

발 간 등 록 번 호

11-1543000-002455-01



2018

농촌지하수관리보고서

해황지구



2018
농촌지하수관리보고서
해황지구



농림축산식품부



한국농어촌공사

차 례

| | |
|---|----|
| I. 농촌지하수관리사업 개요 | 3 |
| 1.1 농촌지하수관리사업의 배경 | 3 |
| 1.2 농촌지하수관리사업의 목적 | 3 |
| 1.3 농촌지하수관리사업의 내용 | 3 |
| 1.4 해양지구 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 | 14 |
| 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 | 31 |
| 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 | 41 |
| 3.1.3 개발·이용 예측 | 43 |
| 3.2 오염 추세분석 및 예측 | 44 |
| 3.2.1 오염취약성분석(DRASTIC & Modified DRASTIC) | 44 |
| 3.2.2 지하수 오염 예측 | 51 |
| IV. 해황지구 지하수 개발·이용 방안 | 59 |
| 4.1 농업용수 개발대상지 분석 | 59 |
| 4.2 농업용수 개발방안 | 61 |
| 4.3 해황지구 지하수개발이용 방안도 | 66 |
| V. 지하수 보전·관리 방안 | 73 |
| 5.1 지하수관리 필요지역 | 73 |
| 5.1.1 지하수관리필요지역 선정 기준 | 73 |
| 5.1.2 읍면별 현황 | 75 |
| 5.1.3 지하수관리필요지역 선정 결과 | 78 |
| 5.2 지하수보전·관리를 위한 대책제안 | 79 |
| 5.2.1 문제유형별 대책방안 분류 | 79 |
| 5.2.2 해황지구 지하수관리 필요지역 대책제안 | 81 |
| 5.2.3 해황지구 지하수모니터일 | 85 |
| VI. 용어해설 | 89 |
| VII. 참고문헌 | 99 |
| VIII. 과업참여자 | 107 |

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-38 |
| 2.2.1 이용량 산정 | 부록-38 |
| 2.2.2 용도별 이용 현황 | 부록-41 |
| 2.2.3 단위면적당 이용 현황 | 부록-43 |
| 2.2.4 지하수 개발·이용에 따른 동리별 순위 | 부록-44 |
| 3. 지하수 특성 | 부록-49 |
| 3.1 지하수 수리특성 | 부록-49 |
| 3.1.1 수리특성 분석 | 부록-49 |
| 3.1.2 부존특성 | 부록-60 |
| 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-111 |
| 3.3 오염취약성 분석 | 부록-112 |
| 3.3.1 DRASTIC 시스템 | 부록-112 |
| 3.3.2 DRASTIC 시스템의 적용 | 부록-115 |
| 4. 지하수관리 방안 | 부록-125 |
| 4.1 기본방향 | 부록-125 |
| 4.1.1 행정규제에 의한 관리방안 | 부록-125 |
| 4.1.2 비규제적 관리방안 | 부록-128 |
| 4.1.3 기술적방안 | 부록-131 |
| 5. 청문조사결과(설문조사) | 부록-135 |
| 5.1 조사 개요 | 부록-135 |
| 5.2 일반현황 | 부록-135 |
| 5.3 지하수개발 | 부록-137 |
| 5.4 지하수수질 | 부록-138 |
| 5.5 지하수수량 | 부록-139 |
| 5.6 지하수관리 | 부록-141 |
| 5.7 기타 주요 제시 의견 | 부록-142 |
| 5.8 설문결과에 대한 종합의견 | 부록-142 |
| 6. 농어촌지하수 관리시스템 | 부록-145 |
| 6.1 구축 현황 | 부록-145 |
| 6.2 접속방법 | 부록-145 |
| 6.3 운영방법 | 부록-145 |
| 6.4 농어촌지하수넷시스템 이용 안내 | 부록-146 |
| 6.5 농어촌지하수넷 지하수관측망시스템 이용 안내 | 부록-173 |
| 7. 농업용 공공관정 일제조사표 | 부록-181 |

표 목 차

| | |
|--|----|
| <표 1-5-1> 해황지구 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 | 13 |
| <표 1-5-7> 임야 제외지역 지하수 관정 개발밀도 | 13 |
| <표 1-5-8> 생활용 이용현황 | 15 |
| <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 | 27 |
| <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> 동리별 지하수 개발가능량 산정 | 40 |
| <표 3-1-3> 용도별 지하수 개발공수 및 이용량 변화 | 41 |
| <표 3-1-4> 해황지구 용도별 신규관정 개발추이 | 43 |
| <표 3-1-5> 연도별 지하수 이용량 예측 | 43 |
| <표 3-2-1> DRASTIC 평가기준 | 46 |
| <표 3-2-2> 동리별 DRASTIC Index | 48 |
| <표 3-2-3> 동리별 Modified DRASTIC Index | 50 |
| <표 3-2-4> 지하수오염예측도 등급 분류표 | 53 |
| <표 3-2-5> 행정구역별 지하수오염 예측등급 면적 | 54 |
| <표 4-1-1> 농업용수 수혜면적 현황 | 60 |
| <표 4-1-2> 농업용수 개발대상지 분석 | 61 |
| <표 4-2-1> 농업용수 개발방안 | 63 |

<표 4-3-1> 농촌지하수 개발 필요 지역 67

<표 4-3-2> 신규 지하수개발 추정 사업비 67

<표 5-1-1> 지하수 관리지역 선정지표 73

<표 5-1-2> 지하수 수량관리 필요지역(계곡면) 76

<표 5-1-3> 지하수 수질관리 필요지역(계곡면) 77

<표 5-1-4> 동리별 지하수관리필요지역 78

<표 5-2-1> 문제유형별 대책방안 분류 79

<표 5-2-2> 동리별 대책 제안 82

<표 5-2-3> 해황지구 지하수관리 필요지역 세부내역 83

그림 목 차

| | |
|--|----|
| <그림 1-4-1> 해황지구 용수구역 위치도 | 4 |
| <그림 1-4-2> 해황지구 점오염원 위치도 | 6 |
| <그림 1-5-1> 허가·신고 형태별 지하수시설 현황도 | 8 |
| <그림 1-5-2> 용도별 지하수 개발현황 | 10 |
| <그림 1-5-3> 용도별 지하수 개발 위치도 | 10 |
| <그림 1-5-4> 동리별·용도별 지하수 이용 현황 | 14 |
| <그림 1-5-5> 용도별 지하수 개소수 | 14 |
| <그림 1-5-6> 용도별 지하수 이용량 | 14 |
| <그림 1-5-7> 논, 밭, 시설재배면적 변화추이 | 16 |
| <그림 1-6-1> 2018년 농어촌지하수관리사업 시행지구 | 17 |
| <그림 2-1-1> 공공관정 현황도 | 25 |
| <그림 2-3-1> 해황지구 리별 시설물관리 대상 관정수 | 33 |
| <그림 3-1-1> 유역별 함양량, 지하수이용량 및 개발가능량 | 38 |
| <그림 3-1-2> 동리별 지하수 이용량 및 개발가능량 | 40 |
| <그림 3-1-3> 연도별 지하수 이용·개발 | 41 |
| <그림 3-1-4> 해남군 용도별 지하수 이용량 추이 | 42 |
| <그림 3-1-5> 지하수 이용전망 추세 | 43 |
| <그림 3-2-1> DRASTIC 흐름도 | 47 |
| <그림 3-2-2> 해황지구 DRASTIC INDEX Map | 49 |
| <그림 3-2-3> 해황지구 Modified DRASTIC INDEX Map | 50 |
| <그림 3-2-4> 발생단위별 잠재오염원 부하량 등급도 | 52 |
| <그림 3-2-5> 지하수오염예측도 작성 모식도 | 53 |
| <그림 3-2-6> 해황지구 지하수오염예측도 | 55 |
| <그림 3-2-7> 지하수오염예측도 등급별 면적비 | 55 |
| <그림 4-1-1> 농업기반 수리시설 | 60 |
| <그림 4-1-2> 농업용수 수혜면적 | 60 |
| <그림 4-2-1> 리별 농경지면적 및 잔여면적 분포도 | 62 |
| <그림 4-2-2> 리별 관정밀도 분포도 | 63 |

| | |
|--|----|
| <그림 4-2-3> 농업용수개발대상지 검토결과 | 65 |
| <그림 4-3-1> 해황지구 농촌지하수관리 방안도 | 68 |
| <그림 4-3-2> 해황지구 농촌지하수관리 방안도(해황1) | 69 |
| <그림 5-1-1> 관리지구 선정기준을 위한 표준정규분포곡선 | 74 |
| <그림 5-1-2> 지하수 관리지역 선정을 위한 관리방안 제시 | 74 |
| <그림 5-2-1> 해황지구 관내 지하수관측망 위치도 | 86 |

부 록 표 목 차

| | |
|---|-------|
| <표 1-1-1> 전라남도 용수구역별 행정구역 현황 | 부록-4 |
| <표 1-2-1> 해황지구 행정구역 현황 | 부록-8 |
| <표 1-2-2> 해황지구 인구현황 | 부록-9 |
| <표 1-2-3> 해남군 총 인구현황 추이 | 부록-10 |
| <표 1-3-1> 농가 및 경지면적 현황 | 부록-11 |
| <표 1-3-2> 해황지구 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> 해남군 광산현황 | 부록-13 |
| <표 1-3-6> 농공단지 현황 | 부록-14 |
| <표 1-4-1> 해황지구 지방하천 현황 | 부록-15 |
| <표 1-4-2> 표준유역 현황 | 부록-16 |
| <표 1-4-3> 기상 현황 | 부록-17 |
| <표 1-4-4> 해황지구 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 해황지구 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-36 |
| <표 2-1-6> 지하수관정 개발 밀도 | 부록-36 |
| <표 2-1-7> 임야 제외지역 지하수관정 개발 밀도 | 부록-37 |
| <표 2-2-1> 해황지구 세부용도별 지하수시설 현황 | 부록-38 |

| | |
|--|-------|
| <표 2-2-2> 세부용도별 지하수 이용량 산정기준 | 부록-39 |
| <표 2-2-3> 세부 용도별 이용량 산정 | 부록-40 |
| <표 2-2-4> 생활용 이용현황 | 부록-42 |
| <표 2-2-5> 공업용 이용현황 | 부록-42 |
| <표 2-2-6> 농업용 이용현황 | 부록-43 |
| <표 2-2-7> 동리별 단위면적당 지하수 이용현황 | 부록-44 |
| <표 2-2-8> 지하수 개발·이용 항목에 따른 리별 순위 | 부록-45 |
| <표 3-1-1> 지하수위/수두 분포 현황 | 부록-49 |
| <표 3-1-2> 지하수두 및 지형고도 자료통계 | 부록-50 |
| <표 3-1-3> 공간분석통계 인자 및 결과 | 부록-51 |
| <표 3-1-4> 지하수위 분포현황 | 부록-53 |
| <표 3-1-5> 읍면별 수리상수 분포현황 | 부록-57 |
| <표 3-1-6> 읍면별 수리상수 통계분석 | 부록-57 |
| <표 3-1-7> 수문지질별 수리상수 분포현황 | 부록-58 |
| <표 3-1-8> 수문지질별 수리상수 통계분석 | 부록-58 |
| <표 3-1-9> 국가지하수관측망 지하수 함양률 | 부록-60 |
| <표 3-1-10> 해황지구 지하수 함양량 | 부록-60 |
| <표 3-1-11> 표준유역별 Thiessen계수 산정 | 부록-62 |
| <표 3-1-12> 표준유역 면적평균강수량 산정-해남방조제 | 부록-63 |
| <표 3-1-13> 표준유역 면적평균강수량 산정-금호방조제 | 부록-64 |
| <표 3-1-14> 표준유역 면적평균강수량 산정-화원면 | 부록-65 |
| <표 3-1-15> 유역별 지하수 함양량 | 부록-67 |
| <표 3-1-16> 동리별 지하수 함양량 | 부록-68 |
| <표 3-1-17> 유역별 지하수 개발가능량 | 부록-69 |
| <표 3-1-18> 동리별 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> 동리별 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(μ S/cm), TDS(mg/L), T($^{\circ}$ C) ... | 부록-82 |
| <표 3-2-9> 동리별 질산성질소 일제조사 분석 현황 | 부록-94 |
| <표 3-2-10> 질산성질소 오염 주변조사(2차조사) | 부록-96 |
| <표 3-2-11> 질산성질소와 질소동위원소 분석결과 | 부록-98 |
| <표 3-2-12> δ^{15} N에 의한 오염의 기원 구성비 | 부록-101 |
| <표 3-2-13> 수질기준(생활용수) 검사 지점 및 채취사유 | 부록-101 |
| <표 3-2-14> 지하수 생활용수 및 기타 수질기준 | 부록-103 |
| <표 3-2-15> 해황지구 수질검사 기준초과지점 | 부록-104 |
| <표 3-2-16> 양·음이온 분석지점 및 채취사유 | 부록-104 |
| <표 3-2-17> 양·음이온별 이화학분석결과 | 부록-105 |
| <표 3-2-18> 지하수 수질환경 특성에 따른 리별 순위 | 부록-111 |
| <표 3-3-1> DRASTIC 평가기준 | 부록-114 |
| <표 4-1-1> 지하수 보호에 대한 교육 및 홍보 내용 | 부록-131 |
| <표 5-2-1> 일반현황 항목별 설문결과 | 부록-136 |
| <표 5-3-1> 지하수개발 항목별 설문결과 | 부록-137 |
| <표 5-4-1> 지하수수질 항목별 설문결과 | 부록-138 |
| <표 5-5-1> 지하수수량 항목별 설문결과 | 부록-139 |
| <표 5-6-1> 지하수관리 항목별 설문결과 | 부록-141 |

부 록 그 림 목 차

| | |
|--|-------|
| <그림 1-1-1> 전라남도 용수구역 현황 | 부록-7 |
| <그림 1-2-1> 해황지구 행정구역 현황 | 부록-8 |
| <그림 1-2-2> 인구추이 변화 | 부록-10 |
| <그림 1-3-1> 농지분포도 | 부록-11 |
| <그림 1-4-1> 해황지구 하천 현황 | 부록-15 |
| <그림 1-4-2> 해황지구 표준유역 현황 | 부록-16 |
| <그림 1-4-3> 지형고도 분포도 | 부록-18 |
| <그림 1-4-4> 해황지구 지질도 | 부록-20 |
| <그림 1-4-5> 해황지구 수문지질도 | 부록-21 |
| <그림 1-4-6> 읍면별 지목별 토지이용현황 | 부록-22 |
| <그림 1-4-7> 해황지구 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-37 |
| <그림 2-2-1> 동리별·용도별 지하수이용현황 | 부록-41 |
| <그림 2-2-2> 용도별 지하수 개소수 | 부록-41 |
| <그림 2-2-3> 용도별 지하수 이용량 | 부록-41 |
| <그림 2-2-4> 리별 단위면적당 지하수이용현황 | 부록-44 |
| <그림 3-1-1> 지형고도와 지하수두 선형회귀분석 | 부록-50 |
| <그림 3-1-2> 실측 지하수두와 예측 지하수두 | 부록-51 |
| <그림 3-1-3> 지하수두 및 유동방향도 | 부록-52 |
| <그림 3-1-4> 해황지구 지하수위 분포현황 | 부록-54 |
| <그림 3-1-5> 동리별 지하수 평균심도 및 양수량 | 부록-57 |
| <그림 3-1-6> 동리별 지하수 투수량계수 및 수리전도도(산술) | 부록-57 |
| <그림 3-1-7> 동리별 지하수 투수량계수 및 수리전도도(기하) | 부록-58 |
| <그림 3-1-8> 수문지질별 지하수 평균심도 및 양수량 | 부록-59 |

| | |
|---|-------|
| <그림 3-1-9> 수문지질별 투수량계수 및 수리전도도(산술) | 부록-59 |
| <그림 3-1-10> 수문지질별 투수량계수 및 수리전도도(기하) | 부록-59 |
| <그림 3-1-11> 조사지역 인근 국가지하수 관측망 현황 | 부록-61 |
| <그림 3-1-12> 조사지역 Thiessen망도 | 부록-62 |
| <그림 3-1-13> 지하수 수위 무강우 일수 산정 및 감수곡선 | 부록-66 |
| <그림 3-1-14> 표준유역별 지하수 함양량 | 부록-67 |
| <그림 3-1-15> 동리별 지하수 함양량 | 부록-68 |
| <그림 3-1-16> 유역별 지하수 이용량 및 개발가능량 | 부록-69 |
| <그림 3-1-17> 동리별 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> 동리별 항목별 단위면적당 오염부하량 | 부록-77 |
| <그림 3-2-4> 오염원별 단위면적당 오염부하량 | 부록-78 |
| <그림 3-2-5> 해황지구 간이수질 측정대상공 위치도 | 부록-81 |
| <그림 3-2-6> 해황지구 지하수의 수온(T) 빈도분포도 | 부록-86 |
| <그림 3-2-7> 해황지구 지하수의 수온(T) Box-whisker | 부록-86 |
| <그림 3-2-8> 해황지구 지하수의 수온(°C) 분포도 | 부록-87 |
| <그림 3-2-9> 해황지구 지하수의 pH 빈도분포도 | 부록-88 |
| <그림 3-2-10> 해황지구 지하수의 pH Box-whisker | 부록-88 |
| <그림 3-2-11> 해황지구 지하수의 pH 분포도 | 부록-89 |
| <그림 3-2-12> 해황지구 지하수의 전기전도도(EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$) 빈도분포도 | 부록-90 |
| <그림 3-2-13> 해황지구 지하수의 전기전도도(EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$) Box-whisker | 부록-90 |
| <그림 3-2-14> 해황지구 지하수의 전기전도도(EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$) 분포도 | 부록-91 |
| <그림 3-2-15> 해황지구 지하수의 총용존고용물(TDS, mg/L) 빈도분포도 | 부록-92 |
| <그림 3-2-16> 해황지구 지하수의 총용존고용물(TDS, mg/L) Box-whisker | 부록-92 |
| <그림 3-2-17> 해황지구 지하수의 총용존고용물(TDS, mg/L) 분포도 | 부록-93 |
| <그림 3-2-18> 해황지구 지하수의 질산성질소(mg/L) 분포도 | 부록-95 |
| <그림 3-2-19> 오염방지 취약시설 | 부록-96 |
| <그림 3-2-20> $\text{NO}_3\text{-N}$ 과 $\delta^{15}\text{N}$ 의 관계 | 부록-99 |
| <그림 3-2-21> 질소동위원소 오염원별 위치도 | 부록-99 |

| | |
|---|--------|
| <그림 3-2-22> 수질검사 및 초과지점 분포도 | 부록-102 |
| <그림 3-2-23> 양·음이온분석시료 채수 위치도 | 부록-105 |
| <그림 3-2-24> 해황지구 지하수의 Piper Diagram(질산성질소) · | 부록-107 |
| <그림 3-2-25> 해황지구 암반 지하수의 Piper Diagram | 부록-108 |
| <그림 3-2-26> 해황지구 충적 지하수의 Piper Diagram | 부록-109 |
| <그림 3-2-27> 해황지구 지하수의 Stiff Diagram | 부록-110 |
| <그림 3-3-1> DRASTIC 흐름도 | 부록-113 |
| <그림 3-3-2> 지하수위(Depth to water) | 부록-115 |
| <그림 3-3-3> 자연함양량(Net Recharge) | 부록-116 |
| <그림 3-3-4> 대수층 매질(Aquifer Media) | 부록-116 |
| <그림 3-3-5> 토양 매질(Soil Media) | 부록-117 |
| <그림 3-3-6> 지형경사(Topography) | 부록-117 |
| <그림 3-3-7> 비포화대 매질(Impact of the Vadose Zone) | 부록-118 |
| <그림 3-3-8> 수리전도도(Hydraulic Conductivity) | 부록-118 |
| <그림 3-3-9> 오염취약성도(DRASTIC) | 부록-119 |
| <그림 3-3-10> 선구조밀도 | 부록-121 |
| <그림 3-3-11> 해황지구 변형된 오염취약성도(M-DRASTIC) .. | 부록-121 |

요 약

□ 해남군의 새울행정정보시스템 자료의 해황지구에 해당하는 농업용 지하수시설과 농업기반시설 공공관정을 기초로 하여 현장조사를 실시하였다. 공공관정에 대해서는 정밀현황조사를 실시하였으며, 관정현황조사는 동리별 면적을 고려하여 최대한 등분포로 조사하였다. 농업용 지하수시설 465공 중 금회조사에서 157공을 현장조사를 실시하였다.

(단위 : 공)

| 읍 면 | 행정자료(지자체) ⁽¹⁾ | | | | | 조사연보 ⁽²⁾ (농업용) | 금회조사 ⁽³⁾ (농업용) | | |
|--------|--------------------------|------|-----|------|-----|------------------------------|------------------------------|------|------|
| | 계 | 생활용 | 공업용 | 농업용 | 기타 | | 계 | 공공관정 | 사설관정 |
| 해황지구 | 942 | 473 | 4 | 465 | - | 558 | 157 | 16 | 141 |
| 구성비(%) | 100.0 | 50.2 | 0.4 | 49.4 | - | 40.5 | 100.0 | 10.2 | 89.8 |
| 황산면 | 관춘리 | 48 | 33 | - | 15 | - | 3 | 1 | 2 |
| | 남리리 | 16 | 1 | - | 15 | - | 7 | 1 | 6 |
| | 부곡리 | 31 | 10 | - | 21 | - | 5 | - | 5 |
| | 송호리 | 136 | 86 | - | 50 | - | 11 | 2 | 9 |
| | 연당리 | 19 | 6 | - | 13 | - | 4 | 3 | 1 |
| | 연호리 | 219 | 83 | - | 136 | - | 54 | 4 | 50 |
| | 옥동리 | 47 | 28 | - | 19 | - | 6 | - | 6 |
| | 외입리 | 27 | 10 | - | 17 | - | 8 | 1 | 7 |
| | 우항리 | 22 | 13 | - | 9 | - | 4 | - | 4 |
| | 원호리 | 156 | 100 | 4 | 52 | - | 20 | - | 20 |
| | 일신리 | 66 | 38 | - | 28 | - | 11 | 2 | 9 |
| | 한자리 | 131 | 55 | - | 76 | - | 20 | 2 | 18 |
| 호동리 | 24 | 10 | - | 14 | - | 4 | - | 4 | |

※ 자료출처 : (1) 새울행정시스템(2018), (2) 지하수 조사연보(2017), (3) KRC 현장조사자료

□ 해황지구의 단위면적당 지하수 이용량은 9.5천 m^3 /년/ km^2 (26.0 m^3 /일/ km^2)으로 동리별로 보면 연호리가 26.4천 m^3 /년/ km^2 으로 가장 높고 관춘리가 2.3천 m^3 /년/ km^2 으로 가장 적은 것으로 나타난다.

| 구 분 | 이용량 (천 m ³ /년) | 비율 (%) | 면 적 (km ²) | 단위면적당 이용량 | | |
|-------------|------------------------------|-----------|---------------------------|--|--------------------------------------|------|
| | | | | (천 m ³ /년/km ²) | (m ³ /일/km ²) | |
| 해남군 | 34,450.8 | 100.0 | 1,015.4 | 33.9 | 93.0 | |
| 해황지구 | 1,005.4 | 2.9 | 105.75 | 9.5 | 26.0 | |
| 황 산 면 | 관춘리 | 38.3 | 0.1 | 16.89 | 2.3 | 6.2 |
| | 남리리 | 24.8 | 0.1 | 2.39 | 10.4 | 28.4 |
| | 부곡리 | 48.5 | 0.1 | 6.37 | 7.6 | 20.9 |
| | 송호리 | 113.9 | 0.3 | 13.15 | 8.7 | 23.7 |
| | 연당리 | 27.8 | 0.1 | 3.46 | 8.0 | 22.0 |
| | 연호리 | 246.6 | 0.7 | 9.33 | 26.4 | 72.4 |
| | 옥동리 | 53.6 | 0.2 | 5.75 | 9.3 | 25.5 |
| | 외입리 | 37.4 | 0.1 | 4.13 | 9.1 | 24.8 |
| | 우항리 | 19.2 | 0.1 | 7.53 | 2.6 | 7.0 |
| | 원호리 | 174.7 | 0.5 | 12.33 | 14.2 | 38.8 |
| | 일신리 | 53.0 | 0.2 | 7.78 | 6.8 | 18.7 |
| | 한자리 | 142.4 | 0.4 | 12.07 | 11.8 | 32.3 |
| | 호동리 | 25.2 | 0.1 | 4.56 | 5.5 | 15.1 |

□ 해황지구의 지하수관정 개발 밀도는 8.91공/km²로 전라남도 평균 인 21.23공/km² 보다 매우 낮은 수준이다. 동리별로 보면 연호리(23.48공/km²), 원호리(12.65공/km²), 한자리(10.85공/km²) 순으로 다른 리에 비해서 연호리에 관정이 집중적으로 분포된 특성을 나타낸다.

□ 해황지구는 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 낮았던 양상과 비슷하게 전남 평균인 49.10공/km²의 27% 정도인 13.37공/km²의 값을 보인다.

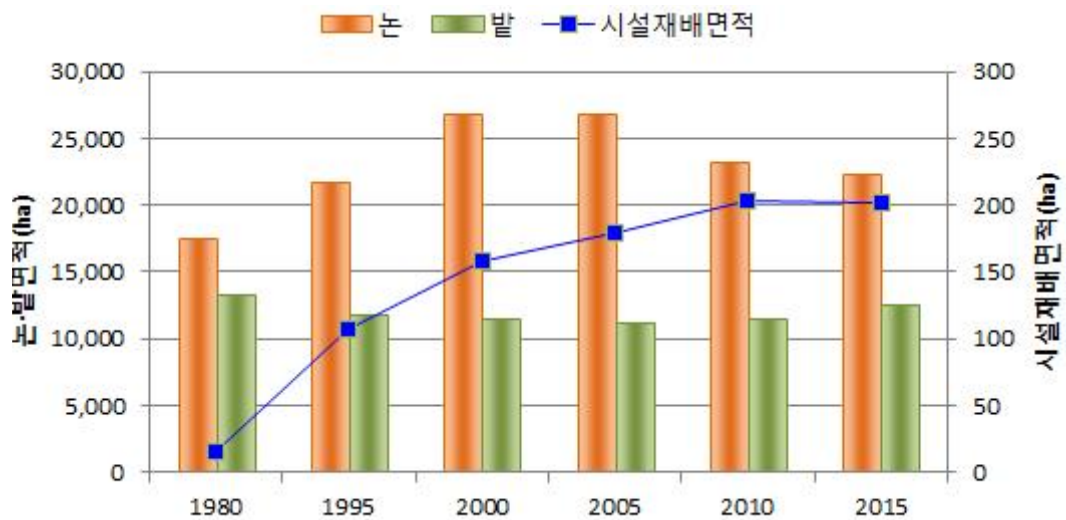
| 동리별 | 개소수 (공) | 면적 (km ²) | 관정밀도 (공/km ²) |
|-----------|-----------------------|--------------------------|------------------------------|
| 전라남도 | 261,572 ¹⁾ | 12,3318.79 ²⁾ | 21.23 |
| 해황지구(황산면) | 942 ³⁾ | 105.75 ²⁾ | 8.91 |
| 관춘리 | 48 | 16.89 | 2.84 |
| 남리리 | 16 | 2.39 | 6.70 |
| 부곡리 | 31 | 6.37 | 4.87 |
| 송호리 | 136 | 13.15 | 10.34 |
| 연당리 | 19 | 3.46 | 5.49 |
| 연호리 | 219 | 9.33 | 23.48 |
| 옥동리 | 47 | 5.75 | 8.17 |
| 외입리 | 27 | 4.13 | 6.54 |
| 우항리 | 22 | 7.53 | 2.92 |
| 원호리 | 156 | 12.33 | 12.65 |
| 일신리 | 66 | 7.78 | 8.48 |
| 한자리 | 131 | 12.08 | 10.85 |
| 호동리 | 24 | 4.56 | 5.26 |

※ 자료출처 : 1)지하수조사연보(2017), 2)통계연보(전라남도, 해남군,2017), 3)새울행정시스템(2018)

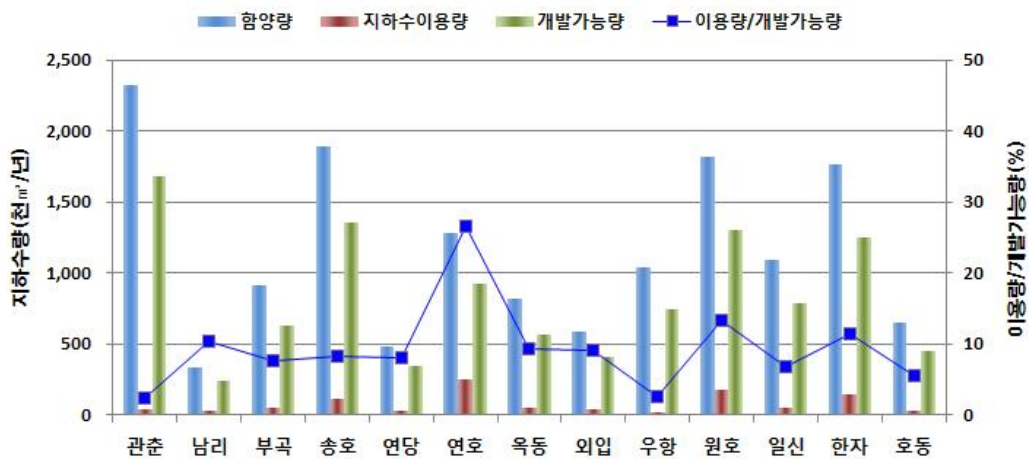
| 읍면별 | 개소수 (공) | 임야 제외 면적 (km ²) | 관정밀도 (공/km ²) |
|------|-----------------------|--------------------------------|------------------------------|
| 전라남도 | 261,079 ¹⁾ | 5,314.46 ²⁾ | 49.10 |
| 해남군 | 34,155 ¹⁾ | 566.68 ²⁾ | 60.27 |
| 해황지구 | 942 ³⁾ | 70.45 ²⁾ | 13.37 |

※ 자료출처 : 1)지하수조사연보(2017), 2)통계연보(전라남도, 해남군,2017), 3)새울행정시스템(2018)

□ 1980년 이후 해남군의 밭 면적은 감소하는 경향을 보이다가 최근에는 증가하는 경향을 보이며 시설재배 면적은 꾸준히 증가하는 경향을 보이고 있다. 논 면적은 2000년까지 급격히 증가하였다가 2005년 이후에 감소하는 경향을 나타내고 있음을 확인할 수 있다. 지난 30년간 농업형태 변화는 밭 면적이 1,000ha 감소하였고, 논 면적은 약 5,000ha 증가하였으며, 시설재배면적은 약 200ha가량 증가하였다.



□ 해항지구의 함양량 대비 개발가능량은 70.68% 수준이며, 개발가능량 대비 이용량은 9.40% 수준으로 전반적으로 지구 내 개발 가능한 지하수는 매우 풍부한 편인 것으로 판단된다. 연호리가 개발가능량 대비 이용량이 26.26%로 가장 높고 관춘리가 2.28%로 가장 낮다.



| 동리 | 면적 (km ²) | 10년빈도가 뚝강수량 (mm) | 함양량 (천m ³ /년) | 지하수이용량 (천m ³ /년) | 개발가능량 (천m ³ /년) | 이용량/ 개발가능량 (%) |
|-------------|--------------------------|------------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------------|----------------------|
| 해황지구 | 105.75 | 869.19 | 15,131.49 | 1,005.44 | 10,694.36 | 9.40 |
| 관춘리 | 16.89 | 853.30 | 2,325.83 | 38.30 | 1,677.19 | 2.28 |
| 남리리 | 2.39 | 852.84 | 337.32 | 24.76 | 236.88 | 10.45 |
| 부곡리 | 6.37 | 852.61 | 911.12 | 48.53 | 631.53 | 7.69 |
| 송호리 | 13.15 | 888.85 | 1,896.78 | 113.91 | 1,359.65 | 8.38 |
| 연당리 | 3.46 | 852.95 | 486.25 | 27.82 | 343.62 | 8.10 |
| 연호리 | 9.33 | 853.34 | 1,284.42 | 246.57 | 926.20 | 26.62 |
| 옥동리 | 5.75 | 852.64 | 822.05 | 53.59 | 570.73 | 9.39 |
| 외입리 | 4.13 | 852.58 | 592.17 | 37.40 | 409.72 | 9.13 |
| 우항리 | 7.53 | 853.28 | 1,038.55 | 19.25 | 748.04 | 2.57 |
| 원호리 | 12.33 | 907.38 | 1,821.90 | 174.69 | 1,302.19 | 13.42 |
| 일신리 | 7.78 | 869.81 | 1,094.82 | 53.04 | 787.25 | 6.74 |
| 한자리 | 12.07 | 887.59 | 1,767.10 | 142.39 | 1,246.68 | 11.42 |
| 호동리 | 4.56 | 857.05 | 655.37 | 25.19 | 454.66 | 5.54 |

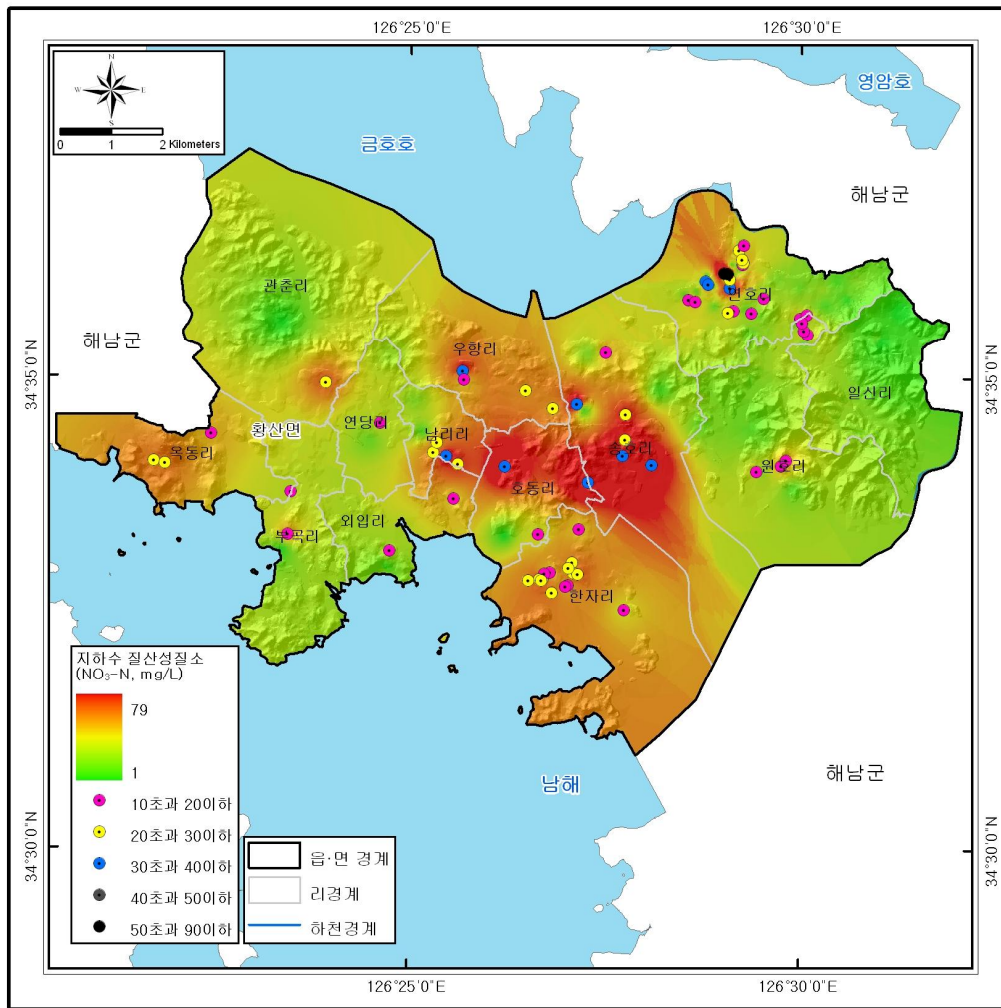
□ 해황지구 내 질산성질소 분석은 농업용 지하수시설물 465개소 중 145개소(1차 130개소)에서 분석을 실시하였고 기준치가 초과되는 지점 주변에 대해서는 2차분석을 실시했다. 1차분석 결과 관춘리 1개소, 남리리 4개소, 송호리 5개소, 연호리 10개소, 옥동리 2개소, 우항리 3개소, 한자리 9개소, 호동리 2개소 등 총 36개소에서 농업용수 수질기준을 초과하는 것으로 확인되었으며, 2차조사(15개소) 분석결과 농업용수 수질기준 초과지점이 없는 것으로 보아 국부적인 영향에 의해 기준치를 초과한 것으로 확인되었다.

(단위 : mg/L)

| 구분 | 동리 | 질산성질소 일체조사(N=130) | | | | | | |
|-------------|-----|-------------------|-------------|------------|-------------|-------------|-----------------|-----------------|
| | | 개소 (공) | 최대 | 최소 | 평균 | 표준 편차 | 10 초과 (공) | 20 초과 (공) |
| 해황지구 | | 130 | 81.9 | 1.1 | 14.8 | 12.5 | 30 | 36 |
| 황 산 면 | 관춘리 | 2 | 24.4 | 1.5 | 13.0 | 11.5 | - | 1 |
| | 남리리 | 6 | 33.4 | 3.6 | 19.0 | 10.5 | - | 4 |
| | 부곡리 | 3 | 19.3 | 1.6 | 10.5 | 8.9 | 1 | - |

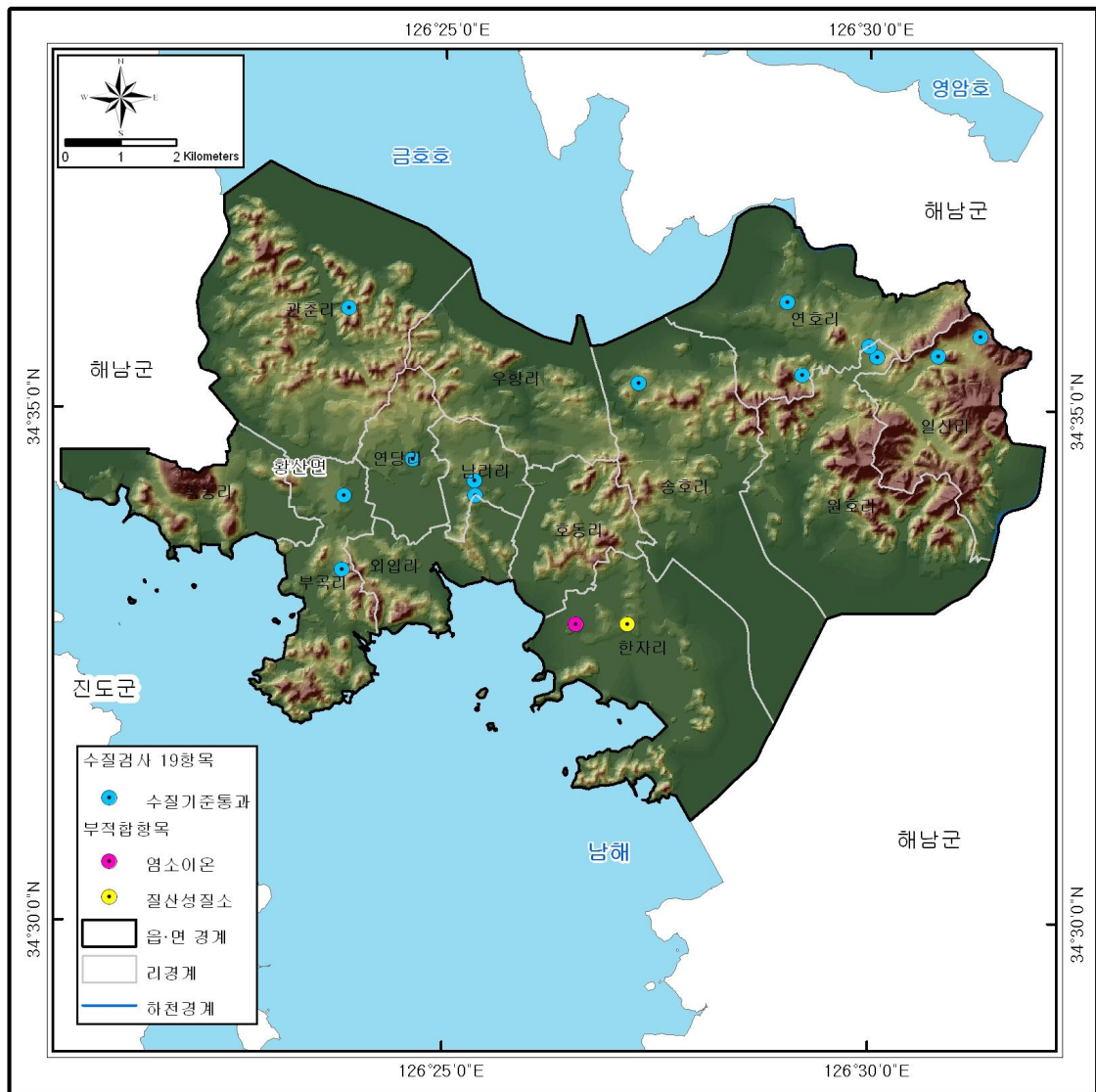
(단위 : mg/L)

| 구분 | 동리 | 질산성질소 일제조사(N=130) | | | | | | |
|-------------|-----|-------------------|-------------|------------|-------------|-------------|-----------------|-----------------|
| | | 개소 (공) | 최대 | 최소 | 평균 | 표준 편차 | 10 초과 (공) | 20 초과 (공) |
| 해항지구 | | 130 | 81.9 | 1.1 | 14.8 | 12.5 | 30 | 36 |
| 황 산 면 | 송호리 | 10 | 38.3 | 3.2 | 22.7 | 14.0 | 1 | 5 |
| | 연당리 | 3 | 11.2 | 5.5 | 8.5 | 2.3 | 1 | - |
| | 연호리 | 49 | 81.9 | 1.3 | 13.6 | 15.0 | 7 | 10 |
| | 옥동리 | 4 | 23.0 | 11.5 | 18.8 | 4.6 | 2 | 2 |
| | 외입리 | 5 | 16.2 | 1.6 | 9.2 | 5.2 | 2 | - |
| | 우항리 | 4 | 31.1 | 14.4 | 21.8 | 6.0 | 1 | 3 |
| | 원호리 | 18 | 18.7 | 3.8 | 10.3 | 6.3 | 8 | - |
| | 일신리 | 5 | 4.5 | 1.1 | 2.2 | 1.3 | - | - |
| | 한자리 | 17 | 29.3 | 13.2 | 20.9 | 5.2 | 6 | 9 |
| 호동리 | 4 | 38.8 | 1.4 | 22.7 | 16.3 | 1 | 2 | |



□ 현장 청문조사 및 유역답사 시 축사, 시설하우스, 농경지 및 농공단지 주변 등 지하수 수질오염이 취약하다고 판단되는 지역에 대하여 생활용수 (19항목) 기준 수질검사를 실시하였다. 조사대상 15지점 중 농·어업용수 기준으로 2개소에서 질산성질소와 염소이온농도 기준치를 초과하였다.

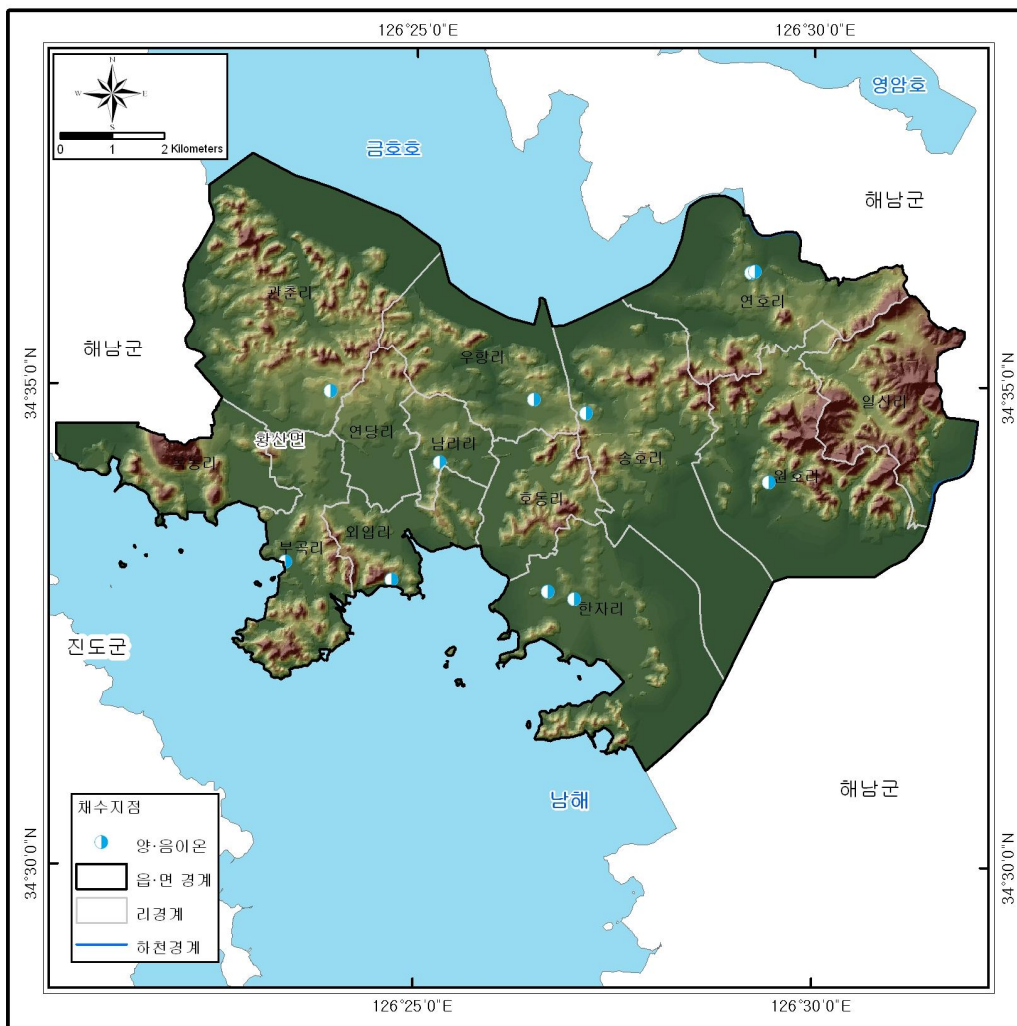
| 조사번호 | 분석항목 | | 초과항목 | 관정형태 |
|-----------------|-------|---------|-------|------|
| | 질산성질소 | 염소이온농도 | | |
| WHAE42520180655 | 3.1 | 4,997.5 | 염소이온 | 암반 |
| WHAE42520182079 | 22.9 | 73.1 | 질산성질소 | 암반 |



□ 양·음이온 시료채취는 일제조사결과 NO₃-N 초과, pH 이상 지점 그리고 해항지구 지질분포 특성을 고려하여 총 11개 지점에서 분석한 결과, 대규모 농경지, 축사, 인구 밀집지역에서는 질산성질소가 유입되어 지하수의 오염이 진행되는 것으로 분석되었다.

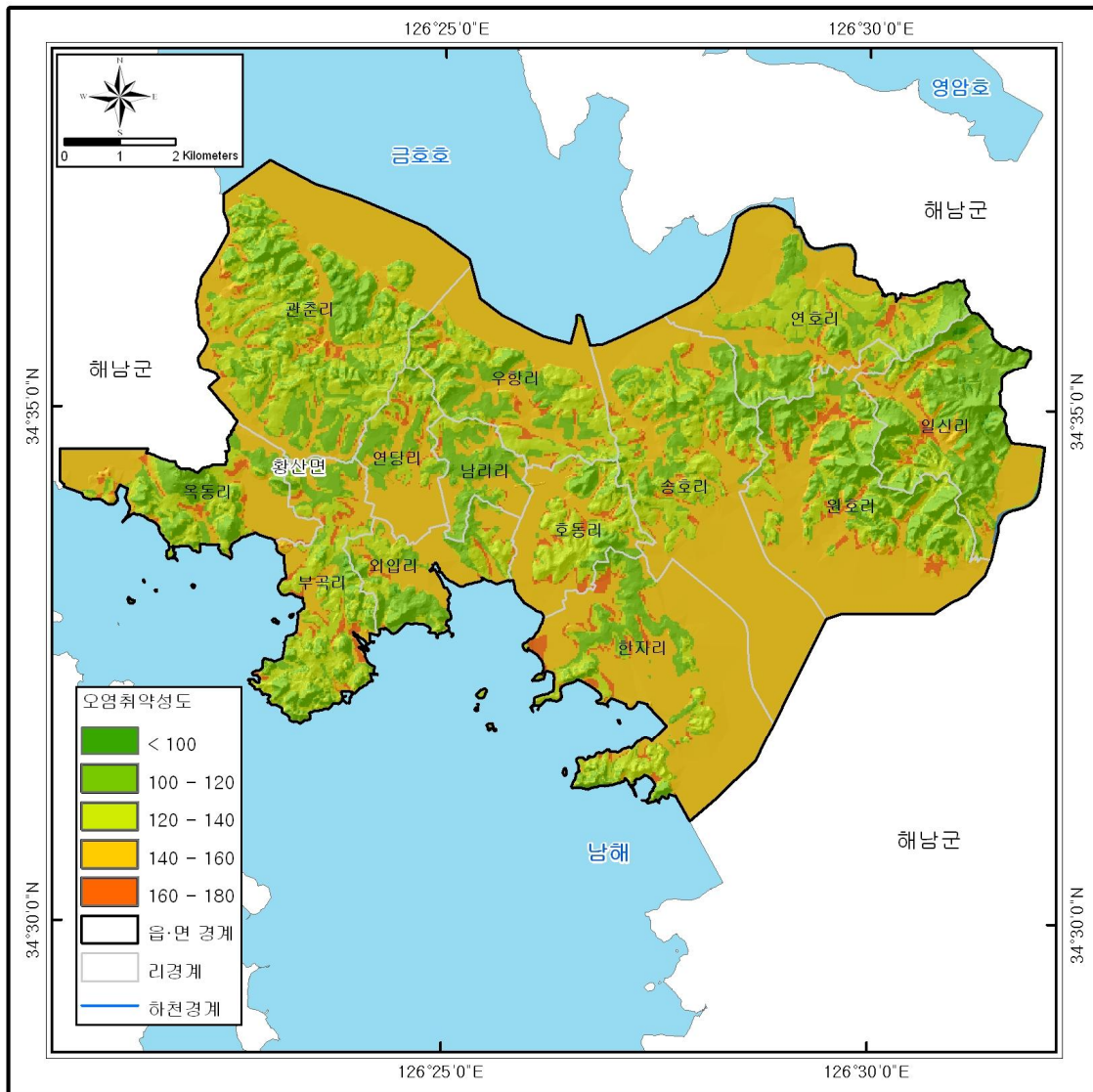
(단위 : mg/L)

| 양 이 온(Cation) | | | | | | 음 이 온(Anion) | | | | | |
|------------------|------|-------|------|------|-------|-------------------------------|------|-------|-------|------|-------|
| 이 온 | 최소값 | 최대값 | 평균 | 중앙값 | 표준 편차 | 이 온 | 최소값 | 최대값 | 평균 | 중앙값 | 표준 편차 |
| Na ⁺ | 10.5 | 410.8 | 99.6 | 44.2 | 113.9 | Cl ⁻ | 17.2 | 888.1 | 238.7 | 90.5 | 282.0 |
| K ⁺ | 0.8 | 9.0 | 4.1 | 2.9 | 2.8 | HCO ₃ ⁻ | 6.1 | 163.4 | 69.8 | 54.9 | 40.8 |
| Ca ²⁺ | 4.4 | 168.1 | 70.8 | 50.7 | 53.7 | SO ₄ ²⁻ | 6.0 | 91.0 | 36.7 | 32.0 | 25.4 |
| Mg ²⁺ | 1.8 | 30.6 | 13.6 | 13.4 | 7.7 | NO ₃ ⁻ | 1.3 | 39.8 | 19.6 | 21.3 | 12.9 |

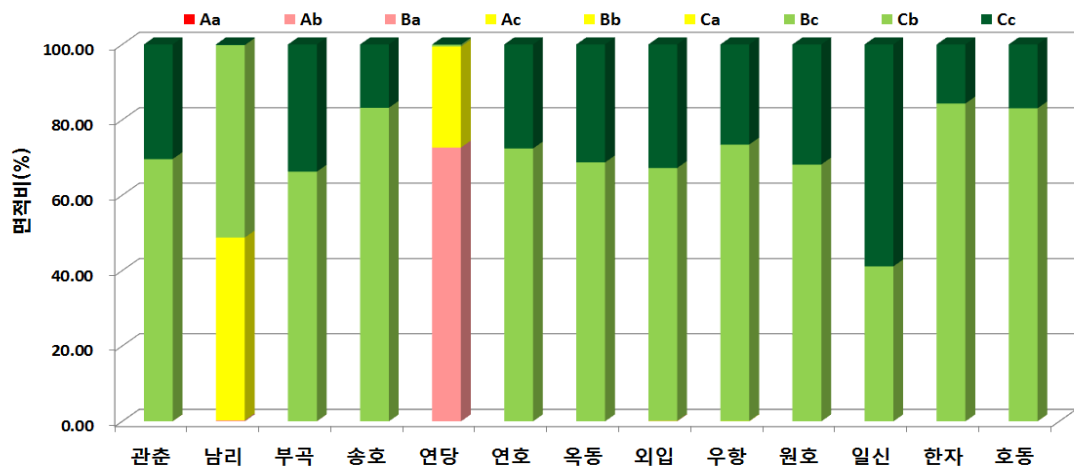
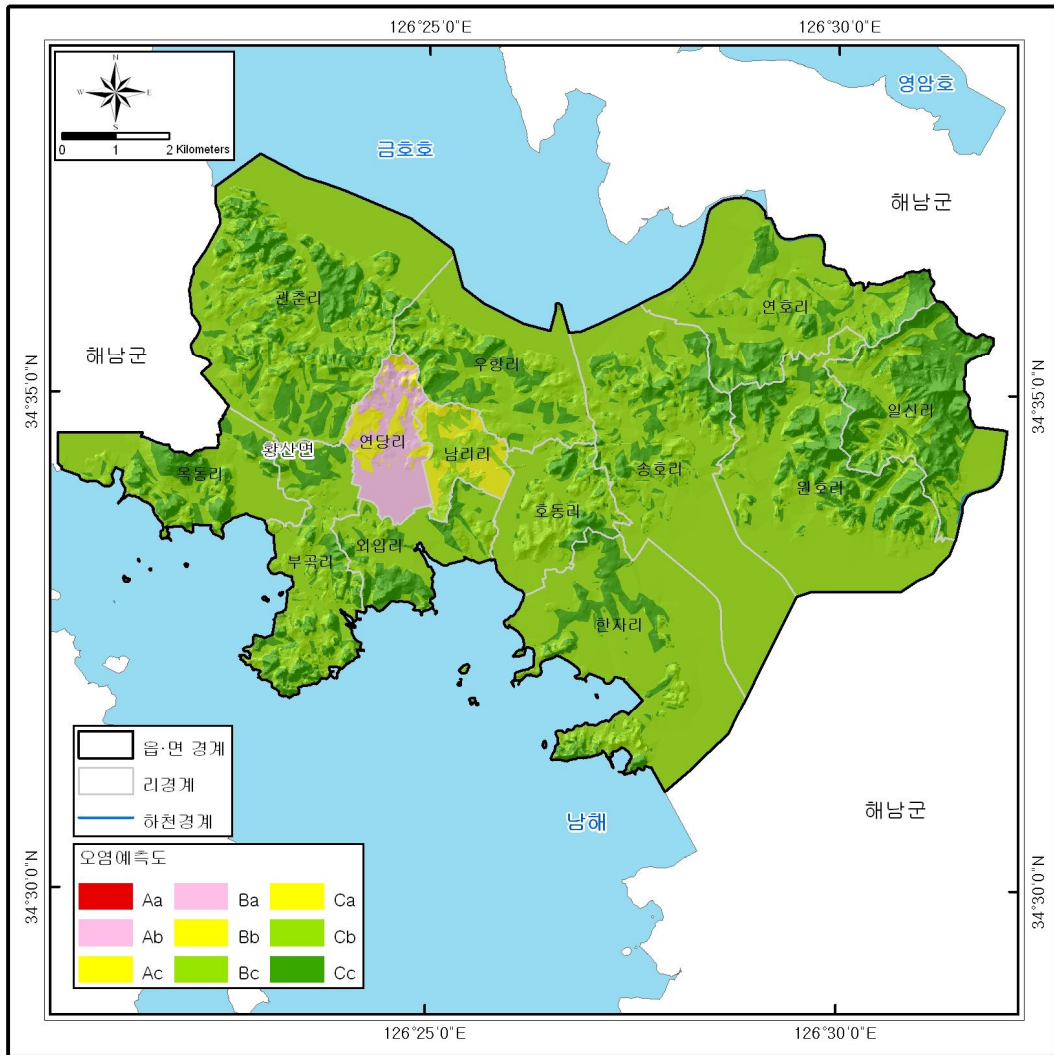


□ 오염취약성 분석결과, 해황지구의 동리별 변형된 오염취약성 평균지수는 최소 92.0에서 최대 171.0까지의 분포를 보이고 평균값은 옥동리가 138.3으로 높은 수치를 나타낸다. 오염취약성도는 대부분의 지역에서 120~160범위의 오염취약성 수치를 보이며, 옥동리, 우항리, 원호리, 송호리는 135이상의 상대적으로 높은 값을 나타내는 지역이 있으며 비포화대 매질 등의 영향으로 판단된다.

| 구 분 | | DRASTIC Index | | | 단위면적당 오염부하량(kg/일/km ²) |
|------|-----|---------------|-------|-------|---------------------------------------|
| | | 최소 | 최대 | 평균 | |
| 해황지구 | 황산면 | 92.0 | 171.0 | 134.3 | 22.42 |



□ 지하수오염예측 등급도를 작도한 결과 상대적으로 오염에 취약할 것으로 예상되는 Aa, Ab, Ba 등급 지역은 약 2.40% 수준으로 남리리, 연당리 등 일부지역에서 확인되었다.



□ 해황지구 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 2지역, 수질관리 9지역, 시설물관리 8지역 등 총 22건에 대해 대책이 필요한 지역으로 선정되었다(세부사항 본문 5장 참조).

| 구 분 | 계 | 수량관리 (A) | 수질관리 (B) | 시설물관리 (C) | 비 고 |
|-----|----|-------------|---|--|-----|
| 계 | 19 | 2 | 9 | 8 | |
| 황산면 | 19 | 연호리 원호리 | 관춘리 남리리 송호리 연당리 연호리 옥동리 우항리 한자리 호동리 | 관춘리 남리리 송호리 연당리 연호리 외입리 일신리 한자리 | |

□ 해황지구 지하수 개발이용방안에 대한 분석결과, 농업용수공급을 위한 지하수개발 및 수리시설물 확충 우선 개발 지역으로 D그룹 1개리(외입리)가 해당된다.

| 구 분 | | 동 리 | 용수공급 확보(안) |
|-----|-------|---------------------------------------|---|
| A | 잔여면적↑ | 연호리* 원호리* 한자리* | - 지표수를 이용한 수리시설물 확충 (저수지, 양수장, 취입보) - 신규 지하수 개발 이용량제한 |
| | 관정밀도↑ | | |
| B | 잔여면적↑ | 관춘리* 송호리* | - 지표수를 이용한 수리시설물 확충 (저수지, 양수장, 취입보) - 신규 지하수 관정 개발 |
| | 관정밀도↓ | | |
| C | 잔여면적↓ | 남리리* 일신리* | - 신규 지하수 개발 및 이용량 제한 - 공동이용체계 구축 |
| | 관정밀도↑ | | |
| D | 잔여면적↓ | 부곡리*, 연당리* 옥동리*, 외입리 우항리*, 호동리* | - 암반관정 개발 - 소류지 및 농업용수로 시설 확충 |
| | 관정밀도↓ | | |

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

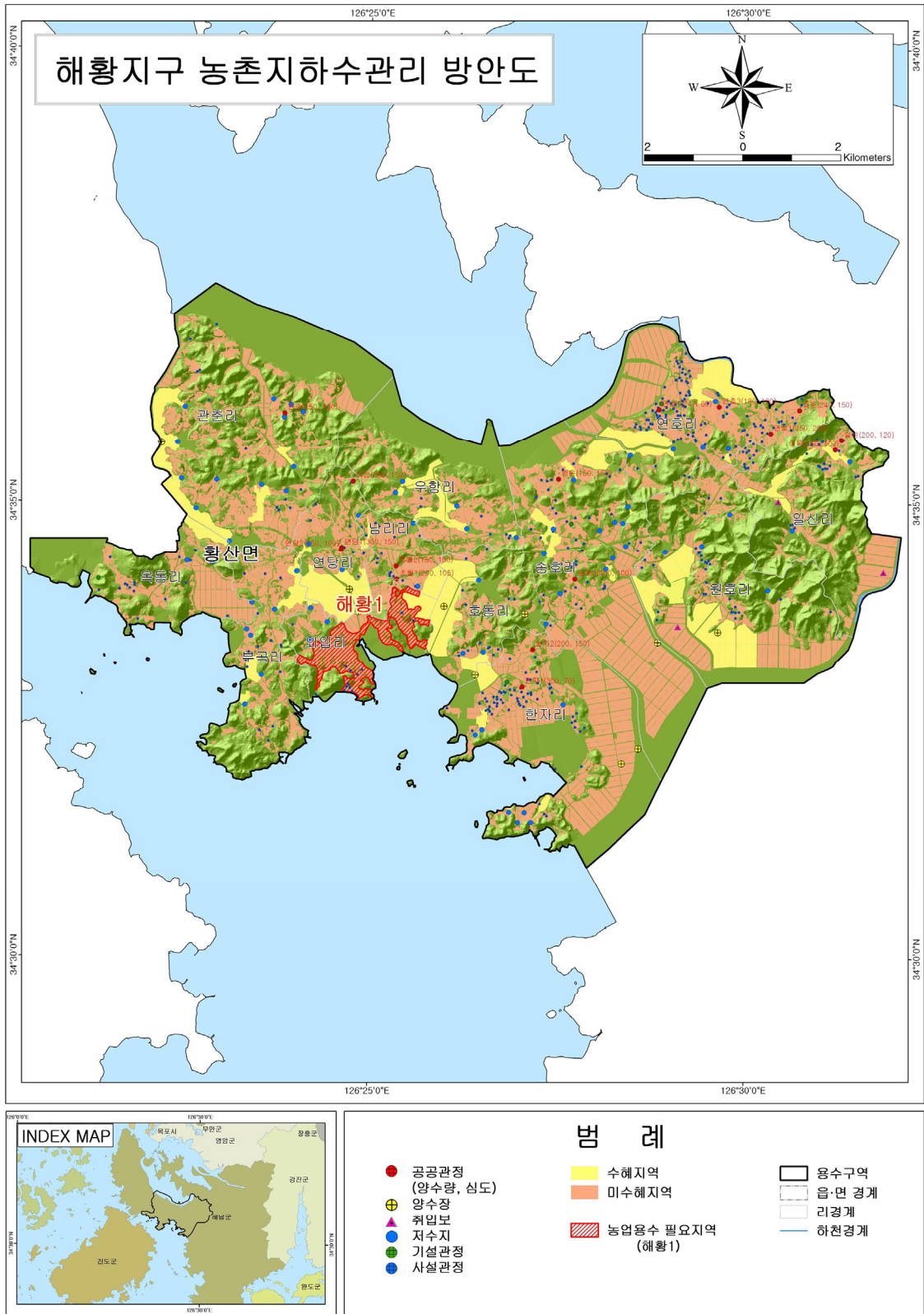


□ 결과적으로 해황지구에서 필요로 하는 농업용수 개발방안 지역은 1개 면 13개리 중에서 **외입리** 1개리가 해당된다. 해황지구 내 관정개발 필요지역은 황산면 **외입리**가 해당되며 농업용수 확보를 위한 **신규 지하수 개발**이 우선적으로 선행되어야 한다.

| 구 분 | 동 리 | | 비 고 |
|----------------|-----|----------|-----|
| | 계 | 황산면 | |
| 계 | 1 | 1 | |
| 잔여면적↓ 관정밀도↓ | 1 | 외입리(해황1) | |

□ 해황지구에서 **신규 지하수개발**이 선행되어 용수 공급에 차질이 없도록 조치해야 할 지역은 **외입리(해황1)** 1개리로 파악 되었다. 해황지구에서 신규 지하수개발 계획 수립 시 공당 추정 사업비는 아래와 같다.

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



I

농촌지하수관리사업 개요

I. 농촌지하수관리사업 개요

1.1 농촌지하수관리사업의 배경

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

1.2 농촌지하수관리사업의 목적

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



농어촌지역 지하수의 효율적 개발·관리

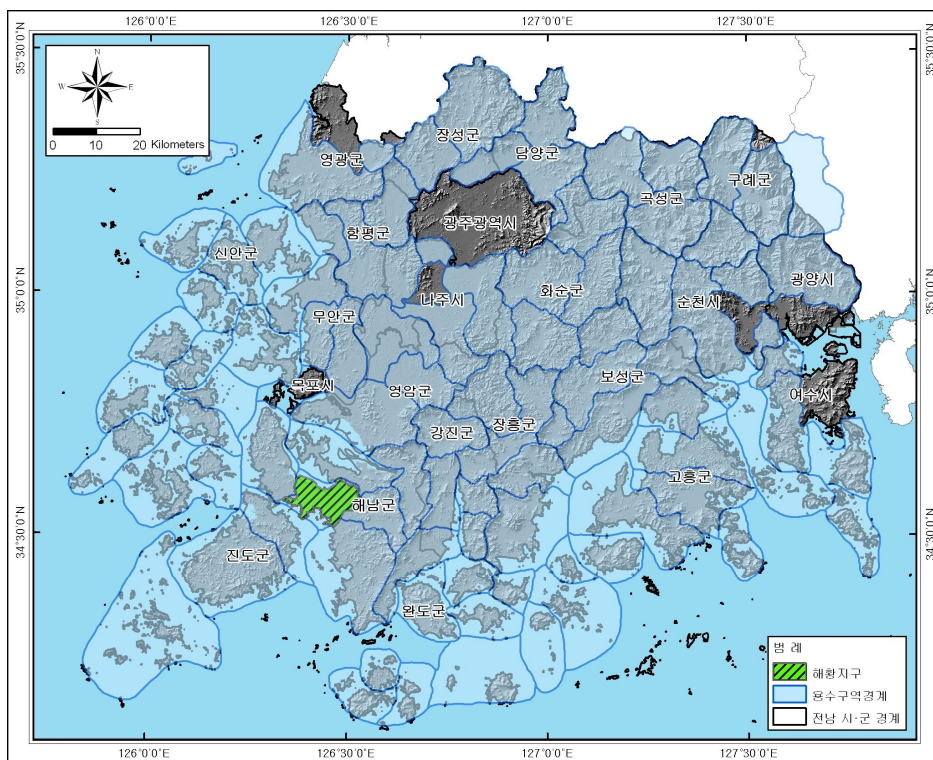
1.3 농촌지하수관리사업의 내용

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

1.4 해황지구 선정 및 특성 분석

해황지구는 전라남도 내 농촌지하수관리 대상 60개 용수구역 중 전남 해남군 황산면지역으로 1개면, 13개리를 포함하는 지구로 동쪽은 강진군, 서쪽은 진도군과 신안군, 남쪽은 완도군, 북쪽은 영암군에 접하여 있고 전라남도의 남부에 위치한다<그림 1-4-1>.

해황지구는 대상지 현장답사 결과 해남군 중서부 지역으로 남부와 북부는 바다에 접해 있다. 면 전체가 100m 이하의 저평한 산지와 평지를 이루며, 남부의 한자리 해안에는 염전이 있다. 대부분의 평지는 농경지화되어 주로 벼농사가 이루어지고 있다. 또 축산시설이 송호리, 원호리, 일신리 지역에 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.



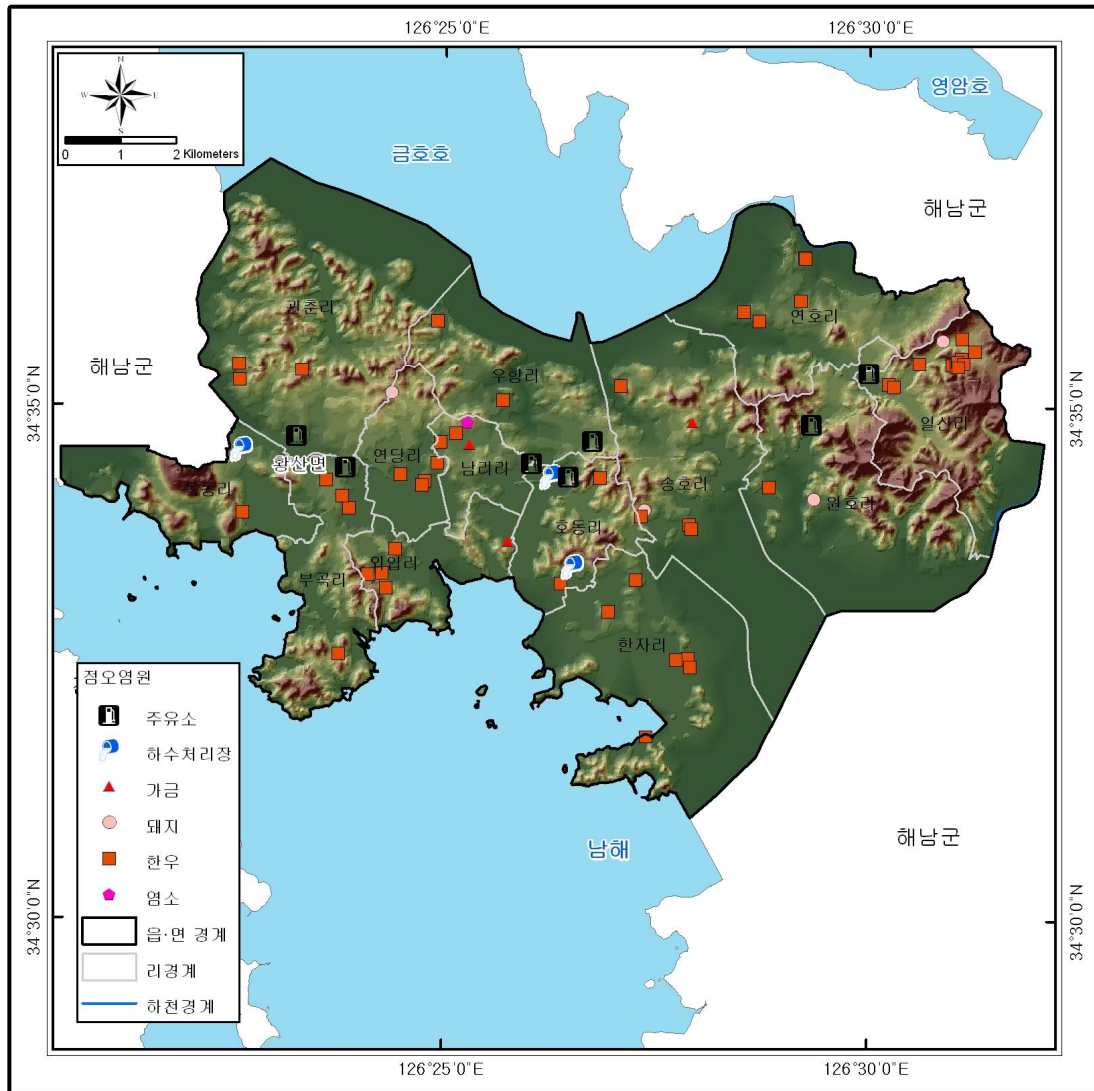
<그림 1-4-1> 해황지구 용수구역 위치도

해황지구의 지하수 개발·이용은 소류지 및 해남천과 금자천 등 지방하천과 지류 주변에 위치한 농경지에서 밀집된 특성을 보이며, 산간지역은 암반관정, 하천변 및 평야부에서는 충적관정이 주로 개발된 특징이 있다.

해황지구는 북동쪽에 해남천과 금자천 등 지방하천이 분포한다. 지구 내 축산시설들은 하천을 따라 산측 계곡 초입부 쪽에 주로 분포하며 해황지구에 허가·신고된 시설은 137개에 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 해황지구 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 129점, 수위측정 129회, 질산성질소 분석 145점, 생활용수 기준 수질검사 15점, 양·음이온분석 11점, 질소동위원소 분석 8점 등 지하수의 일반적인 수질특성 분석에 역점을 두고 시행하였다.

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



<그림 1-4-2> 해황지구 점오염원 위치도

1.5 지하수 개발·이용 현황

1.5.1 신고·허가별 지하수 개발 현황

해남군의 새울행정시스템(2018) 자료에 의하면, 해황지구에는 총 465개소의 농업용 지하수시설이 개발·이용되고 있고, 관정개발밀도는 8.91공/km²이다. 지하수조사연보(2017)에는 농업용 지하수시설이 558공으로 현재 파악한 지하수관정 현황과는 차이가 크다.

허가·신고형태별로 구분하면, 신고시설 449공, 미신고 16공으로 분류된다. 리별로는 연호리 136공, 한자리 76공, 원호리 52공으로 대부분의 관정이 연호리(29.2%)에 집중적으로 분포하는 것으로 확인되었다.

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

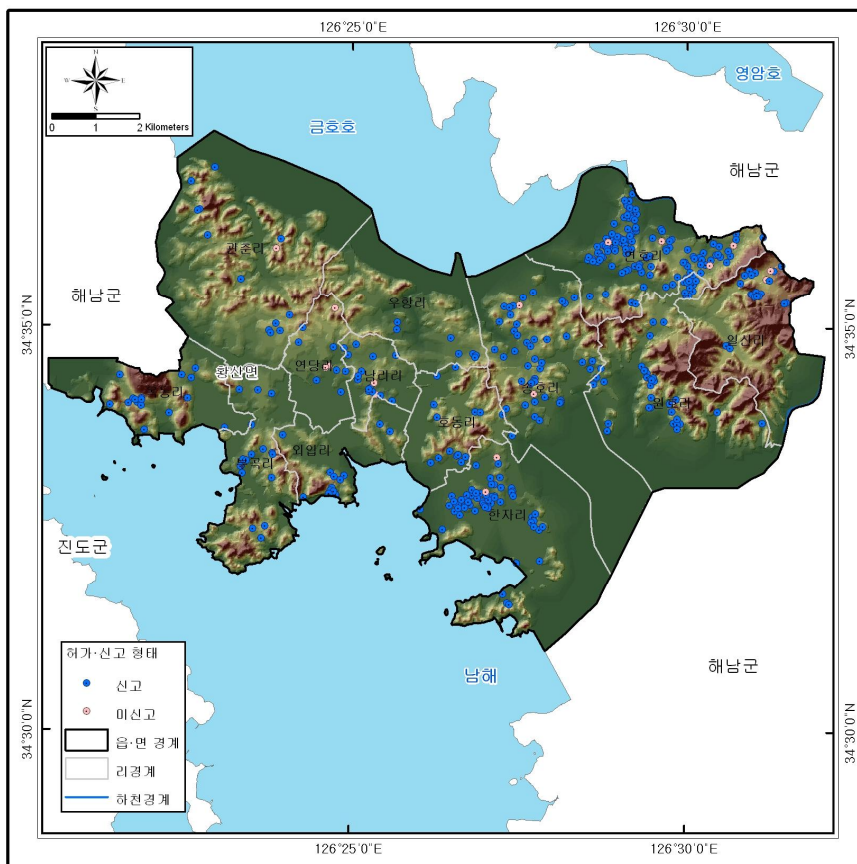
현장조사는 공공관정 16공(미신고), 일반관정141공(신고) 등 총 157공을 조사하였다. 조사된 관정 중 허가·신고관정의 비율이 89.8%를 차지하고 있었으며, 미신고 관정의 비율이 전체 조사관정 중 10.2%의 비율로 존재하는 것으로 확인되었다. 이와 같은 비율로 해황지구 전반에 걸쳐 미신고관정이 존재한다면 그 수는 무려 47공에 이르므로, 향후 이용실태조사 및 지역지하수관리계획 등을 실시하여 제도권 밖에서 무방비상태로 관리되고 있는 시설물들에 대한 관리대책이 수립되어야 할 것이다.

<표 1-5-1> 해황지구 지하수개발·이용 현황

(단위 : 공)

| 구 분 | 행정자료 ⁽¹⁾ | | | | 지하수 ⁽²⁾ 조사연보 | 금회조사 ⁽³⁾ | | | | |
|-------------|---------------------|-----|------|-----|----------------------------|---------------------|----|------|------|---|
| | 계 | 허가 | 신고 | 미신고 | | 계 | 허가 | 신고 | 미신고 | |
| 해황지구 | 465 | - | 449 | 16 | 1,378 | 157 | - | 141 | 16 | |
| 구성비(%) | 100.0 | - | 96.6 | 3.4 | 100.0 | 100.0 | - | 89.8 | 10.2 | |
| 향 산 면 | 관촌리 | 15 | - | 14 | 1 | - | 3 | - | 2 | 1 |
| | 남리리 | 15 | - | 14 | 1 | - | 7 | - | 6 | 1 |
| | 부곡리 | 21 | - | 21 | - | - | 5 | - | 5 | - |
| | 송호리 | 50 | - | 48 | 2 | - | 11 | - | 9 | 2 |
| | 연당리 | 13 | - | 10 | 3 | - | 4 | - | 1 | 3 |
| | 연호리 | 136 | - | 132 | 4 | - | 54 | - | 50 | 4 |
| | 옥동리 | 19 | - | 19 | - | - | 6 | - | 6 | - |
| | 외입리 | 17 | - | 16 | 1 | - | 8 | - | 7 | 1 |
| | 우항리 | 9 | - | 9 | - | - | 4 | - | 4 | - |
| | 원호리 | 52 | - | 52 | - | - | 20 | - | 20 | - |
| | 일신리 | 28 | - | 26 | 2 | - | 11 | - | 9 | 2 |
| | 한자리 | 76 | - | 74 | 2 | - | 20 | - | 18 | 2 |
| 호동리 | 14 | - | 14 | - | - | 4 | - | 4 | - | |

※ 자료출처 : (1) 서울행정시스템(2018), (2) 지하수 조사연보(2017), (3) KRC 현장조사자료



<그림 1-5-1> 허가·신고 형태별 지하수시설 현황도

1.5.2 용도별 지하수 개발 현황

해남군의 새올행정시스템(2018) 자료에 의하면 해황지구의 용도별 지하수 개발현황은 생활용이 473공(50.2%), 농업용 지하수 시설이 465공(49.4%), 공업용 4공(0.4%) 등으로 분석되었다<그림 1-5-2>.

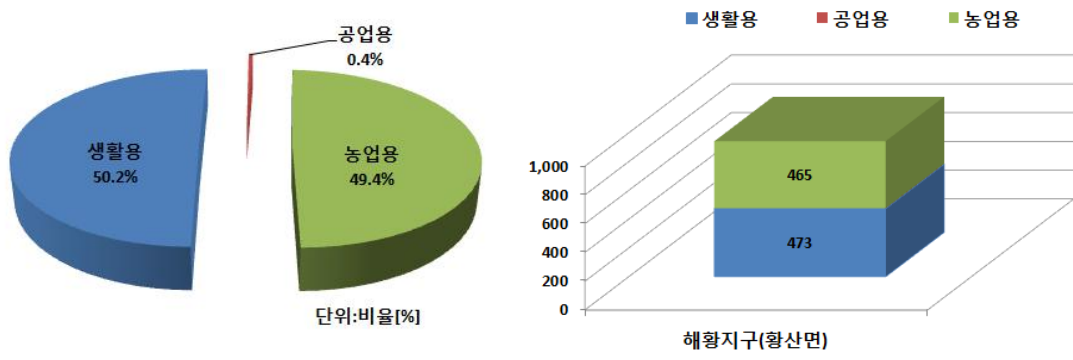
금회조사에서는 지역개발행정자료(새올행정정보시스템)의 농업용 지하수시설과 농업기반시설 공공관정을 기초로 하여 현장조사를 실시하였다. 정밀현황조사 대상인 공공관정에 대해서는 시설점검을 실시하였으며 관정현황조사는 리별 면적을 고려하여 최대한 등분포로 조사하였다. 조사대상 농업용 지하수시설 465공 중 금회조사에서 157공을 현장조사를 실시하였다<표 1-5-2>.

<표 1-5-2> 용도별 지하수개발 현황

(단위 : 공)

| 읍 면 | 행정자료(지자체) ⁽¹⁾ | | | | | 조사연보 ⁽²⁾ (농업용) | 금회조사 ⁽³⁾ (농업용) | | |
|-------------|--------------------------|------|-----|------|-----|------------------------------|------------------------------|------|------|
| | 계 | 생활용 | 공업용 | 농업용 | 기타 | | 계 | 공공관정 | 시설관정 |
| 해황지구 | 942 | 473 | 4 | 465 | - | 558 | 157 | 16 | 141 |
| 구성비(%) | 100.0 | 50.2 | 0.4 | 49.4 | - | 40.5 | 100.0 | 10.2 | 89.8 |
| 황 산 면 | 관춘리 | 48 | 33 | - | 15 | - | 3 | 1 | 2 |
| | 남리리 | 16 | 1 | - | 15 | - | 7 | 1 | 6 |
| | 부곡리 | 31 | 10 | - | 21 | - | 5 | - | 5 |
| | 송호리 | 136 | 86 | - | 50 | - | 11 | 2 | 9 |
| | 연당리 | 19 | 6 | - | 13 | - | 4 | 3 | 1 |
| | 연호리 | 219 | 83 | - | 136 | - | 54 | 4 | 50 |
| | 옥동리 | 47 | 28 | - | 19 | - | 6 | - | 6 |
| | 외입리 | 27 | 10 | - | 17 | - | 8 | 1 | 7 |
| | 우항리 | 22 | 13 | - | 9 | - | 4 | - | 4 |
| | 원호리 | 156 | 100 | 4 | 52 | - | 20 | - | 20 |
| | 일신리 | 66 | 38 | - | 28 | - | 11 | 2 | 9 |
| | 한자리 | 131 | 55 | - | 76 | - | 20 | 2 | 18 |
| 호동리 | 24 | 10 | - | 14 | - | 4 | - | 4 | |

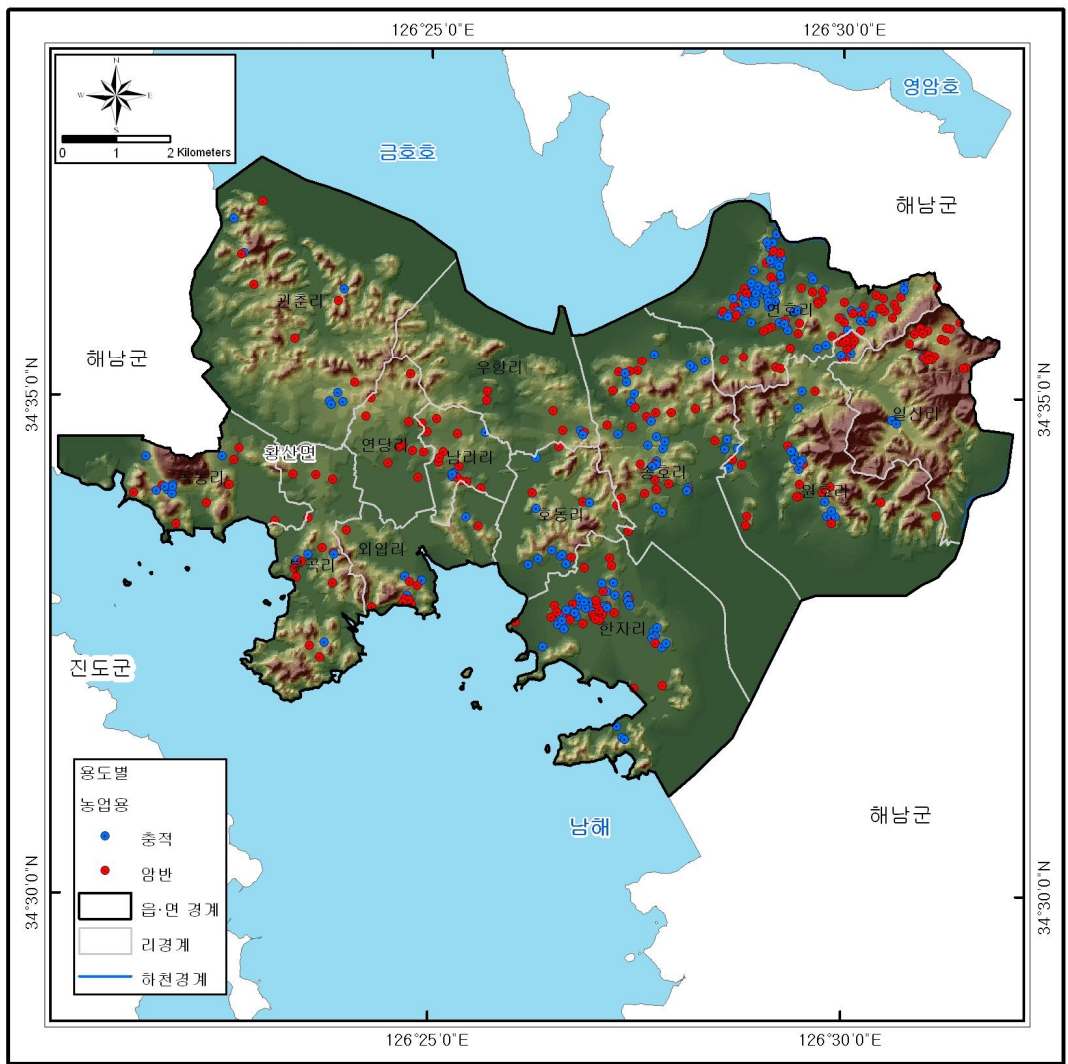
* 자료출처 : (1) 새올행정시스템(2018), (2) 지하수 조사연보(2017), (3) KRC 현장조사자료



용도별 지하수 개발 비율

용도별 지하수 개발 개소수

<그림 1-5-2> 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 개발지역의 지형과 지질적인 요소에 의해서도 달라진다.

해황지구에서 현장조사된 관정 중 암반/충적 구분이 가능한 조사 자료를 분류한 결과, 충적관정은 32공(20.4%), 암반관정은 125공(79.6%)로 암반관정이 상대적으로 더 많았다. 리별로 분류한 결과 연호리가 충적관정 18공, 암반관정 36공 등 총 54공(34.4%)으로 다른 지역에 비해 상대적으로 밀집되어 분포하는 것으로 확인되었다<표 1-5-3~6>.

해황지구의 지하수관정 개발 밀도는 8.91공/km²로 전라남도 평균인 21.23공/km² 보다 매우 낮은 수준이다. 동리별로 보면 연호리(23.48공/km²), 원호리(12.65공/km²), 한자리(10.85공/km²) 순으로 다른 리에 비해서 연호리에 관정이 집중적으로 분포된 특성을 나타낸다.

해황지구는 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 전남의 평균인 49.10공/km² 보다 낮은 13.37공/km²의 값을 보인다.

<표 1-5-3> 관정형태별 지하수개발현황

(단위 : 공)

| 구 분 | 계 | | | 농업용 | | | |
|-------------|-------|------|------|-------|------|------|----|
| | 소계 | 층적 | 암반 | 소계 | 층적 | 암반 | |
| 해황지구 | 157 | 32 | 125 | 157 | 32 | 125 | |
| 구성비(%) | 100.0 | 20.4 | 79.6 | 100.0 | 20.4 | 79.6 | |
| 황 산 면 | 관춘리 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 |
| | 남리리 | 7 | - | 7 | 7 | - | 7 |
| | 부곡리 | 5 | - | 5 | 5 | - | 5 |
| | 송호리 | 11 | 2 | 9 | 11 | 2 | 9 |
| | 연당리 | 4 | - | 4 | 4 | - | 4 |
| | 연호리 | 54 | 18 | 36 | 54 | 18 | 36 |
| | 옥동리 | 6 | - | 6 | 6 | - | 6 |
| | 외입리 | 8 | - | 8 | 8 | - | 8 |
| | 우항리 | 4 | - | 4 | 4 | - | 4 |
| | 원호리 | 20 | 2 | 18 | 20 | 2 | 18 |
| | 일신리 | 11 | 1 | 10 | 11 | 1 | 10 |
| | 한자리 | 20 | 7 | 13 | 20 | 7 | 13 |
| 호동리 | 4 | 1 | 3 | 4 | 1 | 3 | |

※ 자료출처 : 2018 해황지구 농촌지하수관리사업 현장조사 자료(한국농어촌공사, 2018)

<표 1-5-4> 구경별 현황

(단위 : 공)

| 해황지구 | 계 | 50이하 | 51-100 | 101-200 | 201-300 | 비 고 |
|------|-----|------|--------|---------|---------|-----|
| 계 | 157 | 32 | 108 | 16 | - | 1 |
| 층적 | 32 | 32 | - | - | - | - |
| 암반 | 125 | - | 108 | 16 | - | 1 |

※ 자료출처 : 2018 해황지구 농촌지하수관리사업 현장조사 자료(한국농어촌공사, 2018)

※ (1) 관정매립 등의 이유로 굴착구경 정보를 확인할 수 없는 시설

<표 1-5-5> 토출관구경별 현황

(단위 : 공)

| 해황지구 | 계 | 31이하 | 32-40 | 41-50 | 51이상 | 기타 |
|------|-----|------|-------|-------|------|----|
| 계 | 157 | 44 | 101 | 11 | - | 1 |
| 층적 | 32 | 15 | 14 | 3 | - | - |
| 암반 | 125 | 29 | 87 | 8 | - | 1 |

※ 자료출처 : 2018 해황지구 농촌지하수관리사업 현장조사 자료(한국농어촌공사, 2018)

※ (1) 관정매립 등의 이유로 굴착구경 정보를 확인할 수 없는 시설

<표 1-5-6> 지하수관정 개발 밀도

| 동리별 | 개소수 (공) | 면적 (km ²) | 관정밀도 (공/km ²) |
|-----------|-----------------------|--------------------------|------------------------------|
| 전라남도 | 261,572 ¹⁾ | 12,3318.79 ²⁾ | 21.23 |
| 해황지구(황산면) | 942 ³⁾ | 105.75 ²⁾ | 8.91 |
| 관춘리 | 48 | 16.89 | 2.84 |
| 남리리 | 16 | 2.39 | 6.70 |
| 부곡리 | 31 | 6.37 | 4.87 |
| 송호리 | 136 | 13.15 | 10.34 |
| 연당리 | 19 | 3.46 | 5.49 |
| 연호리 | 219 | 9.33 | 23.48 |
| 옥동리 | 47 | 5.75 | 8.17 |
| 외입리 | 27 | 4.13 | 6.54 |
| 우향리 | 22 | 7.53 | 2.92 |
| 원호리 | 156 | 12.33 | 12.65 |
| 일신리 | 66 | 7.78 | 8.48 |
| 한자리 | 131 | 12.08 | 10.85 |
| 호동리 | 24 | 4.56 | 5.26 |

※ 자료출처 : 1)지하수조사연보(2017), 2)통계연보(전라남도, 해남군,2017), 3)새울행정시스템(2018)

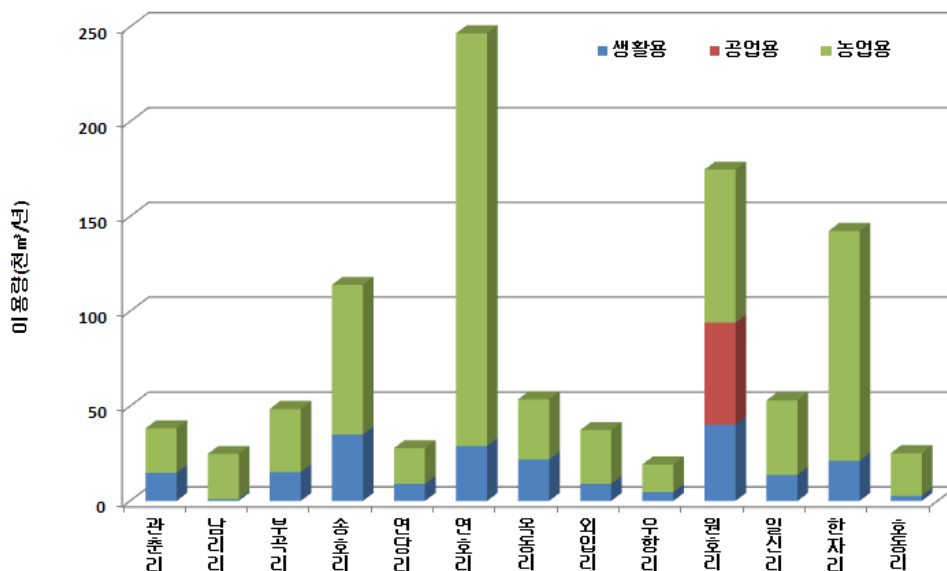
<표 1-5-7> 임야 제외지역 지하수관정 개발 밀도

| 읍면별 | 개소수 (공) | 임야 제외 면적 (km ²) | 관정밀도 (공/km ²) |
|------|-----------------------|--------------------------------|------------------------------|
| 전라남도 | 261,079 ¹⁾ | 5,314.46 ²⁾ | 49.10 |
| 해남군 | 34,155 ¹⁾ | 566.68 ²⁾ | 60.27 |
| 해황지구 | 942 ³⁾ | 70.45 ²⁾ | 13.37 |

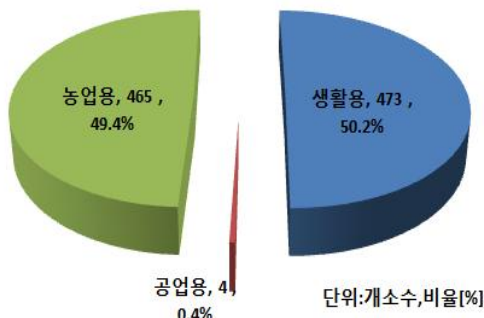
※ 자료출처 : 1)지하수조사연보(2017), 2)통계연보(전라남도, 해남군,2017), 3)새울행정시스템(2018)

1.5.4 용도별 지하수 이용 현황

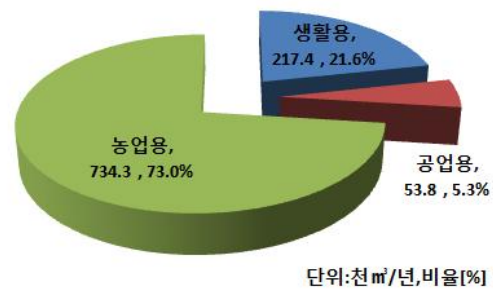
용도별 지하수 이용현황을 살펴보면 생활용 지하수시설이 473공으로 해황지구 전체(942공)의 50.2%, 이용량은 217.4천m³/년(21.6%)을 차지하고 있다. 농업용 지하수시설은 465공(49.4%), 이용량은 734.3천m³/년(73.0%)으로 해황지구의 대부분이 농업용으로 사용되고 있다. 나머지 공업용과 기타 지하수시설은 개발·이용 정도가 매우 미비하다. 지역별로는 연호리에 개발·이용 중인 지하수 시설수가 전체의 23.2%(219공)이고, 이용량은 26.2%(246.6천m³/년)로 가장 많다<그림 1-5-4>.



<그림 1-5-4> 동리별·용도별 지하수이용현황



<그림 1-5-5> 용도별 지하수 개소수



<그림 1-5-6> 용도별 지하수 이용량

생활용 지하수의 가정용 개소수가 412공(87.1%)으로 가장 많이 개발되었으며 이용량은 역시 가정용이 생활용 지하수 이용량의 52.5%(114.1천m³/년)로 가장 많이 이용되고 있는 것으로 조사되었다<표 1-5-8>.

<표 1-5-8> 생활용 이용현황

(단위 : 공, 천m³/년)

| 구 분 | | 계 | 가정용 | 일반용 | 학교용 | 민방위 | 간이 상수도 | 상수도 | 농업생활겸용 | 기타 |
|-----|--------|-------|-------|------|-----|-----|--------|-----|--------|-----|
| 개소수 | 수량 | 473 | 412 | 25 | - | - | 8 | - | 25 | 3 |
| | 백분율(%) | 100.0 | 87.1 | 5.3 | - | - | 1.7 | - | 5.3 | 0.6 |
| 이용량 | 수량 | 217.4 | 114.1 | 34.2 | - | - | 47.7 | - | 20.4 | 1.0 |
| | 백분율(%) | 100.0 | 52.5 | 15.7 | - | - | 21.9 | - | 9.4 | 0.5 |

농업용 지하수는 전작용의 개소수가 268개소(57.6%)로 가장 많이 존재하며 이용량 역시 농업용 지하수의 62.7%(460.3천m³/년)로 가장 많이 이용하고 있는 것으로 조사되었다. 답작용 지하수 이용 시설은 146개소(31.4%), 지하수 이용량은 25.1%(183.8천m³/년)로 전작용 다음으로 많이 이용되고 있으며 전작용과 답작용이 농업용 이용현황의 87% 이상을 차지한다<표1-5-9>.

이는 전작용 관정의 평균 공당 이용량이 답작용에 비해 상대적으로 크음을 의미하고, 향후 작부체계 변화에 따른 지하수 이용량 추세가 크게 변화 할 수 있음을 의미한다.

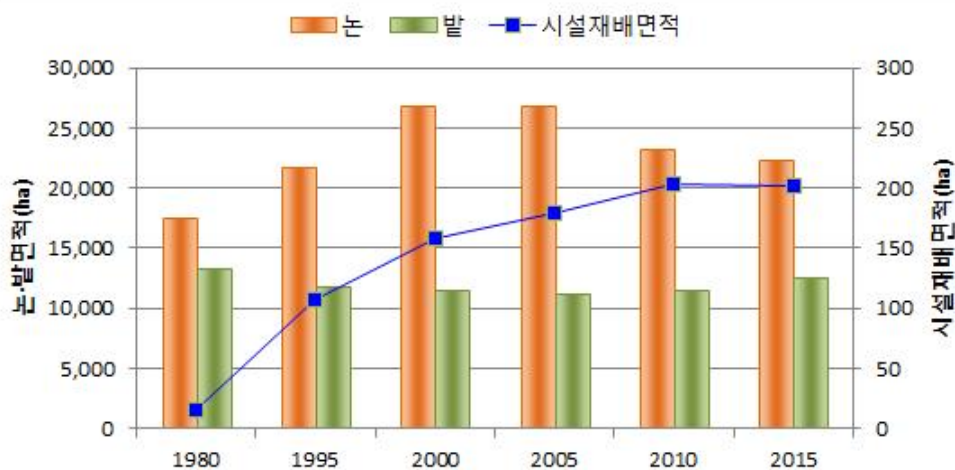
<표 1-5-9> 농업용 이용현황

(단위 : 공, 천m³/년)

| 구 분 | | 계 | 전작용 | 답작용 | 원예용 | 수산업 | 축산업 | 양어장 | 기타 |
|-----|--------|-------|-------|-------|------|-----|-----|-----|-----|
| 개소수 | 수량 | 465 | 268 | 146 | 35 | 1 | 13 | 1 | 1 |
| | 백분율(%) | 100.0 | 57.6 | 31.4 | 7.5 | 0.2 | 2.9 | 0.2 | 0.2 |
| 이용량 | 수량 | 734.3 | 460.3 | 183.8 | 76.5 | 1.7 | 6.9 | 4.1 | 0.9 |
| | 백분율(%) | 100.0 | 62.7 | 25.1 | 10.4 | 0.2 | 0.9 | 0.6 | 0.1 |

<그림 1-5-7>는 1980년 이후 해남군의 논, 밭 및 시설재배면적 변화추이를 나타낸 그래프이다(농림어업총조사, 1980~2015). 밭 면적은 감소하는 경향을 보이다가 최근에는 증가하는 경향을 보이고 있으며, 시설재배 면적은 꾸준히 증가하고 있다. 논 면적은 2000년까지 급격히 증가하였다가 2000년 이후에 감소하는 경향을 나타내고 있음을 확인할 수 있다. 지난 30년간 농업형태 변화는 밭 면적이 1,000ha 감소하였고, 논 면적은 약 5,000ha 증가하였으며, 시설재배면적은 약 200ha가량 증가하였다.

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 급회 조사에서 누락된 동절기 지하수 실태조사 및 이용량 현황조사를 필히 실시하여 향후 발생가능한 지하수 장해에 대비할 필요가 있다고 판단된다.

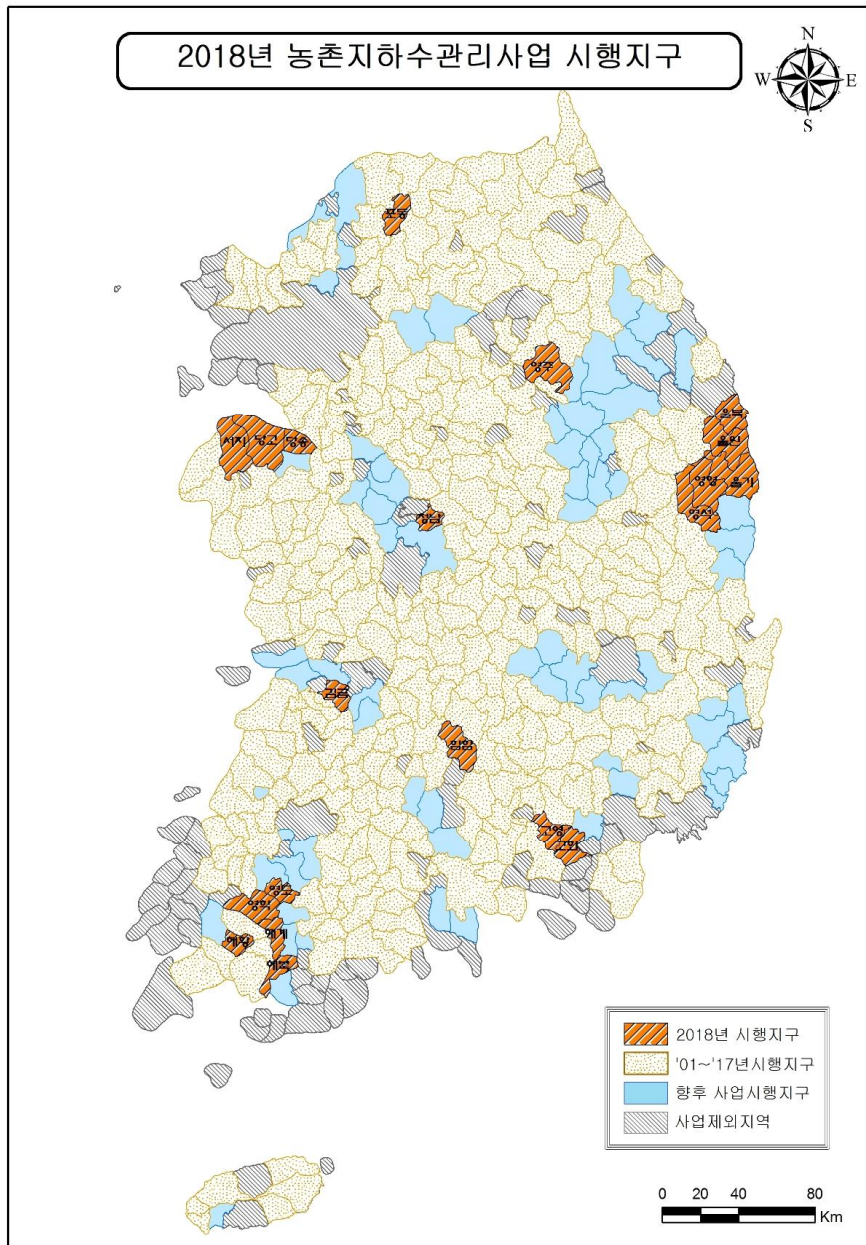


<그림 1-5-7> 논, 밭, 시설재배면적 변화추이

1.6 농어촌지하수관리시스템(농어촌지하수넷)

1.6.1 구축 현황

농어촌지하수관리시스템(농어촌지하수넷)을 통해 사업시행대상 352 농촌용수구역 중 '17년까지 263지구 농촌용수구역(91개 시군 지역)에 대한 농어촌지하수 조사결과를 인터넷 기반의 WebGIS 지도 서비스로 제공함



<그림 1-6-1> 2018년 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 | 263 | 34 | 29 | 23 | 31 | 28 | 40 | 40 | 33 | 5 |
| 2001 | 2 | 화남2 | - | - | - | - | - | - | 김진 | - |
| 2002 | 4 | 화서 | - | 제산 | 아송 | - | 무망 | - | - | - |
| 2003 | 8 | 평포 화비 | 원문 | - | 아인 | 부동 | 무일 | 칠석 | 김장 | - |
| 2004 | 11 | 평고 | 원관 원지 | 음산 음원 | 아영 | 부백 정입 | 무청 | 영화 | 진집 | - |
| 2005 | 15 | 평서 이흥 | 원양 춘동 | 제봉 금남 | 공정 금남 | 정북 순금 | 무현 보성 | 영금 상리 | 진수 | - |
| 2006 | 15 | 이철 광초 | 춘신 횡둔 | 진리 괴칠 | 유구 금부 | 정산 순동 | 보노 | 영자 상외 | 진지 사용 | - |
| 2007 | 20 | 광포 김고 여서 | 횡소 홍화 평용 | 진백2 괴청 | 공논 금북 | 정감 순쌍 장번 | 보문 보벌 | 상화 금대 | 사포 하금 | 제애 |
| 2008 | 23 | 김양 여북 파교 | 홍두 평방 평대 | 괴도 옥동 | 논벌 부서 | 장계 진상 고신 | 화춘 장북 동평 | 상사 금봉 군부 | 하적 합적 거가 | 제조 |
| 2009 | 23 | 여감 파문 용남 | 화간 양동 | 옥청 영양 | 논산 부흥 부은 | 진백 고원 고광 | 화릉 장삼 장군 | 감문 군위 문호 | 합울 거남 밀부 | 제한 |
| 2010 | 23 | 파적 용외 가외 | 화상 양방 | 청부 영산 | 기산 남포 청청 | 무직 남보 임삼 | 장관 영갑 함손 | 문산 청송 안예 | 거고 밀하 거사 | 제대 |
| 2011 | 17 | 용기 가북 | 인북 고거 | 영황 보마 | 서비 보외 | 무설 남대 순강 | 함신 | 청현 안풍 | 거장 창계 | 제남 |
| 2012 | 16 | 가설 안고 | 고죽 인남 | 보내 | 보청 청화 | 남운 | 함라 신압 진진 | 안길 봉법 봉영 | 창리 산산 | - |
| 2013 | 16 | 안서 양조 | 인상 명성 | 보미 | 청대 홍금 | 익용 | 진군 곡고 승상 | 봉석 춘양 봉상 | 산신 양하 | - |
| 2014 | 16 | 안삼 남진 | 양손 명사 | 중신 | 홍서 예대 | 완봉 | 곡옥 곡석 승외 | 선산 영연 경감 | 산신2 남설 | - |
| 2015 | 17 | 포군 양남 | 명강 삼근 | - | 근흥 예오 | - | 승서 승해 고대 고과 | 영기 경서 선해 영청 | 산삼 남이2 남서 | - |
| 2016 | 19 | 강내 강선 | 철동 | 원양 중상 | 예광 태면 | 익오 완화 | 승월 해산 고도 고포 | 의신 의단 의금 선장 | 의부 의정 | - |
| 2017 | 18 | 포신 | 철근 | 청북 | 서해 태이 | 남이 | 담고 담용 담수 해삼 해현 | 의안 의옥 청도 청운 | 함철 함법 함수 | - |

<표 1-6-2> 행정구역별 조사현황

| 구 분 | 계 | 경기 | 강원 | 충북 | 충남 | 전북 | 전남 | 경북 | 경남 | 제주 |
|-------|----|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----|
| 계(지구) | 91 | 11 | 12 | 9 | 11 | 9 | 13 | 12 | 13 | 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 | - |

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

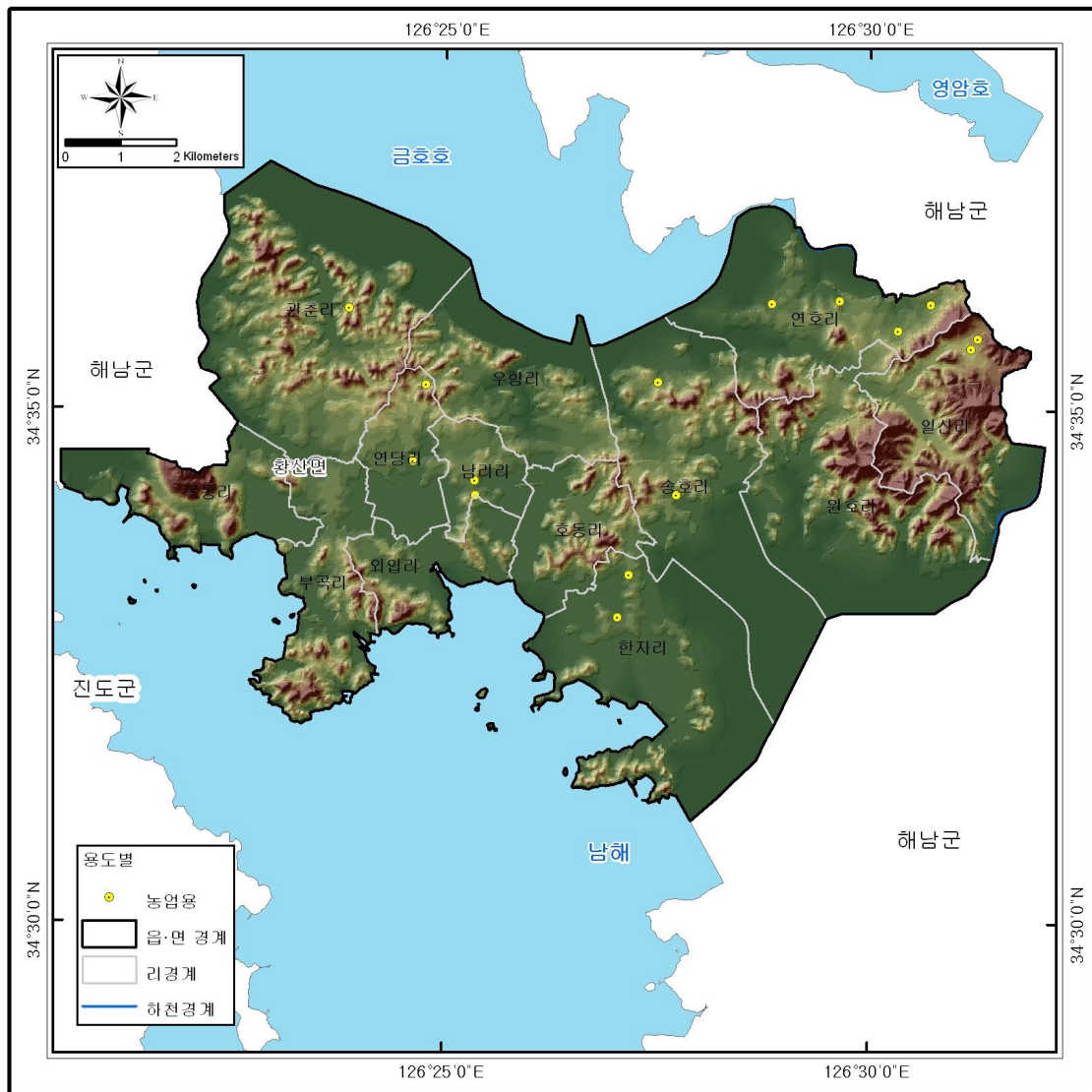
II

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, 해황지구에는 총 16개의 공공관정이 개발되어 있다. 이중 6개소가 전작용, 10개소가 답작용 농업용수로 이용되고 있는 것으로 조사되었다<그림 2-1-1>.



<그림 2-1-1> 공공관정 현황도

<표 2-1-1> 공공관정 개발 현황

| 구분 | 계 | 농업용 | | |
|-----|----|-----|-----|-----|
| | | 전작용 | 답작용 | 원예용 |
| 계 | 16 | 6 | 10 | - |
| 관촌리 | 1 | 1 | - | - |
| 남리리 | 1 | - | 1 | - |
| 송호리 | 2 | 1 | 1 | - |
| 연당리 | 3 | 1 | 2 | - |
| 연호리 | 4 | 2 | 2 | - |
| 외입리 | 1 | 1 | - | - |
| 일신리 | 2 | - | 2 | - |
| 한자리 | 2 | - | 2 | - |

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 | 해남군 | 황산면 | 관춘리 | 158-14 | 농업용 | 전작용 | 해남군 |
| 2 | 해남군 | 황산면 | 남리리 | 757-2 | 농업용 | 답작용 | 해남군 |
| 3 | 해남군 | 황산면 | 송호리 | 695 | 농업용 | 전작용 | 해남군 |
| 4 | 해남군 | 황산면 | 송호리 | 1324-10 | 농업용 | 답작용 | 해남군 |
| 5 | 해남군 | 황산면 | 연당리 | 산27 | 농업용 | 전작용 | 해남군 |
| 6 | 해남군 | 황산면 | 연당리 | 391-6 | 농업용 | 답작용 | 해남군 |
| 7 | 해남군 | 황산면 | 연당리 | 704-17 | 농업용 | 답작용 | 해남군 |
| 8 | 해남군 | 황산면 | 연호리 | 599-1 | 농업용 | 답작용 | 해남군 |
| 9 | 해남군 | 황산면 | 연호리 | 50-1 | 농업용 | 답작용 | 해남군 |
| 10 | 해남군 | 황산면 | 연호리 | 1364 | 농업용 | 전작용 | 해남군 |
| 11 | 해남군 | 황산면 | 연호리 | 486-2 | 농업용 | 전작용 | 해남군 |
| 12 | 해남군 | 황산면 | 외입리 | 1037-1 | 농업용 | 전작용 | 해남군 |
| 13 | 해남군 | 황산면 | 일신리 | 636-5 | 농업용 | 답작용 | 해남군 |
| 14 | 해남군 | 황산면 | 일신리 | 643-6 | 농업용 | 답작용 | 해남군 |
| 15 | 해남군 | 황산면 | 한자리 | 498-1 | 농업용 | 답작용 | 해남군 |
| 16 | 해남군 | 황산면 | 한자리 | 산14-1 | 농업용 | 답작용 | 해남군 |

2.2.2 농업용 공공관정 점검표

농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

| 구 분 | 내 용 | | |
|------------|---|------|--------------|
| 지 구 명 | 해황지구 (일련번호: WHAE42520180046) / 허가신고번호 : | | |
| 위 치 | 전라남도 해남군 황산면 연당리 391-6번지 (위도: 34° 34' 30.12" , 경도: 126° 24' 37.90") | | |
| 채 수 량 | 300 m ³ /day | | |
| 제 원 | 가) 구 경 : 200mm 나) 심 도 : 150 m | | |
| 수중모터펌프 | 가) 마 력 : 5.0HP 나) 설치심도 : m 다) 토출관구경 : 40 mm | | |
| 개발년도(연장허가) | 년 월 일 | | |
| 점검자 소속 | 한국농어촌공사 전남지역본부 | 점검일자 | 2017년 6월 13일 |





나. 세부점검내역

| 분야별 | 구 분 | 점 검 항목 | 점검사항 | 점 검 내 용 | 점 검 결 과 | |
|-----------|-------------|------------|---------|-----------------|------------------|------|
| 지 질 / 수 질 | 관 정 | 수 질 | 수질검사 | 검사일 | — | |
| | | | | 농업용 수질기준 | — | |
| | | | | 부적합 항목 | — | |
| | | 관 정 | 자연수위 | 자연수위 측정 | 3.1m | |
| | | | | 양 수 량 | 양수량의 적정여부 | — |
| | | | | 이 물 질 배출여부 | 이물질, 오염물질배출여부 | — |
| | | 양수장 및 보호공 | 균 열 침 하 | 균열 | 균열, 백태, 박리, 파손여부 | 양호 |
| | | | | 누 수 | 위치, 누수원인, 누수여부 | 양호 |
| | | | | 침 하 | 침하부위, 원인 및 정도 | 양호 |
| | | 오염방지 시설 | 덮개부식 | 덮개파손 | 파손 및 시건장치 유무 | 양호 |
| | | | | 녹발생 | 녹발생 및 부식정도 | 양호 |
| | | | | 유 량 계 | 작동유무 및 파손여부 | 해당없음 |
| | | 측 정 장 치 | 출수장치 | 출수장치 | 출수장치의 파손여부 | 양호 |
| 수위측정관 | 수위측정관의 관리상태 | | | 해당없음 | | |
| 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, 수위측정관 미설치 | | |
| 대 책 | 유량계, 수위측정관 설치 | | |
| 추정소요사업비 (공 종 별) | 공 종 (항 목) | 처 리 내 역 | 처 리 비 용 |
| | 유량계 | 설치 | 231천원 |
| | 수위측정관 | 설치 | 167천원 |
| | | | |
| | | | |
| | 계 | | 398천원 |

라. 사진대지

| | |
|---|--|
|  |  |
| 사 진 (외 부) | 사 진 (내 부) |
|  |  |
| 사 진 (배전함) | 사 진 (계량기) |

2.3 농업용 공공관정 점검결과 및 관리방안

2.3.1 점검결과

해황지구 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 | 16 | 1 | 1 | 15 | - | - | - | - | 15 | - | - |
| 관촌리 | 1 | - | - | 1 | - | - | - | - | 1 | - | - |
| 남리리 | 1 | - | - | 1 | - | - | - | - | 1 | - | - |
| 송호리 | 2 | - | - | 2 | - | - | - | - | 2 | - | - |
| 연당리 | 3 | - | - | 3 | - | - | - | - | 3 | - | - |
| 연호리 | 4 | 1 | 1 | 3 | - | - | - | - | 3 | - | - |
| 외입리 | 1 | - | - | 1 | - | - | - | - | 1 | - | - |
| 일신리 | 2 | - | - | 2 | - | - | - | - | 2 | - | - |
| 한자리 | 2 | - | - | 2 | - | - | - | - | 2 | - | - |

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.

해황지구의 16개 농업용 공공관정을 확인한 결과 2017년도 10월 기준으로 영향조사가 이미 완료되었거나 현재 진행 중에 있으며 공공관정에 대한 관리가 비교적 잘되고 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.

해황지구의 경우 사후관리가 필요한 관정을 확인한 결과 2017년도 10월 기준으로 사후관리가 이미 완료되었거나 현재 진행 중에 있으므로 공공관정에 대한 관리가 잘 이뤄지고 있는 것으로 확인되었다.

나. 업무흐름도

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

2.3.4 지하수수질검사 제안

가. 배경 및 현황

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

해황지구 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

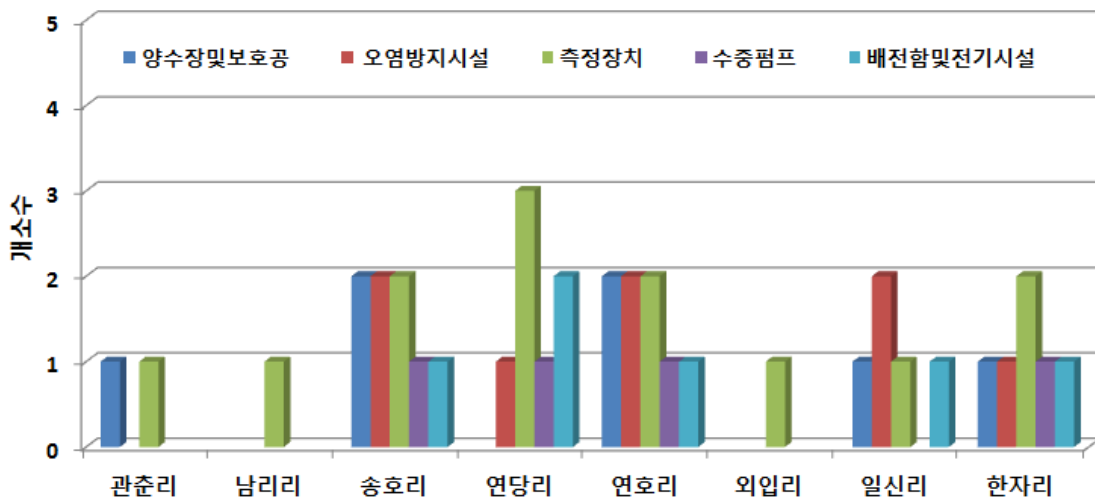
나. 업무흐름도

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

2.3.6 시설물정비 제안

가. 배경 및 현황

일제조사 결과를 바탕으로 시설의 기능유지 및 안전상 위험 등이 있는 경우 보수 또는 보강을 실시하여야 한다. 해황지구에서는 양수장 및 보호공 7건, 오염방지시설 8건, 측정장치 13건, 수중펌프 4건, 배전함 및 전기시설 6건 등 총 38건에 대해 15개소에서 시설물 정비를 실시하여야 한다<표 2-3-2>.



<그림 2-3-1> 해황지구 리별 시설물관리 대상 관정수

<표 2-3-2> 시설물관리 필요관정 제안

| | 위치 | | | | 시설물 | | | | |
|----|------|-----|-----|---------|-----------------|----------------|----------|----------|------------------|
| | 시군 | 읍면 | 동리 | 번지 | 양수장 및 보호공 | 오염 방지 시설 | 측정 장치 | 수중 펌프 | 배전함 및 전기시설 |
| 계 | 15개소 | | | | 7 | 8 | 13 | 4 | 6 |
| 1 | 해남군 | 황산면 | 관춘리 | 158-14 | 0 | | 0 | | |
| 2 | 해남군 | 황산면 | 남리리 | 757-2 | | | 0 | | |
| 3 | 해남군 | 황산면 | 송호리 | 695 | 0 | 0 | 0 | | |
| 4 | 해남군 | 황산면 | 송호리 | 1324-10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 해남군 | 황산면 | 연당리 | 산27 | | 0 | 0 | | 0 |
| 6 | 해남군 | 황산면 | 연당리 | 391-6 | | | 0 | | |
| 7 | 해남군 | 황산면 | 연당리 | 704-17 | | | 0 | 0 | 0 |
| 8 | 해남군 | 황산면 | 연호리 | 599-1 | 0 | 0 | | | |
| 9 | 해남군 | 황산면 | 연호리 | 50-1 | 0 | 0 | 0 | | |
| 10 | 해남군 | 황산면 | 연호리 | 1364 | | | 0 | 0 | 0 |
| 12 | 해남군 | 황산면 | 외입리 | 1037-1 | | | 0 | | |
| 13 | 해남군 | 황산면 | 일신리 | 636-5 | 0 | 0 | 0 | | 0 |
| 14 | 해남군 | 황산면 | 일신리 | 643-6 | | 0 | | | |
| 15 | 해남군 | 황산면 | 한자리 | 498-1 | | | 0 | | |
| 16 | 해남군 | 황산면 | 한자리 | 산14-1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Ⅲ

향 후 전 망

Ⅲ. 향후전망

3.1 지하수 개발·이용 전망

3.1.1 지하수개발가능량

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

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

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.

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

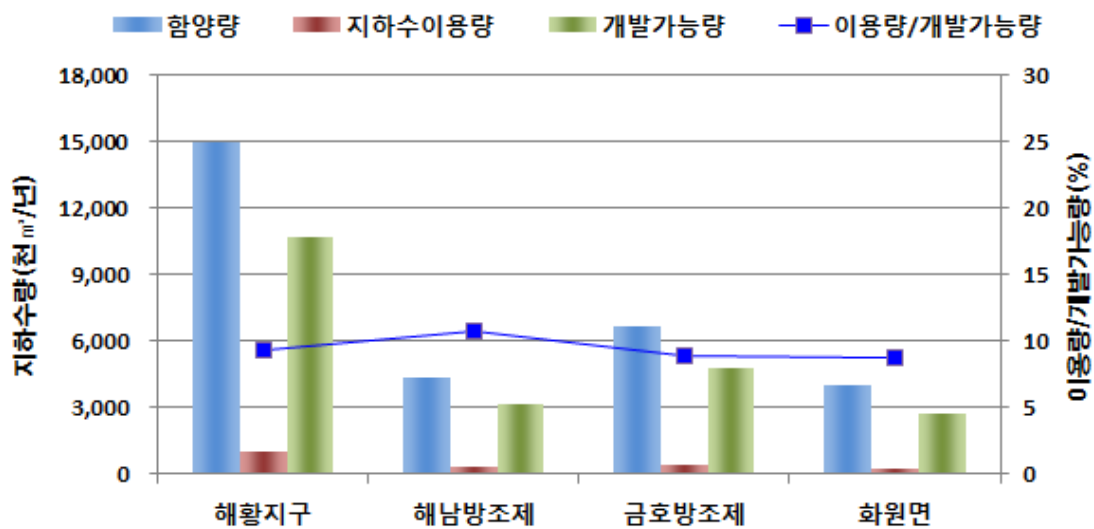
<그림 3-1-1>은 표준유역별 지하수 함양량, 지하수 이용량, 개발가능량, 개발가능량 대비 이용량 관계에 대하여 보여주고 있다. 해황지구의 지하수함양량은 15,026.96천 m^3 /년, 지하수 개발가능량은 10,694.36천 m^3 /년이며, 개발가능량의 약 9.40%에 해당하는 1,005.44천 m^3 /년의 지하수를 이용하는 것으로 분석된다. 유역별 개발가능량 대비 이용량의 비율은 다음의 범위로 나타났다<표 3-1-1>.

- 최대 : 해남방조제 10.77%
- 최소 : 화원면 8.79%
- 해황지구 : 26.44%

표준유역별 개발가능량 대비 이용량은 해남방조제에서 10.77%로 가장 높고, 화원면이 8.79%로 가장 낮다. 지구 전반적인 개발가능량 대비 이용량은 9.40%로 매우 낮은 수치를 나타내며 전반적인 향후 지하수 개발가능량은 매우 풍부한 것으로 판단된다.

<표 3-1-1> 유역별 지하수 개발가능량

| 유역 | 면적 (km ²) | 10년빈도가 뚝강수량 (mm/년) | 함양량 (천m ³ /년) | 지하수이용량 (천m ³ /년) | 개발가능량 (천m ³ /년) | 이용량/ 개발가능량 (%) |
|-------|-----------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------------|----------------------|
| 해황지구 | 105.75 | 869.19 | 15,026.96 | 1,005.44 | 10,694.36 | 9.40 |
| 해남방조제 | 29.40 | 911.15 | 4,361.40 | 335.64 | 3,116.82 | 10.77 |
| 금호방조제 | 48.45 | 853.30 | 6,667.12 | 426.65 | 4,809.81 | 8.87 |
| 화원면 | 27.90 | 852.58 | 3,998.44 | 243.15 | 2,767.74 | 8.79 |



<그림 3-1-1> 유역별 지하수 이용량 및 개발가능량

나. 동리별 개발가능량 분석

<그림 3-1-2>는 동리별 지하수 함양량, 지하수 이용량, 개발가능량, 개발가능량 대 이용량 관계에 대하여 보여주고 있다. 해황지구의 지하수 함양량은 15,131.49천 m^3 /년이고, 지하수 이용량은 1,005.44천 m^3 /년, 개발가능량은 10,694.36천 m^3 /년으로 분석되어 개발가능량 대비 이용량은 9.40%인 것으로 분석되었다.

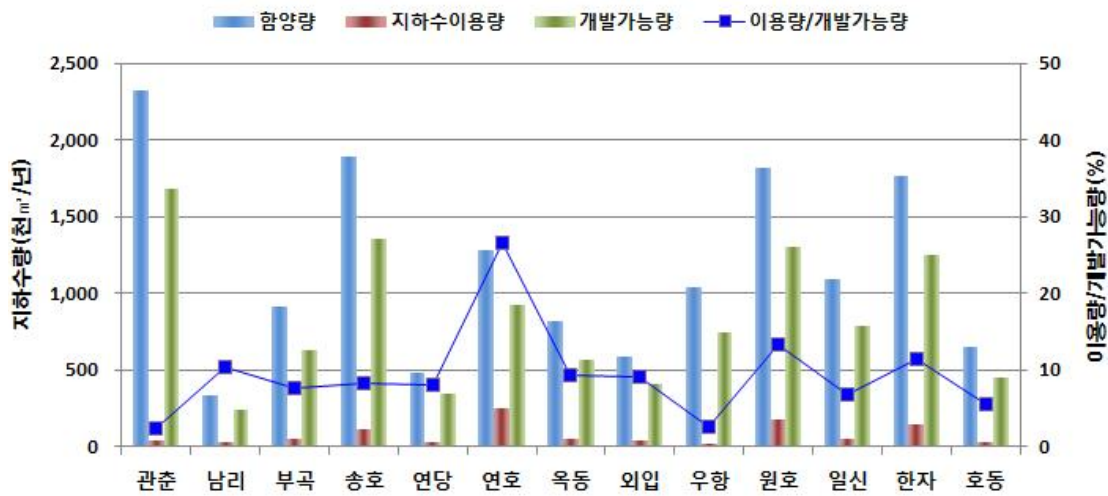
동리별 개발가능량 대비 이용량의 비율은 2.28~26.62%의 범위를 나타냄.

□ 최대 : 연호리 26.62%
□ 최소 : 관춘리 2.28%

해황지구의 함양량 대비 개발가능량은 70.68% 수준이며, 개발가능량 대비 이용량은 9.40% 수준으로 전반적으로 지구 내 개발가능한 지하수는 매우 풍부한 편인 것으로 판단된다. 단, 해황지구는 관정의 분포가 연호리에 밀집되어 분포하는 특징을 지니고 있으므로, 리 단위 개발가능량 산정을 통해 좀 더 세밀하게 확인하고, 향후 개발방안 수립 시 리 단위 계획을 세우는 것이 효과적일 것으로 판단된다<그림 3-1-2, 표 3-1-2>.

<표 3-1-2> 동리별 지하수개발 가능량 산정

| 동리 | 면적 (km ²) | 10년빈도가 뚝강수량 (mm) | 함양량 (천m ³ /년) | 지하수이용량 (천m ³ /년) | 개발가능량 (천m ³ /년) | 이용량/ 개발가능량 (%) |
|------|-----------------------|---------------------|--------------------------|-----------------------------|----------------------------|-------------------|
| 해황지구 | 105.75 | 869.19 | 15,131.49 | 1,005.44 | 10,694.36 | 9.40 |
| 관춘리 | 16.89 | 853.30 | 2,325.83 | 38.30 | 1,677.19 | 2.28 |
| 남리리 | 2.39 | 852.84 | 337.32 | 24.76 | 236.88 | 10.45 |
| 부곡리 | 6.37 | 852.61 | 911.12 | 48.53 | 631.53 | 7.69 |
| 송호리 | 13.15 | 888.85 | 1,896.78 | 113.91 | 1,359.65 | 8.38 |
| 연당리 | 3.46 | 852.95 | 486.25 | 27.82 | 343.62 | 8.10 |
| 연호리 | 9.33 | 853.34 | 1,284.42 | 246.57 | 926.20 | 26.62 |
| 옥동리 | 5.75 | 852.64 | 822.05 | 53.59 | 570.73 | 9.39 |
| 외입리 | 4.13 | 852.58 | 592.17 | 37.40 | 409.72 | 9.13 |
| 우항리 | 7.53 | 853.28 | 1,038.55 | 19.25 | 748.04 | 2.57 |
| 원호리 | 12.33 | 907.38 | 1,821.90 | 174.69 | 1,302.19 | 13.42 |
| 일신리 | 7.78 | 869.81 | 1,094.82 | 53.04 | 787.25 | 6.74 |
| 한자리 | 12.07 | 887.59 | 1,767.10 | 142.39 | 1,246.68 | 11.42 |
| 호동리 | 4.56 | 857.05 | 655.37 | 25.19 | 454.66 | 5.54 |



<그림 3-1-2> 동리별 지하수 이용량 및 개발가능량

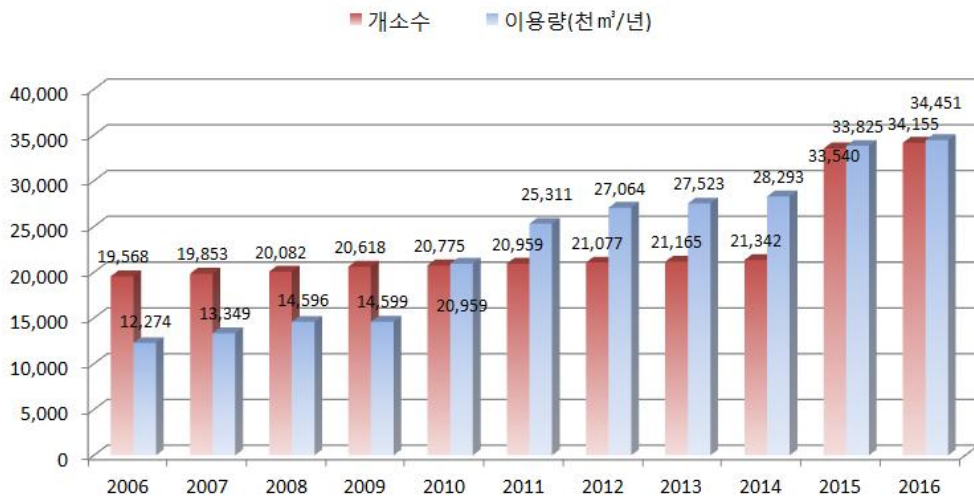
3.1.2 지하수개발 추세

해남군의 읍면별 관정현황, 신규개발 관정현황, 이용량 조사가 가능한 2006부터 2016년까지의 자료를 획득하여 증감추세를 분석하고 회귀분석을 실시하였다. 최근 11년간 해남군의 지하수 이용량과 관정 개소수는 꾸준히 증가추세에 있다<그림 3-1-3>.

<표 3-1-3> 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 |
| 2006 | 19,568 | 12,274 | 8,960 | 2,414 | 52 | 31 | 10,530 | 9,816 | 26 | 13 |
| 2007 | 19,853 | 13,349 | 9,001 | 2,691 | 55 | 66 | 10,772 | 10,580 | 25 | 13 |
| 2008 | 20,082 | 14,596 | 9,019 | 3,004 | 56 | 76 | 10,983 | 11,504 | 24 | 12 |
| 2009 | 20,618 | 14,599 | 9,069 | 3,005 | 58 | 76 | 11,489 | 11,518 | 2 | 1 |
| 2010 | 20,775 | 20,959 | 9,086 | 3,478 | 59 | 463 | 11,629 | 17,018 | 1 | - |
| 2011 | 20,959 | 25,311 | 9,129 | 4,543 | 59 | 492 | 11,770 | 20,276 | 1 | - |
| 2012 | 21,077 | 27,064 | 9,158 | 4,649 | 60 | 522 | 11,858 | 21,893 | 1 | - |
| 2013 | 21,165 | 27,523 | 9,189 | 4,751 | 63 | 539 | 11,912 | 22,232 | 1 | - |
| 2014 | 21,342 | 28,293 | 9,218 | 4,730 | 63 | 539 | 12,060 | 23,024 | 1 | - |
| 2015 | 33,540 | 33,825 | 14,687 | 6,843 | 66 | 550 | 18,786 | 26,431 | 1 | - |
| 2016 | 34,155 | 34,451 | 14,874 | 6,957 | 67 | 551 | 19,213 | 26,943 | 1 | - |

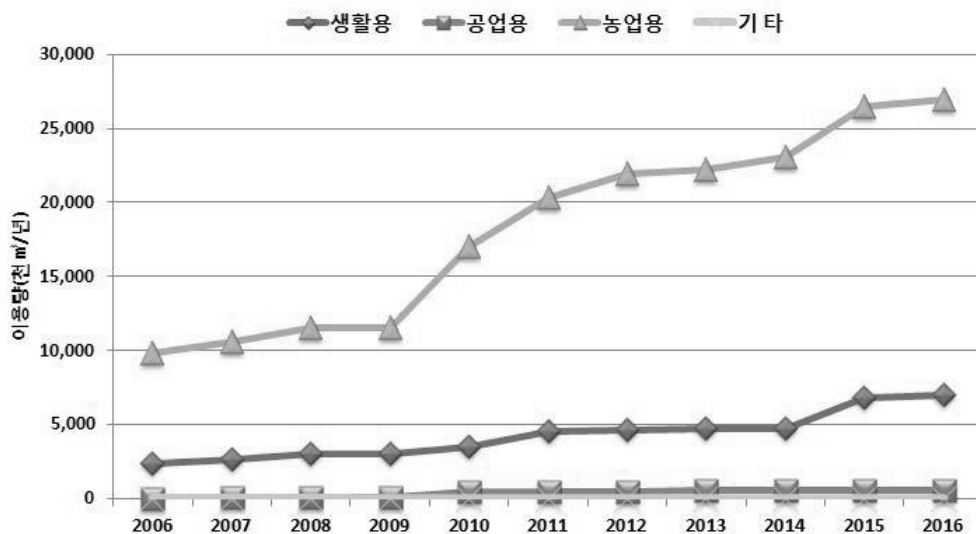
※ 자료출처 : 지하수조사연보(국토교통부, 2007~2017)



<그림 3-1-3> 연도별 지하수 이용·개발

해남군의 용도별 지하수 이용량은 농업용, 생활용, 공업용, 기타용 순으로 확인되었다<표 3-1-3>. 2006년도부터 지속적으로 지하수 이용량이 증가하고 있는 추세이며 용도별 이용량도 지속적으로 증가추세를 나타낸다. 최근 이용량의 증가는 농업용, 생활용 지하수 모두에서 나타나고 있고, 특히 2009년 이후 농업용 지하수의 이용량이 급증하고 있다<그림 3-1-4>.

이는 I 장 사업개요에서 언급한 것처럼 해남군의 작부체계 변화에 따른 동절기 지하수 이용량 증가로 인해 발생한 현상으로 이러한 추세는 지속적으로 이어질 가능성이 높으며, 향후 여러 지하수 장애문제를 야기 할 수 있으므로 지금부터 적절한 예방책이 강구되어야 할 것이다.



<그림 3-1-4> 해남군 용도별 지하수 이용량 추이

해황지구의 신규 지하수 시설물은 2011년 이후 연평균 약 111공이 개발되고 있으며, 그 중 생활용 지하수시설물의 개발이 연평균 75공으로 가장 많은 것으로 조사되었다<표 3-1-4>. 해황지구의 경우 2014년 이후 지하수 시설물 자진신고가 진행되어 개소수와 이용량이 급증하였다.

<표 3-1-4> 해황지구 용도별 신규관정 개발추이

(단위 : 공, 천m³/년)

| 년 도 | 총 계 | | 생활용 | | 공업용 | | 농업용 | | 기타용 | |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 개소수 | 이용량 | 개소수 | 이용량 | 개소수 | 이용량 | 개소수 | 이용량 | 개소수 | 이용량 |
| 2011년 | 11 | 428 | 3 | 73 | - | - | 8 | 354 | - | - |
| 2012년 | 4 | 55 | 1 | 14 | - | - | 3 | 41 | - | - |
| 2013년 | 5 | 30 | - | - | 1 | 4 | 4 | 26 | - | - |
| 2014년 | 3 | 19 | - | - | - | - | 3 | 19 | - | - |
| 2015년 | 638 | 270 | 448 | 148 | - | - | 190 | 122 | - | - |
| 2016년 | 6 | 6 | -2 | -1 | - | - | 8 | 7 | - | - |

※ 자료출처 : 지하수조사연보(국토교통부, 2012 ~ 2017)

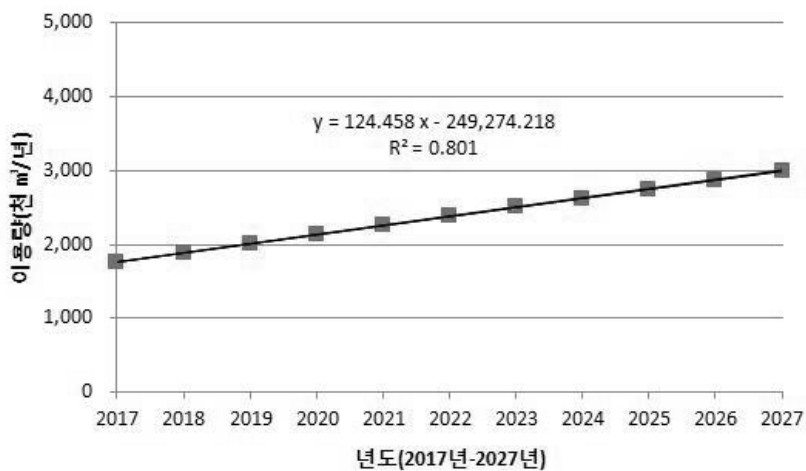
3.1.3 개발·이용 예측

2011년 이후 2017년까지 증감추세를 반영하여 회귀분석을 실시, 아래의 회귀 방정식을 산출하여 향후 해황지구의 지하수 이용량을 추정하였다. 그 결과 2018년 1,882천m³/년, 2027년 3,002천m³/년으로 증가할 것으로 전망된다.

$$Y = 124.458X - 249,274.218$$

<표 3-1-5> 연도별 지하수 이용량 예측

| 구 분 | 년도별 지하수 이용량(천m ³ /년) | | | | | | | | | | |
|------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 |
| 회귀분석 | 1,758 | 1,882 | 2,006 | 2,131 | 2,255 | 2,380 | 2,504 | 2,629 | 2,753 | 2,878 | 3,002 |



<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 0.4km² 이상

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

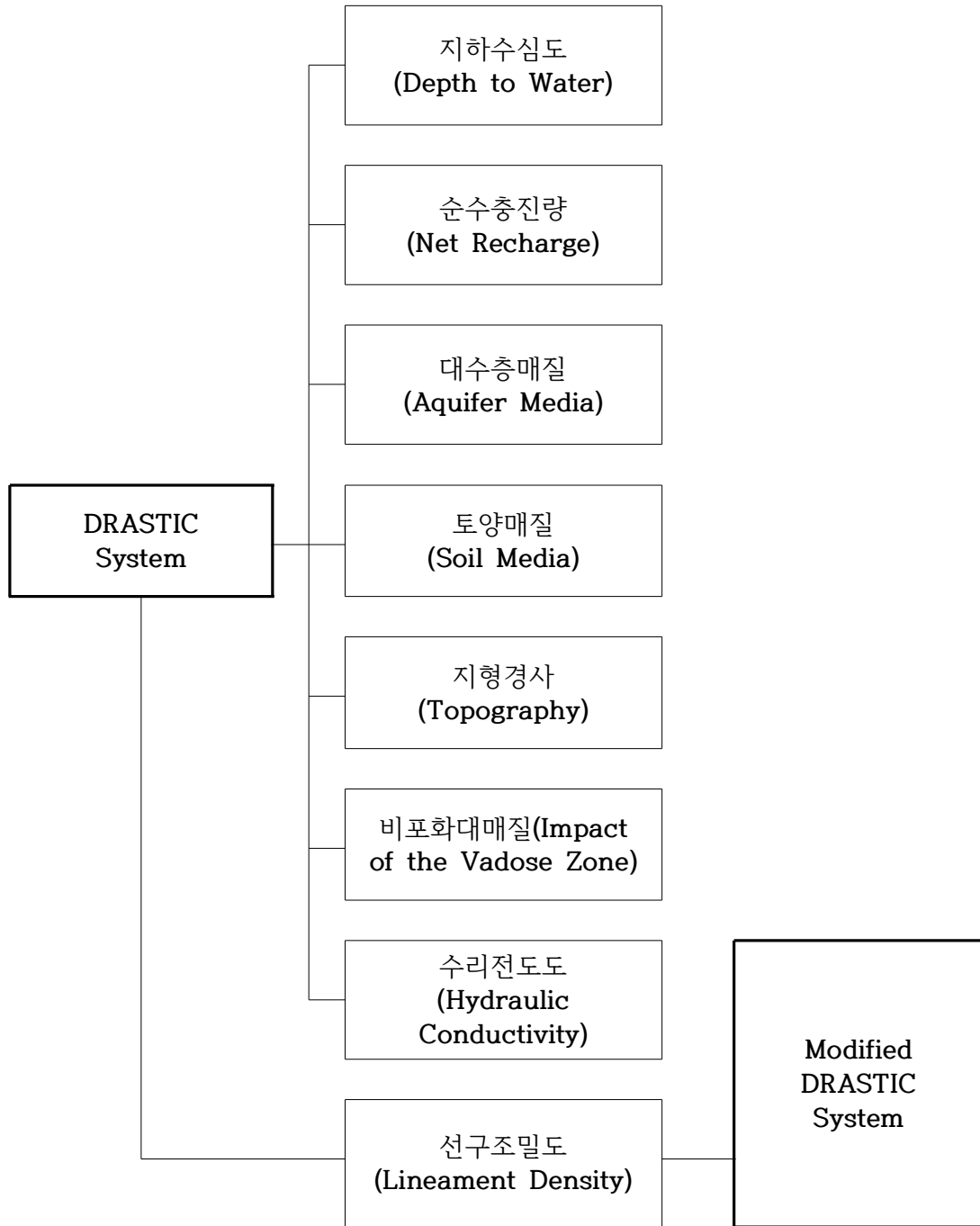
금회 조사에서는 지하수 오염 가능성을 예측하고 보다 효율적인 지하수 관리를 위해서 정성적인 평가방법인 DRASTIC 모델을 이용하여 조사지역의 지하수오염취약성을 평가하였다. 그리고 추가로 우리나라의 대수층이 대부분 암반 대수층인 점을 고려하여 지하수의 유동이 잘 되는 파쇄대의 영향을 최대도 반영하기 위하여 부가적인 인자인 선구조밀도와 토양이용등급을 반영하여 Modified DRASTIC 모델도 도출하였다<그림 3-2-1>.

<표 3-2-1> DRASTIC 평가기준

| 평가항목 | 단위 | 등 급 | | | | | | | 가중치 |
|-----------------------|------------------------------|-------------|------------|-------------|-------------|-----------|-----------|--------|----------|
| 1) 지하수위심도(D) | m | 1.5미만 | 1.5-4.6 | 4.6-9.1 | 9.1-15.2 | 15.2-22.9 | 22.9-30.5 | 30.5이상 | 5(5) |
| | | 10 | 9 | 7 | 5 | 3 | 2 | 1 | |
| 2) 자연 함양량(R) | mm/년 | 50.8미만 | 50.8-101.6 | 101.6-177.8 | 177.8-254.0 | 254.0이상 | | | 4(4) |
| | | 1 | 3 | 6 | 8 | 9 | | | |
| 3) 대수층 매질(A) | | 등급 범위 | | | 대표 등급 | | | | 3(3) |
| · 괴상 셰일 | 1~3 | | | 2 | | | | | |
| · 변성암/화성암 | 2~5 | | | 3 | | | | | |
| · 풍화 변성암/화성암 | 3~5 | | | 4 | | | | | |
| · 방퇴석 | 4~6 | | | 5 | | | | | |
| · 충상셰일, 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 | | | | | |
| · 셰일 | 2~5 | | | 3 | | | | | |
| · 석회암 | 2~7 | | | 6 | | | | | |
| · 사암 | 4~8 | | | 6 | | | | | |
| · 충상 석회암, 사암, 셰일 | 4~8 | | | 6 | | | | | |
| · 실트, 점토 섞인 모래, 자갈 | 4~8 | | | 6 | | | | | |
| · 변성암/화성암 | 2~8 | | | 4 | | | | | |
| · 모래, 자갈 | 6~9 | | | 8 | | | | | |
| · 현무암 | 2~10 | | | 9 | | | | | |
| · 용식 석회암 | 8~10 | | | 10 | | | | | |
| 7) 수리전도도(C) | × 10 ⁻⁴ cm/sec | 0.0047-0.47 | 0.47-1.4 | 1.4-3.3 | 3.3-4.7 | 4.7-9.4 | 9.4이상 | | 3(2) |
| | | 1 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | | |
| 8) 선구조밀도(L) | | 0~0.01 | 0.01~0.03 | 0.03~0.05 | 0.05~0.07 | 0.07~0.08 | | | 1.5(1.5) |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | |

주) ()는 농약에 의한 오염취약성 고려 시의 가중치

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



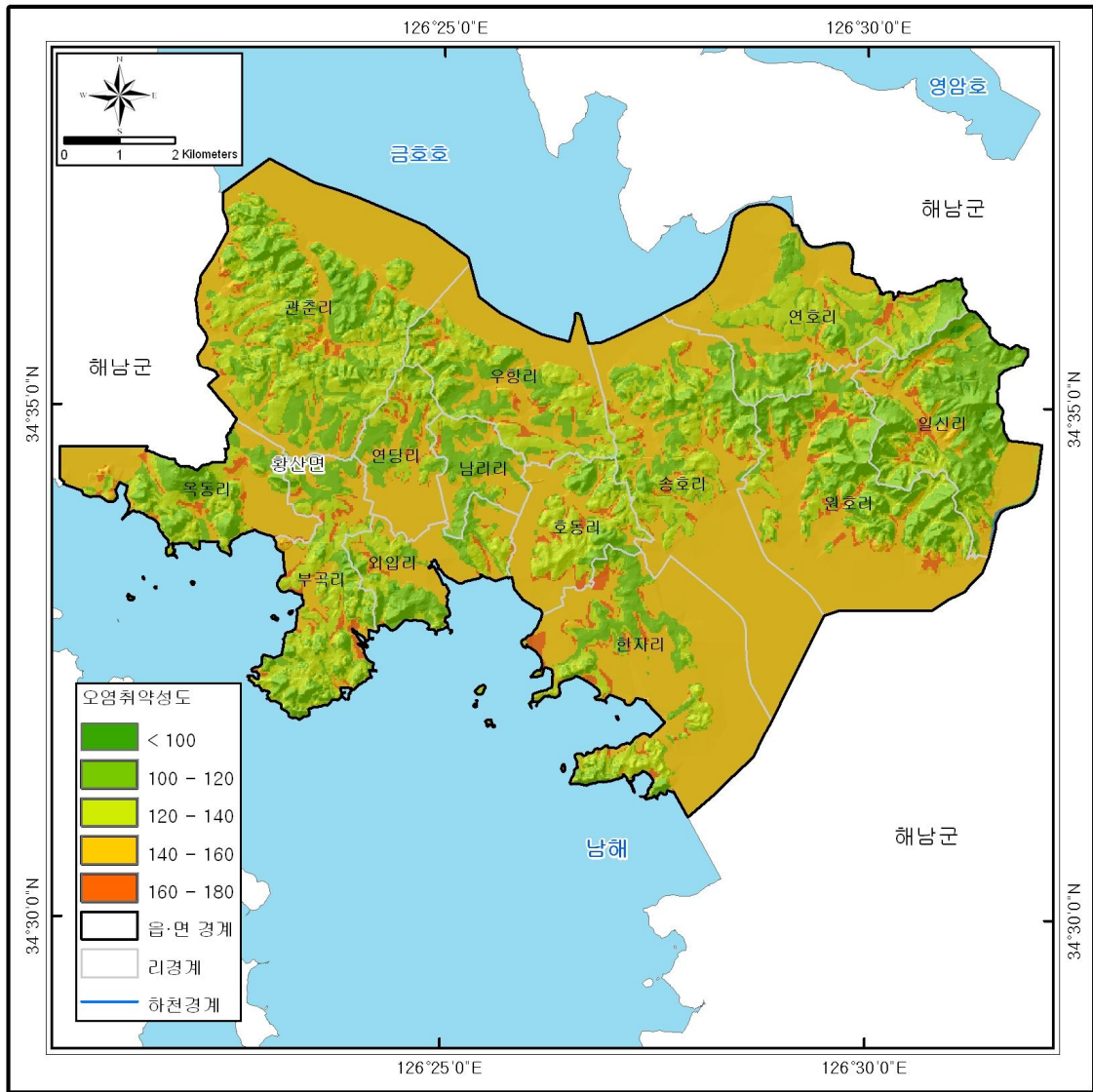
<그림 3-2-1> DRASTIC 흐름도

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

오염취약성 지수 산출 결과, 최소 92.0에서 최대 171.0까지의 분포를 보이고 평균값은 옥동리가 138.3으로 높은 수치를 나타낸다 <표 3-2-2>. 오염취약성도는 대부분의 지역에서 120~160범위의 오염취약성 수치를 보이며, 특히 부곡리와 일신리에서는 132이하의 상대적으로 낮은 값을 보인다<그림 3-2-2>. 옥동리, 우항리, 원호리, 송호리는 135이상의 상대적으로 높은 값을 나타내는 지역이 있으며 비포화대매질 등의 영향으로 판단된다.

<표 3-2-2> 동리별 DRASTIC Index

| 구 분 | DRASTIC Index | | | 단위면적당 오염부하량(kg/일/km ²) | |
|-------------|---------------|-------|-------|---------------------------------------|--------|
| | 최소 | 최대 | 평균 | | |
| 황 산 면 | 관촌리 | 98.0 | 169.0 | 134.7 | 10.45 |
| | 남리리 | 100.0 | 166.0 | 134.5 | 40.48 |
| | 부곡리 | 98.0 | 166.0 | 132.0 | 11.46 |
| | 송호리 | 104.0 | 166.0 | 135.1 | 6.37 |
| | 연당리 | 100.0 | 166.0 | 134.3 | 115.84 |
| | 연호리 | 98.0 | 168.0 | 133.0 | 6.65 |
| | 옥동리 | 104.0 | 171.0 | 138.3 | 16.43 |
| | 외입리 | 98.0 | 166.0 | 132.7 | 28.14 |
| | 우항리 | 108.0 | 166.0 | 137.4 | 3.60 |
| | 원호리 | 107.0 | 166.0 | 136.9 | 10.85 |
| | 일신리 | 92.0 | 166.0 | 131.1 | 4.16 |
| | 한자리 | 102.0 | 171.0 | 134.3 | 16.69 |
| 호동리 | 106.0 | 166.0 | 133.8 | 20.31 | |

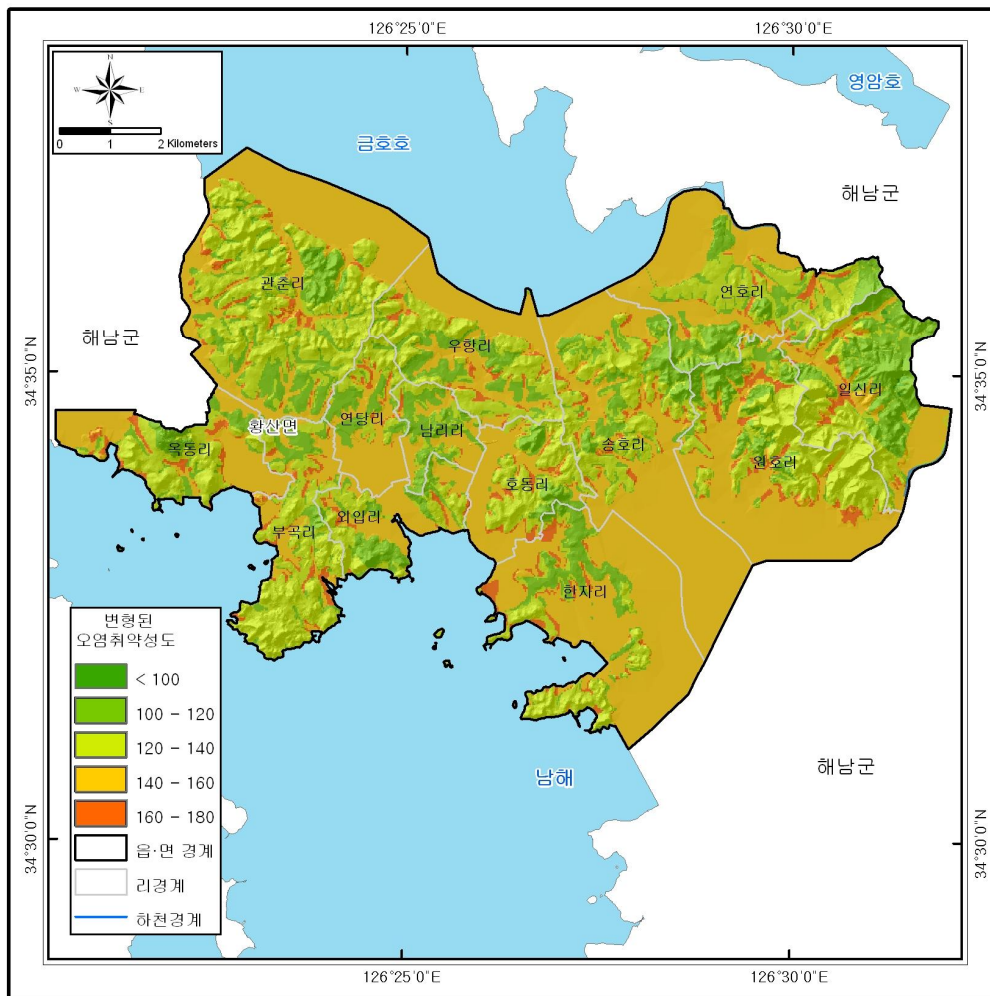


<그림 3-2-2> 해황지구 DRASTIC INDEX Map

변형된 오염취약성분석은 우리나라 특성에 맞게 선구조밀도 등을 부가적인 인자로 사용하여 실시하였다. 해황지구의 동리별 변형된 오염취약성 평균지수는 옥동리(140.3), 우항리(139.3), 원호리(139.3) 순으로 나타나며, 최대값은 174.0이다<표 3-2-3>. 오염취약성도와 전체적인 지수분포도는 비슷한 양상을 보이거나 다소 높게 평가되고 있으며, 특히 140~160 범위 지역의 면적이 넓어진 것을 알 수 있다<그림 3-2-3>.

<표 3-2-3> 동리별 Modified DRASTIC Index

| 구 분 | 최소 | 최대 | 평균 | |
|-------------|-----|-------|-------|-------|
| 황 산 면 | 관촌리 | 99.0 | 170.0 | 135.0 |
| | 남리리 | 101.0 | 167.0 | 134.6 |
| | 부곡리 | 101.0 | 169.0 | 136.2 |
| | 송호리 | 105.0 | 169.0 | 138.1 |
| | 연당리 | 103.0 | 169.0 | 137.4 |
| | 연호리 | 99.0 | 169.0 | 134.7 |
| | 옥동리 | 105.0 | 174.0 | 140.3 |
| | 외입리 | 99.0 | 169.0 | 135.2 |
| | 우항리 | 109.0 | 170.0 | 139.3 |
| | 원호리 | 108.0 | 169.0 | 139.3 |
| | 일신리 | 93.0 | 169.0 | 134.1 |
| | 한자리 | 103.0 | 172.0 | 135.3 |
| | 호동리 | 107.0 | 170.0 | 138.2 |



<그림 3-2-3> 해황지구 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.

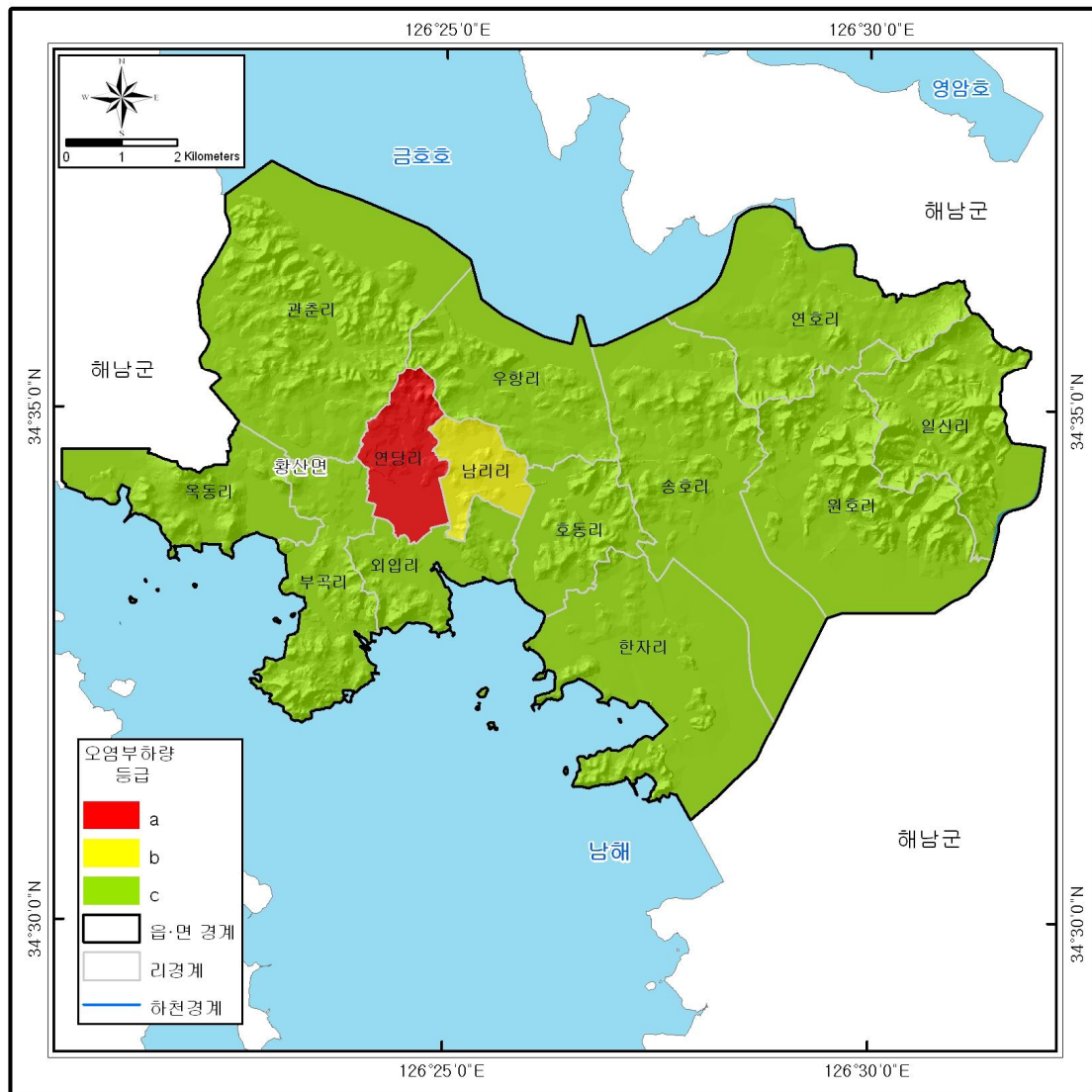
선진국에서는 오염물질 유발이 예상되는 시설물 신규 허가를 위한 위치 선정 시 기본적으로 지하수 오염취약성도를 검토하고 있으며, 이에 따라 오염유발 가능 시설물은 오염취약성이 낮은 곳으로 유도하며, 부득이 취약성이 높은 지역에 설치할 경우는 그만큼 정화처리시설 및 오염물질 관리기준을 엄격하게 적용하고 있다.

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.

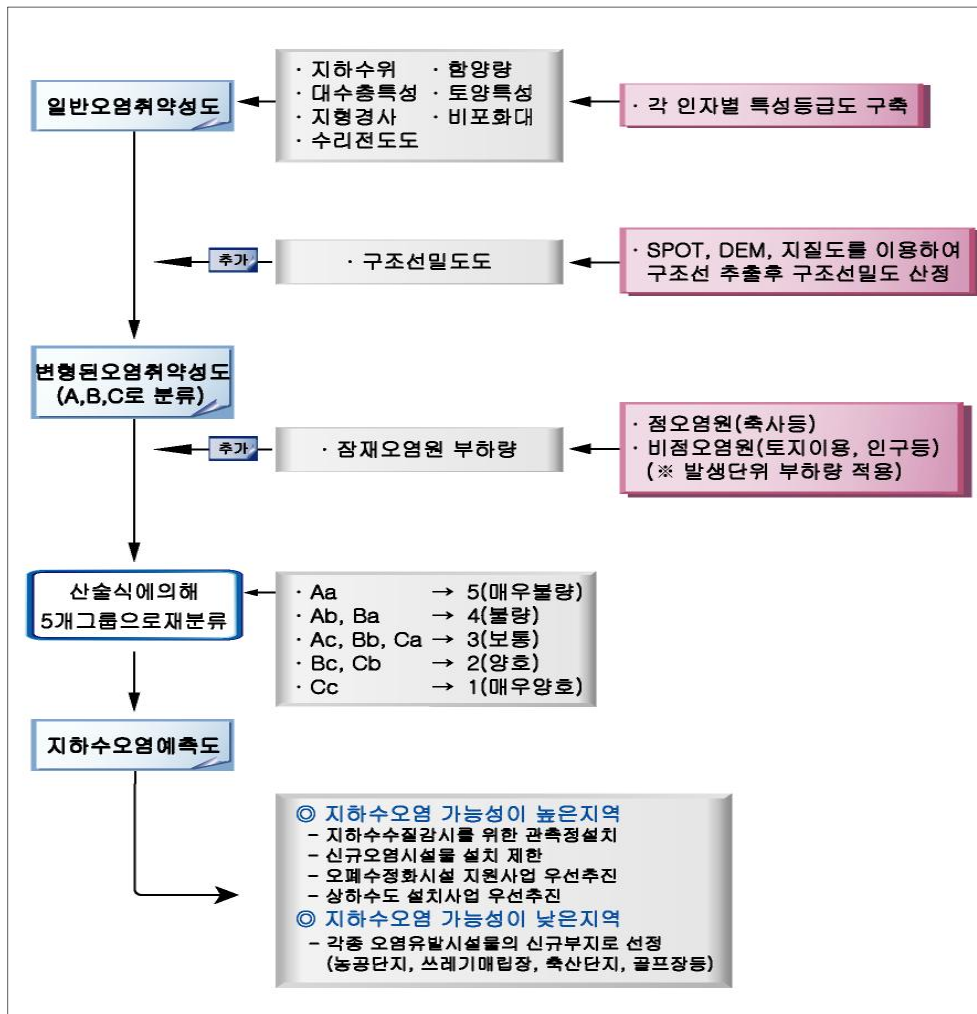
지하수오염예측도는 <그림 3-2-4> 및 <표 3-2-4>에 제시된 바와 같이 수리지질학적인 인자를 고려한 변형된 오염취약성과 총오염발생부하량값을 중첩하여 작성하였다<그림 3-2-6>.



<그림 3-2-4> 발생단위별 잠재오염원 부하량 등급도

<표 3-2-4> 지하수오염예측도 등급 분류표

| 변형된 오염취약성 | | | 중오염발생부하량 | | |
|-----------------------|-----------|---------|--------------------------------------|-------|-------|
| | | | 단위면적당 오염발생부하량(kg/일/km ²) | | |
| | | | a(높음) | b(보통) | c(낮음) |
| | | | 70이상 | 31~69 | 30이하 |
| 오 염 취 약 성 | 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

해황지구는 지하수오염예측등급이 비교적 낮은 Cc, Cb, Bc등급을 갖는 지역이 95.62%로서 지하수오염취약성과 잠재오염원 발생부하량이 매우 낮은 수준으로 나타났다<표 3-2-5>. 상대적으로 오염에

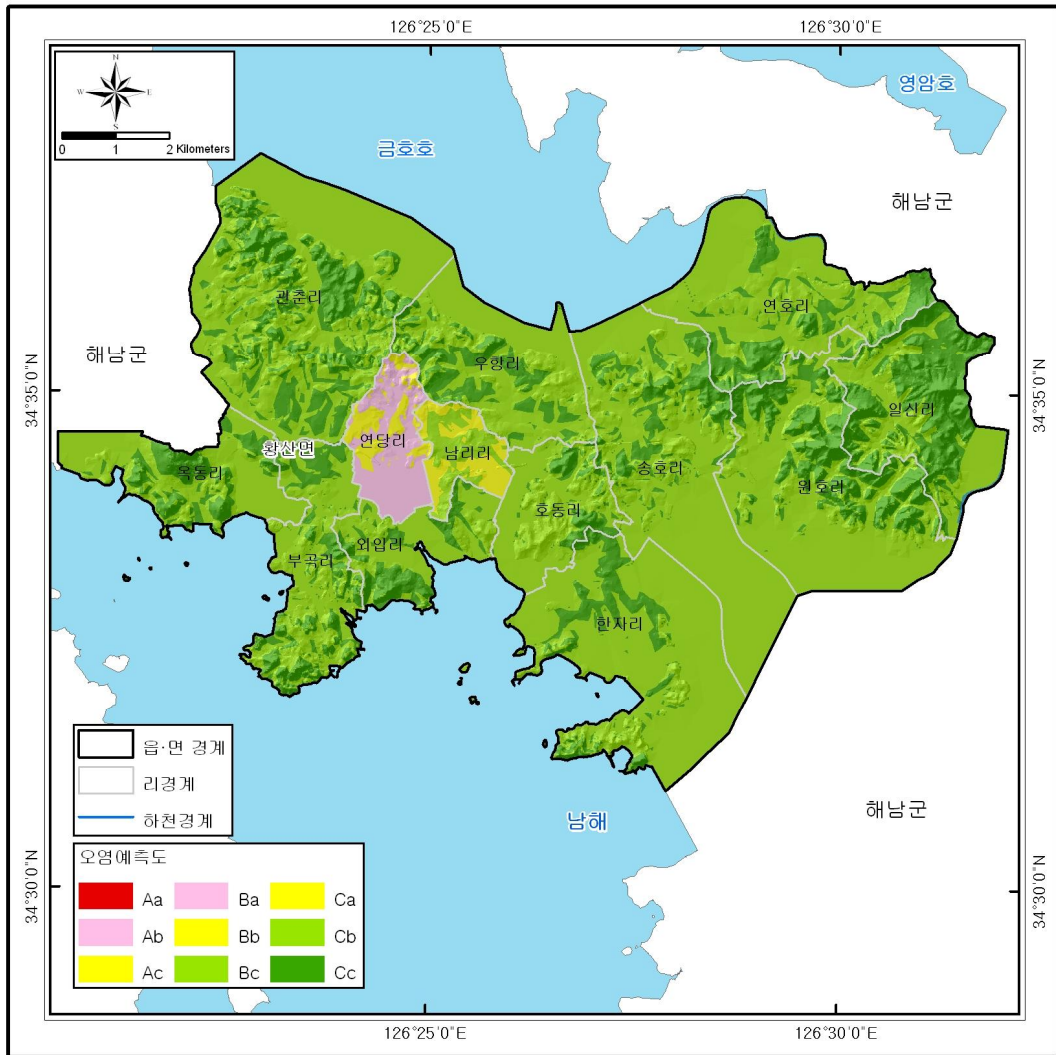
취약할 것으로 예상되는 Aa, Ab, Ba 등급 지역은 약 2.40% 수준으로 남리리, 연당리 등 일부지역에서 확인되었다<그림 3-2-6>.

해황지구는 해남읍에서 오염취약성지수는 다소 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.

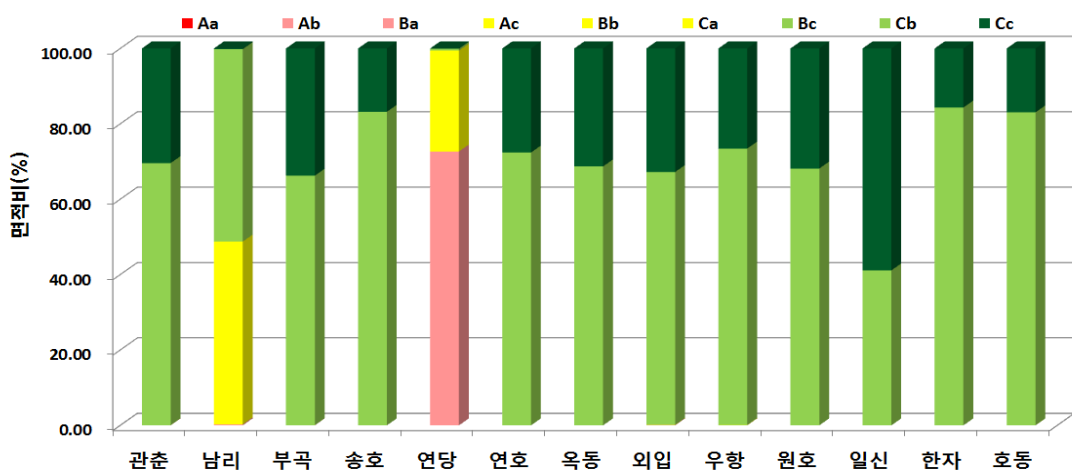
향후 국토개발에 따른 지하수 개발이나 각종 잠재오염 시설물을 설치할 경우, 본 사업에서 제시한 ‘지하수 오염예측도’를 기초자료로 활용한다면 발생 가능한 지하수 장해문제를 미리 대비 할 수 있을 것으로 사료된다.

<표 3-2-5> 행정구역별 지하수오염 예측등급 면적

| 동리 | 구분 총면적 (km ²) | 지하수오염예측 등급별 면적비(%) | | | | | | | | |
|-----|---------------------------------|--------------------|----|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | Aa | Ab | Ac | Ba | Bb | Bc | Ca | Cb | Cc |
| 합 계 | 105.75 | - | - | - | 2.40 | 1.10 | 67.60 | 0.88 | 1.15 | 26.86 |
| 관춘리 | 16.89 | - | - | - | 0.03 | - | 69.54 | 0.02 | - | 30.41 |
| 남리리 | 2.39 | - | - | - | 0.27 | 48.45 | 0.43 | 0.04 | 50.63 | 0.18 |
| 부곡리 | 6.37 | - | - | - | 0.04 | - | 66.20 | 0.01 | - | 33.76 |
| 송호리 | 13.15 | - | - | - | - | - | 83.19 | - | - | 16.81 |
| 연당리 | 3.46 | - | - | - | 72.65 | 0.07 | 0.41 | 26.71 | 0.10 | 0.06 |
| 연호리 | 9.33 | - | - | - | - | - | 72.39 | - | - | 27.61 |
| 옥동리 | 5.75 | - | - | - | - | - | 68.70 | - | - | 31.30 |
| 외입리 | 4.13 | - | - | - | 0.10 | 0.05 | 66.92 | - | 0.16 | 32.77 |
| 우향리 | 7.53 | - | - | - | 0.02 | 0.07 | 73.30 | 0.02 | 0.03 | 26.56 |
| 원호리 | 12.33 | - | - | - | - | - | 68.15 | - | - | 31.85 |
| 일신리 | 7.78 | - | - | - | - | - | 41.12 | - | - | 58.88 |
| 한자리 | 12.08 | - | - | - | - | - | 84.34 | - | - | 15.66 |
| 호동리 | 4.56 | - | - | - | - | 0.02 | 83.03 | - | - | 16.95 |



<그림 3-2-6> 해황지구 지하수오염예측도



<그림 3-2-7> 지하수오염예측도 등급별 면적비

IV

해황지구 지하수
개발 · 이용 방안

IV. 해황지구 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.

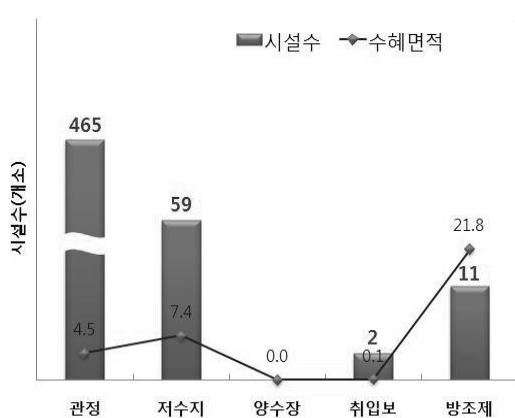
리별 수혜면적은 농업기반시설물 제원과 농지 및 농수로의 형태를 분석하여 농업용 수리시설의 수혜면적을 산정한 농어촌용수이용합리화계획 수혜면적 값과 농업용 관정의 공당 수혜면적 단위 원수를 적용하여 산출한 값을 합산하여 산출하였다. 리별 잔여면적이 (-)이와 같이 표현된 지역은 단순 수치상으로 용수공급량을 초과하여 수리시설물이 설치되어 있는 경우로써 용수공급이 비교적 원활한 지역임을 시사한다. 지하수관정 개소수는 새울행정시스템에 등록된 관정정보를 사용하였다<표 4-1-1>.

각 리별 농경지 면적에서 수혜면적을 제외하였을 때 잔여면적은 모든 리에 존재하며, 해황지구 전반에 걸쳐 농업용수개발이 필요한 것으로 조사되었다. 해황지구의 잔여면적은 30.59km^2 (71.9%)로 확인되었으며, 동리별로는 송호리 4.84km^2 , 한자리 4.70km^2 , 원호리 3.68km^2 순으로 나타났다<표 4-1-2>. 해황지구 내 미수혜지역 모두 지하수로 개발 시 필요한 관정수는 총 1,020공으로 분석되었으며, 송호리(161공), 한자리(157공), 원호리(123공) 등이 상대적으로 높은 지하수개발 필요지역으로 확인되었다<표 4-1-2>.

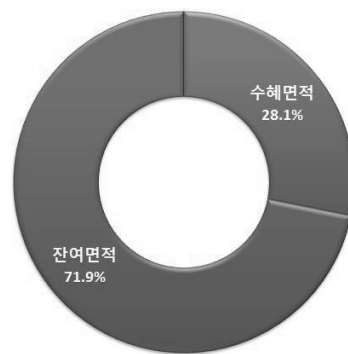
<표 4-1-1> 농업용수 수혜면적 현황

(단위 : 공, 개소, km²)

| 읍면 | 리 | 농경지 면적 | 잔여 면적 | 수리시설물 | | | | | | | | |
|------|-----|-----------|----------|----------|-----|----------|-----|----------|-----|-----|-----|-----|
| | | | | 수혜 면적 | 시설수 | 지하수 | | 농업기반시설 | | | | |
| | | | | | | 수혜 면적 | 시설수 | 수혜 면적 | 시설수 | | | |
| | | | | | | | | | 저수지 | 양수장 | 취입보 | 방조제 |
| 해항지구 | | 42.56 | 30.59 | 11.97 | 526 | 4.45 | 465 | 7.52 | 59 | - | 2 | 11 |
| 소 계 | | 42.56 | 30.59 | 11.97 | 526 | 4.45 | 465 | 7.52 | 59 | - | 2 | 11 |
| 황산면 | 관춘리 | 5.09 | 3.03 | 2.06 | 28 | 0.13 | 15 | 1.93 | 13 | - | - | - |
| | 남리리 | 1.47 | 0.97 | 0.50 | 18 | 0.19 | 15 | 0.31 | 3 | - | - | - |
| | 부곡리 | 2.30 | 1.74 | 0.57 | 24 | 0.26 | 21 | 0.31 | 3 | - | - | 3 |
| | 송호리 | 6.35 | 4.84 | 1.51 | 61 | 0.47 | 50 | 1.05 | 11 | - | - | - |
| | 연당리 | 1.95 | 1.73 | 0.23 | 13 | 0.23 | 13 | - | - | - | - | - |
| | 연호리 | 5.32 | 3.41 | 1.91 | 141 | 1.11 | 136 | 0.80 | 5 | - | - | - |
| | 옥동리 | 1.95 | 1.69 | 0.25 | 20 | 0.19 | 19 | 0.07 | 1 | - | - | 2 |
| | 외입리 | 1.84 | 1.57 | 0.27 | 19 | 0.19 | 17 | 0.08 | 2 | - | - | 3 |
| | 우항리 | 2.10 | 1.55 | 0.55 | 14 | 0.09 | 9 | 0.46 | 5 | - | - | - |
| | 원호리 | 4.77 | 3.68 | 1.09 | 57 | 0.53 | 52 | 0.56 | 4 | - | 1 | - |
| | 일신리 | 1.97 | 1.15 | 0.82 | 31 | 0.36 | 28 | 0.46 | 2 | - | 1 | - |
| | 한자리 | 5.59 | 4.70 | 0.89 | 83 | 0.61 | 76 | 0.28 | 7 | - | - | 2 |
| | 호동리 | 1.86 | 0.53 | 1.33 | 17 | 0.10 | 14 | 1.23 | 3 | - | - | 1 |



<그림 4-1-1> 농업기반 수리시설



<그림 4-1-2> 농업용수 수혜면적

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

| 읍면 | 리 | 개발필요 공수 | 관정개발 밀도 | 농업용 관정 | 농경지 면적 ¹⁾ | 수혜 면적 ²⁾ | 잔여 면적 |
|-------------|-----|------------|------------|-----------|-------------------------|------------------------|----------|
| 해황지구 | | 1,020 | 10.14 | 465 | 42.56 | 11.97 | 30.59 |
| 황 산 면 | 소 계 | 1,020 | 10.14 | 465 | 42.56 | 11.97 | 30.59 |
| | 관춘리 | 101 | 2.94 | 15 | 5.09 | 2.06 | 3.03 |
| | 남리리 | 32 | 10.21 | 15 | 1.47 | 0.50 | 0.97 |
| | 부곡리 | 58 | 9.11 | 21 | 2.30 | 0.57 | 1.74 |
| | 송호리 | 161 | 7.87 | 50 | 6.35 | 1.51 | 4.84 |
| | 연당리 | 58 | 6.65 | 13 | 1.95 | 0.23 | 1.73 |
| | 연호리 | 114 | 25.55 | 136 | 5.32 | 1.91 | 3.41 |
| | 옥동리 | 56 | 9.76 | 19 | 1.95 | 0.25 | 1.69 |
| | 외입리 | 52 | 9.24 | 17 | 1.84 | 0.27 | 1.57 |
| | 우항리 | 52 | 4.29 | 9 | 2.10 | 0.55 | 1.55 |
| | 원호리 | 123 | 10.89 | 52 | 4.77 | 1.09 | 3.68 |
| | 일신리 | 38 | 14.23 | 28 | 1.97 | 0.82 | 1.15 |
| | 한자리 | 157 | 13.60 | 76 | 5.59 | 0.89 | 4.70 |
| | 호동리 | 18 | 7.53 | 14 | 1.86 | 1.33 | 0.53 |

1) 농경지 면적 : 논+밭+과수원 면적의 합(km²)

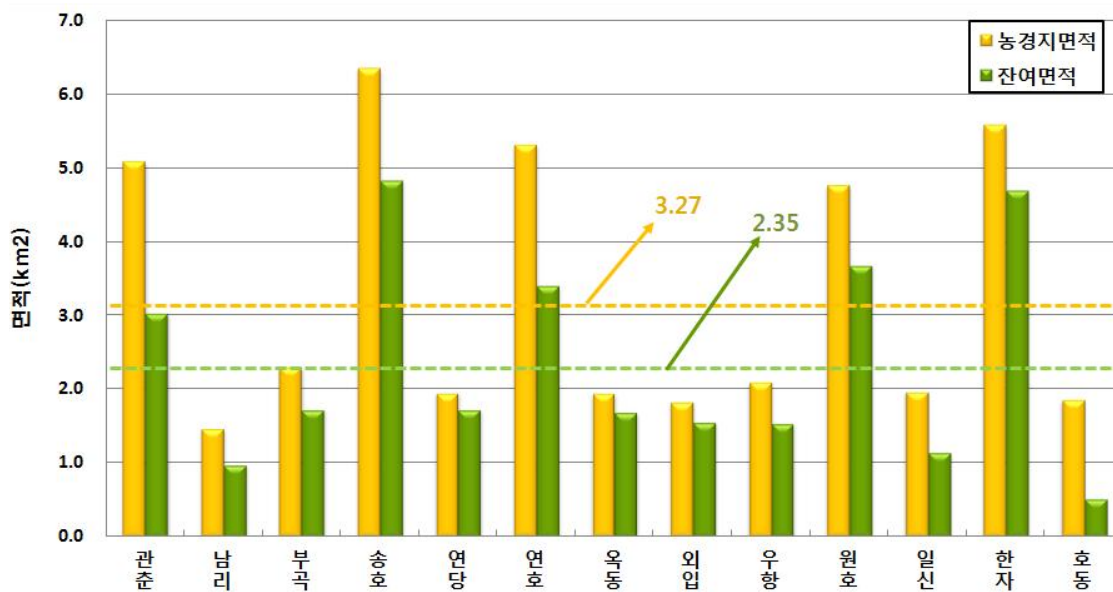
2) 관정개소수 및 수혜면적(km²) : 지하수 개소수 및 수혜면적은 새울행정자료 분석 결과 농업용으로 분류된 관정에 대해 암반관정 150ton이상 1공당 답작 1.5ha(0.015km²), 전작 2.5ha(0.025km²), 150ton미만 1공당 답작 1.0ha(0.01km²), 전작 2.0ha(0.02km²), 층적관정 1공당 0.25ha(0.0025km²) 적용

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

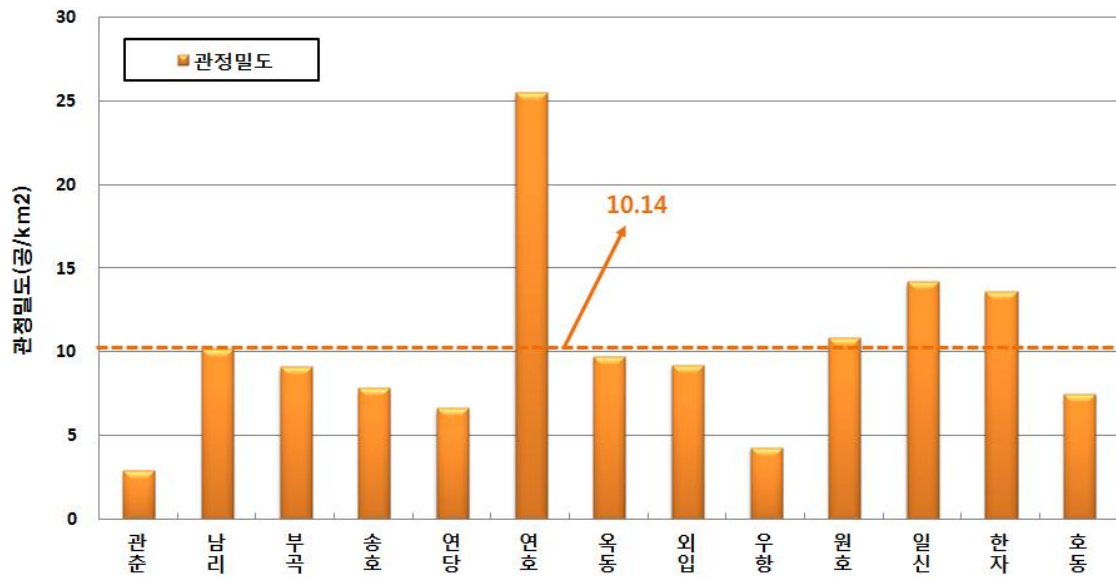
4.2 농업용수 개발방안

해황지구 내 농업용수공급 확보방안은 행정구역별 농업용수 수혜면적현황, 농업용수 개발대상지 검토자료, 가뭄우심지구 현황자료 등을 종합 검토하여 정리하였다.

<그림 4-2-1~2>은 앞서 분석한 리별 농경지와 잔여면적, 수리시설물 밀도를 표현한 그래프이다. 해황지구 전체의 리별 평균 농경지 면적은 3.27km²이고, 리별 잔여면적(미수혜지역) 평균은 2.35km²이다. 잔여면적이 있는 지역은 전체 13개 리이며, 이들 지역에 대한 용수공급 확보(안)을 제시하기 위해 그룹분류를 하여 각 그룹에 맞는 용수공급 확보방안을 제시하였다. 그룹 분류는 13개리의 평균 잔여면적 2.35km²와 관정밀도 10.14공/km²를 기준으로 4그룹으로 분류 하였다<표 4-2-1>.



<그림 4-2-1> 리별 농경지면적 및 잔여면적 분포도



<그림 4-2-2> 리별 관정밀도 분포도

<표 4-2-1> 농업용수 개발방안

| 구 분 | | 동 리 | 용수공급 확보(안) |
|-----|----------------|-------------------------|--|
| | | 황 산 면 | |
| A | 잔여면적↑ 관정밀도↑ | 연호리* | - 지표수를 이용한 수리시설물 확충 (저수지, 양수장, 취입보) - 신규 지하수 개발 이용량제한 |
| | | 원호리* 한자리* | |
| B | 잔여면적↑ 관정밀도↓ | 관춘리* | - 지표수를 이용한 수리시설물 확충 (저수지, 양수장, 취입보) - 신규 지하수 관정 개발 |
| | | 송호리* | |
| C | 잔여면적↓ 관정밀도↑ | 남리리* | - 신규 지하수 개발 및 이용량 제한 - 공동이용체계 구축 |
| | | 일신리* | |
| D | 잔여면적↓ 관정밀도↓ | 부곡리*, 연당리* | - 암반관정 개발 - 소류지 및 농업용수로 시설 확충 |
| | | 옥동리*, 외입리 우항리*, 호동리* | |

1) 잔여면적이 존재하는 35개 리의 평균 잔여면적 2.35km², 리별 관정밀도 평균 10.14공/km² 기준

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

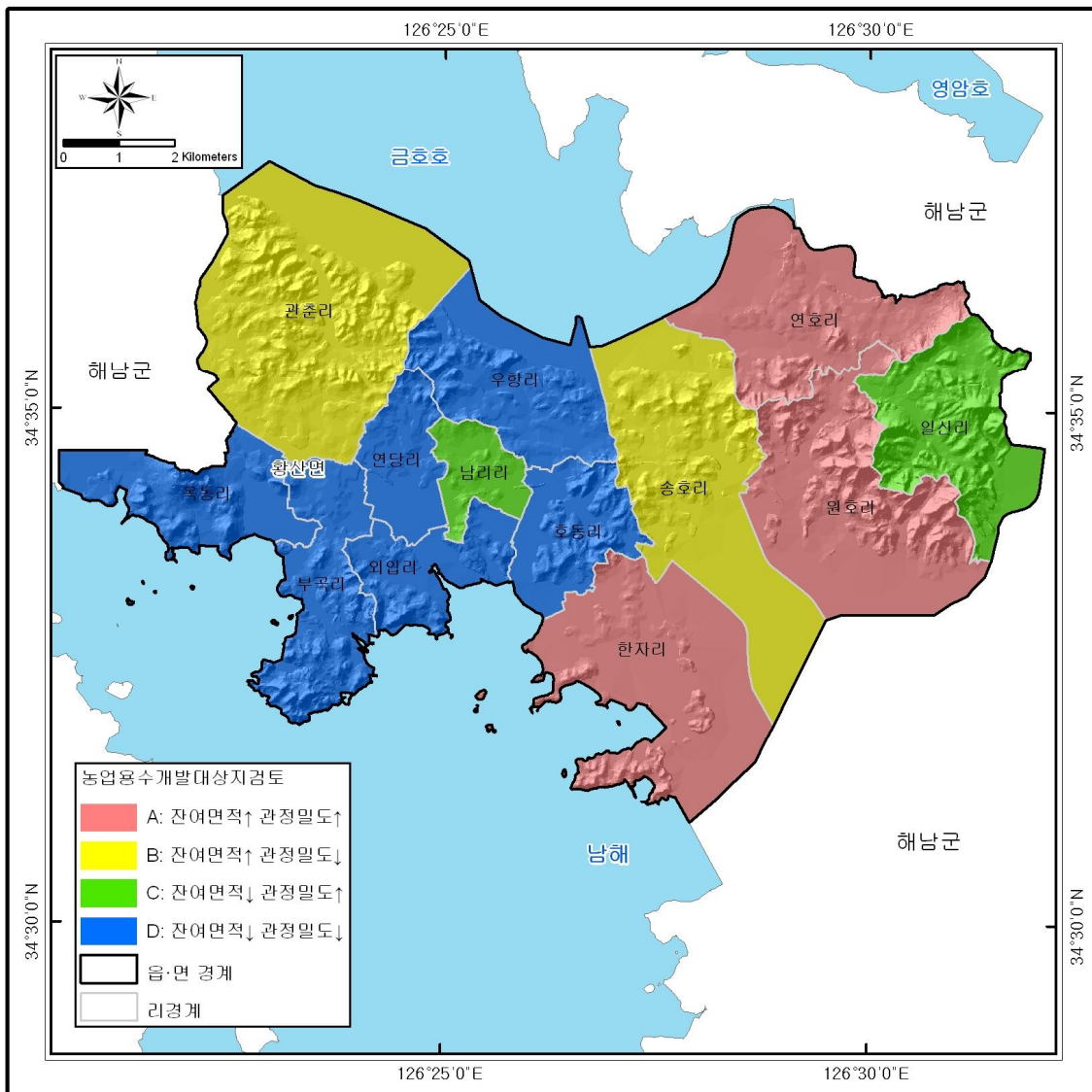
각 그룹의 분류는 다음과 같다.

A 그룹은 잔여면적과 관정밀도가 높아 농업용수의 개발이 필요하지만 신규 지하수 개발은 제한되고 지표수를 이용한 수리시설물 확충이 요구되는 지역으로 **연호리, 원호리, 한자리** 등 지구 내 3개리가 해당된다. 해당 지역은 바다와 인접한 해안가 저지대로 농경지가 넓게 분포하여 지하수 관정을 다량으로 개발하여 이용하고 있다. 따라서 이 지역은 해수의 유입과 이용량 저하를 감안하여 **무분별한 지하수개발을 제한하고 지표수를 이용한 수리시설물 확대 설치**가 시급하다.

B 그룹은 잔여면적이 높고 관정밀도가 낮아 우선적으로 신규 지하수관정을 개발하고 이와 병행하여 지표수를 이용한 수리시설물 확충이 필요한 지역으로 **관춘리, 송호리** 등 지구 내 2개리가 해당된다. 관춘리와 송호리의 경우 바다와 인접한 해안가 저지대로 농경지가 넓게 분포하지만 수리시설이 부족하여 해안지역은 해수침투를 우려하여 소형의 충전관정을 내륙지역에서는 암반관정을 주로 개발하여 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 **남리리, 일신리** 등 지구 내 2개리가 해당된다. 해당지역은 다른 리에 비해 저수지, 취입보, 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 부곡리, 연당리, 옥동리, 외입리, 우항리, 호동리 등 6개리가 해당된다. 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 해황지구 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 해황지구 지하수 개발대상지 선정을 위한 지하수개발·이용 방안도를 작도하였다<그림 4-3-1>.

미수혜면적이 존재하는 13개 리 중 상대적으로 잔여면적이 넓고 관정밀도가 높은 **연호리, 원호리, 한자리**는 농업용수의 개발이 필요하지만 신규 지하수 개발은 제한되고 지표수를 이용한 수리시설물 확충이 요구되는 지역이다. 해당 지역은 해안 인접지역을 따라 농경지가 위치하고 있어 해수를 담수화하여 용수공급을 할 수 있는 양수장, 취입보 등 수리시설물을 확충하고 지표수를 이용한 저수지와 농업용수 수급을 위한 용·배수로정비가 우선적으로 필요하다.

미수혜면적이 상대적으로 넓고 관정밀도가 낮은 지역은 우선적으로 신규 지하수관정을 개발하고 이와 병행하여 지표수를 이용한 수리시설물 확충으로 농업용수 확보가 가능한 지역이다. 그러나 **관춘리와 송호리**지역의 경우 질산성질소 분석결과 농업용수 기준치를 초과하는 관정이 조사되어, 수질오염 개선이 선행되어야 함에 개발대상지에서 제외 하였다.

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. **남리리, 일신리** 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.

미수해면적과 관정밀도가 모두 낮은 지역은 고비용이 지출되는 대규모 수리시설 신축보다는 저비용으로 개발 가능한 암반관정이나 소류지 및 농업용수로 시설을 확충하는 것이 용이하다. **부곡리, 연당리, 옥동리, 우항리, 호동리**는 관정밀도는 낮으나 농업용수를 공급하는 수리시설물이 자리하고 있어 용수확보에 어려움은 없는 것으로 판단된다. 그러나 **외입리** 지역은 농경지 면적이 넓어 농업용수 이용이 많은 지역이나 관정밀도가 낮고 수리시설에 의한 수해면적이 적어 용수공급에 차질이 발생하고 있어 **암반관정 개발**이나 **소류지 및 농업용수로 시설 확충**이 필요할 것으로 판단된다.

결과적으로 해황지구에서 필요로 하는 농업용수 개발방안 지역은 1개면 13개리 중에서 **외입리** 1개리가 해당된다. 이 지역은 수리시설에 의한 수해면적이 작고 관정밀도가 낮은 지역으로, 농업용수 확보를 위한 신규 지하수개발이 우선적으로 선행되어야 한다<표 4-3-1>.

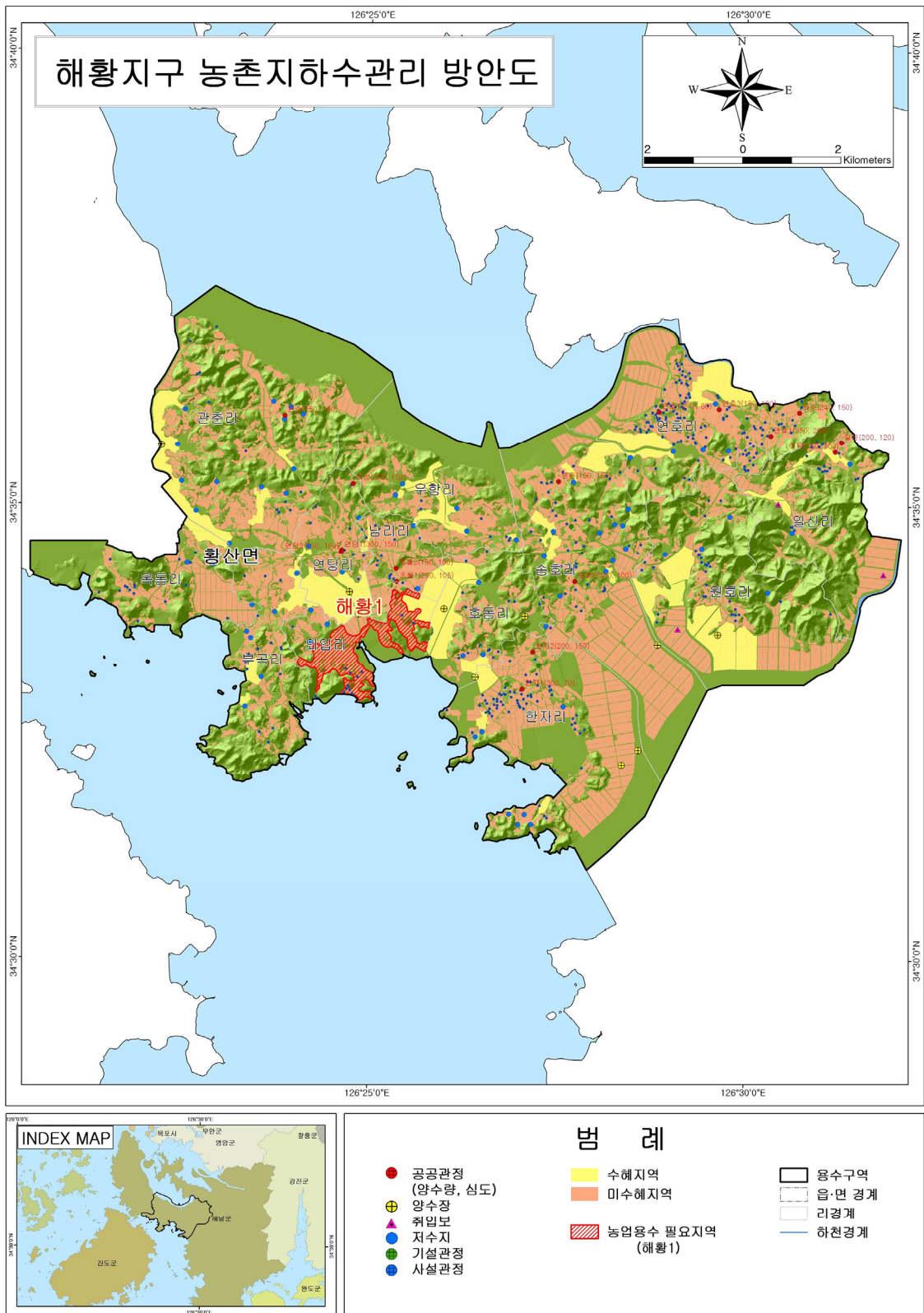
<표 4-3-1> 농촌지하수 개발 필요 지역

| 구 분 | 동 리 | | 비 고 |
|----------------|-----|----------|-----|
| | 계 | 향산면 | |
| 계 | 1 | 1 | |
| 잔여면적↓ 관정밀도↓ | 1 | 외입리(해황1) | |

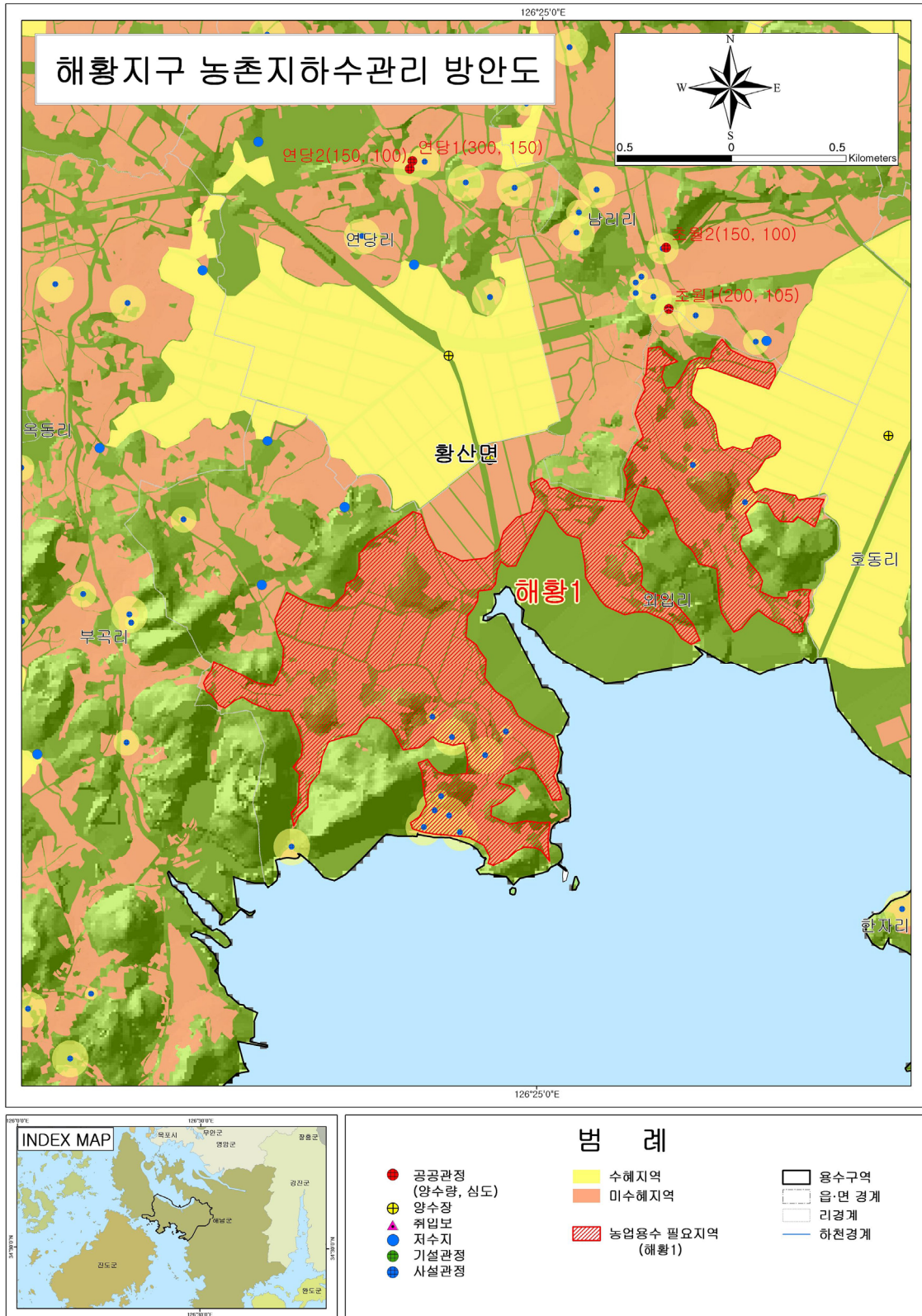
해황지구에서 **신규 지하수개발이 선행**되어 용수 공급에 차질이 없도록 조치해야 할 지역은 **외입리(해황1)** 1개리로 파악 되었다. 해황지구에서 신규 지하수개발 계획 수립 시 공당 추정 사업비는 <표 4-3-2>와 같다.

<표 4-3-2> 신규 지하수개발 추정 사업비

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



<그림 4-3-1> 해황지구 지하수개발·이용 방안도



<그림 4-3-2> 해황지구 지하수개발·이용 방안도(해황1)

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 80%이상일 때 심각, 70~80% 경계, 60~70% 주의, 50~60% 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 심각 지역으로 구분하였고, 그 외 DRASTIC INDEX, 오염원밀도, 단위면적당 오염부하량(kg/일/km²)은 상위 5%이내 지역에 대해 심각, 5~10% 경계, 10~15% 주의, 15~20% 관심지역으로 선정 하였다.

<표 5-1-1> 지하수 관리지역 선정지표

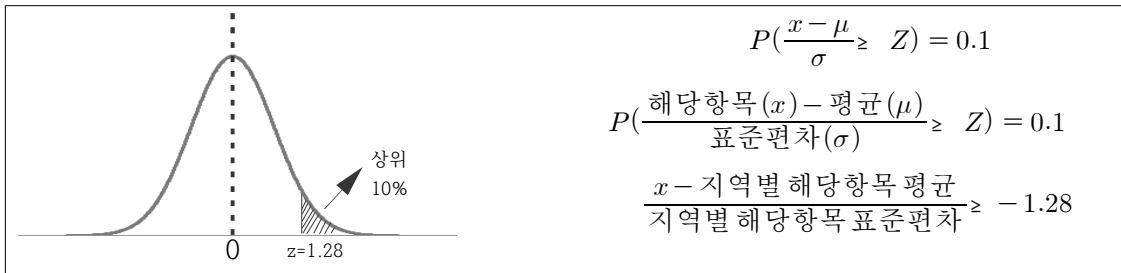
| 구분 | 내용 | 관심 | 주의 | 경계 | 심각 | |
|----|---|--------------|--------------|-------------|------------|-------------|
| | | 비규제적 관리필요지역 | | | | 규제적 관리 필요지역 |
| | | 기술적 관리 | | | | |
| 수량 | 이용량/개발가능량(%) | 50-60 | 60-70 | 70-80 | 80이상 | |
| | 단위면적당이용량(천m ³ /년/km ²) | 상위 | 상위 | 상위 | 상위 | |
| | 관정밀도(공/km ²) | 20~15% | 15~10% | 10~5% | 5%이내 | |
| 수질 | 질산성질소평균(mg/L) | - | - | 10~20 | 20이상 | |
| | DRASTIC INDEX | 상위 20~15% | 상위 15~10% | 상위 10~5% | 상위 5%이내 | |
| | 오염원밀도(개소/km ²) | | | | | |
| | 단위면적당오염부하량(kg/일/km ²) | | | | | |

※ 지하수 관리지역 선정시 지역 여건에 맞게 조사자 의견이 반영됨.

가. 표준정규분포를 이용한 관리필요지역 선정방법

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

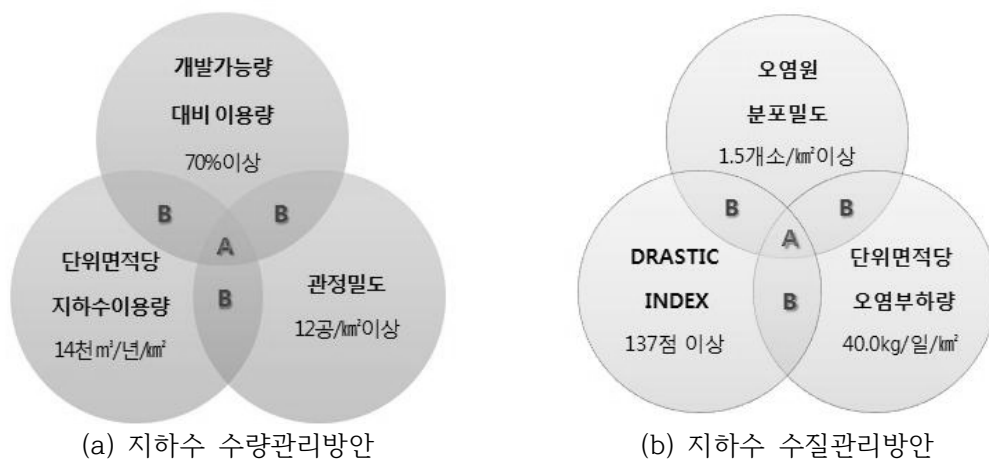
상위 10% 항목별순위는 아래와 같이 계산된다.



<그림 5-1-1> 관리지구 선정기준을 위한 표준정규분포곡선

나. 조사자 의견

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



<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. 황산면(해황지구내 단일면)

- 13개의 법정리로 이루어짐
 - 관춘리, 남리리, 부곡리, 송호리, 연당리, 연호리, 옥동리, 외입리, 우항리, 원호리, 일신리, 한자리, 호동리
- 전체 지하수 시설수는 942개소로 생활용 지하수가 473개소(50.2%), 농업용 지하수가 465개소(49.4%), 공업용 지하수가 4개소(0.4%)를 차지하고 있다.
- 평균 개발가능량 대비 이용량은 9.40%, 단위면적당 이용량은 33.93천 m^3 /년/ km^2 , 관정밀도는 8.9공/ km^2 으로 분석되었다.
- 연호리는 개발가능량 대비 이용량 26.62%, 단위면적당 이용량 26.43천 m^3 /년/ km^2 , 관정밀도 23.5공/ km^2 으로 가장 높게 나타난다.
- 질산성질소 평균값은 14.3mg/L로 나타나며, 송호리가 22.7mg/L로 가장 높게 나타나며, 일신리가 2.5mg/L로 가장 낮게 나타난다.
- 잠재오염원 평균 분포밀도는 0.54개소/ km^2 이며, 남리리가 1.68개소/ km^2 로 가장 높게 나타난다.
- DRASTIC Index는 평균 134.3점이며, 옥동리가 138.3점으로 가장 높은 지수를 보이고 있다.
- 단위면적당 오염부하량은 평균 15.05kg/일/ km^2 이며, 연당리가 115.84kg/일/ km^2 로 가장 높고, 우항리가 3.60kg/일/ km^2 로 가장 낮게 나타난다.
- 송호리, 우항리, 한자리, 호동리는 질산성질소 농도 평균값이 20mg/L를 초과하는 지역으로 보호시설이 열악하거나 주변의 오염유발시설물에 의한 외부오염물질 유입 가능성이 높은 지역이 존재하므로 주변 정밀조사 및 시설물 개보수가 필요

<표 5-1-2> 지하수 수량관리 필요지역(해황면)

| 동리 | 이용량/적정개발 가능량(%) | | 단위면적당이용량 (천m ³ /년/km ²) | | 관정밀도 (공/km ²) | | 조사자 의견 | 수량관리 필요지역 |
|------------|--------------------|---|---|----|------------------------------|----|-----------|--------------|
| | | | | | | | | |
| 황산면 | 9.40 | | 33.93 | | 8.9 | | | |
| 관촌리 | 2.28 | - | 2.27 | - | 2.8 | - | | |
| 남리리 | 10.45 | - | 10.37 | 관심 | 6.7 | - | | |
| 부곡리 | 7.69 | - | 7.62 | - | 4.9 | - | | |
| 송호리 | 8.38 | - | 8.66 | - | 10.3 | 관심 | | |
| 연당리 | 8.10 | - | 8.03 | - | 5.5 | - | | |
| 연호리 | 26.62 | - | 26.43 | 심각 | 23.5 | 심각 | ○ | ○ |
| 옥동리 | 9.39 | - | 9.31 | - | 8.2 | - | | |
| 외입리 | 9.13 | - | 9.05 | - | 6.5 | - | | |
| 우항리 | 2.57 | - | 2.55 | - | 2.9 | - | | |
| 원호리 | 13.42 | - | 14.16 | 경계 | 12.6 | 경계 | ○ | ○ |
| 일신리 | 6.74 | - | 6.82 | - | 8.5 | - | | |
| 한자리 | 11.42 | - | 11.80 | 주의 | 10.9 | 주의 | | |
| 호동리 | 5.54 | - | 5.52 | - | 5.3 | - | | |

<표 5-1-3> 지하수 수질관리 필요지역(황산면)

| 동리 | 질산성질소 평균(mg/L) | | 오염원 분포밀도 (개소/km ²) | | DRASTIC INDEX | | 단위면적당 오염부하량 (kg/일/km ²) | | 조사자 의견 | 수질관리 필요지역 |
|-----|-------------------|----|--------------------------------------|----|------------------|----|---|----|-----------------|--------------|
| | 14.3 | | 0.54 | | 134.3 | | 15.05 | | | |
| 관촌리 | 13.0 | 경계 | 0.18 | - | 134.7 | - | 10.45 | - | 질산성질소 초과 | ○ |
| 남리리 | 18.7 | 경계 | 1.68 | 심각 | 134.5 | - | 40.48 | 경계 | 질산성질소 초과 | ○ |
| 부곡리 | 12.0 | 경계 | 0.63 | - | 132.0 | - | 11.46 | - | | |
| 송호리 | 22.7 | 심각 | 0.46 | - | 135.1 | 관심 | 6.37 | - | 질산성질소 초과 | ○ |
| 연당리 | 9.4 | - | 1.44 | 주의 | 134.3 | - | 115.84 | 심각 | | ○ |
| 연호리 | 13.1 | 경계 | 0.54 | - | 133.0 | - | 6.65 | - | 질산성질소 초과 | ○ |
| 옥동리 | 18.8 | 경계 | 0.17 | - | 138.3 | 심각 | 16.43 | - | 질산성질소 초과 | ○ |
| 외입리 | 10.3 | - | 1.21 | 관심 | 132.7 | - | 28.14 | 주의 | | |
| 우항리 | 21.8 | 심각 | 0.27 | - | 137.4 | 경계 | 3.60 | - | 질산성질소 초과 | ○ |
| 원호리 | 10.4 | 경계 | 0.16 | - | 136.9 | 주의 | 10.85 | - | | |
| 일신리 | 2.5 | - | 1.54 | 경계 | 131.1 | - | 4.16 | - | | |
| 한자리 | 20.9 | 심각 | 0.50 | - | 134.3 | - | 16.69 | - | 질산성질소, 염소 초과 | ○ |
| 호동리 | 22.7 | 심각 | 0.44 | - | 133.8 | - | 20.31 | 관심 | 질산성질소 초과 | ○ |

5.1.3 지하수관리필요지역 선정결과

해황지구 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 선정하였다<표 5-1-8>. 선정 지표는 <표 5-1-1>과 같다.

<표 5-1-4> 읍·면별 지하수관리필요지역

| 읍 면 | 수 량 | | 수 질 | |
|-----|-----|----------|-----|---|
| 계 | 2 | | 9 | |
| 황산면 | 2 | 연호리, 원호리 | 9 | 관춘리, 남리리, 송호리 연당리, 연호리, 옥동리 우항리, 한자리, 호동리 |

5.2 지하수보전·관리를 위한 대책제안

5.2.1 문제유형별 대책방안 분류

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

<표 5-2-1> 문제유형별 대책방안 분류

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

<표 5-2-1> 문제유형별 대책방안 분류 (계속)

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

5.2.2 해황지구 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 현황과악 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 | 19 | 2 | 9 | 8 | |
| 황산면 | 19 | 연호리 원호리 | 관춘리 남리리 송호리 연당리 연호리 옥동리 우항리 한자리 호동리 | 관춘리 남리리 송호리 연당리 연호리 외입리 일신리 한자리 | |

< 표 5-2-3 > 해황지구 지하수관리 필요지역 세부내역

| 읍면 | 리 | 문제점 | 특징 및 종합 해석 | 대 책 |
|-------------|-----|--|--|---|
| 향 산 면 | 관춘리 | <ul style="list-style-type: none"> • 질산성질소농도 기준초과 • 농업용공공관정 관리 취약 | <ul style="list-style-type: none"> • 관춘리는 금호호와 인접한 농경지 지역으로 일제조사 결과 질산성질소 평균 농도가 높고, 초과지점이 발생함 • 공공관정 1개소 유량계 및 수위측정관 시설 미비, 양수장 시설 노후 | [B]②수질불량 원인 분석 및 조치, 질산성질소 초과지점에 대한 수질 불량 원인 분석 및 조치 [C]①1개소에 대한 양수장 보수, 유량계 및 수위측정관의 적정설치 점검필요 |
| | 남리리 | <ul style="list-style-type: none"> • 질산성질소농도 기준초과 • 오염원분포밀도 높음 • 농업용공공관정 관리 취약 | <ul style="list-style-type: none"> • 남리리는 인구나 오염원의 분포밀도가 높아 지하수오염이 우려되며, 일제조사 결과 질산성질소 평균 농도가 높고, 초과지점이 발생함 • 공공관정 1개소 유량계 및 수위측정관 시설 미비 | [B]②수질불량 원인 분석 및 조치, 질산성질소 초과지점에 대한 수질 불량 원인 분석 및 조치 [B]③ 오염원현황과악 및 관리와 유형별 오염원 특성 파악 [C]①1개소에 대한 유량계 및 수위측정관의 적정설치 점검필요 |
| | 송호리 | <ul style="list-style-type: none"> • 평균 질산성질소 농도 높음 • 질산성질소농도 기준초과 • 농업용공공관정 관리 취약 | <ul style="list-style-type: none"> • 송호리는 고천암방조제와 인접한 지역으로 일제조사 결과 질산성질소 평균 농도가 높고, 초과지점이 발생함 • 공공관정 2개소 양수장, 상부보호공, 유량계, 수위측정관 시설 미비, 1개소 배전함 점검 필요 | [B]②수질불량 원인 분석 및 조치, 질산성질소 초과지점에 대한 수질 불량 원인 분석 및 조치 [C]①2개소에 대한 양수장 보수, 상부보호공 덮개 교체, 유량계 및 수위측정관의 적정설치 점검필요, 1개소 배전함 교체 |
| | 연당리 | <ul style="list-style-type: none"> • 단위면적당 오염부하량 높음 • 농업용공공관정 관리 취약 | <ul style="list-style-type: none"> • 연당리는 대형축사시설이 위치하고 있는 지역으로 단위면적당 오염부하량이 높음 • 공공관정 3개소 상부보호공, 유량계, 수위측정관, 배전함 시설 미비, 1개소 수중모터펌프 점검 필요 | [B]③ 오염원현황과악 및 관리와 유형별 오염원 특성 파악 [C]①1개소에 대한 상부보호공 덮개교체, 2개소에 대한 배전함 교체 및 유량계와 수위측정관의 적정설치 점검, 1개소 수중모터펌프 점검 |
| | 연호리 | <ul style="list-style-type: none"> • 단위면적당 이용량 높음 • 농업용 관정밀도 높음 • 질산성질소농도 기준초과 • 농업용공공관정 관리 취약 | <ul style="list-style-type: none"> • 연호리는 농경지 면적대비 농업용 수리시설이 부족하여 단위면적당 이용량이 높음. • 금호호 상류부 지역으로 일제조사 결과 질산성질소 평균 농도가 높고, 초과지점이 발생함 • 공공관정 2개소 양수장, 상부보호공, 수위측정관 시설 미비, 1개소 수중모터 및 배전함 점검 필요 | [A]①지하수이용량과악, 개발/이용 실태점검 등을 통하여 취수량 조정 필요 [B]②수질불량 원인 분석 및 조치, 질산성질소 초과지점에 대한 수질 불량 원인 분석 및 조치 [C]①2개소에 대한 양수장 보수와 상부보호공 덮개교체, 2개소에 대한 수위측정관의 적정설치 점검, 1개소 배전함 교체와 수중모터펌프 점검 필요 |

<표 5-2-3> 해황지구 지하수관리필요지역 세부내역 - 계속

| 읍면 | 리 | 문제점 | 특징 및 종합 해석 | 대 책 |
|-------------|-----|--|--|--|
| 황 산 면 | 옥동리 | <ul style="list-style-type: none"> 질산성질소농도 기준초과 DRASTIC INDEX 높음 | <ul style="list-style-type: none"> 오염취약성도가 높고, 수질감사시 질산성질소 평균농도가 높고, 초과지점이 발생함 | [B]②수질불량 원인 분석 및 조치, 질산성질소 초과지점에 대한 수질 불량 원인 분석 및 조치 |
| | 외입리 | <ul style="list-style-type: none"> 농업용공공관정 관리 취약 | <ul style="list-style-type: none"> 공공관정 1개소 수위측정관 시설 미비 | [C]① 1개소에 대한 수위측정관의 적정설치 점검 필요 |
| | 우항리 | <ul style="list-style-type: none"> 평균 질산성질소 농도 높음 질산성질소농도 기준초과 | <ul style="list-style-type: none"> 황산면 소재지로 주거밀집지역이 많아 지하수 오염이 우려되는 지역임, 수질감사시 질산성질소 평균농도가 높고, 초과지점이 발생함 | [B]②수질불량 원인 분석 및 조치, 질산성질소 초과지점에 대한 수질 불량 원인 분석 및 조치 |
| | 원호리 | <ul style="list-style-type: none"> 단위면적당 이용량 높음 농업용 관정밀도 높음 | <ul style="list-style-type: none"> 원호리는 농경지 면적대비 농업용 수리시설이 부족하여 단위면적당 이용량이 높음 | [A]①지하수이용량과약, 개발/이용 실태점검 등을 통하여 취수량 조정 필요 |
| | 일신리 | <ul style="list-style-type: none"> 농업용공공관정 관리 취약 | <ul style="list-style-type: none"> 공공관정 2개소 상부보호공 시설 미비, 1개소 양수장보수, 수위측정관 배전함 점검 필요 | [C]① 2개소에 대한 상부보호공 덮개교체, 1개소에 대한 양수장 보수, 수위측정관의 적정설치 점검, 1개소 배전함 교체 필요 |
| | 한자리 | <ul style="list-style-type: none"> 평균 질산성질소 농도 높음 질산성질소농도 기준초과 염소이온농도 기준초과 농업용공공관정 관리 취약 | <ul style="list-style-type: none"> 한자리는 바다와 인접한 지역으로 수질감사시 질산성질소 평균농도가 높고, 질산성질소와 염소이온의 초과지점이 발생함 공공관정 2개소 유량계와 수위측정관 시설 미비, 1개소 양수장, 상부보호공, 수중모터 펌프, 배전함 점검필요 | [B]②수질불량 원인 분석 및 조치, 질산성질소 초과지점에 대한 수질 불량 원인 분석 및 조치 [C]① 2개소에 대한 유량계와 수위측정관의 적정설치 점검, 1개소 양수장 보수, 상부보호공 덮개교체, 배전함 교체, 수중모터펌프 점검 필요 |
| | 호동리 | <ul style="list-style-type: none"> 평균 질산성질소 농도 높음 질산성질소농도 기준초과 | <ul style="list-style-type: none"> 호동리는 일제조사 시 질산성질소 평균농도가 높고, 초과지점이 발생함 | [B]②수질불량 원인 분석 및 조치, 질산성질소 초과지점에 대한 수질 불량 원인 분석 및 조치 |

5.2.3 해황지구 지하수모니터링

가. 지하수관측망 현황

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

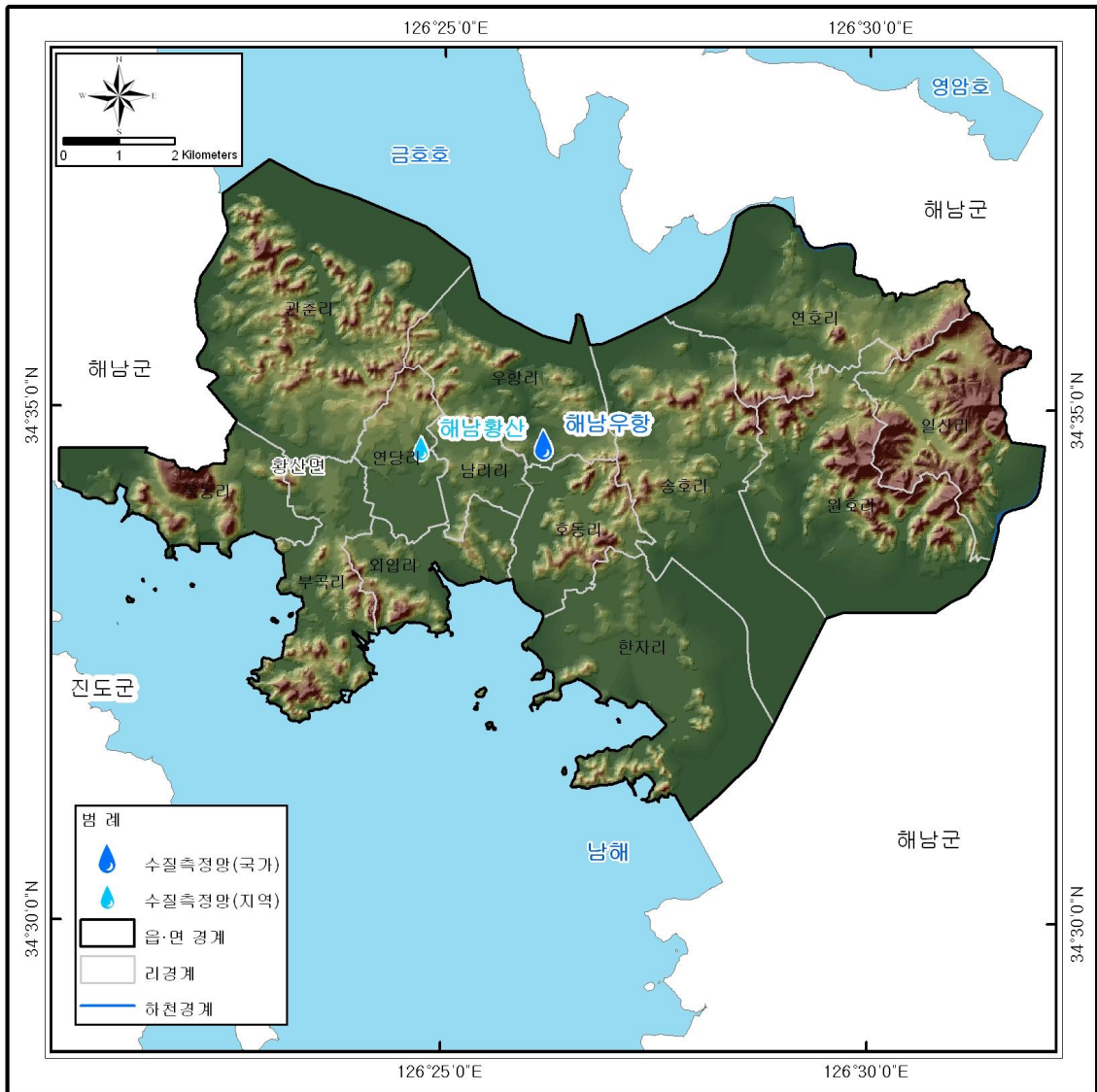
국가지하수수질측정망은 한국환경공단에서 관리하고 있으며 지하수수질변동을 지속적으로 감시·관측하여 배경 수질 파악·규명 및 지하수수질오염을 방지하고 정책수립에 필요한 기초자료를 제공하기 위하여 설치·운영 하고 있다. 해황지구에는 1개소(황산면 우항리)의 지하수수질측정망이 운영중이다.

지역지하수수질측정망은 전국 지하수 수질현황과 수질변화 추세를 정기적으로 파악·관리하여 지하수의 수질을 보전하고, 정책 수립을 위한 기초자료로 활용하기 위해 설치 하도록 하였으며, 각 시도에서 관리하고 있다. 해황지구에는 현재 총 1개소(황산면 연당리)의 지하수수질측정망이 운영되고 있다<그림 5-2-1>.

<표 5-2-4> 해황지구 관내 지하수관측망

| 관측소명 | 관측정번호 | 위 치 | 주용도 | 비고 |
|------|-----------|-------------------|------------|----|
| 해남우항 | JN-HAE-E1 | 해남군 황산면 우항리 405-4 | 국가지하수수질측정망 | |
| 해남황산 | 352060 | 해남군 황산면 연당리 398 | 지역지하수수질측정망 | |

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



<그림 5-2-1> 해황지구 관내 지하수관측망 위치도

VI

용 어 해 설

VI. 용어해설

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

| 용 어 | 설 명 |
|-----------|--|
| 변성암 | 암석에 큰 압력이나 높은 온도가 가해져 화학성분의 가감이나 교대가 일어나거나 또는 이들 두 작용이 같이 일어나는 변성작용에 의해 생성된 암석 |
| 보조지하수 관측망 | 보조 지하수 관측망은 국가지하수 관측망과 연계하여 국가지하수 관측망을 보완하기 위한 관측시설로서, 지역별로 주요 관측 대상 지점에 관측정을 설치하여 지하수 수위(수질) 특성 자료를 획득 |
| 비양수량 | 양수량을 우물의 수위하강값으로 나눈 것으로서 우물의 지하수 산출능력으로 비양수량은 수 시간의 양수와 그 때의 수위강하값으로 산출 |
| 비점오염원 | 농약살포, 비료살포 등의 농업오염원과 같이 넓은 지역에서 오염물질이 광범위하게 확산되는 것 |
| 비포화대(I) | 일반적으로 지표면과 지하수면사이에 있는 부분으로 불포화대 또는 통기대라고도 함. 비포화대는 토양대, 중간대, 모관대로 나뉘며, 강우와 관개수가 중력에 의하여 하향 이동하여 도달하게 되는 지하수위 상부의 불포화 부위 |
| 소형관정 | 시추기 또는 소형착정기를 이용하여 직경 75~100mm로 지하 10~20m 심도로 굴착한 후 구경 30~50mm 내외의 철제 또는 pvc 유공관을 공내에 설치한 관정으로 농림부에서는 정착된 동력장치를 이용하지 아니하고 농업용 지하수 1일 채수량 50m ³ 이상(도서, 해안 등 특수지역은 30m ³ 이상)으로 시설기준을 규정함 |
| 수맥조사 | 지하수 개발 예정지에 대하여 사전에 지하수 부존상태 및 개발가능량 등을 조사하여 개발성공률을 제고하고, 지하수 장애를 예방하기 위한 지하수영향조사를 실시하여 합리적인 지하수개발 추진 |
| 수문지질단위 | 지질시대, 암석의 종류, 암상, 지형, 공극의 형태 및 투수계수, 투수량계수, 저류계수, 지하수 산출량과 같은 세부 수리지질특성 등을 대표적인 설정기준으로 하여 나눈 단위로 수문지질도 작성을 위한 기본단위 |

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

| 용 어 | 설 명 |
|-----------|---|
| 오염취약성도 | 지하수 부존 특성과 관련하여 토양과 지층 구조 특성에 의하여 지역별로 오염물질 유입 및 확산에 대한 저항정도를 일정 기준 수치로 표시하는 방법을 말하며, 국제 수리학회 검증을 거쳐 권장하는 기법 중 가장 활용도가 높은 기법으로 DRASTIC 기법이 있음 |
| 자연수위 | 인위적인 양수 또는 주수를 하지 않은 자연적인 평형상태의 지하수위. 양수 중의 수위를 동수위라 하는데 반하여, 자연수위는 정수위의 수면까지의 깊이로 나타냄. |
| 잠재오염원 | 지하수에 유입되어 지하수 환경에 악영향을 미칠 수 있는 유해한 물질들 |
| 저류계수 | 단위 수위변화량에 대하여 대수층의 단위 표면적으로부터 배출시키거나 함양시킬 수 있는 물의 양. 대수층 내에서 단위수두의 변화가 일어날 때 단위체적을 통하여 배출 또는 유입되는 수량을 무차원 상수로 표시 |
| 적정개발가능량 | 장기적인 지하수 채수로 인한 주변환경 피해가 없고, 대수층을 보호하면서 지하수를 안정적으로 개발 이용이 가능한 양을 말함 |
| 전기전도도 | 전기장이 가해졌을 때 전류를 흐르게 할 수 있는 물질의 능력으로 용액 중 전해질 이온의 세기를 나타내는 척도로서 저항의 역수로 나타냄. 전해질 이온이 많을수록 전기전도도는 높아짐. 측정결과는 전기전도도 값에 셀 정수(cm^{-1})를 곱하여 시료의 비전도도($\mu\text{S}/\text{cm}$)로 표기 |
| 점오염원 | 점오염원은 오염 배출을 명확히 확인할 수 있는 점으로부터 하수구나 도랑 등의 형태로 배출되는 오염원 |
| 지하수 | 지하의 지층이나 암석사이의 빈틈을 채우고 있거나 흐르는 물 |
| 지하수 모델링 | 대수층계 속의 지하수가 어떻게 거동하는지를 컴퓨터와 그 밖의 도구를 사용하여 재현하는 것. 지하수 개발에 수반되는 지하수위의 변화나 지반 침하를 미리 판단하는 수단으로 많이 사용 |
| 지하수수질 측정망 | 전국적인 지하수수질 현황과 수질변화 추세를 정기적으로 파악하여 지하수 수질보전정책 수립을 위한 기초자료를 확보하고자 지하수법 제18조(수질오염의 측정) 및, 지하수수질보전등에 관한 규칙 제5조(측정망설치계획의 수립·고시)에 의해 환경부에서 설치한 측정망 |

| 용 어 | 설 명 |
|-----------------|--|
| 지하수 영향조사 | 지하수의 개발·이용이 주변지역에 미치는 영향을 분석·예측하는 조사 |
| 지하수 오염 예측도 | 현재의 오염으로부터 미래의 확산범위를 예측하기 위하여 오염물질 거동 분석 모델링을 실시하고 그 결과로서 미래에 예측되는 농도분포도를 예상하는 도면 |
| 지하수위변동 곡선 해석 | 지하수의 수위 등 수리특성인자를 경과시간에 따라 표시한 그림을 지하수위 변동곡선이라하며, 유입량 유출량의 각 변수를 파악하여 검토하는 것 |
| 지하수함양량 | 전체 강우량 중에서 증발산과 직접유출에 의해 유실되는 수량을 제외한 활용 가능한 빗물의 양을 의미한다면, 유효 지하수 함양량은 지하로 함양된 빗물의 양 중에서 현실적으로 활용가능한 지하수 함양량으로 정의됨 |
| 지형경사(T) | 임의의 거리에 대한 고도의 변화율을 나타내는 것으로 수치표고 모델에서는 격자간격에 대한 변화율을 의미 |
| 질산염 | 일반식 $M(NO)$ (M은 가의 양이온)으로 표시되는 화합물. |
| 짜비교 | 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 |
| 충적관정 | 충적층 지하수 또는 하천복류수를 채수하는 정호 |
| 토양오염 대책기준 | 오염의 정도가 사람의 건강과 동식물의 생육에 지장을 초래할 우려가 있어 토지의 이용중지, 시설의 설치금지 등 규제 조치가 필요한 정도의 오염 기준. 이 기준을 초과하면 토양보전대책지역으로 지정할 수 있음. |

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

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

VII

참 고 문 헌

VII. 참고문헌

- 전라남도, 2017, 전라남도 통계연보
- 해남군, 2017, 해남군 통계연보
- 국토교통부, 2009~2016, 지하수조사연보
- 국토교통부, 2017, 지하수관측연보
- 국토교통부, 2013, 지하수 이용량 산정 요령
- 국토해양부, 2012, 한국수문조사연보
- 국토해양부, 2014, 한국하천일람
- 국토해양부, 2012, 한강홍수통제소 하천정보센터
- 국토해양부, 2012, 지하수관리 기본 계획
- 건설교통부, 1996, 수자원개발 가능지점 및 광역배분계획 기본조사
- 건설교통부, 1998, 1997년도 수자원관리기법개발연구조사 보고서
- 건설교통부, 1999, 영산강·섬진강수계 하천수 사용실태 조사 및 하천유지유량 산정보고서
- 건설교통부, 2004, 수문관측매뉴얼
- 국토교통부, 2015, 지하수 업무수행 지침
- 건설교통부, 한국건설기술연구원, 2000, GIS를 이용한 지하수 채수량 분석 및 관리시스템 개발 연구
- 건설교통부, 한국수자원공사, 1998, 지하수 현황분석 기법 연구
- 건설교통부, 한국수자원공사, 2002, 보조 지하수관측망 설치 및 관리 지침(안)
- 건설교통부, 한국수자원공사, 2007, 지하수 관리기본계획 보고서
- 건설교통부, 한국수자원공사, 2006, 수자원장기종합계획
- 건설교통부, 한국수자원공사, 2006, 지하수 기초조사 및 수문지질도 제작·관리지침
- 건설교통부, 한국수자원공사, 2007, 지하수 이용량 모니터링조사 보고서
- 과학기술부, 1997, 목포,여수 지질도폭 설명서(1:250,000)
- 기상청, 2017, 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 analyCsis 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 editon, MacMillan College Publishing Company, p.691
- Finch, J.W. (1998) Estimating direct groundwater recharge using a simple water balance model - sensitivity to land surface parameters J. Hydrol., 211, 112-125.
- Freeze, R.A. and Cherry, J.A., 1979, Groundwater, Prentice-Hall, Inc., p.96~98
- Fletcher G. Discoll, 1986, Groundwater and Wells
- Guttman, N.B., 1998. Comparing the Palmer Drought Index and the Standardized Precipitation Index. Journal of American Water Resources Association 34, 113-121.
- Grant, F. S. and West, G. F., 1965, Interpretation theory in applied geophysics : McGraw-Hill Book Co
- Hardcastle, K. C., 1995, Photolineament factor: a new computer-aided method for

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

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

VIII

과업 참여자

VIII. 과업참여자

▣ 사업총괄책임자

전병철(지하수지질처 지하수관리부장, 토양환경기술사)

▣ 사업책임자

노영조(지하수지질처, 차장, 이학석사, 지질 및 지반기술사)

박수정(지하수지질처, 과장, 이학석사, 응용지질기사)

김영인(지하수지질처, 사원, 공학석사, 토양환경기사)

▣ 조사총괄책임자

서구원(전남지역본부 지하수지질부장, 이학박사, 지질 및 지반기술사)

▣ 조사책임자

김창옥(전남지역본부, 차장, 이학석사, 수질환경기사, 토양환경기사)

정형수(전남지역본부, 과장, 공학박사, 응용지질기사)

이지영(전남지역본부, 대리, 이학사, 응용지질기사)

이광열(전남지역본부, 사원, 이학사, 정보처리기사)

박준아(전남지역본부, 사원, 공학사, 토목기사)

▣ 조사용역

박상욱(서교건설(주), 토목지질 분야 특급)

조상섭(서교건설(주), 토목지질 분야 초급)

나병호(서교건설(주), 토목지질 분야 초급)

김준섭(서교건설(주), 토목지질 분야 초급)

오해익(서교건설(주), 토목지질 분야 초급)

김명옥(서교건설(주), 토목지질 분야 초급)

부록 I

일 반 현 황

1. 일반현황

1.1 조사지역(농촌용수구역)

가. 정의

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

나. 설정 목적

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

다. 분할기준

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

<표 1-1-1> 전라남도 용수구역별 행정구역 현황

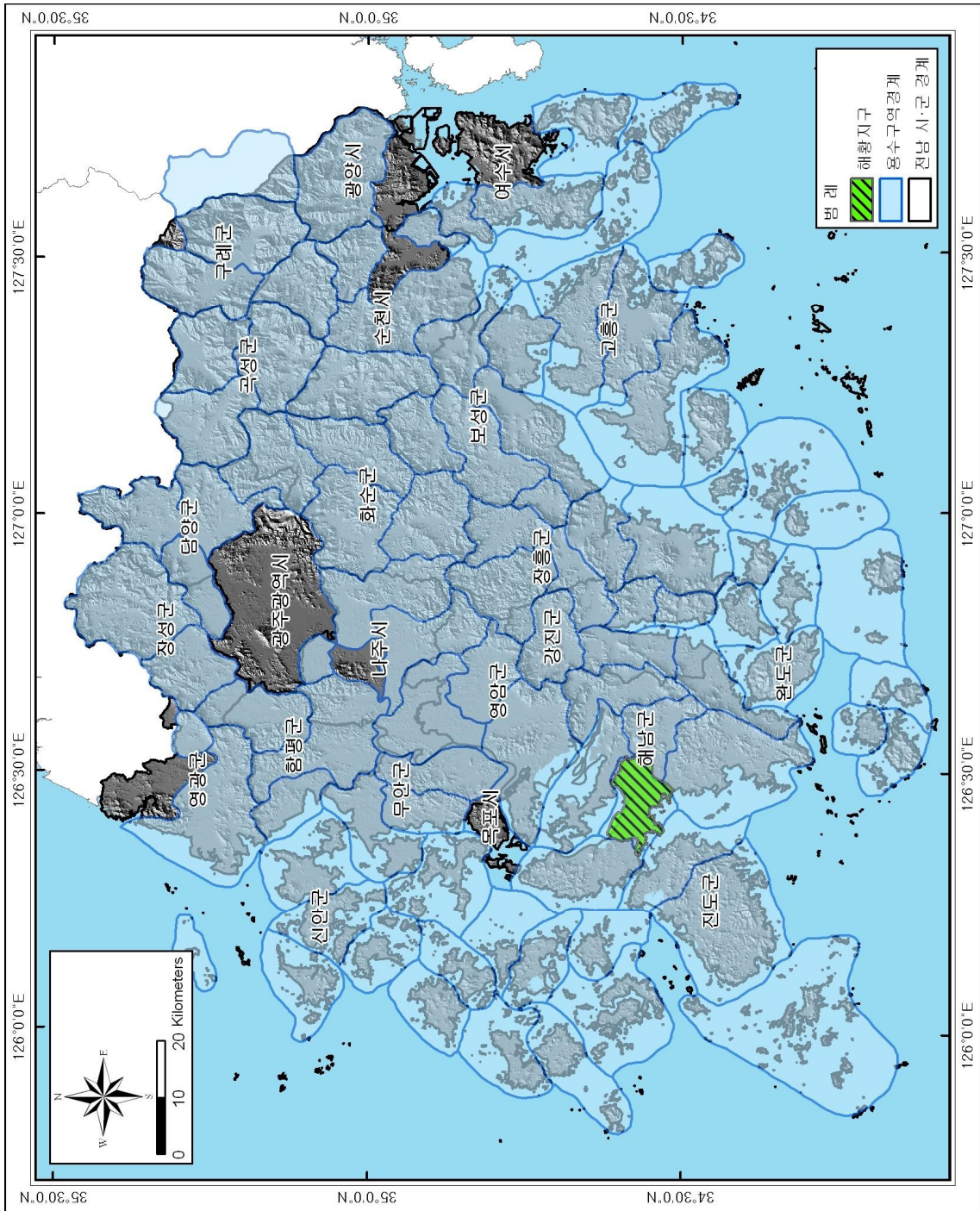
| 용수구역 | 행정구역 현황 | 수계 | 비고 |
|------|----------------------------|------|----|
| 강성 | 강진군 병영, 성전, 작천 | 탐진강 | |
| 강도 | 강진군 강진, 도암 | 해안지역 | |
| 강칠 | 강진군 칠량 | 해안지역 | |
| 대마 | 강진군 대구, 마량 | 해안지역 | |
| 고대 | 고흥군 남양, 대서, 동강 | 해안지역 | |
| 고과 | 고흥군 과역, 두원, 점암 | 해안지역 | |
| 고도 | 고흥군 도덕, 도양, 도화, 풍양 | 해안지역 | |
| 고포 | 고흥군 고흥, 영남, 점암, 포두 | 해안지역 | |
| 고봉 | 고흥군 과역, 두원, 점암 | 도서 | |
| 고금 | 고흥군 금산 | 도서 | |
| 곡옥 | 곡성군 겸, 삼기, 오산, 옥과, 입 | 섬진강 | |
| 곡고 | 곡성군 고달, 곡성, 오곡 | 섬진강 | |
| 곡석 | 곡성군 목사동, 석곡, 죽곡 | 섬진강 | |
| 광봉 | 광양시 광양, 봉강, 옥곡, 옥룡, 진상 | 해안지역 | |
| 구구 | 구례군 광의, 구례, 산동, 용방 | 섬진강 | |
| 구문 | 구례군 간전, 마산, 문척, 토지 | 섬진강 | |
| 나노 | 나주시 금천, 노안, 산포 | 영산강 | |
| 나남 | 나주시 남평, 다도, 화순군 도암 | 영산강 | |
| 나봉 | 나주시 봉황, 세지, 왕곡, 영암군 금정 | 영산강 | |
| 나동 | 나주시 공산, 동강, 반남, 영암군 신북, 시종 | 영산강 | |
| 담용 | 담양군 금성, 담양, 용, 월산 | 영산강 | |
| 담수 | 담양군 남, 대전, 수북, 장성군 진원 | 영산강 | |
| 담고 | 담양군 고서, 남, 대덕, 무정, 봉산, 창평 | 영산강 | |
| 무현 | 무안군 해제, 현경 | 해안지역 | |
| 무땅 | 무안군 땅운, 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 겸백, 노동, 미력, 보성, 읍어 | 섬진강 | |
| 보성 | 보성군 득량, 조성, 회천 | 해안지역 | |
| 보웅 | 보성군 보성, 웅치 | 해안 | |
| 승월 | 순천시 월등, 황전 | 섬진강 | |

<표 1-1-1> 전라남도 용수구역별 행정구역 현황(계속)

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

<표 1-1-1> 전라남도 용수구역별 행정구역 현황(계속)

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



<그림 1-1-1-1> 전라남도 용수구역 현황

1.2 행정구역 및 인구현황

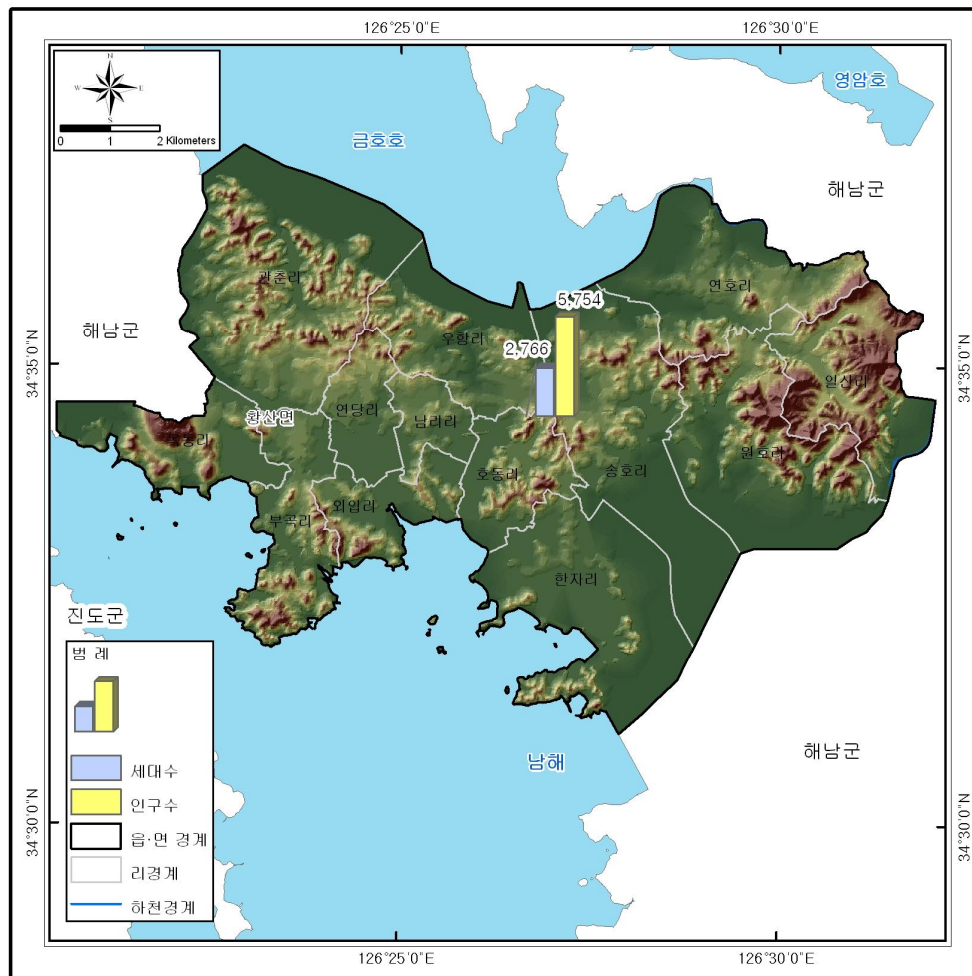
가. 행정구역 현황

□ 해황지구는 황산면 1개면 13개 법정리로 구성되어있으며, 전체 면적은 105.75km²이고, 해남군 전체 면적의 10.4%를 차지한다<표 1-2-1, 그림 1-2-1>.

<표 1-2-1> 해황지구 행정구역 현황

| 행 정 구 역 | | | 면 적 ¹⁾ (km ²) | 구성비 (%) |
|---------|-----|---|---|------------|
| 시·군 | 읍·면 | 법정리 | | |
| 1군 | 1면 | 13개리 | 105.75 | 100.0 |
| 해남군 | 황산면 | 관춘리, 남리리, 부곡리, 송호리, 연당리, 연호리, 옥동리, 외입리, 우항리, 원호리, 일신리, 한자리, 호동리 | 105.75 | 100.0 |

※ 자료출처 : 통계연보(해남군, 2017)



<그림 1-2-1> 해황지구 행정구역 현황

나. 인구현황

- 2016년말 기준 해황지구 인구는 5,754명으로, 이는 전라남도 전체인구 1,935,664명의 약 0.3%, 해남군 전체인구인 76,509명의 약 7.5%에 해당된다<표 1-2-2>.
- 해황지구의 세대수는 2,766세대(해남군 전체 35,231세대의 약 7.9%)이며, 세대당 인구는 평균 2.08명/세대이다.
- 해황지구의 인구밀도는 54.41명/km²로 확인된다.

<표 1-2-2> 해황지구 인구현황

| 구 분 | 세 대 | 인 구(명) | | | 인구밀도 (명/km ²) | 면 적 (km ²) | 세대당 인구 (명/세대) | |
|------|---------|-----------|---------|---------|------------------------------|---------------------------|---------------------|------|
| | | 계 | 남 | 여 | | | | |
| 전라남도 | 842,688 | 1,935,664 | 971,189 | 964,475 | 157.13 | 12,318.79 | 2.30 | |
| 해남군 | 35,231 | 76,509 | 37,364 | 39,145 | 75.35 | 1,015.43 | 2.17 | |
| 해황지구 | 2,766 | 5,754 | 2,814 | 2,940 | 54.41 | 105.75 | 2.08 | |
| 해남군 | 황산면 | 2,766 | 5,754 | 2,814 | 2,940 | 54.41 | 105.75 | 2.08 |

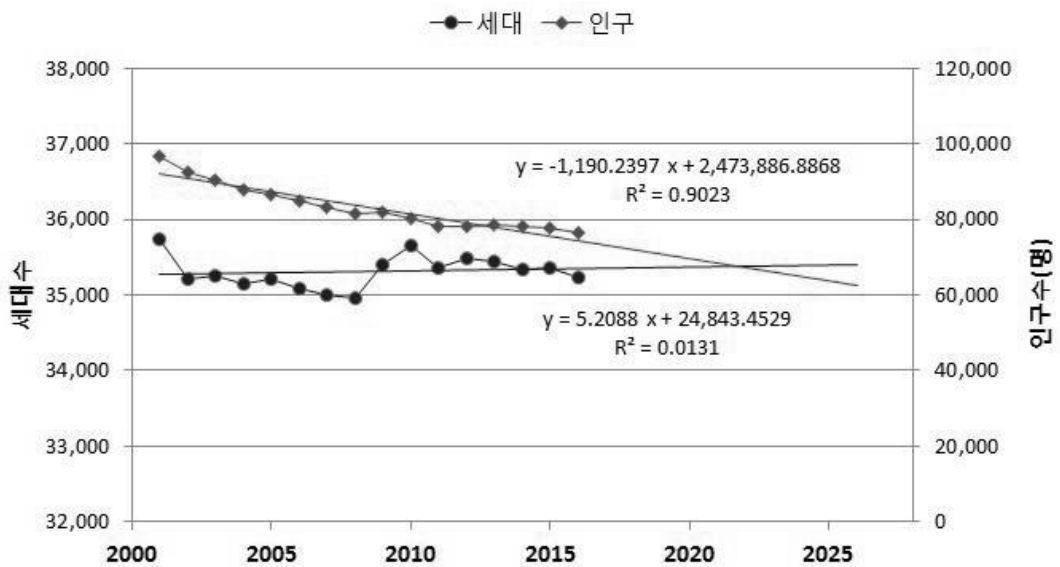
※ 자료출처 : 통계연보(전라남도, 해남군, 2017)

다. 인구추세

- 2001년부터 2016년까지의 해남군 인구변화는 아래 <표 1-2-3>과 같다. 2001년부터 세대수는 유지되고 있으나 인구는 꾸준히 줄어들고 있는 실정이며 인구밀도도 동일한 경향을 나타낸다. 현재의 추세에 따르면 약 10년 뒤인 2028년에는 세대수는 약 3만5천세대로 유지되나, 인구수는 약 6만명 까지 줄어들 것으로 보인다.

<표 1-2-3> 해남군 총 인구현황 추이

| 연도별 | 세대수 | 인구 | 인구밀도 | 면적(km ²) | 세대당 인구 |
|------|--------|--------|-------|----------------------|--------|
| 2001 | 35,746 | 96,590 | 112.3 | 859.92 | 2.7 |
| 2002 | 35,217 | 92,459 | 112.4 | 822.43 | 2.6 |
| 2003 | 35,244 | 90,197 | 101.7 | 886.7 | 2.6 |
| 2004 | 35,147 | 87,956 | 99.1 | 887.47 | 2.5 |
| 2005 | 35,215 | 86,488 | 95.3 | 907.23 | 2.5 |
| 2006 | 35,075 | 84,720 | 93.4 | 907.18 | 2.4 |
| 2007 | 35,009 | 83,020 | 90.5 | 917.21 | 2.4 |
| 2008 | 34,952 | 81,651 | 82.7 | 987.64 | 2.3 |
| 2009 | 35,400 | 81,823 | 82.2 | 995.74 | 2.3 |
| 2010 | 35,660 | 80,394 | 79.9 | 1005.8 | 2.3 |
| 2011 | 35,366 | 78,346 | 77.9 | 1005.76 | 2.2 |
| 2012 | 35,488 | 78,150 | 77.2 | 1012.86 | 2.2 |
| 2013 | 35,438 | 78,643 | 77.6 | 1013.08 | 2.2 |
| 2014 | 35,344 | 78,184 | 77.2 | 1013.14 | 2.2 |
| 2015 | 35,354 | 77,517 | 76.5 | 1013.26 | 2.2 |
| 2016 | 35,231 | 76,509 | 74.0 | 1,015.42 | 2.2 |



<그림 1-2-2> 인구추이 변화

1.3 농업 및 산업경제

가. 농업현황

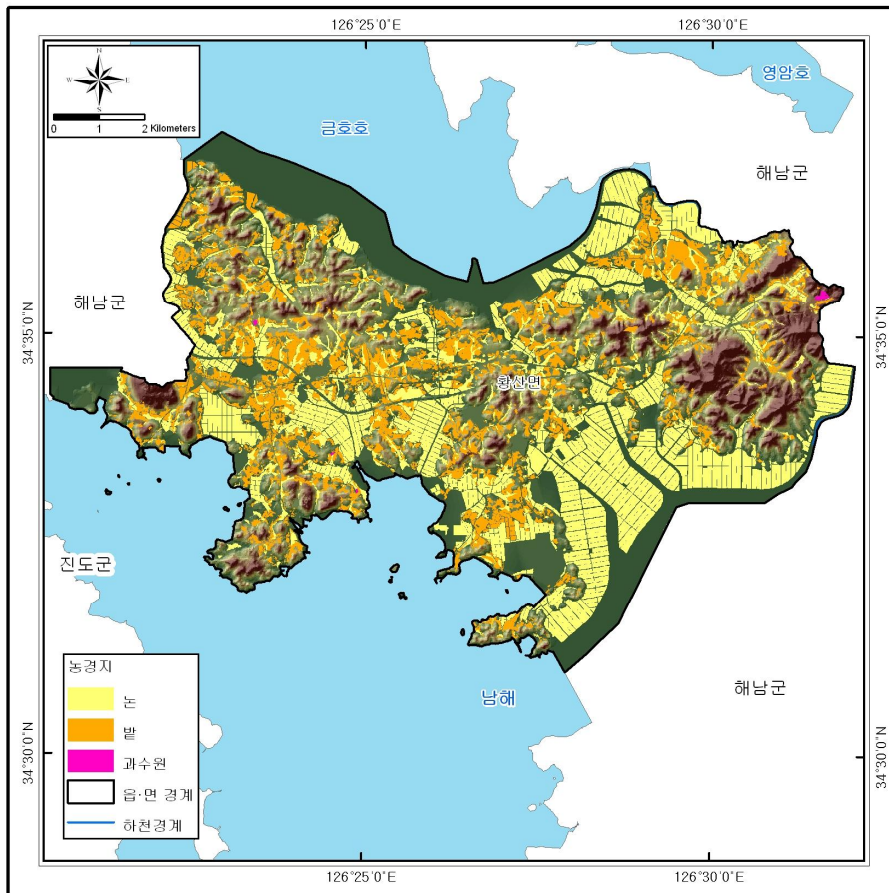
□ 해남군의 농가수는 총가구의 약 28.0%인 9,882가구이며, 경지면적은 34,576ha(전 12,334ha, 답 22,242ha)로 전과 답의 비율은 36 : 64이며, 가구당 경지면적은 3.50ha/가구이다<표 1-3-1>.

<표 1-3-1> 농가 및 경지면적 현황

(단위 : 호, ha)

| 연도별 | 총가구수 | 가구수 | | 경지면적 | | | 농업진흥지역 | 농업보호구역 |
|------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|-----------|----------|
| | | 농가수 | 비율(%) | 계 | 답 | 전 | 면적 | 면적 |
| 2011 | 35,366 | 10,976 | 31.0 | 34,794 | 22,886 | 11,908 | 23,404.30 | 4,529.10 |
| 2012 | 35,488 | 10,988 | 31.0 | 35,499 | 23,007 | 12,492 | 27,757.30 | 4,489.50 |
| 2013 | 35,438 | 10,935 | 30.9 | 35,369 | 23,042 | 12,327 | 27,753.96 | 4,489.50 |
| 2014 | 35,344 | 10,745 | 30.4 | 35,071 | 22,775 | 12,296 | 27,751.41 | 4,489.50 |
| 2015 | 35,354 | 10,284 | 29.1 | 35,052 | 22,425 | 12,627 | 29,053.40 | 4,541.20 |
| 2016 | 35,231 | 9,882 | 28.0 | 34,576 | 22,242 | 12,334 | 28,156.20 | 4,789.20 |

※ 자료출처 : 통계연보(해남군, 2017)



<그림 1-3-1> 농지분포도

나. 축산업 현황

□ 해황지구에서 조사된 축산가구는 총 57가구이며, 그 중 한우를 사육하는 가구가 49가구로 가장 큰 비중을 차지하며 사육두수는 가금류가 55,100마리로 가장 큰 비중을 차지한다<표 1-3-2>.

<표 1-3-2> 해황지구 축산업 현황

| 구 분 | 한우 | | 젓소 | | 가금 | | 돼지 | | 염소 | |
|--------------------|----|-----|----|----|----|--------|----|-------|----|-----|
| | 가구 | 마리 | 가구 | 마리 | 가구 | 마리 | 가구 | 마리 | 가구 | 마리 |
| 해황지구 | 49 | 886 | 0 | 0 | 3 | 55,100 | 4 | 8,500 | 1 | 100 |
| 해 남 군 황산면 | 49 | 886 | | | 3 | 55,100 | 4 | 8,500 | 1 | 100 |

※ 자료출처 : 해남군 가축사육업등록현황, 현장조사 결과

다. 사업체 현황

□ 해황지구의 사업체수 변화는 조금씩 감소하고 있으며, 사업체수는 311개로 해남군 전체(5,510개소)의 5.6%가 운영되고 있으며, 종사자수는 1,041명으로 해남군 전체 (22,117명)의 4.7%가 종사하고 있는 것으로 나타났다<표 1-3-3>.

<표 1-3-3> 사업체 증가 추이

(단위:개소,명)

| 구분 | 사업체수 | | | | 종사자수 | | | |
|------------|------|-----|-----|--------|-------|-------|-------|--------|
| | '14 | '15 | '16 | 비율 (%) | '14 | '15 | '16 | 비율 (%) |
| 해황지구 | 343 | 333 | 311 | 5.6 | 1,156 | 1,059 | 1,041 | 4.7 |
| 해남군 황산면 | 343 | 333 | 311 | 5.6 | 1,156 | 1,059 | 1,041 | 4.7 |

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

라. 광업 현황

□ 통계연보에 등록된 해남군 전체의 광구수는 총 46개소로 금속광 6개소, 비금속광 40개소이며, 현재 가행중인 곳은 19개소이다<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 | |
| 해남군 | 2011 | 39 | 27 | 12 | 6 | 5 | 1 | 33 | 22 | 11 |
| | 2012 | 39 | 27 | 12 | 6 | 5 | 1 | 33 | 22 | 11 |
| | 2013 | 48 | 37 | 11 | 6 | 5 | 1 | 42 | 32 | 10 |
| | 2014 | 46 | 19 | 27 | 6 | 6 | - | 40 | 13 | 27 |
| | 2015 | 46 | 19 | 27 | 6 | 6 | - | 40 | 13 | 27 |
| | 2016 | 46 | 19 | 27 | 6 | 6 | - | 40 | 13 | 27 |

* 자료출처 : 통계연보(해남군, 2017)

<표 1-3-5> 해남군 광산현황

| 대분류 | 소분류 | 광산명 | 주소지 |
|-----|-------|-------|--------------------|
| 폐광 | 폐금속광 | 산이 | 해남군 산이면 덕호리 491-1 |
| 폐광 | 폐금속광 | 전풍광산 | 해남군 화산면 금풍리 254 |
| 폐광 | 폐금속광 | 진산 | 해남군 산이면 진산리 551 |
| 폐광 | 폐금속광 | 화원 | 해남군 화원면 매월리 산62 |
| 폐광 | 폐비금속광 | 금계 | 해남군 송지면 어란리 산299 |
| 폐광 | 폐비금속광 | 금계해남 | 해남군 현산면 백포리 676-5 |
| 폐광 | 폐비금속광 | 남곡 | 해남군 계곡면 방춘리 산35-1 |
| 폐광 | 폐비금속광 | 녹도 | 해남군 문내면 학동리 1550 |
| 폐광 | 폐비금속광 | 달마 | 해남군 현산면 월송리 산56-3 |
| 폐광 | 폐비금속광 | 대흥 | 해남군 삼산면 구림리 146-20 |
| 폐광 | 폐비금속광 | 동국규사 | 해남군 화원면 매월리 620-2 |
| 폐광 | 폐비금속광 | 두륜 | 해남군 북일면 흥촌리 산111-3 |
| 폐광 | 폐비금속광 | 마봉 | 해남군 송지면 서정리 산123-1 |
| 폐광 | 폐비금속광 | 만호 | 해남군 계곡면 덕정리 115-24 |
| 폐광 | 폐비금속광 | 만호 | 해남군 화산면 안호리 98-9 |
| 폐광 | 폐비금속광 | 매파규사 | 해남군 화원면 주광리 산9-2 |
| 폐광 | 폐비금속광 | 사구 | 해남군 송지면 통호리 151-32 |
| 폐광 | 폐비금속광 | 산이고령토 | 해남군 산이면 예정리 540 |
| 폐광 | 폐비금속광 | 산정 | 해남군 북평면 영전리 산127-1 |

<표 1-3-5> 해남군 광산현황(계속)

| 대분류 | 소분류 | 광산명 | 주소지 |
|-----|-------|-------|--------------------|
| 폐광 | 폐비금속광 | 새남 | 해남군 황산면 연호리 629-9 |
| 폐광 | 폐비금속광 | 성락 | 해남군 문내면 난대리 654-1 |
| 폐광 | 폐비금속광 | 성산 | 해남군 황산면 부곡리 산158 |
| 폐광 | 폐비금속광 | 송산 | 해남군 옥천면 송산리 산59-2 |
| 폐광 | 폐비금속광 | 송종 | 해남군 송지면 송호리 산199 |
| 폐광 | 폐비금속광 | 송지 | 해남군 송지면 가차리 394-5 |
| 폐광 | 폐비금속광 | 신죽 | 해남군 옥천면 신죽리 401-5 |
| 폐광 | 폐비금속광 | 영전 | 해남군 북평면 영전리 1524-4 |
| 폐광 | 폐비금속광 | 예백 | 해남군 문내면 예락리 산18-16 |
| 폐광 | 폐비금속광 | 옥매2 | 해남군 황산면 옥동리 산1-11 |
| 폐광 | 폐비금속광 | 옥천 | 해남군 옥천면 영춘리 622-9 |
| 폐광 | 폐비금속광 | 옥천 | 해남군 옥천면 용산리 275 |
| 폐광 | 폐비금속광 | 우수영 | 해남군 산이면 덕호리 산1-5 |
| 폐광 | 폐비금속광 | 좌일 | 해남군 북일면 금당리 597-2 |
| 폐광 | 폐비금속광 | 주동 | 해남군 황산면 관춘리 447-1 |
| 폐광 | 폐비금속광 | 천일 | 해남군 산이면 초송리 955-7 |
| 폐광 | 폐비금속광 | 천일고령토 | 해남군 황산면 연호리 산110-1 |
| 폐광 | 폐비금속광 | 태화광업 | 해남군 계곡면 여수리 산51-2 |
| 폐광 | 폐비금속광 | 해남 | 해남군 마산면 연구리 860 |
| 폐광 | 폐비금속광 | 해남우수령 | 해남군 황산면 연호리 산94 |
| 폐광 | 폐비금속광 | 협동 | 해남군 화원면 화봉리 380-1 |
| 폐광 | 폐비금속광 | 호남고령토 | 해남군 옥천면 팔산리 966-1 |
| 폐광 | 폐비금속광 | 호동 | 해남군 황산면 호동리 570-1 |
| 폐광 | 폐비금속광 | 화산규사 | 해남군 화산면 평호리 산76-1 |
| 폐광 | 폐비금속광 | 황산 | 해남군 황산면 한자리 305-2 |

마. 농공단지 현황

□ 해남군에는 총 3개의 산업 및 농공단지가 운영 중이며, 해황지구 설치·운영되고 있는 농공단지는 없는 것으로 조사되었다. 해남군에 운영되고 있는 산업 및 농공단지 현황은 아래와 같다<표 1-3-6>.

<표 1-3-6> 농공단지 현황

| 구분 | 단지수 | 총면적 (m ²) | 분양면적 (m ²) | 입주업체수 (개소) | 종업원수 (명) | 가동율 (%) | |
|-----|--------------------|-----------------------|------------------------|------------|----------|---------|----|
| 해남군 | 3 | 392 | 276 | 26 | 3,325 | 92 | |
| 농공 | 옥천, 화원 땅끝해남식품특화 | 3 | 392 | 276 | 26 | 3,325 | 92 |

※ 자료출처 : 통계연보(해남군, 2017)

1.4 자연환경현황

1.4.1 하천 및 유역

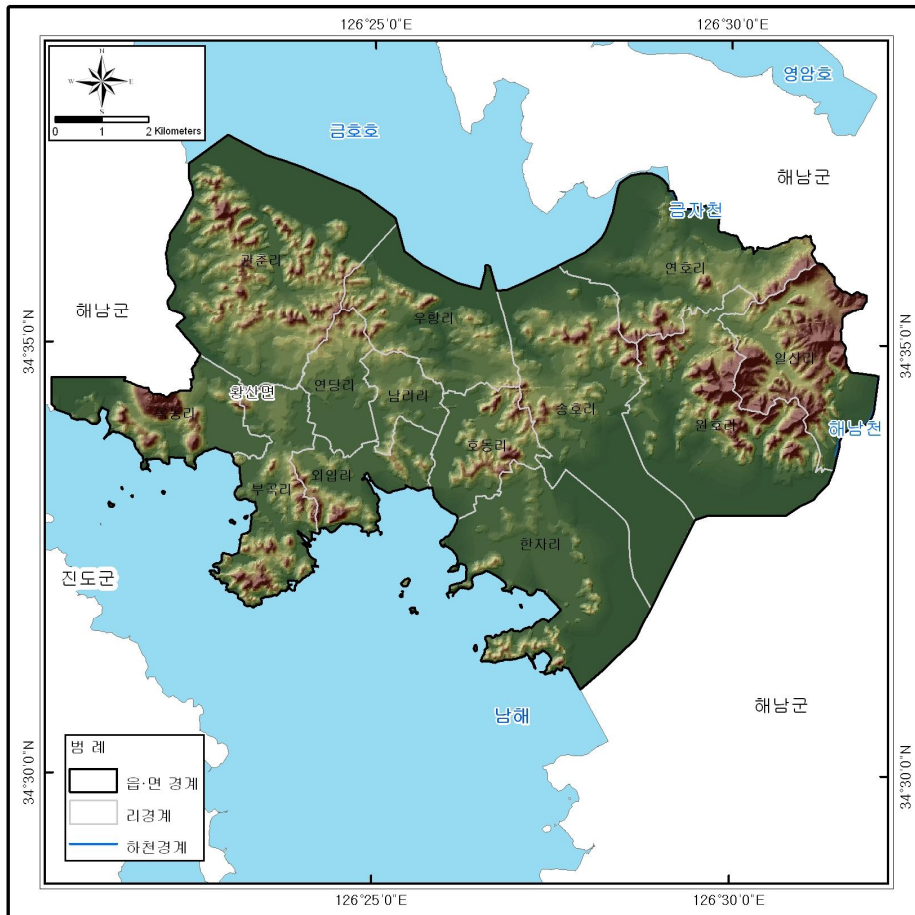
가. 하천현황

□ 해황지구에는 2개의 지방천이 발달해 있으며 지방천의 평균 하천연장은 2.92km, 유로연장은 9.76km, 평균 유역면적은 26.79km²이다<표 1-4-1, 그림 1-4-1>.

<표 1-4-1> 해황지구 지방하천 현황

| 하천명 | 유수의 계통(수계) | | | | 하천 등급 | 하천기점 | | 하천종점 | | 하천 연장 (km) | 유로 연장 (km) | 유역 면적 (km ²) |
|-----|------------|------|------|------|-------|------|----|------|----|------------|------------|--------------------------|
| | 분류 | 제1지류 | 제2지류 | 제3지류 | | 시군 | 읍면 | 시군 | 읍면 | | | |
| 해남천 | 해남천 | | | | 지방 | 해남 | 해남 | 해남 | 해남 | 3.47 | 11.64 | 34.80 |
| 금자천 | 금자천 | | | | 지방 | 해남 | 마산 | 해남 | 황산 | 2.36 | 7.87 | 18.78 |

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



<그림 1-4-1> 해황지구 하천 현황

나. 유역 현황

□ 본 조사에서는 수계분포와 지형 등을 고려하여 분류된 수자원단위지도인 표준유역을 지하수 이용현황, 물수지 분석 및 지하수자원 평가의 기초단위로 설정하였으며, 1개의 대권역과 1개의 중권역, 3개의 표준유역이 포함되어 있다<표 1-4-2, 그림 1-4-2>. 표준유역의 면적은 해남방조제 29.40km²(27.8 %), 금호방조제 48.45km²(45.8 %), 화원면 27.90km²(26.4 %)로 나타난다.

<표 1-4-2> 표준유역 현황

| 대권역 | 중권역 | 표준유역 | | | |
|-------|-------|-------|--------|----------------------|--------|
| | | 유역명 | 유역코드 | 면적(km ²) | 구성비(%) |
| 해황지구 | | | | 105.75 | 100.0 |
| 영산강남해 | 영암방조제 | 금호방조제 | 520202 | 48.45 | 45.8 |
| | | 해남방조제 | 520204 | 29.40 | 27.8 |
| | | 화원면 | 520203 | 27.90 | 26.4 |

※ 자료출처 : 한강홍수통제소 하천정보센터



<그림 1-4-2> 해황지구 표준유역 현황

1.4.2 기상

□ 해남군의 연평균기온은 14.0℃, 연평균강수량은 1,360.2mm, 월별 최고 강수는 10월에 228.6mm(16.8%)이며, 일조시간은 1,753.8시간으로 일조율이 비교적 높은 편이고 3~5, 7~8월에 일조량이 많다. 상대습도는 연평균 75.8%, 평균풍속은 2.2m/sec이다<표 1-4-3>.

<표 1-4-3> 기상현황

| 년도/월별 | 평균 기온 (℃) | 강수량 (mm) | 평균 상대 습도 (%) | 평균운량 (1/10) | 일조시간 (hr) | 최심신적설 (cm) | 평균풍속 (m/sec) |
|-------------|-------------|----------------|--------------|-------------|----------------|------------|--------------|
| 2011 | 13.0 | 1,498.9 | 73.7 | 5.4 | 1,971.9 | 1.3 | 2.2 |
| 2012 | 13.2 | 1,695.4 | 74.9 | 5.8 | 1,983.2 | 5 | 2.2 |
| 2013 | 13.7 | 1,077.7 | 72.2 | 4.9 | 2,091.5 | 1.5 | 2.1 |
| 2014 | 13.7 | 1,173.1 | 73.6 | 5.3 | 1,995.5 | 23.5 | 2.1 |
| 2015 | 13.9 | 1,157.8 | 78.4 | 5.5 | 2,049.3 | 3.3 | 2.0 |
| 2016 | 14.0 | 1,360.2 | 75.8 | 5.3 | 1,753.8 | 9.2 | 2.2 |
| 1월 | 0.4 | 56.3 | 75.0 | 5.8 | 1277.0 | 16.3 | 2.1 |
| 2월 | 2.4 | 24.1 | 71.0 | 2.4 | 1797.0 | 2.1 | 2.4 |
| 3월 | 6.6 | 93.7 | 74.0 | 5.7 | 2206.0 | - | 2.1 |
| 4월 | 13.3 | 175.7 | 81.0 | 6.8 | 1851.0 | - | 2.4 |
| 5월 | 17.8 | 111.6 | 78.0 | 6.5 | 2247.0 | - | 2.3 |
| 6월 | 21.8 | 103.5 | 81.0 | 6.2 | 1363.0 | - | 2.0 |
| 7월 | 25.9 | 205.4 | 80.0 | 8.0 | 2071.0 | - | 2.5 |
| 8월 | 27.2 | 25.1 | 74.0 | 3.3 | 2816.0 | - | 2.0 |
| 9월 | 22.2 | 194.0 | 79.0 | 4.6 | 1308.0 | - | 1.5 |
| 10월 | 16.8 | 228.6 | 76.0 | 6.7 | 986.0 | - | 2.4 |
| 11월 | 8.7 | 84.5 | 70.0 | 3.8 | 1657.0 | - | 2.1 |
| 12월 | 4.4 | 57.7 | 70.0 | 3.9 | 1466.0 | - | 2.1 |

※ 자료출처 : 통계연보(해남군, 2017)

1.4.3 지형 및 지질

가. 지형

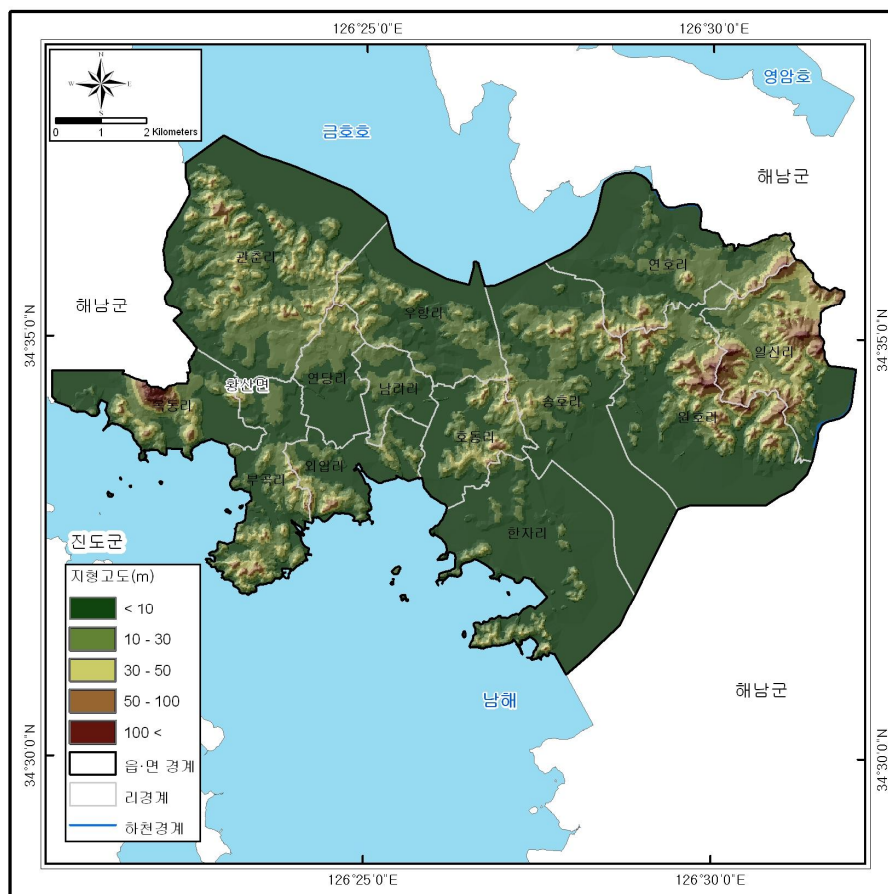
□ 해황지구는 해남군 중서부 지역으로 지구의 남부와 북부는 바다에 접해 있다. 지구 전체가 100m 이하의 저평한 산지와 평지를 이루며 경작지로 이용되고 있는 저지대 및 평야는 주로 논농사로, 고지대는 밭농사 및 과수 산지로 경작되고 있다.

□ 조사지역은 해발고도 100m 이하의 평지가 대부분으로 100m 이상의 산지는 지구 동쪽 경계부에 일부 나타난다. 지구의 남부와 북부 경계부는 해안과 접하고 있다<표 1-4-4, 그림 1-4-3>.

<표 1-4-4> 해황지구 지형고도

(단위 : m, km²)

| 면적 \ 고도 | 전 체 | 10 이하 | 10 ~ 30 | 30~50 | 50~100 | 100 이상 |
|---------|--------|-------|---------|-------|--------|--------|
| 해황지구 | 105.75 | 59.47 | 30.51 | 10.58 | 4.53 | 0.65 |



<그림 1-4-3> 지형고도 분포

나. 지질

- 한국지질자원연구원에서 발간한 1:50,000 도폭 지질보고서(해남·우수영)를 이용하여 지질도를 작성하고, 행정구역별 지질 분포현황을 분석한 결과는 <표 1-4-6>과 같다.
- 해황지구의 지질은 하부로부터 백악기 화산암류 및 유문암, 그리고 제4기 충적층으로 구성된다. 백악기 산성분류암질응회암층이 해황지구 중앙부에 넓게 분포하며, 제4기 충적층이 그 주변을 둘러싸고 분포하고 있다.
- 해황지구에 분포하는 지질을 지질특성에 따른 수문지질단위(hydrogeologic unit)로 구분하면 <표 1-4-5>와 같다.

<표 1-4-5> 수문지질단위 분류

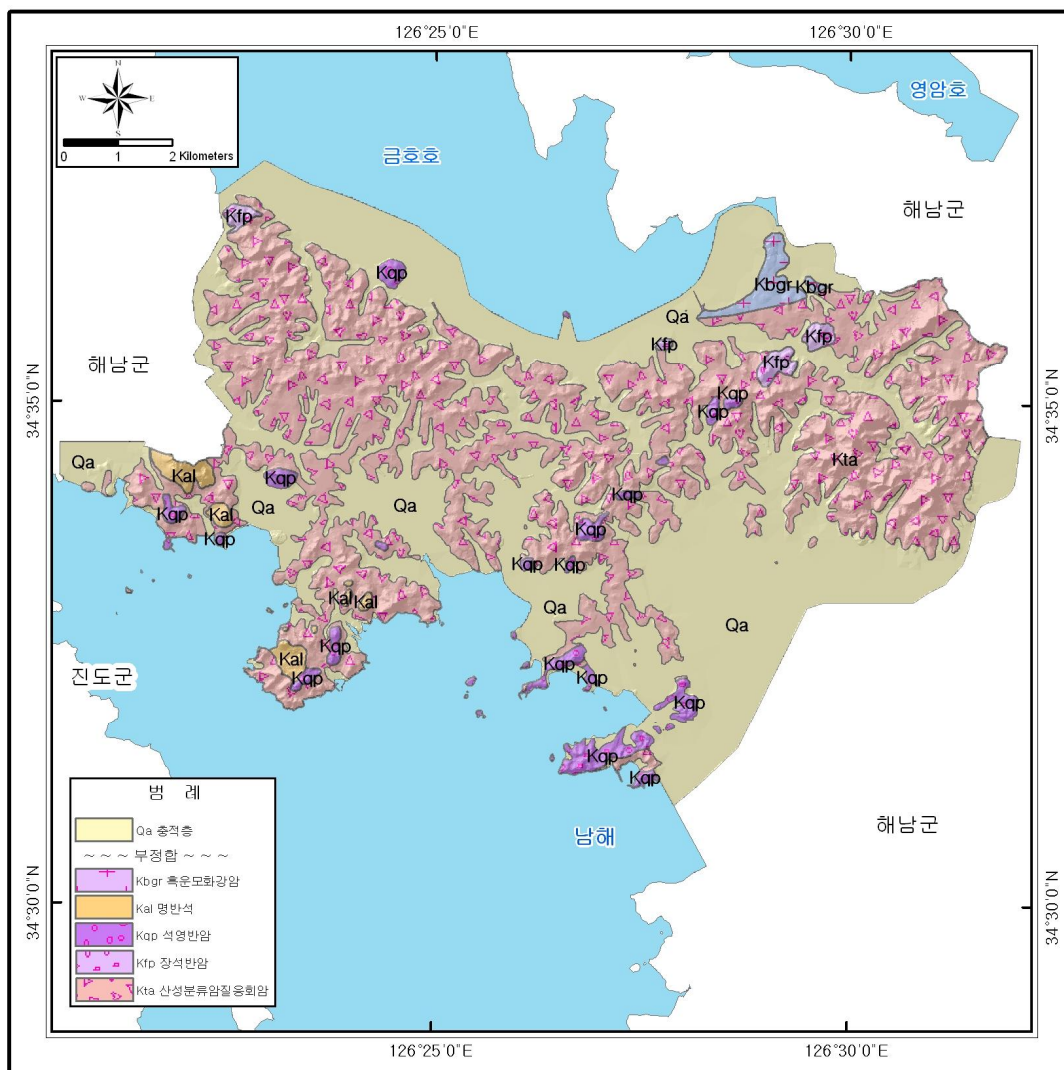
| 지질시대 | 지질 | 기호 | 수문지질단위 | 지형 | 대수층특성 | 지하수산출성 |
|-------------------------|-------------|------|--------------|----------|-------|--------|
| 제4기 | 충적층 | Qa | 미고결쇄설성퇴적층 | 평야,곡간,해빈 | 1차공극 | 대 |
| ~ ~ ~ ~ ~ 부정합 ~ ~ ~ ~ ~ | | | | | | |
| 백악기 | 흑운모화강암 | Kbgr | 백악기 산성 관입화성암 | 산지>구릉 | 단열 | 소 |
| | 분류산성암층 명반석 | Kal | 비다공질화산암 | 산지 | 단열 | 소 |
| | 석영반암 | Kqp | 백악기 산성 관입화성암 | 산지>구릉 | 단열 | 소 |
| | 분류산성암층 장석반암 | Kfp | 백악기 산성 관입화성암 | 산지>구릉 | 단열 | 소 |
| | 산성분류암질응회암 | Kta | 비다공질화산암 | 산지 | 단열 | 소 |

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

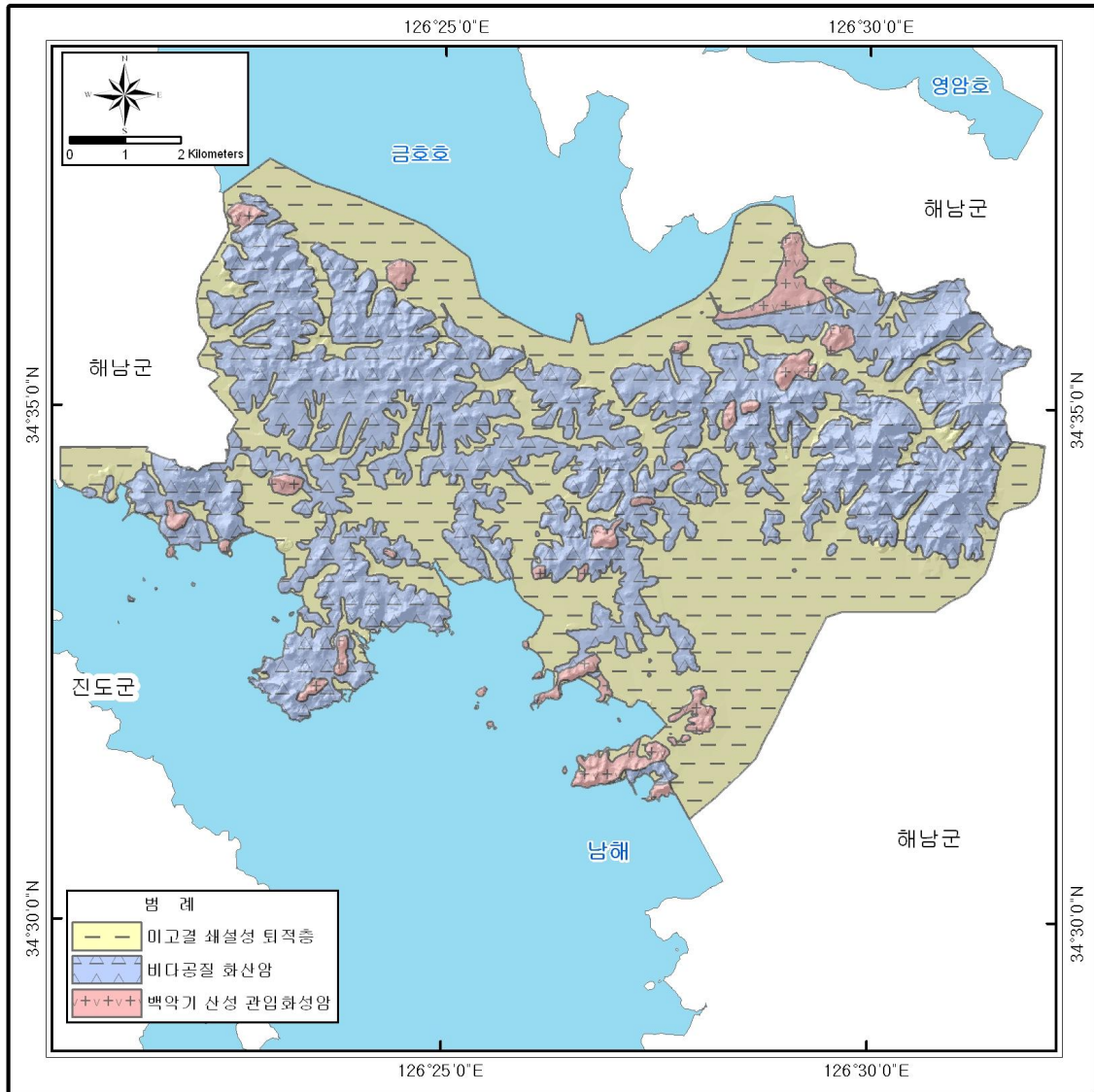
<표 1-4-6> 행정구역별 지질 면적

(단위 : km²)

| 구분 | 계 | Qa | Kbgr | Kal | Kqp | Kfp | Kta |
|--------|--------|--------|-------|------|------|------|-------|
| 해황지구 | 105.75 | 51.80 | 0.96 | 1.08 | 2.89 | 0.80 | 48.20 |
| 구성비(%) | 100.0 | 49.0 | 0.9 | 1.0 | 2.7 | 0.8 | 45.6 |
| 해남군 | 황산면 | 105.75 | 51.80 | 0.96 | 1.08 | 2.89 | 48.20 |



<그림 1-4-4> 해황지구 지질도



<그림 1-4-5> 해황지구 수문지질도

1.4.4 토지이용 및 토양

가. 토지이용

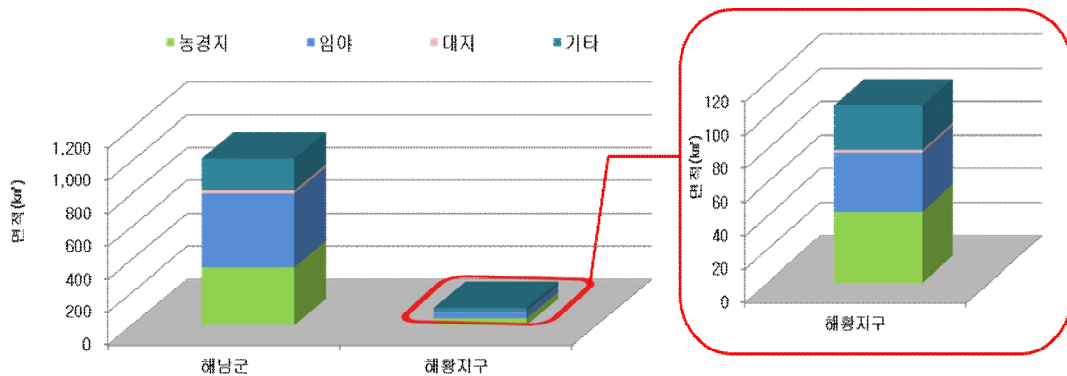
□ 해황지구의 면적은 105.75km²로 해남군 전체 면적의 10.4%를 차지하며, 그 중 임야는 해황지구 전체 면적의 33.4%인 35.30km²로 넓은 면적을 점유하고, 농경지(전, 답, 과수)는 40.2%인 42.56km²를 점유하고 있다<표 1-4-7, 그림 1-4-6>.

<표 1-4-7> 지목별 토지이용 현황

(단위 : km²)

| 구분 | 합계 | 농경지 | | | | 임야 | 대지 | 기타 | |
|--------|------------|-----------|-----------|-----------|--------|-----------|----------|-----------|-------|
| | | 소계 | 전 | 답 | 과수원 | | | | |
| 전라남도 | 123,187.94 | 32,436.06 | 11,575.43 | 20,484.38 | 376.25 | 69,911.23 | 2,955.34 | 17,885.32 | |
| 해남군 | 1,015.43 | 351.46 | 122.82 | 227.54 | 1.10 | 448.75 | 18.94 | 196.28 | |
| 해황지구 | 105.75 | 42.56 | 15.33 | 27.18 | 0.05 | 35.30 | 1.75 | 26.14 | |
| 구성비(%) | 100.0 | 40.2 | 14.5 | 25.7 | 0.0 | 33.4 | 1.7 | 24.7 | |
| 해남군 | 황산면 | 105.75 | 42.56 | 15.33 | 27.18 | 0.05 | 35.30 | 1.75 | 26.14 |

※ 자료출처 : 통계연보(전라남도, 해남군, 2017)




<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 |

□ 해황지구의 NRCS토양형은 토양침투능이 상대적으로 매우 양호한 A형이 25.79km²(24.4%)이고, 비교적 양호함을 의미하는 B형 토양이 27.18km²(25.7%)로 양호한 침투능을 갖는 토양의 면적비가 50.1%로 조사지구 절반 정도를 차지한다. 침투능이 매우 불량함을 지시하는 D형은 49.10 km²(46.4%)로 이는 해황지구의 강우 토양침투능이 비교적 불량함을 의미한다. 표준유역별 토양형의 분포면적은 <표 1-4-10, 그림 1-4-7>와 같다.

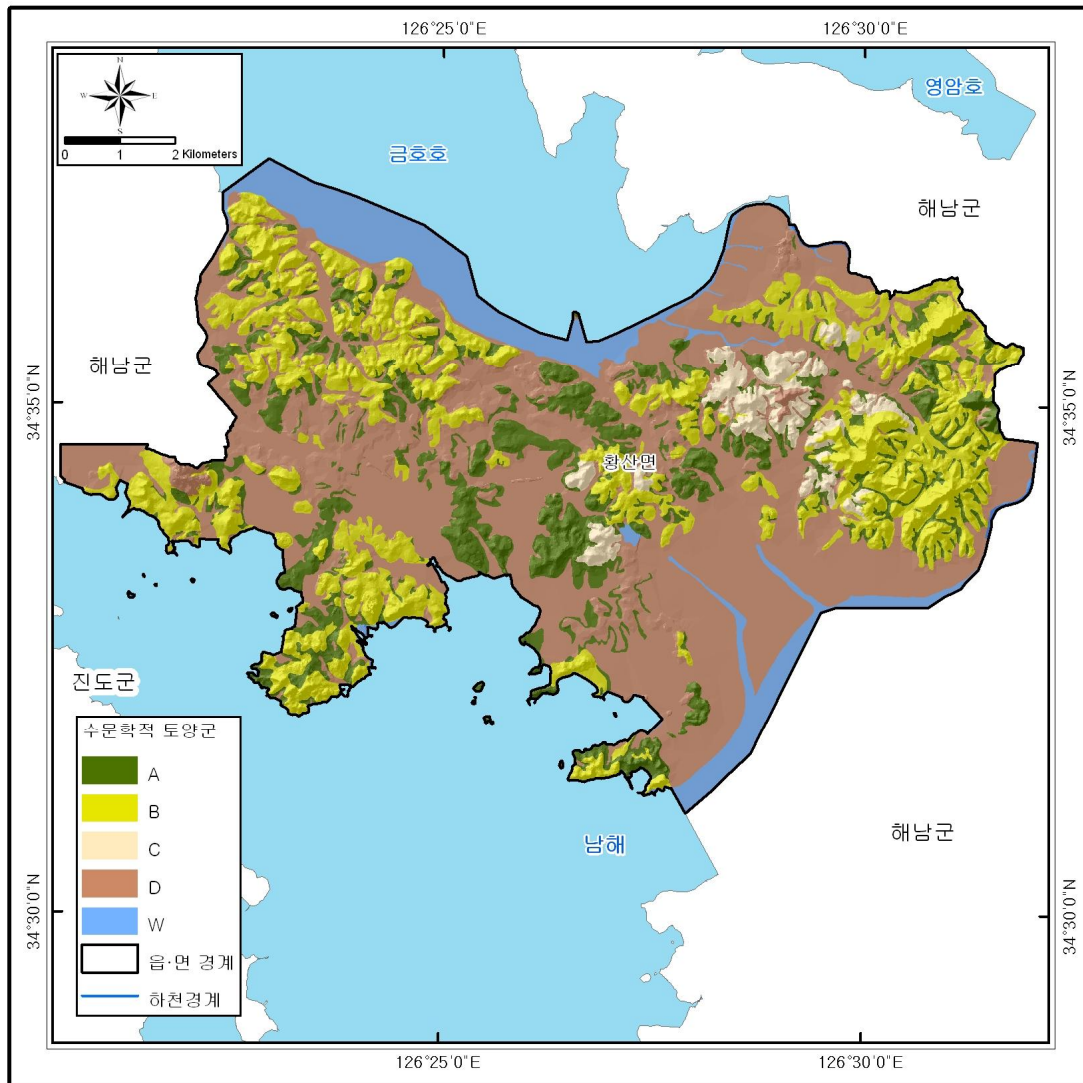
<표 1-4-9> NRCS 토양형에 따른 해황지구 토양의 재분류

| 구분 | 해황지구의 토양형 | 면적(km ²) | 구성비(%) |
|----|--|----------------------|--------|
| 계 | - | 105.75 | 100.0 |
| A | AnD, ArC, ArD, BeB, BeC, DkB, TaC2, TaD2, TaE2, UoB, UoC, WdB, WdC, Water | 25.79 | 24.4 |
| B | BxC2, BxD2, BxE2, JwC, MzD2, MzE2, NtC2, NtD2, SbC, SbD, UnD, YxB | 27.18 | 25.7 |
| C | GfD2, GfE2 | 3.68 | 3.5 |
| D | Bp, BRS, ByC2, CGB, CGC, Dy, DyB, GmC, GpB, Gr, HIB, HjB, HMB, HzE2, IgB, IgC, Jb, KfB, KfC, Ki, KkB, KkC, OcB, Pe, RCS, StC, StD, TF, YcB | 49.10 | 46.4 |

<표 1-4-10> 토양등급별 분포면적

(단위:km²)

| 구분 | | 계 | A | B | C | D |
|----------|-------|--------|-------|-------|------|-------|
| 구성비(%) | | 100.0 | 24.3 | 25.7 | 3.5 | 46.5 |
| 표준 유역 | 계 | 105.75 | 25.74 | 27.19 | 3.69 | 49.13 |
| | 금호방조제 | 48.45 | 13.00 | 14.94 | 1.62 | 18.89 |
| | 해남방조제 | 29.40 | 6.35 | 5.46 | 1.57 | 16.02 |
| | 화원면 | 27.90 | 6.39 | 6.79 | 0.50 | 14.22 |



<그림 1-4-7> 해황지구 NRCS 토양도

Tip

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

부록 Ⅱ

지하수 개발·이용 현황

2. 지하수 개발·이용 현황

2.1 지하수 개발 현황

- 해황지구에 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

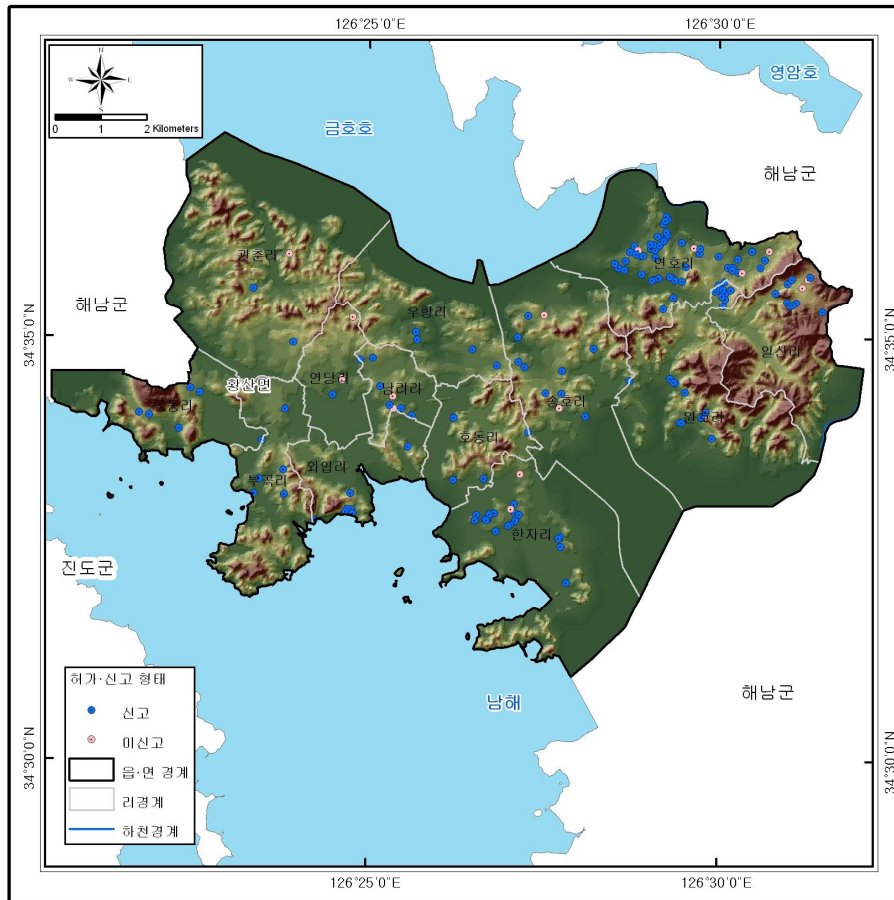
- 해남군의 새울행정시스템 자료에 의하면, 해황지구에는 총 465개소의 농업용 지하수시설이 개발·이용되고 있고, 관정개발밀도는 8.91공/km²이다. 지하수조사연보(2017)에는 농업용 지하수시설이 558공으로 현재 파악한 지하수관정 현황과는 차이가 큰 것으로 확인되었다.
- 수집된 자료를 허가·신고형태별로 구분하면, 신고시설 449공, 미신고 16공으로 분류된다. 리별로는 연호리 136공, 한자리 76공, 원호리 52공으로 대부분의 관정이 연호리(29.2%)에 집중적으로 분포하는 것으로 확인되었다<그림 2-1-1>.
- 금회 조사에서는 해당 지자체 지하수 행정자료와 공공관정을 기반으로 하여 농업용 관정을 중점적으로 조사하였으며, 시설물 등록 및 이용현황, 지리적 위치확인, 현장수질측정, 관정점검 등을 실시하였다.
- 현장조사는 공공관정 16공(미신고), 일반관정141공(신고) 등 총 157공을 조사하였다. 조사된 관정 중 허가·신고관정의 비율이 89.8%를 차지하고 있었으며, 미신고 관정의 비율이 전체 조사관정 중 10.2%의 비율로 존재하는 것으로 확인되었다. 이와 같은 비율로 해황지구 전반에 걸쳐 미신고관정이 존재한다면 그 수는 무려 47공에 이르므로, 향후 이용실태조사 및 지역지하수관리계획 등을 실시하여 제도권 밖에서 무방비상태로 관리되고 있는 시설물들에 대한 관리대책이 수립되어야 할 것이다<표 2-1-1>.

<표 2-1-1> 허가·신고형태별 지하수개발 현황

(단위 : 공)

| 구 분 | 행정자료 ⁽¹⁾ | | | | 지하수 ⁽²⁾ 조사연보 | 금회조사 ⁽³⁾ | | | | |
|--------|---------------------|-----|------|-----|----------------------------|---------------------|----|------|------|---|
| | 계 | 허가 | 신고 | 미신고 | | 계 | 허가 | 신고 | 미신고 | |
| 해황지구 | 465 | - | 449 | 16 | 1,378 | 157 | - | 141 | 16 | |
| 구성비(%) | 100.0 | - | 96.6 | 3.4 | 100.0 | 100.0 | - | 89.8 | 10.2 | |
| 황산면 | 관촌리 | 15 | - | 14 | 1 | - | 3 | - | 2 | 1 |
| | 남리리 | 15 | - | 14 | 1 | - | 7 | - | 6 | 1 |
| | 부곡리 | 21 | - | 21 | - | - | 5 | - | 5 | - |
| | 송호리 | 50 | - | 48 | 2 | - | 11 | - | 9 | 2 |
| | 연당리 | 13 | - | 10 | 3 | - | 4 | - | 1 | 3 |
| | 연호리 | 136 | - | 132 | 4 | - | 54 | - | 50 | 4 |
| | 옥동리 | 19 | - | 19 | - | - | 6 | - | 6 | - |
| | 외입리 | 17 | - | 16 | 1 | - | 8 | - | 7 | 1 |
| | 우항리 | 9 | - | 9 | - | - | 4 | - | 4 | - |
| | 원호리 | 52 | - | 52 | - | - | 20 | - | 20 | - |
| | 일신리 | 28 | - | 26 | 2 | - | 11 | - | 9 | 2 |
| | 한자리 | 76 | - | 74 | 2 | - | 20 | - | 18 | 2 |
| 호동리 | 14 | - | 14 | - | - | 4 | - | 4 | - | |

※ 자료출처 : (1) 새울행정시스템(2018), (2) 지하수 조사연보(2017), (3) KRC 현장조사자료



<그림 2-1-1> 허가·신고 형태별 지하수시설 현황도

2.1.2 용도별 지하수 개발 현황

□ 해남군 새울행정시스템과 지하수 조사연보 자료를 살펴보면, 해황지구
의 용도별 지하수 개발현황은 생활용이 473공(50.2%), 농업용 지하수
시설이 465공(49.4%), 공업용 4공(0.4%) 등으로 분석되었다<표
2-1-2, 그림 2-1-2>.

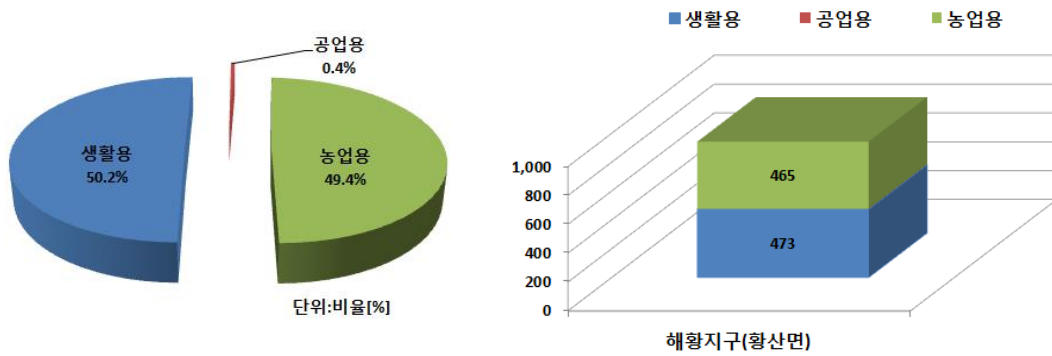
□ 금회조사에서는 해남군 새울행정시스템 자료의 해황지구에 해당하는
농업용 지하수시설과 농업기반시설 공공관정을 기초로 하여 현장조사
를 실시하였다. 공공관정에 대해서는 정밀현황조사를 실시하였으며 관
정현황조사는 리별 면적을 고려하여 최대한 등분포로 조사하였다. 용
도별 조사대상 농업용 지하수시설 465공 중 금회조사에서 157공을 현
장조사하였다<표 2-1-2>.

<표 2-1-2> 용도별 지하수 개발 현황

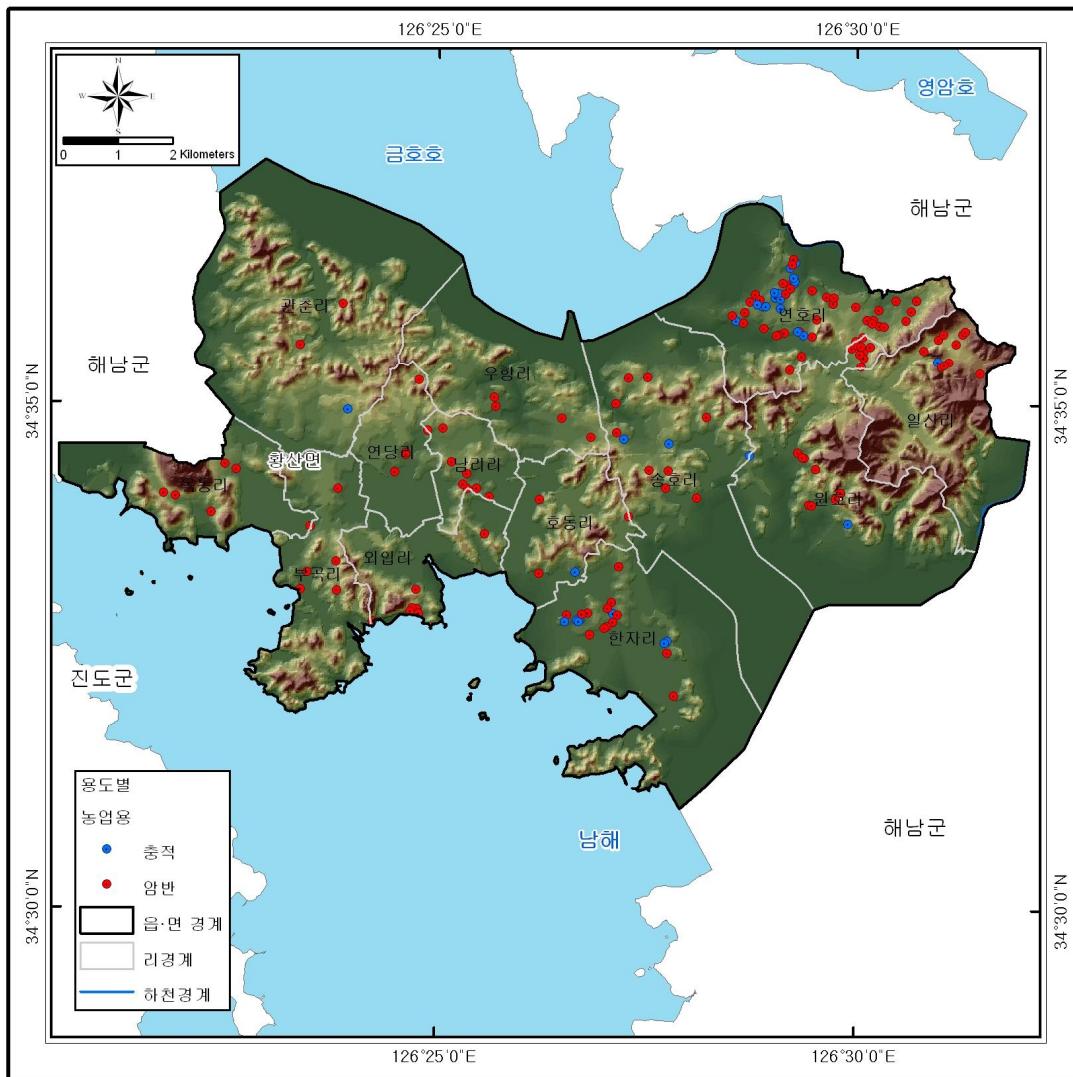
(단위 : 공)

| 읍 면 | 행정자료(지자체) ⁽¹⁾ | | | | | 조사연보 ⁽²⁾ (농업용) | 금회조사 ⁽³⁾ (농업용) | | |
|-------------|--------------------------|------|-----|------|-----|------------------------------|------------------------------|----------|----------|
| | 계 | 생활용 | 공업용 | 농업용 | 기타 | | 계 | 공공 관정 | 사설 관정 |
| 해황지구 | 942 | 473 | 4 | 465 | - | 558 | 157 | 16 | 141 |
| 구성비(%) | 100.0 | 50.2 | 0.4 | 49.4 | - | 40.5 | 100.0 | 10.2 | 89.8 |
| 황 산 면 | 관춘리 | 48 | 33 | - | 15 | - | 3 | 1 | 2 |
| | 남리리 | 16 | 1 | - | 15 | - | 7 | 1 | 6 |
| | 부곡리 | 31 | 10 | - | 21 | - | 5 | - | 5 |
| | 송호리 | 136 | 86 | - | 50 | - | 11 | 2 | 9 |
| | 연당리 | 19 | 6 | - | 13 | - | 4 | 3 | 1 |
| | 연호리 | 219 | 83 | - | 136 | - | 54 | 4 | 50 |
| | 옥동리 | 47 | 28 | - | 19 | - | 6 | - | 6 |
| | 외입리 | 27 | 10 | - | 17 | - | 8 | 1 | 7 |
| | 우항리 | 22 | 13 | - | 9 | - | 4 | - | 4 |
| | 원호리 | 156 | 100 | 4 | 52 | - | 20 | - | 20 |
| | 일신리 | 66 | 38 | - | 28 | - | 11 | 2 | 9 |
| | 한자리 | 131 | 55 | - | 76 | - | 20 | 2 | 18 |
| 호동리 | 24 | 10 | - | 14 | - | 4 | - | 4 | |

* 자료출처 : (1) 새울행정시스템(2018), (2) 지하수 조사연보(2017), (3) KRC 현장조사자료



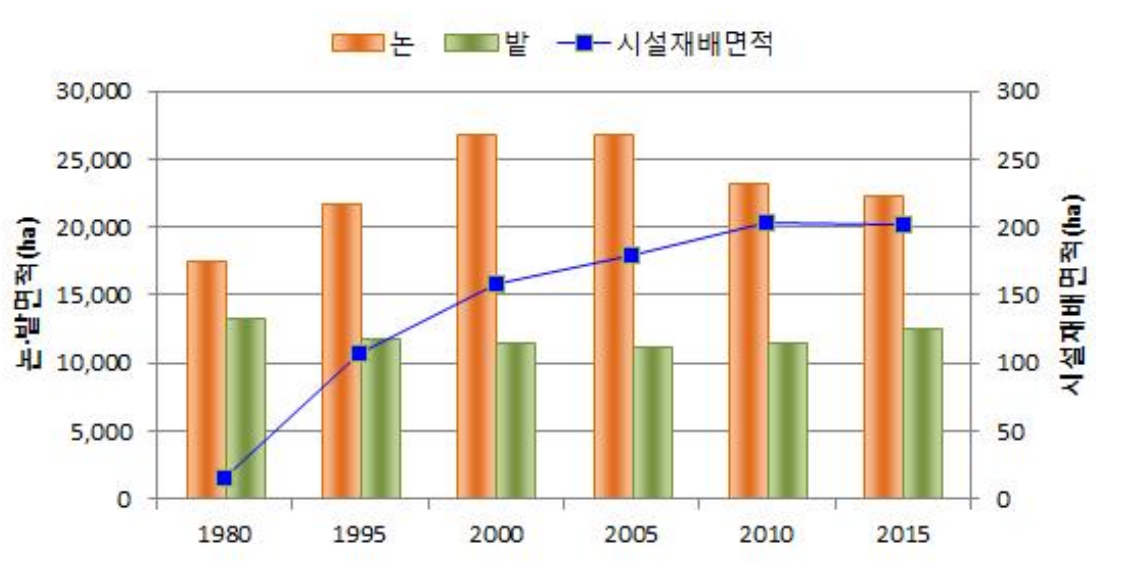
<그림 2-1-2> 리별·용도별 지하수 개발현황



<그림 2-1-3> 용도별 지하수개발 위치도

□ <그림 2-1-4>는 1980년 이후 해남군의 논, 밭 및 시설재배면적변화 추이를 나타낸 그래프이다(농림어업총조사, 1980~2015). 1980년 이후 해남군의 밭 면적은 감소하는 경향을 보이다가 최근에는 증가하는 경향을 보이며 시설재배 면적은 꾸준히 증가하는 경향을 보이고 있다. 논 면적은 2000년까지 급격히 증가하였다가 2000년 이후에 감소하는 경향을 나타내고 있음을 확인할 수 있다. 지난 30년간 농업형태 변화는 밭 면적이 1,000ha 감소하였고, 논 면적은 약 5,000ha 증가하였으며, 시설재배면적은 약 200ha가량 증가하였다.

□ 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.

- 해황지구에서 조사한 관정을 암반/충적으로 분류한 결과, 충적관정은 32공(20.4%), 암반관정은 125공(79.6%)로 암반관정이 상대적으로 더 많았다. 리별로 분류한 결과 연호리가 충적관정 18공, 암반관정 36공 등 총 54공(34.4%)으로 다른 지역에 비해 상대적으로 밀집되어 분포하는 것으로 확인되었다<표 2-1-3~5>.

- 해황지구의 지하수관정 개발 밀도는 8.91공/km²로 전라남도 평균인 21.23공/km² 보다 매우 낮은 수준이다. 리별로 보면 연호리(23.48공/km²), 원호리(12.65공/km²), 한자리(10.85공/km²) 순으로 다른 리에 비해서 연호리에 관정이 집중적으로 분포된 특성을 나타낸다.

- 해황지구는 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 49.10공/km² 보다 낮은 13.37공/km²의 값을 보인다.

<표 2-1-3> 관정형태별 지하수개발현황

(단위 : 공)

| 구 분 | 계 | | | 농업용 | | |
|-------------|-------|------|------|-------|------|------|
| | 소계 | 충적 | 암반 | 소계 | 충적 | 암반 |
| 해황지구 | 157 | 32 | 125 | 157 | 32 | 125 |
| 구성비(%) | 100.0 | 20.4 | 79.6 | 100.0 | 20.4 | 79.6 |
| 황 산 면 | 관춘리 | 3 | 1 | 2 | 3 | 2 |
| | 남리리 | 7 | - | 7 | 7 | - |
| | 부곡리 | 5 | - | 5 | 5 | - |
| | 송호리 | 11 | 2 | 9 | 11 | 2 |
| | 연당리 | 4 | - | 4 | 4 | - |
| | 연호리 | 54 | 18 | 36 | 54 | 18 |
| | 옥동리 | 6 | - | 6 | 6 | - |
| | 외입리 | 8 | - | 8 | 8 | - |
| | 우항리 | 4 | - | 4 | 4 | - |
| | 원호리 | 20 | 2 | 18 | 20 | 2 |
| | 일신리 | 11 | 1 | 10 | 11 | 1 |
| | 한자리 | 20 | 7 | 13 | 20 | 7 |
| 호동리 | 4 | 1 | 3 | 4 | 1 | |

※ 자료출처 : 2018 해황지구 농촌지하수관리사업 현장조사 자료(한국농어촌공사, 2018)

<표 2-1-4> 구경별 현황

(단위 : 공)

| 해황지구 | 계 | 50이하 | 51-100 | 101-200 | 201-300 | 비 고 |
|------|-----|------|--------|---------|---------|-----|
| 계 | 157 | 32 | 108 | 16 | - | 1 |
| 충적 | 32 | 32 | - | - | - | - |
| 암반 | 125 | - | 108 | 16 | - | 1 |

※ 자료출처 : 2018 해황지구 농촌지하수관리사업 현장조사 자료(한국농어촌공사, 2018)

※ (1) 관정매립 등의 이유로 굴착구경 정보를 확인할 수 없는 시설

<표 2-1-5> 토출관구경별 현황

(단위 : 공)

| 해황지구 | 계 | 31이하 | 32-40 | 41-50 | 51이상 | 기타 |
|------|-----|------|-------|-------|------|----|
| 계 | 157 | 44 | 101 | 11 | - | 1 |
| 충적 | 32 | 15 | 14 | 3 | - | - |
| 암반 | 125 | 29 | 87 | 8 | - | 1 |

※ 자료출처 : 2018 해황지구 농촌지하수관리사업 현장조사 자료(한국농어촌공사, 2018)

※ (1) 관정매립 등의 이유로 굴착구경 정보를 확인할 수 없는 시설

<표 2-1-6> 지하수관정 개발 밀도

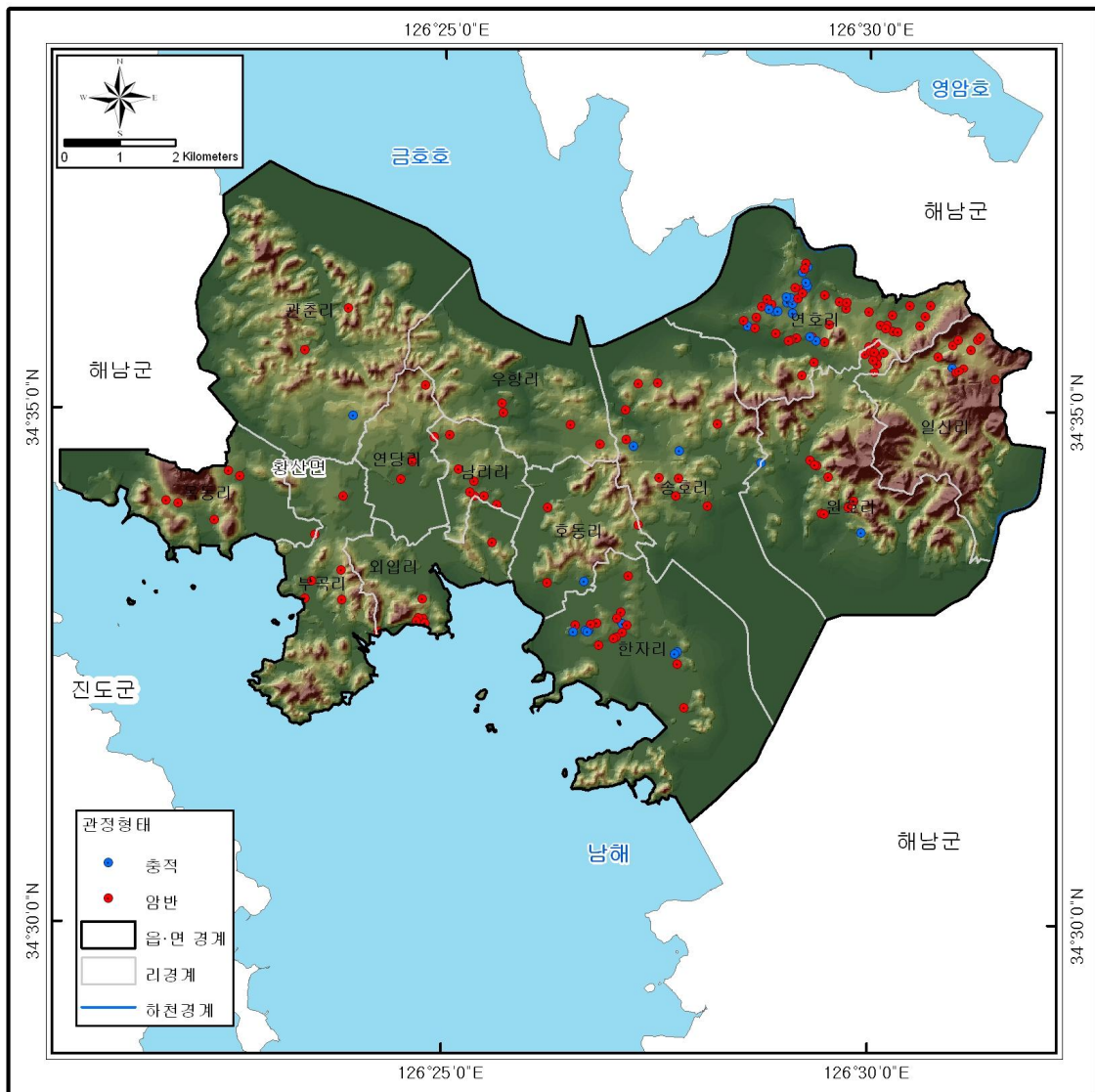
| 동리별 | 개소수 (공) | 면적 (km ²) | 관정밀도 (공/km ²) |
|-----------|-----------------------|--------------------------|------------------------------|
| 전라남도 | 261,572 ¹⁾ | 12,3318.79 ²⁾ | 21.23 |
| 해황지구(황산면) | 942 ³⁾ | 105.75 ²⁾ | 8.91 |
| 관춘리 | 48 | 16.89 | 2.84 |
| 남리리 | 16 | 2.39 | 6.70 |
| 부곡리 | 31 | 6.37 | 4.87 |
| 송호리 | 136 | 13.15 | 10.34 |
| 연당리 | 19 | 3.46 | 5.49 |
| 연호리 | 219 | 9.33 | 23.48 |
| 옥동리 | 47 | 5.75 | 8.17 |
| 외입리 | 27 | 4.13 | 6.54 |
| 우항리 | 22 | 7.53 | 2.92 |
| 원호리 | 156 | 12.33 | 12.65 |
| 일신리 | 66 | 7.78 | 8.48 |
| 한자리 | 131 | 12.08 | 10.85 |
| 호동리 | 24 | 4.56 | 5.26 |

※ 자료출처 : 1)지하수조사연보(2017), 2)통계연보(전라남도, 해남군,2017), 3)새울행정시스템(2018)

<표 2-1-7> 임야 제외지역 지하수관정 개발 밀도

| 읍면별 | 개소수 (공) | 임야 제외 면적 (km ²) | 관정밀도 (공/km ²) |
|------|-----------------------|-----------------------------|---------------------------|
| 전라남도 | 261,079 ¹⁾ | 5,314.46 ²⁾ | 49.10 |
| 해남군 | 34,155 ¹⁾ | 566.68 ²⁾ | 60.27 |
| 해황지구 | 942 ³⁾ | 70.45 ²⁾ | 13.37 |

※ 자료출처 : 1)지하수조사연보(2017), 2)통계연보(전라남도, 해남군,2017), 3)새울행정시스템(2018)



<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> 해황지구 세부용도별 지하수시설 현황

| 구분 | 계 | 생활용 | | | | | | | | |
|------|-----|-----|-----|-----|------|-------|-----|--------|------|--------|
| | | 가정용 | 일반용 | 학교용 | 공동주택 | 간이상수도 | 상수도 | 농업생활겸용 | 기타 | |
| 해황지구 | 473 | 412 | 25 | - | - | 8 | - | 25 | 3 | |
| 황산면 | 473 | 412 | 25 | - | - | 8 | - | 25 | 3 | |
| 구분 | 농업용 | | | | | | | 공업용 | | |
| | 전작용 | 답작용 | 원예용 | 축산업 | 양어장 | 수산업 | 기타 | 지방공단 | 농공단지 | 자유입지업체 |
| 해황지구 | 268 | 146 | 35 | 1 | 13 | 1 | 1 | - | - | 4 |
| 황산면 | 268 | 146 | 35 | 1 | 13 | 1 | 1 | - | - | 4 |

※ 자료출처 : 서울행정정보시스템(2018)

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

<표 2-2-2> 세부용도별 지하수 이용량 산정기준

| 용도 | 세부용도 | 적용기준 | 공당 연평균이용량 (m ³ /년/공) |
|-----|--------|-------------------------------|---------------------------------|
| 생활용 | 가정용 | 지하수 이용량 산정요령의 평균 공당 이용량 적용 | 276.99 |
| | 일반용 | | 1,369.94 |
| | 학교용 | 지하수 조사연보상 해당세부용도 평균 공당 이용량 적용 | 2,933.67 |
| | 민방위용 | | - |
| | 공동주택용 | | 1,709.40 |
| | 간이상수도용 | | 5,956.27 |
| | 상수도용 | | 2,219.35 |
| | 농업생활겸용 | | 815.70 |
| | 기타 | | 331.97 |
| 공업용 | 국가공단 | | 해당 이용 지하수 없음 |
| | 지방공단 | 해당 이용 지하수 없음 | - |
| | 농공단지 | 지하수 조사연보상 해당세부용도 평균 공당 이용량 적용 | 3,200.00 |
| | 자유입지업체 | 지하수 조사연보상 해당세부용도 평균 공당 이용량 적용 | 13,441.67 |
| | 기타 | | 1,807.22 |
| 농업용 | 전작용 | 지하수 이용량 산정요령의 평균 공당 이용량 적용 | 1,717.54 |
| | 답작용 | | 1,259.12 |
| | 원예용 | | 2,186.56 |
| | 수산업용 | 지하수 조사연보상 해당세부용도 평균 공당 이용량 적용 | 1,707.21 |
| | 축산업 | 지하수 이용량 산정요령의 평균 공당 이용량 적용 | 528.16 |
| | 양어장용 | 지하수 조사연보상 해당세부용도 평균 공당 이용량 적용 | 4,091.22 |
| | 기타 | | 938.03 |
| 기타 | 온천수 | 해당 이용 지하수 없음 | - |
| | 먹는샘물 | | - |
| | 기타 | | - |

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

□ 용도별 이용량을 산정한 결과, 해황지구의 전체 연간 지하수 이용량은 약 1,005,438.01m³/년으로 그 중 농업용이 734,264.38m³/년(73.0%)으로 가장 많이 사용되고 있었으며, 생활용 217,406.95m³/년(21.6%) 순으로 이용되고 있다. 본 이용량 산정결과는 지하수 이용량 산정요령과 지하수 조사연보의 세부용도별 이용량을 활용한 추정자료로써 향후 지역지하수관리계획 등을 시행하여 정확한 관정현황자료 구축 후 재 산정할 필요가 있다<표 2-2-3>.

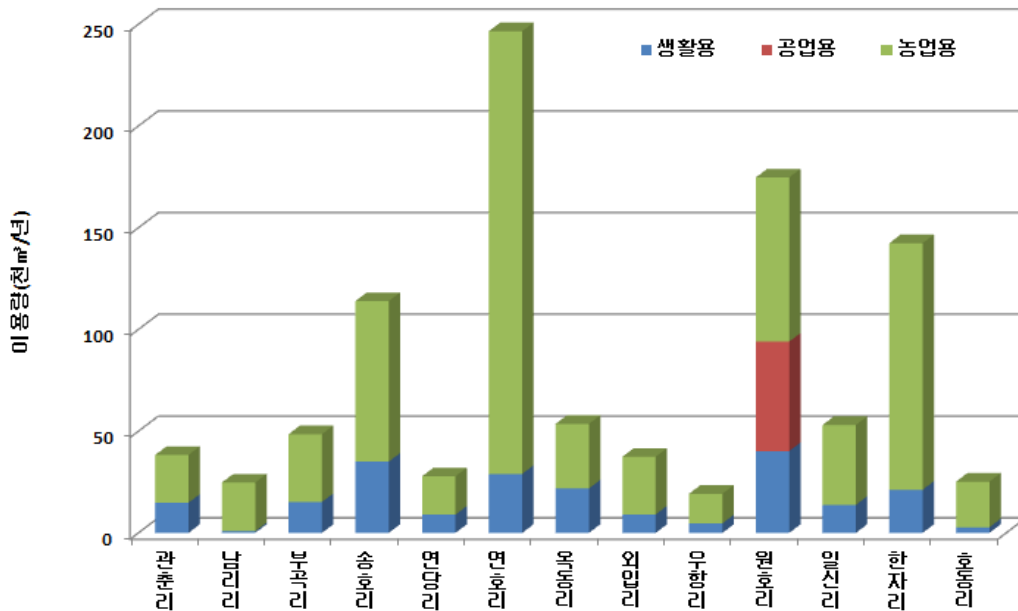
<표 2-2-3> 세부 용도별 이용량 산정

| 용도 | 세부용도 | 이용량 산정 | | |
|-----|--------|--------|---------------------------|--------------------------|
| | | 개소수(공) | 이용량원단위(m ³ /일) | 연간이용량(m ³ /년) |
| | 합계 | 942 | 2,754.62 | 1,005,438.01 |
| 생활용 | 소계 | 473 | 595.64 | 217,406.95 |
| | 가정용 | 412 | 312.66 | 114,119.88 |
| | 일반용 | 25 | 93.83 | 34,248.50 |
| | 학교용 | - | - | - |
| | 민방위용 | - | - | - |
| | 공동주택용 | - | - | - |
| | 간이상수도용 | 8 | 130.55 | 47,650.16 |
| | 상수도용 | - | - | - |
| | 농업생활겸용 | 25 | 55.87 | 20,392.50 |
| | 기타 | 3 | 2.73 | 995.91 |
| 공업용 | 소계 | 4 | 147.31 | 53,766.68 |
| | 국가공단 | - | - | - |
| | 지방공단 | - | - | - |
| | 농공단지 | - | - | - |
| | 자유업지업체 | 4 | 147.31 | 53,766.68 |
| 기타 | - | - | - | |
| 농업용 | 소계 | 465 | 2,011.68 | 734,264.38 |
| | 전작용 | 268 | 1,261.10 | 460,300.72 |
| | 답작용 | 146 | 503.65 | 183,831.52 |
| | 원예용 | 35 | 209.67 | 76,529.60 |
| | 수산업용 | 1 | 4.68 | 1,707.21 |
| | 축산업 | 13 | 18.81 | 6,866.08 |
| | 양어장용 | 1 | 11.21 | 4,091.22 |
| | 기타 | 1 | 2.57 | 938.03 |
| 기타 | 소계 | - | - | - |
| | 온천수 | - | - | - |
| | 먹는샘물 | - | - | - |
| | 기타 | - | - | - |

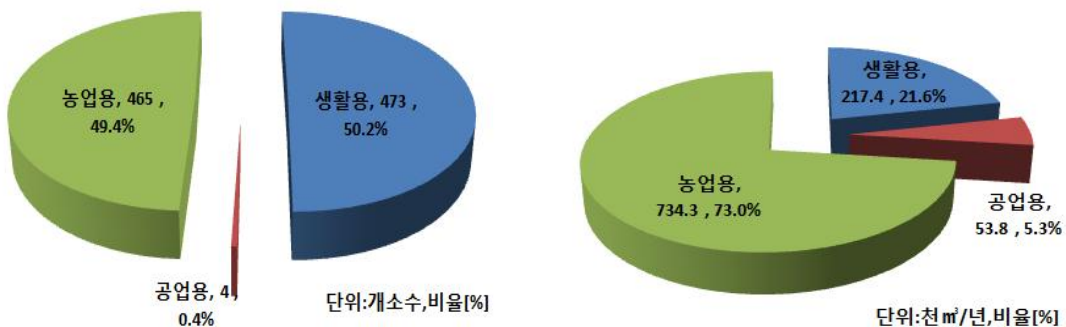
* 각 용도별 산정기준은 조사연보 및 이용량 산정요령 자료로 추정된 값이므로 실제 이용량과 다소 차이가 있음

2.2.2 용도별 이용현황

□ 용도별 지하수 이용현황을 살펴보면 생활용 지하수시설이 473공으로 해황지구 전체(942공)의 50.2%, 이용량은 217.4천m³/년(21.6%)을 차지하고 있다. 농업용 지하수시설은 465공(49.4%), 이용량은 734.3천m³/년(73.0%)으로 해황지구의 대부분이 농업용으로 사용되고 있다. 나머지 공업용과 기타 지하수시설은 개발·이용 정도가 매우 미비하다. 지역별로는 연호리에 개발·이용 중인 지하수시설수가 전체의 23.2%(219공)이고, 이용량은 26.2%(246.6천m³/년)로 가장 많다.



<그림 2-2-1> 리별·용도별 지하수이용현황



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

□ 생활용 지하수의 가정용 개소수가 412공(87.1%)으로 가장 많이 개발되었으며 이용량은 역시 가정용이 생활용 지하수 이용량의 52.5%(114.1천m³/년)로 가장 많이 이용되고 있는 것으로 조사되었다 <표 2-2-4>.

<표 2-2-4> 생활용 이용현황

(단위 : 공, 천m³/년)

| 구 분 | | 계 | 가정용 | 일반용 | 학교용 | 민방위 | 간이 상수도 | 상수도 | 농업생 활겸용 | 기타 |
|-----|--------|-------|-------|------|-----|-----|--------|-----|---------|-----|
| 개소수 | 수량 | 473 | 412 | 25 | - | - | 8 | - | 25 | 3 |
| | 백분율(%) | 100.0 | 87.1 | 5.3 | - | - | 1.7 | - | 5.3 | 0.6 |
| 이용량 | 수량 | 217.4 | 114.1 | 34.2 | - | - | 47.7 | - | 20.4 | 1.0 |
| | 백분율(%) | 100.0 | 52.5 | 15.7 | - | - | 21.9 | - | 9.4 | 0.5 |

□ 공업용 지하수 이용시설은 자유입지업체 4공(100.0%)으로 존재하며 이용량은 53.77천m³/년으로 이용되고 있는 것으로 조사되었다 <표 2-2-5>.

<표 2-2-5> 공업용 이용현황

(단위 : 공, 천m³/년)

| 구 분 | | 계 | 국가공단 | 지방공단 | 농공단지 | 자유입지 업체 | 기타 |
|-----|--------|-------|------|------|------|---------|----|
| 개소수 | 수량 | 4 | - | - | - | 4 | - |
| | 백분율(%) | 100.0 | - | - | - | 100.0 | - |
| 이용량 | 수량 | 53.77 | - | - | - | 53.77 | - |
| | 백분율(%) | 100.0 | - | - | - | 100.0 | - |

□ 농업용 지하수는 전작용의 개소수가 268개소(57.6%)로 가장 많이 존재하며 이용량 역시 농업용 지하수의 62.7%(460.3천m³/년)로 가장 많이 이용하고 있는 것으로 조사되었다. 답작용 지하수 이용시설은 146개소(31.4%), 지하수 이용량은 25.1%(183.8천m³/년)로 전작용 다음으로 많이 이용되고 있으며 전작용과 답작용이 농업용 이용현황의 87% 이상을 차지한다 <표 2-2-6>.

<표 2-2-6> 농업용 이용현황

(단위 : 공, 천m³/년)

| 구 분 | | 계 | 전작용 | 답작용 | 원예용 | 수산업 | 축산업 | 양어장 | 기타 |
|-----|--------|-------|-------|-------|------|-----|-----|-----|-----|
| 개소수 | 수량 | 465 | 268 | 146 | 35 | 1 | 13 | 1 | 1 |
| | 백분율(%) | 100.0 | 57.6 | 31.4 | 7.5 | 0.2 | 2.9 | 0.2 | 0.2 |
| 이용량 | 수량 | 734.3 | 460.3 | 183.8 | 76.5 | 1.7 | 6.9 | 4.1 | 0.9 |
| | 백분율(%) | 100.0 | 62.7 | 25.1 | 10.4 | 0.2 | 0.9 | 0.6 | 0.1 |

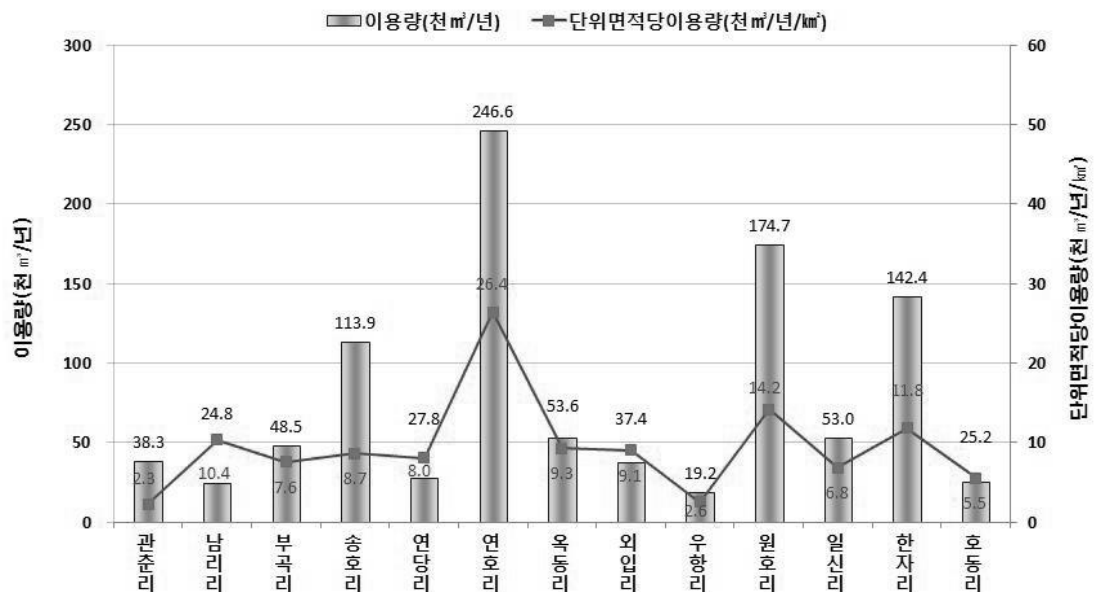
2.2.3 단위면적당 이용 현황

□ 해황지구의 동리별 지하수 이용량은 연호리가 246.6천m³/년으로 가장 높고, 그 뒤를 이어 원호리 174.7천m³/년, 한자리 142.4천m³/년 순으로 조사되었다. 연호리가 해황지구 전체 이용량의 24.5%를 차지하며 남리리와 호동리에 비해 많은 지하수를 이용하고 있는 것으로 나타나는 등 동리별 지하수 이용량이 매우 큰 편차를 나타내고 있다. 단위면적당 이용량으로 비교하면 연호리가 26.4천m³/년/km²으로 가장 높고 관춘리가 2.3천m³/년/km²으로 가장 적은 것으로 나타난다.

□ 해황지구의 지하수이용량은 해남군 전체 지하수이용량 34,450.8천m³/년/km²의 2.9%이고 연호리는 0.7%에 해당하며 이는 남리리와 호동리에 비교하여 상대적으로 큰 이용량이다. 단위면적당 이용량을 살펴보면 연호리가 다른 리에 비해 상대적으로 많은 이용량을 나타내며 이는 연호리의 지하수 관리에 있어서 다른 면에 비해 더 많은 주의를 기울여야 함을 의미한다<표 2-2-7, 그림 2-2-4>.

<표 2-2-7> 동리별 단위면적당 지하수 이용현황

| 구 분 | 이용량 (천 m ³ /년) | 비율 (%) | 면 적 (km ²) | 단위면적당 이용량 | | |
|-------|------------------------------|-----------|---------------------------|--|--------------------------------------|------|
| | | | | (천 m ³ /년/km ²) | (m ³ /일/km ²) | |
| 해남군 | 34,450.8 | 100.0 | 1,015.4 | 33.9 | 93.0 | |
| 해황지구 | 1,005.4 | 2.9 | 105.75 | 9.5 | 26.0 | |
| 황 산 면 | 관춘리 | 38.3 | 0.1 | 16.89 | 2.3 | 6.2 |
| | 남리리 | 24.8 | 0.1 | 2.39 | 10.4 | 28.4 |
| | 부곡리 | 48.5 | 0.1 | 6.37 | 7.6 | 20.9 |
| | 송호리 | 113.9 | 0.3 | 13.15 | 8.7 | 23.7 |
| | 연당리 | 27.8 | 0.1 | 3.46 | 8.0 | 22.0 |
| | 연호리 | 246.6 | 0.7 | 9.33 | 26.4 | 72.4 |
| | 옥동리 | 53.6 | 0.2 | 5.75 | 9.3 | 25.5 |
| | 외입리 | 37.4 | 0.1 | 4.13 | 9.1 | 24.8 |
| | 우항리 | 19.2 | 0.1 | 7.53 | 2.6 | 7.0 |
| | 원호리 | 174.7 | 0.5 | 12.33 | 14.2 | 38.8 |
| | 일신리 | 53.0 | 0.2 | 7.78 | 6.8 | 18.7 |
| | 한자리 | 142.4 | 0.4 | 12.07 | 11.8 | 32.3 |
| | 호동리 | 25.2 | 0.1 | 4.56 | 5.5 | 15.1 |



<그림 2-2-4> 리별 단위면적당 지하수이용현황

2.2.4 지하수 개발·이용에 따른 동리별 순위

□ 이용량조사결과 총이용량은 연호리(246.6천m³/년), 원호리(174.7천m³/년), 한자리(142.4천m³/년) 순으로 나타나며, 단위면적당 이용량은 연호리(26.4천m³/년/km²)가 두 번째로 큰 원호리(14.2천m³/년/km²)보다 약 1.9배 정도 큰 것으로 확인되었다. 관정밀도의 경우 연호리(23.5공/km²), 원호리(12.6공/km²), 한자리(10.9공/km²) 순으로 확인된다. 연호리, 원호리, 한자리, 송호리는 관정밀도, 총이용량, 단위면적당 이용량 등 모든 수량관련 수치가 다른 지역보다 상대적으로 높으므로 세심한 관리와 지속적인 관심이 요구된다.

□ 남리리, 호동리, 우항리, 연당리 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 ³ /년) | | 단위면적당 이용량 (천m ³ /년/km ²) | | 관정수(공) | | 관정밀도 (공/km ²) | |
|----|------------------------------|-------|---|------|--------|-----|------------------------------|------|
| 1 | 연호리 | 246.6 | 연호리 | 26.4 | 연호리 | 219 | 연호리 | 23.5 |
| 2 | 원호리 | 174.7 | 원호리 | 14.2 | 원호리 | 156 | 원호리 | 12.6 |
| 3 | 한자리 | 142.4 | 한자리 | 11.8 | 송호리 | 136 | 한자리 | 10.9 |
| 4 | 송호리 | 113.9 | 남리리 | 10.4 | 한자리 | 131 | 송호리 | 10.3 |
| 5 | 옥동리 | 53.6 | 옥동리 | 9.3 | 일신리 | 66 | 일신리 | 8.5 |
| 6 | 일신리 | 53.0 | 외입리 | 9.1 | 관춘리 | 48 | 옥동리 | 8.2 |
| 7 | 부곡리 | 48.5 | 송호리 | 8.7 | 옥동리 | 47 | 남리리 | 6.7 |
| 8 | 관춘리 | 38.3 | 연당리 | 8.0 | 부곡리 | 31 | 외입리 | 6.5 |
| 9 | 외입리 | 37.4 | 부곡리 | 7.6 | 외입리 | 27 | 연당리 | 5.5 |
| 10 | 연당리 | 27.8 | 일신리 | 6.8 | 호동리 | 24 | 호동리 | 5.3 |
| 11 | 호동리 | 25.2 | 호동리 | 5.5 | 우항리 | 22 | 부곡리 | 4.9 |
| 12 | 남리리 | 24.8 | 우항리 | 2.6 | 연당리 | 19 | 우항리 | 2.9 |
| 13 | 우항리 | 19.2 | 관춘리 | 2.3 | 남리리 | 16 | 관춘리 | 2.8 |

부록 Ⅲ

지하수 특성

3. 지하수 특성

3.1 지하수 수리특성

3.1.1 수리특성 분석

가. 수위변화 및 유동특성

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

□ 해황지구의 지하수위는 지표하 평균 3.3m에 위치하고 있는 것으로 나타나며 최대값은 14.7m, 최소값은 0.5m로 나타난다. 지하수두는 해발고도 평균 8.5m에 위치하고 최대값은 26.9m, 최소값은 -0.9m로 해수면 보다 낮게 나타나는 지점도 존재한다. 해황지구 지형고도가 100m 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+)

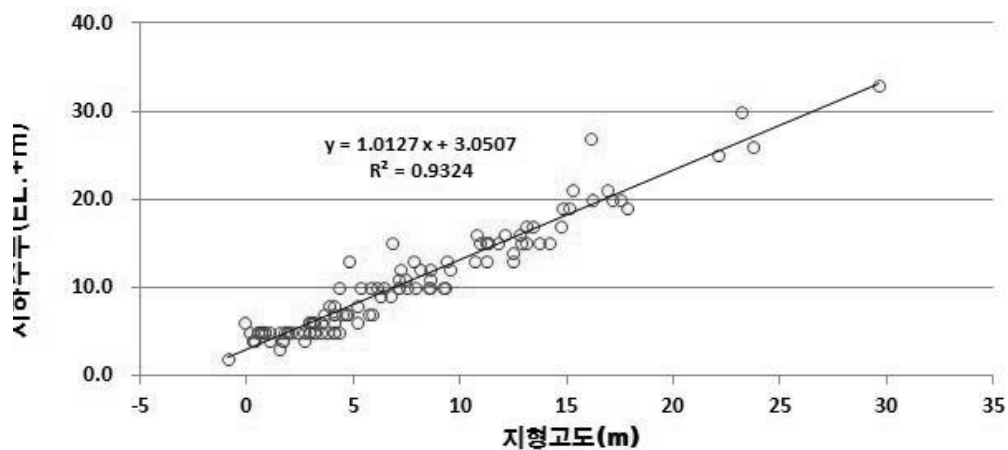
| 구분 | 개소 | 지하수위 | | | 지하수두 | | |
|-----|-----|------|------|-----|------|------|------|
| | | 평균 | 최대 | 최소 | 평균 | 최대 | 최소 |
| 총 계 | 132 | 3.3 | 14.7 | 0.5 | 8.5 | 26.9 | -0.9 |
| 관촌리 | 2 | 3.3 | 5.2 | 1.3 | 10.8 | 13.7 | 7.8 |
| 남리리 | 6 | 4.9 | 8.2 | 2.9 | 6.1 | 10.7 | 3.1 |
| 부곡리 | 5 | 3.6 | 5.2 | 2.1 | 6.6 | 11.2 | 0.5 |
| 송호리 | 11 | 3.1 | 3.9 | 1.4 | 8.5 | 17.9 | 0.3 |
| 연당리 | 4 | 3.2 | 4.5 | 1.2 | 5.6 | 16.2 | 0.5 |
| 연호리 | 48 | 2.7 | 6.1 | 0.5 | 5.9 | 17.8 | -0.9 |
| 옥동리 | 4 | 3.5 | 4.9 | 0.8 | 11.1 | 15.1 | 0.1 |
| 외입리 | 5 | 5.3 | 8.2 | 3.9 | 5.1 | 15.3 | 0.7 |
| 우항리 | 3 | 2.6 | 2.9 | 2.3 | 7.4 | 10.7 | 4.5 |
| 원호리 | 19 | 2.8 | 5.2 | 0.8 | 9.8 | 18.4 | 0.8 |
| 일신리 | 8 | 6.6 | 14.7 | 2.3 | 21.4 | 29.6 | 16.1 |
| 한자리 | 15 | 2.5 | 4.3 | 0.8 | 3.3 | 8.6 | 0.7 |
| 호동리 | 2 | 3.7 | 4.1 | 3.2 | 9.4 | 16.9 | 1.8 |

※ 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 132공에서 측정한 지하수두 자료와 부족한 지하수두 자료를 보완하기 위해서 인위적으로 형성된 수로를 제외한 하천의 고도를 해당 지역의 지하수두로 가정하여 추출한 48,901개의 하천고도 자료를 사용하였다.<표 3-1-2>.
- 일반적으로 지형고도와 지하수두는 높은 상관관계를 가지며 본 조사지역 지하수두와 지형고도의 상관성을 파악하기 위해서 회귀분석을 실시하였다. 분석결과 지형고도와 지하수두의 상관성은 높은 것으로 나타났으며 선형 회귀선은 $y=1.0127x+3.0507$, 결정계수는 0.9324이다<그림 3-1-1>.

<표 3-1-2> 지하수두 및 지형고도 자료통계

| 구분 | 평균(m) | 중앙값(m) | 최대(m) | 최소(m) | 표준편차(m) |
|------|-------|--------|-------|-------|---------|
| 지하수두 | 6.5 | 4.8 | 23.7 | -0.9 | 5.2 |
| 지형고도 | 9.6 | 8.0 | 27.0 | 2.0 | 5.4 |



<그림 3-1-1> 지형고도와 지하수두 선형회귀분석

- 공동크리깅(Cokriging) 분석 시 지하수두 및 지형고도 자료에 적용한 variogram model · sill · range · nugget · lag size · lag number ·

neighborhood number 등의 입력인자와 최종 모사치와 실측자료와의 통계 오차는 <표 3-1-3>과 같다.

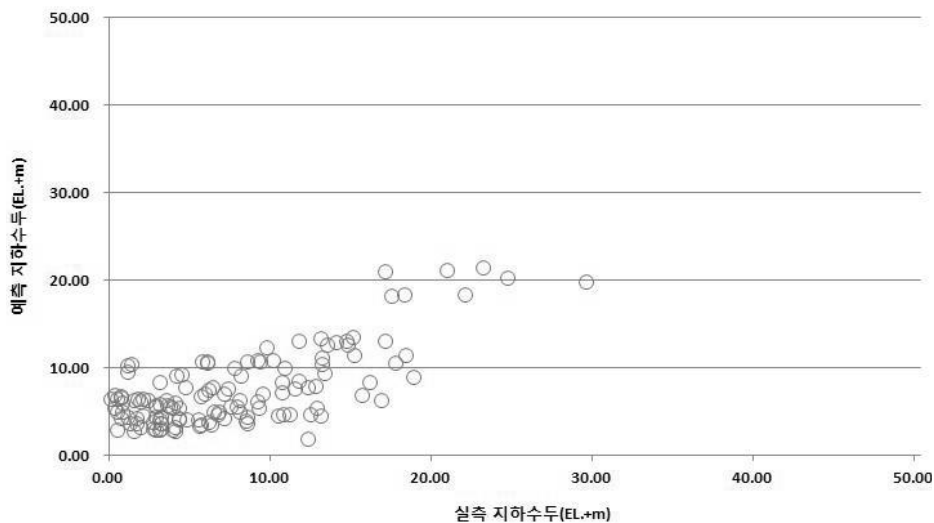
<표 3-1-3> 공간분석통계 인자 및 결과

| 입력자료 | model | Type | sill | range | lag size | No of lags | No. of neighbors |
|-------|----------|---------------|-------|-------|----------|------------|------------------|
| 지하수두 | Gaussian | Semivariogram | 39.63 | 2,620 | 350 | 12 | 5 |
| | | Covariance | 18.51 | 2,620 | 350 | 12 | 5 |
| 지형고도 | Gaussian | Semivariogram | 66.07 | 2,620 | 350 | 12 | 5 |
| | | Covariance | 57.03 | 2,620 | 350 | 12 | 5 |
| 지형-수두 | Gaussian | Semivariogram | 34.83 | 2,620 | 350 | 12 | 5 |
| | | Covariance | 32.49 | 2,620 | 350 | 12 | 5 |

| Prediction Errors | | | | |
|-------------------|--------|--------|---------|--------|
| mean | RMS | ASE | MS | RMS-S |
| -0.1032 | 4.1478 | 4.9031 | -0.0199 | 0.8339 |

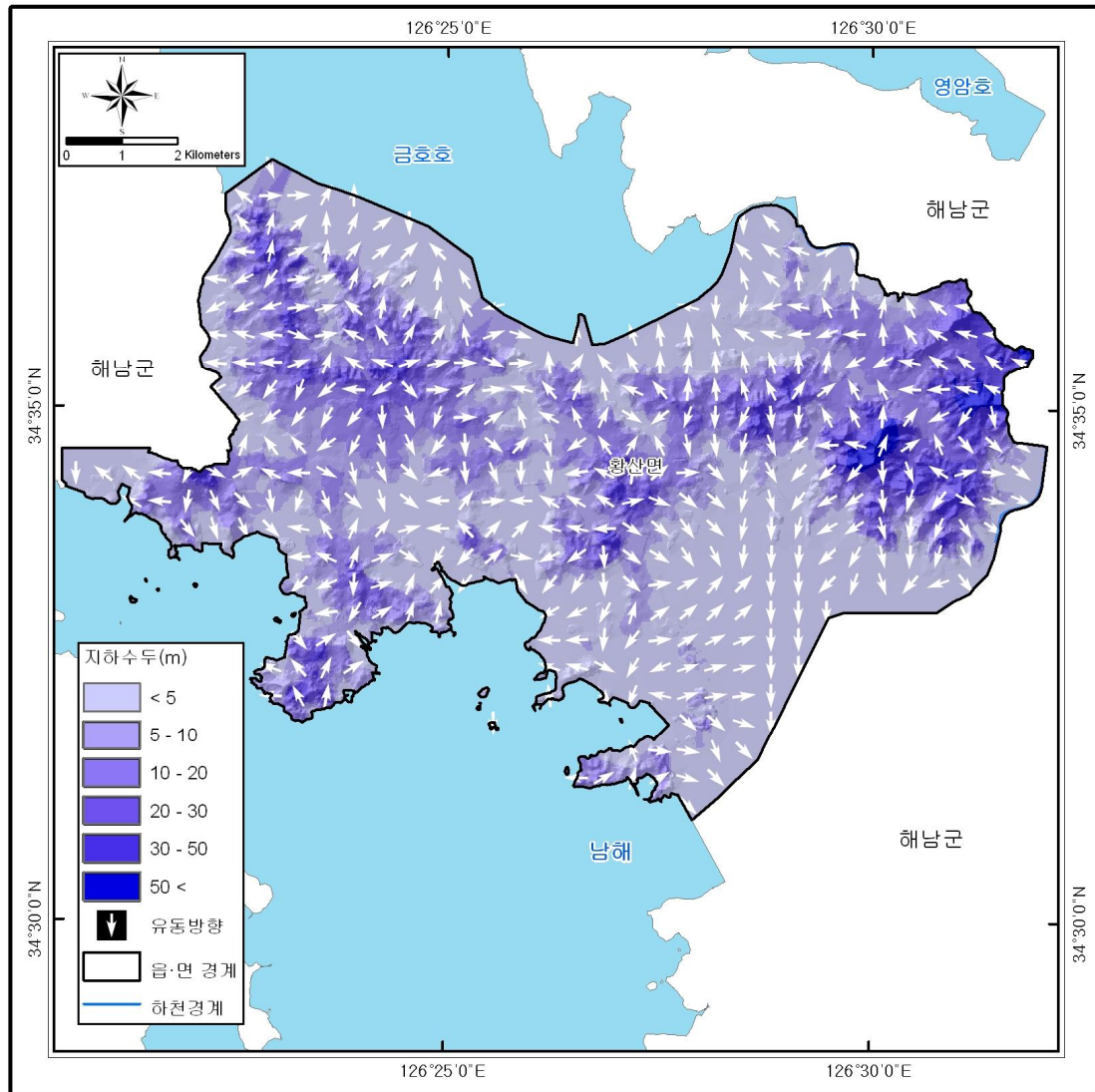
※ RMS : Root Mean Square, ASE : Average Standard Error, MS : Mean Standardized RMS-S : Root Mean Square Standardized

□ 조사지역의 예측 지하수두와 실측 지하수두 비교를 보면 고도 30m 이상에서는 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. 금자천과 해남천 등 지류 주변 그리고 지구경계 북쪽과 남쪽의 저지대에서는 지하수두가 낮게 형성되어 있으며 지구 중앙부 및 동쪽 경부계의 낮은 산지 인근에서는 지형고도와 유사한 양상으로 높게 형성되어있다<그림 3-1-3>.



<그림 3-1-3> 지하수두 및 유동방향도

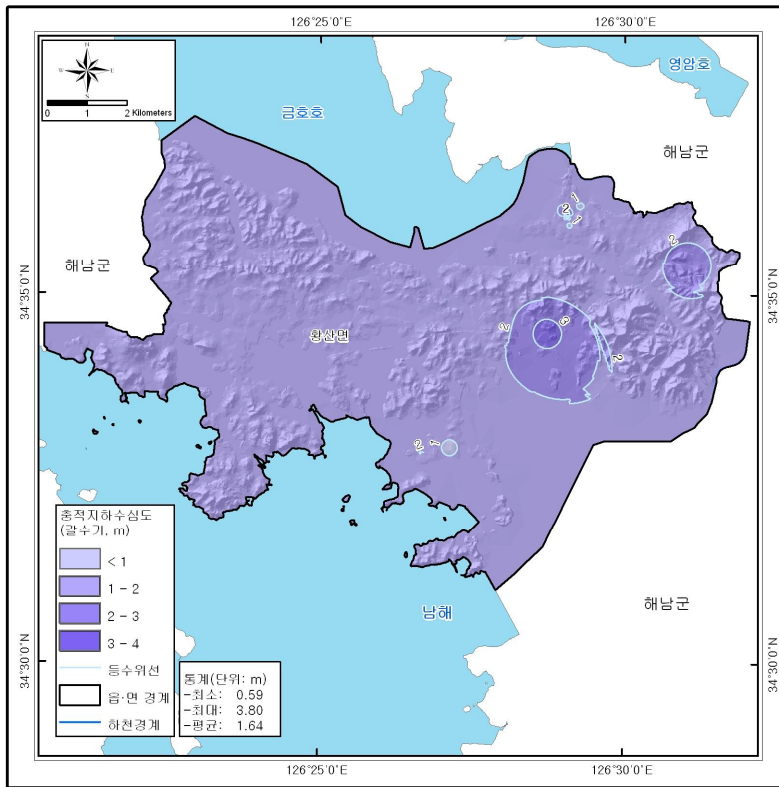
- 조사지역의 충적관정과 암반관정의 지하수위 분포를 갈수기와 풍수기로 구분하여 분석한 결과 암반관정의 지하수위가 다소 낮게 형성되어 있는 것으로 나타났으며, 갈수기 평균수위는 3.3m 풍수기 평균수위는 5.5m 로

풍수기 수위가 약 1.2m 정도 하강하는 것으로 조사되었다. 이는 극심한 가뭄으로 인한 지하수 과인채수의 영향으로 판단되며 효율적인 지하수 이용 및 관리를 위해 지하수 수량관리 계획 수립이 필요할 것으로 판단된다 <표 3-1-4>.

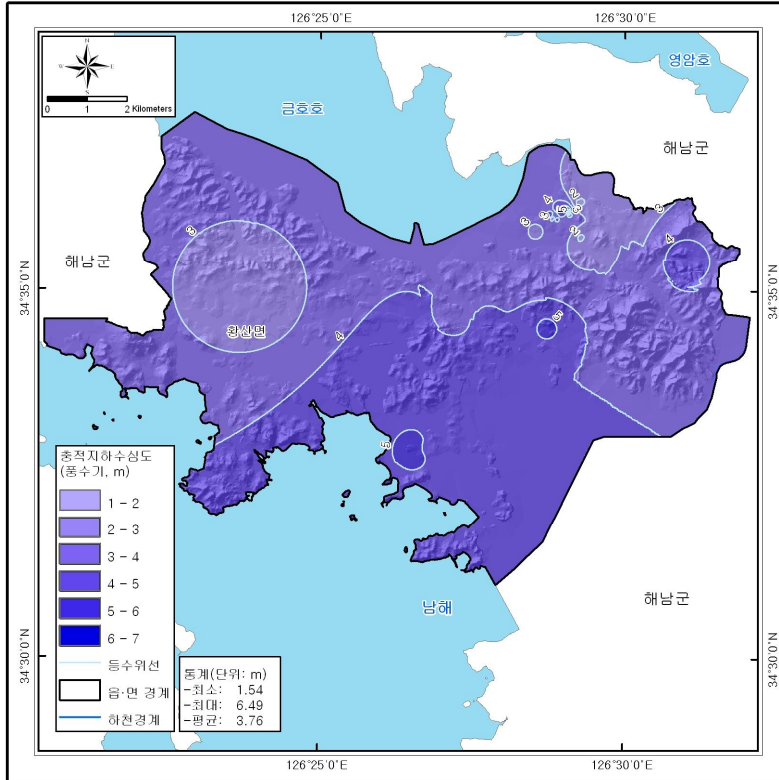
<표 3-1-4> 지하수위분포 현황

(단위:m)

| 구분 | 갈수기 | | | 풍수기 | | |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 전체 | 충적 | 암반 | 전체 | 충적 | 암반 |
| 해황지구 | 3.3 | 1.6 | 3.6 | 5.5 | 3.6 | 6.0 |
| 관촌리 | 3.3 | 1.3 | 5.2 | 2.5 | 2.1 | 2.9 |
| 남리리 | 4.9 | - | 4.9 | 6.2 | - | 6.2 |
| 부곡리 | 3.6 | - | 3.6 | 6.9 | - | 6.9 |
| 송호리 | 3.1 | 1.6 | 3.4 | 6.1 | 4.0 | 6.6 |
| 연당리 | 3.2 | - | 3.2 | 5.2 | - | 5.2 |
| 연호리 | 2.7 | 1.5 | 3.3 | 4.9 | 3.1 | 5.8 |
| 옥동리 | 3.5 | - | 3.5 | 6.4 | - | 6.4 |
| 외입리 | 5.3 | - | 5.3 | 5.9 | - | 5.9 |
| 우항리 | 2.6 | - | 2.6 | 2.8 | - | 2.8 |
| 원호리 | 2.8 | 3.4 | 2.8 | 5.5 | 5.2 | 5.5 |
| 일신리 | 6.6 | 2.3 | 7.2 | 9.1 | 4.5 | 9.8 |
| 한자리 | 2.5 | 1.5 | 2.9 | 5.2 | 4.9 | 5.3 |
| 호동리 | 3.7 | - | 3.7 | 7.7 | - | 7.7 |

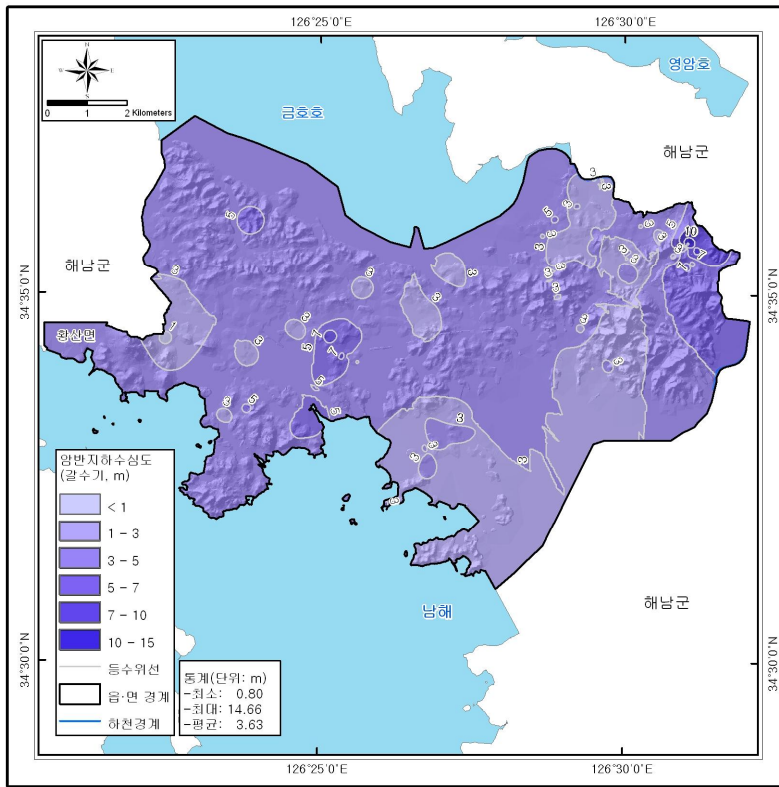


a) 갈수기 총적관정 수위

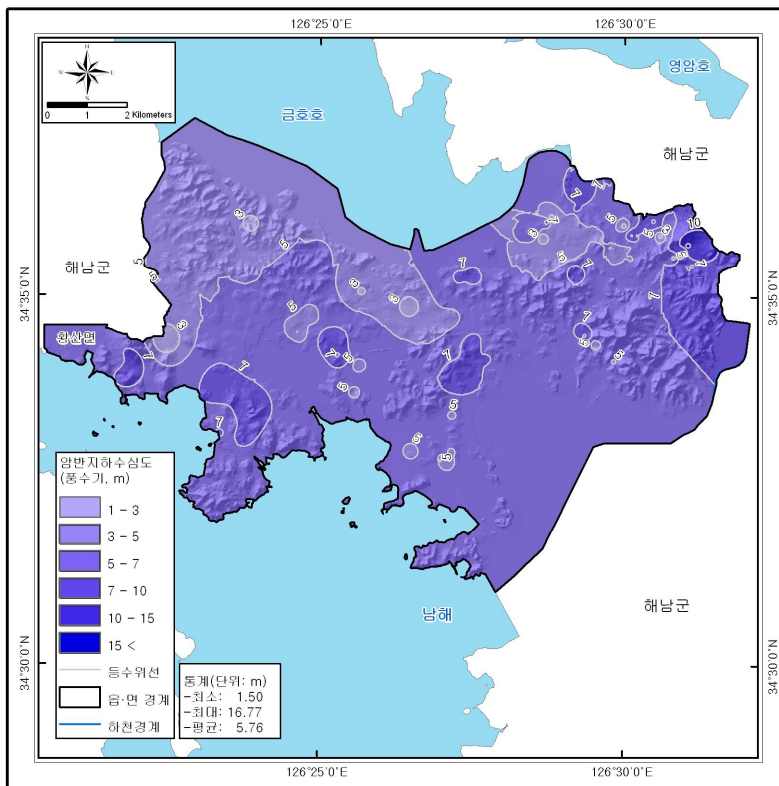


b) 풍수기 총적관정 수위

<그림 3-1-4> 해황지구 지하수위 분포 현황



c) 갈수기 암반관정 수위



d) 풍수기 암반관정 수위

<그림 3-1-4> 해황지구 지하수위 분포 현황(계속)

나. 수리특성

- 수맥조사, 지하수영향조사 등 기초자료를 종합하여 해황지구의 동리별, 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.

- 해황지구 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.

- 해황지구 동리별 수리전도도, 투수량계수, 저류계수 등 수리상수들을 조사한 결과, 수리전도도는 평균 0.0398m/day, 투수량계수는 3.4050m²/day, 저류계수는 2.7×10^{-3} 의 값을 갖는 것으로 확인되었다<표 3-1-5>. 수문지질별 수리상수들에 대한 값은 <표 3-1-7>과 같다.

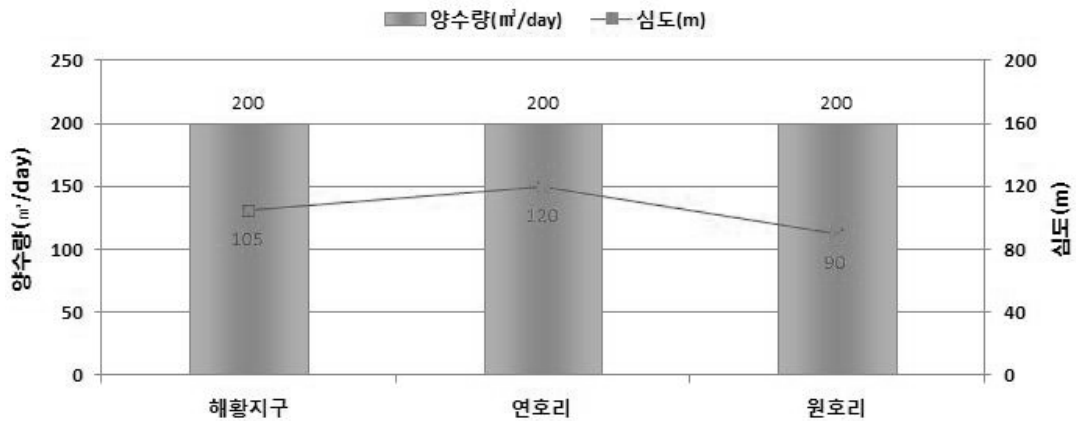
- 성과활용
 - DRASTIC(지하수 오염취약성평가) 입력자료 활용
 - 수리상수를 관정별, 지역별 및 지질별로 DB구축 ⇒ 지하수 모델링 입력자료 활용

<표 3-1-5> 동리별 수리상수 분포현황

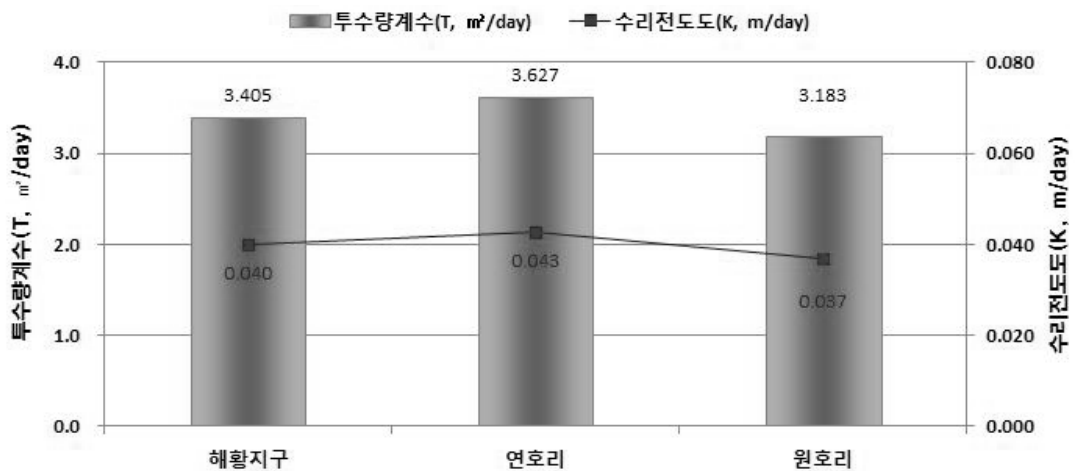
| 동 리 | 심도 (m) | 양수량 (m ³ /day) | 수위(m) | | 대수층 두께(m) | 수리전도도 (K, m/day) | 투수량계수 (T, m ³ /day) | 저류계수 (S) |
|------|--------|---------------------------|-------|------|-----------|------------------|--------------------------------|----------|
| | | | 자연 | 안정 | | | | |
| 해황지구 | | | | | | 0.0398 | 3.4050 | 0.0027 |
| 원호리 | 90 | 200 | 8.8 | 36.7 | 87.0 | 0.0370 | 3.1830 | 0.0005 |
| 연호리 | 120 | 200 | 2.5 | 36.4 | 85.0 | 0.0427 | 3.6270 | 0.0050 |

<표 3-1-6> 동리별 수리상수 통계분석

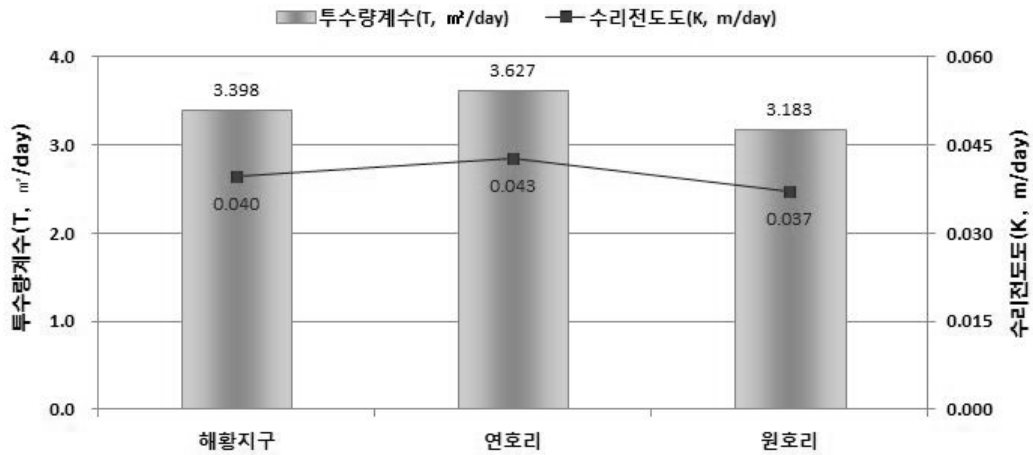
| 구분 | 산술평균 | | | | 기하평균 | |
|------|--------|---------------------------|------------------|--------------------------------|------------------|--------------------------------|
| 동 리 | 심도 (m) | 양수량 (m ³ /day) | 수리전도도 (K, m/day) | 투수량계수 (T, m ³ /day) | 수리전도도 (K, m/day) | 투수량계수 (T, m ³ /day) |
| 해황지구 | 105 | 200 | 0.0398 | 3.4050 | 0.0397 | 3.3978 |
| 연호리 | 120 | 200 | 0.0427 | 3.6270 | 0.0427 | 3.6270 |
| 원호리 | 90 | 200 | 0.0370 | 3.1830 | 0.0370 | 3.1830 |



<그림 3-1-5> 동리별 지하수 평균심도 및 양수량



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



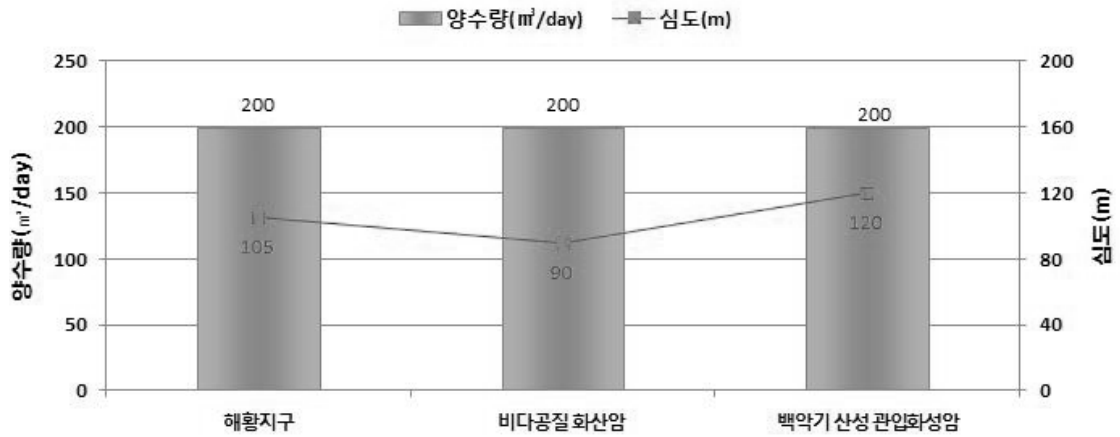
<그림 3-1-7> 동리별 지하수 투수량계수 및 수리전도도(기하평균)

<표 3-1-7> 수문지질별 수리상수 분포현황

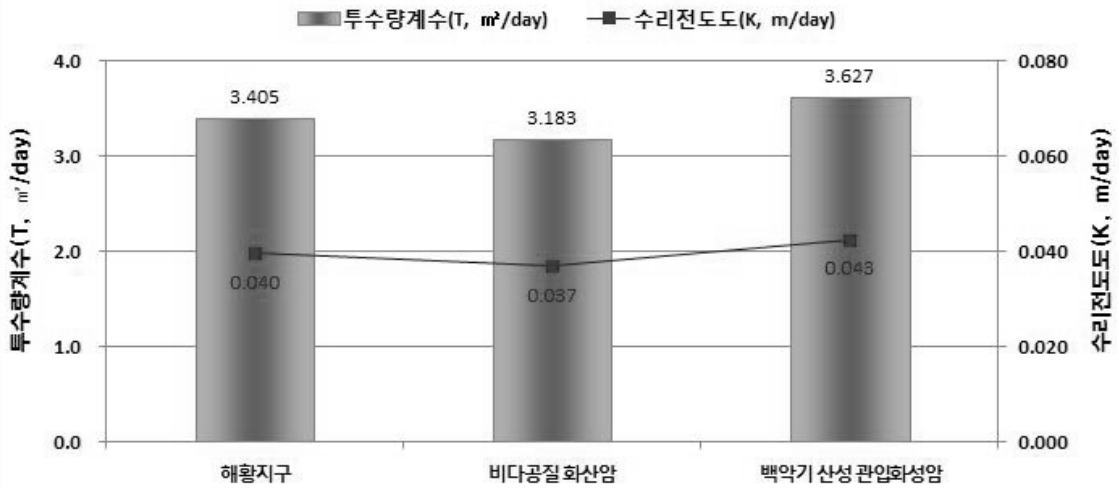
| 수문지질 | 심도 (m) | 양수량 (m³/day) | 수위(m) | | 대수층 두께(m) | 수리전도도 (K, m/day) | 투수량계수 (T, m³/day) | 저류계수 (S) |
|-------------|--------|--------------|-------|------|-----------|------------------|-------------------|---------------|
| | | | 자연 | 안정 | | | | |
| 해황지구 | | | | | | 0.0398 | 3.4050 | 0.0027 |
| 비다공질화산암 | 90 | 200.0 | 8.8 | 36.7 | 87.0 | 0.0370 | 3.1830 | 0.0005 |
| 백악기산성관입화성암 | 120 | 200.0 | 2.5 | 36.4 | 85.0 | 0.0427 | 3.6270 | 0.0050 |

<표 3-1-8> 수문지질별 수리상수 통계분석

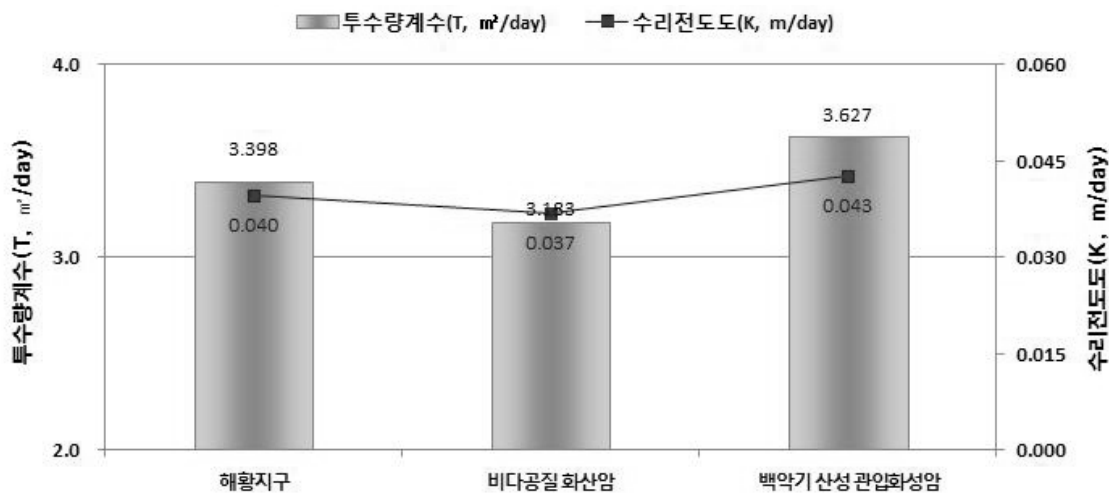
| 구분 | 산술평균 | | | | 기하평균 | | |
|-------------|------|------------|--------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|
| | 수문지질 | 심도 (m) | 양수량 (m³/day) | 수리전도도 (K, m/day) | 투수량계수 (T, m³/day) | 수리전도도 (K, m/day) | 투수량계수 (T, m³/day) |
| 해황지구 | | 105 | 200 | 0.0398 | 3.4050 | 0.0397 | 3.3978 |
| 비다공질화산암 | | 90 | 200 | 0.0370 | 3.1830 | 0.0370 | 3.1830 |
| 백악기산성관입화성암 | | 120 | 200 | 0.0427 | 3.6270 | 0.0427 | 3.6270 |



<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.
- 해황지구의 지하수 함양률 산정은 국가지하수관리 기본계획(국토교통부, 2012), 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 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 |
|------|-------------|-------------|-------|-------|-------|
| 해남해남 | 162468.8406 | 218104.9722 | 7.55 | 영산강남해 | 영암방조제 |
| 해남현산 | 161852.0368 | 203894.0432 | 19.12 | | |

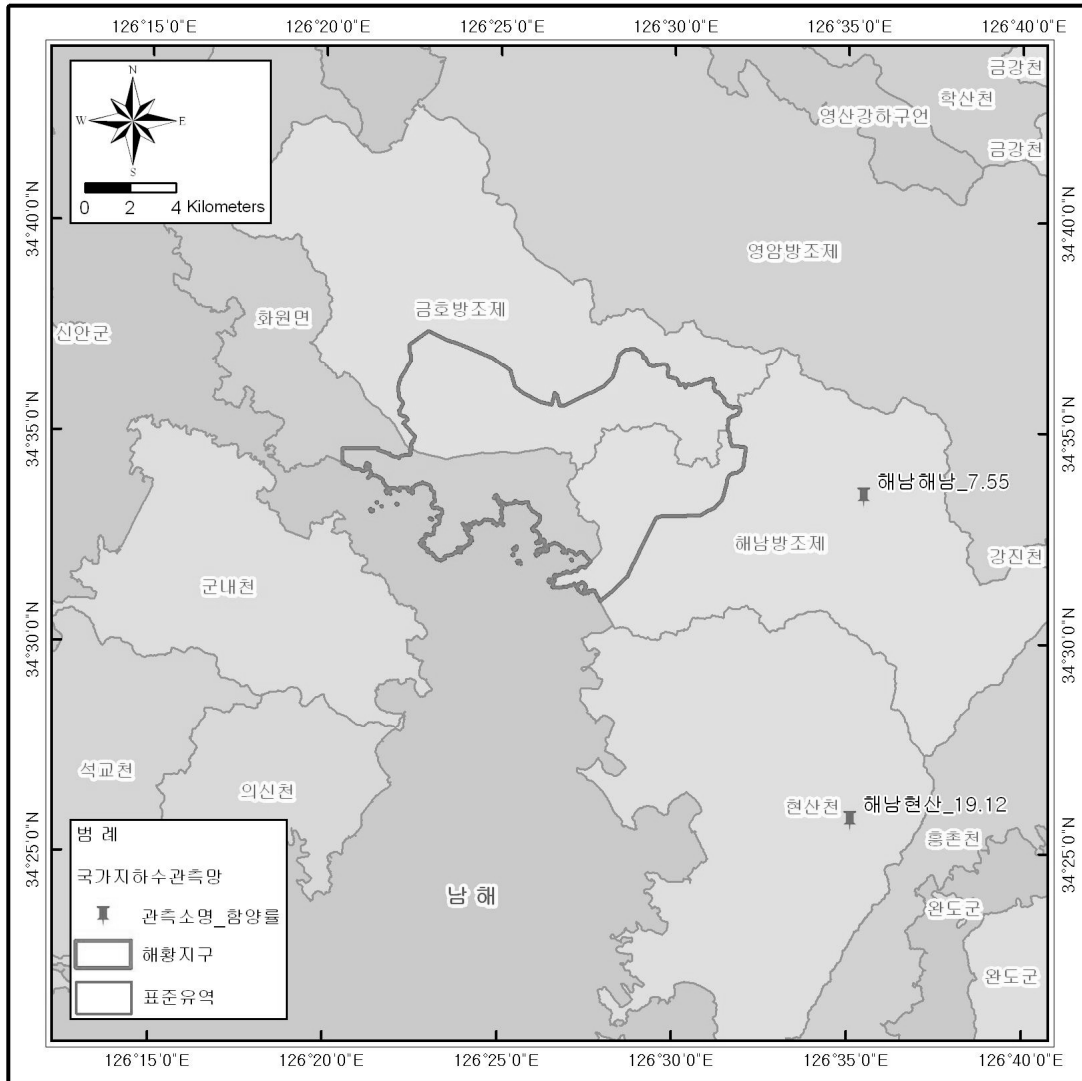
※국가지하수관리 기본계획(국토교통부, 2012)

<표 3-1-10> 해황지구 지하수 함양률

(단위 : %)

| 중권역 | 표준유역 | 지하수관리계획 | | 지하수 기초조사 | 지하수위 강하법 | 적용 함양률 |
|-------|-------|---------|------|----------|----------|--------|
| | | 국가 | 전라남도 | | | |
| 영암방조제 | 해남방조제 | 7.55 | 9.16 | 16.10 | 13.73 | 11.64 |
| | 금호방조제 | 7.55 | 9.16 | 16.10 | 13.73 | 11.64 |
| | 화원면 | 7.55 | 9.16 | 16.10 | 13.73 | 11.64 |

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



<그림 3-1-11> 조사지역 인근 국가지하수 관측망 현황

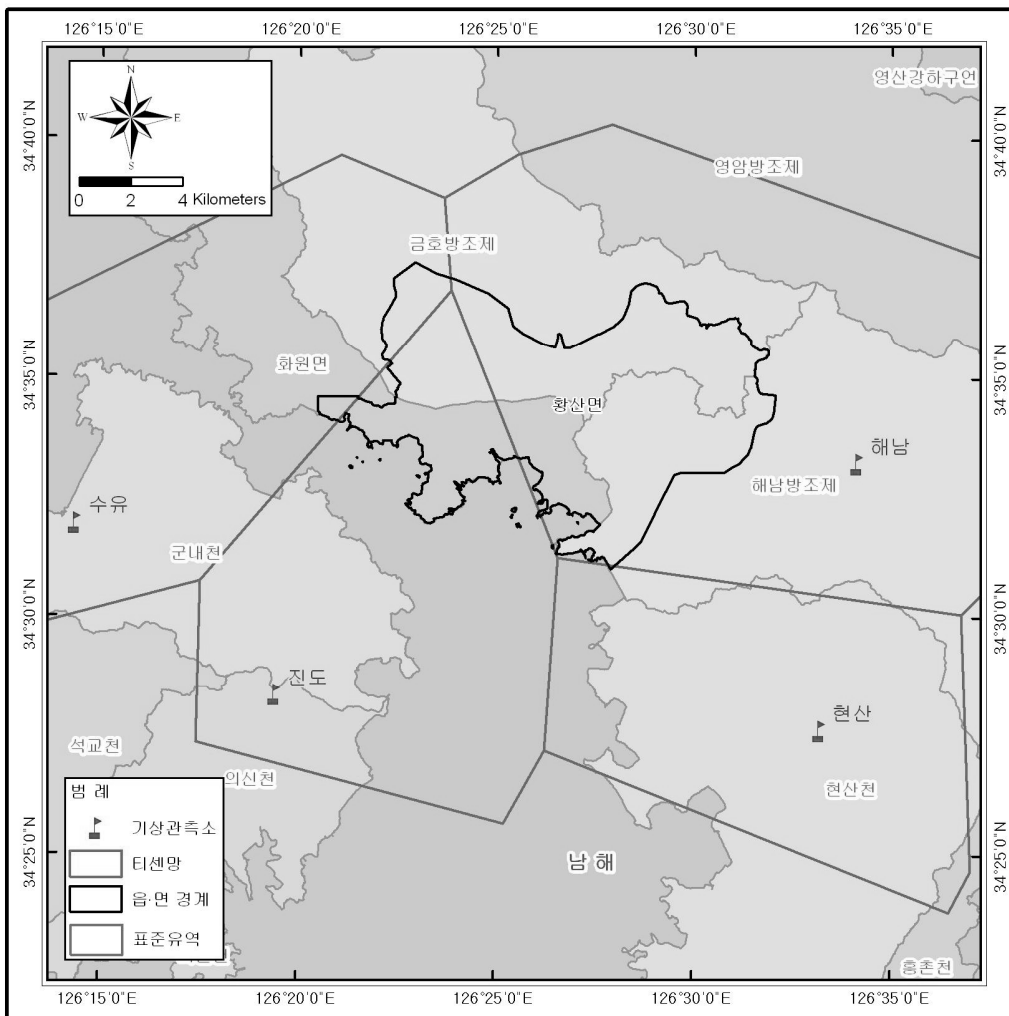
나. 면적평균 강수량 산정

□ 일반적으로 기상관측소의 강수량은 특정 지점에 한하여 얻어지는 자료로 점(point)강수량을 나타낸다. 이를 면적평균 강수량으로 변환하기 위해서는 해당지역을 대표할 수 있는 평균면적과 조사지역 주변의 여러 기상관측소로부터 얻어진 다년간의 평균강수량 자료를 이용하여 재 산정한다. 특정지역의 강수량을 산정하는 방법에 대해서는 여러 가지 논의가 있으나, 보편적으로 산술평균법, Thiessen법, 등우선법 및 삼각법등이 사용되고 있으며, 본 조사에서는 Thiessen 면적평균강수량을 이용하여 산출하였다<표 3-1-11, 그림 3-1-12>.

<표 3-1-11> 표준유역별 Thiessen계수 산정

| 표준유역명 | 관측소명 | 지배면적(km ²) | Thiessen계수 |
|-------|------|------------------------|------------|
| 금호방조제 | 수유 | 5.275 | 0.10889 |
| | 진도 | 10.793 | 0.22278 |
| | 해남 | 32.378 | 0.66833 |
| 해남방조제 | 진도 | 0.004 | 0.00013 |
| | 해남 | 29.379 | 0.99927 |
| | 현산 | 0.018 | 0.00060 |
| 화원면 | 수유 | 1.018 | 0.03647 |
| | 진도 | 15.470 | 0.55445 |
| | 해남 | 11.414 | 0.40908 |

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



<그림 3-1-12> 조사지역 Thiessen망도

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

| 연도 | 1월 | 2월 | 3월 | 4월 | 5월 | 6월 | 7월 | 8월 | 9월 | 10월 | 11월 | 12월 | 계 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|---------|
| 1988 | 14.3 | 11.7 | 76.2 | 75.9 | 114.5 | 159.5 | 64.8 | 196.4 | 26.0 | 4.8 | 21.5 | 18.9 | 784.5 |
| 1989 | 112.6 | 108.1 | 54.9 | 28.0 | 76.6 | 277.6 | 307.4 | 238.2 | 197.2 | 16.8 | 56.8 | 2.8 | 1,477.0 |
| 1990 | 31.7 | 124.6 | 63.3 | 164.8 | 121.3 | 306.0 | 258.2 | 151.3 | 98.9 | 18.2 | 66.8 | 16.4 | 1,421.5 |
| 1991 | 30.7 | 35.5 | 106.5 | 96.7 | 47.6 | 260.4 | 327.9 | 119.5 | 108.0 | 3.0 | 26.6 | 35.9 | 1,198.3 |
| 1992 | 20.4 | 35.7 | 107.2 | 75.7 | 140.7 | 36.3 | 99.1 | 162.1 | 216.8 | 3.6 | 37.9 | 39.3 | 974.8 |
| 1993 | 28.4 | 57.7 | 59.0 | 41.4 | 93.7 | 198.4 | 107.1 | 478.8 | 21.5 | 48.1 | 91.6 | 21.0 | 1,246.7 |
| 1994 | 18.9 | 32.6 | 31.8 | 59.1 | 105.5 | 72.0 | 42.5 | 333.3 | 25.6 | 142.2 | 45.4 | 24.6 | 933.5 |
| 1995 | 44.4 | 37.1 | 46.0 | 122.9 | 70.0 | 119.7 | 128.8 | 101.5 | 51.3 | 30.5 | 32.2 | 13.0 | 797.4 |
| 1996 | 35.5 | 12.6 | 151.0 | 48.8 | 36.8 | 227.8 | 234.3 | 122.7 | 34.5 | 70.6 | 65.6 | 41.5 | 1,081.7 |
| 1997 | 6.0 | 17.4 | 95.7 | 113.2 | 86.6 | 168.9 | 256.9 | 238.1 | 16.1 | 7.1 | 147.1 | 72.8 | 1,225.9 |
| 1998 | 43.7 | 34.6 | 104.8 | 134.7 | 82.7 | 383.2 | 243.8 | 191.3 | 394.2 | 44.5 | 25.8 | 4.0 | 1,687.3 |
| 1999 | 39.7 | 23.6 | 130.6 | 63.2 | 100.4 | 121.3 | 346.7 | 364.9 | 303.9 | 94.0 | 29.3 | 8.9 | 1,626.5 |
| 2000 | 25.3 | 8.4 | 33.1 | 8.6 | 40.6 | 243.2 | 226.3 | 367.1 | 297.1 | 32.7 | 50.2 | 6.0 | 1,338.6 |
| 2001 | 43.1 | 80.1 | 24.9 | 31.7 | 32.2 | 278.0 | 138.9 | 97.7 | 41.5 | 58.2 | 20.0 | 47.6 | 893.9 |
| 2002 | 53.5 | 18.5 | 60.6 | 127.2 | 68.7 | 107.2 | 344.2 | 564.8 | 100.8 | 36.9 | 24.4 | 31.1 | 1,537.9 |
| 2003 | 44.0 | 54.8 | 97.1 | 195.1 | 220.9 | 152.9 | 368.8 | 282.3 | 215.4 | 34.0 | 62.6 | 17.3 | 1,745.2 |
| 2004 | 33.4 | 43.8 | 50.7 | 60.6 | 112.1 | 193.5 | 310.3 | 429.5 | 275.8 | 0.6 | 57.6 | 29.5 | 1,597.4 |
| 2005 | 21.8 | 38.2 | 68.7 | 99.0 | 85.2 | 138.4 | 224.4 | 360.8 | 26.6 | 15.1 | 77.7 | 59.0 | 1,214.9 |
| 2006 | 16.1 | 40.1 | 29.6 | 122.4 | 235.2 | 257.2 | 363.3 | 136.1 | 78.0 | 38.8 | 33.0 | 40.0 | 1,389.8 |
| 2007 | 13.5 | 60.3 | 158.1 | 43.1 | 81.7 | 28.2 | 229.9 | 232.7 | 497.3 | 68.8 | 3.0 | 48.1 | 1,464.7 |
| 2008 | 44.1 | 16.8 | 62.6 | 56.5 | 195.6 | 344.7 | 126.6 | 123.0 | 33.4 | 34.2 | 40.9 | 20.4 | 1,098.8 |
| 2009 | 12.1 | 61.2 | 68.7 | 87.0 | 137.1 | 82.2 | 549.2 | 95.8 | 57.1 | 82.1 | 18.2 | 31.5 | 1,282.2 |
| 2010 | 50.4 | 128.0 | 122.3 | 163.5 | 156.4 | 114.8 | 179.1 | 350.5 | 121.5 | 52.6 | 10.8 | 51.6 | 1,501.5 |
| 2011 | 5.6 | 67.0 | 35.5 | 141.1 | 95.5 | 243.4 | 281.7 | 334.6 | 61.3 | 33.1 | 185.2 | 13.4 | 1,497.4 |
| 2012 | 14.4 | 47.2 | 151.2 | 188.3 | 30.7 | 54.6 | 236.7 | 485.6 | 304.5 | 55.5 | 50.9 | 76.3 | 1,695.9 |
| 2013 | 16.3 | 52.1 | 103.0 | 63.1 | 145.8 | 74.8 | 212.2 | 187.1 | 109.6 | 10.1 | 88.9 | 15.1 | 1,078.1 |
| 2014 | 20.2 | 22.6 | 85.4 | 75.2 | 102.5 | 67.3 | 116.5 | 347.2 | 96.5 | 93.5 | 84.5 | 64.5 | 1,175.9 |
| 2015 | 31.4 | 22.8 | 30.4 | 176.2 | 96.6 | 165.6 | 224.5 | 155.8 | 68.6 | 63.7 | 77.8 | 53.4 | 1,166.8 |
| 2016 | 51.7 | 32.1 | 87.0 | 190.0 | 121.6 | 118.7 | 221.2 | 25.2 | 191.9 | 203.5 | 78.7 | 56.6 | 1,378.2 |
| 2017 | 10.3 | 23.7 | 23.8 | 44.0 | 10.7 | 23.3 | 147.2 | 218.0 | 93.5 | 110.1 | 2.3 | 30.4 | 737.2 |
| 평균 | 31.1 | 45.0 | 77.3 | 96.6 | 101.5 | 167.3 | 230.6 | 249.7 | 138.8 | 50.2 | 53.8 | 33.0 | 1,275.0 |

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

| 연도 | 1월 | 2월 | 3월 | 4월 | 5월 | 6월 | 7월 | 8월 | 9월 | 10월 | 11월 | 12월 | 계 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|---------|
| 1988 | 16.8 | 14.0 | 66.9 | 63.6 | 118.1 | 151.9 | 96.7 | 143.3 | 23.1 | 3.6 | 20.4 | 17.2 | 735.6 |
| 1989 | 115.1 | 104.0 | 54.5 | 26.7 | 70.9 | 237.6 | 351.2 | 218.5 | 183.7 | 14.8 | 56.0 | 4.1 | 1,437.1 |
| 1990 | 34.0 | 110.8 | 56.3 | 129.1 | 116.2 | 255.3 | 266.0 | 146.2 | 90.8 | 23.4 | 61.2 | 15.8 | 1,305.1 |
| 1991 | 31.5 | 37.3 | 107.8 | 103.9 | 38.2 | 224.7 | 337.9 | 141.8 | 108.6 | 4.1 | 25.3 | 35.6 | 1,196.7 |
| 1992 | 20.0 | 32.8 | 101.7 | 68.1 | 112.8 | 28.5 | 101.0 | 153.8 | 184.5 | 4.4 | 34.0 | 41.1 | 882.7 |
| 1993 | 26.2 | 58.4 | 57.3 | 31.4 | 93.7 | 159.2 | 131.9 | 447.3 | 24.8 | 52.4 | 95.2 | 19.9 | 1,197.7 |
| 1994 | 22.3 | 28.0 | 25.3 | 46.9 | 92.9 | 75.3 | 31.6 | 279.0 | 26.2 | 143.8 | 46.6 | 30.2 | 848.1 |
| 1995 | 41.8 | 34.6 | 39.0 | 102.9 | 63.1 | 128.5 | 120.0 | 87.1 | 43.8 | 22.5 | 27.2 | 13.0 | 723.5 |
| 1996 | 35.2 | 15.3 | 142.5 | 39.9 | 32.8 | 250.4 | 217.3 | 104.8 | 58.1 | 63.2 | 65.9 | 38.6 | 1,064.0 |
| 1997 | 6.3 | 15.3 | 85.3 | 93.1 | 82.8 | 159.4 | 255.5 | 244.9 | 18.7 | 6.9 | 141.2 | 74.5 | 1,183.9 |
| 1998 | 46.8 | 39.3 | 94.6 | 127.7 | 93.4 | 382.0 | 216.6 | 177.1 | 358.5 | 46.3 | 27.8 | 4.4 | 1,614.5 |
| 1999 | 40.2 | 26.9 | 137.4 | 60.1 | 106.0 | 121.1 | 316.0 | 329.9 | 310.0 | 97.4 | 23.6 | 13.6 | 1,582.2 |
| 2000 | 16.4 | 5.2 | 21.7 | 6.8 | 42.3 | 236.4 | 215.1 | 356.7 | 263.8 | 26.0 | 45.3 | 3.8 | 1,239.5 |
| 2001 | 45.0 | 79.7 | 20.5 | 30.8 | 27.6 | 263.7 | 124.7 | 96.7 | 53.9 | 65.3 | 14.4 | 46.3 | 868.6 |
| 2002 | 50.5 | 16.4 | 46.6 | 108.5 | 61.0 | 94.3 | 250.5 | 476.0 | 80.9 | 40.7 | 26.1 | 26.7 | 1,278.2 |
| 2003 | 44.1 | 49.2 | 73.3 | 184.9 | 166.4 | 130.5 | 371.5 | 288.3 | 178.6 | 33.5 | 51.4 | 16.3 | 1,588.0 |
| 2004 | 32.9 | 40.8 | 38.1 | 61.7 | 88.9 | 178.3 | 300.1 | 339.6 | 227.9 | 1.1 | 42.0 | 22.3 | 1,373.7 |
| 2005 | 14.0 | 35.4 | 55.7 | 69.6 | 71.7 | 153.4 | 193.2 | 258.9 | 41.3 | 13.7 | 64.7 | 36.9 | 1,008.5 |
| 2006 | 17.2 | 36.6 | 27.2 | 111.8 | 222.2 | 221.6 | 344.2 | 139.4 | 65.6 | 27.5 | 34.0 | 43.3 | 1,290.6 |
| 2007 | 10.5 | 69.5 | 127.9 | 30.5 | 106.7 | 31.5 | 209.7 | 221.6 | 435.7 | 75.1 | 2.8 | 45.5 | 1,367.0 |
| 2008 | 49.0 | 15.4 | 60.6 | 47.5 | 175.2 | 318.8 | 104.7 | 96.7 | 34.3 | 26.9 | 34.9 | 14.0 | 978.0 |
| 2009 | 15.1 | 50.9 | 59.0 | 70.3 | 115.7 | 95.6 | 500.2 | 96.6 | 52.9 | 70.5 | 19.8 | 28.2 | 1,174.8 |
| 2010 | 40.6 | 110.9 | 104.1 | 149.2 | 132.4 | 91.7 | 199.5 | 301.6 | 100.1 | 46.3 | 9.8 | 37.2 | 1,323.4 |
| 2011 | 6.5 | 60.4 | 29.3 | 118.0 | 97.9 | 180.8 | 236.0 | 249.4 | 35.0 | 26.9 | 152.3 | 13.7 | 1,206.2 |
| 2012 | 13.6 | 35.6 | 129.8 | 151.3 | 34.7 | 49.8 | 254.1 | 429.7 | 298.5 | 53.4 | 50.7 | 70.3 | 1,571.5 |
| 2013 | 16.3 | 53.1 | 85.8 | 49.5 | 144.6 | 80.6 | 199.0 | 171.2 | 121.0 | 14.8 | 88.1 | 15.0 | 1,039.0 |
| 2014 | 17.5 | 21.1 | 95.8 | 93.8 | 97.7 | 75.3 | 133.5 | 321.3 | 86.1 | 100.1 | 91.6 | 77.1 | 1,210.9 |
| 2015 | 35.7 | 28.4 | 32.6 | 191.3 | 92.6 | 128.6 | 166.3 | 135.4 | 80.6 | 70.4 | 91.7 | 55.9 | 1,109.5 |
| 2016 | 56.3 | 24.1 | 93.7 | 175.7 | 111.6 | 103.5 | 205.4 | 25.1 | 194.0 | 228.6 | 84.5 | 57.7 | 1,360.3 |
| 2017 | 8.8 | 23.7 | 24.0 | 42.7 | 9.6 | 24.4 | 162.7 | 198.9 | 86.5 | 113.3 | 2.2 | 28.5 | 725.3 |
| 평균 | 30.9 | 42.4 | 69.8 | 86.2 | 94.0 | 154.4 | 220.4 | 222.6 | 128.9 | 50.6 | 51.0 | 31.6 | 1,182.8 |

<표 3-1-14> 표준유역 면적평균강수량 산정-화일면

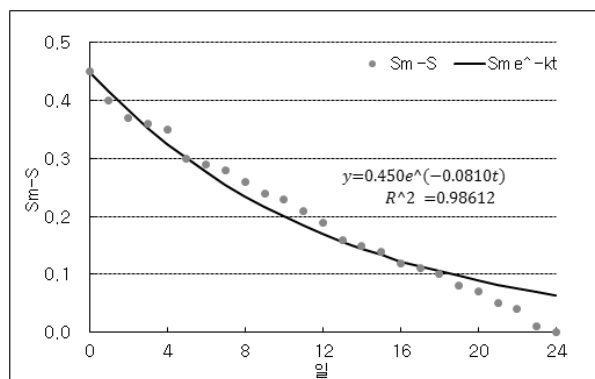
(단위 : mm)

| 연도 | 1월 | 2월 | 3월 | 4월 | 5월 | 6월 | 7월 | 8월 | 9월 | 10월 | 11월 | 12월 | 계 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|---------|
| 1988 | 18.3 | 15.4 | 62.2 | 56.9 | 120.7 | 148.5 | 114.5 | 114.2 | 21.9 | 3.1 | 19.7 | 16.0 | 711.4 |
| 1989 | 116.6 | 101.9 | 54.3 | 26.0 | 68.4 | 216.8 | 375.2 | 208.5 | 176.3 | 14.2 | 55.2 | 4.9 | 1,418.3 |
| 1990 | 35.4 | 104.0 | 52.7 | 109.7 | 114.1 | 227.9 | 270.4 | 143.2 | 87.5 | 26.5 | 58.2 | 15.4 | 1,245.0 |
| 1991 | 31.9 | 38.5 | 108.5 | 107.7 | 33.2 | 205.3 | 343.2 | 153.8 | 108.8 | 4.8 | 24.4 | 35.3 | 1,195.4 |
| 1992 | 19.9 | 31.2 | 98.4 | 64.5 | 97.9 | 24.2 | 101.9 | 149.3 | 167.1 | 4.6 | 31.8 | 41.9 | 832.7 |
| 1993 | 25.2 | 59.7 | 57.1 | 26.2 | 94.1 | 138.1 | 145.8 | 430.4 | 26.4 | 54.7 | 98.0 | 19.5 | 1,175.2 |
| 1994 | 24.5 | 25.4 | 22.0 | 40.8 | 86.2 | 77.0 | 25.7 | 248.7 | 26.5 | 144.5 | 47.3 | 33.4 | 802.0 |
| 1995 | 40.4 | 33.3 | 36.0 | 92.1 | 59.8 | 132.7 | 115.8 | 79.4 | 39.9 | 18.3 | 24.1 | 13.1 | 684.9 |
| 1996 | 35.1 | 16.6 | 138.1 | 35.8 | 30.9 | 263.1 | 207.9 | 95.0 | 70.9 | 59.1 | 66.1 | 37.2 | 1,055.8 |
| 1997 | 6.2 | 14.2 | 79.9 | 82.7 | 81.1 | 154.9 | 254.8 | 248.5 | 20.1 | 7.1 | 139.3 | 75.2 | 1,164.0 |
| 1998 | 48.5 | 41.8 | 89.5 | 123.7 | 99.6 | 382.7 | 202.2 | 169.1 | 339.2 | 47.8 | 28.6 | 4.9 | 1,577.6 |
| 1999 | 40.7 | 28.5 | 141.1 | 59.0 | 109.6 | 121.1 | 302.0 | 312.2 | 315.0 | 99.6 | 20.5 | 15.9 | 1,565.2 |
| 2000 | 24.9 | 7.0 | 23.8 | 6.9 | 40.6 | 231.4 | 211.8 | 343.1 | 257.0 | 28.8 | 48.4 | 5.3 | 1,229.0 |
| 2001 | 45.7 | 79.8 | 20.7 | 31.4 | 29.1 | 269.1 | 149.2 | 99.7 | 52.1 | 70.2 | 15.9 | 45.8 | 908.7 |
| 2002 | 44.5 | 15.9 | 42.3 | 110.9 | 70.6 | 98.0 | 246.0 | 450.7 | 97.7 | 45.5 | 26.4 | 25.7 | 1,274.2 |
| 2003 | 42.9 | 46.8 | 78.9 | 191.5 | 168.4 | 137.1 | 384.7 | 324.2 | 181.8 | 34.9 | 52.6 | 18.9 | 1,662.7 |
| 2004 | 32.1 | 39.0 | 36.3 | 57.0 | 91.8 | 199.1 | 337.3 | 362.7 | 236.3 | 2.6 | 43.2 | 30.4 | 1,467.8 |
| 2005 | 17.4 | 37.6 | 62.1 | 68.8 | 78.8 | 176.7 | 201.5 | 225.9 | 51.0 | 16.2 | 60.7 | 49.5 | 1,046.2 |
| 2006 | 18.6 | 34.6 | 31.3 | 137.8 | 270.9 | 248.1 | 349.7 | 128.6 | 77.0 | 28.4 | 39.0 | 46.6 | 1,410.6 |
| 2007 | 11.2 | 78.2 | 124.7 | 30.2 | 122.7 | 37.8 | 222.8 | 261.7 | 494.9 | 91.5 | 4.8 | 52.0 | 1,532.5 |
| 2008 | 51.9 | 20.2 | 81.2 | 68.4 | 194.2 | 368.3 | 109.6 | 105.9 | 52.8 | 30.2 | 45.3 | 17.0 | 1,145.0 |
| 2009 | 24.3 | 55.8 | 66.0 | 82.6 | 125.0 | 108.2 | 524.6 | 113.3 | 69.3 | 76.9 | 24.6 | 33.6 | 1,304.2 |
| 2010 | 46.0 | 115.7 | 120.1 | 173.1 | 148.8 | 105.8 | 244.9 | 331.1 | 98.0 | 54.8 | 8.6 | 40.2 | 1,487.1 |
| 2011 | 12.3 | 56.2 | 31.6 | 122.7 | 104.8 | 164.1 | 207.2 | 229.8 | 30.4 | 30.6 | 162.0 | 20.9 | 1,172.6 |
| 2012 | 16.6 | 47.7 | 143.6 | 182.9 | 43.7 | 62.0 | 316.7 | 510.1 | 368.5 | 59.8 | 66.7 | 82.5 | 1,900.8 |
| 2013 | 19.2 | 66.0 | 88.3 | 54.6 | 188.6 | 90.4 | 198.5 | 177.5 | 151.9 | 20.6 | 93.3 | 20.6 | 1,169.5 |
| 2014 | 17.5 | 22.6 | 108.3 | 125.5 | 105.7 | 86.5 | 149.7 | 328.8 | 81.1 | 110.2 | 96.3 | 82.6 | 1,314.8 |
| 2015 | 42.1 | 41.1 | 38.4 | 242.2 | 111.2 | 127.1 | 172.8 | 152.3 | 92.3 | 73.4 | 115.4 | 63.6 | 1,271.9 |
| 2016 | 55.9 | 42.5 | 93.6 | 209.0 | 137.4 | 137.2 | 245.2 | 25.3 | 197.3 | 184.5 | 79.9 | 58.6 | 1,466.5 |
| 2017 | 12.9 | 25.4 | 24.2 | 45.7 | 12.3 | 25.9 | 133.8 | 235.4 | 98.8 | 108.0 | 2.6 | 34.3 | 759.2 |
| 평균 | 32.6 | 44.8 | 71.8 | 92.2 | 101.3 | 158.8 | 228.8 | 225.3 | 136.3 | 51.7 | 53.3 | 34.7 | 1,231.7 |

다. 지하수 함양률 산정

- 지하수 수위 수문곡선은 시간경과에 따른 지하수 수위의 변동을 나타내는 곡선이다. 지하수 수위 변동요인 중 지하수 수위 상승에 가장 중요한 영향을 미치는 것은 강수의 지하 침투에 의한 지하수 함양이며, 수위 강하에 가장 큰 역할을 하는 것은 하천 배수에 의한 기저유출이다. 실제로 수위상승기간의 수문곡선은 강우의 유형과 침투 특성에 따라 좌우되기 때문에 일정한 유형이 없지만 수위강하 기간에는 일정한 하강곡선 형태를 보여준다. 하강곡선의 기울기는 대수층의 배수와 관련된 상수로서 대수층의 특성을 나타내는 것이므로 이를 분석하면 해당 지역의 대수층 비산출율과 지하수 함양계수를 구할 수 있다.
- 금번 조사에서는 농촌지하수관리관측망 해남2(암반)의 최근 지하수위 관측자료(2017.08~2018.07)와 강수량 자료를 이용하였다.
- 무강우 상태를 보인 일정기간 동안의 자료를 이용하여 회귀곡선을 작성하고 이를 통해 기울기와 지수승을 산출하여 함양률을 산정하였다. 본 조사 지구의 함양률은 13.19%이다<그림 3-1-13>.

| 구분 | 내용 | 결과 |
|----------|------------------------|--------|
| S_{30} | $S_m(1 - e^{-30k})$ | 0.4100 |
| S_m | 지하수위 최대강하 | 0.4500 |
| K | 추세선 기울기 | 0.0810 |
| α | $C \cdot (S_{30}/S_m)$ | 0.1319 |



<그림 3-1-13> 지하수 수위 무강우 일수 산정 및 감수곡선

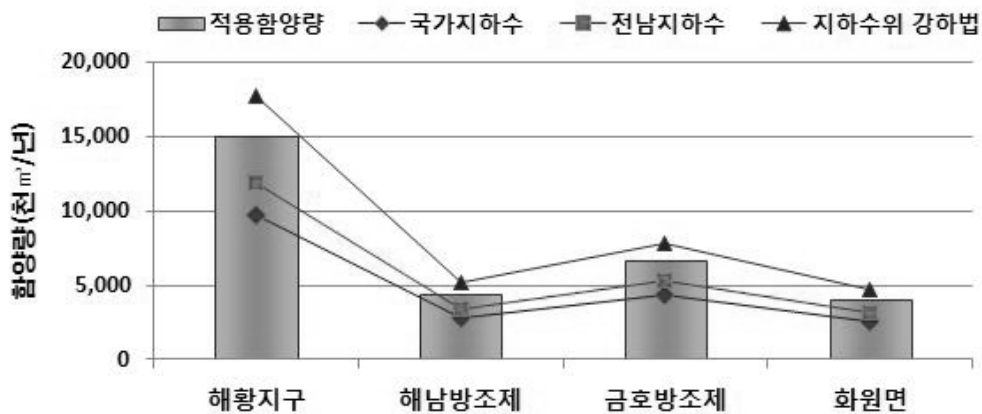
라. 지하수 함양량 산정

□ 해황지구에서 산정된 30년 면적평균 강수량과 각 분석방법별 함양률 평균 값을 이용하여 표준유역별, 동리별 함양량을 계산하였다. 적용된 함양률은 해남방조제 11.64%, 금호방조제 11.64%, 화원면 11.64% 이다. 각각의 함양률, 면적평균강수량, 표준유역 면적을 이용하여 함양량을 계산한 결과, 금호방조제가 6,667.12천m³/년으로 가장 크며 해남방조제, 화원면 순으로 나타났다<표 3-1-15, 그림 3-1-14>.

<표 3-1-15> 유역별 지하수 함양량

(단위 : 천m³/년)

| 구 분 | 면 적 (km ²) | 면적평균 강수량(mm/년) | 국가지하수 관리계획 | 전남지하수 관리계획 | 지하수위 강하법 | 적용함양량 |
|-------|------------------------|----------------|------------|------------|-----------|-----------|
| 해황지구 | 105.75 | 1,229.83 | 9,751.05 | 11,830.42 | 17,732.71 | 15,026.96 |
| 해남방조제 | 29.40 | 1,274.98 | 2,830.13 | 3,433.64 | 5,146.72 | 4,361.40 |
| 금호방조제 | 48.45 | 1,182.80 | 4,326.32 | 5,248.89 | 7,867.60 | 6,667.12 |
| 화원면 | 27.90 | 1,231.69 | 2,594.60 | 3,147.89 | 4,718.40 | 3,998.44 |



<그림 3-1-14> 표준유역별 지하수 함양량

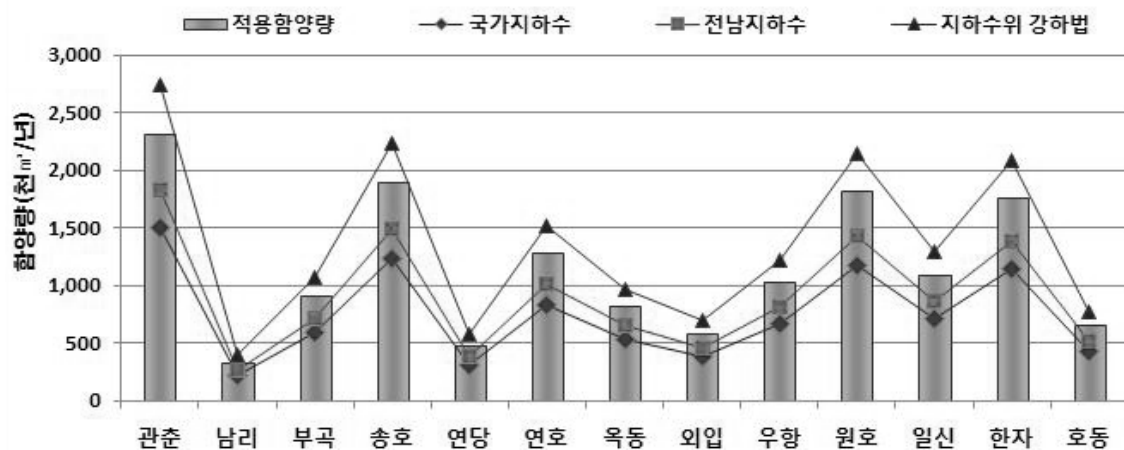
□ 조사지역의 동리별 함양량을 분석결과 관춘리가 2,324.83천m³/년으로 가장 많은 함양량을 보이고, 남리리가 337.17천m³/년으로 가장 적은 함양량을 보이는 것으로 분석되었다<표 3-1-16, 그림 3-1-15>.

□ 조사지역의 리별 함양량을 분석결과 남리리, 연당리 등이 500천m³/년 이하의 낮은 함양량을 갖는 것으로 확인되었다<표 3-1-16>.

<표 3-1-16> 동리별 지하수 함양량

(단위 : 천m³/년)

| 구 분 | 면 적 (km ²) | 면적평균 강우량(mm/년) | 국가지하수 관리계획 | 전남지하수 관리계획 | 지하수위 강하법 | 적용함양량 |
|-----|------------------------|----------------|------------|------------|----------|----------|
| 황산면 | 105.75 | 1,220.69 | 9751.22 | 11830.62 | 17733.02 | 15027.22 |
| 관춘리 | 16.89 | 1,182.80 | 1,508.59 | 1,830.29 | 2,743.44 | 2,324.83 |
| 남리리 | 2.39 | 1,213.91 | 218.79 | 265.45 | 397.88 | 337.17 |
| 부곡리 | 6.37 | 1,229.56 | 590.98 | 717.00 | 1,074.72 | 910.73 |
| 송호리 | 13.15 | 1,239.46 | 1,230.30 | 1,492.66 | 2,237.36 | 1,895.97 |
| 연당리 | 3.46 | 1,206.50 | 315.40 | 382.65 | 573.56 | 486.04 |
| 연호리 | 9.33 | 1,182.87 | 833.10 | 1,010.76 | 1,515.04 | 1,283.86 |
| 옥동리 | 5.75 | 1,227.56 | 533.20 | 646.90 | 969.65 | 821.69 |
| 외입리 | 4.13 | 1,231.69 | 384.09 | 466.00 | 698.49 | 591.91 |
| 우항리 | 7.53 | 1,184.15 | 673.63 | 817.28 | 1,225.03 | 1,038.11 |
| 원호리 | 12.33 | 1,268.97 | 1,181.73 | 1,433.73 | 2,149.03 | 1,821.12 |
| 일신리 | 7.78 | 1,209.10 | 710.13 | 861.56 | 1,291.40 | 1,094.35 |
| 한자리 | 12.07 | 1,257.57 | 1,146.19 | 1,390.61 | 2,084.39 | 1,766.34 |
| 호동리 | 4.56 | 1,234.87 | 425.09 | 515.73 | 773.04 | 655.08 |



<그림 3-1-15> 동리별 지하수 함양량

마. 지하수 개발가능량 산정

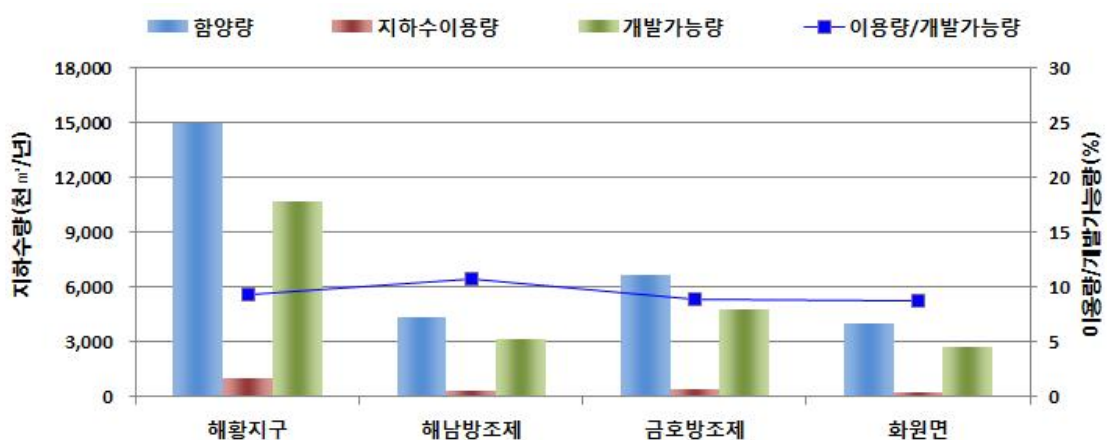
1) 유역별 개발가능량 분석

□ 개발가능량은 실측되지 않은 여러 항목을 간접적인 방법에 의해 추정하는 것으로 본 보고서에서는 10년빈도 가뭄강수량을 산정한 후 함양률과 면적을 계산하여 산정하였다. 유역 개발가능량 대비 이용량은 해남방조제에서 10.77%로 가장 높고, 화원면이 8.79%로 가장 낮은 것으로 나타났다. 지구 전반적인 개발가능량 대비 이용량은 9.40%로 매우 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 3-1-17> 유역별 지하수 개발가능량

| 유역 | 면적 (km ²) | 10년빈도 가뭄강수량 (mm/년) | 함양량 (천m ³ /년) | 지하수이용량 (천m ³ /년) | 개발가능량 (천m ³ /년) | 이용량/개발가능량 (%) |
|-------|-----------------------|--------------------|--------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------|
| 해황지구 | 105.75 | 869.19 | 15,026.96 | 1,005.44 | 10,694.36 | 9.40 |
| 해남방조제 | 29.40 | 911.15 | 4,361.40 | 335.64 | 3,116.82 | 10.77 |
| 금호방조제 | 48.45 | 853.30 | 6,667.12 | 426.65 | 4,809.81 | 8.87 |
| 화원면 | 27.90 | 852.58 | 3,998.44 | 243.15 | 2,767.74 | 8.79 |



<그림 3-1-16> 유역별 지하수 이용량 및 개발가능량

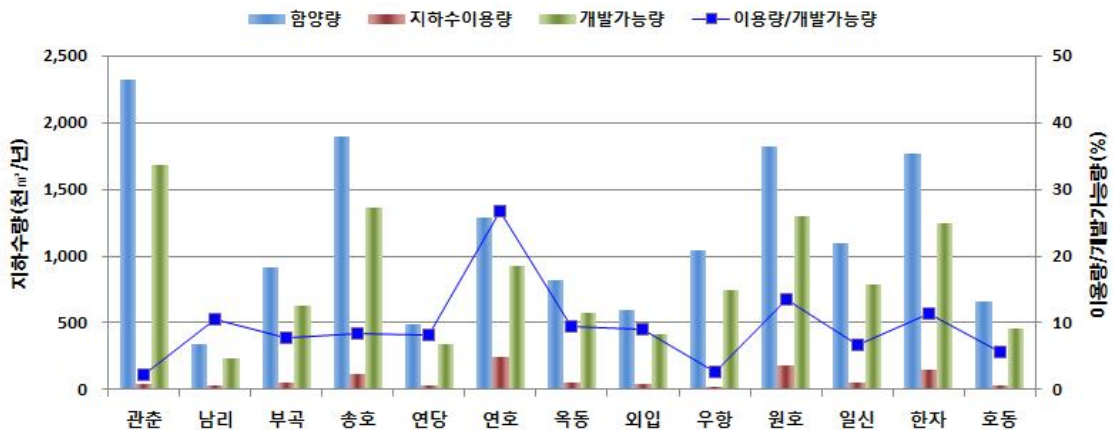
2) 동리별 개발가능량 분석

□ <표 3-1-18>과 <그림 3-1-17>은 동리별 지하수 함양량, 지하수 이용량, 개발가능량, 개발가능량 대 이용량 관계에 대하여 보여주고 있다. 해황지구의 지하수 함양량은 15,131.49천m³/년이고, 지하수 이용량은 1,005.44천m³/년, 개발가능량은 10,694.36천m³/년으로 분석되어 개발가능량 대비 이용량은 9.40%인 것으로 분석되었다.

□ 동리별 개발가능량 대비 이용량 비율은 2.28~26.62%의 범위를 나타냄

<표 3-1-18> 동리별 지하수 개발가능량 산정

| 읍 면 | 면 적 (km ²) | 10년빈도 가뭄강수량 (mm) | 함양량 (천m ³ /년) | 지하수이용량 (천m ³ /년) | 개발가능량 (천m ³ /년) | 이용량/개발가능량 (%) |
|------|------------------------|------------------|--------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------|
| 해황지구 | 105.75 | 869.19 | 15,131.49 | 1,005.44 | 10,694.36 | 9.40 |
| 관촌리 | 16.89 | 853.30 | 2,325.83 | 38.30 | 1,677.19 | 2.28 |
| 남리리 | 2.39 | 852.84 | 337.32 | 24.76 | 236.88 | 10.45 |
| 부곡리 | 6.37 | 852.61 | 911.12 | 48.53 | 631.53 | 7.69 |
| 송호리 | 13.15 | 888.85 | 1,896.78 | 113.91 | 1,359.65 | 8.38 |
| 연당리 | 3.46 | 852.95 | 486.25 | 27.82 | 343.62 | 8.10 |
| 연호리 | 9.33 | 853.34 | 1,284.42 | 246.57 | 926.20 | 26.62 |
| 옥동리 | 5.75 | 852.64 | 822.05 | 53.59 | 570.73 | 9.39 |
| 외입리 | 4.13 | 852.58 | 592.17 | 37.40 | 409.72 | 9.13 |
| 우항리 | 7.53 | 853.28 | 1,038.55 | 19.25 | 748.04 | 2.57 |
| 원호리 | 12.33 | 907.38 | 1,821.90 | 174.69 | 1,302.19 | 13.42 |
| 일신리 | 7.78 | 869.81 | 1,094.82 | 53.04 | 787.25 | 6.74 |
| 한자리 | 12.07 | 887.59 | 1,767.10 | 142.39 | 1,246.68 | 11.42 |
| 호동리 | 4.56 | 857.05 | 655.37 | 25.19 | 454.66 | 5.54 |



<그림 3-1-17> 동리별 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 마을하수도시설, 폐수종말처리시설, 오수처리·단독정화조·축산폐수처리시설·분뇨처리시설·축산폐수공공처리시설, 재활용시설, 폐기물처리시설, 취수시설 및 정수시설 기타 환경부장관이 정하여 고시하는 시설이 해당된다.
- 조사지구내 환경기초시설은 공공하수처리장이 3개소가 설치·운영되고 있으며, 호동리2곳과 옥동리에 1곳이 자리하고 있다<표 3-2-1>.

<표 3-2-1> 환경기초시설

| 지구 | 종 류 | 명 칭 | 소 재 지 | 시설용량 (m ³ /일) | 처리방식 |
|----------|-------------|--------|----------------|-----------------------------|------------------------|
| 해황 지구 | 공공 하수처리장 | 황산 | 황산면 호동리 1042-3 | 550 | SBR-선회와류식 |
| | | 신흥(해남) | 황산면 호동리791 | 40 | 무산소호기공존접촉계를 이용한고도처리 |
| | | 옥연 | 황산면 옥동리 1023 | 30 | 고효율합병정화장치 |

※ 자료출처 : 환경기초시설현황(환경부, 2014)

다. 오염시설

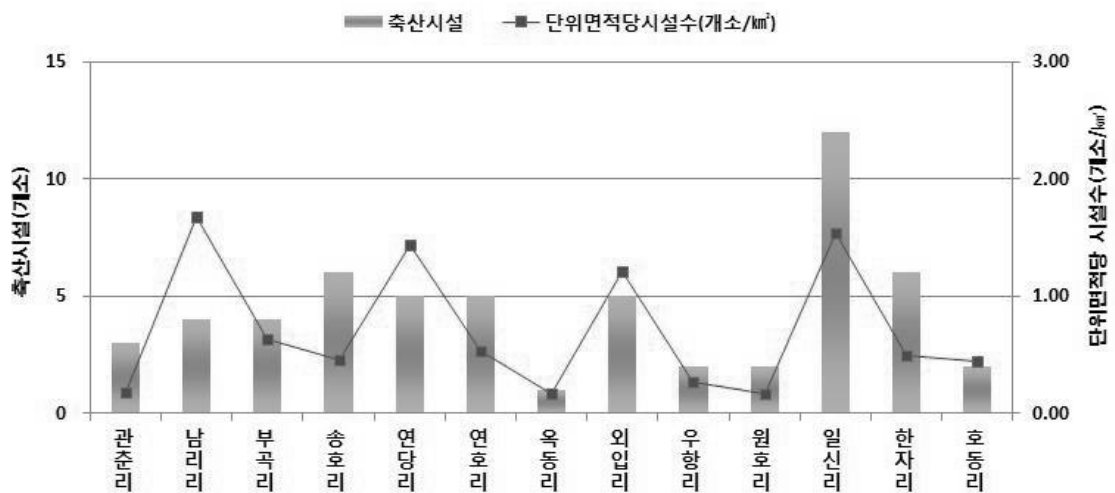
1) 점오염원

- 해남군으로부터 제공받은 오염시설 현황자료를 바탕으로 점오염원 중 축사시설에 대해 현장조사를 실시하여 DRASTIC 시스템 구축에 활용하였다. 해황지구 내 축산시설은 총 57개소이며 주요 사육 가축은 한우인 것으로 확인되었다<표 3-2-2>. 단위면적당 시설수는 남리리가 1.68개소/km²로 가장 많으며 원호리는 0.16개소/km²로 가장 적다. 해황지구 전체 단위면적당 시설수는 0.54개소/km²이다<그림 3-2-1~2>.

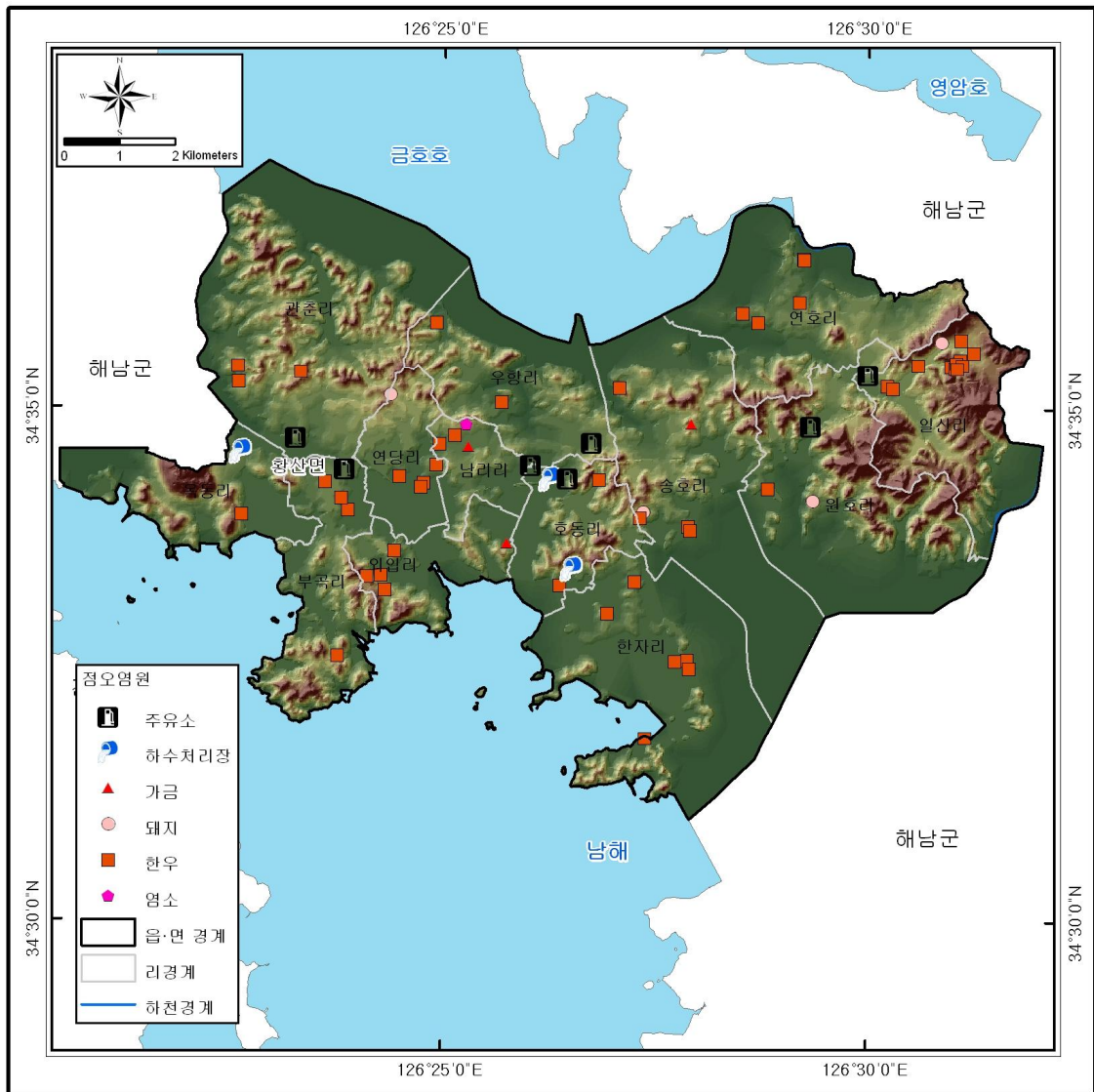
<표 3-2-2> 점오염원 현황

(단위 : 개소)

| 구 분 | 면적 (km ²) | 가금 | 돼지 | 양 | 젖소 | 한우 | 축산시설 소계 | 단위면적당 시설수 (개소/km ²) |
|-------|-----------------------|-------|----|---|----|----|---------|---------------------------------|
| 해황지구 | 105.75 | 3 | 4 | 1 | | 49 | 57 | 0.54 |
| 황 산 면 | 관춘리 | 16.89 | | | | 3 | 3 | 0.18 |
| | 남리리 | 2.39 | 1 | | 1 | 2 | 4 | 1.68 |
| | 부곡리 | 6.37 | | | | 4 | 4 | 0.63 |
| | 송호리 | 13.15 | 1 | 1 | | 4 | 6 | 0.46 |
| | 연당리 | 3.46 | | 1 | | 4 | 5 | 1.44 |
| | 연호리 | 9.33 | | | | 5 | 5 | 0.54 |
| | 옥동리 | 5.75 | | | | 1 | 1 | 0.17 |
| | 외입리 | 4.13 | 1 | | | 4 | 5 | 1.21 |
| | 우향리 | 7.53 | | | | 2 | 2 | 0.27 |
| | 원호리 | 12.33 | | 1 | | 1 | 2 | 0.16 |
| | 일신리 | 7.78 | | 1 | | 11 | 12 | 1.54 |
| | 한자리 | 12.28 | | | | 6 | 6 | 0.50 |
| | 호동리 | 4.56 | | | | 2 | 2 | 0.44 |



<그림 3-2-1> 점오염원 시설수 및 단위면적당 개소수



<그림 3-2-2> 환경기초시설 및 점오염원 분포현황도

2) 비점오염원

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

<표 3-2-3> 비점오염원 현황

| 구 분 | 인 구 ¹⁾ (명) | 토 지 ²⁾ (km ²) | | | | | | |
|-------------|--------------------------|--------------------------------------|-------|-------|-------|------|------|------|
| | | 합 계 | 전 | 답 | 임 야 | 대 지 | 기 타 | |
| 해황지구 | 5,754 | 105.75 | 3.85 | 17.52 | 46.17 | 1.17 | 9.42 | |
| 황 산 면 | 관춘리 | 462 | 16.85 | 2.81 | 2.28 | 6.30 | 0.17 | 5.29 |
| | 남리리 | 1,256 | 2.38 | 0.77 | 0.70 | 0.33 | 0.13 | 0.46 |
| | 부곡리 | 598 | 6.38 | 1.42 | 0.88 | 3.09 | 0.18 | 0.81 |
| | 송호리 | 442 | 13.09 | 1.53 | 4.83 | 3.08 | 0.13 | 3.53 |
| | 연당리 | 285 | 3.46 | 0.66 | 1.30 | 0.75 | 0.07 | 0.69 |
| | 연호리 | 401 | 9.42 | 1.86 | 3.46 | 2.19 | 0.16 | 1.75 |
| | 옥동리 | 349 | 5.75 | 0.78 | 1.17 | 2.12 | 0.10 | 1.59 |
| | 외입리 | 241 | 4.14 | 0.86 | 0.98 | 1.80 | 0.12 | 0.37 |
| | 우항리 | 261 | 7.52 | 1.18 | 0.91 | 2.29 | 0.21 | 2.92 |
| | 원호리 | 337 | 12.36 | 0.93 | 3.84 | 5.07 | 0.11 | 2.40 |
| | 일신리 | 150 | 7.80 | 0.59 | 1.39 | 4.88 | 0.07 | 0.88 |
| | 한자리 | 709 | 12.04 | 1.33 | 4.26 | 1.83 | 0.18 | 4.43 |
| 호동리 | 265 | 4.55 | 0.67 | 1.19 | 1.59 | 0.10 | 1.00 | |

1) 통계연보(해남군, 2017)

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 | 0.0507 | 0.0106 | 0.00124 |
| | 비시가지 | kg/인·일 | 0.0486 | 0.013 | 0.00145 |
| 가 축 | 젓소 | kg/두/일 | 0.556 | 0.1618 | 0.0567 |
| | 한우 | kg/두/일 | 0.528 | 0.1168 | 0.0361 |
| | 말 | kg/두/일 | 0.259 | 0.0776 | 0.024 |
| | 돼지 | kg/두/일 | 0.109 | 0.0277 | 0.0122 |
| | 양,사슴 | kg/두/일 | 0.01 | 0.0058 | 0.0009 |
| | 개 | kg/두/일 | 0.018 | 0.0084 | 0.0016 |
| | 가금 | kg/두/일 | 0.0052 | 0.0011 | 0.0004 |
| 토 지 이 용 | 전 | kg/km ² ·일 | 1.59 | 9.44 | 0.24 |
| | 답 | kg/km ² ·일 | 2.3 | 6.56 | 0.61 |
| | 임야 | kg/km ² ·일 | 0.93 | 2.2 | 0.14 |
| | 대지 | kg/km ² ·일 | 85.9 | 13.69 | 2.1 |
| | 기타 | kg/km ² ·일 | 0.96 | 0.759 | 0.027 |

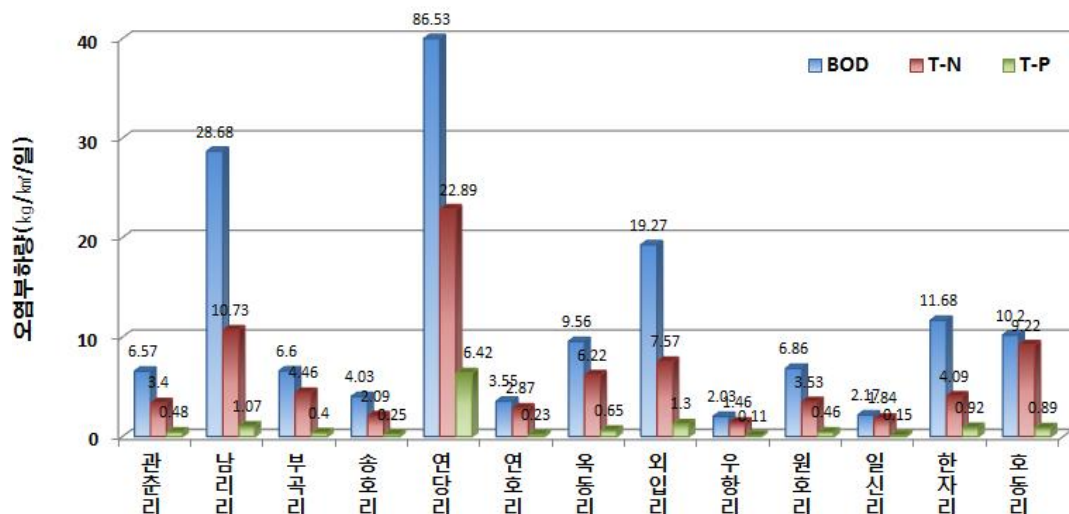
※ 자료출처 : 한강수계 오염총량관리계획수립 지침(환경부, 2014)

□ 오염원별 오염부하량을 계산한 결과 총발생오염부하량은 1,591.25kg/일이다. 오염원 중 가축사육에 따른 오염부하량이 793.74kg/일로 가장 크며 인구에 의한 오염부하량은 362.80kg/일로 가장 작은 것으로 조사되었다 <표 3-2-5>.

□ 해황지구의 단위면적당 오염부하량은 평균 3.80kg/km²/일이고, 동리별로는 연당리(115.84kg/km²/일), 남리리(40.48kg/km²/일), 외입리(28.14kg/km²/일) 순으로 조사되었다<그림 3-2-3>.

<표 3-2-5> 동리별 오염부하량

| 구 분 | 면적 (km ²) | 총발생오염부하량 (kg/일) | | | | 단위면적당 오염부하량 (kg/km ² /일) | | | | |
|-------|-----------------------|-----------------|--------|--------|--------|-------------------------------------|--------|--------|-------|-------|
| | | 소 계 | 가축 | 토지 | 인구 | 소 계 | 가축 | 토지 | 인구 | |
| 해황지구 | 105.75 | 1,591.25 | 793.74 | 434.71 | 362.80 | 15.05 | 7.51 | 4.11 | 3.43 | |
| 황 산 면 | 관춘리 | 16.89 | 176.24 | 90.72 | 56.39 | 29.13 | 10.45 | 5.38 | 3.34 | 1.73 |
| | 남리리 | 2.39 | 96.64 | - | 17.43 | 79.21 | 40.48 | - | 7.30 | 33.18 |
| | 부곡리 | 6.37 | 73.01 | 7.49 | 27.84 | 37.68 | 11.46 | 1.17 | 4.37 | 5.92 |
| | 송호리 | 13.15 | 83.76 | 21.80 | 34.12 | 27.84 | 6.37 | 1.66 | 2.59 | 2.12 |
| | 연당리 | 3.46 | 401.14 | 357.28 | 25.92 | 17.94 | 115.84 | 103.18 | 7.48 | 5.18 |
| | 연호리 | 9.33 | 62.12 | - | 36.85 | 25.27 | 6.65 | - | 3.94 | 2.71 |
| | 옥동리 | 5.75 | 94.48 | 23.83 | 48.66 | 21.99 | 16.43 | 4.14 | 8.46 | 3.83 |
| | 외입리 | 4.13 | 116.27 | 71.49 | 29.6 | 15.18 | 28.14 | 17.31 | 7.16 | 3.67 |
| | 우항리 | 7.53 | 27.17 | - | 10.71 | 16.46 | 3.60 | - | 1.42 | 2.18 |
| | 원호리 | 12.33 | 133.89 | 63.29 | 49.37 | 21.23 | 10.85 | 5.12 | 4.00 | 1.73 |
| | 일신리 | 7.78 | 32.34 | - | 22.88 | 9.46 | 4.16 | - | 2.94 | 1.22 |
| | 한자리 | 12.08 | 201.56 | 137.63 | 19.24 | 44.69 | 16.69 | 11.40 | 1.59 | 3.70 |
| | 호동리 | 4.56 | 92.63 | 20.21 | 55.7 | 16.72 | 20.31 | 4.43 | 12.21 | 3.67 |



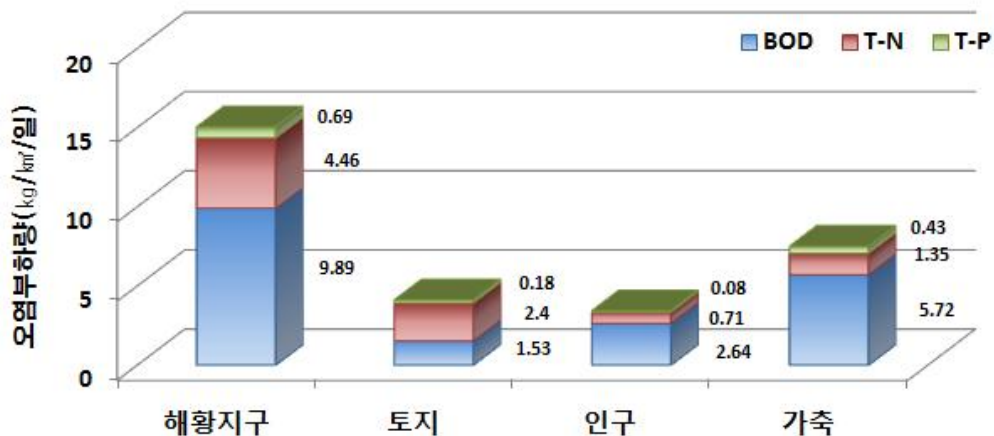
<그림 3-2-3> 동리별 항목별 단위면적당 오염부하량

□ 오염원별 오염부하량 원단위를 이용하여 계산한 결과 BOD는 1,046.05kg/일, T-N 472.19kg/일, T-P 73.01kg/일로 나타났다. 축산계로부터 발생된 오염발생량은 BOD의 경우 604.64kg/일로 T-N, T-P의 합계보다 3배 이상 높고, 인구의 경우에도 발생하는 BOD 오염부하량이 T-N, T-P의 합계보다 3배 이상 높았다. T-N항목은 토지에 의한 오염부하량이 가장 크게 나타났고 T-P에 의한 오염부하량은 상대적으로 매우 낮은 것으로 확인되었다<표 3-2-6, 그림 3-2-4>.

<표 3-2-6> 항목별 오염부하량

(단위 : kg/일)

| 구 분 | BOD | | | | T-N | | | | T-P | | | | |
|-------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|-------|-------|------|-------|-------|
| | 소 계 | 토지 | 인구 | 가축 | 소 계 | 토지 | 인구 | 가축 | 소 계 | 토지 | 인구 | 가축 | |
| 해황지구 | 1,046.05 | 161.76 | 279.65 | 604.64 | 472.19 | 254.14 | 74.80 | 143.25 | 73.01 | 18.81 | 8.35 | 45.85 | |
| 황 산 면 | 관촌리 | 110.87 | 19.55 | 22.45 | 68.87 | 57.27 | 34.24 | 6.01 | 17.02 | 8.10 | 2.6 | 0.67 | 4.83 |
| | 남리리 | 68.46 | 7.4 | 61.06 | - | 25.61 | 9.28 | 16.33 | - | 2.57 | 0.75 | 1.82 | - |
| | 부곡리 | 42.07 | 7.22 | 29.04 | 5.81 | 28.39 | 19.34 | 7.77 | 1.28 | 2.55 | 1.28 | 0.87 | 0.4 |
| | 송호리 | 52.97 | 14.61 | 21.46 | 16.90 | 27.49 | 18.01 | 5.74 | 3.74 | 3.30 | 1.5 | 0.64 | 1.16 |
| | 연당리 | 299.63 | 11.32 | 13.83 | 274.48 | 79.26 | 13.62 | 3.7 | 61.94 | 22.25 | 0.98 | 0.41 | 20.86 |
| | 연호리 | 33.14 | 13.66 | 19.48 | - | 26.79 | 21.58 | 5.21 | - | 2.19 | 1.61 | 0.58 | - |
| | 옥동리 | 54.97 | 19.54 | 16.95 | 18.48 | 35.78 | 27.16 | 4.53 | 4.09 | 3.73 | 1.96 | 0.51 | 1.26 |
| | 외입리 | 79.62 | 12.48 | 11.7 | 55.44 | 31.27 | 15.88 | 3.13 | 12.26 | 5.38 | 1.24 | 0.35 | 3.79 |
| | 우항리 | 15.31 | 2.62 | 12.69 | - | 11.01 | 7.62 | 3.39 | - | 0.85 | 0.47 | 0.38 | - |
| | 원호리 | 84.57 | 21.05 | 16.36 | 47.16 | 43.55 | 26.41 | 4.38 | 12.76 | 5.77 | 1.91 | 0.49 | 3.37 |
| | 일신리 | 16.83 | 9.54 | 7.29 | - | 14.35 | 12.4 | 1.95 | - | 1.16 | 0.94 | 0.22 | - |
| | 한자리 | 141.11 | 4.84 | 34.45 | 101.82 | 49.40 | 13.4 | 9.21 | 26.79 | 11.05 | 1 | 1.03 | 9.02 |
| 호동리 | 46.50 | 17.93 | 12.89 | 15.68 | 42.02 | 35.2 | 3.45 | 3.37 | 4.11 | 2.57 | 0.38 | 1.16 | |



<그림 3-2-4> 오염원별 단위면적당 오염부하량

3.2.2 수질분석

- 해황지구 129지점에서 현장간이수질분석을 실시하였으며 조사항목은 수소이온농도(pH), 전기전도도(EC), 총용존고형물질(TDS), 온도(°C)를 측정하여 조사지역의 수질변동의 추세를 파악하였다<표 3-2-7>.
- 해황지구 지하수의 평균 온도는 17.0°C이며 지역간의 평균 0.67°C의 차이를 나타낸다. 수소이온농도의 평균값은 6.7로 지역간 평균 0.38의 차이를 나타낸다. EC값은 평균 348μS/cm이고 지역간 평균 69.43μS/cm의 차이를 나타내며 TDS도 평균은 192mg/L로 지역간 51.47mg/L의 차이를 보인다.
- <그림 3-2-5>는 간이수질분석을 실시한 관정의 위치이며, <표 3-2-8>은 각 측정위치에서의 간이수질 분석값이다.

<표 3-2-7> 간이수질 분석결과

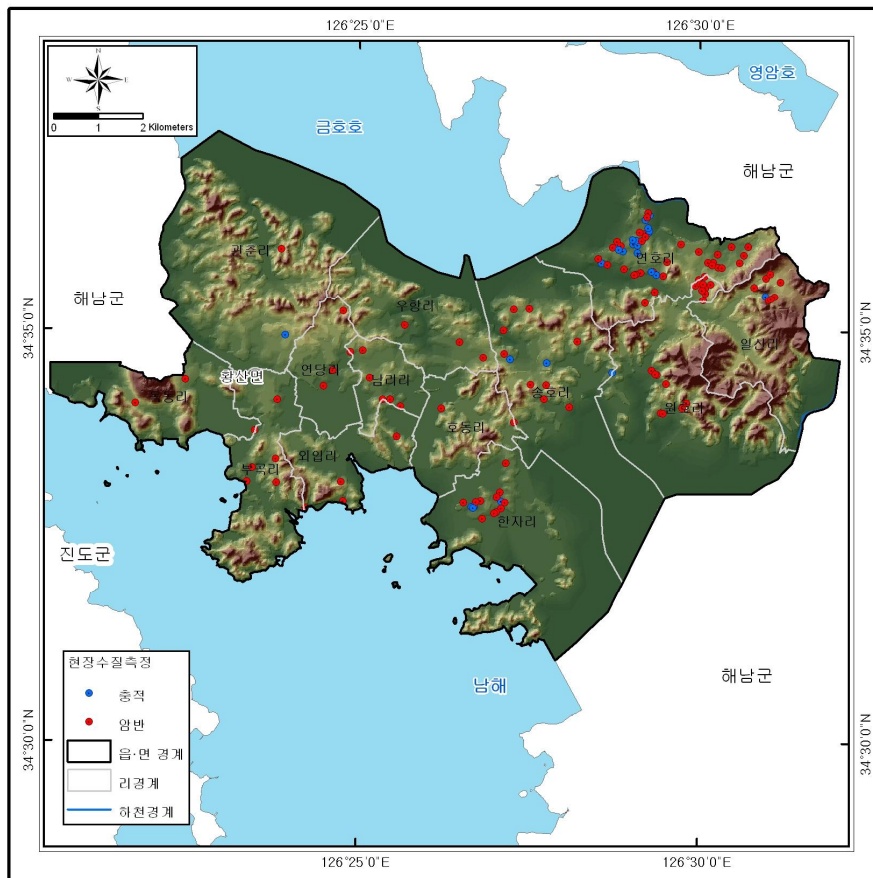
| 구분 | | 조 사 결 과(N=129) | | | | |
|-------|-------------|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 항목 | 행정구역 | 최대 | 최소 | 평균 | 중앙 | 표준편차 |
| T(°C) | 해황지구 | 18.3 | 15.9 | 17.0 | 17.1 | 0.67 |
| | 관춘리 | 17.2 | 16.7 | 17.0 | 17.0 | 0.21 |
| | 남리리 | 16.8 | 16.2 | 16.6 | 16.7 | 0.21 |
| | 부곡리 | 17.7 | 16.8 | 17.2 | 17.3 | 0.32 |
| | 송호리 | 17.8 | 16.1 | 16.9 | 16.9 | 0.72 |
| | 연당리 | 16.8 | 16.2 | 16.6 | 16.7 | 0.26 |
| | 연호리 | 17.9 | 15.9 | 17.0 | 17.3 | 0.77 |
| | 옥동리 | 17.4 | 17.3 | 17.3 | 17.3 | 0.05 |
| | 외입리 | 17.2 | 16.2 | 16.5 | 16.5 | 0.35 |
| | 우항리 | 16.8 | 16.7 | 16.7 | 16.7 | 0.05 |
| | 원호리 | 17.9 | 16.1 | 17.2 | 17.3 | 0.58 |
| | 일신리 | 18.3 | 16.1 | 17.2 | 17.3 | 0.69 |
| | 한자리 | 17.9 | 16.1 | 16.6 | 16.3 | 0.57 |
| 호동리 | 16.6 | 16.4 | 16.5 | 16.5 | 0.08 | |

<표 3-2-7> 간이수질 분석결과(계속)

| 구분 | | 조 사 결 과(N=129) | | | | |
|---------------------|-------------|----------------|------------|------------|------------|--------------|
| 항목 | 행정구역 | 최대 | 최소 | 평균 | 중앙 | 표준편차 |
| pH | 해황지구 | 7.8 | 5.4 | 6.7 | 6.8 | 0.38 |
| | 관춘리 | 7.5 | 7.2 | 7.3 | 7.2 | 0.14 |
| | 남리리 | 7.7 | 6.9 | 7.2 | 7.2 | 0.28 |
| | 부곡리 | 7.2 | 6.6 | 6.8 | 6.7 | 0.22 |
| | 송호리 | 6.9 | 5.9 | 6.6 | 6.8 | 0.34 |
| | 연당리 | 7.0 | 6.6 | 6.8 | 6.8 | 0.16 |
| | 연호리 | 7.2 | 6.2 | 6.7 | 6.8 | 0.27 |
| | 옥동리 | 7.2 | 6.6 | 6.9 | 7.0 | 0.25 |
| | 외입리 | 7.2 | 6.7 | 6.9 | 6.9 | 0.19 |
| | 우항리 | 7.2 | 6.7 | 6.9 | 6.9 | 0.21 |
| | 원호리 | 6.9 | 5.9 | 6.4 | 6.3 | 0.30 |
| | 일신리 | 7.8 | 5.4 | 7.0 | 7.2 | 0.73 |
| | 한자리 | 7.2 | 6.2 | 6.7 | 6.8 | 0.29 |
| | 호동리 | 7.0 | 6.8 | 6.9 | 6.8 | 0.09 |
| EC (μ S/cm) | 해황지구 | 614 | 215 | 348 | 339 | 69.43 |
| | 관춘리 | 403 | 396 | 400 | 400 | 2.87 |
| | 남리리 | 412 | 242 | 335 | 332 | 64.90 |
| | 부곡리 | 426 | 286 | 361 | 397 | 57.51 |
| | 송호리 | 435 | 272 | 358 | 391 | 56.80 |
| | 연당리 | 397 | 372 | 388 | 396 | 11.56 |
| | 연호리 | 614 | 281 | 363 | 354 | 71.65 |
| | 옥동리 | 342 | 215 | 296 | 331 | 57.45 |
| | 외입리 | 521 | 222 | 338 | 305 | 99.26 |
| | 우항리 | 347 | 225 | 273 | 248 | 52.93 |
| | 원호리 | 419 | 281 | 333 | 325 | 42.45 |
| | 일신리 | 539 | 238 | 377 | 381 | 85.23 |
| | 한자리 | 415 | 215 | 311 | 296 | 61.70 |
| | 호동리 | 312 | 296 | 303 | 300 | 6.80 |

<표 3-2-7> 간이수질 분석결과(계속)

| 구분 | | 조사 결과(N=129) | | | | |
|---------------|-------------|--------------|-----------|------------|------------|--------------|
| 항목 | 행정구역 | 최대 | 최소 | 평균 | 중앙 | 표준편차 |
| TDS (mg/L) | 해황지구 | 293 | 96 | 192 | 197 | 51.47 |
| | 관촌리 | 265 | 250 | 259 | 262 | 6.48 |
| | 남리리 | 278 | 109 | 191 | 176 | 73.55 |
| | 부곡리 | 281 | 129 | 206 | 212 | 58.15 |
| | 송호리 | 262 | 125 | 194 | 202 | 51.46 |
| | 연당리 | 215 | 185 | 201 | 204 | 12.39 |
| | 연호리 | 293 | 125 | 212 | 227 | 49.68 |
| | 옥동리 | 210 | 96 | 168 | 197 | 50.95 |
| | 외입리 | 257 | 105 | 177 | 171 | 48.58 |
| | 우항리 | 173 | 102 | 131 | 118 | 30.41 |
| | 원호리 | 234 | 118 | 164 | 147 | 36.73 |
| | 일신리 | 280 | 156 | 217 | 207.5 | 37.35 |
| | 한자리 | 247 | 101 | 165 | 153 | 50.26 |
| | 호동리 | 237 | 158 | 198 | 200 | 32.27 |



<그림 3-2-5> 해황지구 간이수질 측정대상공 위치도

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

| 구분 | | 갈수기 | | | | 풍수기 | | | | |
|-------------|-------|---------|---------------|---------------|-----------|------|---------------|---------------|-----------|------|
| | | pH | EC (μS/cm) | TDS (mg/L) | T (°C) | pH | EC (μS/cm) | TDS (mg/L) | T (°C) | |
| 황 산 면 | 관촌리 | 158-14 | 7.2 | 396 | 262 | 16.7 | 7.6 | 378 | 252 | 17.8 |
| | 관촌리 | 312-1 | 7.2 | 403 | 265 | 17.2 | 7.0 | 432 | 289 | 17.9 |
| | 남리리 | 1041-9 | 7.2 | 289 | 117 | 16.7 | 7.0 | 269 | 110 | 17.6 |
| | 남리리 | 1003-3 | 7.7 | 412 | 278 | 16.8 | 7.5 | 388 | 205 | 17.7 |
| | 남리리 | 529-2 | 7.0 | 332 | 176 | 16.2 | 6.9 | 321 | 160 | 17.5 |
| | 남리리 | 202-2 | 6.9 | 242 | 109 | 16.5 | 6.8 | 221 | 115 | 17.6 |
| | 남리리 | 219 | 7.2 | 401 | 275 | 16.7 | 7.4 | 422 | 235 | 17.7 |
| | 부곡리 | 317-1 | 6.6 | 397 | 255 | 16.9 | 6.3 | 362 | 216 | 17.7 |
| | 부곡리 | 427 | 7.0 | 297 | 152 | 17.3 | 6.8 | 281 | 141 | 17.5 |
| | 부곡리 | 103 | 6.7 | 426 | 281 | 16.8 | 7.0 | 426 | 283 | 17.9 |
| | 부곡리 | 284-1 | 6.7 | 286 | 129 | 17.7 | 6.6 | 262 | 125 | 17.7 |
| | 부곡리 | 1008 | 7.2 | 397 | 212 | 17.3 | 7.0 | 369 | 201 | 17.6 |
| | 송호리 | 695 | 6.5 | 396 | 210 | 17.3 | 6.3 | 362 | 195 | 17.8 |
| | 송호리 | 1324-10 | 6.9 | 396 | 202 | 16.9 | 6.6 | 371 | 201 | 17.7 |
| | 송호리 | 186-3 | 5.9 | 297 | 142 | 16.3 | 5.8 | 271 | 183 | 17.5 |
| | 송호리 | 60-3 | 6.9 | 435 | 262 | 16.1 | 6.6 | 401 | 225 | 17.6 |
| | 송호리 | 산131-3 | 6.8 | 391 | 245 | 16.1 | 6.7 | 361 | 198 | 18.0 |
| | 송호리 | 312-4 | 6.9 | 411 | 262 | 16.3 | 6.7 | 401 | 231 | 17.9 |
| | 송호리 | 860-12 | 6.2 | 325 | 182 | 17.7 | 6.1 | 315 | 162 | 17.7 |
| | 송호리 | 881-2 | 6.9 | 415 | 239 | 17.7 | 6.7 | 405 | 201 | 18.1 |
| | 송호리 | 906-15 | 6.2 | 272 | 135 | 16.1 | 6.3 | 292 | 148 | 18.2 |
| | 송호리 | 산145 | 6.7 | 299 | 132 | 17.8 | 6.4 | 266 | 116 | 18.2 |
| | 송호리 | 241 | 6.8 | 296 | 125 | 17.8 | 6.6 | 268 | 119 | 18.1 |
| | 연당리 | 산27 | 7.0 | 372 | 185 | 16.2 | 6.9 | 358 | 170 | 17.8 |
| | 연당리 | 391-6 | 6.6 | 396 | 215 | 16.8 | 6.7 | 366 | 219 | 17.8 |
| | 연당리 | 321 | 6.8 | 397 | 204 | 16.7 | 6.8 | 370 | 186 | 17.4 |
| | 연호리 | 599-1 | 6.3 | 480 | 286 | 16.3 | 6.1 | 450 | 235 | 17.2 |
| | 연호리 | 50-1 | 6.9 | 432 | 257 | 17.3 | 6.6 | 318 | 206 | 17.7 |
| | 연호리 | 1364 | 6.9 | 442 | 257 | 17.6 | 7.2 | 404 | 201 | 18.6 |
| | 연호리 | 283-7 | 6.9 | 329 | 212 | 17.8 | 6.5 | 368 | 246 | 17.8 |
| 연호리 | 240-7 | 6.5 | 342 | 231 | 16.3 | 6.5 | 332 | 226 | 17.8 | |
| 연호리 | 49-5 | 6.8 | 382 | 236 | 15.9 | 6.7 | 342 | 170 | 18.4 | |
| 연호리 | 296-3 | 7.1 | 298 | 125 | 16.2 | 7.1 | 265 | 119 | 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) | |
| 황 산 면 | 연호리 | 694-7 | 6.3 | 291 | 125 | 17.7 | 6.1 | 266 | 119 | 17.9 |
| | 연호리 | 산58-20 | 6.7 | 325 | 197 | 17.3 | 6.5 | 305 | 155 | 18.3 |
| | 연호리 | 592-1 | 6.9 | 462 | 272 | 16.3 | 6.7 | 433 | 251 | 17.6 |
| | 연호리 | 530-1 | 6.8 | 356 | 231 | 16.2 | 6.6 | 330 | 175 | 17.6 |
| | 연호리 | 산110-50 | 6.2 | 297 | 152 | 17.8 | 6.1 | 303 | 153 | 17.7 |
| | 연호리 | 79-32 | 6.9 | 287 | 132 | 17.6 | 6.8 | 256 | 126 | 17.8 |
| | 연호리 | 1307 | 6.5 | 382 | 227 | 17.7 | 6.6 | 391 | 221 | 17.9 |
| | 연호리 | 252-4 | 6.5 | 413 | 251 | 16.1 | 6.2 | 463 | 263 | 17.4 |
| | 연호리 | 746-16 | 6.9 | 292 | 194 | 17.8 | 6.6 | 260 | 164 | 17.4 |
| | 연호리 | 90-16 | 6.9 | 381 | 222 | 15.9 | 6.6 | 345 | 192 | 17.3 |
| | 연호리 | 1307 | 6.9 | 415 | 253 | 17.9 | 6.7 | 391 | 223 | 18.1 |
| | 연호리 | 518-1 | 6.8 | 342 | 215 | 16.1 | 6.6 | 322 | 189 | 17.8 |
| | 연호리 | 79-7 | 7.2 | 415 | 251 | 17.9 | 6.9 | 367 | 199 | 17.7 |
| | 연호리 | 1376 | 6.2 | 292 | 141 | 17.3 | 7.4 | 385 | 201 | 18.3 |
| | 연호리 | 산119 | 6.8 | 367 | 195 | 16.1 | 6.7 | 337 | 172 | 17.9 |
| | 연호리 | 269-2 | 6.8 | 391 | 202 | 16.3 | 6.7 | 365 | 189 | 17.9 |
| | 연호리 | 1306 | 6.9 | 382 | 185 | 17.8 | 6.5 | 376 | 181 | 17.5 |
| | 연호리 | 970-4 | 6.8 | 392 | 205 | 17.8 | 6.9 | 412 | 209 | 17.6 |
| | 연호리 | 240-1 | 6.7 | 339 | 197 | 16.2 | 6.6 | 315 | 169 | 17.5 |
| | 연호리 | 683 | 6.2 | 362 | 165 | 17.6 | 6.2 | 372 | 169 | 17.8 |
| | 연호리 | 694-40 | 6.2 | 325 | 172 | 17.9 | 6.1 | 315 | 151 | 17.9 |
| | 연호리 | 240-11 | 6.7 | 342 | 219 | 17.8 | 6.4 | 395 | 233 | 17.5 |
| | 연호리 | 407-1 | 6.9 | 291 | 196 | 16.1 | 6.6 | 267 | 182 | 17.5 |
| | 연호리 | 606 | 7.1 | 614 | 293 | 16.8 | 6.9 | 581 | 276 | 17.8 |
| | 연호리 | 422-1 | 6.5 | 391 | 260 | 16.1 | 6.3 | 365 | 205 | 18.2 |
| | 연호리 | 1186-2 | 6.2 | 397 | 252 | 16.2 | 6.1 | 368 | 199 | 18.3 |
| | 연호리 | 622 | 6.8 | 297 | 121 | 17.6 | 6.6 | 268 | 119 | 18.0 |
| | 연호리 | 384-3 | 6.8 | 351 | 227 | 17.9 | 6.5 | 320 | 197 | 17.9 |
| | 연호리 | 1426 | 6.9 | 361 | 215 | 17.8 | 6.6 | 341 | 189 | 18.0 |
| | 연호리 | 1407 | 6.7 | 396 | 225 | 17.8 | 6.6 | 370 | 189 | 17.9 |
| 연호리 | 산90-6 | 6.5 | 296 | 125 | 17.8 | 6.4 | 286 | 112 | 16.6 | |
| 연호리 | 12-17 | 6.7 | 281 | 115 | 17.3 | 6.6 | 277 | 108 | 17.7 | |
| 연호리 | 321-2 | 6.4 | 288 | 169 | 17.3 | 6.3 | 278 | 146 | 17.8 | |

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

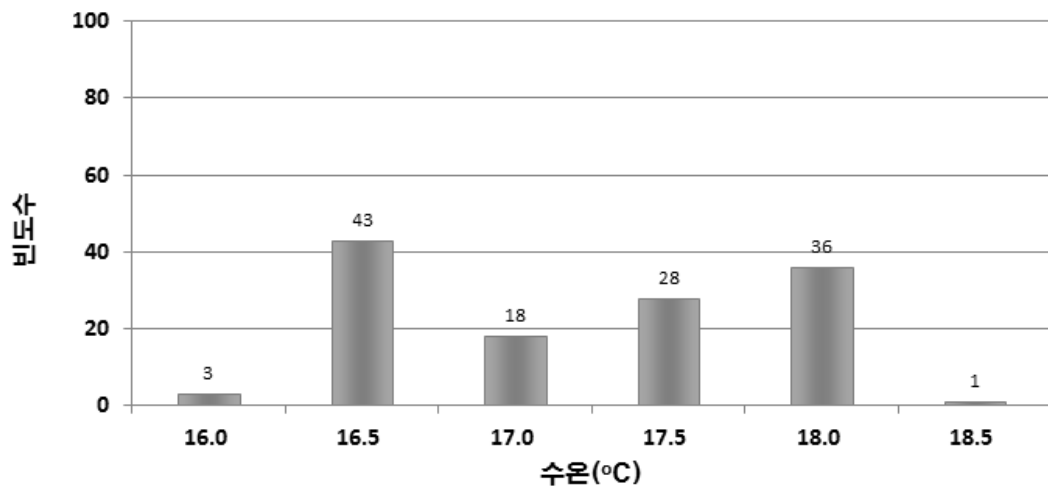
| 구분 | 갈수기 | | | | 풍수기 | | | | | |
|-------------|--------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|------|------|
| | pH | EC ($\mu\text{S/cm}$) | TDS (mg/L) | T ($^{\circ}\text{C}$) | pH | EC ($\mu\text{S/cm}$) | TDS (mg/L) | T ($^{\circ}\text{C}$) | | |
| 황 산 면 | 연호리 | 451-1 | 6.8 | 291 | 202 | 17.8 | 6.7 | 281 | 159 | 17.9 |
| | 연호리 | 607-3 | 7.1 | 592 | 282 | 16.1 | 7.0 | 575 | 268 | 18.0 |
| | 연호리 | 1306 | 6.6 | 329 | 215 | 17.5 | 6.6 | 301 | 186 | 17.9 |
| | 연호리 | 1306 | 6.4 | 312 | 189 | 17.7 | 6.2 | 282 | 158 | 17.9 |
| | 연호리 | 1307 | 6.4 | 419 | 247 | 17.8 | 6.2 | 386 | 192 | 18.0 |
| | 연호리 | 1306 | 6.5 | 325 | 203 | 17.9 | 6.4 | 406 | 221 | 18.4 |
| | 연호리 | 746-11 | 6.8 | 281 | 123 | 17.4 | 6.7 | 266 | 125 | 18.1 |
| | 연호리 | 70-1 | 6.5 | 373 | 196 | 15.9 | 6.3 | 356 | 175 | 17.8 |
| | 옥동리 | 609 | 7.0 | 331 | 197 | 17.4 | 6.8 | 309 | 156 | 17.8 |
| | 옥동리 | 356 | 6.6 | 342 | 210 | 17.3 | 6.4 | 328 | 201 | 17.8 |
| | 옥동리 | 31-1 | 7.2 | 215 | 96 | 17.3 | 7.2 | 209 | 92 | 17.7 |
| | 외입리 | 1037-1 | 6.9 | 305 | 167 | 16.5 | 7.0 | 326 | 172 | 18.2 |
| | 외입리 | 산66-1 | 6.8 | 303 | 171 | 17.2 | 6.7 | 293 | 148 | 17.6 |
| | 외입리 | 1036-1 | 7.2 | 521 | 257 | 16.3 | 7.0 | 501 | 221 | 17.2 |
| | 외입리 | 261 | 7.1 | 339 | 186 | 16.5 | 7.0 | 312 | 158 | 17.3 |
| | 외입리 | 434-8 | 6.7 | 222 | 105 | 16.2 | 6.6 | 202 | 101 | 17.2 |
| | 우항리 | 산61-6 | 6.7 | 347 | 173 | 16.8 | 6.6 | 325 | 161 | 17.7 |
| | 우항리 | 666 | 7.2 | 225 | 102 | 16.7 | 7.0 | 205 | 98 | 17.6 |
| | 우항리 | 107 | 6.9 | 248 | 118 | 16.7 | 6.9 | 228 | 109 | 17.7 |
| | 원호리 | 235-1 | 5.9 | 382 | 186 | 16.1 | 6.0 | 439 | 252 | 17.8 |
| | 원호리 | 402 | 6.2 | 325 | 167 | 17.3 | 6.1 | 308 | 149 | 17.8 |
| | 원호리 | 919-15 | 6.6 | 292 | 147 | 16.3 | 6.6 | 282 | 139 | 17.5 |
| | 원호리 | 917-2 | 6.7 | 319 | 172 | 16.1 | 6.5 | 299 | 158 | 17.4 |
| | 원호리 | 240 | 6.2 | 293 | 145 | 17.2 | 6.0 | 263 | 116 | 17.8 |
| | 원호리 | 399-4 | 6.9 | 291 | 142 | 17.8 | 6.8 | 288 | 139 | 17.9 |
| | 원호리 | 239-1 | 6.3 | 316 | 135 | 17.3 | 6.3 | 292 | 142 | 17.7 |
| | 원호리 | 200 | 6.5 | 296 | 128 | 17.8 | 6.5 | 299 | 138 | 17.8 |
| | 원호리 | 925-3 | 5.9 | 296 | 122 | 17.8 | 6.0 | 289 | 132 | 17.6 |
| | 원호리 | 945 | 6.9 | 393 | 218 | 17.4 | 6.7 | 367 | 193 | 17.6 |
| | 원호리 | 913-3 | 6.5 | 296 | 118 | 17.9 | 6.7 | 293 | 185 | 17.7 |
| 원호리 | 산53-18 | 6.4 | 381 | 215 | 16.2 | 6.4 | 398 | 218 | 17.8 | |
| 원호리 | 284-1 | 6.3 | 329 | 141 | 17.4 | 6.2 | 309 | 138 | 17.9 | |
| 원호리 | 산53-15 | 6.8 | 326 | 202 | 17.1 | 6.7 | 302 | 158 | 17.8 | |

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

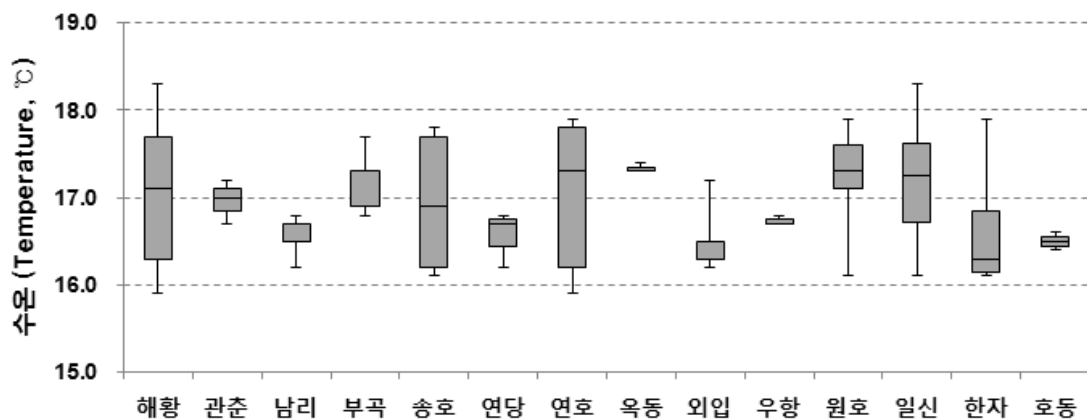
| 구분 | | 갈수기 | | | | 퐁수기 | | | | |
|-------------|--------|--------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|------|
| | | pH | EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$) | TDS (mg/L) | T ($^{\circ}\text{C}$) | pH | EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$) | TDS (mg/L) | T ($^{\circ}\text{C}$) | |
| 황 산 면 | 원호리 | 산53-7 | 6.2 | 393 | 234 | 17.8 | 6.1 | 372 | 201 | 17.8 |
| | 원호리 | 919-16 | 6.3 | 325 | 198 | 17.3 | 6.1 | 305 | 162 | 17.6 |
| | 원호리 | 512-2 | 6.2 | 281 | 123 | 17.3 | 6.2 | 263 | 128 | 17.5 |
| | 원호리 | 914-24 | 5.9 | 419 | 227 | 17.1 | 5.8 | 396 | 203 | 17.5 |
| | 원호리 | 923-2 | 6.5 | 382 | 199 | 17.4 | 6.5 | 375 | 189 | 17.6 |
| | 일신리 | 643-6 | 7.6 | 447 | 246 | 17.5 | 7.4 | 429 | 216 | 17.6 |
| | 일신리 | 651-1 | 7.8 | 238 | 156 | 16.5 | 7.7 | 232 | 128 | 17.2 |
| | 일신리 | 47-4 | 6.7 | 310 | 188 | 18.3 | 6.6 | 286 | 163 | 17.9 |
| | 일신리 | 13-13 | 7.7 | 394 | 205 | 18.0 | 7.5 | 369 | 183 | 17.9 |
| | 일신리 | 651-12 | 7.1 | 372 | 196 | 16.8 | 6.9 | 334 | 175 | 17.2 |
| | 일신리 | 산26-7 | 5.4 | 539 | 280 | 16.1 | 5.8 | 499 | 261 | 17.2 |
| | 일신리 | 46-10 | 7.2 | 389 | 251 | 17.2 | 7.0 | 359 | 178 | 17.4 |
| | 일신리 | 산23-5 | 6.8 | 325 | 210 | 17.3 | 6.6 | 305 | 151 | 17.5 |
| | 한자리 | 498-1 | 6.2 | 291 | 132 | 17.8 | 6.2 | 296 | 146 | 17.8 |
| | 한자리 | 산14-1 | 6.9 | 403 | 231 | 16.9 | 6.8 | 388 | 210 | 17.6 |
| | 한자리 | 1479-5 | 6.8 | 342 | 231 | 16.1 | 6.7 | 322 | 189 | 17.5 |
| | 한자리 | 1483-1 | 6.5 | 257 | 121 | 16.2 | 6.5 | 238 | 118 | 17.8 |
| | 한자리 | 538-1 | 7.0 | 369 | 231 | 16.3 | 6.8 | 349 | 201 | 17.6 |
| | 한자리 | 462-1 | 6.8 | 393 | 247 | 16.1 | 7.0 | 425 | 255 | 17.7 |
| | 한자리 | 411-7 | 6.2 | 215 | 101 | 16.7 | 6.2 | 208 | 99 | 17.5 |
| | 한자리 | 530-5 | 6.9 | 415 | 213 | 16.8 | 6.7 | 395 | 186 | 17.5 |
| | 한자리 | 246-5 | 6.9 | 215 | 102 | 16.3 | 6.6 | 210 | 100 | 17.9 |
| | 한자리 | 837-3 | 6.6 | 319 | 172 | 16.3 | 6.5 | 301 | 150 | 17.9 |
| | 한자리 | 211 | 6.8 | 292 | 125 | 17.9 | 6.6 | 269 | 121 | 18.0 |
| | 한자리 | 1479-4 | 6.6 | 319 | 162 | 16.1 | 6.5 | 305 | 156 | 17.7 |
| | 한자리 | 249-5 | 7.2 | 296 | 145 | 16.2 | 7.0 | 286 | 140 | 17.8 |
| | 한자리 | 589-3 | 6.5 | 282 | 153 | 16.9 | 6.5 | 272 | 141 | 17.7 |
| | 한자리 | 595-2 | 7.1 | 252 | 115 | 16.1 | 6.8 | 232 | 111 | 17.6 |
| 호동리 | 산35 | 6.8 | 312 | 158 | 16.4 | 6.6 | 295 | 149 | 17.5 | |
| 호동리 | 1054-7 | 6.8 | 296 | 237 | 16.5 | 6.8 | 282 | 142 | 17.4 | |

가. 수온 (Temperature, °C)

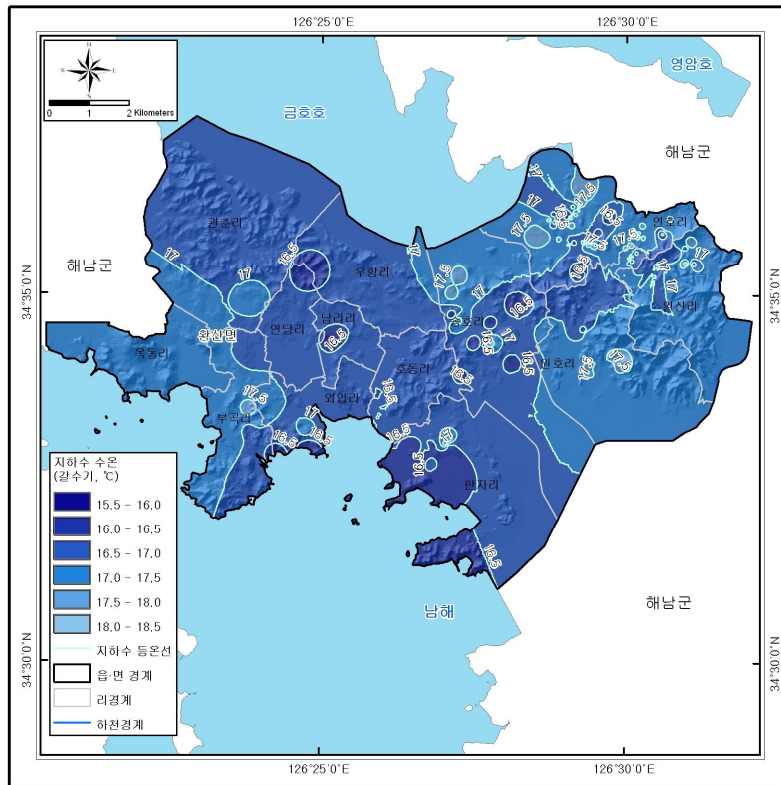
○ 측정된 전체시료의 지하수 수온은 15.9°C~18.6°C의 범위를 보여준다. 빈도분포도를 살펴보면 16.0°C에서 18.5°C까지 온도분포가 다양하다는 것을 알 수 있으며 Box-whisker 다이어그램을 보면 연호리에서 수온이 다소 높게 나타나고 외입리가 상대적으로 낮은 것을 알 수 있다 <그림 3-2-6~7>. 해북지구 갈수기 평균수온은 17.0°C, 풍수기 평균수온은 17.8°C로 조사되었다 <그림 3-2-8>.



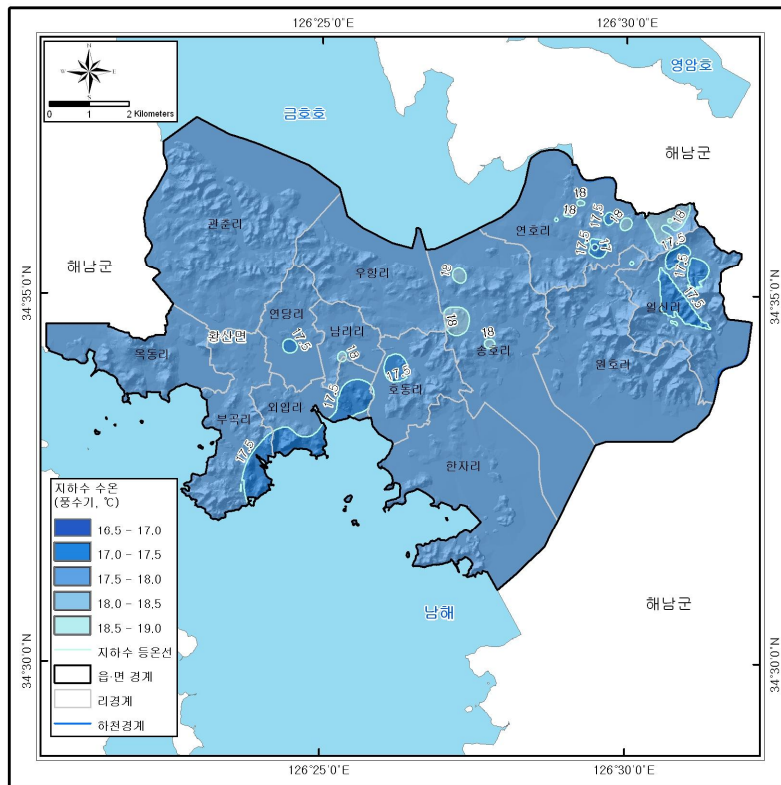
<그림 3-2-6> 해황지구 지하수의 수온(T) 빈도분포도



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



(a) 갈수기 수온분포도

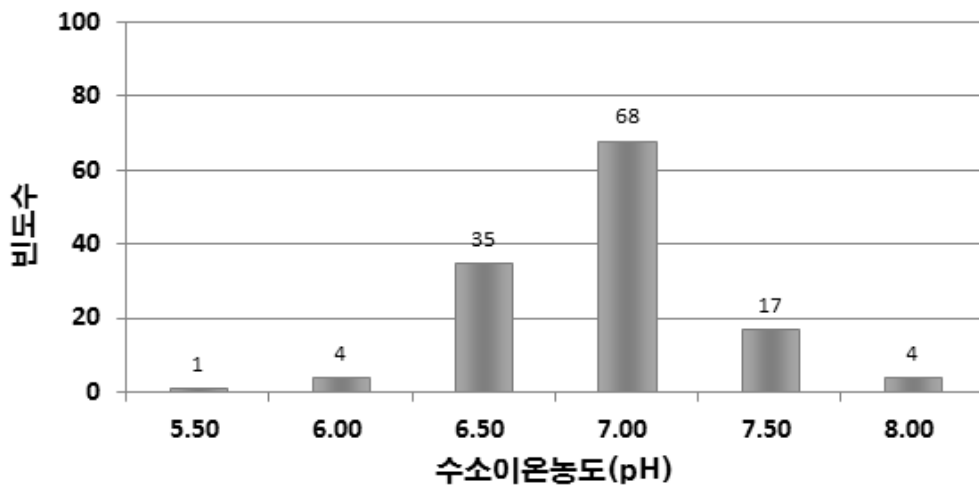


(b) 푹수기 수온분포도

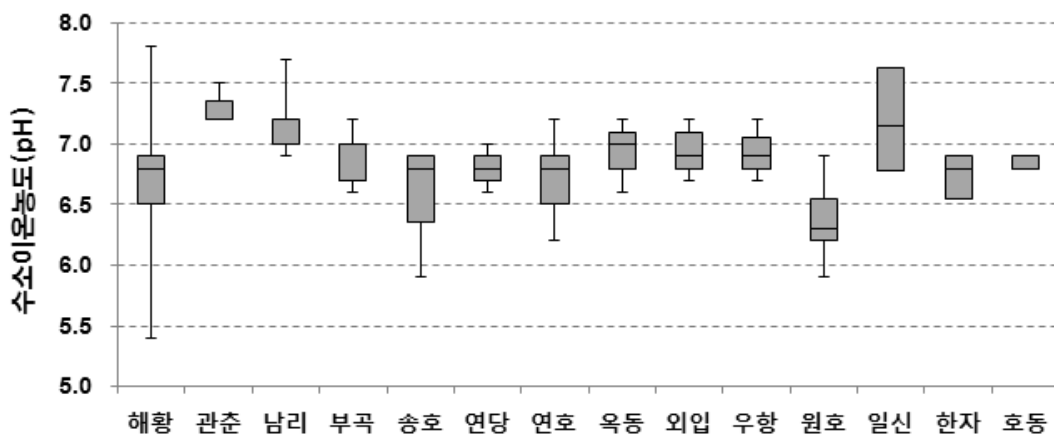
<그림 3-2-8> 해황지구 지하수의 수온(°C) 분포도

나. 수소이온농도 (pH)

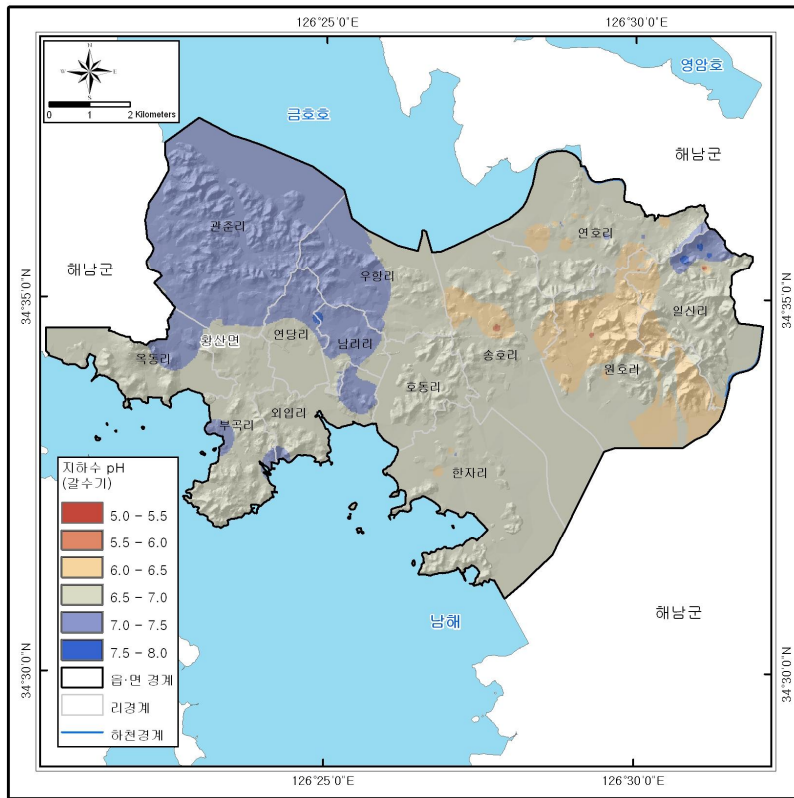
○ 해황지구의 수소이온농도는 5.4~7.8의 범위를 갖고, 평균값은 6.6으로 약산성을 띤다. 빈도분포도를 살펴보면 pH 분포가 6.50~7.50사이에 집중되어 나타나는 것을 확인할 수 있으며 Box-whisker 다이어그램을 살펴보면 일신리와 관춘리가 다소 높고 원호리가 상대적으로 낮은 것을 볼 수 있다<그림 3-2-9~10>. 측정자료 분석결과 갈수기 pH 평균값은 6.7, 풍수기 pH 평균값은 6.5로 조사되었다<그림 3-2-11>.



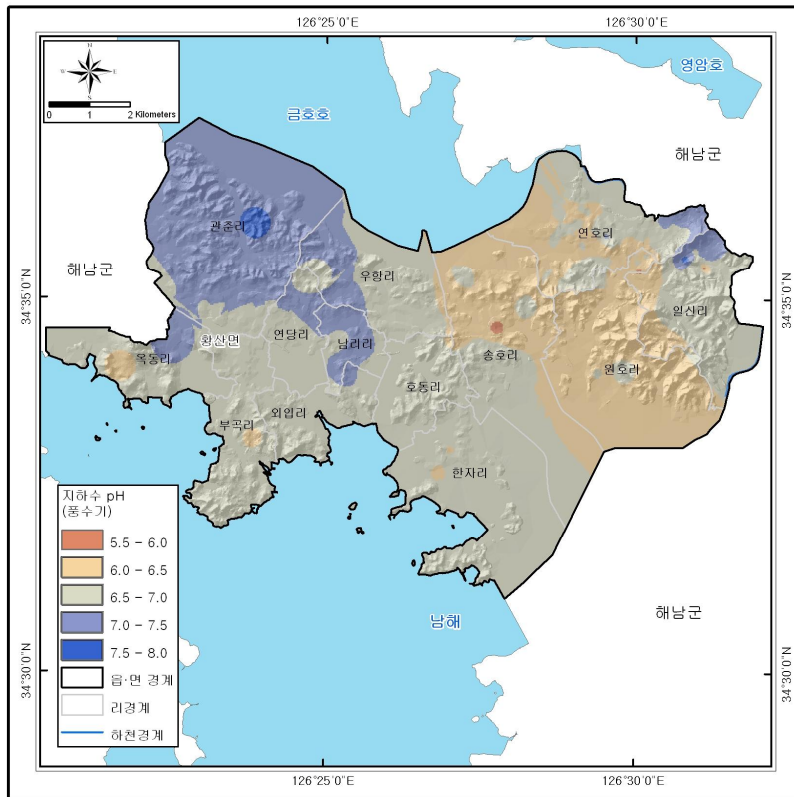
<그림 3-2-9> 해황지구 지하수의 pH 빈도분포도



<그림 3-2-10> 해황지구 지하수의 pH Box-whisker



(a) 갈수기 pH 분포도

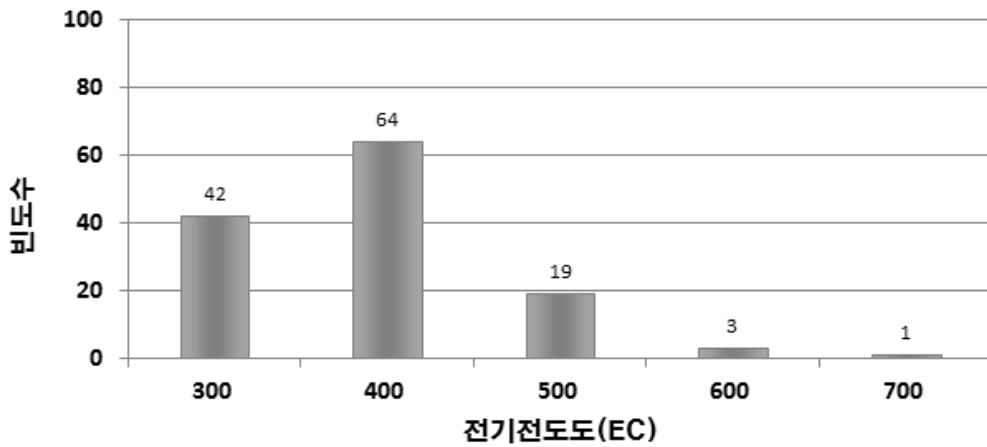


(b) 풍수기 pH 분포도

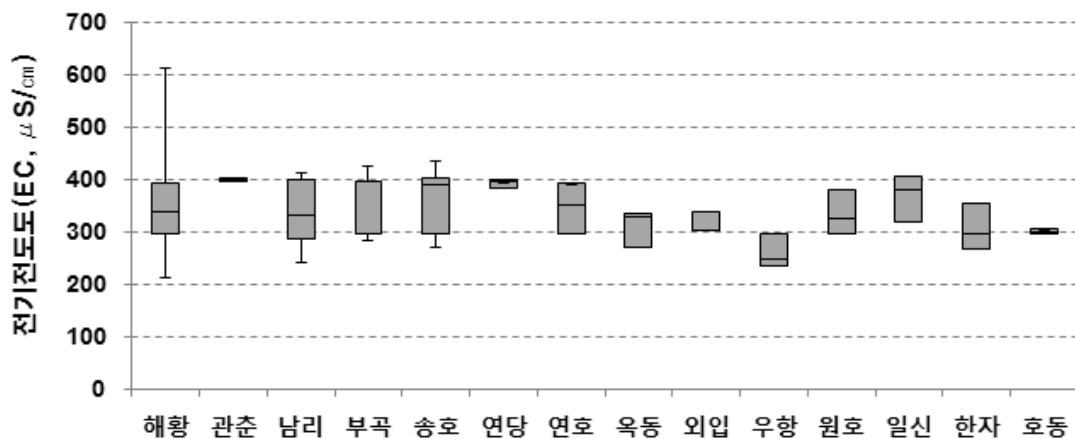
<그림 3-2-11> 해황지구 지하수의 pH 분포도

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

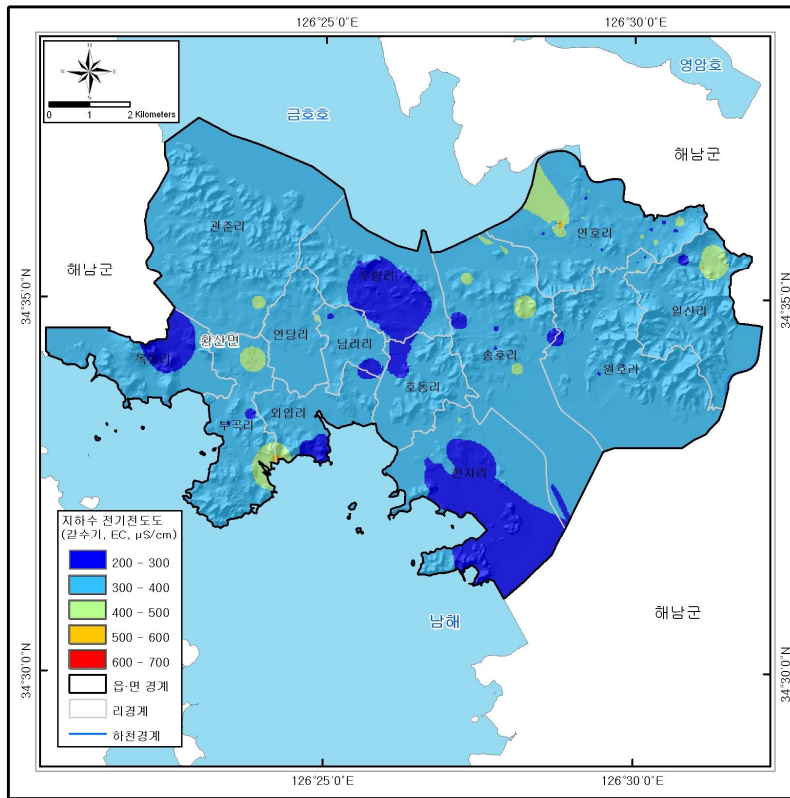
○ 측정된 전체시료의 전기전도도 값은 $202\text{S}/\text{cm}\sim 614\mu\text{S}/\text{cm}$ 의 값을 나타낸다. 빈도분포도를 살펴보면 대부분 $300\mu\text{S}/\text{cm}\sim 500\mu\text{S}/\text{cm}$ 사이에 집중되어 있으며 Box-whisker 다이어그램을 살펴보면 부곡리가 다소 높고 우항리가 상대적으로 낮은 것을 알 수 있다<그림 3-2-12~13>. 해황지구 갈수기 전기전도도 평균값은 $349\mu\text{S}/\text{cm}$, 풍수기 전기전도도 평균값은 $328\mu\text{S}/\text{cm}$ 로 조사되었다<그림 3-2-14>.



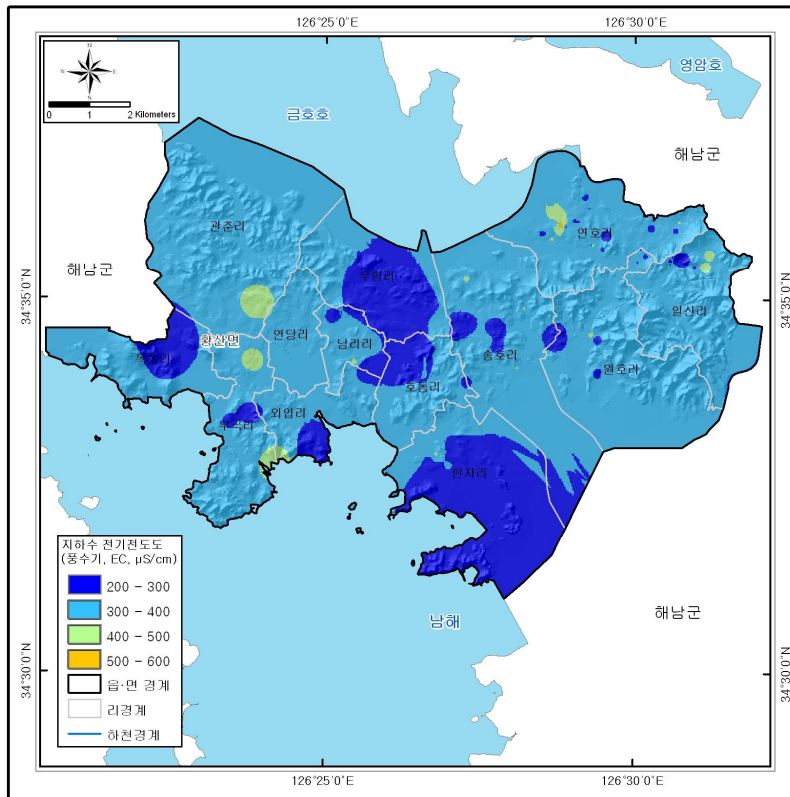
<그림 3-2-12> 해황지구 지하수의 전기전도도(EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$) 빈도분포도



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



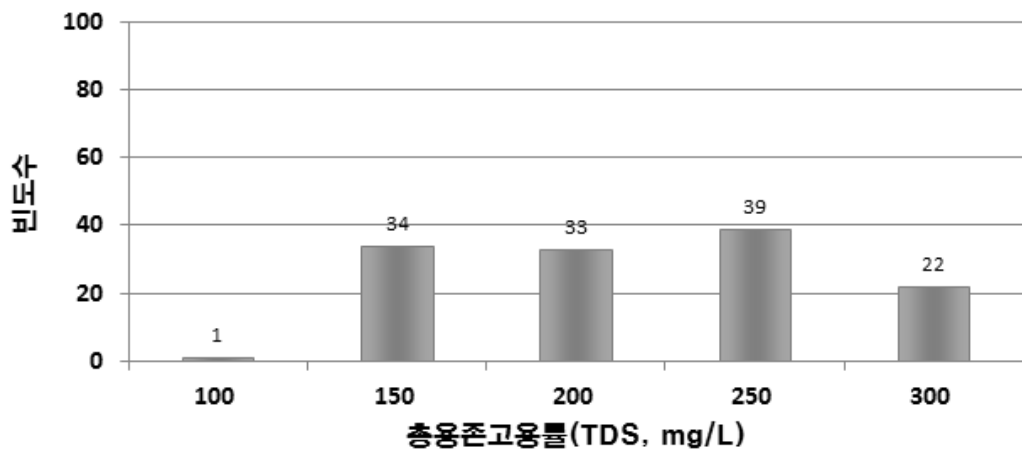
(a) 갈수기 전기전도도 분포도



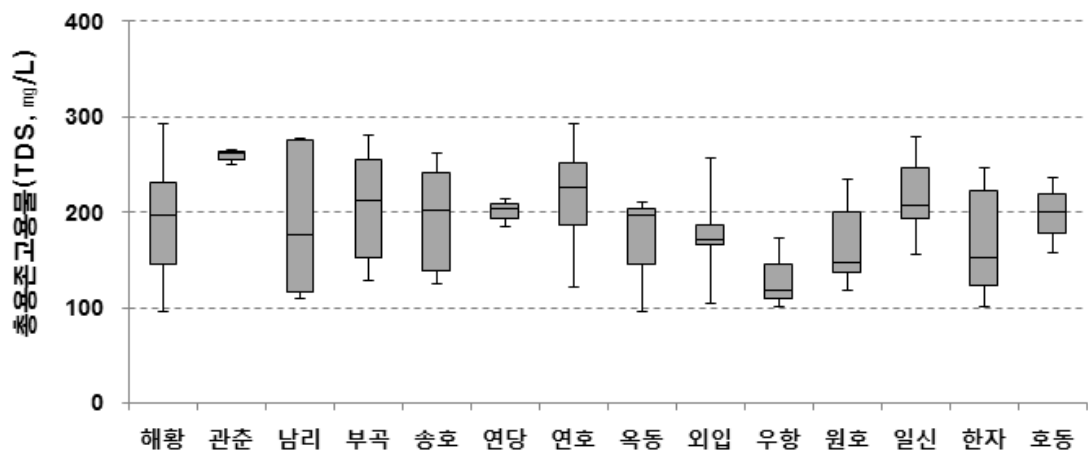
(b) 풍수기 전기전도도 분포도

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

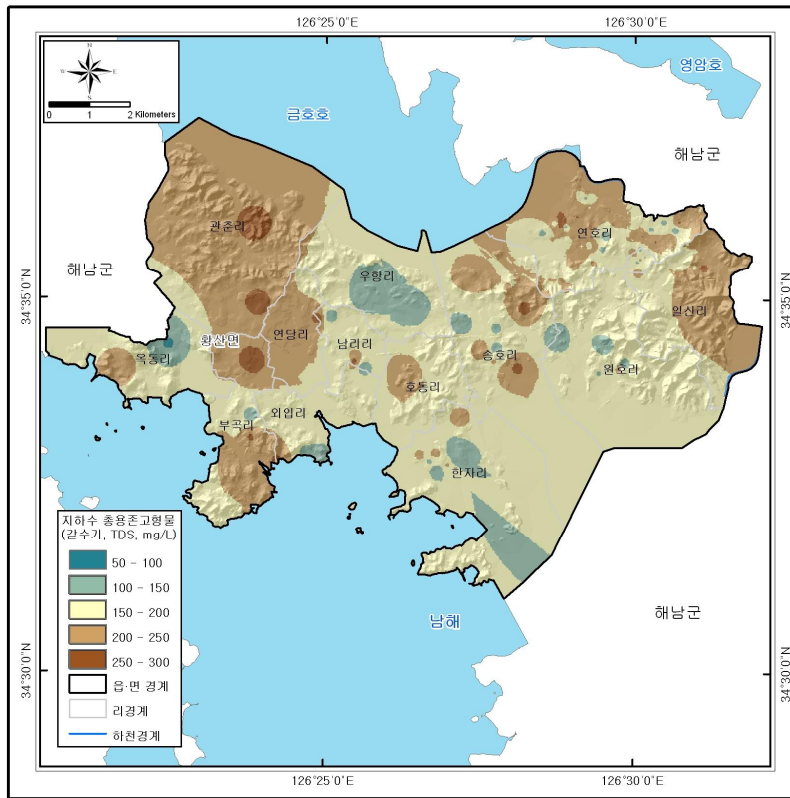
○ 측정된 전체시료의 총용존고형물(TDS, mg/L) 값은 96mg/L~293mg/L범위를 보여준다. TDS 빈도분포도를 살펴보면 150mg/L~300mg/L에 집중적으로 분포하는 것을 알 수 있으며 Box-whisker 다이어그램을 보면 부곡리에서 다소 높고 우항리에서 상대적으로 낮은 값을 나타내는 것을 알 수 있다<그림 3-2-15~16>. 해황지구 갈수기 총용존고형물 평균값은 192mg/L, 풍수기 총용존고형물 평균값은 171mg/L로 조사되었다<그림 3-2-17>.



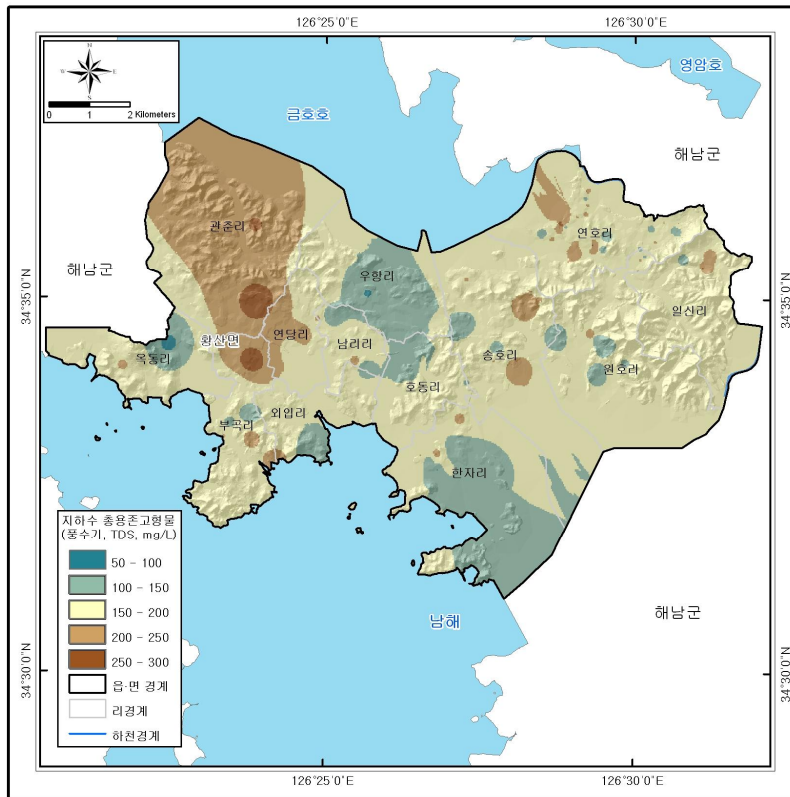
<그림 3-2-15> 해황지구 지하수의 총용존고형물(TDS, mg/L) 빈도분포도



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



(a) 갈수기 총용존고형물 분포도



(b) 풍수기 총용존고형물 분포도

<그림 3-2-17> 해황지구 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>.

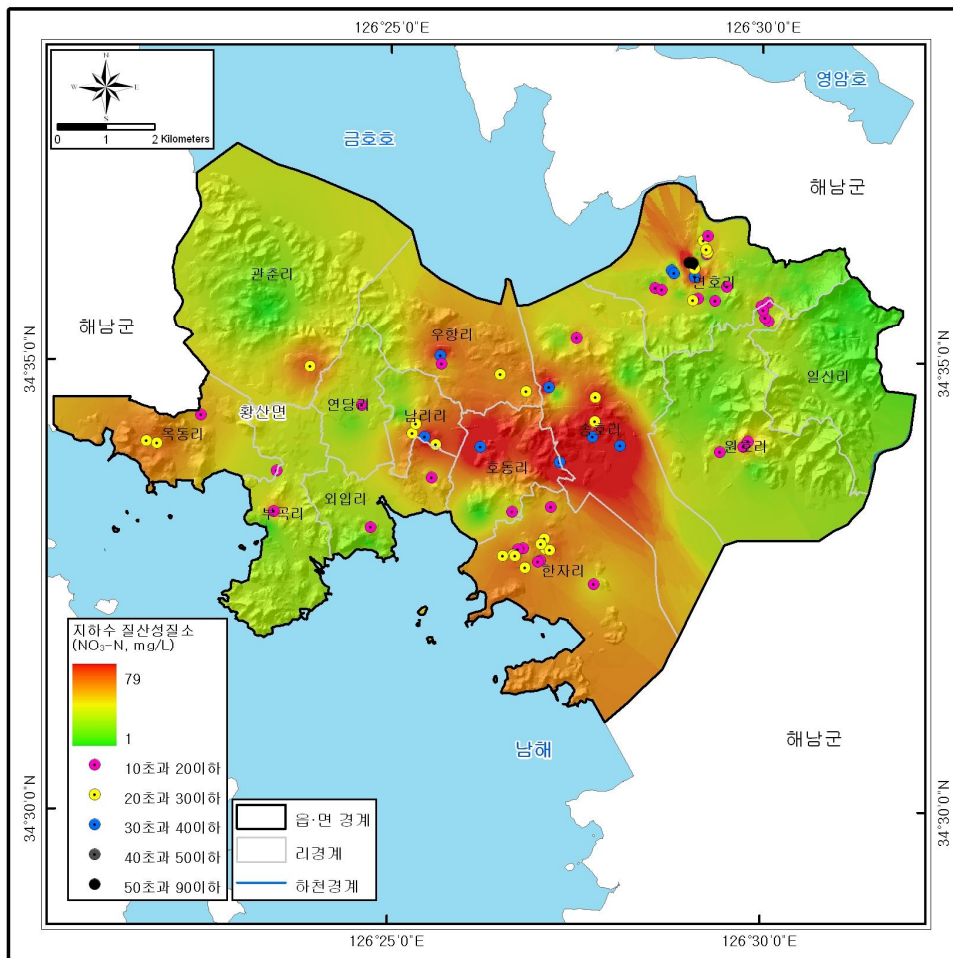
<표 3-2-9> 동리별 질산성질소 일제조사 분석 현황

(단위 : mg/L)

| 구분 | 동리 | 질산성질소 일제조사(N=130) | | | | | | |
|-------------|-----|-------------------|------|------|------|----------|-----------------|-----------------|
| | | 개소 (공) | 최대 | 최소 | 평균 | 표준 편차 | 10 초과 (공) | 20 초과 (공) |
| 해황지구 | | 130 | 81.9 | 1.1 | 14.8 | 12.5 | 30 | 36 |
| 황 산 면 | 관촌리 | 2 | 24.4 | 1.5 | 13.0 | 11.5 | - | 1 |
| | 남리리 | 6 | 33.4 | 3.6 | 19.0 | 10.5 | - | 4 |
| | 부곡리 | 3 | 19.3 | 1.6 | 10.5 | 8.9 | 1 | - |
| | 송호리 | 10 | 38.3 | 3.2 | 22.7 | 14.0 | 1 | 5 |
| | 연당리 | 3 | 11.2 | 5.5 | 8.5 | 2.3 | 1 | - |
| | 연호리 | 49 | 81.9 | 1.3 | 13.6 | 15.0 | 7 | 10 |
| | 옥동리 | 4 | 23.0 | 11.5 | 18.8 | 4.6 | 2 | 2 |
| | 외입리 | 5 | 16.2 | 1.6 | 9.2 | 5.2 | 2 | - |
| | 우항리 | 4 | 31.1 | 14.4 | 21.8 | 6.0 | 1 | 3 |
| | 원호리 | 18 | 18.7 | 3.8 | 10.3 | 6.3 | 8 | - |
| | 일신리 | 5 | 4.5 | 1.1 | 2.2 | 1.3 | - | - |
| | 한자리 | 17 | 29.3 | 13.2 | 20.9 | 5.2 | 6 | 9 |
| | 호동리 | 4 | 38.8 | 1.4 | 22.7 | 16.3 | 1 | 2 |

□ 해황지구 질산성질소 조사는 총 145회 조사하였으며 1차조사시에 130개소를 조사하여 질산성질소 분포현황을 파악하였으며 2차조사시에는 질산성질소 농도확인 및 주변오염 확인을 위하여 보조적으로 15개소에서 물시료를 채취하여 수질분석공인기관(신성생명과학원(주))에 의뢰하였다. 질산성질소 분포도 작성 및 통계분석에는 조사시기 차이에 의한 오차를 줄이기 위해 2

차조사 결과를 배제하였다. 질산성질소 평균 농도는 14.8이고 먹는물 기준치인 10mg/L를 초과하는 관정은 66개소이며 이 중 생활용 및 농업용 기준치인 20mg/L를 초과하는 관정은 36개소이다. 먹는물 수질기준을 초과하는 관정은 연호리가 17개소로 많고, 생활용 및 농·어업용 수질기준을 초과하는 관정 역시 연호리가 10개소로 가장 많이 나타난다.



<그림 3-2-18> 해황지구 지하수의 질산성질소(mg/L) 분포도

□ 질산성질소 농도 20mg/L를 초과하는 지하수관정 36개소 주변의 질산성질소 오염정도를 파악하기 위하여 해당 관정 주변에서 물시료를 채취하여 질산성질소를 분석하였다. 주변관정을 포함하여 총 15개소에서 질산성질소 2차분석을 실시한 결과에서는 기준치를 초과하는 관정은 없는 것으로 조사되었다.

□ 1차 질산성질소 분석결과 질산성질소 농도 20mg/L을 초과한 지점의 관정현황을 살펴보면 대부분 오염방지시설이 미비하여 외부오염에 취약한 구조이다<그림 3-2-19>. 외부오염물질 유입에 의해 일시적으로 오염된 지하수는 대부분 자연적으로 정화가 되지만 오염이 지속될 시에는 회복이 어려울 수 있으므로 세심한 주의가 필요하다.

<표 3-2-10> 질산성질소 오염 주변조사(2차조사)

| 관정번호 | 읍면 | 리 | 번지 | 층적 암반 | NO ₃ -N (2차) |
|-----------------|-----|-----|--------|----------|----------------------------|
| WHAE42520180053 | 황산면 | 일신리 | 643-6 | 암반 | 1.6 |
| WHAE42520180350 | 황산면 | 일신리 | 651-1 | 암반 | 3 |
| WHAE42520181314 | 황산면 | 일신리 | 2-21 | 암반 | 4.4 |
| WHAE42520181323 | 황산면 | 일신리 | 651-12 | 암반 | 불검출 |
| WHAE42520180384 | 황산면 | 원호리 | 919-15 | 암반 | 11.6 |
| WHAE42520180043 | 황산면 | 관춘리 | 158-14 | 암반 | 불검출 |
| WHAE42520180050 | 황산면 | 외입리 | 1037-1 | 암반 | 14.9 |
| WHAE42520180063 | 황산면 | 연당리 | 704-17 | 암반 | 12 |
| WHAE42520180883 | 황산면 | 남리리 | 1003-3 | 암반 | 17 |
| WHAE42520180917 | 황산면 | 부곡리 | 103 | 암반 | 15.7 |
| WHAE42520180988 | 황산면 | 부곡리 | 284-1 | 암반 | 11.5 |
| WHAE42520181312 | 황산면 | 원호리 | 산53-18 | 암반 | 11.4 |
| WHAE42520181350 | 황산면 | 연호리 | 산119 | 암반 | 5.5 |
| WHAE42520182060 | 황산면 | 연호리 | 619-1 | 층적 | 4.7 |
| WHAE42520183780 | 황산면 | 연호리 | 617 | 층적 | 4.5 |



<그림 3-2-19> 오염방지 취약시설

| | |
|---|--|
|  |  |
| <p>WHAE42520183565</p> | <p>WHAE42520183783</p> |
|  |  |
| <p>WHAE42520183786</p> | <p>WHAE42520180052</p> |
|  |  |
| <p>WHAE42520180051</p> | <p>WHAE42520180977</p> |
|  |  |
| <p>WHAE42520182020</p> | <p>WHAE42520182982</p> |

<그림 3-2-19> 오염방지 취약시설(계속)

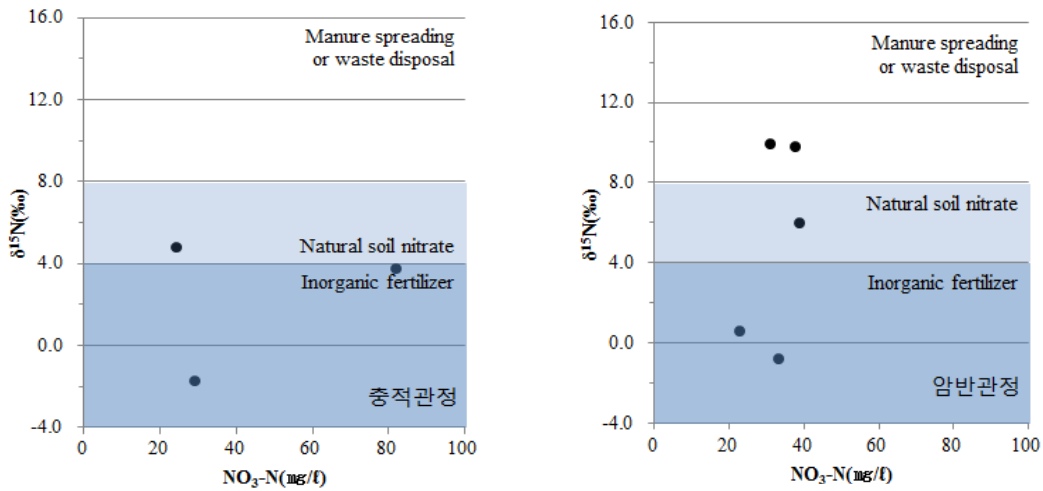
□ 질산성질소는 화학비료, 부패한 동식물, 생활오수, 축산분뇨, 공장폐수 등에서 발생한다. 2차적인 독성은 미생물에 의해서 질산성질소가 아질산성질소로 환원됨으로써 초래된다. 환원된 아질산성질소는 혈류내로 흡수되며, 헤모글로빈과 반응하여 혈액의 산소 전달계 기능을 부분적으로 상실시킨다. 지하수 내 질산성질소는 질산염에 오염된 지표수 또는 상부 토양대 속에 농축된 질산염이 강수에 의해 대수층으로 침투한 것으로 볼 수 있다.

□ 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 8개 지점 중 암반층 5개 지점, 충적층 3개 지점으로 그 결과는 <그림 3-2-20, 표 3-2-11>에 나타내었다.

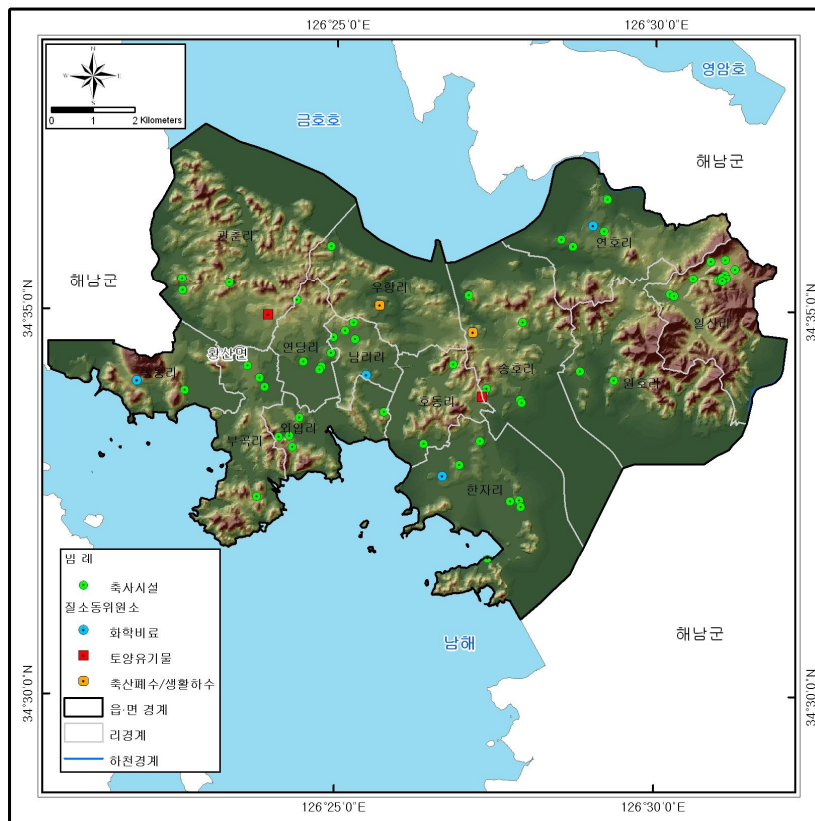
<표 3-2-11> 질산성질소와 질소동위원소 분석결과

| 구분 | 조사번호 | 시군구 | 읍면동 | 리 | NO ₃ -N (mg/L) | $\delta^{15}\text{N}$ (‰) |
|----|-----------------|-----|-----|-----|---------------------------|---------------------------|
| 암반 | WHAE42520181213 | 해남군 | 황산면 | 남리리 | 33.4 | -0.9 |
| | WHAE42520182045 | 해남군 | 황산면 | 송호리 | 37.9 | 9.7 |
| | WHAE42520182982 | 해남군 | 황산면 | 옥동리 | 23.0 | 0.6 |
| | WHAE42520180977 | 해남군 | 황산면 | 우향리 | 31.1 | 9.9 |
| | WHAE42520183565 | 해남군 | 황산면 | 호동리 | 38.8 | 6.0 |
| 충적 | WHAE42520182020 | 해남군 | 황산면 | 관춘리 | 24.4 | 4.8 |
| | WHAE42520182069 | 해남군 | 황산면 | 연호리 | 81.9 | 3.8 |
| | WHAE42520183802 | 해남군 | 황산면 | 한자리 | 29.3 | -1.7 |

□ $\delta^{15}\text{N}$ 값은 $-1.7\sim 9.9\%$ 의 범위를 보이고 있으며, 평균값은 4.0% , 그리고 중앙값은 4.3% 로 나타났다. 암반층과 충적층의 평균 동위원소 분석 값은 각각 5.1% , 2.3% 로 암반층이 충적층보다 2.8% 크게 나타난다.



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



<그림 3-2-21> 질소동위원소 오염원별 위치도

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

$$W = X + Y + Z$$

$$aW = bX + cY + dZ$$

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

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

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

| 구 분 | 관정번호 | NO ₃ -N (mg/L) (W) | $\delta^{15}\text{N}(\text{‰})$ (a) | 오염기원 구성비 (%) | | |
|-----|-----------------|-------------------------------------|--|--------------|--------------------|-------------|
| | | | | 화학비료 (X) | 축산분뇨 및 생활하수 (Y) | 자연토양 (Z) |
| 암반 | WHAE42520181213 | 33.4 | -0.9 | 96.2 | 3.5 | 0.3 |
| | WHAE42520182045 | 37.9 | 9.7 | 59.3 | 40.4 | 0.3 |
| | WHAE42520182982 | 23.0 | 0.6 | 97.2 | 2.3 | 0.4 |
| | WHAE42520180977 | 31.1 | 9.9 | 58.6 | 41.0 | 0.3 |
| | WHAE42520183565 | 38.8 | 6.0 | 74.9 | 24.8 | 0.3 |
| 층적 | WHAE42520182020 | 24.4 | 4.8 | 79.9 | 19.7 | 0.4 |
| | WHAE42520182069 | 81.9 | 3.8 | 84.3 | 15.6 | 0.1 |
| | WHAE42520183802 | 29.3 | -1.7 | 92.5 | 7.2 | 0.3 |

마. 수질기준(생활용수) 검사

□ 현장 청문조사 및 관정현황 조사 시 축사, 시설하우스, 농경지 및 농공단지 주변 등 지하수 수질오염이 취약하다고 판단되는 지역에 대하여 생활용수(19항목) 기준 수질검사를 실시하였다<표 3-2-13, 그림 3-2-22>. 조사대상 15지점 중 농·어업용수 기준으로 2개소에서 질산성질소와 염소이온농도 기준치를 초과하였다<표 3-2-15>.

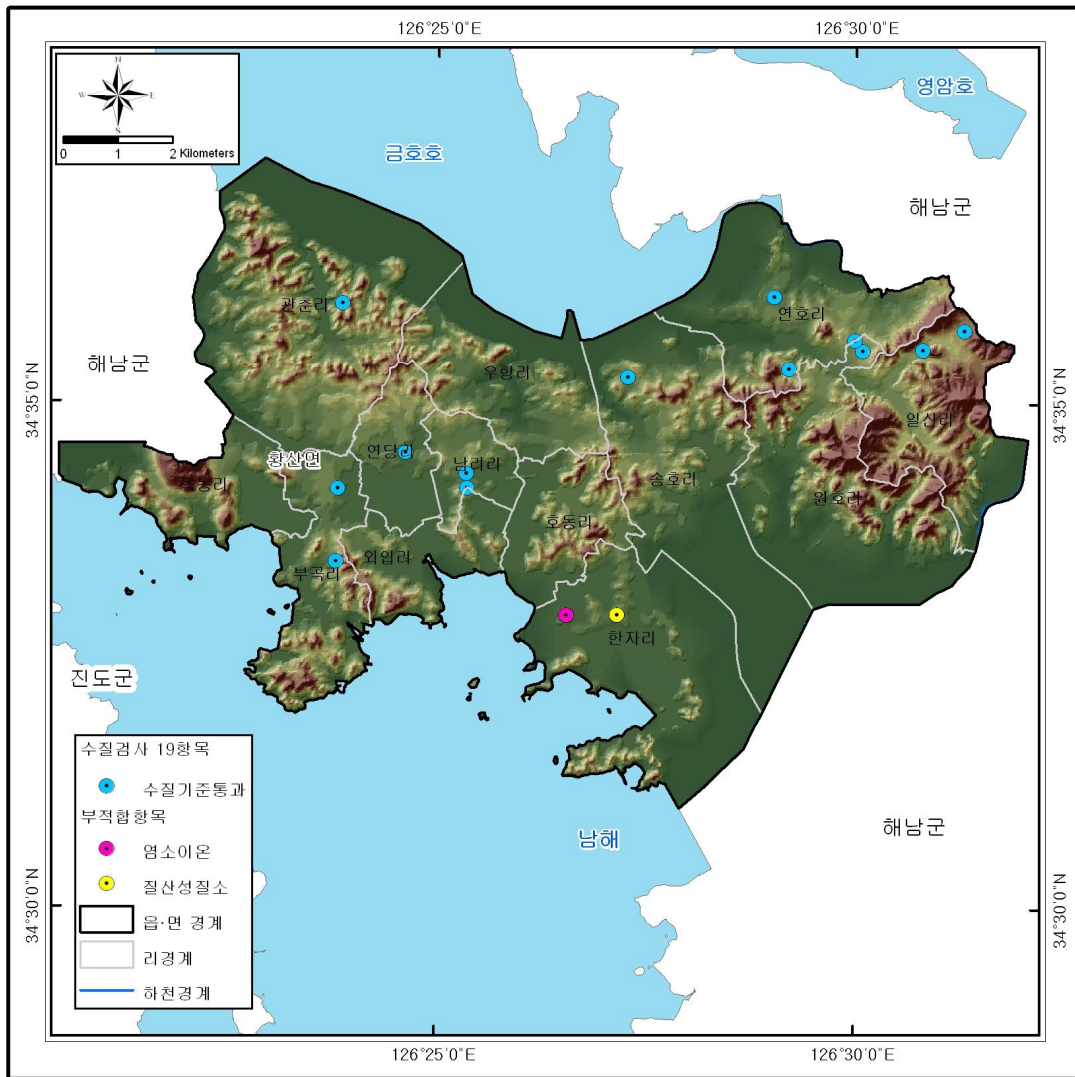
<표 3-2-13> 수질기준(생활용수) 검사 지점 및 채취사유

| 관정현장조사번호 | 읍면 | 리 | 번지 | 층적/암반 | 채취사유 |
|-----------------|-----|-----|--------|-------|-----------------------|
| WHAE42520180350 | 황산면 | 일신리 | 651-1 | 암반 | 분포상 |
| WHAE42520181314 | 황산면 | 일신리 | 2-21 | 암반 | NO ₃ -N 초과 |
| WHAE42520181348 | 황산면 | 원호리 | 산53-7 | 암반 | NO ₃ -N 초과 |
| WHAE42520180051 | 황산면 | 남리리 | 757-2 | 암반 | 주거지역 인근 농경지 |
| WHAE42520180043 | 황산면 | 관춘리 | 158-14 | 암반 | 주거지역 인근 농경지 |
| WHAE42520180050 | 황산면 | 외입리 | 1037-1 | 암반 | 청문조사 |
| WHAE42520180655 | 황산면 | 한자리 | 538-1 | 암반 | 분포상 |
| WHAE42520180046 | 황산면 | 연당리 | 391-6 | 암반 | 평야부 |
| WHAE42520180917 | 황산면 | 부곡리 | 103 | 암반 | NO ₃ -N 초과 |

<표 3-2-13> 수질기준(생활용수) 검사 지점 및 채취사유(계속)

| 관정현장조사번호 | 읍면 | 리 | 번지 | 층적/암반 | 채취사유 |
|-----------------|-----|-----|--------|-------|----------|
| WHAE42520180988 | 황산면 | 부곡리 | 284-1 | 암반 | NO3-N 초과 |
| WHAE42520181287 | 황산면 | 송호리 | 881-2 | 암반 | NO3-N 초과 |
| WHAE42520181312 | 황산면 | 원호리 | 산53-18 | 암반 | NO3-N 초과 |
| WHAE42520181350 | 황산면 | 연호리 | 산119 | 암반 | 분포상 |
| WHAE42520182062 | 황산면 | 연호리 | 407-1 | 층적 | 시설재배하우스 |
| WHAE42520182079 | 황산면 | 한자리 | 246-5 | 암반 | 청문조사 |

※ : 수질기준 초과지점



<그림 3-2-22> 수질검사 및 초과지점 분포도

<표 3-2-14> 지하수 생활용수 및 기타 수질기준

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

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

□ 수질검사결과 농업용수 수질기준을 초과한 분석지점의 초과항목에 대한 분석결과를 표로 작성하였다<표 3-2-15>. 해남군 황산면 한자리에 위치한 WHAE42520180655번 관정은 염소이온농도, WHAE42520182079 관정은 질산성질소 수질기준을 초과하였다. 주변 환경을 살펴보면 지하수관정이 농경지에 위치하고 있으며 오염방지시설이 매우 미흡한 시설로 외부 오염에 매우 취약한 구조이다.

<표 3-2-15> 해황지구 수질검사 기준초과지점

| 조사번호 | 분석항목 | | 초과항목 | 관정형태 |
|-----------------|-------|---------|-------|------|
| | 질산성질소 | 염소이온농도 | | |
| WHAE42520180655 | 3.1 | 4,997.5 | 염소이온 | 암반 |
| WHAE42520182079 | 22.9 | 73.1 | 질산성질소 | 암반 |

마. 양·음이온 분석

1) 시료채취

- 해황지구 지하수의 수리지구화학적 특성을 규명하고 오염현황을 파악하기 위해 지하수 내에 용존되어 있는 주요 이온성분인 Na, K, Ca, Mg, Cl, HCO₃, SO₄, NO₃의 농도를 분석하였다<표 3-2-17>.
- 양·음이온 시료채취는 일제조사결과 NO₃-N 초과, pH 이상 지점 그리고 해황지구 특성을 알아보기 위하여 지질분포 특성을 고려하여 총 11개 지점에서 분석을 실시하였다<표 3-2-16, 그림 3-2-23>.

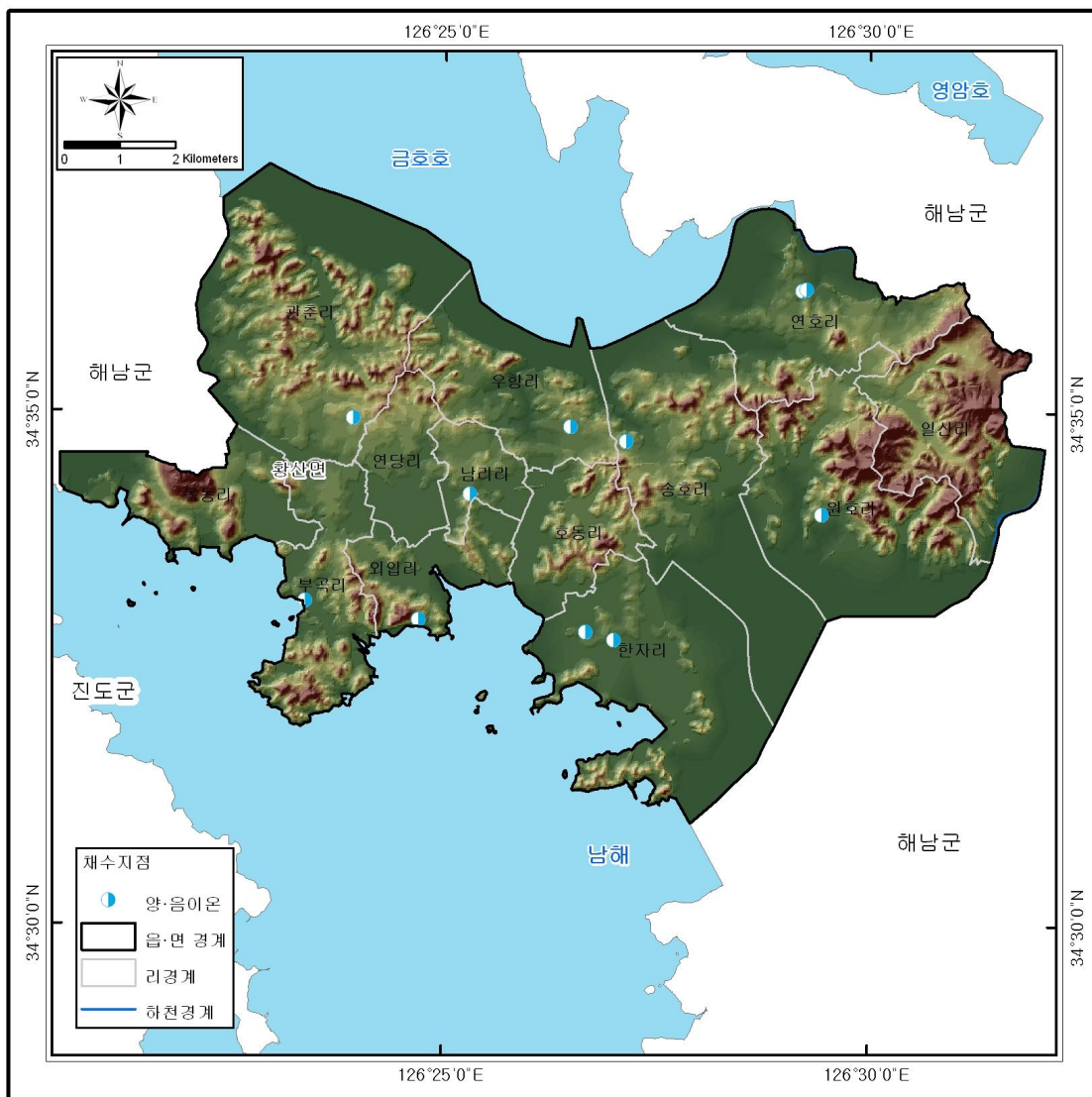
<표 3-2-16> 양·음이온 분석지점 및 채취사유

| 현장조사번호 | 읍면 | 리 | 번지 | 층적/암반 | 채취사유 |
|-----------------|-----|-----|--------|-------|-----------------------|
| WHAE42520180748 | 황산면 | 원호리 | 399-4 | 암반 | 지질분포상 |
| WHAE42520180390 | 황산면 | 한자리 | 1479-5 | 암반 | 분포상 |
| WHAE42520181196 | 황산면 | 연호리 | 518-1 | 암반 | NO ₃ -N 낮음 |
| WHAE42520182045 | 황산면 | 송호리 | 906-15 | 암반 | 지질분포상 |
| WHAE42520183782 | 황산면 | 연호리 | 1306 | 층적 | 지질분포상 |
| WHAE42520183802 | 황산면 | 한자리 | 589-3 | 층적 | NO ₃ -N 초과 |
| WHAE42520180849 | 황산면 | 남리리 | 776-1 | 암반 | NO ₃ -N 초과 |
| WHAE42520181291 | 황산면 | 부곡리 | 1008 | 암반 | NO ₃ -N 낮음 |
| WHAE42520181294 | 황산면 | 우항리 | 107 | 암반 | NO ₃ -N 초과 |
| WHAE42520182020 | 황산면 | 관춘리 | 312-1 | 층적 | NO ₃ -N 초과 |
| WHAE42520182989 | 황산면 | 외입리 | 산73 | 암반 | NO ₃ -N 낮음 |

<표 3-2-17> 양·음이온별 이화학분석결과

(단위 : mg/L)

| 양 이 온(Cation) | | | | | | 음 이 온(Anion) | | | | | |
|------------------|------|-------|------|------|-------|-------------------------------|------|-------|-------|------|-------|
| 이 온 | 최소값 | 최대값 | 평균 | 중앙값 | 표준 편차 | 이 온 | 최소값 | 최대값 | 평균 | 중앙값 | 표준 편차 |
| Na ⁺ | 10.5 | 410.8 | 99.6 | 44.2 | 113.9 | Cl ⁻ | 17.2 | 888.1 | 238.7 | 90.5 | 282.0 |
| K ⁺ | 0.8 | 9.0 | 4.1 | 2.9 | 2.8 | HCO ₃ ⁻ | 6.1 | 163.4 | 69.8 | 54.9 | 40.8 |
| Ca ²⁺ | 4.4 | 168.1 | 70.8 | 50.7 | 53.7 | SO ₄ ²⁻ | 6.0 | 91.0 | 36.7 | 32.0 | 25.4 |
| Mg ²⁺ | 1.8 | 30.6 | 13.6 | 13.4 | 7.7 | NO ₃ ⁻ | 1.3 | 39.8 | 19.6 | 21.3 | 12.9 |



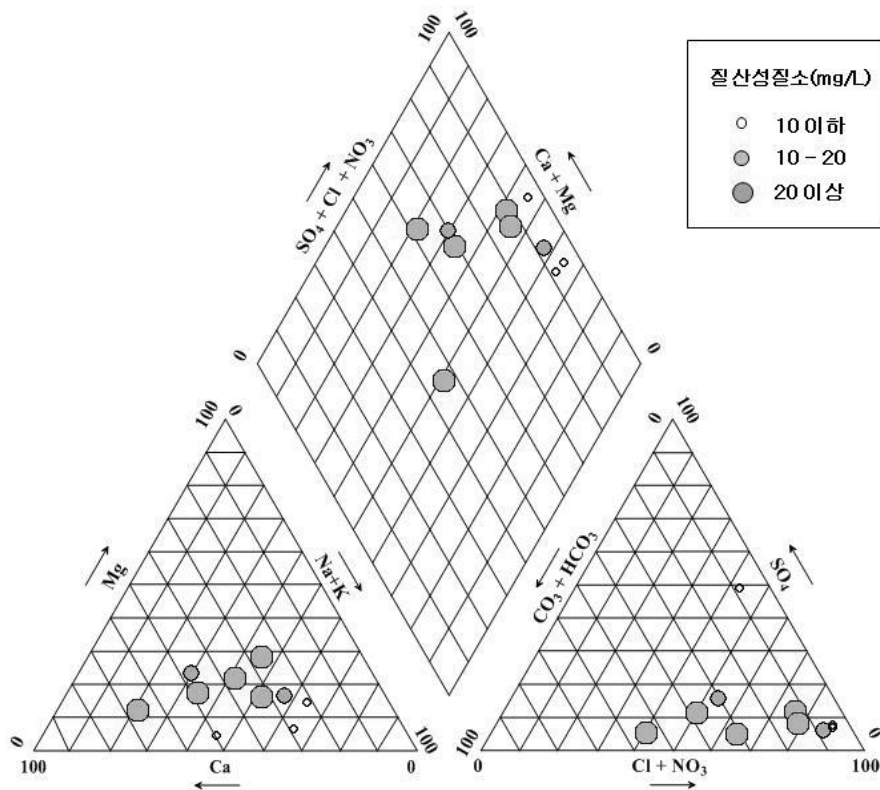
<그림 3-2-23> 양·음이온분석시료 채수 위치도

□ 지하수의 수질 유형(Piper Diagram)

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

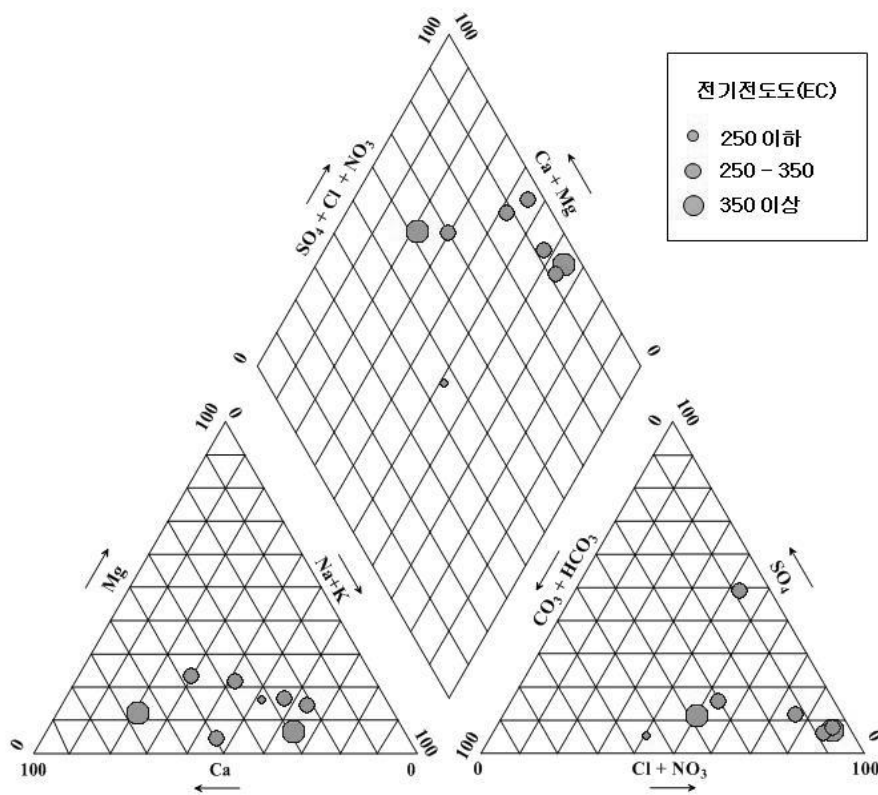
○ Ca-HCO₃ 유형은 오염되지 않은 천부지하수를 지시하며, 농업활동이나 생활하수 등의 인위적인 오염원에 의해 영향을 받게 되면 Ca-Cl 유형으로 바뀌게 된다. Ca-HCO₃ 유형의 천부지하수는 지하수 유동경로가 길어짐에 따라 지질매체와의 반응을 통해 Na-HCO₃ 유형으로 바뀌게 되며, Na-Cl 유형은 해수의 영향에 의해 나타난다. 물이 대수층을 통하여 흐르는 동안 주변 암석과의 반응에 의하여 고유의 화학성분을 형성한다고 보는데 이와 같이 대수층 내에서 화학조성이 다른 지하수체를 표현하는데 수리화학상(Hydrochemical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

○ 총적관정 3공, 암반관정 8공에 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 7개소, Na-Cl 4개소로 Ca-Cl 유형이 우세하게 나타난다. 질산성질소 농도는 Ca-Cl 유형에서 가장 높게 나타나고 있으며 이는 Ca-HCO₃ 유형의 지하수가 외부오염에 의해 Ca-Cl 유형으로 변화하는 것으로 보인다.



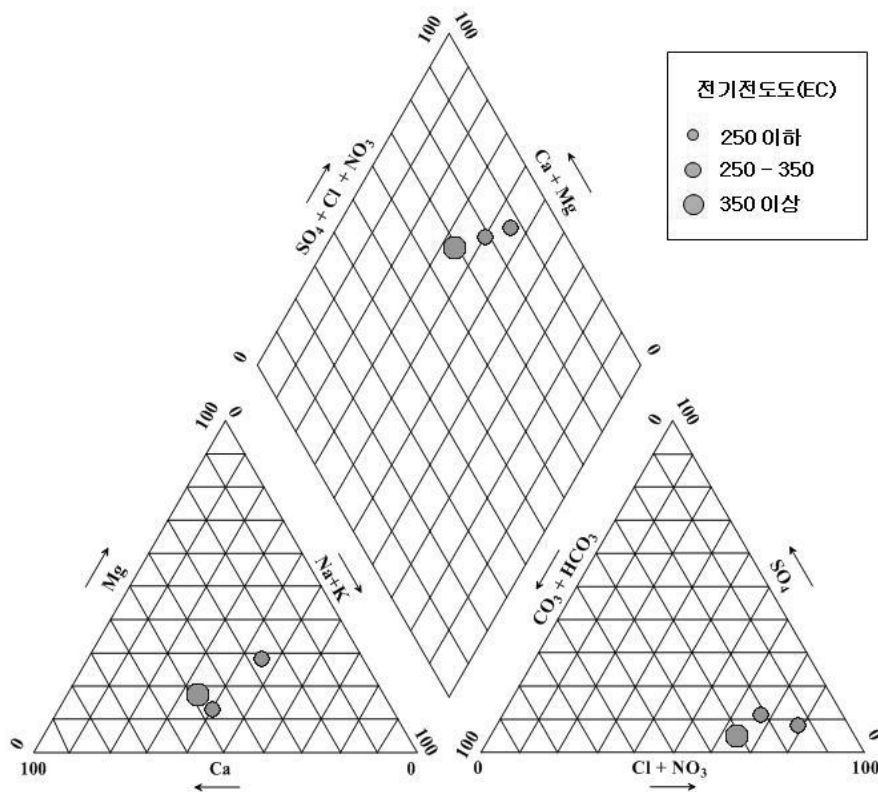
<그림 3-2-24> 해황지구 지하수의 Piper Diagram(질산성질소)

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



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

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

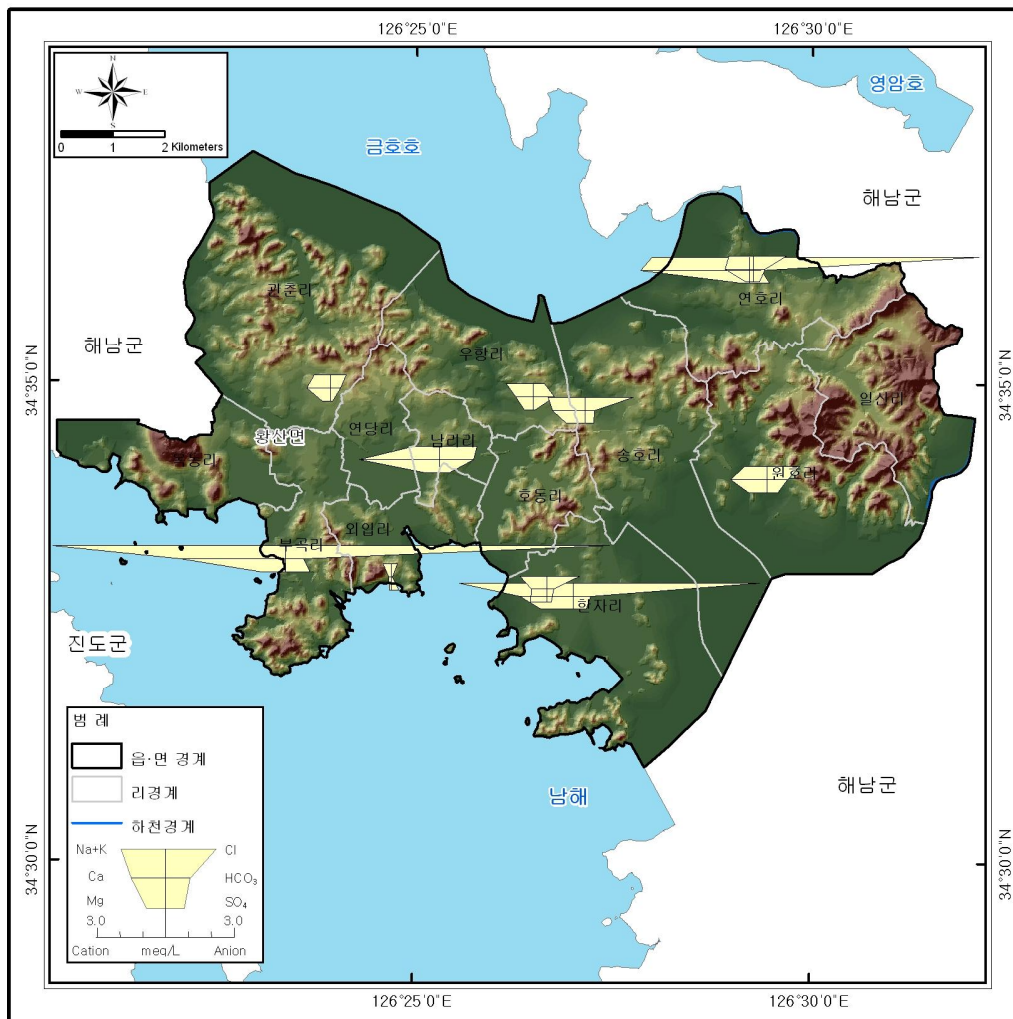


<그림 3-2-26> 해황지구 충적 지하수의 Piper Diagram

□ 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.

○ 해황지구 지하수의 Stiff Diagram에 의한 수질유형은 Ca-Cl과 Na-Cl 유형이 우세하며 일부 지하수의 경우 기반암의 영향에 의한 것과 복합된 Na-Cl유형이 해안과 인접한 부곡리, 한자리, 연호리에 나타난다<그림 3-2-27>.



<그림 3-2-27> 해황지구 지하수의 Stiff Diagram

3.2.3 지하수 수질 환경특성에 따른 동리별 순위

<표 3-2-18> 지하수 수질환경 특성에 따른 리별 순위

| 순 위 | 질산성 질소 리별평균 (mg/L) | | | 잠재오염원 (개소) | | | 오염원분포밀도 (개소/km ²) | | | DRASTIC INDEX (최대값) | | | 단위면적당 오염부하량 (kg/일/km ²) | | |
|--------|--------------------------|----|------|---------------|----|----|----------------------------------|----|------|---------------------------|----|-----|---|----|-------|
| | 황산 | 호동 | 22.7 | 황산 | 일신 | 12 | 황산 | 남리 | 1.68 | 황산 | 옥동 | 171 | 황산 | 연당 | 115.8 |
| 2 | 황산 | 송호 | 22.7 | 황산 | 송호 | 6 | 황산 | 일신 | 1.54 | 황산 | 한자 | 171 | 황산 | 남리 | 40.5 |
| 3 | 황산 | 우항 | 21.8 | 황산 | 한자 | 6 | 황산 | 연당 | 1.44 | 황산 | 관춘 | 169 | 황산 | 외입 | 28.1 |
| 4 | 황산 | 한자 | 20.9 | 황산 | 연당 | 5 | 황산 | 외입 | 1.21 | 황산 | 연호 | 168 | 황산 | 호동 | 20.3 |
| 5 | 황산 | 남리 | 19.0 | 황산 | 연호 | 5 | 황산 | 부곡 | 0.63 | 황산 | 남리 | 166 | 황산 | 한자 | 16.7 |
| 6 | 황산 | 옥동 | 18.8 | 황산 | 외입 | 5 | 황산 | 연호 | 0.54 | 황산 | 부곡 | 166 | 황산 | 옥동 | 16.4 |
| 7 | 황산 | 연호 | 13.6 | 황산 | 남리 | 4 | 황산 | 한자 | 0.50 | 황산 | 송호 | 166 | 황산 | 부곡 | 11.5 |
| 8 | 황산 | 관춘 | 13.0 | 황산 | 부곡 | 4 | 황산 | 송호 | 0.46 | 황산 | 연당 | 166 | 황산 | 원호 | 10.9 |
| 9 | 황산 | 부곡 | 10.5 | 황산 | 관춘 | 3 | 황산 | 호동 | 0.44 | 황산 | 외입 | 166 | 황산 | 관춘 | 10.5 |
| 10 | 황산 | 원호 | 10.3 | 황산 | 우항 | 2 | 황산 | 우항 | 0.27 | 황산 | 우항 | 166 | 황산 | 연호 | 6.7 |
| 11 | 황산 | 외입 | 9.2 | 황산 | 원호 | 2 | 황산 | 관춘 | 0.18 | 황산 | 원호 | 166 | 황산 | 송호 | 6.4 |
| 12 | 황산 | 연당 | 8.5 | 황산 | 호동 | 2 | 황산 | 옥동 | 0.17 | 황산 | 일신 | 166 | 황산 | 일신 | 4.2 |
| 13 | 황산 | 일신 | 2.18 | 황산 | 옥동 | 1 | 황산 | 원호 | 0.16 | 황산 | 호동 | 166 | 황산 | 우항 | 3.6 |

3.3 오염취약성 분석

3.3.1 DRASTIC 시스템

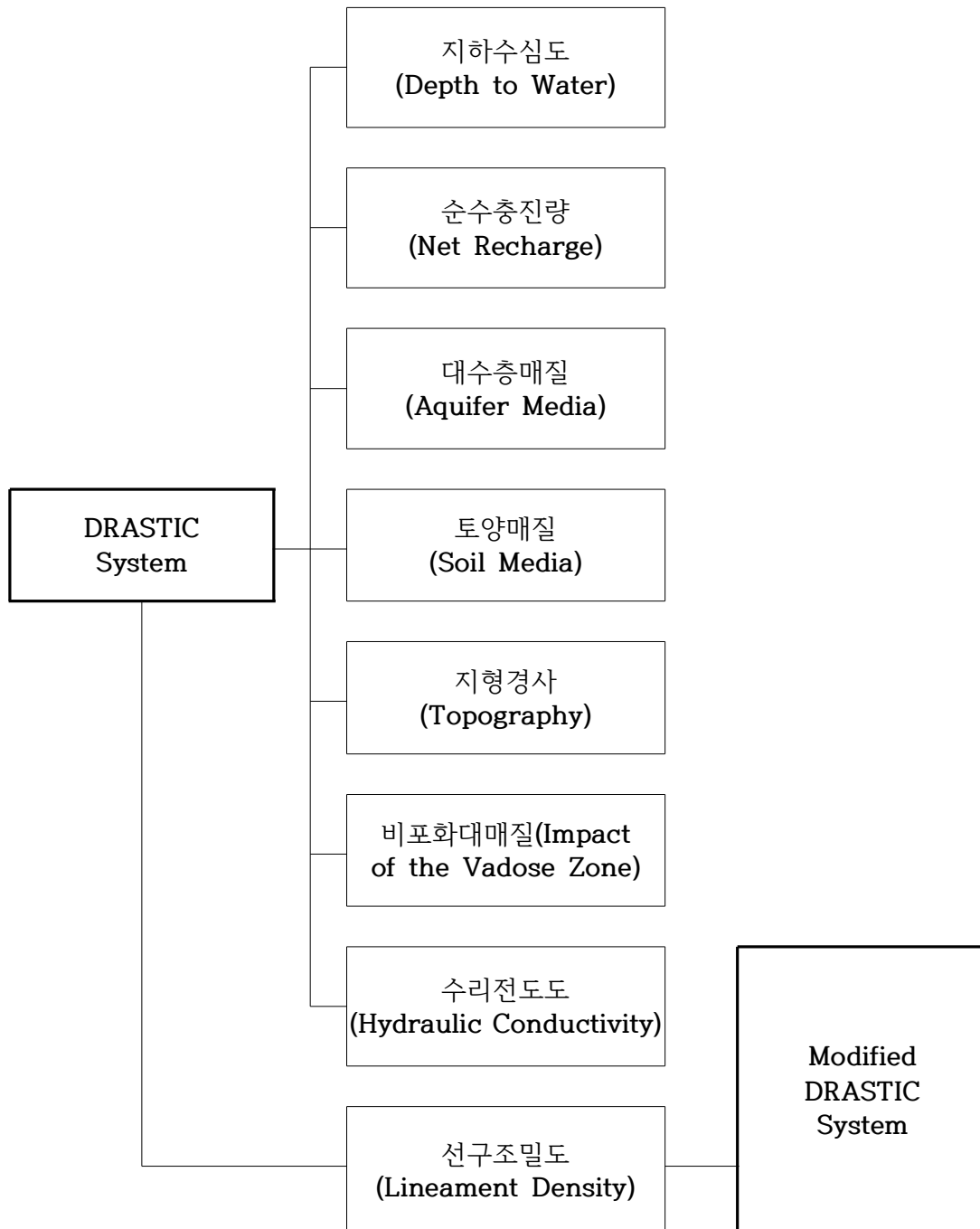
- DRASTIC 시스템은 1987년 미국 환경청(EPA)과 미국 지하수협회(WGWA, National Groundwater Association)의 전신인 미국 정호협회(NWWA)에 의하여 개발된 지하수오염 취약성 평가 모델이다. 본 모델은 수리지질학적인 요인들의 영향을 수치적으로 평가하고 전체 인자들의 영향을 종합적으로 평가하기 위한 것으로 7가지 인자가 지하수 오염에 영향을 미치는 중요도에 따라서 가중치를 적용한다.

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

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

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

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



<그림 3-3-1> DRASTIC 흐름도

<표 3-3-1> DRASTIC 평가기준

| 평가항목 | 단위 | 등 급 | | | | | | | 가중치 | |
|-----------------------|----------------------------|-------------|------------|-------------|-------------|-----------|-----------|--------|------|----------|
| | | 1.5미만 | 1.5-4.6 | 4.6-9.1 | 9.1-15.2 | 15.2-22.9 | 22.9-30.5 | 30.5이상 | | |
| 1)지하수위심도(D) | m | 10 | 9 | 7 | 5 | 3 | 2 | 1 | 5(5) | |
| 2) 자연 함양량(R) | mm/년 | 50.8미만 | 50.8-101.6 | 101.6-177.8 | 177.8-254.0 | 254.0이상 | | | | 4(4) |
| 3)대수층 매질(A) | | 등급 범위 | | | 대표 등급 | | | | 3(3) | |
| · 과상 세일 | | 1~3 | | | 2 | | | | | |
| · 변성암/화성암 | | 2~5 | | | 3 | | | | | |
| · 풍화 변성암/화성암 | | 3~5 | | | 4 | | | | | |
| · 빙퇴석 | | 4~6 | | | 5 | | | | | |
| · 총상세일,사암,석회암호층 | | 5~9 | | | 6 | | | | | |
| · 과상 사암 | | 4~9 | | | 6 | | | | | |
| · 과상 석회암 | | 4~9 | | | 6 | | | | | |
| · 모래, 자갈 | | 4~9 | | | 8 | | | | | |
| · 현무암 | | 2~10 | | | 9 | | | | | |
| · 용식 석회암 | | 9~10 | | | 10 | | | | | |
| 4)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 | | | | |

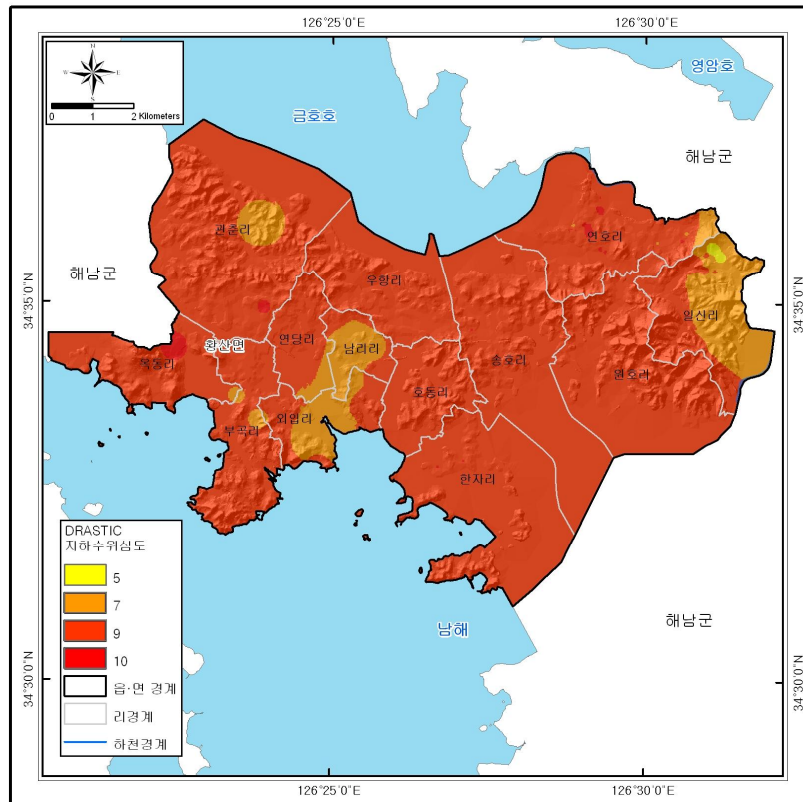
주) ()는 농약에 의한 오염취약성 고려 시의 가중치

※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

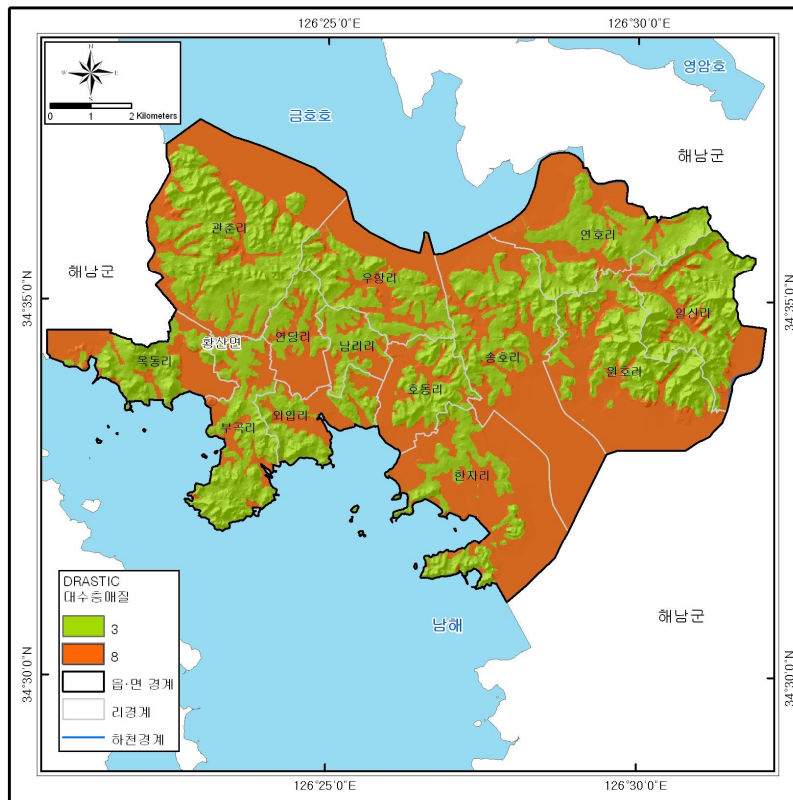
- DRASTIC 지수는 지하수 오염에 대한 취약성과 민감성을 상대 평가하는 것이며, 지하수의 오염정도를 직접적으로 나타내는 것은 아니다. 일반적인 평가방법에서 DRASTIC 지수는 23~226의 범위에 있으며, 농업지역에서 농약에 의한 오염가능성을 고려할 경우 DRASTIC 지수는 26~256의 범위를 갖는다. DRASTIC 지수는 값이 클수록 상대적으로 지하수 오염가능성이 높고, DRASTIC 지수가 작으면 지하수 오염 가능성이 상대적으로 낮음을 의미한다.
- <그림 3-3-2~8, 10>은 조사된 지하수위, 토양, 지질, 지형,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



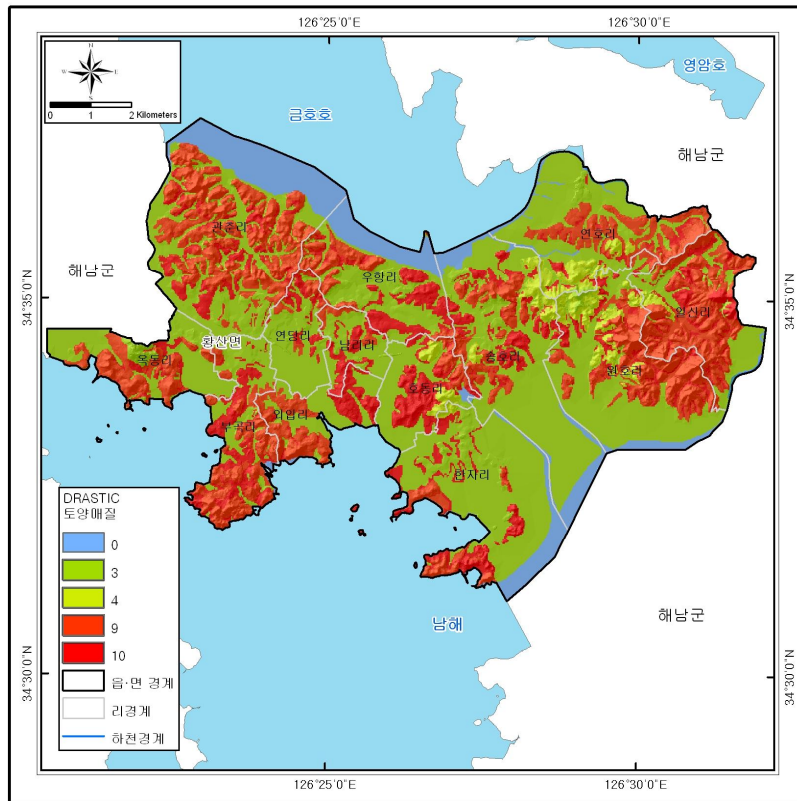
<그림 3-3-2> 지하수위(Depth to water)



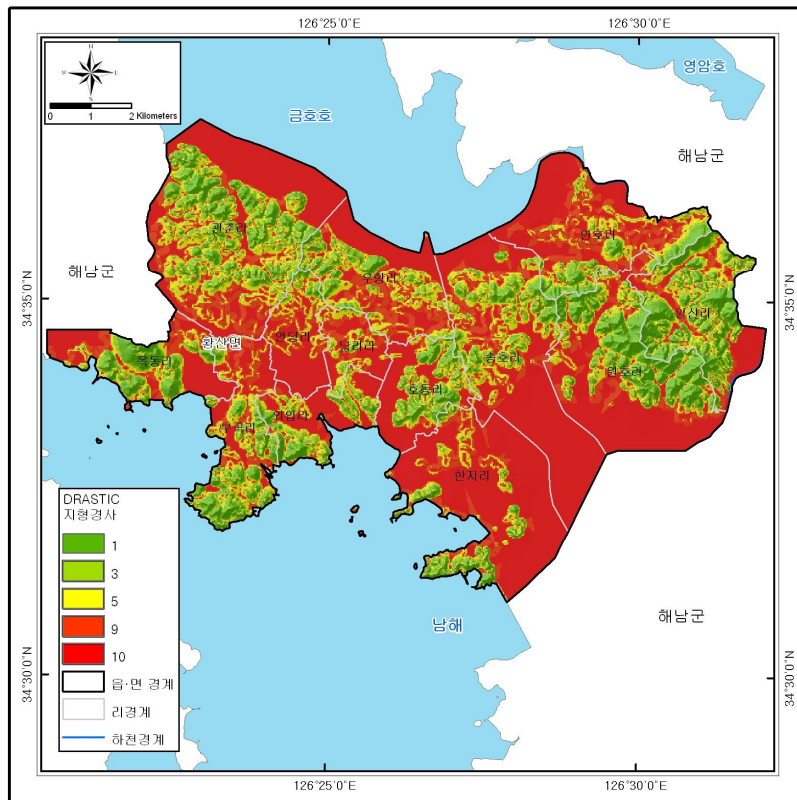
<그림 3-3-3> 자연함양량(Net Recharge)



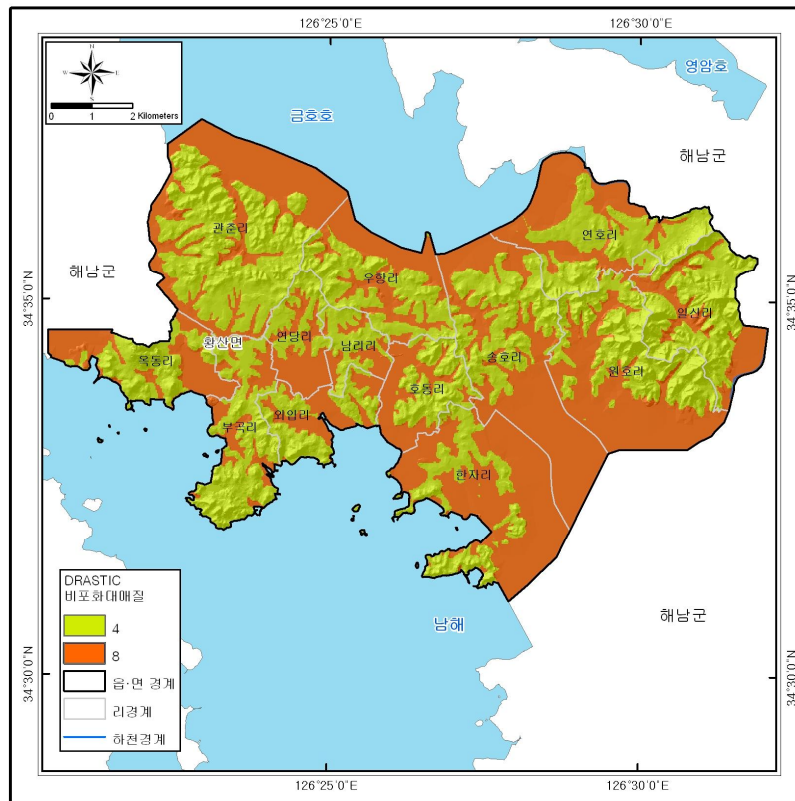
<그림 3-3-4> 대수층 매질(Aquifer Media)



<그림 3-3-5> 토양매질(Soil Media)



<그림 3-3-6> 지형경사(Topography)

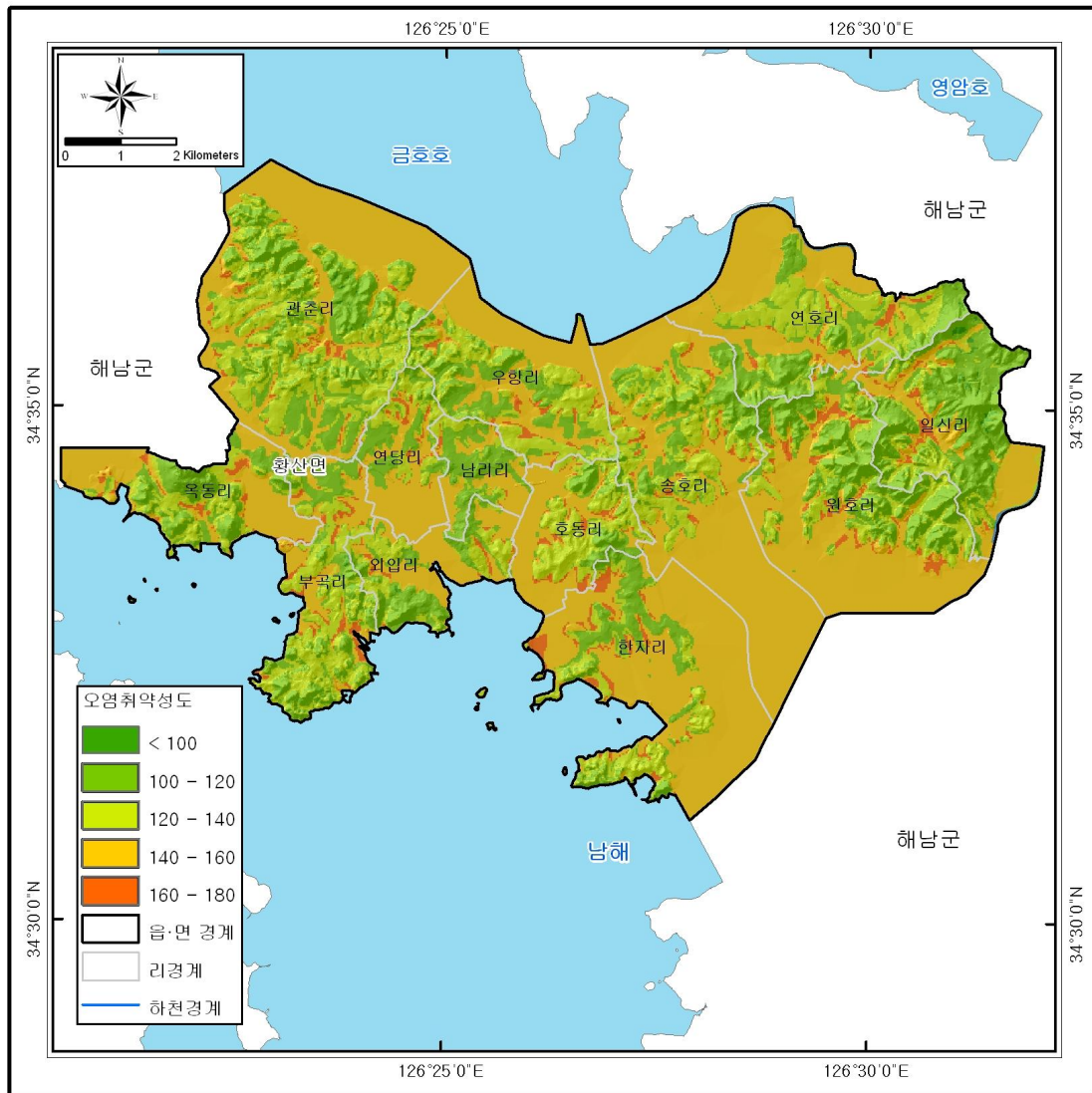


<그림 3-3-7> 비포화대 매질(Impact of Vadose Zone)



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

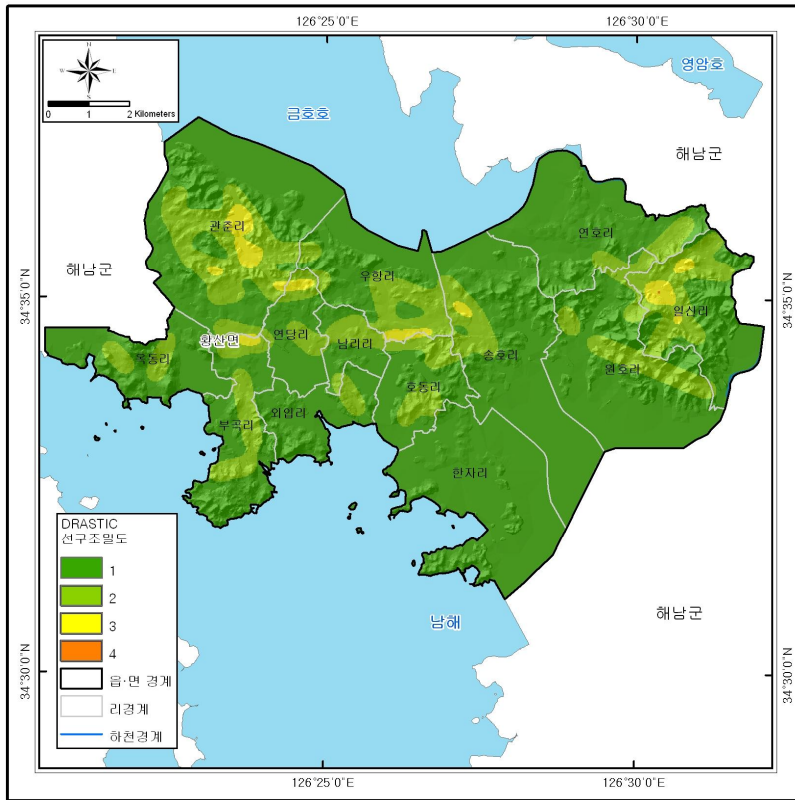
□ 오염취약성도 작도 결과, 해황지구 대부분의 지역은 120에서 160범위의 오염취약성 수치를 보이며, 특히 부곡리와 일신리 에서는 132이하의 상대적으로 낮은 값을 보인다<그림 3-3-9>. 옥동리, 우항리, 원호리, 송호리는 135이상의 상대적으로 높은 값을 나타내는 지역이 있으며 비포화대 매질 등의 영향으로 판단된다.



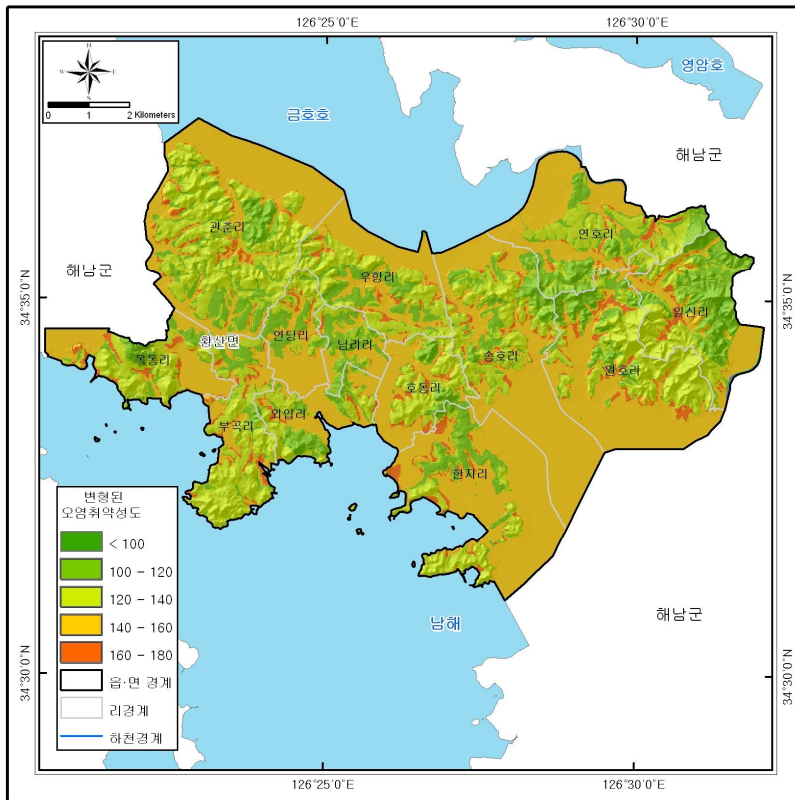
<그림 3-3-9> 오염취약성도(DRASTIC)

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.
- 해황지구의 변형된 오염취약성도 모델링 결과, 전반적인 분포양상은 오염취약성도와 비슷하나 DRASTIC수치는 오염취약성도 보다 다소 높게 평가되었다. 특히 140~160 범위 지역의 면적이 넓어진 것을 알 수 있다<그림 3-3-11>.



<그림 3-3-10> 선구조밀도



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

부 록 IV

지하수 관리 방안

4. 지하수관리 방안

4.1 기본방향

4.1.1 행정규제에 의한 관리방안

가. 지하수개발·이용의 허가 : 지하수법 제7조

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

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

나. 지하수 개발·이용 신고 시 규제 사항 : 지하수법 제8조제3항

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

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

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

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

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

라. 허가의 취소 등 : 지하수법 제10조

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

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

마. 지하수보전구역 안에서의 행위제한(지하수법 제13조)

- 다음 각 호에 해당하는 자는 시장·군수·구청장의 허가

1) 허가사항 (규모)

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

2) 다음 각 목에 해당하는 물질을 배출·제조·저장시설의 설치

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

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

3) 수위저하, 수질오염, 지반침하 등 명백한 위험 행위

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

바. 지하수 오염 방지 명령 등 : 지하수법 제16조제2항

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

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

사. 지하수 오염유발시설관리자에 대한 조치 : 지하수법 제16조의3

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

아. 수질검사 부적합 등 : 지하수법 제20조제2항

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

4.1.2 비규제적 관리방안

가. 지하수 보호의 필요성에 대한 교육·홍보활동 강화

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

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

나. 소규모 오염물질 배출시설의 관리

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

다. 국지적인 지하수보전지구 내의 토지를 매입하여 생태공원 조성

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

라. 광역용수공급체계 구축

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

<표 4-1-1> 지하수 보호에 대한 교육 및 홍보 내용

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

자료 : 비점오염원 관리요령(환경부, 2000)

4.1.3 기술적 방안

가. 지하수 함양

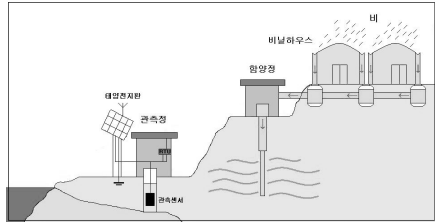
- 주입법

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

- 확수법

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

- 지하수함양 국내사례(제주도)

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

나. 지표수-지하수를 연계한 강변여과수 개발

- 수리지질학적 조건

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

- 주변에 설치된 기존관정의 비양수량이 크고 충적층의 두께가 두꺼운 지역
- 상류구간에 잠재오염원이 없으며 하천의 수질이 비교적 양호한 지역
- 수온변화가 크지 않으면서 갈수량이 많은 지역
- 자연적인 조건
- 토지이용현황과 해당 부지가 오염되지 않은 지역
- 하천이 범람하지 않는 지역
- 부지확보가 용이하고 민원이 없는 지역
- 기존시설과 연계가 가능성, 수요지와의 거리 등
- 국내에선 경남 창원외 낙동강 중·하류지역에서 시범 운영되고 있다.
- 강변여과수 개발을 위해서는 광역적인 현황조사를 토대로 하여 선정된 개발유망지역에 대하여 단계적인 세부조사를 실시하고 개발타당성을 검토하여야 한다.

부 록 V

청문조사 결과

(설문조사)

5. 청문조사결과(설문조사)

5.1 조사 개요

- 설문목적 : 지하수 개발 및 이용에 관한 의견을 청취하여 농촌지역 지하수 자원의 효율적 개발 이용 및 보전 관리계획 수립
- 설문기간 : 2018. 5 ~ 2018. 8
- 설문대상 : 해황지구 1개면 13개 법정리(43개 행정리) 마을이장
- 설문항목 : 일반현황
지하수개발 및 방치공 현황
지하수 수질현황
지하수 수량현황
지하수 관리현황 및 의견
- 회신부수 : 35부[회수율 100%(법정리기준), 81%(행정리기준)]


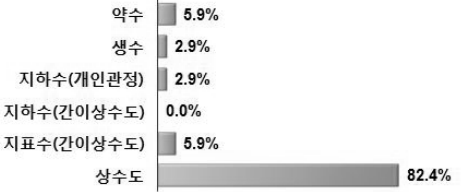
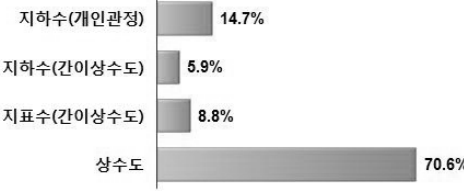
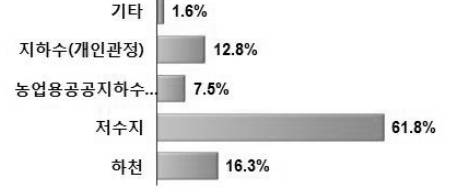
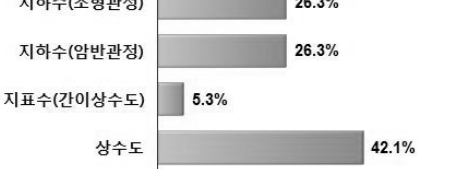
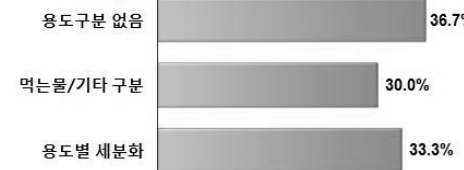
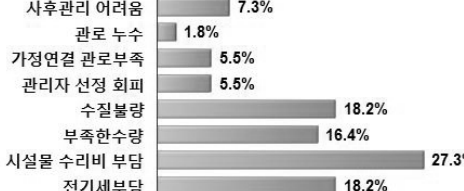
5.2 일반현황

마을의 용수이용 현황 및 지하수 이용 시 애로사항

<분석결과>

- 지하수 이용가구 비율 7.2% 차지
- 음용수 및 생활용수는 주로 상수도(82.4%)의 의존도 높음
- 농업용수는 주로 저수지와 하천 등의 지표수, 개인용 지하수관정에서 공급 받아 이용함
- 지하수 이용 시 용도별로 세분화하여 이용한다가 33.3%, 먹는 물과 기타로 구분이 30.0%, 용도구분 없이 사용한다는 의견이 36.7%로 나타남
- 지하수 시설물 이용 시 시설물 수리비 부담(27.3%), 전기세부담(18.2%), 수질불량(18.2%), 부족한 수량(16.4%), 사후관리 어려움(7.3%)에 따른 불편함이 가장 크다고 응답

<표 5-2-1> 일반현황 항목별 설문결과

| | |
|--|--|
| <p>○ 지하수 이용가구 비율 : 7.2%</p> <ul style="list-style-type: none"> - 가구수 : 2,096 - 지하수 이용가구 : 151 |  |
| <p>○ 음용수 이용 수원</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1순위: 상수도 - 2순위: 지표수(간이상수도) - 2순위: 약수 - 3순위: 지하수(개인관정) |  |
| <p>○ 생활용수 이용 수원</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1순위: 상수도 - 2순위: 지하수(개인관정) - 3순위: 지표수(간이상수도) - 4순위: 지하수(간이상수도) |  |
| <p>○ 농업용수 이용 수원</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1순위: 저수지 - 2순위: 하천 - 3순위: 지하수(개인관정) - 4순위: 농업용공공지하수관정 |  |
| <p>○ 공업용수 이용 수원</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1순위: 상수도 - 2순위: 지하수(암반/소형관정) - 3순위: 지표수(간이상수도) |  |
| <p>○ 지하수 관정 사용 시 용도별 구분 사용 여부</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1순위: 용도구분 없음 - 2순위: 용도별 세분화 - 3순위: 먹는물 기타 구분 |  |
| <p>○ 지하수 이용 시 주민들의 애로사항</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1순위: 시설물 수리비 부담 - 2순위: 전기세 부담, 수질불량 - 3순위: 부족한 수량 |  |

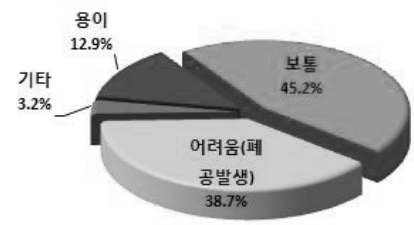
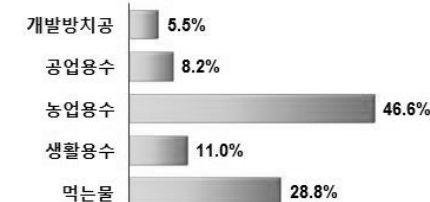
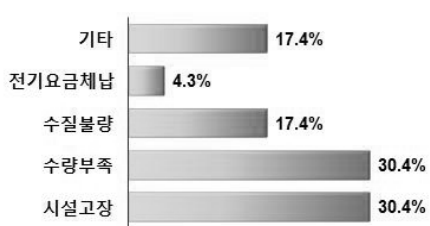
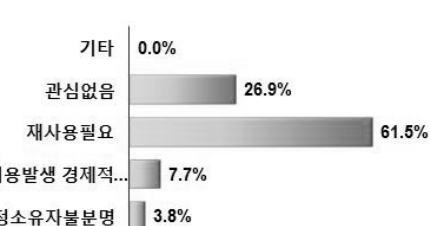
5.3 지하수개발

□ 마을의 지하수 개발여건 및 방치공 현황

<분석결과>

- 지하수 개발여건 용이하거나 보통인 경우 58.1%로 응답
- 지하수 방치공은 많지 않으나 농업용수 46.6%, 먹는물 28.8%, 생활용수 11.0% 를 나타냄
- 지하수 관정이 방치되는 요인은 수량부족과 시설고장이 30.4%를 차지함
- 미활용 지하수 관정을 없애지 않는 주 이유는 재사용 필요(61.5%)

<표 5-3-1> 지하수개발 항목별 설문결과

| | |
|--|--|
| <p>○ 마을의 지하수 개발 여건</p> <ul style="list-style-type: none"> - 개발이 용이하거나 보통인 경우 58.1% 차지 - 개발이 어려움 38.7% |  |
| <p>○ 용도별 지하수 방치공</p> <ul style="list-style-type: none"> - 농업용수 관정(46.6%) - 먹는물 관정(28.8%) - 생활용수 관정(11.0%) |  |
| <p>○ 지하수 관정이 방치되는 요인</p> <ul style="list-style-type: none"> - 수량부족(30.4%) - 시설고장(30.4%) - 수질불량(17.4%) |  |
| <p>○ 지하수 관정을 없애지 않는 이유</p> <ul style="list-style-type: none"> - 재사용 필요(61.5%) - 관심없음(26.9%) - 비용발생 경제적 부담(7.7%) |  |

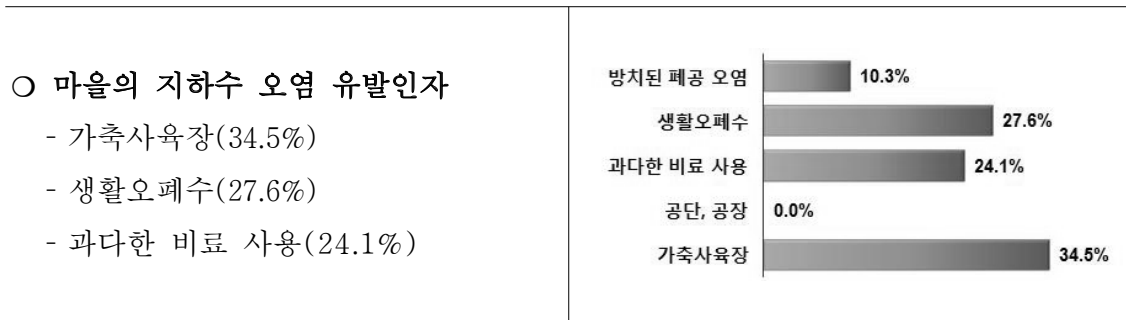
5.4 지하수수질

□ 마을의 지하수 이용 중에 발생하는 수질 현황

<분석결과>

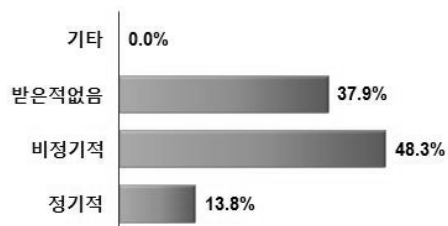
- 마을의 지하수 오염 유발인자는 가축사육장 34.5%, 생활오폐수 27.6%, 과도한 비료사용에 의한 오염이 24.1%를 차지하는 것으로 조사됨
- 정기적인 지하수 수질검사는 먹는 물(13.8%), 생활용수(11.1%), 농업용수(7.4%) 순으로 나타남
- 지하수수질에 대한 만족도는 보통 이상이 65.2%로 나타남

<표 5-4-1> 지하수수질 항목별 설문결과

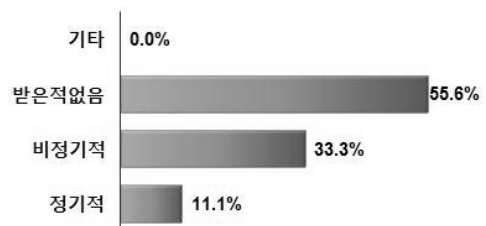


○ 지하수 수질검사

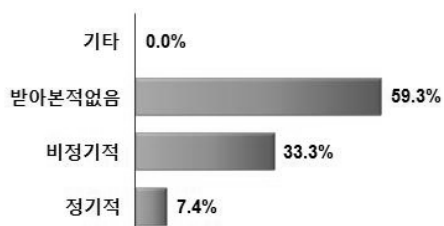
<먹는 물>



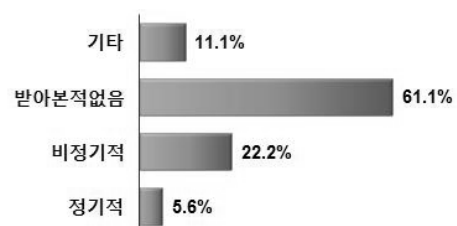
<생활용수>

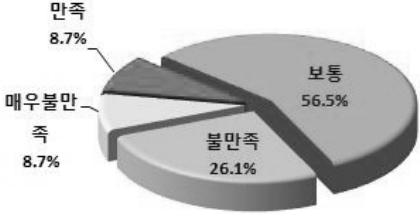
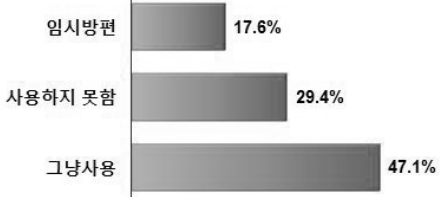


<농업용수>



<공업용수>



| | |
|--|--|
| <p>○ 지하수 수질에 대한 만족도</p> <ul style="list-style-type: none"> - 만족(8.7%) - 보통(56.5%) - 불만족(26.1%) - 매우불만족(8.7%) |  |
| <p>○ 문제가 되는 관정의 수질에 대한 해결법</p> <ul style="list-style-type: none"> - 그냥사용(47.1%) - 사용하지 못함(29.4%) - 임시방편(17.6%) |  |


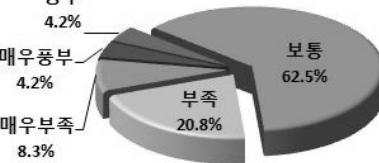
5.5 지하수수량

□ 마을의 지하수 수량현황

<분석결과>

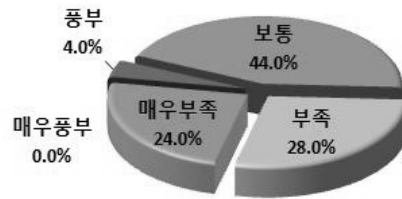
- 지하수 관정 수량이 부족하거나 매우 부족한 것으로 답한 경우는 용도별로 공업용(58.8%), 농업용(52.0%), 음용수(50.0%) 순으로 나타남
- 지하수와 관련하여 사군, 읍면 및 공공기관에 민원을 제기한 경우는 27.3%로 나타났고 주된 사유는 수질불량 37.5%로 가장 많았으며, 수중모터 등 기계시설 문제와 수량부족 또는 감소가 25.0%로 나타났다.

<표 5-5-1> 지하수수량 항목별 설문결과

| | |
|--|--|
| <p>○ 먹는 물로 사용하는 지하수관정의 수량</p> <ul style="list-style-type: none"> - 부족(31.8%) - 매우부족(18.2%) |  |
| <p>○ 생활용수로 사용하는 지하수관정의 수량</p> <ul style="list-style-type: none"> - 부족(20.8%) - 매우부족(8.3%) |  |

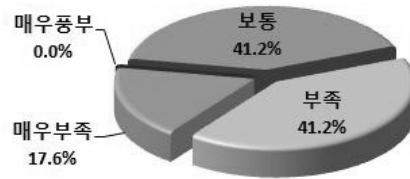
○ 농업용수로 사용하는 지하수관정의 수량

- 부족(28.0%)
- 매우부족(24.0%)



○ 공업용수로 사용하는 지하수관정의 수량

- 부족(41.2%)
- 매우부족(17.6%)

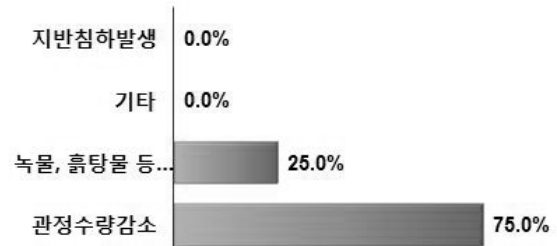


○ 지하수 과잉채수로 인한 장애 발생 사례 및 사유

<발생 사례>



<사유>

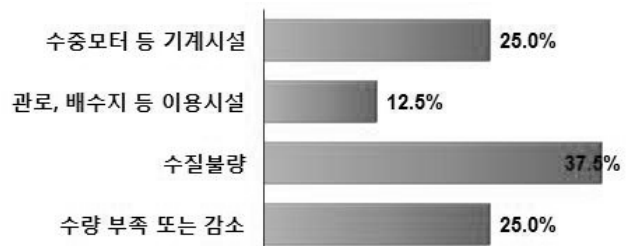


○ 시군, 읍면 및 공공기관에 민원 제기 경험 및 사유

<민원제기 경험>



<사유>




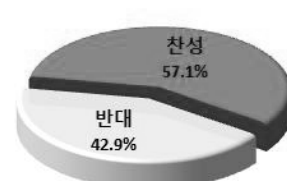

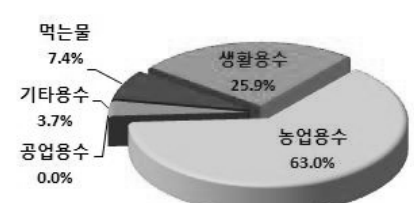
5.6 지하수관리

□ 마을의 지하수 관리에 대한 만족도 및 의견

<분석결과>

- 공공 지하수관정에 대한 만족도 : 만족(4.3%), 보통(56.5%)
- 공공기관에 위탁관리 하는 의견에 대해서는 57.1%가 찬성
- 지하수전문위탁기관으로 한국농어촌공사(56.3%)를 선택
- 마을에서 주민들이 원하는 지하수는 농업용수(61.5%)을 선호함

<표 5-6-1> 지하수관리 항목별 설문결과

| <p>○ 공공 지하수관정에 대한 만족도</p> <p>- 만족(4.3%), 보통(56.5%)</p> |  <table border="1"> <caption>공공 지하수관정에 대한 만족도</caption> <thead> <tr> <th>만족도</th> <th>비율</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>만족</td> <td>4.3%</td> </tr> <tr> <td>보통</td> <td>56.5%</td> </tr> <tr> <td>불만족</td> <td>26.1%</td> </tr> <tr> <td>매우불만족</td> <td>13.0%</td> </tr> <tr> <td>매우만족</td> <td>0.0%</td> </tr> </tbody> </table> | 만족도 | 비율 | 만족 | 4.3% | 보통 | 56.5% | 불만족 | 26.1% | 매우불만족 | 13.0% | 매우만족 | 0.0% |
|--|--|-------|----|---------|-------|---------|-------|--------|-------|-------|-------|------|------|
| 만족도 | 비율 | | | | | | | | | | | | |
| 만족 | 4.3% | | | | | | | | | | | | |
| 보통 | 56.5% | | | | | | | | | | | | |
| 불만족 | 26.1% | | | | | | | | | | | | |
| 매우불만족 | 13.0% | | | | | | | | | | | | |
| 매우만족 | 0.0% | | | | | | | | | | | | |
| <p>○ 공공기관에 위탁관리 방안 찬반 의견</p> <p>- 찬성(57.1%)</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>57.1%</td> </tr> <tr> <td>반대</td> <td>42.9%</td> </tr> </tbody> </table> | 의견 | 비율 | 찬성 | 57.1% | 반대 | 42.9% | | | | | | |
| 의견 | 비율 | | | | | | | | | | | | |
| 찬성 | 57.1% | | | | | | | | | | | | |
| 반대 | 42.9% | | | | | | | | | | | | |
| <p>○ 지하수전문위탁기관 선택</p> <p>- 1순위 : 한국농어촌공사(56.3%)</p> <p>- 2순위 : 한국수자원공사(43.8%)</p> |  <table border="1"> <caption>지하수전문위탁기관 선택</caption> <thead> <tr> <th>기관명</th> <th>비율</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>한국농어촌공사</td> <td>56.3%</td> </tr> <tr> <td>한국수자원공사</td> <td>43.8%</td> </tr> <tr> <td>환경관리공단</td> <td>0.0%</td> </tr> </tbody> </table> | 기관명 | 비율 | 한국농어촌공사 | 56.3% | 한국수자원공사 | 43.8% | 환경관리공단 | 0.0% | | | | |
| 기관명 | 비율 | | | | | | | | | | | | |
| 한국농어촌공사 | 56.3% | | | | | | | | | | | | |
| 한국수자원공사 | 43.8% | | | | | | | | | | | | |
| 환경관리공단 | 0.0% | | | | | | | | | | | | |
| <p>○ 마을 주민들이 가장 원하는 지하수</p> <p>- 1순위 : 농업용수(63.0%)</p> <p>- 2순위 : 생활용수(25.9%)</p> <p>- 3순위 : 먹는물(7.4%)</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>63.0%</td> </tr> <tr> <td>생활용수</td> <td>25.9%</td> </tr> <tr> <td>먹는물</td> <td>7.4%</td> </tr> <tr> <td>기타용수</td> <td>3.7%</td> </tr> <tr> <td>공업용수</td> <td>0.0%</td> </tr> </tbody> </table> | 지하수종류 | 비율 | 농업용수 | 63.0% | 생활용수 | 25.9% | 먹는물 | 7.4% | 기타용수 | 3.7% | 공업용수 | 0.0% |
| 지하수종류 | 비율 | | | | | | | | | | | | |
| 농업용수 | 63.0% | | | | | | | | | | | | |
| 생활용수 | 25.9% | | | | | | | | | | | | |
| 먹는물 | 7.4% | | | | | | | | | | | | |
| 기타용수 | 3.7% | | | | | | | | | | | | |
| 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
- 수리시설물이 부족한 지역에 지하수(관정)개발 요망

5.8 설문결과에 대한 종합의견

- 음용수 및 생활용수는 상수도의 의존도가 높으며, 농업용수는 주로 저수지, 하천을 통해 지표수와 지하수(개인관정)을 통해 공급받아 이용하고 있으며, 지하수 관정 이용 시 용도구분 없이 사용하는 비율이 36.7%로 조사됨
- 지하수 개발은 용이하거나 보통(58.1%)으로 높은 편이나 수량부족 및 시설고장, 수질불량 등의 문제로 사용하지 않는 지하수 관정의 경우에도 재사용 필요(61.5%), 무관심(26.9%) 등의 이유로 방치되고 있어 이에 대한 관리대책이 필요할 것으로 판단됨
- 지하수 수질에 대한 만족도(보통 이상)가 65.2%로 높지만 수질에 문제가 있는 관정에 대해서 그냥사용(47.1%)하고 있거나 사용하지 못하는 관정(29.4%)이 있어, 정기적인 수질검사를 통한 관리가 필요할 것으로 판단됨
- 지하수 수량에 대해서는 공업용수(58.8%), 농업용수(52.0%), 먹는물(50.0%) 생활용수(29.2%) 순으로 부족한 것으로 나타났고, 지하수 이용과 관련하여 27.3%가 수질불량, 수량부족 또는 감소 등에 의한 문제로 민원을 제기하여 공공관정에 대한 주기적인 시설물 점검이 필요할 것으로 판단됨
- 공공관정에 대한 만족도(보통 이상)는 60.9%로 비교적 높으나 지하수전문기관에 위탁 관리하는 의견에 대해서는 57.1%가 찬성하였고 한국농어촌공사가 주도적으로 관리하기를 원하는 대답이 56.3%로 조사되어 공사와 지자체간의 보다 적극적인 협력관계 유지를 통한 협의가 필요할 것으로 판단됨

부 록 VI

농어촌지하수 관리시스템

6. 농어촌지하수관리시스템

6.1 구축 현황

농어촌지하수관리시스템(농어촌지하수넷)을 통해 사업시행대상 352지구 농어촌용수구역 중 ‘17년까지 263지구(91개 시군)에 대한 농어촌지하수 조사결과를 인터넷 기반의 WebGIS 지도 서비스로 제공합니다.

《 농어촌지하수관리시스템 DB 구축 현황 》

| 구 분 | 세부 내용 | 자료수(건) | 주된 내용 |
|-------------|-----------|----------|--|
| 지하수 시설물 | 소계 | 592,871공 | |
| | 지하수자원관리조사 | 573,695공 | 총 352지구중 263개(91시·군) 농어촌용수구역내 분포하는 조사관정 현황 |
| | 농업용공공관정 | 19,176공 | 농업용공공관정 정밀조사 및 공사관리관정 |
| 시추개발 관정현황 | 소계 | 29,777공 | |
| | 지하수개발자료 | 19,445공 | 공사개발 지하수관정 시추개발 자료 |
| | 시추조사 | 10,332공 | 수맥조사 지구내 시추착정조사 결과 |
| 지하수관측망 모니터링 | 소계 | 431공 | |
| | 농촌지하수관측망 | 268공 | 실시간 수위, 수온, EC 계측분석 |
| | 해수침투관측망 | 163공 | “ |

6.2 접속방법

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

6.3 운영방법

- 농어촌지하수정보와 지하수관측정보는 일반인을 포함한 모든 사용자가 로그인 없이 이용 가능합니다

6.4 농어촌지하수넷시스템 이용 안내

가. 웹지도서비스 이용 방법

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

농어촌지하수넷 홈페이지 화면

공지사항

- 농어촌지하수넷 웹지도서비스 점검... 2017-08-22
- 농어촌지하수넷 웹지도서비스 재개... 2017-07-28
- 농어촌지하수넷 웹지도서비스 일시... 2017-07-25
- 지하수관측망시스템 홈페이지 점... 2017-06-28

지하수 동정

- [뉴스] 도심 평창으로 물 스며... 2017-08-23
- [뉴스] 안동시, "물순환 선도... 2017-08-23
- [뉴스] 어송생수원지 지하공... 2017-08-23
- [뉴스] 경북도, 지하수 10년... 2017-08-22

조사현황

Quick Link

- 지하수 관측망시스템
- 관측망 모니터링
- 관련 보고서
- 도움말

● 농어촌 지하수 정보 분석

| 개발예정지 검토 | 지하수개발 이용현황 |
|-----------|------------|
| 수질/수량 정보 | 대수층특성 정보 |
| 지하수지원관리현황 | 충당현황 |

● 농업용공공관정현황

(2016년 농업통계연보) 관할구분: ● 전체 ○ 지자체 ○ 공사

| 관역 | 개(공) | 수해면적(ha) | 계수량(m ³ /일) |
|---------|--------|----------|------------------------|
| 합계 | 24,479 | 71,046 | 7,042,836 |
| 부산광역시 | 105 | 347 | 16,253 |
| 대구광역시 | 188 | 563 | 45,720 |
| 인천광역시 | 416 | 1,173 | 49,419 |
| 광주광역시 | 191 | 718 | 34,001 |
| 대전광역시 | 244 | 501 | 42,235 |
| 울산광역시 | 285 | 1,367 | 40,281 |
| 세종특별자치시 | 305 | 450 | 182,465 |
| 경기도 | 2,138 | 6,773 | 476,759 |
| 강원도 | 1,468 | 5,024 | 392,509 |
| 충청북도 | 1,261 | 4,228 | 263,551 |

● 지하수관측망정보

(2017년 07월 현재) 구분: ● 전체 ○ 농촌지하수 ○ 해수침투

| 구분 | 지하수수량(CLM) | | | 전기전도도(μS/cm) | | |
|----|------------|-----------|--------|--------------|-----------|--------|
| | 현재평균 | 전년도까지의 평균 | 비율(%) | 현재평균 | 전년도까지의 평균 | 비율(%) |
| 전국 | 53.48 | 42.81 | 124.91 | 4,539 | 4,627 | 98.09 |
| 경기 | 32.61 | 16.32 | 199.81 | 1,678 | 1,176 | 142.66 |
| 강원 | 111.43 | 114.70 | 97.15 | 2,069 | 1,491 | 138.74 |
| 충북 | 136.67 | 144.79 | 94.39 | 304 | 246 | 123.66 |
| 충남 | 22.36 | 12.96 | 172.61 | 5,821 | 6,458 | 90.14 |
| 전북 | 79.21 | 69.17 | 114.52 | 4,782 | 9,003 | 53.12 |
| 전남 | 15.92 | 7.39 | 215.25 | 11,843 | 9,911 | 119.49 |
| 경북 | 93.53 | 114.40 | 81.76 | 1,055 | 1,842 | 57.27 |
| 경남 | 32.42 | 20.69 | 156.72 | 1,965 | 2,498 | 78.65 |

농림축산식품부 농어촌알리미 농자공간포털 한국농어촌공사 RAWGIS 농촌용수통합정보시스템

(우)520-950 전라남도 나주시 곡림로 20(빛가람동 358) 지하수지킴이
TEL:061-338-5752(이관송) / 061-338-5739(조경환) FAX:061-338-5749

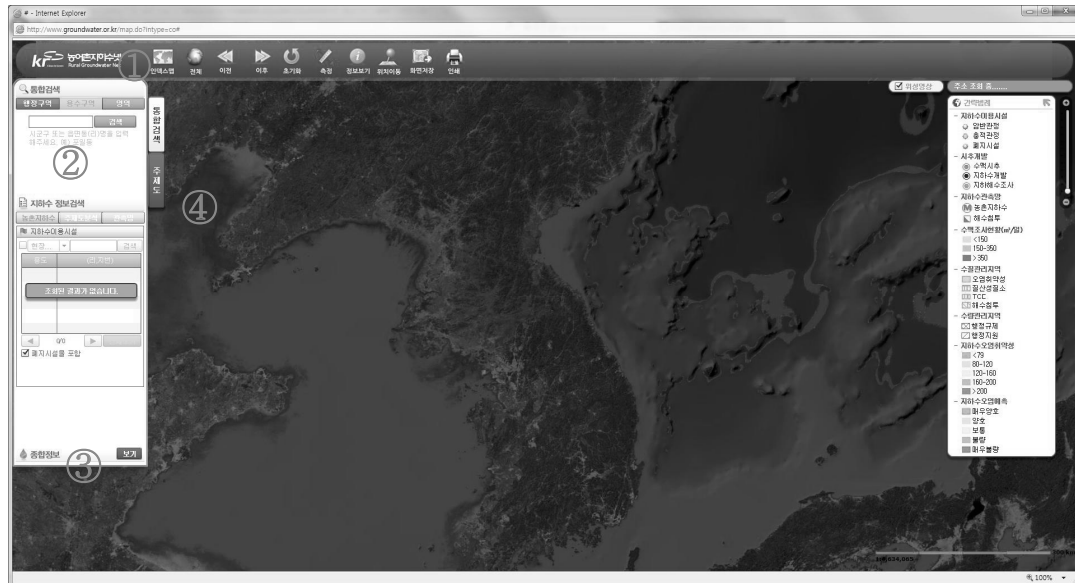
COPYRIGHT © 2016 KRC, 농어촌지하수관리시스템 ALL RIGHTS RESERVED.

전체 방문자 : 1,079,034 명
오늘 방문자 : 1,395 명

나. 웹지도서비스 메뉴 구성

웹지도서비스 메인화면

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

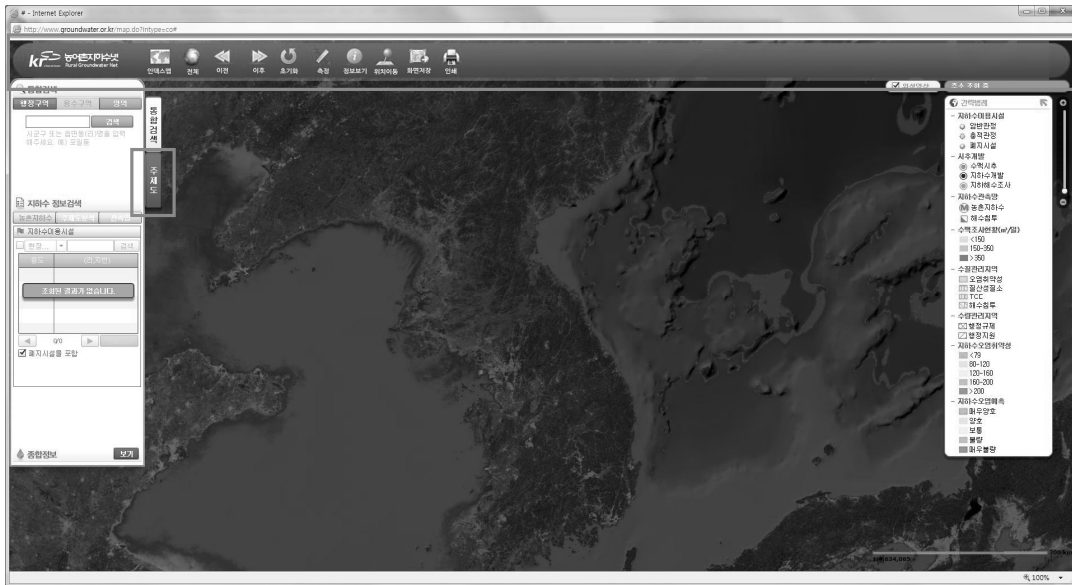












1) 웹지도서비스 메뉴 소개

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

① 지도제어 - 지도상단 메뉴

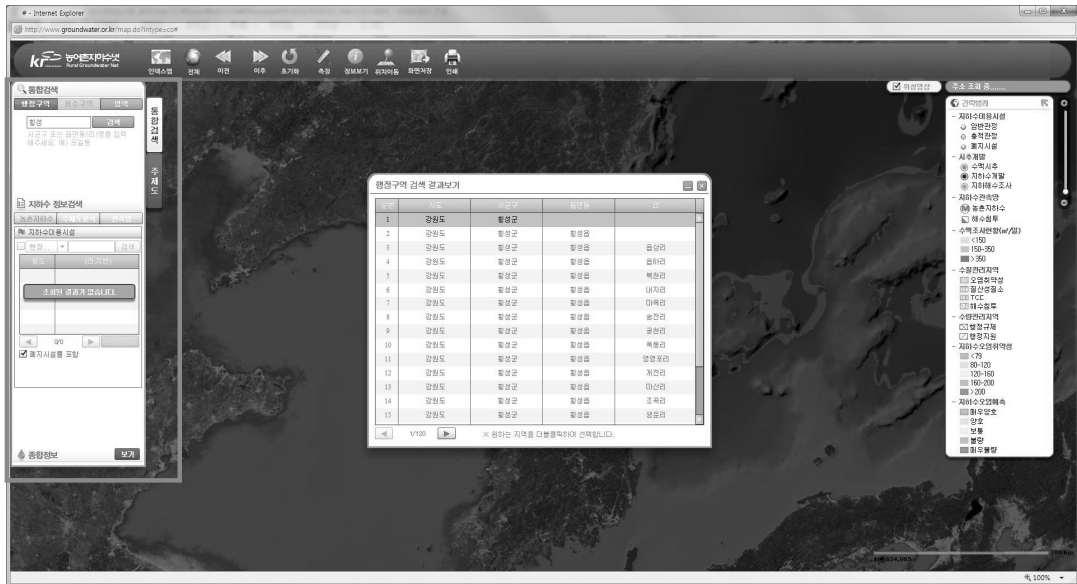
- 전체영역, 위치이동, 거리측정, 정보보기, 화면저장, 인쇄, 범례 등의 기능수행이 가능합니다



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

② 검색 : 지도좌측 검색창

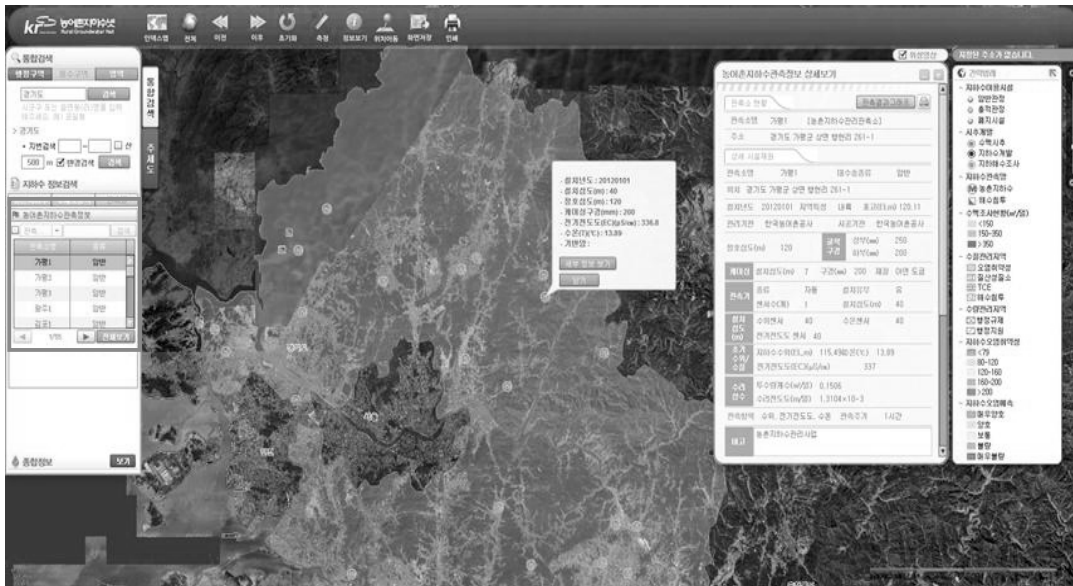
- 지역 또는 원하는 영역을 설정하여 찾고자 하는 지역의 지하수공간정보 현황을 확인합니다



- 행정구역/용수구역/영역검색을 제공합니다

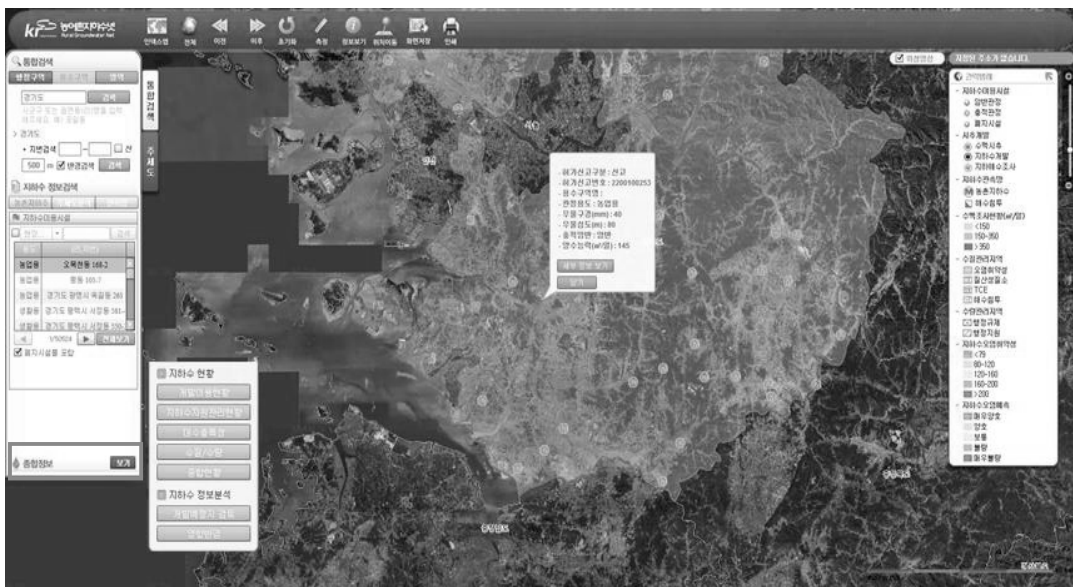
| | |
|--|--|
| <p>행정구역 용수구역 영역</p> <p>화성시 [검색]</p> <p>시군구 또는 읍면동(리)명을 입력 해주세요. 예) 포일동</p> <p>> 경기도 화성시</p> <p>+ 지번검색 [] - [] 산 []</p> <p>[검색]</p> | <ul style="list-style-type: none"> ■ 시군구 또는 읍면동(리)명을 입력하고 시설물을 검색합니다 ■ 시군구/읍면동(리) 검색 후, 지번검색을 통하여 관정 검색도 가능합니다 |
| <p>행정구역 용수구역 영역</p> <p>- 시/도 [미지정]</p>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

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



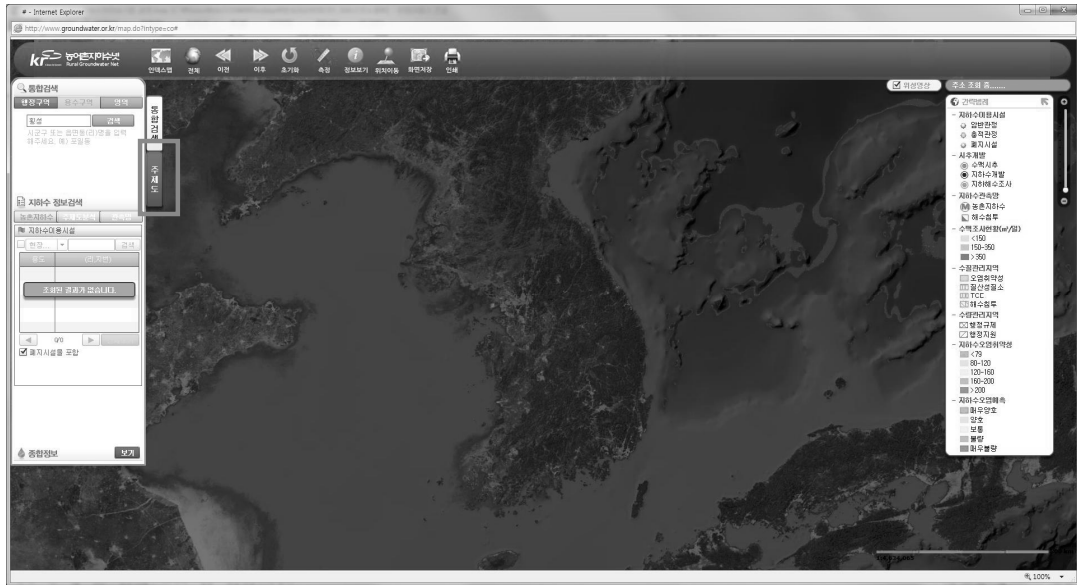
③ 종합정보

- 선택지역에 대한 지하수공간정보 통합분석현황을 제공합니다








(개발이용, 대수층특성, 수질·수량, 종합현황 등)

④ 주제도 : 제공하는 전체 레이어의 ON/OFF창














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











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

| 주제도 | 지하수자원관리(계속) |
|-----|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> ▼ <input type="checkbox"/> 지하수수질현황 <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 전기전도도($\mu\text{S}/\text{cm}$) <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> <250 <input type="checkbox"/> 250-500 <input type="checkbox"/> 500-1000 <input type="checkbox"/> 1000-2000 <input type="checkbox"/> >2000 <input type="checkbox"/> 질산성질소(mg/ℓ) <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> <5 <input type="checkbox"/> 5-10 <input type="checkbox"/> 10-20 <input type="checkbox"/> >20 <input type="checkbox"/> 수소이온농도(pH) <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> <5,8 <input type="checkbox"/> 5,8-8,5 <input type="checkbox"/> >8,5 ▼ <input type="checkbox"/> 오염원현황 <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 축산폐수시설  <input type="checkbox"/> 유류저장시설  <input type="checkbox"/> 오수배출시설  <input type="checkbox"/> 폐수배출시설  <input type="checkbox"/> 쓰레기매립지  ▼ <input type="checkbox"/> 오염취약성분석 <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 지하수오염예측 <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Aa_매우높음 <input type="checkbox"/> Ab_높음 <input type="checkbox"/> Ac_보통 <input type="checkbox"/> Ba_높음 <input type="checkbox"/> Bb_보통 <input type="checkbox"/> Bc_낮음 <input type="checkbox"/> Ca_보통 <input type="checkbox"/> Cb_낮음 <input type="checkbox"/> Cc_매우낮음 <input type="checkbox"/> 지하수오염취약성 <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> <79 <input type="checkbox"/> 80-120 <input type="checkbox"/> 120-160 <input type="checkbox"/> 160-200 <input type="checkbox"/> >200 ▼ <input type="checkbox"/> 개발이용분석 <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 단위면적당이용량($\text{천 m}^3/\text{년}/\text{km}^2$) <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> <50 <input type="checkbox"/> 50-100 <input type="checkbox"/> 100-150 <input type="checkbox"/> 150-250 <input type="checkbox"/> 250-500 <input type="checkbox"/> >550 |

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

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

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

| ■ 주제도 | 용도지역지구도 |
|-------|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="523 521 667 595">□ 농림지역  <li data-bbox="523 607 762 680">□ 자연환경보전지역  <li data-bbox="523 692 667 766">□ 공간시설  <li data-bbox="523 777 751 851">□ 유통 및 공급시설  <li data-bbox="523 862 767 936">□ 영농여건 불리농지  <li data-bbox="523 947 738 1021">□ 농어촌정비지구  <li data-bbox="523 1032 715 1106">□ 재해위험지구  <li data-bbox="523 1117 691 1191">□ 소하천구역  <li data-bbox="523 1202 667 1276">□ 하천구역  <li data-bbox="523 1288 715 1361">□ 기타용도지역  |

다. 지하수정보 세부검색 방법

1) 지하수시설정보

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

- 체크박스를 선택후 검색시 :
현장조사번호 / 관리구분 / 공사관리관정여부 / 관정용도 / 관정세부용도 / 축적암반 / 공공시설 / 정호형태 중 하나를 선택하고 해당 자료 코드를 입력하면 검색결과가 나타납니다
- 체크박스를 해제후 검색시 :
선택지역에 대한 모든 검색결과가 나타납니다

| 간략정보보기 | 세부정보보기 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|-------|---|----|--------------------|--------|--|-----------|-------------|--------|------------------|------|---------|-----|--------------------|-------|-----------------------|------|--|------|------------|-----------|---------------|-------------|-------------|------|-------------|------|------------|-------|---------------|----|----------------|------------|----------------------|------|---|-----|---|-------|---|-------|---|------|---|------|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ■ 지도위에 간략하게 표현되고 허가신고구분 / 허가신고번호 / 용수구역명 / 관정용도 / 우물구경 / 우물심도 / 축적암반 / 양수능력 정보를 제공합니다 | <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px;"> <p>농어촌지하수관리 상세보기</p> <p>관정위치 및 제원 현장간이수질 양·음이온분석 동위원소분석</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: small;"> <tr><td colspan="2">위치정보</td></tr> <tr><td>주소</td><td>경기도 평택시 장당동 5블록 번지</td></tr> <tr><td>지명/간물명</td><td></td></tr> <tr><td>포고 (E.Lm)</td><td>34,09999847</td></tr> <tr><td>현장조사번호</td><td>PT6505060 공사관리시설</td></tr> <tr><td>허가형태</td><td>신고 관리번호</td></tr> <tr><td>조사일</td><td>2005-08-29 조사자 김현철</td></tr> <tr><td>허기/신고</td><td>신고 허가/신고번호 2200400019</td></tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: small;"> <tr><td colspan="2">시설제원</td></tr> <tr><td>용수구역</td><td>심도 (m) 100</td></tr> <tr><td>우물구경 (mm)</td><td>토출관구경 (mm) 32</td></tr> <tr><td>캐패시터구경 (mm)</td><td>펌프마력 (HP) 2</td></tr> <tr><td>정호형태</td><td>관정 축적/암반 암반</td></tr> <tr><td>개발일자</td><td>2004-01-01</td></tr> <tr><td>공공/시설</td><td>시설 음용/세음용 비음용</td></tr> <tr><td>용도</td><td>공업용 세부용도 자유입지업</td></tr> <tr><td>양수량 (m³/일)</td><td>93 연사용량 (m³/년) 32850</td></tr> </table> </div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>시설견단</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: small;"> <tr><td>그라우팅</td><td>Y</td><td>유량계</td><td>Y</td></tr> <tr><td>상부보호공</td><td>Y</td><td>수위측정관</td><td>N</td></tr> <tr><td>출수장치</td><td>Y</td><td>전기가설</td><td>Y</td></tr> </table> <p>관정사진</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> ■ 관정위치 및 제원 / 현장간이수질 / 양·음이온분석 / 동위원소분석 정보를 제공합니다 | 위치정보 | | 주소 | 경기도 평택시 장당동 5블록 번지 | 지명/간물명 | | 포고 (E.Lm) | 34,09999847 | 현장조사번호 | PT6505060 공사관리시설 | 허가형태 | 신고 관리번호 | 조사일 | 2005-08-29 조사자 김현철 | 허기/신고 | 신고 허가/신고번호 2200400019 | 시설제원 | | 용수구역 | 심도 (m) 100 | 우물구경 (mm) | 토출관구경 (mm) 32 | 캐패시터구경 (mm) | 펌프마력 (HP) 2 | 정호형태 | 관정 축적/암반 암반 | 개발일자 | 2004-01-01 | 공공/시설 | 시설 음용/세음용 비음용 | 용도 | 공업용 세부용도 자유입지업 | 양수량 (m³/일) | 93 연사용량 (m³/년) 32850 | 그라우팅 | Y | 유량계 | Y | 상부보호공 | Y | 수위측정관 | N | 출수장치 | Y | 전기가설 | Y |
| 위치정보 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 주소 | 경기도 평택시 장당동 5블록 번지 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 지명/간물명 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 포고 (E.Lm) | 34,09999847 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 현장조사번호 | PT6505060 공사관리시설 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 허가형태 | 신고 관리번호 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 조사일 | 2005-08-29 조사자 김현철 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 허기/신고 | 신고 허가/신고번호 2200400019 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 시설제원 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 용수구역 | 심도 (m) 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 우물구경 (mm) | 토출관구경 (mm) 32 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 캐패시터구경 (mm) | 펌프마력 (HP) 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 정호형태 | 관정 축적/암반 암반 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 개발일자 | 2004-01-01 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 공공/시설 | 시설 음용/세음용 비음용 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 용도 | 공업용 세부용도 자유입지업 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 양수량 (m³/일) | 93 연사용량 (m³/년) 32850 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 그라우팅 | Y | 유량계 | Y | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 상부보호공 | Y | 수위측정관 | N | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 출수장치 | Y | 전기가설 | Y | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

2) 주제도분석

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

| | |
|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> ■ 주제도분석 - 수맥지구 - 시추개발 - 가뭇우심지구 |
|--|---|

| | | |
|--|--|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> ■ 체크박스를 선택시 : 지구명/개발년도 중 하나를 선택하고 해당 자료 코드를 입력하면 검색결과가 나타납니다 |
|--|--|--|

| | | |
|--|--|---|
| | | <ul style="list-style-type: none"> ■ 체크박스를 선택시 : 지구명/층적·암반을 선택후 해당 자료 코드를 입력하면 검색결과가 나타납니다 |
|--|--|---|

| | | |
|--|--|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> ■ 체크박스를 선택시 : 지구명/ 입력하면 선택지구에 대한 검색결과가 나타납니다 |
|--|--|--|

㉓ 수맥지구

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

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

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

1/66 전체보기

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

간략정보 보기



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

세부정보 보기




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



<수맥지구 정보보기>

㉔ 시추개발

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

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

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

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

<지하수개발 정보보기>

㉔ 가뭄우심지구

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



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

간략정보 보기



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

세부정보 보기




- 조사공위치 / 세부내역 / 가뭄우심지구 이미지 정보를 제공합니다



<가뭄우심지구 정보보기>

3) 관측망

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

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

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

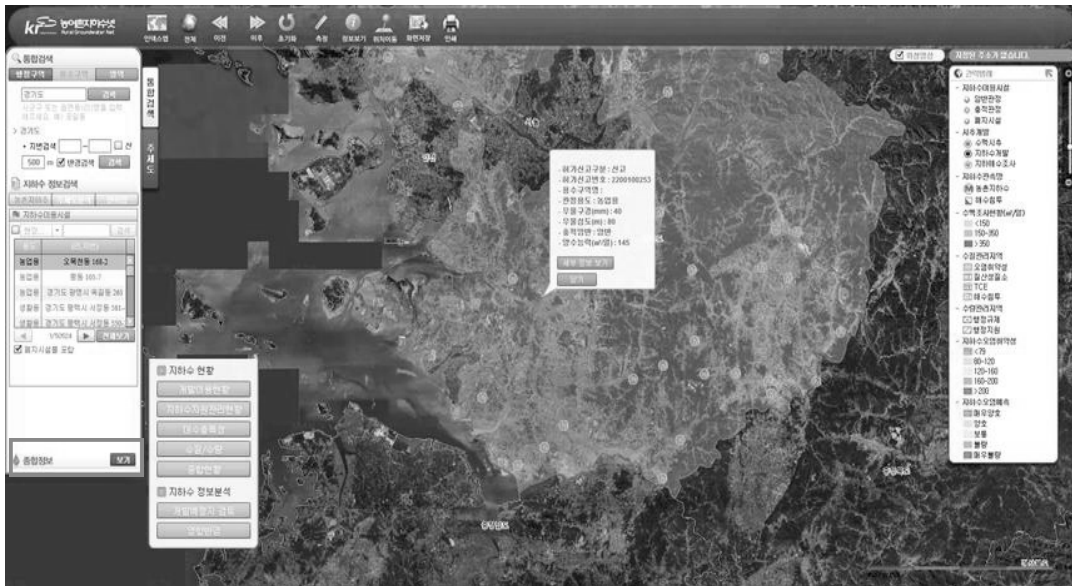
| 간략정보 보기 | 세부정보 보기 |
|--|---|
|  <ul style="list-style-type: none"> ■ 지도위에 간략하게 표현되고 설치일자 / 설치심도 / 정호심도 / 케이싱구경 / 전기전도도 / 수온 / 기반암 정보를 제공합니다 |  <ul style="list-style-type: none"> ■ 지하수관측정보 및 검색기간 그래프 정보를 제공합니다 |

<농어촌지하수 관측정보 정보보기>

4) 종합정보

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

- 농촌지하수관리사업의 조사·분석결과를 이용하여 개발예정지에 대한 종합적인 검토자료 제공합니다

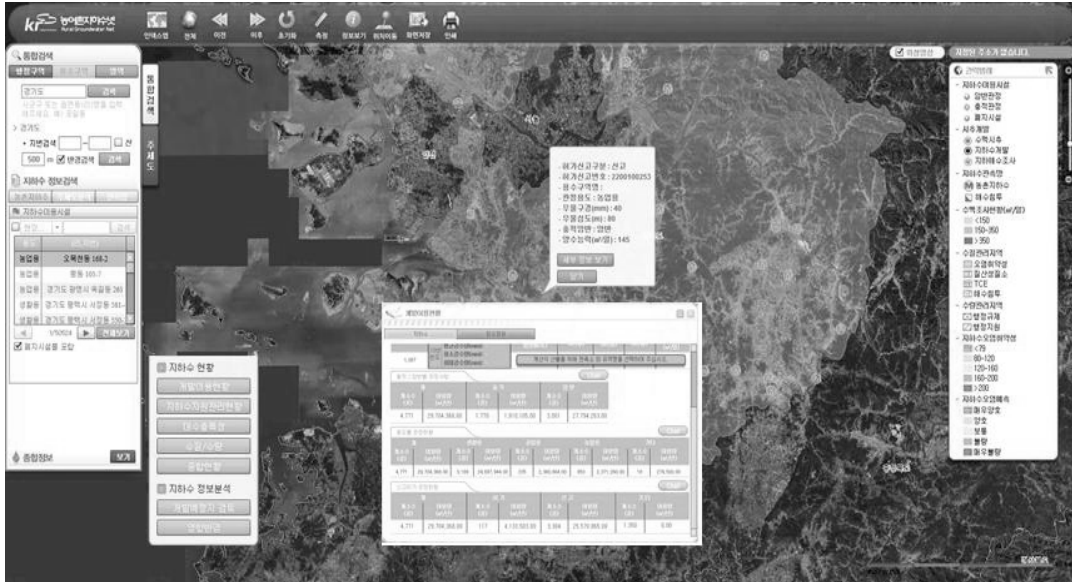


| | |
|-------------|--|
| ㉞ 지하수 현황 | |
| - 개발이용현황 | 한국농어촌공사 보유자료를 근간으로 농촌지하수관리 사업을 통해 조사된 정보제공 |
| - 지하수자원관리현황 | 농촌지하수관리조사의 분석결과를 이용한 종합적인 검토자료 제공 |
| - 대수층특성 | 대수층 특성에 따른 수위 및 개발심도/수리상수 정보제공 |
| - 수질/수량 | 현장간이 수질을 통한 조사로 전기전도도, 수소이온농도, 온도, 질산성 질소 등의 분석자료 제공 |
| - 종합현황 | 지하수 개발이용실태, 부존특성 등을 분석하여 지하수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

㉔ 지하수 현황

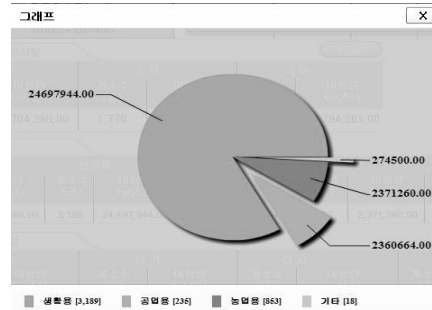
■ 개발이용현황

- 지하수 / 점오염원의 관정정보를 제공하고 있습니다



· 지하수

| 지하수 | | 점오염원 | |
|------|---------------|------|---------------|
| 종류 | 수량 | 종류 | 수량 |
| 개발이용 | 4,771 | 생태농업 | 3,189 |
| 농업 | 29,704,368.00 | 공업용 | 238 |
| 기타 | 1,770 | 농업용 | 853 |
| 합계 | 1,910,105.00 | 기타 | 18 |
| 합계 | 3,001 | 합계 | 27,794,263.00 |

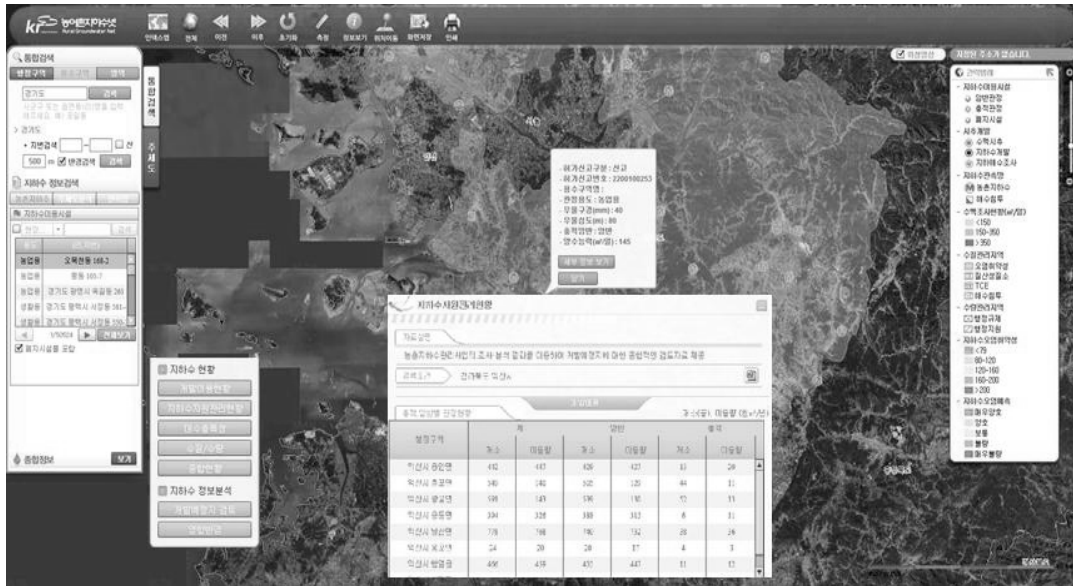


· 점오염원

| 지하수 | 점오염원 | | | | | | | | | | | | |
|--------|---|--------|----------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-----|-----|---|
| 개요 | 지하수환경에 악영향을 주는 잠재오염원과 그 종류는 수없이 많으나 크게 점오염원과 비점오염원으로 분류되고 있습니다. 본 페이지에서는 지하수의 무분별 개발 및 지하수오염을 방지하고자 점오염원인 축산폐수배출시설, 산업폐수배출시설, 오수배출시설, 유류저장시설, 쓰레기매립장에 대한 정보를 제공하고 있습니다. | | | | | | | | | | | | |
| 조건 | 경기도 화성시 | | | | | | | | | | | | |
| 현황 | <table border="1"> <thead> <tr> <th>계 (개소)</th> <th>축산폐수배출시설</th> <th>오수배출시설</th> <th>폐수배출시설</th> <th>유류저장시설</th> <th>쓰레기매립지</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3,548</td> <td>1,047</td> <td>1,503</td> <td>699</td> <td>291</td> <td>8</td> </tr> </tbody> </table> | 계 (개소) | 축산폐수배출시설 | 오수배출시설 | 폐수배출시설 | 유류저장시설 | 쓰레기매립지 | 3,548 | 1,047 | 1,503 | 699 | 291 | 8 |
| 계 (개소) | 축산폐수배출시설 | 오수배출시설 | 폐수배출시설 | 유류저장시설 | 쓰레기매립지 | | | | | | | | |
| 3,548 | 1,047 | 1,503 | 699 | 291 | 8 | | | | | | | | |

■ 지하수자원관리현황

- 농어촌지하수 관정조사 결과를 이용하여 종합적인 검토자료 제공합니다



개발이용

총적, 암반별 관정현황

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

개소(공), 이용량 (천m³/년)

용도별 관정현황

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

개소(공), 이용량 (천m³/년)

오염원현황

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

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

| 수량관리 제안지역 | | | 지역지하수 관리 | |
|-------------|------|------|----------|---|
| 행정구역 | 행정규제 | 행정지원 | | |
| 화성시 병점동 | - | Y | | ▲ |
| 화성시 기산동 | Y | - | | |
| 화성시 반월동 | Y | - | | |
| 화성시 안성동 | - | Y | | |
| 화성시 봉담읍 수영리 | - | Y | | |
| 화성시 봉담읍 동화리 | - | Y | | |
| 화성시 봉담읍 와우리 | - | Y | | ▼ |

| 수질관리 제안지역 | | | | | |
|-------------|------------|-------|---------|------|---|
| 행정구역 | 지하수오염 취약환경 | 질산성질소 | 수질검사 초과 | 해수침투 | |
| 화성시 서신면 제부리 | - | - | - | Y | ▲ |
| 화성시 서신면 용두리 | - | - | - | Y | |
| 화성시 서신면 궁평리 | - | - | - | Y | |
| 화성시 서신면 백미리 | - | - | - | Y | ▼ |

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

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

■ 대수층특성

- 대수층 특성에 따른 수위 및 개발심도/수리상수의 정보를 제공합니다

· 수위 및 개발심도

수위 및 개발심도
수리상수

개요

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

정의

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

현황

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

· 수리상수

수위 및 개발심도
수리상수

개요

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

정의

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

수리상수

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

■ 수질/수량

- 관정의 수질현황 및 수량현황 정보를 제공합니다

· 현장간이수질

수질현황 수량현황

현장간이수질 양음이온분석 동위원소

개요

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

대수층별 간이수질 현황

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

· 양이온분석

현장간이수질 양음이온분석 동위원소

개요

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

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

양 / 음 이온 분석현황

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

· 동위원소

현장간이수질 양음이온분석 동위원소

개요

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

동위원소 분석현황

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

· 수량현황

수질현황 수량현황

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

현황

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

■ 종합현황

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

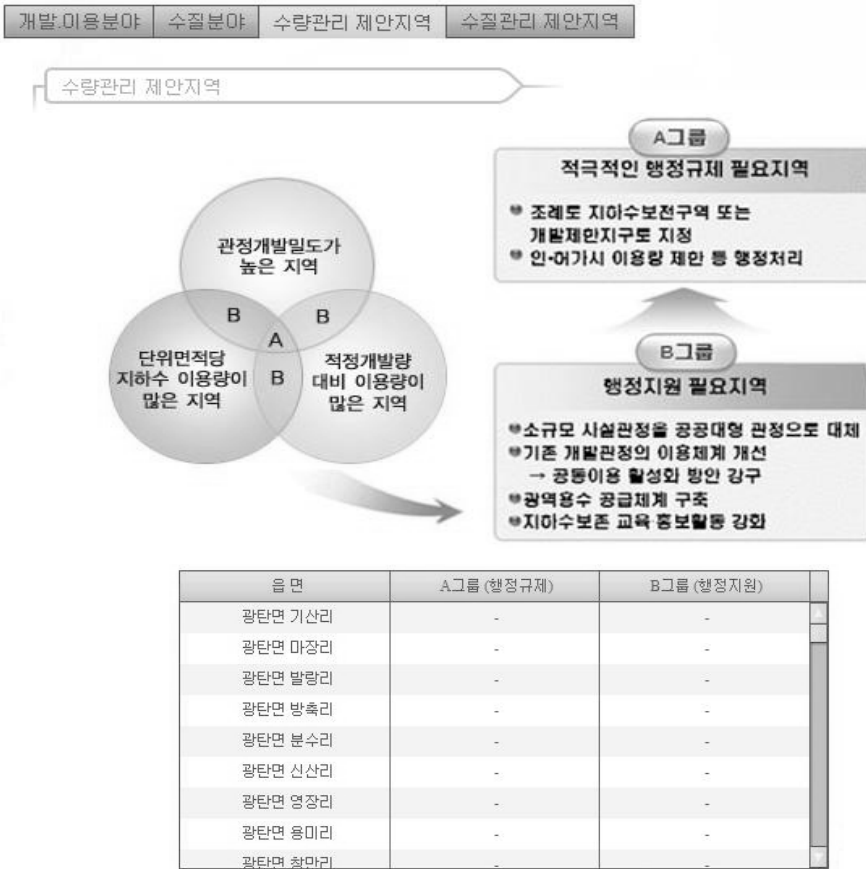
· 개발·이용분야

| 개발·이용분야 | 수질분야 | 수량관리 제안지역 | 수질관리 제안지역 | | |
|--|---------|---------------------------|----------------------------|--|------------------|
| <p>개발·이용분야</p> <p>: 지하수 이용 및 수량 특성기준 - 지하수 개발가능량 과다지역 - 단위면적당 지하수 이용량 과다 지역 - 관정밀도 과다 지역</p> | | | | | |
| 위치 | 관정수 (공) | 관정밀도 (공/km ²) | 총이용량 (천m ³ /yr) | 단위면적당 이용량 (천m ³ /yr/km ²) | 이용량/적정 개발가능량 (%) |
| 평균 | 676 | 24.21 | 1995.15 | 84.52 | 56.19 |
| 경기도 파주시 군내면 | 112 | 2.59 | 426.22 | 9.85 | 6.68 |
| 경기도 파주시 법원읍 | 598 | 18.8 | 1000.57 | 31.46 | 23.79 |
| 경기도 파주시 장단면 | 36 | 1.06 | 263.18 | 7.72 | 4.8 |
| 경기도 파주시 적성면 | 764 | 8.6 | 2000.5 | 22.52 | 17.86 |
| 경기도 파주시 진동면 | 38 | 0.88 | 112.42 | 2.61 | 1.94 |
| 경기도 파주시 진서면 | 2 | 0.22 | 2.19 | 0.24 | 0.12 |
| 경기도 파주시 파평면 | 486 | 13.48 | 1045.87 | 29.01 | 21.78 |
| 경기도 파주시 교하읍 | 1830 | 32.5 | 8306.18 | 147.52 | 88.83 |

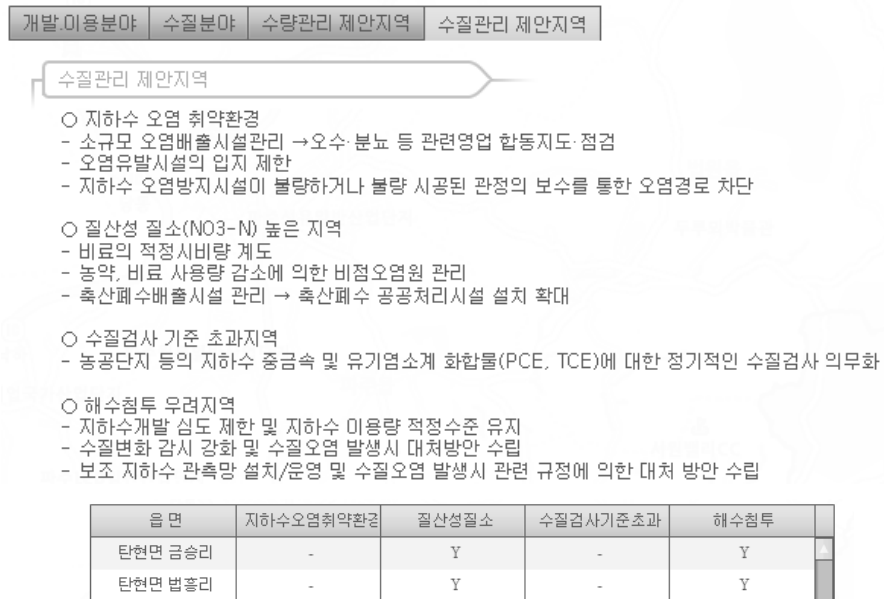
· 수질분야

| 개발·이용분야 | 수질분야 | 수량관리 제안지역 | 수질관리 제안지역 | | |
|--|--------------|------------|-------------------------------|------------------|-------------------------------|
| <p>수질분야</p> <p>: 지하수 수질특성기준 - 지하수오염이 진행중인 지역(질산성질소 평균치 높은 지역) - DRASTIC INDEX(지하수 오염취약성) 높은 지역 - 단위면적당 오염부하량 과다 지역</p> | | | | | |
| 위치 | 질산성질소 (mg/l) | 잠재오염원 (개소) | 오염원분포밀도 (개소/km ²) | 평균 DRASTIC Index | 오염부하량 (kg/밀/km ²) |
| 평균 | 3 | 79.23 | 38.38 | 118.64 | 3270.54 |
| 경기도 파주시 군내면 | 0 | 8 | 0.18 | 121.31 | 88.27 |
| 경기도 파주시 법원읍 | 4.16 | 54 | 1.7 | 122.26 | 350.52 |
| 경기도 파주시 장단면 | 1.89 | 0 | 0 | 122.53 | 9.97 |
| 경기도 파주시 적성면 | 4.36 | 167 | 1.88 | 124.38 | 1650.57 |
| 경기도 파주시 진동면 | 1.6 | 0 | 0 | 115.14 | 9.29 |
| 경기도 파주시 진서면 | 0 | 0 | 0 | 114 | 8.66 |
| 경기도 파주시 파평면 | 2.96 | 101 | 2.8 | 127.69 | 1188.01 |
| 경기도 파주시 교하읍 | 3.28 | 224 | 3.98 | 124.7 | 30665.92 |
| 경기도 파주시 조각읍 | 3.8 | 154 | 5.62 | 115.85 | 18265.26 |

· 수량관리 제안지역



· 수질관리 제안지역



㉔ 지하수 정보분석

■ 개발예정지 검토

- 수맥조사 시추조사 자료와 지하수개발자료를 종합한 통계를 제공합니다

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

검색조건 강원도 강릉시

행정구역별 지층내역

출적관정

| 행정구역 | 공수 | 토사 평균값 (m) | 사 평균값 (m) | 실트 평균값 (m) | 사력 평균값 (m) | 혼전 석 평균값 (m) | 중화 대 평균값 (m) | 기반암 평균값 (m) | 조사개발 심도 평균값 (m) | 평균 양수량 (m ³ /일) |
|--------------|----|------------|-----------|------------|------------|--------------|--------------|-------------|-----------------|----------------------------|
| 강릉시 강동면 임곡리 | 2 | 0.55 | 0.3 | 0 | 1.85 | 6.4 | 0 | 0 | 9.1 | 20 |
| 강릉시 연곡면 행정리 | 5 | 1.86 | 0.6 | 0 | 2.48 | 0 | 9.34 | 0 | 14.28 | 160.6 |
| 강릉시 저동 | 5 | 0.72 | 5.1 | 0 | 1.38 | 3 | 0 | 0 | 10.2 | 93.2 |
| 강릉시 강동면 하사동리 | 5 | 0.5 | 3.6 | 0 | 1.36 | 4 | 0 | 0 | 9.46 | 88.2 |

암반관정

| 행정구역 | 공수 | 토사 평균값 (m) | 사 평균값 (m) | 실트 평균값 (m) | 사력 평균값 (m) | 혼전 석 평균값 (m) | 중화 대 평균값 (m) | 기반암 평균값 (m) | 조사개발 심도 평균값 (m) | 평균 양수량 (m ³ /일) |
|-------------|----|------------|-----------|------------|------------|--------------|--------------|-------------|-----------------|----------------------------|
| 강릉시 옥계면 남양리 | 1 | 3 | 0 | 0 | 9 | 0 | 4 | 84 | 100 | 80 |
| 강릉시 두산동 | 1 | 0.7 | 2.4 | 0 | 1.7 | 4.9 | 4.2 | 1.4 | 15.3 | 42 |
| 강릉시 성산면 어촌리 | 1 | 1 | 7 | 0 | 0 | 0 | 6 | 116 | 130 | 56 |
| 강릉시 저동 | 1 | 0.9 | 5.1 | 0 | 1.1 | 3 | 3 | 1.4 | 14.5 | 36 |

기반암 = 연암 + 보통암 + 경암

■ 영향반경

- 경험공식에 의한 설정지역의 영향반경을 계산해줍니다

영향반경 보고서 열람을 위해 지도상에 '영향반경' 포인트입력 및 '적용 영역그리기'로 원형형태의 반경을 그려주시기 바랍니다.

영향반경 설정 취소

경험공식 선택

- Shulze 공식
- Weber 공식
- Kozeny 공식
- 평균값
- 사용자 입력

수치 입력

대수송투수률계수(T) m/day

대수송저류계수(S)

양수경과시간(t) day

상수(a)값

수리경도도값(K) m/day

양수량(Q) m/day

계산 닫기

6.5 농어촌지하수넷 지하수관측망시스템 이용 안내

가. 웹서비스 이용 방법

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

지하수관측망시스템 홈페이지 화면

Login sitemap

지하수관측망시스템 관측자료 조회 관측망관리 실시간 모니터링

2016.08월 현재 구분: 전체 농촌지하수 해수침투

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

주세상태 요약

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

지역별 관측소 설치현황 (농촌지하수/해수침투)

| 구분 | 경기권 | 강원권 | 충북권 | 충남권 | 전북권 | 전남권 | 경북권 | 경남권 |
|----|--------------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|-----------|
| 전체 | 364(210/154) | 53(30/23) | 42(28/14) | 17(17/0) | 39(21/18) | 23(15/8) | 84(33/51) | 47(35/12) |
| | 59(31/28) | | | | | | | |

Login sitemap

지하수관측망시스템 관측소별 조회 관측소 비교조회 관측자료 통계 관측소별 공공관정 조회 종합리포트

나. 관측자료 조회

관측자료 조회

지하수관측망시스템

관측자료 조회 · 관측소 비교조회 · 관측자료 통계 · 관측소별 공공관정 조회 · 종합리포트

Login sitemap

관측소별 조회

경기도

검색 결과

검색(4)건

- 김포1
- 김포2
- 월곶1
- 월곶2

홈 > 관측자료 조회 > **관측소별 조회**

관측소별 조회

김포1 [2010-01-28 ~ 2016-09-06] 일별 순별 월별 연별 시간별

조회기간 : 2016 [3] ~ 2016 [9]

지하수수위 전기전도도1 수온1

지하수수위 선형추세($y=0.007042x+3.868924, 2.57EL.m/year$)
 검색기간 이전까지의 강수량 평균 [인천] 검색기간 강수량 합계

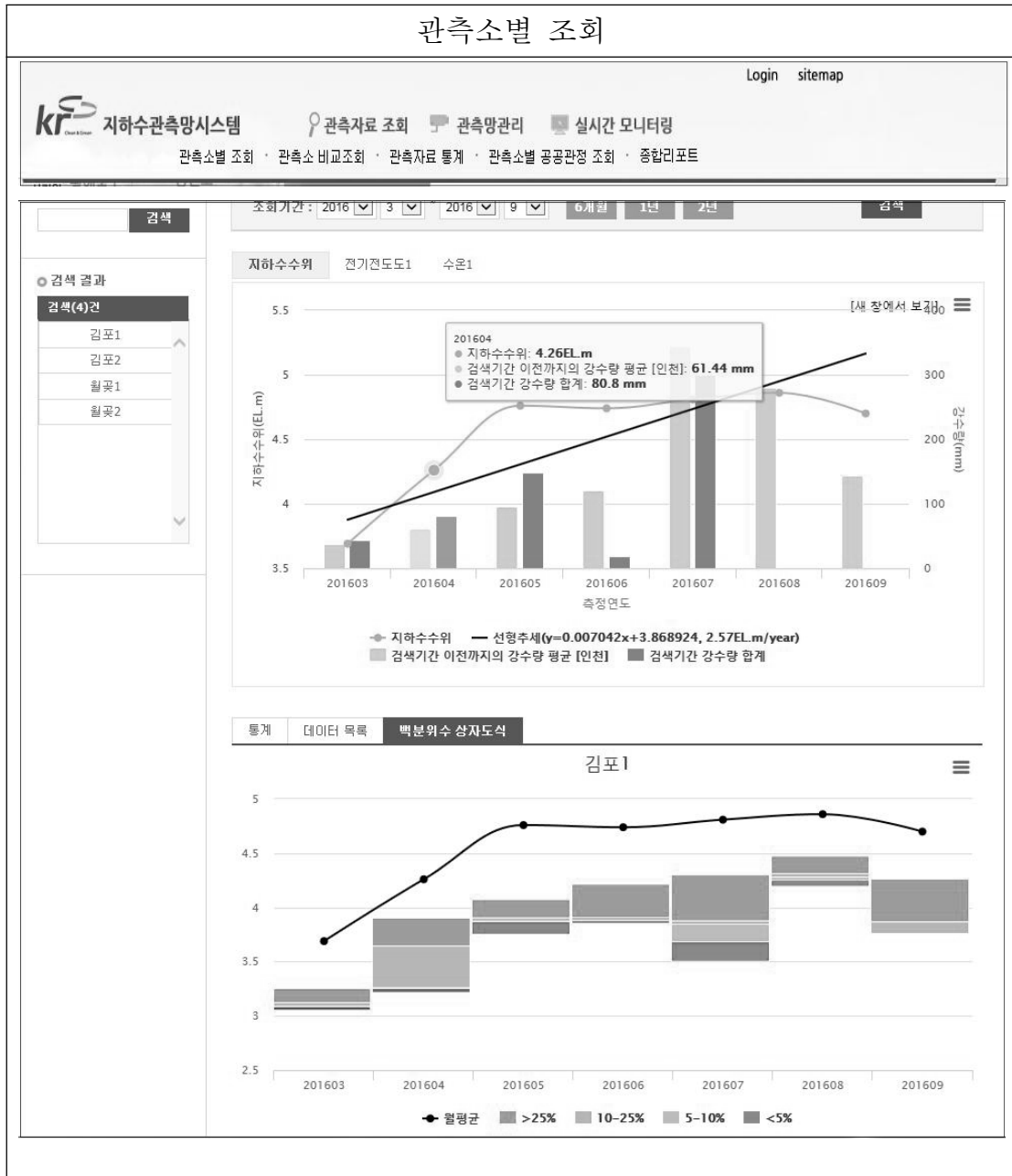
| 통계 | 데이터 목록 | 백분위수 상자도식 | | | | | | |
|------------|--------|-----------|------|------|------|------|-----|------|
| 분류 | 평균 | 최대 | 최소 | 표준편차 | 범위 | ¼분위 | 중앙 | ¾분위 |
| 수위(EL.m) | 4.55 | 4.86 | 3.69 | 0.4 | 1.17 | 4.76 | 4.7 | 4.26 |
| EC1(μS/cm) | 143 | 170 | 117 | 22 | 53 | 119 | 153 | 170 |
| EC2(μS/cm) | - | - | - | - | - | - | - | - |

1) 관측자료 조회 메뉴 소개

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

2) 관측소별 조회

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



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



③ 관측자료 통계 화면 : 지역별, 권역별 통계자료 제공합니다

관측자료 통계

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

지하수관측망시스템

관측자료 조회
관측망관리
실시간 모니터링

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

관측자료 통계

[홈](#) > [관측자료 조회](#) > [관측자료 통계](#)

= 시도 선택 =

= 시군구 선택 =

검색

○ 검색 결과

검색해 주세요

관측소

관측소별 통계
권역별 통계

전체
 농촌지하수
 해수침투
 구분 : 일별 시간별

조회기간 : 2016 ~ 2016

지하수수위
전기전도도1
전기전도도2
수온1
수온2

| 관측소 | 평균 | 최대 | 최소 | 표준편차 | 범위 | ¼분위 | 중앙 | ¾분위 |
|-------------|--------------|---------------|---------------|--------------|---------------|-------------|-------------|--------------|
| [총계] | 53.14 | 552.15 | -59.86 | 96.23 | 612.01 | 1.22 | 5.33 | 72.97 |
| 가인1 | 0.53 | 0.76 | 0.35 | 0.07 | 0.42 | 0.48 | 0.52 | 0.57 |
| 가인2 | 1.52 | 1.93 | 1.32 | 0.11 | 0.61 | 1.44 | 1.5 | 1.55 |
| 가평1 | 114.15 | 115.24 | 111.53 | 0.8 | 3.72 | 113.86 | 114.35 | 114.74 |
| 가평2 | 75.45 | 75.99 | 75.12 | 0.2 | 0.86 | 75.28 | 75.48 | 75.6 |
| 갈문1 | 1.13 | 1.9 | -1.6 | 0.79 | 3.5 | 1.1 | 1.32 | 1.66 |
| 갈화1 | 0.88 | 1.42 | 0.36 | 0.23 | 1.06 | 0.72 | 0.9 | 1.03 |
| 갈화2-2 | 1.25 | 1.53 | 0.98 | 0.09 | 0.54 | 1.19 | 1.27 | 1.31 |
| 감정1 | 1.13 | 2.02 | 0.7 | 0.26 | 1.32 | 0.93 | 1.11 | 1.25 |
| 감정2 | -1.69 | -0.91 | -2.38 | 0.28 | 1.47 | -1.86 | -1.71 | -1.51 |
| 감천1 | 147.31 | 150.61 | 145.85 | 2.05 | 4.76 | 145.9 | 145.99 | 150.31 |
| 감포1 | 9.17 | 9.76 | 8.84 | 0.22 | 0.92 | 9 | 9.14 | 9.29 |
| 감포2 | 9.25 | 9.87 | 8.64 | 0.31 | 1.24 | 9.01 | 9.21 | 9.49 |
| 강구1 | 3.82 | 3.95 | 3.59 | 0.12 | 0.37 | 3.74 | 3.87 | 3.91 |
| 강릉1 | 60.74 | 62.93 | 59.72 | 0.87 | 3.22 | 59.84 | 60.63 | 61.41 |
| 강릉2 | 0.38 | 0.86 | 0.21 | 0.12 | 0.65 | 0.27 | 0.37 | 0.46 |
| 강릉3 | 20.2 | 21.6 | 19.47 | 0.57 | 2.14 | 19.63 | 20.2 | 20.69 |

④ 종합리포트 화면 : 권역별 관측결과 및 세부현황을 종합하여 표출합니다

종합리포트



지하수관측망시스템

관측자료 조회 관측망관리 실시간 모니터링

Login sitemap

홈 > 관측자료 조회 > 종합리포트

종합리포트

= 시도 선택 =

= 시군구 선택 =

○ 검색 결과

검색해줄새요

관측소

종합리포트 구분 : 전체 농촌지하수 해수침투

2016년 08월 ※ 판단결과 범례 : A=관심, B=주의, C=경계, D=심각

> 관심

지하수수위 전기전도도

| 관측소명 | 분석결과 | 예상변화추이 (EL.m) | 판단결과 | 추세 분석결과 |
|------|--------------------------|---------------|------|---------|
| 송뇌1 | $y=0.000125x+-2.242784$ | 0.05 | A | 그래프 보기 |
| 송뇌3 | $y=-0.000216x+0.352632$ | -0.08 | A | 그래프 보기 |
| 효지1 | $y=0.000443x+7.824195$ | 0.16 | A | 그래프 보기 |
| 감정2 | $y=-0.000045x+-1.809784$ | -0.02 | A | 그래프 보기 |
| 신기1 | $y=0.000142x+-1.250820$ | 0.05 | A | 그래프 보기 |
| 신기2 | $y=0.001202x+2.280365$ | 0.44 | A | 그래프 보기 |
| 화홍1 | $y=-0.000059x+-0.323775$ | -0.02 | A | 그래프 보기 |
| 화홍3 | $y=-0.000068x+-1.384658$ | -0.02 | A | 그래프 보기 |
| 갈화1 | $y=0.000133x+0.686668$ | 0.05 | A | 그래프 보기 |
| 가인1 | $y=0.000234x+0.293058$ | 0.09 | A | 그래프 보기 |
| 시방2 | $y=0.000392x+24.584871$ | 0.14 | A | 그래프 보기 |
| 사등1 | $y=0.025075x+-7.550531$ | 9.15 | A | 그래프 보기 |
| 정도1 | $y=-0.000056x+1.627363$ | -0.02 | A | 그래프 보기 |
| 시흥1 | $y=0.000552x+4.467162$ | 0.20 | A | 그래프 보기 |
| 상방1 | $y=-0.000089x+2.344783$ | -0.03 | A | 그래프 보기 |
| 고금1 | $y=0.000143x+-1.065858$ | 0.05 | A | 그래프 보기 |
| 고금2 | $y=0.000071x+-0.644627$ | 0.03 | A | 그래프 보기 |
| 나리1 | $y=0.000125x+-0.121747$ | 0.05 | A | 그래프 보기 |



지하수관측망시스템

관측자료 조회 관측망관리 실시간 모니터링

Login sitemap

홈 > 관측자료 조회 > 종합리포트

종합리포트

= 시도 선택 =

= 시군구 선택 =

○ 검색 결과

검색해줄새요

관측소

종합리포트 구분 : 전체 농촌지하수 해수침투

2016년 08월 ※ 판단결과 범례 : A=관심, B=주의, C=경계, D=심각

> 관심

지하수수위 전기전도도

| 관측소명 | 분석결과 | 예상변화추이 (EL.m) | 판단결과 | 추세 분석결과 |
|------|-------------------------|---------------|------|---------|
| 송뇌1 | $y=0.000125x+-2.242784$ | 0.05 | A | 그래프 보기 |

송뇌1 수위 정상 추세분석결과

◆ 지하수수위 — 선형추세($y=0.000125x+-2.242784, 0.05EL.m/year$)

부록 VII

농업용 공공관정 일제조사표

농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

| 구 분 | 내 용 | | |
|------------|---|---------------|---------------|
| 지 구 명 | 해황지구 (일련번호: WHAE42520180010) / 허가신고번호 : | | |
| 위 치 | 전라남도 해남군 황산면 연호리 599-1 번지 (위도: 34° 36' 1.99" , 경도: 126° 28' 50.67") | | |
| 채 수 량 | 247 m ³ /day | | |
| 제 원 | 가) 구 경 : 250 mm | 나) 심 도 : 60 m | |
| 수중모터펌프 | 가) 마 력 : 5.0 HP | 나) 설치심도 : m | |
| | 다) 토출관구경 : 50 mm | | |
| 개발년도(연장허가) | 년 월 일 | | |
| 점검자 소속 | 한국농어촌공사 전남지역본부 | 점검일자 | 2018년 06월 21일 |

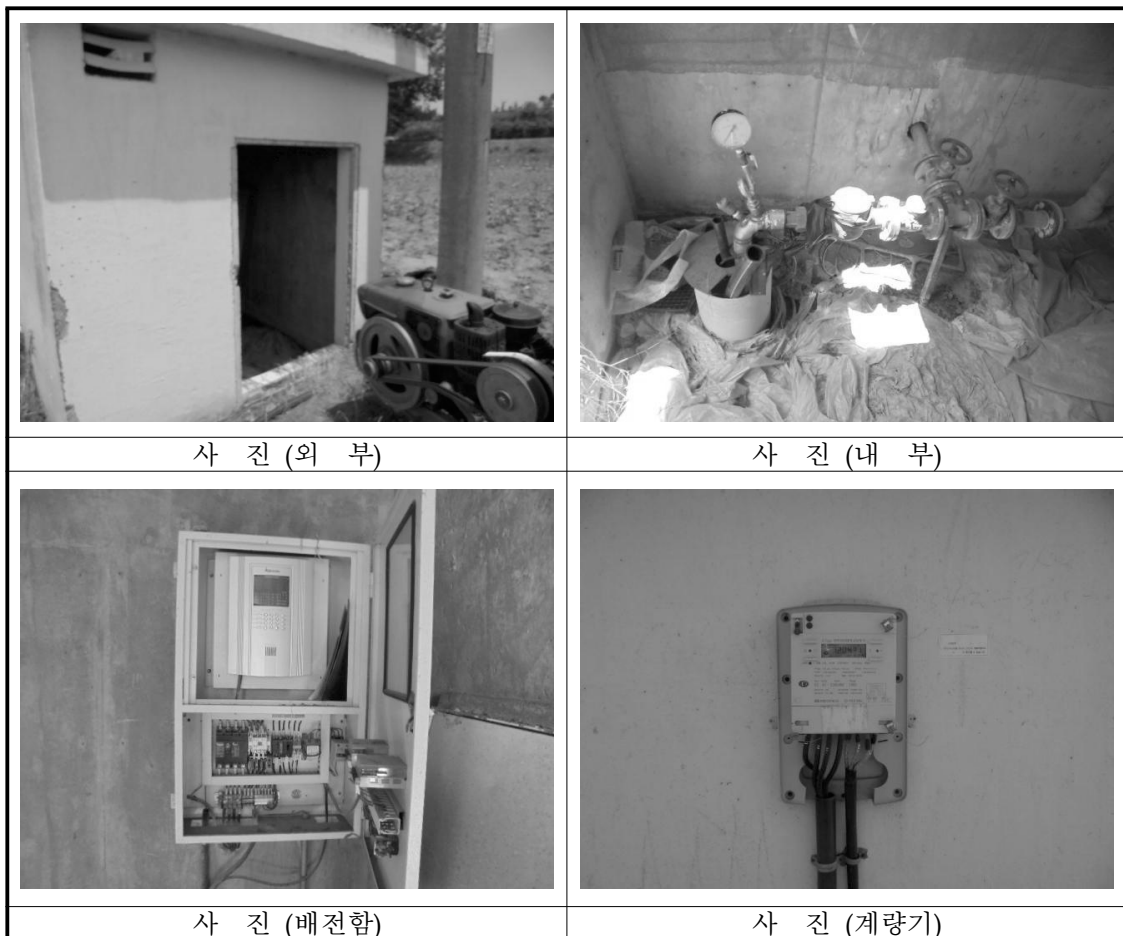
나. 세부점검내역

| 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 | 6.10 |
| | | | | 양 수 량 | 양수량의 적정여부 |
| | | | | 이 물 질 배출여부 | 양호 |
| | | 양수장 및 보호공 | 균 열 | 균열, 백태, 박리, 파손여부 | 불량 |
| | | | | 누 수 | 위치, 누수원인, 누수여부 |
| | | | | 침 하 | 침하부위, 원인 및 정도 |
| | | 오염방지 시설 | 덮개파손 | 파손 및 시건장치 유무 | 불량 |
| | | | | 녹발생 및 부식정도 | 보통 |
| | | 측 정 장 치 | 유 량 계 | 작동유무 및 파손여부 | 양호 |
| | | | | 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 | 양수장불량, 상부보호공 파손, 양수장출입문 | | |
| 대책 | 양수장보수, 상부보호공 보수, 양수장출입문 교체 | | |
| 추정소요사업비 (공종별) | 공종(항목) | 처리내역 | 처리비용 |
| | 양수장 | 양수장보수 | 4,500천원 |
| | 상부보호공 | 덮개교체 | 150천원 |
| | 양수장출입문 | 양수장출입문 교체 | 200천원 |
| | | | |
| | | | |
| | 계 | | 4,850천원 |

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

| 구 분 | 내 용 | | |
|------------|---|----------------|---------------|
| 지 구 명 | 해황지구 (일련번호: WHAE42520180043) / 허가신고번호 : | | |
| 위 치 | 전라남도 해남군 황산면 관춘리 158-14 번지 (위도: 34° 35' 58.65" , 경도: 126° 23' 51.93") | | |
| 채 수 량 | 150 m ³ /day | | |
| 제 원 | 가) 구 경 : 250 mm | 나) 심 도 : 100 m | |
| 수중모터펌프 | 가) 마 력 : 7.0 HP | 나) 설치심도 : m | |
| | 다) 토출관구경 : 40 mm | | |
| 개발년도(연장허가) | 년 월 일 | | |
| 점검자 소속 | 한국농어촌공사 전남지역본부 | 점검일자 | 2018년 06월 12일 |

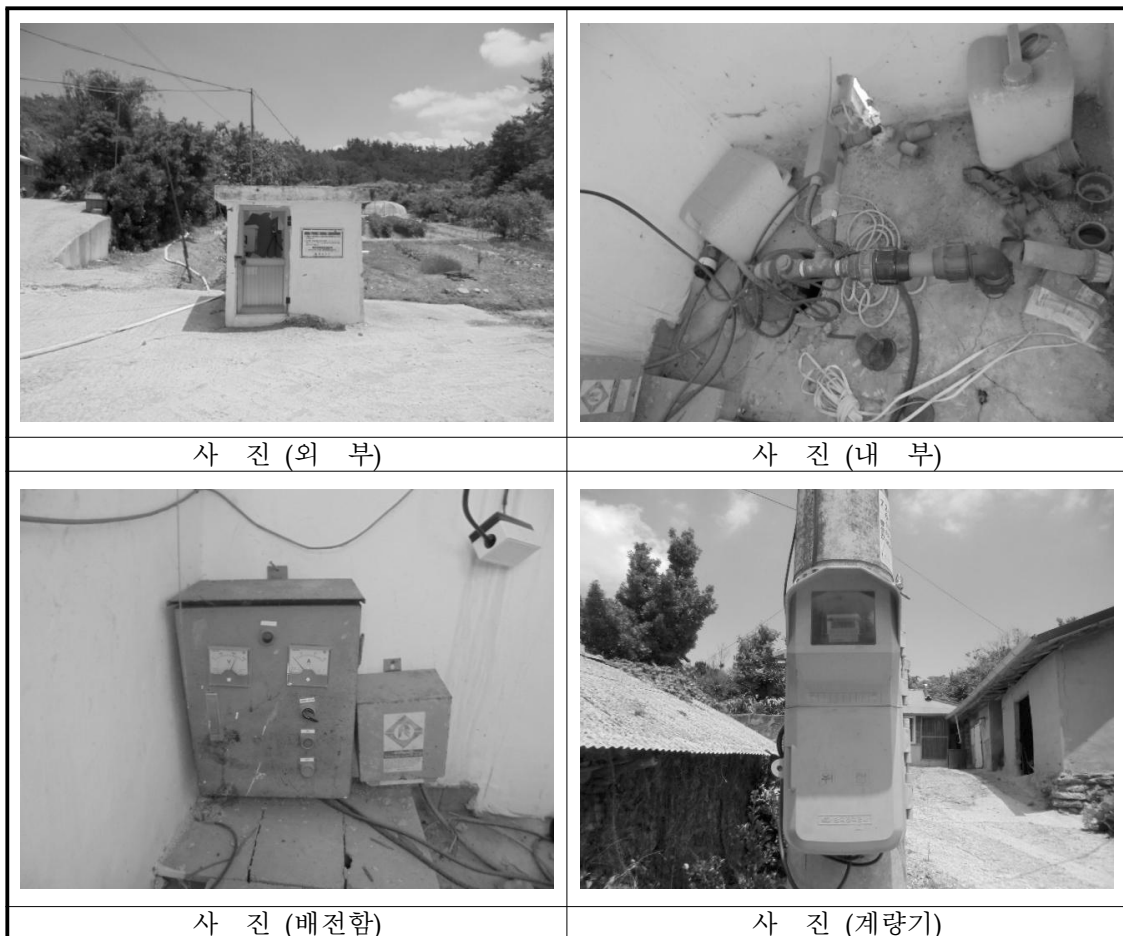
나. 세부점검내역

| 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 | 5.20 | |
| | | | | 양 수 량 | 양수량의 적정여부 | 적정 |
| | | | | 이 물 질 배출여부 | 이물질, 오염물질배출여부 | 양호 |
| | | 양수장 및 보호공 | 균 열 | 균열, 백태, 박리, 파손여부 | 불량 | |
| | | | | 누 수 | 위치, 누수원인, 누수여부 | 불량 |
| | | | | 침 하 | 침하부위, 원인 및 정도 | 불량 |
| | | 오염방지 시 설 | 덮개파손 | 파손 및 시건장치 유무 | 보통 | |
| | | | | 녹발생 및 부식정도 | 보통 | |
| | | 측 정 장 치 | 유 량 계 | 작동유무 및 파손여부 | 미설치 | |
| | | | | 출수장치 | 출수장치의 파손여부 | 보통 |
| | | | | 수위측정관 | 수위측정관의 관리상태 | 미설치 |
| | | 기 계 | 기 계 시 설 | 수 중 펌 프 | 작동상태 | 작동여부, 진동 및 경음상태 |
| 용 량 | 이용량 대비 용량의 적정성 | | | | 보통 | |
| 전 기 | 전 기 시 설 | 배전함 및 전기설비 | 외 형 | 누유상태, 계측기기 작동 | 보통 | |
| | | | 설 치 | 위치의 적정성, 설치상태 | 보통 | |
| | | | 동 작 | 진동상태, 계기류 작동 | 보통 | |

다. 점검결과

| | | | |
|--------------------|----------------------|---------|---------|
| 문제점 | 양수장불량, 유량계/수위측정관 미설치 | | |
| 대 책 | 양수장보수, 유량계/수위측정관 설치 | | |
| 추정소요사업비 (공 종 별) | 공 종 (항 목) | 처 리 내 역 | 처 리 비 용 |
| | 양수장 | 양수장보수 | 4,500천원 |
| | 유량계 | 유량계설치 | 250천원 |
| | 수위측정관 | 수위측정관설치 | 167천원 |
| | | | |
| | | | |
| | 계 | | 4,917천원 |

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

| 구 분 | 내 용 | | |
|------------|--|----------------|---------------|
| 지 구 명 | 해황지구 (일련번호: WHAE42520180044) / 허가신고번호 : | | |
| 위 치 | 전라남도 해남군 황산면 연당리 산27 번지 (위도: 34° 35' 13.77" , 경도: 126° 24' 46.82") | | |
| 채 수 량 | 250 m ³ /day | | |
| 제 원 | 가) 구 경 : 250 mm | 나) 심 도 : 150 m | |
| 수중모터펌프 | 가) 마 력 : 7.0 HP | 나) 설치심도 : m | |
| | 다) 토출관구경 : 50 mm | | |
| 개발년도(연장허가) | 년 월 일 | | |
| 점검자 소속 | 한국농어촌공사 전남지역본부 | 점검일자 | 2018년 06월 13일 |

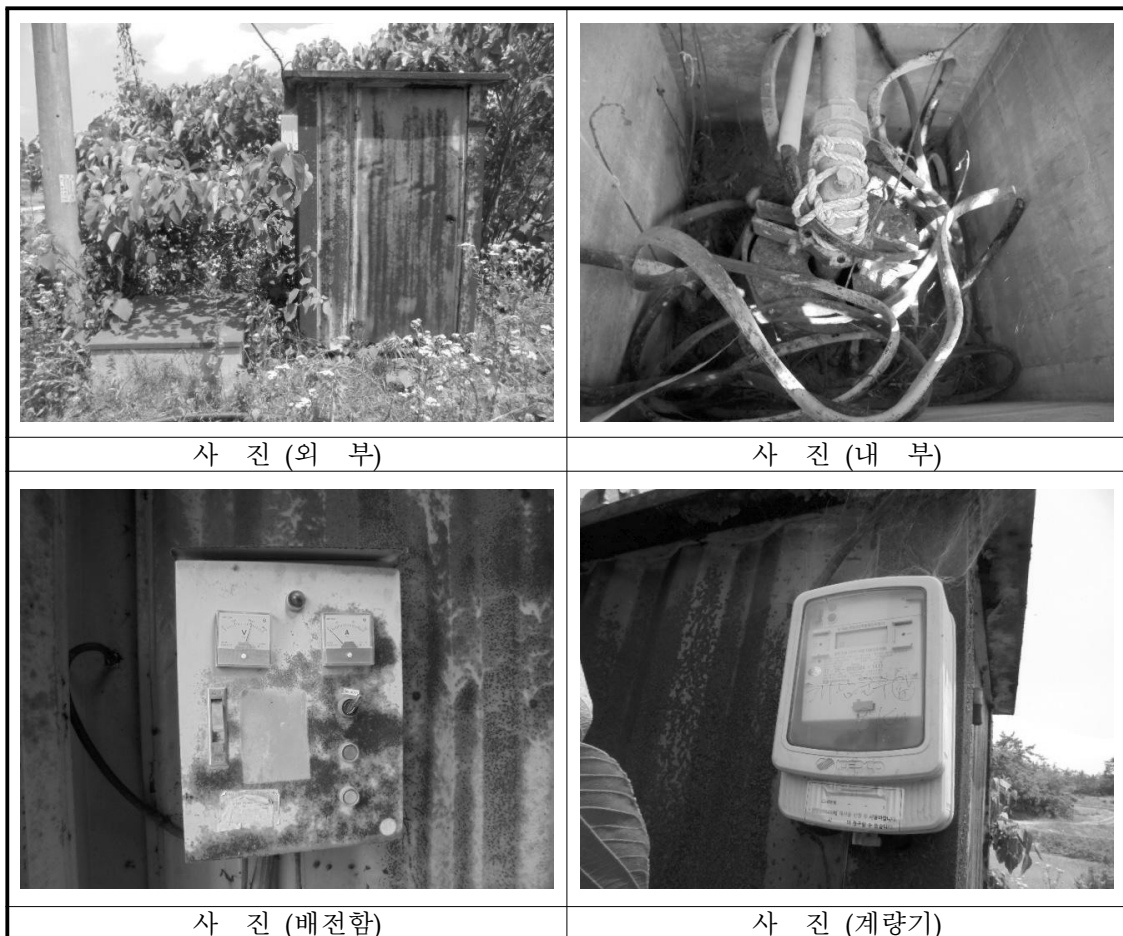
나. 세부점검내역

| 분야별 | 구 분 | 점 검 항목 | 점검사항 | 점 검 내 용 | 점 검 결 과 |
|-----------------|----------------|------------------|---------|------------------|----------------|
| 지 질 / 수 질 | 관 정 | 수 질 | 수질검사 | 검사일 | — |
| | | | | 농업용 수질기준 | — |
| | | | | 부적합 항목 | — |
| | | 관 정 | 자연수위 | 자연수위 측정 | 3.80 |
| | | | | 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 시 설 | 덮개파손 | 파손 및 시건장치 유무 | 보통 |
| | | | | 녹발생 및 부식정도 | 불량 |
| | | 측 정 장 치 | 유 량 계 | 작동유무 및 파손여부 | 미설치 |
| | | | | 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 덮개부식, 유량계/수위측정관 미설치, 배전함 | | |
| 대 책 | 상부보호공 덮개교체, 유량계/수위측정관 설치, 배전함교체 | | |
| 추정소요사업비 (공 종 별) | 공 종 (항 목) | 처 리 내 역 | 처 리 비 용 |
| | 상부보호공 | 덮개교체 | 150천원 |
| | 유량계 | 유량계설치 | 250천원 |
| | 수위측정관 | 수위측정관설치 | 167천원 |
| | 배전함 | 배전함교체 | 200천원 |
| | | | |
| | 계 | | 767천원 |

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

| 구 분 | 내 용 | | |
|------------|--|------|---------------|
| 지 구 명 | 해황지구 (일련번호: WHAE42520180045) / 허가신고번호 : | | |
| 위 치 | 전라남도 해남군 황산면 송호리 695 번지 (위도: 34° 35' 15.70" , 경도: 126° 27' 30.74") | | |
| 채 수 량 | 150 m ³ /day | | |
| 제 원 | 가) 구 경 : 200 mm 나) 심 도 : 150 m | | |
| 수중모터펌프 | 가) 마 력 : 5.0 HP 나) 설치심도 : m 다) 토출관구경 : 32 mm | | |
| 개발년도(연장허가) | 년 월 일 | | |
| 점검자 소속 | 한국농어촌공사 전남지역본부 | 점검일자 | 2018년 06월 20일 |

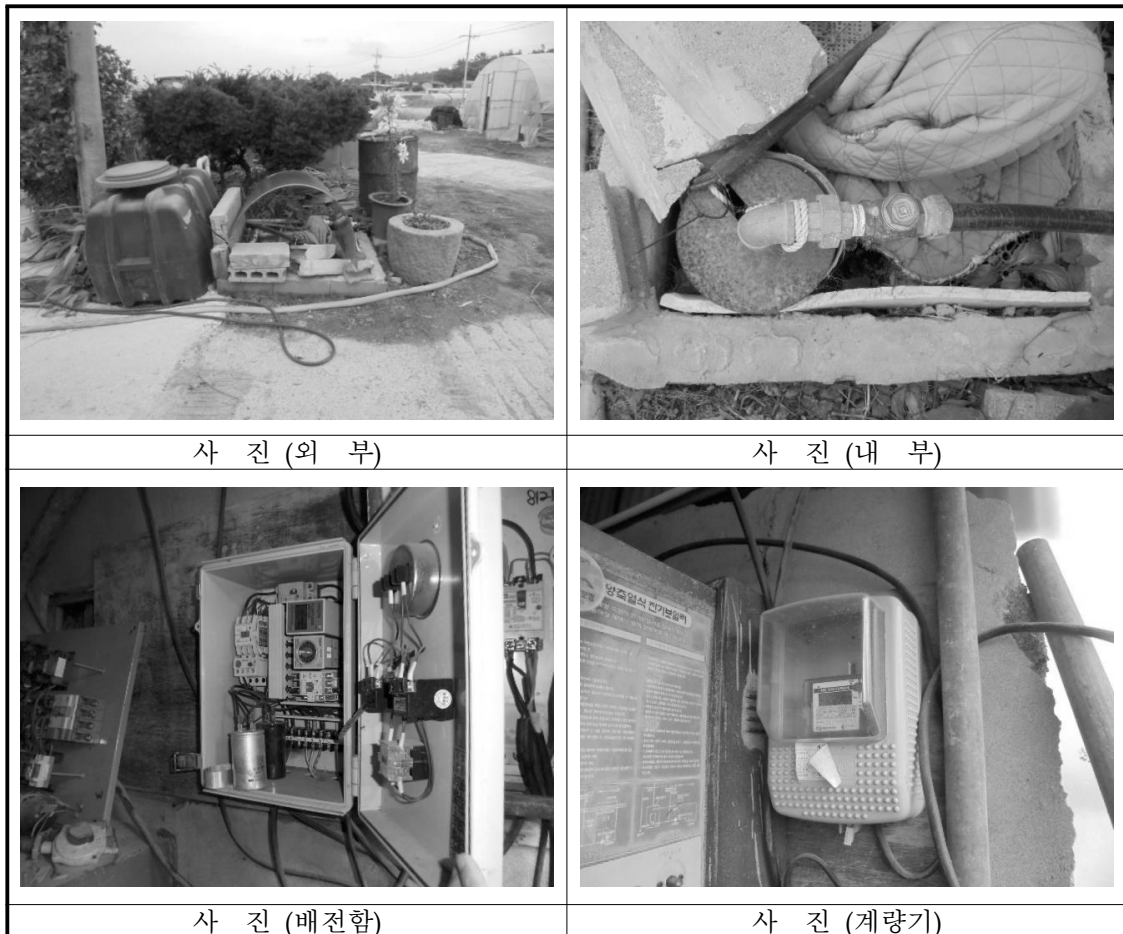
나. 세부점검내역

| 분야별 | 구 분 | 점 검 항목 | 점검사항 | 점 검 내 용 | 점 검 결 과 | |
|-----------|--------|------------|-------|------------------|----------------|-----|
| 지 질 / 수 질 | 관 정 | 수 질 | 수질검사 | 검사일 | — | |
| | | | | 농업용 수질기준 | — | |
| | | | | 부적합 항목 | — | |
| | | 관 정 | 자연수위 | 자연수위 측정 | 3.90 | |
| | | | | 양 수 량 | 양수량의 적정여부 | 적정 |
| | | | | 이 물 질 배출여부 | 이물질, 오염물질배출여부 | 양호 |
| | | 양수장 및 보호공 | 균 열 | 균열, 백태, 박리, 파손여부 | 불량 | |
| | | | | 누 수 | 위치, 누수원인, 누수여부 | 불량 |
| | | | | 침 하 | 침하부위, 원인 및 정도 | 불량 |
| | | 오염방지 시설 | 덮개파손 | 파손 및 시건장치 유무 | 불량 | |
| | | | | 녹발생 및 부식정도 | 불량 | |
| | | 측 정 장 치 | 유 량 계 | 작동유무 및 파손여부 | 미설치 | |
| | | | | 출수장치 | 출수장치의 파손여부 | 보통 |
| | | | | 수위측정관 | 수위측정관의 관리상태 | 미설치 |
| 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 | 양수장파손, 상부보호공, 유량계/수위측정관 미설치 | | |
| 대책 | 양수장보수, 상부보호공 덮개교체, 유량계/수위측정관 설치 | | |
| 추정소요사업비 (공종별) | 공종(항목) | 처리내역 | 처리비용 |
| | 양수장 | 양수장보수 | 4,500천원 |
| | 상부보호공 | 덮개교체 | 150천원 |
| | 유량계 | 유량계설치 | 250천원 |
| | 수위측정관 | 수위측정관설치 | 167천원 |
| | | | |
| | 계 | | 5,067천원 |

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

| 구 분 | 내 용 | | |
|------------|--|----------------|---------------|
| 지 구 명 | 해황지구 (일련번호: WHAE42520180046) / 허가신고번호 : | | |
| 위 치 | 전라남도 해남군 황산면 연당리 391-6 번지 (위도: 34° 34' 30.12" , 경도: 126° 24' 37.90") | | |
| 채 수 량 | 300 m ³ /day | | |
| 제 원 | 가) 구 경 : 250 mm | 나) 심 도 : 150 m | |
| 수중모터펌프 | 가) 마 력 : 5.0 HP | 나) 설치심도 : m | |
| | 다) 토출관구경 : 40 mm | | |
| 개발년도(연장허가) | 년 월 일 | | |
| 점검자 소속 | 한국농어촌공사 전남지역본부 | 점검일자 | 2018년 06월 13일 |

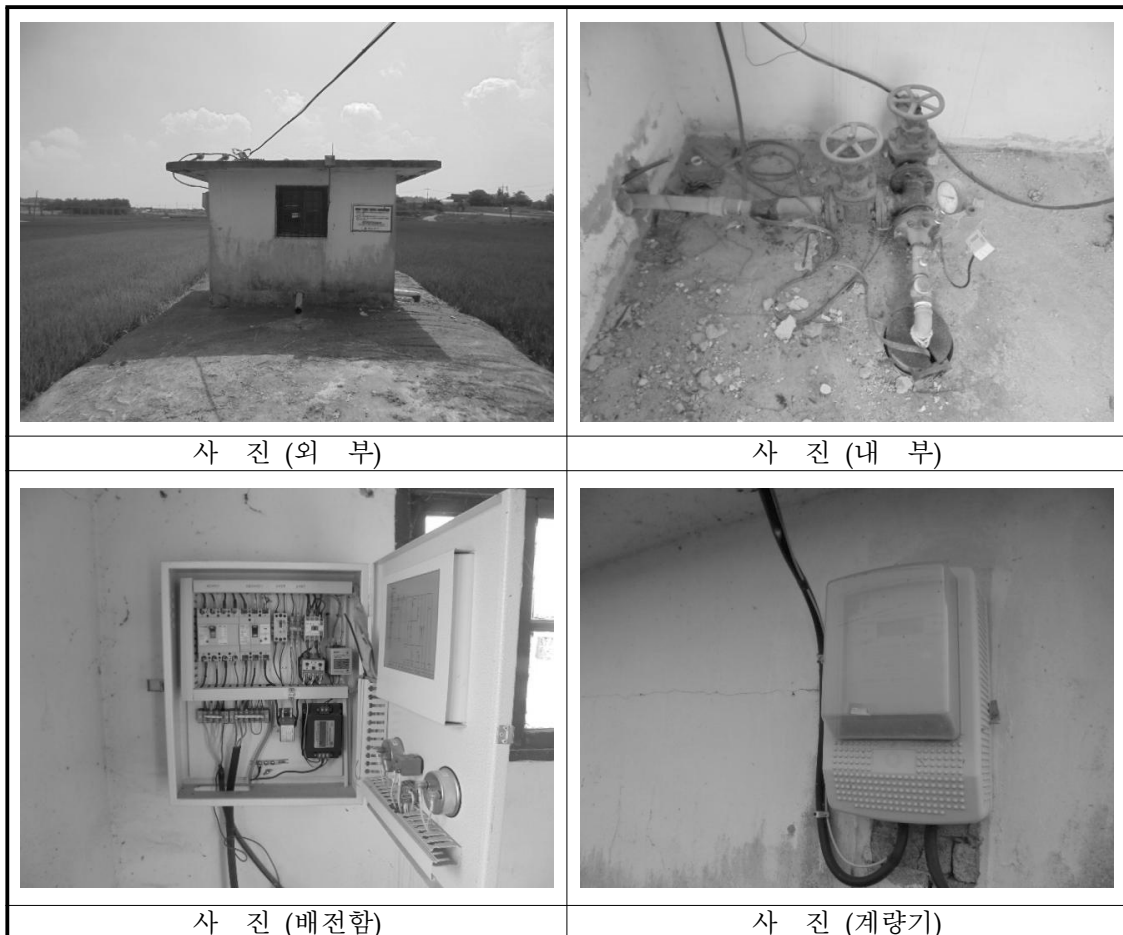
나. 세부점검내역

| 분야별 | 구 분 | 점 검 항목 | 점검사항 | 점 검 내 용 | 점 검 결 과 |
|-----------|----------------|------------|---------|------------------|----------------|
| 지 질 / 수 질 | 관 정 | 수 질 | 수질검사 | 검사일 | — |
| | | | | 농업용 수질기준 | — |
| | | | | 부적합 항목 | — |
| | | 관 정 | 자연수위 | 자연수위 측정 | 3.10 |
| | | | | 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 시설 | 덮개파손 | 파손 및 시건장치 유무 | 양호 |
| | | | | 녹발생 및 부식정도 | 양호 |
| | | 측 정 장 치 | 유 량 계 | 작동유무 및 파손여부 | 미설치 |
| | | | | 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 | 유량계/수위측정관 미설치 | | |
| 대 책 | 유량계/수위측정관 설치 | | |
| 추정소요사업비 (공 종 별) | 공 종 (항 목) | 처 리 내 역 | 처 리 비 용 |
| | 유량계 | 유량계설치 | 250천원 |
| | 수위측정관 | 수위측정관설치 | 167천원 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | 계 | | 417천원 |

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

| 구 분 | 내 용 | | |
|------------|---|----------------|---------------|
| 지 구 명 | 해황지구 (일련번호: WHAE42520180047) / 허가신고번호 : | | |
| 위 치 | 전라남도 해남군 황산면 연호리 50-1 번지 (위도: 34° 35' 46.31" , 경도: 126° 30' 19.88") | | |
| 채 수 량 | 350 m ³ /day | | |
| 제 원 | 가) 구 경 : 250 mm | 나) 심 도 : 200 m | |
| 수중모터펌프 | 가) 마 력 : 5.0 HP | 나) 설치심도 : m | |
| | 다) 토출관구경 : 32 mm | | |
| 개발년도(연장허가) | 년 월 일 | | |
| 점검자 소속 | 한국농어촌공사 전남지역본부 | 점검일자 | 2018년 06월 22일 |

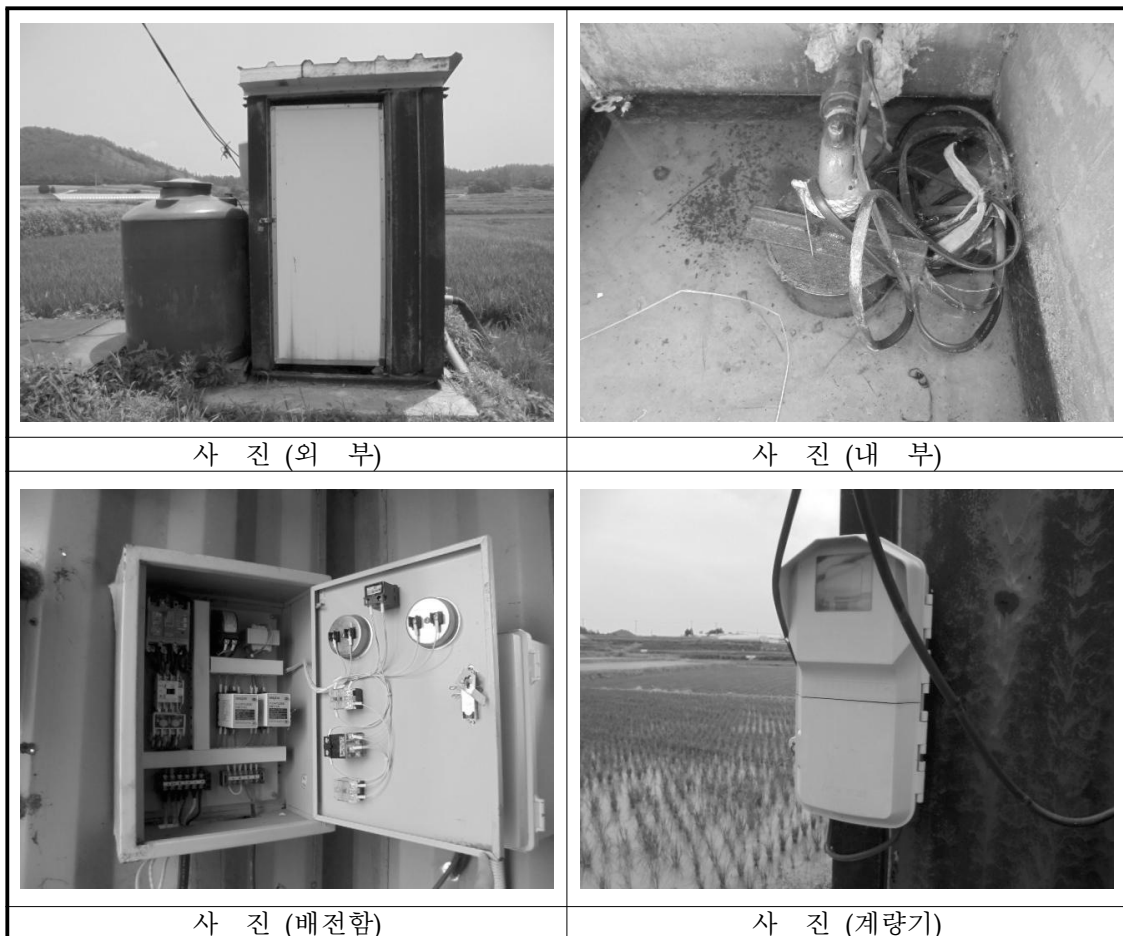
나. 세부점검내역

| 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 | 3.80 | |
| | | | | 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 | 불량 |
| | | | | 침 하 | 침하부위, 원인 및 정도 | 보통 |
| | | 오염방지 시설 | 덮개파손 | 파손 및 시건장치 유무 | 불량 | |
| | | | | 녹발생 및 부식정도 | 불량 | |
| | | 측 정 장 치 | 유 량 계 | 작동유무 및 파손여부 | 보통 | |
| | | | | 출수장치 | 출수장치의 파손여부 | 보통 |
| | | | | 수위측정관 | 수위측정관의 관리상태 | 미설치 |
| | | 기 계 | 기 계 시설 | 수 중 펌 프 | 작동상태 | 작동여부, 진동 및 경음상태 |
| 용 량 | 이용량 대비 용량의 적정성 | | | | 양호 | |
| 전 기 | 전 기 시설 | 배전함 및 전기설비 | 외 형 | 누유상태, 계측기기 작동 | 양호 | |
| | | | 설 치 | 위치의 적정성, 설치상태 | 양호 | |
| | | | 동 작 | 진동상태, 계기류 작동 | 양호 | |

다. 점검결과

| | | | |
|--------------------|-----------------------------|---------|---------|
| 문제점 | 양수장부식, 상부보호공부식, 수위측정관 미설치 | | |
| 대 책 | 양수장보수, 상부보호공 덮개교체, 수위측정관 설치 | | |
| 추정소요사업비 (공 종 별) | 공 종 (항 목) | 처 리 내 역 | 처 리 비 용 |
| | 양수장 | 양수장보수 | 4,500천원 |
| | 상부보호공 | 덮개교체 | 150천원 |
| | 수위측정관 | 수위측정관설치 | 167천원 |
| | | | |
| | | | |
| | 계 | | 4,817천원 |

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

| 구 분 | 내 용 | | |
|------------|---|----------------|---------------|
| 지 구 명 | 해황지구 (일련번호: WHAE42520180048) / 허가신고번호 : | | |
| 위 치 | 전라남도 해남군 황산면 연호리 1364 번지 (위도: 34° 36'1.73" , 경도: 126° 30' 42.85") | | |
| 채 수 량 | 240 m ³ /day | | |
| 제 원 | 가) 구 경 : 250 mm | 나) 심 도 : 150 m | |
| 수중모터펌프 | 가) 마 력 : 5.0 HP | 나) 설치심도 : m | |
| | 다) 토출관구경 : 40 mm | | |
| 개발년도(연장허가) | 년 월 일 | | |
| 점검자 소속 | 한국농어촌공사 전남지역본부 | 점검일자 | 2018년 06월 22일 |

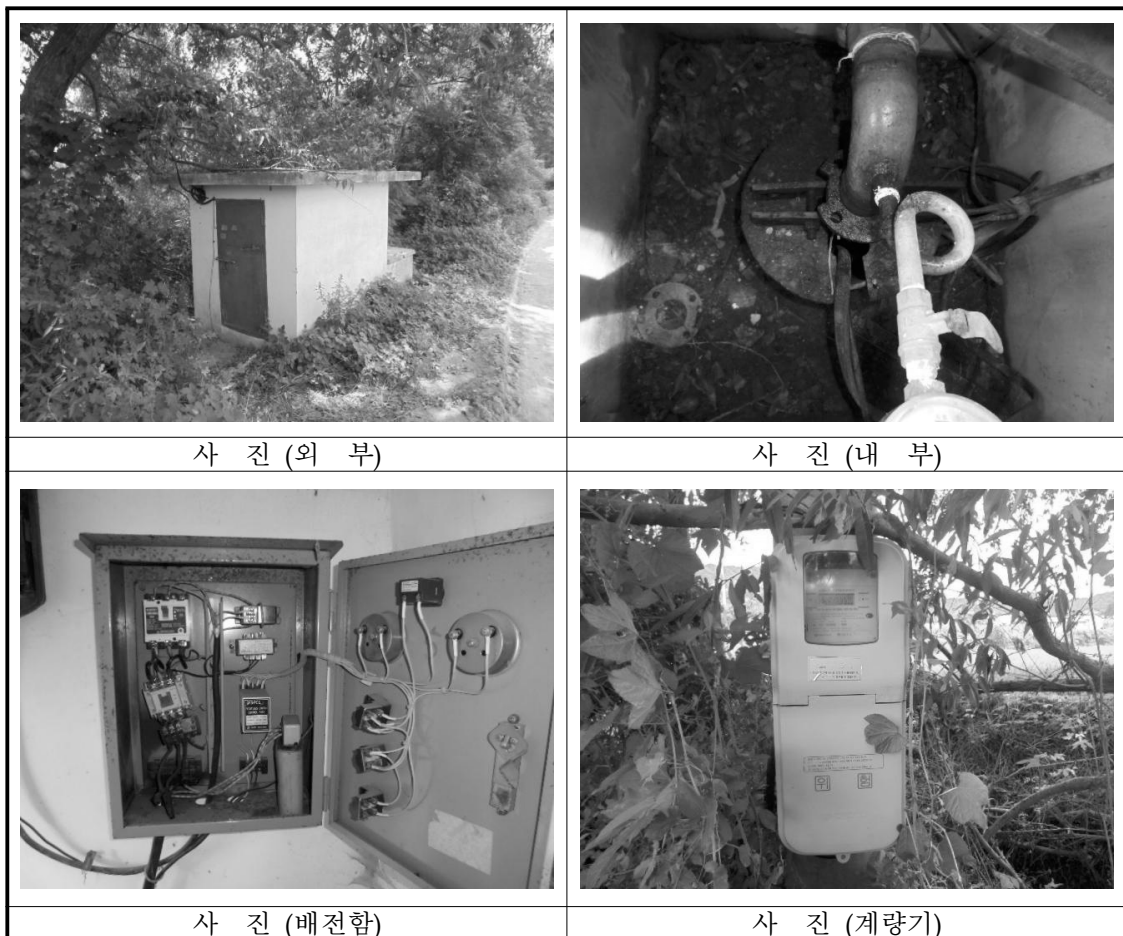
나. 세부점검내역

| 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 | 4.20 | |
| | | | | 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 시 설 | 덮개파손 | 파손 및 시건장치 유무 | 보통 | |
| | | | | 녹발생 및 부식정도 | 보통 | |
| | | 측 정 장 치 | 유 량 계 | 작동유무 및 파손여부 | 보통 | |
| | | | | 출수장치 | 출수장치의 파손여부 | 보통 |
| 수위측정관 | 수위측정관의 관리상태 | | | 미설치 | | |
| 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 | 보통 | |
| | | | 설 치 | 위치의 적정성, 설치상태 | 보통 | |
| | | | 동 작 | 진동상태, 계기류 작동 | 불량 | |

다. 점검결과

| | | | |
|--------------------|-----------|---------|---------|
| 문제점 | 수위측정관 미설치 | | |
| 대 책 | 수위측정관 설치 | | |
| 추정소요사업비 (공 종 별) | 공 종 (항 목) | 처 리 내 역 | 처 리 비 용 |
| | 수위측정관 | 수위측정관설치 | 167천원 |
| | 배전함 | 배전함교체 | 200천원 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | 계 | | 367천원 |

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

| 구 분 | 내 용 | | |
|------------|--|-----------|---------------|
| 지 구 명 | 해황지구 (일련번호: WHAE42520180049) / 허가신고번호 : | | |
| 위 치 | 전라남도 해남군 황산면 일신리 636-5 번지 (위도: 34° 35' 42.03" , 경도: 126° 31' 16.35") | | |
| 채 수 량 | 200 m ³ /day | | |
| 제 원 | 가) 구 경 : 200 mm | 나) 심 도 : | 120 m |
| 수중모터펌프 | 가) 마 력 : 7.5 HP | 나) 설치심도 : | m |
| | 다) 토출관구경 : | 50 mm | |
| 개발년도(연장허가) | 년 월 일 | | |
| 점검자 소속 | 한국농어촌공사 전남지역본부 | 점검일자 | 2018년 06월 07일 |

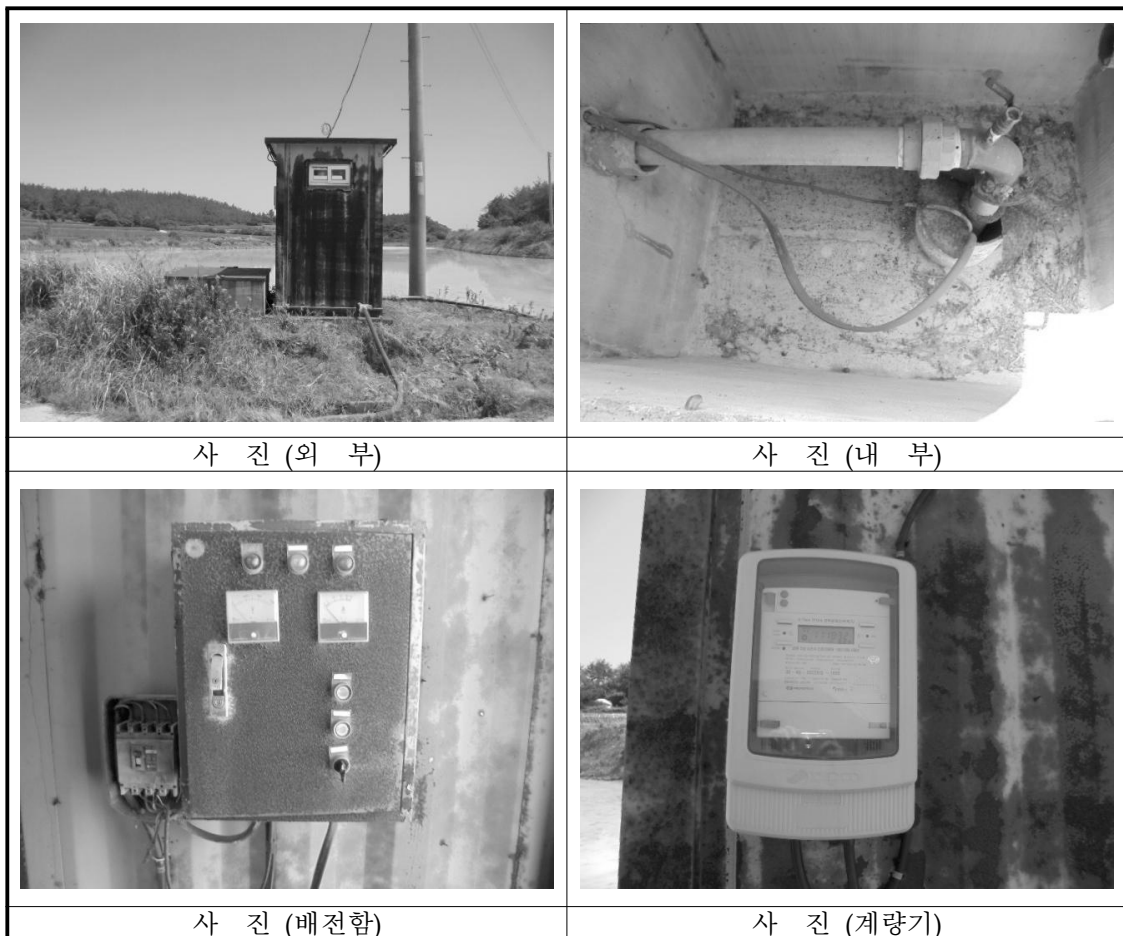
나. 세부점검내역

| 분야별 | 구 분 | 점 검 항목 | 점검사항 | 점 검 내 용 | 점 검 결 과 |
|-----------|----------------|------------|--------|------------------|----------------|
| 지 질 / 수 질 | 관 정 | 수 질 | 수질검사 | 검사일 | — |
| | | | | 농업용 수질기준 | — |
| | | | | 부적합 항목 | — |
| | | 관 정 | 자연수위 | 자연수위 측정 | 조사불가 |
| | | | | 양 수 량 | 양수량의 적정여부 |
| | | | | 이 물 질 배출여부 | 양호 |
| | | 양수장 및 보호공 | 균 열 | 균열, 백태, 박리, 파손여부 | 불량 |
| | | | | 누 수 | 위치, 누수원인, 누수여부 |
| | | | | 침 하 | 침하부위, 원인 및 정도 |
| | | 오염방지 시설 | 덮개파손 | 파손 및 시건장치 유무 | 보통 |
| | | | | 녹발생 및 부식정도 | 불량 |
| | | 측 정 장 치 | 유 량 계 | 작동유무 및 파손여부 | 보통 |
| | | | | 출수장치 | 출수장치의 파손여부 |
| | | | | 수위측정관 | 수위측정관의 관리상태 |
| | | 기 계 | 기 계 시설 | 수 중 펌 프 | 작동상태 |
| 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 | 양수장부식, 상부보호공부식, 수위측정관 미설치, 배전함 노후 | | |
| 대 책 | 양수장보수, 상부보호공 덮개교체, 수위측정관 설치, 배전함 교체 | | |
| 추정소요사업비 (공 종 별) | 공 종 (항 목) | 처 리 내 역 | 처 리 비 용 |
| | 양수장 | 양수장보수 | 4,500천원 |
| | 상부보호공 | 덮개교체 | 150천원 |
| | 수위측정관 | 수위측정관설치 | 167천원 |
| | 배전함 | 배전함교체 | 200천원 |
| | | | |
| | 계 | | 5,017천원 |

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

| 구 분 | 내 용 | | |
|------------|--|----------------|---------------|
| 지 구 명 | 해황지구 (일련번호: WHAE42520180050) / 허가신고번호 : | | |
| 위 치 | 전라남도 해남군 황산면 외입리 1037-1 번지 (위도: 34° 34' 9.34" , 경도: 126° 25' 21.97") | | |
| 채 수 량 | 200 m ³ /day | | |
| 제 원 | 가) 구 경 : 250 mm | 나) 심 도 : 105 m | |
| 수중모터펌프 | 가) 마 력 : 7.0 HP | 나) 설치심도 : m | |
| | 다) 토출관구경 : 40 mm | | |
| 개발년도(연장허가) | 년 월 일 | | |
| 점검자 소속 | 한국농어촌공사 전남지역본부 | 점검일자 | 2018년 06월 13일 |

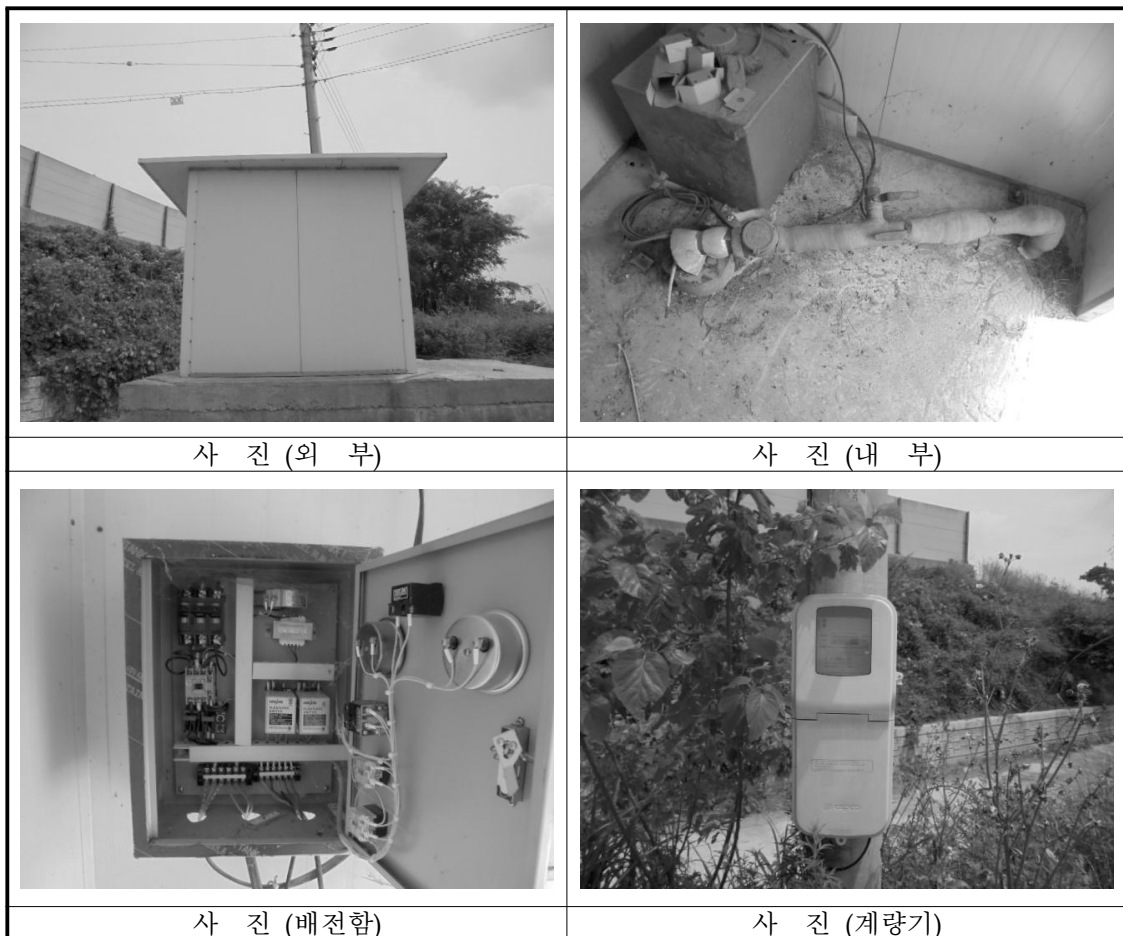
나. 세부점검내역

| 분야별 | 구 분 | 점 검 항목 | 점검사항 | 점 검 내 용 | 점 검 결 과 |
|-----------|----------------|------------|---------|------------------|----------------|
| 지 질 / 수 질 | 관 정 | 수 질 | 수질검사 | 검사일 | — |
| | | | | 농업용 수질기준 | — |
| | | | | 부적합 항목 | — |
| | | 관 정 | 자연수위 | 자연수위 측정 | 8.20 |
| | | | | 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 | 양호 |
| | | 측 정 장 치 | 유 량 계 | 작동유무 및 파손여부 | 양호 |
| | | | | 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 | 수위측정관 미설치 | | |
| 대 책 | 수위측정관 설치 | | |
| 추정소요사업비 (공 종 별) | 공 종 (항 목) | 처 리 내 역 | 처 리 비 용 |
| | 수위측정관 | 수위측정관설치 | 167천원 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | 계 | | 167천원 |

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

| 구 분 | 내 용 | | |
|------------|--|----------------|---------------|
| 지 구 명 | 해황지구 (일련번호: WHAE42520180051) / 허가신고번호 : | | |
| 위 치 | 전라남도 해남군 황산면 남리리 757-2 번지 (위도: 34° 34' 17.98" , 경도: 126° 25' 21.44") | | |
| 채 수 량 | 150 m ³ /day | | |
| 제 원 | 가) 구 경 : 200 mm | 나) 심 도 : 100 m | |
| 수중모터펌프 | 가) 마 력 : 7.5 HP | 나) 설치심도 : m | |
| | 다) 토출관구경 : 32 mm | | |
| 개발년도(연장허가) | 년 월 일 | | |
| 점검자 소속 | 한국농어촌공사 전남지역본부 | 점검일자 | 2018년 06월 08일 |

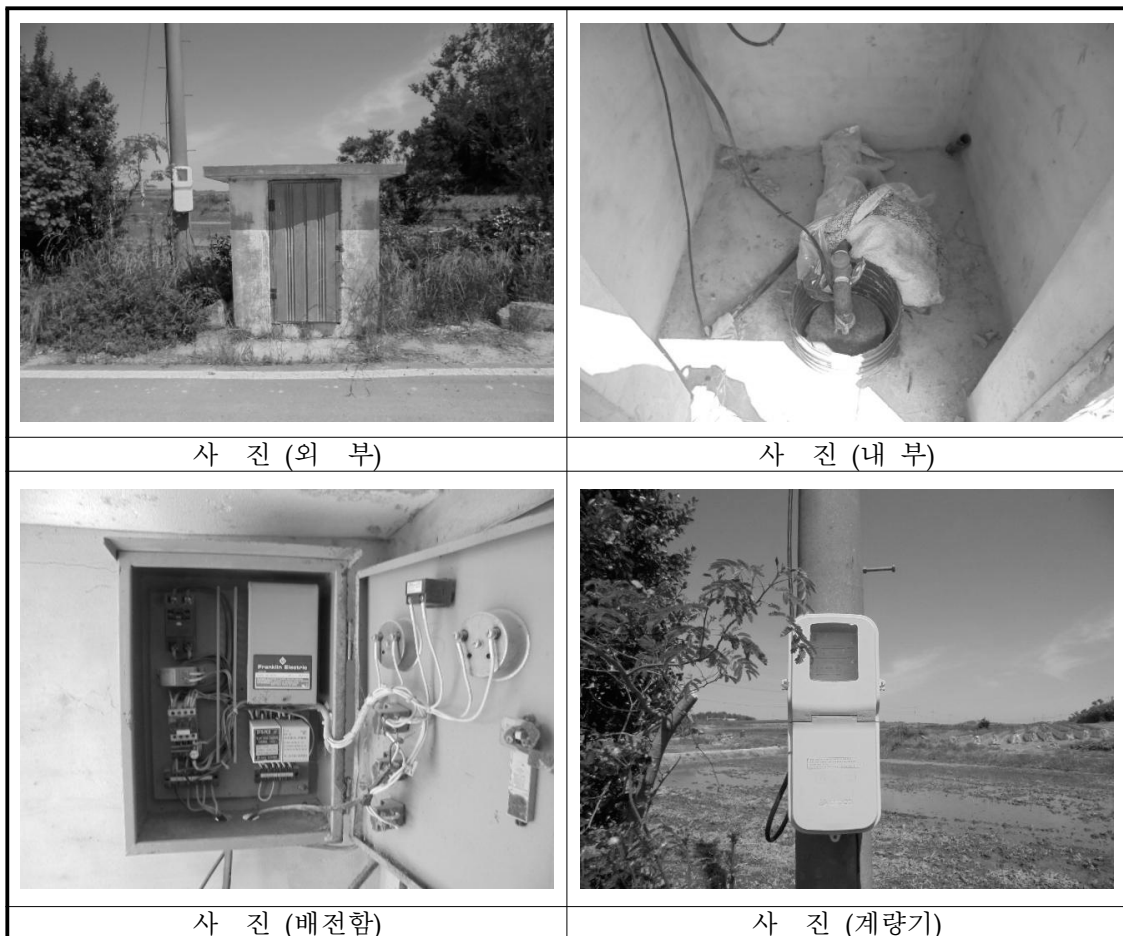
나. 세부점검내역

| 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 |
| | | | | 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 | 보통 |
| | | | | 녹발생 및 부식정도 | 보통 |
| | | 측 정 장 치 | 유 량 계 | 작동유무 및 파손여부 | 미설치 |
| | | | | 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 | 유량계/수위측정관 미설치 | | |
| 대 책 | 유량계/수위측정관 설치 | | |
| 추정소요사업비 (공 종 별) | 공 종 (항 목) | 처 리 내 역 | 처 리 비 용 |
| | 유량계 | 유량계설치 | 250천원 |
| | 수위측정관 | 수위측정관설치 | 167천원 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | 계 | | 417천원 |

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

| 구 분 | 내 용 | | |
|------------|---|---------------|---------------|
| 지 구 명 | 해황지구 (일련번호: WHAE42520180052) / 허가신고번호 : | | |
| 위 치 | 전라남도 해남군 황산면 한자리 498-1 번지 (위도: 34° 32' 58.40" , 경도: 126° 27' 2.46") | | |
| 채 수 량 | 300 m ³ /day | | |
| 제 원 | 가) 구 경 : 250 mm | 나) 심 도 : 70 m | |
| 수중모터펌프 | 가) 마 력 : 7.0 HP | 나) 설치심도 : m | |
| | 다) 토출관구경 : 30 mm | | |
| 개발년도(연장허가) | 년 월 일 | | |
| 점검자 소속 | 한국농어촌공사 전남지역본부 | 점검일자 | 2018년 06월 20일 |

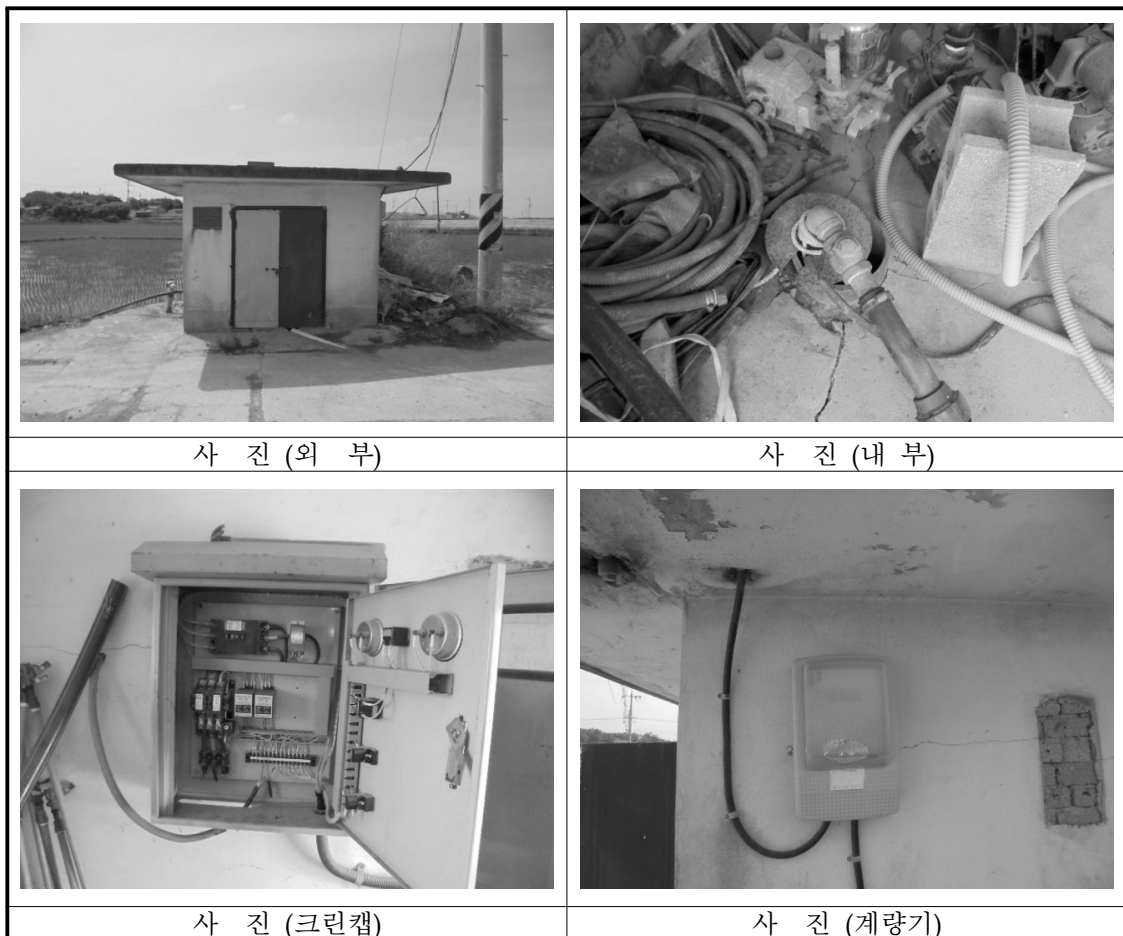
나. 세부점검내역

| 분야별 | 구 분 | 점 검 항목 | 점검사항 | 점 검 내 용 | 점 검 결 과 |
|-----------------|----------------|------------------|---------|------------------|----------------|
| 지 질 / 수 질 | 관 정 | 수 질 | 수질검사 | 검사일 | — |
| | | | | 농업용 수질기준 | — |
| | | | | 부적합 항목 | — |
| | | 관 정 | 자연수위 | 자연수위 측정 | 4.30 |
| | | | | 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 시 설 | 덮개파손 | 파손 및 시건장치 유무 | 보통 |
| | | | | 녹발생 및 부식정도 | 보통 |
| | | 측 정 장 치 | 유 량 계 | 작동유무 및 파손여부 | 미설치 |
| | | | | 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 | 유량계/수위측정관 미설치 | | |
| 대 책 | 유량계/수위측정관 설치 | | |
| 추정소요사업비 (공 종 별) | 공 종 (항 목) | 처 리 내 역 | 처 리 비 용 |
| | 유량계 | 유량계설치 | 250천원 |
| | 수위측정관 | 수위측정관설치 | 167천원 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | 계 | | 417천원 |

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

| 구 분 | 내 용 | | |
|------------|--|----------------|---------------|
| 지 구 명 | 해황지구 (일련번호: WHAE42520180053) / 허가신고번호 : | | |
| 위 치 | 전라남도 해남군 황산면 일신리 643-6 번지 (위도: 34° 35' 35.90" , 경도: 126° 31' 11.39") | | |
| 채 수 량 | 150 m ³ /day | | |
| 제 원 | 가) 구 경 : 250 mm | 나) 심 도 : 100 m | |
| 수중모터펌프 | 가) 마 력 : 5.0 HP | 나) 설치심도 : m | |
| | 다) 토출관구경 : 50 mm | | |
| 개발년도(연장허가) | 년 월 일 | | |
| 점검자 소속 | 한국농어촌공사 전남지역본부 | 점검일자 | 2018년 06월 07일 |

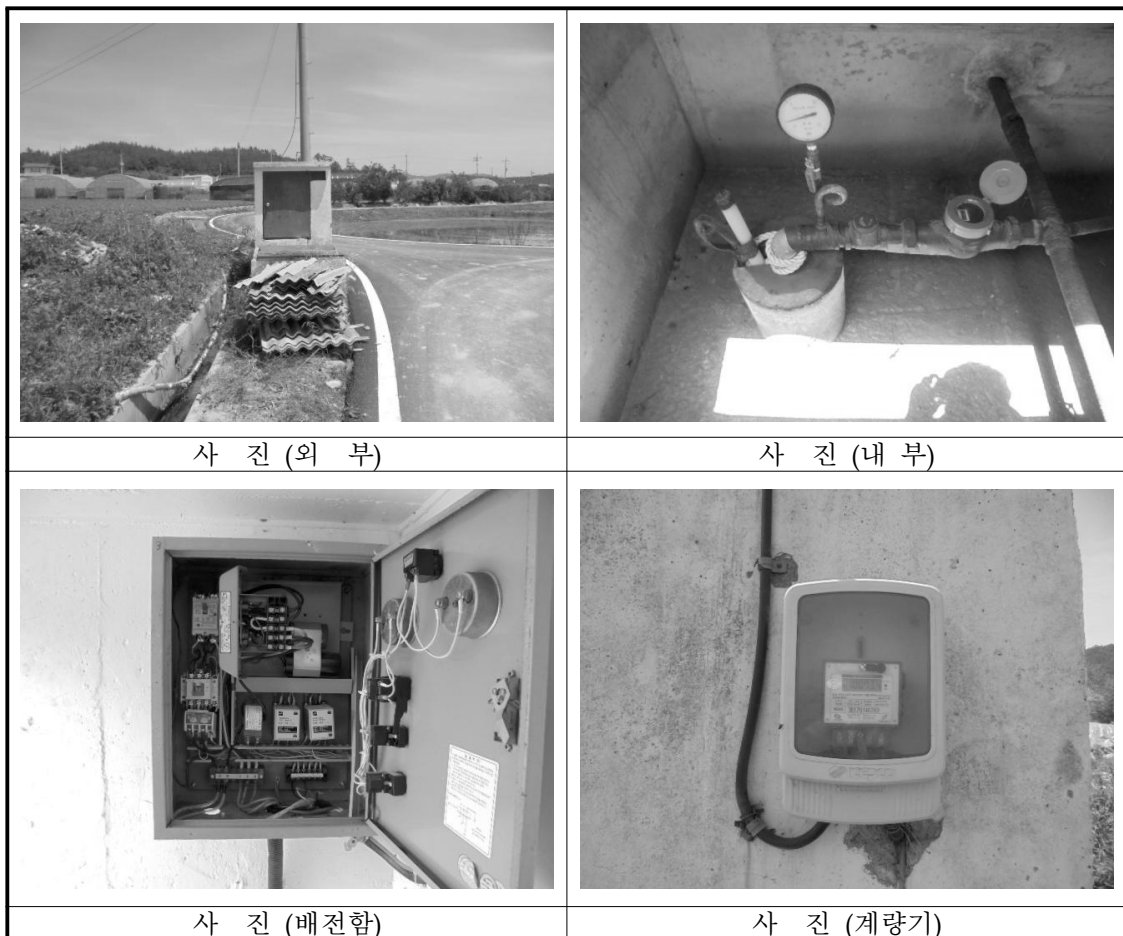
나. 세부점검내역

| 분야별 | 구 분 | 점 검 항목 | 점검사항 | 점 검 내 용 | 점 검 결 과 | |
|-----------------|----------------|------------------|------|------------------|----------------|---------|
| 지 질 / 수 질 | 관 정 | 수 질 | 수질검사 | 검사일 | — | |
| | | | | 농업용 수질기준 | — | |
| | | | | 부적합 항목 | — | |
| | | 관 정 | 자연수위 | 자연수위 측정 | 10.90 | |
| | | | | 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 | 미흡 |
| | | | | 침 하 | 침하부위, 원인 및 정도 | 보통 |
| | | 오염방지 시 설 | 덮개파손 | 파손 및 시건장치 유무 | 보통 | |
| | | | | 녹발생 및 부식정도 | 불량 | |
| | | | | 유 량 계 | 작동유무 및 파손여부 | 보통 |
| | | 측 정 장 치 | 출수장치 | 출수장치의 파손여부 | 양호 | |
| | | | | 수위측정관 | 수위측정관의 관리상태 | 보통 |
| | | | | 기 계 | 기 계 시 설 | 수 중 펌 프 |
| 용 량 | 이용량 대비 용량의 적정성 | 양호 | | | | |
| 전 기 | 전 기 시 설 | 배전함 및 전기설비 | 외 형 | 누유상태, 계측기기 작동 | 보통 | |
| | | | 설 치 | 위치의 적정성, 설치상태 | 보통 | |
| | | | 동 작 | 진동상태, 계기류 작동 | 양호 | |

다. 점검결과

| | | | |
|--------------------|------------|---------|---------|
| 문제점 | 상부보호공 덮개부식 | | |
| 대 책 | 상부보호공 덮개교체 | | |
| 추정소요사업비 (공 종 별) | 공 종 (항 목) | 처 리 내 역 | 처 리 비 용 |
| | 상부보호공 | 덮개교체 | 150천원 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | 계 | | 150천원 |

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

| 구 분 | 내 용 | | |
|------------|---|------|---------------|
| 지 구 명 | 해황지구 (일련번호: WHAE42520180062) / 허가신고번호 : | | |
| 위 치 | 전라남도 해남군 황산면 송호리 1324-10 번지 (위도: 34° 34' 9.94" , 경도: 126° 27' 44.03") | | |
| 채 수 량 | 400 m ³ /day | | |
| 제 원 | 가) 구 경 : 250 mm 나) 심 도 : 100 m | | |
| 수중모터펌프 | 가) 마 력 : 10 HP 나) 설치심도 : m 다) 토출관구경 : 40 mm | | |
| 개발년도(연장허가) | 년 월 일 | | |
| 점검자 소속 | 한국농어촌공사 전남지역본부 | 점검일자 | 2018년 06월 20일 |

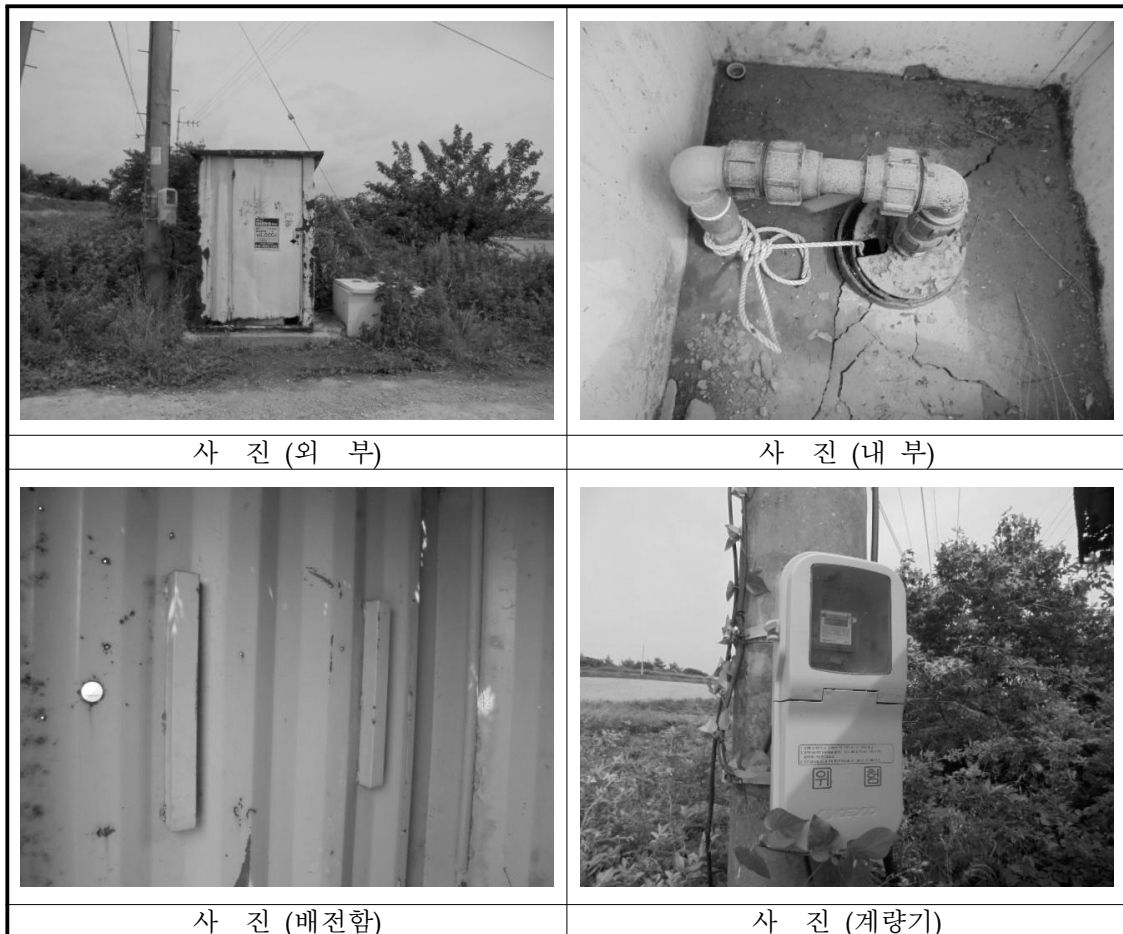
나. 세부점검내역

| 분야별 | 구 분 | 점 검 항목 | 점검사항 | 점 검 내 용 | 점 검 결 과 |
|-----------------|---------|------------------|---------|------------------|---------|
| 지 질 / 수 질 | 관 정 | 수 질 | 수질검사 | 검사일 | — |
| | | | | 농업용 수질기준 | — |
| | | | | 부적합 항목 | — |
| | | 관 정 | 자연수위 | 자연수위 측정 | 3.90 |
| | | | | 양 수 량 | 조사불가 |
| | | | | 이 물 질 배출여부 | 조사불가 |
| | | 양수장 및 보호공 | 균 열 | 균열, 백태, 박리, 파손여부 | 불량 |
| | | | | 누 수 | 불량 |
| | | | | 침 하 | 보통 |
| | | 오염방지 시 설 | 덮개파손 | 파손 및 시건장치 유무 | 불량 |
| | | | | 녹발생 및 부식정도 | 불량 |
| | | 측 정 장 치 | 유 량 계 | 작동유무 및 파손여부 | 미설치 |
| | | | | 출수장치 | 보통 |
| | | | | 수위측정관 | 미설치 |
| | | 기 계 | 기 계 시 설 | 수 중 펌 프 | 작동상태 |
| 용 량 | 조사불가 | | | | |
| 전 기 | 전 기 시 설 | 배전함 및 전기설비 | 외 형 | 미설치 | |
| | | | 설 치 | 미설치 | |
| | | | 동 작 | 미설치 | |

다. 점검결과

| | | | |
|--------------------|--|---------|---------|
| 문제점 | 양수장파손, 상부보호공, 유량계/수위측정관 미설치, 배전함 | | |
| 대 책 | 양수장보수, 상부보호공 덮개교체, 유량계/수위측정관 설치, 배전함교체 | | |
| 추정소요사업비 (공 종 별) | 공 종 (항 목) | 처 리 내 역 | 처 리 비 용 |
| | 양수장 | 양수장보수 | 4,500천원 |
| | 상부보호공 | 덮개교체 | 150천원 |
| | 유량계 | 유량계설치 | 250천원 |
| | 수위측정관 | 수위측정관설치 | 167천원 |
| | 배전함 | 배전함교체 | 200천원 |
| | 계 | | 5,267천원 |

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

| 구 분 | 내 용 | | |
|------------|---|------|---------------|
| 지 구 명 | 해황지구 (일련번호: WHAE42520180063) / 허가신고번호 : | | |
| 위 치 | 전라남도 해남군 황산면 연당리 704-17 번지 (위도: 34° 34' 29.01" , 경도: 126° 24' 37.46") | | |
| 채 수 량 | 150 m ³ /day | | |
| 제 원 | 가) 구 경 : 250 mm 나) 심 도 : 100 m | | |
| 수중모터펌프 | 가) 마 력 : 5.0 HP 나) 설치심도 : m 다) 토출관구경 : 50 mm | | |
| 개발년도(연장허가) | 년 월 일 | | |
| 점검자 소속 | 한국농어촌공사 전남지역본부 | 점검일자 | 2018년 06월 13일 |

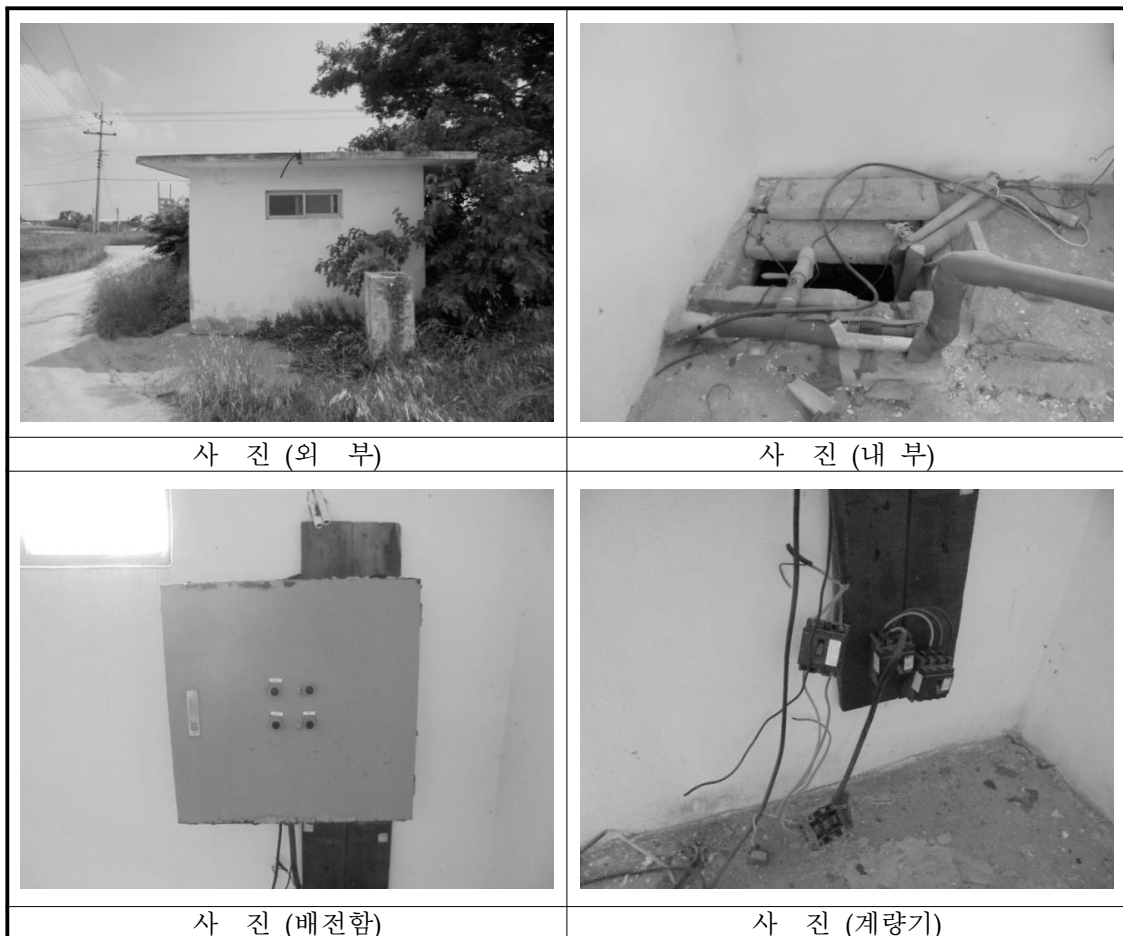
나. 세부점검내역

| 분야별 | 구 분 | 점 검 항목 | 점검사항 | 점 검 내 용 | 점 검 결 과 |
|-----------|---------|------------|---------|------------------|---------|
| 지 질 / 수 질 | 관 정 | 수 질 | 수질검사 | 검사일 | — |
| | | | | 농업용 수질기준 | — |
| | | | | 부적합 항목 | — |
| | | 관 정 | 자연수위 | 자연수위 측정 | 1.20 |
| | | | | 양 수 량 | 조사불가 |
| | | | | 이 물 질 배출여부 | 조사불가 |
| | | 양수장 및 보호공 | 균 열 | 균열, 백태, 박리, 파손여부 | 양호 |
| | | | | 누 수 | 양호 |
| | | | | 침 하 | 양호 |
| | | 오염방지 시설 | 덮개파손 | 파손 및 시건장치 유무 | 양호 |
| | | | | 녹발생 및 부식정도 | 양호 |
| | | 측 정 장 치 | 유 량 계 | 작동유무 및 파손여부 | 미설치 |
| | | | | 출수장치 | 미흡 |
| | | | | 수위측정관 | 미설치 |
| | | 기 계 | 기 계 시 설 | 수 중 펌 프 | 작동상태 |
| 용 량 | 조사불가 | | | | |
| 전 기 | 전 기 시 설 | 배전함 및 전기설비 | 외 형 | 보통 | |
| | | | 설 치 | 조사불가 | |
| | | | 동 작 | 조사불가 | |

다. 점검결과

| | | | |
|--------------------|-----------|-----------|---------|
| 문제점 | 배전함 | | |
| 대 책 | 배전함교체 | | |
| 추정소요사업비 (공 종 별) | 공 종 (항 목) | 처 리 내 역 | 처 리 비 용 |
| | 배 전 함 | 배 전 함 교 체 | 200천 원 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | 계 | | 200천 원 |

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

| 구 분 | 내 용 | | |
|------------|---|------|---------------|
| 지 구 명 | 해황지구 (일련번호: WHAE42520180064) / 허가신고번호 : | | |
| 위 치 | 전라남도 해남군 황산면 연호리 486-2 번지 (위도: 34° 36' 3.94" , 경도: 126° 29' 38.64") | | |
| 채 수 량 | 180 m ³ /day | | |
| 제 원 | 가) 구 경 : mm 나) 심 도 : 100 m | | |
| 수중모터펌프 | 가) 마 력 : HP 나) 설치심도 : m 다) 토출관구경 : mm | | |
| 개발년도(연장허가) | 년 월 일 | | |
| 점검자 소속 | 한국농어촌공사 전남지역본부 | 점검일자 | 2018년 06월 22일 |

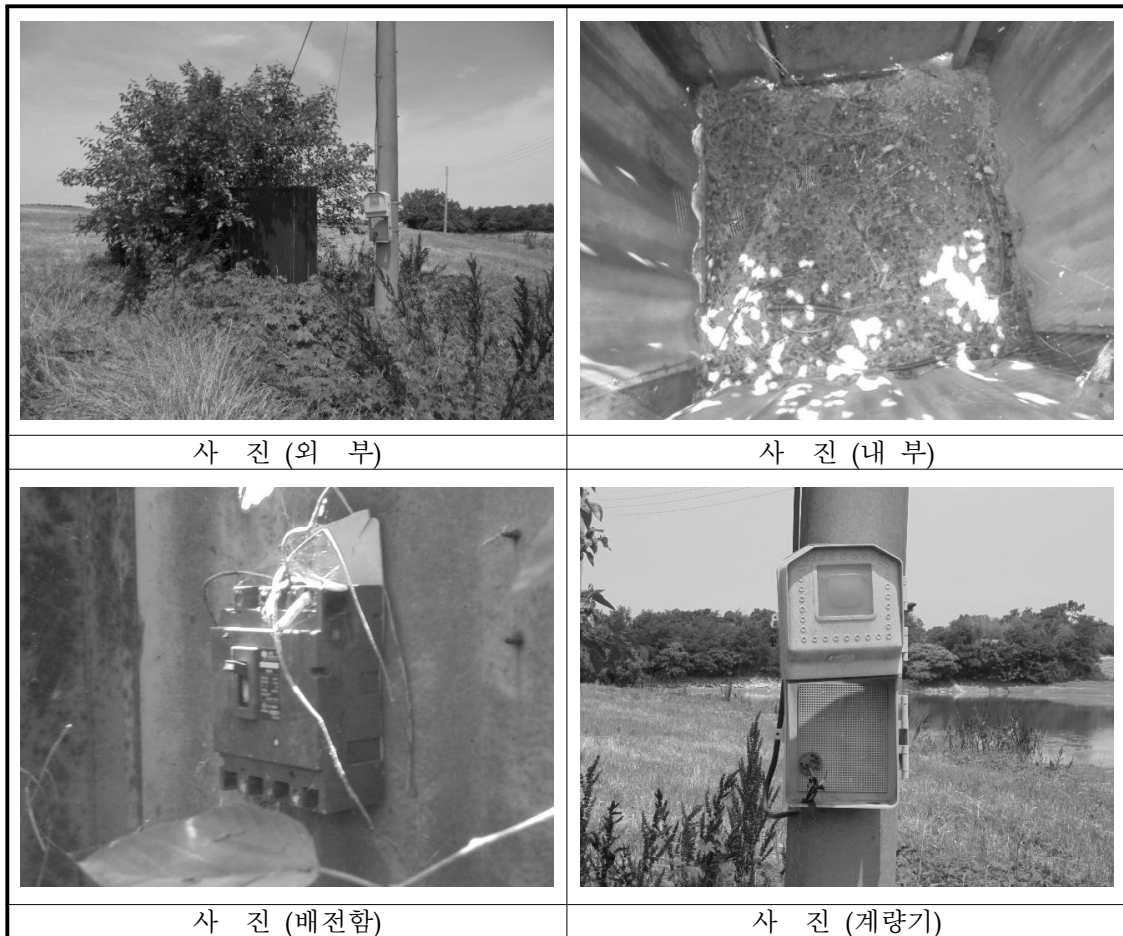
나. 세부점검내역

| 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 | 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 | 보통 |
| | | | | 침 하 | 침하부위, 원인 및 정도 | 보통 |
| | | 오염방지 시 설 | 덮개파손 | 파손 및 시건장치 유무 | 조사불가 | |
| | | | | 녹발생 및 부식정도 | 조사불가 | |
| | | 측 정 장 치 | 유 량 계 | 작동유무 및 파손여부 | 조사불가 | |
| | | | | 출수장치 | 출수장치의 파손여부 | 조사불가 |
| | | | | 수위측정관 | 수위측정관의 관리상태 | 조사불가 |
| | | 기 계 | 기 계 시 설 | 수 중 펌 프 | 작동상태 | 작동여부, 진동 및 경음상태 |
| 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 | | | |
| 대책 | | | |
| 추정소요사업비 (공 종 별) | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | 계 | | |

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

| 구 분 | 내 용 | | |
|------------|--|----------------|---------------|
| 지 구 명 | 해황지구 (일련번호: WHAE42520180065) / 허가신고번호 : | | |
| 위 치 | 전라남도 해남군 황산면 한자리 산14-1 번지 (위도: 34° 33' 23.28" , 경도: 126° 27' 10.77") | | |
| 채 수 량 | 200 m ³ /day | | |
| 제 원 | 가) 구 경 : 250 mm | 나) 심 도 : 150 m | |
| 수중모터펌프 | 가) 마 력 : 5.0 HP | 나) 설치심도 : m | |
| | 다) 토출관구경 : 40 mm | | |
| 개발년도(연장허가) | 년 월 일 | | |
| 점검자 소속 | 한국농어촌공사 전남지역본부 | 점검일자 | 2018년 06월 20일 |

나. 세부점검내역

| 분야별 | 구 분 | 점 검 항목 | 점검사항 | 점 검 내 용 | 점 검 결 과 | | |
|-----------|----------------|------------|--------|---------------|------------------|-----------------|-------------|
| 지 질 / 수 질 | 관 정 | 수 질 | 수질검사 | 검사일 | — | | |
| | | | | 농업용 수질기준 | — | | |
| | | | | 부적합 항목 | — | | |
| | | 관 정 | 자연수위 | 자연수위 | 자연수위 측정 | 2.30 | |
| | | | | | 양 수 량 | 양수량의 적정여부 | 조사불가 |
| | | | | | 이 물 질 배출여부 | 이물질, 오염물질배출여부 | 조사불가 |
| | | 양수장 및 보호공 | 균 열 | 균 열 | 균열, 백태, 박리, 파손여부 | 불량 | |
| | | | | | 누 수 | 위치, 누수원인, 누수여부 | 불량 |
| | | | | | 침 하 | 침하부위, 원인 및 정도 | 불량 |
| | | 오염방지 시설 | 덮개파손 | 덮개부식 | 파손 및 시건장치 유무 | 불량 | |
| | | | | | 녹발생 및 부식정도 | 불량 | |
| | | 측 장 치 | 유 량 계 | 작동유무 | 작동유무 및 파손여부 | 미설치 | |
| | | | | | 출수장치 | 출수장치의 파손여부 | 미흡 |
| | | | | | | 수위측정관 | 수위측정관의 관리상태 |
| | | 기 계 | 기 계 시설 | 수 중 펌 프 | 작동상태 | 작동여부, 진동 및 경음상태 | 조사불가 |
| 용 량 | 이용량 대비 용량의 적정성 | | | | 조사불가 | | |
| 전 기 | 전 기 시설 | 배전함 및 전기설비 | 외 형 | 누유상태, 계측기기 작동 | 보통 | | |
| | | | 설 치 | 위치의 적정성, 설치상태 | 조사불가 | | |
| | | | 동 작 | 진동상태, 계기류 작동 | 조사불가 | | |

다. 점검결과

| | | | |
|--------------------|--|---------|---------|
| 문제점 | 양수장파손, 상부보호공, 유량계/수위측정관 미설치, 배전함 | | |
| 대 책 | 양수장보수, 상부보호공 덮개교체, 유량계/수위측정관 설치, 배전함교체 | | |
| 추정소요사업비 (공 종 별) | 공 종 (항 목) | 처 리 내 역 | 처 리 비 용 |
| | 양수장 | 양수장보수 | 4,500천원 |
| | 상부보호공 | 덮개교체 | 150천원 |
| | 유량계 | 유량계설치 | 250천원 |
| | 수위측정관 | 수위측정관설치 | 167천원 |
| | 배전함 | 배전함교체 | 200천원 |
| | 계 | | 5,267천원 |

라. 사진대지

