

2019 농촌지하수관리보고서 영상지구

< 목차 >

I . 농촌지하수관리사업 개요	1
1.1 농촌지하수관리사업의 배경	3
1.2 농촌지하수관리사업의 목적	3
1.3 농촌지하수관리사업의 내용	3
1.4 영상지구 선정 및 특성 분석	4
1.5 지하수 개발·이용 현황	7
1.5.1 신고·허가별 지하수 개발 현황	7
1.5.2 용도별 지하수 개발 현황	9
1.5.3 관정 형태별 지하수 개발 현황	11
1.5.4 용도별 지하수 이용 현황	13
1.6 농어촌지하수관리시스템(농어촌지하수넷)	15
1.6.1 구축 현황	15
1.6.2 접속방법	17
1.6.3 운영방법	17
1.6.4 정보서비스 활용	18
II . 농업용 공공관정 현황 및 조사	21
2.1 공공관정 개발·이용 현황	23
2.2 농업용 공공관정 일제조사	24
2.2.1 농업용 공공관정 현황	24
2.2.2 농업용 공공관정 일제조사표	26
2.3 농업용 공공관정 점검결과 및 관리방안	28
2.3.1 점검결과	28
2.3.2 지하수개발·이용허가의 유효기간 연장을 위한 조사 제안	29
2.3.3 사후관리 제안	30
2.3.4 지하수수질검사 제안	31
2.3.5 시설물정비 제안	33

Ⅲ. 향후전망	35
3.1 가뭄 개요	37
3.1.1 가뭄 정의	37
3.1.2 농업적 가뭄 해석의 유의점	39
3.1.3 우리나라 농업적 가뭄	39
3.1.4 우리나라 가뭄 연혁	40
3.2 기후변화 시나리오	40
3.2.1 대표농도경로 시나리오	40
3.2.2 한반도 기후변화 시나리오	42
3.3 가뭄지수	44
3.3.1 파머가뭄지수(PDSI)	44
3.3.2 표준강수지수(SPI)	45
3.4 가뭄예측 및 감시	47
3.4.1 기상학적 가뭄예측	47
3.4.2 시설원예농업을 위한 가뭄감시	47
3.4.3 논 농업을 위한 가뭄감시	50
3.5 지하수 개발가능량 산정 및 급수계획 구축	52
3.5.1 지하수 함양률 산출	52
3.5.2. 지하수 개발가능량 산출	53
3.5.3 지하수 급수계획 구축	55
3.6 가뭄예측 결과	56
3.6.1. 용수구역 가뭄예측	56
3.6.2. 리(동)별 가뭄예측	59
3.7 지하수 개발·이용 전망	63
3.7.1 지하수개발가능량	63
3.7.2 지하수개발 추세	68
3.7.3 개발·이용 예측	71
3.8 오염 추세분석 및 예측	72
3.8.1 오염취약성분석(DRASTIC & Modified DRASTIC)	72
3.8.2 지하수 오염 예측	79

IV. 영상지구 지하수 개발·이용 방안	89
4.1 농업용수 개발대상지 분석	91
4.2 농업용수 공급방안	97
4.3 영북지구 농촌지하수관리 방안도	100
V. 지하수 보전·관리 방안	107
5.1 지하수관리 필요지역	109
5.1.1 선정 기준	109
5.1.2 읍면별 현황 및 대책	110
5.1.3 선정 결과	117
5.2 지하수 보전·관리를 위한 대책제안	118
5.2.1 문제유형별 대책방안 분류	118
5.2.2 영북지구 지하수관리 필요지역 대책제안	118
5.2.3 영북지구 지하수 모니터링	125
5.2.4 영북지구 관리필요지역 및 조사결과 종합분석	128
VI. 용어해설	135
VII. 참고문헌	145
VIII. 과업참여자	153

< 부록 >

1. 일반현황	부록 1
1.1 조사지역(농촌용수구역)	부록 3
1.2 인구현황	부록 6
1.3 농업 및 산업경제	부록 8
1.4 자연환경현황	부록 12
1.4.1 하천 및 유역	부록 12
1.4.2 기상	부록 15
1.4.3 지형 및 지질	부록 16
1.4.4. 토지이용 및 토양	부록 21
2. 지하수 개발·이용 현황	부록 25
2.1 지하수 개발 현황	부록 27
2.1.1 신고·허가별 지하수 개발 현황	부록 27
2.1.2 용도별 지하수 개발 현황	부록 29
2.1.3 관정형태별 지하수 개발 현황	부록 29
2.2 지하수 이용 현황	부록 33
2.2.1 이용량 산정	부록 33
2.2.2 용도별 이용 현황	부록 33
2.2.3 단위면적당 이용 현황	부록 36
2.2.4 지하수 개발 밀도	부록 38
2.3 지하수 개발·이용에 따른 동리별 순위	부록 39
3. 지하수 특성	부록 41
3.1 지하수 수리특성	부록 43
3.1.1 수리특성 분석	부록 43
3.1.2 부존특성	부록 52
3.2 지하수 수질특성	부록 67

3.2.1 오염원 현황	부록 67
3.2.2 수질분석	부록 76
3.3 오염취약성 분석	부록 104
3.3.1 DRASTIC 시스템	부록 104
3.3.2 DRASTIC 시스템의 적용	부록 105
3.4 지하수모델링 분석	부록 114
3.4.1 모델링 개요	부록 114
3.4.2 모델링 대상지구 선정 및 현장조사	부록 114
3.4.3 모델링 분석 결과	부록 116
3.5 지하수 수질 환경특성에 따른 동리별 순위	부록 118
4. 지하수 관리방안	부록 119
4.1 기본방향	부록 121
4.1.1 행정규제에 의한 관리방안	부록 121
4.1.2 비규제적 관리방안	부록 125
4.1.3 기술적방안	부록 128
5. 청문조사 결과	부록 131
5.1 설문조사 개요	부록 133
5.2 일반현황	부록 133
5.3 지하수 개발	부록 135
5.4 지하수 수질	부록 136
5.5 지하수 수량	부록 137
5.6 지하수 관리	부록 139
5.7 기타 주요 제시 의견	부록 140
5.8 설문결과에 대한 종합의견	부록 140

6. 농어촌지하수관리시스템 이용안내	부록 141
6.1 구축 현황	부록 143
6.2 접속방법	부록 143
6.3 운영방법	부록 143
6.4 농어촌지하수관리시스템 이용 안내	부록 144
6.5 농어촌 지하수지도 이용 안내	부록 157
6.6 농어촌지하수관측망시스템 이용 안내	부록 170
7. 농업용 공공관정 일제조사표	부록 183

표 목 차

<표 1-5-1> 영상지구 지하수 개발·이용 현황	7
<표 1-5-2> 용도별 지하수 개발 현황	9
<표 1-5-3> 관정형태별 지하수개발현황(영월군 지하수현황)	11
<표 1-5-4> 관정형태별 지하수개발현황(금회조사)	11
<표 1-5-5> 관정개발밀도	12
<표 1-5-6> 임야 제외지역 관정개발밀도	12
<표 1-5-7> 생활용 이용현황	14
<표 1-5-8> 농업용 이용현황	14
<표 1-6-1> 시·도별 농촌용수구역 조사현황	16
<표 1-6-2> 행정구역별 조사현황	17
<표 2-1-1> 공공관정 개발 현황	24
<표 2-2-1> 영상지구 공공관정 현황	25
<표 2-3-1> 농업용 공공관정 일제조사 현황	28
<표 2-3-2> 수질검사 필요관정 현황	32
<표 2-3-3> 시설물관리 필요관정 제안	34
<표 3-2-1> 시나리오별 대기 중 이산화탄소 농도 예측	42
<표 3-3-1> 파머가뭇지수(PDSI)에 따른 가뭇상태	45
<표 3-3-2> 표준강수지수(SPI)에 따른 가뭇상태	46
<표 3-3-3> SPI와 PDSI 가뭇지수 비교	46
<표 3-6-1> 영상지구 경지면적	56
<표 3-6-2> 영상지구 농지면적 및 농업기반시설 현황	56
<표 3-6-3> 영상지구 가뭇지수 산정 결과	57
<표 3-6-4> 영상지구 리별 가뭇지수 산정 결과	60
<표 3-6-5> 영상지구 리별 농업기반시설 현황 및 한발빈도	62
<표 3-7-1> 유역별 지하수 개발가능량	64
<표 3-7-2> 읍면별 지하수 개발가능량 산정	66
<표 3-7-3> 리별 지하수 개발가능량 산정	67
<표 3-7-4> 용도별 지하수 개발공수 및 이용량 변화	68
<표 3-7-5> 영상지구 인구변화	70

<표 3-7-6> 연도별 지하수 이용량 예측	71
<표 3-8-1> DRASTIC 평가기준	74
<표 3-8-2> 읍면별 오염취약성 지수	76
<표 3-8-3> 읍면별 변형오염취약성 지수	78
<표 3-8-4> 지하수오염예측도 등급 분류표	85
<표 3-8-5> 행정구역별 지하수오염 예측등급 면적	86
<표 4-1-1> 농업용수 개발대상지 분석	94
<표 4-1-2> 김삿갓면 농업용수 개발대상지 분석	94
<표 4-1-3> 상동읍 농업용수 개발대상지 분석	95
<표 4-1-4> 중동면 농업용수 개발대상지 분석	95
<표 4-2-1> 농업용수 공급방안	99
<표 4-3-1> 김삿갓면 세부현황	101
<표 4-3-2> 상동읍 세부현황	103
<표 4-3-3> 중동면 세부현황	105
<표 5-1-1> 지하수 관리지역 선정지표	109
<표 5-1-2> 김삿갓면 지하수 수량관리 필요지역	112
<표 5-1-3> 김삿갓면 지하수 수질관리 필요지역	112
<표 5-1-4> 상동읍 지하수 수량관리 필요지역	114
<표 5-1-5> 중동면 지하수 수량관리 필요지역	114
<표 5-1-6> 중동면 지하수 수질관리 필요지역	116
<표 5-1-7> 읍·면별 지하수관리필요 지역	116
<표 5-1-8> 읍·면별 지하수관리필요 지역	117
<표 5-2-1> 문제유형별 대책방안 분류	118
<표 5-2-2> 읍·면별 대책 제안	119
<표 5-2-3> 지하수 수량 및 수질 장애사례(보도자료)	120
<표 5-2-4> 김삿갓면 관리필요지역 세부내역	121
<표 5-2-5> 상동읍 관리필요지역 세부내역	123
<표 5-2-6> 중동면 관리필요지역 세부내역	124
<표 5-2-7> 영월군 국가 지하수관측망 설치현황(2018. 10)	125
<표 5-2-8> 김삿갓면 관리필요지역 및 종합분석	129
<표 5-2-9> 상동읍 관리필요지역 및 종합분석	130
<표 5-2-10> 중동면 관리필요지역 및 종합분석	131

그림 목 차

<그림 1-4-1> 영상지구 용수구역 위치도	4
<그림 1-4-2> 영상지구 점오염원 위치도	6
<그림 1-5-1> 허가/신고 형태별 관정 현황도(조사연보)	8
<그림 1-5-2> 읍면별·용도별 지하수 개발현황	9
<그림 1-5-3> 용도별 지하수개발 위치도(금회조사)	10
<그림 1-5-4> 용도별·읍면별 지하수 이용량 및 이용현황	13
<그림 1-6-1> 2019년 사업시행지구	15
<그림 2-1-1> 공공관정 현황	23
<그림 2-3-1> 읍면별 수질검사 대상 관정수	31
<그림 2-3-2> 읍면별 시설물관리 대상 관정수	33
<그림 3-1-1> 가뭄분류 (US NDMC)	38
<그림 3-2-1> RCP 시나리오별 이산화탄소 농도 예측	42
<그림 3-2-2> 기후변화정보센터 홈페이지(www.climate.go.kr)	43
<그림 3-4-1> 가뭄예측 및 대책수립 순서도	48
<그림 3-4-2> 지하수 수위분석을 통한 가뭄정보 제공 예 (USGS)	50
<그림 3-6-1> 영상지구 가뭄지수(회)	58
<그림 3-6-2> 영상지구 리별 가뭄지수(회)	61
<그림 3-7-1> 유역별 지하수 이용량 및 개발가능량	65
<그림 3-7-2> 읍면별 지하수 이용량 및 개발가능량	66
<그림 3-7-3> 연도별 지하수 이용·개발	68
<그림 3-7-4> 영상지구 용도별 관정수 및 이용량 추이	69
<그림 3-7-5> 영상지구 인구변화 추이	70
<그림 3-7-6> 지하수 이용전망 추세	71
<그림 3-8-1> DRASTIC 흐름도	75
<그림 3-8-2> 영상지구 오염취약성 지수(DRASTIC INDEX Map)	77
<그림 3-8-3> 영상지구 변형오염취약성 지수(Modified DRASTIC INDEX Map)	78
<그림 3-8-4> T-N 발생부하량 등급도	81
<그림 3-8-5> BOD 발생부하량 등급도	82
<그림 3-8-6> T-P 발생부하량 등급도	83

<그림 3-8-7> 발생단위별 잠재오염원 부하량 등급도	84
<그림 3-8-8> 지하수오염예측도 작성 모식도	85
<그림 3-8-9> 영상지구 지하수오염예측도	87
<그림 3-8-10> 지하수오염예측도 등급별 면적비	87
<그림 4-1-1> 농업용수 수혜면적	92
<그림 4-1-2> 리별 농경지면적 및 관정밀도 분포도	96
<그림 4-2-1> 농업용수 개발대상지 검토결과	98
<그림 4-3-1> 영상지구 농촌지하수관리 방안도	100
<그림 4-3-2> 김삿갓면 농촌지하수관리 방안도	102
<그림 4-3-3> 상동읍 농촌지하수관리 방안도	104
<그림 4-3-4> 중동면 농촌지하수관리 방안도	106
<그림 5-1-1> 관리지구 선정기준을 위한 표준정규분포곡선	110
<그림 5-2-1> 국가 지하수관측망 위치도	125
<그림 5-2-2> 관측망 설치과정	127

표 목 차[부록]

<표 1-1-1> 강원도 용수구역별 행정구역 현황	부록 4
<표 1-2-1> 영상지구 행정구역 현황	부록 6
<표 1-2-2> 영상지구 인구현황	부록 7
<표 1-3-1> 농가 및 경지면적 현황	부록 8
<표 1-3-2> 작물 재배 현황	부록 8
<표 1-3-3> 영상지구 축산업 현황(현장조사)	부록 9
<표 1-3-4> 영월군 축산업 현황	부록 10
<표 1-3-5> 연도별 사업체 현황	부록 10
<표 1-3-6> 읍면별 사업체 현황	부록 10
<표 1-3-7> 광업 현황	부록 11
<표 1-3-8> 농공 및 산업단지 현황	부록 12
<표 1-4-1> 영상지구 지방하천 현황	부록 12
<표 1-4-2> 표준유역 현황	부록 14
<표 1-4-3> 기상현황	부록 15
<표 1-4-4> 영상지구 지형고도	부록 16
<표 1-4-5> 행정구역별 지질 면적	부록 18
<표 1-4-6> 지목별 토지이용 현황	부록 21
<표 1-4-7> NRCS 방법에 의한 수문학적 토양군 분류(NRCS, 1972)	부록 22
<표 1-4-8> NRCS 토양형에 따른 영상지구 토양의 재분류	부록 23
<표 1-4-9> 토양등급별 분포면적	부록 23
<표 2-1-1> 허가·신고형태별 지하수개발 현황	부록 28
<표 2-1-2> 용도별 지하수 개발 현황	부록 29
<표 2-1-3> 관정형태별 지하수개발현황(금회조사)	부록 30
<표 2-1-4> 관정형태별 지하수개발현황(영월군 지하수현황)	부록 30
<표 2-1-5> 구경별 현황(금회조사)	부록 30
<표 2-1-6> 구경별 현황(영월군 지하수현황)	부록 31
<표 2-1-7> 토출관구경별 현황(금회조사)	부록 31
<표 2-1-8> 토출관구경별 현황(영월군 지하수현황)	부록 31
<표 2-2-1> 지하수 이용현황	부록 33

<표 2-2-2> 생활용 이용현황	부록 35
<표 2-2-3> 농업용 이용현황	부록 35
<표 2-2-4> 공업용 이용현황	부록 36
<표 2-2-5> 읍면별 단위면적당 지하수 이용현황	부록 37
<표 2-2-6> 읍면별 지하수 개발밀도	부록 38
<표 2-3-1> 지하수 개발·이용 항목에 따른 리별 순위	부록 39
<표 3-1-1> 지하수위/수두 분포 현황	부록 43
<표 3-1-2> 기존우물자료를 통한 수문지질별 지하수 산출성 평가	부록 45
<표 3-1-3> 기존우물자료를 통한 수문지질별 수리특성 통계	부록 46
<표 3-1-4> DRASTIC 평가기준	부록 47
<표 3-1-5> DRASTIC 평가기준을 위한 수리전도도 적용	부록 50
<표 3-1-6> 국가지하수관측망 지하수 함양률	부록 52
<표 3-1-7> 영상지구 지하수 함양률	부록 52
<표 3-1-8> 표준유역별 Thiessen계수 산정	부록 54
<표 3-1-9> 표준유역 면적평균강수량 산정-사이곡천합류	부록 55
<표 3-1-10> 표준유역 면적평균강수량 산정-평창강합류	부록 56
<표 3-1-11> 표준유역 면적평균강수량 산정-옥동천하류	부록 57
<표 3-1-12> 표준유역 면적평균강수량 산정-옥동천중류	부록 58
<표 3-1-13> 표준유역 면적평균강수량 산정-옥동천상류	부록 59
<표 3-1-14> 표준유역 면적평균강수량 산정-내리천	부록 60
<표 3-1-15> 표준유역 면적평균강수량 산정-석항천	부록 61
<표 3-1-16> 유역별 지하수 함양량	부록 62
<표 3-1-17> 읍면별 지하수 함양량	부록 63
<표 3-1-18> 유역별 지하수 개발가능량	부록 65
<표 3-1-19> 읍면별 지하수 개발가능량	부록 66
<표 3-2-1> 환경기초시설	부록 68
<표 3-2-2> 점오염원 현황	부록 69
<표 3-2-3> 광산현황	부록 71
<표 3-2-4> 비점오염원 현황	부록 72
<표 3-2-5> 비점오염원별 발생오염부하량 원단위	부록 73
<표 3-2-6> 읍면별 오염부하량	부록 74

<표 3-2-7> 항목별 오염부하량	부록 75
<표 3-2-8> 간이수질 분석결과	부록 76
<표 3-2-9> 행정구역별 pH, EC(μ S/cm), TDS(mg/L), T($^{\circ}$ C) ...	부록 78
<표 3-2-10> 읍면별 질산성질소 일제조사 분석 현황	부록 89
<표 3-2-11> 질산성질소 오염원에 따른 질소동위원소 조성범위 ..	부록 91
<표 3-2-12> 질산성질소와 질소동위원소 분석결과	부록 92
<표 3-2-13> 수질검사 지점 및 초과항목	부록 94
<표 3-2-14> 지하수 생활용수 및 기타 수질기준	부록 95
<표 3-2-15> 양·음이온 분석지점	부록 97
<표 3-2-16> 양·음이온별 이화학 분석결과	부록 99
<표 3-4-1> 지하수모델링 분석을 위한 현장자료 취득	부록 115
<표 3-5-1> 지하수 수질환경 특성에 따른 동리별 순위	부록 118
<표 4-1-1> 지하수 보호에 대한 교육 및 홍보 내용	부록 127
<표 5-1-1> 설문조사 개요	부록 133
<표 5-1-2> 일반현황 항목별 설문 결과	부록 134
<표 5-1-3> 지하수개발 항목별 설문결과	부록 135
<표 5-1-4> 지하수수질 항목별 설문결과	부록 136
<표 5-1-5> 지하수수량 항목별 결과표	부록 138
<표 5-1-6> 지하수 관리 항목별 결과표	부록 139

그림 목 차[부록]

<그림 1-1-1> 강원도 용수구역 현황	부록 5
<그림 1-2-1> 영상지구 행정구역 현황	부록 6
<그림 1-3-1> 농지분포도	부록 9
<그림 1-3-2> 연도별 사업체 및 종사자 현황	부록 11
<그림 1-4-1> 영상지구 하천 현황	부록 13
<그림 1-4-2> 영상지구 표준유역 현황	부록 14
<그림 1-4-3> 지형고도 분포	부록 16
<그림 1-4-4> 영상지구 지질도	부록 19
<그림 1-4-5> 영상지구 지질범례	부록 20
<그림 1-4-6> 읍면별 지목별 토지이용현황	부록 21
<그림 1-4-7> 영상지구 NRCS 토양도	부록 24
<그림 2-1-1> 허가/신고 형태별 관정 현황도	부록 28
<그림 2-1-2> 관정형태별 지하수 개발 현황	부록 32
<그림 2-2-1> 영상지구 읍면별·용도별 지하수이용현황	부록 34
<그림 2-2-2> 용도별 지하수 개소수	부록 34
<그림 2-2-3> 용도별 지하수 이용량	부록 34
<그림 2-2-4> 읍면별 단위면적당 지하수이용현황	부록 37
<그림 2-2-5> 영상지구 읍면별 단위면적당 지하수개발밀도 현황 부록 38	부록 38
<그림 3-1-1> 지하수두 및 유동방향도	부록 44
<그림 3-1-2> 수문지질 분류를 지질특성 구조화	부록 48
<그림 3-1-3> 미고결퇴적물 및 쇄설성퇴적암 수리전도도 결정 ... 부록 49	부록 49
<그림 3-1-4> 화성암/변성암 수리전도도 결정	부록 49
<그림 3-1-5> 괴상세일, 돌로마이트 수리전도도 결정	부록 50
<그림 3-1-6> DRASTIC분석을 위한 수리전도도 적용 주제도	부록 51
<그림 3-1-7> 조사지역 Thiessen망도	부록 53
<그림 3-1-8> 표준유역별 지하수 함양량	부록 62
<그림 3-1-9> 읍면별 지하수 함양량	부록 64
<그림 3-1-10> 유역별 지하수 이용량 및 개발가능량	부록 65
<그림 3-1-11> 읍면별 지하수 이용량 및 개발가능량	부록 66

<그림 3-2-1> 점오염원 시설수 및 단위면적당 개소수	부록 69
<그림 3-2-2> 환경기초시설 및 점오염원 분포현황도	부록 70
<그림 3-2-3> 광산위치 현황	부록 71
<그림 3-2-4> 읍면별 항목별 오염부하량	부록 74
<그림 3-2-5> 오염원별 단위면적당 오염부하량	부록 75
<그림 3-2-6> 영상지구 간이수질 측정공 위치도	부록 77
<그림 3-2-7> 영상지구 지하수의 수온(T) 빈도분포도	부록 81
<그림 3-2-8> 영상지구 지하수의 수온(T) Box-whisker	부록 81
<그림 3-2-9> 영상지구 지하수의 수온(°C) 분포도	부록 82
<그림 3-2-10> 영상지구 지하수 pH 빈도분포도	부록 83
<그림 3-2-11> 영상지구 지하수 pH Box-whisker	부록 83
<그림 3-2-12> 영상지구 지하수 pH 분포도	부록 84
<그림 3-2-13> 지하수 전기전도도(EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$) 빈도분포도	부록 85
<그림 3-2-14> 지하수 전기전도도(EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$) Box-whisker	부록 85
<그림 3-2-15> 지하수 전기전도도(EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$) 분포도	부록 86
<그림 3-2-16> 지하수 총용존고형물(TDS, mg/L) 빈도분포도	부록 87
<그림 3-2-17> 지하수의 총용존고형물(TDS, mg/L) Box-whisker	부록 87
<그림 3-2-18> 지하수 총용존고형물(TDS, mg/L) 분포도	부록 88
<그림 3-2-19> 영상지구 지하수의 질산성질소(mg/L) 분포도	부록 90
<그림 3-2-20> $\text{NO}_3\text{-N}$ 과 $\delta^{15}\text{N}$ 의 관계	부록 93
<그림 3-2-21> 질소동위원소 오염원별 위치도	부록 93
<그림 3-2-22> 수질검사 및 초과지점 분포도	부록 96
<그림 3-2-23> 양·음이온 분석시료 채수 위치도	부록 98
<그림 3-2-24> 영상지구 지하수의 Piper Diagram(질산성질소)	부록 101
<그림 3-2-25> 영상지구 암반 지하수의 Piper Diagram	부록 102
<그림 3-2-26> 영상지구 지하수의 Stiff Diagram	부록 103
<그림 3-3-1> 지하수위	부록 106
<그림 3-3-2> 자연함양량	부록 106
<그림 3-3-3> 대수층 매질	부록 107
<그림 3-3-4> 토양 매질	부록 107
<그림 3-3-5> 지형경사	부록 108

<그림 3-3-6> 비포화대 매질	부록 108
<그림 3-3-7> 수리전도도	부록 109
<그림 3-3-8> 오염취약성도(DRASTIC Index Map)	부록 110
<그림 3-3-9> 선구조밀도	부록 112
<그림 3-3-10> 영상지구 변형오염취약성도(Modified DRASTIC Index Map) ·	부록 113
<그림 3-4-1> 옥동천 주변 대상지구 위성사진	부록 115
<그림 3-4-2> 현장조사 위치도	부록 116
<그림 3-4-3> 지하수 모델링 분석결과	부록 117

I . 농촌지하수관리사업 개요

I. 농촌지하수관리사업 개요

1.1 농촌지하수관리사업의 배경

농어촌정비법 제15조(농어촌용수 이용 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

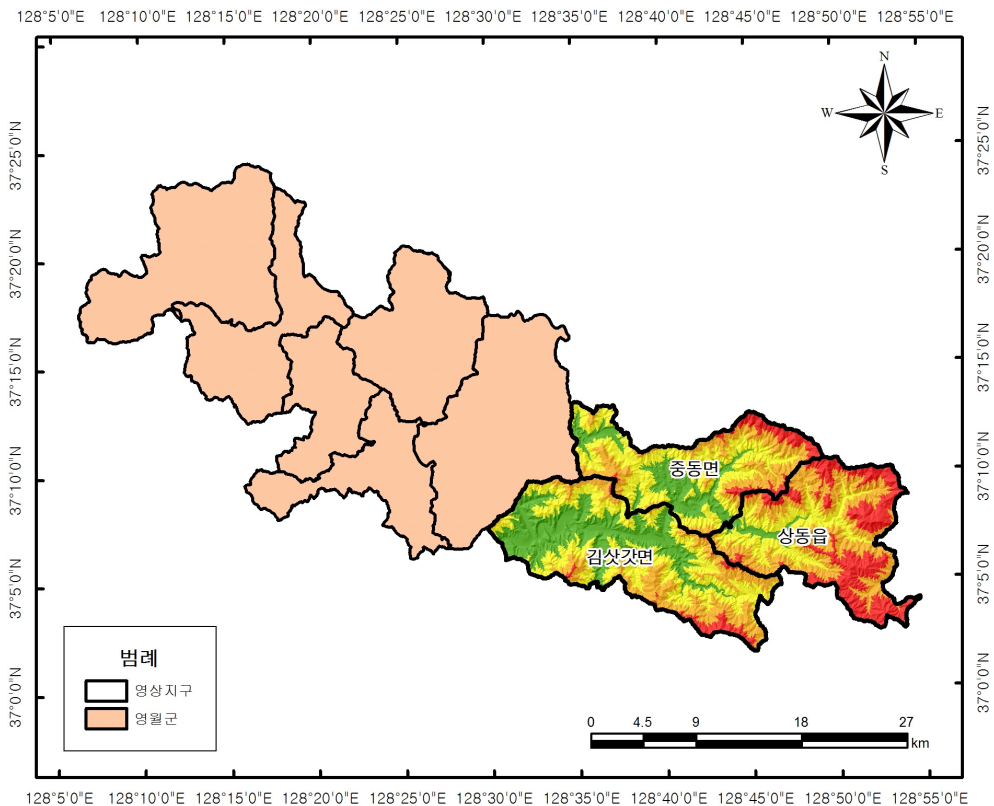
- 현장조사를 통한 관정 및 오염원 현황파악
- 지하수함양량, 개발가능량 등 용수구역별 수리특성 파악
- 가뭄예측/분석을 통한 지하수 대책수립
- 수량부족 및 수질오염이 우려되는 지역은 해당지자체에 관리 대책 제안
- 농어촌지하수에 대한 정보화시스템 구축 및 운영

1.4 영상지구 선정 및 특성 분석

영상지구는 강원도 내 농촌지하수관리 대상 36개 용수구역 중 강원도 영월군 김삿갓면, 상동읍, 중동면으로 영월군내 2개면, 1개읍을 포함하는 지구이다.

영월군은 강원도 남측에 위치하며, 서부 영주지구와 중부 영북지구, 동부 영상지구로 분리된다. 영상지구 동쪽은 강원도 태백시와 접하며 서쪽은 강원도 원주시, 횡성군, 남쪽은 충청북도 제천시, 단양군과 접하고 있다.

영상지구 산계는 북쪽으로 완택산(▲918m), 고고산(▲854m), 서쪽으로 봉래산(▲800m), 남서쪽으로 태화산(▲1,027m)등 비교적 높은 산세로 둘러 싸여 있다<그림 1-4-1>.



<그림 1-4-1> 영상지구 용수구역 위치도

영상지구는 주문리를 중심으로 십자선으로 발달한 지질구조선을 따라 평지 및 완경사지가 발달하고 있으며 대부분의 농경지가 이 지역 해발고도 200m 이하(영상지구 전체면적의 약 23.0%)의 경사지(지형 경사구배 10° 이하) 및 평야 지역에 분포하며, 김삿갓면과 중동면이 여기에 해당된다.

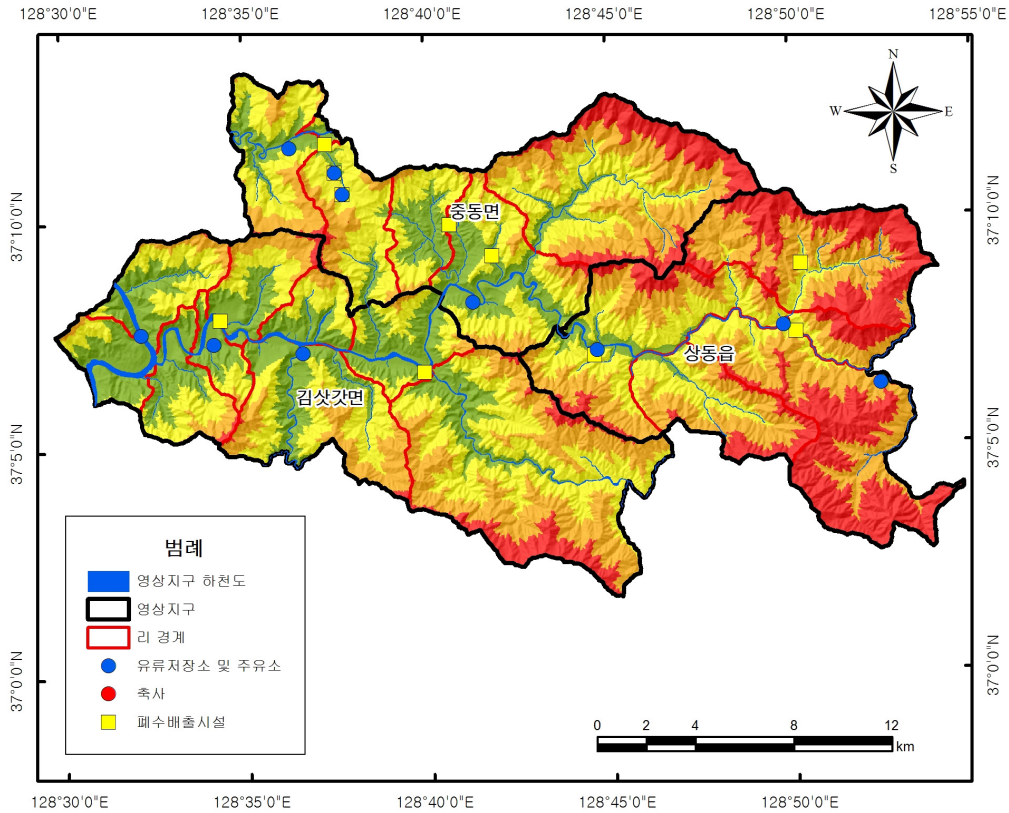
영상지구 내 농업용수 공급형태는 지역별로 하천, 관정, 저수지 등이 다양하게 나타나는데 김삿갓면, 상동읍, 중동면은 지표수, 관정 및 저수지 등 다양한 경로로 용수를 공급받는다. 관정의 경우 풍화대의 층후가 얇은 산간지역에서는 암반관정이, 하천변 퇴적물의 분포로 풍화대의 층후가 두꺼운 평지 지역은 소규모 층적관정이 개발, 이용되고 있다.

통계자료를 보면 영월군의 농가인구가 전체 사업자 인구와 비슷한 것으로 나타나는데, 이것은 농업이 매우 중요한 경제활동이라는 의미이며, 평야지역과 고랭지역 등에서 농업활동이 이루어지고 있다.

농촌지역에서 청정농산물 생산은 매우 중요한 농업분야의 과제로 영월군의 경우 환경유해시설 설치가 필요한 일부 제조업 비율이 도내 시군 평균보다 낮아 농업용 수질관리에 유리한 여건이 조성되어 있다.

지속적인 지하수 수질보전을 위해서는 지하수 오염에 대한 정확한 평가와 예측이 필요하며, 잠재오염원 분석 및 오염원의 이동 경로를 파악하여야 한다. 지하수 잠재오염원 분석은 지구 내 축산시설 및 유류시설 주변 관정을 대상으로 조사를 수행하였다<그림 1-4-2>.

수질관리와 함께 최근 들어 이상기후에 따른 가뭄으로 영월군에도 많은 피해가 발생하여 농업용 지하수에 대해 수량관리 대책도 요구되고 있다.



<그림 1-4-2> 영상지구 점오염원 위치도

본 보고서는 영상지구의 지하수 이용 및 개발특성, 수질특성을 분석하고 지하수 이용에 따른 수자원 고갈 및 수질오염, 가뭄에 대비하여 지하수를 보전·관리하기 위한 대책 등을 제안하고자 한다.

농촌지하수관리사업의 중점사항으로

- 농업용 지하수에 대한 현황조사
- 축산시설, 농공단지 등 오염유발시설 하류부에 대한 수질검사
- 농업용 관정 밀집지역에 대한 이용량조사 등을 실시하였다.

또한 관정과 함께 소규모 축사시설, 폐수배출시설 및 유류저장시설에 대한 자료를 데이터베이스화 하여 오염원 관리를 위한 기초자료를 구축하였다.

1.5 지하수 개발· 이용 현황

1.5.1 신고·허가별 지하수 개발 현황

「영월군 지하수현황(영월군, 2019)」에 따르면 영상지구 내 지하수관정은 298공이다. 인허가 형태로는 허가 2공(0.67%), 신고 296공(99.33%)으로 구분되며, 행정구역별로는 김삿갓면 171공(57.38%), 상동읍 29공(9.73%), 중동면 98공(32.89%)으로 분포하여 김삿갓면에 집중되어 있다<표 1-5-1>,<그림 1-5-1>.

금회 조사는 새울행정시스템의 지하수자료와 영월군의 공공관정 관리대장을 토대로 실시하였으며 관정현황조사와 시설물 등록 현황, 위치 현황, 시설 및 이용 현황, 현장수질 측정, 관정 점검 등을 실시하였다.

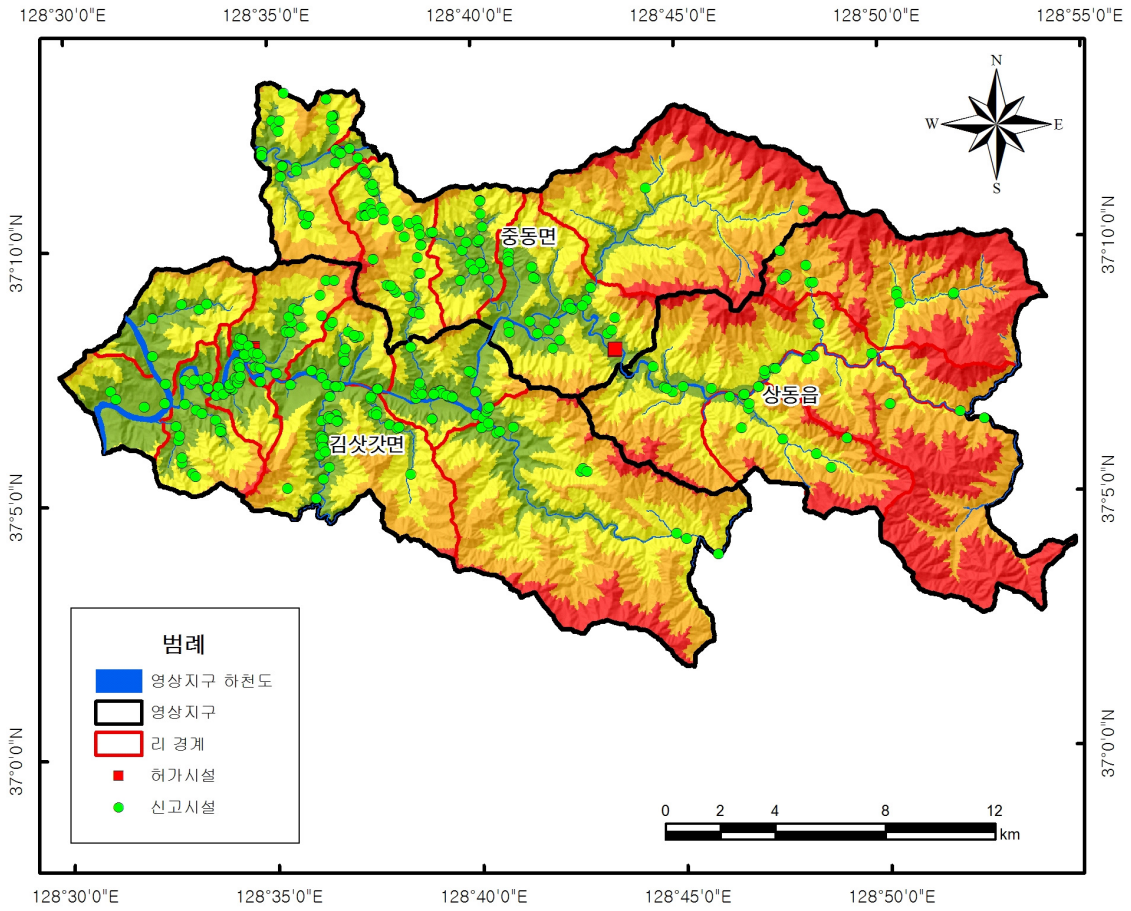
현장조사는 전체 관정수 대비 56.38%인 168공(신고 168공) 실시하였다.

<표 1-5-1> 영상지구 지하수 개발·이용 현황

(단위 : 공)

구 분	영월군 지하수현황(2019년)				금회조사			
	계	허가	신고	기타	계	허가	신고	기타
영상지구	298	2	296	-	168	-	168	-
구성비(%)	100.00	0.67	99.33	-	100.00	-	100.00	-
영 상 지 구	김삿갓면	171	2	169	-	101	-	101
	상동읍	29	-	29	-	17	-	17
	중동면	98	-	98	-	50	-	50

※ 자료출처 : 지하수현황(영월군, 2019)



<그림 1-5-1> 허가/신고 형태별 관정 현황도(조사연보)

1.5.2 용도별 지하수 개발 현황

영상지구 전체관정 298공의 용도는 생활용이 가장 많은 208공(69.13%)이었으며, 농업용이 87공(29.19%), 공업용이 1공(0.34%), 기타 2공(0.67%) 순 이었다 <표 1-5-2>, <그림 1-5-2>.

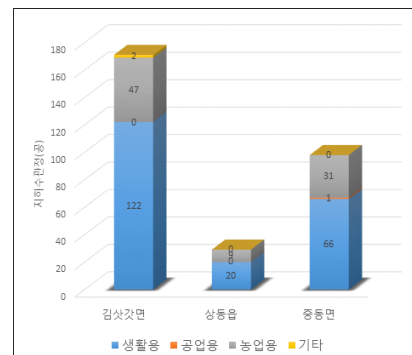
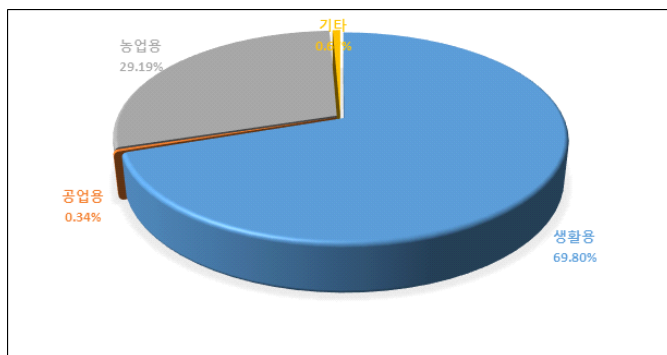
금회조사 관정 168공의 용도 분포는 생활용(104공, 61.90%), 농업용(62공, 36.90%), 공업용(1공, 0.60%), 기타용(1공, 0.60%)이다<표 1-5-2>,<그림 1-5-3>.

<표 1-5-2> 용도별 지하수 개발 현황

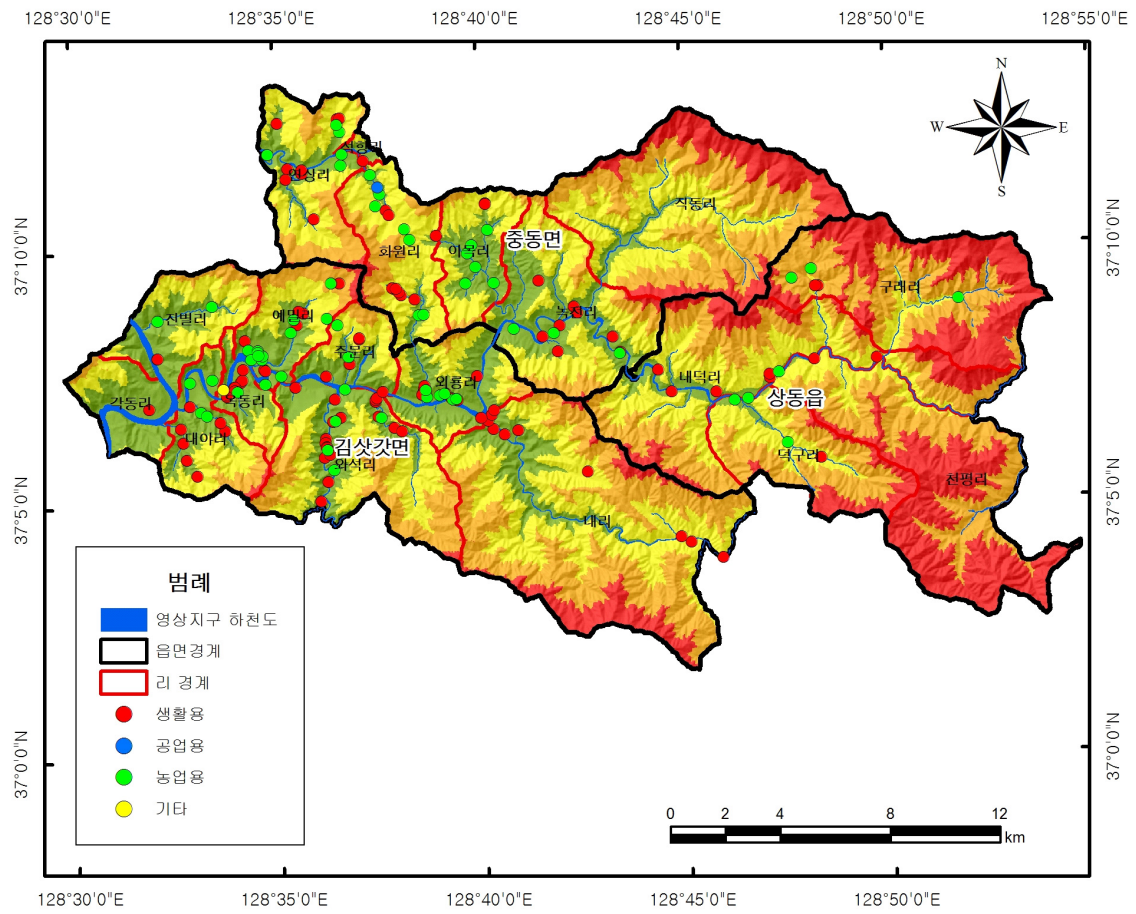
(단위 : 공)

읍 면	영월군 지하수현황(2019년)					금회조사					
	계	생활용	공업용	농업용	기타	계	생활용	공업용	농업용	기타	
영상지구	298	208	1	87	2	168	104	1	62	1	
구성비(%)	100.00	69.80	0.34	29.19	0.67	100.00	61.90	0.60	36.90	0.60	
영상지구	김삿갓면	171	122	-	47	2	101	66	-	34	1
	상동읍	29	20	-	9	-	17	10	-	7	-
	중동면	98	66	1	31	-	50	28	1	21	-

※ 자료출처 : 지하수현황(영월군, 2019)



<그림 1-5-2> 읍면별·용도별 지하수 개발현황



<그림 1-5-3> 용도별 지하수개발 위치도(금회조사)

1.5.3 관정 형태별 지하수 개발 현황

관정 개발은 용수공급계획, 용도, 지형과 지질 등 에 따라 다양한 형태로 이루어지는데 대수층 형태에 따라서 암반관정, 충적관정으로 구분된다.

암반/충적관정 구분은 지하수가 가뭄 등 외부 요인에 얼마나 취약한가를 파악하는데 활용 가능하다. 금회조사에서는 한국농어촌공사의 현장조사자료 정보화매뉴얼을 근거로 우물심도 30m 이상을 암반관정, 30m미만을 충적관정으로 구분하였다<표1-5-3><표1-5-4>.

<표 1-5-3> 관정형태별 지하수개발현황(영월군 지하수현황) (단위 : 공)

구 분	계			생활용			공업용			농업용			기타용			
	소계	충적	암반	소계	충적	암반	소계	충적	암반	소계	충적	암반	소계	충적	암반	
영상지구	298	152	146	208	117	91	1	-	1	87	34	53	2	1	1	
구성비(%)	100.0	51.0	49.0	100.0	56.3	43.8	100.0	-	100.0	100.0	39.1	60.9	100.0	50.0	50.0	
영상지구	김삿갓면	171	87	84	122	67	55	-	-	-	47	19	28	2	1	1
	상동읍	29	15	14	20	12	8	-	-	-	9	3	6	-	-	-
	중동면	98	50	48	66	38	28	1	-	1	31	12	19	-	-	-

※ 자료출처 : 지하수현황(영월군, 2019)

<표 1-5-4> 관정형태별 지하수개발현황(금회조사) (단위 : 공)

구 분	계			생활용			공업용			농업용			기타용			
	소계	충적	암반	소계	충적	암반	소계	충적	암반	소계	충적	암반	소계	충적	암반	
영상지구	168	22	146	104	13	91	1	-	1	62	9	53	1	-	1	
구성비(%)	100.0	13.1	86.9	100.0	12.5	87.5	100.0	-	100.0	100.0	14.5	85.5	100.0	-	100.0	
영상지구	김삿갓면	101	17	84	66	11	55	-	-	-	34	6	28	1	-	1
	상동읍	17	3	14	10	2	8	-	-	-	7	1	6	-	-	-
	중동면	50	2	48	28	-	28	1	-	1	21	2	19	-	-	-

영상지구 3개 읍·면의 지하수관정 개발 분포를 분석하였다. 영상지구 관정개발밀도는 0.68공/km²으로 강원도 평균 관정개발밀도 6.76공/km² 보다 낮게 나타났다. 면별로는 김삿갓면 1.00공/km², 상동읍 0.21공/km², 중동면 0.79공/km² 순으로 낮게 나타난다.<표 1-5-5>

영상지구는 지하수 사용이 거의 없는 임야 면적이 전체의 74.6%를 차지한다. 보통 관정은 농경지 또는 대지에 존재하므로 임야면적을 제외한 관정밀도가 보다 의미 있는 값으로 판단된다.

<표 1-5-6>은 임야면적을 제외하고 산출한 관정개발밀도로 강원도 평균은 36.87공/km², 영상지구는 6.86공/km²으로 산출되었다. 김삿갓면은 8.47공/km², 상동읍은 3.45공/km², 중동면은 6.61공/km²으로 강원도 임야 제외면적 관정밀도보다 낮게 산정되나, 전면적 포함 개발밀도 보다는 높은 수치로 지속적인 지하수관리가 요구된다.

<표 1-5-5> 관정개발밀도

읍면별	개소수(공)	면적(km ²)	관정밀도(공/km ²)
강원도	114,041	16,875.04	6.76
김삿갓면	171	171.29	1.00
상동읍	29	139.79	0.21
중동면	98	124.47	0.79
영상지구	298	435.55	0.68

※ 자료출처 : 지하수조사연보(환경부, 2018), 영월군 지하수현황(영월군, 2019)

<표 1-5-6> 임야 제외지역 관정개발밀도

읍면별	개소수(공)	임야 제외 면적(km ²)	관정밀도(공/km ²)
강원도	114,041	3,092.89	36.87
김삿갓면	171	20.19	8.47
상동읍	29	8.41	3.45
중동면	98	14.83	6.61
영상지구	298	43.44	6.86

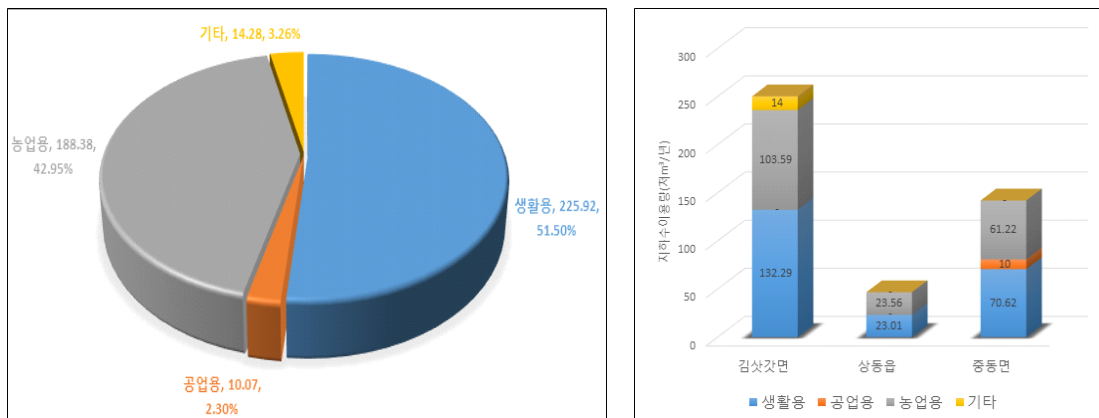
※ 자료출처 : 지하수조사연보(환경부, 2018), 영월군 지하수현황(영월군, 2019)

1.5.4 용도별 지하수 이용 현황

지하수 이용량을 산정함에 있어 많은 변수가 있으며 정확한 이용량을 측정하기란 사실상 불가능에 가깝다. 통계적인 방법으로 이용량을 산정하기 위해서 지하수 용도별, 관정형태별로 일정 수량의 지하수 이용량관측조사를 통해 대상지역의 이용량을 추산하는 방법이 있지만 본 조사에서는 농어촌지역의 지하수 수리수질 특성을 조사하기 위한 목적으로 전체 관정 중 일부만 조사하여 통계적인 접근 또한 불가능한 실정이다. 따라서 지구 내의 이용량 특성을 파악하기 위해서 영월군 지하수현황(영월군, 2019)을 인용하였다.

영상지구 지하수 이용은 생활용이 가장 많은 225.92m³/년(51.50%), 농업용은 188.38천m³/년(42.95%), 기타용은 14.28m³/년(3.26%), 공업용 10.07천m³/년(2.30%)이다<그림 1-5-4>.

관정 개발현황이 생활용(208공, 69.80%), 농업용(87공, 29.19%), 기타용(2공, 0.67%), 공업용(1공, 0.34%)임을 고려하면 관정개발 수량과 이용량 순위가 비례하고 있다는 것을 확인할 수 있다<그림 1-5-4>.



<그림 1-5-4> 영상지구 용도별·읍면별 지하수 이용량 및 이용현황

생활용 지하수의 세부용도를 보면 관정 개발은 가정용(115공, 55.29%), 지하수 이용량은 간이상수도용(99.57천m³/년, 44.07%) 가장 많이 개발·이용되고 있었다<표 1-5-7>.

<표 1-5-7> 생활용 이용현황

(단위 : 공, 천m³/년)

구 분		계	가정용	일반용	학교용	간이상수도	농업생활겸용	공동주택용	국군용	민방위용	청소용	기타	미기재
개 소 수	수량	208	115	44	2	22	5	1	1	1	1	14	2
	백분율 (%)	100.00	55.29	21.15	0.96	10.58	2.40	0.48	0.48	0.48	0.48	6.73	0.96
이용량	수량	225.92	32.61	50.31	8.83	99.57	8.10	1.41	4.28	0.09	0.26	20.48	0.00
	백분율 (%)	100.00	14.43	22.27	3.91	44.07	3.58	0.62	1.89	0.04	0.11	9.06	0.00

※ 자료출처 : 지하수현황(영월군, 2019)

농업용 지하수 세부용도는 전작용이 관정개발은 (72공, 82.76%) 및 이용량(164.36천m³/년, 87.25%) 모두 가장 높은 비율을 보였다. 답작용의 경우는 6공(6.90%), 10.28천m³/년(5.46%)이며 그 외 양어장용, 원예용 등으로 이용되고 있다<표1-5-8>.

<표 1-5-8> 농업용 이용현황

(단위 : 공, 천m³/년)

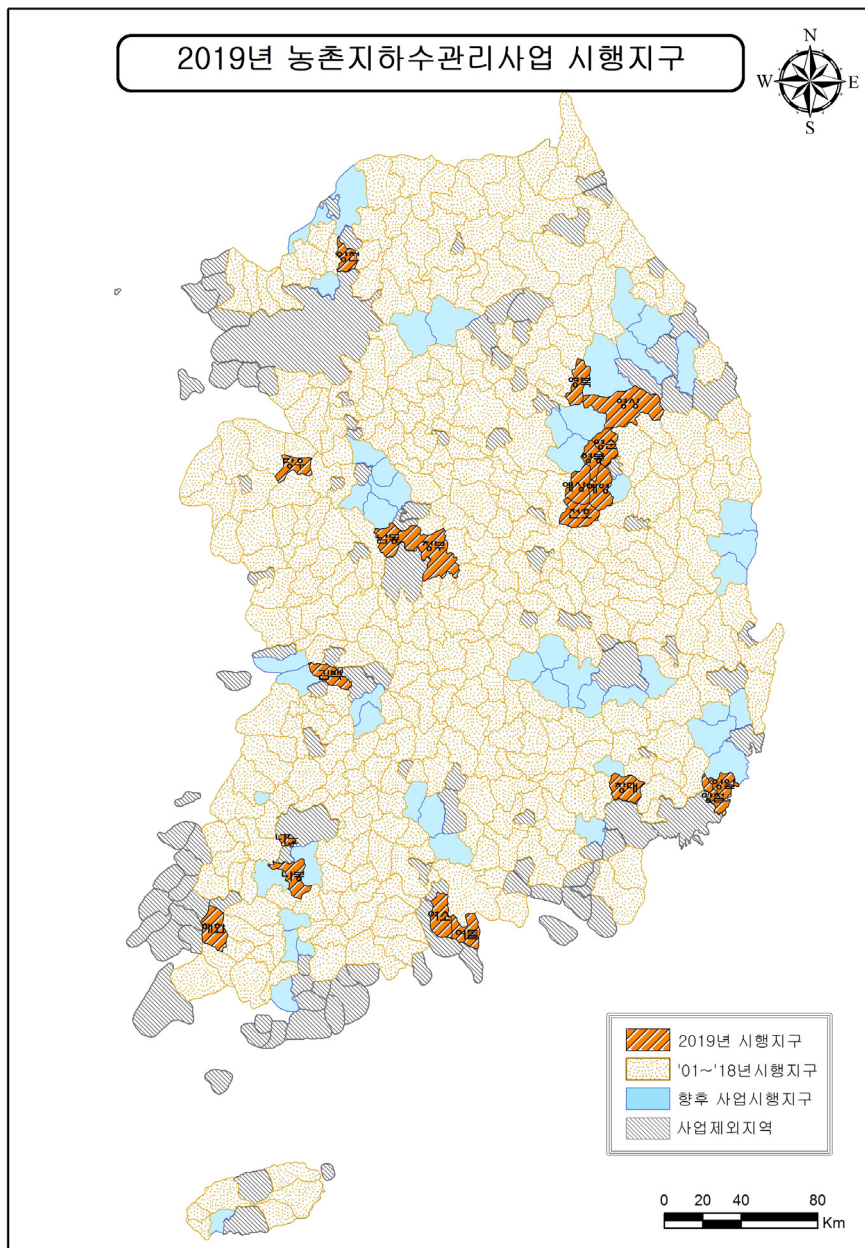
구 분		계	답작용	전작용	양어장용	원예용	농업공업겸용	기타	미기재
개 소 수	수량	87	6	72	3	1	1	2	2
	백분율 (%)	100.00	6.90	82.76	3.45	1.15	1.15	2.30	2.30
이용량	수량	183.38	10.28	164.36	5.07	1.18	2.92	4.57	0.0
	백분율 (%)	100.00	5.46	87.25	2.69	0.62	1.55	2.42	0.0

※ 자료출처 : 지하수현황(영월군, 2019)

1.6 농어촌지하수관리시스템(농어촌지하수넷)

1.6.1 구축 현황

농어촌지하수관리시스템(농어촌지하수넷)을 통해 사업시행 대상 352지구 농촌용수구역 중 '18년까지 283지구 농촌용수구역에 대한 농어촌지하수 조사결과를 인터넷 기반의 WebGIS 지도 서비스로 제공한다<그림 1-6-1>,<표 1-6-1~2>.



<그림 1-6-1> 2019년 사업시행지구

<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
완료(지구)	283	35	29	25	34	29	45	45	36	5
2001	2	화남2	-	-	-	-	-	-	김진	-
2002	4	화서	-	제산	아송	-	무망	-	-	-
2003	8	평포 화비	원문	-	아인	부동	무일	칠석	김장	-
2004	11	평고	원판 원지	음삼 음원	아영	부백 정업	무청	영화	진집	-
2005	15	평서 이흥	춘동	제봉 생극 원양	공정 금남	정북 순금	무현 보성	영금 상리	진수	-
2006	15	이설 광초	춘신 황둔	진리 괴칠	유구 금부	정산 순동	보노	영자 상외	진지 사용	-
2007	20	광포 김고 여서	황소 홍화 평용	진백2 괴칭	공논 금북	정감 순쌍 장변	보문 보별	상화 금대	사포 하금	제애
2008	23	김영 여북 파교	홍두 평방 평대	괴도 옥동	논벌 부서	장계 진상 고신	화춘 장복 동평	상사 금봉 군부	하적 합적 거가	제조
2009	23	여감 파문 용남	화간 양동	옥청 영양	논산 부흥 부은	진백 고원 고광	화릉 장삼 장군	감문 군위 문호	함울 거남 밀부	제한
2010	23	과적 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 홍금	익용	진군 곡고 승상	봉식 춘양 봉상	산신 양하	-
2014	16	안삼 남진	양손 명사	중신	홍성 예대	완봉	곡옥 곡석 승외	선산 영연 경감	산신2 남설	-
2015	17	포군 양남	명강 삼근		근흥 예오		승서 승해 고대 고과	영기 경서 선해 영청	산삼 남이2 남서	-
2016	19	강내 강선	철동	원양 중상	예광 태면	익오 완화	승월 해산 고도 고포	의신 의단 의금 선장	의부 의정	-
2017	18	포신	철근	청북	태이 서해	남이	담용 담고 담수 해삼 해현	의안 의옥 청도 청운	함수 함법 함철	-
2018	20	포동	영주	청남	당고 서지 당송	김금	영도 영학 해계 해황 해북	울북 울원 울기 영영 영석	함함 고영 고희	-
2019	20	양천 - - -	영북 영상 - - -	청부 - - - -	당우 남동 - - -	김백 - - - -	나노 니봉 여소 해화 여돌	영순 영봉 예영 예상 천호	창대 양일 양철 - -	- - - -

<표 1-6-2> 행정구역별 조사현황

구 분	계	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주
	106	12	12	9	12	9	14	13	12	1
2001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2003	2	-	-	-	-	-	-	칠곡	김해	-
2004	3	화성	-	-	아산	부안	-	-	-	-
2005	4	평택	-	제천 음성	-	-	무안	-	-	-
2006	6	이천	원주 춘천	-	-	-	보성	영천	진주	-
2007	9	광주	횡성	진천 괴산	공주 금산	정읍 순창	-	-	사천	-
2008	7	김포	홍천 평창	증평	-	장수	-	상주	하동	-
2009	11	여주	-	-	논산 부여	진안 고창	장성 화순	김천 군위	합천	제주
2010	7	-	양구 화천	옥천	-	-	장흥	문경	거창 밀양	-
2011	7	용인	-	영동	서천	무주	영광	청송	거제	-
2012	6	가평	고성	-	보령	-	함평 신안	안동	-	-
2013	6		인제	보은	청양	-	진도	봉화	양산	-
2014	5	안성 남양주	양양	-	홍성	-	곡성	-	-	-
2015	4	-	강릉	-	-	-	-	포항	산청 남해	-
2016	8	강화	-	충주	예산	익산	순천 고흥	구미	의령	-
2017	6	-	철원	-	태안	남원	담양	청도	함안	-
2018	7	포천	-	-	서산	-	영암	영양 울진	고성 함양	-
2019	8	양주 -	-	청주 -	당진 -	-	여수 해남	예천 -	기장 -	-

1.6.2 접속방법

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

1.6.3 운영방법

농어촌지하수정보와 지하수관측정보는 일반인을 포함한 모든 사

용자가 로그인 없이 이용가능하며, 지자체 담당 공무원 및 실무관리를 위한 지역담당자의 정보서비스 이용 시 관리자의 승인을 거쳐 ID/PASSWORD 부여한다. 별도의 지하수정보 신청 시는 요청목적의 타당성 검토 후 자료가 제공된다.

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 지하수개발과 이용에 대한 참고 자료로 활용

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

다. 행정기관 : 지하수조사, 개발, 연구 자료로 활용하여 폐공 감소 등 효율적 개발 유도

[지하수조사]

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

[지하수개발]

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

라. 행정적 측면

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

마. 기술적 측면

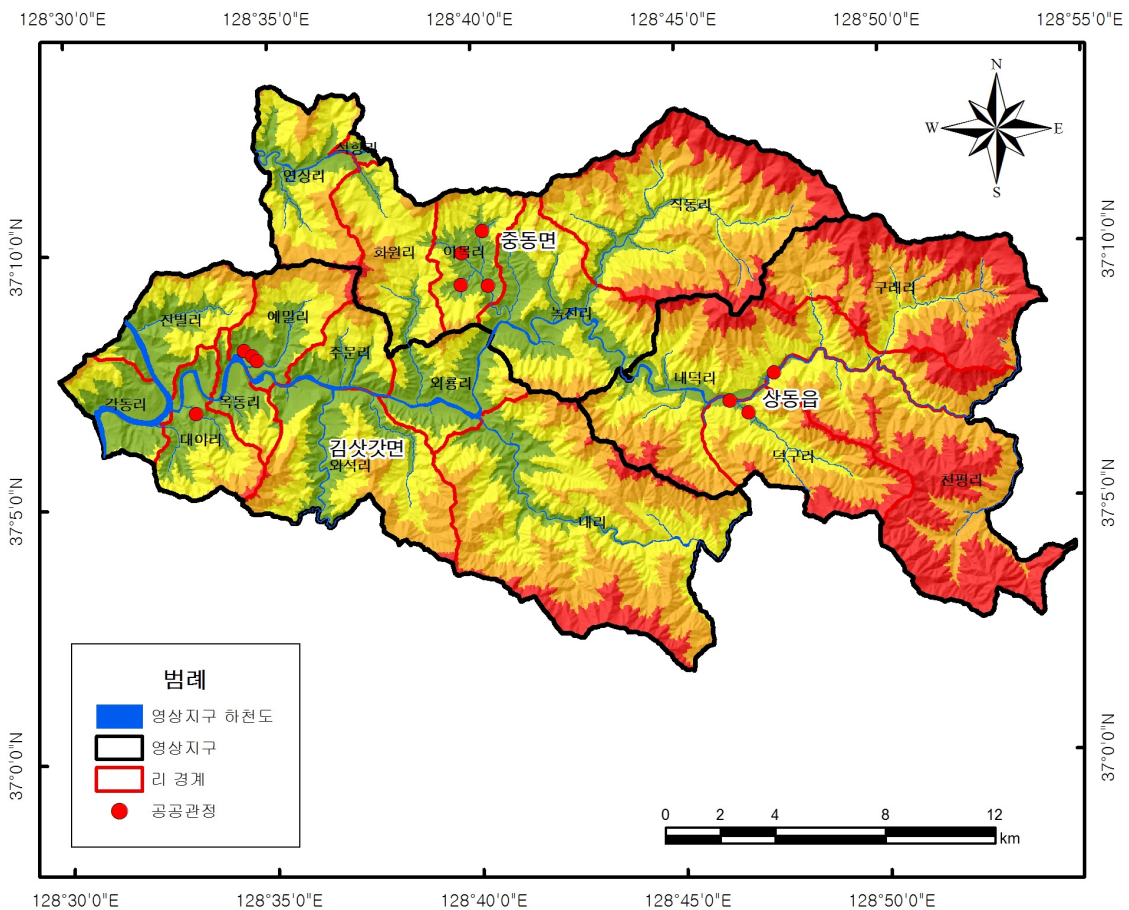
- 인터넷에 의한 다양한 정보공개 요구 수용
 - 최신정보의 신속한 서비스
- 관리비용의 절감효과
- 지도정보서비스를 통한 정보의 가시성 및 가독성 향상
- 다양한 차트형태의 통계분석 자료 서비스
- 업무의 고도화 및 합리적인 의사결정 지원

Ⅱ. 농업용 공공관정 현황 및 조사

II. 농업용 공공관정 현황 및 조사

2.1 공공관정 개발 · 이용 현황

공공관정은 국고 또는 공적자금을 투입하여 개발한 관정이다. 공공관정 시설물 유지관리 기관은 대부분 해당 지자체 및 한국농어촌공사이며, 금번 조사에서는 총 11개 공공관정에 대해 현장 현황조사가 수행되었다. 금회 조사된 공공관정은 11개소지만, 폐공된 1개소(실체 없음)를 제외한 10개 공공관정이 농업용수로 사용되고 있다<그림 2-1-1>.



<그림 2-1-1> 공공관정 현황

영상지구의 공공관정은 농업용으로 개발되었으며 김삿갓면과 중동면에서 각 4개소, 상동읍에 2개소로 총 10개소의 공공관정이 분포하고 있다. 공공관정은 모두 전작용으로 분류되었다<표2-1-1>.

<표 2-1-1> 공공관정 개발 현황

(단위 : 공)

구분	계 (계획/조사)	농업용(계획/조사)		
		전작용	답작용	축산업
영상지구	(11/10)	(11/10)	-	-
김삿갓면	(4/4)	(4/4)	-	-
상동읍	(3/2)	(3/2)	-	-
중동면	(4/4)	(4/4)	-	-

2.2 농업용 공공관정 일제조사

2.2.1 농업용 공공관정 현황

지자체의 새울행정시스템 자료 및 관리부서에 농업용 공공관정 정보를 확인하여 공공관정 현황을 파악하였다. 금번 공공관정 정밀 조사는 기존자료 및 현장조사 자료를 수집, 분석하여 농어촌지하수 넷에 DB를 구축하였다. <표 2-2-1>는 영상지구에서 조사된 공공관정 현황이다.

<표 2-2-1> 영상지구 공공관정 현황

일련 번호	위치			세부 용도	신고/ 허가	관리 기관	비고
	읍면	동리	번지				
DWYWL0962019001	김삿갓면	대야리	293	전작용	신고	영월군	
DWYWL0962019002	김삿갓면	예밀리	901-1	전작용	신고	영월군	
DWYWL0962019003	김삿갓면	예밀리	729	전작용	신고	영월군	
DWYWL0962019004	김삿갓면	예밀리	796-1	전작용	신고	영월군	
DWYWL0962019005	중동면	이목리	496-3	전작용	신고	영월군	
DWYWL0962019006	중동면	이목리	520-7	전작용	신고	영월군	
DWYWL0962019007	중동면	이목리	662	전작용	신고	영월군	
DWYWL0962019008	중동면	이목리	223-4	전작용	신고	영월군	
DWYWL0962019009	상동읍	덕구리	188	전작용	신고	영월군	
DWYWL0962019010	상동읍	내덕리	134	전작용	신고	영월군	폐공
DWYWL0962019011	상동읍	내덕리	134	전작용	신고	영월군	

2.2.2 농업용 공공관정 일제조사표

농업용 공공관정 조사

가. 관정현황

구 분		내 용
지 구 명		영상지구 (일련번호 : 1300) / 허가신고번호 : 2201100099
위 치	당 초	강원도 영월군 김삿갓면 예밀리 901-1 (위도: 37° 08' 03.9", 경도: 128° 34' 19.9")
	변 경	강원도 영월군 김삿갓면 예밀리 901-1 (위도: 37° 08' 05.3" , 경도: 128° 34' 19.9")
채 수 량		150 m ³ /day
제 원		가) 구 경 : 200 mm 나) 심 도 : 120 m
수중모터펌프		가) 마 력 : 10HP 나) 설치심도 : 36m 다) 토출관구경 : 30mm
개발년도(연장허가)		2012년01월27일
점검자 소속		(주)싱크워터
		점검일자
		2019.05.07

나. 세부점검내역

분야별	구 분	점검항목	점검사항	점 검 내 용	점 검 결 과	
지 질 / 수 질	관 정	수 질	수질검사	검사일	2014.5.28	
				농업용 수질기준	양호	
				부적합 항목	-	
		관 정	자연수위	자연수위 측정	가능	
				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	
				덮개부식	녹발생 및 부식정도	양호
				유 량 계	작동유무 및 파손여부	미흡
		측 장 치	출수장치	출수장치의 파손여부	없음	
수위측정관	수위측정관의 관리상태			미흡		
기 계	기 계 설			수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태
		용 량	이용량 대비 용량의 적정성		적정	
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	수질검사, 시설물 정비 필요		
대책	수질검사 및 측정장치(수위측정관, 유량계) 설치		
추정소요 사업비 (공 종 별)	공종(항목)	처리내역	처리비용
	수질검사	수질검사(농업용)	109.4
	시설물 정비	수위측정관 설치	180.5
	시설물 정비	유량계 설치	683.4
	계		973.3

라. 사진대지



2.3 농업용 공공관정 점검결과 및 관리방안

2.3.1 점검결과

영상지구 내 농업용 공공관정 점검 결과, 정기 수질검사 외 시설물 정비 및 기타 조치가 대부분 관정에서 필요하다<표 2-3-1>. 영상지구 공공관정 수질검사는 2016년 11월 이후로 수행되어지지 않은 관정이 10공으로 조사 되었다. 조치필요관정을 영향조사, 사후관리, 수질검사, 시설물정비 등 항목별로 분류하였으며, 항목 간 중복되는 부분을 포함하면 조치가 필요한 건수는 전체 18건으로 산정되었다.

<표 2-3-1> 농업용 공공관정 일제조사 현황

구 분			영상지구				비 고
			김삿갓면	상동읍	중동면	합 계	
조치필요	개 소	관 정	4	2	4	10	
	건수 (회) / 금액 (백만원)	수질검사	4/0.4	2/0.2	4/0.4	10/1.1	
		시설물정비	3/5.3	2/5.4	3/7.7	8/18.4	
		영향조사	-	-	-	-	
		사후관리	-	-	-	-	
		원상복구	-	-	-	-	
		기 타	-	-	-	-	
		소 계		7/5.7	4/5.6	7/8.1	18/19.5
조치불필요	개 소	관 정	-	-	-	-	
미 조사	개 소	관 정	-	1	-	1	폐공
합 계	개 소	관 정	4	3	4	11	

1) 한 개의 관정에 대하여 여러 가지 조치가 필요할 경우 중복산정한다.

2) 시설물정비는 양수장 및 보호공, 오염방지시설, 측정장치, 기계 및 전기시설 등이 있다.

2.3.2 지하수개발·이용허가의 유효기간 연장을 위한 조사

가. 배경 및 현황

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

영상지구의 농업용 공공관정 일체조사 결과 신고관정이며 2019년을 기준으로 지하수 영향조사 시기가 도래하거나 이미 만료된 관정은 총 0공(0%)으로 지하수영향조사가 필요하지 않다.

나. 업무흐름도

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

2.3.3 사후관리 제안

가. 배경 및 현황

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

영상지구에서 농업용 공공관정 일제조사 결과 허가관정이며 2019년을 기준으로 지하수 영향조사 시기가 도래하거나 이미 만료된 관정은 총 0공(0%)으로 사후관리가 필요하지 않다.

나. 업무흐름도

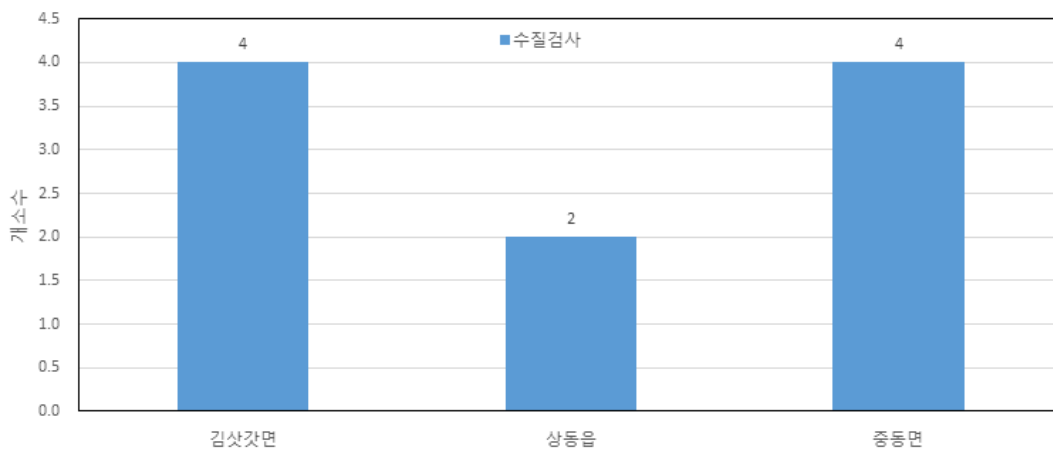
사후관리 이행대상자(지자체) → 사후관리 수행 → 사후관리 이행종료신고 → 사후관리 신고증 교부

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 실시한다.

수질검사를 2016년 이후 수행하지 않은 관정은 조속한 수질검사가 필요로 하다. 수질검사 관정은 김삿갓면 4개소, 상동읍 2개소, 중동면 4개소이다<표 2-3-2>,<그림 2-3-1>.



<그림 2-3-1> 읍면별 수질검사 대상 관정수

<표 2-3-2> 수질검사 필요관정 현황

구분	위치				유효기간 만료일
	시군	읍면	동리	번지	
계	10개소				
DWYWL0962019001	영월군	김삿갓면	대야리	293	2019년 11월 기준
DWYWL0962019002	영월군	김삿갓면	예밀리	901-1	2019년 11월 기준
DWYWL0962019003	영월군	김삿갓면	예밀리	729	2019년 11월 기준
DWYWL0962019004	영월군	김삿갓면	예밀리	796-1	2019년 11월 기준
DWYWL0962019005	영월군	중동면	이목리	496-3	2019년 11월 기준
DWYWL0962019006	영월군	중동면	이목리	520-7	2019년 11월 기준
DWYWL0962019007	영월군	중동면	이목리	662	2019년 11월 기준
DWYWL0962019008	영월군	중동면	이목리	223-4	2019년 11월 기준
DWYWL0962019009	영월군	상동읍	덕구리	188	2019년 11월 기준
DWYWL0962019011	영월군	상동읍	내덕리	134	2019년 11월 기준

나. 업무흐름도

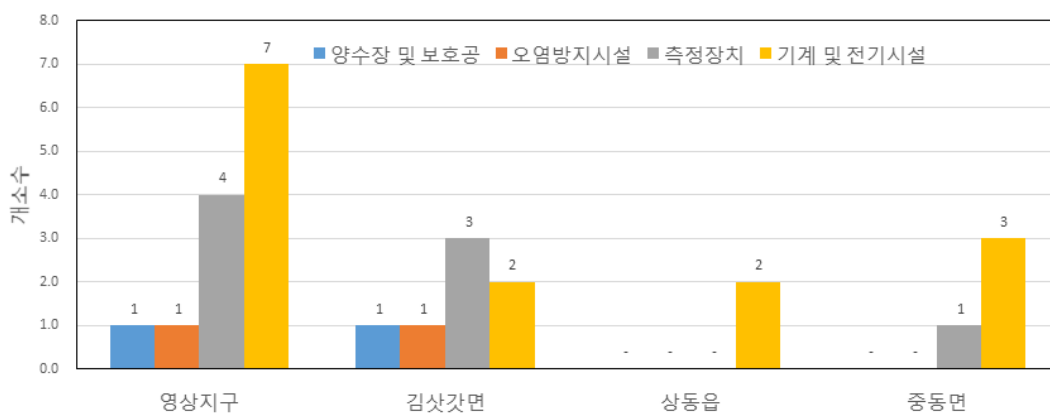
시장· 군수에게 수질검사 신청 → 시장· 군수가 수질검사를 위한 시료채취기간을 정하여 시료채취실시 3일전까지 검사 받을 자에게 통보 → 시장· 군수는 시료채취 후 봉인, 신청인에게 인계 → 신청인은 6시간 이내에 수질검사전문기관에 검사를 의뢰

2.3.5 시설물정비 제안

가. 배경 및 현황

시설 기능유지 및 안전 위험 등이 존재하는 관정은 보수 또는 보강을 실시하여야 한다. 일제조사 결과를 바탕으로 양수장 및 보호공, 오염방지지설, 측정장치, 기계 및 전기시설로 시설물 정비 내역을 분류하였다.

영상지구 공공관정 일제현황조사 11개소 중 폐공된 1개소를 제외한 10개소 중 시설물 상태가 양호한 관정은 2개소, 시설물 정비가 필요로 한 관정은 8개소이다. 김삿갓면은 3개소 관정에서 양수장 및 보호공 1건, 오염방지지설 1건, 측정장치 3건, 기계 및 전기시설 2건에 대한 조치가 필요하다. 상동읍은 2개소 관정에서 기계 및 전기시설 2건에 대한 조치가 필요하다. 중동면은 3개소 관정에서 측정장치 1건, 기계 및 전기시설 3건에 대한 정비가 필요하다. 시설물 정비 항목 중 측정장치(유량계, 수위측정관 등)에 대한 정비 필요 관정수가 높게 조사되었다<그림 2-3-2>,<표 2-3-3>.



<그림 2-3-2> 읍면별 시설물관리 대상 관정 조치 필요건수

<표 2-3-3> 시설물관리 필요관정 제안

구분	위치			시설물			
	읍면	동리	번지	양수장 및 보호공	오염 방지 시설	측정 장치	기계 및 전기시설
계	-			1	1	4	7
DWYWL0962019001	김삿갓면	대야리	293			○	○
DWYWL0962019003	김삿갓면	예밀리	729	○	○	○	○
DWYWL0962019004	김삿갓면	예밀리	796-1			○	
DWYWL0962019005	중동면	이목리	496-3				○
DWYWL0962019006	중동면	이목리	520-7			○	○
DWYWL0962019008	중동면	이목리	223-4				○
DWYWL0962019009	상동읍	덕구리	188				○
DWYWL0962019011	상동읍	내덕리	134				○

Ⅲ. 향후전망

Ⅲ. 향후전망

3.1 가뭄 개요

3.1.1 가뭄 정의

가뭄은 강수의 부족이 장기화되어 수자원의 고갈, 이에 따른 동식물의 생육 저해 및 인간의 사회경제적 활동에 손실을 유발하는 비정상적인 기상현상이다. 미국 국립가뭄경감센터(U.S. National Drought Mitigation Center; NDMC)에서는 이와 같은 가뭄을 정의에 따라 크게 4가지(기상학적, 농업적, 수문학적 및 사회경제적 가뭄)로 분류하고 있다<그림 3-1-1>.

가. 기상학적 가뭄

기상학적 가뭄은 강수량 부족으로 인해 수자원이 계절적 평균치에 미달하는 것을 일컫는다. 주로 예년치 자료와 비교(건조함, 지속기간)로 가뭄의 정도를 평가한다. 세계 각 지역마다 지역별 강수의 편차가 있기 때문에 개별 지역마다 과거 자료와의 비교는 가능하나, 타 지역과의 직접적인 비교는 곤란하다. 기상학적 가뭄은, 하루의 집중호우가 여러 달에 걸친 가뭄해갈을 가능케 할 수 있다.

나. 농업적 가뭄

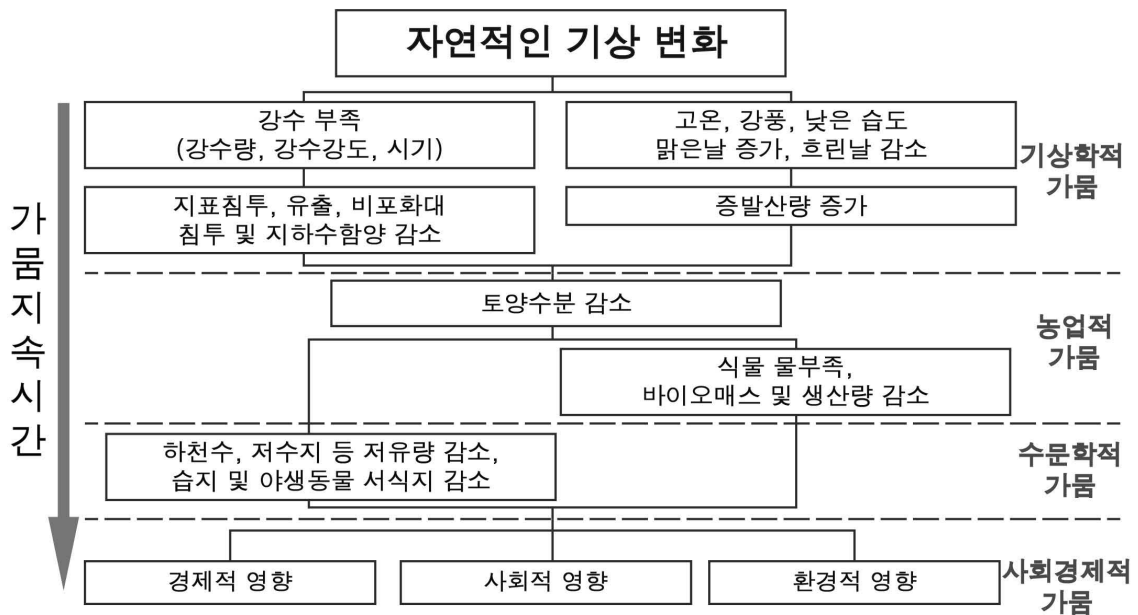
농업적 가뭄은 강수량 부족으로 작물생육에 필요한 토양 수분이 부족하여 농작물에 피해가 생기는 것을 일컫는다. 생육에 필요한 수분은 작물과 토질에 따라 다르고, 해갈될 정도의 강수가 내리면 가뭄은 바로 회복된다. 4~6월 강우부족에 따른 「이양지연형」 가뭄과, 7~8월 강우부족에 따른 「생육장애형」 가뭄으로 구분된다.

다. 수문학적 가뭄

수문학적 가뭄은 댐, 저수지, 하천, 지하수 등 수자원 전체가 계절적 평균치에 미달하여 물 부족 상태가 되는 것을 일컫는다. 하천수문은 강수부족에 대해 느린 반응을 나타내기 때문에 기상학적 가뭄과 농업적 가뭄보다 늦게 나타난다. 수문학적 가뭄의 지속은 결국 사회경제적 가뭄으로 이어지고, 하천수, 저수지 및 지하수의 고갈로 농업적 가뭄을 더욱 심화시키게 된다.

라. 사회경제적 가뭄

사회경제적 가뭄은 수자원의 요구 수요량(생활, 농업, 공업용수)에 비하여 보유 수자원량이 부족하기 때문에 발생하는 것을 일컫는다. 물 부족으로 일부 상품의 수요공급과 수력발전 저하에 따른 인간의 경제활동에 피해를 주는 현상 등과 연결된다.



<그림 3-1-1> 가뭄분류 (US NDMC)

3.1.2 농업적 가뭄 해석의 유의점

상기한 4가지 가뭄 중, 농업적 가뭄은 농림어업에 중요한 의미를 가진다. 농업적 가뭄은 강수량 부족 및 증발산량 증가에 따른 순수한 의미의 가뭄에 더불어 「물 부족」에 따른 농작물 성장저해 및 작황감소의 의미가 부가된다. 예를 들어, 평년 강수량 하에서 콩과 식물을 재배하던 토양에 벼과 식물을 재배할 경우 물 부족 때문에 가뭄이 발생할 수도 있다. 따라서 농업적 가뭄을 판단할 경우에는 해당지역의 주요 농작물 현황 및 해당 농작물에 대한 토양수분 및 기후변화 등을 종합적으로 고려할 필요가 있다.

3.1.3 우리나라 농업적 가뭄

논 농업에 있어서, 봄(4~6월)에 발생하는 가뭄은 벼의 초기생육에 문제를 발생시키므로 중요한 의미를 지닌다. 우리나라 논 농업의 농업적 가뭄은 주로 봄철 이양지연형 가뭄에 해당하며, 묘대기(중부, 4월 중순~5월 하순; 남부, 5월 하순~6월 초순)와 이양기(중부, 5월 하순~6월 초순; 남부, 6월 초순~6월 중순)에 주로 문제가 발생한다. 시설원예농업은 논 농업과는 달리 연중 상시 수자원이 필요하므로 가뭄은 특정 계절이나 기간에만 한정되지 않는다. 그러나 수막재배 용수가 필요한 겨울철에 지하수 과잉양수에 의한 지하수 수위 감소로 문제가 발생하고 있다.

10년 빈도 가뭄 발생 시, 남한 논 면적의 66%(520천ha)에 가뭄이 발생되고, 농업용 저수지 약 17,505개소 중 1,000만³ 이상의 저류량을 보유한 저수지(31개소)만 내한능력이 있다. 그러나 대부분의 저수지(약 97%)가 100만³ 이하 저수지이므로 우리나라의 논 농업은 10년 빈도 가뭄에 취약한 실정이다(한국농어촌공사, 2012). 또한 100년 빈도 가뭄 발생은 강수량이 평년의 약 20% 수준에 해당하며, 농업용 저수지의 저수율은 30% 미만이 된다.

3.1.4 우리나라 가뭄 연혁

- 1967.05~07 전남, 70년만의 극심가뭄 (140만 명 식수난)
- 1968.01~06 전남, 평년강수의 50%, 470천ha, 가뭄피해액 7,009억원
- 1978.01~05 전국(경기, 강원 제외), 43천ha, 평년강수의 45%
- 1982.01~05 안동, 대구, 목포, 59천ha, 저수율 34%
- 1994.03~05 전국, 232천ha, 49개 시군 36만명, 제한급수
- 2000.02~05 영남, 호남, 58천ha, 평년강수의 16~43%, 제한급수
- 2001.03~06 전국, 19천ha, 5월말부터 모내기 문제, 6월초부터 식수문제, 평년강수의 10~68%, 저수율 39~68%, 전국 86개 시군
- 2006.03 광주, 전남, 최근 10년 강수량 대비 26%
- 2007.04 전국, 최근 10년 강수량 대비 38%, 댐 녹조현상
- 2008~'09.05 강원 남부, 내륙일부 제한 급수
- 2012.05~06 경기, 충남, 평년 강수량 32% 내외
- 2013.07~08 경남, 제주, 평년 강수량 대비 25%
- 2014.07 서울, 경기, 강원, 충청 평년 강수량 대비 50~61%
- 2015.05~07 전국 평년 강수량 대비 53%

3.2 기후변화 시나리오

3.2.1 대표농도경로 시나리오

지난 100년(1911~2010년)간 전 지구 평균기온은 0.75℃ 상승했으며, 한반도에서도 최근 빈발하고 있는 기록적인 호우, 태풍의 강도 증가, 폭설과 한파의 잦은 내습, 강풍 피해 등은 인간 활동에 따른 대기 중 온실가스 농도 증가에 의한 전 지구적인 기후 변화의 일부이다(기상청, 2012).

국가 간 기후변화 협의체(Intergovernmental Panel on Climate Change; IPCC)는 최근 5차 보고서를 통해 새로운 온실가스 농도 전망기법으로 대표농도경로(Representative Concentration Pathways; RCP)를 사용하였다. 기상청과 국립기상연구소는 이를 기초로 2100년까지의 한반도 지역 기후변화 예측자료를 생산하였고, 특히 남한 지역을 대상으로 1km 공간해상도의 상세 지역기후 예측자료(월별, 일별 강수량 및 기온)를 산출하였다. 아래 기후변화와 관련된 내용은 기상청(2012) 자료를 참고하여 작성하였다.

RCP 시나리오는 미래 기후예측을 위한 필수 입력조건인 대기 중 온실가스 농도의 미래 변화를 추정하여 미래 기후를 전망하였다. 본 예측모델은 크게 4가지 기후변화 시나리오(RCP 2.6, 4.5, 6.0 및 8.5)를 제시하였다<표 3-2-1>, <그림 3-2-1>.

가. RCP 2.6

인간 활동에 의한 영향을 지구 스스로가 회복 가능한 경우를 토대로 작성된 시나리오로서, 20세기말 대기 중 이산화탄소 농도를 392 ppm으로 할 경우, 2100년에 420 ppm으로 미량 증가함을 전망한다.

나. RCP 4.5

온실가스 저감 정책이 상당히 실현된 경우를 토대로 한 시나리오이며, 대기 중 이산화탄소 농도가 2100년에 540 ppm에 도달하는 것을 전망한다.

다. RCP 6.0

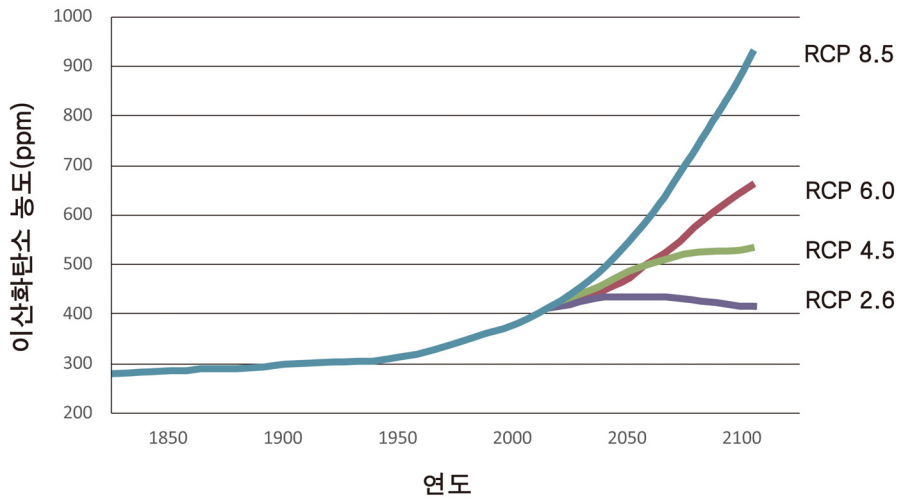
온실가스 저감 정책이 어느 정도 실현된 경우를 의미하며, 대기 중 이산화탄소 농도가 2100년에 670 ppm에 도달하는 것을 전망한다.

라. RCP 8.5

온실가스를 완화하기 위한 노력 없이 현재 추세대로 온실가스를 계속 배출하여, 2100년에 대기 중 이산화탄소 농도가 940 ppm에 도달하는 것을 전망한다.

<표 3-2-1> 시나리오별 대기 중 이산화탄소 농도 예측

시나리오	2100년 농도	경로형태
RCP 8.5	940 ppm	상승
RCP 6.0	670 ppm	안정
RCP 4.5	540 ppm	안정
RCP 2.6	420 ppm	상승 후 감소



<그림 3-2-1> RCP 시나리오별 이산화탄소 농도 예측

3.2.2 한반도 기후변화 시나리오

기상청(2012)에서는 이 가운데 2가지 시나리오(RCP 4.5(중배출) 및 8.5(고배출))를 기준으로 미래 한반도 기후변화를 예측하였고, 각 시나리오별 1 km 공간해상도의 미래 강수량 및 기온 자료를 일반인에게 공개하였다.

이에 따르면, 미래 기후변화로 인해 강수량의 증가가 예측되며,

강수의 강도 또한 증가할 것으로 예상된다. 그러나 연 강수일수는 오히려 감소되어 높은 강도의 우기 사이에 길고 혹독한 건기가 빈발할 것으로 예상되며, 기온의 증가로 인해 증발산량 또한 증가할 것으로 전망된다(이진영, 2012). 강수량의 경우, 현재 한반도의 연평균(1981~2010년) 강수량 1,308 mm 대비, RCP 4.5 시나리오에서는 2100년 1,564 mm, RCP 8.5 시나리오에서는 1,549 mm 로 증가할 것으로 전망하였다. 연평균 기온은, 현재 한반도의 연평균(1981~2010년) 기온 11.0 °C 대비, 2100년에는 RCP 4.5 시나리오 기준 2.8 °C, RCP 8.5 시나리오 기준 5.3 °C 증가할 것으로 전망하였다. 따라서 2100년에는 아열대 기후구가 한반도 이남지역으로 북상할 것으로 전망하였다.

RCP 4.5 및 8.5 시나리오에 따른 1 km 해상도 자료는 모두 기상청 기후변화정보센터(Climate Change Information Center; CCIC) 홈페이지에서 내려 받아 사용할 수 있다<그림 3-2-2>.



<그림 3-2-2> 기후변화정보센터 홈페이지(www.climate.go.kr)

3.3 가뭄지수

가뭄지수는 가뭄정도를 평가하기 위해서 사용자가 이해하기 쉽도록 소수점 한 자리 숫자로 표시된 객관적인 수치이다. 가뭄지수의 종류는 용수공급가뭄지수(WADI, water supply drought index), 표준강수지수(SPI, standardized precipitation index), 파머가뭄지수(PDSI, Palmer drought severity index), 작물수분지수(CMI, crop moisture index), 정상강수백분율(PN, percentile of normal precipitation) 등 여러 가지가 있고, 어느 가뭄지수가 절대적으로 우수하다고 말할 수는 없다.

이 가운데 대표적인 방법은 PDSI와 SPI이다. PDSI는 세계적으로 널리 사용되는 가뭄지수로서, 대상지점의 실제 수분공급이 기후적으로 필요한 수분공급 보다 적은 기간이 지속되는 현상을 가뭄으로 정의한다. 즉, 수요-공급 개념을 바탕으로 수분부족량과 수분부족기간의 함수로 나타낸 것이다(Palmer, 1965), <표 3-3-1>. SPI는 강수량의 부족에 의해 가뭄이 시작된다는 것에 착안하여 개발된 것으로, 특정한 기간(1, 3, 6, 9, 12개월)을 설정하고 기간별 강수부족량을 산출하여 용수공급원에 미치는 영향을 분석한다(Mckee et al., 1993), <표 3-3-2>. 단기간(주, 월)의 시간단위는 농업적 관심에 사용될 수 있고, 장기간(년)의 시간단위는 수자원공급관리 등에 사용될 수 있다. 본 과업에서는 상기 두 가지 가뭄지수를 이용하여 농어촌용수구역 가뭄을 예측하였다<표 3-6-3>.

3.3.1 파머가뭄지수(PDSI)

PDSI는 강수량, 기온 및 일조시간 등의 자료를 활용해서 월 열지수법(Thornthwaite and Mather, 1955)으로 잠재증발산량을 추정한 후, 대상지역의 실제 강수량과 필요한 강수량의 차에 대한 계산을 통해, 실제 수분공급이 기후적으로 필요한 수분공급보다 많고 적음을

기준으로 가뭄상태를 평가한다(강부식, 2008; 기상청, <http://kma.go.kr>).

PDSI는 단기간의 습윤 상태에 영향을 받지 않아 장기간의 가뭄정도를 정량적으로 분석하는데, 시간 척도가 9~12개월로 고정되어 있어(Guttman, 1998) 다양한 시간 척도의 가뭄 영향 분석이 불가능한 단점이 있다(이진영, 2012).

<표 3-3-1> 파머가뭄지수(PDSI)에 따른 가뭄상태

파머가뭄지수	상태
4.0 이상	극한습윤 (Extremely wet)
3.0 ~ 4.0	심한습윤 (Very wet)
2.0 ~ 3.0	보통습윤 (Moderately wet)
1.0 ~ 2.0	약한습윤 (Slightly wet)
-1.0 ~ 1.0	정상상태 (Near normal)
-2.0 ~ -1.0	약한가뭄 (Mild drought)
-3.0 ~ -2.0	보통가뭄 (Moderate drought)
-4.0 ~ -3.0	심한가뭄 (Severe drought)
-4.0 이하	극한가뭄 (Extreme drought)

3.3.2 표준강수지수(SPI)

SPI는 강수의 부족이 지하수, 저수지 저수량, 토양수분, 적설 및 하천 유량에 영향을 미친다는데 착안하고, PDSI보다 습윤과 건조의 표현방법을 향상시키기 위하여 개발되었다. 일반적으로 토양 내의 수분함량은 강수에 즉각적으로 반응하는 반면 지표수 및 지하수는 상대적으로 장기간의 강수에 영향을 받는다. SPI는 강수량만을 입력 자료로 사용하며, 강수의 확률분포를 정규화하여 표준화된 값을

제공하는 장점이 있다. 또한 다양한 시간 간격에 따른 종류별 수자원의 이용가능성에 대한 가뭄의 영향을 반영할 수 있는 장점이 있다(McKee et al., 1993). 반면 SPI는 오로지 강수량만이 입력인자로 사용되기 때문에 증발산량의 영향을 해석하지 못하며, 통계분석상 30년 이상의 자료가 요구되는 단점이 있다(이진영, 2012).

<표 3-3-2> 표준강수지수(SPI)에 따른 가뭄상태

표준강수지수	상태
2.0 이상	극한습윤 (Extremely wet)
1.5 ~ 2.0	심한습윤 (Very wet)
1.0 ~ 1.5	보통습윤 (Moderately wet)
-1.0 ~ 1.0	정상상태 (Near normal)
-1.5 ~ -1.0	보통가뭄 (Moderate drought)
-2.0 ~ -1.5	심한가뭄 (Severe drought)
-2.0 이하	극한가뭄 (Extreme drought)

<표 3-3-3> SPI와 PDSI 가뭄지수 비교

구분	가뭄지수		비고
매우 가뭄	SPI	<-1.5	작물손실, 광범위한 물 부족, 제한급수 고려 필요
	PDSI	<-3.0	
가뭄	SPI	-1.5~-1.0	작물에 다소 피해 발생, 물 부족 시작, 자발적 절수 요구
	PDSI	-3.0~-0.5	
정상	SPI	-1.0~1.0	식물생장에 충분한 강수량
	PDSI	-0.5~0.5	
습윤	SPI	>1.0	충분한 강수로 가뭄상황 없음
	PDSI	>0.5	

3.4 가뭄예측 및 감시

3.4.1 기상학적 가뭄예측

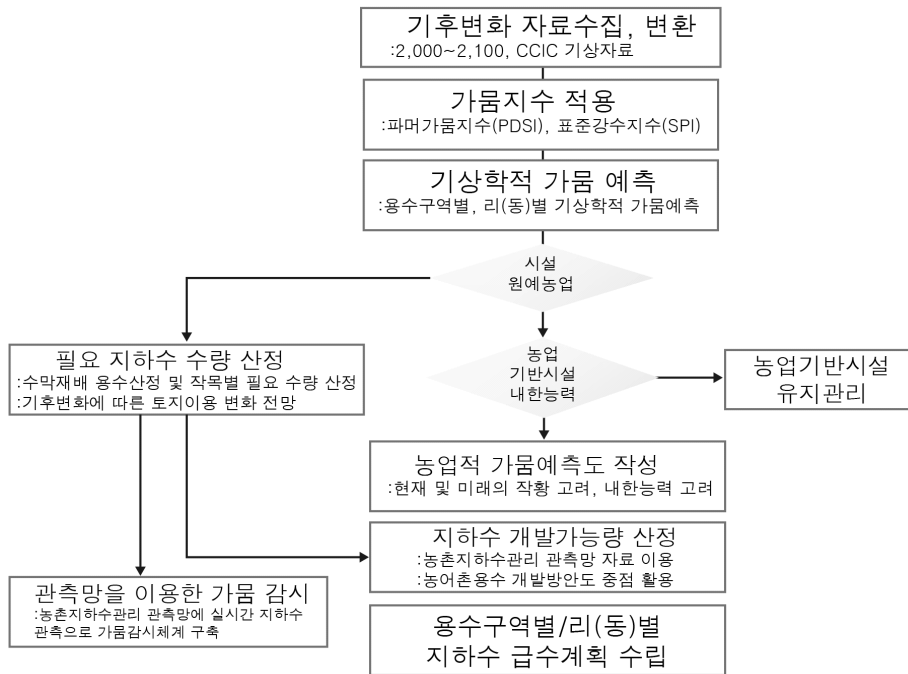
기상학적 가뭄 예측을 위해, CCIC에서 제공하는 RCP 4.5 및 8.5 시나리오에 대한 2000~2100년 월별 및 일별 기상자료(강수량, 기온)를 기상청 홈페이지에서 내려 받아 활용하였다. 월별 기상자료를 이용하여 PDSI와 SPI를 용수구역별, 리(동)별로 적용하여 미래 가뭄 여부를 판단하였다. 해당 용수구역 또는 리(동)가 해당 월에 SPI 및 PDSI 모두 가뭄으로 판단되면, 일별 기상자료를 토대로 농업 측면에서 무강수로 정의하는 일일 5mm 이하의 강우가 해당 월에 15일 이상 지속되는지 여부를 확인하였다. 만약 15일 이상 지속된다면 해당 월을 기상학적 가뭄으로 정의하였고, 그렇지 않으면 제외하였다<그림 3-4-1>. 기상학적 가뭄예측은 특정한 시기를 정하여서도 판단이 가능하도록 하였다. 예를 들어, 시설원예농업 지역처럼 수막재배로 인하여 겨울철 지하수 이용이 많은 지역은 주로 겨울철(12~2월)에 대하여, 논 농업 지역에 대해서는 이앙기(4~6월)에 대하여 가뭄여부를 검토하였다.

3.4.2 시설원예농업을 위한 가뭄감시

가. 우리나라 농업 변화

WTO, FTA, DDA 등 국제적인 농산물 개방화 여파, 도시 지가 상승 및 개발규제에 따른 인근 농촌지역으로의 산업시설 이전 및 택지 개발, 시군지자체의 지역 관광산업 활성화와 이에 따른 레저 산업 유입 등으로, 국내 농촌은 날이 갈수록 식량작물생산 중심의 고전적인 농촌마을 형태에서 벗어나 도농복합형, 관광레저형, 산업형 등의 다양한 형태로 변화를 거듭하고 있다. 통계청(2012)에 따르면, 2012년 국내 전체 농지면적은 1,730천ha 로서, 최근 10년간

서울특별시 면적의 약 2.2 배에 달하는 133천ha의 농경지가 감소되었고, 지역별로는 경기(22천ha)가 가장 많았으며, 그 다음이 전남(20천ha), 충남(19천ha) 순이었다. 그런데 논·밭의 경우, 최근 10년간 약 172천ha의 농경지가 감소된 반면, 밭은 39천ha의 농경지가 증가하였다. 논·밭 면적의 변화는 작황의 변화에 근거한다. 작물별로 살펴보면 2002년의 경우 쌀을 생산하는 경지면적은 전체면적의 약 52%였으나, 2012년의 경우 48%로 감소하였다. 그러나 특약용작물, 채소, 과수, 시설작물 및 기타 등은 2002년 36%에서 2012년 41%로 증가하였다. 이는 식단의 서구화에 따른 쌀 소비량 감소, 국제협약에 따른 농 증대를 위한 주력 농수산물 개방 여파, 기후변화에 따른 재배의 북방한계선 북상, 농가소득산물 변경 등에 기인한다.



<그림 3-4-1> 가뭄예측 및 대책수립 순서도

나. 시설원예농업과 지하수

작황의 변화는 농업용수 공급을 위한 수원공의 활용에도 영향을

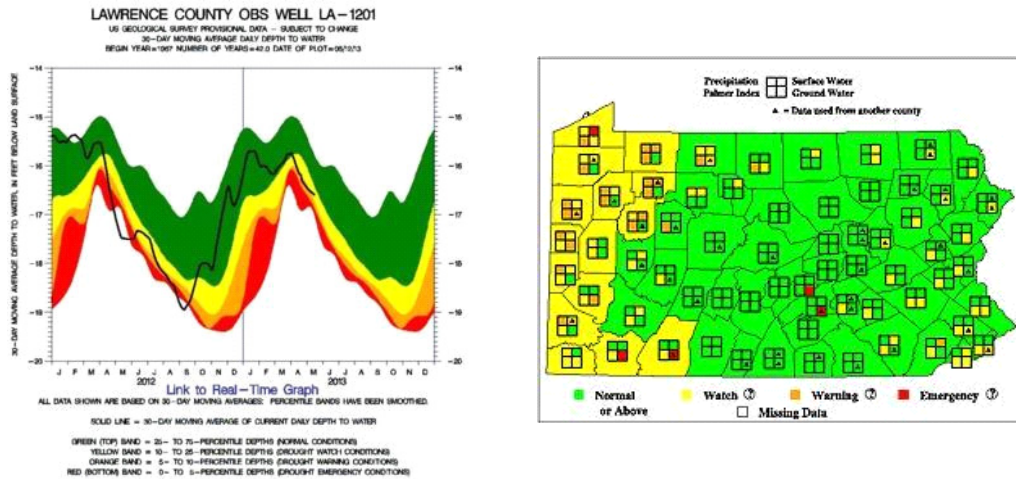
준다. 전통적인 미곡 위주의 논 농업은 저수지, 취입보 등 지표수 자원의 의존도가 크다. 이에 비해, 특약용 작물, 채소 및 시설작물 등(이하 시설원예농업)은 계절에 관계없이 청정수질과 일정한 수온의 수자원을 요구한다. 미곡(쌀) 위주의 논 농업에 주로 활용되는 지표수 자원은 녹조 등과 같은 빈번한 수질사고에 취약하며 계절에 따른 수온의 변화 때문에 시설원예농업에 적합하지 않아 수원공으로서 활용도가 낮다. 그러나 연중 수질·수온이 일정하고 수질사고가 거의 발생하지 않는 지하수 자원은 이들 시설원예농업에 상시 필요한 주된 수원공으로 활용 중이며, 그 중요성은 해를 거듭할수록 커지고 있다. 또한 시설원예 농업에서는 겨울철 야간에 보온 및 단열 효과를 높이는 수막재배 기술도입으로 겨울철에 집중적으로 지하수를 이용하며, 이로 인해 지하수 수위 하강과 취수량 감소가 초래되어 영농이 점차 힘들어지는 실정이다(문상호, 2012). 따라서 시설원예농업이 주를 이루는 농어촌에 대해서는 상세한 수리지질 조사를 통해 지하수를 상시 공급할 수 있는 농어업용 공공관정 시설과 하천주변 지하수 취수정 및 인공함양정이 적재적소에 마련되어야 한다.

다. 지하수 관측망을 이용한 가뭄정보 제공

과거 기록으로부터 가뭄이 빈번하게 발생하였거나, 미래기후 변화 자료에 근거하여 상습가뭄이 예상되는 지역들은 과도한 지하수 이용으로 지하수 수위 저하 및 수량부족이 발생할 우려가 있다. 따라서 이들 지역에 대해서는 가뭄 발생 시 최적 지하수 이용을 도모할 수 있는 지하수 가뭄경보체계 수립이 필요하다. 이러한 지하수 가뭄경보체계는 지하수 관측시설을 이용한 지하수 수위 및 수질의 상시 관측 및 감시로 수립이 가능하다.

가뭄경보체계와 관련하여, 미국 지질조사소(USGS; U.S.

Geological Survey)에서는 각 주마다 지하수 수위 변화를 상시 관측하여 가뭄정보를 제공하고 있다. 일례로 펜실베이니아주에서는 지역별 관측공의 과거로부터 누적된 지하수 수위 관측자료와 최근 30일간의 지하수 평균 수위를 비교하여, 정상(normal), 가뭄 관찰(watch), 가뭄 경고(warning), 가뭄 위기/비상(emergency) 등의 가뭄정보를 실시간으로 일반에 공개하고 있다<그림 3-4-2>. 이와 유사한 방법으로, 한국농어촌공사에서 운영하는 농촌지하수관리 관측망은 농어촌 시설원예농업의 목적에 부합되게 운영될 수 있으며, 현재 관측망을 이용한 가뭄경보체계 수립에 대한 기초 연구가 진행 중이다. 또한 각 용수구역 또는 리(동)에 대하여 관측망 자료를 이용한 가뭄경보체계가 마련될 경우, 농어촌지하수넷(www.groundwater.or.kr)에 연계·운영할 수 있는 방안을 마련 중이다.



<그림 3-4-2> 지하수 수위분석을 통한 가뭄정보 제공 예 (USGS)

3.4.3 논 농업을 위한 가뭄감시

가. 논 농업의 중요성

우리나라의 식량작물은 크게 미곡(쌀), 잡곡, 맥류, 두류, 서류 등으로 구분할 수 있다. 통계청(2012)에 따르면 2012년 현재 전체 농경지의 약 48%가 쌀 생산을 위한 경작지로 활용되는 것으로 알

려져, 우리나라의 경우 여전히 쌀이 주된 식량작물임을 보인다. 반면 쌀을 제외한 잡곡 등의 식량작물은 11%로서 상대적으로 적게 재배되는 편이다.

우리나라의 논 농업은 삶을 영위함에 있어 가장 기본적이고 전통적인 것으로 여겨져 왔으며, 이로 인해 쌀 생산은 평야, 산지(600m 이하), 해안 등 경작이 가능한 모든 지역에서 이루어져 왔다. 이처럼 재배면적이 가장 넓고 삶의 근간을 이루는 논 농업은, 쌀을 재배하는 대부분의 농어민 그리고 이를 소비하는 대부분의 국민과 직접 관련되므로 미래 가뭄예측 및 전망에서도 중요한 위치를 차지한다.

나. 논 농업과 가뭄의 관계

논 농업에서 있어서, 가뭄이 피해를 주는지 여부는 주로 5~6월의 강수량에 의해 결정된다. 즉, 벼의 물수요량이 가장 큰 이앙기(5~6월)에 강수량이 충분하면, 생장기(7~8월)에 강수량이 적다고 할지라도 가뭄의 피해가 그다지 크지 않다(박기욱 외, 2006). 반면 이앙기에 가뭄이 발생할 지라도, 주변 농업기반시설의 구축이 잘 이루어져 있어서 관개가 무난히 이루어진다면 가뭄의 피해를 줄일 수도 있다. 따라서 미래 기후변화에 따른 가뭄이 논 농업에 주는 영향을 살펴보고자 할 경우에는 이앙기의 기상학적 가뭄을 집중적으로 살펴볼 필요가 있으며, 주변 농업기반시설의 위치와 내한능력 등을 동시에 고려하여 미래 기후변화에 따른 가뭄피해 여부를 살펴 보아야 한다.

다. 농업기반시설 내한능력 검토

미래 기후변화에 따른 가뭄이 논 농업에 주는 영향을 살펴보고자, 우선 가뭄지수를 이용한 미래의 기상학적 가뭄을 산출한 후, 가뭄

이 발생한 해당 용수구역 또는 리(동)의 농업기반시설 현황을 살펴 보았다. 해당 용수구역 또는 리(동)의 농업기반시설의 내한능력이 우수하여, 10년 빈도 가뭄 발생 시에도 충분히 가뭄을 견디어 낼 수 있다면 가뭄 해당 지역에서 제외하고, 농업기반시설의 지속적인 유지관리를 도모하였다. 그렇지 않으면 가뭄에 취약한 지역으로 판단하였다.

3.5 지하수 개발가능량 산정 및 급수계획 구축

시설원예농업이 해당지역 농업에 상당한 비중을 차지하거나 향후 증가할 것으로 예상되는 용수구역 또는 리(동)와, 논 농업에 있어 이앙기에 가뭄에 취약한 것으로 판단된 용수구역 또는 리(동)에 대해서는, 해당 지역의 지하수 소요수량 및 개발가능량을 산정하여 가뭄 시 필요한 공공관정 개소수를 계상하였다. 공공관정 설치 위치는 해당 용수구역 또는 리(동)의 수맥조사, 시추조사 자료 등을 이용하여 적지를 선정하여, 용수구역별 또는 리(동)별 급수계획을 설정하였다.

3.5.1 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(구민호 외1인, 2002).

본 보고서에서는 수문학적 물수지법, 토양수분수지법, 침투율 산정(SCS-CN법), 지하수위감수곡선법을 활용하였다. 물수지법은 조사지역 내로 유입 및 유출되는 물의 양과 해당지역 내에 저유된 전체 수자원의 변화 사이에 평형을 이룬다는 가정하에 함양률을 계산

한다.

$$P = R + I + E$$

여기서 P : 강수총량(mm), R : 지표 유출량(mm),

I : 지하침투량(mm), E : 실제증발산량(mm)

토양수분수지법은 강수량과 잠재증발산량에 근거한 월별 토양수분수지법을 이용하여 지하수 침투량을 산정하였다.

$$P = EA + Surplus \pm \Delta St = Ea + |-\Delta St| + Surplus + (+\Delta St) + (-\Delta St)$$

$$\therefore P = Ea + Surplus + (+\Delta St)$$

P : 강수량(mm), EA : 실제증발산량(식생의 수분 활용량 포함)(mm)

$Surplus$: 지표유출량(mm), $\pm \Delta St$: 토양수분저장량 변동분(mm)

Ea : 토양표면 상부에서의 실제증발산량

SCS-CN법은 강우시 차단, 지표저류, 토양저류 등에 의한 최대저류량을 유역특성 값으로 놓을 때, 실 저류량이 최대저류량에 대하여 갖는 비율은 직접유출량이 강우량에서 초기손실을 뺀 값에 대한 비율과 같다고 가정하여 계산하였다. 지하수위 감수곡선법은 지하수 함양계수 산정방법에 의한 유역별 지하수 함양계수를 적용하였다. 지하수관리기본계획보고서(2007)에 의한 표준유역 구분에서 본 조사 지구는 동해안 유역권에 속하며, E-6유역의 함양율 12.5%를 적용하였다.

3.5.2. 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 물 순환 체계가 파괴되지 않는 범위 내에서 개발할 수 있는 양으로 정의된다. 지하수 개발가능량은 지하수 장애가 발생되지 않도록 지하수 함양량 내

에서 산정하도록 제안되었고, 수치적으로는 10년 빈도 가뭄시 강수량 발생 시 지하수 함양량을 지하수 개발가능량으로 정의된 바 있다(국토교통부, 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, 하위 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: 10년빈도 가뭄시 강수량

\bar{x} : 평균 강수량

σ : 강수량의 표준편차

3.5.3 지하수 급수계획 구축

가. 시설원예농업 지역

시설원예농업이 주를 이루는 용수구역 또는 리(동)에 대해서는 모든 시설원예작물의 작물별 필요 지하수 수량과 겨울철 수막재배 용수량을 산출하였다. 그리고 현재 활용 중인 지하수 수원공의 현재 공급 수량을 계산하였다. 마지막으로 지하수 개발가능량 범위 내에서, 필요 수량 대비 현재공급 수량을 뺀 잔여량을 부족 수량으로 설정하고, 부족 수량에 대한 농어업용 공공관정의 필요 개소수를 산출하였다. 이 때, 1개 관정의 양수량은 100m³/일로, 농어업용 관정의 개발심도는 80m로 고려하였다. 단, 과거 가뭄 발생연도의 관측망 지하수 수위가 평년 수위에 비해 현저히 강하했던 경우에는, 이를 고려하여 관정의 개발심도를 조절하였다. 공공관정 설치 위치는 우선적으로 시설원예 농경지의 위치를 고려하고, 한국농어촌공사의 수맥조사, 시추조사 자료 및 농어촌용수 개발방안도 등을 참고하였다. 또한, 겨울철 수막재배 용수 이용 시 지하수 수위 감소에 따른 물 부족을 해소하기 위한 하천변 지하수 취수정 및 인공함양정의 위치도 상기한 하천의 형상을 근거로 설정하였다.

나. 논 농업 지역

논 농업이 주를 이루는 용수구역 또는 리(동)에 대해서는 우선 가뭄 발생 시 가용한 주변 저수지, 취입보, 관정 등 농업기반시설의 내한능력을 고려하였다. 이 후, 미래가뭄 발생 시 이양기에 필요한 필요수량 대비 농업기반시설의 내한능력의 차이에 해당하는 용수량을 부족 수량으로 설정하고, 부족 수량에 대한 농어업용 공공관정의 필요 수량을 산출하였다. 관정의 개소수, 개발심도, 위치 등의 선정방법은 시설원예농업 지역에서의 방법과 동일하였다.

3.6 가뭄예측 결과

3.6.1. 용수구역 가뭄예측

가. 용수구역 특성 분석

영상지구 면적은 435.55km²로 영월군 전체 면적의 38.75%를 차지한다. 영상지구 임야는 영상지구 면적의 81.46%인 354.80km²로 상당 부분의 면적을 차지하며 농경지(전, 답, 과수원)는 24.83km² (5.70%)를 차지한다<표 3-6-1~2>.

<표 3-6-1> 영상지구 경지면적

(단위 : km²)

구 분	합계	논	밭	과수원
영상지구	24.83	1.98	22.80	0.05

※ 자료출처 : 영월군 지적도(2018, 국토교통부)

<표 3-6-2> 영상지구 농지면적 및 농업기반시설 현황

(단위 : 공, 개, km²)

구 분	전체면적	농지 면적	농업용 관정	저수지 (개)	양수장 (개)	취입보 (개)
영상지구	435.55	24.83	62	-	-	55
김삿갓면	171.29	11.46	34	-	-	23
상동읍	139.79	3.92	7	-	-	5
중동면	124.47	9.45	21	-	-	27

나. 용수구역 가뭄지수 산정결과

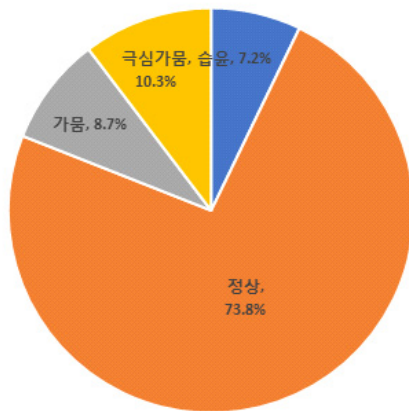
2020년부터 2100년까지 약 20년 단위로 가뭄지수를 산정하였다. 영상지구는 시설재배단지에 비해 논, 밭 농업이 중심이기 때문에 가장 중요한 시기인 4~6월 기간의 가뭄만을 예측하였다. 기상청의 가뭄판단지수 산출과정에 근거하여 결과의 신뢰도를 높이기 위해 PDSI, SPI가 공통으로 가뭄 및 극심가뭄으로 나타나는 개월 수만

산정했으며, 일 데이터를 비교하여 15일 이상 5mm이하의 강우량이 지속적으로 이어질 때만 가뭄으로 산정하였다. 그리고 SPI는 SPI 3개월 데이터를 사용하였다. 가뭄지수 산정 결과는 <표 3-6-3>에 나타내었다.

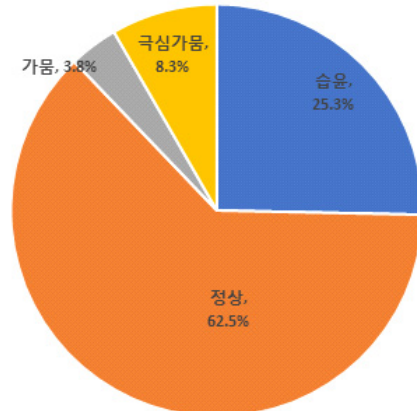
<표 3-6-3> 영상지구 가뭄지수 산정 결과

구 분	습윤(회)	정상(회)	가뭄(회)	극심가뭄(회)
계	41.0	169.2	15.0	17.8
2020-2039	4.3	44.3	5.2	6.2
2040-2059	15.2	37.5	2.3	5.0
2060-2079	9.5	44.3	4.0	2.2
2080-2100	12.0	43.0	3.5	4.5

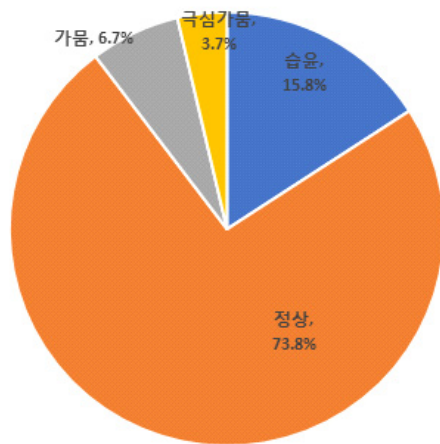
※ 가뭄, 극심가뭄은 SPI와 PDSI 공통적으로 산출되었을 경우로 적용



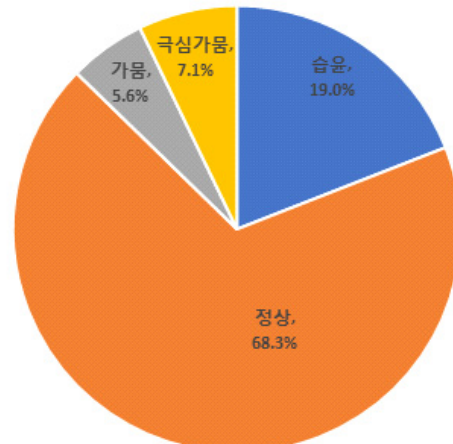
(a) 영상지구 2020-2039 가뭄지수



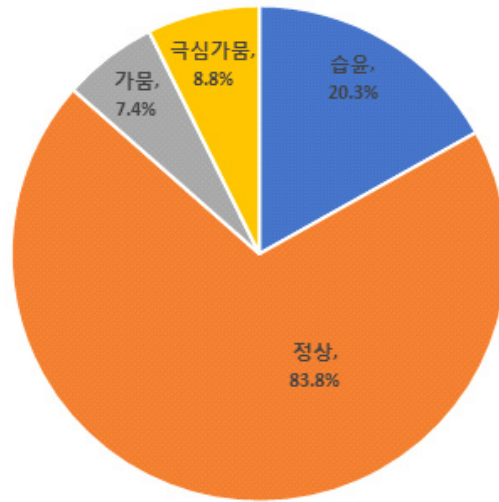
(b) 영상지구 2040-2059 가뭄지수



(c) 영상지구 2060-2079 가뭄지수



(d) 영상지구 2080-2100 가뭄지수



(e) 영상지구 2020-2100 가뭄지수

<그림 3-6-1> 영상지구 가뭄지수(회)

영상지구는 2020~2100년까지 연속적이지는 않지만 32.8회의 가뭄이 발생하는 것으로 산정되었으며, <그림 3-6-1>에서 영상지구의 가뭄지수산정 결과를 다이어그램으로 표현하였다.

3.6.2. 리(동)별 가뭄예측

가. 리별 가뭄지수 산정결과

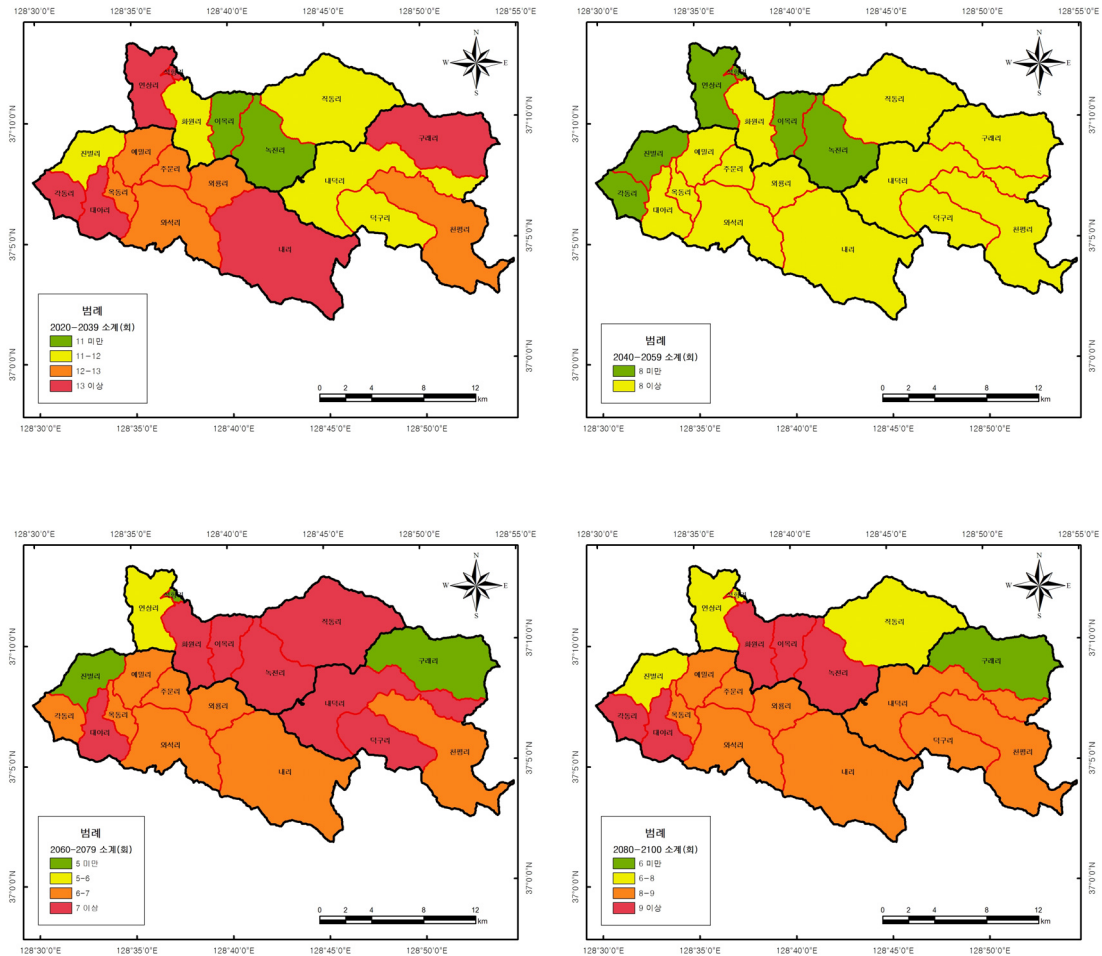
최근 가뭄 및 집중호우 현상이 국지적으로 발생하기 때문에 지표분수령을 경계로 가뭄지수를 산정하는 것 보다 리별 가뭄지수 산정이 더욱 정확한 결과를 나타낸다. <표 3-6-4>, <그림 3-6-2>에 영상지구의 리별 가뭄산정지수 결과가 도출되었다.

<표 3-6-4> 영상지구 리별 가뭄지수 산정 결과

(단위 : 회)

읍면	구분	2020~2100			2020~2039			2040~2059			2060~2079			2080~2100			
		리	가뭄	극심 가뭄	소계	가뭄	극심 가뭄	소계	가뭄	극심 가뭄	소계	가뭄	극심 가뭄	소계	가뭄	극심 가뭄	소계
김삿 갓면	계		140	167	307	56	55	111	25	45	70	30	23	53	29	44	73
	각동리		18	18	36	8	6	14	2	5	7	4	2	6	4	5	9
	내리		17	18	35	8	5	13	3	5	8	3	3	6	3	5	8
	대야리		19	18	37	7	6	13	3	5	8	5	2	7	4	5	9
	예밀리		15	19	34	6	6	12	3	5	8	3	3	6	3	5	8
	옥동리		15	19	34	6	6	12	3	5	8	3	3	6	3	5	8
	와석리		15	19	34	6	6	12	3	5	8	3	3	6	3	5	8
	외룡리		15	19	34	6	6	12	3	5	8	3	3	6	3	5	8
	주문리		15	19	34	6	6	12	3	5	8	3	3	6	3	5	8
진별리		11	18	29	3	8	11	2	5	7	3	1	4	3	4	7	
상동 읍	계		58	75	133	20	28	48	12	20	32	16	8	24	10	19	29
	구래리		13	18	31	6	8	14	3	5	8	3	1	4	1	4	5
	내덕리		14	20	34	4	7	11	3	5	8	4	3	7	3	5	8
	덕구리		15	19	34	4	7	11	3	5	8	5	2	7	3	5	8
중동 면	천평리		16	18	34	6	6	12	3	5	8	4	2	6	3	5	8
	계		90	107	197	31	37	68	14	30	44	24	13	37	21	27	48
	녹전리		17	16	33	6	4	10	2	5	7	4	3	7	5	4	9
	석항리		11	20	31	4	9	13	2	5	7	3	1	4	2	5	7
	연상리		13	19	32	5	8	13	2	5	7	4	1	5	2	5	7
	이목리		17	16	33	6	4	10	2	5	7	4	3	7	5	4	9
직동리		16	17	33	5	6	11	3	5	8	5	2	7	3	4	7	
화원리		16	19	35	5	6	11	3	5	8	4	3	7	4	5	9	

2020~2100년까지 각 리별로 적게는 29회에서 많게는 37회의 가뭄이 발생할 것으로 나타났으며, 김삿갓면 대야리, 각동리, 내리, 중동면 화원리는 37회로 잦은 가뭄이 예상되었다. 이번 가뭄예측 결과는 농번기를 대상으로 실시하였으므로 가뭄 횟수가 즉각적으로 농업에 영향을 미칠 것으로 판단된다.



<그림 3-6-2> 영상지구 리벨 가뭄지수(회)

나. 농업기반시설 내한능력 검토

농업기반시설에 의한 내한능력과 가뭄예측에서 산정된 가뭄지수를 비교 분석해 보았다. 농업기반수리시설물의 한발빈도는 시설물의 내한능력과 직결되며, 한발빈도가 10년일 경우 10년을 주기로 발생한 가뭄에 의해 저수지나 취입보의 용수가 고갈된다는 의미이다. 따라서 미래가뭄예측에서 가뭄지수 산정결과와 농업기반시설의 한발빈도를 검토하는 것은 실질적으로 가뭄에 대한 영향을 나타내는 것이다.

영상지구의 농지면적 대비 수혜면적은 각각 김삿갓면 100%, 상동읍 100%, 중동면 100%로 조사되었다. 수리시설물에 의한 한발빈도 평균은 김삿갓면 10.00년, 상동읍 10.00년, 중동면 9.00년으로 나타났다<표 3-6-5>.

<표 3-6-5> 영상지구 리별 농업기반시설 현황 및 한발빈도

(단위 : 회, 공, 개, km²)

구분	동·리	농지면적	수혜면적	가뭇수				한발빈도	농업용관정	저수지(개)	양수장(개)	취입보(개)
				2020~2039	2040~2059	2060~2079	2080~2100					
김삿갓면	계	11.46	52.93	111	70	53	73	10.00	34	-	-	23
	각동리	1.28	-	14	7	6	9	-	-	-	-	-
	내리	1.04	4.00	13	8	6	8	10.00	-	-	-	3
	대야리	1.39	12.20	13	8	7	9	10.00	4	-	-	3
	예밀리	2.05	10.61	12	8	6	8	10.00	13	-	-	1
	옥동리	0.62	7.10	12	8	6	8	10.00	2	-	-	1
	와석리	1.47	18.75	12	8	6	8	10.00	5	-	-	9
	외룡리	1.22	0.08	12	8	6	8	10.00	6	-	-	5
	주문리	0.64	0.10	12	8	6	8	-	2	-	-	-
진별리	1.75	0.10	11	7	4	7	10.00	2	-	-	1	
상동읍	계	3.92	25.31	48	32	24	29	10.00	7	-	-	5
	구래리	0.94	0.11	14	8	4	5	-	3	-	-	-
	내덕리	1.52	25.10	11	8	7	8	10.00	2	-	-	5
	덕구리	1.12	0.10	11	8	7	8	-	2	-	-	-
	천평리	0.34	-	12	8	6	8	-	-	-	-	-
중동면	계	9.45	45.96	68	44	37	48	9.00	21	-	-	27
	녹전리	2.16	29.65	10	7	7	9	10.00	3	-	-	14
	석항리	0.06	-	13	7	4	7	-	-	-	-	-
	연상리	1.63	0.25	13	7	5	7	-	5	-	-	-
	이목리	1.47	15.76	10	7	7	9	7.92	6	-	-	13
	직동리	2.31	-	11	8	7	7	-	-	-	-	-
	화원리	1.82	0.31	11	8	7	9	-	7	-	-	-

다. 가뭇취약 지역 농업용 대형관정 개발 검토

남면과 북면의 경우 농지에 대한 수혜면적이 크므로 농업기반시

설 수량은 양호한 편이다. 하지만 자연강우에 의존하는 전작이나 답작의 경우 가뭄 등에 취약할 수밖에 없어 기후변화에 비교적 저항력이 있는 지하수관정 등의 개발로 용수공급 체계를 확충해 나가야 한다. 또한 기존 수리시설물이 있는 경우 저수지 준설 등 유지관리를 철저히 해야 하며, 취입보의 경우도 적절히 관리하여 가뭄에 대비하여야 한다.

3.7 지하수 개발·이용 전망

3.7.1 지하수개발가능량

지하수 개발 가능량은 지하수 함양과 유출이 평형을 이루는 상태에서 지속적으로 개발·이용 가능한 지하수 함양량을 의미한다(지하수 관리 기본계획, 2012).

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

가. 유역별 개발가능량 분석

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

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

<그림 3-7-1>은 표준유역별 함양량, 지하수 이용량, 개발가능량, 이용량 대비 개발가능량을 보여주고 있다. 영상지구의 지하수 함양량은 69,219.89천m³/년, 지하수 개발가능량은 36,008.94천m³/년이며, 개발가능량의 약 1.22%에 해당하는 438.64천m³/년의 지하수를 사용하는 것으로 분석된다. 영상지구 유역별 이용량 대비 개발가능량 비율은 다음과 같다<표 3-7-1>,<그림 3-7-1>.

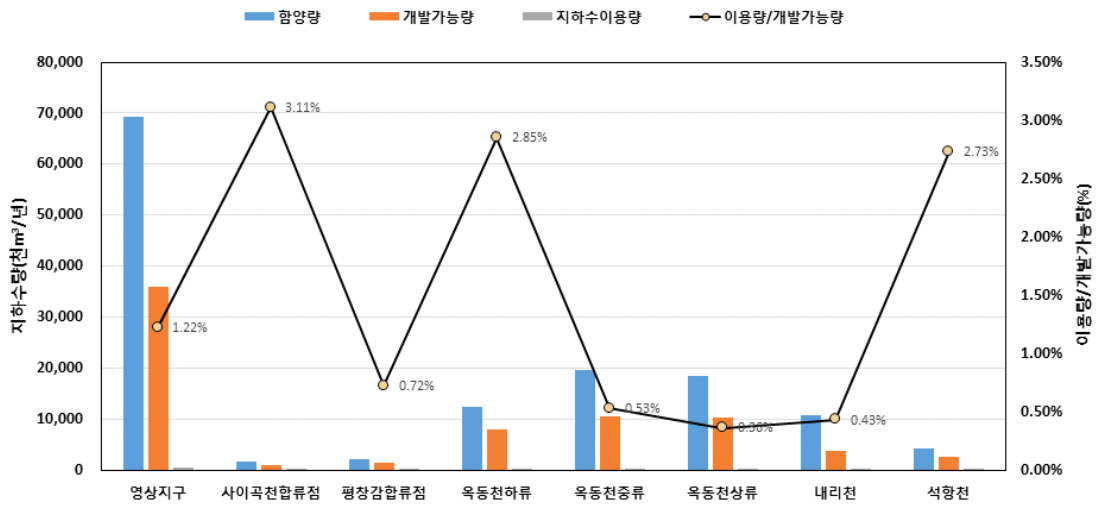
<표 3-7-1> 유역별 지하수 개발가능량

유역	면적 (km ²)	10년빈도 가뭄강수량 (mm/년)	함양량 (천m ³ /년)	개발가능량 (천m ³ /년)	지하수 이용량 (천m ³ /년)	이용량/개발가능량 (%)
영상지구	435.55	640.89	69,219.89	36,008.94	438.64	1.22%
사이곡천합류점	12.93	501.46	1,672.43	836.57	25.99	3.11%
평창감합류점	15.44	711.12	2,159.93	1,416.47	10.15	0.72%
옥동천하류	82.04	741.60	12,408.39	7,848.78	223.48	2.85%
옥동천중류	121.33	666.86	19,548.64	10,437.15	54.96	0.53%
옥동천상류	112.75	711.47	18,417.73	10,348.39	37.33	0.36%
내리천	64.42	459.15	10,848.33	3,815.67	16.49	0.43%
석향천	26.64	748.82	4,134.02	2,573.24	70.24	2.73%

영상지구 표준유역별 개발가능량 대비 이용량은 사이곡천합류점이 3.11%로 가장 높고 옥동천상류가 0.36%로 가장 낮게 나타났다. 지구 전반적인 개발가능량 대비 이용량은 비교적 낮은 수치를 보이며 지하수 개발 가능량은 낮은 것으로 확인된다.

나. 읍면별 개발가능량 분석

지하수 함양량은 김삿갓면 약 25,593.35m³/년, 상동읍 25,029.58 m³/년, 중동면 19,634.75m³/년 순으로 나타났다. 지하수이용량은 펜



<그림 3-7-1> 유역별 지하수 이용량 및 개발가능량

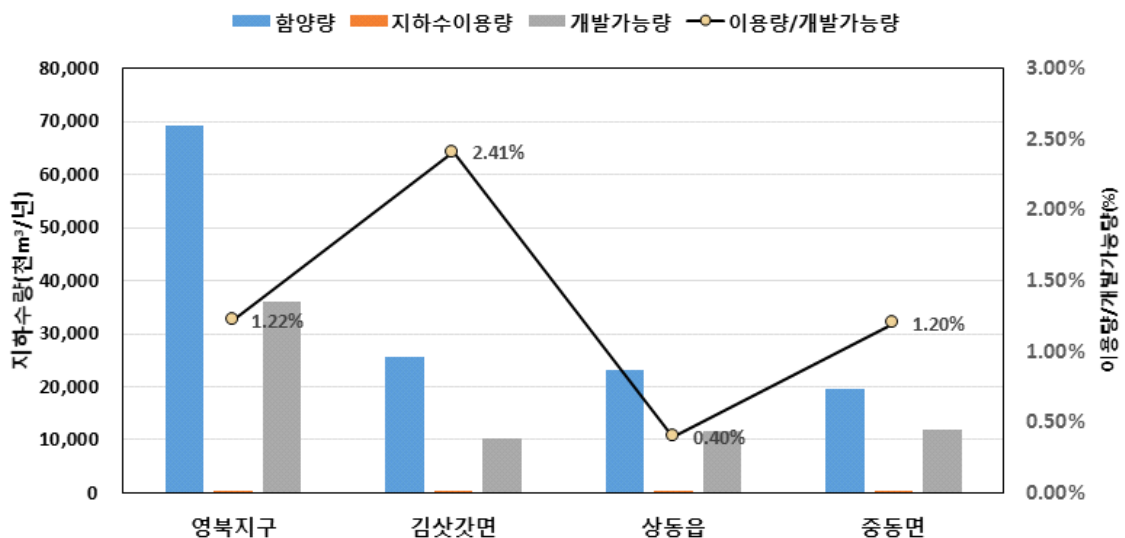
선이 밀집된 김삿갓면이 250.16천m³/년으로 이용량이 높게 분석되었다. 개발가능량 대비 이용량은 김삿갓면이 2.41%로 상동읍 및 중동면에 비하여 상대적으로 높게 나타났다. 읍면별 개발가능량 대비 이용량의 비율은 0.40 ~ 2.41%의 범위를 나타낸다.

- 최대 : 김삿갓면 2.41%
- 최소 : 상동읍 0.40%

개발가능량은 함양량 대비 52.02%를 보이며, 영상지구 이용량은 개발가능량 대비 1.22%로 산출되어 비교적 안정적으로 지하수를 개발· 이용하는 것으로 나타났다<표 3-7-2>, <그림 3-7-2>.

<표 3-7-2> 읍면별 지하수 개발가능량 산정

읍 면	면 적 (km ²)	10년빈도 가뭄강수량 (mm)	함양량 (천m ³ /년)	지하수 이용량 (천m ³ /년)	개발가능량 (천m ³ /년)	이용량 / 개발가능량 (%)
영상지구	435.55	640.9	69,219.89	438.64	36,008.94	1.22
김삿갓면	171.29	469.4	25,593.35	250.16	10,372.73	2.41
상동읍	139.79	645.7	23,029.58	46.57	11,644.26	0.40
중동면	124.47	734.9	19,634.75	141.92	11,799.61	1.20



<그림 3-7-2> 읍면별 지하수 이용량 및 개발가능량

다. 리별 개발가능량 분석

리별 지하수 이용량과 개발가능량을 계산하여 개발가능량 대비 이용량을 산출하였다. 김삿갓면 예밀리는 54.57천m³/년 이상의 상대적으로 많은 지하수 이용량을 보이고 있으며, 개발가능량 대비 이용량은 김삿갓면 대야리가 5.12% 이상으로 영상지구 내에서 가장 높게 나타났다.

영상지구 내 19개 리중 지하수 이용량이 개발가능량을 초과하는 지역은 없는 것으로 나타났다<표 3-7-3>.

{ 최 대 : 김삿갓면 대야리 5.12%
 { 최 소 : 중동면 직동리 0.00%
 { 영상지구 : 1.22%

<표 3-7-3> 리별 지하수 개발가능량 산정 (단위 : 천m³/년)

구 분	면 적 (km ²)	10년 빈도 가뭄시강수량 (mm)	함양량 (천m ³ /년)	개발가능량 (천m ³ /년)	이용량 (천m ³ /년)	이용량 / 개발가능량 (%)	
영상지구	435.55	640.9	69,219.89	36,008.94	438.64	1.22	
김삿갓면	김삿갓면	171.29	469.4	25,593.35	10,372.73	250.16	2.41
	각동리	9.69	501.5	1,253.14	626.84	10.84	1.73
	내리	64.07	459.1	10,789.17	3,794.86	16.49	0.43
	대야리	8.35	549.5	1,096.64	591.84	30.31	5.12
	예밀리	29.48	749.0	4,553.62	2,848.34	54.57	1.92
	옥동리	12.74	760.3	1,942.25	1,249.55	37.49	3.00
	와석리	12.86	546.9	2,003.59	907.29	34.73	3.83
	외룡리	14.28	609.3	2,122.41	1,122.36	32.41	2.89
	주문리	5.74	749.0	886.63	554.60	23.16	4.18
	진별리	14.08	729.9	1,990.78	1,325.71	10.15	0.77
상동읍	상동읍	139.79	645.7	23,029.58	11,644.26	46.57	0.40
	구래리	36.19	804.3	5,858.51	3,754.89	13.03	0.35
	내덕리	42.24	570.7	7,030.52	3,109.92	18.48	0.59
	덕구리	20.15	459.1	3,393.19	1,193.48	6.09	0.51
중동면	천평리	41.21	722.0	6,686.55	3,837.99	8.96	0.23
	중동면	124.47	734.9	19,634.75	11,799.61	141.92	1.20
	녹전리	27.59	549.5	4,538.43	1,955.82	28.16	1.44
	석항리	0.89	749.0	137.47	85.99	1.45	1.68
	연상리	18.89	748.6	2,940.63	1,824.27	42.83	2.35
	이목리	12.03	749.0	1,858.21	1,162.33	17.33	1.49
직동리	직동리	47.89	805.3	7,802.25	4,975.20	0.23	0.00
	화원리	17.18	749.0	2,653.70	1,659.92	51.92	3.13

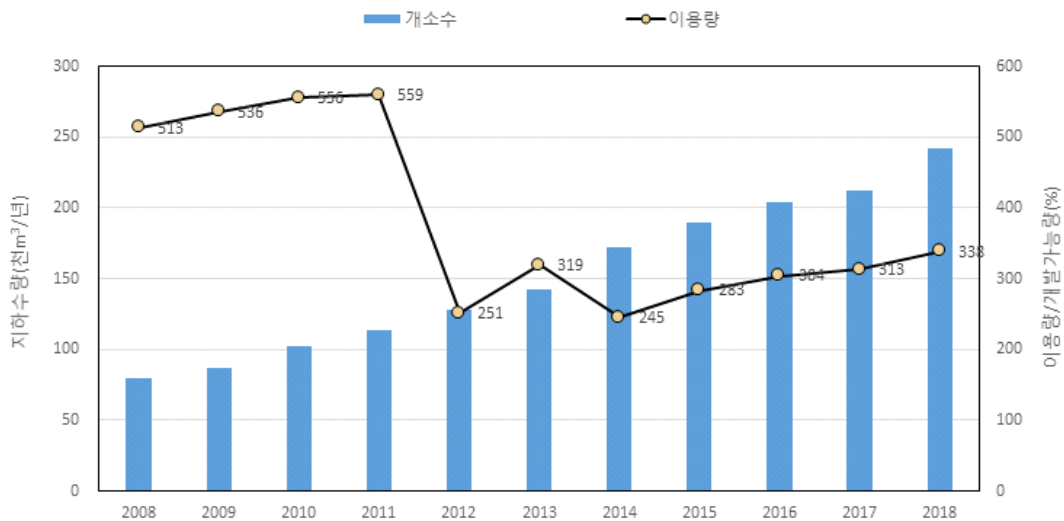
3.7.2 지하수개발 추세

최근 11년간 영상지구의 지하수 개소수는 꾸준히 증가하고 있으며, 이용량은 2012년 급락한 이후, 현재까지 서서히 다시 상승하고 있다. <표 3-7-4>, <그림 3-7-3>.

<표 3-7-4> 용도별 지하수 개발공수 및 이용량 변화 (단위 : 천³m³/년)

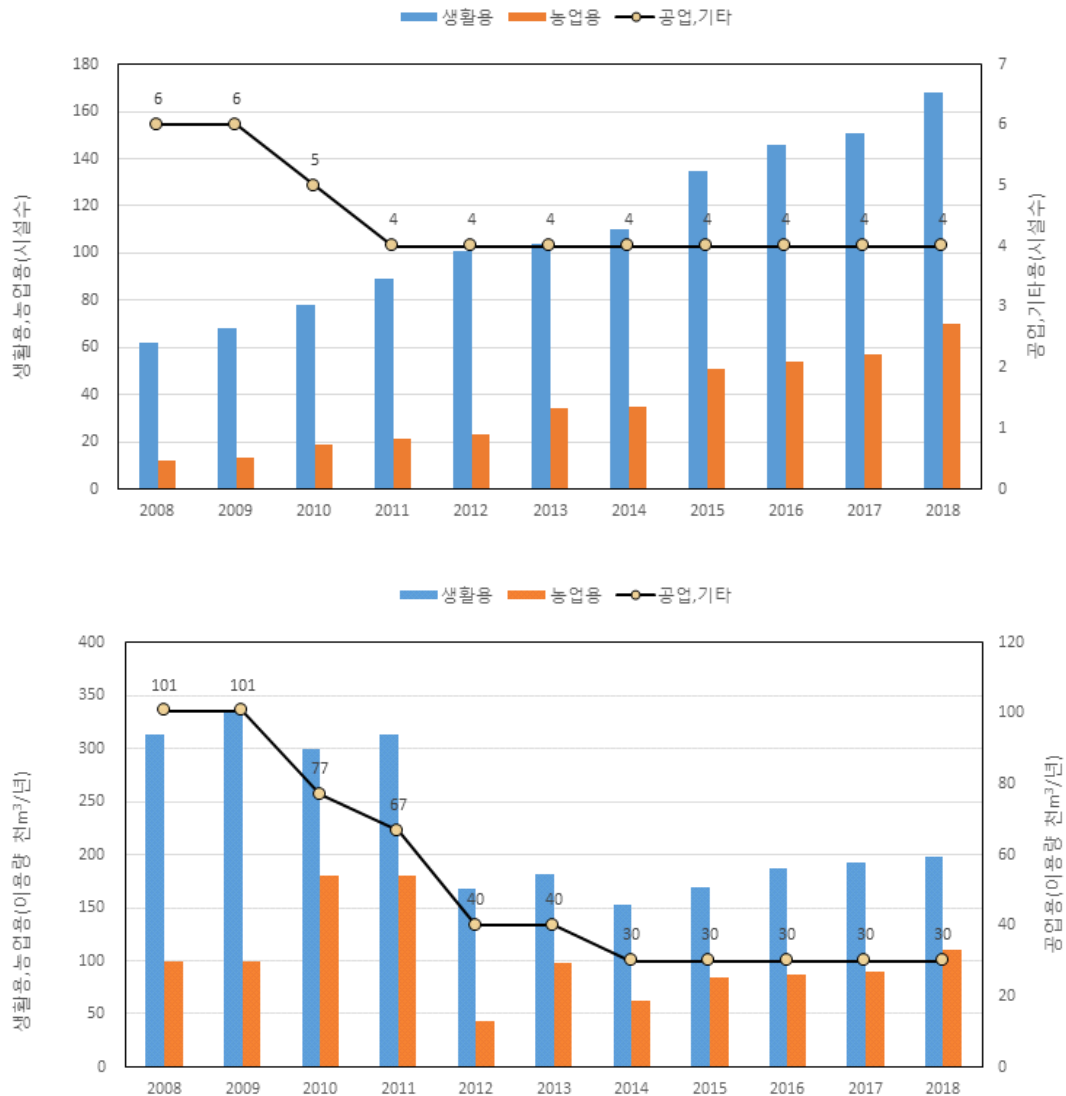
구 분	총 계		생활용		공업,기타		농업용	
	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량
2008	80	513	62	314	6	101	12	99
2009	87	536	68	336	6	101	13	99
2010	102	556	78	299	5	77	19	180
2011	114	559	89	313	4	67	21	180
2012	128	251	101	168	4	40	23	43
2013	142	319	104	182	4	40	34	98
2014	172	245	110	153	4	30	35	62
2015	190	283	135	170	4	30	51	84
2016	204	304	146	187	4	30	54	87
2017	212	313	151	192	4	30	57	90
2018	242	338	168	199	4	30	70	110

※ 자료출처 : 지하수조사연보(2009~2018)



<그림 3-7-3> 연도별 지하수 이용·개발

용도별 관정수는 생활용, 농업용, 공업·기타용 순으로 많으며 지하수 이용량은 생활용과 농업용이 많다. 관정수는 생활용과 농업용 시설수가 매년 꾸준히 증가하고 있다. 농업용 관정은 개소수에 비해 이용량이 많은 것으로 나타난다<그림 3-7-4>.



<그림 3-7-4> 영상지구 용도별 관정수 및 이용량 추이

지하수 개발·이용 추정을 위해서는 관정수 변화 및 인구변화에 대한 자료가 필요하며, <표 3-7-5>, <그림 3-7-5>는 영월군 인구 변화 추이를 도시한 것이다.

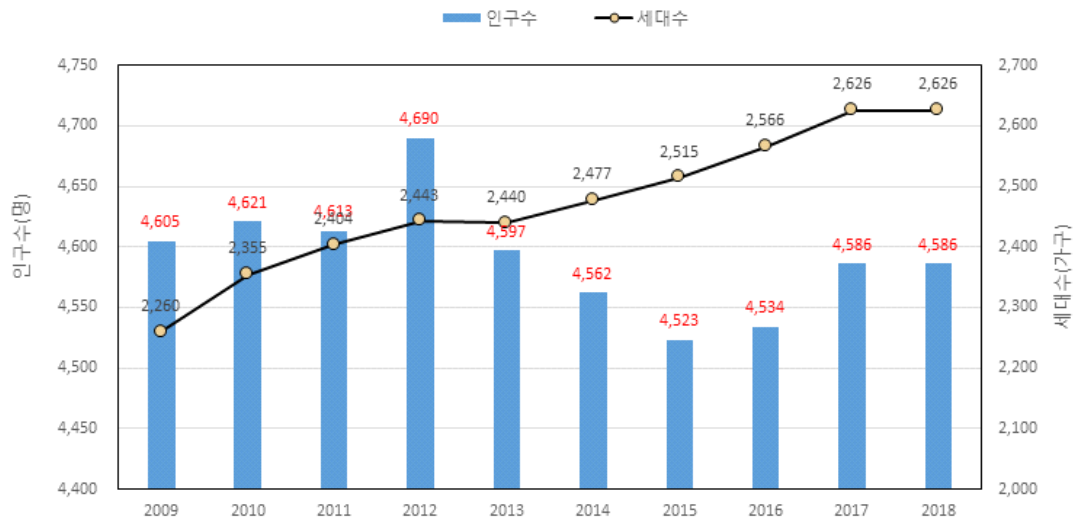
영상지구 인구변화는 2012년 4,690명으로 정점을 보이다가 이후 급락하면서 2016년 반등했지만 현재는 다소 소강상태를 나타내고 있다. 지하수 이용량은 2014년까지 급감한 이후 인구변화와 미미하게 증가하고 있으나, 영상지구 인구변화와 지하수 이용량 간의 유의미한 연관성은 찾기 어렵다.

<표 3-7-5> 영상지구 인구변화

(단위 : 가구, 명)

년	2009	2010	2011	2012	2013
세대수	4,605	4,621	4,613	4,690	4,597
인구수	2,260	2,355	2,404	2,443	2,440
년	2014	2015	2016	2017	2018
세대수	4,562	4,523	4,534	4,586	4,586
인구수	2,477	2,515	2,566	2,626	2,626

※출처 : 통계연보(강원도, 2018), 통계연보(영월군, 2018)



<그림 3-7-5> 영상지구 인구변화 추이

3.7.3 개발·이용 예측

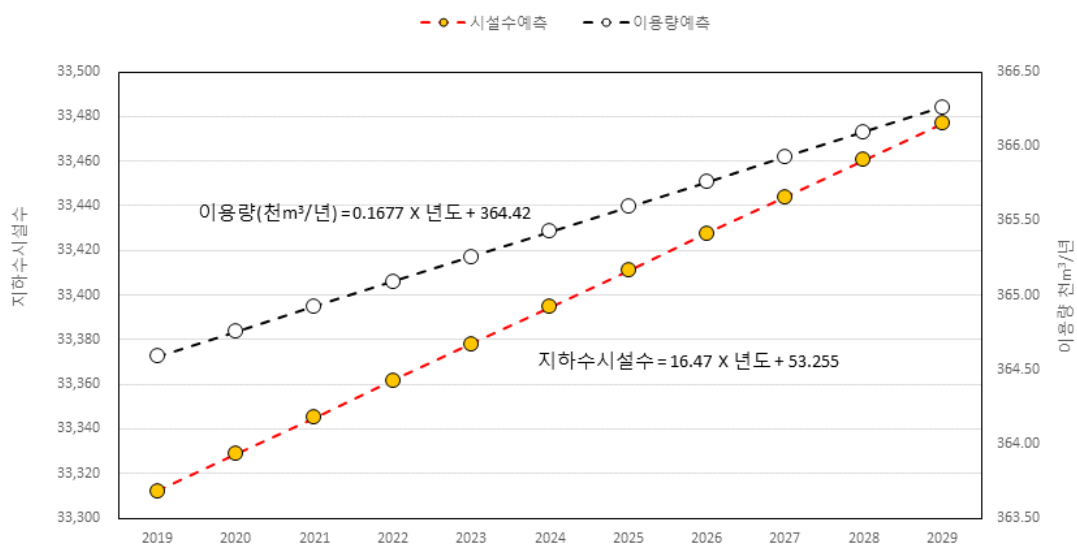
2008년부터 2018년까지 지하수 이용량 분석자료를 이용하여 지하수 개발·이용 예측을 위한 회귀분석을 실시하였다. 이용량 회귀분석은 2014년부터 2018년까지의 강원도 통계연보에 대한 관정수 증감추세를 반영하였다. 이용량에 따른 회귀 방정식을 산출하여 향후 영상지구의 지하수 이용특성을 추정하였다. 예측 결과 2018년 대비 지하수 이용량과 관정 개소수가 증가하였다<표 3-7-6>,<그림 3-7-6>.

$$\text{지하수 이용량 } Y = 0.1677 \times X(\text{년도}) + 364.42$$

$$\text{지하수 관정수 } Y = 16.474 \times X(\text{년도}) + 53.255$$

<표 3-7-6> 연도별 지하수 이용량 예측

구 분	년도별 지하수 이용량(천m ³ /년) 및 시설수(개소수)					
	2019	2021	2023	2025	2027	2029
이용량	364.59	364.92	365.26	365.59	365.93	366.26
시설수	33,312	33,345	33,378	33,411	33,444	33,477



<그림 3-7-6> 지하수 이용전망 추세

3.8 오염 추세분석 및 예측

3.8.1 오염취약성분석(DRASTIC & Modified DRASTIC)

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

지하수 오염은 오염물질이 대수층에 유입되어 나타나며, 지하수에 영향을 미치는 오염원은 오염원인 분석과 오염물질 이동 경로에 대한 예측이 어려운 단점이 있다. 지표수와 달리 지하수는 오염물질이 대수층으로 유입되거나 확산되면 정화와 원상복구에 엄청난 비용과 시간이 소요된다.

지하수 수질보전을 위해서는 지하수 오염에 대한 정확한 평가와 예측이 필요하며, 잠재오염원 분석 및 오염원의 이동 경로를 파악하여야 한다. 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. 따라서 경제적이고 효율적인 지하수관리를 위해서는 적절한 오염방지 대책을 마련하여 지하수 및 대수층을 오염원으로부터 사전에 차단하는 것이 필수이다.

DRASTIC 시스템은 대상지역의 수문지질특성을 토대로 지하수 오염취약성을 간접적으로 평가하는 방법으로 지하수의 심도(D : Depth to water), 자연함양량(R : Net Recharge) 대수층 매질(A : Aquifer media), 토양매질(S : Soil media), 지형(T : Topography), 비포화대 매질의 영향(I : Impact of the vadose zone), 수리전도도(C : Hydraulic Conductivity) 등 7개의 구성인자별로 지하수 오염

물질의 유입 및 이동성 등의 상관성에 따라 가중치와 등급범위를 설정하여 곱한 값들을 합산하여 구한 DRASTIC 지수를 토대로 지하수의 상대적인 오염취약성을 평가하는 것이다.

DRASTIC 시스템에서 적용되는 기본 가정은 다음과 같으며, 구성 인자별 평가 기준은 <표 3-8-1>에 요약한 바와 같다.

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

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

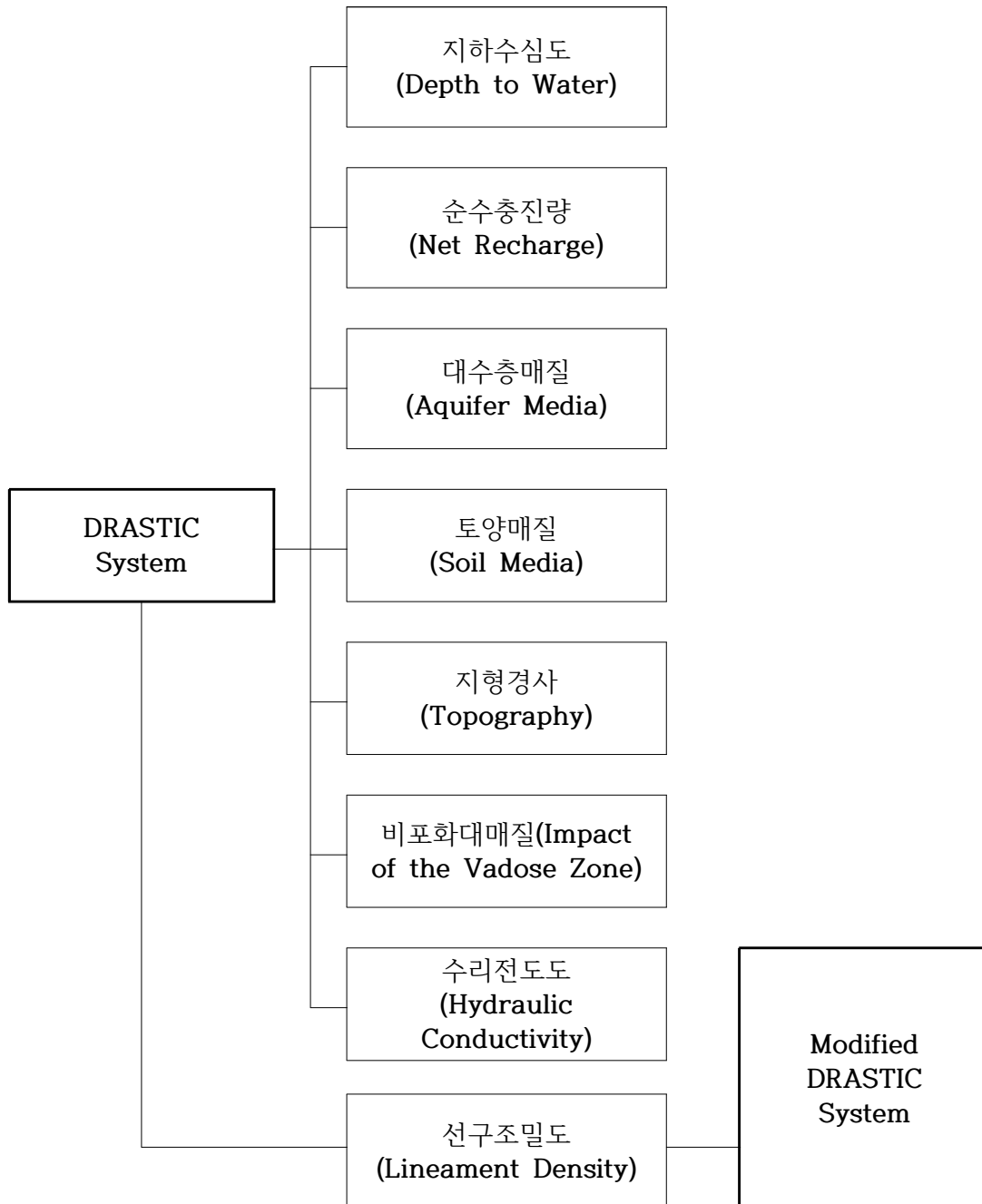
금번 조사에서는 지하수 오염 가능성을 예측하고 보다 효율적인 지하수 관리를 위해서 정성적인 평가방법인 DRASTIC 모델을 이용하여 조사지역의 지하수 오염취약성을 평가하였다. 우리나라의 대수층이 대부분 암반 대수층인 점을 고려하여 지하수의 유동이 잘 되는 파쇄대의 영향을 최대도 반영하기 위하여 부가적인 인자인 선구조밀도와 토양이용등급을 반영하여 Modified DRASTIC 모델을 추가적으로 도출하였다<그림 3-8-1>.

<표 3-8-1> DRASTIC 평가기준

평가항목	단위	등 급							가중치		
		1.5미만	1.5-4.6	4.6-9.1	9.1-15.2	15.2-22.9	22.9-30.5	30.5이상			
1)지하수위심도(D)	m	10	9	7	5	3	2	1	5(5)		
2) 자연 함양량(R)	mm/년	50.8미만	50.8-101.6	101.6-177.8	177.8-254.0	254.0이상				4(4)	
3)대수층 매질(A)		등급 범위			대표 등급				3(3)		
· 과상 세일		1~3			2						
· 변성암/화성암		2~5			3						
· 풍화 변성암/화성암		3~5			4						
· 빙퇴석		4~6			5						
· 충상세일,사암,석회암호층		5~9			6						
· 과상 사암		4~9			6						
· 과상 석회암		4~9			6						
· 모래, 자갈		4~9			8						
· 현무암		2~10			9						
· 용식 석회암		9~10			10						
4)토양 매질(S)		등급 범위							2(5)		
· 박층 또는 양반 노출		10									
· 자갈		10									
· 모래		9									
· 갈탄		8									
· 수축성/고형 점토		7									
· 사질Loam		6									
· Loam		5									
· 실트질 Loam		4									
· 점토질 Loam		3									
· Muck		2									
· 비수축성/비고형 점토		1									
5)지형 경사(T)	%	2미만	2-6	6-12	12-18	18이상				1(3)	
		10	9	5	3	1					
6)비포화대매질(I)		등급 범위			대표 등급				5(4)		
· 압층(Confining Layer)		1			1						
· 실트질 점토		2~6			3						
· 세일		2~5			3						
· 석회암		2~7			6						
· 사암		4~8			6						
· 충상 석회암, 사암, 세일		4~8			6						
· 실트,점토 섞인 모래,자갈		4~8			6						
· 변성암/화성암		2~8			4						
· 모래, 자갈		6~9			8						
· 현무암		2~10			9						
· 용식 석회암		8~10			10						
7)수리전도도(C)	×10 ⁻⁴ cm/sec	0.0047-0.47	0.47-1.4	1.4-3.3	3.3-4.7	4.7-9.4	9.4이상				3(2)
		1	2	4	6	8	10				
8)선구조밀도(L)		0~0.01	0.01~0.03	0.03~0.05	0.05~0.07	0.07~0.08				1.5(1.5)	
		1	2	3	4	5					

주) ()는 농약에 의한 오염취약성 고려 시의 가중치

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



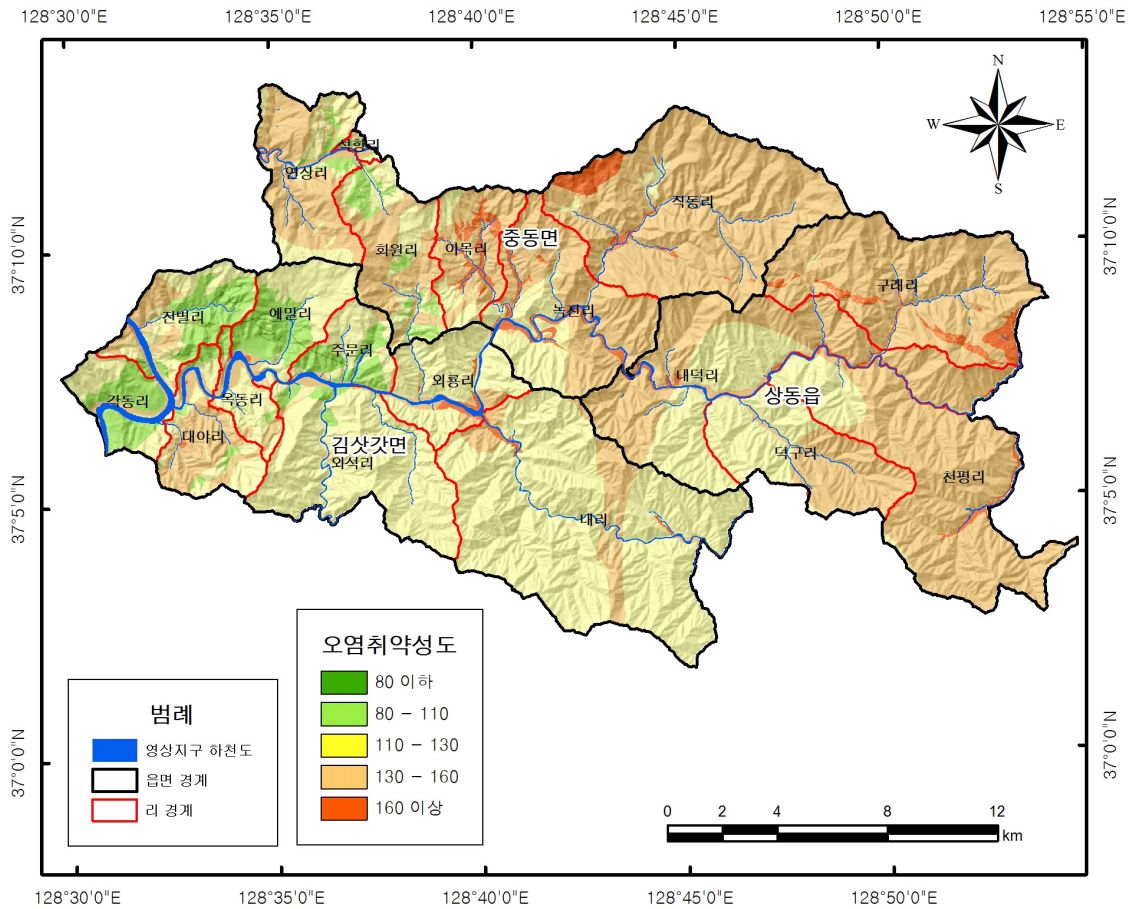
<그림 3-8-1> DRASTIC 흐름도

DRASTIC 지수는 지하수 오염에 대한 취약성과 민감성을 상대 평가하는 것이며, 지하수의 오염정도를 직접적으로 나타내는 것은 아니다. 일반적인 평가방법에서 DRASTIC 지수는 55~184의 범위에 있으며, 농업지역에서 농약에 의한 오염가능성을 고려할 경우 DRASTIC 지수는 58~188의 범위를 갖는다. DRASTIC 지수는 값이 클수록 상대적으로 지하수 오염가능성이 높고, DRASTIC 지수가 작으면 지하수 오염 가능성이 상대적으로 낮음을 의미한다. 금회 조사에서는 농업지역 농약에 의한 오염가능성 가중치를 적용하여 DRASTIC 지수를 산출하였다.

오염취약성 지수 산출 결과, 영상지구의 지수는 68~180의 분포를 보이고 김삿갓면이 평균 124.35, 상동읍이 평균 137.99, 중동면이 평균 139.81로 중동면이 김삿갓면 15.46 높다. 오염취약성 지수가 높은 지역은 중동면 이목리, 직동리, 상동읍 구래리 등으로 하천 주변 및 풍화에 민감한 지질학적 취약지구에서 오염취약성이 높은 것으로 나타났다. 특히 중동면은 석회암층군이 있는 조선누층군이 동서방향으로 분포하면서 그 주변으로 형성된 지질 접촉 경계부를 따라 오염취약성지수가 높게 나타나는 것으로 파악된다<표 3-8-2>,<그림 3-8-2>.

<표 3-8-2> 읍면별 오염취약성 지수(DRASTIC INDEX Map)

구 분		DRASTIC Index			단위면적당 오염부하량(kg/일/km ²)
		최소	최대	평균	
영상지구	김삿갓면	68.00	180.00	124.35	20.80
	상동읍	103.00	180.00	137.99	12.78
	중동면	83.00	185.00	139.81	20.76

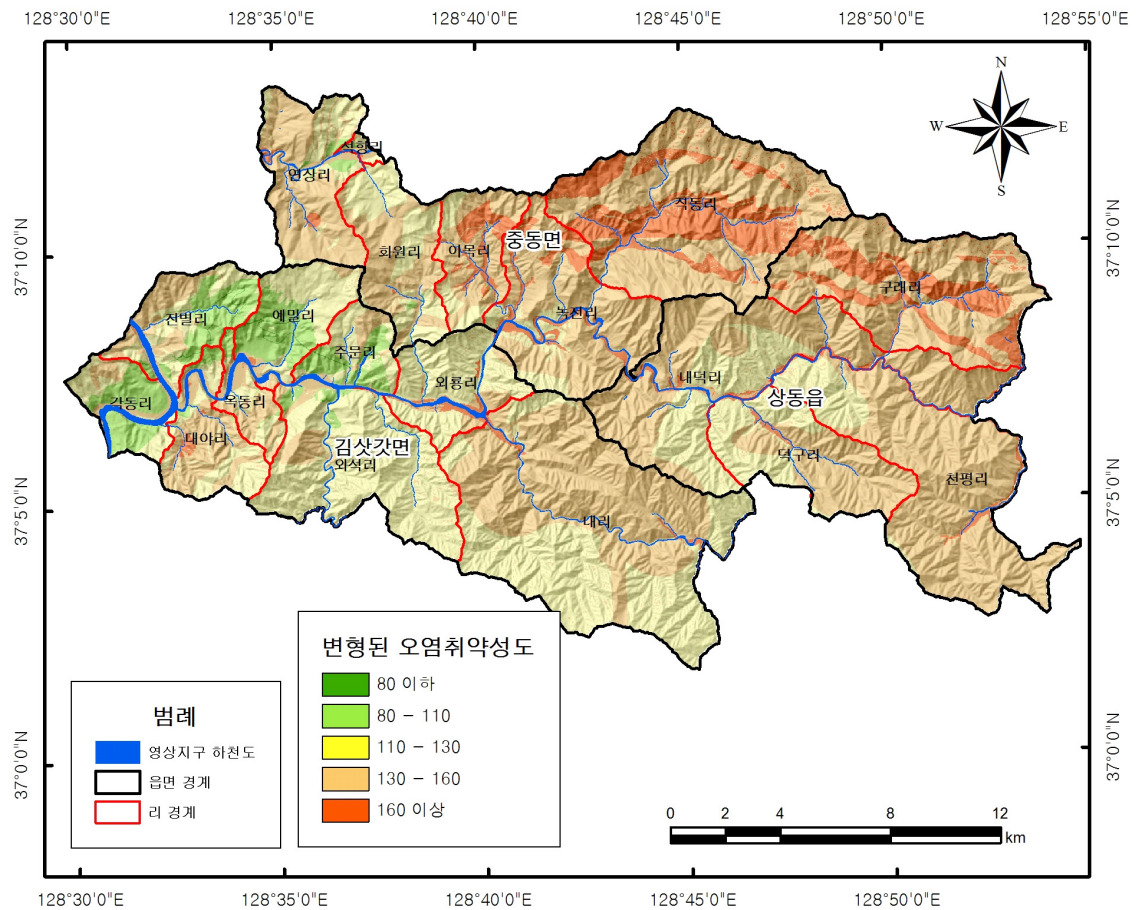


<그림 3-8-2> 영상지구 오염취약성 지수(DRASTIC INDEX Map)

변형오염취약성분석은 우리나라 지질특성에 맞게 선구조밀도 등의 지질, 지형적인 요소를 부가적인 인자로 사용하여 분석한 결과이다. 영상지구의 변형오염취약성 최소 및 최대값은 64~159이며 평균값은 132.99이다<표 3-8-3>. 변형된 평균 오염취약성 지수는 김삿갓면이 123.78, 상동읍이 136.37, 중동면이 138.83이다. 오염취약성도와 전체적인 지수분포도는 비슷한 양상을 보이나 다소 높게 평가되고 있다. 변형오염취약성 분석 결과 오염취약성 결과와 마찬가지로 조선누층군이 동서방향으로 분포하면서 그 주변으로 형성된 지질 접촉 경계부를 따라 오염취약성지수가 높게 분포하는 것을 볼 수 있다<그림 3-8-3>.

<표 3-8-3> 읍면별 변형오염취약성 지수(Modified DRASTIC Index Map)

구 분		최소	최대	평균
영상지구	김삿갓면	72.00	186.00	123.78
	상동읍	106.00	186.00	136.37
	중동면	86.00	188.00	138.83



<그림 3-8-3> 영상지구 변형오염취약성 지수(Modified DRASTIC INDEX Map)

3.8.2 지하수 오염 예측

상수도 보급률이 낮은 농어촌 지역의 생활용수는 주로 간이상수도를 이용하고 있으며, 체계적인 관리가 어렵다. 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. 지하수는 한번 오염되면 정화처리에 따르는 비용 및 기간 등 경제적 손실이 크므로 지하수 보전관리는 오염방지 차원에서 수행되어야 한다. 본 조사에서는 지하수 잠재오염원 신규 시설물 인허가 검토 시, 지하수 오염에 저항력이 강한 지역으로 유도 선정 가능하도록 오염취약성 및 지하수 오염예측도를 작성하였다. 본 장에서는 기존 연구결과(농어촌지역 지하수 자원의 오염예측도 작성기법에 관한 연구, 농림부·농업기반공사, 2000)를 토대로 지하수 오염 타당성 검토 차원의 분석기법을 제시하도록 한다.

선진국에서는 시설물 신규 허가를 위한 위치 선정 시 오염물질 유발이 예상되는 시설물은 기본적으로 지하수 오염취약성을 검토하고 있다. 오염유발 가능 시설물은 오염취약성이 낮은 곳으로 허가를 유도하며, 오염취약성이 높은 지역에 시설물 설치가 필요할 경우, 정화처리시설 및 오염물질 관리기준을 엄격하게 적용하고 있다.

지하수 오염예측도는 현재의 오염 Plume으로부터 미래의 확산범위를 예측하기 위하여 오염물질 거동 분석 모델링을 실시하고 그 결과로서 예측되는 농도분포도를 나타낸 도면을 말한다. 오염예측도는 지하수 전문가에게 적합한 내용이나 본 조사에서는 지하수 문제점을 쉽게 이해시킬 수 있고 수질보전정책 홍보 및 지하수오염 정책수립 자료로서 활용할 수 있는 범위를 도면으로 제시하였다.

항목별 오염발생 부하량 T-N, BOD, T-P를 <그림 3-8-4> ~ <그림 3-8-6>에 도시하였다. 항목별 오염발생 부하량을 합산하여 오염발생 부하량을 산출하였다<그림 3-8-7>. 이는 조사지역의 종류별 오염발생 부하량을 발생 원단위를 적용하여 산정하고 GIS의 “Equal Area” 방법으로 a, b, c등급을 분류한 것으로 총오염발생부하량을 도시한 것이다. 각각의 발생부하량이 나타내는 일반적인 특징은 다음과 같다.

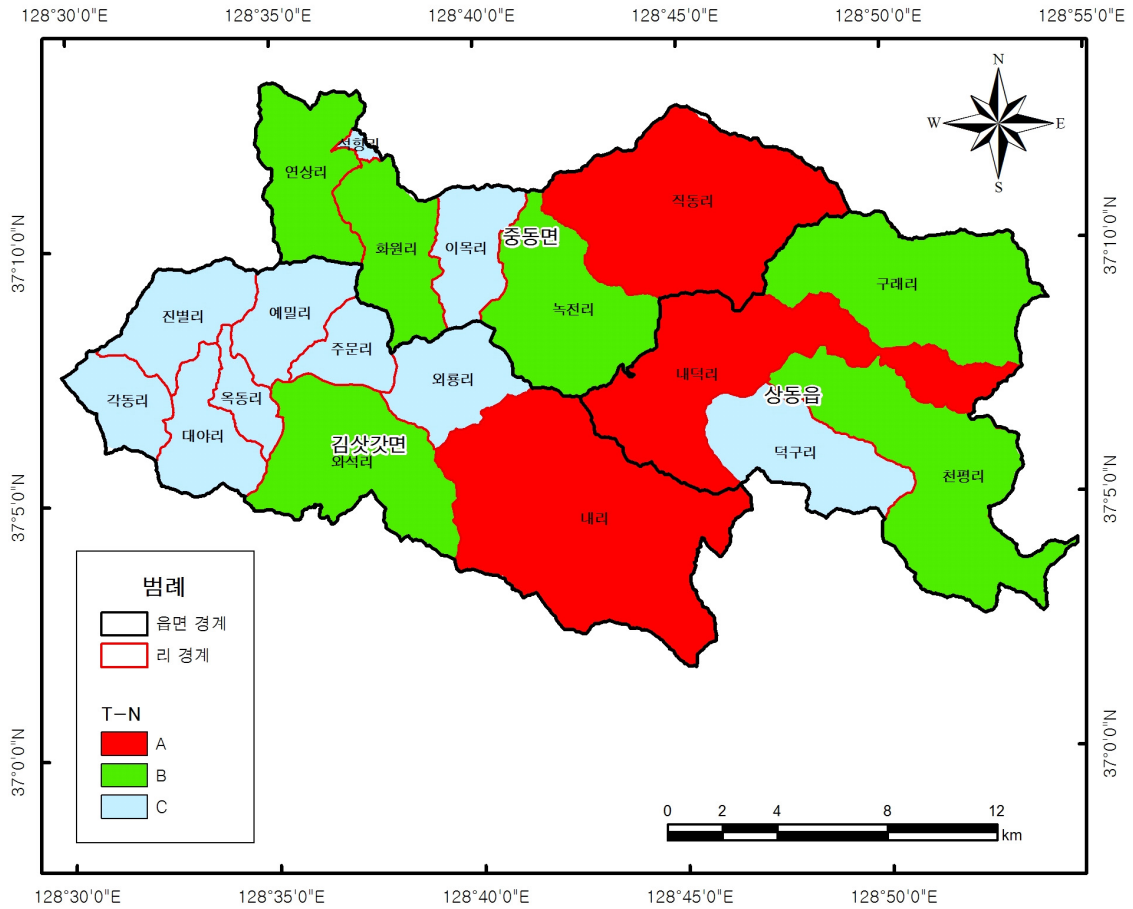
- BOD 발생 부하량이 높을수록 수중의 유기물이 미생물에 의해 분해될 때 요구되는 산소량이 증가하므로, 유기물의 양이 많음으로 해석할 수 있다.

- 총 질소와 인의 발생 부하량이 높을수록 오염의 가능성이 높다고 판단할 수 있으며, 그 원인에는 농업활동에 의한 비료 사용, 축사시설에 의한 분뇨 발생, 합성세제 이용, 수질의 부영양화 등이 있다.

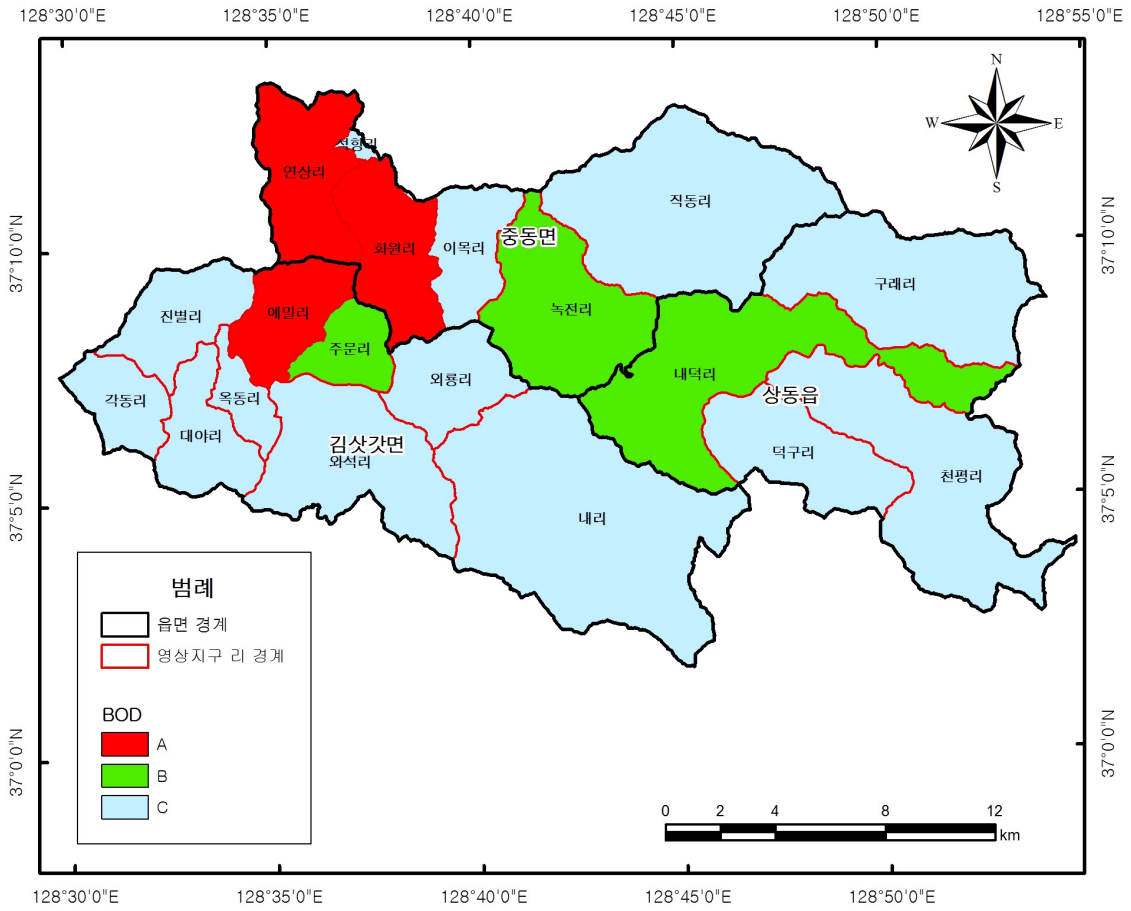
오염부하량등급도 작성 결과, 중동면 직동리, 상동읍 내덕리, 김삿갓면 내리에서 높게 나타나는데, 이는 영상지구를 남북방향으로 횡단하는 형태로 오염부하량 등급이 높게 나타났다. 이 지역에서 지하수에 포함된 유기물의 양이 높고, 농업활동에 필요한 비료 성분이 지하수에 포함되어 있으며, 도시발달에 의한 생활용수가 지하수 오염에 영향을 미치는 것으로 해석할 수 있다. 직동리는 직동천, 내덕리는 덕구천, 내리는 내리천이 지방하천의 상류부로 하천오염에 대한 주의가 필요하다.

지하수 오염예측도는 수리지질학적인 인자를 고려한 변형된 오염취약성과 총 오염발생부하량 값을 중첩하여 작성한다. 지하수 오염예측도는 오염취약성 분석 결과를 A(높음), B(보통), C(낮음)으로 분류하고, 단위면적당 오염발생부하량을 a(높음), b(보통), c(낮음)으로 분류하여 작성한다. 오염취약성 및 오염발생부하량의 기준값

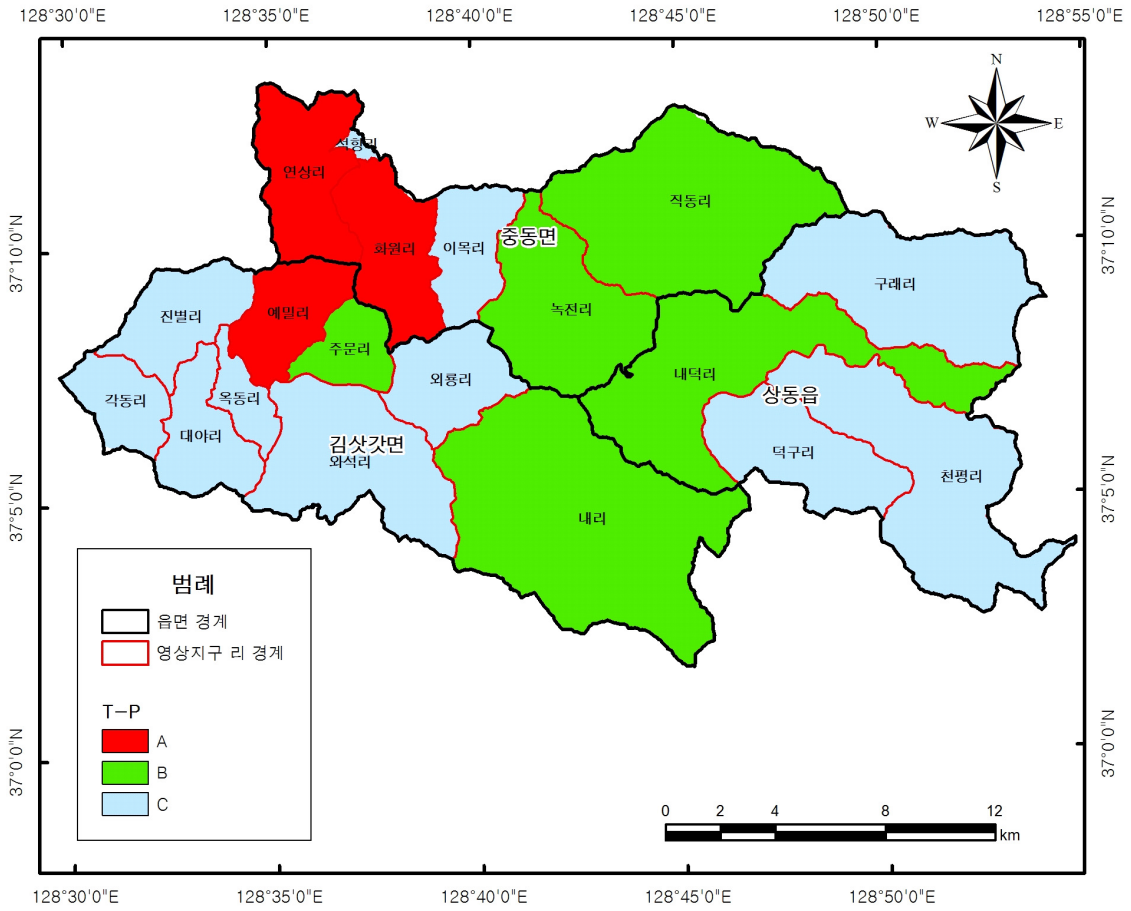
을 <표 3-8-4>에 나타내었다. <그림 3-8-8>은 지하수 오염예측도 작성 모식도이다.



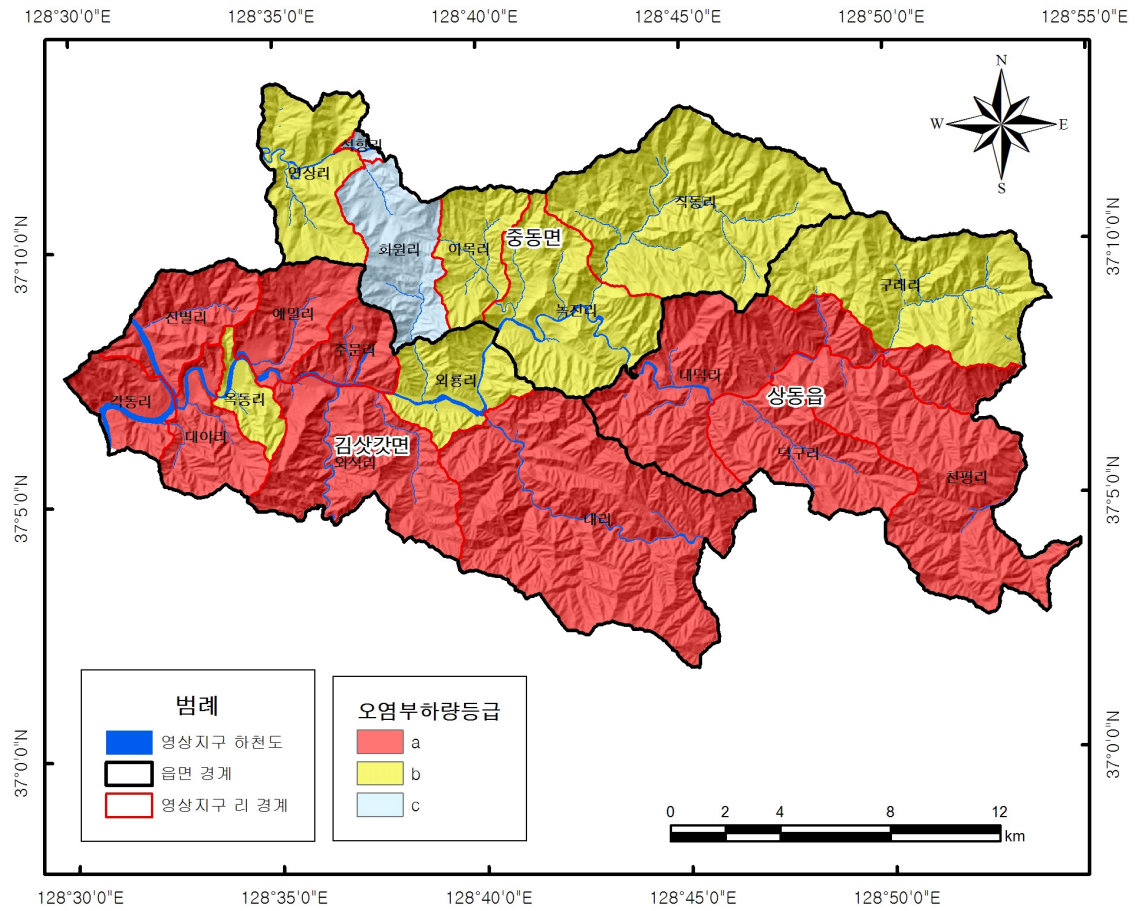
<그림 3-8-4> T-N 발생부하량 등급도



<그림 3-8-5> BOD 발생부하량 등급도



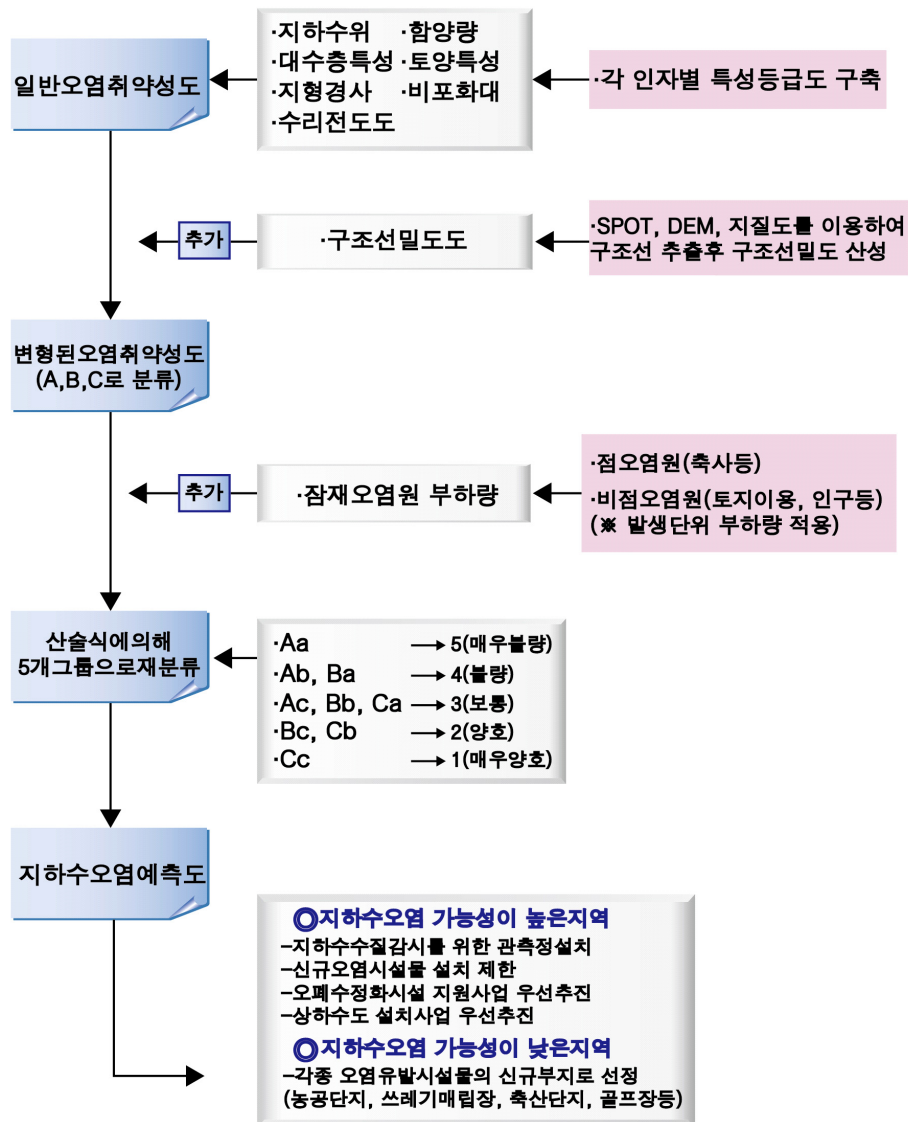
<그림 3-8-6> T-P 발생부하량 등급도



<그림 3-8-7> 발생단위별 잠재오염원 부하량 등급도

<표 3-8-4> 지하수오염예측도 등급 분류표

총오염발생부하량			단위면적당 오염발생부하량(kg/일/km ²)		
			a(높음)	b(보통)	c(낮음)
변형된 오염취약성			48이상	23-48	23이하
오염취약성	A(높음)	≥131	Aa	Ab	Ac
	B(보통)	114-131	Ba	Bb	Bc
	C(낮음)	≤114	Ca	Cb	Cc



<그림 3-8-8> 지하수오염예측도 작성 모식도

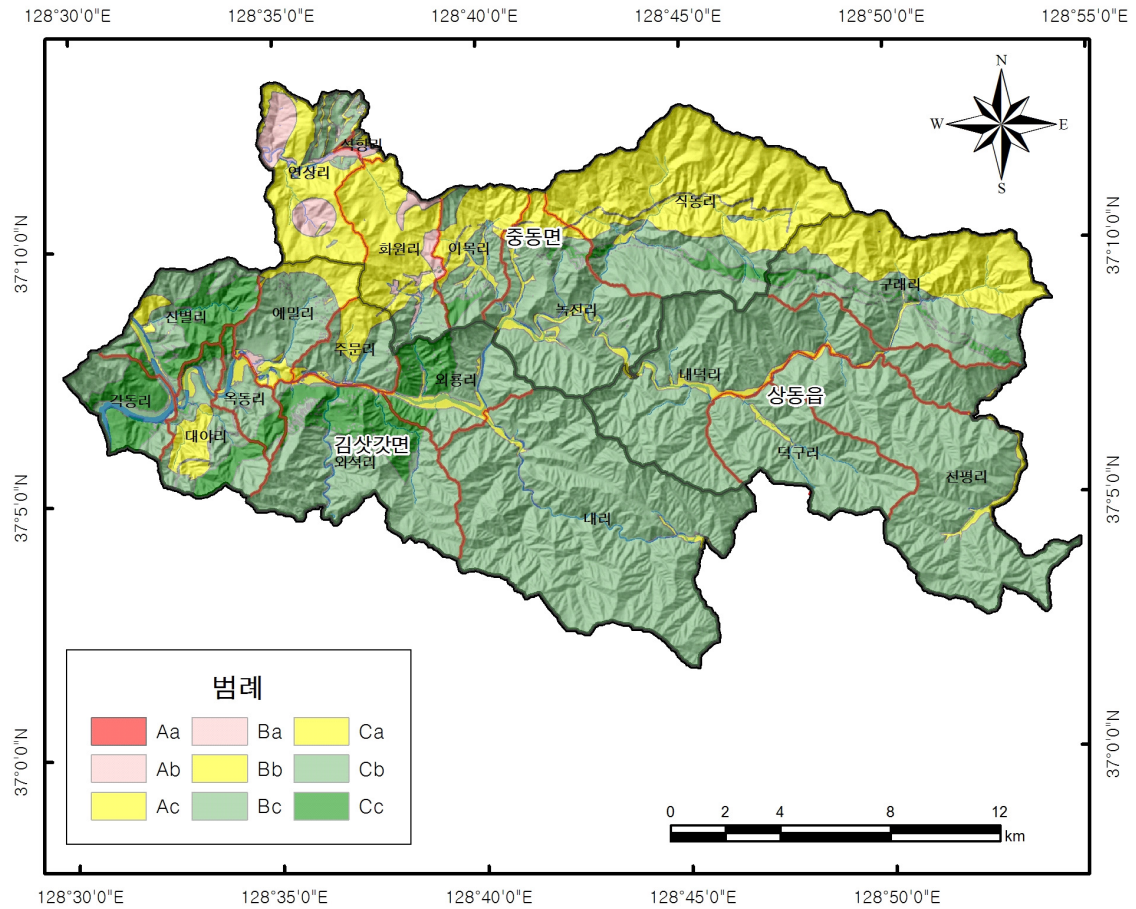
영상지구는 지하수오염예측등급이 비교적 낮은 Cc, Cb, Bc등급을 갖는 지역이 73.7%로서 김삿갓면, 상동읍에 집중되어 있으며, 지하수오염취약성과 잠재오염원 발생부하량이 낮은 수준으로 나타났다 <표 3-8-5>. 상대적으로 오염에 취약할 것으로 예상되는 Aa, Ab, Ba 등급 지역은 1.7%로서 중동면이 김삿갓면, 상동읍에 비하여 다소 높게 나타난다 <그림 3-8-9~10>.

영상지구 오염 취약 지역은 전체의 1.7%로 낮은 편이나, 그 중 중동면은 단위면적당오염부하량이 20.76(kg/일/km²)이며, 변형된 오염취약성지수도 143.97로 높게 나타났다. 이 지역은 타 지역에 비해 점오염원인 축사시설이 59.4%가 분포되어 있을 정도로 축사시설 밀집도가 높은 지역으로서, 축사시설이 영상지구 수질저하에 영향을 미치는 것으로 볼 수 있다.

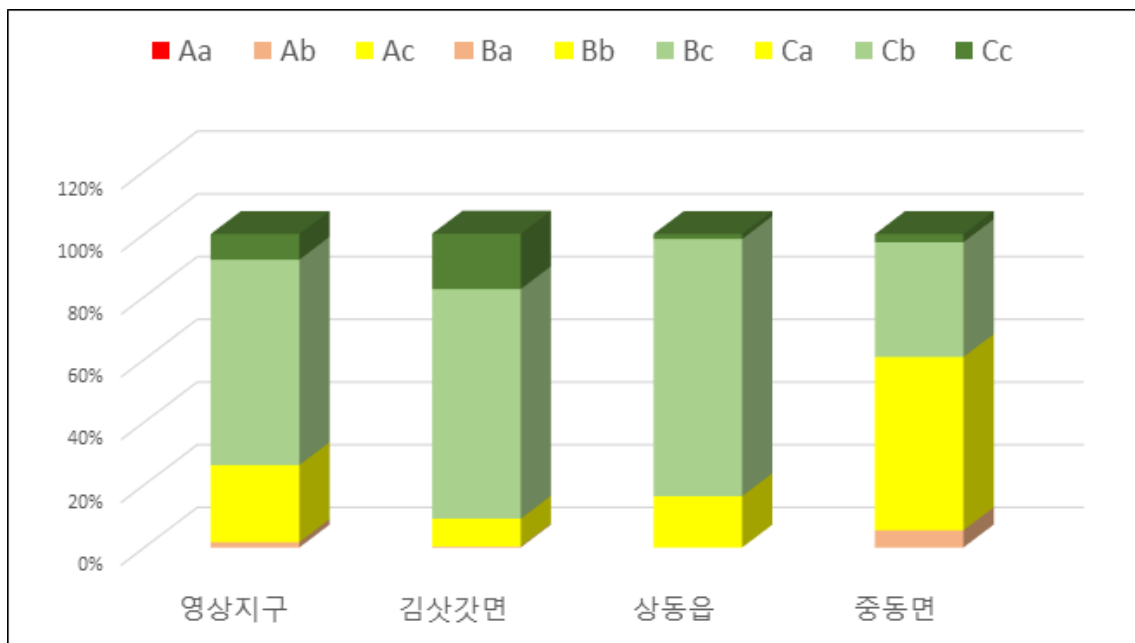
향후 국토개발에 따른 지하수 개발이나 각종 잠재오염 시설물을 설치할 경우, 본 사업에서 제시한 ‘지하수 오염예측도’를 기초자료로 활용한다면 발생 가능한 지하수 장애문제를 미리 대비 할 수 있을 것으로 예상된다.

<표 3-8-5> 행정구역별 지하수오염 예측등급 면적

읍면동	구분	총면적 (km ²)	지하수오염예측 등급별 면적비(%)								
			Aa	Ab	Ac	Ba	Bb	Bc	Ca	Cb	Cc
영상지구		435.55	0.0	1.7	17.4	0.0	7.2	61.0	0.0	4.5	8.2
김삿갓면		171.29	0.0	0.3	4.8	0.0	4.1	65.1	0.0	8.1	17.7
상동읍		139.79	0.0	0.0	16.3	0.0	0.1	82.0	0.0	0.0	1.6
중동면		124.47	0.0	5.5	35.9	0.0	19.4	31.8	0.0	4.8	2.6



<그림 3-8-9> 영상지구 지하수오염예측도



<그림 3-8-10> 지하수오염예측도 등급별 면적비

IV. 영상지구 지하수 개발·이용 방안

IV. 영상지구 지하수 개발·이용 방안

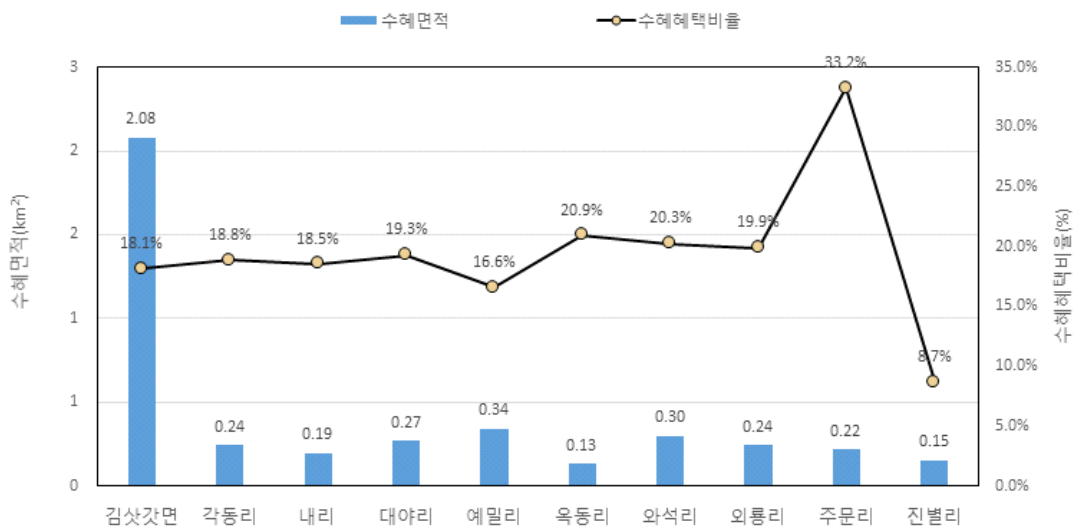
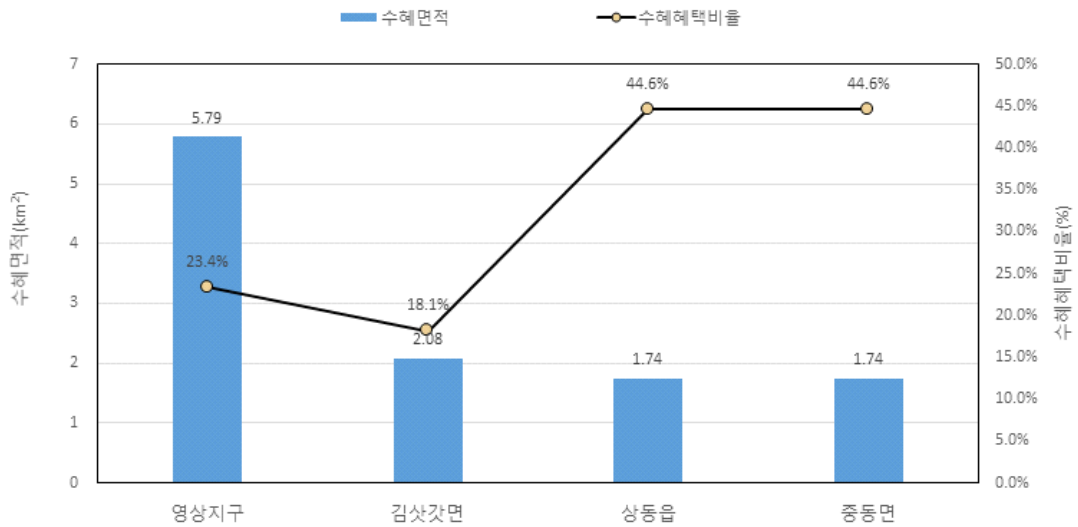
4.1 농업용수 개발대상지 분석

농업용수 개발대상지 분석은 농지면적(전, 답, 과)에서 수혜면적(농업용 관정, 저수지, 양수장, 취입보, 집수암거 등)을 제외한 잔여면적으로 계산한다. 이때 잔여면적에 대하여 농업용 관정 필요수량을 산정하는데 저수지, 양수장, 취입보, 집수암거에 의한 용수공급은 논에 집중되어 있고 밭은 농지면적 대비 수혜면적이 적어 농업용 관정 필요수량이 과다하게 산정될 수 있다. 최근에는 밭작물의 생산성 증대 및 기후변화 등에 의해 밭용수 개발 필요성이 증가되고 있기 때문에 농지면적에 밭 및 과수원 면적을 포함하여 농업용수 개발대상지 분석을 수행하였다. 농업용수 개발대상지 분석은 잔여면적을 공당 수혜면적으로 나누어 산출한다. 영상지구 개발필요공수 산출은 암반관정의 공당 수혜면적 0.05km²(5ha)를 적용하였다.

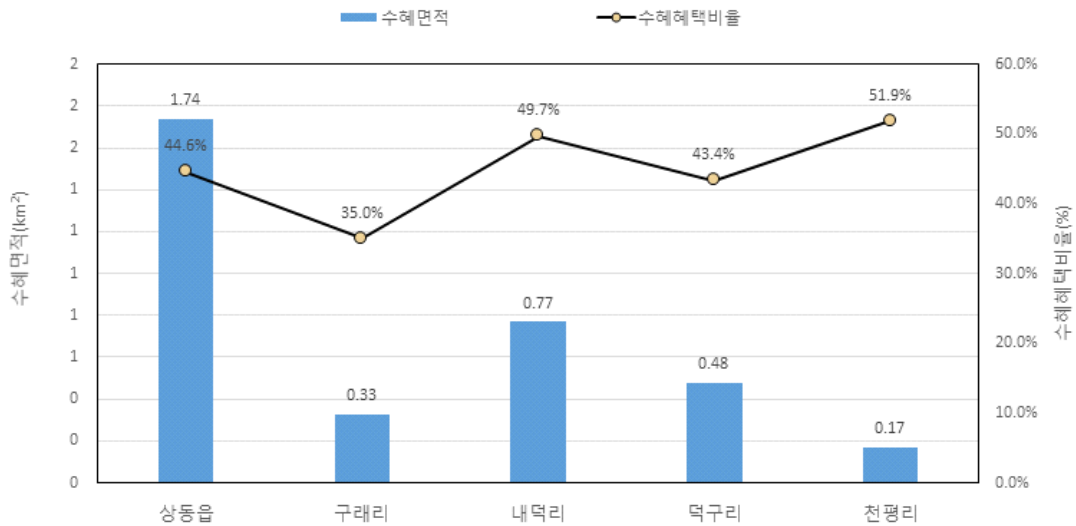
영상지구 농지면적은 24.78km², 대비 한국농어촌공사 농업기반시설 통계자료에 의한 수혜면적은 124.2km²로 과다하게 커서 단순 수치상으로만 계산하면 잔여면적은 산출되지 않는다. 결과적으로 현실적인 요인을 반영하기 위해 농업기반시설인 취입보 등이 분포하는 지역과 수리분수령을 설정 및 수혜범위 재 산정 후 GIS로 분석한 결과 영상지구의 농지 중 수혜면적은 5.84km²로 23.5%가 수혜를 받는 것으로 분석되었다. 김삿갓면은 수혜면적이 2.09km²로 18.2%가 수혜를 받고, 상동읍은 수혜면적이 1.75km²로 44.8%가 수혜를 받으며, 중동면은 수혜면적이 2.00km²로 21.1%가 수혜를 받는 것으로 분석되었다. 상동읍의 내덕리, 덕구리, 천평리는 40%이상의 수혜비율을 보이고 있다. 이는 균등한 취입보 및 농업용 관정 배치로 인한 결과로 확인된다<그림 4-1-1>, <표 4-1-1>.

결과적으로 수혜면적 비율이 낮은 상동읍 구래리, 중동면, 김삿갓면 일대는 농업용수 사용이 빈번하고 지표수가 부족한 봄 가뭃 시

기 대처할 수 있는 농업용 공공 신규관정개발이 필요한 것으로 판단된다.



<그림 4-1-1> 농업용수 수혜면적



<그림 4-1-1> 농업용수 수혜면적(계속)

영상지구 농지면적에서 수혜면적을 제외한 잔여면적에 대한 농업용 지하수 개발필요공수를 산출하였다. GIS 재분석결과로 확인했을 때 영상지구 농업용 지하수 개발필요공수는 전체 399공으로 산출된다. 읍면별로 보면 김삿갓면 192공, 상동읍 47공, 중동면 160공이다. 여기서 제시된 개발필요공수는 자연 하천수, 강우 등에 의한 용수공급을 제외한 값이다. 개발필요공은 읍면별로 평균하여 산출한 값으로 현장 요청 지하수 공급량과는 차이를 보일 수 있다<표 4-1-2~3>, <그림 4-1-2>.

<표 4-1-1> 농업용수 개발대상지 분석

(단위 : 공, 개, km²)

구 분	개발 필요 공수	농지 면적	수혜 면적	잔여 면적	수혜 비율 (%)	농업용 관정		저수지		양수장		취입보		
						개 소 수	수혜 면적	시 설 수	수혜 면적	시 설 수	수혜 면적	시 설 수	수혜 면적	
통계 자료 수치	영상지구	-	24.83	124.20	-	100.0	62	2.70	-	-	-	-	55	121.50
	김삿갓면	-	11.46	52.93	-	100.0	34	1.43	-	-	-	-	23	51.50
	상동읍	-	3.92	25.31	-	100.0	7	0.31	-	-	-	-	5	25.00
	중동면	-	9.45	45.96	-	100.0	21	0.96	-	-	-	-	27	45.00
GIS 재 분석	영상지구	399	24.83	4.87	19.96	19.6	62	0.11	-	-	-	-	55	4.77
	김삿갓면	192	11.46	1.85	9.62	16.1	34	0.05	-	-	-	-	23	1.80
	상동읍	47	3.92	1.57	2.34	40.2	7	0.02	-	-	-	-	5	1.55
	중동면	160	9.45	1.45	8.00	15.4	21	0.03	-	-	-	-	27	1.42

- 1) 농경지 면적 : 논+밭+과수원 면적의 합(km²)
- 2) 관정개소수 및 수혜면적(km²) : 관정개소수 및 수혜면적은 관정현황조사 결과 농업용으로 분류된 관정에 대해 총적관정 1공당 0.5ha(0.005km²), 암반관정 1공당 5ha(0.05km²) 적용
- 3) 저수지, 취입보, 집수암거 시설수 및 수혜면적 : 한국농어촌공사 농업기반시설 통계자료 이용
- 4) 잔여면적 : 리별 수혜면적이 농지면적보다 클 경우 잔여면적을 0으로 계산
- 5) GIS 재분석: 한국농어촌공사 농업기반시설 통계자료에 대한 수혜면적을 수치상으로만 일괄적으로 적용하면, 중복되거나 수리분수령과 상관없이 분석되므로 실질적 농지에 대한 수혜면적이 산출되지 않아, GIS상에서 버퍼분석 및 2차 수리분수령 영역설정 후 재산정한 값임

<표 4-1-2> 김삿갓면 농업용수 개발대상지 분석

(단위 : 공, 개, km²)

구 분	개발 필요 공수	농지 면적	GIS 재분석		수혜 비율 (%)	농업용 관정		저수지		양수장		취입보		
			수혜 면적	잔여 면적		개 소 수	수혜 면적	시 설 수	수혜 면적	시 설 수	수혜 면적	시 설 수	수혜 면적	
김 삿 갓 면	합계	192	11.46	1.85	9.62	16.1	34	0.64	-	-	-	-	23	1.21
	각동리	26	1.28	-	1.28	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	내리	17	1.04	0.19	0.84	18.7	-	-	-	-	-	-	3	0.19
	대야리	22	1.39	0.27	1.12	19.4	4	0.00	-	-	-	-	3	0.27
	예밀리	34	2.05	0.34	1.71	16.5	13	0.02	-	-	-	-	1	0.32
	옥동리	10	0.62	0.13	0.49	21.2	2	0.00	-	-	-	-	1	0.13
	와석리	23	1.47	0.31	1.16	20.8	5	0.00	-	-	-	-	9	0.30
	외룡리	20	1.22	0.24	0.98	19.9	6	0.24	-	-	-	-	5	0.00
	주문리	9	0.64	0.21	0.43	32.1	2	0.21	-	-	-	-	-	-
진별리	32	1.75	0.16	1.59	9.0	2	0.16	-	-	-	-	1	0.00	

<표 4-1-3> 상동읍 농업용수 개발대상지 분석

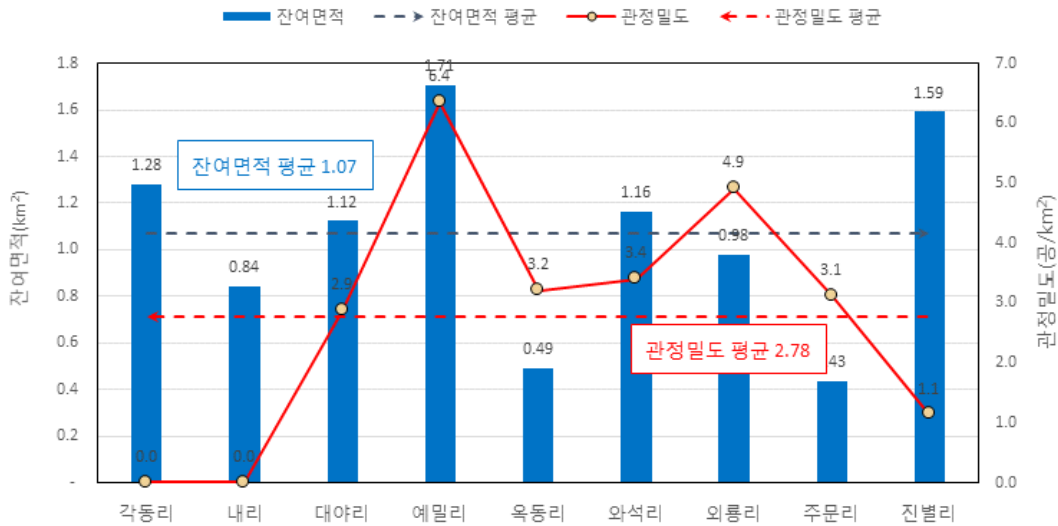
(단위 : 공, 개, km²)

구 분	개발 필요 공수	농지 면적	GIS 재분석		수혜 비율 (%)	농업용 관정		저수지		양수장		취입보		
			수혜 면적	잔여 면적		개 소수	수 혜 면 적	시 설 수	수 혜 면 적	시 설 수	수 혜 면 적	시 설 수	수 혜 면 적	
상 동 읍	합계	47	3.92	1.57	2.34	40.2	7	0.83	-	-	-	-	5	0.74
	구래리	12	0.94	0.33	0.61	35.1	3	0.33	-	-	-	-	-	-
	내덕리	16	1.52	0.75	0.78	49.0	2	0.00	-	-	-	-	5	0.74
	덕구리	12	1.12	0.50	0.62	44.4	2	0.50	-	-	-	-	-	-
	천평리	7	0.34	-	0.34	-	-	-	-	-	-	-	-	-

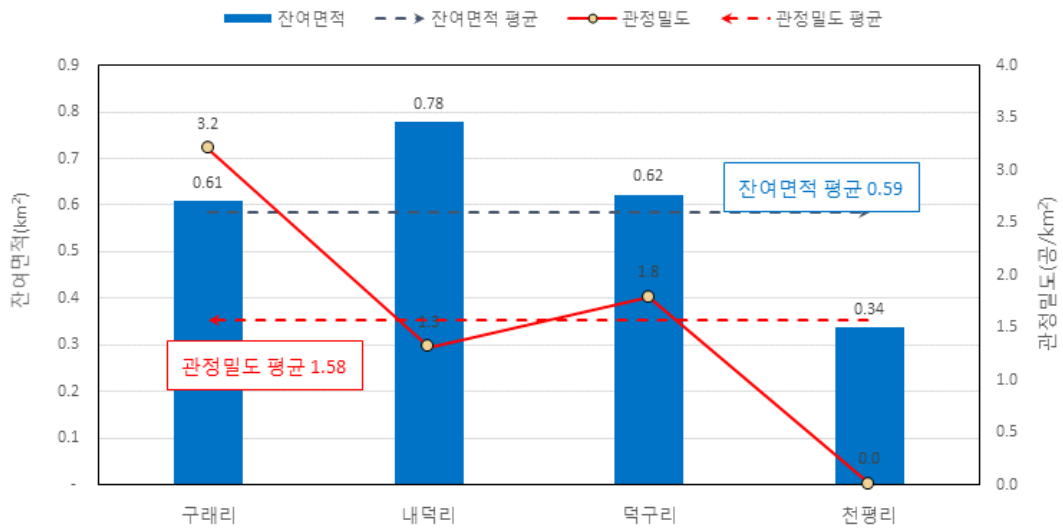
<표 4-1-4> 중동면 농업용수 개발대상지 분석

(단위 : 공, 개, km²)

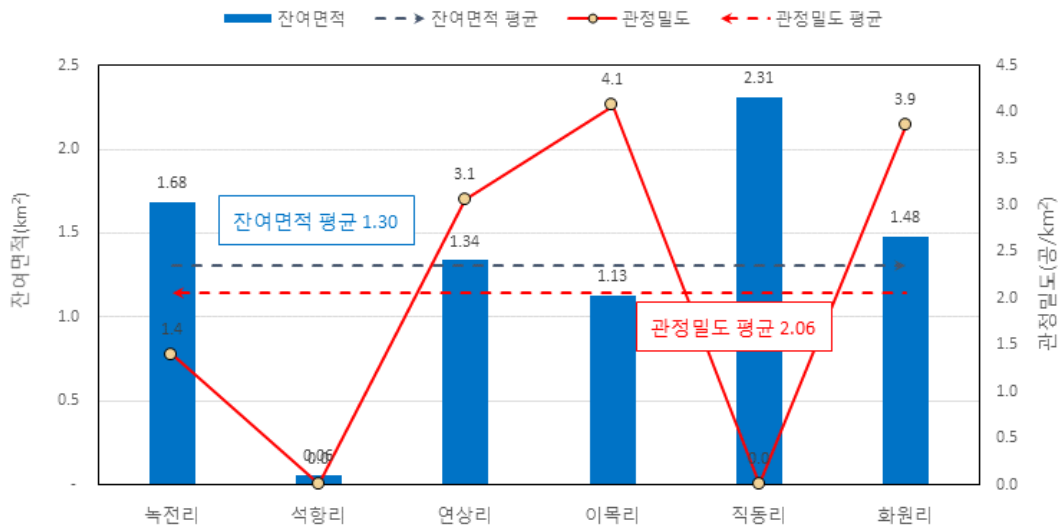
구 분	개발 필요 공수	농지 면적	GIS 재분석		수혜 비율 (%)	농업용 관정		저수지		양수장		취입보		
			수혜 면적	잔여 면적		개 소수	수 혜 면 적	시 설 수	수 혜 면 적	시 설 수	수 혜 면 적	시 설 수	수 혜 면 적	
중 동 면	합계	160	9.45	1.45	8.00	15.4	21	0.64	-	-	-	-	27	0.81
	녹전리	34	2.16	0.48	1.68	22.1	3	0.00	-	-	-	-	14	0.48
	석항리	1	0.06	-	0.06	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	연상리	27	1.63	0.30	1.34	18.1	5	0.30	-	-	-	-	-	-
	이목리	23	1.47	0.34	1.13	23.3	6	0.01	-	-	-	-	13	0.34
	직동리	46	2.31	-	2.31	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	화원리	30	1.82	0.34	1.48	18.4	7	0.34	-	-	-	-	-	-



(a) 김삿갓면



(b) 상동읍



(c) 중동면

<그림 4-1-2> 리별 농경지면적 및 관정밀도 분포도

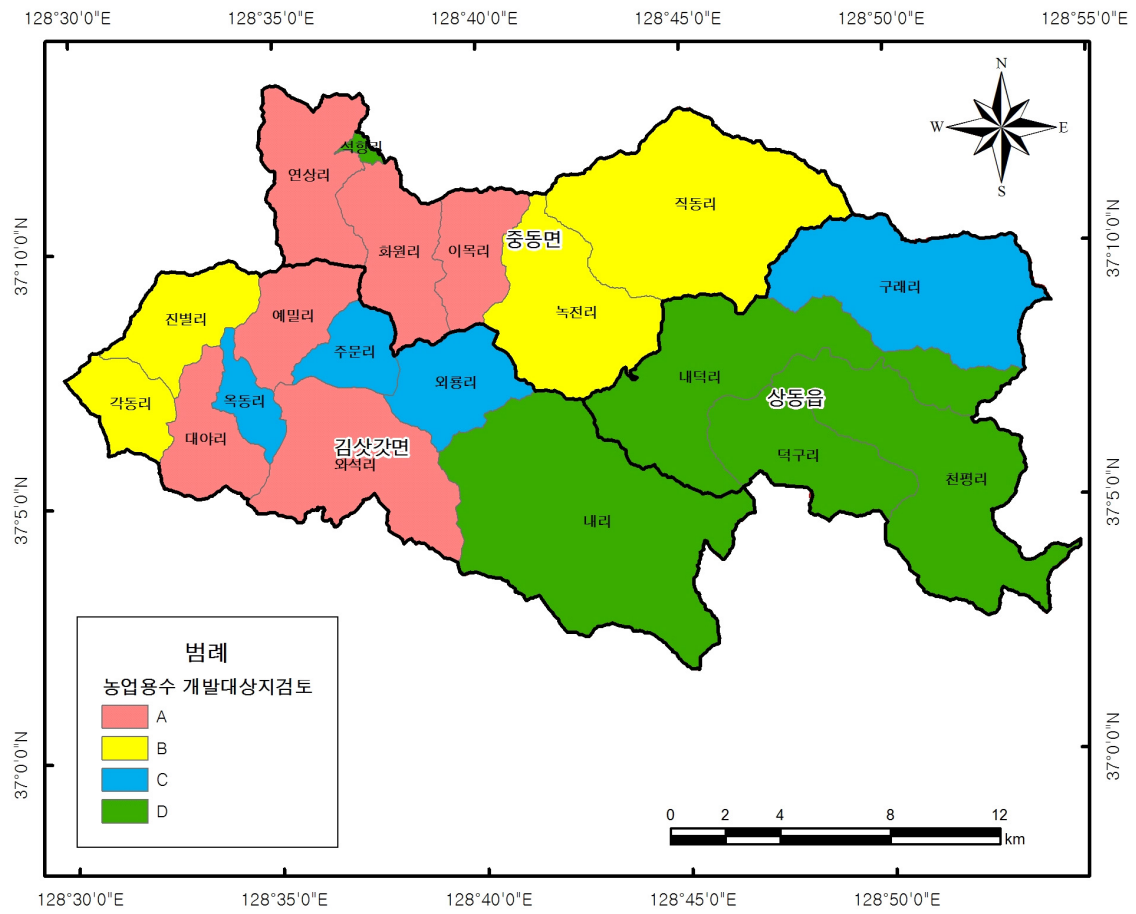
4.2 농업용수 공급방안

영상지구에서 해당 리별 단위로 농경지 수혜면적과, 잔여면적, 관정밀도 결과를 바탕으로 농업용수 개발대상지를 검토하였다. 대상지는 각각 A, B, C, D그룹으로 분류하였으며, 결과는 다음과 같다.

농경지 수혜면적 대비 잔여면적이 크고 관정밀도가 큰 지역을 “A” 그룹, 잔여면적은 작고 관정밀도가 작은 지역을 “B” 그룹, 잔여면적이 작고 관정밀도가 큰 지역을 “C” 그룹, 잔여면적과 관정밀도가 모두 작은 지역을 “D” 그룹으로 분류하였다<그림4-2-1>.

A 그룹은 김삿갓면 대야리, 예밀리, 와석리, 중동면 연상리, 이목리, 화원리로 6개 리가 속한다. 이 지역의 용수공급 방안은 지표수를 이용한 수리시설물(저수지, 양수장) 확충이 우선 고려되어야 하며, 신규 지하수 개발 시설 확충 및 이용시설 설치에 제한할 필요가 있다. B 그룹은 김삿갓면 각동리, 진별리, 중동면 녹전리, 직동리로 4개 리가 속하며 이 지역은 지표수를 이용한 수리시설물(양수장, 취입보) 확충이 요구된다. C 그룹은 김삿갓면 옥동리, 외룡리, 주문리, 상동읍 구래리로 3개 리가 속하며, 신규 지하수 개발 및 이용시설 설치 제한이 요구되고 기존 수리시설물의 공동이용체계 구축이 필요할 것으로 판단된다. D 그룹은 김삿갓면 내리, 상동읍 내덕리, 덕구리, 천평리, 중동면 석항리로 5개 리가 포함되며, 이 지역은 농업용수의 필요 시 암반관정 개발이 우선시 되며, 소류지 및 농업용수로 시설 확충이 필요한 것으로 나타났다<표 4-2-1>.

영상지구 농업용수 추가 확보를 위하여 기존 자료 이외에 소류지 분포 조사를 실시하였지만, 소류지는 확인되지 않았다.

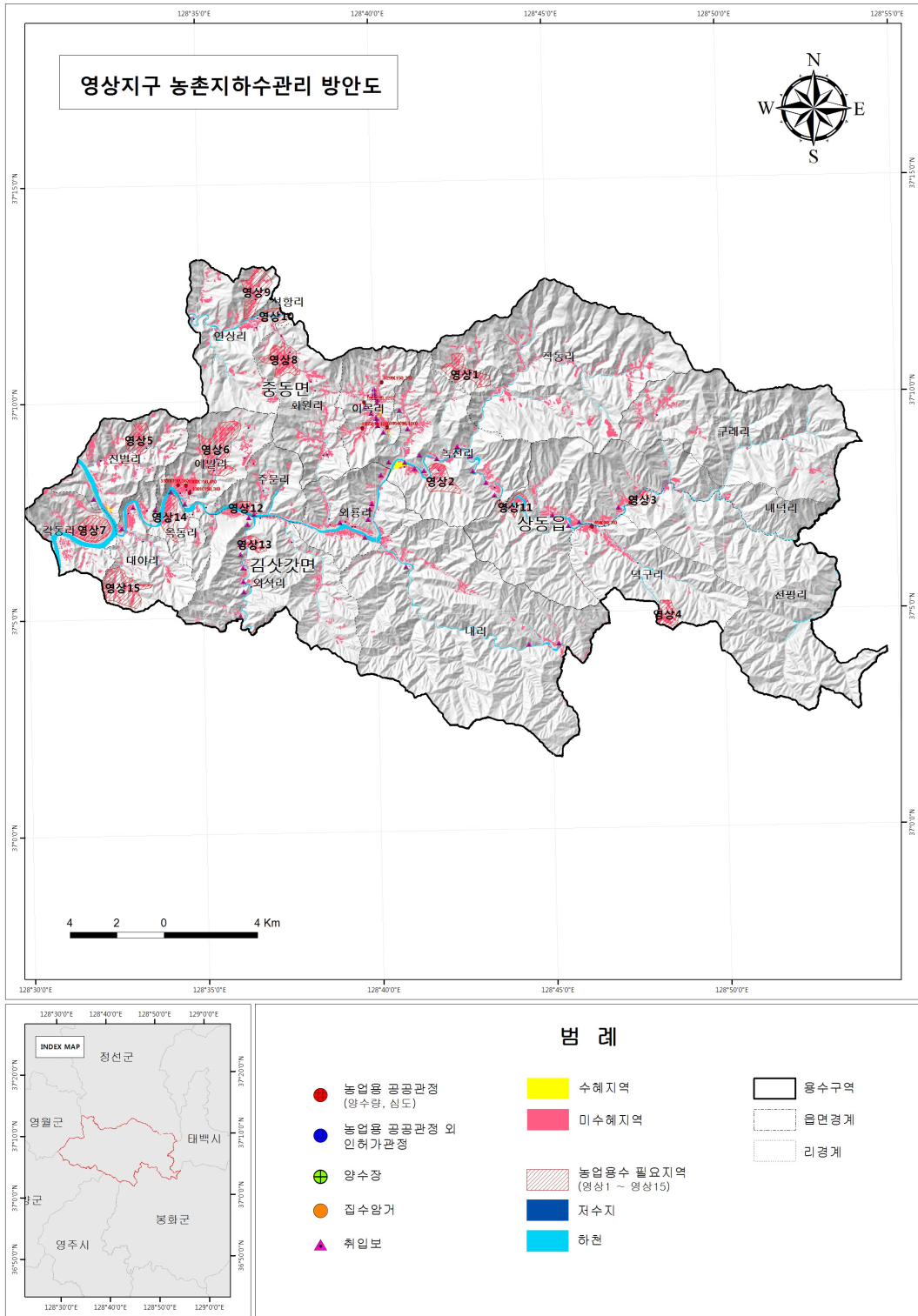


<그림 4-2-1> 농업용수 개발대상지 검토결과

<표 4-2-1> 농업용수 공급방안

구 분		읍면			용수공급 확보(안)
		김삿갓면	상동읍	중동면	
A	잔여면적 ↑ 관정밀도 ↑	대야리 예밀리 와석리	-	연상리 이목리 화원리	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 지표수를 이용한 수리시설 물 확충 (저수지, 양수장, 취입보) ◎ 신규 지하수 개발 이용시설 제한
B	잔여면적 ↑ 관정밀도 ↓	각동리 진별리	-	녹전리 직동리	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 지표수를 이용한 수리시설 물 확충 (저수지, 양수장, 취입보) ◎ 신규지하수 개발 이용시설 설치 검토 ◎ 공공지하수시설물 설치
C	잔여면적 ↓ 관정밀도 ↑	옥동리 외룡리 주문리	구래리	-	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 신규지하수 개발 및 이용량 제한 ◎ 공공 지하수시설물 정비 및 관리 ◎ 농업기반시설 지하수 공동이용체계 구축
D	잔여면적 ↓ 관정밀도 ↓	내리	내덕리 덕구리 천평리	석항리	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 암반관정 개발 ◎ 공공 지하수시설물 설치 ◎ 소류지 및 농업용수로 시설 확충

4.3 영상지구 농촌지하수관리 방안도

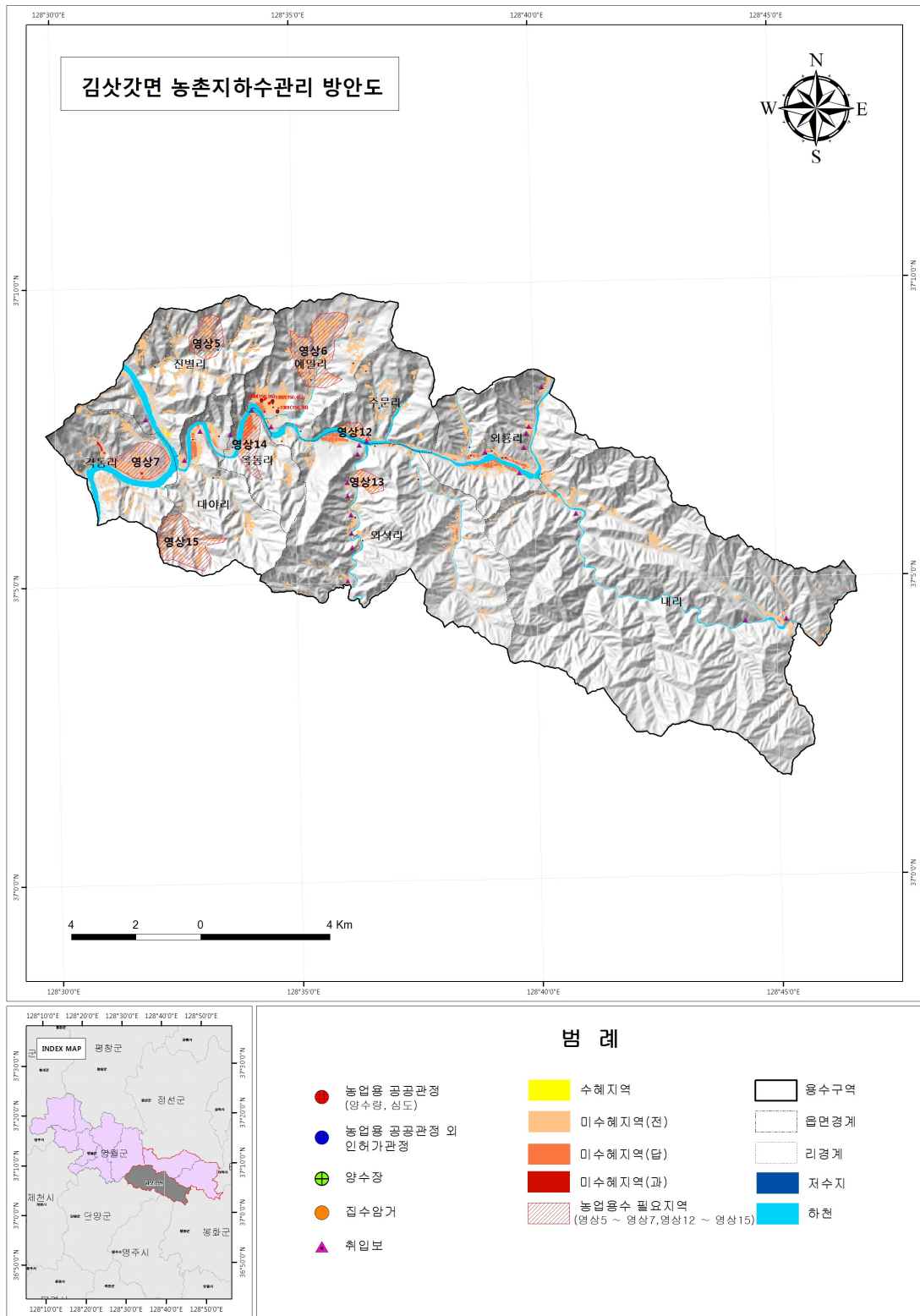


<그림 4-3-1> 영상지구 농촌지하수관리 방안도

□ 김삿갓면은 관정 및 취입보로부터 대야리, 예밀리, 옥동리, 와석리, 외룡리, 진별리에 농업용수를 공급받고 있다. 반면에 각동리는 농업용관정 및 취입보 등 농업기반시설이 없으며, 내리는 취입보만 3개 존재한다. 주문리는 농업용 관정에만 농업용수를 의지하고 있는 상황이다. 김삿갓면 평균 관정밀도 2.97공/km²에 비하여 현저히 낮은 수준에 있는 각동리, 내리, 진별리는 농번기동안 용수공급 부족이 예상되기 때문에, 농번기 농업용수 공급에 차질이 없도록 하기 위해서는 암반관정 개발, 공공 지하수시설물 설치, 소류지 및 농업용수로 시설 확충이 필요하다<표 4-3-1>,<그림 4-3-2>.

<표 4-3-1> 김삿갓면 세부현황

위 치		지질	농경지 면적 (km ²)	미수혜면적		기존시설물			비고
읍면	리			면적 (km ²)	비율 (%)	농업용 관정 (공)	관정외 (개)	농업용 관정 밀도 (공/km ²)	
김 삿 갓 면	각동리	석회암	1.28	1.28	100.0	-	-	-	
	내리	흑운모편암	1.04	0.84	81.3	-	3	-	
	대야리	석회암	1.39	1.12	80.6	4	3	2.87	
	예밀리	사질셰일	2.05	1.71	83.5	13	1	6.35	
	옥동리	석회암	0.62	0.49	78.8	2	1	3.21	
	와석리	페그마타이트	1.46	1.16	79.2	5	9	3.41	
	외룡리	산성암맥	1.22	0.98	80.1	6	5	4.91	
	주문리	사질셰일	0.64	0.43	67.9	2	-	3.12	
	진별리	사질셰일	1.75	1.59	91.0	2	1	1.14	

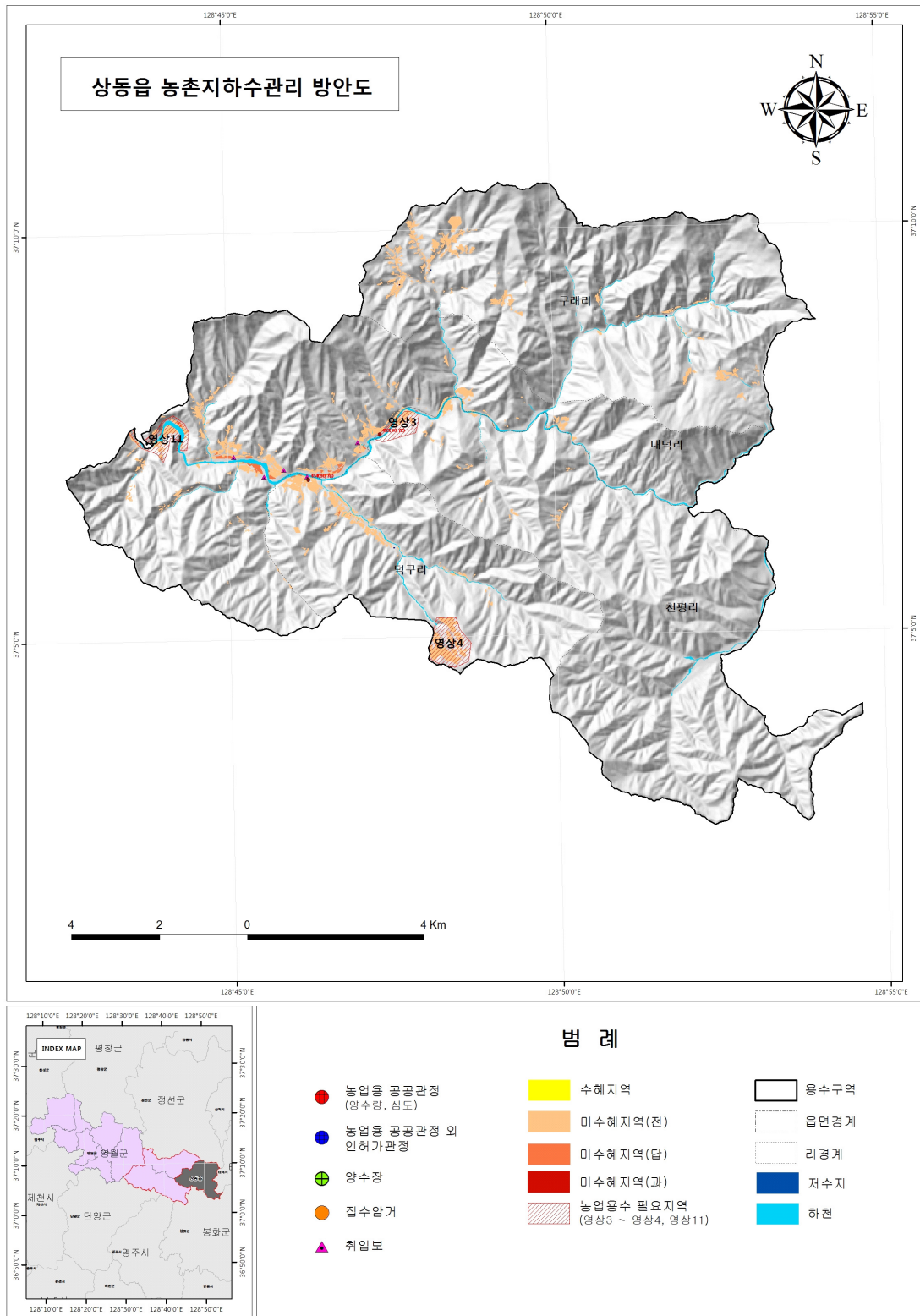


<그림 4-3-2> 김삿갓면 농촌지하수관리 방안도

□ 상동읍은 관정, 취입보로부터 내덕리가 농업용수를 공급받고 있는 상태이다. 반면에 천평리는 농업용관정 및 취입보 등 농업기반시설이 없으며, 구래리와 덕구리는 농업용 관정에만 농업용수를 의지하고 있는 상황이다. 상동읍 평균 관정밀도 1.79공/km²임에도 불구하고 농업용 관정이 존재하지 않는 천평리는 농번기동안 용수공급 부족이 예상되기 때문에, 농번기 농업용수 공급에 차질이 없도록 하기 위해서는 암반관정 개발, 공공 지하수시설물 설치, 소류지 및 농업용수로 시설 확충이 필요하다<표 4-3-2>, <그림 4-3-3>.

<표 4-3-2> 상동읍 세부현황

위 치		지질	농경지 면적 (km ²)	미수혜면적		기존시설물			비고
읍면	리			면적 (km ²)	비율 (%)	농업용 관정 (공)	관정의 (개)	농업용 관정 밀도 (공/km ²)	
상 동 읍	구래리	석회암	0.94	0.61	64.9	3	-	3.20	
	내덕리	흑운모편암류	0.52	0.78	51.0	2	5	1.31	
	덕구리	흑운모편암류	1.12	0.62	55.6	2	-	1.79	
	천평리	흑운모편암류	0.34	0.34	100.0	-	-	-	

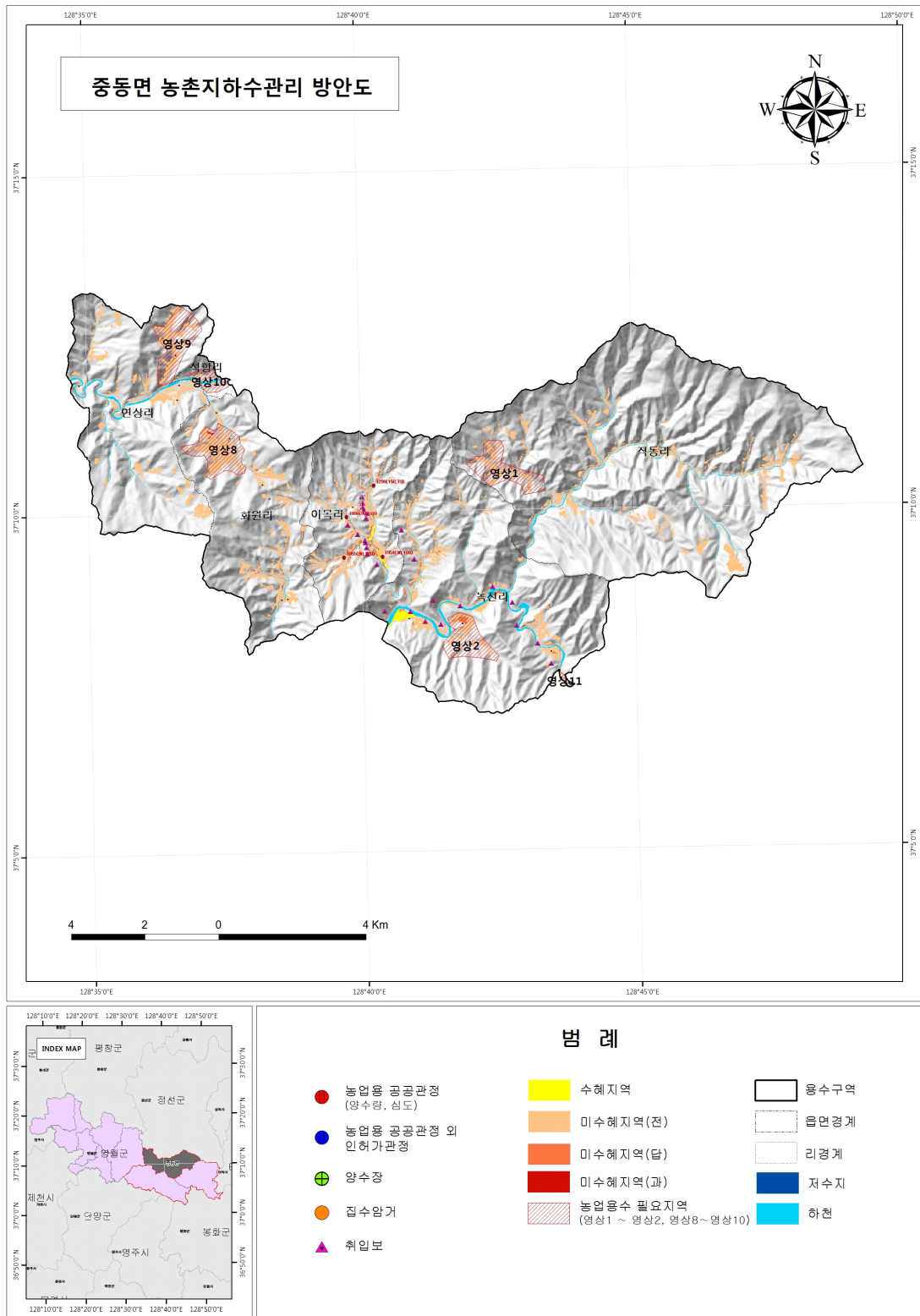


<그림 4-3-3> 상동읍 농촌지하수관리 방안도

□ 중동면은 관정, 취입보로부터 녹전리, 이목리가 농업용수를 공급받고 있는 상태이다. 반면에 석항리, 직동리는 농업용관정 및 취입보 등 농업기반시설이 없으며, 연상리와 화원리는 농업용 관정에만 농업용수를 의지하고 있는 상황이다. 중동면 평균 관정밀도 2.22공/km²임에도 불구하고 농업용 관정이 존재하지 않는 직동리는 농번기동안 용수공급 부족이 예상되기 때문에, 농번기 농업용수 공급에 차질이 없도록 하기 위해서는 암반관정 개발, 공공 지하수시설물 설치, 소류지 및 농업용수로 시설 확충이 필요하다<표 4-3-3>,<그림 4-3-4>.

<표 4-3-3> 중동면 세부현황

위 치		지질	농경지 면적 (km ²)	미수혜면적		기존시설물			비고
읍면	리			면적 (km ²)	비율 (%)	농업용 관정 (공)	관정의 (개)	농업용 관정 밀도 (공/km ²)	
중 동 면	녹전리	운모질규암류	2.16	1.68	77.9	3	14	1.39	
	석항리	박관상석회암	0.06	0.06	100.0	-	-	-	
	연상리	적색셰일	1.63	1.34	81.9	5	-	3.06	
	이목리	박관상석회암	1.47	1.13	76.7	6	13	4.07	
	직동리	박관상석회암	2.31	2.31	100.0	-	-	-	
	화원리	박관상석회암	1.82	1.48	81.6	7	-	3.85	



<그림 4-3-4> 중동면 농촌지하수관리 방안도

V. 지하수 보전·관리 방안

V. 지하수 보전·관리 방안

5.1 지하수관리 필요지역

5.1.1 선정 기준

지하수 보전·관리 방안 마련을 위하여 행정구역별 7가지 지표 및 조사자 의견을 필요시 반영하여 관심, 주의, 경계, 심각 4단계로 지하수관리 필요지역을 선정하였다.

수량부분의 지표인 개발가능량 대비 이용량은 90%이상일 때 심각, 80~90% 경계, 70~80% 주의, 60~70% 관심지역으로 구분하며 단위면적당 이용량 및 관정밀도 지표는 상위 5%이내 지역에 대해 심각, 5~10% 경계, 10~15% 주의, 15~20% 관심지역으로 선정하여 관리하도록 하였다.

수질부분의 지표 중 질산성질소 평균은 음용수 기준치인 10mg/L 초과 시 경계, 농업용수 기준인 20mg/L을 초과하는 지역은 심각지역으로 구분하였다. DRASTIC INDEX, 오염원밀도, 단위면적당 오염부하량은 상위 5%이내 지역에 대해 심각, 5~10% 경계, 10~15% 주의, 15~20% 관심지역으로 선정하여 관리하도록 하였다 <표 5-1-1>.

<표 5-1-1> 지하수 관리지역 선정지표

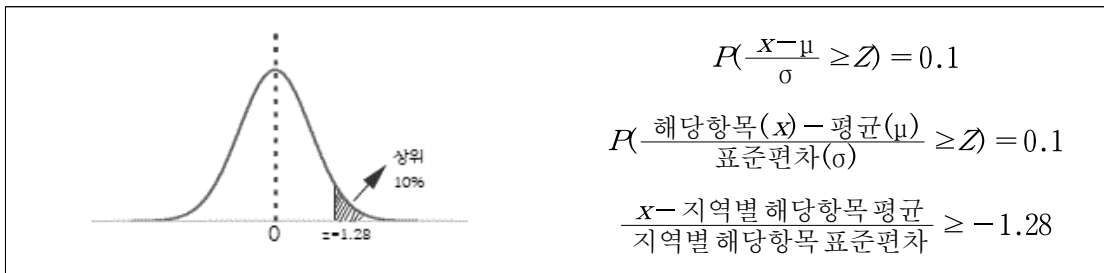
구분	내용	관심	주의	경계	심각
		비규제적 관리필요지역		규제적 관리필요지역	
		기술적 관리			
수량	이용량/개발가능량(%)	60~70	70~80	80~90	90~
	단위면적당이용량(천m ³ /년/km ²)	상위	상위	상위	상위
	관정밀도(공/km ²)	20~15%	15~10%	10~5%	5%이내
수질	질산성질소평균(mg/L)	-	-	10~20	20~
	DRASTIC INDEX	상위 20~15%	상위 15~10%	상위 10~5%	상위 5%이내
	오염원밀도(개소/km ²)				
	단위면적당오염부하량(kg/일/km ²)				

※ 지하수 관리지역 선정 시 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>.



<그림 5-1-1> 관리지구 선정기준을 위한 표준정규분포곡선

나. 조사자 의견

지하수 관리지역 선정을 위하여 수량, 수질 지표 외에 시설물 현황, 인문, 지리, 수문, 지질 등의 지역 특성 및 청문조사 결과를 고려한 조사자 의견을 반영하였다.

5.1.2 읍면별 현황 및 대책

가. 김삿갓면

- 김삿갓면의 대부분은 산지로서 평지는 거의 없고, 상동읍에서 발원하는 옥동천이 각동리 부근에서 남한강과 합류한다. 취락은 주로 옥동천 인근에 분포하고, 옥동리에서 무연탄이 채굴된다. 진별리에 고씨굴·용담굴·대야굴 등 석회동굴이 있어 관광객이 많지만 교통이 불편하다.

- 김삿갓면은 각동리, 내리, 대야리, 예밀리, 옥동리, 와석리, 외룡리, 주문리, 진별리 9개리(법정리)로 이루어져 있다. 영월군 지하수 제공자료(2019)에 따르면 전체 관정수는 171개소로 생활용 지하수가 122개소(71.3%), 농업용 지하수가 47개소(27.5%), 기타용 지하수가 2개소(1.2%)를 차지하고 있다.
- 관정현황조사는 101공을 대상으로 조사하였으며, 생활용 지하수 66개소(65.3%), 농업용 지하수 34개소(33.7%), 기타용 지하수 1개소(1.0%)이다.
- 지하수 총 이용량은 250.16천 m^3 /년이다. 생활용 지하수 이용량은 132.29천 m^3 /년이고, 농업용 지하수 이용량은 103.59천 m^3 /년, 기타 지하수 이용량은 14.28천 m^3 /년이다. 지하수 개발 가능량은 10,372.73천 m^3 /년으로 이용량 대비 개발가능량은 2.41%이다. 리별 이용량은 예밀리가 54.57천 m^3 /년으로 가장 높았으며, 이용량 대비 개발가능량은 대야리가 5.12%로 가장 높았다. 이용량 대비 개발가능량이 낮은 곳은 내리 0.43%, 진별리 0.77%로 가장 낮다. 단위면적당 이용량은 1.46천 m^3 /년/ km^2 이며, 관정밀도도는 4.66공/ km^2 이다.
- 리별 평균 질산성질소는 진별리에서 4.80mg/L로 높았으나, 생활용수 기준(20mg/L) 미만으로 측정되었다. 지역별로 예밀리와 주문리는 점오염원 분포가 타 지역보다 높은 6개소이므로 농업 및 축사시설 밀집에 의한 지하수오염이 우려된다.
- DRASTIC Index는 평균 124.35로 영상지구 평균 131.17보다 낮으며, M DRASTIC Index 역시 평균 127.78로 영상지구 평균 132.99보다 낮은 오염취약성을 갖는 것으로 나타났다. 향후 지역개발에 필요한 오염유발시설을 설치 시 오염방지시설을 철저히 할 필요가 있다.
- 오염원 분포밀도는 0.14개소/ km^2 로, 영상지구 평균 0.15개소/ km^2

보다 다소 낮으며, 단위면적당 오염부하량 16.06kg/일/km²으로 영상지구 평균 16.35kg/일/km² 보다 다소 낮다.

- 김삿갓면 수량관리 필요지역으로는 단위면적당 이용량, 관정밀도가 높은 대야리, 옥동리, 와석리, 주문리를 포함하였다. 또한, 수질관리 필요지역으로는 M DRASTIC INDEX가 높은 내리, 외룡리, 오염원분포밀도와 단위면적당 오염부하량이 높은 주문리가 포함되었다<표 5-1-2~3>.

<표 5-1-2> 김삿갓면 지하수 수량관리 필요지역

동리	이용량/적정개발 가능량 (%)		단위면적당이용량 (천 m ³ /년/km ²)		관정밀도 (공/km ²)		조사자의견	수량관리 필요지역	
								비규제적	규제적
평균	2.41		1.46		1.00				
각동리	1.73		1.12		0.21		△		
내리	0.43		0.26		0.22				
대야리	5.12		3.63	주의	2.16			○	
예밀리	1.92		1.85		0.95		△		
옥동리	3.00		2.94		2.51	관심		○	
와석리	3.83		2.70		2.64	주의		○	
외룡리	2.89		2.27		1.61				
주문리	4.18		4.04	경계	2.44	관심			○
진별리	0.77		0.72		0.43		△		

※ 적정개발가능량, 단위면적당이용량, 관정밀도는 리별 면적으로 나누어 산출하였기 때문에 읍면 평균값으로 산출평균되지 않음

<표 5-1-3> 김삿갓면 지하수 수질관리 필요지역

동리	질산성질소 평균(mg/L)		오염원 분포밀도 (개소/km ²)		M DRASTIC INDEX		단위면적당 오염부하량 (kg/일/km ²)		조사자의견	수질관리 필요지역	
										비규제적	규제적
평균	2.80		0.13		123.78		16.06				
각동리	4.10		0.21		121.43		13.82				
내리	2.53		0.02		134.64	관심	11.21			○	
대야리	4.08		0.12		132.05		20.30		△		
예밀리	3.60		0.20		117.44		17.80		△		
옥동리	2.53		0.08		129.73		7.34				
와석리	1.74		0.16		115.65		29.60				
외룡리	2.72		0.35		138.65	경계	14.22				○
주문리	3.70		1.05	심각	134.64	관심	59.69	심각			○
진별리	4.80		-		125.29		13.17				

※ 질산성질소 평균, 오염원분포밀도, DRASTIC INDEX, 단위면적당오염부하량은 리별 조사지점수 및 면적으로 나누어 산출하였기 때문에 읍면 평균값으로 산출평균되지 않음

* ※ 조사자의견에서 △항목으로 기재된 지역은 금회 조사결과 이용량이 많거나, 수질이 문제가 되는 지역은 아니며 현장조사 및 청문결과 대책제안이 필요한 지역을 선정하였다.

나. 상동읍

- 상동읍은 백운산(▲1,426m), 두위봉(▲1,466m), 망경대산(▲1,087m) 등 높은 산들이 솟아 있어 평야는 거의 없고 산록이나 산 중턱의 평탄면에서 밭농사가 이루어지며, 고랭지채소와 옥수수가 많이 생산된다. 구래리는 1923년 중석광산인 상동광업소가 개광되면서 발달하였다. 서쪽의 석항에는 태백선의 석항역이 있고, 영월~태백 간 읍내국도가 지나지만 지형적인 제약 때문에 교통이 불편하다.
- 상동읍은 구래리, 내덕리, 덕구리, 천평리 4개리(법정리)로 이루어져 있다. 영월군 지하수 제공자료(2019)에 따르면 전체 관정수는 30개소로 생활용 지하수가 20개소(66.7%), 농업용 지하수가 10개소(33.3%)를 차지하고 있다.
- 관정현황조사는 17공을 대상으로 조사하였다. 생활용 지하수 10개소(58.8%), 농업용 지하수 7개소(41.2%)이다.
- 지하수 총 이용량은 46.57천 m^3 /년이다. 생활용 지하수 이용량은 23.01천 m^3 /년이고, 농업용 지하수 이용량은 23.56천 m^3 /년이다. 지하수 개발 가능량은 11,644.26천 m^3 /년으로 이용량 대비 개발 가능량은 0.40%이다. 리별 이용량은 내덕리가 18.48천 m^3 /년으로 가장 높았으며, 이용량 대비 개발가능량은 덕구리가 0.59%로 가장 높았다. 이용량 대비 개발가능량이 낮은 곳은 구래리 0.35%, 천평리 0.23%로 가장 낮다. 단위면적당 이용량은 0.33천 m^3 /년/ km^2 이며, 관정밀도도는 0.21공/ km^2 이다.
- 리별 평균 질산성질소는 내덕리에서 1.68mg/L로 높았으나, 생활용수 기준(20mg/L) 미만으로 측정되었다. 지역별로 내덕리는 점오염원 분포가 타 지역보다 높은 2개소이므로 농업 및 축사시설 밀집에 의한 지하수오염이 우려된다.

- DRASTIC Index는 평균 137.99로 영상지구 평균 131.17보다 다소 높으며, M DRASTIC Index 역시 평균 141.62로 영상지구 평균 135.2보다 높은 오염취약성을 갖는 것으로 나타났다. 향후 지역개발에 필요한 오염유발시설을 설치 시 오염방지시설을 철저히 할 필요가 있다.
- 오염원 분포밀도는 0.01개소/km²로, 영상지구 평균 0.15개소/km²보다 다소 낮으며, 단위면적당 오염부하량 12.78kg/일/km²로 영상지구 평균 16.35kg/일/km²보다 다소 낮다.
- 상동읍 수량관리 필요지역으로는 단위면적당 이용량 및 관정밀도가 높은 내덕리가 포함하였다. 또한, 수질관리 필요지역으로는 M DRASTIC INDEX가 높은 구래리, M DRASTIC INDEX 및 단위면적당 오염부하량이 주의 수준인 구래리, 내덕리가 포함되었다<표 5-1-4 ~5>.

<표 5-1-4> 상동읍 지하수 수량관리 필요지역

동리	이용량/적정개발 가능량 (%)		단위면적당이용량 (천 m ³ /년/km ²)		관정밀도 (공/km ²)		조사자 의견	수량관리 필요지역	
								비규제적	규제적
평균	0.40		0.33		0.21				
구래리	0.35		0.36		0.22				
내덕리	0.59		0.44	관심	0.28	주의		○	
덕구리	0.51		0.30		0.20		△		
천평리	0.23		0.22		0.12		△		

* 적정개발가능량, 단위면적당이용량, 관정밀도는 리별 면적으로 나누어 산출하였기 때문에 읍면 평균값으로 산출평균되지 않음

<표 5-1-5> 상동읍 지하수 수질관리 필요지역

동리	질산성질소 평균 (mg/L)		오염원 분포밀도 (개소/km ²)		M DRASTIC INDEX		단위면적당 오염부하량 (kg/일/km ²)		조사자 의견	수질관리 필요지역	
										비규제적	규제적
평균	1.37		0.01		136.37		12.78				
구래리	0.60		-		143.77	주의	12.82			○	
내덕리	1.68		0.05		142.01	주의	14.42	주의		○	
덕구리	-		-		138.64		12.56		△		
천평리	-		-		142.04		11.17				

* 질산성질소 평균, 오염원분포밀도, DRASTIC INDEX, 단위면적당오염부하량은 리별 조사지점수 및 면적으로 나누어 산출하였기 때문에 읍면 평균값으로 산출평균되지 않음

* ※ 조사자 의견에서 △항목으로 기재된 지역은 금회 조사결과 이용량이 많거나, 수질이 문제가 되는 지역은 아니며 현장조사 및 청문결과 대책제안이 필요한 지역을 선정하였다.

다. 중동면

- 중동면은 망경대산(▲1,088m), 매봉산(▲1,268m), 운교산(▲925m) 등이 솟아 면을 둘러싸고 있다. 대부분 지역이 산지로 이루어져 평야가 적으며, 옥동천 등의 소하천이 면을 관류한다. 주요 농산물로는 고랭지채소와 석회석 등 광물자원이 있다. 태백선과 평창~태백 간 국도가 지난다.
- 중동면은 녹전리, 석항리, 연상리, 이목리, 직동리, 화원리 6개리(법정리)로 이루어져 있다. 영월군 지하수 제공자료(2019)에 따르면 전체 관정수는 98개소로 생활용 지하수가 66개소(67.3%), 공업용 지하수가 1개소(1.0%), 농업용 지하수가 31개소(31.6%)를 차지하고 있다.
- 관정현황조사는 50공을 대상으로 조사하였다. 생활용 지하수 28개소(56.0%), 공업용 지하수 1개소(2.0%), 농업용 지하수 21개소(42.0%)이다.
- 지하수 총 이용량은 141.92천 m^3 /년이다. 생활용 지하수 이용량은 70.62천 m^3 /년이고, 공업용 지하수 이용량은 10.07천 m^3 /년, 농업용 지하수 이용량은 61.22천 m^3 /년이다. 지하수 개발 가능량은 11,799.61천 m^3 /년으로 이용량 대비 개발가능량은 1.20%이다. 리별 이용량은 화원리가 51.92천 m^3 /년으로 가장 높았으며, 이용량 대비 개발가능량 또한 화원리가 3.13%로 가장 높았다. 이용량 대비 개발가능량이 낮은 곳은 직동리 0.00%, 녹전리 1.44%로 확인된다. 단위면적당 이용량은 1.14천 m^3 /년/ km^2 이며, 관정밀도도는 0.79공/ km^2 이다.
- 리별 평균 질산성질소는 석항리에서 3.90mg/L로 높았으며, 생활용수 기준(20mg/L) 미만으로 측정되었다. 지역별로 연상리는 점오염원 분포가 타 지역보다 높은 16개소이므로 농업 및 축사시설 밀집에 의한 지하수오염이 우려된다.
- DRASTIC Index는 평균 139.81로 영상지구 평균 131.17보다

약간 높으며, M DRASTIC Index 역시 평균 141.20으로 영상지구 평균 135.2보다 높은 오염취약성을 갖는 것으로 나타났다. 향후 지역개발에 필요한 오염유발시설을 설치 시 오염방지시설을 철저히 할 필요가 있다.

- 오염원 분포밀도는 0.31개소/km²로, 영상지구 평균 0.15개소/km²보다 높으며, 단위면적당 오염부하량 20.76kg/일/km²로 영상지구 평균 16.35kg/일/km² 보다 높다.
- 중동면 수량관리 필요지역으로는 관정밀도가 높은 석항리, 단위면적당 이용량이 높은 연상리, 화원리를 포함하였다. 또한, 수질관리 필요지역으로는 오염원분포밀도가 높은 연상리, M DRASTIC INDEX가 높은 이목리, 단위면적당오염부하량이 높은 화원리가 포함되었다<표 5-1-6~7>.

<표 5-1-6> 중동면 지하수 수량관리 필요지역

동리	이용량/적정개발가능량 (%)		단위면적당이용량 (천 m ³ /년/km ²)		관정밀도 (공/km ²)		조사자의견	수량관리 필요지역	
								비규제적	규제적
평 균	1.20		1.14		0.79				
녹전리	1.44		1.02		0.69		△		
석항리	1.68		1.62		2.25	주의		○	
연상리	2.35		2.27	주의	1.38			○	
이목리	1.49		1.44		1.41				
직동리	-		-		0.02		△		
화원리	3.13		3.02	심각	1.92				○

※ 적정개발가능량, 단위면적당이용량, 관정밀도는 리별 면적으로 나누어 산출하였기 때문에 읍면 평균값으로 산술평균되지 않음

<표 5-1-7> 중동면 지하수 수질관리 필요지역

동리	질산성질소 평균(mg/L)		오염원 분포밀도 (개소/km ²)		M DRASTIC INDEX		단위면적당 오염부하량 (kg/일/km ²)		조사자의견	수질관리 필요지역	
										비규제적	규제적
평 균	2.22		0.21		138.83		20.76				
녹전리	2.76		0.29		143.56		15.99				
석항리	3.90		-		141.01		34.07				
연상리	2.12		0.85	경계	139.62		34.50				○
이목리	1.98		0.50		148.03	경계	18.66				○
직동리	-		-		143.15		12.01				
화원리	2.01		0.47		131.82		38.53	주의	△	○	

※ 질산성질소 평균, 오염원분포밀도, DRASTIC INDEX, 단위면적당오염부하량은 리별 조사지점수 및 면적으로 나누어 산출하였기 때문에 읍면 평균값으로 산술평균되지 않음

* ※ 조사자 의견에서 △항목으로 기재된 지역은 금회 조사결과 이용량이 많거나, 수질이 문제가 되는 지역은 아니며 현장조사 및 청문결과 대책제안이 필요한 지역을 선정하였다.

5.1.3 선정 결과

본 조사결과 영상지구의 지하수관리필요지역 중 지하수 수량 부분은 김삿갓면 대야리, 옥동리, 와석리, 주문리, 상동읍 내덕리, 중동면 석항리, 연상리, 화원리로 전체 8개 리에 대하여 수량부족 및 수량관리 필요지역으로 나타났다. 지하수 수질 부분은 김삿갓면 대야리, 외룡리, 주문리, 상동읍 구래리, 내덕리, 중동면 연상리, 이목리, 화원리로 전체 8개 리에 대하여 수질관리 필요지역으로 분석되었다<표 5-1-8>.

<표 5-1-8> 읍·면별 지하수관리필요 지역

구 분		수량(동리)		수질(동리)	
계		8	-	8	-
영상 지구	김삿갓면	4	대야리 옥동리 와석리 주문리	3	대야리 외룡리 주문리
	상동읍	1	내덕리	2	구래리 내덕리
	중동면	3	석항리 연상리 화원리	3	연상리 이목리 화원리

5.2 지하수 보전·관리를 위한 대책제안

5.2.1 문제유형별 대책방안 분류

본 보고서에서는 지하수의 보전·관리를 위해서 수량, 수질, 시설물의 문제를 파악하여 다음과 같이 그 대책을 3개 대분류, 13개 소분류로 제안하여 해당 지자체에서 조치 가능하게 제안하였다<표 5-2-1>.

<표 5-2-1> 문제유형별 대책방안 분류

구분	유형	제안 내용
A	수량관리	① 지하수 개발제한 및 취수량 조정 ② 가뭄대비 용수공급 계획수립 ③ 신규관정개발 ④ 지하수 이용실태 조사 및 관측 ⑤ 급수시설 및 관로확충
B	수질관리	① 방치공 현황 파악 및 처리 ② 수질검사 강화 ③ 오염원 관리 ④ 대체수원 개발 ⑤ 지하수 정밀조사 및 관측
C	시설물관리	① 농업용 공공 이용시설 정비 ② 농업용 공공관정 사후관리 및 지하수영향조사 ③ 시설물관리 담당자교육

5.2.2 영상지구 지하수관리 필요지역 대책제안

영상지구 지하수관리 조사결과를 바탕으로 지하수 수량(유형 A), 수질(유형 B) 및 시설물 관리(유형 C) 유형별 문제점에 대한 대책방안을 지역별로 제시하였다<표 5-2-2~5>.

수량관리 분야에 포함되는 유형 A 지역은 이용량 대비 개발가능

량-단위면적당이용량-단위면적당 관정밀도에서 1개 이상 주의 수준이거나 현장조사결과 관리가 필요한 지역이 선정되었다. 또한 용수공급량과 수혜면적을 고려하여 지하수 개발방안에서 선정된 지역을 포함 시켰다. 선정된 지역은 대체용수 개발 및 기존 공공관정을 개량·정비할 것을 제안하였다.

수질관리 분야에 포함되는 유형 B 지역은 질산성질소평균-오염원 분포밀도-DRASTIC INDEX-단위면적당 오염부하량에서 1개 이상 주의 수준으로 구분되는 경우와 조사자 의견을 반영하여 선정하였다.

시설물관리 분야에 포함되는 유형 C 지역은 영상지구 내 농업용 공공관정의 일제조사 결과를 기준으로 선정하였다. 또한 모든 유형의 선정에 관리자 및 조사자의 현장조사와 현지인의 설문 및 청문 조사를 통하여 필요지역을 추가 선정하였다.

<표 5-2-2> 읍·면별 대책 제안

구 분		계	수량 (A)	수질관리 (B)	시설물관리 (C)
영 상 지 구		61	21	24	16
영상지구	김삿갓면	28	각동리 대야리 예밀리 옥동리 와석리 주문리 진별리	내리 대야리 예밀리 외룡리 주문리	대야리 예밀리 와석리 외룡리 주문리
	상동읍	15	내덕리 덕구리 천평리	구래리 내덕리 덕구리	내덕리 덕구리
	중동면	18	녹전리 석항리 연상리 직동리 화원리	연상리 이목리 화원리	이목리

<표 5-2-3> 지하수 수량 및 수질 장애사례(보도자료)

계재일	구분	매체	제목	비고
2019-07-12	가뭄	강원도민일보	영서지역은 아직도 가뭄 걱정	
	도내 전역에 장맛비가 내렸지만 동해안의 강한 비와는 대조적으로 영서지역 강수량은 가뭄해갈에 부족해 농민들의 시름이 여전히 깊다..			
2019-07-12	가뭄	강원도민일보	철원 짙은 장맛비 가뭄 해갈 태부족	
	10mm 미만 비에 애타는 농심8곳 평균저수율 24.2% 불과 일부지역 벼마름 현상 발생..			
2019-07-10	가뭄	강원도민일보	횡성 소규모 농촌마을 가뭄에 식수난 확산	
	병지방·상안리 등 불편 호소 지하수 부족 대책마련 시급			
2019-08-05	가뭄	강원일보	[철원]극심한 가뭄피해 되풀이..	
	현재 8곳 평균 저수율 20%...군-농어촌공 관리 이원화 주민 개선 요구 불구 `예산 부족·지뢰지대' 이유로 방치일각 "전담조직 신설"...공 "일원화 중앙 차원 논의 중"			
2018-09-04	수질	동아일보	폭우의 뒤끝...쓰레기로 뒤덮인 강원도 호수	
	소양호 등 부유 쓰레기 4000t, 수거 처리에 3개월 걸릴 듯..			
2019-07-08	가뭄	강원도민일보	강원 곳곳 마른장마에 '바짝' 지자체 대응도 '헉헉'	
	저수율44%'뚝'...살수차 동원 노인일자리 시간 조정			
2017-06-21	가뭄	강원도민일보	강원남부권 가뭄 극심 송어양식장 타격	
	최근 지속적인 가뭄에다 폭염주의보 발령도 이어지면서 영월과 평창·정선 등 강원남부권 송어양식업장이 물 부족과 수온 상승으로 송어 폐사 속출 피해가 발생하고 있다...			

<표 5-2-4> 김삿갓면 관리필요지역 세부내역

읍면	리	문제점	특징 및 종합 해석	대책
김삿갓면	각동리	1.농업용수 부족	1.농지 면적 대비 수해 면적이 적고, 하천에서 먼 지역의 관정시설이 부족	1. A-수량관리 가. A-3 신규관정 개발 1) 신규관정 개발 2) 이용량 실태조사 및 영향조사 후 관정 개발
	내리	1.M DRASTIC INDEX (관심)	2.오염취약성이 높아 오염원관리 대책이 필요	1. B-수질관리 가. B-2 수질검사 강화 1) 수질부적합 발생 관정 파악을 통한 수질 장애 우려지역 선정 나. B-3 오염원관리 1) 오염원 현황파악 2) 오염원 관리
	대야리	1.단위면적당이용량(주의) 2.공공관정 시설물	1.단위면적당 이용량이 높은 수준 2.농업용 공공관정 수질검사 미 실시 3.농업용 공공관정 시설물 정비 필요 (측정장치 및 기계 및 전기시설)	1. A-수량관리 가. A-1 지하수 개발제한 취수량 조정 1) 지하수 이용량 파악 2) 개발이용실태 조사 2. B-수질관리 가. B-2 수질검사 강화 1) 수질검사 미 실시 공공관정에 대하여 적기 검사 적기 시행을 위한 제안 3. C-공공관정 시설물 가. C-1 농업용 공공관정 이용시설 정비 1) 이용시설 정비 대상 우선순위 선정 나. C-3 시설물관리 담당자 교육 1) 시설물 담당자 교육을 통해 관정 유지관리에 대한 중요성 제고
	예밀리	1.농업용수 부족 2.공공관정 시설물	1.농지 면적 대비 수해 면적이 적고, 하천에서 먼 지역의 관정시설이 부족 1.미수해지역(잔여면적)이 많아 용수공급 방안 필요 2.농업용 공공관정 수질검사 미 실시 2.청문조사 결과, 마을 주민들이 수질 불량 호소하여 오염원 현황 및 관리 필요 3.농업용 공공관정 시설물 정비 필요 (양수장 및 보호공, 측정장치, 오염 방지시설 등)	1. A-수량관리 가. A-3 신규관정 개발 1) 신규관정 개발 2) 이용량 실태조사 및 영향조사 후 관정 개발 나. A-5 급수시설 및 관로 확충 1) 지표수를 이용한 수리시설물 확충 필요 2. B-수질관리 가. B-2 수질검사 강화 1) 수질검사 미 실시 공공관정에 대하여 적기 검사 적기 시행을 위한 제안 3. C-공공관정 시설물 가. C-1 농업용 공공관정 이용시설 정비 1) 이용시설 정비 대상 우선순위 선정 나. C-3 시설물관리 담당자 교육 1) 시설물 담당자 교육을 통해 관정 유지관리에 대한 중요성 제고
	옥동리	1.관정밀도(관심)	1.지하수고갈이 우려되며, 지하수 수량관리 필요	1. A-수량관리 가. A-1 지하수 개발제한 취수량 조정 1) 지하수 이용량 파악 2) 개발이용실태 조사

<표 5-2-4> 김삿갓면 관리필요지역 세부내역(계속)

읍면	리	문제점	특징 및 종합 해석	대책
김삿갓면	와석리	1.관정밀도(주의)	1.지하수고갈이 우려되며, 지하수 수량관리 필요 3.청문조사 결과, 농업용 공공관정의 시설물 정비가 필요(기계 및 전기 시설)	1. A-수량관리 가. A-1 지하수 개발제한 취수량 조정 1) 지하수 이용량 파악 2) 개발이용실태 조사 3. C-공공관정 시설물 가. C-1 농업용 공공관정 이용시설 정비 1) 이용시설 정비 대상 우선순위 선정 나. C-3 시설물관리 담당자 교육 1) 시설물 담당자 교육을 통해 관정 유지관리에 대한 중요성 제고
	외룡리	1.M DRASTIC INDEX (경계)	2.오염취약성이 높아 오염원관리 대책이 필요 2.청문조사 결과, 마을 주민들이 수질 불량 호소하여 오염원 현황 및 관리 필요 3.청문조사 결과, 농업용 공공관정의 시설물 정비가 필요(기계 및 전기 시설)	2. B-수질관리 가. B-2 수질검사 강화 1) 수질부적합 발생 관정 파악을 통한 수질 장애 우려지역 선정 나. B-3 오염원관리 1) 오염원 현황파악 2) 오염원 관리 3. C-공공관정 시설물 가. C-1 농업용 공공관정 이용시설 정비 1) 이용시설 정비 대상 우선순위 선정 나. C-3 시설물관리 담당자 교육 1) 시설물 담당자 교육을 통해 관정 유지관리에 대한 중요성 제고
	주문리	1.단위면적당이용량(경계) 2.관정밀도(관심) 3.오염원분포밀도(심각) 4.M DRASTIC INDEX (관심) 5.단위면적당오염부하량(심각)	1.단위면적당 이용량 및 관정밀도가 높은 수준 2.오염원 분포밀도, 오염취약성, 단위면적당 오염부하량이 높은 수준으로 오염원관리 대책이 필요 2.청문조사 결과, 마을 주민들이 수질 불량 호소하여 오염원 현황 및 관리 필요 3.청문조사 결과, 농업용 공공관정의 시설물 정비가 필요(기계 및 전기 시설) 1.2.위 내용에 따라 수량 및 수질우려지역으로 확인되며 관측공 설치를 통한 지속적 관측이 필요	1. A-수량관리 가. A-1 지하수 개발제한 취수량 조정 1) 지하수 이용량 파악 2) 개발이용실태 조사 나. A-4 지하수 이용실태 조사 및 관측 1) 농촌지하수관측공 설치를 통해 수량모니터링을 실시하고 선량한지하수 관리 도모 2. B-수질관리 가. B-2 수질검사 강화 1) 수질부적합 발생 관정 파악을 통한 수질 장애 우려지역 선정 나. B-3 오염원관리 1) 오염원 현황파악 2) 오염원 관리 다. B-5 지하수 정밀조사 및 관측 1) 농촌지하수관측공 설치를 통해 수량모니터링을 실시하고 선량한지하수 관리 도모 3. C-공공관정 시설물 가. C-1 농업용 공공관정 이용시설 정비 1) 이용시설 정비 대상 우선순위 선정 나. C-3 시설물관리 담당자 교육 1) 시설물 담당자 교육을 통해 관정 유지관리에 대한 중요성 제고
	진별리	1.농업용수 부족	1.농지 면적 대비 수해 면적이 적고, 하천에서 먼 지역의 관정시설이 부족	1. A-수량관리 가. A-3 신규관정 개발 1) 신규관정 개발 2) 이용량 실태조사 및 영향조사 후 관정 개발

<표 5-2-5> 상동읍 관리필요지역 세부내역

읍면	리	문제점	특징 및 종합 해석	대책
상동읍	구래리	1.M DRASTIC INDEX (주의)	2.오염취약성이 높아 오염원관리 대책이 필요 2.청문조사 결과, 마을 주민들이 수질 불량 호소하여 오염원 현황 및 관리 필요	1. B-수질관리 가. B-2 수질검사 강화 1) 수질부적합 발생 관정 파악을 통한 수질 장애 우려지역 선정 나. B-3 오염원관리 1) 오염원 현황파악 2) 오염원 관리
	내덕리	1.단위면적당이용량(관심) 2.관정밀도(주의) 3.M DRASTIC INDEX (주의) 4.단위면적당오염부하량(주의) 5.공공관정 시설물	1.단위면적당 이용량 및 관정밀도가 높은 수준 2.농업용 공공관정 중 매물공 1개소가 존재 2.농업용 공공관정 수질검사 미실시 2.오염취약성 및 단위면적당 오염부하량이 주의 수준이며 오염원관리 대책이 필요 3.농업용 공공관정의 시설물 정비가 필요(기계 및 전기시설) 1.2.위 내용에 따라 수량 및 수질우려지역으로 확인되며 관측공 설치를 통한 지속적 관측이 필요	1. A-수량관리 가. A-1 지하수 개발제한 취수량 조정 1) 지하수 이용량 파악 2) 개발이용실태 조사 나. A-4 지하수 이용실태 조사 및 관측 1) 농촌지하수관측공 설치를 통해 수량모니터링을 실시하고 선량한지하수 관리 도모 2. B-수질관리 가. B-1 방지공 현황 파악 및 처리 1) 내덕리 134번지(실체없음) 나. B-2 수질검사 강화 1) 수질부적합 발생 관정 파악을 통한 수질 장애 우려지역 선정 다. B-3 오염원관리 1) 오염원 현황파악 2) 오염원 관리 라. B-5 지하수 정밀조사 및 관측 1) 농촌지하수관측공 설치를 통해 수량모니터링을 실시하고 선량한지하수 관리 도모 3. C-공공관정 시설물 가. C-1 농업용 공공관정 이용시설 정비 1) 이용시설 정비 대상 우선순위 선정 나. C-3 시설물관리 담당자 교육 1) 시설물 담당자 교육을 통해 관정 유지관리에 대한 중요성 제고
	덕구리	1.농업용수 부족 2.공공관정 시설물	1.농지 면적 대비 수혜 면적이 적고, 하천에서 먼 지역의 관정시설이 부족. 2.농업용 공공관정 수질검사 미실시 3.농업용 공공관정의 시설물 정비가 필요(기계 및 전기시설)	1. A-수량관리 가. A-3 신규관정 개발 1) 신규관정 개발 2) 이용량 실태조사 및 영향조사 후 관정 개발 2. B-수질관리 가. B-2 수질검사 강화 1) 수질검사 미실시 공공관정에 대하여 적기 검사 적기 시행을 위한 제안 3. C-공공관정 시설물 가. C-1 농업용 공공관정 이용시설 정비 1) 이용시설 정비 대상 우선순위 선정 다. C-3 시설물관리 담당자 교육 1) 시설물 담당자 교육을 통해 관정 유지관리에 대한 중요성 제고
	천평리	1.농업용수 부족	1.농지 면적 대비 수혜 면적이 적고, 하천에서 먼 지역의 관정시설이 부족	1. A-수량관리 가. A-3 신규관정 개발 1) 신규관정 개발 2) 이용량 실태조사 및 영향조사 후 관정 개발

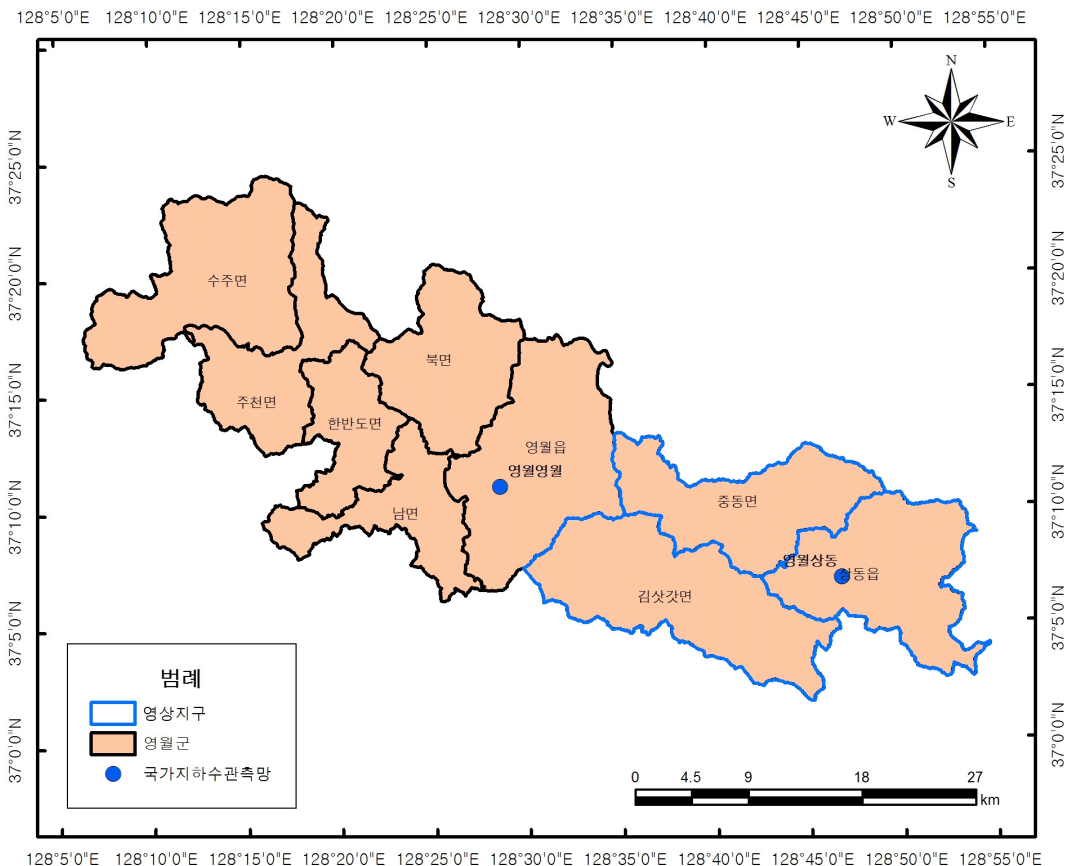
<표 5-2-6> 중동면 관리필요지역 세부내역

읍면	리	문제점	특징 및 종합 해석	대책
중동면	낙전리	1.농업용수 부족	1.농지 면적 대비 수혜 면적이 적고, 하천에서 먼 지역의 관정시설이 부족	1. A-수량관리 가. A-3 신규관정 개발 1) 신규관정 개발 2) 이용량 실태조사 및 영향조사 후 관정 개발
	석항리	1.관정밀도(주의)	1.지하수고갈이 우려되며, 지하수 수량관리 필요	1. A-수량관리 가. A-1 지하수 개발제한 취수량 조정 1) 지하수 이용량 파악 2) 개발이용실태 조사
	연상리	1.단위면적당이용량(주의) 2.오염원분포밀도(경계)	1.단위면적당 이용량이 높은 수준 2.오염원 분포밀도가 경계 수준이며 오염원관리 대책이 필요 2.청문조사 결과, 마을 주민들이 수질 불량 호소하여 오염원 현황 및 관리 필요 1.2.위 내용에 따라 수량 및 수질 우려지역으로 확인되며 관측공 설치를 통한 지속적 관측이 필요	1. A-수량관리 가. A-1 지하수 개발제한 취수량 조정 1) 지하수 이용량 파악 2) 개발이용실태 조사 나. A-4 지하수 이용실태 조사 및 관측 1) 농촌지하수관측공 설치를 통해 수량모니터링을 실시하고 선량한지하수 관리 도모 2. B-수질관리 가. B-2 수질검사 강화 1) 수질부적합 발생 관정 파악을 통한 수질 장애 우려지역 선정 나. B-3 오염원관리 1) 오염원 현황파악 2) 오염원 관리 다. B-5 지하수 정밀조사 및 관측 1) 농촌지하수관측공 설치를 통해 수량모니터링을 실시하고 선량한지하수 관리 도모
	이목리	1.M DRASTIC INDEX (경계) 2.공공관정 시설물	2.오염취약성이 높아 오염원관리 대책이 필요 2.농업용 공공관정 수질검사 미실시 3.농업용 공공관정의 시설물 정비가 필요(측정장치, 기계 및 전기시설)	2. B-수질관리 가. B-2 수질검사 강화 1) 수질부적합 발생 관정 파악을 통한 수질 장애 우려지역 선정 나. B-3 오염원관리 1) 오염원 현황파악 2) 오염원 관리 3. C-공공관정 시설물 가. C-1 농업용 공공관정 이용시설 정비 1) 이용시설 정비 대상 우선순위 선정 다. C-3 시설물관리 담당자 교육
	지동리	1.농업용수 부족	1.농지 면적 대비 수혜 면적이 적고, 하천에서 먼 지역의 관정시설이 부족 1.미수혜지역(잔여면적)이 많아 용수공급 방안 필요	1. A-수량관리 가. A-3 신규관정 개발 1) 신규관정 개발 2) 이용량 실태조사 및 영향조사 후 관정 개발 나. A-5 급수시설 및 관로 확충 1) 지표수를 이용한 수리시설물 확충 필요
화원리	1.단위면적당이용량(심각) 2.관정밀도(경계) 3.단위면적당오염부하량(주의)	1.단위면적당 이용량 및 관정밀도 또한 높은 수준 2.단위면적당 오염부하량이 주의 수준이며 오염원관리 대책이 필요 1.2.위 내용에 따라 수량 및 수질 우려지역으로 확인되며 관측공 설치를 통한 지속적 관측이 필요	1. A-수량관리 가. A-1 지하수 개발제한 취수량 조정 1) 지하수 이용량 파악 2) 개발이용실태 조사 나. A-4 지하수 이용실태 조사 및 관측 1) 농촌지하수관측공 설치를 통해 수량모니터링을 실시하고 선량한지하수 관리 도모 2. B-수질관리 가. B-2 수질검사 강화 1) 수질부적합 발생 관정 파악을 통한 수질 장애 우려지역 선정 나. B-3 오염원관리 1) 오염원 현황파악 2) 오염원 관리 다. B-5 지하수 정밀조사 및 관측 1) 농촌지하수관측공 설치를 통해 수량모니터링을 실시하고 선량한지하수 관리 도모	

5.2.3 영상지구 지하수 모니터링

가. 국가 지하수 관측망 현황

영월군 국가 지하수 관측망은 영월읍, 상동읍에 위치하며 영상지구에는 상동관측망이 위치한다<그림 5-2-1>,<표 5-2-7>.



<그림 5-2-1> 국가 지하수관측망 위치도

<표 5-2-7> 영월군 국가 지하수관측망 설치현황(2018. 10)

관측 소명	관측정번호	위 치	설치일자	심도 (m)	구분
영월영월	73505	강원도 영월군 영월읍 영흥리 85	-	70	암반
영월상동	9868	강원도 영월군 상동읍 내덕리 235	1998.05.16	77	암반

나. 농촌지하수관리 신규 관측망(영상지구) 대상지 분석

■ 목적

- 농어촌 용수구역별 지하수 수위·수질 우려 지역에 대한 지하수 장기 관측자료 분석을 토대로 해당 용수구역 지하수의 합리적인 개발·이용을 목적으로 한다.
- 관측공은 오염, 가뭄 등 농업 재해를 예방하기 위해 계측시스템을 구축하여 기상변화에 따른 수자원 확보 및 수자원 부족 및 오염에 대한 대책수립 마련에 활용하고자 한다.

■ 농촌지하수관리 관측망 개요

- 농어촌 용수구역마다 설치된 실시간 지하수 수위·수질 원격감시 관측공에 대한 일관 관리체계를 일컫는다.
- 농촌지하수관리 관측시설은 관측공, 관측센서, RTU 전원공급장치, 보호시설 등으로 구성된다.
- 각 관측공에서는 원격감시 시스템을 이용하여 매일 1시간 간격으로 지하수 수위(m), 지하수 수온(℃) 및 전기전도도(electric conductivity(EC), $\mu\text{S}/\text{cm}$) 자료를 자동으로 수집하여 서버로 전송한다.



1) 관측공 굴착, 보호시설 설치



2) 센서, RTU 전원공급장치, 케이블 준비



3) 관정내장형 관측장치 설치



4) 관측망 설치 완료

<그림5-2-2> 관측망 설치과정

▣ 영상지구(김삿갓면, 상동읍, 중동면) 관측망 설치 대상지

- 김삿갓면, 중동면, 상동읍 순서로 지하수이용량과 관정개발밀도가 높게 나타난다. 이를 용도별로 분류하였을 때 농업용 관정 개소수가 전체 29.19%이며, 농업용수 이용량은 전체 지하수 이용량의 42.95%를 차지한다. 영상지구는 관정수에 비해 농업용수 이용량이 높으며, 농업용 비료에 의한 수질오염, 농번기 수량부족, 축산시설 분뇨에 의한 수질오염 등이 발생할 수 있다.
- 김삿갓면, 상동읍, 중동면 3개 읍면에서 지하수관리 필요지역을 참고하여 수량 및 수질 관리필요지역에 공통적으로 들어가는 해당 리를 선별하여 각각 주문리, 내덕리, 연상리, 화원리를 설치 대상지로 우선 선정하였다 <표 5-2-2>. 수질관리필요지역 및 수량관리필요지역으로 선정된 지역을 대상으로 세부 부지조사를 실시한 후 관측망 설치 검토가 필요하다.

5.2.4 영상지구 관리필요지역 및 조사결과 종합분석

영월군 영상지구 전체에서 수량관리필요지역 8개 리, 수질관리필요지역 8개 리가 선정되었다. 다음 <표 5-2-8~10>를 통해 각 읍면별 관리필요지역의 특성 및 읍면별 특성에 따른 종합분석을 표로 정리하였다. 읍면별 분석은 김삿갓면, 상동읍, 중동면을 대상으로 진행하였다.

<표 5-2-8> 김삿갓면 관리필요지역 및 종합분석

김삿갓면 관리필요지역 및 종합분석
<p>㉠ 관리필요지역</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 내리(수질-비규제적 관리필요지역) <ul style="list-style-type: none"> • M DRASTIC INDEX “관심”-오염취약성이 높아 오염관리 대책 필요 2. 대야리(수량-비규제적 관리필요지역) <ul style="list-style-type: none"> • 단위면적당 이용량 “주의”-농업용 공공관정 시설물관리 정비 실시 3. 옥동리(수량-비규제적 관리필요지역) <ul style="list-style-type: none"> • 관정밀도 “관심”-지하수 수량관리 필요 4. 와석리(수량-비규제적 관리필요지역) <ul style="list-style-type: none"> • 관정밀도 “주의”-지하수 수량관리 필요 5. 외룡리(수질-규제적 관리필요지역) <ul style="list-style-type: none"> • M DRASTIC INDEX “경계” -오염취약성이 높아 오염관리 대책 필요 -지하수오염유발시설 신규 부지 선정시 주의 필요 6. 주문리(수량 및 수질-규제적 관리필요지역) <ul style="list-style-type: none"> • 단위면적당 이용량 “경계”, 관정밀도 “관심”-지하수 개발제한 취수량 조정 필요 -지하수이용량 파악, 개발이용실태조사 필요 • 오염원분포밀도 “심각”, M DRASTIC INDEX “관심”, 단위면적당 오염부하량 “심각” -수질검사 강화, 수질부적합 관정 파악을 통한 수질 장애 우려지역 선정
<p>㉡ 농업용수 필요지역</p> <p>김삿갓면 농지면적 11.46km², 수혜면적 1.85km²로 전체 농지면적 중 16.1%로 비교적 낮은 용수 수혜를 받고 있다. 김삿갓면 각동리, 외룡리, 주문리, 진별리는 를 제외하고는 취입보, 농업용관정을 통해 일부 급수가 이루어지며, 농어촌용수이용합리화계획에 따라 미수혜비율이 91.0%로 높은 진별리에 우선적으로 용수 공급 진행이 필요하지만, 전반적으로 미수혜비율이 83.9%를 넘기 때문에 김삿갓면 대부분 리 지역에 수량관리를 철저히 하면서 꼭 필요한 지역에는 우선순위를 부여한 용수공급 검토가 필요하다. 기존 시설물을 활용하여 농업용수 공급량을 일정 부분 증가시킬 수 있다. 시설물정비 필요관정에 선정된 3개 관정 및 양수량 감소 현상이 나타난 관정을 대상으로 시설물정비를 실시한다면 신규 관정개발 대비 저비용으로 시설물을 관리할 수 있다.</p>

<표 5-2-9> 상동읍 관리필요지역 및 종합분석

상동읍 관리필요지역 및 종합분석
<p>㉠ 관리필요지역</p> <p>1. 구래리(수량-비규제적 관리필요지역)</p> <ul style="list-style-type: none"> • M DRASTIC INDEX “관심”-오염취약성이 높아 오염관리 대책 필요 <p>2. 내덕리(수량 및 수질-비규제적 관리필요지역)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 단위면적당 이용량 “관심”, 관정밀도 “주의” -농업용 공공관정 시설물관리 정비 실시 • M DRASTIC INDEX “주의”, 단위면적당오염부하량 “주의” -오염유발시설관리 필요하며, 수질검사 강화
<p>㉡ 농업용수 필요지역</p> <p>상동읍 농지면적 3.92km², 수혜면적 1.57km²로 전체 농지면적 중 40.2% 용수 수혜를 받고 있다. 내덕리는 취입보, 농업용관정을 통해 일부 급수가 이루어지며, 농어촌용수이용합리화계획에 따라 미수혜비율이 100.0%로 높은 천평리에 우선적으로 용수 공급 진행이 필요하다. 기존 시설물을 활용하여 농업용수 공급량을 일정 부분 증가시킬 수 있다. 시설물정비 필요관정에 선정된 2개 관정 및 양수량 감소 현상이 나타난 관정을 대상으로 시설물정비를 실시한다면 신규 관정개발 대비 저비용으로 시설물을 관리할 수 있다.</p>

<표 5-2-10> 중동면 관리필요지역 및 종합분석

중동면 관리필요지역 및 종합분석
<p>㉠ 관리필요지역</p> <p>1. 석항리(수량-비규제적 관리필요지역)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 관정밀도 “주의”-지하수 수량관리 필요 <p>2. 연상리(수량-비규제적 관리필요지역, 수질-규제적 관리필요지역)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 단위면적당 이용량 “주의” -지하수이용량 파악, 개발이용실태조사 필요 • 오염원분포밀도 “경계” -수질검사 강화, 수질부적합 관정 파악을 통한 수질 장애 우려지역 선정 <p>3. 이목리(수질-규제적 관리필요지역)</p> <ul style="list-style-type: none"> • M DRASTIC INDEX “경계” -오염취약성이 높아 오염관리 대책 필요 -지하수오염유발시설 신규 부지 선정시 주의 필요 -농업용 공공관정 시설물관리 정비 실시 <p>4. 화원리(수량-규제적 관리필요지역, 수질-비규제적 관리필요지역)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 단위면적당 이용량 “심각” -지하수이용량 파악, 개발이용실태조사 필요 • 단위면적당오염부하량 “주의” -지하수오염유발시설 신규 부지 선정시 주의 필요
<p>㉡ 농업용수 필요지역</p> <p>중동면 농지면적 9.45km², 수혜면적 1.45km²로 전체 농지면적 중 15.4% 용수 수혜를 받고 있다. 농어촌용수이용합리화계획에 따라 미수혜비율이 100.0%로 높은 직동리에 우선적으로 용수 공급 진행이 필요하다. 기존 시설물을 활용하여 농업용수 공급량을 일정 부분 증가시킬 수 있다. 시설물정비 필요관정에 선정된 3개 관정 및 양수량 감소 현상이 나타난 관정을 대상으로 시설물정비를 실시한다면 신규 관정개발 대비 저비용으로 시설물을 관리할 수 있다.</p>

영상지구는 농업활동이 활발하나 주거인구밀도가 높지 않으며, 축사시설을 제외한 잠재오염원의 비중이 크지 않다. 영월군의 효율적인 지하수 관리 및 농업 활성화를 위하여 중점적으로 진행되어야 할 부분은 1) 잠재오염원(축사시설) 관리, 2) 시설물 관리, 3) 농업용수 부족지역 대상 확충 사업, 4) 신재배작물을 통한 6차 산업 추진으로 나눌 수 있다.

1) 잠재오염원(축사시설) 관리

비점오염원 관리방안은 부록4. 지하수관리 방안 <표4-1-1>에 수록되어있으며, 특히 질산성질소 초과관정이 위치한 김삿갓면 대야리(1개소), 예밀리(2개소)를 중심으로 축사시설 하부 인근의 지하수 시설물에 대한 수질관리가 철저히 이루어져야한다.

2) 시설물 관리

두 번째로 영월군 영상지구 내에 분포하는 298개의 관정 중 농업용수 공급에 사용되는 농업용 공공관정에 대한 시설물 관리가 철저히 이루어져야 한다. 법적이행사항에 포함되는 수질검사의 주기적인 검사를 통해 관리되어야하며 이외에도 관정 양수장옥 및 전기시설 등 관정 이용시설에 대해서 보수가 필요한 관정이 나타났다. 공공관정 대상 조사결과, 김삿갓면의 경우 수질검사가 필요한 관정 4공, 상동읍 2공, 중동면 4공으로 조사되었다. 공공관정 조사결과는 <본문 II.농업용 공공관정 현황조사>에 유지관리 및 원상복구가 필요한 관정의 세부정보(추진비용, 관정주소 등)가 수록되어 있다. 영상지구 청문조사 시 주기적인 수질검사 요청이 있었으며, 관정의 적절한 유지관리를 통하여 초기 양수량을 유지하고 농업용수 수질기준에 맞는 용수를 안전하게 공급할 수 있다.

3) 농업용수 부족지역 대상 확충 사업

영월군의 경우 소규모 사설 관정에 대한 이용이 높으며, 농업용

공공관정은 행정자료 상 11공으로 집계되었으나, 1공이 폐공되어 있는 상태이다. 이번 현장조사 시 이용관정 수량부족에 대한 지하수 이용자 의견이 도출되었으므로 실질적인 용수 확보 방안 수립이 중요하다. 부록에 수록된 인공함양 방법 외에 관정 정비 방법, 지하수 이용자 교육, 농업용 공공관정 개발이 미수혜지역 용수 공급에 도움이 될 수 있다.

- ㉠ 관 정 정 비: 내부의 충전물 침전, 시설물 노후화, 보호시설 훼손 등이 관정의 노후화를 가속시키며 양수량 저하의 원인이 된다. 따라서 관정의 기계적 정비공법을 통해 당초 양수량을 확보하고 용수공급량을 늘릴 수 있다. 기계적인 관정 정비공법은 충전물질이나 생물학적인 작용에 의한 침전물을 물리적으로 제거하는 기술로, 고압의 공기를 주입하는 에어써징, 물리적 교반, 분사 등 다양한 방법이 있다. 관정 정비를 통하여 공내 세척 후 추가 확보 양수량은 전체 토출량 대비 8~16% 까지 증가하는 것으로 나타났다(송성호 외 2인, 2016). 따라서 관정별 적절한 정비공법을 선택하여 기존 수리시설물의 활용성을 높여야한다.
- ㉡ 이용자 교육: 지하수 청문조사 시, 관정의 수질검사 유무 및 지하수 방치공 등 관정에 대한 인식이 부족하여 실제 행정자료와 청문조사 결과가 불일치하는 경우가 다소 있었다. 관정의 주기적인 관리는 필수이나, 실제 지하수를 사용하는 이용자가 일상적인 관정점검 및 문제점에 대해 인지하고 있어야한다. 따라서 관정 이용자를 대상으로 관정 토출수량 부족/수질불량/이용시설 노후화/수질검사 유무 등 기초적인 관정 정보에 대한 교육이 이루어져야한다. 또한 지하수를 무분별하게 사용할 경우 지하수위 감소, 대수층 고갈 등 수량부족 현상이 나타날 수 있기 때문에 적정양수량 준수에 대한 정보를 고지해야할 필요가 있다.
- ㉢ 공공관정 개발: 양수량이 낮은 개인 사설관정 및 신고 관정들

은 법적 관리제도 안에 포함되지 않는 경우가 많다. 따라서 이러한 소형관정은 추후 미활용 방치공이 될 가능성이 높고 및 관정 시설물 관리가 제대로 이루어지지 않는 경우가 있다. 따라서 관리가 힘든 소형관정을 원상복구하고, 취수가능량이 높고 법적관리가 용이한 농업용 대형관정을 개발하여 관정관리의 효율성을 높일 수 있다. 대형관정을 개발할 때는 충분한 적지조사 및 기초조사가 뒷받침되어야하며, 개발 이후에도 주기적인 시설물 관리가 이루어져야 한다.

4) 고부가가치 작물 재배를 통한 농업 활성화

영월은 밭 농사가 매우 큰 비중을 차지하고 있으며 주요 농산물은 쌀, 보리, 옥수수, 감자 등이며 특히 주천면에서는 옥수수, 땅콩, 한반도면에서는 옥수수, 마늘, 참깨와 약용작물로 백작약 등이 생산된다. 특히 고랭지에 형성된 고위평탄면에서 배추를 비롯한 고랭지 채소의 재배가 이루어지는 반면 영월군은 토마토, 파프리카와 같은 시설물 재배는 소규모로 이루어지고 있다.

최근 영월에서 특용작물 재배단지 육성의 비중이 높아지면서 시 특용작목 육성을 통한 당귀, 천궁 등이 상동지역을 중심으로 재배되고 있다. 밭작물 재배에 영월의 청정한 지하수를 이용한다면 고부가가치의 농작물을 상품으로 가공하고 농가체험 프로그램 등 서비스 업종으로 확대시켜 6차 산업 및 농업 활성화를 이끌 수 있다. 농업용수 공급방안을 통하여 재배작목에 적절한 농지를 선정할 수 있으며, 이미 농업활동이 왕성한 지역은 지하수 이용량을 조절하여 안정적인 지하수를 공급받을 수 있다.

지금까지 영상지구의 전체적인 지하수 관리방안 및 농업분야 적용 가능성에 대하여 살펴보았다. 지하수자원관리사업 조사결과를 바탕으로 영상지구 지하수 활용방안을 도출하고, 상기 명시된 방법들을 통해 지하수를 관리할 수 있다.

VI. 용어해설

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	대수층 내의 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	단위격자 당 구조선의 개수와 교차점의 개수를 감안하여 가중치를 주어 구하는 밀도 값
국가지하수 관측망	전국의 지하수 수위변동실태 등 지하수 부존특성을 조사하기 위하여 건설교통부 장관이 설치한 지하수 관측시설로서 광역적인 지하수의 수위·수질 변동실태를 감시·관측
대수층	모래나 자갈 등으로 이루어진 지층이 대표적인 예로서 지하수로 포화되어 있는 지층 중에서 투수성과 저류성이 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. 소형관정에서보다 다량의 지하수를 개발하고자 할 때 사용되는 우물로 굴착 깊이는 수백m에 이르기도 함
동위원소	원자 번호는 같으나 질량수가 다른 핵종으로 원자핵중의 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 관측대상 지점에 관측정을 설치하여 지하수 수위(수질) 특성 자료를 획득
비양수량	양수량을 우물의 수위하강 값으로 나눈 것으로서 우물의 지하수 산출능력으로 비양수량은 수 시간의 양수와 그 때의 수위강하 값으로 산출
비점오염원	농약살포, 비료살포 등의 농업오염원과 같이 넓은 지역에서 오염물질이 광범위하게 확산되는 것
비포화대	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 소형 착정기를 이용하여 직경 75~100mm로 지하 10~20m 심도로 굴착한 후 구경 30~50mm 내외의 철제 또는 pvc 유공관을 공 내에 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, 지하수장애를 예방하기 위한 지하수영향조사를 실시하여 합리적인 지하수개발추진
수문지질단위	지질시대, 암석의 종류, 암상, 지형, 공극의 형태 및 투수계수, 투수량계수, 저류계수, 지하수 산출량과 같은 세부수리지질특성 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
순간수위 변화시험	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 수위 강하, 또는 양수정지 후의 수위상승을 관측하고, 그로부터 수리상수를 산정
오염발생 부하량	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 등수위라 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 주변 환경 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	대수층 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 변동곡선이라 하며, 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 메트 헤모글로빈으로 산화시키며 그 결과 조직으로의 산소공급이 제한되는 중독증상
총 고용물질	물 시료의 수분을 완전히 증발시킨 후 남은 물질의 중량을 측정하는 것
충적관정	충적층 지하수 또는 하천복류수를 채수하는 정호
토양오염 대책기준	오염의 정도가 사람의 건강과 동식물의 생육에 지장을 초래할 우려가 있어 토지의 이용중지, 시설의 설치금지 등 규제 조치가 필요한 정도의 오염 기준. 이 기준을 초과 하면 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 단위 폭으로 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 포화대라고 하며 이것의 두께
풍수기	하천의 물 따위가 풍부한 시기
해수침투조사	해안지방의 대수층은 해수와 담수가 경계면을 가지고 평형을 이루며 담수가 바다 쪽으로 흐르는데, 해안지방이 개발되어 지하수의 채수가 많아지면, 담수의 수두가 감소하여 해수가 대수층 내로 들어오는 현상을 해수침투라고 하고 이것을 조사하는 일을 해수침투조사라고 함
화성암	지하 깊은 곳에서 생성된 마그마가 지각 중에 상승 관입하거나 지표에 분출한 후 냉각 고결되어 생성된 암석으로 크게 화산암과 관입암으로 분류됨

용 어	설 명
Co-kriging	두 가지 이상 여러 변수의 선형조합을 사용하여 자료가 알려지지 않은 지점에서 값을 예측하는 크리깅을 공동 크리깅(co-kriging)이라 함. 이때 예측하고자 하는 변수를 주변수라하고 주변수가 아닌 변수를 이차변수라 하며 이차변수는 여러 개가 될 수 있음.
DRASTIC	7가지 요인들의 대표문자를 조합한 용어로 각 인자들의 지하수 오염에 대한 상대적인 영향을 평가하기 위해 각 인자에 가중치(weight), 범위(ranges), 등급(rating)을 수치로 부여하여 일정 지역에서의 DRASTIC 지수를 산출, 비교하여 주변지역에 대한 상대적인 지하수의 오염 가능성을 평가하는 기법 D : 지하수면의 깊이(Depth to water) R : 지하수 함양량(net Recharge) A : 대수층의 구성매질(Aquifer media) S : 지표토양의 구성매질(Soil media) T : 지형(Topography) I : 비포화대 매질의 영향(Impact of the vadose zone media) C : 대수층의 수리전도도(hydraulic Conductivity of aquifer)
Kring	관심 있는 지점에서 특성치를 알기 위해 이미 값을 알고 있는 주위의 값들의 가중 선형조합으로 미지의 값을 예측하는 지구 통계적 기법
PCE	테트라클로로에틸렌으로 유기염소계 용제의 하나로, 드라이 클리닝이나 반도체 공장 등에서 사용되는데 유사 물질인 트리클로로에틸렌(TCE)과 함께 토양, 수질오염의 원인이 되고 유해물질로 지정되어 있는 발암성물질
Piper diagram	용존 성분 중 양이온(Ca-Mg-(Na+K))과 음이온(CO ₃ +HCO ₃)-SO ₄ -Cl)간의 상대적 당량비를 백분율로 계산하여 삼각 다이어그램에 표시한 후, 지하수의 수질을 표시하는 그림.
NRCS-CN 침투량분석	지역단위 지하수함양량을 산정하는데 있어, 강우의 침투량을 구하고 여러 해의 평균 침투량과 평균 강우량을 비교하여 지하수 함양율을 구하는 방법

용 어	설 명
Stiff diagram	수질의 화학성분의 농도를 도시하는 그래프의 하나로, 좌측에는 양이온, 우측에는 음이온으로 각각 구분하여 epm(equivalent per milloin) 농도를 표시하고 각 점을 직선으로 연결하여 나타낸 도표.
TCE	달콤한 냄새를 풍기는 무색투명한 액체로, 금속기계 부품의 탈유지세정제, 금속 표면의 건조 섬유의 세척과 염색 일반 용해제 등으로 사용되는 유기용제로 지하수 및 토양오염을 유발시키는 인체에 유해한 주요물질
Thiessen 강수량	어떤 지점의 강수량과 그 지점에 의하여 대표되는 면적으로 계산된 강수량의 합을 이용하는 방법
Variogram	일정한 거리에 있는 자료들의 유사성을 나타내는 척도. 일정거리 만큼 떨어진 두 자료들 간의 차이를 제공한 것의 기댓값.

VII. 참고문헌

VII. 참고문헌

- 강부식, 2008. Palmer 가뭄지수에 대한 재고찰. 물과 미래. 42(4), 68~75.
- 강원도, 2018, 통계연보
- 영월군, 2018, 통계연보
- 건설교통부, 1969~2006, 한국수문조사연보
- 건설교통부, 1998~2007, 지하수조사연보
- 건설교통부, 1998~2015, 지하수관측연보
- 건설교통부, 2001, 수자원장기종합계획
- 건설교통부, 2003, 지하수업무수행지침서
- 건설교통부, 2014, 한국하천일람
- 건설교통부, 2007, 지하수관리 기본계획, 149 p.
- 구민호, 이대하, 2002, 지하수위 변동법에 의한 지하수 함양량 산정의 수치해석적 분석, 지질학회지, 38(3), 407~420.
- 국무총리실수질개선기획단, 2000, 물·환경관련 연구과제 보고서
- 국토교통부, 2013~2017, 지하수조사연보
- 국토해양부, 2008~2012, 지하수조사연보
- 환경부, 2018, 지하수조사연보
- 국토해양부, 2012, 지하수관리 기본계획
- 기상청, 2012, 한반도 기후변화 전망보고서
- 기후변화정보센터, <http://www.climate.go.kr>
- 김규한, Nakai, N., 1988, 남한의 지하수 및 강수의 안정동위원소 조성, 지질학회지, Vol. 24, p. 37-46
- 김남진, 윤성택, 김형수, 정경문, 김규범, 2001, 지구통계 기법을 활용한 울진 지역 천부지하수의 수질 및 수리지구화학 특성 해석
- 김남형, 1998, 지하수수문학
- 농림수산식품부, 한국농어촌공사, 1996, 원문지구 농어촌용수구역 조사보고서
- 농림수산식품부, 한국농어촌공사, 1998, 지하수관측망 유지관리방안

- 농림수산식품부, 한국농어촌공사, 1999, 농촌용수10개년계획(보완)
- 농림수산식품부, 한국농어촌공사, 2000, 농업용수 수질조사 보고서
- 농림수산식품부, 한국농어촌공사, 2000, 농어촌지역 지하수자원의 오염에
측도 작성기법에 관한 연구
- 농림수산식품부, 한국농어촌공사, 2001, 농어촌지역 오염된 지하수의 정화
처리 방안에 관한 연구
- 농림수산식품부, 한국농어촌공사, 2001, 지하수자동수위관측기 개발 연구
- 농림수산식품부, 한국농어촌공사, 2001, 지하수정보종합관리를 위한 GIS
활용기법 개발
- 농림수산식품부, 한국농어촌공사, 2002, 농촌지하수관리조사 실무지침서
- 대한광업진흥공사, 1998, 지하수개발가능량 및 오염취약성 평가에 관
한 연구
- 류순호, 최우정, 한광현, 1999, 질소동위원소분석을 이용한 경기도지역 지
하수 중 질산성질소 오염원 규명, 한국토양비료학회지, Vol. 32,
No. 1
- 문상호, 함세영, 우남철, 이철우, 2001, 지하수 추적자
- 민경덕, 서정희, 권병두, 1988, 응용지구물리학
- 박기욱, 김진택, 주옥종, 이용직, 2006, 농업 가뭄의 평가를 위한 가뭄지수
의 적용성 분석, 한국관개배수학회논문집, 13(1), 72~81.
- 손호웅 등, 2000, 지반환경물리탐사
- 송성호, 이병선, 안중기, 2016, 농업용 관정의 기계적 처리 이후 성능 개
선 효과의 정량적 평가 사례, 지하수환경학회지, 제21권, 4호,
p.42-49
- 송영철, 고용구, 유장걸, 1999, $\delta^{15}\text{N}$ 값을 이용한 제주도 지하수 중의 질
산염 오염원 조사, 지하수환경학회지, 제6권, 제3호
- 오윤근, 현익현, 1997, $\delta^{15}\text{N}$ 값을 이용한 제주도 지하수중의 질산성질소
오염원추정에 관한 연구, 지하수환경학회지, 제4권, 제1호
- 이기동, 1996, 응용지구물리학

- 이광식, 이인성, 최만식, 박은주, 1997, 제주도강수의 환경 동위원소 연구, 지질학회지, Vol, 33, p.139-147
- 이재형, 김운중, 김민환, 1996, 수자원공학
- 이진영, 2012, 기후변화를 고려한 농업가뭄지수 활용 및 적용 기초 연구, 한국환경정책평가연구원, 37p.
- 정영상, 양재의, 주영규, 이주영, 박용성, 최문헌, 최승출, 1997, 농업형태가 다른 한강 상하류 소유역의 하천수 및 농업용 지하수 수질, 한국환경농학회지, 제16권, 제2호
- 정정화, 장승표, 김호일, 정연태, 허기술, 박호, 1995, 유출율 추정을 위한 토양수문군의 분류, 한국노공학회지 제 37권 제6호 별책
- 조시범, 1999, GIS를 이용한 경기도 평택시 지역의 지하수오염 가능성 평가 연구
- 조연관, 유성환, 이진중, 최봉중, 1998, 수질조사 및 분석
- 조재경, 2008, 지하수 함양량 산정법의 구분과 적용성 검토, UN이 정한 지구의 해 선포식 및 지구과학 한마당 논문집, UN이 정한 지구의 해 한국위원회, 서울
- 최병수, 안중기, 1998, 지역단위 지하수 자연함양률 산정방법 연구, 지하수환경, 5(2), 57-65.
- 영월기상대, 1997~2017, 기상자료(강수량, 일조시간, 최대풍속, 평균풍속)
- 통계청, 2017. 농업면적통계
- 학술진흥재단, 2000, 농촌지역 지하수의 수질변동에 관한 연구(3차년도 결과보고서)
- 한국농어촌공사, 1982~2002, 원문지구 해당 수맥조사보고서
- 한국농어촌공사, 1996, 지하수내 오염물질의 거동에 관한 연구
- 한국농어촌공사, 1994, 수문조사실무편람
- 한국농어촌공사, 1996, 지하수모델링교육교재
- 한국농어촌공사, 1997, 지하수사업업무지침

- 한국농어촌공사, 1998, 지하수보전관리
- 한국농어촌공사, 1998, 지하수영향조사실무지침
- 한국농어촌공사, 2012, 가뭄백서, 2,918p.
- 한국농어촌공사, 부천시, 1997, 지하수관리계획 기본조사보고서
- 한국농어촌공사, 부천시, 1997, 지하수관리계획 기본조사보고서
- 한국농어촌공사, 청주시, 2014, 지하수관리계획 기본조사보고서
- 한국농어촌공사, 서울시, 1996, 서울특별시 지하수 관리계획 기본조사보고서
- 한국농어촌공사, 옥천군, 1999, 청성지구 지하수 부존량조사 보고서
- 한국농어촌공사, 제주도, 2000, 제주도 지하수 보전·관리계획 보고서
- 한국농어촌공사, 청원군, 1998, 초정·미원지구 환경영향조사보고서
- 강원도 · 한국지하수지열협회, 2015, 강원도 지하수관리계획보고서
- 한국수자원공사, 한강권역, 2006, 광역 지하수 기초조사보고서
- 한국지질자원연구원, 1962, 1:50,000 영월 지질도
- 한국지질자원연구원, 1962, 1:50,000 영춘 지질도
- 한국지질자원연구원, 1962, 1:50,000 예미 지질도
- 한국지질자원연구원, 1966, 1:50,000 호명 지질도
- 한국지질자원연구원, 1962, 1:50,000 서벽리 지질도
- 한정상, 1998, 지하수환경과 오염
- 한정상, 한찬, 1999, 3차원 지하수모델과 응용
- 환경부, 2006, 상수도통계
- 환경부, 2006, 토양측정망운영
- 환경부, 2006, 환경기본통계편람
- 환경부, 2006, 환경산업총람
- 환경부, 2006, 환경통계연감
- 환경부, 2006년 지하수 수질측정망 운영결과
- 환경부, 2006년 토양측정망 운영결과
- Guttman, N.B., 1998. Comparing the Palmer Drought Index and the Standardized Precipitation Index. J. Am. Water Resour.

- Assoc. 34, 113~121.
- Hershfield, D. M., D. L. Brankensiek, G. H. Comer. 1972. Some measure of Agricultural Drought. Proc. of Second International Symposium in Hydrology.
- Intergovernmental Panel on Climate Change, <http://www.ipcc.ch>
- Mckee, T.B., Doesken, N.J., Kleist, J., 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scales. 8th Conference on Applied Climatology, Anaheim, California, 17(22), 179-184.
- Palmer, W.C., 1965. Meteorological drought. Office of Climatology U.S. Weather Bureau, Washington, D.C.
- Thornthwaite, C. W., Mather, J. R., 1955. The water balance. Climatology, 8(1), Drexel Institute of Technology, Laboratory of Climatology, Centerton, N. J.
- U.S. Geological Survey, <http://www.usgs.gov>
- U.S. National Drought Mitigation Center, <http://drought.unl.edu>

VIII. 과업참여자

VIII. 과업참여자

▣ 사업총괄책임자

심규성(강원지역본부 지하수지질부장, 이학석사, 지질 및 지반기술사)

▣ 조사참여자

김진호(강원지역본부, 차장, 이학석사, 지질 및 지반기술사)

김창하(강원지역본부, 과장, 공학사, 지질 및 지반기술사)

유지혜(강원지역본부, 대리, 이학사, 응용지질기사)

정보열(강원지역본부, 대리, 이학석사, 토양환경기사)

이승희(강원지역본부, 사원, 이학사)

▣ 농어촌지하수현황 및 수리·수질조사 용역 업체

최명철(주식회사 싱크워터, 대표, 지질및지반/광해방지기술사)

정충열(주식회사 싱크워터, 차장, 토목기사)

배주형(주식회사 싱크워터, 대리, 수질환경기사)

정소영(주식회사 싱크워터, 사원, 응용지질기사)

김동욱(주식회사 싱크워터, 사원, 응용지질기사)

<부록 I . 일반현황>

< 부 록 >

1. 일반현황

1.1 조사지역(농촌용수구역)

가. 정의

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

나. 설정 목적

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

다. 분할기준

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

라. 영상지구

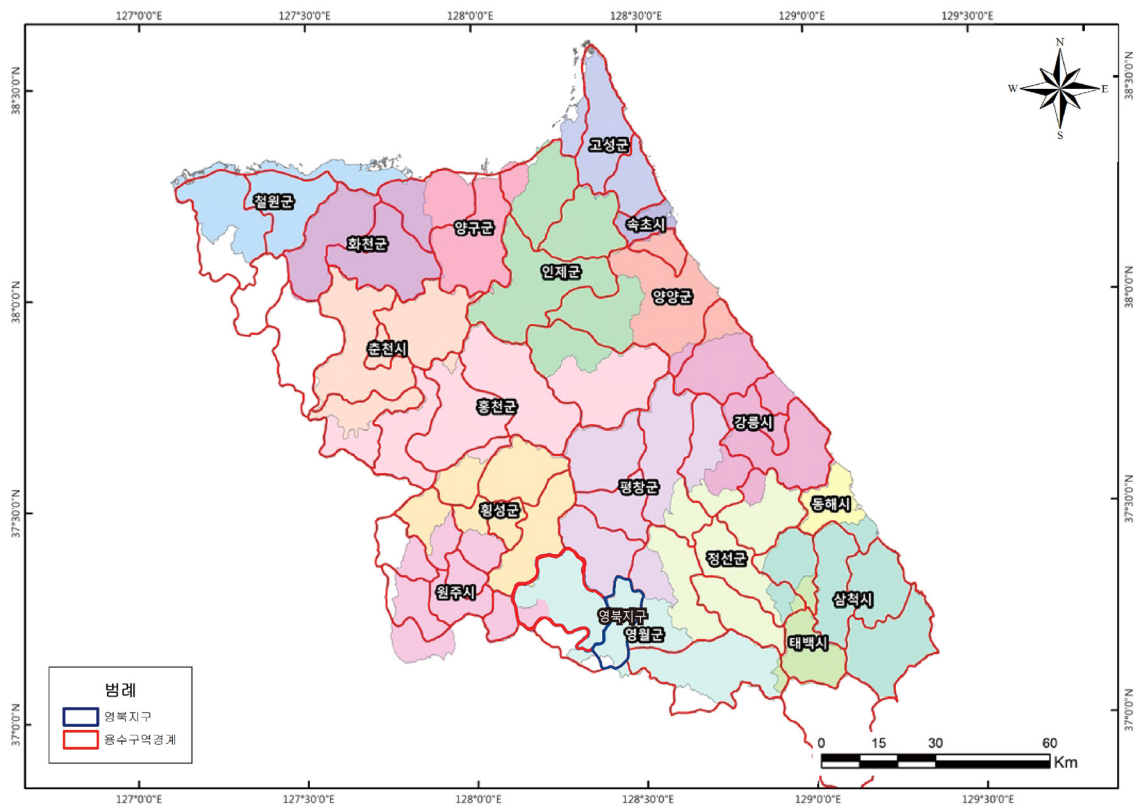
- 강원도 영월군 상동읍, 중동면, 김삿갓면 3개 읍면으로 구성되며 개포천지역에 위치한다<표 1-1-1>, <그림 1-1-1>.

<표 1-1- > 강원도 용수구역별 행정구역 현황

용수 구역	행정구역		수 계
	시군	읍면동	
명사	강릉	(양양)현남, 사천, 연곡, 주문진	연곡천
명성	강릉	구정, 성산	강릉남대천
명강	강릉	강동, 옥계, 왕산	해안지역
고거	고성	간성, 거진, 현내	해안
고죽	고성	죽왕, 토성	해안지역
삼미	삼척	도계, 미로, 신기	삼척오십천
삼하	삼척	(태백)사조, 하장	동강
삼근	삼척	근덕, 노곡	해안지역
삼원	삼척	가곡, 도계, 원덕	해안지역
양방	양구	방산	북한강
양동	양구	남, 동, 양구	북한강
양강	양양	강현, 양양	해안지역
양손	양양	서, 손양, 양양, 현북	양양남대천
영주	영월	(송학)제천, (원주)신림, 북, 서, 수주, 주천	남한강
영북	영월	(단양)영춘, 남, 북, 영월	남한강
영상	영월	(단양)영춘, (봉화)춘양, (영주)단산, (영풍)단산, 부석, 상동, 영월, 중동, 하동	개포천
원지	원주	(양평)양동, 지정	남한강
원문	원주	(여주)강천, 귀래, 문막, 부론	남한강
원관	원주	관부, 호저, 홍업	남한강
원신	원주	신림	개포천
인서	인제	(양구)해안, 북, 서화	소양강
인북	인제	북	소양강
인남	인제	남, 상남, 인제	북한강
인기	인제	기린, 인제	소양강
인상	인제	(홍천)내, 상남	소양강
정도	정선	(강릉)왕산, (평창)진부, 도암, 북	동강
정임	정선	(강릉)왕산, 북, 북평, 임계	남한강
정동	정선	(삼척)하장, 동, 북평, 사북, 정선	남한강
정신	정선	(영월)영월, (평창)미탄, 신동, 정선	동강
정남	정선	고한, 남, 사북	동강
철동	철원	(포천)영북, 갈말, 관인, 동송, 철원	임진강
철근	철원	김화, 서, 근남, 근북, 근동	임진강
미수북	철원	근동, 근북, 원동, 원남, 임남, (연천)미산, 신서, 중, (파주)진서, 군내, 장단, (고성)수동	
춘동	춘천	남산, 동내, 동산, 사북, 서, 신동	북한강
춘신	춘천	동, 북산, 신북	소양강
춘남	춘천	(홍천)서, 남	홍천강

<표 1-1-1> 강원도 용수구역별 행정구역 현황(계속)

용수 구역	행정구역		수 계
	시군	읍면동	
평진	평창	(정선)북평, 도암, 진부	남한강
평용	평창	봉평, 용평	남한강
평대	평창	대화, 봉평	남한강
평방	평창	방림, 평창	남한강
홍두	홍천	내촌, 두촌, 서석	북한강
홍화	홍천	(춘천)동, 동, 홍천, 화촌	북한강
홍남	홍천	(춘천)동산, 남, 북방	북한강
화상	화천	사내, 상서	북한강
화간	화천	간동, 하남, 화천	북한강
횡청	횡성	갑천, 청일	남한강
홍공	횡성	공근, 동면	남한강
횡둔	횡성	강림, 둔내, 안흥	남한강
횡서	횡성	서원, 원주(호저)	남한강
횡소	횡성	(원주)소초, 횡성	남한강
횡천	횡성	우천	한강



<그림 1-1-1> 강원도 용수구역 현황

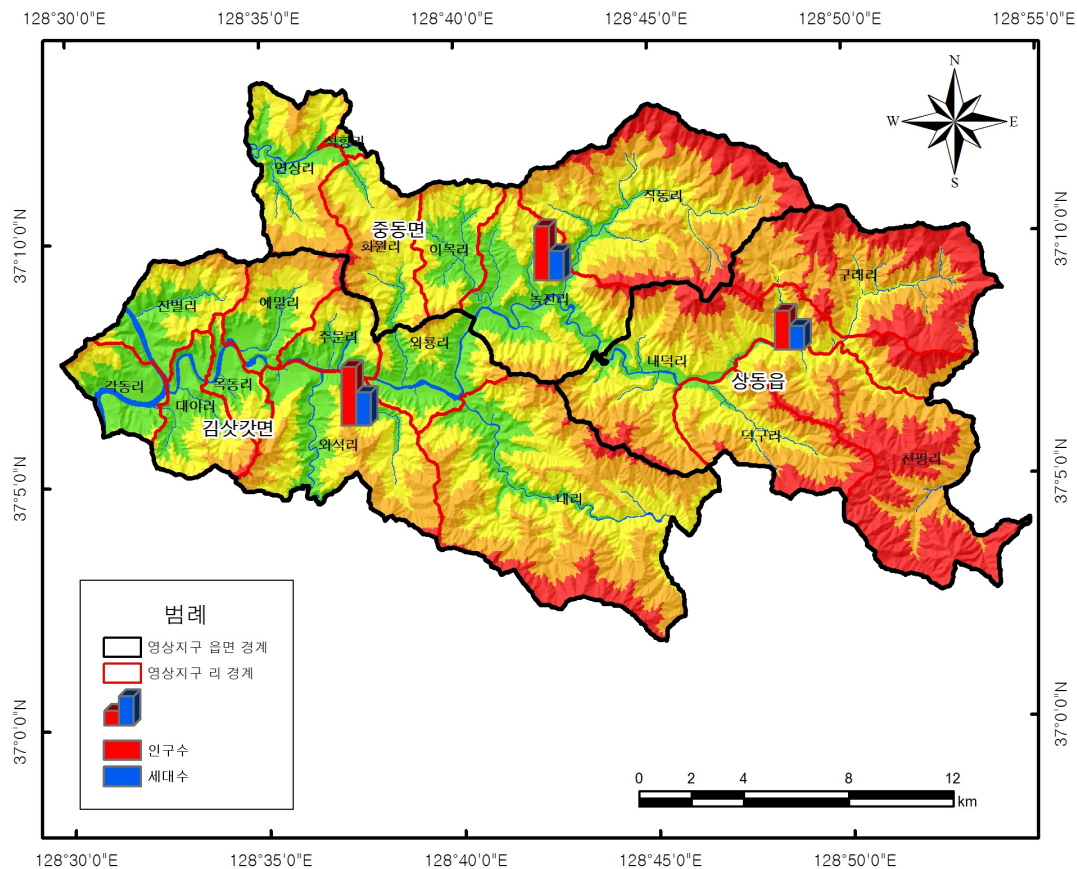
1.2 인구현황

가. 행정구역 현황

□ 영상지구 전체 면적은 435.5km²이며 김삿갓면의 면적이 전체의 39.3%, 상동읍 32.1%, 중동면 28.6%를 차지한다<표 1-2-1>, <그림 1-2-1>.

<표 1-2-1> 영상지구 행정구역 현황

용수 구역명	행 정 구 역		면적 (km ²)	구성비 (%)
	읍면동	리		
구 분	2면, 1읍	19개리	435.55	100
영 상 지 구	김삿갓면	각동리, 내리, 대야리, 예밀리, 옥동리, 와석리, 외룡리, 주문리, 진별리	171.29	39.3
	상동읍	구래리, 내덕리, 덕구리, 천평리	139.79	32.1
	중동면	녹전리, 석항리, 연상리, 이목리, 직동리, 화원리	124.47	28.6



<그림 1-2-1> 영상지구 행정구역 현황

나. 인구현황

- 2018년 기준 영상지구 인구는 4,509명이며, 강원도 전체인구 1,561,091명의 약 0.29%, 영월군 전체인구 39,998명의 11.27%에 해당된다. 영상 지구는 김삿갓면, 중동면, 상동읍 순으로 인구가 많다<표 1-2-2>.
- 영상지구의 세대수는 2,566세대(영월군 21,011세대의 약 12.21%)이며, 세대 당 인구는 1.78명이다.
- 영상지구의 인구밀도는 10.35명/km²으로 나타났으며, 중동면이 12.87명/km², 김삿갓면이 10.19명/km², 상동읍이 8.31명/km² 순으로 높다. 영상지구의 인구밀도 10.35명/km²는 영월군 인구밀도 35.47명/km²보다 25.12명/km² 낮게 나타난다.

<표 1-2-2> 영상지구 인구현황

구 분	세 대	인 구(명)			인구밀도 (명/km ²)	면 적 (km ²)	세대당 인구 (명/세대)	
		계	남	여				
강원도	700,265	1,561,091	786,577	774,514	92.86	16,875.04	2.24	
영월군	21,011	39,998	20,580	19,418	35.47	1127.64	1.90	
영상지구	2,566	4,509	2,322	2,187	10.35	435.55	1.78	
영북 지구	김삿갓면	979	1,746	901	845	10.19	171.29	1.78
	상동읍	716	1,161	588	573	8.31	139.79	1.62
	중동면	871	1,602	833	769	12.87	124.47	1.84

※ 자료출처 : 통계연보(영월군, 2018년말 기준), 통계연보(강원도, 2018)

※ 면적은 국토교통부 지적도 및 수치지형도와 틀릴 수 있음

1.3 농업 및 산업경제

가. 농업현황

□ 2017년 기준 영월군 농가수는 총가구의 약 19.07%인 3,950가구이며, 경지면적은 6,209ha(답 484ha, 전 5,724ha)로 가구당 경지면적은 1.57ha이다<표 1-3-1>. 영월군 재배 작물은 쌀, 잡곡, 콩, 감자·고구마이며 밭이 전체 경지면적의 92%를 차지한다<표 1-3-2>,<그림 1-3-1>.

<표 1-3-1> 농가 및 경지면적 현황 (단위 : 호, ha)

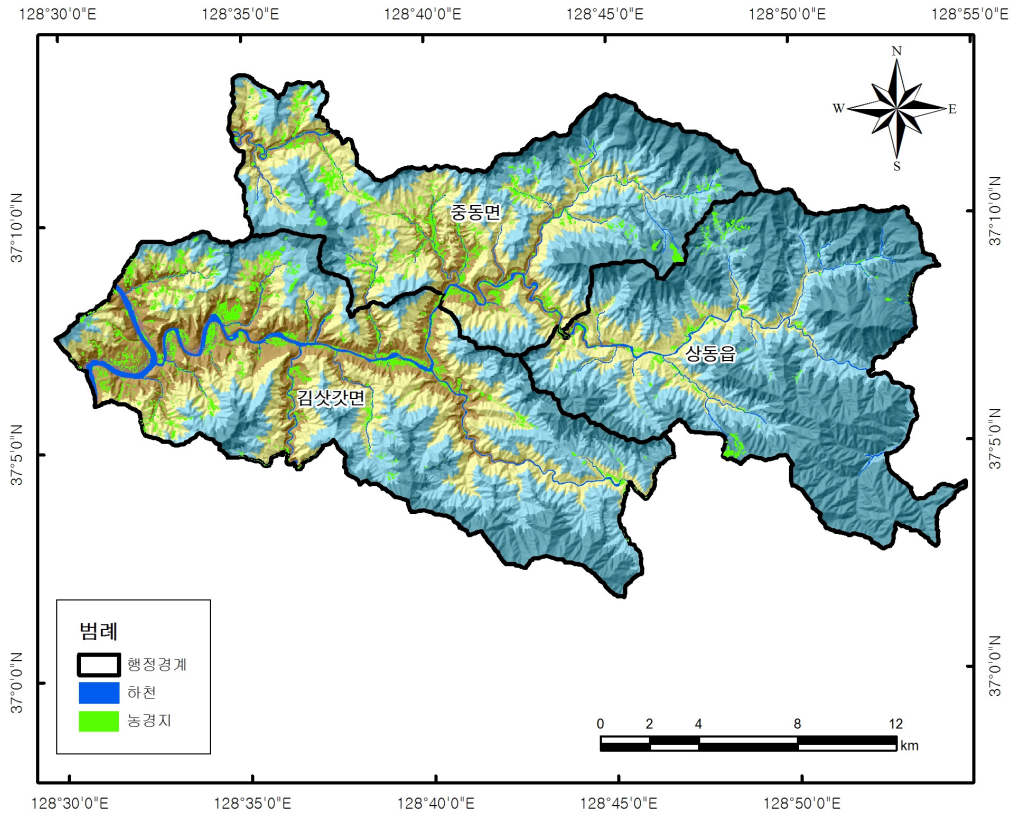
연도별	총가구수	가구수		경지면적			농업진흥지역	농업보호구역
		농가수	비율(%)	계	답	전	면적	면적
2012	18,881	3,748	19.85	6,749	797	5,952	2,190	53
2013	19,111	3,672	19.21	6,766	729	6,037	2,190	53
2014	19,597	3,675	18.75	6,794	662	6,132	1,842	53
2015	19,990	3,679	18.4	6,470	648	5,823	2,189	53
2016	20,255	3,757	18.55	6,273	551	5,722	1,955	151
2017	20,715	3,950	19.07	6,209	484	5,724	1,956	151

※ 자료출처 : 통계연보(영월군, 2018)

<표 1-3-2> 작물 재배 현황 (단위 : ha, M/T)

연도별	쌀		잡곡		콩		감자·고구마	
	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량
2012	585.4	2,927.5	1,119.1	360,817	1,355.6	2,221.9	157	3,399
2013	549.4	2,747	885.2	3,320.3	810.2	1,304.4	453	7,812
2014	462.4	2,312	957.3	4,038.7	806	1,663.6	2,357	22,453
2015	450.2	2,251	703.1	2,447.4	816.1	1,925.1	169	2,936
2016	435.7	2,197.5	1,212	2,638.7	745.3	1,728.5	159	4,092
2017	400.0	2,100.3	810.2	2,641.9	706.1	1,017.9	105	1,601

※ 자료출처 : 통계연보(영월군, 2018)



<그림 1-3-1> 농지분포도

나. 축산업 현황

□ 영상지구 축산가구는 총 65가구이며, 그 중 한우를 사육하는 농가가 59가구로 가장 큰 비중을 차지하며, 가금, 산양, 돼지, 염소농가가 각 1~2가구로 조사되었다<표 1-3-3>.

<표 1-3-3> 영상지구 축산업 현황(현장조사)

(단위 : 가구)

구 분		한우	가금	산양,사슴	돼지	염소
영상지구		59	1	2	2	1
영상지구	김삿갓면	20	-	2	1	1
	상동읍	2	-	-	-	-
	중동면	37	1	-	1	-

<표 1-3-4> 영월군 축산업 현황

구분	한육우		산양		돼지		닭	
	사육가구	마리수	사육가구	마리수	사육가구	마리수	사육가구	마리수
2012	-	-	104	1,104	-	-	-	-
2013	-	-	97	1,052	-	-	4	195,000
2014	515	11,185	118	1,380	11	4,602	5	260,000
2015	-	-	105	1,549	-	-	4	219,000
2016	448	10,894	142	1,993	7	5,009	5	451,100
2017	414	11,297	148	2,277	9	5,272	6	435,110

※ 자료출처 : 통계연보(영월군, 2018)(한육우, 산양, 돼지, 닭에 대한 현황)

다. 사업체 현황

□ 영상지구의 사업체수는 2015년 일시 감소를 제외하고는 지속적으로 증가하고 있다. 지구 내 332개소의 사업체가 있으며 이는 영월군(3,769개소)의 8.8%에 해당된다. 읍면별 현황은 김삿갓면이 162개소, 상동읍 75개소, 중동면 95개소로 나타났다<표 1-3-5~6>, <그림 1-3-2>.

<표 1-3-5> 연도별 사업체 현황

(단위 : 개소, 명)

구분	2012	2013	2014	2015	2016	2017
사업체수	3,473	3,662	3,716	3,662	3,691	3,769
종사자수	14,197	14,986	14,693	14,896	15,388	16,314

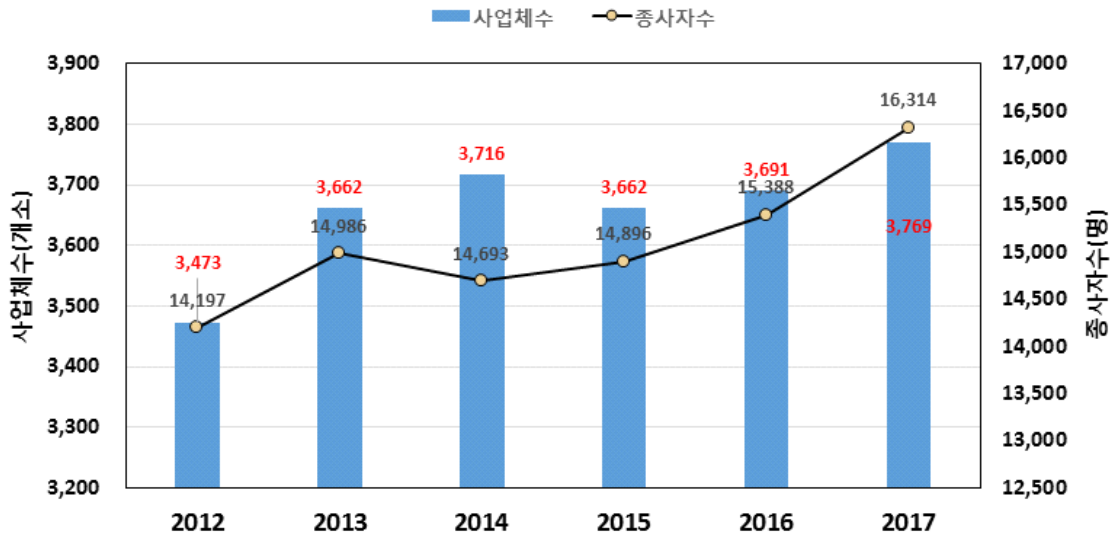
※ 자료출처 : 통계연보(영월군, 2018)

<표 1-3-6> 읍면별 사업체 현황

(단위 : 개소, 명)

구분	영월읍	상동읍	중동면	김삿갓면	북면	남면	한반도면	주천면	무릉도원면
사업체	2,315	75	95	162	152	153	241	365	211
종사자	10,220	245	346	411	881	607	1,869	1,231	504

※ 자료출처 : 통계연보(영월군, 2018)



<그림 1-3-2> 연도별 사업체 및 종사자 현황

라. 광업 현황

□ 영월군 전체 광구수는 총 28개소로 금속광 2개소, 비금속광 26개소이며, 현재 가행중인 곳은 23개소이다<표 1-3-7>.

<표 1-3-7> 광업 현황

구 분	광구수(개소)									
	계			금속			비금속			
	소계	가행	미가행	소계	가행	미가행	소계	가행	미가행	
영월군	2012	296	229	67	54	27	27	242	202	40
	2013	291	218	73	57	27	30	234	191	43
	2014	31	20	11	2	-	2	29	20	9
	2015	23	18	5	2	-	2	21	18	3
	2016	23	18	5	2	-	2	21	18	3
	2017	28	23	4	2	1	1	26	22	4

※ 자료출처 : 통계연보(영월군, 2018)

마. 농공단지 현황

□ 영월군에는 총 3개의 산업 및 농공단지가 운영 중이며, 영상지구에는 위치하지 않고 있다<표 1-3-8>.

<표 1-3-8> 농공 및 산업단지 현황 (단위 : 천㎡, %, 개소, 명)

유형	단지명	산업시설구역			입주업체	가동업체	종업원수
		전체면적	분양면적	분양률			
농공	영월	92	92	100	19	16	93
농공	영월제3	163	59	36.2	4	3	51
농공	팔괴	109	109	100	29	25	224

※ 자료출처 : 한국산업단지공단(<http://www.e-cluster.net/>)

1.4 자연환경현황

1.4.1 하천 및 유역

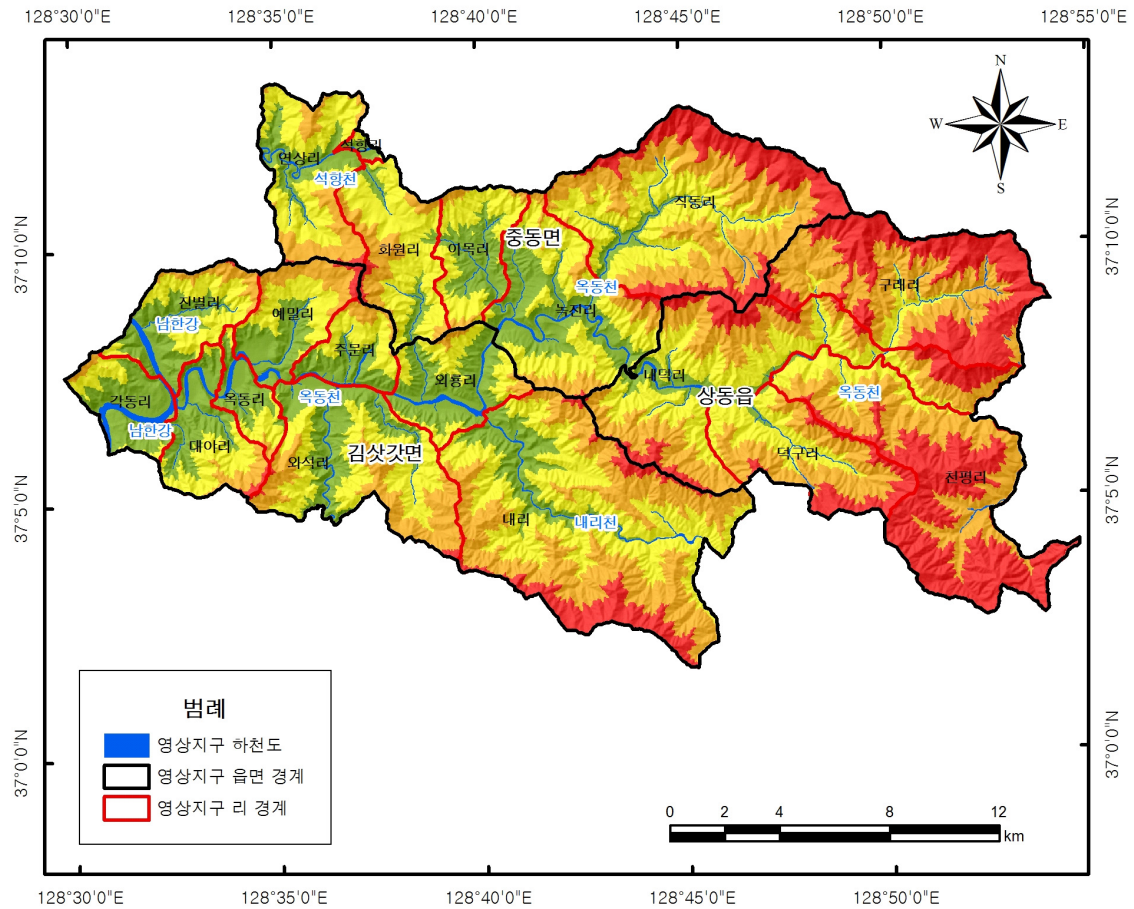
가. 하천현황

□ 영상지구에는 5개의 지방하천이 발달해 있으며 평균 하천연장은 19.18km, 평균 유로연장은 26.86km, 평균 유역면적은 184.42km²이다 <표 1-4-1>, <그림 1-4-1>.

<표 1-4-1> 영상지구 지방하천 현황

하천명	유수의 계통(수계)					하천 등급	하천기점		하천종점		하천 연장 (km)	유로 연장 (km)	유역 면적 (km ²)
	분류	제1 지류	제2 지류	제3 지류	제4 지류		시군	읍면	시군	읍면			
석항천	한강	석항천				지방	정선	신동	영월	영월	26.50	33.28	128.06
옥동천	한강	옥동천				지방	영월	상동	영월	김삿갓	45.30	54.5	495.25
덕구천	한강	옥동천	덕구천			지방	영월	상동	영월	상동	5.40	7.43	17.04
내리천	한강	옥동천	내리천			지방	영월	김삿갓	영월	김삿갓	12.59	12.24	97.32
마포천	한강	옥동천	마포천			지방	영월	상동	영월	김삿갓	6.12	-	-

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



<그림 1-4-1> 영상지구 하천 현황

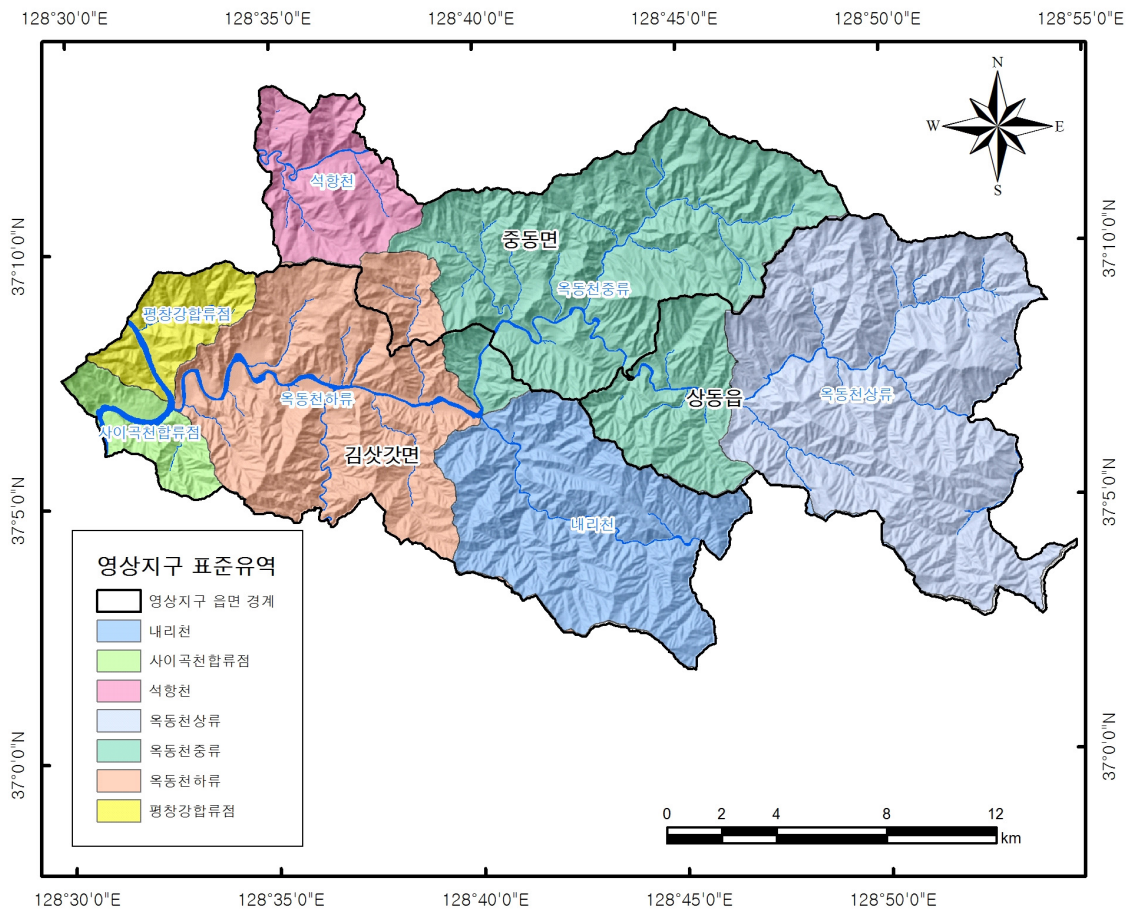
나. 유역 현황

□ 본 조사에서는 수계분포와 지형 등을 고려하여 분류한 수자원 단위지도 표준유역을 지하수 이용현황, 지하수자원 평가의 기초단위로 설정하였다. 영상지구는 1개 대권역, 2개 중권역 및 7개 표준유역으로 구성되어 있다 <표 1-4-2>, <그림 1-4-2>.

<표 1-4-2> 표준유역 현황

대권역	중권역	표준유역			
		유역명	유역코드	면적(km ²)	구성비(%)
영상지구		-	-	435.55	100
한강	충주댐	사이곡천합류점	100306	12.9	3.0
		평창강합류점	100301	15.4	3.5
		옥동천하류	100305	82.0	18.8
		옥동천중류	100303	121.3	27.9
		옥동천상류	100302	112.8	25.9
		내리천	100304	64.4	14.8
	남한강상류	석항천	100116	26.6	6.1

※ 자료출처 : 국가수자원관리종합정보시스템(WAMIS)



<그림 1-4-2> 영상지구 표준유역 현황

1.4.2 기상

□ 최근 통계자료상 영월군의 연평균기온은 11.7℃, 연평균강수량은 1,021.0mm, 월별 최고 강수는 장마영향으로 7월 402.1mm(39.4%)이었다. 일조시간은 2,270시간이며 4~6월, 9월에 일조량이 많다. 평균상대습도는 71.8%, 평균풍속은 1.3m/s이다<표 1-4-3>.

<표 1-4-3> 기상현황

년도/월별	평균 기온 (℃)	강수량 (mm)	평균 상대 습도 (%)	평균운량 (1/10)	일조시간 (hr)	최심신적설 (cm)	평균풍속 (m/sec)
2012	10.8	1,398.8	68	-	2,337.9	-	1.4
2013	11.3	1,238.3	91	-	2,280.4	-	1.4
2014	11.9	876.5	68	-	2,284.5	-	1.4
2015	12.4	676.0	69	-	2,238.3	-	1.4
2016	12.4	940.4	68.0	-	2,145.9	-	1.1
2017	11.7	996.1	66.8	-	2,332.9	-	1.1
1월	-1.7	14.7	65	-	189.7	-	1.1
2월	0.2	28.9	60	-	212.0	-	1.3
3월	5.6	24.1	57	-	206.1	-	1.2
4월	13.5	71.4	54	-	241.5	-	1.5
5월	18.0	21.5	58	-	266.6	-	1.3
6월	21.1	55.0	64	-	242.5	-	1.2
7월	24.9	402.1	84	-	119.9	-	0.7
8월	23.7	272.8	82	-	133.8	-	0.9
9월	18.6	32.8	78	-	194.4	-	0.7
10월	14.0	22.0	76	-	163.9	-	0.9
11월	4.5	27.9	63	-	172.1	-	1.0
12월	-2.6	22.9	61	-	190.4	-	1.0

※ 자료출처 : 통계연보(영월군, 2018)

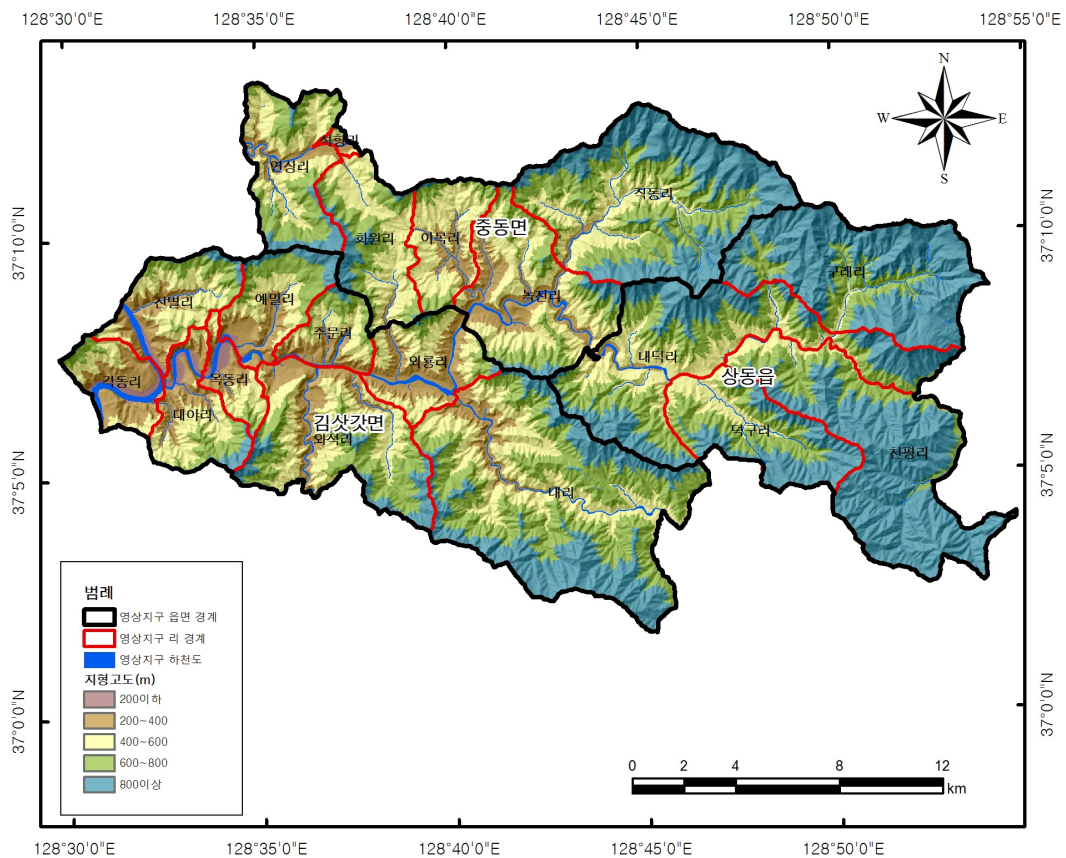
1.4.3 지형 및 지질

가. 지형

- 영상지구 산계는 북쪽으로 완택산(▲918m), 고고산(▲854m), 서쪽으로 봉래산(▲800m), 남서쪽으로 태화산(▲1,027m)등 비교적 높은 산세로 둘러 싸여 있다.
- 영상지구 전체 면적은 435.55km²이며, 해발고도 400m 이하의 경사지는 58.99km²(13.54%)이다. 해발고도 400m 이상의 산지는 대부분 영상지구의 남, 서쪽에 분포하고 있다<표 1-4-4>,<그림 1-4-3>.

<표 1-4-4> 영상지구 지형고도 (단위 : m, km²)

고도 면적	전 체	200 이하	200~400	400~600	600~800	800 이상
영상지구	435.55	5.35	53.64	110.85	123.35	142.36



<그림 1-4-3> 지형고도 분포

나. 지질

- 한국지질자원연구원에서 발간한 1:50,000 지질도 및 지질도폭설명서(영월, 영춘, 예미, 옥동, 호명, 서벽리)를 이용하여 지질도를 작성하였으며 행정구역별 지질 분포현황 분석 결과는 <표 1-4-5>과 같다.

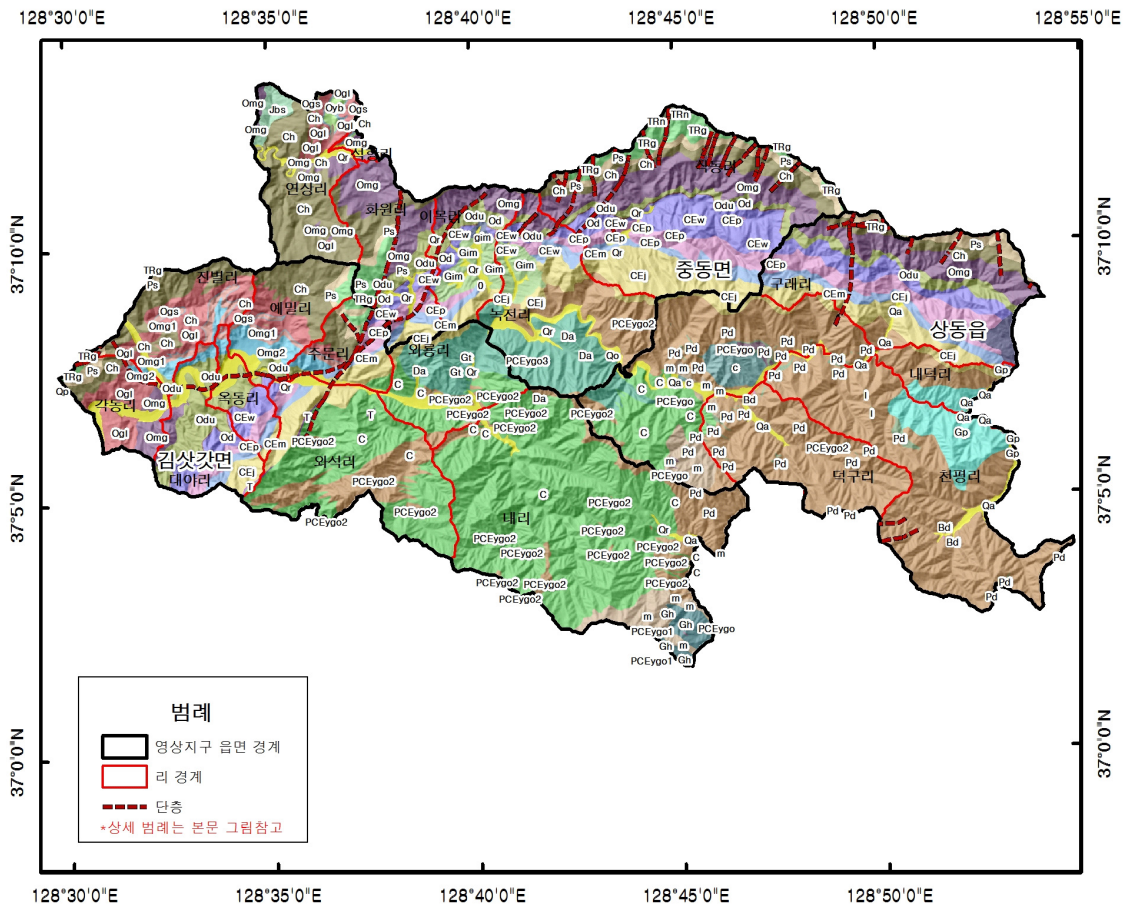
- 영상지구 지질은 선캠브리아기 호상편마암, 편마암, 화강편마암, 고생대 석회암, 중생대 쥐라기 화강암, 섬록암과 제4기 충적층으로 구성된다. 특히 석회암층은 띠 모양을 이루며 상동읍 북쪽, 중동면 북쪽, 김삿갓면 서쪽을 연결하는 아크형으로 분포한다. 또한 고생대 캠브리아기 이후 대부분 바닷속에 있었기 때문에 선캠브리아기 지층은 많지 않지만, 상동읍 일대는 한 때 텅스텐으로 유명했던 지역으로 텅스텐을 매장하고 있는 선캠브리아기 지층이 상당히 분포한다. 중동면, 김삿갓면, 상동읍 일대는 세계적인 텅스텐 생산 지역이었다. 평안계 퇴적층은 북쪽으로 좁고 긴 띠 모양으로 분포하는데 평창군(미탄면)까지 이어진다. 김삿갓면 및 중동면에 평안계 지층이 일부 분포한다.<그림 1-4-4>.

- 영상지구에 분포하는 지질을 지질특성에 따른 지질범례표는 <그림 1-4-5>와 같다.

<표 1-4-5> 행정구역별 지질 면적 (단위 : km²)

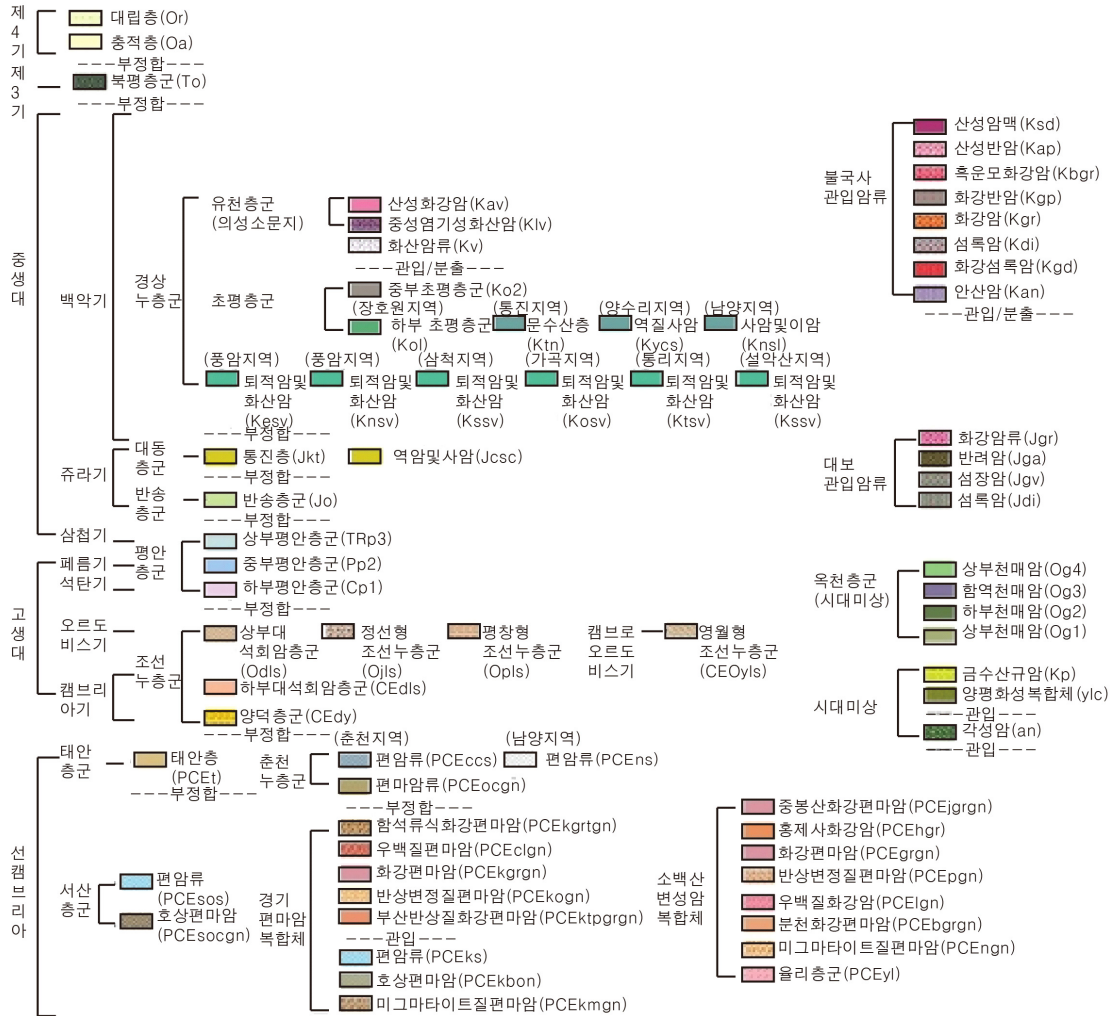
구 분	지층명	면적	구성비(%)
계			
PCEygo	율리통 점선리층 흑운모편암류	113.3	26.0
C	페그마타이트질미그마타이트	81.05	18.6
Omg	조선계 대석회암통 막동석회암층	38.31	8.8
Ch	평안계 홍점통	35.55	8.2
CEj	조선계 양덕통 장산규암층	26.77	6.1
CEw	조선계 대석회암통 화절층	20.29	4.7
CEp	조선계 대석회암통 풍촌석회암층	16.8	3.9
Odu	조선계 대석회암층 두무동층	16.64	3.8
Ogl	고성석회암층	14.41	3.3
Qr	제사계 신기하성층	13.56	3.1
CEm	양덕통 묘봉층	9.99	2.3
Ps	평안계 사동통	8.32	1.9
Gp	화강반암	8.26	1.9
TRg	평안계 고방산통	7.53	1.7
m	율리통 점선리층 화강암질편마암류	7.43	1.7
gim	이목화강암	5.41	1.2
Qa	충적층	3.93	0.9
Gh	한시화강암	2.34	0.5
Jbs	대동계	1.55	0.4
Pd	세립흑운모반암	1.55	0.4
Oyb	예미각력석회암층	0.67	0.2
Ogs	고성세일층	1.05	0.2
Od	조선계 대석회암통 동점규암층	0.85	0.2

※ 자료출처 : 한국지질자원연구원 1:50000 지질도폭(영월, 영춘, 예미, 옥동, 호명, 서벽리)



<그림 1-4-4> 영상지구 지질도

범례



<그림 1-4-5> 영상지구 지질범례

1.4.4. 토지이용 및 토양

가. 토지이용

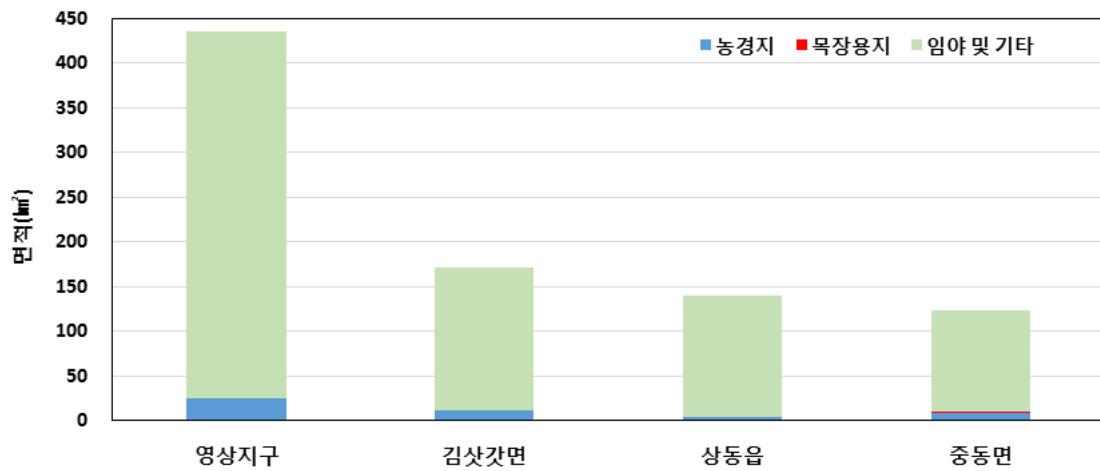
□ 영상지구 토지이용은 임야 및 기타가 전체 면적의 94.2%인 410.34km²로 대부분을 차지하며 농경지(전, 답, 과수원)는 24.83km²(5.7%)를 차지한다<표 1-4-6>,<그림 1-4-6>.

<표 1-4-6> 지목별 토지이용 현황

(단위 : km²)

구분	합계	농경지				목장용지	임야 및 기타	
		소계	전	답	과수원			
영월군	1,127.6	95.8	81.3	14.2	0.4	1.6	968.5	
영상지구	435.55	24.83	22.80	1.98	0.05	0.37	410.34	
구성비(%)	100.0	5.7	5.2	0.5	0.0	0.1	94.2	
영 상 지 구	김삿갓면	171.29	11.46	10.08	1.34	0.04	0.11	159.72
	상동읍	139.79	3.92	3.72	0.19	0.00	0.00	135.87
	중동면	124.47	9.45	9.00	0.44	0.01	0.26	114.75

※ 자료출처 : 통계연보(영월군, 2017), 국토지리정보원(국토교통부, 2019)



<그림 1-4-6> 읍면별 지목별 토지이용현황

나. 토양

- 토양의 특성은 강수에 의한 유출과정의 중요한 인자이며, 토양의 성질에 따라 침투능이 상이하므로 그에 따른 직접유출량도 다를 수 있다.
- NRCS 토양형은 토양의 종류와 토지이용, 식생 피복 상태와 토양의 수문학적 조건 등을 고려하여 직접 유출에 미치는 영향을 양적으로 나타낸 등급이다<표 1-4-7>.
- 본 조사에서는 농촌진흥청 농업기술연구소에서 제공하는 1:25,000 정밀토양도를 각 토양형의 배수능력, 토질, 지형 및 모재에 대한 정보를 이용하여 자연자원보호청(Natural Resources Conservation Service, N.R.C.S)의 토양침투능 기준으로 4가지 토양군으로 재분류하였다<표 1-4-8>.

<표 1-4-7> NRCS 방법에 의한 수문학적 토양군 분류(NRCS, 1972)

유출율	토양군	특성	침투율
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; margin-right: 5px;">적음</div> <div style="margin-right: 5px;">↑</div> <div style="margin-right: 5px;">↓</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; margin-left: 5px;">많음</div> </div>	A	최저 유출 발생 가능량(Lowest runoff potential)이 있는 진흙, silt가 거의 없는 깊은 모래층 또는 자갈층	높은 습윤상태에서 높은 침투율 > 0.76 cm/hr
	B	유출 발생 가능성이 다소 높은(Moderately low runoff potential) 사질토이며, 침투율은 평균보다 높으나 진흙이나 silt가 함유된 흙	높은 습윤상태에서 보통 침투율 > 0.38 - 0.76 cm/hr
	C	유출 발생 가능성이 B급보다는 높은(Moderately high runoff potential) 흙으로서 진흙에 silt가 많이 섞여 얇은 층을 구성하며 침투율은 평균보다 다소 낮은 흙	높은 습윤상태에서 낮은 침투율 > 0.12 - 0.38 cm/hr
	D	유출 발생 가능성이 가장 높은(Highest runoff potential) 흙으로서 대부분이 진흙과 silt로 불투수층과 직접 접하여 있는 흙	높은 습윤상태에서 매우 낮은 침투율 > 0 - 0.12 cm/hr

□ 영상지구의 NRCS토양형은 토양침투능이 상대적으로 매우 양호한 A형이 87.10km²(20.0%)이고, 비교적 양호함을 의미하는 B형 토양이 201.60km²(46.3%)이다. 침투능이 불량함을 의미하는 C형 토양은 141.03km²(32.4%)이고, 매우 불량함을 지시하는 D형은 5.82km²(1.3%)를 차지한다<표 1-4-8~9><그림 1-4-7>.

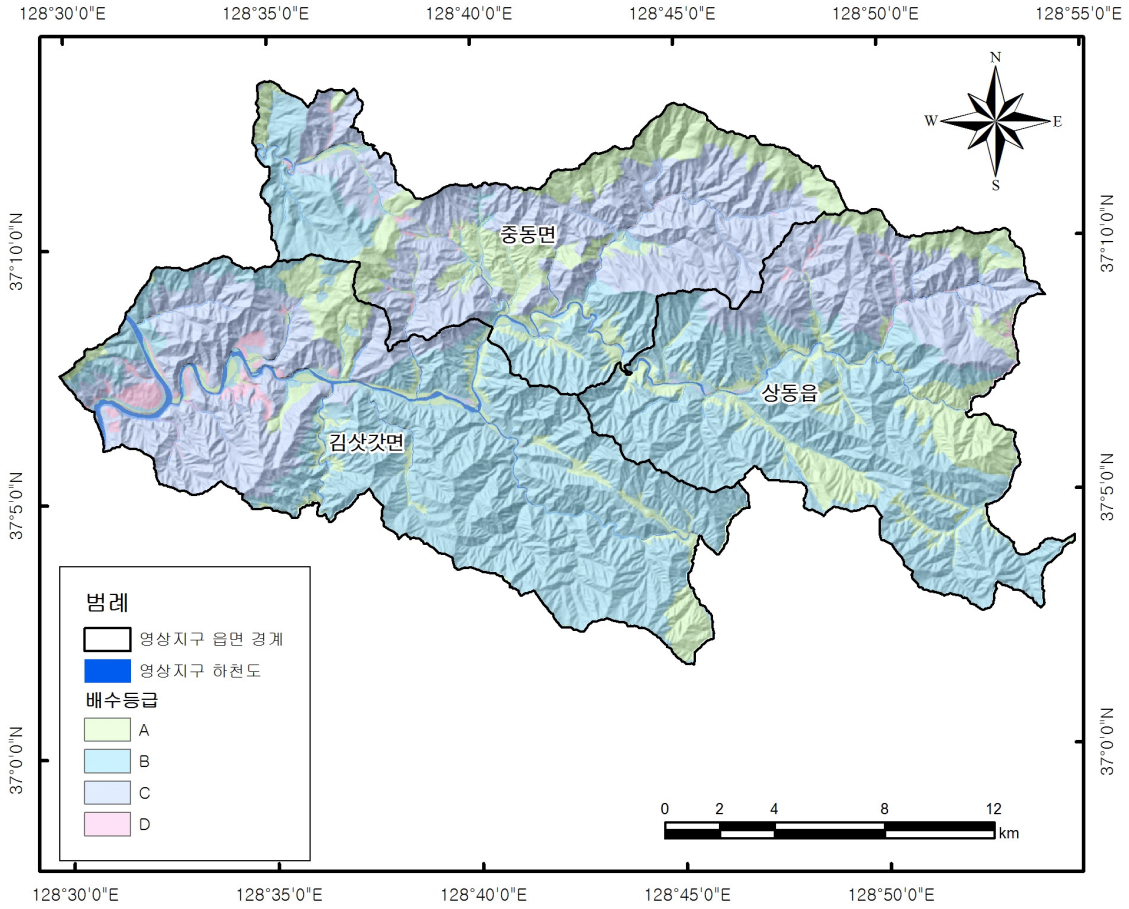
<표 1-4-8> NRCS 토양형에 따른 영상지구 토양의 재분류

구 분	영상지구의 토양형	면적(km ²)	구성비(%)
계	-	435.55	100.0
A	CcC, DF, Gt, Gz, Hk, HYB, Jd, JoB, Kc, Mj, Nd Ng, NjC, OaE, Pu, SgC, SKC, SNC2, W	87.10	20.0
B	Am, AnB, DbE2, DEB, DUC, EaD2, HbC2, HEB Ih, JLE2, KIE2, MhC, MzC2, SbC, SE, UoB	201.60	46.3
C	DfC2, DWB, GmB, Hl, JsE, KJB, MdD, MqD2 MtB, OeB, UBC	141.03	32.4
D	CXC, JME, MIB, PaC, PbC, PjB, SG	5.82	1.3

<표 1-4-9> 토양등급별 분포면적

(단위:km²)

구분	계	A	B	C	D	
구성비(%)	100.0	20.0	46.3	32.4	1.3	
표준 유역	합 계	435.55	87.10	201.60	141.03	5.82
	내린천	64.65	5.98	58.66	0.01	0.00
	사이곡천합류점	12.90	1.28	1.27	8.78	1.57
	석항천	26.50	3.99	13.47	8.59	0.44
	옥동천상류	113.45	26.93	53.53	32.17	0.82
	옥동천중류	120.86	31.10	39.50	50.04	0.21
	옥동천하류	81.89	16.71	29.89	32.96	2.32
	평창감합류점	15.30	1.11	5.28	8.47	0.45



<그림 1-4-7> 영상지구 NRCS 토양도

Tip

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

<부록Ⅱ. 지하수 개발·이용 현황>

2. 지하수 개발·이용 현황

2.1 지하수 개발 현황

- 영상지구에 대한 지하수 개발 및 이용현황을 파악하기 위하여 지자체 새울행정시스템자료(지하수 허가 및 신고시설, 이하 새울행정), 농업용 공공관정 대장(암반관정 개발현황, 수질검사 대상) 그리고 환경부에서 발간하는 2018년 지하수조사연보 이용실태 자료를 수집하여 검토하였다.
- 금회 조사는 영월군에서 관리하는 지하수 시설현황 및 공공관정 관리대장을 기초자료로 활용하여 농업용 관정에 대한 관정현황 조사를 실시하였다. 현장조사는 시설물 등록현황, 위치현황, 시설 및 이용현황, 현장수질 측정, 관정점검 등 실시하였다.

2.1.1 신고·허가별 지하수 개발 현황

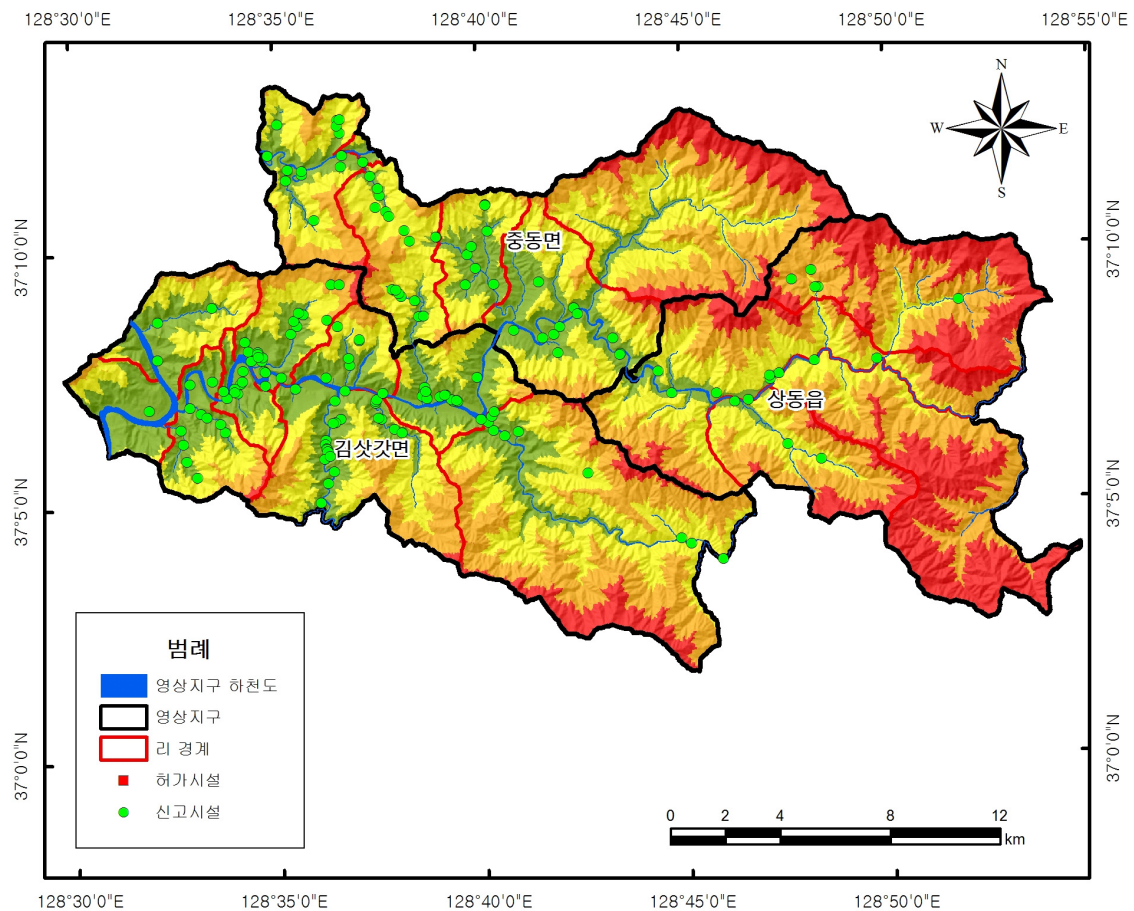
- 강원도 지하수관리계획보고서 자료를 허가·신고형태별로 구분하면, 영상지구 관정 298공은 허가 2공(0.7%), 신고 296공(99.3%)으로 구분되며, 행정구역별로는 김삿갓면 171공(57.4%), 상동읍 29공(9.7%), 중동면 98공(32.9%)으로 분포하여 김삿갓면에 집중적으로 분포한다<표 2-1-1>, <그림 2-1-1>.
- 현장조사는 전체 관정수 대비 56.4%인 168공(신고 168공)에 대하여 실시하였다. 조사된 관정 중 신고관정의 비율이 100.0%를 차지하고 있다.

<표 2-1-1> 허가·신고형태별 지하수개발 현황

(단위 : 공)

구 분	영월군 지하수현황(2019년)				금회조사			
	계	허가	신고	기타	계	허가	신고	기타
영상지구	298	2	296	-	168	-	168	-
구성비(%)	100	0.7	99.3	-	100	-	100	-
영 상 지 구	김삿갓면	171	2	169	-	101	-	101
	상동읍	29	-	29	-	17	-	17
	중동면	98	-	98	-	50	-	50

※ 자료출처 : 지하수현황(영월군, 2019)



<그림 2-1-1> 허가/신고 형태별 관정 현황도

2.1.2 용도별 지하수 개발 현황

□ 영상지구 전체관정의 용도는 생활용이 가장 많은 208공(69.8%)이었으며, 농업용이 87공(29.2%), 공업용이 1공(0.3%), 기타 2공(0.7%) 순 이었다 <표 2-1-2>.

□ 금회조사 관정의 용도 분포는 생활용(104공, 61.9%), 농업용(62공, 36.9%), 공업용(1공, 0.6%), 기타(1공, 0.6%)이다.<표 2-1-2>.

<표 2-1-2> 용도별 지하수 개발 현황

(단위 : 공)

읍 면	영월군 지하수현황(2019년)					금회조사					
	계	생활용	공업용	농업용	기타	계	생활용	공업용	농업용	기타	
영상지구	298	208	1	87	2	168	104	1	62	1	
구성비(%)	100.0	69.8	0.3	29.2	0.7	100.0	61.9	0.6	36.9	0.6	
영 상 지 구	김삿갓면	171	122	-	47	2	101	66	-	34	1
	상동읍	29	20	-	9	-	17	10	-	7	-
	중동면	98	66	1	31	-	50	28	1	21	-

※ 자료출처 : 지하수현황(영월군, 2019)

2.1.3 관정형태별 지하수 개발 현황

□ 금회 조사된 관정의 형태는 암반관정이 146공(86.9%), 충적관정은 22공(13.1%)으로 암반관정이 상대적으로 더 많았다. 용도별로는 생활용의 경우 암반관정 91공(87.5%), 충적관정 13공(12.5%), 농업용은 암반관정 53공(85.5%), 충적관정 9공(14.5%), 공업용은 암반관정 1공(100.0%), 기타용은 암반관정 1공(100.0%)으로 나타났다<표 2-1-3>,<그림 2-1-2>.

<표 2-1-3> 관정형태별 지하수개발현황(금회조사)

(단위 : 공)

구 분	계			생활용			공업용			농업용			기타용			
	소계	층적	암반	소계	층적	암반	소계	층적	암반	소계	층적	암반	소계	층적	암반	
영상지구	168	22	146	104	13	91	1	-	1	62	9	53	1	-	1	
구성비(%)	100.0	13.1	86.9	100.0	12.5	87.5	100.0	-	100.0	100.0	14.5	85.5	100.0	-	100.0	
영상 지구	김삿갓면	101	17	84	66	11	55	-	-	-	34	6	28	1	-	1
	상동읍	17	3	14	10	2	8	-	-	-	7	1	6	-	-	-
	중동면	50	2	48	28	-	28	1	-	1	21	2	19	-	-	-

※ 자료출처 : 지하수현황(영월군, 2019)

<표 2-1-4> 관정형태별 지하수개발현황(영월군 지하수현황)

(단위 : 공)

구 분	계			생활용			공업용			농업용			기타용			
	소계	층적	암반	소계	층적	암반	소계	층적	암반	소계	층적	암반	소계	층적	암반	
영상지구	298	152	146	208	117	91	1	-	1	87	34	53	2	1	1	
구성비(%)	100.0	51.0	49.0	100.0	56.3	43.8	100.0	-	100.0	100.0	39.1	60.9	100.0	25.0	75.0	
영상 지구	김삿갓면	171	87	84	122	67	55	-	-	-	47	19	28	2	1	1
	상동읍	29	15	14	20	12	8	-	-	-	9	3	6	-	-	-
	중동면	98	50	48	66	38	28	1	-	1	31	12	19	-	-	-

※ 자료출처 : 지하수현황(영월군, 2019)

<표 2-1-5> 구경별 현황(금회조사)

(단위 : 공)

영상지구	계	50이하	51-100	101-200	201-300	301이상	미기재
계	168	15	5	141	6	1	-
김삿갓면	101	13	4	81	3	-	-
상동읍	17	-	1	15	-	1	-
중동면	50	2	-	45	3	-	-

※ 자료출처 : 지하수현황(영월군, 2019)

<표 2-1-6> 구경별 현황(영월군 지하수현황)

(단위 : 공)

영상지구	계	50이하	51-100	101-200	201-300	301이상	미기재
계	298	50	5	221	12	8	2
김삿갓면	171	38	4	118	5	5	1
상동읍	29	2	1	23	1	2	-
중동면	98	10	-	80	6	1	1

※ 자료출처 : 지하수현황(영월군, 2019)

<표 2-1-7> 토출관구경별 현황(금회조사)

(단위 : 공)

영상지구	계	31이하	32-40	41-50	51이상	비고
계	168	123	43	1	1	
김삿갓면	101	73	26	1	1	
상동읍	17	11	6	-	-	
중동면	50	39	11	-	-	

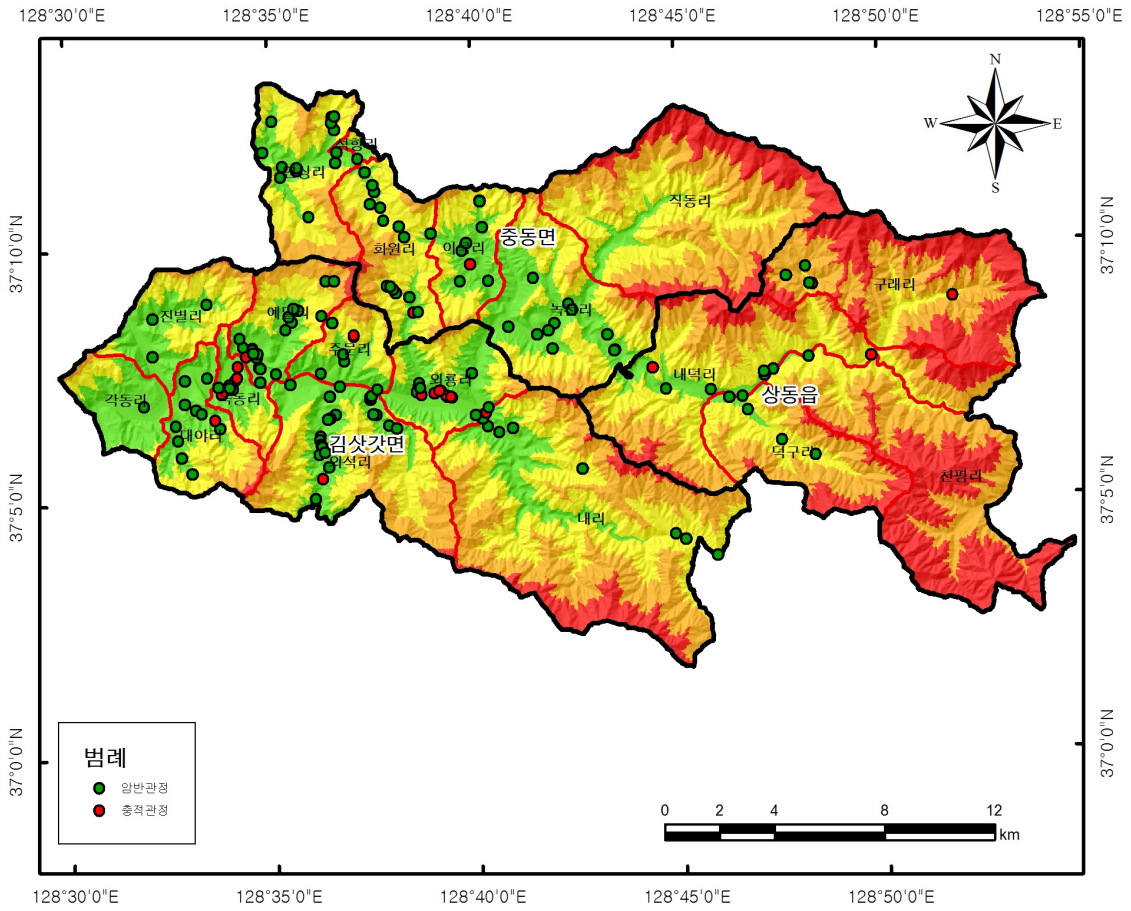
※ 자료출처 : 지하수현황(영월군, 2019)

<표 2-1-8> 토출관구경별 현황(영월군 지하수현황)

(단위 : 공)

영상지구	계	31이하	32-40	41-50	51이상	미기재
계	298	211	80	4	2	1
김삿갓면	171	127	38	3	2	1
상동읍	29	16	12	1	-	-
중동면	98	68	30	-	-	-

※ 자료출처 : 지하수현황(영월군, 2019)



<그림 2-1-2> 관정형태별 지하수 개발 현황

2.2 지하수 이용 현황

2.2.1 이용량 산정

□ 영월군 지하수현황(영월군, 2019)에 따르면 영상지구의 지하수 이용량은 438.64천m³/년이다. 영상지구 용도별 이용량을 살펴보면 생활용 지하수 이용량이 225.92천m³/년으로 영상지구 지하수 이용량의 51.5%에 해당하며 읍면별로 살펴보면 김삿갓면 250.16천m³/년(57.0%)으로 가장 많은 이용량을 보이고 있다<표 2-2-1>.

<표 2-2-1> 지하수 이용현황

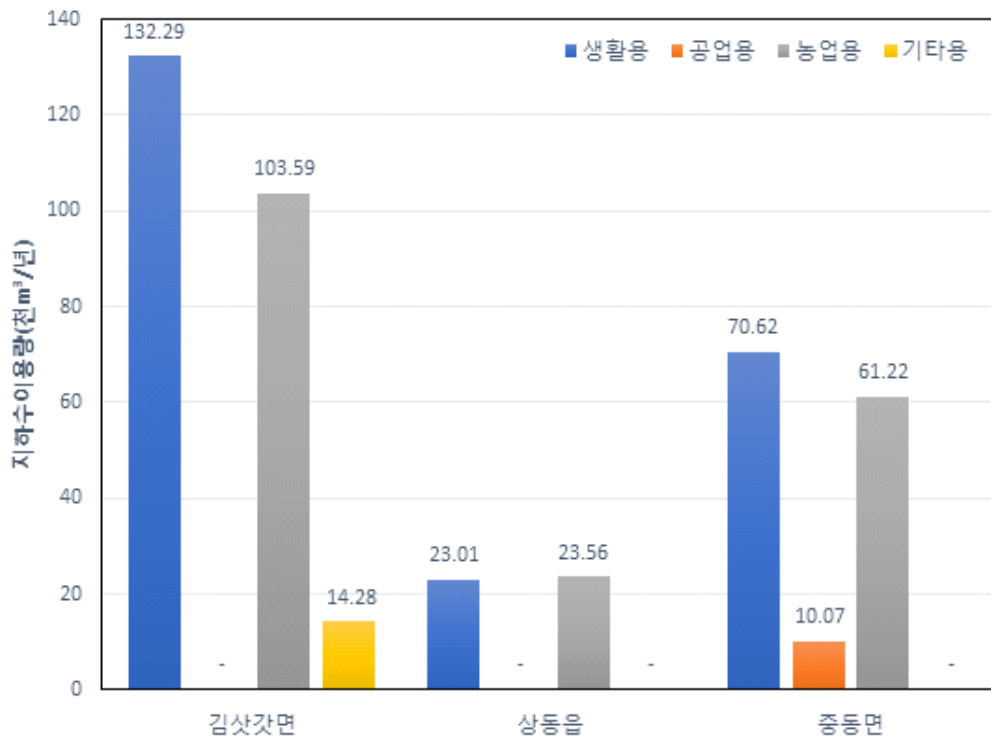
(단위 : 공, 천m³/년)

구 분	총 계		생활용		공업용		농업용		기타용		
	개소	이용량	개소	이용량	개소	이용량	개소	이용량	개소	이용량	
영상지구	298	438.64	208	225.92	1	10.07	87	188.38	2	14.28	
비율(%)	100.0	100.0	69.8	51.5	0.3	2.3	29.2	42.9	0.7	3.3	
영 상 지 구	김삿갓면	171	250.16	122	132.29	-	-	47	103.59	2	14.28
	상동읍	29	46.57	20	23.01	-	-	9	23.56	-	-
	중동면	98	141.92	66	70.62	1	10.07	31	61.22	-	-

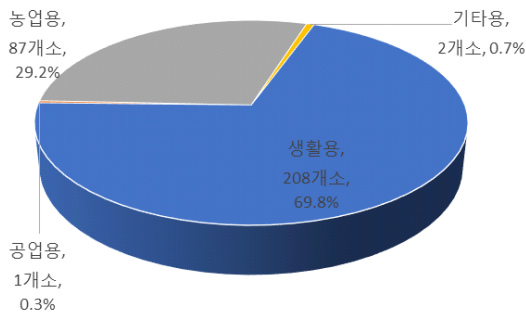
※ 자료출처 : 지하수현황(영월군, 2019)

2.2.2 용도별 이용 현황

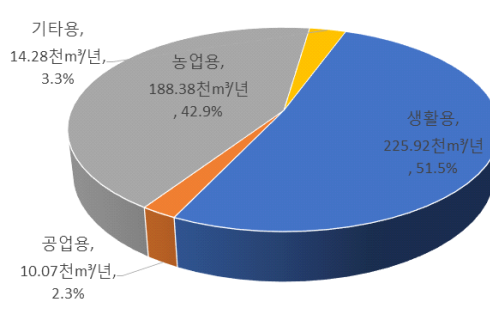
□ 용도별 지하수 이용현황을 살펴보면 생활용 관정이 208공으로 영상지구 전체(298공)의 69.8%를 차지하고 있으며 이용량은 225.92천m³/년(51.5%)을 차지하고 있다. 농업용 관정은 87공으로 29.2%를 차지하고 이용량은 188.38천m³/년(42.9%)이다. 공업용 관정은 1공으로 0.3%를 차지하고 이용량은 10.07천m³/년(2.3%)이다. 기타용 관정은 2공으로 0.7%를 차지하며 이용량은 14.28m³/년(3.3%)이다. <그림 2-2-1~3>.



<그림 2-2-1> 영상지구 읍면별·용도별 지하수이용현황



<그림 2-2-2> 용도별 지하수 개소수



<그림 2-2-3> 용도별 지하수 이용량

□ 생활용 지하수의 세부용도를 보면 관정 개발은 가정용(115공, 55.3%)으로, 지하수 이용량은 상수도용(99.57천m³/년, 44.1%)으로 가장 많이 개발·이용되고 있었다<표 2-2-2>.

<표 2-2-2> 생활용 이용현황

(단위 : 공, 천m³/년)

구 분		계	가정용	일반용	학교용	간이상수도	농업생활겸용	공동주택용	국군용	민방위용	청소용	기타	미기재
개 소 수	수량	208	115	44	2	22	5	1	1	1	1	14	2
	백분율 (%)	100.0	55.3	21.2	1.0	10.6	2.4	0.5	0.5	0.5	0.5	6.7	1.0
이용량	수량	225.92	32.61	50.31	8.83	99.57	8.10	1.41	4.28	0.09	0.26	20.48	0.00
	백분율 (%)	100.0	14.4	22.3	3.9	44.1	3.6	0.6	1.9	0.0	0.1	9.1	0.0

※ 자료출처 : 지하수현황(영월군, 2019)

□ 농업용 지하수 세부용도는 전작용이 개소수(72공, 81.8%) 및 이용량(164.4천m³/년, 89.6%)이 모두 가장 높은 비율을 보였다. 답작용의 경우는 6공(6.8%), 10.3천m³/년(5.6%)이며 그 외 양어장용, 원예용 등으로 이용되고 있다<표 2-2-3>.

<표 2-2-3> 농업용 이용현황

(단위 : 공, 천m³/년)

구 분		계	답작용	전작용	양어장용	원예용	농업공업겸용	기타	미기재
개 소 수	수량	87	6	72	3	1	1	2	2
	백분율 (%)	100.0	6.9	82.8	3.4	1.1	1.1	2.3	2.3
이용량	수량	183.38	10.3	164.4	5.1	1.2	2.9	4.6	0.0
	백분율 (%)	100.0	5.5	87.3	2.7	0.6	1.6	2.4	0.0

※ 자료출처 : 지하수현황(영월군, 2019)

□ 공업용 관정은 1개소로 이용량은 10.07천m³/년이며 기타용으로 대부분 사용된다<표 2-2-4>.

<표 2-2-4> 공업용 이용현황

(단위 : 공, 천m³/년)

구 분		총 계	농공단지	자유업지업체	기 타
개소수	수량	1	-	-	1
	백분율(%)	100.0	-	-	100.0
이용량	수량	10.07	-	-	10.07
	백분율(%)	100.0	-	-	100.0

※ 자료출처 : 지하수현황(영월군, 2019)

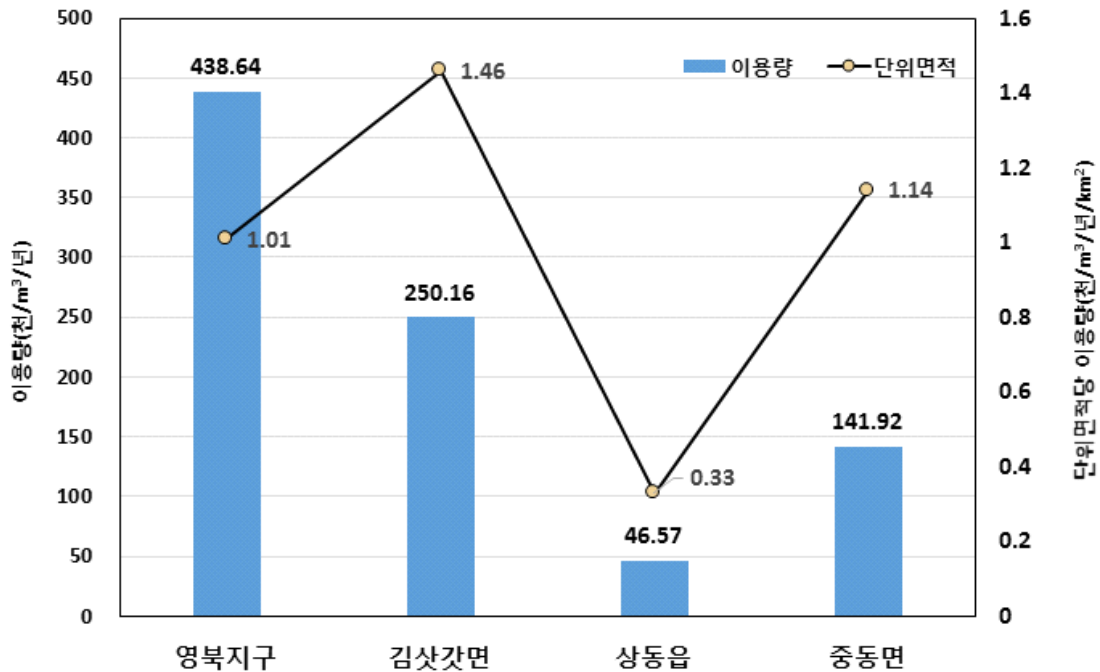
2.2.3 단위면적당 이용 현황

- 영상지구의 읍면별 지하수 사용량은 김삿갓면이 250.16천m³/년으로 가장 많으며 중동면은 141.92천m³/년, 상동읍은 46.57천m³/년으로 조사되었다. 읍면별 이용량과 면적을 이용하여 단위면적당 이용량으로 환산하여 읍면별 이용량을 정량적으로 비교해 보았다.
- 전체 지하수이용량 대비 읍면별 지하수이용량 비율은 김삿갓면이 57.0%, 상동읍 10.6%, 중동면 32.4%로 조사되었다. 단위면적당 이용량을 살펴보면 김삿갓면이 1.46천m³/년/km²으로 가장 높고, 중동면 1.14천m³/년/km², 상동읍은 0.33천m³/년/km²으로 나타난다<표 2-2-5>, <그림 2-2-4>.

<표 2-2-5> 읍면별 단위면적당 지하수 이용현황

구 분	이용량 (천m ³ /년)	비율 (%)	면 적 (km ²)	단위면적당 이용량	
				(천 m ³ /년/km ²)	(m ³ /일/km ²)
영상지구	438.64	100.0	435.55	1.01	2.76
김삿갓면	250.16	57.0	171.29	1.46	4.00
상동읍	46.57	10.6	139.79	0.33	0.91
중동면	141.92	32.4	124.47	1.14	3.12

※ 자료출처 : 지하수현황(영월군, 2019) & 지하수조사연보(환경부,2018)



<그림 2-2-4> 읍면별 단위면적당 지하수이용현황

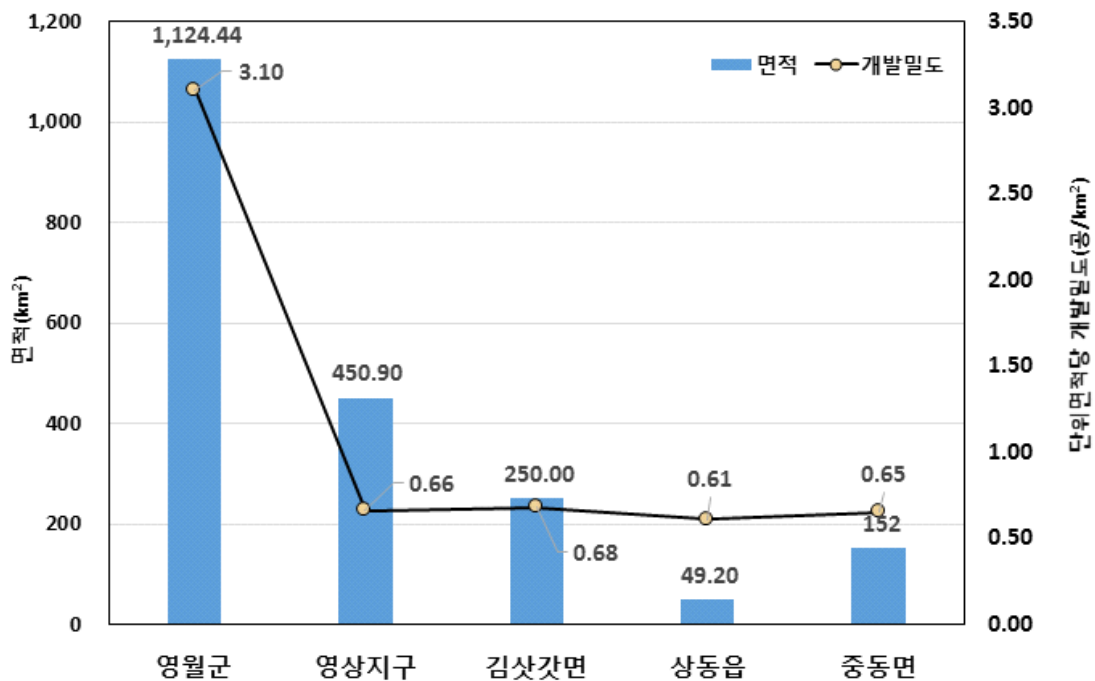
2.2.4 지하수 개발 밀도

□ 영상지구의 단위면적당 지하수 개발밀도는 0.68공/km²으로 영월군(3.10공/km²)보다 낮게 나타났다. 읍면별로는 김삿갓면이 0.68공/km², 상동읍이 0.62공/km², 중동면 0.69공/km²로 나타났다<표 2-2-6>,<그림 2-2-5>.

<표 2-2-6> 읍면별 지하수 개발밀도

구 분	면적 (km ²)	개소수 (공)	단위면적당 개발밀도 (공/km ²)	
영월군	1,124.44	3,484	3.10	
영상지구	435.55	298	0.68	
영상지구	김삿갓면	250.16	171	0.68
	상동읍	46.57	29	0.62
	중동면	141.92	98	0.69

※ 자료출처 : 지하수현황(영월군, 2019) & 지하수조사연보(환경부,2018)



<그림 2-2-5> 영상지구 읍면별 단위면적당 지하수개발밀도 현황

2.3 지하수 개발·이용에 따른 동리별 순위

□ 지하수 이용량은 김삿갓면 예밀리(54.57천m³/년), 중동면 화원리(51.92천 m³/년), 중동면 연상리(42.83천m³/년), 김삿갓면 옥동리(37.49천m³/년)순으로 높게 나타나며, 단위면적당 이용량은 김삿갓면 주문리(4.04천m³/년/km²), 김삿갓면 대야리(3.63천m³/년/km²), 중동면 화원리(3.02천m³/년/km²), 김삿갓면 옥동리(2.94천m³/년/km²)순으로 나타났다. 관정밀도는 김삿갓면 와석리(2.64공/km²), 김삿갓면 옥동리(2.51공/km²), 김삿갓면 주문리(2.44공/km²), 중동면 석항리(2.25공/km²) 순으로 높게 나타났다<표 2-3-1>.

<표 2-3-1> 지하수 개발·이용 항목에 따른 리별 순위

순위	총 이용량 (천m ³ /년)			단위면적당 이용량 (천m ³ /년/km ²)			관정수(공)			관정밀도 (공/km ²)		
	면	리	이용량	면	리	이용량	면	리	관정수	면	리	관정밀도
1	김삿갓면	예밀리	54.57	김삿갓면	주문리	4.04	김삿갓면	와석리	34	김삿갓면	와석리	2.64
2	중동면	화원리	51.92	김삿갓면	대야리	3.63	중동면	화원리	33	김삿갓면	옥동리	2.51
3	중동면	연상리	42.83	중동면	화원리	3.02	김삿갓면	옥동리	32	김삿갓면	주문리	2.44
4	김삿갓면	옥동리	37.49	김삿갓면	옥동리	2.94	김삿갓면	예밀리	28	중동면	석항리	2.25
5	김삿갓면	와석리	34.73	김삿갓면	와석리	2.70	중동면	연상리	26	김삿갓면	대야리	2.16
6	김삿갓면	외룡리	32.41	김삿갓면	외룡리	2.27	김삿갓면	외룡리	23	중동면	화원리	1.92
7	김삿갓면	대야리	30.31	중동면	연상리	2.27	중동면	녹전리	19	김삿갓면	외룡리	1.61
8	중동면	녹전리	28.16	김삿갓면	예밀리	1.85	김삿갓면	대야리	18	중동면	이목리	1.41
9	김삿갓면	주문리	23.16	중동면	석항리	1.62	중동면	이목리	17	중동면	연상리	1.38
10	상동읍	내덕리	18.48	중동면	이목리	1.44	김삿갓면	내리	14	김삿갓면	예밀리	0.95
11	중동면	이목리	17.33	김삿갓면	각동리	1.12	김삿갓면	주문리	14	중동면	녹전리	0.69
12	김삿갓면	내리	16.49	중동면	녹전리	1.02	상동읍	내덕리	12	김삿갓면	진별리	0.43
13	상동읍	구래리	13.03	김삿갓면	진별리	0.72	상동읍	구래리	8	상동읍	내덕리	0.28
14	김삿갓면	각동리	10.84	상동읍	내덕리	0.44	김삿갓면	진별리	6	상동읍	구래리	0.22
15	김삿갓면	진별리	10.15	상동읍	구래리	0.36	상동읍	천평리	5	김삿갓면	내리	0.22
16	상동읍	천평리	8.96	상동읍	덕구리	0.30	상동읍	덕구리	4	김삿갓면	각동리	0.21
17	상동읍	덕구리	6.09	김삿갓면	내리	0.26	김삿갓면	각동리	2	상동읍	덕구리	0.20

<부록Ⅲ. 지하수 특성>

3. 지하수 특성

3.1 지하수 수리특성

3.1.1 수리특성 분석

가. 수위변화 및 유동특성

- 관정현황조사를 바탕으로 106개의 관정에서 일체조사(지하수위 측정 71회+현장수질측정 79회=150회)를 갈수기 및 풍수기에 각각 실시하였다.
- 영상지구의 전체적인 지하수위 변화 및 유동방향을 파악하기 위하여 관정 지하수위를 측정하여 수리변화 및 유동특성을 분석하였다.
- 영상지구 지하수위는 최대값 53.0m, 최소값 0.0m로 조사되었다. 영상지구 지하수두는 최대값 794.9m, 최소값 168.3m로 조사되었다<표 3-1-1>.

<표 3-1-1> 지하수위/수두 분포 현황

(단위 : m, GL-, EL+)

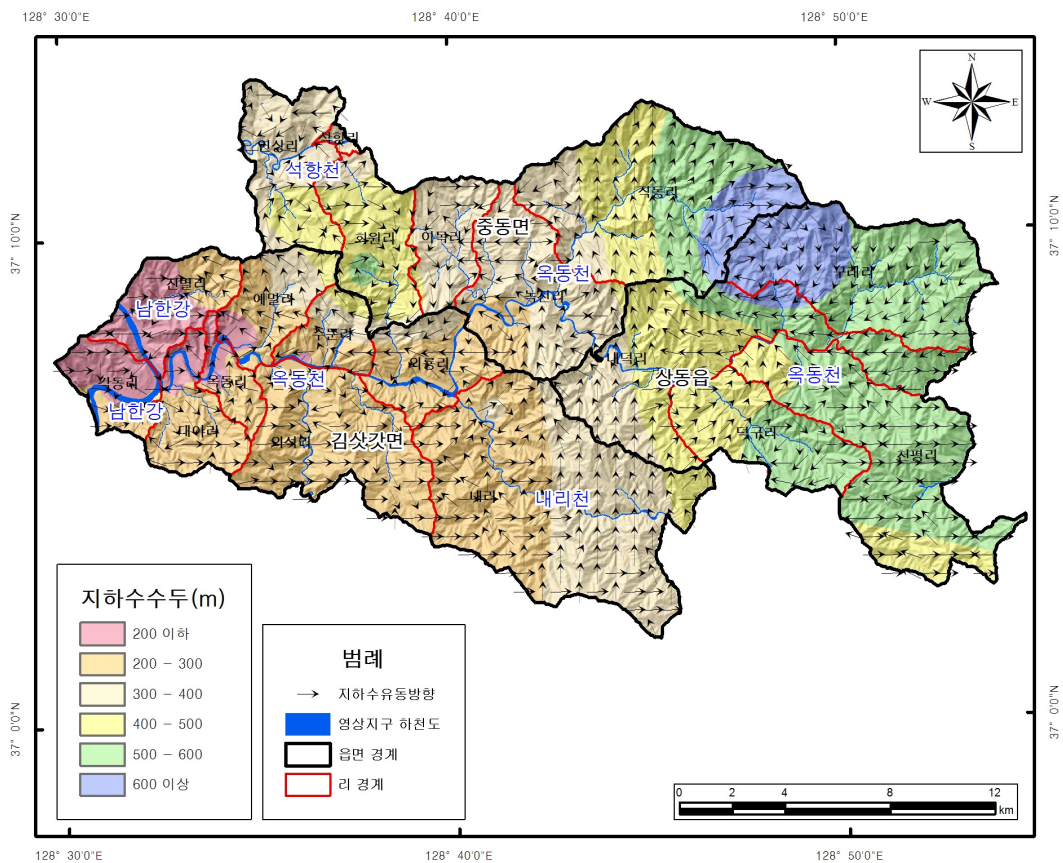
구분	개소	지하수위		지하수두	
		최대	최소	최대	최소
영상지구	56.0	53.0	0.0	794.9	168.3
김삿갓면	43.0	53.0	0.0	349.9	168.3
상동읍	8.0	10.3	1.4	794.9	412.7
중동면	20.0	21.2	0.0	547.5	276.9

※ 지하수위 : 지표면 기준(GL-), 지하수두 : 해수면 기준(EL+)

- 조사지역의 지하수유동은 대체로 지형고도와 유사한 양상을 보이고 있다. 영상지구를 동서방향으로 가로지르며 흐르는 남한강 등의 하천 흐름 방향에 수직하게 지하수 유동방향이 나타난다.
- 주변지역에 비하여 지하수두가 김삿갓면에서는 내리(지하수두 평균 275.4m), 와석리(지하수두 평균 263.8m)가 높으며, 상동읍에서는 구래리

(지하수두 평균 701.8m), 덕구리(지하수두 평균 484.0m), 중동면에서는 화원리(지하수두 평균 486.5m), 연상리(지하수두 평균 358.7m)가 높게 나타난다.

□ <그림 3-1-1>은 지하수두 등고선을 나타내는 그림으로 화살표 방향으로 지하수의 유동이 발생한다. 지하수 유동방향을 나타내는 화살표가 발산하는 지역(파란색)은 지하수두가 높은 지역이다. 발산지역의 경우 상대적으로 지하수 함양량이 낮다고 볼 수 있으며, 상동읍 구래리, 중동면 직동리가 여기에 해당된다. 지하수 충전은 모든 대수층에서 이루어지나 지하수 유동이 수렴하는 지역(빨강색)에서는 지하수가 빠르게 충전되기 때문에 지하수 함양이 높은 지역을 의미한다. 수렴은 보통 지하수 배출지역 또는 하천 주변으로 김삿갓면 진별리, 각동리, 대야리, 옥동리, 예밀리가 해당된다.



<그림 3-1-1> 지하수두 및 유동방향도

나. 수리특성

□ 지하수의 부존 및 유동 특성은 지질 특성에 따라 크게 영향을 받으나 지하수 관리 기본계획(건설교통부, 2002)에서는 세부적인 지하수의 수리적 특성을 고려하여 이를 다시 세분 또는 분류하는 수문지질 단위(hydrogeologic unit)를 설정하였다.<표3-1-2~3>

<표 3-1-2>기존우물자료를 통한 수문지질별 지하수 산출성 평가

구분	수문지질단위	지질 기호 및 암상			기존우물자료를 통한 지하수 산출성 평가			
					투수량 계수	수리 전도도	비양수량	
충적층 지하수	미교결퇴적물	Qa	충적층	Qr	매립층	대	대	대
	다공질 화산암	-				-	-	-
	반교결 퇴적암	Tb	복평층군			-	-	-
암반지하수	비다공질 화산암	Kav	산성화강암	Kiv	중성및염기성화산암	-	-	대
		Kv	화산암류	Kan	안산암			
	관입 화성암	Kad	산성암맥	Kap	산성반암	대	중	중
		Kbgr	흑운모화강암	Kgp	화강반암			
		Kgr	화강암	Kdi	섬록암			
		Kgd	화강섬록암	Jgr	화강암류			
		Jga	반려암	Jsy	섬장암			
		Jdi	섬록암	yic	양평화성복합체			
		am	각섬암	PCEhgr	홍제사화강암			
	PCElgn	우백질화강암						
	쇄설성 퇴적암	Kc2	중부초평층군	Kc1	하부초평층군	소	중	소
		Ktm	문수산층	Kycs	역질사암			
		Knsm	사암및이암	Kpsv	퇴적암및화산암			
		Khsv	퇴적암및화산암	Kssv	퇴적암및화산암			
		Kgsv	퇴적암및화산암	Ktsv	퇴적암및화산암			
		Jkt	통진층	Jcsc	역질및사암			
		Jb	반송층군	TRp3	상부평안층군			
Pp2	중부평안층군	Cp1	하부평안층군					
석회암	Odls	상부대석회암층군	Ojls	정선형조선누층군	중	대	대	
	Opls	평창형조선누층군	CEyls	영월형조선누층군				
	CEdls	하부대석회암층군	Is	석회암				
변성암	CEdy	약덕층군	Og4	상부천매암	중	소	소	
	Og3	함역천매암	Og2	하부천매암				
	Og1	변성사질암	PCEt	태안층				
	PCEccs	편암류	PCEns	편암류				
	PCEccgn	편마암류	PCEses	편암류				
	PCEsebg	호산편마암	PCEkgrtgn	함석류화강편마암				
	PCEklgn	우백질편마암	PCEkgrgn	화강편마암				
	PCEkpgn	반상변정질편마암	PCEbprgn	부산반상질화강편암				
	PCEks	편암류	PCEkbg	호산편마암				
	PCEmgn	미그마타이트질편마암	PCEjgrgn	중봉산화강편마암				
	PCEgrgn	화강편마암	PCEpgn	반상변정질편마암				
	PCEbgrgn	분천화강편마암	PCEmgn	미그마타이트질편암				
	PCEyl	율리층군	q	규암				

※ 지하수 관리 기본계획 - 건설교통부 2002

<표 3-1-3> 기존우물자료를 통한 수문지질별 수리특성 통계

항목	수문지질단위	개수	평균	중앙값	최소	최대	표준편차
투수량계수(T, m ² /d)	전체	408	61.7540	2.9030	0.0010	3342.2400	313.2200
	미고결퇴적물	181	85.9990	3.6370	0.0010	2750.4000	334.6500
	관입화성암	106	82.6670	2.9980	0.0010	3342.2400	427.4900
	쇄설성퇴적암	2	0.6390	0.6390	0.5100	0.7680	0.1800
	석회암	16	14.0350	2.2200	0.1250	190.0000	46.9900
	변성암	103	6.2250	1.8760	0.0001	153.4000	18.6700
수리전도도(K, cm/s)	전체	388	3.67E-02	5.01E-05	2.20E-09	3.50E+00	2.90E-01
	미고결퇴적물	183	5.60E-02	9.77E-05	1.34E-08	2.95E+00	3.32E-01
	관입화성암	101	3.87E-02	4.49E-05	6.13E-09	3.50E+00	3.49E-01
	쇄설성퇴적암	2	1.76E-05	1.76E-05	1.74E-05	1.78E-05	0.00E+00
	석회암	16	1.28E-03	5.90E-05	2.20E-06	8.46E-03	2.62E-03
	변성암	86	7.97E-04	1.31E-05	2.20E-09	4.43E-02	4.93E-03
비양수량(SPC, m ² /d)	전체	1859	69.8000	8.0000	0.1000	4100.0000	201.1000
	미고결퇴적물	1036	110.5000	21.0000	0.4000	4100.0000	253.4500
	비다공질화산암	1	6.4000	6.4000	6.4000	6.4000	0.0000
	관입화성암	386	18.3000	4.7000	0.1000	705.0000	58.8300
	쇄설성퇴적암	20	56.7000	3.6000	0.9000	870.0000	195.3500
	석회암	105	10.8000	5.9000	1.0000	108.0000	16.9600
	변성암	311	19.2000	3.9000	0.3000	1500.0000	92.6500
저류계수(S)	전체	242	0.3752	0.0316	0.0001	14.5000	1.3000
	미고결퇴적물	88	0.2171	0.0294	0.0001	4.9950	0.7600
	관입화성암	74	0.4986	0.0280	0.0001	14.5000	1.9100
	쇄설성퇴적암	1	0.3880	0.3880	0.3880	0.3880	0.0000
	석회암	3	0.0232	0.0232	0.0016	0.0650	0.0400
	변성암	76	0.4519	0.0420	0.0001	6.7670	1.0600
	전체	3645	217.8000	180.0000	1.0000	3068.0000	212.1500
양수량(Q, m ³ /d)	미고결퇴적물	2034	245.7000	200.0000	1.0000	2160.0000	230.5400
	반고결퇴적암	2	6.0000	6.0000	2.0000	10.0000	5.6600
	미고결퇴적물	2	162.0000	162.0000	24.0000	300.0000	195.1600
	관입화성암	740	186.2000	161.0000	1.0000	2000.0000	156.5500
	쇄설성퇴적암	29	201.0000	160.0000	5.0000	870.0000	165.7800
	석회암	193	214.7000	200.0000	2.0000	3068.0000	256.6200
	변성암	645	168.8000	150.0000	1.0000	2000.0000	178.0300

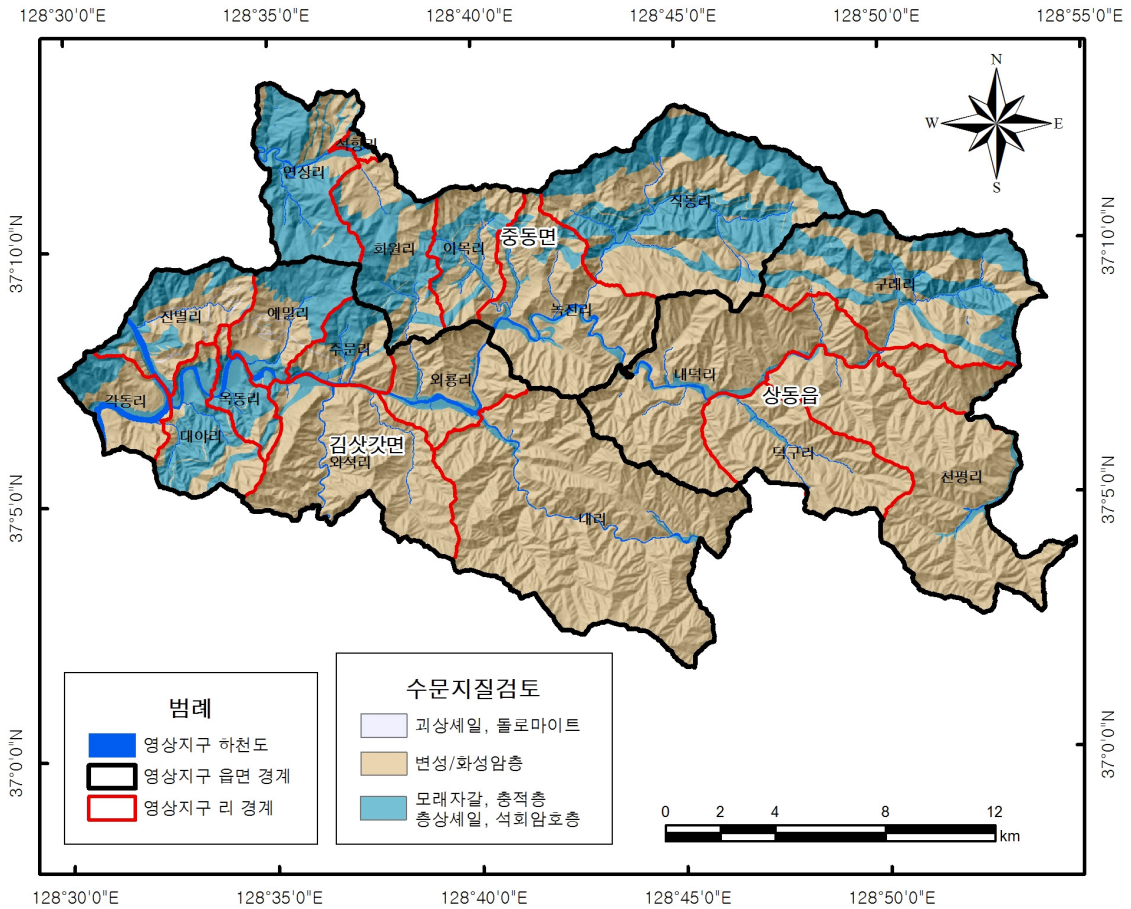
※ 한국수자원공사 광역기초조사 - 한강권역 2006.12

□ 한국지질자원연구원에서 발행한 1:50,000지질도를 GIS로 분석하여 수문 지질단위로 변경한 뒤 DRASTIC 평가기준에 적합하도록 등급을 설정해주어야 한다<표3-1-4>,<그림3-1-2>.

<표 3-1-4> DRASTIC 평가기준

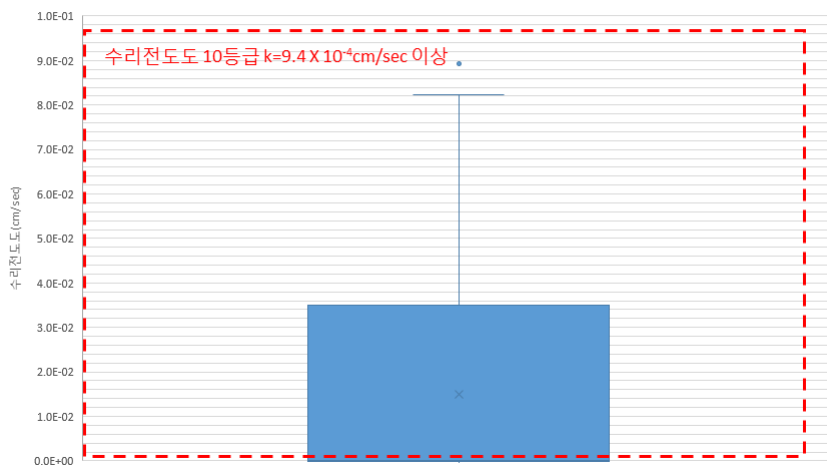
평가항목	단위	등 급						가중치
		등급 범위		대표 등급				
3)대수층 매질(A)								3(3)
· 과상 세일		1 ~ 3		2				
· 변성암/화성암		2 ~ 5		3				
· 풍화 변성암/화성암		3 ~ 5		4				
· 빙퇴석		4 ~ 6		5				
· 충상세일,사암,석회암호층		5 ~ 9		6				
· 과상 사암		4 ~ 9		6				
· 과상 석회암		4 ~ 9		6				
· 모래, 자갈		4 ~ 9		8				
· 현무암		2 ~ 10		9				
· 용식 석회암		9 ~ 10		10				
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	9.40이상	3(2)
		1	2	4	6	8	10	

□ DRASTIC 평가기준인 대수층매질에 적합하도록 지질도에서 괴상셰일 및 돌로마이트를 한 개의 그룹으로 분류하고, 변성/화성암층을 한 개의 그룹으로, 모래자갈, 충적층, 층상셰일, 석회암호층을 나머지 한 개의 그룹으로 분리하였다.

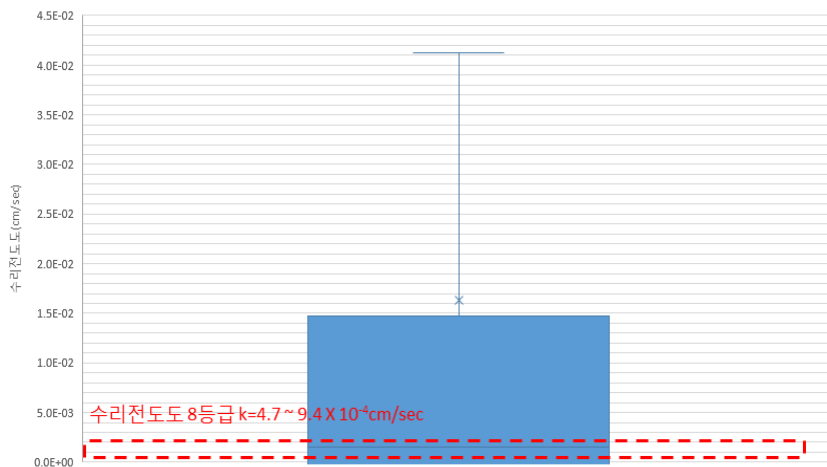


<그림 3-1-2> 수문지질 분류를 지질특성 구조화

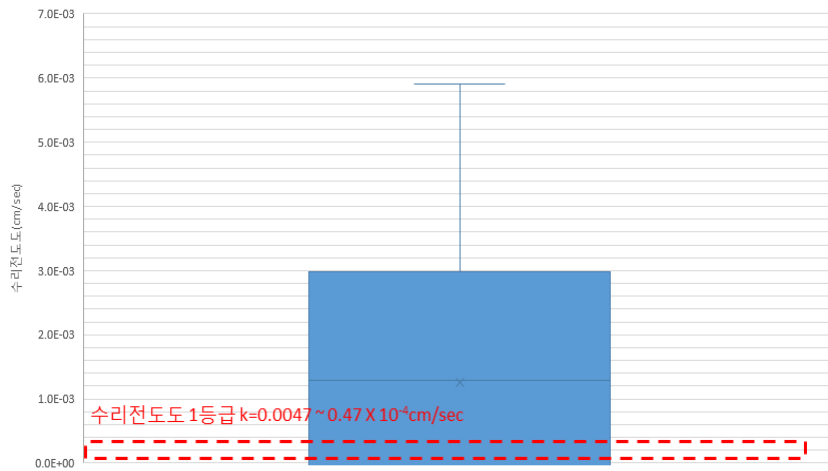
□ DRASTIC 평가기준인 대수층매질에 적합하도록 지질도에서 분류한 그룹의 특성에 맞도록 한국수자원공사 광역기초조사 - 한강권역(2006.12.)에서 제시한 수문지질 특성 값에서 괴상세일 및 돌로마이트 그룹은 DRASTIC 평가기준 1등급인 $0.47 \sim 0.0047 \times 10^{-4} \text{cm/sec}$, 변성/화성암층 그룹은 8 등급인 $4.7 \sim 9.4 \times 10^{-4} \text{cm/sec}$, 모래자갈, 충적층, 층상세일, 석회암호층 그룹은 10등급인 $9.4 \times 10^{-4} \text{cm/sec}$ 이상으로 설정하여 적용하였다<그림 3-1-3~6>,<표 3-1-5>.



<그림 3-1-3> 미고결퇴적물 및 쇄설성퇴적암 수리전도도 결정



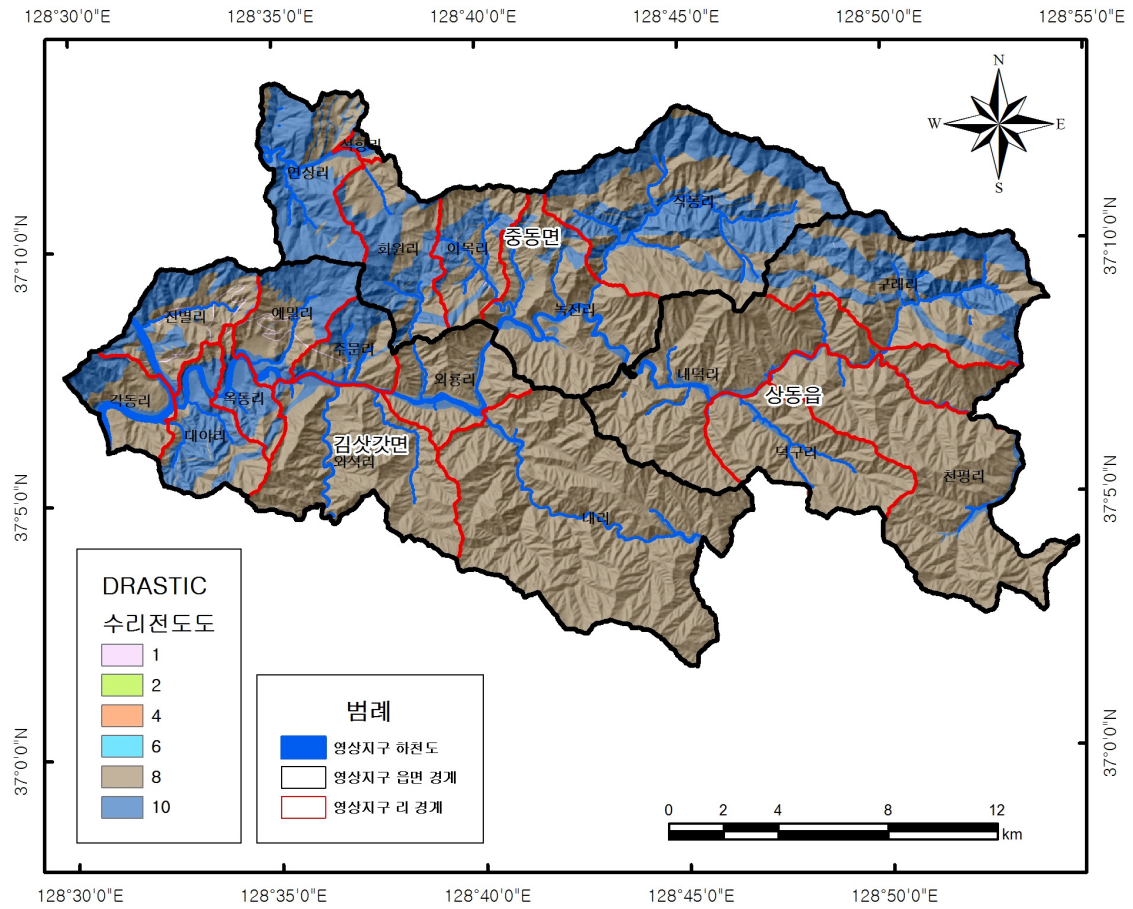
<그림 3-1-4> 화성암/변성암 수리전도도 결정



<그림 3-1-5> 괴상세일, 돌로마이트 수리전도도 결정

<표 3-1-5> DRASTIC 평가기준을 위한 수리전도도 적용

DRASTIC 3)대수층 매질(A)		DRASTIC 수리전도도 적용		
지층	등급범위	지층	등급	수리전도도 $\times 10^{-4}$ cm/sec
· 괴상 세일	1~3	괴상세일, 돌로마이트	1	0.0047~0.47
· 변성암/화성암	2~5	변성암/화성암	8	4.7~9.4
· 풍화 변성암/화성암	3~5			
· 빙퇴석	4~6			
· 층상세일, 사암, 석회암호층	5~9	모래자갈, 충적층, 층상세일, 석회암호층	10	9.4이상
· 괴상 사암	4~9			
· 괴상 석회암	4~9			
· 모래, 자갈	4~9			
· 현무암	2~10			
· 용식 석회암	9~10			



<그림 3-1-6> DRASTIC분석을 위한 수리전도도 적용 주제도

3.1.2 부존특성

가. 지하수 함양률 산정

□ 지하수의 함양 및 수리특성 파악을 위하여 수자원단위지도의 표준유역 조사경계를 외곽경계로 수정하여 조사지역내 지하수 특성을 분석하였다.

□ 영상지구의 지하수 함양률은 「국가지하수관리 기본계획(2012)」에 제시된 지하수 함양률을 활용하여 산정하였으며, 조사지역 유역경계 내에 위치한 국가지하수 관측망을 이용하였다. 해당유역에 국가지하수 관측망이 없는 경우에는 영상지구가 속해있는 중권역인 평창강의 함양률을 적용하였다<표 3-1-6~7>, <그림 3-1-7>.

<표 3-1-6> 국가지하수관측망 지하수 함양률

관측소	X(중부원점)	Y(중부원점)	함양률	대권역	중권역
영월영월	331,147	510,458	13.36	한강	남한강상류
영월상동	358,215	503,377	11.41	한강	충주댐하류

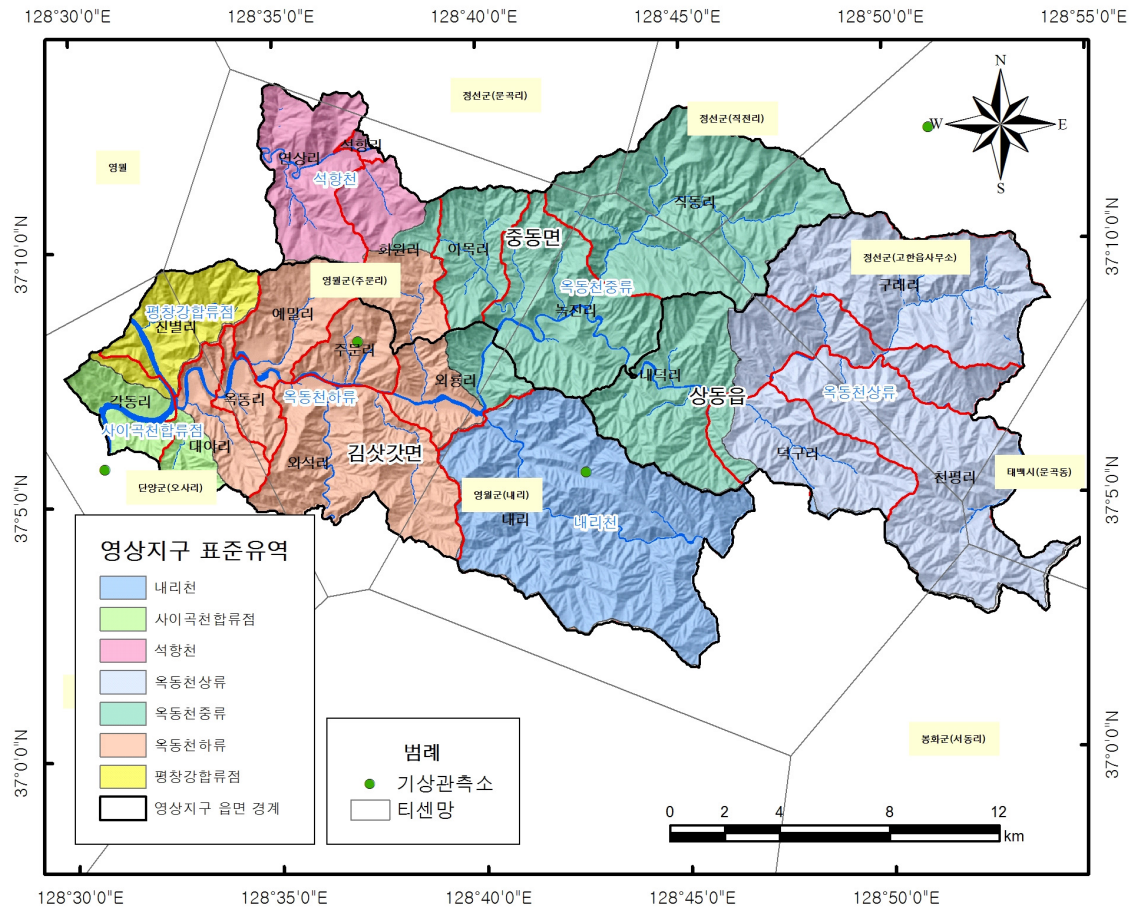
※ 국가지하수관리 기본계획(국토교통부, 2012)

<표 3-1-7> 영상지구 지하수 함양률

(단위 : %)

중권역	표준유역	국가 지하수 관리계획	적용 함양률
충주댐	사이곡천합류점	12.90	12.90
	평창감합류점	12.90	12.90
	옥동천하류	12.90	12.90
	옥동천중류	12.90	12.90
	옥동천상류	12.90	12.90
	내리천	12.90	12.90
남한강상류	석항천	12.90	12.90

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



<그림 3-1-7> 조사지역 Thiessen망도

나. 면적평균 강수량 산정

□ 기상관측소 강수량은 특정 지점에 한하여 얻어지는 자료로 점(point)강수량을 나타낸다. 이를 면적평균 강수량으로 변환하기 위해서는 해당지역을 대표할 수 있는 평균 면적과 조사지역 주변의 여러 기상관측소로부터 얻어진 수년간의 평균 강수량 자료가 필요하다. 특정지역의 강수량을 산정하는 방법에 대해서는 여러 가지 논의가 있으나, 보편적으로 산술평균법, Thiessen법, 등우선법 및 삼각법 등이 사용되고 있으며, 본 조사에서는 Thiessen 면적평균 강수량을 이용하여 산출하였다<그림 3-1-7>, <표 3-1-8~15>.

<표 3-1-8> 표준유역별 Thiessen계수 산정

표준유역명	관측소명	지배면적(km ²)	Thiessen계수
사이곡천합류	단양군(오사리)	12.93	1.00
평창강합류	단양군(오사리)	8.93	0.58
	영월	0.02	0.00
	영월군(주문리)	6.49	0.42
옥동천하류	단양군(오사리)	8.42	0.10
	영월군(내리)	5.18	0.06
	영월군(주문리)	68.44	0.83
옥동천중류	영월군(내리)	62.04	0.51
	영월군(주문리)	27.23	0.22
	정선군(고한읍사무소)	11.36	0.09
	봉화군(서동리)	2.54	0.02
	정선군(직전리)	18.16	0.15
옥동천상류	영월군(내리)	38.80	0.34
	정선군(고한읍사무소)	61.93	0.55
	봉화군(서동리)	5.36	0.05
	태백시(문곡동)	6.67	0.06
내리천	영월군(내리)	64.15	1.00
	영월군(주문리)	0.28	0.00
석항천	영월군(주문리)	25.75	0.97
	정선군(문곡리)	0.89	0.03

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

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

연도	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	계
1998	0.0	0.0	0.0	0.0	77.0	150.0	232.0	311.0	121.0	56.0	0.0	0.0	947.0
1999	0.0	0.0	0.0	61.0	82.0	145.0	141.0	413.0	269.0	112.0	0.0	0.0	1,223.0
2000	0.0	0.0	0.0	48.0	20.0	154.0	211.0	246.0	303.0	18.0	0.0	0.0	1,000.0
2001	22.0	37.0	14.0	11.0	4.0	229.0	170.0	64.0	71.0	87.0	3.0	8.0	720.0
2002	33.0	29.0	49.0	61.0	71.0	60.0	74.0	99.0	75.0	62.0	44.0	33.0	690.0
2003	14.0	48.0	37.0	179.0	132.0	147.0	318.0	236.0	257.0	20.0	56.0	0.0	1,444.0
2004	5.0	23.0	32.0	63.0	95.0	415.0	433.0	271.0	173.0	0.0	23.0	18.0	1,551.0
2005	1.0	16.0	39.0	63.0	48.0	140.0	344.0	349.0	62.0	38.0	0.0	0.0	1,100.0
2006	20.0	25.0	7.0	99.0	98.0	107.0	833.0	101.0	28.0	30.0	30.0	9.0	1,387.0
2007	3.0	22.0	123.0	11.0	12.0	131.0	261.0	355.0	296.0	22.0	10.0	11.0	1,257.0
2008	18.0	4.0	52.0	19.0	42.0	76.0	202.0	260.0	63.0	16.0	6.0	23.0	781.0
2009	43.0	34.0	74.0	41.0	93.0	70.0	200.0	222.0	324.0	18.0	10.0	12.0	1,141.0
2010	7.0	47.0	29.0	115.0	157.0	378.0	398.0	352.0	110.0	37.0	48.0	10.0	1,688.0
2011	4.0	1.0	64.0	71.0	35.0	138.0	289.0	302.0	200.0	31.0	32.0	36.0	1,203.0
2012	15.0	36.0	172.0	62.0	79.0	185.0	298.0	101.0	123.0	24.0	39.0	65.0	1,199.0
2013	8.0	10.0	29.0	42.0	24.0	135.0	67.0	263.0	114.0	132.0	16.0	12.0	852.0
2014	8.0	6.0	27.0	44.0	15.0	64.0	131.0	26.0	20.0	65.0	67.0	17.0	490.0
2015	3.0	31.0	22.0	73.0	41.0	28.0	374.0	53.0	58.0	86.0	16.0	30.0	815.0
2016	6.0	26.0	13.0	60.0	15.0	57.0	431.0	212.0	39.0	17.0	15.0	16.0	907.0
2017	9.0	17.0	57.0	110.0	163.0	56.0	256.0	349.0	127.0	121.0	37.0	34.0	1,336.0
2018	0.0	10.0	30.0	42.0	18.0	89.0	113.0	92.0	0.0	0.0	0.0	0.0	394.0

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

연도	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	계
1998	0.0	0.0	0.0	31.5	79.9	159.2	269.8	364.3	131.1	64.4	0.0	0.0	1,100.3
1999	0.0	0.0	0.0	74.4	94.6	152.6	151.5	424.8	293.8	114.5	0.0	0.0	1,306.2
2000	0.0	0.0	0.0	49.7	32.2	156.5	215.6	270.4	336.2	19.7	0.0	0.0	1,080.2
2001	24.1	42.0	16.9	13.5	8.6	229.0	174.2	67.8	71.0	91.2	3.8	10.1	752.3
2002	37.2	16.8	34.7	105.5	86.5	64.6	141.6	314.9	73.7	52.8	29.3	36.8	994.5
2003	16.9	50.1	37.8	185.7	136.2	153.7	311.7	241.9	263.3	20.4	58.5	0.0	1,476.3
2004	7.1	28.9	36.2	65.1	106.3	412.5	423.8	263.4	172.2	0.8	26.4	18.4	1,561.1
2005	2.3	16.0	47.8	65.1	53.0	134.5	352.8	1048.3	93.9	47.7	3.4	0.0	1,864.8
2006	22.5	28.4	12.5	93.5	95.9	114.6	806.5	122.0	34.7	33.4	32.1	9.4	1,405.5
2007	8.9	25.4	128.0	16.0	123.7	146.1	266.0	404.6	285.1	21.6	10.0	13.9	1,449.4
2008	23.0	4.0	55.4	19.8	46.2	106.2	229.7	242.4	65.1	13.5	6.8	22.2	834.3
2009	29.1	26.4	68.5	47.3	91.7	87.2	286.5	183.4	210.2	20.5	21.8	18.7	1,091.4
2010	14.1	54.6	46.6	91.9	141.5	240.7	318.6	309.2	210.0	33.6	35.0	13.8	1,509.5
2011	2.7	20.7	52.7	106.3	85.8	256.4	388.1	324.7	166.8	33.9	46.7	27.2	1,512.1
2012	12.1	25.1	134.2	78.0	66.0	149.3	301.8	213.6	148.6	31.6	42.4	55.8	1,258.2
2013	15.1	22.2	37.0	55.4	56.3	142.1	210.6	191.2	125.3	86.2	30.7	43.9	1,016.2
2014	9.7	7.7	33.3	44.0	23.0	80.4	108.3	134.4	64.1	88.9	48.9	15.7	658.4
2015	7.6	24.7	26.2	72.2	34.7	65.0	278.7	55.5	45.0	85.2	50.0	30.8	775.5
2016	5.6	34.4	19.7	75.5	38.1	48.2	405.4	159.5	47.8	51.0	17.5	28.2	930.9
2017	11.5	21.6	42.3	91.9	99.2	52.6	368.6	302.8	94.7	81.9	29.4	26.9	1,223.4
2018	4.2	14.6	45.5	75.6	82.3	78.1	206.2	186.1	82.3	59.6	18.5	14.7	867.8

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

연도	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	계
1998	0.0	0.0	0.0	66.3	83.9	167.6	307.9	418.2	140.4	72.0	0.0	0.0	1,256.3
1999	0.0	0.0	0.0	89.1	107.1	161.0	159.9	435.2	317.6	114.9	0.0	0.0	1,384.8
2000	0.0	0.0	0.0	50.8	45.7	157.0	219.0	291.8	370.0	21.3	0.0	0.0	1,155.7
2001	25.1	47.5	19.7	16.2	13.5	226.4	179.4	70.5	70.4	94.5	4.6	12.4	780.4
2002	41.1	2.9	18.1	153.8	103.4	67.9	217.9	559.3	72.2	40.8	12.4	40.7	1,330.5
2003	19.9	51.9	38.4	190.9	139.9	159.8	303.8	245.9	269.2	20.7	60.4	0.0	1,500.6
2004	9.5	34.6	40.8	67.8	116.6	399.6	405.1	251.9	169.9	1.7	29.5	18.6	1,545.6
2005	3.8	15.6	57.0	66.9	58.0	128.6	360.2	1722.5	127.0	59.5	7.7	0.0	2,606.9
2006	25.0	31.6	18.0	87.0	94.1	123.9	769.7	143.6	42.0	36.9	34.7	9.7	1,416.1
2007	14.8	29.1	134.5	20.9	238.9	161.4	264.8	446.3	270.7	20.8	9.7	16.9	1,628.8
2008	29.6	3.8	58.8	21.1	51.1	138.4	263.9	225.3	67.3	10.8	7.8	20.6	898.5
2009	13.0	17.5	61.3	53.8	89.0	103.6	379.2	136.1	80.2	22.6	34.6	26.4	1,017.4
2010	22.7	63.6	68.3	66.5	121.2	83.0	221.4	260.3	320.1	29.0	20.0	17.9	1,294.0
2011	77.3	43.1	39.3	143.2	143.0	388.2	491.8	344.6	127.9	36.1	63.5	17.0	1,914.9
2012	9.0	12.2	90.0	96.0	50.6	107.0	303.6	337.6	175.3	39.5	45.6	45.9	1,312.3
2013	23.1	36.1	45.6	70.0	92.8	150.2	363.5	108.1	136.4	34.3	47.8	80.6	1,188.5
2014	11.2	9.4	39.8	43.7	31.4	96.7	83.3	258.1	113.9	115.4	28.2	13.9	845.1
2015	12.6	17.0	30.5	70.7	27.7	103.6	171.2	63.6	29.5	82.4	86.9	31.2	727.0
2016	5.0	43.4	27.1	93.5	64.8	37.3	375.2	99.2	57.5	87.7	20.1	42.5	953.3
2017	14.0	26.4	24.9	71.5	26.3	49.6	487.2	247.9	57.3	37.2	20.5	18.3	1,081.1
2018	8.7	19.5	62.9	112.7	154.9	65.0	304.1	291.9	174.1	126.0	39.9	31.3	1,390.8

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

연도	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	계
1998	5.7	7.1	3.3	67.4	91.4	165.5	294.5	408.2	145.0	63.5	6.8	0.4	1,258.8
1999	0.4	0.8	8.1	97.3	107.0	176.3	126.7	433.1	343.5	103.6	1.7	1.1	1,399.6
2000	2.4	0.1	1.4	49.1	52.7	146.2	200.7	257.8	387.9	20.4	2.8	1.1	1,122.6
2001	17.6	52.3	19.7	16.4	12.8	215.2	200.2	55.2	78.4	89.8	4.4	19.2	781.0
2002	42.5	0.4	15.7	155.7	115.8	50.3	235.4	665.3	75.1	35.5	7.0	43.6	1,442.1
2003	19.6	52.7	39.7	190.7	141.3	158.9	315.1	244.6	301.2	22.4	55.2	1.0	1,542.2
2004	9.9	32.3	42.3	75.8	100.0	345.1	350.8	251.6	164.2	0.7	27.1	17.9	1,417.8
2005	13.3	27.5	124.0	134.9	103.0	270.3	676.8	814.4	319.3	115.1	36.1	1.5	2,636.3
2006	21.9	28.8	13.2	84.7	97.9	124.7	696.0	122.4	41.0	37.8	36.3	8.0	1,312.6
2007	8.3	28.1	135.5	13.8	143.7	149.7	224.6	348.3	275.8	19.2	7.7	14.5	1,369.1
2008	42.4	2.1	59.9	31.6	59.1	128.7	309.9	252.2	70.2	13.9	8.2	20.3	998.4
2009	12.4	21.2	60.7	52.5	81.5	82.3	339.6	131.4	112.8	18.6	34.4	28.2	975.4
2010	26.7	66.8	86.4	94.1	105.5	107.8	211.1	262.8	316.0	29.4	28.2	20.0	1354.7
2011	649.7	44.7	44.2	127.1	142.3	375.0	439.4	323.5	142.3	33.9	65.2	20.5	2,407.7
2012	15.0	13.2	71.9	104.8	51.5	100.6	333.1	320.7	170.4	39.4	44.3	61.4	1,326.3
2013	23.0	38.6	50.0	71.9	94.4	157.9	288.3	123.4	135.5	47.6	55.1	78.6	1,164.1
2014	11.0	11.7	37.9	54.3	30.5	94.8	104.6	287.4	118.4	118.1	43.2	12.4	924.3
2015	12.4	19.9	29.0	77.1	37.1	79.5	211.7	128.0	31.4	73.3	79.0	32.0	810.5
2016	6.8	42.7	27.3	106.5	70.6	47.9	391.6	108.9	61.5	75.5	19.2	47.6	1,006.1
2017	11.5	25.4	27.7	85.7	35.0	65.1	424.4	241.8	73.0	54.0	22.6	17.0	1,083.3
2018	9.5	20.6	68.8	119.0	162.2	76.4	271.9	307.3	184.8	131.2	50.8	35.3	1,437.8

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

연도	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	계
1998	34.3	42.8	19.7	73.1	65.7	169.1	309.0	382.9	167.6	65.0	41.3	2.3	1,372.7
1999	2.2	5.1	48.7	119.2	110.4	187.2	117.7	408.6	393.4	109.9	10.1	6.4	1,519.1
2000	14.4	0.6	8.1	51.3	66.2	138.1	159.1	235.3	404.4	19.0	16.5	6.9	1,119.9
2001	48.7	48.0	24.5	15.1	15.3	201.3	219.3	47.7	96.2	89.5	5.0	27.5	838.3
2002	55.0	2.2	29.8	157.8	123.9	58.3	206.5	711.1	76.6	56.8	7.2	49.8	1,535.0
2003	29.7	55.2	47.2	203.8	137.8	159.5	328.3	256.9	360.8	23.6	49.4	5.4	1,657.6
2004	10.2	43.2	41.1	63.4	100.1	328.6	382.5	273.5	146.0	0.7	29.6	22.8	1,441.7
2005	38.0	90.1	445.0	471.6	335.7	938.5	2266.6	1289.6	1471.2	384.8	21.3	9.4	7,761.6
2006	11.8	13.0	4.6	44.2	55.0	70.0	347.6	67.9	22.5	20.2	24.6	4.0	685.4
2007	2.7	15.2	78.6	6.9	97.6	158.8	229.1	336.8	236.0	19.0	9.6	16.1	1,206.5
2008	42.4	2.1	55.6	44.5	61.6	112.2	327.5	248.5	67.3	18.2	9.3	28.5	1,017.7
2009	8.6	9.7	45.9	42.3	62.3	90.2	369.4	139.1	65.1	18.0	43.4	32.8	926.8
2010	36.8	62.0	95.4	75.7	99.7	54.4	169.5	239.0	386.3	23.9	23.9	14.4	1,281.1
2011	436.2	62.6	45.8	142.6	159.1	442.9	446.8	286.0	178.5	52.0	60.5	20.7	2,333.8
2012	18.1	1.7	76.8	108.7	43.0	86.3	355.7	392.5	189.3	43.7	42.7	54.6	1,413.1
2013	24.1	38.4	60.1	79.2	92.5	153.7	323.4	89.1	134.2	39.3	57.7	55.7	1,147.5
2014	12.5	14.2	48.8	65.9	35.2	100.5	104.9	335.7	150.1	141.6	32.7	11.0	1,053.0
2015	17.9	15.3	26.0	81.3	34.8	86.6	171.0	155.7	30.0	73.4	113.1	24.9	830.0
2016	6.0	48.1	31.1	111.5	80.5	31.4	428.9	117.3	82.4	85.3	17.1	57.6	1,097.1
2017	11.4	27.9	16.2	81.3	14.1	71.5	417.4	277.2	49.5	34.1	18.5	11.7	1,030.9
2018	8.7	21.3	84.2	141.6	176.8	78.2	263.5	314.5	201.8	171.3	54.1	33.6	1,549.4

<표 3-1-14> 표준유역 면적평균강수량 산정-내리천

(단위 : mm)

연도	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	계
1998	0.0	0.0	0.0	67.0	108.0	164.0	291.0	392.0	132.0	56.0	0.0	0.0	1,210.0
1999	0.0	0.0	0.0	97.0	99.0	187.0	133.0	465.0	308.0	96.0	0.0	0.0	1,385.0
2000	0.0	0.0	0.0	47.0	51.0	147.0	228.0	248.0	378.0	21.0	0.0	0.0	1,120.0
2001	8.0	52.0	15.0	17.0	11.0	224.0	217.0	59.0	73.0	88.0	3.0	14.0	781.0
2002	35.0	0.0	12.0	151.0	111.0	50.0	258.0	677.0	82.0	24.0	8.0	42.0	1,450.0
2003	18.0	51.0	38.0	185.0	148.0	163.0	342.0	246.0	295.0	21.0	55.0	0.0	1,562.0
2004	11.0	27.0	46.0	85.0	98.0	310.0	344.0	247.0	178.0	0.0	24.0	17.0	1,387.0
2005	6.0	12.0	55.0	70.0	57.0	153.0	380.0	267.0	105.0	85.0	17.0	0.0	1,207.0
2006	23.0	28.0	12.0	95.0	118.0	158.0	789.0	136.0	45.0	39.0	44.0	8.0	1,495.0
2007	7.0	34.0	169.0	11.0	116.0	162.0	202.0	304.0	284.0	19.0	6.0	14.0	1,328.0
2008	49.0	1.0	63.0	29.0	63.0	132.0	355.0	306.0	76.0	15.0	9.0	15.0	1,113.0
2009	7.0	14.0	55.0	54.0	84.0	75.0	370.0	100.0	63.0	14.0	34.0	33.0	903.0
2010	34.0	83.0	108.0	87.0	98.0	48.0	135.0	293.0	338.0	21.0	18.0	19.0	1,282.0
2011	1268.0	52.0	36.0	124.0	167.0	430.0	453.0	316.0	124.0	24.0	78.0	15.0	3,087.0
2012	15.0	5.0	79.0	114.0	47.0	92.0	316.0	353.0	171.0	38.0	44.0	62.0	1,336.0
2013	26.0	46.0	48.0	73.0	109.0	175.0	289.0	91.0	132.0	33.0	65.0	106.0	1,193.0
2014	8.0	8.0	38.0	46.0	28.0	80.0	104.0	329.0	136.0	128.0	27.0	10.0	942.0
2015	12.0	11.0	29.0	74.0	33.0	75.0	197.0	156.0	21.0	68.0	80.0	28.0	784.0
2016	4.0	44.0	28.0	117.0	87.0	29.0	416.0	96.0	64.0	78.0	19.0	59.0	1,041.0
2017	11.0	25.0	16.0	81.0	15.0	70.0	444.0	243.0	51.0	31.0	17.0	13.0	1,017.0
2018	7.0	17.0	71.0	120.0	186.0	63.0	246.0	341.0	190.0	135.0	56.0	37.0	1,469.0

<표 3-1-15> 표준유역 면적평균강수량 산정-석항천

(단위 : mm)

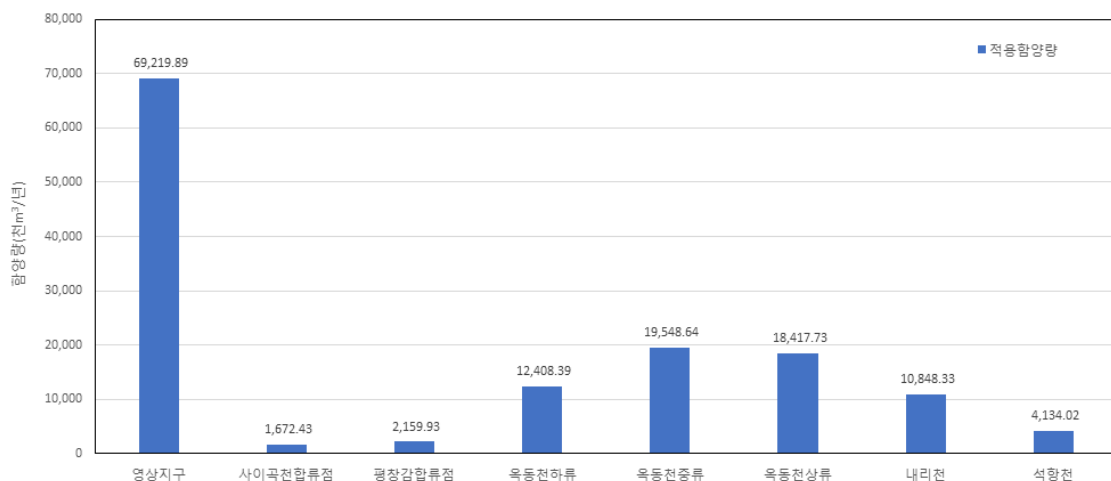
연도	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	계
1998	0.1	0.8	1.0	77.9	84.2	172.8	319.7	436.4	144.8	75.2	1.4	0.1	1,314.3
1999	0.0	0.0	1.5	91.0	112.7	162.2	165.3	441.2	331.3	118.8	0.9	0.2	1,424.9
2000	0.9	0.1	0.9	52.4	50.1	160.1	219.7	304.1	381.3	21.8	1.1	0.4	1,192.9
2001	26.5	49.5	21.5	17.1	15.4	230.1	180.7	73.6	72.1	96.9	4.9	13.0	801.5
2002	43.7	0.1	15.0	167.5	108.5	70.9	236.1	616.0	72.6	39.0	9.1	43.0	1,421.3
2003	21.2	53.8	39.5	196.3	142.6	163.2	302.8	250.9	274.7	21.3	62.3	0.0	1,528.5
2004	10.4	37.5	41.8	68.4	121.9	408.6	413.7	253.3	170.7	2.1	31.2	19.1	1,578.6
2005	4.4	16.6	60.6	68.5	60.3	127.8	365.2	1961.1	143.5	61.8	8.2	0.0	2,878.0
2006	26.0	33.3	20.2	86.5	93.7	124.2	775.0	149.2	43.8	38.5	35.8	10.2	1,436.4
2007	17.0	30.5	135.6	22.9	273.5	167.5	274.3	470.9	272.5	21.1	10.3	17.8	1,713.8
2008	30.5	4.1	60.8	21.6	52.3	147.1	270.5	218.0	68.4	10.2	8.0	21.4	912.9
2009	10.0	16.4	61.0	55.7	90.2	112.5	406.1	131.3	53.2	24.2	38.8	28.0	1,027.3
2010	23.3	63.1	72.0	60.3	120.0	50.6	206.6	251.6	350.1	28.7	17.2	18.9	1,262.3
2011	1.0	48.4	37.2	157.2	156.6	423.2	532.4	357.1	124.3	39.1	68.7	15.5	1,960.6
2012	8.4	9.8	83.4	103.7	49.4	102.5	312.5	369.5	185.0	42.4	47.2	43.2	1,356.9
2013	25.1	39.2	48.4	74.7	101.5	149.7	412.5	92.1	141.2	23.2	51.1	87.9	1,246.5
2014	12.0	10.1	42.2	44.0	34.3	102.6	77.5	283.7	125.2	122.0	24.2	14.2	892.0
2015	14.1	16.1	31.9	71.5	26.2	117.7	149.3	59.8	26.8	83.0	98.1	31.9	726.3
2016	5.0	46.5	28.9	97.0	70.0	36.5	372.0	88.4	61.3	97.8	20.9	45.6	969.6
2017	15.1	28.1	22.0	67.2	11.1	48.1	521.4	239.0	49.5	28.0	19.5	17.1	1,066.1
2018	10.1	21.1	67.2	122.1	170.9	63.8	334.5	315.5	195.9	141.9	44.5	35.1	1,522.6

다. 지하수 함양량 산정

□ 영상지구에서 산정된 10년 면적평균 강수량과 강원도 지하수관리계획의 함양률을 이용하여 표준유역별, 읍면별, 리별 함양량을 계산하였다. 적용된 함양률은 사이곡천합류점, 평창강합류점, 옥동천하류, 옥동천중류, 옥동천상류, 내리천, 석항천이다. 각각의 함양률, 면적평균 강수량, 표준유역 면적을 이용하여 함양량을 계산한 결과, 옥동천중류가 19,548.64천m³/년으로 제일 높고 사이곡천합류점이 1,672.43천m³/년으로 낮은 함양량으로 나타났고, 적용함양량은 아래와 같다<표 3-1-16>,<그림 3-1-8>.

<표 3-1-16> 유역별 지하수 함양량 (단위 : 천m³/년)

구 분	면 적 (km ²)	면적평균 강수량(mm/년)	강원도 지하수관리계획	적용함양량
영상지구	435.55	1,231.98	69,219.89	36,008.94
사이곡천합류점	12.93	1,002.50	1,672.43	836.57
평창강합류점	15.44	1,084.36	2,159.93	1,416.47
옥동천하류	82.04	1,172.42	12,408.39	7,848.78
옥동천중류	121.33	1,249.01	19,548.64	10,437.15
옥동천상류	112.75	1,266.25	18,417.73	10,348.39
내리천	64.42	1,305.40	10,848.33	3,815.67
석항천	26.64	1,203.01	4,134.02	2,573.24



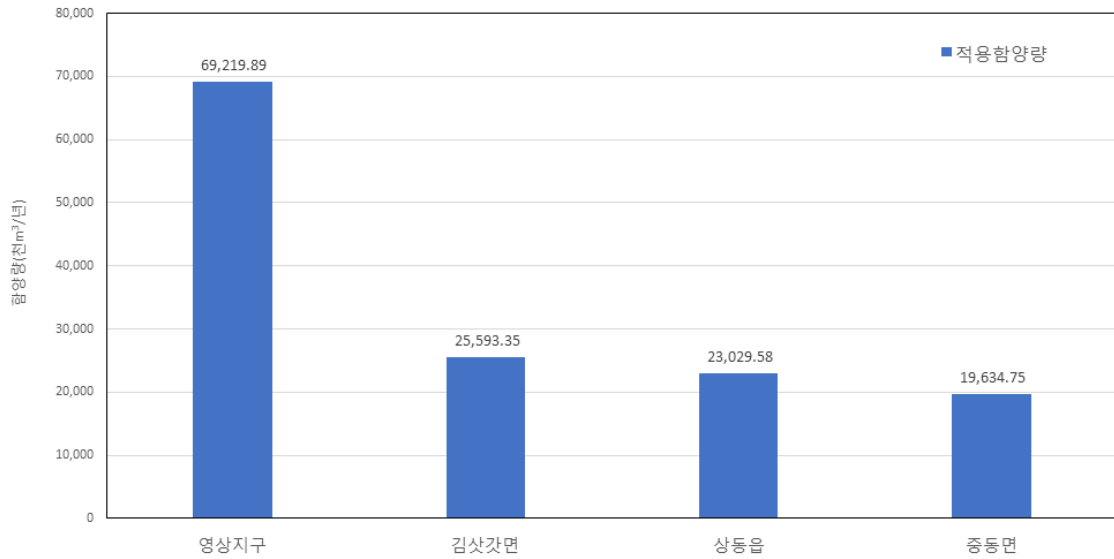
<그림 3-1-8> 표준유역별 지하수 함양량

□ 읍면별로는 김삿갓면이 25,593.35천m³/년으로 가장 많은 함양량을 보이고, 리별로는 김삿갓면 내리가 10,789.17천m³/년으로 가장 많은 함양량을 보이는 것으로 분석되었다<표 3-1-17>,<그림 3-1-9>.

<표 3-1-17> 읍면별 지하수 함양량

(단위 : 천m³/년)

구 분	면 적 (km ²)	면적평균 강우량(mm/년)	적용함양량	
영상지구	435.55	1,231.98	69,219.89	
김삿갓면	171.29	1,158.26	25,593.35	
김삿갓면	각동리	9.69	1,002.50	1,253.14
	내리	64.07	1,305.40	10,789.17
	대야리	8.35	1,018.09	1,096.64
	예밀리	29.48	1,197.40	4,553.62
	옥동리	12.74	1,181.81	1,942.25
	와석리	12.86	1,207.75	2,003.59
	외룡리	14.28	1,152.16	2,122.41
	주문리	5.74	1,197.40	886.63
	진별리	14.08	1,096.05	1,990.78
상동읍	139.79	1,277.09	23,029.58	
상동읍	구래리	36.19	1,254.90	5,858.51
	내덕리	42.24	1,290.25	7,030.52
	덕구리	20.15	1,305.40	3,393.19
	천평리	41.21	1,257.79	6,686.55
중동면	124.47	1,222.84	19,634.75	
중동면	녹전리	27.59	1,275.16	4,538.43
	석항리	0.89	1,197.40	137.47
	연상리	18.89	1,206.76	2,940.63
	이목리	12.03	1,197.40	1,858.21
	직동리	47.89	1,262.95	7,802.25
	화원리	17.18	1,197.40	2,653.70



<그림 3-1-9> 읍면별 지하수 함양량

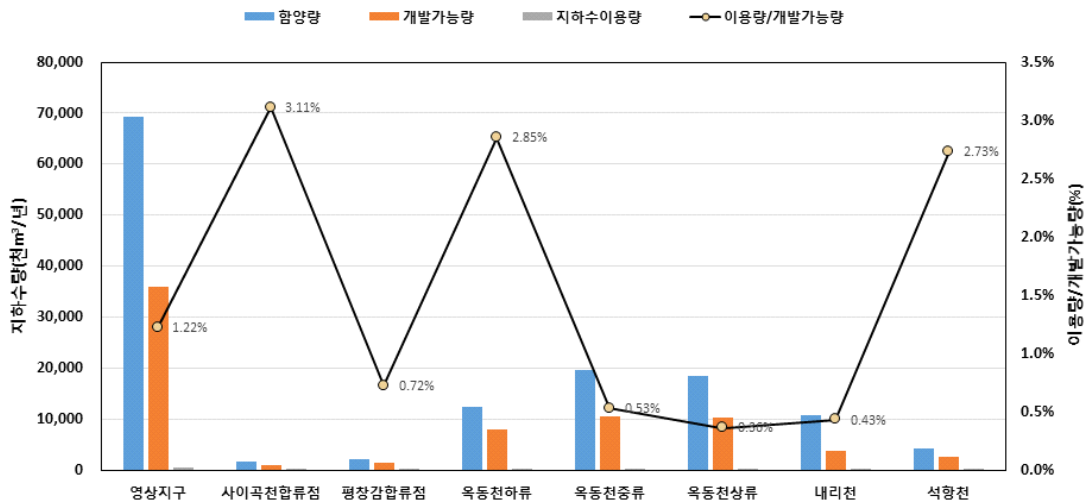
라. 지하수 개발가능량 산정

1) 유역별 개발가능량 분석

□ 지하수 개발가능량 산출은 실측되지 않은 여러 항목을 간접적인 방법에 의해 추정하는 방법을 사용한다. 본 보고서에서는 10년 빈도 가뭄강수량을 산정한 후 함양률과 면적을 계산하여 개발가능량을 산정하였다. 유역별 개발가능량 대비 이용량은 사이곡천합류점 3.11%로 제일 높고 옥동천상류가 0.36%로 가장 낮았다. 영상지구의 개발가능량 대비 이용량은 1.22%로 비교적 향후 지하수 개발 시 안정적 이용이 가능할 것으로 여겨진다<표 3-1-18>,<그림 3-1-10>.

<표 3-1-18> 유역별 지하수 개발가능량

유역	면적 (km ²)	10년빈도 가뭄강수량 (mm/년)	함양량 (천m ³ /년)	지하수 이용량 (천m ³ /년)	개발가능량 (천m ³ /년)	이용량/개발가능량 (%)
영상지구	435.55	640.89	69,219.89	36,008.94	438.64	1.22
사이곡천합류점	12.93	501.46	1,672.43	836.57	25.99	3.11
평창강합류점	15.44	711.12	2,159.93	1,416.47	10.15	0.72
옥동천하류	82.04	741.60	12,408.39	7,848.78	223.48	2.85
옥동천중류	121.33	666.86	19,548.64	10,437.15	54.96	0.53
옥동천상류	112.75	711.47	18,417.73	10,348.39	37.33	0.36
내리천	64.42	459.15	10,848.33	3,815.67	16.49	0.43
석항천	26.64	748.82	4,134.02	2,573.24	70.24	2.73



<그림 3-1-10> 유역별 지하수 이용량 및 개발가능량

2) 읍면별 개발가능량 분석

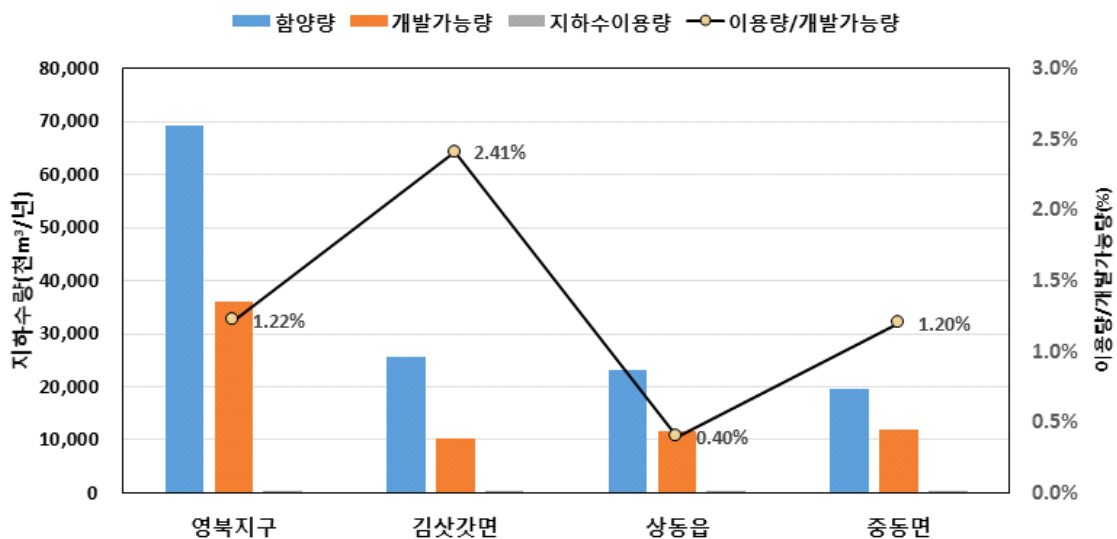
□ <표 3-1-19>와 <그림 3-1-11>는 읍면별 지하수 함양량, 지하수 이용량, 개발가능량, 이용량 대비 개발가능량을 보여주고 있다. 영상지구의 지하수 함양량은 69,219.89천m³/년이고, 지하수 이용량은 438.64천m³/년, 개발가능량은 36,008.94천m³/년으로 개발가능량 대비 이용량은 1.22%인 것으로 나타났다.

□ 읍면별 이용량 대비 개발가능량 비율은 0.40~2.41%의 범위로 나타난다.

최대 : 김삿갓면 2.41%
 최소 : 상동읍 0.40%

<표 3-1-19> 읍면별 지하수 개발가능량

읍 면	면 적 (km ²)	10년빈도 가뭄강수량 (mm)	함양량 (천m ³ /년)	개발가능량 (천m ³ /년)	지하수이용량 (천m ³ /년)	이용량 /개발가능량 (%)
영상지구	435.55	640.89	69,219.89	36,008.94	438.64	1.22
김삿갓면	171.29	469.43	25,593.35	10,372.73	250.16	2.41
상동읍	139.79	645.72	23,029.58	11,644.26	46.57	0.40
중동면	124.47	734.87	19,634.75	11,799.61	141.92	1.20



<그림 3-1-11> 읍면별 지하수 이용량 및 개발가능량

3.2 지하수 수질특성

3.2.1 오염원 현황

가. 잠재오염원 분류 및 특징

- 정의 : 인간활동에 따라 발생하는 모든 종류의 폐기물, 폐수, 오수가 지하수오염을 유발할 수 있으며, 방치 또는 적절하게 관리되지 않아서 지하수를 오염시킬 수 있는 상태 또는 물질
- 잠재오염원은 점오염원, 비점오염원 및 기타 수질오염원으로 구분할 수 있으며(수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 제2조), 비점오염원은 선오염원, 면오염원으로 세분 가능
- 점오염원은 오염물질의 유출경로가 명확하고 수집이 쉽고, 계절에 따른 영향이 상대적으로 적은 만큼 연중 발생량 예측이 가능하여 관거 및 처리장 등 처리시설의 설계와 유지 및 관리 등이 용이
- 비점오염원은 오염물질의 유출 및 배출 경로가 명확하게 구분되지 않아 수집이 어렵고 발생량 및 배출량이 강수량 등 기상조건에 크게 좌우되기 때문에 처리시설 설계 및 유지관리 등이 어려움
- 점오염원과 비점오염원은 상대적인 개념으로서, 공장을 예로 들면 관거를 통해 수집되어 수질오염방지 시설을 통해 처리되는 공정시설은 점오염원인데 반해, 그 외 강우 유출수를 배출하는 야적장 등 처리를 거치지 않고 하천으로 유입되는 공장부지는 비점오염원에 해당
- 지하수 자원보호 및 수생태계의 건전성 확보를 위해 비점오염물질 저감 등의 비점오염원 대책이 필요한데, 이는 지하수 분야에만 국한되지 않고 토지계획 등과 유기적으로 연관되기 때문에 본 보고서에서는 점오염원으로 범위를 국한

나. 환경기초시설

- 환경기초시설이란 환경오염물질 등으로 인한 자연환경 및 생활환경 위해를 사전에 예방·저감하거나 환경오염물질의 적정처리 또는 폐기물 등의 재활용을 위한 시설·기계·기구 기타 물체 등이 설치된 것을 총칭한다. 환경오염방지시설, 하수종말처리장 및 마을하수도시설, 폐수종말처리시설, 오수처리, 단독정화조, 축산폐수처리시설, 분뇨처리시설, 축산폐수공공처리시설, 재활용시설, 폐기물처리시설, 취수시설 및 정수시설 기타 환경부장관이 정하여 고시하는 시설이 이에 해당된다.
- 조사지구 내 환경기초시설은 하수처리시설 1개소와 마을하수도시설 4개소가 설치 운영되고 있고 위치도는 <그림 3-2-2>에 점오염원과 함께 표시하였다<표 3-2-1>.

<표 3-2-1> 환경기초시설

종 류	명 칭	소 재 지	시설용량 (m ³ /일)
하수처리시설	상동	상동읍 태백산로 3021-16	600
마을하수도시설	녹전	중동면 녹전리 971	100
마을하수도시설	덕구	상동읍 내덕리 247	50
마을하수도시설	백골	김삿갓면 영월동로 1585	60
마을하수도시설	석항	중동면 영월로 3687-1	110

※ 자료출처 : 통계연보(영월군, 2018)

다. 오염시설

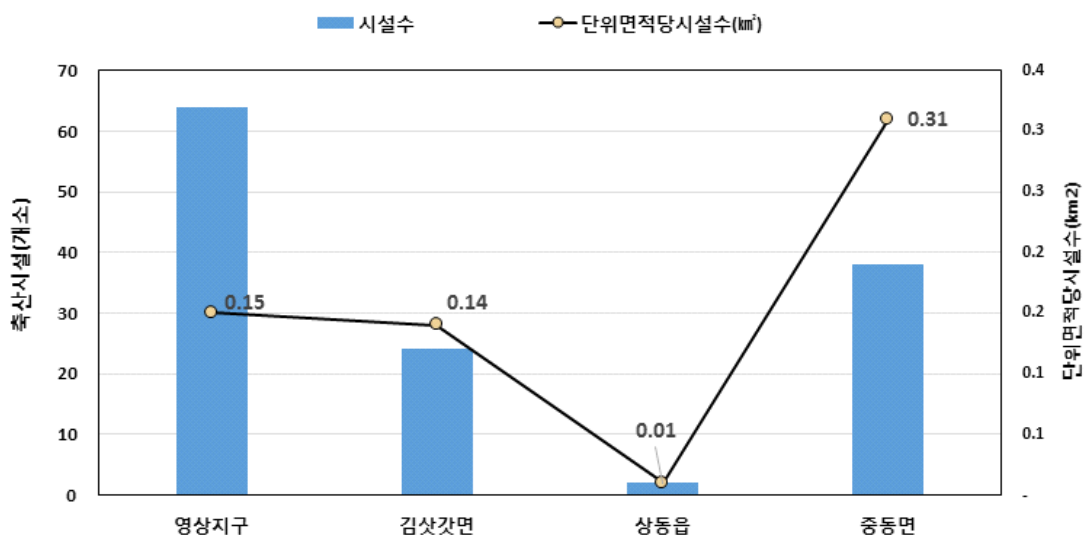
1) 점오염원

□ 영월군 오염시설 현황자료를 바탕으로 점오염원 중 DRASTIC 시스템 구축을 위한 축사시설에 대해 현장조사를 실시하였다. 영상지구 내 축사시설은 총 65개소이며, 이 중 실제 존재하는 64개소에 대하여 조사를 실시하였고, 사육 농가수는 한우 사육시설이 많다<표 3-2-2>. 단위면적당 시설수는 중동면이 0.31개소/km²으로 높으며, 김삿갓면 0.14개소/km², 상동읍 0.01개소/km²로 조사되었다<그림 3-2-1~2>.

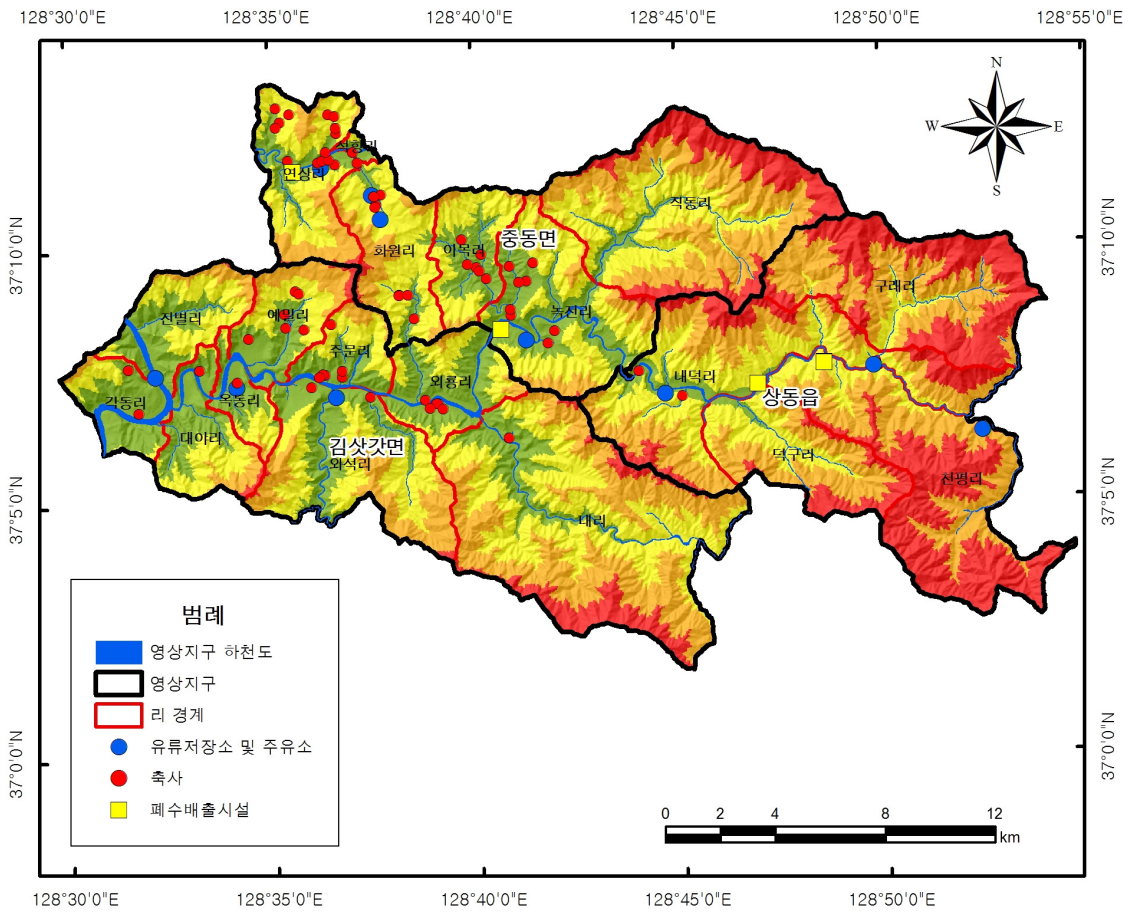
<표 3-2-2> 점오염원 현황

(단위 : 개소)

구 분	면적 (km ²)	한우	돼지	염소	산양 사슴	가금	축사시설 소계	단위면적당 시설수 (개소/km ²)
영상지구	435.55	58	2	1	2	1	64	0.15
김삿갓면	171.29	20	1	1	2	0	24	0.14
상동읍	139.79	2	0	0	0	0	2	0.01
중동면	124.47	36	1	0	0	1	38	0.31



<그림 3-2-1> 점오염원 시설수 및 단위면적당 개소수

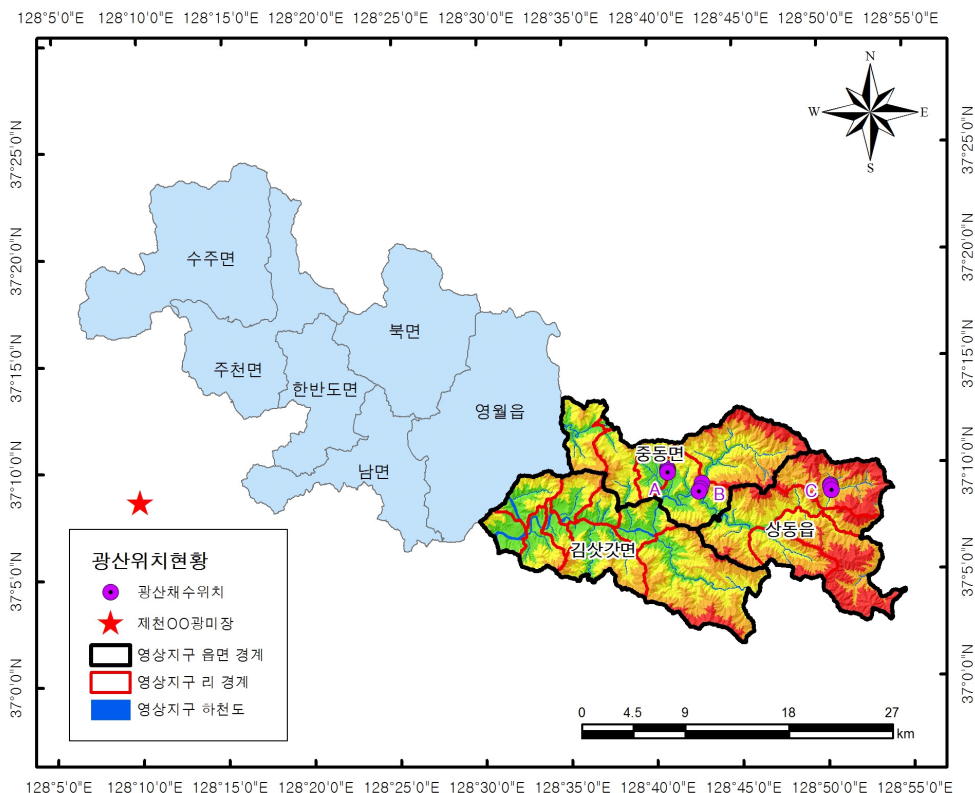


<그림 3-2-2> 환경기초시설 및 점오염원 분포현황도

□ 현재 영상지구에서 가행중인 광산 중 확인된 곳은 3개소이며, 광산에 의한 지표수 및 지하수 수질오염 영향을 파악하기 위하여, 광산주변 하천 수질을 분석하였다. 하천의 상류, 중류, 하류를 대상으로 수질검사를 실시하였으나, 음용수 기준 20개소에 대하여 초과항목이 발견되지 않았다. 광산주변 하천의 EC값은 평균 365 μ S/cm로 나타났으며, pH는 8.37로 알칼리성을 나타내고 있다. 질산성질소의 평균값은 2.80mg/L 정도의 값을 확인할 수 있었다. 주변지역인 제천의 OO광미장의 분석 결과와 비교 해보았을 때, 오염도가 적음을 알 수 있었다<표 3-2-3>,<그림 3-2-3>.

<표 3-2-3> 광산현황

기호	현장조사번호	광종	채굴법	광산명	주소
A	PWYWL0962019001~3	텃스텐	갱내	알폰티코리아 상동마이닝	상동읍 구래리 산60-1천
B	PWYWL0962019004~6	석회석	갱내	오미아코리아 서진광업소	중동면 녹전리 641-7대
C	PWYWL0962019007~9	석회석	갱내	삼성석회	중동면 녹전리 산1임



<그림 3-2-3> 광산위치 현황

3) 비점오염원

- 영상지구에 존재하는 비점오염원 현황자료를 수집하였으며, 수집결과를 <표 3-2-4>에 보여주고 있다.
- 영상지구 생활계 오염발생부하량 산정을 위해 리별 인구현황을 수집 정리하여, 시가지/비시가지 별로 구분하여 원단위 오염발생량을 적용하였다.
- 토지현황에 따른 오염발생부하량 산정은 조사연보(영월군, 2017)에 수록된 토지현황과 각 리별 지목별 면적을 산출하여 전, 답, 임야, 대지, 기타로 분류된 원단위 오염발생량을 적용하여 산출하였다.
- 오염발생부하량 산정을 위해 『한강수계 오염총량관리계획수립 지침』 분류방법을 적용하여, ‘전’은 지목별 면적 중 전, 과수원 면적을 사용하였으며, ‘대지’는 대지, 공장용지, 학교용지, 도로, 철도용지, 주차장, 주유소용지, 창고용지, 체육용지, 유원지, 종교용지, 사적지를 포함하였다. ‘기타’는 그 외의 지목 면적을 합한 면적이다.

<표 3-2-4> 비점오염원 현황

구 분	인 구 (명)	토 지(km ²)					
		합 계	전	답	임 야	대 지	기 타
영상지구	4,488	435.55	22.86	1.98	340.30	6.51	63.91
김삿갓면	1,801	171.29	10.12	1.34	129.25	2.32	28.26
상동읍	1,143	139.79	3.72	0.19	101.47	1.74	32.66
중동면	1,544	124.47	9.01	0.44	109.58	2.45	2.99

※ 자료출처 : 통계연보(영월군, 2018), 영월군 지적도(2018, 국토교통부)

라. 오염부하량

□ 잠재오염원은 점오염원과 비점오염원으로 대별되며, 점오염원으로는 사람의 생활에 의해 발생하는 생활오수, 가축사육으로 인하여 발생하는 축산폐수, 공장 등 산업시설에 의한 산업폐수, 내수면 양식에 의한 양식장폐수, 온천장에서 관광객에 의해 발생하는 온천폐수 등이 있다. 비점오염원으로는 강우에 의한 토지(전, 답, 대지, 임야, 기타) 침출수를 대상으로 산출한다<표 3-2-5>.

■ 인자별 발생오염부하량

인구 오염부하량 = $\Sigma(\text{인구수} \times \text{발생원단위})$

가축 오염부하량 = $\Sigma(\text{가축종별 마리수} \times \text{발생원단위})$

토지이용 오염부하량 = $\Sigma(\text{토지지목별 면적} \times \text{발생원단위})$

<표 3-2-5> 비점오염원별 발생오염부하량 원단위

구 분		단 위	BOD	T-N	T-P
인 구	시가지	kg/인·일	0.0507	0.0106	0.0012
	비시가지	kg/인·일	0.0486	0.0130	0.0015
가 축	젓소	kg/두/일	0.5560	0.1618	0.0567
	한우	kg/두/일	0.5280	0.1168	0.0361
	말	kg/두/일	0.2590	0.0776	0.0240
	돼지	kg/두/일	0.1090	0.0277	0.0122
	양,사슴	kg/두/일	0.0100	0.0058	0.0009
	개	kg/두/일	0.0180	0.0084	0.0016
	가금	kg/두/일	0.0052	0.0011	0.0004
	토지 이용	전	kg/km ² ·일	1.5900	9.4400
답	kg/km ² ·일	2.3000	6.5600	0.6100	
임야	kg/km ² ·일	0.9300	2.2000	0.1400	
대지	kg/km ² ·일	85.9000	13.6900	2.1000	
기타	kg/km ² ·일	0.9600	0.7590	0.0270	

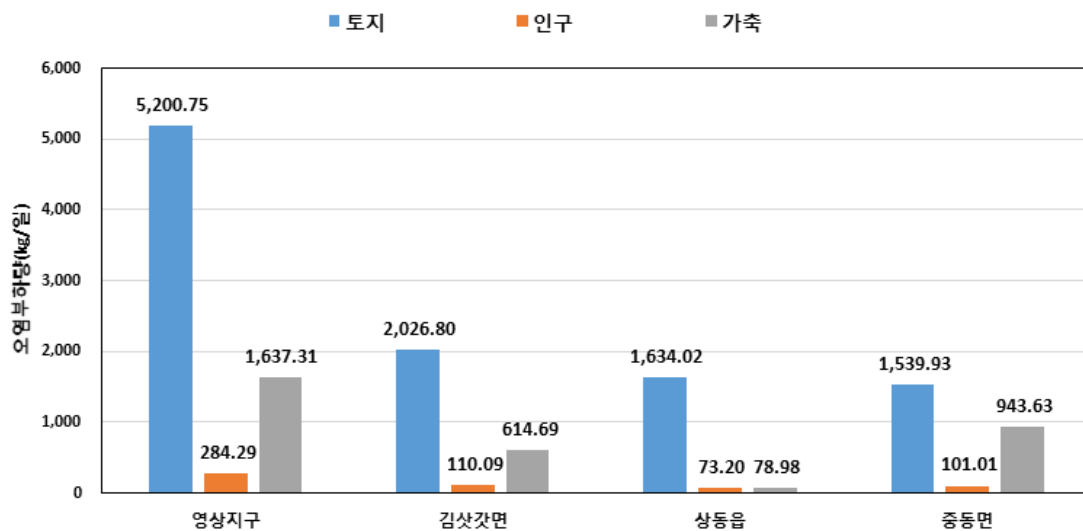
※ 자료출처 : 한강수계 오염총량관리계획수립 지침(환경부, 2010)

- 오염원별 오염부하량을 계산한 결과 총발생오염부하량은 7,122.35kg/일이다. 오염원 중 토지이용에 따른 오염부하량이 5,200.75kg/일로 가장 크며 인구에 의한 오염부하량은 284.29kg/일로 가장 작은 것으로 조사되었다 <표 3-2-6>.
- 영상지구의 단위면적당 오염부하량은 16.35kg/km²/일이며, 읍면별로는 중동면이 20.76kg/km²/일로 높고, 김삿갓면 16.06kg/km²/일, 상동읍 12.78kg/km²/일 순으로 조사되었다<그림 3-2-4>.

<표 3-2-6> 읍면별 오염부하량

(단위 : kg/일, kg/km²/일)

구 분	면적 (km ²)	총발생오염부하량(kg/일)				단위면적당 오염부하량 (kg/km ² /일)			
		총 계	토 지	인 구	가 축	소 계	토 지	인 구	가 축
영상지구	435.55	7,122.35	5,200.75	284.29	1,637.31	16.35	11.94	0.65	3.76
김삿갓면	171.29	2,751.58	2,026.80	110.09	614.69	16.06	11.83	0.64	3.59
상동읍	139.79	1,786.21	1,634.02	73.20	78.98	12.78	11.69	0.52	0.57
중동면	124.47	2,584.57	1,539.93	101.01	943.63	20.76	12.37	0.81	7.58



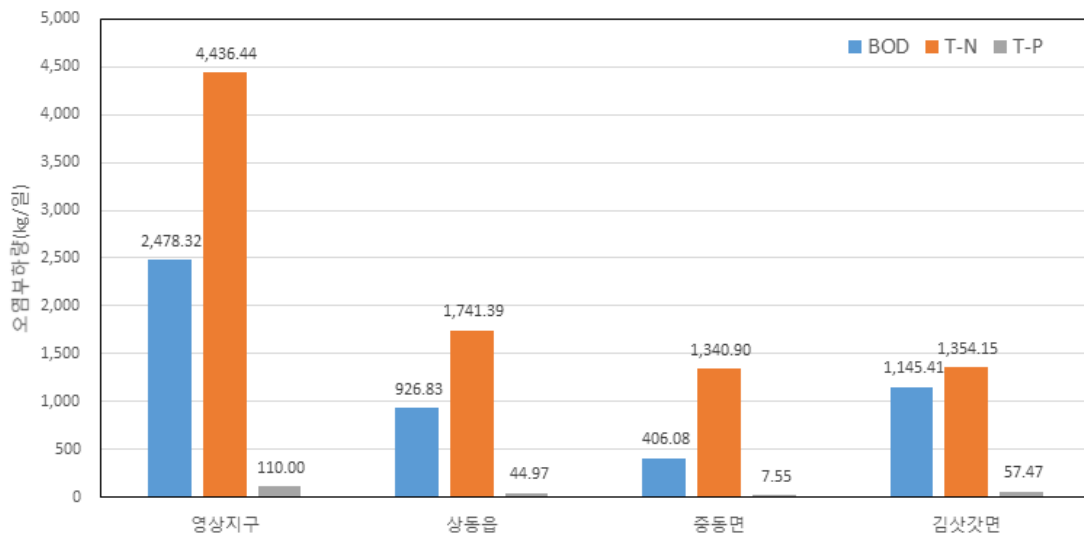
<그림 3-2-4> 읍면별 항목별 오염부하량

□ 오염원별 오염부하량 원단위를 이용하여 계산한 결과 영상지구 BOD 총량은 2,478.32kg/일, T-N 4,436.44kg/일, T-P 110.00kg/일로 나타났다. 토지에 의한 오염부하량은 T-N의 경우 4,096.08kg/일로 BOD, T-P에 비하여 매우 높다. 반면에 가축 및 인구 BOD 오염부하량은 T-N, T-P의 합 보다 크게 높다. <표 3-2-7>, <그림 3-2-5>.

<표 3-2-7> 항목별 오염부하량

(단위 : kg/일)

구 분	BOD				T-N				T-P			
	소 계	토지	인구	가축	소 계	토지	인구	가축	소 계	토지	인구	가축
영상지구	2,478.32	1,000.54	219.14	1,258.64	4,436.44	4,096.08	58.62	281.75	110.00	6.54	6.54	96.92
상동읍	926.83	376.42	84.86	465.55	1,741.39	1,609.46	22.70	109.23	44.97	2.53	2.53	39.91
중동면	406.08	288.41	56.42	61.25	1,340.90	1,312.25	15.09	13.55	7.55	1.68	1.68	4.19
김삿갓면	1,145.41	335.71	77.86	731.85	1,354.15	1,174.36	20.83	158.96	57.47	2.32	2.32	52.82



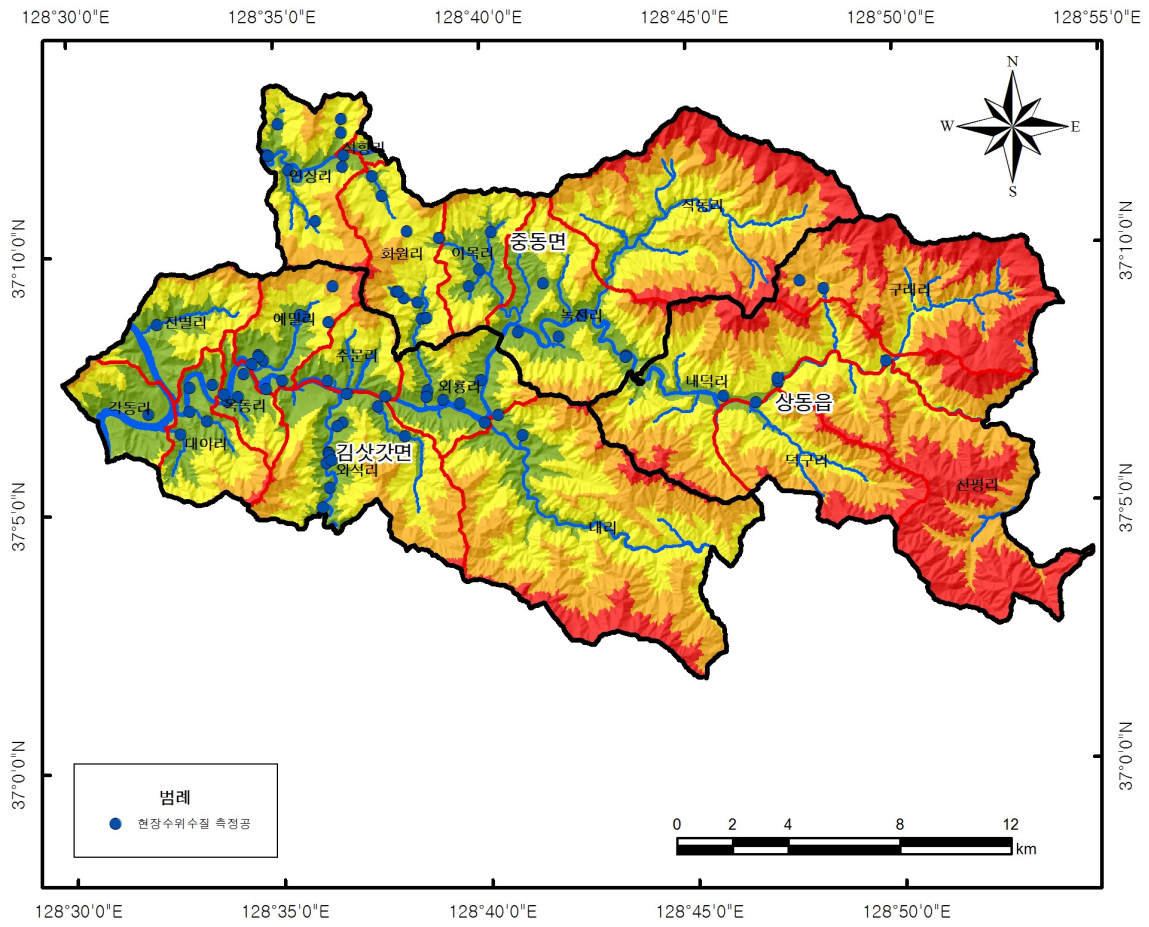
<그림 3-2-5> 오염원별 단위면적당 오염부하량

3.2.2 수질분석

- 금회조사 관정 중 79지점에서 현장간이 수질 측정을 수행하였다. 조사항목은 온도(°C), 수소이온농도(pH), 전기전도도(EC), 총용존고형물질(TDS)을 측정하여 조사지역의 수질상태를 파악하였다<표 3-2-8>.
- 지하수 평균 온도는 18.7°C이며, 지역 간 평균 온도 변화는 0.7°C를 보인다. 평균 수소이온농도 값은 평균 7.6으로 지역 간 차이가 0.5로 나타난다. EC의 평균값은 321.8µS/cm이며 최대값이 3,060.0µS/cm으로 높게 나타나는 곳이 있다. 평균 TDS는 164.3mg/L로 높지 않지만 EC와 마찬가지로 최대값이 1,670.0mg/L로 높게 나타나는 지점이 존재한다.
- <그림 3-2-6>는 간이수질분석을 실시한 관정의 위치이며, <표 3-2-9>은 각 측정위치에서의 간이수질 측정값이다.

<표 3-2-8> 간이수질 분석결과

구분		조사결과(N=132)				
항목	행정구역	최소	최대	평균	중앙	표준편차
T(°C)	영상지구	13.6	22.9	18.7	18.7	1.9
	김삿갓면	13.6	22.9	19.0	19.5	2.1
	상동읍	17.1	19.6	18.3	18.4	1.0
	중동면	15.8	22.8	18.3	17.9	1.7
pH	영상지구	6.2	9.6	7.6	7.7	0.6
	김삿갓면	6.3	8.7	7.5	7.6	0.5
	상동읍	6.2	8.0	7.3	7.5	0.8
	중동면	6.6	9.6	7.8	7.9	0.5
EC(µS/cm)	영상지구	30.0	3,060.0	321.8	250.0	347.0
	김삿갓면	60.0	3,060.0	35.27	240.0	444.1
	상동읍	30.0	500.0	150.0	50.0	171.9
	중동면	70.0	530.0	314.8	300.0	105.1
TDS(mg/L)	영상지구	20.0	1,670.0	164.3	130.0	187.3
	김삿갓면	30.0	1,670.0	181.6	120.0	240.9
	상동읍	20.0	250.0	75.7	30.0	85.4
	중동면	40.0	260.0	158.5	150.0	52.3



<그림 3-2-6> 영상지구 간이수질 측정공 위치도

<표 3-2-9> 행정구역별 pH, EC($\mu\text{S}/\text{cm}$), TDS(mg/L), T($^{\circ}\text{C}$)

구분		pH	EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	TDS (mg/L)	T ($^{\circ}\text{C}$)
영상지구		7.6	321.8	164.3	18.7
김삿갓면		7.5	352.7	181.6	19.0
김삿 갓면	각동리 산32	7.3	3,060.0	1,670.0	20.2
	내리 351-2	6.9	80.0	40.0	19.3
	내리 산158-15	7.6	170.0	80.0	19.3
	대야리 171	7.7	580.0	290.0	18.9
	대야리 78-1	7.9	340.0	170.0	17.3
	대야리 598-4	7.7	460.0	230.0	17.3
	대야리 768	7.5	270.0	140.0	18.2
	대야리 산94-1	7.9	380.0	190.0	16.2
	예밀리 729	7.6	450.0	230.0	20.4
	예밀리 산58	8.2	190.0	100.0	22.1
	예밀리 223	8.2	190.0	100.0	13.6
	예밀리 산149	7.7	180.0	180.0	20.1
	예밀리 536-1	7.9	330.0	170.0	20.8
	예밀리 751	8.0	450.0	230.0	19.7
	예밀리 산112	7.4	120.0	60.0	13.7
	예밀리 729	7.7	530.0	260.0	19.5
	예밀리 551	7.2	570.0	280.0	19.3
	예밀리 951	7.7	230.0	110.0	20.1
	옥동리 152-4	7.7	360.0	180.0	22.7
	옥동리 337-1	7.7	220.0	110.0	20.1
	옥동리 623	7.9	330.0	170.0	22.9
	옥동리 628-32	8.0	240.0	120.0	15.8
	와석리 산1-1	7.4	190.0	100.0	21.4
	와석리 322-2	6.4	60.0	30.0	19.3
	와석리 산114	7.2	100.0	50.0	21.3
	와석리 654-1	7.5	180.0	90.0	18.7
	와석리 773-1	6.8	250.0	120.0	18.7
	와석리 775-5	6.8	200.0	100.0	19.1
	와석리 777-5	6.3	210.0	110.0	19.8
	와석리 775-3	7.6	870.0	430.0	18.1
와석리 796-12	8.2	210.0	100.0	20.0	
와석리 804	7.8	440.0	220.0	20.3	
와석리 878-12	8.7	330.0	160.0	19.6	
와석리 897-1	7.8	210.0	100.0	18.5	
와석리 204-1	7.5	240.0	120.0	20.4	
외룡리 104-9	7.1	200.0	100.0	19.5	

<표 3-2-9> 행정구역별 pH, EC(μ S/cm), TDS(mg/L), T($^{\circ}$ C)(계속)

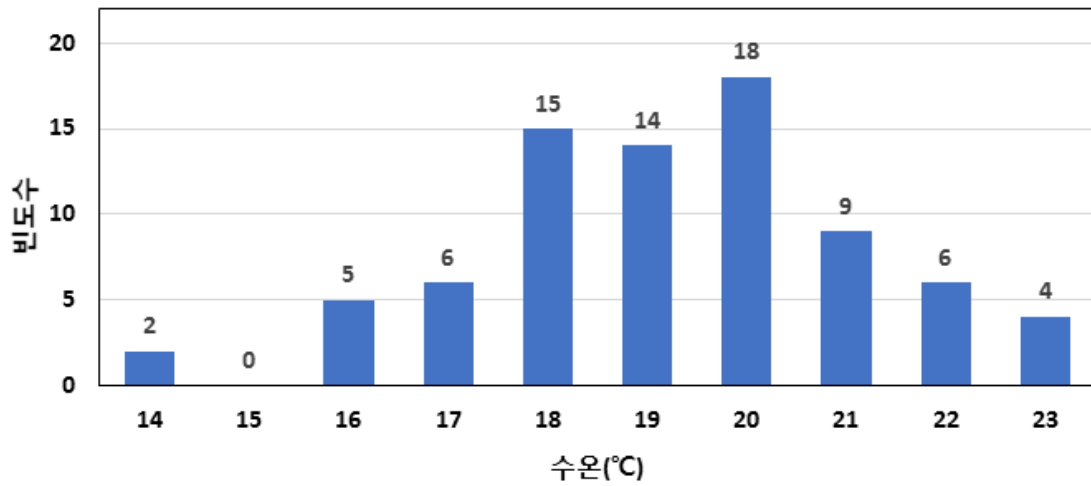
구분		pH	EC (μ S/cm)	TDS (mg/L)	T ($^{\circ}$ C)	
김삿갓면	외룡리	769	7.1	160.0	80.0	19.5
	외룡리	348-2	6.8	250.0	120.0	16.3
	외룡리	529-1	6.7	240.0	120.0	15.3
	외룡리	621-1	6.7	160.0	80.0	15.9
	외룡리	621-11	8.2	210.0	110.0	17.5
	외룡리	629-4	7.8	330.0	170.0	15.9
	주문리	316	7.3	630.0	310.0	21.1
	주문리	6-1	7.3	70.0	40.0	19.8
	진별리	665-4	7.7	400.0	200.0	21.2
상동읍		7.3	150.0	75.7	18.3	
상동읍	구래리	227-1	6.3	50.0	20.0	18.5
	구래리	398-1	6.2	40.0	20.0	17.2
	내덕리	36-1	7.5	50.0	30.0	19.6
	내덕리	188-11	8.0	240.0	120.0	17.1
	내덕리	188-2	7.3	140.0	70.0	18.4
	내덕리	243-2	8.0	500.0	250.0	18.0
	내덕리	306-1	7.7	30.0	20.0	19.3
중동면		7.8	314.8	105.1	18.3	
중동면	녹전리	16-2	7.8	240.0	120.0	18.4
	녹전리	964-10	7.8	280.0	140.0	17.4
	녹전리	290	7.2	70.0	40.0	15.8
	녹전리	497	9.6	310.0	160.0	17.4
	녹전리	51-11	8.1	200.0	100.0	18.4
	녹전리	930-1	6.6	280.0	140.0	17.5
	연상리	114-10	7.5	510.0	260.0	17.9
	연상리	173-2	7.9	530.0	260.0	18.3
	연상리	산60-3	7.4	210.0	110.0	16.1
	연상리	317	7.8	370.0	190.0	17.6
	연상리	446	8.1	310.0	160.0	21.3
	연상리	593-16	8.0	280.0	140.0	19.3
	연상리	525	8.0	300.0	150.0	18.2

<표 3-2-9> 행정구역별 pH, EC(μ S/cm), TDS(mg/L), T($^{\circ}$ C)(계속)

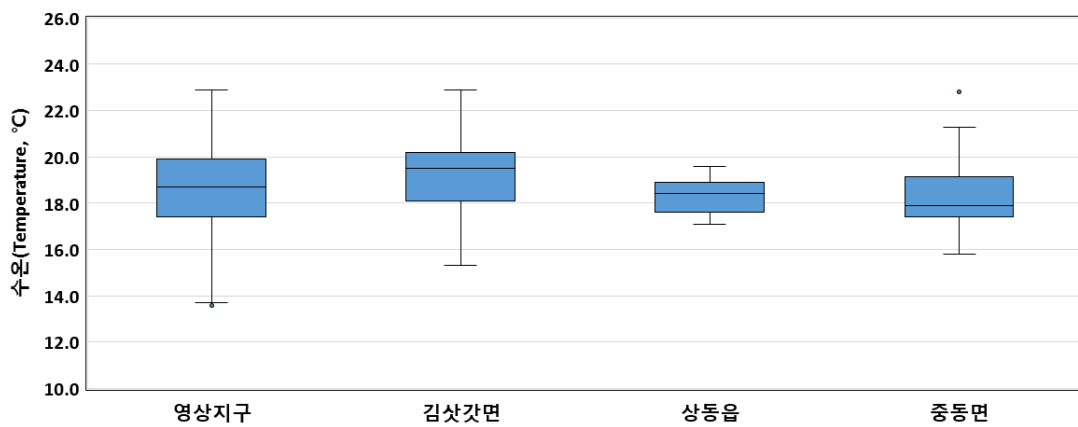
구분		pH	EC (μ S/cm)	TDS (mg/L)	T ($^{\circ}$ C)	
중동면	연상리	593-23	8.0	480.0	240.0	20.2
	이목리	520-7	8.1	250.0	120.0	18.3
	이목리	662	7.9	310.0	150.0	19.0
	이목리	345-2	8.1	220.0	110.0	19.7
	화원리	10-2	7.6	370.0	180.0	19.7
	화원리	155-21	7.9	240.0	120.0	17.5
	화원리	210-1	7.7	350.0	180.0	16.8
	화원리	216	6.9	310.0	160.0	17.0
	화원리	260-1	7.9	280.0	140.0	17.1
	화원리	268-8	7.9	250.0	130.0	16.1
	화원리	270-9	7.9	260.0	130.0	17.8
	화원리	364-9	7.9	470.0	240.0	17.4
	화원리	543-2	8.0	360.0	180.0	21.2
	화원리	557	8.0	460.0	230.0	22.8

가. 수온 (Temperature, $^{\circ}$ C)

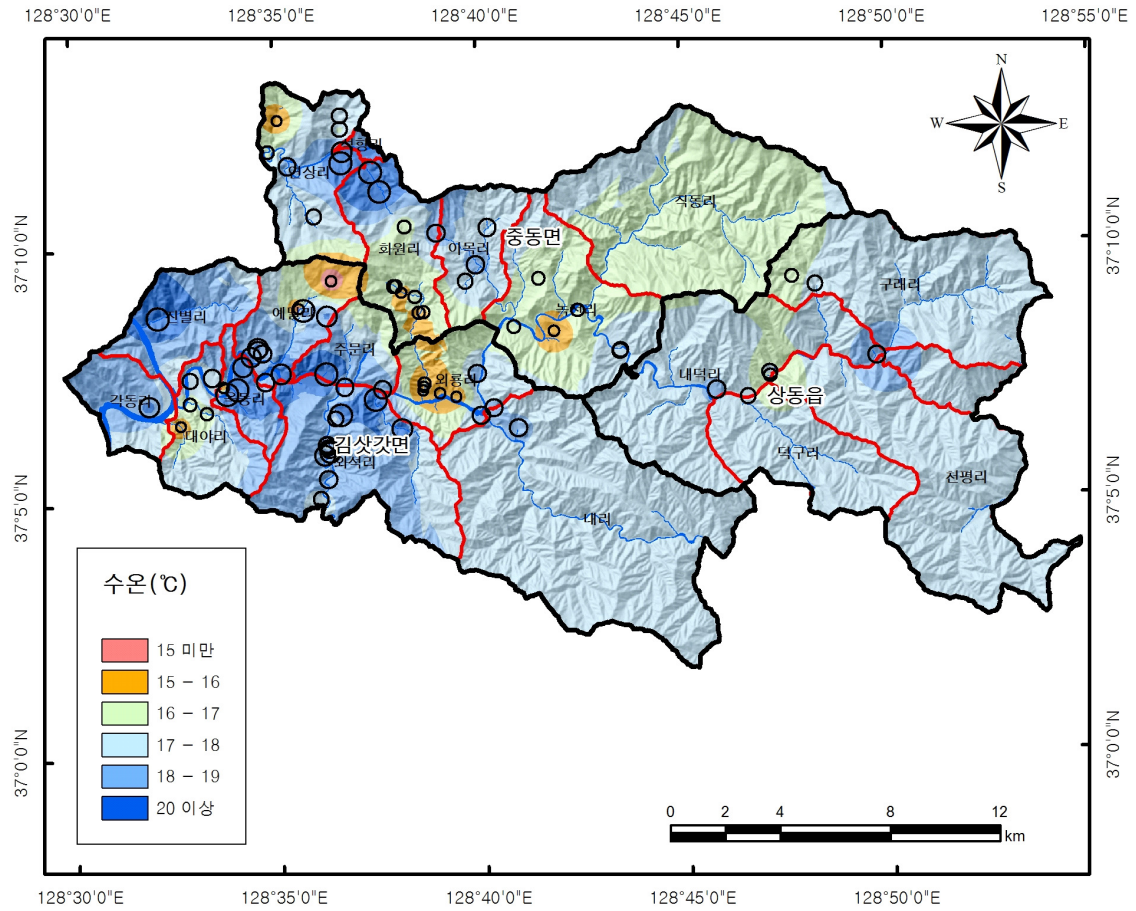
○ 측정된 전체시료의 지하수 수온은 13.6~22.9 $^{\circ}$ C의 범위를 보여준다. 빈도 분포도를 살펴보면 16.0 $^{\circ}$ C에서 18.0 $^{\circ}$ C까지 온도 범위에서 관정 빈도수가 높게 나타나고 있다. Box-whisker 다이어그램을 보면 전체적인 온도 평균값은 각 지역이 거의 비슷한 평균값 및 표준편차를 보이고 있다. 온도의 최대, 최소값의 분산 범위는 김삿갓면에서 크게 나타났으며, 중동면, 상동읍은 김삿갓면에 비하여 상대적으로 온도 분산 범위가 작게 나타났다<그림 3-2-7~8>. 특정 지역에서 수온이 높게 나타나는 경향을 보이거나, 이는 관정시설 보호공이 없는 집수정 암거 지하수가 대기에 노출되어 수온이 올라간 경우에 해당한다<그림 3-2-9>.



<그림 3-2-7> 영상지구 지하수의 수온(T) 빈도분포도



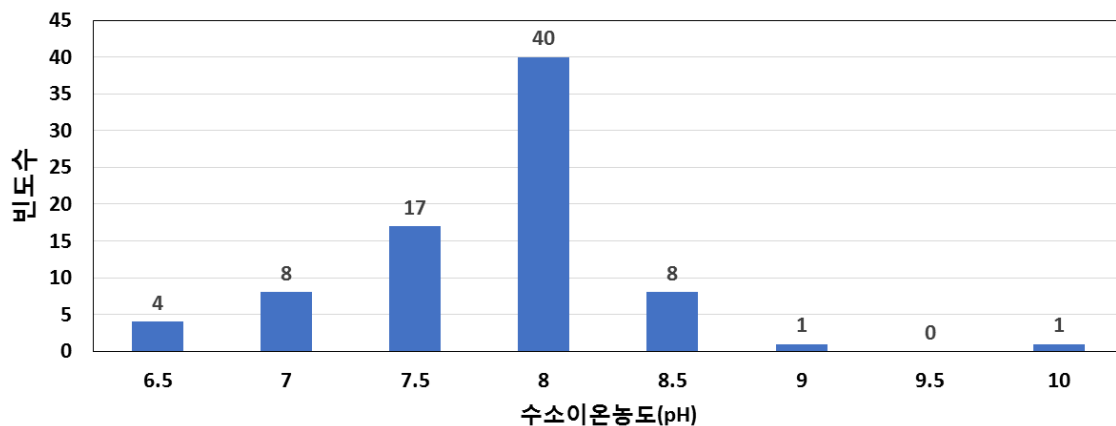
<그림 3-2-8> 영상지구 지하수의 수온(T) Box-whisker



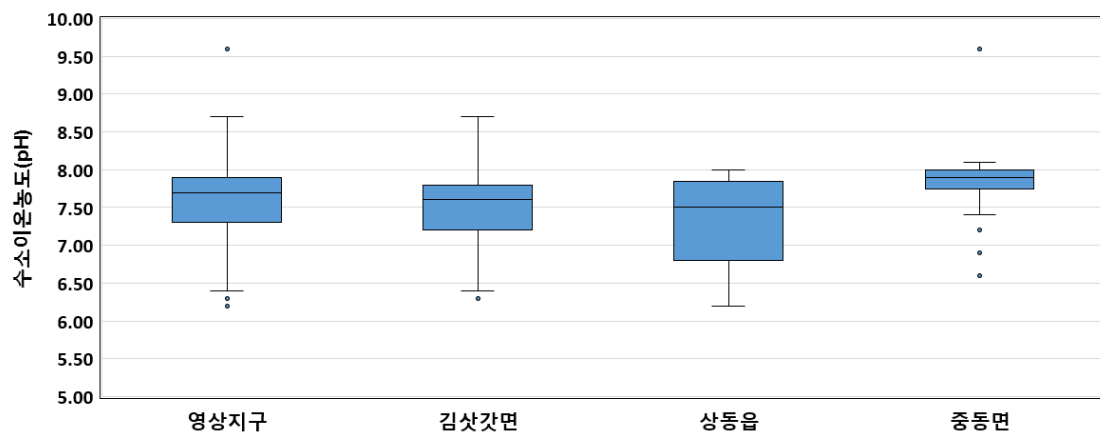
<그림 3-2-9> 영상지구 지하수의 수온(°C) 분포도

나. 수소이온농도 (pH)

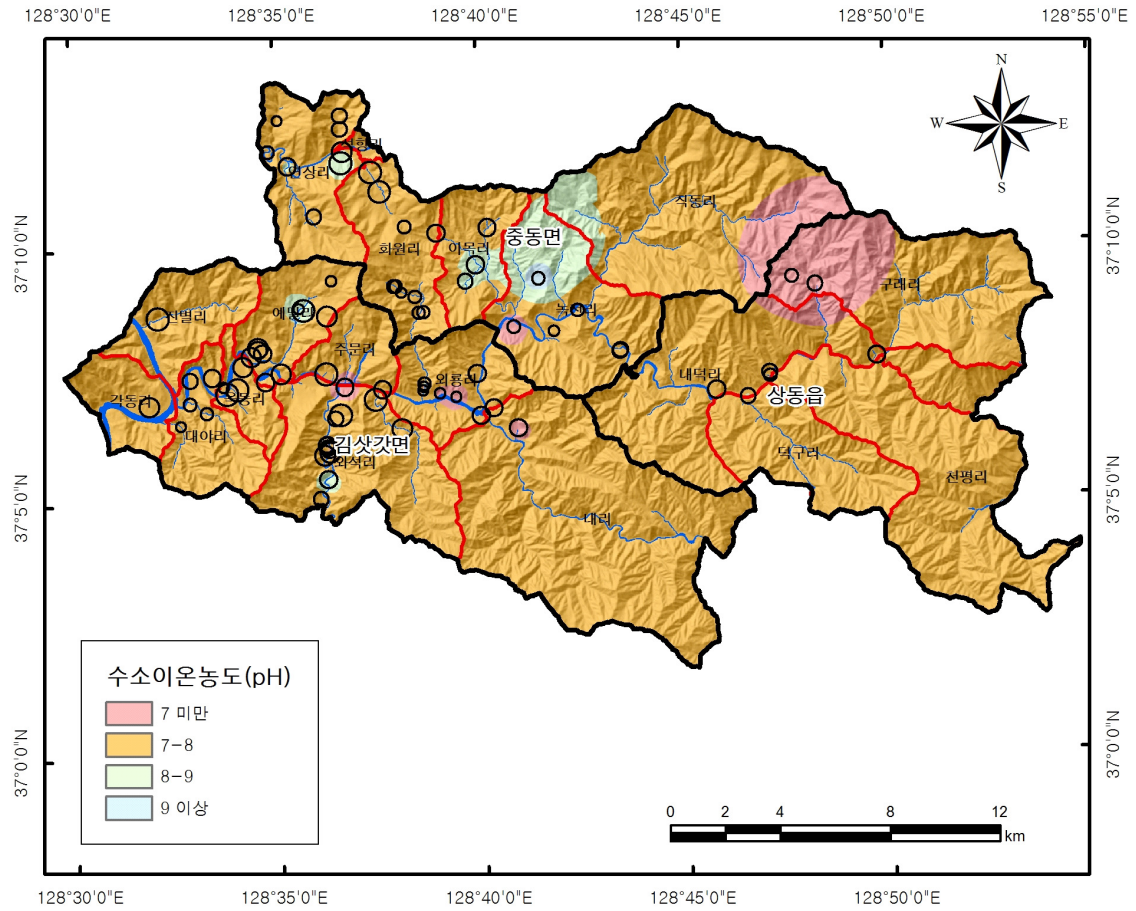
○ 수소이온농도는 6.2~9.6의 범위를 갖고, 평균값은 7.7로 중성을 띤다. 빈도분포도를 살펴보면 pH 7.5~8.5 사이에 분포가 집중되어 나타난다. Box-whisker 다이어그램을 보면 지역별 수소이온농도 평균값은 7.5~8.0 사이의 값을 보이며, 표준편차는 작게 나타난다. 수소이온농도의 최대, 최소값의 분산 범위는 상동읍에서 크게 나타났으며, 김삿갓면 및 중동면은 상동읍에 비하여 분산 범위가 작게 나타났다. 김삿갓면 와석리 지역에서 수소이온농도가 높게 나타났으며, 이는 석회암계열 분포에 의한 지질적인 특성으로 해석 된다<그림 3-2-10~12>.



<그림 3-2-10> 영상지구 지하수 pH 빈도분포도



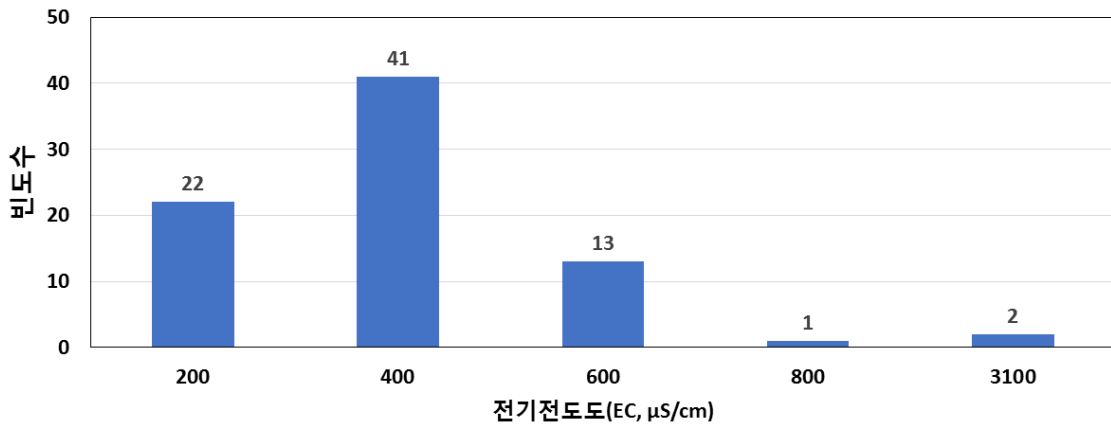
<그림 3-2-11> 영상지구 지하수 pH Box-whisker



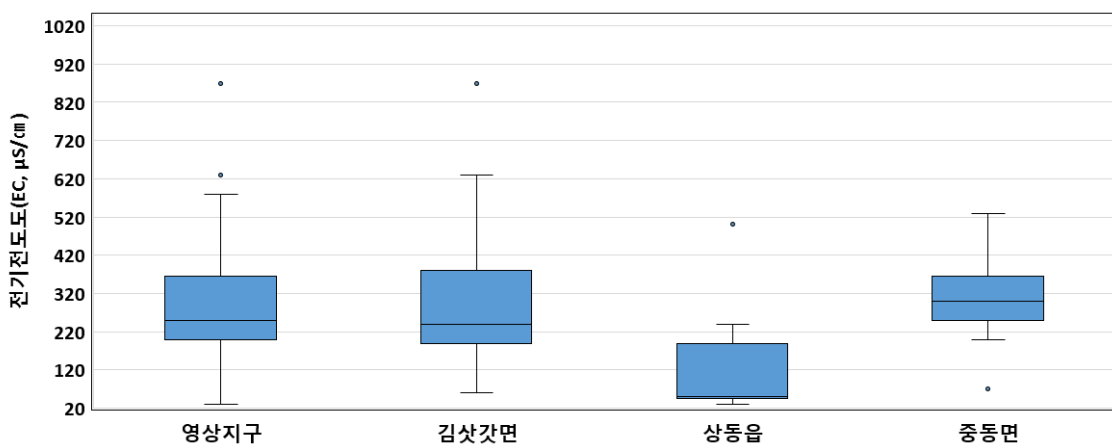
<그림 3-2-12> 영상지구 지하수 pH 분포도

다. 전기전도도(EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$)

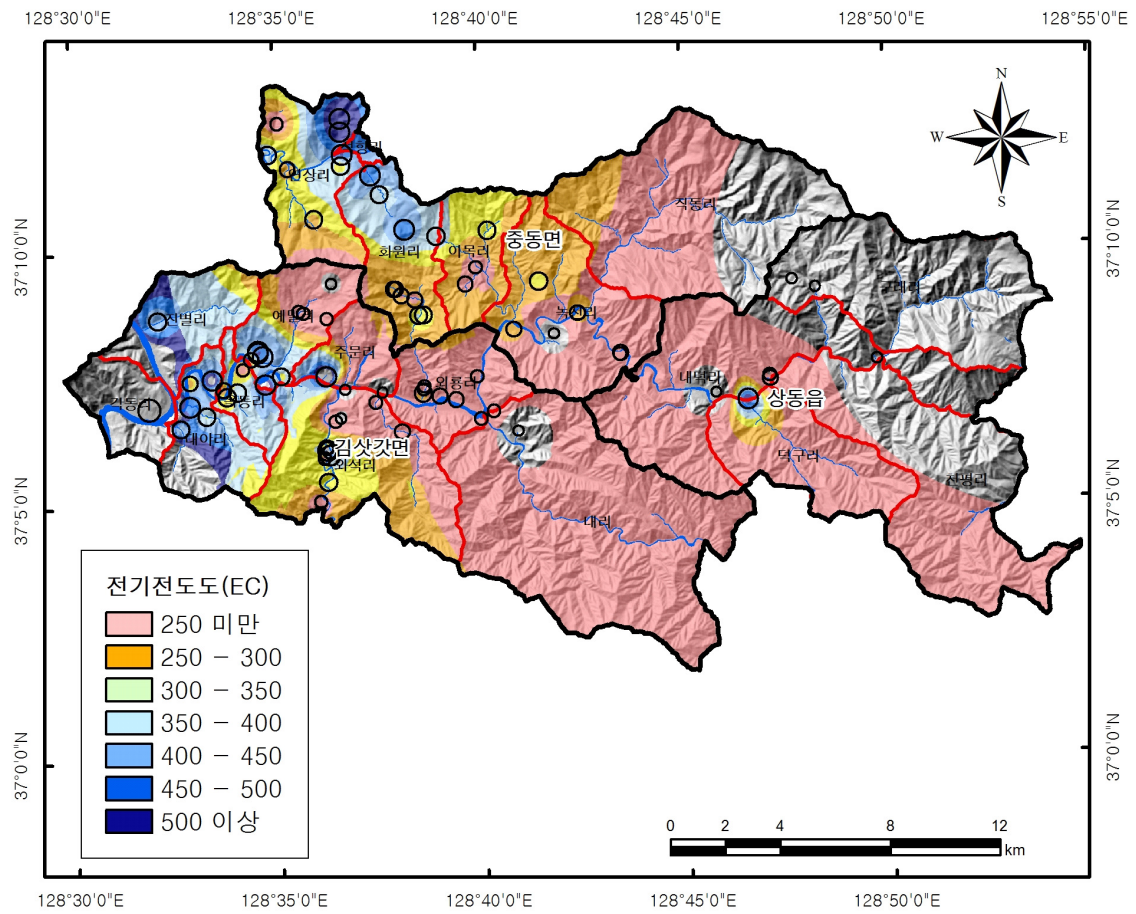
○ 측정된 전체시료의 전기전도도 값은 $30.0\mu\text{S}/\text{cm}\sim 3,060.0\mu\text{S}/\text{cm}$ 의 범위를 나타낸다. 빈도분포도를 살펴보면 대부분 $200\mu\text{S}/\text{cm}\sim 600\mu\text{S}/\text{cm}$ 에 집중되어 있다. Box-whisker 다이어그램을 보면 지역별 전기전도도 평균값은 약 $321.8.0\mu\text{S}/\text{cm}$ 정도의 값을 보이고 있다. 전기전도도의 최대, 최소값 분산 범위는 김삿갓면에서 크게 나타났으며, 상동읍, 중동면 순으로 작게 나타났다. 전기전도도는 농도에 비례하기 때문에 지하수의 오염과 관계가 깊다<그림 3-2-13~15>.



<그림 3-2-13> 지하수 전기전도도(EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$) 빈도분포도



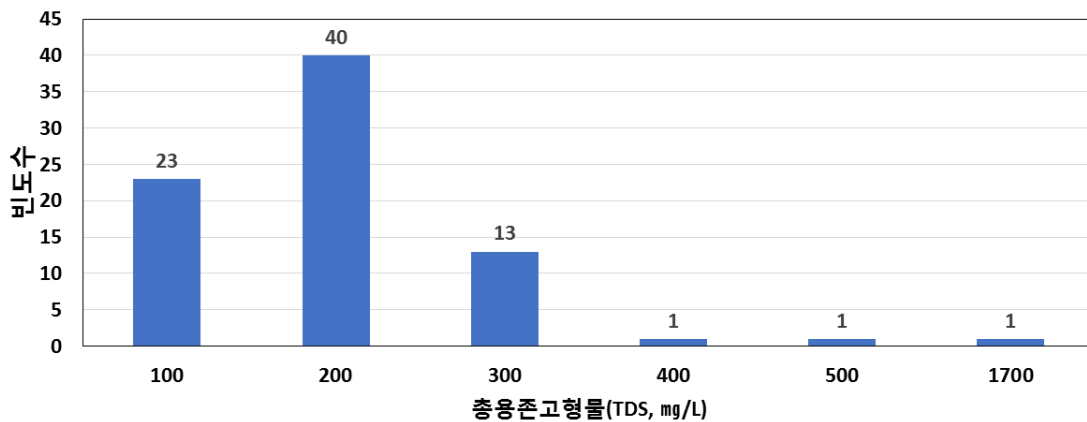
<그림 3-2-14> 지하수 전기전도도(EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$) Box-whisker



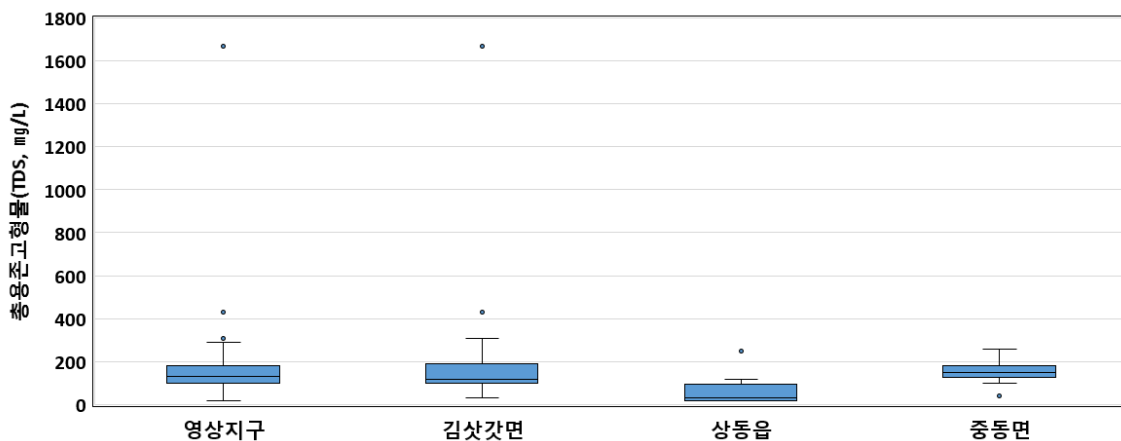
<그림 3-2-15> 지하수 전기전도도(EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$) 분포도

라. 총용존고형물(TDS, mg/L)

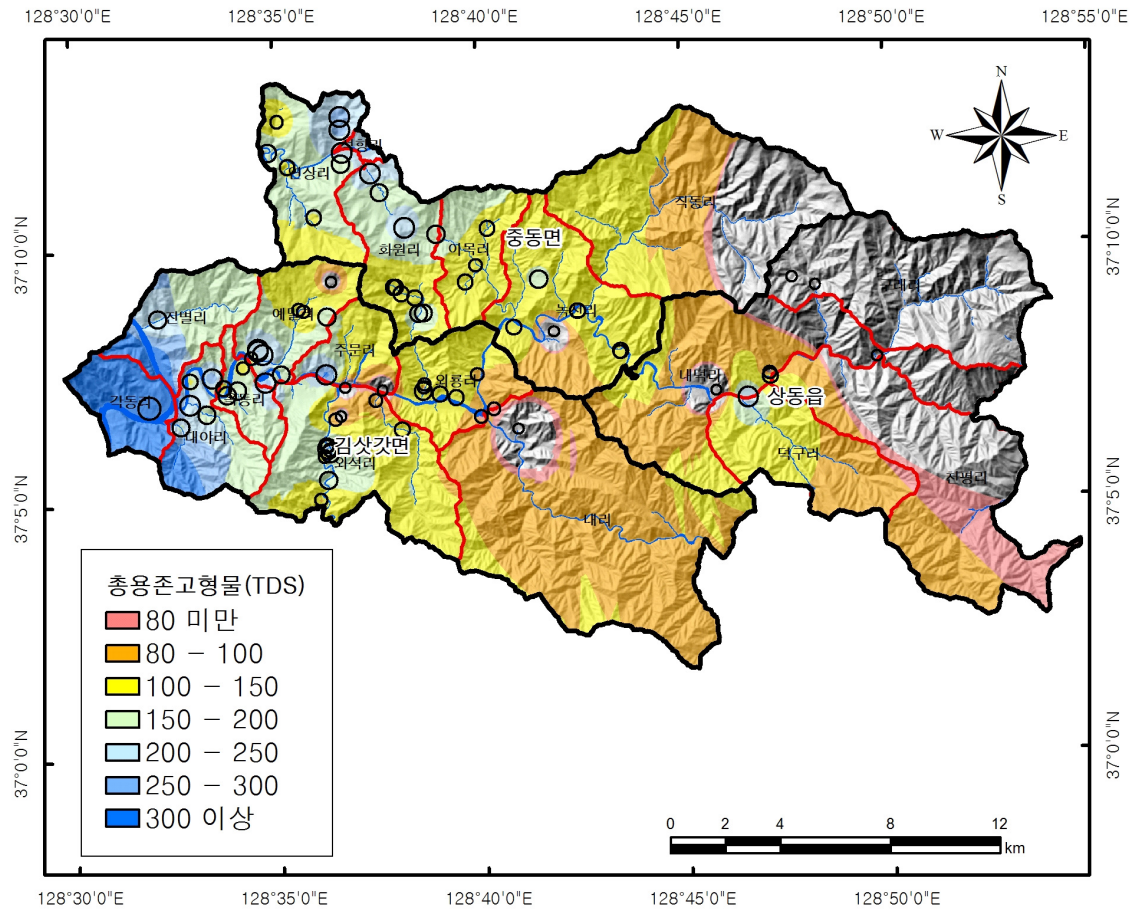
○ 측정된 총용존고형물(TDS, mg/L) 값은 20.0mg/L~1,670.0mg/L의 범위를 나타낸다. 빈도분포도를 살펴보면 대부분 관정에서의 측정값은 100mg/L~300 mg/L에 집중되어 있다. Box-whisker 다이어그램을 보면 지역별 평균 총 용존고형물 값은 약 164.3mg/L 정도의 값을 보이며, 작은 표준편차를 보이고 있다. 총 용존고형물의 최대, 최소값 분산 범위는 김삿갓면에서 크게 나타났 으며, 상동읍, 중동면은 김삿갓면에 비하여 상대적으로 분산 범위가 작게 나타났 다. 대부분의 오염물질은 양이온이므로 총용존고형물이 높다는 것은 지하수의 오염과 관계가 깊다는 것이다<그림 3-2-16~18>.



<그림 3-2-16> 지하수 총용존고형물(TDS, mg/L) 빈도분포도



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



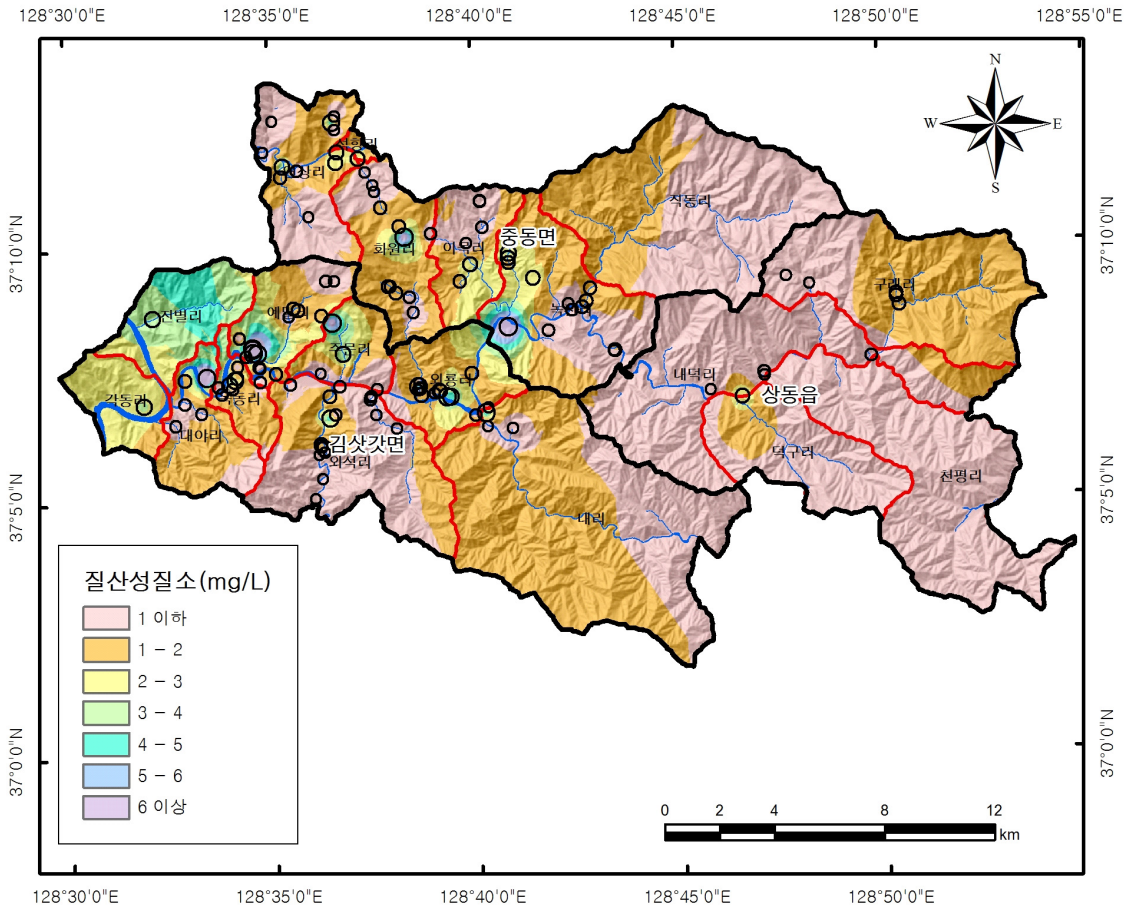
<그림 3-2-18> 지하수 총용존고형물(TDS, mg/L) 분포도

라. 질산성질소 분석 결과

- 농촌지역 특성상 영농활동에 따른 비료시비나 농약살포, 주거지역에서 발생하는 오수나 분뇨, 가축사육에 따른 축산폐수발생 등이 지하수의 수질 오염에 영향을 주는 요소이다. 본 조사에서는 주거지역이 밀집된 곳, 오염원이 밀집된 곳에 위치한 관정들을 대상으로 질산성질소 일제조사를 실시하였다<표 3-2-10>.
- 질산성질소 분석은 총 125개소(관정 116개소/128회+광산주변 하천 9개소/9회=영상지구 전체 125개소/137회 시험) 지점을 선정하여 질산성질소 분포현황을 조사하였다. 질산성질소 평균 농도는 2.5mg/L이며 최대 14.1mg/L이다. 먹는물 기준치인 10mg/L를 초과하는 관정은 3개소이며 이 중 생활용 및 농업용 기준치인 20mg/L를 초과하는 관정은 나타나지 않았다. 또한 10mg/L를 초과하는 관정 3개소는 대야리 1개소, 예밀리 2개소로서 추가 채수를 통하여 재분석을 실시했으며 큰 차이를 보이지 않았다<그림 3-2-19>.

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

구분	읍면	질산성질소 일제조사(N=137)											
		관정		광산주변 하천		소계		최대	최소	평균	표준편차	10 초과 (공)	20 초과 (공)
		개소	횟수	개소	횟수	개소	횟수						
영상지구		116	128	9	9	125	137	14.1	0.5	2.6	2.4	3	-
영상지구	김삿갓면	71	81	-	-	71	81	14.1	0.5	2.8	2.8	3	-
	상동읍	7	7	3	3	10	10	3.9	0.5	1.8	1.1	-	-
	중동면	38	40	6	6	44	46	8.9	0.7	2.4	1.8	-	-



<그림 3-2-19> 영상지구 지하수의 질산성질소(mg/L) 분포도

□ 질산성질소는 화학비료, 부패한 동식물, 생활오수, 축산분뇨, 공장폐수 등에서 발생한다. 미생물에 의해 질산성질소가 아질산성질소로 환원되며 2차 독성이 발생한다. 환원된 아질산성질소는 혈류내로 흡수되며, 헤모글로빈과 반응, 혈액의 산소 전달계 기능을 부분적으로 상실시킨다. 지하수 내 질산성질소는 질산염에 오염된 지표수 또는 상부 토양대 속에 농축된 질산염이 강수에 의해 대수층으로 침투하며 발생할 수 있다.

□ 질산성질소에 의한 지하수 오염원의 규명은 질소 안정동위원소의 자연구성비를 측정함으로써 질소화합물로 인한 지하수 오염의 기원물질을 추정 가능한 것으로 보고되고 있다(오윤근, 현익현, 1997). Fetter(1988)에 의하면, 질산성질소는 일반적으로 오염원으로부터 1km 이상 이동하지 않으며, 대부분 100m 이상을 넘지 않는 것으로 보고한 바 있다. 지하수 내

질산성 질소의 부하는 대부분이 관정 주변의 축산폐수, 생활하수, 질소비료 등으로부터 생성되어 유입되었을 것으로 판단된다.

□ 질소는 14N과 15N의 안정동위원소가 존재하며, 자연계 순환과정에서 일어나는 물리화학적 또는 생화학적 반응에 의해 그 동위원소의 구성비가 변하게 된다. 일반적으로 지하수 내에 존재하는 질산염 이온은 그 기원에 해당하는 동위원소 값($\delta^{15}\text{N}_{\text{nitrate}}$)을 갖는다. 연구자에 따라 기원에 대한 동위원소비가 약간 차이가 있으며 이를 정리하면

- 질소비료의 사용으로부터 유래될 경우, -4 ~ 4%이지만, 일부 비료에서는 -8 ~ 8%을 보이기도 한다(Kendall and Mcdonnell, 2003).
- 대기 기원의 질산염은 약 -5 ~ +10%의 값을 나타낸다.
- 분뇨에서 기인하는 경우는 약 10 ~ 25%의 범위 값을 갖는다(Karr et al., 2002).
- 토양 유기물로부터 기인한 질산염의 $\delta^{15}\text{N}_{\text{nitrate}}$ 는 3 ~ 8%의 범위를 보인다(Heaton, 1986).

□ 질소기원 추정은 국내 제주도 지하수의 질산성질소 오염원 연구에 따른 동위원소 조성범위를 이용하였다<표 3-2-11>.

<표 3-2-11> 질산성질소 오염원에 따른 질소동위원소 조성범위

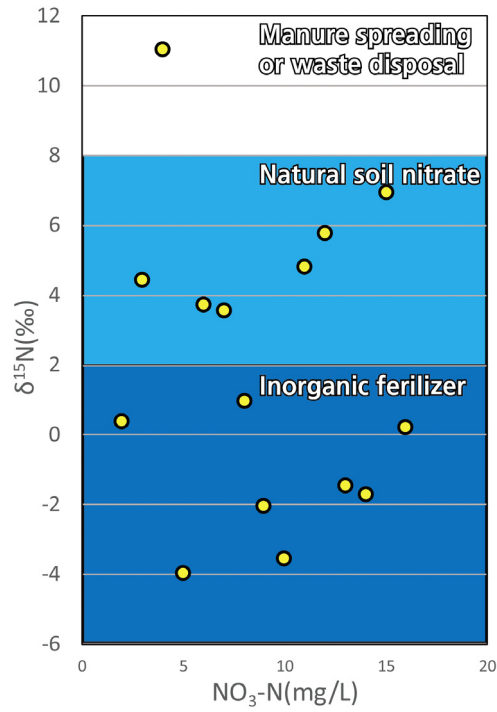
오염원의 구분	$\delta^{15}\text{N}$ 의 범위(%)
대기 중의 NO_3	-10 ~ 9
질소질 비료	-5 ~ 7
암모늄 비료	-7 ~ 5
동물성 폐기물	0 ~ 20
양계용 비료	7.9 ~ 8.6
콩과식물에 의한 질소고정	0 ~ 2
오염되지 않은 토양	2 ~ 5

※ 자료출처 : 강봉래 등, 동위원소를 이용한 제주도 서부지역 지하수의 질산성질소 오염원연구 2002

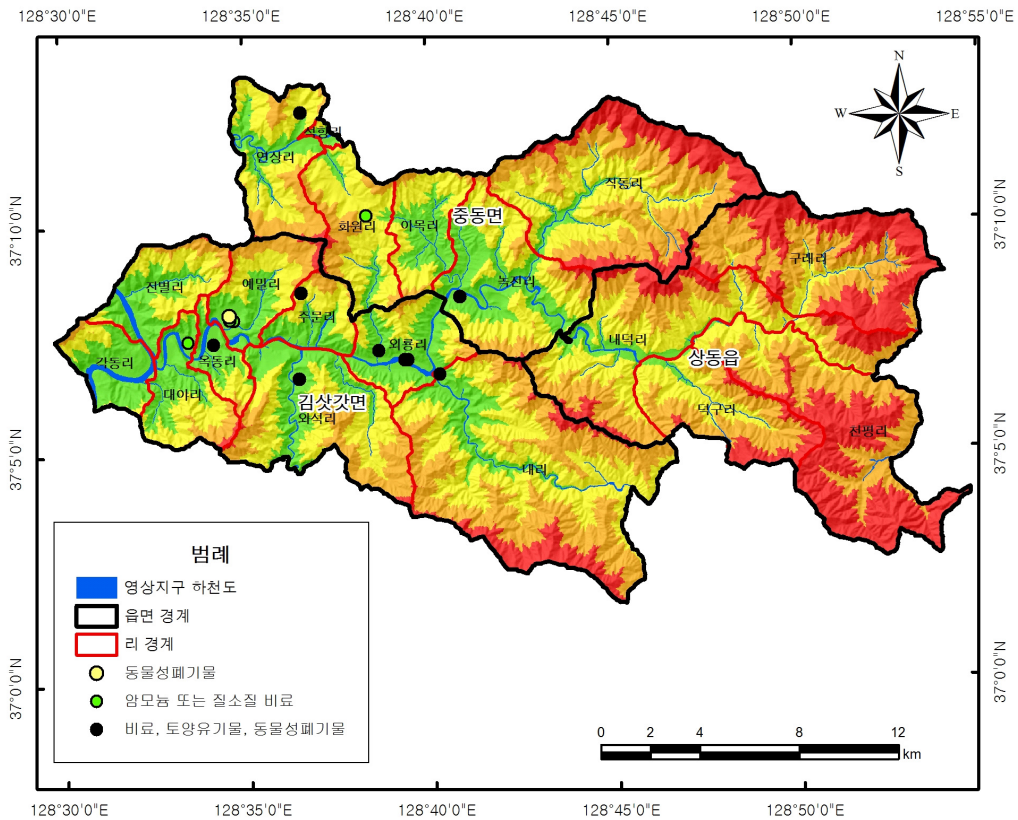
<표 3-2-12> 질산성질소와 질소동위원소 분석결과

구분	조사번호	NO ₃ -N (mg/L)	δ ¹⁵ N(‰)	분류결과
암반	WYWL0962019074	6.1	0.38	비료, 토양유기물, 동물성폐기물
	WYWL0962019076	5.5	4.41	비료, 토양유기물, 동물성폐기물
	DWYWL0962019003	10.3	11.05	동물성폐기물
	WYWL0962019013	14.1	-3.98	암모늄 또는 질소질 비료
	WYWL0962019085	7.7	3.71	비료, 토양유기물, 동물성폐기물
	WYWL0962019009	6.3	3.57	비료, 토양유기물, 동물성폐기물
	WYWL0962019038	5.2	0.97	비료, 토양유기물, 동물성폐기물
	WYWL0962019029	7.4	-2.06	암모늄 또는 질소질 비료
	WYWL0962019031	10.7	-3.54	암모늄 또는 질소질 비료
	WYWL0962019078	6.7	4.82	비료, 토양유기물, 동물성폐기물
	WYWL0962019056	5.5	5.76	비료, 토양유기물, 동물성폐기물
	WYWL0962019336	7.7	-1.48	암모늄 또는 질소질 비료
	WYWL0962019095	9.9	-1.73	암모늄 또는 질소질 비료
	WYWL0962019315	5.4	6.94	비료, 토양유기물, 동물성폐기물
	WYWL0962019311	8.9	0.19	비료, 토양유기물, 동물성폐기물

□ δ¹⁵N값은 -3.98 ~ 11.05‰의 범위를 보이고 있으며, 평균값은 1.93‰, 중앙값은 0.97‰로 나타났다<표 3-2-12>, <그림 3-2-20~21>.



<그림 3-2-20> NO₃-N과 δ¹⁵N의 관계



<그림 3-2-21> 질소동위원소 오염원별 위치도

마. 수질기준(생활용수) 검사

□ 관정현황조사 시 축사, 시설하우스, 농경지 주변 등 지하수 수질오염이 취약하다고 판단되는 지역에 대하여 생활용수(20항목) 기준 수질검사를 실시하였다. 조사지역에서 생활·농업용수 수질기준을 초과한 관정은 1개소로 나타났다<표 3-2-13~14>,<그림 3-2-22>.

<표 3-2-13> 수질검사 지점 및 초과항목

관정현황조사번호	읍면	리	번지	광산주변관정	초과항목
					생활용수
WYWL0962019001	김삿갓면	각동리	산32		-
WYWL0962019005	김삿갓면	내리	351-2		-
WYWL0962019013	김삿갓면	대야리	171		-
WYWL0962019019	김삿갓면	대야리	598-4		-
WYWL0962019024	김삿갓면	예밀리	산58		-
WYWL0962019028	김삿갓면	예밀리	536-1		-
WYWL0962019029	김삿갓면	예밀리	751		-
WYWL0962019050	김삿갓면	와석리	243-1		-
WYWL0962019052	김삿갓면	와석리	322-2		-
WYWL0962019055	김삿갓면	와석리	산114		-
WYWL0962019061	김삿갓면	와석리	775-5		-
WYWL0962019070	김삿갓면	외룡리	104-9		-
WYWL0962019071	김삿갓면	외룡리	769		-
WYWL0962019076	김삿갓면	외룡리	348-2		-
WYWL0962019079	김삿갓면	외룡리	621-11		-
WYWL0962019086	김삿갓면	주문리	316		-
WYWL0962019089	김삿갓면	주문리	75		-
WYWL0962019092	김삿갓면	진별리	665-4		-
WYWL0962019202	상동읍	구래리	227-1		-
WYWL0962019206	상동읍	내덕리	36-1		-
WYWL0962019207	상동읍	내덕리	188-11		-
WYWL0962019209	상동읍	내덕리	243-2		-
WYWL0962019309	중동면	녹전리	51-11		-
WYWL0962019311	중동면	녹전리	930-1		-
WYWL0962019317	중동면	연상리	산60-3		-
WYWL0962019318	중동면	연상리	317		-
WYWL0962019320	중동면	연상리	467-1		-
WYWL0962019324	중동면	연상리	525		비소
DWYWL0962019007	중동면	이목리	662		-
WYWL0962019328	중동면	화원리	155-21		-

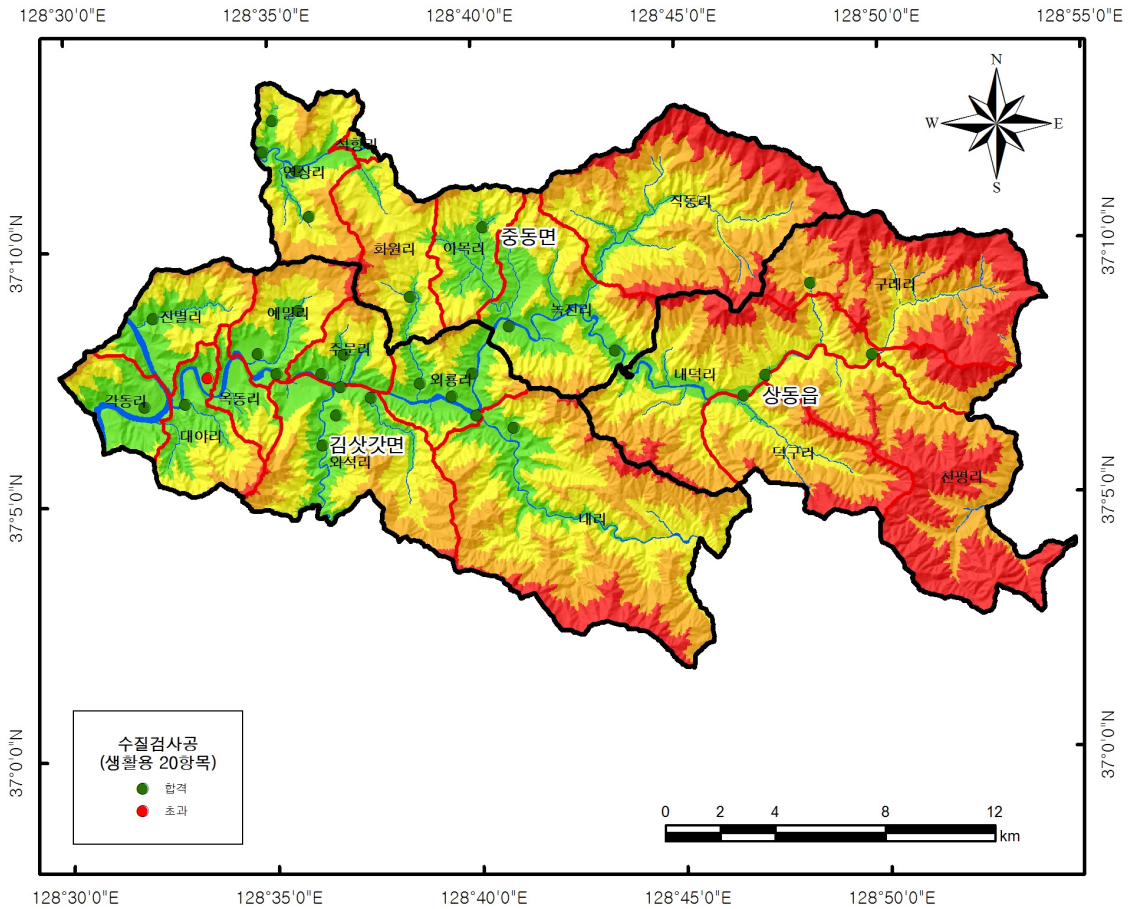
※ : 수질기준 초과지점

<표 3-2-14> 지하수 생활용수 및 기타 수질기준

항 목	이용목적별	기준			
		먹는물 기준 ¹⁾	생활용수 ²⁾	농·어업용수 ²⁾	공업용수 ²⁾
일반 오염물질 (5개)	수소이온농도(pH)	5.8~8.5	5.8~8.5	6.0~8.5	5.0~9.0
	총대장균군	불검출	5,000 이하 (균수/100mL)	-	-
	질산성질소	10 이하	20 이하	20 이하	40 이하
	염소이온	250 이하	250 이하	250 이하	500 이하
	일반세균	1ml 중 100CFU이하	-	-	-
특정 유해물질 (16개)	카드뮴	0.005 이하	0.01 이하	0.01 이하	0.02 이하
	비소	0.01 이하	0.05 이하	0.05 이하	0.1 이하
	시안	0.01 이하	0.01 이하	0.01 이하	0.2 이하
	수은	0.001 이하	0.001 이하	0.001 이하	0.001 이하
	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	0.01 이하	0.1 이하	0.1 이하	0.2 이하
	크롬	0.05 이하	0.05 이하	0.05 이하	0.1 이하
	트리클로로에틸렌 (TCE)	0.03 이하	0.03 이하	0.03 이하	0.06 이하
	테트라클로로에틸렌 (PCE)	0.01 이하	0.01 이하	0.01 이하	0.02 이하
	1,1,1-트리클로로에탄	0.1 이하	0.15 이하	0.3 이하	0.5 이하
	벤젠	0.01 이하	0.015 이하	-	-
	톨루엔	0.7 이하	1 이하	-	-
	에틸벤젠	0.3 이하	0.45 이하	-	-
	크실렌	0.5 이하	0.75 이하	-	-

1) 먹는물 수질기준 및 검사 등에 관한 규칙 [별표 1] 먹는물 수질기준, 2019.1.1일부개정

2) 지하수의 수질보전 등에 관한 규칙 [별표 4] 지하수의 수질기준, 2018.8.6개정



<그림 3-2-22> 수질검사 및 초과지점 분포도

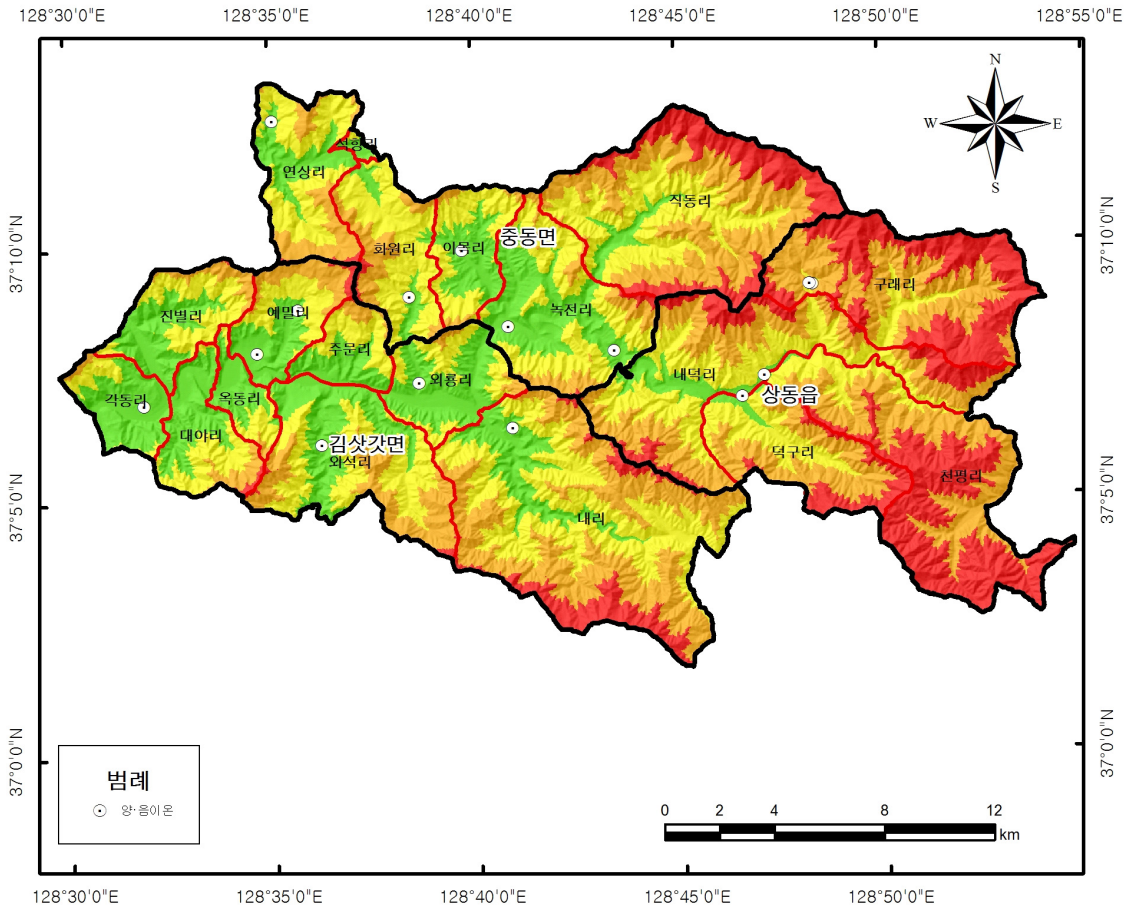
- 수질검사 결과, 비소 항목에서 기준치 초과로 확인된 중동면 연상리 525번지의 관정에 대해서는 재검사가 필요할 것으로 확인된다. 향후, 재검사 결과 시 동일한 수치를 보일 경우 원상복구 등 해당 관정에 대한 조치가 필요하다.

바. 양·음이온 및 중금속 분석

□ 지하수의 수리지구화학적 특성을 규명하고 오염현황을 파악하기 위해 지하수 내에 용존되어 있는 주요 이온성분인 Na, K, Ca, Mg, Cl, HCO₃, SO₄, NO₃ 성분을 분석하였다. 암반지하수 15점을 채취하여 분석하였다 <표 3-2-15, 그림 3-2-23>.

<표 3-2-15> 양·음이온 분석지점

현장조사번호	읍면	리	번지	층적/암반
WYWL0962019061	김삿갓면	와석리	775-5	암반
WYWL0962019001	김삿갓면	각동리	산32	암반
WYWL0962019005	김삿갓면	내리	351-2	암반
WYWL0962019092	김삿갓면	진별리	665-4	암반
WYWL0962019207	상동읍	내덕리	188-11	암반
WYWL0962019079	김삿갓면	외룡리	621-11	암반
WYWL0962019029	김삿갓면	예밀리	751	암반
WYWL0962019202	상동읍	구래리	227-1	암반
WYWL0962019209	상동읍	내덕리	243-2	암반
WYWL0962019324	중동면	연상리	525	암반
DWYWL0962019007	중동면	이목리	662	암반
WYWL0962019328	중동면	화원리	155-21	암반
WYWL0962019309	중동면	녹전리	51-11	암반
WYWL0962019311	중동면	녹전리	930-1	암반
WYWL0962019317	중동면	연상리	산60-3	암반



<그림 3-2-23> 양·음이온 분석시료 채수 위치도

□ 영상지구의 주요 양이온 함량을 보면 Ca^{2+} 의 농도가 가장 높고 Na^+ , Mg^{2+} , K^+ 순으로 낮아지는 경향을 보인다. 주요 양이온 중 가장 많이 함유된 Ca^{2+} 는 4.1~73.9mg/L의 범위를 가지며, 평균 34.5mg/L의 값을 보인다. Na^+ 와 Mg^{2+} 의 범위는 각각 1.3~61.1mg/L, 0.8~17.1mg/L이며, 평균값은 각각 10.9mg/L, 6.3mg/L이다. K^+ 의 범위는 0.4~5.3mg/L이며, 평균값은 1.2mg/L이다. 주요 음이온은 알칼리도를 나타내는 HCO_3^- 를 제외하면 SO_4^{2-} 가 가장 많이 함유되어 있고, NO_3^- , Cl^- 순으로 낮아진다. SO_4^{2-} 의 범위는 8.0~76.0mg/L이며, 평균값은 24.6mg/L이다. Cl^- 는 1.8~22.8mg/L의 범위를 가지며, 평균 6.4mg/L로 나타났다. NO_3^- , HCO_3^- 의 범위는 각각 3.1~39.4mg/L, 2.4~241.6mg/L의 범위를 가지며, 평균값은 11.5mg/L, 98.1mg/L이다<표 3-2-16>.

□ NO₃⁻는 인위적인 오염을 반영하는 이온으로 볼 수 있다. 영상지구의 평균 NO₃⁻는 11.5mg/L으로 나타났으며 오염기준치(88mg/L)를 초과하는 관정은 없는 것으로 나타났다.

<표 3-2-16> 양·음이온별 이화학 분석결과 (단위 : mg/L)

구분	암반층				
	최소값	최대값	평균	중양값	표준 편차
Na ⁺	1.3	61.1	10.9	4.2	15.4
K ⁺	0.4	5.3	1.2	0.8	1.2
Ca ²⁺	4.1	73.9	34.5	30.7	22.1
Mg ²⁺	0.8	17.1	6.3	4.9	4.8
Cl ⁻	1.8	22.8	6.4	3.9	5.7
HCO ₃ ⁻	2.4	241.6	98.1	75.6	59.6
SO ₄ ²⁻	8.0	76.0	24.6	14.0	21.2
NO ₃ ⁻	3.1	39.4	11.5	7.8	11.3

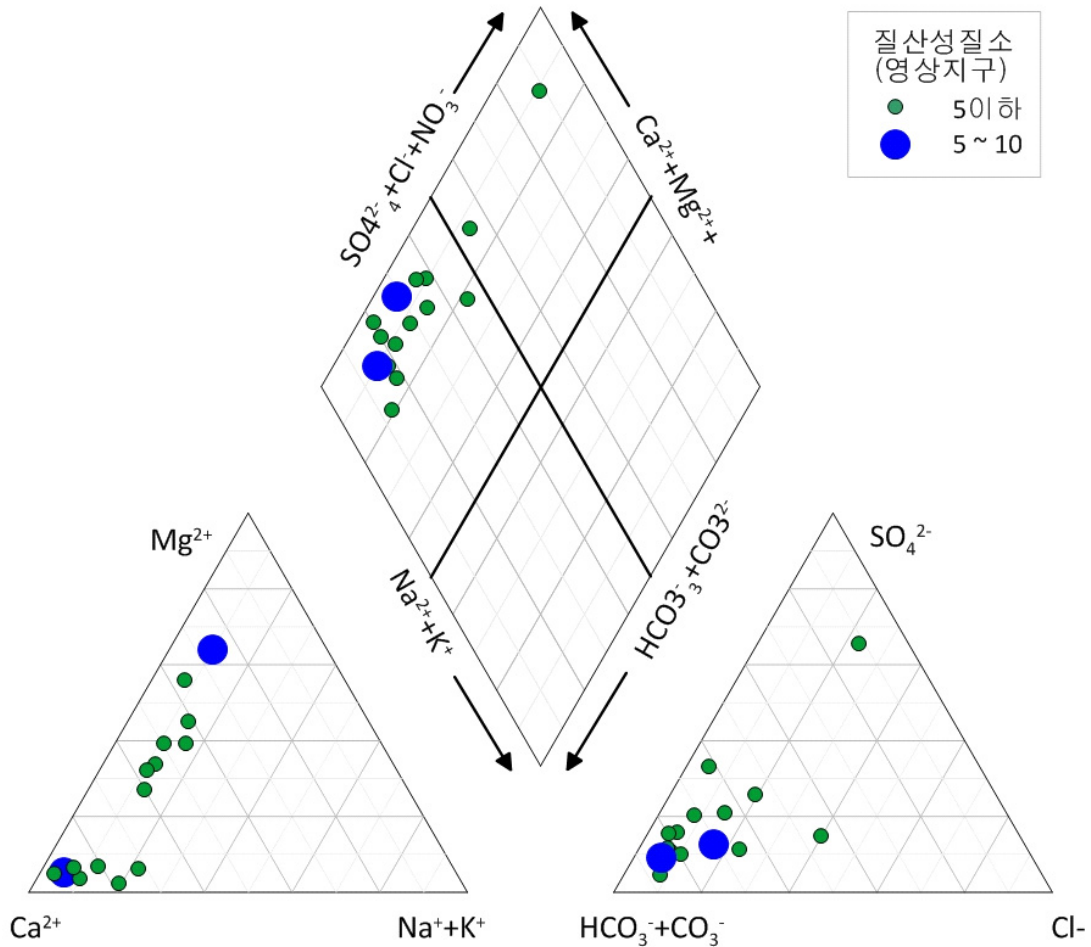
□ 지하수의 수질 유형(Piper Diagram)

○ Piper diagram은 지하수 화학특성을 표시하는데 널리 사용되는 방법이다. 지하수내 주요 양이온과 음이온의 당량농도(meq/L)를 비율로 나타냄으로써 지하수의 유형(type)을 구분하는데 이용될 수 있다. Piper diagram은 수질유형을 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 유형 구분하였다. 음이온의 경우 HCO₃와 CO₃의 당량농도의 합과 Cl, SO₄, NO₃의 당량농도의 합을 비교하여 전자가 큰 경우 HCO₃ 유형, 후자가 큰 경우 Cl 유형으로 구분하였다.

○ Ca-HCO₃ 유형은 오염되지 않은 천부지하수에서 나타나며, 농업활동이나 생활하수 등의 인위적인 오염원에 의해 영향을 받게 되면 Ca-Cl 유형으로 바뀌게 된다. Ca-HCO₃ 유형의 천부지하수는 지하수 유동경로가 길어짐에 따라 지질 매체와 반응하며 Na-HCO₃ 유형으로 바뀌게 된다. Na-Cl 유형은 해수 침투에 의한 영향으로 잘 나타난다. 물이 대수층을 통해 흐르는 동안 주변 암석과의 반응에 의하여 고유의 화학성분을 형성한다고 보는데 이와 같이 대수층 내에서 화학조성이 다른 지하수체를 수리화학상(Hydrochemical facies)이라 한다.

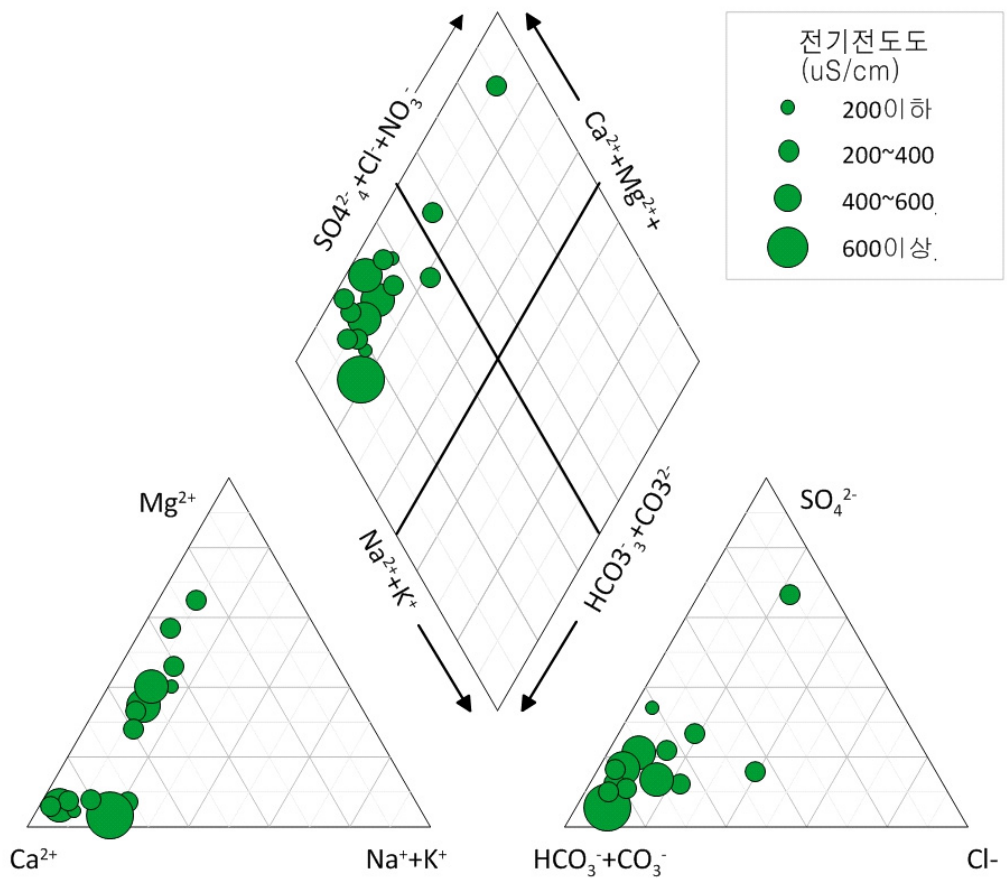
○ 지하수 수질유형 파악을 위해 암반관정 15공에 대하여 지하수 양음이온 분석을 수행하여 Piper Diagram에 도시하였다. 먼저 생활하수 및 축산폐수 등에 의한 수질유형 변화를 알아보기 위해 질산성질소 농도에 따라 크기를 달리하여 Piper Diagram에 표시하였다. 수질유형은 Ca-HCO₃ 13개소, Ca-Cl 1개소, Na-Cl 1개소로 Ca-HCO₃ 유형이 우세하게 나타난다. 질산성질소 농도는 Ca-HCO₃ 유형에서 가장 높게 나타난다<그림 3-2-24>.

○ Ca-HCO₃ 유형은 빗물이 암석 내지 토양 대수층을 거치면서 탄산염 광물의 용해 기작을 겪은 결과이며, 함양 과정에 따른 자연적 지하수 수질을 의미한다. 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 된다.



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

○ 암반지하수는 양이온 Ca가 우세하게 나타나며, 음이온은 HCO₃가 우세하게 나타난다. 오염이 되지 않은 지하수는 Ca-HCO₃ 유형이며, 배경수질로부터 유동경로에 따른 농업활동 등 인위적인 요인에 의한 영향을 받아 Na-HCO₃ 및 Cl-HCO₃ 유형으로 변화하고 있는 것으로 추정된다. 음이온 HCO₃ 유형에서 Cl 유형으로 변할수록 전기전도도가 커지는 경향을 나타내며 이는 농업활동이나 생활하수 등의 인위적인 오염원에 의한 영향이 나타나고 있는 것으로 판단된다<그림 3-2-25>.

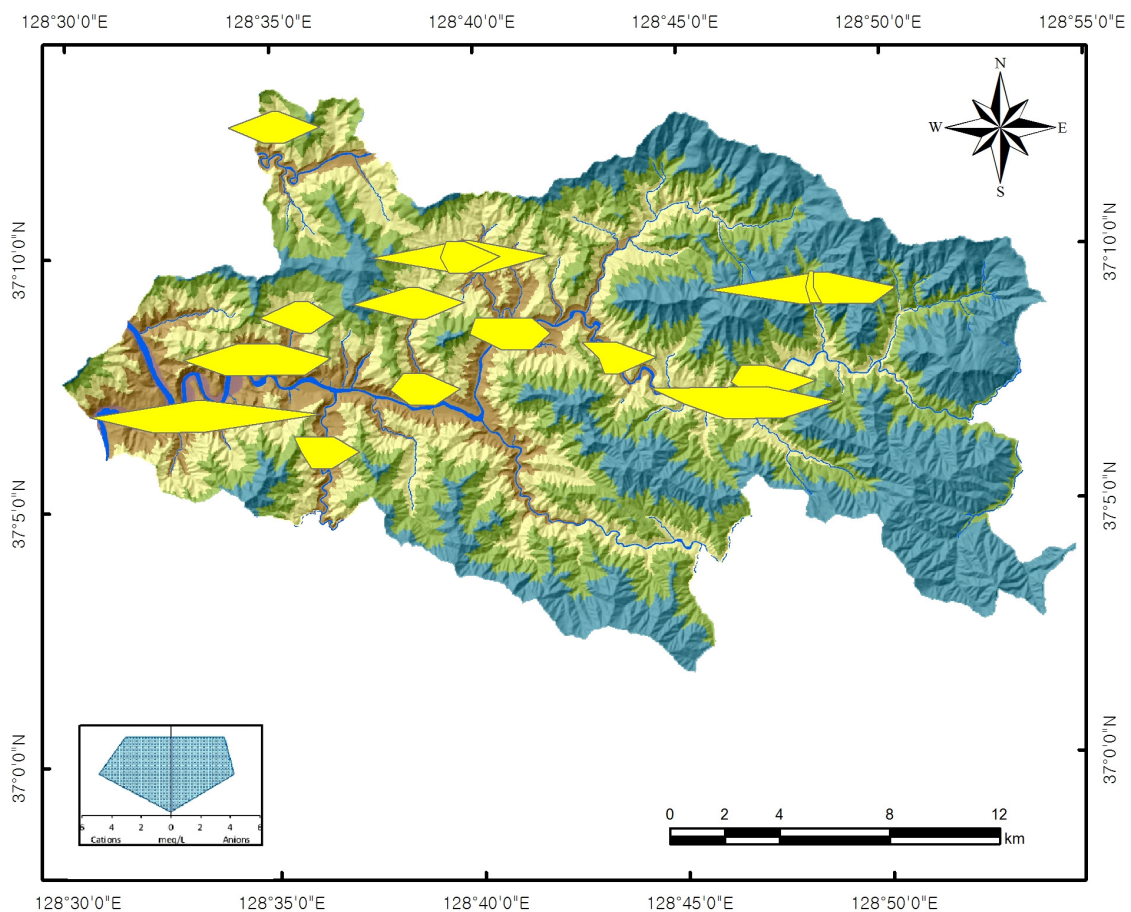


<그림 3-2-25> 영상지구 암반 지하수의 Piper Diagram

□ 지하수의 수질 유형(Stiff Diagram)

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

○ 영상지구 지하수의 Stiff Diagram에 의한 수질유형은 Ca-HCO₃ 유형이 우세하며 일부 지하수의 경우 농업활동이나 생활하수 등의 인위적인 오염원에 의한 Na-Cl 또는 Ca-Cl유형이 복합된 결과가 부분적으로 분포할 수 있다. 다각형의 면적이 하천주변을 따라 넓어지며 용존이온의 농도가 높은 것을 보여준다<그림 3-2-26>.



<그림 3-2-26> 영상지구 지하수의 Stiff Diagram

3.3 오염취약성 분석

3.3.1 DRASTIC 시스템

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

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

- DRASTIC 시스템에서 적용되는 기본 가정은 다음과 같으며, 구성 인자별 평가 기준은 <본문 표 3-8-1>에 요약한 바와 같다.
 - 1) 오염원은 지표상에 위치
 - 2) 오염물질의 지하유입은 강수량에 의존
 - 3) 오염물질은 물과 함께 유동
 - 4) 평가 대상 지역 면적은 0.4km² 이상

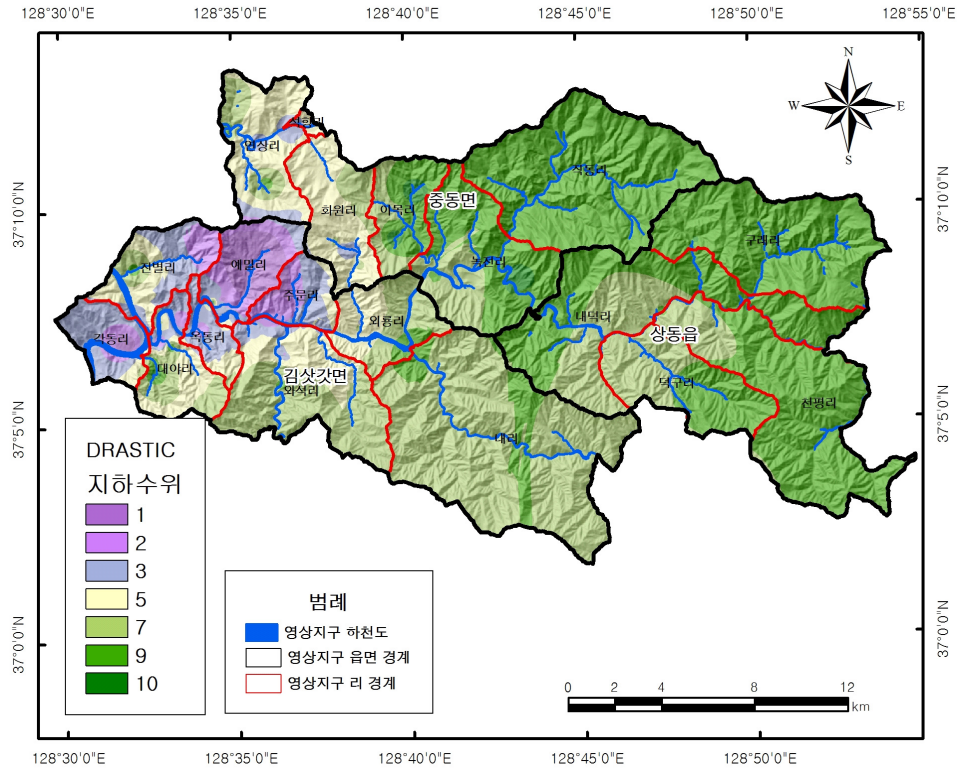
- 위의 가정을 벗어난 경우, 예를 들면 ①오염물질이 지하수계로 잘 이동하지 않는 물리화학적인 성질이 있을 때, ②비중이 물보다 커서 지하수의 이동과는 다른 유동양상을 보일 때, ③오염물질이 주입 정호 같은 경로를 통하여 지하수계로 직접 유입할 때 등의 예외적인 경우에 DRASTIC 모델은 지하수오염 취약성을 정확히 지시 할 수 없다. 또한, 평가지역을 100acre(0.4km²) 이상으로 함은 국지적인 지하수의 흐름보다는 광역적인 유동방향을 고려한다.

- Drastic 시스템의 평가절차는 <본문 표 3-8-1>, <본문 그림 3-8-1>과 같으며, 본 조사에서는 전술된 각종 성과를 기반으로 GIS 공간분석 기법에 의거하여 각 항목별 주제도면을 작성하고 이를 중첩하여 평가하였다.

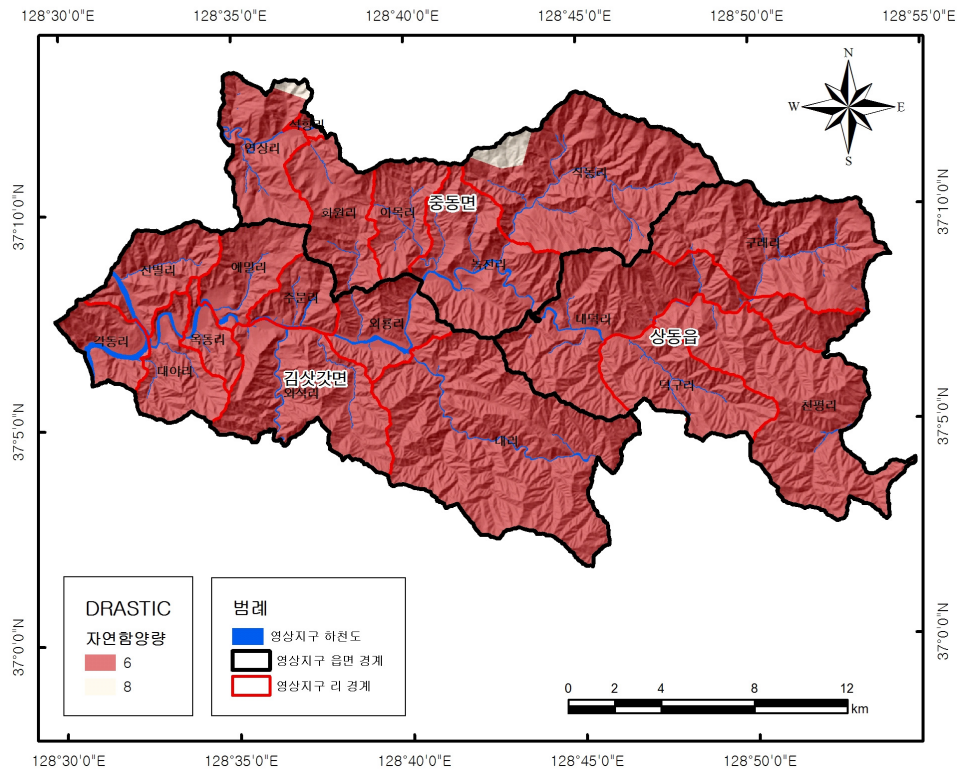
3.3.2 . DRASTIC 시스템의 적용

가. 오염취약성(DRASTIC) 분석

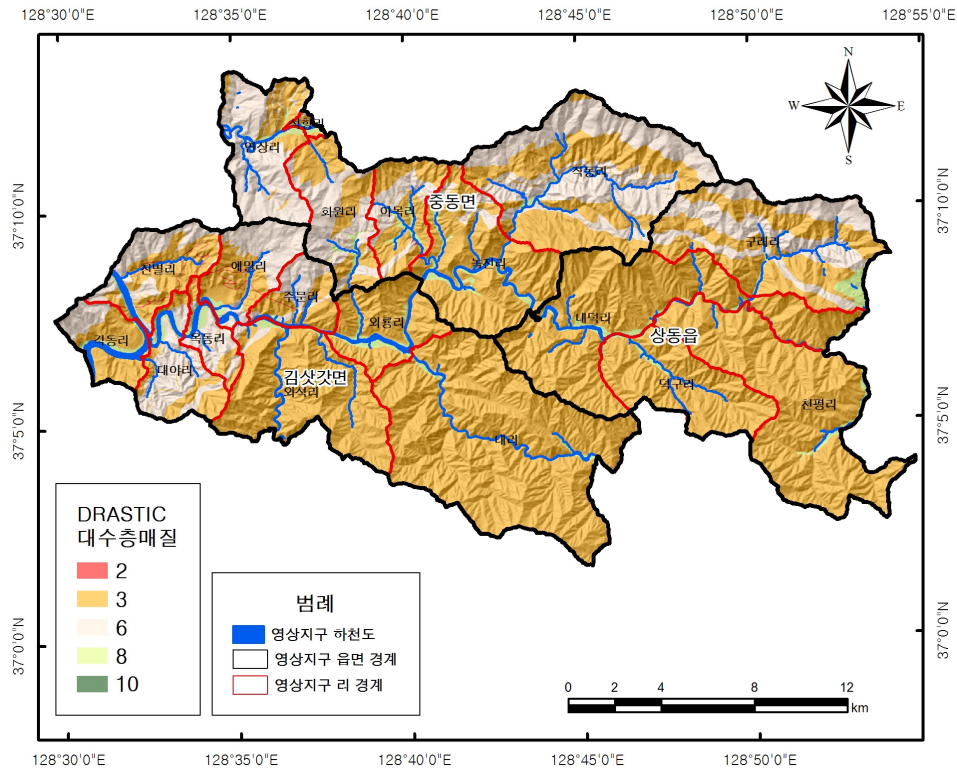
- DRASTIC 지수는 지하수 오염에 대한 취약성과 민감성을 상대 평가하는 것이며, 지하수의 오염정도를 직접적으로 나타내는 것은 아니다. 일반적인 평가방법에서 DRASTIC 지수는 23~226의 범위에 있다. 농업지역에서 농약에 의한 오염가능성을 고려할 경우 DRASTIC 지수는 23~256의 범위를 갖는다. DRASTIC 지수는 값이 클수록 상대적으로 지하수 오염가능성이 높고, DRASTIC 지수가 작으면 지하수 오염 가능성이 상대적으로 낮음을 의미한다.
- <그림 3-3-1~7>은 조사지역 지하수위, 토양, 지질, 지형, 지하수특성 등 오염취약성도(DRASTIC) 작성에 필요한 인자들과 선구조밀도 등 변형 오염취약성도(Modified DRASTIC) 작성에 필요한 인자들을 등급도로 표현한 것이다.



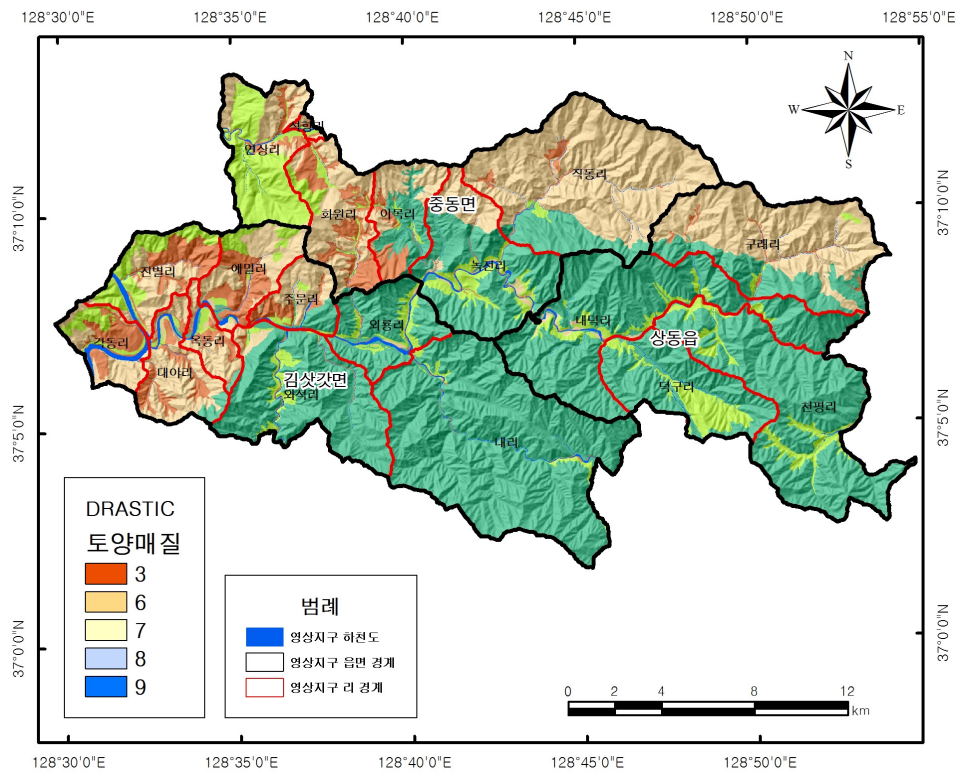
<그림 3-3-1> 지하수위



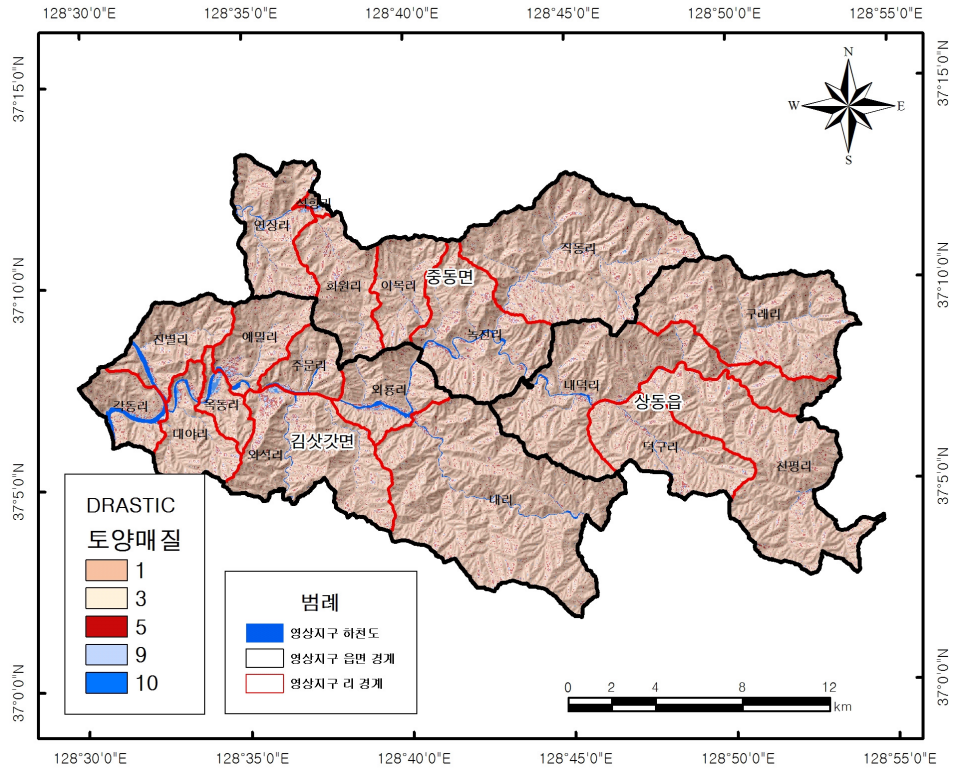
<그림 3-3-2> 자연함양량



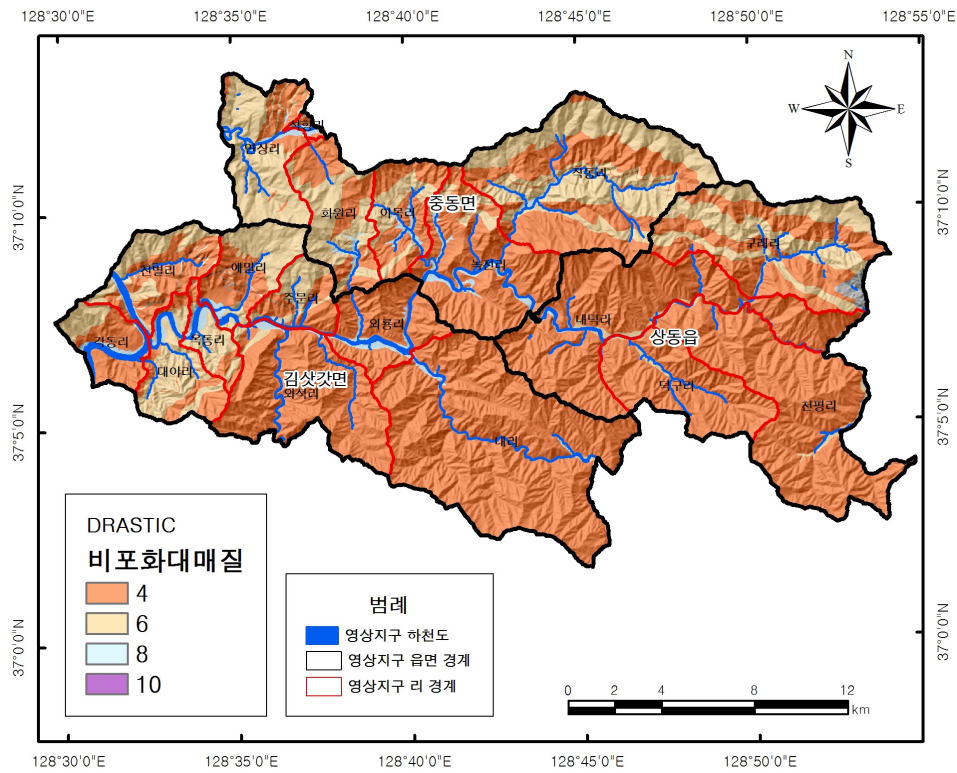
<그림 3-3-3> 대수층 매질



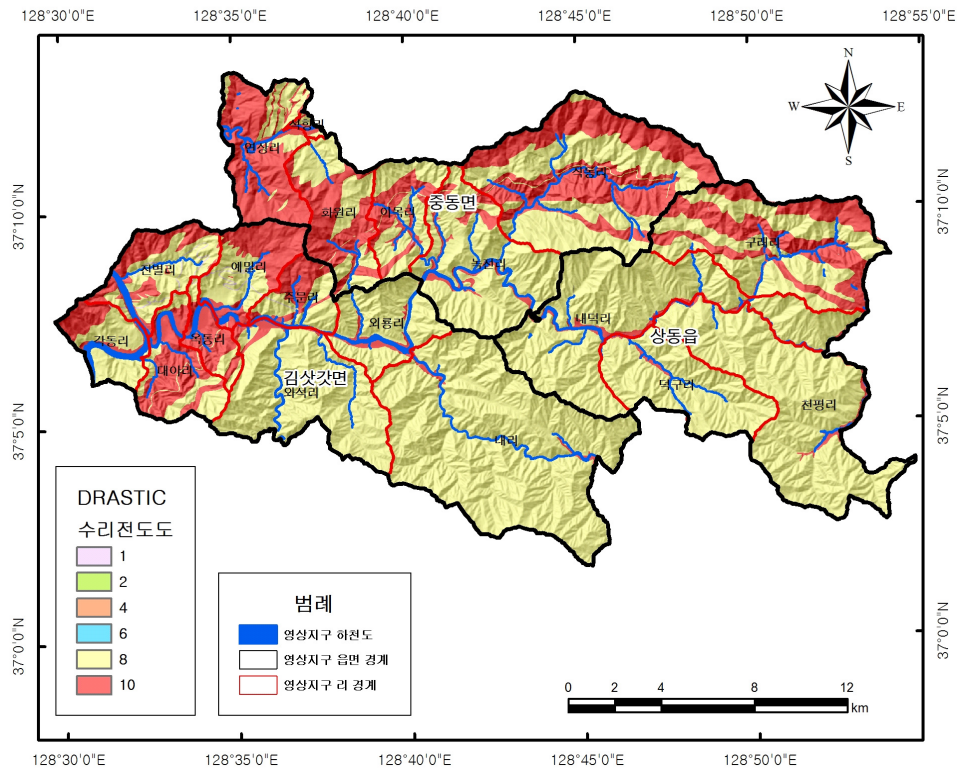
<그림 3-3-4> 토양 매질



<그림 3-3-5> 지형경사

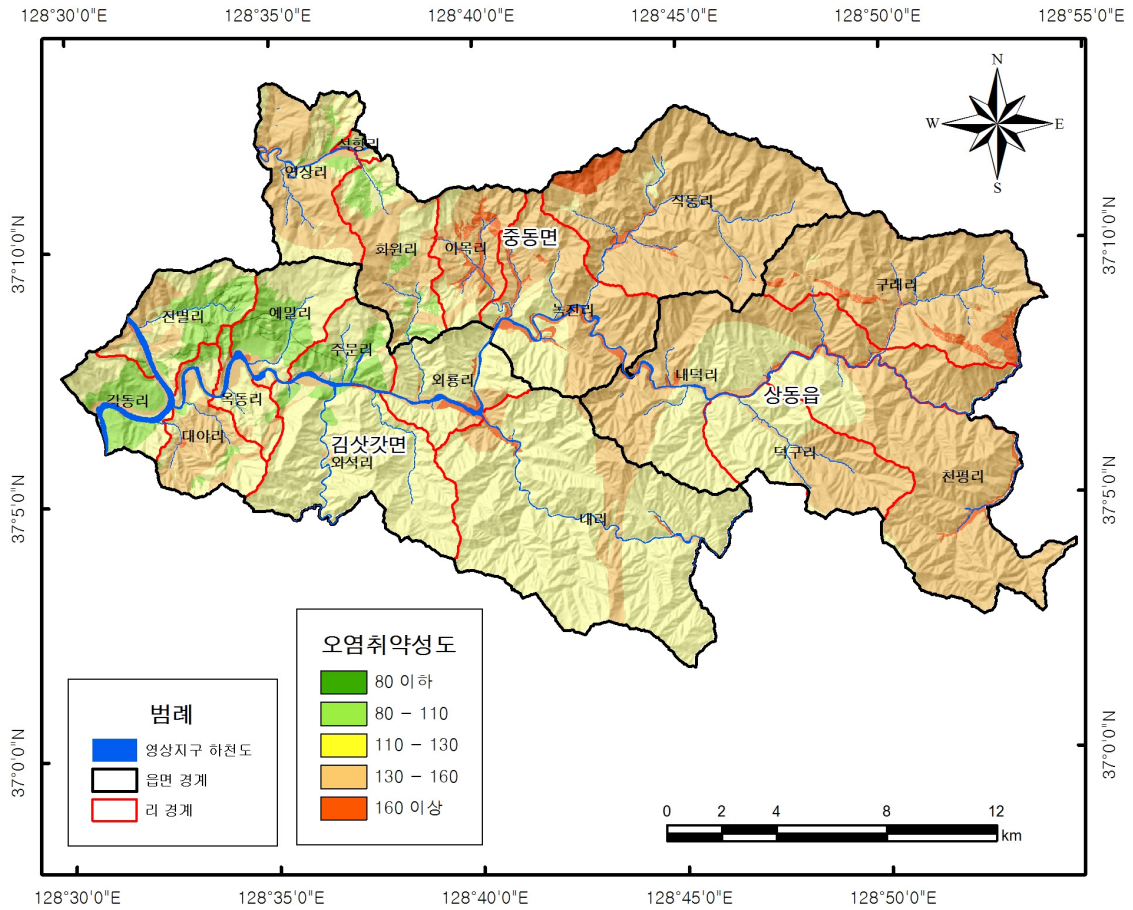


<그림 3-3-6> 비포화대 매질



<그림 3-3-7> 수리전도도

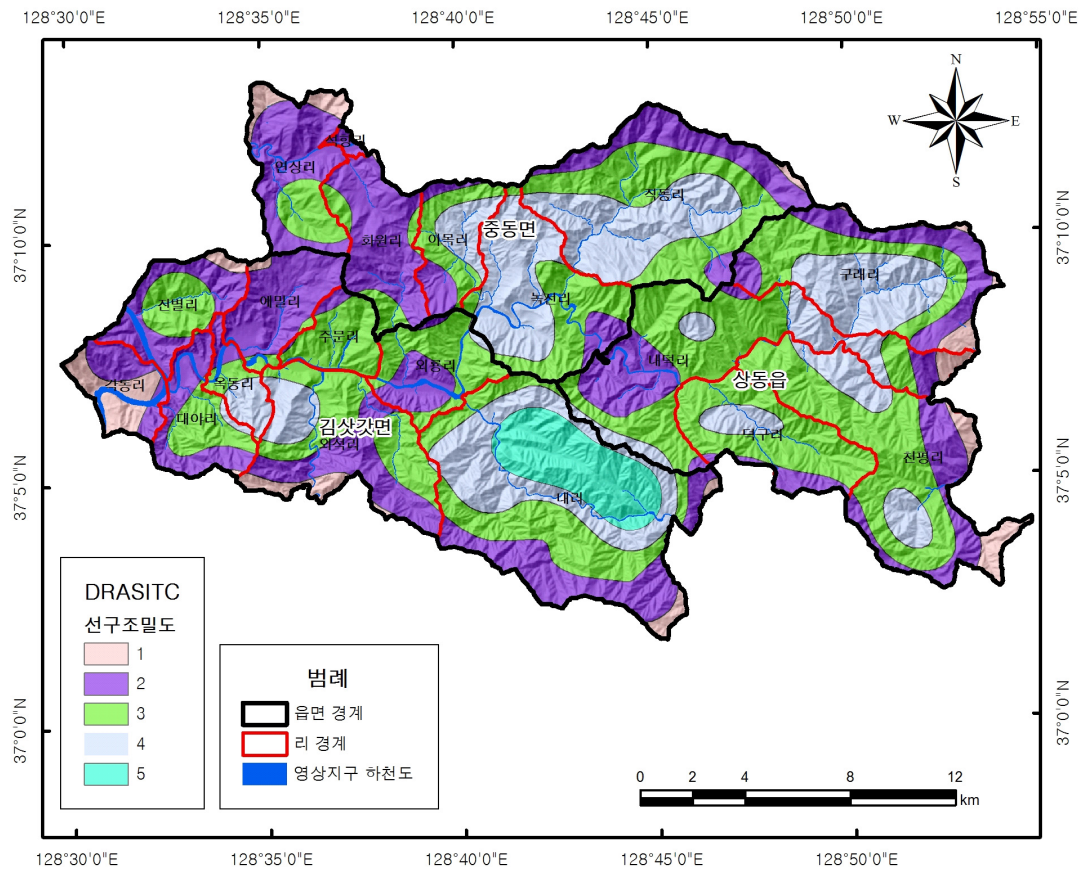
□ 오염취약성도 작도 결과, 영상지구 DRASTIC Index는 평균 130.9로 다소 높은 값을 보인다<그림 3-3-8>. 오염취약성 지수가 높은 지역은 상동읍 구래리, 중동면 이목리, 직동리 등으로 하천주변 및 평야지역에서 오염취약성이 높은 것으로 나타났다.



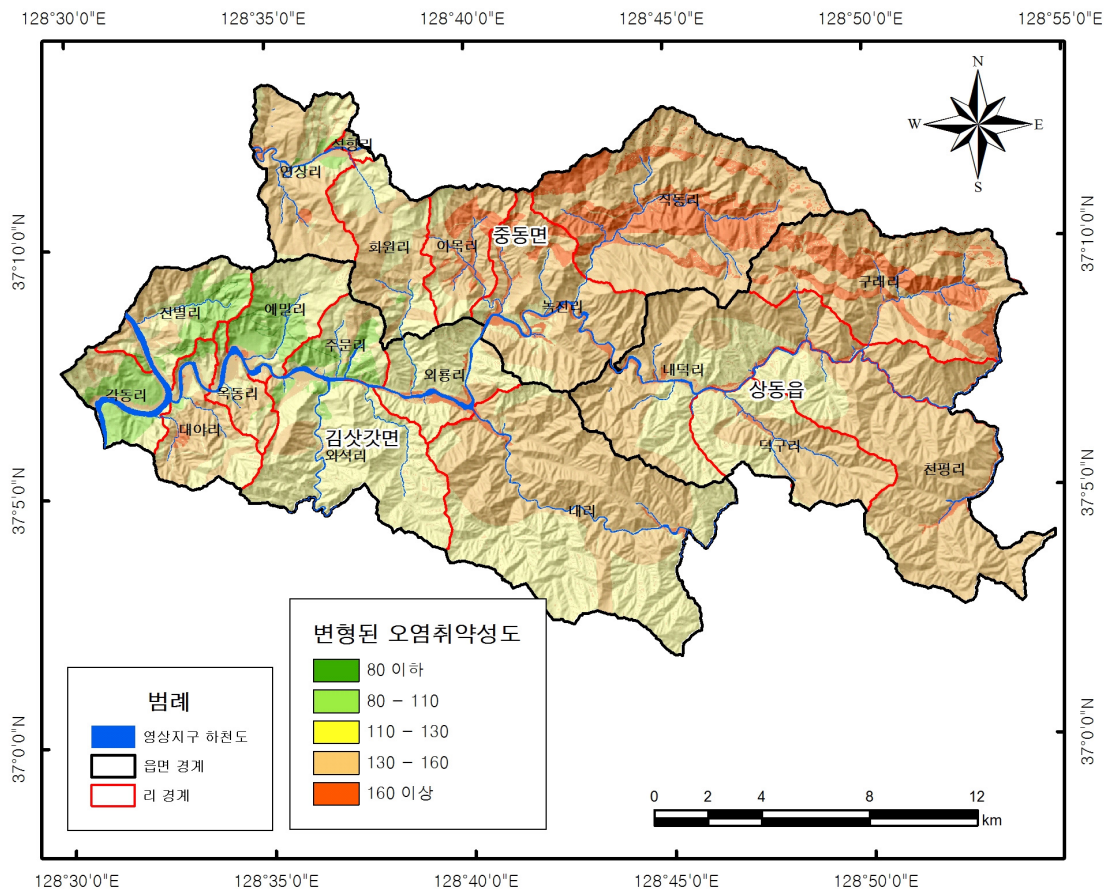
<그림 3-3-8> 오염취약성도(DRASTIC Index Map)

나. 변형오염취약성(Modified DRASTIC) 분석

- 일정 범위 내에서의 지하수 유동은 파쇄대 발달방향에 의해 직접적으로 영향을 받으며, 지층 내 지하수 이동경로는 암반 파쇄대를 따라 흐르며, 오염물의 이동 역시 지질적인 요인에 영향을 받는다. DRASTIC 모델은 지역 및 지질학적 특성을 고려하여 인자가 추가되거나 가중치 적용되는 등급 조절이 필요하다.
- 상기 서술한 오염취약성도는 미국의 수리지질학적 환경에 적합하도록 개발된 것이므로 이 모델을 사용하는 세계 각국들은 각기 자기 나라의 수리지질학적 특성에 맞는 변형된 DRASTIC 모델을 사용하고 있다(Barry and Myers, 1990).
- 본 조사에서는 우리나라 특성에 맞고 지하수오염 취약성에 대한 보다 구체적인 평가를 할 수 있도록 선구조밀도 등을 부가적인 인자로 사용하였다. 선구조밀도는 조사지역의 대수층이 대부분 암반대수층인 점을 고려하여 지하수의 유동이 잘되는 파쇄대의 영향을 최대한 반영하기 위함이다 <그림 3-3-9>.
- 변형오염취약성분석 모델링 결과, 전반적인 분포양상은 오염취약성도와 비슷하나 DRASTIC 수치는 오염취약성도 보다 다소 높게 평가되었다. 변형오염취약성도 증가는 중동면 녹전리, 상동읍 천평리 등에서 나타났으며, 변형된 오염취약성도는 선구조, 대수층 지질의 영향을 받기 때문에 주로 하천 주변에서 오염취약성도가 증가하는 것으로 나타났고 동서로 횡단하는 지질구조선을 따라 오염취약성도가 증가하는 것으로 나타났다<그림 3-3-10>.



<그림 3-3-9> 선구조밀도



<그림 3-3-10> 영상지구 변형오염취약성도(Modified DRASTIC Index Map)

3.4 지하수 모델링 분석

3.4.1 개요

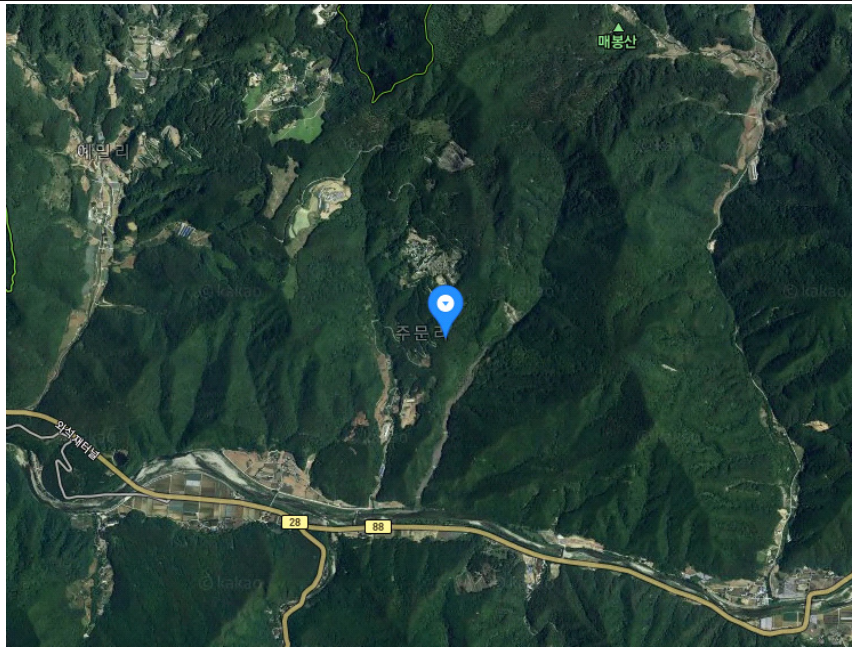
- 수리지질학 분야에 있어서 지하수 모델링은 유동계의 특성분석과 예측을 위하여 자주 적용되며 지하수 관리 및 오염방지에 유용하게 쓰일 수 있다.

- 김삿갓면 주문리의 하천(옥동천) 주변 지형 및 관정 정보를 이용하여 대수층에 적합한 모델을 만들어 실제 대수층 내 지하수의 거동을 재현하고, 장래에 발생가능한 지하수계의 변화를 예측하기 위해 GMS 프로그램을 활용하여 MODFLOW 모델링 분석을 실시하였다.

- 지하수모델링을 적용코자 지하수 유동 모델영역을 설정하고 일정 격자 크기로 격자망을 세분화하였다. 또한 모델영역 인근 하천을 따라 일정 수두 경계와 배수경계를 설정하였다. 또한 함양율, 경계조건 및 수리전도도 등 지하수 유동모델의 결과에 가장 큰 영향을 미치는 인자들에 대한 모델 입력변수 값을 입력하고 실제 현장을 모사하였으며 그 변화에 의한 정류 모사를 반복 수행하여 지하수 유동계를 모사하였다. 실제로 현장시험에 의한 대수층의 수리상수는 전 구간 적용에 한계가 있으며 최적 수리상수 추정을 위하여 시행착오를 반복하여 모델 출력자료가 현장시험에 의한 대수층 수리상수와 일치할 때 까지 계속하였다.

3.4.2 대상지구 선정 및 현장조사

- 금회 시범적으로 실시하는 지하수 모델링 대상지구는 영상지구의 영월군 김삿갓면 주문리로 선정하였다. 지하수 관리지역 선정 과정에 따라 주문리는 단위면적당이용량 “경계”, 관정밀도 “관심” 단계로 수량관리 필요지역으로 확인되었으며, 이에 따라 수량관리지역의 대수층의 특성을 구현하기 위하여 대상지구로 선정하였다.

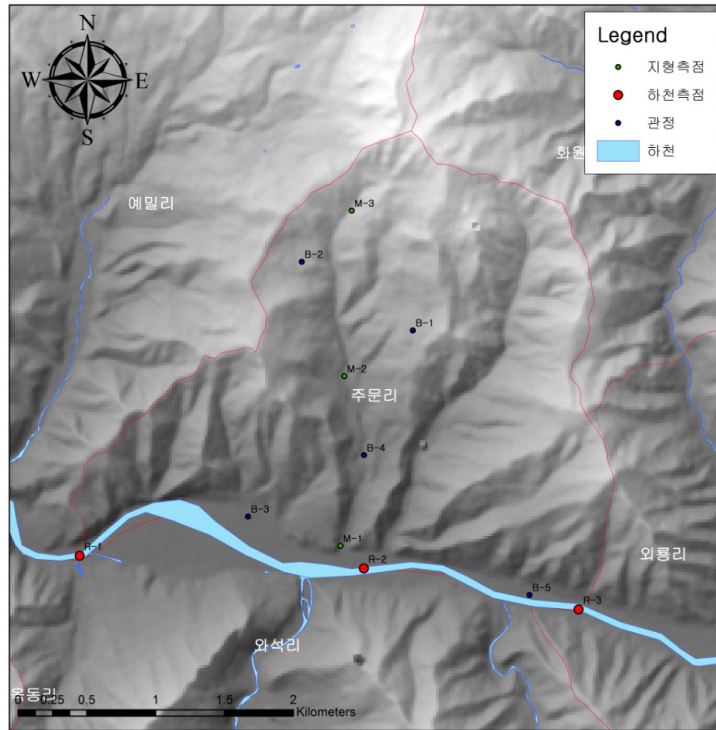


<그림3-4-1> 옥동천 주변 대상지구 위성사진(김삿갓면 주문리)

□ 대상지구의 지형특성을 고려하여 분수령을 선정하였고, 지형 및 하천 수계를 따라 일정 간격으로 표고 및 수위를 조사하고, 인근 관정의 제원 및 수위조사를 실시하였다.

<표 3-4-1> 지하수모델링 분석을 위한 현장 자료취득

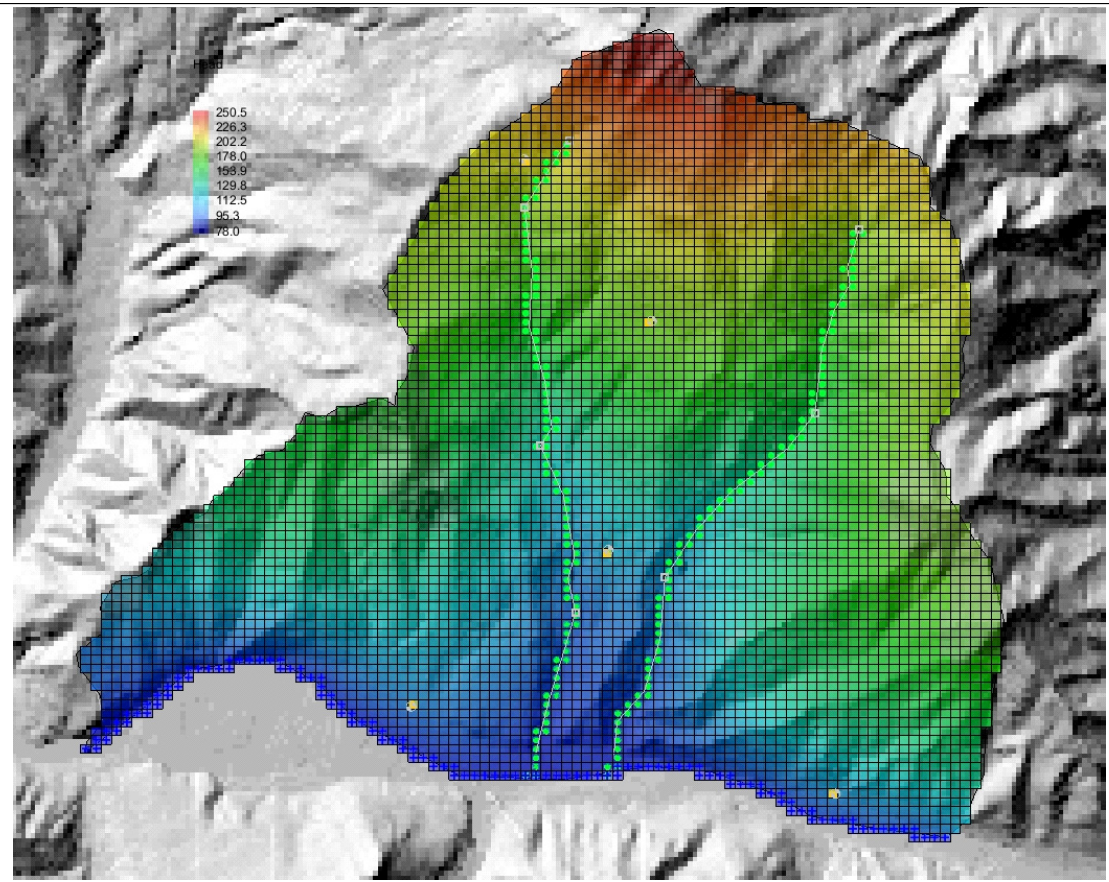
No.	조사번호	구분	설명	Head(EL,m)	수두고	관정	취수량
						수위	
					(m)		
1	R-1	하천	옥동천(지방하천) 하류	200	198	-	-
2	R-2	하천	옥동천(지방하천) 중류	210	208	-	-
3	R-3	하천	옥동천(지방하천) 상류	220	218	-	-
4	M-1	산	주문리 주문골	230	-	-	-
5	M-2	산	주문리 주문골	340	-	-	-
6	M-3	산	주문리 주문골	660	-	-	-
7	B-1	관정	주문리 101	565.99	-	-	30
8	B-2	관정	주문리 187-4	590.66	193.12	30	10
9	B-3	관정	주문리 316	232.12	-	-	100
10	B-4	관정	주문리 50	274.98	-	-	40
11	B-5	관정	주문리 6-1	226.42	209.92	16.5	20



<그림3-4-2> 현장조사 위치도

3.4.3 모델링 분석결과

- 대상지구 모델링 분석결과, 지구 내에 위치한 산계에서 발원한 수계가 남쪽으로 이동하여 하천(옥동천)을 따라 배수되는 형태를 보인다. 하천 인근 관정에 대해서는 하천 수위와 유사한 관정수위 값을 보이며 분포하는 것으로 나타났다. 또한, 수리전도도 및 지층심도 등을 추가하여 암반심도, 지층 별 지하수의 유동을 분석한 결과 <그림 3-4-3>과 같은 결과도를 도출하였다.
- 지하수 모델링을 통해 지구 내 지하수 유동성을 분석하였고, 수계를 따라 조사 구역으로 모여드는 지하수 유입총량과 하천 및 관정 등을 통해 배출되는 유출총량이 비슷한 수치를 보였다.



<그림3-4-3> 지하수모델링 분석결과

3.5 지하수 수질 환경특성에 따른 동리별 순위

<표 3-5-1> 지하수 수질환경 특성에 따른 동리별 순위

순위	질산성질소 리별평균 (mg/L)			오염원분포밀도 (개소/km ²)			DRASTIC INDEX (평균값)			단위면적당 오염부하량 (kg/일/km ²)		
	동리	동리	동리	동리	동리	동리	동리	동리	동리	동리	동리	동리
1	김삿갓면	진별리	4.80	김삿갓면	주문리	1.05	중동면	이목리	143.37	김삿갓면	주문리	59.69
2	김삿갓면	각동리	4.10	중동면	연상리	0.85	상동읍	구래리	139.45	중동면	화원리	38.53
3	김삿갓면	대야리	4.08	중동면	이목리	0.50	중동면	녹전리	138.48	중동면	연상리	34.50
4	중동면	석항리	3.90	중동면	화원리	0.47	중동면	직동리	138.29	중동면	석항리	34.07
5	김삿갓면	주문리	3.70	김삿갓면	외룡리	0.35	중동면	석항리	137.57	김삿갓면	와석리	29.60
6	김삿갓면	예밀리	3.60	중동면	녹전리	0.29	중동면	연상리	136.65	김삿갓면	대야리	20.30
7	중동면	녹전리	2.76	김삿갓면	각동리	0.21	상동읍	내덕리	136.47	중동면	이목리	18.66
8	김삿갓면	외룡리	2.72	김삿갓면	예밀리	0.20	상동읍	천평리	136.41	김삿갓면	예밀리	17.80
9	김삿갓면	옥동리	2.53	김삿갓면	와석리	0.16	상동읍	덕구리	134.57	중동면	녹전리	15.99
10	김삿갓면	내리	2.53	김삿갓면	대야리	0.12	김삿갓면	주문리	129.22	상동읍	내덕리	14.42
11	중동면	연상리	2.12	김삿갓면	옥동리	0.08	중동면	화원리	128.53	김삿갓면	외룡리	14.22
12	중동면	화원리	2.01	상동읍	내덕리	0.05	김삿갓면	내리	125.32	김삿갓면	각동리	13.82
13	중동면	이목리	1.98	김삿갓면	내리	0.02	김삿갓면	옥동리	125.20	김삿갓면	진별리	13.17
14	김삿갓면	와석리	1.74	김삿갓면	진별리	-	김삿갓면	대야리	122.45	상동읍	구래리	12.82
15	상동읍	내덕리	1.68	상동읍	구래리	-	김삿갓면	각동리	119.74	상동읍	덕구리	12.56
16	상동읍	구래리	0.60	상동읍	덕구리	-	김삿갓면	와석리	113.28	중동면	직동리	12.01

<부록Ⅳ. 지하수관리 방안>

4. 지하수 관리방안

4.1 기본방향

4.1.1 행정규제에 의한 관리방안

가. 지하수개발·이용의 허가 : 지하수법 제7조

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

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

나. 지하수 개발·이용 신고 시 규제 사항 : 지하수법 제8조 3항

- 시장은 지하수 개발·이용이 지하수법 제7조 3항 각호의 어느 하나에 해당되는 경우 지하수 영향조사기관이 실시한 지하수 영향조사를 받아 그 결과를 토대로 취수량 및 취수기간을 제한할 수 있고, 대통령령이 정하는 바에 따라 시정명령 또는 이용 중지·공동이용명령 등 필요한 조치를 할 수 있으며, 정당한 사유 없이 이를 이행하지 아니한 자에 대해서는 당해 개발·이용시설의 폐쇄를 명할 수 있음

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

- 시장은 지하수조사, 지하수영향조사 및 수질측정을 하기위해 굴착행위를 할 경우 이로 인하여 토지의 굴착지 중심으로부터 반지름 50m 이내의 지역에 설치된 개발·이용시설이 다음 각 경우에 해당되어 지하수의 수량 또는 수질에 영향을 미치거나 미칠 우려가 있는 경우에는 시설의 개선을 명하거나 필요한 조치를 할 수 있음

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

라. 허가의 취소 등 : 지하수법 제10조

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

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

마. 지하수보전구역 안에서의 행위제한(지하수법 제13조)

- 다음 각 호에 해당하는 자는 시장·군수의 허가

1. 허가사항 (규모)

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

2. 다음 각 목에 해당하는 물질을 배출·제조·저장시설의 설치

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

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

3. 수위저하, 수질오염, 지반침하 등 명백한 위험 행위

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

바. 지하수 오염 방지 명령 등 : 지하수법 제16조 2항

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

1. 지하수 오염 관측정의 설치 및 수질측정
2. 지하수 오염진행상황의 평가
3. 지하수 오염물질 누출방지시설의 설치

4. 오염된 지하수의 정화
5. 당해 시설의 설비·운영의 개선
6. 당해 시설의 폐쇄·이전 또는 철거

사. 지하수 오염유발시설관리자에 대한 조치 : 지하수법 제16조의3

- 지하수의 수질이 환경부령이 정한 기준에 적합하지 아니하게 된 경우에는 오염의 원인을 제공한 지하수오염유발시설관리자에게 지하수 수질을 복원할 수 있는 정화작업과 필요한 조치를 명해야 함
- 오염정화시설관리자가 정화명령을 이행하지 아니하거나, 이행 후 당해 부지와 그 주변지역의 지하수 오염정도가 환경부령이 정하는 오염지하수 정화기준 이내로 감소되지 아니할 경우에는 당해 오염유발시설의 운영 및 사용을 중지하게 하거나 그 폐쇄·철거 또는 이전을 명할 수 있음
- 지하수 오염의 원인을 제공한 지하수오염유발시설 관리자가 불분명하거나 지하수 오염의 원인을 제공한 지하수오염유발시설관리자에 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, 폐건지를 비롯한 가정에서 발생하는 각종 오염 물질의 적정폐기방법에 관한 교육
- 비점오염원 관리요령 교육·홍보

나. 소규모 오염물질 배출시설의 관리

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

다. 국지적인 지하수보전지구 내의 토지를 매입하여 생태공원 조성

- 일반적으로 광역적인 지하수 보전지구는 대부분 국립공원, 그린벨트, 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

- 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

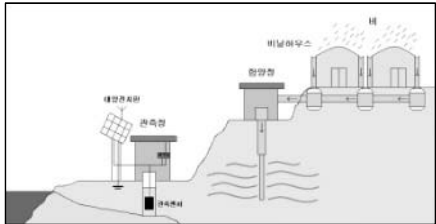
대상	교육 및 홍보
농민	1) 무농약저농약 농산물 재배 확대 및 비료와 농약의 안전사용기준 준수 ○ 오리농법, 천적이용, 미생물농약 등 환경친화형 농약을 적극 사용하고, 농약 비료의 사용량 및 살포횟수를 줄이고, 이를 위한 윤작순환경작 등의 영농방식 및 유기농법을 적극 도입 ○ 비료는 작물의 최대 흡수시기에 우기를 피해 적정량 살포 2) 경작을 안하는 시기에는 경작지 표면을 식물 잔재물 등으로 덮어주어 토양침식 방지 3) 하천 둔치지구나 하천부지에서의 경작 억제 4) 농업용수는 농경배수로 유출되는 양을 최소화하도록 적량 공급
축산업자	1) 외부 강우유출수가 축사내로 유입되지 않도록 우회수로, 방지턱 등을 설치 2) 방목시기를 조정하여 초지가 과다 손상되지 않도록 순환방목 실시 및 방목시기 조절 ○ 방목지내에서의 방목가축수를 적절히 유지하고 발생된 축산분뇨 제거 ○ 토양침식 방지차원에서 경사지, 하천 인접지역 등에서의 방목 금지 3) 축분이나 퇴비가 강우 시 유출되지 않도록 가축 운동장 덮개시설, 퇴비사 시설, 방지턱, 도랑 등 설치 4) 축산분뇨를 초지나 경작지에 살포하는 경우에는 작물의 흡수가 최대가 되는 시기에 우기를 피하여 살포
사업주	1) 원료·생산품의 사용·보관 시 안전사용 및 안전보관요령 준수 2) 용제 보관창고·작업장을 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 덮개시설 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

※ 자료출처 : 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 초래함
- 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>

5. 청문조사 결과

5.1 설문조사 개요

- 설문목적 : 지하수 개발 및 이용에 관한 의견을 청취하여 농촌 지역 지하수 자원의 효율적 개발 이용 및 보전 관리 계획 수립
- 설문기간 : 2019. 4. ~ 11.
- 설문대상 : 3개 읍면 32개리 마을이장
- 설문항목 : 마을의 용수사용 현황(9문항)
 지하수개발 및 방치공 현황(4문항)
 지하수 수질현황(3문항)
 지하수 수량현황(6문항)
 지하수 관리(공공관정) 현황 및 의견(3문항)
- 회신부수 : 32부(회수율 100%)

<표 5-1-1> 설문조사 개요

(단위 : 부)

구분	영상지구	중동면	상동읍	김삿갓면
배부	32	11	10	11
회수	32	11	10	11
회수율(%)	100%	100%	100%	100%

5.2 일반현황

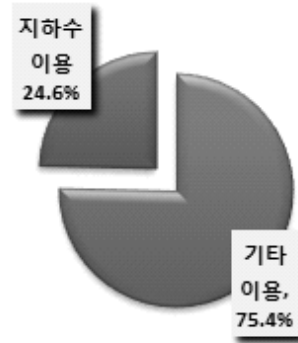
마을의 용수이용 현황 및 지하수 이용시 애로사항

<분석결과>

- 지하수 이용가구 비율 24.6% 차지
- 생활용수는 상수도에 대한 의존도 높음
- 농업용수 이용은 하천수, 저수지를 이용
- 지하수이용하는 경우 시 전기세부담(37%), 부족한수량(17%), 시설물 수리비 부담(15%), 수질불량(12%)애로사항 크다고 응답

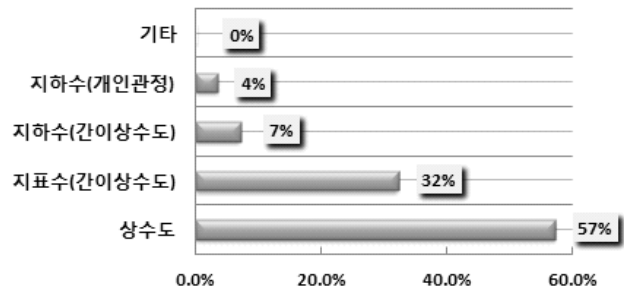
<표 5-1-2> 일반현황 항목별 설문 결과

○ 지하수 이용가구 비율 : 24.6%



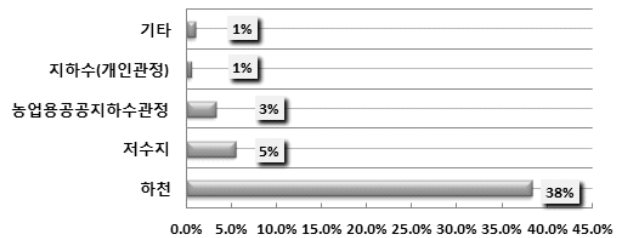
○ 생활용수 이용 수원

- 1순위: 상수도
- 2순위: 지표수(간이상수도)
- 3순위: 지하수(간이상수도)



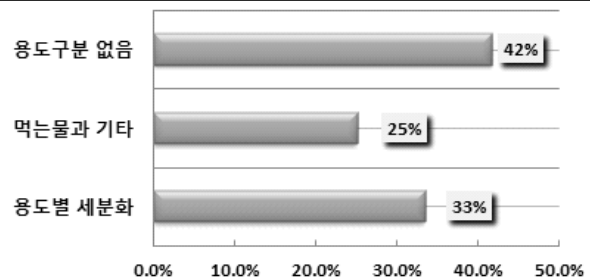
○ 농업용수 이용 수원

- 1순위: 하천
- 2순위: 저수지
- 3순위: 농업용공공지하수관정



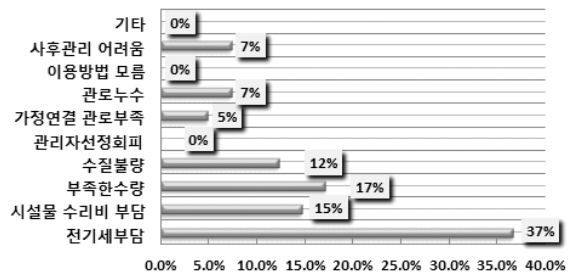
○ 관정 사용시 용도별

- 구분 사용 여부
- 용도구분 없이 사용(42%)



○ 지하수 이용시 주민들의 애로사항

- 전기세부담(37%)
- 부족한수량(17%)
- 시설물 수리비 부담(15%)
- 수질불량(12%)



5.3 지하수 개발

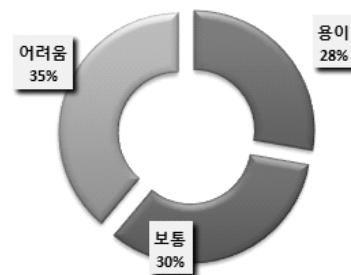
□ 마을의 지하수 개발여건 및 방치공 현황

<분석결과>

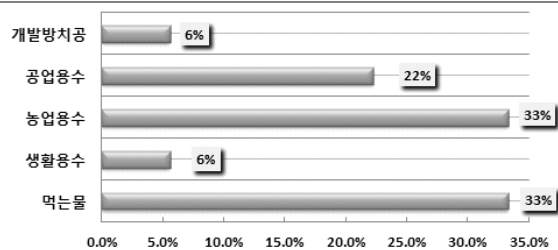
- 지하수 개발여건 용이하거나 보통인 경우 58%로 응답
- 지하수 방치공은 많지 않으나 농업용수와 먹는물 방치 관정이 33%를 차지
- 관정이 방치되는 요인은 수량부족(33%), 시설고장(27%)
- 미활용 관정을 없애지 않는 주 이유는 재사용 필요, 관정소유자불분명으로 나타남

<표 5-1-3> 지하수개발 항목별 설문결과

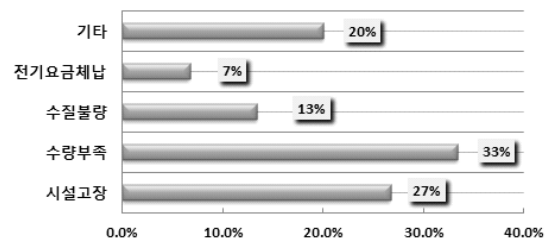
- 마을의 지하수 개발 여건
 - 개발이 용이하거나 보통인 경우 58% 차지



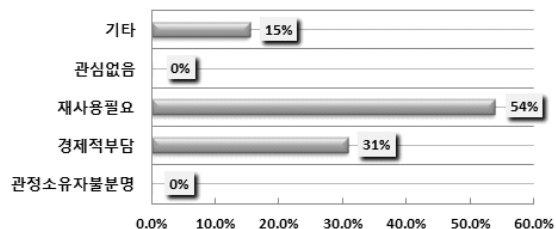
- 용도별 지하수 방치공
 - 농업용수(33%)
 - 먹는물(33%)



- 관정이 방치되는 요인
 - 수량부족(33%)
 - 시설고장(27%)
 - 기타(20%)
 - 수질불량(13%)



- 방치공을 폐공하지 않는 요인
 - 재사용필요(54%)
 - 경제적부담(31%)
 - 기타(15%)



5.4 지하수 수질

□ 마을의 지하수 이용중에 발생하는 수질 현황

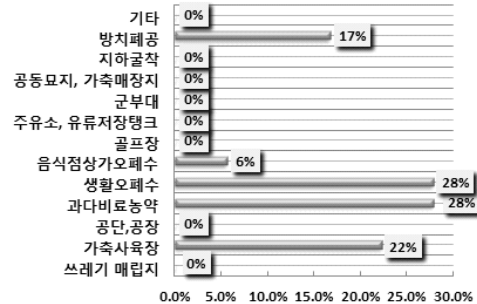
<분석결과>

- 마을의 지하수 오염 유발인자 1순위 생활오폐수(28%) 2순위 과다비료농약(28%) 3순위 가축사육장(22%) 인 것으로 나타남.
- 정기적인 지하수 수질검사는 먹는물(59%), 생활용수(35%)순으로 나타남.
- 지하수 수질에 대한 만족도는 만족 및 보통 60%로 나타남.

<표 5-1-4> 지하수수질 항목별 설문결과

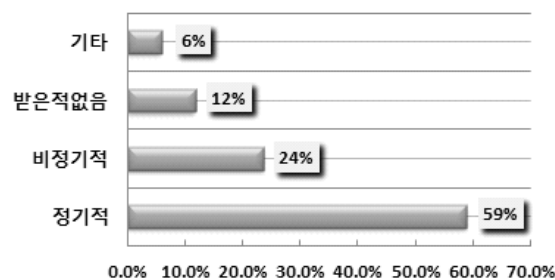
○ 마을의 지하수 오염 유발인자

- 생활 오폐수(28%)
- 과다비료농약(28%)
- 가축사육장(22%)
- 방치폐공(17%)

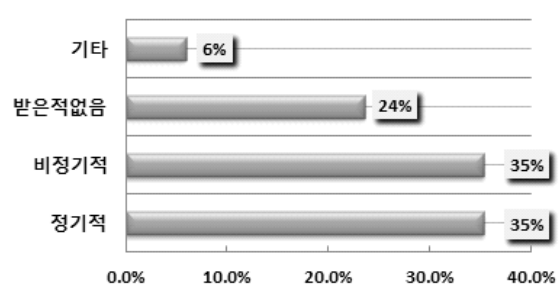


○ 지하수 수질검사

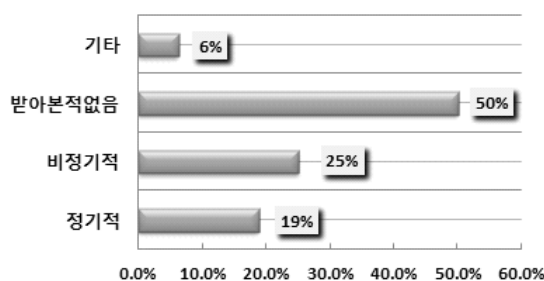
<먹는 물>



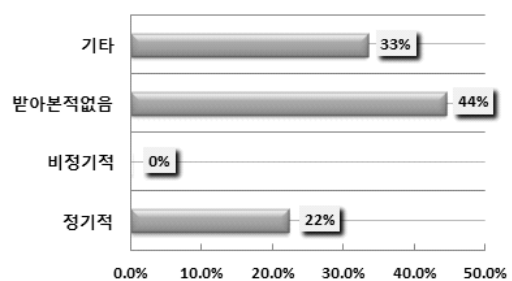
<생활용수>



<농업용수>

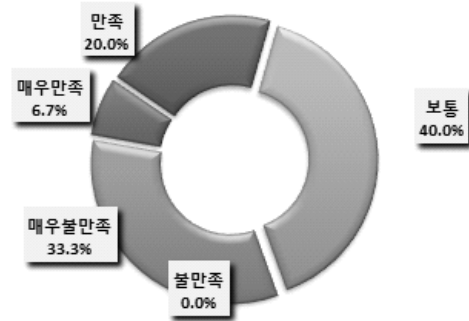


<공업용수>



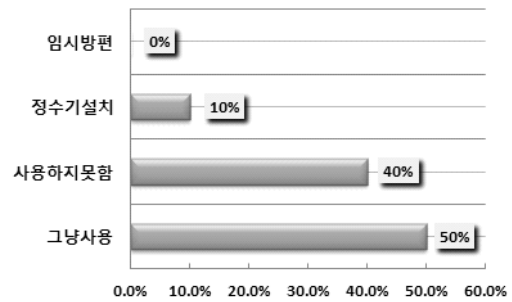
○ 지하수 수질에 대한 만족도

- 보통(40.0%)
- 매우불만족(33.3%)
- 만족(20.0%)



○ 문제가 되는 관정의 수질에 대한 해결법

- 그냥사용(50%)
- 사용하지못함(40%)
- 정수기설치(10%)



5.5 지하수 수량

□ 마을의 지하수 수량현황

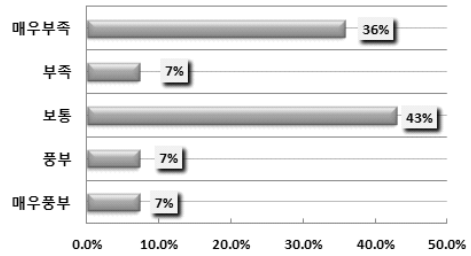
<분석결과>

- 관정 수량이 부족하거나 매우 부족한 것으로 답한 경우는 용도별로 농업용(57%), 생활용(50%), 먹는물(41%)순으로 나타남.
- 지하수와 관련하여 시·군, 읍·면 및 공공기관에 민원을 제기한 경우는 50%로 나타났고 주된 사유는 수량감소(50%), 수질불량(30%) 순임

<표 5-1-5> 지하수수량 항목별 결과표

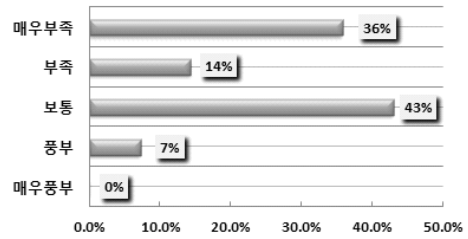
○ 먹는물로 사용하는 지하수관정의 수량

- 보통(43%)
- 매우부족(36%)
- 부족, 풍부, 매우풍부(7%)



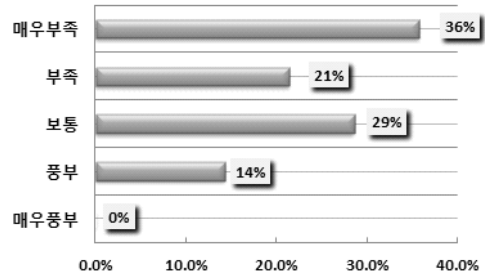
○ 생활용수로 사용하는 지하수관정의 수량

- 보통(43%)
- 매우부족(36%)
- 부족(14%)

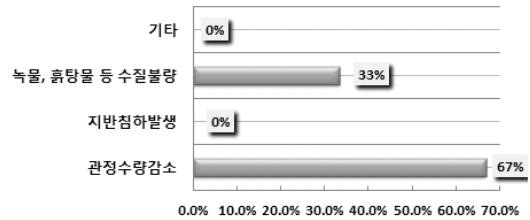
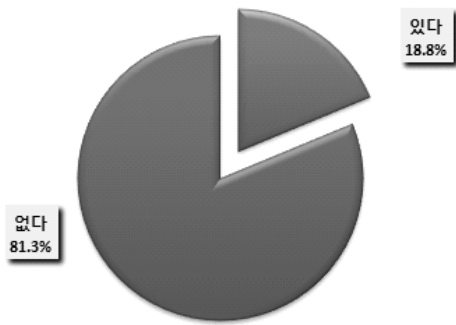


○ 농업용수로 사용하는 지하수관정의 수량

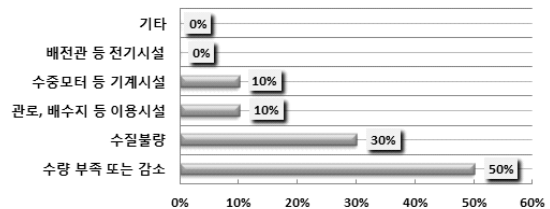
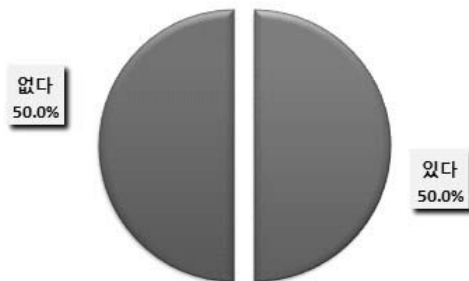
- 매우부족(36%)
- 보통(29%)
- 부족(21%)



○ 지하수 과잉채수로 인한 장애 발생 사례 및 사유



○ 시군, 읍면 및 공공기관에 민원 제기 경험 및 사유



5.6 지하수 관리

□ 마을의 지하수 관리에 대한 만족도 및 의견

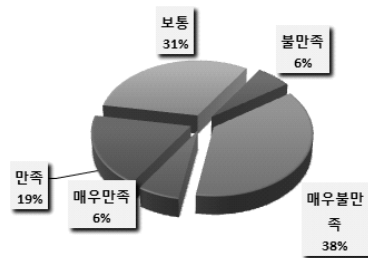
<분석결과>

- 공공 지하수관정에 대한 만족도 : 보통(31%)
- 공공기관에 위탁관리 하는 의견에 대해서는 (100%)가 찬성
- 지하수전문위탁기관으로 한국농어촌공사(29%)를 선택
- 마을에서 주민들이 원하는 지하수는 먹는물(37%)을 선호함

<표 5-1-6> 지하수 관리 항목별 결과표

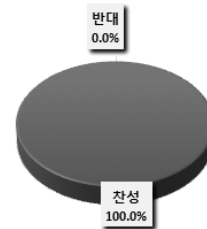
○ 공공 지하수관정에 대한 만족도

- 매우불만족(38%)
- 보통(31%)
- 만족(19%)



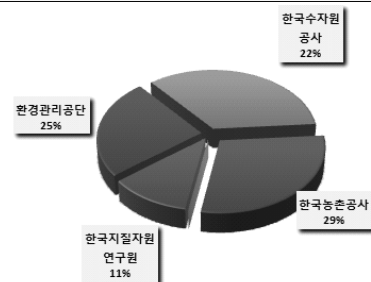
○ 공공기관에 위탁관리 방안 찬반 의견

- 찬성(100%)



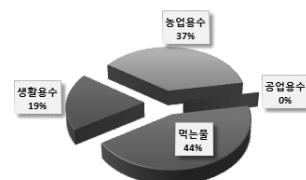
○ 지하수전문위탁기관 선택

- 1순위 : 한국농어촌공사(29%)
- 2순위 : 한국수자원공사(22%)
- 2순위 : 환경관리공단(25%)



○ 마을 주민들이 가장 원하는 지하수

- 1순위 : 먹는물(44%)
- 2순위 : 농업용수(37%)



5.7 기타 주요 제시 의견

- 주기적인 수질검사 실시
- 지역의 특성에 따른 석회에 대한 오염부담 해결 방안 필요
- 지하수 수량 및 오염에 따른 대체용수 공급 필요

5.8 설문결과에 대한 종합의견

- 음용수 및 생활용수는 주로 상수도 의존도가 매우 높으며, 지하수 이용 시 전기세부담, 부족한수량 시설물수리비부담, 수질불량등이 애로사항으로 나타남
- 지하수 개발이 용이 또는 보통이나(58%), 폐광산 및 석회암 지대에 의한 수질 불량 지역 발생하고 있음
수량부족 또는 시설고장등에 의한 방치공에 대한 처리가 필요
- 지하수 수질에 대한 만족도는 보통으로 나타났으나, 수질기준 초과 관정에 대해서도 사용하거나 정수기설치로 해결하고 있어 먹는 물 수질기준을 적용한 정기적인 수질검사를 확대할 것을 제안
- 지하수 수량에 대해서는 먹는 물, 생활용수, 농업용 및 공업용 모두 용이한 것으로 나타났으나, 일부지역에서 농업용과 음용수의 수량 부족으로 시설 확충이 필요함. 공공관정에 대한 주기적인 시설물 점검이 필요할 것으로 판단
- 공공관정에 대한 만족도는 비교적 낮게 나타났고, 지하수전문기관에 위탁 관리하는 의견에 대해서는 대다수가 찬성하고 우리 공사가 주도적으로 관리하는 것에 대한 의사(29%)를 표시하고 있어 공사와 지자체간 보다 적극적인 협력관계 유지가 필요

<부록 VI. 농어촌지하수관리시스템>

6. 농어촌지하수관리시스템

6.1 구축 현황

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

《 농어촌지하수관리시스템 DB 구축 현황 》

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

6.2 접속방법

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

6.3 운영방법

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

6.4 농어촌지하수관리시스템 이용 안내

6.4.1 지하수자원관리사업

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

농어촌지하수관리시스템 홈페이지

지하수 자원관리사업 지하수 개발실적 지하수 관측망시스템 지도서비스

농어촌 지하수 관리시스템
 농어촌의 지하수 수량, 수질, 이용실태 등 농업용 지하수 경보를 수검, 지하수 정보 서비스를 제공합니다.

**지하수
자원관리사업**

GROUND WATER
RESOURCE MANAGEMENT
PROJECT

**농어촌공사
지하수 개발실적**

RURAL CONTRUCTION
GROUND WATER
DEVELOPMENT PERFORMANCE

**지하수
관측망시스템**

GROUND WATER
MONITORING SYSTEM

**지도
서비스**

MAP SERVICE

농어촌지하수관리시스템이란?

한국농어촌공사에서 생성되는
지하수 주계도정보, 시설정보, 관측경보를
온라인으로 제공하기 위한
지하수 활용 시스템입니다.

[더보기](#)

공지사항

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

지하수 정보

2018년 농촌지하수관측망 및 해수침투조사...
 2018년 농촌지하수관리보고서 업로드 알림
 2018년 양식장용수관리사업 보고서 업로드...
 한국농어촌공사 지하수지질사업 홍보동영상


보고서

[지하수관측망]2018년 해수침투조사보고서
 [지하수관측망]2018년 농촌지하수관리 관...
 [양식장용수관리사업]2018 전북 부안군 부...
 [양식장용수관리사업]2018 전남 해남군 해...

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

- 지하수 자원관리사업 개요

지하수 자원관리사업 개요페이지



농어촌지하수관리시스템

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

지하수 자원관리사업

농어촌지하수관리시스템은 농업용공공관정의 종합정보를 제공합니다.

지하수
자원관리사업

- 개요
- 조사실적
- 조사결과

개요

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

지속가능한 개발·이용

농어촌 지하수자원의 보전 관리

지하수 자원관리 사업

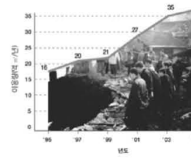
농어촌지하수관리

해수침투조사

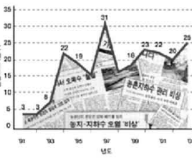
수맥조사

유역별 지하수 종합 대책 수립 해안지역 농경지 열해예방 가뭄상습지 사전 개발조사

지하수 이용량 급증



지하수 오염 심화



농어촌 지하수 관리조사

목적

- 농어촌 지역 지하수의 난 개발과 오염 방지를 위하여 82년부터 착수
- 지하수법 제6조에 의거 국가최상위계획인 「지하수관리기본계획」에 반영된 주요 사업

사업시행 근거

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

추진체계

기초자료
수질 분석

지표수질

지구담사

지표지질조사

연관조사

관경위지 조사 (GPS)

관경현황조사

잠재오염조사

지하수
수질 조사

관경수질조사

관경수질조사

물리담사

수질·수리
분석 예측

잠재오염위험지도

지하수 수두, 유동방향 분석

오염예측도

농촌지하수관리
시스템 구축

조사자료 입·출력

GIS 분석

WEB 서비스

- 지하수 자원관리사업 조사실적

행정구역별 현황

kr 농어촌지하수관리시스템
지하수 자원관리사업
지하수 개발실적
지하수 관측망시스템
지도서비스

지하수 자원관리사업

농어촌지하수관리시스템은 농림수산관광부와 농림경부로부터 제공됩니다.

➤ 지하수 자원관리사업 > 조사실적

지하수 자원관리사업

개요

조사실적

조사결과

조사실적

농어촌 지하수 관리 조사

지도 서비스 바로가기 >

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

2019년 농어촌지하수관리사업 시행지구

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

농어촌지하수관리사업 읍면구역도

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

행정구역별 조사요원현황 농어촌읍면구역별 조사현황


조사년도	계	광기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주
관료시군 (계)	98	12	12	9	12	9	14	14	15	1
2001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2003	2	-	-	-	-	-	-	일곡	김해	-
2004	3	화성	-	-	아산	부안	-	-	-	-
2005	4	영덕	-	계천	-	-	무안	-	-	-
2006	6	이천	임주	-	-	-	보성	영진	진주	-
2007	9	왕주	홍성	간천	공주	영송	-	-	사천	-
2008	7	김포	홍천	영평	-	광주	-	상주	하동	-
2009	11	애주	-	-	논산	진안	장성	김천	함평	제주
2010	7	-	영구	옥천	-	-	경흥	문경	거창	-
2011	7	웅진	-	영동	서천	무주	영양	영송	거제	-
2012	6	가평	고성	-	보령	-	함평	안동	-	-
2013	6	-	연계	보은	황양	-	진도	봉화	양산	-
2014	5	안성	양양	-	홍성	-	곡성	-	-	-
2015	4	남양주	-	-	-	-	-	포항	산청	-
2016	8	-	강릉	-	-	-	-	-	남해	-
2017	6	-	경화	-	홍주	예산	익산	순천	구미	의령
2018	7	-	-	영월	-	태안	남동	-	함안	-
2019 (연료예정)	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-

이메일: 무단수집금지 | 개인정보처리방침

kr 한국농어촌공사 (우 58327) 권리남도 나주시 그린로 20(백기광동 358) 연락처 061-338-5799, 5754 팩스번호 061-338-5749
 COPYRIGHT © 2018 KRRC. ALL RIGHT RESERVED. webmaster@krc.or.kr

- 지하수 자원관리사업 조사실적

농어촌용수구역별 현황



농어촌지하수관리시스템

지하수 자원관리사업 지하수 개발실적 지하수 권역행사시스템 지도서비스

지하수 자원관리사업

개요

조사실적 **-**

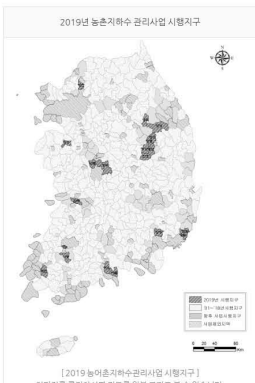
조사결과

조사실적

농어촌 지하수 관리 조사


농어촌지역의 지하수시설물 정보, 개발 이용현황 수질 수량현황 대수층 특성 등에 대해 기존 자료 및 세부 조사 분석 평가 실시하여 농어촌 지역에 대한 정보를 제공합니다. 2018년까지 283지구(198시군)가 완료되어 농어촌지역의 수량, 수질, 수리, 지반침하 등 지하수 제해물 사전에 예방하고 보전과 관리의 특수입에 활용되고 있습니다.

2019년 농어촌지하수 관리사업 시행지구



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

농어촌지하수 관리사업 용수구역도



[농어촌지하수 관리사업 용수구역도] 이미지를 클릭하시면 지도를 확대할 수 있습니다.

행정구역별 조사완료현황

농어촌용수구역별 조사현황

조사년도	계	보고서 C1									
		경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	
계속 (지구)	352	41	36	28	41	34	60	62	44	6	
합계지구 (개)	283	35	29	25	34	29	45	45	36	5	
2001	2	화남2	-	-	-	-	-	-	김천	-	
2002	4	화서	-	계산	이송	무당	-	-	-	-	
2003	8	평포	원문	-	이인	부동	무일	월석	김장	-	
		화비	-	-	-	-	-	-	-	-	
2004	11	평고	원만	울상	이영	부석	무정	영화	간접	-	
		-	원계	유일	-	장일	-	-	-	-	-
2005	15	평서	송동	계북	공정	장북	무현	영금	진우	-	
		이흥	-	성곡	금남	순금	보성	상덕	-	-	
2006	15	이월	송신	진리	유구	경산	보노	명자	진지	-	
		평포	송문	괴말	금부	송동	-	상리	사동	-	
2007	20	평포	평소	진백고	평노	경강	보문	상화	사동	계재	
		김고	송화	괴정	금북	송방	보말	금대	학금	-	
2008	23	이서	평동	-	-	평변	-	-	-	-	
		김장	송두	괴드	노말	장계	최촌	상사	학계	계초	
2009	23	이백	평당	옥동	부서	간상	평백	금봉	합격	-	
		파고	평대	-	-	고신	동명	금부	거가	-	
2010	23	이강	최간	옥정	노산	간력	보동	고문	합동	계한	
		평남	평동	영양	부동	고원	평성	금위	거남	-	
2011	17	평남	-	-	부문	고당	양문	문호	일부	-	
		파계	화상	금추	기산	유계	장관	문산	거고	계대	
2012	16	용의	양방	경신	남포	남포	경강	평송	일화	-	
		거화	-	-	청향	평상	평은	안여	거사	-	
2013	16	용기	인북	영향	서비	무성	황신	황현	거강	계남	
		거북	고거	보마	보리	남대	-	안동	황계	-	
2014	16	-	-	-	-	순강	-	-	-	-	
		거삼	고려	보내	보정	남문	황하	진길	합력	-	
2015	16	안고	연남	-	청화	-	신일	봉법	산신	-	
		-	-	-	-	-	간접	평동	-	-	
2016	16	평서	평상	보마	평대	적동	진문	봉석	산신	-	
		평포	평성	-	용금	-	국고	송양	양화	-	
2017	16	-	-	-	-	송상	봉상	-	-	-	
		간상	양은	죽신	홍서	관봉	국동	신신	산신2	-	
2018	16	남진	평사	-	예대	-	국석	양면	남일	-	
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	

~ 중 략 ~

- 부록 147 -

krf 한국농어촌공사

— 조사결과 : 행정구역별 개발이용현황(충적암반별)

지하수 자원관리사업

지하수 개발실적

지하수 권역명시스템

지도서비스

지하수 자원관리사업

농어촌지하수관리시스템은 농어촌공공관리의 종합정보를 제공합니다.

지하수 자원관리사업 > 조사결과

조사결과

검색 위치: 전라남도 > 보성군 > 읍/면/동

대상 조건: 개발이용현황(충적암반) | 개발이용현황(용도별) | 현황 간이수질조사 결과

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

검색 초기화

보성군 자료는 한국농어촌공사에서 자체조사한 관정조사자료를 바탕으로 작성되었습니다.

전라남도 보성군

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

~ 중 략 ~

— 조사결과 : 행정구역별 개발이용현황(용도별)

지하수 자원관리사업

지하수 개발실적

지하수 권역명시스템

지도서비스

지하수 자원관리사업

농어촌지하수관리시스템은 농어촌공공관리의 종합정보를 제공합니다.

지하수 자원관리사업 > 조사결과

조사결과

검색 위치: 충청남도 > 서천군 > 읍/면/동

대상 조건: 개발이용현황(충적암반) | 개발이용현황(용도별) | 현황 간이수질조사 결과

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

검색 초기화

서천군 자료는 한국농어촌공사에서 자체조사한 관정조사자료를 바탕으로 작성되었습니다.

충청남도 서천군

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

~ 중 략 ~

－ 조사결과 : 행정구역별 현장 간이수질조사 결과

지하수 자원관리사업

농어촌지하수관리시스템은 농림환경공공정책의 종합정보를 제공합니다.

지하수 자원관리사업 > 조사결과

경상북도 군위군

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

~ 중 략 ~

－ 조사결과 : 행정구역별 지하수 수량특성 분석결과

지하수 자원관리사업

농어촌지하수관리시스템은 농림환경공공정책의 종합정보를 제공합니다.

지하수 자원관리사업 > 조사결과

인원광역시 강화군

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

~ 중 략 ~

– 조사결과 : 행정구역별 지하수 수질특성 분석결과

지하수 수질특성 분석결과

행정 구역	구축 연도	총산성염소(mg/l)	오염원분포도 (계조/색)	평균 DRASTIC Index	오염부하량 (kg/Day/Well)
평균		12.0	4.15	126.30	257.67
화천면		10.3	2.96	133.61	397.01
화천면	2017	10.3	2.96	133.61	397.01
창수면	2017	5.4	3.1	140.29	345.30
내촌면	2014	3.9	3.58	119.05	27.01
소흘읍	2014	1.5	1.03	120.65	234.27
영중면	2017	8.2	3.29	135.20	316.23
군내면	2015	7.1	2.82	126.50	171.32
신음동	2015	10.4	3.87	125.06	533.32

~ 중 략 ~

– 조사결과 : 행정구역별 수량관리 필요지역 제안

수량관리 필요지역 제안

행정 구역	구축 연도	A등급 (발광구제)	B등급 (발광지침)
계		4	5
무릉도심면 도음리	2018	-	-
무릉도심면 토산리	2018	-	-
무릉도심면 무룡리	2018	Y	-
무릉도심면 봉송리	2018	-	Y
무릉도심면 유학리	2018	-	Y
추산면 갈아리	2018	-	-
추산면 토산리	2018	Y	-
추산면 신달리	2018	-	Y
추산면 용곡리	2018	Y	-

~ 중 략 ~

- 조사결과 : 행정구역별 수질관리 필요지역 제안

농어촌지하수관리시스템

지하수 자원관리사업
지하수 개발실적
지하수 관측망시스템
지도서비스

지하수
자원관리사업

지하수 자원관리사업

농어촌지하수관리시스템은 농림수산관광부의 총합경비를 제공합니다.

개요

조사실적

조사결과

조사결과

검색
위치

전라북도

임실군

읍/면/동

대상 조건	개발미용현황(총적(업인별))	개발미용현황(읍도별)	항상 건이수질조사 결과
지하수 수질특성 분석결과	지하수 수질특성 분석결과	수질관리 필요지역 제안	수질관리 필요지역 제안

검색

소기타

☞ 지하수 자원관리사업 > 조사결과

💬 **참고사항** : 임실군 자료는 한국농어촌공사에서 자체조사한 관측조사자료를 바탕으로 작성되었습니다.

전라북도 임실군

행정 구역	구축 연도	지하수오염 취적현황	질산성질소	수질관리기준오차	특수성분
계		35	1	12	0
강진면 신탐리	2011	Y			
강진면 문항리	2011	Y			
강진면 함창리	2011	Y			
강진면 벽향리	2011	Y			
강진면 부흥리	2011	Y			
강진면 옥정리	2011	Y			
강진면 용수리	2011	Y			
강진면 월봉리	2011	Y			
강진면 학곡리	2011	Y			
덕진면 가곡리	2011	Y			
덕진면 두지리	2011	Y			
덕진면 용우리	2011	Y		Y	
덕진면 사곡리	2011	Y			
덕진면 일종리	2011	Y			
덕진면 함양리	2011	Y			
덕진면 천동리	2011	Y			
덕진면 최문리	2011	Y	Y	Y	
삼계면 비천리				Y	
삼계면 봉향리		Y			
삼계면 삼은리				Y	
삼계면 어은리		Y			
삼계면 오지리		Y		Y	
삼계면 용곡리				Y	
영수면 오룡리		Y			
오수면 금암리				Y	
오수면 대항리				Y	
오수면 온가리					Y
오수면 문덕리				Y	
오수면 오상리					
오수면 오수리		Y			
오수면 오양리				Y	
오수면 용두리					
오수면 용정리					
임실읍 임성리					
임실읍 교성리		Y			
임실읍 두곡리		Y			
임실읍 삼가리				Y	
임실읍 신안리					
임실읍 이도리		Y			
임실읍 장계리					
자사면 방계리		Y			
자사면 영천리		Y			
황룡면 구교리	2011	Y			
황룡면 남산리	2011	Y		Y	
황룡면 두북리	2011	Y			
황룡면 석두리	2011	Y			
황룡면 옥서리	2011	Y			
황룡면 죽전리	2011	Y			
황룡면 창계리	2011	Y			
황룡면 함교리	2011	Y			

이메일문의신청서 | 개인정보처리방침

kr 한국농어촌공사

(주 58327) 전라남도 나주시 구림로 20(백기마을동 358) 연락처 061-338-5799, 5754 팩스번호 061-338-5749
COPYRIGHT©2018KRC. ALL RIGHT RESERVED. webmaster@krc.or.kr

6.4.2 지하수 개발실적

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



– 수맥조사 : 사업개요

– 수맥조사 : 조사실적

연도	지구수	조사면적 (ha)	개발가능면적 (ha)	건설면적 (㎡)	수위관측 (중)	시추조사 (중)
합계	7,763	118,977	51,380	74,708	25,967	8,234
82	133	7,283	3,258	3,632	3,423	480
83	191	10,015	4,519	5,280	4,311	647
84	337	10,015	4,872	5,434	3,375	613
85	401	8,525	3,529	7,625	1,929	585
86	354	5,054	2,147	3,126	496	527
87	232	4,374	1,996	3,326	540	573
88	353	4,587	1,700	2,867	392	439
89	315	2,926	1,182	1,797	246	224
90	350	2,765	1,329	1,751	212	151
91	147	1,083	431	810	45	79

※ 수맥도 및 시추내역은 “농어촌 지하수지도”서비스에서 제공합니다.

(좌측메뉴 주제도 - 지하수 개발관정 - 사업구분 - 수맥시추)

(좌측메뉴 주제도 - 지하수 수맥정보 - 수맥도)

– 지하수 개발실적(한국농어촌공사 직영시행)

지하수 개발실적
농어촌지하수관리시스템은 농업용공공관정의 종합정보를 제공합니다.

수백조사
지하수개발
양식장용수관리사업

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

구축현황

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

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

- 양식장용수관리사업(지하해수조사) : 사업개요

kr 농어촌지하수관리시스템 지하수 자원관리사업 지하수 개발실적 지하수 관측망시스템 지도서비스

지하수 개발실적

농어촌지하수관리시스템은 농업용공공관경의 중한정보를 제공합니다.

▲ > 지하수 개발실적 > 양식장용수관리사업 > 개요

양식장용수관리사업

개요	결과
----	----

목적

우리나라 해안면 육상 해수염식(염모)장은 해수를 직접 취수하여 운영하고 있어 건조, 이상해류 발생 및 사고 선박의 기름유출 등으로 매년 피해가 번갈아 발생하는 등 육상기 온도 유지를 위한 기존 냉조에 필요한 유류비, 전기료 등의 막대한 유지비용이 소요됨. 따라서 해안 도서지역에서 지표 지질, 지하수 및 시추조사를 통해 지하해수 개발 가능 여부를 조사하여 육상양식(염모) 어가에 지하해수 개발 이용방안을 제시하고자 함.


추진체계

- 현황 조사
 - 지표지질조사
 - 원격탐사
 - 지하수 관측조사
- 개발 가능성 조사
 - 전기비저항탐사
 - 얕반층 사추
 - 물리검층
- 수역도 작성
 - 개발가능지지도면분석
 - 개발방안 수립
 - 지하해수 보고서

이메일무단수집거부 | 개인정보처리방침

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

– 양식장용수관리사업(지하해수조사) : 조사실적



농어촌지하수관리시스템

지하수 자원관리사업 지하수 개발실적 지하수 관측망시스템 지도서비스

지하수 개발실적

농어촌지하수관리시스템은 농업용공공관망의 종합정보를 제공합니다.

지하수 개발실적

수역조사

지하수개발

양식장용수관리사업

➤ 지하수 개발실적 > 양식장용수관리사업 > 결과

양식장용수관리사업

개요		결과									
*총복, 계주 제외											
조사 년도	계	부산	인천	울산	경기	강원	충남	전북	전남	경북	경남
계획 (지구)	200	1	5	4	3	6	15	11	106	16	33
원부지구 (계)	103	1	5	0	0	5	9	5	47	11	20
2010	10	-	충진군 영덕				보령시 보천 태안군 태소1	고창군 고학 여주시 여동2	고흥군 고흥 완도군 완진1 진도군 진군 해남군 해화		
2011	8	-					태안군 태남	강진군 강아 무안군 무해 영광군 영백 완도군 완동2	영덕군 영행 거제시 거문1 통영시 통신1		
2012	7	-				강릉시 강강	태안군 태어	고흥군 고도2 완도군 완고1	울진군 울기 거제시 거거 남해군 남삼		
2013	7	기장군 기일				강릉시 강사	태안군 태원	완도군 완신4 해남군 해동1	포항시 포대2 고성군 고하		
2014	12	-					고성군 고간 태안군 태소2 고창군 고부	무안군 무문 완도군 완고2 완도군 완신3 완도군 완완3 해남군 해술1	영덕군 영영 통영시 통신5 남해군 남이		
2015	15	-					서산시 서대	신안군 신갑 신안군 신지 여주시 여화 완도군 완고3 완도군 완고4 완도군 완신2 완도군 완신6 완도군 완악1 완도군 완악2	거제시 거동2 포항시 포항2 고성군 고삼 통영시 통신8		
2016	14	-	강화군 강강 강화군 강외				보령시 보천2 부안군 부진	고흥군 고금 신안군 신용 완도군 완금 완도군 완노2 완도군 완노3 완도군 완보	영역포항3 거제시 거사1 포항시 포항4 통영시 통도		
2017	15	-	강화군 강여			고성군 고간2 태안군 태남2 부안군 부보	신안군 신안 신안군 신자 신안군 신갈1 여주시 여동1 완도군 완신5 완도군 완완2	신안군 신안 고성군 고하2 하동군 하갈2 하동군 하금3	포항시 포항5 고성군 고삼2		
2018	15	-	강화군 강영			고성군 강안	부안군 부보 신안군 신갈2 경주시 경강 신안군 신창2 영광군 영백2 완도군 완완1 해남군 해동2	경주시 경강 고성군 고흥 남해군 남삼 통영시 통신2			
2019 (포사예정)	15	-				양양군 양행	태안군 태남3 고창군 고상 신안군 신갈1 신안군 신갈2 신안군 신갈3 진도군 진고2 완도군 완완4	신안군 신갈1 신안군 신갈2 신안군 신갈1 신안군 신갈2 신안군 신갈3 신안군 신갈4	신안군 신갈1 남해군 남이2 남해군 남할2		

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

6.5 농어촌 지하수지도 이용 안내

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

6.5.1 화면구성

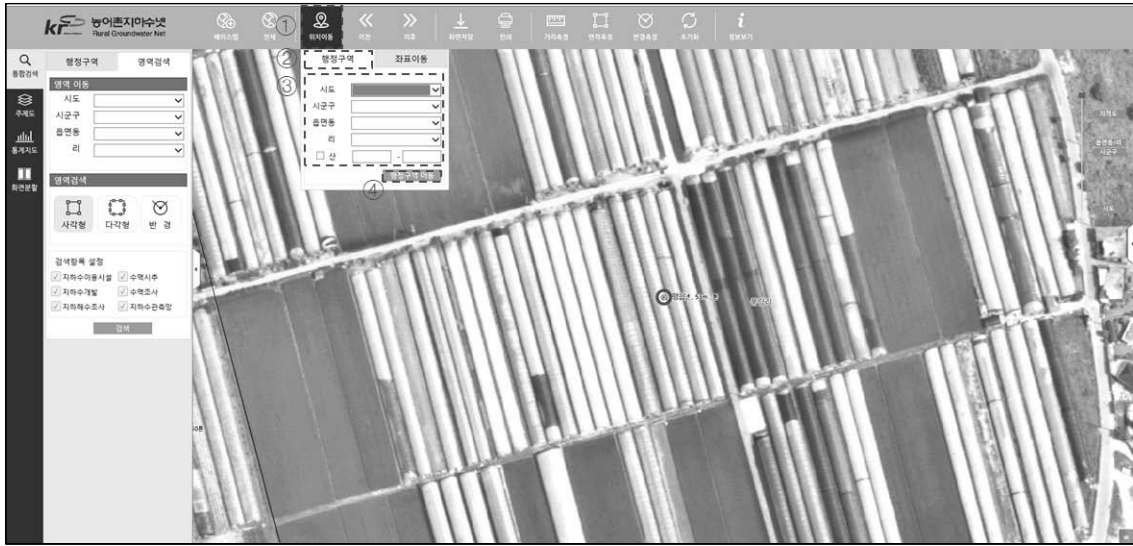


- ① 지도제어 : 지도 제어기능과 위치이동, 정보보기 등 지도관련 기능
- ② 메뉴바 : 사용자에게 제공하는 주요기능
- ③ 검색창 : 좌측메뉴에 따른 검색조건, 레이어 등의 정보를 표시하는 창
- ④ 지도화면 : 지도를 제공하는 화면
- ⑤ 상세정보창 : 관정제원, 사진, 수맥도 등 상세정보를 표시하는 창

6.5.2 지도제어

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

가. 위치이동

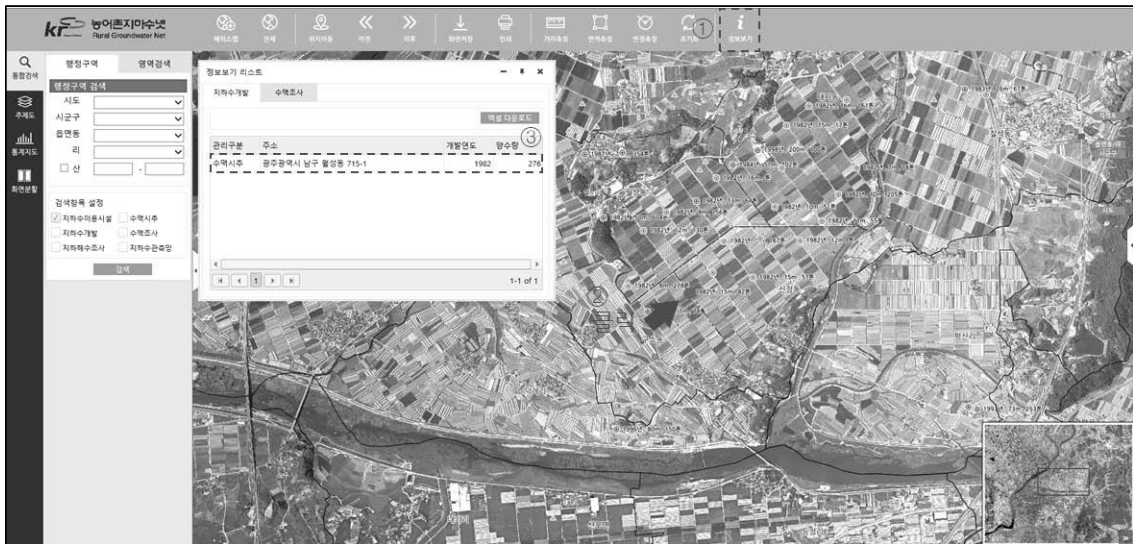


① 행정구역이동 : 시도, 시군구, 읍면동, 리, 산여부, 본번, 부번을 입력하고, [행정구역이동] 아이콘을 클릭합니다.

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

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

나. 정보보기



① 지도기능 바에서 [정보보기] 아이콘을 클릭합니다.

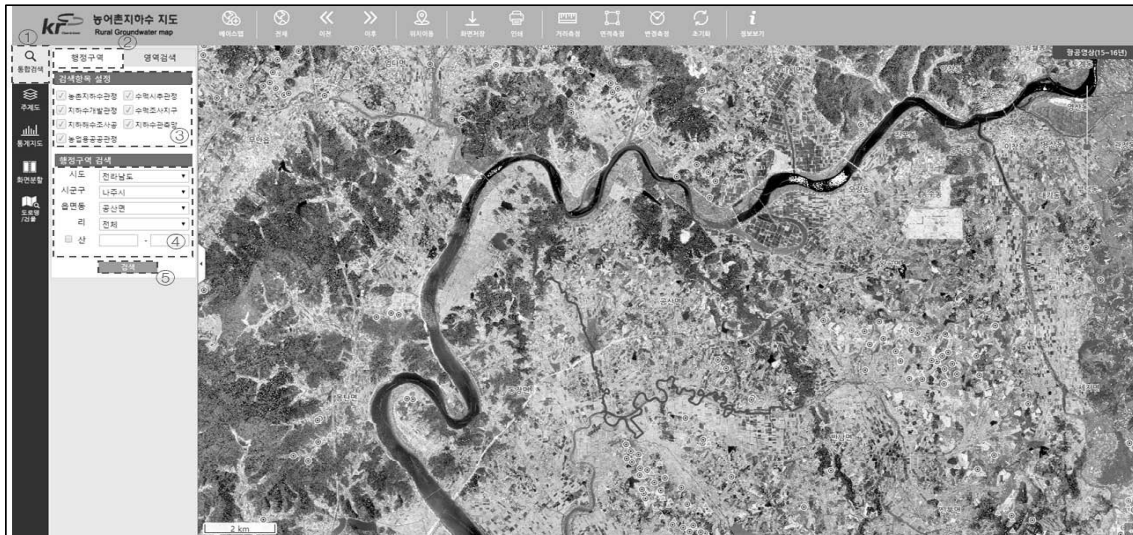
② 지도화면에서 정보보기를 원하는 지하수관정 또는 수맥지구를 클릭합니다.

③ 검색결과를 확인하고 상세보기를 원하는 항목을 클릭합니다.

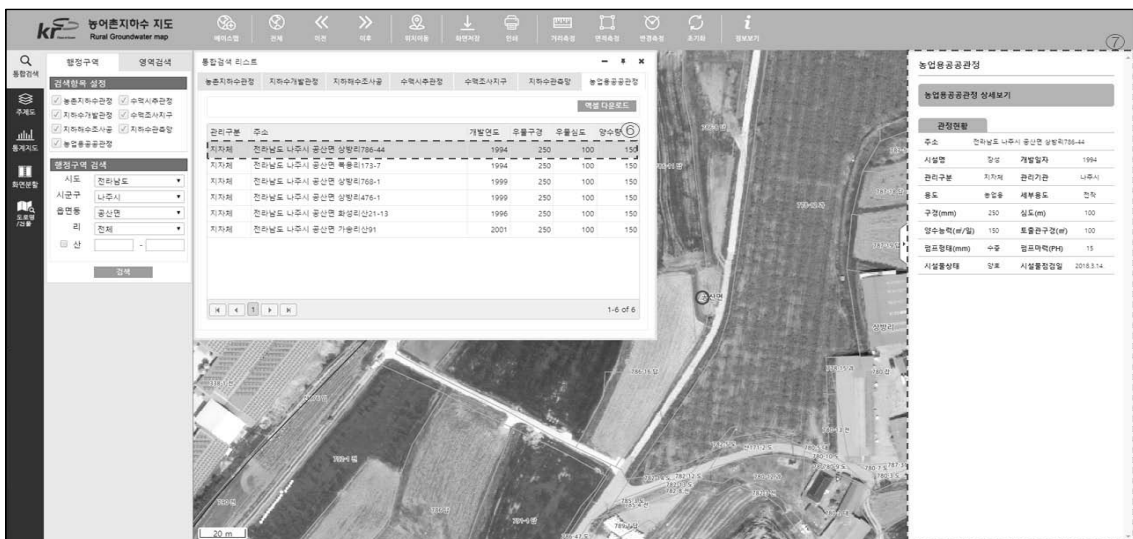
④ 지도화면이 선택한 시설물로 위치가 이동하고, 상세정보창이 표출됩니다.

6.5.3 통합검색

가. 행정구역별 검색



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



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

나. 영역 검색



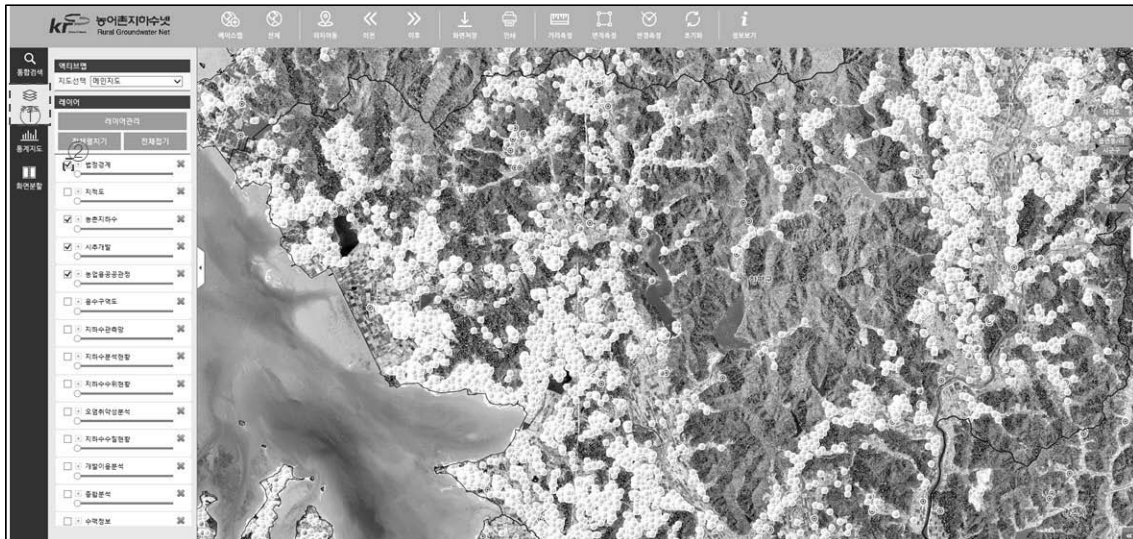
- ① 좌측 메뉴바에서 [통합검색]을 클릭하고, [영역검색] 탭을 선택합니다.
- ② 검색항목 설정에서 검색대상 항목을 선택합니다.
- ③ 행정구역 검색에서 검색할 시도, 시군구, 읍면동, 리를 선택합니다.
※ 행정구역을 화면에 띄우기 위한 지도이동 기능임.
- ④ 영역검색의 종류를 선택합니다.
- 사각형, 다각형, 반경(반경선택시 입력창 활성화)
- ⑤ [검색]아이콘을 클릭하여 지도에 영역을 드로잉 합니다



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

6.5.4 주제도

가. 레이어 On/Off



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

나. 레이어라벨 On/Off

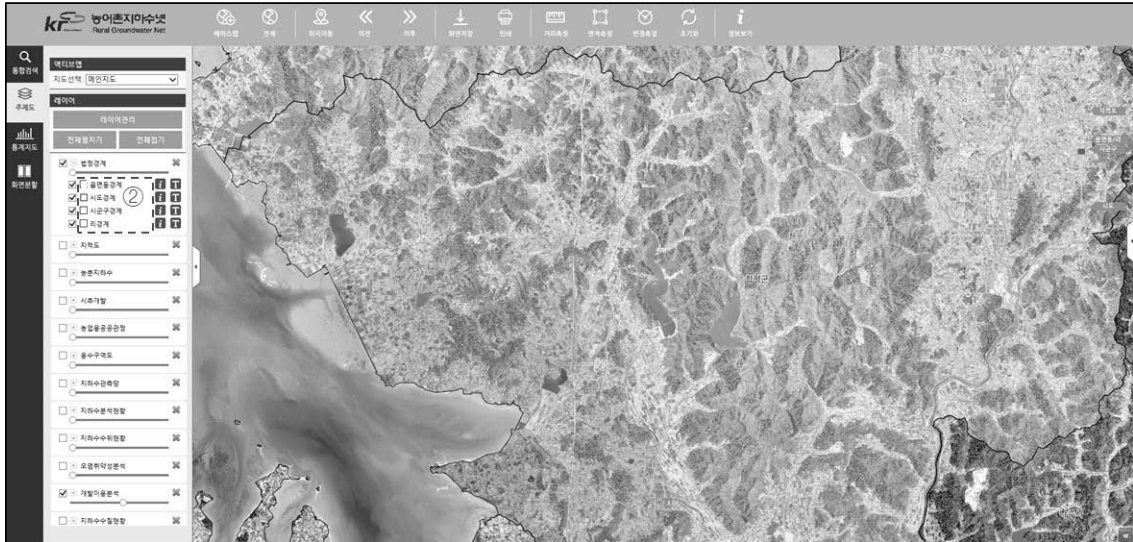


- ① 라벨 : **+** 아이콘을 클릭하여 레이어를 확장하고 **T** 아이콘을 클릭합니다.
※ **T** - 라벨 On, **T** - 라벨 Off
- ② 설명 : **+** 아이콘을 클릭하여 레이어를 확장하고 **i** 아이콘을 클릭합니다.

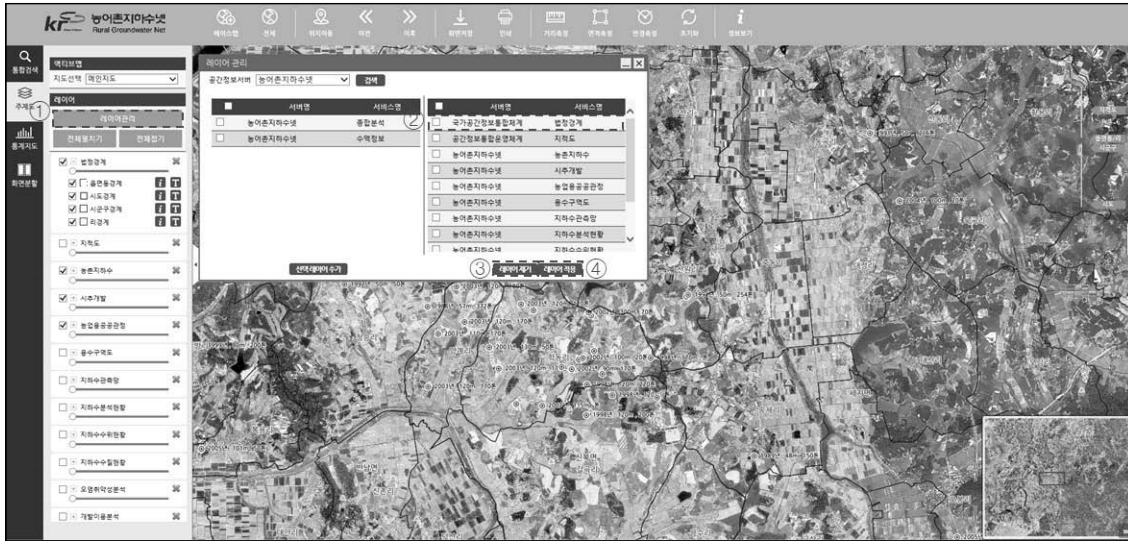
다. 레이어범례 보기

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

※ 전체펼치기와 전체접기 아이콘을 이용하여 전체레이어 일괄설정 가능



라. 레이어관리



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

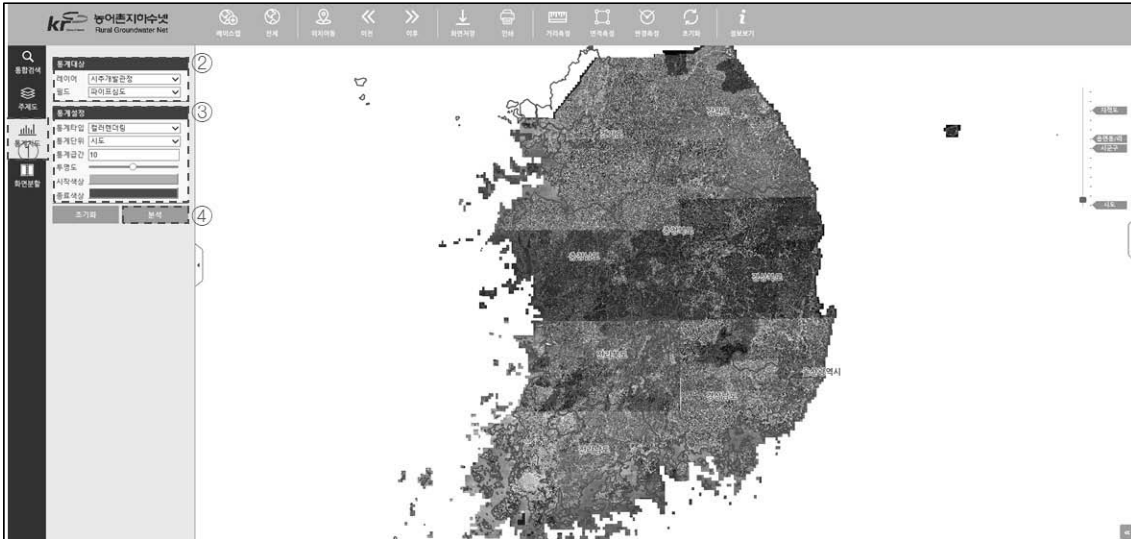
마. 레이어 스타일변경



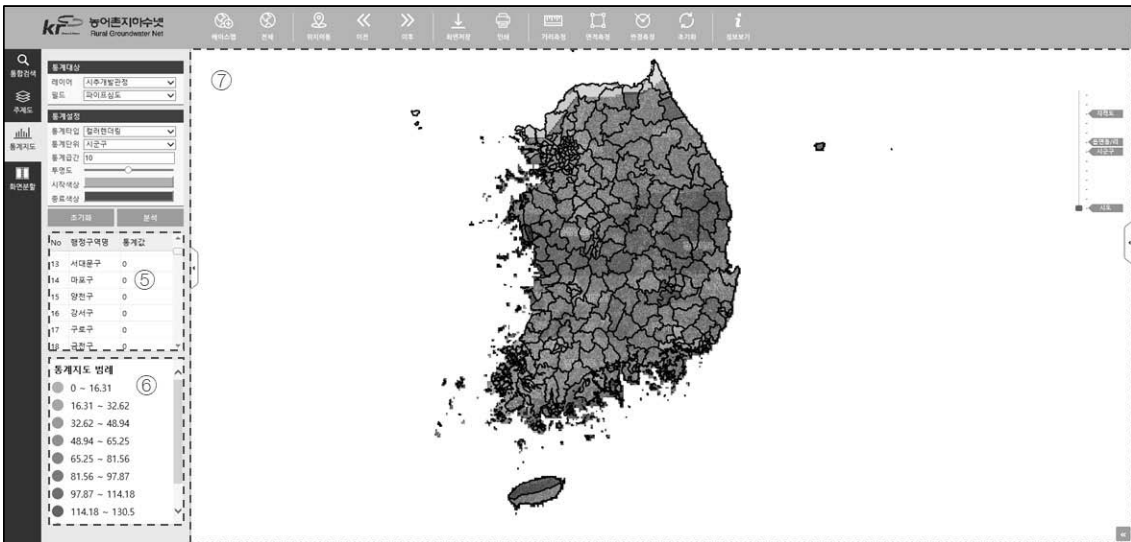
- ① [레이어관리]에서 [레이어 스타일 설정] 아이콘을 클릭합니다.
- ② 스타일설정 창에서 [설정] 아이콘을 클릭합니다.
- ③ 설정창에서 라인색상, 라인굵기, 면색, 투명도를 선택합니다.
- ④ 스타일설정 창에서 [저장] 아이콘을 클릭합니다.

※ 스타일 초기화 : [초기화] 또는 [전체초기화] 선택

6.5.5 통계지도 기능 가. 컬러렌더링 통계보기

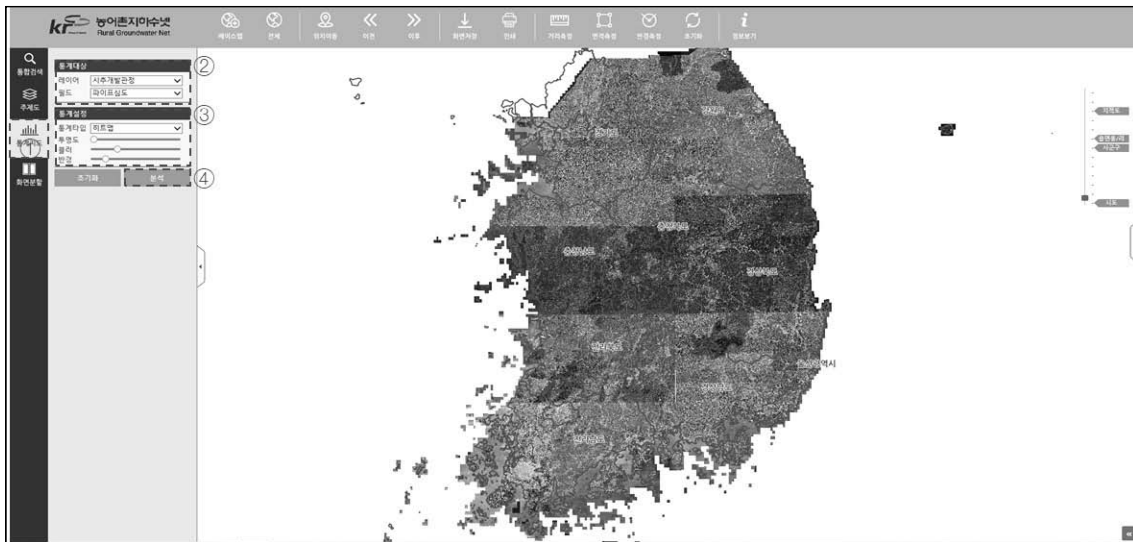


- ① 좌측 메뉴바에서 [통계지도]를 클릭 합니다.
- ② 통계 설정창에서 통계대상을 선택합니다.(시추개발관정, 농업용공공관정)
- ③ 통계타입-컬러렌더링, 통계단위, 통계급간, 투명도 등을 선택합니다.
- ④ [분석] 아이콘을 클릭합니다.



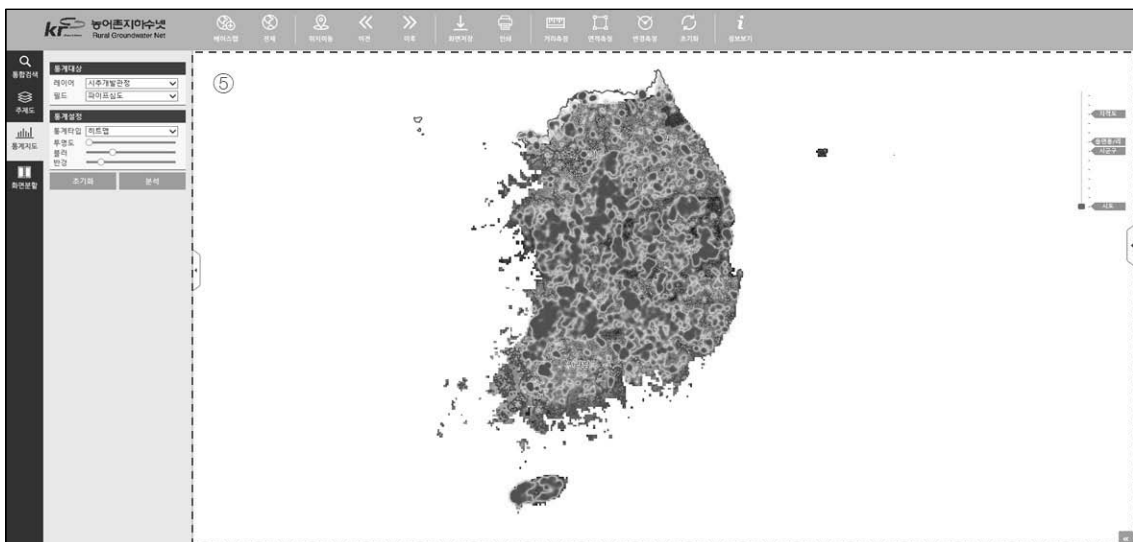
- ⑤ 행정구역별 통계값을 확인합니다.
- ⑥ 통계지도 범례를 확인합니다.
※ 통계범례의 통계급간은 선택 필드값의 최대값과 최소값을 기준으로 자동 지정됩니다.

나. 히트맵 통계보기



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

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



- ⑤ 지도화면에서 통계지도를 확인합니다.

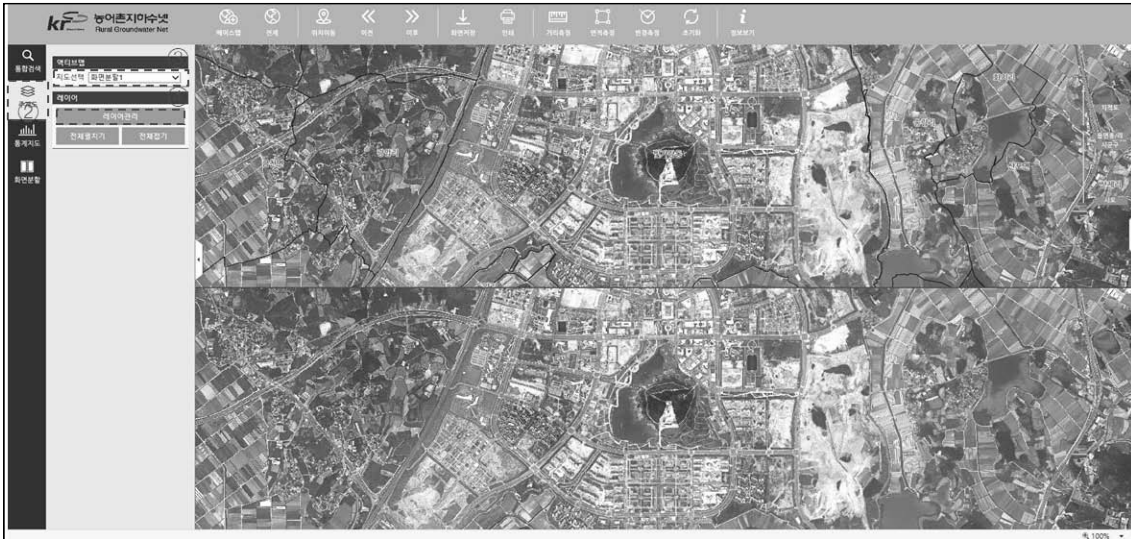
6.5.6 화면분할기능



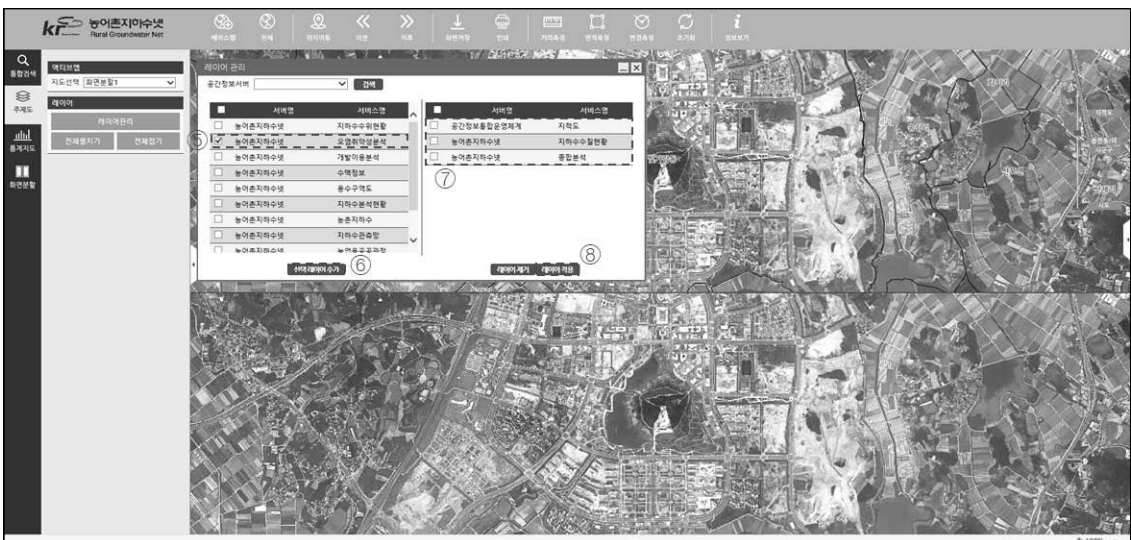
- ① 좌측 메뉴바에서 [화면분할]을 클릭 합니다.
- ② 화면분할 창에서 2분할(가로)/2분할(세로)/4분할을 선택합니다.
- ③ [화면분할] 아이콘을 클릭합니다.
- ④ 분할된 화면을 확인합니다.

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

가. 화면분할 후 베이스맵 및 레이어 설정



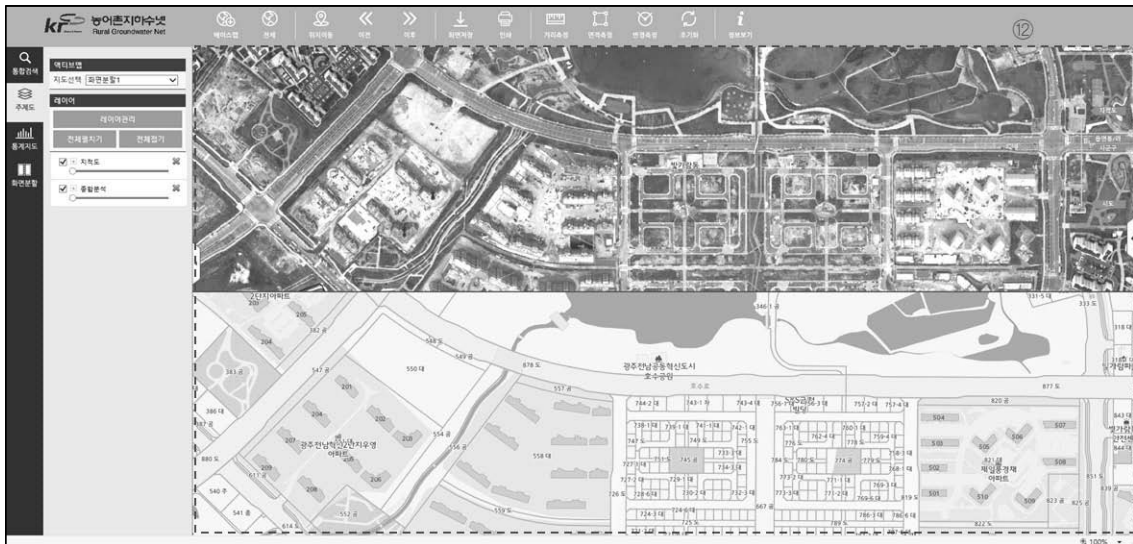
- ① [화면분할] 아이콘을 클릭하여 화면을 분할합니다.
- ② 좌측 메뉴에서 [주제도] 아이콘을 클릭합니다.
- ③ 레이어 창의 액티브 맵에서 레이어를 추가할 지도화면을 선택합니다.
- ④ 레이어 창에서 [레이어관리] 아이콘을 클릭합니다.



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



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



- ⑫ 적용된 분할화면을 확인합니다.

6.5.7 도로명/건물 검색 가. 도로명주소 검색



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

나. 건물명 검색



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

6.6 농어촌지하수관측망시스템 이용 안내

6.6.1 농어촌지하수관측망시스템 접속경로

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

The screenshot shows the KRIS website interface. At the top, there is a navigation menu with items: '농어촌지하수관리시스템', '지하수 자원관리사업', '지하수 개발실적', '지하수 관측망시스템' (highlighted with a dashed box), and '지도서비스'. Below the menu is a main banner for '농어촌 지하수 관리시스템' (Rural Ground Water Management System) with a sub-header: '농어촌의 지하수 수량, 수질, 이용실태 등 농업용 지하수 정보를 수집, 지하수 정보 서비스를 제공합니다.' (Collect and provide information on groundwater quantity, quality, and usage in rural areas for agricultural use). Below the banner are four service tiles: '지하수 자원관리사업' (GROUND WATER RESOURCE MANAGEMENT PROJECT), '농어촌공사 지하수 개발실적' (RURAL CONSTRUCTION GROUND WATER DEVELOPMENT PERFORMANCE), '지하수 관측망시스템' (GROUND WATER MONITORING SYSTEM - highlighted with a dashed box), and '지도 서비스' (MAP SERVICE). Below these tiles is a news section with four items: '농어촌지하수관리시스템이란?' (What is the Rural Ground Water Management System?), '공지사항' (Notice), '지하수 정보' (Groundwater Information), and '보고서' (Report). The footer contains logos for the Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, KRIS, and RAWRIS, along with contact information: (우 58327) 권라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 연락처 061-338-5799, 5754 팩스번호 061-338-5749. COPYRIGHT©2018KRC. ALL RIGHT RESERVED. webmaster@ekr.or.kr

6.6.2 농어촌지하수관측망시스템 메인페이지

- 농어촌 지하수관측망 “운영현황” 정보를 제공합니다.

관측망 운영 현황(개소)

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

지하수위 예경보 현황(개소)

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

해수침투 예경보 현황(개소)

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

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

6.6.3 지하수위현황 페이지

- 농어촌 지하수관측망의 “지하수위현황” 정보를 제공합니다.

지하수위현황 지하수관측망시스템은 지하수 관측 종합정보를 제공합니다.

행정구역: 전라남도

지역별 지하수위 통계 (해당 월기준)

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

관측소별 지하수위 현황

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

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

6.6.4 지하수위예경보 페이지

- 농촌지하수관측망의 “지하수위예경보” 정보를 제공합니다.

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

지하수위 예경보 현황

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

관측소별 지하수위 예경보

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

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

월별 리포트(시도별)
WORD 다운로드 PDF 다운로드

2019-09 검색

2019년 09월 전라남도 농촌지하수 관측망 관측 결과

관측결과 요약

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

※ 지하수위 단계는 농림축산식품부(2017) 연구보고서에 따름

관측공별 관측결과

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

○ 월별리포트(시도별)

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

6.6.5 해수침투예경보 페이지

- 해수침투관측망의 “해수침투예경보” 정보를 제공합니다.

The screenshot displays the KRRI groundwater monitoring system interface. At the top, there are navigation tabs for '농어촌지하수관리시스템' (Rural Groundwater Management System) and various monitoring categories. The main content area features a map of Jeollanam-do with monitoring points marked by colored circles. To the right of the map, there are two data tables:

지역별 해수침투 현황 (Regional Seawater Intrusion Status)

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

관측소별 해수침투 예경보 (Monitoring Station Seawater Intrusion Forecast)

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

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

월별 리포트(시도별)
WORD 다운로드 PDF 다운로드

2019-09 검색

2019년 09월 전라남도 해수침투 관측 결과

관측결과 요약

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

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

관측공별 관측결과

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

○ 월별리포트(시도별)

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

6.6.6 관측소제원 페이지

- 농어촌지하수관측망의 “관측소제원” 정보를 제공합니다.

농어촌지하수관리시스템

농어촌지하수관측망시스템

[지하수위현황](#) | [지하수위예경보](#) | [해수침투예경보](#) | [관측소제원](#) | [관측자료조회](#) | [관측자료통계](#)

행정구역

전라남도

관측소명

(해) 고음1

검색

전체
농촌지하수관측망
해수침투관측망

총 138 건
엑셀 다운로드

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

한국농어촌공사

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

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

6.6.7 관측자료조회 페이지

- 농어촌지하수관측망의 “관측자료”를 제공합니다.

가. 관측소별 조회

The screenshot displays the '관측소별조회' (Search by Observation Point) page. On the left is a map of Jeollanam-do with numerous observation point icons. On the right is a search and results interface. The search criteria are set to '전라남도' (Jeollanam-do) and '전체' (All). The results table shows 138 total items, with a list of observation points including their names, coordinates, and current status.

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

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

○ 관측소별 관측자료 팝업

농촌지하수관정상세정보
✕

관측망 정보

관측망 구분: 해수침투관측망
 관측망명: 연산1
 관측주기: 1시간
 영도상태: 심각

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

토사층: 실트
 사층: 사층
 사력층: 혼전석
 풍화대: 연암
 보통암: 보통암
 경암: 경암

센서 설치심도(지표면기준)

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

관측소 전경

관측 결과 [연산1]

조회기간: 2019.04.23 ~ 2019.10.23 | 6개월 | 1년 | 2년 | 검색

지하수 수위(해수면기준)

지하수 수위(지표면기준)

전기전도도(상부)

전기전도도(하부)

수온(상부)

수온(하부)

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

○ 관측소 정보창(좌측창)

- 관측정보, 제원정보, 지층정보, 센서설치심도, 전경

○ 관측자료 조회(우측창)

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

○ 엑셀 다운로드

- 관측소의 관측자료를 엑셀파일로 다운로드 가능

※ 관측소의 제원은 “관측소제원” 페이지에서 제공

나. 관측소 비교조회

농어촌지하수관리시스템

KRC 농어촌지하수관측망시스템
지하수위현황 | 지하수위예경보 | 해수침투예경보 | 관측소제원 | **관측자료조회** | 관측자료통계

관측자료조회
지하수관측망시스템은 지하수 관측 종합정보를 제공합니다.

관공명상(16-17년)

관측소별조회
관측소 비교조회

행정구역
전라남도
관측망 구분
전체

검색

자료비교
연산1
연산2
소라1
소라2
화양2
비교결과

전체 138 건
예셀 다운로드

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

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

○ 관측소 비교조회

- 목록에서 최대5개 관측소 선택 가능
- 비교결과 아이콘을 클릭하여 팝업호출

○ 관측자료조회 팝업

관측자료조회
✕

관측결과 비교

비교
연산1, 연산2, 소라1, 소라2, 화양1

일별
순별
월별
연별

조회기간
2019.04.23
~
2019.10.23
6개월
1년
2년
검색

지하수 수위(해수면기준)	지하수 수위(지표면기준)	전기전도도(상부)	전기전도도(하부)	수온(상부)	수온(하부)
차트 저장					
연산1 연산2 소라1 소라2 화양1					

KRC 한국농어촌공사

- 부록 180 -

6.6.8 관측자료 통계 페이지

- 농어촌지하수관측망의 “관측자료 통계”를 제공합니다.

○ 지역별 관측자료 통계(월별)

- 조회기간, 관측망 구분에 의한 지하수위 및 전기전도도 통계 제공



○ 관측소별 관측자료 통계

- 조회기간에 의한 관측소별 지하수위 및 전기전도도 통계 제공



<부록Ⅶ. 농업용 공공관정 조사표>

농업용 공공관정 조사표

가. 관정현황

구 분		내 용
지 구 명		영상지구 (일련번호 : 194) / 허가신고번호 : 2200100057
위 치	당 초	강원도 영월군 김삿갓면 대야리 301-2 (위도: 37° 06' 50.3", 경도: 128° 33' 10.7")
	변 경	강원도 영월군 김삿갓면 대야리 293 (위도: 37° 06' 52.2", 경도: 128° 33' 08.7")
채 수 량		80 m ³ /day
제 원		가) 구 경 : 200 mm 나) 심 도 : 150 m
수중모터펌프		가) 마 력 : 3HP 나) 설치심도 : 60m 다) 토출관구경 : 32mm
개발년도(연장허가)		2002년01월23일
점검자 소속		(주)싱크워터
		점검일자
		2019.05.14

나. 세부점검내역

분야별	구 분	점검항목	점검사항	점 검 내 용	점 검 결 과	
지 질 / 수 질	관 정	수 질	수질검사	검사일	2013.4.11	
				농업용 수질기준	합격	
				부적합 항목	-	
		관 정	자연수위	자연수위 측정	가능	
				양 수 량	양수량의 적정여부	확인불가
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	확인불가
		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 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	적정	
				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				불량	
전 기	전 기 시설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	불량	
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	양호	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	불량	

다. 점검결과

문제점	시설물 정비 필요		
대 책	시설물정비(기계 및 전기시설), 측정장치(수위측정관, 유량계) 설치		
추정소요사업비 (공 종 별)	공 종 (항 목)	처 리 내 역	처 리 비 용
	시설물 정비	수위측정관 설치	199.9
	시설물 정비	유량계 설치비용	683.4
	수질검사	수질검사(농업용)	109.4
	시설물 정비	기계 및 전기시설	2,021.8
	계		3,014.5

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		영상지구 (일련번호 : 1300) / 허가신고번호 : 2201100099
위 치	당 초	강원도 영월군 김삿갓면 예밀리 901-1 (위도: 37° 08' 03.9", 경도: 128° 34' 19.9")
	변 경	강원도 영월군 김삿갓면 예밀리 901-1 (위도: 37° 08' 05.3", 경도: 128° 34' 19.9")
채 수 량		150 m ³ /day
제 원		가) 구 경 : 200 mm 나) 심 도 : 120 m
수중모터펌프		가) 마 력 : 10HP 나) 설치심도 : 36m 다) 토출관구경 : 30mm
개발년도(연장허가)		2012년01월27일
점검자 소속		(주)싱크위터
점검일자		2019.05.07

나. 세부점검내역

분야별	구 분	점검항목	점검사항	점 검 내 용	점 검 결 과	
지 질 / 수 질	관 정	수 질	수질검사	검사일	2014.5.28	
				농업용 수질기준	양호	
				부적합 항목	-	
		관 정	자연수위	자연수위 측정	가능	
				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 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	적정	
				출수장치	출수장치의 파손여부	없음
				수위측정관	수위측정관의 관리상태	불량
		기 계	기 계 시설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태
용 량	이용량 대비 용량의 적정성				적정	
전 기	전 기 시설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	양호	
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	양호	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	양호	

다. 점검결과

문제점	수질검사 필요		
대책	수질검사 실시		
추정소요사업비 (공종별)	공종(항목)	처리내역	처리비용
	수질검사	수질검사(농업용)	109.4
	계		109.4

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		영상지구 (일련번호 : 1302) / 허가신고번호 : 2201100101
위 치	당 초	강원도 영월군 김삿갓면 예밀리 731 (위도: 37° 08' 03.2", 경도: 128° 34' 35.4")
	변 경	강원도 영월군 김삿갓면 예밀리 729 (위도: 37° 08' 04.2", 경도: 128° 34' 33.8")
채 수 량		150 m ³ /day
제 원		가) 구 경 : 200 mm 나) 심 도 : 150 m
수중모터펌프		가) 마 력 : 7.5HP 나) 설치심도 : 45m 다) 토출관구경 : 30mm
개발년도(연장허가)		2012년1월30일
점검자 소속		(주)싱크위터
		점검일자
		2019.05.07

나. 세부점검내역

분야별	구 분	점검항목	점검사항	점 검 내 용	점 검 결 과	
지 질 / 수 질	관 정	수 질	수질검사	검사일	2014.5.28	
				농업용 수질기준	합격	
				부적합 항목	-	
		관 정	자연수위	자연수위 측정	가능	
				양 수 량	양수량의 적정여부	양호
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	없음
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	양호	
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	미흡
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	양호
		오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	불량	
				녹발생 및 부식정도	불량	
		측 정 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	적정	
				출수장치	출수장치의 파손여부	양호
				수위측정관	수위측정관의 관리상태	불량
		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	수질검사, 시설물 정비 필요		
대책	시설물정비(오염방지시설 등 보수), 수질검사 실시		
추정소요사업비 (공종별)	공종(항목)	처리내역	처리비용
	수질검사	수질검사(농업용)	109.4
	시설물 정비	수위측정관	187.7
	시설물 정비	오염방지시설 등 보수	2,021.8
	계		231.9

라. 사진대지



가. 관정현황

구 분		내 용	
지 구 명		영상지구 (일련번호 : 1301) / 허가신고번호 : 2201100100	
위 치	당 초	강원도 영월군 김삿갓면 예밀리 794 (위도: 37° 07' 53.7", 경도: 128° 34' 38.1")	
	변 경	강원도 영월군 김삿갓면 예밀리 796-1 (위도: 37° 07' 53.7", 경도: 128° 34' 39.9")	
채 수 량		150 m ³ /day	
제 원		가) 구 경 : 200 mm	나) 심 도 : 150 m
수중모터펌프		가) 마 력 : 7.5HP	나) 설치심도 : 38m 다) 토출관구경 : 30mm
개발년도(연장허가)		2012년1월27일	
점검자 소속		(주)싱크워터	점검일자 2019.05.07



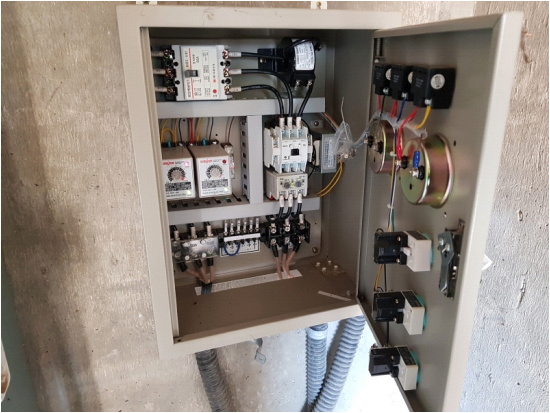
나. 세부점검내역

분야별	구 분	점검항목	점검사항	점 검 내 용	점 검 결 과	
지 질 / 수 질	관 정	수 질	수질검사	검사일	2014.5.28	
				농업용 수질기준	합격	
				부적합 항목	-	
		관 정	자연수위	자연수위 측정	가능	
				양 수 량	양수량의 적정여부	양호
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	양호
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	양호	
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	양호
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	양호
		오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	불량	
				녹발생 및 부식정도	불량	
		측 정 장 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	적정	
				출수장치	출수장치의 파손여부	미흡
				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	보통	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	양호	

다. 점검결과

문제점	수질검사, 시설물 정비 필요		
대책	수질검사 및 측정장치(수위측정관) 설치		
추정소요사업비 (공종별)	공종(항목)	처리내역	처리비용
	수질검사	수질검사(농업용)	109.4
	시설물 정비	수위측정관 설치	182.1
	계		291.5

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		영상지구 (일련번호 : 1956) / 허가신고번호 : 2201400374
위 치	당 초	강원도 영월군 중동면 이목리 496-3 (위도: 37° 09' 53.4", 경도: 128° 39' 41.1")
	변 경	강원도 영월군 중동면 이목리 496-3 (위도: 37° 09' 55.5", 경도: 128° 39' 44.0")
채 수 량		90 m ³ /day
제 원		가) 구 경 : 200 mm 나) 심 도 : 130 m
수중모터펌프		가) 마 력 : 3.0HP 나) 설치심도 : 120m 다) 토출관구경 : 40mm
개발년도(연장허가)		2014년8월11일
점검자 소속		(주)싱크워터
		점검일자
		2019.05.19

나. 세부점검내역

분야별	구 분	점검항목	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	가능	
				양 수 량	양수량의 적정여부	확인불가
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	확인불가
		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 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	적정	
				출수장치	출수장치의 파손여부	양호
				수위측정관	수위측정관의 관리상태	양호
		기 계	기 계 시설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태
용 량	이용량 대비 용량의 적정성				확인불가	
전 기	전 기 시설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	확인불가	
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	확인불가	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	확인불가	

다. 점검결과

문제점	수질검사 필요		
대책	시설물 정비(기계 및 전기시설), 수질검사(농업용수) 실시		
추정소요사업비 (공종별)	공종(항목)	처리내역	처리비용
	수질검사	수질검사(농업용수)	109.4
	시설물 정비	기계 및 전기시설 보수	2,021.8
	계		2,131.2

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		영상지구 (일련번호 : 1955) / 허가신고번호 : 2201400373
위 치	당 초	강원도 영월군 중동면 이목리 580-1 (위도: 37° 9' 19.8 , 경도: 128° 39' 40.8")
	변 경	강원도 영월군 중동면 이목리 520-7 (위도: 37° 09' 19.8" , 경도: 128° 39' 40.5")
채 수 량		80 m ³ /day
제 원		가) 구 경 : 200 mm 나) 심 도 : 140 m
수중모터펌프		가) 마 력 : 3.0HP 나) 설치심도 : 120m 다) 토출관구경 : 40mm
개발년도(연장허가)		2014년8월11일
점검자 소속		(주)싱크워터
		점검일자
		2019.05.19

나. 세부점검내역

분야별	구 분	점검항목	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	가능	
				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 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	불량	
				출수장치	출수장치의 파손여부	없음
				수위측정관	수위측정관의 관리상태	없음
		기 계	기 계 시설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태
용 량	이용량 대비 용량의 적정성				불량	
전 기	전 기 시설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	불량	
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	불량	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	불량	

다. 점검결과

문제점	수질검사 및 수위측정관, 유량계 설치 필요		
대책	시설물 정비(기계 및 전기시설, 유량계, 수위측정관), 수질검사(농업용수) 실시		
추정소요사업비 (공종별)	공종(항목)	처리내역	처리비용
	시설물정비	유량계설치	683.4
	시설물정비	수위측정관 설치	248.5
	수질검사	수질검사(농업용수)	109.4
	시설물 정비	기계 및 전기시설	2,021.8
	계		3,063.1

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		영상지구 (일련번호 : 1299) / 허가신고번호 : 2201100098
위 치	당 초	강원도 영월군 중동면 이목리 662 (위도: 37° 10' 04.6", 경도: 128° 39' 55.9")
	변 경	강원도 영월군 중동면 이목리 662 (위도: 37° 10' 22.9", 경도: 128° 40' 14.6")
채 수 량		150 m ³ /day
제 원		가) 구 경 : 200 mm 나) 심 도 : 250 m
수중모터펌프		가) 마 력 : 5.0HP 나) 설치심도 : 73m 다) 토출관구경 : 30mm
개발년도(연장허가)		2012년1월27일
점검자 소속		(주)싱크워터
		점검일자
		2019.05. 19

나. 세부점검내역

분야별	구 분	점검항목	점검사항	점 검 내 용	점 검 결 과	
지 질 / 수 질	관 정	수 질	수질검사	검사일	2015.10.16	
				농업용 수질기준	합격	
				부적합 항목	-	
		관 정	자연수위	자연수위 측정	가능	
				양 수 량	양수량의 적정여부	적정
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	양호
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	양호	
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	양호
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	양호
		오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	양호	
				녹발생 및 부식정도	보통	
		측 정 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	양호	
				출수장치	출수장치의 파손여부	양호
				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	수질검사필요		
대 책	수질검사		
추정소요사업비 (공 중 별)	공 중 (항 목)	처 리 내 역	처 리 비 용
	수질검사	수질검사(농업용)	109.4
	계		109.4

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		영상지구 (일련번호 : 1954) / 허가신고번호 : 2201400372
위 치	당 초	강원도 영월군 중동면 이목리 257 (위도: 37° 09' 19.7" , 경도: 128° 40' 23.8")
	변 경	강원도 영월군 중동면 이목리 223-4 (위도: 37° 09' 20.1" , 경도: 128° 40' 22.9")
채 수 량		80 m ³ /day
제 원		가) 구 경 : 200 mm 나) 심 도 : 130 m
수중모터펌프		가) 마 력 : 3.0HP 나) 설치심도 : 100m 다) 토출관구경 : 40mm
개발년도(연장허가)		2014년8월11일
점검자 소속		(주)싱크워터
		점검일자
		2019.05.19

나. 세부점검내역

분야별	구 분	점검항목	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	가능	
				양 수 량	양수량의 적정여부	확인불가
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	확인불가
		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 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	불량	
				출수장치	출수장치의 파손여부	양호
				수위측정관	수위측정관의 관리상태	양호
		기 계	기 계 시설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태
용 량	이용량 대비 용량의 적정성				불량	
전 기	전 기 시설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	불량	
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	불량	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	불량	

다. 점검결과

문제점	수질검사 실시 및 유량계 설치		
대 책	시설물정비(기계 및 전기, 유량계), 수질검사(농업용수) 실시		
추정소요사업비 (공 종 별)	공 종 (항 목)	처 리 내 역	처 리 비 용
	시설물 정비	유량계 설치	683.4
	수질검사	수질검사(농업용수)	109.4
	시설물 정비	기계 및 전기시설	2,021.8
	계		2,814.6

라. 사진대지



농업용 공공관정 조사표

가. 관정현황

구 분		내 용
지 구 명		영상지구 (일련번호 : 454) / 허가신고번호 : 1200400008
위 치	당 초	강원도 영월군 상동읍 덕구리 188-2 (위도: 37° 06' 57.4", 경도: 128° 46' 14.4")
	변 경	강원도 영월군 상동읍 덕구리 188 (위도: 37° 06' 57.5", 경도: 128° 46' 14.1")
채 수 량		130 m ³ /day
제 원		가) 구 경 : 200 mm 나) 심 도 : 200 m
수중모터펌프		가) 마 력 : 3.0HP 나) 설치심도 : 78m 다) 토출관규격 : 40mm
개발년도(연장허가)		2004년12월31일
점검자 소속		(주)싱크워터
		점검일자
		2019.05.07




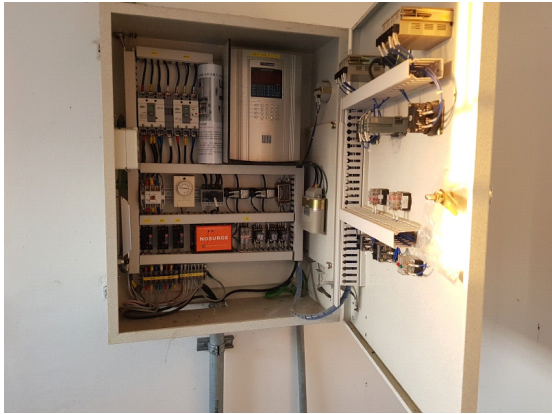
나. 세부점검내역

분야별	구 분	점검항목	점검사항	점 검 내 용	점 검 결 과	
지 질 / 수 질	관 정	수 질	수질검사	검사일	2013.4.11	
				농업용 수질기준	합격	
				부적합 항목	-	
		관 정	자연수위	자연수위 측정	가능	
				양 수 량	양수량의 적정여부	확인불가
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	확인불가
		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	보통	
				녹발생 및 부식정도	양호	
		측 정 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	불량	
				출수장치	출수장치의 파손여부	양호
				수위측정관	수위측정관의 관리상태	양호
		기 계	기 계 시설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태
용 량	이용량 대비 용량의 적정성				불량	
전 기	전 기 시설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	불량	
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	불량	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	불량	

다. 점검결과

문제점	외부 배전판 제거로 전기 공급이 되지 않으며, 전기사용료가 비싸 사용하지 않는 이유로 제거함.		
대책	시설물정비(기계 및 전기, 유량계), 수질검사(농업용수) 실시		
추정소요사업비 (공종별)	공종(항목)	처리내역	처리비용
	수질검사	수질검사(농업용수)	109.4
	시설물 정비	유량계 설치	683.4
	시설물 정비	기계 및 전기	2,021.8
	계		2,814.6

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		영상지구 (일련번호 : 452) / 허가신고번호 : 1200400007
위 치	당 초	강원도 영월군 상동읍 내덕리 134 (위도: 37° 07' 30.7", 경도: 128° 47' 20.0")
	변 경	강원도 영월군 상동읍 내덕리 134 (위도: 37° 07' 29.9", 경도: 128° 47' 20.4")
채 수 량		100 m ³ /day
제 원		가) 구 경 : 200 mm 나) 심 도 : 200 m
수중모터펌프		가) 마 력 : 3.0HP 나) 설치심도 : 72m 다) 토출관구경 : 40mm
개발년도(연장허가)		2012년 01월 27
점검자 소속		(주)싱크워터
		점검일자
		2019.05.07

나. 세부점검내역

분야별	구 분	점검항목	점검사항	점 검 내 용	점 검 결 과	
지 질 / 수 질	관 정	수 질	수질검사	검사일	2013.04.11	
				농업용 수질기준	합격	
				부적합 항목	-	
		관 정	자연수위	자연수위 측정	2.7m	
				양 수 량	양수량의 적정여부	-
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	-
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	양호	
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	양호
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	양호
		오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	양호	
				녹발생 및 부식정도	양호	
		측 정 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	불량	
				출수장치	출수장치의 파손여부	없음
				수위측정관	수위측정관의 관리상태	양호
		기 계	기 계 시설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태
용 량	이용량 대비 용량의 적정성				불량	
전 기	전 기 시설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	불량	
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	양호	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	양호	

다. 점검결과

문제점	배전판 제거로 전원이 들어오지 않음.		
대 책	시설물정비(기계 및 전기시설 보수, 유량계), 수질검사(농업용수) 실시		
추정소요사업비 (공 종 별)	공 종 (항 목)	처 리 내 역	처 리 비 용
	수질검사	수질검사(농업용)	109.4
	시설물 정비	기계 및 전기시설 보수	2021.8
	시설물 정비	유량계 설치	683.4
	계		2,814.6

라. 사진대지

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