

발간등록번호

11-1543000-000596-01

[ 강원 강릉시 ]

2014

# 농촌지하수관리 보고서

명사지구



**농림축산식품부**  
Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs



**한국농어촌공사**



## &lt; 차례 &gt;

I. 농촌지하수관리사업 개요 .....	3
1.1 농촌지하수관리사업의 배경 .....	3
1.2 농촌지하수관리사업의 목적 .....	3
1.3 농촌지하수관리사업의 내용 .....	3
1.4 명사지구 농촌지하수관리사업의 목적 및 특성분석 .....	4
1.5 지하수 개발·이용현황 .....	5
1.6 농어촌지하수관리시스템(농어촌지하수넷) 설명 .....	7
II. 농업용 공공관정 현황 및 조사 .....	15
2.1 공공관정 개발·이용 현황 .....	15
2.2 농업용 공공관정 일제조사 .....	16
2.2.1 농업용 공공관정 현황 .....	16
2.2.2 농업용 공공관정 점검표 .....	17
2.3 농업용 공공관정 점검결과 및 관리방안 .....	19
2.3.1 점검결과 .....	19
2.3.2 지하수개발·이용허가의 유효기간 연장을 위한 조사 제안 .....	19
2.3.3 사후관리 제안 .....	20
2.3.4 지하수수질검사 제안 .....	21
2.3.5 원상복구 제안 .....	22
2.3.6 시설물정비 제안 .....	23
III. 향후전망 .....	27
3.1 가뭄 개요 .....	27
3.1.1 가뭄 정의 .....	27
3.1.2 농업적 가뭄 해석의 유의점 .....	29
3.1.3 우리나라 농업적 가뭄 .....	29
3.1.4 우리나라 가뭄 연혁 .....	30
3.2 기후변화 시나리오 .....	30

3.2.1 대표농도경로 시나리오 .....	30
3.2.2 한반도 기후변화 시나리오 .....	32
3.3 가뭄지수 .....	34
3.3.1 파머가뭄지수(PDSI) .....	34
3.3.2 표준강수지수(SPI) .....	35
3.4 가뭄예측 및 감시 .....	37
3.4.1 기상학적 가뭄예측 .....	37
3.4.2 시설원예농업을 위한 가뭄감시 .....	37
3.4.3 논 농업을 위한 가뭄감시 .....	40
3.5 지하수 개발가능량 산정 및 급수계획 구축 .....	42
3.5.1 지하수 함양률 산출 .....	42
3.5.2 지하수 개발가능량 산출 .....	43
3.5.3 지하수 급수계획 구축 .....	44
3.6 가뭄예측 결과 .....	45
3.6.1 용수구역 가뭄예측 .....	45
3.6.2 리(동)별 가뭄예측 .....	48
3.7 지하수 개발·이용 전망 .....	55
3.7.1 지하수개발가능량 .....	55
3.7.2 지하수개발 추세 .....	60
3.7.3 개발·이용 예측 .....	62
3.8 오염 추세분석 및 예측 .....	63
3.8.1 오염취약성분석(DRASTIC & Modified DRASTIC) .....	63
3.8.2 지하수 오염 예측 .....	66
IV. 명사지구 지하수 개발·이용 방안 .....	73
4.1 생활용수 개발대상지 분석 .....	73
4.2 농업용수 개발대상지 분석 .....	76
4.3 명사지구 지하수개발·이용 방안도 .....	80



4.3.1 명사지구 농업용 지하수개발·이용 방안도 .....	80
4.3.2 명사지구 생활용 지하수개발·이용 방안도 .....	82
V. 지하수 보전·관리 방안 .....	85
5.1 지하수관리 필요지역 .....	85
5.1.1 지하수관리필요지역 선정 기준 .....	85
5.1.2 읍면별 현황 및 대책 .....	86
5.1.3 지하수관리필요지역 선정 결과 .....	96
5.2 지하수보전·관리를 위한 대책제안 .....	97
5.2.1 문제유형별 대책방안 분류 .....	97
5.2.2 명사지구 지하수관리 필요지역 대책제안 .....	97
5.2.3 명사지구 지하수모니터링 .....	101
VI. 용어해설 .....	109
VII. 참고문헌 .....	119
VIII. 과업참여자 .....	127

<부 록>

1. 일반현황

1.1 조사지역(농촌용수구역) ..... 부록-5  
 1.2 인구현황 ..... 부록-6  
 1.3 농업 및 산업경제 ..... 부록-8  
 1.4 자연환경현황 : 하천, 유역, 기상, 지형 및 지질, 토지이용 및 토양..... 부록-12

2. 지하수 개발·이용 현황 ..... 부록-27

2.1 지하수 개발 현황 ..... 부록-27  
 2.1.1 신고·허가별 지하수 개발 현황 ..... 부록-27  
 2.1.2 용도별 지하수 개발 현황 ..... 부록-29  
 2.1.3 관정형태별 지하수 개발 현황 ..... 부록-31  
 2.2 지하수 이용 현황 ..... 부록-34  
 2.2.1 이용량 산정 ..... 부록-34  
 2.2.2 용도별 이용 현황 ..... 부록-39  
 2.2.3 단위면적당 이용 현황 ..... 부록-41  
 2.2.4 지하수 개발·이용에 따른 동리별 순위 ..... 부록-43

3. 지하수 특성 ..... 부록-47

3.1 지하수 수리특성 ..... 부록-47  
 3.1.1 수리특성 분석 ..... 부록-47  
 3.1.2 부존특성 ..... 부록-51  
 3.2 지하수 수질특성 ..... 부록-63  
 3.2.1 오염원 현황 ..... 부록-63  
 3.2.2 수질분석 ..... 부록-70  
 3.2.3 지하수 수질 환경특성에 따른 동리별 순위 ..... 부록-88  
 3.3 오염취약성 분석 ..... 부록-89

---

3.3.1 DRASTIC 시스템 .....	부록-91
3.3.2 DRASTIC 시스템의 적용 .....	부록-93
4. 지하수관리 방안 .....	부록-107
4.1 기본방향 .....	부록-107
4.1.1 행정규제에 의한 관리방안 .....	부록-107
4.1.2 비규제적 관리방안 .....	부록-110
4.1.3 기술적방안 .....	부록-114
5. 청문조사결과(설문조사) .....	부록-119
6. 농촌지하수관리사업 수동관측망 .....	부록-131
6.1 수동 관측망 운영사유 .....	부록-131
6.2 수동 관측망 운영결과 .....	부록-131
6.3 관측결과 추이 분석 .....	부록-131
7. 농어촌지하수넷 시스템 이용안내 .....	부록-135
8. 공공관정 점검표 .....	부록-169



< 표목차 >

<표 1-5-1> 명사지구 행정자료 및 조사현황 ..... 5

<표 1-5-2> 지하수시설 조사자료 재분류 ..... 5

<표 1-5-3> 명사지구 용도별 지하수 현황 ..... 6

<표 1-5-4> 명사지구 실사용 관정 현황 ..... 6

<표 1-6-1> 농촌용수구역별 조사현황 ..... 8

<표 1-6-2> 행정구역별 조사현황 ..... 9

<표 2-1-1> 공공관정 개발 현황 ..... 15

<표 2-2-1> 농업용 공공관정 현황 ..... 16

<표 2-3-1> 공공관정 일제조사 현황 ..... 19

<표 2-3-2> 지하수영향조사 필요관정 현황 ..... 20

<표 2-3-3> 사후관리 필요관정 현황 ..... 21

<표 2-3-4> 수질검사 필요관정 현황 ..... 22

<표 2-3-5> 원상복구 필요관정 및 임시조치 현황 ..... 23

<표 2-3-6> 시설물관리 필요관정 제안 ..... 24

<표 3-2-1> 시나리오별 대기 중 이산화탄소 농도 예측 ..... 32

<표 3-3-1> 파머가뭄지수(PDSI)에 따른 가뭄상태 ..... 35

<표 3-3-2> 표준강수지수(SPI)에 따른 가뭄상태 ..... 36

<표 3-3-3> SPI와 PDSI 가뭄지수 비교 ..... 36

<표 3-6-1> 명사지구 논밭 및 가구당 경지면적 ..... 46

<표 3-6-2> 명사지구 농지면적 및 농업기반시설 현황 ..... 46

<표 3-6-3> 명사지구 가뭄지수 산정 결과 ..... 47

<표 3-6-3> 명사지구 리별 가뭄지수 산정 결과 ..... 49

<표 3-6-4> 명사지구 농업기반시설 현황 및 한발빈도 ..... 52

<표 3-6-5> 명사지구 수혜면적 취약지역 현황 ..... 54

<표 3-7-1> 유역별 지하수 개발가능량 ..... 56

<표 3-7-2> 읍면별 지하수 개발가능량 산정 ..... 57

<표 3-7-3> 리별 지하수 개발가능량 산정 .....	58
<표 3-7-4> 용도별 지하수 개발공수 및 이용량 변화 .....	60
<표 3-7-5> 명사지구 용도별 신규관정 개발추이 .....	61
<표 3-7-6> 연도별 지하수 이용량 예측 .....	62
<표 3-8-1> 읍면별 DRASTIC Index .....	65
<표 3-8-2> 읍면별 Modified DRASTIC Index .....	65
<표 3-8-3> 지하수오염예측도 등급 분류표 .....	67
<표 3-8-4> 읍면별 지하수오염예측등급 면적비 .....	69
<표 4-1-1> 생활용수 급수, 미급수 인구현황 및 개발대상지 분석 .....	73
<표 4-1-2-a> 소규모 수도시설 및 관정개발 현황 .....	74
<표 4-1-2-b> 소규모 수도시설 및 관정개발 현황 .....	74
<표 4-1-2-c> 소규모 수도시설 및 관정개발 현황 .....	75
<표 4-1-2-d> 소규모 수도시설 및 관정개발 현황 .....	75
<표 4-2-1> 농업용수 개발대상지 분석 .....	77
<표 4-2-2> 리별 농업용수 개발대상지 분석 .....	78
<표 4-2-2-계속> 리별 농업용수 개발대상지 분석 .....	78
<표 5-1-1> 지하수 관리지역 선정지표 .....	85
<표 5-1-2> 주문진읍 지하수 수량관리 필요지역 .....	88
<표 5-1-3> 주문진읍 지하수 수질관리 필요지역 .....	88
<표 5-1-4> 사천면 지하수 수량관리 필요지역 .....	90
<표 5-1-5> 사천면 지하수 수질관리 필요지역 .....	91
<표 5-1-6> 연곡면 지하수 수량관리 필요지역 .....	93
<표 5-1-7> 연곡면 지하수 수질관리 필요지역 .....	93
<표 5-1-8> 현남면 지하수 수량관리 필요지역 .....	95
<표 5-1-9> 현남면 지하수 수질관리 필요지역 .....	95
<표 5-1-10> 읍·면별 지하수관리필요지역 .....	96
<표 5-2-1> 문제유형별 대책방안 분류 .....	97
<표 5-2-2> 읍·면별 대책 제안 .....	98
<표 5-2-3> 명사지구 지하수관리필요지역 세부내역 .....	99
<표 5-2-3 계속> 명사지구 지하수관리필요지역 세부내역 .....	100
<표 5-2-4> 강릉시 국가 지하수관측망 설치현황(2014. 10 현재) .....	101

<표 5-2-5> 강릉시 관내 지하수 수질 측정망(2014. 환경부) ..... 102  
 <표 5-2-6> 명사지구 농촌지하수관측망 설치현황 ..... 103  
 <표 5-2-7> 보조 지하수 관측망의 평가 인자의 분류 및 계층구조 ..... 104  
 <표 5-2-8> 보조 지하수 관측망 설치 제안 ..... 105

< 그림목차 >

<그림 1-4-1> 강릉시 용수구역 현황도 ..... 4  
 <그림 1-6-1> '01~'13년 사업시행지구 ..... 7  
 <그림 1-6-2> 농어촌지하수관리시스템 구성도 ..... 12  
 <그림 2-1-1> 공공관정 현황도 ..... 15  
 <그림 2-3-1> 지하수영향조사 필요관정 개수 ..... 20  
 <그림 2-3-2> 사후관리 필요관정 개수 ..... 21  
 <그림 2-3-3> 수질검사 필요관정 개수 ..... 22  
 <그림 2-3-4> 원상복구 필요관정 개수 ..... 23  
 <그림 2-3-5> 시설물관리 필요관정 개수 ..... 24  
 <그림 3-1-1> 가뭄분류 (US NDMC) ..... 28  
 <그림 3-2-1> RCP 시나리오별 이산화탄소 농도 예측 ..... 32  
 <그림 3-2-2> 기후변화정보센터 홈페이지(www.climate.go.kr) ... 33  
 <그림 3-4-1> 가뭄예측 및 대책수립 순서도 ..... 38  
 <그림 3-4-2> 지하수 수위분석을 통한 가뭄정보 제공 예 (USGS) ..... 40  
 <그림 3-6-1> 명사지구 가뭄지수(회) ..... 47  
 <그림 3-6-2> 명사지구 리별 가뭄지수(회) ..... 51  
 <그림 3-7-1> 유역별 지하수 이용량 및 개발가능량 ..... 56  
 <그림 3-7-2> 읍면별 지하수 이용량 및 개발가능량 ..... 57  
 <그림 3-7-3> 연도별 지하수 이용.개발 ..... 60  
 <그림 3-7-4> 용도별 지하수 이용량 추이 ..... 61  
 <그림 3-7-5> 지하수 이용전망 추세 ..... 62  
 <그림 3-8-1> DRASTIC Map ..... 65

<그림 3-8-2> Modified DRASTIC Map .....	66
<그림 3-8-3> 발생단위별 잠재오염원 부하량 등급도 .....	67
<그림 3-8-4> 읍면별 지하수오염예측등급 면적비 .....	70
<그림 3-8-5> 명사지구 지하수오염예측도 .....	70
<그림 4-2-1> 농업용수 수혜면적 .....	77
<그림 4-2-2> 조사지역 농업기반수리시설 .....	77
<그림 4-3-1> 명사지구 농업용지하수개발·이용 방안도 .....	81
<그림 4-3-2> 명사지구 생활용지하수개발·이용 방안도 .....	82
<그림 5-1-1> 관리지구 선정기준을 위한 표준정규분포곡선 .....	86
<그림 5-2-1> 지하수 수위 및 수질 관측정 위치도 .....	101
<그림 5-2-2> 명사지구 농촌지하수관리 관측망 현황 .....	103
<그림 5-2-3> 지역지하수관측망 설치 제안도 .....	105



## □ 보고서 요약

### 1. 지구현황

구분	면적 (km <sup>2</sup> )	인구 (명)	지하수 현황(공)						
			계	생활용	공업용	농업용	기타	원상 복구	
<b>명사지구</b>	<b>398.37</b>	<b>33,861</b>	<b>2,591</b>	<b>2,029</b>	<b>15</b>	<b>526</b>	<b>1</b>	<b>20</b>	
강릉시	주문진읍	60.56	19,293	717	587	7	123	-	-
	사천면	70.90	4,311	1,192	1,037	5	150	-	-
	연곡면	202.41	6,930	453	333	2	118	-	-
양양군	현남면	64.50	3,327	229	72	1	135	1	20

### 2. 공공관정 현황

구분	계	농업용				생활용		
		소계	전	답	원예	소계	마을 상수도	농업생 활검용
<b>명사지구</b>	<b>77</b>	<b>60</b>	<b>20</b>	<b>39</b>	<b>1</b>	<b>17</b>	<b>15</b>	<b>2</b>
강릉시	주문진읍	9	8	4	4	0	1	0
	사천면	22	19	9	10	0	3	1
	연곡면	34	22	6	15	1	12	0
양양군	현남면	12	11	1	10	0	1	1

\* 자료출처 : 강릉시 건설과 농업기반조성(2013년), 상수도과 마을상수도(2013년)

### 3. 공공관정 일제조사 결과

구분	계	조사										미조사
		소계	조치 불필요	조치필요								
				소계	영향 조사	사후 관리	수질 검사	원상 복구	시설 물정비	기타		
<b>명사지구</b>	<b>19</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>16</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0</b>		
강릉시	주문진읍	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	
	사천면	9	1	1	8	1	4	2	1	0	0	
	연곡면	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
양양군	현남면	8	0	0	8	5	1	0	0	2	0	

#### 4. 미래가뭄 예측 결과

(단위 : 회)

구 분		2015 ~ 2035		2036 ~ 2056		2057 ~ 2077		2078 ~ 2100	
시군/읍면		가뭄	극심가뭄	가뭄	극심가뭄	가뭄	극심가뭄	가뭄	극심가뭄
<b>명 사 지 구</b>		<b>432</b>	<b>62</b>	<b>352</b>	<b>0</b>	<b>374</b>	<b>0</b>	<b>234</b>	<b>0</b>
강릉시	주문진읍	61	10	46	0	48	0	51	0
	사천면	95	17	83	0	86	0	83	0
	연곡면	105	16	89	0	88	0	91	0
양양군	현남면	171	19	134	0	152	0	9	0

#### 5. 지하수 개발가능량 산정

읍 면	면 적 (km <sup>2</sup> )	10년빈도 가뭄강수량 (mm)	함양량 (천m <sup>3</sup> /년)	지하수이용량 (천m <sup>3</sup> /년)	개발가능량 (천m <sup>3</sup> /년)	이용량/개발가능량 (%)	
<b>명 사 지 구</b>	<b>398.37</b>	<b>4,082.18</b>	<b>87,508.5</b>	<b>1,336.4</b>	<b>55,218.08</b>	<b>2.42</b>	
강릉시	주문진읍	60.56	1,044.00	14,100.00	326.75	8,743.00	3.73
	사천면	70.90	1,087.60	16,885.00	281.46	10,893.00	2.58
	연곡면	202.41	863.70	44,923	479.80	23,229.00	2.06
양양군	현남면	64.50	1086.88	11,600.50	248.39	12,353.08	2.01

#### 6. 지하수오염예측등급 면적비

구분 읍면동	총면적 (km <sup>2</sup> )	지하수오염예측 등급별 면적비(%)								
		Aa	Ab	Ac	Ba	Bb	Bc	Ca	Cb	Cc
<b>명사지구</b>	<b>398.37</b>	<b>3.11</b>	<b>2.33</b>	<b>1.44</b>	<b>7.74</b>	<b>7.56</b>	<b>34.06</b>	<b>2.91</b>	<b>2.10</b>	<b>38.75</b>
주문진읍	60.56	4.61	0.00	1.18	16.69	0.02	53.68	16.08	0.00	7.74
사천면	70.90	5.07	7.86	2.63	8.98	15.65	20.35	0.73	3.90	34.83
연곡면	202.41	1.20	0.04	0.23	4.00	4.52	26.61	0.14	2.57	60.69
현남면	64.50	5.42	5.48	4.06	9.65	14.91	53.43	1.75	0.67	4.63

#### 7. 생활용수 급수, 미급수 인구현황 및 개발대상지 분석

(단위 : 공, 명, 세대, m<sup>3</sup>/일)

구 분	개발 필요공수	세대 수	인구	상수도		소규모 수도시설			관 정				미급수 세대	필요 수량 (m <sup>3</sup> /일)
				급수 인구	보급 율 (%)	시설 수	급수 가구	급수 인구	시설 수	사설 중적	사설 암반	공공 암반		
명사 지구	8	15,803	33,531	27,749	82.8	3	94	315	593	521	55	17	5,782	2,283

### 8. 농업용수 개발대상지 분석

구 분	개발 필요 공수	농지 면적	수혜 면적	잔여 면적	관정 밀도 (공/ km <sup>2</sup> )	농업용 관정		저수지		양수장		취입보		집수암거	
						개소 수	수혜 면적	시설 수	수혜 면적	시설 수	수혜 면적	시설 수	수혜 면적	시설 수	수혜 면적
명사 지구	674	38.16	17.96	20.21	0.14	542	5.34	6	4.00	3	0.35	83	8.17	1	0.10

### 9. 읍면별 지하수관리 필요지역

구 분		수 량(동리)		수 질(동리)	
명사지구		2	-	4	-
강릉시	주문진읍	1	교항리	1	교항리
	사천면	-	-	1	미노리
	연곡면	-	-	2	동덕리 영진리
양양군	현남면	1	원포리	-	-

### 10. 읍면별·리별 문제별 대책 제안

구 분		계	수량 및 수질관리 (A)	정밀조사 및 관측 (B)	방치공 관리 (C)	오염원 관리 (D)	대체용수 (관정)개발 및 공공관정 관리 (E)	비고
명 사 지 구		22	5	3	2	1	11	
강릉시	주문진읍	5	교항리	교항리	-	교항리	교항리 장덕리	
	사천면	4	-	미노리	노동리 (1개소)	-	미노리 사천진리	
	연곡면	7	영진리	동덕리	-	-	동덕리 삼산리 송림리 영진리 퇴곡리	
양양군	현남면	6	원포리 동덕리 북분리	-	하월천리 (2개소)	-	포매리 하월천리	



# I

## 농촌지하수관리사업 개요



## I. 농촌지하수관리사업 개요

### 1.1 농촌지하수관리사업의 배경

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

### 1.2 농촌지하수관리사업의 목적

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

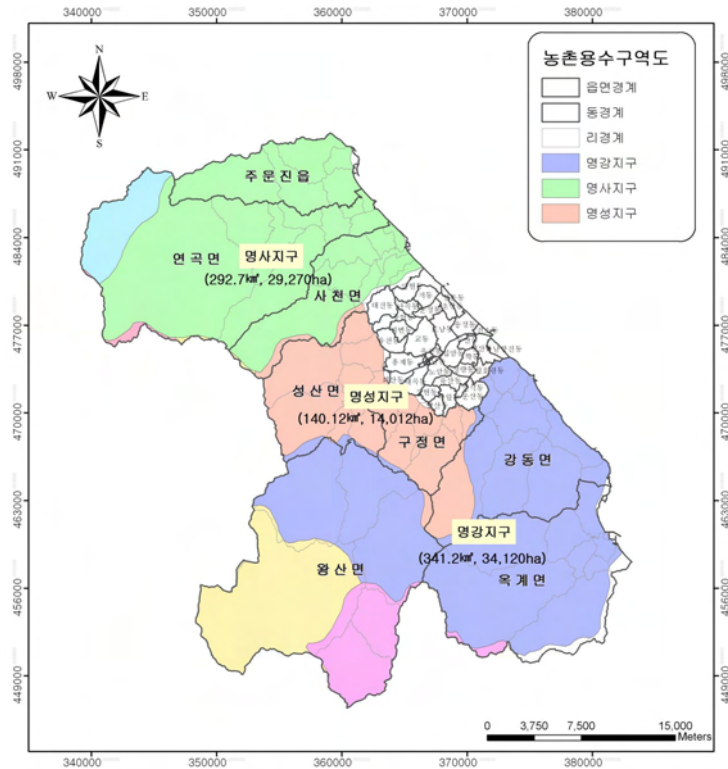


농어촌지역 지하수의 효율적 개발·관리

### 1.3 농촌지하수관리사업의 내용

- 현장조사를 통한 관정 및 오염원 현황 파악
- 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 명사지구 농촌지하수관리사업의 목적 및 특성분석



<그림 1-4-1> 강릉시 용수구역 현황도

명사지구는 강릉시 주문진읍, 사천면, 연곡면과 양양군 현남면을 포함하며, 강릉시의 북부 및 양양군의 남부에 위치한다. 명사지구는 서쪽으로 태백산맥과 접하여 있고, 동쪽은 비교적 낮은 서고동저의 지형형상이다. 연곡면과 사천면 서부지역은 대부분 산간지형으로 구성되어 있고 농경지 및 주거지는 계곡 및 하천유역에 소규모로 형성되어 있다. 이러한 지형적인 영향으로 농경지는 경사지에 주로 분포하며 가뭄 등의 기후변화에 대비하여 밭작물에 대한 농업용수의 추가적인 확보방안이 필요하다. 명사지구는 사천면, 현남면은 농업기반시설이 잘 되어 있으나, 주문진읍과 연곡면은 수리시설에 의한 용수공급 체계가 갖추어져 있지 않다. 본 보고서는 이러한 명사지구의 지하수 이용 및 개발특성, 수질특성, 가뭄 등의 기후변화에 대비하여 지하수를 보전·관리를 위한 대책 등을 제안하였다.



1.5 지하수 개발·이용현황

명사지구는 허가관정은 18공이며, 신고관정은 2,588공이다. 본 조사에서는 총 1,394공을 조사하였으며, 실제 사용관정은 금회조사의 허가관정과 신고관정의 합인 1,394공이다. 금회조사에서 기타부분은 적법한 절차를 이행하지 않고 원상복구 되거나, 방치된 관정 또는 미활용되고 있는 관정이 다수를 차지한다. 이러한 부분은 강릉시 시설물등록대장과 상이한 부분이다.

<표 1-5-1> 명사지구 행정자료 및 조사현황

(단위 : 공)

구 분	행정자료(지자체) <sup>(1)</sup>				금회조사 <sup>(2)</sup>				
	계	허가	신고	기타	계	허가	신고	기타	
명사지구	계	2,591	18	2,558	15	1,394	16	1,371	7
	주문진읍	717	2	715	-	189	2	187	0
	사천면	1,192	3	1,189	-	602	3	599	0
	연곡면	453	5	448	-	398	5	393	0
	현남면	229	8	206	15	205	6	192	7

\* (1) : 시군구 행정종합시스템 또는 지역개발행정종합시스템

\* (2) : 국토부 발행 지하수조사연보 또는 지하수이용실태조사보고서

□ 지하수시설 조사 재분류

미존재, 미신고, 방치공, 미활용, 원상복구, 기타 등으로 재분류

<표 1-5-2> 지하수시설 조사자료 재분류

(단위 : 공)

구 분	계	미존재	미신고	방치공	미활용	원상복구	기타
계	818	302	0	3	115	397	1
명사지구	주문진읍	109	22	0	0	85	0
	사천면	414	171	0	1	171	0
	연곡면	188	41	0	0	112	0
	현남면	107	68	0	2	29	1

\* 미존재 : 시청에 허가신고시설로 등록되어 있으나 해당지면에 관정이 존재하지 않는 경우

\* 미신고 : 신고나 허가 절차없이 개발된 관정

\* 방치공 : 현재이용하지 않는 상태로 장기간 방치, 폐기된 관정으로서 되메움 작업이 되지 않은 관정

\* 미활용공 : 개인소유의 소형관정 등으로 일정기간(영농기, 긴급가뭄시)에만 활용하는 관정

\* 원상복구 : 시청에 등록된 관정으로 지하수법에 의거 원상복구된 관정

\* 기타 : 행정자료에 지번, 소유자, 좌표 등이 누락되어 등록 관정 여부를 확인할 수 없는 경우

<표 1-5-3> 명사지구 용도별 지하수 현황

(단위 : 공)

구 분	행정자료(지자체)					금회조사					
	계	생활	공업	농업	기타	계	생활	공업	농업	기타	
명사지구	계	2,591	2,033	15	542	1	1,394	1,001	13	379	1
	주문진읍	717	587	7	123	0	189	143	5	41	0
	사천면	1,192	1,037	5	150	0	602	502	5	95	0
	연곡면	453	333	2	118	0	398	289	3	106	0
	현남면	229	76	1	151	1	205	67	0	137	1

명사지구는 생활용 관정이 78.4%, 농업용 관정이 20.9%를 차지한다. 허가관정은 18공이며, 신고관정은 2,588공이다. 본 조사에서는 총 1,394공을 조사하였으며, 실제사용관정은 금회조사의 46%에 해당하는 639공이다. 실제사용관정은 본 사업의 공정 중 관정현황 조사에서 조사된 실사용 관정을 나타내었다.

<표 1-5-4> 명사지구 실사용 관정 현황

(단위 : 공)

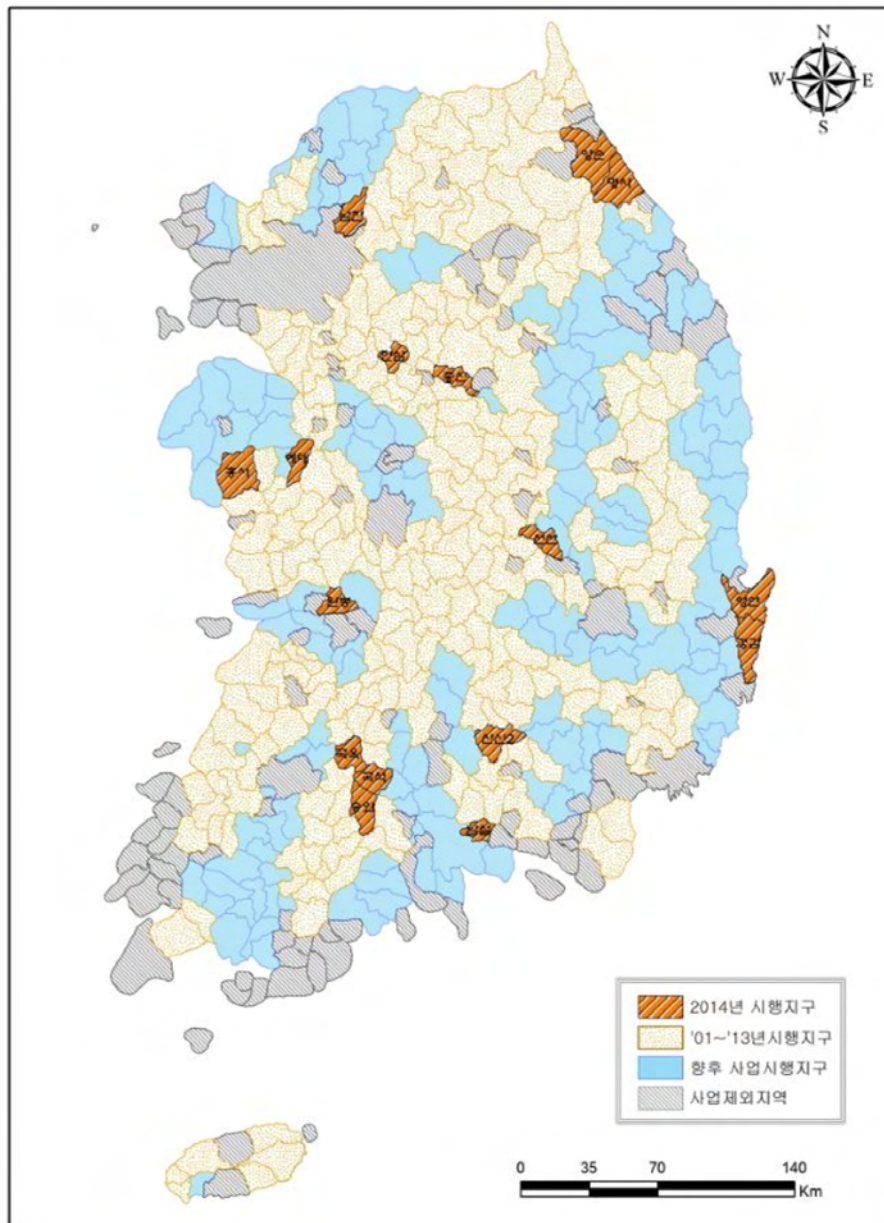
읍면	계	생활용	공업용	농업용	기타	
<b>명사지구</b>	<b>639</b>	<b>430</b>	<b>8</b>	<b>201</b>	<b>0</b>	
강릉시	주문진읍	80	54	1	25	0
	사천면	253	198	5	50	0
	연곡면	210	147	2	61	0
양양군	현남면	96	31	0	65	0

<표 1-5-4>은 명사지구의 실사용관정 현황이다. 실사용 관정은 639개소로 행정자료의 24.9%에 해당된다. 강릉시 시설등록대장의 절반이 신고 없이 원상복구 되었거나 방치된 것을 의미한다. 이는 지하수 이용실태 조사 등을 통하여 법적으로 조치할 필요성이 있다.

## 1.6 농어촌지하수관리시스템(농어촌지하수넷)

### 1.6.1 구축 현황

농어촌지하수관리시스템(농어촌지하수넷)을 통해 사업시행대상 352 농촌용수구역 중 '13년까지 193지구 농촌용수구역(69개 시군 지역)에 대한 농어촌지하수 조사결과를 인터넷 기반의 WebGIS 지도 서비스로 제공함



<그림 1-6-1> '01~'13년 사업시행지구

<표 1-6-1> 농촌용수구역별 조사현황

조사년도	계 (지구)	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주
계획(지구)	352	41	36	28	41	34	60	62	44	6
완료지구(계)	193	27	23	19	23	24	24	25	23	5
2001	1	화남2	-	-	-	-	-	-	-	-
2002	2	-	-	-	-	-	무망	-	김진	-
2003	6	화서 화비	-	제산	이송	부동	-	칠석	-	-
2004	15	평포 평고	원문 원관	음산 음원	아인 아영	부백 정입	무일 무청	영화	김장 진집	-
2005	15	평서 이흥	원양 춘동	제봉 금남	공정 금남	순금 정북	무현 보선	영금 상리	진수	-
2006	15	이설 광초	춘신 횡둔	유구 금부	유구 금부	정산 순동	보노	영자 상외	진지 시용	-
2007	20	광포 김고 여서	횡소 홍화 평용	진백2 괴청	공논 금북	정감 순쌍 장변	보문 보벌	상화 금대	사포 하금	제애
2008	23	김영 여북 과교	홍두 평방 평대	괴도 옥동	논벌 부서	장계 진상 고신	화춘 동평 장북	금봉 상사 군부	하적 합적 거가	제조
2009	23	여감 과문 용남	양동 화간	옥청 영양	논산 부흥 부은	진백 고원 고광	장삼 화릉 장군	감문 군위 문호	합을 거남 밀부	제한
2010	23	과적 가외 용외	양방 화상	청부 영산	기산 남포 청청	무적 임삼 남보	장관 함손 영감	문산 청송 안예	거고 일하 거사	제대
2011	18	가북 용기	고성 인부	영매 보마	서비 보외	무설 순강 남대	함신 고강	청현 안풍	거장 창계	제남
2012	16	가설 안고	고죽 인남	보내	보청 청화	남운	함라 신압 진진	안길 봉법 봉영	창리 산산	-
2013	16	안서 양조	인상 명성	보미	청대 홍금	익용	진군 곡고 승상	봉석 춘양 봉상	산신 양하	-

<표 1-6-2> 행정구역별 조사현황

구 분	계	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주
계(지구)	69	9	9	8	8	7	9	9	9	1
2001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2003	2	-	-	-	-	-	-	칠곡	김해	-
2004	3	화성	-	-	아산	부안	-	-	-	-
2005	4	평택	-	제천 음성	-	-	무안	-	-	-
2006	6	이천	원주 춘천	-	-	-	보성	영천	진주	-
2007	9	광주	횡성	진천 괴산	공주 금산	정읍 순창	-	-	사천	-
2008	7	김포	홍천 평창	증평	-	장수	-	상주	하동	-
2009	11	여주	-	-	논산 부여	진안 고창	화순 장성	김천 군위	합천	제주
2010	8	파주	화천 양구	옥천	-	-	장흥	문경	거창 밀양	-
2011	7	용인	-	영동	서천	무주	영광	청송	거제	-
2012	6	가평	고성	-	보령	-	함평 신안	안동	-	-
2013	6	-	인제	보은	청양	-	진도	봉화	양산	-

### 1.6.2 접속방법

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

### 1.6.3 운영방법

농어촌지하수정보와 지하수관측정보는 일반인을 포함한 모든 사용자가 로그인 없이 이용가능하며, 지자체 담당 공무원 및 실무관리를 위한 지역 담당자의 정보서비스 이용 시 관리자의 승인을 거쳐 ID/PASSWORD 부여 별도의 지하수정보 신청 시는 요청목적의 타당성 검토 후 자료제공

### 1.6.4 정보서비스 활용

가. 행정기관 : 시·군 지역 지하수관리계획 수립 등 보전관리 정책 추진과 행정관리에 활용

#### [보전관리정책]

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

#### [행정관리]

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

나. 일반인 : 농촌지역 주민들의 지하수개발·이용과 계몽자료 활용

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

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

#### [지하수조사]

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

#### [지하수개발]

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

라. 행정적 측면

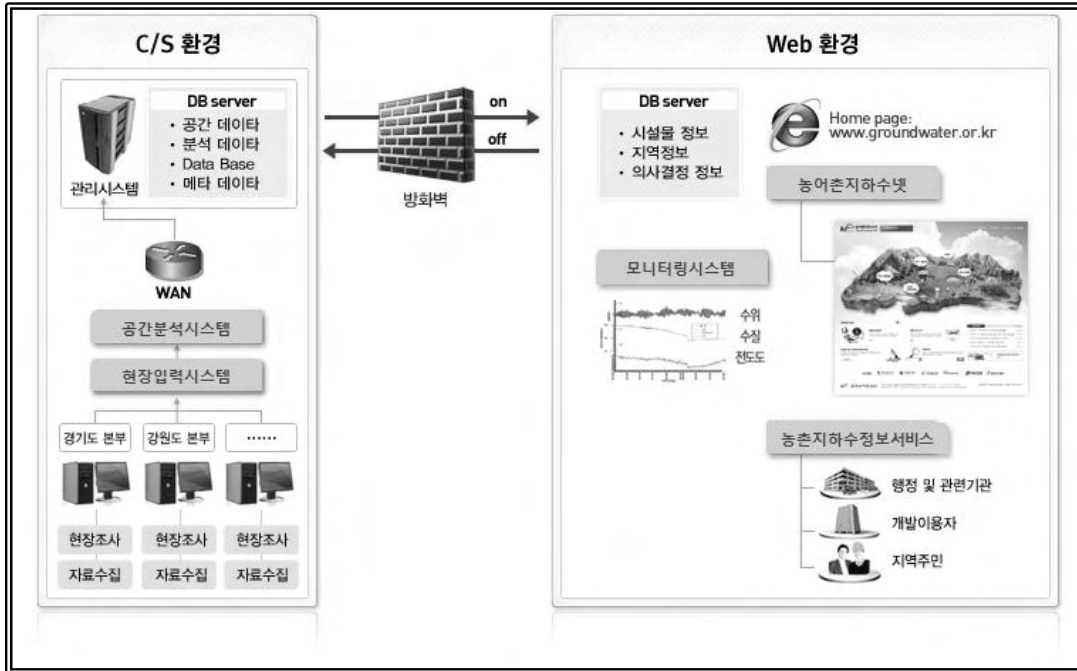
- 지하수자원의 생산성, 과학성, 신뢰성 향상
  - 다양한 지하수정보의 유기적인 분석과 신속한 업무처리로 시간절감
  - 과학적인 분석과 합리적인 의사결정으로 설득력과 수용성 증대
  - 미래 위험발생 예측 및 예방을 위한 기초자료 제공
  - 전국기반 자료구축으로 유기적, 효율적인 지하수 행정구현
- 정보서비스의 품질향상
  - 정량적인 분석자료 제공
  - 신속, 정확한 업무처리에 의한 행정서비스 품질향상
  - 유관기관 자료공유 및 유기적 협조체계 구축

마. 기술적 측면

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

### 1.6.5 시스템 구성 및 이용 안내

#### 가. 시스템 구성



<그림 1-6-2> 농어촌지하수관리시스템 구성도

#### 나. 농어촌지하수관리시스템의 단위시스템 구성

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



# Ⅱ

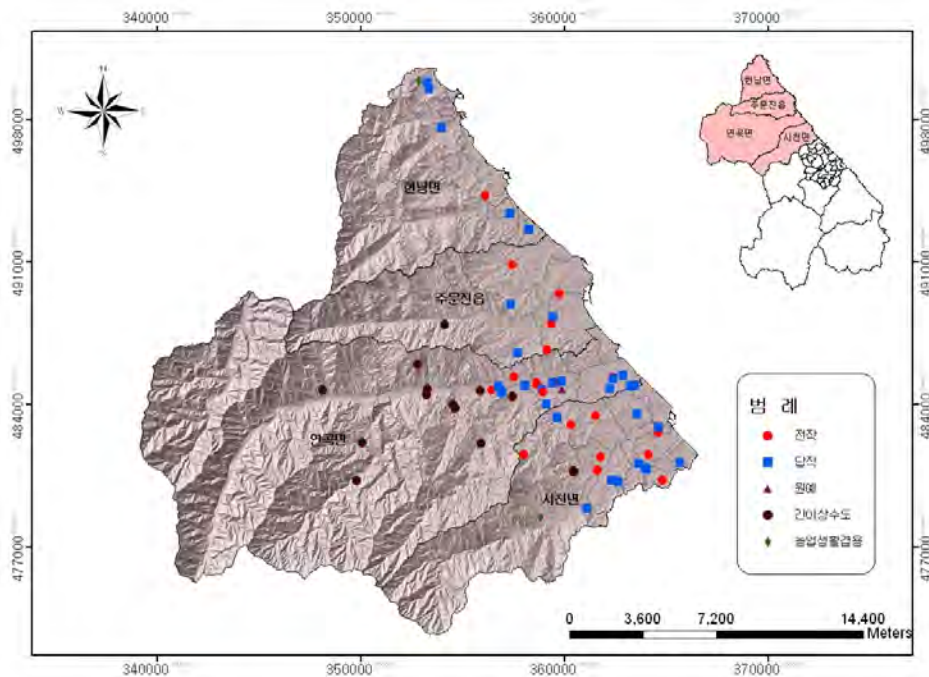
## 농업용 공공관정 현황 및 조사



## Ⅱ. 농업용 공공관정 현황 및 조사

### 2.1 공공관정 개발·이용 현황

공공관정은 국고 또는 공적자금을 투입하여 개발한 관정으로 시설물 유지관리 기관은 대부분 해당 지자체 및 한국농어촌공사이며, 명사지구에는 총 77개의 공공관정이 개발되어 있다. 이중 60개소가 농업용수로 이용되고 있고 17개소가 생활용수로 이용되고 있다.



<그림 2-1-1> 공공관정 현황도

<표 2-1-1> 공공관정 개발 현황

구분	계	농업용			생활용				
		소계	전	답	원예	소계	마을상수도	농업생활급수	
<b>명사지구</b>	<b>77</b>	<b>60</b>	<b>20</b>	<b>39</b>	<b>1</b>	<b>17</b>	<b>15</b>	<b>2</b>	
강릉시	주문진읍	9	8	4	4	0	1	1	0
	사천면	22	19	9	10	0	3	2	1
	연곡면	34	22	6	15	1	12	12	0
양양군	현남면	12	11	1	10	0	1	0	1

※ 자료출처 : 강릉시 건설과 농업기반조성(2013년), 상수도과 마을상수도(2013년)

공공관정 중 농업용관정은 저수지나 하천수 등 수리시설의 혜택이 어려운 지역에 주로 개발되어 있고, 생활용수 관정은 상수도가 보급되지 않은 지역에 개발되어 이용되고 있다.

## 2.2 농업용 공공관정 일제조사

### 2.2.1 농업용 공공관정 현황

<표 2-2-1> 농업용 공공관정 현황

일련 번호	위치				세부 용도	신고/ 허가	관리기관
	시군	읍면	동리	번지			
1	강릉시	주문진읍	주문리	1098	전작	신고	강릉시청
2	강릉시	주문진읍	장덕리	359-2	답작	신고	강릉시청
3	강릉시	사천면	덕실리	313-2	답작	신고	강릉시청
4	강릉시	사천면	덕실리	273	답작	신고	강릉시청
5	강릉시	사천면	방동리	440	답작	신고	강릉시청
6	강릉시	사천면	방동리	449-2	답작	신고	강릉시청
7	강릉시	사천면	노동리	1158	답작	신고	강릉시청
8	강릉시	사천면	석교리	365-3	전작	신고	강릉시청
9	강릉시	사천면	석교리	740-1	답작	신고	강릉시청
10	강릉시	사천면	석교리	857-1	전작	신고	강릉시청
11	양양군	현남면	북분리	207-2	답작	신고	양양군청
12	양양군	현남면	북분리	286-1	답작	신고	양양군청
13	양양군	현남면	입암리	397	답작	신고	양양군청
14	양양군	현남면	하광정 리	471	답작	신고	양양군청
15	양양군	현남면	남애리	237	전작	신고	양양군청

<표 2-2-1>에 나타난 공공관정 점검표는 부록 8장에 수록하였다.

2.2.2 공공관정 점검표

공공관정 조사

가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	2200400203(신고허가번호) (일련번호 : 1)		
위 치	강릉시 주문진읍 주문리 1098		
채 수 량	m <sup>3</sup> /day		
제 원	가) 구 경 : 250mm 나) 심 도 : 90m		
수중모터펌프	가) 마 력 : 3HP 나) 설치심도 : 72m 다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)	2004.12.16		
점검기관	한국농어촌공사	점검일자	2014.10.08

나. 세부점검내역

분야별	구 분	점 검 목	점검사항	점 검 내 용	점 검 결 과	
지 질 / 수 질	관 정	수 질	수질검사	검사일	없음	
				농업용 수질기준	적합( ), 부적합( )	
				부적합 항목		
		관 정	자연수위	자연수위 측정	측정(2.7m), 측정불가()	
				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	
				유 량 계	작동유무 및 파손여부	양호
		측 정 장 치	출수장치	출수장치의 파손여부	양호	
수위측정관	수위측정관의 관리상태			양호		
기 계 시 설	수 중 펌 프			작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태	양호
		용 량	이용량 대비 용량의 적정성	과다(), 적정(), 부족		
전 기 시 설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	양호		
		설 치	위치의 적정성, 설치상태	양호		
		동 작	진동상태, 계기류 작동	양호		

다. 점검결과 공종별 처리비용은 별도로 자료를 드리겠습니다.

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

라. 사진대지

	
사 진 (외 부)	사 진 (내 부)
	
사 진 (배전반)	사 진 (전기 계량기)

### 2.3 농업용 공공관정 점검결과 및 관리방안

#### 2.3.1 점검결과

명사지구의 농업용, 생활용 공공관정 조사 결과 대체적으로 시설물 관리가 잘 되어 있다. 하지만 10년 이상의 노후관정들이 다수 존재하며, 이러한 관정은 에어써징(공내청소), 압상파이프 청소, 수중모터 청소, 양수장옥 정비 등의 사후관리가 필요하다. 또한 강릉시 시설물 등록대장에는 취수계획량이 농업용 150m<sup>3</sup>/일 이상, 생활용 100m<sup>3</sup>/일 이상 인 관정이 신고로 등재되어 있어 지하수영향조사를 통하여 허가시설로 전환해야 한다.

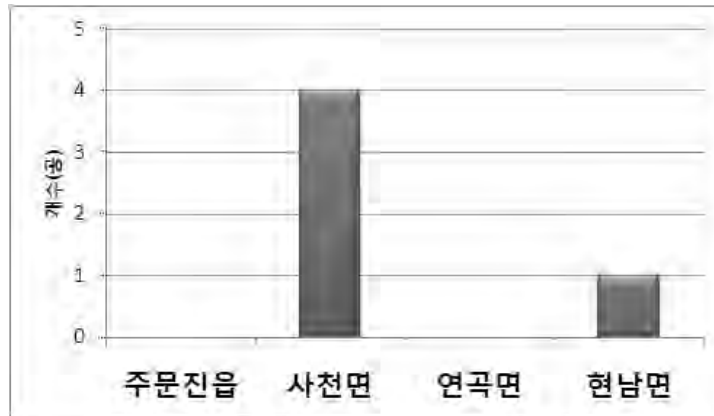
<표 2-3-1> 공공관정 일제조사 현황

구분	계	조사									미조사
		소계	조치불필요	조치필요						기타	
				소계	영향조사	사후관리	수질검사	원상복구	시설물정비		
<b>명사지구</b>	<b>19</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>16</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	
강릉시	주문진읍	2	2	2	-	-	-	-	-	-	
	사천면	9	1	1	8	1	4	2	1	0	
	연곡면	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
양양군	현남면	8	0	0	8	5	1	0	0	2	0

#### 2.3.2 지하수개발·이용허가의 유효기간 연장을 위한 조사 제안

##### 가. 배경 및 현황

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



<그림 2-3-2> 지하수영향조사 필요관정 개수

<표 2-3-2> 지하수영향조사 필요관정 현황

일련번호	위치				유효기간 만료일
	시군	읍면	동리	번지	
9	강릉시	사천면	석교리	740-1	
11	양양군	현남면	북분리	207-2	
12	양양군	현남면	북분리	286-1	
13	양양군	현남면	입암리	397	
14	양양군	현남면	하광정리	471	
15	양양군	현남면	남애리	237	

나. 업무흐름도

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

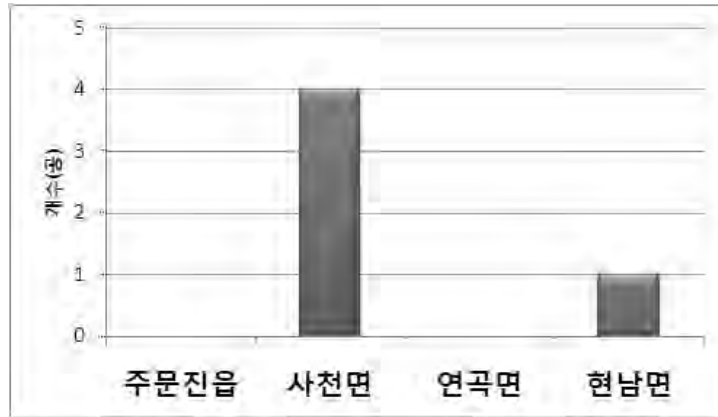
2.3.3 사후관리 제안

가. 배경 및 현황

지하수법 제9조의5(지하수개발·이용시설의 사후관리 등), 시행령 제14조의4(지하수개발·이용시설의 사후관리 등), 시행규칙 제9조의



5(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 실시



<그림 2-3-2> 사후관리 필요관정 개수

<표 2-3-3> 사후관리 필요관정 현황

일련번호	위치				비고
	시군	읍면	동리	번지	
1	강릉시	사천면	덕실리	313-2	
5	강릉시	사천면	방동리	440	
8	강릉시	사천면	석교리	365-3	
9	강릉시	사천면	석교리	740-1	
12	양양군	현남면	북분리	286-1	

#### 나. 업무흐름도

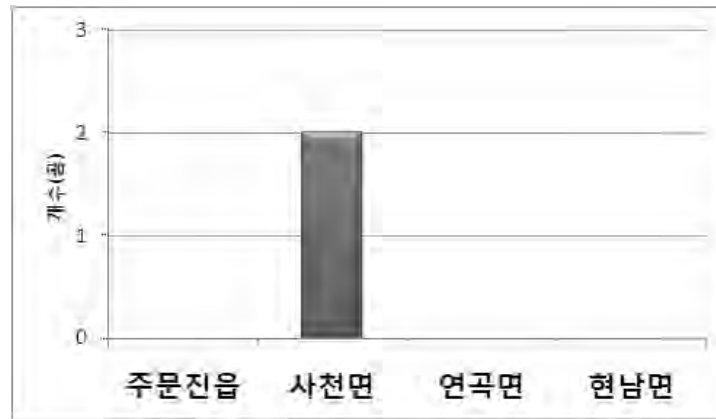
사후관리 이행대상자(지자체) → 사후관리 수행 → 사후관리 이행종료신고 → 사후관리 신고증교부

#### 2.3.4 지하수수질검사 제안

##### 가. 배경 및 현황

지하수법 제20조(수질검사 등), 시행령 제29조(수질검사 등), 제30조(수질검사 전문기관 등), 제31조(수질검사의 항목 등), 지하수의 수질보전 등에 관한 규칙 제10조(수질검사대상), 제12조(수질검사의 주기), 제14조(검사기관)에 의해 안전하고 깨끗한 지하수를 사

용하기 위하여 양수능력 100m<sup>3</sup>/일 이상의 농업용 관정에 대하여 3년 주기로 실시



<그림 2-3-3> 수질검사 필요관정 개수

<표 2-3-4> 수질검사 필요관정 현황

일련번호	위치				비고
	시군	읍면	동리	번지	
4	강릉시	사천면	덕실리	273	
10	강릉시	사천면	석교리	857-1	

#### 나. 업무흐름도

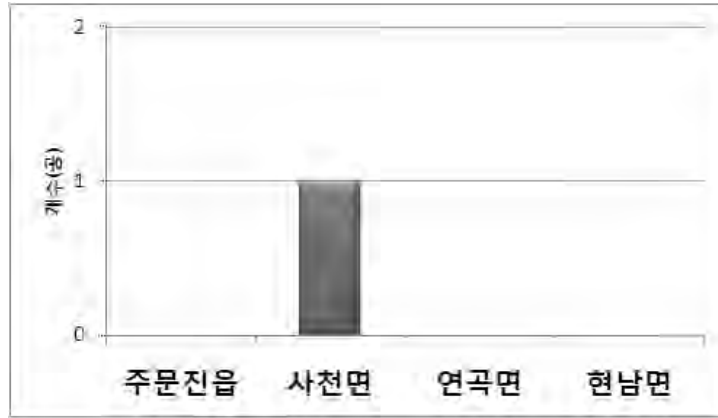
시장·군수에게 수질검사 신청 → 시장·군수가 수질검사를 위한 시료채취기간을 정하여 시료채취실시 3일전까지 검사 받을 자에게 통보 → 시장·군수는 시료채취 후 봉인, 신청인에게 인계 → 신청인은 6시간 이내에 수질검사전문기관에 검사를 의뢰

### 2.3.5 원상복구 제안

#### 가. 배경 및 현황

지하수법 제15조(원상복구 등), 시행령 제15조(수질불량의 정도), 제22조(이행보증금의 금액 및 예치시기 등), 제23조(원상복

구의 예외 등), 제24조(원상복구의 기준·방법·기간 등)에 의해 지하 수요염이 우려되는 불용공에 대해 실시



<그림 2-3-4> 원상복구 필요관정 개수

<표 2-3-5> 원상복구 필요관정 및 임시조치 현황

일련번호	위치				비고
	시군	읍면	동리	번지	
6	강릉시	사천면	방동리	449-2	

#### 나. 업무흐름도

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

#### 2.3.6 시설물정비 제안

##### 가. 배경 및 현황

일제조사 결과를 바탕으로 시설의 기능유지 및 안전상 위험 등이 있는 경우 보수 또는 보강을 실시



<그림 2-3-5> 시설물관리 필요관정 개수

<표 2-3-6> 시설물관리 필요관정 제안

일련 번호	위치				시설물			
	시군	읍면	동리	번지	장옥	수중모 터펌프	전기 시설	기타
14	양양군	현남면	하광정리	471	○			
15	양양군	현남면	남애리	237				○

# Ⅲ

향 후 전 망



### 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 예년치와의 비교(건조함, 지속기간)로 가뭄의 정도를 평가한다. 세계 각 지역마다 지역별 강수의 편차가 있기 때문에 개별 지역마다 과거 자료와의 비교는 가능하나, 타지역과의 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 「이앙지연형」 가뭄과, 7~8월 강우부족에 따른 「생육장애형」 가뭄으로 구분된다.

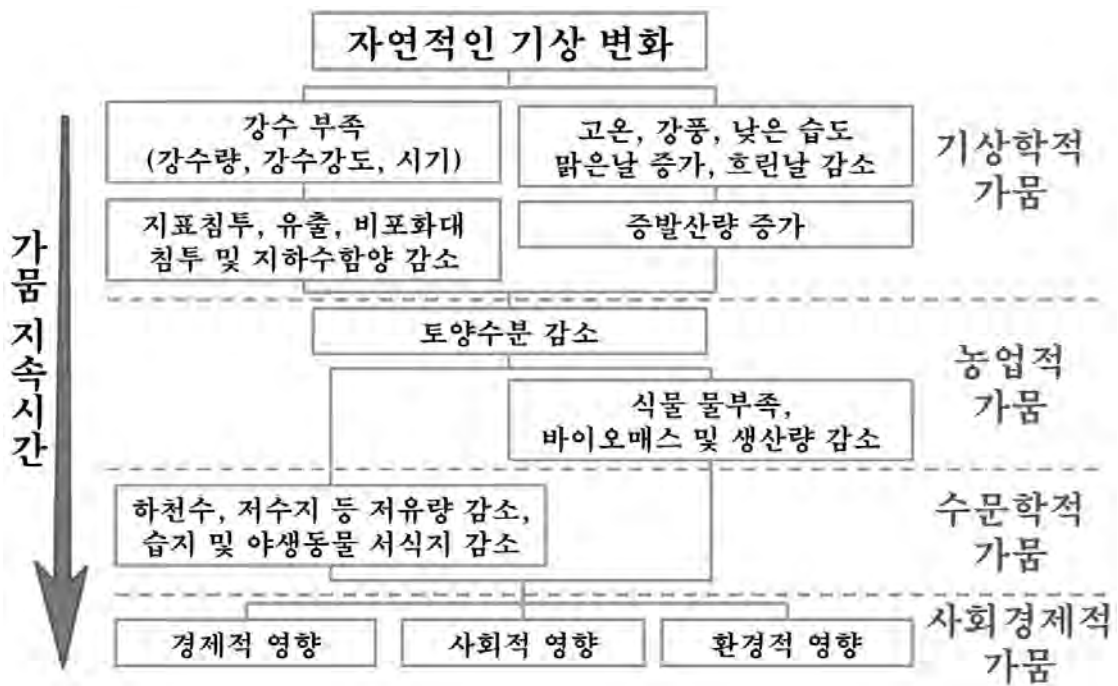
#### 다. 수문학적 가뭄

수문학적 가뭄은 댐, 저수지, 하천, 지하수 등 수자원 전체가 계절적 평균치에 미달하여 물 부족 상태가 되는 것을 일컫는다. 하천

수문은 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 생장저해 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 1,000만m<sup>3</sup> 이상의 저류량을 보유한 저수지(31개소)만 내한능력이 있다. 그러나 대부분의 저수지(약 97%)가 100만m<sup>3</sup> 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, 평년강수량 20% 내외

## 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 1 km 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 3-1, 그림 3-2).

#### 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

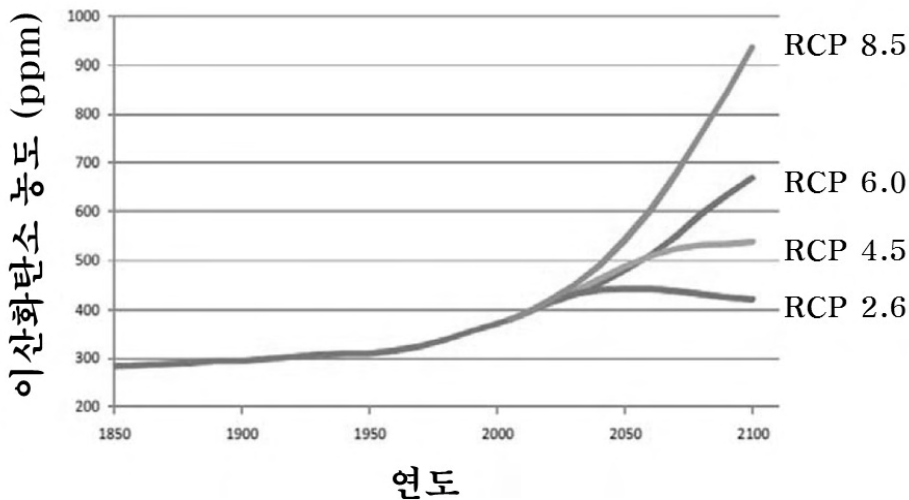
온실가스 저감 정책이 어느 정도 실현된 경우를 의미하며, 대기 중 이산화탄소 농도가 2100년에 670 ppm에 도달하는 것을 전망한다.

#### 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 연

평균(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 강수 부족량을 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 3-3-3>.

#### 3.3.1 파머가뭄지수(PDSI)

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

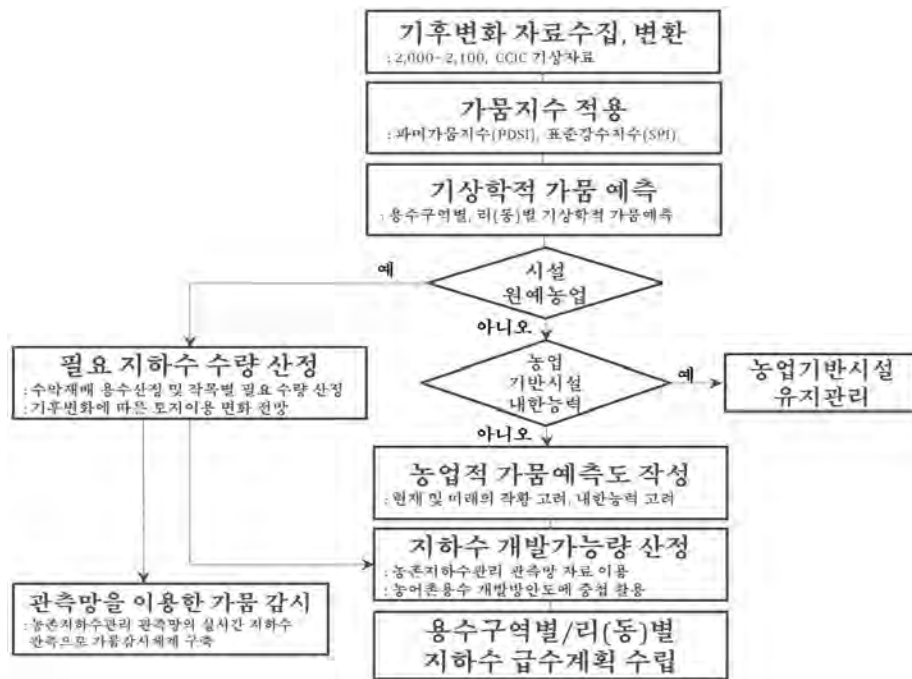
기상학적 가뭄 예측을 위해, CCIC에서 제공하는 RCP 4.5 및 8.5 시나리오에 대한 2000~2100년 월별 및 일별 기상자료(강수량, 기온)를 기상청 홈페이지에서 내려 받아 활용하였다. 월별 기상자료를 이용하여 PDSI와 SPI를 용수구역별, 리(동)별로 적용하여 미래 가뭄 여부를 판단하였다. 해당 용수구역 또는 리(동)가 해당 월에 SPI 및 PDSI 모두 가뭄으로 판단되면, 일별 기상자료를 토대로 농업 측면에서 무강수로 정의하는 일일 5 mm 이하의 강우가 해당 월에 15일 이상 지속되는지 여부를 확인하였다. 만약 15일 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 133천ha 의 농경지가 감소되었고, 지역별로는 경기(22천ha)가 가장 많았으며, 그 다음이 전

남(20천ha), 충남(19천ha) 순이었다. 그런데 논외의 경우, 최근 10년간 약 172천ha의 농경지가 감소된 반면, 밭은 39천ha의 농경지가 증가하였다. 논·밭 면적의 변화는 작황의 변화에 근거한다. 작물별로 살펴보면 2002년의 경우 미곡(쌀)을 생산하는 경지면적은 전체 면적의 약 52%였으나, 2012년의 경우 48%로 감소하였다. 그러나 특약용 작물, 채소, 과수, 시설작물 및 기타 등은 2002년 36%에서 2012년 41%로 증가하였다. 이는 식단의 서구화에 따른 쌀 소비량 감소, 국제협약에 따른 농수산물 개방 여파, 기후변화에 따른 재배의 북방한계선 북상, 농가소득 증대를 위한 주력 농산물 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

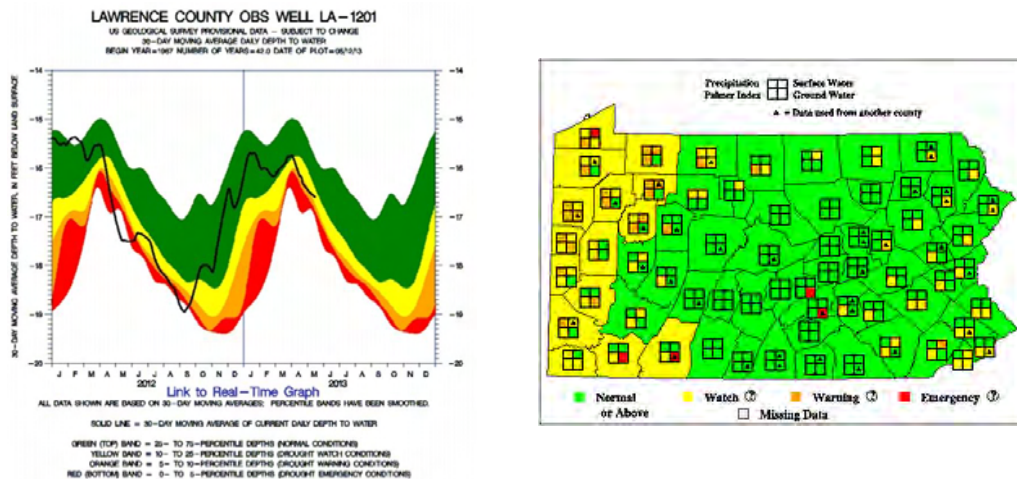
등(이하 시설원예농업)은 계절에 관계없이 청정수질과 일정한 수온의 수자원을 요구한다. 미곡(쌀) 위주의 논 농업에 주로 활용되는 지표수 자원은 녹조 등과 같은 빈번한 수질사고에 취약하며 계절에 따른 수온의 변화 때문에 시설원예농업에 적합하지 않아 수원공으로서 활용도가 낮다. 그러나 연중 수질·수온이 일정하고 수질사고가 거의 발생하지 않는 지하수 자원은 이들 시설원예농업에 상시 필요한 주된 수원공으로 활용 중이며, 그 중요성은 해를 거듭할수록 커지고 있다. 또한 시설원예 농업에서는 겨울철 야간에 보온 및 단열 효과를 높이는 수막재배 기술도입으로 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 가뭄 정보를 제공하고 있다. 일례로 펜실베니아주에서는 지역별 관측공의 과거로부터 누적된 지하수 수위 관측자료와 최근 30일간의 지하

수 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 알려져, 우리나라의 경우 여전히 미곡(쌀)이 주된 식량작물임을 보인다. 반면 미곡(쌀)을 제외한 잡곡 등의 식량작물은 11%로서 상대적으로 적게 재배되는 편이다.

우리나라의 논 농업은 삶을 영위함에 있어 가장 기본적이고 전통적인 것으로 여겨져 왔으며, 이로 인해 미곡(쌀) 생산은 평야, 산지(600m 이하), 해안 등 경작이 가능한 모든 지역에서 이루어져 왔다. 이처럼 재배면적이 가장 넓고 삶의 근간을 이루는 논 농업은, 미곡(쌀)을 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, 가뭄이 발생한 해당 용수구역 또는 리(동)의 농업기반시설 현황을 살펴 보았다. 해당 용수구역 또는 리(동)의 농업기반시설의 내한능력이 우수하여, 10년빈도 가뭄 발생 시에도 충분히 가뭄을 견디어 낼 수 있다면 가뭄 해당 지역에서 제외하고, 농업기반시설의 지속적인 유

지관리를 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 가뭄시 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(구민호와 이대하, 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 계산한다.

$$P = R + I + E$$

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 장해가 발생되지 않도록 지하수 함양량 내에서 산정하도록 제안되었고, 수치적으로는 10년빈도 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

$\sigma$ : 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 100m<sup>3</sup>/일로, 농어업용 지하수 관정의 개발심도는 80m로 고려하였다. 단, 과거 가뭄 발생 연도의 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 물부족을 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

명사지구의 농업형태를 경지면적으로 분석해 보면 논면적은 양양군 총 경지면적의 66%이며 밭은 34%를 차지하고, 강릉시 총 경지면적의 논은 40%, 밭은 59%를 차지한다. 양양군은 논농업이 우세한 지역이며

가구당 경지면적이 논이 72.3ha, 밭이 36.9ha이다. 강릉시는 밭농업이 우세하며 가구당 경지면적이 논이 43.7ha, 밭이 65.2ha이다.

<표 3-6-1> 명사지구 논밭 및 가구당 경지면적 (단위 : ha)

구 분	합계	논	밭	가구당경지면적		
				계	논	밭
강릉시	8,035	3,226	4,809	108.9	43.7	65.2
양양군	3,339	2,210	1,129	109.2	72.3	36.9

※ 자료출처 : 통계연보(2013, 강릉시), 통계연보(2013, 양양군)

<표 3-6-2> 명사지구 농지면적 및 농업기반시설 현황

(단위 : 공, 개, km<sup>2</sup>)

구 분	전체면적	농지면적	농업용관정	저수지(개)	양수장(개)	취입보(개)	집수암거(개)
<b>명 사 지 구</b>	<b>398.37</b>	<b>38.16</b>	<b>542</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>83</b>	<b>1</b>
강릉시	주문진읍	60.56	9.40	123	2	0	1
	사천면	70.90	10.84	150	1	0	10
	연곡면	202.41	10.29	118	1	0	20
양양군	현남면	64.50	7.63	151	2	3	52

#### 나. 용수구역 가뭄지수 산정결과

2015년부터 2100년까지 약 20년 단위로 가뭄지수를 산정하였다. 명사지구는 시설재배단지 등의 시설재배는 없고 논, 밭 농업이 중심이기 때문에 가장 중요한 시기인 4~6월 기간의 가뭄만을 예측하였다.

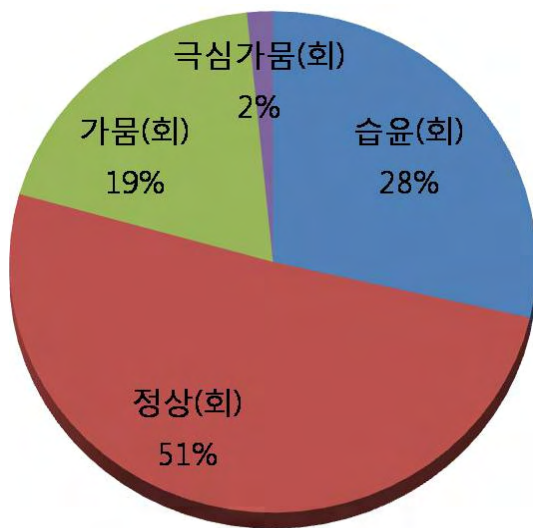
결과의 신뢰도를 높이기 위해 PDSI, SPI가 공통으로 가뭄 및 극심가뭄으로 나타나는 개월 수만 산정했으며, 일 데이터를 비교하여 15일 이상 5mm이하의 강우량이 지속적으로 이어질 때만 가뭄으로 산정하였다. 그리고 SPI는 SPI 3개월 데이터를 사용하였다.

가뭄지수 산정의 결과는 <표 3-6-1~2>에 나타내었다.

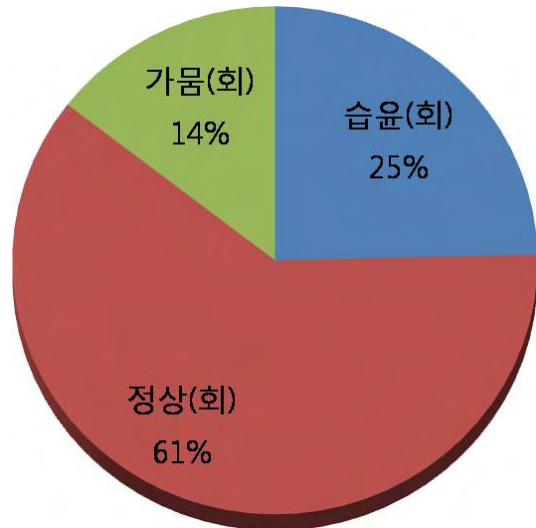
<표 3-6-2> 명사지구 가뭄지수 산정 결과

구 분	습윤(회)	정상(회)	가뭄(회)	극심가뭄(회)
계	72	143	42	1
2015-2035	18	32	12	1
2036-2056	18	35	10	0
2057-2077	19	34	10	0
2078-2100	17	42	10	0

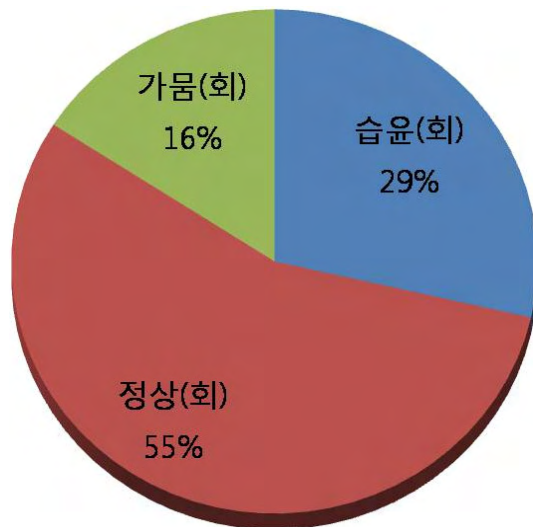
※ 가뭄, 극심가뭄은 SPI와 PDSI 공통적으로 산출되었을 경우로 적용



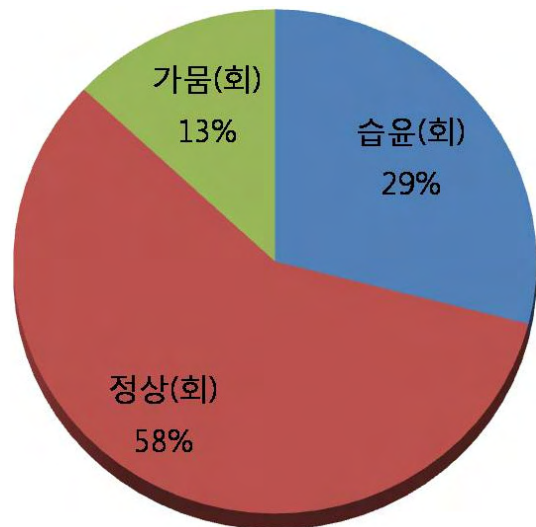
(a) 명사지구 2015-2035 가뭄지수(회)



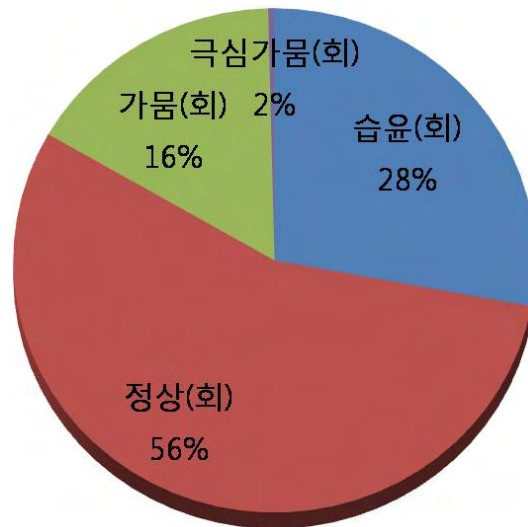
(b) 명사지구 2036-2056 가뭄지수(회)



(c) 명사지구 2057-2077 가뭄지수(회)



(d) 명사지구 2078-2100 가뭄지수(회)



(e) 명사지구 2015-2100 가뭄지수(회)

<그림 3-6-1> 명사지구 가뭄지수(회)

<그림 3-6-1>에서 명사지구의 가뭄지수산정 결과를 월별 그래프로 표현하였다. 명사지구는 2015~2100년까지 연속적이지는 않지만 42회의 가뭄이 발생하는 것으로 산정되었다. 명사지구는 저수지와 취입보에서 대부분의 농업용수를 공급받는다. 용수구역 전체로 가뭄지수를 산정한 결과 2026~2035년에 가뭄회수 12회와 극심가뭄 1회가 있어 가뭄에 대비해야겠다.

### 3.6.2. 리(동)별 가뭄예측

#### 가. 리별 가뭄지수 산정결과

2015년부터 2100년까지 약 20년 단위로 리별 가뭄지수를 산정하였다. 근래에 들어 가뭄 및 집중호우의 현상은 국지적으로 나타나고 있다. 대부분 행정구역의 경계는 소규모 하천수계 및 지표분수령 경계로 인한 유역으로 구분되어 있기 때문에 리별 가뭄지수 산정은 좀 더 정확한 결과를 나타낼 수 있다. <표 3-6-2>에 명사지구의 리별 가뭄산정지수 결과를 나타내었으며, <그림 3-6-2>에 2015 ~ 2100년까지 약 20년 단위로 리별 가뭄지수 산정결과를 도시하였다.

<표 3-6-3> 명사지구 리별 가뭄지수 산정 결과

(단위 : 회)

구 분		2015 ~ 2035		2036 ~ 2056		2057 ~ 2077		2078 ~ 2100	
읍 면	리	가뭄	극심 가뭄	가뭄	극심 가뭄	가뭄	극심 가뭄	가뭄	극심 가뭄
<b>계</b>		<b>432</b>	<b>62</b>	<b>352</b>	<b>0</b>	<b>374</b>	<b>0</b>	<b>234</b>	<b>0</b>
주 문 진 읍	계	61	10	46	0	48	0	51	0
	교항리	12	2	9	0	9	0	10	0
	삼교리	12	2	11	0	10	0	11	0
	장덕리	12	2	9	0	10	0	10	0
	주문리	13	2	8	0	9	0	10	0
향호리	12	2	9	0	10	0	10	0	
<b>계</b>		<b>95</b>	<b>17</b>	<b>83</b>	<b>0</b>	<b>86</b>	<b>0</b>	<b>83</b>	<b>0</b>
사 천 면	노동리	11	2	9	0	11	0	10	0
	덕실리	11	2	9	0	10	0	9	0
	미노리	10	2	9	0	9	0	10	0
	방동리	10	2	9	0	9	0	8	0
	사기막리	11	1	11	0	11	0	10	0
	사천진리	11	2	9	0	9	0	9	0
	산대월리	10	2	9	0	9	0	8	0
	석교리	11	2	9	0	9	0	9	0
	관교리	10	2	9	0	9	0	10	0

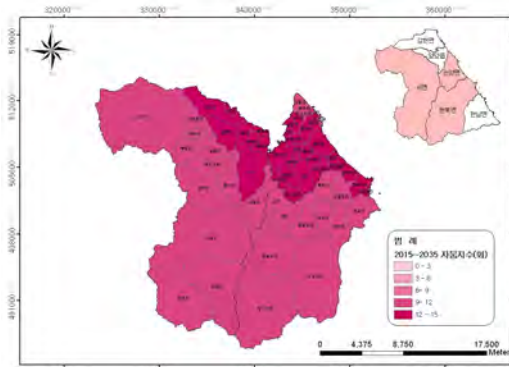
<표 3-6-3-계속> 명사지구 리별 가뭄지수 산정 결과

(단위 : 회)

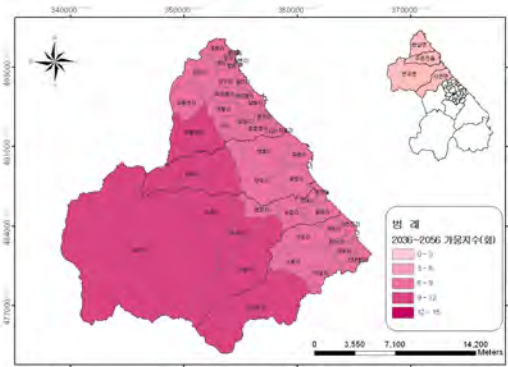
구 분		2015 ~ 2035		2036 ~ 2056		2057 ~ 2077		2078 ~ 2100	
읍 면	리	가뭄	극심 가뭄	가뭄	극심 가뭄	가뭄	극심 가뭄	가뭄	극심 가뭄
연 곡 면	계	105	16	89	0	88	0	91	0
	동덕리	11	2	9	0	9	0	10	0
	방내리	12	2	9	0	9	0	10	0
	삼산리	11	0	12	0	11	0	10	0
	송림리	12	2	9	0	9	0	10	0
	신왕리	11	2	11	0	11	0	10	0
	영진리	12	2	9	0	9	0	10	0
	유동리	12	2	10	0	10	0	10	0
	퇴곡리	12	2	11	0	10	0	10	0
	행정리	12	2	9	0	10	0	11	0
현 남 면	계	171	19	134	0	152	0	9	0
	북분리	11	0	9	0	11	0	9	0
	동산리	11	0	9	0	10	0	9	0
	두창사변리	11	0	9	0	10	0	9	0
	죽정자리	11	1	9	0	10	0	9	0
	인구리	11	1	9	0	11	0	9	0
	광진리	11	1	9	0	10	0	9	0
	포매리	11	2	9	0	10	0	9	0
	견불리	12	2	9	0	10	0	9	0
	상월천리	11	1	9	0	10	0	9	0
	하월천리	12	1	10	0	10	0	10	0
	입암리	11	2	9	0	10	0	9	0
	임호정리	12	2	9	0	10	0	9	0
	원포리	12	2	8	0	10	0	9	0
지경리	13	2	8	0	10	0	9	0	
남애리	11	2	9	0	10	0	9	0	

2015~2100년까지 약 20년 단위로 미래가뭄예측을 실시한 결과 2015~2035년에는 평균 11회의 가뭄과 극심가뭄 1회가 있고, 2036~2056년에는 평균 가뭄 10회가 있다. 2057~2077년에는 11

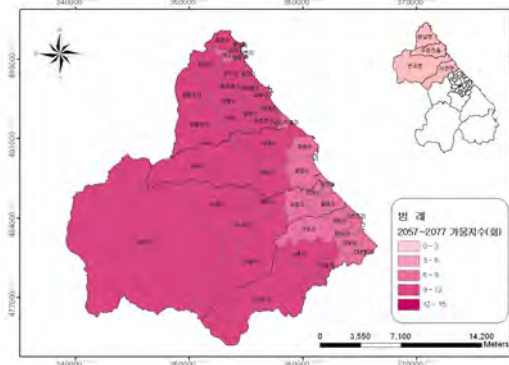
회 정도의 가뭄이 있고, 2078~2100년 동안에는 평균 10회 정도의 가뭄이 예상된다. 이번 가뭄예측 결과는 이앙기와 농번기만을 대상으로 했기 때문에 가뭄의 횟수는 즉각적으로 농업에 영향을 미친다. 특히 2015~2035년 동안에는 명사지구 대부분 지역이 평균 가뭄 11회, 극심가뭄 1회가 있다.



(a) 2015~2035년 리별 가뭄지수(회)



(b) 2036~2056년 리별 가뭄지수(회)



(c) 2057~2077년 리별 가뭄지수(회)



(d) 2078~2100년 리별 가뭄지수(회)

<그림 3-6-2> 명사지구 리별 가뭄지수(회)

#### 나. 농업기반시설 내한능력 검토

명사지구의 미래가뭄예측에 대해 검토해 보았으며, 이제 농업기반 시설에 의한 내한능력과 가뭄예측에서 산정된 가뭄지수와 검토해 보겠다. 농업기반수리시설물의 한발빈도는 한발빈도 10년일 경우

10년동안 가물면 저수지나 취입보의 용수가 고갈된다는 의미이다. 따라서 미래가뭄예측에서 가뭄지수 산정결과와 농업기반시설의 한발빈도를 검토하는 것은 실질적으로 가뭄에 대한 영향을 나타내는 것이다.

<표 3-6-4> 명사지구 농업기반시설 현황 및 한발빈도

(단위 : 회, 공, 개, km<sup>2</sup>)

구분	동·리	농지 면적	수혜 면적	가뭄횟수				한발 빈도	농업 용 관정	저수 지 (개)	양수 장 (개)	취입 보 (개)	집수 암거 (개)
				2015~ 2035	2036~ 2056	2057~ 2077	2078~ 2100						
<b>명사지구</b>		<b>38.16</b>	<b>17.96</b>	<b>432</b>	<b>352</b>	<b>374</b>	<b>361</b>	<b>4</b>	<b>542</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>83</b>	<b>1</b>
주	계	9.40	3.38	61	46	48	51	3	123	2	0	1	0
	교항리	1.88	0.34	12	9	9	10	0	33	0	0	0	0
문	삼교리	0.99	0.99	12	11	10	11	6	7	1	0	1	0
	장덕리	2.24	0.32	12	9	10	10	0	34	0	0	0	0
읍	주문리	1.94	0.11	13	8	9	10	0	11	0	0	0	0
	향호리	2.34	1.62	12	9	10	10	10	38	1	0	0	0
계		10.84	6.71	95	134	152	136	5	150	1	0	10	0
사	노동리	1.73	1.62	11	9	11	9	3	28	0	0	4	0
	덕실리	1.26	0.62	11	9	10	9	10	23	0	0	1	0
천	미노리	0.67	0.13	10	9	10	9	0	10	0	0	0	0
	방동리	1.19	0.31	10	9	10	9	0	21	0	0	0	0
면	사기막리	1.25	1.24	11	9	11	9	10	5	1	0	2	0
	사천진리	0.91	0.13	11	9	10	9	0	11	0	0	0	0
면	산대월리	0.90	0.13	10	9	10	9	0	15	0	0	0	0
	석교리	1.58	1.18	11	9	10	9	1	24	0	0	1	0
면	판교리	1.37	1.37	10	9	10	9	1	13	0	0	2	0



<표 3-6-4-계속> 명사지구 농업기반시설 현황 및 한발빈도

(단위 : 회, 공, 개, km<sup>2</sup>)

구분	동·리	농지 면적	수혜 면적	가물횟수				한발 빈도	농업 용 관정	저수 지 (개)	양수 장 (개)	취입 보 (개)	집수 암거 (개)
				2015~ 2035	2036~ 2056	2057~ 2077	2078~ 2100						
<b>명사지구</b>		<b>38.16</b>	<b>17.96</b>	<b>432</b>	<b>352</b>	<b>374</b>	<b>361</b>	<b>4</b>	<b>542</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>83</b>	<b>1</b>
연 곡 면	계	10.29	3.99	105	89	88	91	3	118	0	0	20	0
	동덕리	2.19	0.28	11	9	9	10	0	39	0	0	0	0
	방내리	0.37	0.04	12	9	9	10	0	2	0	0	0	0
	삼산리	2.23	0.54	11	12	11	10	5	8	0	0	8	0
	송림리	1.37	1.18	12	9	9	10	1	27	0	0	1	0
	신왕리	1.04	0.94	11	11	11	10	8	4	1	0	2	0
	영진리	0.38	0.04	12	9	9	10	0	2	0	0	0	0
	유동리	0.75	0.27	12	10	10	10	6	3	0	0	3	0
	퇴곡리	1.12	0.37	12	11	10	10	5	15	0	0	4	0
	행정리	0.85	0.34	12	9	10	11	5	18	0	0	2	0
현 남 면	계	7.64	3.89	171	134	152	136	5	151	2	3	52	1
	북분리	0.64	0.26	11	9	11	9	7	37			3	
	동산리	0.06	0.00	11	9	10	9	0	0				
	두창사면리	0.34	0.00	11	9	10	9	0	0				
	죽정자리	0.61	0.43	11	9	10	9	5	3			13	
	인구리	0.82	0.82	11	9	11	9	1	6	1	1	7	1
	광진리	0.21	0.01	11	9	10	9	0	1				
	포매리	0.93	0.33	11	9	10	9	1	13			9	
	견불리	0.40	0.39	12	9	10	9	1	18	1	1	3	
	상월천리	0.35	0.02	11	9	10	9	10	1			1	
	하월천리	0.74	0.14	12	10	10	10	9	5			5	
	입암리	0.71	0.62	11	9	10	9	6	21			9	
	임호정리	0.61	0.61	12	9	10	9	5	18		1	2	
원포리	0.24	0.12	12	8	10	9	0	18					
지경리	0.33	0.08	13	8	10	9	0	6					
남애리	0.65	0.07	11	9	10	9	0	4					

명사지구의 가물산정지수와 농업기반수리시설물의 한발빈도에 대해서 검토해 보았다. 명사지구 중 농지면적 대비 수혜면적은 주문진읍 36%, 연곡면 39%, 현남면 51%, 사천면 62%이다. 그리고 한발빈도 평균은 주문진읍 및 연곡면 4년 주기, 사천면 및 현남면이 5년 주기이다. 사천면과 현남면의 농경지는 저수지와 취입보, 농업

용 관정 등으로 용수공급을 받지만 주문진읍과 연곡면은 장기간의 가뭄이 발생 시 농업용시설물의 수혜면적이 적으므로 가뭄에 취약할 것으로 판단된다.

다. 가뭄취약 지역 농업용 대형관정 개발 검토

명사지구 사천면, 현남면은 농업기반시설이 잘 되어 있으나, 주문진읍과 연곡면은 수리시설에 의한 용수공급 체계가 갖추어져 있지 않다. 자연강우에 의존하는 전작이나 답작의 경우 기후변화에 의한 가뭄 등에 취약할 수밖에 없고, 기후변화에 비교적 저항력이 있는 지하수관정 등의 개발로 용수공급 체계를 확충해 나가야 한다. 또한 주문진읍, 사천면, 현남면의 경우 저수지 준설 등으로 유지관리를 철저히 해야 하며, 취입보의 경우도 승상 등의 방법으로 용수 확보 등을 통해 가뭄에 대비하여야 한다.

지하수는 가뭄에 크게 영향을 받지 않으며, 가뭄대비를 위해서는 대형관정의 개발이 필요하다. 명사지구의 가뭄에 대한 취약지구로서 우선 대형관정 개발 필요 지구를 <표 3-6-5>에 나타내었다. 취약지구는 수혜면적이 적으면서 농업시설물이 취약한 지역이다.

<표 3-6-5> 명사지구 수혜면적 취약지역 현황

읍면	리	농경지면적 (km <sup>2</sup> )	수혜면적 (km <sup>2</sup> )	잔여면적 (km <sup>2</sup> )	가뭄빈도 (횟수)	농업 시설물
주문진읍	장덕리	2.24	0.32	1.92	41	관정(38)
주문진읍	교항리	1.88	0.34	1.54	40	관정(33)
연곡면	동덕리	2.19	0.28	1.91	39	관정(39)
연곡면	삼산리	2.23	0.54	1.69	44	관정(8) 취입보(8)
연곡면	동덕리	2.19	0.28	1.91	39	관정(39)

### 3.7 지하수 개발·이용 전망

#### 3.7.1 지하수개발가능량

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

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

#### 가. 유역별 개발가능량 분석

지하수 개발가능량 산정식은 하천 수문곡선 분리법, 수리동력학적 방법, 물수지분석 및 지하수수위 변동분석 등의 기법이 적용되며, 본 조사에서는 물수지 분석법, SCS-CN법, 토양수분수지법 및 지하수 수위 감수곡선법 해석을 통해 함양량을 산정하였다.

지하수개발가능량은 10년 빈도 가뭄 강수량에 지하수 함양량을 곱하여 산정하였다. 10년빈도 가뭄강수량은 10년에 1회 발생 빈도를 갖는 최소 강수량을 의미한다. 또한 10년빈도가뭍시강수량은 전체 도수가 정규분포를 이루었을 때, 하위 10%에 들어갈 확률( $p=0.1$ ,  $z=-1.28$ )의 강수량을 의미하기도 한다.

$$\begin{aligned} X &\leq (-1.28 \times \text{표준편차}) + \text{평균강수량} \\ \Rightarrow 1,1045 &\leq (-1.28 \times 421.9) + 1,644.5 \end{aligned}$$

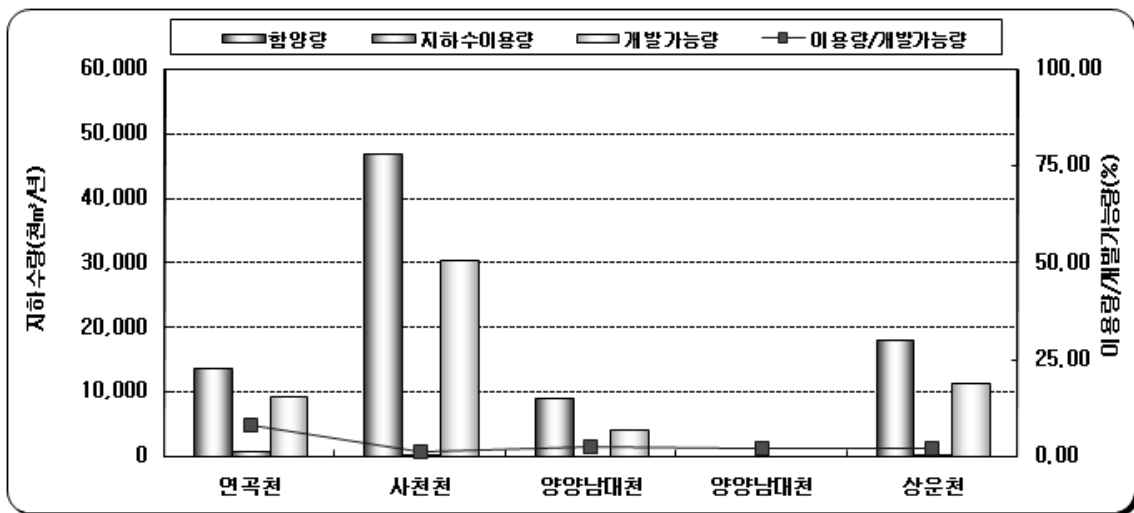
<그림 3-2-1> 유역별 지하수 함양량, 지하수 이용량, 개발가능량, 개발가능량 대비 이용량 관계에 대하여 보여주고 있다. 명사지구의 지하수함양량 87,508.2천 $m^3$ /년, 지하수 개발가능량은 55,217.8천 $m^3$ /년이며, 개발가능량의 약 2.4%에 해당하는 1,336.1천 $m^3$ /년의 지하수를 이용하는 것으로 분석된다.

유역별 개발가능량 대비 이용량의 비율은 0.8 ~ 7.8%의 범위로 나타났다.

- 최대 : 연곡천 유역 7.8%
- 최소 : 사천천 유역 0.8%
- 명사지구 : 2.4%

<표 3-7-1> 유역별 지하수 개발가능량

읍 면	면 적 (km <sup>2</sup> )	10년빈도 가뭄강수량 (mm)	함양량 (천m <sup>3</sup> /년)	지하수이용량 (천m <sup>3</sup> /년)	개발가능량 (천m <sup>3</sup> /년)	이용량/개발가능량 (%)	
<b>명 사 지 구</b>	<b>398.37</b>	<b>7,238.1</b>	<b>87,508.2</b>	<b>1,336.1</b>	<b>55,217.8</b>	<b>2.4</b>	
강릉	강릉남대천	0.04	1,143.1	7.4	0.1	5.1	2.9
	연곡천	68.05	1,481.5	13,755.1	736.8	9,351.1	7.8
	사천천	230.74	1,484.6	46,784.4	270.4	30,483.8	0.8
	양양남대천	36.47	990.8	8,996.6	86.6	4,013.1	2.1
양양	양양남대천	0.19	1,088.4	53.4	0.7	35.0	2.1
	상운천	62.88	1,049.7	17,911.3	241.5	11,329.7	2.1



<그림 3-7-1> 유역별 지하수 이용량 및 개발가능량

나. 읍면별 개발가능량 분석

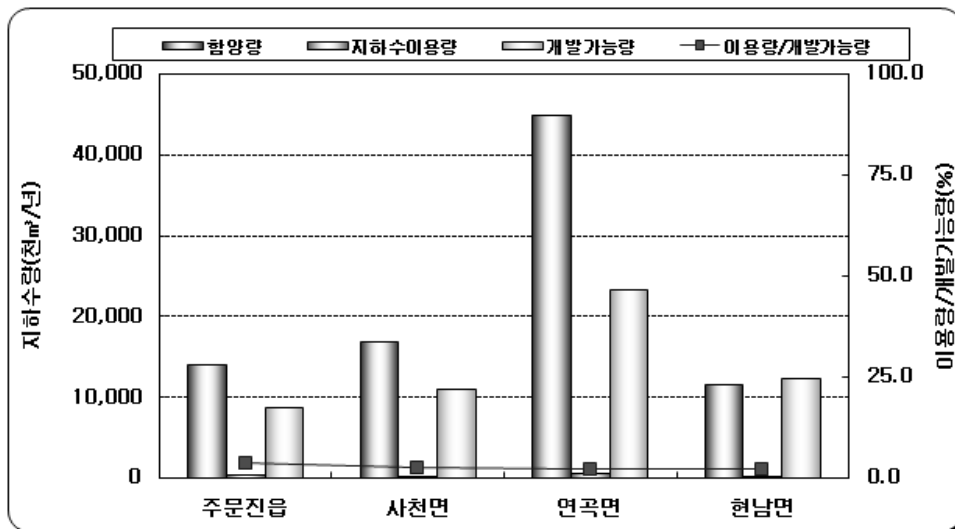
<그림 3-7-2>는 읍면별 지하수 함양량, 지하수 이용량, 개발가능량, 개발가능량 대비 이용량 관계에 대하여 보여주고 있다.

읍면별 개발가능량 대비 이용량의 비율은 2.0~3.7%의 범위를 나타냄.

- 최대 : 주문진읍 3.7%
- 최소 : 현남면 2.0%

<표 3-7-2> 읍면별 지하수 개발가능량 산정

읍 면	면 적 (km <sup>2</sup> )	10년빈도 가뭄강수량 (mm)	함양량 (천m <sup>3</sup> /년)	지하수이용량 (천m <sup>3</sup> /년)	개발가능량 (천m <sup>3</sup> /년)	이용량/개발가능량 (%)	
명 사 지 구	398.37	1,020.53	87,508.5	1,336.5	55,218.1	2.4	
강릉시	주문진읍	60.56	1,044.0	14,100.0	326.7	8,743.0	3.7
	사천면	70.90	1,087.6	16,885.0	281.4	10,893.0	2.6
	연곡면	202.41	863.7	44,923.0	479.8	23,229.0	2.1
양양군	현남면	64.50	1,086.8	11,600.50	248.4	12,353.0	2.0



<그림 3-7-2> 읍면별 지하수 이용량 및 개발가능량

다. 리별 개발가능량 분석

이번 조사에서는 4가지 방법으로 산출된 유역별 함양률을 행정구역별로 환산하여 구역별 함양률을 산정하였다. 주문진읍은 이용량 대비 개발가능량이 6.5%, 사천면 4.4%, 연곡면 6.7%, 현남면 2.7%로 연곡면이 가장 높게 분석되었다. 지하수 개발가능량은 10년빈도가뭍시강수량으로 산정하였다<표 3-7-3>.

리별 이용량 대비 개발가능량의 비율은 0.10~2.65%의 범위를 나타낸다.

- 최대 : 원포리 2.65%
- 최소 : 죽정자리 0.10%
- 평균 : 명사지구 2.42%

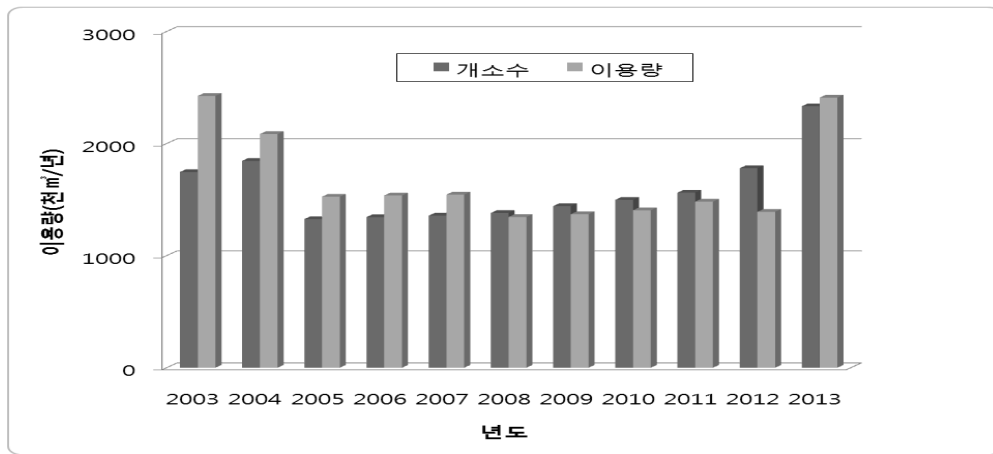
<표 3-7-3> 리별 지하수 개발가능량 산정 (단위 : 천m<sup>3</sup>/년)

리별	면적(km <sup>2</sup> )	10년빈도 가뭍시강수량 (mm)	개발가능량 (천m <sup>3</sup> /년)	이용량 (천m <sup>3</sup> /년)	이용량/ 개발가능량(%)
<b>명사지구</b>	<b>398.37</b>	<b>1,020.54</b>	<b>55,218.08</b>	<b>1,336.48</b>	<b>2.42</b>
주문진읍	60.56	1,044.00	8,743.00	326.73	3.73
교항리	7.86		992.26	258.51	26.05
삼교리	23.47		3,637.73	6.91	0.19
장덕리	13.23		1,827.72	4.48	0.24
주문리	4.89		584.05	26.09	4.47
향호리	11.09		1,701.24	30.74	1.81
사천면	202.41	1,087.60	10,893.00	281.46	2.58
노동리	4.93		1,537.49	83.34	5.42
덕실리	2.39		570.05	37.37	6.56
미노리	127.52		229.89	12.14	5.28
방동리	5.72		591.36	33.41	5.65
사기막리	29.13		5,308.68	15.70	0.30
사천진리	1.79		292.81	23.54	8.04
산대월리	10.54		480.76	14.72	3.06
석교리	15.47		1,376.18	54.49	3.96
판교리	4.92		505.77	6.75	1.34

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

리별	면적(km <sup>2</sup> )	10년빈도 가뭄시강수량 (mm)	개발가능량 (천m <sup>3</sup> /년)	이용량 (천m <sup>3</sup> /년)	이용량/ 개발가능량(%)
연곡면	70.90	863.70	23,229.00	479.80	2.06
동덕리	10.00		517.85	110.50	21.34
방내리	3.71		214.09	5.45	2.55
삼산리	1.49		15,092.78	77.58	0.51
송림리	3.79		595.19	82.84	13.92
신왕리	34.86		3,286.10	37.08	1.13
영진리	1.75		156.19	5.58	3.57
유동리	3.05		1,148.33	36.18	3.15
퇴곡리	8.96		1,714.53	70.23	4.10
행정리	3.29		503.94	54.37	10.79
현남면	64.50	1,086.88	12,353.08	248.47	2.01
북분리	3.11		599.33	85.39	14.25
동산리	0.46		52.73	0.00	0.00
두창시변리	1.10		212.05	0.00	0.00
죽정자리	8.33		1,592.20	1.55	0.10
인구리	5.13		985.18	9.98	1.01
광진리	1.10		209.05	0.00	0.00
포매리	4.33		829.55	28.73	3.46
견불리	3.82		732.02	46.02	6.29
상월천리	6.94		1,329.09	4.21	0.32
하월천리	15.24		2,944.16	4.50	0.15
입암리	6.54		1,252.31	7.61	0.61
임호정리	3.08		590.42	9.17	1.55
원포리	0.76		146.06	38.93	26.65
지경리	1.81		345.10	8.16	2.36
남애리	2.75	525.39	4.21	0.80	

3.7.2 지하수개발 추세



<그림 3-7-3> 연도별 지하수 이용·개발

<표 3-7-4> 용도별 지하수 개발공수 및 이용량 변화 (단위 : 공, 천m³/년)

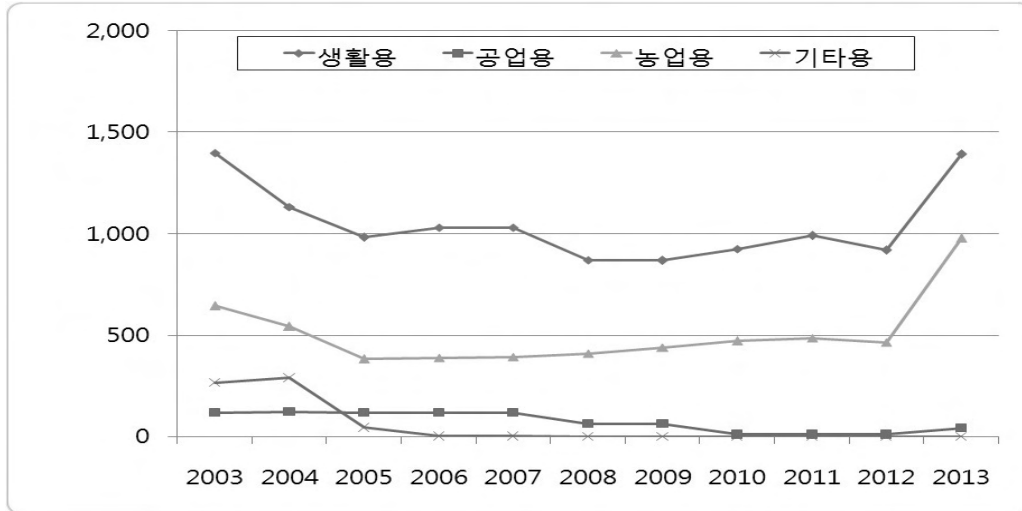
구 분	총 계		생활용		공업용		농업용		기타용	
	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량
2003	1,746	2,425	1,593	1,398	3	118	102	643	48	264
2004	1,846	2,085	1,661	1,131	4	122	139	542	42	288
2005	1,326	1,526	1,208	981	3	118	111	381	4	43
2006	1,344	1,537	1,223	1,030	3	118	117	387	1	1
2007	1,357	1,545	1,230	1,031	3	118	123	392	1	1
2008	1,381	1,345	1,254	870	2	63	125	410	0	0
2009	1,442	1,370	1,289	867	2	63	151	438	0	0
2010	1,498	1,405	1,317	924	1	9	180	470	0	0
2011	1,562	1,482	1,361	989	1	9	200	484	0	0
2012	1,780	1,391	1,542	918	2	9	236	463	0	0
2013	2,333	2,410	1,822	1,391	14	41	496	977	1	0

※ 자료출처 : 지하수조사연보(국토해양부, 2003 ~ 2013)

용도별 지하수 이용량은 2013년 기준 농업용 977천m³/년(40.5%), 생활용이 1,391천m³/년(57.7%)을 차지한다. 농업용에 비해 생활용 지하수의 이용량이 많다. 명사지구의 농업용수는 대부분 저수지에 의해 공급받으며, 저수지의 용수지선이 없는 부분 또는 지선 끝부분에 일부 농업용 지하수를 이용하고 있다. 생활용수는 지방 및 간이상수



도 시설이 미치지 못하는 지역이 많아 생활용 충전 지하수를 개발·이용하고 있는 실정이다.



<그림 3-7-4> 용도별 지하수 이용량 추이

<표 3-7-5> 명사지구 용도별 신규관정 개발추이 (단위 : 공, 천m³/년)

년 도	총 계		생활용		공업용		농업용		기타용	
	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량
2003	286	130	287	96	0	0	19	34	0	0
2004	43	66	29	39	0	0	14	26	0	0
2005	21	13	15	7	0	0	6	5	0	0
2006	16	9	11	4	0	0	6	5	0	0
2007	33	71	28	57	0	0	5	21	0	0
2008	55	48	29	21	0	0	26	27	0	0
2009	60	84	31	51	0	0	29	32	0	0
2010	65	96	42	58	0	0	23	38	0	0
2011	218	123	181	86	1	0	36	37	0	0
2012	477	203	344	115	2	12	131	76	0	0
2013	206	316	104	181	11	61	91	74	0	0

※ 자료출처 : 지하수조사연보(국토해양부, 2003 ~ 2013)

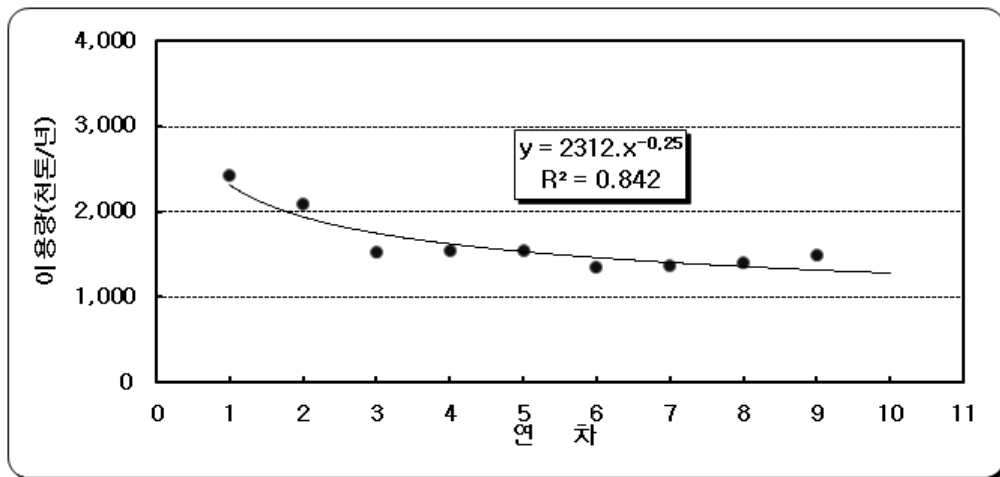
### 3.7.3 개발·이용 예측

2003년 이후 2013년까지 증감추세를 반영하여 회귀분석을 실시, 아래의 회귀 방정식을 산출하여 장래 명사지구의 지하수 이용량을 추정하였다. 최근 몇 년간 명사지구는 지하수 이용량이 감소하는 것으로 나타났으며, 그 결과 2015년 1,218천m<sup>3</sup>/년, 2024년 1,080천m<sup>3</sup>/년으로 감소할 것으로 전망된다.

$$Y = 2,312X^{-0.25}$$

<표 3-7-6> 연도별 지하수 이용량 예측

구분	연도별 지하수 이용량(천m <sup>3</sup> /년)								
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
회귀 분석	1,218	1,195	1,175	1,156	1,139	1,122	1,107	1,093	1,080



<그림 3-7-5> 지하수 이용전망 추세

### 3.8 오염 추세분석 및 예측

#### 3.8.1 오염취약성분석(DRASTIC & Modified DRASTIC)

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

지하수에 영향을 미치는 잠재오염원은 그 종류가 다양하고 변화양상 또한 매우 유동적인 관계로 오염원인 분석과 오염물질의 이동 경로에 대한 예측이 어려우며 지표수와 달리 지하수는 오염물질이 대수층으로 유입되거나 확산되면 정화와 원상복구에 엄청난 비용과 시간이 소요된다. 따라서 경제적이고 효율적인 지하수관리를 위해서는 적절한 오염방지 대책을 마련하여 지하수 및 대수층을 오염원으로부터 사전에 차단하는 것이 필수이다.

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

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

금번 조사에서는 지하수 오염 가능성을 예측하고 보다 효율적인

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

#### 가. 오염취약성 평가 결과

명사지구의 DRASTIC Index는 주문진읍 116, 사천면 118, 연곡면 122, 현남면 120이다. 단위면적당 오염부하량은 주문진읍은 484.02 kg/일/km<sup>2</sup>이고 연곡면 264.23kg/일/km<sup>2</sup>, 사천면 120.48kg/일/km<sup>2</sup>, 현남면 110.19kg/일/km<sup>2</sup>이다. 주문진읍이 상대적으로 높은 것은 교항리의 대단위 축산시설로 판단되며 축산폐수에 의한 지하수오염에 특히 주의를 기울여야 하겠으며, 다른 지역은 오폐수 등 하수처리 관리, 농경지에서의 퇴비, 비료시비 등의 관리에 주의를 기울이면 지하수오염에 크게 영향을 미치지 않을 것이다.

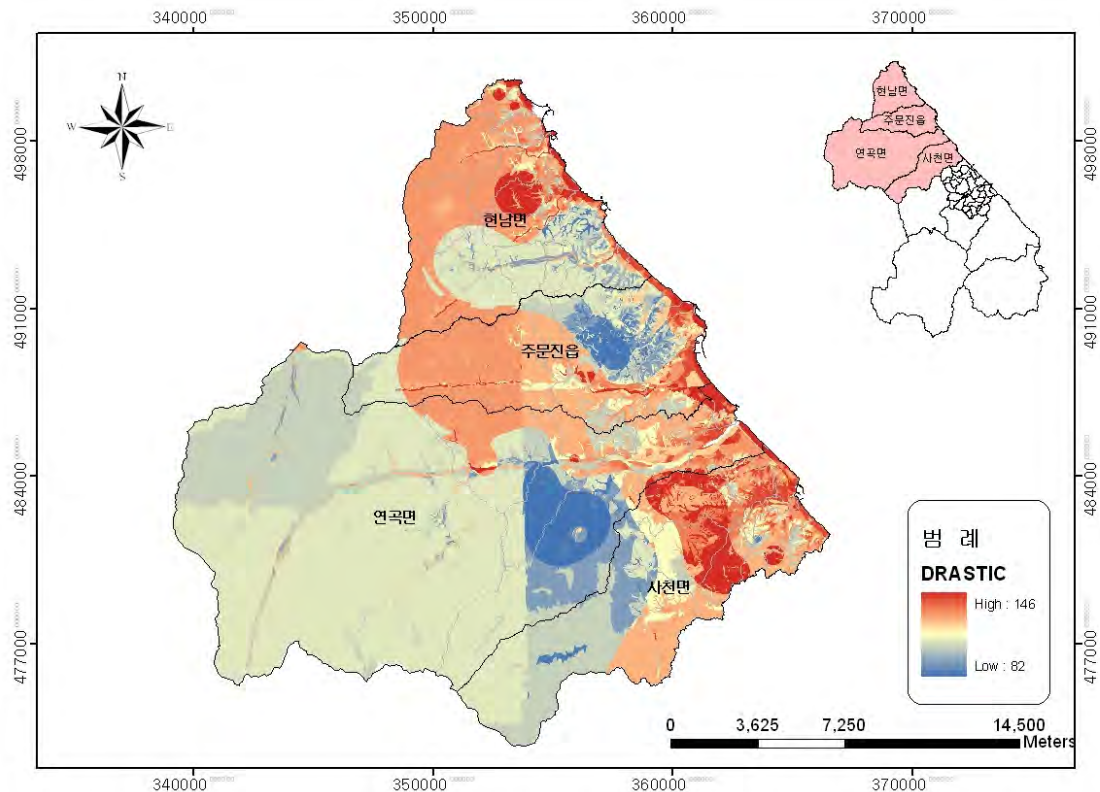
명사지구의 DRASTIC Index에 선구조밀도를 반영한 Modified DRASTIC Index는 주문진읍 118, 연곡면 121, 현남면 125, 사천면 126이다. 지반의 파쇄대, 단층대 등에 의한 지하수 오염취약성 정도는 크게 높아지지 않았다. 명사지구는 주문진읍 교항리의 축산폐수에 의한 지하수오염에 특히 주의를 기울여야 하겠으며, 다른 지역은 오폐수 등 하수처리관리, 농경지에서의 퇴비, 비료시비 등의 관리에 주의를 기울이면 지하수오염에 크게 영향을 미치지 않을 것이다.

<표 3-8-1> 읍면별 DRASTIC Index

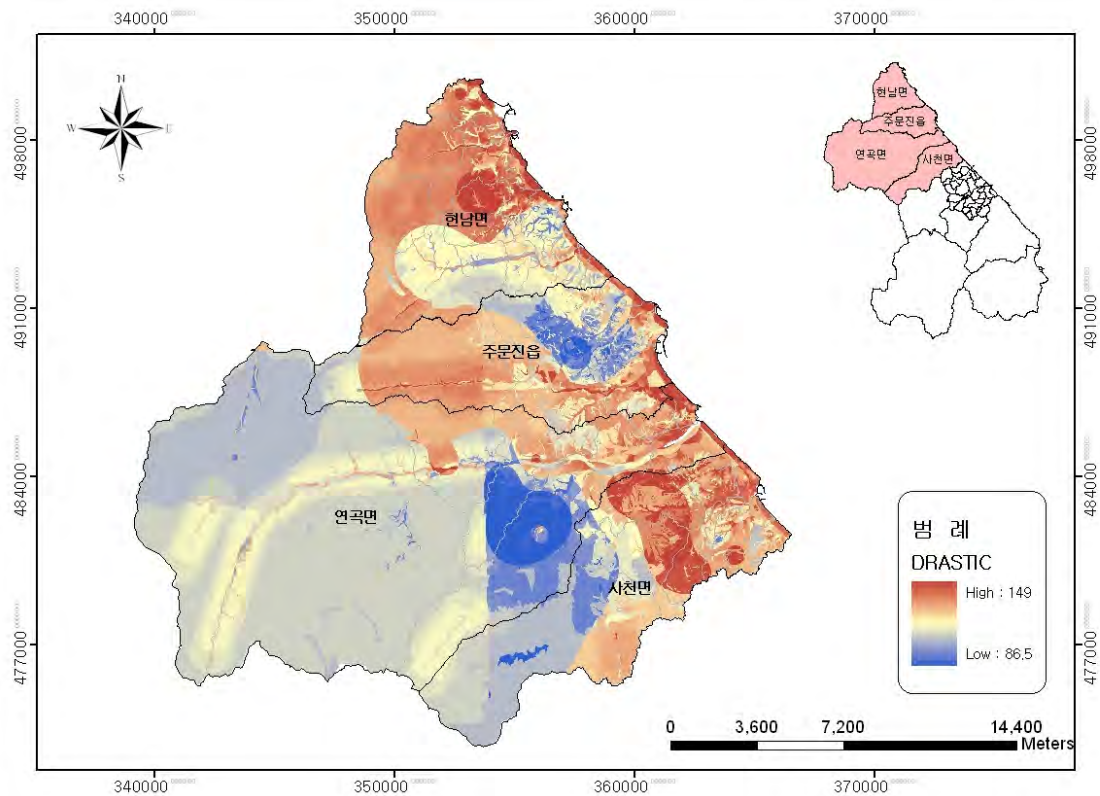
구 분		DRASTIC Index	단위면적당 오염부하량(kg/일/km <sup>2</sup> )
강릉시	주문진읍	116	484.02
	사천면	118	120.48
	연곡면	122	264.23
양양군	현남면	120	110.19

<표 3-8-2> 읍면별 Modified DRASTIC Index

구 분		MIN	MAX	평균
강릉시	주문진읍	95	143	118
	사천면	103	149	126
	연곡면	86	144	121
양양군	현남면	103	147	125



<그림 3-8-1> DRASTIC Map



<그림 3-8-2> Modified DRASTIC Map

### 3.8.2 지하수 오염 예측

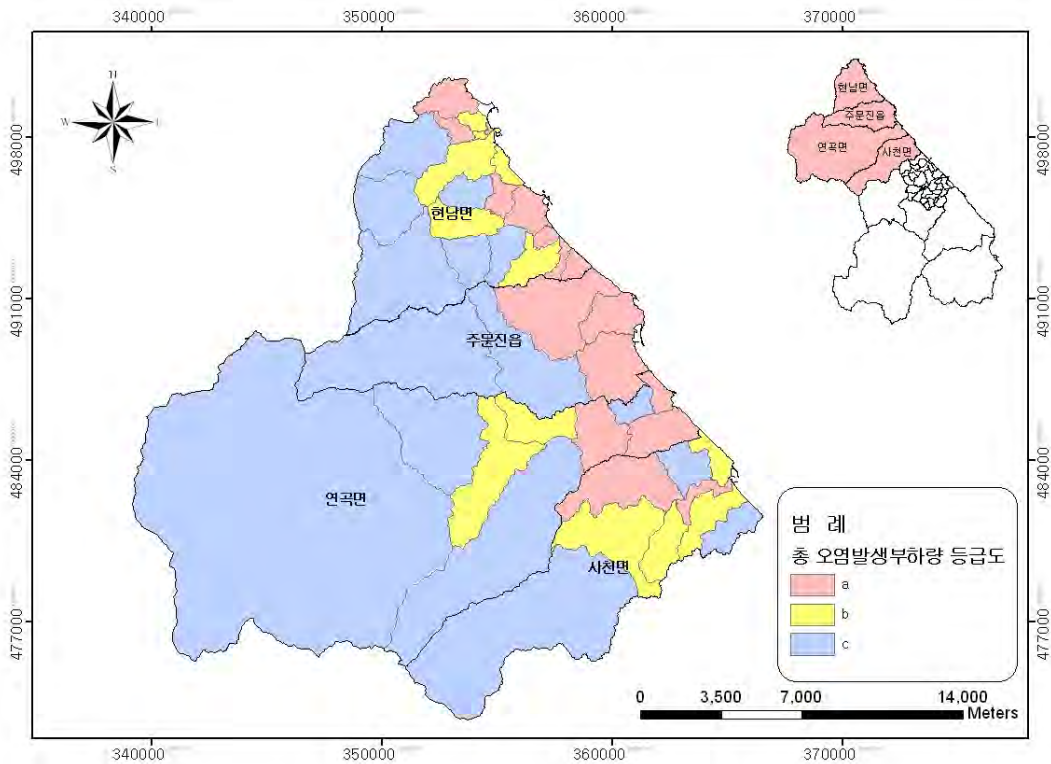
조사지역의 인구, 토지이용 및 축사에 의한 총오염발생부하량을 산정하여 그 값을 Equal Area법을 통해 3등급으로 결정하여 변형 오염취약성과 분석을 실시하였다.

지하수오염예측도는 지하수오염취약성도(수리지질학적인자)에 선 구조밀도, 토지이용등급을 고려한 변형된 오염취약성과 각종 오염 원, 인구수, 토지에 따른 총오염부하량값을 중첩하여 작성되었다.

명사지구 중 오염에 취약한 지역은 사천면 사천진리, 석교리, 연곡면 영진리, 현남면 북분리, 동산리, 광진리 지역이다. 오염발생부하량은 시가지는 높고, 그 외 지역은 낮은 것으로 나타났다. 청정지역의 보전을 위해서는 지속적인 관리와 시설물 설치에 대한 고려 등 행정적인 관심과 지원이 이루어져야 할 것으로 판단된다.

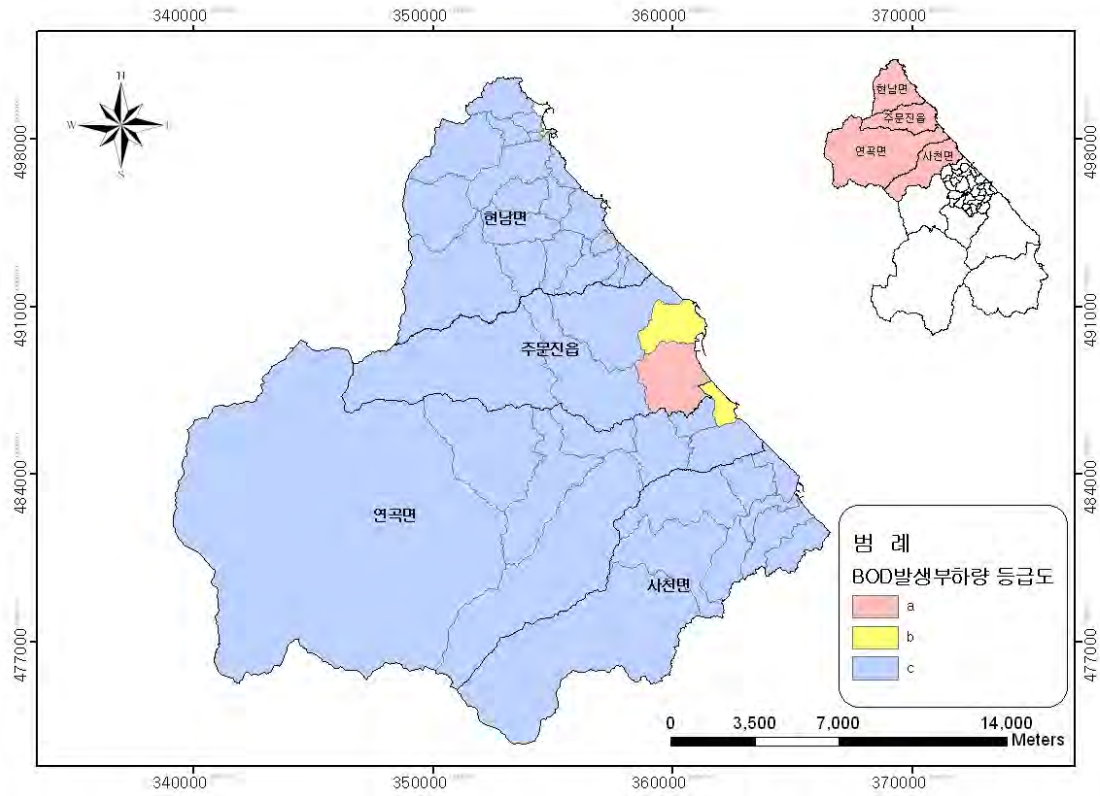
<표 3-8-3> 지하수오염예측도 등급 분류표

변형된 오염취약성		총오염발생부하량	총오염발생부하량(kg/일/km <sup>2</sup> )		
			a(높음)	b(보통)	c(낮음)
			>157	114 -156	≤113
오염취약성	A (높음)	≥131	Aa	Ab	Ac
	B (보통)	115 - 130	Ba	Bb	Bc
	C (낮음)	≤114	Ca	Cb	Cc

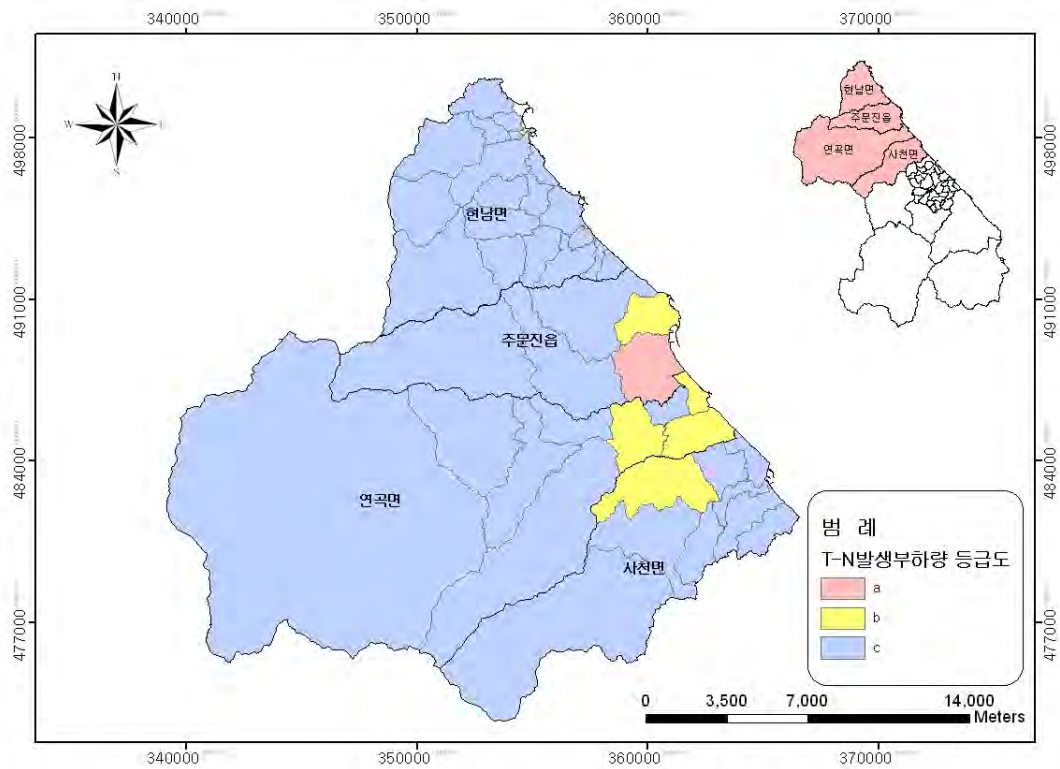


(a) 총 오염발생부하량 등급도



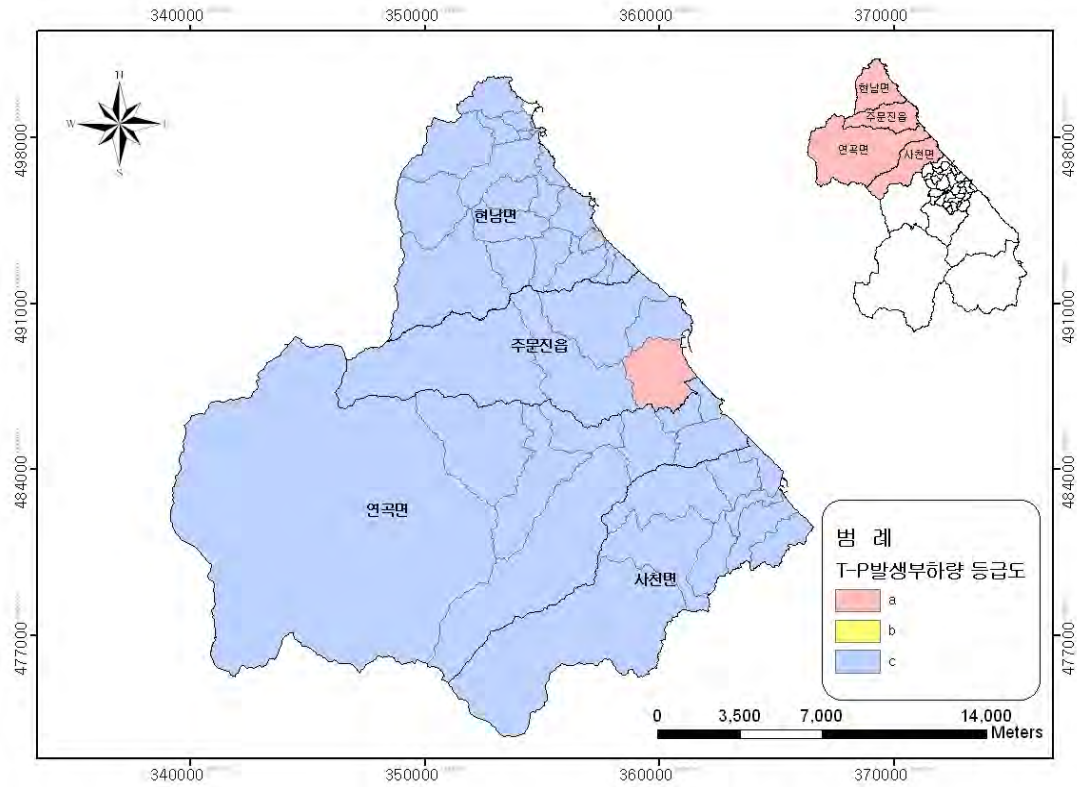


(b) BOD발생부하량 등급도



(c) T-N 발생부하량 등급도



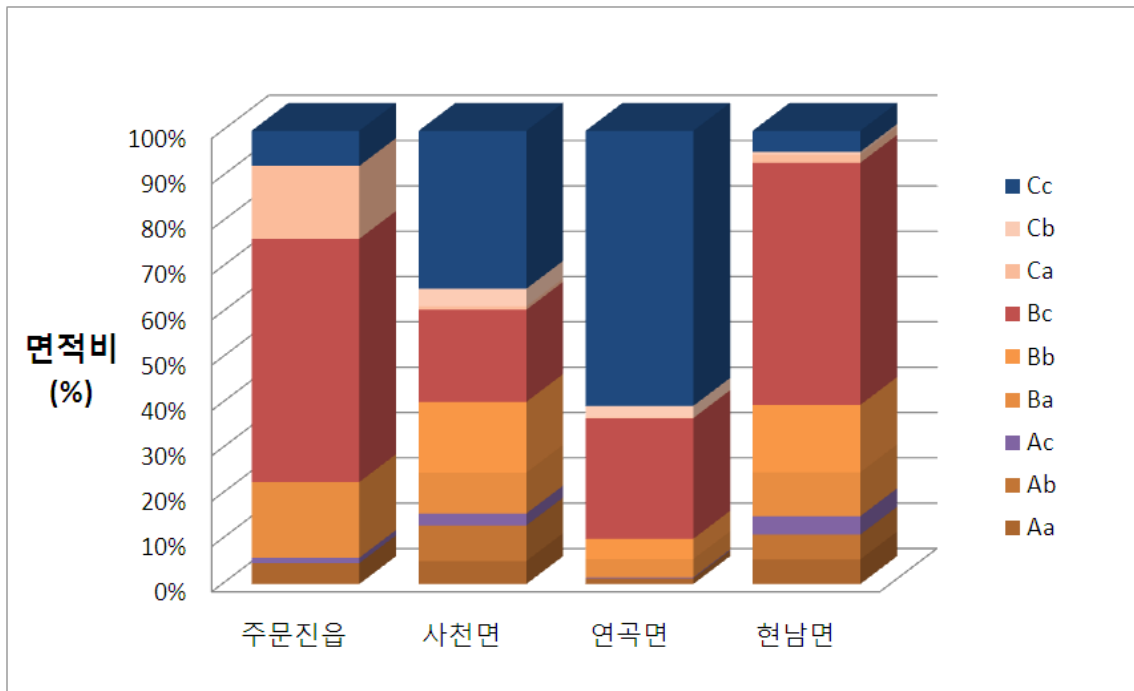


(d) T-P발생부하량 등급도

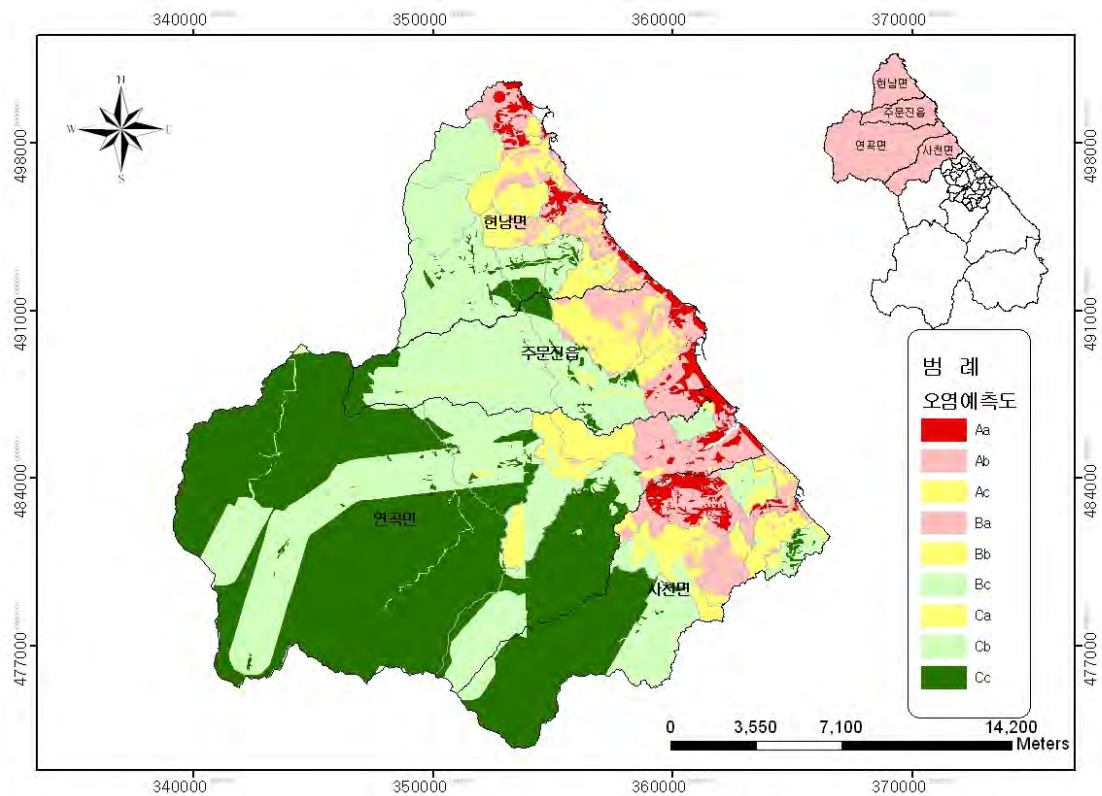
<그림 3-8-3> 발생단위별 잠재오염원 부하량 등급도

<표 3-8-4> 읍면별 지하수오염예측등급 면적비

읍면동	구분	총면적 (km <sup>2</sup> )	지하수오염예측 등급별 면적비(%)								
			Aa	Ab	Ac	Ba	Bb	Bc	Ca	Cb	Cc
<b>명사지구</b>		<b>398.37</b>	<b>3.11</b>	<b>2.33</b>	<b>1.44</b>	<b>7.74</b>	<b>7.56</b>	<b>34.06</b>	<b>2.91</b>	<b>2.10</b>	<b>38.75</b>
강릉시	주문진읍	60.56	4.61	0.00	1.18	16.69	0.02	53.68	16.08	0.00	7.74
	사천면	70.90	5.07	7.86	2.63	8.98	15.65	20.35	0.73	3.90	34.83
	연곡면	202.41	1.20	0.04	0.23	4.00	4.52	26.61	0.14	2.57	60.69
양양군	현남면	64.50	5.42	5.48	4.06	9.65	14.91	53.43	1.75	0.67	4.63



<그림 3-8-4> 읍면별 지하수오염예측등급 면적비



<그림 3-8-5> 명사지구 지하수오염예측도

# IV

명사지구

지하수개발·이용 방안



#### IV. 명사지구 지하수 개발·이용 방안

##### 4.1 생활용수 개발대상지 분석

명사지구 전체 인구에서 광역상수도, 소규모수도시설 등이 설치된 지역의 급수인구를 제외한 미급수 인구 파악후 1명당 0.395m<sup>3</sup>/일(국토교통부, 수자원장기종합계획, 2001)의 필요수량을 이용했을 경우 2,283m<sup>3</sup>/일의 수량이 필요한 것으로 분석되었다.

명사지구에서 강릉시 주문진읍의 상수도 보급률은 97.1%, 사천면과 연곡면은 약 59%의 보급률을 보이며 양양군 현남면은 78.4%이다. 사천면과 연곡면과 같이 상수도 보급률이 작은 일부마을은 아직 자가의 충적지하수 관정으로 생활용수를 공급한다. 미급수 인구 200인 이상 지역을 분석한 결과 주문진읍 교항리, 사천면 미노리, 사천진리, 연곡면 송림리, 영진리, 퇴곡리로 나타났다. 해당 리지역은 100m<sup>3</sup>/일 이상의 생활용수 공급이 필요한 지역으로 분석되어 지하수개발시 우선 개발지역으로 선정하는 것이 필요하다.

<표 4-1-1> 생활용수 급수, 미급수 인구현황 및 개발대상지 분석

(단위 : 공, 명, 세대, m<sup>3</sup>/일)

구분	개발 필요 공수	세대 수	인구	상수도		소규모 수도시설			관 정				미급 수 인구	필요 수량 (m <sup>3</sup> / 일)
				급수 인구	보급 율 (%)	시설 수	급수 가구	급수 인구	시설 수	사설 충적	사설 암반	공공 암반		
명사 지구	8	15,803	33,531	27,749	82.8	3	94	315	593	521	55	17	5,782	2,283

명사지구 농촌지하수 관리보고서

<표 4-1-2-a> 소규모 수도시설 및 관정개발 현황

읍면	리	세대 수 (호)	세대 인구 (명)	상수도 인구 (명)	보급 률 (%)	소규모수도시설			관정				미급수 인구
						시설수	급수 가구	급수 인구	계	사설 층적	사설 암반	공공 암반	
명사지구	총계	15,803	33,531	27,749	82.8	3	94	315	593	521	55	17	2,283
주문진읍	계	9,067	19,050	18,498	97.1	0	0	0	517	489	26	2	552
	교항리	5,046	11,237	10,911					100	98	2		326
	삼교리	92	186	181					33	21	10	2	5
	장덕리	240	482	468					190	182	8		14
	주문리	3,455	6,704	6,510					54	54			194
	향호리	234	441	428					140	134	6		13

<표 4-1-2-b> 소규모 수도시설 및 관정개발 현황

읍면	리	세대 수 (호)	세대 인구 (명)	상수도 인구 (명)	보급 률 (%)	소규모수도시설			관정				미급수 인구
						시설수	급수 가구	급수 인구	계	사설 층적	사설 암반	공공 암반	
사천면	계	3,100	6,898	4,111	59.6	0	0	0	14	7	5	2	2,787
	노동리	261	604	360					6	4	0	2	244
	덕실리	257	466	278					0				188
	미노리	343	671	400					0				271
	방동리	183	384	229					0				155
	사기막리	97	204	122					1		1		82
	사천진리	1,595	3,827	2,281					3		3		1,546
	산대월리	57	127	76					0				51
	석교리	178	348	207					1		1		141
	판교리	129	267	159					3	3			108

<표 4-1-2-c> 소규모 수도시설 및 관정개발 현황

읍면	리	세대 수 (호)	세대 인구 (명)	상수도 인구 (명)	보급 률 (%)	소규모수도시설			관정				미급수 인구
						시설수	급수 가구	급수 인구	계	사설 총적	사설 암반	공공 암반	
연곡면	계	1,984	4,283	2,553	59.6	3	94	315	19	1	6	12	1,730
	동덕리	283	558	333					0				225
	방내리	130	320	191					0				129
	삼산리	167	353	210		1	32	94	9	1	4	4	143
	<b>송림리</b>	<b>361</b>	<b>712</b>	<b>424</b>					<b>1</b>		<b>1</b>		<b>288</b>
	신왕리	158	376	224		1	41	125	2			2	152
	영진리	346	747	445					0				302
	유동리	95	198	118					2			2	80
	<b>퇴곡리</b>	<b>251</b>	<b>580</b>	<b>346</b>					<b>4</b>		<b>1</b>	<b>3</b>	<b>234</b>
	행정리	193	439	262		1	21	96	1			1	177

<표 4-1-2-d> 소규모 수도시설 및 관정개발 현황

읍면	리	세대 수 (호)	세대 인구 (명)	상수도 인구 (명)	보급 률 (%)	소규모수도시설			관정				미급수 인구
						시설수	급수 가구	급수 인구	계	사설 총적	사설 암반	공공 암반	
현남면	합계	1,652	3,300	2,587	78.4	0	0	0	43	24	18	1	713
	북분리	88	159	125					4	2	1	1	34
	동산리	131	279	219					1		1		60
	두창시변리	84	164	129					0				35
	죽정자리	112	235	184					0				51
	<b>인구리</b>	<b>233</b>	<b>461</b>	<b>361</b>					<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>		<b>100</b>
	광진리	169	289	227					6		6		62
	포매리	54	98	77					4	1	3		21
	견불리	40	78	61					16	16			17
	상월천리	18	38	30					1		1		8
	하월천리	84	138	108					2		2		30
	입암리	101	227	178					1	1			49
	임호정리	29	66	52					0				14
	원포리	53	118	93					2	1	1		25
	지경리	70	155	122					2	1	1		33
<b>남애리</b>	<b>386</b>	<b>795</b>	<b>623</b>					<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>		<b>172</b>	

## 4.2 농업용수 개발대상지 분석

농지(전, 답, 과) 면적에 대해 기존 농업용 관정, 저수지, 양수장, 취입보, 집수암거 등에 의한 수혜면적을 분석하고, 농지면적에서 수혜면적을 제외한 잔여면적으로 계산하였다. 이때 저수지, 양수장, 취입보, 집수암거는 용수공급이 논(답)에 집중되어 있어 밭(전)의 농지면적 대비 수혜면적이 적어 농업용 관정 필요수량이 과다하게 산정될 수 있다. 하지만 향후 밭작물의 생산성 증대 및 기후변화 등에 의해 밭(전)용수 개발도 필요하기 때문에 농지면적에 밭(전) 및 과수원농지도 포함하였다.

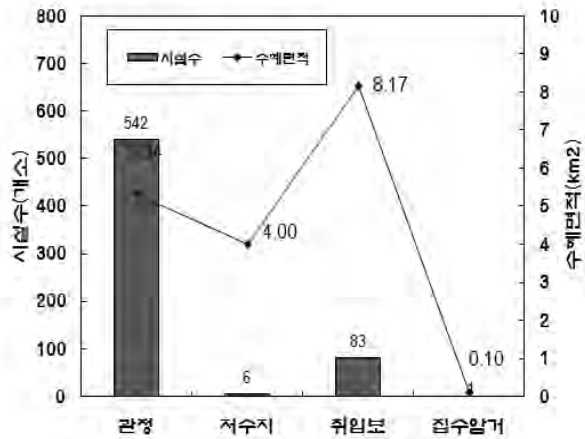
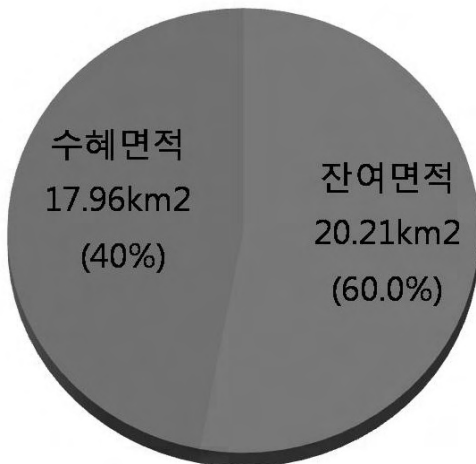
그리고 농업용 관정 개발 필요 수는 공당 수혜면적  $0.03\text{km}^2$ (3ha) 적용하여 산정하였다.

명사지구의 농지면적은  $38.16\text{km}^2$ , 농업기반시설에 의한 수혜면적은  $17.96\text{km}^2$ 이며 잔여면적은  $20.21\text{km}^2$ 이다. 농업기반시설에 의한 농지면적 대비 수혜면적은 47%이다. 명사지구의 농업기반수리시설에 의한 용수공급이 답작에 치우쳐 있고, 전작은 지하수관정만을 가지고 용수공급을 받고 있다. 동저서고의 지형 특성상 동쪽방향으로 흐르는 강릉남대천 유역에 속하는 사천면의 사천천, 연곡면의 연곡천, 신왕천, 주문진읍의 신리천, 현남면의 회상천, 해송천에서 수량을 확보하기 위해 하천의 일부 또는 전부를 가로막는 취입보시설이 수혜면적이 가장 넓고, 다음이 농업용관정이다.

수혜면적은 사천면  $6.71\text{km}^2$ , 연곡면  $3.99\text{km}^2$ , 현남면  $3.89\text{km}^2$ , 주문진읍  $3.38\text{km}^2$ 로 사천면이 가장 넓다. 이는 사천면 일대의 답(논)이 취입보에 의한 수혜면적이 넓기 때문이다. 지표수가 부족한 장기간의 가뭄시기에 능동적으로 대응할 수 있는 농업용 공공 신규 관정개발이 필요할 것으로 판단된다. 연곡면은 수혜면적이 적은 동덕리, 삼산리 등을 중심으로 지표수를 이용한 수리시설물(저수지, 양수장, 취입보) 확충과 농업용 공공 신규 지하수 개발이 필요하다. 현남면은 포매리, 하월천리에 취입보로만 농업용수 공급을 받고 있



는 상황이다. 따라서 기후변화에 대비해 농업용 신규 지하수 개발이 필요하다. 주문진읍은 농업용 공공관정과 농업용 사설관정으로만 의존하는 상황이다. 이 지역은 지표수를 이용한 수리시설물(저수지, 양수장, 취입보) 확충과 농업용 신규 개발이 필요할 것으로 판단된다.



<그림4-2-1>농업용수 수혜면적

<그림4-2-2> 조사지역 농업기반수리시설

<표 4-2-1> 농업용수 개발대상지 분석

(단위 : 공, 개, km<sup>2</sup>)

구분	개발 필요 공수	농지 면적	수혜 면적	잔여 면적	관정 밀도 (공/ km <sup>2</sup> )	농업용 관정		저수지		양수장		취입보		집수암거	
						개소 수	수혜 면적	시설 수	수혜 면적	시설 수	수혜 면적	시설 수	수혜 면적	시설 수	수혜 면적
명사 지구	674	38.16	17.96	20.21	0.14	542	5.34	6	4.00	3	0.35	83	8.17	1	0.10

- 1) 농경지 면적 : 논+밭+과수원 면적의 합(km<sup>2</sup>)
- 2) 관정개소수 및 수혜면적(km<sup>2</sup>) : 관정개소수 및 수혜면적은 관정현황조사 결과 농업용으로 분류된 관정에 대해 총적관정 1공당 0.5ha(0.005km<sup>2</sup>), 암반관정 1공당 3ha(0.03km<sup>2</sup>) 적용
- 3) 저수지, 취입보, 집수암거 시설수 및 수혜면적 : 한국농어촌공사 농업기반시설 통계자료 이용

<표 4-2-2> 리별 농업용수 개발대상지 분석

(단위 : 공, 개, km<sup>2</sup>)

구 분	개발 필요 공수	농지 면적	수혜 면적	잔여 면적	관정 밀도 (공/ km <sup>2</sup> )	농업용 관정		저수지		양수장		취입보		집수암거		
						개소 수	수혜 면적	시설 수	수혜 면적	시설 수	수혜 면적	시설 수	수혜 면적	시설 수	수혜 면적	
주	합 계	201	9.40	3.38	6.02	0.13	123	1.19	2	1.84	0	0	1	0.35	0	0
문 진 읍	교항리	51	1.88	0.34	1.54	0.18	33	0.34								
	삼교리	0	0.99	0.99	0.00	0.07	7	0.06	1	0.58			1	0.35		
	장덕리	64	2.24	0.32	1.92	0.15	34	0.32								
	주문리	61	1.94	0.11	1.84	0.06	11	0.11								
읍	향호리	24	2.34	1.62	0.72	0.16	38	0.37	1	1.26						

<표 4-2-2-계속> 리별 농업용수 개발대상지 분석

(단위 : 공, 개, km<sup>2</sup>)

구 분	개발 필요 공수	농지 면적	수혜 면적	잔여 면적	관정 밀도 (공/ km <sup>2</sup> )	농업용 관정		저수지		양수장		취입보		집수암거		
						개소 수	수혜 면적	시설 수	수혜 면적	시설 수	수혜 면적	시설 수	수혜 면적	시설 수	수혜 면적	
사 천 면	합 계	138	10.84	6.71	4.13	0.14	150	1.68	1	0.89	0	0.00	10	4.14	0	0.00
	노동리	4	1.73	1.62	0.11	0.16	28	0.29					4	1.33		
	덕실리	22	1.26	0.62	0.65	0.18	23	0.22					1	0.40		
	미노리	18	0.67	0.13	0.54	0.15	10	0.13								
	방동리	29	1.19	0.31	0.88	0.18	21	0.31								
	사기막리	0	1.25	1.24	0.01	0.04	5	0.05	1	0.89			2	0.30		
	사천전리	26	0.91	0.13	0.78	0.12	11	0.13								
	산대월리	26	0.90	0.13	0.78	0.17	15	0.13								
	석교리	13	1.58	1.18	0.40	0.15	24	0.30					1	0.88		
	관교리	0	1.37	1.37	0.00	0.09	13	0.14					2	1.23		

<표 4-2-2-계속> 리별 농업용수 개발대상지 분석

(단위 : 공, 개, km<sup>2</sup>)

구 분	개발 필요 공수	농지 면적	수혜 면적	잔여 면적	관정 밀도 (공/ km <sup>2</sup> )	농업용 관정		저수지		양수장		취입보		집수암거		
						개소 수	수혜 면적	시설 수	수혜 면적	시설 수	수혜 면적	시설 수	수혜 면적	시설 수	수혜 면적	
연 곡 면	합계	210	10.29	3.99	6.30	0.11	118	1.02	1	0.80	0	0.00	20	2.17	0	0.00
	동덕리	64	2.19	0.28	1.91	0.18	39	0.28								
	방내리	11	0.37	0.04	0.33	0.05	2	0.04								
	삼산리	56	2.23	0.54	1.69	0.04	8	0.12				8	0.42			
	송림리	6	1.37	1.18	0.19	0.20	27	0.18				1	1.00			
	신왕리	3	1.04	0.94	0.10	0.04	4	0.04	1	0.80			2	0.10		
	영진리	11	0.38	0.04	0.34	0.05	2	0.04								
	유동리	16	0.75	0.27	0.48	0.04	3	0.04					3	0.23		
	퇴곡리	25	1.12	0.37	0.75	0.13	15	0.15					4	0.22		
행정리	17	0.85	0.34	0.51	0.21	18	0.14					2	0.20			

<표 4-2-2-계속> 리별 농업용수 개발대상지 분석

(단위 : 공, 개, km<sup>2</sup>)

구 분	개발 필요 공수	농지 면적	수혜 면적	잔여 면적	관정 밀도 (공/ km <sup>2</sup> )	농업용 관정		저수지		양수장		취입보		집수암거		
						개소 수	수혜 면적	시설 수	수혜 면적	시설 수	수혜 면적	시설 수	수혜 면적	시설 수	수혜 면적	
현 남 면	합계	125	7.64	3.89	3.76	0.20	151	1.46	2	0.47	3	0.35	52	1.51	1	0.10
	북분리	13	0.64	0.26	0.38	0.58	37	0.26					3			
	동산리	2	0.06	0.00	0.06	0.00	0	0.00								
	두창시 변리	11	0.34	0.00	0.34	0.00	0	0.00								
	죽정자리	6	0.61	0.43	0.18	0.05	3	0.09					13	0.34		
	인구리	0	0.82	0.82	0.01	0.07	6	0.16	1	0.30	1	0.10	7	0.16	1	0.10
	광진리	7	0.21	0.01	0.20	0.05	1	0.01								
	포매리	20	0.93	0.33	0.61	0.14	13	0.09					9	0.24		
	견불리	0	0.40	0.39	0.01	0.45	18	0.14	1	0.17	1	0.05	3	0.03		
	상월천리	11	0.35	0.02	0.33	0.03	1	0.01					1	0.01		
	하월천리	20	0.74	0.14	0.60	0.07	5	0.03					5	0.12		
	입암리	3	0.71	0.62	0.09	0.30	21	0.13					9	0.49		
	임호정리	0	0.61	0.61	0.00	0.30	18	0.29			1	0.20	2	0.12		
	원포리	4	0.24	0.12	0.13	0.75	18	0.12								
	지경리	8	0.33	0.08	0.25	0.18	6	0.08								
남애리	19	0.65	0.07	0.58	0.06	4	0.07									

명사지구의 농지면적 대비 수혜면적을 제외한 잔여면적에 대해서 농업용 지하수를 개발할 경우 총 674공이 필요하다. 읍면별로 보면 저수지나 취입보 등 농업기반시설에 의해 용수를 공급받는 주문진읍 201공, 사천면 138공, 연곡면 210공, 현남면 125공이다. 여기서 제시된 개발공수는 자연 하천수, 강우 등에 의한 용수공급은 제외하였으며, 다음 장에서 실제 분석한 농업용지하수 개발·이용 방안도에 실제적인 용수공급 필요지역을 선정하였다.

#### 4.3 명사지구 지하수개발·이용 방안도

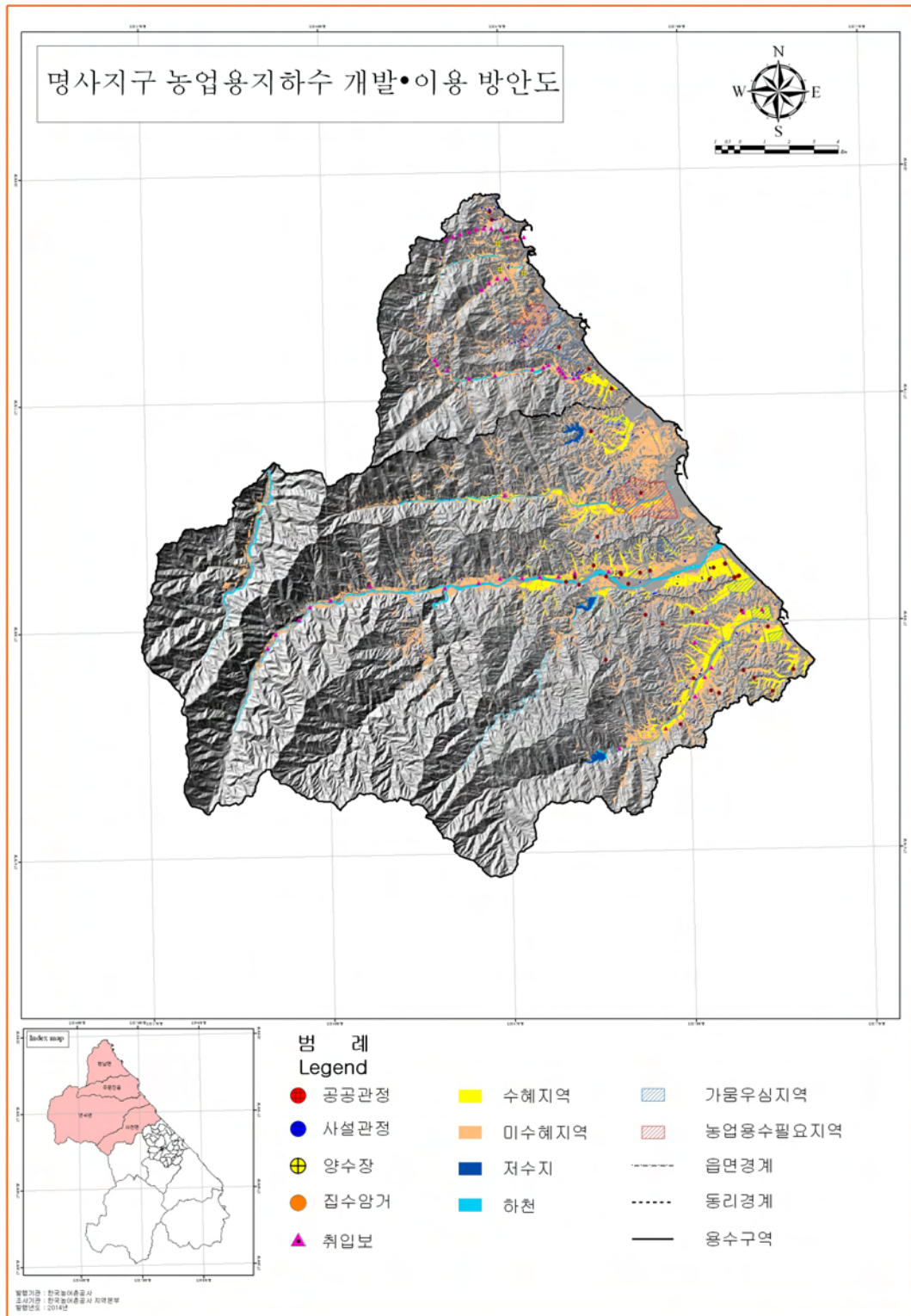
##### 4.3.1 명사지구 농업용 지하수개발·이용 방안도

가뭄예측, 농업용수 개발대상지 분석 및 현장조사를 통하여 명사지구의 농업용 지하수개발·이용 방안도를 작성하였다. 농업기반시설에 의한 수혜지역과 미수혜지역을 나타내었으며, 미수혜지역은 농업기반시설에 의한 용수공급이 없는 지역이다.

자연강우, 계곡수, 하천수를 이용하여 용수공급을 받는 지역도 미수혜지역으로 포함시켰으며, 개발필요지역에서는 제외하였다. 본 농업용 지하수개발·이용 방안도에서 개발필요지역으로 선정된 지역은 농업기반시설에 의한 용수공급이 없을 뿐만 아니라, 자연강우, 계곡수, 하천수 등에 의해서도 농업용수가 부족한 지역을 선정하였다.

자료는 한국농어촌공사의 농촌용수종합정보시스템의 데이터를 이용하였으며, 이를 바탕으로 현장조사를 실시하였다.

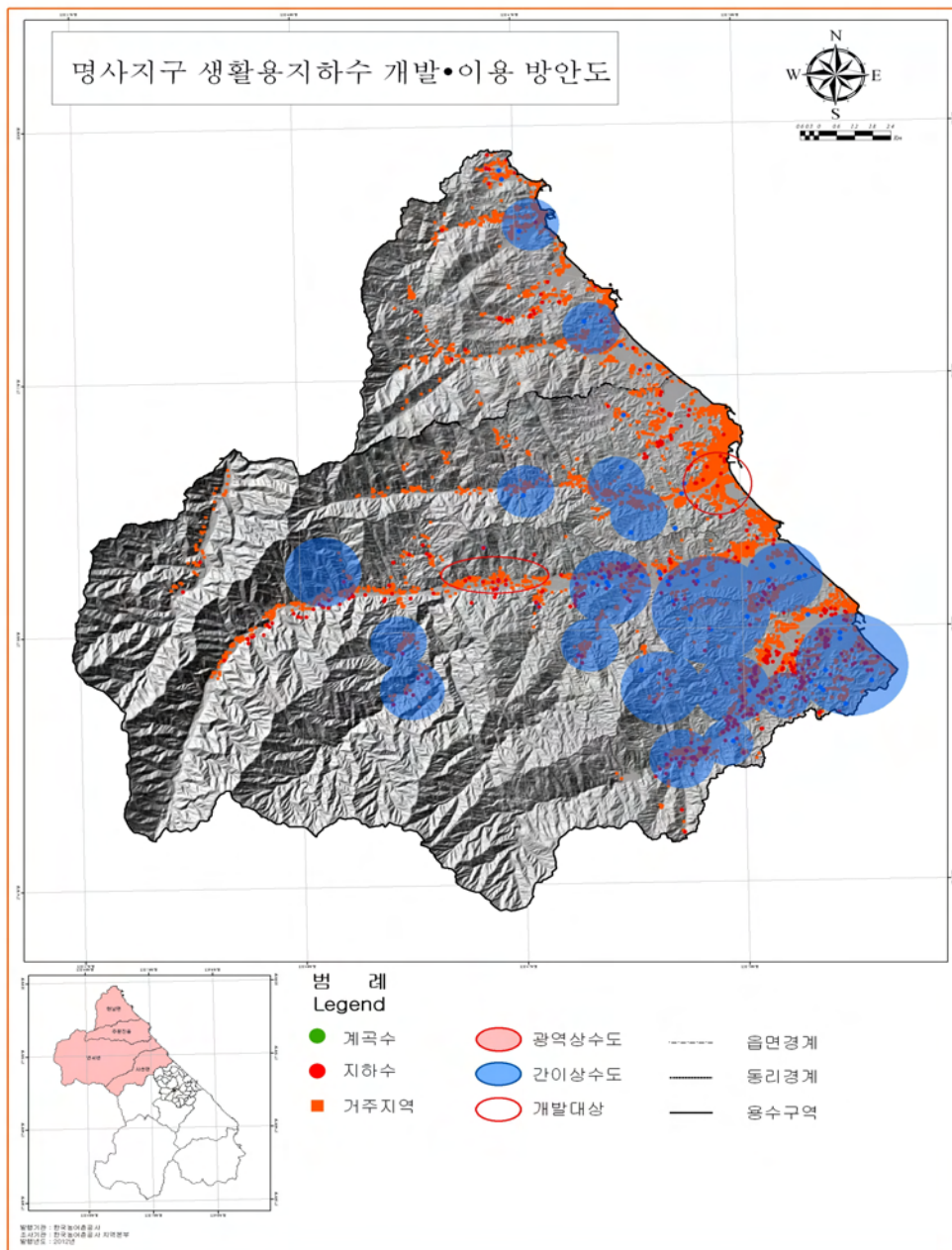
농촌용수종합정보시스템 및 현장조사 결과 농업용수가 부족한 지역은 주문진읍 교항리, 장덕리, 주문리, 연곡면 동덕리, 삼산리, 현남면 포매리, 하월천리 일부 지역으로 조사되었다. 이 지역은 농업용 지하수 개발대상지 분석에서 교항리 30공, 장덕리 31공, 동덕리 31공, 삼산리 8공, 포매리 12공, 하월천리 5공의 지하수 관정이 필요한 지역으로 조사된 지역으로 농업용 지하수 관정 및 기타 농업기반시설을 이용하여 용수공급 체계를 갖춰야 하겠다.



<그림4-3-1> 명사지구 농업용지하수개발·이용 방안도

#### 4.3.2 명사지구 생활용 지하수개발·이용 방안도

지하수현황조사를 통해 간이상수도 및 마을상수도 급수지역을 조사하고, 미급수지역을 조사하여 생활용 공공관정 개발필요지구를 선정하고 명사지구의 생활용 지하수개발·이용 방안도를 작성하였다. 개발필요지역은 주문진읍 교항리, 사천면 미노리, 사천진리, 연곡면 송림리, 영진리, 퇴곡리 일부지역이다.



<그림4-3-2> 명사지구 생활용지하수개발·이용 방안도

# V

## 지하수 보전·관리 방안





## V. 지하수 보전·관리 방안

### 5.1 지하수관리 필요지역

#### 5.1.1 지하수관리필요지역 선정 기준

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

수량부분의 지표인 개발가능량 대비 이용량은 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 구분하였고, 그 외 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> 지하수 관리지역 선정지표

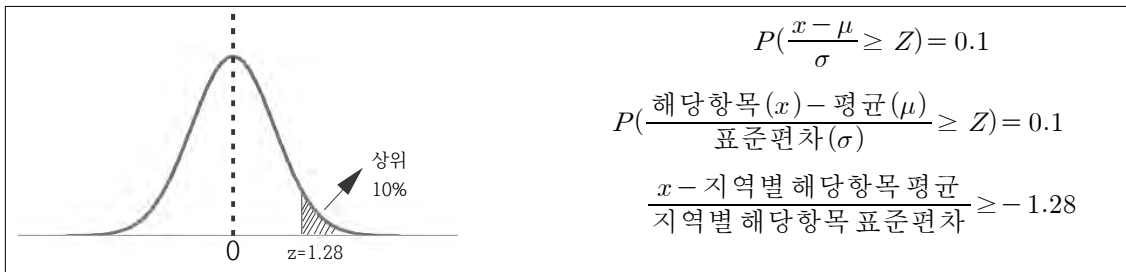
구분	내용	관심	주의	경계	심각
		비규제적 관리필요지역			
		기술적 관리			
수량	이용량/개발가능량(%)	60~70	70~80	80~90	90~
	단위면적당이용량(천m <sup>3</sup> /년/km <sup>2</sup> )	상위	상위	상위	상위
	관정밀도(공/km <sup>2</sup> )	20~15%	15~10%	10~5%	5%이내
수질	질산성질소평균(mg/L)	-	-	10~20	20~
	DRASTIC INDEX	상위	상위	상위	상위
	오염원밀도(개소/km <sup>2</sup> )	20~15%	15~10%	10~5%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

※ 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> 관리지구 선정기준을 위한 표준정규분포곡선

나. 조사자 의견

- 지하수 관리지역 선정을 위하여 수량, 수질 지표 외에 시설물 현황, 인문, 지리, 수문, 지질 등의 지역 특성을 고려한 조사자 의견도 반영하도록 하였다.

5.1.2 읍면별 현황 및 대책

가. 주문진읍

- 강릉시 북서부에 위치하고 있으며, 중산간 지대로 바다와 접해 있는 전형적인 항구도시이다. 강릉시 전체면적의 6%(60.65km<sup>2</sup>)에 해당
- 현재 5개리(법정리)로 이루어져 있다.(주문리, 교항리, 장덕리, 향호리, 삼교리)

- 주문진읍의 강릉시 등록 전체 관정수는 717개소로 생활용 지하수가 587개소, 81.8%, 농업용 지하수가 123개소, 17.1%를 차지하고 있다.
- 본 조사결과 주문진읍의 관정현황조사는 189공이다. 생활용 지하수가 143개소, 75.6%, 농업용지하수가 41개소, 21.6%이다. 미존재시설 22개소, 미활용 2개소, 원상복구 85개소로 조사되었다.
- 주문진읍의 총 지하수이용량은 326.73천 $m^3$ /년이며, 이는 이번 조사 결과 실제사용 관정만을 가지고 산정하였다. 생활용 지하수 이용량은 20.51천 $m^3$ /년이고, 공업용 지하수 이용량은 215.00천 $m^3$ /년, 농업용 지하수 이용량은 91.22천 $m^3$ /년이다. 지하수 개발가능량은 8,743.0천 $m^3$ /년으로 개발가능량 대비 이용량은 3.7%이다. 교항리가 26.05%로 가장 높고 삼교리가 0.19%로 가장 낮다. 단위면적당 이용량은 3.73천 $m^3$ /년/ $km^2$ 이며, 관정밀도도는 18.55공/ $km^2$ 이다.
- 주문진읍의 리별 질산성질소 분석치는 먹는물 기준(10mg/L) 또는 농업용 기준(20mg/L)으로도 정상 이내로 분석되었다.
- 주문진읍의 DRASTIC Index는 평균 115로 보통정도의 오염취약성을 갖는 것으로 나타났다. 향후 지역개발에 필요한 오염유발시설을 설치 시 오염방지시설을 철저히 할 경우 문제가 없을 것이라 판단된다.
- 오염원 분포밀도는 7.4개소/ $km^2$ 이고, 단위면적당 오염부하량은 484.02kg/일/ $km^2$ 로 높게 나타났으며, 이유는 교항리의 대규모 축산단지로 인한 것으로 판단된다.
- 주문진읍은 향후 답작용은 수리시설물에 의한 용수공급으로 부족하여 농업용 지하수개발이 필요하고, 교항리의 마을상수도 및 소규모 급수시설의 생활용 공공관정 개발이 필요하다.

<표 5-1-2> 주문진읍 지하수 수량관리 필요지역

동리	이용량/적정개발 가능량(%)		단위면적당이용량 (천m <sup>3</sup> /년/km <sup>2</sup> )		관정밀도 (공/km <sup>2</sup> )		조사자 의견	수량관리 필요지역
계	3.73		5.40		18.55			
교항리	26.05		32.87	심각	26.46	심각		○
삼교리	0.19		0.29		1.87			X
장덕리	0.24		0.34		18.41			X
주문리	4.47		5.33		18.13			X
향호리	1.81		2.77		15.69			X

<표 5-1-3> 주문진읍 지하수 수질관리 필요지역

동리	질산성질소 평균(mg/L)		오염원 분포밀도 (개소/km <sup>2</sup> )		DRASTIC INDEX		단위면적당 오염부하량 (kg/일/km <sup>2</sup> )		조사자 의견	수질관리 필요지역
계	1.63		7.43		115		484.02			
교항리	3.03		16.02	심각	118		2,673.66	심각	○	○
삼교리	1.80		1.75		119	관심	62.35			X
장덕리	0.78		4.91		118		69.94			X
주문리	2.55		9.40		116		355.04			X
향호리	0.00		5.05		110		149.03			X

나. 사천면

- 강릉시 동서방향을 가로지르는 중부 지역에 위치하고 있으며, 사천천을 중심으로 남북간 자연부락을 형성하고 있다.

- 현재 9(법정리)개리로 이루어져 있다.(노동리, 덕실리, 미노리, 방동리, 사기막리, 사천진리, 산대월리, 석교리, 판교리)
- 사천면의 강릉시 등록 전체 관정수는 1,192개소로 생활용 지하수가 1,037개소, 86.9%, 농업용 지하수가 150개소, 12.5%를 차지하고 있다.
- 본 조사결과 사천면의 관정현황조사는 602공이다. 생활용 지하수가 504개소(83.7%), 공업용지하수가 3개소(0.49%), 농업용 지하수가 95개소(15.7%)이다. 미존재시설 171개소, 방치공 1개소, 미활용 71개소, 원상복구 171개소로 조사되었다.
- 사천면의 총 지하수이용량은 281.46천 $m^3$ /년이며, 이는 이번 조사 결과 실제사용 관정만을 가지고 산정하였다. 생활용 지하수 이용량은 86.0천 $m^3$ /년이고, 공업용 지하수 이용량은 17.5 $m^3$ /년이고, 농업용 지하수 이용량은 177.9천 $m^3$ /년이다. 지하수 개발가능량은 10,893.0천 $m^3$ /년으로 개발가능량 대비 이용량은 2.58%이다. 사천진리가 8.04%로 가장 높고 사기막리가 0.30%로 가장 낮다. 단위면적당 이용량은 1.39천 $m^3$ /년/ $km^2$ 이며, 관정밀도도 16.81공/ $km^2$ 이다.
- 사천면의 주요 수질기준 초과항목은 질산성질소이며, 미노리가 먹는물 기준인 10mg/L를 초과하였다.
- 사천면의 DRASTIC Index는 123으로 보통정도의 오염취약성을 갖는 것으로 나타났다. 향후 지역개발에 있어서 오염유발시설을 설치하게 되면 오염방지시설을 철저히 할 경우 문제가 없을 것이라 판단된다.
- 오염원 분포밀도는 12.90개소/ $km^2$ 이며, 단위면적당 오염부하량도 120.48kg/일/ $km^2$ 로 낮다.
- 사천면은 향후 농업용 답작용은 수리시설물에 의한 용수공급으

로 충분하며, 전작용 농업용 지하수 개발이 필요하고, 마을상수도 및 소규모 급수시설의 생활용 공공관정 개발이 필요하다.

<표 5-1-4> 사천면 지하수 수량관리 필요지역

동리	이용량/적정개발 가능량(%)		단위면적당이용량 (천m <sup>3</sup> /년/km <sup>2</sup> )		관정밀도 (공/km <sup>2</sup> )		조사자 의견	수량관리 필요지역
<b>계</b>	<b>2.58</b>		<b>1.39</b>		<b>16.81</b>			
노동리	5.42		16.90	경계	20.58			X
덕실리	6.56		15.63	경계	30.45			X
미노리	5.28		0.10		64.14	심각		X
방동리	5.65		5.84		31.95			X
사기막리	0.30		0.54		3.47			X
사천진리	8.04		13.15	관심	23.08			X
산대월리	3.06		1.40		26.20			X
석교리	3.96		3.52		23.44			X
판교리	1.34		1.37		60.13	경계		X

<표 5-1-5> 사천면 지하수 수질관리 필요지역

동리	질산성질소 평균(mg/L)		오염원 분포밀도 (개소/km <sup>2</sup> )		DRASTIC INDEX		단위면적당 오염부하량 (kg/일/km <sup>2</sup> )		조사자 의견	수질관리 필요지역
<b>계</b>	<b>3.17</b>		<b>12.90</b>		<b>123.3</b>		<b>120.48</b>			
노동리	2.96		8.20		125		143.23			X
덕실리	0.40		7.01		123		118.49			X
미노리	12.35	경계	28.19		121		187.04			○
방동리	0.75		11.61		121		145.00			X
사기막리	4.48		1.38		116		64.93			X
사천진리	2.93		36.00		126		138.23			X
산대월리	2.55		7.54		120		107.73			X
석교리	1.47		5.58		127	경계	302.73	심각		X
관교리	0.68		10.64		123		88.43			X

다. 연곡면

- 강릉시 북서부에 위치하고 있으며, 북쪽으로는 주문진읍과 양양군 현북면, 서쪽으로는 평창군 진부면과 양양군 서면, 남쪽으로 사천면 및 평창군 대관령면과 접하고, 동쪽으로는 동해와 접해있다. 동대산과 두로봉에서 발원하는 연곡천이 면의 중앙을 동류하면서 유역에 평야를 형성한다.
- 현재 9개리(법정리)로 이루어져 있다.(동덕리, 방내리, 삼산리, 송림리, 신왕리, 영진리, 유동리, 퇴곡리, 행정리)
- 연곡면의 강릉시 등록 전체 관정수는 453개소로 생활용 지하수가 333개소(73.5%), 공업용 지하수가 2개소(0.4%), 농업용 지하수가 118개소(26.0)%를 차지하고 있다.
- 본 조사결과 연곡면의 관정현황조사는 398공이다. 생활용 지하수가 289개소(72.6%), 공업용지하수가 3개소(0.75%), 농업

용지하수가 106개소(26.6%)이다. 미존재시설 41개소, 미활용 35개소, 원상복구 112개소로 조사되었다.

- 연곡면의 총 지하수이용량은 479.81천 $m^3$ /년이며, 이는 이번 조사 결과 실제사용 관정만을 가지고 산정하였다. 생활용 지하수 이용량은 240.8천 $m^3$ /년이고, 공업용 지하수 이용량은 37.0천 $m^3$ /년, 농업용 지하수 이용량은 201.9천 $m^3$ /년이다. 지하수 개발가능량은 23,229.0천 $m^3$ /년으로 개발가능량 대비 이용량은 2.06%이다. 동덕리가 21.34%로 가장 높고, 삼산리가 0.51%로 가장 낮다. 단위면적당 이용량은 1.39천 $m^3$ /년/ $km^2$ 이며, 관정밀도도 116.81공/ $km^2$ 이다.
- 연곡면의 주요 수질기준 초과항목은 질산성질소이며, 행정리가 먹는물 기준인 10mg/L를 초과하였다.
- 성산면의 DRASTIC Index는 118로 보통정도의 오염취약성을 갖는 것으로 나타났다. 향후 지역개발에 있어서 오염유발시설을 설치하게 되면 오염방지시설을 철저히 할 경우 문제가 없을 것이라 판단된다.
- 오염원 분포밀도는 7.3개소/ $km^2$ 이며, 단위면적당 오염부하량도 264.23kg/일/ $km^2$ 로 낮다.
- 연곡면은 수혜면적이 적은 동덕리, 삼산리 등을 중심으로 지표수를 이용한 수리시설물(저수지, 양수장, 취입보)확충과 농업용 공공 신규 지하수 개발이 필요하다.



<표 5-1-6> 연곡면 지하수 수량관리 필요지역

동리	이용량/적정개발 가능량(%)		단위면적당이용량 (천m <sup>3</sup> /년/km <sup>2</sup> )		관정밀도 (공/km <sup>2</sup> )		조사자 의견	수량관리 필요지역
<b>계</b>	<b>2.06</b>		<b>6.77</b>		<b>2.24</b>			
동덕리	21.34		11.05		13.30			X
방내리	2.55		1.47		3.75			X
삼산리	0.51		52.06	심각	0.66			X
송림리	13.92		21.86		10.41			X
신왕리	1.13		1.06		0.35			X
영진리	3.57		3.19		8.82			X
유동리	3.15		11.86		2.90			X
퇴곡리	4.10		7.84		4.48			X
행정리	10.79		16.53		28.92	심각		X

<표 5-1-7> 연곡면 지하수 수질관리 필요지역

동리	질산성질소 평균(mg/L)		오염원 분포밀도 (개소/km <sup>2</sup> )		DRASTIC INDEX		단위면적당 오염부하량 (kg/일/km <sup>2</sup> )		조사자 의견	수질관리 필요지역
<b>계</b>	<b>3.08</b>		<b>7.34</b>		<b>118</b>		<b>264.23</b>			
동덕리	1.20		15.42	주의	123	관심	328.15	경계		○
방내리	0.73		7.11		123	관심	75.45			X
삼산리	0.67		0.99		115		58.00			X
송림리	1.57		7.17		121		234.99			X
신왕리	1.15		1.58		106		65.65			X
영진리	2.43		23.46	심각	126	경계	376.04	심각		○
유동리	2.00		1.99		111		108.99			X
퇴곡리	5.61		3.30		115		72.27			X
행정리	12.38	경계	5.08		119		133.48			X

라. 현남면

- 양양군 남동부에 위치하고 있으며, 북·서쪽으로 현북면, 남쪽으

로 강릉시 주문진읍에 접하고, 동쪽으로 동해와 접하고 있다. 해안가 쪽으로 농경지가 형성되어 있으며, 밭보다 농경지가 약간 넓다.

- 현재 15개리(법정리)로 이루어져 있다.(북분리, 동산리, 두창시변리, 죽정지리, 인구리, 광진리, 포매리, 건불리, 상월천리, 하월천리, 입암리, 임호정리, 원포리, 지경리, 남애리)
- 현남면의 양양군 등록 전체 관정수는 229개소로 생활용 지하수가 76개소(33.1%), 공업용 지하수가 1개소(0.43%), 농업용 지하수가 151개소(65.9%)를 차지하고 있다.
- 본 조사결과 현남면의 관정현황조사는 205공이다. 생활용 지하수가 67개소(32.6%), 농업용지하수가 137개소(66.8%)이다. 미존재시설 68개소, 방치공 2개소, 미활용 7개소, 원상복구 29개소로 조사되었다.
- 현남면의 총 지하수이용량은 248.47천 $m^3$ /년이며, 이는 이번 조사 결과 실제사용 관정만을 가지고 산정하였다. 생활용 지하수 이용량은 11.49천 $m^3$ /년이고, 농업용 지하수 이용량은 236.9천 $m^3$ /년이다. 지하수 개발가능량은 12,353.08천 $m^3$ /년으로 개발가능량 대비 이용량은 2.01%이다. 임호정리가 26.65%로 가장 높고, 죽정자리가 0.10%로 가장 낮다. 단위면적당 이용량은 3.85천 $m^3$ /년/ $km^2$ 이며, 관정밀도도 6.29공/ $km^2$ 이다.
- 현남면의 주요 수질기준 초과항목은 질산성질소이며, 남애리가 먹는물 기준인 10mg/L를 초과하였다.
- 현남면의 DRASTIC Index는 119로 보통정도의 오염취약성을 갖는 것으로 나타났다. 향후 지역개발에 있어서 오염유발시설을 설치하게 되면 오염방지시설을 철저히 할 경우 문제가 없을 것이라 판단된다.
- 오염원 분포밀도는 8.9개소/ $km^2$ 이며, 단위면적당 오염부하량도

110.19kg/일/km<sup>2</sup>로 낮다.

- 현남면은 포매리, 하월천리에 취입보로만 농업용수 공급을 받고 있는 상황이다. 따라서 기후변화에 대비해 농업용 신규 지하수개발이 필요하다.

<표 5-1-8> 현남면 지하수 수량관리 필요지역

동리	이용량/적정개발 가능량(%)	단위면적당이용량 (천m <sup>3</sup> /년/km <sup>2</sup> )		관정밀도 (공/km <sup>2</sup> )	조사자 의견	수량관리 필요지역
<b>계</b>	<b>2.01</b>	<b>3.85</b>		<b>6.29</b>		
북분리	14.25	27.46	경계	14.39	관심	X
동산리	0.00	0.00		3.64		X
두창시변리	0.00	0.00		0.90		X
죽정자리	0.10	0.19		1.08		X
인구리	1.01	1.95		1.95		X
광진리	0.00	0.00		7.34		X
포매리	3.46	6.64		5.08		X
견불리	6.29	12.05		9.43		X
상월천리	0.32	0.61		0.29		X
하월천리	0.15	0.30		0.59		X
입암리	0.61	1.16		3.37		X
임호정리	1.55	2.98		6.49		X
원포리	26.65	51.22	심각	30.19	심각	○
지경리	2.36	4.51		5.55		X
남애리	0.80	1.53		4.01		X

<표 5-1-9> 현남면 지하수 수질관리 필요지역

동리	질산성질소 평균(mg/L)	오염원 분포밀도 (개소/km <sup>2</sup> )	DRASTIC INDEX	단위면적당 오염부하량 (kg/일/km <sup>2</sup> )	조사자 의견	수질관리 필요지역
<b>계</b>	<b>2.14</b>	<b>8.93</b>	<b>119</b>	<b>110.19</b>		
북분리	0.50	9.00	126	159.64		X
동산리		17.39	관심 130	158.83		X
두창시변리		1.82	124	153.71		X
죽정자리	0.60	3.60	122	80.74		X
인구리	1.20	7.02	124	136.76		X
광진리		15.45	관심 127	126.64		X
포매리	1.37	3.00	123	146.29		X
견불리	3.10	2.36	121	124.63		X
상월천리	0.40	1.30	118	66.60		X
하월천리	4.10	1.05	113	62.38		X
입암리	1.00	5.66	109	98.64		X
임호정리	2.00	3.90	112	153.55		X
원포리	2.00	35.53	심각 115	163.01		X
지경리	1.10	10.50	111	182.98	경계	X
남애리	10.40	경계 16.36	119	187.37	경계	X

5.1.3 지하수관리필요지역 선정결과

본 조사결과 명사지구의 지하수관리필요지역은 지하수 수량 부분은 주문진 교항리, 현남면 원포리로 나타났고, 지하수 수질 부분은 주문진읍 교항리, 사천면 미노리, 연곡면 동덕리, 연진리로 분석되었다.

<표 5-1-10> 읍·면별 지하수관리필요지역

구 분		수량(동리)		수질(동리)	
계		2	-	4	-
강릉시	주문진읍	1	교항리	1	교항리
	사천면	-	-	1	미노리
	연곡면	-	-	2	동덕리 연진리
양양군	현남면	1	원포리	-	-

## 5.2 지하수보전·관리를 위한 대책제안

### 5.2.1 문제유형별 대책방안 분류

본 보고서에서는 지하수의 보전·관리를 위해서 수량, 수질, 시설물 등의 문제를 파악하여 다음과 같이 그 대책을 5개 대분류, 21개 소분류로 제안하여 해당 지자체에서 조치토록 제안하였다.

<표 5-2-1> 문제유형별 대책방안 분류

구분	유형	제안내용
A	수량, 수질관리	① 신규지하수 개발제한 및 허가 시 취수량 감소 ② 기사용 관정에 대한 취수제한 또는 취수량 감소 ③ 수질검사 확대 및 강화 ④ 수질우려관정의 정비 및 개량(사후관리, 정수처리시설 설치 등)
B	정밀조사 및 관측	① 지하수이용실태조사 ② 지역지하수관리계획 수립 ③ 지하수영향조사 등 기타 지하수 관련 조사 ④ 관측망 설치·운영(농촌지하수관리관측망 등)
C	방치공관리	① 원상복구(폐공처리) 시행 ② 용도전환 ③ 상부폐쇄 등 임시조치 실시 ④ 불법 시설물의 자진신고를 통한 양성화 지도
D	오염원관리	① 오염유발시설의 입지제한 ② 배출수 처리시설(정화조 등) 확충 ③ 비료의 적정시비량 지도 ④ 오염원 시설에 대한 지도 감독 강화
E	대체용수(관정) 개발 및 공공관정 관리	① 신규관정개발 (농업용, 발기반용, 간이상수도, 한발대비, 생활용 등) ② 상수도 급수 시설 확충 및 관로 설치 ③ 공공관정 일제점검 후 조치 ④ 공공관정 위탁관리 ⑤ 공공관정 시설물 보수, 보강 및 관리 교육

### 5.2.2 명사지구 지하수관리 필요지역 대책제안

본 조사결과를 바탕으로 문제가 있는 지역에 대해서 문제유형별 대책방안을 제시하였다.

유형 A의 수량관리 분야에 포함되는 지역은 개발가능량대비 이용량-단위면적당이용량-단위면적당 관정밀도에서 2개 이상 주의수준 이상으로 구분되었을 경우 선정하였으며, 수질관리 분야에 포함되는 지역은 질산성질소평균-오염원 분포밀도-DRASTIC INDEX-단위면적당 오염부하량에서 2개 이상 수준으로 구분되었을 경우 선정하였다.

유형 B에 포함되는 지역은 개발가능량대비 이용량-단위면적당 이용량-단위면적당 관정밀도가 2개 이상 수준으로 구분되었을 경우 선정하였으며, 관측망 설치 및 운영을 통한 제안을 하였다.

유형 D에 포함되는 지역은 단위면적당 오염원 분포밀도가 심각수준인 경우 오염원 시설에 대한 감독강화, 단위면적당 오염부하량이 심각수준인 경우 비료의 적정시비량 지도에 대한 제안을 하였다.

유형 C에 포함되는 지역은 금회 관정현황조사에서 방치공이 발견된 지역이다. 제안내용은 상부폐쇄 등 임시조치 실시이다. 방치공은 상부보호 시설 없이 방치되었을 경우 오염 유발물질이 직접적으로 지하로 유입될 수 있는 통로가 되기 때문에 임시조치가 중요하다.

유형 E에 포함되는 지역은 생활용·농업용 지하수 개발방안에서 도출된 지역으로 명사지구내 기존 용수공급량과 수혜면적 등을 고려하여 적정한 용수를 공급하기 위해 선정하였으며, 대체용수 개발 및 기존 공공관정을 개량·정비할 것을 제안하였다.

<표 5-2-2> 읍·면별 대책 제안

구 분	계	수량, 수질관리 (A)	정밀조사 및 관측 (B)	방치공 관리 (C)	오염원 관리 (D)	대체용수(관정) 개발 및 공공관정 관리 (E)	비고
<b>명 사 지 구</b>	<b>22</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	
강릉시	주문진읍	5	교항리	교항리	-	교항리	교항리 장덕리
	사천면	4	-	미노리	노동리 (1개소)	-	미노리 사천진리
	연곡면	7	영진리	동덕리	-	-	동덕리 삼산리 송림리 영진리 퇴곡리
양양군	현남면	6	원포리 동덕리 북분리	-	하월천리 (2개소)	-	포매리 하월천리

< 표 5-2-3 > 명사지구 지하수관리필요지역 세부내역

읍면	리	문제점	특징 및 종합 해석	대책
주 문 진 읍	교향리	1. 단위면적당 이용량(심각) 2. 관정밀도(심각) 3. 오염원 분포밀도(심각) 4. 단위면적당오염부하량(심각) 5. 생활용 미급수 세대 많음	1. 바다와 인접한 지역에 대부분의 주거지가 형성되어 있는 어촌마을 2. 바다와 인접한 농경지가 없음 3. 신규지하수 개발제한 및 허가 시 취수량 감소 4. 대단위 축산시설과 주문진 제1농공단지가 상류지역에 위치함	1. 농경지 염해 방지(관측망 설치 및 운영) 2. 오염원관리→농업기술센터와 연계하여 비료의 적정시비량 지도 등 수질오염 저감 대책 마련 필요 3. 신규지하수 인허가 개발 제한 4. 오염원 시설에 대한 입지 제한 및 지도감독 강화 5. 신규 지하수 개발시 영향조사 감독 강화
	장덕리	1. 농경지 미수혜 면적 높음	1. 남북으로 중앙부에 위치하며 산간지형이며 일부 평야지대에 농경지 및 주거지가 있음 2. 농업용 소형관정 34개소	1. 대체용수(관정)개발 및 공공관정관리 →농업용 공공관정을 개발하여 향후 기후변화에 대비할 필요성 있음
사 천 면	노동리	1. 방치공 조사(오염 우려)	1. 1개소, 심도: 25m	1. 해당 시·군 방치공 자료 인수건계(방치된 관정을 지하수오염방지를 위하여 상부폐쇄 등의 임시조치 필요)
	미노리	1. 농경지 미수혜 면적 높음	1. 바다와 인접한 평야지대에 농경지 및 주거지 있음 2. 바다와 인접한 농경지가 면적의 대부분(염해 대책) 3. 소형관정(10개소)	1. 농경지 염해 방지(관측망 설치 및 운영) 2. 대체용수(관정)개발 및 공공관정관리 →농업용 공공관정을 개발하여 향후 기후변화에 대비할 필요성 있음
	사천진리	1. 생활용 미급수 세대 많음	1. 바다와 인접한 지역에 대부분의 주거지가 형성되어 있는 어촌마을 2. 상수도 공급이 안되는 미급수 세대 많음(미급수 세대 약 200여명)	1. 대체용수(관정)개발 및 공공관정 관리→향후 기후변화 및 주민생활안정에 대비하여 생활용 공공관정 개발이 필요함 2. 상수도 시설 확충이 필요함
연 곡 면	동덕리	1. 농경지 미수혜 면적 높음 2. 총면적의 농경지가 70%차지함 3. 오염원분포밀도(주의) 4. 드라스틱 지수(관심) 5. 단위면적당오염부하량(경계)	1. 바다와 인접한 평야지대에 농경지 및 주거지 있음 2. 농업용관정 39으로 농경지 수혜 3. 오염유발시설 입지제한	1. 농경지 염해 방지(관측망 설치 및 운영) 2. 대체용수(관정)개발 및 공공관정관리 →농업용 공공관정을 개발하여 향후 기후변화에 대비할 필요성 있음 3. 오염원 시설에 대한 입지 제한 및 지도 감독 강화 4. 배출수처리시설(정화조 등) 확충
	영진리	1. 오염원분포밀도(심각) 2. 드라스틱 지수(경계) 3. 단위면적당오염부하량(심각)	1. 바다와 인접한 평야지대에 주거지 2. 오염유발시설 입지제한	1. 오염원 시설에 대한 입지 제한 및 지도 감독 강화 2. 배출수처리시설(정화조 등) 확충
		1. 송림리, 영진리, 퇴곡리 - 생활용 미급수 세대 많음 2. 삼산리 - 농경지 미수혜 면적 높음	1. 송림리 미급수 인구 약 200여명 2. 영진리 미급수 인구 약 300여명 3. 퇴곡리 미급수 인구 약 200여명 4. 삼사리 지표수 취입보 8개소	1. 대체용수(관정)개발 및 공공관정관리 →생활용 및 농업용 공공관정을 개발하여 향후 기후변화에 대비할 필요성 있음

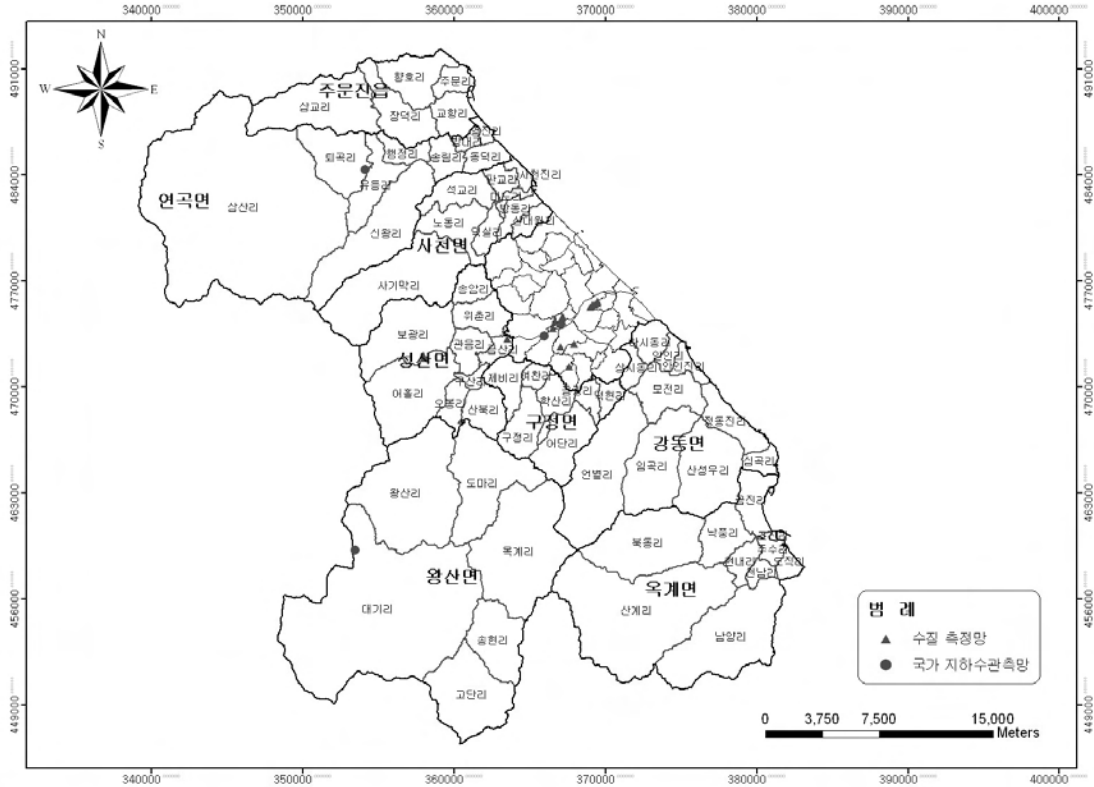
<표 5-2-3-계속> 명사지구 지하수관리필요지역 세부내역

읍면	리	문제점	특징 및 종합 해석	대책
현남면	원포리	1. 단위면적당이용량(심각) 2. 관정밀도(심각)	1. 바다와 인접한 지역에 대부분의 주거지가 형성되어 있는 어촌마을 2. 신규지하수 개발제한 및 허가 시 취수량 감소정	1. 신규지하수 인허가 개발 제한
	북분리	1. 단위면적당이용량(경계) 2. 관정밀도(관심)	1.현남면의 북동지역에 위치하며, 바다와 인접한 지역에 농경지와 주거지가 산개함 2.신규지하수 개발제한 및 허가 시 취수량 감소정	1.신규지하수 인허가 개발 제한 2.신규 지하수 개발시 영향조사 감독 강화
	하월천리	1. 방치공 조사(오염 우려) 2.농경지 미수혜 면적 높음	1. 현남면 서부지역에 위치하며,산간지형이고, 중부지역에 농경지 있음 2. 2개소 암반관정 심도 각각 80m, 78m, 우물구경 150mm 3. 취입보 5개 시설	1. 해당 시·군 방치공 자료 인수건제(방치된 관정을 지하수오염방지를 위하여 상부폐쇄 등의 임시조치 필요) 2.대체용수(관정)개발 및 공공관정관리 →농업용 공공관정을 개발하여 향후 기후변화에 대비할 필요성 있음
	포매리	1.농경지 미수혜 면적 높음	1. 취입보 시설과 소류지로 농업용수 공급함	1.대체용수(관정)개발 및 공공관정관리 →농업용 공공관정을 개발하여 향후 기후변화에 대비할 필요성 있음



### 5.2.3 명사지구 지하수 모니터링

#### 가. 지하수 관측망 현황



<그림 5-2-1> 지하수 수위 및 수질 관측정 위치도

<표 5-2-4> 강릉시 국가 지하수관측망 설치현황(2013. 10현재)

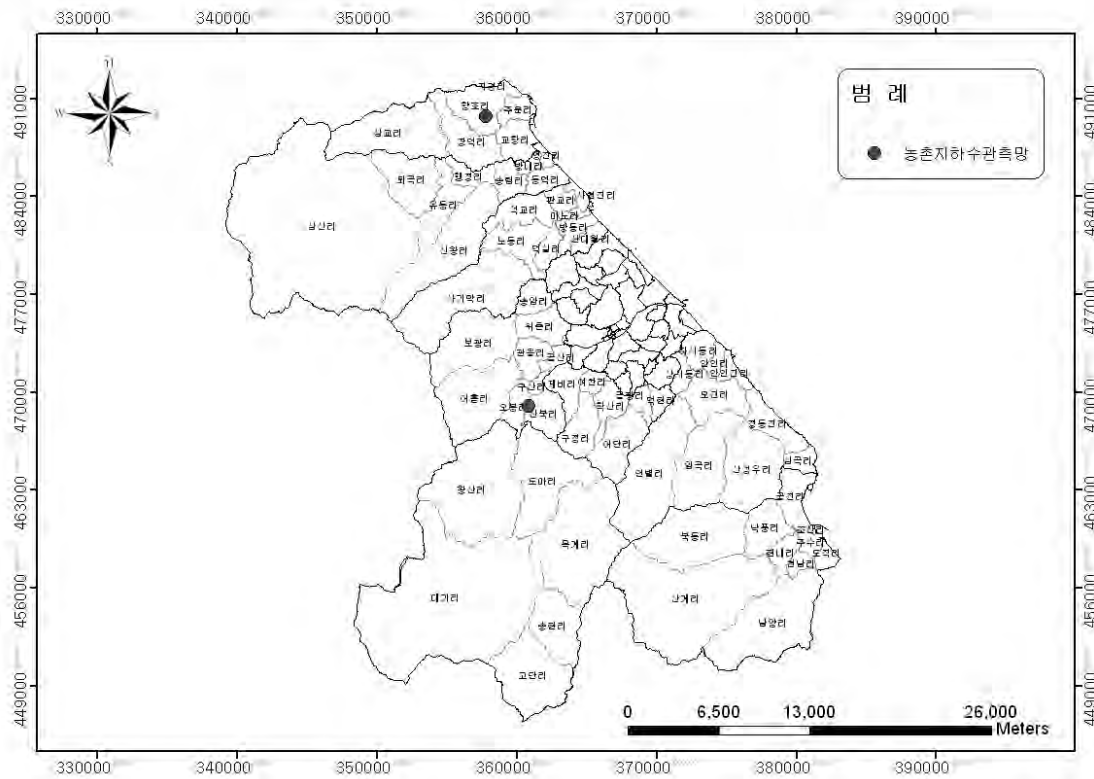
관측 소명	관측정번호	위 치	설치일자	심도 (m)	구분
강릉 연곡	84007	강릉시 연곡면 퇴곡1리 720-5	2003.12.15	70	암반
강릉 왕산	82004	강릉시 왕산면 대기리 2214-107	2003.06.01	70	암반
강릉 홍제	9865	강릉시 홍제동 96-54	1998.05.16	69	암반
강릉 홍제	9865	강릉시 홍제동 96-54	1998.05.16	11	층적

<표 5-2-5> 강릉시 관내 지하수 수질 측정망(2013, 환경부)

구분	지점번호	조사지역명	위 치	초과 항목	주용도
	H-3-b-01	강릉노암	강릉시 노암동 산 35		생활용
	FW0202	강릉입암	강릉시 입암동 65-1		공업용
	FW0203	강릉입암	강릉시 입암동 21-1		공업용
	FW0102	강릉입암	강릉시 입암동 21-39		공업용
	FW0203	강릉입암	강릉시 입암동 21-13		공업용
	CW0102	강릉옥천	강릉시 옥천동 188		생활용
	CW0103	강릉용강	강릉시 용강동 67-1		생활용
	FW0103	강릉입암	강릉시 입암동 21-13		공업용
	FW0202	강릉입암	강릉시 입암동 21-39		공업용
	FW0101	강릉입암	강릉시 입암동 21-8		공업용
	FW0201	강릉입암	강릉시 입암동 21-8		공업용
	FW0203	강릉입암	강릉시 입암동 21-32		공업용
	CW0101	강릉옥천	강릉시 옥천동 181-3		생활용
	H-3-e-1	강릉임당	강릉시 임당동 176-2		생활용
	H-3-e	강릉금학	강릉시 금학동 12-2		생활용
	H-3-a-4	강릉장현	강릉시 장현동 74-13		생활용
	H-3-b	강릉옥천	강릉시 옥천동 179-1		생활용
	H-3-a-1	성산보광	강릉시 성산면 보광리 1041-9		생활용
	H-3-b-1	강릉노암	강릉시 노암동 593-8		생활용
	H-3-d-1	강릉옥천	강릉시 옥천동 219-9		생활용
	H-3-a	성산금산	강릉시 성산면 금산리 11		생활용
	H-3-c-1	강릉옥천	강릉시 옥천동 272-1		생활용
	H-3-a-1	성산보광	강릉시 성산면 보광리 1014-9		생활용
	H-3-c	강릉옥천	강릉시 옥천동 329-3		생활용
	H-3-d	강릉옥천	강릉시 옥천동 145		생활용

강릉시의 국가 지하수관측망은 2014년 기준 암반 관측정 3개이며, 수질측정망은 25개소 운영 중이다.

나 농촌지하수관측망 설치



<그림 5-2-2> 명사지구 농촌지하수관리 관측망 현황

<표 5-2-6> 명사지구 농촌지하수관측망 설치현황

관측소명	지하수관측망	위치	설치일자	심도 (m)	구분
강릉1	농촌지하수	강릉시 성산면 산북리 1440-8	2013.09	80	암반
강릉2	농촌지하수	강릉시 향호리 1494	2014.10	76	암반

다. 지역지하수관측망 설치 제안

지역 지하수 관측망은 국가지하수 관측망과 연계하여 국가지하수 관측망을 보완하기 위한 기능으로서, 지역별로 주요 관측 대상 지점에 관측정을 설치하여 지하수 수위(수질) 특성 자료를 획득하는 것이 목적이다.

지하수법제17조에 의하면 각 시·도지사는 관할구역안의 지하수

수위 변동을 파악하기 위하여 국가관측망을 보완하는 보조지하수관측시설을 설치하여 운영토록 규정하고 있고, 지하수법 제17조 ②항의 규정에 따라 해당 시·도에서는 보조관측망의 위치, 구조도 및 측정 장비 등을 포함한 보조관측망 설치 계획을 수립하여야 한다.

또한 “지하수관리기본계획(2012)”에 의하면, 2031년까지 전국 시·군·구별로 총 10,000개소 이상의 지역 지하수 관측망을 설치하는 중장기 계획을 수립하였으며, 관리주체는 지자체이다. 2005년 강원도 지하수관리계획 수립은 목표기간 2014년까지로 설정하였으며, 보조지하수 관측망 설치계획에서 작비교를 통한 강릉시와 양양군의 최종 관측지점수는 각각 50개소, 21개소이다. 4개 읍·면의 지하수 이용량 비율을 적용한 결과 명사지구(주문진읍, 사천면, 연곡면, 현남면)의 필요 관측지점수는 22개소이다.

<표 5-2-7> 보조 지하수 관측망의 평가 인자의 분류 및 계층구조

구분	1단계 1차 평가인자	2단계 2차 평가인자	3단계 속성
대상지역 의 평가점수	지하수의 개발이 활발히 이루어지는 지역	지하수 이용관정의 수 (면적을 고려하지 않음)	2차 평가인자의 표준점수
		지하수 관정의 밀도	2차 평가인자의 표준점수
		지하수 이용량	2차 평가인자의 표준점수
	지하수의 오염여부 및 진행을 관측할 필요가 있는 지역	음용가능한 관정의 수	2차 평가인자의 표준점수
		오염유발시설의 수	2차 평가인자의 표준점수
		오염관정의 수 (수질 검사 후 부적합 관정)	2차 평가인자의 표준점수
	지하수가 중요한 생활 용자원으로 의존하는 지 역	지하수를 먹는물로 사용하는 양	2차 평가인자의 표준점수
		지하수만 사용하는 가구의 수	2차 평가인자의 표준점수

할당된 관측정 개수를 토대로 <표5-2-7>의 평가인자 및 가중치를 이용하여 명사지구에는 다음과 같이 보조지하수관측망 설치를 제안하였다.



<그림 5-2-3> 지역지하수관측망 설치 제안도

<표 5-2-8> 보조 지하수 관측정 설치 제안

읍면	관측정 개수	동리	선 정 사 유
계	22		
주문진읍	2	교향리	단위면적당이용량 32.87kg/일/km <sup>2</sup> (심각), 관정밀도 26.46공/km <sup>2</sup> 로 심각 오염원 분포밀도 16.02개소/km <sup>2</sup> 로 수질모니터링 필요 대단위 축산시설과 농공단지 위치함
	2	삼교리	DRASTIC INDEX 119(관심)
사천면	1	노동리	사천면에서 단위면적당 이용량 높음(경계)
	1	덕실리	사천면에서 단위면적당 이용량 높음(경계)
	1	사천진리	사천면에서 단위면적당 이용량 높음(관심)
	1	미노리	사천면에서 관정밀도 높음(심각), 리별 평균 질산성질소 12.3mg/L
	1	삼산리	연곡면에서 단위면적당 이용량 높음(심각)
	1	행정리	연곡면에서 관정밀도 높음(심각)
	1	동덕리	연곡면에서 오염원 분포밀도 높음(주의), 드라스틱 지수(관심) 단위면적당 오염부하량 높음(경계)
	1	영진리	연곡면에서 오염원 분포밀도 높음(심각), 드라스틱지수 높음(경계) 단위면적당오염부하량 높음(심각)
현남면	1	방내리	연곡면에서 드라스틱지수 높음(관심)
	1	북분리	단위면적당이용량 높음(경계), 관정밀도 높음(관심)
	1	원포리	단위면적당이용량 높음(심각), 관정밀도 높음(심각)
	1	남애리	리별 평균 질산성질소 10.43mg/L(경계)
	1	동산리	단위면적당이용량 높음(경계), 오염원분포밀도 높음(관심)
	1	원포리	단위면적당이용량 높음(심각), 관정밀도 높음(심각)
	1	광진리	오염원분포밀도 높음(관심)
	1	남애리	리별 평균 질산성질소 10.40mg/L(경계)
	1	지경리	단위면적당오여부하량 높음(경계)
	1	남애리	단위면적당오여부하량 높음(경계)



# VI

## 용 어 해 설





## VI. 용어해설

용 어	설 명
갈수기	하천의 유량이 감소하는 시기로, 여름철에 가뭄으로 수원(水源)의 물이 고갈되는 시기와 겨울철에 적설(積雪)·결빙(結氷) 등으로 물이 흐르지 않는 시기.
관정	원형의 단면을 가진 시추공을 지칭하며, 지하수를 토출시키기 위한 설비로 인공적으로 지하수에 굴착한 수직구멍.
관측정	대수층내의 일정한 깊이에서의 지하수의 수위나 수질의 변화 등을 파악하기 위하여 설치하는 관정
관측정 모니터링	지하수위 관측 또는 압력수위를 관측하기 위한 비 양수용 우물에서 지하수에 오염물질, 염수 등이 침투해서 들어오는 것을 지속적으로 감시하는 것
구조선 밀도	단위 격자당 구조선의 개수와 교차점의 개수를 감안하여 가중치를 주어 구하는 밀도값
국가지하수관측망	전국의 지하수 수위변동실태 등 지하수 부존특성을 조사하기 위하여 국토교통부 장관이 설치한 지하수 관측시설로서 광역적인 지하수의 수위·수질 변동실태를 감시·관측
대수층	모래나 자갈 등으로 이루어진 지층이 대표적인 예로서 지하수로 포화되어 있는 지층 중에서 투수성과 저류성이 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 굴착깊이는 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 관측 대상 지점에 관측정을 설치하여 지하수 수위(수질) 특성 자료를 획득
비양수량	양수량을 우물의 수위하강값으로 나눈 것으로서 우물의 지하수 산출능력으로 비양수량은 수 시간의 양수와 그 때의 수위강하값으로 산출
비점오염원	농약살포, 비료살포 등의 농업오염원과 같이 넓은 지역에서 오염물질이 광범위하게 확산되는 것
비포화대(I)	일반적으로 지표면과 지하수면사이에 있는 부분으로 불포화대 또는 통기대라고도 함. 비포화대는 토양대, 중간대, 모관대로 나뉘며, 강우와 관개수가 중력에 의하여 하향 이동하여 도달하게 되는 지하수위 상부의 불포화 부위
소형관정	시추기 또는 소형착정기를 이용하여 직경 75~100mm로 지하 10~20m 심도로 굴착한 후 구경 30~50mm 내외의 철제 또는 pvc 유공관을 공내에 설치한 관정으로 농림부에서는 정착된 동력장치를 이용하지 아니하고 농업용 지하수 1일 채수량 50m <sup>3</sup> 이상(도서, 해안 등 특수지역은 30m <sup>3</sup> 이상)으로 시설기준을 규정함
수맥조사	지하수 개발 예정지에 대하여 사전에 지하수 부존상태 및 개발가능량 등을 조사하여 개발성공률을 제고하고, 지하수장애를 예방하기 위한 지하수영향조사를 실시하여 합리적인 지하수개발 추진
수문지질단위	지질시대, 암석의 종류, 암상, 지형, 공극의 형태 및 투수계수, 투수량계수, 저류계수, 지하수 산출량과 같은 세부 수리지질특성 등을 대표적인 설정기준으로 하여 나눈 단위로 수문지질도 작성을 위한 기본단위

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

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

용 어	설 명
지하수 영향조사	지하수의 개발·이용이 주변지역에 미치는 영향을 분석·예측하는 조사
지하수 오염 예측도	현재의 오염원으로부터 미래의 확산범위를 예측하기 위하여 오염물질 거동 분석 모델링을 실시하고 그 결과로서 미래에 예측되는 농도분포도를 예상하는 도면
지하수위변동 곡선 해석	지하수의 수위 등 수리특성인자를 경과시간에 따라 표시한 그림을 지하수위 변동곡선이라하며, 유입량 유출량의 각 변수를 파악하여 검토하는 것
지하수함양량	전체 강수량 중에서 증발산과 직접유출에 의해 유실되는 수량을 제외한 활용 가능한 빗물의 양을 의미한다면, 유효 지하수 함양량은 지하로 함양된 빗물의 양 중에서 현실적으로 활용가능한 지하수 함양량으로 정의됨
지형경사(T)	임의의 거리에 대한 고도의 변화율을 나타내는 것으로 수치표고 모델에서는 격자간격에 대한 변화율을 의미
질산염	일반식 M(NO)(M은 가의 양이온)으로 표시되는 화합물.
짜비교	독립적이 아닌 표본으로부터 관찰치를 얻었을 때 이에 대한 가설검정
청색증	식수를 통하여 체내에 들어온 질산염이 아질산염으로 환원되어 혈액 중의 헤모글로빈을 메트헤모글로빈으로 산화시키며 그 결과 조직으로의 산소공급이 제한되는 중독증상
총고용물질	물 시료의 수분을 완전히 증발시킨 후 남은 물질의 중량을 측정하는 것
충적관정	충적층 지하수 또는 하천복류수를 채수하는 정호
토양오염 대책기준	오염의 정도가 사람의 건강과 동식물의 생육에 지장을 초래할 우려가 있어 토지의 이용중지, 시설의 설치금지 등 규제 조치가 필요한 정도의 오염 기준. 이 기준을 초과하면 토양보전대책지역으로 지정할 수 있음.

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

용 어	설 명
DRASTIC	<p>7가지 요인들의 대표문자를 조합한 용어로 각 인자들의 지하수 오염에 대한 상대적인 영향을 평가하기 위해 각 인자에 가중치(weight), 범위(ranges), 등급(rating)을 수치로 부여하여 일정 지역에서의 DRASTIC 지수를 산출, 비교하여 주변지역에 대한 상대적인 지하수의 오염 가능성을 평가하는 기법</p> <p>D : 지하수면의 깊이(Depth to water)  R : 지하수 함양량(net Recharge)  A : 대수층의 구성매질(Aquifer media)  S : 지표토양의 구성매질(Soil media)  T : 지형(Topography)  I: 비포화대 매질의 영향(Impact of the vadose zone media)  C : 대수층의 수리전도도(hydraulic Conductivity of aquifer)</p>
PCE	<p>테트라클로로에틸렌으로 유기염소계 용제의 하나로, 드라이클리닝이나 반도체 공장 등에서 사용되는데 유사 물질인 트리클로로에틸렌(TCE)과 함께 토양, 수질오염의 원인이 되고 유해물질 로 지정되어 있는 발암성물질</p>
Piper diagram	<p>용존 성분 중 양이온(Ca-Mg-(Na+K))과 음이온(CO<sub>3</sub>+HC O<sub>3</sub>)-SO<sub>4</sub>-Cl))간의 상대적 당량비를 백분율로 계산하여 삼각 다이어그램에 표시한 후, 지하수의 수질을 표시하는 그림.</p>
SCS-CN 침투량분석	<p>지역단위 지하수함양량을 산정하는데 있어, 강우의 침투량을 구하고 여러 해의 평균 침투량과 평균 강우량을 비교하여 지하수 함양율을 구하는 방법</p>
Stiff diagram	<p>수질의 화학성분의 농도를 도시하는 그래프의 하나로, 좌측에는 양이온, 우측에는 음이온으로 각각 구분하여 epm(equivalent per milloin) 농도를 표시하고 각 점을 직선으로 연결하여 나타낸 도표.</p>
TCE	<p>달콤한 냄새를 풍기는 무색투명한 액체로, 금속기계 부품의 탈유지 세정제, 금속 표면의 건조 섬유의 세척과 염색 일반용해제 등으로 사용되는 유기용제로 지하수 및 토양오염을 유발시키는 인체에 유해한 주요물질</p>
Thiessen 강수량	<p>어떤 지점의 강수량과 그 지점에 의하여 대표되는 면적으로 계산된 강수량의 합을 이용하는 방법</p>





# VII

## 참 고 문 헌



## VII. 참고문헌

- 강부식, 2008. Palmer 가뭄지수에 대한 재고찰. 물과 미래. 42(4), 68~75.
- 국토교통부, 2007, 지하수관리 기본계획, 149 p.
- 구민호, 이대하, 2002, 지하수위 변동법에 의한 지하수 함양량 산정의 수치해석적 분석, 지질학회지, 38(3), 407~420.
- 기상청, 2012, 한반도 기후변화 전망보고서, 151p.
- 기후변화정보센터, <http://www.climate.go.kr>
- 문상호, 2012. 청원-충주지역 수막재배용 지하수 사용량 및 배출량 분석, 지질공학, 22(4), 387-398.
- 박기욱, 김진택, 주옥중, 이용직, 2006, 농업 가뭄의 평가를 위한 가뭄지수의 적용성 분석, 한국관개배수학회논문집, 13(1), 72~81.
- 이진영, 2012, 기후변화를 고려한 농업가뭄지수 활용 및 적용 기초 연구, 한국환경정책평가연구원, 37p.
- 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.
- 통계청, 2012. 농업면적통계, 66p.
- 한국농어촌공사, 2012, 가뭄백서, 2,918p.
- 국토교통부, 1969~2006, 한국수문조사연보
- 국토교통부, 2003, 지하수업무수행지침서
- 국토교통부, 1998~2006, 지하수조사연보
- 국토교통부, 1998~2006, 지하수관측연보
- 국토교통부, 2006, 한국하천일람
- 국토교통부, 2001, 수자원장기종합계획
- 국토교통부, 2002, 지하수관리기본계획

- 국토교통부, 한국수자원공사, 1998, 함평-나주지역 지하수기초조사보고서
- 국토교통부, 한국수자원공사, 2001, 곡성지역 지하수기초조사보고서
- 국토교통부, 한국수자원공사, 2001, 전주-완주지역 지하수기초조사보고서
- 국토교통부, 한국수자원공사, 2000, 지하수관련 제도개선방안 연구보고서
- 국토교통부, 한국수자원공사, 2000, 영덕지역 지하수 기초조사 보고서
- 국토교통부, 한국수자원공사, 2002, 거창지역 지하수기초조사보고서
- 국토교통부, 광업진흥공사, 2000, 해남지역 지하수 기초조사 보고서
- 과학기술부, 한국자원연구소, 2000, 해수침투 평가, 예측 및 방지기술 개발
- 국무총리실수질개선기획단, 2000, 물·환경관련 연구과제 보고서
- 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 오염예측도 작성기법에 관한 연구
- 농림수산식품부, 한국농어촌공사, 2001, 농어촌지역 오염된 지하수의 정화처리 방안에 관한 연구
- 농림수산식품부, 한국농어촌공사, 2001, 지하수자동수위관측기 개발 연구
- 농림수산식품부, 한국농어촌공사, 2001, 지하수정보종합관리를 위한 GIS 활용기법 개발
- 농림수산식품부, 한국농어촌공사, 2002, 농촌지하수관리조사 실무지침서

- 한국농어촌공사, 서울시, 1996, 서울특별시 지하수 관리계획 기본조사 보고서
- 한국농어촌공사, 부천시, 1997, 지하수관리계획 기본조사보고서
- 한국농어촌공사, 청원군, 1998, 초정·미원지구 환경영향조사보고서
- 한국농어촌공사, 옥천군, 1999, 청성지구 지하수 부존량조사 보고서
- 한국농어촌공사, 제주도, 2000, 제주도 지하수 보전·관리계획 보고서
- 한국농어촌공사, 1994, 수문조사실무편람
- 한국농어촌공사, 1996, 지하수모델링교육교재
- 한국농어촌공사, 1997, 지하수사업업무지침
- 한국농어촌공사, 1998, 지하수보전관리
- 한국농어촌공사, 1998, 지하수영향조사실무지침
- 한국농어촌공사, 1982~2002, 원문지구 해당 수맥조사보고서
- 농촌진흥청 농업기술연구소, 1973, 인제 정밀토양도
- 농촌진흥청 농업기술연구소, 1986, 인제 토양해설도
- 한국농어촌공사, 1996, 지하수내 오염물질의 거동에 관한 연구
- 대한광업진흥공사, 1998, 지하수개발가능량 및 오염취약성 평가에 관한 연구
- 춘천기상대, 1966~2008, 기상자료(강수량, 일조시간, 최대풍속, 평균 풍속)
- 학술진흥재단, 2000, 농촌지역 지하수의 수질변동에 관한 연구(3차년도 결과보고서)
- 환경부, 2006, 환경기본통계편람
- 환경부, 2006, 상수도통계
- 환경부, 2006, 환경통계연감
- 환경부, 2006, 환경산업총람
- 환경부, 2006년 지하수 수질측정망 운영결과
- 환경부, 2006년 토양측정망 운영결과
- 환경부, 2006, 토양측정망운영

- 김남형, 1998, 지하수수문학
- 문상호, 함세영, 우남철, 이철우, 2001, 지하수 추적자
- 민경덕, 서정희, 권병두, 1988, 응용지구물리학
- 손호웅 등, 2000, 지반환경물리탐사
- 이기동, 1996, 응용지구물리학
- 이재형, 김운중, 김민환, 1996, 수자원공학
- 조연관, 유성환, 이진중, 최봉중, 1998, 수질조사 및 분석
- 한정상, 1998, 지하수환경과 오염
- 이광식, 이인성, 최만식, 박은주, 1997, 제주도강수의 환경 동위원소 연구, 지질학회지, Vol, 33, p.139-147
- 정정화, 장승표, 김호일, 정연태, 허기술, 박호, 1995, 유출율 추정을 위한 토양수문군의 분류, 한국노공학회지 제 37권 제6호 별책
- 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
- 류순호, 최우정, 한광현, 1999, 질소동위원소분석을 이용한 경기도 지역 지하수 중 질산성질소 오염원 규명, 한국토양비료학회지, Vol. 32, No. 1
- 송영철, 고용구, 유장걸, 1999,  $\delta^{15}\text{N}$ 값을 이용한 제주도 지하수 중의 질산염 오염원 조사, 지하수환경학회지, 제6권, 제3호
- 오윤근, 현익현, 1997,  $\delta^{15}\text{N}$ 값을 이용한 제주도 지하수중의 질산성질소 오염원추정에 관한 연구, 지하수환경학회지, 제4권, 제1호
- 정영상, 양재의, 주영규, 이주영, 박용성, 최문헌, 최승출, 1997, 농업 형태가 다른 한강 상하류 소유역의 하천수 및 농업용 지하수 수질, 한국환경농학회지, 제16권, 제2호
- 조시범, 1999, GIS를 이용한 경기도 평택시 지역의 지하수오염 가능성 평가 연구

- Intergovernmental Panel on Climate Change, <http://www.ipcc.ch>
- 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.*
- 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

과업 참여자



VIII. 과업참여자

▣ 사업총괄책임자

설민구(환경지질처 환경총괄팀장, 지질 및 지반 기술사)

▣ 사업책임자

김을영(환경지질처, 차장, 지질 및 지반기술사)

우동광(환경지질처, 차장, 지질 및 지반기술사)

차용호(환경지질처, 과장, 토양환경기사)

김진호(환경지질처, 대리, 지질 및 지반기술사)

박재우(환경지질처, 대리, 응용지질기사)

최안성(환경지질처, 사원)

▣ 조사총괄책임자

남규진(강원지역본부 환경사업팀장, 광해방지기술사)

▣ 조사참여자

심규성(강원지역본부, 차장, 지질및지반기술사)

정연오(강원지역본부, 차장, 지질및지반기술사)

김수홍(강원지역본부, 과장, 화약류관리기사)

신종섭(강원지역본부, 대리, 토양환경기사)

이승희(강원지역본부, 사원)



# < 부 록 >



부록1

일 반 현 황





## 1. 일반현황

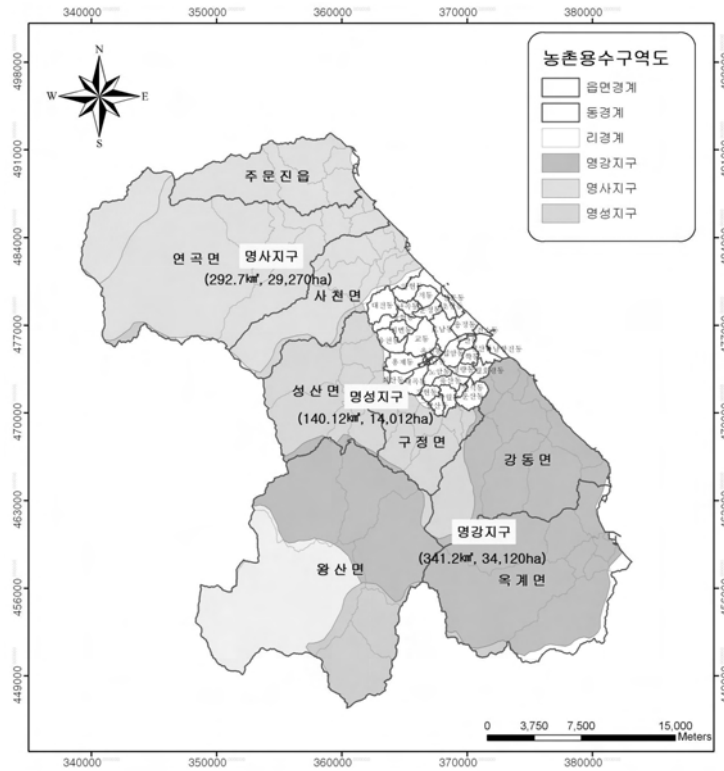
### 1.1 조사지역(농촌용수구역)

- 전국 464개 신 농촌용수구역 중 명사지구와 관련되는 농촌용수구역은 강릉 3개 구역과 양양 1개 구역으로 구성된다<표1-1-1>.

<표 1-108-1> 강릉시 행정구역 현황

용수 구역명	행정구역		면적(km <sup>2</sup> )	구성비(%)
	읍면동	리		
합계	1읍7면13동	146개리	1,040.20	100.00
명사	주문진읍	교향1리~14리, 삼교리, 장덕1~2리, 주문1리~12리, 향호1~2리	60.55	5.82
	연곡면	동덕1~2리, 방내1~2리, 삼산1~4리, 송림1~2리, 신왕리, 영진1~5리, 유등리, 퇴곡1~2리, 행정1~2리	202.41	19.46
	사천면	노동상·중·하리, 덕실리, 미노리, 방동상·하리, 사기막리, 사천진리, 산대월리, 석교1~2리, 판교1~2리, 하평리	70.90	6.82
명성	구정면	여찬리, 학산1~3리, 금광1~2리, 어단1~2리, 덕현리, 구정리, 제비1~2리	42.81	4.11
	성산면	구산리, 관음1~2리, 금산1~2리, 위촌1~2리, 송암리, 보광1~2리, 어흘리, 오봉리, 산북1~2리	80.14	7.71
명강	강동면	모전1~2리, 산성우리1~2리, 상시동1~2리, 심곡리, 안인1~2리, 안인진1~2리, 임곡1~2리, 언별1~2리, 정동진1~3리, 하시동1~3리	112.58	10.83
	옥계면	금진1~23리, 낙풍1~2리, 남양1~3리, 도직리, 북동리, 산계1~3리, 주수1~2리, 현내1~4리	148.84	14.31
	왕산면	고단1~3리, 도마1~2리, 대기1~4리, 목계리, 왕산리, 송현리,	245.37	23.59
기타	강릉시(동)	-	76.49	7.36

※ 용수구역면적은 인접시군도 포함되어 있어 통계자료와 일치하지 않음.



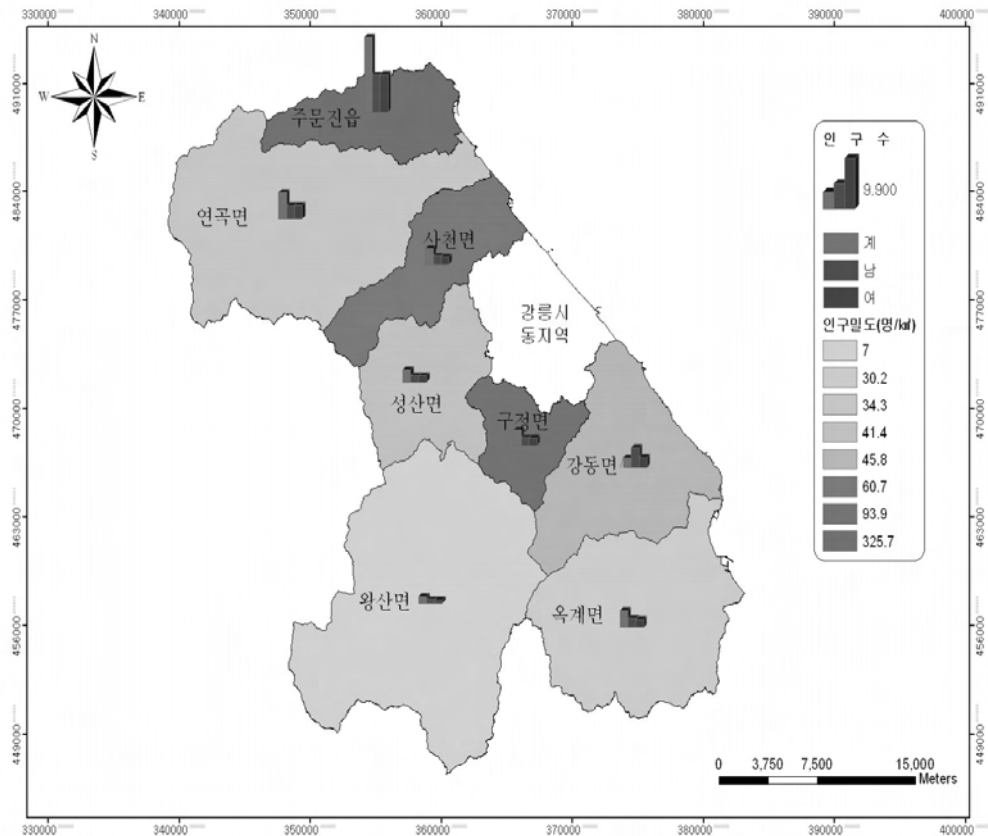
<그림 1-1-1> 강릉시 용수구역 현황도

## 1.2 인구현황

<표 1-109-1> 인구현황

구분	면적 (km <sup>2</sup> )	세대	인구			인구밀도 (km <sup>2</sup> )	세대당 인구	
			계	남	여			
강원도	16,873.61	594,360	1,515,800	762,219	753,581	89.8	2.6	
(시군평균)	937.42	33,020	84,211	42,346	41,866	155.0	2.4	
<b>강릉시</b>	<b>1,040.20</b>	<b>91,332</b>	<b>219,274</b>	<b>109,002</b>	<b>110,272</b>	<b>210.8</b>	<b>2.4</b>	
명사	주문진읍	60.55	9,067	19,293	9,631	9,662	318.6	2.1
	연곡면	202.41	3,100	6,930	3,406	3,524	34.2	2.2
	사천면	70.90	1,984	4,311	2,257	2,054	60.8	2.1
명성	구정면	42.81	1,700	3,977	2,010	1,967	92.8	2.3
	성산면	80.14	1,513	3,324	1,688	1,636	41.4	2.1
명강	강동면	112.58	2,482	5,142	2,637	2,505	45.6	2.0
	옥계면	148.84	2,068	4,502	2,322	2,180	30.2	2.1
	왕산면	245.37	898	1,728	930	798	7.02	1.9
기타	강릉시(동)	76.49	68,520	170,067	84,121	85,946	2,223.3	2.4

※자료 : 강릉시 통계연보(2013)



<그림 78-2-1> 인구현황

□ 행정구역

- 강릉시는 1읍 7면 13동 146개 법정리로 구성
- 총면적은 1,040.20km<sup>2</sup>

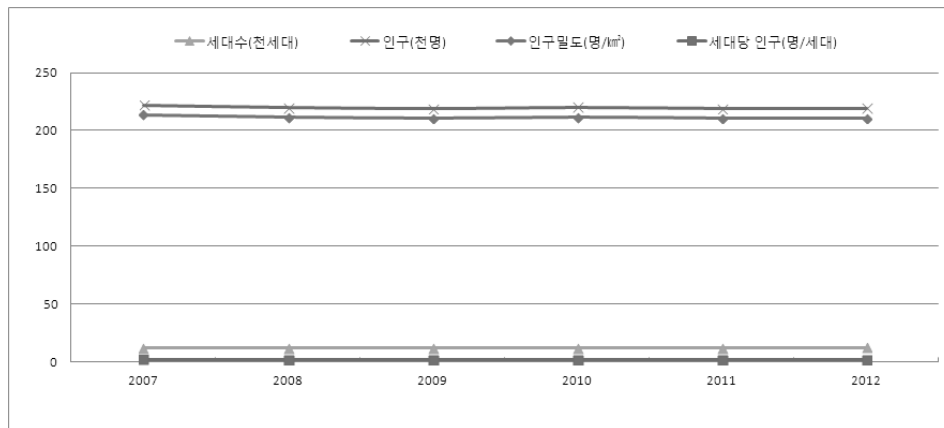
—읍면동별 { 최대 : 왕산면 245.37km<sup>2</sup>  
 { 최소 : 구정면 42.81km<sup>2</sup>

□ 인구

- 강릉시 인구는 219천명(강원평균 84천명), 세대수는 90천 세대(강원평균 33천세대)

— 읍면동별 { 최대 : 교1동 인구 30,309명, 밀도 1,0379.7명/km<sup>2</sup>  
 { 최소 : 왕산면 인구 1,723명, 밀도 7.0명/km<sup>2</sup>

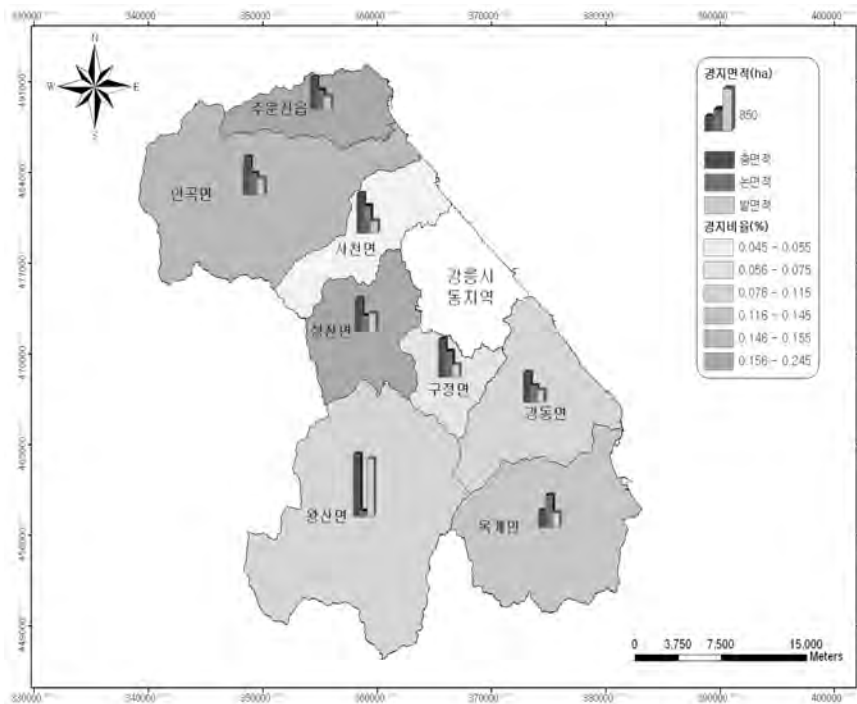
○ 2009년부터 세대수, 인구 모두 증가를 보인다.



<그림 1-79-2> 인구추이

### 1.3 농업 및 산업경제

#### 가. 농업 현황



<그림 1-3-1> 경지면적 및 경지비율

<표 1-3-1> 농가 및 경지면적 현황

구 분	면적 (ha)	경지 면적 비율 (%)	경지면적(ha)			총가구수	
			계	논	밭		
강릉시		103,999.57	0.10	10,552.03	5,443.79	5,108.24	90,090
명사	주문진읍	6,054.79	0.14	870.96	523.39	347.57	9,101
	연곡면	20,237.89	0.05	1,023.49	579.89	443.60	3,107
	사천면	7,089.69	0.15	1,073.43	742.22	331.21	1,971
명성	구정면	4,272.86	0.24	1,027.45	699.32	328.13	1,666
	성산면	8,014.56	0.11	892.39	433.71	448.68	1,471
명강	강동면	11,258.60	0.07	818.19	471.16	347.03	2,432
	옥계면	14,884.46	0.06	869.06	409.45	459.61	2,027
	왕산면	24,537.60	0.07	1,707.13	137.42	1,569.71	886
기타	강릉시(동)	7,649.08	0.30	2,279.75	1,447.10	832.65	67,429

※자료출처 : 강릉시 통계연보(2013)

나. 축산업 현황

□ 조사지역의 축산가구중 한육우, 젓소, 돼지, 닭을 사용하는 가구 수 및 각각의 마리 수는 다음과 같다 <표 1-3-2>.

<표 1-3-2> 축산업 현황

구분	한육우		젓소		돼지		닭	
	사육호수	마리수	사육호수	마리수	사육호수	마리수	사육호수	마리수
2007	79	8,241	18	950	44	60,591	10	164,300
2008	815	8,941	16	846	40	64,760	18	358,100
2009	74	9,061	15	879	50	61,514	-	-
2010	732	8,901	21	974	38	59,861	1,016	330,230
2011	717	9,168	13	731	32	62,861	899	239,113
2012	610	9,098	13	866	33	67,870	854	288,268

※자료출처 : 강릉시 통계연보(2013)

다. 산업단지 현황

- 강릉시 관내에는 일반산업단지 2개소와 농공단지 1개소가 위치한다.

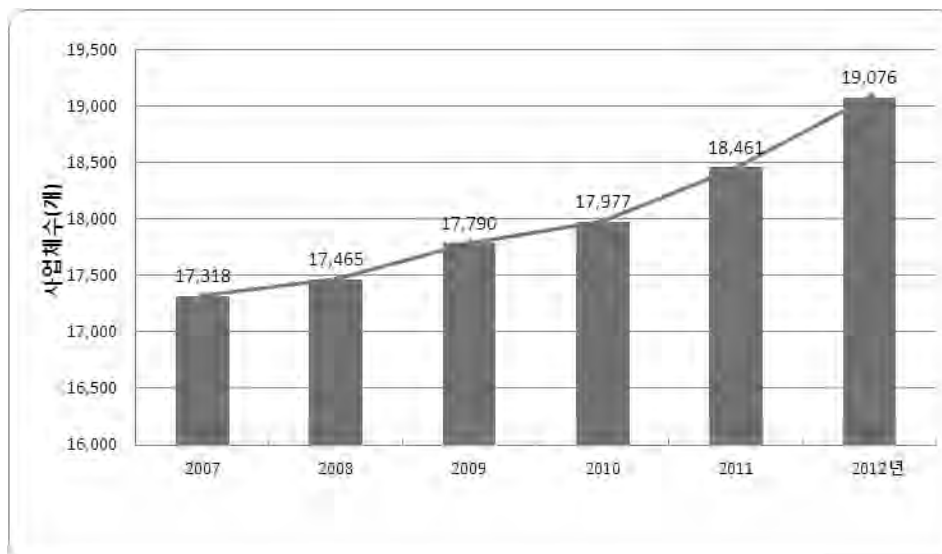
<표 1-3-3> 산업단지 현황

산업단지	면적 (천㎡)	산업지역개발현황			입주 업체수	유치업종	사업 시행자	
		개발 대상	개발	미개발				
일반산업 단지	과학,중소	1,660	-	2	-	175	-	강릉시
농공단지	주문진	143	-	1	-	37	-	강릉시

※ 자료출처 : 강릉시 통계연보(2013)

라. 사업체 현황

- 2012년 말 기준 강릉시 관내의 사업체는 19,076개소이며, 2007년부터 2012년까지 꾸준히 증가 추이를 보이고 있다.
- 지역별로는 중앙동이 가장 많은 2,707개소를 나타내며, 왕산면이 102개소로 가장 적은 현황을 나타낸다.



<그림 1-3-2> 연도별 사업체 증가 추이

&lt;표-1-3-4&gt; 읍면동별 사업체 현황

읍면동	사업체수	백분율(%)
합 계	19,187	100
주문진읍	2,163	11.3
연곡면	655	3.4
사천면	441	2.3
구정면	191	1.0
성산면	239	1.2
강동면	471	2.5
옥계면	317	1.7
왕산면	102	0.5
강릉시(동)	14,608	76.1

※ 자료출처 : 강릉시 통계연보(2013)

1.4 자연환경현황

1.4.1 하천 및 유역

가. 하천현황

□ 조사지역은 지방하천으로 구성되어 있다. 조사지역의 하천은 강릉 남대천, 어단천, 금광천, 위촌천, 군선천 등의 하천으로 구성되어 있다.

<표 1-4-1> 하천현황

하천명	유수의계통(수계)				하천 등급	하천기점		하천종점		하천 연장 (km)	유로 연장	유역 면적	하천지정근거 및일자
	분류	제1지류	제2지류	제3지류		시군	읍면	시군	읍면				
강릉 남대천	강릉 남대천	팔지천	송천	대기천	지방	강릉	왕산	강릉	왕산	16.00	11.38	56.54	강원82-146호 (1982.09.29)
송현천	한강	도마천			지방	강릉	왕산	강릉	성산	11.00	16.76	63.71	강원82-146호 (1982.09.29)
대기천	한강	왕산천			지방	강릉	왕산	강릉	성산	8.20	13.30	41.49	강원82-146호 (1982.09.29)
도마천	강릉 남대천	섬석천			지방	강릉	구정	강릉	두산	10.40	16.89	54.42	강원82-146호 (1982.09.29)
왕산천	강릉 남대천	섬석천	어단천		지방	강릉	구정	강릉	장현	7.10	9.63	15.81	강원82-146호 (1982.09.29)
섬석천	강릉 남대천	섬석천	금광천		지방	강릉	구정	강릉	구정	11.30	7.19	10.10	강원82-146호 (1982.09.29)
어단천	강릉 남대천				지방	강릉	주문진	강릉	주문진	6.50	16.40	42.90	강원82-146호 (1982.09.29)
금광천	강릉 남대천				지방	강릉	연곡	강릉	연곡	4.60	28.30	164.22	강원82-146호 (1982.09.29)
신리천	신리천	신왕천			지방	강릉	연곡	강릉	연곡	10.20	15.08	25.79	강원82-146호 (1982.09.29)
연곡천	연곡천				지방	강릉	사천	강릉	사천	15.00	23.70	56.48	강원82-146호 (1982.09.29)
신왕천	연곡천				지방	강릉	안현	강릉	안현	5.60	5.00	5.97	강원82-146호 (1982.09.29)
사천천	사천천				지방	강릉	대전	강릉	초당	10.35	11.41	36.36	강원82-146호 (1982.09.29)
안현천	안현천	위촌천			지방	강릉	성산	강릉	초당	2.59	10.21	18.43	강원82-146호 (1982.09.29)
경포천	경포천				지방	강릉	구정	강릉	강동	7.80	19.81	76.23	강원82-146호 (1982.09.29)
위촌천	경포천	임곡천			지방	강릉	강동	강릉	강동	10.00	14.81	27.27	강원82-146호 (1982.09.29)
군선천	군선천				지방	강릉	강동	강릉	강동	11.00	9.84	23.98	강원82-146호 (1982.09.29)
임곡천	군선천				지방	강릉	옥계	강릉	옥계	7.70	21.10	141.47	강원82-146호 (1982.09.29)
정동진천	정동진천	남양천			지방	강릉	옥계	강릉	옥계	5.15	11.50	34.15	강원82-146호 (1982.09.29)
주수천	주수천	낙풍천			지방	강릉	옥계	강릉	옥계	15.50	14.78	33.24	강원82-146호 (1982.09.29)
남양천	주수천									6.50			
낙풍천	주수천									6.23			

※ 자료출처 : 한국하천일람(2008)



나. 농업용저수지 현황

<표-1-4-2> 농업용 저수지 현황

시설명	시군	읍면	동리	관리기관	용수구역	수혜면적 (ha)
쟁골	강릉시	강동면		강릉시	명강	7.3
독골	강릉시	강동면		강릉시	명강	10
언별	강릉시	강동면		한국농어촌공사	명강	156
동막	강릉시	구정면		한국농어촌공사	명사	160.4
칠성	강릉시	구정면		한국농어촌공사	명사	107.1
사천	강릉시	사천면		한국농어촌공사	명사	319.9
오봉	강릉시	성산면		한국농어촌공사	명사	359.8
신왕	강릉시	연곡면		한국농어촌공사	명사	196.5
옥계	강릉시	옥계면		한국농어촌공사	명강	210.4
장현	강릉시		장현동	한국농어촌공사	강릉1	391.4
삼교	강릉시	주문진읍		한국농어촌공사	명사	118.5
향호	강릉시	주문진읍		한국농어촌공사	명사	125.5
경포	강릉시		지변동	한국농어촌공사	강릉1	195.5

※ 자료출처 : 농촌용수종합정보시스템

라. 유역현황

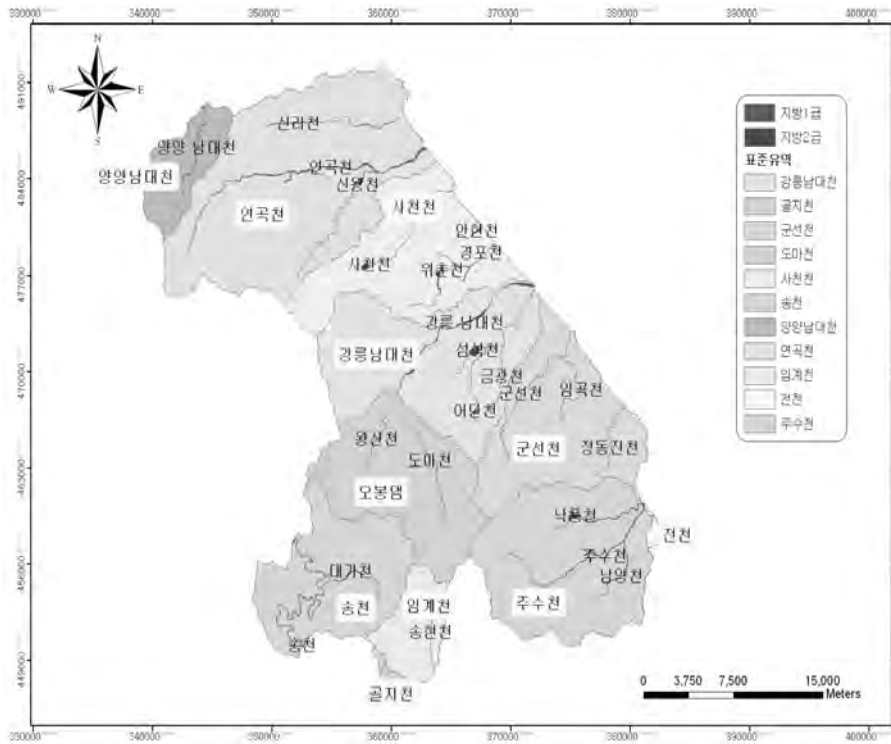
- 강릉시에 부존하는 지하수자원의 효율적인 개발·보전·관리를 위한 관리단위로서 행정구역보다 수리·수문 조건이 유사한 조건을 갖는 유역으로 구분하여 조사·분석하는 것이 효율적이다.
- 국토해양부의 수자원단위지도에 따르면 조사지역은 21개 대권역 중 한강권역에 속하며, 이는 강릉남대천, 양양남대천, 남한강상류의 중권역으로 이루어져 있다. 이들 중권역은 강릉오봉댐, 강릉남대천, 군선천, 사천천, 연곡천, 전천, 주수천, 양양남대천, 골지천중류, 송천, 임계천의 표준유역으로 이루어져 있다.

- 본 조사에서는 수계분포와 지형 등을 고려하여 설정된 수자원단위 지도의 11개 유역을 지하수 이용현황, 물 수지분석 및 지하수자원 평가의 기초단위로 설정하였으며, 자료처리의 혼선을 피하기 위해 가능한 한 유역의 최외곽 경계는 군경계를 따르도록 하였다.
- 각 유역에 해당하는 행정구역과 그 면적 및 주요 하천현황은 <표 1-4-3>와 같다.

<표-1-4-3> 수자원단위지도에 따른 유역현황

대권역	중권역	표준유역			
		유역명	코드	면적(km <sup>2</sup> )	구성비(%)
계		11개	-	1,038.27	100
한강	강릉남대천	강릉오봉댐	130203	109.67	10.6
		강릉남대천	130204	148.21	14.3
		군선천	130205	118.59	11.4
		사천천	130202	115.77	11.2
		연곡천	130201	229.10	22.1
		전천	130207	2.71	0.3
		주수천	130206	140.35	13.5
	양양남대천	양양남대천	130107	36.22	3.5
	남한강상류	골지천중류	100104	2.61	0.3
		송천	100106	100.65	9.7
		임계천	100103	34.39	3.3

※ 수자원단위지도 면적으로 산출하여 강릉시 통계자료와 일치 하지 않음.



<그림 1-4-3> 유역별 수계현황

<표-1-4-4> 유역별 행정구역 및 수계현황

유역명	면적 (km <sup>2</sup> )	구성비	읍면	리	수계
계	1,038.27	100.0			
강릉오봉담	109.67	10.6	왕산면 옥계면	대기리,도마리,목계리,송현리,왕산리,산계리	도마천
강릉남대천	148.21	14.3	왕산면	도마리,목계리,왕산리	강릉남대천
군선천	118.59	11.4	왕산면 옥계면	목계리,금진리,남풍리,북동리	군선천
사천천	115.77	11.2	연곡면	동덕리,송림리,신왕리	사천천
연곡천	229.10	22.1	연곡면 주문진읍	동덕리,방내리,산삼리,송림리,신왕리,영진리, 유동리,퇴곡리,행정리,교항리,삼교리,장덕리, 주문리,향호리	연곡천
전천	2.71	0.3	옥계면	남양리,도직리,조산리,주수리,천남리	전천
주수천	140.35	13.5	왕산면 옥계면	목계리,금진리,낙풍리,남양리,도직리,북동리, 산계리,주수리,천남리,현내리	주수천
양양남대천	36.22	3.5	연곡면 주문진읍	삼산리,삼교리	양양남대천
굴지천중류	2.61	0.3	왕산면	고단리	굴지천
송천	100.65	9.7	왕산면	고단리,대기리,도마리,목계리,송현리,왕산리	송천
임계천	34.39	3.3	왕산면 옥계면	고단리,대기리,목계리,송현리,남양리,산계리	임계천

※ 수자원단위지도 면적으로 산출하여 강릉시 통계자료와 일치 하지 않음.

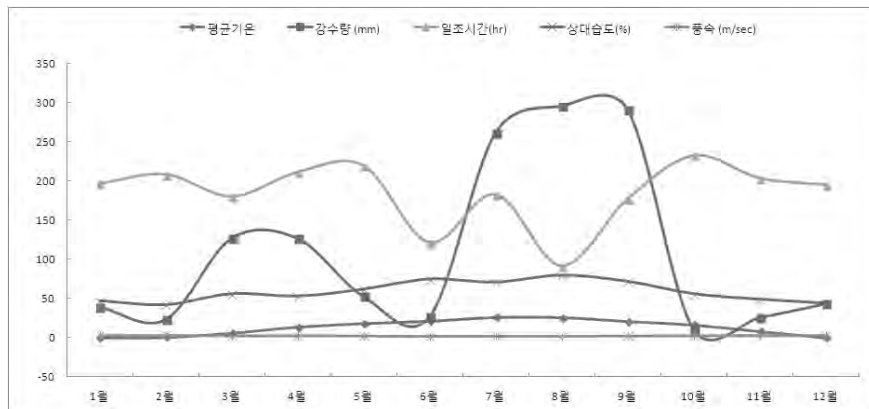
1.4.2 기상

□ 기상은 강릉 기상대 자료를 분석하였으며, 그 결과는 <표1-4-6> 과 같다. 최근 33년간(1980~2012) 관측한 연평균기온은 12.6℃이며, 월별 평균기온은 최난월인 8월에 25.1℃, 최한월인 1월에는 -0.1℃를 기록하고 있으며, 연평균 상대습도는 60.0%이다. 연평균강수량은 110.1mm이며 월별 최고강수는 8월에 295.3mm이고, 6월~9월까지 4개월간의 강수량은 874.0mm로 전체강수량의 66.1%를 차지하며, 10월~이듬해 5월까지 8개월간의 강수량은 447.4mm로 33.9%의 강수 분포를 나타낸다<표 1-4-5>, <그림 1-4-4>.

<표-1-4-5> 기상현황

월별	기온(℃)			강수량(mm)	일조시간(hr)	상대습도(%)	풍속(m/sec)
	평균기온	최저기온	최고기온				
계/연평균	12.6	-14.2	35.6	110.1	184.9	60	2.4
1월	-0.1	-8.6	7.4	39.0	196.6	47	3.0
2월	0.4	-14.2	12.2	23.1	208.4	42	3.0
3월	5.7	-3.9	18.7	126.7	180.2	56	2.6
4월	13.3	1.0	27.3	126.5	211.1	53	2.7
5월	17.6	8.9	28.0	52.7	219.3	62	2.0
6월	20.6	14.2	30.3	26.8	121.2	75	1.5
7월	25.3	16.9	35.6	261.2	182.7	71	1.9
8월	25.1	17.7	33.6	295.3	91.5	80	1.7
9월	20.2	12.6	29.6	290.7	176.7	72	2.1
10월	15.8	5.5	25.2	10.6	232.3	56	2.6
11월	7.8	-0.8	20.1	25.6	203.6	49	3.0
12월	-0.1	-10.1	10.8	43.2	194.9	44	3.1

※ 자료출처 : 강릉기상대(1980 ~ 2012)



<그림 1-4-4> 월별 기상현황

### 1.4.3 지형 및 지질

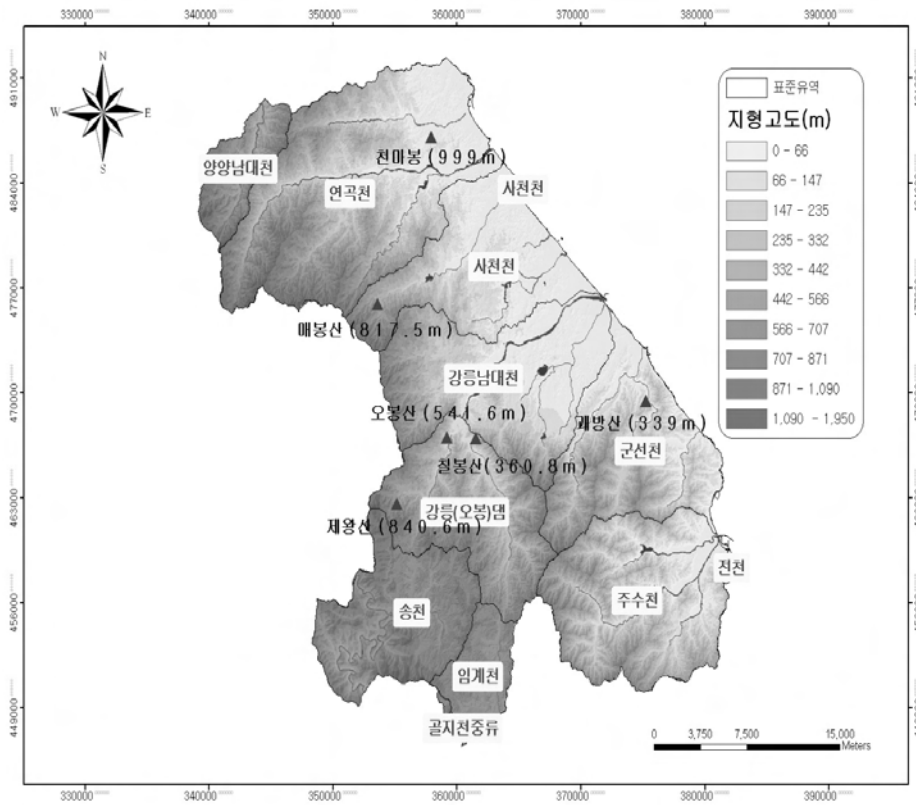
#### 가. 지형

- 강릉시는 남북으로 달리는 태백산맥의 동쪽에 지맥이 급한 경사를 이루면서, 동해로 흐르는 남대천 남북에 분지형 시가지가 형성되어 있고, 구정면 어단리로부터 시가지 남단부인 답산동 쪽으로 산록완사면 지형이 넓게 형성되어 있다.
- 수치 지형자료를 이용하여 고도분포도를 작성하고 지형 특성을 분석한 결과, 강릉시는 1m ~ 1,397m의 해발고도를 보이며 500m 이하 지형은 61.2%, 5,00m이상 지형은 38.8%를 차지한다.

<표-1-4-7> 강릉시 고도별 면적분포 현황

읍면동 \ 고도(m)	계	0-250	250-500	500-750	750-1000	1000-1250	1250-1397
면적(km <sup>2</sup> )	944.94	361.95	217.31	206.84	135.85	22.06	0.92
면적비(%)	100.0	38.3	22.9	21.8	14.3	2.3	0.1
주문진읍	55.52	40.84	9.35	4.32	1.00	0	0
연곡면	197.69	54.07	49.76	47.84	34.39	10.94	0.69
사천면	70.55	45.97	12.34	7.20	4.2	0.83	0
구정면	42.78	30.60	6.78	4.28	1.11	0	0
성산면	79.28	38.00	21.76	13.16	6.10	0.24	0
강동면	111.09	64.51	30.24	14.35	1.97	0.02	0
옥계면	147.69	78.39	48.00	17.99	3.23	0.057	0
왕산면	240.33	9.54	39.06	97.69	83.84	9.96	0.23
강릉시(동)	76.53						

※ 수치지형도 면적으로 산출하여 강릉시 통계자료와 일치 하지 않음.



<그림 1-4-5> 지형고도 분포도

나. 지질

- 강릉시는 선캠브리아기의 경기변성암복합체가 저반을 형성하고 있다. 고생대 퇴적암층인 대석회암층과 중부평안누층군이 퇴적되었으며, 중생대 대보화강암류와 불국사 화강암류가 관입하였다. 해안가 쪽으로 신생대 제4기 충적층이 퇴적되었다.
- GIS의 쿼리 기능과 한국지질자원연구소에서 제작한 수치지질도를 이용하여 행정구역별 지질 분포 현황을 분석한 결과 호상편마암(PCEkbgn)이 5%인 55.11km<sup>2</sup>를 차지하고 있으며, 화강암류(Jgr)가 전체면적의 52.4%인 574.54km<sup>2</sup> 그리고 충적층(Qa)이 13.1%인 143.97km<sup>2</sup>를 차지하고 있는 것으로 나타났다.

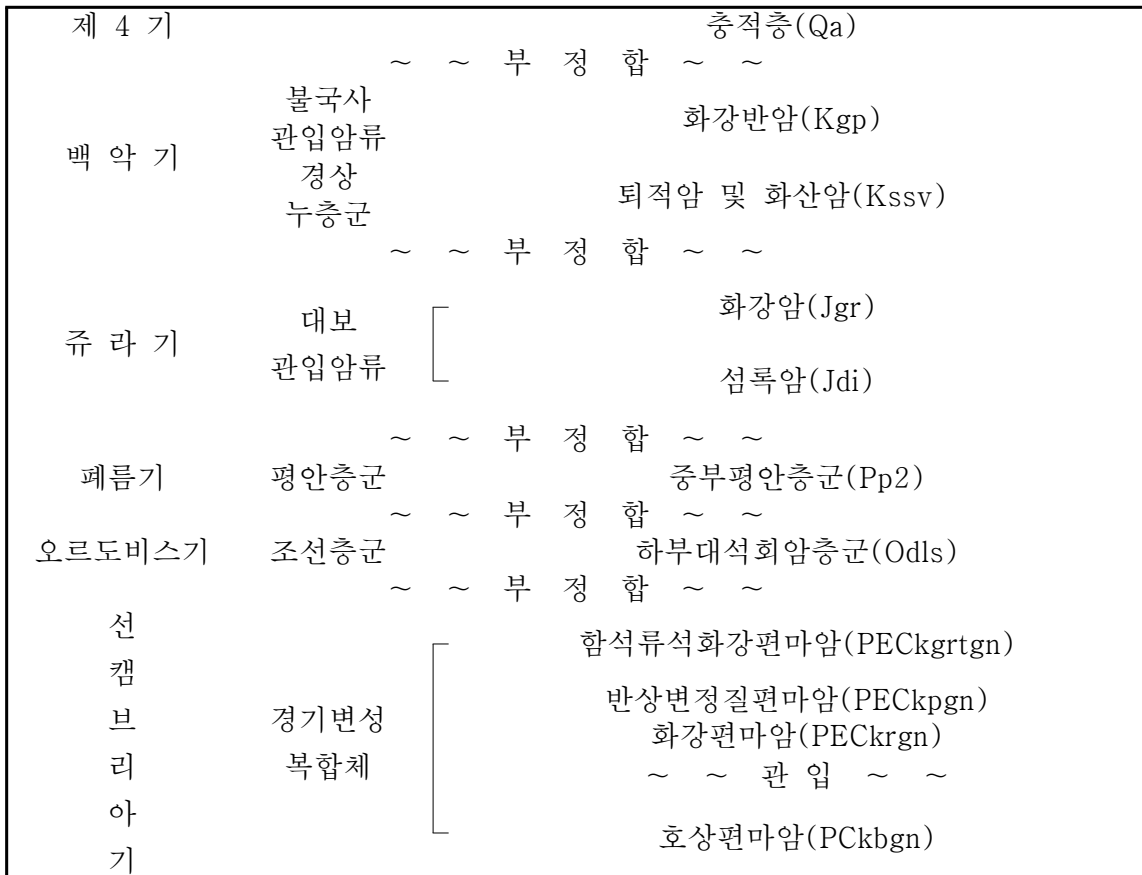
<표-1-4-8> 행정구역별 지질분포 면적

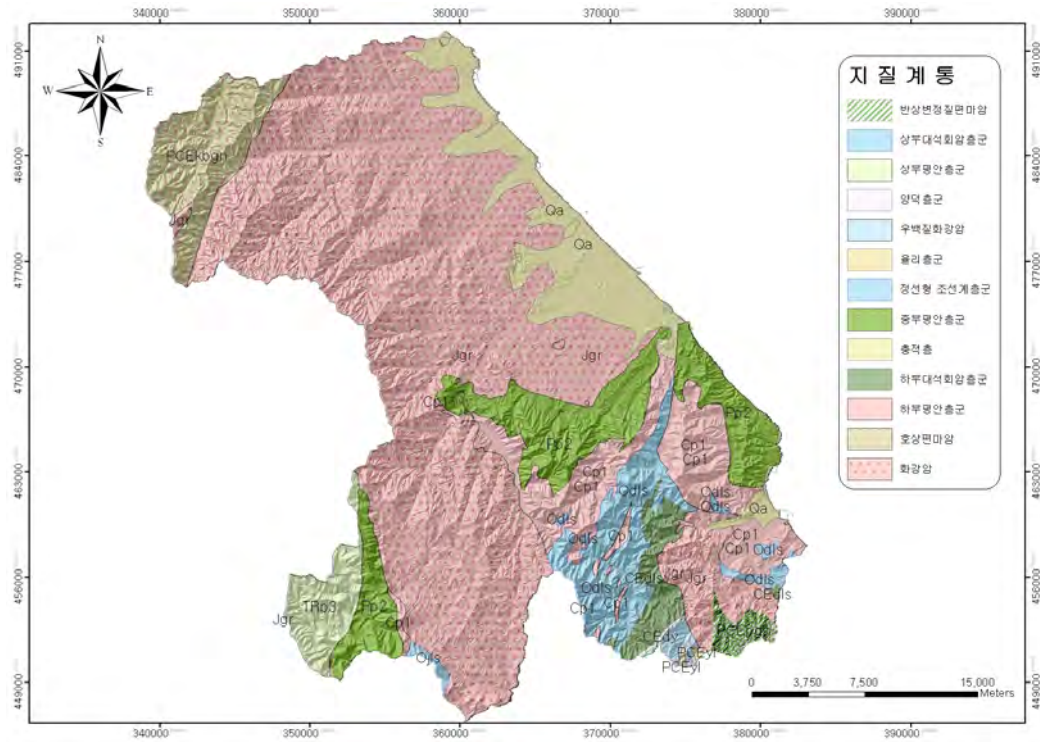
단위(km<sup>2</sup>)

구분	계	주문진읍	연곡면	사천면	성산면	구정면	강동면	옥계면	왕산면	강릉시(동)
합계	1,096.24	60.15	202.23	70.85	80.22	42.82	170.18	148.05	245.37	76.37
Qa	143.97	12.47	8.33	8.38	-	0.01	66.10	5.16	-	43.52
Jgr	574.54	44.48	141.99	62.47	73.88	22.55	1.52	33.41	161.39	32.85
Cp1	93.4	-	-	-	0.05	0.05	47.58	25.54	20.18	-
CEdls	21.48	-	-	-	-	-	0.15	21.33	-	-
CEdy	0.78	-	-	-	-	-	-	0.78	-	-
Odls	56.11	-	-	-	-	-	12.02	41.90	2.19	-
Ojls	2.07	-	-	-	-	-	-	-	2.07	-
Pp2	105.48	-	-	-	6.29	20.21	42.81	4.62	31.55	-
PCEkbg	55.11	3.20	51.91	-	-	-	-	-	-	-
PCElgn	4.9	-	-	-	-	-	-	4.90	-	-
PCEpgn	9.41	-	-	-	-	-	-	9.41	-	-
PCEyl	1.00	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-
TRp3	27.99	-	-	-	-	-	-	-	27.99	-

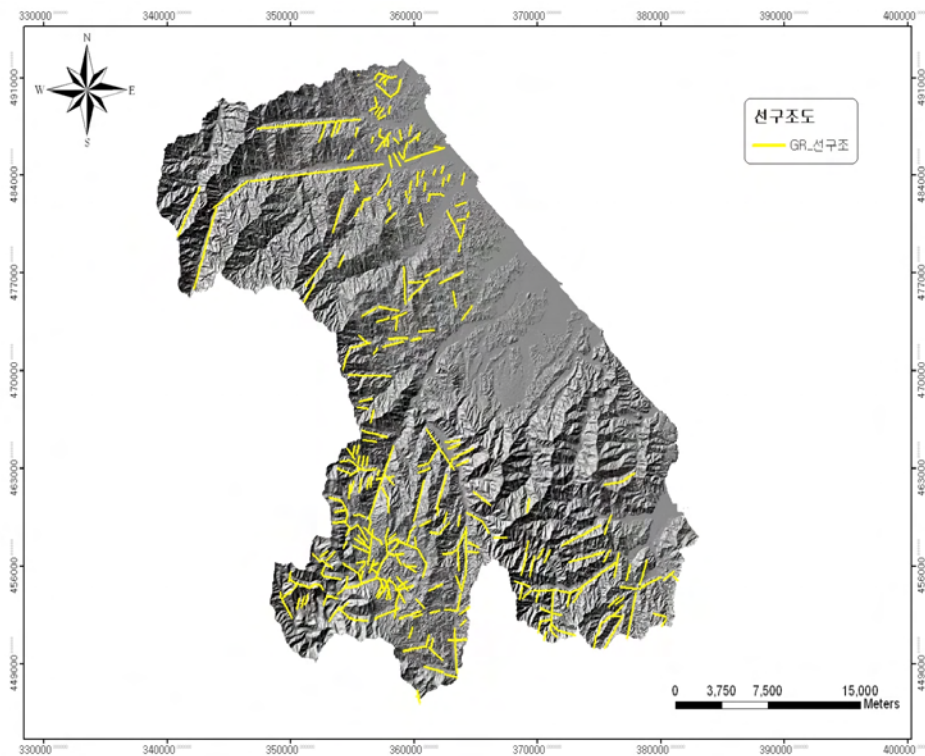
※ 수치지형도 면적으로 산출하여 강릉시 통계자료와 일치 하지 않음.

<표 1-4-9> 지질계통도





<그림 1-4-6> 조사지역 지질분포

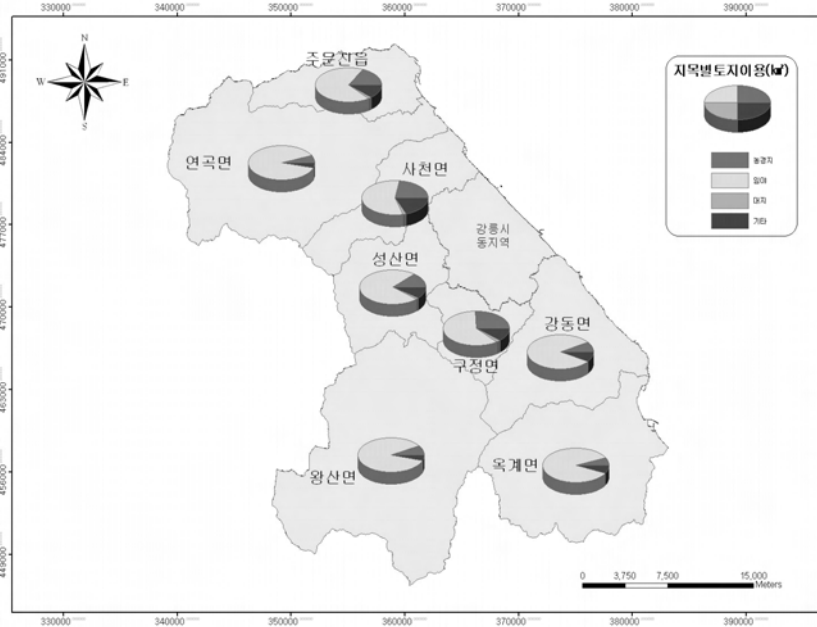


<그림 1-4-7> 선형구조 분포도



1.4.4 토지이용 및 토양

가. 토지이용현황



<그림 1-4-8> 지목별 토지이용현황

<표-1-4-10> 지목별 토지이용현황 (단위:km<sup>2</sup>)

구분	합계	농경지					임야	대지	기타
		소계	전	답	과수원				
계	면적	1,040.20	106.92	51.34	53.91	1.67	838.49	16.97	77.70
	구성비 (%)	100.0	10.28	4.94	5.18	0.17	80.61	1.63	7.47
명사	주문진읍	60.55	9.37	3.50	5.21	0.66	43.61	1.64	5.93
	연곡면	202.41	10.3	4.46	5.77	0.07	131.31	0.83	59.97
	사천면	70.9	10.68	3.33	7.31	0.04	53.17	1.13	5.92
명성	구정면	42.81	10.65	3.33	6.92	0.40	27.29	0.84	4.03
	성산면	80.14	8.8	4.53	4.26	0.01	63.39	0.87	7.08
명강	강동면	112.58	8.19	3.47	4.68	0.04	95.58	0.99	7.82
	옥계면	148.84	8.69	4.60	4.08	0.01	131.31	0.83	8.01
	왕산면	245.37	17.14	15.78	1.36	0.00	218.70	0.52	9.01
기타	강릉시(동)	76.49	23.10	8.34	14.32	0.44	21.68	9.32	22.38

나. 토양

- 농촌진흥청 농업기술연구소에서 발간한 1:25,000 정밀토양도의 배수능력, 토질, 지형 및 모재에 대한 정보를 이용하여 토양을 SCS 토양형으로 재분류하였고<표 1-4-11>, 지역별 분포현황은<표 1-4-12>, <그림 1-4-9>과 같다.

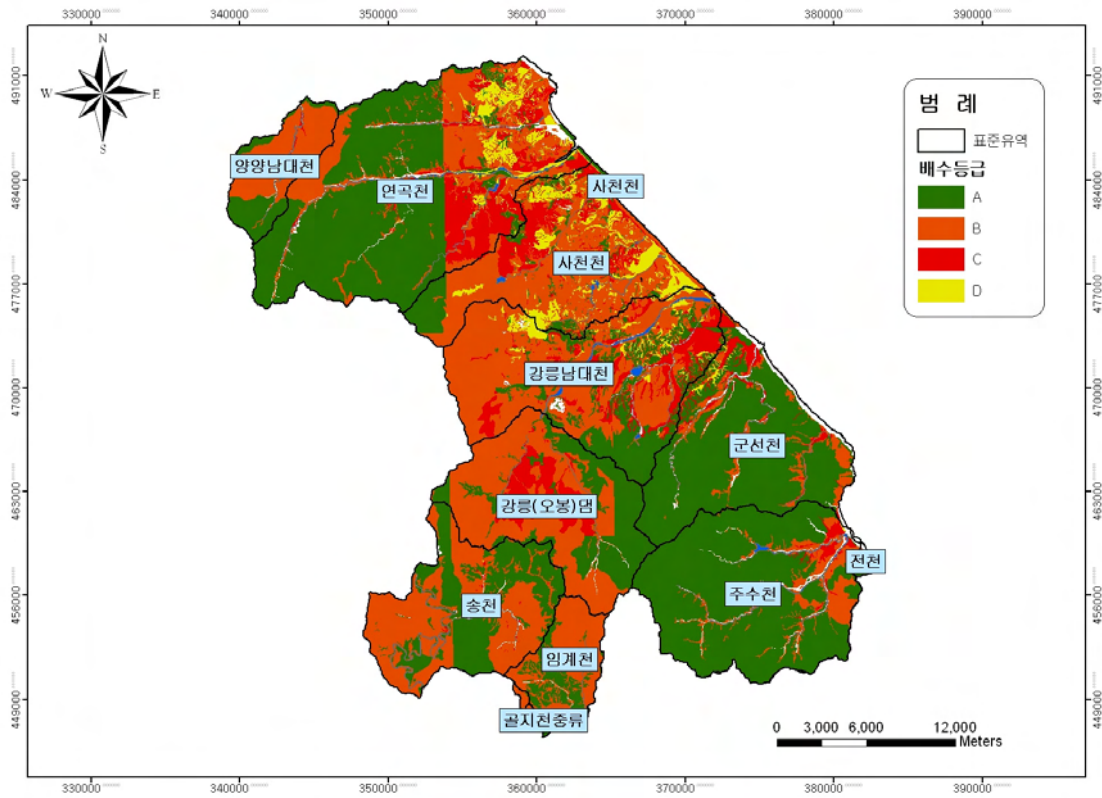
<표-1-4-11> SCS 토양형에 따른 토양의 재분류

SCS 토양형	조사지역의 토양형	분포면적 (km <sup>2</sup> )
A	AhC, ArC, ArD, CGC, DbF2, DyB, GmC, Gt, HIB, HN, Hr, HYB, IgB, IgC, Jc, Jd, JiB, JoB, JoC, JoD, JtB, KcB, MoB, MoC, MuC, MuD, MuE, Nd, Ng, NoD2, OdE, OnD2, OsE, PxB, RB, RC, RCS, RO, SbC, SbD, SgE2, SgF2, SKC, SKD, SmE2, SmF2, SND2, SNE2, SqC, SqD, SqE, SRE2, StC, StD, StE, SvF2, UBC, UBD, UoB, UoC, W, WoB, WoC, YjB, YjC, YxB	641.07
B	AhC, ArC, ArD, CGC, DyB, Gt, HIB, Hr, HYB, IgB, IgC, IjC, Jd, JiB, JoB, JoC, JtB, MoB, MoC, MuC, Ng, NoD2, OdF, OnD2, OnE2, PxB, RC, RCS, RO, SgD2, SgE2, SKC, SmF2, SNE2, SNF2, SqC, SqD, SqE, SRF2, StC, StD, SvF2, UBC, UBD, UoB, UoC, W, WoB, WoC, YjB, YjC, YxB	248.46
C	ArC, ArD, CGC, HIB, Hr, IgC, Jc, MoB, Nd, Ng, RC, RCS, SNF2, SRF2, UoB, UoC, W	35.3
D	AhC, ArC, ArD, CGC, DbF2, DpF2, DyB, GmC, Gt, HIB, HN, Hr, HYB, IgB, IgC, IjC, Jc, Jd, JiB, JoB, JoC, JtB, KcB, MoB, MoC, MuC, MuD, MuE, Nd, Ng, NoD2, OdE, OnD2, OsE, OsF, PxB, RB, RC, RCS, RO, SbC, SbD, SgD2, SgE2, SgF2, SKC, SKD, SmF2, SNE2, SqC, SqD, SqE, SRE2, StC, StD, StE, SvF2, UBC, UBD, UoB, UoC, W, WoB, WoC, YjB, YjC, YxB	11.58

<표-1-4-12> 토양등급별 분포면적

구분	계	A	B	C	D	
계	936.42	641.07	248.46	35.30	11.58	
구성비(%)	100	68.45	26.54	3.77	1.24	
읍·면·동	주문진읍	57.41	41.31	8.60	4.06	3.42
	연곡면	196.81	146.52	44.11	5.23	0.95
	사천면	68.30	46.99	11.20	5.71	4.38
	구정면	41.92	22.62	12.40	6.67	0.21
	성산면	78.96	32.79	40.57	3.75	1.83
	강동면	106.98	88.42	11.91	6.00	0.64
	옥계면	144.14	122.76	18.10	3.17	0.11
왕산면	241.86	139.63	101.54	0.66	0.01	

※정밀토양도 면적으로 산출하여 강릉시 통계자료와 일치 하지 않음.



<그림 1-4-9> SCS 토양 배수등급도



## 부록2

# 지하수 개발·이용 현황



## 2. 지하수 개발·이용 현황

### 2.1 지하수 개발현황

#### 2.1.1 신고·허가별 지하수개발현황

<표-2-1-1> 명사지구 행정자료, 지하수 연보 및 조사현황

(단위 : 공)

구 분		행정자료(지자체) <sup>(1)</sup>				금회조사 <sup>(2)</sup>			
		계	허가	신고	기타	계	허가	신고	기타
명사 지구	계	2,591	18	2,558	15	1,394	16	1,371	7
	주문진읍	717	2	715	-	189	2	187	0
	사천면	1,192	3	1,189	-	602	3	599	0
	연곡면	453	5	448	-	398	5	393	0
	현남면	229	8	206	15	205	6	192	7

\* (1) : 시군구 행정종합시스템 또는 지역개발행정종합시스템

\* (2) : 금회 지하수자원관리사업에 의한 조사결과

#### □ 지하수시설 조사 재분류

<표-2-1-2> 지하수시설 조사 재분류

(단위 : 공)

구 분		계	미존재	미신고	방치공	미활용	원상복구	기타
계		818	302	0	3	115	397	1
명사 지구	주문진읍	109	22	0	0	2	85	0
	사천면	414	171	0	1	71	171	0
	연곡면	188	41	0	0	35	112	0
	현남면	107	68	0	2	7	29	1

\* 미존재 : 시청에 허가·신고시설로 등록되어 있으나 해당지번에 관정이 존재하지 않는 경우

\* 미신고 : 신고나 허가 절차없이 개발된 관정

\* 방치공 : 현재이용하지 않는 상태로 장기간 방치, 폐기된 관정으로서 되메움작업이 되지 않은 관정

\* 미활용공 : 개인소유의 소형관정 등으로 일정기간(영농기, 긴급가뭄시)에만 활용하는 관정

\* 원상복구 : 시청에 등록된 관정으로 지하수법에 의거 원상복구된 관정

\* 기타 : 행정자료에 지번, 소유자, 좌표 등이 누락되어 등록 관정 여부를 확인할 수 없는 경우

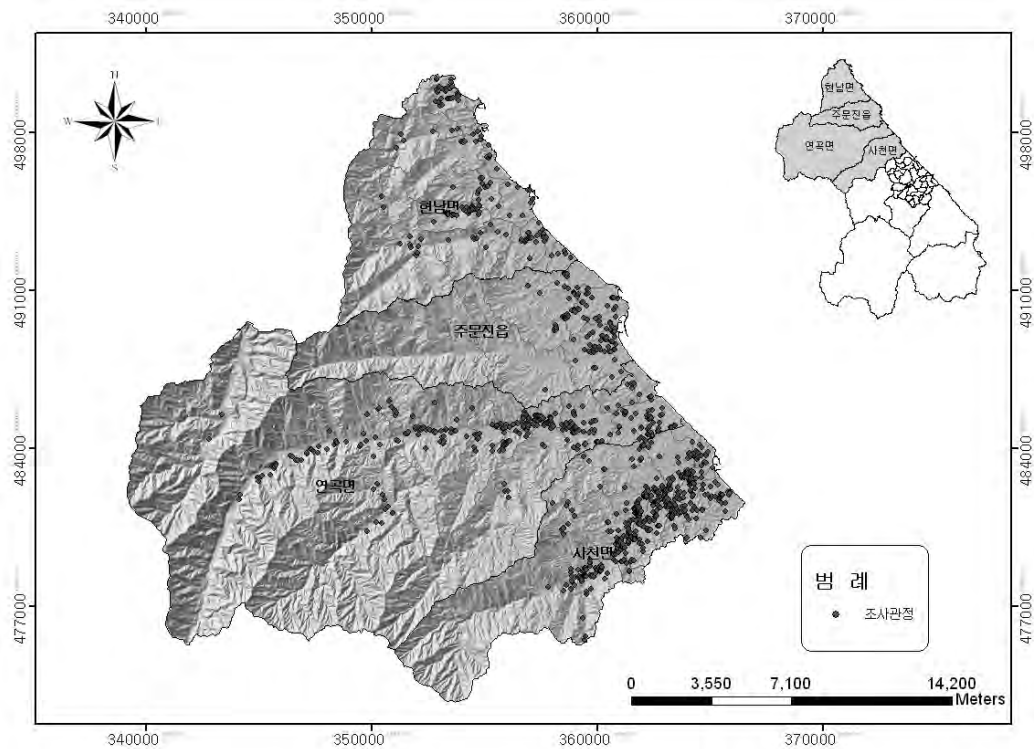
□ 명사지구 시청등록자료 2,558공의 53.8%인 1,394공을 조사하였다.

□ 금회 관정현황조사 1,394공 중 허가 16공, 신고 1,371공에서 실사용하고 있는 관정은 639공이다.

□ 또한 미존재 302개소, 방치공 3개소, 미활용 115개소, 원상복구 397개소를 조사하였다.

<표-2-1-3> 명사지구 실사용관정 현황

읍면	계	생활용	공업용	농업용	기타
명사지구	637	430	6	201	0
주문진읍	80	54	1	25	0
사천면	251	198	3	50	0
연곡면	210	147	2	61	0
현남면	96	31	0	65	0



<그림 2-1-1> 금회 관정조사 현황



2.1.2 용도별 지하수 개발 현황

<표-2-1-4> 용도별 지하수 현황자료

(단위 : 공)

구 분	행정자료(지자체)					금회조사					
	계	생활	공업	농업	기타	계	생활	공업	농업	기타	
명사지구	계	2,591	2,033	15	542	1	1,394	1,003	11	379	1
	주문진읍	717	587	7	123	0	189	143	5	41	0
	사천면	1,192	1,037	5	150	0	602	504	3	95	0
	연곡면	453	333	2	118	0	398	289	3	106	0
	현남면	229	76	1	151	1	205	67	0	137	1

- 다음은 각 용도별 관정내역을 지자체등록 자료와 금회 관정현황자료의 내역으로 나타내었다.
- 용도별로 관정개수가 다른 것은 금회 관정현황조사 시에 실사용 용도로 변환하여 정리를 하여 개수가 다르며, 미신고 관정도 포함되어 있다.

□ 생활용

<표-2-1-5> 생활용 관정현황(시청등록자료)

(단위 : 공)

읍면	계	가정용	간이상수도	공동주택용	국군용	농업생활겸용	민방위용	상수도	일반용	학교용	기타용	
계	2,033	1,772	17	9	1	8	0	0	200	14	12	
명사지구	주문진읍	587	515	2	0	1	6	0	0	58	5	0
	사천면	1,037	963	2	0	0	1	0	0	67	3	1
	연곡면	333	261	13	0	0	0	0	0	56	3	0
	현남면	76	33	0	9	0	1	0	0	19	3	11

명사지구 농촌지하수 관리보고서

<표-2-1-6> 생활용 관정현황(금회조사자료)

(단위 : 공)

읍면	계	가정용	간이 상수도	공동 주택용	국군용	농업생 활검용	민방 위용	상수도	일반용	학교용	기타용
계	1,003	817	15	5	0	8	0	0	145	3	10
명사 지구	주문진읍	143	108	1	0	0	5	0	0	29	0
	사천면	504	454	2	0	0	1	0	0	47	0
	연곡면	289	223	12	0	0	1	0	0	53	0
	현남면	67	32	0	5	0	1	0	0	16	3

□ 공업용

<표-2-1-7> 공업용 관정현황(시청등록자료)

(단위 : 공)

읍면	계	국가공단	농공단지	지방공단	자유업지 업체	기타
계	15	0	2	1	9	3
명사 지구	주문진읍	7	0	2	0	4
	사천면	5	0	0	0	3
	연곡면	2	0	0	1	1
	현남면	1	0	0	0	1

<표-2-1-8> 공업용 관정현황(금회조사자료)

(단위 : 공)

읍면	계	국가공단	농공단지	지방공단	자유업지 업체	기타
계	11	0	1	0	7	3
명사 지구	주문진읍	5	0	1	0	4
	사천면	3	0	0	0	2
	연곡면	3	0	0	0	1
	현남면	0	0	0	0	0

□ 농업용

<표2-1-9> 농업용 관정현황(시청등록자료)

(단위 : 공)

읍면	계	답작용	수산업용	양어장용	원예용	전작용	축산업용	기타용
계	542	248	3	3	22	216	15	35
명사 지구	주문진읍	123	35	1	1	4	69	9
	사천면	150	47	0	1	10	79	1
	연곡면	118	44	1	0	6	53	3
	현남면	151	122	1	1	2	15	2

<표-2-1-10> 농업용 관정현황(금회조사자료)

(단위 : 공)

읍면	계	답작용	수산업용	양어장용	원예용	전작용	축산업용	기타용
계	379	209	2	0	14	128	7	19
명사지구	주문진읍	41	13	0	0	1	24	3
	사천면	95	47	0	0	4	39	0
	연곡면	106	41	1	0	6	49	3
	현남면	137	108	1	0	3	16	1

### 2.1.3 관정형태별 지하수 개발 현황

<표-2-1-11> 구경별 현황(시청등록자료)

(단위 : 공)

구 분	계	구 경 (mm)				
		50이하	51~100	101~200	201~300	301이상
계	2,591	2,144	64	306	70	7
총적	2,228	2,121	46	48	7	6
암반	363	23	18	258	63	1

<표-2-1-12> 구경별 현황(금회조사)

(단위 : 공)

구 분	계	구 경 (mm)				
		50이하	51~100	101~200	201~300	301이상
계	1,392	1,085	34	224	44	5
총적	1,146	1074	24	34	9	5
암반	248	11	10	190	35	2

<표-2-1-13> 심도별 현황(시청등록자료)

(단위 : 공)

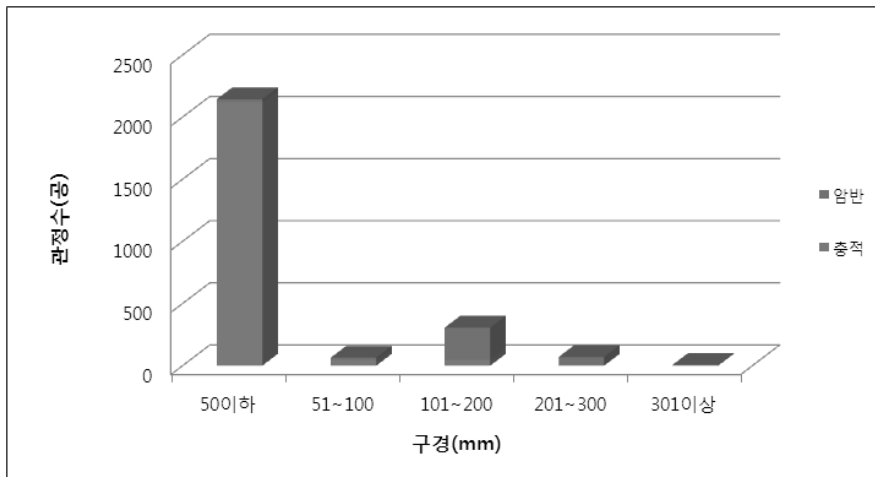
구 분	계	심 도 (m)						
		10이하	11~30	31~50	51~100	101~150	151~200	201이상
계	2,578	947	1,236	44	285	53	12	1
총적	2,228	947	1236	22	23	0	0	0
암반	363	0	0	22	262	53	12	14

<표-2-1-14> 심도별 현황(금회조사)

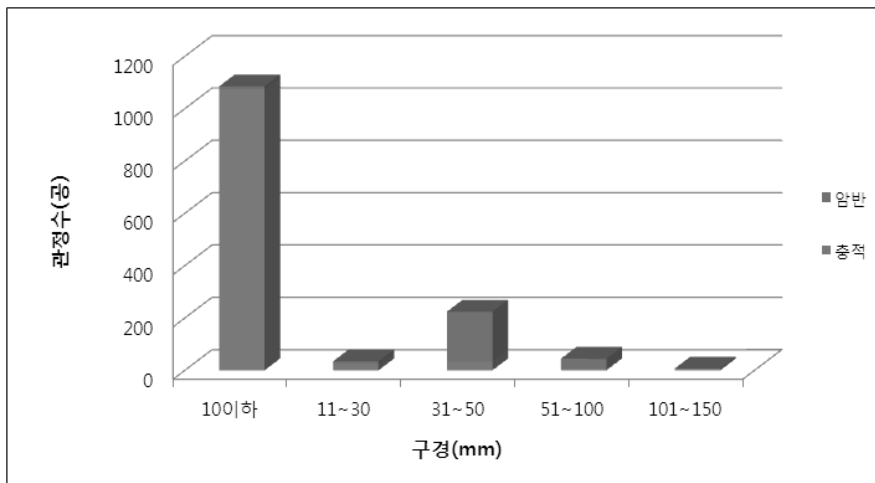
(단위 : 공)

구 분	계	심 도 (m)						
		10이하	11~30	31~50	51~100	101~150	151~200	201이상
계	1,394	422	702	19	199	40	6	6
충적	1,146	418	701	9	18	0	0	0
암반	248	4	1	10	181	40	6	6

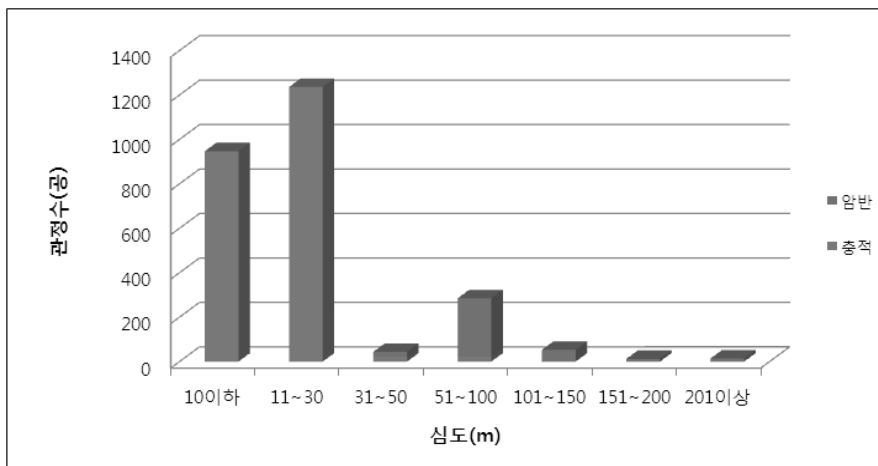
- 명사지구의 지자체 등록 자료의 지하수 관정은 충적 86.4%, 암반 13.6%로 구성되어 있다.
- 금회 관정현황 조사 자료의 지하수 관정은 충적 82.2%, 암반 17.8 구성되어 있다.
- 지자체 등록 자료 암반관정의 경우 대부분의 구경은 101~200mm (71.0고, 충적 관정의 경우 95%이상이 50mm이하의 구경을 갖는 것으로 조사되었으며, 금회 관정현황조사의 경우 101~200mm (76.6%)의 구경을 보이고 충적관정의 경우 50mm이하의 구경이 93%로 나타났다.
- 지자체 등록 자료의 심도별 현황을 살펴보면, 암반관정의 경우 90%가 51~200m의 굴착 심도를 보였으며. 그 중 51~100m(72.1%)의 경우가 가장 많다. 충적 관정의 경우는 11m~30m(97.9%)의 굴착 심도를 보이는 관정이 가장 많다.
- 금회 관정현황 조사자료에서는 암반관정의 경우 51~200m의 심도가 89%이며 충적관정의 경우 심도 10m이하가 36.4%, 11~30m가 61.1%를 차지하여 지자체자료와는 차이를 보인다.
- <그림 2-1-2~5>에는 시청등록 자료와 금회 관정현황조사 자료의 심도 및 구경별 그래프로 나타내었다.



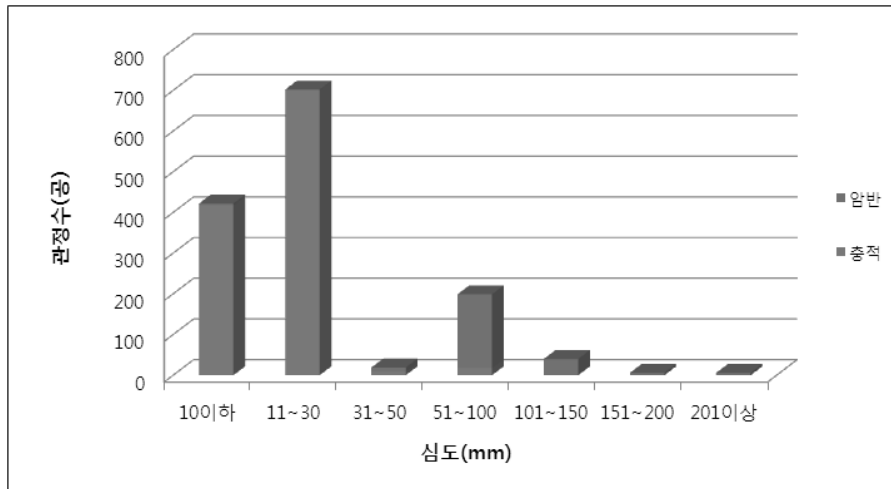
<그림 2-1-2> 구경별 관정현황(시청등록자료)



<그림 2-1-3> 구경별 관정현황(금회조사자료)



<그림 2-1-4> 심도별 관정현황(시청등록자료)



<그림 2-1-5> 심도별 관정현황(금회조사자료)

## 2.2 지하수 이용 현황

### 2.2.1 이용량 산정

#### 가. 지하수 이용량 모니터링의 목적 및 방법

- 지하수의 개발이용 및 보전·관리 계획 수립에는 실 지하수이용량산정이 중요하며, 정확한 지하수이용량 산정을 위해 모니터링을 실시하였다.
- 모니터링을 이용한 지하수이용량을 산정함으로써 기존 지하수 이용량 자료의 부정확성을 보완할 수 있다.
- 모니터링은 유량계 설치 관정 및 관정이용만을 위한 전기계량기를 설치하여 실시하였으며, 조사시기는 2014. 5. ~ 2014. 9.이다.
- 지하수이용량의 산정은 자료의 정확성과 신뢰성 확보를 위해 금회 조사한 관정 현황자료 중 실 이용관정인 639개소의 시설물에 대해서 이용량을 산정하였다.

<표-2-2-1> 지하수 이용량 모니터링 내역

(단위 : 공)

시군	읍면	합 계	생활용					공업용 기타	농업용			
			가정용	일반용	학교용	국군용	간이 상수도		전작용	답작용	축산용	기타
합계		21	3	3	0	0	5	1	1	7	1	0
명 사 지 구	주문진읍	5	0	1	0	0	1	0	1	2	0	0
	사천면	7	2	0	0	0	0	1	0	4	0	0
	연곡면	7	1	1	0	0	4	0	0	0	1	0
	현남면	2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0

나. 생활용 지하수 이용량 산정 방법

1) 가정용

- 3개 관정에 대해서 일별 이용량을 급수인구로 나눈 1인당 일별 이용량을 산정하였다.
- 1일 이용량 0.03m<sup>3</sup>이하 가구는 제외하였다.
- 1인 이용량은 0.29m<sup>3</sup>/일로 산정되었으며, 가구당 이용량은 강릉시의 평균 세대수인 2.4명(양양군 현남면 2.2명)을 곱하여 가구당 0.717m<sup>3</sup>/일로 산정하였다.

2) 일반용

- 일반용은 3개소의 이용량 중 최대값과 최소값을 제외한 값들의 평균값을 이용하였다.
- 일별 이용량은 1.688m<sup>3</sup>/일로 산정하였다.

3) 학교용, 민방위용, 국군용

- 학교용의 일별이용량은 8.9m<sup>3</sup>/일로 산정하였다.
- 국군용의 일별이용량은 6.0m<sup>3</sup>/일로 산정하였다.
- 민방위용은 지하수개발이용신고의 취수계획량을 년 사용량으로 산정하였다.

연 가동일수 학교용 220일, 국군용 365일을 적용하였다.

4) 공동주택용

금회 조사시 공동주택용은 시설물로 등록되지 않아 산정하지 않았다.

5) 간이상수도용

간이상수도용은 가정용 1인 이용량  $0.29\text{m}^3/\text{일}$ 에 급수인구를 곱하여 산정하였다.

계곡수와 병행하여 사용하는 간이상수도는 총 이용일수를 일별 계산하여 산정하였다.

6) 농촌·농업 생활검용

농촌·농업 생활검용의 일 이용량은  $0.828\text{m}^3/\text{일}$ 로 산정하였다.

7) 기타

계측된 일별취수량 자료와 계측자료를 통한 동력장치마력별 일평균 이용량을 산정하여 미 계측된 지하수시설에 대하여 적용하였다.

다. 공업용 지하수 이용량 산정 방법

공업용의 세부용도분류는 정호를 사용하는 공장 등이 공단 내에 있는지 기타 지역에 있는지에 따른 분류이므로 세부용도별로 이용량을 구분할 필요는 없다. 따라서 공업용은 지하수법에 따른 허가, 신고시에 제출한 채수계획량을 일 사용량으로 적용하였으며 년 이용량은 270일을 가동기간으로 적용하여 산정하였다.

라. 농업용 지하수 이용량 산정 방법

1) 전작용, 답작용, 원예용, 축산업, 수산업용 및 기타



- 전작용과 답작용은 본 조사의 관정현황조사 자료를 이용하였다.
- 농업용 전작의 평균 일이용량은 45.714m<sup>3</sup>/일, 답작은 43.91m<sup>3</sup>/일, 원예용은 0.51m<sup>3</sup>/일로 산정하였으며, 수산업용은 10.0m<sup>3</sup>/일로 산정하였다.
- 이에 대해 모니터링 일수와 청문조사 등을 통해 전작용은 80일, 답작용 90일, 원예용 110일, 수산업용은 365일을 적용하였다.
- 축산업용의 일 이용량은 2.189m<sup>3</sup>/일로 산정하였다.
- <표 2-2-2>에 세부용도별 지하수 이용량 산정기준을 정리하였다.

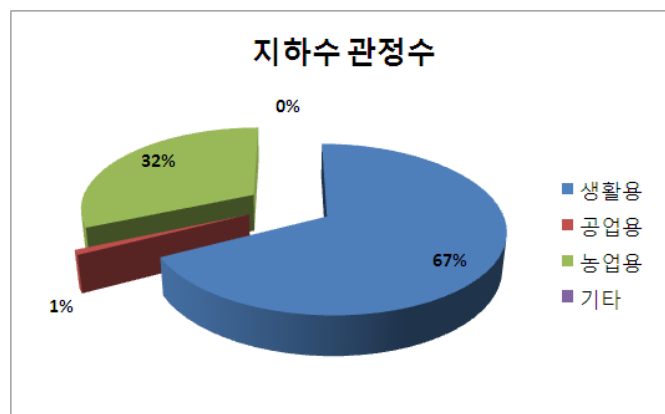
<표-2-2-2> 용도별 지하수 이용량 산정기준

용도	세부용도	산정기준	가동일수
생활용	가정용	1가구 = $0.29\text{m}^3/\text{일}(1\text{인}) \times 2.4(\text{세대당 인구}) = 0.717\text{m}^3/\text{일}$	365
	일반용	1업소 = $1.688\text{m}^3/\text{일}$	365
	학교용	1학교 = $8.9\text{m}^3/\text{일}$	220
	민방위용	지하수법에 의한 허가/신고시설 및 기타 법령에 의한 시설자료의 일별취수량 적용	180
	국군용	$6.0\text{m}^3/\text{일}$	365
	공동주택용	관정없음	365
	간이상수도	$0.29\text{m}^3/\text{일} \times \text{급수인구}$	365
	상수도	관정없음	365
	농촌·농업 생활겸용	1가구 = $0.828\text{m}^3/\text{일}$	365
공업용	공업용	허가/신고서의 취수계획량 적용	270
농업용	전작용	$45.714\text{m}^3/\text{일}$	80
	답작용	$43.91\text{m}^3/\text{일}$	90
	원예용	$0.51\text{m}^3/\text{일}$	110
	수산업용	관정없음	365
	축산업용	$2.189\text{m}^3/\text{일}$	365
	양어장용	$10.0\text{m}^3/\text{일}$	365

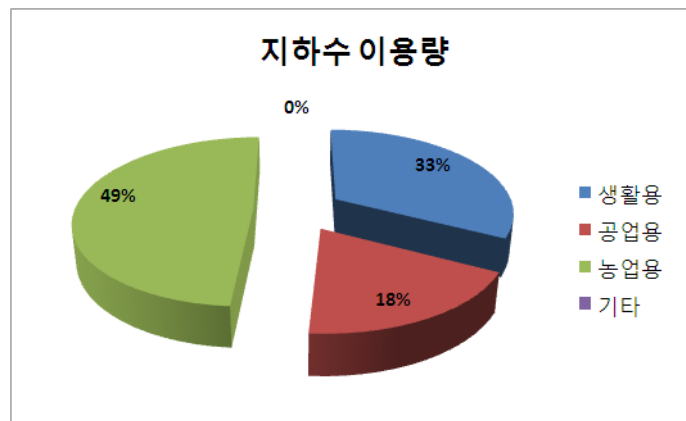
### 2.2.2 용도별 이용 현황

□ 지하수 이용량 모니터링 결과에 의해 명사지구의 지하수 이용량을 산정하였다.

#### 가. 용도별 이용현황



<그림 2-2-1-a> 지하수 관정수



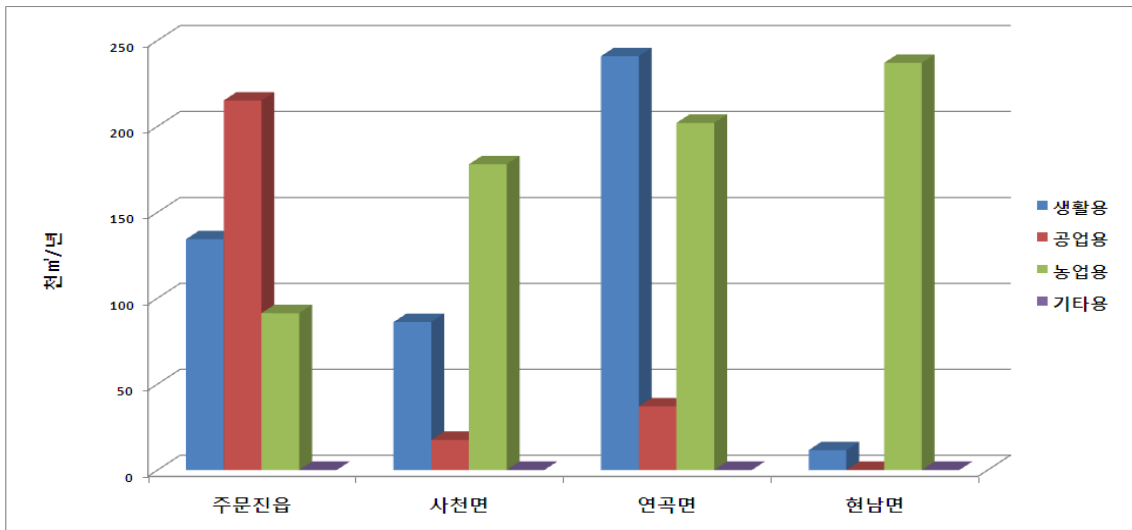
<그림 2-2-1-b> 지하수 이용량

<표-2-2-3> 행정구역별 지하수 이용량

(단위 : 공, 천m<sup>3</sup>/년)

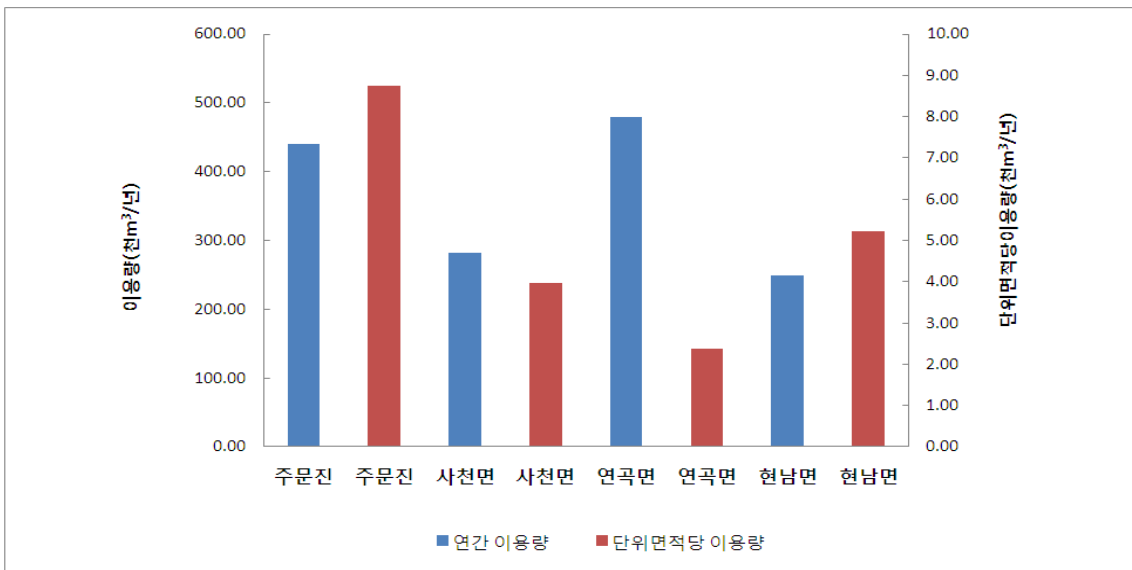
구분	계		생활용		공업용		농업용		기타용		
	시설수	이용량	시설수	이용량	시설수	이용량	시설수	이용량	시설수	이용량	
계	637	1,336.3	430	358.79	6	269.5	201	707.9	0	0.00	
명사지구	주문진읍	80	326.7	54	20.5	1	215.0	25	91.2	0	0
	사천면	251	281.4	198	86.0	3	17.5	50	177.9	0	0
	연곡면	210	479.81	147	240.8	2	37.0	61	201.9	0	0
	현남면	96	248.39	31	11.49	0	0	65	236.9	0	0

- <표 2-2-3>에서 지하수시설물 개수는 이용량조사에 이용한 관정 개수이다.
- 명사지구의 지하수 이용량 산정 관정수는 639개소이며, 산정된 년 이용량은 1,336.39/년이다.
- 용도별 지하수 이용 현황은 생활용 430개소, 355.8천m<sup>3</sup>/년, 공업용 6개소, 269.5천m<sup>3</sup>/년, 농업용 201개소, 708.01천m<sup>3</sup>/년로 나타났다.
- 명사지구의 농업용 지하수시설물의 개소수는 많지 않지만, 농업용 관정은 용수공급을 전적으로 지하수에 의존하기 때문에 이용량이 많음을 알 수 있다.
- 이용량 산정결과 농업지역의 전형적인 특성을 나타냈다.
- 생활용은 연곡면이 240.83천m<sup>3</sup>/년이 가장 많다.
- 농업용은 연곡면이 201.98천m<sup>3</sup>/년으로 가장 많다.
- 읍면별로는 연곡면이 479.81천m<sup>3</sup>/년, 33.0%의 가장 큰 이용률을 나타낸다.

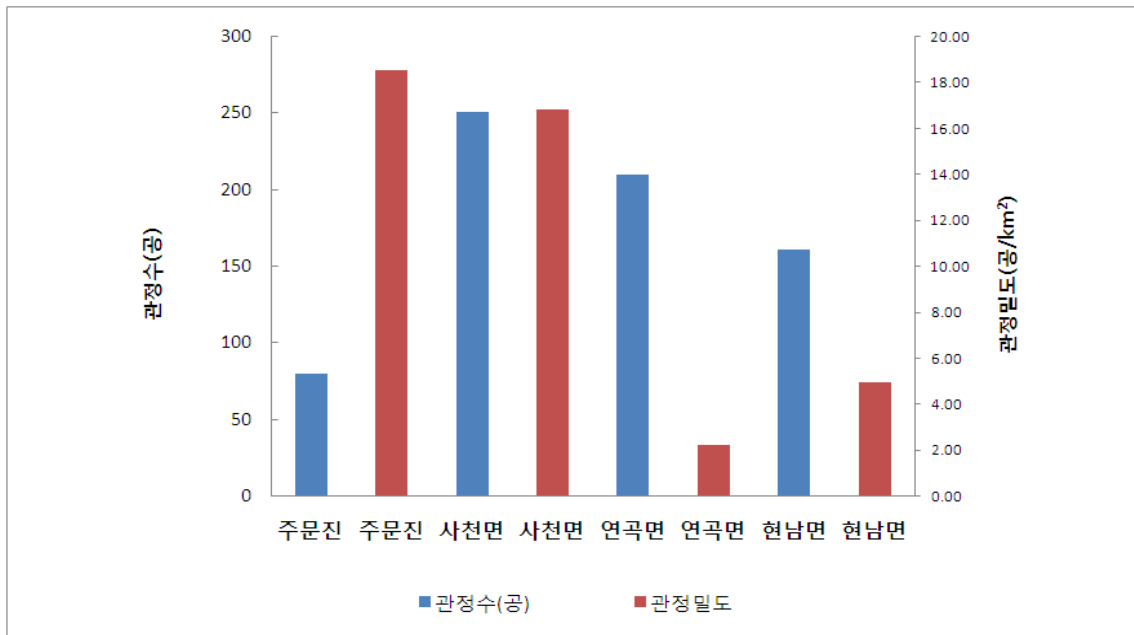


<그림 2-2-2> 읍면별·용도별 지하수이용현황

### 2.2.3 단위면적당 이용 현황



<그림 2-2-3> 읍면별 단위면적당 지하수 이용현황



<그림 2-2-4> 읍면별 단위면적당 관정개발현황

- 읍면별 면적이 차이가 있으므로 지하수 이용정도를 총 이용량으로 비교하기보다는 읍면별 단위면적당 지하수이용량으로 비교하는 것이 합리적이다.
- 명사지구의 단위면적당 지하수 이용량은 3.35천m<sup>3</sup>/년/km<sup>2</sup> 로 2012년 말 기준 전국 평균 39.78천m<sup>3</sup>/년/km<sup>2</sup>보다 낮은 것으로 조사되었다.
- 명사지구의 단위면적당 이용량은 주문진읍이 8.74m<sup>3</sup>/년/km<sup>2</sup>으로 가장 크게 나타났다.
- 명사지구의 단위면적당 관정개발밀도는 평균 1.60공/km<sup>2</sup>이다.
- <표 2-2-4>에 읍면별 단위면적당 지하수이용현황을 나타내었다.

<표 2-2-4> 읍면별 단위면적당 지하수이용현황

구 분	관정수 (공)	이용량 (천m <sup>3</sup> /년)	면적 (km <sup>2</sup> )	단위면적당 관정밀도 (공/km <sup>2</sup> )	단위면적당이용량		
					(m <sup>3</sup> /년/km <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> /일/km <sup>2</sup> )	
계	639	1,336.38	398.07	1.60	3,357.15	9.20	
명사 지구	주문진읍	80	326.73	60.27	1.32	5,421.11	14.85
	사천면	253	281.46	70.92	3.56	3,968.70	10.87
	연곡면	210	479.80	202.44	1.03	2,370.08	6.49
	현남면	96	248.39	64.44	1.48	3,854.59	10.56

2.2.4 지하수 개발·이용에 따른 동리별 순위

□ 지하수 수량관련 순위표

<표 2-2-5> 리별 지하수 수량 현황 순위표

순위	이용량/개발가능량(%)			단위면적당 이용량 (천m <sup>3</sup> /년/km <sup>2</sup> )			관정밀도(공/km <sup>2</sup> )		
	읍면	리		읍면	리		읍면	리	
1	주문진	교항리	26.05	주문진	교항리	37.79	사천면	미노리	64.14
2	연곡면	동덕리	21.34	연곡면	동덕리	24.48	사천면	관교리	60.13
3	연곡면	송림리	13.92	연곡면	송림리	15.97	사천면	방동리	31.95
4	연곡면	행정리	10.79	연곡면	행정리	12.38	사천면	덕실리	30.45
5	사천면	사천진리	8.04	사천면	사천진리	12.35	연곡면	행정리	28.92
6	사천면	덕실리	6.56	사천면	덕실리	10.07	주문진	교항리	26.46
7	현남면	견불리	6.29	사천면	방동리	8.68	사천면	산대월리	26.20
8	사천면	방동리	5.65	사천면	노동리	8.33	사천면	석교리	23.44
9	사천면	노동리	5.42	사천면	미노리	8.11	사천면	사천진리	23.08
10	사천면	미노리	5.28	주문진	주문리	6.48	사천면	노동리	20.58





## 부록3

### 지하수 특성



### 3. 지하수 특성

#### 3.1 지하수 수리특성

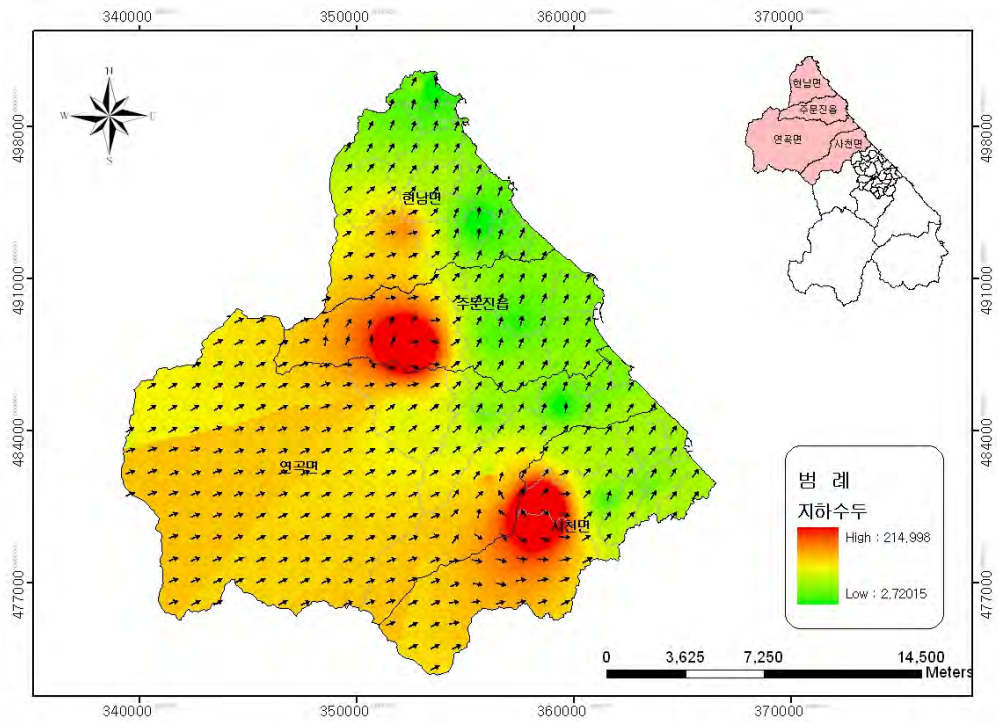
##### 3.1.1 수리특성 분석

##### 가. 수위변화 및 유동특성

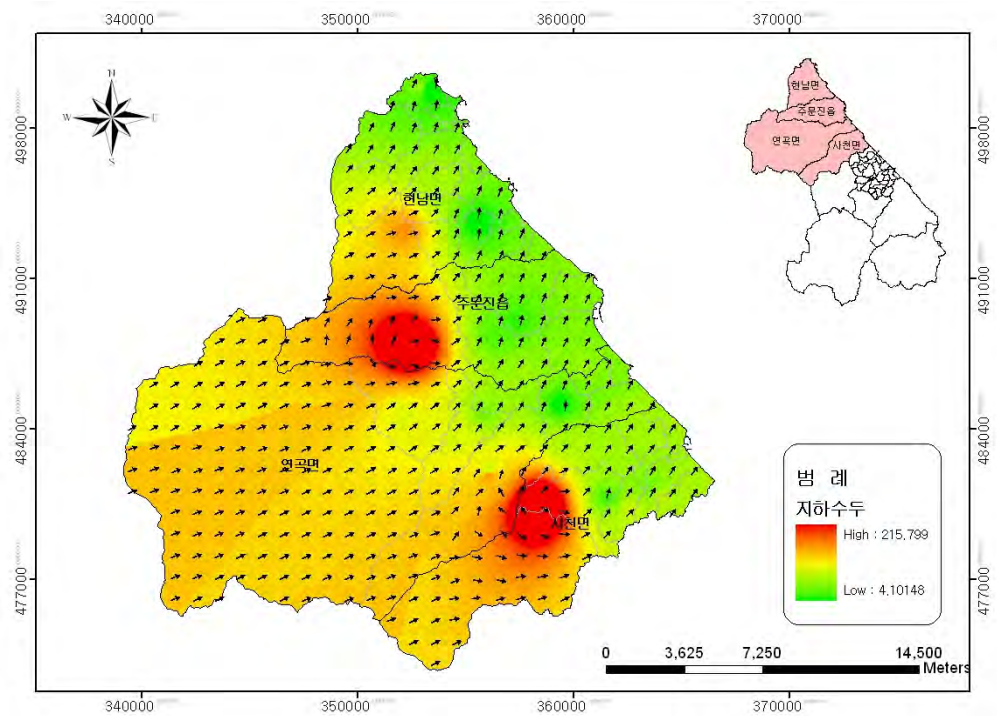
- 전체적인 지하수위 변화 및 유동방향을 파악하기 위하여 수위측정이 가능한 관정을 선정하여 갈수기와 풍수기로 구분하여 암반 및 충적지하수의 지하수 수위를 분석하였다.
- 지하수 평균 수위 값은 유역별로 대체로 평균 해발고도와 유사한 패턴을 보인다.
- <그림 3-1-1 ~그림 3-1-2>는 지하수두 등고선을 나타내는 그림으로, 등고선의 수직방향으로 수두가 높은 곳에서 낮은 곳으로 지하수의 유동이 이루어진다.
- 유동방향을 나타내는 화살표가 발산하는 지역(붉은색)은 지하수두가 높은 지역으로 지하수의 충진을 일으킬 수 있는 지하수 주함양 지역으로 분류할 수 있다.
- 풍수기시보다 갈수기시가 평균 1.5m정도 수위가 상승하였다.

<표-3-1-1> 갈수기와 풍수기 평균 수두 및 지하수위 분포

구분	갈수기		풍수기		수위차(m)
	수두(m)	지하수위(m)	수두(m)	지하수위(m)	
주문진읍	55.73	5.39	56.47	4.65	0.74
사천면	41.3	13.72	43.58	11.42	2.30
연곡면	52.15	8.45	54.24	6.36	2.09
현남면	24.07	8.21	25.61	6.67	1.54



<그림 3-1-1> 갈수기 지하수두등고선도 및 유동방향도(2D)



<그림 3-1-2> 풍수기 지하수두등고선도 및 유동방향도(2D)

<표-3-1-2> 읍면별 수리상수 분포현황

구 분	수리전도도(m/day)	투수량계수(m <sup>2</sup> /d)	저류계수
	암반(평균)	암반(평균)	암반(평균)
주문진읍	4.E-02	3.694	1.E-02
사천면	3.E-02	2.255	1.E-02
연곡면	2.E-02	2.855	6.E-04
현남면	3.E-02	2.878	5.E-01

□ 대수성시험 : 수리전도도, 투수량계수 및 저류계수 파악

○ 양수시험 자료 : 15개소

— 지하수영향조사 등 기 조사자료 :15개소

□ 성과활용

○ DRASTIC(지하수 오염취약성평가) 입력자료 활용

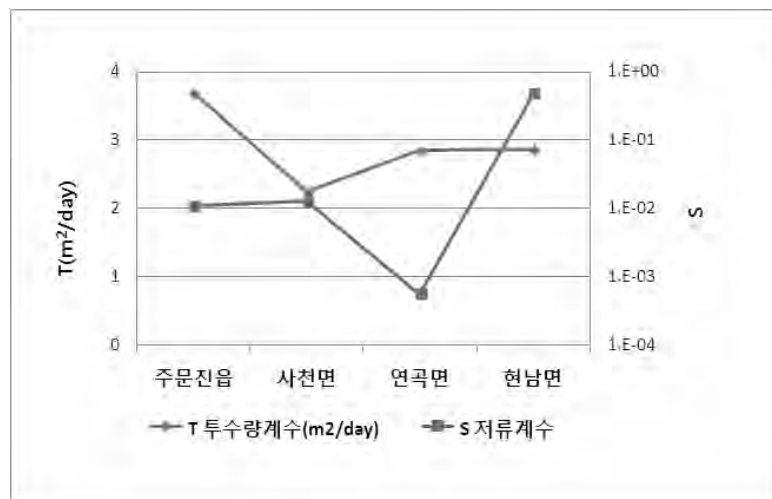
○ 수리상수를 관정별, 지역별 및 지질별로 DB구축 ⇒ 지하수 모델링 입력자료 활용

나. 수리특성

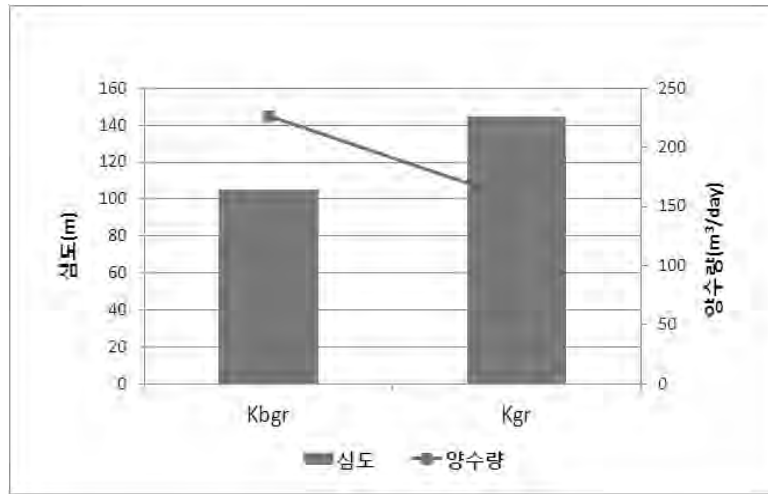
<표-3-1-3> 지질별 암반대수층의 수리특성

지질	공수	심도 (m)	양수량 (m <sup>3</sup> /day)	자연수위 (m)	안정수위 (m)	대수층두께 (m)	K (m/day)	T (m <sup>2</sup> /day)	S	분포 지역
kgr (대보화강암)	12	202	82	13.57	65.34	100.00	3.E-02	3.42	4.E-03	주문진읍
		172	251	6.84	57.81	100	4.E-02	3.97	2.E-02	
		180	105	9.31	-	156	5.E-03	0.80	5.E-04	
		사천면	150	115	2.8	-	145	1.E-02	1.56	2.E-03
			120	150	12	68.3	108	2.E-02	2.46	3.E-04
			70	190	7.8	-	55	8.E-02	4.20	5.E-02
			130	150	0.5	65.39	127	2.E-02	2.51	5.E-04
			130	150	2.5	65.39	127	2.E-02	2.49	1.E-03
			125	200	3.72	40.44	113	4.E-02	4.42	6.E-04
		연곡면	160	120	0	85	96	3.E-02	2.48	5.E-04
			180	200	3.7	54.92	160	2.E-02	3.78	7.E-04
			117	150	4	66.26	111	2.E-02	2.66	5.E-04
100	110		2.5	70	85	2.E-02	1.65	2.E-04	연곡면	
Kbgr (흑운모화강암)	3	108	285	-	55.5	96	3.E-02	3.29	2.E-03	현남면
		108	285	0	55.5	100	2.E-02	2.46	5.E-01	현남면

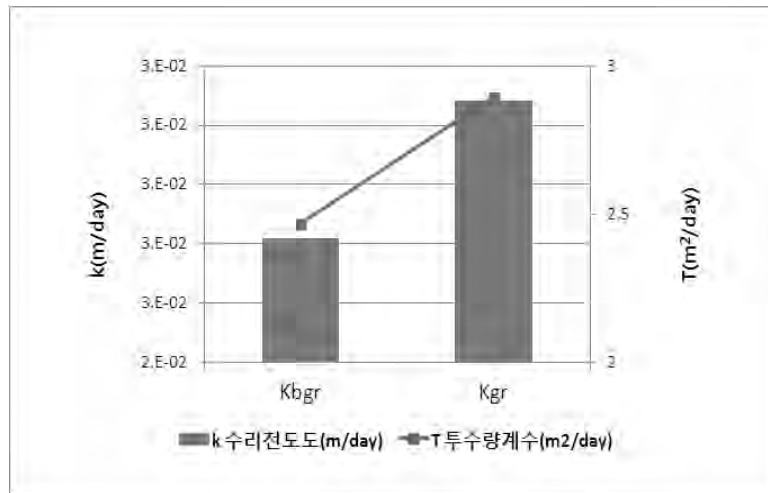
- 지질별로 수리특성은 다르며, 명사지구의 읍면별 지질별 수리특성을 알면 지하수 개발·이용 및 관리에 유용한 자료가 된다.
- 암반대수층의 수리특성은 암층 내에 발달된 절리, 파쇄대 및 단열구조 등의 2차공극과 지하수의 저류 및 유동에 관련되는 지질구조에 좌우되며, 조사지역의 암반지하수는 층리, 균열, 절리 및 단층 등 2차 공극을 따라 유동하는 열극형 지하수로 분포지질별 대수층 심도의 차이가 큰 것으로 판단된다.
- 수맥조사, 지하수영향조사등 기 조사 자료를 종합하여 명사지구 암반대수층 특성을 읍면별·분포지질별로 <표 3-1-2>, <표 3-1-3>에 정리하였다.
- 평균양수량은 흑운모화강암 지대가 226m<sup>3</sup>/일, 대보화강암지대는 155 m<sup>3</sup>/일로 계산되었다.
- 수리전도도, 투수량계수는 대보화강암 지대가 가장 높으며, 이 지역이 대수층이 발달되어 있어 지하수 개발에 유리할 것으로 판단된다.



<그림 3-1-3> 명사지구 암반지하수 수리특성



<그림 3-1-4> 지질별 암반지하수 평균심도 및 양수량



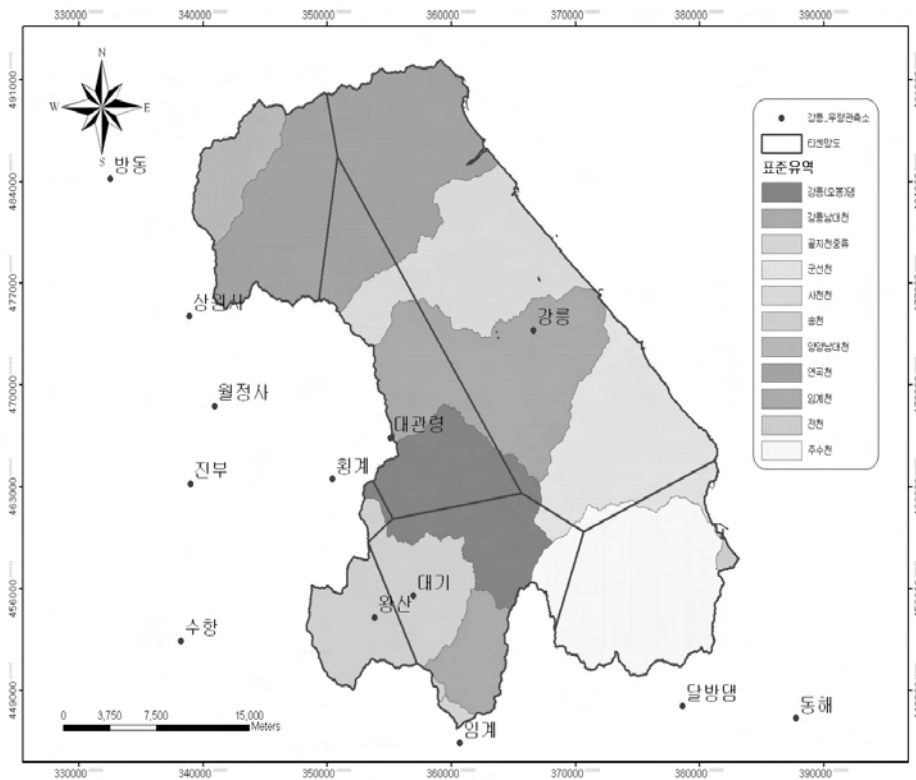
<그림 3-1-5> 지질별 암반지하수 수리전도도, 투수량계수

### 3.1.2 부존특성

#### 가. 지하수 함양량 산정

- 강릉시는 유역별로 나타내면 1개 대권역인 한강, 3개 중권역인 강릉남대천, 양양남대천, 남한강상류와 11개의 표준유역으로 구성되어 있다. 보고서에서는 표준유역별, 행정구역별로 함양량을 산정하였다.
- 본 보고서에서는 유역별 수문학적 물수지법, 토양수분수지법 및 침투율 산정(SCS-CN법), 지하수위 감수곡선법을 통해 지하수 개발가능량을 종합적으로 검토하였다.

- 지하수위 감수곡선법은 지하수 함양계수 산정방법 의한 구역별 지하수 함양계수를 적용하였다. 지하수관리 기본계획보고서(2007)에 의한 표준구역 구분에서 본 조사 지구는 해안 구역권에 속하며, E-6구역의 함양률 12.5%을 적용하였다.
- 구역의 평균강수량 산정 시 <표 3-1-4>의 강우관측소 자료를 이용하여 Thiessen망을 작성하고, Thiessen 면적법을 이용하여 구역별 평균강수량을 산출하였다<그림 3-1-6>.



<그림 3-1-6> 표준구역별 Thiessen 망도



<표-3-1-4> 기상 및 강우 관측소 현황

관측소명	위치						해발고도(EL.m)	관측개시일	관할관청	기류방법
	자명	수계	경도	위도	TM <sub>x</sub>	TM <sub>y</sub>				
월정사	평창군 진부면 간평리 월정초교	한강	128° 36'4"	37° 42'22"	340922	468586	610	1916.00	수자원공사	T/M
상원사	평창군 진부면 동산리 오대산장	한강	128° 34'46"	37° 45'43"	338907	474751	750	1983.07	수자원공사	일반
대기	강릉시 왕산면 대기리 대기초교(폐교)	한강	128° 43'47"	37° 35'09"	356925	455520	620	1983.07	국토해양부	T/M
대관령	평창군 도암면 황계리 산 1-133호	한강	128° 43"	37° 41"	355067	473793	772.4	1971.08	국토해양부	T/M
강릉	강릉시 용강동 63-2호	한강 동해	128° 53"	37° 45"	366592	473793	26.1	1911.10	국토해양부	T/M
달방땀	동해시 신흥동 99	한강 동해	129° 1'25"	37° 30'49"	378639	447939	115	1990.01	수자원공사	T/M
임계	정선군 임계면 송계리	한강	128° 49'12"	37° 29'39"	360679	445414	498	1985.08	수자원공사	T/M
유천	평창군 봉평면 유포리	한강	128° 22'44"	37° 31'21"	321625	447897	490	1982.07	수자원공사	T/M
왕산	강릉시 왕산면 대기리	한강	128° 44'39"	37° 34'23"	353811	454043	620	1986.05	수자원공사	T/M
황계	평창군 도암면 수하리	한강	128° 42'27"	37° 39'33"	350398	463541	800	1985.08	수자원공사	T/M
진부	평창군 진부면 상진부리	한강	128° 34'41"	37° 39'29"	338978	463218	574	1992.08	기상청	T/M
방동	홍천군 내면 명가리 162-1	한강	128° 30'31"	37° 50'52"	332512	484174	636	1992.08	국토해양부	T/M
수향	평창군 진부면 수향리	한강	128° 34'3"	37° 33'40"	338226	452443	490	1992.08	국토해양부	T/M
동해	동해시 용강동 227-3호 동해기상대	한강 동해	129° 7"	37° 30"	387777	447108	39.5	1992.05	수자원공사	T/M

※ 자료출처 : 수문조사연보(2008, 국토해양부)

□ 물수지 분석법

○ 물수지 분석은 조사지역 내로 유입 및 유출되는 물의 양과 해당 지역 내에 저유된 전체 수자원의 변화 사이에 항상 평형을 이룬다는 가정 하에 기초를 두고 있는데, 이러한 평형을 수문평형방정식이라고 하며, 다음 식으로 나타낼 수 있다.

$$P = R + I + E$$

여기서  $P$  : 강수총량(mm),  $R$  : 지표 유출량(mm),  $I$  : 지하 침투량(mm),  
 $E$  : 실제증발산량(mm)

○ 물수지 분석에 의한 지하수 침투량은 간접적인 경험식으로 구한 실제증발산량과 토양수분수지법으로 산정한 지표유출량을 위의 식에 대입하여 산정하였다. 이 침투량은 연간 총강수량에서 지표 아래로 침투되는 물의 양에 해당하므로 이를 연간 총강수량( $P_{\text{year}}$ )에 대한 백분율

을 취하여 지하수 침투율( $\alpha$ , %)을 구할 수 있다.

- 물수지 분석에 의한 침투율 산정은 실제증발산량을 Turc식, Budyko식 그리고 잠재증발산량에 대한 일정 비율(70%)를 적용하여 산정하였는데, 이는 앞에 전술한 바에 의하면 잠재 함양율에 해당한다. 지하수 침투량은 201,639천 $m^3$ 으로 수문총량의 15.2%로 나타났다<표 3-1-5~6>.

<표-3-1-5> 물수지 분석에 의한 유역별 침투량

유역별 (표준유역)	유역면적 ( $km^2$ )	강수량 (티센) (mm)	수문총량 A (천 $m^3$ )	실제증발산량 B (천 $m^3$ )	지표유출량 C (천 $m^3$ )	침투량 D=A-B-C (천 $m^3$ )
계	1,038.23	1,245.3	1,326,712	668,925	456,148	201,639
(강수량 대비) %			100.0%	50.4%	34.4%	15.2%
강릉남대천	148.21	1,315.9	195,021	91,463	74,820	28,738
군선천	118.59	1,318.8	156,394	78,581	53,503	24,310
사천천	115.77	1,326.4	153,551	76,194	53,880	23,477
연곡천	229.10	1,323.2	303,141	150,242	109,422	43,477
오봉댐	109.66	1,205.5	132,184	62,509	50,311	19,364
전천	2.71	1,210.0	3,275	1,702	1,055	518
주수천	140.35	1,204.7	169,071	90,650	49,497	28,924
송천	100.65	1,240.4	124,837	69,049	35,374	20,414
양양남대천	36.22	1,326.0	48,021	25,747	16,643	5,631
임계천	34.39	1,114.1	38,308	21,056	10,917	6,335
골지천	2.61	1,114.0	2,909	1,731	726	452

주1) 강수량 : 유역별 티센강수량 적용

주2) 지표유출량 : Soil Water Budget 결과 이용

주3) 실제증발산량 : Turc식, Budyko식, 잠재증발산량의 70% 값의 산술평균 적용

<표 3-1-6> 물수지 분석에 의한 행정구역별 지하수 침투량

구역별 (표준구역)	구역면적 (km <sup>2</sup> )	강수량 (티센) (mm)	수문총량 A (천m <sup>3</sup> )	실제증발산량 B (천m <sup>3</sup> )	지표유출량 C (천m <sup>3</sup> )	침투량 D=A-B-C (천m <sup>3</sup> )
계	1,039.99	1,423.7	1,401,981	678,814	460,597	262,570
주문진읍	60.27	1,481.6	89,694	42,367	31,036	16,290
연곡면	202.44	1,477.0	298,906	143,257	102,689	52,961
사천면	70.92	1,488.4	105,512	49,893	35,542	20,077
구정면	42.81	1,587.2	67,803	30,424	24,788	12,591
성산면	80.18	1,576.2	126,316	57,009	45,795	23,512
강동면	111.97	1,469.5	165,430	79,954	54,877	30,599
옥계면	148.59	1,353.1	201,401	104,707	57,464	39,231
왕산면	245.82	1,411.3	346,920	171,204	108,407	67,310
강릉시(동)	76.47	1,544.5	118,107	54,234	41,687	22,186

주) 행정구역별 함양율 : 면적가중치로 산정함

□ 토양수분수지 분석법

- 강수량과 잠재증발산량에 근 기한 월별 토양수분수지법을 이용하여 지하수 침투율을 산정하였다.
- 토양수분수지법(Mikhail Sabaev, Yevgeniy Miretskiy의 월별 토양수분수지법)은 아래의 가정 및 절차에 의해 계산된다.

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

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

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

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

$Ea$  : 토양표면 상부에서의 실제증발산량

- 강우의 지표하 침투량은 토양수분저장량 변동분 중 ( $-\Delta St$ )에 의한 증가분( $+\Delta St$ )과 동일한 의미가 된다(Finch, 1998).
- 토양수분수지법에서는 강수량과 잠재증발산량 월별 값을 이용하여 실제증발산량과 지표유출량 그리고 강수의 지표침투량을 산정하였다.

<표-3-1-7> 유역별 평균(30년) 토양수분수지법 산정표 (단위: mm)

유역별 (30년간)	강수량	잠재증발산량	실제증발산량		지표유출량		침투량	
	P	EP	Ea	%	Surplus	%	+△St	%
계	1,414.1	1,039.5	944.0	54.1%	467.6	32.7%	185.7	13.2%
강릉남대천	1594.1	1039.5	978.8	49.6%	611.6	38.4%	191.1	12.0%
군선천	1467.4	1039.5	961.6	52.2%	502.0	34.2%	200.0	13.6%
사천천	1488.7	1039.5	962.5	51.8%	522.4	35.1%	195.1	13.1%
연곡천	1481.6	1039.5	942.7	51.4%	534.8	36.1%	185.6	12.5%
오봉댐	1569.4	1039.5	969.4	50.7%	597.3	38.1%	177.1	11.3%
전천	1394.4	1039.5	941.4	53.7%	449.2	32.2%	196.0	14.1%
주수천	1347.8	1039.5	950.4	56.4%	394.6	29.3%	192.6	14.3%
송천	1286.5	1039.5	922.5	57.9%	364.6	28.3%	177.6	13.8%
양양남대천	1455.8	1039.5	949.2	53.2%	504.5	34.7%	177.3	12.2%
임계천	1298.3	1039.5	927.9	57.6%	370.0	28.5%	180.2	13.9%
팔지천	1170.7	1039.5	877.3	60.5%	292.1	25.0%	170.1	14.5%

주) 강수량 : <http://www.wamis.go.kr/>의 해당 표준유역의 면적평균 강수량(월별) 자료 이용

□ SCS-CN 분석법

- SCS-CN방법은 미국의 토양보전국(SCS)에서 개발(1971년)한 무계측 유역의 유출량 산정을 위한 SCS-CN 모형을 이용한 방법에서 침투량에 해당되는 부분을 연구발전시켜 실용화시킨 침투율 산정법이다.
- 강우시 차단, 지표저류, 토양저류 등에 의한 최대저류량( $S$ )을 유역특성 값으로 놓을 때, 실 저류량( $F$ )이 최대저류량에 대하여 갖는 비율은 직접유출량( $Q$ )이 강수량( $P$ )에서 초기손실( $I_a$ )을 뺀 값에 대한 비율과 서로 같다고 가정하여 계산하였다.
- 최대저류량( $S$ )은 호우와 유역 특성에 따라 결정되며, 유출곡선 지수(Runoff Curve Number, CN)를 도입하면 다음 식으로 표시된다.

$$S = \frac{25,400}{CN} - 254 \text{ (mm)}$$

여기서 침투량( $F$ )은 아래의 식으로 정리된다.

$$F = \frac{(P - 0.2S)S}{P + 0.8S} \quad \text{단, } P \leq 0.2S \text{ 일 때 } F = 0.$$

<표-3-1-8> 유역별 SCS-CN법에 의한 침투율 산정

구분	면적 (km <sup>2</sup> )	면적평균 강수량 (mm)	티센 강수량 (mm)	수문총량 (천m <sup>3</sup> /년)	함양율	함양량 (천m <sup>3</sup> /년)
계	1,038.23	1,404.9	1,245.3	1,512,441	12.7%	205,869
강릉남대천	148.21	1,588.3	1,315.9	235,400	13.0%	30,602
군선천	118.59	1,462.4	1,318.8	173,427	14.0%	24,280
사천천	115.77	1,484.6	1,326.4	171,865	13.5%	23,202
연곡천	229.10	1,481.5	1,323.2	339,414	15.2%	51,591
오봉댐	109.66	1,570.9	1,205.5	172,254	14.5%	24,977
전천	2.71	1,396.7	1,210.0	3,780	8.7%	329
주수천	140.35	1,348.6	1,204.7	189,274	11.0%	20,820
송천	100.65	1,294.1	1,240.4	130,248	14.3%	18,625
양양남대천	36.22	1,348.6	1,326.0	48,841	12.0%	5,861
임계천	34.39	1,305.0	1,114.1	44,874	11.6%	5,205
골지천	2.61	1,173.4	1,114.0	3,064	12.3%	377

□ 물수지 분석법, SCS-CN법, 토양수분수지법, 지하수수위 감수곡선법을 통해 도출된 각 유역별 함양계수를 이용하여 강릉지역 전체의 지하수 함양량을 산정. 각 결과를 유역별, 행정구역별로 정리하였다<표 3-1-9, 10>.

<표-3-1-9> 유역별 지하수 함양량 총괄

구분	면적 (km <sup>2</sup> )	강수량		지하수 함양량							
		면적 평균 강수량 (mm)	티센 강수 (mm)	물수지 분석 (천m <sup>3</sup> / 년)	함양 율 (%)	SCS- CN (천m <sup>3</sup> / 년)	함양 율 (%)	토양 수분 수지 (천m <sup>3</sup> / 년)	함양 율 (%)	지하수 수위 감수 곡선	함양 율 (%)
계	1,038.23	1,404.9	1,245.3	201,639	15.2%	261,288	12.7%	188,768	41.3%	215,475	16.2%
강릉남대천	148.21	1,588.3	1,315.9	28,738	14.7%	30,602	13.0%	28,222	12.0%	24,377	12.5%
군선천	118.59	1,462.4	1,318.8	24,310	15.5%	24,280	14.0%	23,642	13.6%	19,549	12.5%
사천천	115.77	1,484.6	1,326.4	23,477	15.3%	23,202	13.5%	22,521	13.1%	19,184	12.5%
연곡천	229.10	1,481.5	1,323.2	43,477	14.3%	51,591	15.2%	42,508	12.5%	37,872	12.5%
오봉댐	109.66	1,570.9	1,205.5	19,364	14.6%	24,977	14.5%	19,440	11.3%	16,514	12.5%
전천	2.71	1,396.7	1,210.0	518	15.8%	51,591	15.2%	474	12.5%	19,549	12.5%
주수천	140.35	1,348.6	1,204.7	28,924	17.1%	24,977	14.5%	21,361	11.3%	19,194	12.5%
송천	100.65	1,294.1	1,240.4	20,414	16.4%	18,625	14.3%	17,979	13.8%	37,862	12.5%
양양남대천	36.22	1,348.6	1,326.0	5,631	11.7%	5,861	12.0%	5,949	12.2%	16,302	12.3%
임계천	34.39	1,305.0	1,114.1	6,335	16.5%	5,205	11.6%	6,227	13.9%	4,713	12.3%
골지천	2.61	1,173.4	1,114.0	452	15.5%	377	12.3%	445	14.5%	358	12.3%

<표-3-1-10> 행정구역별 지하수 함양량 총괄

구분	강수량		지하수 함양량							
	면적 평균 강수량 (mm)	티센 강수량 (mm)	물수지 분석 (천m <sup>3</sup> /년)	함양율 (%)	SCS- CN (천m <sup>3</sup> / 년)	함양 율 (%)	토양 수분 수지 (천m <sup>3</sup> / 년)	함양 율 (%)	지하 수위 감수 곡선	함양율 (%)
계	1,490.30	1,423.7	211,792	15.2%	181,239	12.7%	174,386	41.3%	173,824	16.2%
주문진읍	1,481.47	1,481.6	12,886	14.3%	13,091	15.2%	10,717	12.5%	11,212	12.5%
연곡면	1,457.71	1,477.0	41,544	13.9%	41,078	14.5%	31,769	11.3%	37,364	12.5%
사천면	1,484.50	1,488.4	16,113	15.2%	15,361	15.2%	12,576	12.5%	13,189	12.5%
구정면	1,581.39	1,587.2	10,274	15.1%	9,274	14.3%	8,894	13.8%	8,476	12.5%
성산면	1,570.84	1,576.2	18,760	14.8%	17,523	14.5%	13,556	11.3%	15,790	12.5%
강동면	1,464.43	1,469.5	25,740	15.5%	18,992	12.0%	19,152	12.2%	20,348	12.3%
옥계면	1,423.93	1,353.1	32,961	16.3%	23,601	11.6%	28,048	13.9%	24,773	12.3%
왕산면	1,458.05	1,411.3	53,514	15.4%	42,321	12.3%	49,675	14.5%	42,672	12.3%

□ 30년 평균 강우분석에 따른 지하수함양량에 있어서 물수지 분석법은 수문총량의 15.2%인 201,639천m<sup>3</sup>/년, SCS-CN법은 12.7%인 261,288천m<sup>3</sup>/년, 토양수분수지법은 14.6%인 276,137천m<sup>3</sup>/년 그리고 지하수수위 감수곡선법은 수문총량의 13.1%인 296,363천m<sup>3</sup>/년으로 산정되었다.

□ 유역별 함양율 산정 범위는 물수지 분석 11.7~17.1%, SCS-CN법 12.5~21.9%, 토양수분수지법 11.6~15.2%, 지하수수위 감수곡선법 12.3~12.5%로 분석되었으며, 행정구역별로는 물수지법은 14.8~16.3%, SCS-CN법은 11.6~15.2%, 토양수분수지법은 11.3~14.5%, 지하수수위 감수곡선법은 12.3~12.5%로 분석되었다.

□ 각각의 함양률 산정법이 내포하고 있는 오차로 인해 각 유역별 함양률은 4가지 방법의 평균값을 적용하기로 했다.

나. 지하수 개발가능량 분석

- 지하수 개발가능량 산정 시는 하천 수문곡선 분리법·수리동력학적 방법·물수지분석 및 지하수수위 변동분석 등의 기법이 적용되며, 본 조사에서는 물수지 분석법, SCS-CN법, 토양수분수지법 및 지하수수위 감수곡선법 해석을 통해 산정결과 중 안전율을 감안하여 최소값을 지하수 개발가능량으로 산정하였다.
- 본 조사에서는 10년 빈도 가뭄시 지하수 함양량을 지하수 개발가능량으로 적용하고, 지하수 개발 가능량 산정시 유역별 강수량에 10년에 1회 발생 빈도를 갖는 강수량을 적용할 경우 이에 상응하는 지하수 개발가능량을 구할 수 있다.
- 10년 빈도 가뭄 시 강수량은 전체도수가 정규분포를 이루었을 때, 이 정규분포에서 하위 10%에 들어갈 확률은  $P(\text{확률분포}) = 0.1$ ,  $Z(\text{표준정규분포}) = -1.28$ 에서의 강수량을 의미한다.

10년 빈도 가뭄 시 강수량 산출식은 다음과 같다.

$$P\left(\frac{x-\bar{x}}{\sigma} \leq Z\right) = 0.1$$

$$P\left(\frac{10\text{년 빈도 가뭄시 강수량}(x) - \text{평균}(\bar{x})}{\text{표준편차}(\sigma)} \leq Z\right) = 0.1$$

$$\frac{x - \text{유역별 면적평균강수량}}{\text{유역별 강수량 표준편차}} \leq -1.28$$

- 금번 조사에서 계산된 10년 빈도 가뭄시 강수량은 1980년~2009년까지 30년 간의 강수량 자료(유역별 면적평균강수량)를 이용하였으며 이 기간 동안의 유역별 강수량 평균과 표준편차는 아래와 같다 <표 3-1-11 참조>.

<표-3-1-11> 유역별 10년 빈도 가뭄시 강수량

구분	면적 (km <sup>2</sup> )	30년간 면적평균 강수량	10년빈도 강수량	표준편차
강릉남대천	148.21	1,588.3	1,143.1	347.8
군선천	118.59	1,462.4	1,071.4	305.5
사천천	115.77	1,484.6	1,089.8	308.4
연곡천	229.10	1,481.5	1,044.4	341.5
오봉담	109.66	1,570.9	1,119.2	352.8
전천	2.71	1,396.7	981.8	324.1
주수천	140.35	1,348.6	990.8	279.6
송천	100.65	1,294.1	925.0	288.3
양양남대천	36.22	1,348.6	990.8	279.6
임계천	34.39	1,305.0	947.2	279.6
골지천	2.61	1,173.4	797.6	293.5

- 강릉시의 지하수문 총량은 15,454.2천m<sup>3</sup>/년였지만, 10년 빈도 가뭄 강수량을 적용한 결과는 11,102.2천m<sup>3</sup>/년으로써 71.8%에 해당한다. 이는 지하수개발가능량을 산출할 때 함양량의 70%를 개발가능량으로 산정한 것과 유사한 수치이다.
- 토양수분수지법에 의한 개발가능량은 29,966천m<sup>3</sup>/년으로 가장 높고, SCS-CN법에 의한 개발가능량은 1m<sup>3</sup>/년으로 가장 낮게 산정되었다.
- 물수지 분석에 의한 지하수 개발가능량은 산정시 잠재증발산량 혹은 월별 자료 이용시 오차를 내포한다.
- SCS-CN법은 도시(시가화)지역 침투율 산정시 오차, 토양수분수지법에서는 조사지역의 토양 및 선행강우에 의한 토양수분량 등의 오차, 지하수위 감수곡선법에서는 관측정으로 인한 지역적인 영향(위치, 지질, 관정 영향 등)으로 인해 많은 불확실성이 내재되어 있다.
- 공통적으로 적용강수량에 있어서 일별과 월별 강수량자료가 필요한



경우에는 면적평균강수량을 사용하였고 그 외에는 티센강수량을 사용하였다.

□ 10년 빈도가뭇 강수량으로 산정한 지하수 개발가능량은 110,325천m<sup>3</sup>/년으로 산정되었다.

<표-3-1-12> 유역별 지하수 개발가능량

구분	10년 빈도 가뭇 강수량 (mm)	지하수 개발가능량									
		물수지 분석 (천m <sup>3</sup> /년)	함양율 (%)	SCS-CN (천m <sup>3</sup> /년)	함양율 (%)	토양수분수지 (천m <sup>3</sup> /년)	함양율 (%)	지하수위감수곡선	함양율 (%)	개발가능량	함양율 (%)
계	1,035.7	121,678	15.2%	115,610	12.7%	101,928	41.3%	102,083	16.2%	110,325	21.4%
강릉남대천	1,143.1	24,965	14.7%	22,024	13.0%	20,311	12.0%	21,177	12.5%	22,119	13.1%
군선천	1,071.4	19,749	15.5%	17,787	14.0%	17,320	13.6%	15,881	12.5%	17,685	13.9%
사천천	1,089.8	19,289	15.3%	17,032	13.5%	16,532	13.1%	15,762	12.5%	17,154	13.6%
연곡천	1,044.4	34,317	14.3%	36,369	15.2%	29,966	12.5%	29,893	12.5%	32,636	13.6%
오봉댐	1,119.2	17,980	14.6%	17,796	14.5%	13,851	11.3%	15,333	12.5%	16,240	13.2%
주수천	990.8	3,370	17.1%	2,856	14.5%	2,223	11.3%	2,462	12.5%	2,728	13.8%
송천	925.0	1,656	16.4%	1,449	14.3%	1,398	13.8%	1,265	12.5%	1,442	14.2%
양양남대천	990.8	154	11.7%	157	12.0%	160	12.2%	162	12.3%	158	12.1%
임계천	947.2	196	16.5%	137	11.6%	164	13.9%	145	12.3%	161	13.6%



### 3.2 지하수 수질특성

#### 3.2.1 오염원 현황

- 강릉시와 양양군의 통계연보와 환경관련 통계자료를 토대로 기초 환경시설현황을 정리한 후 이를 기초로 현장조사를 통해 점오염원의 위치 파악 및 신규오염원을 조사하였다.

#### 가. 잠재오염원 분류 및 특징

- 오염원은 점오염원과 비점오염원으로 구분되는데, 점오염원은 점원위치에서 오염물질이 배출되는 것으로, 정화조, 지하 저장탱크, 지표 저류시설, 폐관정 등이 있으며, 비점오염원은 넓은 지역에서 오염물질이 광범위하게 확산되는 것으로 농약 및 비료 살포 등의 농업오염원과 매립지, 산성강우 등을 거론할 수 있다.
- 명사지구의 점오염원으로는 폐수배출시설 77개소, 축산폐수배출시설 168개소 등이 있으며, 비점오염원으로는 밭 51.08km<sup>2</sup>, 논 54.44km<sup>2</sup>, 과수원 1.67km<sup>2</sup> 등이 있다.

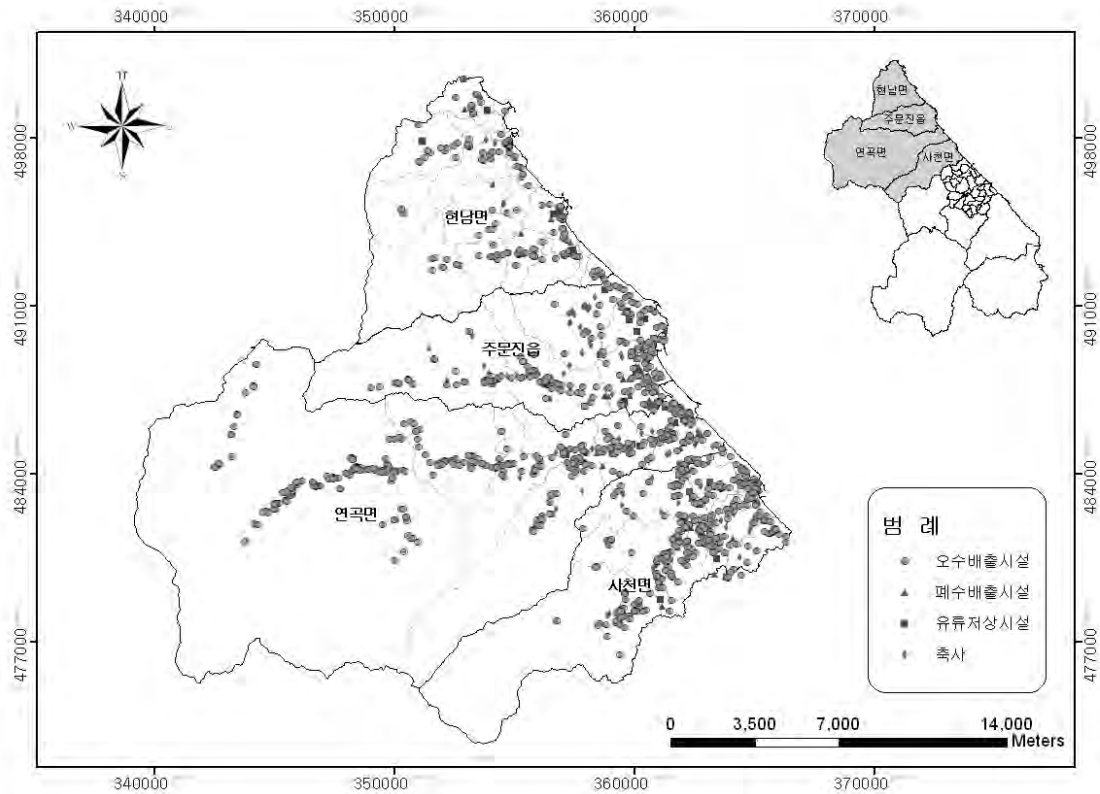
<표-3-2-1> 오염원 현황

구분	점오염원(개소)						비점오염원(km <sup>2</sup> )			
	오수 배출시설	폐수 배출시설	유류 저장시설	축산폐수 배출시설	공동묘지	매립지		전	답	과수원
						사용중	사용종료			
명사 지구	1,210	77	48	164	0	0	0	14.15	23.38	0.81

※자료출처 : 강릉시(2013), 강릉시통계연보(2013), 양양군통계연보(2013)

#### 1) 점오염원

- 점오염원이란 생활하수나 공장폐수, 축산폐수처럼 특정한 지점에서 지속적으로 발생하는 오염원을 말한다.
- 특정한 지점에서 발생하기 때문에 오염물질이 배출되는 지점은 물론 오염경로나 오염물질의 양 측정이 가능하다.



<그림3-2-1> 명사지구 점오염원 현황도

2) 비점오염원

- 비점오염원은 산재되어 있는 오염원으로서 정확한 유출경로를 확인하기 어렵고 오염물질의 유입이 비지속적인 오염원을 말한다.
- 대표적인 비점오염원으로는 농경지와 삼림, 골프장, 방목지, 도로 같은 것이 있는데 이처럼 광활한 지역에서 배출되는 수질오염물질을 적절히 처리하기가 쉽지 않다.

<표 3-2-3> 비점오염원 현황

읍면	농경지(km <sup>2</sup> )			목장용지(km <sup>2</sup> )	공동묘지(개소)	도로(km <sup>2</sup> )
	소계	전	답			
계	37.52	14.14	23.38	0.59	-	8.77
주문진읍	8.71	3.50	5.21	0.13	-	1.87
연곡면	10.23	4.46	5.77	0.07	-	1.64
사천면	10.64	3.33	7.31	0.04	-	2.47
현남면	7.94	2.85	5.09	0.35	-	2.79

※ 자료출처 : 강릉시(2013), 강릉시통계연보(2013), 양양군통계연보(2013)

나. 환경기초시설

- 강릉지역의 오염물질 발생 및 처리현황을 파악하기 위해 환경관련 통계자료를 기초로 오수·분뇨 및 축산폐수의 발생 및 처리현황에 대하여 정리하였다.

1) 일반폐기물 발생 및 처리현황

- 2010년 말 현재 강릉시에는 1개의 폐기물처리시설이 등록되어 운영되고 있으며 환경부 통계자료에 따르면 폐기물처리시설의 현황은<표 3-2-2>와 같다.
- 강동면 임곡리에 위치한 매립시설은 1997년부터 2021년까지 사용기한이 제한되어 있으며 240,000㎡의 총매립지 면적에 대해 총매립용량 25,000,000㎡의 2.5%인 200,518㎡의 폐기물이 매립되어 있다.

<표-3-2-4> 매립시설 현황

소재지	총매립지 면적(㎡)	총매립 용량(㎡)	기매립량 (㎡)	잔여매립 가능량(㎡)	사용기간	매립후 이용계획
강동면 임곡리	240,000	25,000,000	1,613,727	592,273	1997~2021 (24년)	-

※ 자료출처 : 강릉시통계연보(2011)

2) 하수, 분뇨 및 축산폐수 발생과 처리현황

- “하수도통계(2011, 환경부)”에 집계된 현황을 토대로 조사지역의 하수·분뇨 및 축산폐수 발생원 현황을 정리하였다<표 3-2-6>. 하수도 인구는 47,950명이고 하수도 보급률은 80.6%이다.
- 하수발생량은 123,611㎡/일이고, 분뇨발생량은 총 249.7㎡/일이며 이 중 처리대상량은 249㎡/일로서 99.8%의 처리율을 나타내고 있다<표 3-2-6>. 이를 처리하는 오수처리설은 997개소, 단독정화조는 16,169개소가 있다.

<표-3-2-5> 하수도 인구 및 보급률 현황

구분	총계		하수처리구역 내					하수처리구역 외			하수도 보급률 (%)	
	면적	인구	면적	하수종말처리인구(명)				면적	인구(명)			
				소계	1차 처리	2차 처리	3차 처리		소계	시가		비시가
강릉시	1,039.7	219,152	5.5	24,256	-	21,539	2,717	712.6	23,694	4,930	18,764	80.6
주문진읍	60.5	19,717	4.0	18,134	-	18,134	-	4,056.5	1,583	473	1,110	92.0
연곡면	202.4	6,942	1.3	2,395	-	2,395	-	201.1	4,547	841	3,706	34.5
사천면	70.9	4,300	0.0	276	-	276	-	70.9	4,024	989	3,035	6.4
구정면	42.7	4,013	0.1	462	-	-	462	42.7	3,551	790	2,761	11.5
성산면	80.3	3,316	0.0	527	-	527	-	80.2	2,789	644	2,145	15.9
강동면	112.5	5,161	0.1	947	-	-	947	112.4	4,214	647	3,567	18.3
옥계면	148.8	4,501	0.0	1,515	-	207	1,308	148.8	2,986	546	2,440	33.7
왕산면	245.3	1,710	-	-	-	-	-	245.3	1,710	-	1,710	-
강릉시(동)	76.3	169,492	16.0	168,328	-	-	168,358	60.3	1,134	679	455	99.3

※ 자료출처 : 하수도통계(환경부, 2011)

<표-3-2-6> 하수 및 분뇨발생량과 처리시설 현황  
[하수 및 분뇨 발생량]

(단위 : m<sup>3</sup>/일)

구분	하수 발생량			분뇨					
				발생량			처리대상량		
	계	하수처리 구역내	하수처리 구역외	계 (A)	수거식 (B)	수세식 (C)	계	수거분뇨 (E)	정화조 오니 (F)
강릉시	123,611	109,705	13,906	249.7	2.7	247.0	249	-	-

※ 자료출처 : 하수도통계(환경부, 2011)

[처리시설]

구분	오수처리시설(개소)			단독정화조(개소)			하수처리시설		분뇨처리시설	
	계	하수처리 구역내	하수처리 구역외	계	하수처리 구역내	하수처리 구역외	시설수 (개소)	시설용량 (m <sup>3</sup> /일)	시설수 (개소)	시설용량 (m <sup>3</sup> /일)
강릉시	997	613	384	16,169	10,830	5,339	10	90,178	1	249

※ 자료출처 : 하수도통계(환경부, 2008)

□ 축종별 허가신고 시설별로 강릉시지역에 사육되고 있는 사육가구와 가축수는 <표 3-2-7>에 나타내었다.

<표-3-2-7> 축산현황

구 분	한 육 우		젓 소		마 필		돼 지		면 양	
	사육 가구	마리 수	사육 가구	마리 수	사육 가구	마리 수	사육 가구	마리 수	사육 가구	마리 수
강릉시	610	9,098	13	866	9	33	33	67,870	1	35

구 분	사 슴		개		산 양		토 끼		닭	
	사육 가구	마리 수	사육 가구	마리 수	사육 가구	마리 수	사육 가구	마리 수	사육 가구	마리 수
강릉시	36	537	3,187	9,156	101	1,861	23	166	854	288,268

구 분	오 리		칠면조		거 위		꿀 벌	
	사육 가구	마리수	사육 가구	마리수	사육 가구	마리수	사육 가구	마리수
강릉시	50	2,408	7	11	10	42	124	6,141

라. 오염부하량

□ 점오염원과 비점오염원의 각각 인자별 발생오염부하량은 다음식에 의하여 산출되며 그 발생원단위는 <표3-2-7>에 나타내었다.

$$\text{오염부하량} = \sum(\text{가축종별마리수} \times \text{발생원단위})$$

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

$$\text{오염부하량} = \sum(\text{토지지목별면적} \times \text{발생원단위})$$

□ 상기식에 의하여 산출된 화상지구 내 잠재오염원부하량은 <표 3-2-9 ~ 12>와 같으며 지역별 오염부하량 총량을 상대적으로 비교하기 위하여 단위면적당 오염부하량을 산출하여 비교할 수 있다. 잠재오염원별 단위면적당 오염부하량은 <표3-2-13>과 같이 나타내었다.

<표-3-2-9> 각 인자별 발생 원단위

구분		단위	BOD	T-N	T-P	SS
인구	총괄	g/인·일	30.5	7.7	1.4	23.6
	시가지 비시가지	g/인·일	55.0	10.4	1.9	56.3
		g/인·일	45.3	8.9	1.4	51.8
가축	소	g/인·일	628.2	278.8	54.6	3,400
	돼지	g/인·일	175.5	37.1	18.2	563
	가금	g/인·일	3.8	1.2	0.5	-
토지이용	전	kg/km <sup>2</sup> ·일	4.9	6.3	0.4	72.6
	답	kg/km <sup>2</sup> ·일	5.4	6.4	1.3	619.2
	임야	kg/km <sup>2</sup> ·일	1.3	2.4	-	45.8
	대지	kg/km <sup>2</sup> ·일	73.2	19.8	3.2	93.6
	기타	kg/km <sup>2</sup> ·일	2.2	2.2	-	1.3

\* 자료출처 : 환경기본통계편람(환경부, 1999)



<표-3-2-10> 가축에 의한 부하량

읍면	소 (마리수)	돼지 (마리수)	가금 (마리수)	BOD (kg/일)	T-N (kg/일)	T-P (kg/일)	SS (kg/일)
<b>합계</b>	<b>1,416</b>	<b>26,102</b>	<b>1,046</b>	<b>5,474.38</b>	<b>1,364.4</b>	<b>552.87</b>	<b>19,509.83</b>
주문진읍	297	23,702	0	4,346.27	962.14	447.59	14,354.03
사천면	244	2,400	20	574.55	157.09	57.01	2,180.80
연곡면	717	0	1000	454.21	201.09	39.64	2,437.80
현남면	158	0	26	99.35	44.08	8.63	537.20

<표-3-2-11> 인구에 의한 부하량

읍면	인구(인)	BOD (kg/일)	T-N (kg/일)	T-P (kg/일)	SS (kg/일)
<b>합계</b>	<b>32,723</b>	<b>1,482.3597</b>	<b>291.2361</b>	<b>45.8086</b>	<b>1,695.0482</b>
주문진읍	19,050	862.97	169.55	26.67	986.79
사천면	3,924	177.76	34.92	5.49	203.26
연곡면	6,728	304.7784	59.8792	9.4192	348.5104
현남면	3,021	136.8513	26.8869	4.2294	156.4878

<표-3-2-12> 토지이용에 의한 부하량

읍면	전 (km <sup>2</sup> )	답 (km <sup>2</sup> )	임야 (km <sup>2</sup> )	대지 (km <sup>2</sup> )	기타 (km <sup>2</sup> )	BOD (kg/일)	T-N (kg/일)	T-P (kg/일)	SS (kg/일)
<b>합계</b>	<b>13.6</b>	<b>15.96</b>	<b>321.99</b>	<b>4.14</b>	<b>31.82</b>	<b>945.74</b>	<b>1,113.05</b>	<b>39.51</b>	<b>26,057.19</b>
주문진읍	3.37	3.40	39.59	1.34	7.67	201.65	181.53	10.07	4300.32
사천면	3.19	3.19	53.20	0.99	9.97	196.51	209.76	8.60	4749.91
연곡면	4.32	4.32	179.40	1.03	8.52	372.17	524.68	10.66	11314.81
현남면	2.72	5.05	49.80	0.78	5.66	175.41	197.08	10.18	5692.15

<표-3-2-13> 단위면적당 오염부하량

읍면	면적 (km <sup>2</sup> )	오염부하량 (kg/일)	단위면적당오염부하량 (kg/km <sup>2</sup> /일)
<b>합계</b>	<b>398.37</b>	<b>3,211,109.19</b>	<b>8,060.62</b>
주문진읍	60.56	200,455.42	3,310.03
사천면	70.90	91,872.22	1,295.80
연곡면	202.41	294,103.75	1,453.01
현남면	64.50	129,114.81	2,001.78

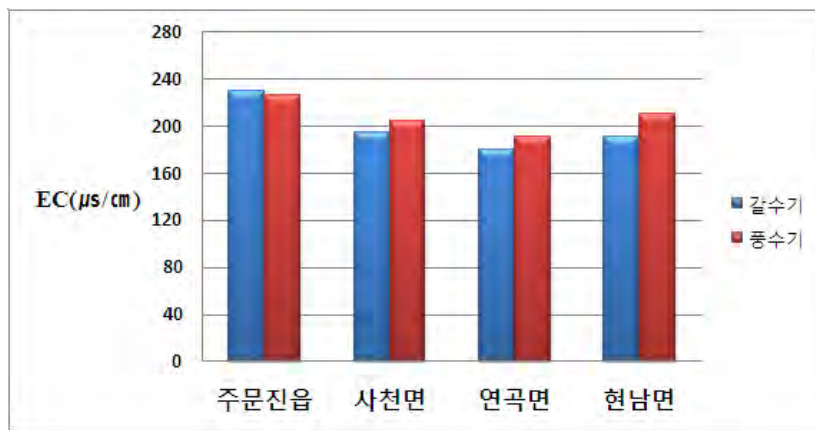
### 3.2.2 수질분석

- 현장조사 시 전기전도도(EC), 총용존고형물질(TDS), 온도(T), 수소이온농도(pH)에 대해서 간이수질을 측정하였다.
- 간이수질분석 항목에 대한 간략한 설명은 다음과 같다.
  - 전기전도도(EC)는 이온농도의 지시인자로서 농도가 높아지면 비례하여 전기전도도도 높아진다.
  - 총용존고형물질(TDS)는 용액내에 녹아있는 용존이온의 총량을 의미한다.
  - 수소이온농도(pH)는 5.5<산성, 5.5<약산성<6.5, 6.5<중성<7.5, 7.5<약알카리성<9.5, 9.5<알카리성으로 분류한다.
  - EC, TDS, pH 농도가 높으면 지하수에 이온이 많이 용해되어 있음을 의미한다.
- 간이수질조사는 갈수기와 풍수기에 걸쳐 2회 측정하였으며, 이들 간의 변화는 수질변동의 추세를 판단할 수 있다.

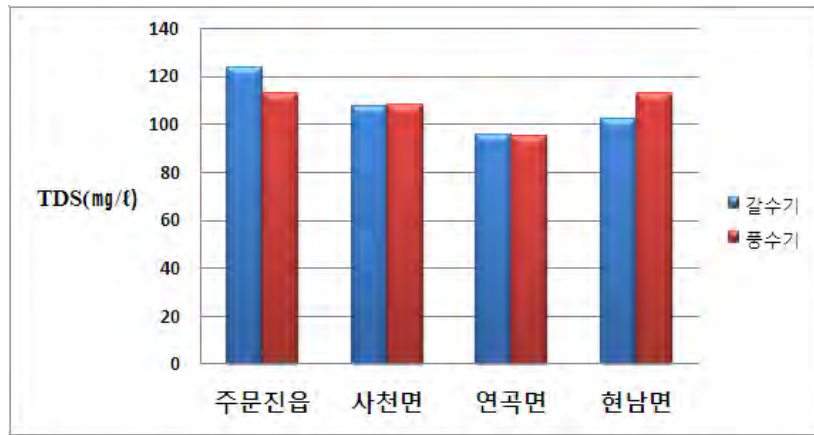
<표-3-2-14> 행정구역별 EC( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), TDS( $\text{mg}/\text{L}$ ), T( $^{\circ}\text{C}$ ), pH

구분	EC( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )		TDS( $\text{mg}/\text{L}$ )		T( $^{\circ}\text{C}$ )		pH	
	갈수기	풍수기	갈수기	풍수기	갈수기	풍수기	갈수기	풍수기
주문진읍	230.07	226.43	123.60	112.86	12.88	14.77	6.72	7.41
사천면	194.61	204.71	107.51	107.94	14.02	16.01	6.50	7.56
연곡면	180.34	190.95	95.55	95.00	13.08	14.74	6.55	6.94
현남면	191.11	210.80	102.10	113.19	15.23	16.18	6.41	6.71

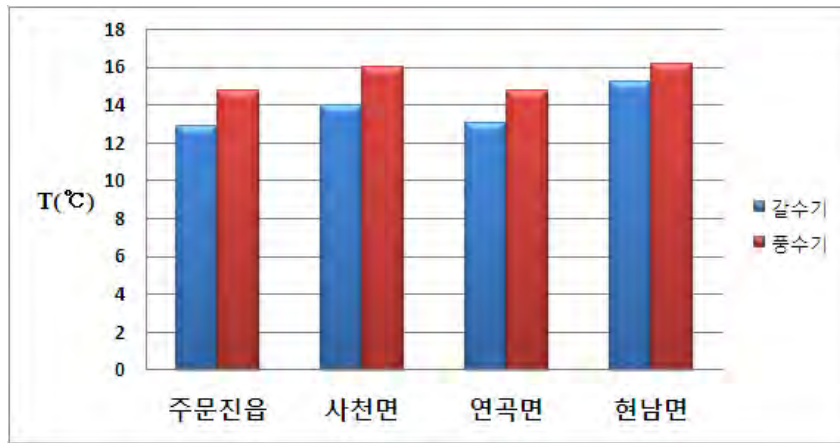
- 사천면과 현남면은 풍수기에 전기전도도(EC)와 총용존고형물질(TDS)의 함량이 증가함을 볼 수 있다. 풍수기에 지하수 함양에 따라 지표의 이온 등이 유입되는 것으로 판단된다.
- <그림 3-2-1~4>에 각각의 간이수질 항목에 대해서 풍수기, 갈수기의 농도변화를 나타내었다.



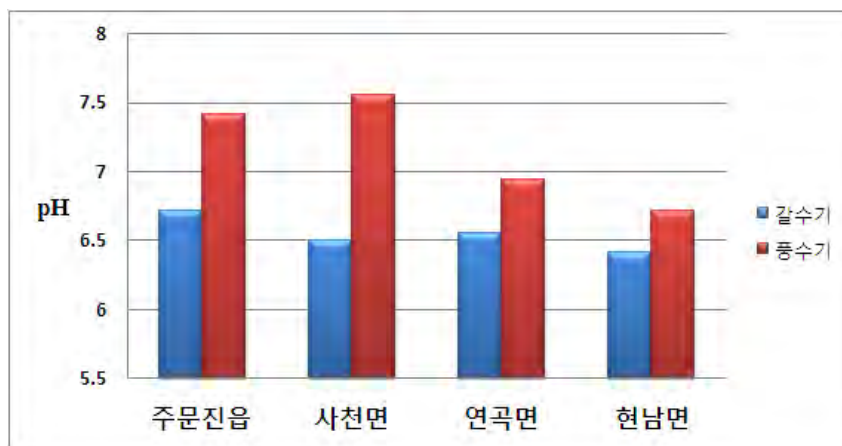
<그림 3-2-1> 행정구역별 갈수기, 풍수기 EC 현황



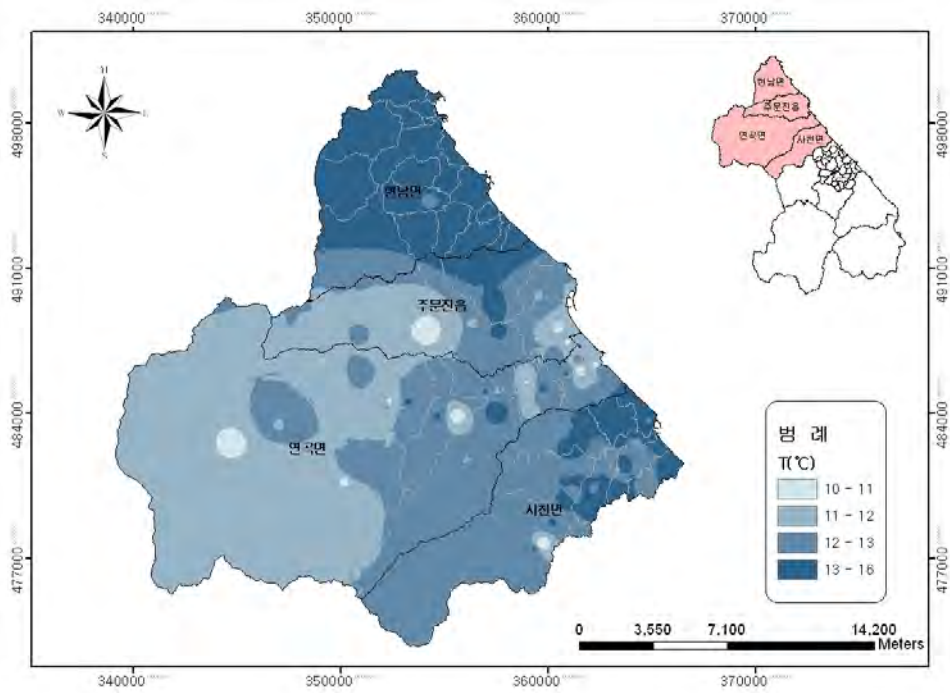
<그림 3-2-2> 행정구역별 갈수기, 풍수기 TDS 현황



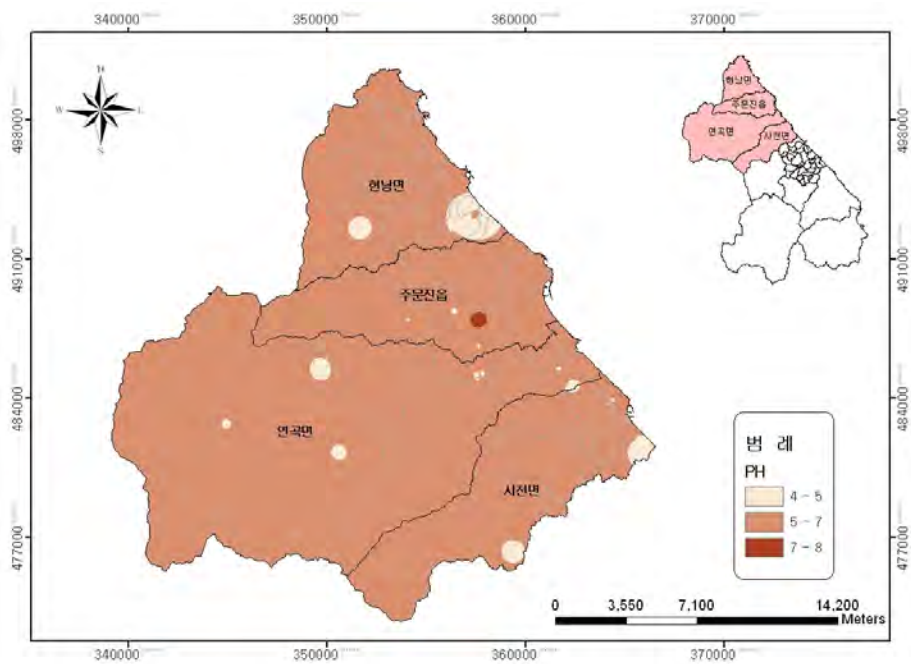
<그림 3-2-3> 행정구역별 갈수기, 풍수기 온도(T) 현황



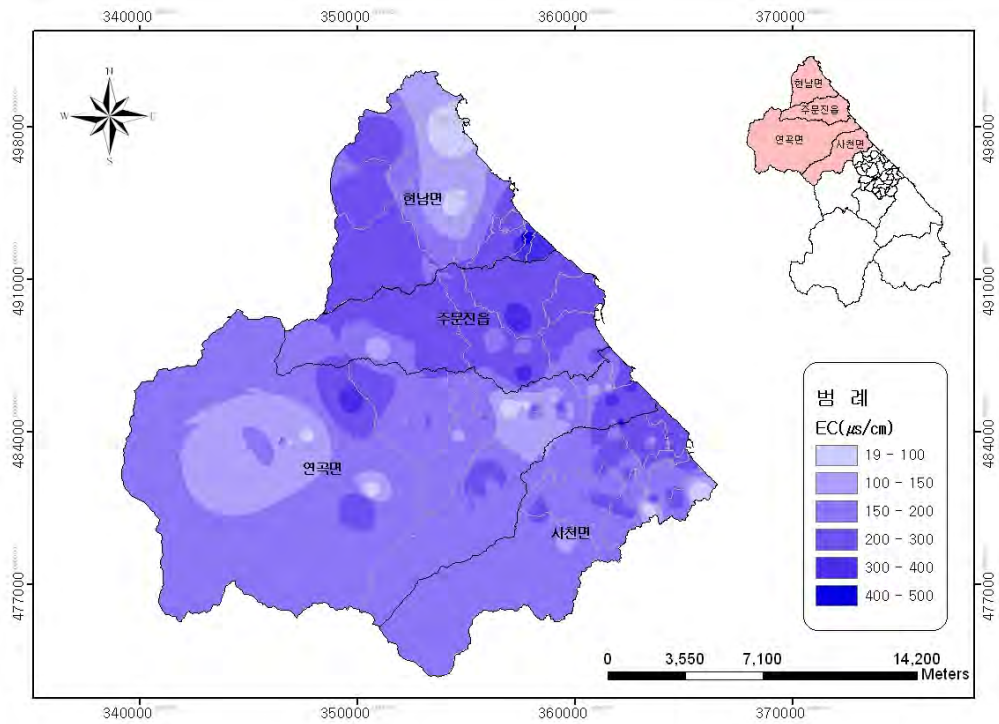
<그림 3-2-4> 행정구역별 갈수기, 풍수기 pH 현황



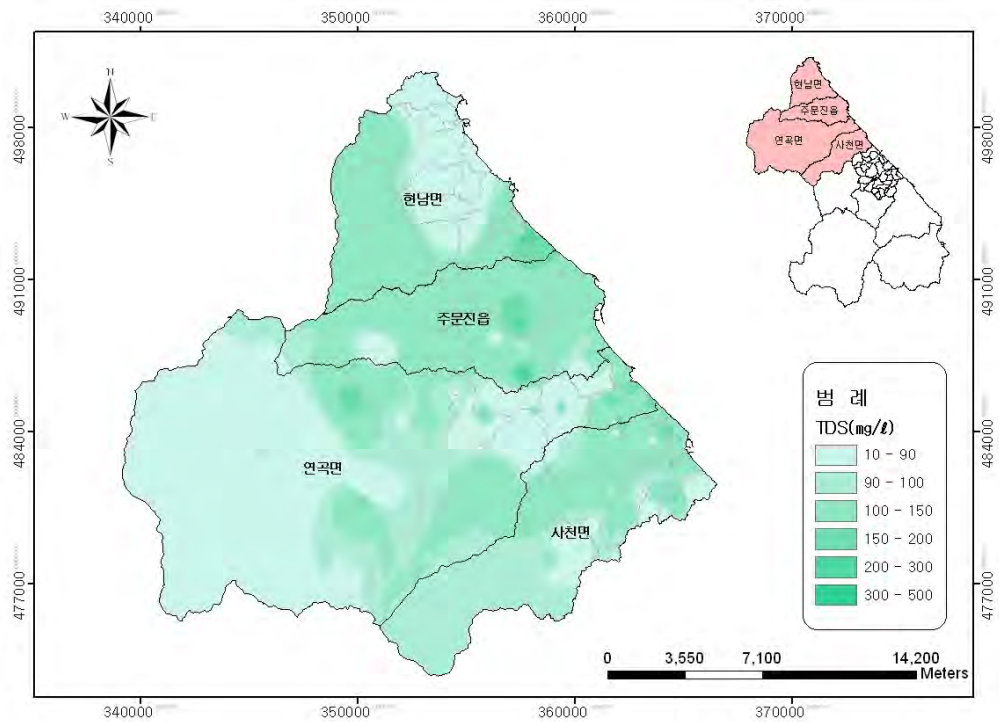
<그림 3-2-5> 명사지구 지하수의 Temp(°C)분석도



<그림 3-2-6> 명사지구 지하수의 pH분석도



<그림 3-2-7> 명사지구 지하수의 EC(µS/cm)분석도



<그림 3-2-8> 명사지구 지하수의 TDS(mg/L)분석도

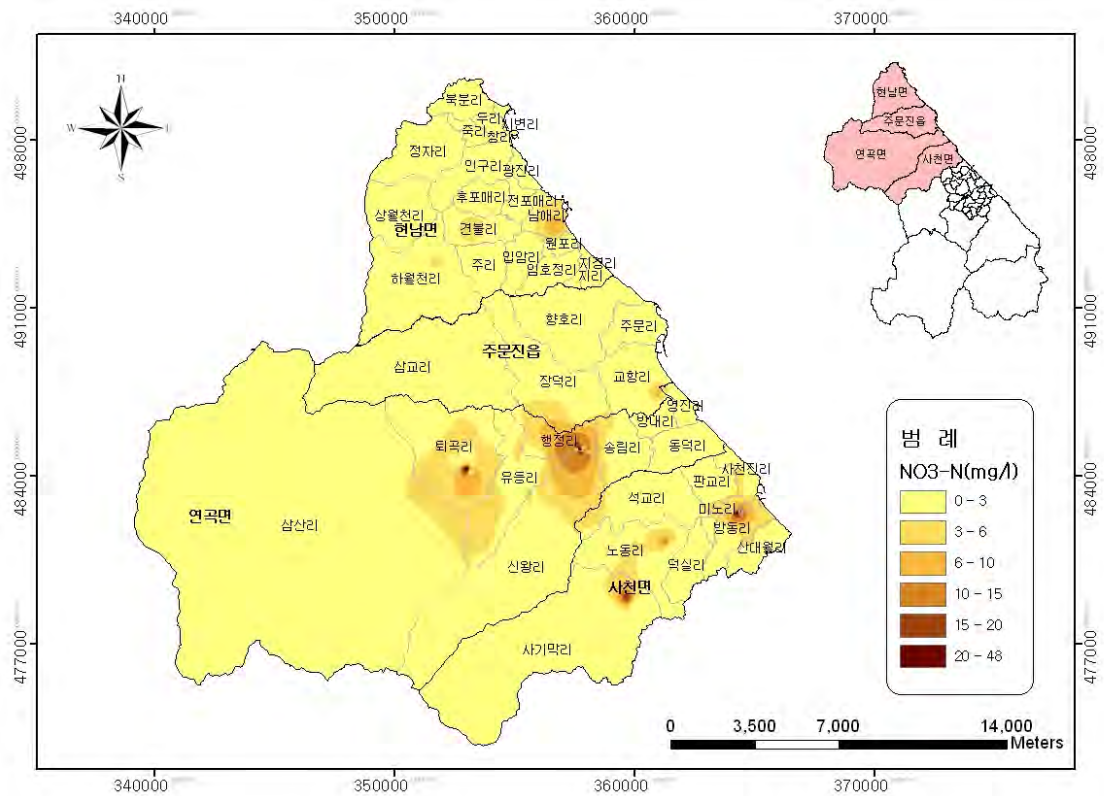
- 명사지구의 간이수질 특성을 분석한 결과 주문진읍과 현남면 일대에서 EC(전기전도도)와 총용존고형물질(TDS)의 함량이 높은 분포를 보이며, 특히 주문진읍의 향호리와 현남면의 지경리에서 최대값을 확인 할 수 있다. 이는 지하수내에 이온의 함량이 많은 것을 나타낸다.

라. 질산성질소 및 질소동위원소 분석 결과

1) 질산성질소 분석 결과

- 질산성질소는 농촌지역 지하수의 주된 오염원이며, 이는 청색증을 유발시킬 수 있고, 유아들에게 무기력 및 졸음증을 유발시킬 수 있고, 가축의 출산율을 저하시키는 등의 부작용이 있다.
- 먹는 물의 기준은 질산성질소 농도가 10mg/L 미만으로 검출되어야 한다.
- 질산성질소의 기원은 다음과 같다.
  - 대기 중 질소 등 자연기원
  - 생활하수, 분뇨, 침출수, 산업 슬러지나 폐수
  - 비료의 과다사용, 토양 내 유기 질소 등
- 지하수 내 질산성질소는 질산염에 오염된 지표수 또는 상부 토양대 속에 농축된 질산염이 강수에 의해 대수층으로 침투한 것으로 볼 수 있다.
- 명사지구 122개 지점을 선택하여 질산성질소 분석을 하였다.
- 명사지구의 질산성질소 농도 분포도는 다음과 같다.





<그림 3-2-9> 질산성 질소 농도 분포도

□ 명사지구의 질산성질소 현황은 다음과 같다.

<표-3-2-15> 읍면별 질산성질소 현황

읍 면	풍수기( N=122)				
	최대	최소	평균	중앙	표준 편차
주문진읍	8.00	0.00	1.79	0.90	2.39
사천면	23.80	0.00	2.83	0.80	5.17
연곡면	49.70	0.00	3.62	1.00	8.90
현남면	10.40	0.00	1.81	1.10	2.54

N : 시료수

□ 사천면 노동리, 미노리, 사기막리와 연곡면의 퇴곡리, 행정리, 현남면의 남애리 지역에서 질산성질소 기준을 초과하는 관정이 조사되었다.



- 연곡면의 행정리에서는 다수의 관정에서 질산성질소의 기준이 초과되었다. 이 지역은 오염유발시설의 수가 많은 지역이므로 수질오염 방지에 각별히 유념해야할 지역이다.
- 이들 지역은 주거지역 및 영농지역이 혼합된 지역으로서 지하수의 오염방지시설 확충 및 하수처리시설이나 가축분뇨의 배수처리시설을 확충해야 한다.

2) 질소동위원소 분석 결과

- 질산염 오염원 규명에 가장 많이 쓰이는 방법이 질소동위원소 분석법이다.
- 질산염의 두 가지 주요 오염원은 화학비료 기원 질소와 분뇨 기원 질소이다.
- 질소동위원소법은 두 가지 오염원에 함유된 질소의 동위원소비가 상이하기 때문에 질소동위원소비를 분석하여 두 오염원의 질소동위원소비와의 근접성을 근거로 오염원을 구분한다.
- 명사지구 지하수의 화학비료, 축산분뇨 및 생활하수에 의한 질산염 오염도를 조사하기 위하여 조사대상 관정 중 구역별로 질산성질소 검출 농도가 비교적 높은 관정 20개 지점의 지하수 시료에 대하여 질산성 질소와 질소동위원소비( $\delta^{15}\text{N}$ )를 분석하였다.
- $\delta^{15}\text{N}$ 값을 이용한 질산성질소의 기원별 구성비를 추정하기 위해 Nakanishi(1995)가 제시한 다음과 같은 공식을 사용하였다.

$$- W = X + Y + Z$$

$$- aW = bX + cY + dZ$$

- W : 지하수의 질산성질소 농도(mg/L)

- X : 화학비료 유래의 질산성질소 농도(mg/L)

- Y : 축산분뇨 및 생활하수유래의 질산성질소 농도(mg/L)

- Z : 자연토양질소유래의 질산성질소 농도(mg/L)

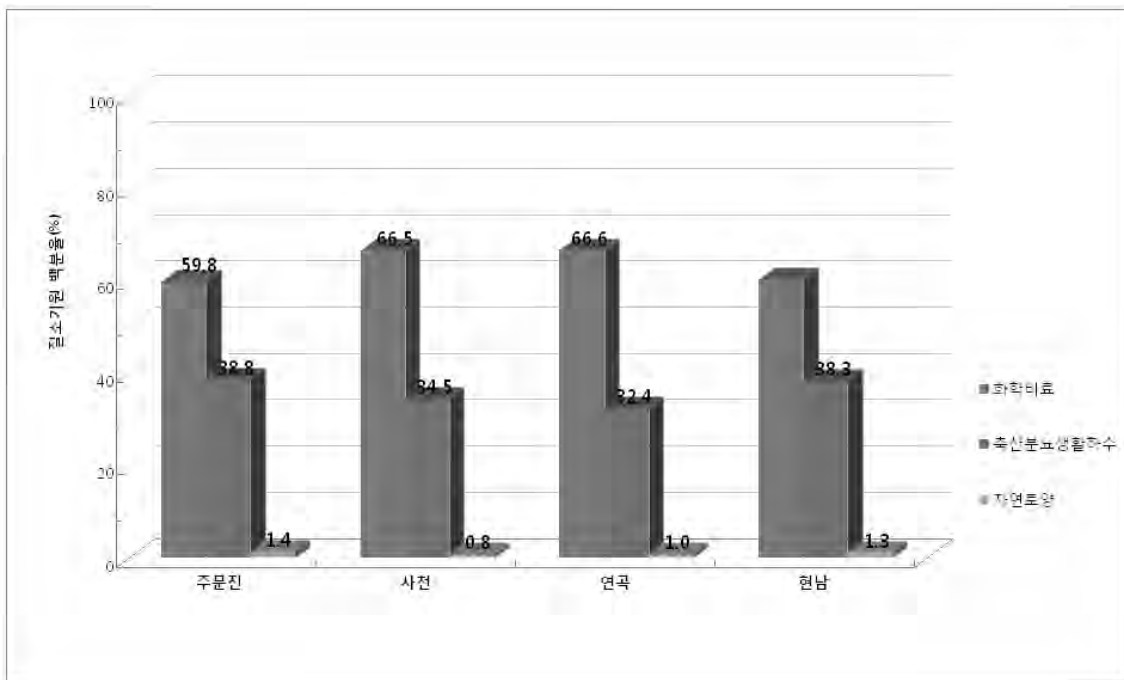
- a, b, c, d : 각각에 대한  $\delta^{15}\text{N}(\text{‰})$  값

- Nakanishi의 계산식을 이용하여 명사지구에서 주변환경에 따른 질

소오염원 구성비를 계산하여 나타내어 보았다.

<표-3-2-16> 명사지구 읍면별 질소오염원 구성비

구 분	화학비료	축산분뇨 생활하수	자연토양
주문진읍	59.8%	38.8%	1.4%
사천면	66.5%	34.5%	0.8%
연곡면	66.6%	32.4%	1.0%
현남면	60.4%	38.3%	1.3%

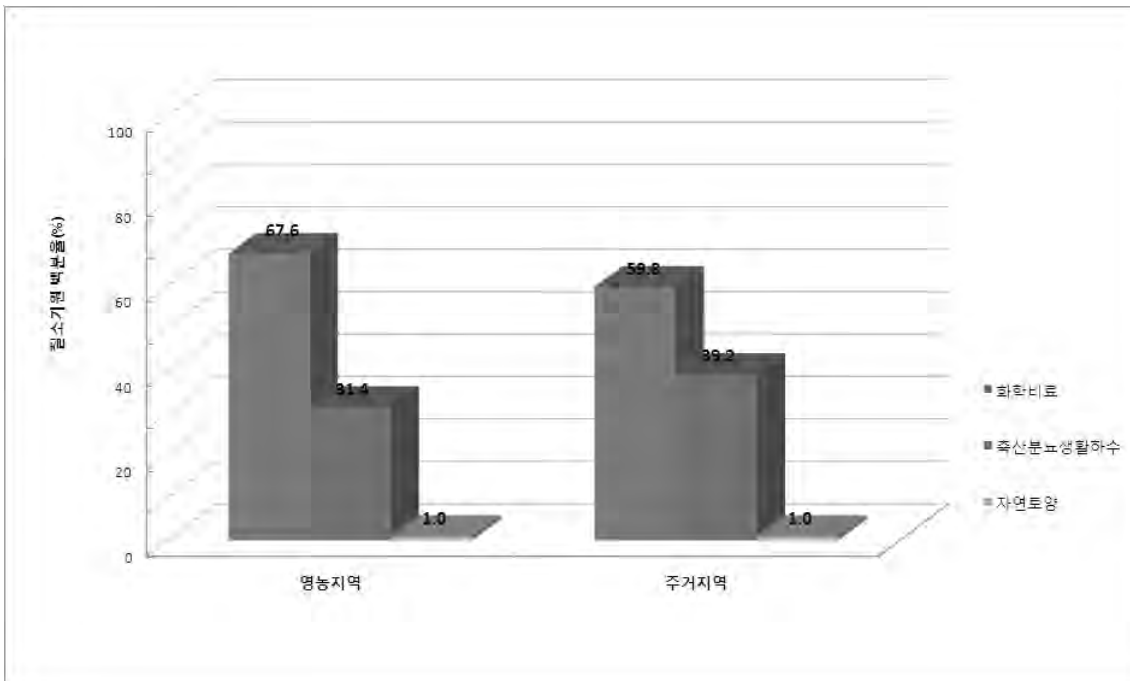


<그림 3-2-11> 명사지구 읍면별 질소오염원 구성비

- 읍면별의 질소오염원 구성비는 연곡면, 사천면, 현남면, 주문진읍 순으로 화학비료가 높은 것으로 나타났다. 이 결과는 연곡과 사천에서 비교적 농사활동이 활발하기 때문인 것으로 판단된다.
- 명사지구의 주변 환경에 따른 질소오염원 구성비는 다음과 같다.

<표-3-2-17> 주변 환경에 따른 질소오염원 구성비

주변환경	오염원기원 구성비(%)		
	화학비료	축산분뇨 및 생활하수	자연토양
주거지역	59.8%	39.2%	1.0%
영농지역	67.6%	31.4%	1.0%

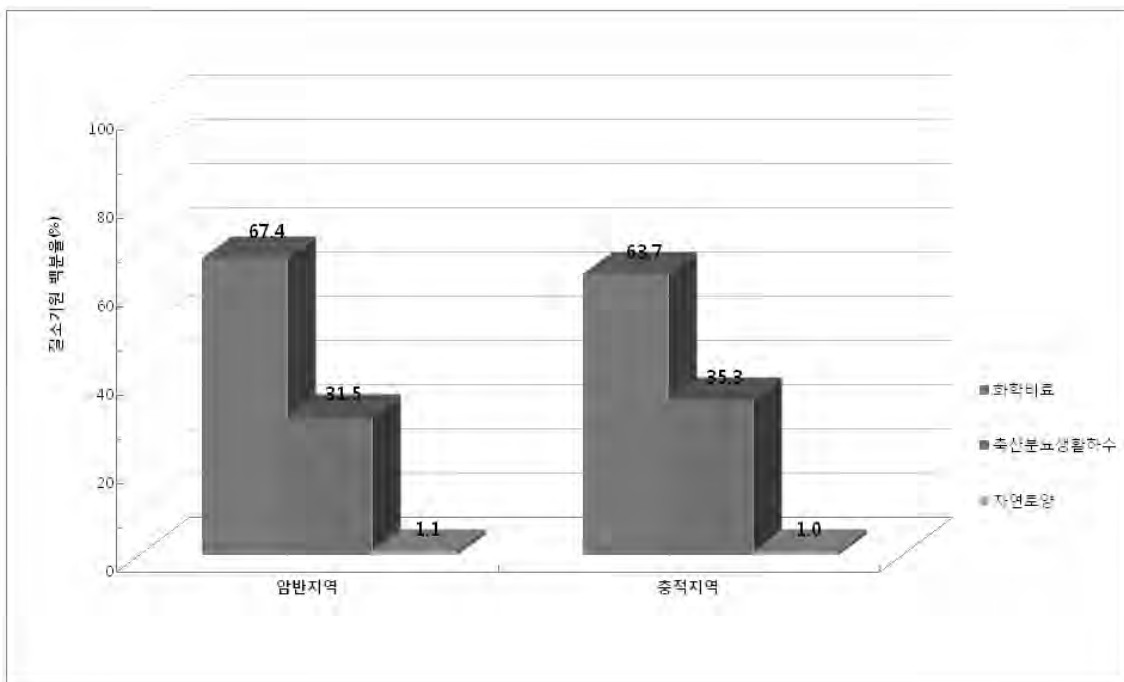


<그림 3-2-12> 명사지구 주변 환경에 따른 질소 오염 구성비

□ 주거지역은 화학비료 59.8%, 축산분뇨 및 생활하수 39.2%의 구성비를 나타내며, 영농지역은 각각 67.6%, 31.4%로 나타났다

<표-3-2-18> 총적/암반지역에 따른 질소오염원 구성비

주변환경	화학비료	축산분뇨 생활하수	자연토양
총적지역	63.7%	35.3%	1.0%
암반지역	67.4%	31.5%	1.1%



<그림 3-2-13> 명사지구의 암반관정에 질소오염원 구성비

- 암반관정의 경우 화학비료 67.4%, 축산분뇨 및 생활하수 31.5%의 분포를 보이며, 총적관정의 경우 63.7%, 35.3%의 분포를 보인다
- 암반관정은 총적관정보다 화학비료의 수치가 4%정도 증가하는 것을 볼 수 있다.
- 화학비료는 대수층의 심도가 낮아질수록 농도가 감소되는 것을 나타내며, 지하수의 오염방지시설을 설치할 경우 화학비료에 의한 질소동위원소는 감소됨을 나타낸다.
- 명사지구의 질산성질소의 질소오염원 구성비는 전반적으로 화학비료와 축산분뇨 및 생활하수에 의한 기원이 다수를 차지하며, 질산성

질소 오염 지역에서는 오염방지시설 및 저감시설 확충이 필요함을 나타낸다.

마. 수질기준(생활용수) 검사

- 생활용수 수질검사는 검사항목을 각각 미생물에 관한 항목, 건강상 유해영향 무기물질에 관한 항목, 건강상 유해영향 유기물질에 관한 항목, 심미적 영향물질에 관한 항목으로 분류하여 정리하였다.

<표 3-2-20> 생활용수 검사항목 및 기준

항목	검사항목	기준	항목	검사항목	기준
미생물에 관한 항목	대장균군수	5,000이하 (MPN/100ml)	건강상 유해영향 유기물질에 관한 항목	페놀	0.005mg/L 이하
				1,1,1-트리클로로에탄	0.15mg/L 이하
				테트라클로로에틸렌	0.01mg/L 이하
건강상 유해영향 무기물질에 관한 항목	납	0.1mg/L 이하		트리클로로에틸렌	0.03mg/L 이하
	비소	0.05mg/L 이하		벤젠	0.015mg/L 이하
	수은	0.001mg/L 이하		톨루엔	1mg/L 이하
	시안	0.01mg/L 이하		에틸벤젠	0.45mg/L 이하
	6가크롬	0.05mg/L 이하		크실렌	0.75mg/L 이하
	질산성질소	20mg/L 이하		수소이온농도	5.8~8.5
카드뮴	0.01mg/L 이하	심미적영향 물질에 관한 항목	염소이온	250mg/L 이하	

※ 먹는물 수질기준 및 검사 등에 관한규칙(환경부령 제 147호, 2003.11.29)

□ 미생물에 관한 항목

○ 대장균

- 대장균은 0~1100(MPN/100ml)의 분포를 보였으며 기준항목을 초과하는 관정은 없다.

□ 건강상 유해영향 무기물질에 관한 항목

- 납, 비소, 수은, 시안, 6가크롬, 카드뮴은 불검출 혹은 기준치 이하이다.

○ 질산성질소

- 생활용수 채수공의 질산성질소 수치는 읍면별로 주문진읍 0.9~16.8mg/l 사천면 0.2~15.2mg/l 연곡면 2.3~9.7mg/l 현남면

3.7~10.7mg/ℓ의 범위를 보이고 있다

□ 건강상 유해영향 유기물질에 관한 항목

- 페놀, 1,1,1-트리클로로에탄, 테트라클로로에틸렌, 트리클로로에틸렌, 벤젠, 에틸벤젠, 크실렌 등의 항목은 검출되지 않았다.

□ 심미적 영향물질에 관한 항목

- 수소이온농도(pH)
  - pH는 5.8~8.5가 수질검사 적합 수치이며, 명사지구의 pH 범위는 5.8~7.2의 범위를 보인다.
- 염소이온농도(Cl<sup>-</sup>)
  - 명사지구 지하수의 Cl<sup>-</sup> 함량 분포는 2~19mg/L로 범위를 갖으며, 기준치(250mg/L이하)를 초과하는 관정은 나타나지 않았다.

<표-3-2-21> 생활용 수질기준에 따른 분석자료의 부적합 현황 및 요인

구분	분석공	적합공	부적합공	부적합요인			
				미생물 <sup>1)</sup>	유해무기물 <sup>2)</sup>	유해유기물 <sup>3)</sup>	심미적 <sup>4)</sup>
계	15	15	-	-	-	-	-
명사지구	주문진읍	6	6	-	-	-	-
	사천면	7	7	-	-	-	-
	연곡면	5	5	-	-	-	-
	현남면	2	2	-	-	-	-

※ 미생물<sup>1)</sup> : 미생물에 관한 항목  
 유해무기물<sup>2)</sup> : 건강상 유해영향 무기물질에 관한 항목  
 유해유기물<sup>3)</sup> : 건강상 유해영향 유기물질에 관한 항목  
 심미적<sup>4)</sup> : 심미적 영향물질에 관한 항목

□ 생활용 수질분석에서 수질부적합 항목은 검출되지 않았다.

바. 양·음이온 수질검사 분석 결과

명사지구 지하수의 수리지구화학적 특성을 분석하기 위해서 10개 시료에 대해서 양·음이온 분석을 실시하였다.

1) 양·음이온 분석 통계 분석

양·음이온은 주요화학생분( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^-$ ) 8가지에 대해서 수질분석을 실시했다.

○ Na : 지하수의 주성분 이온으로 물과 암석의 반응에 의해 증가하므로 수문순화계의 하류로 갈수록 함량이 증가한다.

○ K : 지하수의 주성분 이온이며, 미량으로 존재한다. 농업지역에서는 비료의 살포로 함량이 증가할 수 있다.

○ Mg : 지하수에서는 돌로마이트가 존재할 경우 돌로마이트의 용해에 의해 공급된다.

○ Ca : 일반적으로는 사장석 및 방해석 등 조암 광물과 물의 반응에 의해 증가한다. 충적층의 경우 충적층 고결물질인 방해석의 용해가, 암반대수층의 경우에는 열극 내 방해석의 용해로 함량이 증가한다.

○ Cl : 자연환경 속에서 제거되거나 공급되지 않는 보존성 이온이다. 충적층 지하수에서 높은 함량은 인위적인 생활하수 등의 유입에 의해 나타날 수 있다.

○  $\text{HCO}_3^-$  : 일반적으로 대수층으로 유입되는 강우의 함량에 영향을 받으며, 토양의  $\text{CO}_2$ 의 용해에 따라 증가하기도 한다.

○  $\text{SO}_4$  : 일반적으로 기반암의 황화광물(황철석) 용해에 의해 공급된다.

각 양·음이온의 분석 통계는 <표 3-2-22>와 같다.

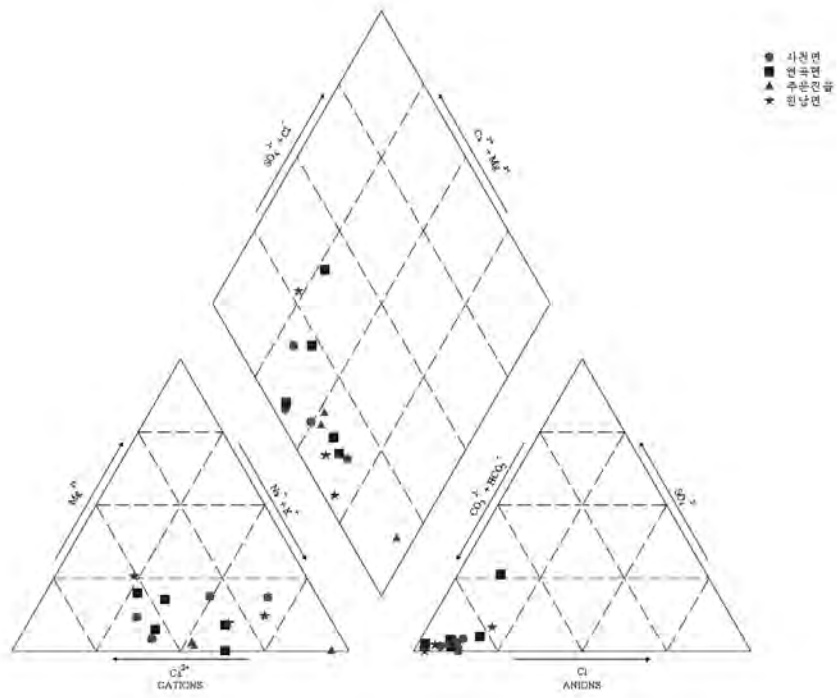
<표-3-2-22> 명사지구 정밀수질특성

구 분	최대	최소	평균	표준편차	중양값
Na <sup>+</sup>	48.97	3.79	12.76	12.30	8.71
K <sup>+</sup>	1.63	0.16	0.63	0.44	0.49
Ca <sup>2+</sup>	23.38	1.86	8.21	6.64	5.31
Mg <sup>2+</sup>	5.34	0.04	1.23	1.31	1.17
Cl <sup>-</sup>	21.00	2.00	9.20	5.52	8.00
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1,028.00	16.80	207.29	242.68	148.00
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	6.00	0.00	3.20	1.74	3.00

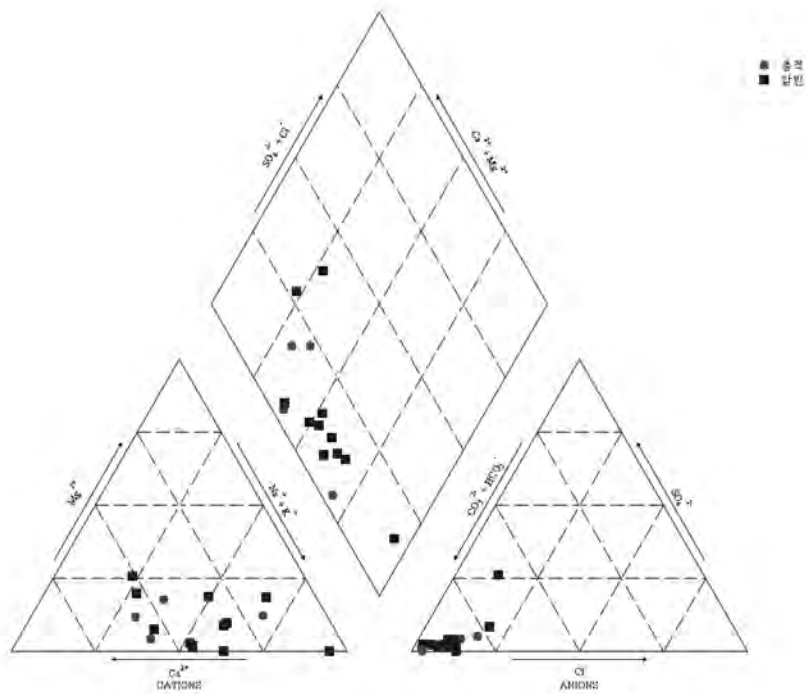
2) 지하수 수질유형 분석 결과

- 양·음이온의 분석결과를 이용하여 수질유형 분석 하고자 파이퍼도(Piper diagram)와 스티프도(Stiff diagram)을 도시하였다.
- 파이퍼도(삼각 도식법, Piper diagram)는 지하수내 주요 양·음이온의 당량농도(meq/L)를 비율(%)로 나타냄으로써 지하수의 유형(type)을 구분하는데 이용된다.
- 스티프도(Stiff diagram)는 양·음이온의 농도를 당량(meq/L)으로 환산 후 세로 축을 중심으로 양이온 값은 왼쪽에, 음이온 값은 오른쪽에 배치하고 각 농도 값을 연결하여 다각형 형태로 만들어진다. 다각형의 면적이 넓을수록 용존이온의 농도가 높은 것이다.
- <그림 3-2-15, 16>에 파이퍼도와 스티프도를 도시하였다.

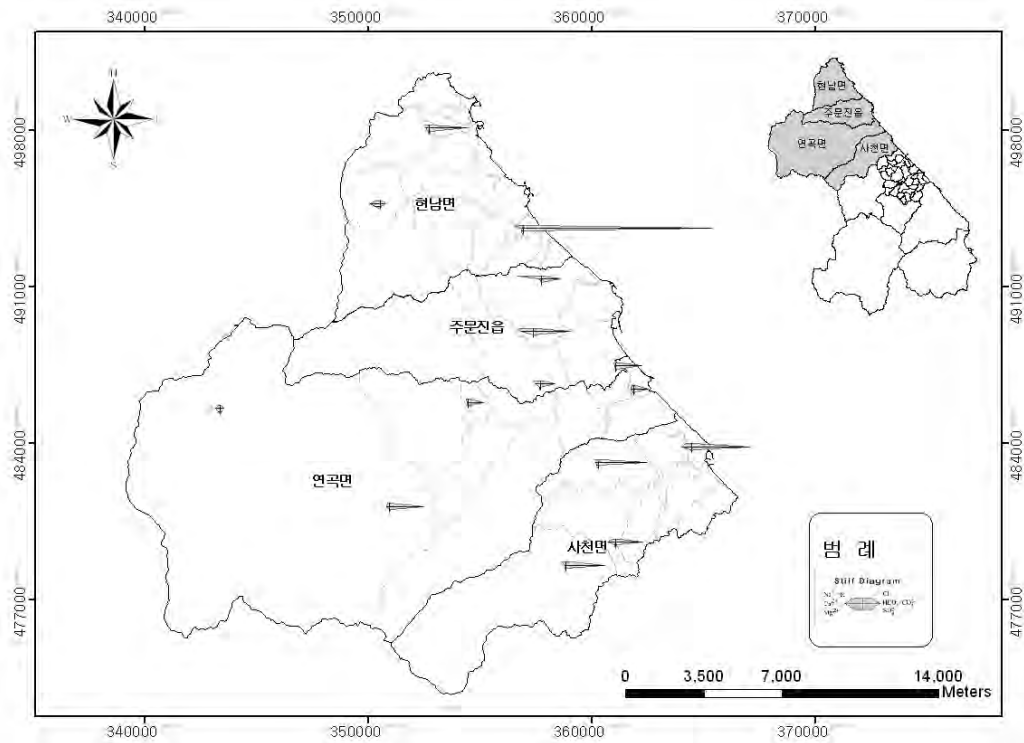




<그림 3-2-15-a> 명사지구 양·음이온 분석 Piper diagram(음면별)



<그림 3-2-15-b> 명사지구 양·음이온 분석 Piper diagram(암반·층적)



<그림 3-2-16> 명사지구 양·음이온 분석 Stiff diagram

- 파이퍼도와 스티프도를 분석한 결과 총 15개(암반 11개, 충적 4개) 지하수 시료 중에서 암반에서는 Na-HCO<sub>3</sub> type이 63.6%, Ca-HCO<sub>3</sub> type이 36.3%를 차지하였다.
- 명사지구는 충적층에서는 Ca-HCO<sub>3</sub>형이 우세하며, 이는 오염되지 않은 천부지하수를 지시한다. 농업활동이나 생활용수 등의 인위적인 오염원의 영향을 받게 되면 Ca-Cl의 유형을 보이게 된다.

<표-3-2-23> 명사지구 암반 지하수 유형

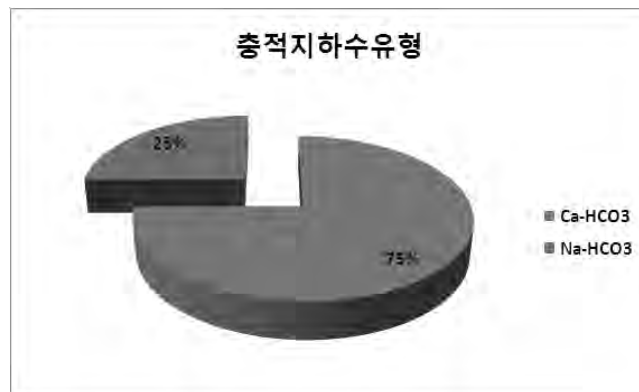
구 분	총 계	Ca-HCO <sub>3</sub>		Ca-Cl		Na-Cl		Na-HCO <sub>3</sub>	
		개수	비율	개수	비율	개수	비율	개수	비율
계	11	4	36.3%	0	0.0%	0	0.0%	7	63.6%
주문진읍	3	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	3	27.2%
사천면	2	1	9.1%	0	0.0%	0	0.0%	1	9.1%
연곡면	4	2	18.1%	0	0.0%	0	0.0%	2	18.2%
현남면	2	1	9.1%	0	0.0%	0	0.0%	1	9.1%

<표-3-2-24> 명사지구 충적 지하수 유형

구 분	총계	Ca-HCO <sub>3</sub>		Ca-Cl		Na-Cl		Na-HCO <sub>3</sub>	
		개수	비율	개수	비율	개수	비율	개수	비율
계	4	3	75.0%	0	0.0%	0	0.0%	1	25.0%
주문진읍	0	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
사천면	2	2	50.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
연곡면	1	1	25.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
현남면	1	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	1	25.0%



<그림 3-2-17> 명사지구 지하수 유형(암반)



<그림 3-2-17> 명사지구 지하수 유형(충적)

□ 암반과 충적에서 Ca-HCO<sub>3</sub> 와 Na-HCO<sub>3</sub> 유형이 높게 나타났다는 것은 명사지구의 지하수가 수문순환에 의해 이루어진 지하수 유형 보다는 강우에 의해 지하 대수층에 충전되는 지하수의 유형이 많다는 것을 나타낸다.

### 3.2.3 지하수 수질 환경특성에 따른 동리별 순위

□ 명사지구의 리별 질산성질소 평균, 잠재오염원 개소수, 오염원 분포밀도, DRASTIC Index, 단위면적당 오염부하량을 높은 수치부터 나열하였다.

□ 지하수 수질관련 순위표

<표 2-2-6> 리별 지하수 수질 현황 순위표

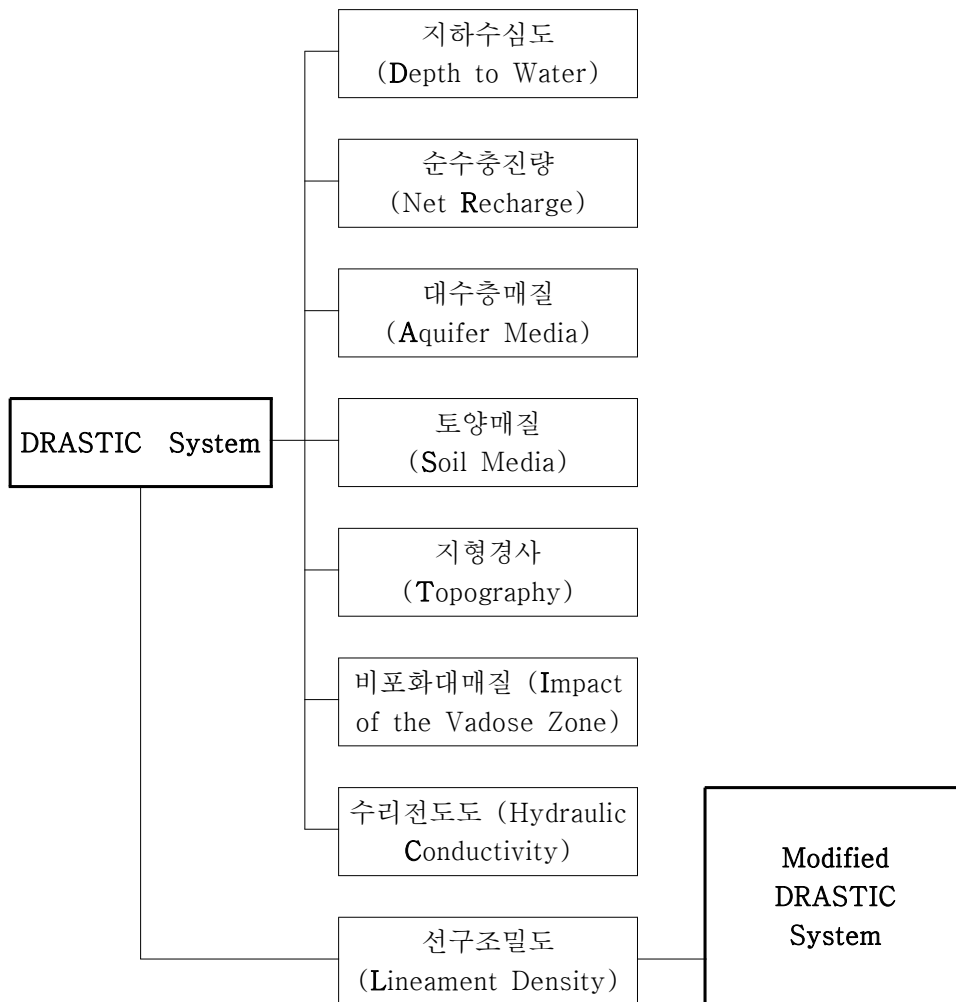
순위	질산성질소평균 (mg/L)		잠재오염원 (개소)		오염원 분포밀도 (개소/km <sup>2</sup> )		DRASTIC INDEX		단위면적당 오염부하량 (kg/일/km <sup>2</sup> )						
	읍면	리	읍면	리	읍면	리	읍면	리	읍면	리					
1	연곡면	행정리	12.38	주문진읍	교항리	126	사천면	사천진리	36.00	현남면	동산리	130	주문진읍	교항리	2,673.65
2	사천면	미노리	12.35	연곡면	삼산리	126	현남면	원포리	35.53	사천면	석교리	127	연곡면	영진리	376.03
3	현남면	남애리	10.40	사천면	노동리	82	사천면	미노리	28.19	현남면	광진리	127	주문진읍	주문리	355.04
4	연곡면	퇴곡리	5.61	연곡면	동덕리	76	연곡면	영진리	23.46	연곡면	영진리	126	연곡면	동덕리	328.14
5	사천면	사기막리	4.48	주문진읍	장덕리	65	현남면	동산리	17.39	사천면	사천진리	126	사천면	석교리	302.73
6	현남면	하월천리	4.10	사천면	사천진리	63	현남면	남애리	16.36	현남면	북분리	126	연곡면	송림리	234.98
7	현남면	견불리	3.10	주문진읍	향호리	56	주문진읍	교항리	16.02	사천면	노동리	125	현남면	남애리	187.36
8	주문진읍	교항리	3.03	연곡면	퇴곡리	51	현남면	광진리	15.45	현남면	두창 시변리	124	사천면	미노리	187.04
9	사천면	노동리	2.96	사천면	석교리	50	연곡면	동덕리	15.42	현남면	인구리	124	현남면	지경리	182.98
10	사천면	사천진리	2.93	사천면	사기막 리	48	사천면	방동리	11.61	연곡면	동덕리	123	현남면	원포리	163.00
11	주문진읍	주문리	2.55	주문진읍	주문리	46	사천면	판교리	10.64	연곡면	방내리	123	현남면	북분리	159.64
12	사천면	산대월리	2.55	연곡면	신왕리	46	현남면	지경리	10.50	사천면	덕실리	123	현남면	동산리	158.82

### 3.3 오염취약성 분석

- 수자원으로서 지하수의 효용성은 적절한 수질을 지속적으로 유지하면서 소요 수량을 안정적으로 공급하는데 있으므로 지하수자원의 효율적 이용과 체계적인 관리를 위해서는 지하수의 산출특성과 함께 지하수 오염에 대한 정확한 평가 및 예측이 필요하다.
- 지하수에 영향을 미치는 잠재오염원은 그 종류가 다양하고 변화양상 또한 매우 유동적인 관계로 오염원인 분석과 오염물질의 이동경로에 대한 예측이 어려우며 지표수와 달리 지하수는 일단 오염물질이 대수층으로 유입, 확산되면 이의 정화와 원상복구에는 엄청난 비용과 시간이 소요된다.
- 경제적이고 효율적인 지하수 관리를 위해서는 적절한 오염방지 대책을 마련하여 지하수 및 대수층을 오염원으로부터 사전에 차단하는 것이 필수이다.
- 합리적인 지하수의 오염방지 대책을 수립하기 위해서는 해당 지역의 잠재 오염원 분포현황 및 지역별 수문지질 특성에 따른 지하수의 오염 취약성을 정확하게 평가하여 이를 토대로 이들의 상호작용과 기타 토지이용 등 인위적 요인에 따른 지하수의 오염가능성을 예측하는 것이 중요하다.
- 이를 위하여 본 과업에서는 1987년 미국 환경청 (EPA)에서 개발한 DRASTIC 시스템을 적용하여 명사지구의 지하수 오염 취약성을 평가하였다.
- DRASTIC 시스템은 대상 지역의 수문지질특성을 토대로 지하수 오염취약성을 간접적으로 평가하는 기법으로 지하수의 심도(D : Depth to water), 자연 함양량(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 구성인자 별로 지하수 오염물질의 유입 및 이

동성 등과의 상관성에 따라 가중치와 등급범위를 설정하여 곱한 값들을 합산하여 구한 DRASTIC 지수를 토대로 지하수의 상대적인 오염취약성을 평가하였다.

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



<그림 3-3-1> DRASTIC 시스템 작업과정 흐름도

### 3.3.1 DRASTIC 시스템

□ DRASTIC 시스템에서 적용되는 기본 가정은 다음과 같으며, 구성 인자별 평가기준은 <표 3-3-1>에 요약하였다.

- 1) 오염원은 지표상에 위치
- 2) 오염물질의 지하유입은 강수량에 의존
- 3) 오염물질은 물과 함께 유동
- 4) 평가 대상 지역 면적은  $0.4\text{km}^2$  이상

□ DRASTIC 지수는 지하수 오염에 대한 취약성과 민감성을 상대 평가하는 것이며, 지하수의 오염도를 직접적으로 나타내는 것은 아니다. 일반적인 평가방법에서 DRASTIC지수는 23~226의 범위에 있으며, 농업지역에서 농약에 의한 오염가능성을 고려할 경우에는 DRASTIC 지수는 23~256의 범위를 갖는다. 지수는 값이 클수록 상대적으로 지하수 오염 가능성이 높고 DRASTIC 지수가 작으면 지하수 오염 가능성이 상대적으로 낮음을 지시한다.

<표-3-3-1> DRASTIC 평가 기준

평가항목	단위	등 급						가중치	
		2미만	2~5	5~10	10~15	15~23	23~30		30이상
1) 지하수심도(D)	m	10	9	7	5	3	2	1	5(5)
2) 순수충진량(R)	mm/년	50 미만	50~100	100~180	180~250	250이상			4(4)
3) 대수층매질(A)		등급 범위			대표 등급				
·괴상 셰일		1~3			2			3(3)	
·변성암/화성암		2~5			3				
·풍화 변성암/화성암		3~5			4				
·빙퇴석		4~6			5				
·층상셰일, 사암, 석회암호층		5~9			6				
·괴상 사암		4~9			6				
·괴상 석회암		4~9			6				
·모래, 자갈		4~9			8				
·현무암		2~10			9				
·용식 석회암		2~10			10				
4) 토양매질(S)		등급 범위							
·박층 또는 압박 노출		10						2(5)	
·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) 지형경사(T)	%	2미만	2~6	6~12	12~18	18이상		1(3)	
6) 비포화대매질(I)		등급 범위			대표 등급				
·얇층(Confining Layer)		1			1			5(4)	
·실트질 점토		2~6			3				
·셰일		2~5			3				
·석회암		2~7			6				
·사암		4~8			6				
·층상 석회암, 사암, 셰일		4~8			6				
·실트, 점토 섞인 모래, 자갈		4~8			6				
·변성암/화성암		2~8			4				
·모래, 자갈		6~9			8				
·현무암		2~10			9				
·용식 석회암		8~10			10				
7) 수리전도도(C)	m/일	0.2~2	2~7	7~16	16~23	23~46	46이상	3(2)	
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 =  $D_R D_W + R_R R_W + A_R A_W + S_R S_W + T_R T_W + I_R I_W + C_R C_W$



- DRASTIC 시스템은 지하수의 개발 및 보전관리에 유용하게 활용될 수 있는 기초자료로서 지역단위의 토지이용, 수자원계획 수립, 지하수 정화와 원상 복구 및 기초환경 시설의 입지 선정 등에 필요한 정보의 제공이 가능하다.

### 3.3.2 DRASTIC 시스템의 적용

- 명사지구에 대한 지하수 오염취약성 평가를 위해 30m×30m 격자망을 설정하고 ‘원격탐사’, ‘GIS 자료구축’ 및 ‘지하수 유동체계’, ‘지하수 산출특성 평가’의 성과로부터 7개의 인자에 대한 기본정보를 추출하였다. 또한 일반적인 DRASTIC 시스템을 강릉지역의 특성을 고려하여 수정 및 조정하여 오염취약성을 평가하였다. 각 인자에 대한 주제도면 작성 및 분석을 세부적으로 설명하면 다음과 같다.

#### 1) 지하수위 심도(Depth to water table)

- 지하수의 심도는 지표면에서 지하수면까지의 깊이로서 지하수위 심도가 클수록 지표오염물질의 지하 유입 가능성이 적다. ‘지하수 유동체계’의 지하수 심도분포에 대한 분석성과를 기초로 7개 등급으로 재분류하여 전술한 격자자료를 구축하였으며 강릉지역의 지하수위는 대부분 지표 하 2~5m에 분포하며, 일부 산지 지역은 15~23m이상, 하천 인접지역에서는 2m미만으로 나타났다. 측정된 지하수위 자료를 바탕으로 하여 1~10등급을 부여하고 가중치는 5를 적용하여 오염지수를 산정하였다.

#### 2) 자연 함양량(Net Recharge)

- 지하수 함양량은 강수량에서 증발산량과 직접 유출량을 뺀 값으로 본 과업에서는 강릉기상대의 강수량자료와 계기증발량 자료를 이용하여 실제 잠재증발산량을 계산하였고, 강릉시의 11개 구역별로 실시한 유량 실측자료를 기초로 Tank 모델을 사용한 물수지 분석과정에서

도출된 기저유출량을 지하수의 자연 함양량과 지하수위변동법에 의한 지하수 함양량을 비교·검토하여 적용하였다.

### 3) 대수층 매질(Aquifer Media)

- DRASTIC 모델에서 말하는 대수층은 유용하게 사용할 수 있을 정도로 충분히 많은 양의 물을 채수할 수 있는 지하 암석층으로써, 주로 셰일, 사암, 석회암으로 나누고, 이들 3개의 층을 좀 더 세분해서 8개의 범위로 나누며 각각에 대해서 등급을 설정한다. 각 범위를 나누는 기준은 파쇄대나 절리면의 분포정도, 분급 그리고 세립질의 양 등이다(Aller et al.,1987).
- 일반적으로 조립질이고 분급이 좋고 파쇄대나 절리면이 많을수록 공극이 많아지고 투과율이 좋아지기 때문에 오염가능성이 높아지고 상대적으로 등급이 높게 설정 된다. 반면에 대수층이 세립질이고 분급이 나쁘고 파쇄대, 절리면이 적으면 그만큼 오염물질이 이동할 수 있는 경로는 작아져서 오염가능성이 희박해지기 때문에 등급이 낮아진다.
- 명사지구는 지질별로 수리특성을 고려하여 총1개의 등급으로 나누었으며 등급이 높을수록 투수성이 높아 오염취약성이 높아짐을 의미한다.

### 4) 토양매질(Soil Media)

- 토양 매질은 강수의 지하침투에 큰 영향을 미치는 지표피복인자로서 일반적으로 토양단면에서 통기대(Vadose Zone) 또는 비포화대(Unsaturated Zone) 상부의 부식토양을 의미한다. 지하수 오염성 평가에서는 지표 상부 토양의 투수성 및 배수에 직접 영향을 미치는 토양의 입도, 점착력, 수축/팽창성 및 토양의 피복 두께 등이 중요하다. 그러나 Hydrologic Soil Group을 DRASTIC의 토양매질 평가에 직접 적용하는 데에는 다소 무리가 있으므로 정밀토양도

(1:25,000, 농촌진흥청)를 기초로 침투율, 배수 및 유출성 및 현장 입도분석성과를 고려하여 재분류한 토양분류성과를 기초로 토양매질을 평가하였으며 조정된 평가등급은 <표 3-3-2>에 나타내었다.

<표 3-3-2> 토양매질의 등급

토 양 매 질	토 양 분 류	등 급
박층 및 암반노출	A, D	10
모래질	B	9
사질 Loam	C	6
점토질 Loam	C, D	4

#### 5) 지형(Topography)

- 지형경사는 지하수의 함양과 직접 유출을 지배하는 인자로서 지형 경사가 급할수록 유속이 빨라져 유출률은 증가하고 함양률은 감소하는 반면에 완만한 경사지형에서는 반대현상이 나타나며, 이에 따라 지하수의 오염 가능성이 높아진다. ‘GIS 자료구축’성과를 토대로 지형경사에 따른 오염취약성을 평가하였다.

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

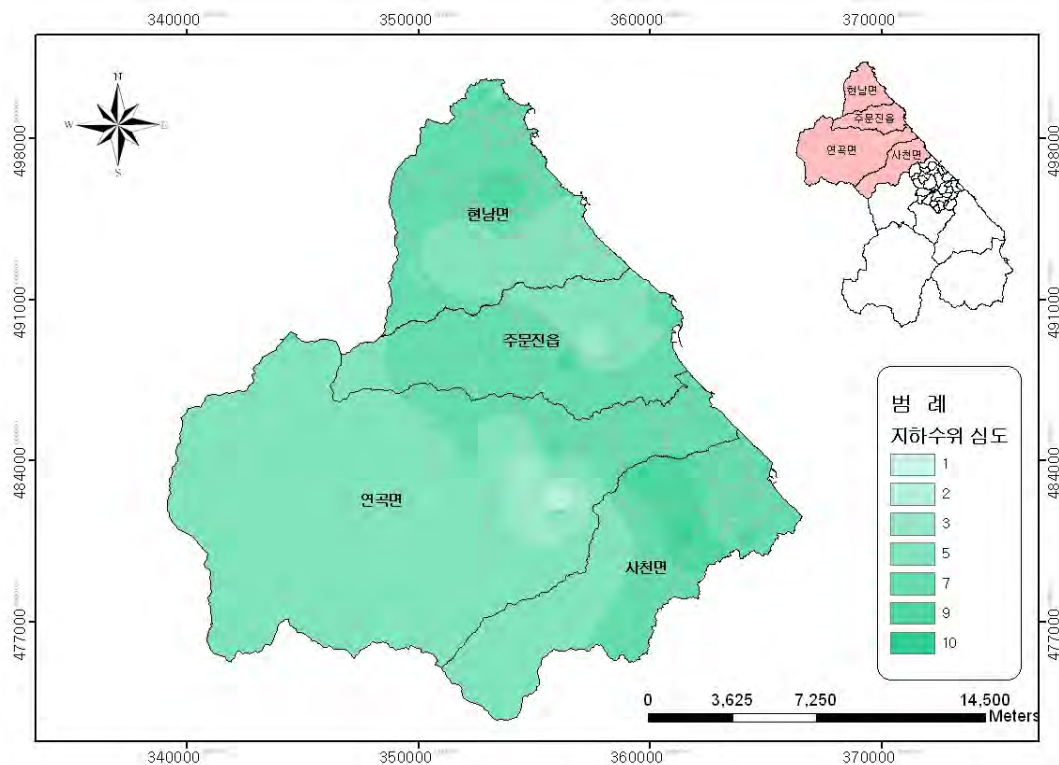
- 일반적으로 비포화대 매질은 토양층 하단에서 지하수면 상단 사이의 포화되지 않은 구간을 지칭한다. 따라서 물이 비포화대 구간을 따라 하부로 유동하는 과정에서 생물학적 분해, 중화작용, 여과, 화학반응, 흡착 및 분산 등이 발생. 피압대수층의 경우 대수층을 구속하는 압층은 대부분 오염물질의 대수층 내로 유입을 차단하므로 비포화대 매질의 영향이 가장 낮은 등급이 적용된다.

7) 대수층의 수리전도도(Hydraulic Conductivity)

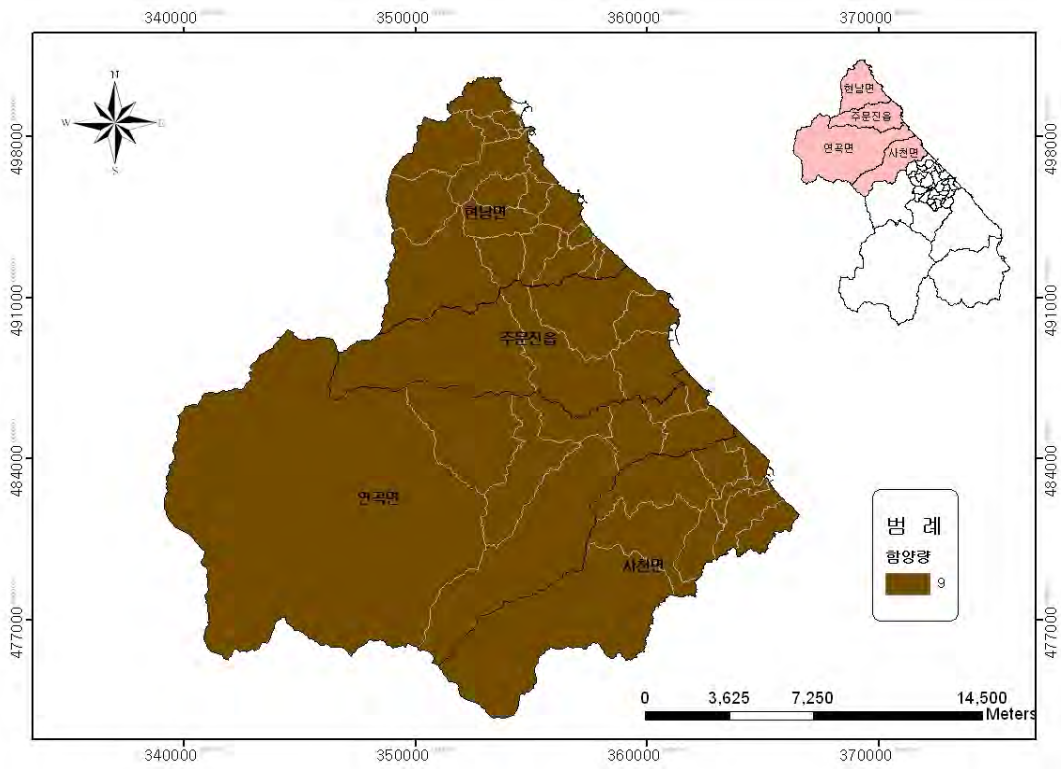
- 대수층의 수리전도도는 대형관정의 암반층을 대상으로 대수성 시험성과와 전술한 지하수 수리상수에 관한 표본우물 자료를 통해 지역별 대수층의 대표적인 수리전도도를 도출하고 대수층의 분포와 암상 및 리니어먼트의 발달 상태와 연관시켜 전 지역에 확대 적용한다.

8) 선구조밀도(Lineament Density)

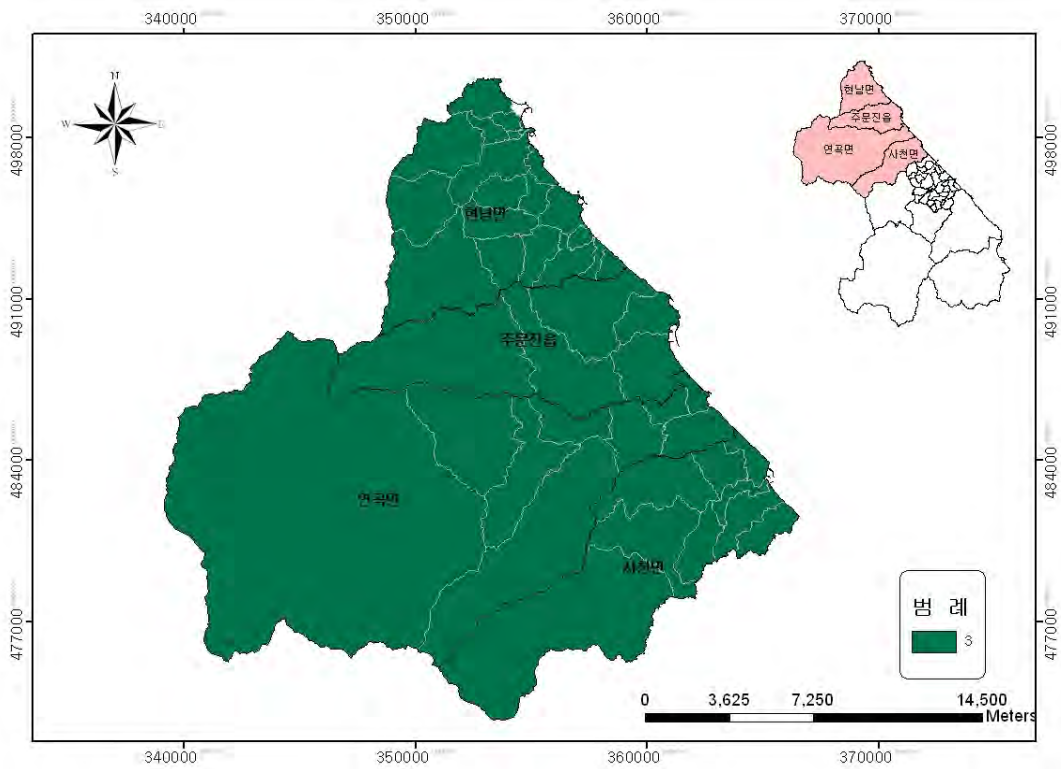
- 선구조가 많이 발달된 지역은 지하수의 유입과 유출이 그렇지 못한 지역보다 자유롭기 때문에 선구조 밀도가 높을수록 오염에 대한 취약성이 높다. 강릉지역의 선구조 밀도는 5등급으로 구분한다.



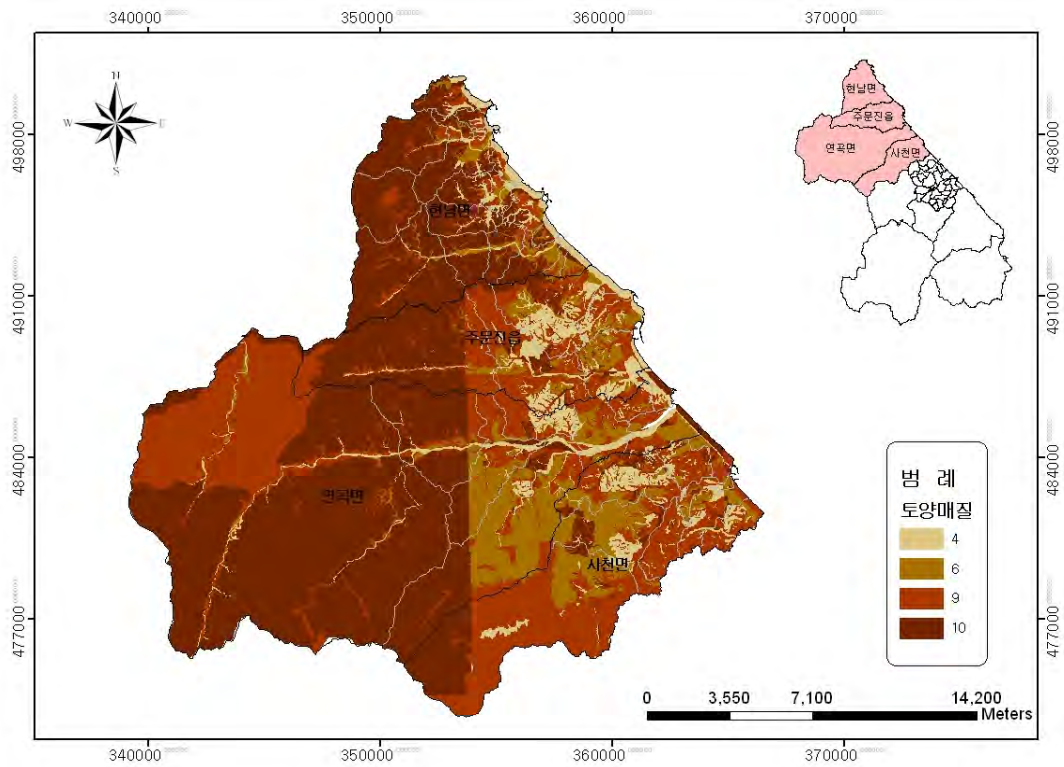
<그림 3-3-2> 지하수위 심도(Depth to water table)



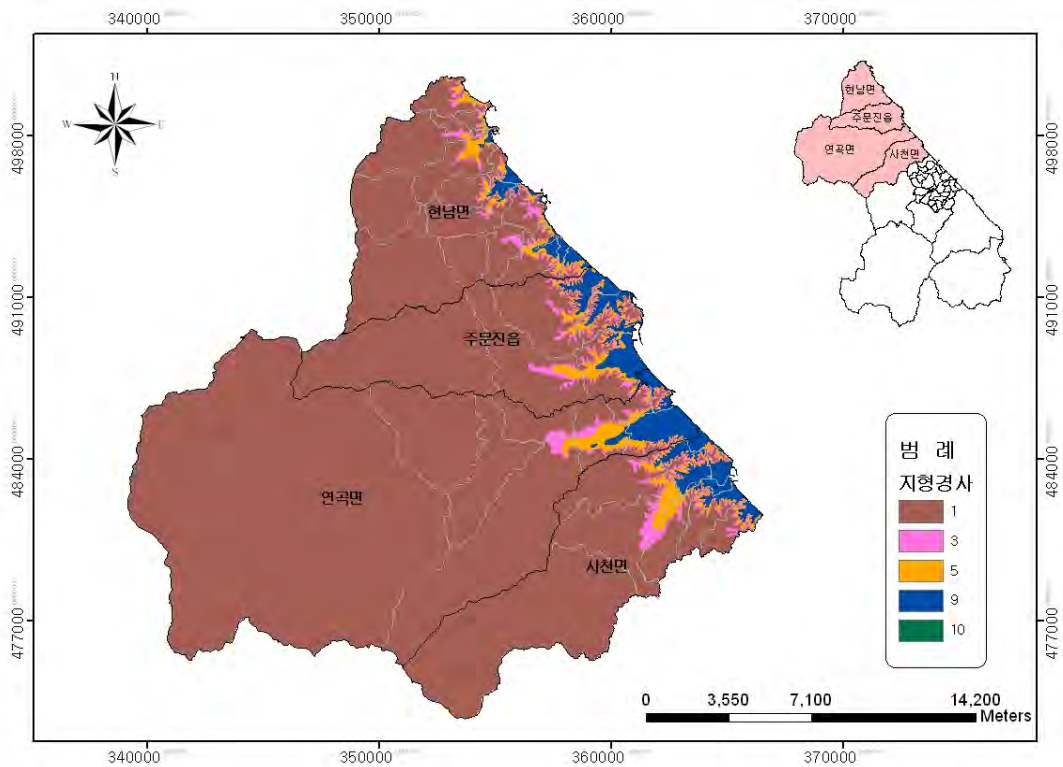
<그림 3-3-3> 자연함양량(Net Recharge)



<그림 3-3-4> 대수층 매질(Aquifer Media)

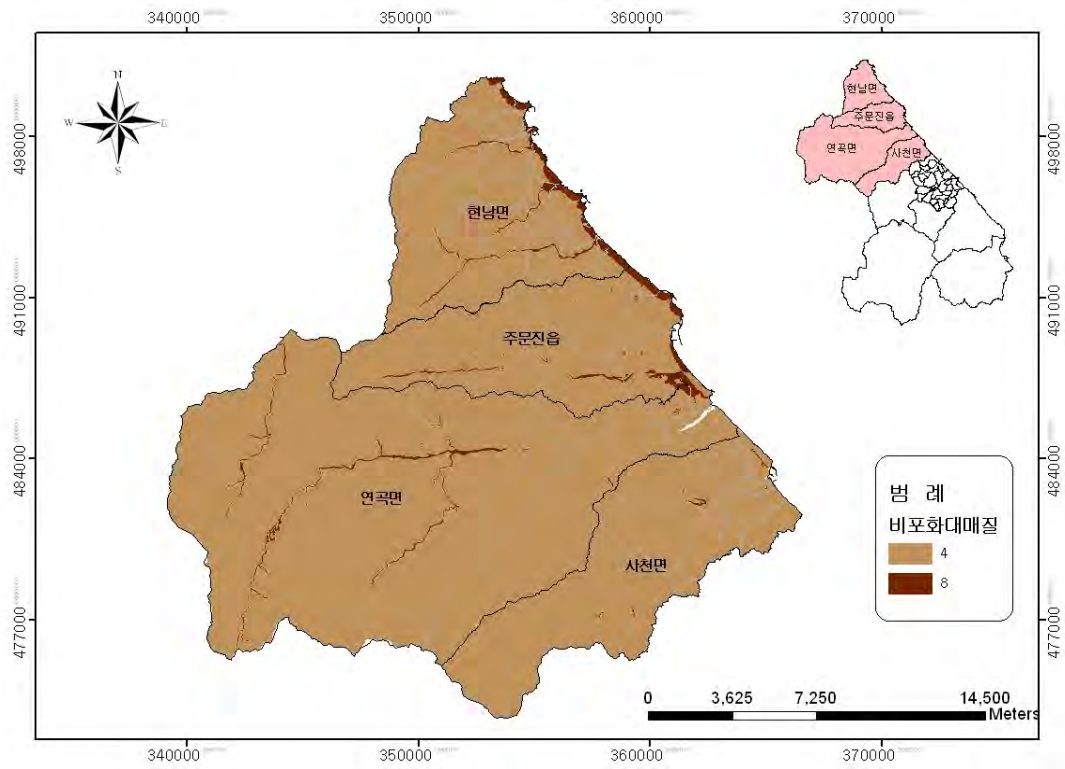


<그림 3-3-5> 토양 매질(Soil Media)

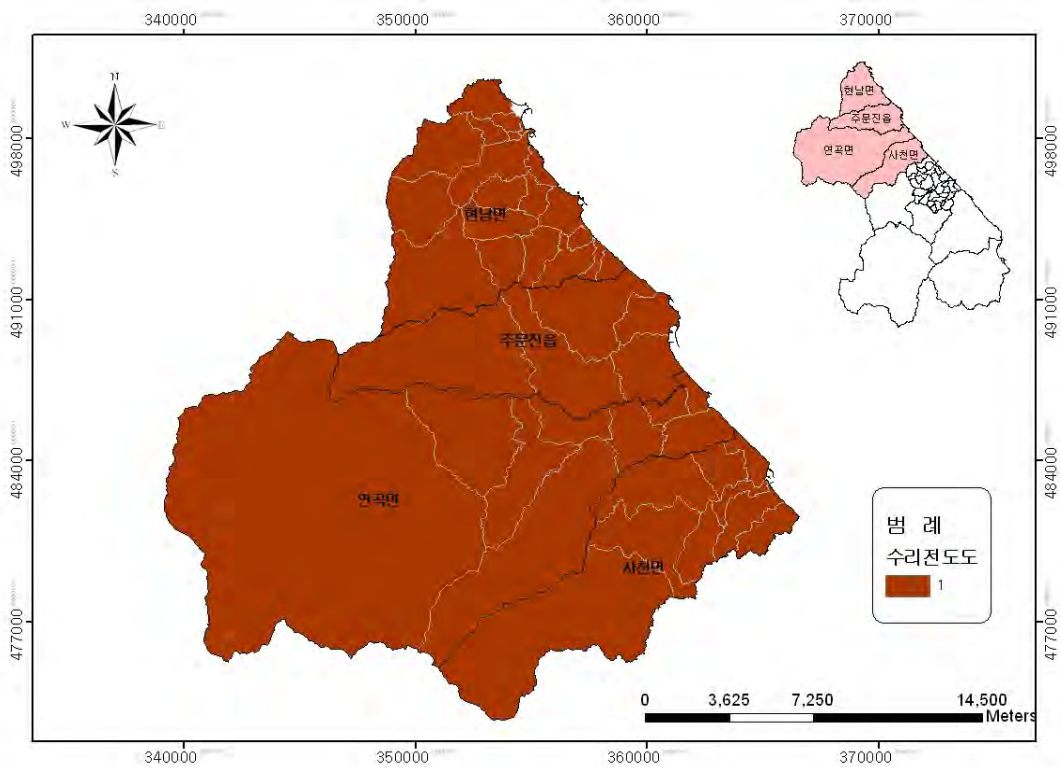


<그림 3-3-6> 지형경사(Topography)

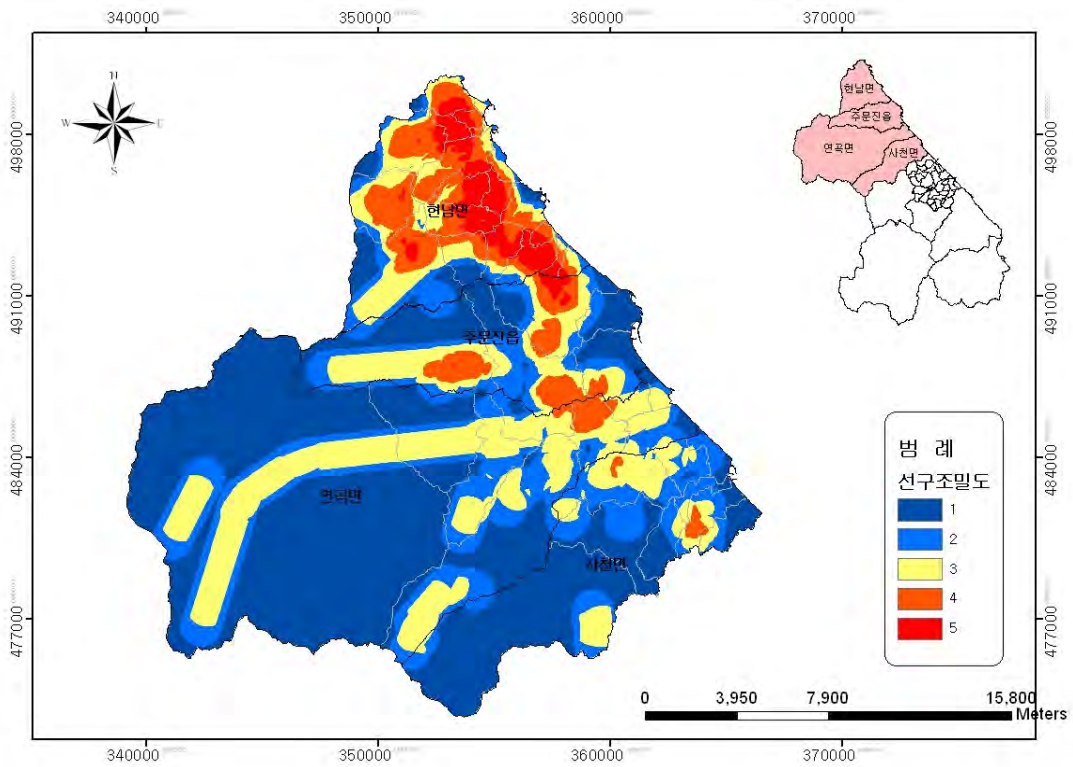




<그림 3-3-7> 비포화대매질(Impact of the Vadose Zone)



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

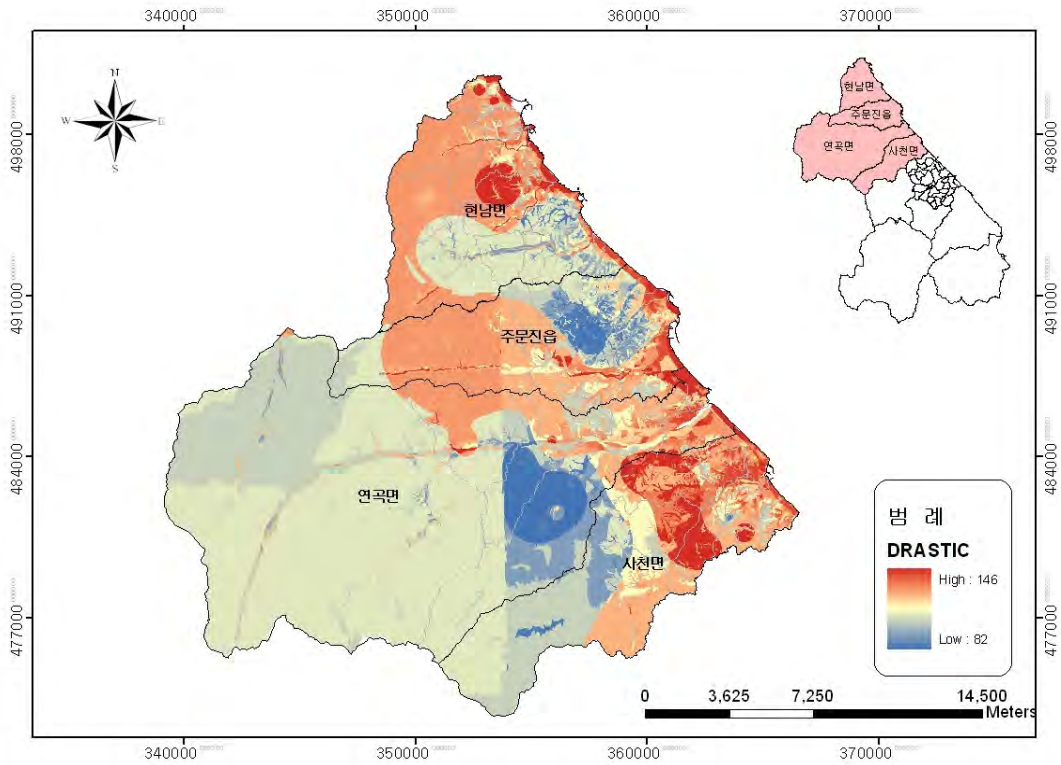


<그림 3-3-9> 선구조밀도(Lineament Density)

다. 오염취약성 평가 결과

□ 전술한 바와 같이 명사지구를 30m×30m 격자 단위로 분할하여 DRASTIC 시스템의 구성 인자별로 해당되는 오염지수를 산정하고 이를 합산하여 구한 격자 단위의 DRASTIC 지수를 토대로 명사지구의 오염 취약성 분포도를 작성하였다<그림 3-3-10>.



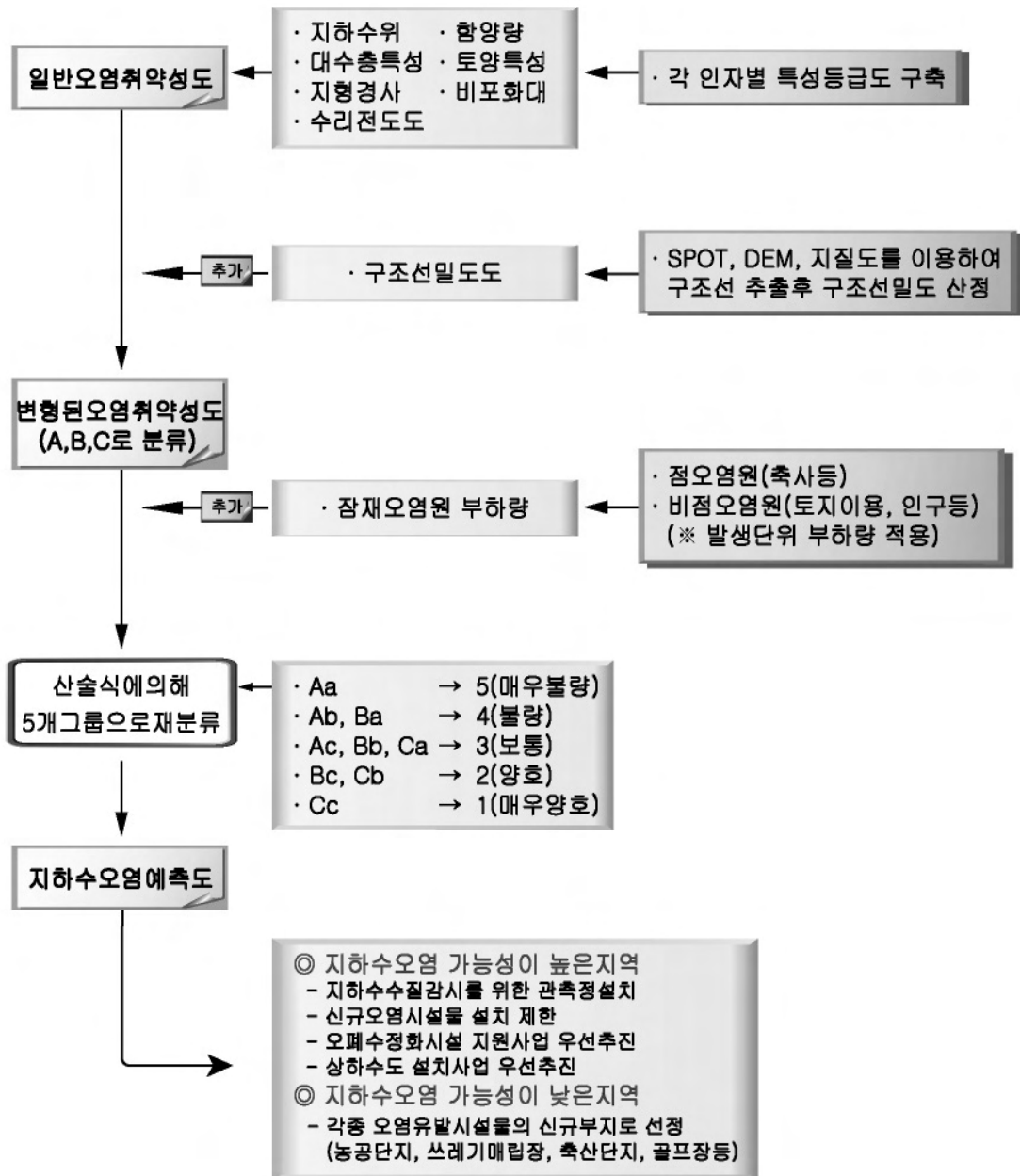


<그림 3-3-10> 일반오염취약성도

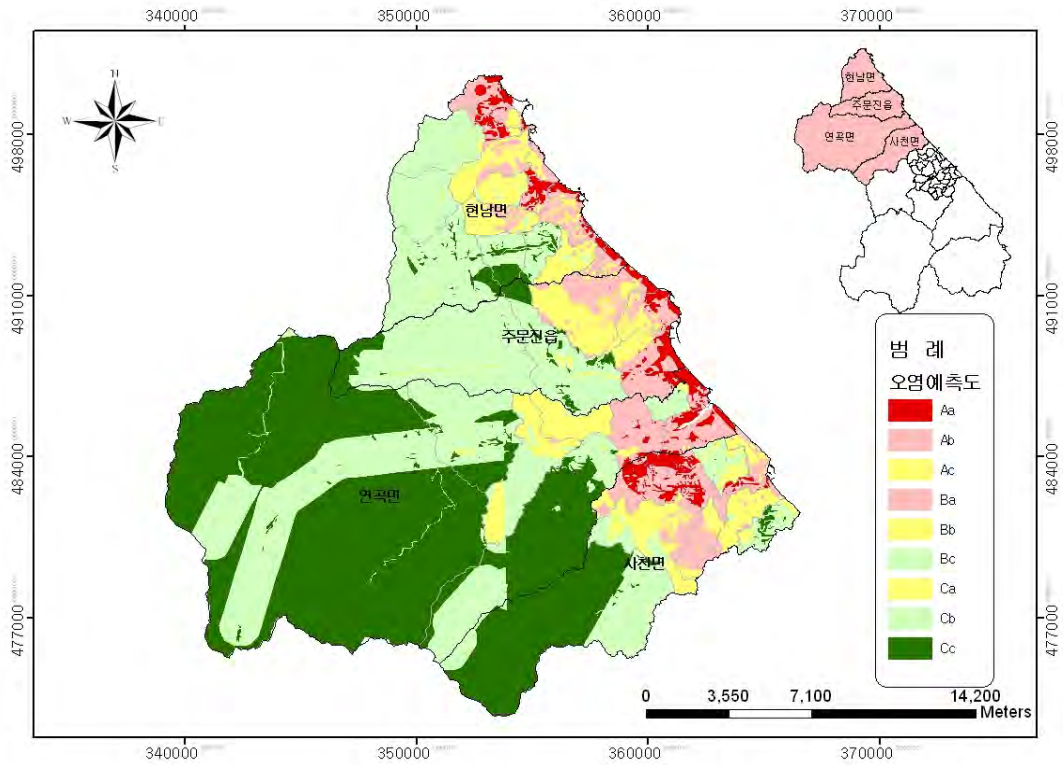
<표-3-3-3> 읍면별 Drastic Index

구 분	DRASTIC Index	단위면적당 오염부하량(kg/일km <sup>2</sup> )
주문진읍	115.3	484.02
사천면	123.3	120.48
연곡면	118.0	264.23
현남면	119.8	110.19

라. 지하수 오염예측



<그림 3-3-11> 지하수오염예측도 작성모식도



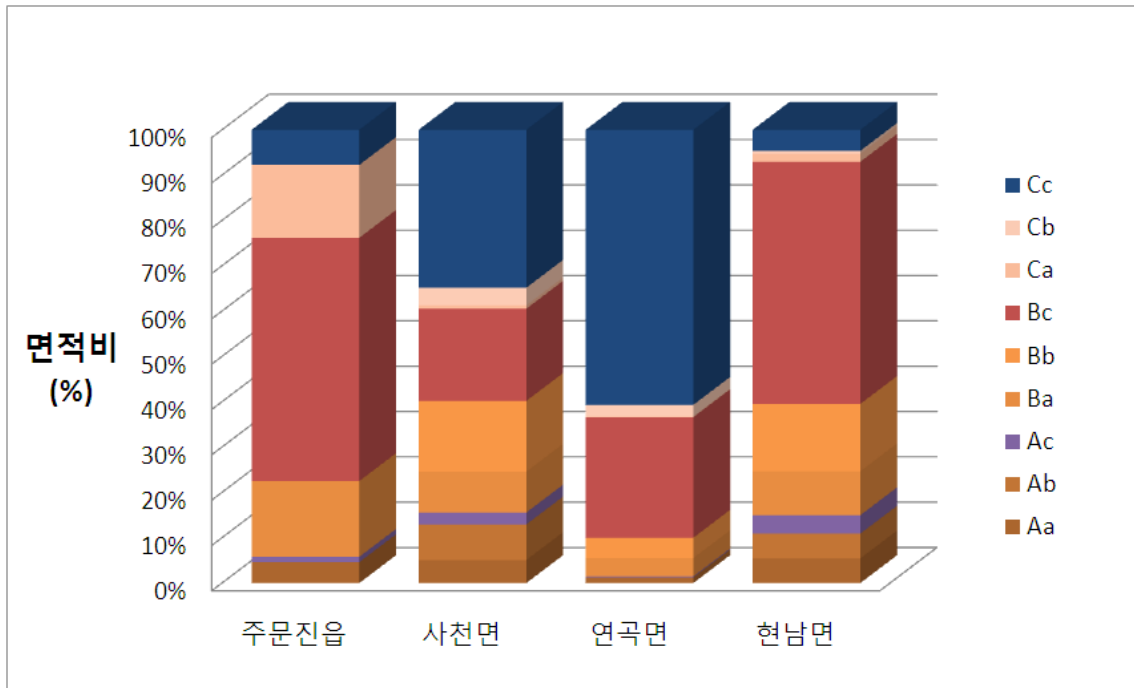
<그림 3-3-12> 오염예측도

<표-3-3-4> 지하수오염예측도 등급 분류표

변형된 오염취약성		총오염발생부하량	총오염발생부하량(kg/일/km <sup>2</sup> )		
			a(높음)	b(보통)	c(낮음)
			>157	114 - 156	≤113
오염취약성	A (높음)	≥131	Aa	Ab	Ac
	B (보통)	115 - 130	Ba	Bb	Bc
	C (낮음)	≤114	Ca	Cb	Cc

□ 지하수오염예측도<그림 3-3-12>는 <그림 3-3-11> 및 <표 3-3-4>에 제시된 바와 같이 수리지질학적인 인자를 고려한 지하수오염취약성과 각종 오염원의 발생오염부하량 값을 중첩하여 작성하였다.

□ 향후, 국토개발에 따른 지하수 및 각종 잠재오염 시설물 인·허가 시 ‘지하수오염예측도’를 기초자료로써 활용함으로써 발생가능한 지하수오염에 미리 대비하고, 엄청난 복구비용 예산을 절감할 수 있으리라 사료된다.



<그림 3-3-13> 읍면별 지하수오염예측도 등급별 면적비

<표-3-3-5> 읍면별 지하수오염예측도 등급별 면적비

(단위:%)

구분	총면적	Aa	Ab	Ac	Ba	Bb	Bc	Ca	Cb	Cc
명사지구	398.37	3.11	2.33	1.44	7.74	7.56	34.06	2.91	2.10	38.75
주문진읍	60.56	4.61	0.00	1.18	16.69	0.02	53.68	16.08	0.00	7.74
사천면	70.90	5.07	7.86	2.63	8.98	15.65	20.35	0.73	3.90	34.83
연곡면	202.41	1.20	0.04	0.23	4.00	4.52	26.61	0.14	2.57	60.69
현남면	64.50	5.42	5.48	4.06	9.65	14.91	53.43	1.75	0.67	4.63

## 부록4

# 지하수 관리 방안



## 4. 지하수관리 방안

### 4.1 기본방향

#### 4.1.1 행정규제에 의한 관리방안

##### 가. 지하수개발·이용의 허가 : 지하수법 제7조

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

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

- 지하수 관정 소유주의 독점적·배타적 이용으로 지하수 이용의

불공평을 초래하고 있으며, 공동자산개념이 희박하여 이용량이나 공동이용을 고려하지 않고 우선 개발함으로써 과다개발 초래

- 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> 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

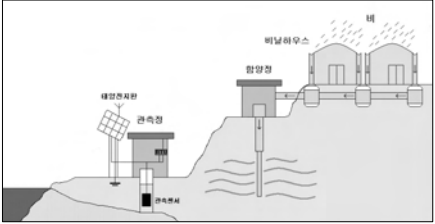
##### - 주입법

- 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 초래 함

##### - 지하수함양 국내사례(제주도)

<p>○ 지하수 함양량 증대를 위한 인공함양정 관측정, 빗물집수시설 등을 설치하여 지하수 함양량 및 함양효과에 대한 연구를 수행하고 있음</p>	 <p>The diagram illustrates an artificial groundwater recharge system. It shows a cross-section of the ground with various components: a rainwater collection tank (빗물하우스) on the surface, a recharge well (함양정) where water is injected into the ground, and several monitoring wells (관측정) to measure groundwater levels. A solar panel (태양전지판) is also shown connected to the system. The ground is depicted with different layers, and arrows indicate the flow of water from the surface into the subsurface.</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 구성

된 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.





## 부록5

### 청문조사 결과(설문조사)



## 5. 청문조사 결과

### 5.1 주민설문조사 결과 분석

#### 5.1.1. 설문조사 개요

- 설문목적 : 지하수 개발 및 이용에 관한 의견을 청취하여 농촌 지역 지하수 자원의 효율적 개발 이용 및 보전 관리 계획 수립
- 설문기간 : 2014. 7. ~ 9.
- 설문대상 : 4개 읍면 42개리 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 : 42부(회수율 100%)

<표 3-1-1> 설문조사 개요 (단위 : 부)

구분	명사지구	주문진읍	사천면	연곡면	현남면
배부	42	9	11	9	13
회수	42	9	11	9	13
회수율(%)	100%	100%	100%	100%	100%

#### 5.1.2 일반현황 분석결과

##### 마을의 용수이용 현황 및 지하수 이용시 애로사항

###### <분석결과>

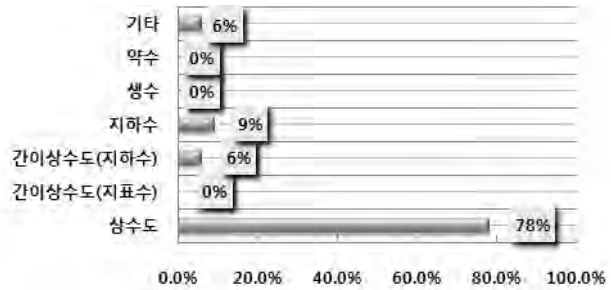
- 지하수 이용가구 비율 8.5% 차지
- 음용수 및 생활용수는 상수도에 대한 의존도 높음
- 농업용수 이용은 하천수를 많이 이용
- 지하수를 이용하는 경우 용도구분 없이 관정을 사용한다는 의견이 66%이고, 수리비 부담(27%), 수질불량(23%), 부족한수량(18%), 전기세부담(13%)이 크다고 응답

<표 5-1-2> 일반현황 항목별 설문 결과

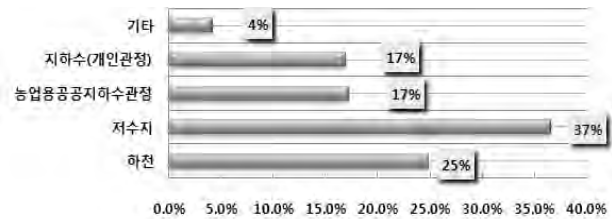
○ 지하수 이용가구 비율 : 8.5%



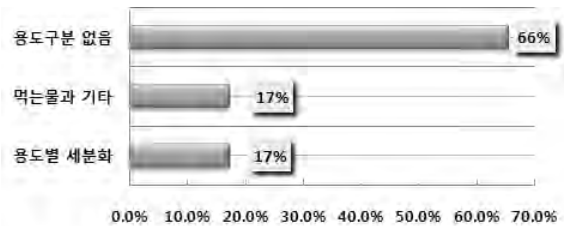
- 생활용수 이용 수원
- 1순위: 상수도
  - 2순위: 지하수(간이상수도)
  - 3순위: 지하수



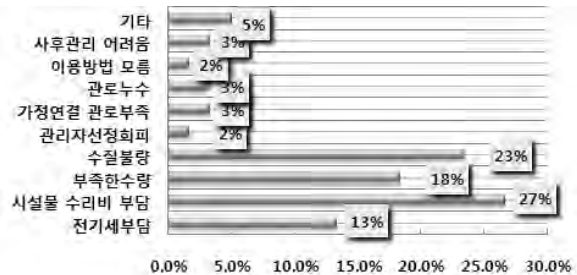
- 농업용수 이용 수원
- 1순위: 저수지
  - 2순위: 하천
  - 3순위: 농업용공공지하수관정  
지하수(개인관정)



- 지하수 관정 사용시 용도별 구분 사용 여부
- 용도구분 없이 사용(66%)



- 지하수 이용시 주민들의 애로사항
- 수리비 부담(27.0%)
  - 수질불량(23.0%)
  - 부족한수량(18%)
  - 전기세부담(13%)



### 5.1.3 지하수 개발 분석결과

#### □ 마을의 지하수 개발여건 및 방치공 현황

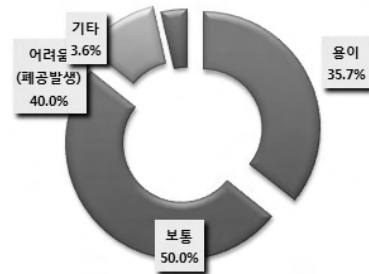
##### <분석결과>

- 지하수 개발여건 용이하거나 보통인 경우 85.7%로 응답
- 지하수 방치공은 많지 않으나 먹는물 방치 관정이 83%를 차지
- 지하수 관정이 방치되는 요인은 기타(50%), 수량부족(25%)
- 미활용 지하수 관정을 없애지 않는 주 이유는 재사용 필요(53%)

##### <표 5-1-3> 지하수개발 항목별 설문결과

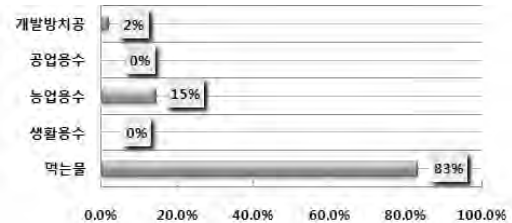
##### ○ 마을의 지하수 개발 여건

- 개발이 용이하거나 보통인 경우 85.7% 차지



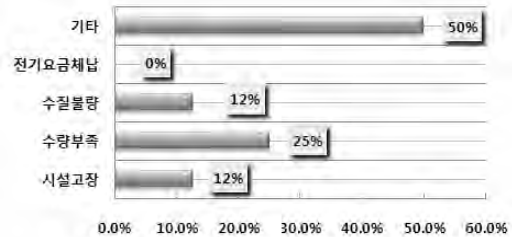
##### ○ 용도별 지하수 방치공

- 먹는물(83%)
- 농업용수(15%)



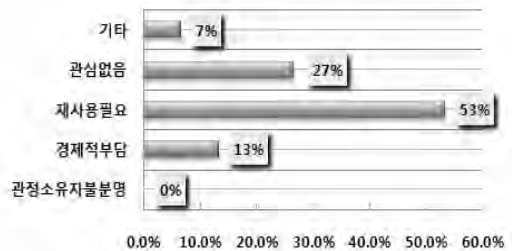
##### ○ 지하수 관정이 방치되는 요인

- 기타(50%)
- 수량부족(25%)
- 시설고장(12%)
- 수질불량(12%)



##### ○ 지하수 이용시 주민들의 애로사항

- 재사용 필요(53%)
- 관심없음(27%)
- 경제적부담(13%)
- 기타(7%)



5.1.4 지하수 수질 분석결과

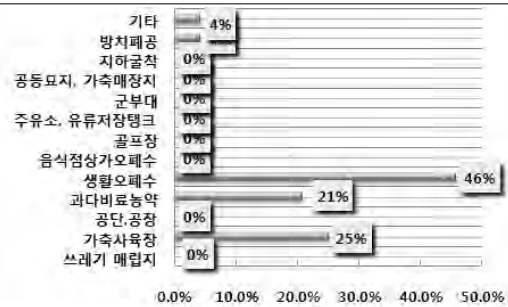
□ 마을의 지하수 이용중에 발생하는 수질 현황

<분석결과>

- 마을의 지하수 오염 유발인자 1순위 생활오폐수(46%) 2순위 가축사육장(25%) 3순위 비료농약(21%)인 것으로 나타남
- 정기적인 지하수 수질검사는 생활용수(17%), 먹는물(16%), 순으로 나타남
- 지하수 수질에 대한 만족도는 매우만족과 만족 40.7%로 응답했으며, 수질기준 초과항목은 수소이온농도(50%), 질산성질소 및 비소(25%)

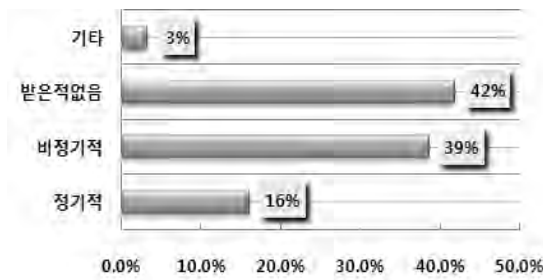
<표 5-1-4> 지하수수질 항목별 설문결과

- 마을의 지하수 오염 유발인자
  - 생활오폐수(46%), 가축사육장(25%)
  - 과다비료농약(21%)

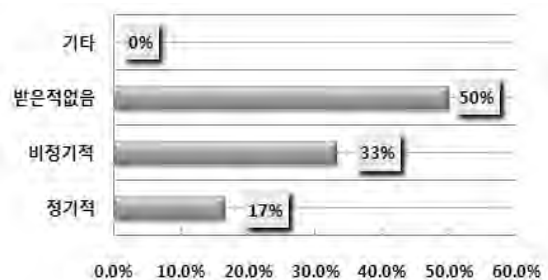


○ 지하수 수질검사

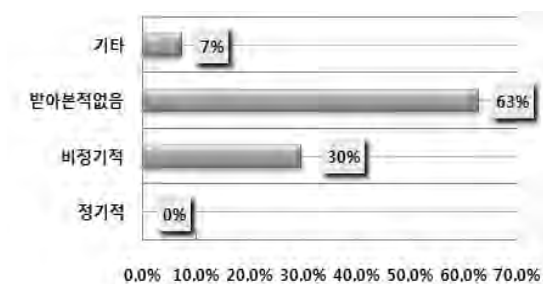
<먹는물>



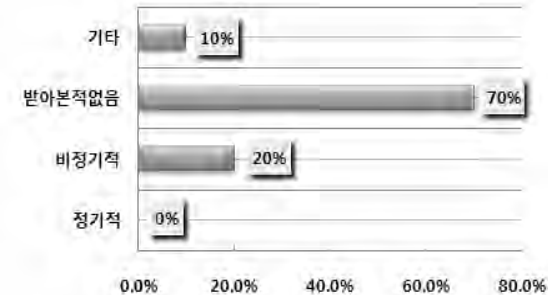
<생활용수>



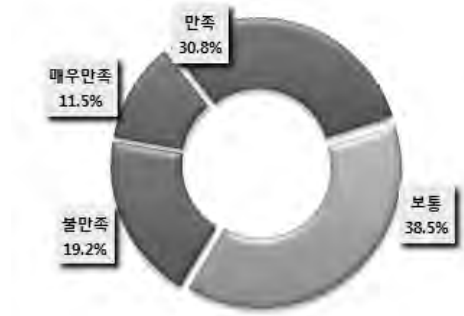
<농업용수>



<공업용수>



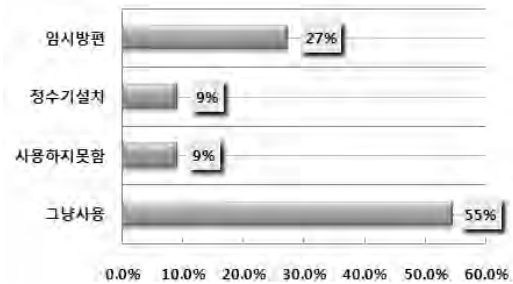
- 지하수 수질에 대한 만족도
  - 만족, 매우만족(40.7%)
  - 불만족, 매우불만족(22.2%)



- 문제가 되는 수질항목
  - 수소이온농도(50%)
  - 질산성질소(25%)
  - 비소(25%)



- 문제가 되는 관정의 수질에 대한 해결법
  - 그냥사용(55%)
  - 임시방편(27%)
  - 정수기설치 및 사용하지 못함(9%)



### 5.1.5 지하수 수량 분석결과

#### □ 마을의 지하수 수량현황

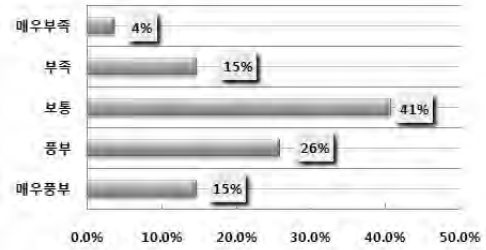
##### <분석결과>

- 지하수 관정 수량이 부족하거나 매우 부족한 것으로 답한 경우는 용도별로 생활용(15%), 먹는물(18%), 농업용(24%), 공업용(27%), 순으로 나타남
- 지하수와 관련하여 시·군, 읍·면 및 공공기관에 민원을 제기한 경우는 28%로 나타났고 주된 사유는 수질불량(28%), 기계시설(42%) 순임

<표 5-1-5> 지하수수량 항목별 결과표

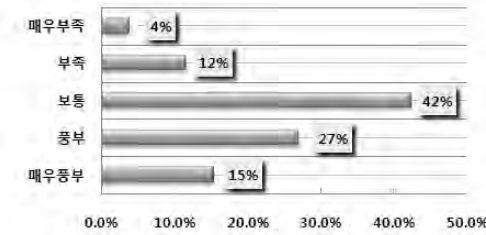
○ 먹는물로 사용하는 지하수관정의 수량

- 매우풍부, 풍부(40.7%)
- 보통(41%)
- 부족, 매우부족(18.5%)



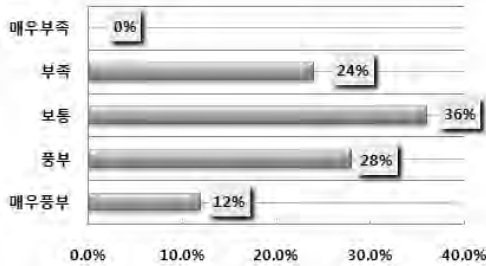
○ 생활용수로 사용하는 지하수관정의 수량

- 매우풍부, 풍부(42.3%)
- 보통(42.3%)
- 부족, 매우부족(15.4%)

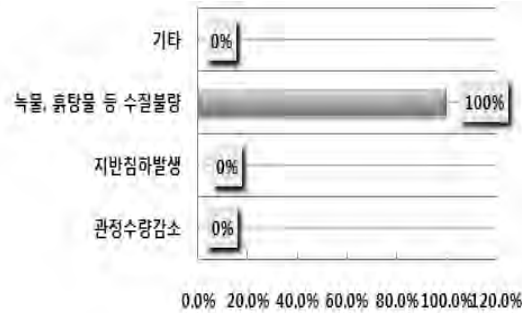
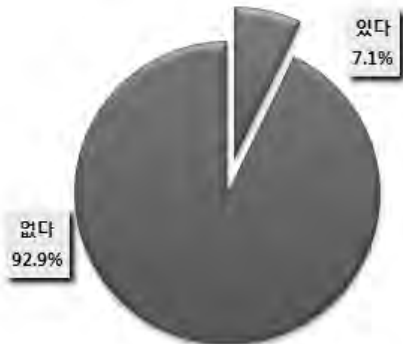


○ 농업용수로 사용하는 지하수관정의 수량

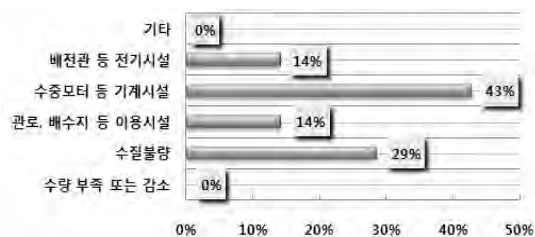
- 부족, 매우부족(24%)



○ 지하수 과잉채수로 인한 장애 발생 사례 및 사유



○ 시군, 읍면 및 공공기관에 민원 제기 경험 및 사유





5.1.6 지하수 관리 분석결과

□ 마을의 지하수 관리에 대한 만족도 및 의견

<분석결과>

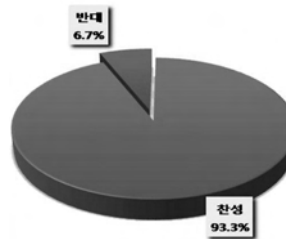
- 공공 지하수관정에 대한 만족도 : 만족, 매우만족(45.5%)
- 공공기관에 위탁관리 하는 의견에 대해서는 (93.3%)가 찬성
- 지하수전문위탁기관으로 한국농어촌공사(70%)를 선택
- 마을에서 주민들이 원하는 지하수는 먹는물(90.9%)을 선호함

<표 3-1-6> 지하수 관리 항목별 결과표

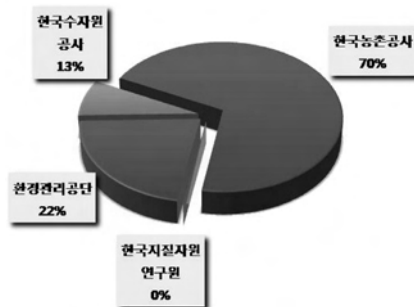
- 공공 지하수관정에 대한 만족도
  - 만족, 매우만족(45.5%)



- 공공기관에 위탁관리 방안 찬반 의견
  - 찬성(93.3%)



- 지하수전문위탁기관 선택
  - 1순위 : 한국농어촌공사(70%)
  - 2순위 : 환경관리공단(22%)
  - 3순위 : 한국수자원공사(13%)



- 마을 주민들이 가장 원하는 지하수
  - 1순위 : 먹는물(90.9%)
  - 2순위 : 생활용수(9.1%)



### 5.1.7 기타 주요 제시 의견

- 생활용수 및 농업용수의 정기적 수질검사 필요
- 음용수 및 생활용수 부족으로 인한 지하수 개발 및 상수도 보급
- 공공관정에 대한 주기적인 시설물 점검 및 정비 보완

### 5.1.8 설문결과에 대한 종합의견

- 음용수 및 생활용수는 주로 지하수(간이상수도) 의존도가 매우 높으며, 지하수 이용 시 전기세부담, 수리비등 비용 문제와, 수량 등 지하수의 수량이 애로사항으로 나타남
- 지하수 관정이용 시 음용수 및 생활용수 구분 없이 사용(66%) 하고 있고 수질에 취약한 상태임
- 지하수 개발이 용이 또는 보통이나(85%) 수량부족으로 인해 발생한 농업용 관정의 경우 재사용 필요시나 폐공처리 비용부담(10%) 등으로 방치되고 있어 방치공에 대한 처리가 필요함
- 지하수 수질에 대한 만족도(40.7%)가 낮고 수질기준 초과 관정에 대해서도 그냥 사용하거나 정수기설치(63.6%)로 해결하고 있어 먹는 물 수질기준을 적용한 정기적인 수질검사를 확대할 것을 제안
- 지하수 수량에 대해서는 먹는 물, 생활용수, 농업용 및 공업용 모두 용이한 것으로 나타났고 지하수 이용과 관련하여 42.9%가 이용시설, 수량부족 및 감소, 수질불량, 수중모터 등 기계시설로 인해 민원을 제기하여 공공관정에 대한 주기적인 시설물 점검이 필요할 것으로 판단됨
- 공공관정에 대한 만족도 45.5%는 비교적 낮게 나타났고, 지하수전문기관에 위탁 관리하는 의견에 대해서는 대다수(93.3%)가 찬성하고 우리공사가 주도적으로 관리하는 것에 대한 높은 의사(70%)를 표시하고 있어 공사와 지자체간 보다 적극적인 협력관계 유지가 필요함

5.1.9 지하수 장해지역 조치계획 및 개발필요지역

- 설문조사 25번 문항인 지하수관리를 위하여 발전, 개선방안 및 요구사항을 <표 5-1-7>에 나타내었다.

<표 5-1-7> 지하수시설 요구사항

읍면	리	마을이름	발전, 개선방안 및 요구사항
주문진읍	삼교리	신리천로	삼교리 3,5반에 먹는물(음용수) 문제해결 요청
주문진읍	향호리	체골마을	향호1리(체골) 안바래미골 농업용대형관정 개발 요청
주문진읍	노동하리		가뭄 발생시 능동적으로 대처할 수 있는 대형관정 개발
사천면	산대월리	순포마을	지자체 담당자들의 지하수 전문성과 체계적인 관리 요청

- 지속적인 양수로 인한 녹물·흙탕물의 발생은 에어써징 등을 통한 관정 청소 실시 후 시설물 진단을 통하여 노후 송수관로를 교체함으로써 개선이 가능하다.
- 지하수 수량감소는 관정 내부에 점토 등이 협재하여 생길 수 있으므로 에어써징 등의 관정내부 청소를 실시하여야 한다.
- 소형 관정 밀집지역은 대형관정 위주의 광역급수체계로 전환하여야 한다.
- 지하수는 공적인 자원이라는 인식을 주민들에게 적극 홍보하여 지하수 수량 및 수질에 의한 장해 방지에 노력 하여야겠다.
- 설문조사 24번 문항인 지하수개발이 필요한 지역에 대한 응답을 <표 5-1-8>에 나타내었다.

<표 5-1-8> 지하수 개발 필요지역

읍면	리	마을명	읍면	리	마을명
양양군 현남면	광진리	광진	주문진읍	향호1리	체골마을
				삼교리	신리천로
	동덕2리	남평	사천면	사천진리	진리
				관교2리	조부동



## 부록6

농촌지하수관리사업

수동관측망



## 6. 농촌지하수관리사업 수동관측망

### 6.1 수동 관측망 운영사유

- 수동관측망은 지하수오염여부 확인 및 오염진행을 확인할 필요가 있는 지역에서 주기적으로 현장에 나아가 수질검사를 수행하여 지하수 수질변화를 감시할 목적으로 수행한다.
- 수질분석 항목 : 질산성질소
- 분석시기 : 4~9월(6개월)

### 6.2 수동 관측망 운영결과

- 기존 지하수자원관리 사업지구 이상 값을 보였던 지점을 선정하여 수동관측망 운영하였으며, 구제역 매몰지 하부의 8개 지점에 대해서 수동관측망을 운영하였다.
- 완료지구의 4개 지점과 2013년 시행되었던 명성지구와 인상지구에서 각각 8개, 7개의 지점에 대하여 수동관측망을 운영하였다
- 기존 질산성질소 10mg/L 이상의 지점을 선정하였다.
- <표 6-2-1>은 수동관측망 운영결과이다.

### 6.3 관측결과 추이 분석

- 수동관측망 측정 결과 갈수기와 풍수기의 편차가 통계상의 편차를 벗어나기 때문에 결과 추이 분석에 의미가 없다.
- 2015년 지속적인 관측망 운영이 필요하다.

<표 6-2-1> 수동관측망 운영결과

구 분	위 치				질산성질소 수치 (mg/L)					
					4월	5월	6월	7월	8월	9월
명 성 지 구	강릉시	구정면	덕현리	240-2	23.9	26.1	26.3	26.5	26.1	26.1
	강릉시	구정면	덕현리	596-1	7.3	4.4	4.3	4.3	4.3	4.3
	강릉시	구정면	여찬리	579	12.2	13.2	13.2	13.1	13.3	13.3
	강릉시	성산면	어흘리	570-1	3.1	1.1	1.7	1.5	1.4	1.1
	강릉시	구정면	제비리	48-6	1.6	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
	강릉시	구정면	구정리	602	16.7	18.8	18.9	18.7	16.6	17.9
	강릉시	구정면	구정리	613	7.2	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9
	강릉시	성산면	어흘리	455	6.2	2.8	4.5	4.9	4.9	4.9
인 상 지 구	인제군	기린면	방동리	83	0.8	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	인제군	기린면	진동리	194	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	인제군	기린면	진동리	210-6	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	인제군	기린면	서리	1213	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
	인제군	상남면	미산리	741	1.6	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
	인제군	상남면	미산리	589-7	13.0	14.8	14.8	14.9	13.6	14.8
	인제군	상남면	미산리	753	3.5	1.9	1.8	1.8	1.9	1.8
구제역 매몰지	횡성군	우천면	산전리	117-9	4.6	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
	횡성군	공근면	초원리	289	8.8	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5
	원주시	소초면	평장리	561	8.7	7.0	6.9	6.9	7.0	6.9
	원주시	소초면	수암리	295-2	17.9	19.6	19.8	20.0	19.8	19.8
	원주시	호저면	만종리	325	5.2	5.0	4.9	5.0	5.0	5.0
	홍천군	남면	유치리	467	4.4	4.3	3.8	3.8	3.7	4.1
	홍천군	남면	시동리	1419	0.2	불검출	불검출	불검출	0.1	불검출
	화천군	사내면	명월리	826-2	13.9	15.2	18.1	17.4	17.8	16.7
완료지구	양구군	양구읍	학조리	766	5.1	5.2	5.1	5.0	5.1	5.0
	양구군	남면	청리	520-5	5.8	6.0	6.0	6.2	6.1	6.9
	홍천군	남면	월천리	170	16.4	17.0	17.0	17.0	17.1	17.0
	춘천시	동내면	사암리	1190	6.3	6.1	6.1	6.1	6.1	6.2



## 부록 7

# 농어촌지하수 관리시스템



## 7. 농어촌지하수관리시스템

### 7.1 구축 현황

농어촌지하수관리시스템(농어촌지하수넷)을 통해 사업시행대상 352지구 농촌용수구역 중 ‘13년까지 193지구 농촌용수구역(69개 시군 지역)에 대한 농어촌지하수 조사결과를 인터넷 기반의 WebGIS 지도 서비스로 제공함

#### □ 농어촌지하수관리시스템 DB 구축 현황

구 분	세부 내용	자료수(건)	주된 내용
계		588,147공	‘2013말 기준
지하수시설물	소계	559,244공	
	지하수자원관리조사	531,249공	총 352지구중 193개(69시·군) 농어촌용수구역 내 분포하는 조사관정 현황
	농업용공공관정	27,995공	‘06년 행정자료를 바탕으로 전국 일제조사관정
시추·개발 관정현황	소계	28,620공	
	지하수개발자료	18,286공	공사개발 지하수관정 시추개발 자료
	시추조사	10,334공	수맥조사 지구내 시추착정조사 결과
지하수관측정 모니터링	소계	283공	
	농촌지하수관측망	147공	실시간 수위, 수온 EC 계측분석
	해수침투관측망	136공	“

### 7.2 접속방법

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

### 7.3 운영방법

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

## 7.4 시스템 이용 안내

### 가. 농어촌지하수정보 웹지도서비스 이용 방법

- 인터넷 주소창에 <http://www.groundwater.or.kr> 입력.
- 농어촌지하수넷 초기 화면에서 “농어촌지하수정보/웹지도서비스”를 클릭
- GIS 지도서비스창이 새 창으로 열림

농어촌지하수넷 홈페이지 화면

The screenshot shows the homepage of the Rural Groundwater Net. At the top, there is a navigation bar with the logo (1), a home button (2), and links for groundwater management, English, and site map. Below this is a main menu with 'Rural Groundwater Net Introduction' (3), 'Groundwater Environment Research Center', 'Research Status', 'Rural Groundwater Information Web Map Service', 'Information Center', and 'Full Menu'. The main content area features a large banner with the text 'Welcome to Rural Groundwater Net' and 'The power of change to change the future, Rural Groundwater Net is ready.' Below the banner are several sections: 'Public Notice' (4) with a list of notices, 'Rural Groundwater Information' (8) with a water drop icon, 'Rural Groundwater Policy' (6) with a globe icon, 'Information Release' (5) with a list of releases, and 'Data Search' (7) with a search box. The footer contains logos for the National Institute of Environmental Research, the Korea Rural Groundwater Agency, and other partners, along with contact information and copyright notices.

① 로고

② 탐메뉴- 홈/실무담당자/사이트맵

③ 전체메뉴 - 펼침메뉴 형식

④ 공지사항리스트 - 4개까지

⑤ 자료실리스트 - 4개까지

⑥ 농어촌지하수주제도

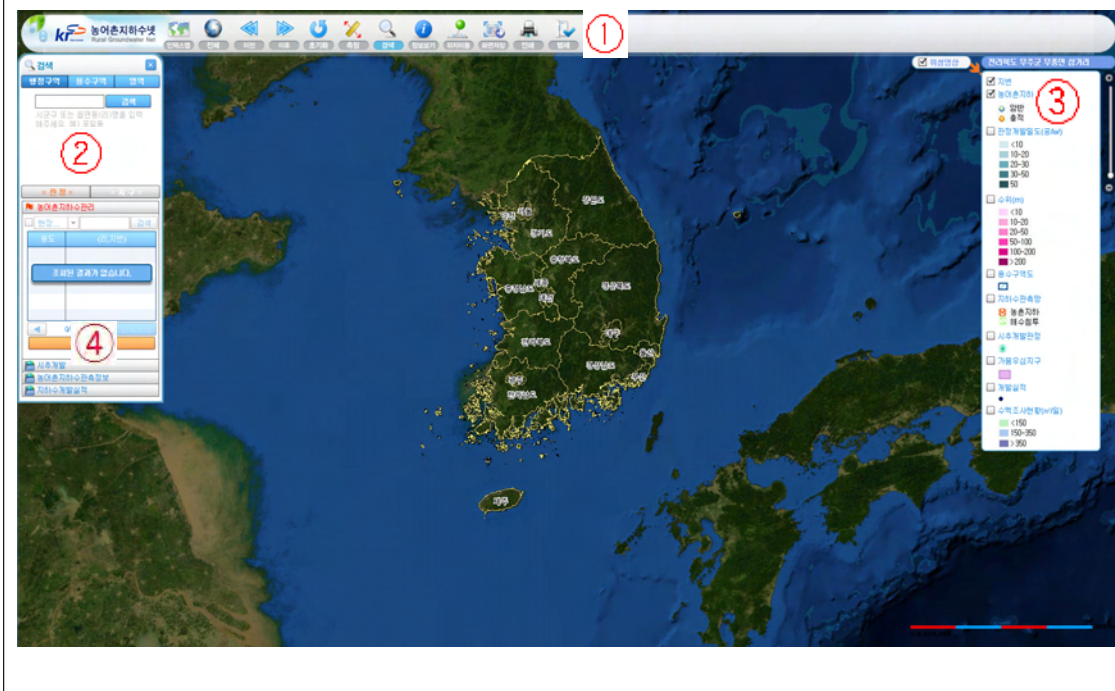
⑦ 자료검색

⑧ 농어촌지하수관측정보

## 나. 웹지도서비스 메뉴구성 및 사용방법

### 웹지도서비스 초기화면

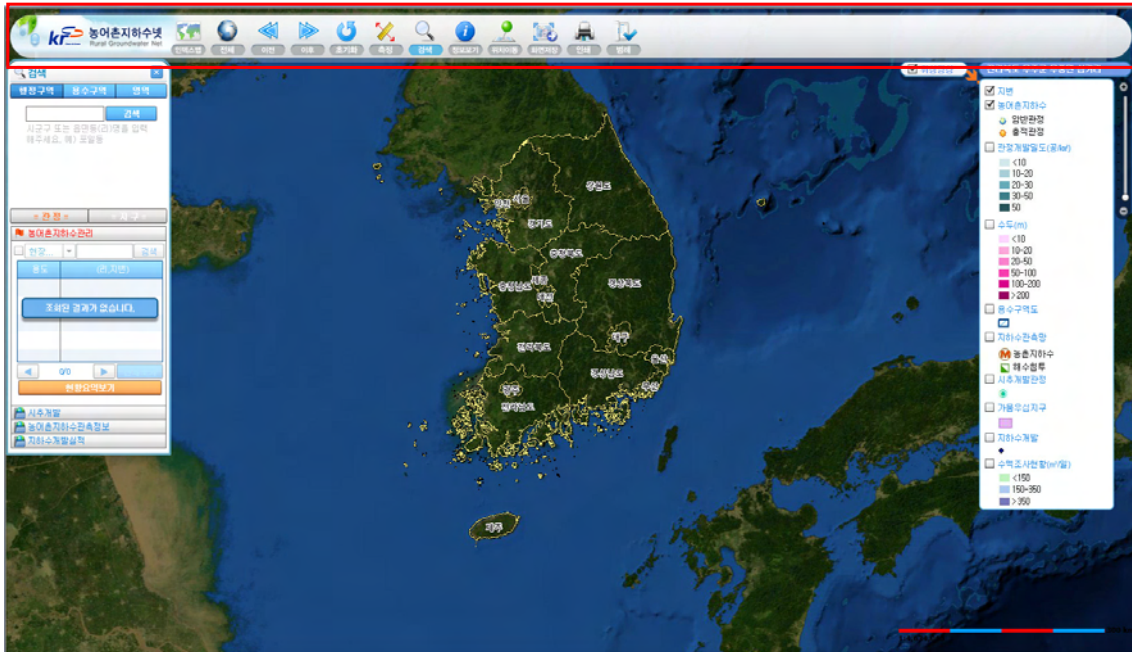
- 본 지도화면은 국토교통부의 브이월드(www.vworld.kr) 2D지도, 영상과 농어촌공사에서 보유하고 있는 공간데이터를 사용하여 작성되었습니다.
- 화면좌측에 검색 탭과 화면우측에 해당레이어가 화면에 표출됩니다.



### □ 웹지도서비스 메뉴 소개









- ① 지도제어 : 지도 범례, 위치이동, 측정, 정보보기, 범례 등 기능제공
- ② 검색 : 행정구역/용수구역/영역별 통합검색 기능을 제공하며  
특성화된 농어촌지하수 정보제공
- ③ 범례 : 제공 레이어에 대한 화면 ON/OFF 기능제공
- ④ 정보분석 : 검색된 지역(행정구역 및 영역검색)에 대한 지하수시설물  
정보(개발이용, 대수층특성, 수질·수량, 종합현황, 영향반경 등)를 원  
클릭으로 통합정보 제공


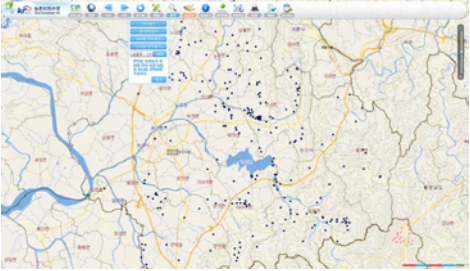


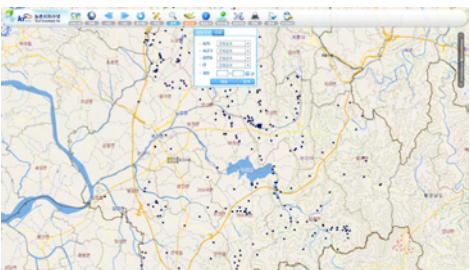
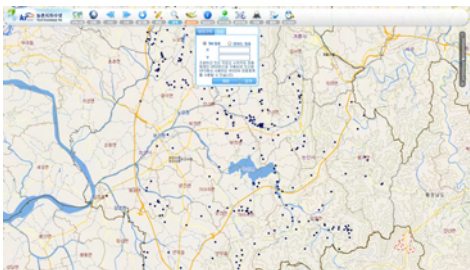
□ 지도제어 - 지도상단 메뉴 ①




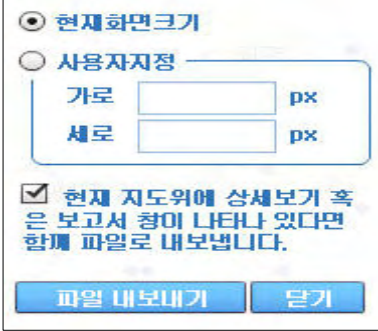



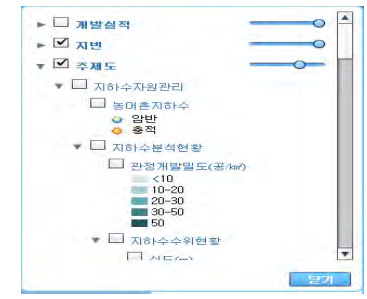
 <p>인덱스맵</p>	<p>1) 인덱스맵 : 서비스 지역 전체 영역 중 현재 지도영역의 위치를 나타냅니다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- [인덱스맵] 아이콘을 클릭합니다.</li> <li>- 현재 화면의 위치를 확인할 수 있습니다.</li> </ul>
	



 전체	2) 전체 : 선택한 서비스 지역의 전체영역이 보입니다. - [전체] 아이콘을 클릭합니다. - 지도를 확대 및 축소하였다가 전체화면으로 돌아가고 싶을 경우 사용합니다. 실무사용자인 경우, 담당지역의 전체영역이 보입니다.
 이전   이후	3) 이전, 이후 : 이동한 지도화면 상에서 이전 또는 이후 화면으로 이동합니다. - [이전] 아이콘을 클릭합니다. - 현재 화면 이전으로 이동합니다. - [이전] 아이콘을 클릭 후 [다음] 아이콘을 클릭하면 원래 화면으로 이동합니다.
 초기화	4) 초기화 : 현재 서비스 상에서 작업했던 내용을 초기화합니다. - [초기화] 아이콘을 클릭합니다. - 지도상에서 작업했던 사항들이 사라지고 초기화된 지도 화면이 보입니다.
 전체	2) 전체 : 선택한 서비스 지역의 전체영역이 보입니다. - [전체] 아이콘을 클릭합니다. - 지도를 확대 및 축소하였다가 전체화면으로 돌아가고 싶을 경우 사용합니다. 실무사용자인 경우, 담당지역의 전체영역이 보입니다.
 이전   이후	3) 이전, 이후 : 이동한 지도화면 상에서 이전 또는 이후 화면으로 이동합니다. - [이전] 아이콘을 클릭합니다. - 현재 화면 이전으로 이동합니다. - [이전] 아이콘을 클릭 후 [다음] 아이콘을 클릭하면 원래 화면으로 이동합니다.
 초기화	4) 초기화 : 현재 서비스 상에서 작업했던 내용을 초기화합니다. - [초기화] 아이콘을 클릭합니다. - 지도상에서 작업했던 사항들이 사라지고 초기화된 지도 화면이 보입니다.

 <p>측정</p>	<p>5) 측정 : 지도 위에서 거리 또는 면적을 측정할 수 있습니다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- [측정] 아이콘을 클릭합니다.</li> <li>- 지도 위에 클릭을 하여 영역선택을 하면 면적을 측정할 수 있습니다.</li> </ul>
	
 <p>검색</p>	<p>6) 검색 : 관정에 관한 정보를 행정구역 또는 영역별로 검색 할 수 있습니다.</p>
 <p>정보보기</p>	<p>7) 정보보기 : 관정에 관한 정보를 제공합니다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- [정보보기] 아이콘을 클릭합니다.</li> <li>- 관정을 선택하면 지도상에 선택된 관정이 표시되고 레이어명 및 결과를 표로 보여줍니다.</li> </ul>
	
 <p>위치이동</p>	<p>8) 위치이동 : 행정구역 또는 좌표로 원하는 위치로 이동을 합니다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- [위치이동] 아이콘을 클릭합니다.</li> </ul>
	

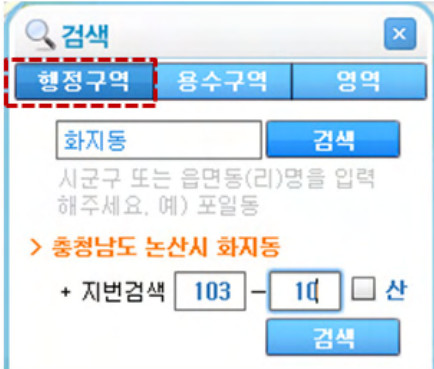

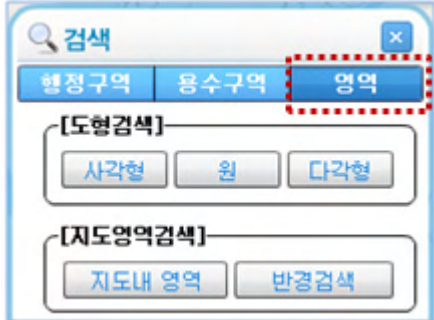


 <p>화면저장</p>	<p>9) 화면저장 : 현재 지도화면을 JPEG형식으로 저장합니다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 원하는 화면으로 이동한 후 [화면저장] 아이콘을 클릭합니다.</li> <li>- 현재 화면크기 또는 사용자지정으로 파일크기를 지정해줍니다.</li> <li>- 경로를 지정하여 저장합니다.</li> </ul>	 <p> <input checked="" type="radio"/> 현재화면크기  <input type="radio"/> 사용자지정         </p> <p>         가로 <input type="text"/> px          세로 <input type="text"/> px       </p> <p> <input checked="" type="checkbox"/> 현재 지도위에 상세보기 혹은 보고서 창이 나타나 있다면 함께 파일로 내보냅니다.       </p> <p> <input type="button" value="파일 내보내기"/> <input type="button" value="닫기"/> </p>
 <p>인쇄</p>	<p>10) 인쇄 : 현재 지도화면을 인쇄합니다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- [인쇄] 아이콘을 클릭합니다.</li> <li>- 제목, 내용, 지도크기를 입력 및 지도축척 선택 후 인쇄 버튼을 클릭합니다.</li> <li>- 프린터를 선택 후 인쇄버튼을 누르시면 인쇄가 됩니다.</li> </ul>	 <p>주제도 출력</p> <p>         출력 범위: 전체, 선택된 지역          출력 크기: 22, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100          출력 단위: mm, cm, inch          출력 속도: 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 44, 46, 48, 50, 52, 54, 56, 58, 60, 62, 64, 66, 68, 70, 72, 74, 76, 78, 80, 82, 84, 86, 88, 90, 92, 94, 96, 98, 100          출력 옵션: 인쇄, 인쇄 취소, 인쇄 중지, 인쇄 완료       </p> <p>         주제도: 전라남도 곡성          출력 범위: 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 44, 46, 48, 50, 52, 54, 56, 58, 60, 62, 64, 66, 68, 70, 72, 74, 76, 78, 80, 82, 84, 86, 88, 90, 92, 94, 96, 98, 100          출력 단위: mm, cm, inch          출력 속도: 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 44, 46, 48, 50, 52, 54, 56, 58, 60, 62, 64, 66, 68, 70, 72, 74, 76, 78, 80, 82, 84, 86, 88, 90, 92, 94, 96, 98, 100          출력 옵션: 인쇄, 인쇄 취소, 인쇄 중지, 인쇄 완료       </p> <p> <input type="button" value="인쇄하기"/> </p>
 <p>범례</p>	<p>11) 범례 : 원하는 레이어를 ON/OFF하는 기능입니다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 레이어 목록에서 지도에 나타내고자 하는 목록을 선택한 후 체크합니다.</li> <li>- 체크하면 지도상에 반영되는 것을 확인 할 수 있습니다.</li> <li>- 오른쪽 부분의 바를 이용하면 해당 주제도의 투명도를 조절 할 수 있습니다.</li> </ul>	 <p> <input type="checkbox"/> 개별선택  <input checked="" type="checkbox"/> 지반  <input checked="" type="checkbox"/> 주제도       </p> <p> <input type="checkbox"/> 지하수자원관리       </p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> 농어촌지하수       </li> <li><input type="checkbox"/> 양반</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> 중력</li> </ul> <p> <input type="checkbox"/> 지하수분석현황       </p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> 관정개발밀도(공/ha)       </li> <li><input type="checkbox"/> &lt;10</li> <li><input type="checkbox"/> 10-20</li> <li><input type="checkbox"/> 20-30</li> <li><input type="checkbox"/> 30-50</li> <li><input type="checkbox"/> 50</li> </ul> <p> <input type="checkbox"/> 지하수수위현황       </p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> 시드/스</li> </ul> <p> <input type="button" value="닫기"/> </p>

□ 검색 - 지도좌측 메뉴 ②

1) 지역검색

- 행정구역/용수구역/영역검색을 제공합니다.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 시군구 또는 읍면동(리)명을 입력하고 시설물 검색을 합니다.</li> <li>▪ 시군구/읍면동(리) 검색 후, 지번 검색을 통하여 관정 검색도 가능합니다.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 시/도, 시군구, 용수구역명을 선택하여 시설물 검색을 합니다.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 도형검색 : 사각형, 원, 다각형의 형태를 지도상에 표시하여 시설물 검색을 합니다.</li> <li>▪ 지도영역검색 : 지도내 영역을 선택할 경우, 1:15106보다 확대하여야 검색 가능합니다.</li> </ul>

2) 관정검색->농어촌지하수정보

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


	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 체크박스를 선택시 : 현장조사번호 / 상호명 / 건물명 / 소유자명 / 사업별 / 총적·암반 / 용도별 / 공공·시설 / 개발년도 / 지번 중 하나를 선택하고 해당 자료 코드를 입력하면 검색결과가 나타납니다.</li> <li>▪ 체크박스를 해제시 : 검색방법에 대한 검색결과가 나타납니다.</li> </ul>
--	---

<p style="text-align: center;"><b>간략정보보기</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 지도위에 간략하게 표현되고 허가신고구분 / 허가신고번호 / 용수구역명 / 관정용도 / 우물구경 / 우물심도 / 총적암반 / 양수능력 정보를 제공합니다.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>세부정보보기</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 관정위치 및 제원 / 현장간이수질 / 양·음이온분석 / 동위원소분석 정보를 제공합니다.</li> </ul>
---	---

<농어촌지하수 정보보기>

### 3) 지구검색->수맥지구

- 수맥정보는 '82~'06년까지의 전국 수맥조사 자료와 그 외의 시추개발 자료 및 시추주상도를 제공하며, 개발예정지 검토와 가뭄대책 수립에 가능한 정보를 제공함
- 검색결과 리스트를 더블클릭후 상세정보보기를 클릭하면 선택지역에 대한 수맥조사 상세정보(수맥지구, 수맥도, 물리탐사)를 보여줍니다.



- 체크박스를 선택시 :  
지구명 / 개발년도 중 하나를 선택하고 해당 자료 코드를 입력하면 검색결과가 나타납니다.
- 체크박스를 해제시 :  
검색방법에 대한 검색결과가 나타납니다.
- 개발예정지검토  
검색된 지역에 대한 자료설명/검색조건/지구현황 결과가 나타납니다.

#### 간략정보보기



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

#### 세부정보보기



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

<수맥지구 상세보기>



4) 시추개발

- 시추개발정보는 '82~'06년까지의 전국 수맥조사 지구내의 시추개발 자료 및 시추주상도를 제공함
  - 검색결과 리스트를 더블클릭후 상세정보보기를 클릭하면 선택지역에 대한 시추개발정보를 보여줍니다.


- 체크박스를 선택시 :  
지구명 / 개발년도 중 하나를 선택하고 해당 자료 코드를 입력하면 검색결과가 나타납니다.
- 체크박스를 해제시 :  
검색방법에 대한 검색결과가 나타납니다.
- 개발예정지검토  
검색된 지역에 대한 자료설명/검색조건/양반관정/총적관정 결과가 나타납니다.

간략정보보기	세부정보보기
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 지도위에 간략하게 표현되고 공번 / 총적양반 / 우물구경 / 우물심도 / 양수량 정보를 제공합니다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 조사공 세부내역 / 지층별 내역 / 주상도 이미지 정보를 제공합니다.</li> </ul>

<시추개발 상세보기>

5) 지구검색->가뭇우심지구

- 가뭇우심지구정보는 농림부용수 51320-610(2002.8.30)에 의거 가뭇시 물이 부족하여 영농이 어렵거나 예상되는 관심지역에 대한 예상면적을 산정하고, 지구별 농업용수 확보대책을 제공함
- 검색결과 리스트를 더블클릭후 상세정보보기를 클릭하면 선택지역에 대한 가뭇우심지구 검색 결과를 보여줍니다.



- 체크박스를 선택시 : 지구명을 선택하고 해당 자료 코드를 입력하면 검색결과가 나타납니다.
- 체크박스를 해제시 : 검색방법에 대한 검색결과가 나타납니다.
- 개발예정지검토 : 검색된 지역에 대한 자료설명/검색조건/지구현황/시군관리/공사관리 결과가 나타납니다.

간략정보보기



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

세부정보보기



- 조사공위치 / 세부내역 / 가뭇우심지구 이미지 정보를 제공합니다.

<가뭇우심지구 상세보기>

- 가뭄대책보고서 열람을 위하여 지도상에서 반경(m)을 입력하여 원을 그려줍니다.

The screenshot shows the 'Rural Groundwater Net' web application interface. The main map displays the Nonsan area with various administrative boundaries and groundwater monitoring points. A red circle is drawn on the map, indicating a search radius. The left sidebar contains navigation and search options. Below the map, a detailed report window titled '가뭄대책' (Drought Countermeasure) is open, providing specific data for the selected area.

**가뭄대책 보고서 화면**

**자료설명**  
 가뭄시 물이 부족하여 영농이 어렵거나 예상되는 지역의 가뭄대책 집중관리지구(지구에 대해 수맥조사, 시추개발, 농업용대형관정 자료 등을 이용하여 가뭄대책 수립 자료 제공

**활용가능 수맥지구**

지구명	조사면적 (ha)	시추조사 (공)	채수가능량(m <sup>3</sup> /d)			
			1500이하	150-350	350-650	650이상
반송틀	1	6	1	0	1	0
속진	1	6	1	0	1	0
한천	1	15	2	0	1	0

**시추내역**

구분	공수	지층별 평균값(m)						조사개발 심도 평균값 (m)	평균양수량 (m <sup>3</sup> /d)
		토사	사	사력	혼적석	풍화대	기반암		
암반	0	0	0	0	0	0	-	0	0
충적	0	0	0	0	0	0	-	0	0


**농업용 대형관정**

구분	계	공공관정		
		소계	시군	공사

<가뭄대책 보고서 화면>


6) 농어촌 지하수관측정보

- 해안 및 도서지역 농경지 관측정에 원격감시시스템을 설치하여 관측된 지하수수위 및 수질자료를 제공하여 염해피해 방지와 합리적인 지하수 이용·관리계획 수립의 기초자료로 활용 가능함
  - 선택지역별 지하수관측정을 검색후 리스트를 더블 클릭
  - 상세정보보기를 클릭시 개별 관측소에 대한 제원 및 관측내역(수위, EC, 수온)을 경시변화 그래프로 제공함




- 체크박스를 선택시 :  
관측소를 선택하고 해당 자료 코드를 입력하면 검색결과가 나타납니다.
- 체크박스를 해제시 :  
검색방법에 대한 검색결과가 나타납니다.

**간략정보보기**



- 지도위에 간략하게 표현되고 설치일자 / 설치심도 / 정호심도 / 케이싱구경 / 전기전도도 / 수온 / 기반암 정보를 제공합니다.

**세부정보보기**



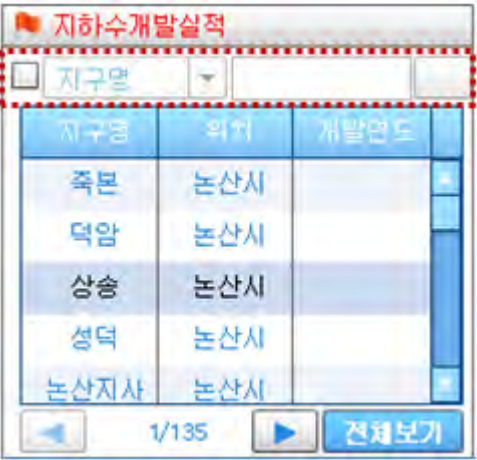
- 지하수관측정보 및 검색기간 그래프 정보를 제공합니다.

<지하수 관측정보 상세보기>




7) 지하수개발실적

- '70년 이후 한국농어촌공사에서 개발한 관정자료를 정보화하여 시설내역 및 시추착정 내역을 제공함
- 선택지역별 지하수개발실적 검색 결과를 보여줍니다.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 체크박스를 선택시 : 지구명/위치/개발연도 중 하나를 선택하고 해당 자료 코드를 입력하면 검색결과가 나타납니다.</li> <li>▪ 체크박스를 해제시 : 검색방법에 대한 검색결과가 나타납니다.</li> </ul>
---	---

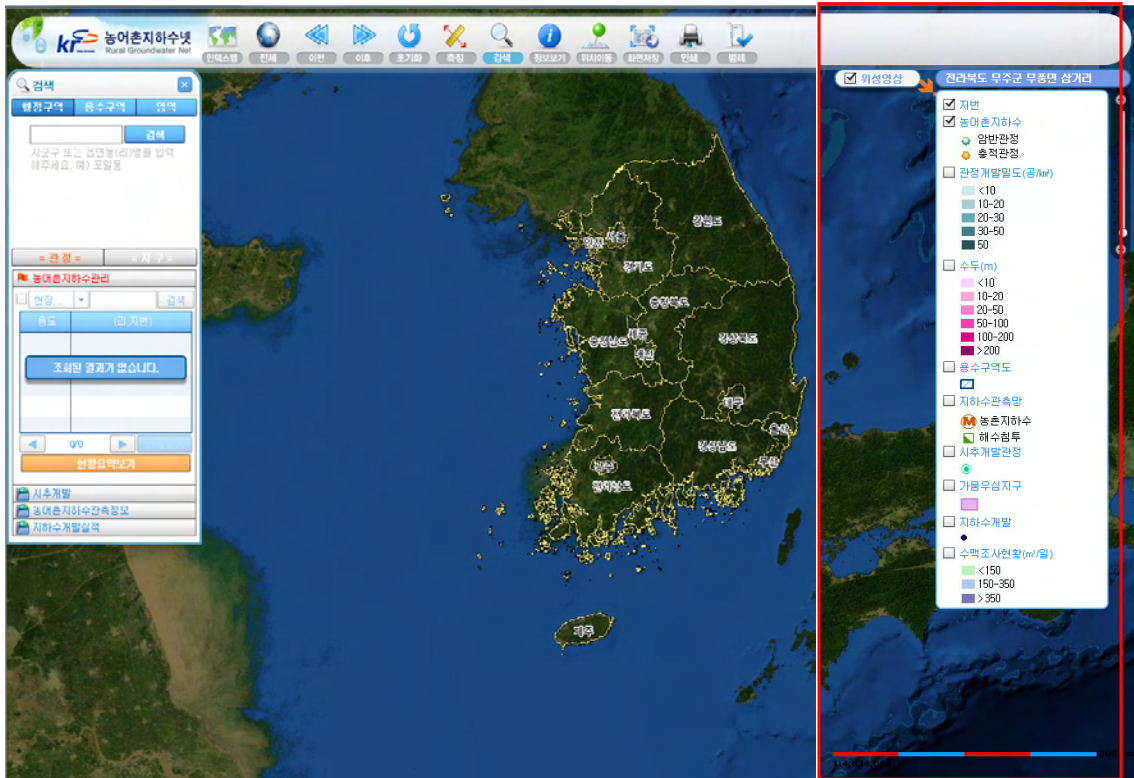
<개발실적 검색>

<p style="text-align: center;">간략정보보기</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 지도위에 간략하게 표현되고 관정코드/지구명/위치/조사공번/개발공번/관정용도/개발연도 정보를 제공합니다.</li> </ul>	<p style="text-align: center;">세부정보보기</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 위치정보, 시설정보, 시추착정, 확공개발, 양수시험, 수질시험, 기타사항 정보결과가 나타납니다.</li> </ul>
---	--

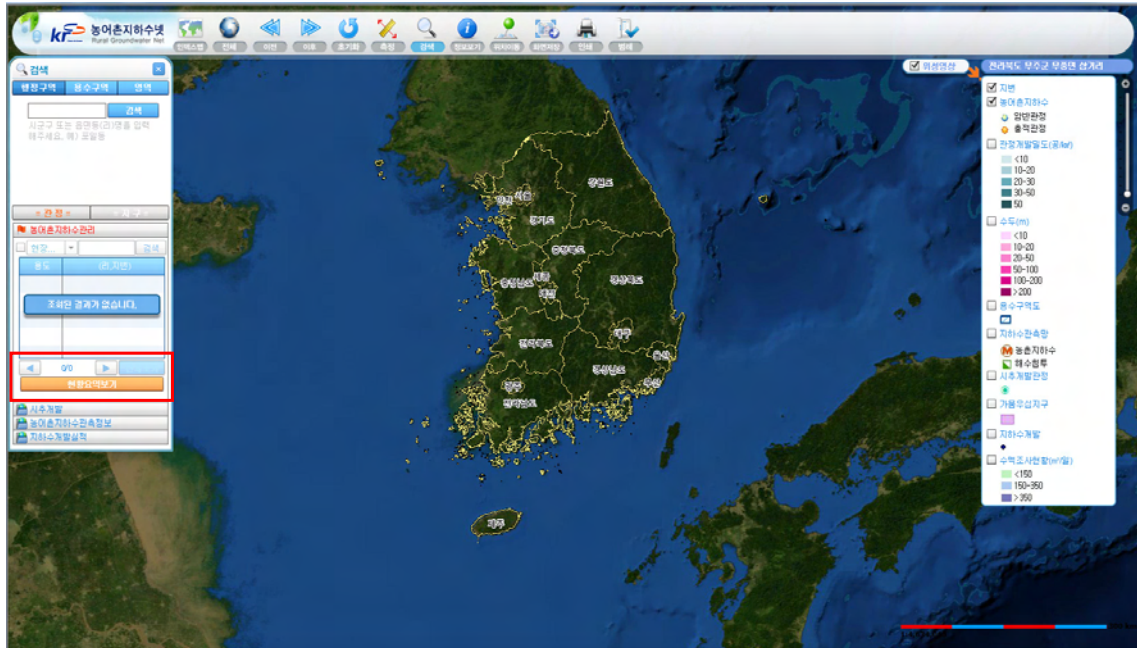
<개발실적 상세보기>

□ 범 례 - 지도우측 메뉴 ③

- 레이어 목록에서 지도에 나타내고자 하는 목록을 선택
- 체크하면 지도상에 반영되는 것을 확인 할 수 있습니다.
- 오른쪽 부분의 바를 이용하면 해당 주제도의 투명도를 조절할 수 있습니다.

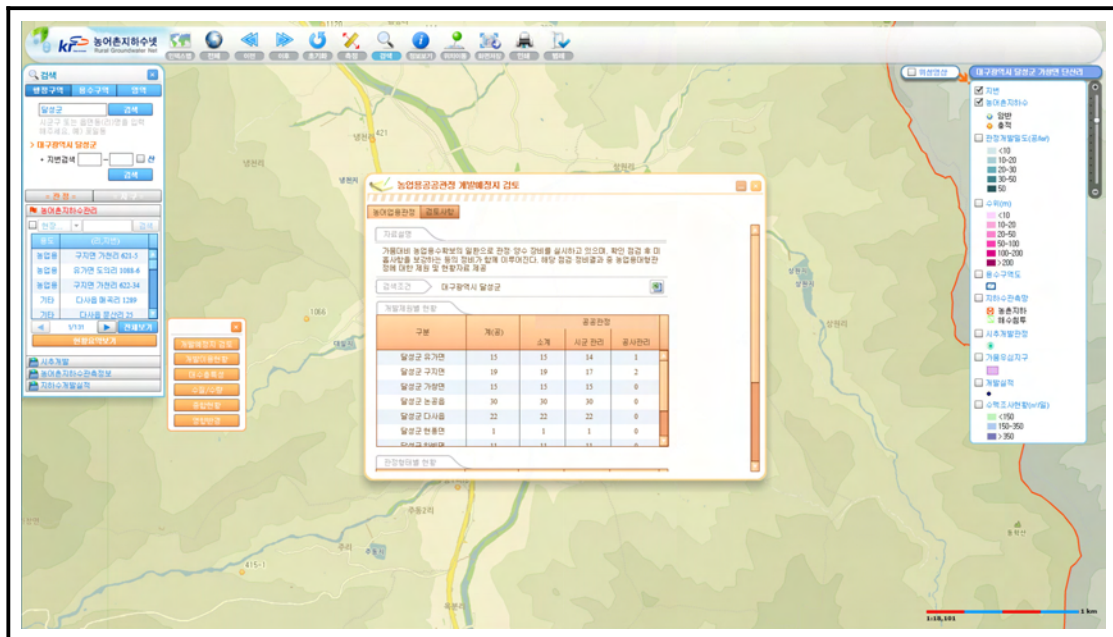


□ 지도제어 - 지도좌측 중단 ④



(1) 개발예정지 검토

- 농업용관정 : 자료설명 / 검색조건 / 관정형태별 현황
- 검토사항 : 자료설명 / 검색조건 / 총적 · 암반별 관정현황 / 용도별 관정현황 / 오염원현황 / 수리특성 / 수량관리 제안지역 / 수질관리 제안지역 / 개발 · 이용분야 / 수질분야



<현황요약보기 - 개발예정지 검토(농업용공공관정) 화면>



**농업용공공관정 개발예정지 검토**

농어업용관정    검토사항

자료설명  
농촌지하수관리사업의 조사 분석 결과를 이용하여 개발예정지에 대한 종합적인 검토자료 제공

검색조건    충청남도 논산시

개발이동

출적, 암반별 관정현황    감소(공), 이용량 (천m<sup>3</sup>/년)

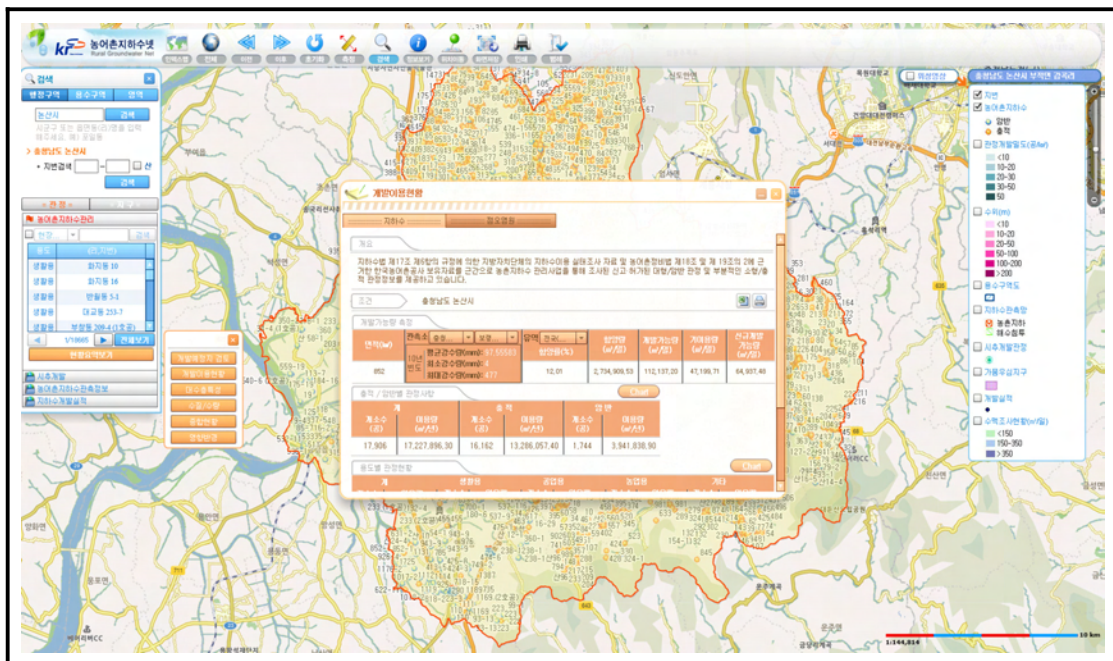
행정구역	계		출적		암반	
	개소	이용량	개소	이용량	개소	이용량
논산시 양촌면	3806	3408	3565	3052	241	356
논산시 내동	14	60	0	0	14	60
논산시 지산동	19	23	0	0	19	23
논산시 강경읍	27	118	0	0	27	118
논산시 상월면	2453	1992	2334	1740	119	252
논산시 반월동	1	4	0	0	1	4
논산시 가야곡면	2554	2181	2389	1754	165	427

용도별 관정현황    감소(공), 이용량 (천m<sup>3</sup>/년)

<개발예정지 검토-검토사항 화면>

(2) 개발이용현황

- 지하수 / 점오염원의 관정정보를 제공하고 있습니다.



<개발이용현황-개발이용현황 화면>

- 지하수(개발이용)
  - 관측소, 유역을 선택하면 강수량과 함양률을 이용하여 좀더 자세한 개발가능량을 산출할 수 있습니다.



- 점오염원

**개발이용현황**

지하수 : 점오염원

조건: 충청남도 논산시

현황

개 (계소)    축산폐수배출시설    오수배출시설    폐수배출시설    유류저장시설    쓰레기매립지

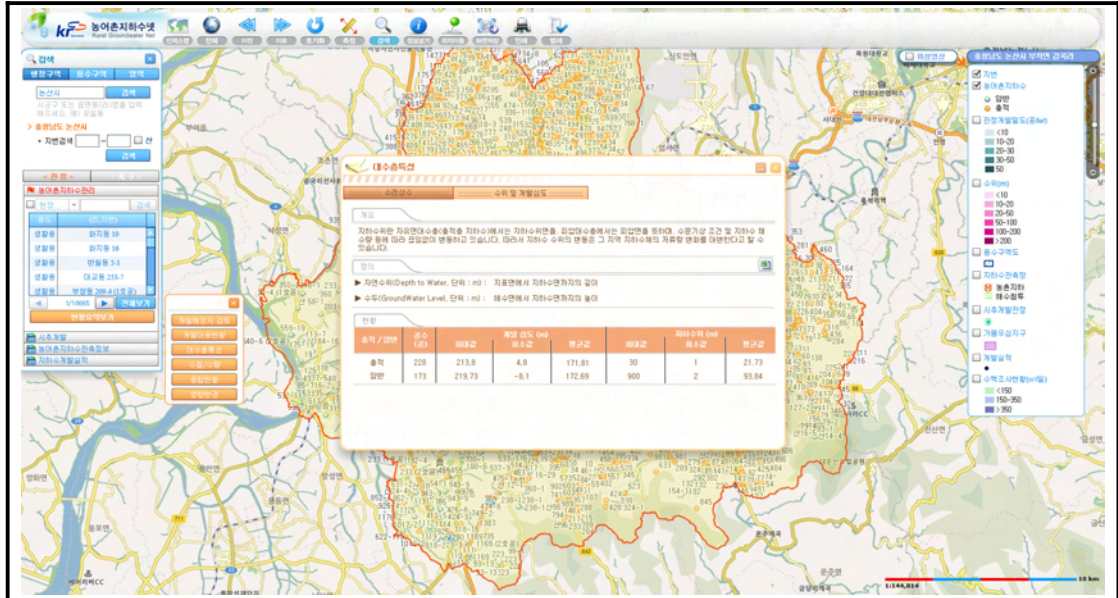
개요

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

<개발이용현황-개발이용현황 화면-지하수/점오염원>

(3) 대수층특성

- 대수층 특성에 따른 수리상수 / 수위 및 개발심도의 정보를 제공합니다.



<대수층특성 화면>

■ 수리상수

수리상수 수위 및 개발심도

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

**정의**

- ▶ 수리전도도(K, [L/T]) : 지하수 흐름방향에 수직인 단위면적을 통해 단위 수위구배 하에서 다공질 매질을 단위 시간동안 흐르는 물의 부피
- ▶ 투수량계수(T, [L<sup>2</sup>/T]) : 위에서 정의한 수리전도도(K)와 대수층 포화 두께(b)를 곱한 값(T = K × b)
- ▶ 저류계수(S, [무차원]) : b의 포화두께를 가지는 피압 대수층에서 단위 수위변화시 대수층의 단위면적을 통해 유출되는 물의 부피(S = S<sub>s</sub> × b)

층적 / 암반	공수 (공)	수리상수			지하수위 (m)		
		최대값	최소값	평균값	최대값	최소값	평균값
층적	0	0.8596	0.001844	0.19340639	9.96	0.08667	7.738987
암반	18	0.00069	0.0001146	0.37085682	0.00069	0.0001146	0.37085682

■ 수위 및 개발심도

수리상수 수위 및 개발심도

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

**정의**

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

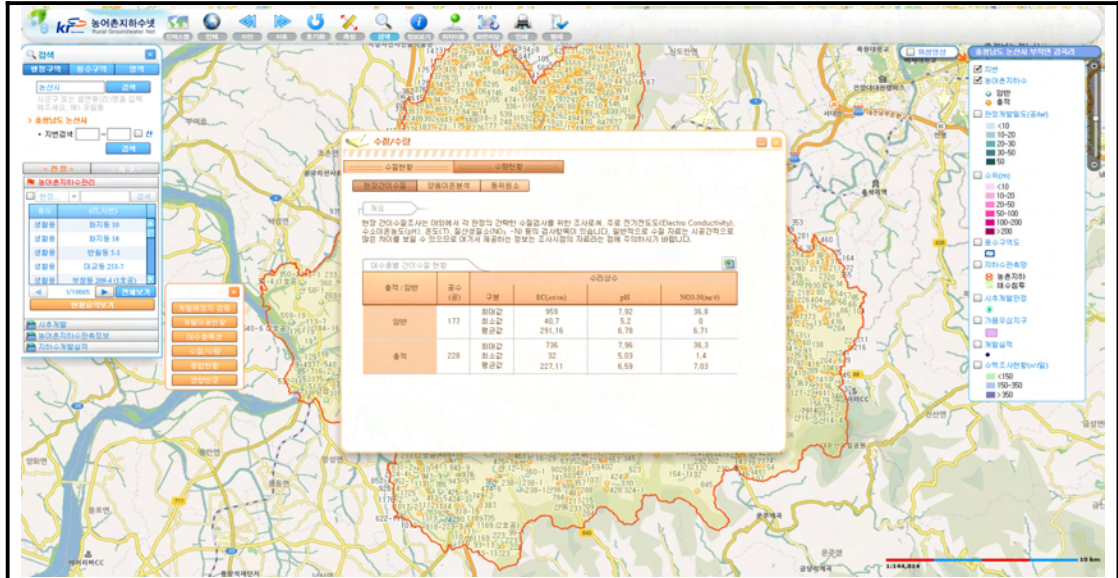
**현황**

층적 / 암반	공수 (공)	개발 심도 (m)			지하수위 (m)		
		최대값	최소값	평균값	최대값	최소값	평균값
층적	414	213.8	-43.8	79.06	700	0.5	24.15
암반	173	219.73	-8.1	172.69	900	2	93.86



(4) 수질 / 수량

- 관정의 수질현황 및 수량현황 정보를 제공합니다.



■ 수질현황 - 현장간이수질 / 양이온분석 / 동위원소

**현장간이수질**    양이온분석    동위원소

**개요**

현장 간이수질 조사는 마외에서 각 관정의 간략한 수질검사를 위한 조사로써, 주로 전기전도도(Electro Conductivity), 수소이온농도(pH), 온도(T), 질산성질소(NO<sub>3</sub>-N) 등의 검사항목이 있습니다. 일반적으로 수질 자료는 시공간적으로 많은 차이를 보일 수 있으므로 여기서 제공하는 정보는 조사시점의 자료라는 점에 주의하시기 바랍니다.

대수층별 간이수질 현황

총적 / 양반	공수 (공)	구분	EC(μs/cm)	pH	NO3-N(mg/l)
양반	177	최대값	959	7.92	36.8
		최소값	40.7	5.2	0
		평균값	291.16	6.78	6.71
총적	228	최대값	736	7.96	36.3
		최소값	32	5.03	1.4
		평균값	227.11	6.59	7.03

■ 수량현황

**수량현황**

**개요**

우리가 흔히 말하는 지하수 수량이라 함은 경제적 측면에서 개발 이용할 수 있는 지하수의 양이라고 할 수 있습니다.

다음은 지하수 수량을 좀더 세분화하여 표현한 용어 정의입니다.

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

**현황**

위치	용수구역	면적 (km <sup>2</sup> )	연이용량 (천m <sup>3</sup> /yr)	적정개발가능량 (천m <sup>3</sup> /yr)	이용량/적정개발가능량 (%)
충청남도 논산시 벌곡면	논산		1618.9	12975	0.14
충청남도 논산시 강령읍	논산		428.9	1273	0.37
충청남도 논산시 연무읍	논산		2812.5	10712	0.27

<수질/수량 화면>

## 7.5 실무자 메뉴

### 가. 농업용공공관정

- 관정관리 담당공무원을 위한 메뉴로 홈페이지 관리자 승인 후 아이디와 패스워드를 부여후 사용함
- 농어촌지하수넷 초기 화면에서 “지하수관리” 클릭후 로그인
- 하단부 농업용대형관정관리를 클릭하면, 자료관리 담당 지역별 농업용 대형관정 조회 및 입력가능

■ 농어촌지하수관리 - 농업용 대형관정관리

농업용 공공관정 관리

대형관정 >
점검입력

**이력관리**

<b>행정구역</b>	시 / 도 <span style="border: 1px solid gray; padding: 2px;">경기도</span> 시/군/구 <span style="border: 1px solid gray; padding: 2px;">오산시</span> 읍/면/동 <span style="border: 1px solid gray; padding: 2px;">::선택안함::</span> 리 <span style="border: 1px solid gray; padding: 2px;">::선택안함::</span>
<b>지사선택</b>	지사명 <span style="border: 1px solid gray; padding: 2px;">::선택안함::</span> (시/도 선택후 지사를 선택하세요) - 제주본부 선택가능
<b>검색조건</b>	번 지 <input style="width: 50px;" type="text"/> 관정일련번호 <input style="width: 50px;" type="text"/> <input checked="" type="checkbox"/> 관리대상 (체크시 폐공·양여관정은 제외됨)
영양조사 및 사후관리 검색 (*신고·허가일, 수질검사일이 입력된 관정 중에서 검색됩니다.)	
<input type="checkbox"/> 허가기간 만료일 <input style="width: 50px;" type="text"/> 이내 <input type="checkbox"/> 수질분석기간 만료일 <input style="width: 50px;" type="text"/> 이내	

검색
신규자료입력

<농업용 대형관정관리 화면>



### 나. 지하수시설물유지관리

- 관정관리 담당공무원을 위한 메뉴로 홈페이지 관리자 승인 후 아이디와 패스워드를 부여후 사용함
- 농어촌지하수넷 초기 화면에서 “지하수관리” 클릭후 로그인
- 하단부 지하수시설물유지관리를 클릭하면, 자료관리 담당 지역별 유지관리 관정의 조회 및 입력이 가능함

■ 농어촌지하수관리 - 지하수시설물유지관리

지하수시설물 유지관리

유지관리 > 점검입력

▶ 점검입력

행정구역: 시 / 도 경기도 | 시/군/구 [::선택안함::] | 읍/면/동 [::선택안함::] | 리 [::선택안함::]  
 지번: [ ]

지사선택: [::선택안함::] [::선택안함::]

조사구분: [::선택안함::] 용도별: [::선택안함::] [::선택안함::]

만료일 기준 조회: [::선택안함::] [ ] ~ [ ]

[검색] [신규자료입력]

▶ 검색결과 검색건수 : 417 건

■ 관리대상 ■ 공사 ☒ 시군 엑셀다운로드 | 개별양식표로 자료출력

순번	전체 <input type="checkbox"/>	허가신고 번호	주 소	관리기관 (지사명)	영향조사 만료일	사후관리 만료일	점검 정비일	수질검사 만료일	수정일
1	<input type="checkbox"/>	번호없음	경기도 이천시 부발읍 죽당리 286-20	여주.이천시자					14.07.16
2	<input type="checkbox"/>	번호없음	경기도 파주시 조리를 뇌조리	파주지사					14.07.16
3	<input type="checkbox"/>	번호없음	경기도 파주시 교하읍 신촌리						14.07.16
4	<input type="checkbox"/>	번호없음	경기도 시흥시 장현동 109-5	화성.수원지사					14.07.16

<지하수시설물유지관리 화면>

## 7.6 정보마당

### 가. 정보마당-정보공개

- 농촌지하수관리조사 보고서 및 해수침투보고서 등 농어촌지하수넷에서 제공하는 다양한 자료를 검색하여, 원하는 자료를 내려 받을 수 있음.

▪ 정보마당 - 정보공개

정보공개 SHARE INFORMATION

농어촌지하수넷에서 제공하는 다양한 자료를 확인할 수 있습니다.

번호	유형 및 분류	제목	출처	첨부	등록일	조회수
535	[기타 자료]기타	지하수시설물유지관리 매뉴얼	한국농어촌공사		2014-10-31	271
531	[기타 자료]기타	농어촌지하수넷 사용자지침서	한국농어촌공사		2014-10-30	5199
503	[보고서]농촌지하수관리관측망	2013년 농촌지하수관리 관...	한국농어촌공사		2014-02-17	8315
504	[보고서]해수침투조사	2013년 해수침투조사보고서	한국농어촌공사		2014-02-17	9395
497	[보고서]지하해수조사	2013 경남 기장군 기일지...	한국농어촌공사		2014-02-04	560
499	[보고서]지하해수조사	2013 전남 완도군 완신4...	한국농어촌공사		2014-02-04	596
500	[보고서]지하해수조사	2013 전남 해남군 해문1...	한국농어촌공사		2014-02-04	497
501	[보고서]지하해수조사	2013 충남 태안군 태원지...	한국농어촌공사		2014-02-04	2395
495	[보고서]지하해수조사	2013 강원 강릉시 강사지...	한국농어촌공사		2014-02-04	2438
496	[보고서]지하해수조사	2013 경남 고성군 고하지...	한국농어촌공사		2014-02-04	608

<정보마당 - 정보공개 화면>

## 7.7 웹접근성

농어촌지하수넷에서 웹상으로 제공되는 농어촌지하수 정보는 인터넷상에서 차별없이 다른 사용자와 동등하게 정보에 접근하고 이해할 수 있도록 웹접근성 표준지침에 의거 작성

- 농어촌지하수넷 초기화면에서 우측 상단부 【텍스트로 보기】 메뉴를 클릭
- 농어촌지하수정보 메뉴를 클릭하고, 해당 사업별 소메뉴를 선택하면 검색창이 새 창으로 열림

■ 웹접근성

The screenshot shows the homepage of the Rural Groundwater Net. At the top left is the logo 'kF 농어촌지하수넷 Rural Groundwater Net'. To the right are navigation links: HOME, 지하수관리, ENGLISH, 사이트맵, and a blue button labeled '텍스트로 보기'. Further right are window control icons and a search icon. Below this is a horizontal menu with items: 지하수넷 소개, 지하수토양환경기술지원, 조사현황, 농어촌지하수정보 웹지도서비스, 정보마당, and 전체메뉴. The main content area features a banner with the text 'Welcome to Rural Groundwater Net' and '미래를 바꾸는 변화의 힘, 농어촌지하수넷은 준비되어 있습니다.' accompanied by an image of a hand holding a water drop containing a tree. At the bottom, there is contact information for the Korea Rural Community Corporation (KRC), including phone and fax numbers and an email address. Logos for 'WA WEB ACCESSIBILITY' and 'Norton SECURED powered by Symantec' are also present. The footer contains the copyright notice: 'COPYRIGHT© 2013 KRC. ALL RIGHTS RESERVED.'

농어촌지하수관리 구축현황

농어촌지하수관리 구축현황	수역지구	시추개발	가용우심지구	농어촌지하수관측정보	지하수개발실적
---------------	------	------	--------	------------	---------

**검색 조건**  
 시/도    
 시/군/구    
 읍/면/동    
 리    
 \* 지번검색  -   산

**검색 결과**  
 > 검색버튼을 클릭하세요.

농어촌지하수관리 구축현황	수역지구	시추개발	가용우심지구	농어촌지하수관측정보	지하수개발실적
---------------	------	------	--------	------------	---------

**검색 조건**  
 시/도    
 시/군/구    
 읍/면/동    
 리    
 \* 지번검색  -   산

**검색 결과**  
 > 용도 > 위치 > 상세  
 총 검색수 : 46802

생활용	경기도 평택시 서정동 581-4	<input type="button" value="Q"/>
생활용	경기도 평택시 서정동 550	<input type="button" value="Q"/>
생활용	경기도 평택시 서정동 658	<input type="button" value="Q"/>
생활용	경기도 평택시 서정동 678	<input type="button" value="Q"/>
생활용	경기도 평택시 서정동 산141	<input type="button" value="Q"/>
생활용	경기도 평택시 서정동 산141	<input type="button" value="Q"/>
생활용	경기도 평택시 서정동 1103-2	<input type="button" value="Q"/>
생활용	경기도 평택시 서정동 147-1	<input type="button" value="Q"/>
생활용	경기도 평택시 서정동 334-4	<input type="button" value="Q"/>
공업용	경기도 평택시 서정동 455-3	<input type="button" value="Q"/>

농어촌지하수관리			
관정위치 및 제원	현장간이수질	양/음이온분석	동위원소분석

**위치정보**

주소	경기도 평택시 서정동 581-4번지		
지명/건물명			
표고 (m)	33.59999847		

현장조사번호	암반서정01	공사관리시설	
허가형태	허가	관리번호	412201010000001
조사일	2005-05-12	조사자	김현철
허가/신고	허가	허가/신고번호	07-87-003

**시설제원**

사업명	농촌지하수관리조사		
용수구역		심도 (m)	80
우물구경 (mm)		토출관구경 (mm)	50
케이싱구경 (mm)	250	펌프마력 (HP)	5
정호형태	관정	층적/암반	암반
개발일자	1987-11-15		
공공/시설	공공	음용/비음용	음용
용도	생활용	세부용도	민방위용
양수량 (m <sup>3</sup> /d)	0	연사용량 (m <sup>3</sup> /yr)	0

**시설진단**

그라우팅	Y	유량계	Y
상부보호공	Y	수위측정관	N
출수장치	Y	전기가설	Y

**관정사진**

등록된 사진이 없습니다.



□ 수맥지구

농어촌지하수관리 구축현황
수맥지구
시추개발
가용우심지구
농어촌지하수관측정보
지하수개발실적

**검색 조건**

시/도 ::선택안함::

시/군/구 ::선택안함::

읍/면/동 ::선택안함::

리 ::선택안함::

\* 지번검색  -  산

**검색 결과**

> 검색버튼을 클릭하세요.

---

농어촌지하수관리
수맥지구 구축현황
시추개발
가용우심지구
농어촌지하수관측정보
지하수개발실적

**검색 조건**

시/도 경기도

시/군/구 ::선택안함::

읍/면/동 ::선택안함::

리 ::선택안함::

**검색 결과**

지구명	위치	년도	상세
총 검색수 : 600			
가남	여주	1982	<input type="button" value="Q"/>
가남2	여주	1983	<input type="button" value="Q"/>
가남3	여주	1989	<input type="button" value="Q"/>
가남	양주	2000	<input type="button" value="Q"/>
가산	이천	1990	<input type="button" value="Q"/>
가야	파주	1996	<input type="button" value="Q"/>
가야	파주	1996	<input type="button" value="Q"/>
가업	양주	1999	<input type="button" value="Q"/>
가활	파주	1994	<input type="button" value="Q"/>
가좌	용인	1997	<input type="button" value="Q"/>

수맥지구

지구위치

지구명	위치			지목	대수층	분포암석	조사년도
	시군구	읍면	동리				
가남	여주	가남	신해	답작	충적	-	1982

조사내역

조사면적 (ha)	150	지구답사 (ha)	300	선구조추출 (ha)	0
전기탐사 (점)	83	저주파탐사 (점)	-	수위관측 (공)	0
시추조사 (공)	10	영향조사 (지구)	-	수질검사 (회)	-

수맥도 이미지



경기  
여주 가남 지구

시추개발

농어촌지하수관리 구축현황	수맥지구	시추개발	가뭇우심지구	농어촌지하수관측정보	지하수개발실적
---------------	------	------	--------	------------	---------

**검색 조건**

시/도 ::선택안함::

시/군/구 ::선택안함::

읍/면/동 ::선택안함::

리 ::선택안함::

\* 지번검색  -  산

**검색 결과**

> 검색버튼을 클릭하세요.

농어촌지하수관리	수맥지구	시추개발 구축현황	가뭇우심지구	농어촌지하수관측정보	지하수개발실적
----------	------	-----------	--------	------------	---------

**검색 조건**

시/도 경기도

시/군/구 ::선택안함::

읍/면/동 ::선택안함::

리 ::선택안함::

\* 지번검색  -  산

**검색 결과**

> 지구명	> 공변	> 위치	> 상세
총 검색수 : 3253			
경반	B-1	경반리	<input type="button" value="Q"/>
달전	BH-1	달전리	<input type="button" value="Q"/>
달전	BH-1	달전리	<input type="button" value="Q"/>
달전	W-1	달전리	<input type="button" value="Q"/>
대보	B-2	대보리	<input type="button" value="Q"/>
대보	W-1	대보리	<input type="button" value="Q"/>
대보	BH-2	대보리	<input type="button" value="Q"/>
사기막	W-1	대보리	<input type="button" value="Q"/>
대보	B-1	대보리	<input type="button" value="Q"/>
대보	W	대보리	<input type="button" value="Q"/>

시추개발

조사공 위치

지구명	공변	위치				조사년도
		시군구	읍면동	리	지번	
경반	B-1	가평군		경반리	101-2	2003

세부내역

우물심도 (m)	80	우물구경 (mm)	100	우물자재	
개발심도 (m)	2.4	케이싱구경 (mm)	125	표고 (m)	
자연수위 (m)	2.4	안정수위 (m)	125	총적총후 (m)	
투수량계수 (m)	2.4	저류계수 (m <sup>2</sup> /일)	125	양수량 (m <sup>3</sup> /일)	

지층별 내역(m)

계	토사	실트	사	사력	혼적석	풍화대	기반암
80	80	80	80	80	80	80	80

주상도 이미지

등록된 이미지가 없습니다

가뭇우심지구

농어촌지하수관리 구축현황	수맥지구	시추개발	가뭇우심지구	농어촌지하수관측정보	지하수개발실적
---------------	------	------	--------	------------	---------

**검색 조건**

시/도 ::선택안함::

시/군/구 ::선택안함::

읍/면/동 ::선택안함::

리 ::선택안함::

\* 지번검색  -  산

**검색 결과**

> 검색버튼을 클릭하세요.

농어촌지하수관리	수맥지구	시추개발	가뭇우심지구 구축현황	농어촌지하수관측정보	지하수개발실적
----------	------	------	-------------	------------	---------

**검색 조건**

시/도 경기도

시/군/구 ::선택안함::

읍/면/동 ::선택안함::

리 ::선택안함::

**검색 결과**

> 지구명	> 위치	> 상세
총 검색수 : 167		
마장	가평읍	<input type="button" value="상세"/>
신천	설악면	<input type="button" value="상세"/>
고성	청평면	<input type="button" value="상세"/>
상판	하면	<input type="button" value="상세"/>
목동	북면	<input type="button" value="상세"/>
할사	상면	<input type="button" value="상세"/>
달전	가평읍	<input type="button" value="상세"/>
송산	설악면	<input type="button" value="상세"/>
상천	청평면	<input type="button" value="상세"/>
하판	하면	<input type="button" value="상세"/>

« < 1 2 3 4 > »

가뭇우심지구

조사공 위치

지구명	위치			
	시도	시군구	읍면동	리
달전	경기도	가평군	가평읍	달전리

세부내역

수해면적논 (ha)	수해면적밭 (ha)	시행자	가평군수
28	24		
다단양수 (개소)	양수장 (개소)	관정 (개소)	0
12	0	0	
하천굴착 (개소)	들샘개발 (개소)	가뭇막이 (개소)	0
2	0	0	

주상도 이미지

등록된 이미지가 없습니다

농어촌지하수관측정보

농어촌지하수관리 구축현황	수맥지구	시추개발	가용우심지구	농어촌지하수관측정보	지하수개발실적
---------------	------	------	--------	------------	---------

**검색 조건**

시/도 ::선택안함::

시/군/구 ::선택안함::

읍/면/동 ::선택안함::

리 ::선택안함::

\* 지번검색  -  산

**검색 결과**

> 검색버튼을 클릭하세요.

농어촌지하수관리	수맥지구	시추개발	가용우심지구	농어촌지하수관측정보 구축현황	지하수개발실적
----------	------	------	--------	-----------------	---------

**검색 조건**

시/도 경기도

시/군/구 ::선택안함::

읍/면/동 ::선택안함::

리 ::선택안함::

\* 지번검색  -  산

**검색 결과**

> 관측소	> 종류	> 상세
총 검색수 : 38		
가평1	암반	
가평2	암반	
고덕1	암반	
광주1	암반	
광주1_폐공	암반	
김포1	암반	
김포2	암반	
남양주1	암반	
대부1	암반	
대부2	암반	

« 1 2 3 4 »»

**농어촌지하수관측정보**

관측자료는 1개/일 제공되며 24개/일 자료는 이메일 또는 전화로 신청 가능  
 농어촌연구원(☎ 031-400-1852/kjhee@ekr.or.kr)

**관측소 현황**

관측소명	가평1
주소	경기도 가평군 상면 행현리 261-1

**상세 시설제원**

관측소명	가평1	대수층 종류	암반	
위치	경기도 가평군 상면 행현리 261-1	표고(m)	120.11	
설치일자	2012	지역특성	내륙	
관리기관	한국농어촌공사	시공기관	한국농어촌공사	
정호심도 (m)	120	굴착 구경	상부 (mm) 250	
			하부 (mm) 200	
케이싱	설치심도 (mm)	7		
	구경 (mm)	200		
	재질	아연 도금		
종류	자동	설치 방법	유	
		유	기대수량 (개)	1



□ 지하수개발사업

농어촌지하수관리	수맥지구	시추개발	가뭄우심지구	농어촌지하수관측정보	지하수개발실적 구축현황
----------	------	------	--------	------------	--------------

**검색조건**

시/도

시/군/구

읍/면/동

리

\* 지번검색  -  산

**검색결과**

지구명	위치	상세
총 검색수 : 1977		
객현	경기도 파주시 적성면 객현리 646	@
객현	경기도 파주시 적성면 객현리 637	@
객현	경기도 파주시 적성면 객현리 349	@
객현	경기도 파주시 적성면 객현리 365	@
객현	경기도 파주시 적성면 객현리 357-1	@
객현	경기도 파주시 적성면 객현리 608	@
가월	경기도 파주시 적성면 가월리	@
을포	경기도 파주시 적성면 을포리 345	@
주월	경기도 파주시 적성면 주월리 448	@
주월	경기도 파주시 적성면 주월리 413	@

« < 1 2 3 4 > »

지하수개발실적

위치정보

주소	경기도 파주시 적성면 객현리 646		
지구명	객현		
조사공번	-	개발공번	-
표고(EL.m)	-	관정코드	4148037025B10001

시설정보

공사관리 관정여부	아니오	관정구분	암반
신고허가구분	기타	시추개발구분	-
용도	03	세부용도	01
착공일	-	준공일	-

시추착정정보

케이싱구경(mm)	-	케이싱설치 심도(m)	-
우물구경(mm)	-	우물자재심도(m)	116
시추심도(m)	150		



## 부록 8

### 공공관정 점검표



## 8. 공공관정 점검표

### 가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	2200400203 (일련번호 : 1)		
위 치	강릉시 주문진읍 주문리 1098		
채 수 량	m <sup>3</sup> /day		
제 원	가) 구 경 : 250 mm	나) 심 도 : 90 m	
수중모터펌프	가) 마 력 : 3 HP	나) 설치심도 : 72 m	
	다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)	2004.12.16		
점검기관	한국농어촌공사	점검일자	2014.10.08





### 나. 세부점검내역

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

다. 점검결과

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

라. 사진대지

	
사 진 (외 부)	사 진 (내 부)
	
사 진 (배전반)	사 진 (전기 계량기)

### 공공관정 조사

#### 가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	2200304168 (일련번호 : 2)		
위 치	강릉시 주문진읍 장덕리 395-2 (좌표 : 357676.90, 486563.49)		
채 수 량	150 m <sup>3</sup> /day		
제 원	가) 구 경 : 250 mm	나) 심 도 : 92 m	
수중모터펌프	가) 마 력 : 3 HP	나) 설치심도 : m	
	다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)	2003.02.28		
점검기관	한국농어촌공사	점검일자	2014.10.08


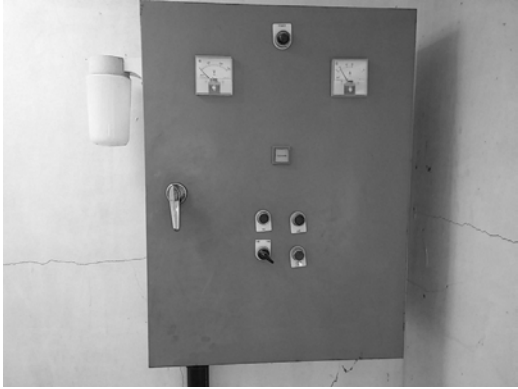
#### 나. 세부점검내역

분야별	구 분	점 검 목	점 검 사항	점 검 내 용	점 검 결 과	
지 질 / 수 질	관 정	수 질	수질검사	검사일		
				농업용 수질기준	적합( ), 부적합( )	
				부적합 항목		
		관 정	자연수위	자연수위 측정	측정(2.3m), 측정불가()	
				양 수 량	양수량의 적정여부	적정O
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	양호
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	지붕파손	
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	양호
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	양호
		오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	양호	
				녹발생 및 부식정도	양호	
			측 정 장 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	양호
		출수장치		출수장치의 파손여부	양호	
		수위측정관		수위측정관의 관리상태	양호	
기 계	기 계 시설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태	양호	
			용 량	이용량 대비 용량의 적정성	과대(), 적정(), 부족	
전 기	전 기 시설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	O	
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	O	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	O	

다. 점검결과

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

라. 사진대지

	
사 진 (외 부)	사 진 (내 부)
	
사 진 (배전반)	사 진 (전기 계량기)



### 공공관정 조사

#### 가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	2200400065 (일련번호 : 3)		
위 치	강릉시 사천면 덕실리 313-2 (좌표 : 362305.29, 480329.10 )강		
채 수 량	140 m <sup>3</sup> /day		
제 원	가) 구 경 : 200 mm	나) 심 도 : 90 m	
수중모터펌프	가) 마 력 : 3 HP	나) 설치심도 : 54m	
	다) 토출관구경 : 50mm		
개발년도(연장허가)	2004.09.02		
점검기관	한국농어촌공사	점검일자	2014.10.08



#### 나. 세부점검내역

분야별	구 분	점 검 목	점 검 사항	점 검 내 용	점 검 결 과	
지 질 / 수 질	관 정	수 질	수질검사	검사일		
				농업용 수질기준	적합( ), 부적합( )	
				부적합 항목		
		관 정	자연수위	자연수위 측정	측정(0.3m), 측정불가()	
				양 수 량	양수량의 적정여부	적정O
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	양호
		양수장 및 보호공	균 열	균열	균열, 백태, 박리, 파손여부	양호
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	양호
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	양호
		오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	양호	
				녹발생 및 부식정도	양호	
				유 량 계	작동유무 및 파손여부	양호
		측 정 장 치	출수장치	출수장치의 파손여부	양호	
				수위측정관	수위측정관의 관리상태	양호
				기 계	기 계 시설	수 중 펌 프
용 량	이용량 대비 용량의 적정성	과대(), 적정(), 부족				
전 기	전 기 시설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	O	
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	O	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	O	

다. 점검결과

문제점	관정내부정리필요		
대책	사후관리필요		
추정소요사업비 (공종별)	공종(항목)	처리내역	처리비용
	사후관리	사후관리 (서정,내부청소 등)	5,126천원
	계		5,126천원

라. 사진대지

	
사 진 (외 부)	사 진 (내 부)
	
사 진 (배전반)	사 진 (내 부)

### 공공관정 조사

#### 가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	2200201297 (일련번호 : 4)		
위 치	강릉시 사천면 덕실리 273 (좌표 : 362665.56, 480522.30)		
채 수 량	145 m <sup>3</sup> /day		
제 원	가) 구 경 : 250mm	나) 심 도 : 100m	
수중모터펌프	가) 마 력 : 3 HP	나) 설치심도 : 65m	
	다) 토출관구경 : 40 mm		
개발년도(연장허가)	2002년		
점검기관	한국농어촌공사	점검일자	2014.10.01



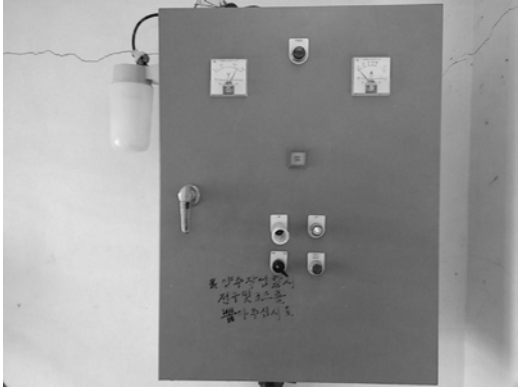
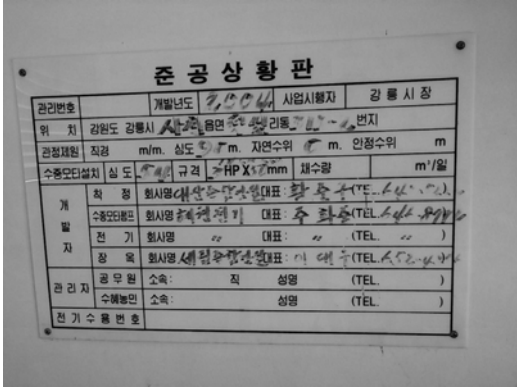
#### 나. 세부점검내역

분야별	구 분	점 검 목 적	점 검 사 항	점 검 내 용	점 검 결 과	
지 질 / 수 질	관 정	수 질	수질검사	검사일		
				농업용 수질기준	적합( ), 부적합( )	
				부적합 항목		
		관 정	자연수위	자연수위 측정	측정(2.3m, 측정불가)	
				양 수 량	양수량의 적정여부	적정O
				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
		측 정 장 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	양호	
				출수장치	출수장치의 파손여부	양호
수위측정관	수위측정관의 관리상태			양호		
기 계	기 계 시 설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태	양호	
			용 량	이용량 대비 용량의 적정성	과다(), 적정(), 부족	
전 기	전 기 시 설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동		
			설 치	위치의 적정성, 설치상태		
			동 작	진동상태, 계기류 작동	양호	

다. 점검결과

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

라. 사진대지

	
사 진 (외 부)	사 진 (내 부)
	
사 진 (배전반)	사 진 (상황판)

## 공공관정 조사

### 가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	2200400013(일련번호 : 5)		
위 치	강릉시 사천면 방동리 440번지 (좌표 : 363637.68,481134.00)		
채 수 량	130 m <sup>3</sup> /day		
제 원	가) 구 경 : 200 mm	나) 심 도 : 80 m	
수중모터펌프	가) 마 력 : 3 HP	나) 설치심도 : m	
	다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)	2004.03.16		
점검기관	한국농어촌공사	점검일자	2014.10.08





### 나. 세부점검내역

분야별	구 분	점 검 목	점 검 사항	점 검 내 용	점 검 결 과	
지 질 / 수 질	관 정	수 질	수질검사	검사일		
				농업용 수질기준	적합( ), 부적합( )	
				부적합 항목		
		관 정	자연수위	자연수위 측정	측정(4.5m), 측정불가()	
				양 수 량	양수량의 적정여부	적정
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	양호
		양수장 및 보호공	균 열	균열	균열, 백태, 박리, 파손여부	양호
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	양호
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	양호
		오염방지 시설	덮개파손	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	양호
				녹발생	녹발생 및 부식정도	양호
			측 정 장 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	작동유무 및 파손여부
		출수장치			출수장치의 파손여부	양호
		수위측정관			수위측정관의 관리상태	양호
		기 계	기 계 시 설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태
용 량	이용량 대비 용량의 적정성				과대(), 적정(), 부족	
전 기	전 기 시 설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동		
			설 치	위치의 적정성, 설치상태		
			동 작	진동상태, 계기류 작동	양호	

다. 점검결과

문제점	관정내부정리필요		
대책	사후관리필요		
추정소요사업비 (공종별)	공종(항목)	처리내역	처리비용
	사후관리	사후관리(서징, 내부 청소 등)	5,126천원
	계		5,126천원

라. 사진대지

	
사 진 (외 부)	사 진 (내 부)
	
사 진 (배전반)	사 진 (전기 계량기)

## 공공관정 조사

### 가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	2200100090 (일련번호 : 6)		
위 치	강릉시 사천면 방동리 449-2 (좌표 : 363957.41, 480917.73 )		
채 수 량	m <sup>3</sup> /day		
제 원	가) 구 경 : 250 mm	나) 심 도 : 100 m	
수중모터펌프	가) 마 력 : 3 HP	나) 설치심도 : m	
	다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)	2001.09.06		
점검기관	한국농어촌공사	점검일자	2014.10.08




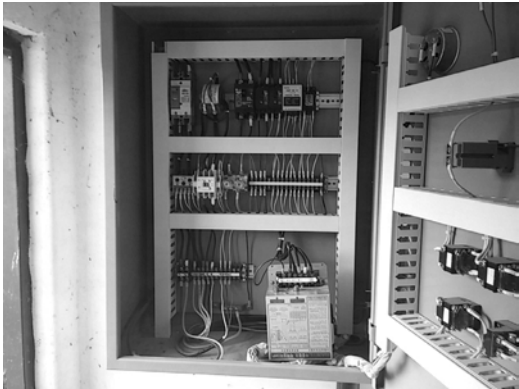
### 나. 세부점검내역

분야별	구 분	점 검 목	점 검 사항	점 검 내 용	점 검 결 과	
지 질 / 수 질	관 정	수 질	수질검사	검사일		
				농업용 수질기준	적합( ), 부적합( )	
				부적합 항목		
		관 정	자연수위	자연수위 측정	측정(2.1m), 측정불가()	
				양 수 량	양수량의 적정여부	적정
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	양호
		양수장 및 보호공	균 열	균열	균열, 백태, 박리, 파손여부	양호
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	양호
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	양호
		오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	양호	
				녹발생 및 부식정도	양호	
			측 정 장 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	양호
		출수장치			출수장치의 파손여부	양호
		수위측정관			수위측정관의 관리상태	양호
		기 계	기 계 시 설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태
용 량	이용량 대비 용량의 적정성				과대(), 적정(), 부족	
전 기	전 기 시 설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동		
			설 치	위치의 적정성, 설치상태		
			동 작	진동상태, 계기류 작동	양호	

다. 점검결과

문제점 대책	현재 사용하지 않는 관정 추후 사용여부확인 후 원상복구		
추정소요사업비 (공종별)	공종(항목)	처리내역	처리비용
	원상복구	원상복구	1,000천원
	계		1,000천원

라. 사진대지

	
사 진 (외 부)	사 진 (내 부)
	
사 진 (배전반)	사 진 (전기 계량기)



### 공공관정 조사

#### 가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	2201100273 (일련번호 : 7)		
위 치	강릉시 사천면 노동리 1158 (좌표 : 361071.67, 478951.91 )		
채 수 량	100 m <sup>3</sup> /day		
제 원	가) 구 경 : 200 mm	나) 심 도 : 100 m	
수중모터펌프	가) 마 력 : 3 HP	나) 설치심도 : m	
	다) 토출관구경 : 40 mm		
개발년도(연장허가)	2011.06.22		
점검기관	한국농어촌공사	점검일자	2014.10.08



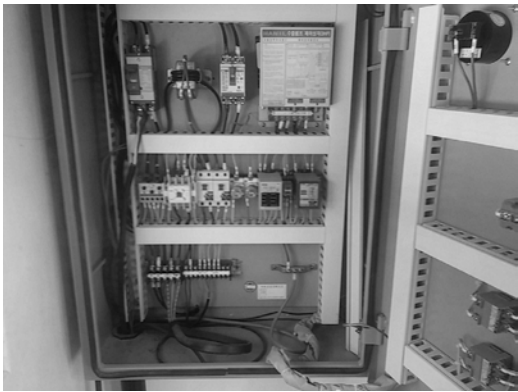

#### 나. 세부점검내역

분야별	구 분	점 검 목	점검사항	점 검 내 용	점 검 결 과	
지 질 / 수 질	관 정	수 질	수질검사	검사일		
				농업용 수질기준	적합( ), 부적합( )	
				부적합 항목		
		관 정	자연수위	자연수위 측정	측정(3.1m), 측정불가()	
				양 수 량	양수량의 적정여부	적정
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	양호
		양수장 및 보호공	균 열	균열	균열, 백태, 박리, 파손여부	양호
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	양호
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	양호
		오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	양호	
				녹발생 및 부식정도	양호	
				유 량 계	작동유무 및 파손여부	양호
		측 정 장 치	출수장치	출수장치의 파손여부	양호	
				수위측정관	수위측정관의 관리상태	양호
				기 계	기 계 시설	수 중 펌 프
용 량	이용량 대비 용량의 적정성	과대(), 적정(), 부족				
전 기	전 기 시설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동		
			설 치	위치의 적정성, 설치상태		
			동 작	진동상태, 계기류 작동	양호	

다. 점검결과

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

라. 사진대지

	
사 진 (외 부)	사 진 (내 부)
	
사 진 (배전반)	사 진 (전기 계량기)

## 공공관정 조사

### 가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	2200100199 (일련번호 : 8)		
위 치	강릉시 사천면 석교리 365-3 (좌표 : 351534.72, 483482.85 )		
채 수 량	145 m <sup>3</sup> /day		
제 원	가) 구 경 : 200 mm	나) 심 도 : 140 m	
수중모터펌프	가) 마 력 : 5 HP	나) 설치심도 : m	
	다) 토출관구경 : 40 mm		
개발년도(연장허가)	2001.11.07		
점검기관	한국농어촌공사	점검일자	2014.10.08





### 나. 세부점검내역

분야별	구 분	점검 항목	점검사항	점검내용	점검결과	
지 질 / 수 질	관 정	수 질	수질검사	검사일		
				농업용 수질기준	적합( ), 부적합( )	
				부적합 항목		
		관 정	자연수위	자연수위 측정	측정(2.0m), 측정불가()	
				양 수 량	양수량의 적정여부	적정
				이물질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	양호
		양수장 및 보호공	균 열	균열	균열, 백태, 박리, 파손여부	양호
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	양호
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	양호
		오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	양호	
				녹발생 및 부식정도	양호	
			측 정 장 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	양호
		출수장치		출수장치의 파손여부	양호	
		수위측정관		수위측정관의 관리상태	양호	
기 계	기 계 시 설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태	양호	
			용 량	이용량 대비 용량의 적정성	과대(), 적정(), 부족	
전 기	전 기 시 설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동		
			설 치	위치의 적정성, 설치상태		
			동 작	진동상태, 계기류 작동	양호	

다. 점검결과

문제점	관정내부정리필요		
대책	사후관리필요		
추정소요사업비 (공종별)	공종(항목)	처리내역	처리비용
	사후관리	사후관리 (서정,내부청소 등)	5,126천원
	계		5,126천원

라. 사진대지

	
사 진 (외 부)	사 진 (내 부)
	
사 진 (배전반)	사 진 (전기 계량기)

### 공공관정 조사

#### 가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	2190100696 (일련번호 : 9)		
위 치	강릉시 사천면 석교리 740-1 (좌표 : 359644.31, 483395.36)		
채 수 량	150 m <sup>3</sup> /day		
제 원	가) 구 경 : 200 mm	나) 심 도 : 70 m	
수중모터펌프	가) 마 력 : 3 HP	나) 설치심도 : m	
	다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)	1995.08.07		
점검기관	한국농어촌공사	점검일자	2014.10.08




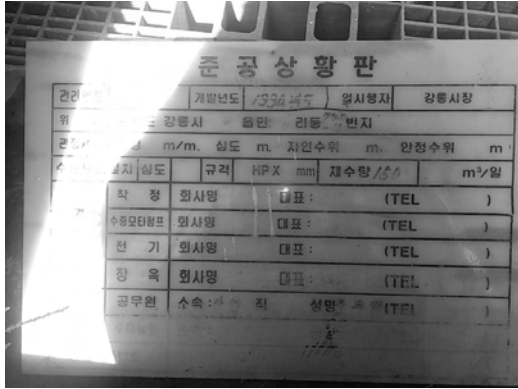
#### 나. 세부점검내역

분야별	구 분	점 검 목	점 검 사항	점 검 내 용	점 검 결 과	
지 질 / 수 질	관 정	수 질	수질검사	검사일		
				농업용 수질기준	적합( ), 부적합( )	
				부적합 항목		
		관 정	자연수위	자연수위 측정	측정(0.5m), 측정불가()	
				양 수 량	양수량의 적정여부	적정
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	양호
		양수장 및 보호공	균 열	균열	균열, 백태, 박리, 파손여부	양호
				누 수	위치, 누수원인, 누수여부	양호
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	양호
		오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	양호	
				녹발생 및 부식정도	양호	
			측 정 장 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	양호
		출수장치		출수장치의 파손여부	양호	
		수위측정관		수위측정관의 관리상태	양호	
기 계	기 계 시 설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태	양호	
			용 량	이용량 대비 용량의 적정성	과대(), 적정(), 부족	
전 기	전 기 시 설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동		
			설 치	위치의 적정성, 설치상태		
			동 작	진동상태, 계기류 작동	양호	

다. 점검결과

문제점 대책	관정내부정리필요, 채수량 계획량 150 m <sup>3</sup> /day로 허가로 변환필요 사후관리필요, 지하수개발이용 허가 신청서 제출		
추정소요사업비 (공 종 별)	공 종 (항 목)	처 리 내 역	처 리 비 용
	사후관리	사후관리 (서정,내부청소 등)	5,126천원
	영향조사	영향조사	5,533천원
	계		10,659천원

라. 사진대지

	
사 진 (외 부)	사 진 (내 부)
	
사 진 (배전반)	사 진 (상황판)

## 공공관정 조사

### 가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	2201200145 (일련번호 : 10)		
위 치	강릉시 사천면 석교리 857-1 (좌표 : 388022.28, 481555.77)		
채 수 량	140 m <sup>3</sup> /day		
제 원	가) 구 경 : 40 mm	나) 심 도 : 100 m	
수중모터펌프	가) 마 력 : 3 HP	나) 설치심도 : m	
	다) 토출관구경 : 40 mm		
개발년도(연장허가)	2012.10.30		
점검기관	한국농어촌공사	점검일자	2014.10.08

### 나. 세부점검내역

분야별	구 분	점 검 목	점 검 사 항	점 검 내 용	점 검 결 과	
지 질 / 수 질	관 정	수 질	수질검사	검사일		
				농업용 수질기준	적합( ), 부적합( )	
				부적합 항목		
		관 정	자연수위	자연수위 측정	측정(2.1m), 측정불가()	
				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 시 설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	양호	
				녹발생 및 부식정도	양호	
			측 정 장 치	유 량 계	작동유무 및 파손여부	양호
		출수장치		출수장치의 파손여부	양호	
		수위측정관		수위측정관의 관리상태	양호	
기 계	기 계 시 설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태	양호	
			용 량	이용량 대비 용량의 적정성	과대(), 적정(), 부족	
전 기	전 기 시 설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동		
			설 치	위치의 적정성, 설치상태		
			동 작	진동상태, 계기류 작동	양호	

다. 점검결과

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

라. 사진대지

<p>사 진 (안내판)</p>	<p>사 진 (내 부)</p>
<p>사 진 (배전반)</p>	<p>사 진 (배전반)</p>



### 공공관정 조사

#### 가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	2200000038 (일련번호 : 11 )		
위 치	양양군 현남면 북분리 207-2 (좌표 : 353373.43, 499499.43)		
채 수 량	150 m <sup>3</sup> /day		
제 원	가) 구 경 : 250 mm	나) 심 도 :	92m
수중모터펌프	가) 마 력 : 3 HP	나) 설치심도 :	72 m
	다) 토출관구경 :	50 mm	
개발년도(연장허가)	2000년		
점검기관	한국농어촌공사	점검일자	2014.10.14





#### 나. 세부점검내역

분야별	구 분	점검 항목	점검사항	점검 내용	점검 결과	
지 질 / 수 질	관 정	수 질	수질검사	검사일		
				농업용 수질기준	적합( ), 부적합( )	
				부적합 항목		
		관 정	자연수위	자연수위 측정	측정(2.2m), 측정불가()	
				양 수 량	양수량의 적정여부	적정O
				이 물 질 배출여부	이물질, 오염물질배출여부	양호
		양수장 및 보호공	균 열	균열, 백태, 박리, 파손여부	양호	
				위 치, 누수원인, 누수여부	양호	
				침 하	침하부위, 원인 및 정도	양호
		오염방지 시설	덮개파손	파손 및 시건장치 유무	양호	
				녹발생 및 부식정도	양호	
				유 량 계	작동유무 및 파손여부	양호
		측 정 장 치	출수장치	출수장치의 파손여부	양호	
수위측정관	수위측정관의 관리상태			양호		
기 계 시 설	수 중 펌 프			작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태	양호
		용 량	이용량 대비 용량의 적정성	과다(), 적정(), 부족		
전 기 시 설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	O		
		설 치	위치의 적정성, 설치상태	O		
		동 작	진동상태, 계기류 작동	O		

다. 점검결과

문제점 대책	신고시설로 등재되어 있으나 취수량 150 m <sup>3</sup> /day로 허가시설임 지하수개발이용 허가신청서 제출		
추정소요사업비 (공종별)	공종(항목)	처리내역	처리비용
	영향조사	영향조사	5,533천원
	계		5,533천원

라. 사진대지

	
사 진 (외 부)	사 진 (내 부)
	
사 진 (배전반)	사 진 (전기 계량기)

### 공공관정 조사

#### 가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	2200100018 (일련번호 : 12 )		
위 치	양양군 현남면 북분리 286-1 (좌표 : 3553292.99, 499820.22)		
채 수 량	150 m <sup>3</sup> /day		
제 원	가) 구 경 : 250 mm	나) 심 도 : 10 m	
수중모터펌프	가) 마 력 : 3 HP	나) 설치심도 : 72 m	
	다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)	2001년		
점검기관	한국농어촌공사	점검일자	2014.10.14





#### 나. 세부점검내역

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

다. 점검결과

문제점 대책	전기계량기 파손 시설노후, 신고로되어 있으나 허가로 변환해야함 사후관리 필요, 지하수개발이용 허가 신청서 제출		
추정소요사업비 (공 종 별)	공 종 (항 목)	처 리 내 역	처 리 비 용
	관정정비	사후관리 (서징, 내부청고 등)	5,126천원
	영향조사	영향조사	5,533천원
	계		10,659천원

라. 사진대지

	
사 진 (외 부)	사 진 (내 부)
	
사 진 (배전반)	사 진 (전기 계량기)

### 공공관정 조사

#### 가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	2200200805 (일련번호 : 13)		
위 치	양양군 현남면 입암리 397		
채 수 량	150 m <sup>3</sup> /day		
제 원	가) 구 경 :250mm	나) 심 도 : m	
수중모터펌프	가) 마 력 : 3 HP	나) 설치심도 : 72 m	
	다) 토출관구경 : 50mm		
개발년도(연장허가)	2002년		
점검기관	한국농어촌공사	점검일자	2014.10.14

#### 나. 세부점검내역

분야별	구 분	점 검 목	점 검 사항	점 검 내 용	점 검 결 과	
지 질 / 수 질	관 정	수 질	수질검사	검사일		
				농업용 수질기준	적합( ), 부적합( )	
				부적합 항목		
		관 정	자연수위	자연수위 측정	측정(2.1m), 측정불가()	
				양 수 량	양수량의 적정여부	적정O
				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	
				유 량 계	작동유무 및 파손여부	양호
		측 정 장 치	출수장치	출수장치의 파손여부	양호	
				수위측정관	수위측정관의 관리상태	양호
기 계	기 계 시 설	수 중 펌 프	작동상태	작동여부, 진동 및 경음상태	양호	
			용 량	이용량 대비 용량의 적정성	과대(), 적정(), 부족	
전 기	전 기 시 설	배전함 및 전기설비	외 형	누유상태, 계측기기 작동	O	
			설 치	위치의 적정성, 설치상태	O	
			동 작	진동상태, 계기류 작동	O	

다. 점검결과

문제점 대책	신고로되어 있으나 허가로 변환해야함 허가 신청서 제출		
추정소요사업비 (공 종 별)	공 종 (항 목)	처 리 내 역	처 리 비 용
	영향조사	영향조사	5,533천원
	계		5,533천원

라. 사진대지

	
사 진 (외 부)	사 진 (내 부)
	
사 진 (배전반)	사 진 (전기 계량기)

## 공공관정 조사

### 가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	2200100024 (일련번호 : 14)		
위 치	양양군 현남면 하광정리 471 (좌표 : 350699315, 503620.09)		
채 수 량	300 m <sup>3</sup> /day		
제 원	가) 구 경 : 250 mm	나) 심 도 : 150 m	
수중모터펌프	가) 마 력 : 3HP	나) 설치심도 : 72 m	
	다) 토출관구경 : 50mm		
개발년도(연장허가)	2001년		
점검기관	한국농어촌공사	점검일자	2014.10.14





### 나. 세부점검내역

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

다. 점검결과

문제점 대책	신고로 되어있으나 채수량 300m <sup>3</sup> /day로 허가로 변환필요, 문과손 지하수개발이용 허가 신청서 제출, 관정정비필요.		
추정소요사업비 (공종별)	공종(항목)	처리내역	처리비용
	영향조사	영향조사	5,533천원
	관정정비	문교환	500천원
	계		10,033천원

라. 사진대지

	
사 진 (외 부)	사 진 (내 부)
	
사 진 (배전반)	사 진 (전기 계량기)



### 공공관정 조사

#### 가. 관정현황

구 분	내 용		
지 구 명	2201300003 (일련번호 : 15)		
위 치	양양군 현남면 남애리 237 (좌표 : 356110.06, 494294.68)		
채 수 량	150 m <sup>3</sup> /day		
제 원	가) 구 경 : 250 mm	나) 심 도 : 100 m	
수중모터펌프	가) 마 력 : 3 HP	나) 설치심도 : 70 m	
	다) 토출관구경 : 50 mm		
개발년도(연장허가)	2013년		
점검기관	한국농어촌공사	점검일자	2014.10.15




#### 나. 세부점검내역

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

다. 점검결과

문제점	안전보호시설필요		
대책	웬스설치		
추정소요사업비 (공종별)	공종(항목)	처리내역	처리비용
	안전시설 설치	웬스설치	800천원
	계		800천원

라. 사진대지

	
사 진 (전 경)	사 진 (관 정)
	
사 진 (배전반)	