	1,373.73	13.37	967.59
	백분율(%)	100.0	15.42	15.42	1.15	-	-	46.95	0.46	33.07

□ 공업용 지하수 이용시설은 기타 8공(44.4%)으로 가장 많고 이용량은 107.34천m<sup>3</sup>/년으로 이용되고 있는 것으로 조사되었다<표 2-2-5>.

<표 2-2-5> 공업용 이용현황

(단위 : 공, 천m<sup>3</sup>/년)

구 분		계	국가공단	지방공단	농공단지	자유입지업체	기타
개소수	수량	18	-	-	4	6	8
	백분율(%)	100.0	-	-	22.2	33.3	44.4
이용량	수량	319.8	-	-	159.9	52.6	107.3
	백분율(%)	100.0	-	-	50.0	16.4	33.6

□ 농업용 지하수는 기타용을 제외하고 답작용의 개소수가 478개소(38.64%)로 가장 많이 존재하며 이용량 역시 농업용 지하수의 14.91%(319.43천m<sup>3</sup>/년)로 가장 많이 이용하고 있는 것으로 조사되었다. 원예용 지하수 이용시설은 336개소(27.16%), 지하수 이용량은 18.68%(400.63천m<sup>3</sup>/년)로 답작용 다음으로 많이 이용되고 있으며 원예용과 답작용이 농업용 이용현황의 33.59% 이상을 차지한다<표 2-2-6>.

<표 1-5-6> 농업용 이용현황

(단위 : 공, 천<sup>3</sup>/년)

구 분		계	전작용	답작용	원예용	수산업	축산업	양어장	기타
개소수	수량	1,237	227	478	336	-	3	9	184
	백분율(%)	100.0	18.35	38.64	27.16	-	0.24	0.73	14.87
이용량	수량	2,144.5	380.9	319.4	400.6	-	2.4	281.7	759.4
	백분율(%)	100.0	17.76	14.91	18.68	-	0.11	13.14	35.41

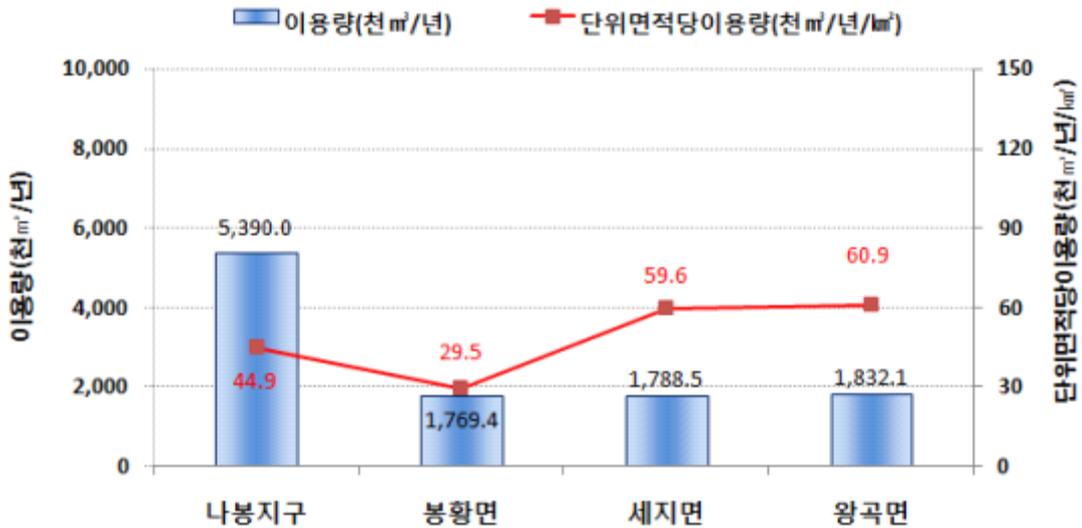
### 2.2.3 단위면적당 이용 현황

□ 나봉지구의 읍면별 지하수 이용량은 왕곡면이 1,832.1천<sup>3</sup>/년으로 가장 높고, 세지면 1,788.5천<sup>3</sup>/년, 봉황면 1,769.5천<sup>3</sup>/년 순으로 조사되었다. 왕곡면이 나봉지구 전체 이용량의 34.0%를 차지하며 봉황면에 비해 많은 지하수를 이용하고 있는 것으로 나타났다. 단위면적당 이용량으로 비교하면 왕곡면이 60.9천<sup>3</sup>/년/km<sup>2</sup>으로 높고 세지면이 59.6천<sup>3</sup>/년/km<sup>2</sup>, 봉황면 29.5천<sup>3</sup>/년/km<sup>2</sup> 순으로 나타난다.

□ 나봉지구의 지하수이용량은 나주시 전체 지하수이용량 22,348.9천<sup>3</sup>/년/km<sup>2</sup>의 24.1%이고 왕곡면은 8.2%에 해당하며 이는 봉황면과 비교하여 상대적으로 큰 이용량이다. 단위면적당 이용량을 살펴보면 왕곡면이 봉황면에 비해 상대적으로 많은 이용량을 나타내며 이는 봉황면의 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 (천 <sup>3</sup> /년)	비율 (%)	면 적 (km <sup>2</sup> )	단위면적당 이용량		
				(천 <sup>3</sup> /년/km <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> /일/km <sup>2</sup> )	
나주시	22,348.9	100.0	608.4	36.7	100.6	
나봉지구	5,390.0	24.1	120.07	44.9	123.0	
나 주 시	봉황면	1,769.4	7.9	59.97	29.5	80.8
	세지면	1,788.5	8.0	30.02	59.6	163.2
	왕곡면	1,832.1	8.2	30.08	60.9	166.9



<그림 2-2-4> 읍면별 단위면적당 지하수이용현황

#### 2.2.4 지하수 개발·이용에 따른 동리별 순위

- 이용량조사결과 총이용량은 세지면 송제리(391.2천 $m^3$ /년), 세지면 성산리(271.8천 $m^3$ /년), 왕곡면 덕산리(271.3천 $m^3$ /년) 순으로 나타나며, 단위면적당 이용량은 왕곡면 본양리(177.8천 $m^3$ /년/ $km^2$ )가 두 번째로 큰 세지면 송제리(106.0천 $m^3$ /년/ $km^2$ )보다 약 1.68배 정도 큰 것으로 확인되었다. 관정밀도의 경우 세지면 동곡리(130.5공/ $km^2$ ), 세지면 송제리(97.0공/ $km^2$ ), 세지면 벽산리(94.2공/ $km^2$ ) 순으로 확인된다. 세지면 송제리와 왕곡면 본양리는 관정밀도, 단위면적당 이용량 등 모든 수량관련 수치가 다른 지역보다 상대적으로 높으므로 세심한 관리와 지속적인 관심이 요구된다.
- 봉황면 신동리, 각동리, 옥산리 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 (천m <sup>3</sup> /년)			단위면적당 이용량 (천m <sup>3</sup> /년/km <sup>2</sup> )			관정수(공)			관정밀도 (공/km <sup>2</sup> )		
	세지	송계		왕곡	본양		세지	동곡		세지	동곡	
1	세지	송계	391.2	왕곡	본양	177.8	세지	동곡	381	세지	동곡	130.5
2	세지	성산	271.8	세지	송계	106.0	세지	송계	358	세지	송계	97.0
3	왕곡	덕산	271.3	왕곡	양산	96.3	세지	오봉	274	세지	벽산	94.2
4	세지	동곡	245.8	왕곡	신가	91.0	세지	대산	216	세지	대산	66.7
5	세지	오봉	236.4	세지	동곡	84.2	세지	죽동	177	왕곡	본양	66.5
6	봉황	황용	225.3	왕곡	덕산	80.7	왕곡	신원	172	세지	내정	62.4
7	왕곡	옥곡	223.4	왕곡	옥곡	79.1	세지	성산	163	세지	죽동	55.7
8	왕곡	신원	212.1	봉황	와우	76.8	세지	교산	156	세지	오봉	53.0
9	봉황	옥곡	198.0	세지	성산	60.7	세지	벽산	150	왕곡	월천	47.4
10	왕곡	양산	193.5	세지	벽산	59.3	세지	내정	144	왕곡	신원	47.1
11	봉황	와우	191.5	왕곡	신원	58.0	왕곡	덕산	124	왕곡	행진	45.5
12	왕곡	신포	183.1	왕곡	신포	56.1	왕곡	월천	90	세지	교산	45.2
13	세지	죽동	164.7	봉황	옥곡	55.5	왕곡	화정	89	왕곡	신가	41.9
14	봉황	송현	153.4	왕곡	월천	52.3	왕곡	행진	84	왕곡	양산	38.3
15	세지	교산	153.2	세지	죽동	51.8	왕곡	양산	77	왕곡	덕산	36.9
16	왕곡	송죽	148.4	봉황	황용	47.5	왕곡	송죽	76	세지	성산	36.4
17	왕곡	본양	141.6	세지	오봉	45.8	왕곡	신포	72	왕곡	화정	27.9
18	봉황	죽석	141.4	왕곡	장산	45.2	왕곡	옥곡	70	왕곡	옥곡	24.8
19	세지	대산	128.7	세지	교산	44.4	봉황	송현	67	봉황	용곡	24.4
20	봉황	유곡	122.0	세지	내정	44.3	봉황	황용	64	왕곡	장산	22.6
21	봉황	덕곡	116.7	세지	대산	39.7	봉황	옥곡	63	왕곡	신포	22.1
22	세지	내정	102.3	왕곡	행진	39.0	봉황	죽석	55	왕곡	송죽	18.2
23	봉황	용진	100.3	왕곡	송죽	35.5	왕곡	본양	53	봉황	옥곡	17.7
24	왕곡	신가	100.0	봉황	죽석	35.3	봉황	철천	50	봉황	옥산	14.4
25	왕곡	화정	99.3	왕곡	화정	31.1	왕곡	신가	46	봉황	철천	13.9
26	왕곡	월천	99.2	봉황	용진	31.0	왕곡	장산	44	봉황	죽석	13.7
27	봉황	만봉	96.0	봉황	송현	31.0	봉황	운곡	43	봉황	송현	13.5
28	세지	벽산	94.4	봉황	유곡	30.1	봉황	용곡	38	봉황	황용	13.5
29	봉황	오림	88.5	봉황	오림	30.0	봉황	오림	37	봉황	오림	12.5
30	왕곡	장산	88.1	봉황	용곡	29.5	봉황	용진	33	봉황	운곡	11.6
31	봉황	운곡	84.1	봉황	운곡	22.7	봉황	유곡	31	봉황	장성	11.4
32	왕곡	행진	72.1	봉황	덕곡	19.5	봉황	만봉	26	봉황	용진	10.2
33	봉황	철천	67.2	봉황	철천	18.6	봉황	덕곡	25	봉황	신동	10.1
34	봉황	용곡	46.0	봉황	옥산	18.1	봉황	와우	24	봉황	와우	9.6
35	봉황	덕림	39.2	봉황	장성	16.2	봉황	덕림	22	봉황	덕림	9.0
36	봉황	장성	29.9	봉황	만봉	16.0	봉황	장성	21	봉황	유곡	7.7
37	봉황	옥산	25.1	봉황	덕림	16.0	봉황	옥산	20	봉황	각동	5.9
38	봉황	각동	24.2	봉황	신동	15.0	봉황	신동	14	봉황	만봉	4.3
39	봉황	신동	20.7	봉황	각동	11.9	봉황	각동	12	봉황	덕곡	4.2

## 〈부록 Ⅲ. 지하수 특성〉



### 3. 지하수 특성

#### 3.1 지하수 수리특성

##### 3.1.1 수리특성 분석

###### 가. 수위변화 및 유동특성

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

□ 나봉지구의 지하수위는 지표하 평균 7.4m에 위치하고 있는 것으로 나타나며 최대값은 25.8m, 최소값은 0.3m로 나타난다. 지하수두는 해발고도 평균 26.3m에 위치하고 최대값은 164.2m, 최소값은 -1.4m로 해수면 보다 낮게 나타나는 지점도 존재한다. 나봉지구 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	188	7.4	25.8	0.3	26.3	164.2	-1.4
봉황면	74	7.5	21.3	1.1	38.6	164.2	8.6
세지면	43	7.4	25.8	1.4	23.0	64.2	3.8
왕곡면	71	7.4	20.2	0.3	15.6	40.0	-1.4

※ 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.

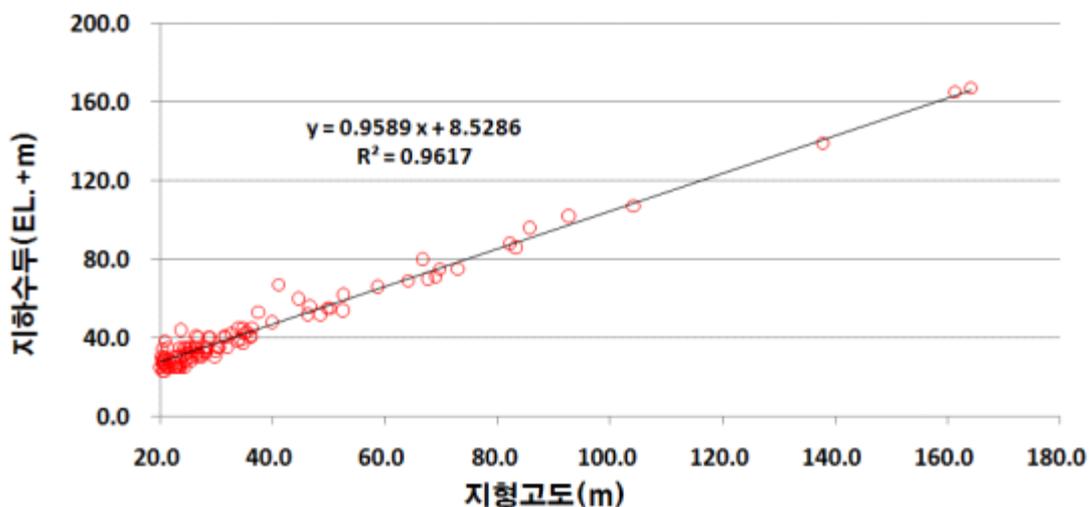
□ 유동특성 분석을 위해서 106공에서 측정한 지하수두 자료와 부족한 지하수두 자료를 보완하기 위해서 인위적으로 형성된 수로를 제외한 하천의

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  $y=0.9589x+8.5286$ , 결정계수는 0.9617이다<그림 3-1-1>.

<표 3-1-2> 지하수두 및 지형고도 자료통계

구분	평균(m)	중앙값(m)	최대(m)	최소(m)	표준편차(m)
지하수두	26.3	20.7	164.2	-1.4	23.9
지형고도	33.8	28.5	167.0	6.0	23.4



<그림 3-1-2> 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

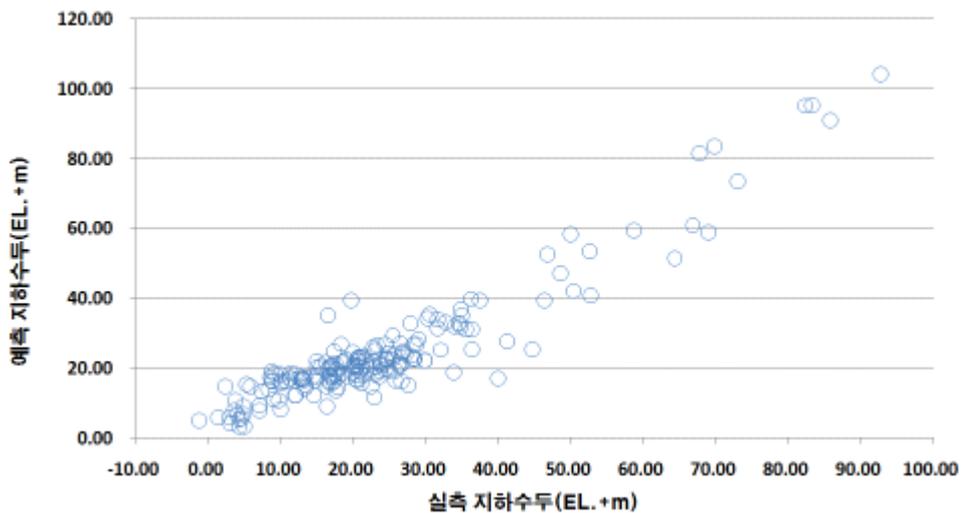
입력자료	model	Type	sill	range	lag size	No of lags	No. of neighbors
지하수두	Gaussian	Semivariogram	321.90	4,200	350	12	5
		Covariance	344.81	4,200	350	12	5
지형고도	Gaussian	Semivariogram	2,379.00	4,200	350	12	5
		Covariance	3,571.60	4,200	350	12	5
지형-수두	Gaussian	Semivariogram	875.19	4,200	350	12	5
		Covariance	1,109.74	4,200	350	12	5

Prediction Errors				
mean	RMS	ASE	MS	RMS-S
-0.2875	8.8584	16.4911	-0.0144	0.5235

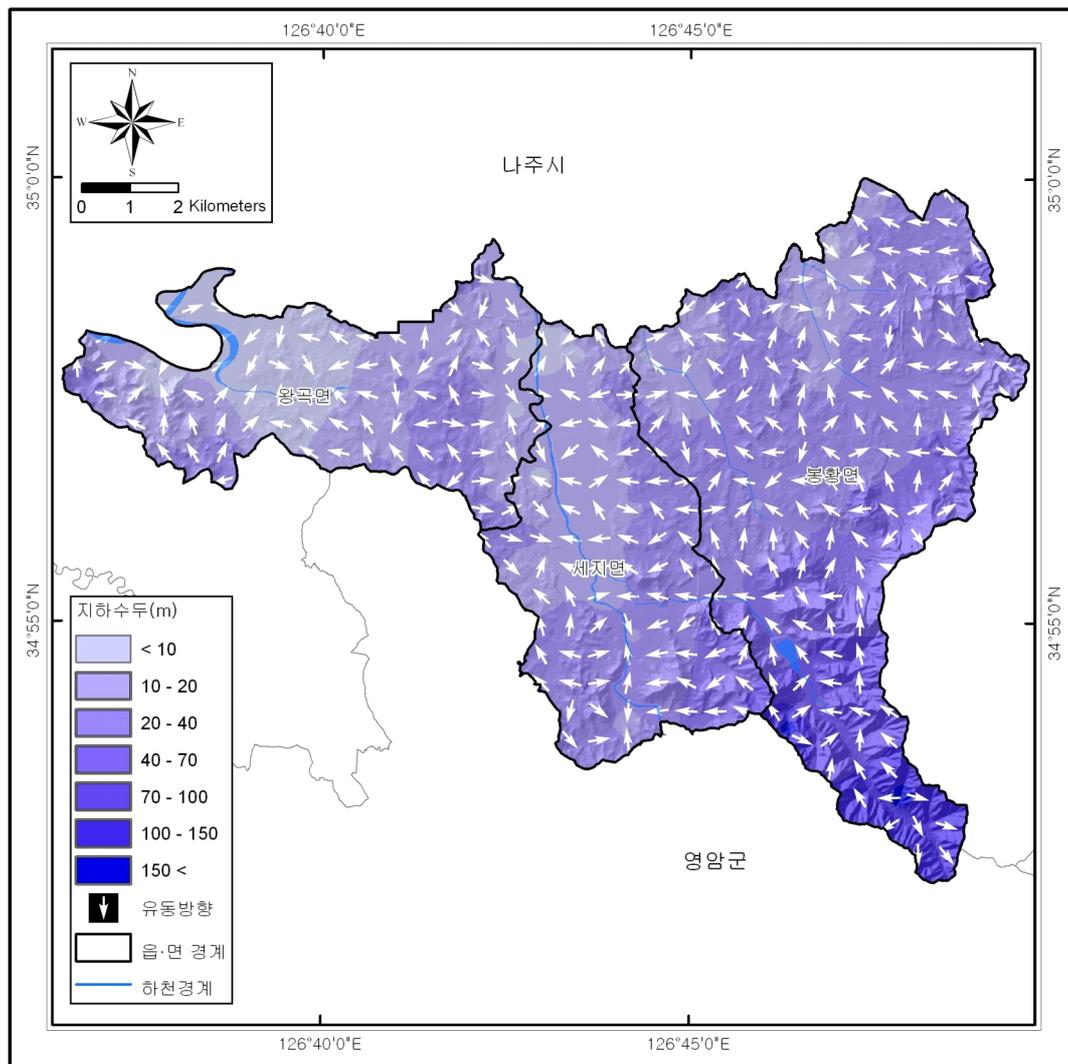
※ RMS : Root Mean Square, ASE : Average Standard Error, MS : Mean Standardized  
RMS-S : Root Mean Square Standardized

□ 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. 흥춘천, 월성천, 동해천 등 지류 주변 그리고 지구 서쪽경계지역의 저지대에서는 지하수두가 낮게 형성되어 있으며 지구 남서쪽 산지 인근에서는 지형고도와 유사한 양상으로 높게 형성되어있다<그림 3-1-3>.



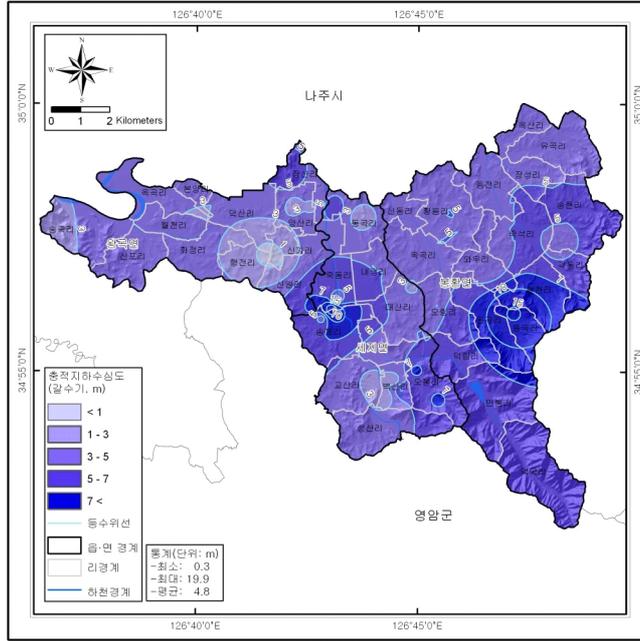
<그림 3-1-3> 지하수두 및 유동방향도

- 조사지역의 충전관정과 암반관정의 지하수위 분포를 갈수기와 풍수기로 구분하여 분석한 결과 암반관정의 지하수위가 다소 낮게 형성되어 있는 것으로 나타났으며, 풍수기 평균수위는 7.2m, 갈수기 평균수위는 7.4m로 풍수기 수위가 약 0.2m 정도 하강하는 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>.

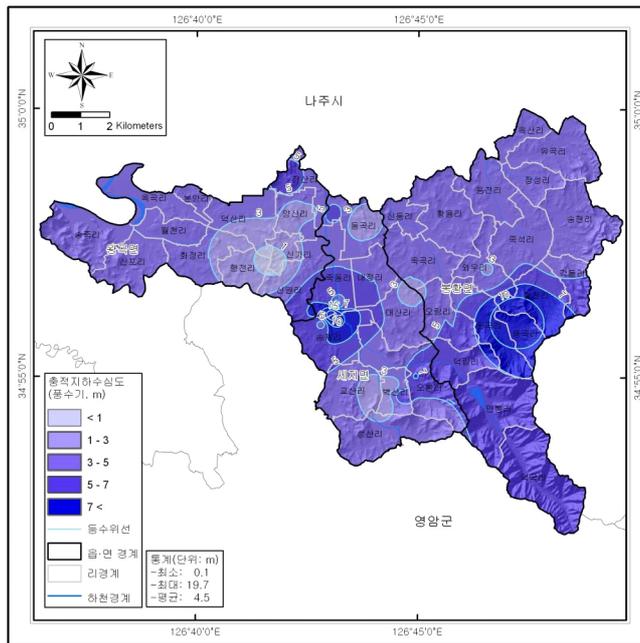
<표 3-1-4> 지하수위분포 현황

(단위:m)

구분	갈수기			풍수기		
	전체	충적	암반	전체	충적	암반
나봉지구	7.4	4.8	7.9	7.2	4.5	7.6
봉황면	7.5	6.2	7.6	7.0	5.8	7.2
세지면	7.4	5.2	8.7	7.4	4.8	8.5
왕곡면	7.4	2.7	8.0	7.2	2.3	7.6

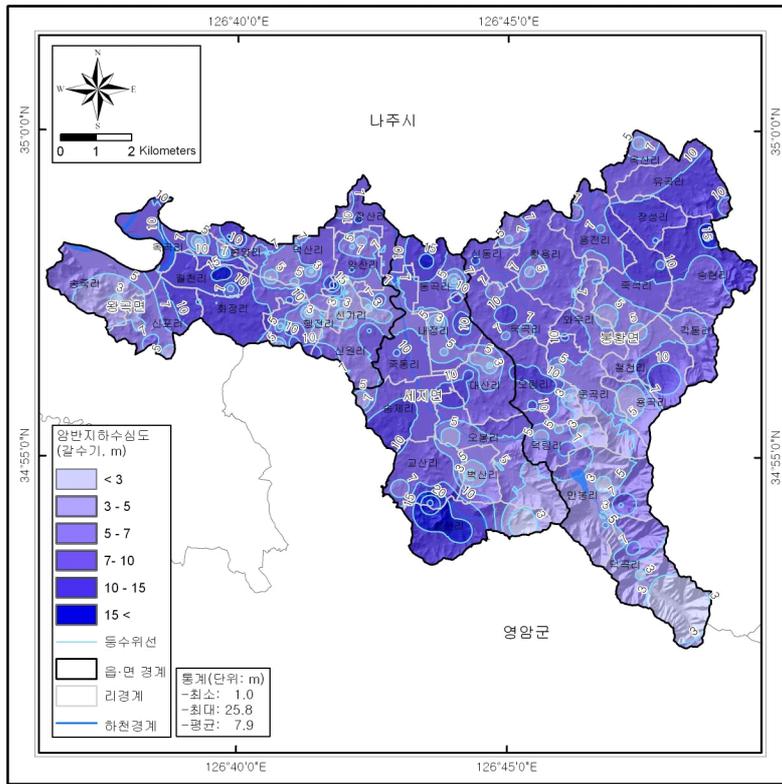


a) 갈수기 충적관정 수위

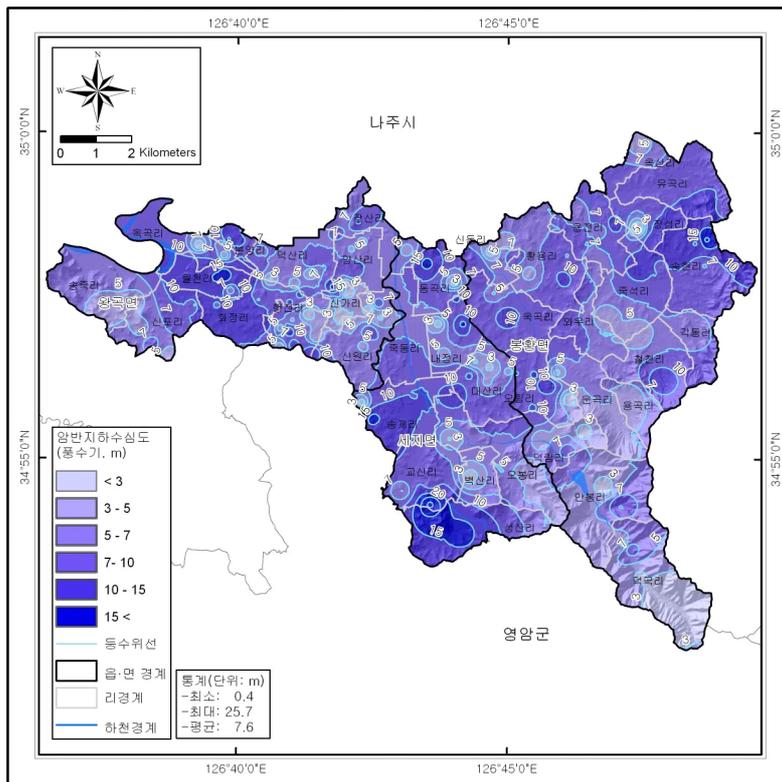


b) 풍수기 충적관정 수위

<그림 3-1-4> 나봉지구 지하수위 분포 현황



c) 갈수기 암반관정 수위



d) 풍수기 암반관정 수위

<그림 3-1-4> 나봉지구 지하수위 분포 현황(계속)

## 나. 수리특성

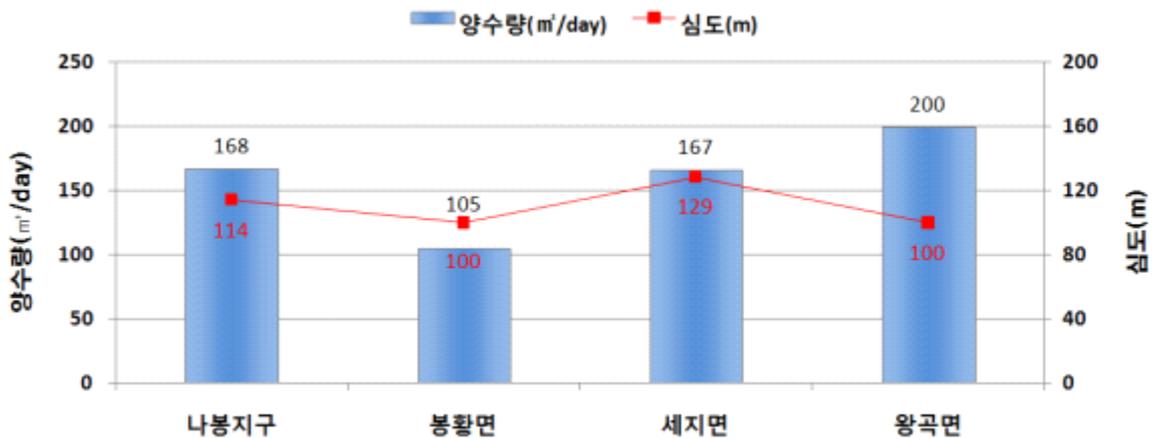
- 수맥조사, 지하수영향조사 등 기초자료를 종합하여 나봉지구의 읍면별, 표준유역별, 지질별 수리특성을 조사하였다<표 3-1-5~8>.
  
- 신생대 제4기의 미고결퇴적물로 이루어져 있는 충적층은 지방하천 일대에 분포하고 있으며, 자갈, 모래, 점토 등으로 구성되어 있다. 충적층은 입자 사이에 공극이 발달되어 있어 부존성은 비교적 양호하나 구성물질의 종류에 따라 대수성의 차이가 매우 크다는 특성을 지닌다.
  
- 나봉지구 내 충적층 지하수는 주로 지표수 공급이 용이하지 않는 평야부 또는 곡간 협소한 평야부에서 주로 영농에 활용되고 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.
  
- 나봉지구 읍면별 수리전도도, 투수량계수, 저류계수 등 수리상수들을 조사한 결과, 수리전도도는 평균 0.0974m/day, 투수량계수는 8.3065m<sup>2</sup>/day, 저류계수는 41.4×10<sup>-3</sup>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

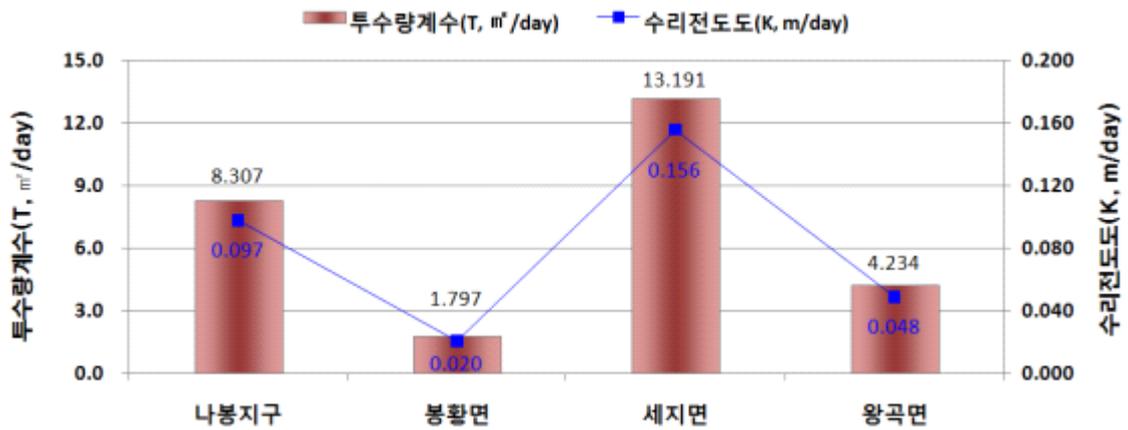
읍 면	심도 (m)	양수량 (m <sup>3</sup> /day)	수위 (m)		대수층 두께 (m)	수리전도도 (K, m/day)	투수량계수 (T, m <sup>3</sup> /day)	저류계수 (S)
			자연	안정				
<b>나봉지구</b>						<b>0.0974</b>	<b>8.3065</b>	<b>0.0414</b>
봉황면	100	105	3.9	51.0	88.0	0.0204	1.7967	0.0003
세지면	116	150	1.1	43.7	111.0	0.0162	1.7940	0.0004
세지면	120	200	14.5	21.4	60.0	0.2692	16.1500	0.0004
세지면	150	150	5.3	12.2	119.0	0.1818	21.6300	0.2466
왕곡면	100	150	8.7	23.4	87.0	0.0809	7.0412	0.0002
왕곡면	100	250	6.5	37.9	90.0	0.0159	1.4271	0.0005

<표 3-1-6> 읍면별 수리상수 통계분석

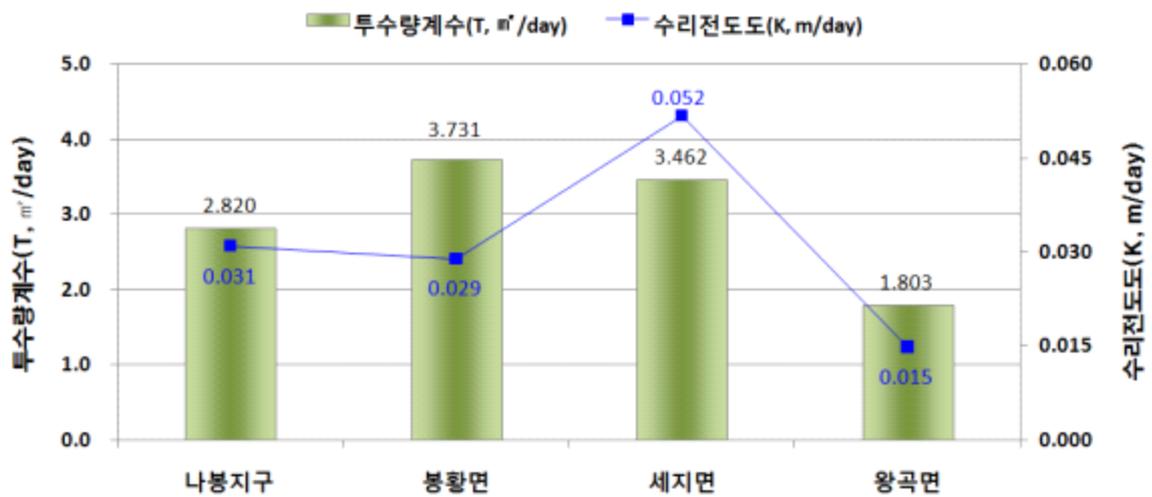
구분	산술평균				기하평균	
읍면동	심도(m)	양수량 (m <sup>3</sup> /day)	수리전도도 (K, m/day)	투수량계수 (T, m <sup>3</sup> /day)	수리전도도 (K, m/day)	투수량계수 (T, m <sup>3</sup> /day)
<b>나봉지구</b>	<b>114</b>	<b>168</b>	<b>0.0974</b>	<b>8.3065</b>	<b>0.0309</b>	<b>2.8202</b>
봉황면	100	105	0.0204	1.7967	0.0289	3.7305
세지면	129	167	0.1557	13.1913	0.0517	3.4617
왕곡면	100	200	0.04840	4.234	0.01482	1.803



<그림 3-1-5> 읍면별 지하수 평균심도 및 양수량



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



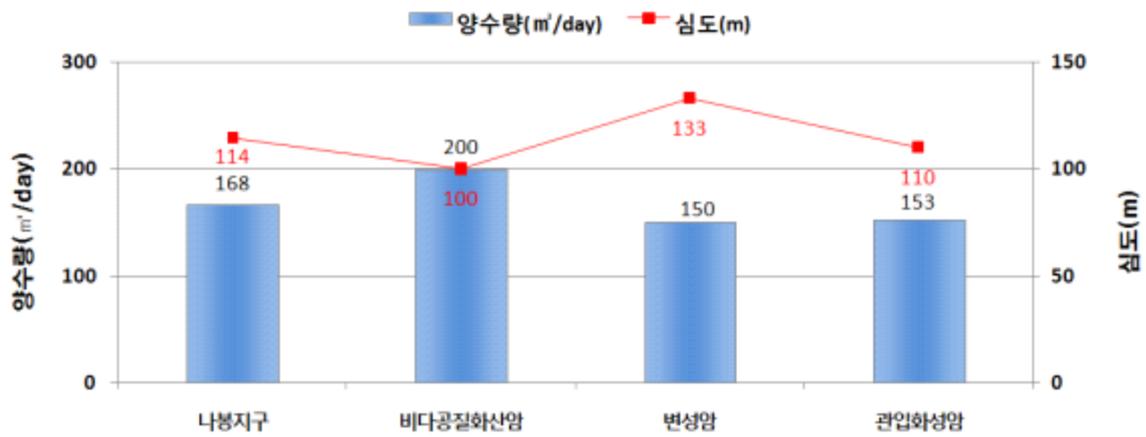
<그림 3-1-7> 읍면별 지하수 투수량계수 및 수리전도도(기하평균)

<표 3-1-7> 수문지질별 수리상수 분포현황

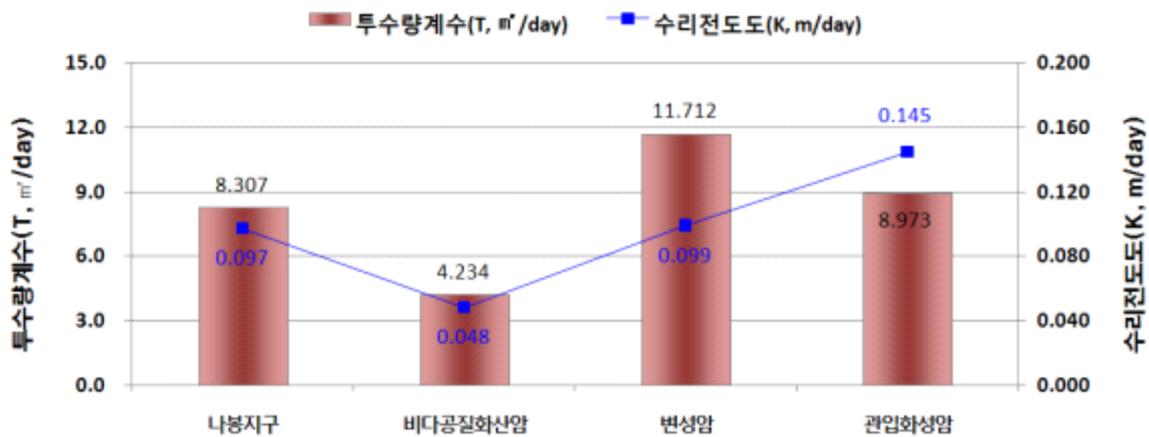
수문지질	심도 (m)	양수량 (m³/day)	수위(m)		대수층 두께(m)	수리전도도 (K, m/day)	투수량계수 (T, m³/day)	저류계수 (S)
			자연	안정				
나봉지구						0.0974	8.3065	0.0414
관입화성암	100	105	3.9	51.0	88.0	0.0204	1.7967	0.0003
변성암	116	150	1.1	43.7	111.0	0.0162	1.7940	0.0004
관입화성암	120	200	14.5	21.4	60.0	0.2692	16.1500	0.0004
변성암	150	150	5.3	12.2	119.0	0.1818	21.6300	0.2466
비다공질화산암	100	150	8.7	23.4	87.0	0.0809	7.0412	0.0002
비다공질화산암	100	250	6.5	37.9	90.0	0.0159	1.4271	0.0005

<표 3-1-8> 수문지질별 수리상수 통계분석

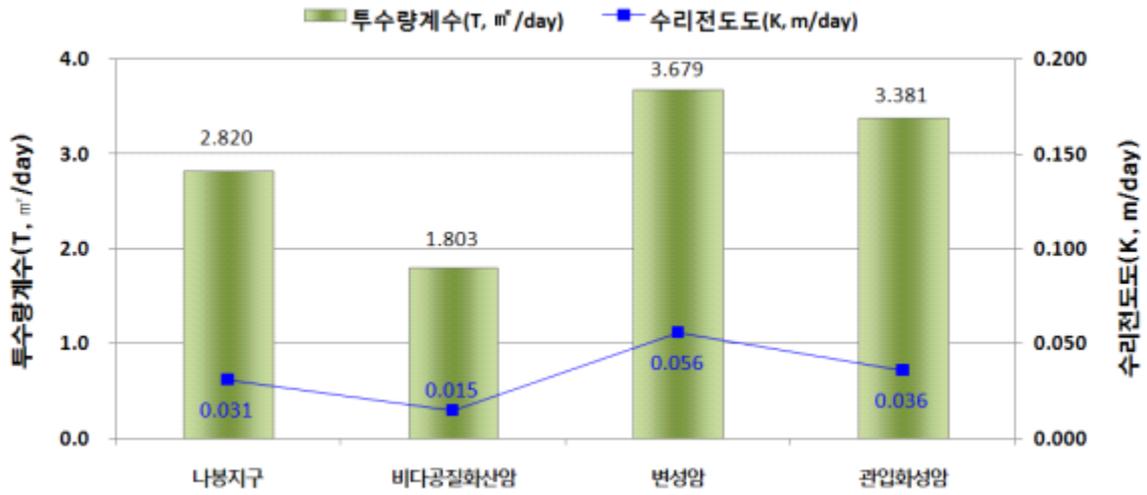
구분	산술평균				기하평균	
	심도 (m)	양수량 (m <sup>3</sup> /day)	수리전도도 (K, m/day)	투수량계수 (T, m <sup>3</sup> /day)	수리전도도 (K, m/day)	투수량계수 (T, m <sup>3</sup> /day)
나봉지구	114	168	0.0974	8.3065	0.0309	2.8202
비да공질화산암	100	200	0.0484	4.2342	0.0148	1.8031
변성암	133	150	0.0990	11.7120	0.0557	3.6788
관입화성암	110	153	0.1448	8.9734	0.0358	3.3814



<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.
- 나봉지구의 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 최근 자료인 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
나주봉황	180532.1117	263235.9613	14.63	영산강	죽산보

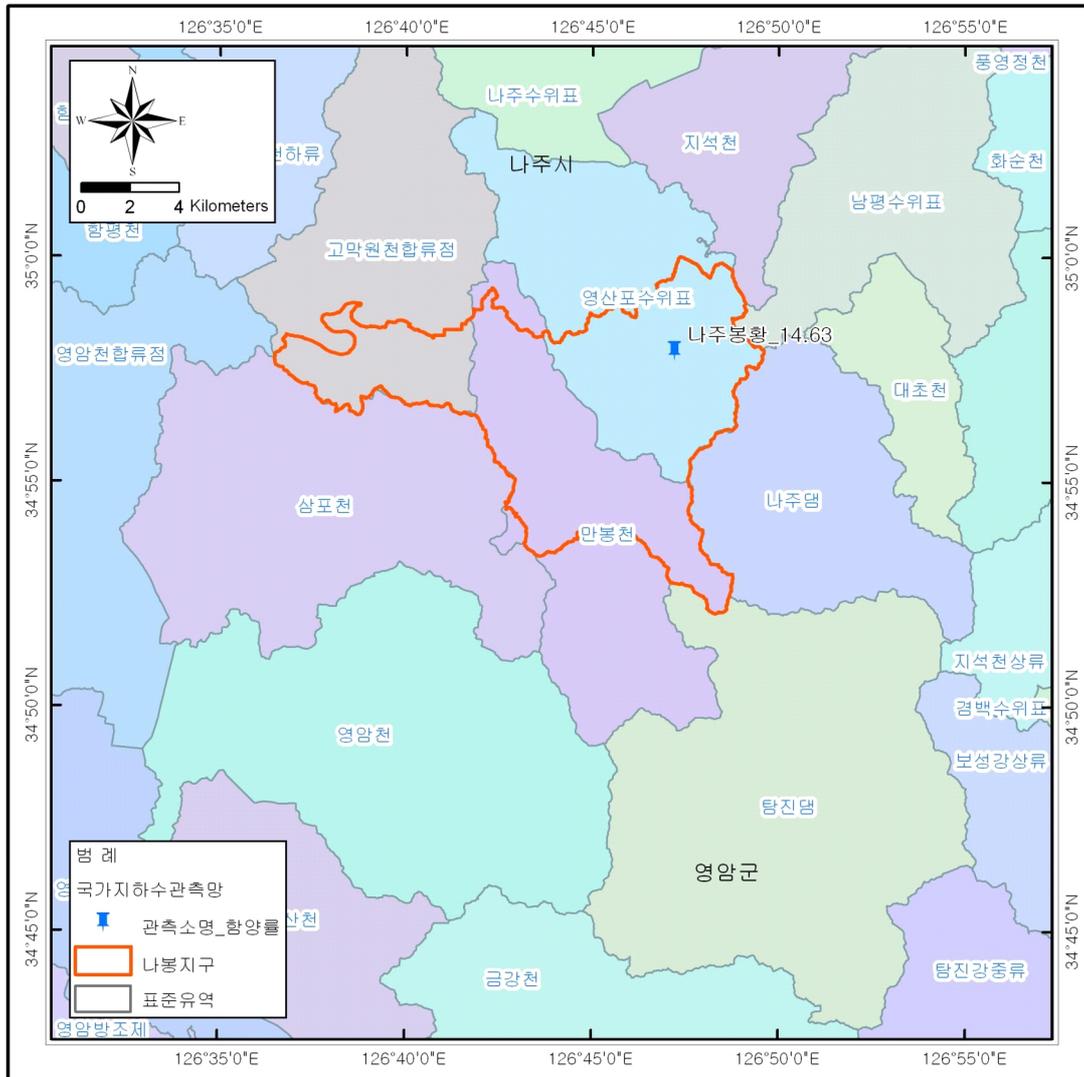
※국가지하수관리 기본계획(국토교통부, 2012)

<표 3-1-10> 나봉지구 지하수 함양률

(단위 : %)

중권역	표준유역	지하수관리계획		지하수 기초조사	지하수위 강하법	적용 함양률
		국가	전라남도			
영산강중류	고막원천합류점	13.30	14.30	10.49	13.42	12.88
	만봉천					
	영산포수위표					

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



<그림 3-1-11> 조사지역 인근 국가지하수 관측망 현황

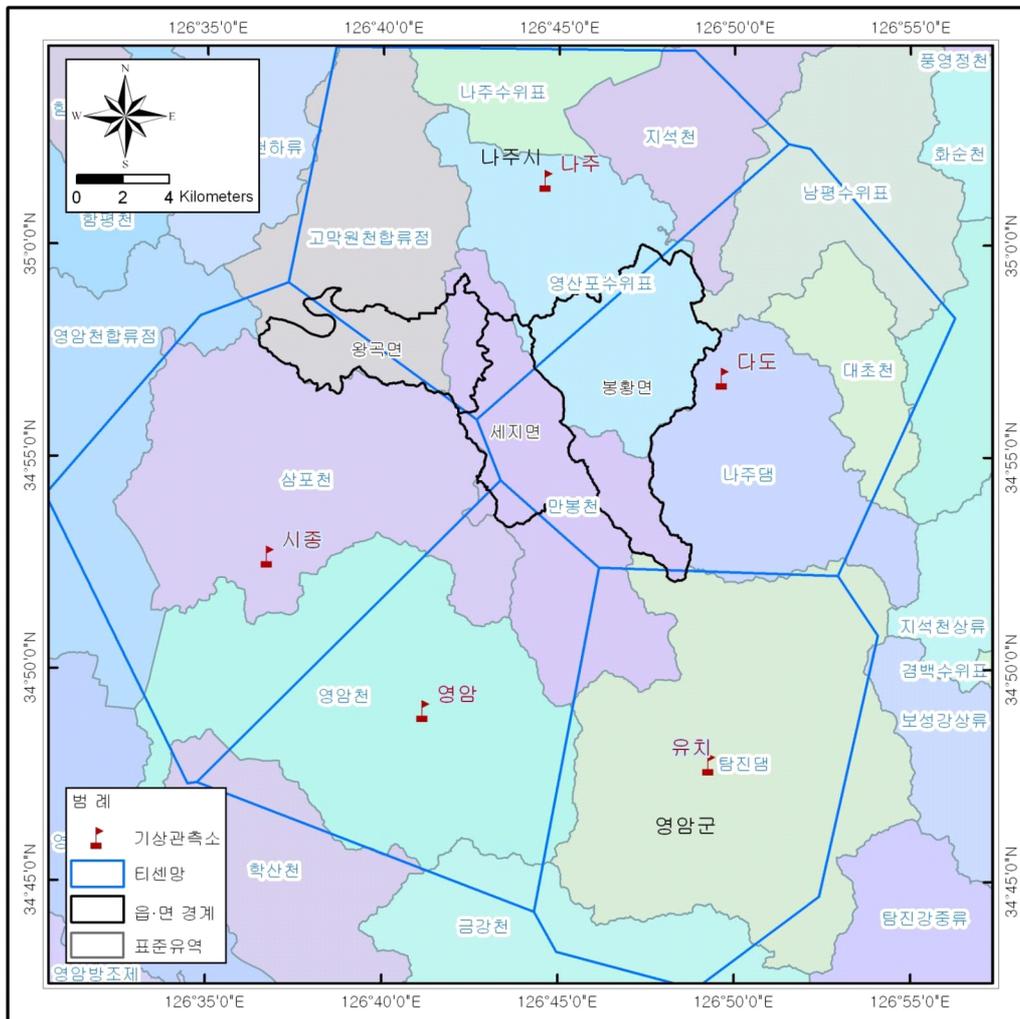
### 나. 면적평균 강수량 산정

□ 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 <sup>2</sup> )	Thiessen계수
고막원천합류점	나주	10.16	0.45819
	시종	12.02	0.54181
만봉천	유치	0.33	0.00636
	다도	32.88	0.63570
	나주	14.40	0.27831
	시종	1.95	0.03765
	영암	2.17	0.04196
영산포수위표	나주	7.69	0.16657
	다도	38.48	0.83343

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



<그림 3-1-12> 조사지역 Thiessen망도

<표 3-1-12> 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	9.8	29.4	25.5	48.2	16.3	31.5	142.7	273.2	121.0	93.1	1.6	30.4	822.7
2018	44.8	16.8	153.1	141.7	105.1	206.9	45.7	342.3	131.6	161.6	51.8	35.0	1,436.5
평균	33.0	40.2	58.8	80.9	87.6	149.6	269.1	257.6	132.2	56.0	47.5	35.3	1,247.8

<표 3-1-13> 표준유역 면적평균강수량 산정-만봉천

(단위 : mm)

연도	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	계
1989	127.6	76.5	37.3	32.1	40.8	200.8	644.8	332.0	201.3	16.4	32.7	5.6	1,747.9
1990	55.2	99.2	52.3	119.9	152.2	399.8	364.4	402.4	219.8	41.1	99.5	18.6	2,024.4
1991	32.8	41.2	99.5	127.0	32.1	210.3	466.3	124.7	182.3	3.9	24.9	56.0	1,401.0
1992	15.9	25.5	93.4	63.9	118.4	52.8	144.9	217.7	159.8	23.4	30.6	26.1	972.4
1993	29.3	70.6	45.9	20.1	92.3	170.0	205.0	241.6	29.2	57.8	60.0	9.4	1,031.2
1994	21.1	35.4	29.0	38.3	63.1	61.4	47.3	215.3	22.9	109.3	40.4	28.4	711.9
1995	34.8	23.7	23.8	87.1	98.1	87.3	140.3	170.7	34.1	27.3	29.9	14.0	771.1
1996	28.0	12.2	95.2	28.7	30.1	304.3	155.4	37.1	11.1	45.9	87.7	20.3	856.0
1997	15.2	10.6	58.7	74.0	298.4	151.8	229.8	200.5	7.3	3.0	104.1	66.8	1,220.2
1998	44.4	36.4	61.7	117.7	94.8	254.5	268.6	322.6	290.1	28.1	16.7	1.1	1,536.7
1999	2.7	2.5	126.7	97.7	111.6	189.3	397.0	290.1	325.9	103.5	18.7	135.4	1,801.1
2000	8.4	3.7	9.5	10.7	37.1	237.9	286.6	457.8	279.2	33.1	49.4	0.6	1,414.0
2001	32.7	78.9	18.7	28.9	15.9	359.0	152.6	69.0	78.4	65.1	27.4	59.0	985.6
2002	71.7	14.3	44.4	105.4	95.3	124.4	224.1	623.1	100.2	42.7	29.2	28.8	1,503.6
2003	61.3	59.2	71.0	207.9	154.1	122.1	441.5	328.4	220.7	27.7	45.7	28.4	1,768.0
2004	30.7	48.3	36.9	49.9	105.9	194.9	325.6	524.6	323.1	0.9	51.9	30.0	1,722.7
2005	5.4	31.3	61.8	68.3	71.9	188.3	190.2	270.5	43.2	18.3	53.1	41.9	1,044.2
2006	16.3	46.3	19.6	101.9	253.5	131.9	370.7	203.0	55.6	20.7	38.9	37.2	1,295.6
2007	12.9	67.9	136.8	25.3	115.2	34.2	223.4	403.3	509.1	81.5	1.6	58.7	1,669.9
2008	56.2	10.6	40.4	55.1	184.2	252.5	168.2	102.7	22.8	22.5	37.1	17.1	969.4
2009	19.6	59.4	46.8	49.8	125.0	102.8	723.1	182.3	38.7	56.8	51.2	33.0	1,488.5
2010	35.7	122.3	82.4	158.7	126.9	37.0	299.0	396.8	133.5	47.3	10.2	31.5	1,481.3
2011	10.0	65.2	25.1	106.7	117.4	185.2	296.8	262.3	12.3	21.5	109.4	9.4	1,221.3
2012	13.4	24.1	139.7	111.4	51.4	44.3	303.5	483.1	301.1	81.5	43.5	78.1	1,675.1
2013	15.8	44.8	80.4	48.0	111.7	106.2	269.1	242.2	151.1	37.1	101.5	11.0	1,218.9
2014	13.6	13.0	83.6	51.9	69.2	45.2	328.2	342.3	122.4	80.1	94.3	33.3	1,277.1
2015	29.0	23.6	33.3	131.1	78.4	78.0	178.5	110.8	124.5	96.7	104.9	56.9	1,045.7
2016	48.2	35.1	69.9	181.1	106.3	111.4	241.1	72.2	216.4	221.9	48.8	48.9	1,401.3
2017	17.3	33.5	32.0	48.1	17.2	44.0	129.5	241.4	131.4	98.6	1.9	29.0	824.0
2018	47.3	20.0	162.8	145.7	102.1	202.0	53.6	442.7	195.3	241.0	52.0	34.2	1,698.6
평균	31.8	41.2	64.0	83.1	102.4	156.1	275.6	277.1	151.4	58.5	49.9	35.0	1,326.0

<표 3-1-14> 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	19.2	33.3	33.1	46.9	16.3	45.0	126.4	233.7	132.8	97.8	1.7	28.2	814.6
2018	46.4	20.3	164.8	143.6	98.7	195.7	52.8	458.6	211.3	260.7	50.5	33.4	1,736.8
평균	33.6	54.4	104.8	127.5	142.6	205.8	253.7	269.9	166.8	65.6	62.5	33.1	1,520.3

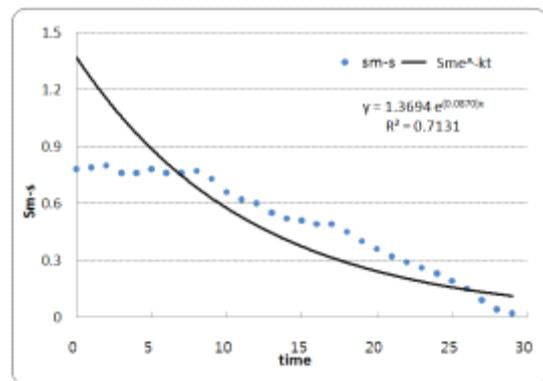
다. 지하수 함양률 산정

□ 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 나주봉황(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 13.42%이다<그림 3-1-13>.

구분	내용	결과
$S_{30}$	$S_m(1 - e^{-30k})$	1.2687
$S_m$	지하수위 최대강하	1.3694
K	추세선 기울기	0.870
$\alpha$	$C \cdot (S_{30}/S_m)$	0.930



<그림 3-1-13> 지하수 수위 무강우 일수 산정 및 감수곡선

라. 지하수 함양량 산정

□ 나봉지구에서 산정된 30년 면적평균 강수량과 각 분석방법별 함양률 평균값을 이용하여 표준유역별, 읍면별, 리별 함양량을 계산하였다. 적용된 함양률은 고막원천합류점, 만봉천, 영산포수위표 12.88%이다. 각각의 함양률, 면적평균강수량, 표준유역 면적을 이용하여 함양량을 계산한 결과, 영산포수위표가 9,039.14천m<sup>3</sup>/년으로 가장 크며 다음이 만봉천 8,775.56천m<sup>3</sup>/년, 고막원천합류점 3,616.26천m<sup>3</sup>/년 순으로 나타났다<표 3-1-14, 그림 3-1-14>.

<표 3-1-15> 유역별 지하수 함양량

(단위 : 천m<sup>3</sup>/년)

구 분	면 적 (km <sup>2</sup> )	면적평균 강수량(mm/년)	국가지하수 관리계획	전남지하수 관리계획	지하수위 강하법	적용 함양량
나봉지구	120.07	1,364.68	22,134.10	23,798.31	22,333.80	21,430.96
고막원천합류점	22.51	1,247.78	3,734.91	4,015.73	3,768.61	3,616.26
만봉천	51.39	1,325.96	9,063.48	9,744.94	9,145.25	8,775.56
영산포수위표	46.17	1,520.32	9,335.71	10,037.64	9,419.94	9,039.14



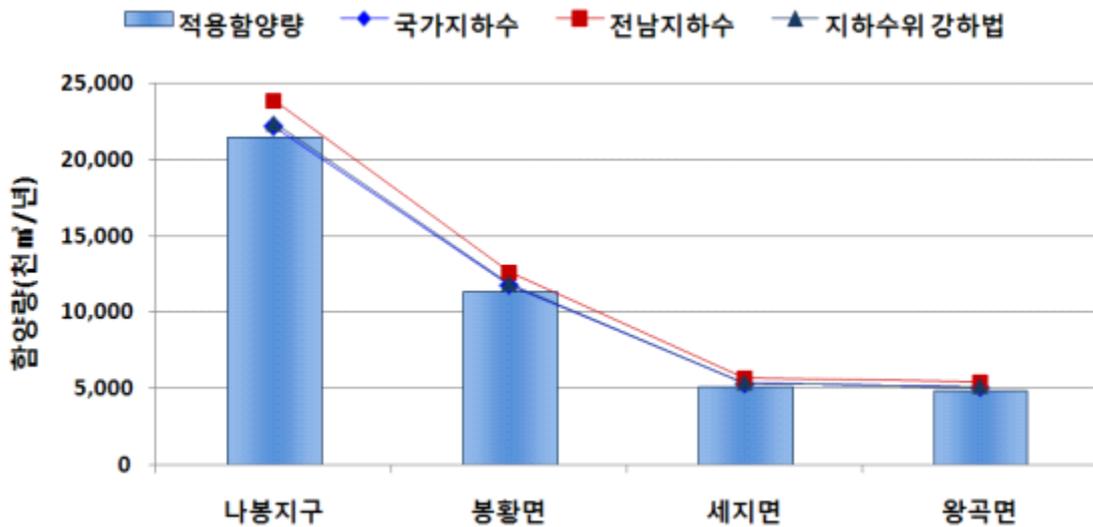
<그림 3-1-14> 표준유역별 지하수 함양량

□ 조사지역의 읍면별 함양량을 분석결과 봉황면이 11,379.45천m<sup>3</sup>/년으로 가장 많은 함양량을 보이고, 세지면이 5,144.92천m<sup>3</sup>/년, 왕곡면 4,913.17천 m<sup>3</sup>/년 순으로 나타난다.<표 3-1-15, 그림 3-1-15>.

<표 3-1-16> 읍면별 지하수 함양량

(단위 : 천m<sup>3</sup>/년)

구 분	면 적 (km <sup>2</sup> )	면적평균 강우량(mm/년)	국가지하수 관리계획	전남지하수 관리계획	지하수위 강하법	적용함양량
나봉지구	120.07	1,386.47	22,140.89	23,805.62	22,340.66	21,437.54
봉황면	59.97	1473.52	11,752.80	12,636.47	11,858.84	11,379.45
세지면	30.02	1330.87	5,313.72	5,713.25	5,361.66	5,144.92
왕곡면	30.08	1268.39	5,074.37	5,455.90	5,120.15	4,913.17



<그림 3-1-15> 읍면별 지하수 함양량

□ 조사지역의 리별 함양량을 분석결과 왕곡면 본양리가 200천m<sup>3</sup>/년 이하의 낮은 함양량을 갖는 것으로 확인되었다<표 3-1-16>.

<표 3-1-17> 리별 지하수 함양량

(단위 : 천㎥/년)

구 분	면 적 (km <sup>2</sup> )	면적평균 강우량(mm/년)	적용 함양률	적용 함양량	
<b>나봉지구</b>	<b>120.07</b>	<b>1,364.68</b>	<b>12.88</b>	<b>21,430.96</b>	
봉 황 면	각동리	2.04	1,473.52	12.88	387.24
	덕곡리	6.00	1,473.52	12.88	1,138.03
	덕림리	2.45	1,473.52	12.88	464.90
	만봉리	6.00	1,473.52	12.88	1,137.84
	송현리	4.95	1,473.52	12.88	939.60
	신동리	1.38	1,473.52	12.88	262.47
	오림리	2.95	1,473.52	12.88	559.94
	옥산리	1.39	1,473.52	12.88	263.35
	와우리	2.49	1,473.52	12.88	473.01
	용곡리	1.56	1,473.52	12.88	295.70
	용전리	3.24	1,473.52	12.88	613.89
	옥곡리	3.56	1,473.52	12.88	676.45
	운곡리	3.71	1,473.52	12.88	703.30
	유곡리	4.05	1,473.52	12.88	767.72
	장성리	1.85	1,473.52	12.88	350.48
	죽석리	4.01	1,473.52	12.88	760.77
	칠천리	3.61	1,473.52	12.88	685.00
	황용리	4.74	1,473.52	12.88	899.78
	세 지 면	교산리	3.45	1,330.87	12.88
내정리		2.31	1,330.87	12.88	395.77
대산리		3.24	1,330.87	12.88	555.32
동곡리		2.92	1,330.87	12.88	500.17
벽산리		1.59	1,330.87	12.88	272.97
성산리		4.47	1,330.87	12.88	766.85
송계리		3.69	1,330.87	12.88	632.25
오봉리		5.17	1,330.87	12.88	885.51
죽동리		3.18	1,330.87	12.88	544.46

<표 3-1-17> 리별 지하수 함양량 (계속)

(단위 : 천m<sup>3</sup>/년)

구 분	면 적 (km <sup>2</sup> )	면적평균 강우량(mm/년)	적용 함양률	적용 함양량	
<b>나봉지구</b>	<b>120.07</b>	<b>1,364.68</b>	<b>12.88</b>	<b>21,430.96</b>	
왕 곡 면	덕산리	3.36	1,268.39	12.88	549.20
	본양리	0.80	1,268.39	12.88	130.14
	송죽리	4.18	1,268.39	12.88	682.92
	신가리	1.10	1,268.39	12.88	179.43
	신원리	3.66	1,268.39	12.88	597.09
	신포리	3.26	1,268.39	12.88	532.90
	양산리	2.01	1,268.39	12.88	328.25
	옥곡리	2.82	1,268.39	12.88	461.23
	월천리	1.90	1,268.39	12.88	310.14
	장산리	1.95	1,268.39	12.88	318.28
	행정리	1.85	1,268.39	12.88	301.82
	화정리	3.19	1,268.39	12.88	521.78

마. 지하수 개발가능량 산정

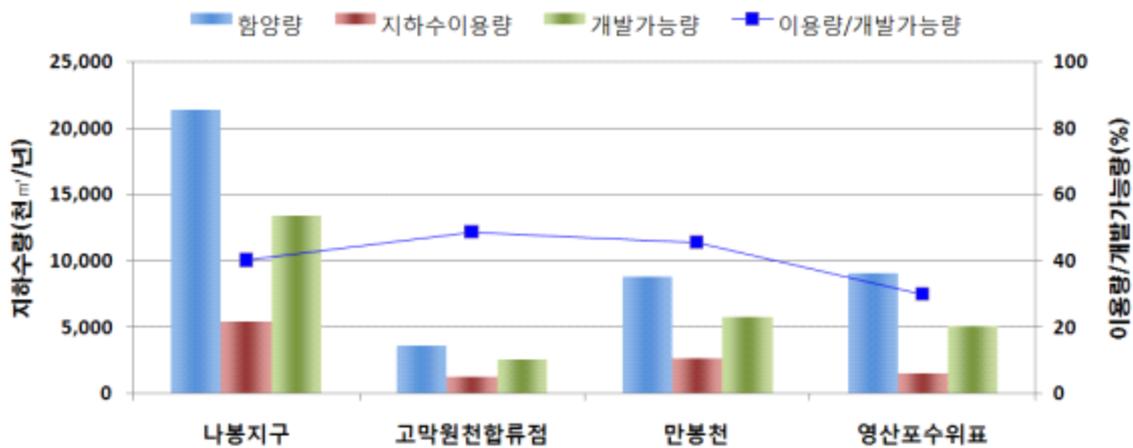
1) 유역별 개발가능량 분석

□ 개발가능량은 실측되지 않은 여러 항목을 간접적인 방법에 의해 추정하는 것으로 본 보고서에서는 10년빈도 가뭄강수량을 산정한 후 함양률과 면적을 계산하여 산정하였다. 유역별 개발가능량 대비 이용량은 고막원천합류점에서 48.76%로 가장 높고, 만봉천 45.49%, 영산포수위표 29.83% 순으로 나타난다. 지구 전반적인 개발가능량 대비 이용량은 40.17%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 3-1-18> 유역별 지하수 개발가능량

유역	면적 (km <sup>2</sup> )	10년빈도 가뭄강수량 (mm/년)	함양량 (천 m <sup>3</sup> /년)	지하수이용량 (천 m <sup>3</sup> /년)	개발가능량 (천 m <sup>3</sup> /년)	이용량/개발가능량 (%)
나봉지구	120.07	867.81	21,430.96	5,390.05	13,418.04	40.17
고막원천합류점	22.51	876.44	3,616.26	1,238.51	2,540.07	48.76
만봉천	51.39	874.94	8,775.56	2,633.91	5,790.58	45.49
영산포수위표	46.17	855.7	9,039.14	1,517.63	5,087.39	29.83



<그림 3-1-16> 표준유역별 지하수 이용량 및 개발가능량

2) 읍면별 개발가능량 분석

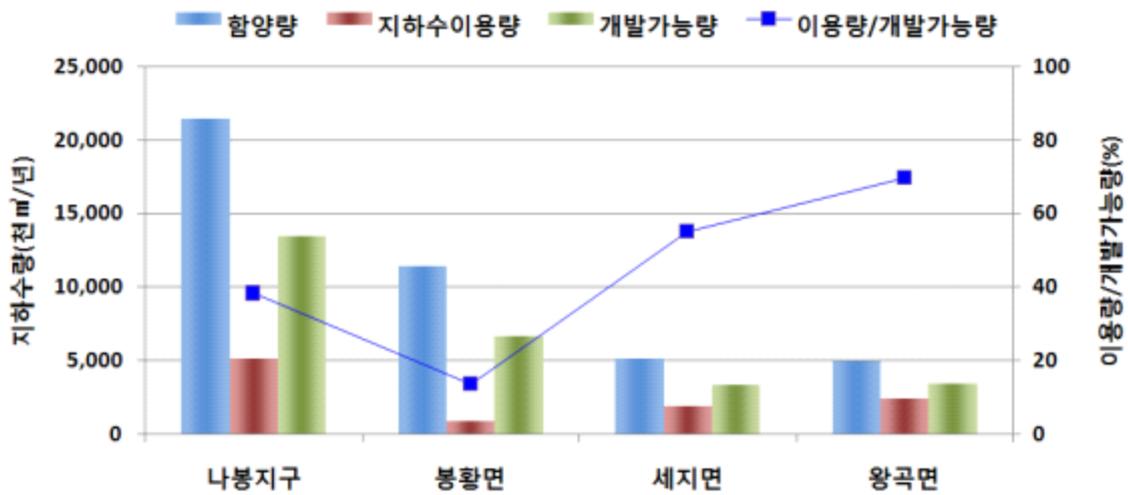
□ <표 3-1-18>과 <그림 3-1-17>은 읍면별 지하수 함양량, 지하수 이용량, 개발가능량, 개발가능량 대 이용량 관계에 대하여 보여주고 있다. 나봉지구의 지하수 함양량은 21,437.57천m<sup>3</sup>/년이고, 지하수 이용량은 5,130.57천m<sup>3</sup>/년, 개발가능량은 13,417.67천m<sup>3</sup>/년으로 분석되어 개발가능량 대비 이용량은 38.24%인 것으로 분석되었다.

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

- ┌ 최대 : 왕곡면 69.69%
- └ 최소 : 봉황면 13.57%

<표 3-1-19> 읍면별 지하수 개발가능량 산정

읍 면	면 적 (km <sup>2</sup> )	10년빈도 가뭄강수량 (mm)	함양량 (천m <sup>3</sup> /년)	지하수 이용량 (천m <sup>3</sup> /년)	개발가능량 (천m <sup>3</sup> /년)	이용량/개발가능량 (%)
나봉지구	120.07	867.78	21,437.54	5,130.57	13,417.67	38.24
봉황면	59.97	860.30	11,379.45	901.65	6,643.80	13.57
세지면	30.02	874.45	5,144.92	1,864.00	3,380.47	55.14
왕곡면	30.08	876.04	4,913.17	2,364.92	3,393.40	69.69



<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 13개소가 설치·운영되고 있으며, 봉황면 1개소, 세지면 5개소, 왕곡면 7개소가 자리하고 있다 <표 3-2-1>.

<표 3-2-1> 환경기초시설

지구	종 류	명 칭	소 재 지	시설용량 (m <sup>3</sup> /일)	처리방식
나봉 지구	공공하수 처리장	봉황옥실	봉황면 옥곡리 1094	40	KDHST
		세지내정	세지면 내정리 115-15	30	KDHST
		세지덕산	세지면 성산리 349-7	30	HUB-N
		세지죽산	세지면 벽산리 569-4	50	KHBNR
		세지발산	세지면 교산리 367	35	KHBNR
		세지동창	세지면 벽산리 569-4	120	OAM
		왕곡내동	왕곡면 신포리 241-1	16	흡수성바이오휠터
		왕곡가동	왕곡면 신가리 129-1	20	Y-PNR
		왕곡박포	왕곡면 신포리 154	23	고도접촉산화법
		왕곡방축	왕곡면 옥곡리 48-42	30	IC-SBR
		왕곡정촌	왕곡면 화정리 567-1	30	OAM
		왕곡구천	왕곡면 월천리 247-1	40	KM-SBR
		왕곡동양촌	왕곡면 본양리 30-1	46	KDHST

※ 자료출처 :하수도통계(환경부, 2016)

다. 오염시설

1) 점오염원

□ 나주시로부터 제공받은 오염시설 현황자료를 바탕으로 점오염원 중 축사시설에 대해 현장조사를 실시하여 DRASTIC 시스템 구축에 활용하였다. 나봉지구 내 축산시설은 총 156개소이며 주요 사육 가축은 한우인 것으로 확인되었다<표 3-2-2>. 단위면적당 시설수는 왕곡면, 세지면이 1.60개소/km<sup>2</sup>로 많으며 봉황면은 1.00개소/km<sup>2</sup>로 작다. 나봉지구 전체 단위면적당 시설수는 1.30개소/km<sup>2</sup>이다<그림 3-2-1~2>.

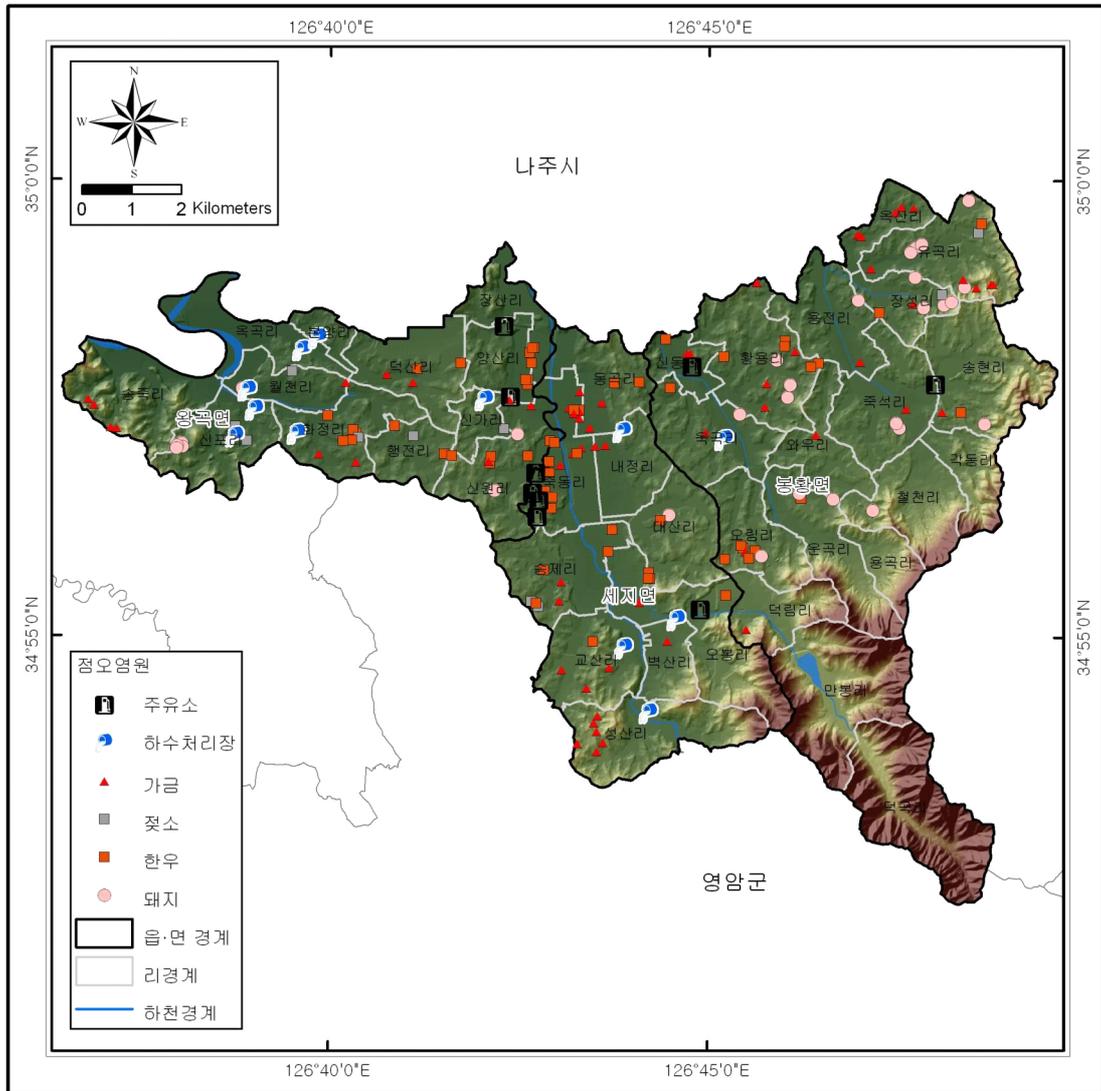
<표 3-2-2> 점오염원 현황

(단위 : 개소)

구분	면적 (km <sup>2</sup> )	가금	돼지	양	젖소	한우	축산시설 소계	단위면적당 시설수 (개소/km <sup>2</sup> )	
나봉지구	120.07	61	29	-	10	56	156	1.30	
나주시	봉황면	59.97	24	20	-	1	15	60	1.00
	세지면	30.02	25	1	-	2	20	48	1.60
	왕곡면	30.08	12	8	-	7	21	48	1.60



<그림 3-2-1> 점오염원 시설수 및 단위면적당 개소수



<그림 3-2-2> 환경기초시설 및 점오염원 분포현황도

2) 비점오염원

- 나봉지구에 존재하는 비점오염원현황에 대한 자료를 수집하였으며, 수집 결과는 <표 3-2-3>에 수록하였다.
- 나봉지구 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 <sup>1)</sup> (명)	토 지 <sup>2)</sup> (km <sup>2</sup> )							
		합 계	전	답	과수원	임 야	대 지	기 타	
나봉지구	11,178	120.07	16.23	34.37	6.08	38.92	3.57	20.89	
나주 시	봉황면	4,764	59.96	8.53	14.43	2.67	24.72	1.45	8.16
	세지면	3,071	30.03	3.22	10.88	1.56	7.89	0.96	5.52
	왕곡면	3,343	30.08	4.48	9.07	1.85	6.31	1.16	7.21

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 <sup>2</sup> ·일	1.59	9.44	0.24
	답	kg/km <sup>2</sup> ·일	2.30	6.56	0.61
	임야	kg/km <sup>2</sup> ·일	0.93	2.20	0.14
	대지	kg/km <sup>2</sup> ·일	85.90	13.69	2.10
	기타	kg/km <sup>2</sup> ·일	0.96	0.76	0.03

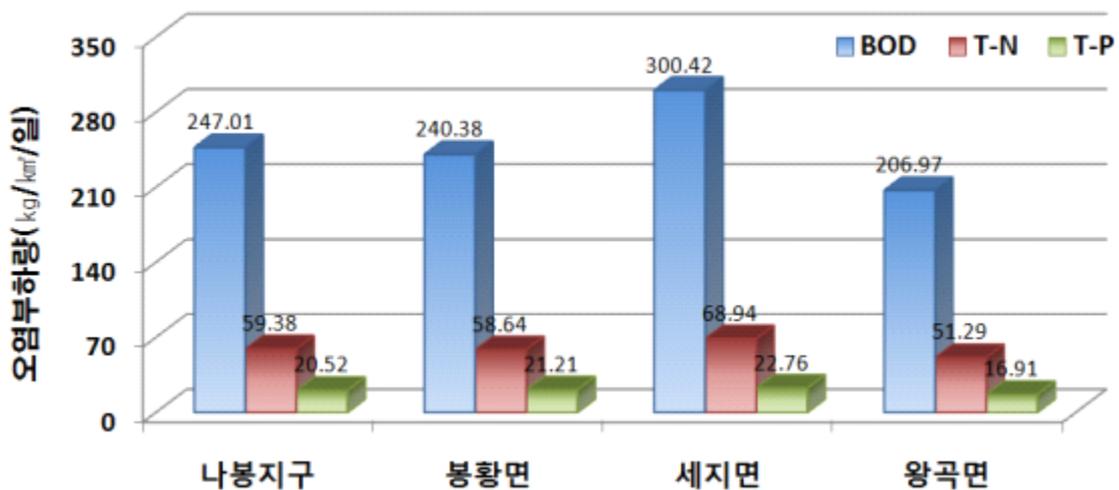
※ 자료출처 : 한강수계 오염총량관리계획수립 지침(환경부, 2014)

□ 오염원별 오염부하량을 계산한 결과 총발생오염부하량은 39,253.05kg/일이다. 오염원 중 가축사육에 따른 오염부하량이 37,504.67kg/일로 가장 크며 인구에 의한 오염부하량은 704.81kg/일로 가장 작은 것으로 조사되었다<표 3-2-5>.

□ 나봉지구의 단위면적당 오염부하량은 평균 326.92kg/km<sup>2</sup>/일이고, 읍면별로는 세지면(392.12kg/km<sup>2</sup>/일), 봉황면(320.23kg/km<sup>2</sup>/일), 왕곡면(275.17kg/km<sup>2</sup>/일) 순으로 조사되었다<그림 3-2-3>.

<표 3-2-5> 읍면별 오염부하량

구 분	면적 (km <sup>2</sup> )	총발생오염부하량 (kg/일)				단위면적당 오염부하량 (kg/km <sup>2</sup> /일)				
		소 계	가축	토지	인구	소 계	가축	토지	인구	
나봉지구	120.07	39,253.05	37,504.67	1,043.57	704.81	326.92	312.36	8.69	5.87	
나 주 시	봉황면	59.97	19,204.00	18,424.28	479.33	300.39	320.23	307.23	7.99	5.01
	세지면	30.02	11,771.49	11,304.08	273.76	193.65	392.12	376.55	9.12	6.45
	왕곡면	30.08	8,277.56	7,776.31	290.48	210.77	275.17	258.51	9.66	7.00



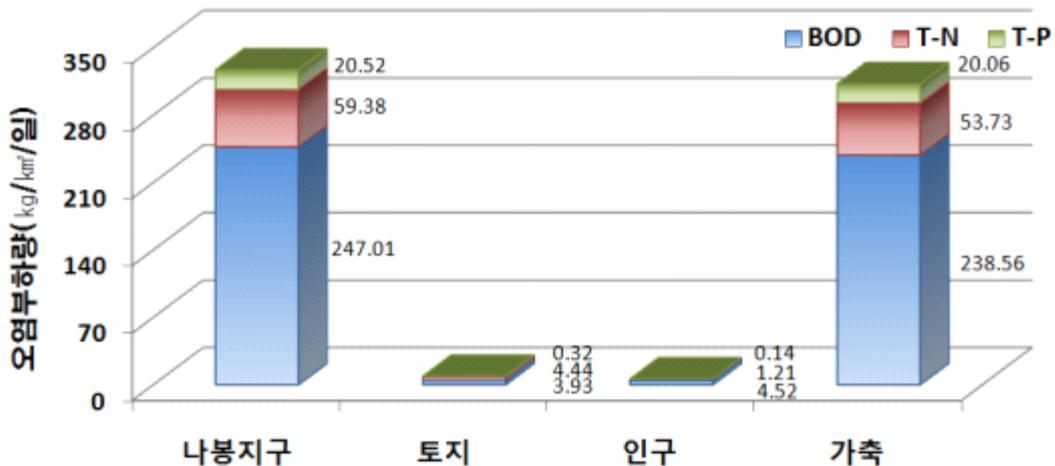
<그림 3-2-3> 읍면별 항목별 단위면적당 오염부하량

□ 오염원별 오염부하량 원단위를 이용하여 계산한 결과 BOD는 29,660.1kg/일, T-N 7,129.3kg/일, T-P 2,463.7kg/일로 나타났다. 축산계로부터 발생된 오염발생량은 BOD의 경우 28644.43kg/일로 T-N, T-P의 합계보다 3배 이상 높고, 인구의 경우에도 발생하는 BOD 오염부하량이 T-N, T-P의 합계보다 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	
나봉지구	29,660.1	472.4	543.2	28,644.4	7,129.3	532.7	145.4	6,451.2	2,463.7	38.5	16.2	2,409.0	
나 주 시	봉황면	14,415.6	204.4	231.5	13,979.7	3,516.8	257.3	62.0	3,197.5	1,271.7	17.7	6.9	1,247.1
	세지면	9,018.6	126.0	149.3	8,743.4	2,069.6	137.2	39.9	1,892.5	683.3	10.6	4.5	668.2
	왕곡면	6,225.9	142.1	162.5	5,921.4	1,542.9	138.3	43.5	1,361.2	508.8	10.2	4.9	493.7



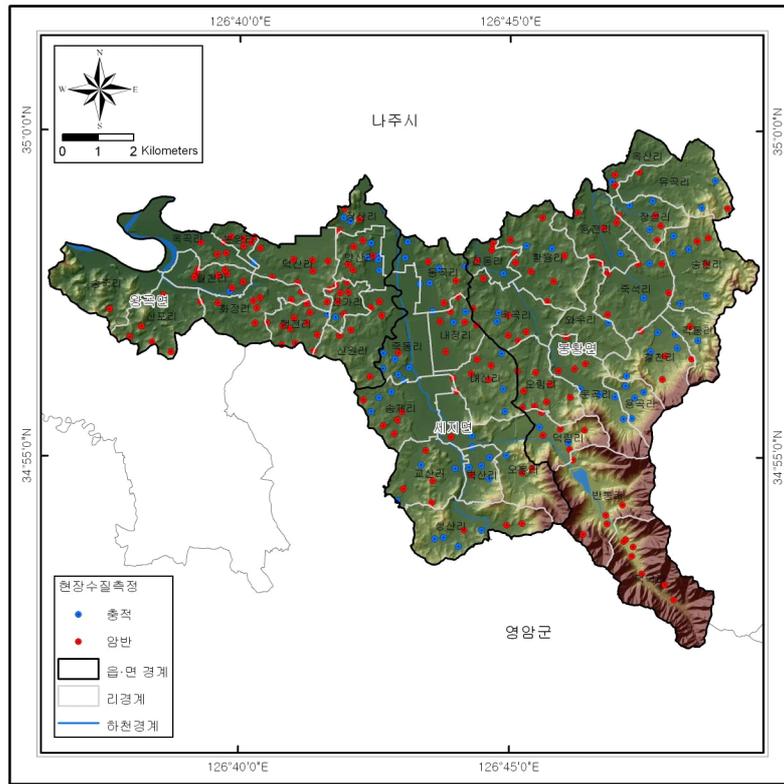
<그림 3-2-4> 오염원별 단위면적당 오염부하량

3.2.2 수질분석

- 나봉지구 258지점에서 현장간이수질분석을 실시하였으며 조사항목은 수소이온농도(pH), 전기전도도(EC), 총용존고형물질(TDS), 온도(°C)를 측정하여 조사지역의 수질변동의 추세를 파악하였다<표 3-2-7>.
- 나봉지구 갈수기 지하수의 평균 온도는 17.2°C이며 지역간의 평균 0.79°C의 차이를 나타낸다. 수소이온농도의 평균값은 6.6로 지역간 평균 0.49의 차이를 나타낸다. EC값은 평균 293μS/cm이고 최대값이 793μS/cm으로 높게 나타나는 지점이 발생 하였으며 TDS도 평균은 146mg/L로 높지 않지만 EC와 마찬가지로 최대값이 396mg/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=110)				
항목	행정구역	최대	최소	평균	중앙	표준편차
T(°C)	<b>나봉지구</b>	<b>19.4</b>	<b>14.7</b>	<b>17.2</b>	<b>17.2</b>	<b>0.79</b>
	봉황면	18.9	15.2	17.4	17.4	0.73
	세지면	19.4	14.7	16.9	17.0	0.94
	왕곡면	18.9	15.3	17.1	17.1	0.65
pH	<b>나봉지구</b>	<b>8.4</b>	<b>5.6</b>	<b>6.7</b>	<b>6.6</b>	<b>0.49</b>
	봉황면	8.4	5.6	6.7	6.6	0.48
	세지면	8.0	5.7	6.6	6.5	0.50
	왕곡면	7.8	5.8	6.7	6.6	0.47
EC (μS/cm)	<b>나봉지구</b>	<b>793</b>	<b>114</b>	<b>293</b>	<b>270</b>	<b>121.90</b>
	봉황면	793	128	307	282	117.35
	세지면	667	119	278	252	112.82
	왕곡면	650	114	286	252	132.23
TDS (mg/L)	<b>나봉지구</b>	<b>396</b>	<b>57</b>	<b>146</b>	<b>134.5</b>	<b>60.90</b>
	봉황면	396	63	153	140.5	58.57
	세지면	334	59	138	126	56.45
	왕곡면	325	57	143	126	66.07



<그림 3-2-5> 나봉지구 간이수질 측정대상공 위치도

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

구분			갈수기				풍수기			
			pH	EC ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	TDS ( $\text{mg}/\text{L}$ )	T ( $^{\circ}\text{C}$ )	pH	EC ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	TDS ( $\text{mg}/\text{L}$ )	T ( $^{\circ}\text{C}$ )
봉 황 면	각동리	180	6.5	272	135	17.2	6.5	272	135	17.0
	각동리	264	6.2	265	132	17.0	6.1	279	141	17.3
	덕곡리	156	7.6	749	374	17.3	7.6	720	359	17.4
	덕곡리	333	7.4	362	181	17.4	7.5	372	186	17.1
	덕곡리	175-1	7.8	213	106	17.3	8.0	222	111	17.2
	덕곡리	201-4	7.6	264	132	17.0	7.6	271	136	16.8
	덕곡리	238-2	7.1	172	87	18.6	6.9	168	85	18.9
	덕곡리	306-5	7.4	373	186	17.3	7.5	388	194	17.0
	덕곡리	336-2	6.5	227	113	17.7	6.6	214	107	17.4
	덕림리	17	7.3	267	134	16.3	7.3	282	142	16.0
	덕림리	55	6.7	187	94	17.1	6.9	166	83	16.8
	덕림리	122	5.6	383	191	17.6	5.6	397	200	17.4
	덕림리	402	8.4	249	124	18.2	8.2	254	128	18.3
	덕림리	126-2	6.3	141	70	17.3	6.7	134	67	17.1
	덕림리	328-6	6.3	340	170	17.6	6.3	351	175	17.5

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

구분		갈수기				풍수기				
		pH	EC (μS/cm)	TDS (mg/L)	T (°C)	pH	EC (μS/cm)	TDS (mg/L)	T (°C)	
봉 황 면	덕림리	424-1	6.9	285	142	17.4	7.0	292	147	17.6
	만봉리	398-4	7.4	380	189	16.7	7.2	382	190	16.5
	만봉리	79-24	7.9	194	97	18.1	7.9	199	99	18.5
	만봉리	산245-8	5.9	169	85	17.4	5.9	184.2	91.9	17.0
	만봉리	산50	7.0	793	396	17.6	6.8	796	398	17.7
	송현리	492	6.4	229	114	17.1	6.3	228	114	17.3
	송현리	748	7.2	421	210	18.2	7.3	406	202	18.4
	송현리	1045	6.8	282	141	17.0	6.8	293	147	16.7
	송현리	66-2	6.5	445	222	18.4	6.2	427	214	18.1
	송현리	436-1	8.0	310	155	18.4	7.7	324	162	18.2
	송현리	957-4	6.5	259	129	17.1	6.4	260	130	17.2
	송현리	982-1	6.7	179	89	17.0	6.5	180	90	16.9
	송현리	산98-6	7.5	364	181	17.3	7.1	382	192	16.9
	신동리	86	6.4	603	301	18.6	6.1	617	310	18.4
	신동리	374-10	6.6	204	102	17.2	6.7	198	99	16.9
	신동리	460-6	6.6	327	163	17.5	6.5	326	163	17.3
	신동리	529-2	6.7	228	114	18.2	6.4	232	116	18.5
	오림리	64	6.6	205	103	17.4	6.6	192	96	17.1
	오림리	197	6.7	294	147	18.1	6.3	288	144	18.5
	오림리	702	6.7	383	191	16.9	6.9	391	197	16.8
	오림리	146-10	7.4	340	170	17.1	7.0	328	164	17.3
	오림리	563-3	7.1	271	135	17.3	6.9	272	136	17.3
	오림리	627-8	5.7	473	237	16.5	5.4	485	244	16.7
	오림리	657-6	6.2	414	207	17.5	5.8	424	212	17.8
	오림리	706-12	6.6	374	187	16.8	6.6	380	191	17.0
	옥산리	268-23	6.9	288	144	18.0	6.7	276	138	18.1
	옥산리	307-2	7.0	293	147	17.8	6.8	278	138	17.8
	옥산리	337-1	6.0	408	203	18.2	5.8	411	207	18.1
	와우리	465	6.2	447	224	18.4	5.8	452	227	18.7
	와우리	663-2	6.5	383	191	16.7	6.3	393	197	16.5
	용곡리	361	6.8	280	140	15.2	6.4	292	145	15.3
	용곡리	91-1	6.7	233	116	16.9	6.4	246	124	16.7
	용곡리	123-8	6.7	217	109	15.8	6.7	224	112	16.1
용곡리	610-1	6.7	405	203	18.4	6.5	393	196	18.4	
용전리	224-13	6.6	208	104	17.0	6.5	206	103	16.8	
용전리	386-1	6.8	343	171	17.4	6.5	352	176	17.6	
용전리	490-1	6.8	274	136	17.5	6.6	292	145	17.7	
용전리	600-1	6.5	233	116	17.7	6.5	218	109	17.6	
옥곡리	421-2	6.4	387	193	17.8	6.2	386	193	17.6	

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

구분			갈수기				풍수기			
			pH	EC ( $\mu\text{S/cm}$ )	TDS ( $\text{mg/L}$ )	T ( $^{\circ}\text{C}$ )	pH	EC ( $\mu\text{S/cm}$ )	TDS ( $\text{mg/L}$ )	T ( $^{\circ}\text{C}$ )
봉 황 면	옥곡리	534-25	6.5	218	108	18.2	6.3	206	103	18.3
	옥곡리	570-1	6.4	421	210	18.4	6.4	432	217	18.2
	옥곡리	619-3	6.4	310	154	17.7	6.3	302	151	17.5
	옥곡리	739-6	6.7	192	96	18.9	6.6	184	92	18.7
	옥곡리	883-13	6.6	350	175	17.9	6.3	360	180	17.6
	운곡리	172	6.8	193	97	15.7	6.7	202	101	15.9
	운곡리	511	6.5	250	125	16.2	6.5	271	137	16.5
	운곡리	746	6.3	143	71	16.0	6.3	142	71	16.1
	운곡리	440-3	6.5	282	140	15.6	6.4	296	149	15.8
	운곡리	592-38	6.2	276	138	16.5	6.1	291	145	16.7
	운곡리	805-1	5.7	315	157	17.8	6.1	301	150	17.9
	운곡리	893-54	6.9	285	142	16.8	6.8	292	147	16.7
	운곡리	925-66	7.1	377	188	17.0	6.8	369	186	17.3
	유곡리	53	6.9	260	130	18.0	6.6	254	127	17.8
	유곡리	131	6.8	248	124	16.9	6.5	236	119	17.2
	유곡리	900	6.8	164	82	17.6	6.7	158	80	17.5
	유곡리	산64	6.7	379	190	17.6	6.5	378	189	17.9
	장성리	285	6.3	461	230	18.3	6.1	470	235	18.1
	장성리	538	6.3	359	179	16.8	6.1	372	188	16.7
	장성리	75-3	6.4	303	151	17.8	6.3	311	156	17.9
	장성리	101-4	6.8	194	97	18.0	6.6	193	97	18.3
	장성리	112-6	6.6	185	92	17.5	6.4	191	96	17.6
	장성리	252-14	6.2	363	182	18.2	5.9	360	181	17.9
	죽석리	898	6.6	176	88	17.8	6.9	158	80	17.6
	죽석리	230-2	6.7	370	185	16.3	6.6	382	192	16.2
	죽석리	247-1	7.4	421	210	17.8	7.2	404	202	17.5
	죽석리	427-5	6.5	251	125	17.6	6.5	236	118	17.4
	죽석리	687-1	6.4	296	148	16.9	6.3	307	155	16.7
	죽석리	830-2	6.6	229	114	18.4	6.5	214	106	18.3
	죽석리	산56-6	6.6	530	265	17.0	6.3	548	275	17.1
	철천리	271	6.6	514	256	16.7	6.4	520	260	16.4
	철천리	414	6.7	316	158	16.0	6.6	333	166	15.8
	철천리	536	6.5	198	99	17.8	6.2	202	101	17.5
철천리	601	6.7	231	115	17.7	6.5	244	123	17.5	
철천리	948	7.6	128	63	16.5	7.2	126	63	16.7	
철천리	1263	7.8	217	108	16.4	7.7	235	118	16.6	
철천리	57-1	7.4	180	89	16.8	7.2	182	90	17.2	
철천리	1213-1	6.5	208	104	18.2	6.6	198	98	17.9	
철천리	612-11	6.5	244	122	17.7	6.5	234	117	17.4	

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

구분			갈수기				풍수기			
			pH	EC (μS/cm)	TDS (mg/L)	T (°C)	pH	EC (μS/cm)	TDS (mg/L)	T (°C)
봉 황 면	황용리	406	6.6	332	165	17.0	6.3	333	165	17.4
	황용리	424	6.1	325	162	17.2	5.7	332	166	17.3
	황용리	190-3	6.7	272	136	17.2	6.3	270	135	17.0
	황용리	246-34	6.8	271	135	17.3	6.4	282	142	17.7
	황용리	503-3	6.3	220	110	17.7	6.1	214	107	17.7
	황용리	594-2	6.5	204	102	17.7	6.4	198	99	17.5
	황용리	808-1	6.7	218	109	17.2	6.5	216	108	17.5
	황용리	81-26	6.6	238	119	18.5	6.2	245	123	18.2
세 지 면	교산리	87-3	5.7	549	274	17.7	6.1	538	270	18.0
	교산리	531-1	6.2	311	155	17.8	6.1	302	151	17.6
	교산리	597-12	6.2	300	149	17.0	6.0	312	156	17.2
	교산리	639-1	7.3	247	123	17.0	6.9	246	123	17.1
	교산리	640-1	7.8	407	203	17.0	7.5	412	206	17.4
	교산리	718-3	6.5	227	113	17.8	6.4	220	110	17.9
	교산리	920-1	5.8	357	178	18.1	5.8	348	174	18.3
	내정리	223	7.7	206	103	16.8	7.9	186	93	16.6
	내정리	395	7.5	194	96	17.5	7.1	198	99	17.7
	내정리	66-1	6.9	352	176	16.4	6.6	348	174	16.4
	내정리	99-3	6.2	394	197	16.0	6.2	399	199	16.3
	내정리	7-16	6.4	211	105	16.5	6.3	210	105	16.7
	내정리	110-9	6.4	198	99	17.7	6.4	188	94	17.4
	내정리	66-38	6.4	225	112	15.9	6.1	204	102	16.3
	내정리	79-36	6.4	332	166	16.4	6.3	322	161	16.7
	대산리	87	6.5	340	170	16.6	6.4	328	164	16.8
	대산리	42-1	6.0	492	246	15.7	6.1	483	243	15.9
	대산리	11-3	6.4	244	122	16.1	6.2	248	124	15.8
	대산리	119-7	6.6	235	117	16.5	6.3	218	109	16.7
	대산리	184-1	6.4	329	164	16.2	6.1	324	162	16.6
	대산리	245-1	6.5	131	66	17.0	6.2	140	70	17.3
	대산리	42-77	5.9	376	187	16.3	5.6	366	183	16.5
	대산리	산120-2	6.3	471	235	16.6	6.1	477	241	16.6
	동곡리	43-1	6.8	474	237	18.4	6.8	483	243	18.1
동곡리	64-1	6.6	199	99	17.0	6.3	180	90	17.1	
동곡리	10-25	6.3	260	130	17.1	6.2	252	125	17.4	
동곡리	12-23	6.3	321	160	17.1	6.1	336	167	17.3	
동곡리	116-14	6.7	317	158	16.3	6.5	320	160	16.1	
동곡리	204-8	6.7	326	163	16.2	6.4	316	158	16.6	
동곡리	208-2	6.8	490	245	17.5	6.5	486	243	17.3	
동곡리	220-6	6.8	236	118	17.6	6.5	234	117	17.7	

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

구분			갈수기				풍수기			
			pH	EC ( $\mu$ S/cm)	TDS (mg/L)	T ( $^{\circ}$ C)	pH	EC ( $\mu$ S/cm)	TDS (mg/L)	T ( $^{\circ}$ C)
세 지 면	동곡리	230-3	7.2	178	89	18.0	7.0	180	90	17.6
	벽산리	124-2	6.2	125	62	16.2	6.2	137	68	16.1
	벽산리	342-2	6.7	441	220	18.0	6.4	429	215	18.3
	벽산리	350-12	6.3	406	203	16.4	6.1	388	194	16.6
	벽산리	367-3	6.7	252	126	17.1	6.4	254	127	17.3
	벽산리	369-1	7.0	420	210	18.4	6.6	408	204	18.3
	벽산리	450-1	6.4	282	140	15.0	6.2	288	144	15.4
	성산리	238	6.2	162	81	14.7	5.9	158	79	15.1
	성산리	470	6.3	269	134	16.1	6.4	254	126	16.4
	성산리	586-3	6.2	158	79	16.1	6.0	160	80	15.9
	성산리	674-1	6.2	194	97	15.4	5.9	192	96	15.4
	성산리	806-2	5.9	273	136	17.8	5.9	286	144	17.7
	송제리	798	6.4	145	72	18.1	6.2	162	81	17.7
	송제리	210-25	6.5	128	64	16.8	6.5	130	65	16.7
	송제리	214-2	7.1	162	80	18.1	6.9	172	86	17.9
	송제리	322-8	6.7	119	59	16.3	6.6	122	61	15.9
	송제리	576-10	6.7	128	64	17.2	6.6	126	63	17.4
	송제리	603-19	6.7	220	109	17.6	6.5	230	115	17.9
	오봉리	7	6.9	157	77	17.4	6.5	151	75	17.7
	오봉리	438	7.8	205	102	17.6	7.5	210	105	17.8
오봉리	177-1	6.2	143	71	15.5	5.9	153	76	15.7	
오봉리	480-12	6.5	254	127	14.8	6.2	260	130	15.1	
오봉리	693-8	6.4	252	126	18.2	6.1	250	125	17.9	
죽동리	46-4	6.4	404	201	16.6	6.5	417	207	16.8	
죽동리	180-42	6.3	275	137	17.3	6.4	285	143	16.9	
죽동리	202-23	7.4	273	135	16.3	7.2	288	144	16.1	
죽동리	298-12	6.9	347	173	17.2	6.7	360	181	16.9	
왕 곡 면	덕산리	224-1	6.2	251	125	17.2	6.1	275	137	17.3
	덕산리	263-3	7.4	282	141	17.0	7.1	304	153	17.2
	덕산리	306-11	6.9	152	76	17.6	6.7	162	81	17.7
	덕산리	369-2	6.7	196	98	16.5	6.5	195	97	16.7
	덕산리	450-1	6.8	157	78	16.6	6.6	179	90	16.6
	덕산리	589-13	5.8	263	131	17.1	5.8	285	143	17.4
	덕산리	636-3	7.2	158	79	16.6	7.0	160	80	16.9
	덕산리	701-2	6.8	197	99	17.0	6.5	182	91	16.9
	본양리	137	6.6	477	238	17.3	7.0	464	233	17.5
본양리	33-12	6.4	289	145	17.9	6.2	288	144	17.7	

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

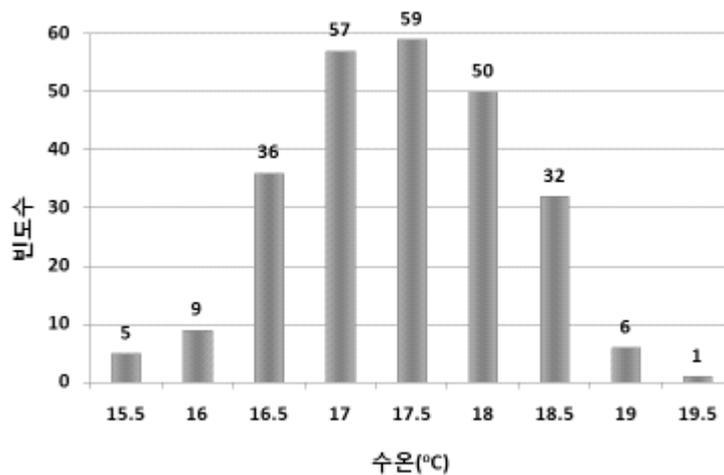
구분		갈수기				풍수기				
		pH	EC (μS/cm)	TDS (mg/L)	T (°C)	pH	EC (μS/cm)	TDS (mg/L)	T (°C)	
왕 곡 면	본양리	60-2	6.7	156	78	17.2	6.8	142	71	16.9
	본양리	1-3	5.8	197	98	17.0	5.6	182	91	17.3
	본양리	15-8	6.1	420	209	17.1	5.8	410	206	16.9
	본양리	134-11	6.2	268	133	16.7	5.9	281	140	16.5
	송죽리	336-2	7.7	203	102	16.4	7.7	204	102	16.4
	신가리	288	6.9	272	136	17.1	6.6	259	130	17.4
	신가리	325	7.3	181	90	15.4	7.0	175	87	15.6
	신가리	72-1	6.0	421	211	16.3	6.2	422	212	16.4
	신가리	168-1	6.1	371	185	17.2	6.0	350	174	17.5
	신가리	170-1	6.5	178	89	17.7	6.2	162	81	17.6
	신가리	311-1	6.3	200	99	17.0	6.3	198	98	16.8
	신가리	366-27	6.3	272	135	16.8	5.9	262	130	16.9
	신가리	400-1	7.3	296	148	18.4	7.0	304	153	18.3
	신원리	662	6.3	339	169	16.2	6.1	318	158	16.5
	신원리	9-1	7.0	259	130	17.5	6.7	270	136	17.3
	신원리	309-5	6.1	538	268	18.1	6.4	516	258	18.3
	신원리	383-21	6.5	277	138	18.0	6.3	274	138	17.8
	신원리	528-34	6.6	187	94	16.9	6.4	166	83	17.3
	신원리	743-3	6.4	439	219	17.2	6.5	417	207	16.9
	신원리	788-3	6.2	185	93	17.2	6.1	172	86	16.8
	신포리	657	6.0	209	104	17.0	5.6	206	103	17.2
	신포리	351-3	6.1	262	131	16.7	5.9	244	121	16.6
	신포리	37-44	6.2	237	118	16.7	6.0	241	121	17.0
	신포리	616-3	6.4	214	106	15.3	6.6	192	95	15.5
	신포리	626-7	6.7	290	145	17.5	6.3	308	154	17.4
	신포리	715-1	6.6	303	151	17.4	6.6	320	161	17.3
	신포리	산56-3	6.5	189	94	17.2	6.9	192	95	17.6
	양산리	511	7.1	403	201	17.8	6.8	390	196	17.7
	양산리	38-1	7.0	625	311	17.2	6.7	580	291	16.9
	양산리	60-8	7.2	483	241	18.1	6.8	461	230	17.9
	양산리	61-2	7.8	447	223	16.5	7.5	432	215	16.7
	양산리	62-8	7.4	348	173	17.9	7.1	336	167	17.7
	양산리	81-9	6.8	273	136	17.3	6.4	255	128	17.5
	양산리	110-4	7.6	401	200	17.8	7.3	388	194	18.0
양산리	396-8	7.2	419	209	17.6	6.8	403	202	17.8	
양산리	559-2	7.4	423	212	17.3	7.2	416	208	17.1	
양산리	산76-2	6.5	378	189	16.7	6.5	360	181	17.0	
옥곡리	54-1	6.1	456	227	16.6	5.9	462	230	16.9	
옥곡리	76-2	7.1	160	80	16.5	7.0	161	81	16.8	

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

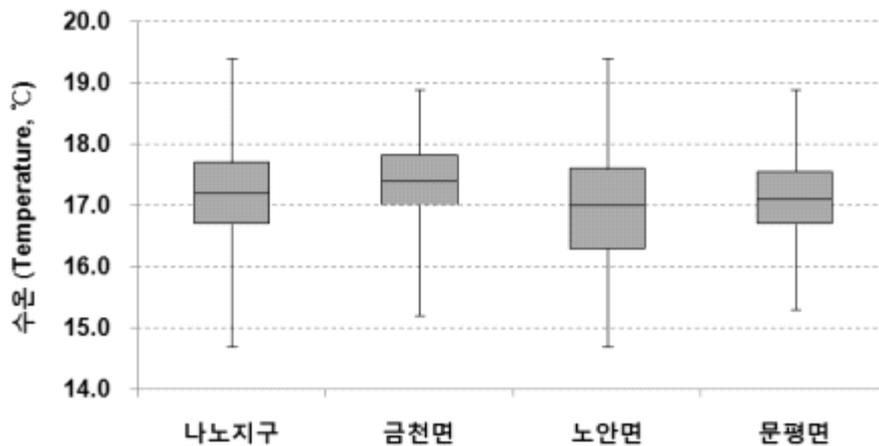
구분		갈수기				풍수기				
		pH	EC ( $\mu$ S/cm)	TDS (mg/L)	T ( $^{\circ}$ C)	pH	EC ( $\mu$ S/cm)	TDS (mg/L)	T ( $^{\circ}$ C)	
왕 곡 면	옥곡리	90-1	6.2	294	147	16.1	5.9	304	153	16.4
	옥곡리	24-1	7.2	173	86	16.5	6.9	181	91	16.6
	월천리	56	6.5	153	76	16.6	6.4	158	79	16.6
	월천리	3-3	6.7	162	81	16.9	6.6	161	81	17.2
	월천리	152-2	6.6	114	57	17.2	6.4	115	58	16.8
	월천리	209-20	6.1	226	113	16.9	5.8	242	121	17.2
	월천리	209-29	6.6	147	73	16.2	6.3	134	67	16.2
	월천리	301-1	6.3	187	93	15.9	6.4	170	86	16.2
	월천리	77-35	6.5	166	83	17.5	6.4	168	84	17.7
	월천리	77-59	6.4	132	66	17.0	6.3	133	66	17.0
	장산리	511	7.0	650	325	18.3	6.7	635	319	18.6
	장산리	596	5.8	529	265	16.8	5.7	525	261	16.5
	장산리	659	6.7	356	178	17.3	6.5	336	168	17.6
	장산리	264-7	7.2	538	269	17.9	6.9	493	247	17.7
	장산리	705-1	6.5	478	239	17.6	6.3	442	221	17.5
	행전리	3	6.4	124	62	18.9	6.1	128	64	18.6
	행전리	145	6.9	216	108	17.0	6.7	207	104	17.3
	행전리	170	6.1	388	194	17.3	6.1	401	201	17.5
	행전리	186	7.3	156	78	17.7	7.0	154	77	17.4
	행전리	35-1	7.1	194	98	17.2	6.9	196	97	17.5
	행전리	91-3	6.3	243	121	18.4	6.0	236	118	18.0
	행전리	138-6	6.7	192	96	16.7	6.4	179	89	17.1
	행전리	218-2	7.5	224	112	17.7	7.2	207	104	17.3
	행전리	338-1	6.8	252	126	18.4	6.5	262	132	18.8
	행전리	산35-5	6.6	117	58	17.7	6.3	125	63	17.3
	행전리	산79-3	6.7	196	98	17.8	6.6	181	90	17.7
	화정리	84-3	6.1	612	307	16.8	6.1	601	301	16.7
	화정리	98-3	6.0	495	248	16.7	5.8	505	253	17.0
	화정리	3-3	7.4	277	139	17.5	7.2	288	145	17.7
	화정리	20-6	6.8	136	68	16.9	6.7	140	70	16.7
화정리	241-11	6.5	473	236	16.5	6.5	492	244	16.9	
화정리	583-1	6.8	176	88	16.6	6.6	182	91	16.6	
화정리	산81-1	7.0	201	101	16.8	7.1	183	92	17.1	

가. 수온 (Temperature, °C)

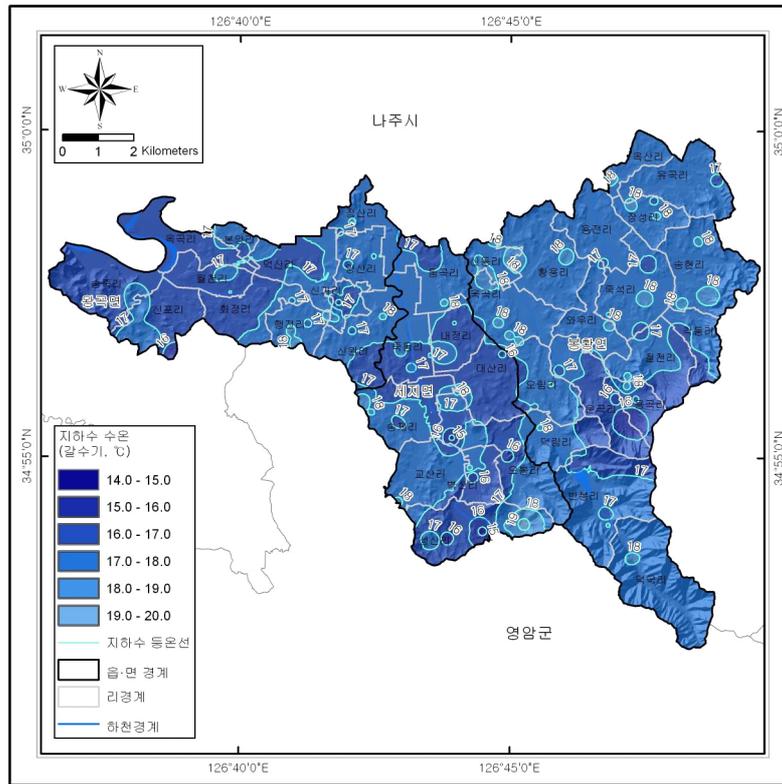
○ 측정된 전체시료의 지하수 수온은 14.7°C~19.4°C의 범위를 보여준다. 빈도분포도를 살펴보면 16.5°C에서 18.5°C까지 온도분포가 다양하다는 것을 알 수 있으며 Box-whisker 다이어그램을 보면 금천면이 다소 온도가 높고 노안면이 조금 낮게 나타나는 것을 볼 수 있다 <그림 3-2-6~7>. 나봉지구 갈수기 평균수온은 17.2°C, 풍수기 평균수온은 17.2°C로 조사되었다<그림 3-2-8>.



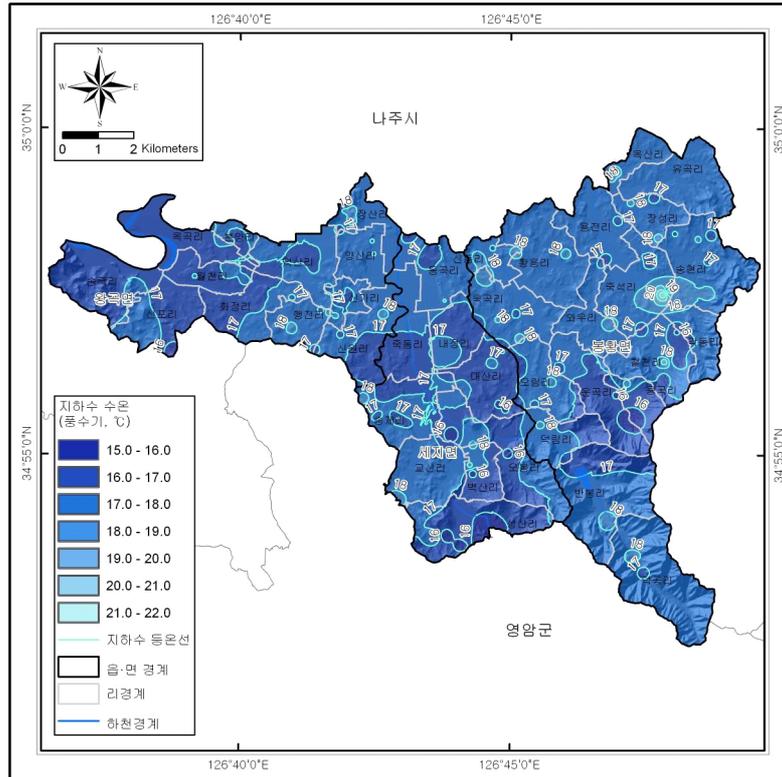
<그림 3-2-6> 나봉지구 지하수의 수온(T) 빈도분포도



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



(a) 갈수기 수온분포도

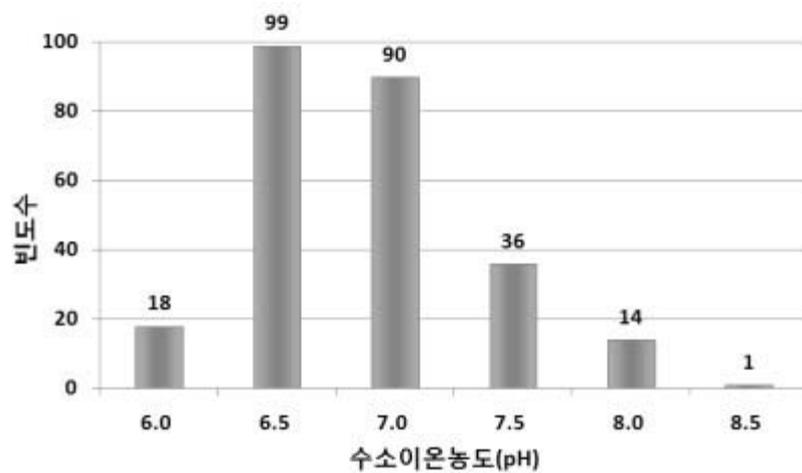


(b) 풍수기 수온분포도

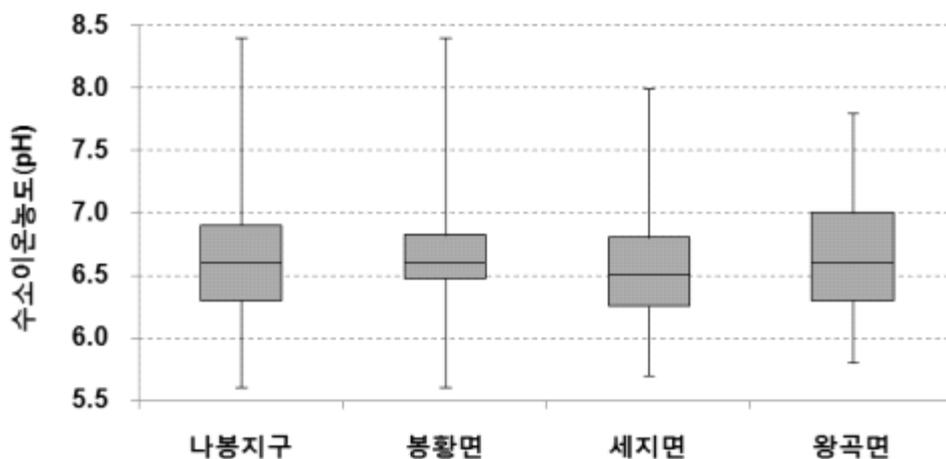
<그림 3-2-8> 나봉지구 지하수의 수온(°C) 분포도

### 나. 수소이온농도 (pH)

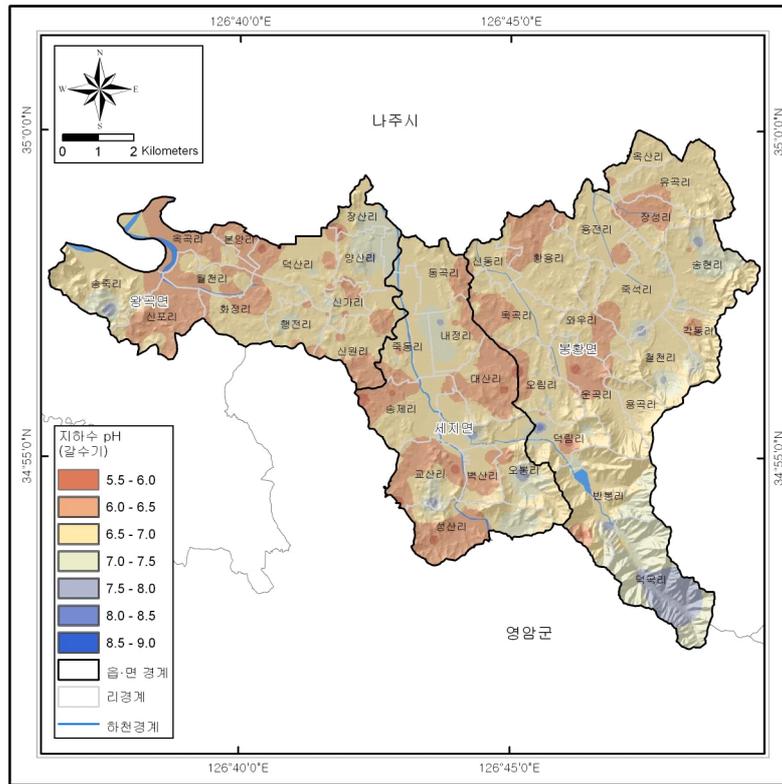
○ 나봉지구의 수소이온농도는 5.6~8.4의 범위를 갖고, 평균값은 6.7로 약 산성을 띤다. 빈도분포도를 살펴보면 pH 분포가 6.0~8.0사이에서 집중되어 나타나는 것을 확인할 수 있으며 Box-whisker 다이어그램을 살펴보면 왕곡면이 다소 높고 세지면이 비교적 낮은 것을 볼 수 있다<그림 3-2-9~10>. 측정자료 분석결과 갈수기 pH 평균값은 6.7, 풍수기 pH 평균값은 6.5로 조사되었다<그림 3-2-11>.



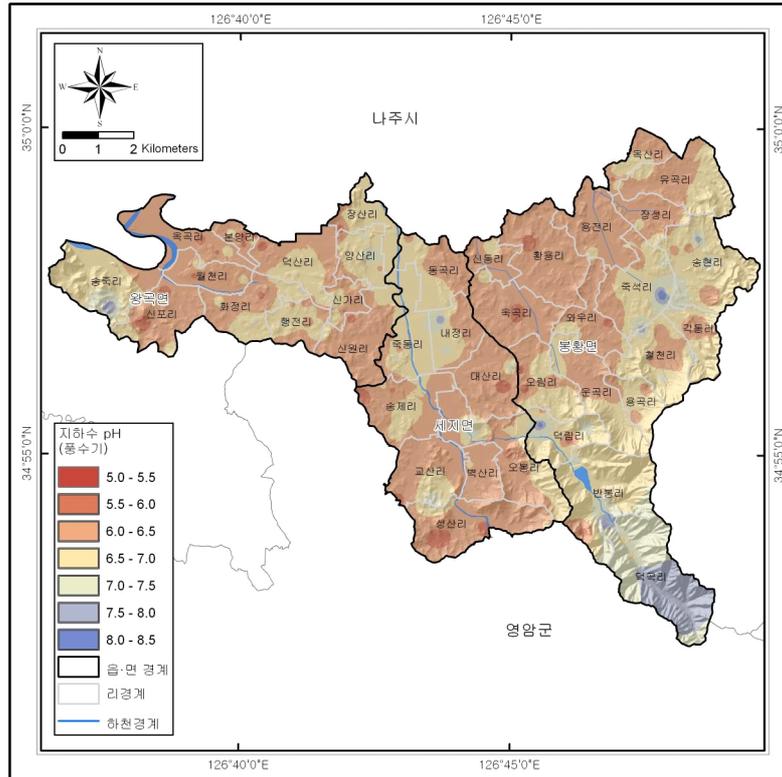
<그림 3-2-9> 나봉지구 지하수의 pH 빈도분포도



<그림 3-2-10> 나봉지구 지하수의 pH Box-whisker



(a) 갈수기 pH 분포도

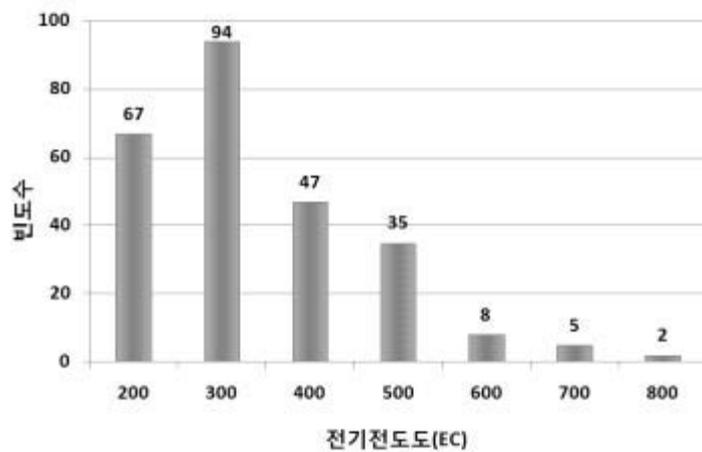


(b) 퐁수기 pH 분포도

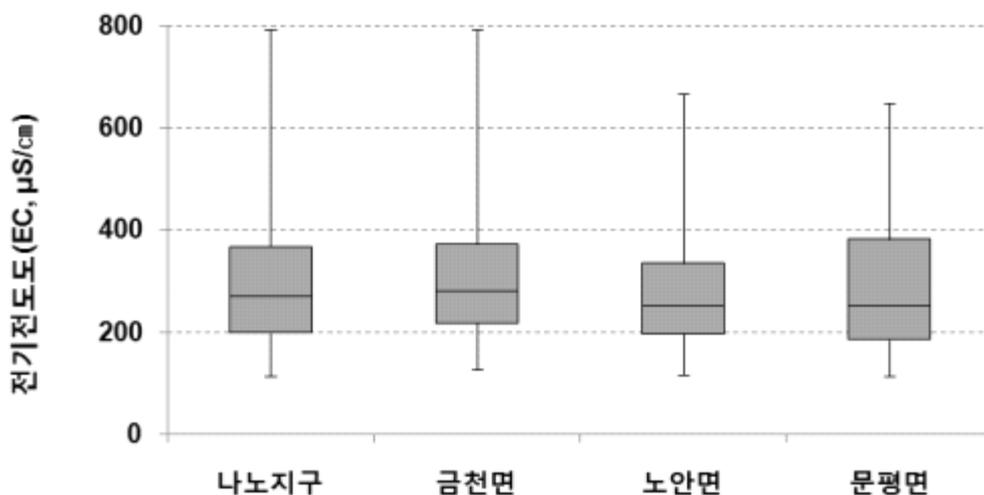
<그림 3-2-11> 나봉지구 지하수의 pH 분포도

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

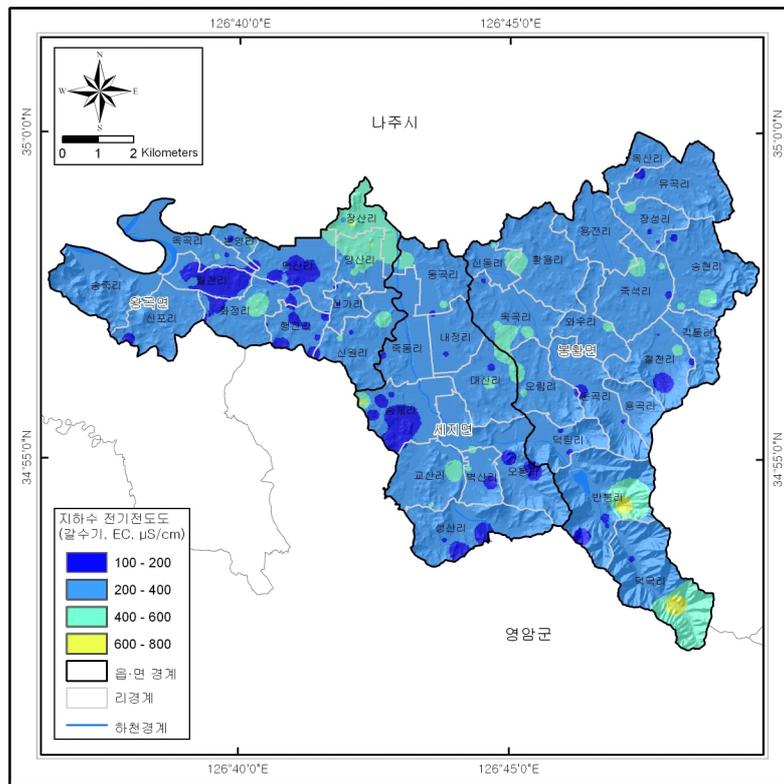
○ 측정된 전체시료의 전기전도도 값은  $114\mu\text{S}/\text{cm}\sim 793\mu\text{S}/\text{cm}$ 의 값을 나타낸다. 빈도분포도를 살펴보면 대부분  $200\mu\text{S}/\text{cm}\sim 500\mu\text{S}/\text{cm}$  사이에 집중되어 있으며 Box-whisker 다이어그램을 살펴보면 금천면이 다소 높고 노안면이 비교적 낮은 것을 알 수 있다<그림 3-2-12~13>. 나봉지구 갈수기 전기전도도 평균값은  $293\mu\text{S}/\text{cm}$ , 풍수기 전기전도도 평균값은  $296\mu\text{S}/\text{cm}$ 로 조사되었다<그림 3-2-14>.



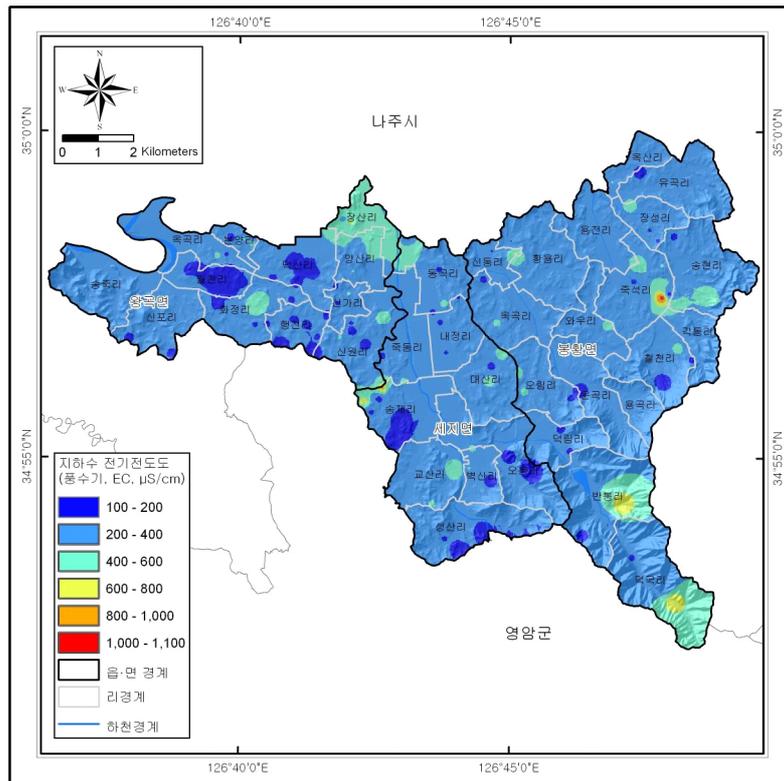
<그림 3-2-12> 나봉지구 지하수의 전기전도도(EC,  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) 빈도분포도



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



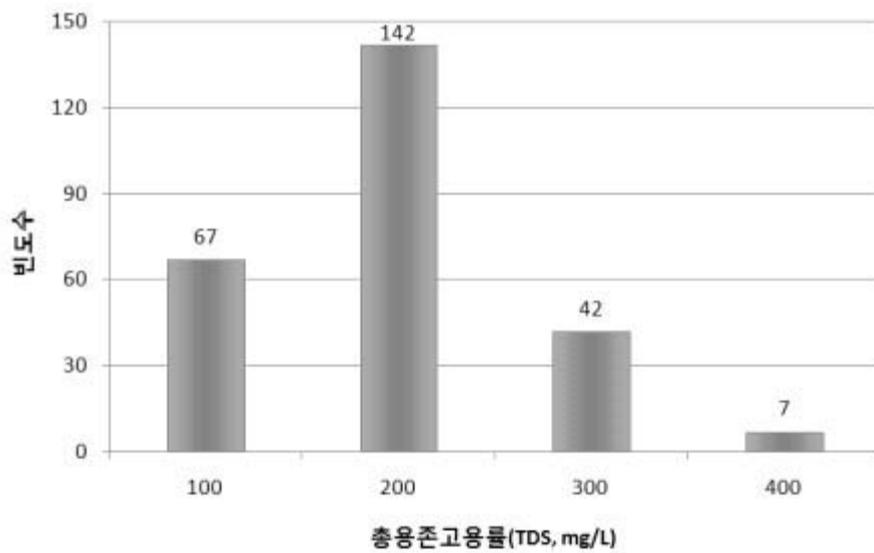
(a) 갈수기 전기전도도 분포도



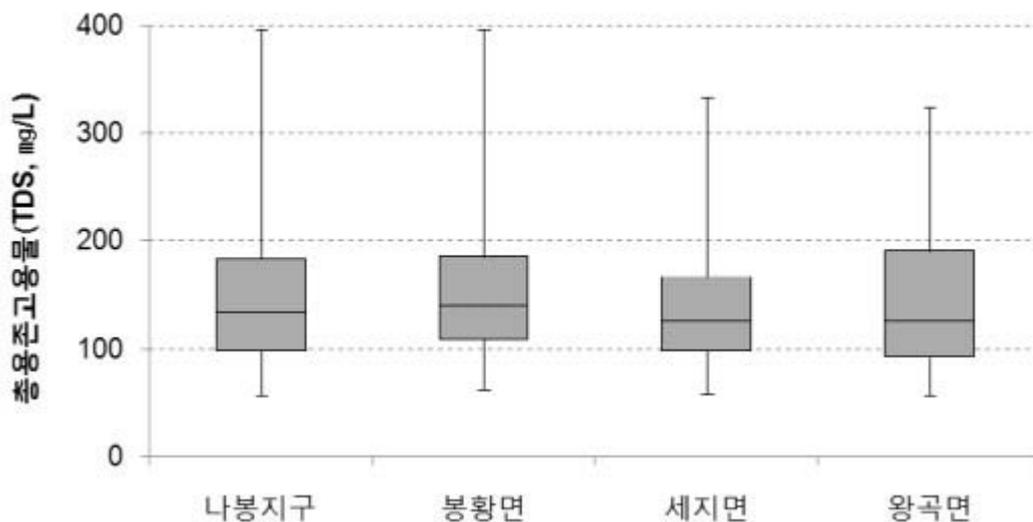
(b) 홍수기 전기전도도 분포도

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

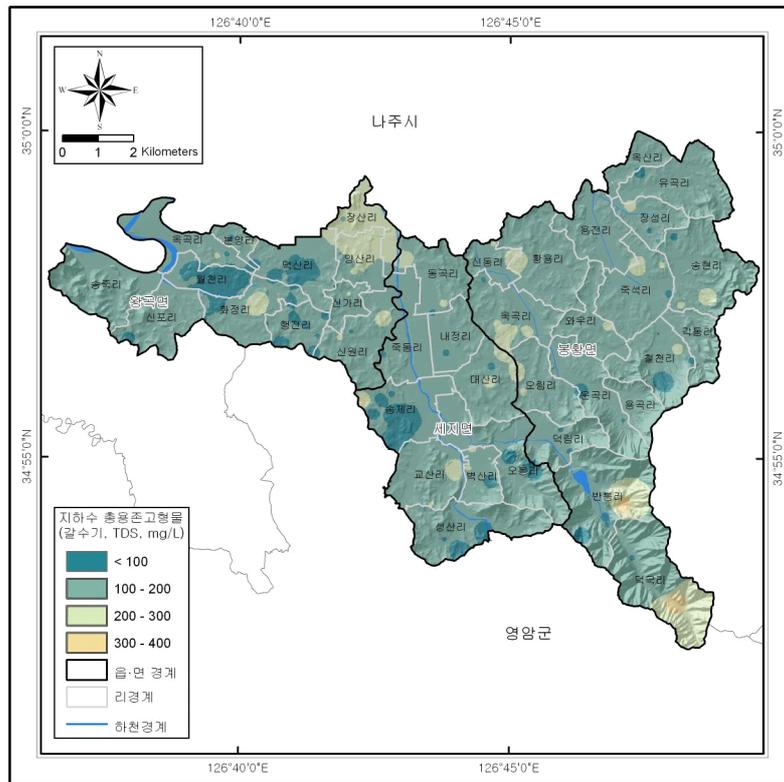
○ 측정된 전체시료의 총용존고형물(TDS, mg/L) 값은 57mg/L~396mg/L범위를 보여준다. TDS 빈도분포도를 살펴보면 100mg/L~300mg/L에 집중적으로 분포하는 것을 알 수 있으며 Box-whisker 다이어그램을 보면 봉황면에서 다소 높고 세지면에서 상대적으로 낮은 값을 나타내는 것을 알 수 있다<그림 3-2-15~16>. 나봉지구 갈수기 총용존고형물 평균값은 146mg/L, 풍수기 총용존고형물 평균값은 148mg/L로 조사되었다<그림 3-2-17>.



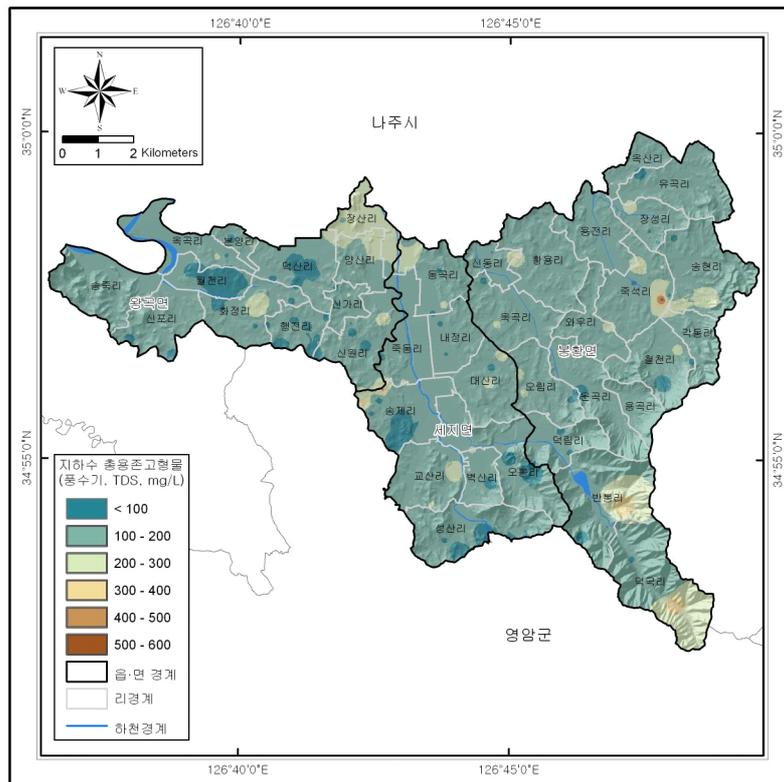
<그림 3-2-15> 나봉지구 지하수의 총용존고형물(TDS, mg/L) 빈도분포도



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



(a) 갈수기 총용존고형물 분포도



(b) 풍수기 총용존고형물 분포도

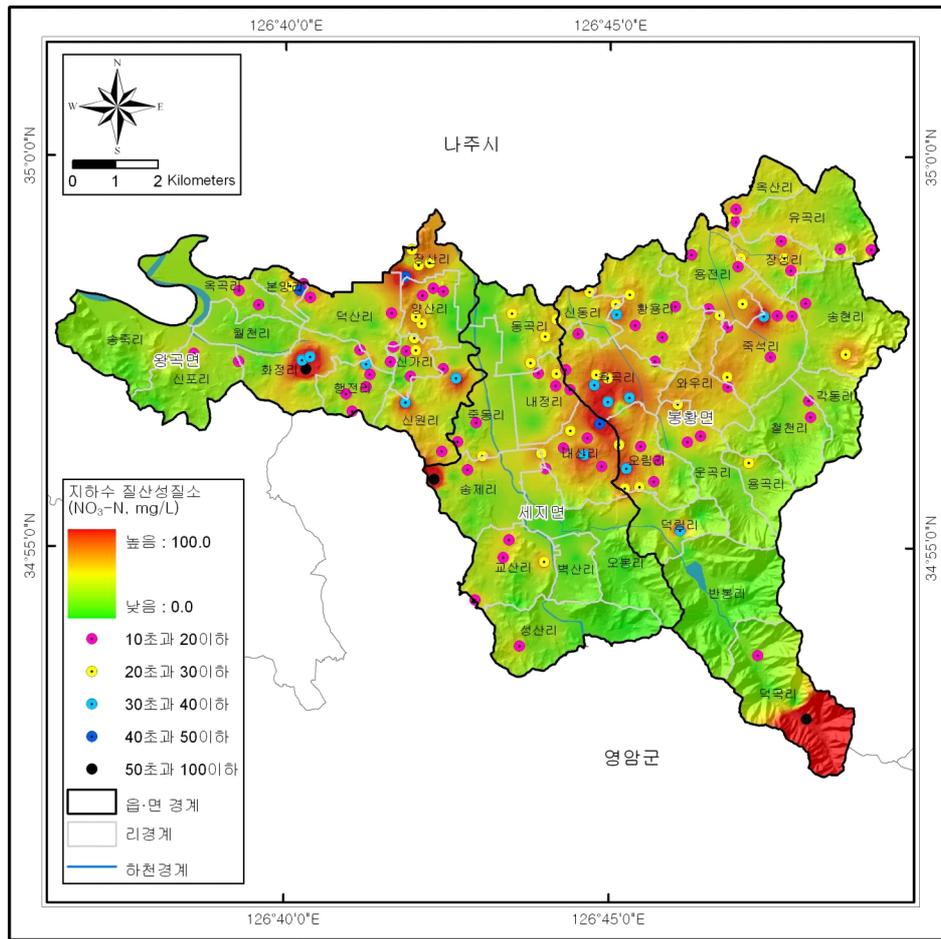
<그림 3-2-17> 나봉지구 지하수의 총용존고형물(TDS, mg/L) 분포도

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>.
  
- 나봉지구 질산성질소 조사는 총 310회 조사하였으며 1차조사시에 282개소를 조사하여 질산성질소 분포현황을 파악하였으며 2차조사시에는 질산성질소 농도확인 및 주변오염 확인을 위하여 보조적으로 28개소에서 물시료를 채취하여 수질분석공인기관(신성생명과학원(주))에 의뢰하였다. 질산성질소 분포도 작성 및 통계분석에는 조사시기 차이에 의한 오차를 줄이기 위해 2차조사 결과를 배제하였다. 질산성질소 평균 농도는 12.8이고 먹는물 기준치인 10mg/L를 초과하는 관정은 72개소이며 이 중 생활용 및 농업용 기준치인 20mg/L를 초과하는 관정은 56개소이다. 먹는물 수질기준을 초과하는 관정은 봉황면이 31개소로 많고, 생활용 및 농·어업용 수질기준을 초과하는 관정 또한 봉황면에서 24개소로 높게 나타난다.

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

구분	읍면	질산성질소 일제조사(N=282)						
		개소 (공)	최대	최소	평균	표준 편차	10 초과 (공)	20 초과 (공)
나봉지구		282	69.6	0.3	12.8	11.2	72	56
나주시	봉황면	115	39.7	0.4	12.4	9.6	31	24
	세지면	75	69.6	0.3	12.8	13.1	16	14
	왕곡면	92	61.3	0.7	13.3	11.5	25	18



<그림 3-2-18> 나봉지구 지하수의 질산성질소(mg/L) 분포도

□ 질산성질소 농도 20mg/L를 초과하는 지하수관정 10개소 주변의 질산성질소 오염정도를 파악하기 위하여 해당 지역 주변 관정을 대상으로 물시료를 채취하여 질산성질소를 분석하였다. 주변관정을 대상으로 총 28개소에서 질산성질소 2차분석자료를 분석한 결과, 6개소에서 생활용 및 농업용 기준 질산성질소 농도 20mg/L을 초과하였으며, 세지면 송제리와 왕곡면 화정리, 행전리, 장산리 6개소에서 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 <sub>3</sub> -N (2차)
WNJU376201901226	봉황면	덕곡리	156	암반	불검출
WNJU376201900353	봉황면	옥곡리	413	전작	19
WNJU376201901227	봉황면	장성리	산61-4	암반	18.9
WNJU376201900701	봉황면	장성리	171-2	암반	17.8
WNJU376201900817	봉황면	황용리	983	암반	9
WNJU376201901202	봉황면	죽석리	954-12	전작	7.5
WNJU376201900142	봉황면	철천리	178	전작	7.5
WNJU376201900489	봉황면	철천리	749-2	전작	3.7
WNJU376201900930	봉황면	죽석리	473-24	암반	1.7
WNJU376201900683	세지면	대산리	산15-3	암반	불검출
WNJU376201901118	세지면	송제리	725-2	암반	69.6
WNJU376201901139	세지면	송제리	772-9	암반	59.6
WNJU376201900983	세지면	송제리	산55-10	암반	21.1
WNJU376201900136	세지면	대산리	17-21	암반	19.6
WNJU376201900162	세지면	동곡리	205-10	암반	13.2
WNJU376201900044	세지면	대산리	6	암반	10
WNJU376201900222	세지면	동곡리	227-5	전작	6.6
WNJU376201900814	세지면	죽동리	산3-1	암반	5.3
WNJU376201900528	왕곡면	화정리	84-3	암반	48.3
WNJU376201900717	왕곡면	행전리	195-12	암반	31.7
WNJU376201901106	왕곡면	장산리	708-1	암반	26.3
WNJU376201900277	왕곡면	옥곡리	27-88	암반	12.8
WNJU376201900669	왕곡면	신가리	139	암반	11.8
WNJU376201901023	왕곡면	행전리	6	암반	11.6
WNJU376201901089	왕곡면	신포리	69-2	암반	8.6
WNJU376201901033	왕곡면	신원리	259-5	암반	7.6
WNJU376201900965	왕곡면	양산리	524-20	암반	6.3
WNJU376201900943	왕곡면	신원리	502	전작	5

	
<p>WNJU376201900124</p>	<p>WNJU376201901565</p>
	
<p>WNJU376201902170</p>	<p>WNJU376201901760</p>
	
<p>WNJU376201901832</p>	<p>WNJU376201901762</p>
	
<p>WNJU376201901946</p>	<p>WNJU376201901538</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 7개 지점 중 암반층 4개 지점, 충적층 3개 지점으로 그 결과는 <그림 3-2-20, 표 3-2-11>에 나타내었다.

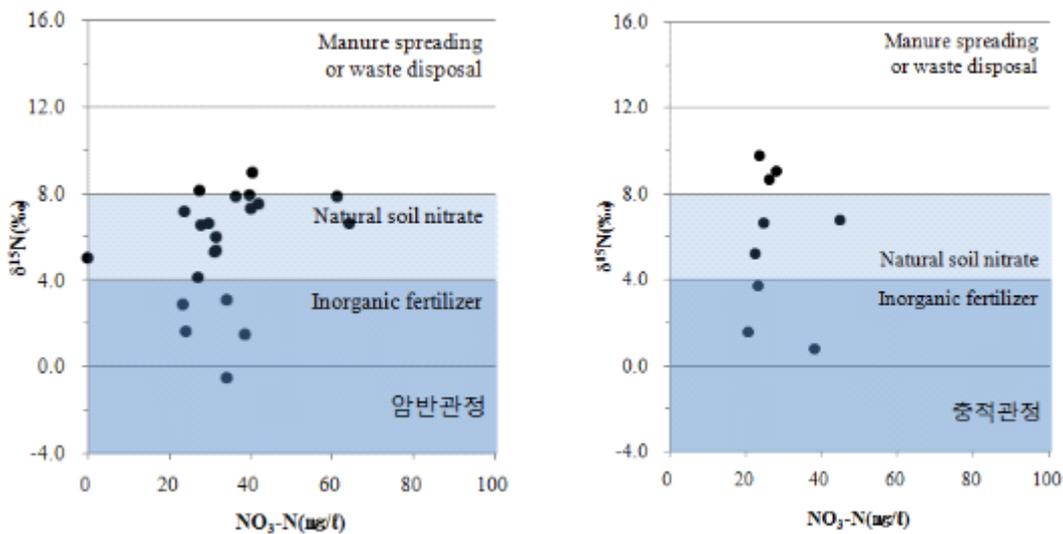
<표 3-2-11> 질산성질소와 질소동위원소 분석결과

구분	조사번호	시군구	읍면동	리	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)
암반	WNJU376201900778	나주시	봉황면	장성리	27.8	6.6
	WNJU376201900993	나주시	봉황면	죽석리	38.4	1.5
	WNJU376201901082	나주시	봉황면	황용리	31	5.3
	WNJU376201901098	나주시	봉황면	신동리	29.7	6.7
	WNJU376201901078	나주시	봉황면	와우리	23.7	7.2
	WNJU376201900676	나주시	봉황면	옥곡리	31.5	5.4
	WNJU376201900972	나주시	봉황면	옥곡리	39.7	8
	WNJU376201901197	나주시	봉황면	운곡리	23.2	2.9
	WNJU376201901065	나주시	봉황면	오림리	34.1	3.1
	WNJU376201900031	나주시	세지면	동곡리	23.9	1.7
	WNJU376201901139	나주시	세지면	송제리	64.2	6.7
	WNJU376201900628	나주시	세지면	대산리	34.1	-0.5
	WNJU376201901020	나주시	왕곡면	장산리	41.9	7.5

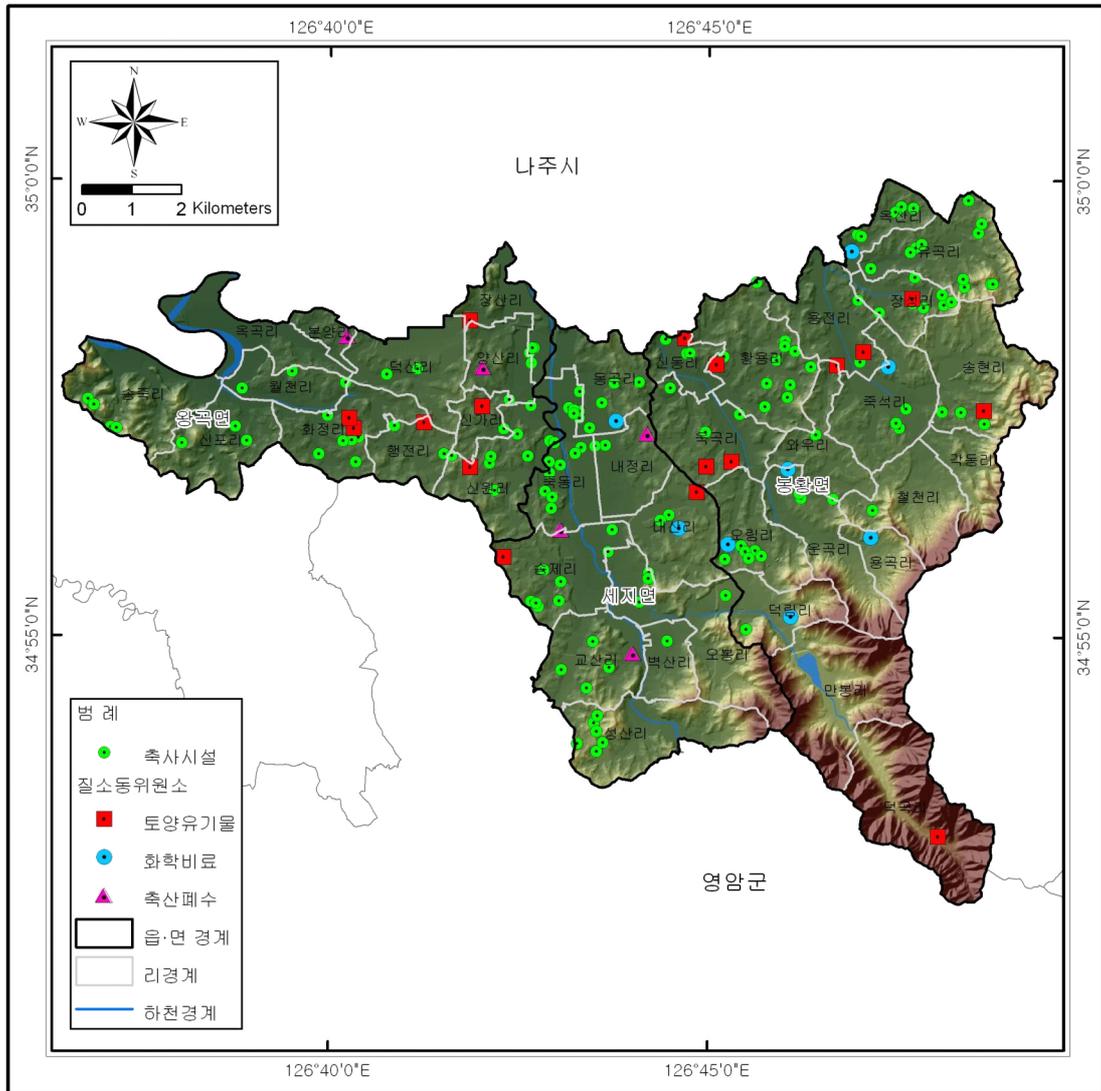
<표 3-2-11> 질산성질소와 질소동위원소 분석결과<계속>

구분	조사번호	시군구	읍면동	리	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	δ <sup>15</sup> N(‰)
암반	WNJU376201901134	나주시	왕곡면	양산리	27.2	8.2
	WNJU376201901113	나주시	왕곡면	신가리	27	4.2
	WNJU376201901129	나주시	왕곡면	신원리	36.4	7.9
	WNJU376201900696	나주시	왕곡면	행전리	31.5	6
	WNJU376201900660	나주시	왕곡면	본양리	40.5	9
	WNJU376201900528	나주시	왕곡면	화정리	61.3	7.9
	WNJU376201900758	나주시	왕곡면	화정리	39.9	7.3
층적	WNJU376201900108	나주시	봉황면	덕림리	38	0.8
	WNJU376201901036	나주시	봉황면	용곡리	20.8	1.6
	WNJU376201900315	나주시	봉황면	옥산리	23.1	3.7
	WNJU376201901071	나주시	봉황면	송현리	24.9	6.7
	WNJU376201900101	나주시	봉황면	용전리	22.7	5.2
	WNJU376201900087	나주시	세지면	내정리	26.4	8.7
	WNJU376201900033	나주시	세지면	죽동리	28.1	9.1
	WNJU376201900028	나주시	세지면	대산리	44.8	6.8
	WNJU376201900081	나주시	세지면	교산리	23.8	9.8

□ δ<sup>15</sup>N값은 -0.5~9.8‰의 범위를 보이고 있으며, 평균값은 5.4‰, 그리고 중앙값은 6.3‰로 나타났다. 암반층과 층적층의 평균 동위원소 분석 값은 각각 6.7‰, 6.6‰로 층적층이 암반보다 0.1‰ 크게 나타난다.



<그림 3-2-20> NO<sub>3</sub>-N과 δ<sup>15</sup>N의 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.

$$W = X + Y + Z$$

$$aW = bX + cY + dZ$$

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

□ 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

구분	관정번호	NO <sub>3</sub> -N (mg/L) (W)	$\delta^{15}\text{N}(\text{‰})$ (a)	오염기원 구성비 (%)		
				화학비료 (X)	축산분뇨 및 생활하수 (Y)	자연토양 (Z)
암반	WNJU376201901020	41.9	7.5	68.1	31.2	0.7
	WNJU376201901134	27.2	8.2	64.9	34.0	1.1
	WNJU376201901113	27.0	4.2	81.7	17.2	1.1
	WNJU376201901129	36.4	7.9	66.4	32.8	0.8
	WNJU376201900696	31.5	6.0	74.2	24.8	1.0
	WNJU376201900660	40.5	9.0	62.1	37.2	0.7
	WNJU376201900528	61.3	7.9	66.9	32.6	0.5
	WNJU376201900758	39.9	7.3	68.8	30.5	0.8
	WNJU376201900031	23.9	1.7	91.9	6.9	1.3
	WNJU376201901139	64.2	6.7	71.9	27.6	0.5
	WNJU376201900628	34.1	-0.5	97.1	2.0	0.9
	WNJU376201900778	27.8	6.6	71.6	27.3	1.1
	WNJU376201900993	38.4	1.5	93.0	6.2	0.8
	WNJU376201901082	31.0	5.3	77.1	22.0	1.0
	WNJU376201901098	29.7	6.7	71.4	27.6	1.0
	WNJU376201901078	23.7	7.2	69.0	29.7	1.3
	WNJU376201900676	31.5	5.4	76.7	22.4	1.0
	WNJU376201900972	39.7	8.0	66.1	33.1	0.8
	WNJU376201901197	23.2	2.9	86.7	12.0	1.3
	WNJU376201901065	34.1	3.1	86.1	13.0	0.9
충적	WNJU376201900108	38.0	0.8	96.2	3.1	0.8
	WNJU376201900087	26.4	8.7	63.0	35.9	1.1
	WNJU376201901036	20.8	1.6	92.2	6.4	1.4
	WNJU376201900033	28.1	9.1	61.3	37.6	1.1
	WNJU376201900028	44.8	6.8	71.2	28.1	0.7
	WNJU376201900081	23.8	9.8	58.1	40.6	1.3
	WNJU376201900315	23.1	3.7	83.3	15.4	1.3
	WNJU376201901071	24.9	6.7	71.2	27.6	1.2
WNJU376201900101	22.7	5.2	77.1	21.6	1.3	

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 중 15개소에서 질산성질소 기준치를 초과하였다<표 3-2-15>.

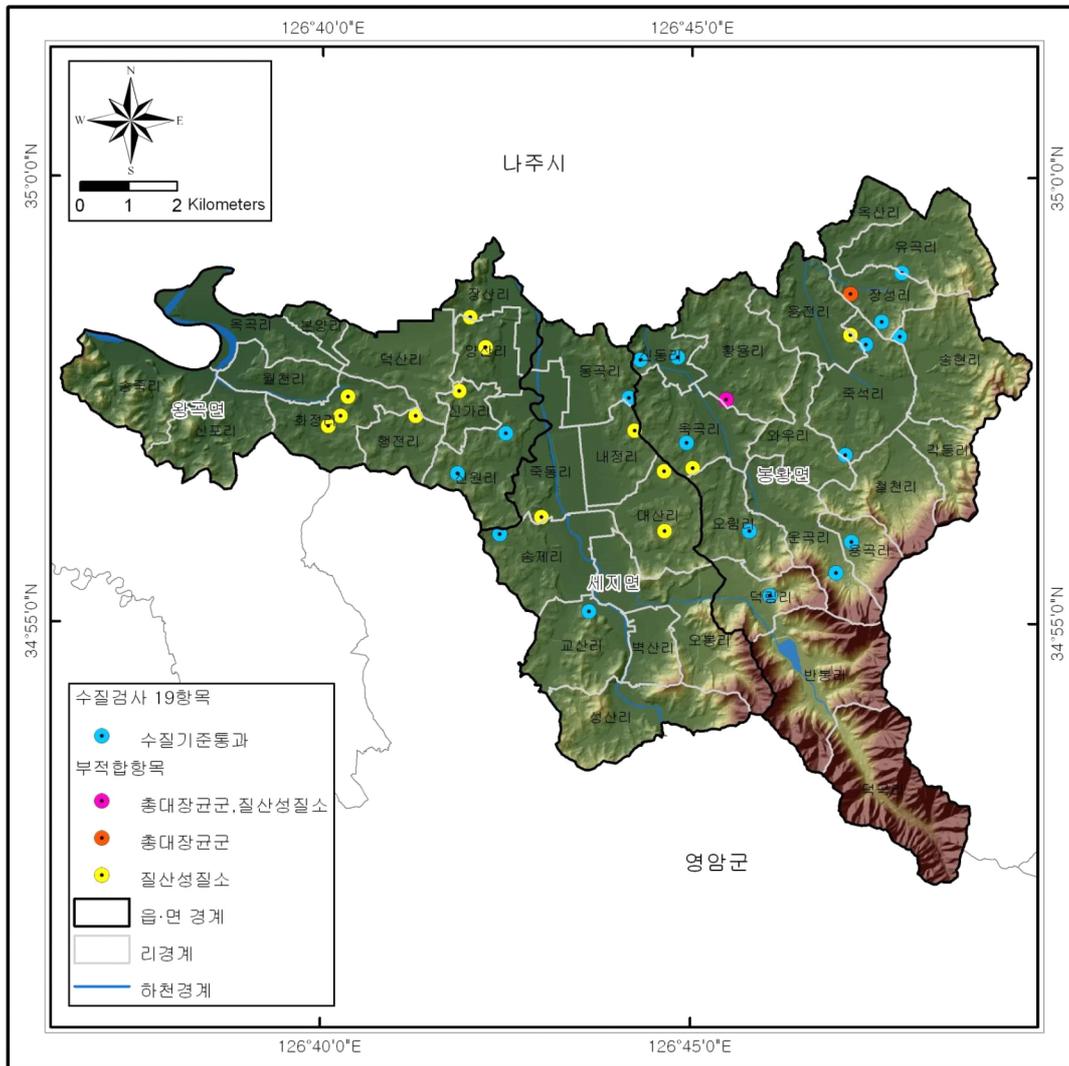
<표 3-2-13> 수질기준(생활용수) 검사 지점

관정현장조사번호	시군	읍면	리	번지	층적/암반	비고
WNJU376201900072	나주시	봉황면	덕림리	74	층적	
WNJU376201900564	나주시	봉황면	송현리	994	층적	
WNJU376201900408	나주시	봉황면	신동리	535-1	층적	
WNJU376201900410	나주시	봉황면	용곡리	536-1	층적	
WNJU376201900099	나주시	봉황면	용전리	113-3	층적	
WNJU376201901142	나주시	봉황면	유곡리	779-2	암반	
WNJU376201900097	나주시	봉황면	장성리	113-3	층적	
WNJU376201900472	나주시	봉황면	장성리	688	층적	
WNJU376201900317	나주시	봉황면	죽석리	347-1	층적	
WNJU376201900590	나주시	봉황면	죽석리	1065-9	암반	
WNJU376201900793	나주시	봉황면	황용리	269-4	암반	
WNJU376201900299	나주시	봉황면	신동리	301	층적	
WNJU376201900144	나주시	봉황면	오림리	181	층적	
WNJU376201900976	나주시	봉황면	육곡리	535-1	암반	
WNJU376201900994	나주시	봉황면	육곡리	559-13	암반	
WNJU376201900093	나주시	봉황면	운곡리	109-1	층적	
WNJU376201901171	나주시	세지면	내정리	84-6	암반	
WNJU376201901109	나주시	세지면	동곡리	산 71-6	암반	
WNJU376201900035	나주시	세지면	죽동리	48-6	층적	
WNJU376201901124	나주시	세지면	송제리	737	암반	
WNJU376201900984	나주시	세지면	대산리	55-40	암반	
WNJU376201900617	나주시	세지면	대산리	117-21	암반	
WNJU376201900417	나주시	세지면	교산리	559	암반	
WNJU376201900960	나주시	왕곡면	양산리	518-4	암반	

※ □ : 수질기준 초과지점

<표 3-2-13> 수질기준(생활용수) 검사 지점(계속)

관정현장조사번호	시군	읍면	리	번지	층적/암반	비고
WNJU376201901018	나주시	왕곡면	장산리	595-9	암반	
WNJU376201900702	나주시	왕곡면	신가리	173-2	암반	
WNJU376201900810	나주시	왕곡면	신원리	295	층적	
WNJU376201901115	나주시	왕곡면	신원리	724-3	암반	
WNJU376201900692	나주시	왕곡면	행진리	169-4	암반	
WNJU376201900957	나주시	왕곡면	화정리	516-2	암반	
WNJU376201900556	나주시	왕곡면	화정리	96-1	암반	
WNJU376201900956	나주시	왕곡면	화정리	515-4	암반	



<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-트리클로로에탄	0.1 이하	0.15 이하	0.3 이하	0.5 이하
	벤젠	0.01 이하	0.015 이하	-	-
	톨루엔	0.7 이하	1 이하	-	-
	에틸벤젠	0.3 이하	0.45 이하	-	-
	크실렌	0.5 이하	0.75 이하	-	-

1) 먹는물 수질기준 및 검사 등에 관한 규칙 [별표 1] 먹는물 수질기준

2) 지하수의 수질보전 등에 관한 규칙 [별표 4] 지하수의 수질기준

수질검사결과 농업용수 수질기준을 초과한 분석지점의 초과항목에 대한 분석결과를 표로 작성하였다<표 3-2-15>. 나주시 왕곡면에 7개, 세지면에 4개, 봉황면에 4개 관정이 질산성질소 수질기준을 초과하였다. 주변 환경을 살펴보면 지하수관정이 농경지에 위치하고 있으며 오염방지시설이 매우 미흡한 시설로 외부오염에 매우 취약한 구조이다.

<표 3-2-15> 나봉지구 수질검사 기준초과지점

조사번호	분석항목		초과항목	관정형태
	질산성질소	총대장균군		
WNJU376201900960	31.3	120	질산성질소	암반
WNJU376201901018	45.1	95	질산성질소	암반
WNJU376201900702	65.3	0	질산성질소	암반
WNJU376201900692	77.3	0	질산성질소	암반
WNJU376201900957	72.6	0	질산성질소	암반
WNJU376201900556	36.7	160	질산성질소	암반
WNJU376201900956	29.4	11	질산성질소	암반
WNJU376201901171	96.3	1500	질산성질소	암반
WNJU376201900035	34.5	12	질산성질소	충적
WNJU376201900984	51	110	질산성질소	암반
WNJU376201900617	24.8	2000	질산성질소	암반
WNJU376201900099	30.9	0	질산성질소	충적
WNJU376201900472	4.4	5800	총대장균군	충적
WNJU376201900793	102.8	13000	총대장균군, 질산성질소	암반
WNJU376201900976	56.5	0	질산성질소	암반

**마. 양·음이온 분석**

1) 시료채취

- 나봉지구 지하수의 수리지구화학적 특성을 규명하고 오염현황을 파악하기 위해 지하수 내에 용존되어 있는 주요 이온성분인 Na, K, Ca, Mg, Cl, HCO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>의 농도를 분석하였다<표 3-2-17>.
- 양·음이온 시료채취는 일제조사결과 NO<sub>3</sub>-N 초과, pH 이상 지점 그리고 나봉지구 특성을 알아보기 위하여 지질분포 특성을 고려하여 총 27개 지점에서 분석을 실시하였다<표 3-2-16, 그림 3-2-23>.

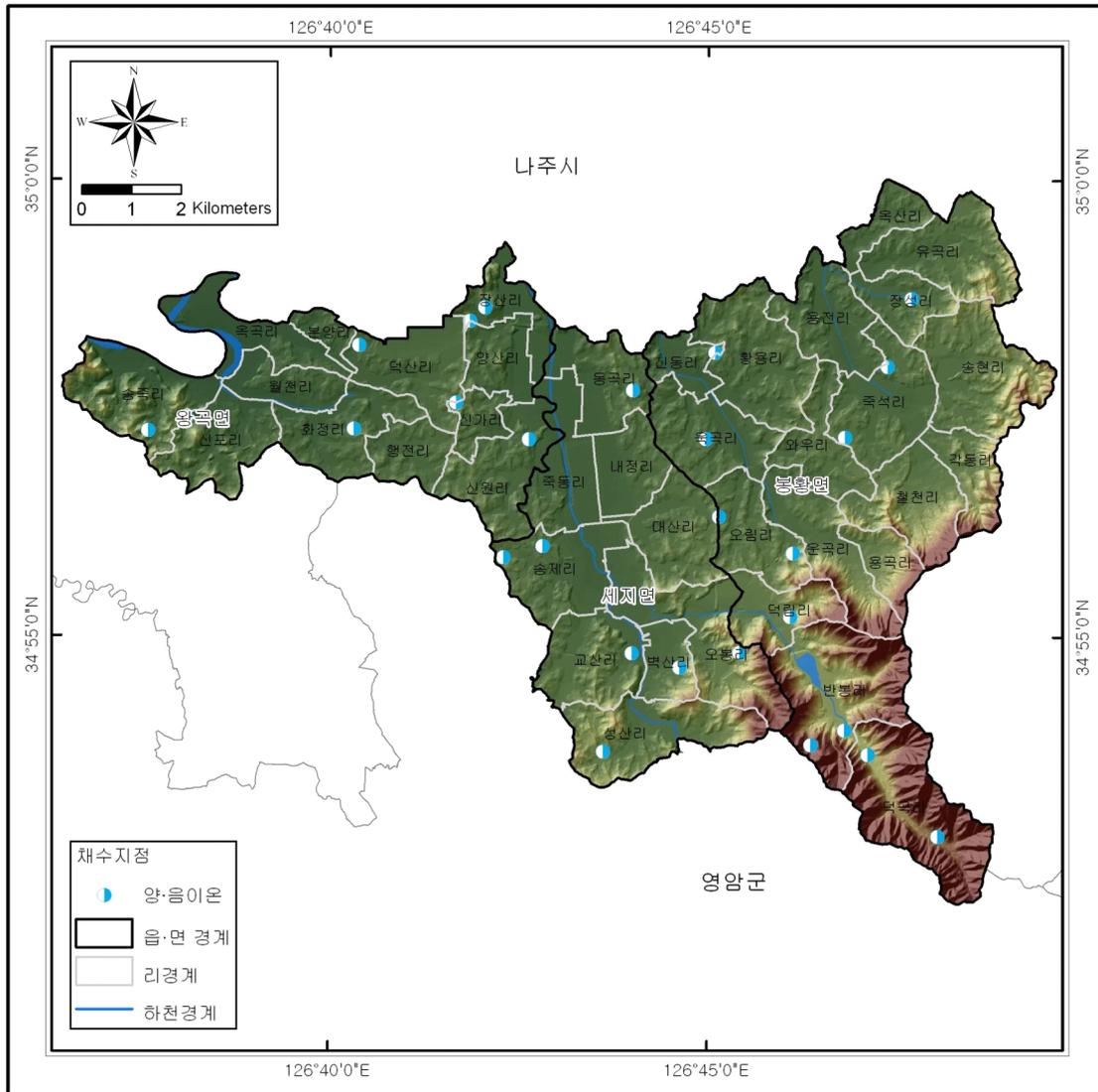
<표 3-2-16> 양·음이온 분석지점 및 채취사유

현장조사번호	읍면	리	번지	층적/암반	채취사유
WNJU376201901048	봉황면	오림리	627-8	암반	NO3-N초과,PH이상
WNJU376201900993	봉황면	죽석리	산 56-6	암반	EC이상,NO3-N초과
WNJU376201901226	봉황면	덕곡리	156	암반	NO3-N초과,EC이상
WNJU376201901088	봉황면	죽석리	687-1	암반	지질분포상
WNJU376201900778	봉황면	장성리	252-14	암반	지질분포상
WNJU376201900108	봉황면	덕림리	122	층적	NO3-N초과,PH이상
WNJU376201901232	봉황면	오림리	64	암반	지질분포상
WNJU376201900848	봉황면	덕곡리	336-2	암반	지질분포상
WNJU376201900497	봉황면	만봉리	79-24	암반	지질분포상
WNJU376201900766	봉황면	만봉리	산 245-8	암반	지질분포상
WNJU376201901175	봉황면	신동리	86	암반	NO3-N초과,EC이상
WNJU376201900907	봉황면	옥곡리	421-2	암반	지질분포상
WNJU376201900625	세지면	동곡리	12-23	암반	지질분포상
WNJU376201900460	세지면	송제리	662-1	층적	지질분포상
WNJU376201901139	세지면	송제리	772-9	암반	EC이상,PH이상,NO3-N초과
WNJU376201901218	세지면	오봉리	7	암반	지질분포상
WNJU376201900636	세지면	벽산리	124-2	층적	지질분포상
WNJU376201901158	세지면	성산리	806-2	층적	지질분포상
WNJU376201900081	세지면	교산리	87-3	층적	EC이상,PH이상,NO3-N초과
WNJU376201900950	왕곡면	장산리	511	층적	EC이상,NO3-N초과
WNJU376201901020	왕곡면	장산리	596	암반	EC이상,PH이상,NO3-N초과
WNJU376201900826	왕곡면	신가리	311-1	암반	지질분포상
WNJU376201900824	왕곡면	신원리	309-5	암반	EC이상,NO3-N초과
WNJU376201900528	왕곡면	화정리	84-3	암반	EC이상,NO3-N초과
WNJU376201901012	왕곡면	덕산리	589-13	암반	지질분포상
WNJU376201901222	왕곡면	신포리	715-1	암반	지질분포상
WNJU376201900847	왕곡면	송죽리	336-2	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 <sup>+</sup>	8.5	80.2	22.2	20.8	13.9	Cl <sup>-</sup>	4.5	87.9	30.6	27.8	19.9
K <sup>+</sup>	0.2	14.1	2.7	1.7	2.8	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	19.5	168.3	69.0	53.6	19.9
Ca <sup>2+</sup>	9.5	72.5	34.5	30.6	28.3	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	3.0	290.0	30.1	16.0	65.7
Mg <sup>2+</sup>	1.6	23.1	8.8	8.0	6.2	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	6.1	375.5	118.7	104.6	95.5



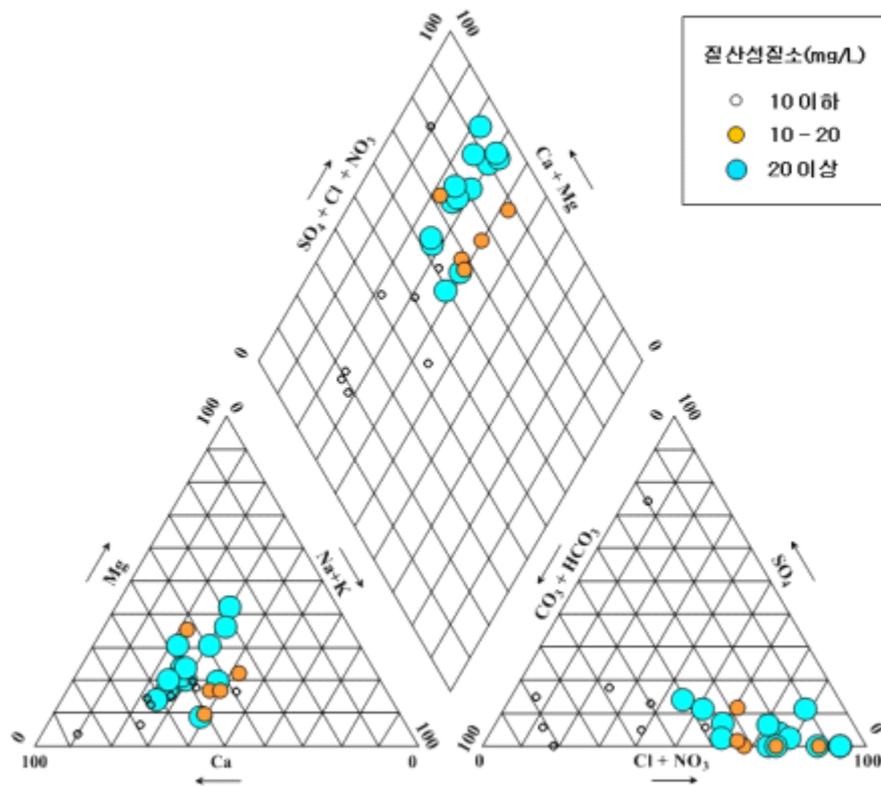
<그림 3-2-23> 양·음이온분석시료 채수 위치도

□ 지하수의 수질 유형(Piper Diagram)

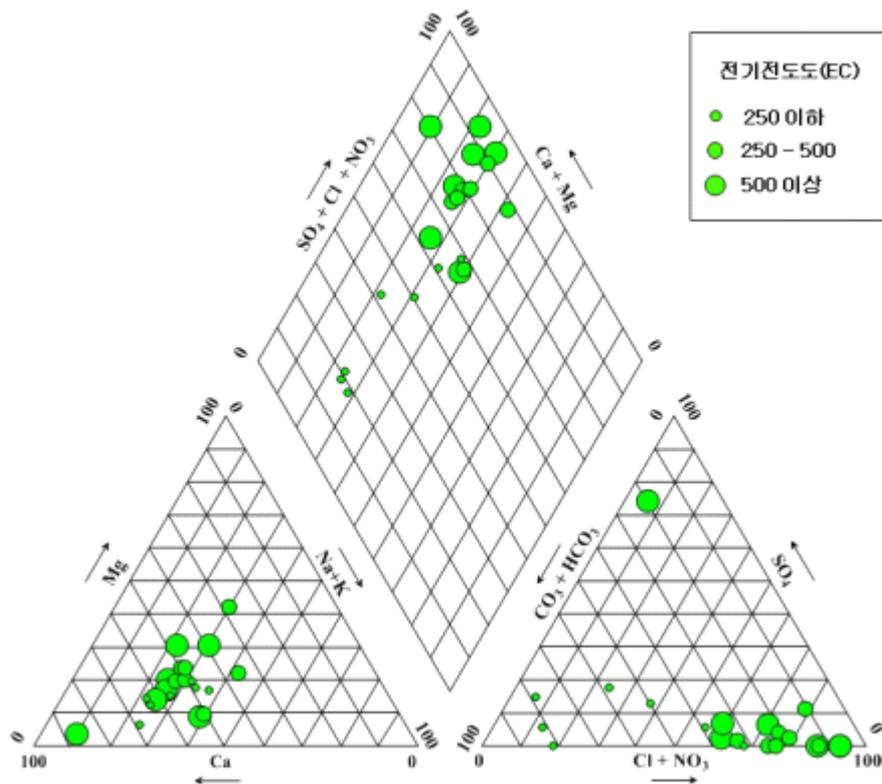
○ Piper diagram은 지하수 화학특성을 표시하는데 널리 쓰이는 수단인데, 지하수내 주요 양이온과 음이온의 당량농도(meq/L)를 비율로 나타냄으로써 지하수의 유형(type)을 구분하는데 이용될 수 있다. 수질유형은 대표적인 양이온과 음이온으로 나누어 네 가지 유형으로 분류하였다. 양이온의 경우 Na와 K의 당량농도의 합과 Ca와 Mg의 당량농도의 합을 비교하여 전자가 큰 경우 Na 유형으로 후자가 큰 경우 Ca 유형으로, 음이온의 경우  $\text{HCO}_3$ 와  $\text{CO}_3$ 의 당량농도의 합과 Cl,  $\text{SO}_4$ ,  $\text{NO}_3$ 의 당량농도의 합을 비교하여 전자가 큰 경우  $\text{HCO}_3$  유형, 후자가 큰 경우 Cl 유형으로 구분하였다.

○ Ca- $\text{HCO}_3$  유형은 오염되지 않은 천부지하수를 지시하며, 농업활동이나 생활하수 등의 인위적인 오염원에 의해 영향을 받게 되면 Ca-Cl 유형으로 바뀌게 된다. Ca- $\text{HCO}_3$  유형의 천부지하수는 지하수 유동경로가 길어짐에 따라 지질매체와의 반응을 통해 Na- $\text{HCO}_3$  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 6공, 암반관정 21공에 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 22개소, Ca- $\text{HCO}_3$  5개소로 Ca-Cl과 Ca- $\text{HCO}_3$  유형이 우세하게 나타난다. 질산성질소 농도는 Ca-Cl 유형에서 가장 높게 나타나고 있으며 이는 Ca- $\text{HCO}_3$  유형의 지하수가 외부오염에 의해 Ca-Cl 유형으로 변화하는 것으로 보인다.



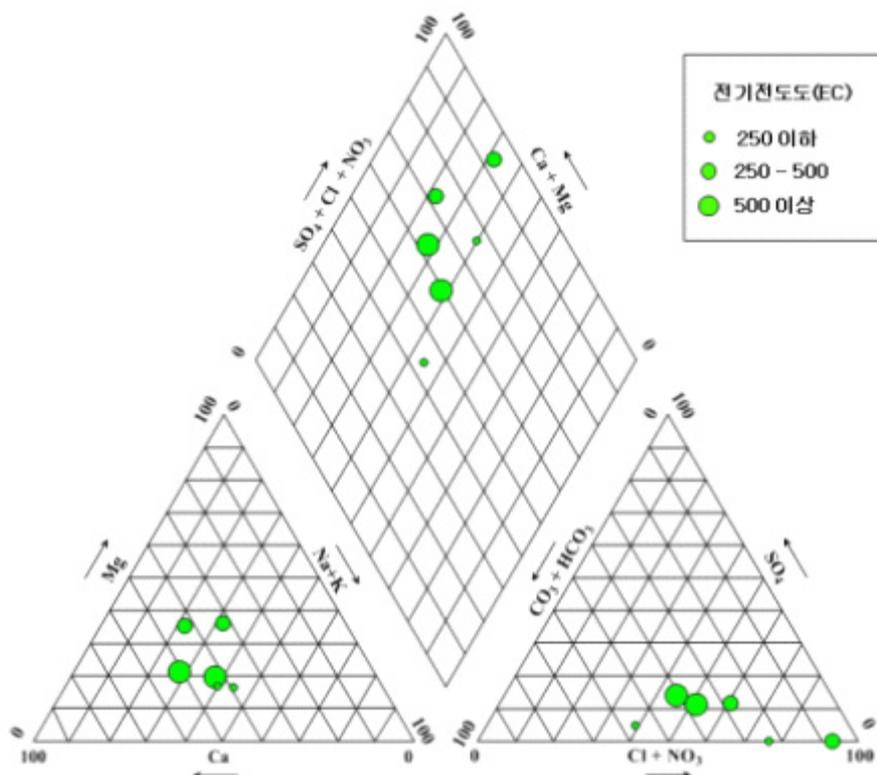
<그림 3-2-24> 나봉지구 지하수의 Piper Diagram(질산성질소)



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

○ 암반지하수는 Ca가 우세하게 나타나며, 음이온은 Cl이 다소 우세하게 나타난다. 오염을 받지 않은 배경 수질은 Ca-HCO<sub>3</sub> 유형이고 배경수질로부터 유동경로에 따른 농업활동 등 인위적인 요인에 의한 영향 및 해수에 의한 영향을 받아 Ca-Cl 유형으로 변화하고 있는 것으로 추정된다. 음이온 HCO<sub>3</sub> 유형에서 Cl 유형으로 변할수록 전기전도도도가 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 HCO<sub>3</sub>에서 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>.

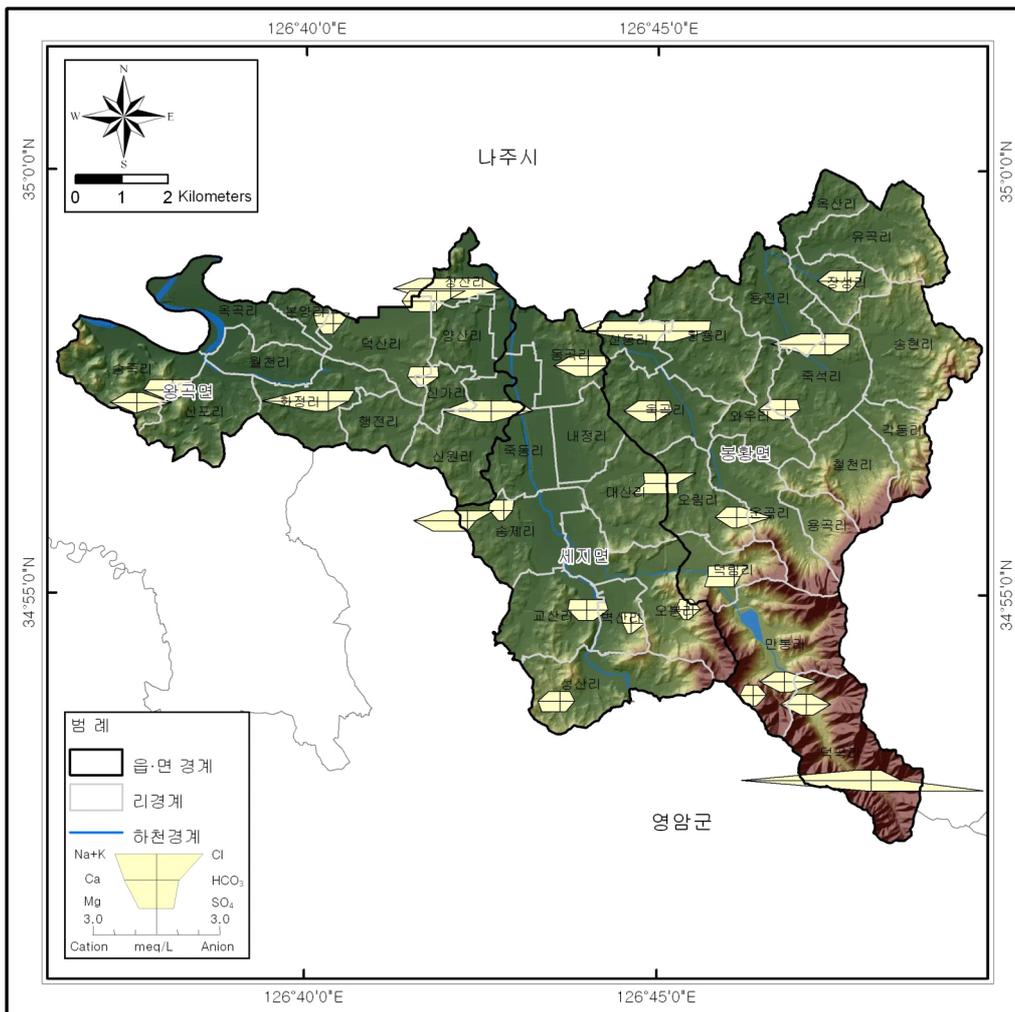


<그림 3-2-26> 나봉지구 충적 지하수의 Piper Diagram

□ 지하수의 수질 유형(Stiff Diagram)

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

○ 나봉지구 지하수의 Stiff Diagram에 의한 수질유형은 Ca-Cl과 Ca-HCO<sub>3</sub>유형이 우세하며 일부 지하수의 경우 기반암의 영향에 의한 것과 복합된 Ca-HCO<sub>3</sub>유형이 봉황면 덕곡리, 신동리 와 왕곡면 장리 등 에서 나타난다<그림 3-2-27>.



<그림 3-2-27> 나봉지구 지하수의 Stiff Diagram

3.2.3 지하수 수질 환경특성에 따른 동리별 순위

<표 3-2-18> 지하수 수질환경 특성에 따른 리별 순위

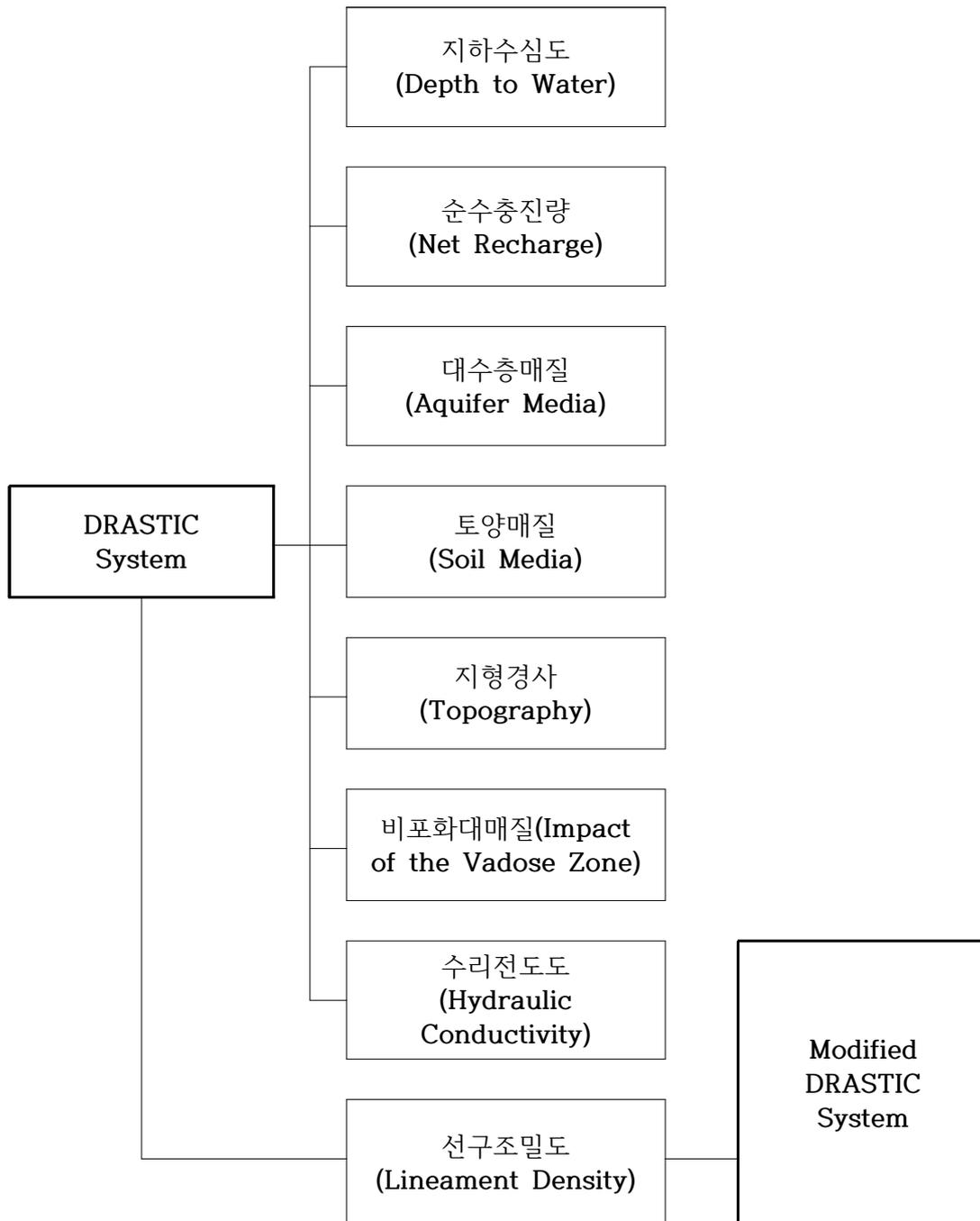
순위	질산성질소 리별평균 (mg/L)			잠재오염원 (개소)			오염원분포밀도 (개소/km <sup>2</sup> )			DRASTIC INDEX (최대값)			단위면적당 오염부하량 (kg/일/km <sup>2</sup> )		
	왕곡	화정	26.5	세지	죽동	16	세지	죽동	5.0	봉황	만봉	138.6	봉황	덕곡	6.0
2	세지	송제	26.3	봉황	유곡	10	봉황	장성	3.8	봉황	덕곡	137.7	봉황	만봉	6.0
3	왕곡	장산	26.1	봉황	황용	10	봉황	옥산	3.6	봉황	덕림	135.5	세지	오봉	5.2
4	봉황	옥곡	22.3	왕곡	신원	9	왕곡	화정	2.5	봉황	용진	131.5	봉황	송현	5.0
5	봉황	와우	20.1	왕곡	화정	8	봉황	유곡	2.5	세지	오봉	131.2	봉황	황용	4.7
6	봉황	오림	19.7	봉황	오림	7	왕곡	신원	2.5	봉황	옥산	130.7	세지	성산	4.5
7	세지	대산	19.1	봉황	장성	7	봉황	오림	2.4	봉황	용곡	129.9	왕곡	송죽	4.2
8	봉황	옥산	17.7	세지	송제	7	봉황	신동	2.2	봉황	황용	129.8	봉황	유곡	4.0
9	봉황	장성	15.6	왕곡	신포	7	왕곡	신포	2.1	봉황	와우	129.5	봉황	죽석	4.0
10	봉황	신동	15.3	세지	성산	6	봉황	황용	2.1	봉황	유곡	128.9	봉황	운곡	3.7
11	왕곡	신가	14.7	세지	오봉	6	왕곡	장산	2.1	봉황	철천	128.2	세지	송제	3.7
12	세지	교산	14.6	봉황	옥산	5	왕곡	양산	2.0	봉황	운곡	127.6	왕곡	신원	3.7
13	왕곡	본양	14.1	세지	교산	4	세지	송제	1.9	봉황	각동	127.5	봉황	철천	3.6
14	왕곡	신원	13.6	세지	동곡	4	왕곡	신가	1.8	봉황	죽석	125.5	봉황	옥곡	3.6
15	왕곡	행진	13.4	왕곡	덕산	4	왕곡	행진	1.6	세지	죽동	124.7	세지	교산	3.5
16	왕곡	양산	13.1	왕곡	송죽	4	왕곡	월천	1.6	세지	대산	123.3	왕곡	덕산	3.4
17	봉황	죽석	13.0	왕곡	양산	4	세지	동곡	1.4	왕곡	송죽	123.0	왕곡	신포	3.3
18	봉황	황용	12.9	왕곡	장산	4	세지	성산	1.3	왕곡	장산	122.9	세지	대산	3.2
19	봉황	용진	12.4	봉황	송현	3	왕곡	덕산	1.2	봉황	옥곡	122.5	봉황	용진	3.2
20	세지	동곡	12.3	봉황	신동	3	세지	오봉	1.2	봉황	오림	122.4	왕곡	화정	3.2
21	세지	내정	12.0	봉황	옥곡	3	세지	교산	1.2	봉황	장성	122.3	세지	죽동	3.2
22	봉황	덕림	10.3	봉황	운곡	3	왕곡	송죽	1.0	왕곡	옥곡	120.4	봉황	오림	3.0
23	왕곡	덕산	10.0	봉황	죽석	3	세지	내정	0.9	봉황	신동	120.2	세지	동곡	2.9
24	봉황	용곡	10.0	왕곡	월천	3	봉황	옥곡	0.8	세지	벽산	120.0	왕곡	옥곡	2.8
25	왕곡	옥곡	9.6	왕곡	행진	3	봉황	운곡	0.8	세지	동곡	119.7	봉황	와우	2.5
26	봉황	운곡	9.4	봉황	와우	2	봉황	와우	0.8	봉황	송현	119.6	봉황	덕림	2.5
27	봉황	유곡	9.2	봉황	용진	2	봉황	죽석	0.7	세지	교산	115.9	세지	내정	2.3
28	세지	죽동	9.0	세지	내정	2	세지	벽산	0.6	세지	송제	114.3	봉황	각동	2.0
29	봉황	송현	8.8	세지	대산	2	봉황	용진	0.6	왕곡	신가	113.9	왕곡	양산	2.0
30	왕곡	신포	8.1	왕곡	신가	2	세지	대산	0.6	왕곡	신원	113.1	왕곡	장산	1.9
31	봉황	철천	6.3	봉황	덕림	1	봉황	송현	0.6	세지	내정	112.8	왕곡	월천	1.9
32	세지	벽산	6.1	봉황	철천	1	봉황	덕림	0.4	세지	성산	112.0	왕곡	행진	1.8
33	봉황	각동	5.6	세지	벽산	1	봉황	철천	0.3	왕곡	신포	111.9	봉황	장성	1.8
34	세지	성산	5.4	봉황	각동	0	봉황	각동	0.0	왕곡	덕산	111.8	세지	벽산	1.6
35	봉황	덕곡	4.3	봉황	덕곡	0	봉황	덕곡	0.0	왕곡	양산	111.8	봉황	용곡	1.6
36	왕곡	월천	4.2	봉황	만봉	0	봉황	만봉	0.0	왕곡	행진	111.2	봉황	옥산	1.4
37	세지	오봉	4.1	봉황	용곡	0	봉황	용곡	0.0	왕곡	본양	107.1	봉황	신동	1.4
38	봉황	만봉	1.9	왕곡	본양	0	왕곡	본양	0.0	왕곡	화정	105.4	왕곡	신가	1.1
39	왕곡	송죽	1.5	왕곡	옥곡	0	왕곡	옥곡	0.0	왕곡	월천	104.8	왕곡	본양	0.8

### 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 0.4km<sup>2</sup> 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(0.4km<sup>2</sup>) 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)토양 매질(S)		등급 범위							2(5)		
· 박층 또는 양반 노출		10									
· 자갈		10									
· 모래		9									
· 갈탄		8									
· 수축성/고형 점토		7									
· 사질Loam		6									
· Loam		5									
· 실트질 Loam		4									
· 점토질 Loam		3									
· Muck		2									
· 비수축성/비고형 점토		1									
5)지형 경사(T)	%	2미만	2-6	6-12	12-18	18이상				1(3)	
		10	9	5	3	1					
6)비포화대매질(I)		등급 범위			대표 등급				5(4)		
· 압층(Confining Layer)		1			1						
· 실트질 점토		2~6			3						
· 세일		2~5			3						
· 석회암		2~7			6						
· 사암		4~8			6						
· 총상 석회암, 사암, 세일		4~8			6						
· 실트,점토 섞인 모래,자갈		4~8			6						
· 변성암/화성암		2~8			4						
· 모래, 자갈		6~9			8						
· 현무암		2~10			9						
· 용식 석회암		8~10			10						
7)수리전도도(C)	$\times 10^{-4}$ 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					

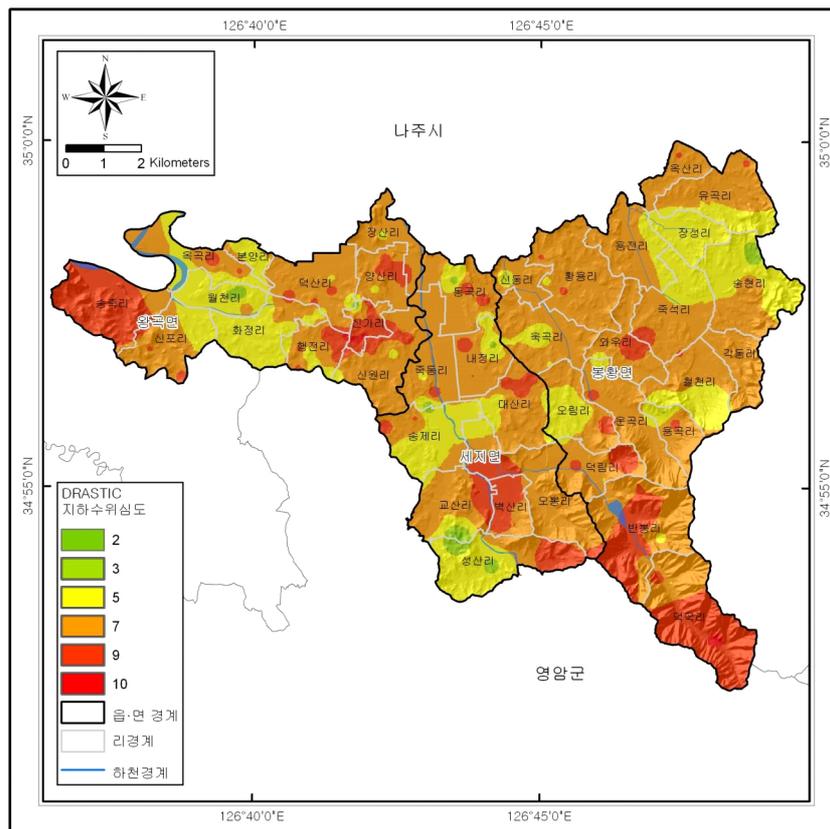
주) ( )는 농약에 의한 오염취약성 고려 시의 가중치

※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)

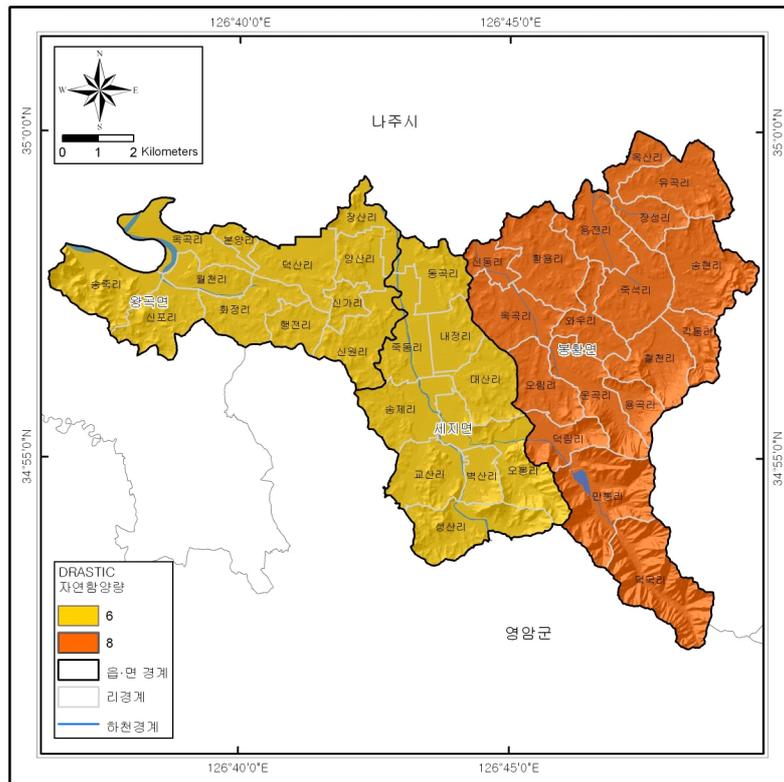
### 3.3.2 DRASTIC 시스템의 적용

#### 가. 오염취약성(DRASTIC) 분석

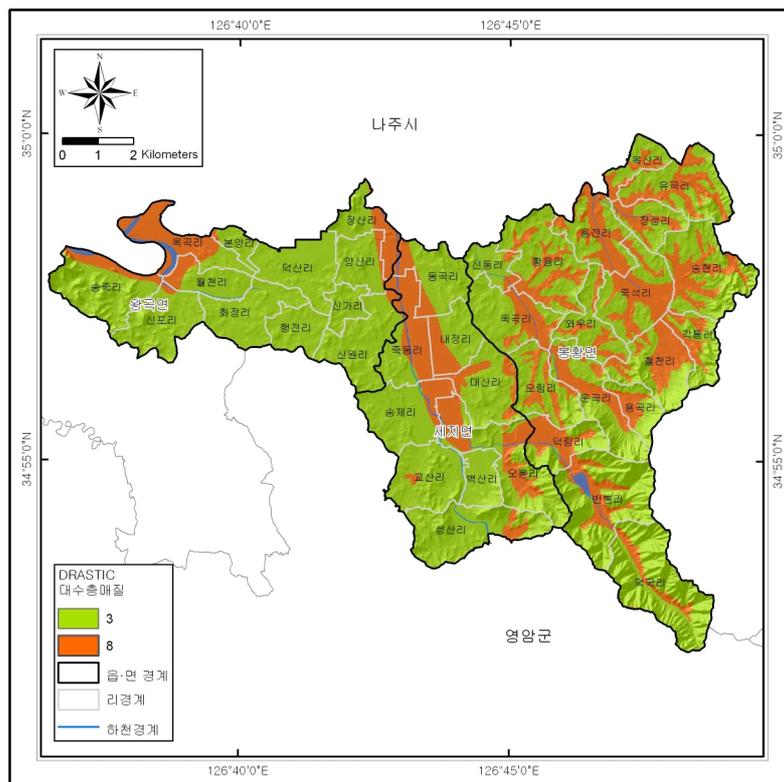
- DRASTIC 지수는 지하수 오염에 대한 취약성과 민감성을 상대 평가하는 것이며, 지하수의 오염정도를 직접적으로 나타내는 것은 아니다. 일반적인 평가방법에서 DRASTIC 지수는 23~226의 범위에 있으며, 농업지역에서 농약에 의한 오염가능성을 고려할 경우 DRASTIC 지수는 26~256의 범위를 갖는다. DRASTIC 지수는 값이 클수록 상대적으로 지하수 오염가능성이 높고, DRASTIC 지수가 작으면 지하수 오염 가능성이 상대적으로 낮음을 의미한다.
- <그림 3-3-2~8, 10>은 조사된 지하수위, 토양, 지질, 지형,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



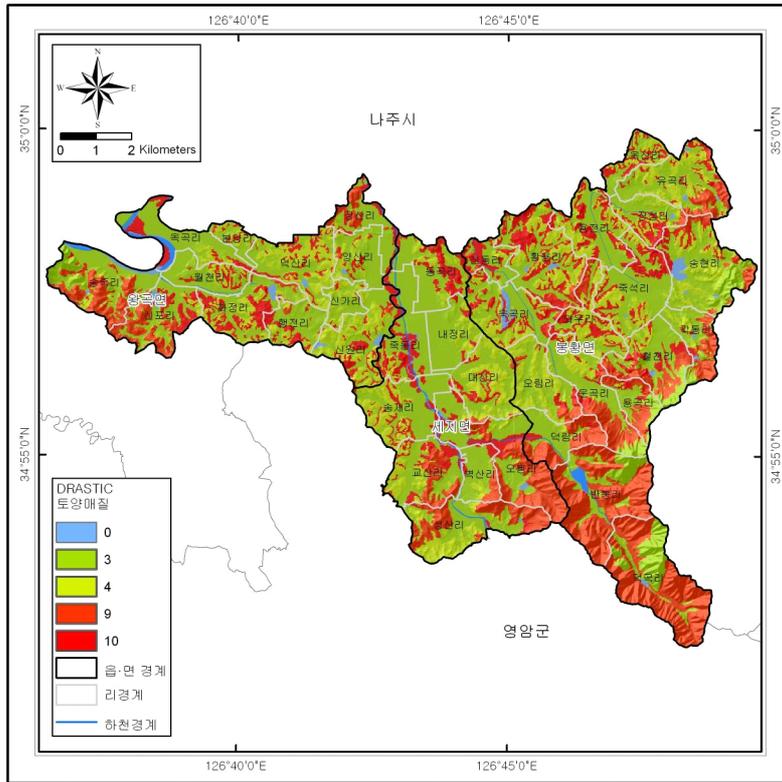
<그림 3-3-2> 지하수위(Depth to water)



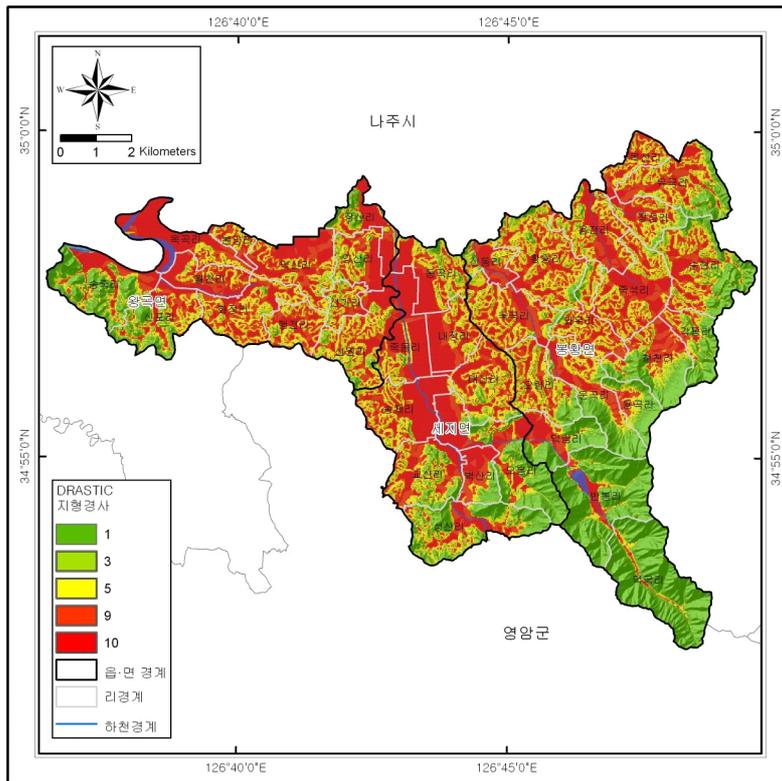
<그림 3-3-3> 자연함양량(Net Recharge)



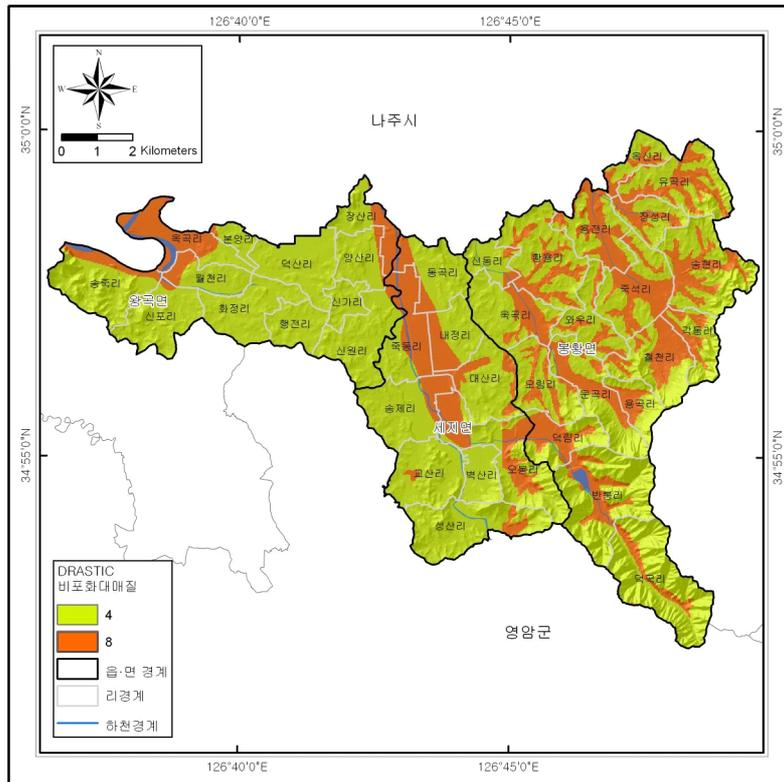
<그림 3-3-4> 대수층 매질(Aquifer Media)



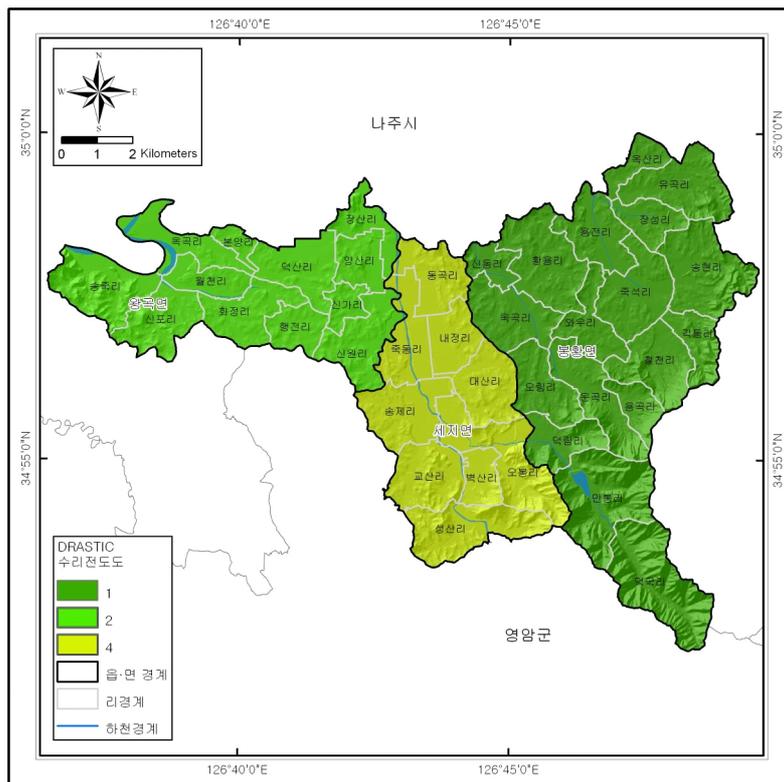
<그림 3-3-5> 토양매질(Soil Media)



<그림 3-3-6> 지형경사(Topography)

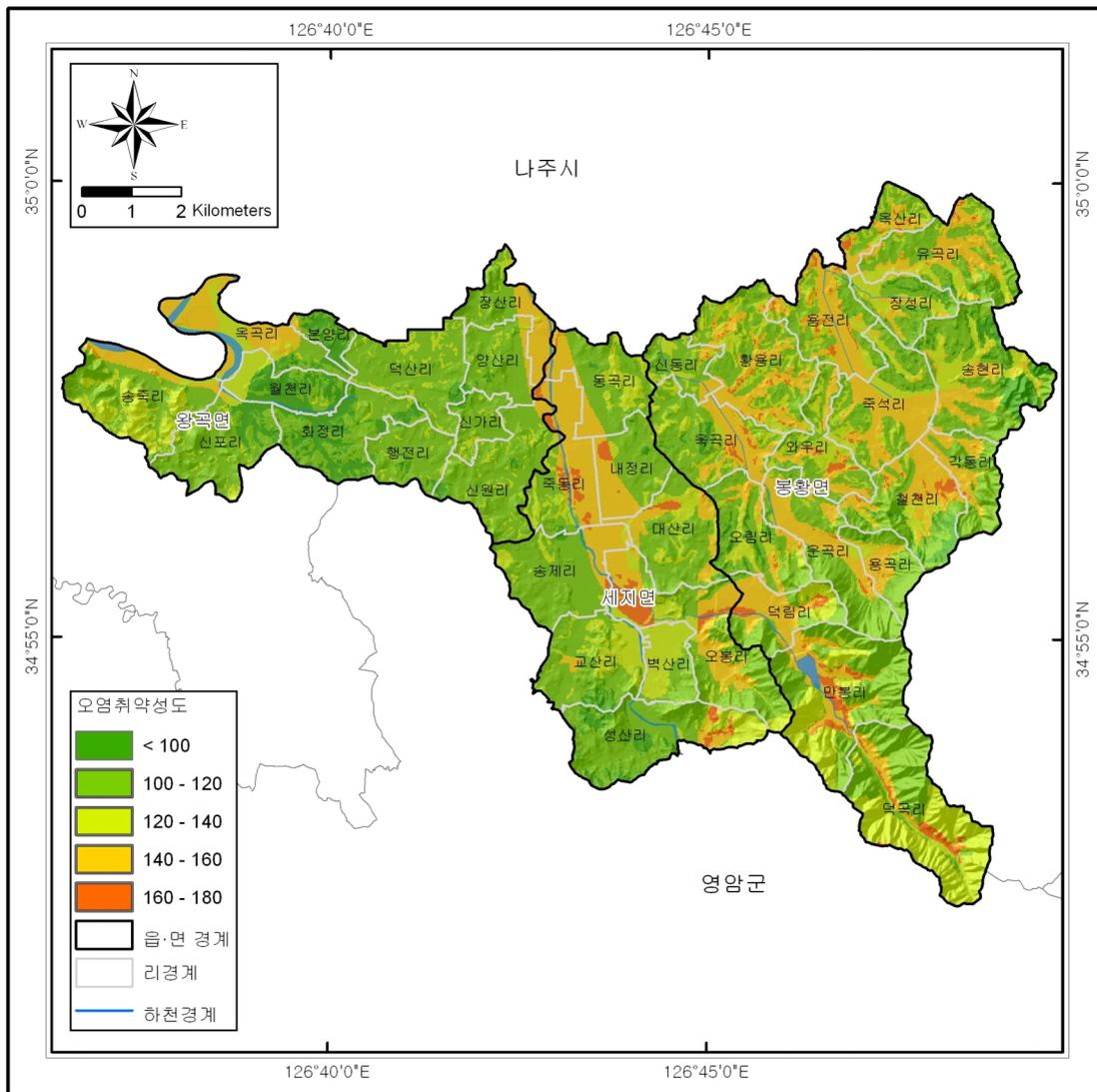


<그림 3-3-7> 비포화대 매질(Impact of Vadose Zone)



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

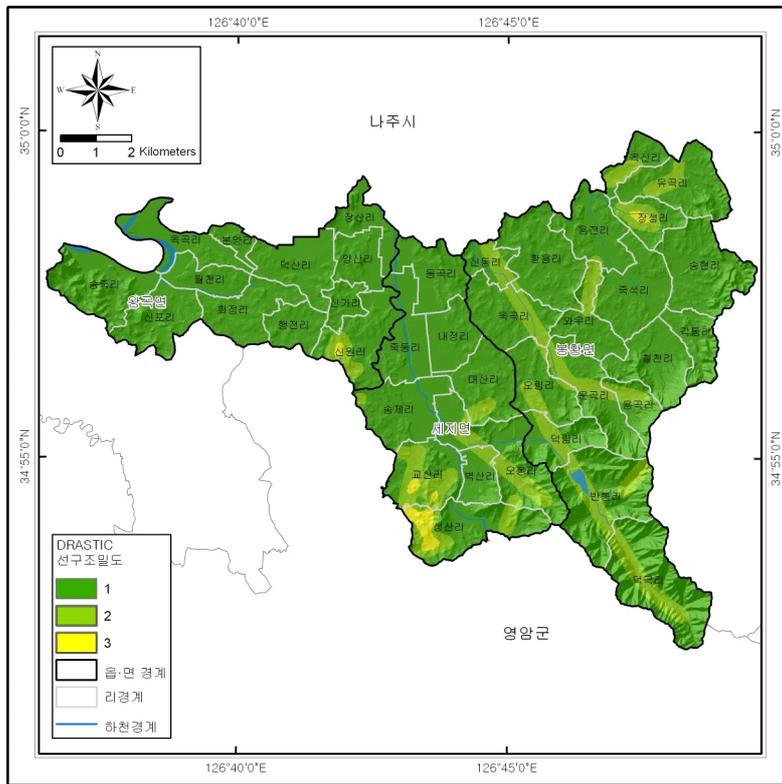
□ 오염취약성도 작도 결과, 나봉지구 대부분의 지역은 100에서 140범위의 오염취약성 수치를 보이며, 특히 왕곡면 본양리, 화정리, 월천리 지역에서는 110이하의 상대적으로 낮은 값을 보인다<그림 3-3-9>. 봉황면 반봉리, 덕곡리, 덕림리는 135이상의 상대적으로 높은 값을 나타내는 지역이 있으며 비포화대매질 등의 영향으로 판단된다.



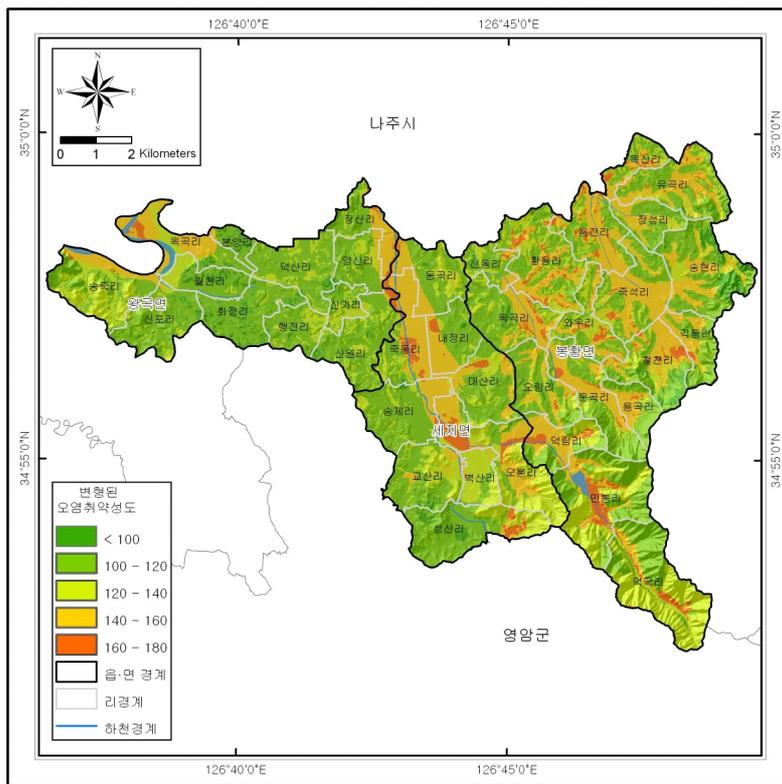
<그림 3-3-9> 오염취약성도(DRASTIC)

### 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.
  
- 나봉지구의 변형된 오염취약성도 모델링 결과, 전반적인 분포양상은 오염취약성도와 비슷하나 DRASTIC수치는 오염취약성도 보다 다소 높게 평가되었다. 특히 120~140 범위 지역의 면적이 넓어진 것을 알 수 있다<그림 3-3-11>.



<그림 3-3-10> 선구조밀도



<그림 3-3-11> 나봉지구 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 인하는 시기에는 경작지 표면을 식물 잔재물 등으로 덮어주어 토양침식 방지 3) 하천 둔치지구나 하천부지에서 경작 억제 4) 농업용수는 농경배수로 유출되는 양을 최소화하도록 적량 공급
축산업자	1) 외부 강우유출수가 축사내로 유입되지 않도록 우회수로, 방지턱 등을 설치 2) 방목시기를 조정하여 초지가 과다 손상되지 않도록 순환방목 실시 및 방목시기 조절 ○ 방목지내에서의 방목가축수를 적절히 유지하고 발생된 축산분뇨 제거 ○ 토양침식 방지차원에서 경사지, 하천 인접지역 등에서의 방목 금지 3) 축분이나 퇴비가 강우 시 유출되지 않도록 가축 운동장 덮개시설, 퇴비사 시설, 방지턱, 도랑 등 설치 4) 축산분뇨를 초지나 경작지에 살포하는 경우에는 작물의 흡수가 최대가 되는 시기에 우기를 피하여 살포
사업주	1) 원료·생산품의 사용·보관 시 안전사용 및 안전보관요령 준수 2) 용제 보관창고작업장을 청결히 유지하고 용제의 과다사용 및 오용으로 인한 누출 방지 3) 공장이나 창고의 바닥청소 시 물 사용 최소화 4) 공장의 기계류, 원료 및 중간제품 등은 강우에 직접 노출되지 않도록 덮개 시설 설치
건설업자	1) 건설공사장에서 나무, 아스팔트 페인트 등의 건설자재 관리를 철저히 하여 이들이 비점오염물질화 되는 것을 방지 2) 건설공사장에서의 토지형질 변경과 녹지훼손 최소화 3) 건축폐기물의 발생 억제 및 건설자재의 재활용·재이용 확대 4) 공사지역내로 외부 강우유출수가 유입되지 않도록 우회수로 등 설치

자료 : 비점오염원 관리요령(환경부, 2000)

### 4.1.3 기술적 방안

#### 가. 지하수 함양

##### - 주입법

- 습식형 : 지하수면까지 관정을 굴착하여 대수층에 직접주입
- 건식형 : 주입관정의 깊이가 지하수면까지 미치지 않는 것
- 주입방법에 따라 자연주입법과 가압주입법으로 구분

##### - 확수법

- 지하에 침투시킬 수량을 증가시키기 위해 지표전반에 걸쳐 물을 방출시켜 지하로 스며들게 하는 방법
- 유역법, 하천-수로법, 홍수법, 관개법 등이 있음
- 공업화·도시화에 따른 불투수성 면적의 증가, 논 경작면적의 감소 및 휴경논의 증가는 지하수 함양량의 감소를 초래 함

##### - 지하수함양 국내사례(제주도)

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

#### 나. 지표수-지하수를 연계한 강변여과수 개발

##### - 수리지질학적 조건

- 충적층의 분포면적이 넓은 지역
- 상류지역에 분포된 모암이 조립질의 결정질암으로 구성되어 있어, 충적층의 구성 물질이 조립질이고 투수성이 양호한 지역
- 충적대수층으로 지표수의 함양유도가 양호한 지역
  - 유속이 빠르지 않은 지역
  - 하상이나 하천측면이 투수성이 양호한 조립질 물질로 구성된 지역

- 주변에 설치된 기존관정의 비양수량이 크고 충적층의 두께가 두꺼운 지역
- 상류구간에 잠재오염원이 없으며 하천의 수질이 비교적 양호한 지역
- 수온변화가 크지 않으면서 갈수량이 많은 지역
- 자연적인 조건
- 토지이용현황과 해당 부지가 오염되지 않은 지역
- 하천이 범람하지 않는 지역
- 부지확보가 용이하고 민원이 없는 지역
- 기존시설과 연계가 가능성, 수요지와의 거리 등
- 국내에선 경남 창원외 낙동강 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 : 나봉지구 4개면 39개 법정리(110개 행정리) 마을이장
- 설문항목 : 일반현황  
지하수개발 및 방치공 현황  
지하수 수질현황  
지하수 수량현황  
지하수 관리현황 및 의견
- 회신부수 : 41부[회수율 95%(법정리기준), 37%(행정리기준)]

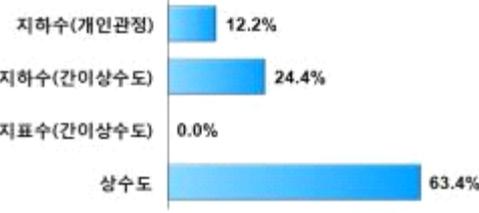
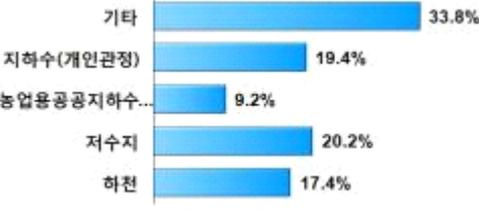
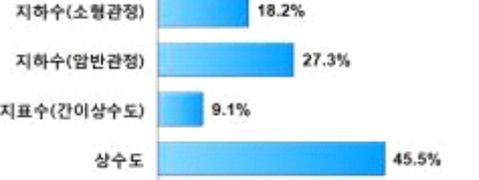
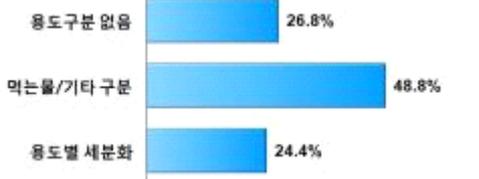
### 5.2 일반현황

#### 마을의 용수이용 현황 및 지하수 이용 시 애로사항

##### <분석결과>

- 지하수 이용가구 비율 74.7% 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 : 74.7%</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 가구수 : 1,772</li> <li>- 지하수 이용가구 : 1,324</li> </ul>	
<p>○ 음용수 이용 수원</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1순위: 상수도</li> <li>- 2순위: 지하수(간이상수도)</li> <li>- 3순위: 지하수(개인관정)</li> <li>- 4순위: 지표수(간이상수도)</li> </ul>	
<p>○ 생활용수 이용 수원</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1순위: 상수도</li> <li>- 2순위: 지하수(간이상수도)</li> <li>- 3순위: 지하수(개인관정)</li> <li>- 4순위: 지표수(간이상수도)</li> </ul>	
<p>○ 농업용수 이용 수원</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1순위: 기타</li> <li>- 2순위: 저수지</li> <li>- 3순위: 지하수(개인관정)</li> <li>- 4순위: 하천</li> </ul>	
<p>○ 공업용수 이용 수원</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1순위: 상수도</li> <li>- 2순위: 지하수(암반관정)</li> <li>- 3순위: 지하수(소형관정)</li> </ul>	
<p>○ 지하수 관정 사용 시 용도별 구분 사용 여부</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1순위: 먹는물 기타 구분</li> <li>- 2순위: 용도구분 없음</li> <li>- 3순위: 용도별 세분화</li> </ul>	
<p>○ 지하수 이용 시 주민들의 애로사항</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1순위: 수질 불량</li> <li>- 2순위: 전기세 부담</li> <li>- 3순위: 시설물 수리비 부담</li> </ul>	

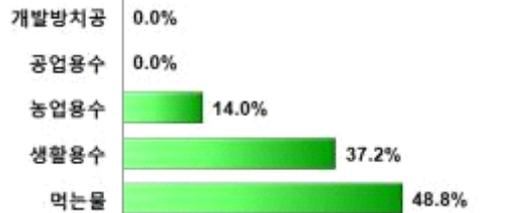
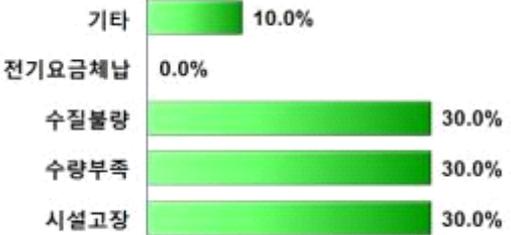
### 5.3 지하수개발

#### □ 마을의 지하수 개발여건 및 방치공 현황

<분석결과>

- 지하수 개발여건 용이하거나 보통인 경우 87.8%로 응답
- 지하수 방치공은 많지 않으나 먹는물 48.8%, 생활용수 37.2%, 농업용수 14.0% 를 나타냄
- 지하수 관정이 방치되는 요인은 수량부족이 30.0%, 시설고장이 30.0%를 차지함
- 미활용 지하수 관정을 없애지 않는 주 이유는 재사용 필요(45.5%)

<표 5-3-1> 지하수개발 항목별 설문결과

<p>○ 마을의 지하수 개발 여건</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 개발이 용이하거나 보통인 경우 87.8% 차지</li> <li>- 개발이 어려움 12.2%</li> </ul>	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>개발여건</th> <th>비율</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>보통</td> <td>65.9%</td> </tr> <tr> <td>용이</td> <td>41.9%</td> </tr> <tr> <td>어려움(폐공발생)</td> <td>12.2%</td> </tr> <tr> <td>기타</td> <td>0.0%</td> </tr> </tbody> </table>	개발여건	비율	보통	65.9%	용이	41.9%	어려움(폐공발생)	12.2%	기타	0.0%		
개발여건	비율												
보통	65.9%												
용이	41.9%												
어려움(폐공발생)	12.2%												
기타	0.0%												
<p>○ 용도별 지하수 방치공</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 먹는물 관정(48.8%)</li> <li>- 생활용수 관정(37.2%)</li> <li>- 농업용수 관정(14.0%)</li> </ul>	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>용도</th> <th>비율</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>개발방치공</td> <td>0.0%</td> </tr> <tr> <td>공업용수</td> <td>0.0%</td> </tr> <tr> <td>농업용수</td> <td>14.0%</td> </tr> <tr> <td>생활용수</td> <td>37.2%</td> </tr> <tr> <td>먹는물</td> <td>48.8%</td> </tr> </tbody> </table>	용도	비율	개발방치공	0.0%	공업용수	0.0%	농업용수	14.0%	생활용수	37.2%	먹는물	48.8%
용도	비율												
개발방치공	0.0%												
공업용수	0.0%												
농업용수	14.0%												
생활용수	37.2%												
먹는물	48.8%												
<p>○ 지하수 관정이 방치되는 요인</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수량부족(30.0%)</li> <li>- 시설고장(30.0%)</li> <li>- 수질불량(30.0%)</li> </ul>	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>방치요인</th> <th>비율</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>기타</td> <td>10.0%</td> </tr> <tr> <td>전기요금체납</td> <td>0.0%</td> </tr> <tr> <td>수질불량</td> <td>30.0%</td> </tr> <tr> <td>수량부족</td> <td>30.0%</td> </tr> <tr> <td>시설고장</td> <td>30.0%</td> </tr> </tbody> </table>	방치요인	비율	기타	10.0%	전기요금체납	0.0%	수질불량	30.0%	수량부족	30.0%	시설고장	30.0%
방치요인	비율												
기타	10.0%												
전기요금체납	0.0%												
수질불량	30.0%												
수량부족	30.0%												
시설고장	30.0%												
<p>○ 지하수 관정을 없애지 않는 이유</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 재사용 필요(45.5%)</li> <li>- 비용발생 경제적 부담(18.2%)</li> <li>- 관심 없음, 기타(18.2%)</li> </ul>	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>이유</th> <th>비율</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>기타</td> <td>18.2%</td> </tr> <tr> <td>관심없음</td> <td>18.2%</td> </tr> <tr> <td>재사용필요</td> <td>45.5%</td> </tr> <tr> <td>비용발생 경제적...</td> <td>18.2%</td> </tr> <tr> <td>관정소유자불분명</td> <td>0.0%</td> </tr> </tbody> </table>	이유	비율	기타	18.2%	관심없음	18.2%	재사용필요	45.5%	비용발생 경제적...	18.2%	관정소유자불분명	0.0%
이유	비율												
기타	18.2%												
관심없음	18.2%												
재사용필요	45.5%												
비용발생 경제적...	18.2%												
관정소유자불분명	0.0%												

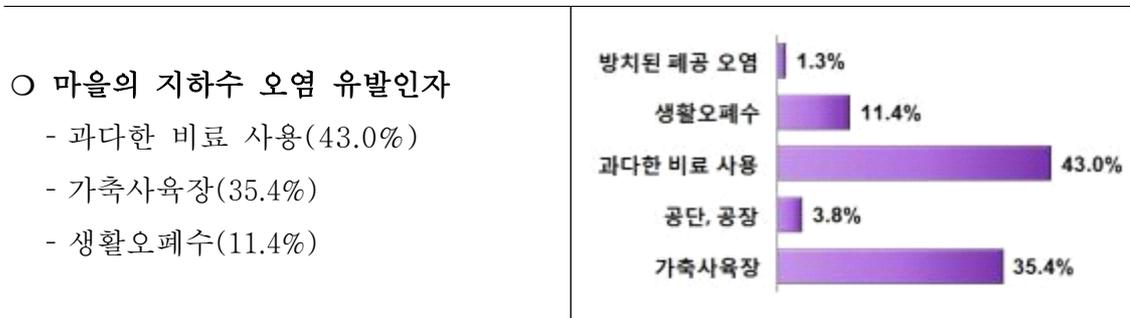
## 5.4 지하수수질

### □ 마을의 지하수 이용 중에 발생하는 수질 현황

<분석결과>

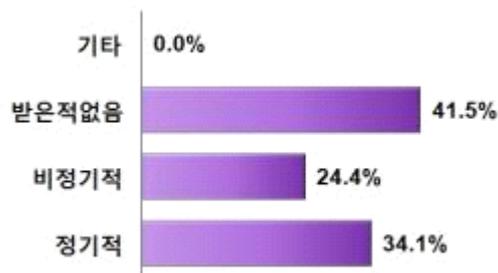
- 마을의 지하수 오염 유발인자는 생활오폐수와 과도한 비료사용에 의한 오염이 43.0%, 가축사육장 35.4%를 차지하는 것으로 조사됨
- 정기적인 지하수 수질검사는 먹는 물(34.1%), 생활용수(31.7%), 농업용수(2.7%) 순으로 나타남
- 지하수수질에 대한 만족도는 보통 이상이 68.3%로 나타남

### <표 5-4-1> 지하수수질 항목별 설문결과

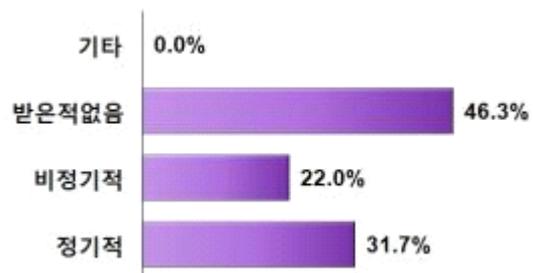


### ○ 지하수 수질검사

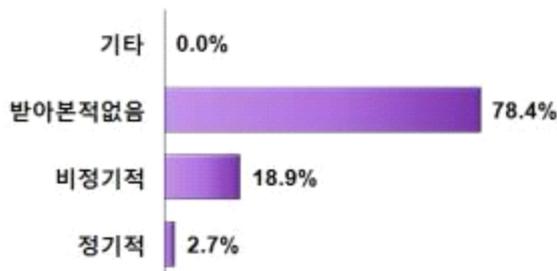
<먹는 물>



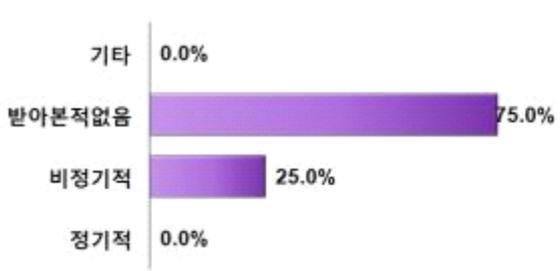
<생활용수>

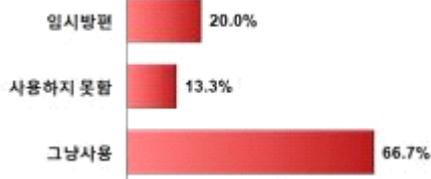


<농업용수>



<공업용수>



<p>○ 지하수 수질에 대한 만족도</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 매우만족(2.4%)</li> <li>- 만족(2.4%)</li> <li>- 보통(63.4%)</li> <li>- 불만족(19.5%)</li> </ul>	
<p>○ 문제가 되는 관정의 수질에 대한 해결법</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 그냥사용(66.7%)</li> <li>- 임시방편(20.0%)</li> <li>- 사용하지 못함(13.3%)</li> </ul>	

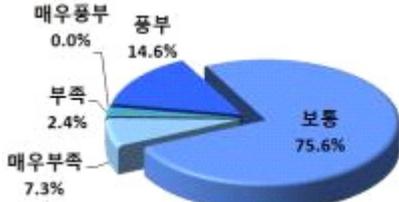
### 5.5 지하수수량

#### □ 마을의 지하수 수량현황

<분석결과>

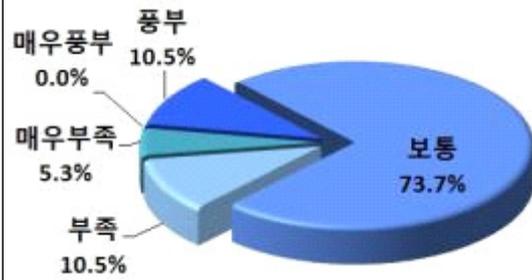
- 지하수 관정 수량이 부족하거나 매우 부족한 것으로 답한 경우는 용도별로 공업용수(33.3%), 농업용수(15.8%), 생활용수(9.8%) 순으로 나타남
- 지하수와 관련하여 사·군, 읍·면 및 공공기관에 민원을 제기한 경우는 15.4%로 나타났고 주된 사유는 수량 부족 또는 감소가 42.9%, 수질불량 42.9%로 가장 많이 나타났다.

<표 5-5-1> 지하수수량 항목별 설문결과

<p>○ 먹는 물로 사용하는 지하수관정의 수량</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 부족(16.7%)</li> <li>- 매우부족(8.3%)</li> </ul>	
<p>○ 생활용수로 사용하는 지하수관정의 수량</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 부족(2.4%)</li> <li>- 매우부족(7.3%)</li> </ul>	

○ 농업용수로 사용하는 지하수관정의 수량

- 부족(10.5%)
- 매우부족(5.3%)



○ 공업용수로 사용하는 지하수관정의 수량

- 부족(16.7%)
- 매우부족(16.7%)

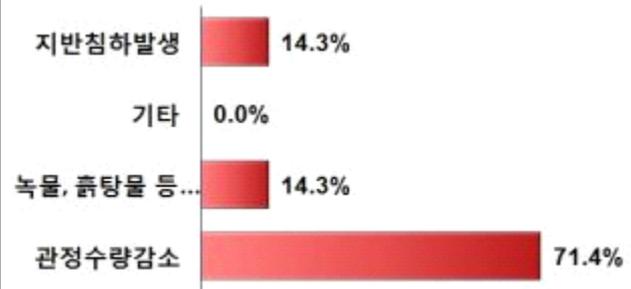


○ 지하수 과잉채수로 인한 장애 발생 사례 및 사유

<발생 사례>

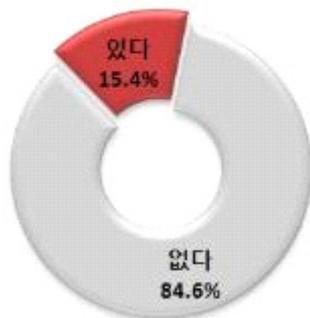


<사유>



○ 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(3.3%), 만족(13.3%)
- 공공기관에 위탁관리 하는 의견에 대해서는 84.6%가 찬성
- 지하수전문위탁기관으로 한국농어촌공사(72.7%)를 선택
- 마을에서 주민들이 원하는 지하수는 농업용수(65.4%)을 선호함

<표 5-6-1> 지하수관리 항목별 설문결과

<p>○ 공공 지하수관정에 대한 만족도</p> <p>- 매우만족(3.3%), 만족(13.3%)</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>3.3%</td> </tr> <tr> <td>만족</td> <td>13.3%</td> </tr> <tr> <td>보통</td> <td>76.7%</td> </tr> <tr> <td>불만족</td> <td>3.3%</td> </tr> <tr> <td>매우불만족</td> <td>3.3%</td> </tr> </tbody> </table>	만족도	비율	매우만족	3.3%	만족	13.3%	보통	76.7%	불만족	3.3%	매우불만족	3.3%
만족도	비율												
매우만족	3.3%												
만족	13.3%												
보통	76.7%												
불만족	3.3%												
매우불만족	3.3%												
<p>○ 공공기관에 위탁관리 방안 찬반 의견</p> <p>- 찬성(84.6%)</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>84.6%</td> </tr> <tr> <td>반대</td> <td>15.4%</td> </tr> </tbody> </table>	의견	비율	찬성	84.6%	반대	15.4%						
의견	비율												
찬성	84.6%												
반대	15.4%												
<p>○ 지하수전문위탁기관 선택</p> <p>- 1순위 : 한국농어촌공사(72.7%)</p> <p>- 2순위 : 한국수자원공사(22.7%)</p>	<table border="1"> <caption>지하수전문위탁기관 선택</caption> <thead> <tr> <th>기관명</th> <th>비율</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>한국농어촌공사</td> <td>72.7%</td> </tr> <tr> <td>한국수자원공사</td> <td>22.7%</td> </tr> <tr> <td>환경관리공단</td> <td>4.5%</td> </tr> <tr> <td>지질자원연구원</td> <td>0.0%</td> </tr> </tbody> </table>	기관명	비율	한국농어촌공사	72.7%	한국수자원공사	22.7%	환경관리공단	4.5%	지질자원연구원	0.0%		
기관명	비율												
한국농어촌공사	72.7%												
한국수자원공사	22.7%												
환경관리공단	4.5%												
지질자원연구원	0.0%												
<p>○ 마을 주민들이 가장 원하는 지하수</p> <p>- 1순위 : 농업용수(65.4%)</p> <p>- 2순위 : 먹는물(26.9%)</p> <p>- 3순위 : 생활용수(3.8%)</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>65.4%</td> </tr> <tr> <td>먹는물</td> <td>26.9%</td> </tr> <tr> <td>생활용수</td> <td>3.8%</td> </tr> <tr> <td>기타용수</td> <td>3.8%</td> </tr> <tr> <td>공업용수</td> <td>0.0%</td> </tr> </tbody> </table>	지하수종류	비율	농업용수	65.4%	먹는물	26.9%	생활용수	3.8%	기타용수	3.8%	공업용수	0.0%
지하수종류	비율												
농업용수	65.4%												
먹는물	26.9%												
생활용수	3.8%												
기타용수	3.8%												
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 26.8%로 조사됨
- 지하수 개발은 용이하거나 보통(87.8%)으로 높은 편이나 수량부족 및 시설고장, 수질불량 등의 문제로 사용하지 않는 지하수 관정의 경우에도 재사용 필요(45.5%), 경제적 부담(18.2%) 등의 이유로 방치되고 있어 이에 대한 관리대책이 필요할 것으로 판단됨
- 지하수 수질에 대한 만족도(보통 이상)가 68.3%로 높지만 수질에 문제가 있는 관정에 대해서 그냥사용(66.7%)하고 있거나 임시방편(20.0%)으로 사용 중에 있어, 정기적인 수질검사를 통한 관리가 필요할 것으로 판단됨
- 지하수 수량에 대해서는 공업용수(33.3%), 농업용수(15.8%), 생활용수(9.8%), 먹는물(7.3%) 순으로 부족한 것으로 나타났고, 지하수 이용과 관련하여 15.4%가 수량부족 또는 감소에 의한 문제로 민원을 제기하여 공공관정에 대한 주기적인 시설물 점검이 필요 할 것으로 판단됨
- 공공관정에 대한 만족도(보통 이상)는 93.3%로 비교적 높으나 지하수전문기관에 위탁 관리하는 의견에 대해서는 84.6%가 찬성하였고 한국농어촌공사가 주도적으로 관리하기를 원하는 대답이 72.7%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

농어촌지하수관리시스템은 농업용공공관정의 종합정보를 제공합니다.

지하수 자원관리사업

개요

조사실적

조사결과

### 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

유역별 지하수 종합 대책 수립

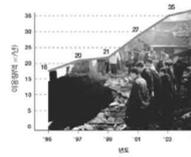
해수침투조사

해안지역 농경지 염해예방

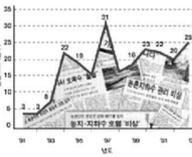
수맥조사

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**

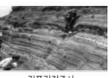
- 농어촌정비법 제15조 : 농어촌용수 이용합리화계획 등
- 농어촌정비법 제21조 : 농어촌용수 오염방지와 수질개선 등
- 지하수법 제5조 : 지하수 개발 · 이용 보전관리 조사추진 및 전문기관의 업무대행

**추진체계**

기초자료  
수질 분석







지표수질

지구담사

지표지질조사

연관조사







관경위치 조사 (GPS)

관경현황조사

관제오염조사

지하수  
수질 조사







관상수질검사

정밀수질검사

물리담사

수질·수리  
분석 예측







관제오염원위지도

지하수 수두, 유동방향 분석

오염예측도

농촌지하수관리  
시스템 구축







조사자료 입·출력

GIS 분석

WEB 서비스

- 지하수 자원관리사업 조사실적

## 행정구역별 현황

kr 농어촌지하수관리시스템
지하수 자원관리사업
지하수 개발실적
지하수 관측망시스템
지도서비스

### 지하수 자원관리사업

농어촌지하수관리시스템은 농업용공공관망의 중장기부분을 제공합니다.

▶ 지하수 자원관리사업 > 조사실적

개요

조사실적

조사결과

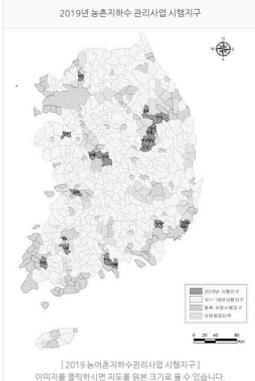
### 조사실적

농어촌 지하수 관리 조사

지도 서비스 바로가기 >

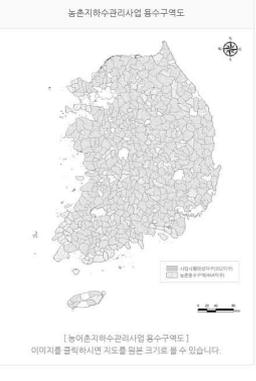
농어촌지역의 지하수시상을 검토, 개발 이용현황 수질 수량현황 대수층 특성 등에 대해 기존 자료 및 세부 조사 분석평가 실시하여 농어촌 지하수에 대한 정보를 제공합니다. 2018년까지 283지구(98시군)가 완료되어 농어촌지역의 수량 고갈, 수질오염, 지반침하 등 지하수 피해를 사전에 예방하고 보전과 관리대책 수립에 활용되고 있습니다.

2019년 농어촌지하수 관리사업 시행지구



[2019년 농어촌지하수관리사업 시행지구] 이미지를 클릭하시면 지도를 원본 크기로 볼 수 있습니다.

농어촌지하수관리사업 읍수구역도



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

행정구역별 조사완료현황

농어촌읍수구역별 조사현황

조사년도	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	-	-	계천	-	-	무안	-	-	-
2006	6	이천	원주	-	-	-	보성	영천	진주	-
2007	9	광주	황성	진천	공주	영월	-	-	사천	-
2008	7	-	-	피산	곡산	순창	-	-	-	-
2009	11	김포	송천	중평	-	장수	-	상주	하동	-
2010	7	-	말합	-	-	-	-	-	-	-
2011	7	여주	-	-	논산	진안	양성	김천	합천	제주
2012	6	-	-	-	부여	고창	횡성	군위	거창	-
2013	6	-	영구	죽천	-	-	영송	문경	거창	-
2014	5	-	죽천	-	-	-	-	-	밀양	-
2015	4	용인	-	영동	서천	유주	영양	영송	거창	-
2016	8	가평	고성	-	보령	-	함평	인동	-	-
2017	6	-	-	-	-	-	신안	-	-	-
2018	7	-	안계	보은	황양	-	진도	봉화	양산	-
2019 (연도미정)	8	안성	양양	-	홍성	-	죽성	-	-	-
		남양주	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	강릉	-	-	-	-	포항	산청
		-	-	-	-	-	-	-	-	남해
		경화	-	송주	대산	익산	순천	구미	의령	-
		-	-	-	-	-	고흥	-	-	-
		-	말합	-	태안	남원	-	-	함안	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-
		포천	-	-	서산	-	영암	영양	고성	-
		-	-	-	-	-	-	영도	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-
		양주	양양	청주	도진	-	여수	여천	거창	-
		-	-	-	-	-	해남	-	-	-

이메일무단수집거부 | 개인정보처리방침

kr 한국농어촌공사 (주 58322) 권역별내주시관리로 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**

**지하수 자원관리사업**  
농어촌지하수관리시스템은 농어촌 공공권정의 총화경로로 제공함(1:1)

지도 서비스 바로가기 >

개요

조사실적 **—**

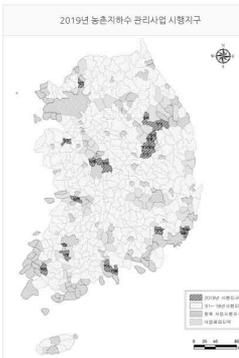
조사결과

### 조사실적

농어촌 지하수 관리 조사

농어촌지역의 지하수시설을 정보, 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 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

보기서 >

조사년도	계	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주
계	352	41	36	28	41	34	60	62	44	6
행정지구 (개)	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	-	광입	-	-	-	-
		황서	송동	계동	광정	광복	무림	영교	진수	-
2005	15	이송	-	상곡	금남	순교	보성	상리	-	-
		-	-	원양	-	-	-	-	-	-
2006	15	이송	송신	진리	유구	경산	보도	영자	진지	-
		광조	용문	괴형	금부	순동	-	상리	사동	-
2007	20	광포	영소	진백고	유은	경강	보문	상화	사동	계여
		김고	용화	괴형	금복	순양	브빌	금대	하금	-
		여서	영동	-	-	광변	-	-	-	-
2008	23	김양	송두	괴도	논밭	광계	회촌	상사	하적	계조
		여백	영명	옥동	부서	간상	광복	금봉	발적	-
		파고	말대	-	-	고신	용평	군봉	가가	-
2009	23	대간	회간	옥정	논산	간석	부동	광문	화동	계한
		파문	영말	영양	부동	괴형	광성	군위	거남	-
		용남	-	-	부문	고양	광문	문호	일부	-
2010	23	파계	화상	금주	기산	유적	광문	문산	거고	계대
		용외	영명	영신	남포	남포	경강	광송	일화	-
		가회	-	-	청정	광상	광문	안여	거사	-
2011	17	용기	인북	영향	서비	무성	환신	영현	거강	계남
		-	가북	고계	보마	보리	남대	-	안동	항계
		-	-	-	-	순강	-	-	-	-
2012	16	가설	고려	보내	보정	남문	항라	진길	항리	-
		-	안고	진남	-	청화	-	신안	봉법	산신
		-	-	-	-	-	-	진진	봉명	-
2013	16	황서	연상	보마	영대	익동	진문	봉석	산신	-
		-	광조	영성	-	용문	-	국고	송양	영화
		-	-	-	-	-	송상	봉상	-	-
2014	16	간상	영은	죽신	용서	관봉	국유	신신	산신고	-
		남진	영사	-	예대	-	국석	영면	남설	-

~ 중 략 ~

- 부록 151 -

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(충적암반) | 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(충적암반) | 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)						
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
비면	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 관리관리사업 | 지하수 개발실적 | 지하수 관측망시스템 | 지도서비스

지하수 자원관리사업

농어촌지하수관리시스템은 농림환경공관경의 종합정보를 제공합니다.

지하수 자원관리사업 > 조사결과

개요

조사실적

조사결과

조사결과

검색

초기값

경상북도 군위군

행정 구역	구축 연도	공우	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 관리관리사업 | 지하수 개발실적 | 지하수 관측망시스템 | 지도서비스

지하수 자원관리사업

농어촌지하수관리시스템은 농림환경공관경의 종합정보를 제공합니다.

지하수 자원관리사업 > 조사결과

개요

조사실적

조사결과

조사결과

검색

초기값

인원광역시 강화군

행정 구역	구축 연도	관정깊도 (m)	단위면적당 이용량 (천m <sup>3</sup> /yr)	이용량/개발가능량(%)
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**

행정 구역	구속 연도	질산성질소(mg/l)	오염원분포도 (점수/점)	평균 DRASTIC Index	오염부하량 (kg/Day/Well)
평균		12.0	4.15	126.30	257.87
화천면		10.3	2.96	133.61	397.01
화천면	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**

행정 구역	구속 연도	A등급 (발광구제)	B등급 (발광지침)
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 농림환경관광부의 중앙정보를 제공합니다.

▶ 지하수 자원관리사업 > 조사결과

조사결과

검색  
위치

전라북도 임실군 읍/면/동

대상  
조건

개발이용제한(농적업인법)	개발이용제한(농도법)	환경 건이수질조사 결과
지하수 수질특성 분석결과	지하수 수질특성 분석결과	수질관리 필요지역 제안

검색
초기화

\*\*\*

임실군 자료는 한국농어촌공사에서 자체조사한 관정조사자료를 바탕으로 작성되었습니다.

전라북도 임실군

행정 구역	구축 연도	지하수오염 취역환경	질산성질소	수질관리기준초과	특수행위
계		35	1	12	0
강진면 신탐리	2011	Y			
강진면 봉황리	2011	Y			
강진면 방항리	2011	Y			
강진면 박천리	2011	Y			
강진면 부흥리	2011	Y			
강진면 옥창리	2011	Y			
강진면 용수리	2011	Y			
강진면 돌봉리	2011	Y			
강진면 학석리	2011	Y			
덕진면 가죽리	2011	Y			
덕진면 투지리	2011	Y			
덕진면 용우리	2011	Y		Y	
덕진면 사목리	2011	Y			
덕진면 일흥리	2011	Y			
덕진면 장암리	2011	Y			
덕진면 천동리	2011	Y			
덕진면 회문리	2011	Y	Y	Y	
삼계면 뇌천리				Y	
삼계면 봉황리		Y			
삼계면 삼포리				Y	
삼계면 어촌리		Y			
삼계면 오지리		Y		Y	
삼계면 출곡리				Y	
삼수면 오후리		Y			
오수면 금암리				Y	
오수면 대항리				Y	
오수면 온기리					
오수면 표죽리				Y	
오수면 오산리					
오수면 오수리		Y			
오수면 오양리				Y	
오수면 용두리					
오수면 용강리					
임실읍 관성리					
임실읍 갈성리		Y			
임실읍 두곡리		Y			
임실읍 장가리				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@krf.or.kr | 개인정보처리방침

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

COPYRIGHT©2018KRC. ALL RIGHT RESERVED. webmaster@krc.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)	관정조사 (구)	수위관측 (구)	시추조사 (구)
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

농어촌지하수관리시스템

지하수 관리관리사업    지하수 개발실적    지하수 관측망시스템    지도서비스

지하수 개발실적  
농어촌지하수관리시스템은 농업용공공관경의 중한정보를 제공합니다.

지하수 개발실적 > 양식장용수관리사업 > 개요

양식장용수관리사업

개요    결과

목적

우리나라 해안면 육상 특수양식(종묘)장은 해수를 직접 취수에에 의존하고 있어, 이상해류 발생 및 사고 선박의 기름유출 등으로 매년 피해가 발생할 뿐 아니라 등 육질이 온도 유지를 위한 기존 냉조에 필요한 유류비, 전기료 등의 막대한 유지비용이 소요됨. 따라서 해안 도서지역에서 지표 지질, 지하수 및 시추조사를 통해 지하해수 개발 가능 적지를 조사하여 육상양식(종묘) 어가에 지하해수 개발 이용방안을 제시하고자 함.

추진체계

현황 조사

지표지질조사    원격탐사    지하수 관측조사

개발 가능성 조사

전기비저항탐사    얕반층 사추    물리검층

수역도 작성

개발가능지지도면분석    개발방안 수립    지하해수 보고서

이메일주소상기    개인정보처리방침

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

- 양식장용수관리사업(지하해수조사) : 조사실적



농어촌지하수관리시스템

지하수 자원관리사업    지하수 개발실적    지하수 관측망시스템    지도서비스

### 지하수 개발실적

농어촌지하수관리시스템은 농업용공공관망의 종합정보를 제공합니다.

지하수 개발실적

수역조사

지하수개발

양식장용수관리사업

☞ > 지하수 개발실적 > 양식장용수관리사업 > 결과

#### 양식장용수관리사업

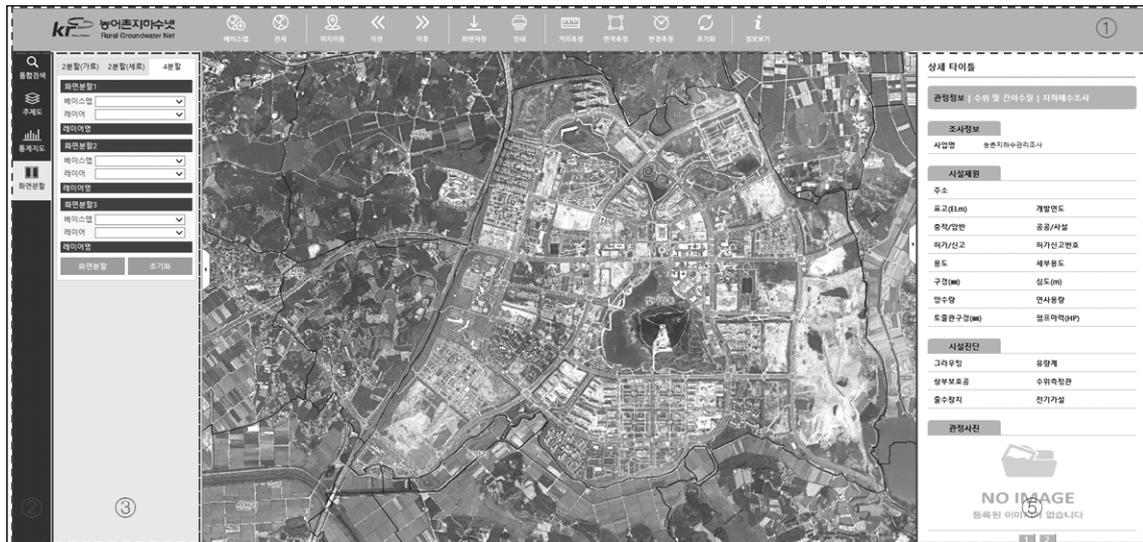
개요		결과									
*총복, 계주 제외											
조사 년도	계	부산	인천	울산	경기	강원	충남	전북	전남	경북	경남
계획 (지구)	200	1	5	4	3	6	15	11	106	16	33
원부지구 (계)	103	1	5	0	0	5	9	5	47	11	20
2010	10	-	충진군 영덕				보령시 보천 태안군 태소1	고창군 고해 고흥군 고흥2	영도군 완도1 완도군 완신1 진도군 진군 해남군 해화		
2011	8	-					태안군 태남	강진군 강아 영덕군 영행 거제시 거문1 무안군 무해 통영시 통신1			
2012	7	-				강릉시 강양	태안군 태어	고흥군 고도2 고흥군 고기 거제시 거거 완도군 완고1 남해군 남삼			
2013	7	기장군 기일				강릉시 강사	태안군 태원	완도군 완신4 포항시 포대2 고성군 고하 해남군 해촌1			
2014	12	-					고성군 고간 태안군 태소2 고창군 고부	무안군 무운 포항시 포대3 남해군 남이 영광군 영영 통영시 통신5			
2015	15	-					서산시 서대	신안군 신암 포항시 포항1 거제시 거둘2 신안군 신지 포항시 포항2 고성군 고삼 여수시 여화 통영시 통신8			
2016	14	-	강화군 강화 강화군 강외				보령시 보천2 부안군 부진	고흥군 고금 영역포항3 거제시 거사1 신안군 신흥 포항시 포항4 통영시 통도 완도군 완금 완도군 완노2 완도군 완노3 완도군 완보			
2017	15	-	강화군 강여				고성군 고간2 태안군 태남2 부안군 부보	신안군 신암 포항시 포항5 고성군 고삼2 신안군 신자 고성군 고하2 신안군 신갈1 하동군 하굴2 여수시 여동1 하동군 하금3 완도군 완신5 완도군 완한2			
2018	15	-	강화군 강영				고성군 강안	부안군 부별 신안군 신당2 경주시 경강 고성군 고흥 신안군 신창2 울진군 울기2 남해군 남남 신안군 신창3 남해군 남양 영광군 영박2 통영시 통신2 완도군 완한1 해남군 해촌2			
2019 (포사예정)	15	-					울주군 울서2 양양군 양현 태안군 태남3 고창군 고상	신안군 신암1 고창군 고심 신안군 신달1 신안군 신달2 신안군 신달3 진도군 진고2 완도군 완한4	통영시 통육 남해군 남이2 남해군 남황2		

※ 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

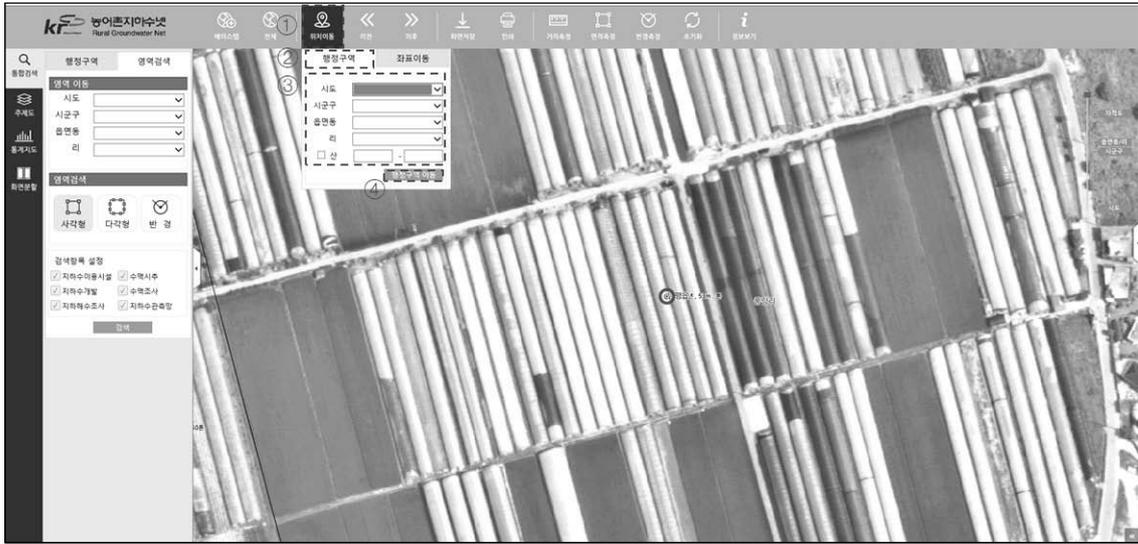


- ① 지도제어 : 지도 제어기능과 위치이동, 정보보기 등 지도관련 기능
- ② 메뉴바 : 사용자에게 제공하는 주요기능
- ③ 검색창 : 좌측메뉴에 따른 검색조건, 레이어 등의 정보를 표시하는 창
- ④ 지도화면 : 지도를 제공하는 화면
- ⑤ 상세정보창 : 관정제원, 사진, 수맥도 등 상세정보를 표시하는 창

### 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

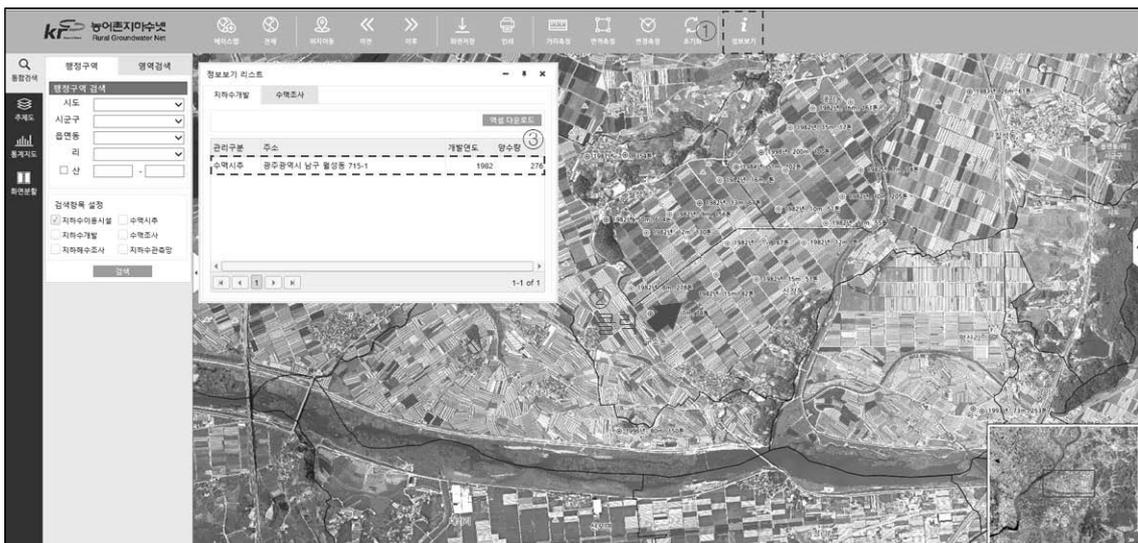


① 행정구역이동 : 시도, 시군구, 읍면동, 리, 산여부, 본번, 부번을 입력하고, [행정구역이동] 아이콘을 클릭합니다.

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.

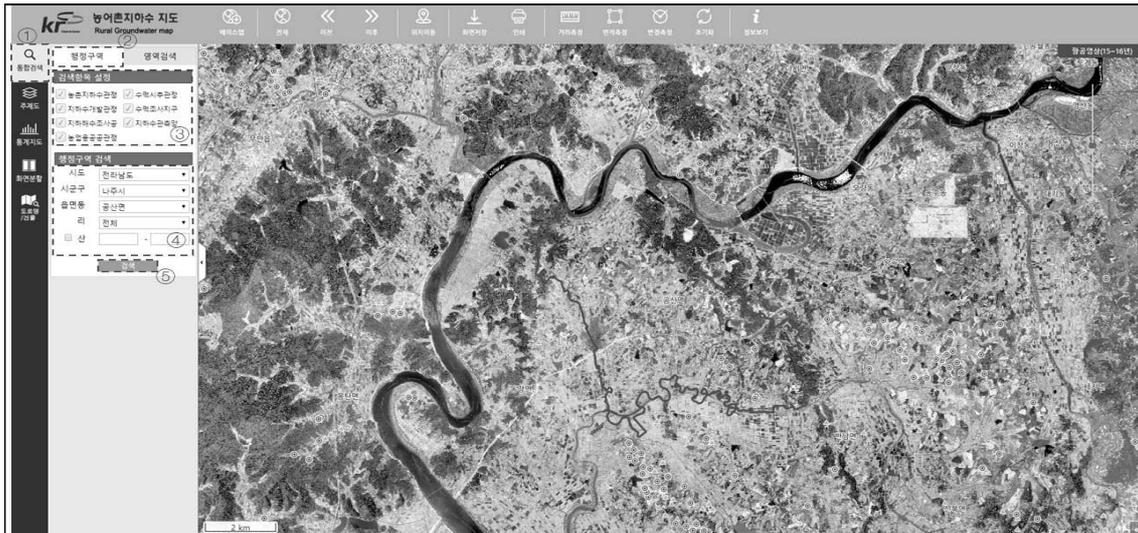
② 지도화면에서 정보보기를 원하는 지하수관정 또는 수맥지구를 클릭합니다.

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.

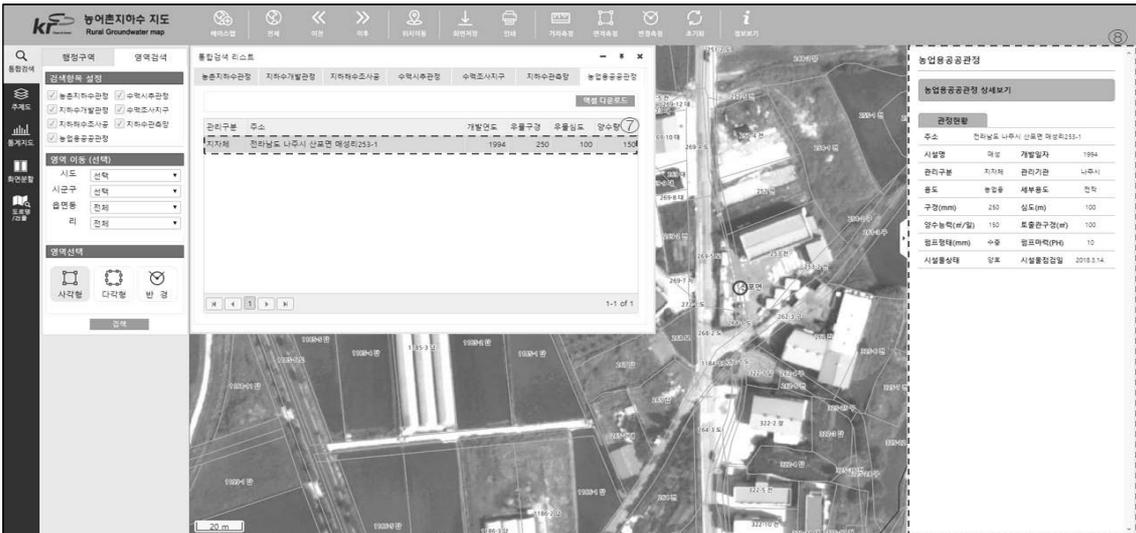


- ⑥ 검색결과에서 원하는 시설물을 클릭합니다.
- ⑦ 지도화면이 해당 시설물로 이동하고 상세정보가 표시됩니다.

## 나. 영역 검색



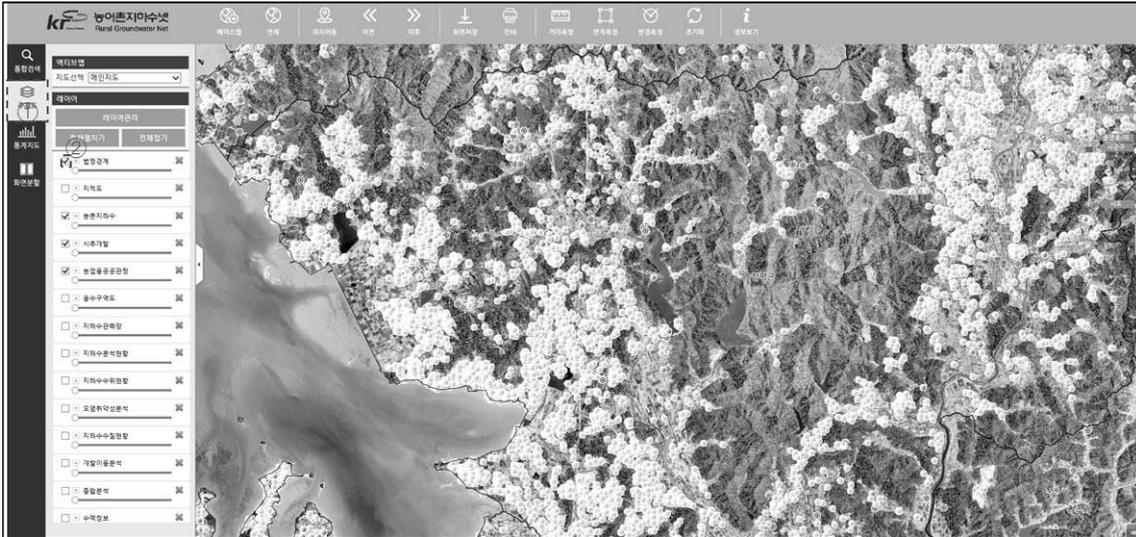
- ① 좌측 메뉴바에서 [통합검색]을 클릭하고, [영역검색] 탭을 선택합니다.
- ② 검색항목 설정에서 검색대상 항목을 선택합니다.
- ③ 행정구역 검색에서 검색할 시도, 시군구, 읍면동, 리를 선택합니다.  
※ 행정구역을 화면에 띄우기 위한 지도이동 기능임.
- ④ 영역검색의 종류를 선택합니다.  
- 사각형, 다각형, 반경(반경선택시 입력창 활성화)
- ⑤ [검색]아이콘을 클릭하여 지도에 영역을 드로잉 합니다



- 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

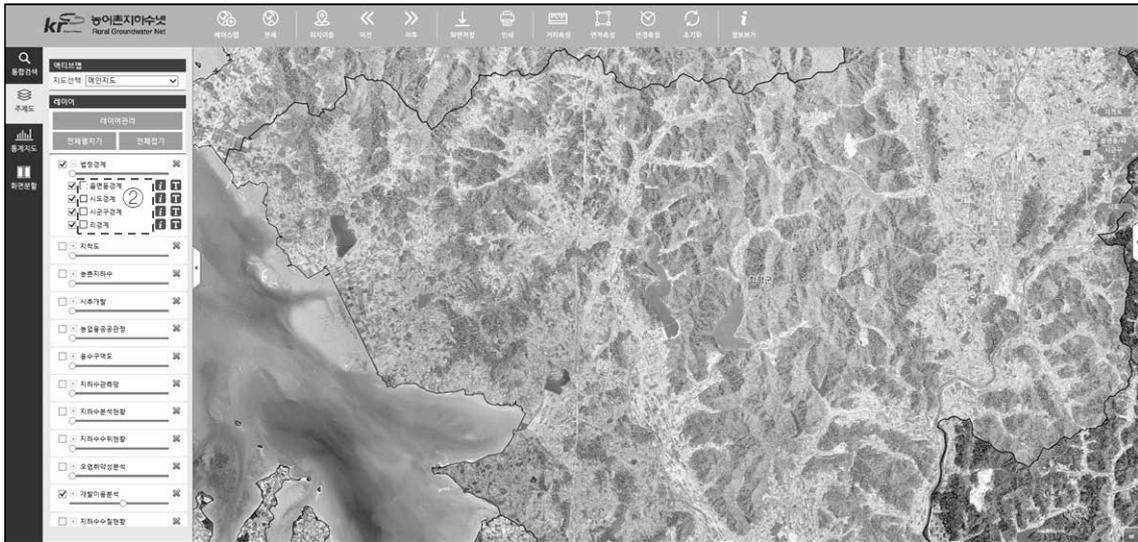


- ① 라벨 :  아이콘을 클릭하여 레이어를 확장하고  아이콘을 클릭합니다.  
 ※  - 라벨 On,  - 라벨 Off
- ② 설명 :  아이콘을 클릭하여 레이어를 확장하고  아이콘을 클릭합니다.

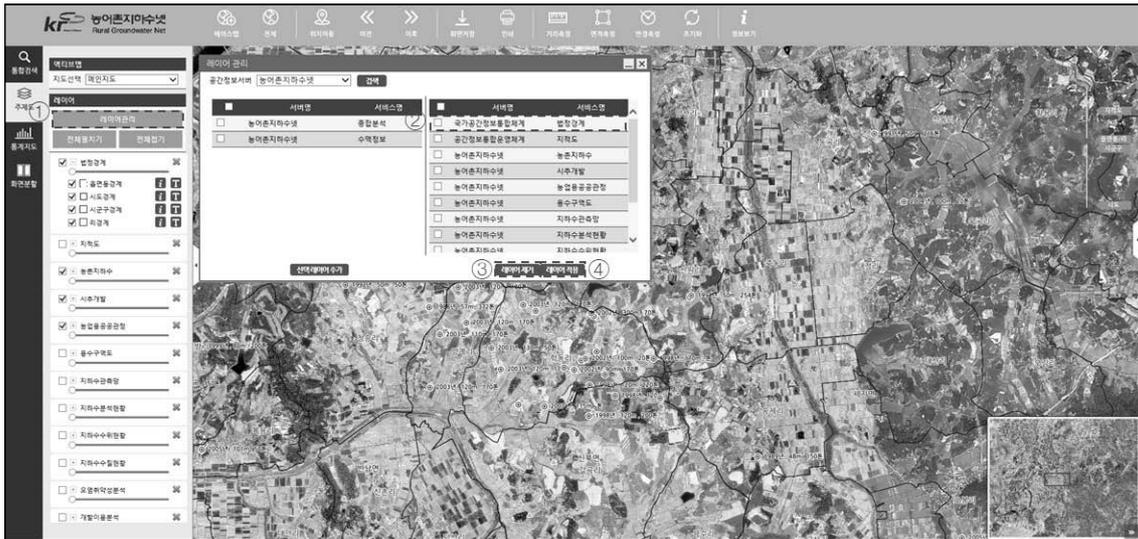
### 다. 레이어범례 보기

- 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.

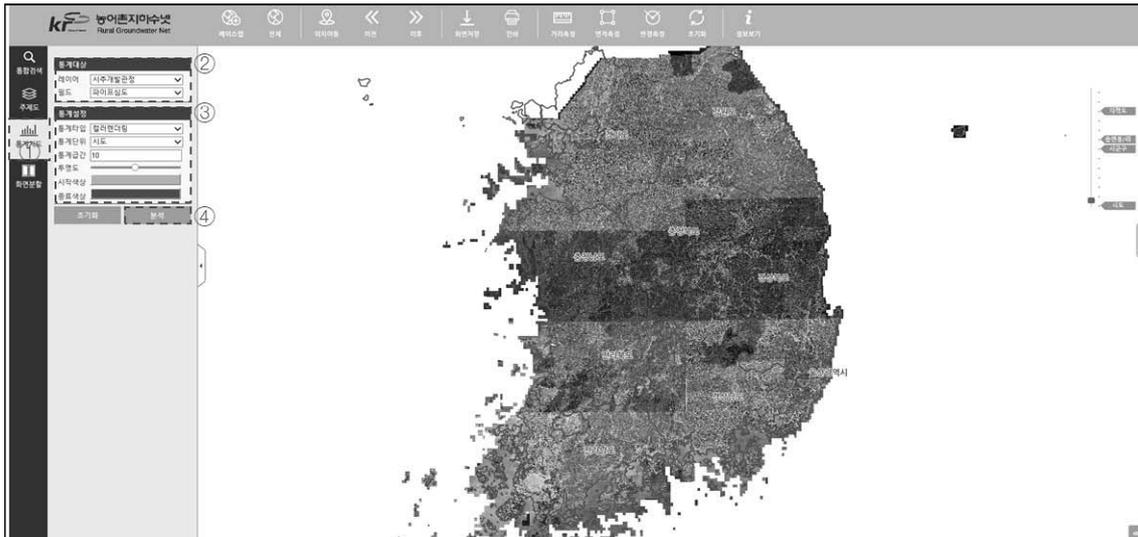
## 마. 레이어 스타일변경



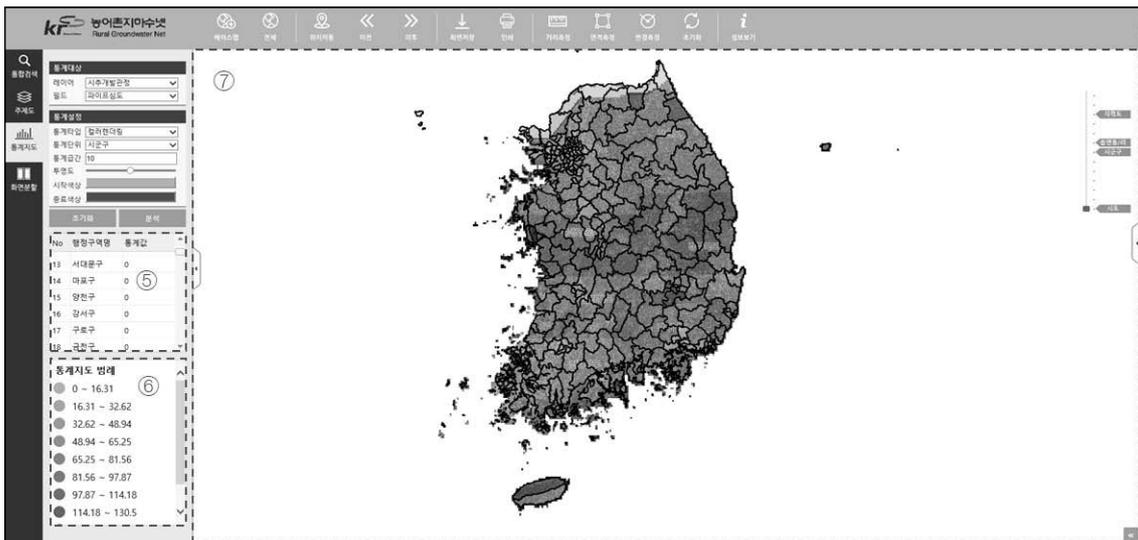
- ① [레이어관리]에서 [레이어 스타일 설정] 아이콘을 클릭합니다.
- ② 스타일설정 창에서 [설정] 아이콘을 클릭합니다.
- ③ 설정창에서 라인색상, 라인굵기, 면색, 투명도를 선택합니다.
- ④ 스타일설정 창에서 [저장] 아이콘을 클릭합니다.

※ 스타일 초기화 : [초기화] 또는 [전체초기화] 선택

### 6.5.5 통계지도 기능 가. 컬러렌더링 통계보기

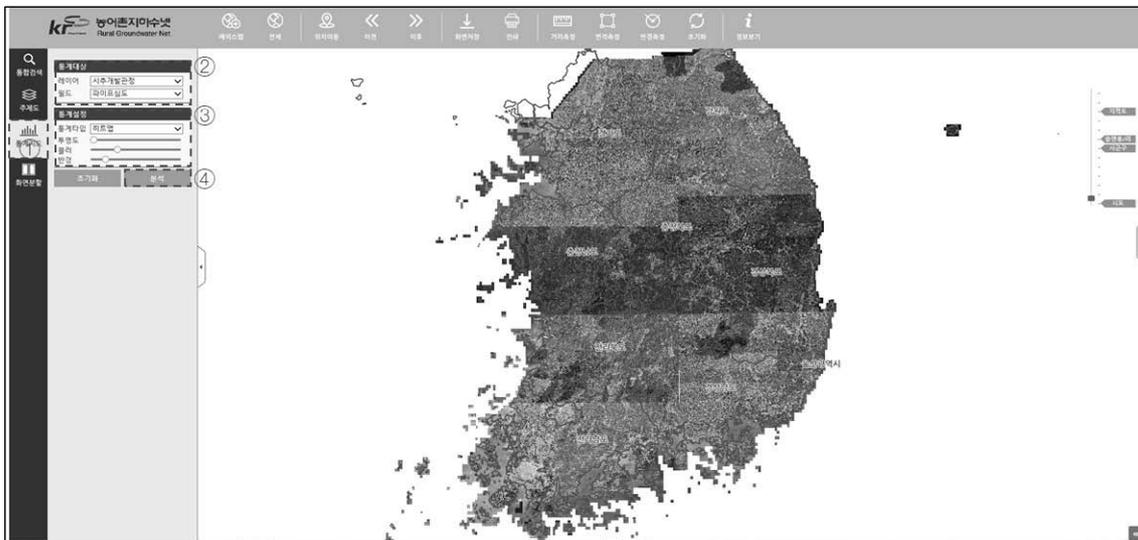


- ① 좌측 메뉴바에서 [통계지도]를 클릭 합니다.
- ② 통계 설정창에서 통계대상을 선택합니다.(시추개발관정, 농업용공공관정)
- ③ 통계타입-컬러렌더링, 통계단위, 통계급간, 투명도 등을 선택합니다.
- ④ [분석] 아이콘을 클릭합니다.

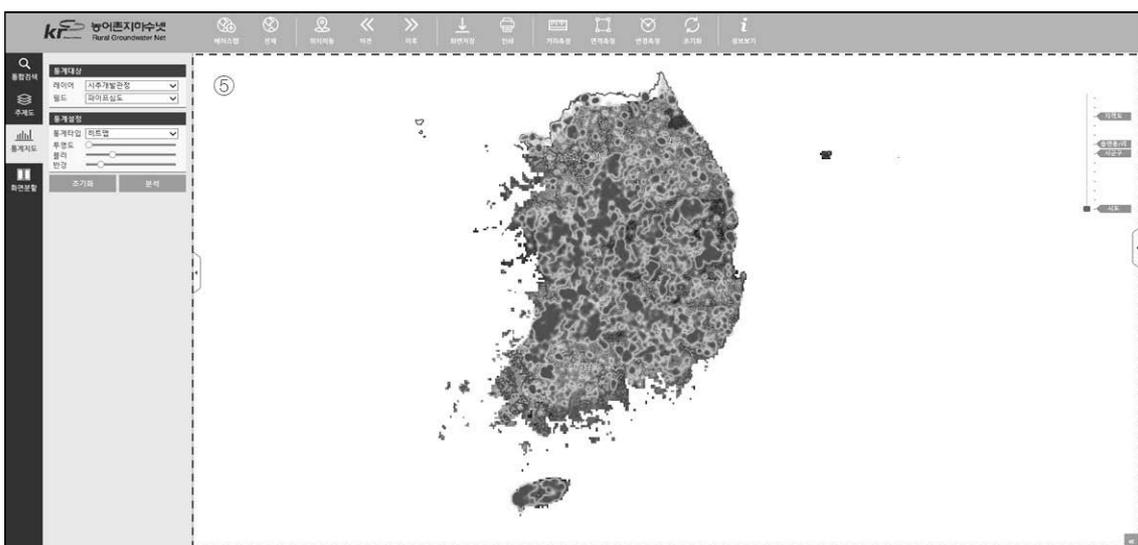


- ⑤ 행정구역별 통계값을 확인합니다.
- ⑥ 통계지도 범례를 확인합니다.  
※ 통계범례의 통계급간은 선택 필드값의 최대값과 최소값을 기준으로 자동 지정됩니다.

#### 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.

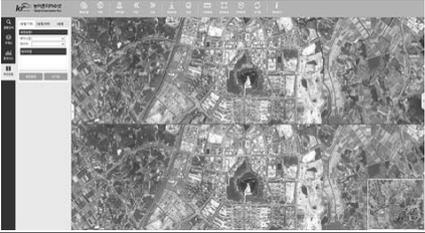


- ⑤ 지도화면에서 통계지도를 확인합니다.

### 6.5.6 화면분할기능



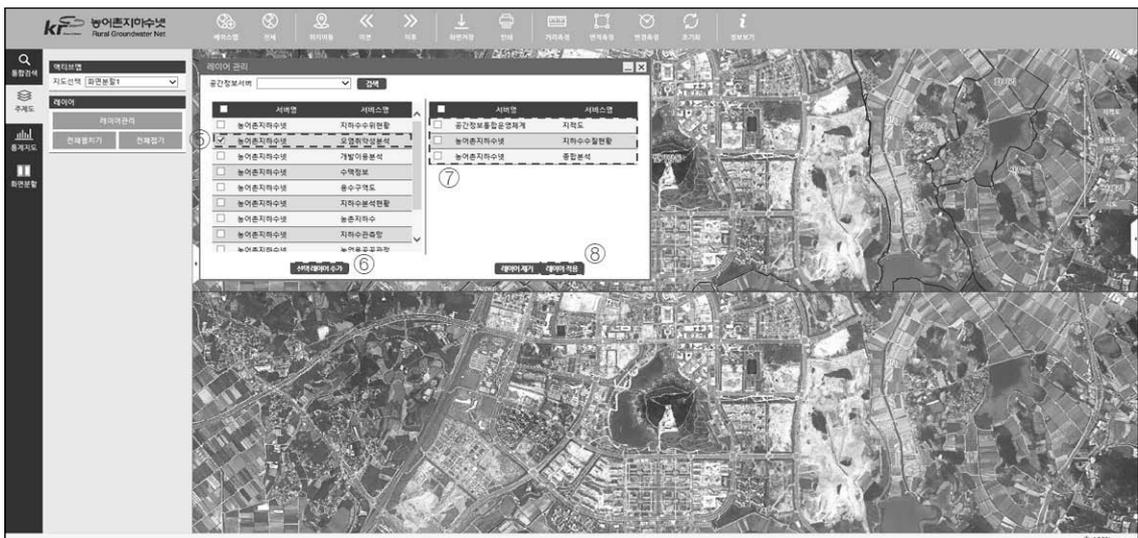
- ① 좌측 메뉴바에서 [화면분할]을 클릭 합니다.
- ② 화면분할 창에서 2분할(가로)/2분할(세로)/4분할을 선택합니다.
- ③[화면분할] 아이콘을 클릭합니다.
- ④ 분할된 화면을 확인합니다.

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



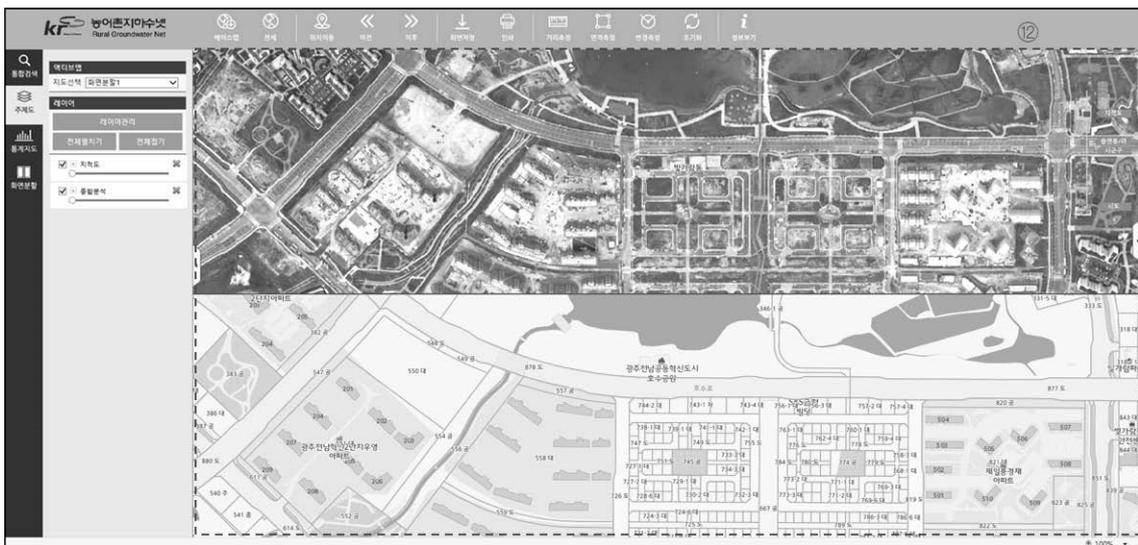
- ① [화면분할] 아이콘을 클릭하여 화면을 분할합니다.
- ② 좌측 메뉴에서 [주제도] 아이콘을 클릭합니다.
- ③ 레이어 창의 액티브 맵에서 레이어를 추가할 지도화면을 선택합니다.
- ④ 레이어 창에서 [레이어관리] 아이콘을 클릭합니다.



- 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

krf 농어촌지하수관측망시스템
지하수위현황
지하수위예경보
해수침투예경보
관측소제원
관측자료조회
관측자료 통계

지하수위현황 지하수관측망시스템은 지하수 관측 종합정보를 제공합니다.

행정구역: 전라남도

검색

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	

krf 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.

농어촌지하수관리시스템

농어촌지하수관측망시스템
지하수위현황
지하수위예경보
해수침투예경보
관측소제원
관측자료조회
관측자료통계

지하수위예경보 지하수관측망시스템은 지하수 관측 종합정보를 제공합니다.

행정구역(16-17면)

행정구역 전라남도 검색

지하수위 예경보 현황
지하수위 예경보 기준
엑셀 다운로드

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
엑셀 다운로드

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	

월별리포트(시도별)

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

- 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,산안1,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 기쁨에 해당하는 수위
심각	10(12%)	평년 수위의 5% 이하	고흥5,고흥7,고흥8,무안3,무안5,영광4,진도4,해남1,해남2,해남3	지하수위가 극심한 기쁨에 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	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 권염도가 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			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

검색

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	옥적리	1914-2	0.4	2007	200	60	📍
해수침투	화양2	전라남도	여수시	화양면	옥적리	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

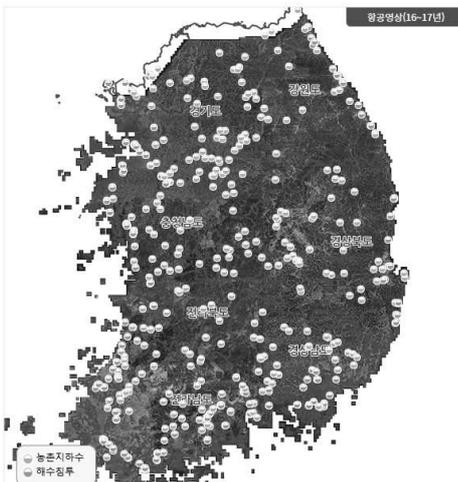
### 6.6.7 관측자료조회 페이지

- 농어촌지하수관측망의 “관측자료”를 제공합니다.

#### 가. 관측소별 조회

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

관측자료조회 지하수관측망시스템은 지하수 관측 종합정보를 제공합니다.



관측소별조회      관측소 비교조회

행정구역:

관측망 구분:   (예) 고령1

검색

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	-	-	

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	심각

**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  
준전석  
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 6개월 1년 2년

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

상자도식	통계		데이터목록						<input type="button" value="엑셀 다운로드"/>
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	
경수량_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

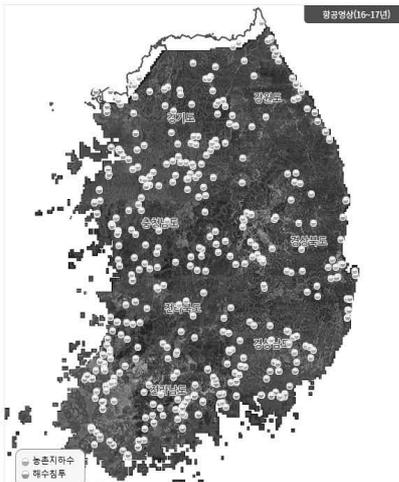
※ 관측소의 제원은 “관측소제원” 페이지에서 제공

## 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
✕

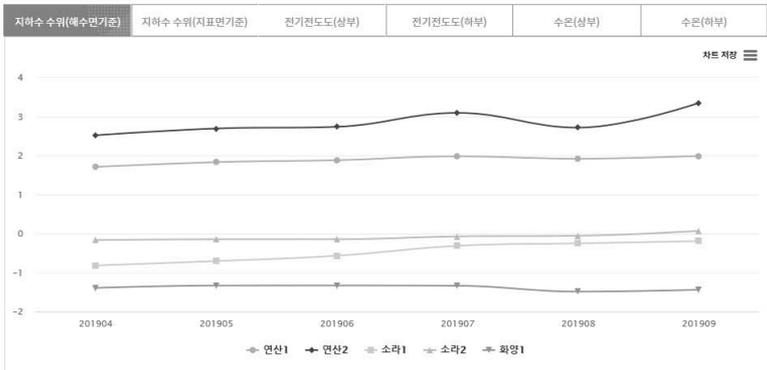
관측결과 비교

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 184 -

### 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	나봉지구 (일련번호: WNJU376201901210) / 허가신고번호 :		
위 치	전라남도 나주시 봉황면 만봉리 519 번지 (위도: 34° 54' 34.34" , 경도: 126° 46' 47.10" )		
채 수 량	150 m <sup>3</sup> /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)	1990년 월 일		
점검자 소속	한국농어촌공사 전남지역본부	점검일자	2019년 06월 21일

### 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	1.97
				양 수 량	양수량의 적정여부
				이 물 질 배출여부	양호
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	양호
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부
				침 하	침하부위, 원인 및 정도
		오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	불량
				녹발생 및 부식정도	불량
			측 장 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부
		출수장치		출수장치의 파손여부	
		수위측정관		수위측정관의 관리상태	
기 계	기 계 시설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태	
			용 량	이용량 대비 용량의 적정성	
전 기	전 기 시설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	

다. 점검결과

문제점	상부보호공 덮개 불량, 유량계/출수장치/수위측정관 없음		
대 책	상부보호공 덮개 교체, 유량계/출수장치/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	출수장치설치	350천원
	측정장치	수위측정관설치	167천원
	계		917천원

라. 사진대지



## 농업용 공공관정 조사

### 가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	나봉지구 (일련번호: WNJU376201901215) / 허가신고번호 :		
위 치	전라남도 나주시 봉황면 덕곡리 333 번지 (위도: 34° 53' 44.27" , 경도: 126° 47' 09.25" )		
채 수 량	150 m <sup>3</sup> /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 21일

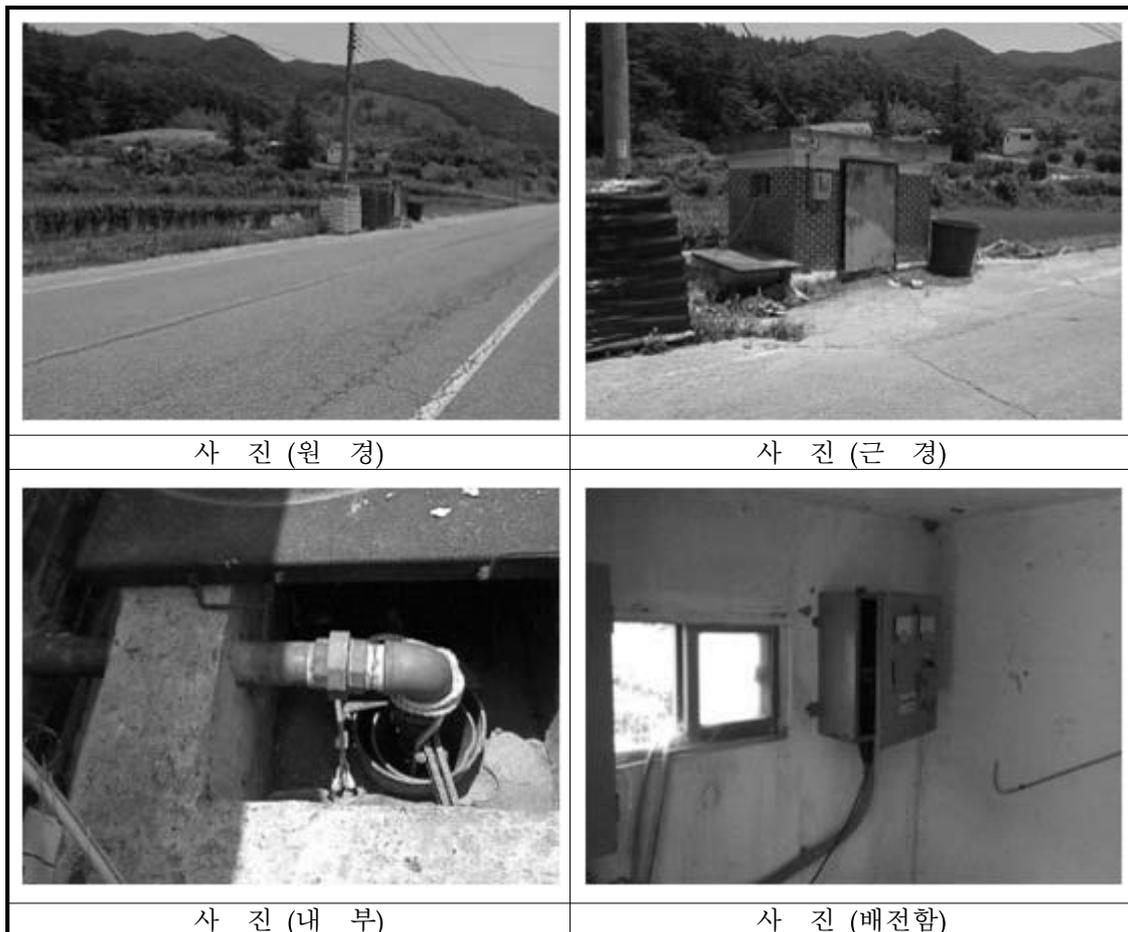
### 나. 세부점검내역

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	5.73	
					양 수 량	양수량의 적정여부	적정
					이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	양호
		양수장 및 보호공	균 열	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	보통	
					누 수	위치, 누수원인, 누수여부	양호
					침 하	침하부위, 원인 및 정도	보통
		오염방지 시설	덮개파손	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	보통	
					녹발생 및 부식정도	보통	
		측 장 치	유 량 계	작동유무	작동유무 및 파손여부	없음	
					출수장치	출수장치의 파손여부	없음
						수위측정관	수위측정관의 관리상태
		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	나봉지구 (일련번호: WNJU376201901217) / 허가신고번호 :		
위 치	전라남도 나주시 봉황면 용곡리 116-3 번지 (위도: 34° 55' 55.88" , 경도: 126° 47' 20.29" )		
채 수 량	150 m <sup>3</sup> /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 22일

### 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	3.40	
				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	불량
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	양호
		오염방지 시 설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	불량	
				녹발생 및 부식정도	불량	
			측 정 장 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	조사불가
		출수장치			출수장치의 파손여부	조사불가
수위측정관	수위측정관의 관리상태	없음				
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	조사불가	
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	조사불가	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	조사불가	

다. 점검결과

문제점	단전, 보호공 불량, 오염방지시설 불량, 수위측정관 없음		
대 책	보호공 재설치, 오염방지시설 교체, 수위측정관 설치		
추정소요사업비 (공 종 별)	공 종 (항 목)	처 리 내 역	처 리 비 용
	보호공	보호공재설치	1,500천원
	오염방지시설	덮개교체	150천원
	측정장치	수위측정관설치	167천원
	계		1,817천원

라. 사진대지



## 농업용 공공관정 조사

### 가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	나봉지구 (일련번호: WNJU376201901226) / 허가신고번호 :		
위 치	전라남도 나주시 봉황면 덕곡리 156 번지 (위도: 34° 52' 48.78" , 경도: 126° 48' 02.59" )		
채 수 량	150 m <sup>3</sup> /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 21일

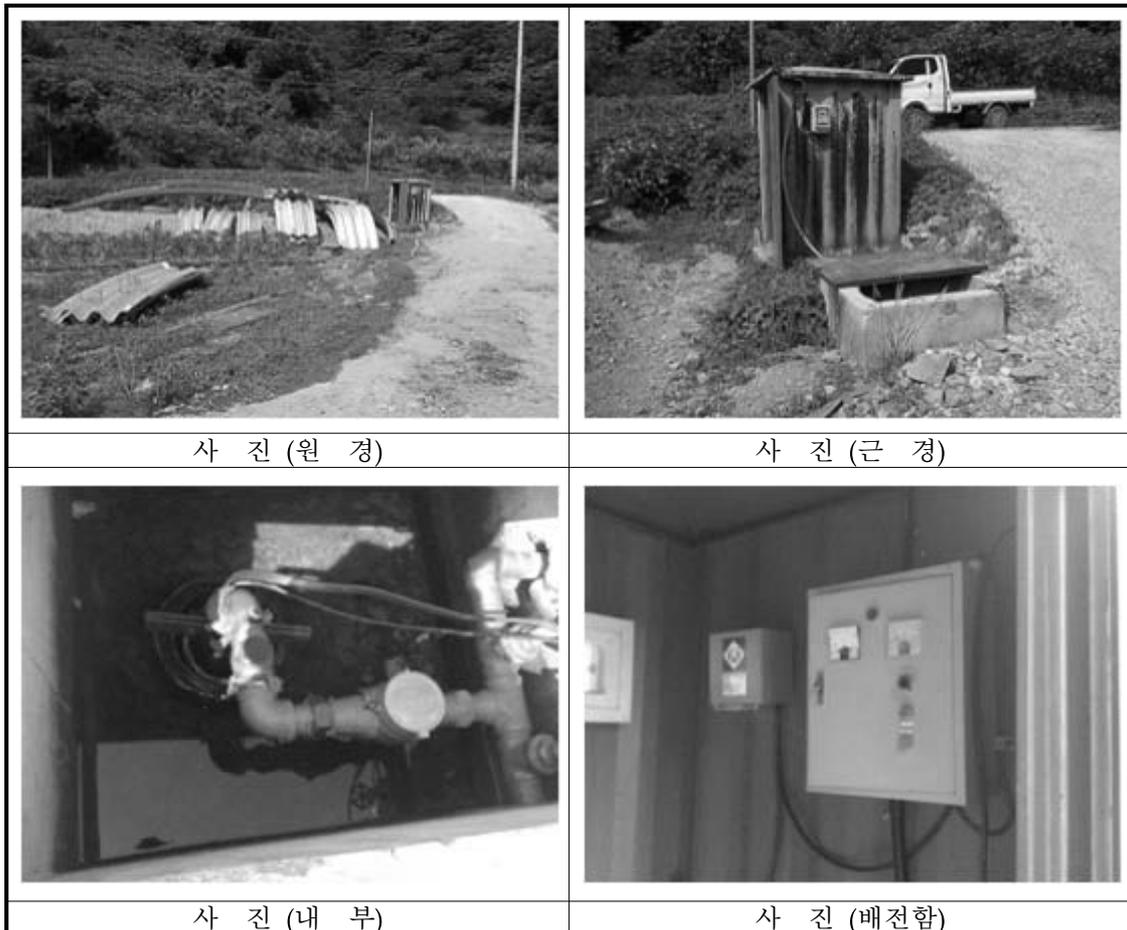
### 나. 세부점검내역

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	1.10
				양 수 량	양수량의 적정여부
				이 물 질 배출여부	양호
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	양호
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부
				침 하	침하부위, 원인 및 정도
		오염방지 시 설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	불량
				녹발생 및 부식정도	불량
			측 장 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부
		출수장치		출수장치의 파손여부	
		수위측정관		수위측정관의 관리상태	
		기 계	기 계 시 설	수 중 펌 프	작동상태
용 량	이용량 대비 용량의 적정성				
전 기	전 기 시 설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	

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

라. 사진대지



## 농업용 공공관정 조사

### 가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	나봉지구 (일련번호: WNJU376201901227) / 허가신고번호 :		
위 치	전라남도 나주시 봉황면 장성리 산61-4 번지 (위도: 34° 58' 42.14" , 경도: 126° 47' 00.98" )		
채 수 량	150 m <sup>3</sup> /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)	2001년 월 일		
점검자 소속	한국농어촌공사 전남지역본부	점검일자	2019년 06월 16일

### 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	11.50
				양 수 량	양수량의 적정여부
				이 물 질 배출여부	양호
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	양호
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부
				침 하	침하부위, 원인 및 정도
		오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	양호
				녹발생 및 부식정도	보통
				유 량 계	작동유무 및 파손여부
		측 장 치	출수장치	출수장치의 파손여부	불량
				수위측정관	수위측정관의 관리상태
	없음				
기 계	기 계 시설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태	
			용 량	이용량 대비 용량의 적정성	
전 기	전 기 시설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	

다. 점검결과

문제점	유량계/출수장치 불량, 수위측정관 없음		
대 책	유량계/출수장치 교체, 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

	
사 진 (원 경)	사 진 (근 경)
	
사 진 (내 부)	사 진 (배전함)

## 농업용 공공관정 조사

### 가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	나봉지구 (일련번호: WNJU376201901229) / 허가신고번호 :		
위 치	전라남도 나주시 봉황면 용전리 386-1 번지 (위도: 34° 58' 30.35" , 경도: 126° 46' 43.71" )		
채 수 량	150 m <sup>3</sup> /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)	2002년 월 일		
점검자 소속	한국농어촌공사 전남지역본부	점검일자	2019년 06월 18일

### 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	6.30	
				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	보통	
			측 장 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	없음
		출수장치		출수장치의 파손여부	불량	
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	출수장치 불량, 유량계/수위측정관 없음		
대 책	출수장치 교체, 유량계/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	나봉지구 (일련번호: WNJU376201901230) / 허가신고번호 :		
위 치	전라남도 나주시 봉황면 송현리 1045 번지 (위도: 34° 58' 21.92" , 경도: 126° 48' 40.37" )		
채 수 량	150 m <sup>3</sup> /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 06월 17일

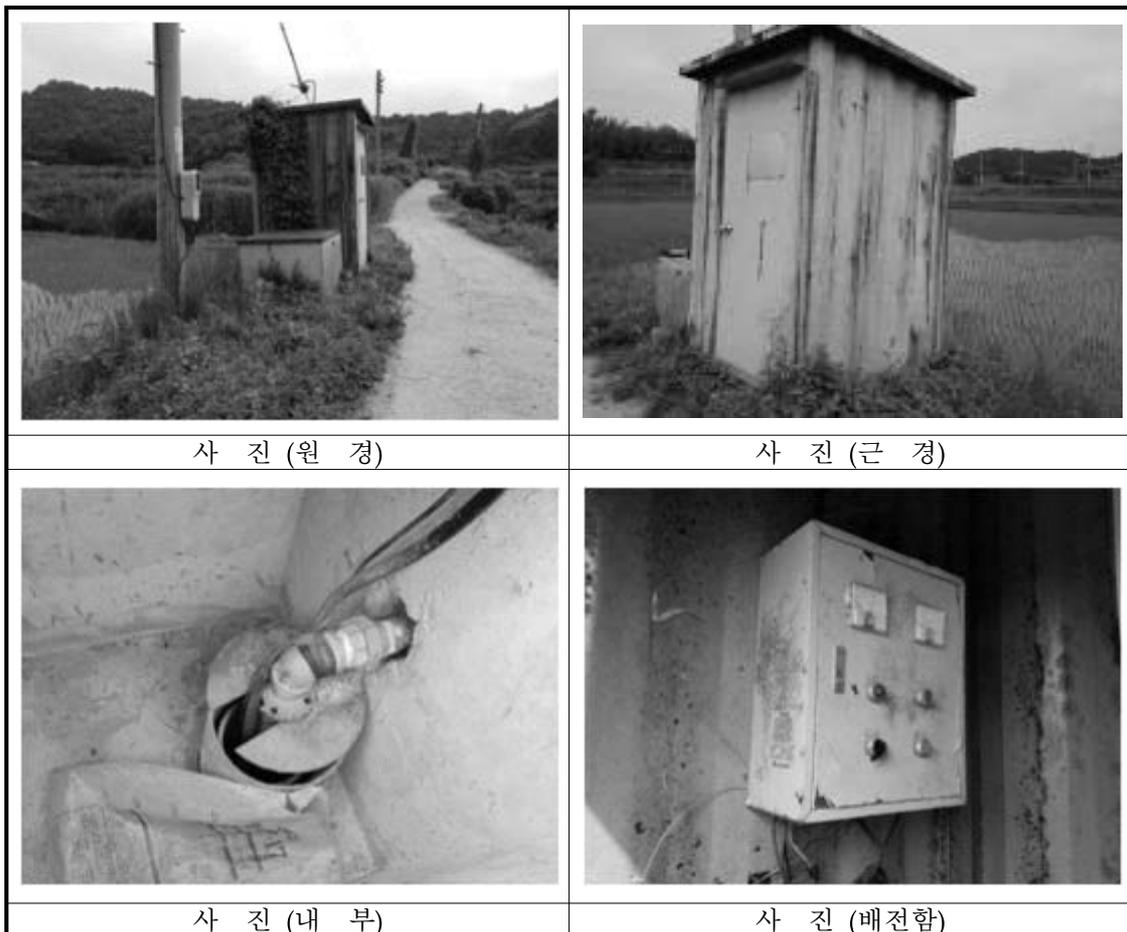
### 나. 세부점검내역

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	21.30	
					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	보통	
					유 량 계	작동유무 및 파손여부	불량
		측 장 치	출수장치	수위측정관	출수장치의 파손여부	양호	
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, 수위측정관 없음		
대 책	유량계 교체, 수위측정관 설치		
추정소요사업비 (공 종 별)	공 종 (항 목)	처 리 내 역	처 리 비 용
	측정장치	유량계설치	250천원
	측정장치	수위측정관설치	167천원
	계		417천원

라. 사진대지



## 농업용 공공관정 조사

### 가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	나봉지구 (일련번호: WNJU376201901231) / 허가신고번호 :		
위 치	전라남도 나주시 봉황면 황용리 846 번지 (위도: 34° 58' 06.87" , 경도: 126° 46' 04.73" )		
채 수 량	150 m <sup>3</sup> /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)	1997년 월 일		
점검자 소속	한국농어촌공사 전남지역본부	점검일자	2019년 06월 18일

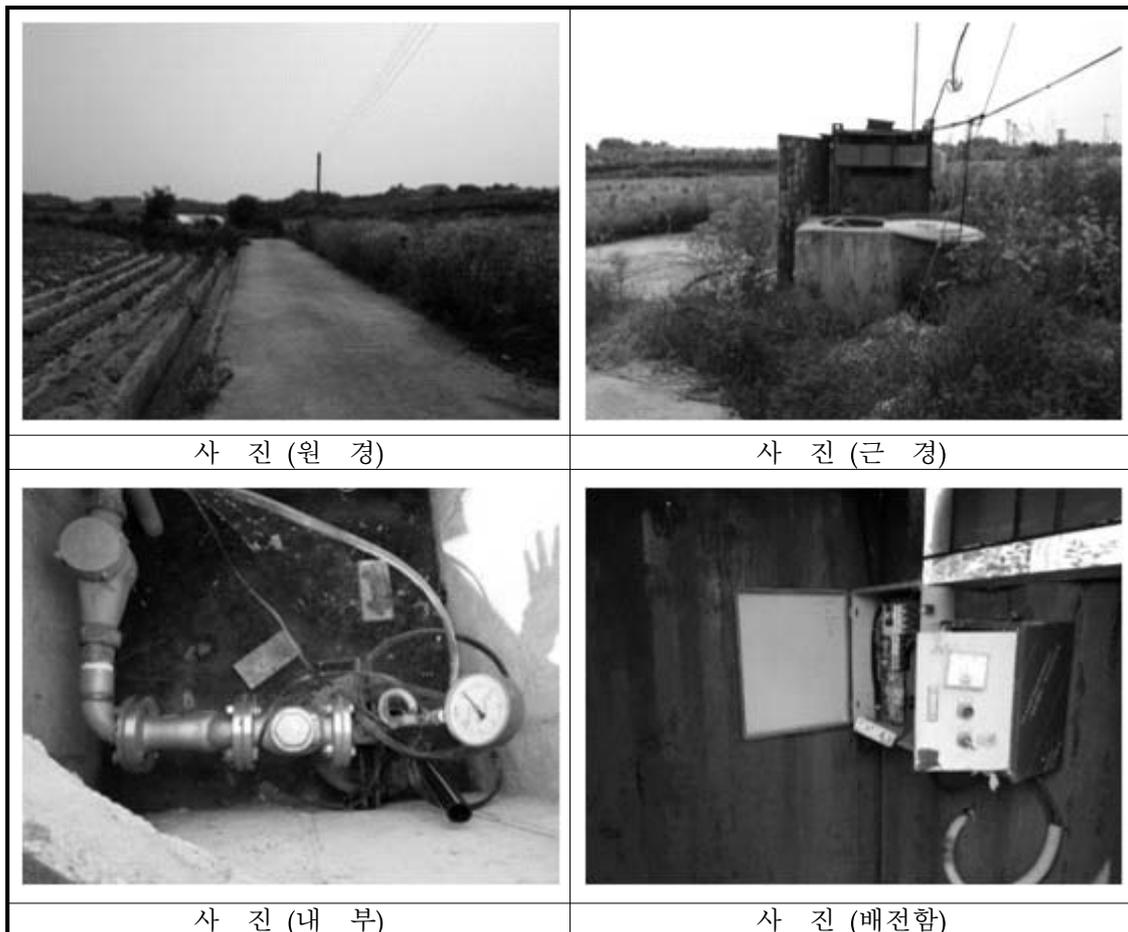
### 나. 세부점검내역

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	7.0	
					양 수 량	양수량의 적정여부	조사불가
			이물질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	조사불가		
				양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	보통
		오염방지 시설	침 하	침하	누 수	위치, 누수원인, 누수여부	양호
					침하부위, 원인 및 정도	보통	
					덮개파손	파손 및 시건장치 유무	불량
		측 장 치	유 량 계	유량계	덮개부식	녹발생 및 부식정도	불량
					작동유무 및 파손여부	양호	
					출수장치	출수장치의 파손여부	없음
		기 계	기 계 시설	수 중 펌 프	수위측정관	수위측정관의 관리상태	양호
					작 동 상태	작동여부, 진동 및 경음상태	조사불가
이용량 대비 용량의 적정성	조사불가						
전 기	전 기 시설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	조사불가		
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	양호		
			동 작	진동상태, 계기류 작동	조사불가		

다. 점검결과

문제점	단전, 양수장 불량, 상부보호공 덮개 불량, 출수장치 없음		
대 책	양수장 보수, 상부보호공 덮개 교체, 출수장치 설치		
추정소요사업비 (공 종 별)	공 종 (항 목)	처 리 내 역	처 리 비 용
	양수장	양수장보수	1,000천원
	오염방지시설	덮개교체	150천원
	측정장치	출수장치설치	350천원
	계		1,500천원

라. 사진대지



## 농업용 공공관정 조사

### 가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	나봉지구 (일련번호: WNJU376201901232) / 허가신고번호 :		
위 치	전라남도 나주시 봉황면 오림리 64 번지 (위도: 34° 55' 54.80" , 경도: 126° 46' 07.53" )		
채 수 량	150 m <sup>3</sup> /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)	1997년 월 일		
점검자 소속	한국농어촌공사 전남지역본부	점검일자	2019년 06월 23일

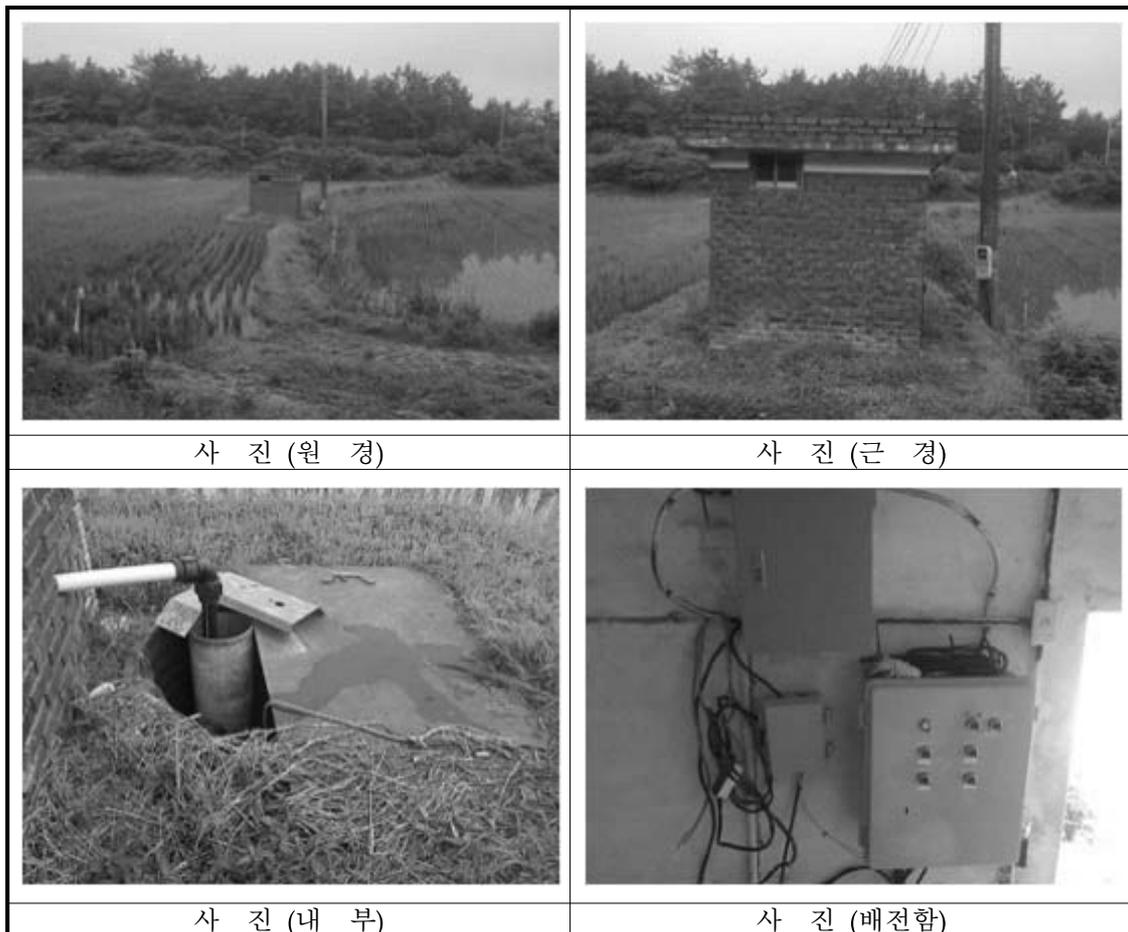
### 나. 세부점검내역

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	2.22	
				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	양호
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	양호
		오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	불량	
				녹발생 및 부식정도	불량	
			측 정 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	양호	
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	양호	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	양호	

다. 점검결과

문제점	상부보호공 덮개 불량, 측정장치 없음, 수중펌프 없음		
대 책	상부보호공 덮개 교체, 측정장치 설치, 수중펌프 설치		
추정소요사업비 (공 종 별)	공 종 (항 목)	처 리 내 역	처 리 비 용
	오염방지시설	덮개교체	150천원
	측정장치	유량계설치	250천원
	측정장치	출수장치설치	350천원
	측정장치	수위측정관설치	167천원
	수중펌프	수중펌프교체	2,500천원
	계		3,417천원

라. 사진대지



## 농업용 공공관정 조사

### 가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	나봉지구 (일련번호: WNJU376201901233) / 허가신고번호 :		
위 치	전라남도 나주시 봉황면 운곡리 893-54 번지 (위도: 34° 56' 19.37" , 경도: 126° 45' 54.20" )		
채 수 량	150 m <sup>3</sup> /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 23일

### 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	2.70	
				양 수 량	양수량의 적정여부	적정
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	이물질배출
		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 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	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	나봉지구 (일련번호: WNJU376201901212) / 허가신고번호 :		
위 치	전라남도 나주시 세지면 성산리 114-11 번지 (위도: 34° 53' 57.31" , 경도: 126° 44' 57.28" )		
채 수 량	150 m <sup>3</sup> /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 15일

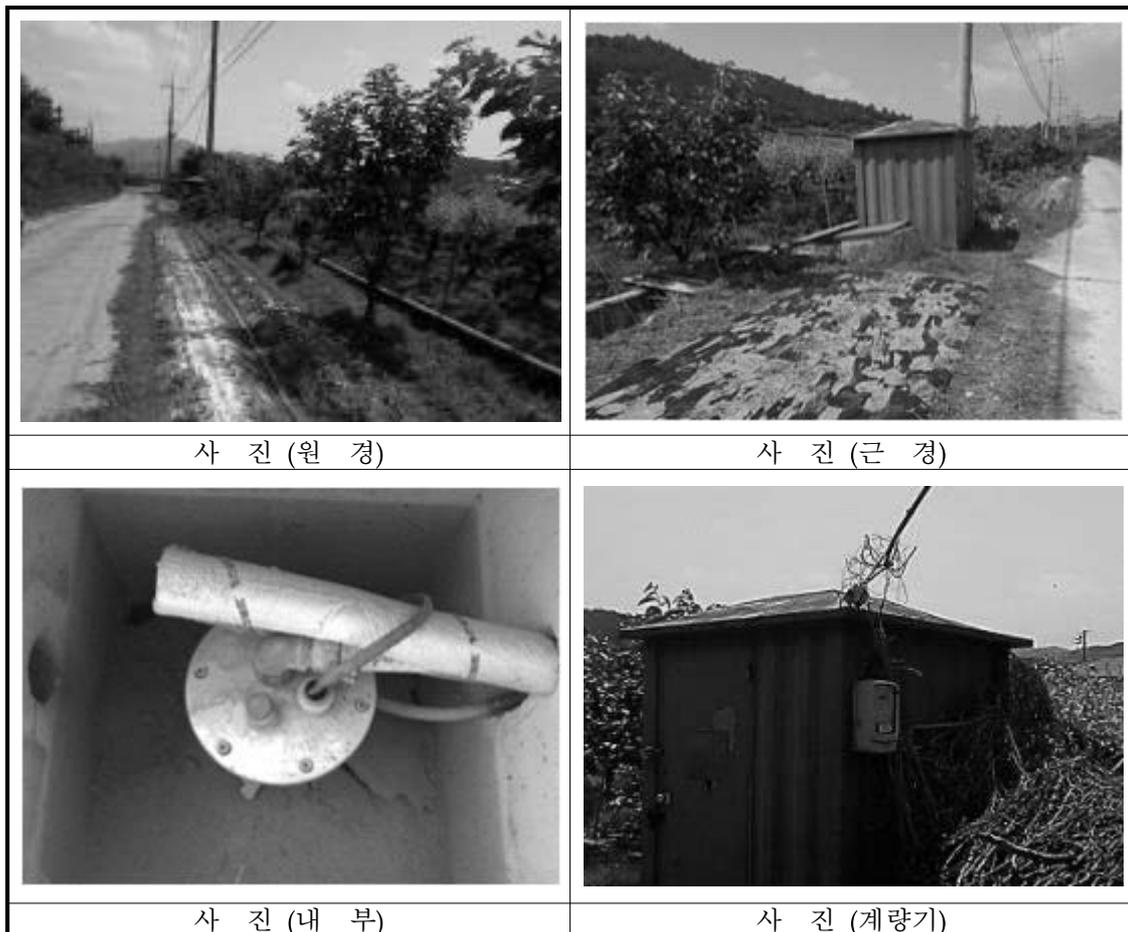
### 나. 세부점검내역

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	양호	
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	양호
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	침하
		오염방지 시 설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	불량	
				녹발생 및 부식정도	보통	
		측 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
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	보통	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	보통	

다. 점검결과

문제점	상부보호공 덮개 불량, 배전함 불량		
대책	상부보호공 덮개 교체, 배전함 교체		
추정소요사업비 (공종별)	공종(항목)	처리내역	처리비용
	오염방지시설	덮개교체	150천원
	배전함	배전함교체	200천원
	계		350천원

라. 사진대지



## 농업용 공공관정 조사

### 가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	나봉지구 (일련번호: WNJU376201901213) / 허가신고번호 :		
위 치	전라남도 나주시 세지면 성산리 80 번지 (위도: 34° 53' 58.76" , 경도: 126° 45' 14.35" )		
채 수 량	150 m <sup>3</sup> /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 15일

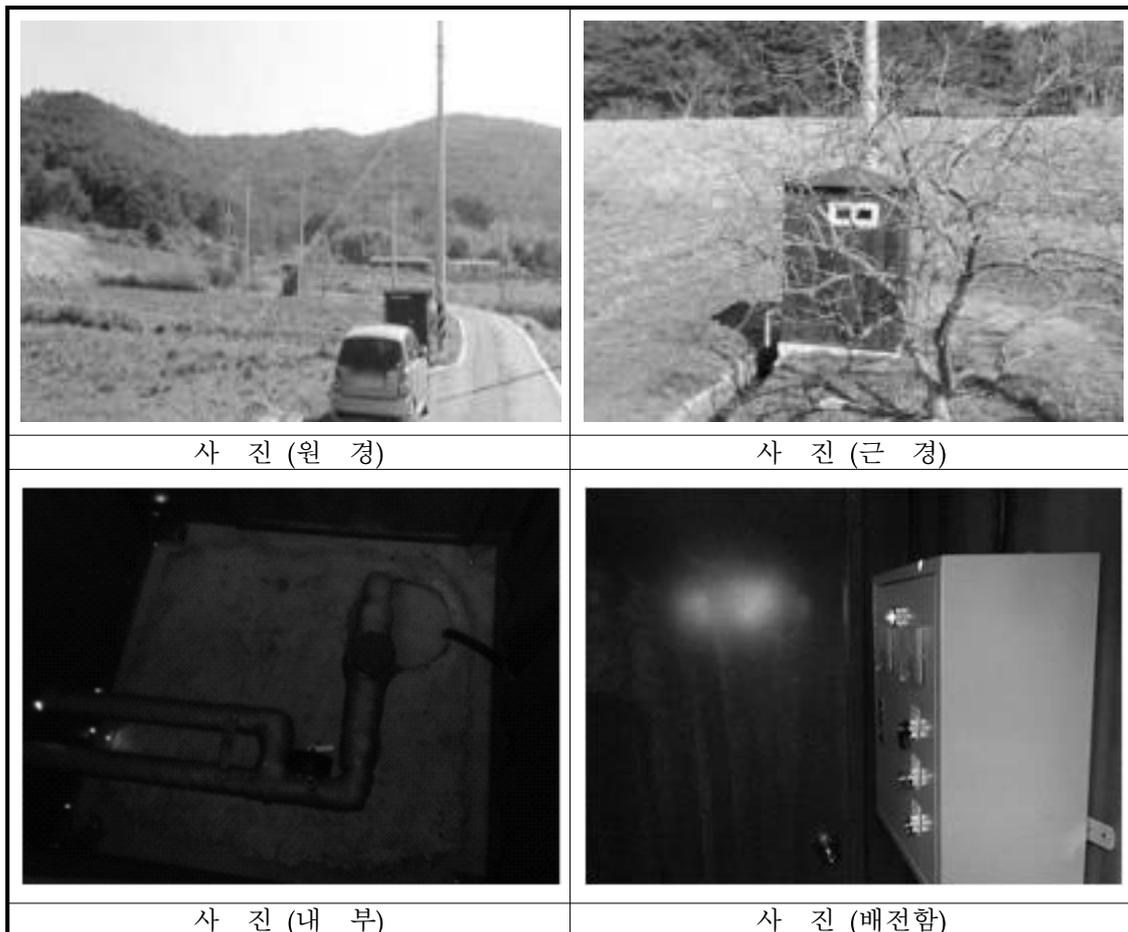
### 나. 세부점검내역

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	1.42	
				양 수 량	양수량의 적정여부	조사불가
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	조사불가
		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	없음
		출수장치		출수장치의 파손여부	없음	
		수위측정관		수위측정관의 관리상태	없음	
기 계	기 계 시설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태	불량	
			용 량	이용량 대비 용량의 적정성	조사불가	
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, 수중펌프 불량		
대책	유량계/출수장치/수위측정관 설치, 수중펌프 교체		
추정소요사업비 (공종별)	공종(항목)	처리내역	처리비용
	측정장치	유량계설치	250천원
	측정장치	출수장치설치	350천원
	측정장치	수위측정관설치	167천원
	수중펌프	수중펌프교체	2,500천원
	계		3,267천원

라. 사진대지



## 농업용 공공관정 조사

### 가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	나봉지구 (일련번호: WNJU376201901216) / 허가신고번호 :		
위 치	전라남도 나주시 세지면 죽동리 180-42 번지 (위도: 34° 56' 35.65" , 경도: 126° 42' 56.79" )		
채 수 량	150 m <sup>3</sup> /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

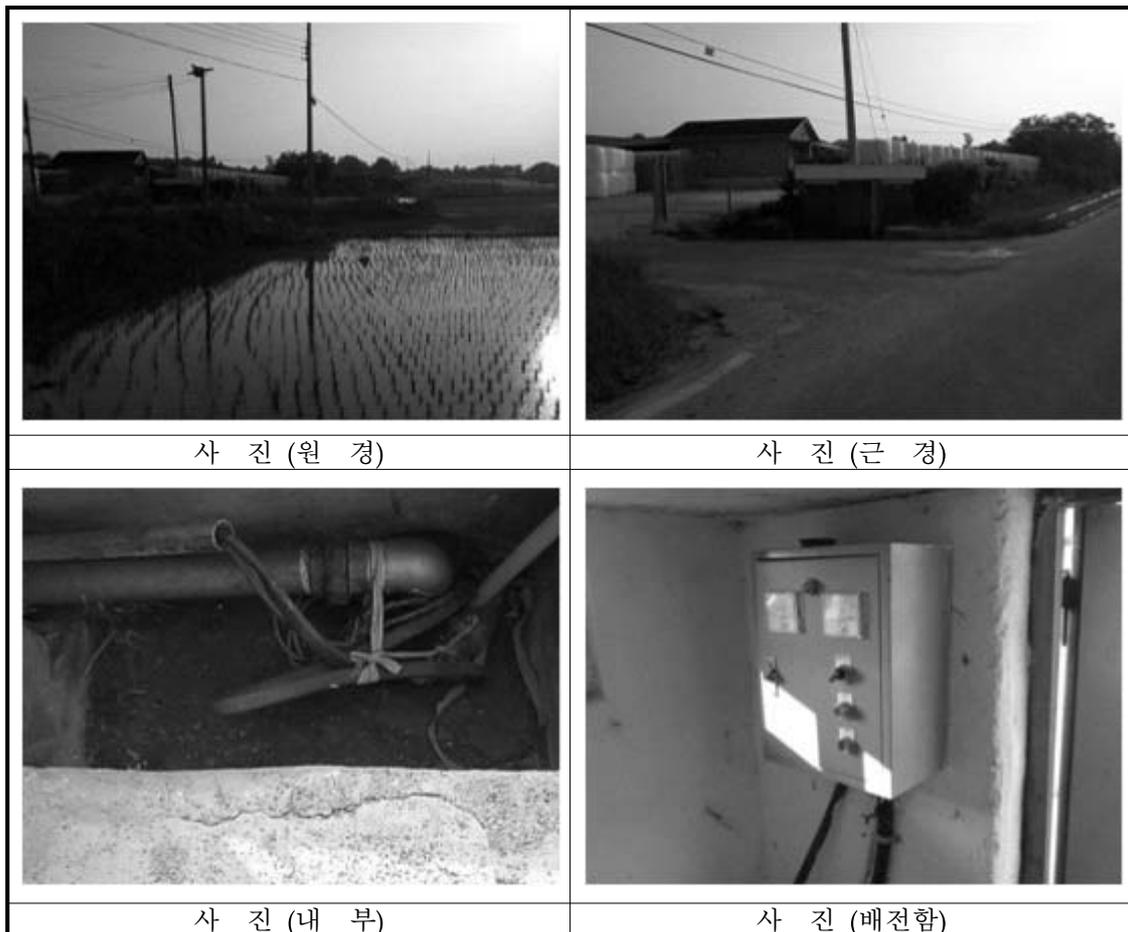
### 나. 세부점검내역

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	10.21
				양 수 량	양수량의 적정여부
				이 물 질 배출여부	양호
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	보통
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부
				침 하	침하부위, 원인 및 정도
		오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	양호
				녹발생 및 부식정도	보통
			측 정 장 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부
		출수장치		출수장치의 파손여부	
		수위측정관		수위측정관의 관리상태	
기 계	기 계 시 설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태	
			용 량	이용량 대비 용량의 적정성	
전 기	전 기 시 설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	

다. 점검결과

문제점	유량계 불량, 출수장치 없음		
대 책	유량계 교체, 출수장치 설치		
추정소요사업비 (공 종 별)	공 종 (항 목)	처 리 내 역	처 리 비 용
	측정장치	유량계설치	250천원
	측정장치	출수장치설치	350천원
	계		600천원

라. 사진대지



## 농업용 공공관정 조사

### 가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	나봉지구 (일련번호: WNJU376201901218) / 허가신고번호 :		
위 치	전라남도 나주시 세지면 오봉리 7 번지 (위도: 34° 54' 49.69" , 경도: 126° 45' 25.36" )		
채 수 량	150 m <sup>3</sup> /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)	1999년 월 일		
점검자 소속	한국농어촌공사 전남지역본부	점검일자	2019년 06월 15일

### 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	4.80	
					양 수 량	양수량의 적정여부	조사불가
			이물질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	조사불가		
				양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	양호
		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	유 량 계	유량계	덮개부식	녹발생 및 부식정도	보통
					작동유무 및 파손여부	없음	
					출수장치	출수장치의 파손여부	없음
		기 계	기 계 시설	수 중 펌 프	수위측정관	수위측정관의 관리상태	없음
					작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태	없음
용 량	이용량 대비 용량의 적정성				조사불가		
전 기	전 기 시설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	조사불가		
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	양호		
			동 작	진동상태, 계기류 작동	조사불가		

다. 점검결과

문제점	유량계/출수장치/수위측정관 없음, 수중펌프 없음		
대 책	유량계/출수장치/수위측정관 설치, 수중펌프 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
	수중펌프	수중펌프교체	2,500천원
	계		3,267천원

라. 사진대지



## 농업용 공공관정 조사

### 가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	나봉지구 (일련번호: WNJU376201901220) / 허가신고번호 :		
위 치	전라남도 나주시 세지면 성산리 470 번지 (위도: 34° 53' 52.63" , 경도: 126° 44' 09.68" )		
채 수 량	150 m <sup>3</sup> /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 15일

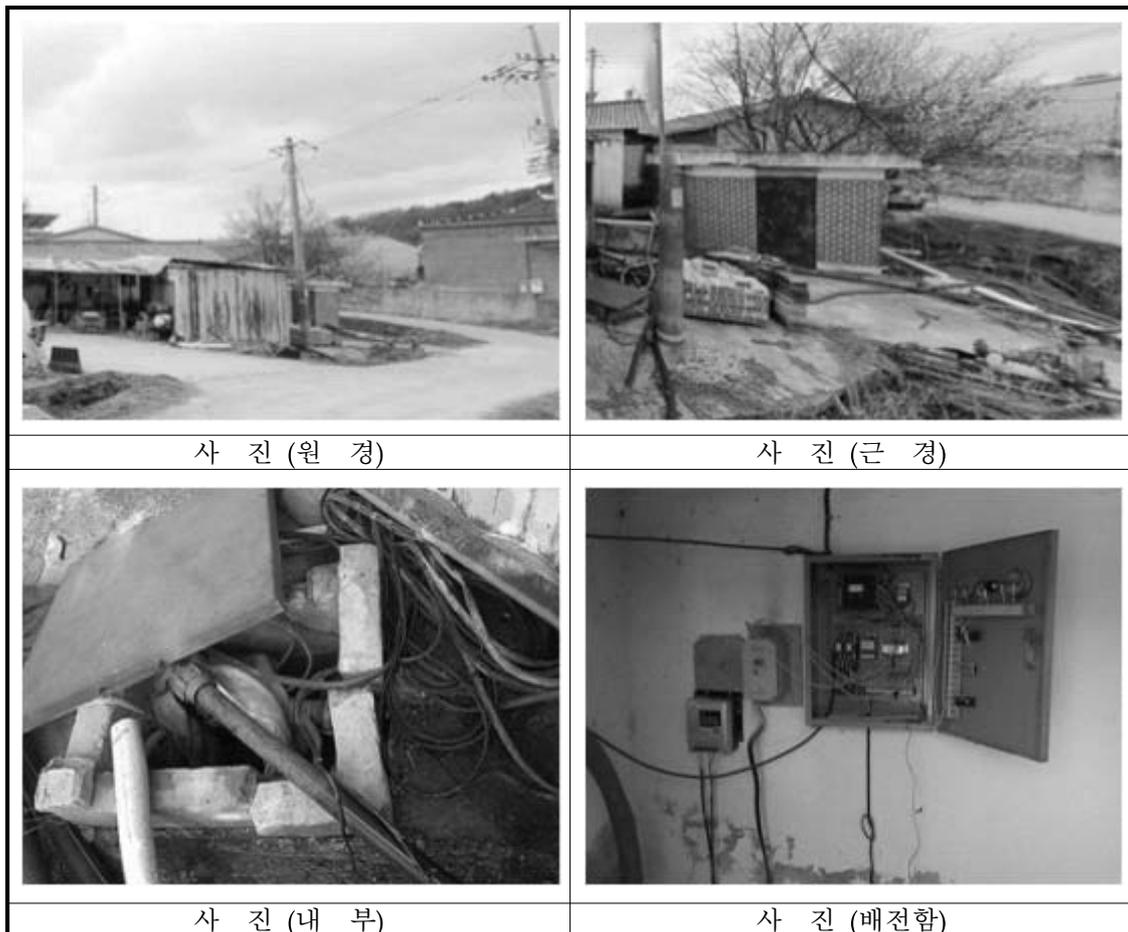
### 나. 세부점검내역

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	16.50	
					양 수 량	양수량의 적정여부	적정
					이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	양호
		양수장 및 보호공	균 열	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	보통	
					누 수	위치, 누수원인, 누수여부	양호
					침 하	침하부위, 원인 및 정도	양호
		오염방지 시설	덮개파손	덮개부식	파손 및 시건장치 유무	보통	
					녹발생 및 부식정도	보통	
		측 장 치	유 량 계	출수장치	작동유무 및 파손여부	불량	
					출수장치	출수장치의 파손여부	없음
					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				양호		
전 기	전 기 시 설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	양호		
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	양호		
			동 작	진동상태, 계기류 작동	양호		

다. 점검결과

문제점	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	나봉지구 (일련번호: WNJU376201901228) / 허가신고번호 :		
위 치	전라남도 나주시 세지면 교산리 583-8 번지 (위도: 34° 55' 12.83" , 경도: 126° 43' 25.94" )		
채 수 량	150 m <sup>3</sup> /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)	2001년 월 일		
점검자 소속	한국농어촌공사 전남지역본부	점검일자	2019년 06월 16일

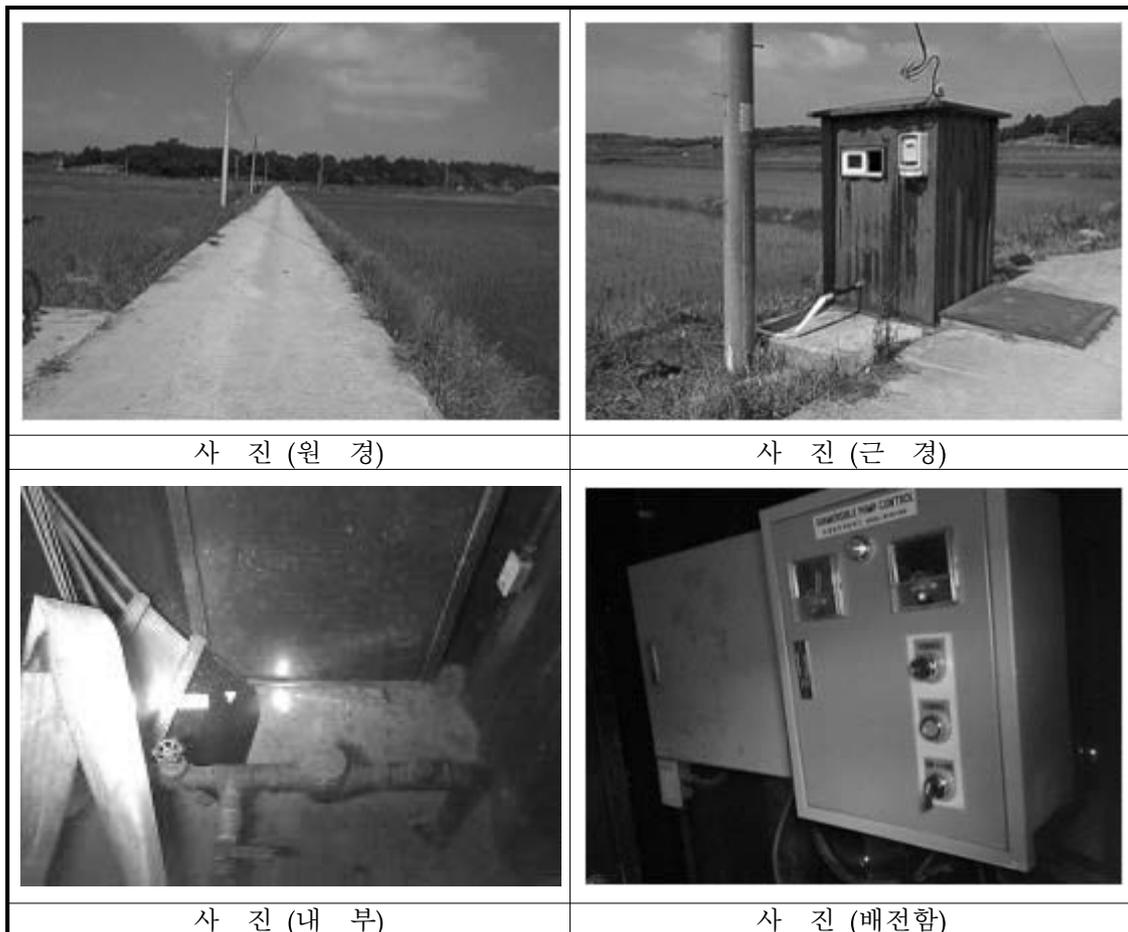
### 나. 세부점검내역

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

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	나봉지구 (일련번호: WNJU376201901214) / 허가신고번호 :		
위 치	전라남도 나주시 왕곡면 양산리 61-2 번지 (위도: 34° 58' 04.52" , 경도: 126° 42' 28.51" )		
채 수 량	150 m <sup>3</sup> /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 04일

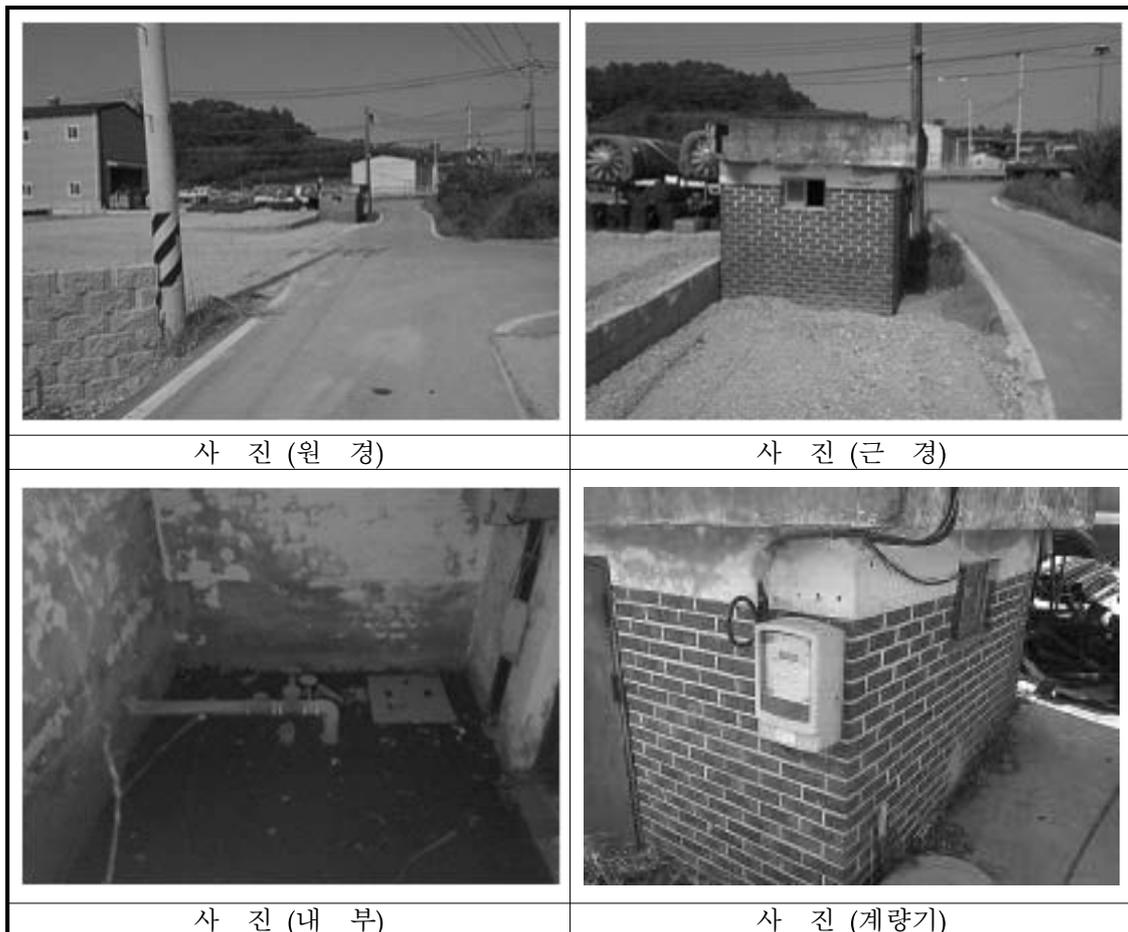
### 나. 세부점검내역

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	보통	
				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	없음
		출수장치		출수장치의 파손여부	없음	
수위측정관	수위측정관의 관리상태	없음				
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	양호	
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	양호	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	조사불가	

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	나봉지구 (일련번호: WNJU376201901222) / 허가신고번호 :		
위 치	전라남도 나주시 왕곡면 신포리 715-1 번지 (위도: 34° 57' 24.06" , 경도: 126° 38' 06.59" )		
채 수 량	150 m <sup>3</sup> /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 10일

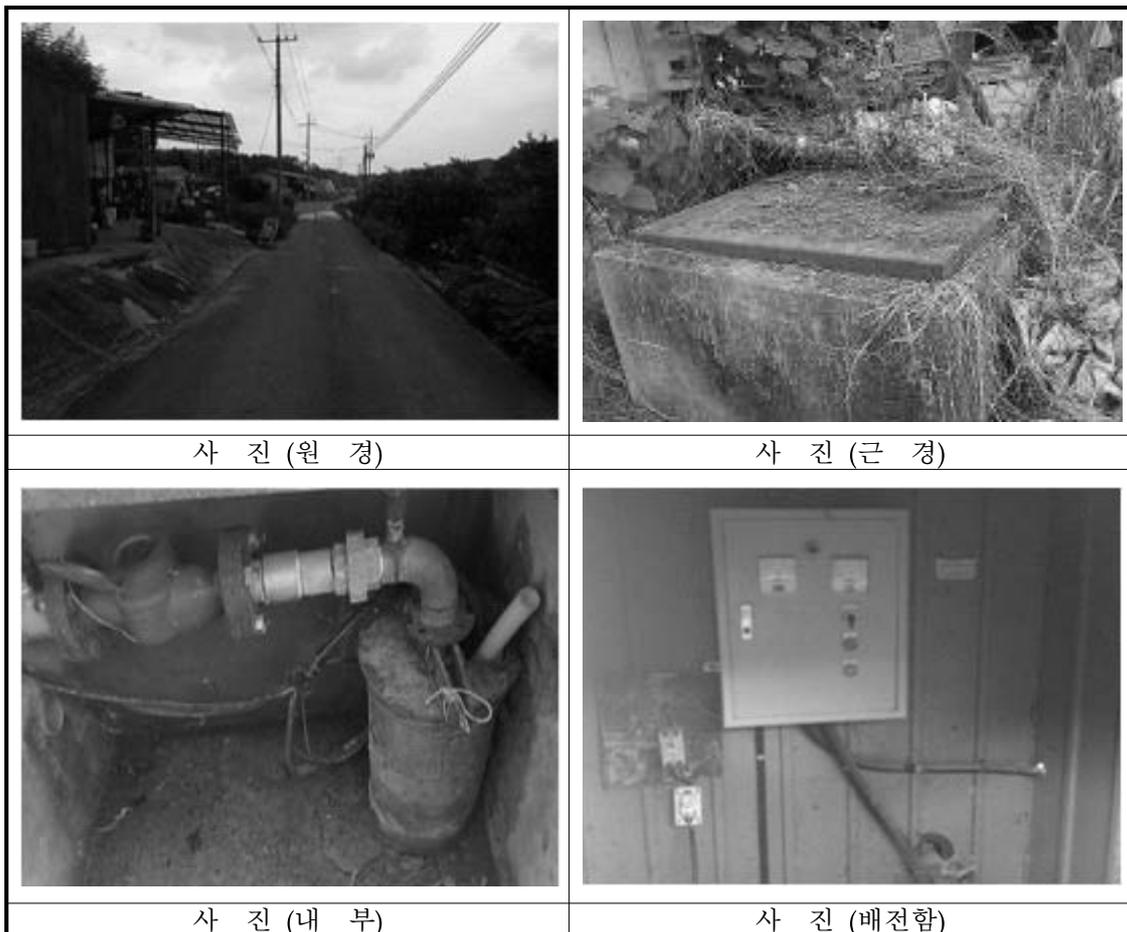
### 나. 세부점검내역

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 측정	4.15	
				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	양호	
				녹발생 및 부식정도	보통	
			측 장 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	불량
		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	보통	
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, 수위측정관 없음		
대 책	유량계 교체, 수위측정관 설치		
추정소요사업비 (공 종 별)	공 종 (항 목)	처 리 내 역	처 리 비 용
	측정장치	유량계설치	250천원
	측정장치	출수장치설치	350천원
	계		600천원

라. 사진대지



## 농업용 공공관정 조사

### 가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	나봉지구 (일련번호: WNJU376201901223) / 허가신고번호 :		
위 치	전라남도 나주시 왕곡면 신포리 산56-3 번지 (위도: 34° 56' 49.58" , 경도: 126° 37' 58.49" )		
채 수 량	150 m <sup>3</sup> /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 10일

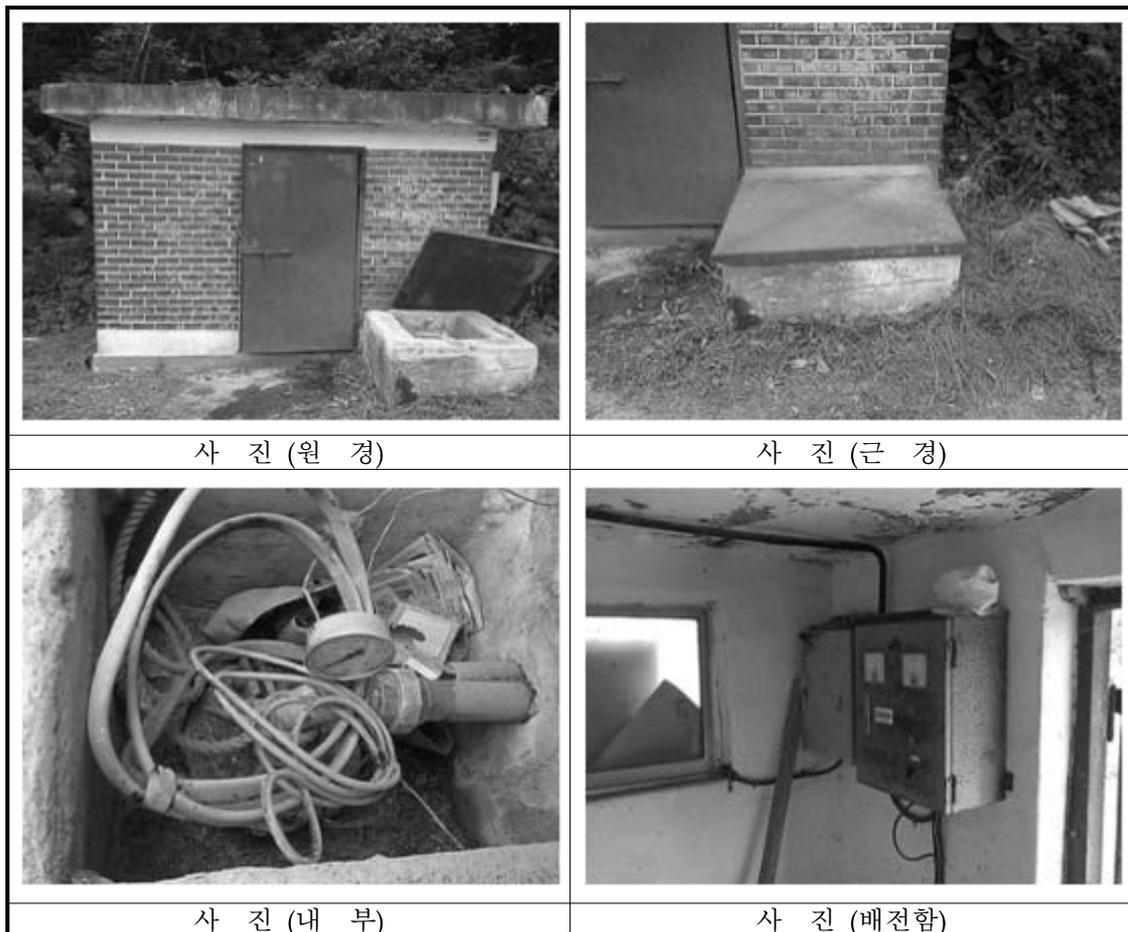
### 나. 세부점검내역

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 측정	5.71	
				양 수 량	양수량의 적정여부	적정
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	이물질배출
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	보통	
				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 정 장 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	불량
		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	상부보호공 덮개 불량, 유량계 불량, 수위측정관 없음		
대 책	상부보호공 덮개 교체, 유량계 교체, 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	나봉지구 (일련번호: WNJU376201901224) / 허가신고번호 :		
위 치	전라남도 나주시 왕곡면 장산리 77-1 번지 (위도: 34° 58' 27.70" , 경도: 126° 42' 47.93" )		
채 수 량	150 m <sup>3</sup> /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 04일

### 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	보통	
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	조사불가
				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	조사불가	
				출수장치	출수장치의 파손여부	조사불가
				수위측정관	수위측정관의 관리상태	조사불가
		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	조사불가	
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	양호	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	조사불가	

다. 점검결과

문제점	단전		
대책	전원 인입 후 확인 필요		
추정소요사업비 (공종별)	공종(항목)	처리내역	처리비용
	계		

라. 사진대지

