

발간등록번호

11-1543000-004259-01



2022

농촌지하수관리 보고서

울농지구

2022. 12.



농림축산식품부



한국농어촌공사

< 차례 >

I. 농촌지하수관리사업 개요	3
1.1 추진배경	3
1.2 사업목적	3
1.3 주요추진내용	3
1.4 울농지구 현황	4
1.5 지하수 개발·이용 현황	7
1.5.1 신고·허가별 지하수 개발현황	7
1.5.2 용도별 지하수 개발현황	7
1.5.3 관정 형태별 지하수 개발현황	7
1.5.4 용도별 지하수 이용현황	8
1.5.5 지하수관측망 운영현황	9
1.6 농어촌지하수관리시스템 설명	11
II. 농업용 공공관정 현황 및 조사	21
2.1 농업용 공공관정 개발·이용 현황	21
2.2 농업용 공공관정 일제조사	23
2.3 농업용 공공관정 점검결과 및 관리방안	26
2.3.1 점검결과	26
2.3.2 관리방안	26
III. 향후전망	33
3.1 지하수 개발가능량 산정	33
3.1.1 지하수 함양률 산출	33
3.1.2. 지하수 개발가능량 산출	37
3.2 지하수 개발·이용 전망	39
3.2.1 지하수개발가능량	39

3.2.2	지하수개발 추세	43
3.2.3	개발·이용 예측	45
3.3	지하수 오염 분석 및 예측	46
3.3.1	오염취약성분석(DRASTIC & Modified DRASTIC)	46
3.3.2	지하수 오염 예측	49
IV.	울농지구 지하수 개발·이용 방안	57
4.1	농업용수 개발대상지 분석	57
4.2	농어업용수 공급 방안	59
4.3	지하수개발·이용 방안도	61
V.	지하수 보전·관리 방안	67
5.1	지하수관리 필요지역	67
5.1.1	선정 기준	67
5.1.2	읍면별 현황	69
5.1.3	지하수관리 필요지역 선정결과	72
5.2	지하수보전·관리를 위한 대책제안	73
5.2.1	문제유형별 대책방안 분류	73
5.2.2	지하수관리 필요지역 대책제안	73
VI.	용어해설	79
VII.	참고문헌	89
VIII.	과업참여자	97

< 부록차례 >

1. 일반현황	부록-3
1.1 조사지역(농어촌용수구역)	부록-3
1.2 행정구역 및 인구현황	부록-7
1.3 농업 및 산업경제	부록-10
1.4 자연환경현황	부록-13
1.4.1 하천 및 유역	부록-13
1.4.2 기상	부록-15
1.4.3 지형 및 지질	부록-16
1.4.4 토지이용 및 토양	부록-22
2. 지하수 개발·이용 현황	부록-27
2.1 지하수 개발 현황	부록-27
2.1.1 신고·허가별 지하수 개발 현황	부록-27
2.1.2 용도별 지하수 개발 현황	부록-27
2.1.3 관정형태별 지하수 개발 현황	부록-28
2.2 지하수 이용 현황	부록-29
2.2.1 이용량 산정	부록-29
2.2.2 용도별 이용 현황	부록-30
2.2.3 단위면적당 이용현황	부록-31
2.2.4 지하수 개발밀도	부록-32
2.3 지하수 개발·이용에 따른 리별 순위	부록-33
3. 지하수 특성	부록-37
3.1 지하수 수리특성	부록-37
3.1.1 수리특성 분석	부록-37
3.1.2 부존특성	부록-41

3.2 지하수 수질특성	부록-58
3.2.1 오염원 현황	부록-58
3.2.2 수질분석	부록-65
3.3 오염취약성 분석	부록-90
3.3.1 DRASTIC 시스템	부록-90
3.3.2 DRASTIC 시스템의 적용	부록-95
3.4 지하수 수질 환경특성에 따른 동리별 순위	부록-99
4. 농어촌지하수관리시스템 이용안내	103
4.1 구축현황	103
4.2 접속방법	103
4.3 운영방법	103
4.4 농어촌지하수관리시스템 이용 안내	104
4.4.1 지하수자원관리사업	104
4.4.2 지하수 개발실적	112
4.5 농어촌 지하수지도 이용 안내	117
4.5.1 화면구성	117
4.5.2 지도제어	117
4.5.3 통합검색	119
4.5.4 주제도	121
4.5.5 통계지도 기능	124
4.5.6 화면분할기능	126
4.5.7 도로명/건물 검색	129
4.6 농어촌지하수관측망시스템 이용 안내	130
4.6.1 농어촌지하수관측망시스템 접속경로	130
4.6.2 농어촌지하수관측망시스템 메인페이지	131
4.6.3 지하수위현황 페이지	132
4.6.4 지하수위예경보 페이지	133
4.6.5 해수침투예경보 페이지	135

4.6.6 관측소제원 페이지	137
4.6.7 관측자료조회 페이지	138
4.6.8 관측자료 통계 페이지	141
5. 농업용 공공관정 일제조사표	145
6. 청문조사결과(설문조사)	191
6.1 조사 개요	191
6.2 일반현황	191
6.3 지하수개발	193
6.4 지하수수질	194
6.5 지하수수량	195
6.6 지하수관리	196
6.7 가뭄피해	197
6.8 기타 주요 제시 의견	198
6.9 설문결과에 대한 종합의견	198
7. 지하수관리 방안	201
7.1 기본방향	201
7.1.1 행정규제에 의한 관리방안	201
7.1.2 비규제적 관리방안	204
7.2 농·어업용수 공급방안	207
7.2.1 지하수함양	207
7.2.2 지표수-지하수를 연계한 강변여과수	208
7.2.3 지하수댐	209
7.2.4 지하수 연계형 사방댐 개발	211
7.2.5 지하둑병	212
7.2.6 지열에너지 이용	213

표 목 차

<표 1-4-1> 지목별 토지이용 현황	5
<표 1-4-2> 농업기반시설 현황	5
<표 1-4-3> 용수구역면적 현황	6
<표 1-5-1> 울농지구 지하수개발 현황	7
<표 1-5-2> 용도별 지하수개발 현황	7
<표 1-5-3> 관정형태별 지하수 이용현황	8
<표 1-5-4> 용도별 지하수 이용현황	8
<표 1-5-5> 울농지구 지하수관측망 현황	9
<표 1-5-6> 울농지구 국가 지하수관측망 설치현황	9
<표 1-5-7> 울농지구 수질측정망 설치현황	9
<표 1-5-8> 울농지구 농촌지하수관리관측망 설치현황	10
<표 1-5-9> 울농지구 해수침투관측망 설치현황	10
<표 1-6-1> 시·도별 농어촌용수구역 조사현황	12
<표 1-6-2> 행정구역별 조사현황	14
<표 2-1-1> 공공관정 조사결과	21
<표 2-1-2> 공공관정 용도별 개발 현황	21
<표 2-2-1> 농업용 공공관정 현황(22개소)	23
<표 2-3-1> 농업용 공공관정 일제조사 현황	26
<표 2-3-2> 지하수영향조사 필요관정 현황	27
<표 2-3-3> 지하수 사후관리 필요관정 현황	27
<표 2-3-4> 수질검사 필요관정 현황	28
<표 2-3-5> 원상복구 필요관정 및 임시조치 현황	29
<표 2-3-6> 시설물관리 필요관정 제안	30
<표 3-2-1> 유역별 지하수 개발가능량	40
<표 3-2-2> 행정구역별 지하수 개발가능량 산정	41
<표 3-2-3> 리별 지하수 개발가능량 산정	42
<표 3-2-4> 용도별 지하수 개발공수 및 이용량 변화	43
<표 3-2-5> 울농지구 용도별 신규관정 개발추이	44

<표 3-2-6> 연도별 지하수 이용량	45
<표 3-3-1> 읍면별 DRASTIC Index	47
<표 3-3-2> DRASTIC 평가기준	48
<표 3-3-3> 지하수오염예측 등급 분류표	51
<표 3-3-4> 읍면별 지하수오염예측등급 면적	52
<표 4-1-1> 농업용수 개발대상지 분석	57
<표 4-1-2> 농업용수 수혜면적 현황	58
<표 4-2-1> 농업용수 개발 방안	60
<표 4-3-1> 농업용수 개발 추정예산	62
<표 4-3-2> B그룹 세부현황	62
<표 4-3-3> D그룹 세부현황	63
<표 5-1-1> 지하수 관리지역 선정지표	67
<표 5-1-2> 지하수 수량관리 필요지역(경주시 외동읍)	70
<표 5-1-3> 지하수 수질관리 필요지역(경주시 외동읍)	71
<표 5-1-4> 지하수 관리지역 선정지표	72
<표 5-1-5> 읍·면별 지하수관리 필요지역	72
<표 5-2-1> 문제유형별 대책방안 분류	73
<표 5-2-2> 읍·면별 대책제안	74
<표 5-2-3> 울농지구 읍·면별 대책 제안 세부내역	75

그림 목 차

<그림 1-4-1> 울농지구 위치도	4
<그림 1-4-2> 울농지구 농업기반시설 분포	6
<그림 1-5-1> 지하수 관측정 위치도	10
<그림 1-6-1> 농촌지하수관리사업 시행지구	11
<그림 2-1-1> 공공관정 현황도	22
<그림 3-2-1> 유역별 지하수 함양량, 이용량 및 개발가능량	40
<그림 3-2-2> 행정구역별 지하수 함양량, 이용량 및 개발가능량	41
<그림 3-2-3> 연도별 지하수 이용·개발	43
<그림 3-2-4> 용도별 지하수 이용량 추이	44
<그림 3-2-5> 지하수 이용전망 추세	45
<그림 3-3-1> 울농지구 Drastic Index Map	47
<그림 3-3-2> 울농지구 Modified Drastic Index Map	47
<그림 3-3-3> 총 오염발생부하량 등급도	51
<그림 3-3-4> 지하수오염예측도 작성 모식도	52
<그림 3-3-5> 지하수오염예측도	53
<그림 3-3-6> 읍면별 지하수오염예측도 등급별 면적비	53
<그림 4-1-1> 농업용수 수혜면적	57
<그림 4-1-2> 조사지역 농업기반수리시설	57
<그림 4-2-1> 농업용수개발대상지 검토결과	60
<그림 4-3-1> 울농지구 농어촌지하수관리 방안도	61
<그림 5-1-1> 관리지구 선정기준을 위한 표준정규분포곡선	68
<그림 5-1-2> 지하수 관리지역 선정을 위한 관리방안 제시	68

부 록 표 목 차

<표 1-1-1> 경상북도 용수구역별 행정구역 현황	부록-4
<표 1-2-1> 울농지구 행정구역 현황	부록-7
<표 1-2-2> 울농지구 인구현황	부록-8
<표 1-2-3> 경주시 농업인구현황	부록-8
<표 1-3-1> 농업 현황	부록-10
<표 1-3-2> 축산업 현황	부록-11
<표 1-3-3> 사업체수 현황	부록-11
<표 1-3-4> 울농지구 산업단지 현황	부록-12
<표 1-4-1> 울농지구 지방하천 현황	부록-13
<표 1-4-2> 표준유역 현황	부록-14
<표 1-4-3> 기상현황	부록-15
<표 1-4-4> 울농지구 지형고도별 면적분포	부록-16
<표 1-4-5> 울농지구 지형경사별 면적분포	부록-16
<표 1-4-6> 수문지질단위 분류	부록-19
<표 1-4-7> 지질 분포	부록-20
<표 1-4-8> 행정구역별 수문지질단위 면적	부록-21
<표 1-4-9> 지목별 토지이용 현황	부록-22
<표 1-4-10> 토양형 분류(U.S. NRCS)	부록-23
<표 1-4-11> NRCS 토양형에 따른 울농지구 토양의 재분류	부록-24
<표 2-1-1> 허가·신고형태별 지하수개발 현황	부록-27
<표 2-1-2> 용도별 지하수개발 현황	부록-28
<표 2-1-3> 관정형태별 지하수개발현황	부록-28
<표 2-2-1> 읍면별 지하수 개발·이용현황	부록-29
<표 2-2-2> 단위면적당 지하수 이용현황	부록-31
<표 2-2-3> 읍면별 지하수 개발밀도 현황	부록-32
<표 2-3-1> 지하수 개발·이용에 따른 리별 순위	부록-33
<표 3-1-1> 지하수 수위변화 현황	부록-37
<표 3-1-2> 읍면별 지하수 수리상수 분포현황	부록-40

<표 3-1-3> 울농지구 지하수 함양률	부록-41
<표 3-1-4> 표준유역별 Thiessen계수 산정	부록-42
<표 3-1-5> 팔거천 표준유역 면적평균강수량 산정	부록-43
<표 3-1-7> 잠재증발산량(대구기상청, 1992~2021)	부록-45
<표 3-1-8> 실제증발산량(대구기상청, 1992~2021)	부록-46
<표 3-1-9> 물수지(손실량추정)에 의한 함양량 산정	부록-47
<표 3-1-10> NRCS-CN을 이용한 유출분석시 토양분포, AMC조건 및 선행토양 함수조건	부록-48
<표 3-1-11> 수치토지피복도 및 수치토지이용도 분류기준 비교 · 부록-49	
<표 3-1-12> 토지이용 분류기준에 따른 유출곡선지수 기준(AMC-II) ···	부록-50
<표 3-1-13> 행정구역별 CN지수	부록-51
<표 3-1-14> CN지수 변동에 따른 연도별 함양률 산정	부록-53
<표 3-1-15> 유역별 지하수 함양량	부록-54
<표 3-1-16> 행정구역별 지하수 함양량	부록-55
<표 3-1-17> 유역별 지하수 개발가능량	부록-56
<표 3-1-18> 행정구역별 지하수 개발가능량	부록-57
<표 3-2-1> 환경기초시설	부록-59
<표 3-2-2> 점오염원 현황	부록-60
<표 3-2-3> 비점오염원 현황	부록-61
<표 3-2-4> 비점오염원별 발생오염부하량 원단위	부록-62
<표 3-2-5> 읍면별 발생오염부하량	부록-63
<표 3-2-6> 간이수질 분석결과	부록-65
<표 3-2-7> 수온 측정결과	부록-66
<표 3-2-8> pH 측정결과	부록-68
<표 3-2-9> EC 측정결과	부록-70
<표 3-2-10> 읍면별 질산성질소 일제조사 분석 현황	부록-74
<표 3-2-11> 지하수의 질소동위원소 분석 결과	부록-76
<표 3-2-12> 질소동위원소 분석 결과	부록-76
<표 3-2-13> 이화학분석용 시료 관정 내역	부록-81

<표 3-2-14> 지하수 양·음이온별 이화학분석결과	부록-81
<표 3-2-15> Cl과 NO ₃ 를 이용한 Group 정리	부록-83
<표 3-2-16> 울릉지구 지하수 유형	부록-86
<표 3-2-17> 지하수 수질 기준	부록-87
<표 3-2-18> 수질 분석결과	부록-88
<표 3-3-1> 읍면별 DRASTIC Index	부록-93
<표 3-3-2> DRASTIC 평가기준	부록-95
<표 3-4-1> 지하수 수질환경 특성에 따른 동리별 순위	부록-99
<표 6-2-1> 일반현황 항목별 설문결과	부록-192
<표 6-3-1> 지하수개발 항목별 설문결과	부록-193
<표 6-4-1> 지하수수질 항목별 설문결과	부록-194
<표 6-5-1> 지하수수량 항목별 설문결과	부록-195
<표 6-6-1> 지하수관리 항목별 설문결과	부록-196
<표 6-7-1> 가뭄피해 항목별 설문결과	부록-197
<표 7-1-1> 지하수 보호에 대한 교육 및 홍보 내용	부록-206
<표 7-2-1> 국내 주요 지하수댐 설치현황	부록-210
<표 7-2-2> 지열에너지의 분류	부록-214

부 록 그 림 목 차

<그림 1-1-1> 경상북도 용수구역 현황	부록-6
<그림 1-2-1> 울농지구 행정구역 현황	부록-7
<그림 1-2-2> 울농지구 인구현황	부록-9
<그림 1-2-3> 농업인구현황	부록-9
<그림 1-3-1> 울농지구 농경지 분포	부록-10
<그림 1-3-2> 울농지구 사업체 연변화 현황	부록-12
<그림 1-4-1> 울농지구 하천 현황	부록-13
<그림 1-4-2> 울농지구 표준유역 현황	부록-14
<그림 1-4-3> 기상현황	부록-15
<그림 1-4-4> 지형고도 분포도	부록-17
<그림 1-4-5> 지형경사 분포도	부록-17
<그림 1-4-6> 선구조도	부록-18
<그림 1-4-7> 울농지구 지질도	부록-20
<그림 1-4-8> 울농지구 수문지질도	부록-21
<그림 1-4-9> 지목별 토지이용	부록-22
<그림 1-4-10> NRCS 토양도	부록-24
<그림 2-1-1> 읍면별·용도별 지하수 개발현황	부록-28
<그림 2-2-1> 읍면별 용도별 지하수 이용현황	부록-30
<그림 2-2-2> 용도별 지하수 시설수	부록-30
<그림 2-2-3> 용도별 지하수 이용량	부록-30
<그림 2-2-4> 읍면별 단위면적당 지하수 이용현황	부록-31
<그림 2-2-5> 읍면별 단위면적당 지하수개발밀도현황	부록-32
<그림 3-1-1> 갈수기 지하수위 분포도 및 지하수유동체계	부록-38
<그림 3-1-2> 풍수기 지하수위 분포도 및 지하수유동체계	부록-38
<그림 3-1-3> 읍면별 평균 양수량 및 개발심도	부록-40
<그림 3-1-4> 읍면별 투수량계수 및 수리전도도	부록-40
<그림 3-1-5> 울농지구 티센망도	부록-42
<그림 3-1-6> 유출곡선지수(CN) 분포도	부록-51

<그림 3-1-7> 함양률(침투율)과 CN지수와의 관계	부록-52
<그림 3-1-8> 유역별 지하수 함양량	부록-54
<그림 3-1-9> 행정구역별 지하수 함양량	부록-55
<그림 3-1-10> 유역별 지하수 함양량, 이용량 및 개발가능량	부록-56
<그림 3-1-11> 행정구역별 지하수 함양량, 이용량 및 개발가능량	부록-57
<그림 3-2-1> 점오염원 시설수 및 단위면적당 개소수	부록-60
<그림 3-2-2> 읍면별 항목별 발생오염부하량	부록-64
<그림 3-2-3> 오염원별 발생오염부하량	부록-64
<그림 3-2-4> 간이수질 측정대상공 위치도	부록-66
<그림 3-2-5> 갈수기 지하수의 수온(°C) 분포도	부록-67
<그림 3-2-6> 풍수기 지하수의 수온(°C) 분포도	부록-67
<그림 3-2-7> 갈수기 지하수의 pH 분포도	부록-69
<그림 3-2-8> 풍수기 지하수의 pH 분포도	부록-69
<그림 3-2-9> 갈수기 지하수의 전기전도도(EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$) 분포도	부록-71
<그림 3-2-10> 풍수기 지하수의 전기전도도(EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$) 분포도	부록-71
<그림 3-2-11> 갈수기 지하수의 총용존고용물(TDS, mg/L) 분포도	부록-72
<그림 3-2-12> 풍수기 지하수의 총용존고용물(TDS, mg/L) 분포도	부록-72
<그림 3-2-13> 질산성질소($\text{NO}_3\text{-N}$, mg/L) 분포도	부록-74
<그림 3-2-14> 질소동위원소 시료채수 위치도	부록-77
<그림 3-2-15> 질소동위원소 및 질산성질소 관계도	부록-77
<그림 3-2-16> 읍면별 질소오염원 구성비	부록-78
<그림 3-2-17> 주요 양·음이온 농도분포 상자도표	부록-82
<그림 3-2-18> 염소와 질산염에 의한 지하수 분류	부록-83
<그림 3-2-19> 지하수의 Piper Diagram	부록-85
<그림 3-2-20> Stiff 다이어그램	부록-86
<그림 3-2-21> 수질검사 결과 분포도	부록-88
<그림 3-3-1> DRASTIC 오염취약성 평가 주제도	부록-94
<그림 3-3-2> 오염취약성도	부록-96
<그림 3-3-3> 변형된 오염취약성도	부록-98

보고서 요약

- 울농지구의 지하수관정조사는 지자체 새울행정시스템 자료를 기초로 조사를 시행한 결과 650공이 조사되었으며, 생활용이 471공(72.4%), 농어업용이 124공(19.1%), 공업용이 55공(8.5%)으로 조사되었다.

(단위 : 개소, 천m³/년)

구 분	합 계		생활용		공업용		농어업용		기타	
	개수	이용량	개수	이용량	개수	이용량	개수	이용량	개수	이용량
울농지구	650	1,967.5	471	1,298.8	55	405.0	124	263.7	-	-
경주시 외동읍	650	1,967.5	471	1,298.8	55	405.0	124	263.7	-	-

- 울농지구의 단위면적당 지하수 이용량은 17.9천m³/년/km²(49.0m³/일/km²)을 이용하는 것으로 나타났다.

읍 면	이용량 (천m ³ /년)	면적 (km ²)	단위면적당 이용량	
			(천m ³ /년/km ²)	(m ³ /일/km ²)
울농지구	109.92	1,967.5	17.9	49.0
경주시 외동읍	109.92	1,967.5	17.9	49.0

- 울농지구의 단위면적당 지하수 개발밀도는 5.9공/km²로 분석되었다.

읍 면	면적(km ²)	개소수(공)	단위면적당 개발밀도(공/km ²)
울농지구	109.92	650	5.9
경주시 외동읍	109.92	650	5.9

- 울농지구의 지하수 함양률 산정은 지하수위강하법, NRCS-CN법, 물수지법을 활용하여 산정된 함양률의 평균을 적용하였다.

지하수위강하법 (지하수관리기본계획 수정계획)	NRCS-CN법 (침투량 분석)	물수지법 (손실량 추정)	적용 함양률
15.71%	21.80%	18.90%	18.80%

*자료출처: 지하수관리기본계획 수정계획(2017)

- 울농지구의 지하수함양량 24,512.8천m³/년, 지하수 개발가능량은 17,984.3천m³/년으로 산정되었으며, 지하수 이용량은 개발가능량의 약 10.9%에 해당하는 1,967.5천m³/년의 지하수를 사용하는 것으로 분석된다.

읍 면	면적 (km ²)	10년빈도 가뭄강수량 (mm)	함양량 (천m ³ /년)	지하수이용량 (천m ³ /년)	개발가능량 (천m ³ /년)	이용량/ 개발가능량 (%)
울농지구	109.92	870.3	24,512.8	1,967.5	17,984.3	10.9
경주시 외동읍	109.92	870.3	24,512.8	1,967.5	17,984.3	10.9

- 축산시설은 총 454개소로 가장 많은 시설은 한우 축산시설로 444개소에 이르며, 조사지역의 지배적인 오염원으로 판단된다.

(단위 : 개소, km²)

구 분	면적	축산시설					단위면적당 시설수 (개소/km ²)
		계	한우	양돈	가금	기타	
울농지구	109.92	454	444	1	2	7	4.1
경주시 외동읍	109.92	454	444	1	2	7	4.1

- 울농지구 내 103개소에 대하여 간이수질을 조사하고 분석하였다. 측정된 전체시료의 수소이온농도는 4.8~9.2로 산성 내지 알칼리성의 범위를 보여준다. 전기전도도값은 50~340μS/cm, 평균 153μS/cm로서 편차가 크게 나타난다. 측정된 지하수 수온은 16.3~17.5℃의 범위를 보여준다.

구분	항목	갈수기				퐁수기			
		최소	최대	평균	표준편차	최소	최대	평균	표준편차
칠동지구	개소수(공)	103							
	T(°C)	16.6	17.5	17.1	0.2	16.3	17.0	16.7	0.2
	pH	4.8	9.2	6.0	1.5	4.9	9.2	6.0	1.5
	EC($\mu S/cm$)	50	340	153	69	50	340	153	71
	TDS(mg/L)	30	201	90	41	30	201	90	42

□ 울농지구 내 92개소에 대해 질산성질소를 분석하였다. 대상관정은 관정 현황조사시 오염이 우려되는 곳, 오염원이 밀집된 곳을 대상으로 하였다. 분석결과 농어업용 수질기준(20mg/L)를 초과하는 관정은 1개소(외동읍 냉천리)로 분석되었다.

구분	읍면	질산성질소 일체조사(N=92)					
		개소(공)	최대	최소	평균	표준편차	20초과(공)
울농지구		92	0.0	20.7	2.8	3.5	1
경주시	외동읍	92	0.0	20.7	2.8	3.5	1

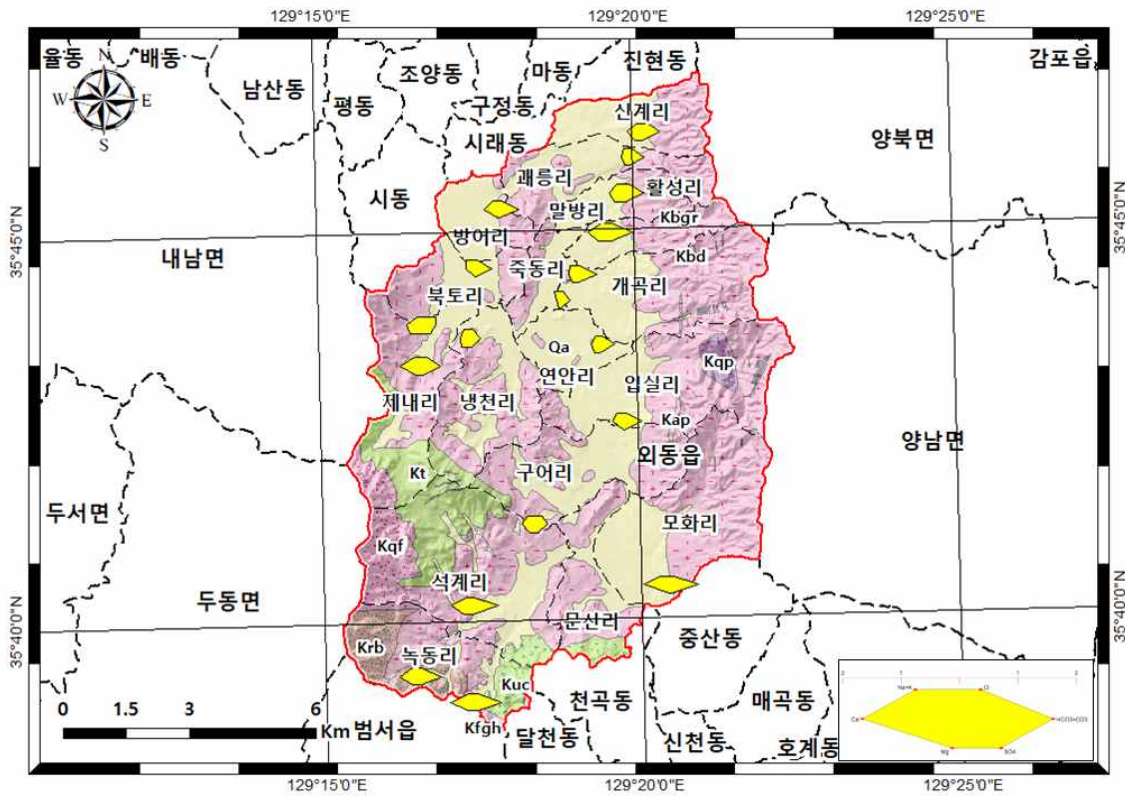
□ 질소동위원소 분석을 실시한 지하수시설물은 오염원이 밀집한 지역으로 선정하였으며, $\delta^{15}N$ 값은 -1.53~12.48‰으로 나타난다. 오염원이 화학비료 4개소, 토양유기질소 2개소, 축산폐수 및 생활하수 5개소로 분석되었다.

구분		$\delta^{15}N$ (‰)		
		+4이하 (화학비료)	+4 ~ +8 (토양유기질소)	+8 ~ +22 (축산폐수 및 생활하수)
울농지구	11	4	2	5
경주시	외동읍	4	2	5

□ 울농지구의 수질유형은 천부지하수에서 일반적으로 나타나는

Ca-HCO₃유형과 물-암석반응이나 오염원 등의 영향을 받아 나타나는 Ca-Cl유형과 지질매체와 반응을 통해 나타나는 Na-HCO₃ 유형이 확인되었다.

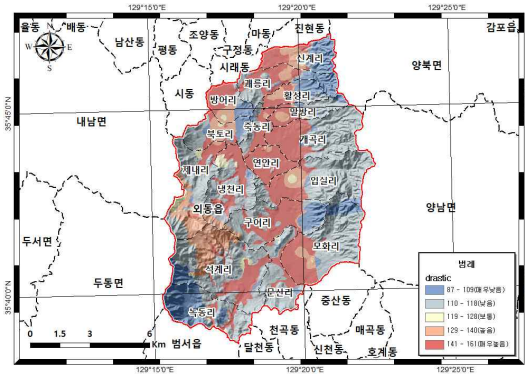
구 분	계	Ca-HCO ₃		Ca-Cl		Na-HCO ₃		Na-Cl	
		개수	비율 (%)	개수	비율 (%)	개수	비율 (%)	개수	비율 (%)
울농지구	18	16	88.8	1	0.6	1	0.6	-	-
경주시 외동읍	18	16	88.8	1	0.6	1	0.6	-	-



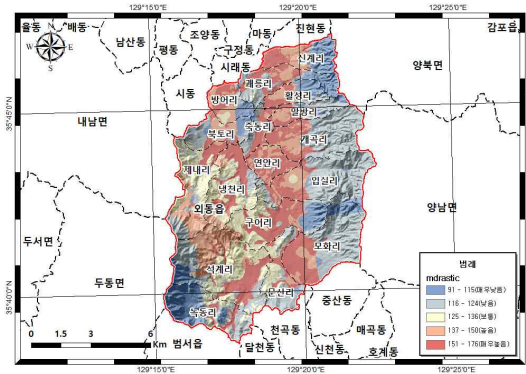
Stiff 다이어그램

- 울농지구에 대한 오염취약성 분석결과 최대 161점, 최소 87점, 평균 124.3점으로 분석되었으며, 선구조밀도 및 질산성질소 결과를 적용한 변형된 지하수오염취약성 분석결과 최대 172점, 최소 92점, 평균 132.8점으로 분석되었다.

구 분	DRASTIC Index			Modified DRASTIC Index			단위면적당 오염부하량 (kg/일/km ²)
	최소	최대	평균	최소	최대	평균	
울농지구	87	161	124.3	97	176	132.8	51.6
경주시 외동읍	87	161	124.3	97	176	132.8	51.6



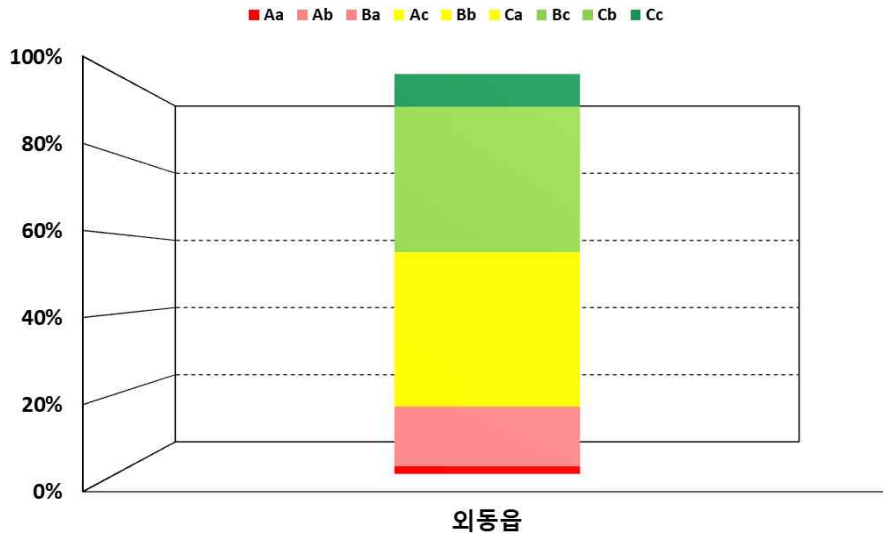
오염취약성도



변형된 오염취약성도

□ 조사지역 지하수오염예측 등급은 Bc, Ac, Bb가 많이 분포하는 것으로 분석되었으며, 전체적으로는 지하수오염취약성과 잠재오염원 발생부하량이 양호수준으로 나타났다.

구분	총면적 (km ²)	Aa	Ab	Ba	Ac	Bb	Ca	Bc	Cb	Cc
		매우불량	불량		보통			양호		매우양호
울농지구	109.92	2.08	15.87	0.56	25.17	16.69	0.60	34.53	5.42	9.00
비율(%)	100	1.9	14.4	0.5	22.9	15.2	0.5	31.4	4.9	8.3
외동읍	109.92	2.08	15.87	0.56	25.17	16.69	0.60	34.53	5.42	9.00



읍면별 지하수오염예측도 등급별 면적비

□ 울농지구 농업용 공공관정 정밀조사 결과 총 16공에 대하여 조치가 필요한 것으로 조사되었다.

구 분	계	조치 불필요	조치 필요	조 치 필 요(건수)					
				소계	영향조사 및 사후관리	수질검사	원상복구	시설물정비	기타
관정수 (공)	22	6	16	26	3	3	-	21	

□ 울농지구에서 신규로 관정 1공 개발 계획시 150m³/일의 용수를 확보할 수 있으며 추정 예산은 개략 63백만원이다.

개발 공수	지 하 수 기 초 조 사					지 하 수 개 발				추정예산 (백만원)	비고
	선구조 분석	물리탐사(점)		시 추 조 사		확 공 개 발					
		수직 탐사	쌍극자 탐사	구경 (mm)	심도 (m)	공수	구경 (mm)	심도 (m)	예상 양수량 (m ³ /일)		
계	1	3	1	150	150	1	250	100	150	63	지하수 영향조사 포함
지구당	1	3	1	150	150	1	250	100	150	63	

□ 울농지구 지하수 관리지역 선정을 위하여 수질 및 수량관련 지표를 선정하여 관심, 경계, 주의, 심각으로 리별 현황을 분석한 결과

수량 관리지역으로 3개리, 수질관리지역으로 2개리가 선정되었다.

지하수 관리지역 선정지표

종 류		관심	주의	경계	심각
수량	이용량/개발가능량(%)	13.0~14.9	14.9~17.2	17.2~20.3	20.3이상
	단위면적당이용량 (천m ³ /년/km ²)	28.1~30.4	30.4~33.2	33.2~37.4	37.4이상
	관정밀도(공/km ²)	8.2~8.8	8.8~9.4	9.4~10.5	10.5이상
수질	질산성질소평균(mg/L)	-	-	10~20	20이상
	DRASTIC INDEX	130.4~131.6	131.6~133.1	133.1~135.3	135.3이상
	오염원밀도(개소/km ²)	8.7~9.4	9.4~10.4	10.4~11.9	11.9이상
	단위면적당오염부하량 (kg/일/km ²)	119.2~132.1	132.1~148.2	148.2~172.1	172.1이상

□ 지하수보전관리를 위한 읍·면별 대책제안으로 수량관리 3개 지역, 수질관리 2개 지역, 시설물관리 8개 지역 16공에 대하여 관리 대책을 제안하였다.

동 리		계	수량관리(A)	수질관리(B)	시설물관리(C)
계		13	3	2	8
경주시	외동읍	13	구어리, 냉천리, 문산리	방어리, 연안리	녹동리(2), 말방리(2) 모화리(1), 방어리(1) 북토리(5), 석계리(1) 신계리(3), 죽동리(1)

□ 울농지구 내 운영중인 지하수관측망은 국가지하수관측망 2개소이며, 2022년 이후 농촌지하수관리관측망 1개소가 추가 설치될 계획이다.

구 분	관측망
환경부 (수위/수질)	<ul style="list-style-type: none"> •국가지하수관측망(2개소) •지역지하수관측망
	<ul style="list-style-type: none"> •국가지하수수질전용 측정망 •지역지하수수질 측정망
농림축산 식품부	<ul style="list-style-type: none"> •농촌지하수관리관측망 - '22년 이후 추가 1개소 계획 •해수침투관측망

I

농촌지하수관리사업 개요

I. 농촌지하수관리사업 개요

1.1 추진배경

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

1.2 사업목적

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



농어촌지역 지하수의 효율적 개발·관리

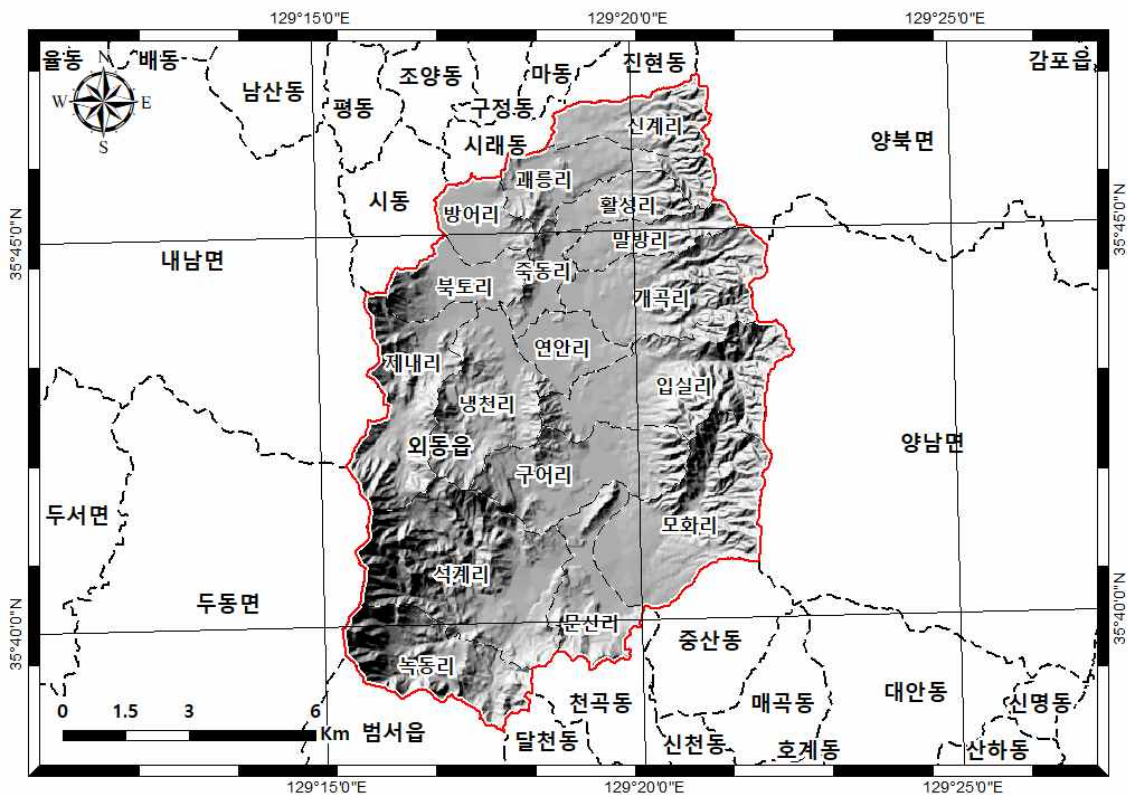
1.3 주요추진내용

- 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 울농지구 현황

□ 조사지구의 선정은 사업성과 활용을 고려하여 이미 착수된 지구와 인접한 동일 행정구역(시·군)에 포함된 농촌용수구역, 용수부족이 우려되어 지하수개발·이용이 많을 것으로 판단되는 지역 중 농경지면적 비율이 높은 농촌용수구역, 지하수의 수질오염, 수량고갈 등 지하수 재해가 발생하였거나 우려되는 농촌용수구역을 대상으로 타사업·타법과의 저축여부 등을 검토하여 사업지구를 선정한다.

□ 조사지구의 행정구역은 경주시이며, 1면, 9리로 구성되어 있다.



<그림 1-4-1> 울농지구 위치도

□ 울농지구는 40m~770m의 해발고도를 보이며 200m 이하의 고도가 65.4%(71.93km²)의 면적으로 가장 넓은 분포를 보인다.

□ 울농지구의 지질은 백악기의 경상누층군과 화강암류로 주로 구성되어 있으며, 그 상부를 제4기 충적층이 부정합으로 덮고 있다.

□ 울농지구의 농경지(전, 답, 과수원)는 24.9%에 해당하는 26.34km²이다.

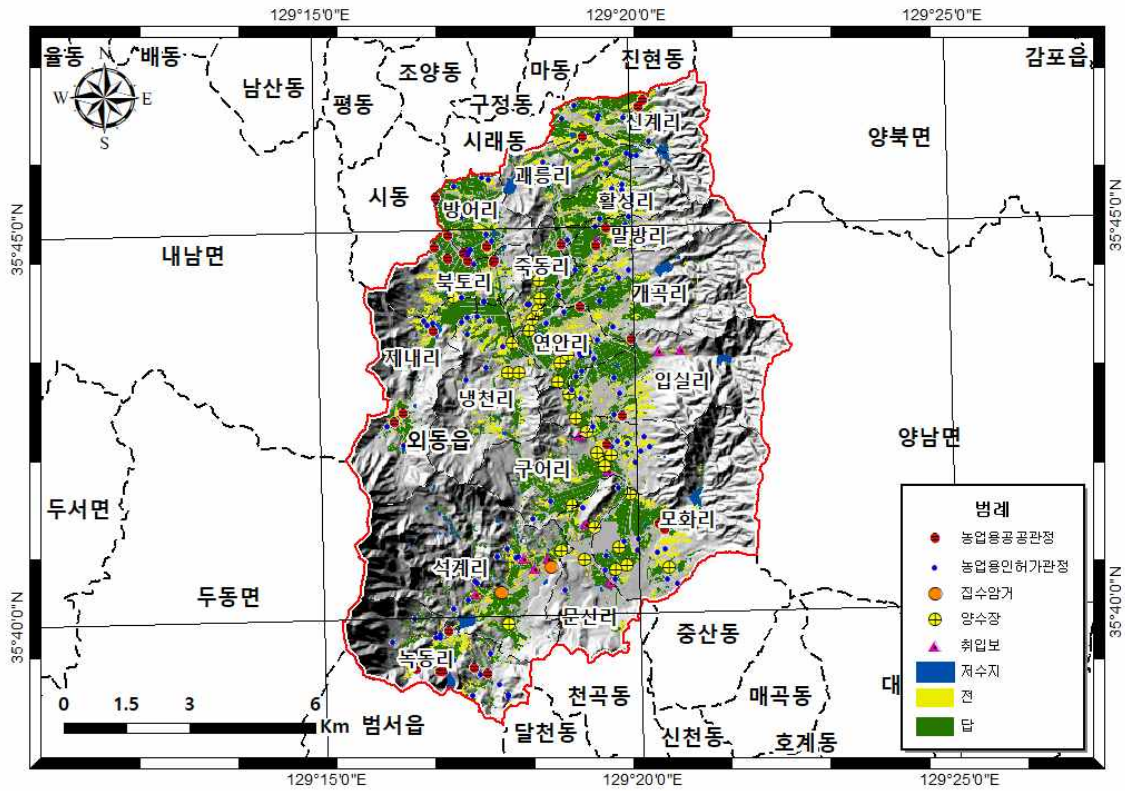
<표 1-4-1> 지목별 토지이용 현황

구분	합계	농경지				임야	대지	기타	
		소계	전	답	과수원				
계	면적	109.92	26.34	6.30	19.82	0.22	59.68	3.37	20.53
	구성비(%)	100	24.9	5.7	18.0	0.2	54.3	3.1	18.7
경주시	외동읍	109.92	26.34	6.30	19.82	0.22	59.68	3.37	20.53

□ 울농지구의 농업기반시설의 현황은 총 198개소로 농업용 지하수가 124개소로 대부분을 차지하고 있다.

<표 1-4-2> 농업기반시설 현황

구분	합계	농업기반시설				농업용지하수		비고	
		저수지	양수장	취입보	집수암거	충적	암반		
시군	합계	198	29	31	12	2	4	120	
경주시	외동읍	198	29	31	12	2	4	120	



<그림 1-4-2> 울농지구 농업기반시설 분포

□ 울농지구는 경주시 외동읍 1개 읍으로 구성되어 있으며, 용수구역면적은 총 10,992ha이며, 전면적이 652ha, 답면적이 1,982ha이다.

<표 1-4-3> 용수구역면적 현황

용수구역명	용수구역면적(ha)					
	계	전	답	임야	대지	기타
울농지구	10,992	652	1,982	5,968	337	2,053

□ 사업지구의 선정기준인 지하수수량부분에서 울농지구 일부분이 지하수 이용량 대비 개발가능량 및 지하수개발밀도가 높고, 지하수수질부분에서 단위면적당 분뇨발생량, 단위면적당 축산폐수발생량이 높아, 수량고갈 및 수질오염방지를 위한 체계적인 조사를 실시하는 것이 타당하다.

1.5 지하수 개발·이용 현황

1.5.1 신고·허가별 지하수 개발현황

허가·신고 형태별로 구분하면, 허가시설 58공, 신고시설 592공으로 분류된다.

<표 1-5-1> 울농지구 지하수개발 현황

(단위 : 공)

구 분	이용실태 자료			
	계	허가	신고	경미
울농지구	650	58	592	-
구성비(%)	100	8.9	91.1	-
경주시 외동읍	650	58	592	-

1.5.2 용도별 지하수 개발현황

울농지구 내 개발되어 있는 지하수 시설은 총 650공으로 생활용이 471공(72.4%), 농어업용 124공(19.1%), 공업용 55공(8.5%)이다.

<표 1-5-2> 용도별 지하수개발 현황

(단위 : 공)

읍 면	계	생활용	공업용	농어업용	기타
울농지구	650	471	55	124	-
구성비(%)	100	72.4	8.5	19.1	-
경주시 외동읍	650	471	55	124	-

1.5.3 관정 형태별 지하수 개발현황

지하수 관정은 개발유형에 따라 암반관정, 층적관정, 방사상 집수정, 재래식 우물 등으로 구분된다. 개발유형은 용수공급계획이나 용도 그리고 개발지역의 지형과 지질적인 요소에 의해서도 달라진다.

<표 1-5-3> 관정형태별 지하수 이용현황

(단위 : 공)

읍 면		계	층적	암반	채래식우물	확인불가
울농지구		650	7	643	-	-
구성비(%)		100	0.1	99.9		
경주시	외동읍	650	7	643	-	-

1.5.4 용도별 지하수 이용현황

□ 용도별 지하수 이용량은 생활용이 471개소에서 1,298.8천m³/년, 공업용이 55개소에 405.0천m³/년, 농어업용은 124개소에서 263.7천m³/년을 사용하고 있는 것으로 나타났다.

<표 1-5-4> 용도별 지하수 이용현황

(단위 : 공, 천m³/년)

구 분	계	생활용	공업용	농어업용	기타용
개소수	650	471	55	124	-
이용량	1,967.5	1,298.8	405.0	263.7	
구성비(%)	100	66.0	20.6	13.4	

1.5.5 지하수관측망 운영현황

가. 지하수 관측망 현황

<표 1-5-5> 울농지구 지하수관측망 현황

구 분	관측망명	기능	관측정 위치선정
환경부 (수위/수질)	<ul style="list-style-type: none"> •국가지하수관측망(2개소) •지역지하수관측망 	<ul style="list-style-type: none"> •지하수위 변동을 감시·관측하여 지하수 수위고갈, 지반침하 등 지하수 장애를 사전에 방지하고 정책 수립에 필요한 기초자료 제공 	전국균등/ 관심지역
	<ul style="list-style-type: none"> •국가지하수수질전용 측정망 •지역지하수수질 측정망 	<ul style="list-style-type: none"> •지하수 수질 변동을 감시·관측하여 배경 수질 파악/규명 및 지하수 수질오염을 방지하고 정책 수립에 필요한 기초자료 제공 	전국균등/ 관심지역
농림축산 식품부	<ul style="list-style-type: none"> •농촌지하수관리관측망※¹⁾ •해수침투관측망 	<ul style="list-style-type: none"> •지하수 고갈 및 오염 등 지하수 장애에 대비하여 감시정/관측정을 이용 지하수위 및 수질 관측 	농어촌 용수구역 균등

※¹⁾ 용수구역당 3개소 설치 예정(2022년 까지) 2) ()내서는 현재 설치 개소

나. 국가지하수관측망 현황

<표 1-5-6> 울농지구 국가지하수관측망 설치현황

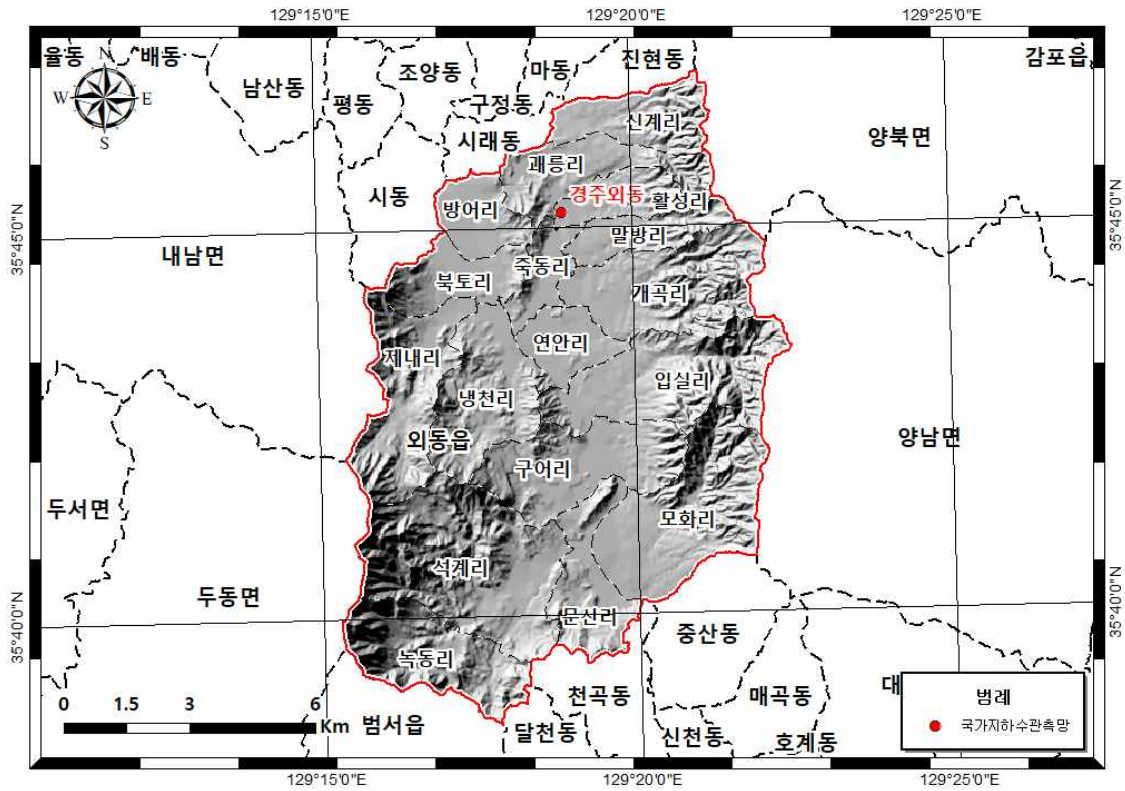
관측소명	위 치	설치일자
경주외동(암반)	경상북도 경주시 외동읍 활성리 948-1	2011.12.14
경주외동(층적)	경상북도 경주시 외동읍 활성리 948-1	2011.12.14

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

<표 1-5-7> 울농지구 수질측정망 설치현황

지점번호	위 치	주용도	비고
- 해당없음 -			

울농지구의 국가 지하수관측망은 2021년말 기준 2개소가 운영 중이다.



<그림 1-5-1> 지하수 관측점 위치도

다. 농촌지하수관측망 현황

<표 1-5-8> 울농지구 농촌지하수관리관측망 설치현황

관측소명	위 치	설치연도	심도(m)
- 해당없음 -			

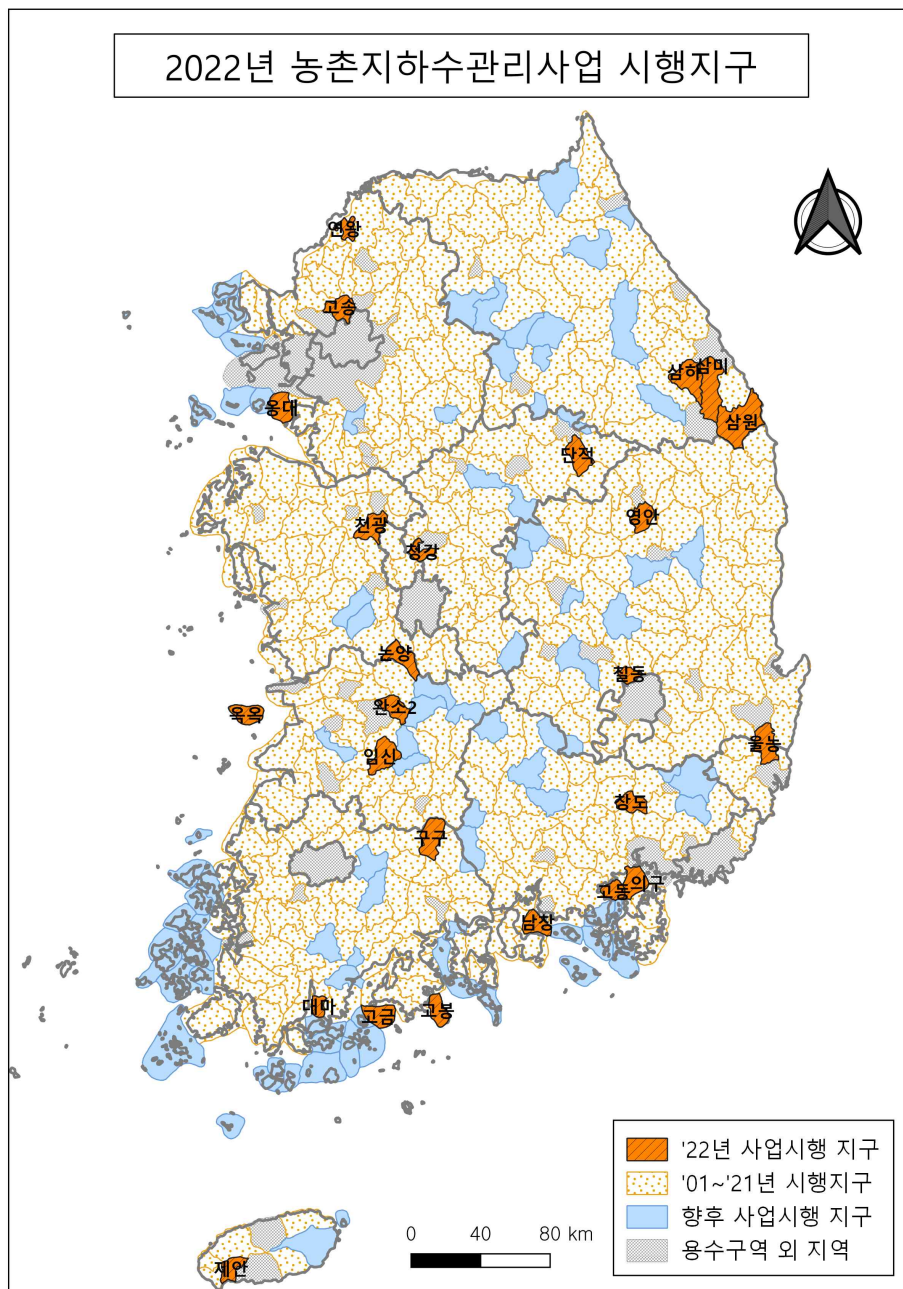
<표 1-5-9> 울농지구 해수침투관측망 설치현황

관측소명	위 치	설치연도	심도(m)
- 해당없음 -			

1.6 농어촌지하수관리시스템 설명

□ 시스템 구축현황

농어촌지하수관리시스템을 통해 사업시행대상 457개 농촌용수구역 중 '21년까지 342지구(127개 시·군)에 대한 농어촌지하수 조사결과를 인터넷 기반의 WebGIS 지도 서비스로 제공한다.



<그림 1-6-1> 농촌지하수관리사업 시행지구

<표 1-6-1> 시·도별 농어촌용수구역별 조사현황

시도	계	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주
계획(지구)	457	53	50	33	44	42	95	70	61	9
조사실적	342	40	35	27	40	33	59	60	43	5
2001	1	화남2	-	-	-	-	-	-	-	-
2002	2	-	-	-	-	-	무망	-	김진	-
2003	6	화서	-	제산	아송	부동	-	칠석	-	-
		화비	-	-	-	-	-	-	-	-
2004	15	평포	원문	음산	아인	부백	무일	영화	김장	-
		평고	원관	음원	아영	정입	무청	-	진집	-
2005	15	평서	원양	제봉	공정	순금	무현	영금	진수	-
		이흥	춘동	생극	금남	정북	보성	상리	-	-
2006	15	이설	춘신	진리	유구	정산	보노	영자	진지	-
		광초	횡둔	괴칠	금부	순동	-	상외	사용	-
2007	20	광포	횡소	진백2	공논	정감	보문	상화	사포	제애
		김고	홍화	괴청	금복	순쌍	보별	금대	하금	-
		여서	평용	-	-	장변	-	-	-	-
2008	23	김양	홍두	괴도	논벌	장계	화춘	금봉	하적	제조
		여북	평방	옥동	부서	진상	동평	상사	합적	-
		과교	평대	-	-	고신	장북	군부	거가	-
2009	23	여감	양동	옥청	논산	진백	장삼	감문	합울	제한
		과문	화간	영양	부흥	고원	화릉	군위	거남	-
		용남	-	-	부은	고광	장군	문호	밀부	-
2010	23	과적	양방	금추(청부)	기산	무적	장관	문산	거고	제대
		가외	화상	영산	남포	임삼	함손	청송	밀하	-
		용외	-	-	청청	남보	영갑	안예	거사	-
2011	18	가북	고거	영황	서비	무설	함신	청현	거장	제남
		용기	인북	보마	보외	순강	영대	안풍	창계	-
		-	-	-	-	남대	-	-	-	-
2012	16	가설	고죽	보내	보청	남운	함라	안길	창리	-
		안고	인남	-	청화	-	신압	봉법	산산	-
		-	-	-	-	-	진진	봉영	-	-

<표 1-6-1> 시·도별 농어촌용수구역별 조사현황(계속)

시도	계	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주
계획(지구)	457	53	50	33	44	42	95	70	61	9
조사실적	342	40	35	27	40	33	59	60	43	5
2013	16	안서양조 -	인상명성 -	보미 -	청대홍금 -	익용 -	진군곡고승상 -	봉석춘양봉상 -	산신양하 -	-
2014	16	안삼남진 -	양손명사 -	중신 -	홍서예대 -	완봉 -	곡옥곡석승외 -	선산영연경감 -	산신2남설 -	-
2015	17	포군양남 -	명강삼근 -	-	근홍예오 -	-	승서승해고대고과 -	영기경서선해영청 -	산삼남이2남서 -	-
2016	19	강내강선 -	철동 -	원양중상 -	예광태안 -	익오완화 -	승월해산고도고포 -	의신의단의금선장 -	의부의의정 -	-
2017	18	포신 -	철근 -	청북 -	서해태이 -	남이 -	담용담고담수해삼해현 -	의안의옥청도청운 -	함칠함법함수 -	-
2018	20	포동 -	영주 -	청남 -	당고서지당송 -	김금 -	영도영학해계해향해북 -	울북울원울기영영영석 -	함함고영고회 -	-
2019	20	양천 -	영북영상 -	청부 -	당우남동 -	김백 -	나노나봉여소여들해화 -	영순영봉예영예상친호 -	창대양일양철 -	-
2020	20	양금양지 -	정신정임 -	단대 -	천직연전 -	김청 -	광봉강도강칠나동나남 -	성운성고경하경가달화 -	창진울청 -	-
2021	19	연청연백 -	정동정도 -	단가 -	천동천성 -	옥개완상 -	강성완군구문 -	성가성월영달영영영지 -	울두울상 -	-
2022 (완료예정)	22	고송연왕웅대 -	삼미삼하삼원 -	단적청강 -	천광논양 -	임신옥옥완소2 -	구구고금고봉고대마 -	영안울농칠동 -	창도고동남창의구 -	제안 -

<표 1-6-2> 행정구역별 조사현황

구 분	계	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주
계(시군)	127	16	14	10	15	12	20	21	18	1
2001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2003	2	-	-	-	-	-	-	칠곡	김해	-
2004	3	화성	-	-	아산	부안	-	-	-	-
2005	4	평택 -	원주 -	제천 음성	- -	- -	무안 -	- -	- -	- -
2006	5	이천	춘천	-	-	-	-	영천	진주	-
2007	10	광주 -	횡성 -	진천 괴산	공주 금산	정읍 순창	보성 -	- -	사천 -	- -
2008	8	김포 -	홍천 평창	증평 -	계룡 -	장수 -	- -	상주 -	하동 -	- -
2009	11	여주 -	- -	- -	논산 부여	진안 고창	화순 장성	김천 군위	합천 -	제주 -
2010	8	파주 -	화천 양구	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	5	안성 남양주	양양 -	- -	홍성 -	- -	곡성 -	- -	- -	- -
2015	4	- -	강릉 -	- -	- -	- -	- -	포항 -	산청 남해	- -
2016	8	강화 -	- -	충주 -	예산 -	익산 -	순천 고흥	구미 -	의령 -	- -
2017	6	- -	철원 -	- -	태안 -	남원 -	담양 -	의성 청도	함안 -	- -
2018	7	포천 -	- -	- -	서산 -	- -	영암 -	영양 울진	고성 함양	- -
2019	8	양주 -	영월 -	청주 -	당진 -	- -	여수 해남	예천 -	기장 -	- -
2020	9	양평 - -	- - -	- - -	세종 - -	김제 - -	광양 나주 -	고령 경산 달성	창원 - -	- - -
2021	9	연천	정선			군산 완주	강진 완도	성주 영덕	울주	
2022 (완료예정)	10	고양	삼척	단양	천안	임실	구례	경주 영주	창녕	서귀포

□ 접속방법

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

□ 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. 별도의 지하수정보 신청 시는 요청목적의 타당성 검토 후 자료 제공

□ 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

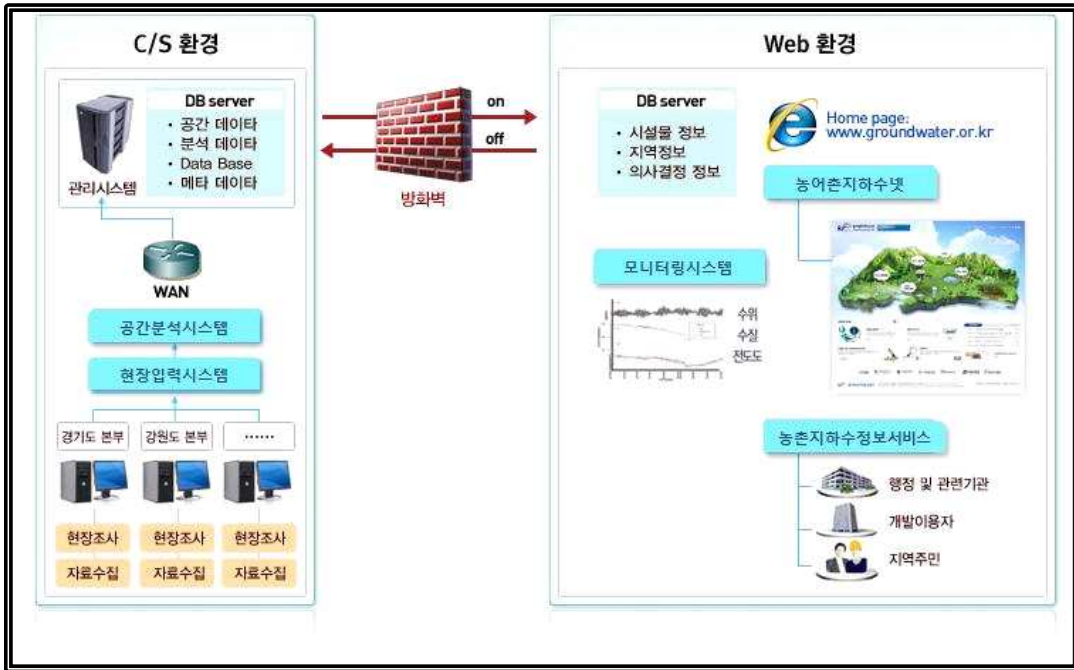
- 지하수자원의 생산성, 과학성, 신뢰성 향상
 - 다양한 지하수정보의 유기적인 분석과 신속한 업무처리로 시간절감
 - 과학적인 분석과 합리적인 의사결정으로 설득력과 수용성 증대
 - 미래 위험발생 예측 및 예방을 위한 기초자료 제공
 - 전국기반 자료구축으로 유기적, 효율적인 지하수 행정구현
- 정보서비스의 품질향상
 - 정량적인 분석자료 제공
 - 신속, 정확한 업무처리에 의한 행정서비스 품질향상
 - 유관기관 자료공유 및 유기적 협조체계 구축

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

□ 시스템 구성 및 이용 안내

가. 시스템 구성



<그림 1-6-2> 농어촌지하수관리시스템 구성도

나. 농어촌지하수관리시스템의 단위시스템 구성

- WEB → 농어촌지하수관리시스템 ☞ 지하수정보 교류 홈페이지(기술지원방 운영)
- WEB → 농어촌지하수정보서비스 ☞ 지하수관련 지도정보서비스
- WEB → 지하수모니터링 ☞ 관측정에서 수신된 정보 지도서비스로 제공
- C/S → 공간분석시스템 ☞ 지하수주제도 생성 및 분석 프로그램
- C/S → 현장입력시스템 ☞ 현장수집 지하수자료 입·출력 프로그램

II

농업용 공공관정 현황 및 조사

Ⅱ. 농업용 공공관정 현황 및 조사

2.1 농업용 공공관정 개발·이용 현황

- 농업용 공공관정은 국고 또는 공적자금을 투입하여 농업용수 활용을 목적으로 개발한 관정을 말하며, 시설물 유지관리 기관은 대부분 해당 지자체 및 한국농어촌공사이다.
- 울농지구에는 지자체에서 관리하는 25개의 농업용 공공관정이 개발되어 있으며, 금번 조사에서는 지자체에서 관리하는 농업용 공공관정 25개소를 대상으로 조사를 수행하였다. 현장조사 결과 실공은 22개소로 조사되었다.

<표 2-1-1> 공공관정 조사결과

(단위 : 공)

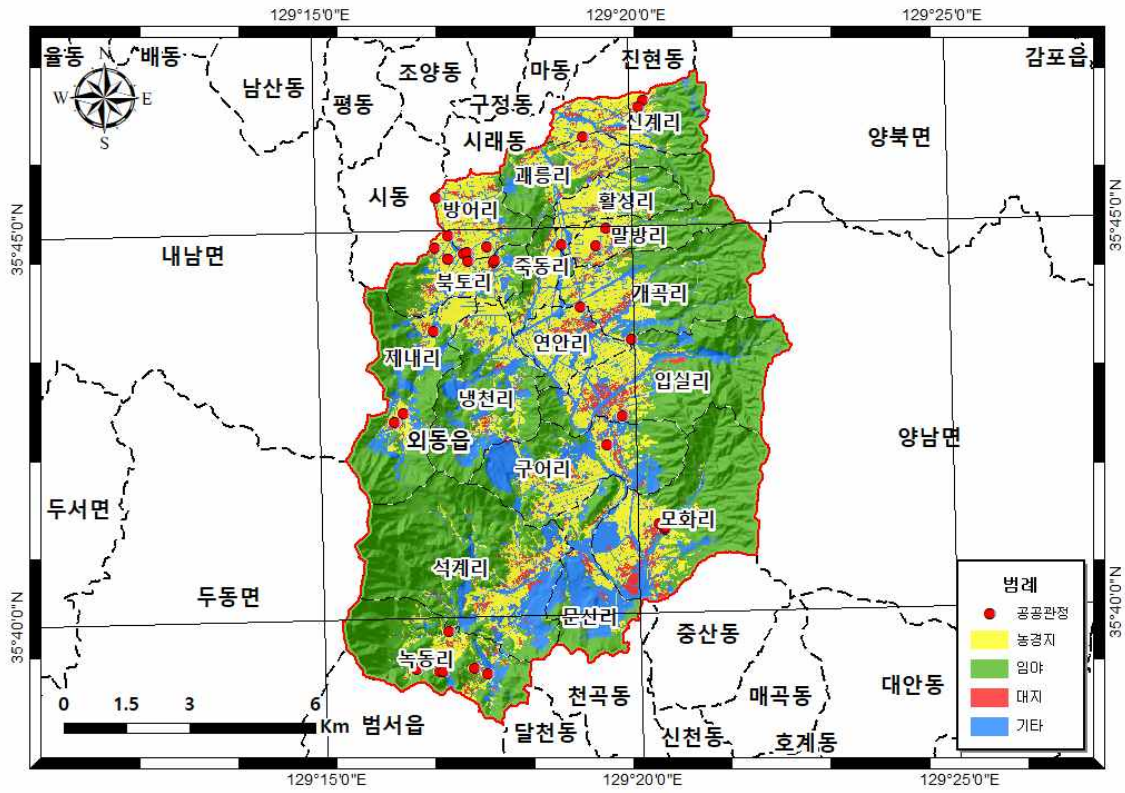
구분	농업용				
	합계	실공	우물없음	원상복구	
울농지구	25	22	2	1	
경주시	외동읍	25	22	2	1

- 이들 대부분 전작 및 답작용으로 사용되며, 저수지나 하천 등 수리시설의 혜택이 어려운 지역에 주로 개발되어 이용되고 있다.

<표 2-1-2> 공공관정 용도별 개발 현황

(단위 : 공)

구분	농어업용				
	합계	전작용	답작용	기타	
울농지구	22	1	21	-	
경주시	외동읍	22	1	21	-



<그림 2-1-1> 공공관정 현황도

2.2 농업용 공공관정 일제조사

□ 지자체의 새울행정시스템 자료와 해당 부서에서 관리하고 있는 농업용 공공관정에 대한 현황을 파악하여 조사 누락되지 않도록 DB를 구축하고 각 관정에 대한 정밀조사를 시행하였다.

<표 2-2-1> 농업용 공공관정 현황(22개소)

일련 번호	현장조사번호	위치				신고/ 허가	관리기관
		시군	읍면	동리	번지		
1	WGYJ272202200022	경주시	외동읍	구어리	472-2	허가시설	경주시
2	WGYJ272202200037	경주시	외동읍	녹동리	107	허가시설	경주시
3	WGYJ272202200050	경주시	외동읍	녹동리	665	허가시설	경주시
4	WGYJ272202200054	경주시	외동읍	녹동리	933	허가시설	경주시
5	WGYJ272202200059	경주시	외동읍	말방리	676-1	허가시설	경주시
6	WGYJ272202200060	경주시	외동읍	말방리	680	허가시설	경주시
7	WGYJ272202200075	경주시	외동읍	모화리	724	허가시설	경주시
8	WGYJ272202200081	경주시	외동읍	방어리	1082	허가시설	경주시
9	WGYJ272202200093	경주시	외동읍	북토리	126-5	허가시설	경주시
10	WGYJ272202200094	경주시	외동읍	북토리	308-2	허가시설	경주시
11	WGYJ272202200098	경주시	외동읍	북토리	406	허가시설	경주시
12	WGYJ272202200099	경주시	외동읍	북토리	419-1	신고시설	경주시
13	WGYJ272202200100	경주시	외동읍	북토리	540	허가시설	경주시
14	WGYJ272202200114	경주시	외동읍	신계리	170-2	신고시설	경주시
15	WGYJ272202200115	경주시	외동읍	신계리	186-1	허가시설	경주시
16	WGYJ272202200121	경주시	외동읍	신계리	895-4	허가시설	경주시
17	WGYJ272202200133	경주시	외동읍	연안리	656-7	허가시설	경주시
18	WGYJ272202200140	경주시	외동읍	입실리	1347	허가시설	경주시
19	WGYJ272202200152	경주시	외동읍	제내리	671	허가시설	경주시
20	WGYJ272202200158	경주시	외동읍	죽동리	55	허가시설	경주시
21	WGYJ272202200168	경주시	외동읍	석계리	905-2	기타시설	경주시
22	WGYJ272202200169	경주시	외동읍	방어리	164-1	기타시설	경주시

농업용 공공관정 조사(예시)-부록 참조

가. 관정현황

구 분	내 용
지 구 명	울농지구 (일련번호 : WGYJ272202200059) / 허가신고번호 : 2199600112
위 치	경상북도 경주시 외동읍 말방리 676-1 (위도 : 35-44-58.88 , 경도 : 129-19-35.18)
채 수 량	200 m ³ /day
제 원	가)구경:200mm 나) 심 도 : 124 m
수중모터펌프	가)마력:10HP 나) 설치심도 : 108 m
	다) 토출관구경 : 50 mm
개발년도(연장허가)	
점검기관	한국농어촌공사 경북지역본부 점검일자 2022-06-29

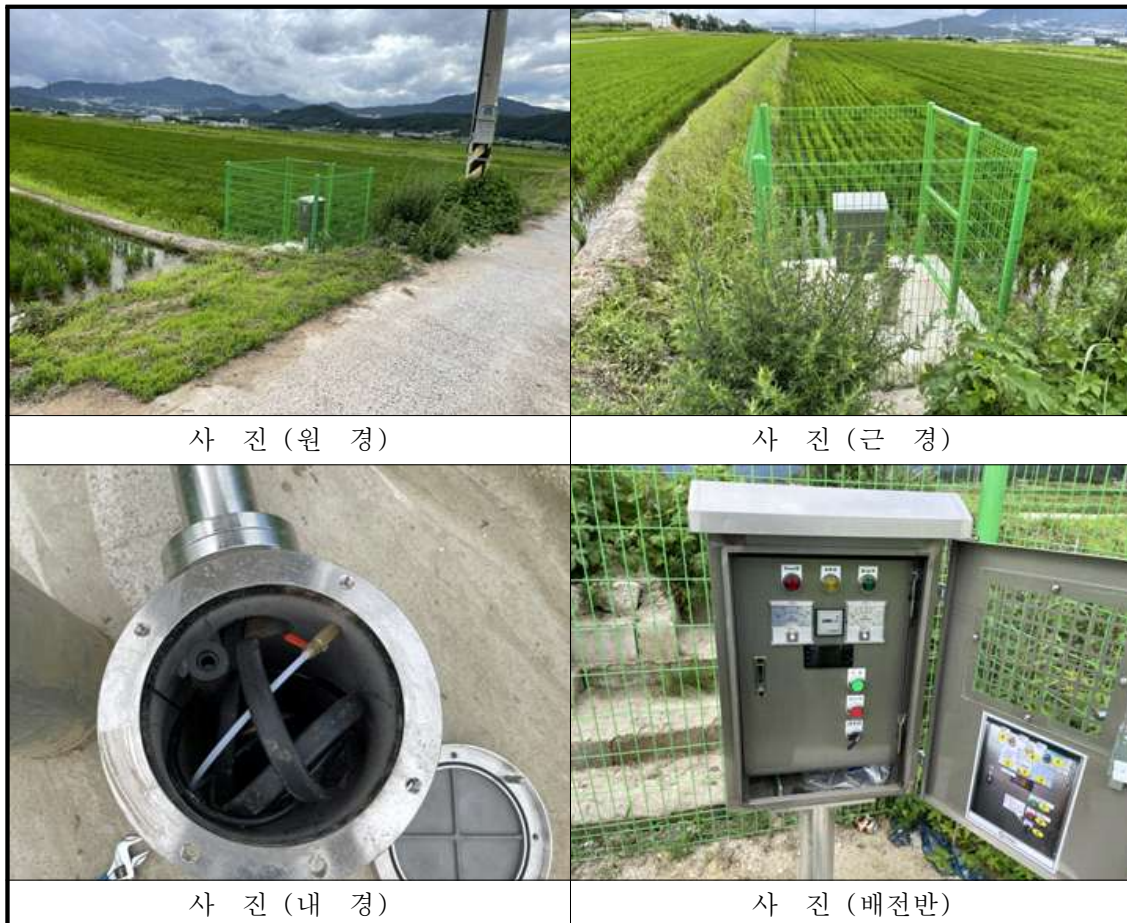
나. 세부점검내역

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

다. 점검결과

문제점	수위측정관 미설치		
대책	수위측정관 설치		
추정소요사업비 (공종별)	공종(항목)	처리내역	처리비용(천원)
	수위측정관없음	수위측정관설치	167
	계		167

라. 사진대지



2.3 농업용 공공관정 점검결과 및 관리방안

2.3.1 점검결과

울농지구 내 농업용 공공관정에 대하여 정밀조사 결과, 지하수 영향조사 및 사후관리 3공, 수질검사 대상공은 3공, 원상복구 0공, 시설물정비 필요관정은 13공에 대하여 21건의 조치가 필요한 것으로 파악되었다.

<표 2-3-1> 농업용 공공관정 일제조사 현황

구 분	계	조 사						
		조치 불필요 (공수)	조치 필요 (공수)	조 치 필 요(건수) ¹⁾				
				소계	영향조사 및 사후관리	수질 검사	원상 복구	시설물 정비
관정수(공)	22	6	16	27	3	3	-	21
경주시 외동읍	22	6	16	27	3	3	-	21

※ 1): 1개 관정에서 여러 항목의 조치가 필요할 경우 각각의 건수로 집계

2.3.2 관리방안

□ 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 도모하고자 필요한 조사를 제안하였다. 지하수개발·이용허가의 유효기간이 도래하거나 이미 만료된 관정에 대해서는 5년 주기로 필히 지하수 영향조사를 실시하여야 한다.

<표 2-3-2> 지하수영향조사 필요관정 현황

일련 번호	현장조사번호	위치				유효기간 만료일
		시군	읍면	동리	번지	
1	WGYJ272202200050	경주시	외동읍	녹동리	665	2022
2	WGYJ272202200100	경주시	외동읍	북토리	540	2022
3	WGYJ272202200115	경주시	외동읍	신계리	186-1	2022

나. 업무흐름도

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

□ 사후관리 제안

가. 배경 및 현황

지하수법 제9조의5(지하수개발·이용시설의 사후관리 등), 시행령 제14조의 4(지하수개발·이용시설의 사후관리 등), 시행규칙 제9조의5(지하수개발·이용시설의 사후관리 등), 제9조의6(다중이용 지하수개발·이용시설 등), 제9조의 7(사후관리 방법 등)에 의해 지하수 수질의 효율적인 보전관리를 위하여 특별한 용도 및 일정규모 이상의 지하수개발·이용시설에 대한 검사 및 정비, 청소 등을 실시하도록 아래와 같이 제안하였다.

<표 2-3-3> 지하수 사후관리 필요관정 현황

일련 번호	현장조사번호	위치				유효기간 만료일
		시군	읍면	동리	번지	
1	WGYJ272202200050	경주시	외동읍	녹동리	665	2022
2	WGYJ272202200100	경주시	외동읍	북토리	540	2022
3	WGYJ272202200115	경주시	외동읍	신계리	186-1	2022

나. 업무흐름도

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

□ 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 실시하도록 제안하였다.

<표 2-3-4> 수질검사 필요관정 현황

일련 번호	현장조사번호	허가신고번호	위치			
			시군	읍면	동리	번지
1	WGYJ272202200037	1200100005	경주시	외동읍	녹동리	107
2	WGYJ272202200093	1200700005	경주시	외동읍	북토리	126-5
3	WGYJ272202200158	1201600002	경주시	외동읍	죽동리	55

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

□ 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 지하수오염이 우려되는 불용공에 대해 실시하도록 해당관정을 선정하여 제안하였다.

<표 2-3-5> 원상복구 필요관정 및 임시조치 현황

일련 번호	현장조사번호	위치				비고
		시군	읍면	동리	번지	

- 해당사항 없음 -

나. 업무흐름도

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

□ 시설물정비 제안

가. 배경 및 현황

일제조사 결과를 바탕으로 시설이 노후되어 원래의 기능 유지가 불가능하거나 안전상 위험이 있는 경우에는 보수 또는 보강을 실시하도록 제안하였다.

<표 2-3-6> 시설물관리 필요관정 제안

일련번호	현장조사번호	위치			시설물					
		읍면	동리	번지	유량계	출수장치	수위측정관	상부보호공	전기시설	수중모터
1	WGYJ272202200037	외동읍	녹동리	107		○				
2	WGYJ272202200050	외동읍	녹동리	665		○				
3	WGYJ272202200059	외동읍	말방리	676-1	○		○			
4	WGYJ272202200060	외동읍	말방리	680	○		○			
5	WGYJ272202200075	외동읍	모화리	724		○				
6	WGYJ272202200094	외동읍	북토리	308-2		○				
7	WGYJ272202200098	외동읍	북토리	406	○	○				
8	WGYJ272202200099	외동읍	북토리	419-1		○	○			
9	WGYJ272202200114	외동읍	신계리	170-2		○	○			
10	WGYJ272202200121	외동읍	신계리	895-4		○				
11	WGYJ272202200158	외동읍	죽동리	55	○		○			
12	WGYJ272202200168	외동읍	석계리	905-2			○			
13	WGYJ272202200169	외동읍	방어리	164-1	○	○	○			

Ⅲ

향 후 전 망

Ⅲ. 향후전망

지구온난화, 강우형태 변화, 이상기온 등 기후변화에 따라 물순환체계 변화가 예상되며 이에 따라 지하수의 수요와 공급도 예상된다. 따라서 이장에서는 기후변화에 따른 개발가능량, 이용개발 예측, 지하수오염 예측 및 가뭄에 따른 농업용 지하수개발방안 등에 관해 서술하겠다.

3.1 지하수 개발가능량 산정

3.1.1 지하수 함양률 산출

지하수 함양이란 지하수면에 도달하여 대수층의 저류량을 증가시키는 수직적인 물의 흐름으로 정의되며, 강우의 지표 침투, 비포화대 내 배수와 포화대 내 재분포 또는 누적 과정을 통해 발생한다. 이러한 일련의 물리적 과정은 비포화대에서의 물의 흐름을 통하여 지표면에 가해진 수리적 스트레스를 해소하고 평형상태로 되돌아가려는 자연 현상으로 이해될 수 있다(구민호와 이대하, 2002).

본 보고서에서는 조사지구의 지하수 함양률 산정은 지하수위 강하곡선 해석법을 활용한 지하수관리기본계획 수정계획(2017)과 더불어 NRCS-CN 침투량 분석법, 물수지분석법을 활용해 각기 산정된 함양률의 평균(18.80%)을 적용하였다. 함양률 산정시 필요한 강수량 및 수문총량은 Thiessen법을 이용한 면적평균강수량을 산정하여 수문총량으로 적용하였다.

① 지하수위 강하곡선 해석법

비교적 정확하게 측정된 지하수 수위 변동 자료만을 이용하여 함양률을 추정하므로 국가지하수관측소 등에서 측정한 장기 수위 관측자료에 적용이 가능하다(구민호와 이대하, 2002). 이 방법은 무강우시 지하수 수위 최대 강하량과 1개월 강하량의 비율로 정의되는 지하수 수위 강하율과 지하수 함양률 사이에 직접적인 비례관계가 있음을 기본 개념으로 한다.

지하수 수위 강하곡선법에서 지하수 함양률을 결정하는 변수로는 비례상수

δ ($C=-1/\ln\delta$ 를 결정하는 함수)값을 들 수 있다. 그런데 이 값은 개념적인 측면에서 수리지질학적으로 명확하지 않고 물리적인 의미가 없는 한계를 지닌다(구민호와 이대하, 2002). 최병수와 안중기(1998)는 타당한 δ 값을 확보하기 위하여, 우리나라 지하수 함양률이 약 18%라는 가정과 사례지구인 베르네천 유역에 대한 SCS-CN 함양률이 20.2%임을 기준으로, δ 값의 범위(0.005~0.01)를 추정하여 제시한 바 있다. 이에 대하여 조재경(2008)은 SCS-CN에서 산출된 함양률은 엄밀하게는 개념상 지표침투율이고, 이는 불포화대를 지나 지하수면에 도달하는 실제 함양률에 비해 과다 산정되는 값이므로, 실제로 권역별 지하수 함양률은 13%이내일 것이며, 따라서 δ 값을 0.001 이내로 조정해야 한다고 하였다.

$$\text{함양률}(\alpha) = \frac{S_{30}}{\text{modified } S_m} \times C$$

S_m : 무강우시 지하수 수위 최대 강하량

S_{30} : 무강우시 월수위 강하량

C : 비례상수

국가지하수 관리기본계획 수립시 상기의 방법을 적용하여 우리나라의 함양률을 지역별로 산정하여 제시한바 있으며, 본 조사에서는 해당 지역의 지하수 함양률 15.71%를 적용하였다.

② NRCS-CN 침투량 분석법

NRCS모델의 특징은 수문학적 토양구분과 토지이용상태별 유출곡선지수(Runoff Curve Number, CN)를 정하여 유역의 특성에 따라 무계측유역의 유출량을 추정하는 것이다.

NRCS모델은 세가지 가정을 기초로 하고 있다. 즉, ①강우시 차단, ②지표저류, ③토양저류 등에 의한 최대저류능(Potential storage, S)을 유역의 특성으로 하고, S 에 대한 실저류량(Actual storage, I_a)의 비율은 직접유출량(Q)이 강우량(P)에서 초기손실(Initial abstraction, I_a)을 뺀 값에 대한 비율

과 같으며, 초기손실(I_a)은 최대저류능(S)의 크기에 비례한다는 것이다. 이 가정을 수식으로 표시하며,

$$\frac{F}{S} = \frac{Q}{P - I_a}, \quad I_a = \alpha S$$

여기서 α 는 비례상수로서 NRCS는 0.2를 제시하였다.

한편, 물수지로 볼 때 다음식이 성립한다.

$$F = P - I_a - Q$$

이를 Q 에 대하여 풀면,

$$Q = \frac{(P - \alpha S)^2}{P + (1 - \alpha)S} \quad (\text{단, } P \leq \alpha S \text{ 일 경우 } Q = 0)$$

와 같이 유출량 선정공식이 되고, 이것을 식에 대입하면,

$$F = P - I_a = \frac{(P - \alpha S)^2}{P + (1 - \alpha)S} = \frac{(P - \alpha S)S}{P + (1 - \alpha)S} \quad (\text{단, } P \leq \alpha S \text{ 일 경우 } F = 0)$$

$\alpha = 0.2$ 적용하면,

$$F = \frac{(P - 0.2S)S}{(P + 0.8S)}$$

위의 식은 S 변수 하나만으로 실저류량(F)을 구할 수 있는데 Aron(1977)과 Hjelmfelt(1980) 등은 실저류량이 강우시 누가침투량과 같다고 하였다.

변수 S 는 강우와 유역특성에 따라 결정되며 NRCS유출분석법에서와 마찬가지로 유역내 토양의 수문학적 토양군 분류와 이에 상응하는 유출곡선지수(CN)를 적용함으로써 구해진다.

강우의 침투는 지하수 함양과 직접적인 관계가 있으며, 지하수함양 분석에 있어서는 장기적인 분석이 필요하므로, 일 강우량별로 유역에 상응하는 침투량을 구하고, 다년간의 침투량을 누계 평균하여 연평균 침투량을 구한다. 이때의 연평균 침투량이 연평균강우량에 대하여 갖는 비율로 지하수 함양률에 적용할 수 있다.

본 조사지역의 NRCS-CN 침투량 분석을 통한 함양률은 21.80%이다.

③ 물수지 분석법

물수지 분석은 조사지역내 유입 및 유출되는 물의 양과 해당 지역내에 저유된 전체 수자원의 변화 사이에는 항상 평형조건이 이루어진다는 가정하에 기초를 두고 있는데, 이러한 평형을 수문평형방정식이라고 하며 다음과 같은 기본식으로 나타낼 수 있다.

$$P = R + I + E = R + D$$

P : 강수총량(mm)

R : 지표 유출량(mm)

I : 지하수 함양량(mm)

E : 증발산량(mm)

D : 손실량(mm)

따라서 물수지분석에 의한 지하수 함양식은 다음과 같이 구할 수 있다.

$$I = P - R - E$$

$$I = D - E$$

본 조사지역의 물수지 분석에서는 손실량 추정을 통해 유출량을 추정하였다. 손실량이란 조사지역에 내린 강수량에서 지표수 유출량을 뺀 값으로 정의한다. 물수지 분석에서는 지하로 침투하거나 지하의 유동경로를 통해서 다시 지표로 유출하는 양을 무시하고 있으므로, 이 경우에 손실량은 실제 증발산량과 같다. 그러나 이양을 무시할 수 없는 경우에는 즉, 실제 증발산량과 손실량의 차이가 존재하는 경우, 그 차이가 지하로 침투하는 지하수 함양

량이 될 것이다. 즉, 손실량은 함양량과 증발산량의 합으로써, 함양량을 계산하기 위해서는 다음의 식과 같이 손실량에서 증발산량을 빼 주어야 한다.

$$D = \frac{P}{\sqrt{0.9 + P^2/L^2}}$$

여기서 D는 손실량(mm), P는 강수량(mm), L은 매개변수로서 다음과 같은 기온의 함수로 표현된다.

$$L = 300 + 25T + 0.05T^3$$

여기서 T는 연평균기온(°C)이다

본 조사지역에서는 물수지 분석법에 의한 함양률은 Truc법을 통해 손실량을 추정하고 Thornthwaite법을 이용해 증발산량을 산정하였으며, 그 결과 적용 함양률은 18.90%이다.

3.1.2. 지하수 개발가능량 산출

지하수 함양량은 지표에 도달한 강우 중, 토양을 침투하여 대수층(포화대)까지 내려가 지하수를 이루는 강우의 양으로 정의할 수 있다. 이에 비해, 지하수 개발가능량은 물이 강우, 지표수, 지하수, 증발산 등의 형태로 끊임없이 자연계에서 순환하는 물순환 체계가 파괴되지 않는 범위 내에서 개발할 수 있는 양으로 정의된다. 지하수 개발가능량은 지하수 장애가 발생되지 않도록 지하수 함양량 내에서 산정하도록 제안되었고, 수치적으로는 10년빈도 가뭄시 강수량 발생 시 지하수 함양량을 지하수 개발가능량으로 정의된 바 있다(건설교통부, 2007). 지하수 함양량과 개발가능량의 일반적인 산정방법은 다음과 같다.

- 지하수 함양량 = 강수량 × 지하수 함양률 × 해당지역 면적
 - 지하수 개발가능량 = 10년빈도 가뭄시 강수량 × 지하수 함양률 × 해당지역 면적
- 이 때 10년빈도 가뭄시 강수량은 전체 도수가 정규분포를 이루었을 때, 하

위 10%에 들어갈 확률($p=0.1$, $z=-1.28$)의 강수량을 의미하며, 그 계산식은 다음과 같다.

$$p\left(\frac{x-\bar{x}}{\sigma} < z\right) = 0.1$$

$$p\left(\frac{\text{10년빈도가뭍시 강수량} - \text{평균}}{\text{표준편차}} < z\right) = 0.1$$

$$\frac{\text{10년빈도가뭍시 강수량} - \text{평균}}{\text{표준편차}} < -1.28$$

$$\text{10년빈도가뭍시 강수량} < -1.28 \times \text{표준편차} + \text{평균}$$

p: 유의수준

z: 확률변수

x: 10년빈도 가뭍시 강수량

\bar{x} : 평균 강수량

σ : 강수량의 표준편차

3.2 지하수 개발·이용 전망

3.2.1 지하수개발가능량

지하수개발가능량은 지하수의 함양과 유출이 평형을 이루는 상태에서 지속적으로 개발·이용 가능한 지하수 함양량을 의미(국토교통부, 지하수관리기본계획 수정계획, 2017)하며 이는 물순환체계가 파괴되지 않고 지하수장해를 일으키지 않는 범위 내에서 지속적으로 양수할 수 있는 지하수 수량으로 볼 수 있다.

$$\text{지하수개발가능량} = \text{지하수함양률} \times \text{10년빈도가뭍시 강수량} \times \text{면적}$$

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.

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

울농지구의 지하수함양량 24,512.8천 m^3 /년, 지하수 개발가능량은 17,984.3천 m^3 /년으로 산정되었으며, 지하수 이용량은 개발가능량의 약 10.9%에 해당하는 1,967.5천 m^3 /년의 지하수를 사용하는 것으로 분석된다. 유역별 개발가능량 대비 이용량의 비율은 다음의 범위로 나타났다.

<표 3-2-1> 유역별 지하수 개발가능량

유역	면적 (km ²)	10년빈도 가뭄강수량 (mm/년)	함양량 (천m ³ /년)	지하수이용량 (천m ³ /년)	개발가능량 (천m ³ /년)	이용량/개발가능량(%)
울농지구	64.03	806.0	12,573.6	1,677.0	9,083.0	18.5
남천	20.42	870.3	4,553.7	209.3	3,341.0	6.3
동천	83.00	870.3	18,509.5	1517.6	13,579.8	11.2
삼호수위표	2.72	870.3	606.6	111.7	445.0	25.1
형산강상류	3.78	870.3	843.0	128.9	618.5	20.8



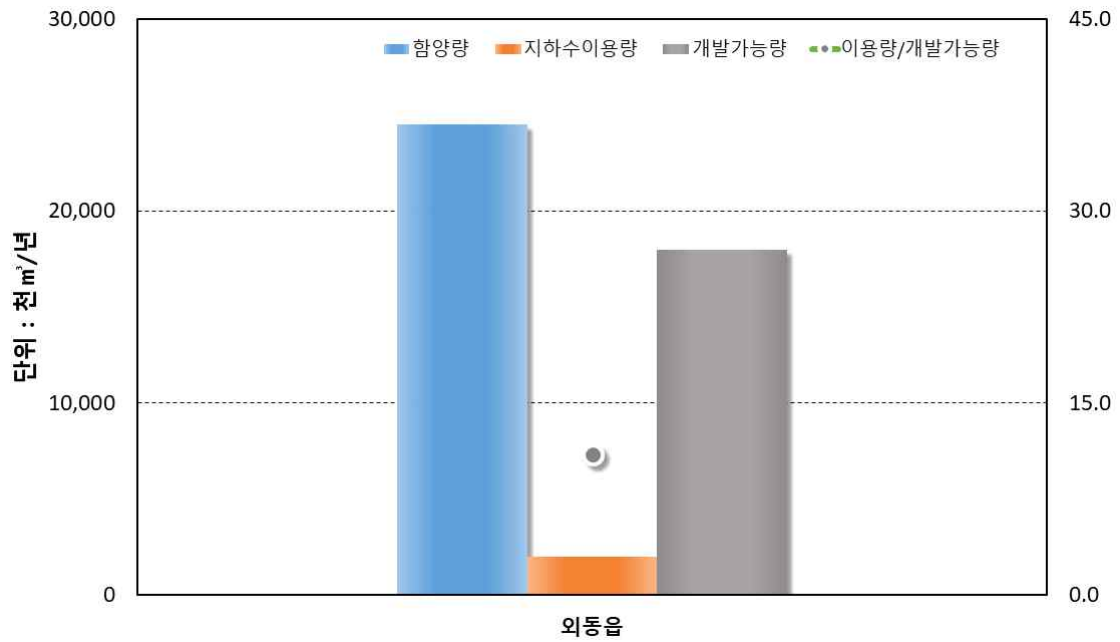
<그림 3-2-1> 유역별 지하수 함양량, 이용량 및 개발가능량

나. 행정구역별 개발가능량 분석

울농지구의 지하수함양량 24,512.8천m³/년, 지하수 개발가능량은 17,984.3천m³/년으로 산정되었으며, 지하수 이용량은 개발가능량의 약 10.9%에 해당하는 1,967.5천m³/년의 지하수를 사용하는 것으로 분석된다

<표 3-2-2> 행정구역별 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(%)
울농지구	109.92	870.3	24,512.8	1,967.5	17,984.3	10.9
경주시 외동읍	109.92	870.3	24,512.8	1,967.5	17,984.3	10.9



<그림 3-2-2> 행정구역별 지하수 함양량, 이용량 및 개발가능량

다. 리별 개발가능량 분석

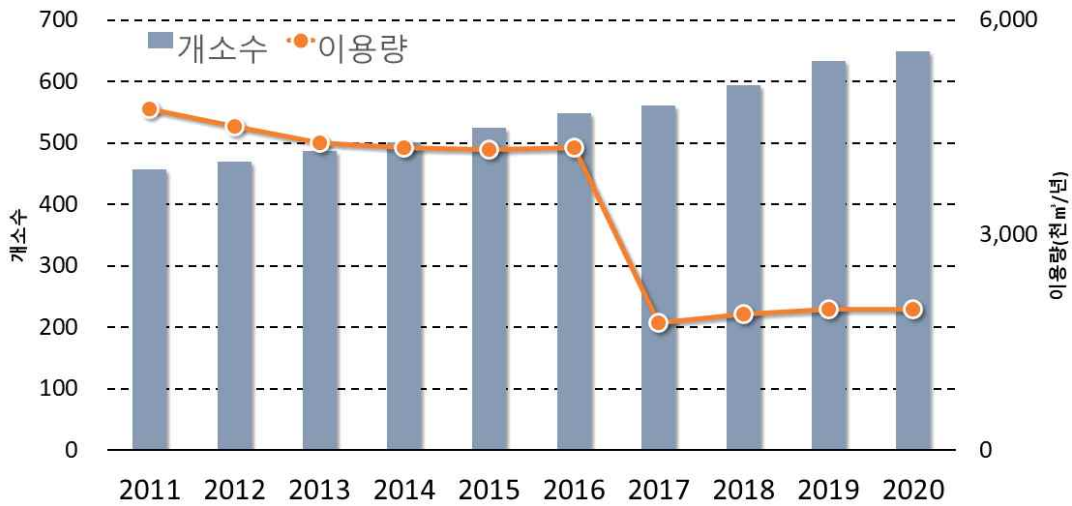
금번 조사에서는 지하수 관리계획에서 제시한 함양률을 적용하고 개발가능량은 10년빈도 가뭄시 강수량을 이용하여 개발가능량을 산정하였다. 리별 개발가능량 분석결과는 다음과 같다. 리별 개발가능량 대비 이용량의 비율은 8.3~43.3%의 범위를 보이고 있다.

<표 3-2-3> 리별 지하수 개발가능량 산정

읍 면	면 적 (km ²)	지하수이용량 (천m ³ /년)	개발가능량 (천m ³ /년)	이용량/개발가능량 (%)	
울농지구	109.92	1,967.5	17,984.3	10.9	
외동읍	개곡리	8.98	103.7	1469.2	7.1
	괘릉리	5.31	36.2	868.8	4.2
	구어리	8.13	260.7	1330.2	19.6
	냉천리	7.39	244.0	1209.1	20.2
	녹동리	7.42	111.7	1214.0	9.2
	말방리	3.25	17.9	531.7	3.4
	모화리	11.02	194.3	1803.0	10.8
	문산리	4.89	246.3	800.1	30.8
	방어리	3.27	84.5	535.0	15.8
	북토리	4.09	47.0	669.2	7.0
	석계리	14.68	205.6	2401.8	8.6
	신계리	4.37	41.6	715.0	5.8
	연안리	3.19	36.1	521.9	6.9
	입실리	10.25	95.5	1677.0	5.7
	제내리	8.25	128.9	1349.8	9.5
	죽동리	2.46	73.2	402.5	18.2
	활성리	2.97	40.4	485.9	8.3

3.2.2 지하수개발 추세

과거 10년간 조사지구의 지하수 개발 추세 분석을 위해 2012 ~ 2021년 까지 환경부에서 발간한 지하수조사연보 자료를 이용하였다.



<그림 3-2-3> 연도별 지하수 이용·개발

<표 3-2-4> 용도별 지하수 개발공수 및 이용량 변화

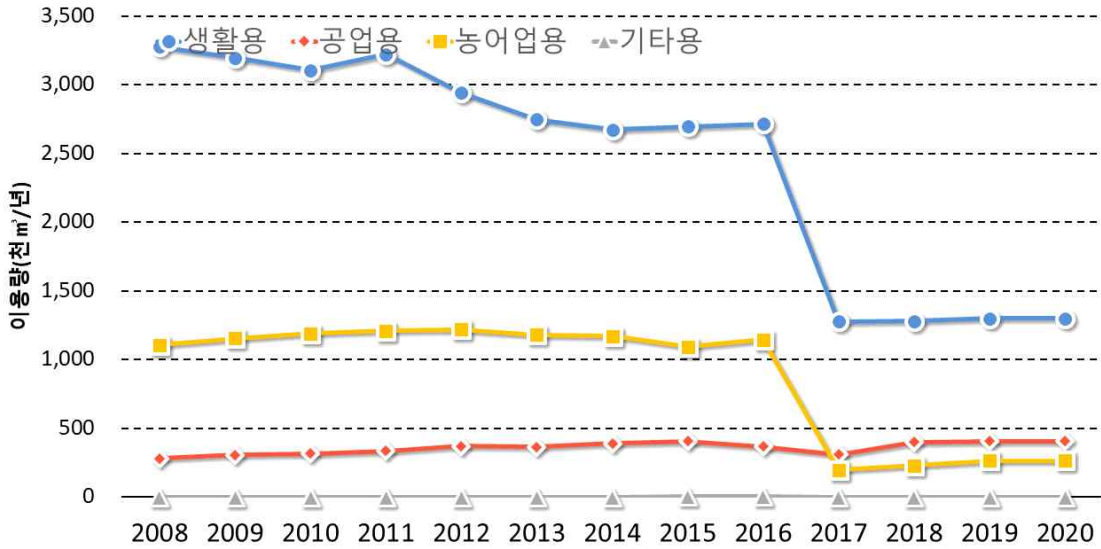
(단위 : 공, 천m³/년)

년 도	총 계		생활용		공업용		농어업용		기타용	
	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량
2011	457	4,763.9	365	3,221.5	40	333.0	51	1,209.4	1	-
2012	470	4,525.7	379	2,940.6	40	368.5	51	1,216.6	-	-
2013	488	4,291.1	389	2,747.4	42	363.0	57	1,180.6	-	-
2014	501	4,229.3	397	2,671.9	42	387.4	62	1,170.1	-	-
2015	525	4,191.0	412	2,694.8	46	404.5	66	1,091.0	1	0.7
2016	548	4,226.5	427	2,714.4	46	366.1	74	1,145.3	1	0.7
2017	561	1,780.3	426	1,277.9	46	307.8	89	194.6	-	-
2018	595	1,904.2	441	1,278.3	53	399.6	101	226.4	-	-
2019	633	1,968.3	459	1,299.6	55	405.0	119	263.7	-	-
2020	650	1,967.5	471	1,298.8	55	405.0	124	263.7	-	-

※ 자료출처 : 지하수조사연보(2012 ~ 2021)

울농지구 내 용도별 지하수 이용량은 지하수조사연보(2021) 기준 생활용 1,298.8천m³/년(66.0%), 공업용이 405.0천m³/년(20.6%)을 차지한다. 지하수 조사연보(2012~2021)에 따르면, 2011년부터 2020년까지 시설수가 498공에서 696공으로 꾸준한 증가추세에 있는 반면, 이용량은 2016년까지 증가추세

세를 보이다 2017년에 감소추세에 있다. 특히 농어업용이 2016년 이후에 급격한 감소추세를 나타내고 있는데, 이는 이용량 산정방식의 차이에 기인한 것으로 사료된다.



<그림 3-2-4> 용도별 지하수 이용량 추이

지하수조사연보에 따르면, 울농지구의 신규 지하수 개발은 2012년 이후 평균 약 21.4공/년이며 농어업용 지하수시설물의 개발이 8.1공/년으로 개소수와 이용량은 증가 추세이다.

<표 3-2-5> 울농지구 용도별 신규관정 개발추이

(단위 : 공, 천m³/년)

년도	총 계		생활용		공업용		농어업용		기타용	
	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량
2012	13	-280.9	14	35.5	-	104.5	-	7.2	-1	-
2013	18	-193.2	10	-5.4	2	-	6	-36.0	-	-
2014	13	-75.5	8	24.3	-	-23.5	5	-10.6	-	-
2015	24	22.9	15	17.1	4	2.2	4	-79.1	1	0.7
2016	23	19.6	15	-38.4	-	-	8	54.3	-	-
2017	13	-1,436.5	-1	-58.3	-	-	15	-950.7	-1	-0.7
2018	34	0.4	15	91.8	7	-126.9	12	31.7	-	-
2019	38	21.4	18	5.4	2	-	18	37.3	-	-
2020	17	-0.8	12	-	-	99.9	5	-	-	-

※ 자료출처 : 지하수조사연보(2012 ~ 2021)

3.2.3 개발·이용 예측

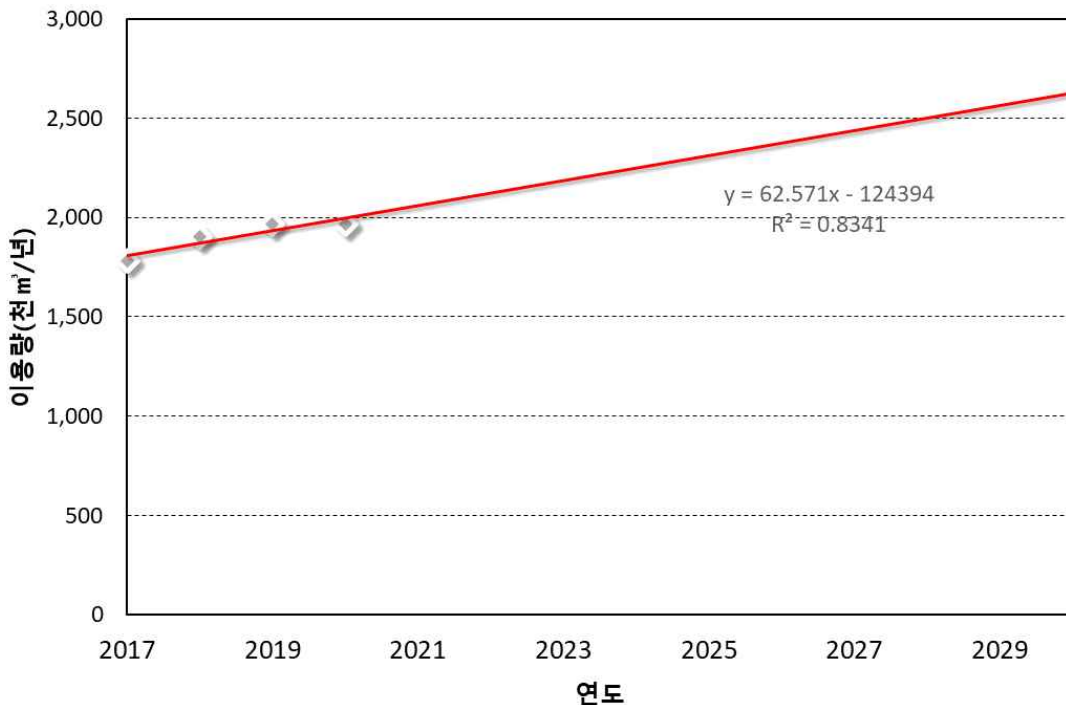
‘2018~‘20년까지의 최근 3년간의 관정수의 증가에 따른 회귀분석을 하여 향후 울농지구의 지하수이용량을 추정하였으며, 최근 3년간의 이용량 증가의 회귀 방정식은 $y = 62.571x - 124,394$ 를 산출하였다. 그 결과 2023년에는 2,187.1천m³/년, 2029년에는 2,562.6천m³/년으로 증가할 것으로 전망된다. 연도별 지하수 이용 추정량은 아래의 표와 같다.

$$y = 62.571x - 124,394$$

<표 3-2-6> 연도별 지하수 이용량

구분	연도별 지하수 이용량 (천m ³ /년)						
	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
울농지구	2,187.1	2,249.7	2,312.3	2,374.8	2,437.4	2,500.0	2,562.6

지하수 추정이용량의 변동량은 적은 폭이나 이는 계산상의 예측이므로 향후 이용량에 대한 대책 수립 시에는 정확한 이용량에 대한 모니터링이 수반되어야 할 것으로 판단된다.



<그림 3-2-5> 지하수 이용전망 추세

3.3 지하수 오염 분석 및 예측

3.3.1 오염취약성분석(DRASTIC & Modified DRASTIC)

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

지하수에 영향을 미치는 잠재오염원은 그 종류가 다양하고 변화양상 또한 매우 유동적인 관계로 오염원인 분석과 오염물질의 이동경로에 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 오염물질의 유입 및 이동성 등의 상관성에 따라 가중치와 등급범위를 설정하여 곱한 값들을 합산하여 구한 DRASTIC 지수를 토대로 지하수의 상대적인 오염취약성을 평가하는 것이다.

금번 조사에서는 지하수 오염 가능성을 예측하고 보다 효율적인 지하수 관리를 위해서 정성적인 평가방법인 DRASTIC 모델을 이용하여 조사지역의 지하수오염취약성을 평가하였다. 우리나라의 대수층이 대부분 암반 대수층인 점을 고려하여 지하수의 유동이 잘 되는 파쇄대의 영향을 최대로 반영하기 위하여 부가적인 인자인 선구조밀도를 반영하여 Modified DRASTIC을 추가로 분석하였다. 본 조사에서는 전술된 각종 성과를 기반으로 GIS 공간분석 기법에 의거 각 항목별 주제도면을 작성하고 이를 중첩하여 평가하였다.

가. 오염취약성 평가 결과

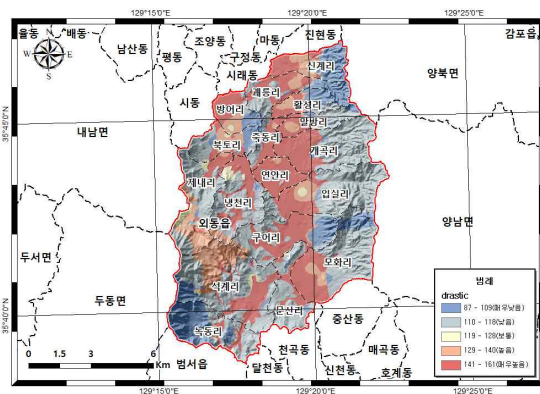
DRASTIC 시스템은 1987년 미국 EPA와 WGWA(National Groundwater Association)에서 지하수 오염취약성의 정성적인 평가를 목적으로 개발한 것으로 오염물질은 강수에 혼합되어 지표에서 지하로 이동된다는 가정을 전제로 한 광역적인 예비 분석시스템이다.

DRASTIC 시스템에서 적용되는 기본 가정은 다음과 같다.

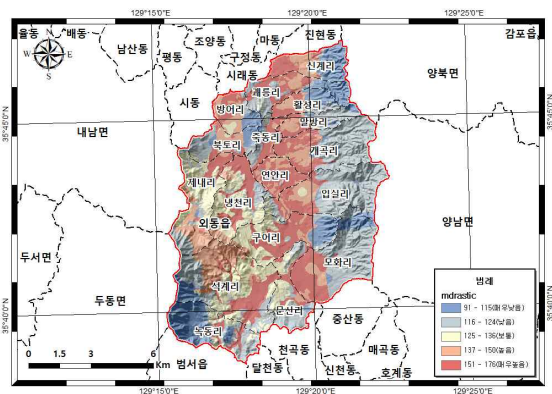
- 1) 오염원은 지표상에 위치
- 2) 오염물질의 지하유입은 강수량에 의존
- 3) 오염물질은 물과 함께 유동
- 4) 평가 대상 지역 면적은 0.4km² 이상

<표 3-3-1> 읍면별 DRASTIC Index

구 분	DRASTIC Index			Modified DRASTIC Index			단위면적당 오염부하량 (kg/일/km ²)
	최소	최대	평균	최소	최대	평균	
울농지구	87	161	120.2	92	172	127.5	40.1
경주시 외동읍	87	161	120.2	92	172	127.5	40.1



<그림 3-3-1> 울농지구
Drastic Index Map



<그림 3-3-2> 울농지구
Modified Drastic Index Map

<표 3-3-2> 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				
· 빙퇴석		4~6			5				
· 층상셰일, 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				
· 층상 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		

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 지하수 오염 예측

- 상수도 보급률이 낮은 농어촌지역의 생활용수는 주로 간이상수도, 소형 관정, 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 정화처리에 따르는 비용 및 기간이 막대하게 소요되는 지하수 보전관리 측면에서는 매우 우려할 만한 상황이며, 따라서 본 조사에서는 이러한 신규 시설물 인허가 검토시 위치 선정에 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 선정시 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 지하수 오염 정책수립 자료로서 활용할 수 있는 범위를 오염예측도면에 제시하려고 한다.

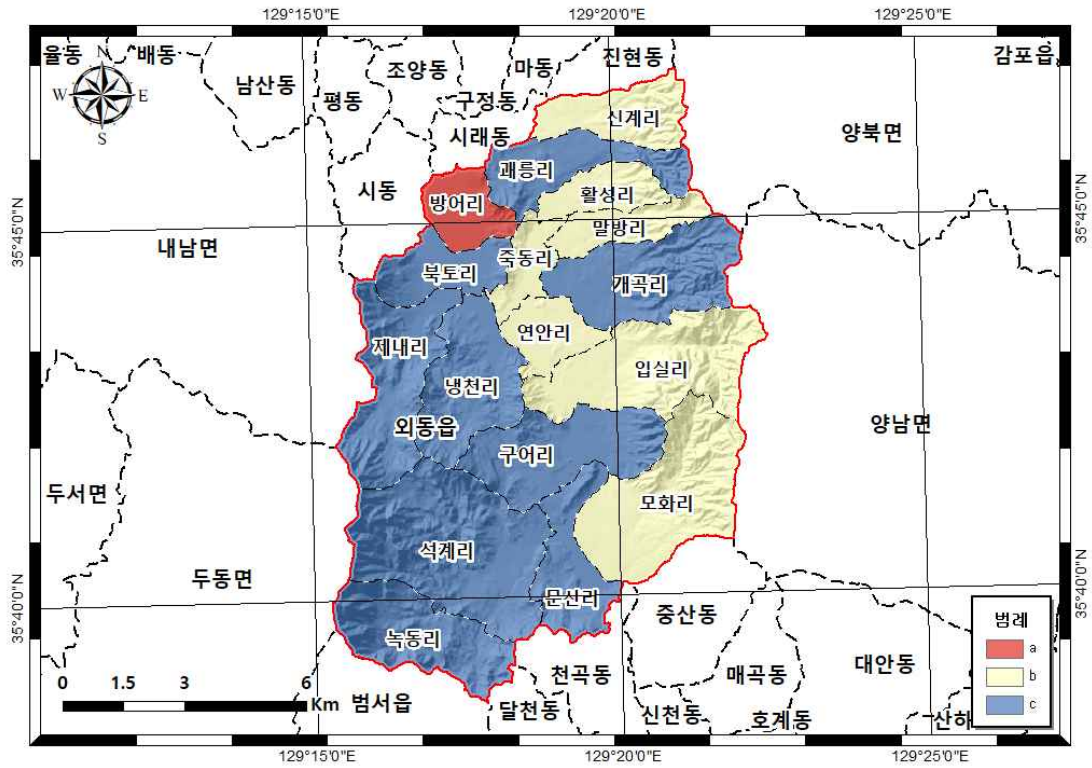
- <그림 3-3-3>은 조사지역의 종류별 오염발생부하량을 발생원단위를 적용하여 산정하고 GIS의 “Equal Area” 방법으로 a, b, c등급을 분류한 것으로 총오염발생부하량과 각 종류별 오염발생부하량등급은 대부분 유사한 경향을 나타내고 있다.

- 지하수오염예측도는 지하수오염취약성도(수리지질학적인자)에 선구조 밀도, 질산성질소를 고려한 변형된 오염취약성과 각종 오염원, 인구수, 토지에 따른 총 오염부하량값을 중첩하여 작성되었다.

- 조사지역(69.5%)의 지하수오염예측 등급은 Bc, Ac, Bb로 지하수오염 취약성과 잠재오염원 발생부하량이 보통~양호수준으로 나타났다.

- 조사지역 내 총오염발생부하량 기여도가 높은 잠재오염원을 파악하기 위해 토지총발생부하량, 인구총발생부하량 및 가축총발생부하량을 총 오염부하량과 상관성을 분석해 본 결과 가축에 의한 기여도가 높은 것임을 감안할 때 축산시설에 의한 오염원 관리와 감독 강화하여 사전 지하수오염방지를 위한 조치가 필요할 것으로 판단된다.

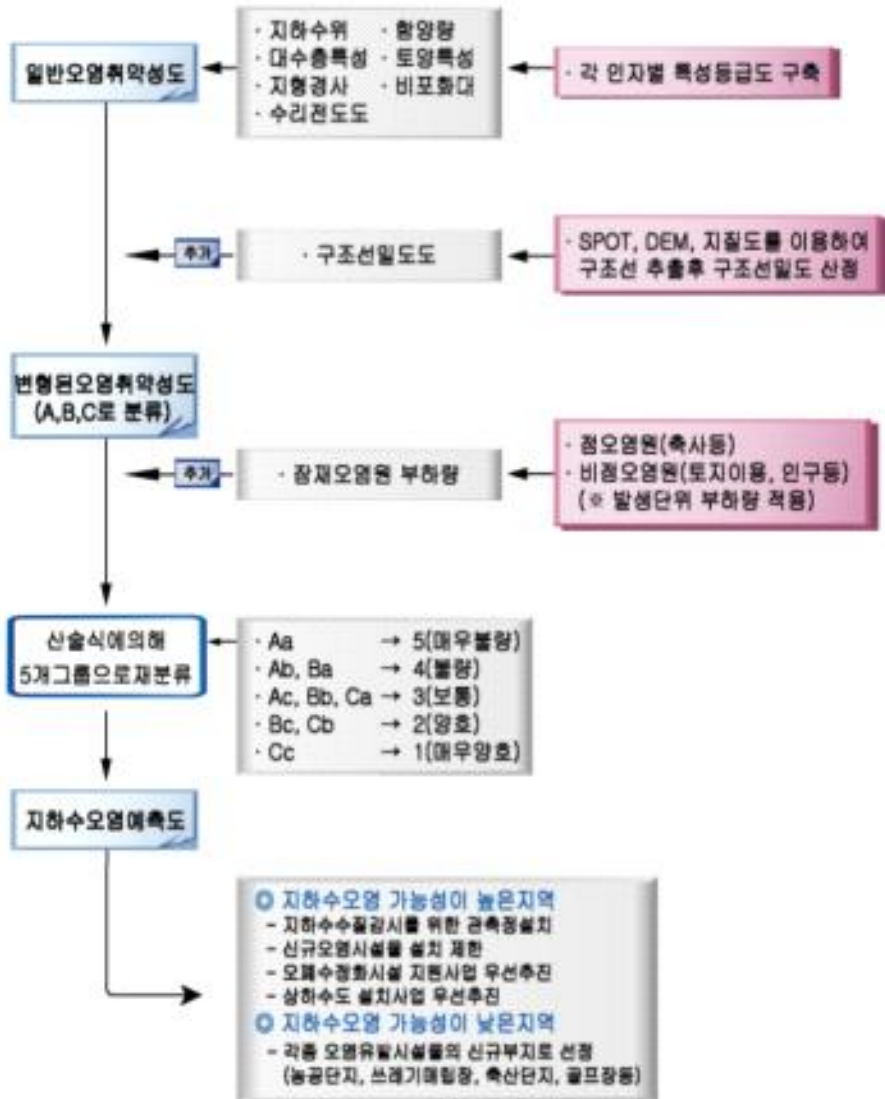
- 청정지역의 보전을 위해서는 지속적인 관리와 시설물 설치에 대한 고려 등 행정적인 관심과 지원이 이루어져야 할 것으로 판단되며, 향후 국토 개발에 따른 지하수 및 각종 잠재오염 시설물 인·허가시 ‘지하수오염 예측도’를 기초자료로 활용함으로써 발생가능한 지하수오염에 미리 대비하고, 복구비용 예산을 절감할 수 있을 것으로 사료된다.



<그림 3-3-3> 총 오염발생부하량 등급도

<표 3-3-3> 지하수오염예측 등급 분류표

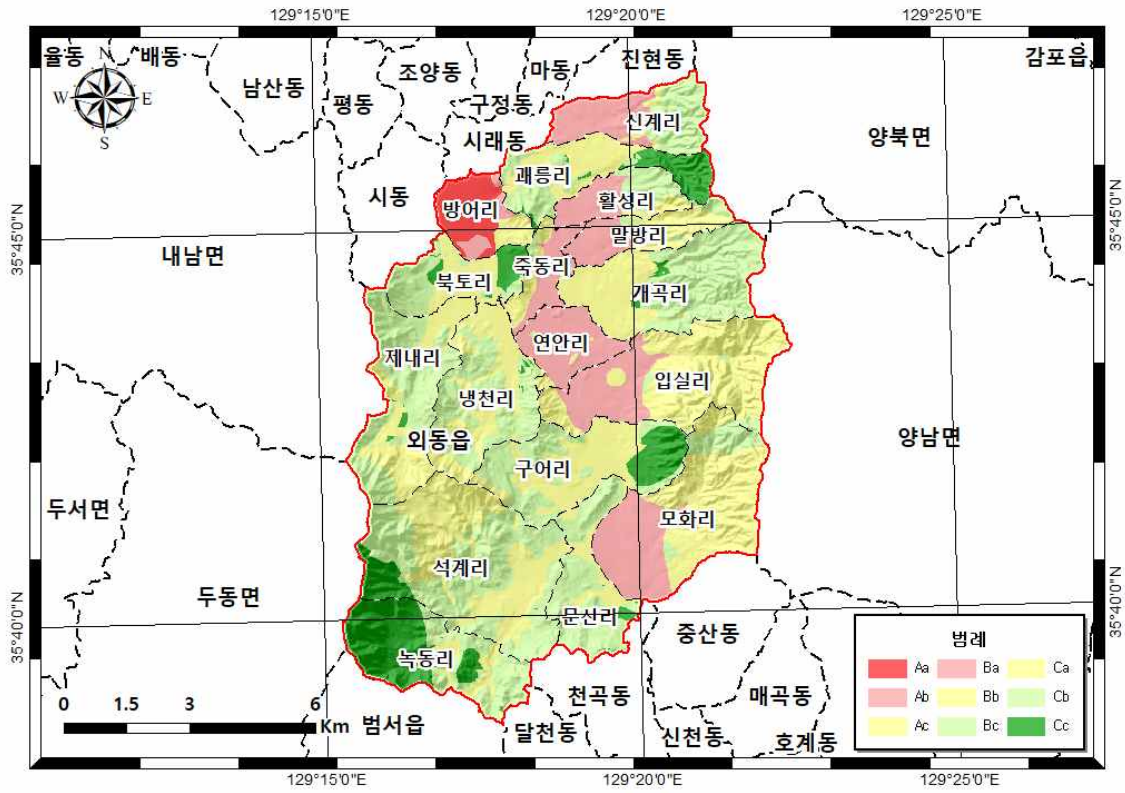
변형된 오염취약성		총오염발생부하량	단위면적당 오염발생부하량(kg/일/km ²)		
			a(높음)	b(보통)	c(낮음)
			98이상	47~98	47이하
오염취약성	A(높음)	137이상	Aa	Ab	Ac
	B(보통)	116~137	Ba	Bb	Bc
	C(낮음)	116이하	Ca	Cb	Cc



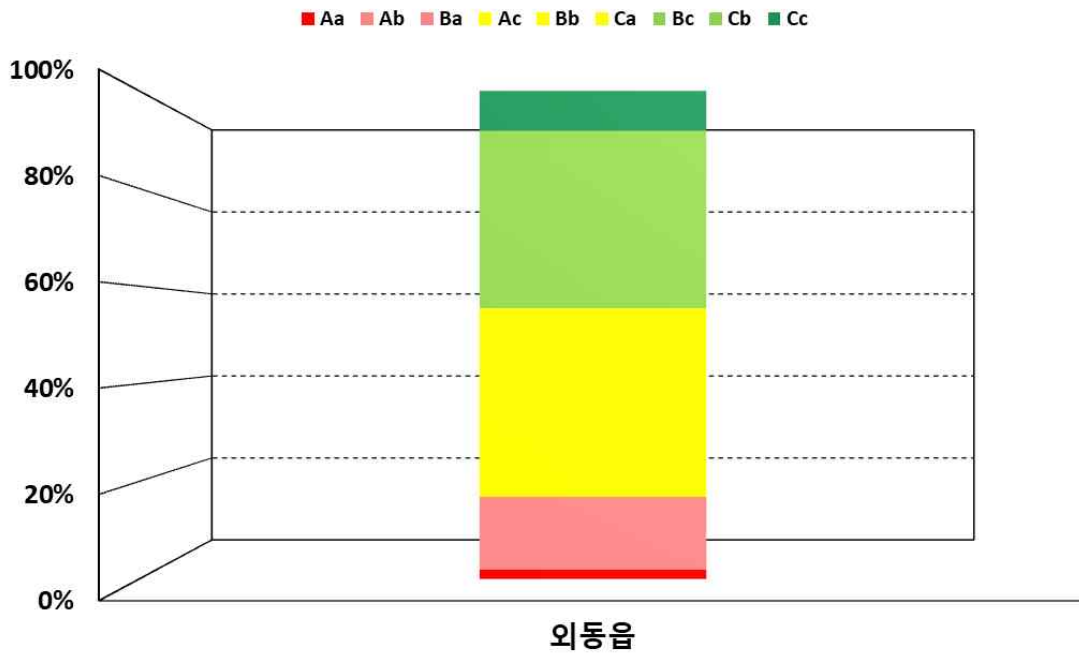
<그림 3-3-4> 지하수오염예측도 작성 모식도

<표 3-3-4> 읍면별 지하수오염예측등급 면적

구분	총면적 (km ²)	Aa	Ab	Ba	Ac	Bb	Ca	Bc	Cb	Cc
		매우불량	불량		보통			양호		매우양호
울농지구	109.92	2.08	15.87	0.56	25.17	16.69	0.60	34.53	5.42	9.00
비율(%)	100	1.9	14.4	0.5	22.9	15.2	0.5	31.4	4.9	8.3
외동읍	109.92	2.08	15.87	0.56	25.17	16.69	0.60	34.53	5.42	9.00



<그림 3-3-5> 지하수오염예측도



<그림 3-3-6> 읍면별 지하수오염예측도 등급별 면적비

IV

울농지구

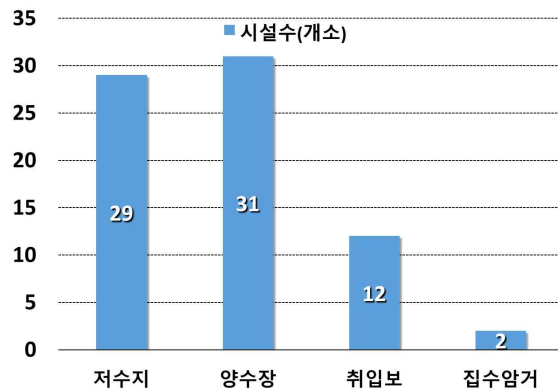
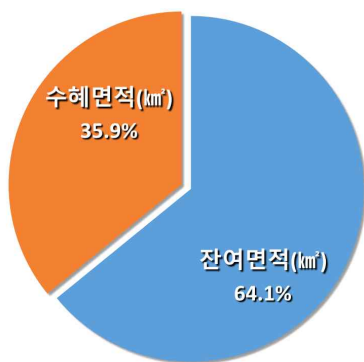
지하수 개발·이용 방안

IV. 울농지구 지하수 개발·이용 방안

4.1 농업용수 개발대상지 분석

농지(전, 답, 과수) 면적에 대해 기존 농업용 관정, 저수지, 양수장, 취입보, 집수암거 등에 의한 수혜면적을 분석하고, 농지면적에서 수혜면적을 제외한 잔여면적으로 계산하였다.

농어업용 관정 개발 필요지역의 선정은 조사지역내 농경지 면적, 수혜면적 및 농업기반시설, 지하수관정, 하천, 가뭄우심지구 등의 조건을 도면화하고 이를 분석하여 선정하였다. 울농지구의 농경지면적은 26.34km²이며, 수혜면적은 9.45km², 잔여면적은 16.89km²로 분석되었다. 농경지면적 대비 잔여면적비율이 높고, 청문조사를 기초로 농업용수공급을 위한 지하수개발 시 우선 개발 지역으로 선정하는 것이 필요하다.



<그림 4-1-1> 농업용수 수혜면적

<그림 4-1-2> 조사지역 농업기반수리시설

<표 4-1-1> 농업용수 개발대상지 분석

(단위 : 공, 개, km²)

구분	농지 면적	수혜 면적	잔여 면적	농업용지하수				농업기반시설				
				수혜 면적	시설수		관정 밀도	수혜 면적	시 설 수			
					층적	암반			저수지	양수장	취입보	집수암거
울농	26.34	9.45	16.89	3.61	4	120	4.7	5.84	29	31	12	2
외동읍	26.34	9.45	16.89	3.61	4	120	4.7	5.84	29	31	12	2

1) 농경지 면적 : 논+밭+과수원 면적의 합(km²)

2) 관정개소수 및 수혜면적(km²) : 지하수 개소수 및 수혜면적은 관정현황조사 결과 농업용으로 분류된 관정에 대해 층적관정 1공당 0.3ha(0.003km²), 암반관정 1공당 3ha(0.03km²) 적용

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

<표 4-1-2> 농업용수 수혜면적 현황

(단위 : 공, 개소, km²)

읍면	리	농경지 면적	잔여 면적	수 리 시 설 물									
				수혜 면적	시설 수	지하수			농업기반시설				
						수혜 면적	시설수	관정 밀도	수혜 면적	시설수			
										저수지	양수장	취입보	집수 암거
울농지구		26.34	16.89	9.45	198	3.61	124	4.7	5.84	29	31	12	2
의 동 읍	소 계	26.34	16.89	9.45	198	3.61	124	4.7	5.84	29	31	12	2
	개곡리	1.66	1.48	0.18	7	0.18	6	3.6	-	1	-	-	-
	괘릉리	1.53	0.13	1.40	3	0.09	3	2.0	1.31	-	-	-	-
	구어리	2.17	1.87	0.30	21	0.30	10	4.6	-	4	6	1	-
	냉천리	1.53	1.08	0.45	11	0.15	5	3.3	0.30	2	4	-	-
	녹동리	0.98	0.44	0.54	18	0.54	18	18.4	-	-	-	-	-
	말방리	1.14	0.93	0.21	8	0.21	7	6.1	-	-	-	1	-
	모화리	2.05	1.83	0.22	15	0.22	9	4.4	-	1	5	-	-
	문산리	0.65	0.59	0.06	6	0.06	2	3.1	-	-	2	2	-
	방어리	1.88	0.21	1.67	8	0.12	4	2.1	1.55	4	-	-	-
	북토리	1.67	0.27	1.40	13	0.24	8	4.8	1.16	5	-	-	-
	석계리	2.34	2.13	0.21	18	0.21	7	3.0	-	3	2	4	2
	신계리	1.74	0.36	1.38	13	0.30	10	5.7	1.08	3	-	-	-
	연안리	1.82	1.51	0.31	21	0.31	12	6.6	-	2	6	1	-
	입실리	1.72	1.54	0.18	13	0.18	6	3.5	-	2	2	3	-
	제내리	1.22	0.54	0.68	11	0.24	8	6.6	0.44	2	1	-	-
	죽동리	1.02	0.87	0.15	5	0.15	5	4.9	-	-	-	-	-
활성리	1.22	1.10	0.12	7	0.12	4	3.3	-	-	3	-	-	

4.2 농어업용수 공급 방안

- 율농지구 내에서 농업용수공급 확보방안은 행정구역별 농업용수 수혜면적 현황, 농업용수 개발대상지 검토자료 등을 종합 검토하여 정리하였다.

- 농경지 수혜면적 대비 잔여면적이 높고 관정밀도가 높은 “A” 그룹에 속하는 지역은 외동읍 연안리에 해당되며, 지표수를 이용한 수리시설물(저수지, 양수장, 취입보 등) 확충이 우선 고려되어야 하고 신규 지하수 개발 및 이용량을 제한하는 방법을 검토해야 할 것으로 판단된다.

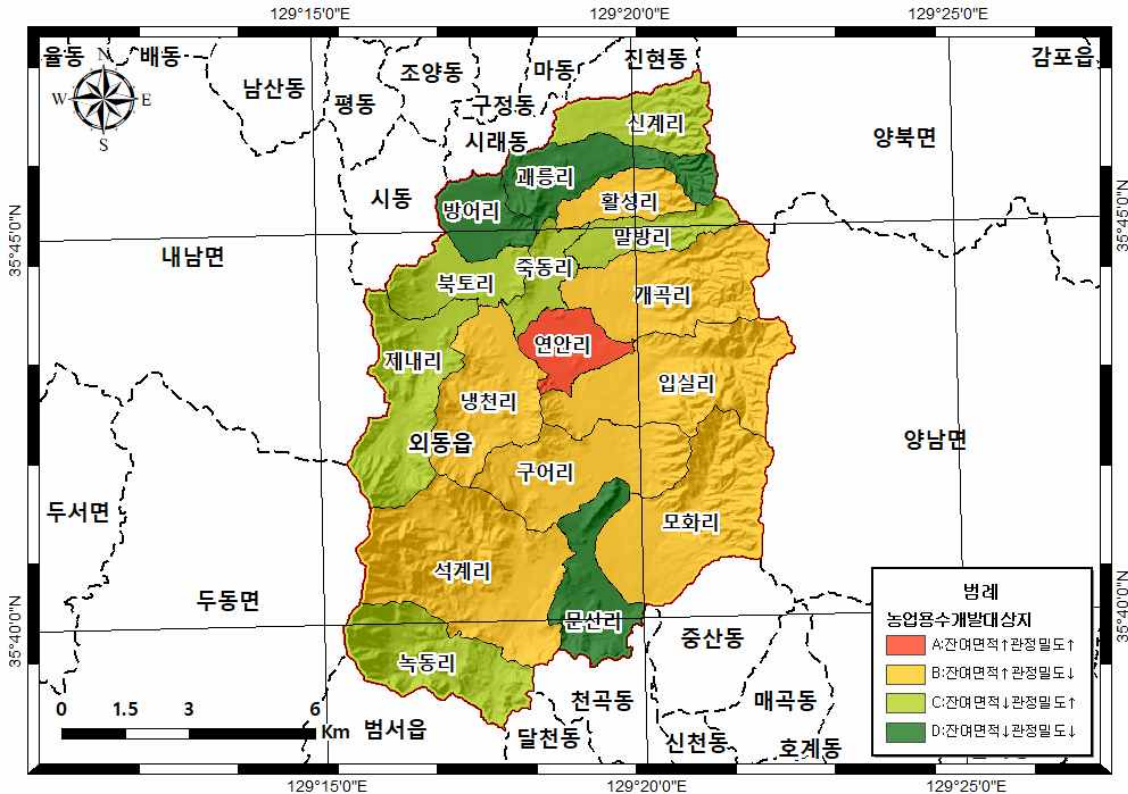
- 잔여면적이 높으나 관정밀도가 낮은 “B” 그룹에는 외동읍 개곡리 외 6개리 지역이 해당되며, 지표수를 이용한 수리시설물(양수장, 취입보) 확충이 및 공공지하수시설물의 설치를 고려하면 좋을 것으로 판단된다.

- 잔여면적이 낮고 관정밀도가 높은 “C” 그룹에 속하는 외동읍 녹동리 외 5개리 지역에서는 신규 지하수 개발 및 이용량을 제한하거나 기존 수리시설물의 공동이용체계를 구축하여 효율적인 관리가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

- 잔여면적이 낮고 관정밀도도 낮은 “D” 그룹에 속하는 지역은 외동읍 쾌릉리 외 2개리가 해당되며, 필요시 암반관정을 개발하고 소류지 및 농업용수로 시설 확충이 농업용수 공급계획 초기단계부터 세심한 검토가 필요할 것으로 판단된다.

<표 4-2-1> 농업용수 개발 방안

구 분	읍 면 외동읍		용수공급 확보(안)
	읍	면 외동읍	
A	잔여면적 ↑ 관정밀도 ↑	연안리	-지표수를 이용한 수리시설물 확충(저수지, 양수장, 취입보) -신규 지하수 개발 및 이용량제한
B	잔여면적 ↓ 관정밀도 ↓	개곡리, 구어리, 냉천리, 모하리 석계리, 임실리, 활성리	-지표수를 이용한 수리시설물 확충(저수지, 양수장, 취입보) -공공지하수시설물설치
C	잔여면적 ↓ 관정밀도 ↑	녹동리, 말방리, 북토리, 신계리, 제내리 죽동리	-신규 지하수 개발 및 이용량 제한 -공공지하수시설물정비 및 관리체계구축 -농업기반시설공동이용체계 구축
D	잔여면적 ↓ 관정밀도 ↓	패릉리, 문산리, 방어리	-공공지하수시설물 설치 -소류지 및 농업용수로 시설 확충



<그림 4-2-1> 농업용수개발대상지 검토결과

□ 대상지 관리에 대한 추정 예산

울농지구에서 신규로 관정 1공 개발 계획시 150m³/일의 용수를 확보할 수 있으며 추정 예산은 개략 63백만원이다.

<표 4-3-1> 농업용수 개발 추정예산

개발 공수	지하수기초조사					지하수개발				추정 예산 (백만원)	비고
	선구조 분석	물리탐사(점)		시추조사		확공개발					
		수직 탐사	쌍극자 탐사	구경 (mm)	심도 (m)	공수	구경 (mm)	심도 (m)	예상 양수량 (m ³ /일)		
계	1	3	1	150	150	1	250	100	150	63	지하수 영향조사 포함
지구당	1	3	1	150	150	1	250	100	150	63	

□ B그룹 지역별 내역

농경지 수해면적 대비 잔여면적이 높으나 관정밀도가 낮은 B그룹은 지표수를 이용한 수리시설물(양수장, 취입도) 확충이나 관정개발을 통한 용수공급에 적합할 것으로 판단된다.

<표 4-3-2> B그룹 세부현황 (단위 : 공, 개소, km²)

위치		지질	농경지 면적	수해잔여면적		기존시설물			주민 의견 ¹⁾	주민 의견 점수 ²⁾	수리시설 밀집도 점수	우선 순위 ³⁾
읍면	동리			잔여 면적	비율 (%)	관정 의	관정	관정 밀도				
외동읍	개곡리	화강암 층적층	1.66	1.48	89	1	6	3.6	부족	2	1	1
	구어리	화강암 층적층	2.17	1.87	86	11	10	4.6	부족	2	7	7
	냉천리	화강암 층적층	1.53	1.08	71	6	5	3.3	보통	3	3	4
	모화리	화강암 층적층	2.05	1.83	89	6	9	4.4	부족	2	4	3
	석계리	화강암 퇴적암류	2.34	2.13	91	11	7	3.0	부족	2	6	5
	입실리	화강암 층적층	1.72	1.54	90	7	6	3.5	보통	3	5	6
	활성리	화강암 층적층	1.22	1.10	90	3	4	3.3	보통	3	2	2

1) 주민의견 : 농업용수로 사용하는 지하수관정 수량현황

2) 주민의견점수 : 매우풍부, 풍부, 보통, 부족, 매우부족으로 등급을 나누어 점수산정

3) 우선순위선정 : 주민의견점수와 수리시설밀집도 점수의 합산점수가 낮은 순으로 우선순위선정, 동일점수가 나올 경우 농경지 면적대비 잔여면적이 높은 곳을 우선선정

□ D그룹 지역별 내역

농경지 수혜면적 대비 잔여면적이 낮고 관정밀도가 낮은 D그룹은 필요시 공공 지하수시설물을 소류지 및 용수로 시설 확충이 농업용수 공급계획 초기단계부터 세심한 검토가 필요할 것으로 판단된다.

<표 4-3-3> D그룹 세부현황 (단위 : 공, 개소, km²)

위치		지질	농경지 면적	수혜잔여면적		기존시설물			주민 의견 ¹⁾	주민 의견 점수 ²⁾	수리시설 밀집도 점수	우선 순위 ³⁾
읍면	동리			잔여 면적	비율 (%)	관정 외	관정	관정 밀도				
외동읍	괘릉리	화강암 충적층	1.53	0.13	9	-	3	2.0	부족	2	1	1
	문산리	화강암 충적층	0.65	0.59	91	4	2	3.1	부족	2	3	2
	방어리	화강암 충적층	1.88	0.21	11	4	4	2.1	보통	3	2	3

- 1) 주민의견 : 농업용수로 사용하는 지하수관정 수량현황
- 2) 주민의견점수 : 매우풍부, 풍부, 보통, 부족, 매우부족으로 등급을 나누어 점수산정
- 3) 우선순위선정 : 주민의견점수와 수리시설밀집도 점수의 합산점수가 낮은 순으로 우선순위선정, 동일점수가 나올 경우 농경지 면적대비 잔여면적이 높은 곳을 우선선정

V

지하수 보전·관리 방안

V. 지하수 보전·관리 방안

5.1 지하수관리 필요지역

5.1.1 선정 기준

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

수량부분의 지표인 개발가능량 대비 이용량은 상위 10%이내일 때 심각, 10~20% 경계, 20~30% 주의, 30~40% 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 초과시 경계, 농어업용수 기준인 20mg/L를 초과하는 지역은 심각으로 구분하였고, 그 외 DRASTIC INDEX, 오염원밀도, 단위면적당 오염부하량(kg/일/km²)은 상위 5%이내 지역에 대해 심각, 5~10% 경계, 10~15% 주의, 15~20% 관심지역으로 선정하여 관리하도록 하였다.

<표 5-1-1> 지하수 관리지역 선정지표

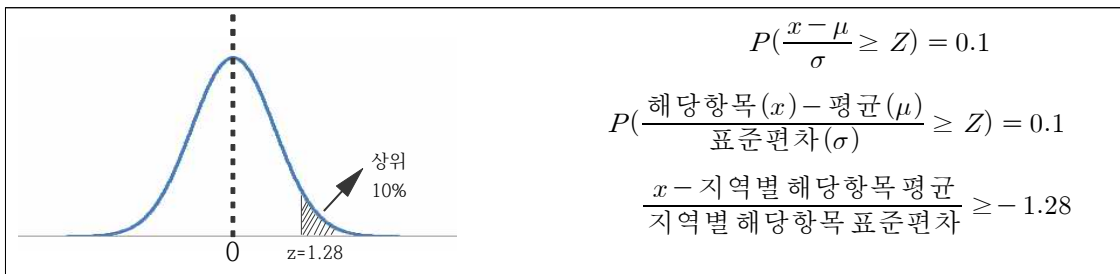
구분	내용	관심	주의	경계	심각	
		비규제적 관리필요지역		규제적 관리필요지역		
		기술적 관리				
수량	이용량/개발가능량(%)	상위 40~30%	상위 30~20%	상위 20~10%	상위 10%이내	
	단위면적당이용량(천m ³ /년/km ²)	상위 20~15%	상위 15~10%	상위 10~5%	상위 5%이내	
	관정밀도(공/km ²)					
수질	질산성질소평균(mg/L)	-	-	10~20	20~	
	DRASTIC INDEX					
	오염원밀도(개소/km ²)	상위 20~15%	상위 15~10%	상위 10~5%	상위 5%이내	
	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.

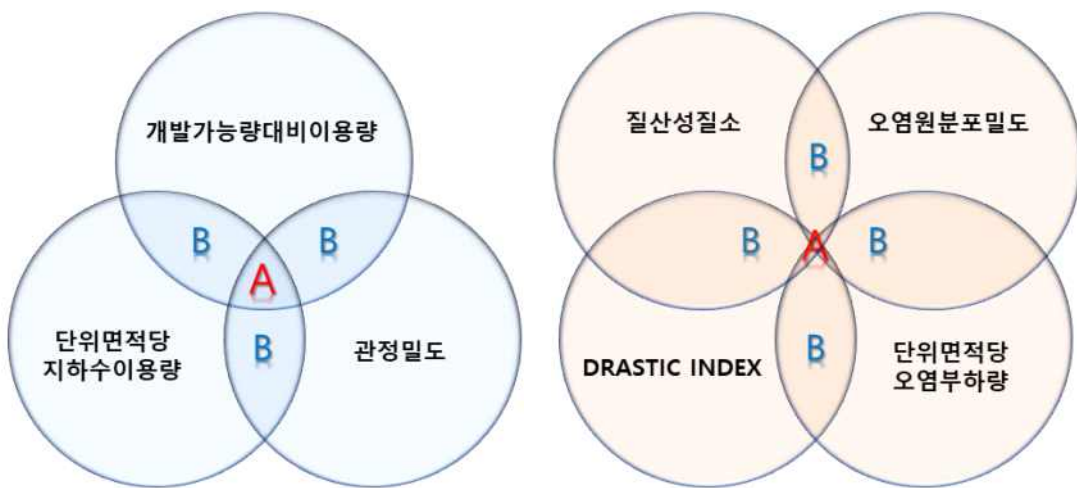
상위 10% 항목별순위는 아래와 같이 계산된다.



<그림 5-1-1> 관리지구 선정기준을 위한 표준정규분포곡선

나. 조사자 의견

- 지하수 관리지역 선정을 위하여 B지역의 경우와 특정지수가 매우 높은 경우는 시설물현황, 인문, 지리, 수문, 지질 등의 지역 특성을 고려한 조사자 의견도 반영토록 하였다.



(a) 지하수 수량관리방안

(b) 지하수 수질관리방안

<그림 5-1-2> 지하수 관리지역 선정을 위한 관리방안 제시

5.1.2 읍면별 현황

가. 경주시 외동읍

- 17개의 법정리로 이루어 짐(개곡리, 쾌릉리, 구어리, 냉천리, 녹동리, 말방리, 모화리, 문산리, 방어리, 북토리, 석계리, 신계리, 연안리, 입실리, 제내리, 죽동리, 활성리)
- 지하수 시설수는 650개소로 생활용 지하수 471개소(72.5%), 공업용 지하수 55개소(8.5%), 농어업용 지하수 124개소(19.1%)를 차지하고 있음
- 개발가능량 대비 이용량은 10.9%, 단위면적당 이용량은 17.9천^m³/년/km², 관정밀도는 5.9공/km²로 분석되었다.
- 문산리 지역이 개발가능량 대비 이용량 30.8%, 단위면적당 이용량 50.4천^m³/년/km²로 높은 수치를 보인다.
- 질산성질소 평균값은 2.8mg/L로 나타나며, 냉천리 지역이 평균 9.1mg/L로 가장 높게 나타난다.
- 잠재오염원 분포밀도는 4.1개소/km²로, 방어리가 14.7개소/km²로 가장 높게 나타난다.
- DRASTIC Index는 평균 124.3점으로, 연안리가 142.6점으로 가장 높은 지수를 보이고 있다.
- 산정기준 및 조사자 의견을 반영하여 수량관리가 필요한 지역으로 구어리, 냉천리, 문산리를 선정하였고 수질관리가 필요한 지역으로 방어리, 연안리를 선정하였다.

<표 5-1-2> 지하수 수량관리 필요지역(경주시 외동읍)

동리	이용량/적정개발 가능량(%)		단위면적당이용량 (천m ³ /년/km ²)		관정밀도 (공/km ²)		조사자 의견	수량관리 필요지역
	이용량	적정개발 가능량	이용량	비고	관정밀도	비고		
외동읍	10.9	-	17.9	-	5.9	-	-	-
개곡리	7.1	-	11.5	-	3.8	-	-	-
괘릉리	4.2	-	6.8	-	4.7	-	-	-
구어리	19.6	경계	32.1	주의	10.2	경계	○	○
냉천리	20.2	경계	33.0	주의	11.6	심각	○	○
녹동리	9.2	-	15.0	-	7.0	-	-	-
말방리	3.4	-	5.5	-	3.4	-	-	-
모화리	10.8	-	17.6	-	4.4	-	-	-
문산리	30.8	심각	50.4	심각	11.5	심각	○	○
방어리	15.8	-	25.9	-	3.7	-	-	-
북토리	7.0	-	11.5	-	3.4	-	-	-
석계리	8.6	-	14.0	-	4.6	-	-	-
신계리	5.8	-	9.5	-	3.4	-	-	-
연안리	6.9	-	11.3	-	5.6	-	-	-
입실리	5.7	-	9.3	-	3.2	-	-	-
제내리	9.5	-	15.6	-	8.0	-	-	-
죽동리	18.2	주의	29.8	관심	6.9	-	-	-
활성리	8.3	-	13.6	-	3.7	-	-	-

<표 5-1-3> 지하수 수질관리 필요지역(경주시 외동읍)

동리	질산성질소 평균(mg/L)		오염원 분포밀도 (개소/km ²)		DRASTIC INDEX		단위면적당 오염부하량 (kg/일/km ²)		조사자 의견	수질관리 필요지역
외동읍	2.2	-	0.4	-	120.2	-	40.1	-	-	-
개곡리	0.7	-	4.6	-	126.0	-	40.6	-	-	-
괘릉리	1.7	-	4.9	-	124.2	-	46.6	-	-	-
구어리	4.2	-	3.3	-	126.4	-	45.7	-	-	-
냉천리	9.1	주의	2.0	-	126.8	-	21.2	-	-	-
녹동리	2.4	-	1.2	-	112.0	-	14.4	-	-	-
말방리	1.2	-	11.1	경계	124.4	-	71.9	-	-	-
모화리	3.7	-	1.9	-	124.3	-	59.9	-	-	-
문산리	1.3	-	1.2	-	119.9	-	26.9	-	-	-
방어리	0.9	-	14.7	심각	132.5	주의	310.9	심각	○	○
북토리	1.0	-	5.6	-	121.9	-	43.5	-	-	-
석계리	3.5	-	2.3	-	124.2	-	27.2	-	-	-
신계리	2.2	-	11.4	경계	123.8	-	98.3	-	-	-
연안리	1.4	-	4.1	-	142.6	심각	54.7	-	○	○
입실리	1.9	-	4.4	-	122.2	-	67.6	-	-	-
제내리	5.4	관심	2.1	-	124.3	-	17.6	-	-	-
죽동리	1.3	-	10.2	주의	131.3	관심	85.5	-	-	-
활성리	4.3	-	6.1	-	122.5	-	52.4	-	-	-

5.1.3 지하수관리 필요지역 선정결과

울농지구내 분석결과를 통해서 지하수 관리지역을 선정하기 위해 수량 (개발가능량 대비 이용량, 단위면적당 이용량, 관정밀도)측면과 수질(리별 질산성질소 평균값, 오염원분포밀도, DRASTIC INDEX, 단위면적당 오염 부하량)측면에서 지표를 선정하여 수량과 수질의 관리지역을 선정하였다. 선정된 지표는 아래 <표 5-1-4>과 같다.

<표 5-1-4> 지하수 관리지역 선정지표

종 류		관심	주의	경계	심각
수량	이용량/개발가능량(%)	13.0~14.9	14.9~17.2	17.2~20.3	20.3이상
	단위면적당이용량 (천m ³ /년/km ²)	28.1~30.4	30.4~33.2	33.2~37.4	37.4이상
	관정밀도(공/km ²)	8.2~8.8	8.8~9.4	9.4~10.5	10.5이상
수질	질산성질소평균(mg/L)	-	-	10~20	20이상
	DRASTIC INDEX	130.4~131.6	131.6~133.1	133.1~135.3	135.3이상
	오염원밀도(개소/km ²)	8.7~9.4	9.4~10.4	10.4~11.9	11.9이상
	단위면적당오염부하량 (kg/일/km ²)	119.2~132.1	132.1~148.2	148.2~172.1	172.1이상

<표 5-1-5> 읍·면별 지하수관리 필요지역

읍 면		수량		수질	
계		3	-	2	-
경주시	외동읍	3	구어리, 냉천리, 문산리	2	방어리, 연안리

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
A	수량 관리	① 지하수 개발제한 및 취수량 조정 ② 가뭄대비 용수공급 계획수립 ③ 신규관정개발 ④ 지하수이용실태조사 및 관측 ⑤ 급수시설 및 관로확충
B	수질 관리	① 방치공현황파악 및 처리 ② 수질검사 강화 ③ 오염원관리 ④ 대체수원개발 ⑤ 지하수정밀조사 및 관측
C	시설물관리	① 농업용 공공관정 이용시설 정비 ② 농업용 공공관정 사후관리 및 지하수영향조사 ③ 시설물관리 담당자교육

5.2.2 지하수관리 필요지역 대책제안

본 조사결과 관리지역분석, 설문조사, 현황조사, 방치공조사 등을 바탕으로 관리지역으로 선정된 지역에 대해서 문제 유형별 대책방안을 제시하였다.

구분 A는 수량관리를 위한 대책방안으로 개발가능량대비 이용량, 단위면적당이용량, 단위면적당 관정밀도가 경계~심각수준으로 구분되었을 경우 선정하였으며, 제안의 내용 구분은 5종류로 ① 지하수 개발제한 및 취수량 조정 ② 가뭄대비 용수공급 계획수립 ③ 신규관정개발 ④ 지하수 이용실태조사 및 관측 ⑤ 급수시설 및 관로확충 을 제시하였다.

구분 B는 수질관리를 위한 대책방안으로 질산성질소 리별 평균값이 10mg/L

초과지역을 선정하였으며, ① 방치공현황파악 및 처리 ② 수질검사 강화 ③ 오염원관리 ④ 대체수원개발 ⑤ 지하수정밀조사 및 관측 등을 제시하였다.

구분 C는 시설물관리가 필요한 관정에 대한 대책방안으로 생활용·농업용 지하수 개발방안에서 도출된 지역으로 ① 농업용 공공관정 이용시설 정비 ② 농업용 공공관정 사후관리 및 지하수영향조사 ③ 시설물관리 담당자교육 등을 제안하였다.

<표 5-2-2> 읍·면별 대책제안

동 리	계	수량관리 (A)	수질관리 (B)	시설물관리 (C)
계	13	3	2	8
외동읍	13	구어리, 냉천리, 문산리	방어리, 연안리	녹동리(2), 말방리(2) 모화리(1), 방어리(1) 북토리(5), 석계리(1) 신계리(3), 죽동리(1)

< 표 5-2-3 > 울농지구 읍·면별 대책 제안 세부내역

읍면	리	문제점	특징 및 종합 해석	대 책
외 양 면	구어리	1.개발가능량 대비 이용량이 높음 2.단위면적당이용량 많음 3.관정밀도 높음	개발가능량 대비 이용량이 19.6%로 높으며 단위면적당이용량 32.1천m ³ /년/km ² 로 높음. 관정밀도 10.2공/km ² 로 높음	A-수량-④
	냉천리	1.개발가능량 대비 이용량이 높음 2.단위면적당이용량 많음 3.관정밀도 높음 4.이용부대시설 미비	개발가능량 대비 이용량이 20.2%로 높으며 단위면적당이용량 33.0천m ³ /년/km ² 로 높음. 관정밀도 11.6공/km ² 로 높음	A-수량-④ C-시설물-①
	녹동리	1.이용부대시설 미비 2.사후관리 및 지하수영향 조사 기간 도래	이용부대시설 정비(2공) 필요. 사후관리 및 지하수영향조사(1공)필요	C-시설물-① C-시설물-②
	말방리	1.이용부대시설 미비	이용부대시설 정비(2공) 필요.	C-시설물-①
	모화리	1.이용부대시설 미비	이용부대시설 정비(1공) 필요.	C-시설물-①
	문산리	1.개발가능량 대비 이용량이 높음 2.단위면적당이용량 많음 3.관정밀도 높음 4.사후관리 및 지하수영향 조사 기간 도래	개발가능량 대비 이용량이 30.8%로 높으며 단위면적당이용량 50.4천m ³ /년/km ² 로 높음. 관정밀도 11.5공/km ² 로 높음 사후관리 및 지하수영향조사(1공)필요	A-수량-④ C-시설물-②
	방어리	1.오염원분포밀도가 높음 2.DRASTIC INDEX지수가 높음 3.단위면적당 오염부하량이 높음 4.이용부대시설 미비	오염원분포밀도가 14.7개소/km ² DRASTIC INDEX지수가 132.5으로 높음 단위면적당오염부하량이 310.9kg/일/km ² 4.이용부대시설 정비(1공) 필요.	B-수질-③ C-시설물-①
	북토리	1.이용부대시설 미비 2.사후관리 및 지하수영향 조사 기간 도래	이용부대시설 정비(3공) 필요. 사후관리 및 지하수영향조사(1공)필요	C-시설물-① C-시설물-②
	석계리	1.이용부대시설 미비	이용부대시설 정비(1공) 필요.	C-시설물-①
	신계리	1.이용부대시설 미비 2.사후관리 및 지하수영향 조사 기간 도래	이용부대시설 정비(2공) 필요. 사후관리 및 지하수영향조사(1공)필요	C-시설물-① C-시설물-②
	연안리	1.DRASTIC INDEX지수가 높음	DRASTIC INDEX지수가 142.6으로 높음	B-수질-③
	죽동리	1.이용부대시설 미비	이용부대시설 정비(1공) 필요.	C-시설물-①

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 국토교통부 장관이 설치한 지하수 관측시설로서 광역적인 지하수의 수위·수질 변동실태를 감시·관측
대수층	모래나 자갈 등으로 이루어진 지층이 대표적인 예로서 지하수로 포화되어 있는 지층 중에서 투수성과 저류성이 커 경제적으로 개발에 이용할 수 있는 정도의 지하수를 배출할 수 있는 지층
대수층 특성	대수층의 수리적 거동과 채수에 대한 반응을 결정해 주는 대수층의 특성
대형관정	대구경 착정기를 이용하여 150~600mm 공경으로 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 원자핵내에 있는 양성자수가 같으나 중성자수가 다른 원소. 원자의 외부구조인 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 수위강하량으로 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 오염원으로부터 미래의 확산범위를 예측하기 위하여 오염물질 거동 분석 모델링을 실시하고 그 결과로서 미래에 예측되는 농도분포도를 예상하는 도면
지하수위 변동 곡선 해석	지하수의 수위 등 수리특성인자를 경과시간에 따라 표시한 그림을 지하수위 변동곡선이라하며, 유입량 유출량의 각 변수를 파악하여 검토하는 것
지하수함양량	전체 강우량 중에서 증발산과 직접유출에 의해 유실되는 수량을 제외한 활용 가능한 빗물의 양을 의미한다면, 유효 지하수 함양량은 지하로 함양된 빗물의 양 중에서 현실적으로 활용가능한 지하수 함양량으로 정의됨
지형경사(T)	임의의 거리에 대한 고도의 변화율을 나타내는 것으로 수치표고 모델에서는 격자간격에 대한 변화율을 의미
질산염	일반식 M(NO)(M은 가의 양이온)으로 표시되는 화합물.
작비교	독립적이 아닌 표본으로부터 관찰치를 얻었을 때 이에 대한 가설검정
청색증	식수를 통하여 체내에 들어온 질산염이 아질산염으로 환원되어 혈액 중의 헤모글로빈을 메트헤모글로빈으로 산화시키며 그 결과 조직으로의 산소공급이 제한되는 중독증상
총고용물질	물 시료의 수분을 완전히 증발시킨 후 남은 물질의 중량을 측정하는 것
총적관정	총적층 지하수 또는 하천복류수를 채수하는 정도
토양오염 대책기준	오염의 정도가 사람의 건강과 동식물의 생육에 지장을 초래할 우려가 있어 토지의 이용중지, 시설의 설치금지 등 규제 조치가 필요한 정도의 오염 기준. 이 기준을 초과하면 토양보전대책지역으로 지정할 수 있음.

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

용 어	설 명
DRASTIC	<p>7가지 요인들의 대표문자를 조합한 용어로 각 인자들의 지하수 오염에 대한 상대적인 영향을 평가하기 위해 각 인자에 가중치 (weight), 범위(ranges), 등급(rating)을 수치로 부여하여 일정 지역에서의 DRASTIC 지수를 산출, 비교하여 주변지역에 대한 상대적인 지하수의 오염 가능성을 평가하는 기법</p> <p>D : 지하수면의 깊이(Depth to water) R : 지하수 함양량(net Recharge) A : 대수층의 구성매질(Aquifer media) S : 지표토양의 구성매질(Soil media) T : 지형(Topography) I : 비포화대 매질의 영향(Impact of the vadose zone media) C : 대수층의 수리전도도(hydraulic Conductivity of aquifer)</p>
PCE	<p>테트라클로로에틸렌으로 유기염소계 용제의 하나로, 드라이 클리닝이나 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 함양률을 구하는 방법</p>
Stiff diagram	<p>수질의 화학성분의 농도를 도시하는 그래프의 하나로, 좌측에는 양이온, 우측에는 음이온으로 각각 구분하여 epm(equivalent per millioin) 농도를 표시하고 각 점을 직선으로 연결하여 나타낸 도표.</p>
TCE	<p>달콤한 냄새를 풍기는 무색투명한 액체로, 금속기계 부품의 탈유지 세정제, 금속 표면의 건조 섬유의 세척과 염색 일반 용해제 등으로 사용되는 유기용제로 지하수 및 토양오염을 유발시키는 인체에 유해한 주요물질</p>
Thiessen 강수량	<p>어떤 지점의 강수량과 그 지점에 의하여 대표되는 면적으로 계산된 강수량의 합을 이용하는 방법</p>

VII

참 고 문 헌

VII. 참고문헌

- 환경부, 2020, 2021 지하수관측연보
- 환경부, 2020, 2021 지하수조사연보
- 환경부, 2019, 지하수 업무수행 지침
- 국토해양부, 2009, 2025 수도정비기본계획(광역상수도 및 공업용수도) 보고서
- 국토교통부, 2021, 한국하천일람 2020.12.31기준
- 국토해양부, 2009, 하천설계기준
- 건설교통부, 1996, 수자원개발 가능지점 및 광역배분계획 기본조사
- 건설교통부, 1998, 1997년도 수자원관리기법개발연구조사 보고서
- 건설교통부, 1999, 낙동강수계 하천수 사용실태 조사 및 하천유지유량 산정보고서
- 국토교통부, 한국수자원공사, 2017, 지하수관리기본계획 수정계획(2017~2026)
- 국토해양부, 한국수자원공사, 2016, 수자원장기종합계획(2011~2020)
- 환경부, 한국수자원공사, 2019, 통합지하수 기초조사 및 지하수지도 제작·관리지침
- 건설교통부, 2004, 수문관측매뉴얼
- 국토해양부, 한국수자원공사, 2012, [경상·전라권] 지하수 이용량 모니터링조사 보고서
- 건설교통부, 한국건설기술연구원, 2000, GIS를 이용한 지하수 채수량 분석 및 관리 시스템 개발 연구
- 건설교통부, 한국수자원공사, 2005, 칠곡지역 지하수 기초조사 보고서
- 건설교통부, 한국수자원공사, 1995, 지하수자원 기본조사(3차) - 대체용수원개발지역 선정 조사(2차) 보고서
- 기상청, 2021, 기상연보
- 김남형, 1997, 지하수 조사법, 동화기술, p.433~442
- 농림부, 1999, 농촌용수 수요량조사 종합보고서
- 농림부, 농업기반공사, 2000, 농어촌지역 지하수자원의 오염예측도 작성기법에 관한 연구
- 농림부, 한국농촌공사, 2012, 농촌지하수관리조사 실무지침서
- 농어촌진흥공사, 1994, 지하수의 개발이용·보전관리-지하수법 및 시행령(안) 중심, p.284
- 농어촌연구원, 2009, 농촌지하수 표준이용량 산정기법 연구
- 농업기반공사, 2003, 수문자료이용실무
- 농업기반공사, 2006, 수맥조사보고서(경북)
- 대한광업진흥공사, 1997, 불균질·이방성 대수층의 지하수 유동분석 기술연구
- 류순호, 1999, 질소동위원소분석을 이용한 경기도 지역 지하수 중 질산성질소 오염규명
- 문영일 외, 1998, 수문학 이론 및 응용(3판), 사이텍미디어
- 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
오윤근, 현익현, 1997, δ15N값을 이용한 제주도 지하수중의 질산성질소 오염원추정에 관한
연구, 지하수환경, 제4권, 제1호, p.1~4
- 이사로, 최순학, 1997, GIS 기법을 이용한 영광지역의 지하수 오염 취약성평가, 지하수
환경 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 응
용, 한국지하수환경학회, Vol.2, p.58~63
- 경상북도, 2021, 제61회 경북통계연보
- 제주도, 농업기반공사, 2000, 제주도 지하수 보전·관리계획 보고서
- 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, 농공
기술 통권 53호, p.27~37
- 경주시, 2021, 제61회 2021 칠곡통계연보
- 경상북도, 2019, 경상북도 지하수관리계획 보고서
- 한국건설기술연구원, 2007, 우리나라 지역특성에 맞는 최적 지하수 함양량 산정 기법 개발
- 한국수자원공사, 1996, 동해안 북부지역 지표수 및 지하수 연계개발 예비타당성조사, 지하
수보고서 GW-96-2a, p.686
- 한국수자원공사, 1997, 수문관측 실무편람, p.159
- 한국수자원공사, 2000, 낙동강권역 광역 지하수 조사 보고서
- 한국지구물리탐사학회, 2002, 토목·환경분야 적용을 위한 물리탐사 실무지침
- 한정상, 1998, 지하수 환경과 오염, 박영사, p569, 677~695
- 환경부, 2014, 지하수의 수질보전 등에 관한 통합업무처리지침
- 환경부, 2020, 2019 상수도 통계
- 환경부, 2020, 2019 하수도 통계
- 환경부, 2014, 공장폐수의 발생과 처리
- 환경부, 2007, “배출허용기준(폐수) 적용을 위한 지역지정규정”, 환경부 고시 제1999-187
- 환경부, 2010, 한강수계 오염총량관리계획수립 지침, 환경부 고시 제2007-107호
- 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
- Boulding, J.R., 1995, Practical handbook of soil, vadose zone, and ground-water contamination assessment, prevention, and remediation, Lewis Publishers, p.173~179
- Clark, C.D. et al, 1994, Spatial analysis of lineaments, Computers & Geosciences, Vol. 20, No. 718, p.1237~1258
- Clark, I.D. and Fritz, P. 1997. Environmental Isotopes in Hydrogeology. Lewis Publishers, Boca Raton. 328pp.
- Charles J. Taylor and William M. Alley, Ground-Water-Level Monitoring and the importance of Long-Term Water-Level Data, USGS, circular 1217
- Craig, H., 1961, Isotopic variations in meteoric waters. Science, 133, p. 1702~1703
- C. W. Fetter, University of Wisconsin-Oshkosh, Applied Hydrogeology, Third Edition
- Deming, D., 2002, Introduction to Hydrogeology, McGraw Hill Company
- Domenico, P.A., and Schwartz, F.W., 1998, Physical and Chemical Hydrogeology, 2nd edition, John Wiley & Sons, Inc, p.506
- Dobrin, M. B., 1976, Introduction to geophysical prospecting : McGraw-Hill Book Co
- E. V. Pinneker, Cambridge University Press, General Hydrogeology
- Eby, G. Nelson. 2004. Principles of Environmental Geochemistry. Thomson Brooks/Cole. 514pp.
- Fetter, C.W., 1994, Applied Hydrogeology, 3rd edition, MacMillan College Publishing Company, p.691
- Finch, J.W. (1998) Estimating direct groundwater recharge using a simple water balance model - sensitivity to land surface parameters J. Hydrol., 211, 112-125.
- Freeze, R.A. and Cherry, J.A., 1979, Groundwater, Prentice-Hall, Inc., p.96~98
- Fletcher G. Discoll, 1986, Groundwater and Wells
- 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 avrage 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

이관용(경북지역본부 환경지질부장, 이학박사)

▣ 조사참여자

박원규(경북지역본부, 차장, 지질 및 지반기술사)

김진성(경북지역본부, 차장, 이학박사, 응용지질기사)

최원우(경북지역본부, 과장, 토양환경기술사)

김우현(경북지역본부, 대리, 응용지질기사)

강민석(경북지역본부, 사원, 응용지질기사)

정용모(경북지역본부, 주임)

인정만(경북지역본부, 주임)

김장수(경북지역본부, 주임)

류한영(경북지역본부, 사원)

▣ 용역업체

(주)진보이엔씨

부 록 I

일 반 현 황

1. 일반현황

1.1 조사지역(농어촌용수구역)

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(농어촌 정비법 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
 - 구역내 수자원 보호 및 용수시설의 공동관리 체계 구축

다. 분할기준

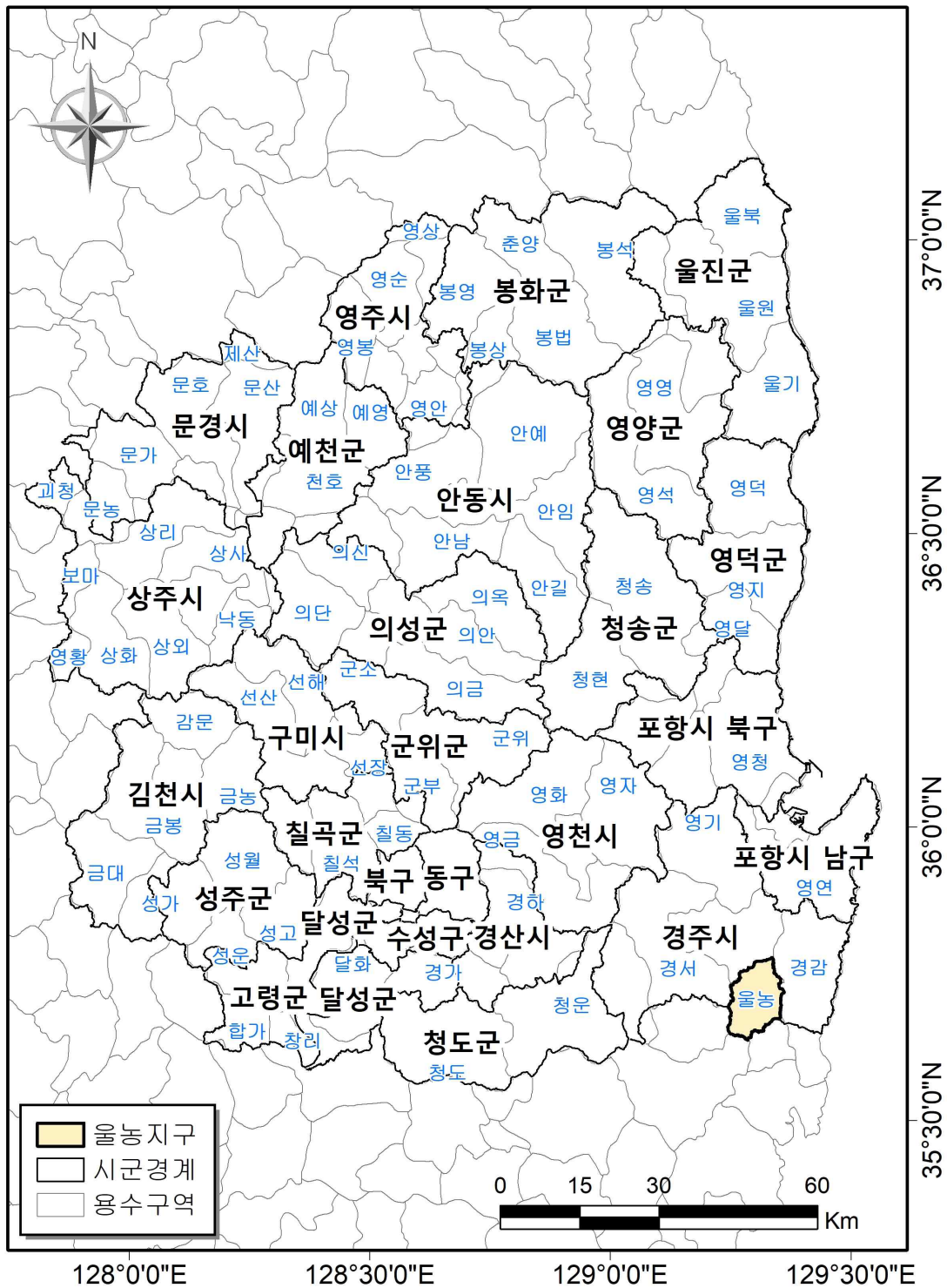
- 지형특성 및 수자원의 부존량에 따라 용수구역 규모를 설정
- 용수구역경계는 수문학적인 유역경계를 원칙으로 하며, 관리측면에서 행정구역을 반영
- 용수구역 구분은 수원공과 해당 수원공으로부터 공급받는 관개용수의 수혜를 받는 지역을 묶어서 하나의 용수구역으로 설정
- 수자원공통유역을 기본으로 공통유역 내 자연하천의 합류지점을 기본 설정
- 유역의 수문학적 특성을 반영하여 분수계의 경계를 따름

<표 1-1-1 > 경상북도 용수구역별 행정구역 현황

용수구역	행 정 구 역 현 황	비 고
감문	김천 감문, 개령, 어모	1개 시
경가	경산 남천, 달성 가창	2개 시·군
경감	경주 감포, 양남, 양북	1개 시
경서	경주 건천, 내남, 서, 현곡	1개 시
경하	경산 남산, 용성, 자인, 진량, 하양, 압량	1개 시
군부	군위 부계, 효령 칠곡 가산	2개 군
군소	군위 군위, 소보 구미 산동 예천 비안	3개 시·군
군위	군위 고로, 산성, 우보, 의흥, 효령 예천 금성	2개 군
금농	김천 기산, 남, 농소, 아포, 약목 칠곡 북삼	2개 시·군
금대	김천 대덕, 부항, 지례	1개 시
금봉	김천 감천, 구성, 대항, 봉산, 조마	1개 시
낙동	상주 낙동	1개 시
문가	문경 가은	1개 시
문농	문경 농암 상주 화북	2개 시
문산	문경 동로 산북 산양 영순	1개 시
문호	문경 마성 문경 호계	1개 시
봉법	봉화 명호 법전 재산	1개 군
봉상	봉화 봉성 상운 안동 녹전 영주 평은	3개 시·군
봉석	봉화 석포, 소천 예천 수비	2개 군
봉영	봉화 물야, 봉성, 봉화 영주 이산 부석	2개 시·군
상리	상주 공검, 내서, 외서, 은척, 이안, 함창, 화남, 화서 문경 농암	2개 시
상사	상주 공검, 사벌, 외서 예천 풍양	2개 시·군
상외	상주 공성, 내서, 모서, 외남, 청리, 화동	1개 시
상화	상주 공성, 모동, 모서, 화남, 화동, 화서	1개 시
선산	구미 고아, 무을, 선산, 옥성	1개 시
선장	구미 장천 칠곡 가산	2개 시·군
선해	구미 도개, 산동, 해평	1개 시
성가	성주 가천, 금수, 대가, 지례 김천 증산	2개 시·군
성고	고령 개진, 다산, 성산 달성 다사	2개 군
성운	고령 고령, 덕곡, 쌍림, 운수 성주 수륜	2개 군
성월	성주 금수, 대가, 벽진, 성주, 월항, 초전	1개 군
안길	안동 길안, 임하	1개 시
안남	안동 남선, 남후, 일직	1개 시
안예	안동 녹전, 도산, 북후, 예안, 외룡	1개 시
안임	안동 길안, 임동, 임하 청송 파천	2개 시·군

<표 1-1-1> 경상북도 용수구역별 행정구역 현황-계속

용수구역	행 정 구 역 현 황	비 고
안풍	안동 북후, 서후, 와룡, 풍산 영주 평은	2개 시
영금	영천 금호, 대창, 북안, 청통 경산 와촌	2개 시
영기	경주 강동, 기계, 기북, 신광, 천북, 안강	1개 시
영달	영덕 남정, 달산 청송 주왕산 포항 죽장	3개 시·군
영덕	영덕 병곡, 영해, 창수	1개 군
영봉	영주 봉현, 풍기	1개 시
영석	예천 석보, 입암, 청기	1개 군
영순	영주 단순, 부석, 순흥, 안정	1개 시
영안	영주 문수, 이산, 평은 안동 북후	2개 시
영연	포항 구룡포, 대송, 동해, 연일, 오천, 장기, 호미곶	1개 시
영영	예천 일월, 수비, 예천	1개 군
영자	영천 고경, 임고, 자양 포항 죽장	2개 시
영지	영덕 강구, 영덕, 지품, 축산	1개 군
영청	포항 송라, 신광, 청하, 흥해	1개 시
영화	영천 신령, 청통, 화남, 화북, 화산	1개 시
예상	예천 상리, 예천, 용문, 하리	1개 군
예영	예천 감천, 보문, 장수, 호명 영주 안정	2개 시·군
울기	울진 기성, 온정, 평해, 후포 예천 수비	2개 군
울농	경주 외동	1개 시
울북	울진 북, 울진, 죽변	1개 군
울원	울진 근남, 금강송, 매화	1개 군
의금	의성 가읍, 금성, 봉양, 춘산	1개 군
의단	의성 구천, 다인, 단말, 단북, 안계 상주 중동	2개 시·군
의신	의성 신평 안동 풍천 예천 지보	3개 시·군
의안	의성 봉양, 사곡, 안사, 안평, 예천	1개 군
의옥	의성 단촌, 옥산, 점곡	1개 군
천호	예천 개포, 예천, 용궁, 유천, 지보, 호명	1개 군
청도	청도 각남, 각북, 이서, 청도, 풍각, 화양	1개 군
청송	청송 부남, 부동, 진보, 청송, 파천	1개 군
청운	청도 금천, 매전, 운문 경산 용성 경주 산내	3개 시·군
청현	청송 안덕, 현동, 현서 포항 죽장	2개 시·군
춘양	봉화 법전, 춘양	1개 군
칠동	칠곡 동명	1개 군
칠석	칠곡 석전, 왜관, 지천	1개 군



<그림 1-1-1> 경상북도 용수구역 현황

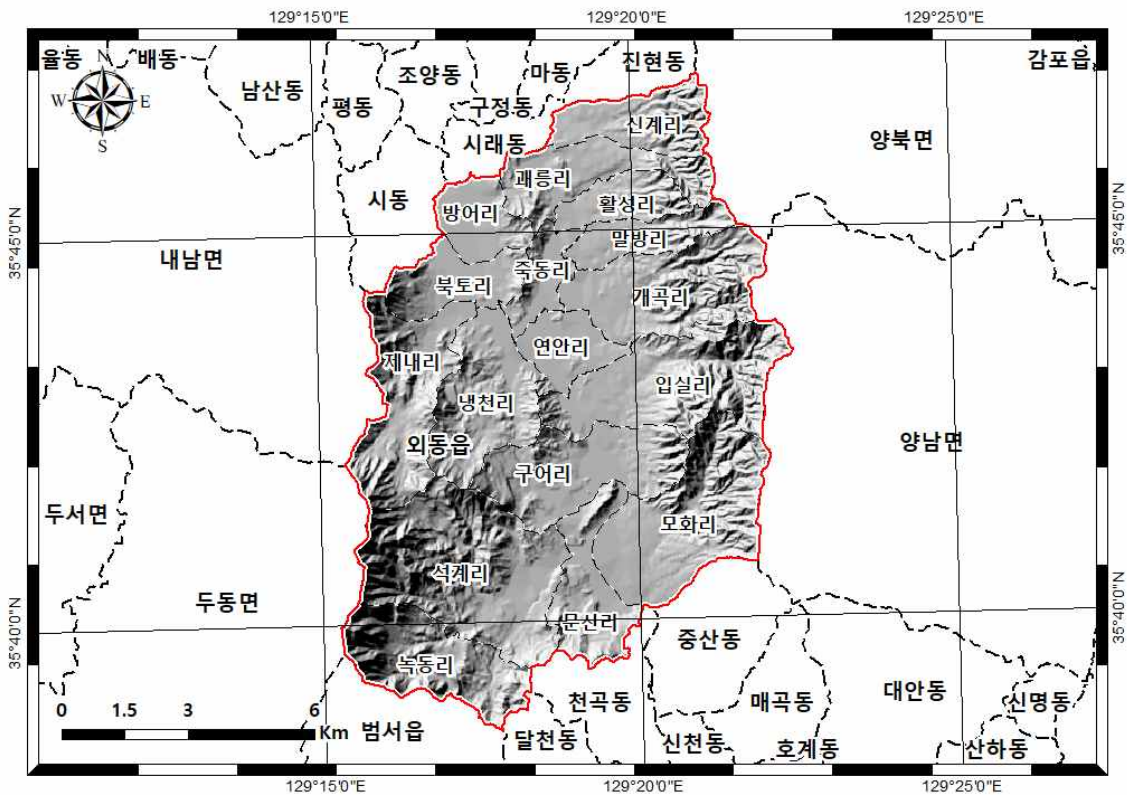
1.2 행정구역 및 인구현황

가. 행정구역 현황

<표 1-2-1> 울농지구 행정구역 현황

행 정 구 역			면 적 (km ²)	구성비 (%)
사·군	읍·면	법정리		
1군	1면	17리	109.92	100
경주시	외동읍	개곡리, 쾌릉리, 구어리, 냉천리, 녹동리, 말방리, 모화리, 문산리, 방어리, 북토리, 석계리, 신계리, 연안리, 입실리, 제내리, 죽동리, 활성리	109.92	100

※ 자료출처 : 경주시 통계연보(2021)



<그림 1-2-1> 울농지구 행정구역 현황

나. 인구현황

- 울농지구 인구는 20,431명, 세대수는 10,934세대이며, 세대당인구는 평균 1.9명/세대이다.
- 울농지구 인구밀도는 185.9명/km²으로 나타났다.
- 울농지구의 농업인구는 2017년 이후 감소추세를 보이고 있다.

<표 1-2-2> 울농지구 인구현황

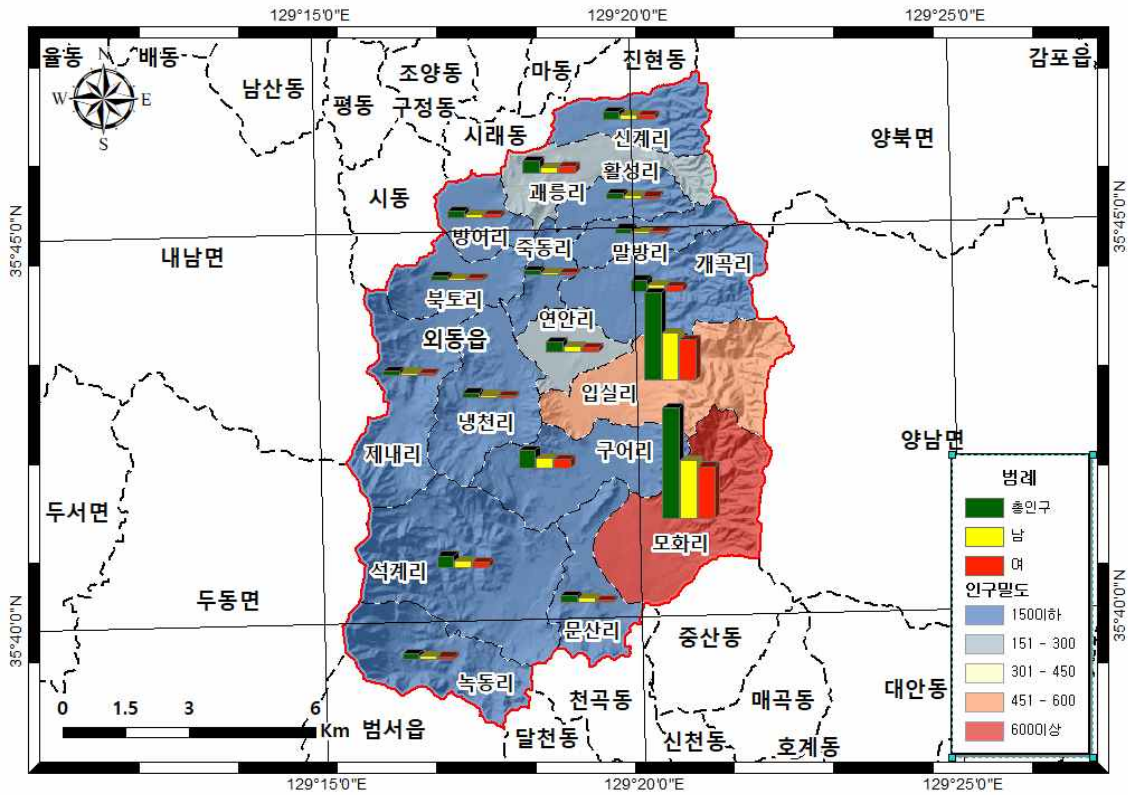
구 분	면 적 (km ²)	세 대	인 구(명)			인구밀도 (명/km ²)	세대당인구 (명/세대)	
			계	남	여			
울농 지구	계/평균	109.92	10,934	20,431	10,819	9,612	185.9	1.9
	외동읍	109.92	10,934	20,431	10,819	9,612	185.9	1.9

※ 자료출처 : 경주시 통계연보(2021)

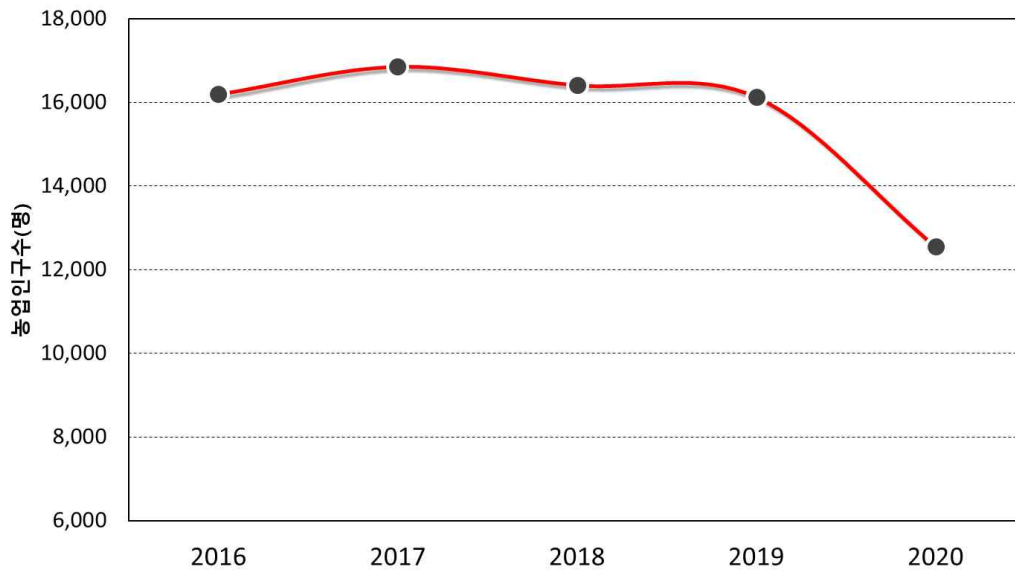
<표 1-2-3> 경주시 농업인구현황

연 도	2016	2017	2018	2019	2020
인구수 (명)	37,307	38,684	36,059	33,797	26,488

※ 자료출처 : 경주시 통계연보(2021)



<그림 1-2-2> 울농지구 인구현황



<그림 1-2-3> 농업인구현황

1.3 농업 및 산업경제

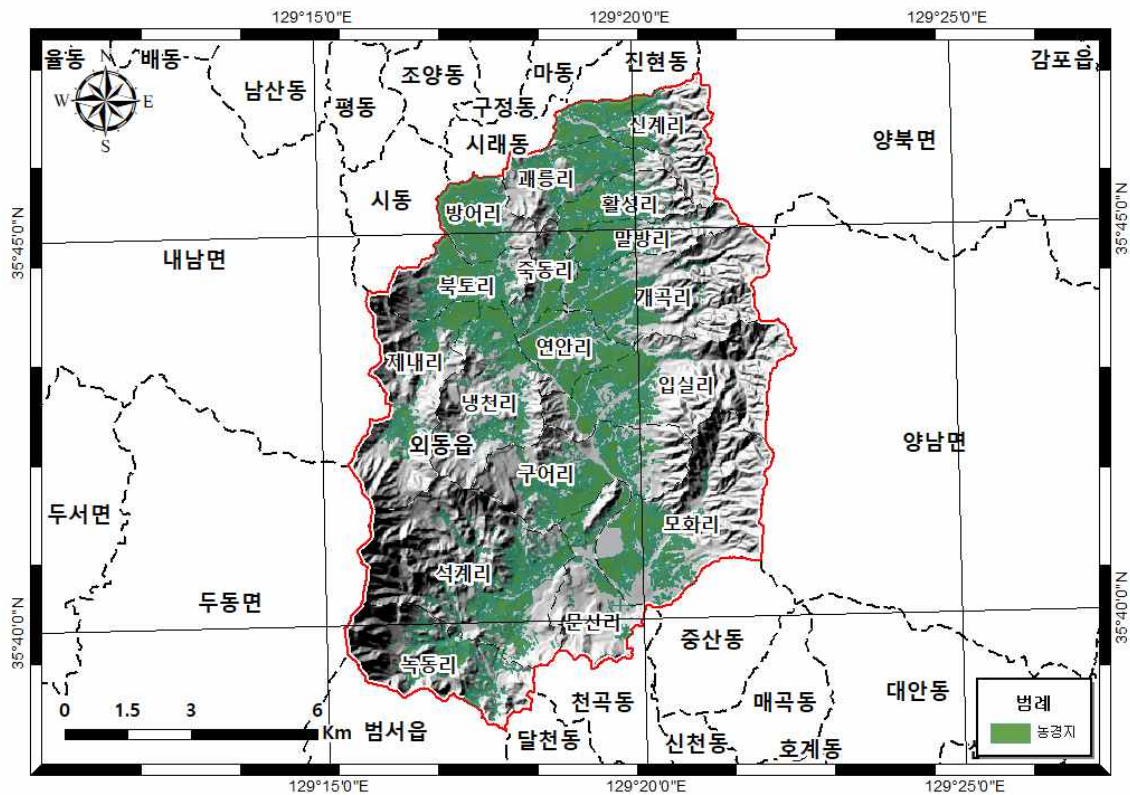
가. 농업현황

□ 경주시 농가수는 12,533가구이고, 경지면적은 19,152(논 13,524ha, 밭 5,628ha)로 논과 밭의 비율은 70.6 : 29.4이다.

<표 1-3-1> 농업 현황

구분	합계	논	밭	가구당 경지면적(a)			농가수	
				계	논	밭		
경주시	2016	19,870	14,394	5,476	122.6	88.8	33.8	16,201
	2017	19,595	13,931	5,664	116.2	82.6	33.6	16,861
	2018	19,384	13,681	5,703	118.0	83.3	34.7	16,418
	2019	19,346	13,679	5,667	119.9	84.8	35.1	16,135
	2020	19,152	13,524	5,628	152.6	107.7	44.8	12,553

※ 자료출처 : 경주시 통계연보(2021)



<그림 1-3-1> 울농지구 농경지 분포

나. 축산업 현황

□ 축산가구 중 한육우, 젓소, 돼지, 닭을 사육하는 가구수 및 마리수를 <표 1-3-2>에 나타내었다.

<표 1-3-2> 축산업 현황

구 분		한육우		젓소		돼지		닭	
		가구수	마리수	가구수	마리수	가구수	마리수	가구수	마리수
경주시	2016	3,954	69,018	226	11,961	73	116,499	174	2,144,262
	2017	3,827	67,651	223	11,845	71	109,387	300	2,119,834
	2018	3,564	67,112	209	12,230	71	142,647	341	2,080,134
	2019	3,393	66,503	206	11,816	73	136,337	187	1,809,243
	2020	3,294	65,599	196	12,034	69	113,418	240	1,610,388

※ 자료출처 : 경주시 통계연보(2021)

다. 사업체 현황

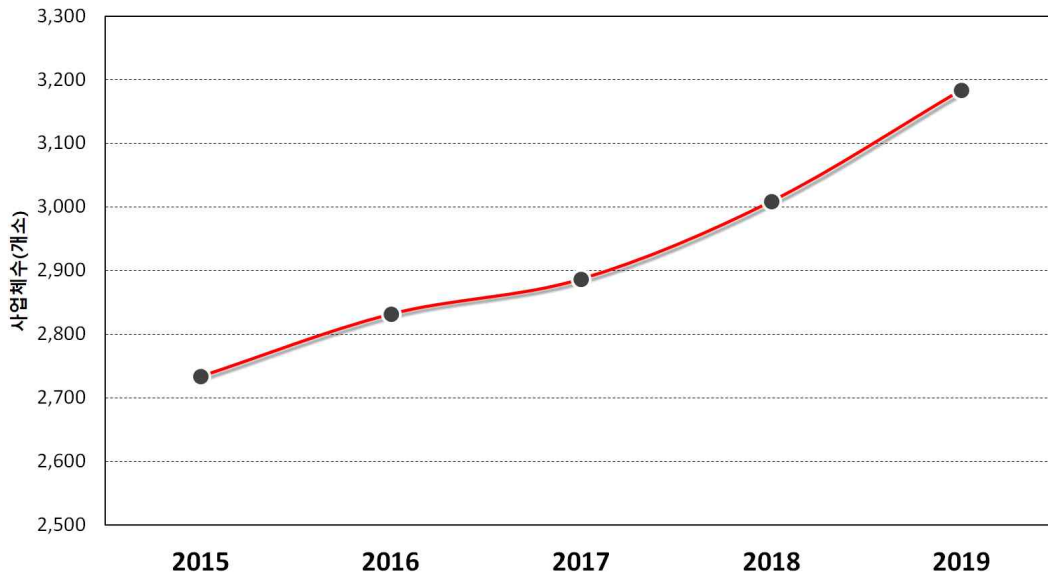
□ 울농지구의 사업장은 2019년말 기준 3,184개소로 나타났으며, 매년 증가추세를 보이는 것으로 나타났다.

<표 1-3-3> 사업체수 현황

(단위 : 개소)

구 분	2016	2017	2018	2019	2020
경주시	23,531	23,826	24,266	25,188	26,067
경주시 외동읍	2,734	2,832	2,887	3,009	3,184

※ 자료출처 : 경주시 통계연보(2016~2021)



<그림 1-3-2> 울농지구 사업체 연변화 현황

라. 산업단지 현황

□ 울농지구 내 가동 중인 일반산업단지는 13개소, 농공단지는 1개소이며, 조성 중인 일반산업단지는 4개소로 나타났다.

<표 1-3-4> 울농지구 산업단지 현황

구분	단지수	단지명	위 치	면적(km ²)	입주업체수	비고
일반산업	1	문산	외동읍 문산리 산95-1번지	315	26	가동중
일반산업	1	석계	외동읍 석계리 689번지	146	35	가동중
일반산업	1	석계2	외동읍 석계리 2015번지	122	14	가동중
일반산업	1	외동	외동읍 문산리 990번지	142	22	가동중
일반산업	1	외동2	외동읍 문산리 산75번지	603	39	가동중
일반산업	1	모화	외동읍 모화리 1643-1번지	377	43	가동중
일반산업	1	구어2	외동읍 구어리 산89-1번지	829	44	가동중
일반산업	1	문산2	외동읍 석계리 2073-10번지	816	35	가동중
일반산업	1	석계4	외동읍 석계리 산165-1번지	117	9	가동중
농공	1	외동	외동읍 구어리 12-1번지	109	5	가동중
일반산업	1	제내2	외동읍제내리 산99-26번지	84	4	조성중
일반산업	1	녹동	외동읍 녹동리 산21-5번지	140	16	조성중
일반산업	1	제내5	외동읍 제내리 산53-21번지	137	-	조성중
일반산업	1	외동3	외동읍 냉천리 산8번지	110	-	조성중

1.4 자연환경현황

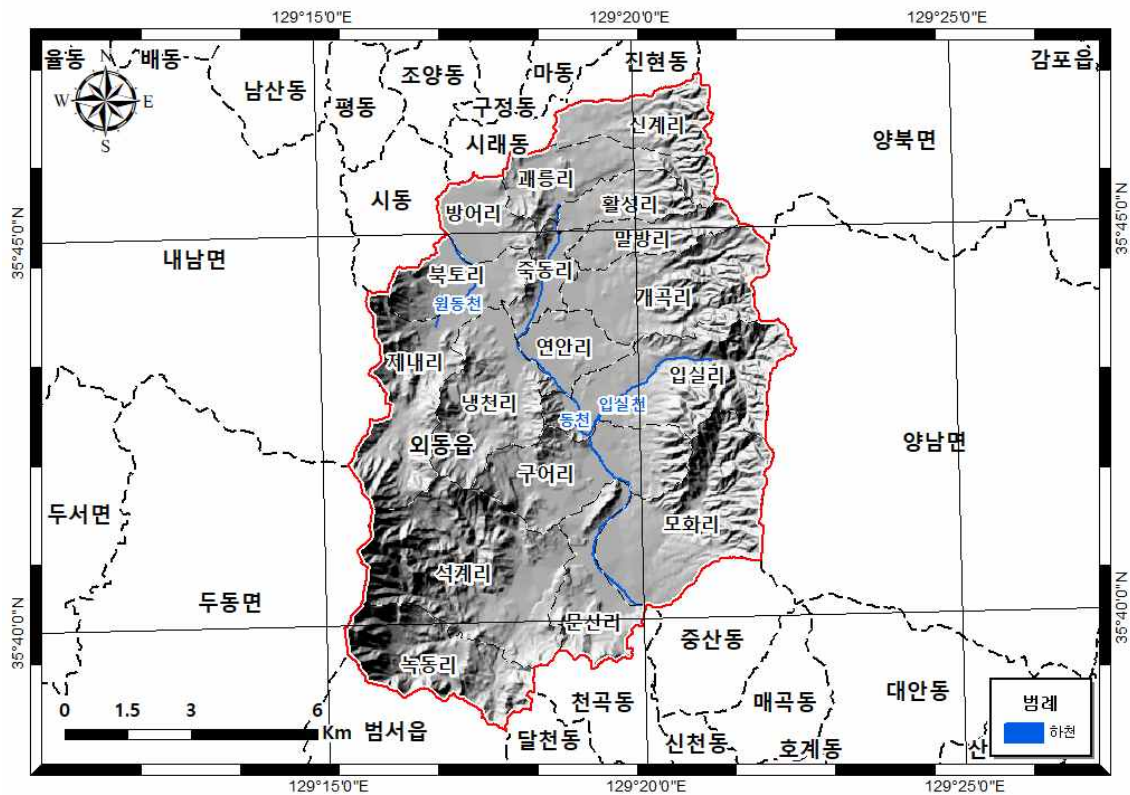
1.4.1 하천 및 유역

가. 하천현황

<표 1-4-1> 울농지구 지방하천 현황

하천명	유수의 계통(수계)				하천 등급	하천기점		하천종점		하천 연장 (km)	유로 연장 (km)	유역 면적 (km ²)
	분류	1지류	2지류	3지류		시군	읍면	시군	읍면			
원동천	형산강	남천	원동천	-	지방	경주	외동	경주	시	6.08	8.84	19.09
동천	태화강	동천	-	-	지방	경주	외동	경주	외동	12.05	14.48	82.62
입실천	태화강	동천	입실천	-	지방	경주	외동	경주	외동	3.80	6.45	5.98

※ 자료출처 : 2020 한국하천일람(환경부)



<그림 1-4-1> 울농지구 하천 현황

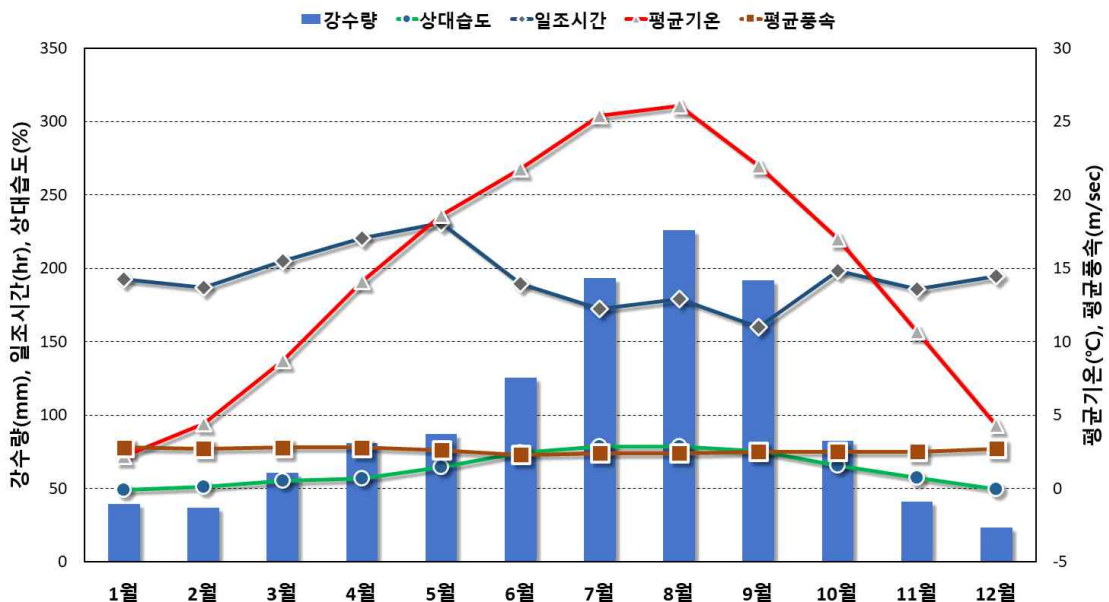
1.4.2 기상

□ 포항 기상관측소 30년 평균자료에 따르면 연평균기온은 14.6℃이며, 연평균강수량은 1,188.2mm, 월별 최고 강수는 8월에 225.9mm(19.0%), 일조시간은 193.0시간이며, 4~5월에 일조량이 많은 것으로 나타났다. 상대습도는 연평균 63.0%, 평균풍속은 2.6m/sec로 나타났다.

<표 1-4-3> 기상현황

월 별	기 온(℃)			강수량 (mm)	일조시간 (hr)	상대습도 (%)	풍 속 (m/sec)
	평 균	최 고	최 저				
계/연평균	14.6	18.9	10.9	1,188.2	193.0	63.0	2.6
1월	2.2	6.7	-1.5	39.6	192.7	48.9	2.8
2월	4.4	9.1	0.3	36.6	186.7	50.9	2.7
3월	8.7	13.4	4.3	60.5	204.9	55.4	2.8
4월	14.1	19.1	9.6	80.8	220.4	57.0	2.8
5월	18.6	23.5	14.4	87.3	231.2	64.3	2.6
6월	21.8	25.7	18.6	125.3	189.6	74.2	2.3
7월	25.4	29.0	22.6	193.6	172.3	78.5	2.4
8월	26.1	29.6	23.3	225.9	179.0	78.6	2.4
9월	22.0	25.5	19.0	191.7	160.2	75.5	2.5
10월	17.0	21.4	13.1	82.5	198.4	65.7	2.5
11월	10.7	15.4	6.7	40.9	185.8	57.5	2.5
12월	4.3	8.9	0.4	23.5	194.5	49.6	2.7

※ 자료출처 : 포항 기상관측소 30년 평균값(1992~2021)



<그림 1-4-3> 기상현황

1.4.3 지형 및 지질

가. 지형

□ 수치 지형자료를 이용하여 고도분포도를 작성하고 지형 특성을 분석한 결과, 울농지구는 40m~770m의 해발고도를 보이며 200m 이하의 고도가 65.4%(71.93km²)의 면적으로 가장 넓은 분포를 보인다.

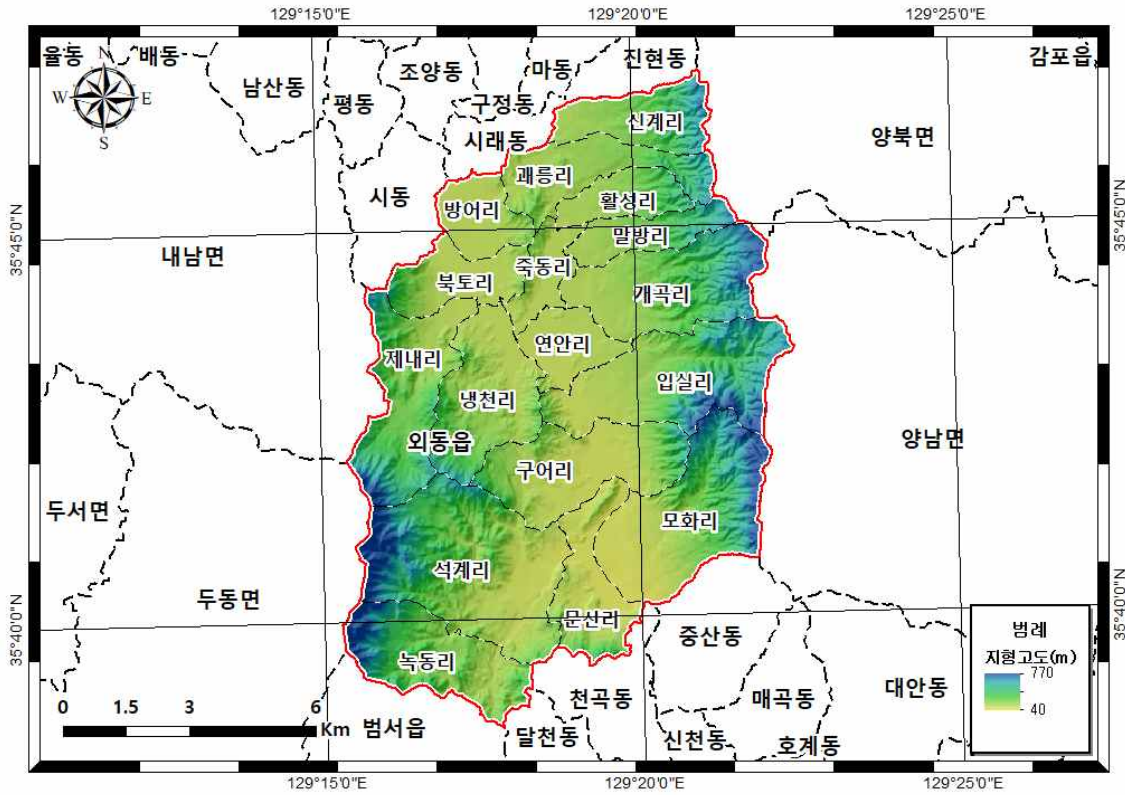
<표 1-4-4> 울농지구 지형고도별 면적분포 (단위:km²)

구 분		계	100이하	100~200	200~300	300~400	400~600	600이상
면적(km ²)		109.92	34.07	37.86	16.17	10.89	10.01	0.92
구성비(%)		100	31.0	34.4	14.7	9.9	9.1	0.8
경주시	외동읍	109.92	34.07	37.86	16.17	10.89	10.01	0.92

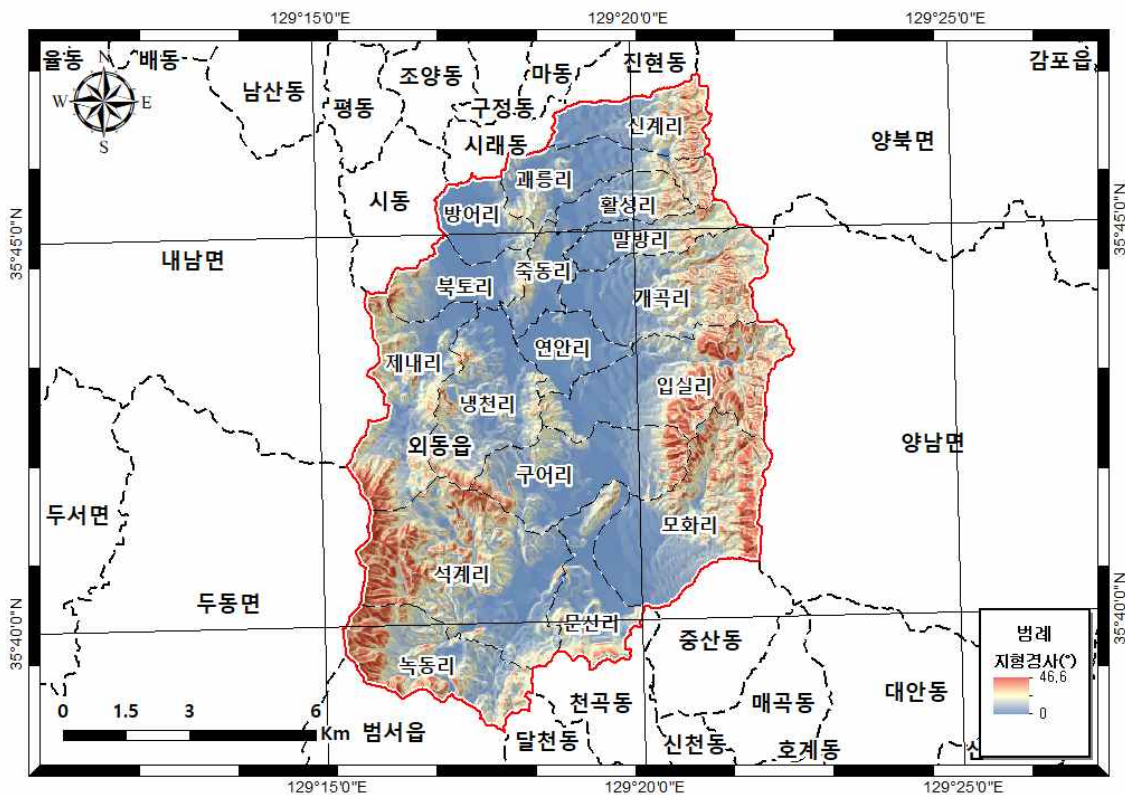
□ 지형경사 면적 분석을 실시한 결과, 울농지구는 0°~46.6°의 지형경사를 보이며 0°~15°의 지형경사가 36.3%(39.91km²)의 면적으로 가장 넓은 분포를 보인다.

<표 1-4-5> 울농지구 지형경사별 면적분포 (단위:km²)

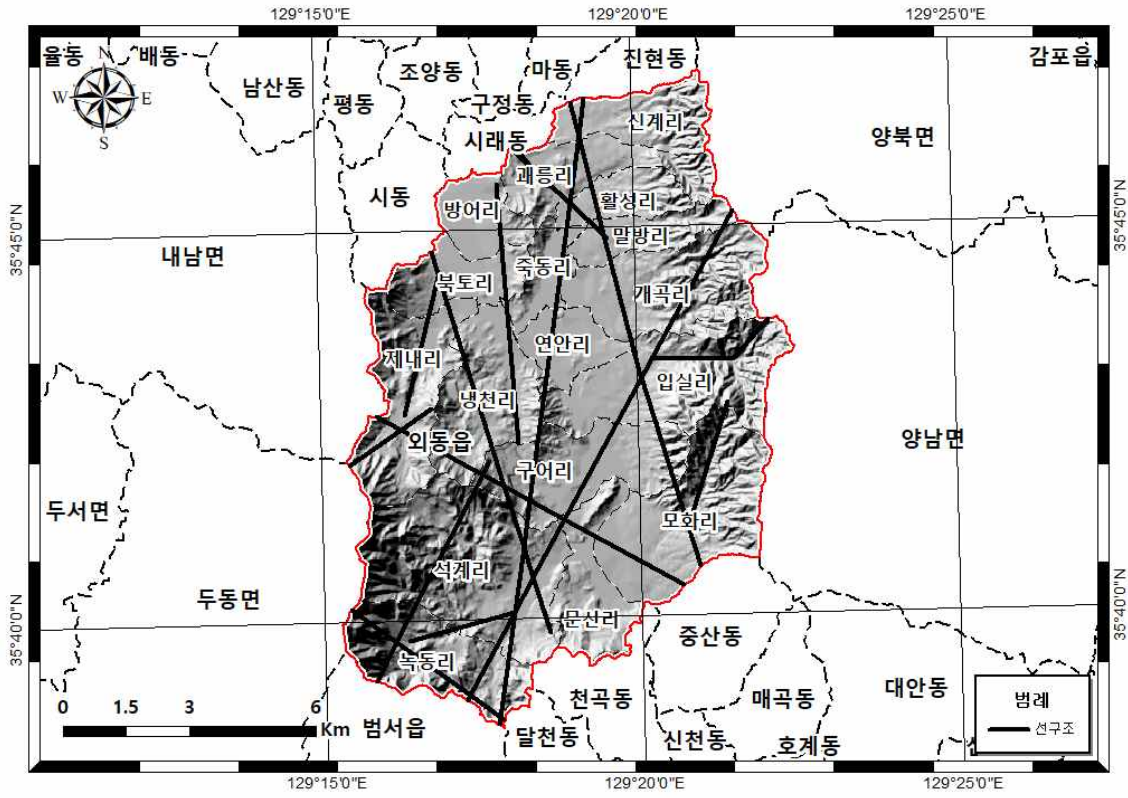
구 분		계	0~5	5~15	15~20	20~30	30이상
면적(km ²)		109.92	39.91	32.32	12.78	16.78	8.13
구성비(%)		100	36.3	29.4	11.6	15.3	7.4
경주시	외동읍	109.92	39.91	32.32	12.78	16.78	8.13



<그림 1-4-4> 지형고도 분포도



<그림 1-4-5> 지형경사 분포도



<그림 1-4-6> 선구조도

나. 지질 분포

- 울농지구에 분포하는 지질은 백악기의 경상누층군과 화강암류로 주로 구성되어 있으며, 그 상부를 제4기 충적층이 부정합으로 덮고 있다.
- GIS의 쿼리 기능을 이용하여 지질 분포 현황을 분석한 결과 흑운모 화강암 55.93km²(50.9%)로 가장 넓게 분포하고 있으며, 충적층이 37.55km²(34.2%), 불국사층이 6.05km²(5.5%) 순으로 나타났다.

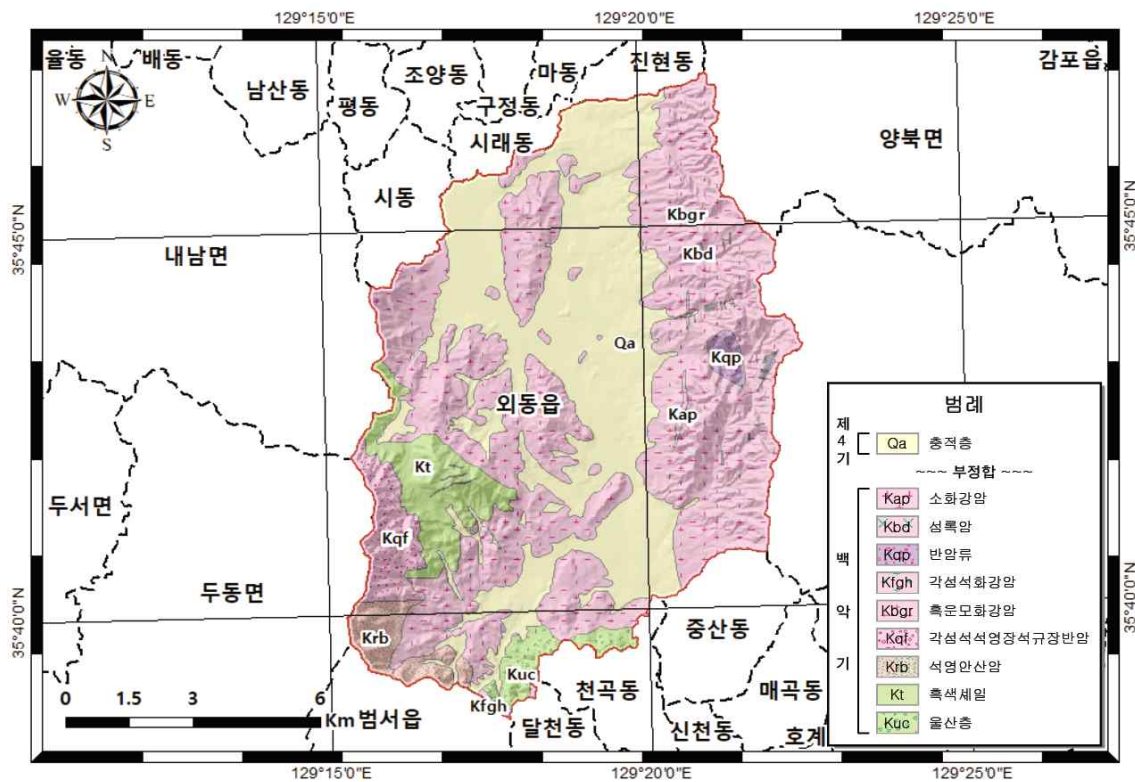
<표 1-4-6> 수문지질단위 분류

지질 시대	지 질	기 호	수문지질단위	지 형	대수층특성
제4기	충적층	Qa	미고결 쇄설성 퇴적층	평야,곡간	1차공극
~ ~ ~ 부정합 ~ ~ ~					
백악기	소화강암	Kap	관입화성암	산지>구릉	단열
	섬록암	Kbd	관입화성암	산지>구릉	단열
	반암류	Kqp	관입화성암	산지>구릉	단열
	각섬석화강암	Kfgh	관입화성암	산지>구릉	단열
	흑운모화강암	Kbgr	관입화성암	산지>구릉	단열
	각섬석석영장석 규장반암	Kqf	관입화성암	산지>구릉	단열
	석영안산암	Krb	쇄설성퇴적암	구릉>산지	단열
	불국사층	Kt	비다공질 화산암	산지	단열
	울산층	Kuc	쇄설성퇴적암	구릉>산지	단열

<표 1-4-7> 지질 분포

(단위 : km²)

구 분	계	외동읍	비고
울농지구	109.92	109.92	
Qa	37.55	37.55	
Kap	0.23	0.23	
Kbd	0.09	0.09	
Kqp	1.03	1.03	
Kfgh	0.18	0.18	
Kbgr	55.93	55.93	
Kqf	3.65	3.65	
Krb	2.90	2.90	
Kt	6.05	6.05	
Kuc	2.32	2.32	

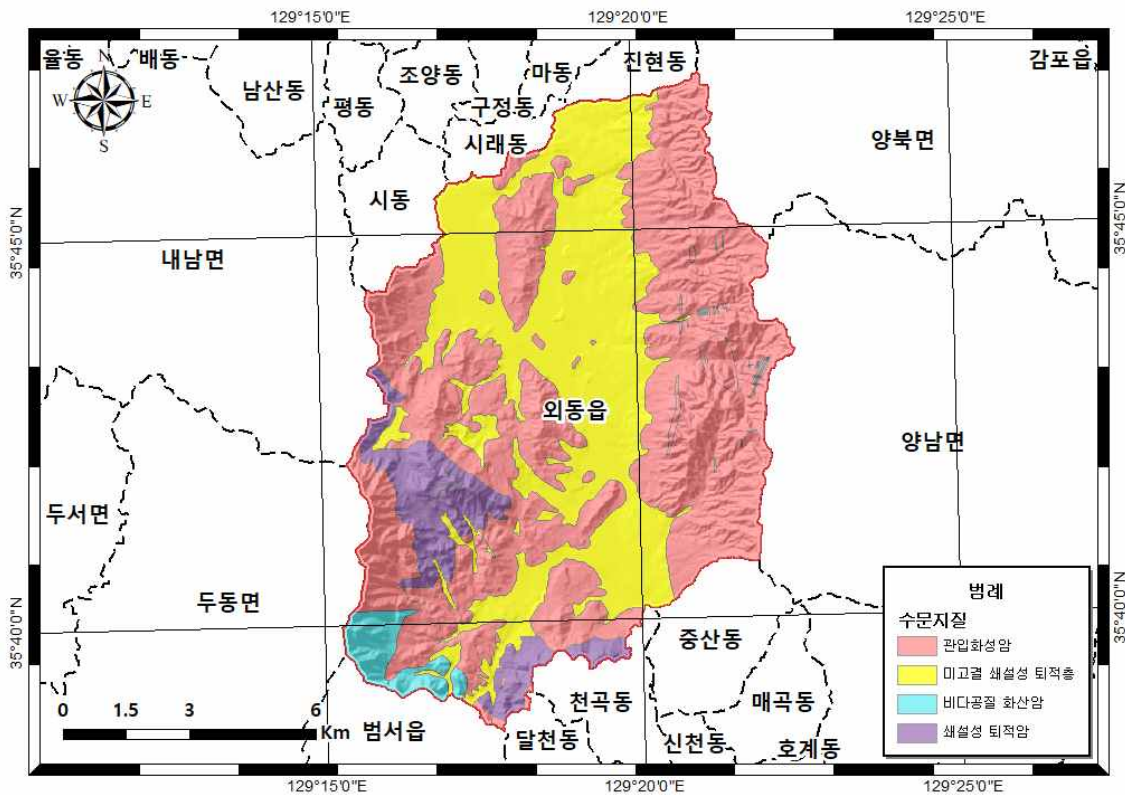


<그림 1-4-7> 울농지구 지질도

□ GIS의 쿼리 기능을 이용하여 행정구역별 지질 분포 현황을 분석한 결과 관입화성암이 61.10km²(55.6%)로 가장 넓게 분포하고 있으며, 미고결 쇄설성 퇴적층 37.55km²(34.2%), 쇄설성퇴적암 8.37km²(7.6%), 비다공질 화산암 2.90km²(2.6%) 순으로 나타났다.

<표 1-4-8> 행정구역별 수문지질단위 면적 (단위 : km²)

구 분	계	관입화성암	미고결 쇄설성 퇴적층	비다공질 화산암	쇄설성퇴적암
울농지구	109.92	61.10	37.55	2.90	8.37
비율(%)	100	55.6	34.2	2.6	7.6
경주시 외동읍	109.92	61.10	37.54	2.90	8.37



<그림 1-4-8> 울농지구 수문지질도

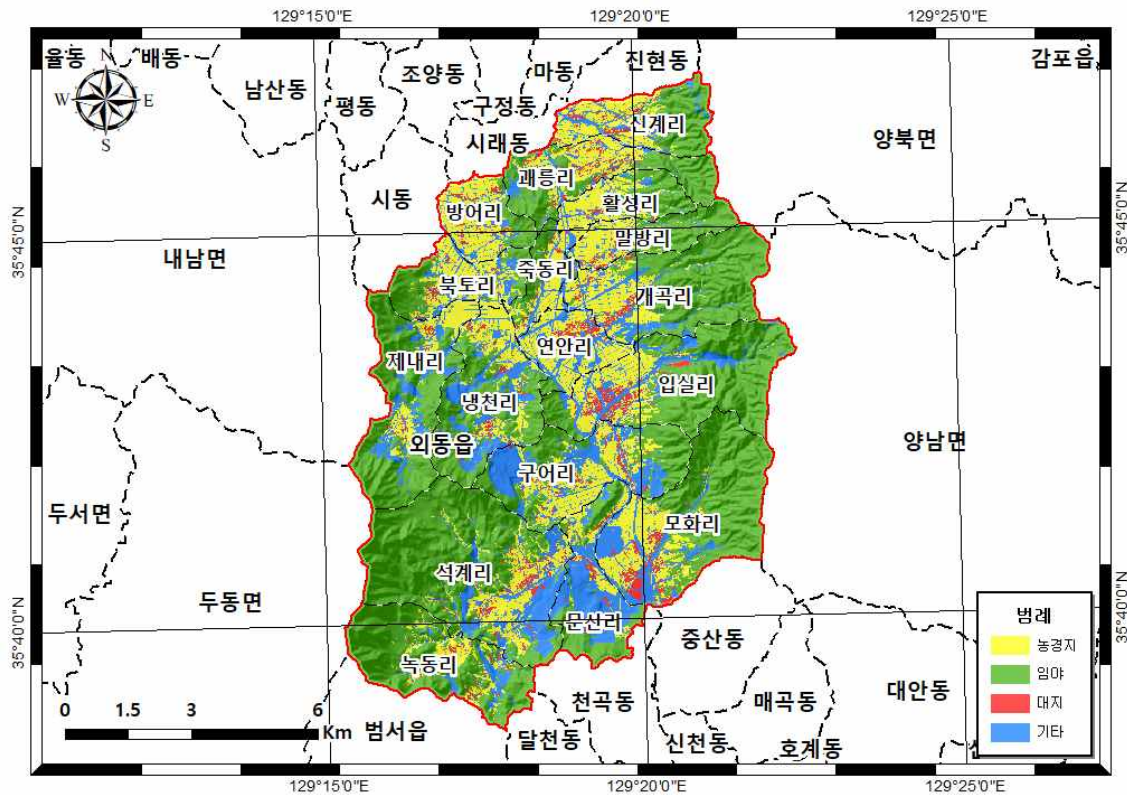
1.4.4. 토지이용 및 토양

가. 토지이용

□ 울농지구의 면적은 109.92km²이며, 임야가 54.3%인 59.68km²로 가장 많은 부분을 점유하고, 농경지(전, 답, 과수원)는 24.9%에 해당하는 26.34km²이다.

<표 1-4-9> 지목별 토지이용 현황 (단위 : km²)

구분	합계	농경지				임야	대지	기타	
		소계	전	답	과수원				
계	면적	109.92	26.34	6.30	19.82	0.22	59.68	3.37	20.53
	구성비(%)	100	24.9	5.7	18.0	0.2	54.3	3.1	18.7
경주시	외동읍	109.92	26.34	6.30	19.82	0.22	59.68	3.37	20.53



<그림 1-4-9> 지목별 토지이용

나. 토양

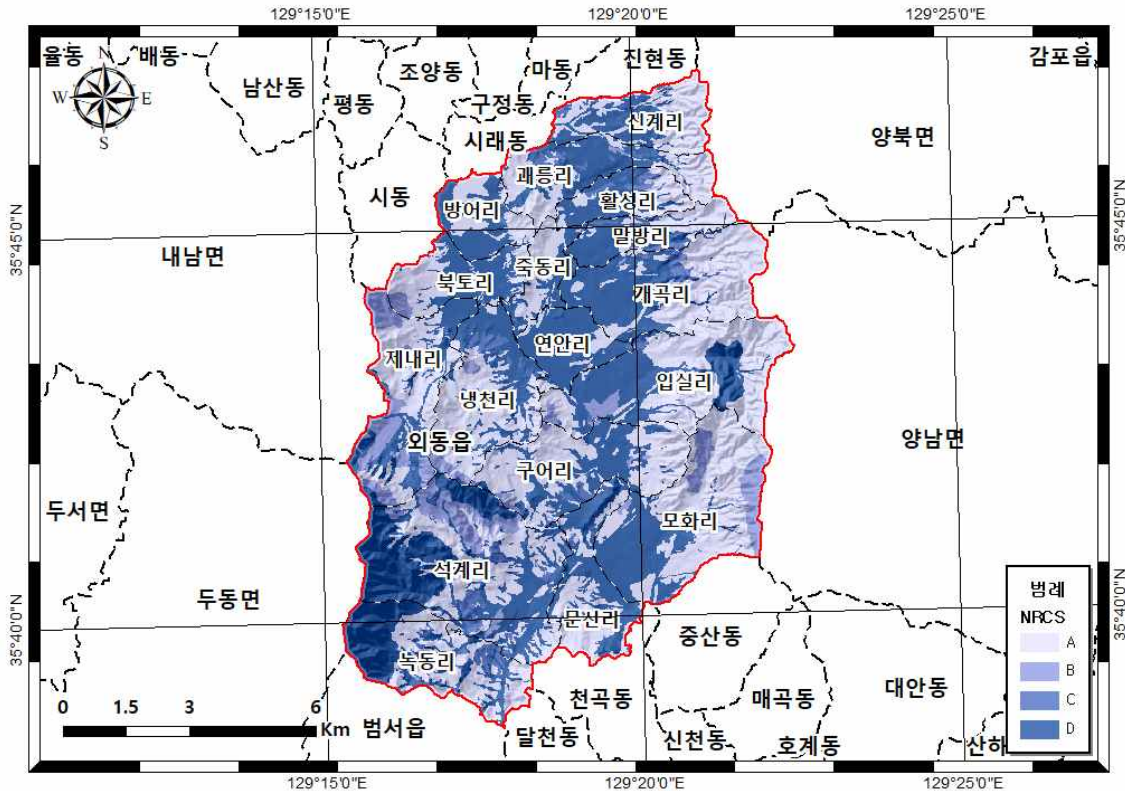
- 본 조사에서는 농촌진흥청 농업기술연구소에서 발간한 1:25,000 정밀 토양도를 각 토양형의 배수능력, 토질, 지형 및 모재에 대한 정보를 이용하여 NRCS 토양형으로 재분류하였다.
- NRCS 토양형은 토양의 종류와 토지이용, 식생 피복 상태와 토양의 수문학적 조건 등을 고려하여 직접 유출에 미치는 영향을 양적으로 나타낸 등급이다.
- 토양의 특성은 강수에 의한 유출과정에 중요한 인자이며, 토양의 성질에 따라 침투능이 상이하므로 그에 따른 직접유출량도 다를 수밖에 없다. 토양의 성질을 정량적으로 표현하기 어려우므로 미국 자연자원보호청(U.S. Natural Resources Conservation Service, NRCS)의 토양 침투능 기준으로 4가지 토양군으로 분류하였다.

<표 1-4-10> 토양형 분류(U.S. NRCS)

토양군	토양의 성질
A	<ul style="list-style-type: none"> ○ 낮은 유출률(low runoff potential) ○ 침투율이 대단히 크며 자갈이 있는 부양질 ○ 배수양호(high infiltration rate of water transmission)
B	<ul style="list-style-type: none"> ○ 침투율이 대체로 큼(moderate infiltration rate) ○ 돌 및 자갈이 섞인 사질토, 배수 대체로 양호(moderate rate of water transmission)
C	<ul style="list-style-type: none"> ○ 침투율이 대체로 작음(slow infiltration rate) ○ 대체로 세사질 토양층, 배수 대체로 불량(slow rate of water transmission)
D	<ul style="list-style-type: none"> ○ 높은 유출률(high runoff potential) ○ 침투율이 대단히 작고 점토질 종류의 토양으로 거의 불투수성 ○ 배수 대단히 불량(very slow rate of water transmission)

<표 1-4-11> NRCS 토양형에 따른 울농지구 토양의 재분류

구분	울농지구의 토양형	면적(km ²)	구성비(%)
계		109.92	100
A	AnC, AnD, ArB, ArC, ArD, BjB, BjC, Dq, HdB, Hl, Hw, IwC, IwD, Jd, JoB, JoC, JoD, JoE, SAC, SgC2, SgD2, SgE2, SgF2, SmD2, SmE2, SmF2, SqC, SqD, SxD2, TgB, UoB, UoC	53.08	48.3
B	BxC2, BxD2, GxE2, GxF2, HgB, JwC, JwD, SbD, SvF2	6.46	5.9
C	HMB, SoC2, SoD2	2.84	2.6
D	Ce, CGB, CGC, CGD, Dy, DyB, EoB, EoC, EoD, GbD, Gi, GlC, GmC, GmD, GpB, Gq, Gr, GrB, Gt, Gz, Ha, HdC, Hh, HjB, IgB, Jb, JiB, JiC, JnC2, MdE, MdF2, MoB, MoC, MoD, MTE2, Ng, Pt, RC, RS, SAB, ScB, ScC, SE, SfB, SfC, Sh, SsE, StC, StD, W, WoB, YcC, YeC, YjB, YjC, YjD, YuB	47.53	43.2



<그림 1-4-10> NRCS 토양도

부록 Ⅱ

지하수 개발·이용 현황

2. 지하수 개발·이용 현황

2.1 지하수 개발 현황

- 울농지구에 대한 지하수 개발 및 이용현황을 파악하기 위하여 지자체 지하수 인허가 부서의 새울행정자료(지하수 허가 및 신고시설), 농업용 공공관정시설 자료, 국토교통부에서 발간하는 지하수조사연보의 이용실태 자료를 수집한 후 금회 관정현황조사를 통하여 분류하였다.

2.1.1 신고·허가별 지하수 개발 현황

- 울농지구 내에 분포하는 전체 관정의 수는 650개소이며, 허가·신고형태 별로 구분하면, 허가시설 58공, 신고시설 592공으로 분류된다.

<표 2-1-1> 허가·신고형태별 지하수개발 현황 (단위 : 공)

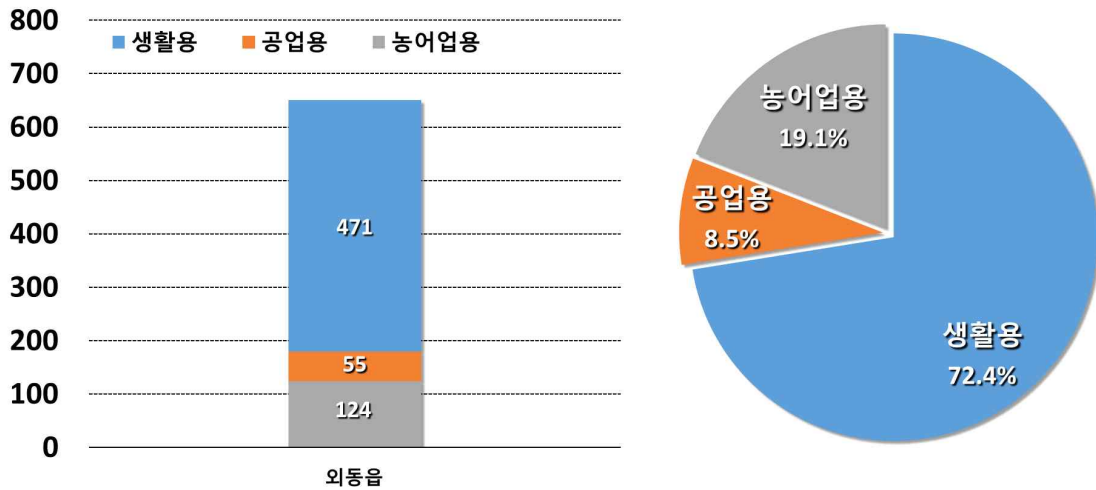
읍 면	계	허가시설	신고시설	경미시설	비고
울농지구	650	58	592	-	-
구성비(%)	100	8.9	91.1	-	-
경주시 외동읍	650	58	592	-	-

2.1.2 용도별 지하수 개발 현황

- 울농지구의 용도별 지하수 개발현황은 생활용 지하수 시설이 72.4%(471공), 농어업용 19.1%(124공), 공업용 1.3%(55공)로 나타났다.

<표 2-1-2> 용도별 지하수개발 현황 (단위 : 공)

읍 면	계	생활용	공업용	농어업용	기타
울농지구	650	471	55	124	-
구성비(%)	100	72.4	8.5	19.1	-
경주시 외동읍	650	471	55	124	-



<그림 2-1-1> 읍면별·용도별 지하수 개발현황

2.1.3 관정 형태별 지하수 개발현황

□ 지하수 관정은 개발유형에 따라 암반관정, 층적관정, 방사상 집수정, 재래식 우물 등으로 구분된다. 개발유형은 용수공급계획이나 용도 그리고 개발지역의 지형과 지질적인 요소에 의해서도 달라진다.

<표 2-1-3> 관정형태별 지하수 이용현황

(단위 : 공)

읍 면	계	층적	암반	재래식우물	확인불가
울농지구	650	7	643	-	-
구성비(%)	100	0.1	99.9		
경주시 외동읍	650	7	643	-	-

2.2 지하수 이용 현황

2.2.1 이용량 산정

- 지하수 이용량을 산정하는데는 많은 변수가 있으며, 정확한 지하수 이용량을 측정하기란 사실상 불가능하다. 일반적으로 통계적인 방법으로 이용량을 산정하기 위해서 지하수 용도별, 관정형태별로 지하수 이용량 관측조사를 통해 조사지역의 이용량을 추산하는 방법이 있지만, 본 조사에서는 농어촌지역 지하수 수리수질특성을 조사하기 위한 목적으로 전체 관정 중 일부 관정만 조사를 실시하여 통계적 접근은 불가능하다. 따라서 지구 내의 이용량을 파악하기 위해서 지하수 이용실태 자료(환경부, 2021)를 활용하였다.

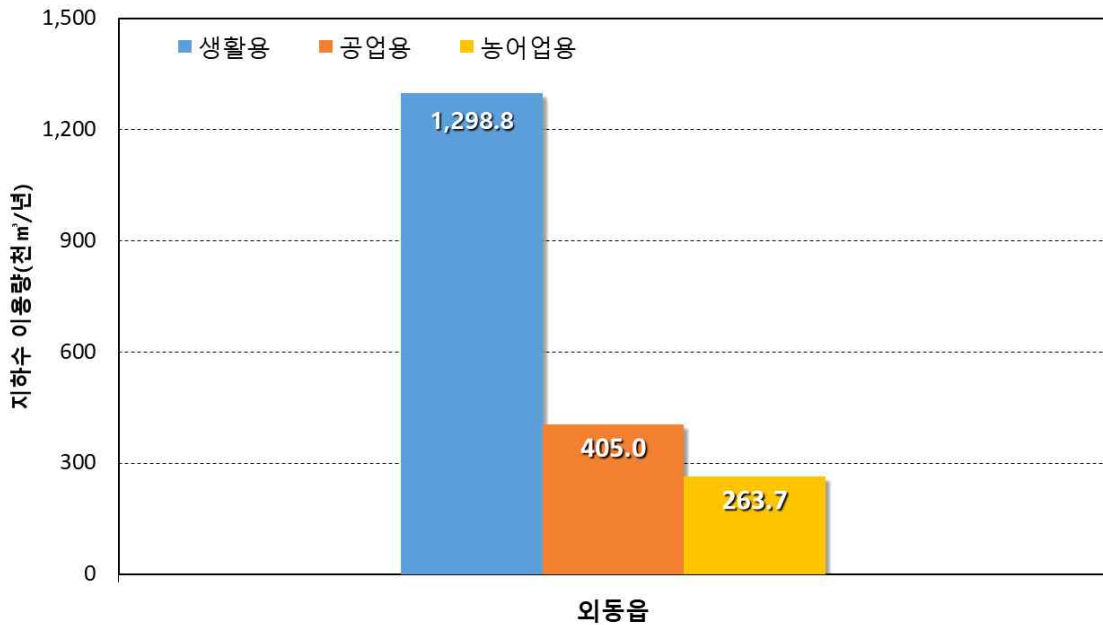
- 울농지구의 지하수 이용량은 1,967.5천m³/년으로 생활용 지하수 이용량이 1,298.8천m³/년으로 전체 지하수 이용량의 66.0%에 해당된다(표 2-2-1). 농어업용 지하수 이용량은 263.7천m³/년(13.4%)이며, 공업용 지하수 이용량은 405천m³/년(20.6%)이다.

<표 2-2-1> 읍면별 지하수 개발·이용현황 (단위 : 공, 천m³/년)

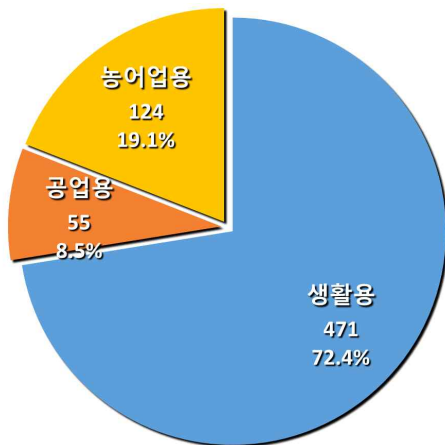
읍 면	총계		생활용		공업용		농어업용		기타	
	개소	이용량	개소	이용량	개소	이용량	개소	이용량	개소	이용량
울농지구	650	1,967.5	471	1,298.8	55	405.0	124	263.7	-	-
구성비(%)	100	100	72.4	66.0	8.5	20.6	19.1	13.4	-	-
경주시 외동읍	650	1,967.5	471	1,298.8	55	405.0	124	263.7	-	-

2.2.2 용도별 이용 현황

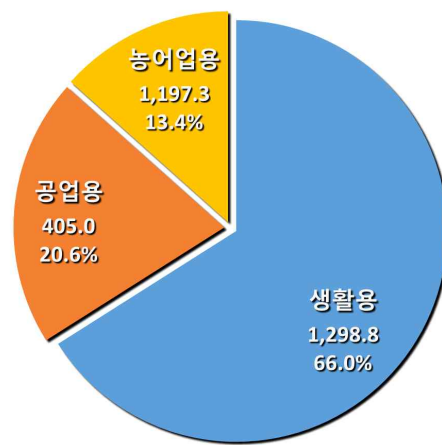
□ 용도별 지하수 이용량은 생활용이 476개소에서 1,062.6천m³/년, 공업용은 9개소에서 204.7천m³/년, 농어업용은 211개소에서 409.6천m³/년을 사용하고 있는 것으로 나타났다.



<그림 2-2-1> 읍면별 용도별 지하수 이용현황



<그림 2-2-2> 용도별 지하수 시설수



<그림 2-2-3> 용도별 지하수 이용량

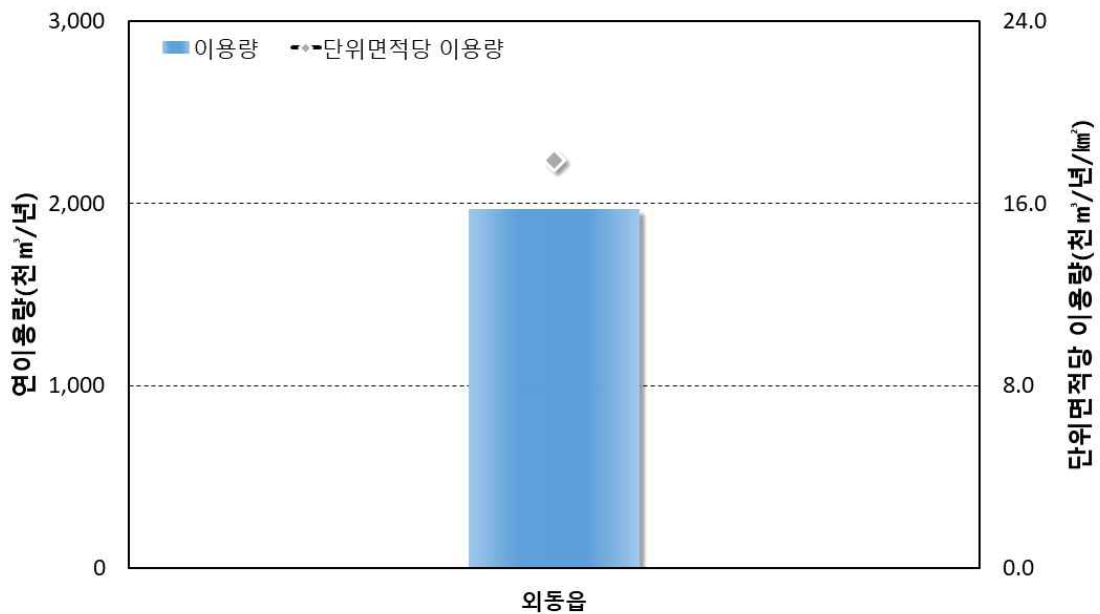
2.2.3 단위면적당 이용현황

□ 조사지역의 읍면별 면적이 상당한 차이를 나타내므로 지하수 이용현황을 총이용량으로 판단하기보다는 단위면적당 지하수 이용량으로 비교하였다.

<표 2-2-2> 단위면적당 지하수 이용현황

읍 면		이용량 (천 m ³ /년)	면적 (km ²)	단위면적당 이용량	
				(천 m ³ /년/km ²)	(m ³ /일/km ²)
울농지구		1,967.5	109.92	17.9	49.0
경주시	외동읍	1,967.5	109.92	17.9	49.0

□ 울농지구의 단위면적당 지하수 이용량은 17.9천 m³/년/km²(49.0 m³/일/km²)을 이용하는 것으로 나타났다.



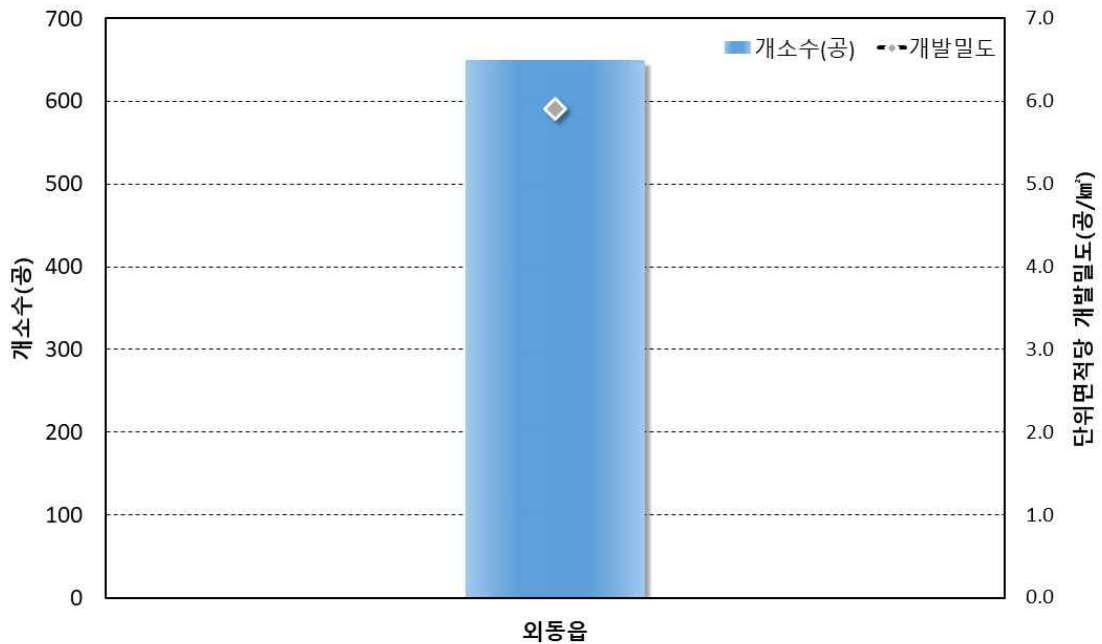
<그림 2-2-4> 단위면적당 지하수 이용현황

2.2.4 지하수 개발밀도

□ 울농지구의 단위면적당 지하수 개발밀도는 5.9공/km²으로 분석되었다.

<표 2-2-3> 지하수 개발밀도 현황

읍 면		면적(km ²)	개소수(공)	단위면적당 개발밀도(공/km ²)
울농지구		109.92	650	5.9
경주시	외동읍	109.92	650	5.9



<그림 2-2-5> 단위면적당 지하수개발밀도현황

2.3 지하수 개발·이용에 따른 리별 순위

□ 지하수 수량관리 필요지역을 선정함에 있어 지하수 개발가능량 대비 이용량과 단위면적당 지하수 이용량 및 단위 면적당 관정개발밀도 항목을 검토하여 항목별 순위를 내림차순으로 정리하였다.

□ 울농지구의 단위면적당 지하수 이용량은 전국평균(지하수조사연보 2021)인 29.6천m³/년/km²보다 낮은 26.2천m³/년/km²으로 나타났으며, 단위면적당 관정개발밀도는 전국평균인 16.8공/km²보다 낮은 10.9공/km²로 나타났다.

<표 2-3-1> 지하수 개발·이용에 따른 리별 순위

순위	총이용량 (천m ³ /년)		단위면적당이용량 (천m ³ /년/km ²)		이용량/개발가능량 (%)		관정수(공)		개발밀도 (공/km ²)						
	외동읍	구어리	외동읍	문산리	외동읍	문산리	외동읍	냉천리	외동읍	냉천리					
1	외동읍	구어리	260.7	외동읍	문산리	50.4	외동읍	문산리	30.8	외동읍	냉천리	86	외동읍	냉천리	11.6
2	외동읍	문산리	246.3	외동읍	냉천리	33.0	외동읍	냉천리	20.2	외동읍	구어리	83	외동읍	문산리	11.5
3	외동읍	냉천리	244.0	외동읍	구어리	32.1	외동읍	구어리	19.6	외동읍	석계리	68	외동읍	구어리	10.2
4	외동읍	석계리	205.6	외동읍	죽동리	29.8	외동읍	죽동리	18.2	외동읍	제내리	66	외동읍	제내리	8.0
5	외동읍	모화리	194.3	외동읍	방어리	25.9	외동읍	방어리	15.8	외동읍	문산리	56	외동읍	녹동리	7.0
6	외동읍	제내리	128.9	외동읍	모화리	17.6	외동읍	모화리	10.8	외동읍	녹동리	52	외동읍	죽동리	6.9
7	외동읍	녹동리	111.7	외동읍	제내리	15.6	외동읍	제내리	9.5	외동읍	모화리	49	외동읍	연안리	5.6
8	외동읍	개곡리	103.7	외동읍	녹동리	15.0	외동읍	녹동리	9.2	외동읍	개곡리	34	외동읍	패릉리	4.7
9	외동읍	입실리	95.5	외동읍	석계리	14.0	외동읍	석계리	8.6	외동읍	입실리	33	외동읍	석계리	4.6
10	외동읍	방어리	84.5	외동읍	활성리	13.6	외동읍	활성리	8.3	외동읍	패릉리	25	외동읍	모화리	4.4
11	외동읍	죽동리	73.2	외동읍	개곡리	11.5	외동읍	개곡리	7.1	외동읍	연안리	18	외동읍	개곡리	3.8
12	외동읍	북토리	47.0	외동읍	북토리	11.5	외동읍	북토리	7.0	외동읍	죽동리	17	외동읍	활성리	3.7
13	외동읍	신계리	41.6	외동읍	연안리	11.3	외동읍	연안리	6.9	외동읍	신계리	15	외동읍	방어리	3.7
14	외동읍	활성리	40.4	외동읍	신계리	9.5	외동읍	신계리	5.8	외동읍	북토리	14	외동읍	신계리	3.4
15	외동읍	패릉리	36.2	외동읍	입실리	9.3	외동읍	입실리	5.7	외동읍	방어리	12	외동읍	북토리	3.4
16	외동읍	연안리	36.1	외동읍	패릉리	6.8	외동읍	패릉리	4.2	외동읍	활성리	11	외동읍	말방리	3.4
17	외동읍	말방리	17.9	외동읍	말방리	5.5	외동읍	말방리	3.4	외동읍	말방리	11	외동읍	입실리	3.2

부 록 Ⅲ

지하수 특성

3. 지하수 특성

3.1 지하수 수리특성

3.1.1 수리특성 분석

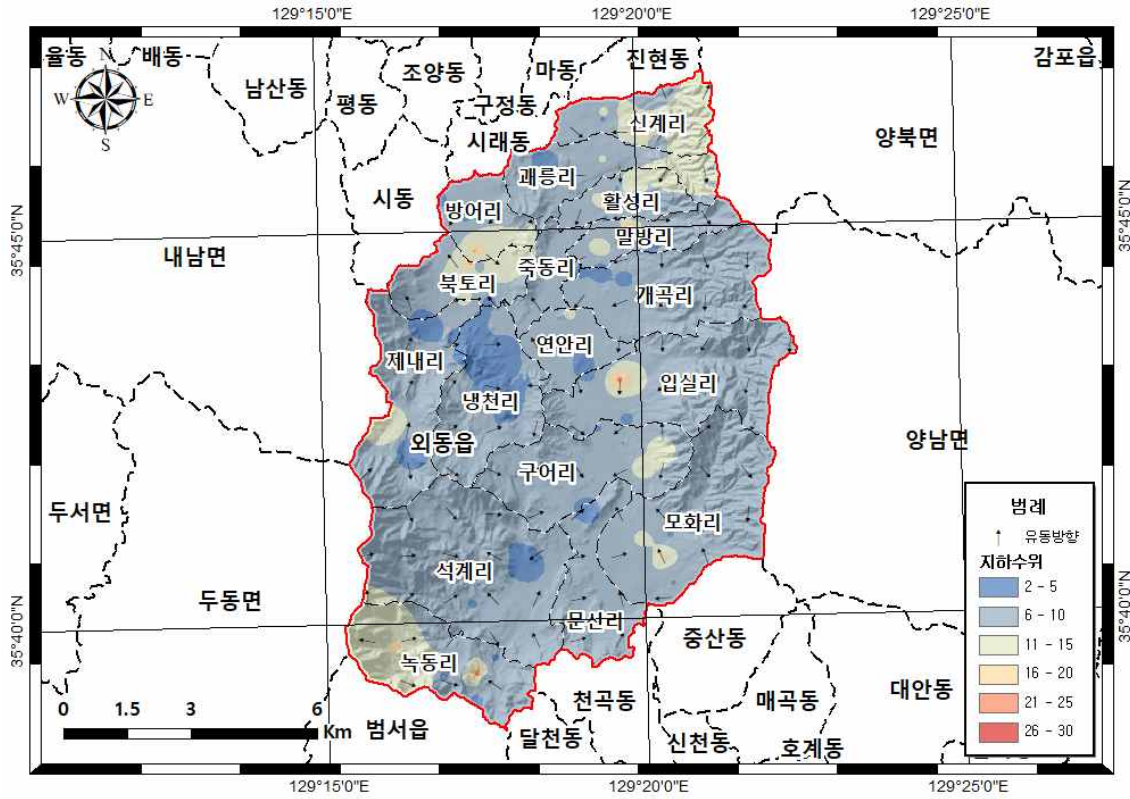
가. 수위변화 및 유동특성

- 울농지구의 전체적인 지하수위 변화 및 유동방향을 파악하기 위하여 지하수 현장조사 시 파악된 관정 중 수위측정이 가능한 관정을 선정하여 일제조사를 실시한 후 지하수위를 분석하였다.
- 지하수위 평균값은 대체로 평균 해발고도와 유사한 패턴을 보이고 있다. 울농지구 갈수기 지하수위는 평균 8.0m, 풍수기 지하수위는 평균 7.6m로 형성되어 있는 것으로 나타났다.
- <그림 3-1-1~2>는 지하수위값을 나타내는 그림으로 등고선의 수직방향으로 수두가 높은 곳에서 낮은 곳으로 지하수의 유동이 이루어진다. 지형고도가 높은 지하수의 분수령과 같은 함양지역과 하천의 배출지역의 특성이 잘 반영되는 것으로 나타났다.

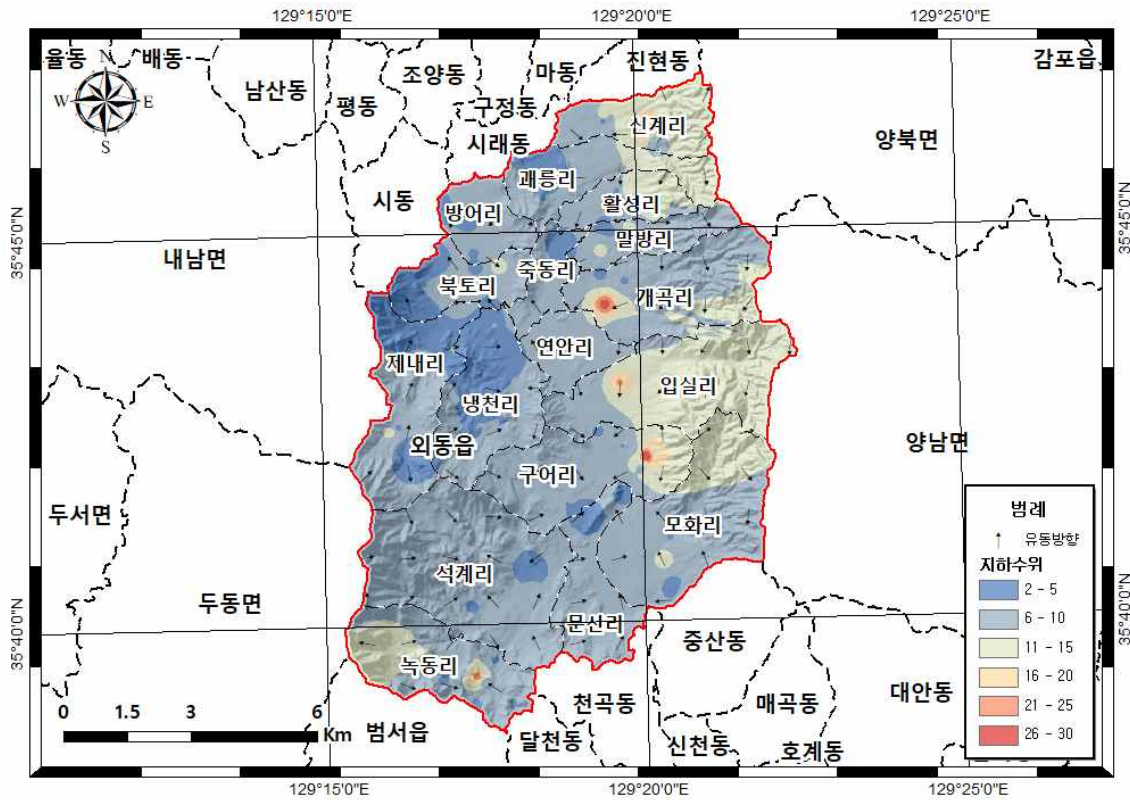
<표 3-1-1> 지하수 수위변화 현황 (단위 : m)

구 분	갈수기 지하수위(GL.m)			풍수기 지하수위(GL.m)		
	최소	최대	평균	최소	최대	평균
울농지구	2.1	28.1	8.0	1.7	33.2	7.6
경주시 외동읍	2.1	28.1	8.0	1.7	33.2	7.6

※ 지하수위 : 지표면



<그림 3-1-1> 갈수기 지하수위 분포도 및 지하수유동체계



<그림 3-1-2> 풍수기 지하수위 분포도 및 지하수유동체계

나. 수리특성

- 신생대 제4기의 미고결 퇴적물로 이루어져 있는 충적층은 지방하천 일대에 분포하고 있으며, 자갈, 모래, 점토 등으로 구성되어 있다. 충적층은 입자사이에 공극이 발달되어 있어 부존성이 양호하나 구성물질의 종류에 따라 대수성의 차이가 매우 큰 특성을 지닌다.

- 충적층 지하수를 개발 이용하고 있는 지역은 주로 지표수 공급이 용이하지 않거나 곡간 평야부에서 주로 영농에 활용하고 있으며, 퇴적암류가 분포하는 지역에서 풍화대의 발달로 풍화대 지하수 개발도 유리하다. 암반대수층의 수리특성은 암층 내에 발달된 절리, 파쇄대 및 단열구조 등의 2차공극과 지하수의 저류 및 유동에 관련되는 지질구조에 좌우되며, 조사지역의 암반지하수는 층리, 균열, 절리 및 단층 등 2차공극을 따라 유동하는 열극형 지하수로 분포지질별 대수층 심도의 차이가 큰 것으로 판단된다.

- 수맥조사, 지하수영향조사 등 기 조사 자료를 종합하여 울농지구의 암반대수층 특성을 읍면별로 살펴보면 <표 3-1-2>와 같다.

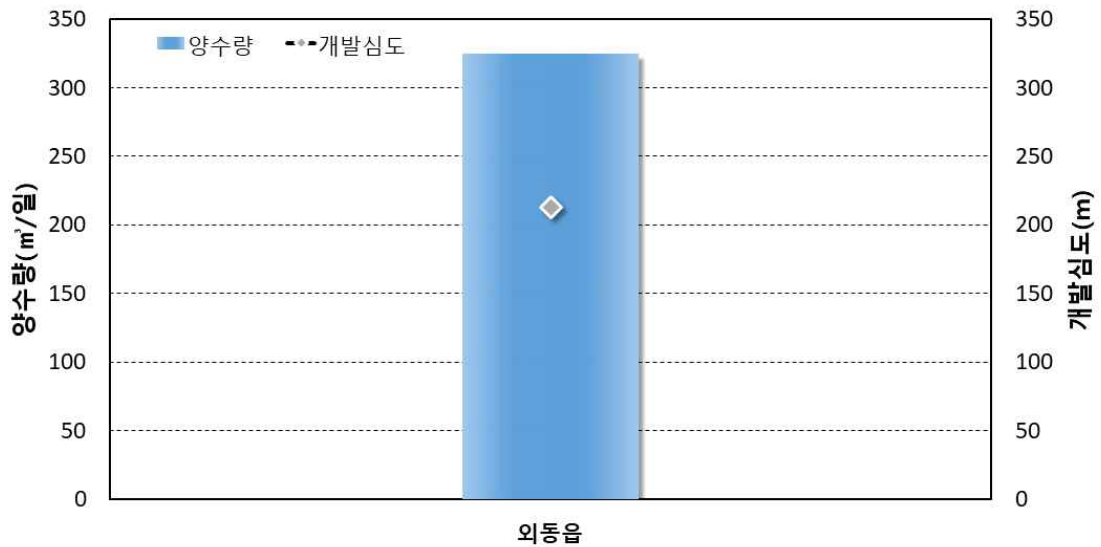
- 울농지구 평균 양수량은 325m³/일로 나타났다.

- 대수성시험 : 양수량, 수리전도도, 투수량계수 및 투수계수 파악
 - 대수성시험 자료 : 37개소

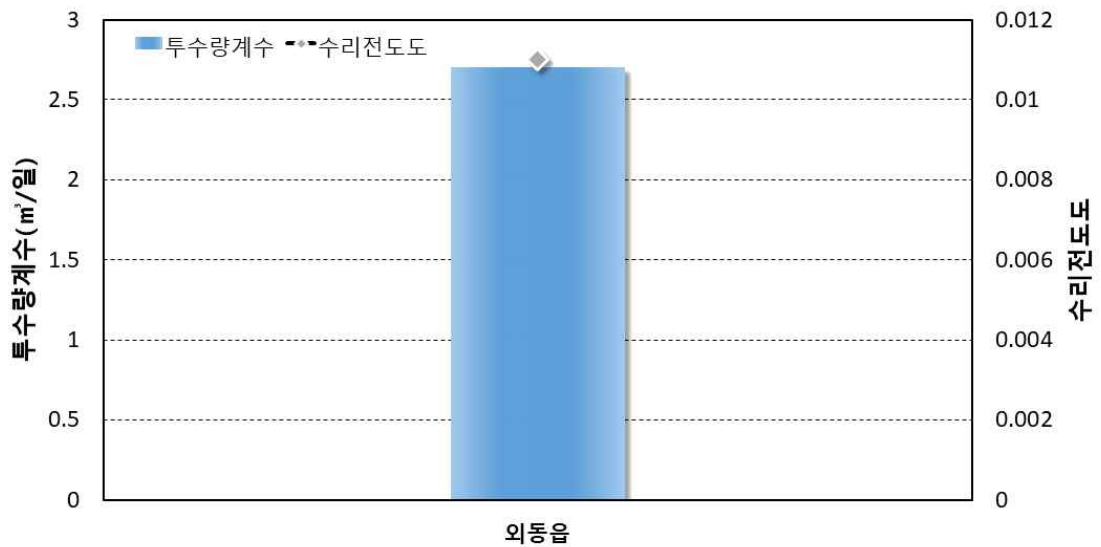
- 성과활용
 - DRASTIC(지하수 오염취약성평가) 입력자료 활용
 - 수리상수를 관정별, 지역별로 DB구축

<표 3-1-2> 지하수 수리상수 분포현황

읍 면	심도(m)	양수량(m ³ /일)	투수량계수(m ³ /일)	수리전도도
울농지구	213	325	2.703	0.011
경주시 외동읍	213	325	2.703	0.011



<그림 3-1-3> 평균 양수량 및 개발심도



<그림 3-1-4> 투수량계수 및 수리전도도

3.1.2 부존특성

가. 지하수 함양률 산정

- 지하수의 함양 및 수리특성 파악을 위하여 수자원단위지도의 표준유역을 조사경계를 외곽경계로 수정하고 조사지역내 특성을 분석하였다.
- 조사지구의 지하수 함양률 산정은 지하수위강하법, NRCS-CN법, 물수지법을 활용하여 산정된 함양률의 평균(18.80%)을 적용하였다.
- 함양률 산정시 필요한 강수량 및 수문총량은 Thiessen법을 이용한 면적평균강수량을 산정하여 수문총량으로 적용하였다.

<표 3-1-3> 울농지구 지하수 함양률

단위 : %

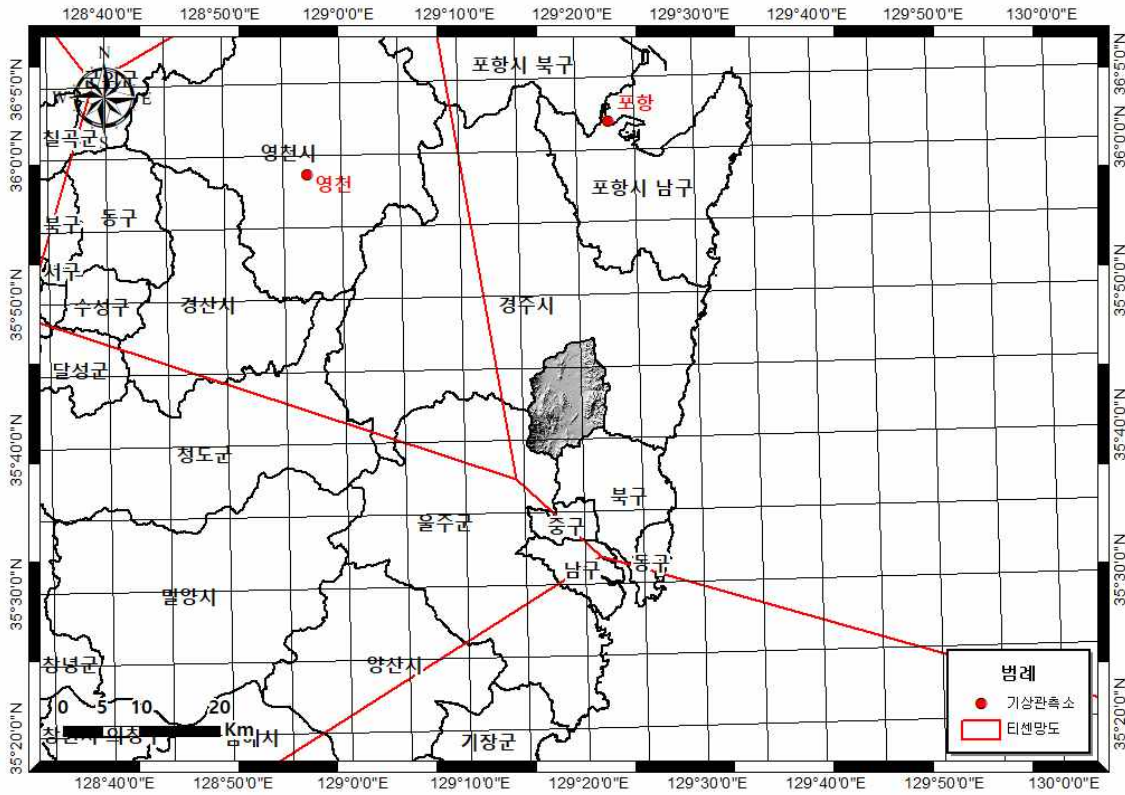
지하수위 강하곡선 해석법 (지하수관리기본계획 수정계획, 2017)	NRCS-CN법 (침투량 분석)	물수지분석법 (손실량 추정)	적용 함양률
15.71	21.80	18.90	18.80

*자료출처: 지하수관리기본계획 수정계획(2017)

- 기상관측소별 티센계수를 산정하고 30년 면적평균 강수량을 산정한 결과 1,186.2mm/년으로 나타났다.

1) 면적평균 강수량 산정

- 일반적으로 기상관측소에서 얻어지는 강수량 자료는 점강수량을 나타내므로 조사지역 인근 여러 기상관측소에서의 당해연도 혹은 다년간에 얻어진 평균강수량 자료를 이용하여 이들 자료로부터 해당 지역의 면적을 대표할 수 있는 평균면적을 계산해서 적용해야한다. 특정지역의 강수량 산정방법에 대한 여러 가지 논의가 있으나, 보편적으로 산술평균법, Thiessen법, 등우선법 및 삼각법 등이 사용되고 있으며 본 조사에서는 Thiessen 면적평균강수량을 산출하였다.



<그림 3-1-5> 울농지구 티센망도

<표 3-1-4> 표준유역별 Thiessen계수 산정

표준유역명	관측소명	지배면적(km ²)	Thiessen계수
남천	포항	20.42	1.00
동천	포항	83.00	1.00
삼호수위표	포항	2.72	1.00
형산강하류	포항	3.78	1.00

※ 티센망도에 의한 티센계수와 상이할 수 있음.

<표 3-1-5> 울농지구 표준유역 면적평균강수량 산정 (단위 : mm)

연도	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	계
1992	64.2	23.6	84.0	119.0	55.0	25.2	105.0	273.5	130.4	16.4	13.3	40.6	950.2
1993	71.6	70.8	69.2	25.8	121.2	157.2	296.7	451.7	53.4	39.2	64.2	10.2	1,431.2
1994	24.0	28.5	29.0	38.9	157.1	105.7	16.9	19.8	11.4	122.7	41.9	4.1	600.0
1995	21.1	17.1	56.5	64.7	69.1	64.4	116.9	221.7	68.4	43.7	1.2	0.0	744.8
1996	23.5	15.8	136.2	63.2	57.2	339.4	71.2	111.5	25.5	37.4	42.0	30.2	953.1
1997	8.9	4.9	29.6	62.9	97.5	183.3	229.8	171.2	54.8	0.4	136.0	69.7	1,049.0
1998	98.1	79.1	32.9	135.0	117.5	194.2	356.7	253.1	618.4	62.9	15.1	14.6	1,977.6
1999	17.7	24.4	91.3	69.9	150.4	187.5	222.8	394.0	347.5	53.9	17.5	0.0	1,576.9
2000	43.0	0.0	42.2	52.8	36.8	82.0	161.1	141.4	238.9	39.4	74.6	0.6	912.8
2001	58.6	60.1	11.1	15.6	85.4	316.4	74.4	74.5	225.3	154.4	8.0	37.2	1,121.0
2002	76.1	2.0	51.3	69.3	91.6	27.4	154.2	535.1	97.8	41.0	0.3	38.9	1,185.0
2003	27.3	53.0	68.8	165.9	272.1	259.0	560.6	238.0	273.0	15.1	157.6	7.7	2,098.1
2004	16.0	21.5	18.5	110.0	82.7	207.5	165.2	427.7	245.9	17.6	51.0	39.4	1,403.0
2005	29.4	39.8	84.9	47.7	44.0	101.5	130.5	309.0	357.7	18.8	16.9	0.0	1,180.2
2006	43.5	34.0	16.5	103.5	136.0	37.3	576.8	164.0	126.0	34.6	48.1	12.5	1,332.8
2007	9.0	54.5	71.5	41.0	81.5	158.9	220.1	107.1	395.2	60.4	2.5	39.7	1,241.4
2008	83.6	4.0	46.7	63.0	124.2	181.2	78.1	195.1	56.2	16.5	17.0	19.8	885.4
2009	17.0	27.1	35.2	26.1	102.0	101.6	339.9	62.6	76.4	26.5	43.1	28.0	885.5
2010	16.0	67.7	75.7	54.7	123.2	42.3	148.5	193.0	133.0	37.8	10.0	25.5	927.4
2011	27.1	103.5	15.0	105.0	145.2	171.4	188.3	97.2	34.8	92.0	73.7	36.7	1,089.9
2012	67.5	6.5	116.9	127.8	34.6	70.7	209.8	226.8	353.4	21.5	50.2	48.0	1,333.7
2013	33.8	19.5	69.1	71.0	87.5	60.3	165.5	85.0	66.9	204.4	22.7	19.5	905.2
2014	15.0	117.6	129.9	121.6	20.4	88.4	90.0	453.0	116.8	127.9	49.5	7.9	1,338.0
2015	24.1	12.0	50.0	116.3	30.6	102.5	132.3	143.6	105.7	28.3	133.3	40.8	919.5
2016	47.2	14.4	69.8	155.2	39.4	52.5	113.2	181.5	522.3	257.7	20.9	41.3	1,515.4
2017	7.4	27.8	13.4	79.6	19.8	12.8	74.2	209.0	138.2	81.5	0.1	10.5	674.3
2018	20.0	33.5	153.7	106.5	71.6	89.1	164.1	175.4	160.0	261.6	17.7	31.1	1,284.3
2019	17.7	22.7	27.6	95.4	14.7	190.1	94.9	231.7	273.6	381.9	47.2	27.6	1,425.1
2020	152.3	59.9	29.4	45.5	41.7	112.9	346.1	180.0	246.7	4.0	20.4	0.0	1,238.9
2021	26.9	15.5	88.6	69.8	109.8	36.6	203.7	449.9	196.5	176.7	31.4	0.3	1,405.7
평균	39.6	35.4	60.5	80.8	87.3	125.3	193.6	225.9	191.7	82.5	40.9	22.7	1,186.2

2) 증발산량

- 일반적으로 물수지의 정량적인 해석에는 강우, 증발산, 유출 및 토양수분 등의 각 성분량은 지역의 기상학적 조건과 토양피복상태 등에 의하여 결정된다. 특히 증발산량의 정확한 해석은 하천유역에서 불확실한 물수지의 정량적 분석에 있어서 큰 영향을 끼치는 요인이면서, 동시에 계기에 의한 계측가능인자이다. 하천유역에서 증발산량의 산정법에는 증발접시(Evaporation Pan)나 증발산계(Lysimeter) 등과 같이 직접 측정하는 방법과 기상인자와의 관계로부터 추정하는 방법, 수년간에 걸쳐 관측된 강수량과 유출량자료를 이용하여 물수지 분석에 의하여 추정하는 방법, 증기압과 증발사이에 관계를 이용한 질량 이동접근법 및 에너지 보전법칙에 근거를 둔 에너지 수지법 등이 있다.

- 증발산은 토양표면에서 물의 증발과 식생에 의한 발산을 모두 총괄하는 개념이다. 그러나 현실적으로 증발과 발산을 각각 별도로 산정하는 것은 매우 어렵다. 증발산에는 이상적인 조건에서의 잠재증발산과 실제 현지 조건에서 발생하는 실제증발산으로 구분되는데, 실제증발산량은 유역 토양의 성질, 습윤상태 그리고 식생에 따라 변화한다. 이러한 증발산량의 추정방법으로는 측정에 의한 방법, 이론적 방법, 기후인자와의 상관 계수에 의한 방법 등이 있다.

- 본 조사에서는 인근의 영덕기상청 기후자료를 이용하여 Thornthwaite 법을 이용하여 잠재증발산량을 산정하였으며, 강수량 자료는 유역별 면적평균 강수량 자료를 이용하였다.

< 표 3-1-6 > 잠재증발산량(포항기상청, 1992~2021)

(단위 : mm)

연도	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	합 계
1992	0.6	0.6	2.5	5.7	8.4	12.0	17.3	13.8	10.8	6.0	2.5	1.0	81.1
1993	0.3	1.0	2.2	5.7	9.2	11.4	12.5	12.6	10.3	6.2	3.3	0.7	75.4
1994	0.2	0.5	1.3	5.6	9.7	11.9	20.0	18.3	10.9	6.3	3.2	0.8	88.7
1995	0.2	0.8	2.2	5.6	8.9	10.6	16.4	17.4	9.5	6.7	2.4	0.4	81.2
1996	0.2	0.3	1.9	5.1	9.3	11.5	15.3	15.1	10.5	6.6	2.5	0.8	79.2
1997	0.1	0.7	2.6	5.6	9.5	13.4	15.8	15.4	9.7	6.1	3.1	0.8	82.9
1998	0.3	1.0	2.9	6.4	9.8	10.7	14.8	15.3	11.2	7.5	2.7	1.1	83.6
1999	0.4	0.7	2.4	5.5	10.0	12.6	14.4	14.0	11.3	6.2	2.7	0.7	81.0
2000	0.3	0.2	2.5	5.5	9.6	12.4	17.0	15.6	9.7	6.5	2.6	0.8	82.7
2001	0.1	0.6	2.3	6.0	10.3	12.9	17.8	15.7	10.7	6.9	2.4	0.4	86.0
2002	0.6	1.1	3.4	6.3	8.6	12.3	15.3	13.9	9.7	5.9	1.7	0.9	79.6
2003	0.1	0.8	2.2	5.9	8.2	12.3	12.8	14.4	10.7	6.2	3.8	0.8	78.3
2004	0.2	1.0	2.4	6.1	9.7	12.4	17.2	15.0	10.4	6.1	3.2	1.0	84.6
2005	0.1	0.1	1.7	6.3	8.7	14.1	16.3	15.8	10.9	6.5	2.9	0.0	83.3
2006	0.4	0.5	2.2	4.8	8.7	12.1	14.0	16.8	9.9	8.0	3.0	0.8	81.0
2007	0.6	1.3	2.4	5.2	9.6	12.0	13.9	16.4	10.3	6.3	2.4	0.8	81.5
2008	0.3	0.2	2.5	5.4	9.2	10.5	16.9	13.9	10.3	7.0	2.8	0.8	80.0
2009	0.2	1.5	2.5	5.7	10.1	13.4	14.0	14.3	10.4	7.2	2.7	0.6	82.6
2010	0.2	0.8	1.8	4.0	9.1	13.1	16.9	17.3	11.1	6.7	2.5	0.6	84.1
2011	-	0.8	1.9	5.1	8.7	13.2	16.1	15.3	10.8	6.3	3.8	0.5	82.6
2012	0.2	0.2	2.2	6.2	9.9	12.2	17.0	16.0	10.1	6.5	2.2	0.1	82.9
2013	0.0	0.4	2.7	4.3	9.6	12.4	19.1	18.3	10.8	6.8	2.2	0.5	87.1
2014	0.5	0.7	2.7	5.8	10.7	12.1	16.4	13.6	10.4	6.5	3.0	0.2	82.5
2015	0.4	0.6	2.5	5.2	10.8	11.7	14.9	15.5	9.9	6.5	3.4	1.2	82.5
2016	0.1	0.5	2.4	5.8	10.3	13.1	16.4	16.9	10.6	6.8	2.5	1.0	86.5
2017	0.3	0.7	2.2	6.6	11.0	12.3	18.0	15.5	10.4	6.7	2.4	0.2	86.3
2018	0.0	0.2	3.0	6.2	9.4	13.6	17.9	17.1	10.3	5.5	2.7	0.5	86.4
2019	0.4	0.8	2.9	4.9	11.1	11.9	16.5	16.4	11.1	6.9	2.9	0.8	86.7
2020	0.9	1.0	2.9	4.8	9.6	14.0	13.2	18.0	10.1	6.1	2.9	0.4	84.0
2021	0.1	1.1	3.2	5.2	8.8	12.6	17.0	15.3	11.1	6.8	2.9	0.7	84.9

< 표 3-1-7 > 실제증발산량(포항기상청, 1992~2021)

(단위 : mm)

연도	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	합 계
1992	0.3	0.4	0.9	2.9	5.2	6.9	13.2	4.6	4.4	3.2	1.3	0.4	43.7
1993	0.1	0.5	1.2	3.7	5.1	3.3	3.1	3.6	4.8	3.6	1.0	0.4	30.4
1994	0.1	0.2	0.7	3.3	5.6	5.8	15.0	13.0	6.8	3.5	1.5	0.4	56.1
1995	0.1	0.4	1.1	3.8	5.9	5.0	8.2	11.4	4.7	3.9	1.5	0.2	46.3
1996	0.1	0.1	0.8	3.4	5.4	3.6	8.0	7.1	5.5	3.7	1.1	0.4	39.2
1997	0.1	0.4	1.4	3.1	5.4	8.7	7.8	7.2	4.6	4.1	1.4	0.3	44.3
1998	0.1	0.4	1.8	3.1	6.1	3.2	4.5	5.8	5.2	3.4	1.5	0.6	35.6
1999	0.2	0.4	1.1	3.4	7.8	6.6	4.1	5.1	4.4	2.5	1.3	0.4	37.3
2000	0.1	0.2	1.6	3.0	5.2	5.6	8.0	7.0	3.6	2.9	1.2	0.5	38.8
2001	0.0	0.3	1.3	4.1	5.6	5.2	11.5	7.9	4.9	2.6	1.4	0.2	45.2
2002	0.3	0.6	1.9	3.6	4.8	8.1	7.4	6.3	4.5	3.5	1.0	0.4	42.5
2003	0.1	0.3	1.0	3.2	4.2	8.8	3.5	5.0	3.9	4.0	1.4	0.5	35.8
2004	0.1	0.7	1.6	4.1	5.0	7.1	8.8	6.2	3.6	3.2	1.9	0.5	42.9
2005	0.0	0.1	1.1	4.0	6.3	8.3	7.5	8.1	3.4	3.0	1.8	0.0	43.5
2006	0.2	0.3	1.3	2.1	3.9	6.2	3.1	10.6	4.3	4.5	1.2	0.4	38.1
2007	0.3	0.6	1.2	3.1	6.0	5.1	4.8	7.9	2.8	2.4	1.4	0.4	36.1
2008	0.1	0.2	1.3	3.4	5.6	4.0	8.8	7.3	4.4	4.2	1.3	0.5	41.1
2009	0.1	0.5	1.4	3.8	7.1	7.3	4.0	6.2	4.6	4.8	1.1	0.4	41.3
2010	0.1	0.3	0.6	1.9	5.4	8.6	8.5	8.4	5.1	3.2	1.6	0.3	44.1
2011	-	0.3	1.4	3.1	4.2	6.8	6.9	5.4	4.7	3.5	1.3	0.3	37.8
2012	0.1	0.1	1.0	3.9	5.9	5.1	8.0	5.2	4.9	4.3	1.2	0.0	39.8
2013	0.0	0.2	1.6	2.6	6.2	5.6	9.7	12.3	5.4	3.2	1.3	0.3	48.5
2014	0.3	0.2	1.5	3.4	8.7	4.8	9.1	4.0	5.6	3.9	1.5	0.1	43.1
2015	0.1	0.3	1.8	2.6	8.6	5.5	7.9	8.9	5.5	4.6	0.9	0.5	47.3
2016	0.1	0.3	1.3	3.2	8.0	6.4	8.2	12.9	3.2	2.7	1.2	0.5	48.0
2017	0.2	0.4	1.5	4.5	8.6	9.5	8.4	8.7	6.3	2.8	1.6	0.1	52.7
2018	0.0	0.1	1.8	4.4	5.7	8.1	12.6	10.5	3.6	3.6	1.5	0.3	52.3
2019	0.3	0.4	2.0	2.9	9.1	7.5	8.1	10.4	4.1	3.9	1.4	0.4	50.4
2020	0.4	0.6	1.9	3.7	6.9	10.0	4.0	11.1	4.6	4.0	1.5	0.2	48.9
2021	0.1	0.6	1.7	3.6	5.4	7.3	10.7	6.3	4.4	3.7	1.9	0.4	46.0

3) 물수지에 의한 함양량 산정

울농지구의 물수지 분석은 Truc법의 손실량 추정값과 Thornthwaite법을 이용한 증발산량 결과 값을 이용하였으며, 함양량은 손실량에서 실제증발 산량을 빼어 산정하였으며 그 결과 울농지구의 함양률은 평균 18.90%로 분석되었다.

<표 3-1-8> 물수지(손실량추정)에 의한 함양량 산정

(단위 : mm)

관측년도	강수량 (P)	연평균 온도(℃)	L	손실량 (D)	잠재증발산량 (EP)	실제증발산량 (Ea)	함양량	함양률
1992	950.2	14.5	812.1	630.8	81.1	436.9	193.9	20.4%
1993	1,431.2	13.4	755.3	675.4	75.4	304.2	371.2	25.9%
1994	600.0	15.4	864.6	510.5	88.7	561.4	-51.0	-8.5%
1995	744.8	14.1	794.9	558.6	81.2	463.1	95.5	12.8%
1996	953.1	13.8	776.4	614.3	79.2	392.3	222.0	23.3%
1997	1,049.0	14.7	823.9	660.7	82.9	443.3	217.4	20.7%
1998	1,977.6	15.2	854.6	790.7	83.6	356.5	434.2	22.0%
1999	1,576.9	14.4	809.8	728.0	81.0	373.1	354.9	22.5%
2000	912.8	14.5	814.0	621.4	82.7	388.3	233.2	25.5%
2001	1,121.0	14.9	836.4	682.7	86.0	451.7	231.0	20.6%
2002	1,185.0	14.2	800.0	673.7	79.6	424.8	248.9	21.0%
2003	2,098.1	14.0	785.8	740.5	78.3	358.3	382.2	18.2%
2004	1,403.0	15.1	851.6	738.0	84.6	428.7	309.4	22.0%
2005	1,180.2	14.0	789.5	666.6	83.3	434.8	231.8	19.6%
2006	1,332.8	14.4	809.3	701.3	81.0	381.2	320.1	24.0%
2007	1,241.4	14.7	824.9	697.8	81.5	361.3	336.5	27.1%
2008	885.4	14.1	790.4	603.2	80.0	410.6	192.6	21.7%
2009	885.5	14.8	833.1	621.5	82.6	413.3	208.2	23.5%
2010	927.4	14.6	821.6	628.9	84.1	440.7	188.2	20.3%
2011	1,089.9	14.3	804.2	658.8	82.6	377.9	280.9	25.8%
2012	1,333.7	14.1	794.5	691.7	82.9	398.4	293.2	22.0%
2013	906.4	14.9	836.4	629.3	87.1	484.5	144.8	16.0%
2014	1,338.4	14.6	817.8	707.5	82.5	430.8	276.7	20.7%
2015	919.6	14.8	834.0	632.2	82.5	473.1	159.1	17.3%
2016	1,515.4	15.2	856.1	754.6	86.5	479.8	274.7	18.1%
2017	674.3	15.0	843.8	543.6	86.3	527.3	16.3	2.4%
2018	1,284.3	14.8	834.5	710.4	86.4	522.9	187.5	14.6%
2019	1,425.1	15.5	875.2	756.2	86.7	504.1	252.1	17.7%
2020	1,238.9	15.1	847.2	710.7	84.0	488.6	222.1	17.9%
2021	1,405.7	15.2	821.0	718.1	84.9	460.3	257.8	18.3%
평균	1,186.2	14.6	820.4	668.6	83.0	432.4	236.2	18.9%
최소값	600.0	13.4	755.3	510.5	75.4	304.2	-51.0	-8.5%
최대값	2,098.1	15.5	875.2	790.7	88.7	561.4	434.2	20.7%

4) NRCS-CN 침투량 분석법

(1) 유출곡선지수

유출곡선지수는 토양의 형태, 토지이용의 형태와 선행강우 등의 기상 조건에 따라 결정된다. 또한 동일한 토양조건에 대해서도 토지의 이용이나 식생피복 상태에 따라서도 다른 유출·침투형태를 가지므로 이러한 조건을 고려하여 CN을 산정하게 된다.

대상지역의 토양상태에 따른 분류는 정밀토양도를 이용하여 분류하게 된다. 토지 이용에 따른 CN은 위성영상 피복분류 항목에 대한 CN값 산정방법으로 공간해상도에 따라 대분류, 중분류, 세분류로 구분하여 피복분류항목에 대한 CN값을 산정하였다(배덕효 외, 2003). 이때 선행토양함수조건을 고려한 AMC조건에 따라 각기 다른 CN값이 산정되며, 여기서 선행토양함수조건이란 특정 호우사상의 5일~30일 전에 내린 강우에 의해 유역 토양층의 수분함량을 표시한 것으로서 토양의 습윤도를 나타내는 지표이다.

울농지구 분석에서는 1년을 성수기(6월~9월)와 비성수기로 구분하여 산정되는 5일 선행 강우량(P_5)을 기준으로 선행토양함수조건을 고려하였으며 그 내용은 <표 3-1-9>과 같다. 그리고 AMC 조건이 변화될 때에는 아래의 식에 의한 AMC의 관계에 의해 환산된 값을 이용하여 CN을 산정하여야 한다.

$$CN(I) = \frac{4.2CN(II)}{10 - 0.058CN(II)}, \quad CN(III) = \frac{23CN(II)}{10 + 0.13CN(II)}$$

<표 3-1-9> NRCS-CN을 이용한 유출분석시 토양분포, AMC조건 및 선행토양 함수조건

토양그룹	토양의 특성	침투율(mm/h)
A	실트와 점토를 약간 포함한 모래층 및 자갈층으로 배수양호	7.62~11.43
B	자갈이 섞인 사질토로 배수가 대체로 양호	3.81~7.62
C	상당수의 점토와 콜로이드질을 포함하고 있어 배수불량	1.27~3.81
D	대부분이 점토질로 이루어져 배수가 대단히 불량	0~1.27

<표 3-1-9> NRCS-CN을 이용한 유출분석 시 토양분포, AMC조건 및 선행토양 함수조건(계속)

AMC	선행토양수분상태	5일 선행강우량 P_5 (mm)	
		성수기	비성수기
I	토양이 건조한 상태로 유출률이 낮은 상태	$P_5 < 35.56$	$P_5 < 12.70$
II	토양의 수분과 유출률이 보통인 상태	$35.56 \leq P_5 < 53.34$	$12.70 \leq P_5 < 27.94$
III	선행강우로 인하여 토양이 포화상태로 유출률이 높은 상태	$P_5 \geq 53.34$	$P_5 \geq 27.94$

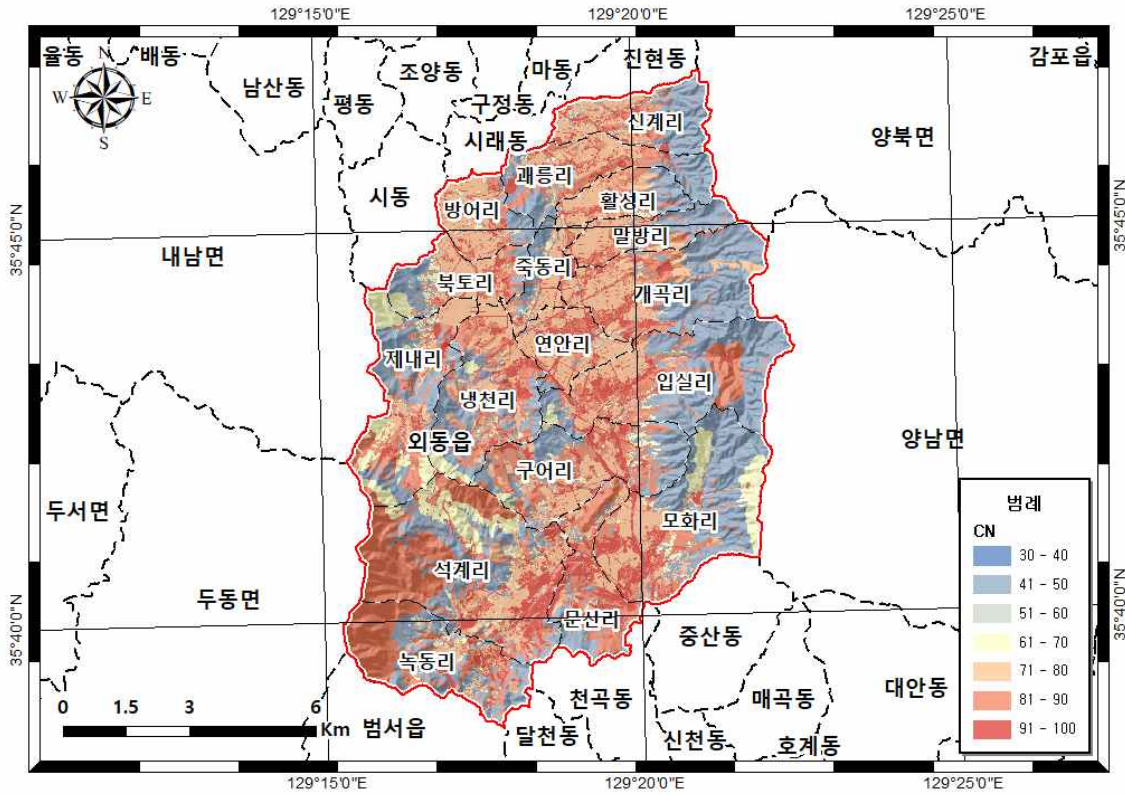
<표 3-1-10> 수치토지피복도 및 수치토지이용도 분류기준 비교

수치토지피복도 (23단계, 환경부)		수치토지이용도 (37단계, 국토해양부)		수치토지피복도 (23단계, 환경부)		수치토지이용도 (37단계, 국토해양부)	
중분류	코드번호	세분류	코드번호	중분류	코드번호	중분류	코드번호
교통지역	150	도로	3210	기타초지	430	인공초지	2120
		철로 및 주변지	3220			공원묘지	2320
		공항	3230	내륙습지	510	-	-
		항만	3240	연안습지	520	갯벌	4110
공공시설지역	160	발전시설	3410			채광지역	610
		처리장	3420	채광지역	3520		
		교육·군사시설	3430	기타 나지	620	광천지	3540
		공공용지	3440			암벽 및 석산	2340
		매립지	3530			나대지 및 인공	3140
		댐	4320			공업나지·기타	3320
논	210	경지정리답	1110	내륙수	710	백사장	4410
		미경지정리답	1120			하천	4210
밭	220	보통·특수작물	1210	해양수	720	호소	4310
하우스재배지	230	-	-			-	-
과수원	240	과수원·기타	1220			-	-
기타재배지	250	가축사육시설	3550	-	-	-	-

자료 : 인공위성 영상자료를 이용한 토지피복지도 구축(환경부, 2005)

<표 3-1-11> 토지이용 분류기준에 따른 유출곡선지수 기준(AMC-II)

수치토지이용도		수치토지피복도		토 양 군				비 고 (SCS 분류기준 등)
세분류	코드번호	중분류	코드번호	A	B	C	D	
경지정리답	1110	논	210	79	79	79	79	별도 기준(논)
미경지정리답	1120			79	79	79	79	
보통, 특수작물	1210	밭	220	63	74	82	85	조밀 경작지, 등고선 경작, 불량
과수원기타	1220	과수원	240	70	79	84	88	이랑 경작지, 등고선 경작, 불량
자연초지	2110	자연초지	410	30	58	71	78	초지, 등고선경작, 양호 자연목초지 또는 목장, 보통
인공초지	2120	기타초지	430	49	69	79	84	
침엽수림	2210	침엽수림	320	48	69	79	85	산림, HC=2
활엽수림	2220	활엽수림	310	48	69	79	85	
혼합수림	2230	혼효림	330	48	69	79	85	
골프장	2310	골프장	420	49	69	79	84	개활지, 보통
공원묘지	2320	기타초지	430	49	69	79	84	
유원지	2330	위락시설지역	140	49	69	79	84	
암벽 및 석산	2340	기타나지	620	77	86	91	94	개발중인 지역
일반주택지	3110	주거지역	110	77	85	90	92	주거지구, 소구획 500 m ² 이하
고층주택지	3120			77	85	90	92	
상업, 업무지	3130	상업지역	130	89	92	94	95	도시지역, 상업 및 사무실지역
나대지 및 인공녹지	3140	기타나지	620	77	86	91	94	개발중인 지역
도로	3210	교통지역	150	83	89	92	93	도로, 포장도로(도로용지 포함)
철로 및 주변지역	3220			83	89	92	93	
공항	3230			83	89	92	93	
항만	3240			83	89	92	93	
공업시설	3310	공업지역	120	81	88	91	93	도시지구, 공업지역
공업나지, 기타 발전시설	3320	기타나지	620	77	86	91	94	개발중인 지역
처리장	3410	공공시설 지역	160	61	75	83	87	주거지구, 소구획 500~1,000 m ²
교육, 군사시설	3420			61	75	83	87	
교역, 군사시설	3430			61	75	83	87	
공공용지	3440			61	75	83	87	
양어장, 양식장	3510			100	100	100	100	별도기준(수면)
채광지역	3520	채광지역	610	68	79	86	89	개활지, 불량
매립지	3530	공공시설 지역	160	61	75	83	87	주거지구, 소구획 500~1,000 m ²
광천지	3540	채광지역	610	68	79	86	89	개활지, 불량
가축사육시설	3550	기타재배지	250	68	79	86	89	자연목초지 또는 목장, 불량
갯벌	4110	연안습지	520	100	100	100	100	별도기준(수면)
염전	4120			100	100	100	100	
하천	4210	내륙수	710	100	100	100	100	
호, 소	4310			100	100	100	100	
댐	4320	공공시설지역	160	61	75	83	87	주거지구, 소구획 500~1,000 m ²
백사장	4410	기타나지	620	77	86	91	94	개발중인 지역
-	-	하우스재배지	230	76	85	89	91	도로, 포장, 개거
-	-	내륙습지	510	100	100	100	100	별도기준(수면)
-	-	해양수	720	100	100	100	100	



<그림 3-1-6> 유출곡선지수(CN) 분포도

이상과 같은 방법으로 울농지구의 정밀토양도와 수치토지이용도를 중첩시켜 산정된 CN에 대하여 면적가중평균을 통해 산정된 CN지수는 <그림 3-1-6> 및 <표 3-1-12>와 같다.

<표 3-1-12> 행정구역별 CN지수

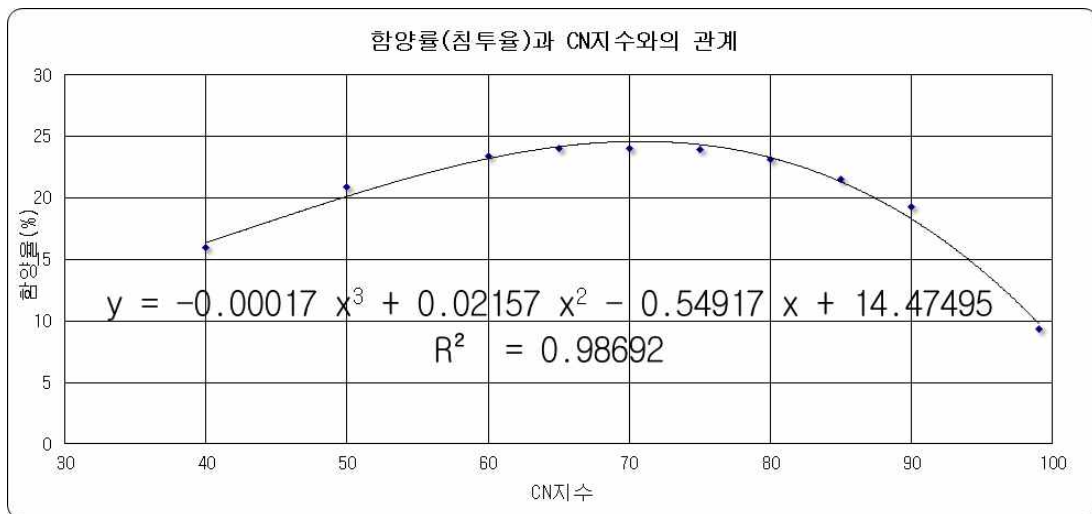
구 분	면적(km ²)	CN(I)	CN(II)	CN(III)
울농지구	109.92	51	71	85
경주시 외동읍	109.92	51	71	85

(2) 침투량 분석에 의한 함양량

본 방법은 일별강수량 자료를 NRCS에서 제시한 선행강수량 조건별로 분류하여 연도 / CN지수에 따른 함양량 산정방법을 적용하였으며 그 결과는 <표 3-1-13>와 <그림 3-1-7>과 같으며, CN값 및 함양률(F)을 도출하면 다음과 같은 공식을 유도할 수 있다.

$$Y = -0.00017X^3 + 0.02157X^2 - 0.54917X + 14.47495, \quad R^2 = 0.98692$$

결과적으로 울농지구의 NRCS-CN(침투율)을 활용한 함양률은 평균 21.80%로 분석되었다.



<그림 3-1-7> 함양률(침투율)과 CN지수와의 관계

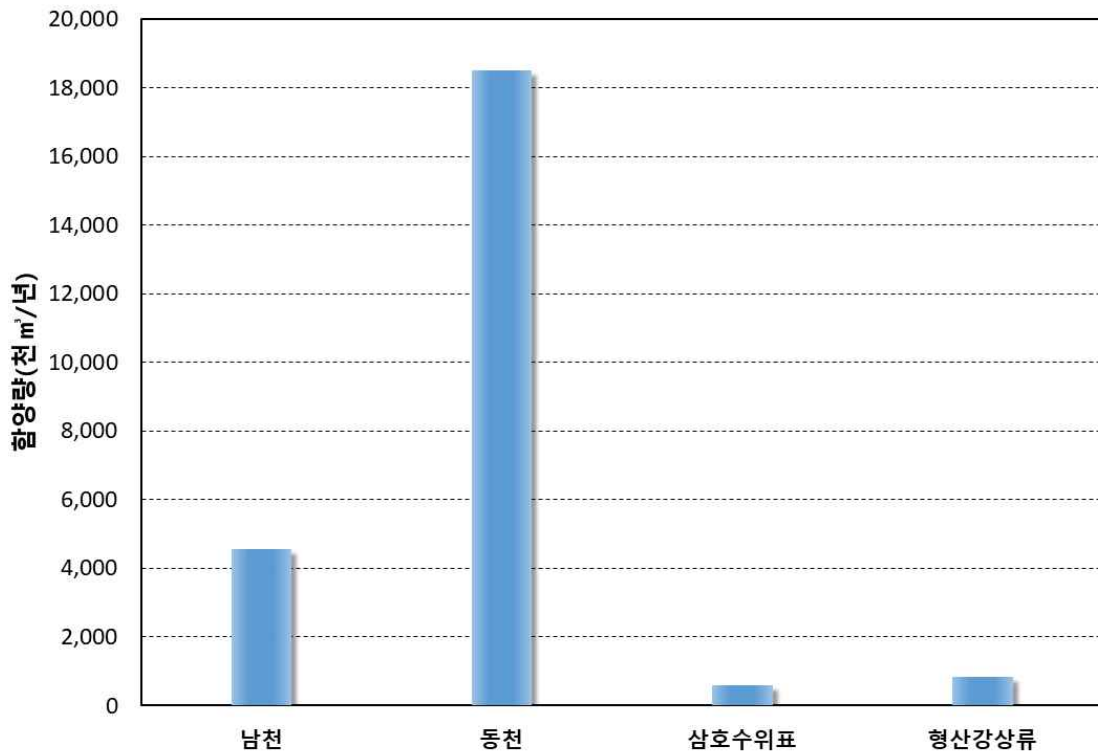
<표 3-1-13> CN지수 변동에 따른 연도별 함양률 산정

연도별	강수량 (mm)	침투량(mm)									
	CN지수	40	50	60	65	70	75	80	85	90	99
1992	950.2	88.9	147.5	201.7	225.6	236.0	238.0	236.7	221.5	200.3	115.4
1993	1,431.2	221.0	294.9	328.0	334.2	329.6	325.4	310.1	298.7	273.6	131.9
1994	600.0	37.4	83.6	113.3	125.1	129.7	133.5	134.5	133.9	140.3	82.1
1995	744.8	57.0	81.6	96.9	101.7	107.1	110.9	118.0	127.9	142.3	144.7
1996	953.1	121.5	178.6	218.2	224.2	222.0	219.8	213.0	202.8	169.8	96.9
1997	1,049.0	139.2	215.4	253.9	275.3	286.1	285.8	273.9	244.8	226.5	82.5
1998	1,977.6	418.6	483.5	491.1	482.2	467.3	440.4	393.3	340.5	280.8	105.1
1999	1,576.9	299.6	379.7	428.0	442.9	446.3	446.4	436.4	400.0	350.2	102.5
2000	912.8	98.2	147.7	171.4	184.0	191.5	194.7	191.3	193.5	181.8	125.2
2001	1,122.8	220.2	251.6	266.1	261.4	255.7	244.2	225.5	207.0	172.7	113.9
2002	1,185.0	201.8	287.5	322.1	323.3	315.3	304.1	291.1	269.0	231.0	94.0
2003	2,098.1	438.3	579.4	620.7	606.9	584.6	556.9	517.8	450.4	408.3	124.0
2004	1,403.0	336.6	396.0	398.0	378.8	359.2	331.9	293.2	256.8	217.5	106.5
2005	1,180.2	205.2	221.3	233.8	237.4	241.2	242.9	232.4	217.0	194.4	115.9
2006	1,332.8	278.3	351.6	353.3	345.6	338.8	331.7	312.9	284.4	245.1	113.1
2007	1,241.4	120.2	159.3	205.7	223.5	236.1	259.4	277.6	290.6	271.8	160.5
2008	885.4	66.3	91.7	150.9	174.5	190.6	204.9	219.8	234.8	205.1	111.5
2009	885.5	79.2	133.9	181.0	204.3	214.6	218.5	220.9	215.6	193.9	100.8
2010	927.4	87.3	138.6	170.2	182.3	188.5	191.5	196.3	197.9	177.0	129.4
2011	1,089.9	194.9	271.6	286.4	279.4	276.8	275.1	263.3	240.2	216.7	83.5
2012	1,333.7	216.8	249.7	277.2	285.7	308.7	336.7	346.2	330.9	300.6	120.2
2013	904.9	114.1	149.9	167.8	175.2	177.7	181.0	186.2	176.4	166.1	116.9
2014	1,338.4	132.0	229.6	320.0	378.8	378.8	392.4	394.3	370.0	325.9	109.6
2015	919.6	83.5	139.7	161.2	165.3	172.4	184.7	187.9	189.2	176.7	127.3
2016	1,515.4	385.0	420.1	415.7	390.9	363.9	336.7	302.8	258.7	227.5	115.8
2017	673.8	78.6	104.0	129.6	136.2	147.0	160.2	166.3	158.8	140.8	86.7
2018	1,284.3	191.9	282.7	344.3	358.6	358.5	358.4	341.7	303.1	266.1	87.9
2019	1,425.1	299.7	325.8	330.4	324.2	315.4	297.1	276.3	245.9	208.2	113.4
2020	1,238.9	288.0	319.4	328.6	326.4	321.9	314.3	296.8	267.4	228.4	81.0
2021	1,405.7	193.0	309.9	356.3	374.6	384.1	380.8	363.9	333.7	321.1	113.8
평균	1,186.2	189.7	247.5	277.4	284.3	284.8	283.3	274.0	255.4	228.7	110.4
함양률(%)		16.0	20.9	23.4	24.0	24.0	23.9	23.1	21.5	19.3	9.3

나. 지하수 함양량 산정

<표 3-1-14> 유역별 지하수 함양량 (단위 : 천m³/년)

구 분	면 적 (km ²)	면적평균 강우량(mm/년)	함양량 (천m ³ /년)
울농지구	109.92	1,186.2	24,512.8
남천	20.42	1,186.2	4,553.7
동천	83.00	1,186.2	18,509.5
삼호수위표	2.72	1,186.2	606.6
형산강상류	3.78	1,186.2	843.0

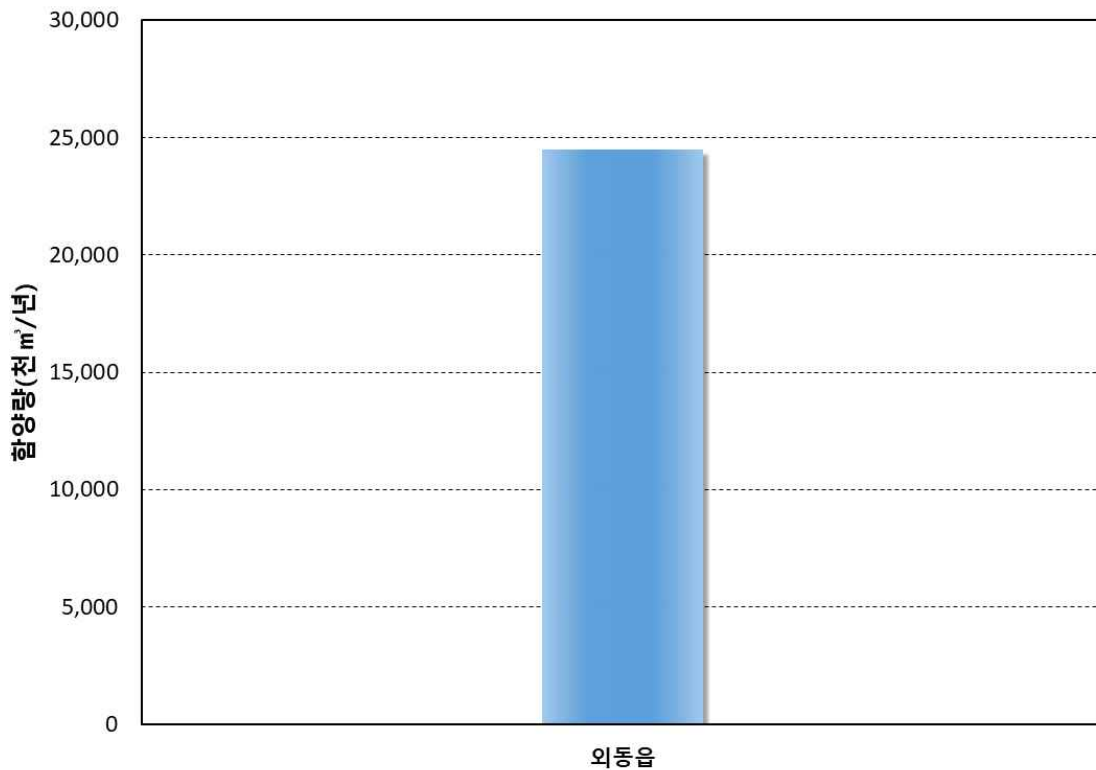


<그림 3-1-8> 유역별 지하수 함양량

□ 조사지역의 유역별 함양량을 분석한 결과 남천 유역 4,553.7천m³/년, 동천 유역 18,509.5천m³/년, 삼호수위표 유역 606.6천m³/년, 형산강상류 유역 843.0천m³/년으로 분석되었다.

<표 3-1-15> 행정구역별 지하수 함양량 (단위 : 천m³/년)

구 분		면 적(km ²)	면적평균 강수량(mm/년)	함양량 (천m ³ /년)
울농지구		109.92	1,186.2	24,512.8
경주시	외동읍	109.92	1,186.2	24,512.8



<그림 3-1-9> 행정구역별 지하수 함양량

□ 조사지역의 함양량 분석 결과 외동읍이 24,512.8천m³/년으로 분석되었다.

다. 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<표 3-1-16>.

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

<표 3-1-16> 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(%)
울농지구	109.92	870.3	24,512.8	1,967.5	17,984.3	10.9
남천	20.42	870.3	4,553.7	209.3	3,341.0	6.3
동천	83.00	870.3	18,509.5	1517.6	13,579.8	11.2
삼호수위표	2.72	870.3	606.6	111.7	445.0	25.1
형산강상류	3.78	870.3	843.0	128.9	618.5	20.8



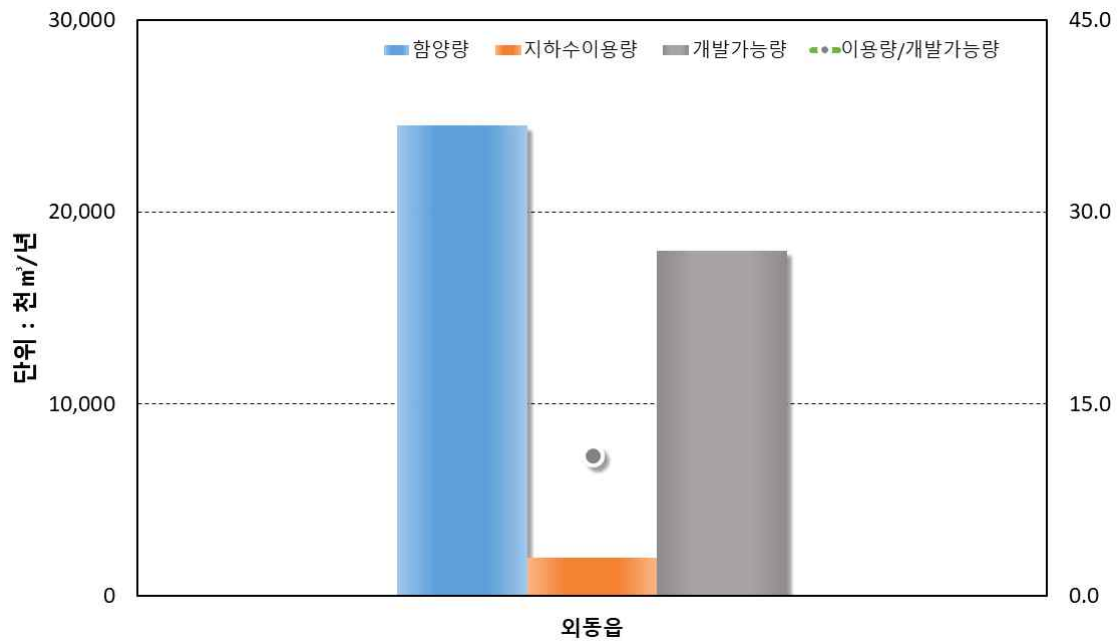
<그림 3-1-10> 유역별 지하수 함양량, 이용량 및 개발가능량

2) 행정구역별 개발가능량 분석

□ 울농지구의 지하수함양량 24,512.8천m³/년, 지하수 개발가능량은 17,984.3천m³/년으로 산정되었으며, 지하수 이용량은 개발가능량의 약 10.9%에 해당하는 1,967.5천m³/년의 지하수를 사용하는 것으로 분석된다.

<표 3-1-17> 행정구역별 지하수 개발가능량

읍 면	면 적 (km ²)	10년빈도 가뭄강수량(mm)	함양량 (천m ³ /년)	지하수이용량 (천m ³ /년)	개발가능량 (천m ³ /년)	이용량/개발가능량(%)
울농지구	109.92	870.3	24,512.8	1,967.5	17,984.3	10.9
경주시 외동읍	109.92	870.3	24,512.8	1,967.5	17,984.3	10.9



<그림 3-1-11> 행정구역별 지하수 함양량, 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 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 건전성 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 1개소가 설치 운영되고 있다.

<표 3-2-1> 환경기초시설

종 류	처리시설명	소 재 지	시설용량 (m ³ /일)	가동율 (%)
하수처리장	외동공공하수처리장	경주시 외동읍 문산리	8,000	90.8

※ 자료출처 : 국립환경과학원(www.wems.nier.go.kr)

다. 오염시설

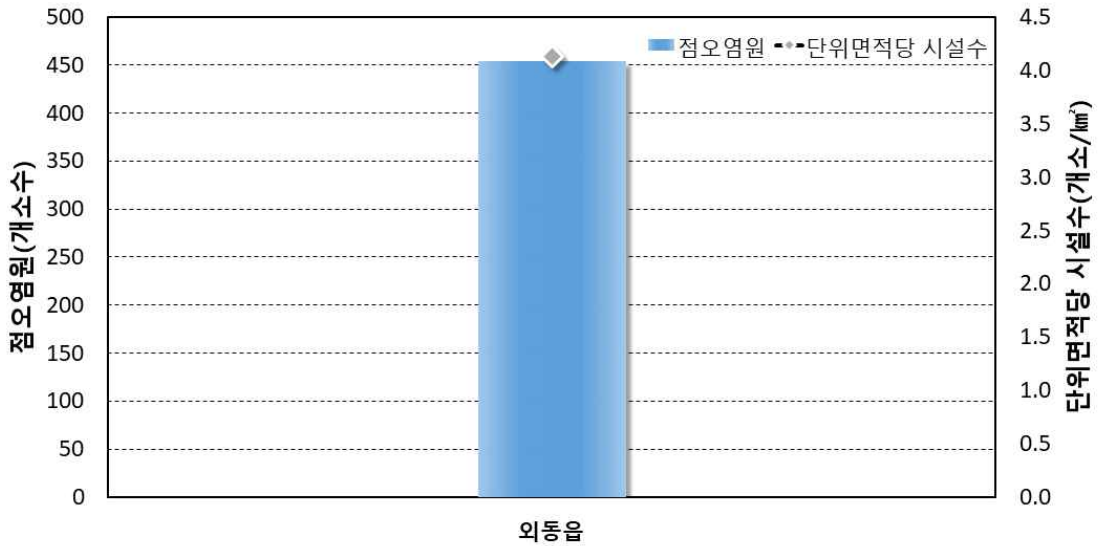
1) 점오염원

□ 울농지구 내 축산시설은 총 454개소로 가장 많은 시설은 한우 축산 시설로 444개소에 이르며, 조사지역의 지배적인 오염원으로 판단된다.

<표 3-2-2> 점오염원 현황

(단위 : 개소, km²)

구 분	면적	점오염원					단위면적당 시설수 (개소/km ²)
		계	한우	양돈	가금	기타	
울농지구	109.92	454	444	1	2	7	4.1
경주시 외동읍	109.92	454	444	1	2	7	4.1



<그림 3-2-1> 점오염원 시설수 및 단위면적당 개소수

2) 비점오염원

- 울농지구에 존재하는 비점오염원현황에 대한 자료를 수집하였으며, 수집결과는 아래 <표 3-2-3>에 수록하였다.

- 울농지구 내 인구현황은 리별 생활계 오염발생부하량 산정을 위해 시가지/비시가지로 분류할 수 있도록 통계연보에 수록된 자료를 이용하여 정리하였다.

- 토지현황은 통계연보에 수록된 자료를 이용하여 각 리별 면적을 계산하고 전, 답, 임야, 대지, 기타로 분류하여 이용하였다.

- 오염발생부하량 산정을 위해 『수계오염총량관리기술지침(2014)』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※ (명)	토 지(km ²)					
			합 계	전	답	임 야	대 지	기 타
울농지구		20,431	109.92	6.52	19.82	59.68	3.37	20.53
경주시	외동읍	20,431	109.92	6.52	19.82	59.68	3.37	20.53

※ 해당지구 리별 자료를 이용하여 인구 및 전담현황 적용

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.

■ 인자별 발생오염부하량

- ▷ 인구 오염부하량 = $\sum(\text{인구수} \times \text{발생원단위})$
- ▷ 가축 오염부하량 = $\sum(\text{가축종별 마리수} \times \text{발생원단위})$
- ▷ 토지이용 오염부하량 = $\sum(\text{토지지목별 면적} \times \text{발생원단위})$

<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	0.010	0.0058	0.0009
	개	kg/두/일	0.018	0.0084	0.0016
	가금	kg/두/일	0.0052	0.0011	0.0004
토지 이용	전	kg/km ² ·일	1.59	9.44	0.24
	답	kg/km ² ·일	2.30	6.56	0.61
	임야	kg/km ² ·일	0.93	2.20	0.14
	대지	kg/km ² ·일	85.90	13.69	2.10
	기타	kg/km ² ·일	0.96	0.759	0.027

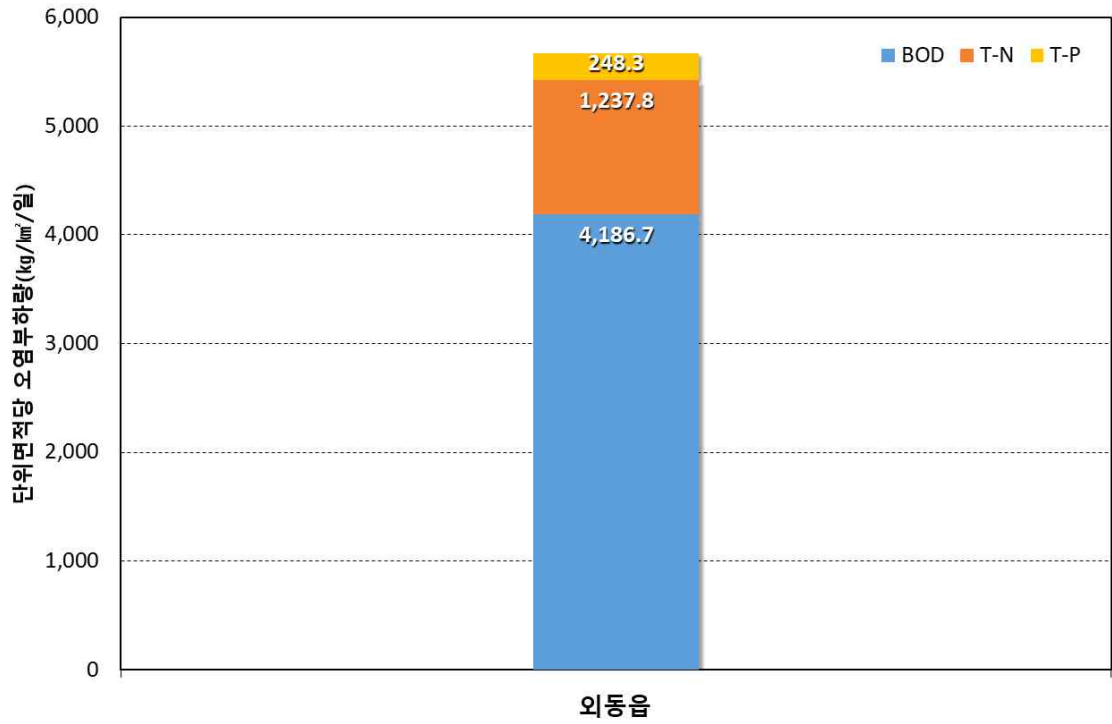
※ 자료출처 : 수계오염총량관리기술지침(국립환경과학원, 2014)

□ 오염원별 발생오염부하량 원단위를 이용하여 계산한 결과 BOD는 4,186.7kg/일, T-N 1,237.8kg/일, T-P 248.3kg/일로 나타났다.

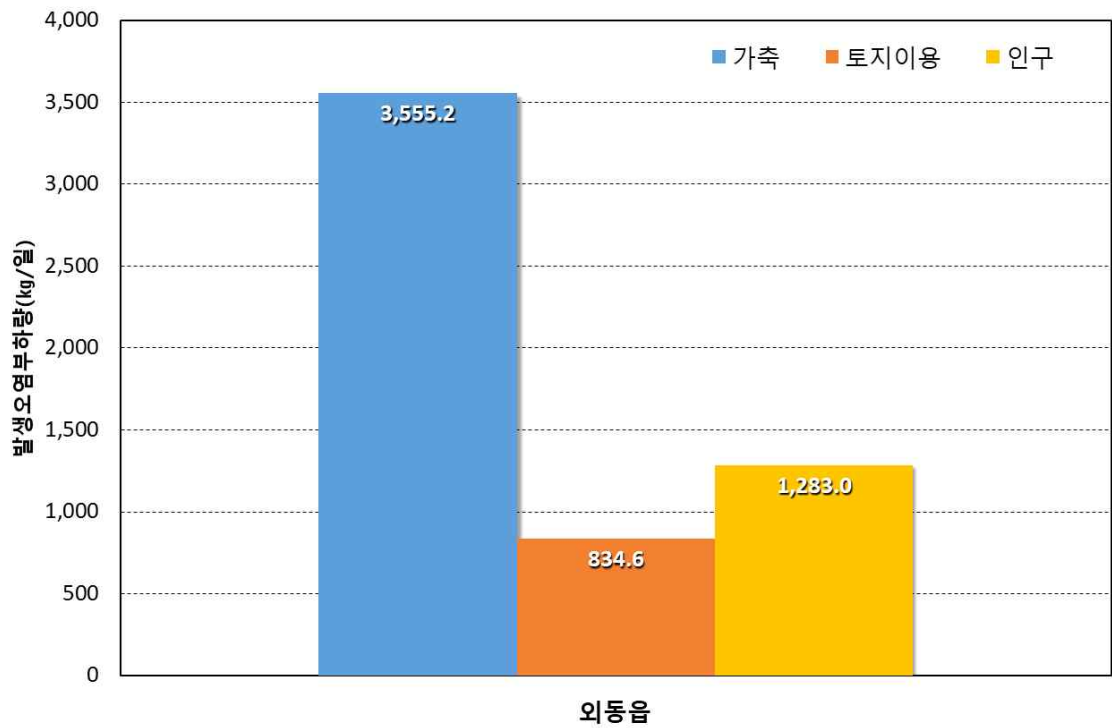
□ 가축사육에 의해 발생된 오염발생량은 BOD의 경우 2,751.9kg/일, T-N의 경우 612.1kg/일, T-P는 191.2kg/일을 차지하며, 토지에 의한 오염발생부하량은 BOD 420.4kg/일, T-N 384.6kg/일, T-P 29.6kg/일과 인구에 의한 오염발생부하량 BOD 1,014.4kg/일, T-N 241.1kg/일, T-P 27.5kg/일보다 크게 나타나서 가축사육에 의한 오염발생부하가 높은 것으로 나타났다.

<표 3-2-5> 읍면별 발생오염부하량 (단위 : kg/일)

구 분	총발생오염부하량				가축			
	계	BOD	T-N	T-P	계	BOD	T-N	T-P
울농지구	5,672.8	4,186.7	1,237.8	248.3	3,555.2	2,751.9	612.1	191.2
경주시 외동읍	5,672.8	4,186.7	1,237.8	248.3	3,555.2	2,751.9	612.1	191.2
구 분	토지이용				인구			
	계	BOD	T-N	T-P	계	BOD	T-N	T-P
울농지구	834.6	420.4	384.6	29.6	1,283.0	1,014.4	241.1	27.5
경주시 외동읍	834.6	420.4	384.6	29.6	1,283.0	1,014.4	241.1	27.5



<그림 3-2-2> 항목별 발생오염부하량



<그림 3-2-3> 오염원별 발생오염부하량

3.2.2 수질분석

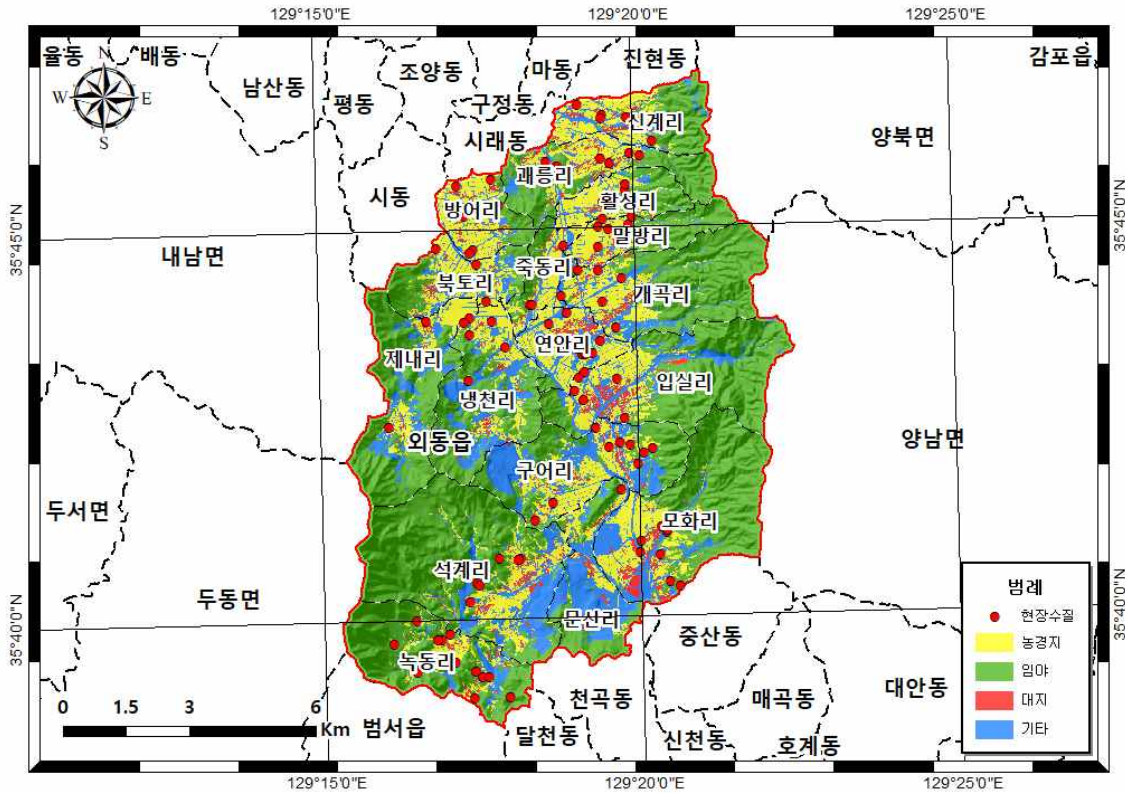
- 수질분석 대상공 선정은 관정현황조사 결과를 바탕으로 수질측정이 가능한 관정을 대상으로 조사지역의 특색을 잘 나타낼 수 있도록 등분포를 고려하였으며, 지자체 행정자료에서 수질이 불량한 관정을 우선으로 하고 점오염원이 밀집된 지역 및 현장조사시 수질 오염이 우려되는 관정을 대상으로 선정하였다.

- 자연수의 수질을 물리적, 화학적 및 생물학적 수질로 구분할 때 화학적 수질에는 용존성분, pH, Eh, 알카리도, COD, BOD 등이 포함된다. 지하수의 화학적 수질은 지하수의 용존성분, 기반암 등 지질과 밀접한 관련을 가지며 이를 위해 지하수 유형 등을 검토한다.

- 지하수의 주된 용존 성분은 Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- 인데 대수층 암석의 주요 구성광물인 장석류에서 기원하며, NO_3^- 는 정화조와 대기중의 NH_3 및 NO_2 와 관련된다. 그러므로, 공업지역 및 상업지역이 많은 곳은 NO_3^- 이 높은 특징을 보이고, 이들 잠재오염원이 없는 농촌에서도 NO_3^- 이 높은 것을 쉽게 볼 수 있는데 이는 농업용 비료의 과다사용으로 인한 질산염의 농축과 관련이 있다.

<표 3-2-6> 간이수질 분석결과

구분	항목	갈수기				풍수기			
		최소	최대	평균	표준편차	최소	최대	평균	표준편차
철동지구	개소수(공)	103							
	T(°C)	16.6	17.5	17.1	0.2	16.3	17.0	16.7	0.2
	pH	4.8	9.2	6.0	1.5	4.9	9.2	6.0	1.5
	EC($\mu\text{S}/\text{cm}$)	50	340	153	69	50	340	153	71
	TDS(mg/L)	30	201	90	41	30	201	90	42



<그림 3-2-4> 간이수질 측정대상공 위치도

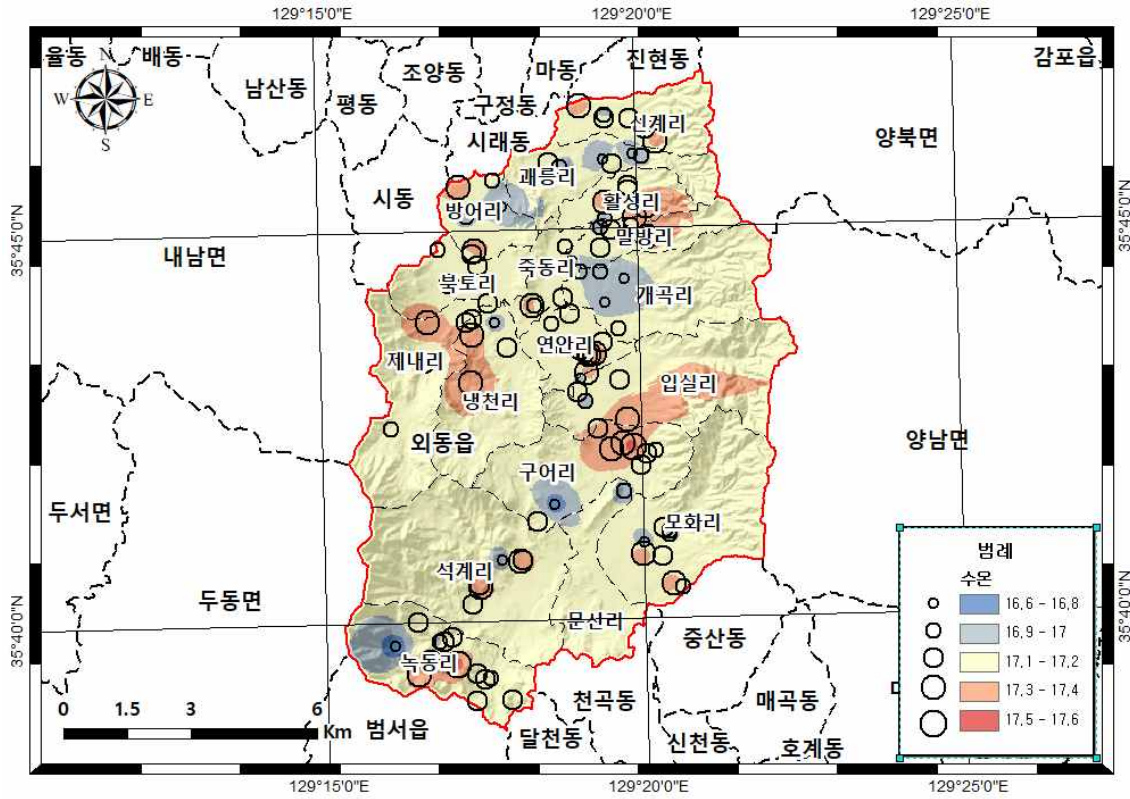
가. 수온 (Temperature, °C)

지하수 수온은 지하수와 지질매체 사이의 열적 평형이 성립되어 있기 때문에 그 장소의 지온을 의미한다. 지하수 수온은 측정시기와 시기에 따른 대기의 온도와 지온 등의 영향을 받으므로 측정 시 주의해야 하며, 온도에 따라 변화하는 pH, EC 등의 측정치 보정에 이용된다.

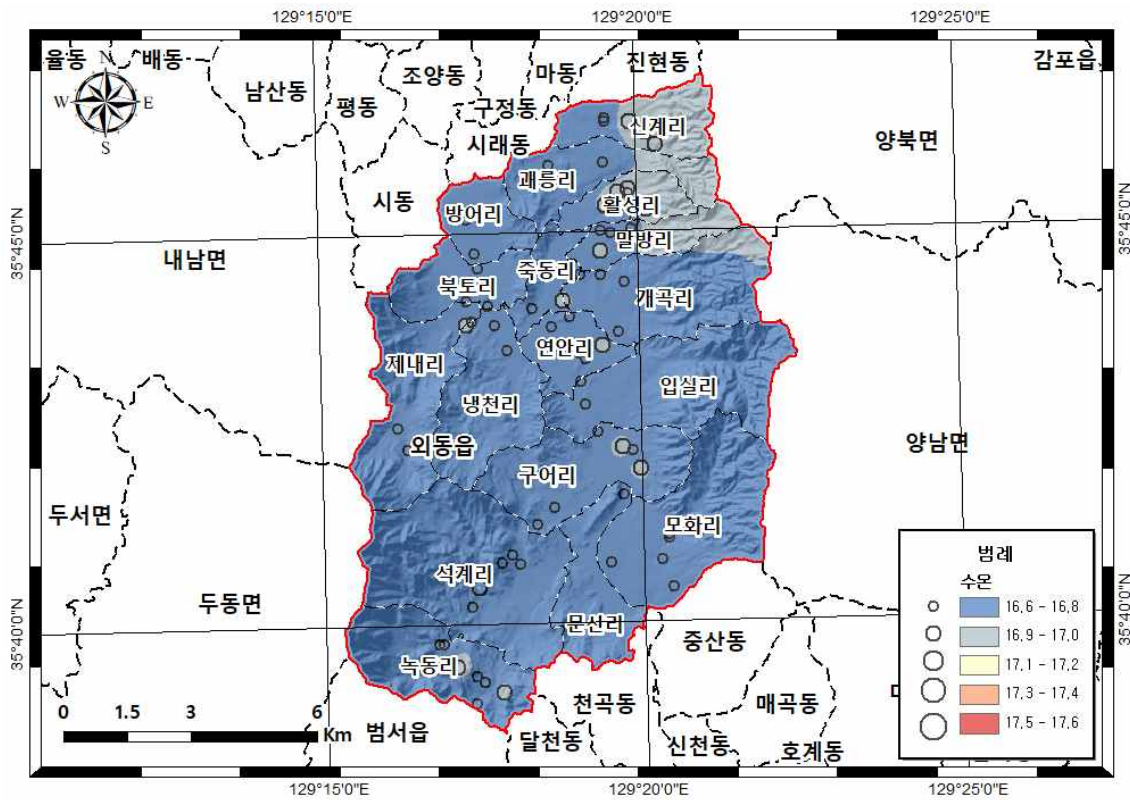
측정된 전체시료의 지하수 수온은 갈수기 측정결과 16.6~17.5°C의 범위를 보여주며 평균 수온은 17.1°C로 분석되었다. 풍수기 측정결과 16.3~17.0°C의 범위를 보여주며 평균 수온은 16.7°C로 분석되었다.

<표 3-2-7> 수온 측정결과

구분	갈수기				풍수기			
	최소	최대	평균	표준편차	최소	최대	평균	표준편차
울농지구	16.6	17.5	17.1	0.2	16.3	17.0	16.7	0.2
외동읍	16.6	17.5	17.1	0.2	16.3	17.0	16.7	0.2



<그림 3-2-5> 갈수기 지하수의 수온(°C) 분포도



<그림 3-2-6> 풍수기 지하수의 수온(°C) 분포도

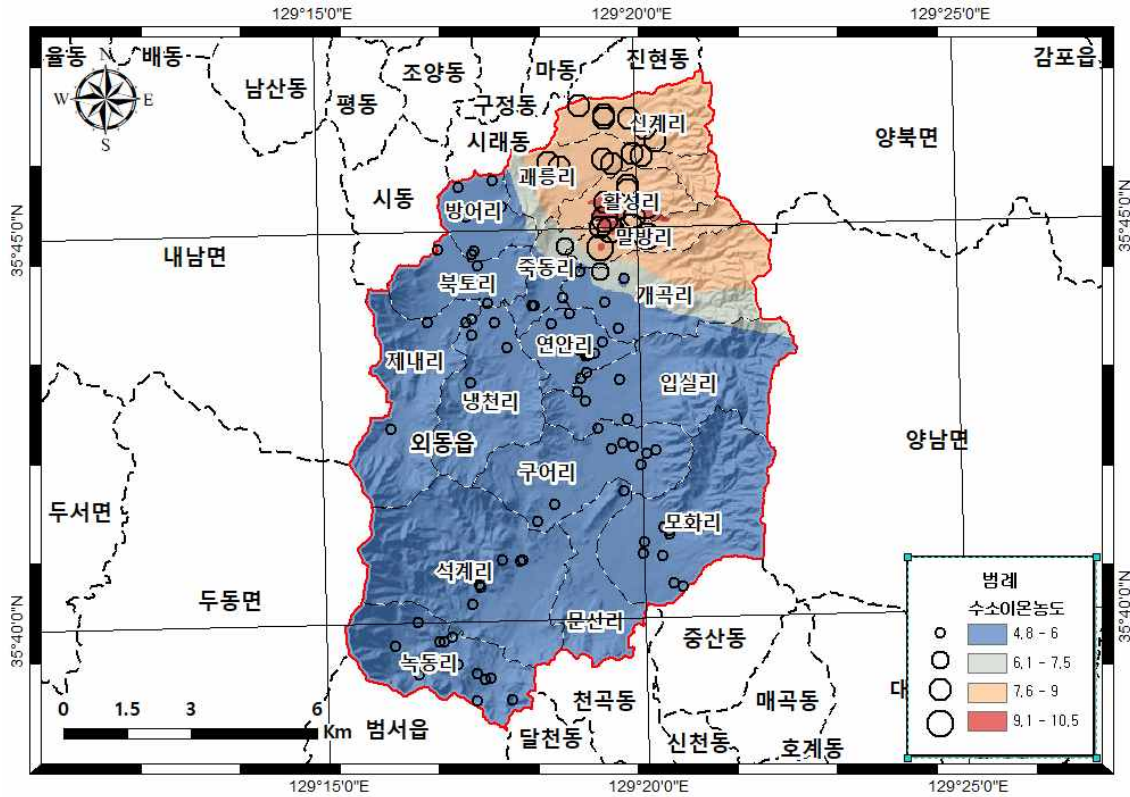
나. 수소이온농도 (pH)

□ 일반적으로 수소이온은 광물의 풍화과정 중에서 소모되므로 물-암석 반응이 진행됨에 따라 TDS, EC와 마찬가지로 상승하는 경향이 있다. 이러한 pH의 증가경향은 대수층을 구성하는 지질매체의 광물 조합 및 물-암석 반응 정도에 따라 다양하게 나타나기 때문에 pH는 지질에 따른 지하수의 수질변화에 가장 적극적으로 영향을 미치는 요소 중 하나이다. 특히 지하수 내에 용해되어 있는 중탄산염이온이나 탄산가스의 함량에 따라 달라지며, 해수의 유입이 있을 경우 해수의 높은 pH의 영향을 받을 수 있으나 그 영향은 작다. 일반적으로 pH 값에 따른 수질분류는 pH값이 5.5이하이면 산성, 5.5~6.5까지는 약산성, 6.5~7.5 사이는 중성, 7.5~9.0까지는 약알칼리성, 9.0이상은 알칼리성으로 분류한다.

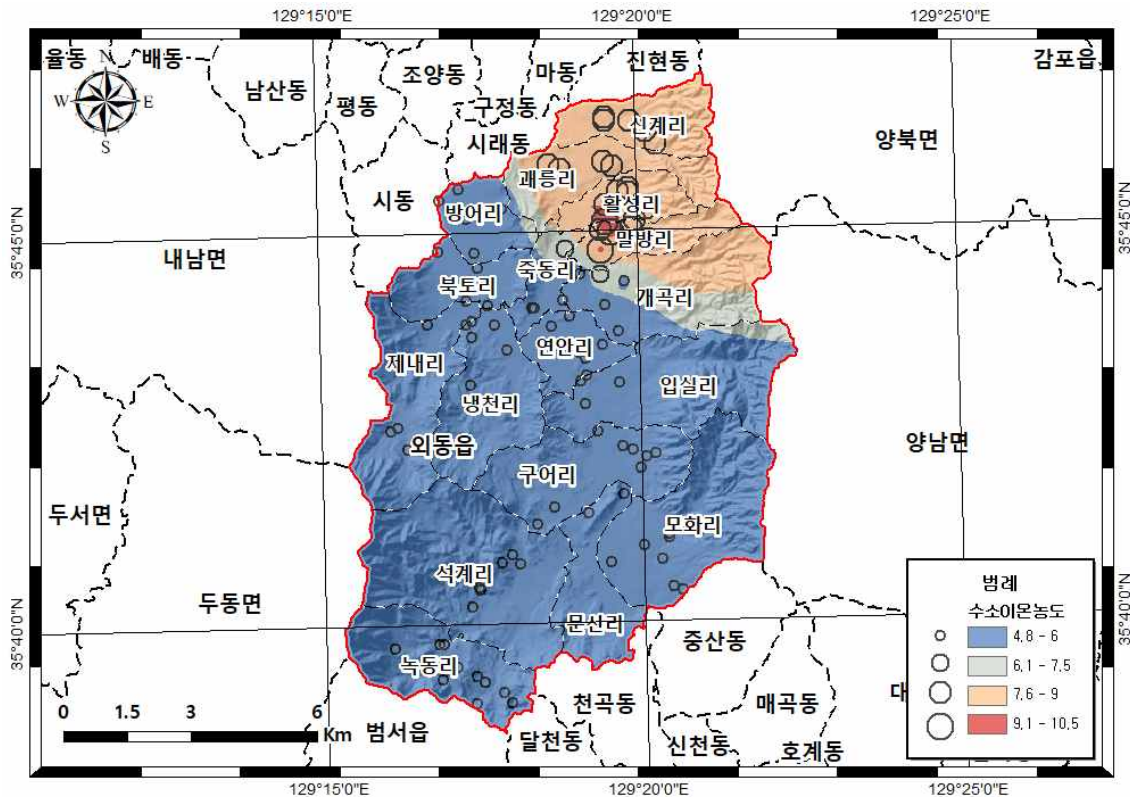
□ 측정된 전체시료의 수소이온농도는 갈수기 측정시 4.8~9.2, 풍수기 측정시 4.9~9.2의 산성 내지 알칼리성의 범위를 보여주며 관정간의 편차도 크지 않다.

<표 3-2-8> pH 측정결과

구분	갈수기				풍수기			
	최소	최대	평균	표준편차	최소	최대	평균	표준편차
울농지구	4.8	9.2	6.0	1.5	4.9	9.2	6.0	1.5
외동읍	4.8	9.2	6.0	1.5	4.9	9.2	6.0	1.5



<그림 3-2-7> 갈수기 지하수의 pH 분포도



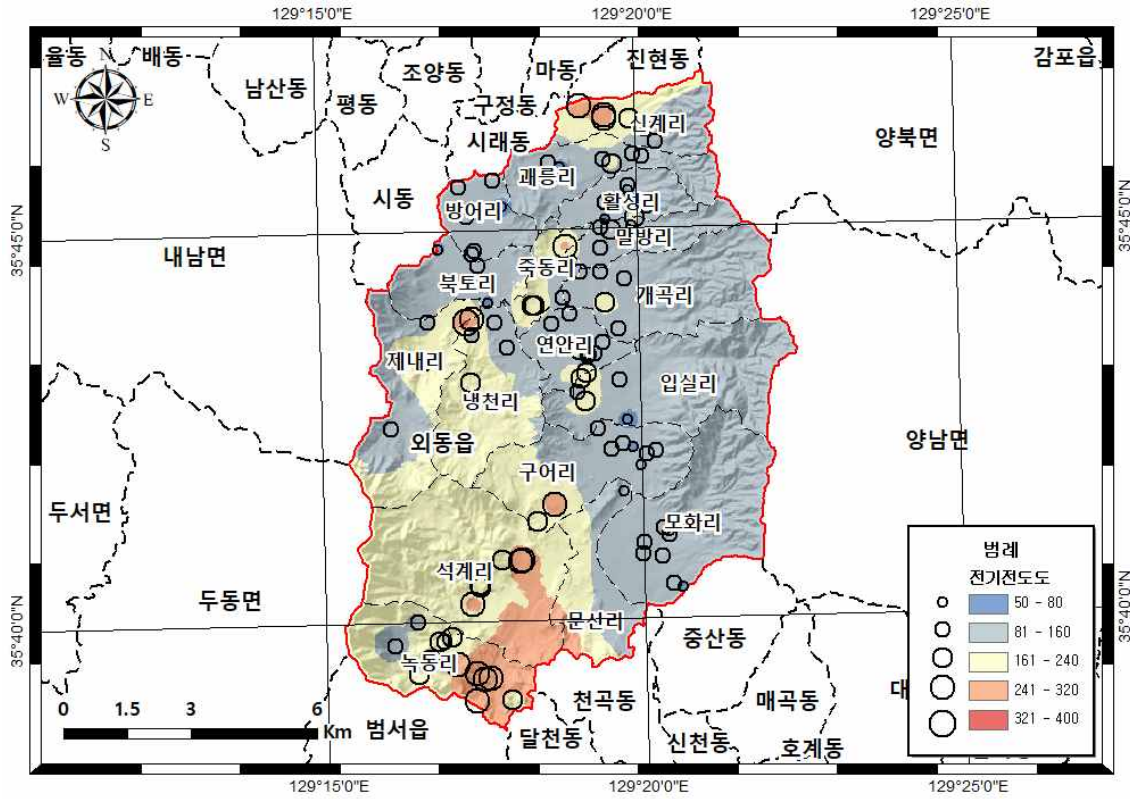
<그림 3-2-8> 풍수기 지하수의 pH 분포도

다. 전기전도도(EC, $\mu S/cm$)와 총용존고용물(TDS, mg/L)

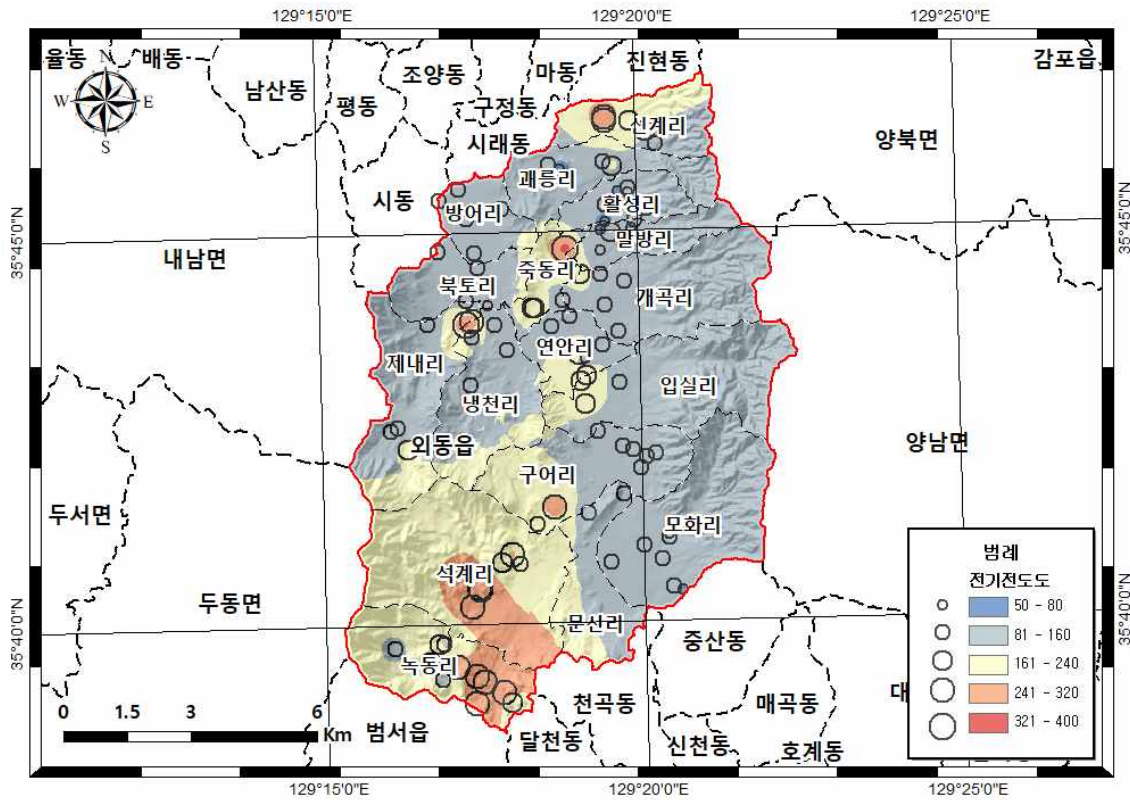
- 전기전도도는 ASTM(American Society for Testing and Materials)의 기준에 의하면 단위체적(cm^3)을 갖는 25°C의 수용성용액의 두 대응면에서 측정된 전기저항의 역수로 정의된다. 즉 용액 내에서 이온농도가 증가할수록 전기저항은 감소하고 전기전도도가 증가하기 때문에 이온농도의 지시인자가 된다. 전기전도도는 물속에 용해되어 있는 전해질 용존이온의 함량에 의해 결정되기 때문에 지하수에서 지구화학 반응정도를 나타내는 TDS와 일정한 관계를 나타내며, 분석신뢰도를 정성적으로 알아보기 위하여 EC와 TDS와의 관계를 이용하기도 하며, 현장에서 정성적 수질 판단의 근거로 사용되는 경우도 있다. 일반적으로 EC는 지구화학적인 반응의 정도와 지하수의 심도에 따라 증가하는 것으로 알려져 있으며, 인위적인 오염이나 해수의 혼입에 의해 그 값이 증가될 수 있다.
- 측정된 전체시료의 전기전도도 값은 갈수기 측정시 50~340 $\mu S/cm$, 평균 152.9 $\mu S/cm$, 풍수기 측정시 50~340 $\mu S/cm$, 평균 153.1 $\mu S/cm$ 로 측정되었다. 총용존고용물(TDS, mg/L) 값은 갈수기 30~201mg/L, 풍수기 30~201mg/L로 전기전도도와 비례적인 관계를 보인다.
- 일부지역에서 전기전도도가 상대적으로 높은 범위를 보이는 경우가 있는데, 이러한 원인에 대해서는 추가적인 상세조사가 필요할 것으로 판단된다.

<표 3-2-9> EC 측정결과

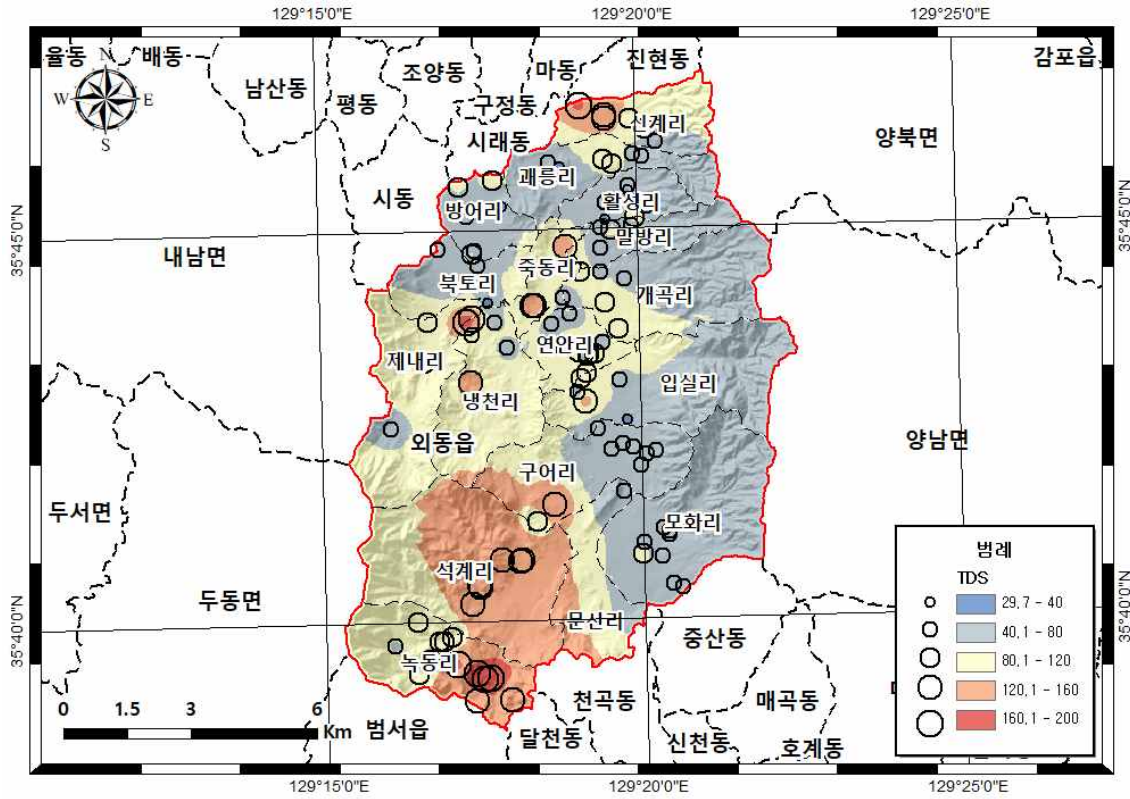
구분	갈수기				풍수기			
	최소	최대	평균	표준편차	최소	최대	평균	표준편차
울농지구	50	340	153	69	50	340	153	71
외동읍	50	340	153	69	50	340	153	71



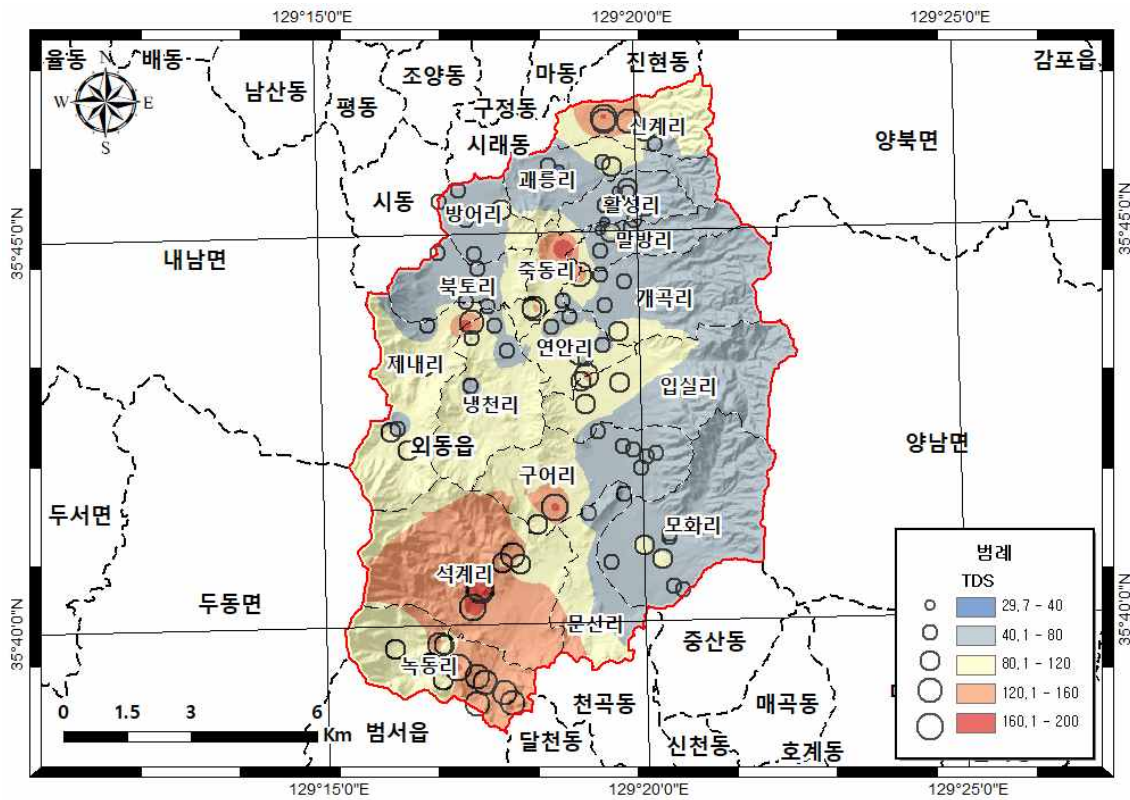
<그림 3-2-9> 갈수기 지하수의 전기전도도(EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$) 분포도



<그림 3-2-10> 풍수기 지하수의 전기전도도(EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$) 분포도



<그림 3-2-11> 갈수기 지하수의 총용존고용물(TDS, mg/L) 분포도



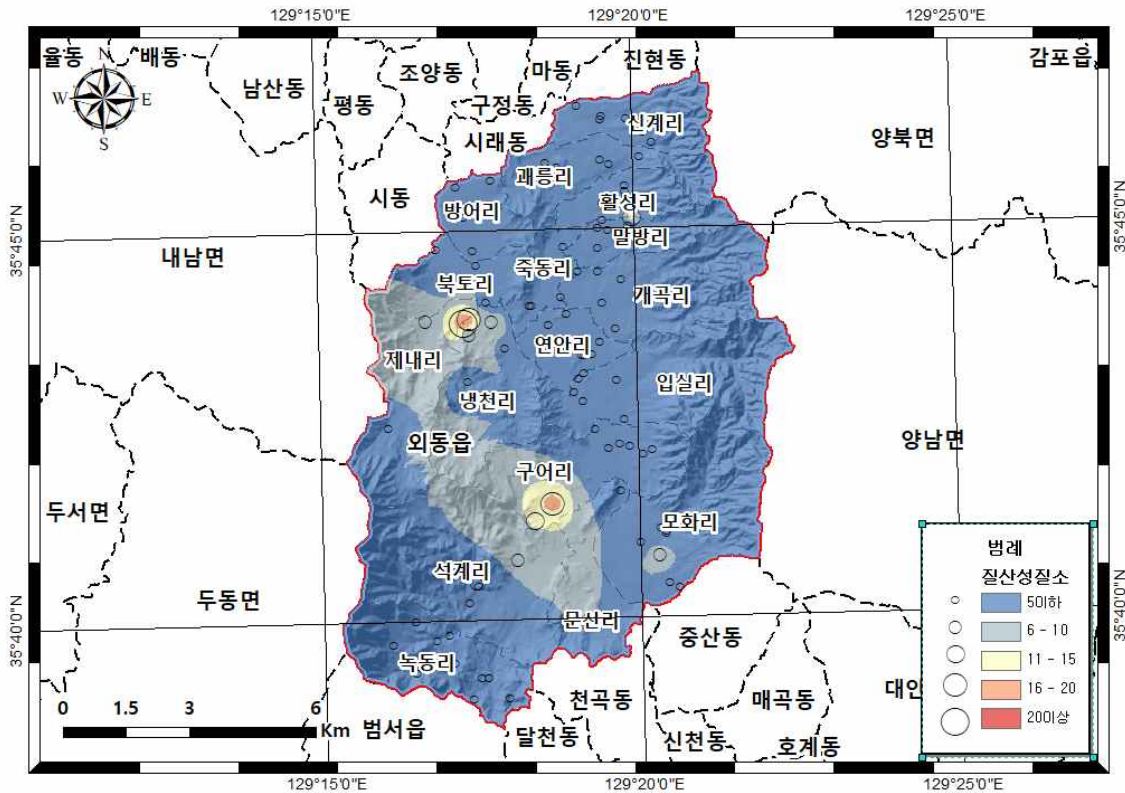
<그림 3-2-12> 풍수기 지하수의 총용존고용물(TDS, mg/L) 분포도

라. 질산성질소 및 질소동위원소 분석 결과

1) 질산성질소 분석결과

- 질산성질소($\text{NO}_3\text{-N}$)는 지하수의 주 오염물질로(수질초과 기준 시료의 약22%), 농촌지역에 집중하여 나타났다.(2008년 지하수수질측정망) 그러므로, 농촌지하수관리사업에서 농촌지역의 질산성질소($\text{NO}_3\text{-N}$)에 대한 분석은 필수사항이라 할 수 있겠다.
- 질산염 성분은 암석 기원은 거의 없고 주로 유기물이 많은 토양이나 오염된 지표로부터 기원한다. 대부분의 경우 NO_3^- 는 자연적인 지질 매체와의 반응에 의한 것이라기보다 생활하수나 축산 폐기물 등의 오염에 의하여 물속에 존재하게 된다. 무기질 질소의 형태는 NO_3^- , NO_2^- , 질소가스(N), 암모늄(NH_4^+) 등이 있다. NH_4^+ NO_3^- 는 대부분 유기물의 부식, 생활하수, 축산폐기물 및 비료 등에 의하여 물속에 존재하게 된다. 질산성 질소는 유기물이 부패, 분해되는 과정에서 발생하는 CO_2 와 결합하여 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 의 형태로서 존재하는데, 물속에서는 NH_4^+ 의 형태로 존재한다. 이 NH_4^+ 는 미생물에 의해 산화환원 반응을 일으키며, 산화환경에서는 보다 반응성이 높은 NO_2^- 로 바뀌게 되고, 최종적으로는 NO_3^- 의 형태로서 지하수에 존재하게 된다. NO_3^- 는 지표환경에 의한 오염정도에 따라 큰 영향을 받는다. 즉 지하수가 진화되면서 암모늄에서 아질산이온을 거쳐 질산이온으로 전이된다.
- 이종운(1997)에 의하면 지표수(5.69mg/L) 및 천부지하수(5.21mg/L)의 질산염 함량은 대동소이하지만 중간지하수(1.18mg/L)와 심부지하수(0.20mg/L)는 그 함량이 현저히 낮다. 따라서 지하수 내 질산염의 함량은 지표환경의 영향여부 등에 큰 영향을 받는 것으로 판단된다.
- 농촌지역의 특성상 영농활동에 따른 비료시비나 농약살포, 주거지역에서 발생하는 오수나 분뇨, 가축사육에 따른 축산폐수발생 등은 지하수의 수질오염에 영향을 줄 수 있는 인자이므로 주거지역이 밀집된 곳, 관정현황조사시 오염이 우려되는 곳, 오염원이 밀집된 곳에 위치한 관정을 질산성질소 시료채취 대상으로 선정하였다.

- 울농지구 내에서 위 관정 92개소를 대상으로 채수하여 수질분석공인 기관에 분석 의뢰하였다.
- 분석결과 농어업용 수질기준(20mg/L)을 초과하는 관정은 외동읍 냉천리 1개소(20.7mg/l)로 조사되었다.



<그림 3-2-13> 질산성질소(NO₃-N, mg/L) 분포도

<표 3-2-10> 읍면별 질산성질소 일제조사 분석 현황 (단위 : mg/L)

구분	읍면	질산성질소 일제조사(N=92)					
		개소(공)	최대	최소	평균	표준편차	20초과(공)
울농지구		92	0.0	20.7	2.8	3.5	1
경주시	외동읍	92	0.0	20.7	2.8	3.5	1

2) 질산성질소 오염기원

- 질산성질소에 의한 지하수 오염원을 규명하기 위해 질소안정동위원소의 자연 존재비를 측정함으로써, 질소화합물로 인한 지하수 오염물질을 추정할 수 있는 것으로 보고되고 있다(오윤근, 현익현, 1997). 질소에는 ^{14}N , ^{15}N 안정동위원소가 존재하며 자연계 순환과정에서 일어나는 물리화학적 또는 생화학적 반응에 의해 동위원소의 존재비가 변하게 된다. 지하수 중 질산성질소의 $\delta^{15}\text{N}$ 을 측정하면 그 오염원을 추정할 수 있다.

- 본 조사에는 앞 절에서 실시한 분석결과를 기준으로 하여, 질산성질소의 농도가 10mg/L 이상이거나, 잠재오염원조사결과를 고려하여 오염원이 밀집한 지역을 대상으로 질소오염원을 추정하였다.

- 질소안정동위원소의 자연존재 비를 이용한 지하수 중의 질소 오염기원을 분류하면, $\delta^{15}\text{N}$ 값의 범위는 화학비료 +4‰이하, 토양유기질소 +4~+8‰, 축산폐수나 생활하수인 경우는 +8~+22‰인 것으로 알려져 있다(오윤근, 현익현, 1997; Heaton, 1986; Komor and Anderson, 1993).

- 분석은 서울대학교 농생대 농생명과학공동기기원(NICEM)에 의뢰하였으며, 결과는 관정별 질산성질소 농도 및 질소동위원소 분석결과를 같이 기재하였다.

<표 3-2-11> 지하수의 질소동위원소 분석 결과

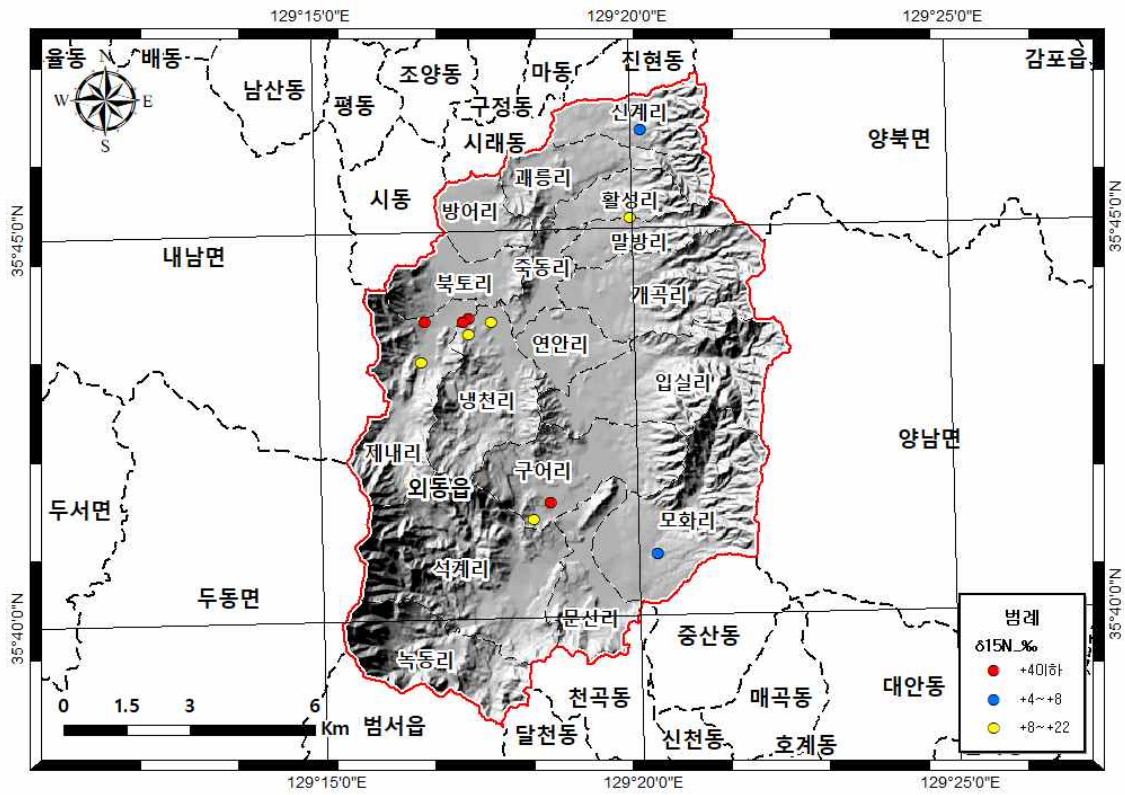
NO.	공 번	시·군	읍·면·동	리	NO ₃ -N (mg/L)	δ ¹⁵ N (‰)
1	WGYJ272202200026	경주시	외동읍	구어리	16.6	-1.53
2	WGYJ272202200027	경주시	외동읍	구어리	10.1	11.89
3	WGYJ272202200029	경주시	외동읍	냉천리	7.5	12.08
4	WGYJ272202200034	경주시	외동읍	냉천리	5.3	12.48
5	WGYJ272202200035	경주시	외동읍	냉천리	15.6	-0.78
6	WGYJ272202200036	경주시	외동읍	냉천리	20.7	0.77
7	WGYJ272202200072	경주시	외동읍	모화리	9.0	7.21
8	WGYJ272202200117	경주시	외동읍	신계리	5.3	6.2
9	WGYJ272202200149	경주시	외동읍	제내리	6.9	2.71
10	WGYJ272202200151	경주시	외동읍	제내리	6.4	12.39
11	WGYJ272202200167	경주시	외동읍	활성리	11.4	10.18

□ 울농지구에서는 11개소에서 분석을 실시하였으며, δ¹⁵N값은 -1.53~12.48‰로 나타난다. 질소 오염기원의 토양유기질소가 2개소, 화학비료가 4개소, 축산폐수 및 생활하수가 5개소인 것으로 분석되었다.

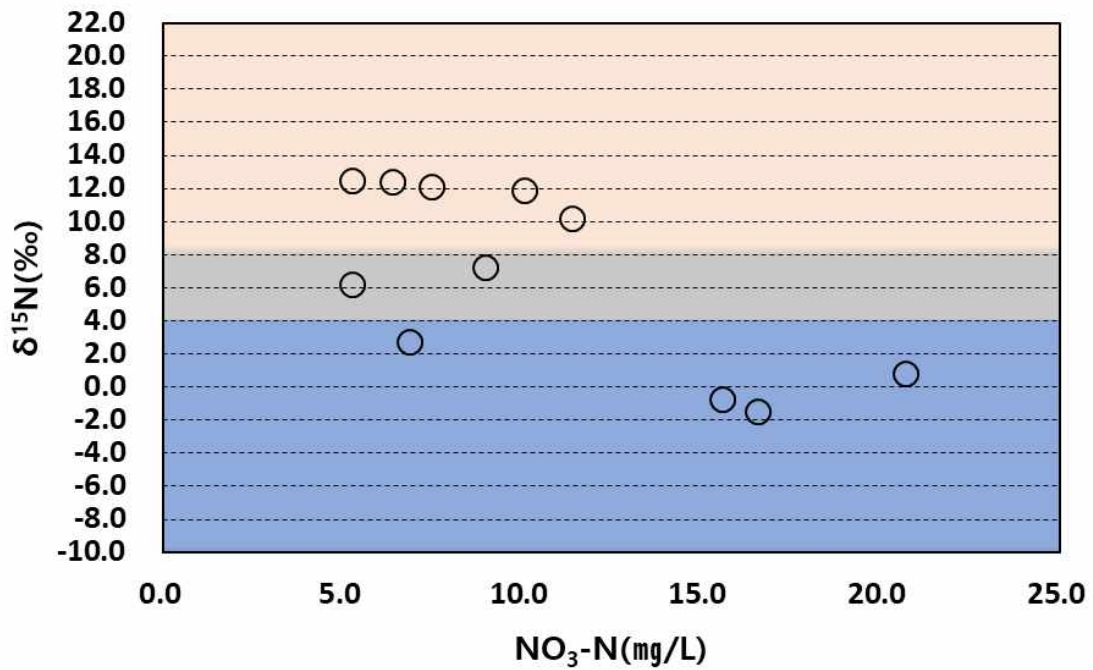
<표 3-2-12> 질소동위원소 분석 결과

(단위 : 개소수)

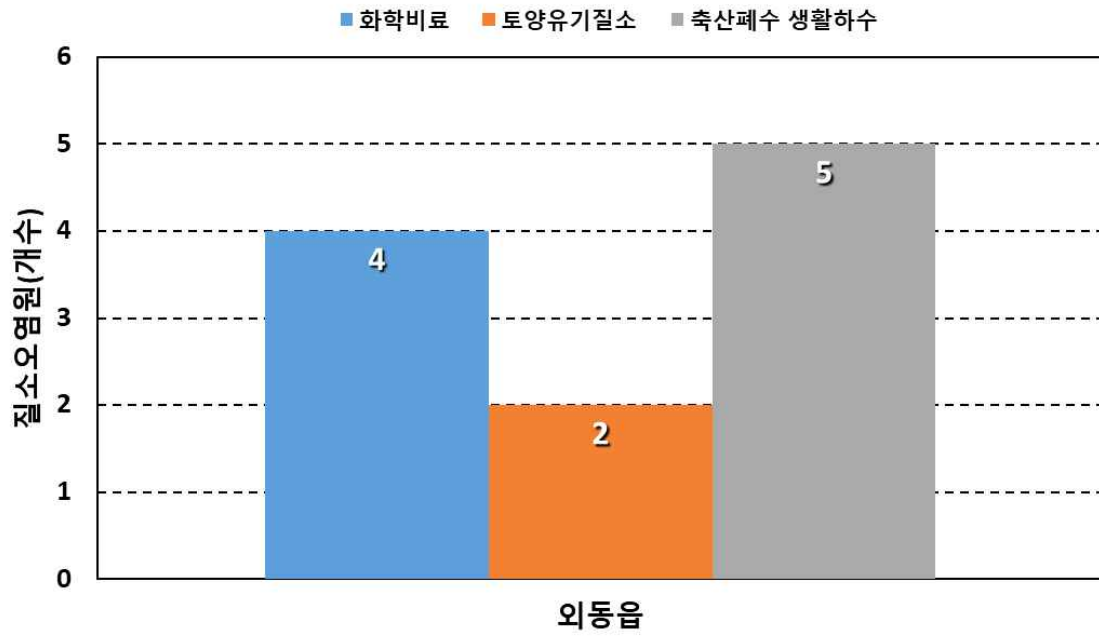
구 분			δ ¹⁵ N(‰)		
			+4이하 (화학비료)	+4 ~ +8 (토양유기질소)	+8 ~ +22 (축산폐수나 및 생활하수)
울농지구	11	4	2	5	
경주시	외동읍	11	4	2	5



<그림 3-2-14> 질소동위원소 시료채수 위치도



<그림 3-2-15> 질소동위원소 및 질산성질소 관계도



<그림 3-2-16> 읍면별 질소오염원 구성비

마. 양·음이온(이화학) 분석 및 결과

1) 시료채취

□ 울농지구 내 지하수의 수리지구화학적 특성을 규명하고 오염현황을 파악하기 위해 지하수 내에 용존되어 있는 주이온성분 Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , HCO_3^- , SO_4^{2-} , NO_3^- 와, CO_3^{2-} 농도를 분석하였다.

□ 일반적인 주 양·음이온에 대해 분석하는 이유를 아래에 정리하였다.

- ▶ Na^+ 는 지하수의 주성분 이온으로 물과 암석의 반응에 의하여 증가하므로 수문순환계의 하류로 갈수록 함량이 증가한다. K^+ 은 지하수에서 농도가 높지 않으나 외부의 오염원(비료 등 농축산 활동, 매립장)의 유입에 의해 증가할 수 있다.
- ▶ Ca^{2+} 을 함유하는 주요 광물로는 방해석, 돌로마이트(dolomite), 석고, 인회석(epidote), 형석, Ca-장석, Ca-휘석, 규회석(wollastonite) 등이 있다. 방해석과 같은 탄산염광물이 분포하는 지역에서는 Ca의 함량이 높게 나타날 수 있다. 퇴적암 내에서는 방해석, 돌로마이트 등과 같은 다량의 탄산염물이 함유된다. 이들 광물에 의해 Ca^{2+} 이 공급되므로 퇴적암지역의 지하수는 일반적으로 Ca^{2+} 의 함량이 높은 특징이 있다. 지표수의 Ca^{2+} 함량은 천부 및 중간지하수에 비하여도 적은 값을 나타내고 있으며 또한 천부지하수는 중간지하수에 비하여 적은 Ca^{2+} 를 포함하고 있다. 조사지역 지하수의 칼슘함량은 7.2~46.8mg/L(평균 25.9mg/L)이다.
- ▶ Mg^{2+} 은 대수층이 돌로마이트나 석회암으로 되어있지 않은 경우를 제외하고는 높은 농도를 나타내지 않으나, 해수의 유입에 의해 증가한다. 용존 Mg^{2+} 의 주요한 기원으로는 돌로마이트, Mg-방해석, 각섬석, 휘석, 또는 Mg를 함유하는 광물의 용해작용에 의하여 공급될 수 있다. 마그네슘은 주로 석회질암석에서 유래하는데 마그네슘의 거동은 2가 원소인 Ca와 유사하다.
- ▶ K^+ 은 조암광물 중에서 K를 함유하는 광물들, 특히 K-장석이나

백운모의 용해로부터 공급되기 쉽다. 물속으로 공급되는 K^+ 의 자연적인 기원으로서는 조암광물 중의 알칼리장석 또는 운모류 등의 용해를 들 수 있다. 이외에 K는 비료의 3대 성분이므로 농업활동이 활발해짐에 따라 인공적으로 지하수에 혼입될 수도 있다. 조사지역 일반지하수의 칼륨 함량은 $0.4\sim 1.6\text{mg/L}$ (평균 0.9mg/L)로 비교적 낮게 나타났다.

- ▶ Cl^- 은 비반응물질로 자연환경 속에서 제거되거나 공급되지 않는다. 충적층 지하수에서는 인위적인 생활하수의 유입 등에 의해 높게 나타나기도 하며, 해수가 유입될 경우 매우 큰 값을 나타내기도 한다. 염소이온은 지층을 형성하는 토양이나 암석이 미량 함유되어 있으며, 용해성을 가지고 있으므로, 지표수나 지하수에는 항상 약간의 염소이온을 함유하고 있다. 심부지하수인 경우는 해수침입을 제외하면 물-암석 반응과 같은 내인적인 요인에 의하여 광물로부터 유래하는 것이 일반적이다. 특히 염소를 함유하는 흑운모나 각섬석, 유체포유물의 용해에 의하여 심부지하수에 부화될 수 있다. 조사지역 지하수의 염소이온의 농도는 $5.0\sim 30.8\text{mg/L}$ (평균 11.1mg/L)로 나타났다.
- ▶ HCO_3^- 와 CO_3^{2-} 일반적으로 강우에 의한 공기 중 CO_2 유입으로 증가하며, 방해석 및 돌로마이트의 용해에 의해서도 증가한다. SO_4^{2-} 는 해수의 영향이나 기타 주변 지하수의 유입을 조사하는데 있어 필요한 항목으로 일반적으로 기반암의 황화광물(황철석, 석고 등)의 용해에 의해 공급된다. NO_3^- 는 인위적인 오염원(생활하수, 분뇨, 산업폐수, 축산폐수, 매립지 등)을 나타내는 전형적인 성분으로 천부의 지하수 환경에서 주로 관찰된다.

<표 3-2-13> 이화학분석용 시료 관정 내역

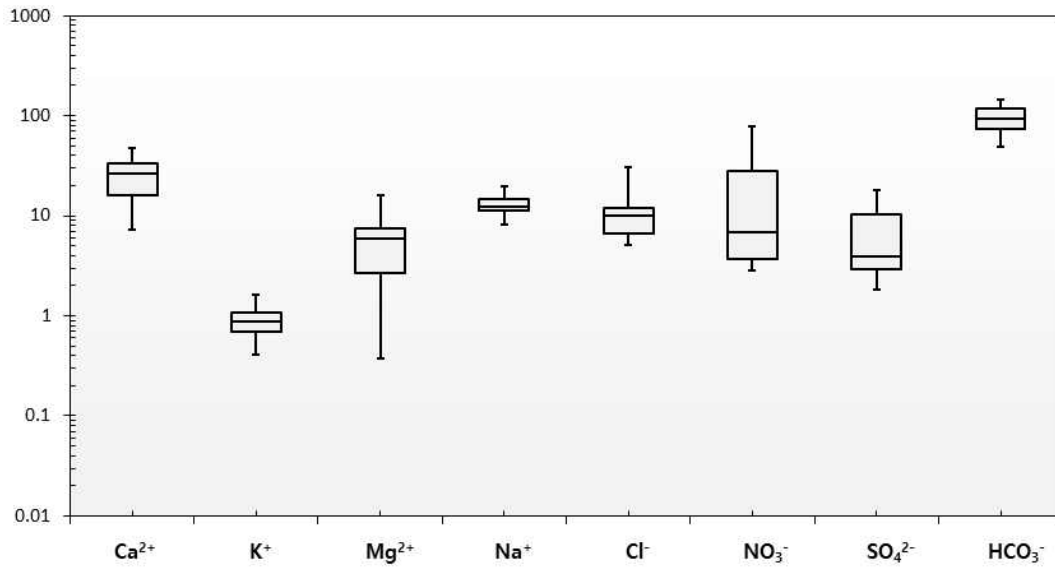
NO.	현장조사번호	시군	읍면	동리	표준유역	지질	수문지질단위
1	WGYJ272202200003	경주시	외동읍	개곡리	동천	충적층	미고결 쇄설성 퇴적층
2	WGYJ272202200009	경주시	외동읍	괘릉리	남천	충적층	미고결 쇄설성 퇴적층
3	WGYJ272202200027	경주시	외동읍	구어리	동천	화강암류	관입화성암
4	WGYJ272202200029	경주시	외동읍	냉천리	동천	화강암류	관입화성암
5	WGYJ272202200044	경주시	외동읍	녹동리	삼호수위표	화강암류	관입화성암
6	WGYJ272202200054	경주시	외동읍	녹동리	삼호수위표	석영안산암	비다공질 화산암
7	WGYJ272202200059	경주시	외동읍	말방리	동천	충적층	미고결 쇄설성 퇴적층
8	WGYJ272202200064	경주시	외동읍	모화리	동천	충적층	미고결 쇄설성 퇴적층
9	WGYJ272202200086	경주시	외동읍	방어리	남천	화강암류	관입화성암
10	WGYJ272202200095	경주시	외동읍	북토리	남천	충적층	미고결 쇄설성 퇴적층
11	WGYJ272202200104	경주시	외동읍	석계리	동천	화강암류	관입화성암
12	WGYJ272202200117	경주시	외동읍	신계리	남천	충적층	미고결 쇄설성 퇴적층
13	WGYJ272202200123	경주시	외동읍	연안리	동천	충적층	미고결 쇄설성 퇴적층
14	WGYJ272202200145	경주시	외동읍	입실리	동천	충적층	미고결 쇄설성 퇴적층
15	WGYJ272202200149	경주시	외동읍	제내리	남천	화강암류	관입화성암
16	WGYJ272202200151	경주시	외동읍	제내리	남천	충적층	미고결 쇄설성 퇴적층
17	WGYJ272202200157	경주시	외동읍	죽동리	동천	충적층	미고결 쇄설성 퇴적층
18	WGYJ272202200163	경주시	외동읍	활성리	동천	화강암류	관입화성암

<표 3-2-14> 지하수 양·음이온별 이화학분석결과

(단위 : mg/L)

양이온(Cation)						음이온(Anion)					
이온	최소값	최대값	평균	중앙값	표준편차	이온	최소값	최대값	평균	중앙값	표준편차
Na	8.2	19.5	13.0	12.4	3.1	Cl	5.0	30.8	11.1	9.9	6.6
K	0.4	1.6	0.9	0.9	0.4	HCO ₃	48.8	146.4	96.0	94.6	31.1
Ca	7.2	46.8	25.9	26.2	10.8	SO ₄	2.8	79.1	17.2	6.9	20.1
Mg	0.4	16.0	5.9	5.8	3.9	NO ₃	1.8	18.1	6.9	3.9	5.4
						CO ₃	-	-	-	-	-

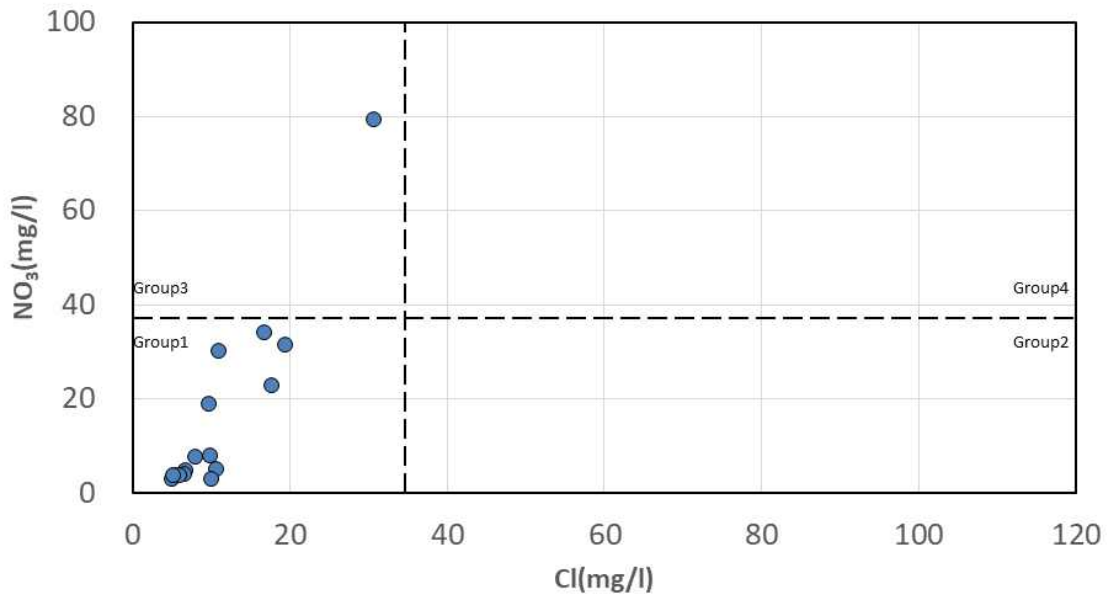
울농지구의 양·음이온을 분석한 결과, 아래 그림에 나타나있듯 양이온은 Ca > Na > Mg > K, 음이온은 HCO₃ > SO₄ > Cl > NO₃ 의 순으로 나타났으며, 일반적인 천부지하수의 수질분포를 나타내었다.



<그림 3-2-17> 주요 양·음이온 농도분포 상자도표

□ 인위적 오염의 영향 여부를 알아보기 위하여 Cl과 NO₃를 이용하여 그룹화 하였다. 분류 기준값은 박세창 등이 “서해 연안지역 천부지하수의 수리지구화학 : 연안 대수층의 해수 혼입에 관한 연구”에서 Sinclair 방법으로 구한 배경값(Threshold, Cl 34.7mg/L, NO₃ 37.2mg/L)을 이용하였다. Group 1은 오염의 영향을 받지 않은 집단, Group 2는 해수에 의한 영향이 추정되는 집단, Group 3은 인위적 오염이 추정되는 집단, Group 4는 해수와 인위적인 오염이 동시에 추정되는 집단으로 나눌 수 있다.

□ 울농지구의 대부분의 지하수는 Cl과 NO₃이 낮은 Group 1에 속하여 오염의 영향이 없거나 적은 것으로 조사되었다.



<그림 3-2-18> 염소와 질산염에 의한 지하수 분류

<표 3-2-15> Cl과 NO₃를 이용한 Group 정리

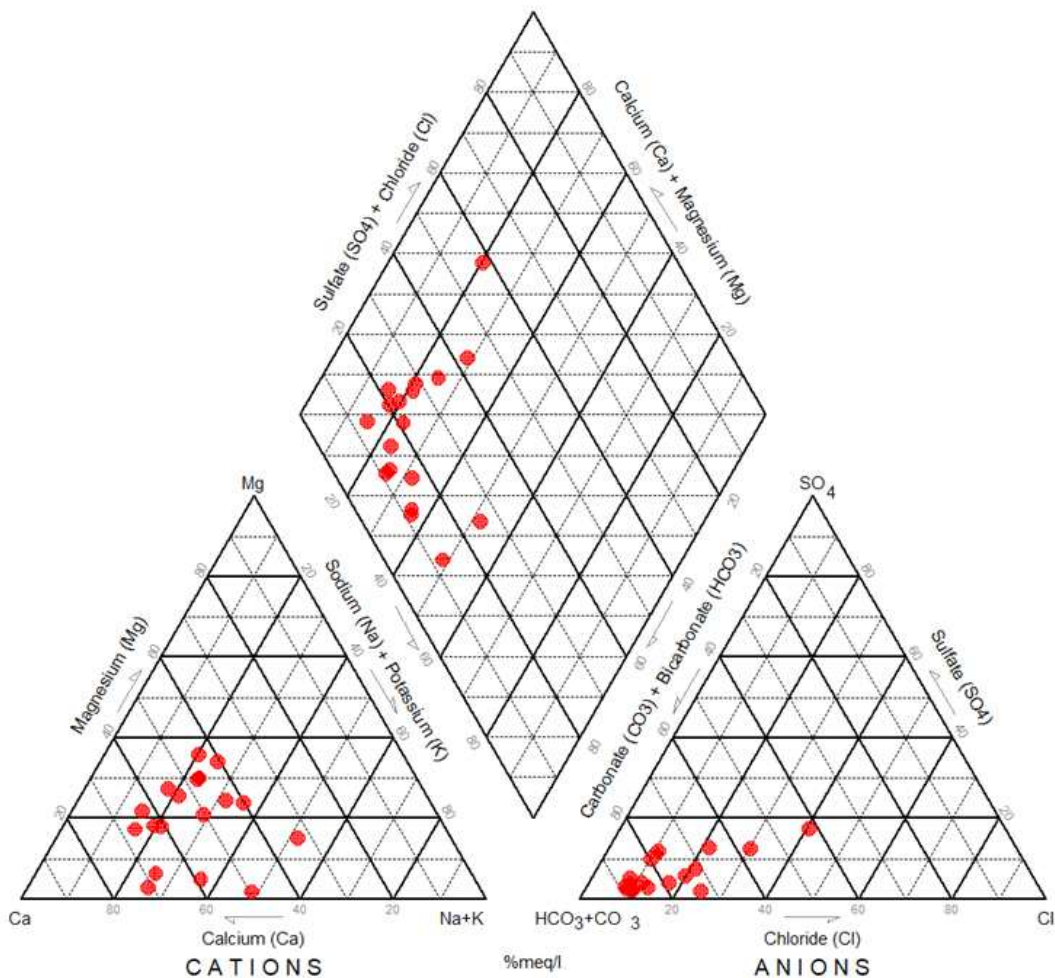
현장조사번호	시군	읍면	동리	Cl(mg/L)	NO ₃ (mg/L)	Group
WGYJ272202200003	경주시	외동읍	개곡리	6.8	4.8	Group 1
WGYJ272202200009	경주시	외동읍	패릉리	6.7	3.8	Group 1
WGYJ272202200027	경주시	외동읍	구어리	19.5	31.2	Group 1
WGYJ272202200029	경주시	외동읍	냉천리	11.1	29.9	Group 1
WGYJ272202200044	경주시	외동읍	녹동리	10.8	5.1	Group 1
WGYJ272202200054	경주시	외동읍	녹동리	10.2	2.9	Group 1
WGYJ272202200059	경주시	외동읍	말방리	10.0	7.9	Group 1
WGYJ272202200064	경주시	외동읍	모화리	9.8	18.9	Group 1
WGYJ272202200086	경주시	외동읍	방어리	5.4	3.6	Group 1
WGYJ272202200095	경주시	외동읍	북토리	5.0	2.8	Group 1
WGYJ272202200104	경주시	외동읍	석계리	8.1	7.6	Group 1
WGYJ272202200117	경주시	외동읍	신계리	17.8	22.7	Group 1
WGYJ272202200123	경주시	외동읍	연안리	6.0	3.5	Group 1
WGYJ272202200145	경주시	외동읍	입실리	5.3	3.6	Group 1
WGYJ272202200149	경주시	외동읍	제내리	30.8	79.1	Group 3
WGYJ272202200151	경주시	외동읍	제내리	16.8	33.8	Group 1
WGYJ272202200157	경주시	외동읍	죽동리	7.5	6.2	Group 1
WGYJ272202200163	경주시	외동읍	활성리	12.3	41.6	Group 1

□ 지하수의 수질유형

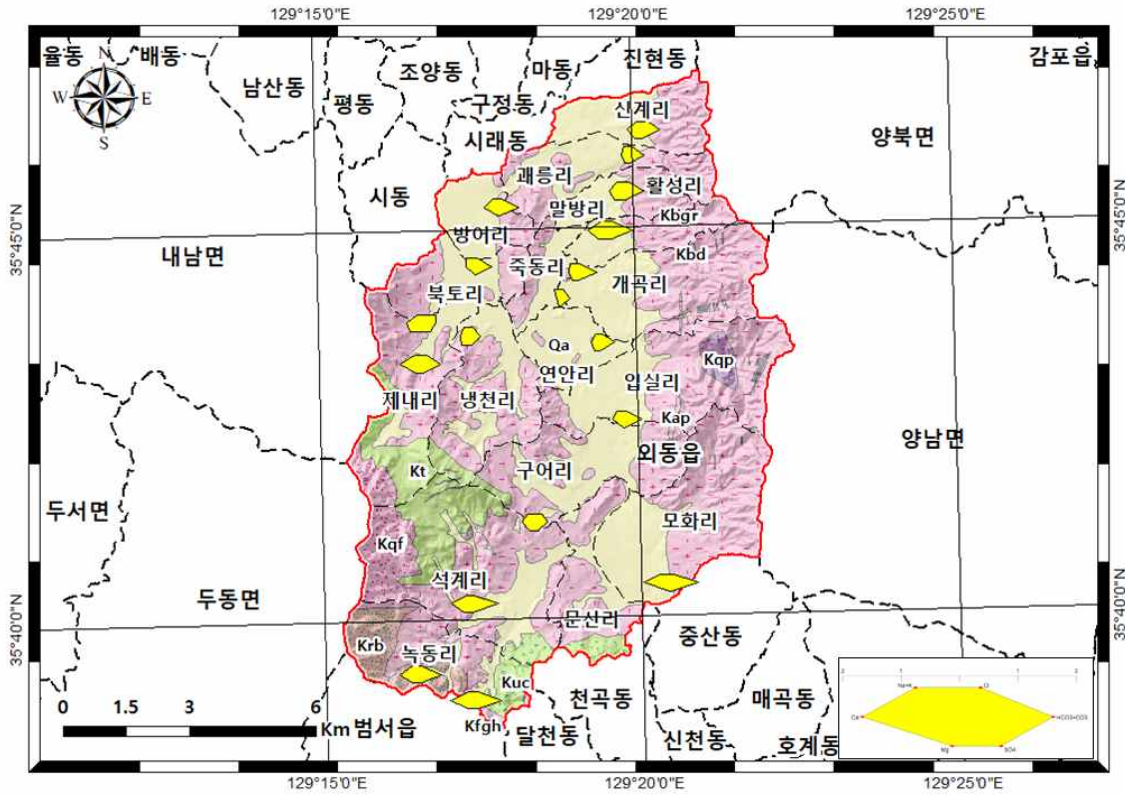
- 파이프도(Piper diagram)는 지하수 화학특성을 표시하는데 널리 쓰이는 수단인데, 지하수내 주요 양이온과 음이온의 당량농도(meq/L)를 비율로 나타냄으로써 지하수의 유형(type)을 구분하는데 이용될 수 있다. 수질유형은 대표적인 양이온과 음이온으로 나누어 네 가지 유형으로 분류하였다. 양이온의 경우 Na와 K의 당량농도의 합과 Ca와 Mg의 당량농도의 합을 비교하여 전자가 큰 경우 Na 유형으로 후자가 큰 경우 Ca 유형으로, 음이온의 경우 HCO₃와 CO₃의 당량농도의 합과 Cl, SO₄의 당량농도의 합을 비교하여 전자가 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.
- 보통 초기지하수는 Ca(HCO₃)₂가 대부분이며, 진화가 되면서 NaHCO₃형으로 바뀌기도 하지만 CaSO₄-CaCl₂ 형으로 진화하기도 한다. 기존 일반지하수에 대한 연구결과를 보면 팔공산화강암지역에는 주로 Ca(HCO₃)₂형(홍영국 외, 1993; 김종근 외, 1997)이 발달하고, 안산암에서는 Ca(HCO₃)₂ 및 CaSO₄-CaCl₂형 (김종근 외, 1997)이 발달하는데, 안산암지역의 CaSO₄-CaCl₂형은 화학조성은 Ca(HCO₃)₂형에 매우 가깝다(이인호 외, 1997).
- 지역적인 지하수질의 특성을 파악하기 위하여 용존이온의 농도를

시각적으로 나타낸 스티프도(Stiff diagram)를 지형도에 도시하였다. 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.

- 울농지구의 수질유형은 천부지하수에서 일반적으로 나타나는 Ca-HCO₃ 유형이 우세하나, 일부 지점에서 물-암석반응이나 오염원 등의 영향을 받아 나타나는 Na-HCO₃ 유형, Ca-Cl 유형이 확인되었다. Ca-HCO₃ 유형은 18개 관정 중 16개소로 비율이 87.6%를 차지하며, 그 외 Ca-Cl 유형과 Na-HCO₃ 유형이 각 1개소로 12.4%를 나타내고 있다.



<그림 3-2-19> 지하수의 Piper Diagram



<그림 3-2-20> Stiff 다이어그램

<표 3-2-16> 울농지구 지하수 유형

구분	계	Ca-HCO ₃		Ca-Cl		Na-HCO ₃		Na-Cl	
		개수	비율 (%)	개수	비율 (%)	개수	비율 (%)	개수	비율 (%)
울농지구	18	16	88.8	1	0.6	1	0.6	-	-
경주시 외동읍	18	16	88.8	1	0.6	1	0.6	-	-

바. 생활용수 기준 수질검사 결과

질산성질소분석 결과 및 관정현황 조사 시 지하수 수질오염이 취약하다고 판단되는 지역의 농업용 관정을 선택하여 생활용수(20항목)에 대한 수질검사를 실시하였으며 지하수 시료의 생활용수 수질기준 20항목 분석은 수질분석 전문기관에 의뢰하여 분석하였다.

울농지구 조사대상 15개 관정에서 시료를 채수하여 분석된 지하수 수

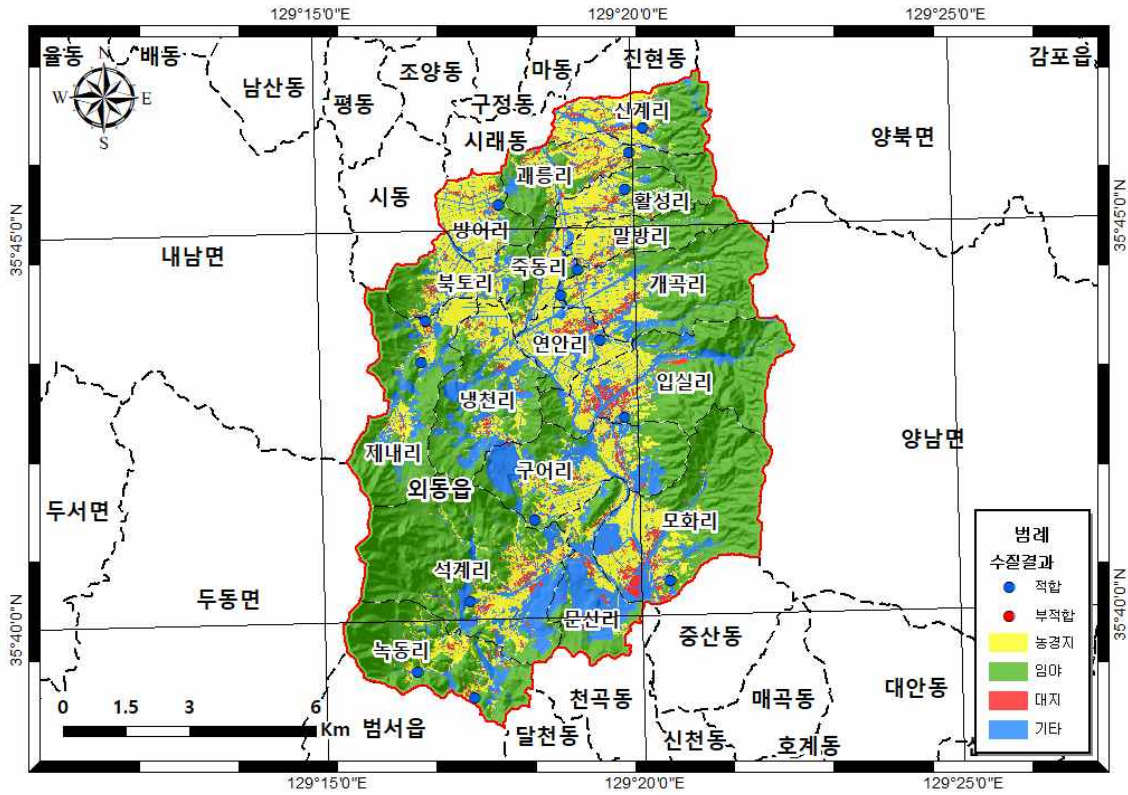
질분석 자료를 환경부의 ‘지하수 수질 측정망 운영 시 조사항목 및 수질 기준’에 따라 행정구역별 수질현황과 항목별 기준초과 요인을 분석하였다. 먼저 각각의 지하수 수질기준 항목을 일반오염물질과 특정유해물질로 분류하였다.

☐ 채수한 전체 15개의 시료 중 생활용수 수질기준 적용 시, 시료 중 적합공 15개(100%)로 나타났다.

<표 3-2-17> 지하수 수질 기준

항목	이용목적별	먹는물	생활용수	농업/어업용수	공업용수
	일반 오염 물질 (4개)	수소이온농도(pH)	5.8~8.5	5.8~8.5	6.0~8.5
대장균군수		불검출	5,000 이하 (MPN/100ml)	-	-
질산성질소		10 이하	20 이하	20 이하	40 이하
염소이온		250 이하	250 이하	250 이하	500 이하
특정 유해 물질 (16개)	카드뮴	0.005 이하	0.01 이하	0.01 이하	0.02 이하
	비소	0.05 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
	다이아지논	0.02 이하	0.02 이하	0.02 이하	0.02 이하
	파라티온	0.06 이하	0.06 이하	0.06 이하	0.06 이하
	페놀	0.005 이하	0.005 이하	0.005 이하	0.01 이하
	납	0.05 이하	0.1 이하	0.1 이하	0.2 이하
	크롬	0.05 이하	0.05 이하	0.05 이하	0.1 이하
	트리클로로에틸렌	0.03 이하	0.03 이하	0.03 이하	0.06 이하
	테트라클로로에틸렌	0.01 이하	0.01 이하	0.01 이하	0.02 이하
	1.1.1-트리클로로에탄	0.1 이하	0.15 이하	0.3 이하	0.5 이하
	벤젠	0.01 이하	0.015 이하	-	-
	톨루엔	0.7 이하	1 이하	-	-
	에틸벤젠	0.3 이하	0.45 이하	-	-
	크실렌	0.5 이하	0.75 이하	-	-

※ 먹는물수질기준및검사등에관한규칙(환경부령 제684호, 2016.12.30. 일부개정)
지하수의수질보전등에관한규칙(환경부령 제770호, 2018.8.6. 일부개정)



<그림 3-2-21> 수질검사 결과 분포도

<표 3-2-18> 수질 분석결과

지역	읍면	분석공	적합공	부적합공	기준초과 요인	
					일반오염물질	특정유해물질
울농지구		15	15	-	-	-
경주시	외동읍	15	15	-	-	-

- 특정 유해물질 - 유해영향 무기물에 관한 검사항목은 카드뮴, 비소, 시안, 수은, 납, 6가 크롬 등 6개 항목이고 유기물에 관한 항목은 다이아지논, 페놀, 다이아지논, 트리클로로에틸렌, 테트라클로로에틸렌, 1,1,1-트리클로로에탄, 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 크실렌 등 10가지 항목으로 특정 유해물질 항목은 총 16개이다.

- 유해영향 무기물질은 주로 광산폐수, 농약, 공장폐수 등에 의해 수중에 유입되거나, 지하의 암석 또는 지각 중에 여러 무기물 등과 존재하고 있다. 비소화합물은 독성이 강하여 특히, 아비산은 비소 화합물 중에 가장 독성이 강해 예부터 독약으로 이용되었으며, 0.1~0.3g이면 치사하게 된다. 이타이이타이병을 유발하는 것으로 알려진 카드뮴 역시 급성 중독 시 구토, 위장염, 빈혈, 골연화증을 일으킨다.

- 특정 유해물질 16개 항목에 대한 분석결과 분석된 기준치를 초과하는 조사공은 없는 것으로 분석되었다.

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 7가지의 인자에 지하수 오염에 영향을 미치는 중요도에 따라서 가중치 및 등급이 정해져 있으며, 각 인자에 대한 주제도면 작성 및 분석을 세부적으로 설명하면 다음과 같다.

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

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

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

1) 지하수위(Depth to water table)

- 지하수의 심도는 지표면에서 지하수면까지의 깊이로서 지하수위가 클수록 지표오염물질의 지하 유입 가능성이 적다. ‘지하수 유동체계’의 지하수 심도분포에 대한 분석성과를 기초로 7개 등급으로 재분류하여 전술한 격자자료를 구축하였으며 조사지역의 지하수위는 대부분 지표 하 평균 8m내에 분포하며, 일부 산지 지역은 11~20m이상, 하천 인접지역에서는 2m미만으로 나타났다. 측정된 지하수위 자료를 바탕으로 하여 1~10등급을 부여하고 가중치는 5를 적용하여 오염 지수를 산정하였다.
- 조사지역의 지하수면의 깊이는 금회 조사한 지하수 수위자료를 이용하였고, 지하수면의 깊이에 대한 범위 6개로 설정하였고 각 범위에 대하여 10, 9, 7, 5, 3, 2등급을 부여하고 가중치를 적용하였다.

2) 자연 함양량(Net Recharge)

- 지하수의 순수 충전량의 주요인은 강수량이고, 자연 함양량은 지표면으로부터 지하수면에 도달하는 단위 면적당 물의 양을 말한다. 따라서, 충전량이 클수록 지하수오염 가능성은 커진다(Aller et al., 1987). 본 조사에서는 앞서 평가된 지하수 함양량을 유역별로 동일하게 자연 함양량으로 적용하였다.

3) 대수층 매질(Aquifer Media)

- DRASTIC 모델에서 말하는 대수층은 유용하게 사용할 수 있을 정도로 충분히 많은 양의 물을 채수할 수 있는 지하 암석층으로써, 주로 셰일, 사암, 석회암으로 나누고, 이들 3개의 층을 좀 더 세분화해서 7개의 범위로 나누며, 각각에 대해서 등급이 설정되어 있다. 각 범위를 나누는 기준은 파쇄대, 절리면의 분포 정도, 분급 그리고 세립질의 양 등이다(Aller et al. 1987).
- 일반적으로 조립질이고 분급이 좋고 파쇄대나 절리면이 많을수록 공

극이 많아지고 투과율도 좋아지기 때문에 오염 가능성이 높아지고 상대적으로 등급이 높게 설정된다. 반면에 대수층이 세립이고 파쇄대, 절리면이 적으면 그만큼 오염물질이 이동할 수 있는 경로가 작아지면서 오염 가능성이 희박해지기 때문에 등급이 낮아지게 된다. 본 조사 지구는 지질별로 수리특성을 고려하여 총 3개의 등급으로 나누었으며 등급이 높을수록 투수성이 높아 오염취약성이 높아짐을 의미한다.

4) 토양매질(Soil Media)

- 토양은 활발한 생물활동에 의해서 특징지어지는 비포화대의 최상부로서 평균적으로 지하 6feet(1.6m)내의 풍화대이다. 토양은 지하로 침투되는 충전량에 상당한 영향을 주기 때문에 지하수 오염 가능성은 점토의 수축/팽창 특성이 적으면 적을수록 그리고 입자크기가 작으면 작을수록 오염가능성은 적어진다(Aller et al., 1987). 본 조사에서는 토양도를 이용하여 데이터베이스를 구축하였으며 이를 투수성에 의해 3등급으로 분류하였다.

5) 지형(Topography)

- 지형 경사는 오염인자가 대상지역에서 지속적으로 머무를 것인지 아니면 지표에서 빠르게 유출될 것인지를 결정하게 된다. 경사 구배가 심한 지역은 대수층내 지하수 유속을 높여주기 때문에 결국 높은 유출량 및 발산량에 의해서 오염인자가 지하로 침투되지 못하여 오염 가능성이 줄어들고 등급도 낮아진다. 반대로, 낮은 경사를 갖는 지역은 지하수 유동속도가 낮아서 유출량 및 발산량에 비해 상대적으로 오염인자가 대수층내로 침투할 가능성이 높아지므로 등급이 높다. 본 조사에서는 1:5,000 수치지도를 이용하여 지형경사에 따른 오염취약성을 평가하였다.

6) 비포화대 매질의 영향(Impact of the Vadose Zone)

- 비포화대는 포화되지 않은 또는 불연속적으로 포화된 지하수면 상부

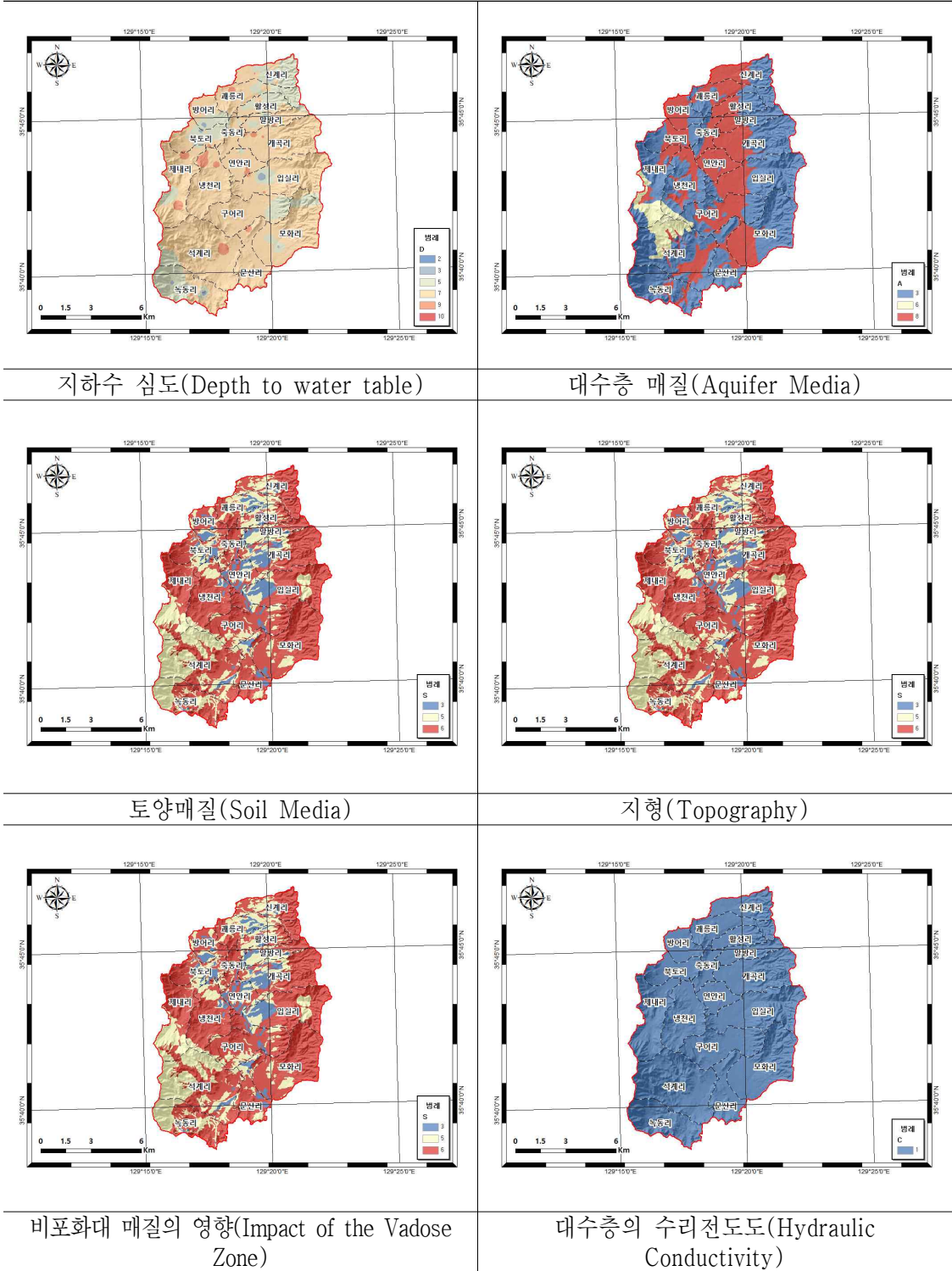
층으로써 토양층과 지하수면 사이의 층을 말하며 이러한 비포화대내에서는 생물분해, 중화, 기계적인 여과, 화학반응, 휘발작용 및 분산이 발생할 수 있다. 본 조사에서는 지질도에 의한 지질분류로 비포화대 매질의 등급을 나누었다.

7) 대수층의 수리전도도(Hydraulic Conductivity)

□ 수리전도도는 대수층이 물을 이동(통과)시킬 수 있는 능력으로써, 주어진 수리 구배하에서 지하수가 흐르는 비율을 조절한다. 이는 입자와 입자사이, 파쇄대 그리고 층리면 사이에서 흔히 나타나는 공극의 양에 의해서 조절된다. Aller et al.(1987)는 수리전도도에 있어서 오염가능성이 관련될 수 있는 예로써 세 가지의 특성 즉, 유동시간, 유속, 농도를 지적한 바 있는데, 이처럼 수리전도도는 단순히 포화대에서 지하수 흐름 속도만의 함수가 아니라 대수층 매질, 충전량, 그리고 지형 등을 고려한 여러 인자들간의 조합에 의해서 등급이 설정된다. 본 조사에서는 기존 양수시험결과부터 산정된 수리전도도를 이용하여 등급을 구분하였다.

<표 3-3-1> 읍면별 DRASTIC Index

구 분	DRASTIC Index			Modified DRASTIC Index		
	최소	최대	평균	최소	최대	평균
울농지구	87	161	124.3	97	176	132.8
경주시 외동읍	87	161	124.3	97	176	132.8



<그림 3-3-1> DRATIC 오염취약성 평가 주제도

3.3.2 DRASTIC 시스템의 적용

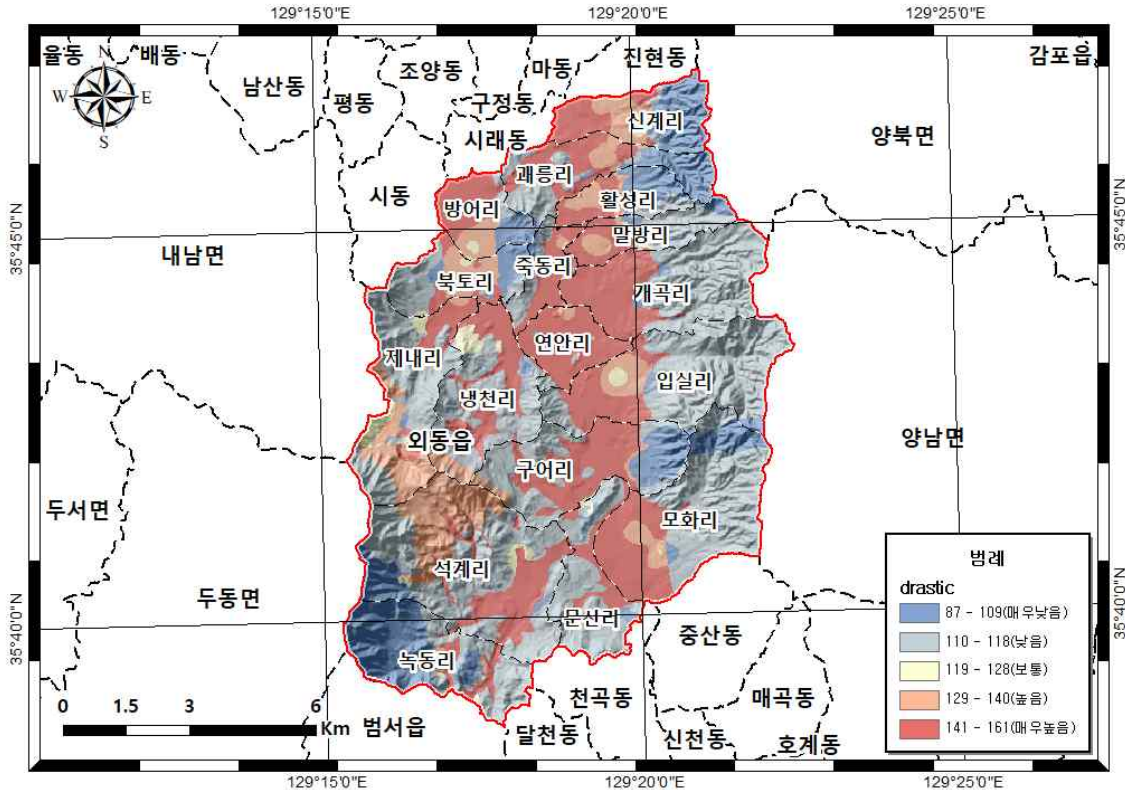
<표 3-3-2> DRASTIC 평가기준

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)
		50.8미만	50.8-101.6	101.6-177.8	177.8-254.0	254.0이상			
2) 자연 함양량(R)	mm/년	1	3	6	8	9			4(4)
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				
· 빙퇴석		4~6			5				
· 층상셰일, 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							
· 사질 Loam		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			
		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				
· 층상 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)	$\times 10^{-4}$ 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		

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)

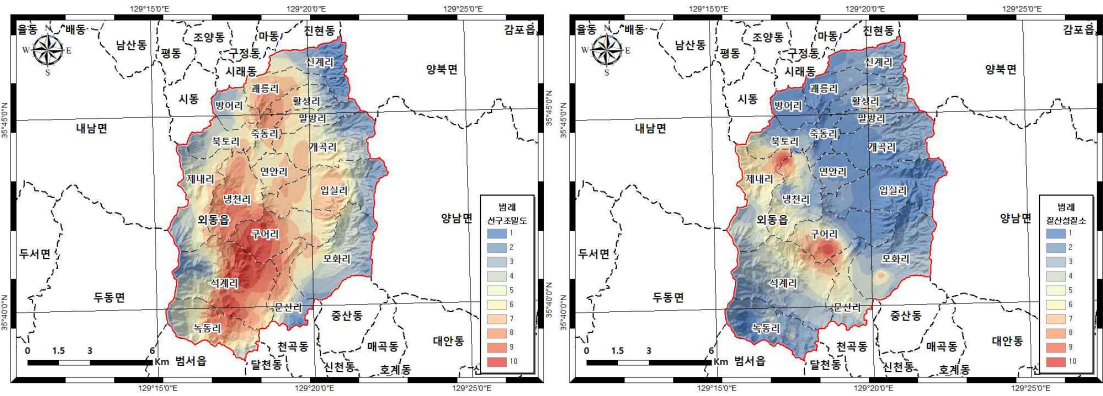
□ DRASTIC 지수는 지하수 오염에 대한 취약성과 민감성을 상대 평가하는 것이며, 지하수의 오염정도를 직접적으로 나타내는 것은 아니다. 일반적인 평가방법에서 DRASTIC 지수는 87~161의 범위를 갖는다. DRASTIC 지수는 값이 클수록 상대적으로 지하수 오염가능성이 높고, DRASTIC 지수가 작으면 지하수 오염 가능성이 상대적으로 낮음을 의미한다.



<그림 3-3-2> 오염취약성도

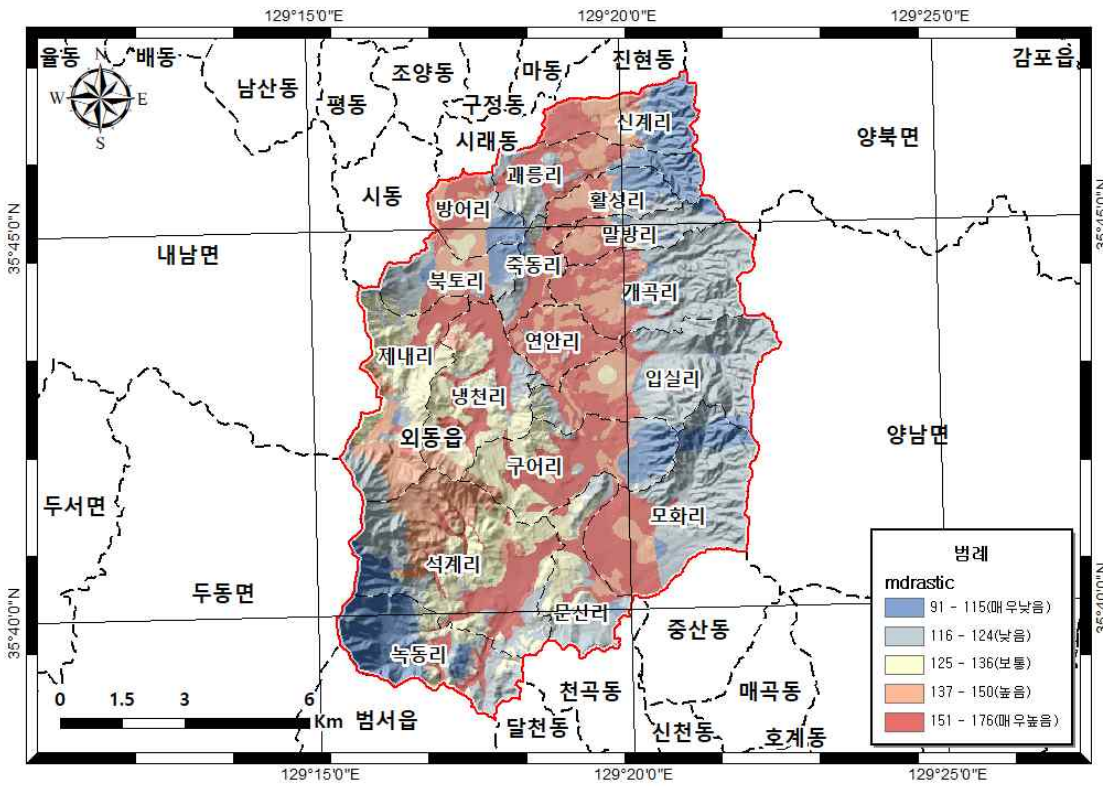
나. 변형된 오염취약성(Modified DRASTIC) 분석

- 일정한 지역에서의 지하수의 유동은 파쇄대의 발달방향에 의해 직접적으로 영향을 받을 것이며, 결과적으로 오염물의 이동 방향 역시 지역적인 조건에 의하여 조절된다. 그러므로 DRASTIC 모델은 지역적 특성을 고려하여 인자가 추가되거나 가중치와 등급의 조절 등 변형·발전되어야 한다.
- 상기 서술한 오염취약성도는 미국의 수리지질학적 환경에 적합하도록 개발된 것이므로 이 모델을 사용하는 세계 각국들은 각기 자기의 나라의 수리지질학적 특성에 맞는 DRASTIC 변형모델을 사용하고 있다(Evans and Myers, 1990).
- 본 조사에서는 우리나라 특성에 맞고 지하수오염 취약성에 대한 보다 구체적인 평가를 할 수 있도록 질산성질소 결과와 구조선밀도 등을 부가적인 인자로 사용할 수 있을 것으로 판단된다. 질산성질소 결과는 질산성질소 농도에 따른 오염원들의 영향을 간접적으로 반영하기 위함이고, 구조선밀도는 우리나라의 대수층이 대부분 암반대수층인 점을 고려하여 지하수의 유동이 잘되는 파쇄대의 영향을 최대한 반영하기 위함이다.



(a) 선구조 가중밀도도

(b) 질산성질소 결과



(c) 변형된 오염취약성도

<그림 3-3-3> 변형된 오염취약성도

3.4 지하수 수질 환경특성에 따른 동리별 순위

□ 지하수 수질관리 필요지역을 선정함에 있어 질산성질소 평균, 오염원 분포밀도, DRASTIC INDEX 및 단위면적당오염부하량 항목을 검토하여 항목별 순위를 내림차순으로 정리하였다.

<표 3-4-1> 지하수 수질환경 특성에 따른 동리별 순위

(단위 : mg/L, 개소/km², kg/일/km²)

NO. 순위	리별 질산성질소 평균			오염원 분포밀도			DRASTIC INDEX			단위면적당오염부하량		
	읍면	리	값	읍면	리	값	읍면	리	값	읍면	리	값
1	외동읍	냉천리	9.1	외동읍	방어리	14.7	외동읍	연안리	142.6	외동읍	방어리	310.9
2	외동읍	제내리	5.4	외동읍	신계리	11.4	외동읍	방어리	132.5	외동읍	신계리	98.3
3	외동읍	활성리	4.3	외동읍	말방리	11.1	외동읍	죽동리	131.3	외동읍	죽동리	85.5
4	외동읍	구어리	4.2	외동읍	죽동리	10.2	외동읍	냉천리	126.8	외동읍	말방리	71.9
5	외동읍	모화리	3.7	외동읍	활성리	6.1	외동읍	구어리	126.4	외동읍	입실리	67.6
6	외동읍	석계리	3.5	외동읍	북토리	5.6	외동읍	개곡리	126.0	외동읍	모화리	59.9
7	외동읍	녹동리	2.4	외동읍	패릉리	4.9	외동읍	말방리	124.4	외동읍	연안리	54.7
8	외동읍	신계리	2.2	외동읍	개곡리	4.6	외동읍	모화리	124.3	외동읍	활성리	52.4
9	외동읍	입실리	1.9	외동읍	입실리	4.4	외동읍	제내리	124.3	외동읍	패릉리	46.6
10	외동읍	패릉리	1.7	외동읍	연안리	4.1	외동읍	패릉리	124.2	외동읍	구어리	45.7
11	외동읍	연안리	1.4	외동읍	구어리	3.3	외동읍	석계리	124.2	외동읍	북토리	43.5
12	외동읍	죽동리	1.3	외동읍	석계리	2.3	외동읍	신계리	123.8	외동읍	개곡리	40.6
13	외동읍	문산리	1.3	외동읍	제내리	2.1	외동읍	활성리	122.5	외동읍	석계리	27.2
14	외동읍	말방리	1.2	외동읍	냉천리	2.0	외동읍	입실리	122.2	외동읍	문산리	26.9
15	외동읍	북토리	1.0	외동읍	모화리	1.9	외동읍	북토리	121.9	외동읍	냉천리	21.2
16	외동읍	방어리	0.9	외동읍	문산리	1.2	외동읍	문산리	119.9	외동읍	제내리	17.6
17	외동읍	개곡리	0.7	외동읍	녹동리	1.2	외동읍	녹동리	112.0	외동읍	녹동리	14.4

부록 IV

농어촌지하수관리시스템

4. 농어촌지하수관리시스템 이용안내

4.1 구축현황

농어촌지하수관리시스템을 통해 사업시행대상 457지구 농어촌용수구역 중 ‘21년까지 342지구(117개 시군)에 대한 농어촌지하수 조사결과를 인터넷 기반의 WebGIS 지도 서비스로 제공합니다.

《 농어촌지하수관리시스템 DB 구축 현황 》

단위시스템	구축내용	자료수(건)	주된 내용
농어촌 지하수관리 시스템	소계	801,486공	
	자원관리조사 조사관정	770,838공	총 352지구 중 303지구(108개 시·군) 농어촌용수구역 내 분포 관정조사 결과
	지하수개발실적	20,449공	공사개발 지하수관정 시추·개발 자료
	수맥시추조사	10,199공	수맥조사 지구 내 시추착정조사 결과
농어촌 지하수관측망 시스템	소계	895공	
	농촌지하수관측망	649공	용수구역별 지하수위·수질악화 우려지역에 대한 지하수 모니터링
	해수침투관측망	246공	도서·해안지역 농어촌 지하수에 대한 해수침투(염수침입) 모니터링

4.2 접속방법

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

4.3 운영방법

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

4.4 농어촌지하수관리시스템 이용 안내

4.4.1 지하수자원관리사업

- 화면중앙 아이콘 또는 상단메뉴의 '지하수 자원관리사업'을 클릭합니다.

농어촌지하수관리시스템 홈페이지

지하수 자원관리사업

지하수 개발실적

지하수 관측망시스템

지도서비스

농어촌 지하수 관리시스템

농어촌의 지하수 수량, 수질, 이용상태 등 농업용 지하수 정보를 수집, 지하수 정보 서비스를 제공합니다.

- 지하수 자원관리사업
GROUND WATER RESOURCE MANAGEMENT PROJECT
- 농어촌공사 지하수 개발실적
RURAL CONSTRUCTION GROUND WATER DEVELOPMENT PERFORMANCE
- 지하수 관측망시스템
GROUND WATER MONITORING SYSTEM
- 지도 서비스
MAP SERVICE

농어촌지하수관리시스템이란?
한국농어촌공사에서 생성되는 지하수 수계도정보, 시설정보, 관측정보를 온라인으로 제공하기 위한 지하수 활용 시스템입니다.
[이보기]

공지사항

- [공지] 농어촌지하수관리시스템 개편 알림
- 농어촌지하수관리시스템 홈페이지 점검 안내
- 농어촌지하수관리시스템 웹지도서비스 재개
- 농어촌지하수관리시스템 웹지도서비스 점검

지하수 정보

- 2018년 농촌지하수관측망 및 해수일투조사
- 2018년 농촌지하수관리보고서 업로드 알림
- 2018년 양식장용수관리사업 보고서 업로드
- 한국농어촌공사 지하수지질사업 홍보동영상

보고서

- [지하수관측망]2018년 해수일투조사보고서
- [지하수관측망]2018년 농촌지하수관리 관
- [양식장용수관리사업]2018 전북 부안군 부
- [양식장용수관리사업]2018 전남 해남군 해

농림축산식품부 | 한국농어촌공사 | 식량안전국 개발 한국농어촌공사 | 농어촌 생활112 | RAWRIS 농촌용수통합정보시스템

이메일무단수집거부 | 개인정보처리방침

한국농어촌공사 (우 58327) 권라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 연락처 061-338-5799,5754 팩스번호 061-338-5749
COPYRIGHT©2018KRC. ALL RIGHT RESERVED. webmaster@krcr.or.kr

- 지하수 자원관리사업 개요

지하수 자원관리사업 개요페이지

지하수 자원관리사업

농어촌지하수관리시스템은 농업·농촌을 위한 지하수 관리의 중요성을 강조합니다.

지하수 자원관리사업

지속가능한 개발·이용
 ↓
 농어촌 지하수자원의 보전 관리
 ↓
지하수 자원관리사업

농어촌지하수관리 해수침투조사 수맥조사
 유역별 지하수 총합 대책 수립 해안지역 농경지 염해예방 기동상습지 사전 개발조사

지하수 이용량 급증 **지하수 오염 심화**

농어촌 지하수 관리조사

목적
 - 농어촌 지역 지하수의 선 개발과 오염 방지
 - 지하수질 개선을 위한 국가입찰인계사업


사업시행 근거
 - 농어촌 지역별 개도도
 - 농어촌지역용수이용실태조사
 - 지하수법 제50조(지하수 개발·이용 보전관리 조사·추진 및 현명개발의 할부방법)

추진체계

기본자료 수집 분석 지표수입 지구입사 지표지질조사
 영양조사 중량원자 조사 (GPS) 환경현황조사 검역조사
 지하수 수질 조사 현장수질검사 경관수질검사 물리당사
 수질·수리 분석 예측 경제모형원위지도 지하수 수도, 유동방향 분석 오염예측도
 농촌지하수관리 시스템 구축 조사자료 입출력 GIS 분석 WEB 서비스

- 지하수 자원관리사업 조사실적

행정구역별 현황



농어촌지하수관리시스템

[지하수 자원관리사업](#)
[지하수 개발실적](#)
[지하수 관측망시스템](#)
[지도서비스](#)

지하수 자원관리사업

농어촌지하수관리시스템은 농업용수관정량 및 토양정보를 제공합니다.

지하수 자원관리사업

개요

조사실적

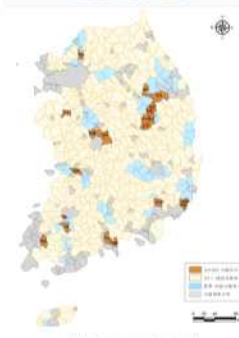
조사결과

조사실적

농어촌 지하수 관리조사


농어촌 지하수 관리사업은 농업용수관정량 및 토양정보를 제공하는데 목적이 있습니다. 2018년부터 2023년까지 농어촌지하수관리사업 고교, 수질정보, 지반정보 등 지하수 관련 사업에 대해 보고하고 있습니다.

2019년 농어촌지하수관리사업 시행지구



(2019년 농어촌지하수관리사업 시행지구)
이 지역을 관리하면 지도를 통해 그 지역을 볼 수 있습니다.

농어촌지하수관리사업 관측구역도



(농어촌지하수관리사업 관측구역도)
이 지역을 관리하면 지도를 통해 그 지역을 볼 수 있습니다.

행정구역별 조사실적현황

농어촌지하수관측구역별 조사현황

조사년도	개	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	비고	
											비고1	비고2
2018	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2019	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2020	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2021	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2022	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2023	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2024	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2025	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2026	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2027	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2028	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2029	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2030	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2031	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2032	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2033	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2034	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2035	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2036	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2037	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2038	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2039	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2040	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2041	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2042	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2043	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2044	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2045	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2046	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2047	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2048	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2049	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2050	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

한국농어촌공사 | 개인정보처리방침

kr 한국농어촌공사 | (주) 583271 | 전화번호: 152-2300 | 팩스번호: 061-338-5798-5754 | 고객센터: 061-338-5749


Copyright © 2018 KCA. All rights reserved. www.kca.go.kr

kr 한국농어촌공사

부록 - 106

- 지하수 자원관리사업 조사실적

농어촌용수구역별 현황



지하수 자원관리사업 지하수 개발정책 지하수 관측망시스템 지도서비스

지하수 자원관리사업

농어촌지하수관리시스템은 농림환경공급망에 중요영역으로 계층됩니다.

지하수 자원관리사업

개요

조사실적

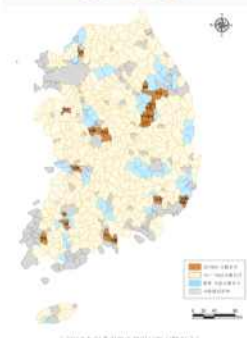
조사결과

조사실적

농어촌지하수 관리 조사 지도 서비스 바로가기


농어촌지역의 지하수 현황을 조망, 개발 지원정책 수립 수행할때 지하수 특성 등에 대해 기존 자료 및 현장 조사 분석 등의 실시하여 농어촌 지하수에 대한 정보를 제공한다. 2015년부터 2024년까지 10년간 완료된 농어촌지역에 대한 고강도, 수질모형, 지반침하 등 지하수 특성을 사전에 예방하고 보전과 관리의 수단에 활용되고 있습니다.

2019년 농어촌지하수관리사업 시행지구



2019년 농어촌지하수관리사업 시행지구
지하수를 관리하기 위한 시도를 위한 지구로 분류됩니다.

농어촌지하수관리사업 용수구역도



농어촌지하수관리사업 용수구역도
지하수를 관리하기 위한 시도를 위한 지구로 분류됩니다.

행정구역별 조사현황

농어촌용수구역별 조사현황 보기

조사 연도	개	경기	강원	충청	충남	전북	전남	경북	경남	제주
전국 (2021)	752	41	36	28	41	34	32	42	44	6
행정지구 (개)	283	35	29	25	34	29	45	45	36	5
2001	2	화성	-	-	-	-	-	-	-	-
2002	8	화성	-	대전	아산	-	무안	-	-	-
2003	8	영광	영남	-	이천	북원	무안	칠곡	김천	-
2004	11	-	영광	공주	아산	북원	무안	영광	김천	-
2005	15	영광	영남	공주	영광	무안	영광	김천	-	-
2006	19	기흥	충신	간지	유곡	영남	북원	영광	김천	-
2007	26	기흥	영남	간지	공주	영남	북원	영광	김천	계하
2008	23	기흥	영남	공주	유곡	영남	북원	영광	김천	계하
2009	22	기흥	영남	공주	유곡	영남	북원	영광	김천	계하
2010	23	기흥	영남	공주	유곡	영남	북원	영광	김천	계하
2011	17	기흥	영남	공주	유곡	영남	북원	영광	김천	계하
2012	16	기흥	영남	공주	유곡	영남	북원	영광	김천	계하
2013	16	기흥	영남	공주	유곡	영남	북원	영광	김천	계하
2014	16	기흥	영남	공주	유곡	영남	북원	영광	김천	계하

~ 중 략 ~

- 조사결과 : 행정구역별 개발이용현황(충적암반별)

충적암반별 개발이용현황 (충적암반별)

행정 구역	구축 연도	계	양분	축적
계		12,284	11,987	8,217
광명면	2006	482	1,488	377
노도면	2006	649	1,881	558
북방면	2009	520	977	435
분덕면	2007	476	427	404
미덕면	2006	842	389	392
황곡읍	2007	3,474	11,882	1,879
보성읍	2006	23	22	8
보성읍	2006	1,420	1,914	839
북서면	2007	1,018	1,050	710

충청남도 보성군

행정 구역	구축 연도	계	양분	축적
계		4,023	4,355	2,342
기안면	2010	291	412	170
화산면	2010	194	219	99
미서면	2011	577	384	305
문산면	2010	603	674	219
비안면	2011	148	255	71
서면	2011	118	134	82
서천읍	2010	624	675	390
서호면	2010	123	223	87
일합읍	2011	271	170	204

- 조사결과 : 행정구역별 개발이용현황(용도별)

용도별 개발이용현황 (용도별)

행정 구역	구축 연도	계	양분	축적	가정·관용용수
계		4,023	4,355	2,342	14
기안면	2010	291	412	170	0
화산면	2010	194	219	99	0
미서면	2011	577	384	305	0
문산면	2010	603	674	219	0
비안면	2011	148	255	71	0
서면	2011	118	134	82	0
서천읍	2010	624	675	390	0
서호면	2010	123	223	87	0
일합읍	2011	271	170	204	1

충청남도 서천군

구축 연도	계	양분	축적	가정·관용용수
계	4,023	4,355	2,342	14
2010	2,914	3,126	1,539	0
2011	1,109	1,229	803	14

- 조사결과 : 행정구역별 현장 간이수질조사 결과

조사결과

간이수질조사 결과

간행군 자료는 전국농어촌공사에서 자체조사한 관행조사자료를 바탕으로 작성되었습니다.

행정 구역	구축 연도	용수	질산염질소 농도(F-N) (mg/L)	질산염질소 (NO ₃ -N) (mg/L)	총용존고형물 (TDS) (mg/L)	수소이온농도 (pH)
계		1,340	1.1	415	168.3	7.7
고포면	2009	54	0.6	472	279.7	7.6
군화읍	2009	94	1.9	489	288.7	7.9
북계면	2008	294	1.6	311	183.2	7.8
상남면	2009	117	2.9	414	244	7.8
소백면	2009	139	3.8	392	231.3	7.7
우봉면	2009	76	2.3	1,041	614.1	7.3
우봉면	2009	150	2.8	265	153.2	7.7
효령면	2008	416	0	258	152.4	7.8

~ 중 략 ~

- 조사결과 : 행정구역별 지하수 수량특성 분석결과

조사결과

지하수 수량특성 분석결과

간행군 자료는 전국농어촌공사에서 자체조사한 관행조사자료를 바탕으로 작성되었습니다.

행정 구역	구축 연도	관정깊도 (m)	관정면적당 이용량 (천리터/년)	이용량/역량계정가능량(%)
계		21.96	24.37	38.37
회덕면	2016	27.20	22.40	42.00
군화읍	2016	30.70	37.70	64.80
칠성면	2016	18.90	25.50	46.00
송학면	2016	30.70	40.50	37.50
내기면	2018	25.10	18.50	28.80
남산면	2016	20.30	18.80	37.70
선동면	2016	23.30	20.20	29.80
영서면	2016	25.30	21.50	30.80
황명면	2016	15.70	18.10	25.40

~ 중 략 ~

- 조사결과 : 행정구역별 지하수 수질특성 분석결과

지하수 자원관리사업
농어촌지하수관리시스템은 농업농민공공기관 운영 업무를 제공합니다.

지하수 자원관리사업

조사결과

지역: 경기도, 인천시, 충청남도

대상: 개별이용현황(농작업안정), 개별이용현황(농도별), 환경간여수질조사 결과
지하수 수질특성 분석결과, 지하수 수질특성 분석결과, 수량관리 필요지역 제안, 수질관리 필요지역 제안

표본시 가지는 한국농어촌공사에서 자체조사한 관정조사자료를 바탕으로 작성되었습니다.

경기도 프지사

행정 구역	구축 연도	질산염농도(mg/l)	오염원부일도 (개조년)	평균 DRASTIC index	오염부하량 (kg/Daily)
평균		12.0	4.10	126.30	237.87
화성시		10.3	2.96	133.61	397.01
화성시	2017	10.3	2.96	133.61	397.01
남양주시	2017	5.4	3.1	140.29	345.30
남양주시	2014	3.9	3.58	119.05	27.01
소흘읍	2014	1.5	1.03	129.65	234.27
영평면	2017	8.2	3.29	135.20	316.23
공내면	2015	7.1	2.82	126.30	171.52
신원동	2015	10.4	3.87	119.06	333.32

~ 종 략 ~

- 조사결과 : 행정구역별 수량관리 필요지역 제안

지하수 자원관리사업
농어촌지하수관리시스템은 농업농민공공기관 운영 업무를 제공합니다.

지하수 자원관리사업

조사결과

지역: 강원도, 충청남도

대상: 개별이용현황(농작업안정), 개별이용현황(농도별), 환경간여수질조사 결과
지하수 수질특성 분석결과, 지하수 수질특성 분석결과, 수량관리 필요지역 제안, 수질관리 필요지역 제안

표본시 가지는 한국농어촌공사에서 자체조사한 관정조사자료를 바탕으로 작성되었습니다.

강원도 영월군

행정 구역	구축 연도	A/C를 (행정구역)	B/C를 (행정구역)
영월읍	2018	-	-
영월읍	2018	-	-
영월읍	2018	Y	-
영월읍	2018	-	Y
영월읍	2018	-	Y
영월읍	2018	-	-
영월읍	2018	Y	-
영월읍	2018	-	Y
영월읍	2018	Y	-

~ 종 략 ~

4.4.2 지하수 개발실적

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



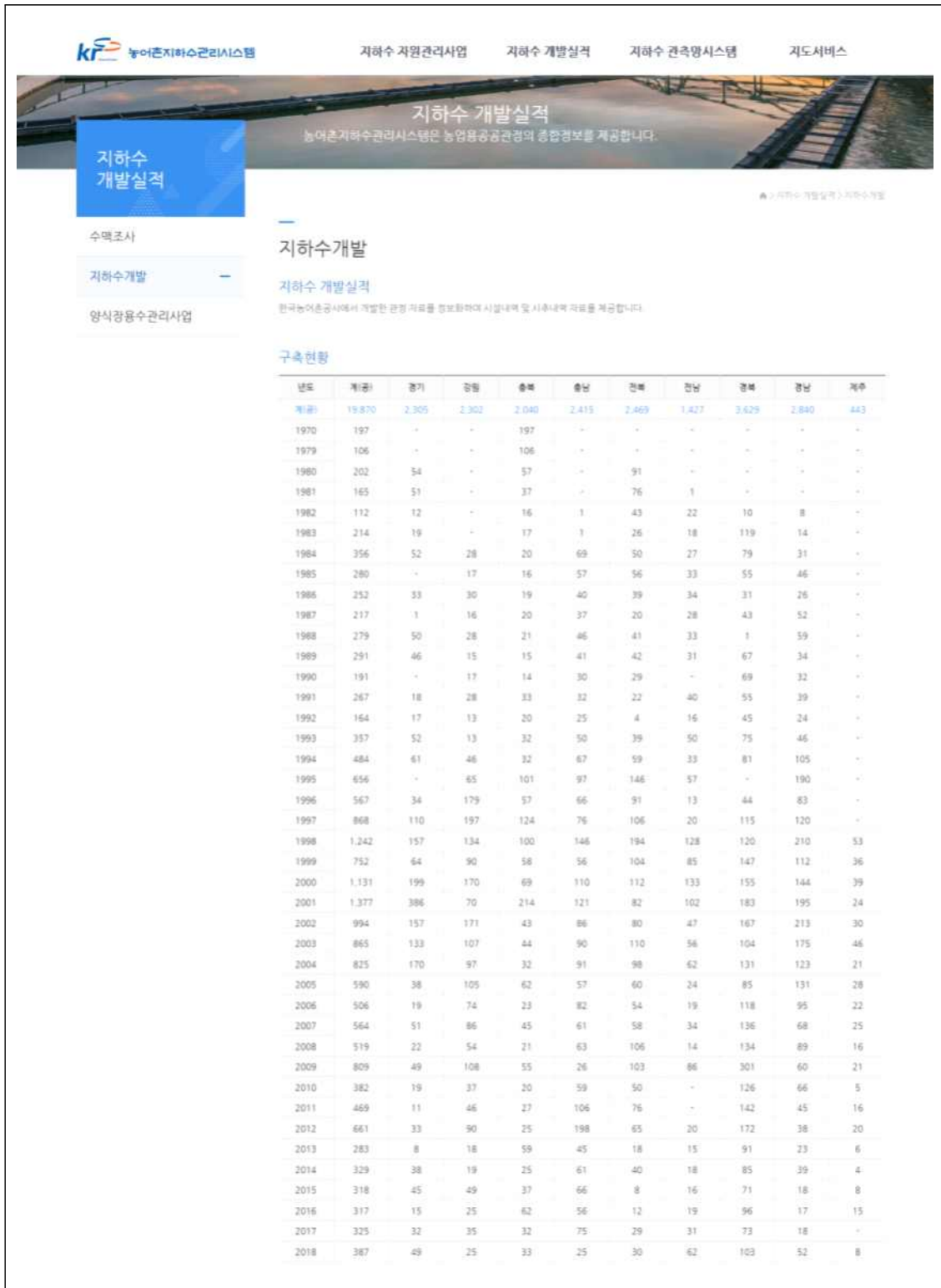
– 수맥조사 : 사업개요

– 수맥조사 : 조사실적

연도	복구수	조사면적 (ha)	개발가능 면적 (ha)	관기탐사 (관)	수위관측 (관)	시추조사 (관)
02	1,703	1,146,877	51,388	54,704	25,767	8,244
03	123	7,283	3,258	3,632	3,423	486
04	181	10,015	4,519	5,380	4,311	647
05	337	10,015	4,872	5,434	3,379	873
06	401	4,529	3,529	7,823	1,929	585
07	354	5,054	2,147	3,126	496	527
08	232	4,370	1,990	3,326	540	573
09	353	4,587	1,700	2,887	352	439
10	315	2,826	1,182	1,797	246	224
11	350	2,765	1,329	1,751	212	151
12	147	1,083	431	810	45	79

※ 수맥도 및 시추내역은 “농어촌 지하수지도”서비스에서 제공합니다.
 (좌측메뉴 주제도 - 지하수 개발관정 - 사업구분 - 수맥시추)
 (좌측메뉴 주제도 - 지하수 수맥정보 - 수맥도)

- 지하수 개발실적(한국농어촌공사 직영시행)



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

– 양식장용수관리사업(지하해수조사) : 사업개요

The screenshot displays the KR Water Management System interface. At the top, there is a navigation bar with links for '지하수 자원관리사업', '지하수 개발실적', '지하수 관측망시스템', and '지도서비스'. The main header features the title '지하수 개발실적' and a sub-header '양식장용수관리사업'. A left sidebar contains a menu with '수역조사', '지하수개발', and '양식장용수관리사업' (selected). The main content area has a '개요' (Overview) tab and a '결과' (Results) tab. Below the tabs, the '목적' (Purpose) section explains the project's goal to improve groundwater quality for aquaculture. The '주요내용' (Main Contents) section is a grid of 12 items, each with an icon and a title: '현황조사', '지하해수조사', '원격탐사', '지하수 관측망', '개발가능성조사', '관개지합성', '양반송 시추', '물리검출', '수역도 작성', '개발가능부지도연분서', '개발방법수립', and '지하해수 보고서'.

- 양식장용수관리사업(지하해수조사) : 조사실적

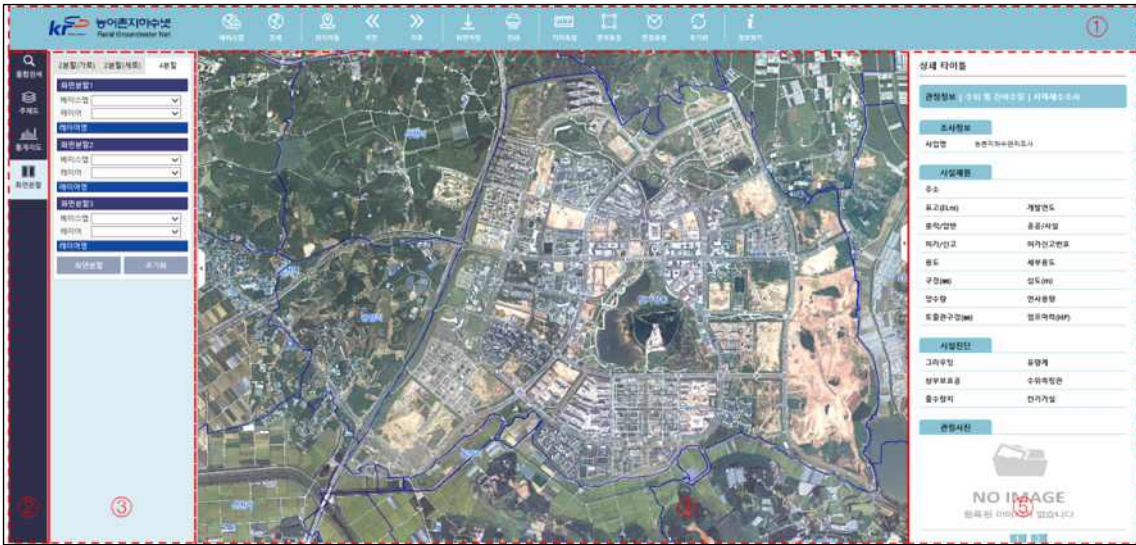
조사 연도	개	부산	진정	출산	경사	경동	충남	전북	전남	경북	경남
계	200	1	5	4	7	6	75	11	106	16	33
2009	100	1	3	0	0	5	9	5	47	11	20
2010	10										
2011	8										
2012	7										
2013	7										
2014	12										
2015	16										
2016	14										
2017	15										
2018	15										
2019 (8.31까지)	15										

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

4.5 농어촌 지하수지도 이용 안내

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

4.5.1 화면구성

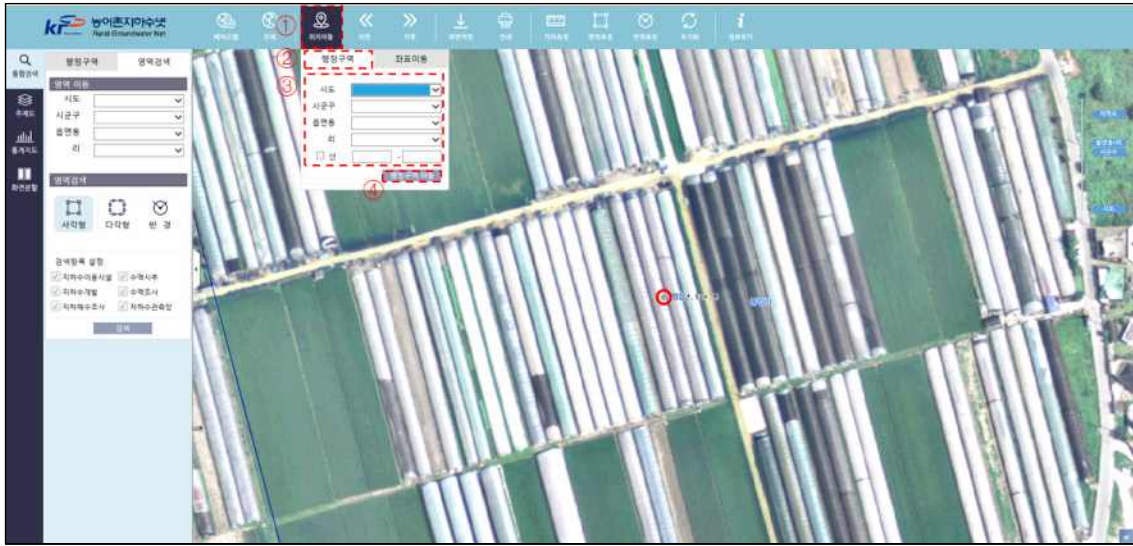


- ① 지도제어 : 지도 제어기능과 위치이동, 정보보기 등 지도관련 기능
- ② 메뉴바 : 사용자에게 제공하는 주요기능
- ③ 검색창 : 좌측메뉴에 따른 검색조건, 레이어 등의 정보를 표시하는 창
- ④ 지도화면 : 지도를 제공하는 화면
- ⑤ 상세정보창 : 관정제원, 사진, 수맥도 등 상세정보를 표시하는 창

4.5.2 지도제어

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

가. 위치이동

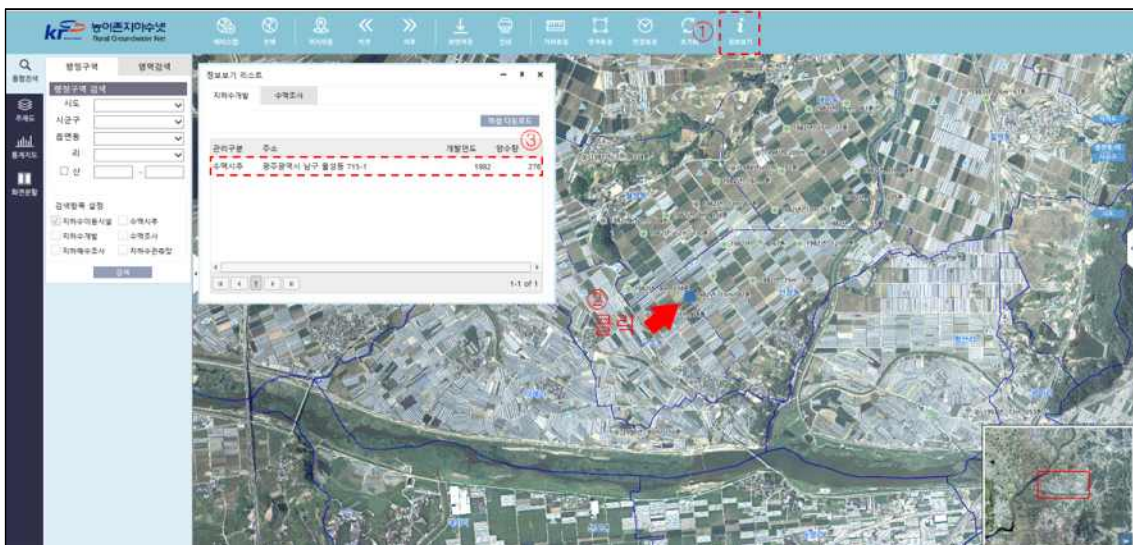


① 행정구역이동 : 시도, 시군구, 읍면동, 리, 산여부, 본번, 부번을 입력하고, [행정구역이동] 아이콘을 클릭합니다.

② 좌표이동 : 원하는 좌표를 입력하고, [좌표이동] 아이콘을 클릭합니다.

※ 실시간 좌표변환 지원 : 3가지 중 하나를 입력하면 다른 좌표계로 변환 (TM좌표(GRS80 중부원점), 경위도좌표, 경위도 도/분/초)

나. 정보보기



① 지도기능 바에서 [정보보기] 아이콘을 클릭합니다.

② 지도화면에서 정보보기를 원하는 지하수관정 또는 수맥지구를 클릭합니다.

③ 검색결과를 확인하고 상세보기를 원하는 항목을 클릭합니다.

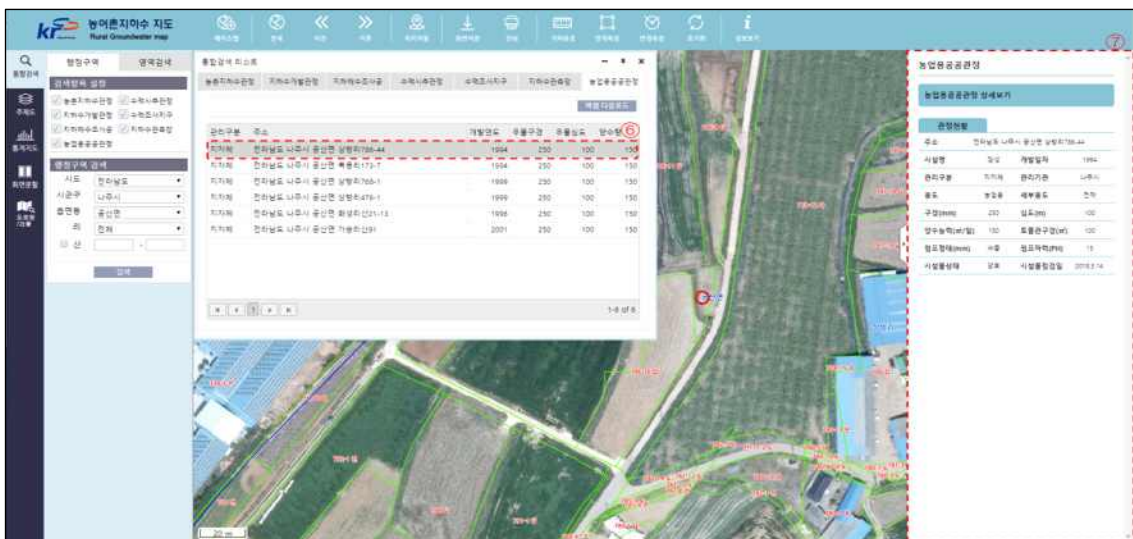
④ 지도화면이 선택한 시설물로 위치가 이동하고, 상세정보창이 표출됩니다.

4.5.3 통합검색

가. 행정구역별 검색

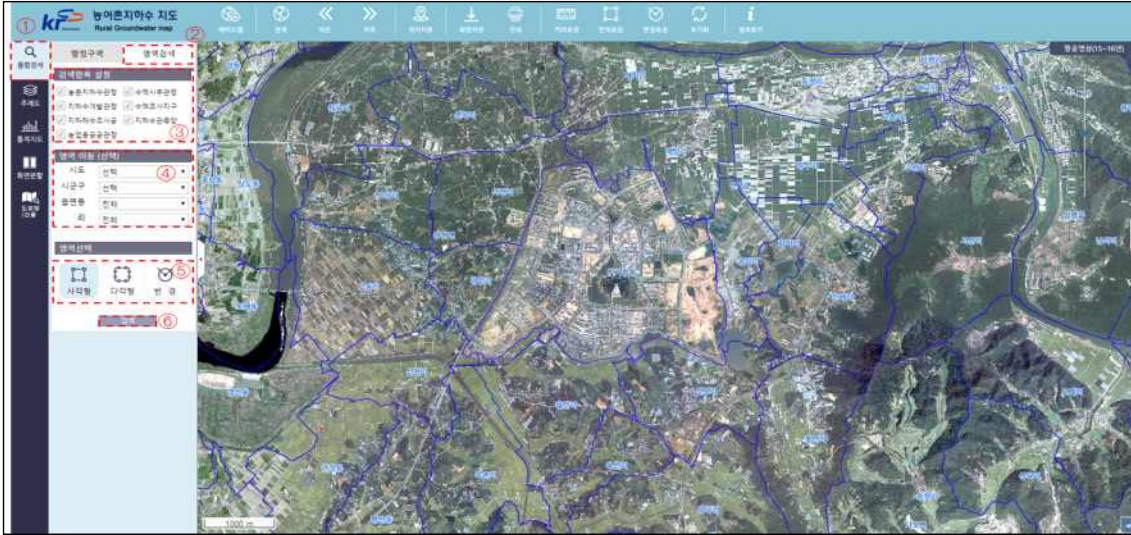


- ① 좌측 메뉴바에서 [통합검색]을 클릭 합니다.
- ② 검색항목 설정에서 검색대상 항목을 선택합니다.
- ④ 행정구역 검색 항목에서 시도, 시군구, 읍면동, 리를 선택합니다.
※ 시도, 시군구, 읍면동 항목은 필수 선택 항목임.
- ⑤ [검색]아이콘을 클릭하여 검색결과를 조회합니다.

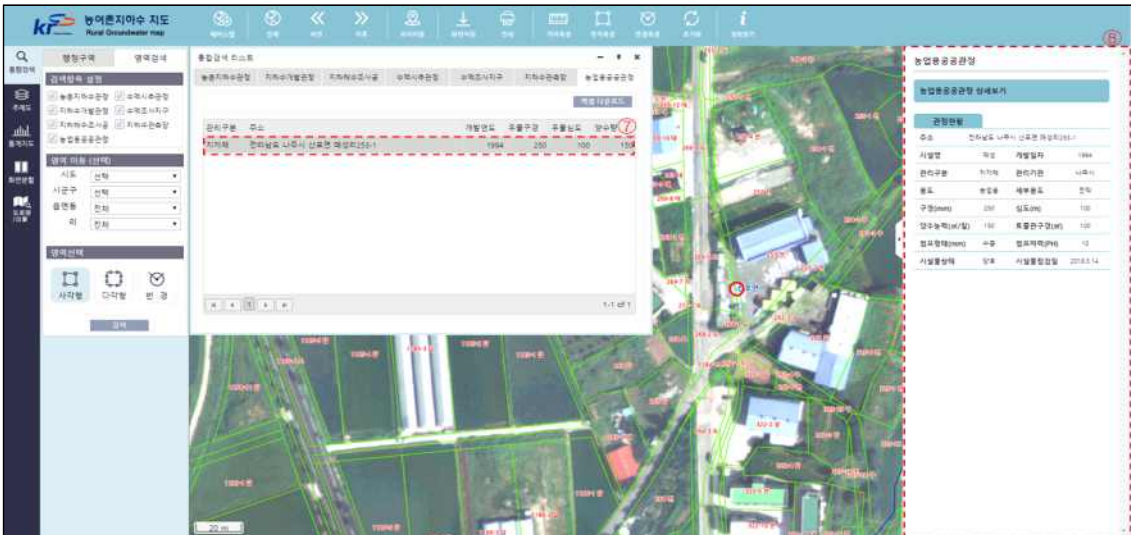


- ⑥ 검색결과에서 원하는 시설물을 클릭합니다.
- ⑦ 지도화면이 해당 시설물로 이동하고 상세정보가 표시됩니다.

나. 영역 검색



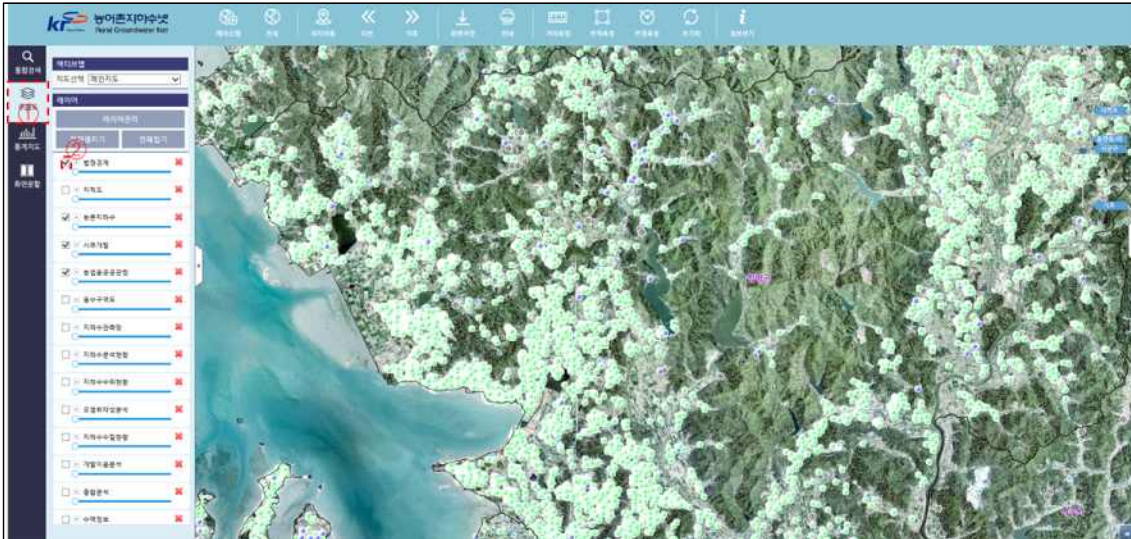
- ① 좌측 메뉴바에서 [통합검색]을 클릭하고, [영역검색] 탭을 선택합니다.
- ② 검색항목 설정에서 검색대상 항목을 선택합니다.
- ③ 행정구역 검색에서 검색할 시도, 시군구, 읍면동, 리를 선택합니다.
※ 행정구역을 화면에 띄우기 위한 지도이동 기능임.
- ④ 영역검색의 종류를 선택합니다.
- 사각형, 다각형, 반 경(반경선택시 입력창 활성화)
- ⑤ [검색]아이콘을 클릭하여 지도에 영역을 드로잉 합니다




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

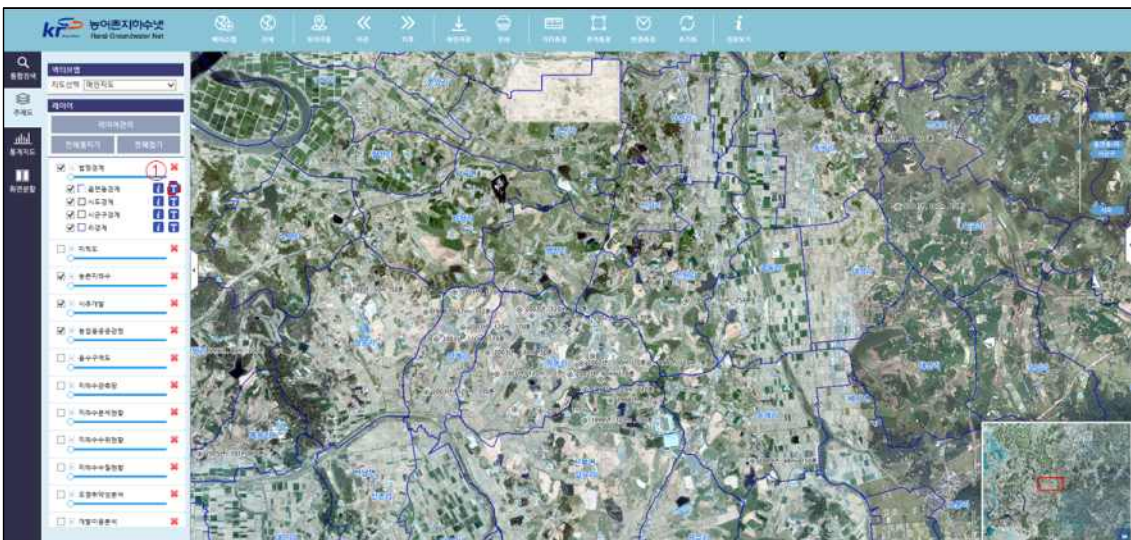
4.5.4 주제도







가. 레이어 On/Off



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

나. 레이어라벨 On/Off



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

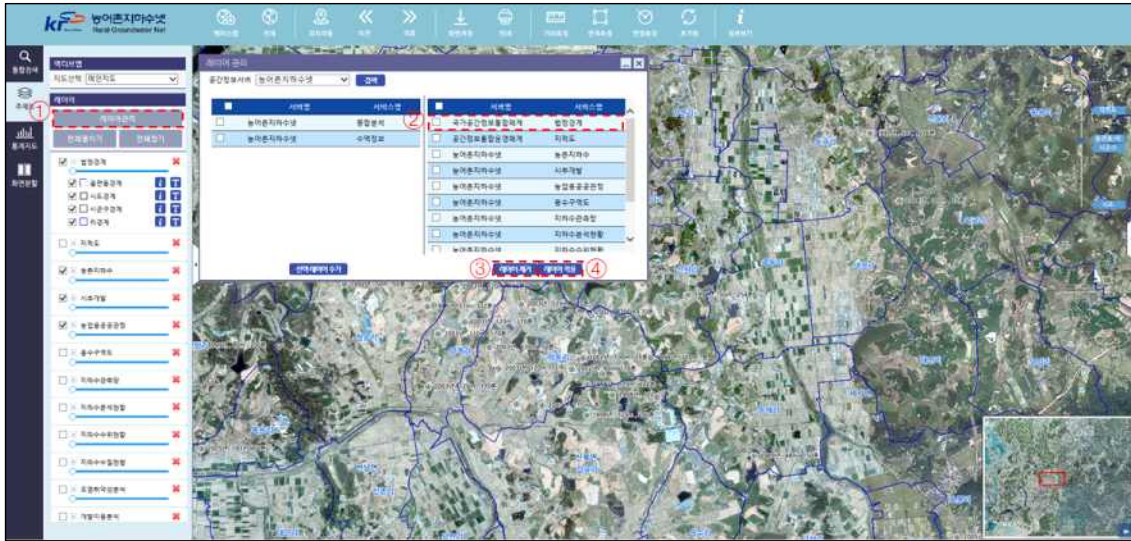
다. 레이어범례 보기

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

※ 전체펼치기와 전체접기 아이콘을 이용하여 전체레이어 일괄설정 가능

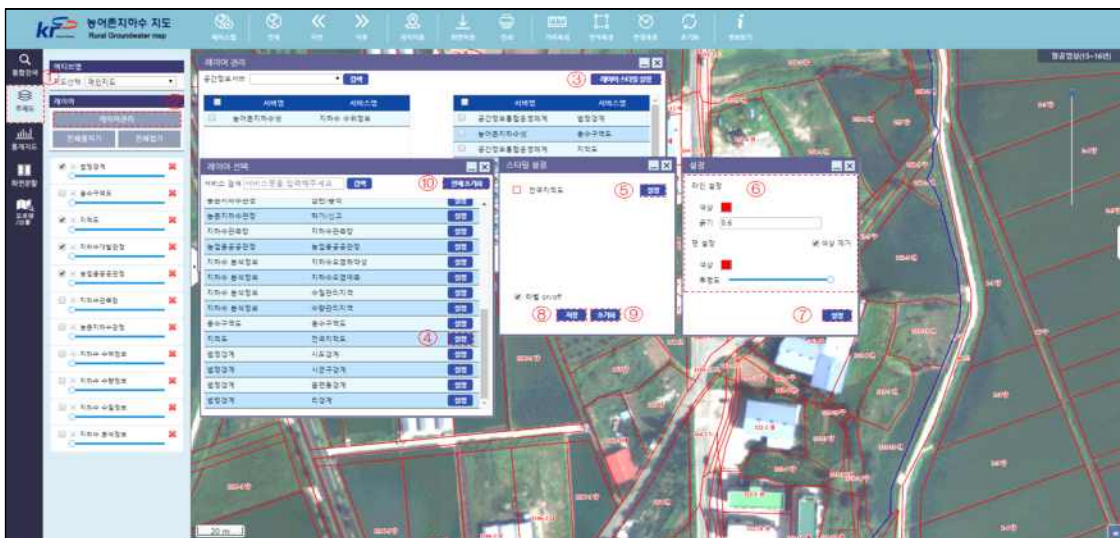


라. 레이어관리



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

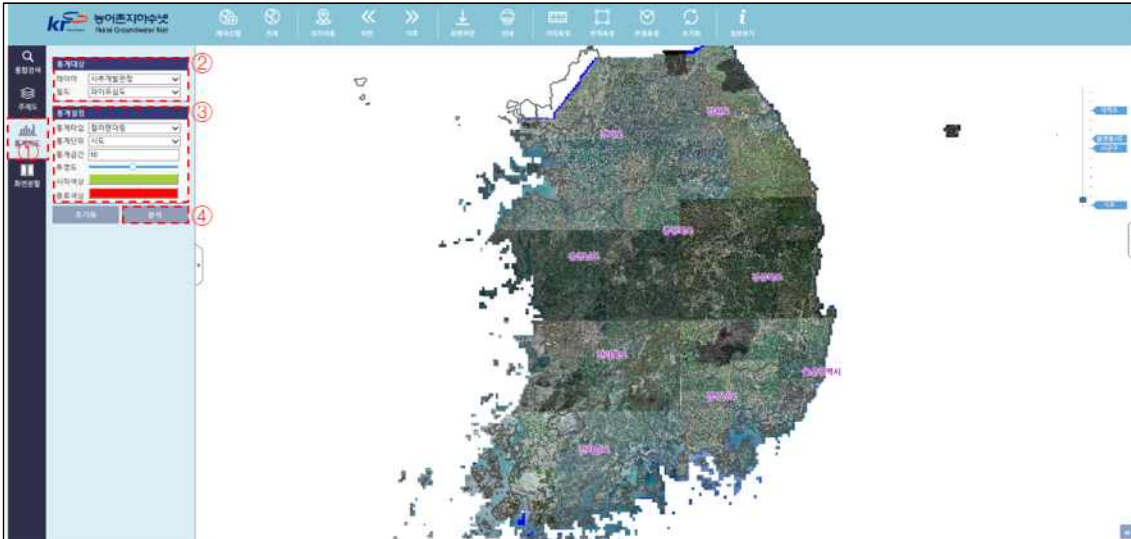
마. 레이어 스타일변경



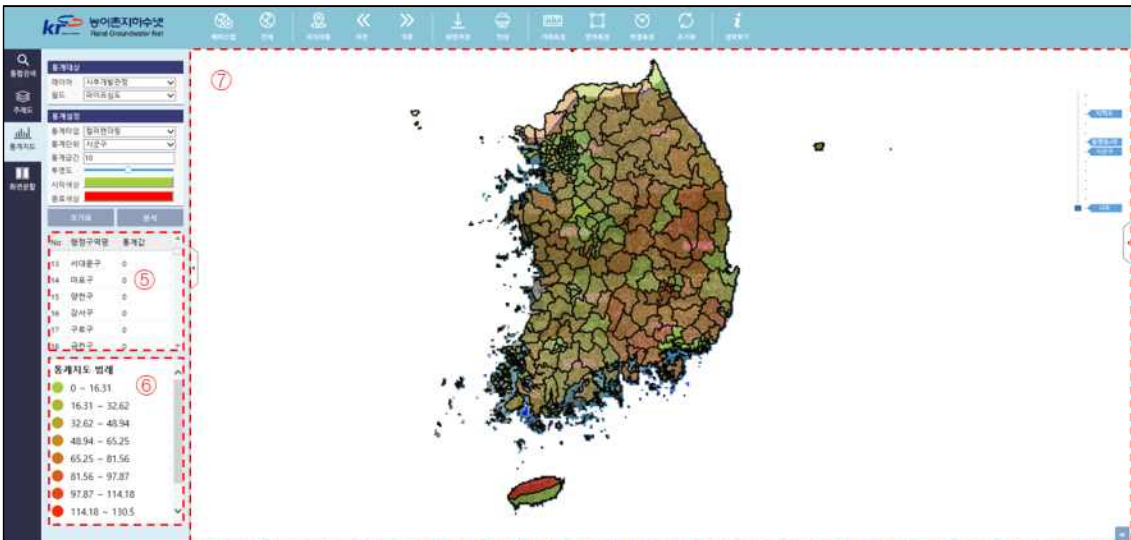
- ① [레이어관리]에서 [레이어 스타일 설정] 아이콘을 클릭합니다.
- ② 스타일설정 창에서 [설정] 아이콘을 클릭합니다.
- ③ 설정창에서 라인색상, 라인굵기, 면색, 투명도를 선택합니다.
- ④ 스타일설정 창에서 [저장] 아이콘을 클릭합니다.

※ 스타일 초기화 : [초기화] 또는 [전체초기화] 선택

4.5.5 통계지도 기능 가. 컬러렌더링 통계보기

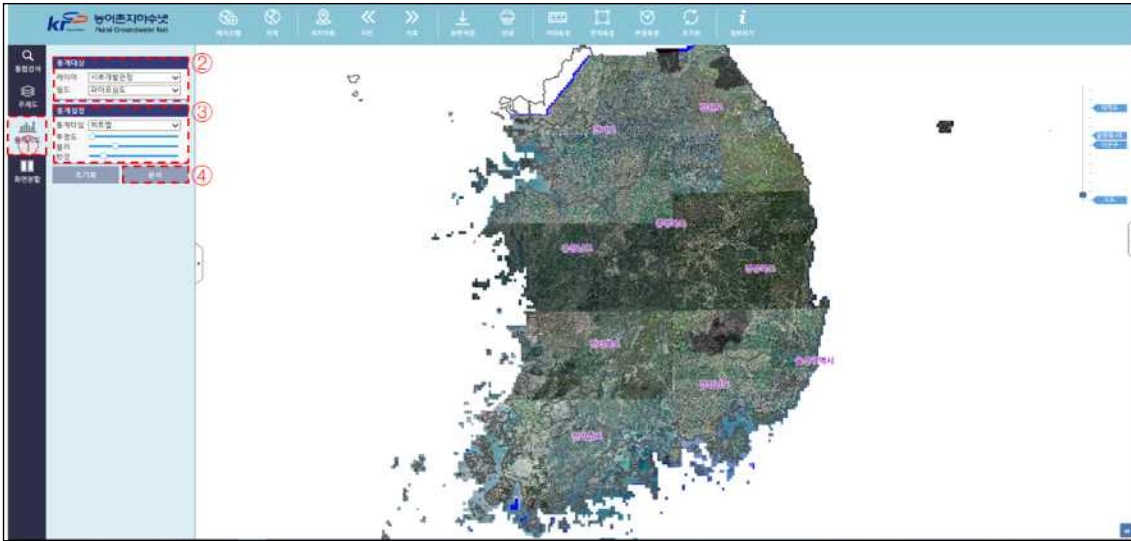


- ① 좌측 메뉴바에서 [통계지도]를 클릭 합니다.
- ② 통계 설정창에서 통계대상을 선택합니다.(시추개발관정, 농업용공공관정)
- ③ 통계타입-컬러렌더링, 통계단위, 통계급간, 투명도 등을 선택합니다.
- ④ [분석] 아이콘을 클릭합니다.



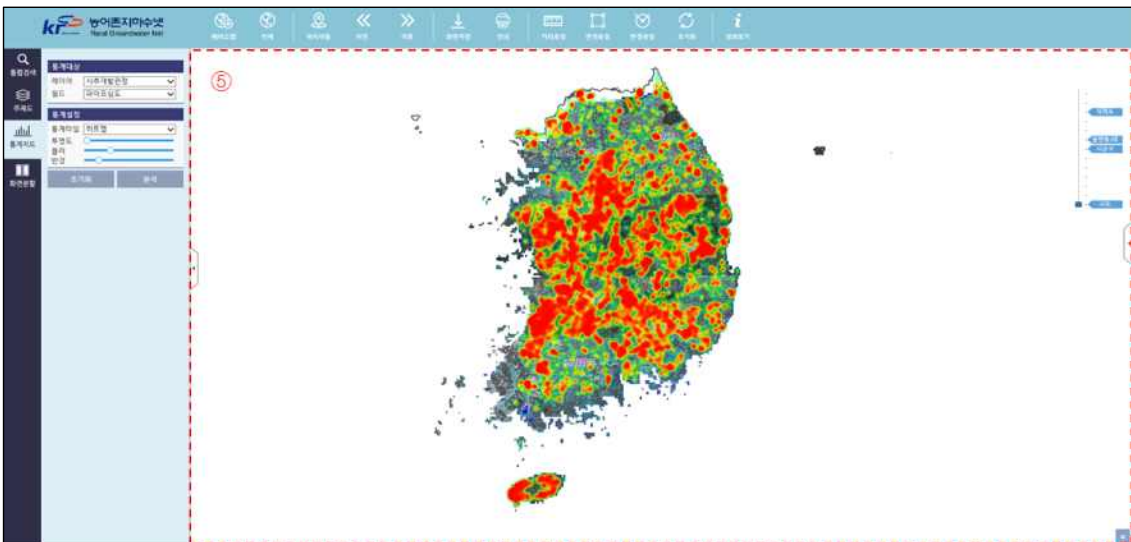
- ⑤ 행정구역별 통계값을 확인합니다.
- ⑥ 통계지도 범례를 확인합니다.
※ 통계범례의 통계급간은 선택 필드값의 최대값과 최소값을 기준으로 자동 지정됩니다.

나. 히트맵 통계보기



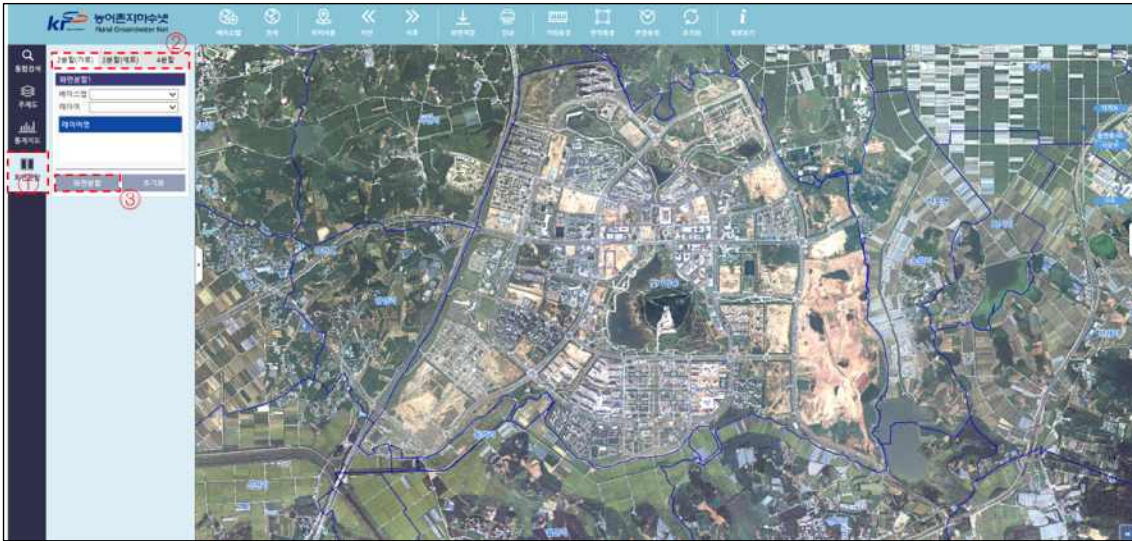
- ① 좌측 메뉴바에서 [통계지도]를 클릭 합니다.
- ② 통계 설정창에서 통계대상을 선택합니다.(시추개발관정, 농업용공공관정)
- ③ 통계설정의 통계타입-히트맵, 투명도, 블러, 반경을 선택합니다.
 - 투명도 : 우측으로 이동할수록 투명해짐
 - 블 러 : 우측으로 이동할수록 흐려짐
 - 반 경 : 우측으로 갈수록 데이터의 밀집 영향 반경이 커짐

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


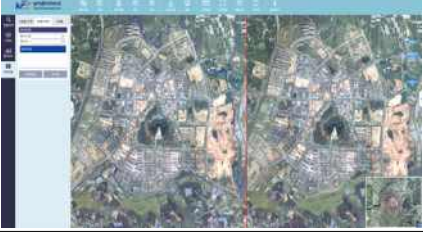



- ⑤ 지도화면에서 통계지도를 확인합니다.

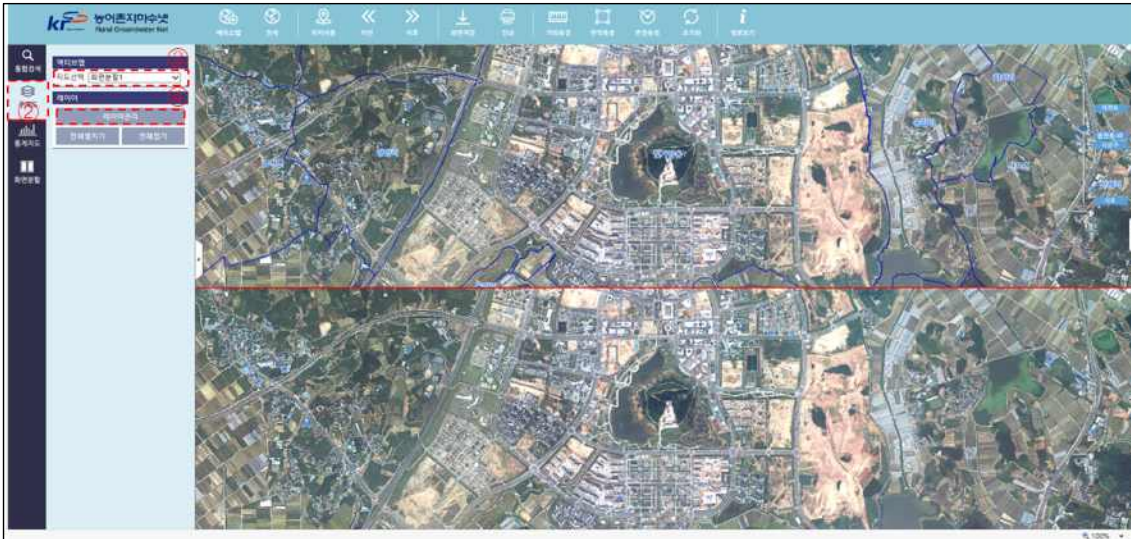
4.5.6 화면분할기능



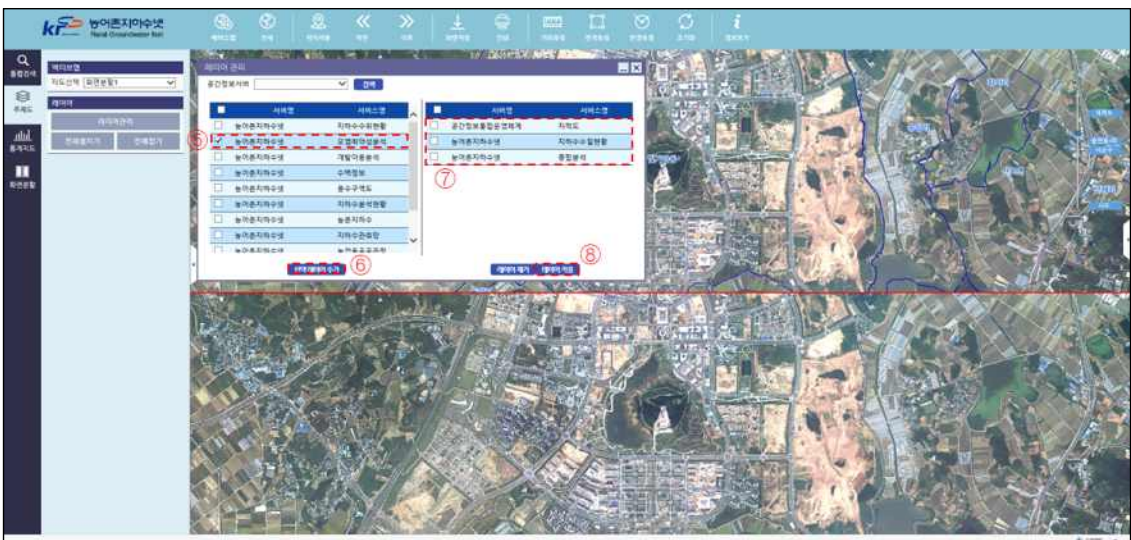
- ① 좌측 메뉴바에서 [화면분할]을 클릭 합니다.
- ② 화면분할 창에서 2분할(가로)/2분할(세로)/4분할을 선택합니다.
- ③ [화면분할] 아이콘을 클릭합니다.
- ④ 분할된 화면을 확인합니다.

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

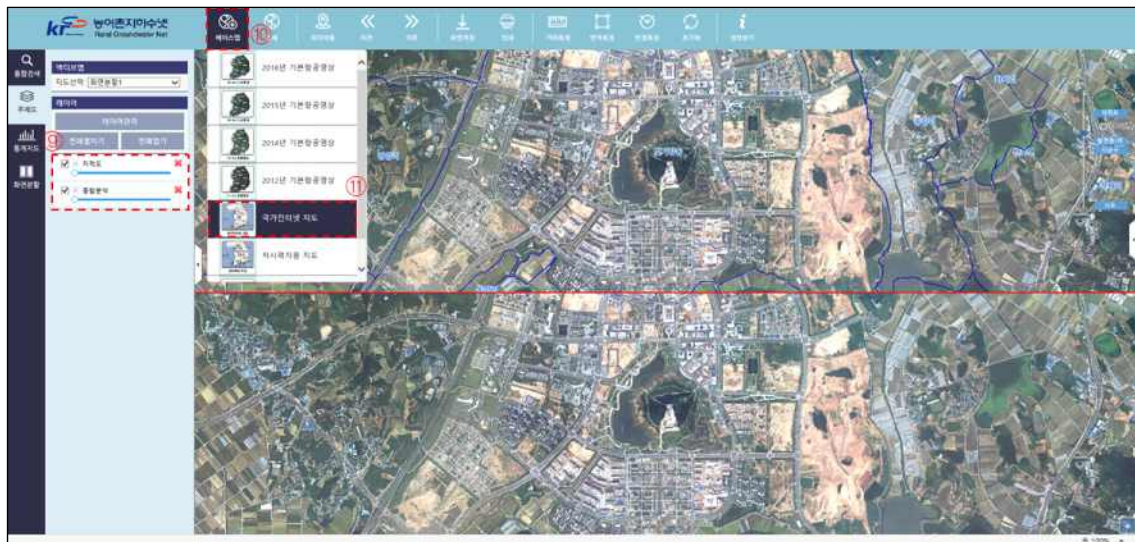
가. 화면분할 후 베이스맵 및 레이어 설정



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



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



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



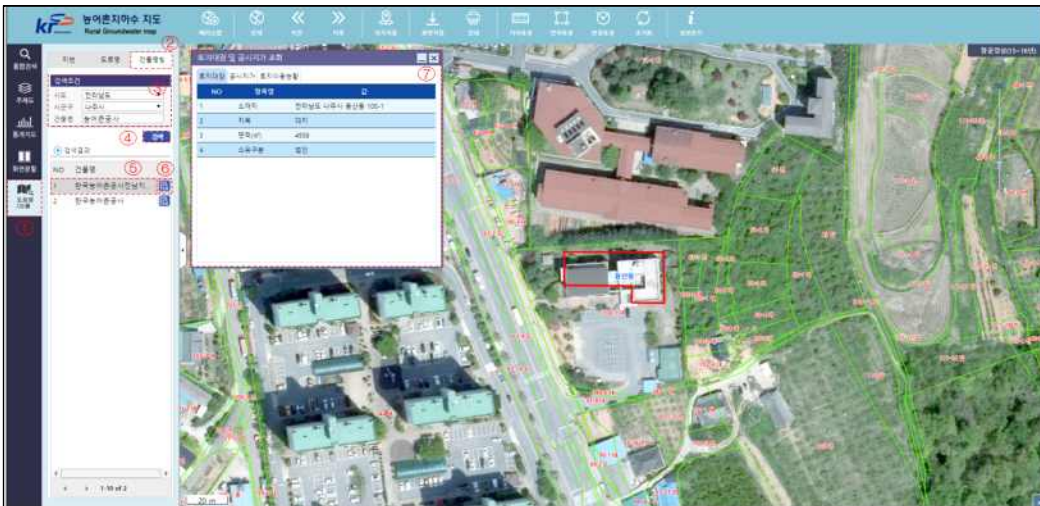
- ⑫ 적용된 분할화면을 확인합니다.

4.5.7 도로명/건물 검색 가. 도로명주소 검색



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

나. 건물명 검색



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

4.6 농어촌지하수관측망시스템 이용 안내

4.6.1 농어촌지하수관측망시스템 접속경로

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



4.6.2 농어촌지하수관측망시스템 메인페이지

- 농어촌 지하수관측망 “운영현황” 정보를 제공합니다.

The screenshot shows the main interface of the KR Water Management System. It includes a navigation menu at the top with options like '지하수위현황', '지하수위예경보', and '해수침투예경보'. The main content area is divided into three sections:

- 관측망 운영 현황 (개소):** A table showing the status of monitoring points across different provinces.
- 지하수위 예경보 현황 (개소):** A table showing groundwater level warning status.
- 해수침투 예경보 현황 (개소):** A table showing seawater intrusion warning status.

Below the screenshot, a list of features is provided:

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

4.6.3 지하수위현황 페이지

- 농어촌 지하수관측망의 “지하수위현황” 정보를 제공합니다.

농어촌지하수관리시스템

농어촌지하수관측망시스템 지하수위현황 지하수위예경보 해수침투예경보 관측소제원 관측자료조회 관측자료통계

지하수위현황 지하수관측망시스템은 지하수 관측 종합정보를 제공합니다.

행정구역(16-17년)

행정구역 전라남도 검색

지역별 지하수위 통계 (해당 필기준)

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

관측소별 지하수위 현황 엑셀 다운로드

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

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

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

4.6.4 지하수위예경보 페이지

- 농촌지하수관측망의 “지하수위예경보” 정보를 제공합니다.

지하수위예경보 현황

시도	시군구	전체	정상	주의	경계	심각
총 계		81 (100%)	79 (96%)	0 (0%)	2 (4%)	0 (0%)
전라남도	순천시	7 (100%)	7 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
전라남도	장안군	5 (100%)	5 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)

관측소별 지하수위 예경보

시군구	관측소명	평년수위	현재수위	평년대비 현재수위(%)	예경보상태	위치
순천시	순전3	0.96	1.43	149	정상	
순천시	순전4	5.78	2.03	35	정상	
순천시	순전5	3.08	3.01	98	정상	
순천시	순전7	-	3.35	-	정상	
순천시	순전2	5.20	5.33	102	정상	

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

월별 리포트(시도별)
WORD 다운로드
PDF 다운로드

2019-09
검색

2019년 09월 전라남도 농촌지하수 관측망 관측 결과

관측결과 요약

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

※ 지하수위 단계는 농림축산식품부(2017) 연구보고서에 따름

관측공별 관측결과

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

○ 월별리포트(시도별)

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

4.6.5 해수침투예경보 페이지

- 해수침투관측망의 “해수침투예경보” 정보를 제공합니다.

○ 관측망지도

- 4단계 아이콘 표출(아이콘 클릭시 관측소별 관측결과 팝업 표출)

○ 행정구역(기본값 : 전라남도)

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

○ 지역별 해수침투 현황

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

○ 관측소별 지하수위 현황

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

○ 항목별 정렬기능(▼)

- 각 항목별 파란색 화살표 클릭으로 항목별 정렬

월별 리포트(시도별)
WORD 다운로드 PDF 다운로드

2019-09 검색

2019년 09월 전라남도 해수침투 관측 결과

관측결과 요약

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

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

관측공별 관측결과

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

○ 월별리포트(시도별)

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

4.6.6 관측소제원 페이지

- 농어촌지하수관측망의 “관측소제원” 정보를 제공합니다.

관측소제원 지하수관측망시스템은 지하수 관측 종합정보를 제공합니다.

행정구역: 전라남도 | 관측소명: [이름 입력] | 검색

전체 | 농촌지하수관측망 | 해수침투관측망

전체 138건 | 엑셀다운로드

구분	관측소명	시도	시군구	읍면동	과	번지	표고(m)	설치연도	구경(mm)	심도(m)	위치
해수침투	연산1	전라남도	목포시	연산동		1288	3.9	2012	200	79	
해수침투	연산2	전라남도	목포시	대평동		950	8.4	2013	200	81	
해수침투	소귀1	전라남도	매곡시	소귀면	대포리	1316	0.4	2012	200	61	
해수침투	소귀2	전라남도	매곡시	울촌면	산골리	1315-6	1.7	2013	200	60	
해수침투	화강1	전라남도	매곡시	화강면	죽자리	1914-2	0.4	2007	200	60	
해수침투	화강2	전라남도	매곡시	화강면	죽자리	2143	-0.0	2008	200	112	
해수침투	백룡1	전라남도	순천시	백룡면	선막리	773-1	3.0	2007	200	60	
해수침투	백룡2	전라남도	순천시	백룡면	선막리	989-1	9.1	2008	200	63	
농촌지하수	순천3	전라남도	순천시	백룡면	선막리	700-9	81.1	2015	200	45	
농촌지하수	순천4	전라남도	순천시	서면	장곡리	143-1	6.8	2015	200	60	
농촌지하수	순천5	전라남도	순천시	월명면	봉황리	43556	162.7	2017	200	100	
농촌지하수	순천7	전라남도	순천시	주암면	행림리	1084	133.6	2018	200	100	
농촌지하수	순천2	전라남도	순천시	주암면	요곡리	754	80.9	2014	200	60	
농촌지하수	순천6	전라남도	순천시	별양면	우산리	54-56	4.9	2018	200	52	
농촌지하수	순천1	전라남도	순천시	별양면	두고리	43558	3.5	2013	200	60	
해수침투	천황1	전라남도	영광시	천황면	오사리	62-19	1.4	2007	200	60	

KR 한국농어촌공사 | [958217] 전라남도 나주시 그랜드 20 (영가동 358) | TEL: 061-338-5795,5754 | FAX: 061-338-5749
COPYRIGHT © 2019 KRC. ALL RIGHTS RESERVED.

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

4.6.7 관측자료조회 페이지

- 농어촌지하수관측망의 “관측자료”를 제공합니다.

가. 관측소별 조회

관측자료조회

관측소별조회 관측소 비교조회

평정구역: 전라남도

관측망 구분: 전체 관측소명: [이름 고르기]

검색

총 138 건 액셀 다운로드

구분	관측소명	평년 수위	현재 수위	수위상태	전기전도도 (us/cm)	해수침투 상태	위치
해수침투	연산1	-	-	-	50,000	심각	📍
해수침투	연산2	-	-	-	50,000	심각	📍
해수침투	소리1	-	-	-	50,000	심각	📍
해수침투	소리2	-	-	-	50,000	심각	📍
해수침투	화양2	-	-	-	50,000	심각	📍
해수침투	화양1	-	-	-	50,000	심각	📍
농촌지하수	순천3	1.05	1.43	정상	-	-	📍

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

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

○ 관측소별 관측자료 팝업

농촌지하수관정상태정보
✕

관측망 정보

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

주소	전라남도 목포시 연산동 1288
표고(m)	3.9
설치연도	2012
중적/암반	암반
지역특성	내륙
구경(mm)	200
심도(m)	79

토사층

실트	
사층	
사력층	
혼전석	
풍화대	
연암	
보통암	
경암	

관측 결과 [연산1]

조회기간: 2019.04.23 ~ 2019.10.23

일별 순별 **월별** 연별 시간별

6개월 1년 2년 검색

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

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

센서 설치심도(지표면기준)

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

관측소 전경

○ 관측소 정보창(좌측창)

- 관측정보, 제원정보, 지층정보, 센서설치심도, 전경

○ 관측자료 조회(우측창)

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

○ 엑셀 다운로드

- 관측소의 관측자료를 엑셀파일로 다운로드 가능

※ 관측소의 제원은 “관측소제원” 페이지에서 제공

나. 관측소 비교조회

The screenshot shows the '관측소 비교조회' (Observation Point Comparison) interface. On the left is a map of the region with various observation points marked. On the right is a search and filter panel with options for '관측소명 조회' and '관측소 비교조회'. Below the map is a table of observation points with columns for '구분', '관측소명', '연년', '연세', '수량', '관기전도도', and '관측상태'.

구분	관측소명	연년	연세	수량	관기전도도 (µs/cm)	관측상태
관측점부	연선1	-	-	-	50,000	정상
관측점부	연선2	-	-	-	50,000	정상
관측점부	소라1	-	-	-	50,000	정상
관측점부	소라2	-	-	-	50,000	정상
관측점부	화양2	-	-	-	50,000	정상
관측점부	화양1	-	-	-	50,000	정상
농촌지하수	순천3	1.05	1.43	일부	-	-

Below the table is a line graph titled '관측자료조회' (Observation Data Query) showing '관측결과 비교' (Comparison of Observation Results) for '연선1, 연선2, 소라1, 소라2, 화양1'. The graph plots data from 2019.04 to 2019.10.23 over a 6-month period. The Y-axis ranges from -2 to 4. The legend indicates: 연선1 (blue), 연선2 (black), 소라1 (green), 소라2 (orange), 화양1 (purple).

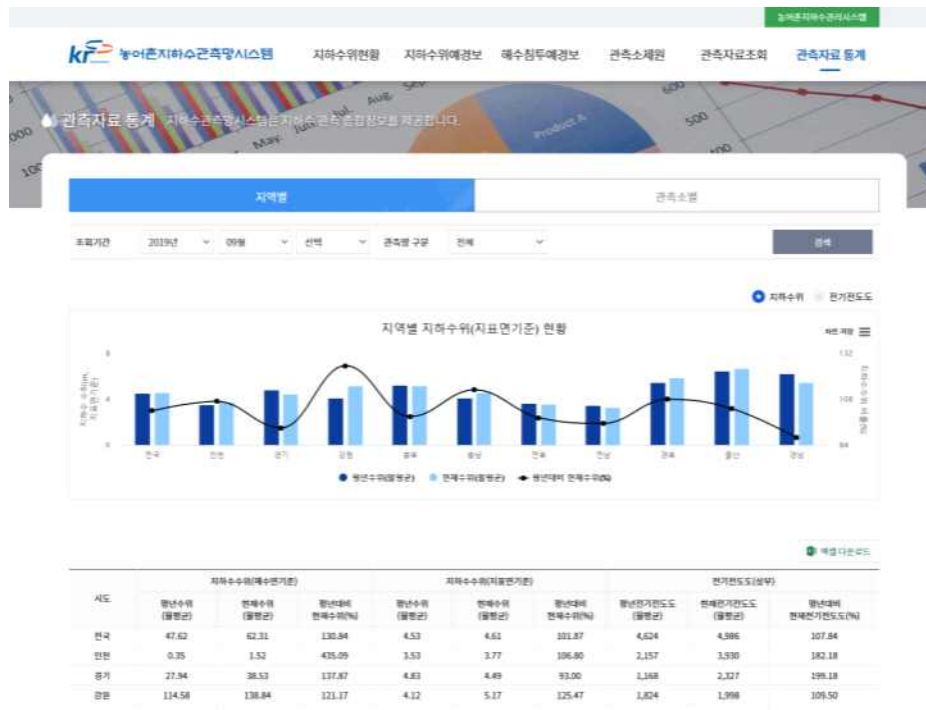
- 관측소 비교조회
 - 목록에서 최대5개 관측소 선택 가능
 - **비교결과** 아이콘을 클릭하여 팝업호출
- 관측자료조회 팝업

4.6.8 관측자료 통계 페이지

- 농어촌지하수관측망의 “관측자료 통계”를 제공합니다.

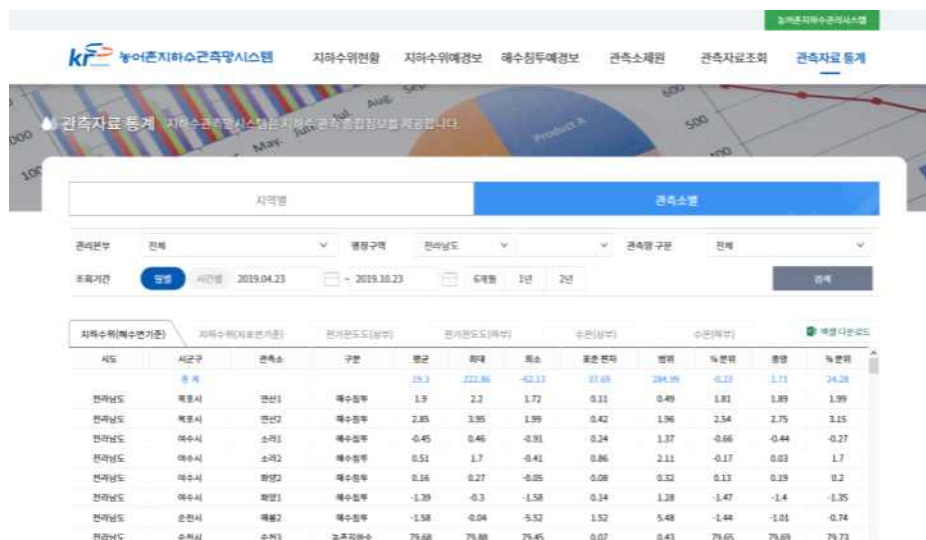
○ 지역별 관측자료 통계(월별)

- 조회기간, 관측망 구분에 의한 지하수위 및 전기전도도 통계 제공



○ 관측소별 관측자료 통계

- 조회기간에 의한 관측소별 지하수위 및 전기전도도 통계 제공



부록 V

농업용 공공관정 일제조사표

5. 농업용 공공관정 일제조사표

농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	울농지구 (일련번호 : WGYJ272202200022) / 허가신고번호 : 1200900022		
위 치	경상북도 경주시 외동읍 구어리 472-2		
	(위도 : 35-42-10.73 , 경도 : 129-19-31.1)		
채 수 량	250 m ³ /day		
제 원	가)구경:300mm 나) 심 도 : 100 m		
수중모터펌프	가)마력: HP 나) 설치심도 : 70 m		
	다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)			
점검기관	한국농어촌공사 경북지역본부	점검일자	2022-07-03

나. 세부점검내역

분야별	구 분	점 검 목 적	점 검 사 항	점 검 내 용	점 검 결 과	
지 질 / 수 질	관 정	수 질	수질검사	검사일		
				농업용 수질기준		
				부적합 항목		
		관 정	자연수위	자연수위 측정	7.2 m	
				양 수 량	양수량의 적정여부	여
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	부
		양수장 및 보호공	관 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	부	
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	부
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	양호
		오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	부	
				녹발생 및 부식정도	양호	
				유 량 계	작동유무 및 파손여부	양호
		측 정 장 치	출수장치	출수장치의 파손여부	양호	
수위측정관	수위측정관의 관리상태			양호		
기 계 시 설	수 중 펌 프			작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태	양호
		용 량	이용량 대비 용량의 적정성	양호		
전 기 시 설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	양호		
		설 치	위치의 적정성, 설치상태	양호		
		동 작	진동상태, 계기류 작동	양호		

다. 점검결과

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

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	울농지구 (일련번호 : WGYJ272202200037) / 허가신고번호 : 1200100005		
위 치	경상북도 경주시 외동읍 녹동리 107		
	(위도 : 35-39-29.13 , 경도 : 129-16-35.75)		
채 수 량	200 m ³ /day		
제 원	가)구경:200mm 나) 심 도 : 290 m		
수중모터펌프	가)마력:15HP 나) 설치심도 : 220 m		
	다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)			
점검기관	한국농어촌공사 경북지역본부	점검일자	2022-07-04

나. 세부점검내역

분야별	구 분	점 검 목	점 검 사 항	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	22.3 m	
				양 수 량	양수량의 적정여부	부
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	부
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	부	
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	부
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	양호
		오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	부	
				녹발생 및 부식정도	양호	
		측 정 장 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	양호	
				출수장치	출수장치의 파손여부	양호
수위측정관	수위측정관의 관리상태			양호		
기 계	기 계 시 설	수 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태	미흡	
			용 량	이용량 대비 용량의 적정성	미흡	
전 기	전 기 시 설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	미흡	
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	미흡	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	미흡	

다. 점검결과

문제점			
대 책			
추정소요사업비 (공 종 별)	공종(항목)	처리내역	처리비용(천원)
	계		

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	울농지구 (일련번호 : WGYJ272202200050) / 허가신고번호 : 1200200003		
위 치	경상북도 경주시 외동읍 녹동리 665		
	(위도 : 35-39-18.39 , 경도 : 129-16-48.68)		
채 수 량	300 m ³ /day		
제 원	가)구경:250mm 나) 심 도 : 220 m		
수중모터펌프	가)마력:15HP 나) 설치심도 : 65 m		
	다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)			
점검기관	한국농어촌공사 경북지역본부	점검일자	2022-07-04

나. 세부점검내역

분야별	구 분	점 검 목 적	점 검 사 항	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	3.1 m	
				양 수 량	양수량의 적정여부	여
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	부
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	부	
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	부
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	양호
		오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	부	
				녹발생 및 부식정도	양호	
				유 량 계	작동유무 및 파손여부	양호
		측 정 장 치	출수장치	출수장치의 파손여부	양호	
				수위측정관	수위측정관의 관리상태	양호
기 계	기 계 시 설			수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태
		용 량	이용량 대비 용량의 적정성		적정	
전 기	전 기 시 설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	양호	
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	적정	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	양호	

다. 점검결과

문제점			
대 책			
추정소요사업비 (공 종 별)	공종(항목)	처리내역	처리비용(천원)
	계		

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	울농지구 (일련번호 : WGYJ272202200054) / 허가신고번호 : 1201800012		
위 치	경상북도 경주시 외동읍 녹동리 933		
	(위도 : 35-39-20.39 , 경도 : 129-16-25.93)		
채 수 량	200 m ³ /day		
제 원	가)구경:200mm 나) 심 도 : 140 m		
수중모터펌프	가)마력:10HP 나) 설치심도 : 96 m		
	다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)			
점검기관	한국농어촌공사 경북지역본부	점검일자	2022-07-04

나. 세부점검내역

분야별	구 분	점 검 목 적	점 검 사 항	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	12.3 m	
				양 수 량	양수량의 적정여부	여
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	부
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	부	
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	부
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	양호
		오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	부	
				녹발생 및 부식정도	양호	
				유 량 계	작동유무 및 파손여부	양호
		측 정 장 치	출수장치	출수장치의 파손여부	양호	
				수위측정관	수위측정관의 관리상태	양호
기 계	기 계 시 설			수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태
		용 량	이용량 대비 용량의 적정성		적정	
전 기	전 기 시 설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	양호	
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	적정	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	양호	

다. 점검결과

문제점			
대 책			
추정소요사업비 (공 종 별)	공종(항목)	처리내역	처리비용(천원)
	계		

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	울농지구 (일련번호 : WGYJ272202200059) / 허가신고번호 : 2199600112		
위 치	경상북도 경주시 외동읍 말방리 676-1		
	(위도 : 35-44-58.88 , 경도 : 129-19-35.18)		
채 수 량	200 m ³ /day		
제 원	가)구경:200mm 나) 심 도 : 124 m		
수중모터펌프	가)마력:10HP 나) 설치심도 : 108 m		
	다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)			
점검기관	한국농어촌공사 경북지역본부	점검일자	2022-06-29

나. 세부점검내역

분야별	구 분	점 검 목	점 검 사항	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	4.9 m	
				양 수 량	양수량의 적정여부	여
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	부
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	부	
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	부
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	양호
		오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	부	
				녹발생 및 부식정도	양호	
		측 정 장 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	미설치	
				출수장치	출수장치의 파손여부	양호
수위측정관	수위측정관의 관리상태			미설치		
기 계	기 계 시 설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태	양호	
			용 량	이용량 대비 용량의 적정성	적정	
전 기	전 기 시 설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	양호	
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	적정	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	양호	

다. 점검결과

문제점	수위측정관 미설치		
대책	수위측정관 설치		
추정소요사업비 (공종별)	공종(항목)	처리내역	처리비용(천원)
	수위측정관없음	수위측정관설치	167
	계		167

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	울농지구 (일련번호 : WGYJ272202200060) / 허가신고번호 : 1201400009		
위 치	경상북도 경주시 외동읍 말방리 680		
	(위도 : 35-44-45.11 , 경도 : 129-19-25.82)		
채 수 량	150 m ³ /day		
제 원	가)구경:200mm 나) 심 도 : 105 m		
수중모터펌프	가)마력:10HP 나) 설치심도 : 74 m		
	다) 토출관구경 : 65 mm		
개발년도(연장허가)			
점검기관	한국농어촌공사 경북지역본부	점검일자	2022-06-29

나. 세부점검내역

분야별	구 분	점 검 목 적	점 검 사 항	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	14.4 m	
				양 수 량	양수량의 적정여부	여
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	부
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	부	
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	부
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	양호
		오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	부	
				녹발생 및 부식정도	양호	
			측 정 장 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	미설치
		출수장치		출수장치의 파손여부	양호	
수위측정관	수위측정관의 관리상태	미설치				
기 계	기 계 시 설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태	양호	
			용 량	이용량 대비 용량의 적정성	적정	
전 기	전 기 시 설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	양호	
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	적정	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	양호	

다. 점검결과

문제점	유량계미설치, 수위측정관없음		
대 책	유량계설치, 수위측정관설치		
추정소요사업비 (공 종 별)	공 종 (항 목)	처 리 내 역	처 리 비 용 (천 원)
	유량계미설치	유량계설치	231
	수위측정관없음	수위측정관설치	167
	계		398

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	울농지구 (일련번호 : WGYJ272202200075) / 허가신고번호 : 2199700046		
위 치	경상북도 경주시 외동읍 모화리 724		
	(위도 : 35-41-8.91 , 경도 : 129-20-19.36)		
채 수 량	210 m ³ /day		
제 원	가)구경:200mm 나) 심 도 : 123 m		
수중모터펌프	가)마력:10HP 나) 설치심도 : 114 m		
	다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)			
점검기관	한국농어촌공사 경북지역본부	점검일자	2022-07-03

나. 세부점검내역

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

다. 점검결과

문제점			
대 책			
추정소요사업비 (공 종 별)	공종(항목)	처리내역	처리비용(천 원)
	계		

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	울농지구 (일련번호 : WGYJ272202200081) / 허가신고번호 : 2199700060		
위 치	경상북도 경주시 외동읍 방어리 1082		
	(위도 : 35-44-42.22 , 경도 : 129-17-22.59)		
채 수 량	200 m ³ /day		
제 원	가)구경:250mm 나) 심 도 : 95 m		
수중모터펌프	가)마력:15HP 나) 설치심도 : 75 m		
	다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)			
점검기관	한국농어촌공사 경북지역본부	점검일자	2022-07-07

나. 세부점검내역

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

다. 점검결과

문제점	확인불가		
대 책			
추정소요사업비 (공 종 별)	공종(항목)	처리내역	처리비용(천 원)
	계		

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	울농지구 (일련번호 : WGYJ272202200093) / 허가신고번호 : 1200700005		
위 치	경상북도 경주시 외동읍 북토리 126-5		
	(위도 : 35-44-46.45 , 경도 : 129-16-52.39)		
채 수 량	400 m ³ /day		
제 원	가)구경:250mm 나) 심 도 : 95 m		
수중모터펌프	가)마력: HP 나) 설치심도 : 50 m		
	다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)			
점검기관	한국농어촌공사 경북지역본부	점검일자	2022-07-07

나. 세부점검내역

분야별	구 분	점 검 목 적	점 검 사 항	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	5.7 m	
				양 수 량	양수량의 적정여부	여
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	부
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	부	
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	부
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	양호
		오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	부	
				녹발생 및 부식정도	양호	
				유 량 계	작동유무 및 파손여부	양호
		측 정 장 치	출수장치	출수장치의 파손여부	양호	
수위측정관	수위측정관의 관리상태			양호		
기 계 시 설	수 중 펌 프			작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태	양호
		용 량	이용량 대비 용량의 적정성	적정		
전 기 시 설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	양호		
		설 치	위치의 적정성, 설치상태	적정		
		동 작	진동상태, 계기류 작동	양호		

다. 점검결과

문제점			
대 책			
추정소요사업비 (공 종 별)	공종(항목)	처리내역	처리비용(천 원)
	계		

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	울농지구 (일련번호 : WGYJ272202200094) / 허가신고번호 : 1200000005		
위 치	경상북도 경주시 외동읍 북토리 308-2		
	(위도 : 35-44-34 , 경도 : 129-17-48.32)		
채 수 량	300 m ³ /day		
제 원	가)구경:250mm 나) 심 도 : 120 m		
수중모터펌프	가)마력:15HP 나) 설치심도 : 100 m		
	다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)			
점검기관	한국농어촌공사 경북지역본부	점검일자	2022-07-07

나. 세부점검내역

분야별	구 분	점 검 목 적	점 검 사 항	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	14.2 m	
				양 수 량	양수량의 적정여부	여
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	부
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	부	
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	부
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	양호
		오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	부	
				녹발생 및 부식정도	양호	
			측 정 장 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	양호
		출수장치		출수장치의 파손여부	양호	
수위측정관	수위측정관의 관리상태	양호				
기 계	기 계 시 설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태	양호	
			용 량	이용량 대비 용량의 적정성	적정	
전 기	전 기 시 설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	양호	
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	적정	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	양호	

다. 점검결과

문제점			
대 책			
추정소요사업비 (공 종 별)	공종(항목)	처리내역	처리비용(천 원)
	계		

라. 사진대지



사 진 (원 경)



사 진 (근 경)



사 진 (내 경)



사 진 (배전반)

농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	울농지구 (일련번호 : WGYJ272202200098) / 허가신고번호 : 2199600190		
위 치	경상북도 경주시 외동읍 북토리 406(1108-45)		
	(위도 : 35-44-55.13 , 경도 : 129-17-5.68)		
채 수 량	360 m ³ /day		
제 원	가)구경:250mm 나) 심 도 : 140 m		
수중모터펌프	가)마력:10HP 나) 설치심도 : 90 m		
	다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)			
점검기관	한국농어촌공사 경북지역본부	점검일자	2022-07-07

나. 세부점검내역

분야별	구 분	점 검 목 적	점 검 사항	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	5.1 m	
				양 수 량	양수량의 적정여부	여
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	부
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	부	
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	부
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	양호
		오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	부	
				녹발생 및 부식정도	양호	
		측 정 장 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	미설치	
				출수장치	출수장치의 파손여부	양호
수위측정관	수위측정관의 관리상태			양호		
기 계	기 계 시 설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태	양호	
			용 량	이용량 대비 용량의 적정성	적정	
전 기	전 기 시 설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	양호	
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	적정	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	양호	

다. 점검결과

문제점	유량계없음		
대 책	유량계설치		
추정소요사업비 (공 중 별)	공중(항목)	처리내역	처리비용(천 원)
	유량계설치	유량계설치	231
	계		231

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	울농지구 (일련번호 : WGYJ272202200099) / 허가신고번호 : 2199700199		
위 치	경상북도 경주시 외동읍 북토리 419-1(1108-45)		
	(위도 : 35-44-35.63 , 경도 : 129-17-23.32)		
채 수 량	m ³ /day		
제 원	가)구경:200mm 나) 심 도 : 62 m		
수중모터펌프	가)마력:15HP 나) 설치심도 : m		
	다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)			
점검기관	한국농어촌공사 경북지역본부	점검일자	2022-07-07

나. 세부점검내역

분야별	구 분	점 검 목 적	점 검 사항	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	21.2 m	
				양 수 량	양수량의 적정여부	부
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	부
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	부	
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	부
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	양호
		오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	부	
				녹발생 및 부식정도	양호	
		측 정 장 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	양호	
				출수장치	출수장치의 파손여부	양호
수위측정관	수위측정관의 관리상태			미설치		
기 계	기 계 시 설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태	양호	
			용 량	이용량 대비 용량의 적정성	적정	
전 기	전 기 시 설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	양호	
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	적정	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	양호	

다. 점검결과

문제점	수위측정관없음		
대 책	수위측정관설치		
추정소요사업비 (공 종 별)	공종(항목)	처리내역	처리비용(천 원)
	수위측정관없음	수위측정관설치	167
	계		167

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	울농지구 (일련번호 : WGYJ272202200100) / 허가신고번호 : 1200200013		
위 치	경상북도 경주시 외동읍 북토리 540		
	(위도 : 35-44-37.31 , 경도 : 129-17-5.02)		
채 수 량	250 m ³ /day		
제 원	가)구경:150mm 나) 심 도 : 133 m		
수중모터펌프	가)마력:15HP 나) 설치심도 : 100 m		
	다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)			
점검기관	한국농어촌공사 경북지역본부	점검일자	2022-07-07

나. 세부점검내역

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

다. 점검결과

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

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	울농지구 (일련번호 : WGYJ272202200114) / 허가신고번호 : 2199700200		
위 치	경상북도 경주시 외동읍 신계리 170-2		
	(위도 : 35-46-36.96 , 경도 : 129-20-13.02)		
채 수 량	m ³ /day		
제 원	가)구경:200mm 나) 심 도 : 120 m		
수중모터펌프	가)마력: HP 나) 설치심도 : m		
	다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)			
점검기관	한국농어촌공사 경북지역본부	점검일자	2022-06-27

나. 세부점검내역

분야별	구 분	점 검 목 적	점 검 사 항	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	5.1 m	
				양 수 량	양수량의 적정여부	부
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	확인불가
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	부	
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	부
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	양호
		오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	부	
				녹발생 및 부식정도	양호	
				유 량 계	작동유무 및 파손여부	양호
		측 정 장 치	출수장치	출수장치의 파손여부	양호	
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		적정	
전 기	전 기 시 설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	양호	
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	적정	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	양호	

다. 점검결과

문제점	수위측정관없음		
대 책	수위측정관설치		
추정소요사업비 (공 중 별)	공종(항목)	처리내역	처리비용(천 원)
	수위측정관없음	수위측정관설치	167
	계		167

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	울농지구 (일련번호 : WGYJ272202200115) / 허가신고번호 : 1201200046		
위 치	경상북도 경주시 외동읍 신계리 186-1		
	(위도 : 35-46-32.1 , 경도 : 129-20-8.6)		
채 수 량	200 m ³ /day		
제 원	가)구경:250mm 나) 심 도 : 120 m		
수중모터펌프	가)마력:15HP 나) 설치심도 : 65 m		
	다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)			
점검기관	한국농어촌공사 경북지역본부	점검일자	2022-06-27

나. 세부점검내역

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

다. 점검결과

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

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	울농지구 (일련번호 : WGYJ272202200121) / 허가신고번호 : 2199600104		
위 치	경상북도 경주시 외동읍 신계리 895-4(893-9)		
	(위도 : 35-46-9.33 , 경도 : 129-19-14.98)		
채 수 량	200 m ³ /day		
제 원	가)구경:200mm 나) 심 도 : 183 m		
수중모터펌프	가)마력:15HP 나) 설치심도 : 162 m		
	다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)			
점검기관	한국농어촌공사 경북지역본부	점검일자	2022-06-27

나. 세부점검내역

분야별	구 분	점 검 목 적	점 검 사항	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	5.7 m	
				양 수 량	양수량의 적정여부	여
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	부
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	부	
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	부
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	양호
		오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	부	
				녹발생 및 부식정도	양호	
		측 정 장 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	양호	
				출수장치	출수장치의 파손여부	양호
				수위측정관	수위측정관의 관리상태	양호
기 계	기 계 시 설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태	양호	
			용 량	이용량 대비 용량의 적정성	적정	
전 기	전 기 시 설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	양호	
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	적정	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	양호	

다. 점검결과

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

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	울농지구 (일련번호 : WGYJ272202200133) / 허가신고번호 : 2199600105		
위 치	경상북도 경주시 외동읍 연안리 656-7		
	(위도 : 35-43-57.69 , 경도 : 129-19-9.86)		
채 수 량	250 m ³ /day		
제 원	가)구경:200mm 나) 심 도 : 150 m		
수중모터펌프	가)마력:10HP 나) 설치심도 : 140 m		
	다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)			
점검기관	한국농어촌공사 경북지역본부	점검일자	2022-06-30

나. 세부점검내역

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

다. 점검결과

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

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	울농지구 (일련번호 : WGYJ272202200140) / 허가신고번호 : 2199600009		
위 치	경상북도 경주시 외동읍 입실리 1347		
	(위도 : 35-43-32.27 , 경도 : 129-19-56.71)		
채 수 량	300 m ³ /day		
제 원	가)구경:200mm 나) 심 도 : m		
수중모터펌프	가)마력:5HP 나) 설치심도 : 54 m		
	다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)			
점검기관	한국농어촌공사 경북지역본부	점검일자	2022-07-03

나. 세부점검내역

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

다. 점검결과

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

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	울농지구 (일련번호 : WGYJ272202200152) / 허가신고번호 : 1200000004		
위 치	경상북도 경주시 외동읍 제내리 671		
	(위도 : 35-42-38.8 , 경도 : 129-16-19.01)		
채 수 량	300 m ³ /day		
제 원	가)구경:250mm 나) 심 도 : 105 m		
수중모터펌프	가)마력:15HP 나) 설치심도 : 82 m		
	다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)			
점검기관	한국농어촌공사 경북지역본부	점검일자	2022-07-08

나. 세부점검내역

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

다. 점검결과

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

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	울농지구 (일련번호 : WGYJ272202200158) / 허가신고번호 : 1201600002		
위 치	경상북도 경주시 외동읍 죽동리 55		
	(위도 : 35-44-46.55 , 경도 : 129-18-52.42)		
채 수 량	250 m ³ /day		
제 원	가)구경:250mm 나) 심 도 : 92 m		
수중모터펌프	가)마력:15HP 나) 설치심도 : 80 m		
	다) 토출관구경 : 80 mm		
개발년도(연장허가)			
점검기관	한국농어촌공사 경북지역본부	점검일자	2022-06-29

나. 세부점검내역

분야별	구 분	점 검 목 적	점 검 사 항	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	9.4 m	
				양 수 량	양수량의 적정여부	여
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	부
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	부	
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	부
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	양호
		오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	부	
				녹발생 및 부식정도	양호	
			측 정 장 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	미설치
		출수장치		출수장치의 파손여부	양호	
수위측정관	수위측정관의 관리상태	미설치				
기 계	기 계 시 설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태	양호	
			용 량	이용량 대비 용량의 적정성	적정	
전 기	전 기 시 설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	양호	
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	적정	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	양호	

다. 점검결과

문제점	유량계없음, 수위측정관없음		
대책	유량계설치, 수위측정관설치		
추정소요사업비 (공종별)	공종(항목)	처리내역	처리비용(천원)
	유량계미설치	유량계설치	231
	수위측정관없음	수위측정관설치	167
	계		398

라. 사진대지



사 진 (원 경)

사 진 (근 경)

사 진 (내 경)

사 진 (배전반)

농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	울농지구(일련번호:WGYJ272202200168)/허가신고번호:		
위 치	경상북도 경주시 외동읍 석계리 905-2(905-14)		
	(위도 : 35-39-48.83 , 경도 : 129-16-57.71)		
채 수 량	230 m ³ /day		
제 원	가)구경:250mm 나) 심 도 : 150 m		
수중모터펌프	가)마력:15HP 나) 설치심도 : 150 m		
	다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)			
점검기관	한국농어촌공사 경북지역본부	점검일자	2022-07-04

나. 세부점검내역

분야별	구 분	점 검 목 적	점 검 사항	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	4.8 m	
				양 수 량	양수량의 적정여부	여
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	부
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	부	
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	부
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	양호
		오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	부	
				녹발생 및 부식정도	양호	
				유 량 계	작동유무 및 파손여부	양호
		측 정 장 치	출수장치	출수장치의 파손여부	양호	
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		적정	
전 기	전 기 시 설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	양호	
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	적정	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	양호	

다. 점검결과

문제점	수위측정관없음		
대 책	수위측정관설치		
추정소요사업비 (공 종 별)	공 종 (항 목)	처 리 내 역	처 리 비 용 (천 원)
	수위측정관없음	수위측정관설치	167
	계		398

라. 사진대지



사 진 (원 경)

사 진 (근 경)

사 진 (내 경)

사 진 (배전반)

농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	울농지구(일련번호:WGYJ272202200169)/허가신고번호:		
위 치	경상북도 경주시 외동읍 방어리 164-1		
	(위도 : 35-45-25.34 , 경도 : 129-16-54.32)		
채 수 량	m ³ /day		
제 원	가)구경: mm 나) 심 도 : m		
수중모터펌프	가)마력: HP 나) 설치심도 : m		
	다)토출관구경: mm		
개발년도(연장허가)			
점검기관	한국농어촌공사 경북지역본부	점검일자	2022-07-07

나. 세부점검내역

분야별	구 분	점 검 목 적	점 검 사 항	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	3.8 m	
				양 수 량	양수량의 적정여부	여
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	부
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	부	
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	부
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	양호
		오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	부	
				녹발생 및 부식정도	양호	
				유 량 계	작동유무 및 파손여부	미설치
		측 정 장 치	출수장치	출수장치의 파손여부	양호	
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		적정	
전 기	전 기 시 설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	양호	
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	적정	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	양호	

다. 점검결과

문제점	유량계없음, 수위측정관없음		
대책	유량계설치, 수위측정관설치		
추정소요사업비 (공종별)	공종(항목)	처리내역	처리비용(천원)
	유량계미설치	유량계설치	231
	수위측정관없음	수위측정관설치	167
	계		398

라. 사진대지



부록 VI

청문조사결과
(설문조사)

6. 청문조사결과(설문조사)

6.1 조사 개요

- 설문목적 : 지하수 개발 및 이용에 관한 의견을 청취하여 농촌지역 지하수 자원의 효율적 개발 이용 및 보전 관리계획 수립
- 설문기간 : 2022. 4 ~ 2022. 10
- 설문대상 : 울농지구 1개읍 17개 법정리
- 설문항목 : 일반현황
 - 지하수개발 및 방치공 현황
 - 지하수 수질현황
 - 지하수 수량현황
 - 지하수 관리현황 및 의견

6.2 일반현황

- 마을의 용수이용 현황 및 지하수 이용시 애로사항

<분석결과>

- 지하수 이용가구 비율 15.4%를 차지
- 먹는물과 생활용수는 주로 상수도를 이용함
- 농업용수 이용은 53.6%가 개인관정을 사용하며 농업용 지하수 공공관정으로부터 21.4%를 공급 받음
- 지하수를 이용하는 용도별로 세분화하여 사용하는 비율이 33.3%, 용도를 구분하지 않고 사용한다는 의견이 46.7%로 나타남
- 지하수이용시 주민들이 겪는 가장 큰 애로사항은 시설물 수리비 부담으로 나타남

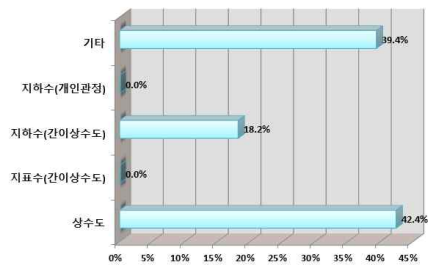
<표 6-2-1> 일반현황 항목별 설문결과

○ 지하수 이용가구 비율 : 15.4%



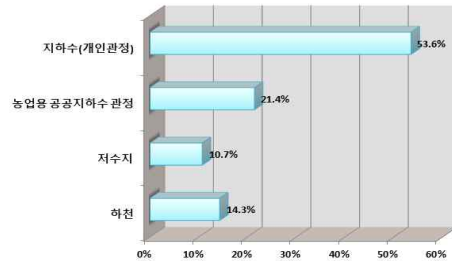
○ 생활용수 이용 수원

- 1순위: 상수도
- 2순위: 기타



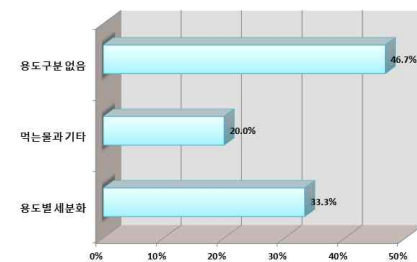
○ 농업용수 이용 수원

- 1순위: 지하수(개인관정)
- 2순위: 농업용 공공지하수 관정
- 3순위: 하천



○ 지하수 관정 사용시 용도별 구분 사용 여부

- 용도구분 없음(46.7%)
- 용도별 세분화(33.3%)



○ 지하수 이용시 주민들의 애로사항

- 시설물 수리비 부담(52.9%)
- 부족한 수량(29.4%)
- 관리자선정 회피(5.9%)
- 관로누수(5.9%)
- 전기세 부담(5.9%)



6.3 지하수개발

□ 마을의 지하수 개발여건 및 방치공 현황

<분석결과>

- 지하수 개발 여건이 어려움인 경우를 43.8%로 응답
- 방치공은 없는 것으로 조사됨

<표 6-3-1> 지하수개발 항목별 설문결과

<p>○ 마을의 지하수 개발 여건</p> <ul style="list-style-type: none"> - 어려움(43.8%) - 용이(37.5%) - 보통(18.8%) 	<table border="1"> <caption>지하수개발 항목별 설문결과</caption> <thead> <tr> <th>항목</th> <th>비율 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>기타</td> <td>0.0%</td> </tr> <tr> <td>어려움(태공발생)</td> <td>43.8%</td> </tr> <tr> <td>보통</td> <td>18.8%</td> </tr> <tr> <td>용이</td> <td>37.5%</td> </tr> </tbody> </table>	항목	비율 (%)	기타	0.0%	어려움(태공발생)	43.8%	보통	18.8%	용이	37.5%
항목	비율 (%)										
기타	0.0%										
어려움(태공발생)	43.8%										
보통	18.8%										
용이	37.5%										
<p>○ 용도별 지하수 방치공</p>											
<p>○ 지하수 관정이 방치되는 요인</p>											
<p>○ 지하수 관정을 없애지 않는 이유</p>											

6.4 지하수수질

□ 마을의 지하수 이용 중에 발생하는 수질 현황

<분석결과>

- 생활용에 대한 수질검사는 정기검사(70.0%) 하는 것으로 나타남
- 농업용에 대한 수질검사는 비정기검사(56.3%) 하는 것으로 나타남
- 지하수 수질에 대한 만족도는 불만족이 40.0%, 보통이 33.3%, 만족이 26.7%로 나타남

<표 6-4-1> 지하수수질 항목별 설문결과

<p>○ 지하수 수질검사(생활용)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 정기적(70.0%) - 비정기적(30.0%) 	<table border="1"> <caption>생활용 지하수 수질검사 빈도</caption> <thead> <tr> <th>빈도</th> <th>비율 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>정기적</td> <td>70.0%</td> </tr> <tr> <td>비정기적</td> <td>30.0%</td> </tr> <tr> <td>받은적없음</td> <td>0.0%</td> </tr> <tr> <td>기타</td> <td>0.0%</td> </tr> </tbody> </table>	빈도	비율 (%)	정기적	70.0%	비정기적	30.0%	받은적없음	0.0%	기타	0.0%		
빈도	비율 (%)												
정기적	70.0%												
비정기적	30.0%												
받은적없음	0.0%												
기타	0.0%												
<p>○ 지하수 수질검사(농업용)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 비정기적(56.3%) - 정기적(37.5%) - 받은적없음(6.2%) 	<table border="1"> <caption>농업용 지하수 수질검사 빈도</caption> <thead> <tr> <th>빈도</th> <th>비율 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>비정기적</td> <td>56.3%</td> </tr> <tr> <td>정기적</td> <td>37.5%</td> </tr> <tr> <td>받은적없음</td> <td>6.3%</td> </tr> <tr> <td>기타</td> <td>0.0%</td> </tr> </tbody> </table>	빈도	비율 (%)	비정기적	56.3%	정기적	37.5%	받은적없음	6.3%	기타	0.0%		
빈도	비율 (%)												
비정기적	56.3%												
정기적	37.5%												
받은적없음	6.3%												
기타	0.0%												
<p>○ 지하수 수질에 대한 만족도</p> <ul style="list-style-type: none"> - 불만족(40.0%) - 보통(33.3%) - 만족(26.7%) - 매우불만족(0.0%) - 매우만족(0.0%) 	<table border="1"> <caption>지하수 수질에 대한 만족도</caption> <thead> <tr> <th>만족도</th> <th>비율 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>불만족</td> <td>40.0%</td> </tr> <tr> <td>보통</td> <td>33.3%</td> </tr> <tr> <td>만족</td> <td>26.7%</td> </tr> <tr> <td>매우불만족</td> <td>0.0%</td> </tr> <tr> <td>매우만족</td> <td>0.0%</td> </tr> </tbody> </table>	만족도	비율 (%)	불만족	40.0%	보통	33.3%	만족	26.7%	매우불만족	0.0%	매우만족	0.0%
만족도	비율 (%)												
불만족	40.0%												
보통	33.3%												
만족	26.7%												
매우불만족	0.0%												
매우만족	0.0%												

6.5 지하수수량

□ 마을의 지하수 수량현황

<분석결과>

- 지하수 관정 수량이 부족한 경우는 농업용수에서 56.2%로 나타남
- 먹는물, 생활용수로 사용하는 관정의 수량은 보통인 것으로 나타남
- 농업용수로 사용하는 관정의 수량은 부족~보통인 것으로 나타남

<표 6-5-1> 지하수수량 항목별 설문결과

<p>○ 먹는물로 사용하는 지하수관정의 수량</p> <ul style="list-style-type: none"> - 보통(100.0%) 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>수량현황</th> <th>비율</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>매우부족</td> <td>0.0%</td> </tr> <tr> <td>부족</td> <td>0.0%</td> </tr> <tr> <td>보통</td> <td>100.0%</td> </tr> <tr> <td>풍부</td> <td>0.0%</td> </tr> <tr> <td>매우풍부</td> <td>0.0%</td> </tr> </tbody> </table>	수량현황	비율	매우부족	0.0%	부족	0.0%	보통	100.0%	풍부	0.0%	매우풍부	0.0%
수량현황	비율												
매우부족	0.0%												
부족	0.0%												
보통	100.0%												
풍부	0.0%												
매우풍부	0.0%												
<p>○ 생활용수로 사용하는 지하수관정의 수량</p> <ul style="list-style-type: none"> - 풍부(20.0%) - 보통(80.0%) 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>수량현황</th> <th>비율</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>매우부족</td> <td>0.0%</td> </tr> <tr> <td>부족</td> <td>0.0%</td> </tr> <tr> <td>보통</td> <td>100.0%</td> </tr> <tr> <td>풍부</td> <td>0.0%</td> </tr> <tr> <td>매우풍부</td> <td>0.0%</td> </tr> </tbody> </table>	수량현황	비율	매우부족	0.0%	부족	0.0%	보통	100.0%	풍부	0.0%	매우풍부	0.0%
수량현황	비율												
매우부족	0.0%												
부족	0.0%												
보통	100.0%												
풍부	0.0%												
매우풍부	0.0%												
<p>○ 농업용수로 사용하는 지하수관정의 수량</p> <ul style="list-style-type: none"> - 풍부(6.3%) - 보통(37.5%) - 부족(56.2%) 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>수량현황</th> <th>비율</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>매우부족</td> <td>0.0%</td> </tr> <tr> <td>부족</td> <td>56.3%</td> </tr> <tr> <td>보통</td> <td>37.5%</td> </tr> <tr> <td>풍부</td> <td>6.3%</td> </tr> <tr> <td>매우풍부</td> <td>0.0%</td> </tr> </tbody> </table>	수량현황	비율	매우부족	0.0%	부족	56.3%	보통	37.5%	풍부	6.3%	매우풍부	0.0%
수량현황	비율												
매우부족	0.0%												
부족	56.3%												
보통	37.5%												
풍부	6.3%												
매우풍부	0.0%												

6.6 지하수관리

□ 마을의 지하수 관리에 대한 만족도 및 의견

<분석결과>

- 공공 지하수관정에 대한 만족도는 보통이 86.7%임
- 공공기관에 위탁관리 하는 의견에 대해서는 무응답
- 마을에서 주민들이 원하는 지하수는 농업용수를 선호함

<표 6-6-1> 지하수관리 항목별 설문결과

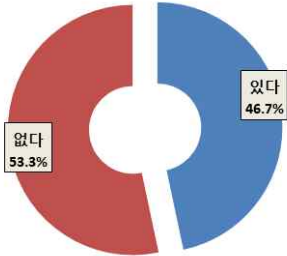
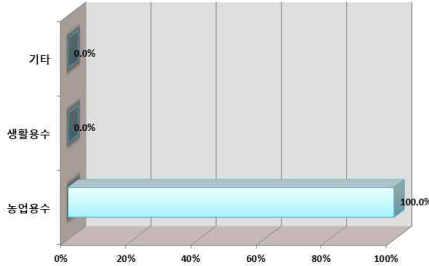
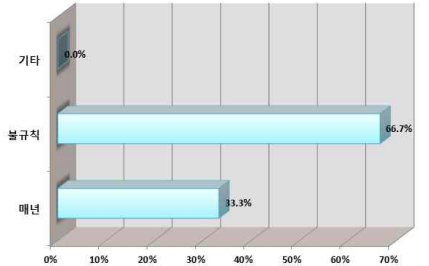
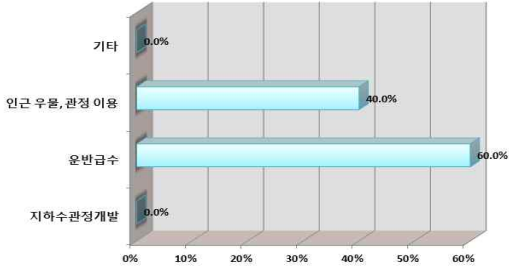
6.7 가뭄피해

□ 마을의 가뭄피해 현황

<분석결과>

- 가뭄피해에 있어 부족한 용수는 농업용수가 100.0%임
- 가뭄이 발생하는 빈도는 불규칙이 100%인 것으로 나타남
- 가뭄이 발생한 경우 용수 부족의 극복방법은 운반급수가 60.0%임

<표 6-7-1> 가뭄피해 항목별 설문결과

<p>○ 가뭄피해 경험</p> <ul style="list-style-type: none"> -있다(46.7%) -없다(53.3%) 	 <table border="1"> <caption>가뭄피해 경험</caption> <thead> <tr> <th>경험</th> <th>비율</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>있다</td> <td>46.7%</td> </tr> <tr> <td>없다</td> <td>53.3%</td> </tr> </tbody> </table>	경험	비율	있다	46.7%	없다	53.3%				
경험	비율										
있다	46.7%										
없다	53.3%										
<p>○ 가뭄피해의 종류</p> <ul style="list-style-type: none"> -농업용수(100.0%) 	 <table border="1"> <caption>가뭄피해의 종류</caption> <thead> <tr> <th>종류</th> <th>비율</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>농업용수</td> <td>100.0%</td> </tr> <tr> <td>생활용수</td> <td>0.0%</td> </tr> <tr> <td>기타</td> <td>0.0%</td> </tr> </tbody> </table>	종류	비율	농업용수	100.0%	생활용수	0.0%	기타	0.0%		
종류	비율										
농업용수	100.0%										
생활용수	0.0%										
기타	0.0%										
<p>○ 농업용수 가뭄피해 빈도</p> <ul style="list-style-type: none"> -불규칙(66.7%) -매년(33.3%) 	 <table border="1"> <caption>농업용수 가뭄피해 빈도</caption> <thead> <tr> <th>빈도</th> <th>비율</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>불규칙</td> <td>66.7%</td> </tr> <tr> <td>매년</td> <td>33.3%</td> </tr> <tr> <td>기타</td> <td>0.0%</td> </tr> </tbody> </table>	빈도	비율	불규칙	66.7%	매년	33.3%	기타	0.0%		
빈도	비율										
불규칙	66.7%										
매년	33.3%										
기타	0.0%										
<p>○ 가뭄 발생시 농업용수 부족 극복방법</p> <ul style="list-style-type: none"> - 운반급수(60.0%) - 인근 우물, 관정 이용(40.0%) 	 <table border="1"> <caption>가뭄 발생시 농업용수 부족 극복방법</caption> <thead> <tr> <th>방법</th> <th>비율</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>운반급수</td> <td>60.0%</td> </tr> <tr> <td>인근 우물, 관정 이용</td> <td>40.0%</td> </tr> <tr> <td>지하수관정개발</td> <td>0.0%</td> </tr> <tr> <td>기타</td> <td>0.0%</td> </tr> </tbody> </table>	방법	비율	운반급수	60.0%	인근 우물, 관정 이용	40.0%	지하수관정개발	0.0%	기타	0.0%
방법	비율										
운반급수	60.0%										
인근 우물, 관정 이용	40.0%										
지하수관정개발	0.0%										
기타	0.0%										

6.8 기타 주요 제시 의견

- 가뭄시 수량부족으로 인한 피해 대비 농업용 공공관정이 필요함

6.9 설문결과에 대한 종합의견

- 생활용수는 대부분 지하수 간이상수도, 상수도이며, 농업용수는 지하수 관정(개인관정, 농업용 공공관정) 이용이 대부분임
 - 지하수 이용시 용도별로 구분하지 않고 사용하는 경우와 용도별 세분화해서 사용하는 경우가 대부분임
- 지하수 개발이 보통인 편으로 향후 지하수 개발시 주민의견은 긍정적일 것으로 판단 됨.
 - 일부 공공관정이 시설물 고장 및 파손이 잦아 관리가 필요함
- 지하수 수질에 대한 만족도는 불만족이 40.0%, 보통이 33.3%이고, 생활용수의 정기적인 수질검사는 70%, 농업용수의 경우 정기적(37.5%), 비정기적(56.3%)으로 수질검사가 이루어지고 있음
- 지하수 수량에 대해서는 생활용수는 보통(80%), 농업용수는 부족(56.2%), 보통(37.5%)로 나타남
 - 지하수 이용과 관련하여 수량감소에 따른 장애 및 수량 부족 또는 감소 등의 문제로 민원이 발생한 적이 없으나 공공관정에 대한 주기적인 시설물 점검은 필요할 것으로 판단됨.
- 공공관정에 대한 만족도는 보통이 86.7%로 나타났으며, 지하수전문기관에 위탁 관리하는 의견에 대해서는 공사와 지자체간 보다 적극적인 협력관계 유지가 필요하다고 판단됨.
- 보다 적극적인 행정관리로 지역지하수관리계획 수립이 필요하다고 판단 됨.

부록 VII

지하수관리 방안

7. 지하수관리 방안

7.1 기본방향

7.1.1 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 인되는 경우로서 대통령령으로 정하는 경우

나. 지하수 개발·이용 신고 시 규제 사항 : 지하수법 제8조 3항

- 시장은 지하수 개발·이용이 지하수법 제7조 3항 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·이용 시설의 폐쇄를 명할 수 있음

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

- 시장은 지하수조사, 지하수영향조사 및 수질측정을 하기위해 굴착행위를 할 경우 이로 인하여 토지의 굴착지를 중심으로부터 반지름 50m 이내의 지역에 설치된 개발·이용시설이 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

- 시장은 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·군수의 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, 토석채취행위
- 가축의 사육

바. 지하수 오염 방지 명령 등 : 지하수법 제16조 2항

- 환경부장관 또는 시장은 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 제20조 2항

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

7.1.2 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, 폐건지를 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 7-1-1> 지하수 보호에 대한 교육 및 홍보 내용

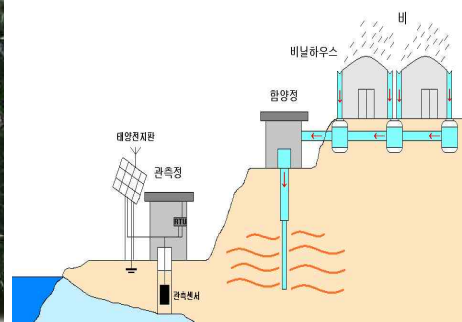
대상	교육 및 홍보
농민	1) 무농약저농약 농산물 재배 확대 및 비료와 농약의 안전사용기준 준수 <ul style="list-style-type: none"> ○ 오리농법, 천적이용, 미생물농약 등 환경친화형 농약을 적극 사용하고, 농약비료의 사용량 및 살포횟수를 줄이고, 이를 위한 윤작순환경작 등의 영농방식 및 유기농법을 적극 도입 ○ 비료는 작물의 최대 흡수시기에 우기를 피해 적정량 살포 2) 경작을 인하는 시기에는 경작지 표면을 식물 잔재물 등으로 덮어주어 토양침식 방지 3) 하천 둔치지구나 하천부지에서의 경작 억제 4) 농업용수는 농경배수로 유출되는 양을 최소화하도록 적량 공급
축산업자	1) 외부 강우유출수가 축사내로 유입되지 않도록 우회수로, 방지턱 등을 설치 2) 방목시기를 조정하여 초지가 과다 손상되지 않도록 순환방목 실시 및 방목시기 조절 <ul style="list-style-type: none"> ○ 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)

7.2 농·어업용수 공급방안

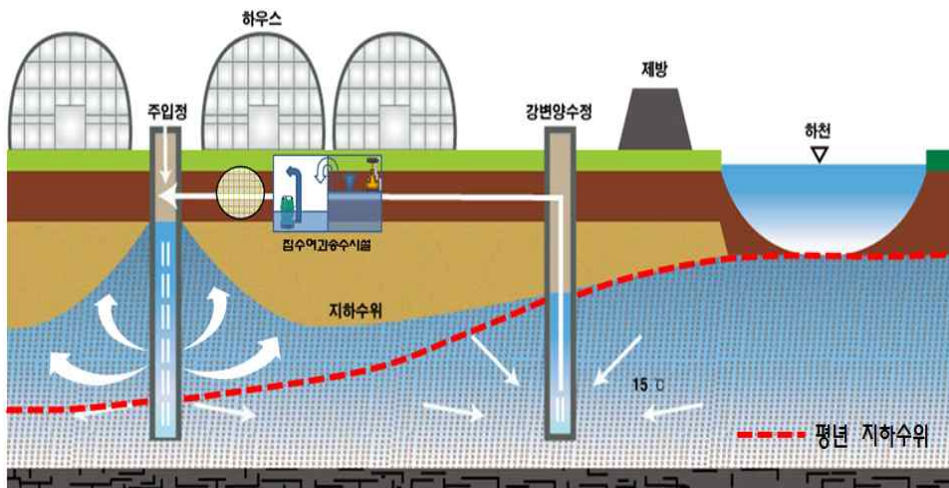
7.2.1 지하수함양

- 지하수함양의 정의
 - 대수층에 물을 인위적으로 주입하거나 침투시켜 지하수량을 증진시키는 방법으로 강수, 지하수, 강변여과수 등의 용수를 저장하고 이용하는 것
- 지하수함양 개발 시 장점
 - 강수, 강변여과수, 수막채배 후 지하수 재이용을 통해 순환형 수자원 확보 가능
 - 지하수위 저하로 인한 지하수의 염수화 및 농작물 피해 예방
 - 동절기 지하수 이용량이 집중되는 대규모 시설농업단지의 지하수 고갈 대비 가능
- 입지 조건
 - 강변여과수 등 주변에 여유 수자원이 존재하여 수자원 고갈 지역으로 물을 함양할 수 있는 지역
 - 하상 및 유역의 경사가 완만한 지역
 - 충적 대수층이 두껍게 발달하여 다량의 지하수 함양지역
 - 주변에 오염원이 없어 인공함양 시 오염을 초래하지 않는 지역
- 지하수함양 국내사례(진주 단목지구)
 - 순환형 수자원 확보를 위해 지하수함양정, 관측정 등을 설치하여 지하수 함양량 확보 및 모니터링 실시



7.2.2 지표수-지하수를 연계한 강변여과수

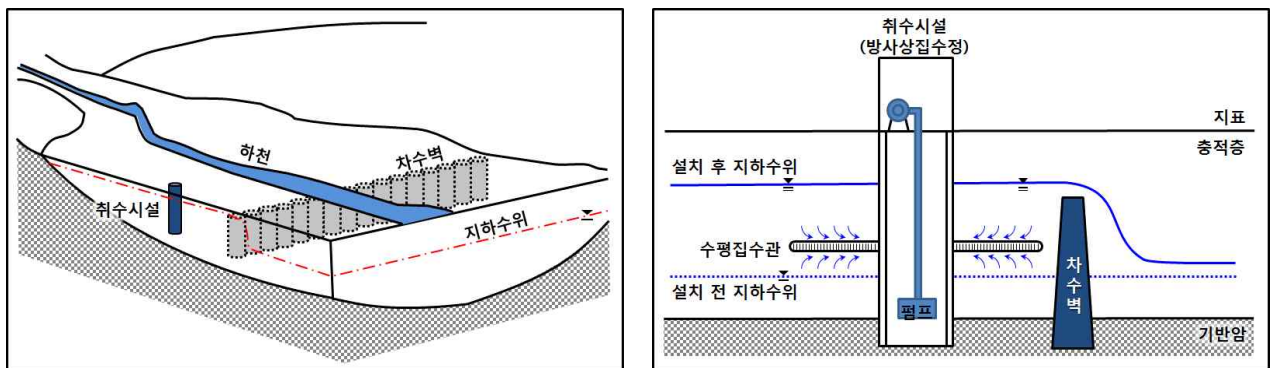
- 수리지질학적 조건
 - 충적층의 분포면적이 넓은 지역
 - 상류지역에 분포된 모암이 조립질의 결정질암으로 구성되어 있어, 충적층의 구성 물질이 조립질이고 투수성이 양호한 지역
 - 충적대수층으로 지표수의 함양유도가 양호한 지역
 - 주변 기설관정의 비양수량이 크고 충적층의 두께가 두꺼운 지역
 - 상류구간에 잠재오염원이 없으며 하천의 수질이 비교적 양호한 지역
 - 수온변화가 크지 않으면서 갈수량이 많은 지역
- 자연적인 조건
 - 토지이용현황과 해당 부지가 오염되지 않은 지역
 - 하천이 범람하지 않는 지역
 - 부지확보가 용이하고 민원이 없는 지역
- 기존시설과 연계가 가능성, 수요지와의 거리 등
- 국내에선 경남 창원외 낙동강 중·하류지역에서 시범 운영되고 있음
- 강변여과수 개발의 기대효과
 - 수량이 풍부한 하천변에서 강변여과수를 취수한 후 물이 부족한 지역의 충적층에 주입하여 시설농업단지에 지하수 부족 문제 해결
 - [양수정] → [송수관로] → [집수&여과] → [송수관로] → [주입정]



강변여과수 모식도

7.2.3 지하수댐

- 지하수댐의 정의
 - 지하수의 간접인공함양의 종류로 지하수가 흐르는 대수층에 인공 물막이벽을 설치하여 물의 흐름을 차단하고 저류시키는 구조물
- 지하수댐 개발 시 장점
 - 용수 확보 및 지반 안정성을 높일 수 있음
 - 토양과 대수층의 자정작용 등에 의한 수질개선 효과
 - 장마철에 집중적으로 비가 내리는 국내 현실에 적합
 - 해안근처 설치 시 해수에 의한 염해방지



지하수댐 모식도

- 지하수댐의 분류
 - 사용목적 - 저류형, 유출억제형, 염수침입 방지형으로 분류
 - 저류형태 - 완전지하저류형, 일부지표저류형, 지표댐병형으로 분류
- 국내 지하수댐 개발사례
 - 강원도 속초 쌍천 지하수댐을 비롯해 공주시 옥성 지하수댐 등 전국에 농업용수 5개소, 생활용수 1개소 등 6개소가 운영되고 있으며 이중 농업용수 5개소를 한국농어촌공사가 관리
 - 2019년까지 인천시 옹진군 대이작도에 국비 20억여원을 들여 깊이13m, 길이 60m, 1일 취수용량 180톤 규모의 지하수댐 준공
 - 2021년 속초시 쌍천 제2지하수댐을 추가 설치 완료

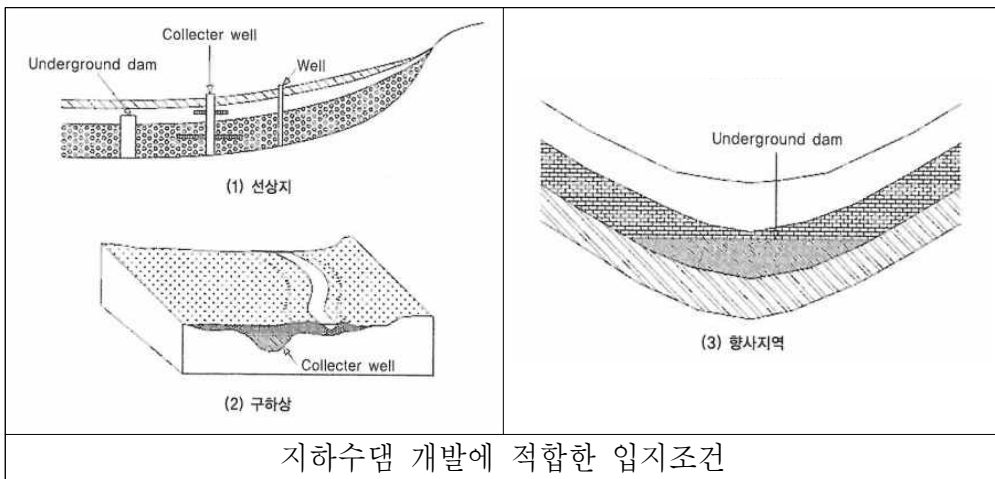
<표 7-2-1> 국내 주요 지하수댐 설치현황

지구명	시설위치	하천명	길이 (m)	양수량 (m³/일)	집수정 (기)	개발년도	용도	시행기관
이안	경북상주이안	이안천	230	24000	4	1983	농업	한국농어촌공사
남송	경북영일홍해	곡강천	89	23600	4	1986	농업	한국농어촌공사
옥성	충청공주우성	유구천	482	27900	4	1986	농업	한국농어촌공사
고천	전북정읍태인	정읍천	192	25110	5	1986	농업	한국농어촌공사
우일	전북정읍정우	정읍천	778	16200	4	1986	농업	한국농어촌공사
쌍천	강원속초도문	쌍천	800	33000	4	1998	생활	속초시

※ 자료출처 : 한국농어촌공사

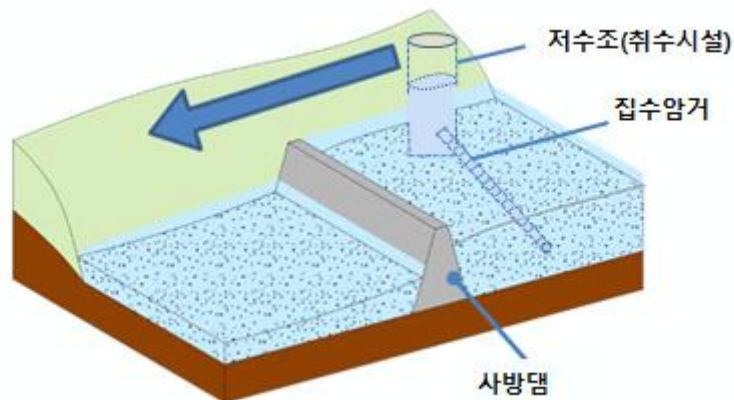
- 입지 조건

- 유효공극률이 큰 대수층이 넓고 두껍게 발달하여 다량의 지하수를 저장할 수 있는 지역
- 지하수 함양원이 되는 계곡하천으로서 유역면적이 넓은 지역
- 하상 및 유역의 경사가 완만한 지역
- 경제적으로 지하 차수벽 설치가 가능한 협곡부 또는 분지지형이 발달되어 있는 지역
- 지하수위 변동에 따라 지반침하 등 장애가 발생하지 않는 지역



7.2.4 지하수 연계형 사방댐 개발

- 지하수 연계형 사방댐의 정의
 - 계곡이나 하천에 사방댐이나 보 등을 설치하여 충적대수층의 지하수위를 확보하고 집수암거를 통해 저수조에 취수하는 지표수-지하수 연계 시설
- 지하수 연계형 사방댐의 장점
 - 지하수함양 증가로 수량 확보효과가 크고 증발손실이 적어 일정량의 저류가 가능
 - 토양과 대수층의 자정작용 등에 의한 수질개선 효과
 - 물 소외지역의 버려지는 계곡 및 하천수를 재활용 가능

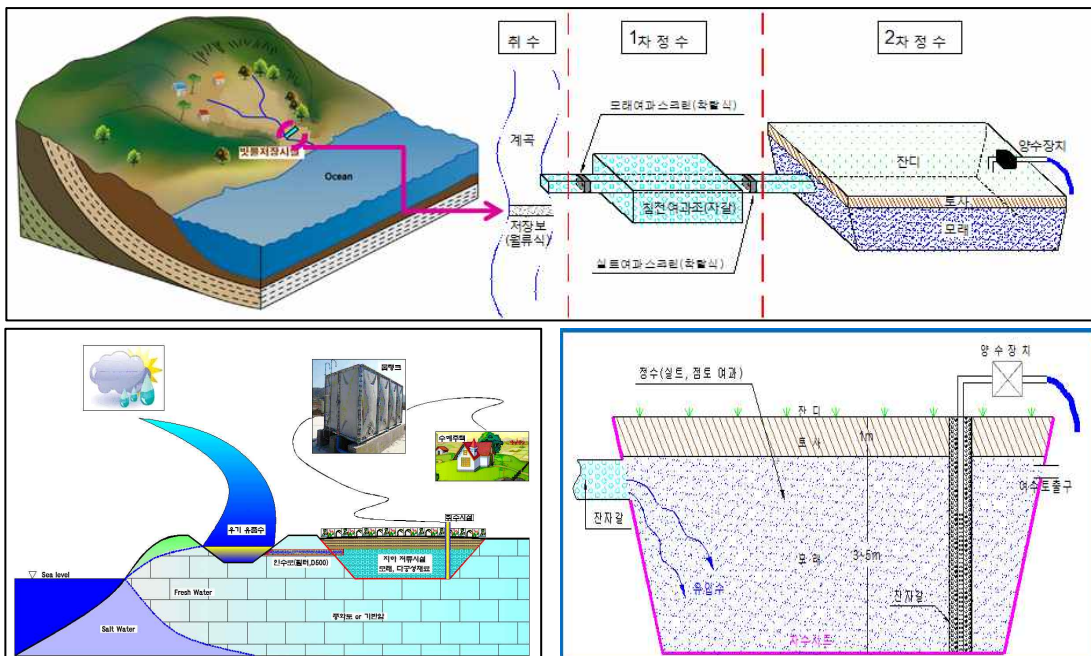
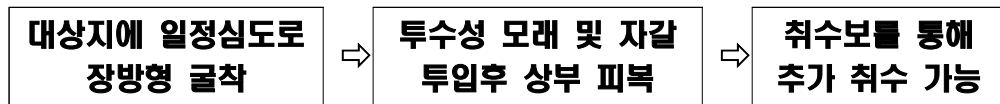


지하수댐 모식도

- 입지 조건
 - 지하수 함양원이 되는 계곡하천의 연장이 길고 유역면적이 넓으며 유량이 양호한 지역
 - 지하수를 저장할 수 있는 충적 대수층이 두껍게 발달한 지역
 - 계곡상류부 및 하상퇴적물에 오염이 없는 곳
 - 지하수위 변동에 따라 지반침하 등 장애가 발생하지 않는 지역

7.2.5 지하둑병

- 지하둑병의 정의
 - 지하수저류시설의 하나로 주변 지표수나 지하수를 저장하는 지하구조물을 설치하고 관정을 통해 용수를 취하는 시설
 - 강우시 우수 유출수를 모아 연중 온도 변화가 없는 양질의 지하수를 얻을 수 있는 친환경 구조물
- 지하둑병의 장점
 - 수원발달이 빈약한 도서지역의 유출 지표수의 재활용 가능
 - 연중 일정한 수온과 청정한 용수 공급 가능
 - 정수시설 추가 설치하여 식수로 활용 가능
 - 소규모 지하수 저류시설로 좁은 면적에 설치가 가능하며, 상부 지표 활용 가능
- 지하둑병 설치공정



지하둑병 개념 모식도 및 설치단면

7.2.6 지열에너지 이용

가. 농·어업 에너지 이용 효율화 사업

- 목적
 - 신재생에너지(지열)냉난방 시스템을 보급하여 농어가의 난방비 부담을 경감
- 근거법령
 - 신에너지 및 재생에너지 개발·이용 촉진법 제4조
 - 에너지이용 합리화법 제36조
 - 농어업·농어촌 및 식품산업기본법 제8조
 - 한국농어촌공사 및 농지관리기금법 제10조1항제13호 규정
- 사업명 및 사업시행자
 - 농림축산식품부 : 농업에너지이용효율화사업
 - 해양수산부 : 친환경에너지보급사업(2014년 신규)
 - 한국농어촌공사(위탁시행) : 첨단기술사업처
- 지원대상
 - 온실, 버섯재배사, 육상양식장, 계사, 돈사 등

나. 지열 에너지

- 지열에너지의 개념
 - 지하 또는 지표면을 구성하고 있는 토양, 암반 및 지하수, 지표수가 가지고 있는 열(온도)에너지 자원
 - 지구 맨틀을 구성하고 있는 물질의 내부 방사성원소의 붕괴(약83%) 및 지구 내부 열의 방출(약17%)
 - 지구의 내부에서 외부로 나오는 열 - 수증기, 온천 및 화산 분출 등에 의해서 지표로 유출
 - 깊이에 따라 잠재력이 무한 - 지하 10km까지 평균 지온증가율은 약 25~30℃/km
- 지열에너지의 분류

- 지하 수 km 깊이의 지열원을 이용하는 심부 지열 자원
- 300m이내의 연중 일정한 온도 자원을 이용하는 천부 지열 자원
- 지열에너지의 이용
 - 2000년대 이후에 본격화
 - 연중 일정한 온도(약 20℃ 내외)를 유지하는 지하열원을 이용하여 냉난방을 해결 - 학교, 레저 시설, 병원 등에 적용
 - 2003년 한국지질자원연구원 ‘심부지열에너지 개발사업’ 수행
 - 2004년부터 대체에너지 적용 의무화 법규를 시행
 - 2010년 말 ‘지열발전 상용화 연구개발(R&D) 사업’ 시작
 - 2016년 6월 포항지열발전소 1차 설비 완공
 - 2017년 11월 포항 지역에 발생한 지진으로 공사 중단

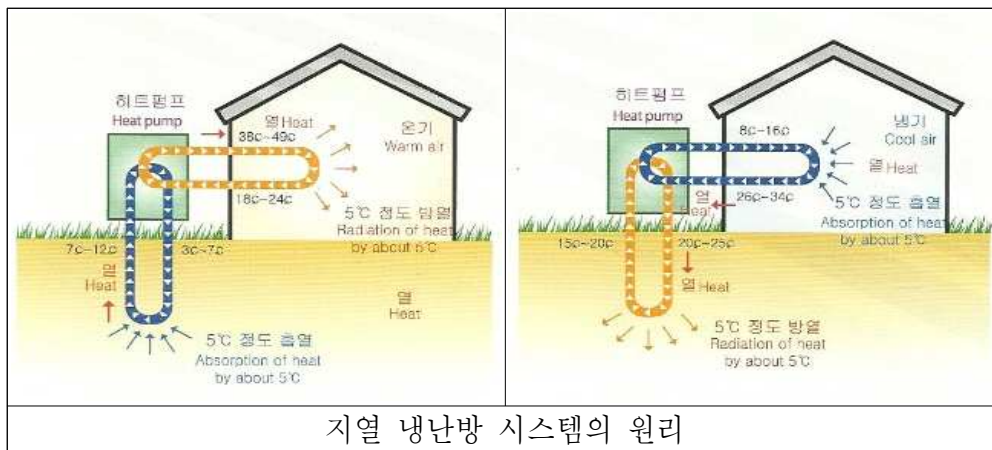
<표 7-2-2> 지열에너지의 분류

구분	세부분류	특징
심부지열	고온성	- 온도 120~150℃이상 범위의 에너지 자원 - 물+증기, Hot dry rock - 간접이용(지열 발전)
	중·저온성	- 온도 120~150℃미만 범위의 에너지 자원 - 지열수, Hot dry rock - 직접이용 : 지역난방-시설영농-양어-제설
천부지열		- 지하300m 이내로 태양복사에너지에 의한 자원 - 연중 일정한 온도를 유지 - GeoThermal Heat Pump 이용 냉난방 시스템으로 활용

※자료 : 신재생 지열 에너지와 지역냉난방 기술(한국에너지기술원, 2007)

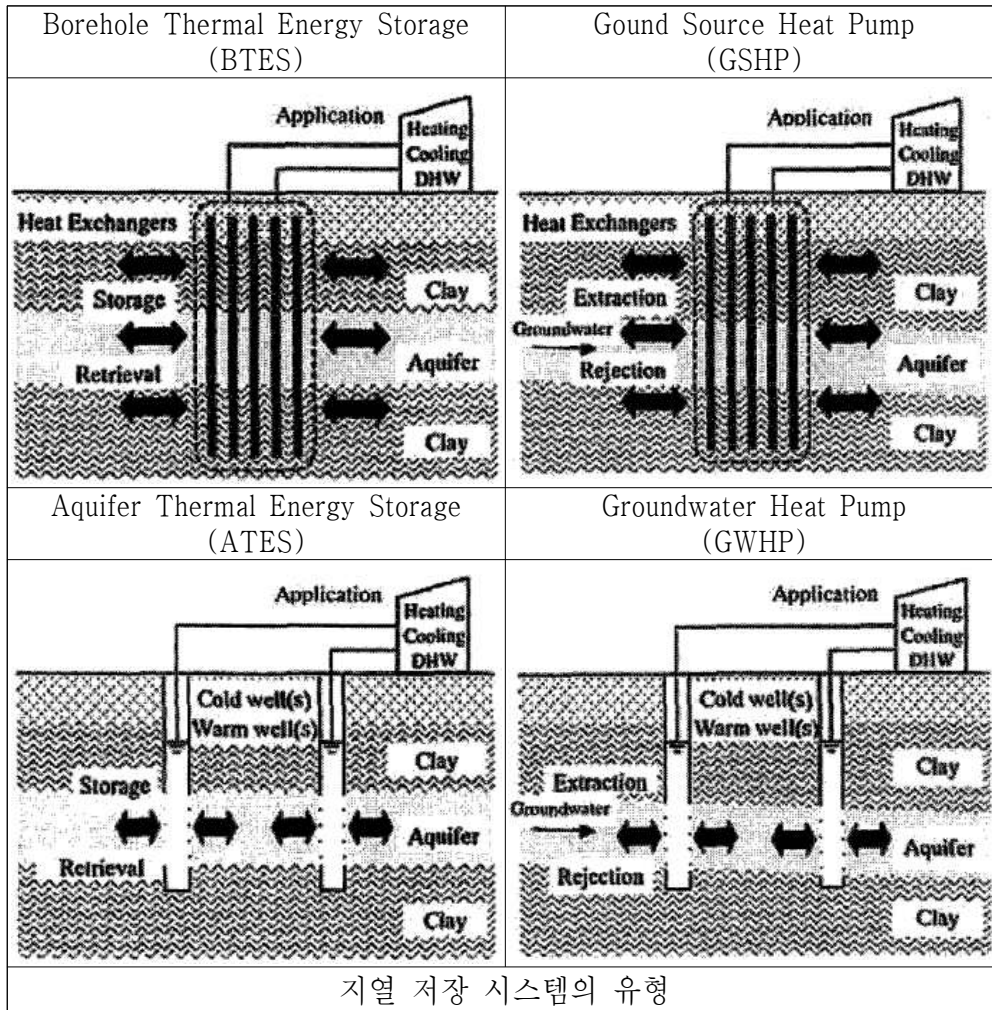
다. 지열 냉난방 시스템

- 지열 냉난방 시스템의 원리
 - 우리나라의 천부 지중열은 연중 15℃내외로 일정
 - 겨울철 평균 온도보다 10℃이상 높고, 여름철 평균 온도보다 10℃이상 낮은 온도 차이를 에너지원으로 활용



- 지열 냉난방 시스템의 구성
 - 지중열교환기(지하시설) - 열복원 과정을 통하여 땅속의 에너지를 히트펌프에 전달
 - 히트펌프, 제어판넬 등 기계설비(지상시설) - 땅속에서 올라오는 지열에너지를 냉난방에너지로 바꾸는 기능
- 지열 저장 시스템의 유형과 특성
 - 밀폐형시스템 - 지중에 지열회로(수직밀폐형, 지중수평형, 에너지파일형 등)를 설치하고 지중순환수를 순환시켜 지열을 이용하는 방식, 넓은 부지를 가진 경우에 설치하는데 유리
 - BTES(Borehole Thermal Energy Storage) - 지중열교환기를 이용한 간접 열교환 시스템, 지반을 열에너지 저장소로 이용
 - GSHP(Ground Source Heat Pump) - 지중열교환기를 이용한 간접 열교환 시스템, 지반을 열원과 수열체로 이용
 - 개방형시스템 - 지하수를 열원으로 이용하는 설비를 통칭, 지하수 부존량이 풍부한 지역에서 유리
 - ATES(Aquifer Thermal Energy Storage) - 우물의 지하수를 직접이용, 대수층을 열에너지 저장소로 이용
 - GWHP(Groundwater Heat Pump) - 우물의 지하수를 직접이용,

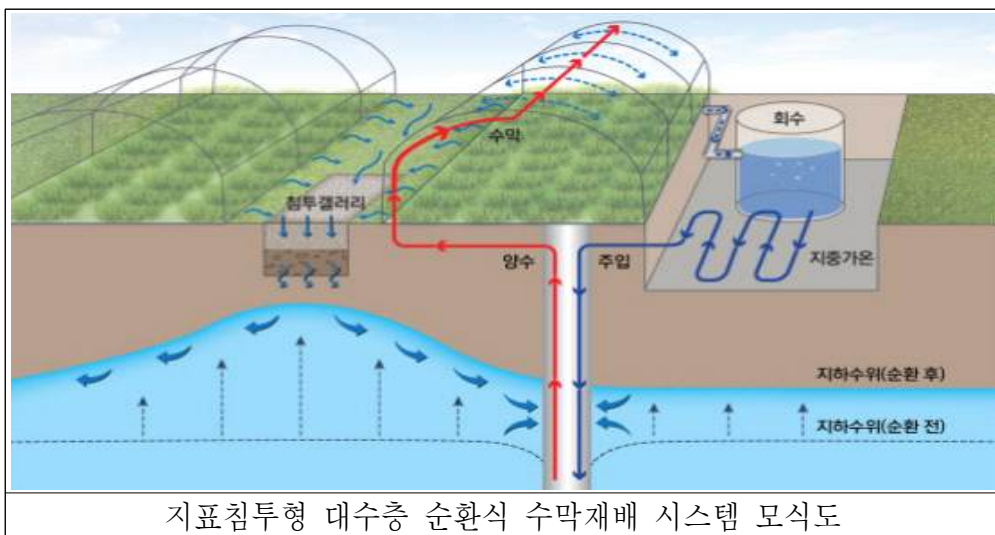
- 더 높은 흐름을 가진 대수층을 열원과 수열체로 이용
- 지중공기이용 시스템 - 지중의 공기를 열원으로 이용하는 방식

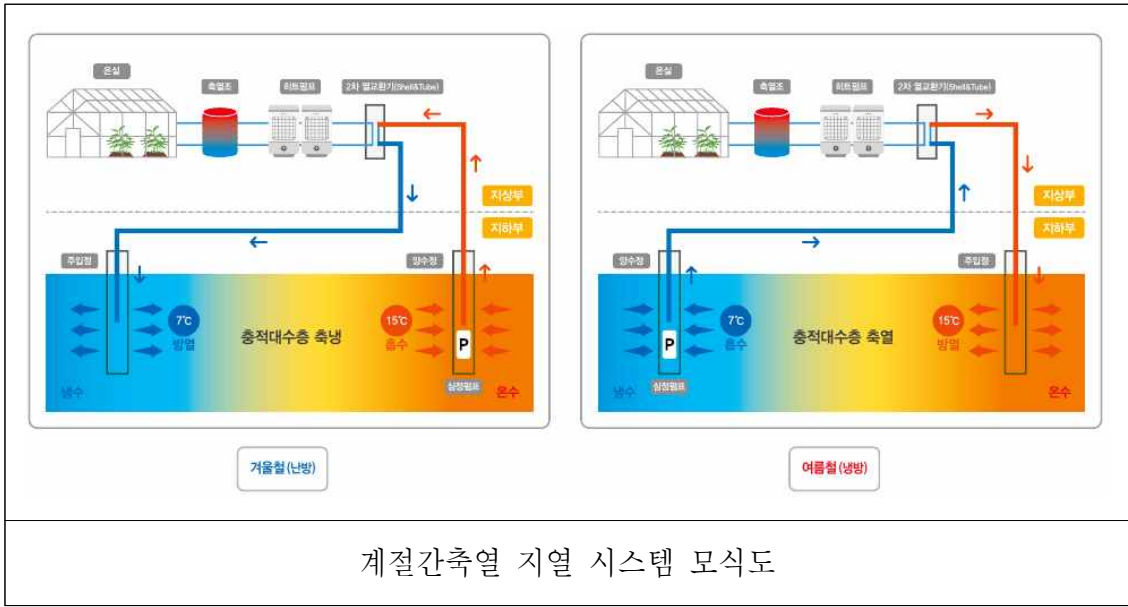


- 지열 냉난방 시스템 국내 현황
 - 국내에는 천부 지열을 이용하는 밀폐형을 중심으로 시스템이 보급
 - 국내 GSHP시스템 설치비율 80% 이상이 수직밀폐형으로 추정
 - 정부에서 지원하는 제도가 아직 ATES, BTES, SCW 등 다양한 시스템을 수용하기 어렵기 때문
 - 천부 지하 열에너지 특성에 따른 응용기술들이 다양한 접근 방법으로 연구가 이루어지고 있음

라. 국내 지열 냉난방 시스템 연구·개발 사례

- 대수층 순환식 수막재배 시스템(지질자원연구원)
 - 충북 청주시 상당구 가덕면 상대리 지역 적용
 - 사용한 지하수와 빗물을 인공함양을 통해 땅 속에 주입, 저장 후 재활용
- 지표침투형 대수층 순환식 수막재배 시스템(지질자원연구원)
 - 지층의 자정작용을 활용해 자연적으로 지하수와 빗물을 재활용하는 기술
 - 비닐하우스 사이의 빈 공간에 물이 땅속으로 잘 침투되게 하는 침투로를 설치해 물을 자연적으로 정화시켜 땅속에 다시 침투시키는 방식
 - 초기설치 비용이 거의 들지 않고, 설치가 용이
- 계절간축열 지열 시스템(농촌진흥청, 지엔에스엔지니어링)
 - 충남 부여군 부여읍 왕포리 지역 적용
 - 여름에 고온의 에너지를 지중에 저장한 뒤, 겨울에 사용하는 방식
 - 충적대수층 지역에 온실 냉난방용으로 설치하여 열효율 및 에너지 절약, 시스템 설치 비용 절감에 높은 효과를 보임





계절간축열 지열 시스템 모식도

구 분	수직형(밀폐형)	개방형(SCW)	계절간축열
구조			
지중시공 깊이	100~150m	350~500m	20~100m
공당 용량	2~3RT	20~30RT	30~50RT
천공수 (100RT 기준)	33~50공 (1000~1300m ²)	약 4공 (100m ²)	약 4공 (80m ²)
특징	<ul style="list-style-type: none"> - 펌프 동력 적음 - 공단 열교환 용량 적음 - 부지면적 제약 	<ul style="list-style-type: none"> - 냉난방성능 우수(COP) - 열교환 용량이 큼 - 설치면적 적음(수직형 대비) 	<ul style="list-style-type: none"> - 냉난방성능우수 (COP, 개방형 대비) - 열교환수 함양으로 축열/축냉효과와 지하수 고갈 문제 해결 - 시설비 저렴(개방형 대비)

기존 지열 시스템과 계절간축열 시스템 비교