

발 간 등 록 번 호

11-1543000-002449-01



2018

농촌지하수관리보고서

울원지구



농림축산식품부



한국농어촌공사

2018
농촌지하수관리보고서
울원지구

『울원지구 농촌지하수관리』 보고서는

1. 농림축산식품부 주관으로 한국농어촌공사에서 시행한 『지하수 자원관리사업』 결과를 종합하여 작성하였습니다.

(조사기간 : 2018.05 ~ 2018.10)

2. 『지하수자원관리사업』은 농어촌정비법 제18조의2(농어촌 용수계획 등) 및 지하수법 제5조(지하수조사)에 근거하여 농어촌지역 지하수 개발·이용 및 보전·관리를 위하여 2001년부터 농촌용수구역 단위별로 시행하는 사업입니다.

3. 본 보고서의 관정현황자료는 지하수법 제17조 제6항의 규정에 의하여 매년 지방자치단체에서 실시하고 있는 지하수이용 실태자료를 토대로 조사하였으며, 지하수조사연보와는 차이가 날 수 있습니다.

4. 지하수수질 분석결과는 조사시점에 한하며, 수질오염우려 지역에 대해서는 변화하는 지하수 환경에 대한 지속적이며 정기적인 분석이 필요합니다.

5. 조사결과는 한국농어촌공사에서 운영하는 농어촌지하수넷

(<https://www.groundwater.or.kr>)에서 조회가 가능합니다.

< 차례 >

I. 농촌지하수관리사업 개요	3
1.1 농촌지하수관리사업의 배경	3
1.2 농촌지하수관리사업의 목적	3
1.3 농촌지하수관리사업의 내용	3
1.4 울원지구 선정 및 특성 분석	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	8
1.5.4 용도별 지하수 이용현황	8
1.6 농어촌지하수관리시스템(농어촌지하수넷) 설명	9
1.6.1 시스템 구축현황	9
1.6.2 접속방법	11
1.6.3 운영방법	11
1.6.4 정보서비스 활용	12
II. 농업용 공공관정 현황 및 조사	17
2.1 농업용 공공관정 개발·이용 현황	17
2.2 농업용 공공관정 일제조사	18
2.2.1 농업용 공공관정 현황	18
2.2.2 농업용 공공관정 일제조사표	20
2.3 농업용 공공관정 점검결과 및 관리방안	22
2.3.1 점검결과	22
2.3.2 지하수개발·이용허가의 유효기간 연장을 위한 조사 제안 ..	23
2.3.3 사후관리 제안	24
2.3.4 지하수수질검사 제안	25

2.3.5 원상복구 제안	26
2.3.6 시설물정비 제안	27
Ⅲ. 향후전망	31
3.1 지하수 개발가능량 산정 및 급수계획 구축	31
3.1.1 지하수 함양률 산출	31
3.1.2. 지하수 개발가능량 산출	35
3.2 지하수 개발·이용 전망	37
3.2.1 지하수개발가능량	37
3.2.2 지하수개발 추세	41
3.2.3 개발·이용 예측	43
3.3 오염 추세분석 및 예측	45
3.3.1 오염취약성분석(DRASTIC & Modified DRASTIC)	45
3.3.2 지하수 오염 예측	48
Ⅳ. 울원지구 지하수 개발·이용 방안	55
4.1 농업용수 개발대상지 분석	55
4.2 농업용수 공급 방안	60
4.3 울원지구 농촌지하수관리 방안도	62
Ⅴ. 지하수 보전·관리 방안	67
5.1 지하수관리 필요지역	67
5.1.1 선정 기준	67
5.1.2 읍면별 현황 및 대책	69
5.1.3 선정 결과	75
5.2 지하수보전·관리를 위한 대책제안	76
5.2.1 문제유형별 대책방안 분류	76
5.2.2 울원지구 지하수관리 필요지역 대책제안	76
5.2.3 울원지구 지하수모니터링	79

VI. 용어해설	83
VII. 참고문헌	93
VIII. 과업참여자	101

< 부록차례 >

1. 일반현황	부록-3
1.1 조사지역(농촌용수구역)	부록-3
1.2 행정구역 및 인구현황	부록-7
1.3 농업 및 산업경제	부록-10
1.4 자연환경현황	부록-14
1.4.1 하천 및 유역	부록-14
1.4.2 기상	부록-17
1.4.3 지형 및 지질	부록-18
1.4.4. 토지이용 및 토양	부록-22
2. 지하수 개발·이용 현황	부록-29
2.1 지하수 개발 현황	부록-29
2.1.1 신고·허가별 지하수 개발 현황	부록-29
2.1.2 용도별 지하수 개발 현황	부록-30
2.1.3 관정형태별 지하수 개발 현황	부록-32
2.2 지하수 이용 현황	부록-33
2.2.1 이용량 산정	부록-33
2.2.2 용도별 이용 현황	부록-34
2.2.3 단위면적당 이용 현황	부록-36
2.2.4 지하수 개발밀도	부록-37
2.3 지하수 개발·이용에 따른 리별 순위	부록-38
3. 지하수 특성	부록-41
3.1 지하수 수리특성	부록-41
3.1.1 수리특성 분석	부록-41
3.1.2 부존특성	부록-47

3.2	지하수 수질특성	부록-72
3.2.1	오염원 현황	부록-72
3.2.2	수질분석	부록-79
3.2.3	해안 인근 지하수 및 지표수 현황	부록-104
3.3	오염취약성 분석	부록-107
3.3.1	DRASTIC 시스템	부록-107
3.3.2	DRASTIC 시스템의 적용	부록-112
3.4	지하수 수질 환경특성에 따른 동리별 순위	부록-115
4.	지하수관리 방안	부록-119
4.1	기본방향	부록-119
4.1.1	행정규제에 의한 관리방안	부록-119
4.1.2	비규제적 관리방안	부록-122
4.1.3	기술적방안	부록-125
5.	청문조사결과(설문조사)	부록-129
5.1	조사 개요	부록-129
5.2	일반현황	부록-129
5.3	지하수개발	부록-131
5.4	지하수수질	부록-132
5.5	지하수수량	부록-133
5.6	지하수관리	부록-134
5.7	가뭄피해	부록-135
5.8	기타 주요 제시 의견	부록-136
5.9	설문결과에 대한 종합의견	부록-136
6.	농어촌지하수관리 시스템 이용안내	부록-139
6.1	구축현황	부록-139
6.2	접속방법	부록-139

6.3 운영방법 부록-139

6.4 농어촌지하수넷시스템 이용 안내 부록-140

7. 농업용 공공관정 일제조사표 부록-175

표 목 차

<표 1-4-1> 울원지구 위치도	4
<표 1-5-1> 울원지구 지하수개발 현황	7
<표 1-5-2> 용도별 지하수 개발현황	7
<표 1-5-3> 관정형태별 지하수 이용현황	8
<표 1-5-4> 용도별 지하수 이용현황	8
<표 1-6-1> 시·도별 농촌용수구역 조사현황	10
<표 1-6-2> 행정구역별 조사현황	11
<표 2-1-1> 공공관정 개발 현황	18
<표 2-2-1> 농업용 공공관정 현황(25개소)	18
<표 2-3-1> 농업용 공공관정 일제조사 현황	22
<표 2-3-2> 지하수영향조사 필요관정 현황	23
<표 2-3-3> 지하수 사후관리 필요관정 현황	24
<표 2-3-4> 수질검사 필요관정 현황	25
<표 2-3-5> 원상복구 필요관정 및 임시조치 현황	26
<표 2-3-6> 시설물관리 필요관정 제안	27
<표 3-2-1> 유역별 지하수 개발가능량	38
<표 3-2-2> 행정구역별 지하수 개발가능량 산정	39
<표 3-2-3> 리별 지하수 개발가능량 산정	40
<표 3-2-4> 용도별 지하수 개발공수 및 이용량 변화	41
<표 3-2-5> 울원지구 용도별 신규관정 개발추이	42
<표 3-2-6> 지하수조사연보의 지하수 이용량 재 산정	43
<표 3-2-7> 연도별 지하수 이용량	44
<표 3-3-1> 읍면별 DRASTIC Index	46
<표 3-3-2> DRASTIC 평가기준	47
<표 3-3-3> 지하수오염예측 등급 분류표	50
<표 3-3-4> 읍면별 지하수오염예측등급 면적	51
<표 4-1-1> 농업용수 개발대상지 분석	55
<표 4-1-2> 농업용수 수혜면적 현황	56

<표 4-2-1> 농업용수 개발 방안	61
<표 5-1-1> 지하수 관리지역 선정지표	67
<표 5-1-2> 지하수 수량관리 필요지역(울진군 근남면)	70
<표 5-1-3> 지하수 수질관리 필요지역(울진군 근남면)	70
<표 5-1-4> 지하수 수량관리 필요지역(울진군 금강송면)	72
<표 5-1-5> 지하수 수질관리 필요지역(울진군 금강송면)	72
<표 5-1-6> 지하수 수량관리 필요지역(울진군 매화면)	74
<표 5-1-7> 지하수 수질관리 필요지역(울진군 매화면)	74
<표 5-1-8> 지하수 관리지역 선정지표	75
<표 5-1-9> 읍·면별 지하수관리 필요지역	75
<표 5-2-1> 문제유형별 대책방안 분류	76
<표 5-2-2> 읍·면별 대책제안	77
<표 5-2-3> 울원지구 읍·면별 대책 제안 세부내역	78
<표 5-2-4> 울원지구 지하수관측망 현황	79
<표 5-2-5> 울원지구 국가 지하수관측망 설치현황	79
<표 5-2-6> 울원지구 수질측정망 설치현황	79
<표 5-2-7> 울원지구 농촌지하수관측망 설치현황	80
<표 5-2-8> 울원지구 해수침투관측망 설치현황	80
<표 5-2-9> 울원지구 농어촌지하수 관측정 부지 선정 결과표	82

그림 목 차

<그림 1-4-1> 울원지구 용수구역 위치도	4
<그림 1-6-1> 농촌지하수관리사업 시행지구	9
<그림 2-1-1> 공공관정 현황도	17
<그림 2-3-1> 농업용 공공관정 점검결과	22
<그림 2-3-2> 읍면별 지하수 수질검사 필요관정 현황	25
<그림 2-3-3> 읍면별 지하수 원상복구 필요관정 현황	26
<그림 2-3-4> 읍면별 지하수 시설물관리 필요관정 현황	28
<그림 3-2-1> 표준유역별 지하수 함양량, 이용량 및 개발가능량	38
<그림 3-2-2> 행정구역별 지하수 함양량, 이용량 및 개발가능량	39
<그림 3-2-3> 연도별 지하수 이용·개발	41
<그림 3-2-4> 울원지구 용도별 지하수 이용량 추이	42
<그림 3-2-5> 연도별 지하수 이용량 추이	43
<그림 3-2-6> 울원지구 지하수 이용전망 추세	44
<그림 3-3-1> 울원지구 Drastic Index Map	46
<그림 3-3-2> 울원지구 Modified Drastic Index Map	46
<그림 3-3-3> 총 오염발생부하량 등급도	50
<그림 3-3-4> 지하수오염예측도 작성 모식도	51
<그림 3-3-5> 울원지구 지하수오염예측도	52
<그림 3-3-6> 읍면별 지하수오염예측도 등급별 면적비	52
<그림 4-1-1> 농업용수 수혜면적	55
<그림 4-1-2> 조사지역 농업기반수리시설	55
<그림 4-1-3> 리별 농경지면적 및 잔여면적 분포도	58
<그림 4-1-4> 리별 관정밀도 분포도	59
<그림 4-2-1> 농업용수개발대상지 검토결과	61
<그림 4-3-1> 울원지구 농촌지하수관리 방안도	62
<그림 5-1-1> 관리지구 선정기준을 위한 표준정규분포곡선	68
<그림 5-1-2> 지하수 관리지역 선정을 위한 관리방안 제시	68
<그림 5-2-1> 국가지하수 관측정 위치도	80
<그림 5-2-2> 농촌지하수 관측정 후보위치도	81

부 록 표 목 차

<표 1-1-1> 경상북도 용수구역별 행정구역 현황	부록-4
<표 1-2-1> 울원지구 행정구역 현황	부록-7
<표 1-2-2> 울원지구 인구현황	부록-8
<표 1-2-3> 울진군 농업인구현황	부록-8
<표 1-3-1> 울진군 농업 현황	부록-10
<표 1-3-2> 작물현황	부록-11
<표 1-3-3> 축산업 현황	부록-11
<표 1-3-4> 울진군 사업체수 현황	부록-12
<표 1-3-5> 업종별 종사자수 현황	부록-12
<표 1-3-6> 울원지구 산업단지 현황	부록-13
<표 1-3-7> 광업 현황	부록-13
<표 1-4-1> 울원지구 지방하천 현황	부록-14
<표 1-4-2> 표준유역 현황	부록-15
<표 1-4-3> 소유역별 읍면별 면적현황	부록-16
<표 1-4-4> 기상현황	부록-17
<표 1-4-5> 울원지구 지형고도별 면적분포	부록-18
<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 울원지구 토양의 재분류	부록-24
<표 1-4-12> NRCS 수문학적 토양군 분류에 의한 토지이용별 면적	부록-25
<표 2-1-1> 허가·신고형태별 지하수개발 현황	부록-29
<표 2-1-2> 용도별 지하수개발 현황	부록-30
<표 2-1-3> 관정형태별 지하수개발현황	부록-32
<표 2-2-1> 이용량 산정	부록-33

<표 2-2-2> 읍면별 지하수 이용현황	부록-35
<표 2-2-3> 용도별 지하수 이용현황	부록-35
<표 2-2-4> 생활용 이용현황	부록-35
<표 2-2-5> 공업용 이용현황	부록-35
<표 2-2-6> 농업용 이용현황	부록-35
<표 2-2-7> 읍면별 단위면적당 지하수 이용현황	부록-36
<표 2-2-8> 읍면별 지하수 개발밀도 현황	부록-37
<표 2-3-1> 지하수 개발·이용에 따른 리별 순위	부록-38
<표 3-1-1> 지하수 수위변화 현황	부록-41
<표 3-1-2> 읍면별 암반지하수 수리상수 분포현황	부록-44
<표 3-1-3> 지질별 암반대수층의 수리특성	부록-45
<표 3-1-4> 수문지질단위별 암반대수층의 수리특성	부록-46
<표 3-1-5> 울원지구 지하수 함양률	부록-47
<표 3-1-6> 표준유역별 Thiessen계수 산정	부록-48
<표 3-1-7> 광천 표준유역 면적평균강수량 산정	부록-49
<표 3-1-8> 낙동강상류 표준유역 면적평균강수량 산정	부록-50
<표 3-1-9> 남대천 표준유역 면적평균강수량 산정	부록-51
<표 3-1-10> 매화천 표준유역 면적평균강수량 산정	부록-52
<표 3-1-11> 소천수위표 표준유역 면적평균강수량 산정	부록-53
<표 3-1-12> 왕피천 표준유역 면적평균강수량 산정	부록-54
<표 3-1-13> 장수포천 표준유역 면적평균강수량 산정	부록-55
<표 3-1-14> 척산천 표준유역 면적평균강수량 산정	부록-56
<표 3-1-15> 잠재증발산량(울진기상대, 1988~2017)	부록-58
<표 3-1-16> 실제증발산량(울진기상대, 1988~2017)	부록-59
<표 3-1-17> 물수지(손실량추정)에 의한 함양량 산정	부록-60
<표 3-1-18> NRCS-CN을 이용한 유출분석 시 토양분포, AMC조건 및 선행토양 함수조건	부록-61
<표 3-1-19> 수치토지피복도 및 수치토지이용도 분류기준 비교 ·	부록-62
<표 3-1-20> 토지이용 분류기준에 따른 유출곡선지수 기준(AMC-II) ···	부록-63

<표 3-1-21> 행정구역별 CN지수	부록-64
<표 3-1-22> CN지수 변동에 따른 연도별 함양률 산정	부록-66
<표 3-1-23> 유역별 지하수 함양량	부록-67
<표 3-1-24> 행정구역별 지하수 함양량	부록-68
<표 3-1-25> 유역별 지하수 개발가능량	부록-69
<표 3-1-26> 행정구역별 지하수 개발가능량	부록-70
<표 3-2-1> 환경기초시설	부록-73
<표 3-2-2> 점오염원 현황	부록-74
<표 3-2-3> 비점오염원 현황	부록-75
<표 3-2-4> 비점오염원별 발생오염부하량 원단위	부록-76
<표 3-2-5> 읍면별 발생오염부하량	부록-77
<표 3-2-6> 간이수질 분석결과	부록-79
<표 3-2-7> 리별 pH 측정결과	부록-83
<표 3-2-8> 리별 EC 측정결과	부록-86
<표 3-2-9> 읍면별 질산성질소 일제조사 분석 현황	부록-88
<표 3-2-10> 지하수의 질소동위원소 분석 결과	부록-90
<표 3-2-11> 질소동위원소 분석 결과	부록-90
<표 3-2-12> 이화학분석용 시료 관정 내역	부록-95
<표 3-2-13> 지하수 양·음이온별 이화학분석결과	부록-95
<표 3-2-14> Cl과 NO ₃ 를 이용한 Group 정리	부록-97
<표 3-2-15> 울원지구 지하수 유형	부록-100
<표 3-2-16> 지하수 수질 기준	부록-102
<표 3-2-17> 수질 분석결과	부록-103
<표 3-2-18> 지자체 보조지하수관측시설 운용방안	부록-106
<표 3-3-1> 읍면별 DRASTIC Index	부록-110
<표 3-3-2> DRASTIC 평가기준	부록-112
<표 3-4-1> 지하수 수질환경 특성에 따른 동리별 순위	부록-115
<표 4-1-1> 지하수 보호에 대한 교육 및 홍보 내용	부록-124
<표 5-2-1> 일반현황 항목별 설문결과	부록-130
<표 5-3-1> 지하수개발 항목별 설문결과	부록-131

<표 5-4-1> 지하수수질 항목별 설문결과 부록-132
<표 5-5-1> 지하수수량 항목별 설문결과 부록-133
<표 5-6-1> 지하수관리 항목별 설문결과 부록-134
<표 5-7-1> 가뭄피해 항목별 설문결과 부록-135

부 록 그 림 목 차

<그림 1-1-1> 경상북도 용수구역 현황	부록-6
<그림 1-2-1> 울원지구 행정구역 현황	부록-7
<그림 1-2-2> 울원지구 인구현황	부록-9
<그림 1-2-3> 울진군 농업인구현황	부록-9
<그림 1-3-1> 울원지구 농경지 분포	부록-10
<그림 1-3-2> 울진군 사업체 연변화 현황	부록-12
<그림 1-3-3> 울진군 사업체 및 종사자 현황	부록-13
<그림 1-4-1> 울원지구 하천 현황	부록-14
<그림 1-4-2> 울원지구 표준유역 현황	부록-15
<그림 1-4-3> 울원지구 소유역현황	부록-16
<그림 1-4-4> 기상현황	부록-17
<그림 1-4-5> 지형고도 분포도	부록-18
<그림 1-4-6> 울원지구 지질도	부록-20
<그림 1-4-7> 울원지구 수문지질도	부록-21
<그림 1-4-8> 지목별 토지이용	부록-22
<그림 1-4-9> 울원지구 NRCS 토양도	부록-24
<그림 2-1-1> 허가·신고 형태별 지하수시설 현황도	부록-30
<그림 2-1-2> 읍면별·용도별 지하수 개발현황	부록-31
<그림 2-1-3> 용도별 지하수개발 위치도	부록-31
<그림 2-1-4> 관정형태별 지하수 개발 위치도	부록-32
<그림 2-2-1> 읍면별 용도별 지하수 이용현황	부록-34
<그림 2-2-2> 용도별 지하수 시설수	부록-34
<그림 2-2-3> 용도별 지하수 이용량	부록-34
<그림 2-2-4> 읍면별 단위면적당 지하수이용현황	부록-36
<그림 2-2-5> 읍면별 단위면적당 지하수개발밀도현황	부록-37
<그림 3-1-1> 지하수위 분포도 및 지하수유동체계	부록-42
<그림 3-1-2> 읍면별 평균 양수량 및 개발심도	부록-44
<그림 3-1-3> 읍면별 투수량계수 및 수리전도도	부록-44

<그림 3-1-4> 지질별 암반지하수 평균심도 및 양수량	부록-45
<그림 3-1-5> 지질별 암반지하수 투수량계수 및 수리전도도	부록-45
<그림 3-1-6> 수문지질단위별 암반지하수 평균심도 및 양수량	부록-46
<그림 3-1-7> 수문지질단위별 암반지하수 투수량계수 및 수리전도도	부록-46
<그림 3-1-8> 울원지구 티센망도	부록-48
<그림 3-1-9> 유출곡선지수(CN) 분포도	부록-64
<그림 3-1-10> 함양률(침투율)과 CN지수와의 관계	부록-65
<그림 3-1-11> 유역별 지하수 함양량	부록-67
<그림 3-1-12> 행정구역별 지하수 함양량	부록-68
<그림 3-1-13> 유역별 지하수 함양량, 이용량 및 개발가능량	부록-69
<그림 3-1-14> 유역별 이용량 대비 개발가능량	부록-70
<그림 3-1-15> 행정구역별 지하수 함양량, 이용량 및 개발가능량	부록-71
<그림 3-1-16> 행정구역별 이용량 대비 개발가능량	부록-71
<그림 3-2-1> 점오염원 시설수 및 단위면적당 개소수	부록-74
<그림 3-2-2> 읍면별 항목별 발생오염부하량	부록-78
<그림 3-2-3> 오염원별 발생오염부하량	부록-78
<그림 3-2-4> 울원지구 간이수질 측정대상공 위치도	부록-80
<그림 3-2-5> 울원지구 지하수의 수온(°C) 분포도	부록-81
<그림 3-2-6> 울원지구 지하수의 pH 분포도	부록-82
<그림 3-2-7> 울원지구 지하수의 전기전도도(EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$) 분포도	부록-85
<그림 3-2-8> 울원지구 지하수의 총용존고용물(TDS, mg/L) 분포도	부록-85
<그림 3-2-9> 울원지구 질산성질소($\text{NO}_3\text{-N}$, mg/L) 분포도	부록-88
<그림 3-2-10> 질소동위원소 시료채수 위치도	부록-91
<그림 3-2-11> 질소동위원소 및 질산성질소 관계도	부록-91
<그림 3-2-12> 읍면별 질소오염원 구성비	부록-92
<그림 3-2-13> 주요 양·음이온 농도분포 상자도표	부록-96

<그림 3-2-14> 염소와 질산염에 의한 지하수 분류 부록-97
<그림 3-2-15> 울원지구 지하수의 Piper Diagram 부록-99
<그림 3-2-16> 울원지구 Stiff 다이어그램 부록-100
<그림 3-2-17> 울원지구 지하수 유형 부록-101
<그림 3-2-18> 수질검사 결과 분포도 부록-103
<그림 3-2-19> 산포리 인근 지하수 EC, pH 분포도 부록-105
<그림 3-3-1> DRASTIC 오염취약성 평가 주제도 부록-111
<그림 3-3-2> 오염취약성도 부록-113
<그림 3-3-3> 변형된 오염취약성도 부록-114

보고서 요약

- 울원지구의 지하수관정조사는 지자체 새올행정시스템 자료를 기초로 조사를 시행한 결과 637공이 조사되었으며, 농어업용이 443공(69.5%), 생활용이 191공(30.0%), 공업용이 2공(0.3%), 기타가 1공(0.2%)으로 조사되었다.

(단위 : 개소, 천m³/년)

구 분	합 계		생활용		공업용		농어업용		기타용		
	개수	이용량	개수	이용량	개수	이용량	개수	이용량	개수	이용량	
울원지구	637	1,886.2	191	563.0	2	13.1	443	1,264.1	1	46.0	
울진군	근남면	410	1,160.4	118	275.7	-	-	291	838.7	1	46.0
	금강송면	47	142.4	39	127.4	-	-	8	1.50	-	-
	매화면	180	583.4	34	159.9	2	13.1	144	410.4	-	-

- 울원지구의 단위면적당 지하수 이용량은 4.9천m³/년/km²(13.4m³/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)	
울원지구	1,886.2	385.59	4.9	13.4	
울진군	근남면	1,160.4	57.85	20.1	55.0
	금강송면	142.4	226.29	0.6	1.7
	매화면	583.4	101.45	5.8	15.8

- 울원지구의 단위면적당 지하수 개발밀도는 1.65공/km²이며, 읍면별로는 근남면이 7.09/km²로 가장 높고, 금강송면이 0.21공/km²으로 개발밀도가 가장 낮은 것으로 분석되었다.

읍 면		면적(km ²)	개소수(공)	단위면적당 개발밀도(공/km ²)
울원지구		385.59	637	1.65
울진군	근남면	57.85	410	7.09
	금강송면	226.29	47	0.21
	매화면	101.45	180	1.77

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

지하수위강하법 (지하수관리기본계획, 2012)	NRCS-CN법 (침투량 분석)	물수지법 (손실량 추정)	적용 함양률
18.1%	22.7%	19.3%	20.0%

*자료출처: 지하수관리기본계획(2012)

- 울원지구의 지하수함양량 87,324.0천m³/년, 지하수 개발가능량은 58,417.1천m³/년으로 산정되었으며, 지하수이용량은 개발가능량의 약 3.2%에 해당하는 1,886.2천m³/년의 지하수를 사용하는 것으로 분석된다.

읍 면	면 적 (km ²)	10년빈도 가뭄강수량 (mm)	함양량 (천m ³ /년)	지하수이용량 (천m ³ /년)	개발가능량 (천m ³ /년)	이용량/개발가능량 (%)	
울원지구	385.59	757.5	87,324.0	1,886.2	58,417.1	3.2	
울진군	근남면	57.85	766.0	8,862.4	1,160.4	7,702.0	13.1
	금강송면	226.29	762.8	34,522.1	142.4	34,379.7	0.4
	매화면	101.45	740.9	15,032.6	583.4	14,449.2	3.9

- 축산시설은 총 117개소로 가장 많은 시설은 한우 축산시설로 110개소에 이르며, 조사지역의 지배적인 오염원으로 판단된다. 축산시설은 매화면 47개소, 금강송면 37개소, 근남면 33개소로 나타났다.

(단위 : 개소, km²)

구 분	면적	축산시설				단위면적당 시설수 (개소/km ²)	
		계	한우	양돈	가금		
울원지구	385.59	117	110	1	6	0.3	
울진군	근남면	57.85	33	29	1	3	0.6
	금강송면	226.29	37	36	-	1	0.2
	매화면	101.45	47	45	-	2	0.5

- 울원지구 내 66개소에 대하여 간이수질을 조사하고 분석하였다.

측정된 전체시료의 수소이온농도는 5.1~8.0로 산성 내지 약알칼리성의 범위를 보여준다. 전기전도도값은 85~745 μ S/cm, 평균 279.5 μ S/cm로서 편차가 크게 나타난다. 측정된 지하수 수온은 16.2~21.1 $^{\circ}$ C의 범위를 보여준다.

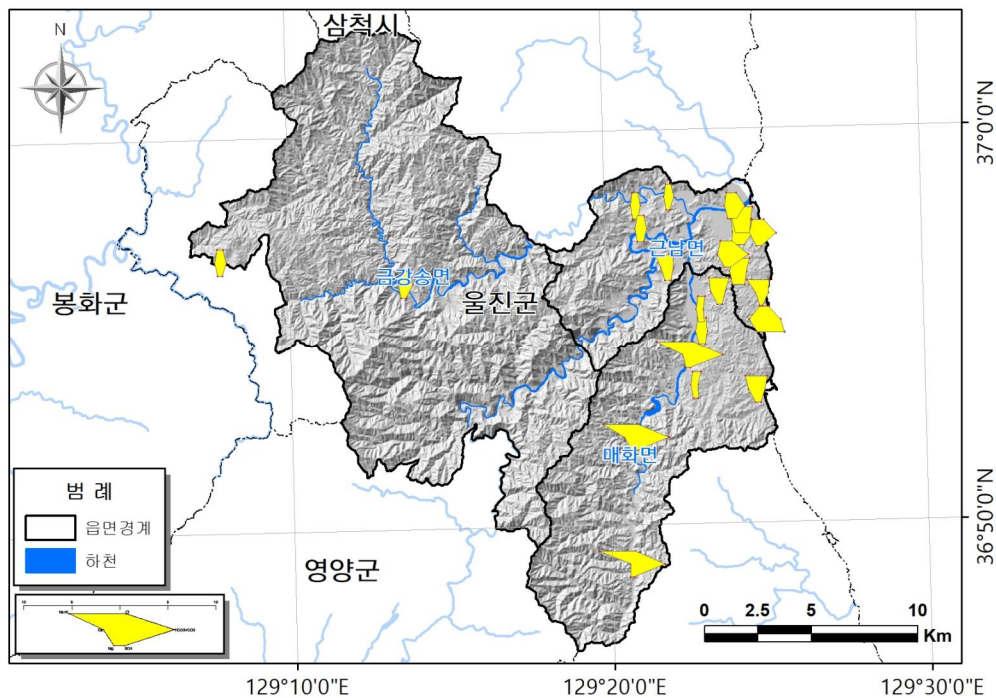
구분	항목	간이수질조사				
		최대	최소	평균	중앙	표준편차
울원지구	개소수(공)	66				
	T($^{\circ}$ C)	21.1	16.2	19.1	19.3	1.2
	pH	8.0	5.1	6.7	6.6	0.5
	EC(μ S/cm)	745	85	279.5	260.0	133.3
	TDS(mg/L)	337	39	128.0	120.5	60.8

- 울원지구 내 66개소에 대해 질산성질소를 분석하였다. 대상관정은 관정 현황조사시 오염이 우려되는 곳, 오염원이 밀집된 곳을 대상으로 하였다. 분석결과 농업용 수질기준(20mg/L)를 초과하는 관정은 1개로 조사되었다. 근남면 산포리에서 22.7mg/L 최고치를 나타내었다.

구분	읍면	질산성질소 일제조사(N=160)						
		개소(공)	최대	최소	평균	중앙	표준편차	20초과(공)
울원지구		66	22.7	0.0	2.2	1.2	3.6	-
울진군	근남면	35	22.7	0.0	3.4	1.4	4.6	1
	금강송면	3	3.5	2.0	3.0	3.4	0.7	-
	매화면	28	2.6	0.0	0.8	0.6	0.7	-

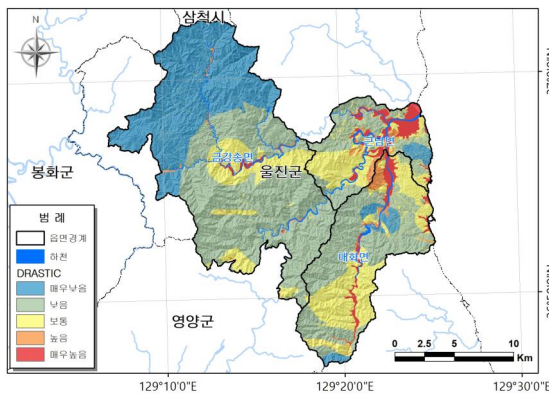
□ 울원지구의 수질유형은 물-암석반응이나 오염원 등의 영향을 받아 나타나는 Na-HCO₃ 유형이 우세하고, Ca-Cl 유형, Na-Cl 유형이 확인되었고, 천부지하수의 양상을 나타내는 Ca-HCO₃이 유형이 확인되었다.

질소동위원소 분석을 실시한 지하수시설물은 오염원이 밀집한 지역으로 선정하였으며, δ¹⁵N값은 -1.80~12.12‰으로 나타난다. δ¹⁵N값이 4‰ 이하로 오염원이 화학비료 6개소, 토양유기질소 4개소, 축산폐수나 생활하수 5개소인 것으로 분석 되었다. 울원지구는 화학비료와 축산폐수나 생활하수에 의한 오염의 영향이 비교적 크다고 볼 수 있다.

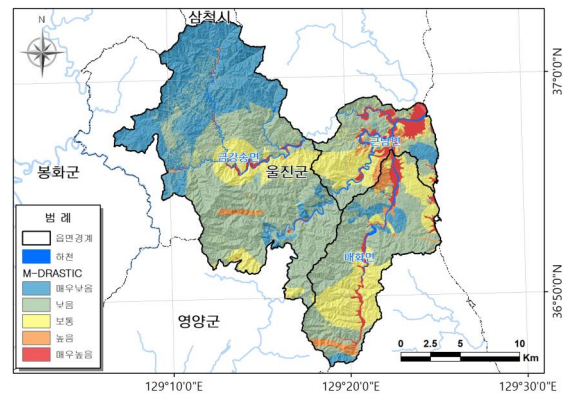


□ 울원지구에 대한 오염취약성 분석결과 최대 169점, 최소 78점, 평균 106.9점으로 분석되었으며, 선구조밀도 및 질산성질소 결과를 적용한 변형된 지하수오염취약성 분석결과 최대 179점, 최소 83점, 평균 114.4점으로 분석되었다.

구 분	DRASTIC Index			Modified DRASTIC Index			단위면적당 오염부하량 (kg/일/km ²)	
	최소	최대	평균	최소	최대	평균		
울원지구	78	169	106.9	83	179	114.4	9.4	
울진군	근남면	79	169	118.2	83	179	124.3	21.6
	금강송면	79	164	101.7	87	171	110.0	5.1
	매화면	78	169	112.1	86	175	118.6	12.1



오염취약성도

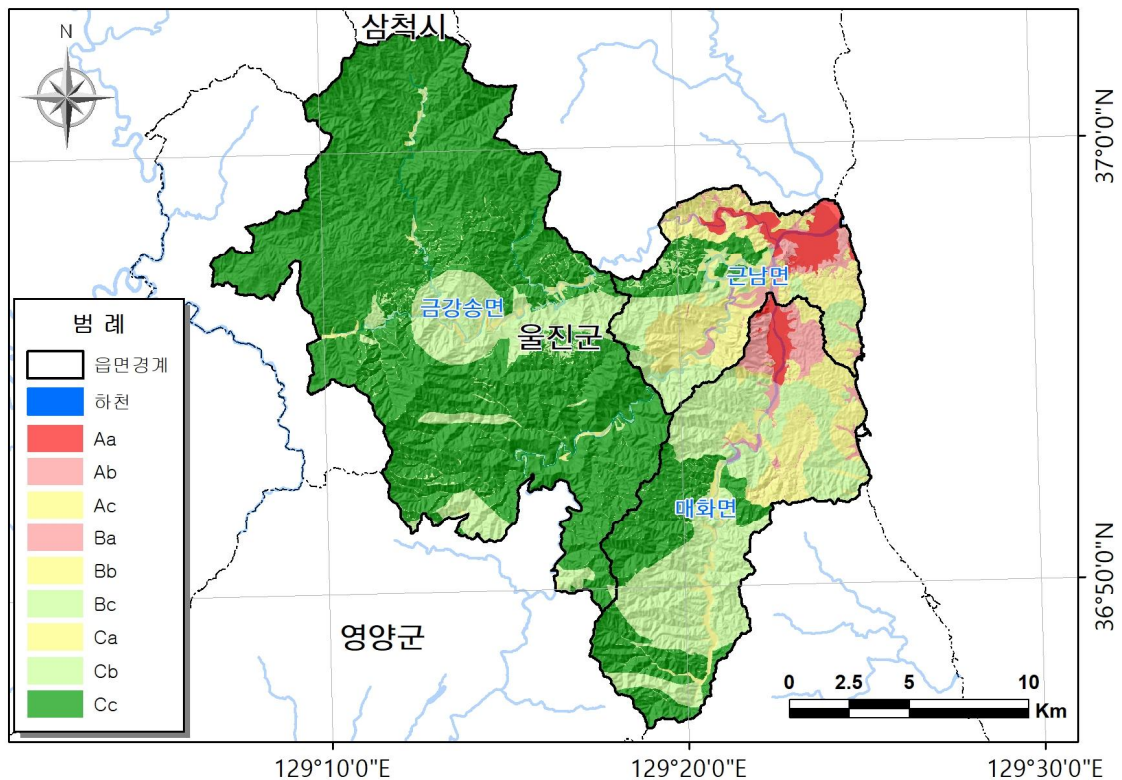


변형된 오염취약성도

□ 조사지역 지하수오염예측 등급은 Bc, Cb, Cc등급이 많이 분포하는 것으로 분석되었으며, 전체적으로는 지하수오염취약성과 잠재오염원 발생부하량이 양호 수준으로 나타났다.

울원지구 농촌지하수관리 보고서

구분	총면적 (km ²)	Aa	Ab	Ba	Ac	Bb	Ca	Bc	Cb	Cc
		매우불량	불량		보통			양호		매우양호
울원지구	385.59	9.55	4.48	7.12	9.03	20.13	65.04	17.85	27.21	225.18
비율(%)	100	2.5	1.2	1.8	2.3	5.2	16.9	4.6	7.1	58.4
근남면	57.85	6.77	2.51	1.62	3.25	12.70	7.08	10.00	6.98	6.94
금강송면	226.29	-	-	2.86	-	-	31.91	-	0.01	191.51
매화면	101.45	2.78	1.97	2.64	5.78	7.43	26.05	7.85	20.22	26.73



읍면별 지하수오염예측도 등급별 면적비

□ 울원지구 농업용 공공관정 정밀조사 결과 총 18개소에 대하여 조치가 필요한 것으로 조사되었다.

구분	계	조치 불필요	조치 필요					
			영향조사	사후관리	수질검사	원상복구	시설물정비	기타
관정수(공)	25	7	-	-	3	1	16	-

* 조치필요 내역 중복

□ 울원지구 농업용 지하수 개발이용방안에 대한 분석결과 금강송면 하원리, 매화면 갈면리, 매화면 금매리 지역이 적합할 것으로 조사되었다.

개발 공수	지 하 수 기 초 조 사					지 하 수 개 발				추정 예산 (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	3	9	3	150	450	3	250	300	450	159	지하수 영향조사 포함
지구당	1	3	1	150	150	1	250	100	150	53	

□ 울원지구 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(%)	20.3~22.7	22.7~25.6	25.6~30.1	30.1이상
	단위면적당이용량 (천m ³ /년/km ²)	30.9~34.5	34.5~39.0	39.0~45.7	45.7이상
	관정밀도(공/km ²)	10.7~11.9	11.9~13.5	13.5~15.8	15.8이상
수질	질산성질소평균(mg/L)	-	-	10~20	20이상
	DRASTIC INDEX	124.3~126.5	126.5~129.3	129.3~133.5	133.5이상
	오염원밀도(개소/km ²)	1.4~1.5	1.5~1.7	1.7~2.0	2.0이상
	단위면적당오염부하량 (kg/일/km ²)	31.9~34.8	34.8~38.5	38.5~44.0	44.0이상

읍 면		계	수량		수질	
계		5	3		2	
울원 지구	근남면	3	2	산포리, 진북리	1	노음리
	금강송면	-	-	-	-	-
	매화면	2	1	매화리	1	매화리

- 지하수보전관리를 위한 읍·면별 대책제안으로 수량관리 4개 지역, 수질관리 10개 지역, 시설물관리 8개 지역에 대하여 관리 대책을 제안하였다.

동 리	계	수량관리 (A)	수질관리 (B)	시설물관리 (C)
계	22	4	10	8
근남면	13	산포리(2), 진북리(2)	노음리, 수산리, 진북리, 행곡리	구산리, 노음리, 산포리, 수산리, 진북리
금강송면	2	-	-	삼근리, 쌍진리
매화면	7	-	금매리, 덕신리, 매화리(2), 신흥리, 오산리	기양리

- 울원지구 지하수관측망은 총 3개소(국가지하수관측망 1개소, 국가지하수수질전용 측정망 2개소)가 운영 중이며, 2018년 이후 계획으로 농촌지하수관리관측망 1개소가 추가 설치될 계획이다.

구 분	관측망
국토교통부 (수위/수질)	<ul style="list-style-type: none"> •국가지하수관측망(1개소) •지역지하수관측망
환경부 (수질)	<ul style="list-style-type: none"> •국가지하수수질전용 측정망(2개소) •지역지하수수질 측정망
농림축산 식품부/민간 (특수목적)	<ul style="list-style-type: none"> •농촌지하수관리관측망- '18년 이후 추가 1개소 계획 •먹는샘물측정망 •온천 감시정

I

농촌지하수관리사업 개요

I. 농촌지하수관리사업 개요

1.1 농촌지하수관리사업의 배경

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

1.2 농촌지하수관리사업의 목적

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



농어촌지역 지하수의 효율적 개발·관리

1.3 농촌지하수관리사업의 내용

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

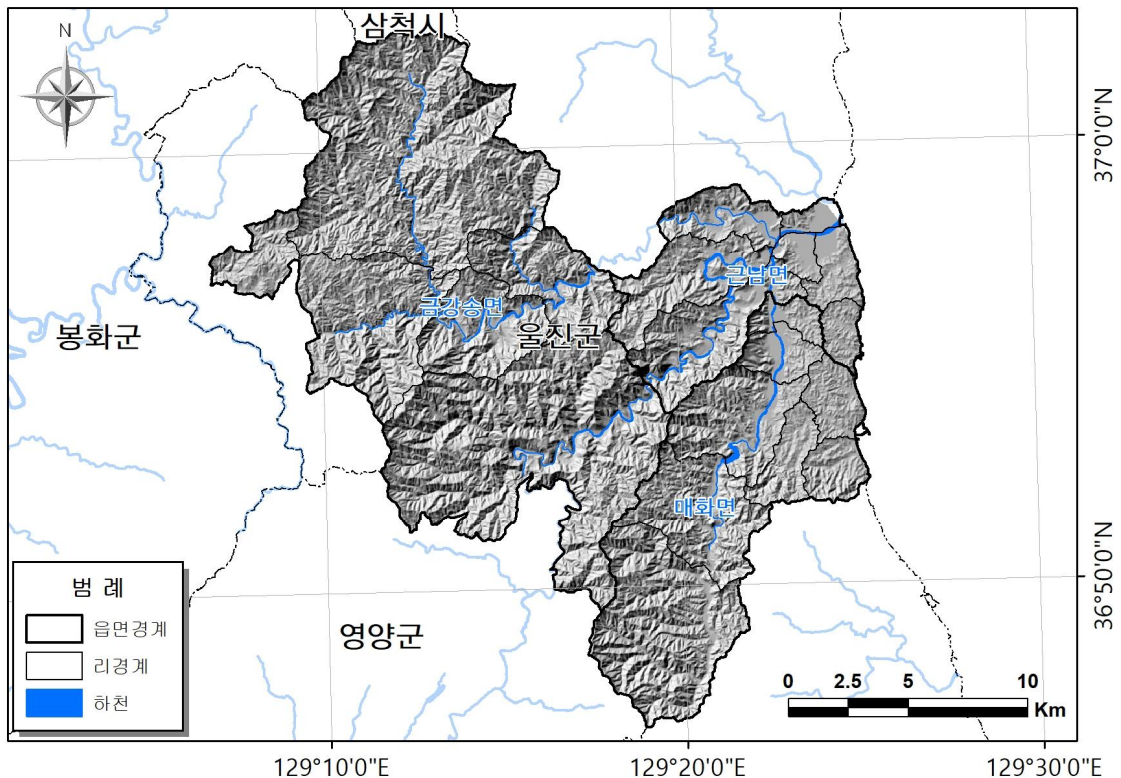
1.4 울원지구 선정 및 특성 분석

□ [일반현황]

울원지구는 경상북도에 포함되는 62개 용수구역 중 울진군 근남면, 금강송면, 매화면의 1도 1군 3면에 해당하는 지구로 동쪽은 동해, 서쪽은 영양군 수비면, 봉화군 소천면에 접해있고, 남쪽은 울진군 온정면, 기산면, 북쪽은 삼척시 가곡면, 울진군 북면, 울진읍과 접하고 있다.

<표 1-4-1> 울원지구 위치도

방위	지명	동경	방위	지명	북위
극동	울진군 매화면 덕신리	129° 25' 18.1"	극남	울진군 매화면 길곡리	36° 46' 50.4"
극서	울진군 금강송면 쌍전리	129° 6' 51.0"	극북	울진군 금강송면 소광리	37° 2' 41.9"



<그림 1-4-1> 울원지구 용수구역 위치도

□ [지형특색]

울원지구는 중앙부에 세덕산(740.8m), 천축산(653.3m) 등이 위치하고 동쪽으로 선유산(199.5m), 비래봉산(22.7m)이, 서쪽으로 진조산(912.0m)등이 위치하고 왕피천, 매화천 등을 따라 농경지가 발달되어 있다.

□ [현장답사]

농경지가 발달되어 있는 하천 일대로 지하수개발이 다수 이루어져 있으며, 무분별한 난개발 및 농약의 과다 사용으로 인한 지하수위 강하와 지하수 오염이 있을 것으로 추정되었다.

□ [행정기관 및 주민의견]

관정현황에 대하여 공공관정 및 사설관정에 대한 정확한 위치 및 제원 정보 확보 및 미신고 관정 파악의 어려움, 관정이 밀집한 농경지 지역의 지하수 과다사용으로 인한 지하수위 강하 및 이에 따른 오염 우려를 나타내었다.

□ [개발·이용 특성]

울원지구의 지하수는 지방하천인 왕피천과 매화천에 의한 수혜면적이 넓게 분포하고 있고 그 주변으로 발달된 농경지에 층적관정과 암반관정인 농업용 관정이 다수 분포하는 등 농업용수 이용이 많은 것으로 조사되었다.

□ [중점조사 사항]

이에 따라, 울원지구 농촌지하수관리사업의 중점사항으로 농업용 공공관정에 대한 전수조사와 일반관정에 대한 현장조사 시행 후 개발현황 및 이용량을 추정하고, 해수침투로 인한 지하수 오염이 예상되는 지역에 수질검사 및 지하수 현황을 조사하였다. 또한, 간이수질검사 66점, 생활용

수질검사 22점, 질산성질소 분석 66점 등 지하수의 일반적인 수질특성을 분석하였다.

□ [결과도출]

그 결과를 바탕으로 수량, 수질, 이용현황에 대한 분석 후 관리가 필요한 지역에 대한 대책제안 및 지하수개발이용방안을 수립하였으며, 농촌지하수 관리 기초자료 구축을 위한 관정에 대한 일반정보, 수질조사 결과, 측사시설 및 이용에 대한 자료를 데이터베이스화 하였다.

1.5 지하수 개발·이용 현황

1.5.1 신고·허가별 지하수 개발현황

□ 지자체의 행정자료를 토대로 금회 관정현황조사 결과 허가·신고 형태 별로 구분하면, 허가시설이 18공, 신고시설이 619공으로 분류되며, 용도별 지하수 개발현황은 농어업용 지하수 시설이 69.5%(443공)으로 가장 높게 나타났으며, 생활용 30.0%(191공), 공업용 0.3%(2공), 기타 0.2%(1공)으로 분석되었다.

<표 1-5-1> 울원지구 지하수개발 현황

(단위 : 공)

구 분	행정자료(지자체) ¹⁾				금회조사 ²⁾				
	계	허가	신고	기타	계	허가	신고	기타 ³⁾	
울원지구	637	18	619	-	72	5	32	35	
구성비(%)	100	2.8	97.2	-	100	6.9	44.5	48.6	
울진군	근남면	410	11	399	-	37	3	18	16
	금강송면	47	2	45	-	3	1	-	2
	매화면	180	5	175	-	32	1	14	17

※ 1) : 시군구 새울행정시스템 자료

※ 2) : 금회 농촌지하수관리사업에 의한 조사결과

※ 3) : 미신고, 확인 불가능한 관정

1.5.2 용도별 지하수 개발현황

□ 새울행정시스템 자료를 바탕으로 현장조사를 시행하였으며, 조사결과 지하수시설은 총 637공으로 생활용이 191공(30.0%), 공업용이 2공(0.3%), 농어업용은 443공(69.5%), 기타는 1공(0.2%)이다.

<표 1-5-2> 용도별 지하수 개발현황

(단위 : 공)

구 분	계	생활용	공업용	농어업용	기타용
개소수	637	191	2	443	1
구성비(%)	100	30.0	0.3	69.5	0.2

1.5.3 관정 형태별 지하수 개발현황

□ 지하수 관정은 개발유형에 따라 암반관정, 충적관정, 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	충적	암반	재래식우물	확인불가
울원지구		637	140	359	12	126
구성비(%)		100	22.0	56.3	1.9	19.8
울진군	근남면	140	65	211	8	126
	금강송면	47	31	15	1	-
	매화면	180	44	133	3	-

1.5.4 용도별 지하수 이용현황

□ 용도별 지하수 이용량은 생활용이 191개소에서 563.0천m³/년, 공업용이 2개소에 13.1천m³/년, 농어업용은 443개소에서 1,264.1천m³/년, 기타는 1개소에서 2.4천m³/년을 사용하고 있는 것으로 나타났다.

<표 1-5-4> 용도별 지하수 이용현황

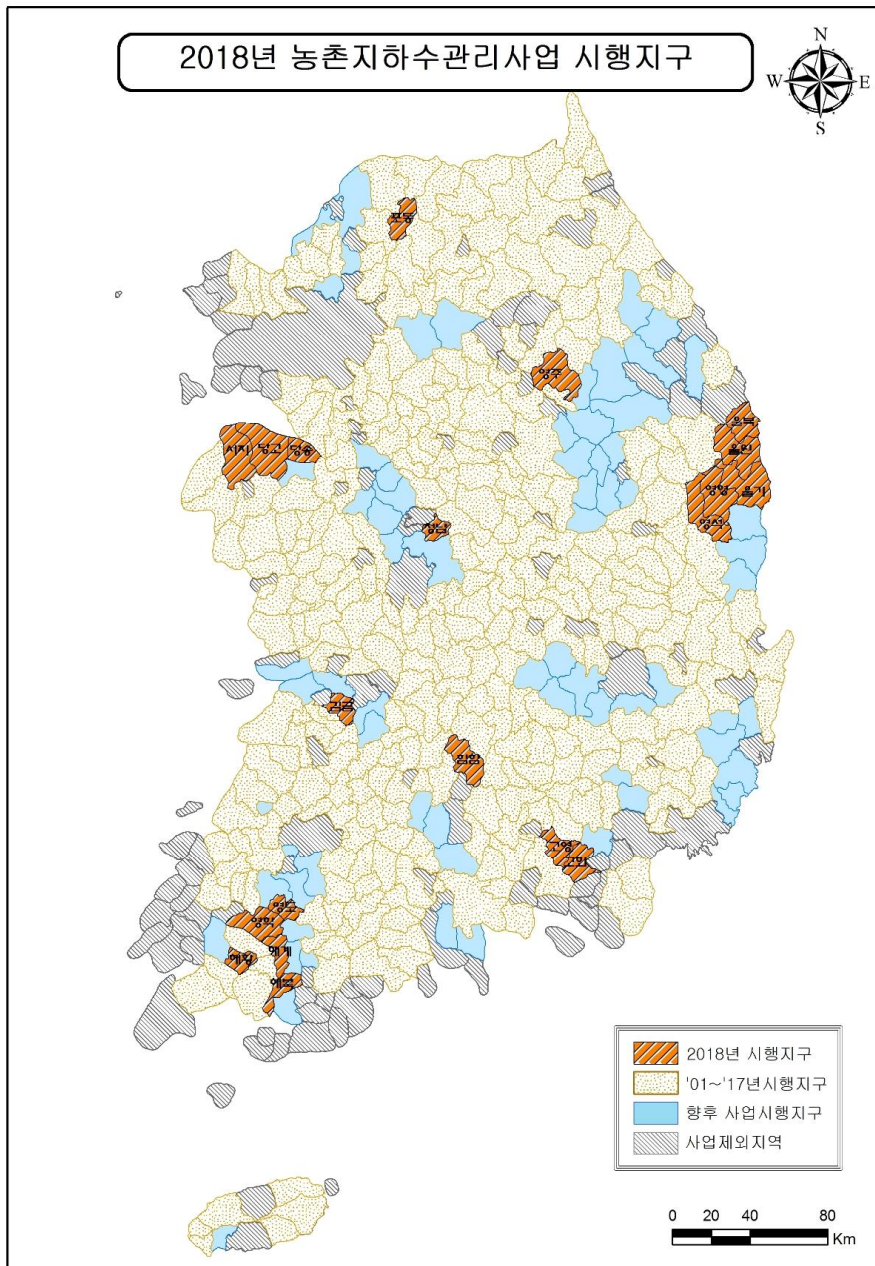
(단위 : 공, 천m³/년)

구 분	계	생활용	공업용	농업용	기타용
개소수	637	191	2	443	1
이용량	1,886.2	563.0	13.1	1,264.1	46.0
구성비(%)	100	29.8	0.7	67.1	2.4

1.6 농어촌지하수관리시스템(농어촌지하수넷) 설명

1.6.1 시스템 구축현황

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



<그림 1-6-1> 농촌지하수관리사업 시행지구

<표 1-6-1> 시·도별 농촌용수구역 조사현황

시도	계	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주
계획(지구)	352	41	36	28	41	34	60	62	44	6
조사실적	263	34	29	23	31	28	40	40	33	5
2001	2	화남2	-	-	-	-	-	-	김진	-
2002	4	화서	-	제산	아송	-	무망	-	-	-
2003	8	평포 화비	원문	-	아인	부동	무일	철석	김장	-
2004	11	평고	원판 원지	음삼 음원	아영	부백 정입	무청	영화	진집	-
2005	15	평서 이흥	원양 춘동	제봉 생극	공정 금남	정북 순금	무현 보성	영금 상리	진수	-
2006	15	이설 광초	춘신 횡둔	진리 괴칠	유구 금부	정산 순동	보노	영자 상외	진지 사용	-
2007	20	광포 김고 여서	횡소 홍화 평용	진백2 괴청	공논 금북	정감 순쌍 장변	보문 보벌	상화 금대	사포 하금	제애
2008	23	김양 여북 파교	홍두 평방 평대	괴도 옥동	논벌 부서	장계 진상 고신	화춘 장북 동평	상사 금봉 군부	하적 합적 거가	제조
2009	23	여감 파문 용남	화간 양동	옥청 울진	논산 부흥 부은	진백 고원 고광	화릉 장삼 장군	감문 군위 문호	합울 거남 밀부	제한
2010	23	파적 용외 가외	화상 양방	청부 영산	기산 남포 청청	무적 남보 임삼	장관 영갑 함손	문산 청송 안예	거고 밀하 거사	제대
2011	17	용기 가북	인북 고거	영황 보마	서비 보외	무설 남대 순강	함신	청현 안풍	거장 창계	제남
2012	16	가설 안고	고죽 인남	보내	보청 청화	남운	함라 신압 진진	안길 봉법 봉영	창리 산산	-
2013	16	안서 양조	인상 명성	보미	청대 흥금	익용	진군 곡고 승상	봉석 춘양 봉상	산신 양하	-
2014	16	안삼 남진	양손 명사	중신	흥서 예대	완봉	곡옥 남설 승외	선산 영연 경감	산신2 남설	-
2015	17	포군 양남	명강 삼근	-	근흥 예오		승서 승해 고대 고과	영기 경서 선해 영천	산삼 남이2 남사	-
2016	19	강내 강선	철동	원양 중상	예광 태면	익오 안화	승월 해산 고도 고포	의신 의단 의금 선장	의부 의정	-
2017	18	포신	철근	청북	서해 태이	남이	담용 담고 담수 해삼 해현	의안 의옥 청도 청운	함철 함법 함수	

<표 1-6-2> 행정구역별 조사현황

구 분	계	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주
계(지구)	91	11	12	9	11	9	13	13	13	1
2001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2003	2	-	-	-	-	-	-	칠곡	김해	-
2004	3	화성	-	-	아산	부안	-	-	-	-
2005	4	평택	-	제천 음성	-	-	무안	-	-	-
2006	6	이천	원주 춘천	-	-	-	보성	영천	진주	-
2007	9	광주	횡성	진천 괴산	공주 금산	정읍 순창	-	-	사천	-
2008	7	김포	홍천 평창	증평	-	장수	-	상주	하동	-
2009	11	여주	-	-	논산 부여	진안 고창	화순 장성	김천 군위	합천	제주
2010	8	-	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	4	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	청도 의성	함안	-

1.6.2 접속방법

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

1.6.3 운영방법

농어촌지하수정보와 지하수관측정보는 일반인을 포함한 모든 사용자가 로그인 없이 이용가능하며, 지자체 담당 공무원 및 실무관리를 위한 지역담당자의 정보서비스 이용 시 관리자의 승인을 거쳐 ID/PASSWORD 부여

- 별도의 지하수정보 신청 시는 요청목적의 타당성 검토 후 자료 제공

1.6.4 정보서비스 활용

가. 행정기관

- 시·군 지역 지하수관리계획 수립 등 보전관리 정책 추진과 행정관리에 활용

[보전관리정책]

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

[행정관리]

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

나. 일반인

- 농촌지역 주민들의 지하수개발·이용과 계몽자료 활용

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

다. 행정기관

- 지하수조사, 개발, 연구 자료로 활용하여 폐공 감소 등 효율적 개발 유도

[지하수조사]

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

[지하수개발]

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

라. 행정적 측면

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

마. 기술적 측면

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

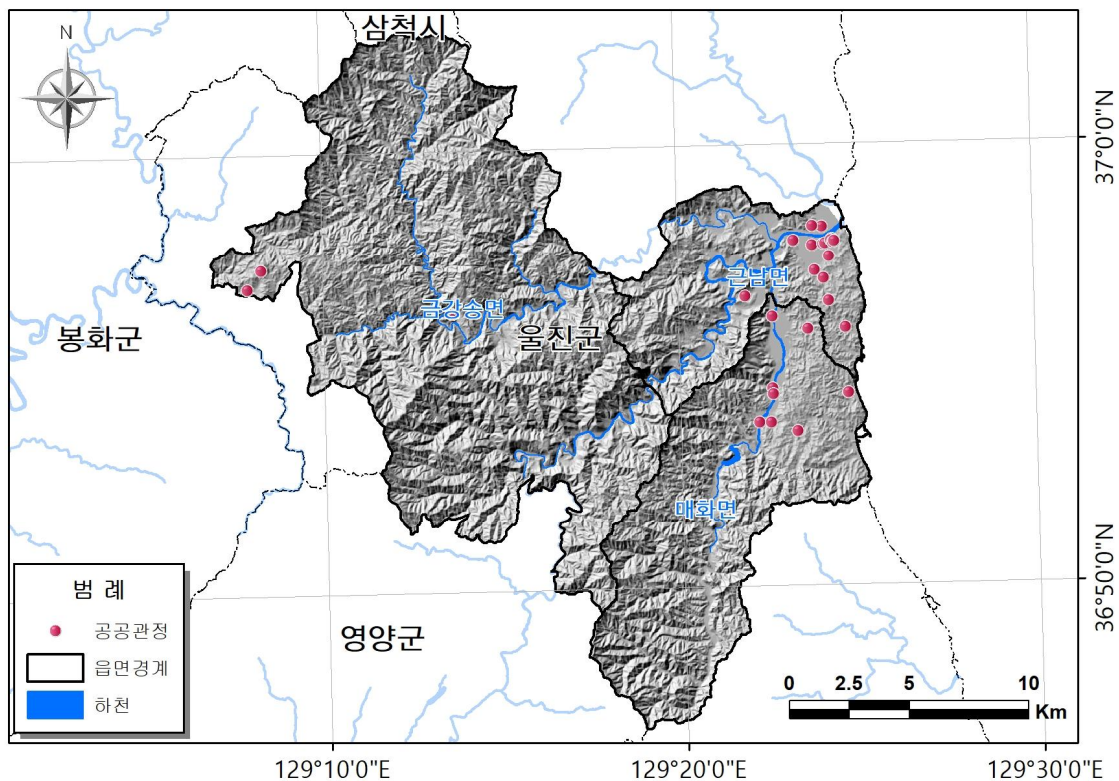
II

농업용 공공관정 현황 및 조사

II. 농업용 공공관정 현황 및 조사

2.1 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.
- 울원지구에는 지자체에서 관리하는 25개의 농업용 공공관정이 개발되어 있으며, 금번 조사에서는 지자체에서 관리하는 농업용 공공관정 25개소를 대상으로 조사를 수행하였다.
- 이들 모두는 암반관정의 형태를 가지고 전작 및 답작용으로 사용되며, 저수지나 하천 등 수리시설의 혜택이 어려운 지역에 주로 개발되어 이용되고 있다.



<그림 2-1-1> 공공관정 현황도

<표 2-1-1> 공공관정 개발 현황

(단위 : 공)

구분	농업용				
	합계	전	답	기타	
울원지구	25	17	6	2	
울진군	근남면	16	11	3	2
	금강송면	3	3	-	-
	매화면	6	3	3	-

2.2 농업용 공공관정 일제조사

2.2.1 농업용 공공관정 현황

지자체의 새울행정시스템 자료와 해당 부서에서 관리하고 있는 농업용 공공관정에 대한 현황을 파악하여 조사 누락되지 않도록 DB를 구축하고 각 관정에 대한 정밀 조사 및 질산성질소 분석을 시행하였다.

<표 2-2-1> 농업용 공공관정 현황(25개소)

일련 번호	현장조사번호	위치				신고/ 허가	관리기관
		시군	읍면	동리	번지		
1	WUCN1152018004	울진군	매화면	기양리	1267	기타시설	해당지자체
2	WUCN1152018006	울진군	매화면	기양리	164-3	신고시설	해당지자체
3	WUCN1152018067	울진군	매화면	기양리	155	기타시설	해당지자체
4	WUCN1152018013	울진군	매화면	금매리	469-1	기타시설	해당지자체
5	WUCN1152018069	울진군	매화면	신흥리	275-3	허가시설	해당지자체
6	WUCN1152018070	울진군	매화면	오산리	579-1	기타시설	해당지자체
7	WUCN1152018018	울진군	근남면	진복리	684-1	기타시설	해당지자체
8	WUCN1152018023	울진군	근남면	산포리	1468-3	기타시설	해당지자체
9	WUCN1152018071	울진군	근남면	산포리	1546	허가시설	해당지자체
10	WUCN1152018072	울진군	근남면	노음리	105-7	기타시설	해당지자체
11	WUCN1152018025	울진군	근남면	산포리	1048	기타시설	해당지자체
12	WUCN1152018026	울진군	근남면	산포리	889-2	기타시설	해당지자체
13	WUCN1152018027	울진군	근남면	산포리	882	기타시설	해당지자체

<표 2-2-1> 농업용 공공관정 현황 - 계속

일련 번호	현장조사번호	위치				신고/ 허가	관리기관
		시군	읍면	동리	번지		
14	WUCN1152018028	울진군	근남면	산포리	783-6	기타시설	해당지자체
15	WUCN1152018030	울진군	근남면	산포리	826-3	기타시설	해당지자체
16	WUCN1152018031	울진군	근남면	산포리	877	기타시설	해당지자체
17	WUCN1152018032	울진군	근남면	산포리	858-1	기타시설	해당지자체
18	WUCN1152018033	울진군	근남면	노음리	319-4	신고시설	해당지자체
19	WUCN1152018038	울진군	근남면	산포리	1143-3	기타시설	해당지자체
20	WUCN1152018044	울진군	근남면	수산리	345-2	허가시설	해당지자체
21	WUCN1152018045	울진군	근남면	수산리	444-9	기타시설	해당지자체
22	WUCN1152018052	울진군	근남면	구산리	1178-2	허가시설	해당지자체
23	WUCN1152018053	울진군	금강송면	삼근리	709-2	기타시설	해당지자체
24	WUCN1152018054	울진군	금강송면	쌍전리	산124-3	기타시설	해당지자체
25	WUCN1152018055	울진군	금강송면	쌍전리	산148	허가시설	해당지자체

2.2.2 농업용 공공관정 일제조사표

농업용 공공관정 조사(예시)-부록 참조

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	(일련번호 : WUCN1152018055) / 허가신고번호 : 1201700001		
위 치	경상북도 울진군 금강송면 쌍전리 산148 (위도 : 36-56-53.61 , 경도 : 129-07-53.98)		
채 수 량	m ³ /day		
제 원	가) 구경 : 250mm 나) 심 도 : 150 m		
수중모터펌프	가) 마력 : 7.5HP 나) 설치심도 : m 다) 토출관구경 : 65 mm		
개발년도(연장허가)			
점검기관	한국농어촌공사 경북지역본부	점검일자	2018-07-27


나. 세부점검내역

분야별	구 분	점 검 목	점검사항	점 검 내 용	점 검 결 과	
지 질 / 수 질	관 정	수 질	수질검사	검사일		
				농업용 수질기준		
				부적합 항목		
		관 정	자연수위	자연수위 측정	25M결림 m	
				양 수 량	양수량의 적정여부	적정
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	양호
		양수장 및 보호공	균 열	균열	균열, 백태, 박리, 파손여부	양호
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	양호
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	양호
		오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	양호	
				녹발생 및 부식정도	양호	
				유 량 계	작동유무 및 파손여부	양호
		측 정 치	출수장치	출수장치의 파손여부	없음	
수위측정관	수위측정관의 관리상태			양호		
기 계	기 계 시설			수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태
		용 량	이용량 대비 용량의 적정성		양호	
전 기	전 기 시설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	양호	
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	양호	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	양호	

다. 점검결과

문제점	출수장치 없음		
대 책	출수장치 설치		
추정소요사업비 (공 종 별)	공종(항목)	처리내역	처리비용 (단위: 천원)
	출수장치 없음	출수장치 설치	38
	계		38

라. 사진대지

	
사 진 (원 경)	사 진 (근 경)
	
사 진 (내 부)	사 진 (기 타)

2.3 농업용 공공관정 점검결과 및 관리방안

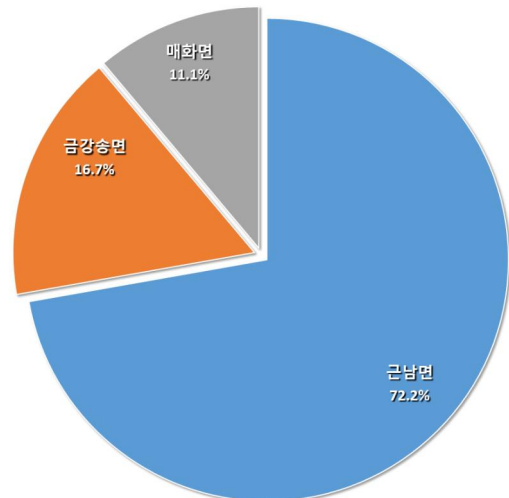
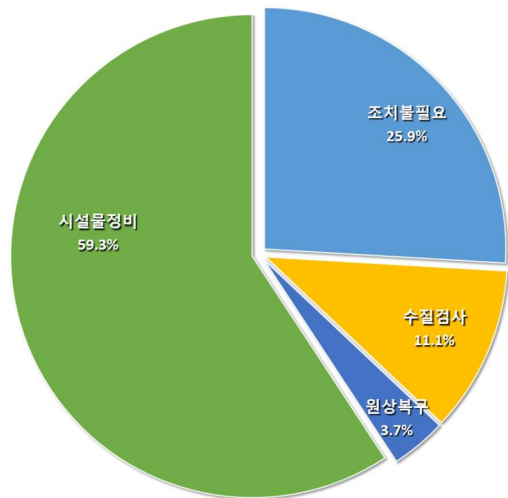
2.3.1 점검결과

옥원지구 내 농업용 공공관정에 대하여 정밀조사 결과, 수질검사 대상공 3공, 원상복구 1공, 시설물정비 필요관정은 16공으로 파악되었다.

<표 2-3-1> 농업용 공공관정 일체조사 현황

구 분	계	조 사						
		조치 불필요	조 치 필 요					
			영향 조사	사후 관리	수질 검사	원상 복구	시설물 정비	
관정수(공)	25	7	-	-	3	1	16	
옥원지구	근남면	16	3	-	-	1	-	12
	금강송면	3	-	-	-	-	-	3
	매화면	6	4	-	-	2	1	1

※ 소요비용 산출근거 : 영향조사-지하수업무수행지침(국토부, 2015), 사후관리, 원상복구 - 지하수 시설물유지관리요령(한국농어촌공사, 2011), 수질검사 : 수질환경보전법 수수료, 시설물정비 : 실비



(a) 정밀조사 점검결과

(b) 읍면별 조치필요 관정 현황

<그림 2-3-1> 농업용 공공관정 점검결과

2.3.2 지하수개발·이용허가의 유효기간 연장을 위한 조사 제안

가. 배경 및 현황

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

<표 2-3-2> 지하수영향조사 필요관정 현황

일련 번호	현장조사번호	위치				유효기간 만료일
		시군	읍면	동리	번지	
- 해당사항없음 -						

나. 업무흐름도

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

2.3.3 사후관리 제안

가. 배경 및 현황

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

<표 2-3-3> 지하수 사후관리 필요관정 현황

일련 번호	현장조사번호	위치				유효기간 만료일
		시군	읍면	동리	번지	
- 해당사항없음 -						

나. 업무흐름도

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

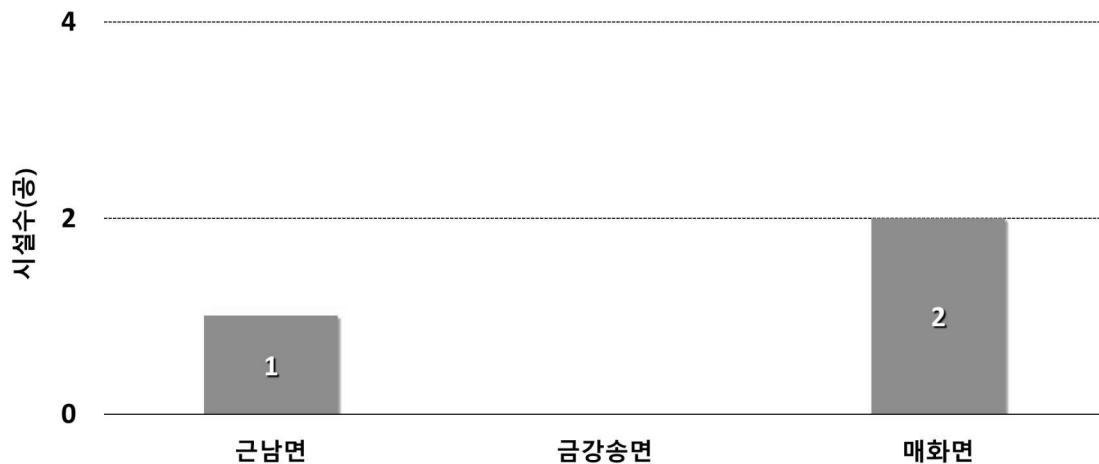
2.3.4 지하수수질검사 제안

가. 배경 및 현황

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

<표 2-3-4> 수질검사 필요관정 현황

일련 번호	현장조사번호	위치			
		시군	읍면	동리	번지
1	WUCN1152018004	울진군	매화면	기양리	1267
2	WUCN1152018006	울진군	매화면	기양리	164-3
3	WUCN1152018026	울진군	근남면	산포리	889-2



<그림 2-3-2> 읍면별 지하수 수질검사 필요관정 현황

나. 업무흐름도

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

2.3.5 원상복구 제안

가. 배경 및 현황

지하수법 제15조(원상복구 등), 시행령 제15조(수질불량의 정도), 제22조(이행보증금의 금액 및 예치시기 등), 제23조(원상복구의 예외 등), 제24조(원상복구의 기준·방법·기간 등)에 의해 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	
1	WUCN1152018070	울진군	매화면	오산리	579-1	사용중지



<그림 2-3-3> 읍면별 지하수 원상복구 필요관정 현황

나. 업무흐름도

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

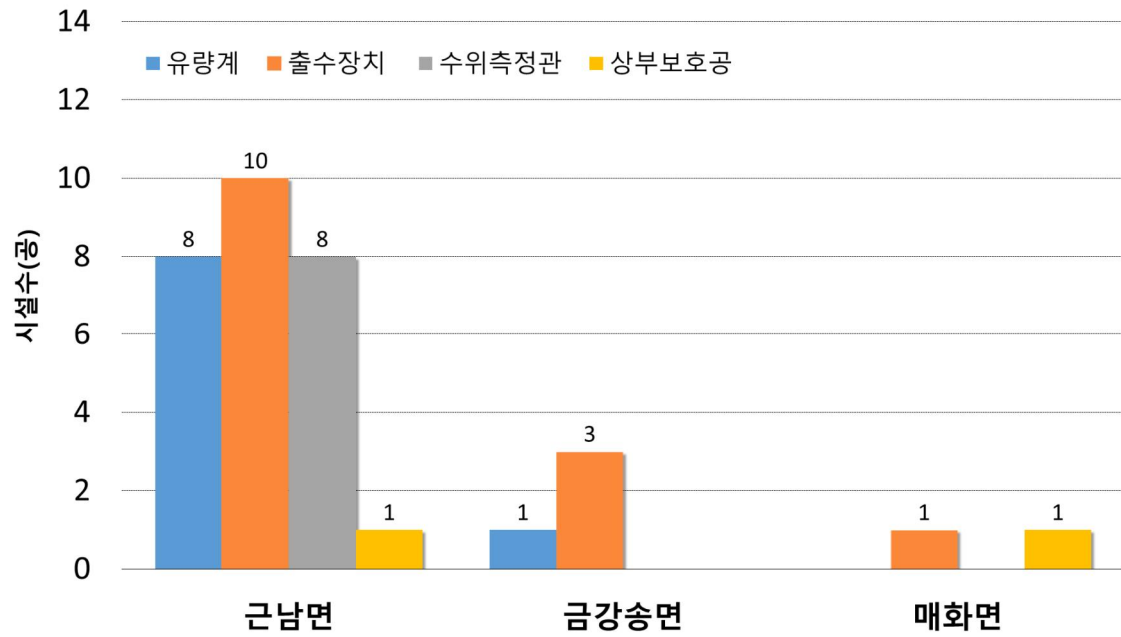
2.3.6 시설물정비 제안

가. 배경 및 현황

일제조사 결과를 바탕으로 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	상부보호공	유량계	출수장치	수위측정관	전기시설	수중모터
1	WUCN1152018004	매화면	기양리	1267			○			
2	WUCN1152018018	근남면	진북리	684-1		○				
3	WUCN1152018025	근남면	산포리	1048	○			○		
4	WUCN1152018026	근남면	산포리	889-2		○	○	○		
5	WUCN1152018027	근남면	산포리	882		○	○	○		
6	WUCN1152018028	근남면	산포리	783-6		○	○	○		
7	WUCN1152018030	근남면	산포리	826-3		○	○	○		
8	WUCN1152018031	근남면	산포리	877		○	○	○		
9	WUCN1152018032	근남면	산포리	858-1		○	○	○		
10	WUCN1152018033	근남면	노읍리	319-4			○			
11	WUCN1152018038	근남면	산포리	1143-3		○	○	○		
12	WUCN1152018045	근남면	수산리	444-9			○			
13	WUCN1152018052	근남면	구산리	1178-2			○			
14	WUCN1152018053	금강송면	삼근리	709-2		○	○			
15	WUCN1152018054	금강송면	쌍전리	산124-3			○			
16	WUCN1152018055	금강송면	쌍전리	산148			○			



<그림 2-3-4> 읍면별 지하수 시설물관리 필요관정 현황

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 및 급수계획 구축

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(2012)과 더불어 NRCS-CN 침투량 분석법, 물수지분석법을 활용해 각기 산정된 함양률의 평균(20.0%)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 $\delta(C=-1/\ln\delta)$ 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 δ값을 확보하기 위하여, 우리나라 지하수 함양률이 약 18%라는 가정과 사례지구인 베르네천 유역에 대한 SCS-CN 함양률이 20.2%임을 기준으로, δ값의 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, 실제적으로 권역별 지하수 함양률은 13%이내일 것이며, 따라서 δ값을 0.001 이내로 조정해야 한다고 하였다.

$$\text{함양률}(a) = \frac{S_{30}}{\text{mod}_{14} \text{ied} S_m} \times C$$

S_m : 무강우시 지하수 수위 최대 강하량

S_{30} : 무강우시 월수위 강하량

C : 비례상수

국토교통부에서는 국가지하수 관리기본계획 수립시 상기의 방법을 적용하여 우리나라의 함양률을 중권역별로 산정하여 제시한바 있으며, 본 조사에서는 해당 중권역의 지하수 함양률 18.1%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, S에 대한 실저류량(Actual storage, I_a)의 비율은 직접유출량(Q)이 강우량(P)에서 초기손실(Initial abstraction, I_a)을 뺀 값에 대한 비율과 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 Q에 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 S변수 하나만으로 실저류량(F)을 구할 수 있는데 Aron(1977)과 Hjelmfelt(1980) 등은 실저류량이 강우시 누가침투량과 같다고 하였다.

변수 S는 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 침투

량을 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 22.7%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 함양량이 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 19.3%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 장해가 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, 상위 10%에 들어갈 확률($p=0.1$, $z=-1.28$)의 강수량을 의미하며, 그 계산식은 다음과 같다.

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

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

$$\frac{10\text{년 빈도 가뭄시 강수량} - \text{평균}}{\text{표준편차}} < -1.28$$

$$10\text{년 빈도 가뭄시 강수량} < -1.28 \times \text{표준편차} + \text{평균}$$

p: 유의수준

z: 확률변수

x: 10년 빈도 가뭄시 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(국토해양부, 지하수관리기본계획, 2012)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

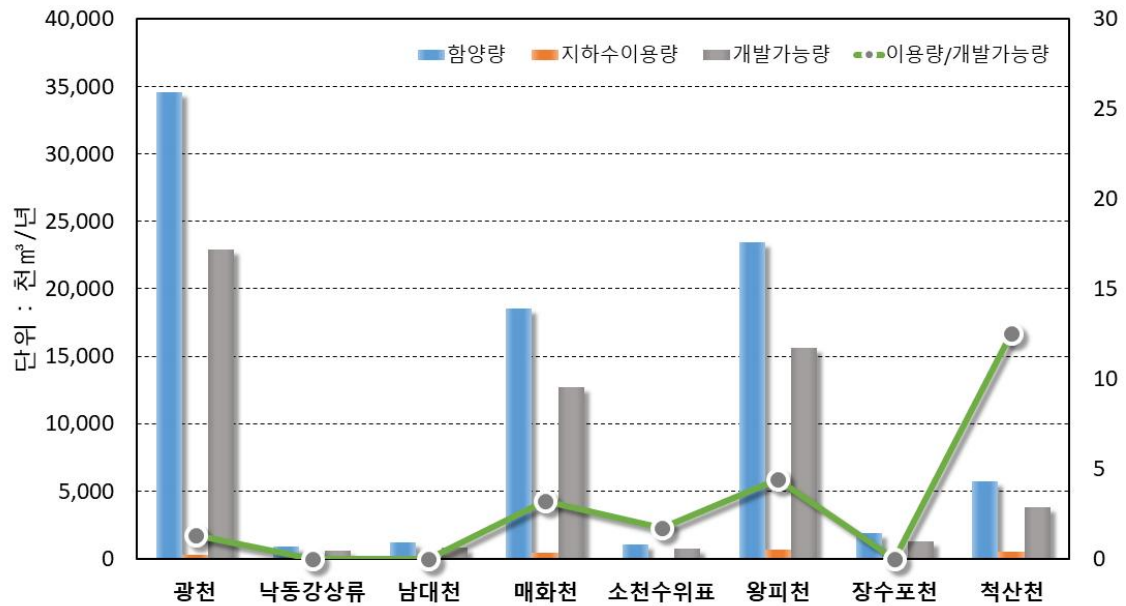
개발가능량은 실측되지 않은 여러 항목을 간접적인 방법에 의해 추정하는 것으로 본 보고서에서는 10년빈도 가뭍시강수량을 산정한 후 함양률과 면적을 계산하여 산정하였다. 10년빈도가뭍시강수량은 전체도수가 정규분포를 이루었을 때, 하위 10%에 들어갈 확률($p=0.1$, $z=-1.28$)의 강수량을 의미한다.

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

울원지구의 지하수함양량 87,324.0천 m^3 /년, 지하수 개발가능량은 58,417.1천 m^3 /년으로 산정되었으며, 지하수이용량은 개발가능량의 약 3.2%에 해당하는 1,886.2천 m^3 /년의 지하수를 사용하는 것으로 분석된다. 유역별 개발 가능량 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(%)
울원지구	385.59	757.5	87,324.0	1,886.2	58,417.1	3.2
광천	148.46	771.6	34,544.9	303.4	22,910.4	1.3
낙동강상류	3.69	814.6	895.0	-	601.2	-
남대천	4.94	815.2	1,195.6	-	805.4	-
매화천	86.50	732.4	18,533.1	406.7	12,670.5	3.2
소천수위표	4.39	810.5	1,061.1	12.0	711.6	1.7
왕피천	103.27	756.3	23,427.8	690.0	15,620.6	4.4
장수포천	9.54	686.8	1,909.5	-	1,310.4	-
척산천	24.80	763.5	5,757.0	474.1	3,787.0	12.5



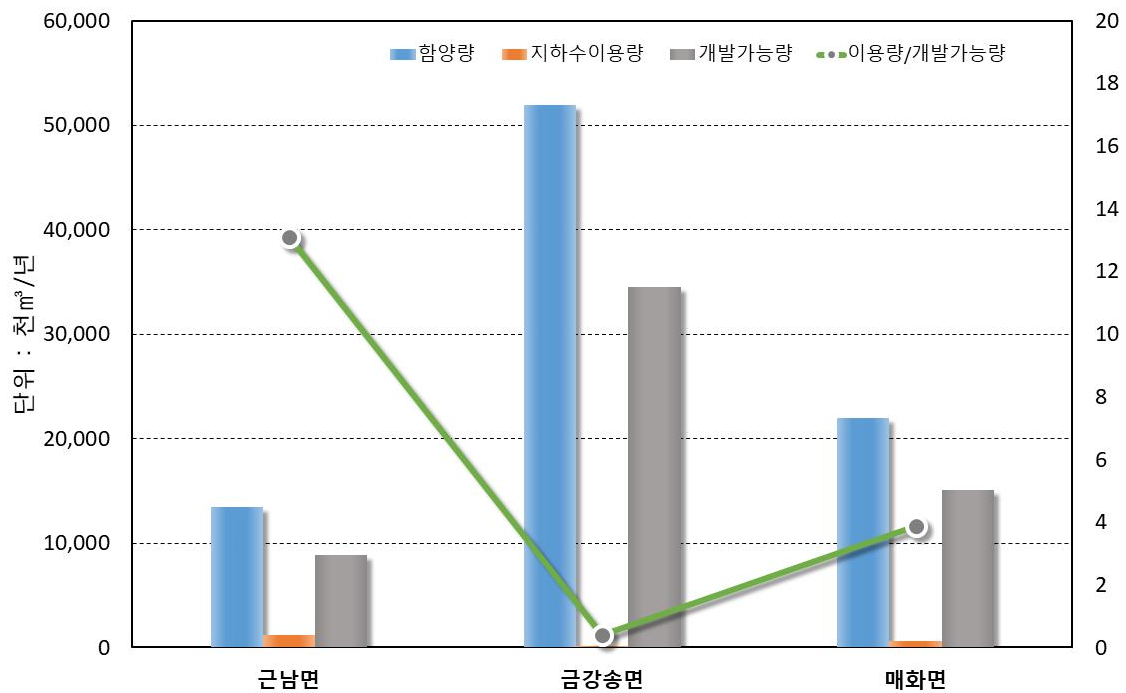
<그림 3-2-1> 표준유역별 지하수 함양량, 이용량 및 개발가능량

나. 행정구역별 개발가능량 분석

읍면별 개발가능량 대비 이용량의 비율은 0.4~13.1%의 범위를 나타낸다.

<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(%)	
울원지구	385.59	757.5	87,324.0	1,886.2	58,417.1	3.2	
울진군	근남면	57.85	766.0	13,427.7	1,160.4	8,862.4	13.1
	금강송면	226.29	762.8	51,908.5	142.4	34,522.1	0.4
	매화면	101.45	740.9	21,987.8	583.4	15,032.6	3.9



<그림 3-2-2> 행정구역별 지하수 함양량, 이용량 및 개발가능량

다. 리별 개발가능량 분석

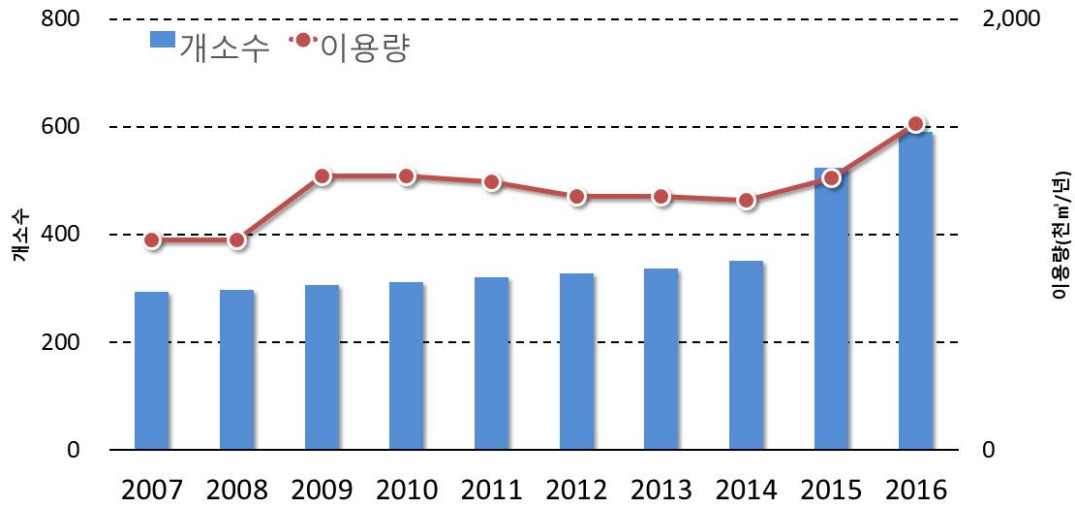
금번 조사에서는 지하수 관리계획에서 제시한 함양률을 적용하고 개발가능량은 10년빈도 가뭄시 강수량을 이용하여 개발가능량을 산정하였다. 리별 개발가능량 분석결과는 다음과 같다. 리별 개발가능량 대비 이용량의 비율은 0.1~44.6%의 범위를 나타보이고 있다.

<표 3-2-3> 리별 지하수 개발가능량 산정

읍 면	면 적 (km ²)	지하수이용량 (천m ³ /년)	개발가능량 (천m ³ /년)	이용량/개발가능량 (%)	
울원지구	385.59	1,886.2	58,417.1	3.2	
근남면	구산리	18.51	61.1	2,835.6	2.2
	노음리	2.96	93.5	453.4	20.6
	산포리	5.69	388.7	871.7	44.6
	수곡리	15.32	133.5	2,347.0	5.7
	수산리	2.47	58.2	378.4	15.4
	진북리	3.93	180.8	602.1	30.0
	행곡리	8.97	244.6	1,374.2	17.8
금강송면	삼근리	17.44	45.2	2,660.6	1.7
	소광리	75.81	25.8	11,565.3	0.2
	쌍진리	37.88	52.2	5,778.9	0.9
	왕피리	77.23	5.6	11,782.0	0.1
	하원리	17.93	13.6	2,735.3	0.5
매화면	갈면리	20.25	23.4	3,000.6	0.8
	금매리	3.85	59.4	570.5	10.4
	기양리	17.47	60.7	2,588.7	2.3
	길곡리	35.17	11.7	5,211.4	0.2
	덕신리	5.79	45.3	857.9	5.3
	매화리	5.63	234.2	834.2	28.1
	신흥리	6.90	42.0	1,022.4	4.1
	오산리	6.39	106.7	946.9	11.3

3.2.2 지하수개발 추세

과거 10년간 조사지구의 지하수 개발 추세 분석을 위해 2008 ~ 2017년 까지 국토교통부에서 발간한 지하수조사연보 자료를 이용하였다.



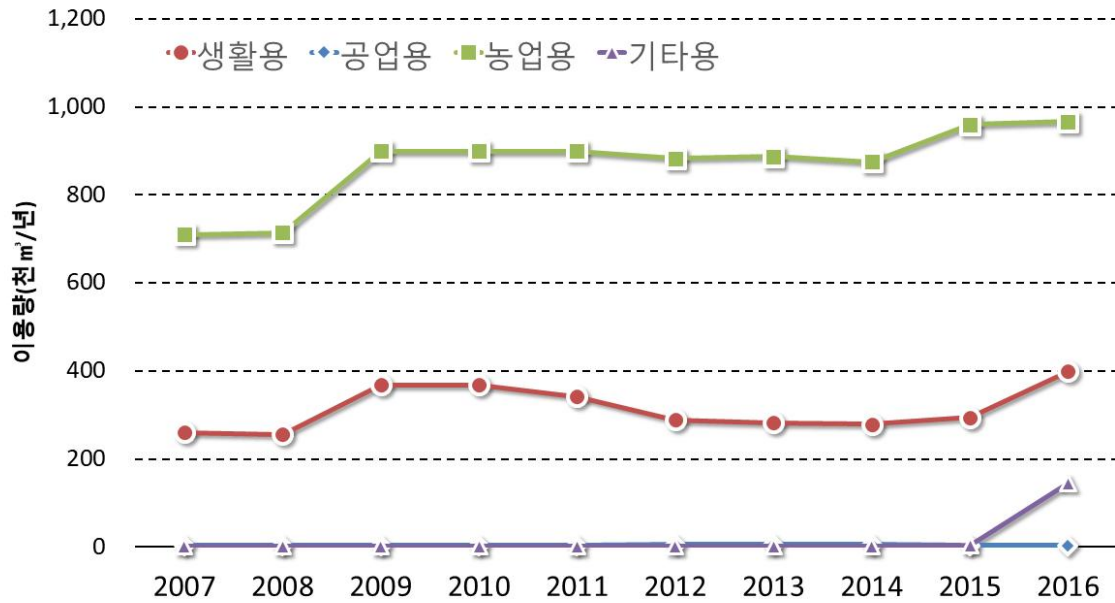
<그림 3-2-3> 연도별 지하수 이용·개발

<표 3-2-4> 용도별 지하수 개발공수 및 이용량 변화 (단위 : 공, 천m³/년)

구 분	총 계		생활용		공업용		농업용		기타용	
	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량
2007	294	974.8	55	260.6	1	3.5	237	709.6	1	1.1
2008	297	975.4	44	256.3	1	3.5	251	714.5	1	1.1
2009	307	1,272.6	48	368.5	1	3.5	257	899.5	1	1.1
2010	312	1,272.6	50	368.5	2	3.5	259	899.5	1	1.1
2011	321	1,246.5	59	342.4	2	3.5	259	899.5	1	1.1
2012	328	1,178.3	65	288.5	4	6.2	258	882.5	1	1.1
2013	337	1,178.6	70	282.8	3	5.7	262	887.3	2	2.7
2014	351	1,162.8	76	279.2	3	5.7	269	875.2	3	2.7
2015	525	1,262.5	116	295.0	1	3.5	405	959.7	3	4.2
2016	592	1,514.2	169	398.7	1	3.5	417	966.8	5	145.3

※ 자료출처 : 지하수조사연보(국토교통부, 2008 ~ 2017)

울원지구 내 용도별 지하수 이용량은 2016년말 기준 농업용 966.8천m³/년 (63.8%), 생활용이 398.7천m³/년(26.3%)을 차지한다. 대체로 상수도 보급 지역은 증가하고 있으나 일부지역에 한정된 상수도 공급과 상수도가 공급되지 않은 지역은 여전히 마을 간이상수도 및 소규모 급수시설을 이용하고 있어 생활용 지하수이용량은 여전히 증가 추세를 보이고 있으며, 농업용 역시 증가 추세를 보이고 있다.



<그림 3-2-4> 울원지구 용도별 지하수 이용량 추이

지하수조사연보에 따르면, 울원지구의 신규 지하수 개발은 2007년 이후 평균 약 27.8공/년이며 농업용 지하수시설물의 개발이 18.5공/년으로 개소수와 이용량은 증가추세이다.

<표 3-2-5> 울원지구 용도별 신규관정 개발추이

(단위 : 공, 천m³/년)

년 도	총 계		생활용		공업용		농업용		기타용	
	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량
계	278	-1,663.7	89	-2,062.3	0	0.0	185	254.4	4	144.2
평균	27.8	-166.4	8.9	-206.2	0	0.0	18.5	25.4	0.4	14.4
2007	-20	-2,203.1	-25	-2,200.4	0	0.0	5	-2.7	0	0.0
2008	3	0.6	-11	-4.3	0	0.0	14	4.9	0	0.0
2009	10	297.2	4	112.2	0	0.0	6	185.0	0	0.0
2010	5	0.0	2	0.0	1	0.0	2	0.0	0	0.0
2011	9	-26.1	9	-26.1	0	0.0	0	0.0	0	0.0
2012	7	-68.3	6	-53.9	2	2.7	-1	-17.0	0	0.0
2013	9	0.3	5	-5.6	-1	-0.5	4	4.9	1	1.6
2014	14	-15.8	6	-3.7	0	0.0	7	-12.1	1	0.0
2015	174	99.7	40	15.8	-2	-2.2	136	84.5	0	1.5
2016	67	251.7	53	103.7	0	0.0	12	7.0	2	141.0

※ 자료출처 : 지하수조사연보(국토교통부, 2008 ~ 2017)

3.2.3 개발·이용 예측

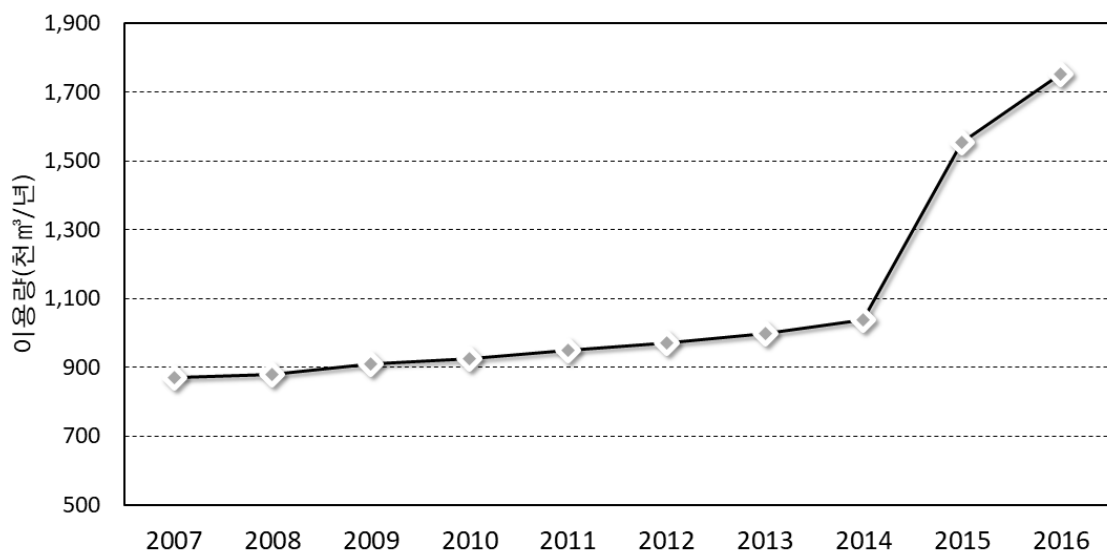
지하수 개발·이용 예측을 위해 금번 현장조사결과로 산정된 이용량을 바탕으로 미래의 지하수 이용량을 추정하였다.

과거 지하수 이용량을 추정한 방법은 2018년도의 산정된 이용량을 시설수로 나누어 공당 평균 이용량을 산출하고 이를 과거 연도별 시설 수에 곱하여 해당 연도의 이용량을 추정하였다.

<표 3-2-6> 지하수조사연보의 지하수 이용량 재 산정

년도	개소수	지하수조사연보 이용량(천m ³ /년)	재 산정된 이용량 (천m ³ /년)
2007	294	974.8	870.6
2008	297	975.4	879.4
2009	307	1,272.6	909.0
2010	312	1,272.6	923.9
2011	321	1,246.5	950.5
2012	328	1,178.3	971.2
2013	337	1,178.6	997.9
2014	351	1,162.8	1,039.3
2015	525	1,262.5	1,554.6
2016	592	1,514.2	1,753.0

※ 자료출처 : 지하수조사연보(국토교통부, 2018 ~ 2017)



<그림 3-2-5> 연도별 지하수 이용량 추이

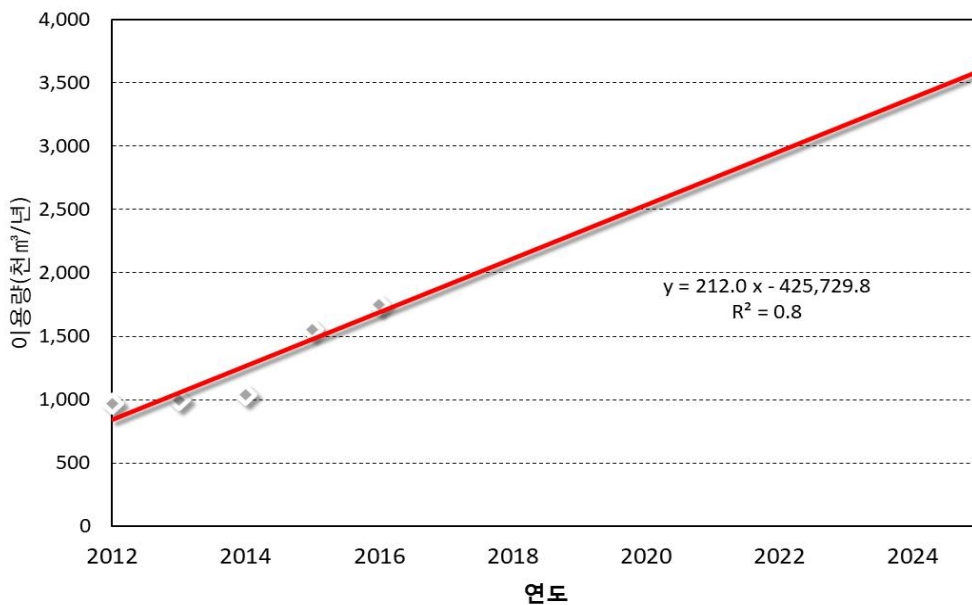
‘07년 이후 ‘16년까지 과거 이용량의 재산정은 관정 수에 따른 본 조사에서 재산정한 이용량의 비율을 곱하여 산정하였으며, 향후 이용량의 전망은 관정 수 증가추세를 반영하여 회귀분석을 실시하여 방정식을 산출하였다.

아래 표는 ‘07~‘16년까지의 최근 10년간의 관정수의 증가에 따른 회귀분석을 하여 향후 울원지구의 지하수이용량을 추정 하였으며, 최근 10년간의 이용량 증가의 회귀 방정식은 $y = 212.0x - 425,729.8$ 을 산출하였다. 그 결과 2020년에는 2,510.2천 m^3 /년, 2026년에는 3,782.2천 m^3 /년으로 증가할 것으로 전망된다. 연도별 지하수 이용 추정량은 아래의 표와 같다.

<표 3-2-7> 연도별 지하수 이용량

구분	연도별 지하수 이용량 (천 m^3 /년)						
	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
울원지구	2,510.2	2,722.2	2,934.2	3,146.2	3,358.2	3,570.2	3,782.2

2017년 대비 2026년 지하수 이용량의 변동량이 큰 폭이나 이는 계산상의 예측이므로 향후 이용량에 대한 대책 수립 시에는 정확한 이용량에 대한 모니터링이 수반되어야 할 것으로 판단된다.



<그림 3-2-6> 울원지구 지하수 이용전망 추세

3.3 오염 추세분석 및 예측

3.3.1 오염취약성분석(DRASTIC & Modified DRASTIC)

수자원으로서 지하수의 효율성은 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 최대도 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

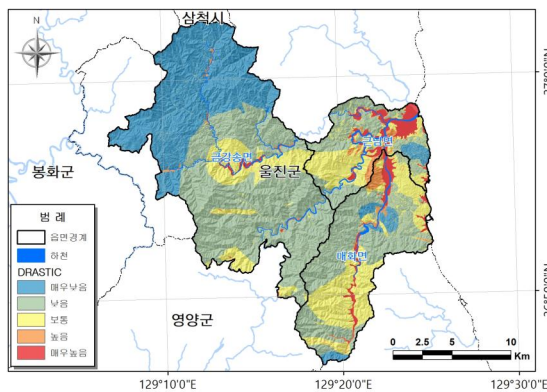
DRASTIC 시스템은 1987년 미국 EPA와 WGWA(National Groundwater Association)에서 지하수 오염취약성의 정성적인 평가를 목적으로 개발한 것으로 오염물질은 강수에 혼합되어 지표에서 지하로 이동된다는 가정을 전제로 한 광역적인 예비 분석시스템이다.

DRASTIC 시스템에서 적용되는 기본 가정은 다음과 같다.

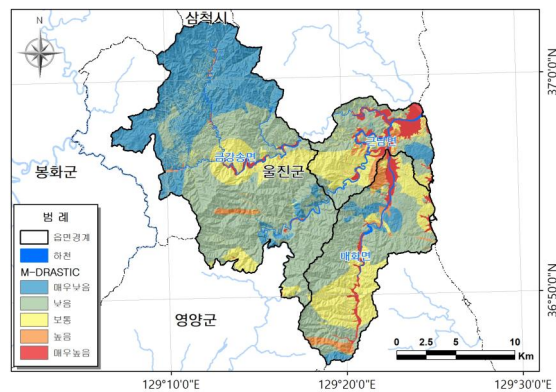
- 1) 오염원은 지표상에 위치
- 2) 오염물질의 지하유입은 강수량에 의존
- 3) 오염물질은 물과 함께 유동
- 4) 평가 대상 지역 면적은 0.4km² 이상

<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		
울원지구	78	169	106.9	83	179	114.4	9.4	
울 진 군	근남면	79	169	118.2	83	179	124.3	21.6
	금강송면	79	164	101.7	87	171	110.0	5.1
	매화면	78	169	112.1	86	175	118.6	12.1



<그림 3-3-1> 울원지구
Drastic Index Map



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

<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							
· 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.

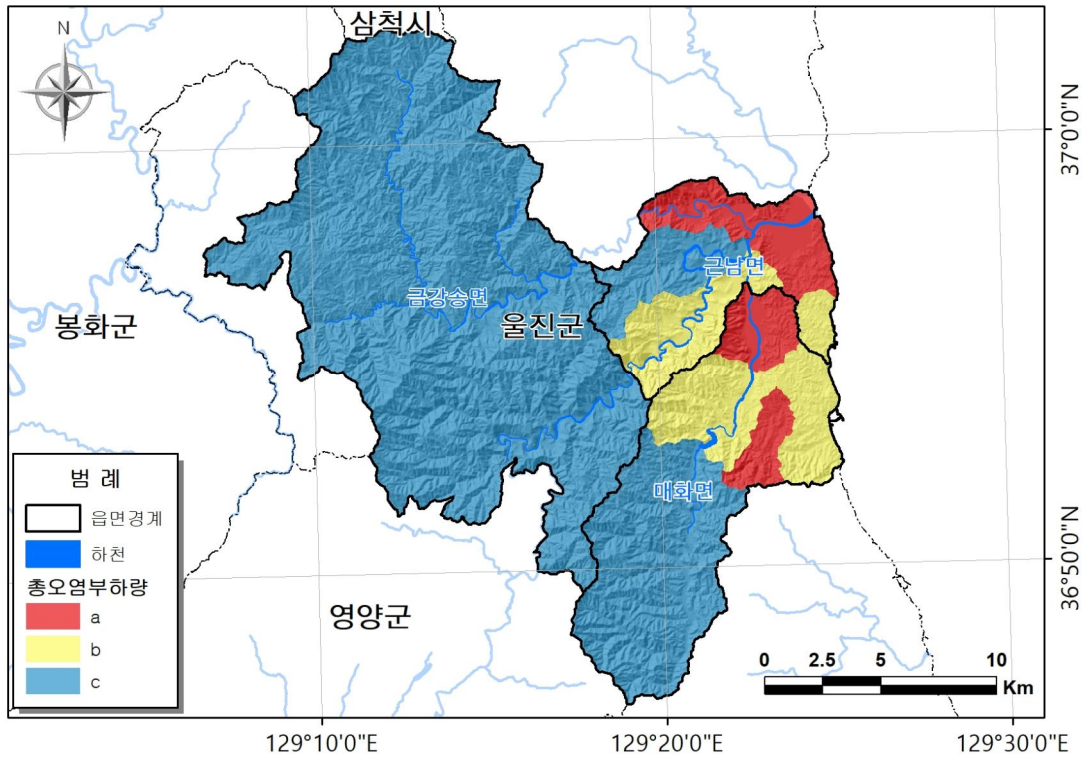
- <그림 3-3-3>은 조사지역의 종류별 오염발생부하량을 발생원단위를 적용하여 산정하고 GIS의 “Equal Area” 방법으로 a, b, c등급을 분류한 것으로 총오염발생부하량과 각 종류별 오염발생부하량등급은 대부분 유사한 경향을 나타내고 있다.

- 지하수오염예측도는 지하수오염취약성도(수리지질학적인자)에 선구조 밀도, 토지이용등급을 고려한 변형된 오염취약성과 각종 오염원, 인구 수, 토지에 따른 총오염부하량값을 중첩하여 작성되었다.

- 조사지역 대부분(82.4%)은 매우양호(Cc)와 양호(Bc) 그룹으로 지하수 오염취약성과 잠재오염원 발생부하량이 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.

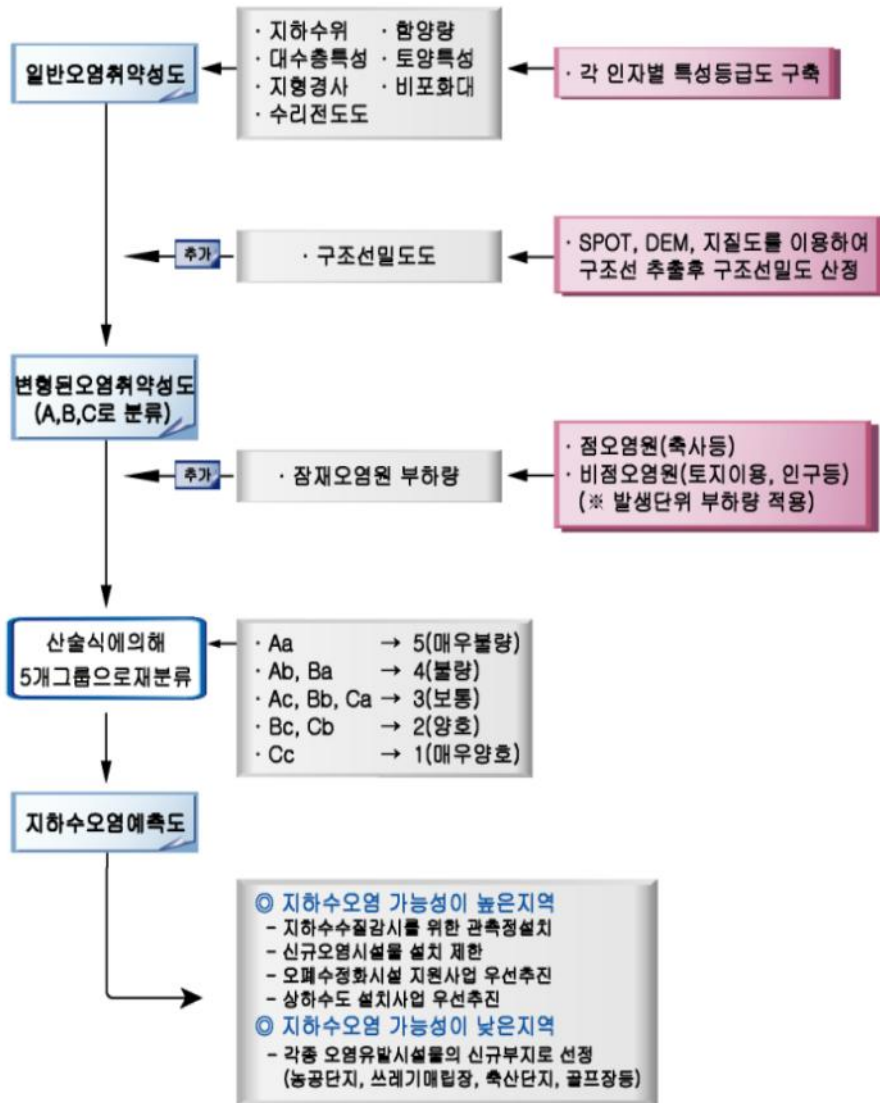
- 청정지역의 보전을 위해서는 지속적인 관리와 시설물 설치에 대한 고려 등 행정적인 관심과 지원이 이루어져야 할 것으로 판단되며, 향후 국토 개발에 따른 지하수 및 각종 잠재오염 시설물 인·허가시 ‘지하수오염 예측도’를 기초자료로 활용함으로써 발생가능한 지하수오염에 미리 대비하고, 복구비용 예산을 절감할 수 있으리라 사료된다.



<그림 3-3-1> 총 오염발생부하량 등급도

<표 3-3-3> 지하수오염예측 등급 분류표

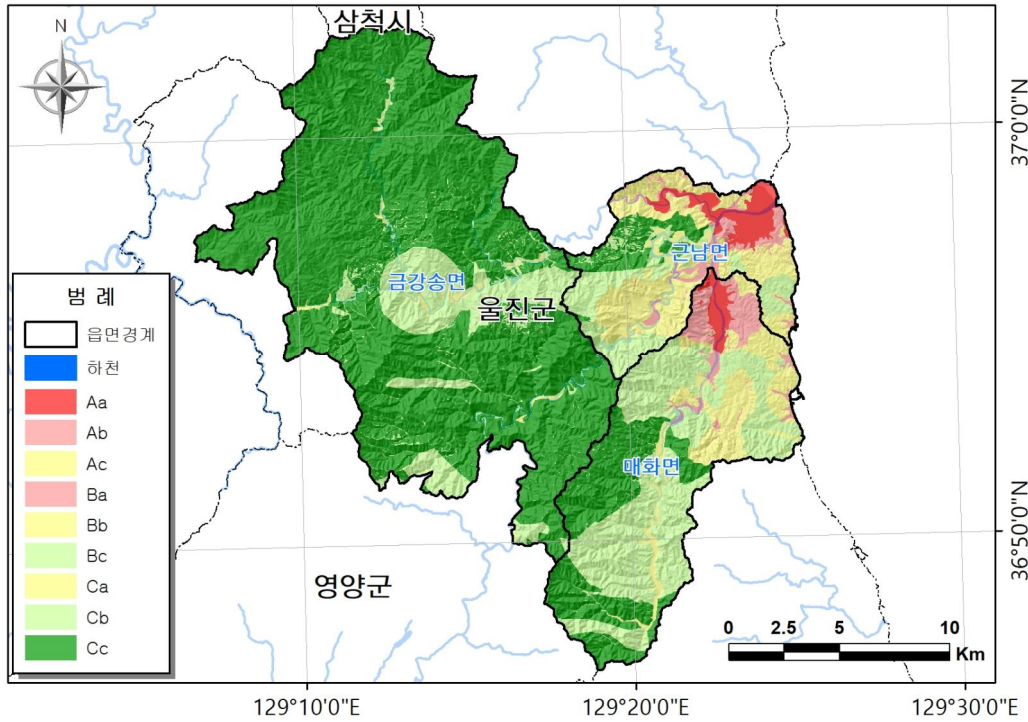
변형된 오염취약성		총오염발생부하량	단위면적당 오염발생부하량(kg/일/km ²)		
			a(높음)	b(보통)	c(낮음)
			25이상	10~25	25이하
오염취약성	A(높음)	132~169	Aa	Ab	Ac
	B(보통)	107~132	Ba	Bb	Bc
	C(낮음)	78~107	Ca	Cb	Cc



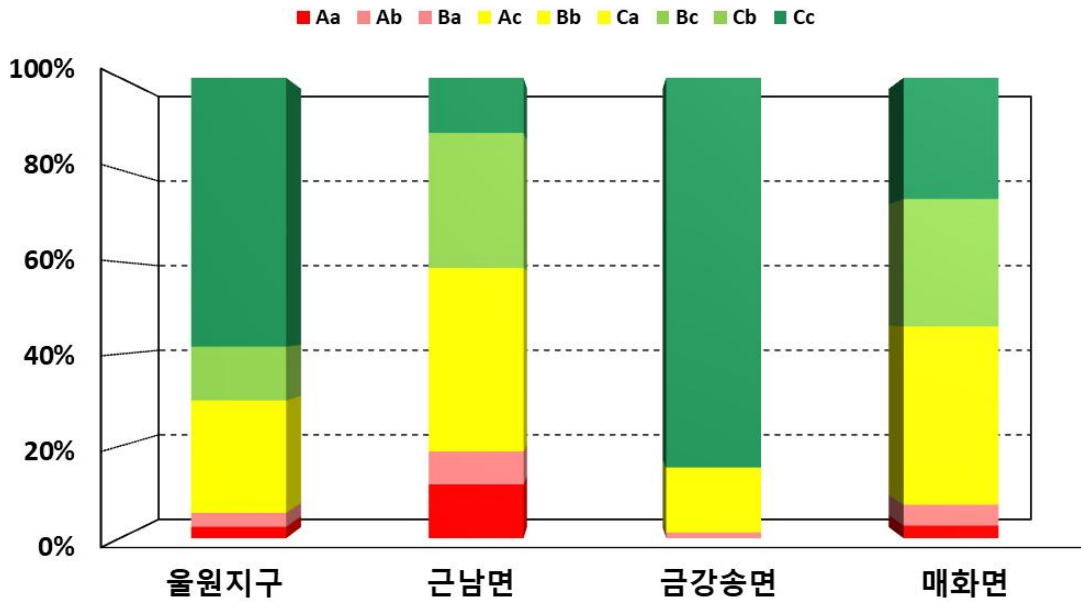
<그림 3-3-2> 지하수오염예측도 작성 모식도

<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
울원지구	385.59	9.55	4.48	9.03	7.12	20.13	17.85	65.04	27.21	225.18
비율(%)	100	2.5	1.2	2.3	1.8	5.2	4.6	16.9	7.1	58.4
근남면	57.85	6.77	2.51	3.25	1.62	12.70	10	7.08	6.98	6.94
금강송면	226.29	-	-	-	2.86	-	-	31.91	0.01	191.51
매화면	101.45	2.78	1.97	5.78	2.64	7.43	7.85	26.05	20.22	26.73



<그림 3-3-3> 울원지구 지하수오염예측도



<그림 3-3-4> 읍면별 지하수오염예측도 등급별 면적비

□ 울원지구는 양호(Bc, Cb)와 매우양호(Cc) 그룹이 82.4%로 주를 이룬다. 근남면은 보통(Bb)와 양호(Bc) 그룹, 금강송면은 매우양호(Cc) 그룹이 주를 이루고, 매화면은 매우양호(Cc)와 보통(Ca) 그룹이 주를 이루고 있다.

IV

울원지구

지하수 개발·이용 방안

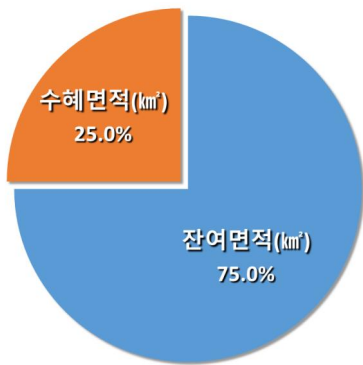
IV. 울원지구 지하수 개발·이용 방안

4.1 농업용수 개발대상지 분석

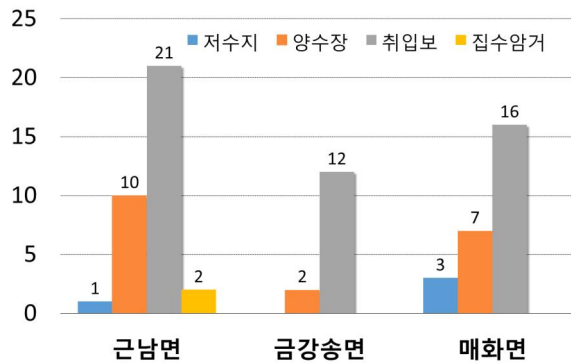
농지(전, 답, 과수) 면적에 대해 기존 농업용 관정, 저수지, 양수장, 취입보, 집수암거 등에 의한 수혜면적을 분석하고, 농지면적에서 수혜면적을 제외한 잔여면적으로 계산하였다.

농업용 관정 개발 필요지역의 선정은 조사지역내 농경지 면적, 수혜면적 및 농업기반시설, 지하수관정, 하천, 가뭄우심지구 등의 조건을 도면화하고 이를 분석하여 선정하였다.

울원지구에서는 지하수 개발 시 금강송면 하원리, 매화면 갈면리, 금매리 지역이 농업용수공급 우선 개발 지역으로 선정되었다.



<그림 4-1-1> 농업용수 수혜면적



<그림 4-1-2> 조사지역 농업기반수리시설

<표 4-1-1> 농업용수 개발대상지 분석

(단위 : 공, 개, km²)

구분	개발 필요 공수	농지 면적	수혜 면적	잔여 면적	지하수			농업기반시설				
					수혜 면적	시설 수	관정 밀도	수혜 면적	시설 수			
									저수지	양수장	취입보	집수암거
울원 지구	3	22.51	6.53	19.58	2.34	443	19.68	4.19	4	19	49	2
근남면	1	7.69	3.52	4.17	1.37	291	37.84	2.15	1	10	21	2
금강송면	1	5.26	0.29	4.97	0.16	8	1.52	0.13	-	2	12	-
매화면	1	9.56	2.72	6.84	0.81	144	15.06	1.91	3	7	16	-

1) 농경지 면적 : 논+밭+과수원 면적의 합(km²)

2) 관정개소수 및 수혜면적(km²) : 지하수 개소수 및 수혜면적은 관정현황조사 결과 농업용으로 분류된 관정에 대해 총적관정 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

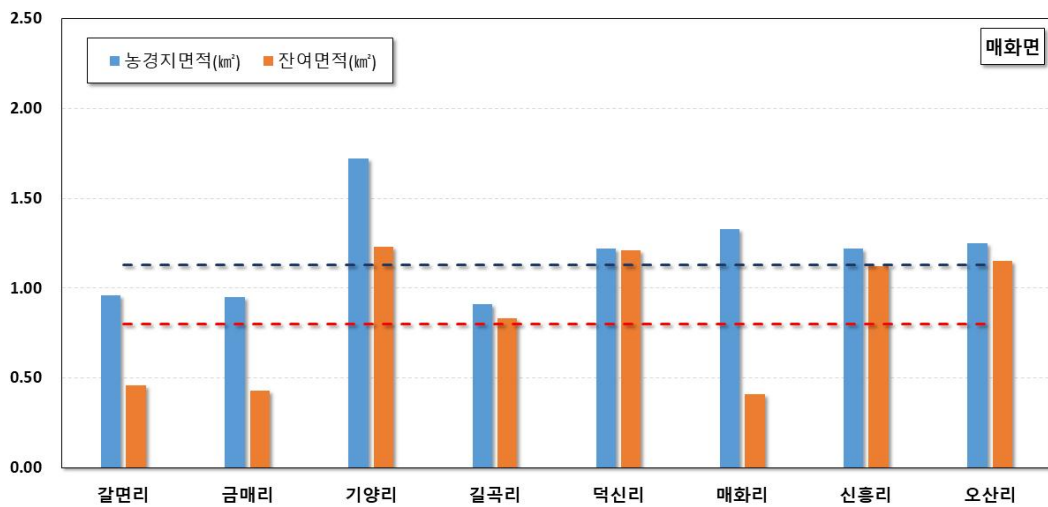
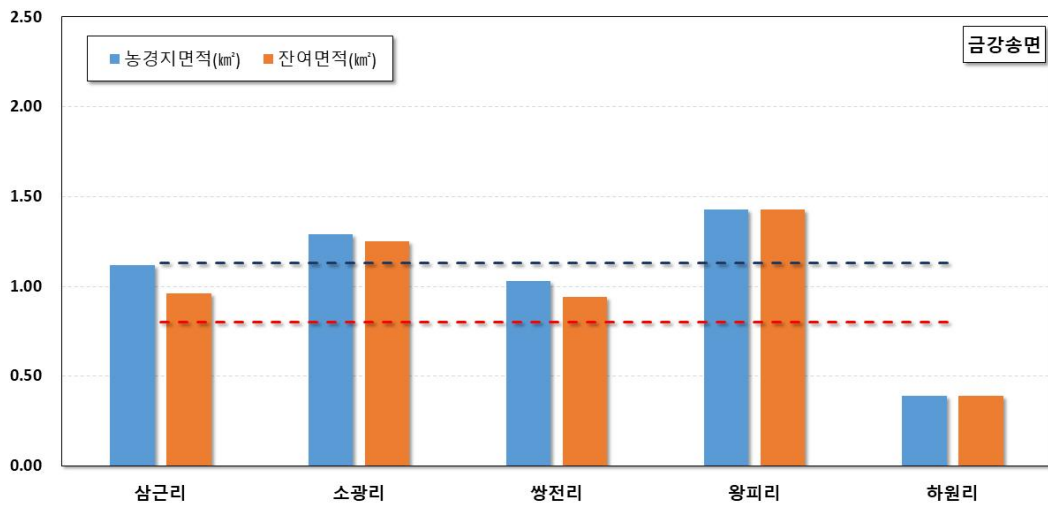
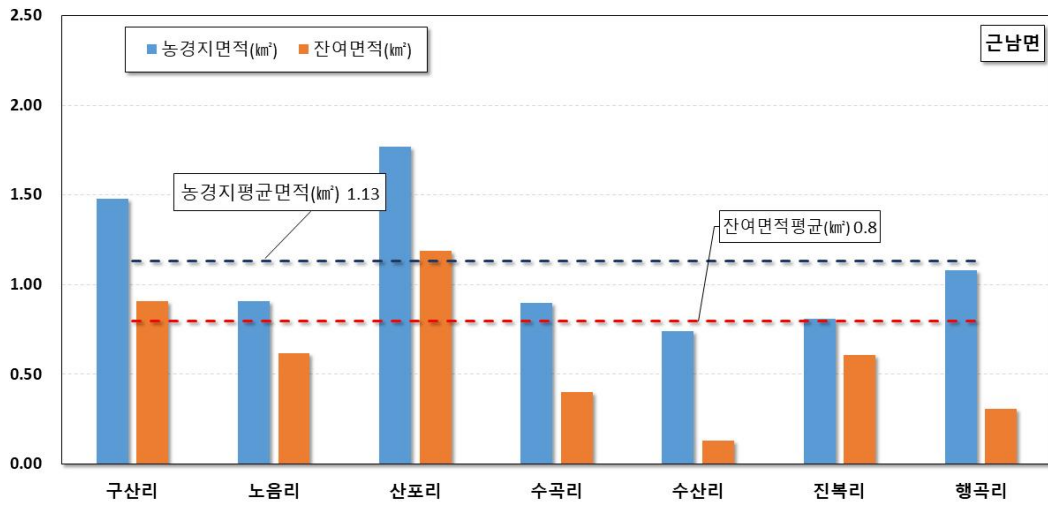
(단위 : 공, 개소, km²)

읍면	리	농경지 면적	수 리 시 설 물										잔여 면적
			수혜 면적	시설 수	지하수			농업기반시설					
					수혜 면적	시설 수	관정 밀도	수혜 면적	시설수				
									저수지	양수장	취입보	집수암거	
울원지구		22.51	6.53	517	2.34	443	19.68	4.19	4	19	49	2	15.98
근 남 면	소 계	7.69	3.52	325	1.37	291	37.84	2.15	1	10	21	2	4.17
	구산리	1.48	0.57	10	0.04	3	2.03	0.53	1	1	5	-	0.91
	노음리	0.91	0.29	31	0.25	28	30.77	0.04	-	3	-	-	0.62
	산포리	1.77	0.58	120	0.49	119	67.23	0.09	-	1	-	-	1.19
	수곡리	0.90	0.50	34	0.06	20	22.22	0.44	-	5	9	-	0.40
	수산리	0.74	0.61	21	0.11	18	24.32	0.50	-	-	1	2	0.13
	진북리	0.81	0.20	58	0.20	58	71.60	-	-	-	-	-	0.61
	행곡리	1.08	0.77	51	0.22	45	41.67	0.55	-	-	6	-	0.31
금 강 송 면	소 계	5.26	0.29	22	0.16	8	1.52	0.13	-	2	12	-	4.97
	삼근리	1.12	0.16	11	0.03	2	1.79	0.13	-	1	8	-	0.96
	소광리	1.29	0.04	3	0.04	3	2.33	-	-	-	-	-	1.25
	쌍전리	1.03	0.09	3	0.09	3	2.91	-	-	-	-	-	0.94
	왕피리	1.43	0.00	1	-	-	-	-	-	1	-	-	1.43
	하원리	0.39	0.00	4	-	-	-	-	-	-	4	-	0.39
매 화 면	소 계	9.56	2.72	170	0.81	144	15.06	1.91	3	7	16	-	6.84
	갈면리	0.96	0.50	13	0.19	10	10.42	0.31	-	-	3	-	0.46
	금매리	0.95	0.52	22	0.05	18	18.95	0.47	1	3	-	-	0.43
	기양리	1.72	0.49	18	0.13	15	8.72	0.36	2	1	-	-	1.23
	길곡리	0.91	0.08	7	-	-	-	0.08	-	-	7	-	0.83
	덕신리	1.22	0.01	3	0.01	3	2.46	0.00	-	-	-	-	1.21
	매화리	1.33	0.92	74	0.23	68	51.13	0.69	-	3	3	-	0.41
	신흥리	1.22	0.10	6	0.10	5	4.10	-	-	-	1	-	1.12
	오산리	1.25	0.10	27	0.10	25	20.00	-	-	-	2	-	1.15

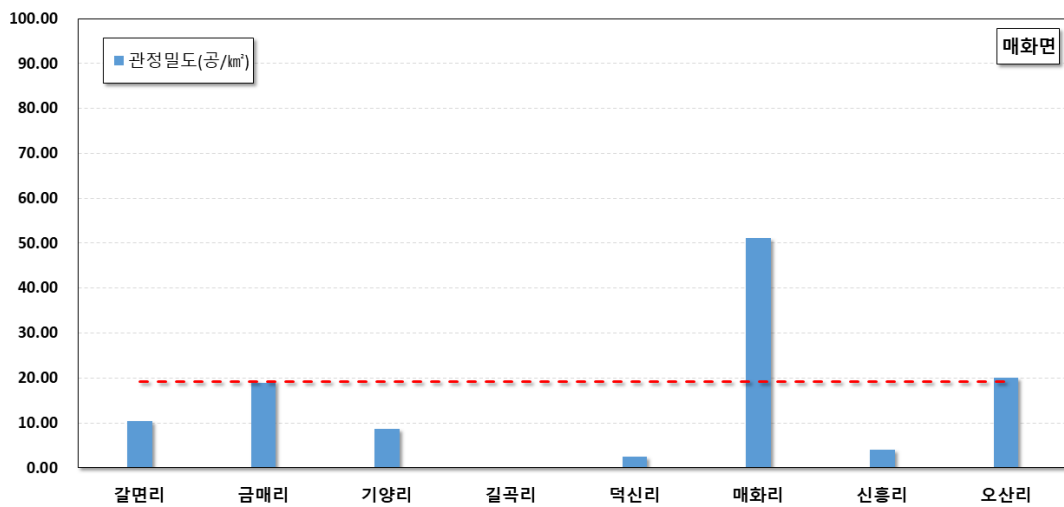
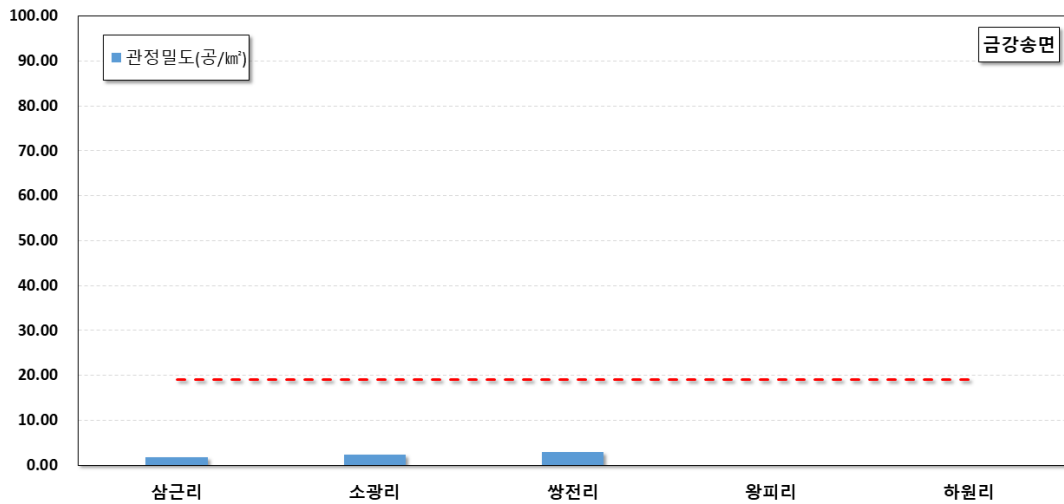
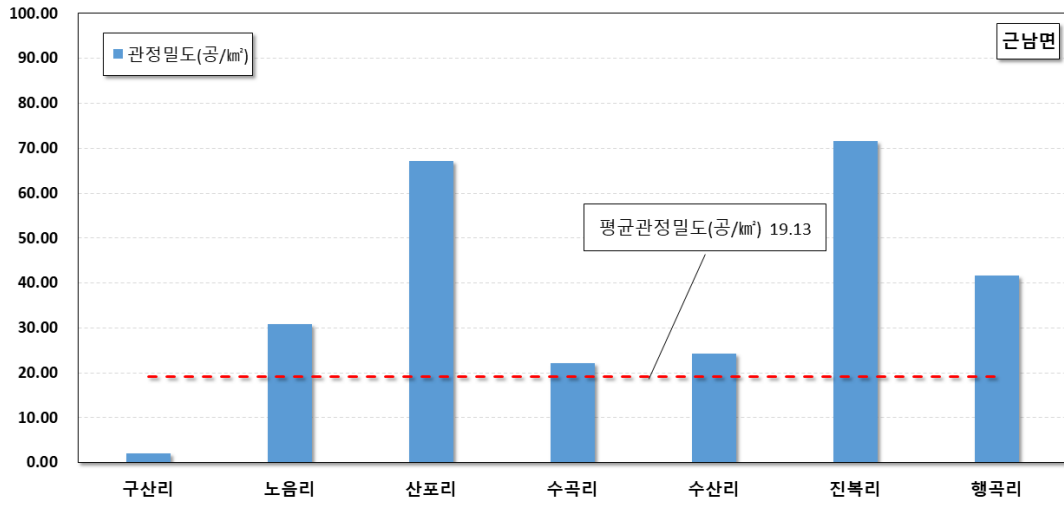
- 울원지구 내 농업용수 개발대상지를 선정하기 위하여 리별 농경지 면적 및 경작 특성(농지규모, 농지분포형태, 농업기반수리시설물을 이용한 수혜면적 등), 하천 및 저수지 의존도, 기설관정 개발밀도, 지질특성 등을 고려하여 농업용수 공급 대상지를 검토하는 자료로 이용하였다.

- 수혜면적은 농업기반시설물 제원 및 사설관정의 공당 수혜면적 단위 원수를 적용하여 산출하였으며, 리별 잔여면적의 “0” 이 의미하는 바는 용수공급량을 초과하여 향후 수리시설물이 필요치 않다는 것보다는 용수 공급이 비교적 원활한 지역임을 시사한다. 지하수현황조사결과 시설이 없는 지역의 경우 관정밀도란의 “-”으로 표시하였다.

- 농업용수 개발대상지 선정은 행정구역별 농경지 면적 평균 1.13km², 미수혜면적은 평균 0.80km², 농경지면적당 관정밀도 평균 19.13공/km²를 기준으로 설정하여 20개 법정리에 대하여 적용하였다.



<그림 4-1-3> 리별 농경지면적 및 잔여면적 분포도



<그림 4-1-4> 리별 관정밀도 분포도

4.2 농업용수 공급 방안

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

- 농경지 수혜면적 대비 잔여면적이 높고 관정밀도가 높은 “A” 그룹에 속하는 근남면 산포리 외 1개리 지역은 지표수를 이용한 수리시설물(저수지, 양수장, 취입보 등) 확충이 우선 고려되어야하고 신규 지하수 개발 및 이용량을 제한하는 방법을 검토해야 할 것으로 판단된다.

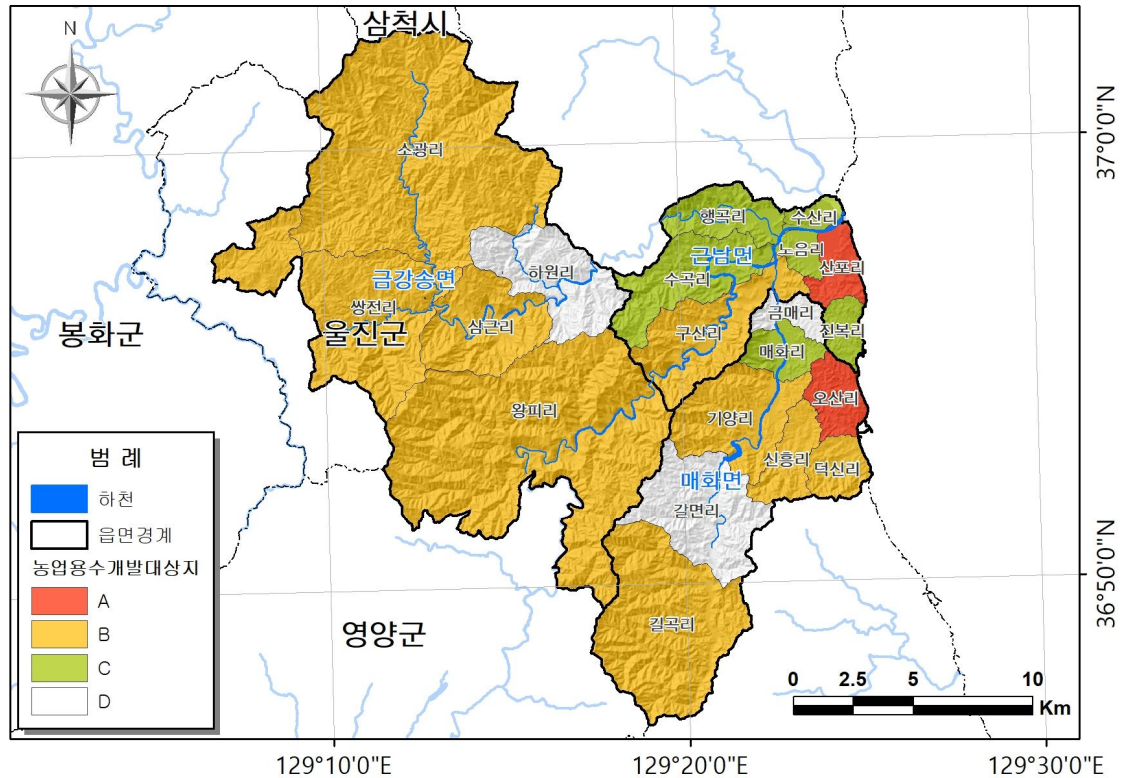
- 잔여면적이 높으나 관정밀도가 낮은 “B” 그룹에는 근남면 구산리 외 8개리 지역이 해당되며, 지표수를 이용한 수리시설물(양수장, 취입보) 확충이 및 공공지하수시설물의 설치를 고려하면 좋을 것으로 판단된다.

- 잔여면적이 낮고 관정밀도가 높은 “C” 그룹에 속하는 근남면 노음리 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 금강송면 하원리 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

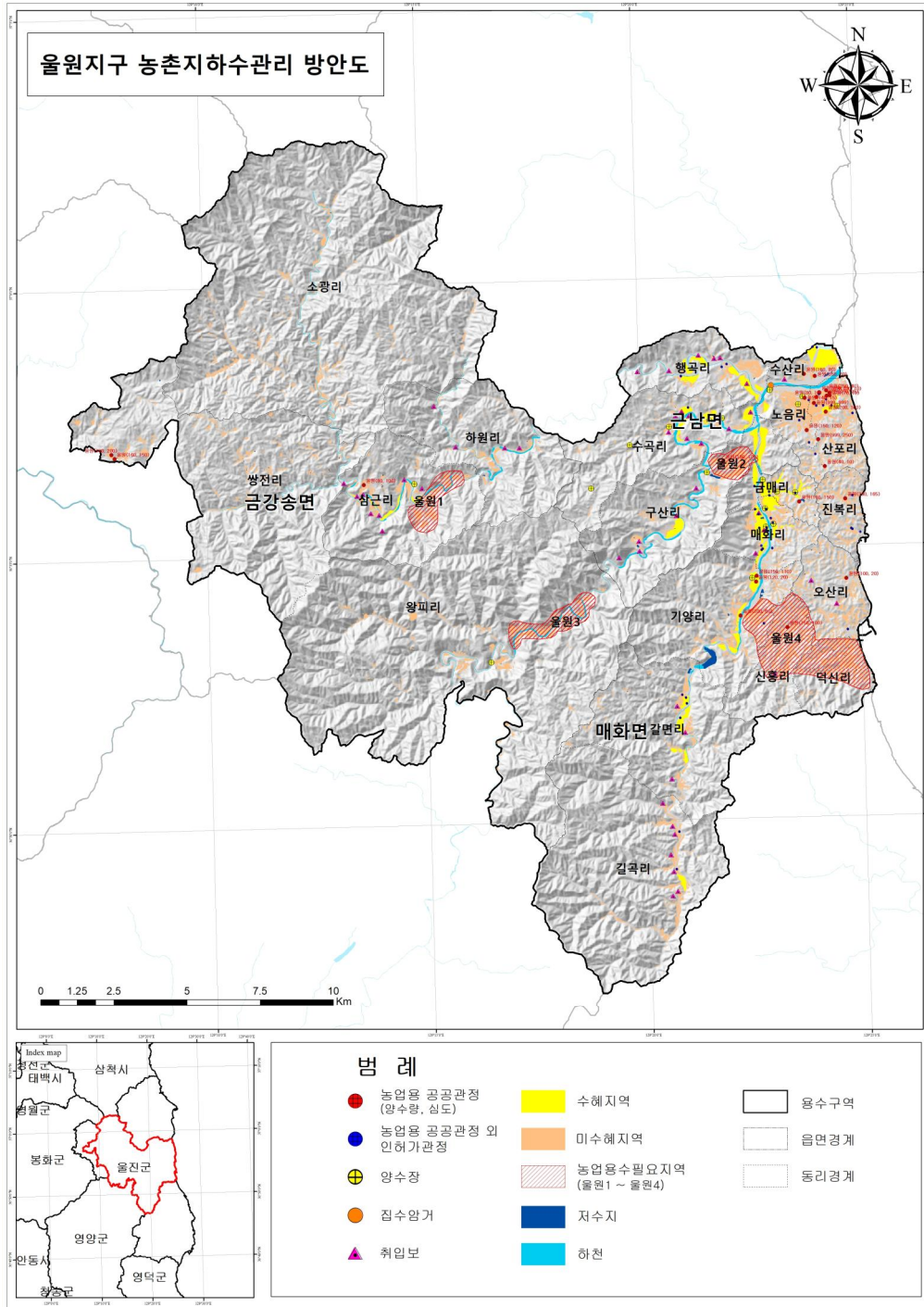
구 분	읍 면			용수공급 확보(안)
	근남면	금강송면	매화면	
A	잔여면적 ↑ 관정밀도 ↑	산포리	오산리	-지표수를 이용한 수리시설물 확충(저수지, 양수장, 취입보) -신규 지하수 개발 및 이용량 제한
B	잔여면적 ↑ 관정밀도 ↓	구산리	삼근리, 소광리, 쌍전리, 왕피리	-지표수를 이용한 수리시설물 확충(저수지, 양수장, 취입보) -공공지하수시설물설치
C	잔여면적 ↓ 관정밀도 ↑	노음리, 수곡리, 수산리, 진북리, 행곡리	매화리	-신규 지하수 개발 및 이용량 제한 -공공지하수시설물장비 및 관리체계 구축 -농업기반시설공동이용체계 구 축
D	잔여면적 ↓ 관정밀도 ↓	하원리	갈면리, 금매리	-공공지하수시설물 설치 -소류지 및 농업용수로 시설 확충



<그림 4-2-1> 농업용수개발대상지 검토결과

4.3 울원지구 농촌지하수관리 방안도

행정구역별 농업용수 수혜면적 현황 및 농업용수 개발대상지 분석을 통하여 울원지구의 농촌지하수관리 방안도를 작성하였다.



<그림 4-3-1> 울원지구 농촌지하수관리 방안도

□ 대상지 관리에 대한 추정 예산

울원지구에서 신규로 관정 3공 개발 계획시 450m³/일의 용수를 확보 할 수 있으며 추정 예산은 개략 159백만원이다.

개발 공수	지 하 수 기 초 조 사					지 하 수 개 발				추정 예산 (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	3	9	3	150	450	3	250	300	450	159	지하수 영향조사 포함
지구당	1	3	1	150	150	1	250	100	150	53	

□ B그룹 지역별 내역

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

지역 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	리동			잔여 면적	비율 (%)	관정 의	관정	관정 밀도				
근남면	구산리	변성암류	1.48	0.91	61.5	7	3	2.03	보통	3	6	6
금강송면	삼근리	변성암류	1.12	0.96	85.7	9	2	1.79	매우 부족	2	8	8
금강송면	소광리	변성암류	1.29	1.25	96.9	-	3	2.33	보통	3	2	2
금강송면	쌍전리	변성암류	1.03	0.94	91.3	-	3	2.91	부족	2	4	4
금강송면	왕피리	변성암류	1.43	1.43	100.0	1	-	-	부족	2	1	1
매화면	기양리	변성암류	1.72	1.23	71.5	3	15	8.72	보통	3	9	9
매화면	길곡리	변성암류	0.91	0.83	91.2	7	-	-	보통	3	7	7
매화면	덕신리	변성암류	1.22	1.21	99.2	-	3	2.46	보통	3	3	3
매화면	신흥리	변성암류	1.22	1.12	91.8	1	5	4.10	보통	3	5	5

- 1) 주민의견 : 농업용수로 사용하는 지하수관정 수량현황
- 2) 주민의견점수 : 매우풍부, 풍부, 보통, 부족, 매우부족으로 등급을 나누어 점수산정
- 3) 우선순위선정 : 주민의견점수와 수리시설밀집도점수의 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.

지역 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	리동			잔여 면적	비율 (%)	관정 외	관정	관정 밀도				
금강송면	하원리	변성암류	0.39	0.39	29.6	4	-	-	매우 부족	1	1	1
매화면	갈면리	변성암류	0.96	0.46	39.7	3	10	10.42	풍부	4	2	3
매화면	금매리	변성암류	0.95	0.43	23.5	4	18	18.95	부족	2	3	2

1) 주민의견 : 농업용수로 사용하는 지하수관정 수량현황

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

3) 우선순위선정 : 주민의견점수와 수리시설밀집도점수의 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 5%이내 지역에 대해 심각, 5~10% 경계, 10~15% 주의, 15~20% 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, 농업용수 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

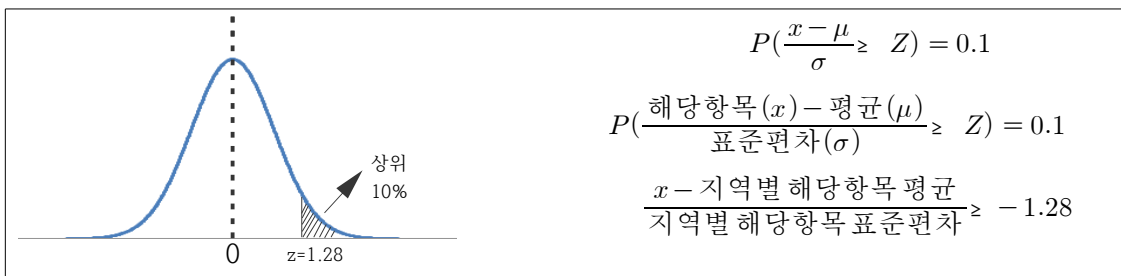
구분	내용	관심	주의	경계	심각
		비규제적 관리필요지역		규제적 관리필요지역	
		기술적 관리			
수량	이용량/개발가능량(%)	상위 20~15%	상위 15~10%	상위 10~5%	상위 5%이내
	단위면적당이용량(천m ³ /년/km ²)				
	관정밀도(공/km ²)				
수질	질산성질소평균(mg/L)	-	-	10~20	20~
	DRASTIC INDEX	상위 20~15%	상위 15~10%	상위 10~5%	상위 5%이내
	오염원밀도(개소/km ²)				
	단위면적당오염부하량(kg/일/km ²)				

※ 지하수 관리지역 선정시 지역 여건에 맞게 조사자 의견이 반영됨.

가. 표준정규분포를 이용한 관리필요지역 선정방법

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

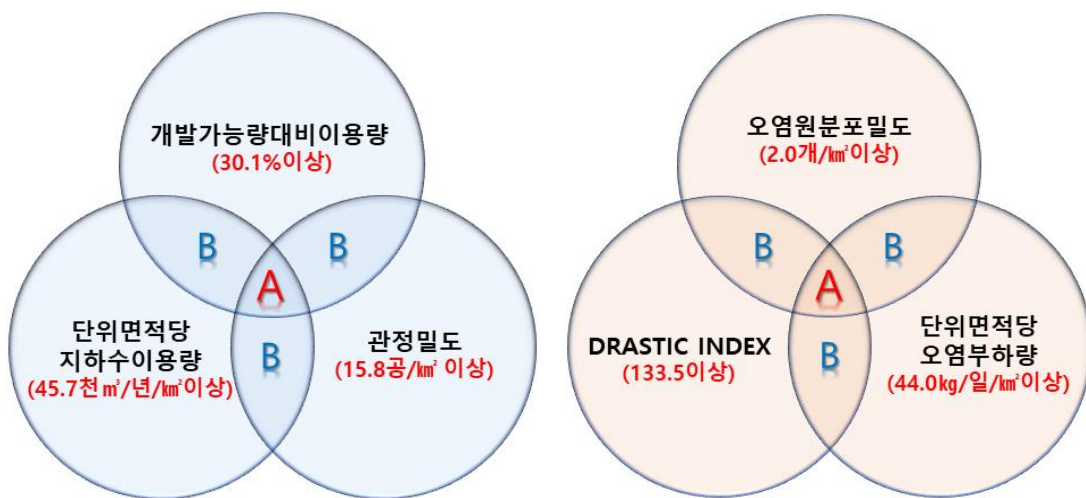
상위 10% 항목별순위는 아래와 같이 계산된다.



<그림 5-1-1> 관리지구 선정기준을 위한 표준정규분포곡선

나. 조사자 의견

- 지하수 관리지역 선정을 위하여 B지역의 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 및 대책

가. 울진군 근남면

- 7개의 법정리로 이루어 짐(구산리, 노음리, 산포리, 수곡리, 수산리, 진북리, 행곡리)
- 전체 지하수 시설수는 410개소로 생활용 지하수가 118개소(28.7%), 농어업용 지하수가 291개소(71.0%), 기타 지하수가 1개소(0.2%)를 차지하고 있음
- 평균 개발가능량 대비 이용량은 13.1%(울원지구 3.2%), 단위면적당 이용량은 20.1천 m^3 /년/ km^2 (울원지구 4.9천 m^3 /년/ km^2), 관정밀도는 7.09공/ km^2 (울원지구 1.65공/ km^2)로 분석되었다.
- 산포리 지역이 개발가능량 대비 이용량 44.6%, 단위면적당 이용량 68.3천 m^3 /년/ km^2 , 관정밀도 23.37공/ km^2 의 수치를 보인다.
- 질산성질소 평균값은 3.36mg/L(울원지구 2.24mg/L)로 나타나며, 산포리 지역이 평균 5.34mg/L로 가장 높게 나타난다.
- 잠재오염원 분포밀도는 0.6개소/ km^2 (울원지구 0.3개소/ km^2)로 노음리가 2.4개소/ km^2 로 가장 높게 나타난다.
- DRASTIC Index는 평균 118.2점(울원지구 106.9점)으로, 행곡리가 139.5점으로 가장 높은 지수를 보이고 있다.
- 산정기준 및 조사자 의견을 반영하여 수량관리가 필요한 지역으로 산포리, 진북리, 수질관리가 필요한 지역으로 노음리를 선정하였다.

<표 5-1-2> 지하수 수량관리 필요지역(울진군 근남면)

동리	이용량/적정개발 가능량(%)		단위면적당이용량 (천m ³ /년/km ²)		관정밀도 (공/km ²)		조사자 의견	수량관리 필요지역
근남면	13.1		20.1		7.09			
구산리	2.2	-	3.3	-	1.03	-	-	-
노음리	20.6	관심	31.6	관심	12.16	주의	-	-
산포리	44.6	심각	68.3	심각	23.37	심각	○	○
수곡리	5.7	-	8.7	-	3.52	-	-	-
수산리	15.4	-	23.6	-	8.50	-	-	-
진북리	30.0	경계	46.0	심각	16.28	심각	○	○
행곡리	17.8	-	27.3	-	9.25	-	-	-

<표 5-1-3> 지하수 수질관리 필요지역(울진군 근남면)

동리	질산성질소 평균(mg/L)		오염원 분포밀도 (개소/km ²)		DRASTIC INDEX		단위면적당 오염부하량 (kg/일/km ²)		조사자 의견	수질관리 필요지역
근남면	3.36		0.6		118.2		21.6			
구산리	4.10	-	0.2	-	107.3	-	20.6	-	-	-
노음리	3.38	-	2.4	심각	114.5	-	53.8	심각	○	○
산포리	5.34	-	1.4	관심	117.9	-	33.4	관심	-	-
수곡리	1.30	-	0.1	-	96.3	-	5.0	-	-	-
수산리	0.98	-	1.6	주의	111.7	-	36.2	주의	-	-
진북리	0.86	-	0.5	-	139.0	심각	18.5	-	-	-
행곡리	0.57	-	0.9	-	139.5	심각	31.1	-	-	-

나. 울진군 금강송면

- 5개의 법정리로 이루어 짐(삼근리, 소광리, 쌍전리, 왕피리, 하원리)
- 전체 지하수 시설수는 47개소로 생활용 지하수가 39개소(83.0%), 농업용 지하수가 8개소(17.0%)를 차지하고 있음
- 평균 개발가능량 대비 이용량은 0.4%(울원지구 3.2%), 단위면적당 이용량은 0.6천 m^3 /년/ km^2 (울원지구 4.9천 m^3 /년/ km^2), 관정밀도는 0.21공/ km^2 (울원지구 1.65공/ km^2)로 분석되었다.
- 삼근리 지역이 개발가능량 대비 이용량 1.7%, 단위면적당 이용량 2.6천 m^3 /년/ km^2 , 관정밀도 0.63공/ km^2 로 높은 수치를 보인다.
- 질산성질소 평균값은 2.97mg/L(울원지구 2.24mg/L)로 나타나며, 쌍전리 지역이 평균 3.45mg/L로 가장 높게 나타난다.
- 잠재오염원 분포밀도는 0.2개소/ km^2 (울원지구 0.3개소/ km^2)로, 삼근리가 0.8개소/ km^2 로 가장 높게 나타난다.
- DRASTIC Index는 평균 101.7점(울원지구 106.9점)으로, 소광리가 132.0점으로 가장 높은 지수를 보이고 있다.

<표 5-1-4> 지하수 수량관리 필요지역(울진군 금강송면)

동리	이용량/적정개발 가능량(%)		단위면적당이용량 (천m ³ /년/km ²)		관정밀도 (공/km ²)		조사자 의견	수량관리 필요지역
금강송면	0.4		0.6		0.21			
삼근리	1.7	-	2.6	-	0.63	-	-	-
소광리	0.2	-	0.3	-	0.15	-	-	-
쌍전리	0.9	-	1.4	-	0.40	-	-	-
왕피리	0.0	-	0.1	-	0.01	-	-	-
하원리	0.5	-	0.8	-	0.50	-	-	-

<표 5-1-5> 지하수 수질관리 필요지역(울진군 금강송면)

동리	질산성질소 평균(mg/L)		오염원 분포밀도 (개소/km ²)		DRASTIC INDEX		단위면적당 오염부하량 (kg/일/km ²)		조사자 의견	수질관리 필요지역
금강송면	2.97		0.2		101.7		5.1			
삼근리	2.00	-	0.8	-	125.6	-	8.7	-	-	-
소광리	-	-	0.1	-	132.0	-	4.1	-	-	-
쌍전리	3.45	-	0.2	-	109.6	-	6.2	-	-	-
왕피리	-	-	0.1	-	116.1	-	4.8	-	-	-
하원리	-	-	0.1	-	106.6	-	4.5	-	-	-

다. 울진군 매화면

- 8개의 법정리로 이루어 짐(갈면리, 금매리, 기양리, 길곡리, 덕신리, 매화리, 신흥리, 오산리)
- 전체 지하수 시설수는 205개소로 생활용 지하수가 87개소(42.4%), 공업용 지하수가 2개소(1.0%), 농업용 지하수가 116개소(56.6%)를 차지하고 있음
- 평균 개발가능량 대비 이용량은 17.7%(울원지구 31.1%), 단위면적당 이용량은 24.2천 m^3 /년/ km^2 (울원지구 39.7천 m^3 /년/ km^2), 관정밀도는 2.03공/ km^2 (울원지구 3.41공/ km^2)로 분석되었다.
- 도옥리 지역이 개발가능량 대비 이용량 37.6%, 단위면적당 이용량 51.7천 m^3 /년/ km^2 , 관정밀도 3.91공/ km^2 의 수치를 보인다.
- 질산성질소 평균값은 1.77mg/L(울원지구 1.59mg/L)로 나타나며, 하령리 지역이 평균 7.40mg/L로 가장 높게 나타난다.
- 잠재오염원 분포밀도는 0.6개소/ km^2 (울원지구 0.7개소/ km^2)로 괴산리가 2.0개소/ km^2 로 가장 높게 나타난다.
- DRASTIC Index는 평균 102.4점(울원지구 104.7점)으로, 하령리가 112.4점으로 가장 높은 지수를 보이고 있다.
- 산정기준 및 조사자 의견을 반영하여 수량관리와 수질관리가 필요한 지역으로 매화리를 선정하였다.

<표 5-1-6> 지하수 수량관리 필요지역(울진군 매화면)

동리	이용량/적정개발 가능량(%)		단위면적당이용량 (천m ³ /년/km ²)		관정밀도 (공/km ²)		조사자 의견	수량관리 필요지역
매화면	3.9		5.8		1.77			
갈면리	0.8	-	1.2	-	0.49	-	-	-
금매리	10.4	-	15.4	-	5.45	-	-	-
기양리	2.3	-	3.5	-	0.92	-	-	-
길곡리	0.2	-	0.3	-	0.11	-	-	-
덕신리	5.3	-	7.8	-	1.90	-	-	-
매화리	28.1	경계	41.6	경계	13.68	경계	○	○
신흥리	4.1	-	6.1	-	1.30	-	-	-
오산리	11.3	-	16.7	-	5.01	-	-	-

<표 5-1-7> 지하수 수질관리 필요지역(울진군 매화면)

동리	질산성질소 평균(mg/L)		오염원 분포밀도 (개소/km ²)		DRASTIC INDEX		단위면적당 오염부하량 (kg/일/km ²)		조사자 의견	수질관리 필요지역
매화면	0.77		0.5		112.1		12.1			
갈면리	0.73	-	0.3	-	111.6	-	6.4	-	-	-
금매리	0.52	-	2.1	심각	116.5	-	25.9	-	-	-
기양리	0.37	-	0.5	-	111.5	-	10.2	-	-	-
길곡리	0.65	-	0.0	-	104.1	-	3.7	-	-	-
덕신리	-	-	0.7	-	98.1	-	13.2	-	-	-
매화리	0.94	-	2.0	경계	116.1	-	41.1	경계	○	○
신흥리	-	-	1.0	-	104.8	-	41.6	경계	-	-
오산리	1.50	-	0.2	-	113.0	-	15.2	-	-	-

5.1.3 선정 결과

울원지구내 분석결과를 통해서 지하수 관리지역을 선정하기 위해 수량(개발가능량 대비 이용량, 단위면적당 이용량, 관정밀도)측면과 수질(리벨질산성질소 평균값, 오염원분포밀도, DRASTIC INDEX, 단위면적당 오염부하량)측면에서 지표를 선정하여 수량과 수질의 관리지역을 선정하였다. 선정된 지표는 아래 <표 5-1-8>와 같다.

<표 5-1-8> 지하수 관리지역 선정지표

종 류		관심	주의	경계	심각
수 량	이용량/개발가능량(%)	20.3~22.7	22.7~25.6	25.6~30.1	30.1이상
	단위면적당이용량 (천m ³ /년/km ²)	30.9~34.5	34.5~39.0	39.0~45.7	45.7이상
	관정밀도(공/km ²)	10.7~11.9	11.9~13.5	13.5~15.8	15.8이상
수 질	질산성질소평균(mg/L)	-	-	10~20	20이상
	DRASTIC INDEX	124.3~126.5	126.5~129.3	129.3~133.5	133.5이상
	오염원밀도(개소/km ²)	1.4~1.5	1.5~1.7	1.7~2.0	2.0이상
	단위면적당오염부하량 (kg/일/km ²)	31.9~34.8	34.8~38.5	38.5~44.0	44.0이상

<표 5-1-9> 읍·면별 지하수관리 필요지역

읍 면		수량		수질	
계		3		2	
울 원 지 구	근남면	2	산포리, 진북리	1	노음리
	금강송면	-	-	-	-
	매화면	1	매화리	1	매화리

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 울원지구 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 방치공현황과악 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	22	4	10	8
근남면	13	산포리(2), 진북리(2)	노음리, 수산리, 진북리, 행곡리	구산리, 노음리, 산포리, 수산리, 진북리
금강송면	2	-	-	삼근리, 쌍전리
매화면	7	-	금매리, 덕신리, 매화리(2), 신흥리, 오산리	기양리

<표 5-2-3> 울원지구 읍·면별 대책 제안 세부내역

읍면	리	문제점	특징 및 종합 해석	대책
근남면	구산리	1.이용시설(출수장치) 없음	1.이용시설물(출수장치) 설치(1공) 필요	C-시설물-①
	노음리	1.단위면적당오염부하량 높음 2.이용시설(출수장치) 없음	1.축사시설에 의한 단위면적당오염부하량이 높은 지역으로 지속적인 관리가 필요 2.이용시설물(출수장치) 설치(1공) 필요	B-수질-③ C-시설물-①
	산포리	1.개발가능량 대비 이용량이 높음 2.단위면적당 이용량 많음 3.관정밀도 높음 4.이용시설(유량계, 출수장치, 수위측정관) 없음	1.개발가능량 대비 이용량이 높으며 2.단위면적당이용량이 높고 3.관정밀도가 심각 수준임 4.이용시설물(유량계, 출수장치, 수위측정관) 설치(8공) 필요	A-수량-① A-수량-④ C-시설물-①
	수산리	1.단위면적당오염부하량 높음 2.이용시설(유량계, 출수장치, 수위측정관, 출입문 파손) 없음	1.축사시설에 의한 단위면적당오염부하량이 높은 지역으로 지속적인 관리가 필요 2.이용시설(유량계, 출수장치, 수위측정관, 출입문 파손) 설치(2공) 필요	B-수질-③ C-시설물-①
	진북리	1.개발가능량 대비 이용량이 높음 2.단위면적당 이용량 많음 3.관정밀도 높음 4.DRASTIC 지수가 높음 5.이용시설(유량계) 없음	1.개발가능량 대비 이용량이 높으며 2.단위면적당이용량이 높고 3.관정밀도가 심각 수준임 4.DRASTIC 지수가 높은 지역으로 지속적인 관리가 필요 5.이용시설물(유량계) 설치(1공) 필요	A-수량-① A-수량-④ B-수질-③ C-시설물-①
	행곡리	1.DRASTIC 지수가 높음	1.DRASTIC 지수가 높은 지역으로 지속적인 관리가 필요	B-수질-③
금강송면	삼근리	1.이용시설(유량계, 출수장치, 수위측정관) 없음	1.이용시설물(유량계, 출수장치, 수위측정관) 설치(1공) 필요	C-시설물-①
	쌍전리	1.이용시설(출수장치) 없음	1.이용시설물(출수장치) 설치(2공) 필요	C-시설물-①
매화면	금매리	1.오염원 분포밀도가 높음	1.축사시설에 의한 오염원 분포밀도가 높은 지역으로 지속적인 관리가 필요	B-수질-③
	기양리	1.이용시설(출수장치) 없음	1.이용시설물(출수장치) 설치(1공) 필요	C-시설물-①
	덕신리	1. 해수침투의심지역	1.해수침투의심지역으로 해수침투에 의한 지하수오염에 대한 지속적인 관리가 필요	B-수질-⑤
	매화리	1.오염원 분포밀도가 높음 2.단위면적당오염부하량 높음	1.축사시설에 의한 오염원 분포밀도가 높고 2.단위면적당오염부하량이 높은 지역으로 지속적인 관리가 필요	B-수질-② B-수질-③
	신흥리	1.단위면적당오염부하량 높음	1.축사시설에 의한 단위면적당오염부하량이 높은 지역으로 지속적인 관리가 필요	B-수질-③
	오산리	1.해수침투의심지역	1.해수침투의심지역으로 해수침투에 의한 지하수오염에 대한 지속적인 관리가 필요	B-수질-⑤

5.2.3 울원지구 지하수모니터링

가. 지하수 관측망 현황

<표 5-2-4> 울원지구 지하수관측망 현황

구 분	기능	관측망(3개소)	관측정 위치 선정
국토교통부 (수위/수질)	•지하수위 변동을 지속적으로 감시·관측하여 지하수 수원고갈, 지반침하 등 지하수 장애를 사전에 방지하고 정책 수립에 필요한 기초자료 제공	•국가지하수관측망(1개소) •지역지하수관측망	전국균등/ 관심지역
환경부 (수질)	•지하수 수질 변동을 지속적으로 감시·관측하여 배경 수질 파악/규명 및 지하수 수질오염 방지하고 정책 수립에 필요한 기초자료 제공	•국가지하수수질전용 측정망(2개소) •지역지하수수질 측정망	전국균등/ 관심지역
농림수산 식품부/민간 (특수목적)	•지하수 고갈 및 오염 등 지하수 장애에 대비하여 감시정/관측정을 이용 지하수위 및 수질 관측	•농촌지하수관리관측망※ ¹⁾ •먹는샘물측정망 •온천 감시정	관심지역

※1) 용수구역당 3개소 설치 예정(2021년 까지) 2) ()내서는 현재 설치 개소
출처 : 지하수관리기본계획(2012, 국토해양부)

나. 국가지하수 관측망 현황

<표 5-2-5> 울원지구 국가 지하수관측망 설치현황

관측소명	위 치	설치일자
- 해당없음 -		

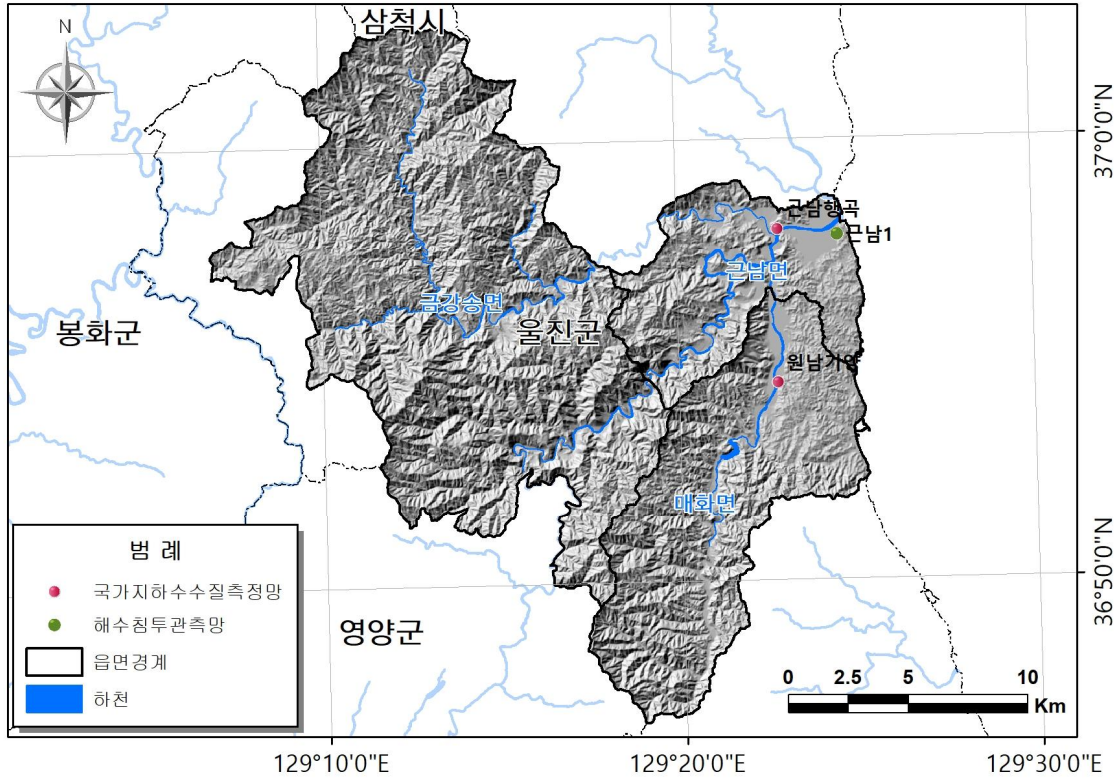
※ 자료출처 : 국가지하수정보센터(<http://www.gims.go.kr>)

<표 5-2-6> 울원지구 수질측정망 설치현황

관측소명	지점번호	위 치	주용도
근남행곡	M-22-a-1-01	울진군 근남면 행곡리 228	생활용
원남기양	M-22-e-3-01	울진군 매화면 기양리 143-1	생활용

※ 자료출처 : 지하수 수질측정망 환경부

울원지구의 국가 지하수관측망은 2017년 기준 암반 관측정 1개소, 수질
 측정망 2개소가 운영 중이다.



<그림 5-2-1> 국가지하수 관측정 위치도

다. 농촌지하수관측망 현황

울원지구의 해수침투관측망은 2017년 기준 암반 관측정 1개소가 운영 중
 이다.

<표 5-2-7> 울원지구 농촌지하수관측망 설치현황

관측소명	위 치	설치연도	심도(m)
- 해당없음 -			

<표 5-2-8> 울원지구 해수침투관측망 설치현황

관측소명	위 치	설치연도	심도(m)
근남1	울진군 근남면 산포리 959-4	2017	201

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
지하수위변동 곡선 해석	지하수의 수위 등 수리특성인자를 경과시간에 따라 표시한 그림을 지하수위 변동곡선이라하며, 유입량 유출량의 각 변수를 파악하여 검토하는 것
지하수함양량	전체 강우량 중에서 증발산과 직접유출에 의해 유실되는 수량을 제외한 활용 가능한 빗물의 양을 의미한다면, 유효 지하수 함양량은 지하로 함양된 빗물의 양 중에서 현실적으로 활용가능한 지하수 함양량으로 정의됨
지형경사(T)	임의의 거리에 대한 고도의 변화율을 나타내는 것으로 수치표고 모델에서는 격자간격에 대한 변화율을 의미
질산염	일반식 M(NO)(M은 가의 양이온)으로 표시되는 화합물.
짜비교	독립적이 아닌 표본으로부터 관찰치를 얻었을 때 이에 대한 가설검정
청색증	식수를 통하여 체내에 들어온 질산염이 아질산염으로 환원되어 혈액 중의 헤모글로빈을 메트헤모글로빈으로 산화시키며 그 결과 조직으로의 산소공급이 제한되는 중독증상
총고용물질	물 시료의 수분을 완전히 증발시킨 후 남은 물질의 중량을 측정하는 것
총적관정	총적층 지하수 또는 하천복류수를 채수하는 정호
토양오염 대책기준	오염의 정도가 사람의 건강과 동식물의 생육에 지장을 초래할 우려가 있어 토지의 이용중지, 시설의 설치금지 등 규제 조치가 필요한 정도의 오염 기준. 이 기준을 초과하면 토양보전대책지역으로 지정할 수 있음.

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

- 국토교통부, 2016, 2016 한국수문조사연보
- 국토교통부, 2017, 2017 지하수관측연보
- 국토교통부, 2017, 2017 지하수조사연보
- 국토해양부, 2009, 2025 수도정비기본계획(광역상수도 및 공업용수도) 보고서
- 국토교통부, 2015, 한국하천일람 2014. 12.31기준
- 국토해양부, 2009, 하천설계기준
- 건설교통부, 1996, 수자원개발 가능지점 및 광역배분계획 기본조사
- 건설교통부, 1998, 1997년도 수자원관리기법개발연구조사 보고서
- 건설교통부, 1999, 낙동가수계 하천수 사용실태 조사 및 하천유지유량 산정보고서
- 국토해양부, 한국수자원공사, 2012, 지하수 관리기본계획(2012~2021)
- 국토해양부, 한국수자원공사, 2011, 수자원장기종합계획(2011~2020)
- 국토교통부, 한국수자원공사, 2015, 지하수 기초조사 및 수문지질도 제작·관리지침
- 국토교통부, 2015, 지하수 업무수행 지침
- 건설교통부, 2004, 수문관측매뉴얼
- 건설교통부, 한국수자원공사, 농업기반공사, 2005, 김해지역 지하수 기초조사 보고서
- 건설교통부, 한국수자원공사, 2007, 지하수 이용량 모니터링조사 보고서
- 건설교통부, 한국건설기술연구원, 2000, GIS를 이용한 지하수 채수량 분석 및 관리 시스템 개발 연구
- 건설교통부, 한국수자원공사, 한국농촌공사, 2006, 연기지역 지하수 기초조사 보고서
- 건설교통부, 한국수자원공사, 한국농촌공사, 2007, 안성지역 지하수 기초조사 보고서
- 건설교통부, 한국수자원공사, 1995, 지하수자원 기본조사(3차) - 대체용수원개발지역 선정 조사(2차) 보고서
- 건설교통부, 한국수자원공사, 1997, 목포-무안 지역 지하수 예비조사 보고서
- 건설교통부, 한국수자원공사, 1998, 지하수 현황분석 기법 연구
- 건설교통부, 한국수자원공사, 1999, 수자원자료 및 시설 DB 구축
- 건설교통부, 한국수자원공사, 2003, 천안지역 지하수 기초조사 보고서
- 건설교통부, 한국수자원공사, 2005, 인천지역 지하수 기초조사 보고서
- 건설교통부, 한국수자원공사, 2005, 칠곡지역 지하수 기초조사 보고서
- 건설교통부, 한국수자원공사, 2006, 서산지역 지하수 기초조사 보고서
- 기상청, 2018, 기상연보
- 김남형, 1997, 지하수 조사법, 동화기술, p.433~442
- 농림부, 1999, 농촌용수수요량조사 종합보고서
- 농림부, 농업기반공사, 2000, 농어촌지역 지하수자원의 오염예측도 작성기법에 관한 연구

- 농림부, 한국농촌공사, 2001, 화남지구 농촌지하수관리조사 보고서
- 농림수산식품부, 한국농어촌공사, 2011, 농업생산 기반정비사업 통계연보
- 농림부, 한국농촌공사, 2007, 수맥조사총람
- 농림부, 한국농촌공사, 2012, 농촌지하수관리조사 실무지침서
- 농어촌진흥공사, 1994, 지하수의 개발·이용·보전·관리-지하수법 및 시행령(안) 중심, p.284
- 농어촌연구원, 2009, 농촌지하수 표준이용량 산정기법 연구
- 농업기반공사, 2003, 수문자료이용실무
- 농업기반공사, 2006, 수맥조사보고서(경북)
- 농촌진흥청, 정밀수치토양도(1:25,000), 석성, 연무, 한산, 함열, 홍산도폭
- 대한광업진흥공사, 1997, 불균질·이방성 대수층의 지하수 유동분석 기술연구
- 대한광업진흥공사, 2003, 밀양지역 지하수위/수질관측 조사 보고서
- 류순호, 1999, 질소동위원소분석을 이용한 경기도 지역 지하수 중 질산성질소 오염규명
- 문영일 외, 1998, 수문학 이론 및 응용(3판), 사이텍미디어
- 서울특별시, 농어촌진흥공사, 1996, 서울특별시 지하수 관리계획 기본조사 보고서- 제1권, 제2권, 제3권 지하수 이용실태 조사
- 손호웅 외, 2003, 지하수학
- 원이정, 김형수, 구민호, 김덕근, 2003, Aquifer Characterization in Cheon—an area by using long-term groundwater-level monitoring data, 지하수토양환경학회 추계학술발표회
- 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 응용, 한국지하수환경학회, Vol.2, p.58~63
- 경상북도, 2008. 경상북도 지하수관리계획 보고서
- 경상북도, 2016, 경상북도 통계연보
- 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
- 울진군, 2016, 사업체기초통계조사보고서
- 울진군, 2016, 울진군 통계연보
- 한국건설기술연구원, 2007, 우리나라 지역특성에 맞는 최적 지하수 함양량 산정 기법 개발
- 한국수자원공사, 1996, 동해안 북부지역 지표수 및 지하수 연계개발 예비타당성조사, 지하수보고서 GW-96-2a, p.686
- 한국수자원공사, 1997, 수문관측 실무편람, p.159
- 한국수자원공사, 1998, 영산강-섬진강권역 광역 지하수 조사 보고서
- 한국수자원공사, 2000, 낙동강권역 광역 지하수 조사 보고서
- 한국수자원공사, 2002, 금강권역 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, 2016, 지정폐기물 발생 및 처리현황(2015년도)
- 환경부, 2016, 2015 상수도 통계
- 환경부, 2016, 2015 하수도 통계
- 환경부, 2016, 전국 폐기물 발생 및 처리현황(2015년도 수정본)
- 환경부, 2014, 공장폐수의 발생과 처리
- 환경부, 1998, “배출허용기준(폐수) 적용을 위한 지역지정규정”, 환경부 고시 제1999-187
- 환경부, 2010, 한강수계 오염총량관리계획수립 지침, 환경부 고시 제2010-151호
- 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 editon, MacMillan College Publishing Company, p.691
- Finch, J.W. (1998) Estimating direct groundwater recharge using a simple water balance model - sensitivity to land surface parameters J. Hydrol., 211, 112-125.
- Freeze, R.A. and Cherry, J.A., 1979, Groundwater, Prentice-Hall, Inc., p.96~98
- Fletcher G. Discoll, 1986, Groundwater and Wells
- 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

김을영(경북지역본부 지하수지질부장, 이학박사, 토양환경기술사,
지질 및 지반기술사)

▣ 조사참여자

우동광(경북지역본부, 차장, 지질 및 지반기술사)

송양권(경북지역본부, 과장, 지질 및 지반기술사)

장 성(경북지역본부, 과장, 지질 및 지반기술사)

고동호(경북지역본부, 과장, 응용지질기사)

박수옥(경북지역본부, 대리, 응용지질기사)

남상정(경북지역본부, 사원, 응용지질기사)

박진경(경북지역본부, 사원)

류한영(경북지역본부, 사원)

▣ 농어촌지하수현황 및 수리·수질조사 용역 업체

(주)청우엔지니어링

경창엔지니어링(주)

부 록 I

일 반 현 황

1. 일반현황

1.1 조사지역(농촌용수구역)

가. 정의

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

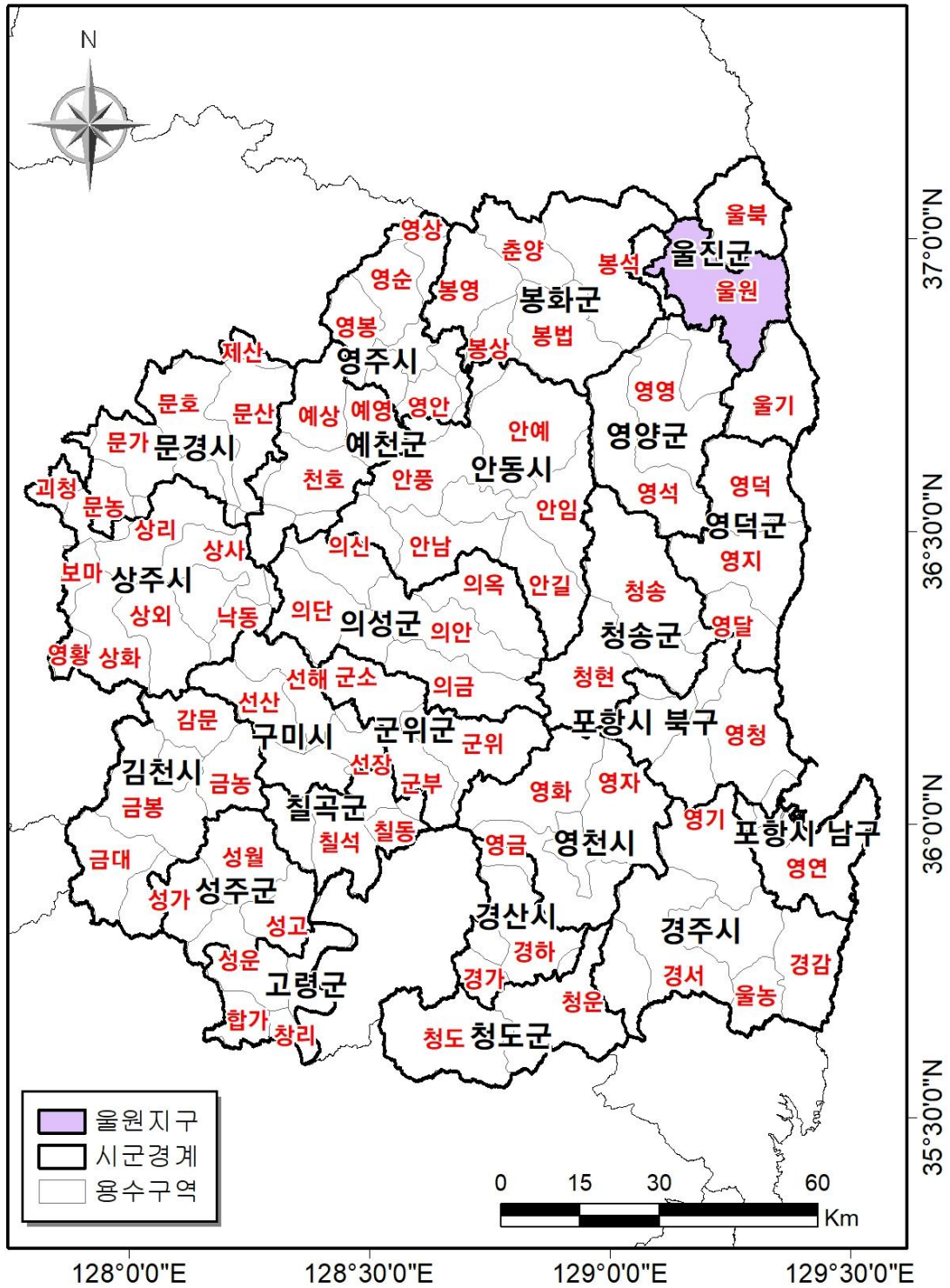
- 지형특성 및 수자원의 부존량에 따라 용수구역 규모를 설정
- 용수구역경계는 수문학적인 유역경계를 원칙으로 하며, 관리측면에서 행정구역을 반영
- 용수구역 구분은 수원공과 해당 수원공으로부터 공급받는 관개용수의 수혜를 받는 지역을 묶어서 하나의 용수구역으로 설정
- 수자원공통유역을 기본으로 공통유역 내 자연하천의 합류지점을 기본설정
- 유역의 수문학적 특성을 반영하여 분수계의 경계를 따름

<표 1-1-1 > 경상북도 용수구역별 행정구역 현황

용수구역	행정구역현황	비고
감문	김천 감문, 개령, 어모	1개 시
경감	경주 감포, 양남, 양북	1개 시
경서	경주 건천, 내남, 서, 현곡	1개 시
경하	경산 남산, 용성, 자인, 진량, 하양 경산 압량	2개 시
군부	군위 부계, 효령 칠곡 가산	2개 군
군소	군위 군위, 소보 구미 산동 울진 비안	3개 시·군
군위	군위 고로, 산성, 우보, 의흥, 효령 울진 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 법진 재산	1개 군
봉상	봉화 봉성 상운 안동 녹전 영주 평은	3개 시·군
봉석	봉화 석포, 소천 울진 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, 용암, 하빈 달성 아사 성주 선남 칠곡 지천	4개 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, 와룡	1개 시
안임	안동 길안, 임동, 임하 청송 파천	2개 시·군

<표 1-1-1> 경상북도 용수구역별 행정구역 현황-계속

용수구역	행정구역현황	비고
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 부동 포항 죽장	3개 시·군
영덕	영덕 병곡, 영해, 창수	1개 군
영봉	영주 봉현, 풍기	1개 시
영석	울진 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	울진 일월, 수비, 울진	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 영양 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, 울진	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 법진, 춘양	1개 군
칠동	칠곡 동명	1개 군
칠석	칠곡 석전, 왜관, 지천	1개 군



<그림 1-1-1> 경상북도 용수구역 현황

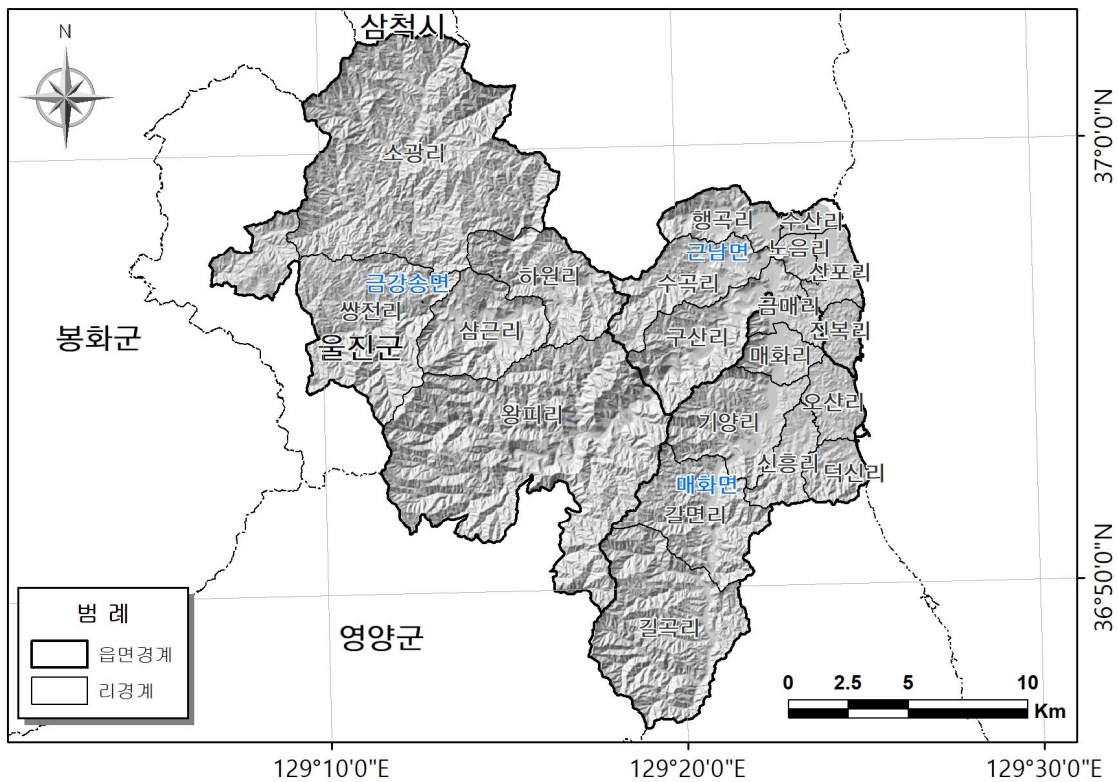
1.2 행정구역 및 인구현황

가. 행정구역 현황

<표 1-2-1> 울원지구 행정구역 현황

행 정 구 역			면 적 (km ²)	구성비 (%)
사·군	읍·면	법정리		
1군	3면	20리	385.59	100
울진군	근남면	구산리, 노음리, 산포리, 수곡리, 수산리, 진북리, 행곡리	57.85	15.0
	금강송면	삼근리, 소광리, 쌍전리, 왕피리, 하원리	226.29	58.7
	매화면	갈면리, 금매리, 기양리, 길곡리, 덕신리, 매화리, 신흥리, 오산리	101.45	26.3

※ 자료출처 : 울진군 통계연보(2016)



<그림 1-2-1> 울원지구 행정구역 현황

나. 인구현황

- 2015년말 기준 울원지구 인구는 6,924명으로, 이는 경상북도 전체 인구 2,752,591명의 약 0.25%, 울진군 인구 51,885명의 약 13.3%에 해당되며, 근남면이 2,892명으로 가장 높고 금강송면이 1,464명으로 가장 낮은 분포를 보이고 있다.
- 울원지구의 세대수는 3,819세대(경상북도 시군평균 50,854세대의 약 7.5%)이며, 세대당 인구는 평균 1.8명/세대이다.
- 울원지구의 인구밀도는 18.0명/km²으로 나타났으며, 근남면이 50.0명/km²으로 가장 높고, 금강송면이 6.5명/km²으로 가장 낮은 분포를 보이고 있다.
- 울진군의 농업인구는 전체인구의 30.8%이며 2013년 이후 감소추세를 보이고 있다.

<표 1-2-2> 울원지구 인구현황

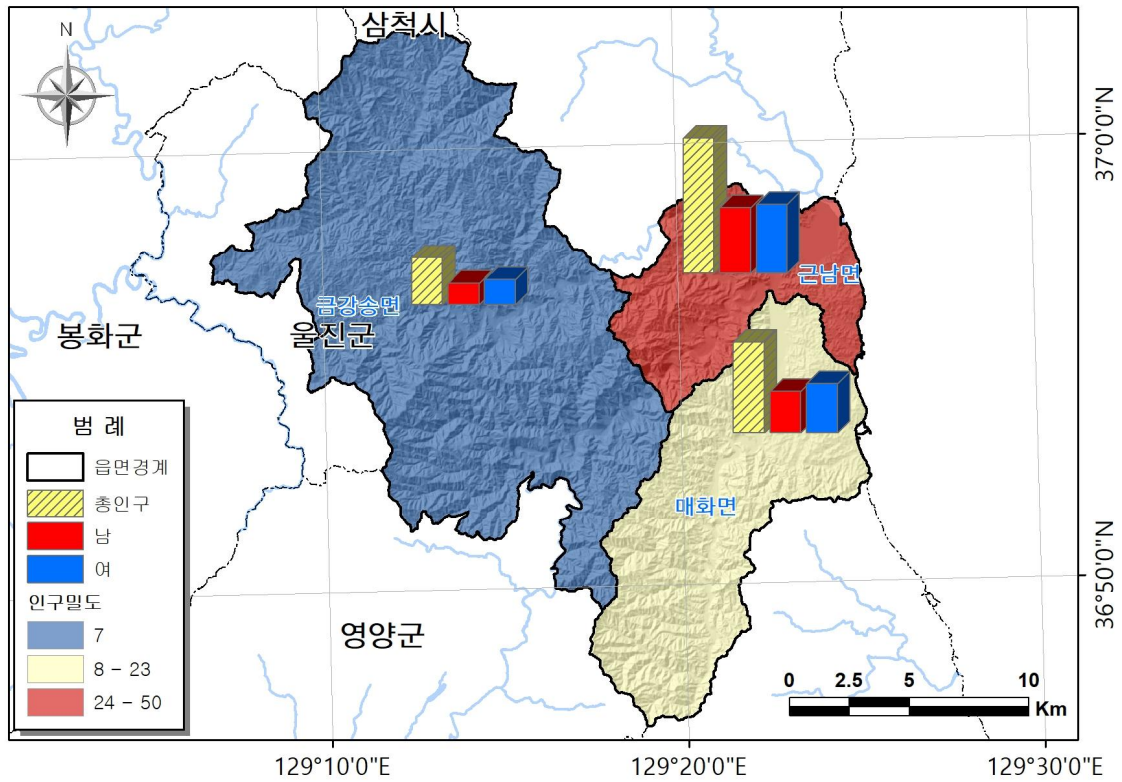
구 분	면 적 (km ²)	세 대	인 구(명)			인구밀도 (명/km ²)	세대당인구 (명/세대)	
			계	남	여			
경상북도	19,031	1,169,648	2,752,591	1,388,885	1,363,706	144.6	2.4	
(시군평균)	827	50,854	119,678	60,386	59,292	160.9	2.2	
울진군	989.44	24,926	51,885	25,813	26,072	52.4	2.1	
울원 지구	계/평균	385.59	3,819	6,924	3,280	3,644	18.0	1.8
	근남면	57.85	1,507	2,892	1,423	1,469	50.0	1.9
	금강송면	226.29	825	1,464	695	769	6.5	1.8
	매화면	101.45	1,322	2,307	1,061	1,246	22.7	1.7

※ 자료출처 : 경상북도 기본통계(2016), 울진군 통계연보(2016)

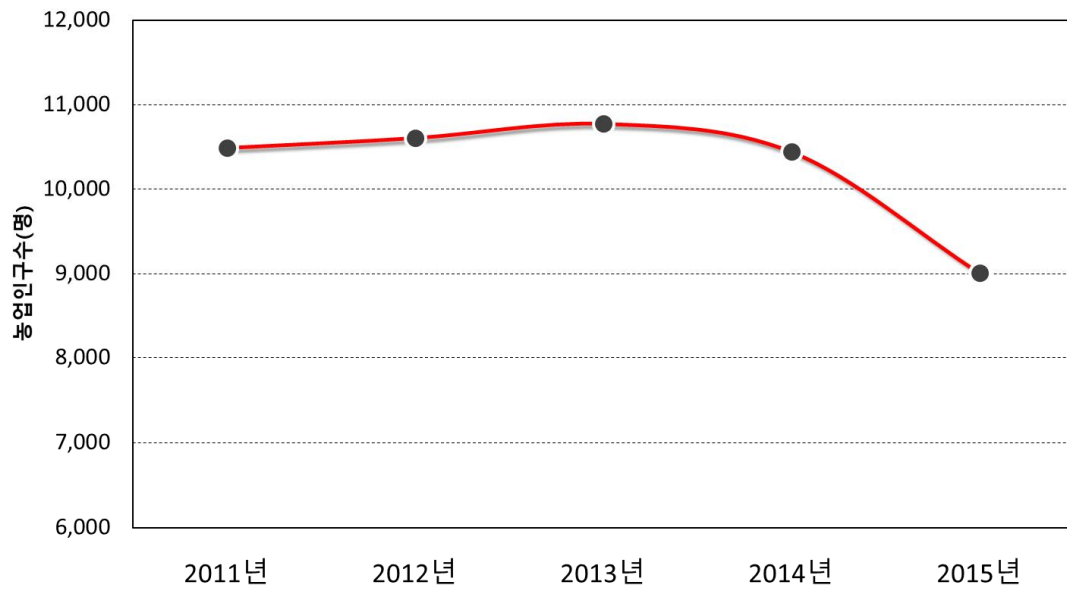
<표 1-2-3> 울진군 농업인구현황

연 도	2011	2012	2013	2014	2015
인구수 (명)	10,491	10,608	10,776	10,445	9,008

※ 자료출처 : 울진군 통계연보(2016)



<그림 1-2-2> 울원지구 인구현황



<그림 1-2-3> 울진군 농업인구현황

1.3 농업 및 산업경제

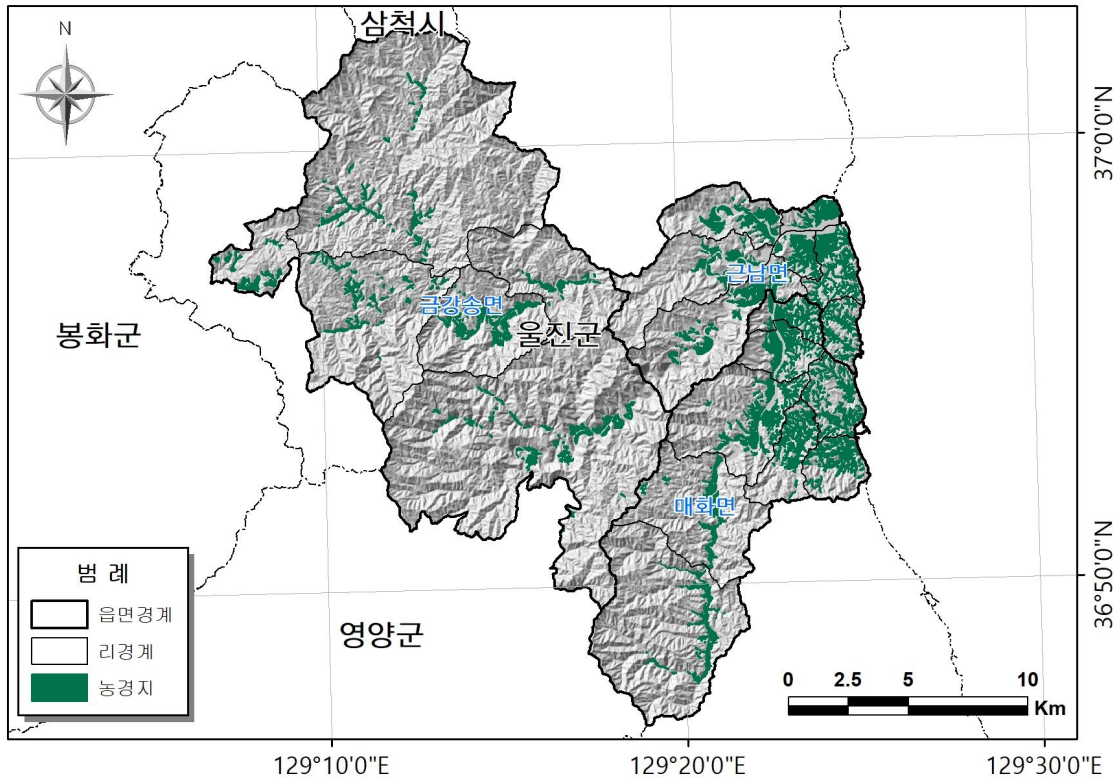
가. 농업현황

□ 울진군 농가수는 4,242가구이고, 울진군 경지면적은 5,442ha(논 3,445ha, 밭 1,997ha)로 논과 밭의 비율은 63.3 : 36.7이다.

<표 1-3-1> 울진군 농업 현황

구분	합계	논	밭	가구당 경지면적(a)			농가수	
				계	논	밭		
울진군	2011	5,345	3,249	2,096	1.19	0.72	0.47	4,496
	2012	5,466	3,275	2,191	1.17	0.70	0.47	4,657
	2013	5,492	3,558	1,934	1.18	0.76	0.41	4,672
	2014	5,487	3,558	1,929	1.19	0.77	0.42	4,594
	2015	5,442	3,445	1,997	1.28	0.81	0.47	4,242

※ 자료출처 : 울진군 통계연보(2016)



<그림 1-3-1> 울원지구 농경지 분포

나. 작물현황

□ 울원지구 작물현황은 미곡이 가장 많은 생산량으로 대부분을 차지하고 서류는 계속 감소추세를 나타내며 맥류가 가장 소량이다.<표 1-3-2>

<표 1-3-2> 작물현황

(단위 : ha, M/T)

구 분	미 곡		맥 류		잡 곡		두 류		서 류		
	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	
울진군	2011	2,670	13,240	30	100	140	297	244	358	242	4,878
	2012	2,513	12,308	28	67	156	280	247	374	241	5,135
	2013	2,455	12,667	16	34	178	347	239	379	167	4,334
	2014	2,462	12,679	14	27	153	315	221	323	161	4,155
	2015	2,540	13,208	26	49	88	183	70	125	133	3,237

※ 자료출처 : 울진군 통계연보(2016)

다. 축산업 현황

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

<표 1-3-3> 축산업 현황

구 분	한육우		젓소		돼지		닭		
	가구수	마리수	가구수	마리수	가구수	마리수	가구수	마리수	
울진군	2011	951	11,584	-	-	6	3,496	535	18,703
	2012	785	11,353	-	-	4	4,476	297	11,973
	2013	633	11,043	-	-	4	4,744	461	13,550
	2014	546	10,669	-	-	4	4,688	190	8,649
	2015	489	10,040	-	-	5	4,833	374	7,968

※ 자료출처 : 울진군 통계연보(2016)

라. 사업체 현황

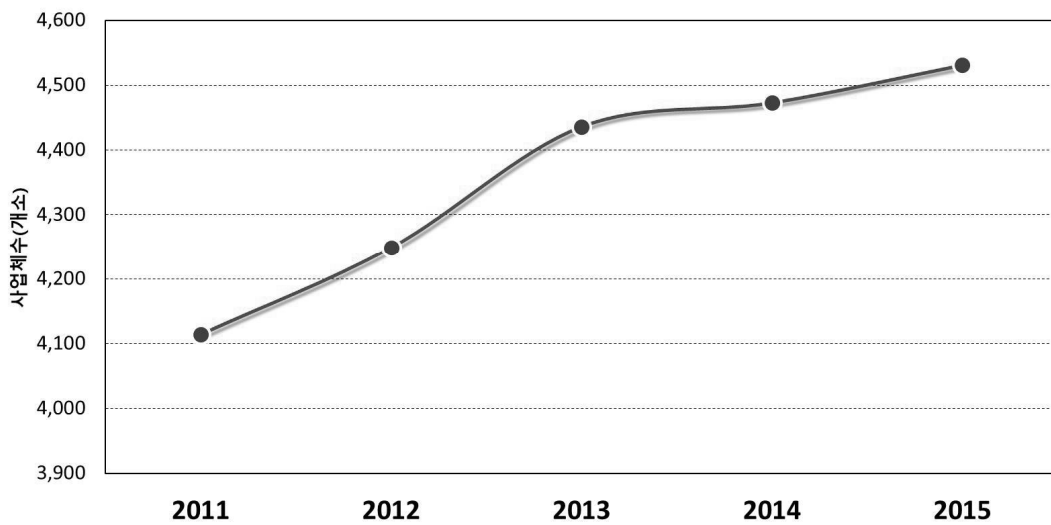
□ 울진군의 사업장은 2015년말 기준 4,531개소로 나타났으며, 지속적으로 증가추세를 보이는 것으로 나타났다.

<표 1-3-4> 울진군 사업체수 현황

(단위 : 개소)

구 분	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년
울진군	4,114	4,249	4,436	4,473	4,531

※ 자료출처 : 울진군 통계연보(2016)



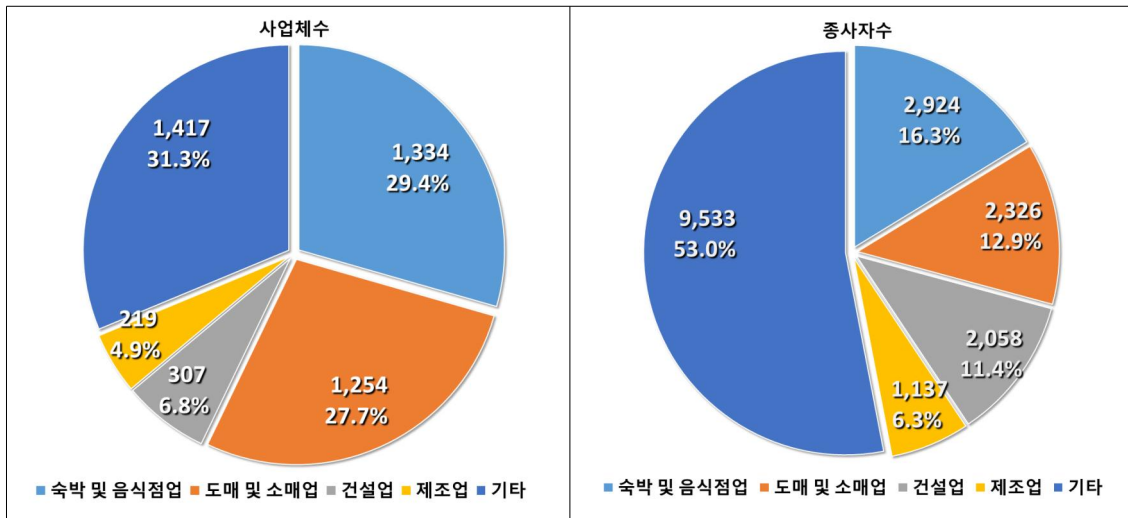
<그림 1-3-2> 울진군 사업체 연변화 현황

□ 주업종은 기타업이 1,417개소(31.3%)로 가장 많고, 숙박 및 음식점업이 1,334개소(29.4%), 도매 및 소매업이 1,254개소(27.7%) 순이었다.

<표 1-3-5> 업종별 종사자수 현황

구 분	총 계		숙박 및 음식점업		도매 및 소매업		건설업		제조업		기타	
	업체수	명	업체수	명	업체수	명	업체수	명	업체수	명	업체수	명
2011	4,114	15,401	1,266	2,707	1,131	2,057	227	1,651	198	1,012	1,292	7,974
2012	4,249	16,193	1,304	2,937	1,138	2,137	251	1,759	204	1,106	1,352	8,254
2013	4,436	17,436	1,345	3,061	1,202	2,372	286	1,834	214	1,134	1,389	9,035
2014	4,473	17,093	1,312	2,942	1,225	2,343	297	1,852	218	1,120	1,421	8,836
2015	4,531	17,978	1,334	2,924	1,254	2,326	307	2,058	219	1,137	1,417	9,533

※ 자료출처 : 울진군 통계연보(2016)



<그림 1-3-3> 울진군 사업체 및 종사자 현황

마. 산업단지 현황

□ 울원지구 내 산업단지 현황은 해당사항 없음으로 나타났다.

<표 1-3-6> 울원지구 산업단지 현황

구분	단지수	단지명	위치	분류
- 해당사항 없음 -				

※ 자료출처 : 울진군 통계연보(2016)

바. 광업 현황

□ 통계연보에 등록된 광구수는 총 99개소로 금속광 33개소, 비금속광 66개소로 나타났다.

<표 1-3-7> 광업 현황

구분		광구수(개소)									사업체수(개소)
		계			금속			비금속			
		소계	가행	미가행	소계	가행	미가행	소계	가행	미가행	
울진군	2011	128	77	51	42	18	24	86	59	27	7
	2012	128	77	51	42	18	24	86	59	27	10
	2013	104	78	26	26	18	8	78	60	18	9
	2014	105	77	28	26	18	8	79	59	20	8
	2015	99	77	22	33	19	14	66	58	8	6

※ 자료출처 : 울진군 통계연보(2016)

1.4 자연환경현황

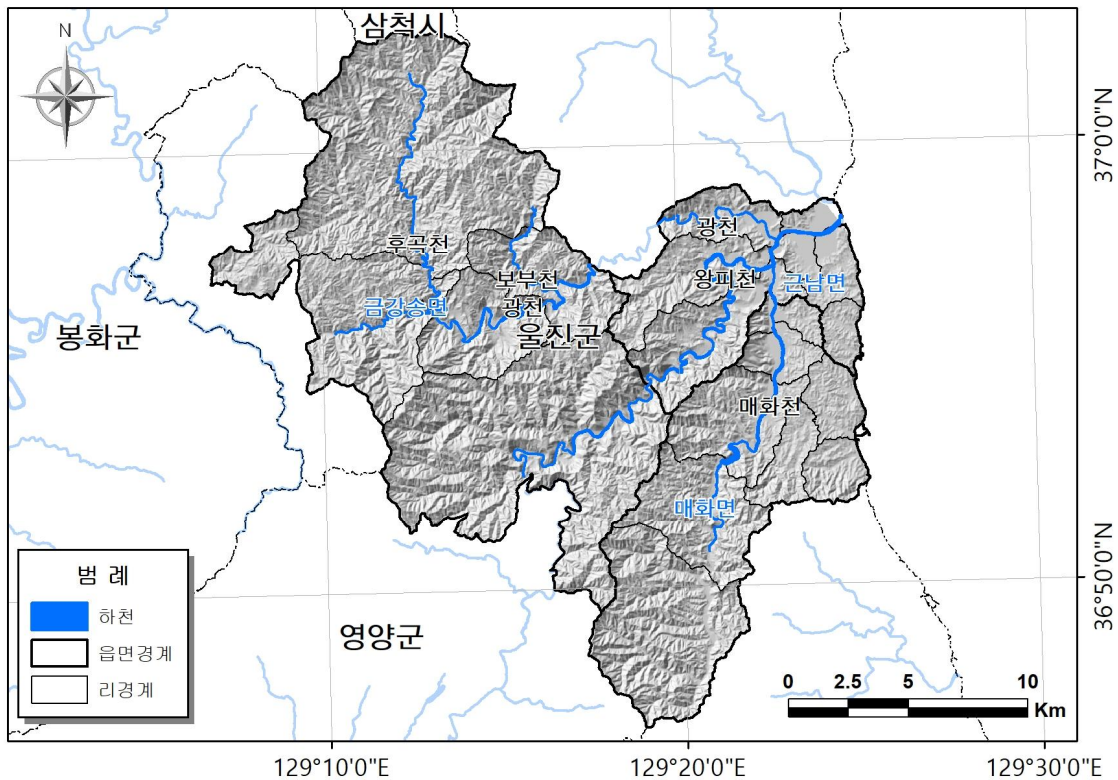
1.4.1 하천 및 유역

가. 하천현황

<표 1-4-1> 울원지구 지방하천 현황

하천명	유수의 계통(수계)			하천 등급	하천기점		하천종점		하천 연장 (km)	유로 연장 (km)	유역 면적 (km ²)
	분류	1지류	2지류		시군	읍면	시군	읍면			
왕피천	왕피천			지방	울진	금강송	울진	근남	27.00	60.95	513.71
매화천	왕피천	매화천		지방	울진	매화	울진	근남	15.80	29.07	86.36
광천	왕피천	광천		지방	울진	금강송	울진	근남	16.00	42.20	177.17
후곡천	왕피천	광천	후곡천	지방	울진	금강송	울진	금강송	13.00	13.50	62.43
보부천	왕피천	광천	보부천	지방	울진	금강송	울진	금강송	6.00	6.30	20.16

※ 자료출처 : 하천이력관리시스템(www.rhms.river.go.kr)



<그림 1-4-1> 울원지구 하천 현황

나. 유역 현황

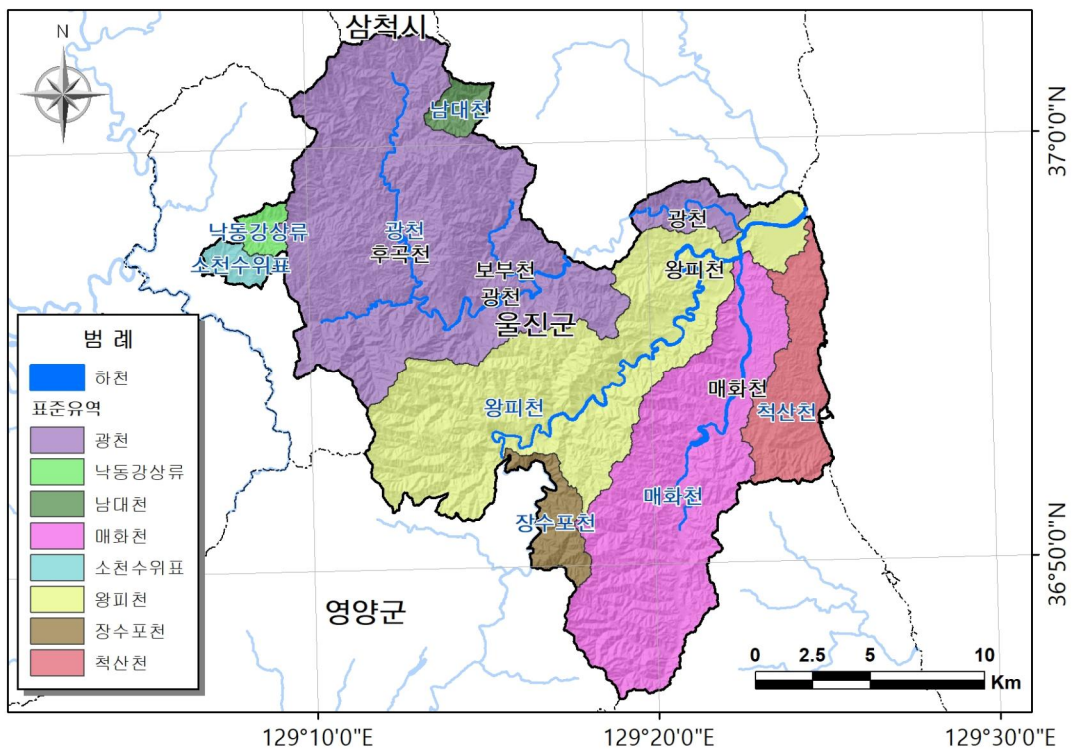
□ 본 조사에서는 수계분포와 지형 등을 고려하여 분류된 수자원단위 지도인 표준유역을 지하수 이용현황, 물수지 분석 및 지하수자원 평가의 기초단위로 설정하였으며, 2개의 대권역과 2개의 중권역, 8개의 표준 유역이 포함되어 있다.

<표 1-4-2> 표준유역 현황

대권역	중권역	표준유역			
		유역명	유역코드	면적(km ²)	구성비(%)
울원지구		8개		385.59	100
낙동강	안동댐	낙동강상류	200102	3.69	1.0
		소천수위표	200103	4.39	1.1
낙동강 동해	왕피천	광천	240105	148.46	38.5
		남대천	240102	4.94	1.3
		매화천	240104	86.5	22.4
		왕피천	240106	103.27	26.8
		장수포천	240103	9.54	2.5
		척산천	240107	24.8	6.4

※ 자료출처 : 국가수자원관리종합정보시스템(www.wamis.go.kr)

※ 면적은 ARCGIS에서 계산된 면적임.

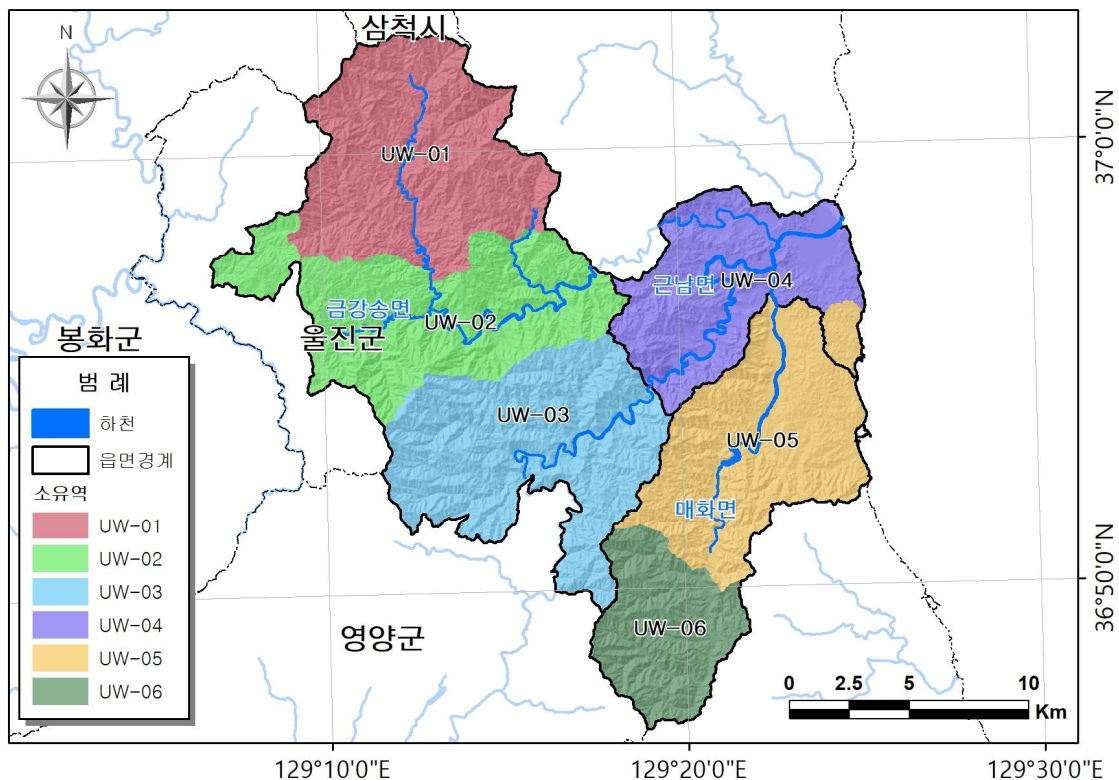


<그림 1-4-2> 울원지구 표준유역 현황

□ 지표에 내린 강수가 한 하천과 다른 하천으로 갈라져 흘러드는 지리적 경계를 흔히 분수령(Watershed)이라고 한다. 즉, 분수령은 유역을 나누는 경계가 되며, 이러한 분수령 내의 하천 유역을 유역분지라고 한다. 유역 분지의 경우 하천의 차수가 높아질수록 유역면적은 상당히 증가하게 되며 분수령을 분석하기 위해서는 하계망의 차수들이 만나는 지점을 인식하여 유역분지(이하 ‘소유역’)를 분석하여야 한다.

<표 1-4-3> 소유역별 읍면별 면적현황

구 분	계(km ²)	울진군		
		근남면	금강송면	매화면
울원지구	385.59	57.85	226.29	101.45
(비 율)	100.0	15.0	58.7	26.3
UW-01	75.81	-	75.81	-
UW-02	73.25	-	73.25	-
UW-03	77.23	-	77.23	-
UW-04	53.92	53.92	-	-
UW-05	70.21	3.93	-	66.28
UW-06	35.17	-	-	35.17



<그림 1-4-3> 울원지구 소유역현황

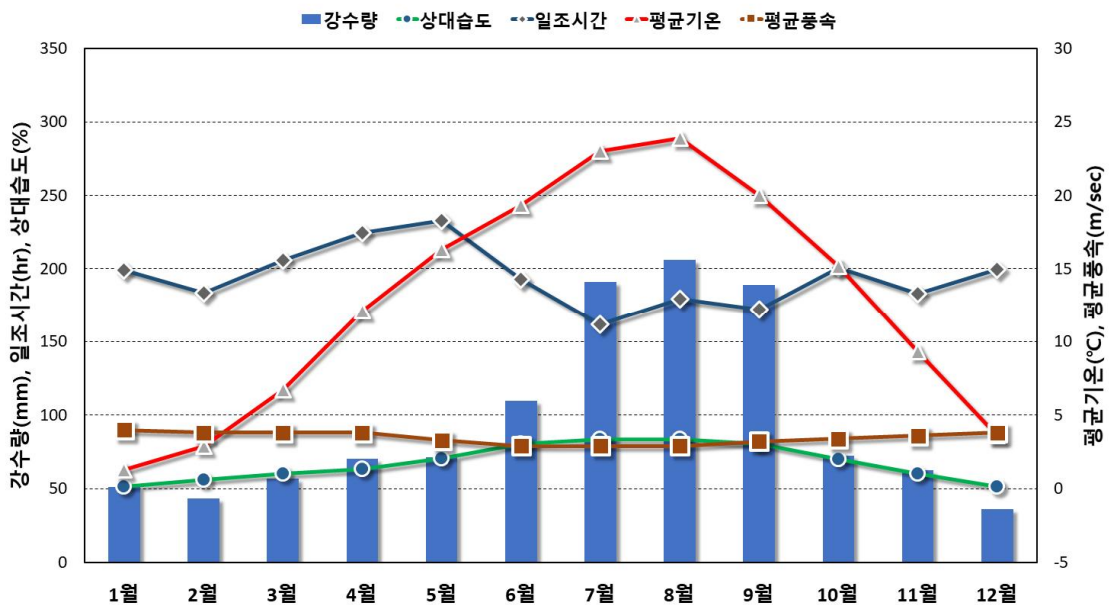
1.4.2 기상

□ 울진기상대 30년 평균자료에 따르면 연평균기온은 12.8℃이며, 연평균강수량은 1,160.7mm, 월별 최고 강수는 8월에 206.2mm(17.8%), 평균 일조 시간은 194.7시간이며, 7,8월에 일조량이 많은 것으로 나타났다. 상대습도는 연평균 67.7%, 평균풍속은 3.4m/sec로 나타났다.

<표 1-4-4> 기상현황

구분	월 별	기 온(℃)			강수량 (mm)	일조시간 (hr)	상대습도 (%)	풍 속 (m/sec)
		평 균	최 고	최 저				
울 진 기 상 대 지 구	계/연평균	12.8	25.0	2.8	1,160.7	194.7	67.7	3.4
	1월	1.3	12.7	-9.8	51.3	199.2	51.3	4.0
	2월	2.9	16.0	-8.0	43.5	183.4	56.1	3.8
	3월	6.7	20.9	-4.0	56.7	205.7	60.4	3.8
	4월	12.1	27.9	0.7	70.4	224.6	63.1	3.8
	5월	16.3	30.2	5.9	71.6	232.7	70.6	3.3
	6월	19.3	31.2	11.0	109.6	193.2	80.6	2.9
	7월	23.0	34.1	16.0	191.4	161.8	83.6	2.9
	8월	23.9	33.5	16.6	206.2	179.7	83.8	2.9
	9월	20.0	30.0	11.1	188.9	172.1	80.6	3.2
	10월	15.2	25.7	4.0	72.5	200.5	70.1	3.4
	11월	9.3	21.7	-2.5	62.6	183.3	60.3	3.6
	12월	3.6	15.9	-7.5	35.9	199.7	51.4	3.8

※ 자료출처 : 울진 기상관측소 30년 평균값(1988~2017)



<그림 1-4-4> 기상현황

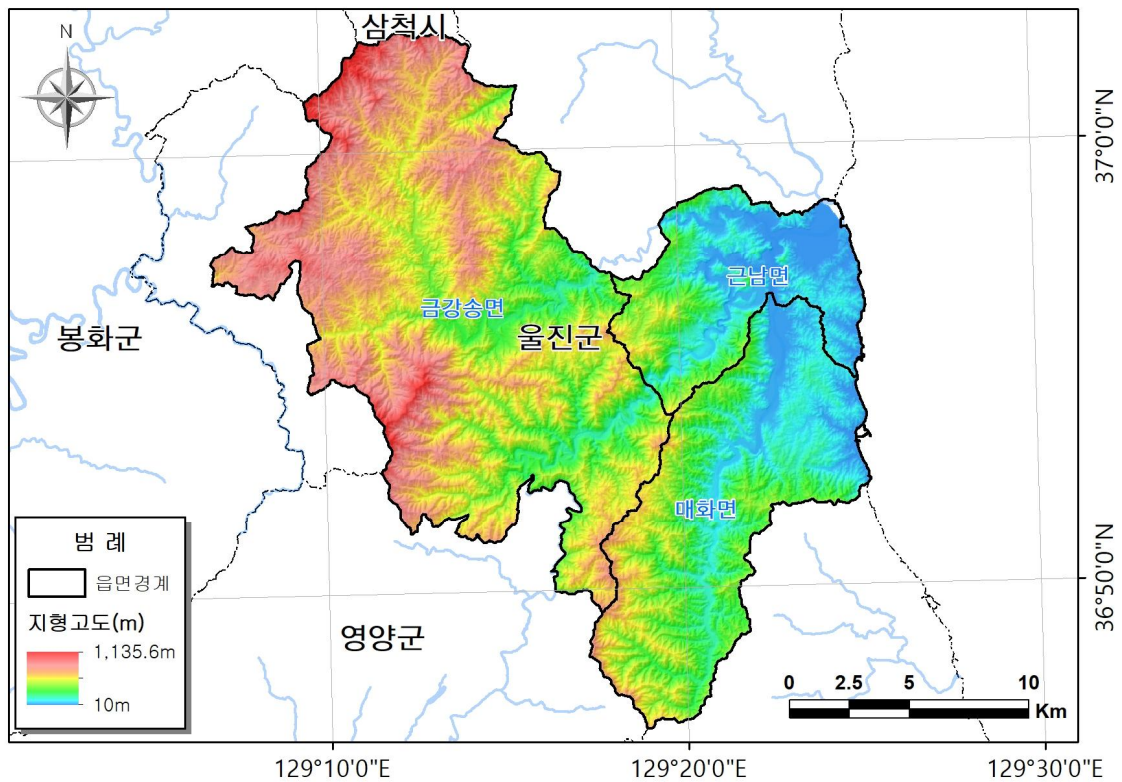
1.4.3 지형 및 지질

가. 지형

□ 수치 지형자료를 이용하여 고도분포도를 작성하고 지형 특성을 분석한 결과, 울원지구는 10m~1,135m의 해발고도를 보이며 100~200m의 고도가 51.12%의 면적으로 가장 넓은 분포를 보인다.

<표 1-4-5> 울원지구 지형고도별 면적분포 (단위:km²)

구분	계	50 이하	50~100	100~200	200~300	300~400	400~500	500~600	600~700	700~800	800 이상
면적 (km ²)	385.59	27.08	25.03	38.82	47.25	53.20	57.40	58.31	39.72	24.86	13.92
구성비 (%)	100	7.0	6.5	10.1	12.3	13.8	14.9	15.1	10.3	6.4	3.6
근남면	57.85	18.07	11.66	11.44	7.28	5.85	2.97	0.58	0.01	-	-
금강송면	226.29	-	-	5.32	18.41	30.04	43.47	52.25	38.07	24.81	13.92
매화면	101.45	9.01	13.37	22.06	21.56	17.31	10.96	5.49	1.64	0.05	-



<그림 1-4-5> 지형고도 분포도

나. 지질 분포

- 울진지역은 지체 구조상 영남육괴와 경상누층군을 포함하는 지역에 위치하고 있다.
- 울원지구 지질은 하부로부터 백악기 경상누층군 퇴적암, 화산암류 및 관입화성암류가 분포하며, 이들 암석을 제4기 충적층이 부정합으로 덮고 있다.
- GIS의 쿼리 기능을 이용하여 행정구역별 지질 분포 현황을 분석한 결과 분천화강편암이 112.93km²(29.3%)로 가장 넓게 분포하고 있으며, 원남층이 112.20km²(29.1%), 화강편마암이 33.05km²(12.9%)순으로 나타났다.

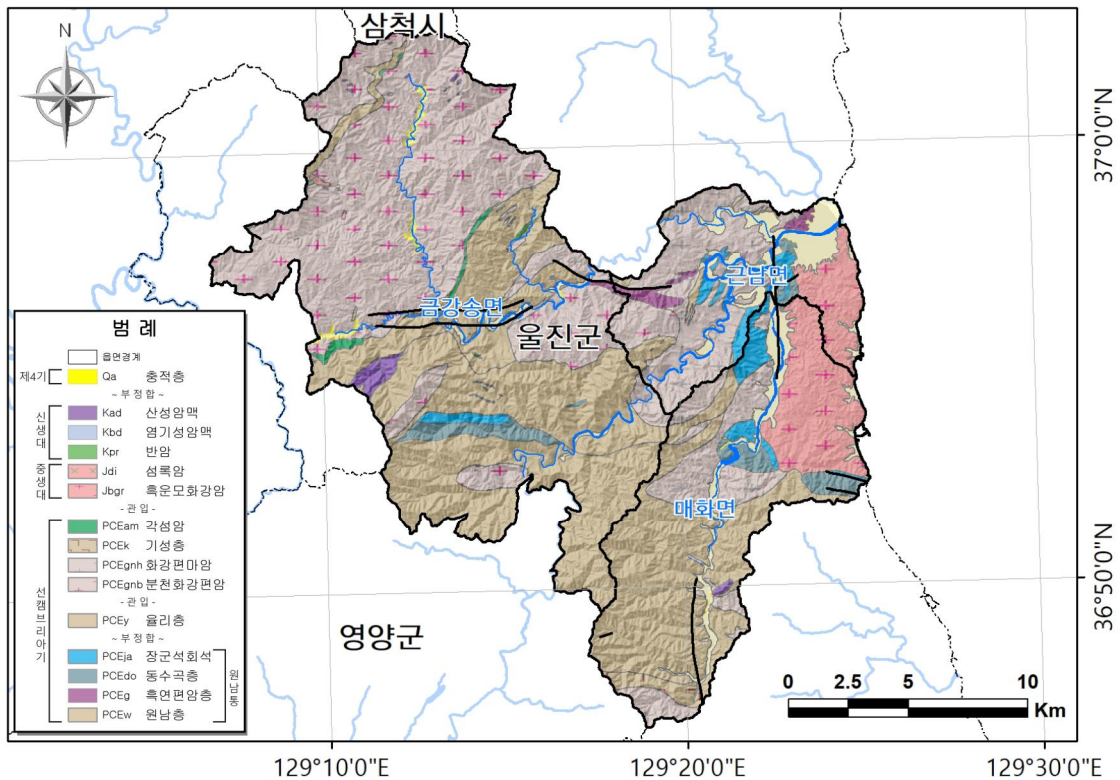
<표 1-4-6> 수문지질단위 분류

지질 시대	지 질	기 호	수문지질단위	지 형	대수층 특성
제4기	충적층	Qa	미고결 쇄설성 퇴적층	평야,곡간	1차공극
~ ~ ~ 부정합 ~ ~ ~					
신생대	산성암맥	Kad	관입화성암	산지>구릉	단열
	염기성암맥	Kbd			
	반암	Kpr			
중생대	섬록암	Jdi			
	흑운모화강암	Jbgr			
- - 관 입 - -					
선캠브리아기	각섬암	PCEam	관입화성암	산지>구릉	단열
	기성층	PCEk	비다공질 화산암	산지	단열
	화강편마암	PCEghn	변성암	산지>구릉	단열
	분천화강편암	PCEgnb			
	울리층	PCEy	탄산염암	산지, 카르스트	단열, 용식공동
	장군석회석	PCEja			
	동수곡층	PCEdo	변성암	산지>구릉	단열
	흑연편암층	PCEg			
	원남층	PCEw			

<표 1-4-7> 지질 분포

(단위 : km²)

구 분	계	산성암맥	섬록암	흑운모 화강암	염기성암맥	반암	각섬암	충적층
울원지구	385.59	2.37	0.30	27.41	0.20	0.15	1.78	21.06
근남면	57.85	0.02	-	8.63	-	-	-	10.24
금강송면	226.29	2.01	0.30	-	0.13	0.15	1.78	3.14
매화면	101.45	0.34	-	18.78	0.07	-	-	7.68
구 분	분천 화강편암	동수곡층	흑연편암층	화강편마암	원남층	기성층	율리층	장군 석회석
울원지구	112.93	8.38	2.59	49.66	112.20	2.66	34.82	9.08
근남면	4.08	0.92	2.27	25.57	1.17	-	1.56	3.39
금강송면	108.85	3.66	0.32	5.76	67.41	-	31.06	1.72
매화면	-	3.8	-	18.33	43.62	2.66	2.20	3.97



<그림 1-4-6> 울원지구 지질도

□ GIS의 쿼리 기능을 이용하여 행정구역별 지질 분포 현황을 분석한 결과 쇄설성퇴적암이 285.76km²(74.0%)로 가장 넓게 분포하고 있으며, 탄산염암 44.0km²(11.4%), 관입화성암 32.21km²(8.4%), 미고결 쇄설성 퇴적층 21.06km²(5.5%), 비다공질화산암 2.66km²(0.7%)순으로 나타났다.

<표 1-4-8> 행정구역별 수문지질단위 면적 (단위 : km²)

구 분	계	관입화성암	미고결 쇄설성 퇴적층	쇄설성 퇴적암	탄산염암	비다공질 화산암
울원지구	385.59	32.21	21.06	285.76	44.0	2.66
비율(%)	100	8.4	5.5	74.0	11.4	0.7
근남면	57.85	8.65	10.24	34.01	4.95	-
금강송면	226.29	4.37	3.14	186.00	32.78	-
매화면	101.45	19.19	7.68	65.75	6.17	2.66



<그림 1-4-7> 울원지구 수문지질도

1.4.4. 토지이용 및 토양

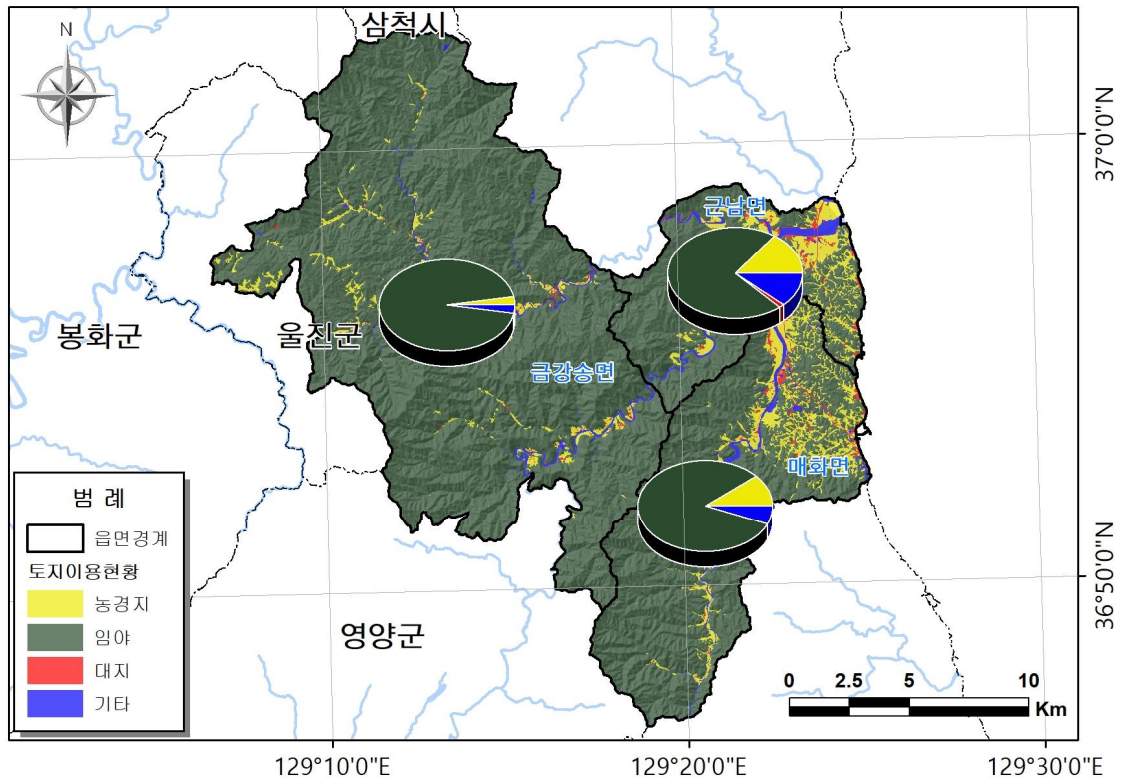
가. 토지이용

□ 울원지구의 면적은 385.59km²이며, 임야가 89.6%인 345.49km²로 가장 많은 부분을 점유하고, 농경지(전, 답, 과수원)는 5.8%에 해당하는 22.51km²이다. 임야는 금강송면(215.79km²) 지역이 가장 넓고 많은 면적을 차지하고 있다.

<표 1-4-9> 지목별 토지이용 현황 (단위 : km²)

구분	합계	농경지				임야	대지	기타	
		소계	전	답	과수원				
계	면적	385.59	22.51	11.08	11.43	-	345.49	1.79	15.8
	구성비(%)	100	5.8	2.9	2.9	-	89.6	0.5	4.1
울북지구	근남면	57.85	7.69	2.75	4.94	-	43.52	0.74	5.91
	금강송면	226.29	5.26	4.02	1.24	-	215.79	0.36	4.88
	매화면	101.45	9.56	4.31	5.25	-	86.18	0.69	5.01

※ 자료출처 : 통계연보(경상북도, 울진군, 2016)



<그림 1-4-8> 지목별 토지이용

나. 토양

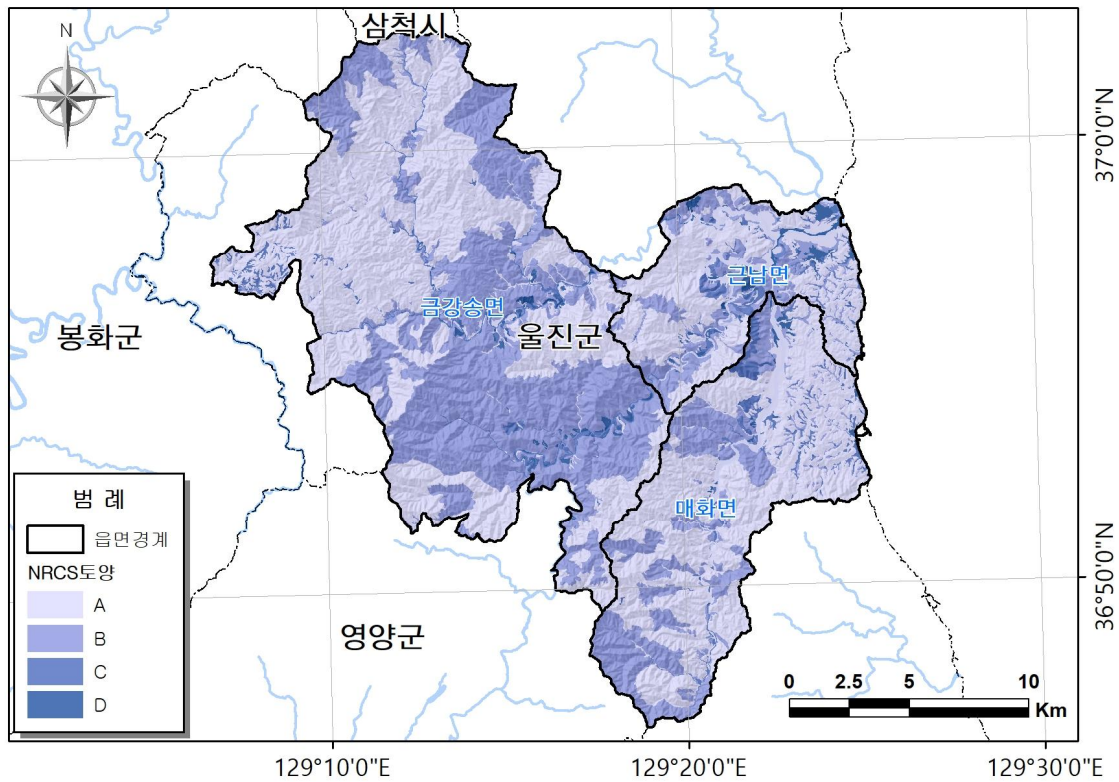
- 본 조사에서는 농촌진흥청 농업기술연구소에서 발간한 1:25,000 정밀 토양도를 각 토양형의 배수능력, 토질, 지형 및 모재에 대한 정보를 이용하여 NRCS 토양형으로 재분류하였다.
- NRCS 토양형은 토양의 종류와 토지이용, 식생 피복 상태와 토양의 수문학적 조건 등을 고려하여 직접 유출에 미치는 영향을 양적으로 나타낸 등급이다.
- 토양의 특성은 강수에 의한 유출과정에 중요한 인자이며, 토양의 성질에 따라 침투능이 상이하므로 그에 따른 직접유출량도 다를 수밖에 없다. 토양의 성질을 정량적으로 표현하기 어려우므로 미국 자연자원보호청(U.S.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

구 분	울원지구의 토양형	면적(km ²)	구성비(%)
계		385.59	100
A	BRS, Dq, EgB, EgC, EgD, EoB, EoC, EoD, GM, Gt, Gz, HDB, Hl, Hr, Hw, HYB, IbB, IsF2, Jd, JoB, JoC, JoD, Kc, KcB, MoB, MoC, MoD, MuC, MuD, Ng, NkB, Ny, RC, RCS, RS, SAC, SgD2, SgE2, SgF2, SKC, SKD, SND2, SNE2, SNF2, SqC, SqD, SqE, SRF2, SuD, ToB, WoB, SNE2, SNF2, SqD, SRF2	221.30	57.5
B	AmB, AmC, ArC, ArD, AsD2, AsE2, BeB, BeC, BjB, BjC, DbF2, DkB, DkC, DLB, DLC, DpF2, DUD, KdE2, KdF2, Kw, KzE2, KzF2, NsF2, SbD, ScB, ScC, SE, SfB, SfC, SIC, SsD, StC, StD, SxD2	144.74	37.5
C	CGB, CGC, CGD, JiB, JiC, JsF2, Ki, NoD2, OeB, RB, SAB, UbC, UbD, YjB, YjC, YjD, CGC, RB	13.63	3.5
D	BqB, BqC, Ha, HN, Hu, HU, HzF2, JwC, JwD, Oc, OcB, PbD2, PH, RO, W, YeB, W	5.92	1.5



<그림 1-4-9> 울원지구 NRCS 토양도

<표 1-4-12> NRCS 수문학적 토양군 분류에 의한 토지이용별 면적
(단위 : km²)

이용구분 \ 토양구분		소 계	A	B	C	D
		계	385.59	221.30	144.74	13.63
농경지	논	14.36	6.64	3.38	2.97	1.37
	밭	12.28	6.97	2.63	1.57	1.11
시가화		4.09	2.17	0.82	0.50	0.60
나지		3.18	2.03	0.42	0.54	0.19
초지		0.83	0.52	0.17	0.09	0.05
수역		3.35	1.65	0.53	0.78	0.39
습지		1.72	1.00	0.29	0.28	0.15
산림		345.78	200.32	136.50	6.90	2.06

※ 토양도 면적은 ARCGIS에서 계산된 면적임.

부록 Ⅱ

지하수 개발·이용 현황

2. 지하수 개발·이용 현황

2.1 지하수 개발 현황

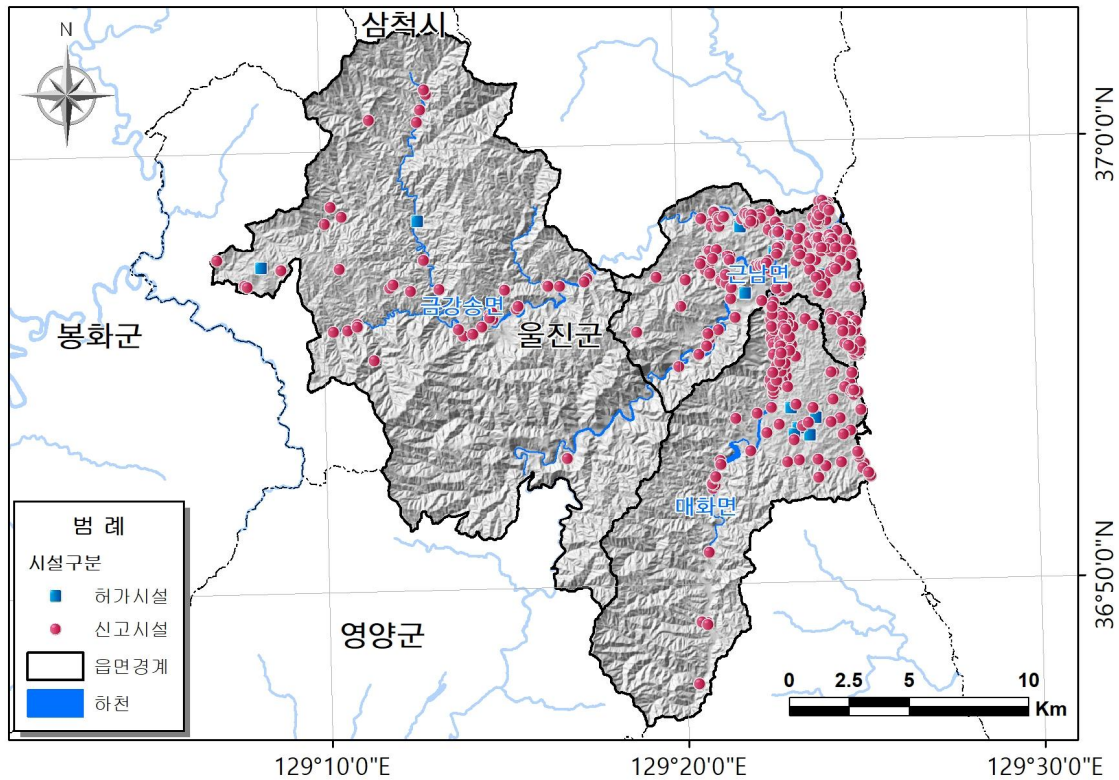
- 울원지구에 대한 지하수 개발 및 이용현황을 파악하기 위하여 지자체지하수 인허가 부서의 서울행정시스템자료(지하수 허가 및 신고시설)와 국토교통부에서 발간하는 지하수조사연보의 이용실태 자료를 수집한 후 금회 관정현황조사를 통하여 분류하였다.

2.1.1 신고·허가별 지하수 개발 현황

- 금회 관정현황조사 결과를 서울행정자료와 비교검토한 결과 울원지구 내에 분포하는 전체 관정의 수는 637개소이며, 관정개발밀도는 1.65공/km²으로 분석되었다.
- 허가·신고형태별로 구분하면, 허가시설 18공, 신고시설 619공으로 분류되며, 읍면별로는 근남면(410공), 매화면(180공), 금강송면(47공) 순으로 많이 분포하는 것으로 분석되었다.

<표 2-1-1> 허가·신고형태별 지하수개발 현황 (단위 : 공)

읍 면	계	허가시설	신고시설	비고
울원지구	637	18	619	
구성비(%)	100	2.8	97.2	
울진군	근남면	410	11	399
	금강송면	47	2	45
	매화면	180	5	175



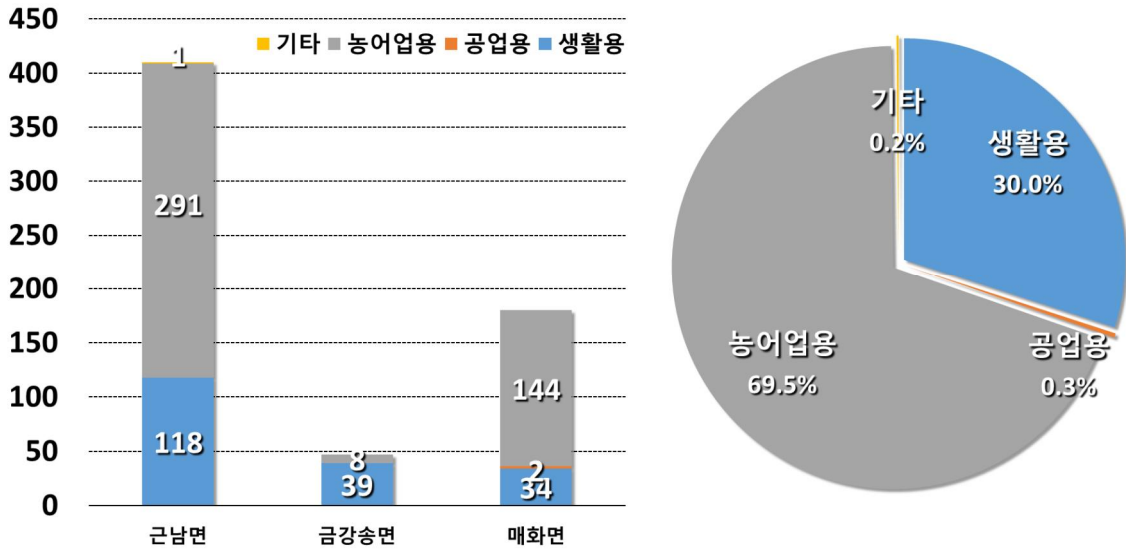
<그림 2-1-1> 허가·신고 형태별 지하수시설 현황도

2.1.2 용도별 지하수 개발 현황

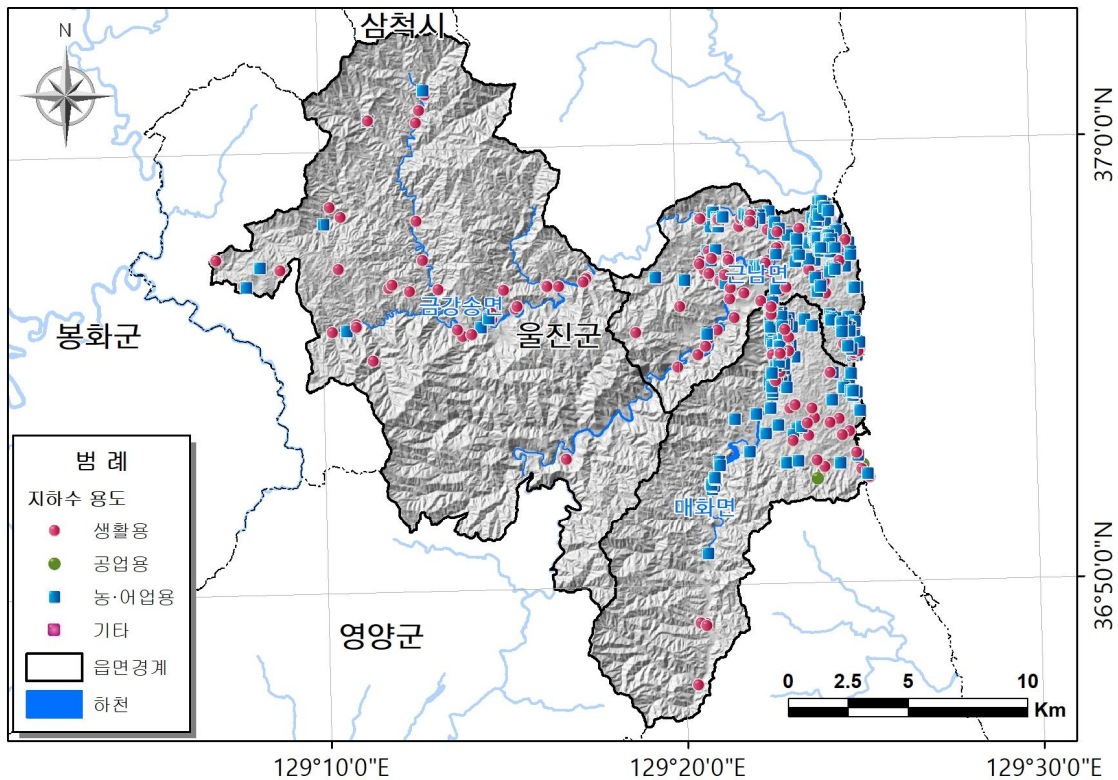
□ 울원지구의 용도별 지하수 개발현황은 농어업용 지하수 시설이 69.5%(443공), 생활용 30.0%(191공), 공업용 0.3%(2공), 기타 0.2%(1공)으로 나타났다.

<표 2-1-2> 용도별 지하수개발 현황 (단위 : 공)

읍 면		계	생활용	공업용	농어업용	기타
울원지구		637	191	2	443	1
구성비(%)		100	30.0	0.3	69.5	0.2
울진군	근남면	410	118	-	291	1
	금강송면	47	39	-	8	-
	매화면	180	34	2	144	-



<그림 2-1-2> 읍면별·용도별 지하수 개발현황



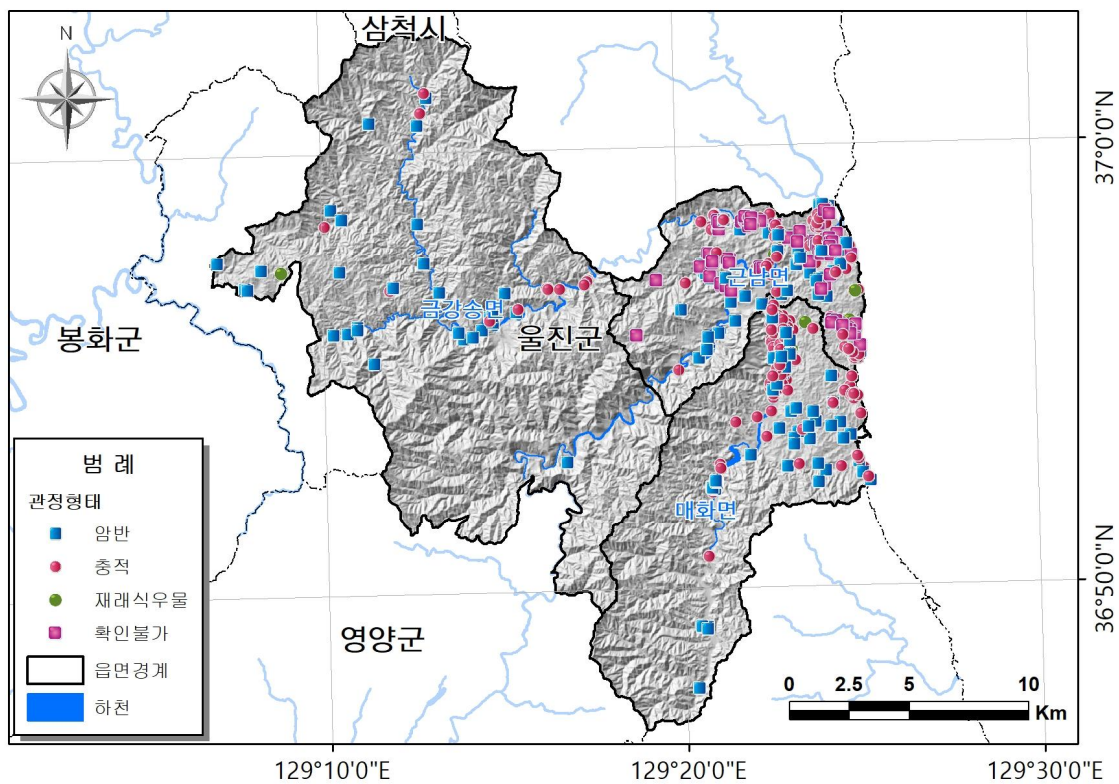
<그림 2-1-3> 용도별 지하수개발 위치도

2.1.3 관정형태별 지하수 개발 현황

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

<표 2-1-3> 관정형태별 지하수개발현황 (단위 : 공)

읍 면		계	암반	충적	재래식우물	확인불가
울원지구		637	140	359	12	126
구성비(%)		100	22.0	56.3	1.9	19.8
울진군	근남면	140	65	211	8	126
	금강송면	47	31	15	1	-
	매화면	180	44	133	3	-



<그림 2-1-4> 관정형태별 지하수 개발 위치도

2.2 지하수 이용 현황

2.2.1 이용량 산정

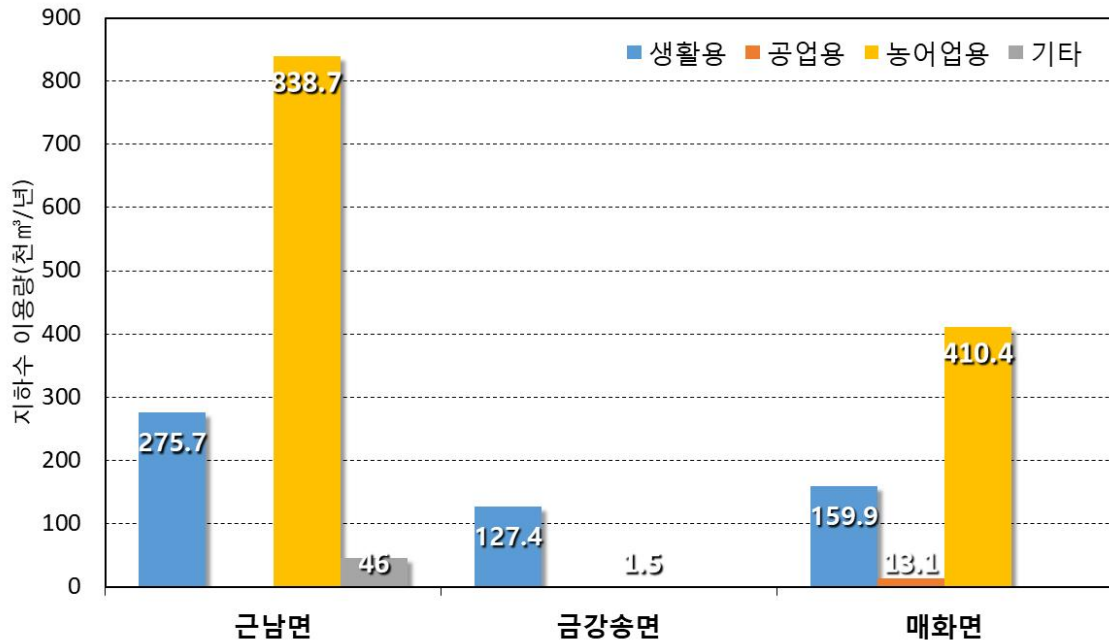
□ 지하수 이용량은 산정하는 데는 많은 변수가 있으며, 정확한 이용량을 추정하기는 어렵다. 일반적으로 통계적인 방법으로 이용량을 산정하기 위해서 지하수 용도별, 관정형태별로 지하수 이용량 관측조사를 통해 조사지역의 이용량을 추산하는 방법이 있지만, 본 조사에서는 농어촌지역 지하수 수리수질특성을 조사하기 위한 목적으로 전체 관정 중 일부 관정만 조사를 실시하여 통계적 접근은 불가능하다. 따라서 지구 내의 이용량을 파악하기 위해서 지하수 조사연보(국토교통부, 2017)의 세부용도별 공당 평균이용량을 사용하여 서울행정시스템 자료에 적용 후 이용량을 산출하였다.

<표 2-2-1> 이용량 산정

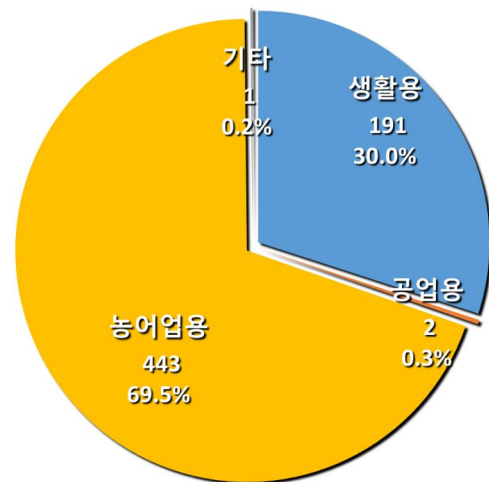
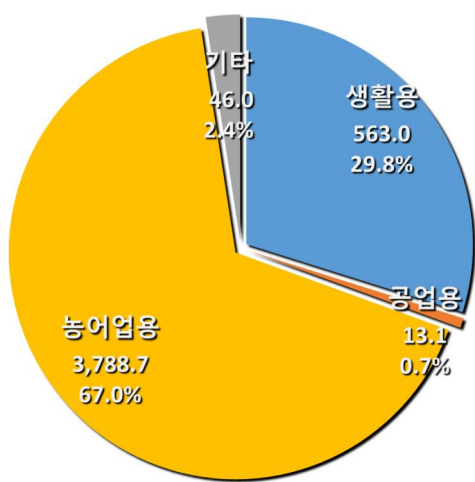
용도	세부용도	현장적용기법		
		개소수(공)	일이용량(m ³ /일)	연간이용량(m ³ /년)
울원지구		637	-	1,886,184
생활용	소계	191	-	563,040
	가정용	77	4.125	115,939
	일반용	68	6.336	157,264
	학교용	5	3.134	5,720
	국군용	5	13.010	23,744
	간이상수도	19	15.415	106,904
	상수도	2	2.365	1,727
	농업생활겸용	5	57.126	104,256
	기타	10	13.010	47,488
공업용	소계	2	-	13,103
	자유입지업체	2	17.950	13,103
농어업용	소계	443	-	1,264,070
	전작용	32	5.005	58,464
	답작용	385	8.415	1,182,451
	축산업	1	16.384	5,980
	기타	25	1.882	17,175
기타	소계	1	-	45,971
	기타	1	125.949	45,971

2.2.2 용도별 이용 현황

□ 용도별 지하수 이용량은 생활용이 191개소에서 563.0천m³/년, 공업용은 2개소에서 13.1천m³/년, 농업용은 433개소에서 1,264.1천m³/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

<표 2-2-2> 읍면별 지하수 이용현황 (단위 : 천m³/년)

읍 면		계	생활용	공업용	농어업용	기타
울원지구		1,886.2	563.0	13.1	1,264.1	46.0
구성비(%)		100	29.8	0.7	67.1	2.4
울진군	근남면	1,160.4	275.7	-	838.7	46.0
	금강송면	142.4	127.4	-	1.50	-
	매화면	583.4	159.9	13.1	410.4	-

<표 2-2-3> 용도별 지하수 이용현황 (단위 : 공, 천m³/년)

구 분	계	생활용	공업용	농어업용	기타
개소수	637	191	2	443	1
이용량	1,886.2	563.0	13.1	1,264.1	46.0

<표 2-2-4> 생활용 이용현황 (단위 : 공, 천m³/년)

구 분	계	가정용	일반용	학교용	국군용	마을 상수도용	상수도	농업 생활겸용	기타
개소수	191	77	68	5	5	19	2	5	10
이용량	563.0	115.9	157.3	5.7	23.7	106.9	1.7	104.3	47.5

<표 2-2-5> 공업용 이용현황 (단위 : 공, 천m³/년)

구 분	계	자유입지업체	비고
개소수	2	2	
이용량	13.1	13.1	

<표 2-2-6> 농업용 이용현황 (단위 : 공, 천m³/년)

구분	계	전작용	답작용	축산업	기타
개소수	443	32	385	1	25
이용량	1,264.1	58.5	1,182.5	6.0	17.2

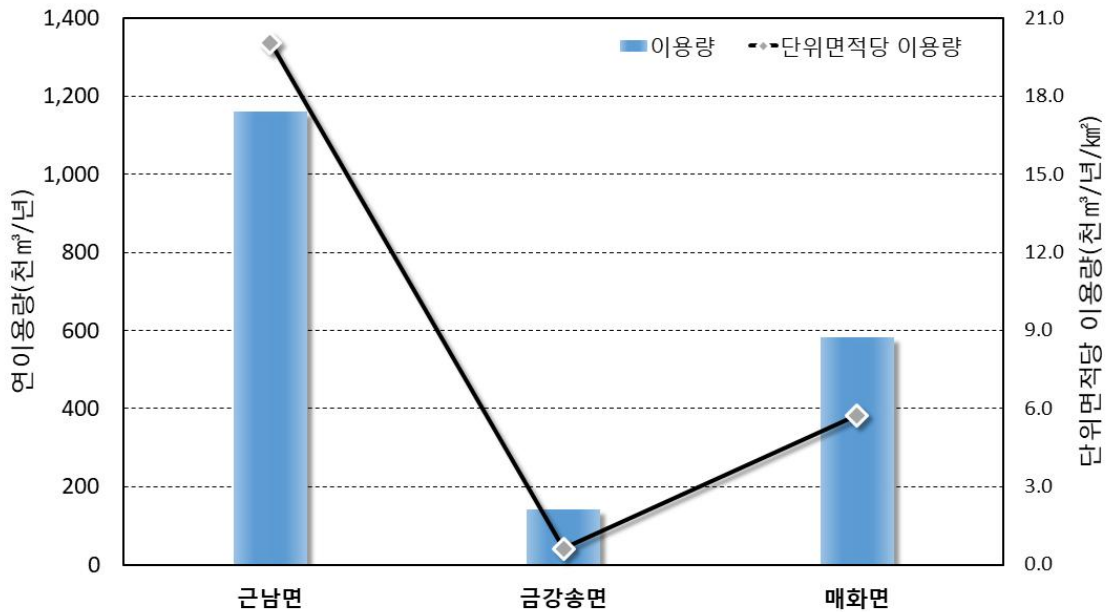
2.2.3 단위면적당 이용 현황

□ 조사지역의 읍면별 면적이 상당히 차이를 나타내므로 지하수 이용현황을 총 이용량으로 판단하기보다는 단위면적당 지하수 이용량으로 비교하였다.

<표 2-2-7> 읍면별 단위면적당 지하수 이용현황

읍 면	이용량 (천 ³ /년)	면적 (km ²)	단위면적당 이용량	
			(천 ³ /년/km ²)	(m ³ /일/km ²)
울원지구	1,886.2	385.59	4.9	13.4
울진군	근남면	1,160.4	20.1	55.0
	금강송면	142.4	0.6	1.7
	매화면	583.4	101.45	5.8

□ 울원지구의 단위면적당 지하수 이용량은 4.9천³/년/km²(13.4m³/일/km²)을 이용하는 것으로 나타났다. 읍면별 단위면적당 지하수 이용량을 비교하면 근남면이 20.1천³/년/km²(55.0m³/일/km²)으로 이용량이 가장 많고, 금강송면이 0.6천³/년/km²(1.7m³/일/km²)으로 지하수 이용량이 가장 적은 것으로 분석됐다.



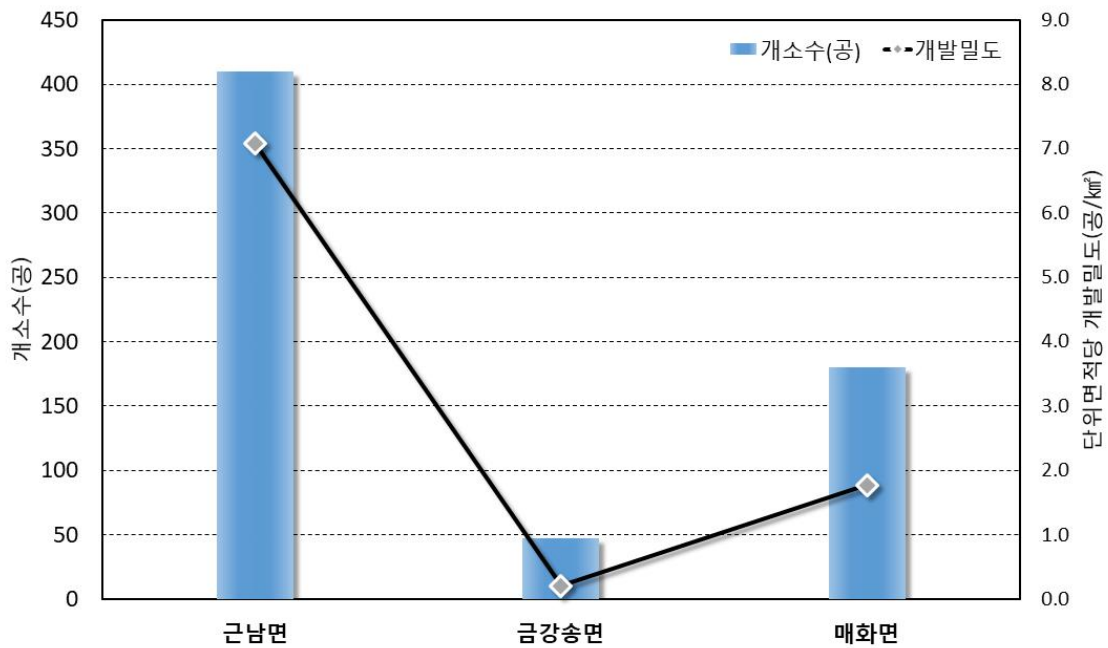
<그림 2-2-4> 읍면별 단위면적당 지하수이용현황

2.2.4 지하수 개발밀도

□ 울원지구의 단위면적당 지하수 개발밀도는 1.65공/km²이며, 읍면별로는 근남면이 7.09/km²로 가장 높고, 금강송면이 0.21공/km²으로 개발밀도가 가장 낮은 것으로 분석되었다.

<표 2-2-8> 읍면별 지하수 개발밀도 현황

읍 면		면적(km ²)	개소수(공)	단위면적당 개발밀도(공/km ²)
울원지구		385.59	637	1.65
울진군	근남면	57.85	410	7.09
	금강송면	226.29	47	0.21
	매화면	101.45	180	1.77



<그림 2-2-5> 읍면별 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.

□ 울원지구의단위면적당 지하수 이용량은 2016년 말 기준 전국평균 (2017 지하수 조사연보)인 40.2천m³/년/km²보다 낮은 4.9천m³/년/km²으로 나타났으며, 단위면적당 관정개발밀도는 2016년 말 기준 전국평균인 16.48공/km²보다 낮은 1.65공/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)		
	군	읍	리	군	읍	리	군	읍	리	군	읍	리	군	읍	리
1	근남	산포	388.7	근남	산포	68.3	근남	산포	80.5	근남	산포	133	근남	산포	23.4
2	근남	행곡	244.6	근남	진북	46.0	근남	진북	42.9	근남	행곡	83	근남	진북	16.3
3	매화	매화	234.2	매화	매화	41.6	매화	매화	39.0	매화	매화	77	매화	매화	13.7
4	근남	진북	180.8	근남	노음	31.6	근남	노음	26.0	근남	진북	64	근남	노음	12.2
5	근남	수곡	133.5	근남	행곡	27.3	근남	행곡	21.7	근남	수곡	54	근남	행곡	9.3
6	매화	오산	106.7	근남	수산	23.6	근남	수산	18.2	근남	노음	36	근남	수산	8.5
7	근남	노음	93.5	매화	오산	16.7	매화	오산	12.7	매화	오산	32	매화	금매	5.5
8	근남	구산	61.1	매화	금매	15.4	매화	금매	11.6	근남	수산	21	매화	오산	5.0
9	매화	기양	60.7	근남	수곡	8.7	근남	수곡	6.0	매화	금매	21	근남	수곡	3.5
10	매화	금매	59.4	매화	덕신	7.8	매화	덕신	5.6	근남	구산	19	매화	덕신	1.9
11	근남	수산	58.2	매화	신흥	6.1	매화	신흥	4.3	매화	기양	16	매화	신흥	1.3
12	금강송	쌍전	52.2	매화	기양	3.5	매화	기양	2.4	금강송	쌍전	15	근남	구산	1.0
13	매화	덕신	45.3	근남	구산	3.3	근남	구산	2.2	금강송	삼근	11	매화	기양	0.9
14	금강송	삼근	45.2	금강송	삼근	2.6	금강송	삼근	1.7	금강송	소광	11	금강송	삼근	0.6
15	매화	신흥	42.0	금강송	쌍전	1.4	금강송	쌍전	0.9	매화	덕신	11	금강송	하원	0.5
16	금강송	소광	25.8	매화	갈면	1.2	매화	갈면	0.8	매화	갈면	10	매화	갈면	0.5
17	매화	갈면	23.4	금강송	하원	0.8	금강송	하원	0.5	금강송	하원	9	금강송	쌍전	0.4
18	금강송	하원	13.6	금강송	소광	0.3	매화	길곡	0.2	매화	신흥	9	금강송	소광	0.1
19	매화	길곡	11.7	매화	길곡	0.3	금강송	소광	0.2	매화	길곡	4	매화	길곡	0.1
20	금강송	왕피	5.6	금강송	왕피	0.1	금강송	왕피	0.0	금강송	왕피	1	금강송	왕피	0.0

부 록 Ⅲ

지하수 특성

3. 지하수 특성

3.1 지하수 수리특성

3.1.1 수리특성 분석

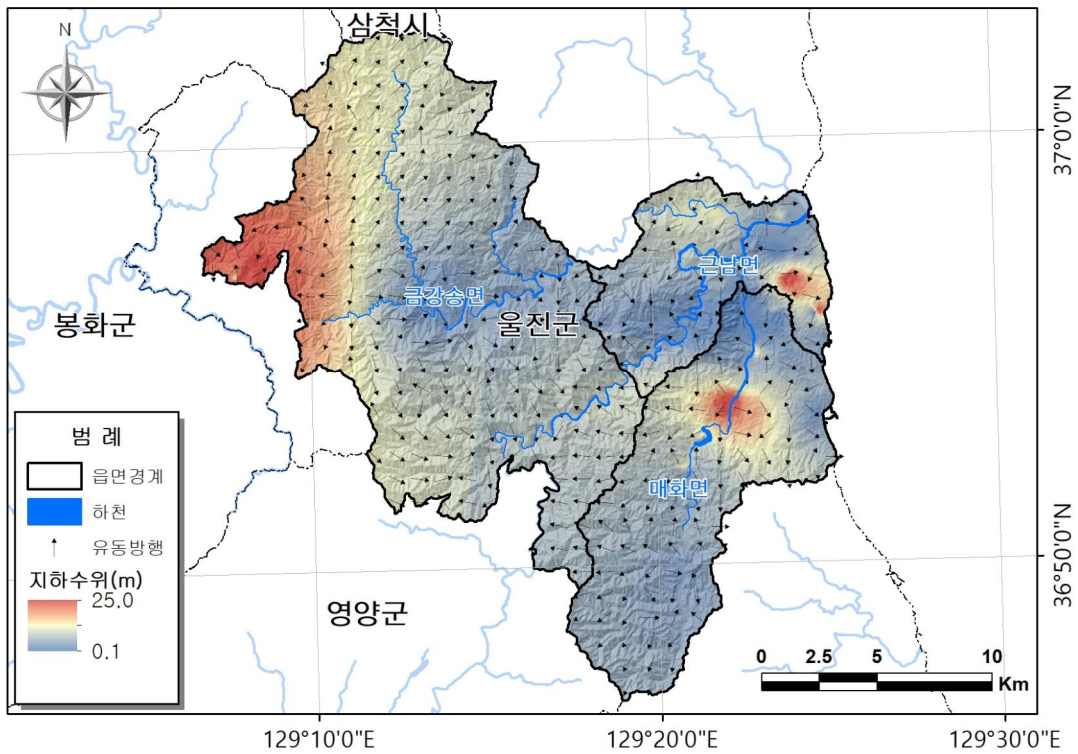
가. 수위변화 및 유동특성

- 울원지구의 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. 울원지구 지하수위는 평균 5.6m, 지하수두는 평균 45.0m로 형성되어 있는 것으로 나타났다.
- <그림 3-1-1>은 지하수두 등고선을 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	지하수위(GL.m)			지하수두(EL.m)			
	최소	최대	평균	최소	최대	평균	
울원지구	0.1	25.0	5.6	-7.1	676.4	45.0	
울진군	근남면	0.3	24.4	5.8	-7.1	55.5	9.5
	금강송면	3.0	25.0	12.7	304.7	676.4	544.6
	매화면	0.1	21.3	4.5	7.0	147.3	35.8

※ 지하수위 : 지표면
지하수두 : 해수면 기준(표고-지하수위)



<그림 3-1-1> 지하수위 분포도 및 지하수유동체계

나. 수리특성

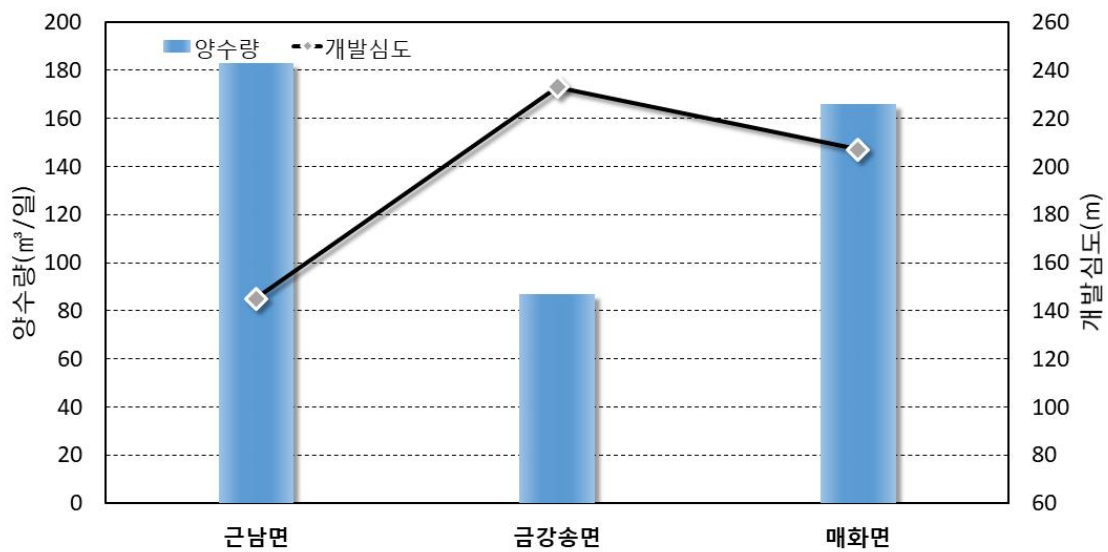
- 신생대 제4기의 미고결퇴적물로 이루어져 있는 충적층은 2급 하천 일대에 분포하고 있으며, 자갈, 모래, 점토 등으로 구성되어 있다. 충적층은 입자사이에 공극이 발달되어 있어 부존성이 양호하나 구성물질의 종류에 따라 대수성의 차이가 매우 큰 특성을 지닌다.

- 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 암층내에 발달된 절리, 파쇄대 및 단열구조 등의 2차공극과 지하수의 저류 및 유동에 관련되는 지질구조에 좌우되며, 조사지역의 암반지하수는 층리, 균열, 절리 및 단층 등 2차 공극을 따라 유동하는 열극형 지하수로 분포지질별 대수층 심도의 차이가 큰 것으로 판단된다.

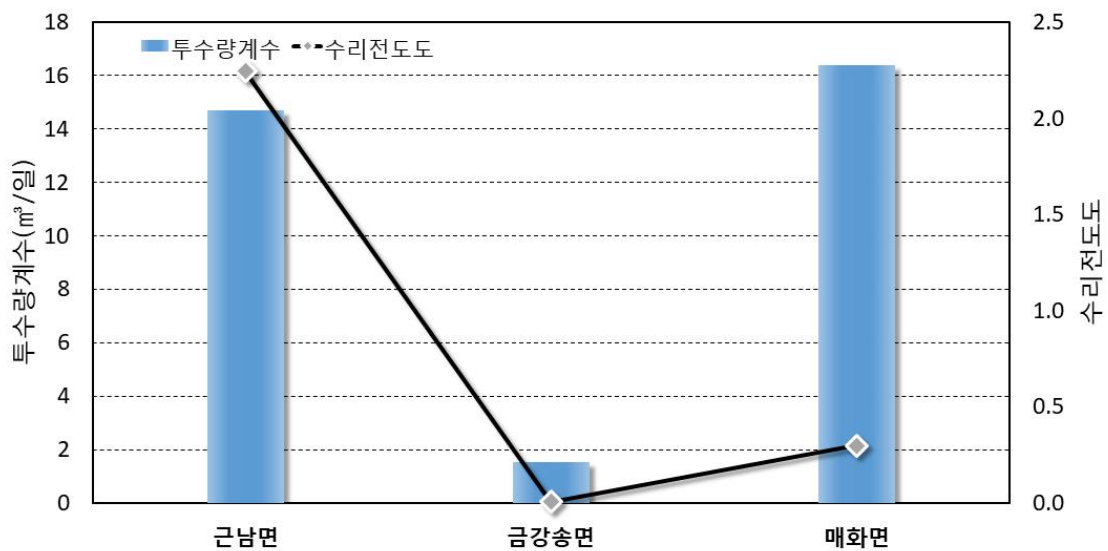
- 수맥조사, 지하수영향조사 등 기 조사 자료를 종합하여 울원지구의 암반대수층 특성을 읍면별, 지질별, 수문지질단계별로 살펴보면 <표 3-1-2, 3, 4>과 같다.
- 울원지구 평균 양수량은 $169\text{m}^3/\text{일}$ 이며, 읍면별 양수량은 근남면에서 평균 $183\text{m}^3/\text{일}$ 로 가장 크게 나타났으며, 금강송면의 경우 평균 $87\text{m}^3/\text{일}$ 로 가장 작게 나타났다.
- 울원지구 수문지질별 양수량은 미고결 쇄설성 퇴적층의 경우 평균 $299\text{m}^3/\text{일}$, 관입화성암에서 $79\text{m}^3/\text{일}$ 로 가장 작게 나타났다.
- 울원지구 지하수의 지질별 수리특성을 분석한 결과 양수량은 장군석회암층에서 $392\text{m}^3/\text{일}$ 로 가장 크게 나타났으며, 투수량계수는 $19.876\text{m}^2/\text{일}$ 로 충적층에서 가장 크게 나타났다.
- 대수성시험 : 양수량, 수리전도도, 투수량계수 및 투수계수 파악
 - 대수성시험 자료 : 59개소
- 성과활용
 - DRASTIC(지하수 오염취약성평가) 입력자료 활용
 - 수리상수를 관정별, 지역별 및 지질별로 DB구축

<표 3-1-2> 읍면별 암반지하수 수리상수 분포현황

읍 면	심도(m)	양수량(m ³ /일)	투수량계수 (m ² /일)	수리전도도	비양수량	
울원지구	180	169	12.616	1.483	45.179	
울진군	근남면	145	183	14.709	2.243	41.703
	금강송면	233	87	1.523	0.008	1.153
	매화면	207	166	16.380	0.300	61.400



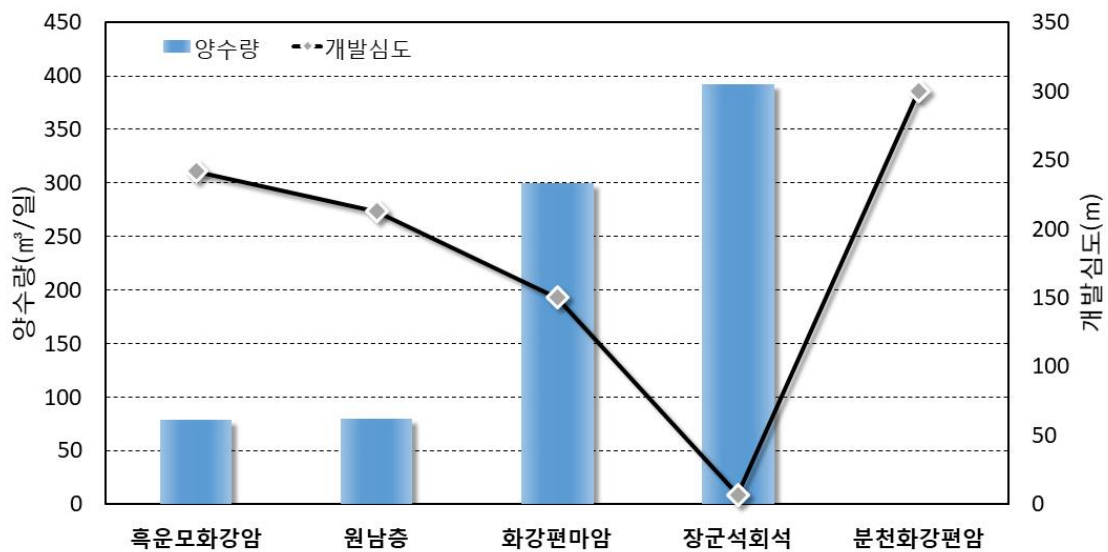
<그림 3-1-2> 읍면별 평균 양수량 및 개발심도



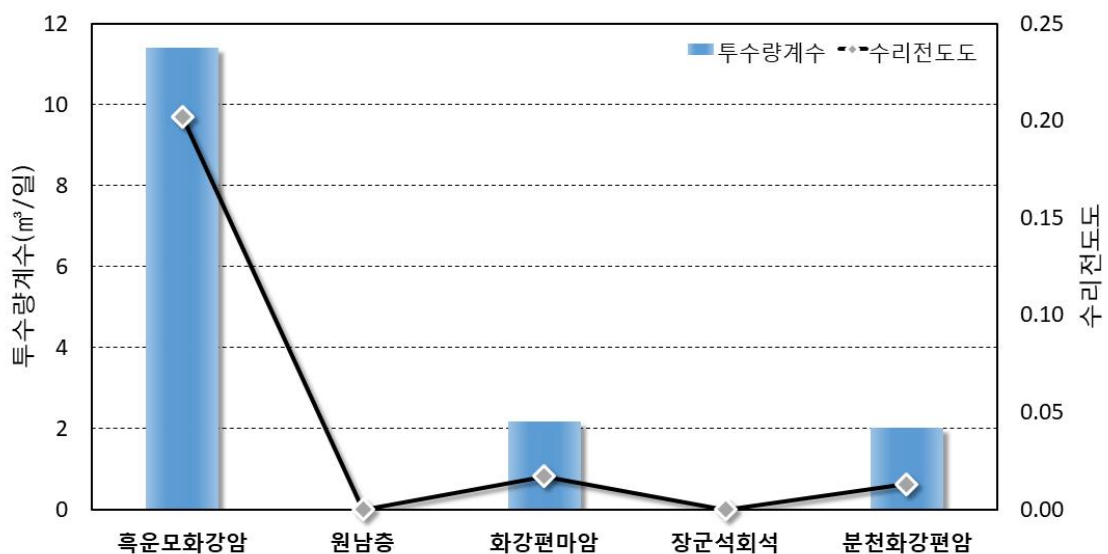
<그림 3-1-3> 읍면별 투수량계수 및 수리전도도

<표 3-1-3> 지질별 암반대수층의 수리특성

지질암상	심도(m)	양수량(m ³ /일)	투수량계수(m ² /일)	수리전도도	비양수량
울원지구	180	169	12.616	1.483	45.179
충적층	106	299	19.876	3.136	70.093
흑운모화강암	242	79	11.393	0.202	2.200
원남층	213	80	-	-	0.743
화강편마암	150	300	2.167	0.017	6.662
장군석회석	7	392	-	-	130.667
분천화강편암	300	-	2.023	0.013	-



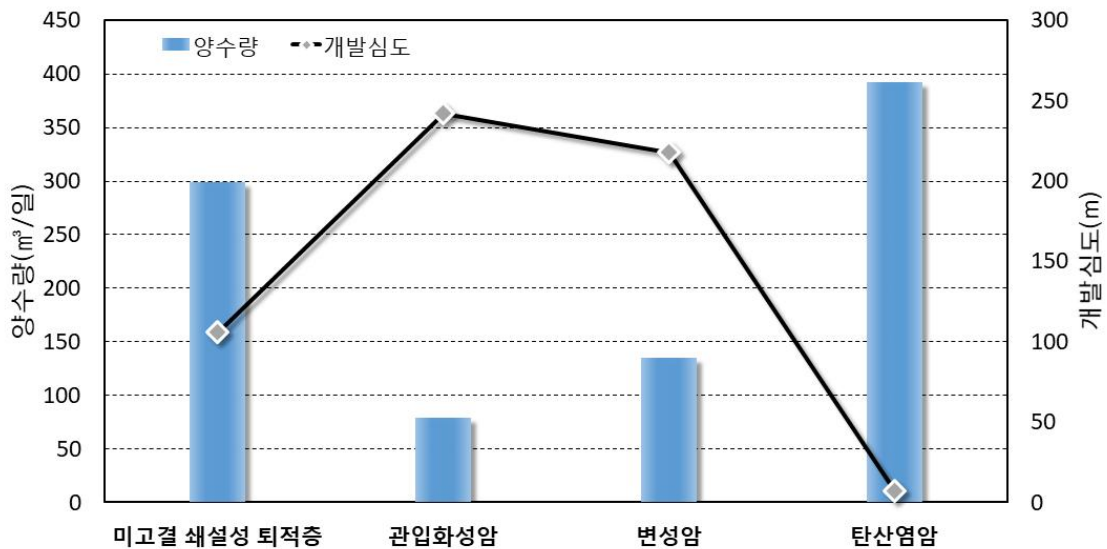
<그림 3-1-4> 지질별 암반지하수 평균심도 및 양수량



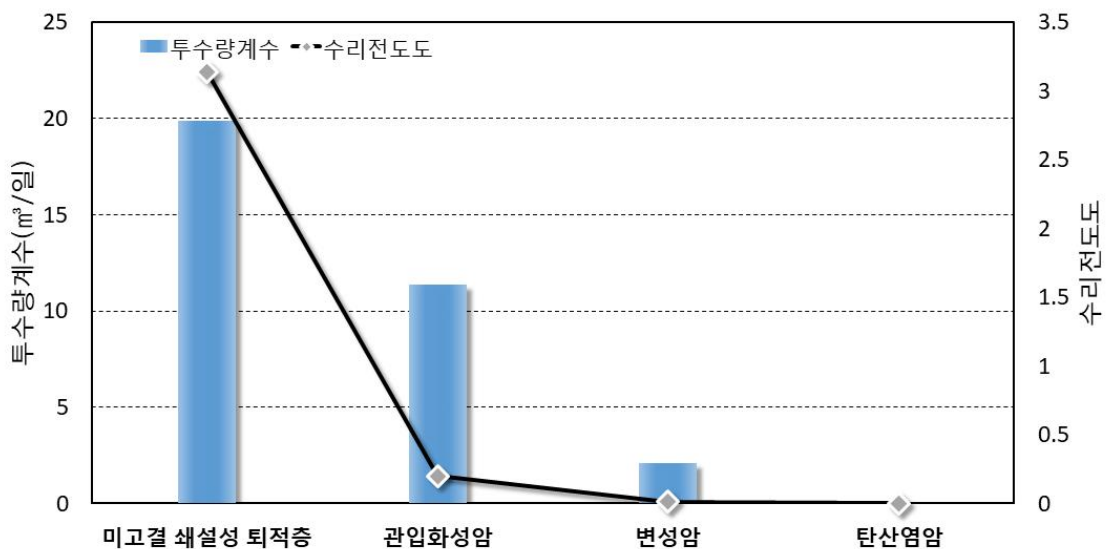
<그림 3-1-5> 지질별 암반지하수 투수량계수 및 수리전도도

<표 3-1-4> 수문지질단위별 암반대수층의 수리특성

수문지질단위	심도(m)	양수량(m ³ /일)	투수량계수(m ³ /일)	수리전도도	비양수량
울원지구	180	169	12.616	1.483	45.179
미고결 쇄설성 퇴적층	106	299	19.876	3.136	70.093
관입화성암	242	79	11.393	0.202	2.200
변성암	218	135	2.095	0.015	3.703
탄산염암	7	392	-	-	130.667



<그림 3-1-6> 수문지질단위별 암반지하수 평균심도 및 양수량



<그림 3-1-7> 수문지질단위별 암반지하수 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(20.0%)을 적용하였다.
- 함양률 산정시 필요한 강수량 및 수문총량은 Thiessen법을 이용한 면적평균강수량을 산정하여 수문총량으로 적용하였다.

<표 3-1-5> 울원지구 지하수 함양률

단위 : %

지하수위 강하곡선 해석법 (지하수관리기본계획, 2012)	NRCS-CN법 (침투량 분석)	물수지분석법 (손실량 추정)	적용 함양률
18.1	22.7	19.3	20.0

*자료출처: 지하수관리기본계획(2012)

- 강우관측소별 티센계수를 산정하고 30년 면적평균 강수량을 산정한 결과 광천 유역 1,163.4mm/년, 낙동강상류 유역 1,212.8mm/년, 남대천 유역 1,210.2mm/년, 매화천 유역 1,071.3mm/년, 소천수위표 유역 1,208.5mm/년, 왕피천 유역 1,134.3mm/년, 장수포천 유역 1,00.8mm/년, 척산천 유역 1,160.7mm/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 삼각법등이 사용되고 있으며 본 조사에서는 Thiessen 면적평균강수량을 산출하였다.



<그림 3-1-8> 울원지구 티센망도

<표 3-1-6> 표준유역별 Thiessen계수 산정

표준유역명	관측소명	관측소코드	지배면적(km ²)	Thiessen계수
광천	남회룡	029800	71.26	0.48
	서면	029830	53.44	0.36
	울진	000130	23.75	0.16
낙동강상류	서면	029830	3.69	1.00
남대천	서면	029830	4.69	0.95
	울진	000130	0.25	0.05
매화천	수비	199000	43.25	0.50
	울진	000130	43.25	0.50
소천수위표	남회룡	029800	0.22	0.05
	서면	029830	4.17	0.95
왕피천	남회룡	029800	48.54	0.47
	수비	199000	6.19	0.06
	울진	000130	48.54	0.47
장수포천	남회룡	029800	1.24	0.13
	수비	199000	8.30	0.87
척산천	울진	000130	24.80	1.00

※ 자료출처 : 티센망도에 의한 티센계수와 상이할 수 있음.

<표 3-1-7> 광천 표준유역 면적평균강수량 산정 (단위 : mm)

연도	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	계
1988	10.4	29.0	30.6	83.0	41.2	134.5	364.3	183.2	169.0	9.8	22.5	5.4	1,083.0
1989	156.9	87.3	130.2	21.4	74.9	131.8	175.7	185.9	222.9	53.1	120.2	57.3	1,417.6
1990	32.5	118.8	95.5	85.6	159.1	198.8	168.4	132.2	241.2	26.1	48.0	7.6	1,313.5
1991	22.3	46.6	79.4	58.2	97.6	83.4	374.8	433.2	123.2	3.7	6.4	122.7	1,451.6
1992	74.4	11.2	87.4	60.1	46.9	27.0	110.3	60.8	183.0	26.2	7.9	46.2	741.5
1993	45.0	87.5	46.1	110.8	212.4	201.0	277.3	489.8	71.6	37.5	35.1	19.9	1,634.1
1994	28.5	18.0	31.1	30.6	103.9	209.5	34.6	115.8	66.0	186.3	64.0	6.9	895.2
1995	16.1	14.5	62.7	56.4	45.8	69.8	167.2	228.3	65.8	41.4	23.5	7.9	799.4
1996	36.7	8.5	125.1	52.2	44.7	234.6	72.5	125.1	32.5	54.4	64.3	27.5	877.8
1997	19.6	20.3	46.9	47.5	171.0	135.2	297.8	111.4	109.4	10.3	131.2	20.8	1,121.3
1998	28.1	33.1	24.5	128.4	66.4	118.0	309.3	315.8	210.6	46.8	15.7	10.9	1,307.6
1999	4.1	7.5	84.4	170.2	127.1	209.1	144.9	408.3	450.8	65.5	36.9	11.3	1,720.0
2000	29.1	0.8	14.2	45.0	51.9	74.2	65.9	167.9	251.6	11.9	47.4	5.8	765.9
2001	34.3	46.1	16.5	8.6	27.1	160.2	186.2	22.1	116.1	82.3	8.1	17.2	724.8
2002	67.2	0.0	20.4	98.0	99.4	39.5	226.4	532.8	242.9	57.4	3.6	73.1	1,460.7
2003	24.8	59.3	43.1	233.6	162.1	217.9	327.2	326.8	383.5	27.8	142.9	16.5	1,965.5
2004	14.2	34.1	33.9	90.6	122.6	265.7	279.2	343.1	173.7	6.2	26.4	27.6	1,417.1
2005	43.9	44.5	127.3	48.4	46.6	178.5	251.0	185.0	228.9	32.0	4.8	1.5	1,192.5
2006	15.3	4.7	59.7	93.4	120.7	80.0	775.5	140.6	63.8	44.3	41.3	5.0	1,444.3
2007	2.4	33.2	126.6	18.4	112.8	114.8	187.9	273.7	269.6	17.2	11.2	9.0	1,176.7
2008	43.8	8.3	46.9	55.9	58.6	114.2	335.3	169.3	52.7	29.6	14.6	11.4	940.7
2009	9.8	17.6	62.2	59.1	109.7	91.6	276.6	155.0	83.7	18.4	61.6	31.1	976.4
2010	42.0	81.6	94.5	61.9	132.2	23.4	98.3	200.7	227.8	39.1	5.3	21.2	1,028.1
2011	4.1	90.8	25.8	108.3	152.4	393.8	263.1	188.8	135.9	69.4	51.7	34.0	1,518.1
2012	29.6	2.4	76.1	120.3	50.3	51.3	294.3	285.3	165.3	29.8	20.7	47.0	1,172.4
2013	30.4	35.4	65.4	57.7	94.0	166.8	192.6	87.5	178.7	72.1	40.8	26.3	1,047.8
2014	10.3	21.1	65.9	116.3	24.3	81.1	92.9	364.1	135.3	163.4	49.9	7.6	1,132.2
2015	20.5	14.7	32.4	85.6	20.8	83.3	97.4	148.2	24.8	29.1	144.2	17.6	718.5
2016	7.1	36.5	29.4	117.0	37.1	35.0	396.1	107.0	144.0	76.6	27.3	59.4	1,072.4
2017	15.2	20.0	17.8	81.7	20.2	38.7	205.9	218.9	79.6	71.7	3.8	12.8	786.4
평균	30.6	34.4	60.1	80.1	87.8	132.1	235.0	223.6	163.5	48.0	42.7	25.6	1,163.4

<표 3-1-8> 낙동강상류 표준유역 면적평균강수량 산정 (단위 : mm)

연도	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	계
1988	11.0	23.0	29.0	91.0	42.0	137.0	379.0	213.0	135.0	0.0	20.0	6.0	1,086.0
1989	160.0	90.0	133.0	21.0	79.0	132.0	190.0	194.0	232.0	39.0	116.0	47.0	1,433.0
1990	29.0	107.0	98.0	86.0	177.0	198.0	179.0	133.0	235.0	18.0	44.0	8.0	1,312.0
1991	21.0	45.0	81.0	61.0	101.0	89.0	405.0	418.0	117.0	2.0	7.0	108.0	1,455.0
1992	72.0	9.0	82.0	59.0	49.0	30.0	109.0	39.0	182.0	24.0	7.0	48.0	710.0
1993	36.0	89.0	45.0	115.0	230.0	217.0	268.0	489.0	78.0	35.0	29.0	19.0	1,650.0
1994	25.0	18.0	34.0	33.0	106.0	226.0	35.0	128.0	66.0	182.0	54.0	7.0	914.0
1995	17.0	13.0	55.0	60.0	49.0	70.0	183.0	244.0	63.0	43.0	27.0	9.0	833.0
1996	38.0	4.0	128.0	51.0	49.0	239.0	69.0	128.0	23.0	56.0	64.0	28.0	877.0
1997	20.0	23.0	49.0	49.0	173.0	145.0	308.0	115.0	112.0	11.0	129.0	10.0	1,144.0
1998	20.0	35.0	21.0	137.0	95.0	172.0	237.0	334.0	156.0	44.0	34.0	5.0	1,290.0
1999	3.0	5.0	66.0	137.0	126.0	213.0	128.0	454.0	436.0	86.0	28.0	6.0	1,688.0
2000	22.0	1.0	20.0	55.0	83.0	132.0	107.0	223.0	319.0	21.0	59.0	6.0	1,048.0
2001	42.0	59.0	25.0	12.0	27.0	251.0	288.0	17.0	153.0	97.0	8.0	16.0	995.0
2002	54.0	0.0	40.0	187.0	153.0	62.0	278.0	976.0	80.0	82.0	8.0	48.0	1,968.0
2003	26.0	46.0	46.0	247.0	180.0	201.0	402.0	303.0	418.0	23.0	131.0	20.0	2,043.0
2004	10.0	43.0	26.0	100.0	143.0	269.0	289.0	362.0	190.0	1.0	22.0	29.0	1,484.0
2005	39.0	33.0	76.0	71.0	54.0	178.0	292.0	173.0	228.0	42.0	10.0	0.0	1,196.0
2006	0.0	0.0	69.0	95.0	123.0	86.0	789.0	120.0	55.0	36.0	24.0	0.0	1,397.0
2007	0.0	34.0	144.0	23.0	118.0	122.0	201.0	331.0	247.0	15.0	7.0	20.0	1,262.0
2008	57.0	4.0	62.0	54.0	62.0	117.0	398.0	182.0	58.0	27.0	14.0	12.0	1,047.0
2009	8.0	19.0	62.0	58.0	112.0	93.0	320.0	167.0	78.0	21.0	47.0	38.0	1,023.0
2010	51.0	77.0	99.0	57.0	143.0	21.0	93.0	211.0	252.0	38.0	5.0	20.0	1,067.0
2011	2.0	77.0	29.0	116.0	78.0	392.0	310.0	198.0	118.0	68.0	40.0	33.0	1,461.0
2012	24.0	1.0	69.0	122.0	47.0	55.0	321.0	307.0	144.0	38.0	21.0	49.0	1,198.0
2013	24.0	35.0	69.0	61.0	92.0	165.0	238.0	108.0	181.0	43.0	46.0	28.0	1,090.0
2014	5.0	28.0	62.0	91.0	31.0	75.0	83.0	348.0	146.0	154.0	41.0	11.0	1,075.0
2015	17.0	16.0	33.0	92.0	25.0	78.0	89.0	160.0	20.0	36.0	123.0	20.0	709.0
2016	6.0	38.0	31.0	119.0	43.0	33.0	411.0	109.0	160.0	83.0	22.0	55.0	1,110.0
2017	10.0	23.0	20.0	89.0	14.0	31.0	247.0	228.0	76.0	61.0	3.0	16.0	818.0
평균	28.3	33.2	60.1	85.0	93.5	141.0	254.9	247.1	158.6	47.5	39.7	24.1	1,212.8

<표 3-1-9> 남대천 표준유역 면적평균강수량 산정 (단위 : mm)

연도	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	계
1988	10.8	24.9	29.5	88.5	41.8	136.2	374.4	203.7	145.6	3.1	20.8	5.8	1,085.1
1989	159.0	89.2	132.1	21.1	77.7	131.9	185.5	191.5	229.2	43.4	117.3	50.2	1,428.2
1990	30.1	110.7	97.2	85.9	171.4	198.2	175.7	132.7	237.0	20.5	45.2	7.9	1,312.5
1991	21.4	45.5	80.5	60.1	99.9	87.3	395.6	422.8	118.9	2.5	6.8	112.6	1,453.9
1992	72.8	9.7	83.7	59.3	48.4	29.1	109.4	45.8	182.3	24.7	7.3	47.4	719.8
1993	38.8	88.5	45.4	113.7	224.5	212.0	270.9	489.3	76.0	35.8	30.9	19.3	1,645.0
1994	26.1	18.0	33.1	32.3	105.3	220.8	34.9	124.2	66.0	183.3	57.1	7.0	908.1
1995	16.7	13.5	57.4	58.9	48.0	69.9	178.1	239.1	63.9	42.5	25.9	8.7	822.5
1996	37.6	5.4	127.1	51.4	47.7	237.6	70.1	127.1	26.0	55.5	64.1	27.8	877.3
1997	19.9	22.2	48.3	48.5	172.4	141.9	304.8	113.9	111.2	10.8	129.7	13.4	1,136.9
1998	23.3	36.2	20.6	134.5	94.5	170.9	245.6	328.9	160.2	47.4	33.1	7.6	1,302.7
1999	2.9	5.8	67.0	138.4	126.5	210.4	127.6	447.5	437.6	83.8	28.4	5.7	1,681.5
2000	25.9	1.0	19.9	54.0	82.1	129.5	104.5	224.1	323.1	20.6	58.8	5.8	1,049.2
2001	42.9	59.6	24.3	11.8	26.7	246.3	276.4	17.7	157.7	101.9	9.2	16.8	991.4
2002	56.9	0.0	39.1	180.9	151.9	59.9	274.6	957.5	80.8	82.1	7.8	50.0	1,941.6
2003	27.4	46.3	46.6	242.5	178.0	199.2	393.6	302.6	413.5	23.9	137.1	19.5	2,030.3
2004	12.1	41.3	26.2	99.9	138.7	266.6	284.4	362.5	189.9	2.5	21.4	28.3	1,473.7
2005	40.2	33.3	76.9	69.2	52.8	173.7	289.5	172.6	234.6	43.8	9.9	0.0	1,196.4
2006	4.8	1.5	66.1	94.5	122.3	84.1	784.8	126.4	57.8	38.6	29.4	1.6	1,411.8
2007	0.7	34.1	143.5	22.3	116.4	121.5	202.6	322.7	252.0	15.7	8.6	19.6	1,259.7
2008	58.7	4.0	62.8	53.8	61.1	116.7	390.1	180.9	57.7	27.5	14.6	12.4	1,040.5
2009	8.1	18.7	61.5	58.1	110.1	92.4	314.3	165.2	79.5	20.0	49.5	37.2	1,014.4
2010	49.8	77.3	97.2	56.6	142.5	20.5	91.8	206.9	246.7	38.3	5.0	20.4	1,052.9
2011	2.8	80.9	28.4	113.3	81.8	388.7	301.7	194.1	121.5	68.1	41.3	34.4	1,456.8
2012	24.5	1.4	69.6	122.4	46.7	54.0	316.7	301.7	150.1	36.5	21.2	48.4	1,193.2
2013	26.0	35.1	67.9	60.1	91.9	164.1	233.4	104.7	177.4	51.5	44.8	28.2	1,085.2
2014	6.7	29.9	62.0	98.3	29.8	75.1	81.4	347.2	145.7	156.1	42.7	10.5	1,085.4
2015	17.6	15.9	32.8	91.3	24.2	79.1	90.6	158.3	20.9	34.7	129.3	19.9	714.5
2016	6.3	38.1	30.8	118.2	41.8	33.6	406.6	109.3	164.2	83.7	23.8	57.9	1,114.3
2017	12.5	22.8	20.5	87.3	14.7	30.6	241.2	230.0	76.8	64.6	3.3	15.6	820.0
평균	29.4	33.7	59.9	84.2	92.4	139.4	251.7	245.0	160.1	48.8	40.8	24.7	1,210.2

<표 3-1-10> 매화천 표준유역 면적평균강수량 산정 (단위 : mm)

연도	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	계
1988	5.3	35.1	41.1	58.2	31.7	125.2	315.0	55.4	232.9	31.2	19.9	3.1	953.7
1989	117.9	64.2	110.7	27.8	56.1	131.8	127.9	134.7	151.2	84.0	118.3	58.2	1,182.4
1990	35.3	135.8	66.1	71.7	82.0	195.9	149.8	127.9	231.5	42.8	55.9	3.6	1,198.2
1991	17.6	31.6	67.5	61.7	73.8	59.1	288.3	473.1	154.9	7.3	2.5	122.6	1,359.8
1992	63.1	15.4	74.5	55.9	37.1	17.7	126.5	137.1	132.5	27.0	9.4	23.4	719.4
1993	54.1	53.0	31.1	61.8	142.0	103.6	256.1	405.0	19.0	40.4	49.2	12.4	1,227.4
1994	34.5	22.1	15.9	21.0	74.8	160.4	57.7	54.8	44.2	183.5	82.4	3.3	754.4
1995	15.3	20.3	71.5	45.9	38.1	54.8	103.0	160.5	47.7	22.0	2.7	1.0	582.5
1996	22.0	20.5	79.4	47.8	31.1	232.7	115.4	99.4	49.2	28.9	42.9	23.4	792.2
1997	18.6	10.7	24.3	46.5	129.8	123.4	122.0	113.8	93.4	7.3	137.3	65.1	892.1
1998	84.9	50.1	27.5	100.6	81.6	151.7	381.4	245.7	182.1	62.6	9.9	33.5	1,411.4
1999	3.9	14.4	86.7	131.2	111.4	171.0	123.2	324.2	400.1	61.5	18.7	0.0	1,446.1
2000	59.1	1.0	29.5	35.1	55.5	99.3	98.7	218.8	323.5	13.2	53.4	1.5	988.5
2001	49.5	58.8	13.6	9.3	22.7	162.2	91.4	46.4	209.7	144.1	21.4	28.3	857.3
2002	91.4	0.0	31.6	112.4	115.1	21.8	212.2	677.5	82.6	87.3	3.2	74.5	1,509.3
2003	34.2	40.2	55.0	173.1	153.5	165.3	251.8	275.9	325.7	25.5	162.1	11.2	1,673.4
2004	26.2	17.1	21.6	89.0	76.7	237.6	217.8	330.4	173.7	17.8	27.7	15.2	1,250.5
2005	46.2	38.0	81.3	43.9	33.0	100.7	258.9	173.6	274.8	48.3	6.3	0.3	1,105.1
2006	47.9	14.6	30.6	90.5	105.8	31.7	654.3	160.9	80.6	54.6	85.2	15.6	1,372.0
2007	7.5	32.5	111.8	16.1	101.2	133.4	199.1	212.5	282.7	26.0	25.1	13.0	1,160.5
2008	45.9	2.3	63.3	53.4	42.8	110.9	188.2	149.4	61.4	33.3	20.9	15.8	787.3
2009	8.6	15.0	55.1	47.0	93.4	69.0	268.5	131.6	85.3	5.5	76.5	24.0	879.4
2010	25.9	76.0	69.0	48.5	117.3	16.9	88.5	162.0	153.5	39.9	7.5	23.8	828.5
2011	11.5	110.2	17.4	77.0	106.1	319.1	173.5	139.7	133.4	60.3	61.2	50.7	1,259.8
2012	31.9	5.5	74.3	117.3	37.3	38.9	259.6	279.8	233.2	20.3	22.0	31.4	1,151.2
2013	40.5	31.9	49.9	53.3	95.8	153.1	121.2	66.0	119.4	135.4	31.6	22.3	920.1
2014	19.6	37.4	71.2	169.0	15.2	81.1	57.3	363.8	123.7	167.5	61.0	1.8	1,168.3
2015	20.9	12.3	27.1	72.9	15.5	84.6	106.6	147.7	43.6	13.4	151.2	20.0	715.6
2016	14.9	36.8	31.4	116.9	26.5	41.2	363.0	106.7	219.5	91.4	37.2	82.8	1,168.2
2017	33.7	33.1	21.3	68.3	30.3	32.7	183.1	219.6	88.4	101.0	4.1	9.5	824.8
평균	36.2	34.5	51.7	70.7	71.1	114.2	198.6	206.4	158.4	56.1	46.9	26.4	1,071.3

<표 3-1-11> 소천수위표 표준유역 면적평균강수량 산정 (단위 : mm)

연도	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	계
1988	11.0	23.0	29.0	91.0	42.0	137.0	379.0	213.0	135.0	0.0	20.0	6.0	1,086.0
1989	160.0	90.0	133.0	21.0	79.0	132.0	190.0	194.0	232.0	39.0	116.0	47.0	1,433.0
1990	29.0	107.0	98.0	86.0	177.0	198.0	179.0	133.0	235.0	18.0	44.0	8.0	1,312.0
1991	21.0	45.0	81.0	61.0	101.0	89.0	405.0	418.0	117.0	2.0	7.0	108.0	1,455.0
1992	72.0	9.0	82.0	59.0	49.0	30.0	109.0	39.0	182.0	24.0	7.0	48.0	710.0
1993	36.0	89.0	45.0	115.0	230.0	217.0	268.0	489.0	78.0	35.0	29.0	19.0	1,650.0
1994	25.0	18.0	34.0	33.0	106.0	226.0	35.0	128.0	66.0	182.0	54.0	7.0	914.0
1995	17.0	13.0	55.0	60.0	49.0	70.0	183.0	244.0	63.0	43.0	27.0	9.0	833.0
1996	38.0	4.0	128.0	51.0	49.0	239.0	69.0	128.0	23.0	56.0	64.0	28.0	877.0
1997	20.0	23.0	49.0	49.0	173.0	145.0	308.0	115.0	112.0	11.0	129.0	10.0	1,144.0
1998	19.8	34.4	21.5	137.0	92.2	166.8	241.7	333.8	160.3	43.2	32.4	4.8	1,287.6
1999	3.2	5.0	67.6	140.0	126.0	213.5	129.9	451.4	437.0	84.6	28.8	6.7	1,693.5
2000	21.5	1.0	19.5	54.3	80.1	126.8	103.6	216.9	310.6	20.2	57.9	6.1	1,018.2
2001	40.9	57.5	24.4	11.7	27.1	243.1	281.3	17.3	147.6	93.9	7.6	15.9	968.1
2002	54.4	0.0	38.3	179.8	147.8	60.4	273.8	936.0	96.7	79.4	7.6	50.0	1,924.0
2003	25.4	47.3	45.5	247.1	178.8	203.4	397.0	305.6	415.9	23.2	130.2	19.8	2,039.2
2004	9.8	42.7	26.8	99.1	142.3	269.5	289.5	359.9	188.4	1.1	22.7	29.1	1,480.5
2005	39.1	34.1	81.1	69.3	53.7	179.5	288.6	174.4	225.9	40.4	9.5	0.2	1,195.5
2006	0.0	0.0	69.0	95.0	123.0	86.0	789.0	120.0	55.0	36.0	24.0	0.0	1,397.0
2007	0.0	33.9	142.4	22.8	118.0	121.4	199.1	327.8	247.7	15.0	6.9	19.0	1,253.9
2008	55.1	4.5	60.2	54.3	62.0	116.8	394.1	181.1	57.6	27.1	13.9	11.8	1,038.1
2009	8.2	19.0	62.2	58.1	112.4	93.1	317.4	166.4	78.1	21.1	47.7	37.6	1,021.0
2010	50.5	77.4	99.2	57.7	142.1	21.4	94.0	211.3	251.3	38.0	5.1	20.0	1,067.7
2011	2.0	77.2	28.9	116.1	84.5	393.3	307.9	198.4	118.7	68.1	40.8	32.7	1,468.4
2012	24.4	1.0	69.6	121.7	47.5	55.0	319.7	306.5	144.2	37.7	20.9	49.0	1,197.0
2013	24.0	35.0	69.0	61.0	92.3	165.5	234.8	107.0	182.0	43.2	45.9	27.8	1,087.2
2014	5.0	26.7	62.4	91.2	30.7	75.6	84.6	350.0	145.0	154.3	41.4	10.8	1,077.5
2015	17.2	15.9	33.0	91.6	24.9	78.2	89.4	159.4	20.2	35.7	123.1	19.8	708.2
2016	6.0	37.8	30.9	119.1	42.8	33.0	410.9	108.7	157.0	82.1	22.0	54.5	1,104.7
2017	9.7	22.8	19.6	88.8	14.4	32.0	244.7	226.4	76.1	60.9	3.0	15.8	814.1
평균	28.2	33.1	60.2	84.7	93.2	140.6	253.9	245.3	158.6	47.2	39.6	24.0	1,208.5

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

연도	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	계
1988	8.9	39.7	34.6	66.7	38.8	129.2	333.6	117.7	234.0	28.9	26.4	4.0	1,062.5
1989	147.0	80.1	123.1	22.8	65.7	131.4	145.9	166.1	199.1	80.4	127.1	74.7	1,363.5
1990	38.6	140.6	87.6	83.2	119.7	199.7	148.2	130.3	250.6	41.7	55.6	6.3	1,302.2
1991	23.9	47.6	75.3	53.9	88.9	71.1	313.7	463.6	137.5	7.0	4.8	147.5	1,434.8
1992	77.2	15.4	95.0	61.4	42.3	20.9	114.3	106.6	178.5	30.1	9.7	40.4	791.8
1993	61.2	80.9	46.2	97.8	174.3	162.4	290.4	481.0	54.5	42.1	47.1	20.6	1,558.6
1994	35.1	18.6	24.4	25.4	96.8	175.8	36.6	87.9	63.5	193.2	83.2	6.3	846.7
1995	14.6	17.8	76.6	49.2	39.5	67.6	132.8	193.8	68.3	36.3	15.2	5.2	716.8
1996	32.8	17.4	114.7	53.7	35.8	226.9	83.5	117.1	50.5	48.5	62.2	26.1	869.0
1997	18.7	14.7	40.5	45.0	162.7	117.3	259.4	105.7	103.1	8.8	135.5	44.2	1,055.6
1998	52.4	41.0	23.2	111.3	62.6	110.9	368.9	279.8	233.7	66.2	8.6	27.4	1,386.0
1999	3.6	12.6	91.4	175.7	127.8	191.2	141.8	360.8	454.3	51.9	37.4	8.9	1,657.4
2000	52.9	0.6	14.7	37.5	45.0	58.9	53.2	174.0	274.6	9.0	46.2	4.3	770.9
2001	39.9	49.6	11.8	7.5	25.1	127.7	106.2	29.0	147.3	112.8	16.0	22.8	695.8
2002	86.3	0.0	15.2	60.2	90.2	24.6	202.4	412.5	243.9	59.2	2.2	85.9	1,282.6
2003	33.0	59.7	47.3	202.2	149.1	204.3	268.3	321.2	350.4	32.6	177.3	13.1	1,858.6
2004	26.5	22.3	34.2	88.9	93.4	249.8	247.7	342.4	171.5	15.6	24.0	22.3	1,338.5
2005	50.8	46.4	131.3	36.5	37.9	147.3	235.4	182.6	267.8	42.3	3.9	1.6	1,183.7
2006	45.0	13.7	40.6	90.3	115.0	64.0	738.2	177.7	80.7	59.6	75.7	14.7	1,515.3
2007	7.0	33.3	120.7	14.1	102.6	113.9	196.1	218.6	298.6	22.1	21.4	6.1	1,154.4
2008	51.6	7.9	51.6	55.0	51.6	112.2	271.5	160.1	51.6	33.0	18.7	14.1	878.7
2009	10.3	15.6	58.6	58.0	97.9	85.7	242.2	142.0	91.9	11.8	77.2	25.5	916.7
2010	33.3	82.7	81.6	58.8	126.7	20.4	91.5	174.3	189.7	41.0	5.4	23.5	928.8
2011	9.2	114.1	21.6	90.1	173.3	368.0	205.4	162.0	155.0	69.1	60.4	43.1	1,471.3
2012	33.1	5.2	79.5	121.7	47.4	44.3	265.7	255.8	206.4	20.1	21.8	41.8	1,142.9
2013	42.3	35.7	57.6	52.4	93.8	160.5	156.3	66.4	153.3	125.6	33.1	26.9	1,004.0
2014	20.3	31.9	67.0	162.1	16.6	82.2	81.6	361.5	131.2	175.3	61.0	4.2	1,194.8
2015	24.1	13.6	30.7	80.1	15.5	89.3	107.2	138.2	32.1	20.1	179.1	16.9	746.9
2016	9.9	37.0	28.4	113.0	28.9	39.1	368.6	108.1	172.5	81.2	38.3	77.3	1,102.1
2017	30.7	20.3	20.7	70.9	25.7	36.6	169.8	228.0	85.3	94.7	5.2	10.1	797.9
평균	37.3	37.2	58.2	74.8	79.7	121.1	212.5	208.8	171.0	55.3	49.3	28.9	1,134.3

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

연도	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	계
1988	4.0	11.7	41.2	77.1	28.1	130.0	347.7	100.8	120.2	0.9	6.1	4.3	872.0
1989	103.5	59.6	109.5	30.6	61.6	132.9	159.6	134.8	140.7	40.7	96.9	10.5	1,080.7
1990	21.2	93.1	56.2	63.4	109.1	190.2	186.0	128.7	195.0	17.1	43.1	2.8	1,105.8
1991	8.0	12.8	66.2	77.5	72.3	67.3	365.9	431.1	149.2	2.0	2.7	53.2	1,308.0
1992	43.3	8.1	39.4	47.7	39.4	24.8	132.5	91.2	90.7	17.0	6.1	14.9	555.1
1993	18.6	34.2	14.6	45.4	172.6	106.5	196.7	338.5	10.1	30.7	30.7	2.5	1,001.0
1994	22.4	25.0	18.3	25.2	63.4	201.6	76.8	67.1	27.7	161.1	48.8	0.9	738.3
1995	18.7	17.4	42.0	54.8	47.3	44.8	129.9	184.0	21.2	15.2	3.5	1.2	579.8
1996	17.1	8.4	59.3	38.8	41.2	252.1	130.8	94.1	16.9	17.7	25.7	22.8	724.8
1997	20.0	16.0	17.7	52.5	108.6	160.7	40.0	132.4	93.7	8.4	131.6	47.4	829.1
1998	75.0	38.7	40.6	117.7	73.8	142.7	350.0	268.2	140.2	14.8	3.7	8.7	1,274.2
1999	6.9	7.6	89.3	110.9	91.9	185.5	132.1	334.1	348.1	78.0	7.5	2.5	1,394.3
2000	18.0	1.9	37.7	36.7	42.3	104.6	126.7	181.0	232.8	12.8	49.1	1.8	845.2
2001	36.5	43.7	15.5	9.5	24.7	157.4	129.5	56.9	156.4	86.2	8.7	22.6	747.5
2002	69.0	0.0	36.3	143.8	93.4	23.8	211.3	674.5	113.9	82.2	1.7	64.4	1,514.2
2003	14.0	34.6	49.9	196.8	165.6	175.8	273.3	268.9	329.9	12.2	76.7	12.5	1,610.2
2004	1.5	27.3	16.6	80.1	100.3	257.1	245.9	292.0	159.6	4.6	43.7	18.0	1,246.8
2005	30.6	39.3	83.0	50.8	38.3	122.7	268.2	185.3	189.5	16.8	4.4	0.4	1,029.4
2006	0.0	0.0	52.5	95.9	105.6	24.2	628.1	79.1	51.5	23.0	36.2	0.0	1,096.0
2007	0.0	30.3	91.9	22.4	117.1	148.3	164.7	260.9	224.5	22.0	10.2	13.1	1,105.2
2008	2.3	2.6	45.0	56.4	44.5	110.4	159.9	142.1	68.1	29.0	14.5	10.6	685.4
2009	7.5	17.1	59.9	38.3	113.9	61.8	323.7	134.9	65.2	10.7	57.5	26.4	916.9
2010	26.1	72.0	79.4	50.9	104.9	22.9	108.5	197.9	170.9	35.4	10.4	20.0	899.0
2011	4.5	67.8	18.2	95.4	78.4	326.7	212.3	165.9	85.9	52.6	56.9	39.1	1,203.5
2012	29.4	1.0	69.6	106.4	36.9	44.4	285.3	350.1	194.1	32.7	19.0	29.0	1,197.9
2013	17.9	27.2	55.1	62.6	101.4	162.0	106.1	88.7	138.2	56.6	41.3	13.4	870.4
2014	1.5	8.0	78.7	100.2	23.3	85.3	69.6	394.8	110.3	142.6	46.3	2.7	1,063.2
2015	13.0	11.4	26.0	69.1	22.9	71.6	93.4	167.0	45.8	17.8	62.4	22.1	622.4
2016	15.6	33.1	35.1	128.7	35.5	36.5	402.9	99.5	183.4	83.3	16.7	52.0	1,122.2
2017	6.6	43.2	12.0	81.5	30.7	43.9	230.5	175.1	83.2	66.8	0.4	11.1	785.1
평균	21.8	26.4	48.6	72.2	73.0	120.6	209.6	207.3	131.9	39.7	32.1	17.7	1,000.8

<표 3-1-14> 척산천 표준유역 면적평균강수량 산정 (단위 : mm)

연도	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	계
1988	7.5	60.2	39.1	41.3	37.3	121.4	286.9	26.7	347.8	61.4	35.7	2.1	1,067.4
1989	140.7	73.4	115.4	23.5	53.2	130.5	100.7	143.4	175.3	126.9	142.5	111.3	1,336.8
1990	50.6	180.5	82.1	83.4	65.0	202.8	112.5	127.8	274.0	68.6	68.8	5.2	1,321.3
1991	29.1	55.2	71.0	43.4	79.5	54.2	216.5	513.2	155.8	12.6	3.0	200.1	1,433.6
1992	87.2	22.8	115.9	65.8	36.1	11.3	116.9	175.2	188.0	38.0	12.8	36.7	906.7
1993	92.1	79.9	52.1	88.6	120.0	117.1	326.2	494.0	37.9	50.7	67.3	24.8	1,550.7
1994	46.9	18.2	15.8	18.0	92.6	122.8	32.3	51.6	66.3	208.9	116.8	6.5	796.7
1995	11.6	22.5	102.9	37.8	29.1	68.5	84.0	146.0	80.3	32.9	5.4	2.0	623.0
1996	29.9	31.9	109.7	58.5	22.1	211.3	90.7	109.7	82.3	45.7	65.7	24.8	882.3
1997	17.2	6.3	35.6	39.9	160.6	83.8	244.0	92.6	95.8	6.6	142.5	77.2	1,002.1
1998	85.7	59.1	13.0	86.2	84.2	149.3	409.8	232.3	239.2	112.2	15.7	57.0	1,543.7
1999	0.7	20.7	85.3	164.4	135.8	161.9	119.4	324.3	468.2	42.0	35.4	0.0	1,558.1
2000	99.2	0.0	17.0	34.2	65.9	82.6	57.3	244.6	401.9	12.4	55.8	2.0	1,072.9
2001	60.0	71.6	11.1	8.6	21.4	157.4	56.8	30.8	246.4	194.1	32.8	32.5	923.5
2002	112.7	0.0	22.2	65.7	130.1	20.5	210.3	606.0	96.1	84.5	4.4	88.0	1,440.5
2003	54.4	51.3	58.0	157.1	140.0	165.6	234.6	295.8	328.3	41.0	253.2	10.4	1,789.7
2004	51.3	8.1	30.1	98.0	57.4	221.1	197.6	372.7	187.4	30.5	10.3	14.4	1,278.9
2005	63.4	38.9	93.5	34.8	29.0	91.4	242.7	164.1	359.6	78.6	7.6	0.5	1,204.1
2006	95.7	29.2	11.1	84.9	108.6	48.3	704.6	248.7	110.2	88.1	132.3	31.2	1,692.9
2007	14.9	35.0	134.5	9.1	85.3	112.7	233.1	165.0	346.3	29.0	39.1	11.0	1,215.0
2008	91.7	3.6	78.6	50.8	43.5	111.7	240.3	159.8	51.8	37.5	26.8	20.5	916.6
2009	10.1	13.0	51.2	59.0	73.8	81.0	205.0	131.2	107.5	1.9	96.0	22.0	851.7
2010	27.8	82.0	62.0	48.9	132.5	11.7	68.9	128.9	146.0	44.7	4.0	27.5	784.9
2011	18.0	154.3	17.8	62.0	153.1	325.1	143.0	119.3	187.7	70.6	65.3	60.4	1,376.6
2012	34.7	9.9	80.5	129.5	40.6	34.8	235.1	201.5	265.4	7.6	25.0	36.7	1,101.3
2013	63.9	37.7	46.8	43.5	89.5	146.1	146.4	42.9	109.7	212.8	22.2	32.6	994.1
2014	38.1	65.7	62.4	236.9	7.4	77.1	51.6	331.6	139.3	195.0	75.9	1.6	1,282.6
2015	29.8	13.6	29.1	78.8	8.0	99.1	120.2	125.4	38.1	10.7	249.3	17.0	819.1
2016	12.8	40.6	26.8	103.8	18.0	45.4	323.9	114.3	243.0	96.7	58.4	112.6	1,196.3
2017	60.4	19.1	30.5	55.5	28.5	22.4	131.2	267.1	92.8	133.9	8.1	8.0	857.5
평균	51.3	43.5	56.7	70.4	71.6	109.6	191.4	206.2	188.9	72.5	62.6	35.9	1,160.7

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 울진기상대 기후자료를 이용하여 Thornthwaite 법을 이용하여 잠재증발산량을 산정하였으며, 강수량 자료는 유역별 면적평균 강수량 자료를 이용하였다.

<표 3-1-15> 잠재증발산량(울진기상대, 1988~2017)

(단위 : mm)

연도	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	합 계
1988	4.2	0.5	14.5	54.5	86.6	109.1	129.2	142.8	95.2	62.1	22.7	7.2	728.7
1989	5.8	7.5	20.6	57.3	90.9	101.4	128.7	136.1	96.0	59.2	24.1	10.1	737.5
1990	0.0	7.5	24.6	45.1	85.6	108.6	143.4	153.6	93.0	58.3	35.3	7.4	762.3
1991	0.7	1.7	16.1	46.5	83.1	122.4	137.4	124.8	97.2	61.0	25.4	12.3	728.5
1992	5.7	5.3	20.9	54.2	75.7	104.4	156.6	128.9	98.5	54.7	24.8	10.0	739.8
1993	3.2	8.9	20.1	50.4	83.1	98.0	116.1	116.5	96.9	58.5	33.7	7.2	692.7
1994	1.0	2.8	12.0	50.7	85.1	102.9	175.2	160.4	101.4	57.2	31.2	9.1	789.2
1995	1.3	5.1	18.8	49.6	79.3	97.6	149.7	156.4	90.7	63.0	24.0	3.4	738.8
1996	1.0	1.5	15.6	47.7	81.5	101.7	132.9	135.7	95.2	61.5	24.3	9.1	707.7
1997	0.4	5.4	24.4	53.5	86.4	112.4	142.5	139.8	87.5	58.0	29.2	8.0	747.6
1998	1.1	7.6	27.3	59.3	86.5	103.4	134.4	138.2	100.9	69.4	26.1	11.5	765.7
1999	5.0	6.7	20.5	48.4	90.2	113.2	133.2	131.0	104.2	59.1	26.0	7.5	745.0
2000	3.2	2.0	25.9	51.9	83.5	106.5	148.2	134.8	85.4	58.6	24.9	9.1	734.0
2001	-	4.5	18.6	52.7	95.5	117.7	150.6	138.5	93.8	64.7	23.8	5.2	765.5
2002	5.3	12.2	32.5	54.2	81.2	107.0	137.6	130.3	89.6	55.2	17.2	7.5	729.7
2003	0.4	6.3	20.6	51.5	77.3	112.6	121.5	129.7	95.6	58.1	36.3	10.3	720.2
2004	1.7	10.1	22.8	57.4	85.6	114.3	146.1	131.0	92.3	57.1	32.2	11.7	762.2
2005	1.8	1.2	16.7	57.8	73.0	115.3	144.5	140.9	97.2	60.2	29.3	0.0	738.0
2006	3.2	6.1	24.2	44.7	75.9	102.9	124.3	142.8	90.0	74.0	29.0	8.9	725.9
2007	5.7	13.3	22.1	48.2	88.9	109.2	132.8	144.1	100.3	64.3	25.8	9.2	763.9
2008	3.3	3.4	22.7	53.0	85.2	101.8	156.2	129.1	95.8	66.0	26.4	8.9	751.7
2009	1.9	14.8	23.7	52.1	90.4	114.2	125.8	129.5	95.6	65.0	24.2	4.7	741.9
2010	0.4	4.4	14.2	34.6	78.3	109.9	148.4	147.7	96.0	58.9	26.3	7.2	726.2
2011	-	5.5	15.2	45.3	75.9	113.3	133.6	139.0	95.6	56.0	37.2	3.7	720.2
2012	0.6	0.6	18.7	53.6	83.3	106.8	145.4	140.7	88.8	59.5	22.1	0.7	720.7
2013	-	3.1	23.4	38.2	79.9	107.1	154.4	164.0	96.3	62.4	22.0	4.9	755.7
2014	3.1	3.3	24.8	51.7	96.0	109.9	150.2	125.3	94.7	60.6	28.7	1.6	749.8
2015	3.8	5.3	22.9	48.1	93.6	104.3	133.0	141.4	91.3	61.1	30.7	11.8	747.3
2016	0.8	4.1	21.3	51.1	85.2	115.4	139.2	146.0	98.0	61.9	25.1	11.9	760.0
2017	3.0	6.5	19.0	58.6	96.9	105.5	155.0	139.2	97.1	60.0	24.1	1.8	766.7

<표 3-1-16> 실제증발산량(울진기상대, 1988~2017)

(단위 : mm)

연도	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	합 계
1988	2.7	0.3	8.3	38.3	61.4	66.1	36.8	86.3	43.5	39.4	14.1	4.1	401.3
1989	2.1	3.3	10.3	43.4	60.6	55.3	57.4	73.7	35.8	32.5	10.3	4.4	389.2
1990	0.0	1.8	12.9	25.9	52.9	44.4	58.6	98.7	41.0	33.8	15.4	4.4	389.9
1991	0.4	0.9	7.0	31.0	62.2	78.3	43.3	55.8	43.6	42.4	14.9	5.2	385.0
1992	3.0	3.2	9.5	32.4	55.4	72.6	99.7	47.2	43.4	27.4	13.6	4.9	412.3
1993	1.4	5.0	12.0	34.6	50.7	26.8	37.8	37.4	62.0	35.8	12.4	4.1	320.1
1994	0.5	1.4	6.9	31.9	50.4	55.2	134.2	128.6	64.0	29.5	14.4	5.1	522.3
1995	0.8	2.5	10.1	35.0	48.7	48.3	82.5	93.9	44.5	36.1	15.2	2.1	419.7
1996	0.6	0.9	8.5	35.6	51.5	35.7	71.3	73.0	59.9	33.4	9.5	5.4	385.3
1997	0.3	3.1	14.0	34.5	48.1	75.8	84.5	78.2	44.7	42.1	12.7	3.8	441.7
1998	0.6	3.2	19.1	33.2	58.9	40.0	21.2	48.9	50.7	35.0	15.7	6.9	333.5
1999	3.3	3.9	12.3	32.3	66.9	69.1	50.7	51.6	47.4	27.5	13.6	4.5	383.1
2000	1.4	1.3	16.5	29.9	46.0	51.7	74.4	60.2	36.7	28.0	10.8	5.3	362.2
2001	-	2.3	10.9	35.1	52.9	45.7	88.7	72.7	41.1	28.3	13.3	2.8	394.0
2002	2.7	6.9	19.8	30.9	48.5	72.4	57.9	40.4	43.5	32.2	10.5	3.1	368.8
2003	0.2	2.5	8.7	26.4	39.7	56.6	32.7	45.1	30.4	38.3	14.0	6.2	300.7
2004	1.0	6.1	14.6	38.5	44.7	70.9	64.0	58.1	33.6	29.1	19.3	6.2	386.1
2005	1.1	0.6	10.5	36.1	48.4	65.1	68.2	73.0	34.4	25.8	17.9	0.0	381.3
2006	1.4	3.0	14.9	19.7	36.5	47.2	15.9	85.0	44.9	42.4	12.0	4.8	327.7
2007	3.0	6.8	12.0	25.1	58.0	56.4	39.2	71.1	29.7	25.9	14.5	4.7	346.3
2008	1.5	2.0	12.2	32.2	51.5	46.6	79.5	72.5	48.9	41.0	12.9	5.1	406.1
2009	1.2	5.4	12.4	34.1	58.6	60.9	47.3	51.5	47.4	40.4	9.3	2.6	371.1
2010	0.2	1.8	4.7	18.3	47.2	73.7	70.8	72.3	46.9	27.8	17.7	4.3	385.8
2011	-	2.3	10.6	25.3	31.5	63.9	51.5	57.7	42.7	32.0	14.4	1.9	334.0
2012	0.3	0.3	9.0	34.2	53.1	49.4	79.3	57.4	46.4	39.2	11.9	0.4	381.0
2013	-	1.7	14.1	23.0	48.3	49.4	61.9	121.7	44.7	33.0	13.2	2.7	413.8
2014	1.8	1.0	13.3	31.8	75.0	45.2	95.4	34.1	52.0	34.8	13.9	1.0	399.4
2015	2.0	2.9	17.3	24.8	77.0	57.7	73.7	80.6	49.8	42.4	7.9	5.3	441.5
2016	0.4	2.4	11.9	28.6	68.7	67.7	60.3	96.1	32.9	24.5	12.2	5.9	411.6
2017	1.8	3.9	11.0	38.6	74.3	77.8	72.5	56.1	56.6	21.8	13.4	1.1	428.8

3) 물수지에 의한 함양량 산정

울원지구의 물수지 분석은 Truic법의 손실량 추정값과 Thornthwaite법을 이용한 증발산량 결과 값을 이용하였으며, 함양량은 손실량에서 실제증발산량을 빼어 산정하였으며 그 결과 울원지구의 함양률은 평균 19.3%로 분석되었다.

<표 3-1-17> 물수지(손실량추정)에 의한 함양량 산정

(단위 : mm)

관측년도	강우량 (P)	연평균 온도(℃)	L	손실량 (D)	잠재증발산량 (EP)	실제증발산량 (Ea)	함양량	함양률
1988	1,067.4	12.4	704.9	597.4	728.7	401.3	196.0	18.4%
1989	1,336.8	12.9	731.5	649.2	737.5	389.2	260.1	19.5%
1990	1,321.3	13.3	750.1	660.4	762.3	389.9	270.5	20.5%
1991	1,433.6	12.4	706.5	640.0	728.5	385.0	255.0	17.8%
1992	906.7	12.9	728.6	579.4	739.8	412.3	167.1	18.4%
1993	1,550.7	11.9	680.2	628.0	692.7	320.1	308.0	19.9%
1994	796.7	13.6	765.3	565.7	789.2	522.3	43.4	5.4%
1995	623.0	12.6	713.8	483.3	738.8	419.7	63.6	10.2%
1996	882.3	11.9	682.9	550.5	707.7	385.3	165.1	18.7%
1997	1,002.1	12.9	731.5	601.4	747.6	441.7	159.7	15.9%
1998	1,543.7	13.6	766.2	693.2	765.7	333.5	359.7	23.3%
1999	1,558.1	13.0	736.1	671.7	745.0	383.1	288.6	18.5%
2000	1,072.9	12.6	715.4	604.6	734.0	362.2	242.4	22.6%
2001	923.5	13.1	738.2	588.2	765.5	394.0	194.2	21.0%
2002	1,440.5	12.7	719.5	650.2	729.7	368.8	281.4	19.5%
2003	1,789.7	12.5	709.8	664.3	720.2	300.7	363.6	20.3%
2004	1,278.9	13.5	761.8	663.2	762.2	386.1	277.2	21.7%
2005	1,204.1	12.4	706.1	617.1	738.0	381.3	235.8	19.6%
2006	1,692.9	12.7	718.7	666.7	725.9	327.7	338.9	20.0%
2007	1,215.0	13.7	768.9	659.2	763.9	346.3	312.9	25.8%
2008	916.6	13.1	739.9	587.4	751.7	406.1	181.4	19.8%
2009	851.7	13.0	734.4	568.5	741.9	371.1	197.3	23.2%
2010	784.9	12.3	699.0	533.9	726.2	385.8	148.2	18.9%
2011	1,376.6	12.0	688.3	621.9	720.2	334.0	287.9	20.9%
2012	1,101.3	11.9	683.3	588.9	720.7	381.0	207.8	18.9%
2013	996.4	12.8	722.8	595.4	755.7	413.8	181.6	18.2%
2014	1,282.6	12.9	728.6	641.4	749.8	399.4	242.0	18.9%
2015	808.1	13.2	742.4	559.7	747.3	441.5	118.2	14.6%
2016	1,196.3	13.2	746.3	642.2	760.0	411.6	230.7	19.3%
2017	857.5	13.2	725.1	565.6	766.7	428.8	136.8	16.0%
평균	1,160.4	12.8	724.9	611.3	742.1	387.5	223.8	19.3%
최소	623.0	11.9	680.2	483.3	692.7	300.7	43.4	7.0%
최대	1,789.7	13.7	768.9	693.2	789.2	522.3	363.6	20.3%

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.

울원지구 분석에서는 1년을 성수기(6월~9월)와 비성수기로 구분하여 산정되는 5일 선행 강우량(P_5)을 기준으로 선행토양함수조건을 고려하였으며 그 내용은 <표 3-1-18>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 3-1-18> NRCS-CN을 이용한 유출분석 시 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 3-1-18> 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	$P_5 \geq 53.34$	$P_5 \geq 27.94$

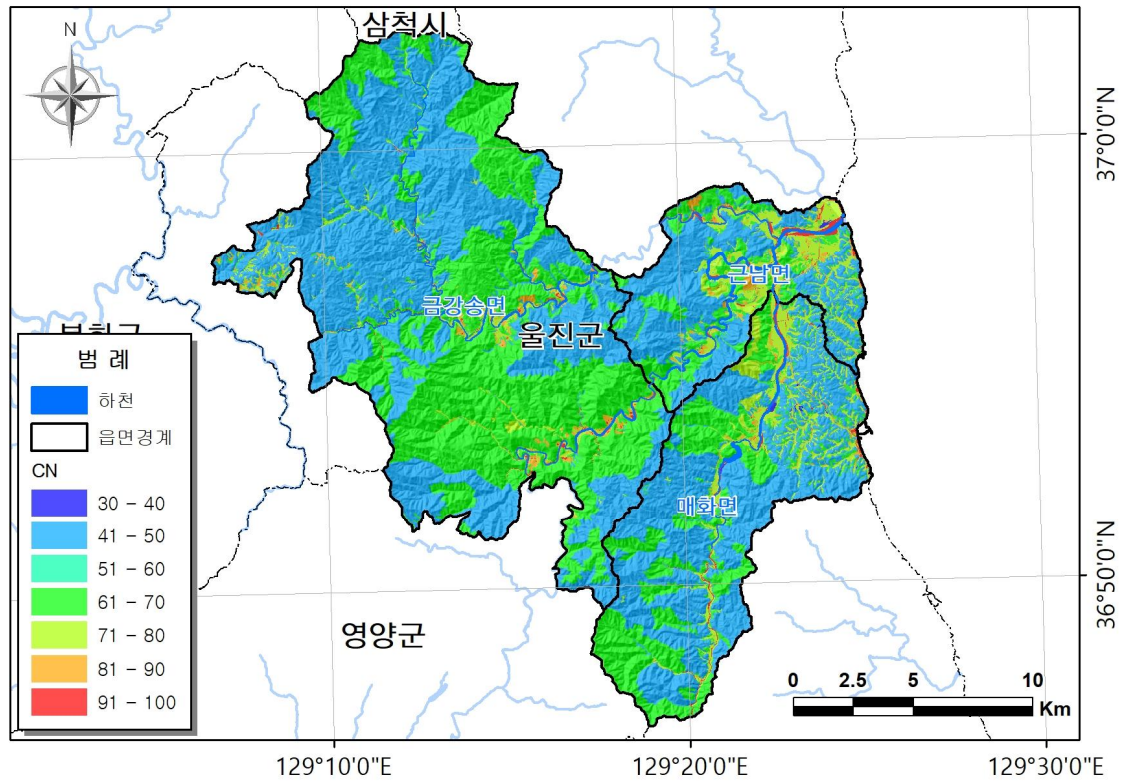
<표 3-1-19> 수치토지피복도 및 수치토지이용도 분류기준 비교

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			염전	4120
		처리장	3420	채광지역	610	채광지역	3520
		교육·군사시설	3430			광천지	3540
		공공용지	3440	기타 나지	620	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	해양수	720	-	-
기타재배지	250	가축사육시설	3550			-	-

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

<표 3-1-20> 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
인공초지	2120	기타초지	430	49	69	79	84	자연목초지 또는 목장, 보통
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 사무설지역
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	3320	기타나지	620	77	86	91	94	개발중인 지역
발전시설	3410	공공시설 지역	160	61	75	83	87	주거지구, 소구획 500~1,000 m ²
처리장	3420			61	75	83	87	
교육, 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			100	100	100	100	
호, 소	4310	내륙수	710	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 3-1-9> 유출곡선지수(CN) 분포도

이상과 같은 방법으로 울원지구의 정밀토양도와 수치토지이용도를 중첩시켜 산정된 CN에 대하여 면적가중평균을 통해 산정된 행정구역별 CN지수는 <그림 3-1-9> 및 <표 3-1-21>과 같다.

<표 3-1-21> 행정구역별 CN지수

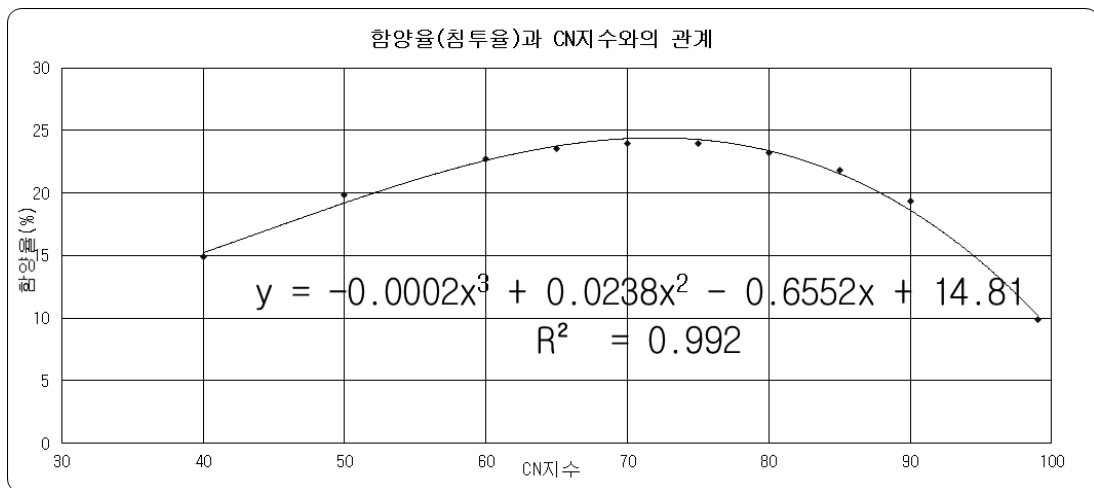
구 분	면적(km ²)	CN(I)	CN(II)	CN(III)
울원지구	385.59	39	59	77
근남면	57.85	42	62	79
금강송면	226.29	39	59	77
매화면	101.45	39	59	77

(2) 침투량 분석에 의한 함양량

본 방법은 일별강수량 자료를 NRCS에서 제시한 선행강수량 조건별로 분류하여 연도 / CN지수에 따른 함양량 산정방법을 적용하였으며 그 결과는 <표 3-1-22>와 <그림 3-1-10>과 같으며, CN값 및 함양률(F)을 도시하면 다음과 같은 공식을 유도할 수 있다.

$$Y = -0.0002X^3 + 0.0238X^2 - 0.6552X + 14.810, \quad R^2 = 0.992$$

결과적으로 울원지구의 NRCS-CN(침투율)을 활용한 함양률은 평균 22.7%로 분석되었다.



<그림 3-1-10> 함양률(침투율)과 CN지수와의 관계

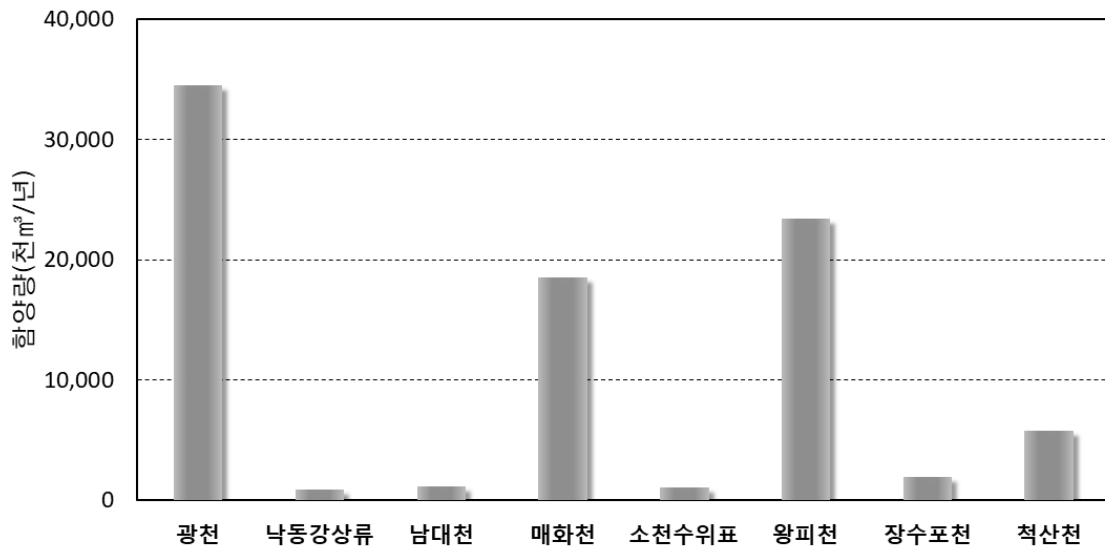
<표 3-1-22> CN지수 변동에 따른 연도별 함양률 산정

년도별	강수량 (mm)	침투량(mm)									
	CN지수	40	50	60	65	70	75	80	85	90	99
1988	1,047.8	115.9	188.6	237.4	258.6	278.7	294.0	290.4	274.3	230.1	95.8
1989	1,336.8	97.9	170.8	248.8	297.7	330.4	354.0	368.1	365.9	342.6	129.1
1990	1,321.3	151.9	241.2	298.6	317.7	331.1	329.9	313.8	306.9	279.4	134.5
1991	1,433.6	226.7	246.1	267.6	277.4	285.7	301.0	307.2	299.5	287.6	138.8
1992	906.7	59.8	101.0	136.2	156.2	168.9	179.6	188.9	194.3	188.8	138.2
1993	1,550.7	301.4	381.0	398.3	391.6	376.4	348.4	319.4	308.5	312.6	116.6
1994	796.7	78.4	158.5	195.8	202.9	209.9	210.8	203.9	181.3	158.4	83.8
1995	623.0	-	28.1	76.7	100.4	113.5	123.1	135.2	143.0	125.9	113.0
1996	882.3	94.5	147.4	197.0	212.9	223.4	234.5	233.0	213.7	182.2	94.7
1997	1,002.1	101.5	155.2	196.1	210.7	226.5	237.1	237.2	224.8	198.1	126.4
1998	1,543.7	283.9	372.7	400.8	398.3	388.3	369.7	338.7	307.2	260.4	127.7
1999	1,558.1	345.3	381.7	398.6	404.6	416.8	418.0	405.3	376.3	343.0	93.3
2000	1,072.9	163.3	233.9	280.8	297.3	300.4	294.0	274.9	242.9	205.4	91.6
2001	923.5	118.1	159.0	177.4	186.0	200.4	215.8	214.9	200.1	173.5	112.8
2002	1,440.5	306.2	349.2	381.0	388.7	390.5	380.5	356.8	313.7	269.8	90.0
2003	1,789.7	281.4	449.4	530.9	542.5	537.8	522.3	482.9	424.4	354.4	124.8
2004	1,278.9	277.4	332.4	349.9	343.6	332.2	316.1	295.4	271.7	222.9	87.8
2005	1,204.1	189.6	234.3	266.8	267.4	266.8	265.7	258.3	245.2	219.6	118.7
2006	1,692.9	356.4	462.3	496.6	492.9	479.0	455.4	410.9	365.8	308.0	104.9
2007	1,215.0	163.1	229.3	281.3	295.9	302.4	303.3	293.1	266.5	240.6	127.5
2008	916.6	106.9	122.4	136.2	140.2	147.7	153.0	163.4	178.3	171.0	133.5
2009	850.2	89.5	147.9	169.9	171.8	168.6	166.5	159.7	157.8	127.4	121.8
2010	784.9	47.0	68.9	86.0	112.2	112.2	123.0	137.0	166.7	148.6	134.2
2011	1,376.6	258.5	316.5	342.9	338.2	334.2	321.7	295.6	264.1	220.4	136.6
2012	1,101.3	260.6	276.1	261.4	245.0	234.1	223.4	213.8	203.8	173.9	101.7
2013	996.5	159.8	188.3	205.5	208.5	214.7	223.9	220.8	213.8	194.8	101.9
2014	1,282.6	219.1	270.2	307.0	313.5	312.8	309.0	290.6	265.2	223.5	116.4
2015	808.1	129.9	175.7	193.4	198.4	199.2	193.3	181.1	155.9	138.4	83.5
2016	1,196.3	158.3	198.9	238.1	253.6	264.4	273.1	274.5	264.5	246.6	136.5
2017	857.5	55.5	112.6	155.2	175.3	189.1	201.6	206.6	197.0	184.6	116.0
평균	1,159.7	173.3	230.0	263.7	273.3	277.9	278.1	269.0	253.1	224.4	114.4
함양률(%)		14.9	19.8	22.7	23.6	24.0	24.0	23.2	21.8	19.4	9.9

나. 지하수 함양량 산정

<표 3-1-23> 유역별 지하수 함양량 (단위 : 천³m³/년)

구 분	면 적 (km ²)	면적평균 강우량(mm/년)	함양량 (천 ³ m ³ /년)	비고
울원지구	385.59	1,132.3	87,324.0	
광천	148.46	1,163.4	34,544.9	
낙동강상류	3.69	1,212.8	895.0	
남대천	4.94	1,210.2	1,195.6	
매화천	86.50	1,071.3	18,533.1	
소천수위표	4.39	1,208.5	1,061.1	
왕피천	103.27	1,134.3	23,427.8	
장수포천	9.54	1,000.8	1,909.5	
척산천	24.80	1,160.7	5,757.0	



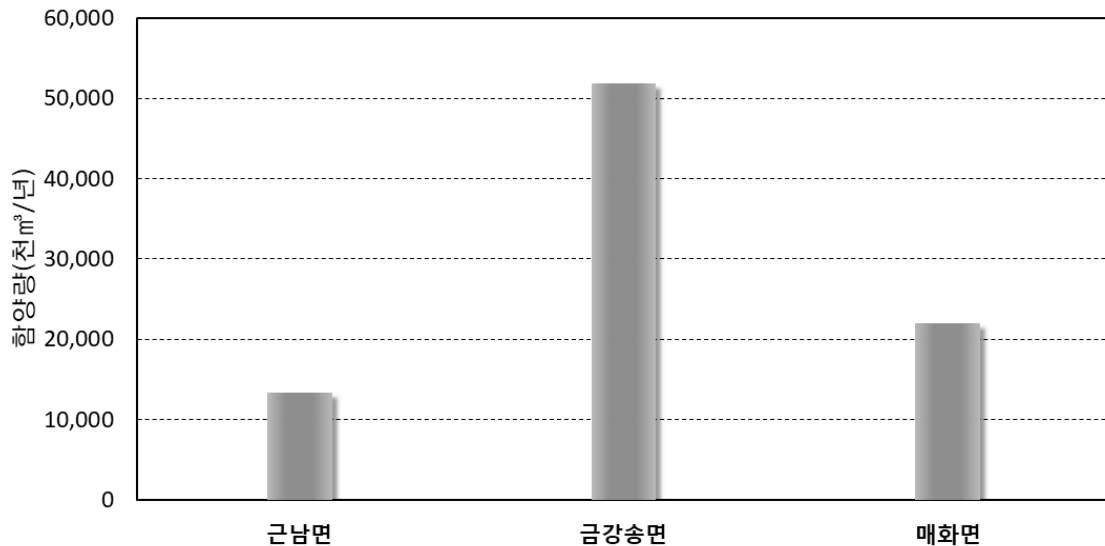
<그림 3-1-11> 유역별 지하수 함양량

□ 조사지역의 유역별 함양량을 분석한 결과 광천천 유역이 34,544.9천³m³/년으로 가장 높은 것으로 분석되었다.

<표 3-1-24> 행정구역별 지하수 함양량

(단위 : 천m³/년)

구 분		면 적(km ²)	면적평균 강우량(mm/년)	함양량 (천m ³ /년)
울원지구		385.59	1,132.3	87,324.0
울진군	근남면	57.85	1160.6	13,427.7
	금강송면	226.29	1146.9	51,908.5
	매화면	101.45	1083.7	21,987.8



<그림 3-1-12> 행정구역별 지하수 함양량

□ 조사지역의 읍면별 함양량을 분석한 결과 금강송면이 51,908.5천m³/년으로 가장 많은 함양량을 보이고, 근남면이 13,427.7천m³/년으로 가장 적은 함양량을 보이는 것으로 분석되었다.

다. 지하수 개발가능량 산정

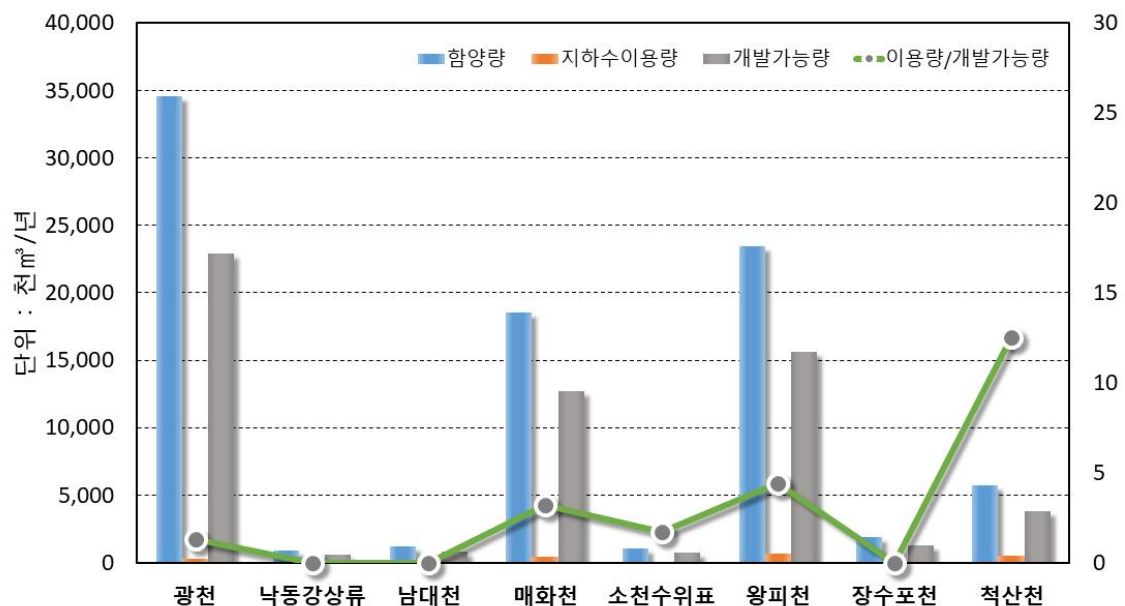
1) 유역별 개발가능량 분석

□ 개발가능량은 실측되지 않은 여러 항목을 간접적인 방법에 의해 추정하는 것으로 본 보고서에서는 10년빈도 가뭄강수량을 산정한 후 함양률과 면적을 계산하여 산정하였다<표 3-1-25>.

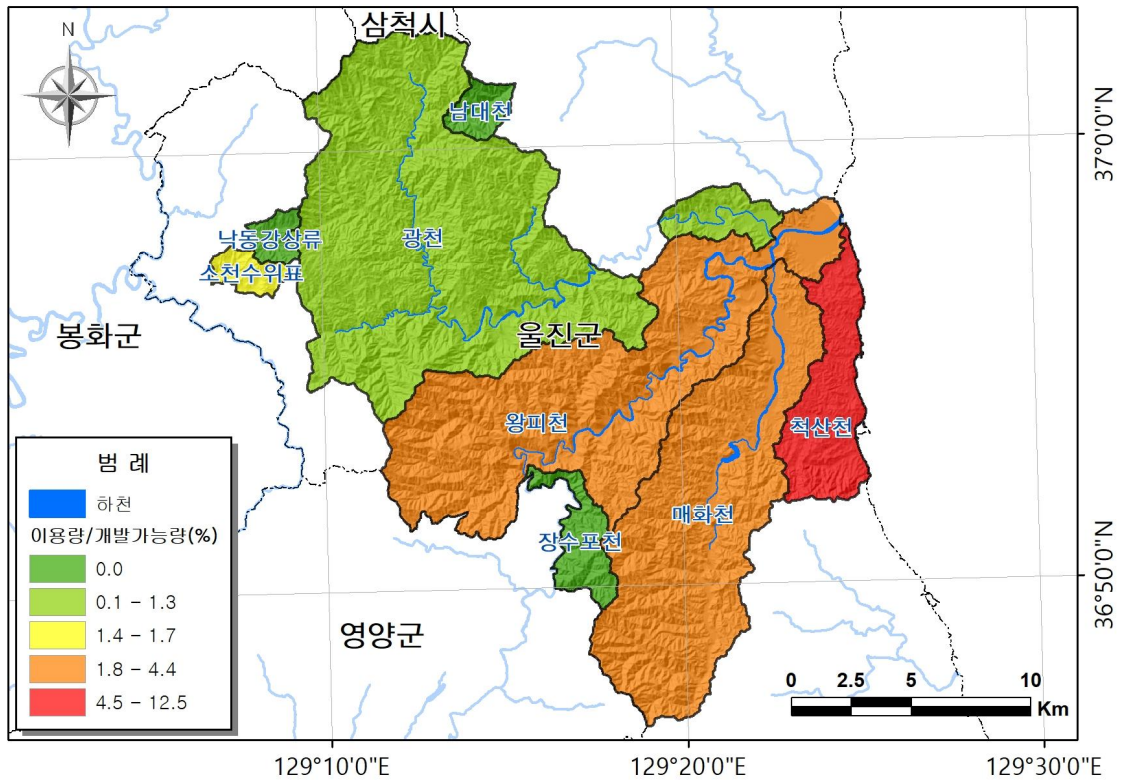
$$10\text{년빈도 가뭄강수량}(X) \leq (-1.28 \times \text{표준편차}) + \text{평균강우량}$$

<표 3-1-25> 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(%)
울원지구	385.59	757.5	87,324.0	1,886.2	58,417.1	3.2
광천	148.46	771.6	34,544.9	303.4	22,910.4	1.3
낙동강상류	3.69	814.6	895.0	-	601.2	-
남대천	4.94	815.2	1,195.6	-	805.4	-
매화천	86.50	732.4	18,533.1	406.7	12,670.5	3.2
소천수위표	4.39	810.5	1,061.1	12.0	711.6	1.7
왕피천	103.27	756.3	23,427.8	690.0	15,620.6	4.4
장수포천	9.54	686.8	1,909.5	-	1,310.4	-
척산천	24.80	763.5	5,757.0	474.1	3,787.0	12.5



<그림 3-1-13> 유역별 지하수 함양량, 이용량 및 개발가능량



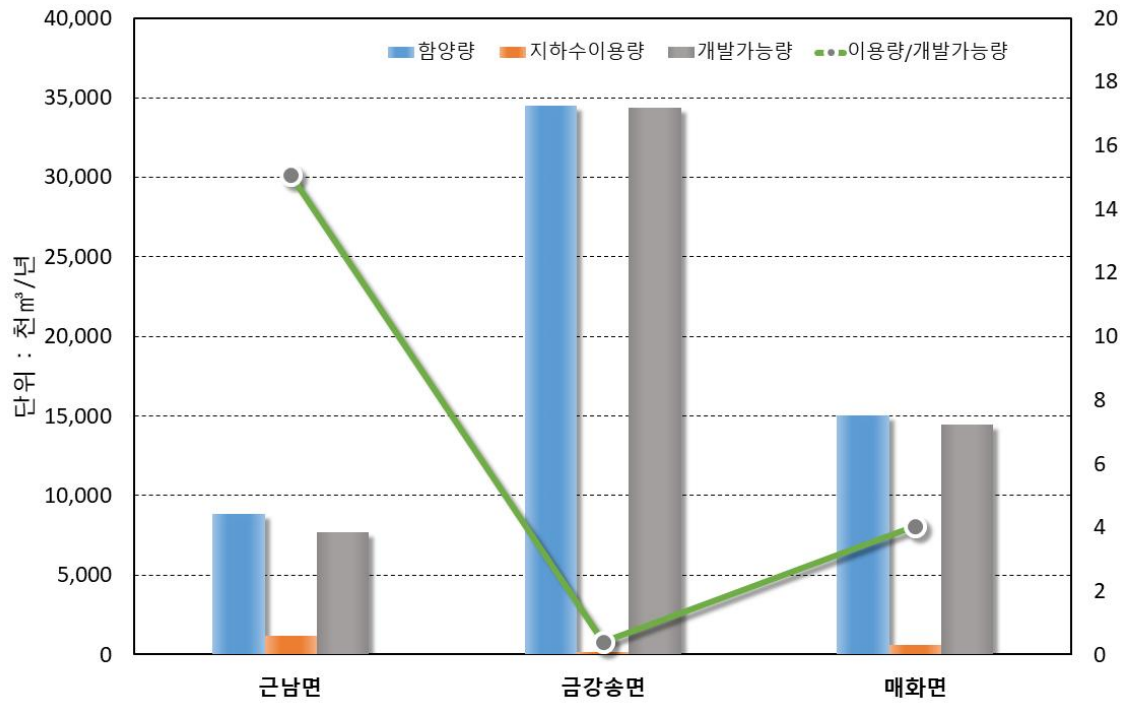
<그림 3-1-14> 유역별 이용량 대비 개발가능량

2) 행정구역별 개발가능량 분석

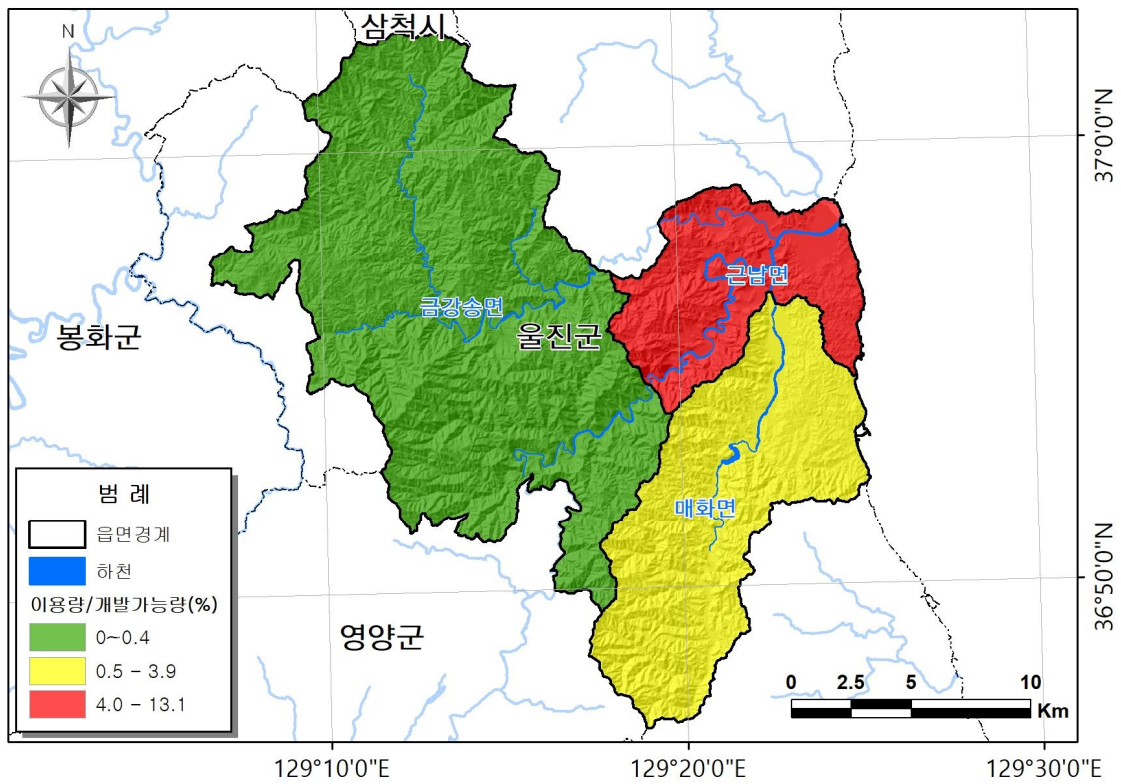
- 울원지구의 지하수함양량 87,324.0천³m/년, 지하수 개발가능량은 58,417.1천³m/년으로 산정되었으며, 지하수이용량은 개발가능량의 약 3.2%에 해당하는 1,886.2천³m/년의 지하수를 사용하는 것으로 분석된다.
- 읍면별 개발가능량 대비 이용량의 비율은 0.4~13.1%의 범위를 보이고 있다.

<표 3-1-26> 행정구역별 지하수 개발가능량

읍 면	면 적 (km ²)	10년빈도 가뭄강수량 (mm)	함양량 (천 ³ m/년)	지하수이용량 (천 ³ m/년)	개발가능량 (천 ³ m/년)	이용량/개발가능량(%)	
울원지구	385.59	757.5	87,324.0	1,886.2	58,417.1	3.2	
울진군	근남면	57.85	766.0	8,862.4	1,160.4	7,702.0	13.1
	금강송면	226.29	762.8	34,522.1	142.4	34,379.7	0.4
	매화면	101.45	740.9	15,032.6	583.4	14,449.2	3.9



<그림 3-1-15> 행정구역별 지하수 함양량, 이용량 및 개발가능량



<그림 3-1-16> 행정구역별 이용량 대비 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 마을하수도 4개소가 설치 운영되고 있다.

<표 3-2-1> 환경기초시설

지구	종류	명칭	소재지	시설용량 (m ³ /일)	처리량 (m ³ /일)
울원 지구	마을하수도	삼근리 마을하수도	울진군 금강송면 삼근1리	60	54
		구산1리 마을하수도	울진군 근남면 구산1리	50	45
		매화1리 마을하수도	울진군 원남면 매화1리	120	109
		매화2리 마을하수도	울진군 원남면 매화2리	50	46

※ 자료출처 : 통계연보(울진군, 2016), 국가수자원관리종합정보시스템(www.wamis.go.kr)

다. 오염시설

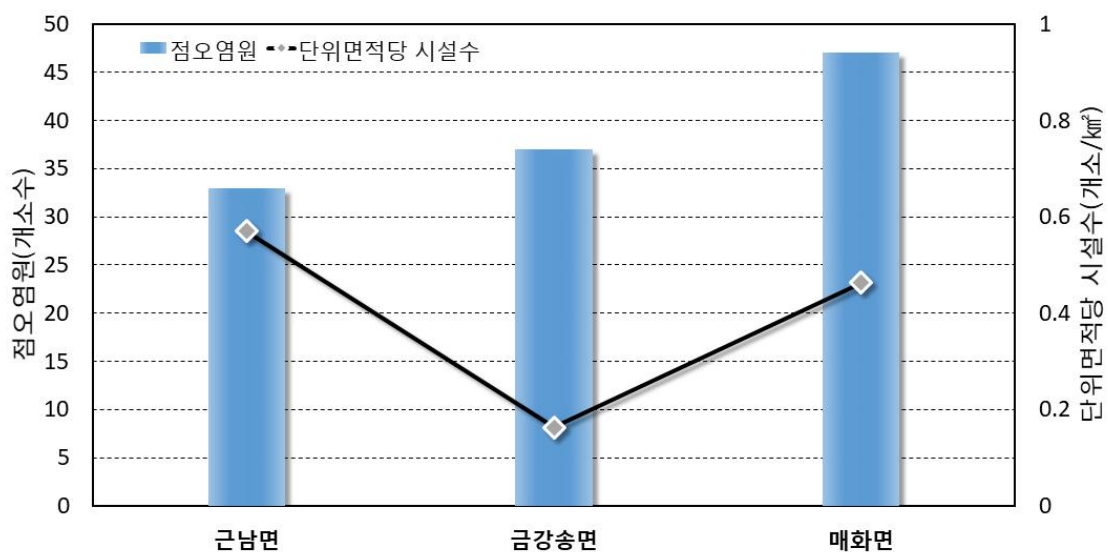
1) 점오염원

□ 울원지구 내 축산시설은 총 117개소로 가장 많은 시설은 한우 축산 시설로 110개소에 이르며, 조사지역의 지배적인 오염원으로 판단된다. 축산시설은 매화면 47개소, 금강송면 37개소, 근남면 33개소로 나타났다.

<표 3-2-2> 점오염원 현황

(단위 : 개소, km²)

구 분	면적	점오염원				단위면적당 시설수 (개소/km ²)	
		계	한우	양돈	가금		
울원지구	385.59	117	110	1	6	0.3	
울진군	근남면	57.85	33	29	1	3	0.6
	금강송면	226.29	37	36	-	1	0.2
	매화면	101.45	47	45	-	2	0.5



<그림 3-2-1> 점오염원 시설수 및 단위면적당 개소수

2) 비점오염원

- 울원지구에 존재하는 비점오염원현황에 대한 자료를 수집하였으며, 수집결과는 아래 <표 3-2-3>에 수록하였다.
- 울원지구 내 인구현황은 리별 생활계 오염발생부하량 산정을 위해 시가지/ 비시가지로 분류할 수 있도록 통계연보(울진군, 2016)에 수록된 자료와 경상북도 통계를 이용하여 정리하였다.
- 토지현황은 통계연보(울진군, 2016)에 수록된 자료와 경상북도 통계를 이용하여 각 리별 면적을 계산하고 전, 답, 임야, 대지, 기타로 분류하여 이용하였다.
- 오염발생부하량 산정을 위해 『한강수계 오염총량관리계획수립 지침』의 분류방법을 적용하여, ‘전’은 지목별 면적중 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	
울원지구	6,924	385.59	11.08	11.43	345.49	1.79	15.80	
울진군	근남면	2,892	57.85	2.75	4.94	43.52	0.74	5.91
	금강송면	1,464	226.29	4.02	1.24	215.79	0.36	4.88
	매화면	2,307	101.45	4.31	5.25	86.18	0.69	5.01

※ 통계연보(울진군, 2016)-해당지구 리별 자료를 이용하여 인구 및 전답현황 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	0.01	0.0058	0.0009
	개	kg/두/일	0.018	0.0084	0.0016
	가금	kg/두/일	0.0052	0.0011	0.0004
토지 이용	전	kg/km ² ·일	1.59	9.44	0.24
	답	kg/km ² ·일	2.3	6.56	0.61
	임야	kg/km ² ·일	0.93	2.2	0.14
	대지	kg/km ² ·일	85.9	13.69	2.1
	기타	kg/km ² ·일	0.96	0.759	0.027

※ 자료출처 : 한강수계 오염총량관리계획수립 지침(환경부, 2010)

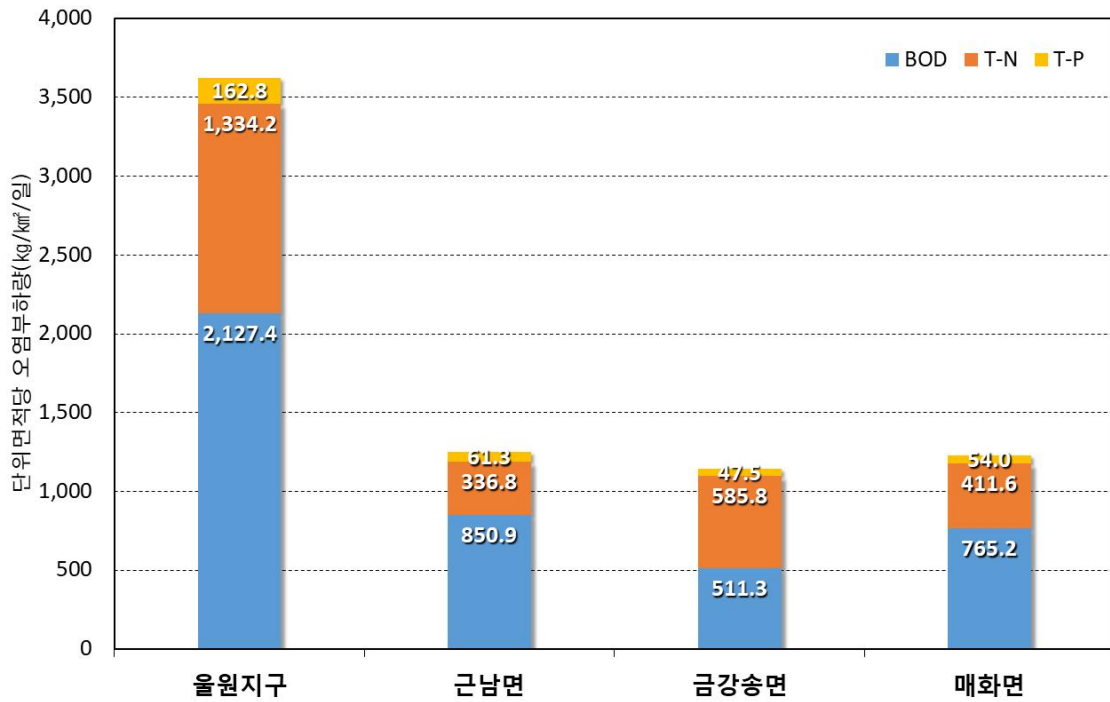
□ 오염원별 발생오염부하량 원단위를 이용하여 계산한 결과 BOD는 2,127.4kg/일, T-N 1,334.2kg/일, T-P 162.8kg/일로 나타났으며, 읍면별로는 근남면 1,249.0kg/일로 총발생오염부하량이 가장 높게 나타났으며, 매화면 1,230.8 kg/일, 금강송면 1,144.6kg/일 순으로 나타났다.

□ 토지이용계로부터 발생된 점오염발생량이 BOD의 경우 558.2kg/일, T-N의 경우 976.1kg/일, T-P는 62.2kg/일을 차지하며, 가축에 의한 오염발생부하량은 BOD 1,225.5kg/일, T-N 276.4kg/일, T-P 91.3kg/일과 인구에 의한 오염발생부하량 BOD 343.7kg/일, T-N 81.7 kg/일, T-P 9.3kg/일보다 크게 나타나서 가축에 의한 오염발생부하가 높은 것으로 나타났다.

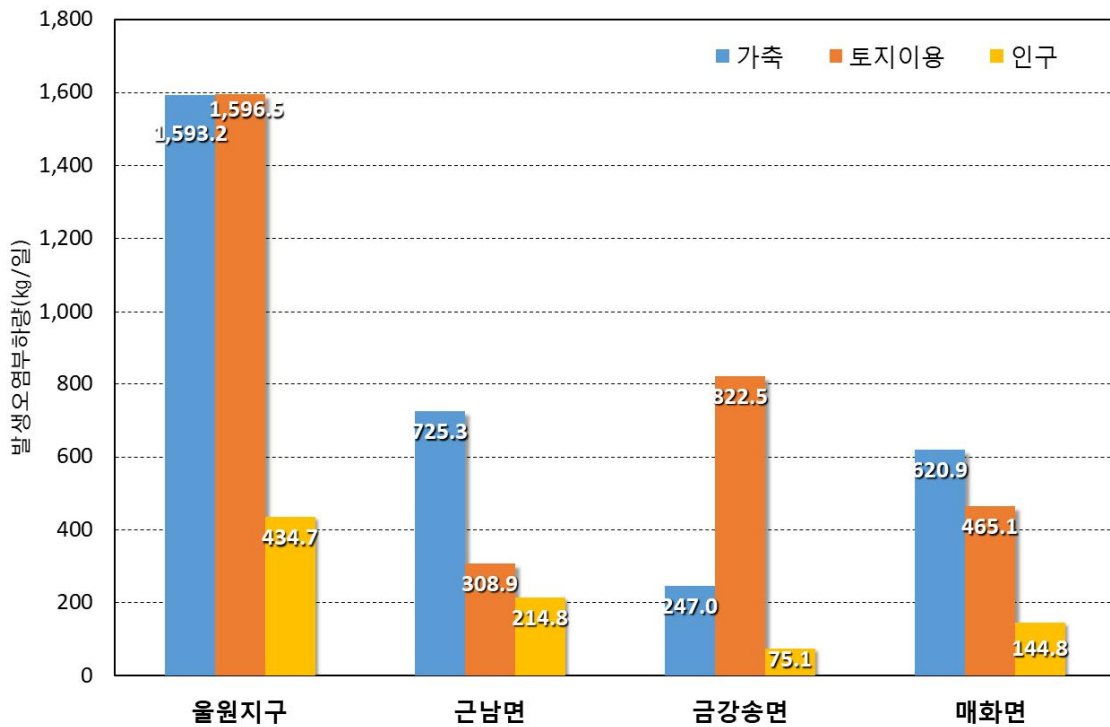
<표 3-2-5> 읍면별 발생오염부하량

(단위 : kg/일)

구 분		총발생오염부하량				가축			
		계	BOD	T-N	T-P	계	BOD	T-N	T-P
울원지구		3,624.4	2,127.4	1,334.2	162.8	1,593.2	1,225.5	276.4	91.3
울진군	근남면	1,249.0	850.9	336.8	61.3	725.3	552.4	127.7	45.2
	금강송면	1,144.6	511.3	585.8	47.5	247.0	191.6	42.3	13.1
	매화면	1,230.8	765.2	411.6	54.0	620.9	481.5	106.4	33.0
구 분		토지이용				인구			
		계	BOD	T-N	T-P	계	BOD	T-N	T-P
울원지구		1,596.5	558.2	976.1	62.2	434.7	343.7	81.7	9.3
울진군	근남면	308.9	128.7	168.7	11.5	214.8	169.8	40.4	4.6
	금강송면	822.5	260.3	529.4	32.8	75.1	59.4	14.1	1.6
	매화면	465.1	169.2	278.0	17.9	144.8	114.5	27.2	3.1



<그림 3-2-2> 읍면별 항목별 발생오염부하량



<그림 3-2-3> 오염원별 발생오염부하량

3.2.2 수질분석

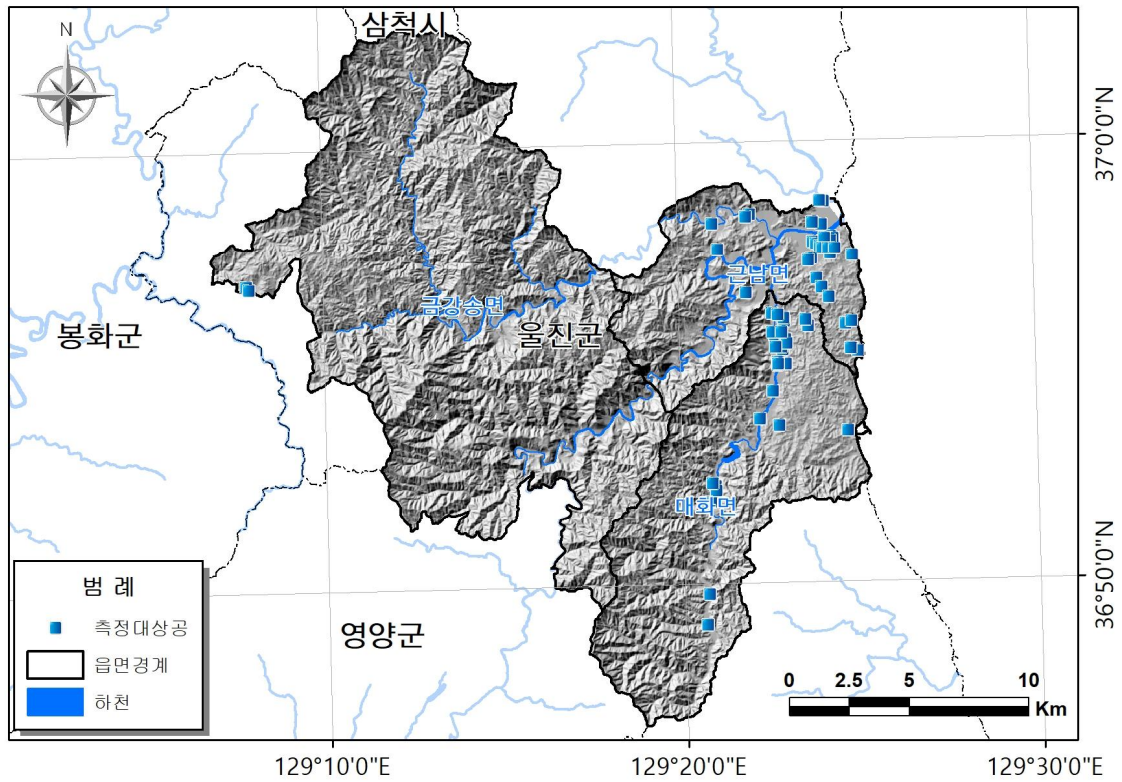
- 수질 분석 대상공 선정은 관정현황조사 결과를 바탕으로 수질측정이 가능한 관정을 대상으로 조사지역의 특색을 잘 나타낼 수 있도록 등분포를 고려하였으며, 지자체 행정자료에서 수질이 불량한 관정을 우선으로 하고 점오염원이 밀집된 지역 및 현장조사시 수질 오염이 우려되는 관정을 대상으로 선정하였다.

- 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	간이수질조사				
		최대	최소	평균	중앙	표준편차
울원지구	개소수(공)	66				
	T(°C)	21.1	16.2	19.1	19.3	1.2
	pH	8.0	5.1	6.7	6.6	0.5
	EC($\mu\text{S}/\text{cm}$)	745	85	279.5	260.0	133.3
	TDS(mg/L)	337	39	128.0	120.5	60.8

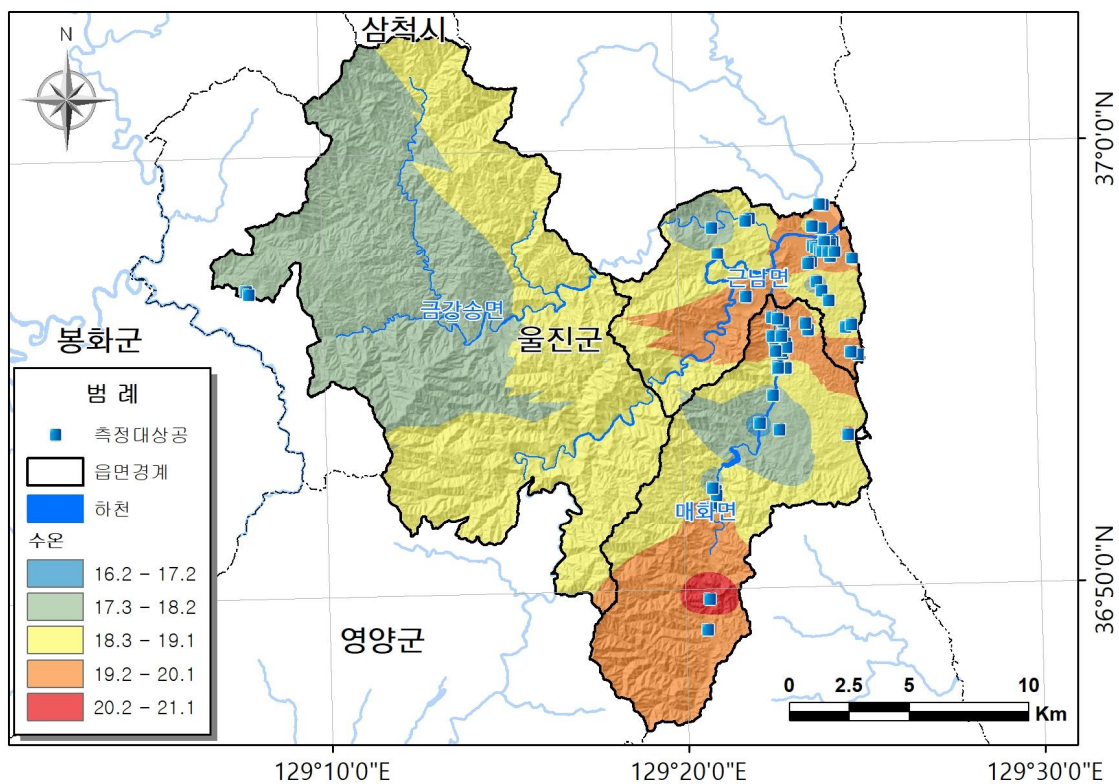


<그림 3-2-4> 울원지구 간이수질 측정대상공 위치도

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 측정시 주의해야하며, 온도에 따라 변화하는 pH, EC 등의 측정치 보정에 이용된다.

□ 측정된 전체시료의 지하수 수온은 16.2~21.1°C의 범위를 보여준다.



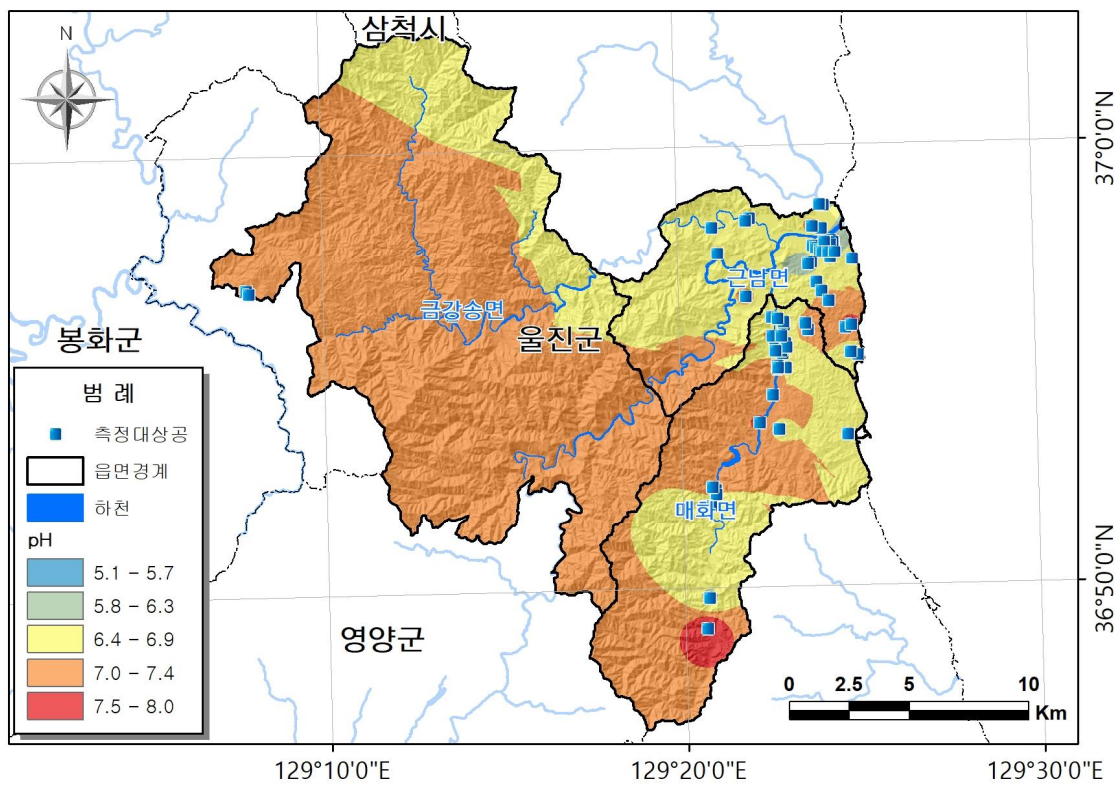
<그림 3-2-5> 울원지구 지하수의 수온(°C) 분포도

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, 5.5~6.5 까지는 약산성, 6.5~7.5 사이는 중성, 7.5~9.0까지는 약알칼리성, 9.0이상은 알칼리성으로 분류한다.

- 측정된 전체시료의 수소이온농도는 5.1~8.0의 산성 내지 약알칼리성의 범위를 보여주며 관정간의 편차도 크지 않다.



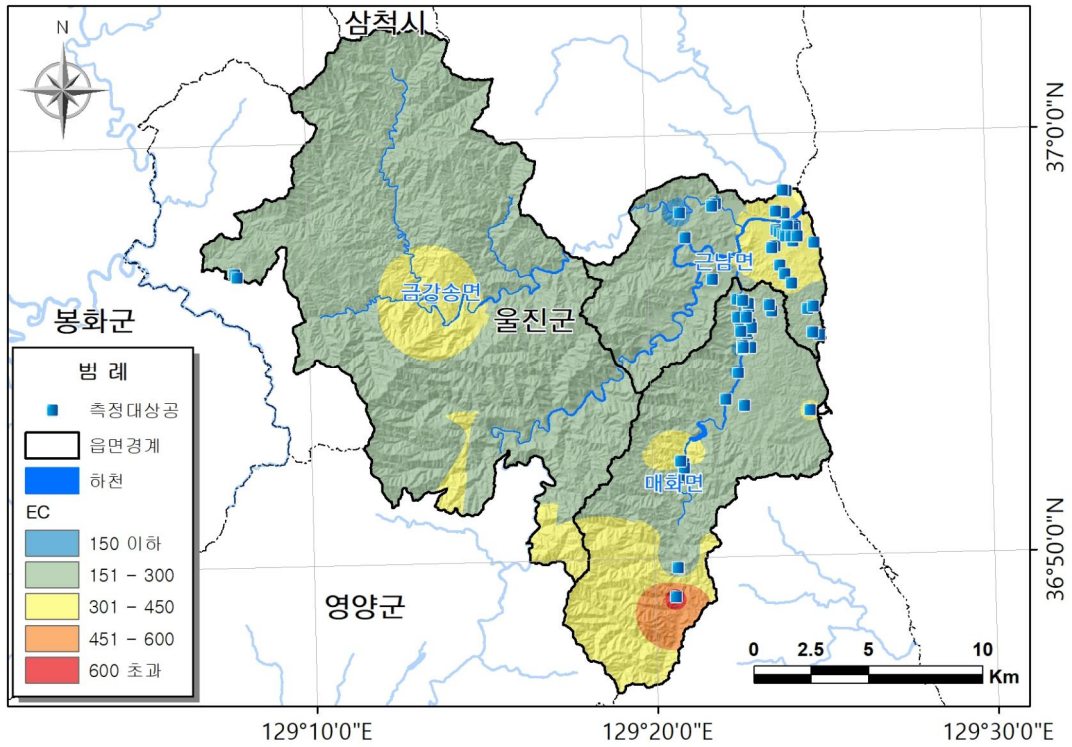
<그림 3-2-6> 울원지구 지하수의 pH 분포도

<표 3-2-7> 리별 pH 측정결과

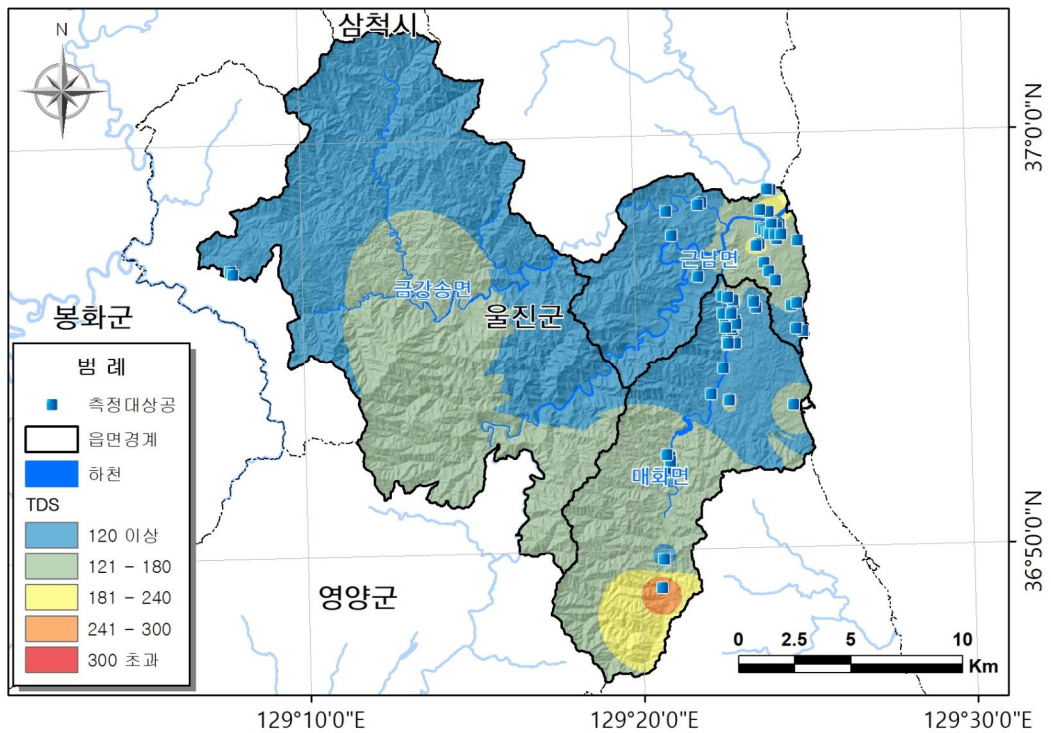
구분	최대	최소	평균	표준 편차
울원지구	8.0	5.1	6.7	0.5
근남면	7.7	5.1	6.5	0.5
구산리	6.9	6.9	6.9	0.0
노음리	6.6	5.3	6.3	0.5
산포리	7.3	5.1	6.3	0.5
수곡리	6.5	6.5	6.5	0.0
수산리	7.4	6.1	6.7	0.5
진북리	7.7	6.4	7.0	0.5
행곡리	7.0	6.5	6.7	0.2
금강송면	7.2	6.9	7.0	0.1
삼근리	7.2	7.2	7.2	0.0
소광리	-	-	-	-
쌍전리	7.0	6.9	6.9	0.0
왕피리	-	-	-	-
하원리	-	-	-	-
매화면	8.0	6.1	6.8	0.5
갈면리	7.4	6.1	6.8	0.6
금매리	7.4	6.3	6.8	0.4
기양리	7.6	6.7	7.1	0.4
길곡리	8.0	6.2	7.1	0.9
덕신리	-	-	-	-
매화리	7.4	6.3	6.8	0.3
신흥리	-	-	-	-
오산리	6.6	6.6	6.6	0.0

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 85~745 $\mu S/cm$, 평균 312.8 $\mu S/cm$ 로서 편차도 큰 편이다.
- 측정된 전체시료의 총용존고용물(TDS, mg/L) 값은 39~337mg/L로 전기전도도와 비례적인 관계를 보인다.
- 일부지역에서 전기전도도가 상대적으로 높은 범위를 보이는 경우가 있는데, 이러한 원인에 대해서는 추가적인 상세조사가 필요할 것으로 판단된다.



<그림 3-2-7> 울원지구 지하수의 전기전도도(EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$) 분포도



<그림 3-2-8> 울원지구 지하수의 총용존고용물(TDS, mg/L) 분포도

<표 3-2-8> 리별 EC 측정결과

(단위 : $\mu\text{S}/\text{cm}$)

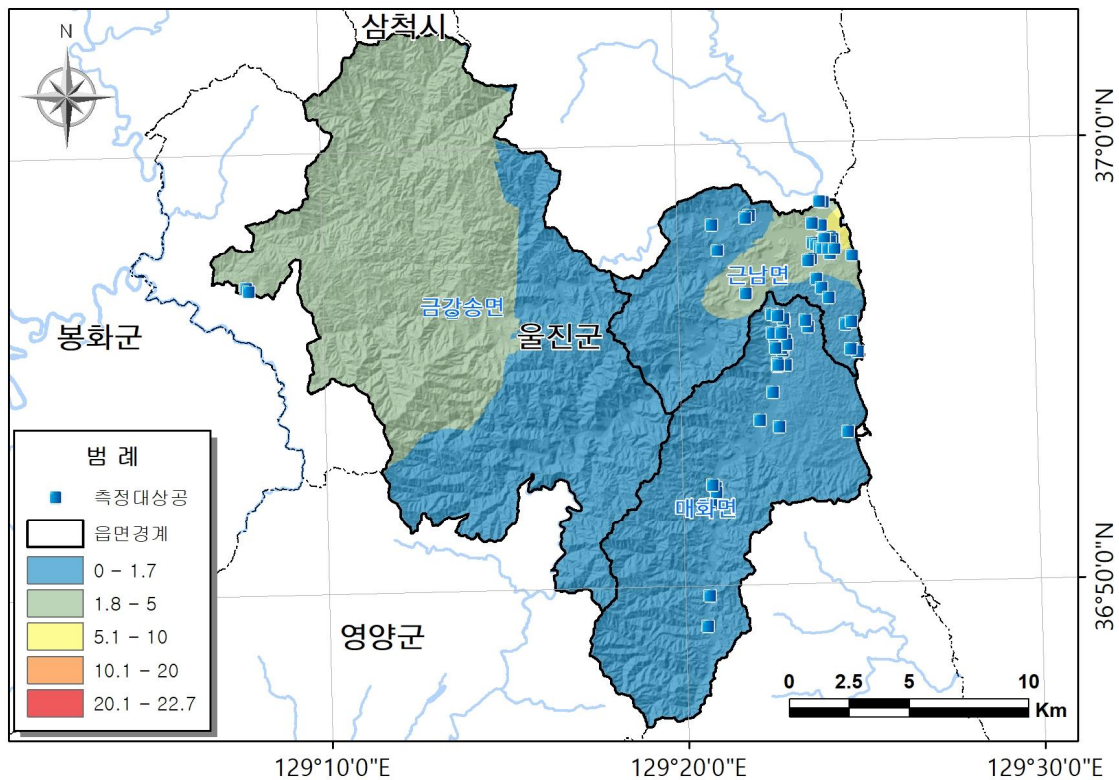
구분	최대	최소	평균	표준 편차
울원지구	745	85	279.5	132.3
근남면	745	85	312.8	133.5
구산리	202	202	202.0	0.0
노읍리	745	169	392.2	193.8
산포리	550	157	339.2	85.3
수곡리	154	154	154.0	0.0
수산리	590	256	408.3	120.1
진북리	297	167	228.2	44.1
행곡리	236	85	143.0	66.4
금강송면	352	161	235.3	83.5
삼근리	352	352	352.0	0.0
소광리	-	-	-	-
쌍전리	193	161	177.0	16.0
왕피리	-	-	-	-
하원리	-	-	-	-
매화면	655	86	242.6	123.5
갈면리	455	158	304.3	116.4
금매리	375	156	269.8	70.8
기양리	279	129	209.7	61.8
길곡리	655	216	435.5	219.5
덕신리	-	-	-	-
매화리	403	86	185.5	85.7
신흥리	-	-	-	-
오산리	316	316	316.0	0.0

라. 질산성질소 및 질소동위원소 분석 결과

1) 질산성질소 분석결과

- 질산성질소($\text{NO}_3\text{-N}$)는 지하수의 주요오염물질로(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.

- 울원지구 내에서 위 관정 66개소를 대상으로 채수하여 수질분석공인 기관에 분석 의뢰하였다.
- 분석결과 농업용 수질기준(20mg/L)를 초과하는 관정은 1개소로 조사되었다. 근남면 산포리에서 22.7mg/L로 최고치를 나타내었다.



<그림 3-2-9> 울원지구 질산성질소(NO₃-N, mg/L) 분포도

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

구분	읍면	질산성질소 일제조사(N=66)						
		개소(공)	최대	최소	평균	중앙	표준편차	20초과(공)
울원지구		66	22.7	0.0	2.2	1.2	3.6	-
울진군	근남면	35	22.7	0.0	3.4	1.4	4.6	1
	금강송면	3	3.5	2.0	3.0	3.4	0.7	-
	매화면	28	2.6	0.0	0.8	0.6	0.7	-

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 5mg/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 3-2-10> 지하수의 질소동위원소 분석 결과

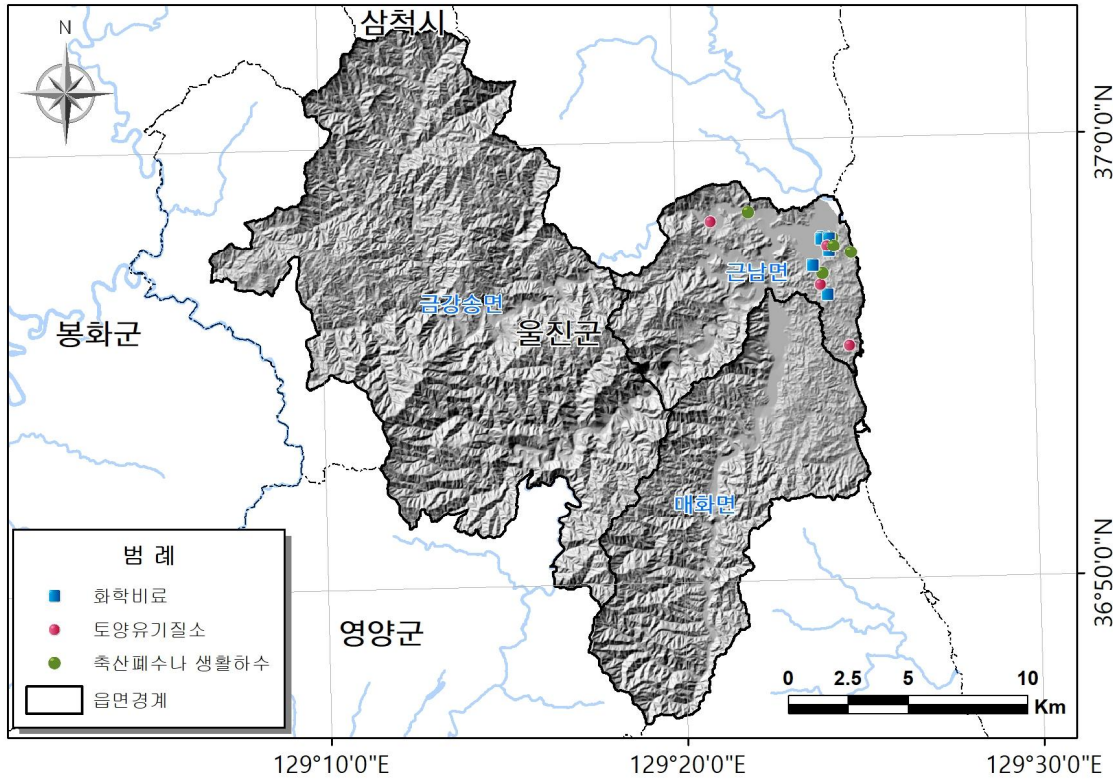
NO.	공 번	시·군	읍·면·동	리	번지	관정유형	NO ₃ -N (mg/L)	δ ¹⁵ N (‰)
1	WUCN1152018026	울진군	근남면	산포리	889-2	암반	8.0	6.59
2	WUCN1152018027	울진군	근남면	산포리	882	암반	10.5	-1.00
3	WUCN1152018028	울진군	근남면	산포리	783-6	암반	22.7	4.85
4	WUCN1152018029	울진군	근남면	산포리	861	암반	7.0	10.00
5	WUCN1152018030	울진군	근남면	산포리	826-3	암반	8.6	1.68
6	WUCN1152018031	울진군	근남면	산포리	877	암반	7.9	-1.80
7	WUCN1152018033	울진군	근남면	노음리	319-4	암반	3.1	8.60
8	WUCN1152018035	울진군	근남면	노음리	160	암반	3.9	2.15
9	WUCN1152018036	울진군	근남면	노음리	124-3	암반	5.7	2.51
10	WUCN1152018037	울진군	근남면	노음리	320	암반	3.1	3.33
11	WUCN1152018046	울진군	근남면	산포리	480	암반	2.8	4.49
12	WUCN1152018047	울진군	근남면	산포리	902	암반	11.2	10.56
13	WUCN1152018052	울진군	근남면	구산리	1178-2	암반	4.1	8.74
14	WUCN1152018054	울진군	금강송면	쌍전리	산124-3	암반	3.5	6.67
15	WUCN1152018055	울진군	금강송면	쌍전리	산148	암반	3.4	12.12

□ 울원지구에서는 15개소에서 분석을 실시하였으며, δ¹⁵N값은 -1.80~12.12‰로 나타난다. 근남면의 경우 화학비료, 토양유기질소, 축산폐수나 생활하수가 복합적으로 보이는 것으로 분석되었다.

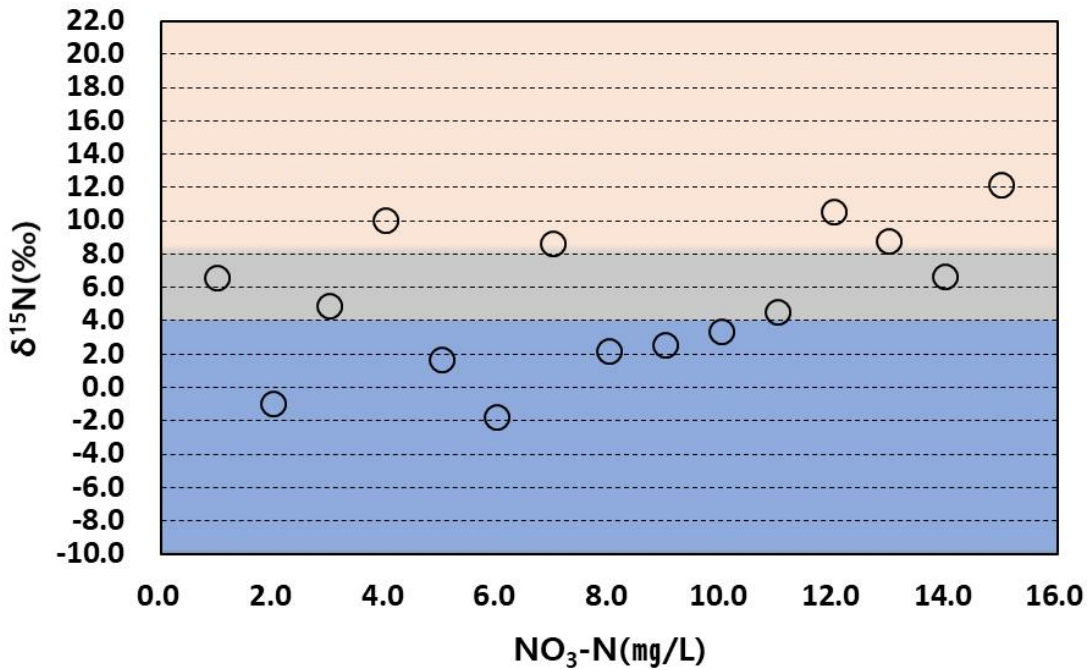
<표 3-2-11> 질소동위원소 분석 결과

(단위 : 개소수)

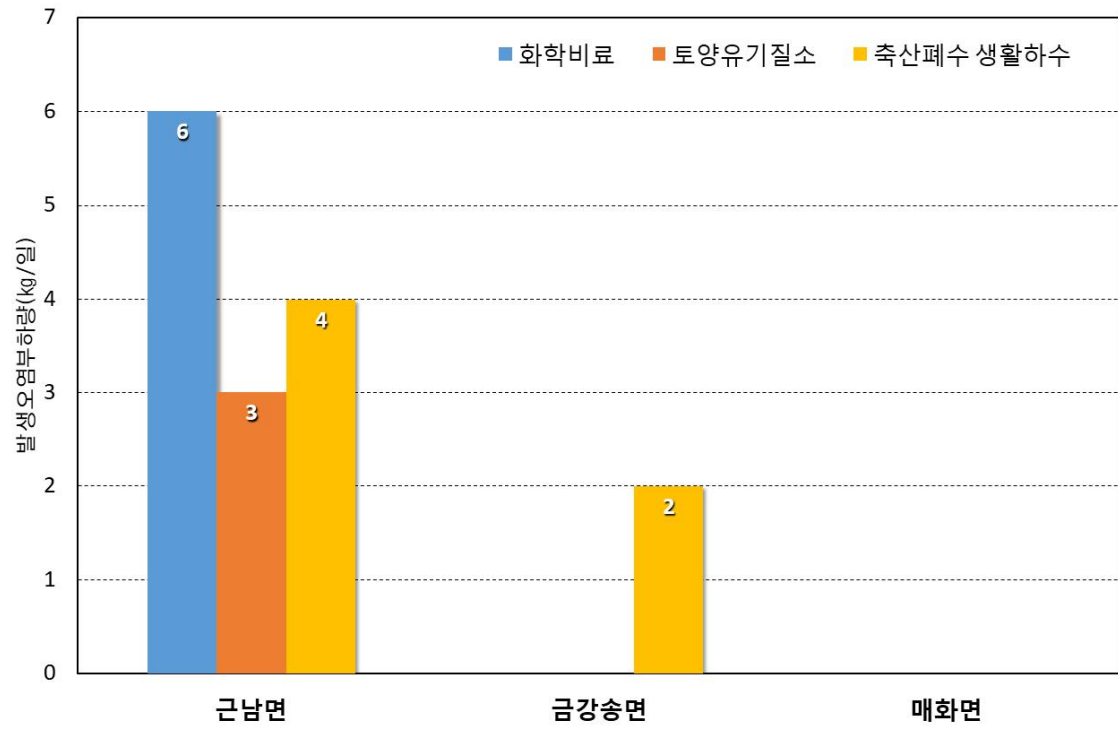
구 분	δ ¹⁵ N(‰)			
	+4이하	+4 ~ +8	+8 ~ +22	
계	15	6	4	5



<그림 3-2-10> 질소동위원소 시료채수 위치도



<그림 3-2-11> 질소동위원소 및 질산성질소 관계도



<그림 3-2-12> 읍면별 질소오염원 구성비

마. 양·음이온(이화학) 분석 및 결과

1) 시료채취

□ 울원지구 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-} 와 미량원소 F^- 농도를 워트랩 생활환경연구원에서 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 6.0~50.2mg/L이다.
 - ▶ 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 0.6~11.3mg/L(평균 2.6mg/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 12.5~58.2mg/L(평균 29.5mg/L)로 비교적 낮게 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 3-2-12> 이화학분석용 시료 관정 내역

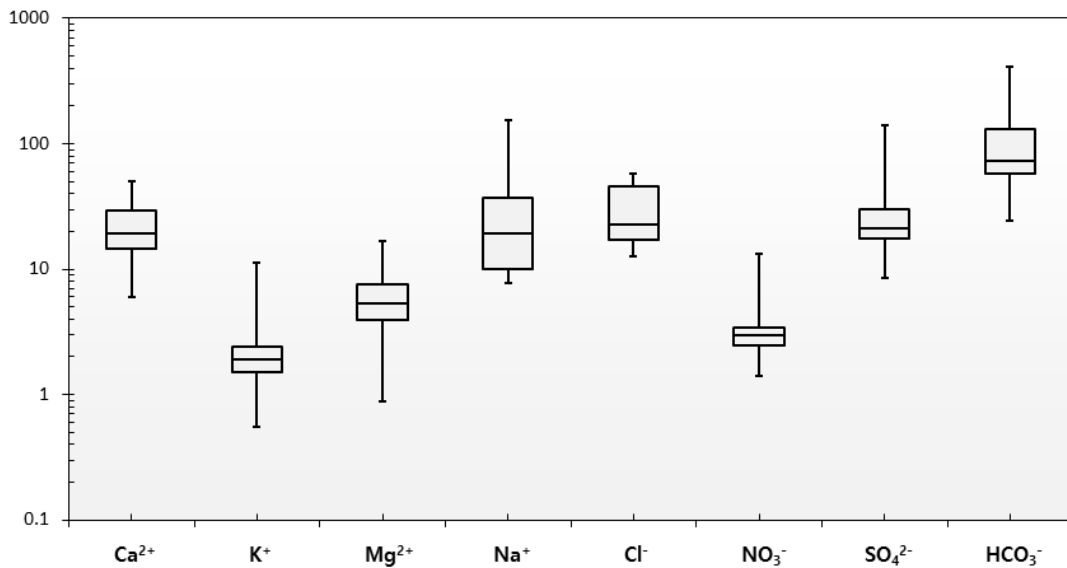
현장조사번호	시군	읍면	동리	표준유역	지 질	수문지질단위
WUCN1152018001	울진군	매화면	길곡리	매화천	충적층	미고결 쇄설성 퇴적층
WUCN1152018003	울진군	매화면	갈면리	매화천	충적층	미고결 쇄설성 퇴적층
WUCN1152018005	울진군	매화면	기양리	매화천	흑운모화강암	관입화성암
WUCN1152018006	울진군	매화면	기양리	매화천	충적층	미고결 쇄설성 퇴적층
WUCN1152018009	울진군	매화면	매화리	매화천	충적층	미고결 쇄설성 퇴적층
WUCN1152018012	울진군	매화면	매화리	매화천	충적층	미고결 쇄설성 퇴적층
WUCN1152018014	울진군	매화면	금매리	매화천	흑운모화강암	관입화성암
WUCN1152018017	울진군	매화면	오산리	척산천	충적층	미고결 쇄설성 퇴적층
WUCN1152018019	울진군	근남면	진북리	척산천	흑운모화강암	관입화성암
WUCN1152018020	울진군	근남면	진북리	척산천	충적층	미고결 쇄설성 퇴적층
WUCN1152018023	울진군	근남면	산포리	척산천	흑운모화강암	관입화성암
WUCN1152018025	울진군	근남면	산포리	왕피천	충적층	미고결 쇄설성 퇴적층
WUCN1152018027	울진군	근남면	산포리	왕피천	충적층	미고결 쇄설성 퇴적층
WUCN1152018034	울진군	근남면	노음리	왕피천	흑운모화강암	관입화성암
WUCN1152018044	울진군	근남면	수산리	왕피천	충적층	미고결 쇄설성 퇴적층
WUCN1152018046	울진군	근남면	산포리	척산천	충적층	미고결 쇄설성 퇴적층
WUCN1152018048	울진군	근남면	행곡리	광천	충적층	미고결 쇄설성 퇴적층
WUCN1152018049	울진군	근남면	행곡리	광천	충적층	미고결 쇄설성 퇴적층
WUCN1152018051	울진군	근남면	수곡리	왕피천	충적층	미고결 쇄설성 퇴적층
WUCN1152018052	울진군	근남면	구산리	왕피천	충적층	미고결 쇄설성 퇴적층
WUCN1152018053	울진군	금강송면	삼근리	광천	원남층	변성암
WUCN1152018054	울진군	금강송면	쌍전리	소천수위표	분천화강편암	변성암

<표 3-2-13> 지하수 양·음이온별 이화학분석결과

(단위 : mg/L)

양이온(Cation)						음이온(Anion)					
이온	최소값	최대값	평균	중앙값	표준편차	이온	최소값	최대값	평균	중앙값	표준편차
Na	7.7	155.3	36.1	19.5	41.8	Cl	12.5	58.2	29.5	22.9	16.4
K	0.6	11.3	2.6	1.9	2.8	HCO ₃	24.4	408.7	119.1	72.6	111.0
Ca	6.0	50.2	22.3	19.4	10.1	SO ₄	8.4	139.2	28.8	21.4	26.5
Mg	0.9	16.7	6.5	5.3	4.6	NO ₃	1.4	13.3	3.7	3.0	3.1
						CO ₃	-	-	-	-	-

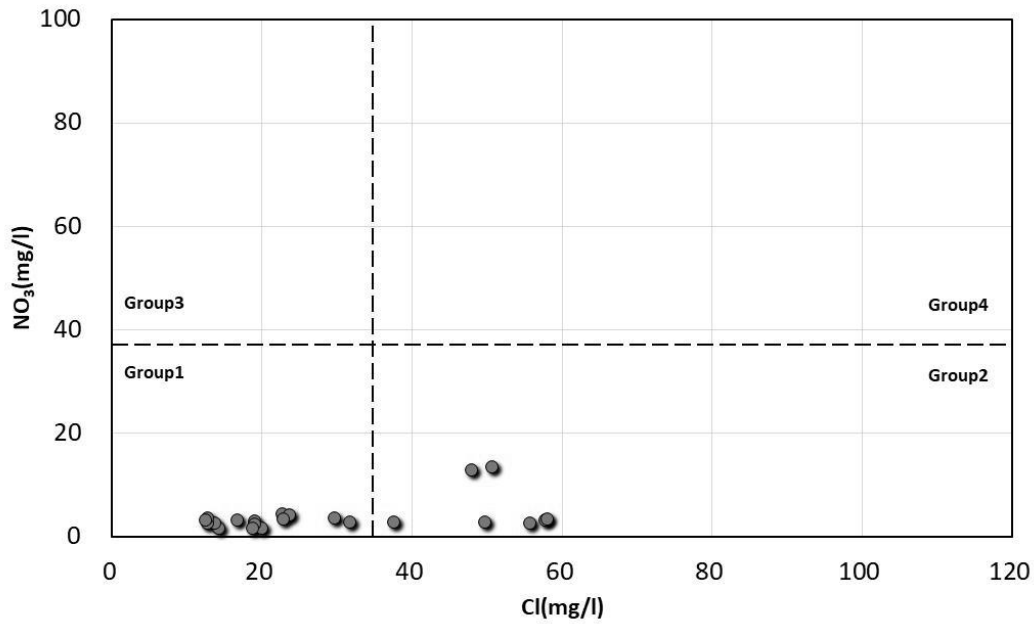
□ 울원지구의 양·음이온을 분석한 결과, 아래 그림에 나타나 있듯 양이온은 $\text{Na} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{K}$, 음이온은 $\text{HCO}_3 > \text{SO}_4 > \text{Cl} > \text{NO}_3$ 의 순으로 나타났으며, 일반적인 천부지하수의 수질분포를 나타내었다. Na와 HCO_3 가 높은 이유는 대수층 내에서 물-암석반응 등의 영향 때문이다.



<그림 3-2-13> 주요 양·음이온 농도분포 상자도표

□ 인위적 오염의 영향 여부를 알아보기 위하여 Cl과 NO_3 를 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, NO_3 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.

□ 울원지구의 대부분의 지하수는 Cl과 NO_3 이 낮은 Group 1에 속하여 오염의 영향이 없거나 적은 것으로 조사되었다.



<그림 3-2-14> 염소와 질산염에 의한 지하수 분류

<표 3-2-14> Cl과 NO₃를 이용한 Group 정리

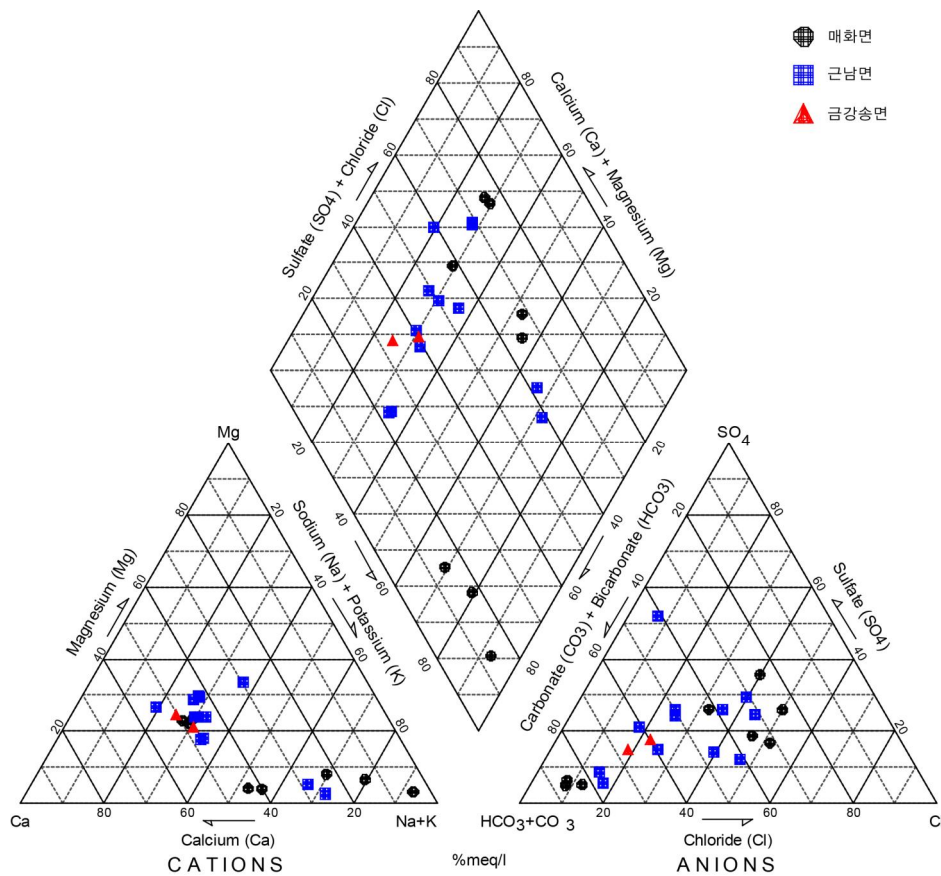
현장조사번호	시군	읍면	동리	Cl (mg/L)	NO ₃ (mg/L)	Group
WUCN1152018001	울진군	매화면	길곡리	22.8	4.15	Group 1
WUCN1152018003	울진군	매화면	갈면리	19.1	2.94	Group 1
WUCN1152018005	울진군	매화면	기양리	29.7	3.51	Group 1
WUCN1152018006	울진군	매화면	기양리	31.8	2.63	Group 1
WUCN1152018009	울진군	매화면	매화리	23.7	4.09	Group 1
WUCN1152018012	울진군	매화면	매화리	23.0	3.21	Group 1
WUCN1152018014	울진군	매화면	금매리	57.9	3.14	Group 2
WUCN1152018017	울진군	매화면	오산리	58.2	3.23	Group 2
WUCN1152018019	울진군	근남면	진북리	49.8	2.56	Group 2
WUCN1152018020	울진군	근남면	진북리	14.3	1.41	Group 1
WUCN1152018023	울진군	근남면	산포리	50.8	13.34	Group 2
WUCN1152018025	울진군	근남면	산포리	55.8	2.46	Group 2
WUCN1152018027	울진군	근남면	산포리	48.0	12.80	Group 2
WUCN1152018034	울진군	근남면	노음리	20.1	1.44	Group 1
WUCN1152018044	울진군	근남면	수산리	19.2	2.35	Group 1
WUCN1152018046	울진군	근남면	산포리	18.8	1.48	Group 1
WUCN1152018048	울진군	근남면	행곡리	13.8	2.47	Group 1
WUCN1152018049	울진군	근남면	행곡리	12.9	2.37	Group 1
WUCN1152018051	울진군	근남면	수곡리	16.8	3.09	Group 1
WUCN1152018052	울진군	근남면	구산리	37.6	2.55	Group 2
WUCN1152018053	울진군	금강송면	삼근리	12.9	3.48	Group 1
WUCN1152018054	울진군	금강송면	쌍전리	12.5	2.99	Group 1

□ 지하수의 수질유형

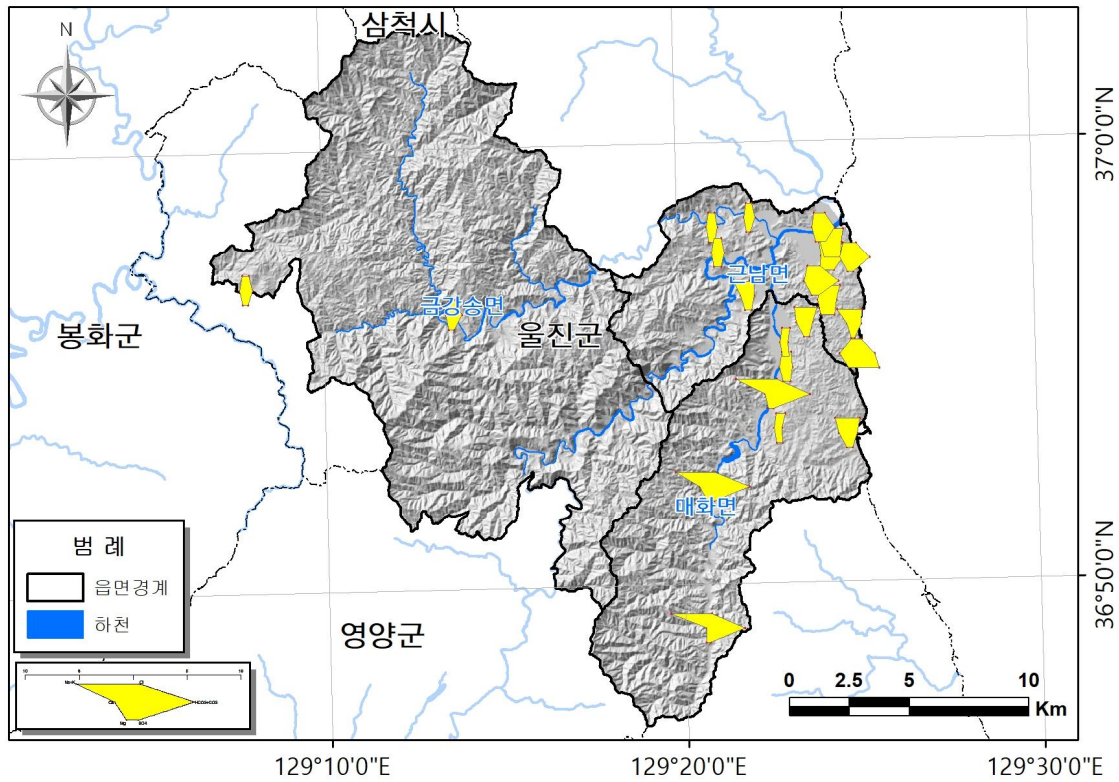
- 파이프도(Piper diagram)는 지하수 화학특성을 표시하는데 널리 쓰이는 수단인데, 지하수내 주요 양이온과 음이온의 당량농도(meq/L)를 비율로 나타냄으로써 지하수의 유형(type)을 구분하는데 이용될 수 있다. 수질유형은 대표적인 양이온과 음이온으로 나누어 네 가지 유형으로 분류하였다. 양이온의 경우 Na와 K의 당량농도의 합과 Ca와 Mg의 당량농도의 합을 비교하여 전자가 큰 경우 Na 유형으로 후자가 큰 경우 Ca 유형으로, 음이온의 경우 HCO₃와 CO₃의 당량농도의 합과 Cl, SO₄의 당량농도의 합을 비교하여 전자가 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 만들어진 다각형이다. 양이온은 세로축의 왼쪽에, 음이온은 오른쪽에 당량농도(meq/L)로 나타내며, 다각형의 면적이 넓을수록 용존이온의 농도가 높은 것이다.

- 울원지구의 수질유형은 물-암석반응이나 오염원 등의 영향을 받아 나타나는 Na-HCO₃ 유형이 우세하고, Ca-Cl 유형, Na-Cl 유형이 확인되었고, 천부지하수의 양상을 나타내는 Ca-HCO₃ 유형이 확인되었다. Ca-Cl 유형은 22개 관정 중 8개소로 비율이 36.4%를 차지하며, 그 외 Ca-HCO₃ 유형은 7개소로 31.8%, Na-HCO₃ 유형은 4개소로 18.2%, Na-Cl 유형은 3개소로 13.6%를 나타내고 있다.



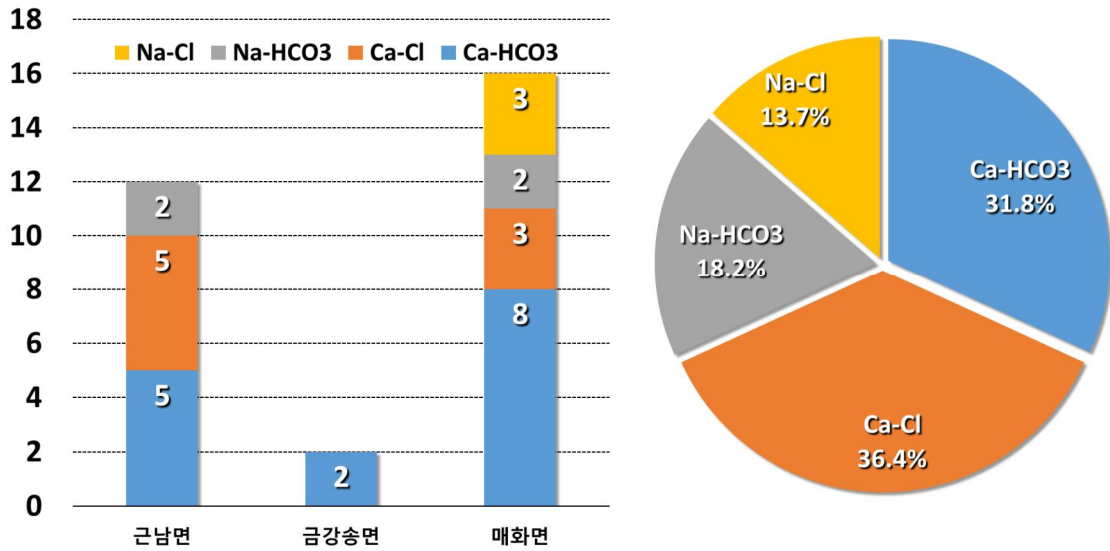
<그림 3-2-15> 울원지구 지하수의 Piper Diagram



<그림 3-2-16> 울원지구 Stiff 다이어그램

<표 3-2-15> 울원지구 지하수 유형

구 분	계	Ca-HCO ₃		Ca-Cl		Na-Cl		Na-HCO ₃	
		개수	비율 (%)	개수	비율 (%)	개수	비율 (%)	개수	비율 (%)
울원지구	22	7	31.8	8	36.4	4	18.2	3	13.7
근남면	12	5	22.7	5	22.7	2	9.1	-	-
금강송면	2	2	9.1	-	-	-	-	-	-
매화면	8	-	-	3	13.7	2	9.1	3	13.7



<그림 3-2-17> 울원지구 지하수 유형

바. 생활용수 기준 수질검사 결과

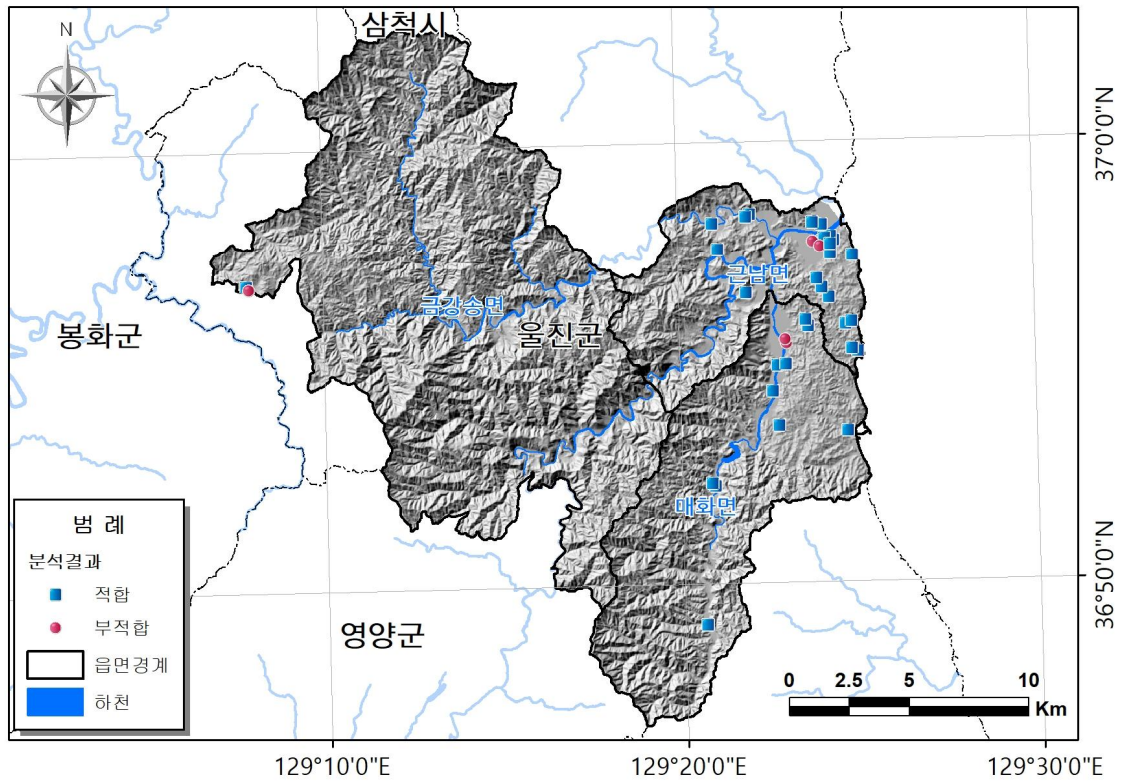
- 질산성질소분석 결과 및 관정현황 조사시 지하수 수질오염이 취약하다고 판단되는 지역의 농업용 관정을 선택하여 생활용수(20항목)에 대한 수질검사를 실시하였으며 지하수 시료의 생활용수 수질기준 20항목 분석은 수질분석 전문기관에 의뢰하여 이루어졌다.
- 울원지구 조사대상 38개 관정에서 시료를 채수하여 분석된 지하수 수질 분석 자료를 환경부의 ‘지하수 수질 측정망 운영 시 조사항목 및 수질 기준’에 따라 행정구역별 수질현황과 항목별 기준초과 요인을 분석하였다. 먼저 각각의 지하수 수질기준 항목을 일반오염물질과 특정유해물질로 분류하였다.
- 지하수용도에 상관없이 채수한 전체 38개의 시료 중 생활용수 수질 기준 적용 시, 시료 중 적합공 33개(86.8%), 부적합공 5개(13.2%)으로 나타났다. 기준초과 요인은 일반오염물질에 관한 항목 중 대장

균균수가 높아 전체 시료 중 4개(매화면 매화리 2개, 근남면 노음리 1개, 근남면 수산리1개)와 근남면 쌍전리 1개 관정에서 질산성질소와 염소가 부적합으로 나타났다.

<표 3-2-16> 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)
지하수의수질보정등에관한규칙(환경부령 제770호, 2018.8.6. 일부개정)



<그림 3-2-18> 수질검사 결과 분포도

<표 3-2-17> 수질 분석결과

지역	읍면	분석공	적합공	부적합공	기준초과 요인	
					일반오염물질	특정유해물질
울원지구		38	33	5	6	-
울진군	근남면	23	21	2	2	-
	금강송면	3	2	1	2	-
	매화면	12	10	2	2	-

□ 특정 유해물질 - 유해영향 무기물에 관한 검사항목은 카드뮴, 비소, 시안, 수은, 납, 6가 크롬 등 6개 항목이고 유기물에 관한 항목은 다이아지논, 페놀, 트리클로로에틸렌, 테트라클로로에틸렌, 1,1,1-트리클로로에탄, 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 크실렌 등 9가지 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. 이따이이따이 병을 유발하는 것으로 알려진 카드뮴 역시 급성 중독 시 구토, 위장염, 빈혈, 골연화증을 일으킨다.

- 특정 유해물질 16개 항목에 대한 조사지역 38개 관정에서 지하수 수질 기준을 초과하지 않았다.

3.2.3 해안 인근 지하수 및 지표수 현황

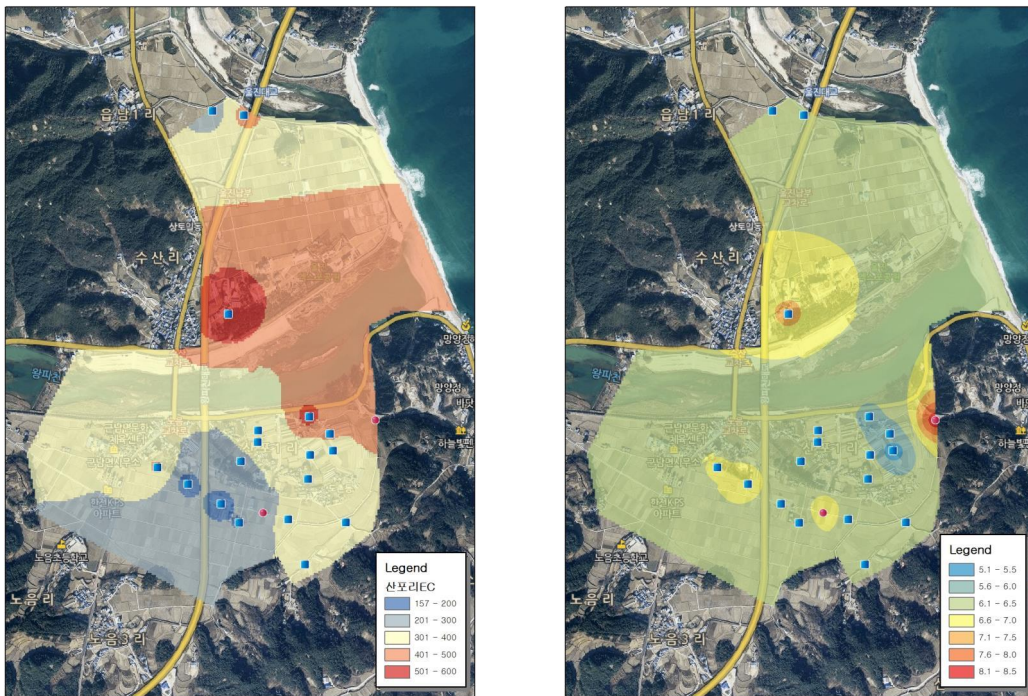
가. 근남면 산포리 일대

- 근남면 산포리 일대는 해안선과 하천을 따라 층적층이 발달하여 답작 농경지가 넓게 분포하고 있으며, 해수침투로 인한 지하수 오염이 우려되는 지역이다.

- 향후 해수침투 등의 예기치 못한 재해에 대비하여 기초적인 지하수 수질자료로 확보하기 위해 인근 농업용 지하수의 수질 배경치를 미리 조사하고 파악할 필요가 있다.

- 따라서, 본 과업에서도 이와 관련하여 지하수 이용실태와 간이수질 조사를 실시하였다.

- 현장수질 결과, EC의 경우 157~600 μ s/cm의 범위를 보이며, pH의 경우 5.1~8.5의 값을 나타낸다.



<그림 3-2-19> 산포리 인근 지하수 EC, pH 분포도

나. 근남면 산포리 일대 지하수 관리 방안

- 울원지구 내 근남면 산포리 일대의 지하수 현장수질은 일반적인 지역의 측정치와 대체로 비슷한 범위의 값을 보이는 반면, 일부 지하수 시설에서는 상대적으로 높은 EC, pH 값을 보이는 특징이 있다.
- 또한, 하천 상부지역의 경우 측정이 가능한 지하수 시설이 부족하여 콘터링맵(Contour map) 분석에는 분명한 한계와 외곡이 존재한다. 따라서 이번 현장조사 결과와는 별개로 해수침투와의 개연성을 토대로 대비할 필요가 있다. 이와 관련하여 한국농어촌공사에서는 최근 ‘해수침투관측망’을 산포리 인근 1곳에 설치하여 실시간 모니터링 시스템을 운영하고 있으며, ‘농촌지하수넷’을 통해 공개하고 있다. 다만, ‘해수침투관측망’은 국가차원의 광역적 변화특성을 고려한 시스템으로 국지적인 문제에는 정밀함이 다소 부족할 수 있다.
- 따라서, 향후 지속적이고 안정적인 지하수 활용을 위해서는 인근 지역의 해수침투 변화를 보다 정밀하게 모니터링할 수 있도록 층적층

지하수의 관측을 포함하는 ‘보조지하수관측망’ 설치가 추가적으로 필요하며, 또한 모니터링 데이터의 지속적이고 체계적인 관리 및 분석이 될 수 있도록 ‘지하수조사전문기관’의 기술지원이 반드시 필요하다.

<표 3-2-18> 지자체 보조지하수관측시설 운용방안

구분	전문기관 위탁관리	
기술인력 확보	전문인력과 경험이 축적된 기술로 효율적 운용관리 가능	
유지관리	하자나 고장에 신속 대응 가능, 시설물 수명연장, 예산 절감	
처리효율	최적 운전처리 효율안정 및 관측자료 보증책임	
근무관리	전문운영인력 지원	
예산관리	처리시설의 운전효율 극대화를 도모하여 예산 절감	

주) 강승호(2005), 경기도 지하수 업무의 효율적 관리방안에 관한 연구

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 지시 할 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 6~12m에 분포하며, 일부 산지 지역은 20~35m이상, 하천 인접지역에서는 2m미만으로 나타났다. 측정된 지하수위 자료를 바탕으로 하여 1~10등급을 부여하고 가중치는 5를 적용하여 오염지수를 산정하였다.
- 조사지역의 지하수면의 깊이는 금회 조사한 229개의 지하수 수위 자료를 이용하였고, 지하수면의 깊이에 대한 범위 7개로 설정하였고 각 범위에 대하여 10, 9, 7, 5, 3, 2, 1 등급을 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 공극이 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 4개의 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 4등급으로 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)

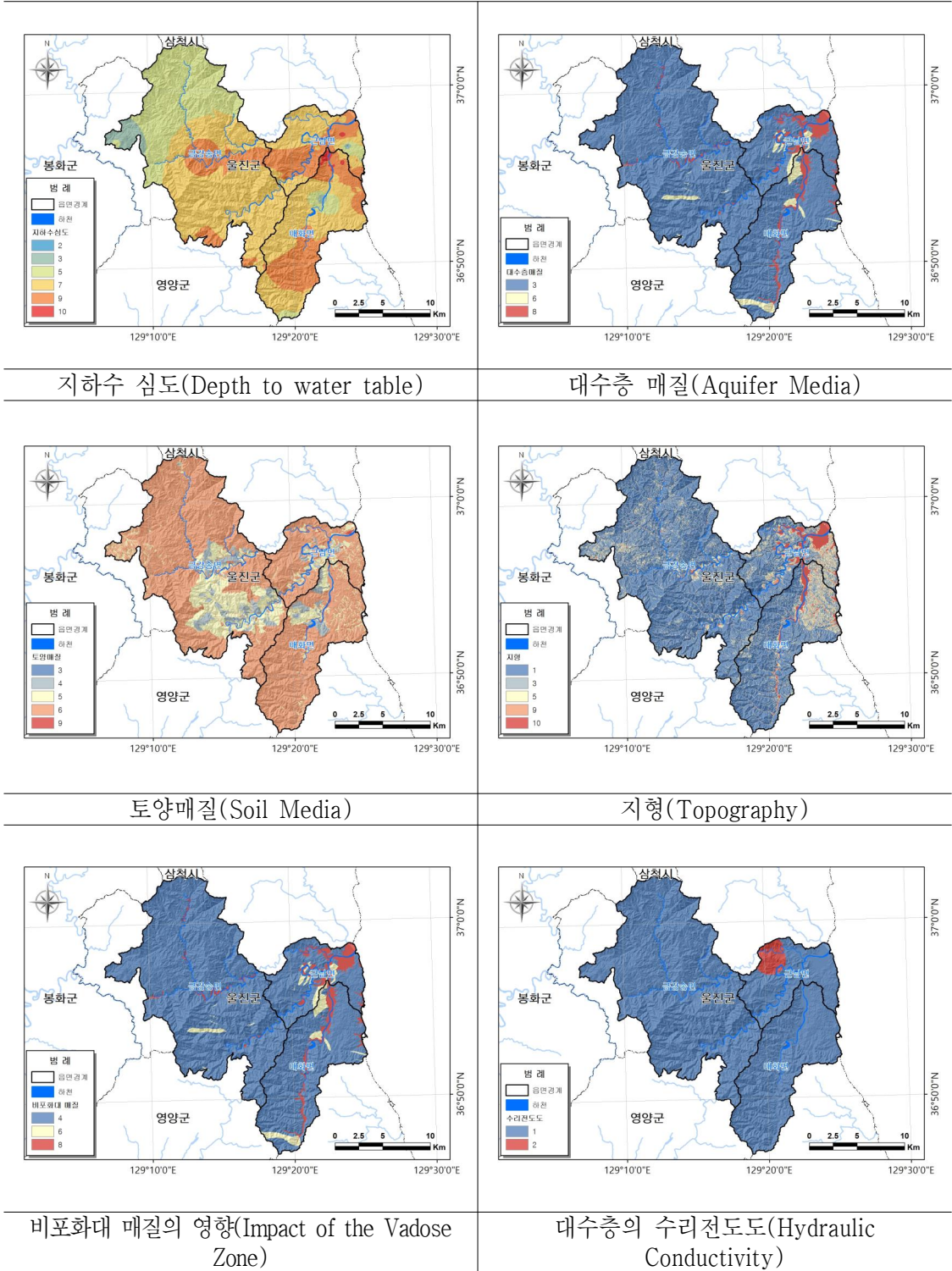
□ 비포화대는 포화되지 않은 또는 불연속적으로 포화된 지하수면 상부 층으로써 토양층과 지하수면 사이의 층을 말하며 이러한 비포화대내에서는 생물분해, 중화, 기계적인 여과, 화학반응, 휘발작용 및 분산이 발생할 수 있다. 본 조사에서는 지질도에 의한 지질분류로 비포화대 매질의 등급을 나누었다.

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
울원지구		78	169	106.9	83	179	114.4
울진군	근남면	79	169	118.2	83	179	124.3
	금강송면	79	164	101.7	87	171	110.0
	매화면	78	169	112.1	86	175	118.6



<그림 3-3-1> DRATIC 오염취약성 평가 주제도

3.3.2 DRASTIC 시스템의 적용

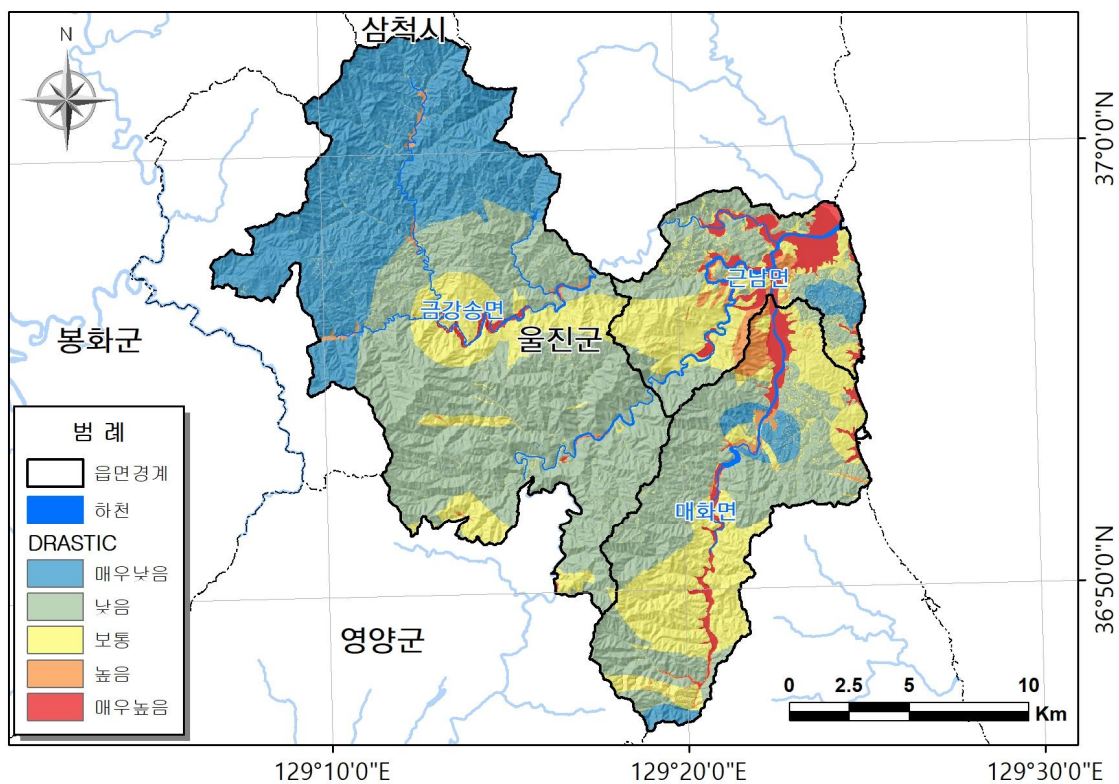
<표 3-3-2> DRASTIC 평가기준

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)
2) 자연 함양량(R)	mm/년	50.8미만	50.8-101.6	101.6-177.8	177.8-254.0	254.0이상			4(4)
3)대수층 매질(A)		등급 범위			대표 등급				3(3)
· 괴상 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)	$\times 10^{-4}$ 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 78~169의 범위에 있으며, 질산성질소와 선구조밀도에 의한 오염가능성을 고려할 경우 DRASTIC 지수는 83~179의 범위를 갖는다. DRASTIC 지수는 값이 클수록 상대적으로 지하수 오염가능성이 높고, DRASTIC 지수가 작으면 지하수 오염 가능성이 상대적으로 낮음을 의미한다.

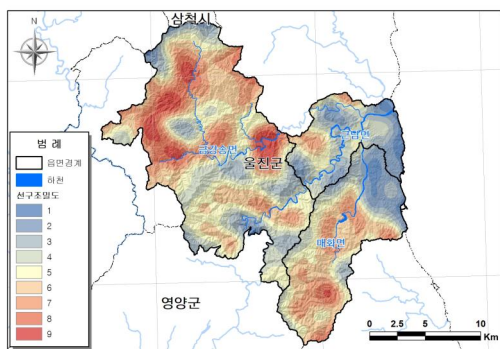


<그림 3-3-2> 오염취약성도

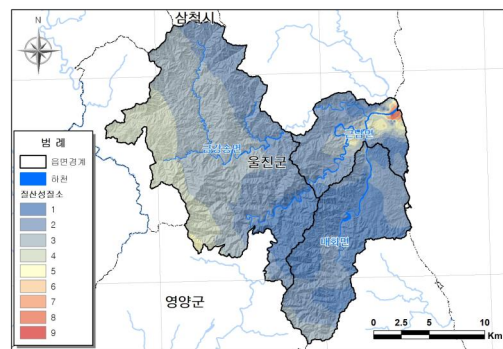
나. 변형된 오염취약성(Modified DRASTIC) 분석

□ 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.

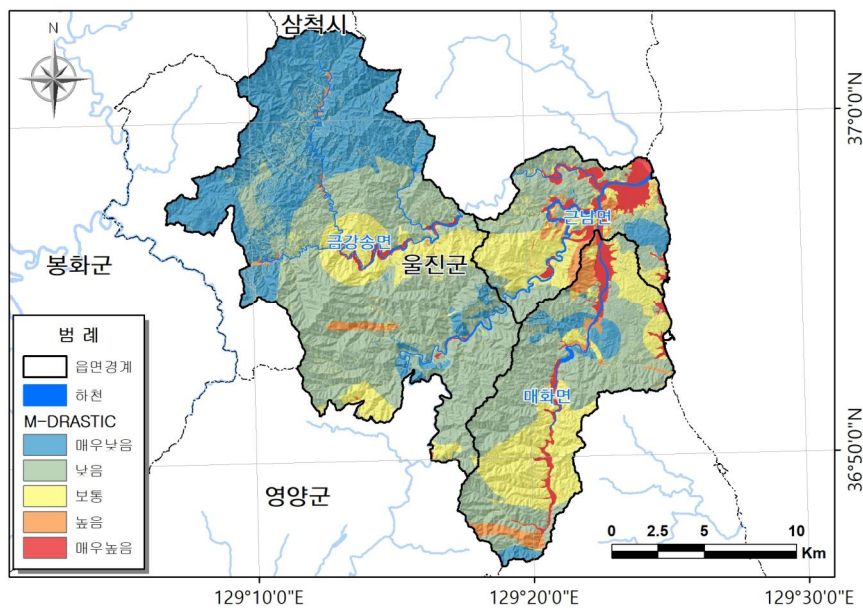
- 상기 서술한 오염취약성도는 미국의 수리지질학적 환경에 적합하도록 개발된 것이므로 이 모델을 사용하는 세계 각국들은 각기 자기 나라의 수리지질학적 특성에 맞는 DRASTIC 변형모델을 사용하고 있다(Evans and Myers, 1990).
- 본 조사에서는 우리나라 특성에 맞고 지하수오염 취약성에 대한 보다 구체적인 평가를 할 수 있도록 질산성질소 결과와 선구조밀도 등을 부가적인 인자로 사용할 수 있을 것으로 판단된다. 질산성질소 결과는 질산성질소 농도에 따른 오염원들의 영향을 간접적으로 반영하기 위함이고, 선구조밀도는 우리나라의 대수층이 대부분 암반대수층인 점을 고려하여 지하수의 유동이 잘되는 파쇄대의 영향을 최대한 반영하기 위함이다.



(a) 선구조밀도



(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 질산성 질소평균, 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.	리별 질산성질소 평균			오염원 분포밀도			DRASTIC INDEX			단위면적당오염부하량		
	읍면	리	값	읍면	리	값	읍면	리	값	읍면	리	값
1	근남면	산포리	5.3	근남면	노음리	2.4	근남면	행곡리	139.5	근남면	노음리	53.8
2	근남면	구산리	4.1	매화면	금매리	2.1	근남면	진북리	139.0	매화면	신흥리	41.6
3	금강송면	쌍전리	3.5	매화면	매화리	2.0	금강송면	소광리	132.0	매화면	매화리	41.1
4	근남면	노음리	3.4	근남면	수산리	1.6	금강송면	삼근리	125.6	근남면	수산리	36.2
5	금강송면	삼근리	2.0	근남면	산포리	1.4	근남면	산포리	117.9	근남면	산포리	33.4
6	매화면	오산리	1.5	매화면	신흥리	1.0	매화면	금매리	116.5	근남면	행곡리	31.1
7	근남면	수곡리	1.3	근남면	행곡리	0.9	매화면	매화리	116.1	매화면	금매리	25.9
8	근남면	수산리	1.0	금강송면	삼근리	0.8	금강송면	왕피리	116.1	근남면	구산리	20.6
9	매화면	매화리	0.9	매화면	덕신리	0.7	근남면	노음리	114.5	근남면	진북리	18.5
10	근남면	진북리	0.9	매화면	기양리	0.5	매화면	오산리	113.0	매화면	오산리	15.2
11	매화면	갈면리	0.7	근남면	진북리	0.5	근남면	수산리	111.7	매화면	덕신리	13.2
12	매화면	길곡리	0.7	매화면	갈면리	0.3	매화면	갈면리	111.6	매화면	기양리	10.2
13	근남면	행곡리	0.6	금강송면	쌍전리	0.2	매화면	기양리	111.5	금강송면	삼근리	8.7
14	매화면	금매리	0.5	근남면	구산리	0.2	금강송면	쌍전리	109.6	매화면	갈면리	6.4
15	매화면	기양리	0.4	매화면	오산리	0.2	근남면	구산리	107.3	금강송면	쌍전리	6.2
16	매화면	덕신리	-	금강송면	왕피리	0.1	금강송면	하원리	106.6	근남면	수곡리	5.0
17	매화면	신흥리	-	금강송면	소광리	0.1	매화면	신흥리	104.8	금강송면	왕피리	4.8
18	금강송면	하원리	-	근남면	수곡리	0.1	매화면	길곡리	104.1	금강송면	하원리	4.5
19	금강송면	소광리	-	금강송면	하원리	0.1	매화면	덕신리	98.1	금강송면	소광리	4.1
20	금강송면	왕피리	-	매화면	길곡리	-	근남면	수곡리	96.3	매화면	길곡리	3.7

부록 IV

지하수 관리 방안

4. 지하수관리 방안

4.1 기본방향

4.1.1 행정규제에 의한 관리방안

가. 지하수개발·이용의 허가 : 지하수법 제7조

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

1. 지하수 채취로 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 도시·군관리계획, 그 밖에 공공사업에 지장을 줄 우려가 있는 경우
4. 그 밖에 지하수를 보전하기 위하여 필요하다고 인정되는 경우로서 대통령령으로 정하는 경우

나. 지하수 개발·이용 신고 시 규제 사항 : 지하수법 제8조 3항

– 시장·군수·구청장은 제1항에 따른 지하수개발·이용이 제7조제3항 각 호의 어느 하나에 해당되는 경우에는 제27조에 따른 지하수영향조사기관이 실시한 지하수영향조사를 받아 그 결과를 토대로 취수량 및 취수기간을 제한할 수 있고, 대통령령으로 정하는 바에 따라 시정명령·이용중지명령 또는 공동이용명령 등 필요한 조치를 할 수 있으며, 정당한 사유 없이 이를 이행하지 아니한 자에게는 해당 개발·이용시설의 폐쇄를 명할 수 있음

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

- 시장·군수·구청장은 지하수조사, 지하수영향조사 및 수질측정을 하기위해 굴착행위를 할 경우 이로 인하여 토지의 굴착지를 중심으로부터 반지름 50m 이내의 지역에 설치된 개발·이용 시설이 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 5분의 1이상줄어들게 되는 경우
2. 지하수의 수질이 수질기준에 맞지 아니하게 되는 경우

라. 허가의 취소 등 : 지하수법 제10조

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

1. 부정한 방법으로 지하수 개발·이용의 허가를 받은 경우
2. 제7조제3항 각호의 어느 하나에 해당하는 경우
3. 제9조제1항의 규정에 의한 준공신고를 하지 아니하거나 거짓으로 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
9. 지하수의 이용중지 또는 수질개선 등의 조치명령을 위반한 경우

마. 지하수보전구역에서의 행위 제한(지하수법 제13조)

- 다음 각 호에 해당하는 자는 시장·군수·구청장의 허가

1. 허가사항 (규모)

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

2. 다음 각 목에 해당하는 물질을 배출·제조·저장시설의 설치

- 특정수질유해물질
- 폐기물
- 오수·분뇨 또는 가축분뇨
- 유해화학물질
- 토양오염물질

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

3. 수위저하, 수질오염 또는 지반침하 등 명백한 위험 행위

- 터널공사 등 지하수의 유동로 및 유동속도의 변경 우려의 경우
- 지하 유류저장고 등 오염우려 구조물설치
- 폐기물 매립장, 특정폐기물보관시설, 집단묘지설치
- 채광, 토석채취행위
- 가축의 사육

바. 지하수 오염 방지 명령 등 : 지하수법 제16조 2항

- 환경부장관 또는 시장·군수·구청장은 지하수 오염방지를 위하여 특히 필요하다고 인정할 때에는 지하수를 오염시키거나 현저하게 오염시킬 우려가 있는 시설의 설치자 또는 관리자에게 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

4.1.2 비규제적 관리방안

가. 지하수 보호의 필요성에 대한 교육·홍보활동 강화

- 주민의 공동자산인 지하수의 중요성과 보전의 필요성에 대한 교육
- 대중매체, 팸플릿, 비디오 등 홍보매체를 통한 지속적인 홍보 활동 강화

- 물보전장려 캠페인, 공공매체(TV, 신문)등을 통한 지하수 자원의 중요성과 보호의 필요성에 대한 홍보
- 지하수전문기관 및 민간단체와 연계한 홍보 추진(지하수교육, 세미나 등)
- 세제, 폐건전지를 비롯한 가정에서 발생하는 각종 오염 물질의 적정폐기방법에 관한 교육
- 비점오염원 관리요령 교육·홍보

나. 소규모 오염물질 배출시설의 관리

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

다. 국지적인 지하수보전지구 내의 토지를 매입하여 생태공원 조성

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

라. 광역용수공급체계 구축

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

- 지하수의 수량보전을 위하여 지표수-지하수의 연계이용 체제 구축

<표 4-1-1> 지하수 보호에 대한 교육 및 홍보 내용

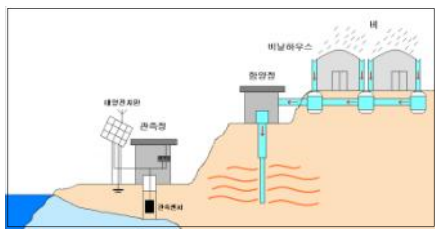
대상	교육 및 홍보
농민	1) 무농약저농약 농산물 재배 확대 및 비료와 농약의 안전사용기준 준수 ○ 오리농법, 천적이용, 미생물농약 등 환경친화형 농약을 적극 사용하고, 농약비료의 사용량 및 살포횟수를 줄이고, 이를 위한 윤작순환경작 등의 영농방식 및 유기농법을 적극 도입 ○ 비료는 작물의 최대 흡수시기에 우기를 피해 적정량 살포 2) 경작을 인하는 시기에는 경작지 표면을 식물 잔재물 등으로 덮어주어 토양침식 방지 3) 하천 둔치지구나 하천부지에서의 경작 억제 4) 농업용수는 농경배수로 유출되는 양을 최소화하도록 적량 공급
축산업자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

※자료 : 비점오염원 관리요령(환경부, 2000)

4.1.3 기술적방안

가. 지하수 함양

- 주입법
 - 습식형 : 지하수면까지 관정을 굴착하여 대수층에 직접주입
 - 건식형 : 주입관정의 깊이가 지하수면까지 미치지 않는 것
 - 주입방법에 따라 자연주입법과 가압주입법으로 구분
- 확수법
 - 지하에 침투시킬 수량을 증가시키기 위해 지표전반에 걸쳐 물을 방출시켜 지하로 스며들게 하는 방법
 - 유역법, 하천-수로법, 홍수법, 관개법 등이 있음
 - 공업화·도시화에 따른 불투수성 면적의 증가, 논 경작면적의 감소 및 휴경논의 증가는 지하수 함양량의 감소를 초래 함
- 지하수함양 국내사례(제주도)

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

나. 지표수-지하수를 연계한 강변여과수 개발

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

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

부록 V

청문조사 결과 (설문조사)

5. 청문조사결과(설문조사)

5.1 조사 개요

- 설문목적 : 지하수 개발 및 이용에 관한 의견을 청취하여 농촌지역 지하수 자원의 효율적 개발 이용 및 보전 관리계획 수립
- 설문기간 : 2018. 5 ~ 2018. 10
- 설문대상 : 울원지구 4개 읍·면 37개 법정리 마을이장
- 설문항목 : 일반현황
 - 지하수개발 및 방치공 현황
 - 지하수 수질현황
 - 지하수 수량현황
 - 지하수 관리현황 및 의견

5.2 일반현황

마을의 용수이용 현황 및 지하수 이용시 애로사항

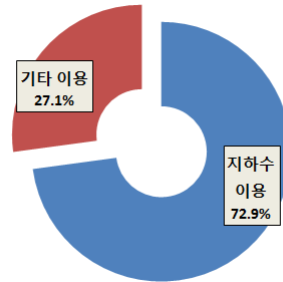
<분석결과>

- 지하수 이용가구 비율 72.9% 차지
- 생활용수는 주로 지하수(간이상수도)를 이용
- 농업용수 이용은 34.9%가 농업용 공공지하수 관정으로 공급받으며 차순위로 지하수 개인관정으로 부터 33.7%를 공급 받음
- 지하수를 이용하는 경우 용도별로 세분화하여 사용한다는 의견이 86.2%, 먹는 물과 기타로 사용한다는 의견은 13.8% 응답함
- 지하수이용시 주민들이 겪는 가장 큰 애로사항은 부족한 수량으로 59.1% 임

<표 5-2-1> 일반현황 항목별 설문결과

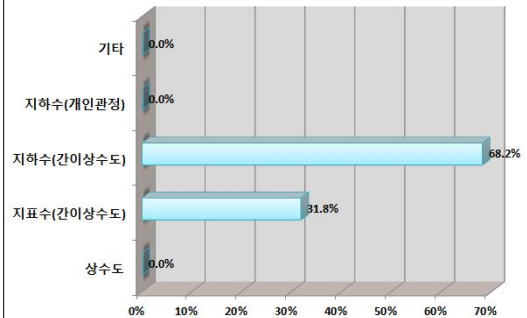
○ 지하수 이용가구 비율 : 72.9%

- 근남면 : 100%
- 금강송면 : 6.1%
- 매화면 : 86.3%



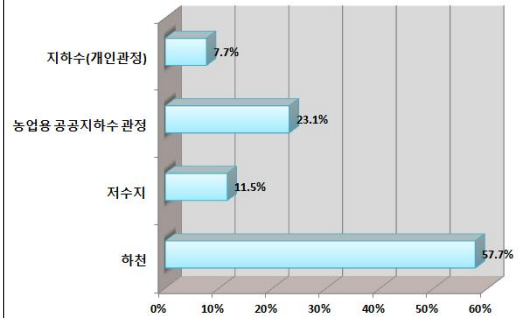
○ 생활용수 이용 수원

- 1순위: 지하수(간이상수도)
- 2순위: 지표수(간이상수도)



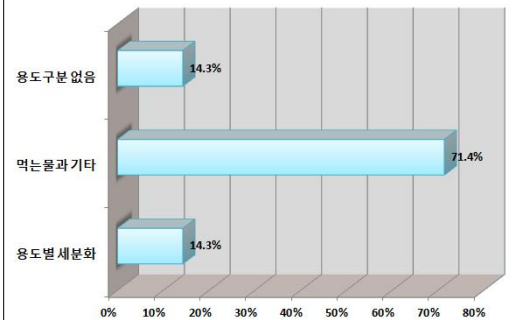
○ 농업용수 이용 수원

- 1순위: 하천
- 2순위: 농업용 공공지하수 관정
- 3순위: 저수지



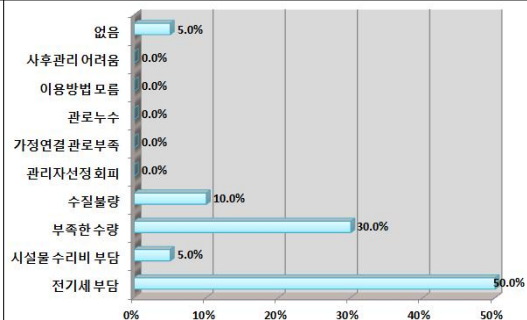
○ 지하수 관정 사용시 용도별 구분 사용 여부

- 먹는물과 기타 사용(71.4%)
- 용도별 세분화 사용(14.3%)
- 용도구분 없음(14.3%)



○ 지하수 이용시 주민들의 애로사항

- 전기세 부담(50.0%)
- 부족한 수량(30.0%)
- 수질불량(10.0%)



5.3 지하수개발

□ 마을의 지하수 개발여건 및 방치공 현황

<분석결과>

- 지하수 개발 여건이 용이하거나 보통인 경우 90.0%로 응답
- 방치공 중 먹는물이 100.0%를 차지
- 지하수 관정이 방치되는 요인은 수질불량(100.0%)로 나타남
- 미활용 지하수 관정을 없애지 않는 주 이유는 재사용 필요(100.0%)

<표 5-3-1> 지하수개발 항목별 설문결과

<p>○ 마을의 지하수 개발 여건</p> <ul style="list-style-type: none"> - 용이(55.0%) - 보통(35.0%) - 어려움(5.0%) 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>개발여건</th> <th>비율</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>용이</td> <td>55.0%</td> </tr> <tr> <td>보통</td> <td>35.0%</td> </tr> <tr> <td>어려움(폐공발생)</td> <td>5.0%</td> </tr> <tr> <td>기타</td> <td>5.0%</td> </tr> </tbody> </table>	개발여건	비율	용이	55.0%	보통	35.0%	어려움(폐공발생)	5.0%	기타	5.0%		
개발여건	비율												
용이	55.0%												
보통	35.0%												
어려움(폐공발생)	5.0%												
기타	5.0%												
<p>○ 용도별 지하수 방치공</p> <ul style="list-style-type: none"> - 먹는물(100.0%) 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>방치공 용도</th> <th>비율</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>먹는물</td> <td>100.0%</td> </tr> <tr> <td>공업용수</td> <td>0.0%</td> </tr> <tr> <td>농업용수</td> <td>0.0%</td> </tr> <tr> <td>생활용수</td> <td>0.0%</td> </tr> <tr> <td>개발방치공</td> <td>0.0%</td> </tr> </tbody> </table>	방치공 용도	비율	먹는물	100.0%	공업용수	0.0%	농업용수	0.0%	생활용수	0.0%	개발방치공	0.0%
방치공 용도	비율												
먹는물	100.0%												
공업용수	0.0%												
농업용수	0.0%												
생활용수	0.0%												
개발방치공	0.0%												
<p>○ 지하수 관정이 방치되는 요인</p> <ul style="list-style-type: none"> - 수질불량(100.0%) 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>방치 요인</th> <th>비율</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>수질불량</td> <td>100.0%</td> </tr> <tr> <td>기타</td> <td>0.0%</td> </tr> <tr> <td>비상용</td> <td>0.0%</td> </tr> <tr> <td>수량부족</td> <td>0.0%</td> </tr> <tr> <td>시설고장</td> <td>0.0%</td> </tr> </tbody> </table>	방치 요인	비율	수질불량	100.0%	기타	0.0%	비상용	0.0%	수량부족	0.0%	시설고장	0.0%
방치 요인	비율												
수질불량	100.0%												
기타	0.0%												
비상용	0.0%												
수량부족	0.0%												
시설고장	0.0%												
<p>○ 지하수 관정을 없애지 않는 이유</p> <ul style="list-style-type: none"> - 재사용 필요(100.0%) 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>없애지 않는 이유</th> <th>비율</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>재사용 필요</td> <td>100.0%</td> </tr> <tr> <td>기타</td> <td>0.0%</td> </tr> <tr> <td>관심없음</td> <td>0.0%</td> </tr> <tr> <td>경제적 부담</td> <td>0.0%</td> </tr> <tr> <td>관정소유자 불분명</td> <td>0.0%</td> </tr> </tbody> </table>	없애지 않는 이유	비율	재사용 필요	100.0%	기타	0.0%	관심없음	0.0%	경제적 부담	0.0%	관정소유자 불분명	0.0%
없애지 않는 이유	비율												
재사용 필요	100.0%												
기타	0.0%												
관심없음	0.0%												
경제적 부담	0.0%												
관정소유자 불분명	0.0%												

5.4 지하수수질

□ 마을의 지하수 이용중에 발생하는 수질 현황

<분석결과>

- 마을의 지하수 오염 유발인자는 생활오폐수(50.0%)으로 나타남
- 먹는물에 대한 수질검사는 정기검사(100.0%) 하는 것으로 나타남
- 지하수 수질에 대한 만족도는 만족이 76.5%, 보통이 14.7%로 나타남

<표 5-4-1> 지하수수질 항목별 설문결과

<p>○ 마을의 지하수 오염 유발인자</p> <ul style="list-style-type: none"> - 생활오폐수(50.0%) - 과다비료농약(45.5%) - 기타(4.5%) 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>오염 유발인자</th> <th>비율 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>기타</td><td>4.5%</td></tr> <tr><td>방치폐공</td><td>0.0%</td></tr> <tr><td>지하굴착</td><td>0.0%</td></tr> <tr><td>공동묘지, 가축매장지</td><td>0.0%</td></tr> <tr><td>군부대</td><td>0.0%</td></tr> <tr><td>주유소, 유류저장탱크</td><td>0.0%</td></tr> <tr><td>골프장</td><td>0.0%</td></tr> <tr><td>음식점상가오폐수</td><td>0.0%</td></tr> <tr><td>생활오폐수</td><td>50.0%</td></tr> <tr><td>과다비료농약</td><td>45.5%</td></tr> <tr><td>공단, 공장</td><td>0.0%</td></tr> <tr><td>가축사육장</td><td>0.0%</td></tr> <tr><td>쓰레기매립지</td><td>0.0%</td></tr> </tbody> </table>	오염 유발인자	비율 (%)	기타	4.5%	방치폐공	0.0%	지하굴착	0.0%	공동묘지, 가축매장지	0.0%	군부대	0.0%	주유소, 유류저장탱크	0.0%	골프장	0.0%	음식점상가오폐수	0.0%	생활오폐수	50.0%	과다비료농약	45.5%	공단, 공장	0.0%	가축사육장	0.0%	쓰레기매립지	0.0%
오염 유발인자	비율 (%)																												
기타	4.5%																												
방치폐공	0.0%																												
지하굴착	0.0%																												
공동묘지, 가축매장지	0.0%																												
군부대	0.0%																												
주유소, 유류저장탱크	0.0%																												
골프장	0.0%																												
음식점상가오폐수	0.0%																												
생활오폐수	50.0%																												
과다비료농약	45.5%																												
공단, 공장	0.0%																												
가축사육장	0.0%																												
쓰레기매립지	0.0%																												
<p>○ 지하수 수질검사(먹는물)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 정기적(100.0%) 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>검사 유형</th> <th>비율 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>기타</td><td>0.0%</td></tr> <tr><td>받은적없음</td><td>0.0%</td></tr> <tr><td>비정기적</td><td>0.0%</td></tr> <tr><td>정기적</td><td>100.0%</td></tr> </tbody> </table>	검사 유형	비율 (%)	기타	0.0%	받은적없음	0.0%	비정기적	0.0%	정기적	100.0%																		
검사 유형	비율 (%)																												
기타	0.0%																												
받은적없음	0.0%																												
비정기적	0.0%																												
정기적	100.0%																												
<p>○ 지하수 수질에 대한 만족도</p> <ul style="list-style-type: none"> - 만족(81.3%) - 불만족(12.5%) - 보통(6.3%) 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>만족도</th> <th>비율 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>매우불만족</td><td>0.0%</td></tr> <tr><td>불만족</td><td>12.5%</td></tr> <tr><td>보통</td><td>6.3%</td></tr> <tr><td>만족</td><td>81.3%</td></tr> <tr><td>매우만족</td><td>0.0%</td></tr> </tbody> </table>	만족도	비율 (%)	매우불만족	0.0%	불만족	12.5%	보통	6.3%	만족	81.3%	매우만족	0.0%																
만족도	비율 (%)																												
매우불만족	0.0%																												
불만족	12.5%																												
보통	6.3%																												
만족	81.3%																												
매우만족	0.0%																												

5.5 지하수수량

□ 마을의 지하수 수량현황

<분석결과>

- 지하수 관정 수량이 부족하거나 매우 부족한 것으로 답한 경우 용도별로 보면 농업용수(35.3%), 생활용수(21.0%) 순으로 나타남
- 지하수와 관련하여 시·군, 읍·면 및 공공기관에 민원을 제기한 경우는 15.2%로 나타났고 주된 사유는 기타로 66.7% 임

<표 5-5-1> 지하수수량 항목별 설문결과

<p>○ 먹는물로 사용하는 지하수관정의 수량</p> <ul style="list-style-type: none"> - 풍부(57.9%) - 보통(21.1%) - 부족(10.5%) - 매우부족(10.5%) 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>수량</th> <th>비율 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>매우부족</td> <td>10.5%</td> </tr> <tr> <td>부족</td> <td>10.5%</td> </tr> <tr> <td>보통</td> <td>21.1%</td> </tr> <tr> <td>풍부</td> <td>57.9%</td> </tr> <tr> <td>매우풍부</td> <td>0.0%</td> </tr> </tbody> </table>	수량	비율 (%)	매우부족	10.5%	부족	10.5%	보통	21.1%	풍부	57.9%	매우풍부	0.0%
수량	비율 (%)												
매우부족	10.5%												
부족	10.5%												
보통	21.1%												
풍부	57.9%												
매우풍부	0.0%												
<p>○ 생활용수로 사용하는 지하수관정의 수량</p> <ul style="list-style-type: none"> - 풍부(57.9%) - 보통(21.1%) - 부족(10.5%) - 매우부족(10.5%) 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>수량</th> <th>비율 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>매우부족</td> <td>10.5%</td> </tr> <tr> <td>부족</td> <td>10.5%</td> </tr> <tr> <td>보통</td> <td>21.1%</td> </tr> <tr> <td>풍부</td> <td>57.9%</td> </tr> <tr> <td>매우풍부</td> <td>0.0%</td> </tr> </tbody> </table>	수량	비율 (%)	매우부족	10.5%	부족	10.5%	보통	21.1%	풍부	57.9%	매우풍부	0.0%
수량	비율 (%)												
매우부족	10.5%												
부족	10.5%												
보통	21.1%												
풍부	57.9%												
매우풍부	0.0%												
<p>○ 농업용수로 사용하는 지하수관정의 수량</p> <ul style="list-style-type: none"> - 보통(58.8%) - 부족(17.6%) - 매우부족(17.6%) - 풍부(5.9%) 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>수량</th> <th>비율 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>매우부족</td> <td>17.6%</td> </tr> <tr> <td>부족</td> <td>17.6%</td> </tr> <tr> <td>보통</td> <td>58.8%</td> </tr> <tr> <td>풍부</td> <td>5.9%</td> </tr> <tr> <td>매우풍부</td> <td>0.0%</td> </tr> </tbody> </table>	수량	비율 (%)	매우부족	17.6%	부족	17.6%	보통	58.8%	풍부	5.9%	매우풍부	0.0%
수량	비율 (%)												
매우부족	17.6%												
부족	17.6%												
보통	58.8%												
풍부	5.9%												
매우풍부	0.0%												

5.6 지하수관리

□ 마을의 지하수 관리에 대한 만족도 및 의견

<분석결과>

- 공공 지하수관정에 대한 만족도는 만족이 66.7%임
- 공공기관에 위탁관리 하는 의견에 대해서는 찬성이 100%임
- 마을에서 주민들이 원하는 지하수는 농업용수(76.5%)를 선호함

<표 5-6-1> 지하수관리 항목별 설문결과

<p>○ 공공 지하수관정에 대한 만족도</p> <ul style="list-style-type: none"> -만족(66.7%) -보통(27.8%) -불만(5.6%) 	<table border="1"> <caption>공공 지하수관정에 대한 만족도</caption> <thead> <tr> <th>만족도</th> <th>비율</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>매우불만족</td> <td>0.0%</td> </tr> <tr> <td>불만족</td> <td>5.6%</td> </tr> <tr> <td>보통</td> <td>27.8%</td> </tr> <tr> <td>만족</td> <td>66.7%</td> </tr> <tr> <td>매우만족</td> <td>0.0%</td> </tr> </tbody> </table>	만족도	비율	매우불만족	0.0%	불만족	5.6%	보통	27.8%	만족	66.7%	매우만족	0.0%
만족도	비율												
매우불만족	0.0%												
불만족	5.6%												
보통	27.8%												
만족	66.7%												
매우만족	0.0%												
<p>○ 공공기관에 위탁관리 방안 찬반 의견</p> <ul style="list-style-type: none"> - 찬성(100.0%) 	<table border="1"> <caption>공공기관에 위탁관리 방안 찬반 의견</caption> <thead> <tr> <th>의견</th> <th>비율</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>찬성</td> <td>100.0%</td> </tr> <tr> <td>반대</td> <td>0.0%</td> </tr> </tbody> </table>	의견	비율	찬성	100.0%	반대	0.0%						
의견	비율												
찬성	100.0%												
반대	0.0%												
<p>○ 마을 주민들이 가장 원하는 지하수</p> <ul style="list-style-type: none"> -1순위 : 농업용수(76.5%) -2순위 : 먹는물(23.5%) 	<table border="1"> <caption>마을 주민들이 가장 원하는 지하수</caption> <thead> <tr> <th>지하수종류</th> <th>비율</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>기타용수</td> <td>0.0%</td> </tr> <tr> <td>공업용수</td> <td>0.0%</td> </tr> <tr> <td>농업용수</td> <td>76.5%</td> </tr> <tr> <td>생활용수</td> <td>0.0%</td> </tr> <tr> <td>먹는물</td> <td>23.5%</td> </tr> </tbody> </table>	지하수종류	비율	기타용수	0.0%	공업용수	0.0%	농업용수	76.5%	생활용수	0.0%	먹는물	23.5%
지하수종류	비율												
기타용수	0.0%												
공업용수	0.0%												
농업용수	76.5%												
생활용수	0.0%												
먹는물	23.5%												

5.7 가뭄피해

□ 마을의 가뭄피해 현황

<분석결과>

- 가뭄피해에 있어 부족한 용수는 농업용수가 100.0%임
- 가뭄이 발생하는 빈도는 불규칙이 68.4%임
- 가뭄이 발생한 경우 용수 부족의 극복방법은 기타가 85.0%임

<표 5-7-1> 가뭄피해 항목별 설문결과

<p>○ 가뭄피해의 종류 -농업용수(100.0%)</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>종류</th> <th>비율 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>기타</td> <td>0.0%</td> </tr> <tr> <td>생활용수</td> <td>0.0%</td> </tr> <tr> <td>농업용수</td> <td>100.0%</td> </tr> </tbody> </table>	종류	비율 (%)	기타	0.0%	생활용수	0.0%	농업용수	100.0%		
종류	비율 (%)										
기타	0.0%										
생활용수	0.0%										
농업용수	100.0%										
<p>○ 농업용수 가뭄피해 빈도 -불규칙(68.4%) -매년(31.6%)</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>빈도</th> <th>비율 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>기타</td> <td>0.0%</td> </tr> <tr> <td>불규칙</td> <td>68.4%</td> </tr> <tr> <td>매년</td> <td>31.6%</td> </tr> </tbody> </table>	빈도	비율 (%)	기타	0.0%	불규칙	68.4%	매년	31.6%		
빈도	비율 (%)										
기타	0.0%										
불규칙	68.4%										
매년	31.6%										
<p>○ 가뭄 발생시 농업용수 부족 극복방법 -기타(85.0%) -인근 우물, 관정 이용(10.0%) -지하수관정개발(5.0%)</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>극복방법</th> <th>비율 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>기타</td> <td>85.0%</td> </tr> <tr> <td>인근 우물, 관정 이용</td> <td>10.0%</td> </tr> <tr> <td>운반급수</td> <td>0.0%</td> </tr> <tr> <td>지하수관정개발</td> <td>5.0%</td> </tr> </tbody> </table>	극복방법	비율 (%)	기타	85.0%	인근 우물, 관정 이용	10.0%	운반급수	0.0%	지하수관정개발	5.0%
극복방법	비율 (%)										
기타	85.0%										
인근 우물, 관정 이용	10.0%										
운반급수	0.0%										
지하수관정개발	5.0%										

5.8 기타 주요 제시 의견

- 가뭄 피해 발생시 적절한 농업용수의 공급을 원함.
- 공공관정 뿐만이 아니라 일반관정에 대해서도 관리가 필요함.

5.9 설문결과에 대한 종합의견

- 생활용수는 대부분 간이상수도(지하수)이며, 농업용수는 하천과 농업용 공공지하수 관정 이용이 대부분임
 - 지하수 이용시 용도별로 이용목적은 먹는물과 기타로 사용하는 경우가 대부분이고 정기적인 수질관리가 이루어지고 있는 상태이므로 지하수 수질에 대한 관리가 충분하다고 판단됨.
- 지하수 개발이 용이하거나 보통인 편이 90.0%로 향후 지하수 개발시 주민의견은 긍정적일 것으로 판단 됨.
 - 방치공 미처리의 주 이유는 재사용이 필요할 것으로 판단한 경우이므로 이에 대한 관리대책이 필요할 것으로 판단 됨.
 - 또한 불안정한 지하수공급에 대한 불안감 해결방안으로 가뭄이나 영농기 비상대체 관정의 확보 및 가뭄대비 기초자료 확보가 가능한 조사가 필요할 것으로 판단 됨.
- 지하수 수질에 대한 만족도는 만족이 81.3%이고, 먹는물과 생활용수의 정기적인 수질검사는 100.0%, 농업용수의 경우 50.0%로 나타나 농업용수에 대한 정기적인 수질검사가 필요할 것으로 판단 됨.
- 지하수 수량에 대해서는 매우부족 및 부족이 먹는물과 생활용수에서 각각 21.0%로 나타났고, 농업용수에서 35.3%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 만족이 66.7%로 높게 나타났으며, 지하수전문기관에 위탁 관리하는 의견에 대해서는 100.0%의 찬성으로 공공기관에서의 관리가 필요하다고 의사표시 함.
- 보다 적극적인 행정관리로 지역지하수관리계획 수립이 필요하다고 판단 됨.

부록 VI

농어촌지하수 관리시스템

6. 농어촌지하수관리 시스템 이용안내

6.1 구축현황

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

《 농어촌지하수관리시스템 DB 구축 현황 》

구분	세부 내용	자료수(건)	주된 내용
계		623,079공	‘2016년말 기준
지하수 시설물	소계	592,871공	
	지하수자원관리조사	573,695공	총 352지구중 245개(85시·군) 농어촌용수구역내 분포하는 조사관정 현황
	농업용공공관정	19,176공	농업용공공관정 정밀조사 및 공사관리관정
시추개발 관정현황	소계	27,717공	
	지하수개발자료	19,483공	공사개발 지하수관정 시추개발 자료
	시추조사	8,234공	수맥조사 지구내 시추착정조사 결과
지하수관측망 모니터링	소계	431공	
	농촌지하수관측망	268공	실시간 수위, 수온, EC 계측분석
	해수침투관측망	163공	"

6.2 접속방법

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

6.3 운영방법

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

6.4 농어촌지하수넷시스템 이용 안내

가. 웹지도서비스 이용 방법

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

농어촌지하수넷 홈페이지 화면

The screenshot shows the homepage of the Rural Groundwater Net system. It features a navigation bar with '농어촌지하수넷이란', '지하수자원관리사업', and '지도서비스'. The main content area includes a 'Welcome to Rural Groundwater Net' message, a '공지사항' (Notice) section with recent updates, a '지하수 동정' (Groundwater News) section with news items, and a 'Quick Link' section with icons for '지하수 관측망시스템', '관측망 모니터링', '관련 보고서', and '도움말'. Below these are three main data sections: '농어촌 지하수 정보 분석' (Rural Groundwater Information Analysis), '농업용공공관정현황' (Agricultural Public Observation Station Status), and '지하수관측망정보' (Groundwater Observation Network Information).

농어촌 지하수 정보 분석

개발예정지 검토	지하수개발 이용현황
수질/수량 정보	대수층특성 정보
지하수지원권리현황	충당현황

지하수지원권리현황: [시도] 전체, [시군구] 전체, [읍면동] 전체

[개발예정지검토] 82~06년까지 수맥조사 시추조사자료와 90년 이후 현재까지 지하수 개발실적자료를 이용하여 해당지역의 지층내역 통계 자료를 제공합니다.

농업용공공관정현황

(2016년 농업통계연보) 관할구분: 전체 지자체 공사

관역	개(공)	수해면적(ha)	채수량(㎥/일)
합계	24,479	71,046	7,042,836
부산광역시	105	347	16,253
대구광역시	188	563	45,720
인천광역시	416	1,173	49,419
광주광역시	191	718	34,001
대전광역시	244	501	42,235
충청남도	285	1,367	40,281
세종특별자치시	305	450	182,465
경기도	2,138	6,773	476,759
강원도	1,466	5,024	392,509
충청북도	1,261	4,228	263,551

지하수관측망정보

(2017년 07월 현재) 구분: 전체 농촌지하수 해수침투

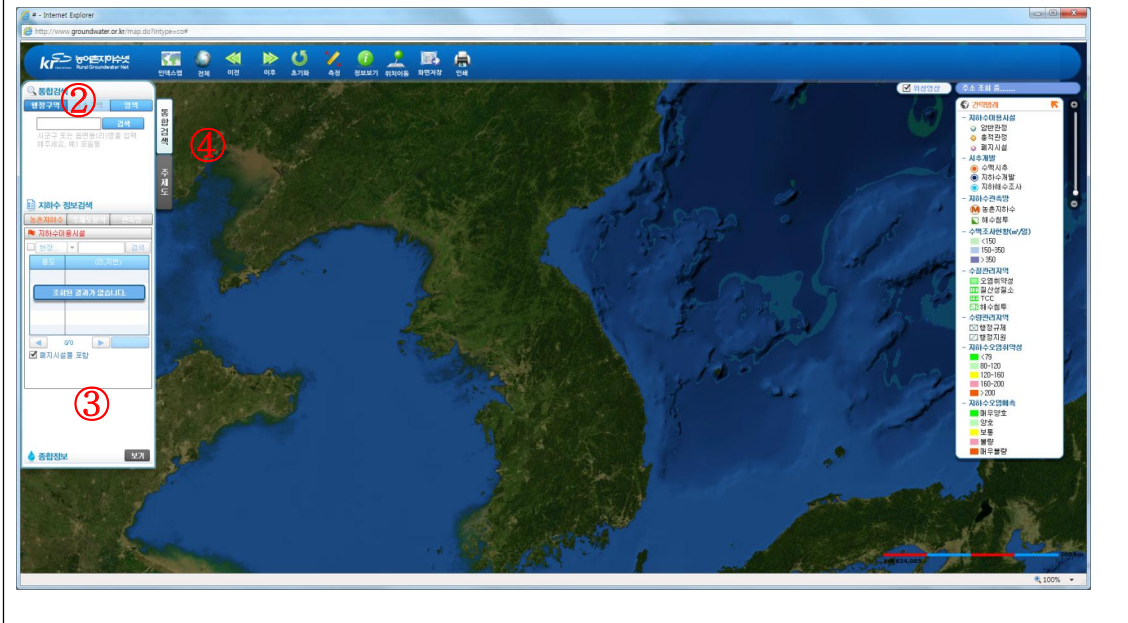
구분	지하수수량(DL,m)			전기전도도(μS/cm)		
	현재할평균	전년도까지의 할평균	비율 (%)	현재할평균	전년도까지의 할평균	비율 (%)
전국	53.48	42.81	124.91	4,539	4,627	98.09
경기	32.61	16.32	199.81	1,678	1,176	142.66
강원	111.43	114.70	97.15	2,069	1,491	138.74
충북	136.67	144.79	94.39	304	246	123.66
충남	22.36	12.96	172.61	5,821	6,458	90.14
전북	79.21	69.17	114.52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

Copyright © 2016 KRC. 농어촌지하수관리시스템 ALL RIGHTS RESERVED.

나. 웹지도서비스 메뉴 구성

웹지도서비스 메인화면

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

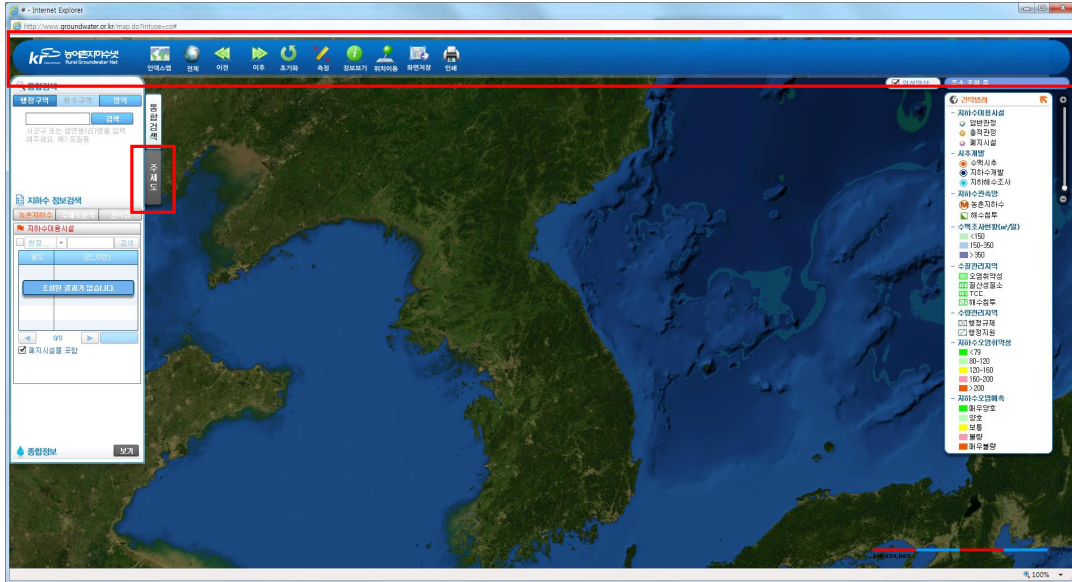












1) 웹지도서비스 메뉴 소개

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

① 지도제어 - 지도상단 메뉴

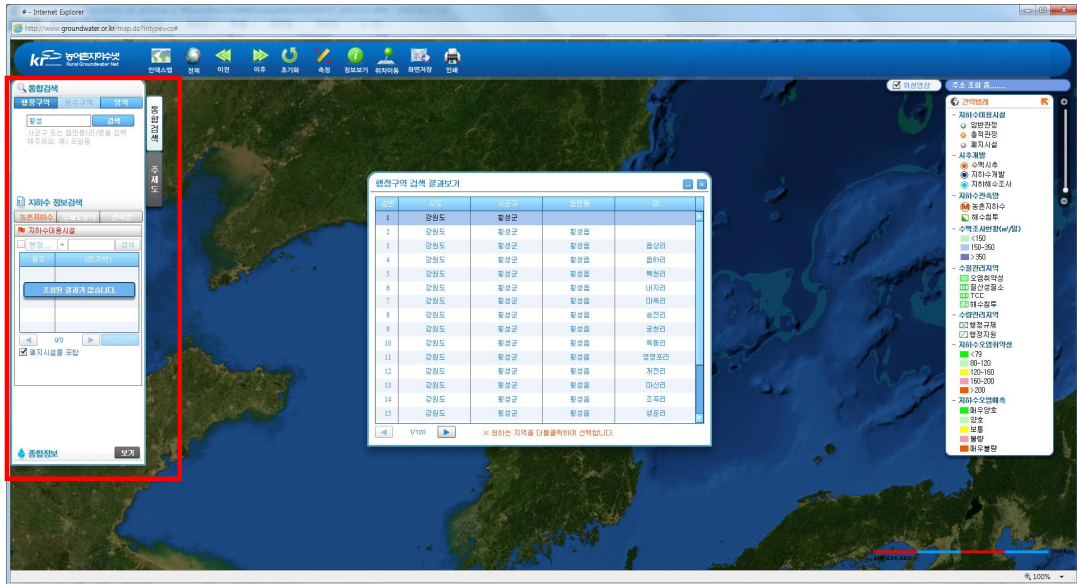
- 전체영역, 위치이동, 거리측정, 정보보기, 화면저장, 인쇄, 범례 등의 기능수행이 가능합니다.



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

② 검색 : 지도좌측 검색창

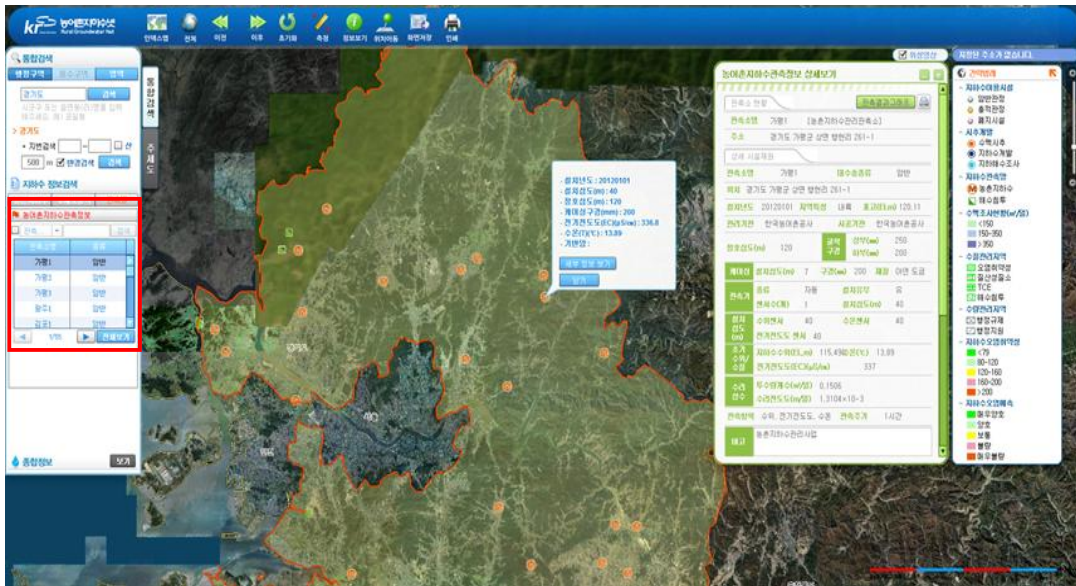
- 지역 또는 원하는 영역을 설정하여 찾고자 하는 지역의 지하수공간정보 현황을 확인합니다.



- 행정구역/용수구역/영역검색을 제공합니다

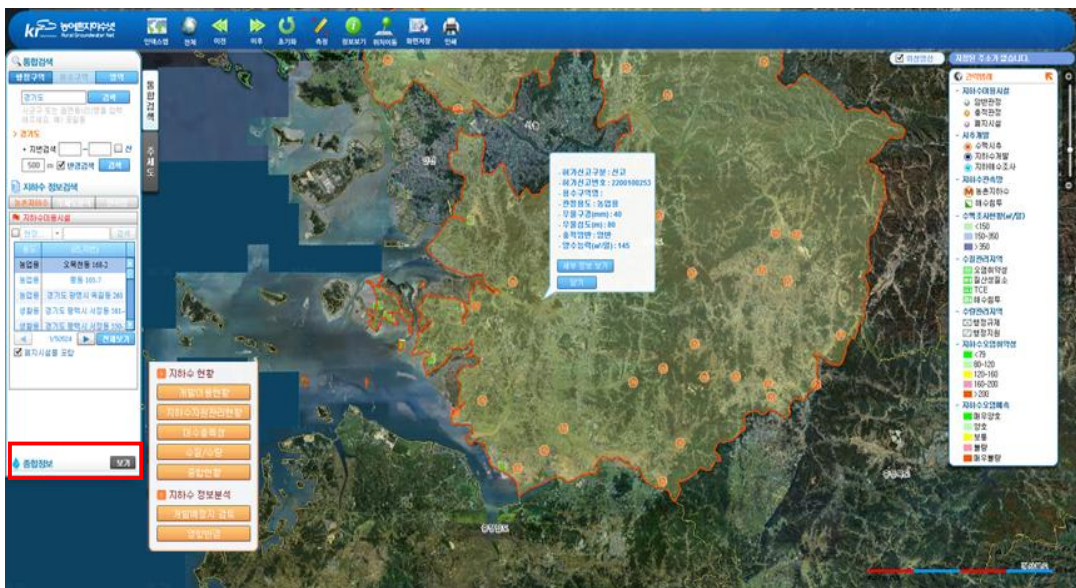
<p>행정구역 용수구역 영역</p> <p>화성시 <input type="button" value="검색"/></p> <p>시군구 또는 읍면동(리)명을 입력 해주세요. 예) 포일동</p> <p>> 경기도 화성시</p> <p>+ 지번검색 <input type="text"/> - <input type="text"/> 산 <input type="button" value="검색"/></p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 시군구 또는 읍면동(리)명을 입력하고 시설물을 검색합니다. ■ 시군구/읍면동(리) 검색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

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



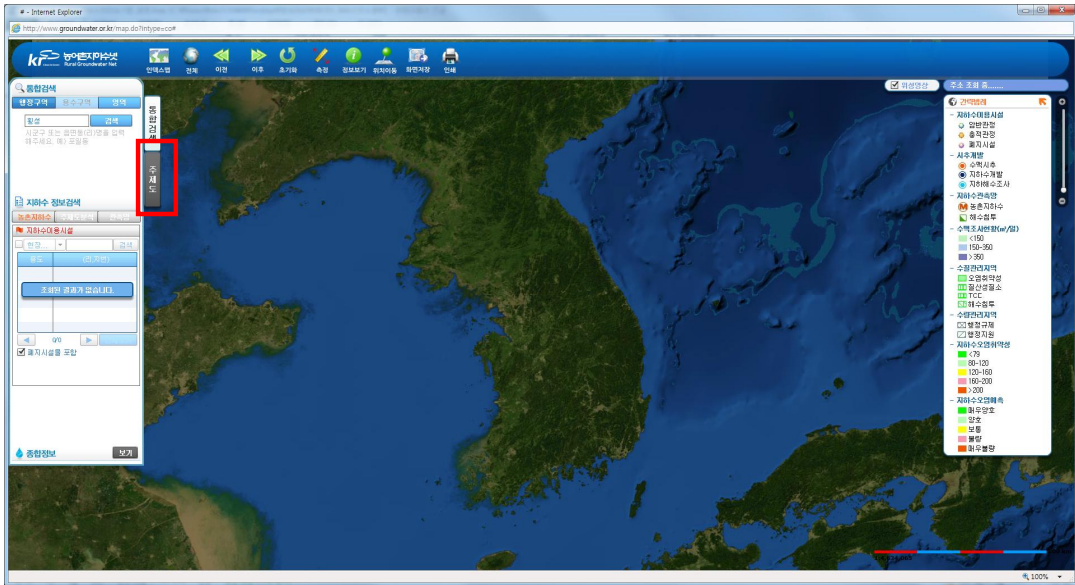
③ 종합정보

- 선택지역에 대한 지하수공간정보 통합분석현황을 제공합니다.



(개발이용, 대수층특성, 수질·수량, 종합현황 등)

④ 주제도 : 제공하는 전체 레이어의 ON/OFF창



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

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

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

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

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

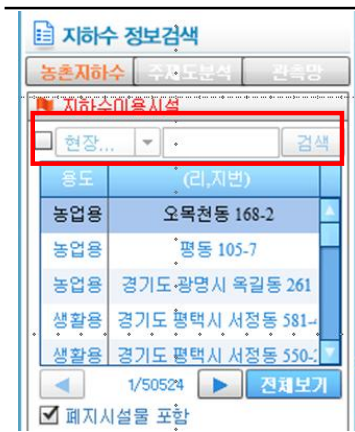
■ 주제도	용도지역지구도
	<ul style="list-style-type: none"> □ 용도지역지구 <ul style="list-style-type: none"> □ 도시지역 <ul style="list-style-type: none"> ▨ 제1종전용주거지역 ▨ 제2종일반주거지역 ▨ 제1종일반주거지역 ▨ 제2종전용주거지역 ▨ 제3종일반주거지역 ▨ 준주거지역 ▨ 중심상업지역 ▨ 일반상업지역 ▨ 근린상업지역 ▨ 유통상업지역 ▨ 전용공업지역 ▨ 일반공업지역 ▨ 준공업지역 ▨ 보전녹지지역 ▨ 생산녹지지역 ▨ 자연녹지지역 □ 관리지역 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

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

다. 지하수정보 세부검색 방법

1) 지하수시설정보

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



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

간략정보보기



- 지도위에 간략하게 표현되고 허가신고구분 / 허가신고번호 / 용수구역명 / 관정용도 / 우물구경 / 우물심도 / 층적암반 / 양수능력에 대한 정보를 제공합니다.

세부정보보기

농어촌지하수관리 상세보기

관정위치 및 제원 | 현장간이수질 | 관정유무분석 | 동위원소분석

위치정보

주소: 경기도 평택시 장왕동 5동로 2번지

지명/간명명: 포고 (E/Lm) 34, 09989847

현장조사번호: PTG505060 공사관리시설

허가원래: 신고 권리번호

조사일: 2005-08-29 조사자: 김현철

허가/신고: 신고 허가신고번호: 2200400019

시설제원

사업명		
용수구역	심도 (m)	100
우물구경 (mm)	도출관구경 (mm)	32
캐비성구경 (mm)	펌프마력 (HP)	2
정호원래	관정	축적/암반
개발일자	2004-01-01	
공공/사설	사설	용용/새용용
용도	공업용	세부용도
양수량 (m³/일)	93	연사량 (m³/년)
		32850

시설현단

그라우팅	Y	유량계	Y
삼부보호공	Y	수위측정관	N
출수장치	Y	전기가설	Y

관정사진

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

2) 주제도분석

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

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

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

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

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

㉓ 수맥지구

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

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

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

1/66 전체보기

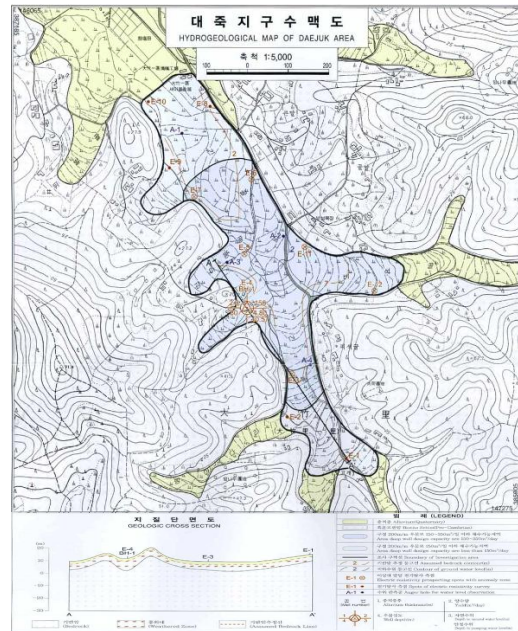
- 체크박스를 선택후 검색시 :
지구명 / 개발년도 중 하나를 선택하고 해당 자료 코드를 입력하면 검색결과가 나타납니다.
- 체크박스를 해제후 검색시 :
선택지역에 대한 모든 검색결과가 나타납니다.
- 개발예정지검토
검색된 지역에 대한 자료설명 / 검색조건 / 지구현황에 대한 결과가 나타납니다.

간략정보 보기



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

세부정보 보기



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

<수맥지구 정보보기>

㉔ 시추개발

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

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



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

간략정보 보기



- 지도위에 간략하게 표현되고 관정코드/지구명/위치/조사공번/개발공번/관정용도/개발년도 정보를 제공합니다.

세부정보 보기

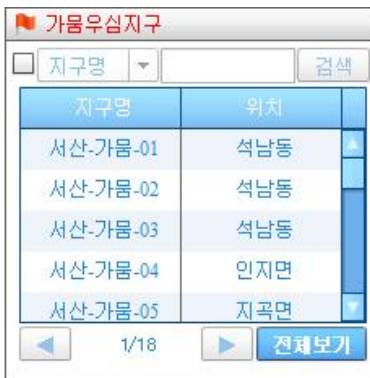


- 위치정보, 시설정보, 시추착정, 확공개발, 양수시험, 수질시험, 기타사항 등의 결과가 나타납니다.

<지하수개발 정보보기>

㉔ 가뭄우심지구

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



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

간략정보 보기



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

세부정보 보기




- 조사공위치 / 세부내역 / 가뭄우심지구 이미지 정보를 제공합니다.



<가뭄우심지구 정보보기>

3) 관측망

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

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

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

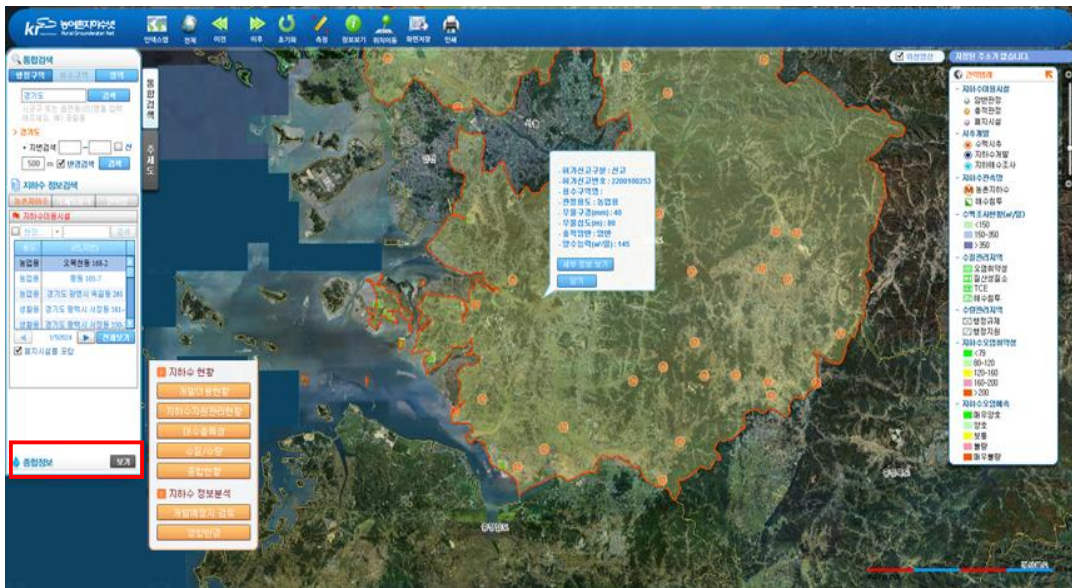
간략정보 보기	세부정보 보기
 <ul style="list-style-type: none"> ■ 지도위에 간략하게 표현되고 설치일자 / 설치심도 / 정호심도 / 케이싱구경 / 전기전도도 / 수온 / 기반암에 대한 정보를 제공합니다. 	 <ul style="list-style-type: none"> ■ 지하수관측정보 및 검색기간 그래프 정보를 제공합니다.

<농어촌지하수 관측정보 정보보기>

4) 종합정보

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

- 농촌지하수관리사업의 조사·분석결과를 이용하여 개발예정지에 대한 종합적인 검토자료를 제공합니다.

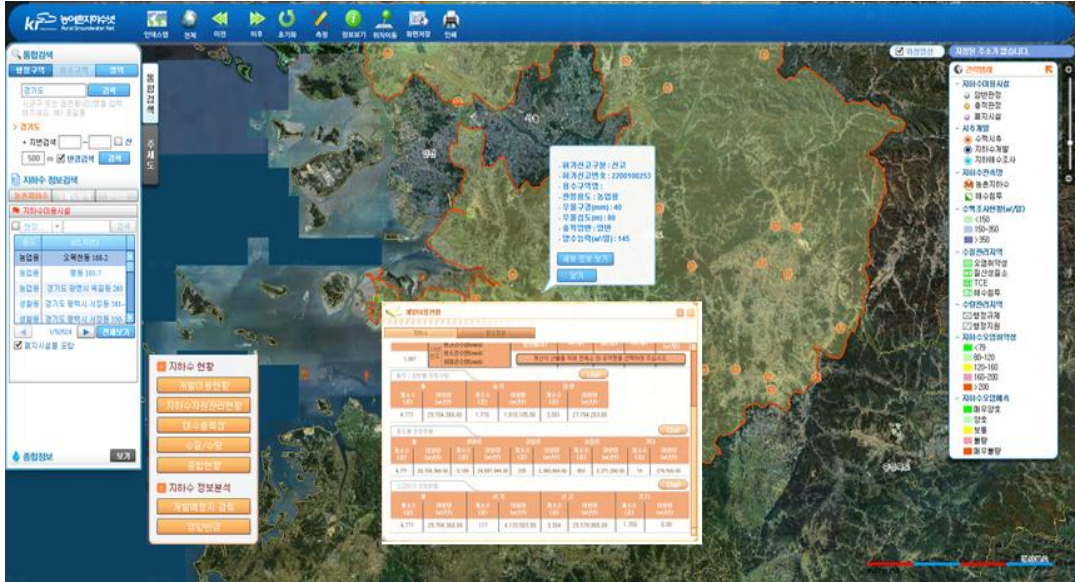


㉠ 지하수 현황	
- 개발이용현황	한국농어촌공사 보유자료를 근간으로 농촌지하수관리 사업을 통해 조사된 정보제공
- 지하수자원관리현황	농촌지하수관리조사의 분석결과를 이용한 종합적인 검토자료 제공
- 대수층특성	대수층 특성에 따른 수위 및 개발심도/수리상수 정보제공
- 수질/수량	현장간이 수질을 통한 조사로 전기전도도, 수소이온농도, 온도, 질산성 질소 등의 분석자료 제공
- 종합현황	지하수 개발이용실태, 부존특성 등을 분석하여 지하수 관리가 필요한 지역을 선정
㉡ 지하수 정보분석	
- 개발예정지 검토	'82년~06년까지 수맥조사 시추조사와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

㉞ 지하수 현황

■ 개발이용현황

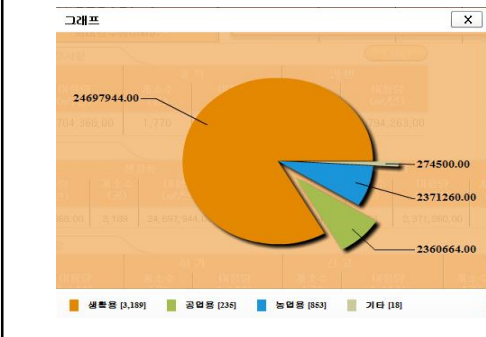
- 지하수 / 점오염원의 관정정보를 제공하고 있습니다.



· 지하수

개발이용현황

종류	개수	면적 (㎡)	총 용량 (㎥)
농업용 관정	1,087	1,087	1,087
개발용 관정	117	4,133,503.00	25,570,865.00
개발용 관정 (합계)	1,204	5,220,510.00	26,651,730.00



· 점오염원

지하수 / 점오염원

개요

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

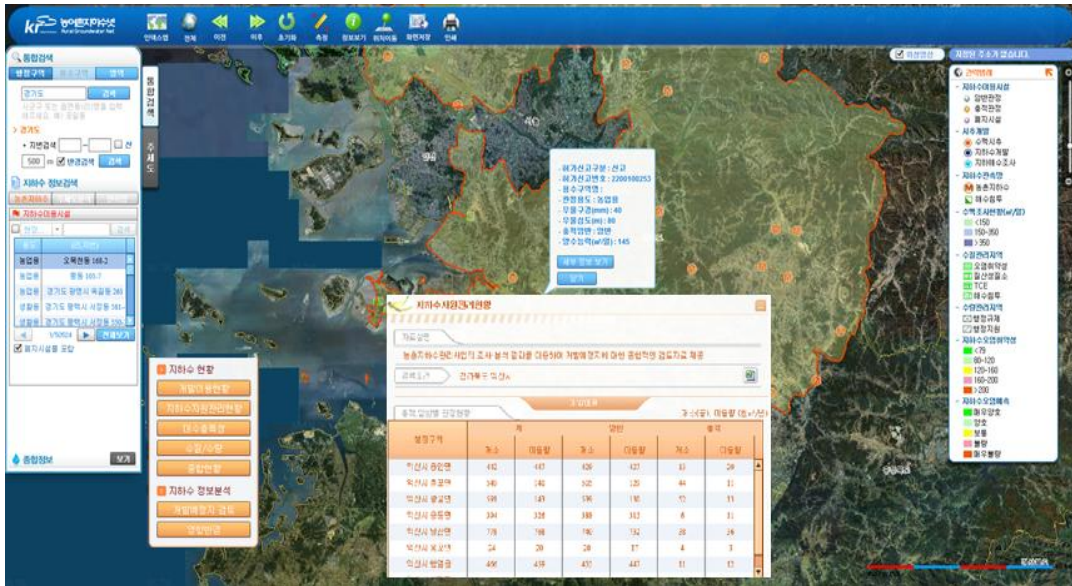
조건: 경기도 화성시

현황

종류	개수	면적 (㎡)	총 용량 (㎥)
축산폐수배출시설	1,047	1,047	1,047
오수배출시설	1,503	1,503	1,503
폐수배출시설	699	699	699
유류저장시설	291	291	291
쓰레기매립지	8	8	8

■ 지하수자원관리현황

- 농어촌지하수 관정조사 결과를 이용하여 종합적인 검토자료를 제공합니다.



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

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

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

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

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

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

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

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

■ 대수층특성

- 대수층 특성에 따른 수위 및 개발심도/수리상수의 정보를 제공합니다.

· 수위 및 개발심도

수위 및 개발심도
수리상수

개요

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

정의

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

현황

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

· 수리상수

수위 및 개발심도
수리상수

개요

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

정의

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

수리상수

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

■ 수질/수량

- 관정의 수질현황 및 수량현황 정보를 제공합니다.

· 현장간이수질

수질현황
수량현황

현장간이수질
양음이온분석
동위원소

개요

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

대수층별 간이수질 현황

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

· 양이온분석

현장간이수질
양음이온분석
동위원소

개요

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

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

양 / 음 이온 분석현황

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

· 동위원소

현장간이수질 양음이온분석 동위원소

개요

지하수중 질산성 질소의 δ15N을 측정하면 그 오염원을 추정할 수 있는데 일반적으로 지하수의 δ15N 값은 오염원미 화학비료인 경우는 +4‰ 이하, 토양유기물인 경우 +4 ~ +9 ‰, 축산폐수나 생활하수인 경우는 +9 ~ +18 ‰ 인 것으로 알려져 있다. 수리지구화학에서는 지하수의 기원(특히, 기온, 위도, 고도 등 출진환경)과 진화양상을 규명하기 위하여 산소 및 수소 동위원소를 많이 사용한다. 일반적으로 강우의 δO와 δD값은 전세계 강우직선(Worldwide Meteoric Water Line, δD = δ18O + 10)상에 또는 이에 평행하게 접시된다.

동위원소 분석현황

현장조사 번호	위치	대수층구분	심도 (m)	NO3-N (mg /ℓ)	δ15N (‰)	δ18O (‰)	δD (‰)
PJG080121	경기도 파주시 탄현면 법흥리	암반	250	5.66	16.7	0	0
PJW080169	경기도 파주시 조리읍 대원리	암반	25	22.12	1.3	0	0
PJG090768	경기도 파주시 파주읍 연풍리	암반	100	2.1	4.6	6.5	0
PJG100074	경기도 파주시 적성면 마지리	암반	10	7.69	9.1	0	0
PJG100127	경기도 파주시 적성면 장현리	암반	100	4.11	9.1	0	0
PJW080087	경기도 파주시 상지석동	암반	27	4.78	14.9	0	0
PJG090484	경기도 파주시 법원읍 법원리	암반	100	1.6	14.2	6.8	0
PJG090368	경기도 파주시 법원읍 대능리	암반	100	9.3	11.6	1.3	0
PJG090489	경기도 파주시 법원읍 법원리	암반	200	12.7	8.4	4.4	0

· 수량현황

수질현황 수량현황

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

현황

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

■ 종합현황

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

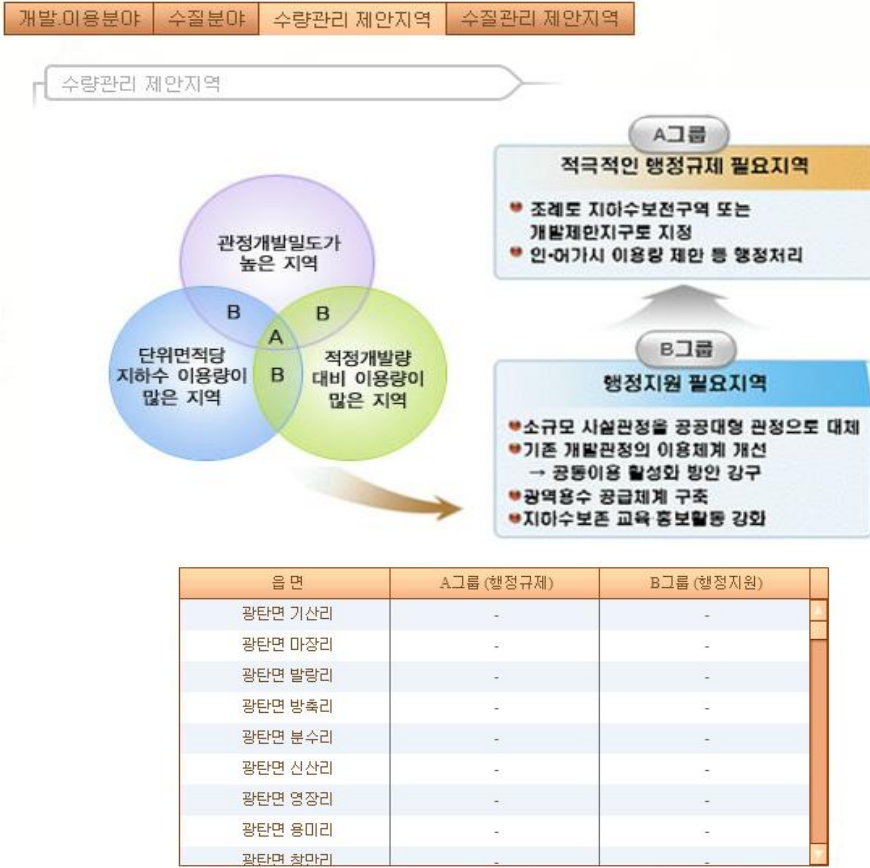
· 개발·이용분야

개발·이용분야	수질분야	수량관리 제안지역	수질관리 제안지역		
<p>개발·이용분야</p> <p>: 지하수 이용 및 수량 특성기준 - 지하수 개발가능량 과다지역 - 단위면적당 지하수 이용량 과다 지역 - 관정밀도 과다 지역</p>					
위치	관정수 (공)	관정밀도 (공/km ²)	총이용량 (천m ³ /yr)	단위면적당 이용량 (천m ³ /yr/km ²)	이용량/적정 개발가능량 (%)
평균	676	24.21	1995.15	84.52	56.19
경기도 파주시 군내면	112	2.59	426.22	9.85	6.68
경기도 파주시 법원읍	598	18.8	1000.57	31.46	23.79
경기도 파주시 장단면	36	1.06	263.18	7.72	4.8
경기도 파주시 적성면	764	8.6	2000.5	22.52	17.86
경기도 파주시 진동면	38	0.88	112.42	2.61	1.94
경기도 파주시 진서면	2	0.22	2.19	0.24	0.12
경기도 파주시 파평면	486	13.48	1045.87	29.01	21.78
경기도 파주시 교하읍	1930	32.5	8306.18	147.52	98.83

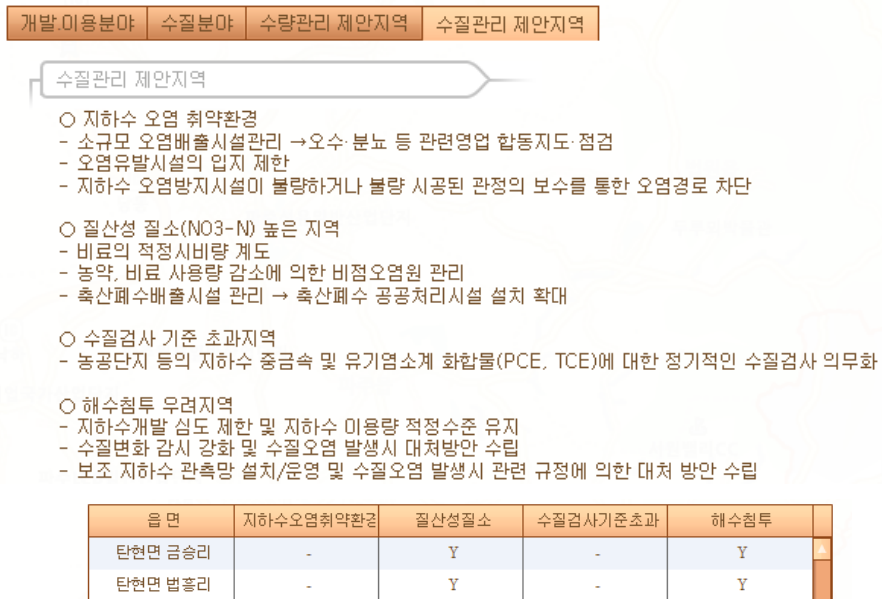
· 수질분야

개발·이용분야	수질분야	수량관리 제안지역	수질관리 제안지역		
<p>수질분야</p> <p>: 지하수 수질특성기준 - 지하수오염이 진행중인 지역(질산성질소 평균치 높은 지역) - DRASTIC INDEX(지하수 오염취약성) 높은 지역 - 단위면적당 오염부하량 과다 지역</p>					
위치	질산성질소 (mg/l)	잠재오염원 (개소)	오염원분포밀도 (개소/km ²)	평균 DRASTIC Index	오염부하량 (kg/밀/km ²)
평균	3	79.23	38.38	118.64	3270.54
경기도 파주시 군내면	0	8	0.18	121.31	88.27
경기도 파주시 법원읍	4.16	54	1.7	122.26	350.52
경기도 파주시 장단면	1.89	0	0	122.53	9.97
경기도 파주시 적성면	4.36	167	1.88	124.38	1650.57
경기도 파주시 진동면	1.6	0	0	115.14	9.29
경기도 파주시 진서면	0	0	0	114	8.66
경기도 파주시 파평면	2.96	101	2.8	127.69	1188.01
경기도 파주시 교하읍	3.28	224	3.98	124.7	30665.92
경기도 파주시 조곡읍	2.0	154	5.63	115.05	10265.26

· 수량관리 제안지역



· 수질관리 제안지역



㉔ 지하수 정보분석

■ 개발예정지 검토

- 수맥조사 시추조사 자료와 지하수개발자료를 종합한 통계를 제공합니다.

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

검색조건 강원도 강릉시

행정구역별 지층내역

출적관정

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

양반관정

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

기반암 = 연암 + 보통암 + 경암

■ 영향반경

- 경험공식에 의한 설정지역의 영향반경을 계산해줍니다.

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

영향반경 설정 취소

경험공식 선택

- Shultze 공식
- Weber 공식
- Kozeny 공식
- 평균값
- 사용자 입력

수치 입력

대수층투수계수(T) m/day

대수층저류계수(S)

양수경과시간(t) day

상수(a)값

수리경도도값(K) m/day

양수량(Q) m/day

계산 닫기

5.5 농어촌지하수넷 지하수관측망시스템 이용 안내

가. 웹서비스 이용 방법

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

지하수관측망시스템 홈페이지 화면

The screenshot displays the homepage of the groundwater monitoring system. It features a map of South Korea with various monitoring points marked by colored dots. A sidebar on the left contains navigation options like '관측자료 조회' (Data Search), '관측망관리' (Network Management), and '실시간 모니터링' (Real-time Monitoring). The main content area is divided into several sections:

- 2016.08월 현재** (Current 2016.08): A table showing groundwater level (EL.m) and electrical conductivity (EC) data for various regions.
- 주세상대 요약** (Summary by Province): A table summarizing the number of monitoring stations and data points for each province, categorized by water quality (상승추세, 하향추세, 변동없음).
- 지역별 관측소 설치현황** (Installation Status by Region): A table showing the number of monitoring stations installed in each region.

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

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

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

나. 관측자료 조회

관측자료 조회



지하수관측망시스템

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

Login sitemap

관측자료 조회 관측망관리 실시간 모니터링

홈 > 관측자료 조회 > **관측소별 조회**

관측소별 조회

경기도

김포시

● 검색 결과

검색(4)건

- 김포1
- 김포2
- 월곶1
- 월곶2

관측소별 조회

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

조회기간 : 2016 [3] ~ 2016 [9]

지하수수위 전기전도도1 수온1



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

1) 관측자료 조회 메뉴 소개

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

2) 관측소별 조회

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



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



③ 관측자료 통계 화면 : 지역별, 권역별 통계자료 제공합니다.

관측자료 통계

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

지하수관측망시스템

관측자료 조회
관측망관리
실시간 모니터링

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

관측자료 통계

[홈](#) > [관측자료 조회](#) > [관측자료 통계](#)

= 시도 선택 =

= 시군구 선택 =

관측소별 통계
권역별 통계

전체
 농촌지하수
 해수염투

구분 :
 일별
 시간별

조회기간: 2016 ~ 2016
6개월
1년
2년

지하수수위	전기전도도1		전기전도도2		수온1	수온2			
관측소	평균	최대	최소	표준편차	범위	¼분위	중앙	¾분위	
[총계]	53.14	552.15	-59.86	96.23	612.01	1.22	5.33	72.97	
가인1	0.53	0.76	0.35	0.07	0.42	0.48	0.52	0.57	
가인2	1.52	1.93	1.32	0.11	0.61	1.44	1.5	1.55	
가평1	114.15	115.24	111.53	0.8	3.72	113.86	114.35	114.74	
가평2	75.45	75.99	75.12	0.2	0.86	75.28	75.48	75.6	
갈문1	1.13	1.9	-1.6	0.79	3.5	1.1	1.32	1.66	
갈화1	0.88	1.42	0.36	0.23	1.06	0.72	0.9	1.03	
갈화2-2	1.25	1.53	0.98	0.09	0.54	1.19	1.27	1.31	
감정1	1.13	2.02	0.7	0.26	1.32	0.93	1.11	1.25	
감정2	-1.69	-0.91	-2.38	0.28	1.47	-1.86	-1.71	-1.51	
감천1	147.31	150.61	145.85	2.05	4.76	145.9	145.99	150.31	
감포1	9.17	9.76	8.84	0.22	0.92	9	9.14	9.29	
감포2	9.25	9.87	8.64	0.31	1.24	9.01	9.21	9.49	
강구1	3.82	3.95	3.59	0.12	0.37	3.74	3.87	3.91	
강릉1	60.74	62.93	59.72	0.87	3.22	59.84	60.63	61.41	
강릉2	0.38	0.86	0.21	0.12	0.65	0.27	0.37	0.46	
강릉3	20.2	21.6	19.47	0.57	2.14	19.63	20.2	20.69	

④ 종합리포트 화면 : 권역별 관측결과 및 세부현황을 종합하여 표출합니다.

종합리포트

지하수관측망시스템

Login sitemap

관측자료 조회 관측망관리 실시간 모니터링

종합리포트

구분: 전체 농촌지하수 해수침투

데이터 저장

2016년 08월 검색

※ 판단결과 범례 : A=관심, B=주의, C=경계, D=심각

> 관심

지하수수위 전기전도도

관측소명	분석결과	예상변화추미 (EL.m)	판단결과	추세분석결과
송늪1	$y=0.000125x+-2.242784$	0.05	A	그래프 보기
송늪3	$y=-0.000216x+0.352632$	-0.08	A	그래프 보기
효지1	$y=0.000443x+7.824195$	0.16	A	그래프 보기
감정2	$y=-0.000045x+-1.809784$	-0.02	A	그래프 보기
신기1	$y=0.000142x+-1.250820$	0.05	A	그래프 보기
신기2	$y=0.001202x+2.280365$	0.44	A	그래프 보기
화홍1	$y=-0.000059x+-0.323775$	-0.02	A	그래프 보기
화홍3	$y=-0.000068x+-1.384658$	-0.02	A	그래프 보기
갈화1	$y=0.000133x+0.686668$	0.05	A	그래프 보기
가인1	$y=0.000234x+0.293058$	0.09	A	그래프 보기
시방2	$y=0.000392x+24.584871$	0.14	A	그래프 보기
사동1	$y=0.025075x+-7.550531$	9.15	A	그래프 보기
정도1	$y=-0.000056x+1.627363$	-0.02	A	그래프 보기
시흥1	$y=0.000552x+4.467162$	0.20	A	그래프 보기
상방1	$y=-0.000089x+2.344783$	-0.03	A	그래프 보기
고금1	$y=0.000143x+-1.065858$	0.05	A	그래프 보기
고금2	$y=0.000071x+-0.644627$	0.03	A	그래프 보기
나리1	$y=0.000125x+-0.121747$	0.05	A	그래프 보기

종합리포트

구분: 전체 농촌지하수 해수침투

데이터 저장

2016년 08월 검색

※ 판단결과 범례 : A=관심, B=주의, C=경계, D=심각

> 관심

지하수수위 전기전도도

관측소명	분석결과	예상변화추미 (EL.m)	판단결과	추세분석결과
송늪1	$y=0.000125x+-2.242784$	0.05	A	그래프 보기

추세분석결과 - Internet Explorer

https://www.groundwater-m.or.kr/obsv/popGraphDetail.do

송늪1 수위 정상 추세분석결과

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

부록 VII

농업용 공공관정 일제조사표

7. 농업용 공공관정 일제조사표

농업용 공공관정 조사표

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	울원지구(일련번호 : WUCN1152018004) / 허가신고번호 :		
위 치	경상북도 울진군 매화면 기양리 1267 (위도 : 36-53-44.91 , 경도 : 129-22-12.89)		
채 수 량	100 m ³ /day		
제 원	가) 구경 : 250mm 나) 심 도 : 60 m		
수중모터펌프	가) 마력 : 5HP 나) 설치심도 : 50 m 다) 토출관구경 : 75 mm		
개발년도(연장허가)	2001		
점검기관	한국농어촌공사 경북지역본부	점검일자	2018-07-24





나. 세부점검내역

분야별	구 분	점 검 목	점검사항	점 검 내 용	점 검 결 과	
지 질 / 수 질	관 정	수 질	수질검사	검사일		
				농업용 수질기준		
				부적합 항목		
		관 정	자연수위	자연수위 측정	21.26 m	
				양 수 량	양수량의 적정여부	적정
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	보통
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	보통	
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	양호
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	양호
		오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시진장치 유무	양호	
				녹발생 및 부식정도	양호	
			측 정 장 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	양호
		출수장치		출수장치의 파손여부	없음	
수위측정관	수위측정관의 관리상태	양호				
기 계	기 계 설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태	양호	
			용 량	이용량 대비 용량의 적정성	양호	
전 기	전 기 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	출수장치 없음		
대 책	출수장치 설치		
추정소요사업비 (공 종 별)	공종(항목)	처리내역	처리비용 (단위: 천원)
	출수장치 없음	출수장치 설치	38
	계		38

라. 사진대지

	
사 진 (원 경)	사 진 (근 경)
	
사 진 (내 부)	사 진 (기 타)

농업용 공공관정 조사표

가. 관정현황

구 분	내 용
지 구 명	울원지구(일련번호 : WUCN1152018006) / 허가신고번호 : 2201000007
위 치	경상북도 울진군 매화면 기양리 164-3 (위도 : 36-54-21.75 , 경도 : 129-22-34.96)
채 수 량	120 m ³ /day
제 원	가) 구경 : 250mm 나) 심 도 : 20 m
수중모터펌프	가) 마력 : 3HP 나) 설치심도 : 18 m 다) 토출관구경 : 65 mm
개발년도(연장허가)	2010-04-01
점검기관	한국농어촌공사 경북지역본부 점검일자 2018-07-24

나. 세부점검내역

분야별	구 분	점 검 목	점검사항	점 검 내 용	점 검 결 과	
지 질 / 수 질	관 정	수 질	수질검사	검사일	2010-04-08	
				농업용 수질기준	합격	
				부적합 항목		
		관 정	자연수위	자연수위 측정	6.82 m	
				양 수 량	양수량의 적정여부	적정
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	보통
		양수장 및 보호공	균 열	균열	균열, 백태, 박리, 파손여부	양호
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	양호
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	양호
		오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	양호	
				녹발생 및 부식정도	양호	
		측 정 장 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	양호	
				출수장치	출수장치의 파손여부	양호
				수위측정관	수위측정관의 관리상태	양호
		기 계	기 계 설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태
용 량	이용량 대비 용량의 적정성				양호	
전 기	전 기 설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	양호	
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	양호	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	보통	

다. 점검결과

문제점	문제없음		
대책	문제없음		
추정소요사업비 (공 종 별)	공종(항목)	처리내역	처리비용 (단위: 천원)
	-	-	-
	계		-

라. 사진대지

	
사 진 (원 경)	사 진 (근 경)
	
사 진 (내 부)	사 진 (기 타)

농업용 공공관정 조사표

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	울원지구(일련번호 : WUCN1152018067) / 허가신고번호 :		
위 치	경상북도 울진군 매화면 기양리 155 (위도 : 36-54-26.48 , 경도 : 129-22-35.46)		
채 수 량	150 m ³ /day		
제 원	가) 구경 : 250mm 나) 심 도 : 110 m		
수중모터펌프	가) 마력 : 5HP 나) 설치심도 : 80 m 다) 토출관구경 : 65 mm		
개발년도(연장허가)			
점검기관	한국농어촌공사 경북지역본부	점검일자	2018-07-24



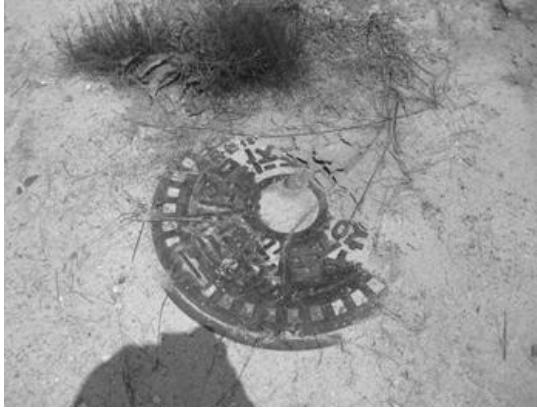

나. 세부점검내역

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	m
				양 수 량	적정
			이물질 배출여부	확인불가	
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 박리, 파손여부	확인불가
				누 수	확인불가
				침 하	확인불가
		오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	확인불가
				녹발생 및 부식정도	확인불가
			측 정 장 치	유 량 계	확인불가
		출수장치		확인불가	
		수위측정관		확인불가	
		기 계	기 계 설	수 중 펌 프	작동상태
용 량	양호				
전 기	전 기 설	배전함 및 전기설비	외 형	양호	
			설 치	양호	
			동 작	확인불가	

다. 점검결과

문제점	문제없음		
대책	문제없음		
추정소요사업비 (공종별)	공종(항목)	처리내역	처리비용 (단위: 천원)
	-	-	-
	계		-

라. 사진대지

	
사 진 (원 경)	사 진 (근 경)
	
사 진 (내 부)	사 진 (기 타)

농업용 공공관정 조사표

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	울원지구(일련번호 : WUCN1152018013) / 허가신고번호 :		
위 치	경상북도 울진군 매화면 금매리 469-1 (위도 : 36-55-49.09 , 경도 : 129-23-37.82)		
채 수 량	160 m ³ /day		
제 원	가) 구경 : 250mm 나) 심 도 : 150 m		
수중모터펌프	가) 마력 : 5HP 나) 설치심도 : 120 m 다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)	1999		
점검기관	한국농어촌공사 경북지역본부	점검일자	2018-07-24

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	0.12 m	
				양 수 량	양수량의 적정여부	적정
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	양호
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	양호	
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	양호
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	양호
		오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	양호	
				녹발생 및 부식정도	보통	
				유 량 계	작동유무 및 파손여부	양호
		측 정 장 치	출수장치	출수장치의 파손여부	양호	
				수위측정관	수위측정관의 관리상태	양호
				기 계	기 계 설	수 중 펌 프
용 량	이용량 대비 용량의 적정성	양호				
전 기	전 기 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	문제없음		
대책	문제없음		
추정소요사업비 (공종별)	공종(항목)	처리내역	처리비용 (단위: 천원)
	-	-	-
	계		-

라. 사진대지

	
사 진 (원 경)	사 진 (근 경)
	
사 진 (내 부)	사 진 (기 타)

농업용 공공관정 조사표

가. 관정현황

구 분	내 용
지 구 명	울원지구(일련번호 : WUCN1152018069) / 허가신고번호 : 1201500003
위 치	경상북도 울진군 매화면 신흥리 275-3 (위도 : 36-53-30.32 , 경도 : 129-23-16.93)
채 수 량	158 m ³ /day
제 원	가) 구경 : 200mm 나) 심 도 : 180 m
수중모터펌프	가) 마력 : 7.5HP 나) 설치심도 : 180 m 다) 토출관구경 : mm
개발년도(연장허가)	2015-08-21
점검기관	한국농어촌공사 경북지역본부 점검일자 2018-07-24



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	m
				양 수 량	적정
			이물질 배출여부	양호	
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	양호
				누 수	양호
				침 하	양호
		오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	양호
				녹발생 및 부식정도	양호
		측 정 장 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	확인불가
				출수장치	확인불가
				수위측정관	확인불가
		기 계	기 계 설	수 중 펌 프	작동상태
용 량	양호				
전 기	전 기 설	배전함 및 전기설비	외 형	양호	
			설 치	양호	
			동 작	양호	

다. 점검결과

문제점	문제없음		
대책	문제없음		
추정소요사업비 (공 종 별)	공종(항목)	처리내역	처리비용 (단위: 천원)
	-	-	-
	계		-

라. 사진대지

	
사 진 (원 경)	사 진 (근 경)
	
사 진 (내 부)	사 진 (기 타)

농업용 공공관정 조사표

가. 관정현황

구 분	내 용
지 구 명	울원지구(일련번호 : WUCN1152018070) / 허가신고번호 :
위 치	경상북도 울진군 매화면 오산리 579-1 (위도 : 36-54-23.38 , 경도 : 129-24-39.98)
채 수 량	100 m ³ /day
제 원	가) 구경 : 250mm 나) 심 도 : 20 m
수중모터펌프	가) 마력 : 5HP 나) 설치심도 : m 다) 토출관구경 : 65 mm
개발년도(연장허가)	2001
점검기관	한국농어촌공사 경북지역본부 점검일자 2018-07-24




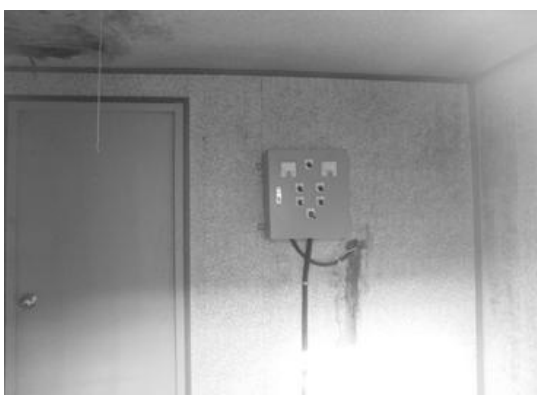
나. 세부점검내역

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

다. 점검결과

문제점	유량계 없음, 출수장치 없음, 수위측정관 없음		
대책	유량계 설치, 출수장치 설치, 수위측정관 설치		
추정소요사업비 (공종별)	공종(항목)	처리내역	처리비용 (단위: 천원)
	유량계 없음	유량계 설치	231
	출수장치 없음	출수장치 설치	38
	수위측정관 없음	수위측정관 설치	167
	계		436

라. 사진대지

	
사 진 (원 경)	사 진 (근 경)
	
사 진 (내 부)	사 진 (기 타)

농업용 공공관정 조사표

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	울원지구(일련번호 : WUCN1152018018) / 허가신고번호 :		
위 치	경상북도 울진군 근남면 진북리 684-1 (위도 : 36-55-50.58 , 경도 : 129-24-40.61)		
채 수 량	250 m ³ /day		
제 원	가) 구경 : 250mm 나) 심 도 : 165 m		
수중모터펌프	가) 마력 : 15HP 나) 설치심도 : 120 m 다) 토출관구경 : 65 mm		
개발년도(연장허가)			
점검기관	한국농어촌공사 경북지역본부	점검일자	2018-07-24





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	3M걸림 m	
				양 수 량	양수량의 적정여부	적정
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	양호
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 박리, 파손여부	양호	
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	양호
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	양호
		오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	양호	
				녹발생 및 부식정도	양호	
				유 량 계	작동유무 및 파손여부	없음
		측 정 장 치	출수장치	출수장치의 파손여부	양호	
				수위측정관	수위측정관의 관리상태	보통
		기 계	기 계 설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태
용 량	이용량 대비 용량의 적정성				양호	
전 기	전 기 설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	양호	
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	양호	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	양호	

다. 점검결과

문제점	유량계 없음		
대 책	유량계 설치		
추정소요사업비 (공 종 별)	공종(항목)	처리내역	처리비용 (단위: 천원)
	유량계 없음	유량계 설치	231
	계		231

라. 사진대지

	
사 진 (원 경)	사 진 (근 경)
	
사 진 (내 부)	사 진 (기 타)

농업용 공공관정 조사표

가. 관정현황

구 분	내 용
지 구 명	울원지구(일련번호 : WUCN1152018023) / 허가신고번호 :
위 치	경상북도 울진군 근남면 산포리 1468-3 (위도 : 36-56-27.40 , 경도 : 129-24-13.83)
채 수 량	40 m ³ /day
제 원	가) 구경 : 200mm 나) 심 도 : 10 m
수중모터펌프	가) 마력 : 3HP 나) 설치심도 : m 다) 토출관구경 : 50 mm
개발년도(연장허가)	1983
점검기관	한국농어촌공사 경북지역본부 점검일자 2018-07-25





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	15M결림 m	
				양 수 량	양수량의 적정여부	적정
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	양호
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	양호	
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	양호
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	양호
		오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	양호	
				녹발생 및 부식정도	보통	
				유 량 계	작동유무 및 파손여부	양호
		측 정 장 치	출수장치	출수장치의 파손여부	양호	
				수위측정관	수위측정관의 관리상태	양호
				기 계	기 계 설	수 중 펌 프
용 량	이용량 대비 용량의 적정성	보통				
전 기	전 기 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	문제없음		
대책	문제없음		
추정소요사업비 (공종별)	공종(항목)	처리내역	처리비용 (단위: 천원)
	-	-	-
	계		-

라. 사진대지

	
사 진 (원 경)	사 진 (근 경)
	
사 진 (내 부)	사 진 (기 타)

농업용 공공관정 조사표

가. 관정현황

구 분	내 용
지 구 명	울원지구(일련번호 : WUCN1152018071) / 허가신고번호 : 1201000007
위 치	경상북도 울진군 근남면 산포리 1546 (위도 : 36-56-57.16 , 경도 : 129-24-05.87)
채 수 량	180 m ³ /day
제 원	가) 구경 : 250mm 나) 심 도 : 250 m
수중모터펌프	가) 마력 : 7.5HP 나) 설치심도 : 120 m 다) 토출관구경 : mm
개발년도(연장허가)	2012-11-24
점검기관	한국농어촌공사 경북지역본부 점검일자 2018-07-25

나. 세부점검내역

분야별	구 분	점 검 목	점검사항	점 검 내 용	점 검 결 과
지 질 / 수 질	관 정	수 질	수질검사	검사일	
				농업용 수질기준	
				부적합 항목	
		관 정	자연수위	자연수위 측정	m
				양 수 량	적정
			이물질 배출여부	확인불가	
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	확인불가
				누 수	확인불가
				침 하	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	확인불가
				수위측정관	확인불가
		기 계	기 계 설	수 중 펌 프	작동상태
용 량	양호				
전 기	전 기 설	배전함 및 전기설비	외 형	양호	
			설 치	양호	
			동 작	양호	

다. 점검결과

문제점	문제없음		
대책	문제없음		
추정소요사업비 (공 종 별)	공종(항목)	처리내역	처리비용 (단위: 천원)
	-	-	-
	계		-

라. 사진대지

	
사 진 (원 경)	사 진 (근 경)
	
사 진 (내 부)	사 진 (기 타)

농업용 공공관정 조사표

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	울원지구(일련번호 : WUCN1152018072) / 허가신고번호 :		
위 치	경상북도 울진군 근남면 노음리 105-7 (위도 : 36-57-07.51 , 경도 : 129-23-50.07)		
채 수 량	150 m ³ /day		
제 원	가) 구경 : 250mm 나) 심 도 : 120 m		
수중모터펌프	가) 마력 : 5HP 나) 설치심도 : 84 m 다) 토출관구경 : mm		
개발년도(연장허가)			
점검기관	한국농어촌공사 경북지역본부	점검일자	2018-07-25





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	m
				양 수 량	적정
			이물질 배출여부	확인불가	
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	확인불가
				누 수	확인불가
				침 하	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	확인불가
				수위측정관	확인불가
		기 계	기 계 설	수 중 펌 프	작동상태
용 량	양호				
전 기	전 기 설	배전함 및 전기설비	외 형	양호	
			설 치	양호	
			동 작	양호	

다. 점검결과

문제점	문제없음		
대책	문제없음		
추정소요사업비 (공종별)	공종(항목)	처리내역	처리비용 (단위: 천원)
	-	-	-
	계		-

라. 사진대지

	
사 진 (원 경)	사 진 (근 경)
	
사 진 (내 부)	사 진 (기 타)

농업용 공공관정 조사표

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	울원지구(일련번호 : WUCN1152018025) / 허가신고번호 :		
위 치	경상북도 울진군 근남면 산포리 1048 (위도 : 36-57-28.26 , 경도 : 129-24-18.37)		
채 수 량	200 m ³ /day		
제 원	가) 구경 : 250mm 나) 심 도 : 300 m		
수중모터펌프	가) 마력 : 7.5HP 나) 설치심도 : 180 m 다) 토출관구경 : mm		
개발년도(연장허가)			
점검기관	한국농어촌공사 경북지역본부	점검일자	2018-07-25

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

다. 점검결과

문제점	수위측정관 없음		
대책	수위측정관 설치		
추경소요사업비 (공 종 별)	공종(항목)	처리내역	처리비용 (단위: 천원)
	수위측정관 없음	수위측정관 설치	167
	계		167

라. 사진대지

	
사 진 (원 경)	사 진 (근 경)
	
사 진 (내 부)	사 진 (기 타)

농업용 공공관정 조사표

가. 관정현황

구 분	내 용
지 구 명	울원지구(일련번호 : WUCN1152018026) / 허가신고번호 :
위 치	경상북도 울진군 근남면 산포리 889-2 (위도 : 36-57-48.00 , 경도 : 129-24-22.81)
채 수 량	100 m ³ /day
제 원	가) 구경 : 200mm 나) 심 도 : 10 m
수중모터펌프	가) 마력 : 2HP 나) 설치심도 : 0 m 다) 토출관구경 : 50 mm
개발년도(연장허가)	1983
점검기관	한국농어촌공사 경북지역본부 점검일자 2018-07-25

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

다. 점검결과

문제점	유량계 없음, 출수장치 없음, 수위측정관 없음		
대책	유량계 설치, 출수장치 설치, 수위측정관 설치		
추정소요사업비 (공종별)	공종(항목)	처리내역	처리비용 (단위: 천원)
	유량계 없음	유량계 설치	231
	출수장치 없음	출수장치 설치	38
	수위측정관 없음	수위측정관 설치	167
	계		436

라. 사진대지

	
사 진 (원 경)	사 진 (근 경)
	
사 진 (내 부)	사 진 (기 타)

농업용 공공관정 조사표

가. 관정현황

구 분	내 용
지 구 명	울원지구(일련번호 : WUCN1152018027) / 허가신고번호 :
위 치	경상북도 울진군 근남면 산포리 882 (위도 : 36-57-45.31 , 경도 : 129-24-23.25)
채 수 량	70 m ³ /day
제 원	가) 구경 : 200mm 나) 심 도 : 10 m
수중모터펌프	가) 마력 : 1HP 나) 설치심도 : 0 m 다) 토출관구경 : 50 mm
개발년도(연장허가)	1983
점검기관	한국농어촌공사 경북지역본부 점검일자 2018-07-25

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

다. 점검결과

문제점	유량계 없음, 출수장치 없음, 수위측정관 없음		
대책	유량계 설치, 출수장치 설치, 수위측정관 설치		
추정소요사업비 (공종별)	공종(항목)	처리내역	처리비용 (단위: 천원)
	유량계 없음	유량계 설치	231
	출수장치 없음	출수장치 설치	38
	수위측정관 없음	수위측정관 설치	167
	계		436

라. 사진대지

	
사 진 (원 경)	사 진 (근 경)
	
사 진 (내 부)	사 진 (기 타)

농업용 공공관정 조사표

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	울원지구(일련번호 : WUCN1152018028) / 허가신고번호 :		
위 치	경상북도 울진군 근남면 산포리 783-6 (위도 : 36-57-50.05 , 경도 : 129-24-19.00)		
채 수 량	250 m ³ /day		
제 원	가) 구경 : 200mm 나) 심 도 : 40 m		
수중모터펌프	가) 마력 : 2HP 나) 설치심도 : 30 m 다) 토출관구경 : 65 mm		
개발년도(연장허가)			
점검기관	한국농어촌공사 경북지역본부	점검일자	2018-07-25





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

다. 점검결과

문제점	유량계 없음, 출수장치 없음, 수위측정관 없음		
대책	유량계 설치, 출수장치 설치, 수위측정관 설치		
추정소요사업비 (공종별)	공종(항목)	처리내역	처리비용 (단위: 천원)
	유량계 없음	유량계 설치	231
	출수장치 없음	출수장치 설치	38
	수위측정관 없음	수위측정관 설치	167
	계		436

라. 사진대지

	
사 진 (원 경)	사 진 (근 경)
	
사 진 (내 부)	사 진 (기 타)

농업용 공공관정 조사표

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	울원지구(일련번호 : WUCN1152018030) / 허가신고번호 :		
위 치	경상북도 울진군 근남면 산포리 826-3 (위도 : 36-57-43.76 , 경도 : 129-24-04.67)		
채 수 량	80 m ³ /day		
제 원	가) 구경 : 200mm 나) 심 도 : 10 m		
수중모터펌프	가) 마력 : 1HP 나) 설치심도 : 0 m 다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)	1983		
점검기관	한국농어촌공사 경북지역본부	점검일자	2018-07-25


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

다. 점검결과

문제점	유량계 없음, 출수장치 없음, 수위측정관 없음		
대책	유량계 설치, 출수장치 설치, 수위측정관 설치		
추정소요사업비 (공 종 별)	공종(항목)	처리내역	처리비용 (단위: 천원)
	유량계 없음	유량계 설치	231
	출수장치 없음	출수장치 설치	38
	수위측정관 없음	수위측정관 설치	167
	계		436

라. 사진대지

	
사 진 (원 경)	사 진 (근 경)
	
사 진 (내 부)	사 진 (기 타)

농업용 공공관정 조사표

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	울원지구(일련번호 : WUCN1152018031) / 허가신고번호 :		
위 치	경상북도 울진군 근남면 산포리 877 (위도 : 36-57-44.80 , 경도 : 129-24-18.50)		
채 수 량	100 m ³ /day		
제 원	가) 구경 : 200mm 나) 심 도 : 25 m		
수중모터펌프	가) 마력 : 2HP 나) 설치심도 : 0 m 다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)			
점검기관	한국농어촌공사 경북지역본부	점검일자	2018-07-25

나. 세부점검내역

분야별	구 분	점 검 목	점검사항	점 검 내 용	점 검 결 과
지 질 / 수 질	관 정	수 질	수질검사	검사일	
				농업용 수질기준	
				부적합 항목	
		관 정	자연수위	자연수위 측정	4.11 m
				양 수 량	양수량의 적정여부
			이물질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	보통
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 박리, 파손여부	보통
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부
			침 하	침하부위, 원인 및 정도	보통
		오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	없음
				녹발생 및 부식정도	없음
			유 량 계	작동유무 및 파손여부	없음
		측 정 장 치	출수장치	출수장치의 파손여부	없음
			수위측정관	수위측정관의 관리상태	없음
		기 계	기 계 설	수 중 펌 프	작동상태
용 량	이용량 대비 용량의 적정성			없음	
전 기	전 기 설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	보통
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	보통
			동 작	진동상태, 계기류 작동	양호

다. 점검결과

문제점	유량계 없음, 출수장치 없음, 수위측정관 없음		
대책	유량계 설치, 출수장치 설치, 수위측정관 설치		
추정소요사업비 (공 종 별)	공종(항목)	처리내역	처리비용 (단위: 천원)
	유량계 없음	유량계 설치	231
	출수장치 없음	출수장치 설치	38
	수위측정관 없음	수위측정관 설치	167
	계		436

라. 사진대지

	
사 진 (원 경)	사 진 (근 경)
	
사 진 (내 부)	사 진 (기 타)

농업용 공공관정 조사표

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	울원지구(일련번호 : WUCN1152018032) / 허가신고번호 :		
위 치	경상북도 울진군 근남면 산포리 858-1 (위도 : 36-57-47.67 , 경도 : 129-24-08.57)		
채 수 량	m ³ /day		
제 원	가) 구경 : 200mm 나) 심 도 : 5 m		
수중모터펌프	가) 마력 : 2HP 나) 설치심도 : 0 m 다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)			
점검기관	한국농어촌공사 경북지역본부	점검일자	2018-07-25

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

다. 점검결과

문제점	유량계 없음, 출수장치 없음, 수위측정관 없음		
대책	유량계 설치, 출수장치 설치, 수위측정관 설치		
추정소요사업비 (공 종 별)	공종(항목)	처리내역	처리비용 (단위: 천원)
	유량계 없음	유량계 설치	231
	출수장치 없음	출수장치 설치	38
	수위측정관 없음	수위측정관 설치	167
	계		436

라. 사진대지

	
사 진 (원 경)	사 진 (근 경)
	
사 진 (내 부)	사 진 (기 타)

농업용 공공관정 조사표

가. 관정현황

구 분	내 용
지 구 명	울원지구(일련번호 : WUCN1152018033) / 허가신고번호 : 2200900014
위 치	경상북도 울진군 근남면 노음리 319-4 (위도 : 36-57-43.40 , 경도 : 129-23-48.69)
채 수 량	140 m ³ /day
제 원	가) 구경 : 200mm 나) 심 도 : 15 m
수중모터펌프	가) 마력 : 2HP 나) 설치심도 : 15 m 다) 토출관구경 : 65 mm
개발년도(연장허가)	2009-06-08
점검기관	한국농어촌공사 경북지역본부 점검일자 2018-07-25

나. 세부점검내역

분야별	구 분	점 검 목	점검사항	점 검 내 용	점 검 결 과
지 질 / 수 질	관 정	수 질	수질검사	검사일	2009-06-25
				농업용 수질기준	합격
				부적합 항목	
		관 정	자연수위	자연수위 측정	3.48 m
				양 수 량	적정
				이물질 배출여부	양호
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	양호
				누 수	양호
				침 하	양호
		오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	양호
				녹발생 및 부식정도	양호
				유 량 계	양호
		측 정 장 치	출수장치	출수장치의 파손여부	없음
				수위측정관	양호
				작동유무 및 파손여부	양호
기 계	기 계 설	수 중 펌 프	작동상태	양호	
			용 량	양호	
전 기	전 기 설	배전함 및 전기설비	외 형	양호	
			설 치	양호	
			동 작	양호	

다. 점검결과

문제점	출수장치 없음		
대 책	출수장치 설치		
추정소요사업비 (공 종 별)	공종(항목)	처리내역	처리비용 (단위: 천원)
	출수장치 없음	출수장치 설치	38
	계		38

라. 사진대지

	
사 진 (원 경)	사 진 (근 경)
	
사 진 (내 부)	사 진 (기 타)

농업용 공공관정 조사표

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	울원지구(일련번호 : WUCN1152018038) / 허가신고번호 :		
위 치	경상북도 울진군 근남면 산포리 1143-3 (위도 : 36-57-37.09 , 경도 : 129-24-00.89)		
채 수 량	200 m ³ /day		
제 원	가) 구경 : 200mm 나) 심 도 : m		
수중모터펌프	가) 마력 : 1.5HP 나) 설치심도 : 0 m 다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)			
점검기관	한국농어촌공사 경북지역본부	점검일자	2018-07-26

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

다. 점검결과

문제점	유량계 없음, 출수장치 없음, 수위측정관 없음		
대책	유량계 설치, 출수장치 설치, 수위측정관 설치		
추정소요사업비 (공종별)	공종(항목)	처리내역	처리비용 (단위: 천원)
	유량계 없음	유량계 설치	231
	출수장치 없음	출수장치 설치	38
	수위측정관 없음	수위측정관 설치	167
	계		436

라. 사진대지

	
사 진 (원 경)	사 진 (근 경)
	
사 진 (내 부)	사 진 (기 타)

농업용 공공관정 조사표

가. 관정현황

구 분	내 용
지 구 명	울원지구(일련번호 : WUCN1152018044) / 허가신고번호 : 1200600002
위 치	경상북도 울진군 근남면 수산리 345-2 (위도 : 36-58-07.39 , 경도 : 129-24-03.28)
채 수 량	350 m ³ /day
제 원	가) 구경 : 150mm 나) 심 도 : 30 m
수중모터펌프	가) 마력 : 1HP 나) 설치심도 : 0 m 다) 토출관구경 : 50 mm
개발년도(연장허가)	2006
점검기관	한국농어촌공사 경북지역본부 점검일자 2018-07-26





나. 세부점검내역

분야별	구 분	점 검 목	점검사항	점 검 내 용	점 검 결 과	
지 질 / 수 질	관 정	수 질	수질검사	검사일		
				농업용 수질기준		
				부적합 항목		
		관 정	자연수위	자연수위 측정	3.24 m	
				양 수 량	양수량의 적정여부	부적정
				이물질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	미흡
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	보통	
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	보통
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	보통
		오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	없음	
				녹발생 및 부식정도	없음	
			측 정 장 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	없음
		출수장치		출수장치의 파손여부	없음	
		수위측정관		수위측정관의 관리상태	없음	
		기 계	기 계 설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태
용 량	이용량 대비 용량의 적정성				없음	
전 기	전 기 설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	없음	
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	없음	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	없음	

다. 점검결과

문제점	유량계 없음, 출수장치 없음, 수위측정관 없음		
대책	유량계 설치, 출수장치 설치, 수위측정관 설치		
추정소요사업비 (공종별)	공종(항목)	처리내역	처리비용 (단위: 천원)
	유량계 없음	유량계 설치	231
	출수장치 없음	출수장치 설치	38
	수위측정관 없음	수위측정관 설치	167
	계		436

라. 사진대지

	
사 진 (원 경)	사 진 (근 경)
	
사 진 (내 부)	사 진 (기 타)

농업용 공공관정 조사표

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	울원지구(일련번호 : WUCN1152018045) / 허가신고번호 :		
위 치	경상북도 울진군 근남면 수산리 444-9 (위도 : 36-58-10.05 , 경도 : 129-23-47.68)		
채 수 량	150 m ³ /day		
제 원	가) 구경 : 250mm 나) 심 도 : 80 m		
수중모터펌프	가) 마력 : 5HP 나) 설치심도 : 60 m 다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)			
점검기관	한국농어촌공사 경북지역본부	점검일자	2018-07-26



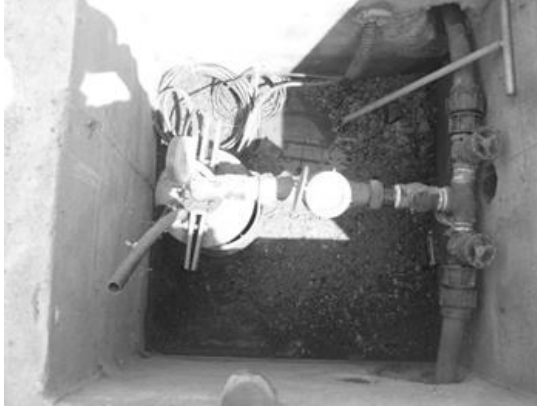

나. 세부점검내역

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	8.72 m
				양 수 량	양수량의 적정여부
			이물질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	양호
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	미흡
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부
			침 하	침하부위, 원인 및 정도	보통
		오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	보통
			덮개부식	녹발생 및 부식정도	보통
		측 정 장 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	보통
			출수장치	출수장치의 파손여부	없음
			수위측정관	수위측정관의 관리상태	보통
		기 계	기 계 설	수 중 펌 프	작동상태
용 량	이용량 대비 용량의 적정성			양호	
전 기	전 기 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	출수장치 없음, 수위측정관 없음		
대책	출수장치 설치, 수위측정관 설치		
추정소요사업비 (공 종 별)	공종(항목)	처리내역	처리비용 (단위: 천원)
	출수장치 없음	출수장치 설치	38
	수위측정관 없음	수위측정관 설치	167
	계		205

라. 사진대지

	
사 진 (원 경)	사 진 (근 경)
	
사 진 (내 부)	사 진 (기 타)

농업용 공공관정 조사표

가. 관정현황

구 분	내 용
지 구 명	울원지구(일련번호 : WUCN1152018052) / 허가신고번호 : 1200600007
위 치	경상북도 울진군 근남면 구산리 1178-2 (위도 : 36-56-35.53 , 경도 : 129-21-54.21)
채 수 량	180 m ³ /day
제 원	가) 구경 : 250mm 나) 심 도 : 120 m
수중모터펌프	가) 마력 : 7.5HP 나) 설치심도 : 90 m 다) 토출관구경 : 50 mm
개발년도(연장허가)	2006-11-21
점검기관	한국농어촌공사 경북지역본부 점검일자 2018-07-26

나. 세부점검내역

분야별	구 분	점 검 목	점검사항	점 검 내 용	점 검 결 과
지 질 / 수 질	관 정	수 질	수질검사	검사일	2006-06-28
				농업용 수질기준	합격
				부적합 항목	
		관 정	자연수위	자연수위 측정	5.54 m
				양 수 량	양수량의 적정여부
				이물질 배출여부	양호
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	양호
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부
				침 하	침하부위, 원인 및 정도
		오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	양호
				녹발생 및 부식정도	양호
				유 량 계	작동유무 및 파손여부
		측 정 장 치	출수장치	출수장치의 파손여부	없음
				수위측정관	수위측정관의 관리상태
				작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태
기 계	기 계 설	수 중 펌 프	이용량 대비 용량의 적정성	양호	
			외 형	누유상태, 계측기기 작동	
전 기	전 기 설	배전함 및 전기설비	설 치	위치의 적정성, 설치상태	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	
				양호	

다. 점검결과

문제점	출수장치 없음		
대 책	출수장치 설치		
추정소요사업비 (공 종 별)	공종(항목)	처리내역	처리비용 (단위: 천원)
	출수장치 없음	출수장치 설치	38
	계		38

라. 사진대지

	
사 진 (원 경)	사 진 (근 경)
	
사 진 (내 부)	사 진 (기 타)

농업용 공공관정 조사표

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	울원지구(일련번호 : WUCN1152018053) / 허가신고번호 :		
위 치	경상북도 울진군 금강송면 삼근리 709-2 (위도 : 36-56-18.48 , 경도 : 129-13-37.20)		
채 수 량	80 m ³ /day		
제 원	가) 구경 : 250mm 나) 심 도 : 100 m		
수중모터펌프	가) 마력 : 5HP 나) 설치심도 : 80 m 다) 토출관구경 : mm		
개발년도(연장허가)			
점검기관	한국농어촌공사 경북지역본부	점검일자	2018-07-27




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

다. 점검결과

문제점	유량계 없음, 출수장치 없음, 수위측정관 없음		
대책	유량계 설치, 출수장치 설치, 수위측정관 설치		
추정소요사업비 (공 종 별)	공종(항목)	처리내역	처리비용 (단위: 천원)
	유량계 없음	유량계 설치	231
	출수장치 없음	출수장치 설치	38
	수위측정관 없음	수위측정관 설치	167
	계		436

라. 사진대지

	
사 진 (원 경)	사 진 (근 경)
	
사 진 (내 부)	사 진 (기 타)

농업용 공공관정 조사표

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	울원지구(일련번호 : WUCN1152018054) / 허가신고번호 :		
위 치	경상북도 울진군 금강송면 쌍전리 산124-3 (위도 : 36-56-58.07 , 경도 : 129-07-50.12)		
채 수 량	100 m ³ /day		
제 원	가) 구경 : 250mm 나) 심 도 : 200 m		
수중모터펌프	가) 마력 : 7.5HP 나) 설치심도 : 140 m 다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)			
점검기관	한국농어촌공사 경북지역본부	점검일자	2018-07-27





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	10.12 m	
				양 수 량	양수량의 적정여부	부적정
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	양호
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	양호	
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	양호
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	양호
		오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	양호	
				녹발생 및 부식정도	보통	
			측 정 장 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	양호
		출수장치		출수장치의 파손여부	없음	
		수위측정관		수위측정관의 관리상태	양호	
		기 계	기 계 설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태
용 량	이용량 대비 용량의 적정성				양호	
전 기	전 기 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	출수장치 없음		
대책	출수장치 설치		
추정소요사업비 (공 종 별)	공종(항목)	처리내역	처리비용 (단위: 천원)
	출수장치 없음	출수장치 설치	38
	계		38

라. 사진대지

	
사 진 (원 경)	사 진 (근 경)
	
사 진 (내 부)	사 진 (기 타)

농업용 공공관정 조사표

가. 관정현황

구 분	내 용
지 구 명	울원지구(일련번호 : WUCN1152018055) / 허가신고번호 : 1201700001
위 치	경상북도 울진군 금강송면 쌍전리 산148 (위도 : 36-56-53.61 , 경도 : 129-07-53.98)
채 수 량	160 m ³ /day
제 원	가) 구경 : 250mm 나) 심 도 : 150 m
수중모터펌프	가) 마력 : 7.5HP 나) 설치심도 : 138 m 다) 토출관구경 : 65 mm
개발년도(연장허가)	2017-01-20
점검기관	한국농어촌공사 경북지역본부 점검일자 2018-07-27

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	25M결림 m	
				양 수 량	양수량의 적정여부	적정
			이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	양호	
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	양호	
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	양호
			침 하	침하부위, 원인 및 정도	양호	
		오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	양호	
				녹발생 및 부식정도	양호	
		측 정 장 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	양호	
				출수장치	출수장치의 파손여부	없음
				수위측정관	수위측정관의 관리상태	양호
		기 계	기 계 설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태
용 량	이용량 대비 용량의 적정성				양호	
전 기	전 기 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	출수장치 없음		
대 책	출수장치 설치		
추정소요사업비 (공 종 별)	공종(항목)	처리내역	처리비용 (단위: 천원)
	출수장치 없음	출수장치 설치	38
	계		38

라. 사진대지

	
사 진 (원 경)	사 진 (근 경)
	
사 진 (내 부)	사 진 (기 타)