

GOVP1200206462

(196)

551.46

L293.7

# 고성군광역수맥조사보고서

2001.

농 립 부  
농 업 기 반 공 사

# 목 차

1. 서 언 .....	1
1-1 조사목적 .....	2
1-2 조사내용 .....	2
2. 일반현황 .....	4
2-1 위치, 교통 및 면적 .....	4
2-2 토지이용 및 산업현황 .....	5
2-2-1 농업 .....	6
2-2-2 축산업 .....	8
2-2-3 임업 .....	11
2-2-4 광공업 .....	11
2-2-5 공장등록현황 .....	12
2-3 기 상 .....	14
2-3-1 기온 .....	14
2-3-2 강수량 .....	15
2-3-3 증발산량 .....	16
2-3-4 일조시간 .....	18
2-3-5 상대습도 .....	19
3. 수문지질조사 .....	20
3-1 지형 및 지질 .....	20
3-1-1 지형 .....	20
3-1-2 지질 .....	20
3-2 물리탐사 .....	25
3-2-1 원격탐사에 의한 선구조 분석 .....	26
3-2-2 전기비저항탐사 .....	29
3-3 양수시험 .....	52

<b>4. 시설관정 이용실태조사</b> .....	62
4-1 시설관정 현황조사 .....	62
4-2 수위관측 .....	65
<b>5. 수질 및 잠재오염원조사</b> .....	66
5-1 수질 .....	66
5-2 먹는물 기준 수질검사 결과 .....	73
5-3 잠재오염원조사 .....	76
5-3-1 잠재오염원의 분류 .....	76
5-3-2 잠재오염원의 분포현황 .....	78
<b>6. 지하수자원의 부존성 평가</b> .....	80
6-1 물수지분석 .....	80
6-1-1 분석기준 .....	80
6-1-2 유출량 .....	81
6-1-3 증발산량 .....	81
6-1-4 지하수 함양량 .....	83
6-2 지하수 부존량 및 개발 가능량 .....	87
6-2-1 지하수 부존량 .....	87
6-2-2 지하수 개발 가능량 .....	88
<b>7. 지하수 활용계획</b> .....	91
7-1 용도별 소요수량 .....	91
<b>8. 지하수 보전 관리</b> .....	94
<b>9. 결론</b> .....	97
<b>10. 참고문헌</b> .....	99
<b>부록</b> .....	103

## 표 목 차

〈표 1-1〉 조사실적 .....	3
〈표 2-1〉 행정구역 현황 .....	4
〈표 2-2〉 고성군의 지목별 토지이용현황 .....	5
〈표 2-3〉 고성군 경지 면적 .....	6
〈표 2-4〉 농업진흥구역 지정 .....	7
〈표 2-5〉 식량작물 생산량 .....	7
〈표 2-6〉 가축사육가구 및 마리 .....	9
〈표 2-7〉 임상별 산림면적 .....	11
〈표 2-8〉 고성지역 광종별 광구수 .....	12
〈표 2-9〉 고성지역 공장현황 .....	13
〈표 2-10〉 기온 변화 .....	14
〈표 2-11〉 증발산량(1994~1999) .....	17
〈표 2-12〉 연간 일조 시간 변화 .....	18
〈표 2-13〉 상대습도(1994~1999) .....	19
〈표 3-1〉 고성지역의 지질계통 .....	21
〈표 3-2〉 쌍극자 탐사 축선별 총괄표 .....	32
〈표 3-3〉 양수시험 총괄표 .....	53
〈표 4-1〉 고성군 1999년 지하수 이용현황 .....	62
〈표 4-2〉 생활용 지하수 이용 현황 .....	63
〈표 4-3〉 농업용 지하수 이용현황 .....	63
〈표 4-4〉 공업용 지하수 이용현황 .....	64
〈표 5-1〉 분석 이온 농도 .....	68
〈표 5-2〉 이온 당량 농도 .....	69
〈표 5-3〉 고성지역 먹는물 수질검사 현황 .....	73
〈표 5-4〉 먹는물 수질분석 결과 .....	74
〈표 5-5〉 오염원의 종류 .....	76
〈표 5-6〉 O.T.A 잠재오염원의 분류 .....	77
〈표 6-1〉 고성지역 추정 증발산량비 .....	82

〈표 6-2〉 고성지역 추정 증발산량비 .....	83
〈표 6-3〉 고성군 지하수 함양량 분석 결과 .....	86
〈표 6-4〉 한국의 지하수 부존량 .....	87
〈표 6-5〉 고성군 지하수 부존량 추정 .....	88
〈표 6-6〉 한국의 지하수 개발 가능량 추정 .....	89
〈표 6-7〉 고성지역의 지하수 개발 가능량 .....	90
〈표 7-1〉 고성군 상수도 사용 현황 .....	91
〈표 7-2〉 고성군의 생활용수 소요수량 .....	92
〈표 7-3〉 고성군 농업용수 소요수량 .....	93

## 그림 목 차

〈그림 2-1〉 강수량 변화곡선 .....	15
〈그림 2-2〉 월 일조시간 변화곡선 .....	18
〈그림 3-1〉 위성영상 선구조 추출 .....	27
〈그림 3-2〉 위성영상 필터링 영상 .....	28
〈그림 3-3〉 쌍극자 탐사 축선 배열방법 .....	30
〈그림 3-4〉 축선 E-1쌍극자 탐사 결과도 .....	37
〈그림 3-5〉 축선 E-2쌍극자 탐사 결과도 .....	38
〈그림 3-6〉 축선 E-3쌍극자 탐사 결과도 .....	39
〈그림 3-7〉 축선 E-4쌍극자 탐사 결과도 .....	40
〈그림 3-8〉 축선 E-5쌍극자 탐사 결과도 .....	41
〈그림 3-9〉 축선 E-6쌍극자 탐사 결과도 .....	42
〈그림 3-10〉 축선 E-7쌍극자 탐사 결과도 .....	43
〈그림 3-11〉 축선 E-8쌍극자 탐사 결과도 .....	44
〈그림 3-12〉 축선 E-9쌍극자 탐사 결과도 .....	45
〈그림 3-13〉 축선 E-10쌍극자 탐사 결과도 .....	46
〈그림 3-14〉 축선 E-11쌍극자 탐사 결과도 .....	47
〈그림 3-15〉 축선 E-12쌍극자 탐사 결과도 .....	48
〈그림 3-16〉 축선 E-13쌍극자 탐사 결과도 .....	49
〈그림 3-17〉 축선 E-14쌍극자 탐사 결과도 .....	50
〈그림 3-18〉 축선 E-15쌍극자 탐사 결과도 .....	51
〈그림 3-19〉 양수시험 결과에 대한 LOG-LOG Plot .....	54
〈그림 5-1〉 고성 Piper's diagram .....	67
〈그림 5-2〉 고성 Stiff diagram .....	70
〈그림 6-1〉 계통표에 의한 조사지구 유출량 .....	84

# 1. 서 언

수문지질조사(Hydrogeologic survey)란 지하수를 포함하고 있는 각 대수층의 분포상태와 수리성, 대수층에 부존된 지하수의 산출상태와 수질 등 지하수의 여러가지 상태를 조사하는 것이며, 이들 제반 수리자료를 일목요연하게 도면화한 것이 수문지질도(Hydrogeologic map)이다. 광역 수문 지질조사는 이제까지 통상적으로 시행되어온 특정지역을 대상으로 한 국지적인 정밀 수리지질 조사와는 달리 넓은 지역의 일반적인 수문지질특성을 파악하기 위해 실시되며, 지하수 자원의 종합적인 이용 및 보존차원에서 필요한 지하수 조사이다.

우리나라 년평균 강우량은 1,100~1,200mm로서 세계 평균 강우량 730mm에 비하여 많은 편이나 강우의 60~70%가 하절기에 집중되고 하천의 구배가 급하여 대부분이 홍수로 유출되어 하천수의 이용률이 낮을 뿐 아니라, 유역별 수자원 부존량과 용수 수요 면에서도 균형을 이루지 못하고 있는 편이다. 더욱이 인구증가와 산업발달, 생활수준 향상 등으로 각종 용수의 수요는 점증되고 있어 표류수는 물론 잠재된 중요 수원인 지하수도 거시적인 안목에서 보다 더 합리적으로 활용되어야 할 시점에 도달하였다.

이번의 광역수문지질조사는 지하 수자원의 효율적인 개발과 보존을 위해 새로이 개정된 지하수법의 취지를 살려 경상남도 고성군 일대 1개읍(고성읍), 13개면(삼산, 하일, 하이, 상리, 대가, 영현, 영오, 개천, 구만, 회화, 마암, 동해, 거류) 516.616 km<sup>2</sup>를 선정하여 지표지질조사, 물리탐사, 양수시험, 수질검사 등을 실시하고 이들 자료와 과거 조사구역 내에 국지적으로 시행한 수맥조사와 지하수 개발 자료를 취합, 정리하고 인공위성을 이용한 원격탐사 자료(ERDAS)를 이용하여 고성지역 광역수문지질도를 작성하였다. 조사항목이 많고 넓은 반면 한정된 인력, 장비로 단기간내 실시한 조사이므로 미흡한 부분이 있으나 지역 내 지형, 지질, 지하수 부존성, 수질 등을 종합적으로 고찰한 자료이므로 향후 유용하게 활용될 수 있기를 기대한다. 끝으로 본 조사에 많은 격려와 협조를 아끼지 않으신 농림부, 경상남도, 고성군 관계관들에게 깊은 감사를 드린다.

## 1-1. 조사목적

농어촌지역 종합개발사업을 효과적으로 추진하고 지역내의 수자원을 합리적으로 활용, 보존하기 위하여 지금까지 한해 상습지를 대상으로 분산적이고 국지적으로 시행하여온 수맥조사사업을 발전시켜 1/50,000도폭 단위별로 전국토를 대상으로 광범위하고 종합적인 지하수 조사를 실시하여 광역 수문지질도를 작성하고자 시행하였다. 또한 지금까지 시·군 단위로 연차적으로 시행되어 관리되고 있는 조사보고서 및 광역수리지질도는 조사지역의 분포지질, 지하수부존량 및 부존상태, 그리고 수질 분석자료 등 지하수자원에 대한 광범위한 내용을 포함하고 있어 용수의 다목적 개발·이용 및 보전관리방향을 제시하는데 있다.

## 1-2. 조사내용

- 가. 조사지구 : 고성 지구
- 나. 위치 : 경상남도 고성군 일원(1개읍, 13개면)
- 다. 조사면적 : 516.616 km<sup>2</sup>
- 라. 조사기간 : 2000. 9. ~2000. 11.
- 마. 조사자 :

소속	직종	직급	성명	조사업무내용
지하수 사업처	지질	2급	홍경선	조사업무 총괄
		3급	김양빈	조사업무 지도
		상용	송양권	현장 조사 및 보고서 작성
		계4급 계4급	최병영 이정현	

- 바. 조사내용 : 지형, 지질 및 지하수 부존성과 이용현황을 감안하여 조사물량을



배분하였다. 주요 조사내용은 지표지질조사, 기설관정 실태 조사, 수위조사, 양수시험, 물리탐사, 수질검사 등이다.

< 표 1-1 > 조 사 실 적

조 사 항 목	조 사 량	비 고
답사 및 지표지질조사	516.616 km <sup>2</sup>	
기설관정 실태조사	390공	
수위 조사	130공	
양수 시험	15공	
물리탐사		
-원격탐사	1식	
-전기탐사(쌍극자)	15축선	
수질검사	15공	

사. 조사장비

- 클리노메타 및 브란톤 콤파스 각 1대
- 전기비저항탐사기 1대
- 수위관측기 2대
- 차량 1대

## 2. 일 반 현 황

### 2-1. 위치, 교통 및 면적

본 조사지역은 경상남도 남부해변에 위치하여 동북은 마산시, 서는 사천시, 남은 통영시, 북은 진주시에 각각 접하고, 동남과 서남일대는 바다에 접하여 있다. 행정구역상 동서남북의 경계(좌표극점)는 각각 동단은 동해면 용정리 산 49(128° 30' 03" , 35° 00' 42" ), 서단은 하이면 덕호리 895-10(128° 06' 02" , 34° 54' 41" ), 남단은 하이면 덕명리 산 203-3(128° 07' 56" , 34° 53' 07" ), 북단은 개천면 가천리 산 111-1(128° 16' 23" , 35° 07' 46" )이며 동서간 연장은 39 km, 남북간 연장은 32 km이다.

고성군은 산맥이 동서로 연주하고 기타의 지맥은 있으나 무험순령한 편이며 지세는 대개 서북이 솟고 동남이 기울은 형세이며 하천은 대체로 군의 중심부위에서 사방으로 흘러내리며, 고성만, 동해만, 자란만을 위시하여 대소항만이 산재하고 있으며 근해에서는 멸치, 전어, 볼락, 도다리와 기타 해어가 어획되고 연안에는 굴, 피조개 양식이 성행하고 있으며, 경지면적은 11,146Ha로서 비교적 비옥한 평야가 많아 각종 농산물이 많이 산출되며 특히 고성평야는 수리가 좋고 비옥하여 미질이 전국에서 명산품으로 알려져 있다.

<표 2-1> 행정구역 현황

구 분	읍	면	법정리	행정리	반	도서수
고성군	1	13	119	262	622	23

## 2-2. 토지이용 및 산업현황

고성군의 총 토지는 516,610,992.0m<sup>2</sup> 이며, 동해면이 가장 넓은 분포를 차지하고 있으며 대가면, 상리면, 고성읍, 개천면 등의 순서로 넓은 면적을 차지하고 있다. 용도별로 구분하면 임야가 절반이상을 차지하고 있으며 답, 전, 대지, 도로, 하천, 목장용지의 순서이다.

<표 2-2> 고성군의 지목별 토지이용 현황 (단위 : m<sup>2</sup>)

읍면별	총면적	전	답	임야	대지	도로	하천	목장용지	
고성군	총면적	516610992	32274694.3	86571823.9	343314533.5	8985529	11699738	7946593.2	1954845
	고성읍	43994912.3	4253740	128623	20200034	1825466	1299708	910454	69918
	삼산면	34852155	2010092	3921673	26334448	400539	782528	287396	38267
	하일면	30865162.5	2316732	4469394.2	21504393	486758	720894.1	231638	10193
	하이면	37817940.5	2477711	4938134.2	25335364	514265	799094.4	570163.2	71130
	상리면	45989850.2	1890717.7	5370898.9	35220035	465049	883925.5	671125.4	269597
	대가면	52300454	2424488	7273169.2	37061759	638875	1038472.6	734925	621142
	영현면	32132988.8	1393832	3861401.2	24367157	412132	573264.8	631094	125637
	영오면	22772204.3	1005120	5275186.1	12998849	444922	549620.9	1131813	154909
	개천면	40447450	1532895	4745303	30875225	382086	704999	629912	230003
	구만면	22225484	1537947	5073907	12883002	432116	506593	858506	97294
	회화면	29585761.8	1884630	5147722	18493366.5	744439.7	998348.6	363643.1	42975
	마암면	33717915	2470463	6752987.1	20376387	575424	866322.5	454474	95953
	동해면	53310752.4	2586251	7115988.5	39492085	789339.3	1163924.6	201741.5	43878
	거류면	36597961.2	4490075.6	9763436.5	18172429	874127	812042	269708	83949
	구성비(%)		6.25	16.8	66.5	1.7	2.3	1.5	0.4

▶ 기타 : 공장용지, 학교용지, 제방, 철도용지, 공원, 종교용지, 묘지, 잡종지 등

## 2-2-1. 농업

고성군 지역의 경지면적은 총 11,146ha로 논은 8,409ha, 밭은 2,737ha를 차지한다. 경지면적은 1994년 이후로 계속 감소세를 보이고 있으며 논과 밭 모두 감소세를 보이고 있다. 반면에 가구당 경지면적은 조금씩 증가세를 보여주고 있으며 논과 밭 모두 증가하는 양상을 보여주고 있다. 또한 고성지역의 농업진흥구역 변동추이를 보면 농업진흥지역과 농업보호구역 모두 1994년에서 1998년까지는 비슷한 양상을 보여주고 있으나 1999년에 갑자기 증가된 양상을 보여주고 있다.

최근 몇 년간 고성군에서 재배하는 식량작물의 분포 변화를 보면, 미곡이 가장 많고 맥류, 서류 순으로 많은것을 알수있으며 전체적인 면적과 생산량을 살펴보면 1994년에서 1999년까지 점차 감소세를 나타내는 것을 알수 있다.

< 표 2-3 > 고성군 경지면적

구분 연도별	경 지 면 적			가 구 당 경 지 면 적		
	계	논	밭	계	논	밭
1994	12,027	9,077	2,950	1.10	0.83	0.27
1995	11,577	8,651	2,926	1.14	0.85	0.29
1996	11,404	8,488	-	1.06	0.81	0.25
1997	11,305	8,439	2,916	1.08	0.81	0.27
1998	11,172	8,391	2,781	1.12	0.84	0.28
1999	11,146	8,409	2,737	1.17	0.88	0.29

\*자료 : 고성통계연보(2000)

<표 2-4> 농업진흥구역 지정

연도별 구분	계		농업 진흥 구역		농업 보호 구역	
	필지수	면적	필지수	면적	필지수	면적
1994	55937	7166.7	48953	6403.8	6984	762.9
1995	55937	7116.7	48953	6404.8	6984	762.9
1996	55937	7167.7	48953	6404.8	6984	762.9
1997	55953	7167.7	48969	6404.8	6984	762.9
1998	55949	7167.2	48965	6404.3	6984	762.9
1999	65906	8228	57562	7250.3	8344	975.7

\*자료: 고성통계연보(2000)

<표 2-5> 식량 작물 생산량

연도별 구분	합 계		미 곡		맥 류	
	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량
1994	12613.3	51733.3	8100	34830	3170.3	9319.3
1995	12659.5	44562.6	8189	32456	3060	8958
1996	12329	116724	8215	35500	2800	8183
1997	11889.9	45735.9	7710	34001	3053	9080
1998	10990	45536	7758	36773	2168	6434
1999	10646	43706	7778	36168	1778	5067

\* 자료 : 농업진흥과

<표 2-5> 계속

구분 연도별	잡 곡		두 류		서 류	
	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량
1994	148	190	921	1135	274	1647
1995	188.5	206.6	960	1330	262	1612
1996	150	317	924	1271	240	1453
1997	134.9	154.9	770	1051	222	1449
1998	132	249	716	862	216	1219
1999	125	192	743	944	222	1335

\* 자료 : 농업진흥과

### 2-2-2. 축산업

고성지역의 축산업은 표 2-6과 같이 사육호수는 한육우, 개, 산양, 닭, 돼지 순이며 마리수는 닭, 돼, 한육우, 산양, 개, 젓소 순이다. 한육우, 젓소, 돼지, 닭, 산양의 경우에는 1997년까지는 일반적으로 약간의 증가세를 보이다가 이후 점차 감소하는 양상을 보여주고 있다. 사슴과 꿀벌의 경우에는 지속적인 증가세를 보여 주고 오리는 증가와 감소가 반복되는 경향을 보여주고 있다. 사슴과 토끼의 경우는 1999년에 갑자기 증가된 양상을 보여준다.

<표 2-6> 가축사육가구 및 마리

연도별 및 읍면별	구분		한 육 우		젓 소		돼 지		닭		산 양	
	사육호수	마리수	사육호수	마리수	사육호수	마리수	사육호수	마리수	사육호수	마리수	사육호수	마리수
1994	6931	30585	208	4585	200	43864	641	335687	1393	5767		
1995	7012	32414	183	4554	175	50758	739	306513	1495	6339		
1996	6945	36070	168	4913	151	45033	613	343935	1225	5216		
1997	6321	34512	160	5167	128	50209	656	412265	1118	4975		
1998	5950	29143	116	4484	121	70896	615	331592	1155	4582		
1999	5247	24838	104	4686	130	76003	716	406959	1121	4803		
고성	544	2847	13	417	18	5787	46	15975	83	364		
삼산	233	702	-	-	4	2585	28	101268	105	395		
하일	343	835	-	-	6	750	43	359	106	358		
하이	345	1180	-	-	10	10651	39	5416	34	175		
상리	359	1504	5	273	-	-	36	3684	72	281		
대가	442	3212	5	195	6	15222	55	43437	75	329		
영현	242	755	2	44	1	500	71	657	97	581		
영오	205	1019	43	1511	3	2329	74	1034	101	288		
개천	270	1112	18	1200	4	5450	58	735	46	378		
구만	313	2089	10	593	6	5785	48	11479	85	365		
회화	327	1509	4	240	17	6642	72	480	44	269		
마암	380	2172	1	30	2	2127	35	351	37	109		
동해	606	2520	-	-	4	3320	77	503	145	634		
거류	638	3382	3	183	49	14855	34	221581	91	277		

\* 자료 : 축산과

<표2-6> 계속

연도별 및 읍면별	구분		사슴		토끼		개		오리		꿀벌	
	사육호수	마리수	사육호수	마리수	사육호수	마리수	사육호수	마리수	사육호수	마리수	사육호수	마리수
1994	12	305	18	68	3077	5646	16	3215	370	3916		
1995	17	340	-	-	3113	7903	16	5196	336	3274		
1996	21	459	3	27	3353	9881	13	3122	289	3314		
1997	24	919	9	47	2896	7232	19	10795	359	5192		
1998	29	1151	5	47	2434	5712	18	309	305	4791		
1999	29	1399	25	168	2316	6520	66	1262	354	5299		
고성	2	66	2	2	282	719	12	69	19	126		
삼산	4	24	3	28	113	433	4	27	24	88		
하일	-	-	-	-	185	373	3	52	15	99		
하이	4	124	-	-	113	348	-	-	11	296		
상리	9	200	3	38	116	287	5	107	40	477		
대가	1	312	5	46	163	356	4	44	48	156		
영현	1	23	-	-	145	375	5	340	38	1272		
영오	1	65	4	12	198	356	4	30	11	455		
개천	2	350	4	16	114	299	7	190	35	1309		
구만	1	9	1	4	130	316	12	97	28	166		
회화	2	16	3	22	175	583	7	214	16	440		
마암	1	170	-	-	176	663	-	-	28	175		
동해	-	-	-	-	189	494	3	92	21	167		
거류	1	40	-	-	217	918	-	-	20	73		

\* 자료 : 축산과



### 2-2-3. 임업

고성군의 임야 총 면적은 34,315ha로 소유별 임야면적은 사유림 33,109ha, 공유림 723ha, 그리고 국유림 483ha를 차지한다. 면별로는 동해, 대가, 삼산면이 3,000ha 이상을 차지하고 있으며 1994년에서 1999년까지 임야면적의 합계를 살펴보면 조금씩 감소되는 양상을 보여주고 있다. 이러한 감소경향은 임상별 산림면적도 마찬가지이다.

고성군의 임상별 산림면적은 입목지가 34,231ha로 99.7%를 차지하며, 무입목지는 84ha이다. 입목지의 경우, 침엽수가 20,109ha(58.7%)로 가장 우세하며, 혼효림 11,130ha(32.5%), 활엽수 2,933ha(8.5%) 그리고 죽림 59ha(0.174%) 순으로 나타나며 표 2-7에 나타나있다.

< 표 2-7 > 임상별 산림면적 (단위: ha)

연도별 및 읍면별	구분 합계	입 목 지					무 입 목 지			
		계	침엽수	활엽수	혼효림	죽림	계	미입목지	황폐지	제지
1994	34522	33570	20591	3525	9369	85	952	84	-	868
1995	34503	33561	20575	3538	9363	85	942	60	-	882
1996	34484	33540	20559	3538	9358	85	944	68	-	876
1997	34375	33498	20514	3528	9371	85	877	13	-	864
1998	34361	33475	20490	3532	9368	85	886	18	-	868
1999	34315	34231	20109	2933	11130	59	84	20	-	-

\* 자료 : 환경녹지과

### 2-2-4. 광공업

고성 지역의 광산 현황을 살펴보면 다음 표 2-8과 같다.

전체적인 광산의 숫자는 계속 감소하는 추세이며 광산 종류 중에는 비금속 광이 단연 대부분을 차지하고 있다. 금속광의 경우는 현재 가행되는 광산은 없으

며 석탄광과 기타 다른 광산은 없는것으로 나타나고 있다. 금속광과 비금속광 모두 1995년에 최고수를 기록하고 있으나 그 이후로 수가 급격히 감소를 하는 것을 볼수가 있다. 금속광산은 미가행 수가 지속적으로 유지가 되고 있어 폐광 절차를 밟지 않고 방치되어 있는 것으로 생각되며 비금속광의 경우에는 미가행 수가 계속 감소하는 것으로 보아 미가행되는 광들을 폐광하는 것으로 생각된다.

<표 2-8> 고성지역 광종별 광구수

연도별	합계			금속광			비금속광			석탄광			기타광		
	계	가행	미가행	계	가행	미가행	계	가행	미가행	계	가행	미가행	계	가행	미가행
1994	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1995	29	4	25	8	-	8	21	4	17	-	-	-	-	-	-
996	13	3	10	4	-	4	9	3	6	-	-	-	-	-	-
1997	12	2	10	4	-	4	8	2	6	-	-	-	-	-	-
1998	10	4	6	3	-	3	7	4	3	-	-	-	-	-	-
1999	10	2	8	3	-	3	7	2	5	-	-	-	-	-	-

### 2-2-5. 공장등록현황

고성군의 공장등록현황을 살펴보면 다음 표 2-9와 같다. 1994년에서 1999년까지 공장의 총수는 증가 양상을 보여주고 있으며 섬유, 화학, 기계 공장수는 일정한 반면에 기타 공장의 수가 증가하고 있음을 알 수 있다.

공장의 총수는 고성읍이 가장 많고 다음으로 회화, 동해, 삼산면 순이다. 화학공장의 경우 마암면이 3개로 가장 많고, 기계공장의 경우는 회화면이 6개로 가장 많다. 공장 총수가 가장 많은 고성읍의 경우에는 기타 공장의 수가 가장 많은 것으로 나타난다.

<표 2-9> 고성지역 공장현황

연도별 및 읍면별	총수		섬유		화학		기계		기타	
	공장수	종업원수	공장수	종업원수	공장수	종업원수	공장수	종업원수	공장수	종업원수
1994	65	2083	-	-	6	359	7	247	52	1477
1995	74	2503	-	-	6	411	9	344	59	1748
1996	88	2284	-	-	9	266	15	401	63	1615
1997	88	2078	1	2	6	260	9	267	73	1551
1998	90	2113	-	-	6	260	9	267	74	1584
1999	89	2111	-	-	6	264	9	267	74	1584
고성	33	839	-	-	1	16	2	38	30	785
삼산	7	116	-	-	1	22	-	-	6	94
하일	2	21	-	-	-	-	-	-	2	21
하이	6	84	-	-	-	-	-	-	6	84
상리	4	50	-	-	-	-	-	-	4	50
대가	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
영현	1	20	-	-	-	-	-	-	1	20
영오	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
개천	1	3	-	-	-	-	-	-	1	3
구만	4	75	-	-	1	7	-	-	3	68
회화	10	287	-	-	-	-	6	219	4	68
마암	6	283	-	-	3	219	1	10	2	58
동해	9	248	-	-	-	-	-	-	9	248
거류	6	85	-	-	-	-	-	-	6	85

## 2-3. 기 상

한 지역의 수문기상은 그 지역의 기후와 지형 및 지질과 밀접하게 연관되어 나타난다. 기후는 그 지역의 위치에 따라 결정되며 중요한 기후학적 인자로는 강수, 습도, 기온 및 바람 등이고 이들 인자들은 수문순환의 과정인 증발과 증산에 영향을 미친다. 지형인자는 강수의 형태나 강수량의 분포에 영향을 미치고 유출율의 정도에 결정적인 요소가 된다. 한편 지질인자는 한 지역의 지형 상황을 지배하고 지하수를 형성하는 대수층 구조에 중요한 영향을 미친다(안상진, 1998).

본 조사지역인 고성군에 대한 수문기상자료는 고성군에서 발행한 고성군통계연보(2000) 자료를 인용하였다.

### 2-3-1. 기 온

대기의 온도는 지표면의 상태, 고도 등에 의하여 영향을 받음과 동시에 지역적, 시간적으로 많은 변화를 하고 있다. 온도의 시간적, 지역적 변화는 지표면과 태양열의 입사 각도에 따라 달라지기 때문에 이는 지구의 자전 및 위치 등에 따라 크게 변화한다. 또한 이러한 대기의 온도 변화는 직접적으로 물의 순환 과정에 영향을 주며, 물의 수량 및 물의 흐름상태에도 많은 영향을 준다(선우중호, 1994).

고성군 지역의 최근 1994년에서 1999년까지의 기온 분포를 살펴보면 다음 표와 같으며 일정한 기온 양상을 보여주고 있다.

<표 2-10> 기온 변화

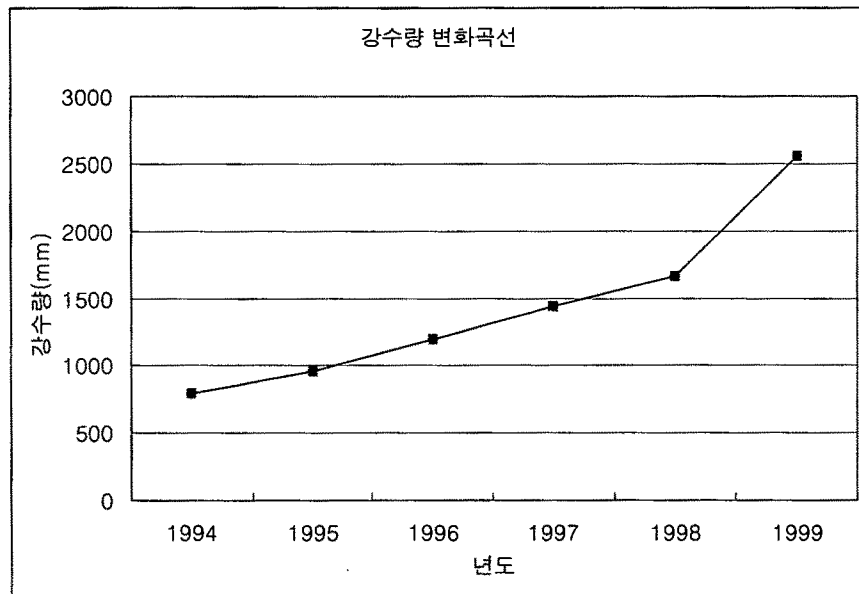
연도	기온				
	평균	평균 최고	극점 최고	평균 최저	극점 최저
1994	15.0	19.4	36.9	11.3	-7.9
1995	13.8	18.3	31.6	10.1	-6.0
1996	13.8	18.4	34.0	10.2	-8.6
1997	14.5	19.0	33.8	10.7	-9.4
1998	15.5	19.7	31.6	11.9	-7.7
1999	14.6	19.0	31.7	10.8	-6.7

## 2-3-2. 강 수 량

강수(Precipitation)는 구름이 응축되어 지상으로 떨어지는 모든 형태의 수분을 통틀어 말하는 것으로 강우와 눈을 포함한다. 강수의 형태는 이슬비(Drizzle), 비(Rain), 우수(Glaze), 진눈깨비(Sleet), 눈(Snow), 설편(Snow flakes), 우박(Hail), 이슬(Dew), 서리(Frost), 안개(Fog) 등으로 나타난다. 강수가 지상에 도달한 양을 산출하기 위해서는 강수량을 측정하여야 하며, 강수량의 측정은 강우량과 강설량을 측정하는 방법으로 구분할 수 있다(안상진, 1998). 본 고성군 지역에 대한 조사에서는 강우량과 강설량을 구분하지 않고 전체적인 강수량으로 기술하였다.

고성지역의 강수량의 분포를 살펴보면 그림 3-1과 같다. 강수량은 1994년에서 1999년으로 갈수록 점점 증가하는 양상을 보여주고 있다. 특히 1998년과 1999년의 강수량은 급격한 증가를 보여주고 있다. 1999년에 강수량이 급격히 증가한 이유는 그 해 태풍의 영향으로 인한 전국의 폭우와 관련이 있는 것으로 생각된다.

고성군 지역의 월별평균 강수량 분포 역시 6~8월 사이에 강수량이 집중되어 나타나는데, 이는 우리나라 강수량의 약 70% 이상이 6월에서 9월 사이에 집중되는 현상과 일치하며, 이 중 약 80% 이상이 증발 또는 지표수로 유출되어 바다로 유실되고 있으므로, 상대적으로 지하수의 저류량은 강우량에 비해 매우 작다.



<그림 2-1> 강수량변화곡선

### 2-3-3. 증 발 산 량

지구 전체로 볼 때 지상에 낙하된 강수의 약 75%는 다시 증발(Evaporation)과 발산(Transpiration) 작용을 거쳐 대기로 환원되는 것으로 알려져 있다. 증발은 어떤 물질이 액체 상태에서 기체 상태로 변화하는 현상이며, 물 수면에서 단위 시간당 물분자의 교환능력을 증발을이라 한다. 또한, 수면에서 나타나는 물분자의 이탈을 증발이라 하고, 식물의 표면에서 나타나는 증발현상을 발산이라 한다. 수문과정에서는 수면에서의 증발과 식물에서의 발산을 함께 취급하는 경우가 많으므로, 이를 통칭하여 증발산(Evapotranspiration)이라 한다. 증발산은 기상학적인 인자 이외에도 식물의 종류, 색깔의 농도, 밀도, 성장속도 그리고 잎 표면의 크기 등 식물요소 뿐만 아니라 토양의 공극율, 투수계수, 입자의 크기 및 토양의 함수율 등에 의하여 직접적으로 영향을 받는다(선우중호, 1994). 우리나라의 연평균 증발량 분포는 태양에너지의 입사량이 많은 남쪽지방이 저위도로 갈수록 증가되는 경향을 나타낸다. 연중 최대 증발량의 시기는 5~6월이며, 최대 증발량이 나타나는 지역은 포항지방으로 1,542.3mm이며, 최소 증발량은 성산포 지방으로 780.3mm이다.

증발산량의 추정방법은 측정에 의한 방법과 이론적 방법 및 기후인자와의 상관관계에 의한 산출방법 등이 있으며, 본 조사에서는 기후인자와의 상관관계를 이용한 Thornthwaite 방법을 적용하였다. Thornthwaite 방법을 간략하게 소개하면 다음과 같다. Thornthwaite는 북위 29° ~ 43° 사이의 미국전역을 대상으로 증발산계 측정 자료를 수집, 분석하여 기온과 잠재 증발산량과의 상관관계를 광범위하게 연구하였으며, 다음과 같은 식으로 표시된다.

즉, 한 해의 매월 평균기온을  $t_j$ °C(여기서  $j = 1, 2, 3, \dots, 12$ )라 하고 월열지수(Monthly Heat Index)를  $J_r$ 라 할때, 경험식으로 얻는  $t_j$ 와  $J$ 의 관계는 다음과 같다.

$$J_r = \left( \frac{t_j}{5} \right)^{1.514} = 0.0875(t_j)^{1.514}$$

따라서, 연열지수(Yearly Heat Index)  $J$ 는 월열지수(Monthly Heat Index)의 합으로 다음과 같다.

$$J = \sum_{j=1}^{12} Jr_j$$

월 평균기온이 t°C인 임의의 월의 잠재 증발산량(PE<sub>x</sub>)은 다음식으로 표시된다.

$$PE_x = 1.6 \left[ \frac{10T}{J} \right]^a (cm/month)$$

$$a = (675 \times 10^{-9})J^3 - (771 \times 10^{-7})J^2 + (179 \times 10^{-4})J + 0.4924$$

또한 월평균 기온이 t°C 인 임의의 월의 실제 증발산량(PE)은 다음식으로 주어진다.

$$PE = PE_x \times \frac{DT}{30 \times 12} (cm/mon)$$

(여기서, D : 해당월의 일수, T : 해당월의 평균일조시간(시간/일))  
조사 지역의 증발산량과 관련자료는 표 2-11에 정리하였다.

<표 2-11>  
증발산량(1994~1999)

구 분	계	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
평균기온(°C)		3.5	4.5	8.8	13.8	17.7	20.9	23.7	25.2	23.7	17.1	11.1	5.1
평균일조시간 (h/d)		7.1	7.3	5.0	7.5	9.7	6.0	4.7	4.9	5.0	6.1	6.7	7.2
$\frac{t_j}{5}$		0.7	0.9	1.76	2.76	3.54	4.18	4.74	5.04	4.74	3.42	2.22	1.02
Jr (월열지수)	J=	0.58	0.85	2.35	4.65	6.78	8.72	10.55	11.57	10.55	6.43	3.34	1.03
PE <sub>x</sub> (잠재증발산량)		1.73	1.81	1.01	1.89	2.82	1.33	0.91	0.97	1.01	1.37	1.58	1.77
$\frac{DT}{360}$		0.59	0.57	0.42	0.63	0.81	0.50	0.39	0.41	0.42	0.51	0.56	0.60
PE (실제 증발산량)		1.03	1.03	0.42	1.18	2.28	0.67	0.36	0.40	0.42	0.70	0.88	1.06

## 2-3-4. 일 조 시 간

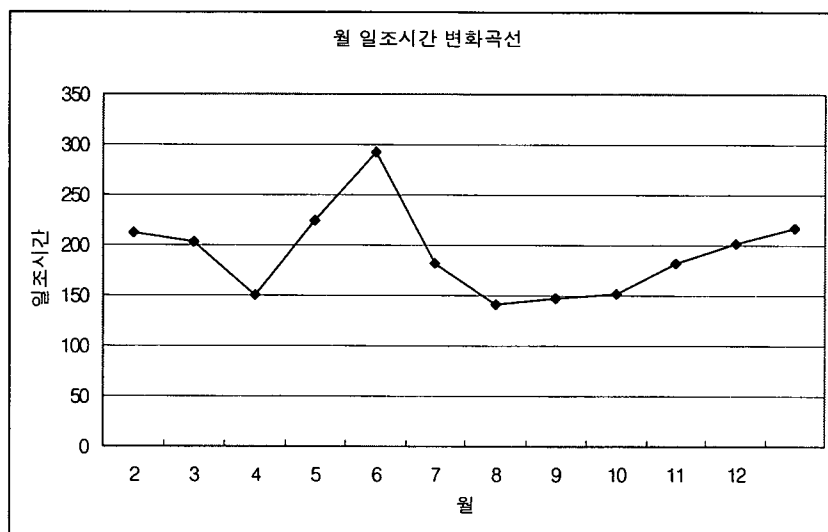
일조시간은 지형과 위도, 계절풍 등 복합적인 요인에 의해 영향을 받는다. 일반적으로 겨울에는 북서 계절풍의 영향을 많이 받는 서해안 지방이 동해안 지방보다 짧고, 상대적으로 여름철에는 남동 계절풍의 영향을 받아 반대 현상이 나타난다. 최근 1994년에서 1999년까지의 고성군 지역의 일조시간은 다음 표 3-4와 같으며 거의 일정한 값을 보여주고 있다.

<표 2-12> 연간 일조 시간 변화

연도	1994	1995	1996	1997	1998	1999
일조시간	2633.6	2468.3	2314.1	2405.4	2087.1	2302.5

월별 일조시간은 다음 그림과 같다. 그림에서와 같이 연구지역의 일조시간은 봄철인 4-6월이 가장 높으며(최고 291.8), 여름과 겨울철이 비교적 낮음을(최적 140.3)을 알수가 있다. 이는 앞서 언급한 강수량 및 증발산량에도 밀접한 상관관계가 있는 것으로 판단된다.

일조량은 특정 지역의 수문순환계에 큰 영향을 미치며, 이는 지하수 부존량에도 영향을 미치는 중요한 요인으로 작용한다.



<그림 2-2> 월 일조시간 변화곡선



### 2-3-5. 상대 습도

습도는 대기의 건조상태를 나타내는 요소로서 주로 상대습도를 사용하여 표시한다. 습도는 날씨가 나쁘고 구름의 양이 많을 경우 습도는 높게 나타나며, 일조량이 많고 맑으며 구름이 적을때는 습도가 낮고 건조해지기 쉬우며, 또한 화재 발생과 그 지역의 동·식물의 식생에도 영향을 미친다.

고성군 지역의 상대습도는 고성군에서 발행한 고성통계연보(2000) 자료를 인용하였다. 최근 6년간(1994-1996)의 상대습도는 일정한 값을 보여주고 있다. '99년중 월별 추이는 겨울철인 1, 2, 3월에 낮게 나타나고, 4월부터는 60%를 넘어서고 여름철인 8월에 가장 높은 값을 보여주고 있다.

<표 2-13> 상대습도('94~'99)

구분 연도 및 월별	상 대 습 도(%)		구분 연도 및 월별	상 대 습 도(%)	
	평균	최소		평균	최소
1994	-	-	4월	67	67
1995	69	20	5월	68	68
1996	64	11	6월	79	79
1997	66	10	7월	79	79
1998	66	10	8월	81	81
1999	66	12	9월	80	80
1월	47	12	10월	69	69
2월	48	14	11월	61	61
3월	61	12	12월	52	52

## 3. 수문지질조사

### 3-1. 지형 및 지질

#### 3-1-1. 지형 (Topography)

본 조사지역인 경상남도 고성군은 북으로 함안군과 접하고 있으며 동으로는 마산과 도청소재지인 창원이 있으며 서쪽으로는 진주가 자리잡고 있고 남쪽은 바다와 접하고 있다. 산계는 대부분 500m내외의 낮은 산세를 이루며, 중앙부에 연화산(528m)이 위치하고 있어 도로의 발달이 이 산의 주위를 통해 발달되어있다.

고성군은 바다와 인접하고 있어 해안선의 출입이 심하고 고성읍 부근의 하천은 여러 방향의 깊은 계곡에서 곧 평야지로 내려온 소하천들이 합류되어 긴 유로를 형성해 바다와 연결된다. 이와 같은 하천이 형성된 고성읍 부근은 퇴적암류가 분포하는 지역으로 보다 풍화와 침식에 대한 저항력이 약한 이유로 생긴 하천으로 생각된다. 그리고 삼산면 지역에선 남동향의 직선형 하천들은 남동향의 깊은 계곡 내에 형성되어 이들 양측의 수많은 1차수들과 합류되며 곧 인접 바다로 연결된다. 이와 같은 직선형의 하천은 이 지역의 단층에 밀접히 관련되어 있는 것으로 생각된다. 또한 해안 근처에서는 대체로 해안선에 수직되는 방향으로 발달되는 소하천이 무수히 많은데 이들은 그 계곡이 V자형으로서 유로가 짧고 유경사가 심하여 유역이 좁은 1차수의 하천으로만 존재하는 것으로서 바로 바다와 연결되어 있다.

#### 3-1-2. 지질

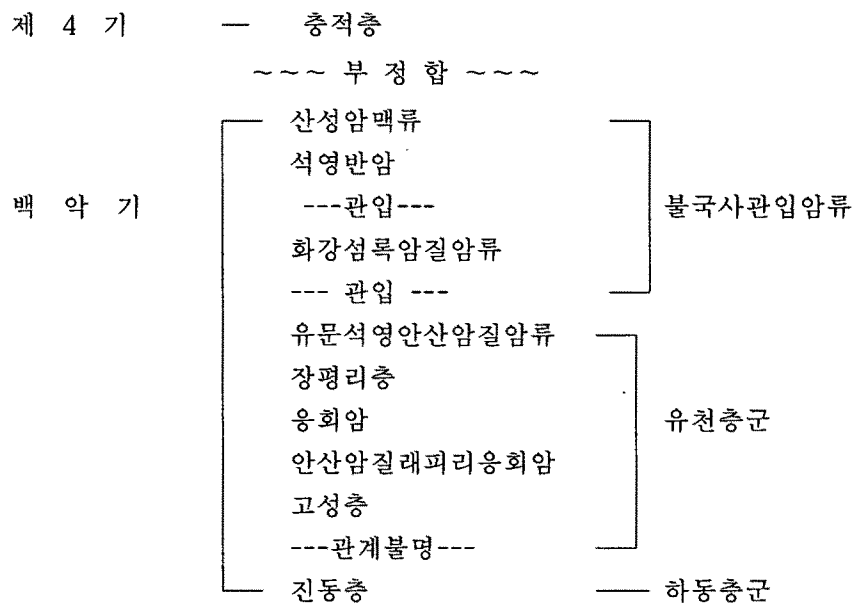
이 지역은 경상분지의 남서부에 위치하고 있는데, 경상계 상부의 퇴적암류, 화산암류, 심성관입암류 등의 지질을 노출시킨다. 이들은 백악기말 경상분지에 일어났던 퇴적작용, 화산활동, 이에 뒤 따른 심성관입활동을 나타내는 상부 하동층군, 유천층군 및 불국사관입암류로 대별되는 지질 현상이다.

하동층군의 지층은 그 상부에 해당하는 Laminated 셰일로 구성되는 진동층

군이 분포한다. 유천층군은 고성층, 안산암질래피리응회암, 안산암류, 장평리층, 유문석영안삼암질암류로 구분된다. 진동층 상위에 나오는 고성층은 응회질퇴적물 내지 응회암으로 구성되고 홀층의 두께가 얇고 두꺼운 층으로 구성됨으로서 진동층과는 확연히 구별된다.

본 지역에서 산출되는 암석의 지질계통은 다음과 같다(표 3-1).

<표 3-1> 고성지역의 지질계통



## 가. 하동층군

### ○ 진동층

진동층은 고성군 대가면, 고성읍 북부, 거류면, 동해면 등에 걸쳐 나타난다. 주향은 대체로 북동방면이고, 대개 10°내외의 동남경사를 가진다. 화강섬록암질암류가 분포되어 있는 주위에는 요곡되어 있기도 하다.

본층은 흑색, 암회색 셰일 및 사암으로 주로 구성되어 있고 담회색, 회록색의 찰티 셰일을 상부에 협재한다. 대부분 호상층리를 발달시키며 본층의 층리면에선 건물과 연흔이 관찰되고 거류산 동쪽에서는 공룡의 족흔화석이 관찰된다.

호상층리가 발달되어 있는 흑색셰일에서는 녹회색의 석회질 셰일을 협재시키는 경우가 많다. 이는 대부분 방해석과 점토광물이고 석영 실트가 층리면을 따라 산재 배열되어 있다.

회색사암은 매우 얇은 층으로 구성되어있거나 얇은 층으로 구성된 층리가 발달되며 이들은 진동층 상부에서 산출빈도가 높다. 거류산 서쪽에서 나온 회색세립질사암을 현미경 관찰하면 세립사질부와 이질부가 교호한다.

## 나. 유천층군

### ○ 고성층

본층은 서쪽의 삼천포지역에서 노출되기 시작하여 고성군 삼산면, 고성읍과 도산면 북쪽에 대규모로 분포되고 거류산, 연화산 등의 기저부에 소규모로 산재 분포된다. 본층의 하부 경계는 진동층과 접이적이어서 설정하기가 곤란하나 대체로 녹색자색응회질 셰일, 녹색응회질사암의 산출로부터 그 기저로 삼았다. 상부 경계는 응회암을 경계로 삼았으며 이 응회암은 삼산면지역에선 노출되나 그 외 지역에선 산출되지 않아 자색 혹은 녹색의 응회질 퇴적암이 직접 상위의 안산암류에 의해 관입당하거나 피복당하였으며 거류산, 면화산, 상리면 등에서 화강섬록암질암류에 의해 관입 당하였다. 본층의 주향과 경사는 이관성 없는 방향성이나, 대체로 남쪽으로 그 경사를 가지고 있다.

본층은 주로 응회질퇴적암과 상부에 응회암으로 구성된다. 응회질퇴적암은 자색과 녹색의 교층이며 자색인 것이 셰일과 사질 셰일들이고 녹색인 것이 사암들이다.

### ○ 안산암질암류

본암류는 고성층과 장평리층 사이에 놓이는 화산암체로서 본 지역에서 가장 넓은 분포 면적을 가지고 있다. 본암류는 대체로 안산암질로서 야외에서 하부로부터 래피리응회석, 안산암류, 응결응회암으로 구분되어진다.

### ○ 안산암질 래피리응회암

본암은 고성군 삼산면, 대가면, 상리면에 소규모로 분리되어 분포된다. 본암은 모든 안산암질암류 중에서 초기에 형성된 산물로서 본지역의 대부분 지역에서 고성층을 피복하고 있고 상부에 응결응회암을 엮고 있거나 협재하고 있다. 또한 본암은 안산암류가 협재되거나 관입되어 있으며 대가면 연지리 등에서 화강섬록암질암류에 의해서 관입당하였다. 본암은 암록색, 녹회색의 안산암류로서 대다수 화성쇄설암인 것으로 생각된다.

### ○ 안산암류

본암류는 삼산면 등에 작은 암체로 여러군데 분포된다. 본 암류는 고성층 상부에서부터 래피리응회암이 분출되는 동안에 lava flow되어 고성층 상부나 래피리응회암 중에 협재되어 있기도 하고, 또 맥상, 실트 상 혹은 여러 형태로 관입되어 있기도 하다. 이와 같이 다양한 산출상태로 그 구분은 용이치 않다.

### ○ 분출안산암

삼산면 판곡리, 병산리등의 지역에서 산출되는 비현정질안산암, 행인상안산암이고 소량의 반상안산암이다. 이들은 야외에서 암록색, 암회색을 띠고 대부분 비현정질이고 행인을 가지거나 작은 사장석, 휘석 반정을 가지기도 한다.

### ○ 관입안산암

이에 속하는 것은 맥상 안산암체 대부분과 삼산면 덕상개, 고성읍 신월리의 안산암 실트 등이며 대부분 반상안산암이다. 이들은 암록색, 회록색, 담록색을 띠며 대부분 사장석 반정을 다량 함유하고 휘석 반정을 가지기도 한다. 간혹 작은 맥상 안산암체는 반정을 갖지 않는 경우도 있다.

## 다. 불국사관입암류

### ○ 화강섬록암질암류

본암류는 대가면 연지리, 상리면 부포리, 삼산면 삼봉리, 고성읍 곡산 등지에 소암주 혹은 맥상으로 노출되어 있다. 본암류는 이전의 하동층군, 유천층군 모두

를 관입하여 주위의 퇴적암들을 열변질 시켰다. 대체로 산세가 높은 지역이 화강섬록암질이고 낮은 지역이 섬록암질이다. 그리고 월평리와 은월리간의 지역은 평탄한 지형을 이루고 판상절리가 잘 발달되는 특이성을 보여주며 담회색의 극세립질 화강섬록암질 암상을 띤다.

#### 라. 충적층

고성읍 지역은 꽤 넓은 평야를 형성하고 있다. 본층은 백악기의 현재 암체를 부정합으로 덮고 있다. 대부분 농경지로 이용되고 있다.

## 3-2. 물리탐사

본 조사지구에서 수행된 물리탐사는 인공위성 원격탐사를 통해 영상판독 분석 후 선구조를 추출하고 전기비저항 쌍극자탐사를 실시하여 지하수 부존상태와 제반 지하지질 구조를 파악하였다.

지구물리탐사는 지구물리학의 응용분야로서 자연적 또는 인위적인 신호(signal)를 통해 지표 및 지하 지질의 특성을 측정함으로써 지하지질구조와 지하에 부존하고 있는 유용광물 및 석유, 천연가스, 지열, 지하수 등의 부존여부를 추측하는 방법이다.

특히, 이번 지하수조사에는 지하수 부존에 영향을 미치는 지하구조대 및 층층 층후의 발달상태를 객관적으로 탐사하는데 주로 사용된다. 일반적으로 지하수조사는 그 효율성을 높이기 위해서 지표지질조사와 자료수집 및 분석, 1차 탐사, 2차 탐사의 3단계로 수행되어 진다.

지표지질조사, 자료수집 및 분석에서는 현장지질조사와 항공 또는 위성사진 자료를 수집하여 전반적인 지질학적 환경을 파악하여 지하수 부존과 관련된 요소들의 정보를 추적한다. 특히 변성암이나 화성암 등의 결정질 암석으로 이루어진 지질환경에서는 단층, 파쇄대 등의 선구조가 지하수부존과 관련된 가장 중요한 지질요소가 된다. 1차탐사는 1단계 조사자료를 바탕으로 넓은 지역에서 선구조 위치와 분포상태 등 지하 구조대 발달상태를 객관적으로 확인 조사할 수 있는 극저주파탐사법으로 신속하고 경제적으로 자료를 획득한다. 2차탐사는 1차탐사 결과 선구조 또는 이상대가 발견되면 이들을 확인하고 보다 구체적인 구조와 상태, 그리고 지하수부존 가능성을 밝히기 위해서 집중적이고 정밀한 전기비저항탐사(쌍극자, 수직)등을 수행한다.

본 조사지구에서 실시한 2차 탐사는 수문지질도의 작성을 위하여 전기비저항 쌍극자 탐사를 수행하였다. 이는 평야부에 대한 전반적인 심부 구조대의 존재 확인을 위하여 전기측선을 연장 설정하여 500m에 걸쳐서 전극간격을 25m로 하여 가탐심도를 최대 100m까지 가능하도록 하였다. 조사량은 15측선으로 약 7.5km에 달한다.

### 3-2-1. 원격탐사(Remote Sensing)에 의한 선구조 분석

원격탐사란 1960년대부터 미국에서 처음 사용한 것으로 대상체로부터 방사 혹은 반사되는 전자기파 에너지를 물리적인 접촉없이 측정하여 대상물체의 물리적 성질이나 상태 및 공간적 형태 등을 식별하고 해석하는 탐사기술이다.

본 연구에서는 지상탐사위성인 LANDSAT MSS, LANDSAT TM, SPOT중 가장 정밀한 해상도를 가진(1pixel=20×20m) SPOT 위성에서 얻어진 위성영상 자료를 이용하였다.

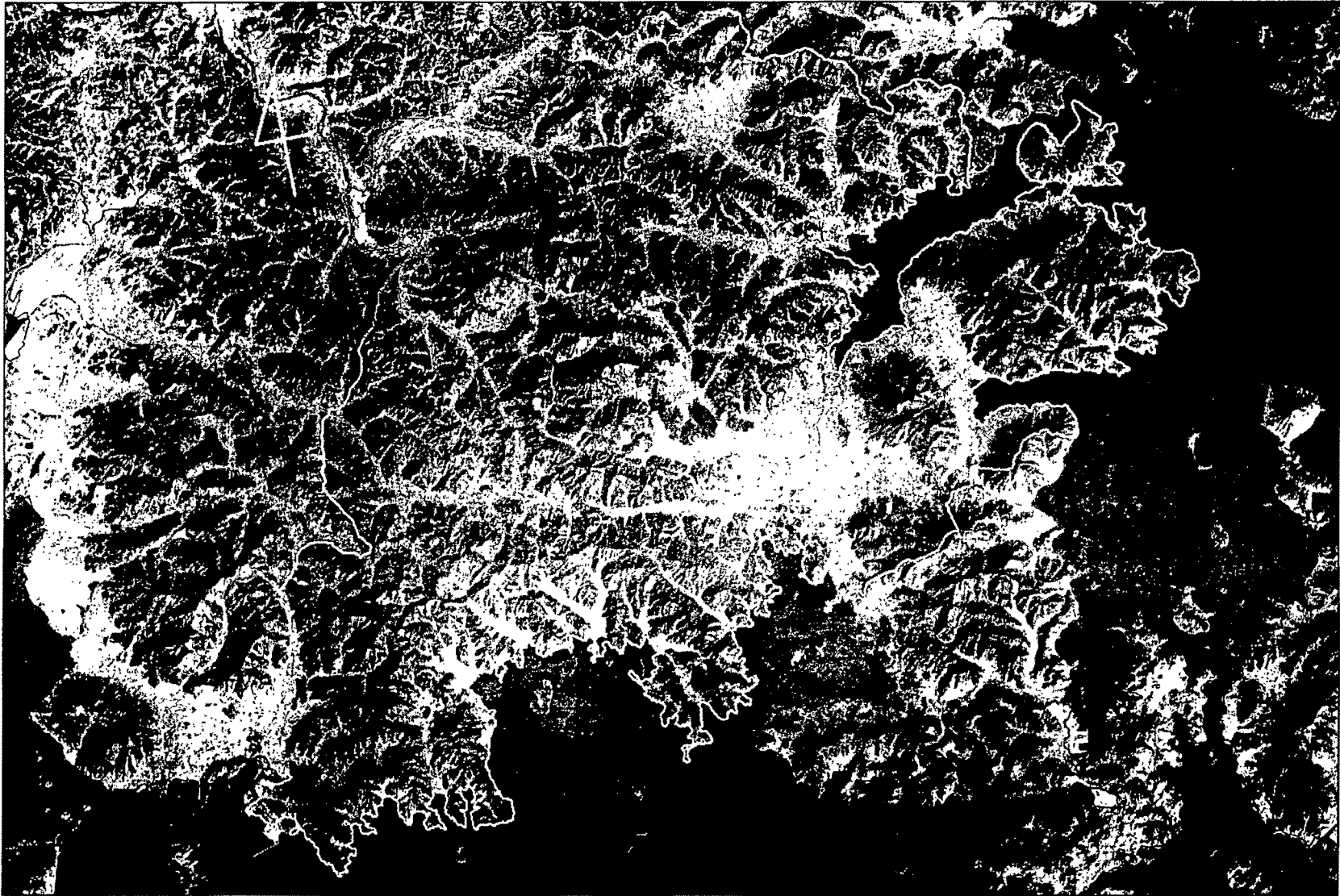
지표면의 대상물이나 현상에 관한 자기파 정보를 수신소에서 받아서 수정과 초기작업 과정을 수행한 후 magnetic tape에 저장된다. 수신된 영상은 조직의 변화와 빛의 차이, 수분에 따라 차이가 나는 색과 그림자, 암석의 풍화에 의한 지형의 기록, 필터링 등을 기본원리로 해석된다. 그후 전문 software를 이용하여 분류, 판독후 선구조를 추출하게 되는 것이다.

SPOT은 기존의 지상 자원탐사 위성중 최근 발사된 위성으로(1986년, 프랑스) 0.49~0.8 $\mu$ m의 파장을 가진 가시광선과 0.8~0.91 $\mu$ m의 적외선을 이용하여 3개의 magnetic band를 가지고 5~26일의 주기로 같은 지역을 조사하게 되는데, 다른 위성들보다 높은 지상분해능을 가지며, 주사주기가 짧아 자료의 update가 빠르고 동일한 면적에서 더 많은 자료를 얻게되는 이점이 있다.

수문지질학에서 영상분석은 암의 분류와 노두의 경계에 대한 도면을 제작하고 단층, 균열, 습곡 등의 지질구조의 성향의 분석·조사 하는데 쓰이고 있다. 이 위성영상 자료에 야외에서 관찰한 지질구조특성, 시추공에서의 자료, 기존 존재하는 지구물리학적 해석자료를 더하여 수정, 보완하게 된다.

선구조(Lineament)란 지표에 나타난 지형적 광역규모의 선형구조로서 암종의 차이, 암상변화 및 지질구조적인 현상을 반영한다고 할 수 있다. 지질구조선과 관련된 선구조선은 약선대이기 때문에 암반지하수 통로 역할을 할 수 있는 가능성이 많아 지하수부존과 매우 밀접한 관련이 있으며, 실제로 선구조가 발달된 지역에서 착정할 경우 지하수 산출율이 높다. <그림 3-1>는 조사지역의 위성영상자료로 수평, 수직방향으로 필터링된 영상이며 그 영상을 해석한 후 추출한 선구조를 나타낸 그림은 3-2에 나타내었다.





<그림 3-1> 위성영상 필터링 영상

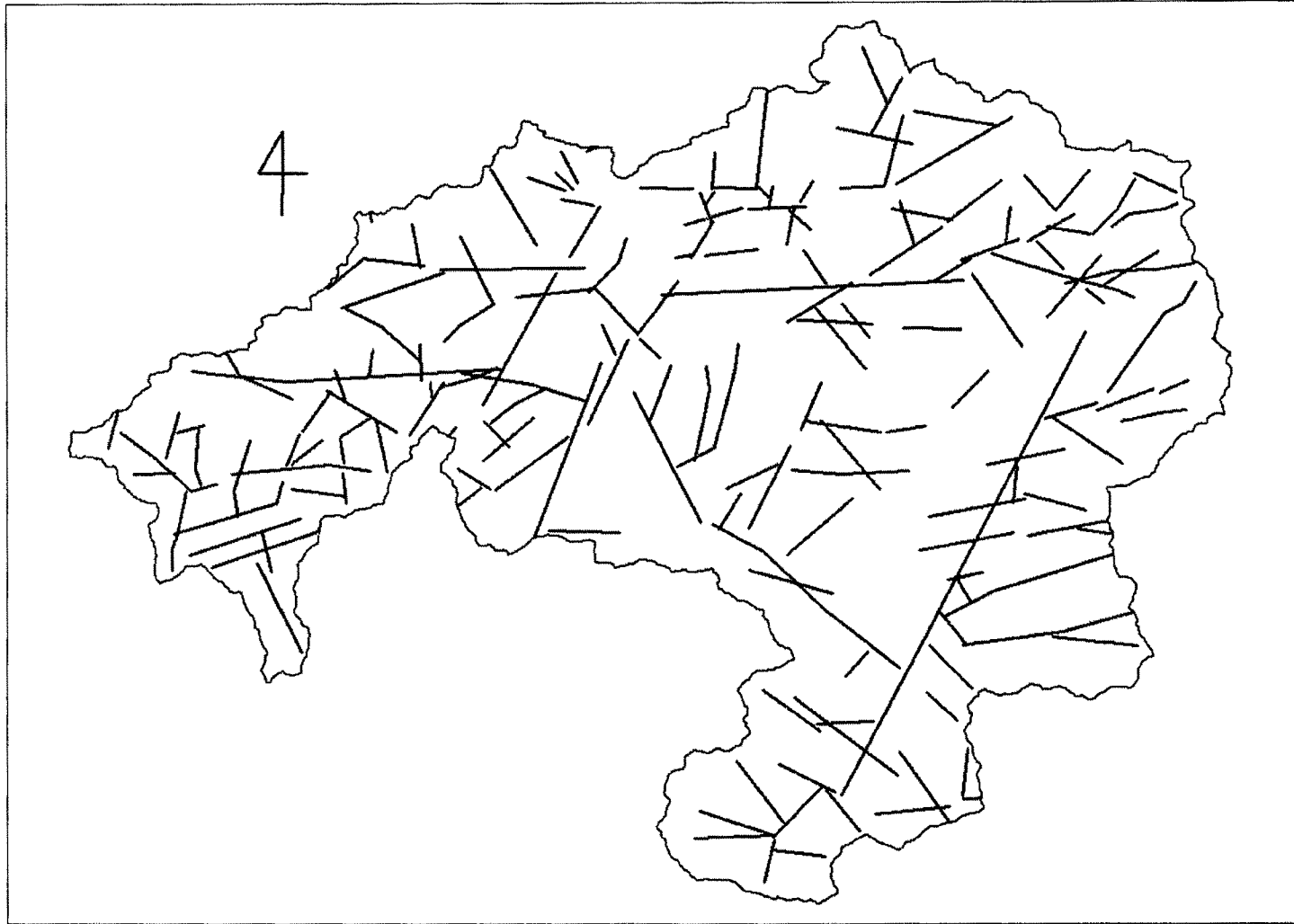


그림 3-1 위성영상 선구조추출

### 3-2-2. 전기비저항 탐사

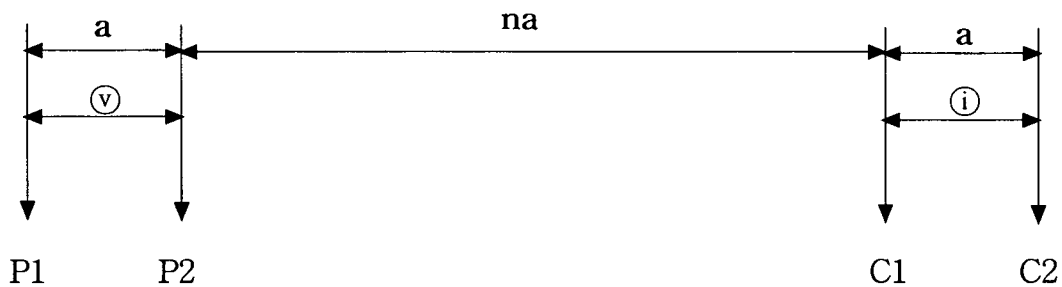
전기비저항 탐사는 매질의 전기비저항 차이에 의해 야기되는 이상 전위차를 측정하고 이를 정밀 해석함으로써 지하의 지질구조(파쇄대, 단층, 지질구조대 등), 광상, 지하수, 지열지대의 부존여부 및 부존양상을 규명해 내는 물리탐사 기술이다. 지하매질의 전기비저항은 지하매질의 성질에 따라 크게 좌우되나, 일반적으로 표토층인 경우에는 낮은 전기비저항 값을 가지며, 하부의 기반암인 경우에는 높은 전기비저항값을 가진다. 동일한 기반암이라 하더라도 암반의 변질정도에 따라 전기비저항의 값은 크게 변하며, 특히 단층작용에 의한 파쇄대의 발달은 파쇄대 내에 전기전도도가 높은 점토가 충전되어 전류를 잘 흐르게 하는 전도체 역할을 하게되므로 비저항 값이 낮게 나타난다. 전기비저항(Electric resistivity)은 어떤 물체의 전위경도(Potential gradient)와 전류밀도(Current density)의 비(比)로서 그 단위는  $\Omega\text{-m}$ 로 표시한다.

2차원 전기비저항 탐사는 지하의 물성이 조사 축선 하부 단면상에서만 변화하며 축선에 수직인 방향으로는 변화하지 않는다는 가정, 즉 전기비저항의 분포가 2차원적이라는 가정하에서 탐사를 수행하고 측정자료를 해석하는 탐사법이다. 이와는 다르게 탐사축선상의 각 측정마다 1차원 수직탐사를 수행한 후 1차원 역산을 이용해 구해진 각 측정에서의 1차원적인 지층의 변화양상을 측정간 내삽을 통해 연결한 후 이를 지층의 2차원 구조로 해석하기도 한다. 그러나 이와 같은 접근 방법은 지하의 구조가 수평 층서구조 또는 그와 유사한 형태를 나타낼 때에는 적합한 방법이나, 복잡한 지질구조인 경우에는 적용이 어렵다는 단점을 가지고 있다. 또한, 지하구조는 1차원 모형보다는 2차원 모형으로 더욱 정확하게 묘사할 수 있을 뿐만 아니라, 국내의 경우 대부분의 경우 복잡한 지질구조를 가지므로 1차원 탐사 및 해석방법은 명확한 한계점을 가지게 된다. 이와 같은 원리적인 정확성 그리고 지하구조의 복잡성을 고려할 때에 1차원 탐사보다 2차원 탐사가 훨씬 더 정확한 정보를 제공해 줄 수 있음은 자명한 일이며 이러한 이유로 인하여 국내 뿐만 아니라 일본, 유럽, 미국 등지에도 과거에는 많이 사용되었던 1차원 탐사가 근래에는 대부분 2차원 탐사로 대체되고 있는 실정이다.

2차원 전기비저항 탐사에 주로 사용되는 전극배열은 단극법(pole-pole), 단극-쌍극자법(pole-dipole), 쌍극자법(dipole-dipole), 웨너법(wenner), 슬럼버저법(Schlumberger)등이 이용된다. 이러한 다양한 전극배열법 중 가장 분해능이 높은

전극배열은 쌍극자 배열이며, 그 다음으로 슬림버저, 단극-쌍극자, 웨너, 단극배열의 순서이다. 반면에 측정자료의 질을 의미하는 신호대 잡음비(S/N)는 쌍극자배열이 가장 낮으며 슬림버저, 단극-쌍극자, 웨너, 단극배열의 순서로 증가된다. 이는 측정되는 포텐셜 값의 절대 크기의 증가를 의미하는데 전기비저항이 매우 낮은 지역에서 측정값이 낮아지므로 분해능은 쌍극자배열보다 낮으나 좀더 높은 측정값을 보장할 수 있는 단극-쌍극자 배열이나, 혹은 단극배열을 이용하는 것이 바람직하다. 조사지역의 경우에는 분해능이 높은 쌍극자배열을 이용하여 전기비저항 탐사를 수행하였다.

쌍극자배열 전기비저항 탐사는 지하수 탐사 및 지반조사, 단층대 탐지 등에 동원되는 물리탐사 기법중 대표적인 탐사기술로 수평 및 수직탐사를 동시에 수행함으로써 탐사축선 하부의 2차원적 구조를 밝혀주게 된다.



P1, P2 : 전위전극봉, C1, C2 : 전류전극봉, a : 전극간격, n : 자연수(n=1,2,3....n)

<그림. 3-3> 쌍극자 탐사 축선 배열 방법

쌍극자배열 탐사는 그림에서와 같이 전류전극과 전위전극의 간격(쌍극자 길이)을 모두 a로 일정하게 고정하고 전류전극과 전위전극 사이를 a, 2a, 3a, ···, na 간격으로 단계적으로 이동하면서 전위차를 측정하여 겉보기 비저항 값을 계산한다. 여기서 n은 전극 전개수라 하며 탐사심도를 결정짓는데, 쌍극자 길이 a는 지하구조에 대한 분해능과 밀접한 관계가 있으므로 탐사목적, 정밀도 등을 고려하여 결정한다. 이때 겉보기비저항(Apparent Resistivity)은 두 개의 전류전극에 흘려준 전류의 세기 I, 두개의 전위전극 사이에서 측정된 전위차를 ΔV라 할 때 다음 식으로 표시된다.

$$\rho_a = n(n+1)(n+2) \cdot \pi \cdot a \frac{\Delta V}{I}$$

여기서, 겉보기비저항은 측정된 전위차가 단지 지하 특정 지점의 전기비저항값을 반영하는 것이 아니고, 비록 그 정도는 다르나 모든 지점의 전기비저항값들의 영향이 반영되어 나타나는 값이며 지하의 참 전기비저항 값을 의미하는 것은 아니다. 또한, 쌍극자 배열에 의한 전기비저항 탐사시 지표천부의 수평전기전도도 변화(Lateral conductivity variation)에 대단히 민감하므로, 그로부터 야기되는 이상대를 정확히 해석할 수 없는 어려움이 있기때문에 이러한 단점을 해결하고 전기비저항 탐사자료의 해석을 위해서는 지하의 위치별 전기비저항 분포를 정량적으로 규명할 수 있는 수치적 역산법(Numerical inversion)이 필요하게 된다.

이번 탐사에 적용한 전기비저항 쌍극자배열(Dipole-Dipole Array) 탐사는 한 쌍의 전류전극과 다른 한쌍의 전위전극 간격  $a$ 를 25m,  $n=10$ (가탐심도 100m)까지 설정해 각 측정에서의 전위차를 측정하여 겉보기비저항치(Apparent resistivity)를 구하였다. 측정간격이 멀어지면 탐사깊이도 깊어지므로 한 측선을 전개해 나가면 외견비저항의 2차원단면을 얻게 되고, 단면상에서 등비저항곡선도를 작성하여 이상대(異狀帶 : Anomaly zone)를 파악하였다.

수치모델링 역산비저항 해석자료에서는 각 쌍극자 측선별 겉보기비저항 가단면도, 계산된 이론자료의 겉보기비저항 가단면도 그리고 역산결과 해석된 진비저항분포를 칼라화한 2차원 단면 구조도를 도시하였다. 겉보기비저항 가단면도는 겉보기비저항의 분포양상을 천부에서 심부로 갈수록 차례로 저비저항대(청색부), 중간비저항대(녹색부), 고비저항대(적색부)로 나타난다. 고비저항 암체는 상당히 신선하고 치밀·견고한 암반이며, 저비저항 암체는 상대적으로 절리나 균열대, 단층 등 파쇄대의 발달이 양호한 암반을 뜻하거나 천부풍화대 등에 의한 영향임을 의미한다. 또한 중간 비저항 암체는 상기 암체 특성의 중간적인 비저항 특성을 보이는 암상이라 하겠다. 그러므로 관심대상인 저비저항 암상은 전기 구조적인 환경(Geoelectric structural environment)으로서 지하수가 유동, 집적되어 부존가능성이 가장 높은 부분인 것으로 간주할 수 있다.

탐사측선 설정 및 측선별 겉보기비저항값은 표 3-2와 같다. 전체적으로 RMS ERROR가 높은 것은 탐사측선 주변 비닐하우스 경작과 탐사시의 접지 불량으로 인한 것이다.

<표 3-2> 쌍극자 탐사 축선별 총괄표

NO	위 치	축선방향	길이	겉보기저항		RMS ERROR
				최소치	최대치	
E - 1	구만면광덕리	500m	NW - SE	37.8	5442	0.320118
E - 2	구만면청광리	500m	NW - SE	86.7	582.4	0.135516
E - 3	구만면가천리	500m	NW - SE	192	2799	0.0755757
E - 4	개천면북평리	500m	NW - SE	26.3	6324	0.577338
E - 5	개천면 신리	500m	NE - SW	46.1	3355	0.219286
E - 6	영오면오동리	500m	SW - NE	23.4	1041	0.209964
E - 7	영오면오서리	500m	N - S	153	917	0.184319
E - 8	영오면신분리	500m	W - E	47.1	829	0.203995
E - 9	영현면침점리	500m	N - S	202	3110	0.104232
E - 10	영현면신전리	500m	W - E	39.5	2488	0.352761
E - 11	거류면죽계리	500m	E - W	13.3	3914	0.247672
E - 12	거류면용산리	500m	SW - NE	40.5	507	0.0924887
E - 13	거류면울대리	500m	N - S	44.2	435	0.176958
E - 14	거류면송학리	500m	SW - NE	6.8	2073	0.364207
E - 15	거류면대평리	500m	NW - SE	128	829	0.0595411

이러한 전기적 비저항대의 구분의 암반에 대한 지하수탐사에서 중요한 의미를 갖는다. 즉, 외국의 경우 지하수 유동 및 집적이 투수성이 높은 사암층 등의 대다수 퇴적암층이 층서적이 대수층의 역할을 하는데 반하여, 우리나라와 같이 지하수 유동이 이루어지는 투수성이 높은 퇴적암의 분포가 적은 기반암체 내에서는 파쇄대가 중요한 대수층의 역할을 하게 된다. 이는 비저항의 분포상태를 결정하는 구조선이 지하수의 유동통로 역할을 하는 확률이 높기 때문이다. 그러나 전기비저항 탐사에 의해 지하수함양에 유리한 지하구조를 보인다 할지라도 그 구조사이를 채우는 물질의 특성에 의해 지하수산출과 유동이 좌우된다. 예를 들어 지하단층 구조사이에 암석쇄설물인 단층 각력이 존재할 경우에는 높은 지하수 산출을 보일 수 있고, 파쇄된 정도가 더욱 심하여 파쇄면 사이에 단층점토등의 세립물질들이 존재할 경우 지하수 함유율은 높으나 오히려 지하수 유동을 방해하는 구조로 작용할 수 있어 그 여부는 탐사 후 시추조사나 공내 TV검층 등을 이용해 더 자세

히 조사할 수 있다. 위에서 기술한 바와 같은 관점에서 탐사결과를 측선별로 분석하면 다음과 같다.

#### ○E-1 측선

E-1 측선은 고성군 구만면 광덕리 지역에서 북서-남동 방향으로 범바위산과 시루봉 사이의 계곡 저지의 경작지를 대상으로 설치하여 측정하였다. <그림 3-4> 는 쌍극자탐사 결과의 Field data Pseudosection, Theoretical data Pseudosection, 2-D Resistivity Structure를 보여준다. E-1측선 결과 전체적으로 고비저항대가 분포하나 저비저항대의 연장이 발달하는 측점 13 과 14 사이의 하부에서 지하수 부존 가능성이 있다.

#### ○E-2 측선

E-2 측선은 고성군 구만면 청광리 지역에서 북서-남동 방향으로 설정하고 측정하였다. E-2 측선의 결과 전체적으로 고비저항대가 분포하고 있으며 단층대나 지질구조대의 분포가 양호하지 않아 지하수 부존 가능성은 없다.

#### ○E-3 측선

E-3 측선은 고성군 구만면 가천리 지역에서 북서-남동 방향으로 주천 저수지의 남동측 경작지를 대상으로 설정하고 측정하였다. E-3 측선의 결과 높은 측선 방향으로 고비저항대가 넓게 형성되나 측점 6~7 에게 시작되어 측점 3~4 하부에 까지 이르는 상대적 저비저항대의 분포가 양호하여 지하수 부존 가능성이 있다.

#### ○E-4 측선

E-4 측선은 고성군 개천면 북평리 지역에서 북서-남동 방향으로 소곡산의 남서측 저지의 경작지를 대상으로 탐사를 실시하였다. E-4측선 결과 측점 3~10 사이의 천부에는 비교적 저비저항대를 형성하고 있어 지하수 부존 가능성이 있으며 측점 10~17 사이에는 하류이나 상대적 비저항치가 비교적 높아 지하수 부존 가능성은 희박하다.

#### ○E-5 측선

E-5 측선은 고성군 개천면 신리 지역에서 북동-남서 방향으로 매봉산과 성지산의 꼭간 저지의 경작지를 대상으로 설치하고 측정하였다. E-5 측선 결과 전체적으로 고비저항대를 형성하였으나 측정점 8~9에서 시작되어 측정점 4 하부로 이어지는 저비저항대의 연장선은 지질구조대나 파쇄대로서 판단되어 지하수 부존 가능성이 예상된다.

#### ○E-6측선

E-6 측선은 고성군 영오면 오동리 지역에서 남서-북동방향으로 갯골산의 북측 영오천변의 경작지를 대상으로 설치하여 측정하였다. E-6 측선 결과 전체적으로 고비저항대를 형성하고 있어 지하수 부존 가능성이 없다.

#### ○E-7 측선

E-7 측선은 고성군 영오면 오서리 지역에서 북-남 방향으로 갯골산의 남서서측 경작지를 대상으로 탐사를 실시하였다. E-7측선 결과 측정점 9~11 사이 천부에 상대적 고비저항대가 형성되어 있어 측정의 중심부에서는 지하수 부존 가능성이 없으며 측정점 14 하부에는 측정점 11~12와 측정점 15~16에서 시작되어 발달하는 저비저항대의 연장성이 교차 하고 있어 지하수 부존 가능성이 있어 추후 정밀한 탐사를 실시하여야 할 것이다.

#### ○E-8 측선

E-8 측선은 고성군 영오면 신분리 지역에서 서-동 방향으로 연화저수지의 서측 하류의 경작지를 대상으로 탐사를 실시하였다. E-8측선 결과 측정점 12~16 사이 하부의 천부 및 상부에서 상대적 고비저항대가 분포하고 있어 지하수 부존 가능성은 없으며, 측정점 8~9에서 시작되어 측정점 5~6 하부로 발달하는 상대적 저비저항대의 연장성으로 측정점 5~6 하부로 발달하는 상대적 저비저항대의 연장성으로 측정점 5~6 하부 약 100m 지점에 지하수 부존 가능성이 있다.

#### ○E-9 측선

E-9 측선은 고성군 영현면 침점리 지역에서 북-남 방향으로 남전산 북동



층의 경작지를 대상으로 설정하여 측정하였다. E-9 측선 결과 전체적으로 고비저항대가 분포하고 있어 지하수 부존 가능성은 없다.

#### ○E-10 측선

E-10 측선은 고성군 영현면 신전리 지역에서 서-동 방향으로 범호산의 북동측과 신전천변의 경작지를 대상으로 설정하고 측정하였다. E-10 측선 결과 측선의 좌측 및 우측에는 고비저항대가 형성되어 지하수 부존 가능성은 없으며 측선의 중앙부 측정점 7~10 사이에는 천부에 저비저항대가 형성되어 지하수 부존 가능성이 있으나 규모가 작고 비교적 천부에 위치하여 소규모의 지하수 부존이 예상된다.

#### ○E-11 측선

E-11 측선은 고성군 이서면 양원리 지역에서 서-동 방향으로 설정하고 측정하였다. E-11 측선 결과 측정점 4 및 측정점 14 하부 약 50~80m 부근에 상대적 저비저항대가 형성되어 지하수 부존 가능성이 있어 추후 정밀한 탐사가 요구된다.

#### ○E-12 측선

E-12 측선은 고성군 거류면 용산리 지역에서 남서-북동 방향으로 거류산의 남서측의 경작지를 대상으로 설정하여 측정하였다. E-12 측선 결과 측선의 심부 대부분에 고비저항대가 형성되어 있어 심부의 지하수 부존 가능성은 없으며 측정점 10~13 사이 하부의 천부에 상대적 저비저항대가 분포하여 소규모의 지하수 부존 가능성이 있다.

#### ○E-13 측선

E-13 측선은 고성군 거류면 울대리 지역에서 북-남 방향으로 설정하고 측정하였다. E-13 측선 결과 측선 우측에는 상대적 고비저항대가 형성되어 있고 측정점 7~8 사이 하부에도 형성되어 있어 지하수 부존 가능성은 없으며 측정점 4~6 및 측정점 11~12 사이에는 저비저항대가 천부 및 하부에 각각 분포하고 있어 지하수 부존 가능성이 있다.

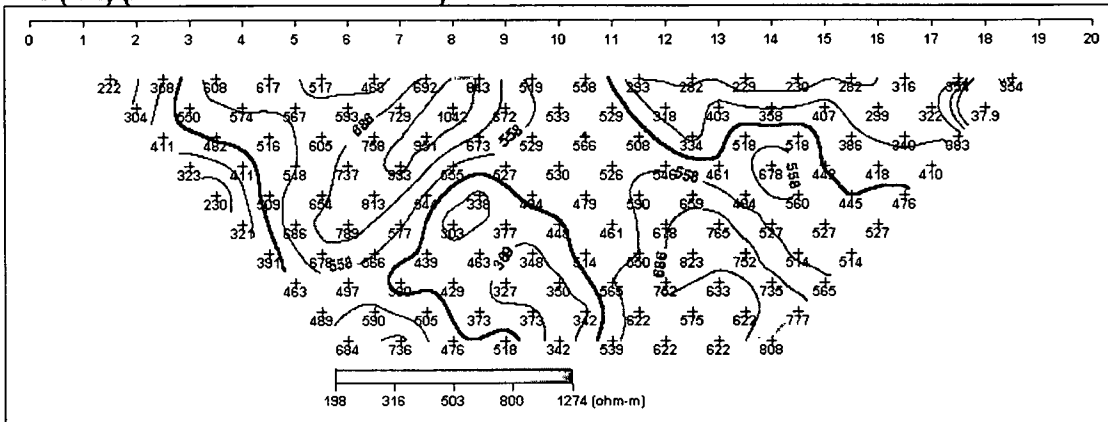
#### ○E-14 측선

E-14 측선은 고성군 거류면 송학리 지역에서 남서-북동 지역으로 설정하고 측정하였다. E-14 측선 결과 측선 우측에 고비저항대가 분포하고 있으며 측정점 8~10 사이 하부에서도 분포하고 있다. 측정점 11~12 및 측정점 4~5 사이 하부에는 상대적 저비저항대가 분포하고 있어 대규모의 양호한 지하수 부존이 예상되어 추후 정밀한 탐사가 요망된다.

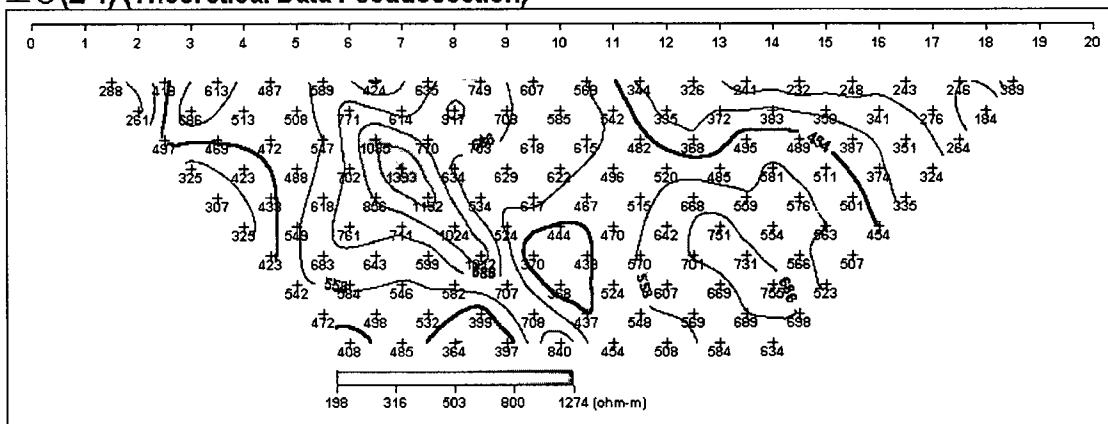
#### ○E-15측선

E-15 측선은 고성군 거류면 대평리 지역에서 북서-남동 방향으로 설정하고 측정하였다. E-15 측선 결과 전체적으로 상대적 고비저항대가 분포하나 상부에는 저비저항대가 형성되어 있어 천부의 지하수 부존이 예상된다.

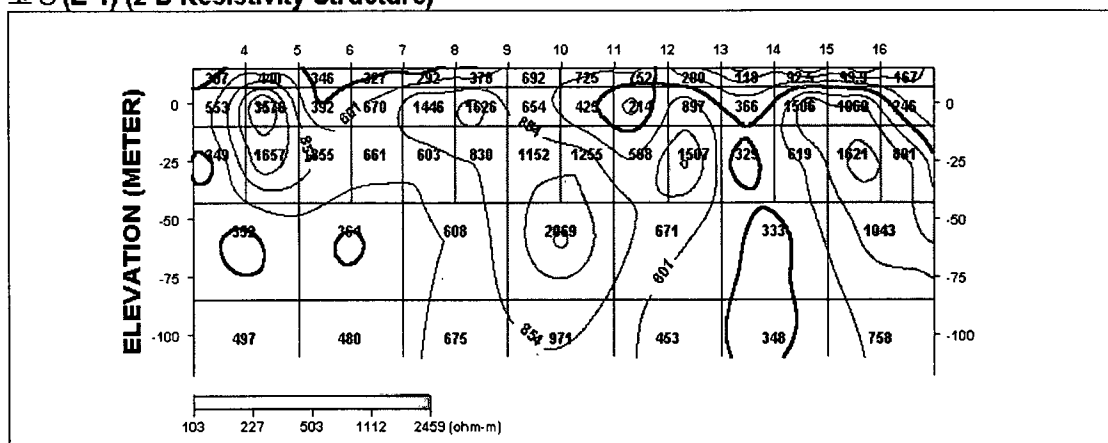
고성 (E-1) (Field Data Pseudosection)



고성 (E-1) (Theoretical Data Pseudosection)

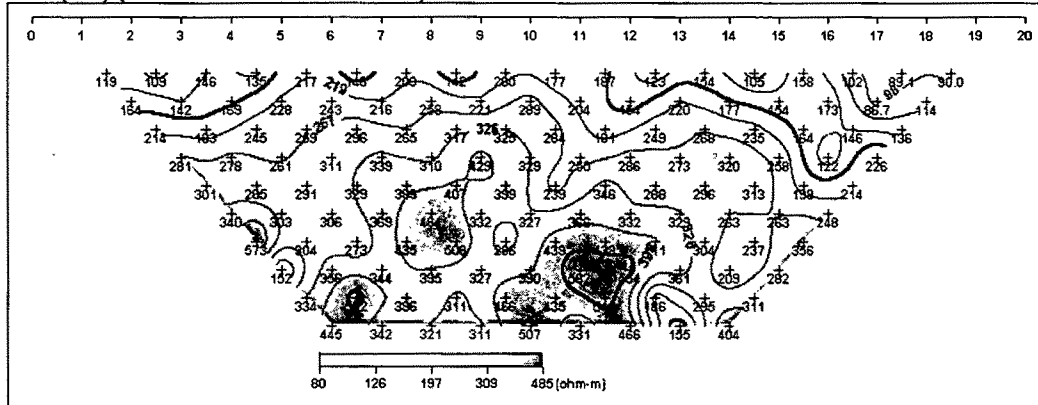


고성 (E-1) (2-D Resistivity Structure)

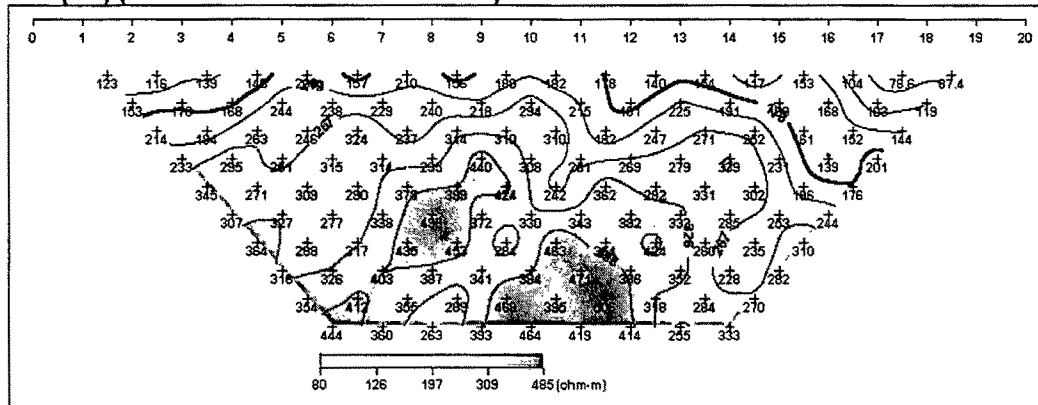


- <상> 현장 측정자료의 겹보기 비저항 가단면도
- <중> 계산된 이론자료의 겹보기 비저항 가단면도
- <하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도
- <그림 3-4> 축선 E-1 쌍극자 탐사 결과도

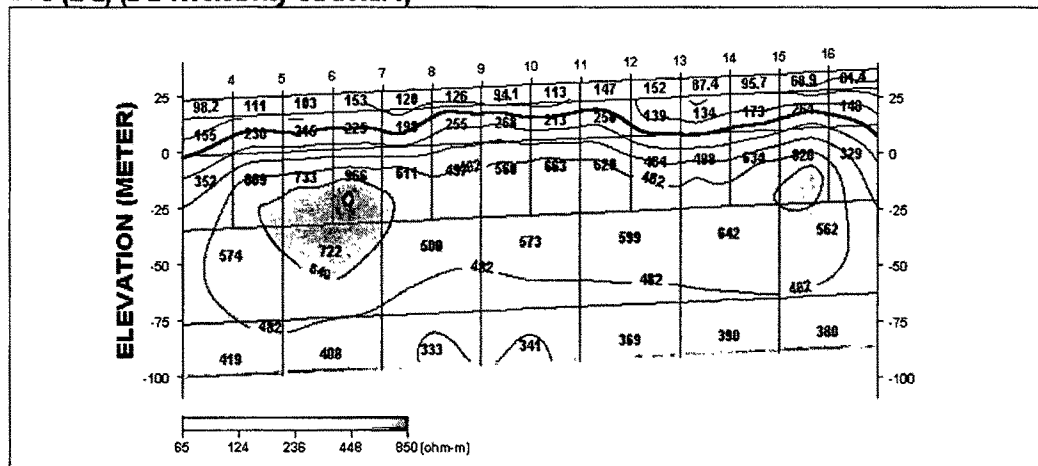
고성 (E-2) (Field Data Pseudosection)



고성 (E-2) (Theoretical Data Pseudosection)

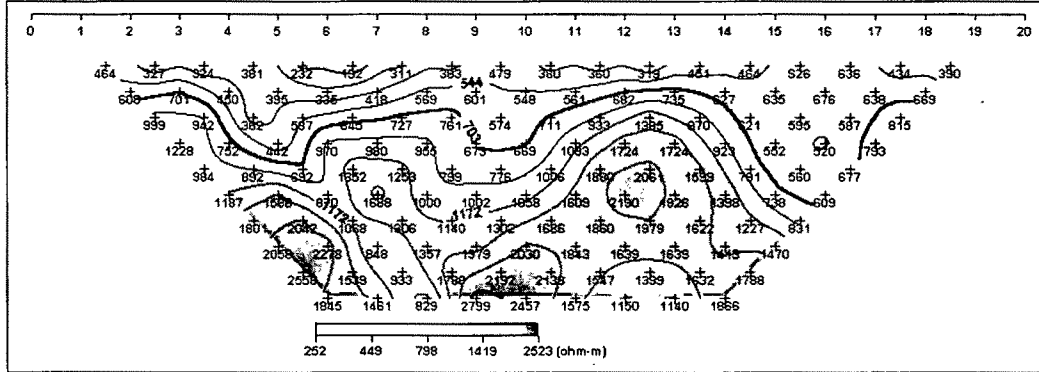


고성 (E-2) (2-D Resistivity Structure)

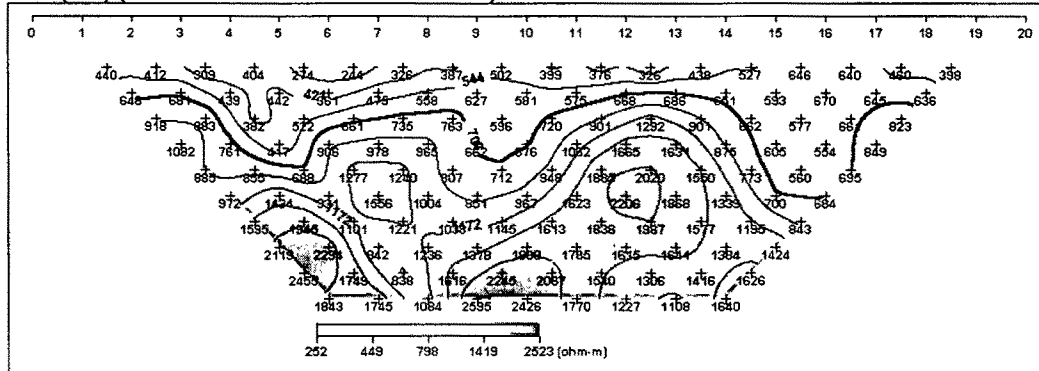


- <상> 현장 측정자료의 겹보기 비저항 가단면도
- <중> 계산된 이론자료의 겹보기 비저항 가단면도
- <하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도
- <그림 3-5> 축선 E-2 쌍극자 탐사 결과도

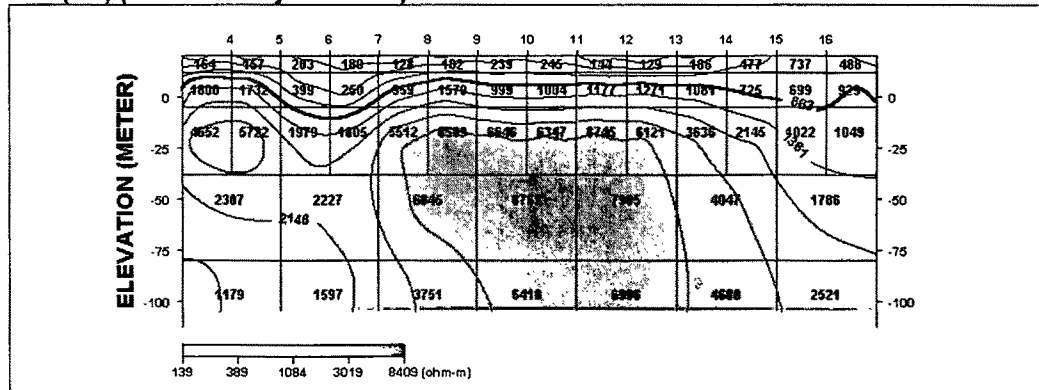
고성 (E-3) (Field Data Pseudosection)



고성 (E-3) (Theoretical Data Pseudosection)

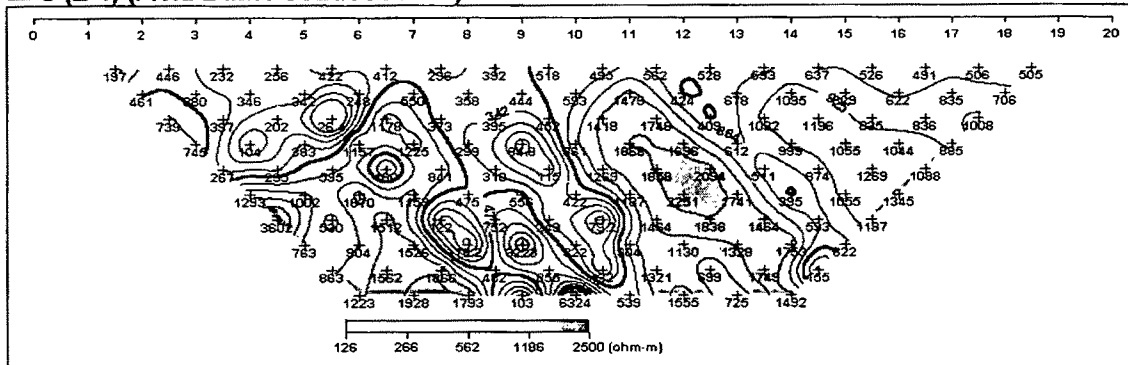


고성 (E-3) (2-D Resistivity Structure)

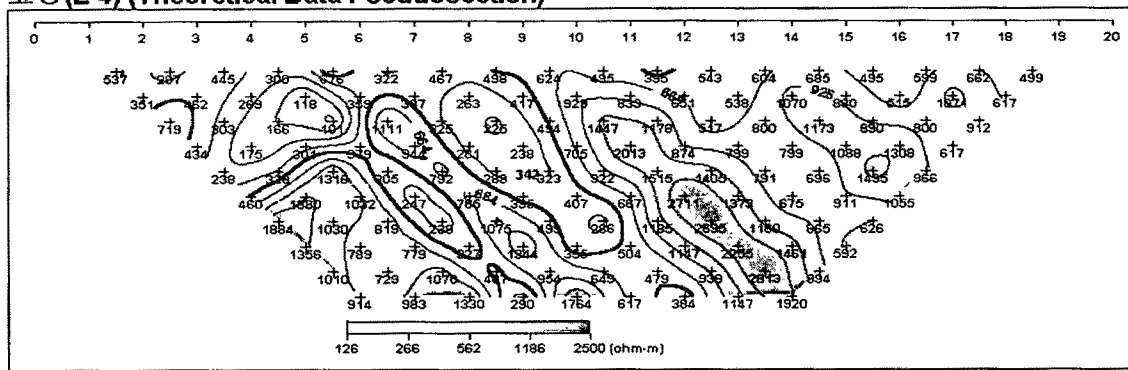


- <상> 현장 측정자료의 겉보기 비저항 가단면도
- <중> 계산된 이론자료의 겉보기 비저항 가단면도
- <하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도
- <그림 3-6> 축선 E-3 쌍극자 탐사 결과도

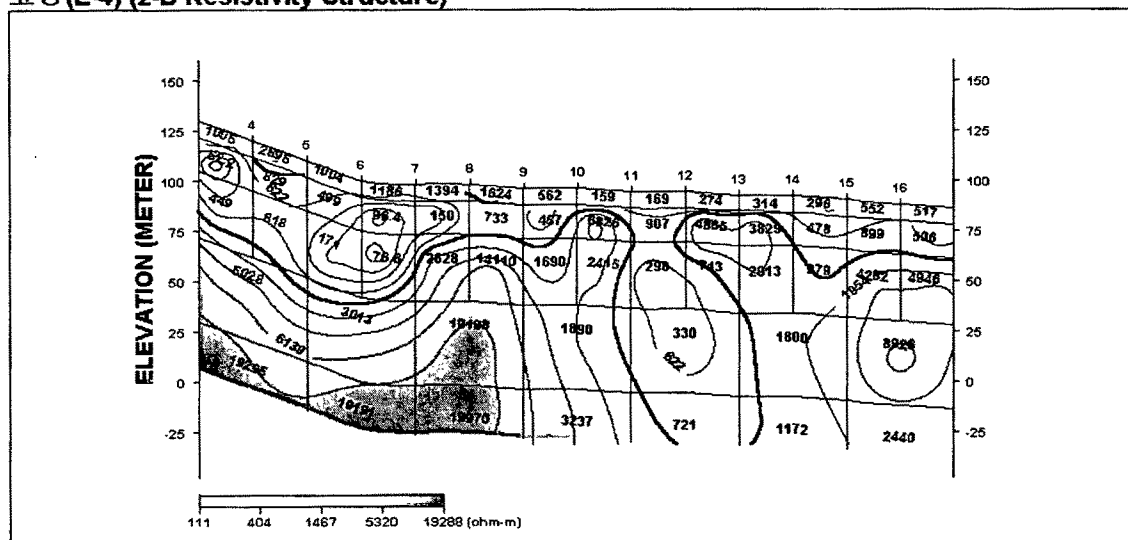
고성 (E-4) (Field Data Pseudosection)



고성 (E-4) (Theoretical Data Pseudosection)



고성 (E-4) (2-D Resistivity Structure)



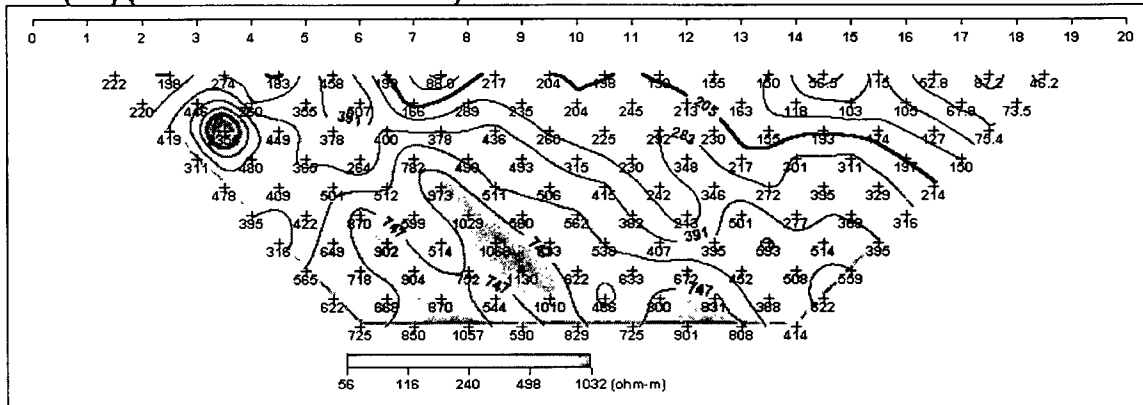
<상> 현장 측정자료의 겉보기 비저항 가단면도

<중> 계산된 이론자료의 겉보기 비저항 가단면도

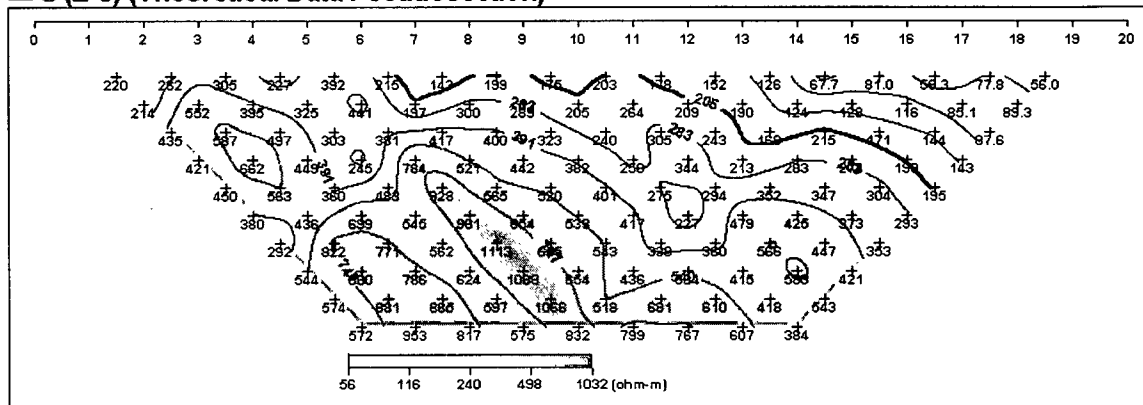
<하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도

<그림 3-7> 측선 E-4 쌍극자 탐사 결과도

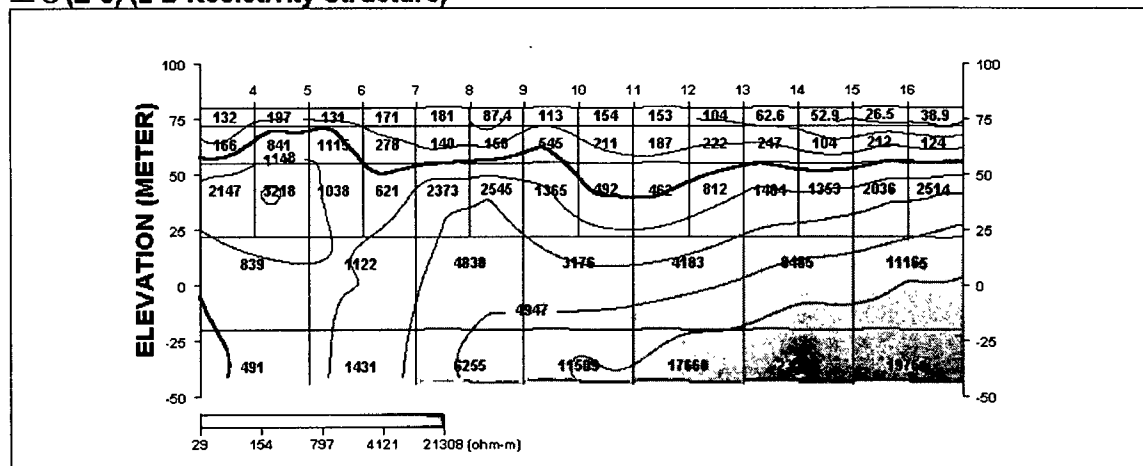
고성 (E-5) (Field Data Pseudosection)



고성 (E-5) (Theoretical Data Pseudosection)

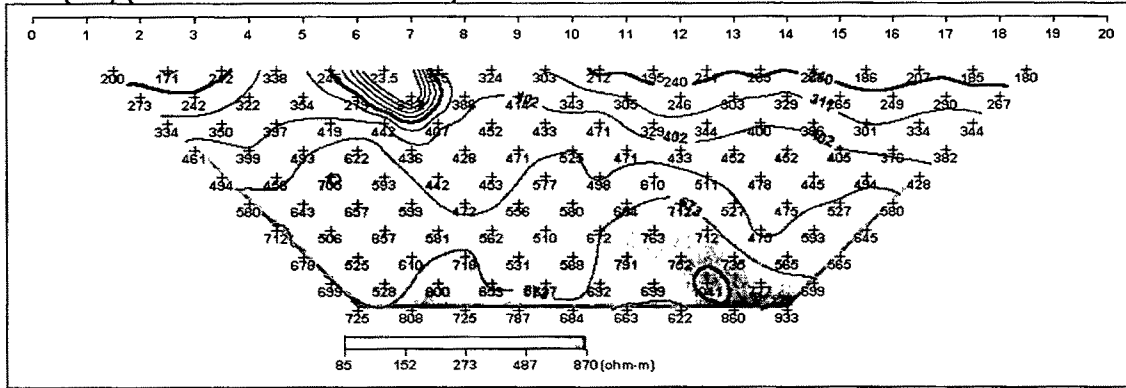


고성 (E-5) (2-D Resistivity Structure)

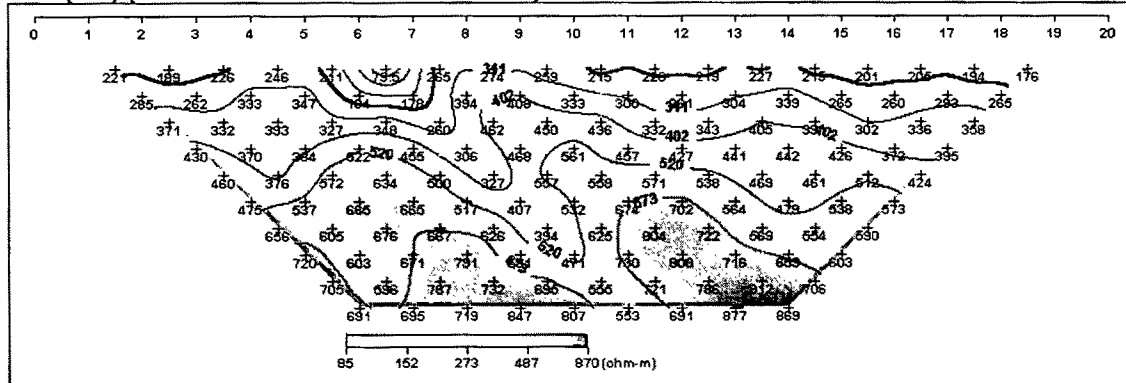


- <상> 현장 측정자료의 겹보기 비저항 가단면도
- <중> 계산된 이론자료의 겹보기 비저항 가단면도
- <하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도
- <그림 3-8> 축선 E-5 쌍극자 탐사 결과도

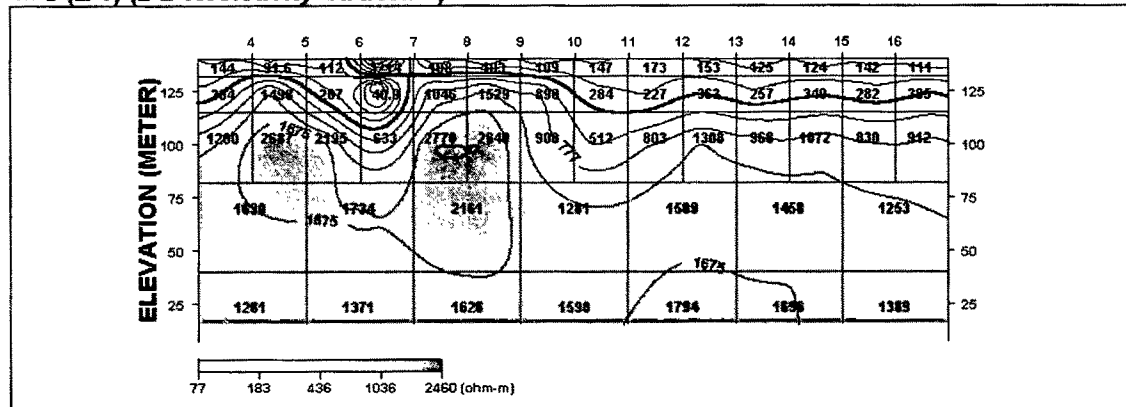
고성 (E-6) (Field Data Pseudosection)



고성 (E-6) (Theoretical Data Pseudosection)



고성 (E-6) (2-D Resistivity Structure)



<상> 현장 측정자료의 겉보기 비저항 가단면도

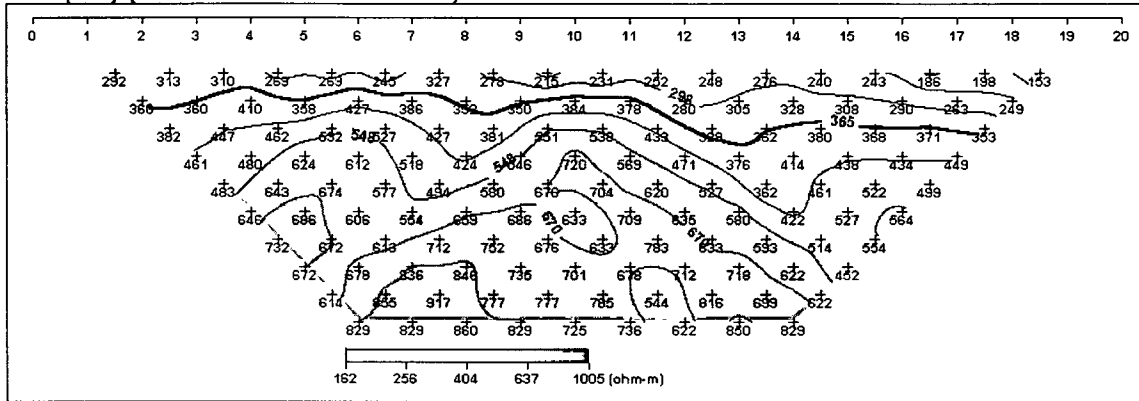
<중> 계산된 이론자료의 겉보기 비저항 가단면도

<하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도

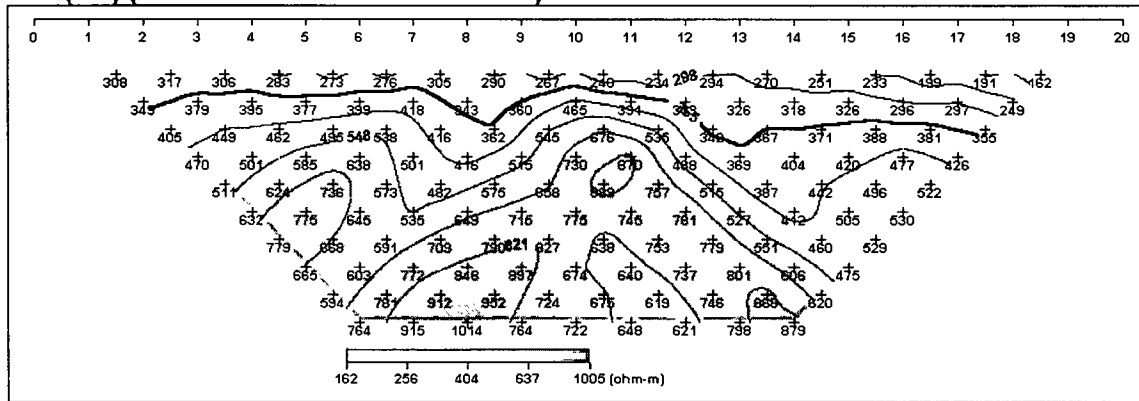
<그림 3-9> 축선 E-6 쌍극자 탐사 결과도



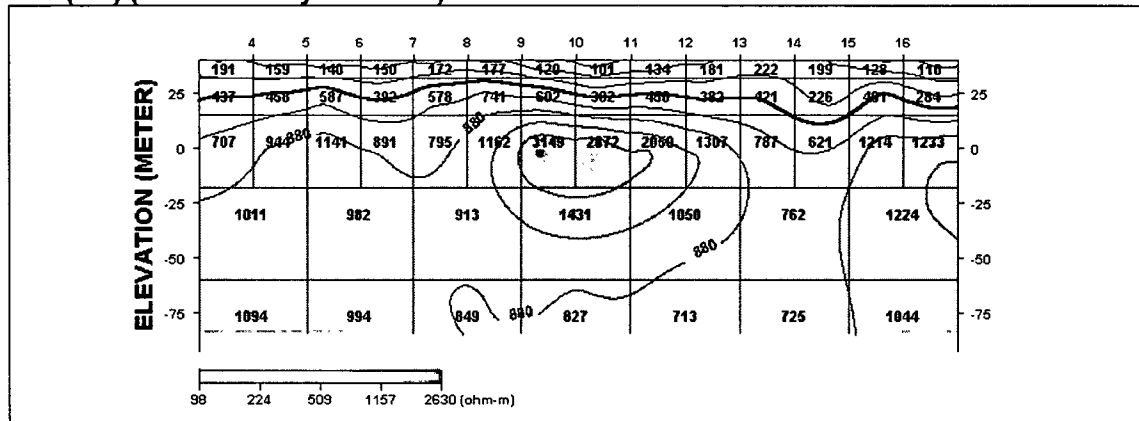
고성 (E-7) (Field Data Pseudosection)



고성 (E-7) (Theoretical Data Pseudosection)

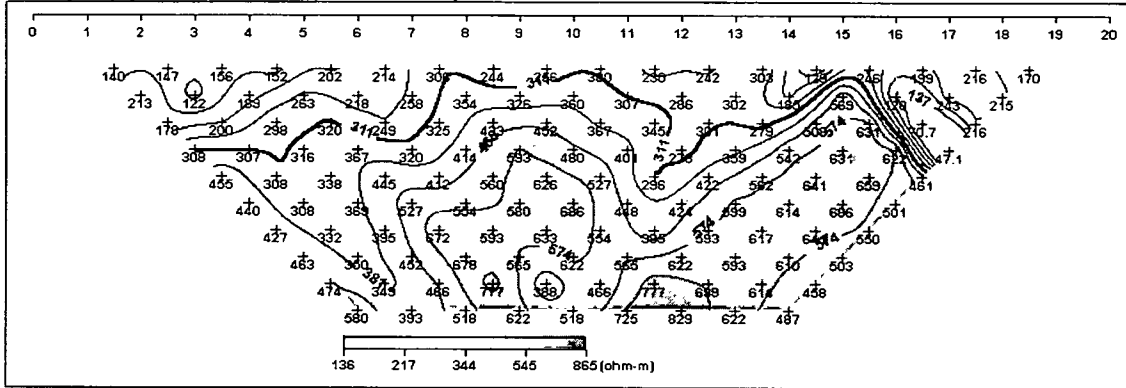


고성 (E-7) (2-D Resistivity Structure)

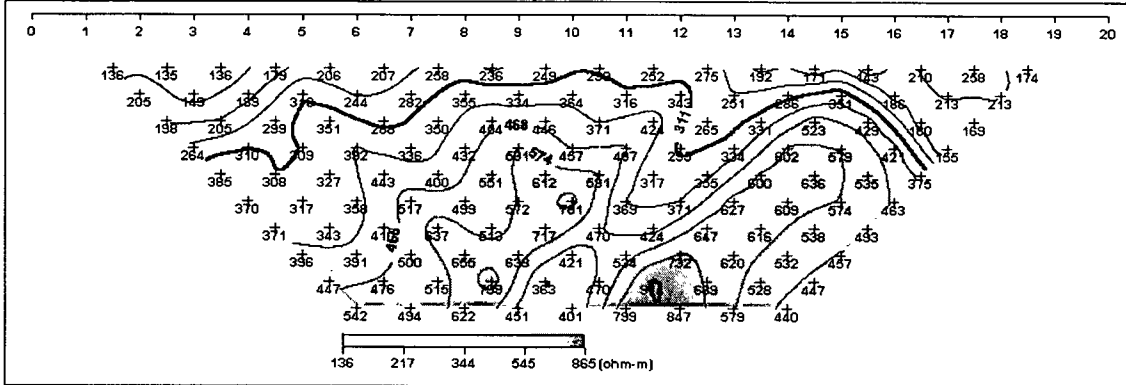


- <상> 현장 측정자료의 겹보기 비저항 가단면도
- <중> 계산된 이론자료의 겹보기 비저항 가단면도
- <하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도
- <그림 3-10> 축선 E-7 쌍극자 탐사 결과도

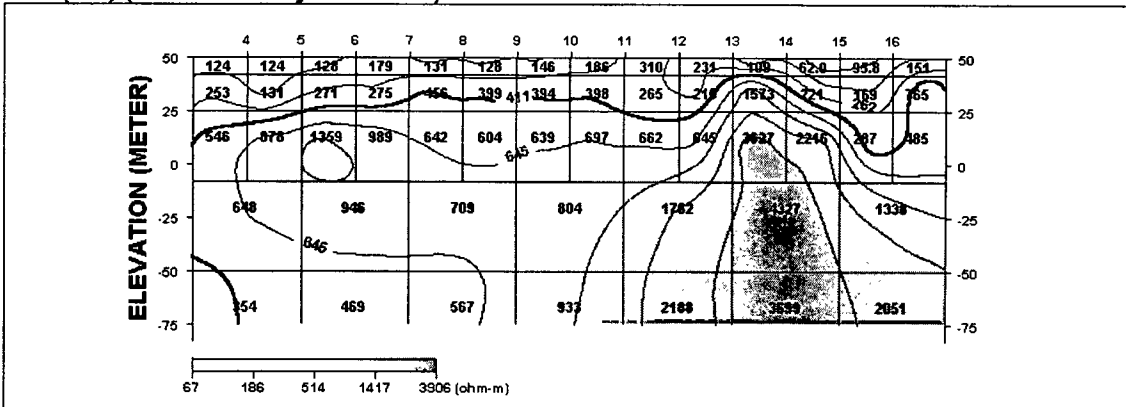
고성 (E-8) (Field Data Pseudosection)



고성 (E-8) (Theoretical Data Pseudosection)

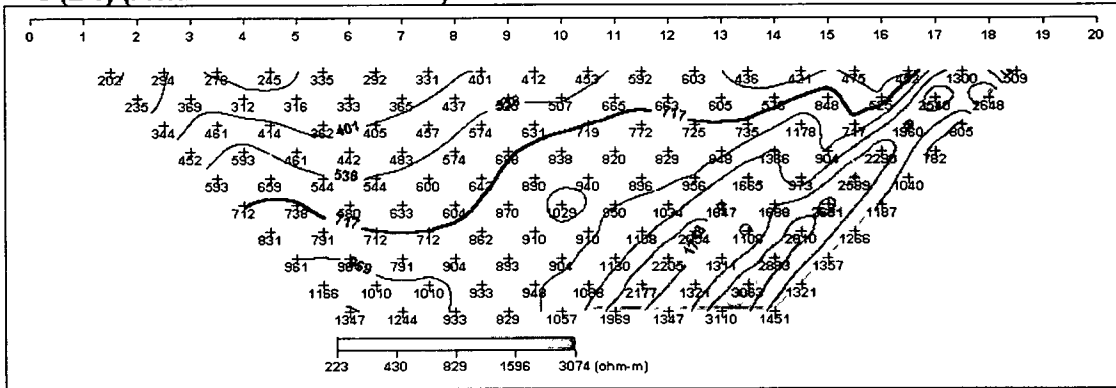


고성 (E-8) (2-D Resistivity Structure)

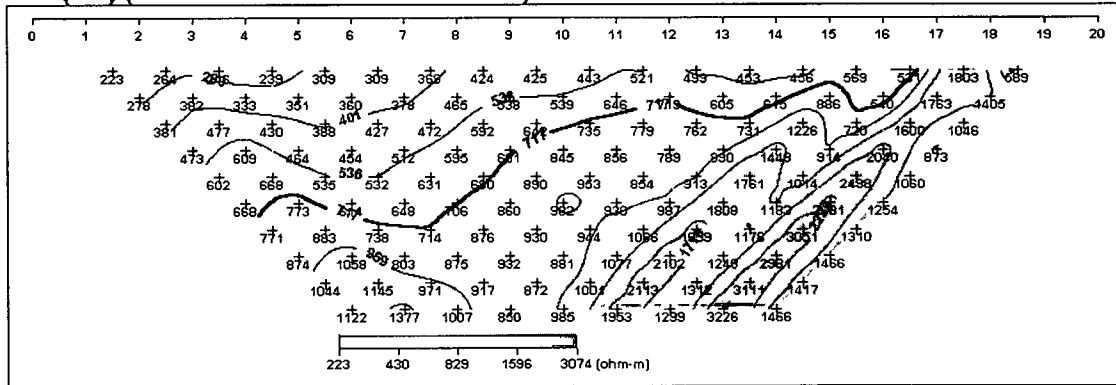


- <상> 현장 측정자료의 겹보기 비저항 가단면도
- <중> 계산된 이론자료의 겹보기 비저항 가단면도
- <하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도
- <그림 3-11> 측선 E-8 쌍극자 탐사 결과도

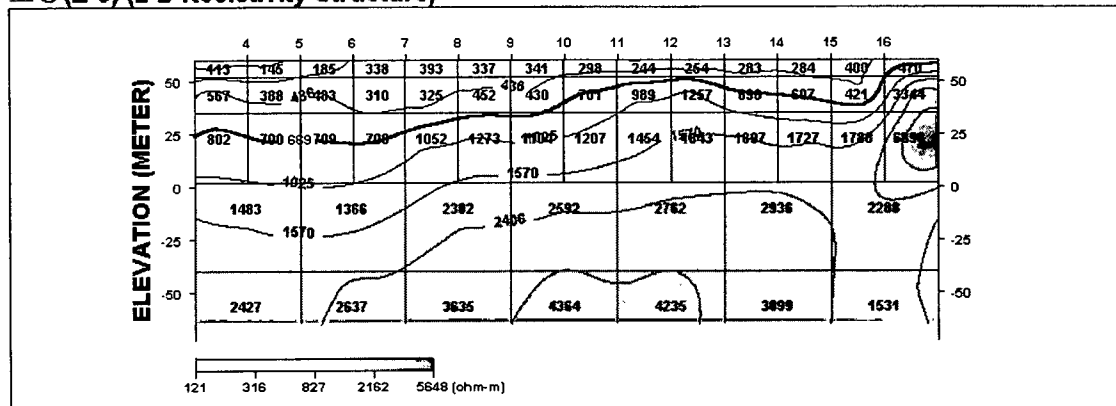
**고성 (E-9) (Field Data Pseudosection)**



**고성 (E-9) (Theoretical Data Pseudosection)**

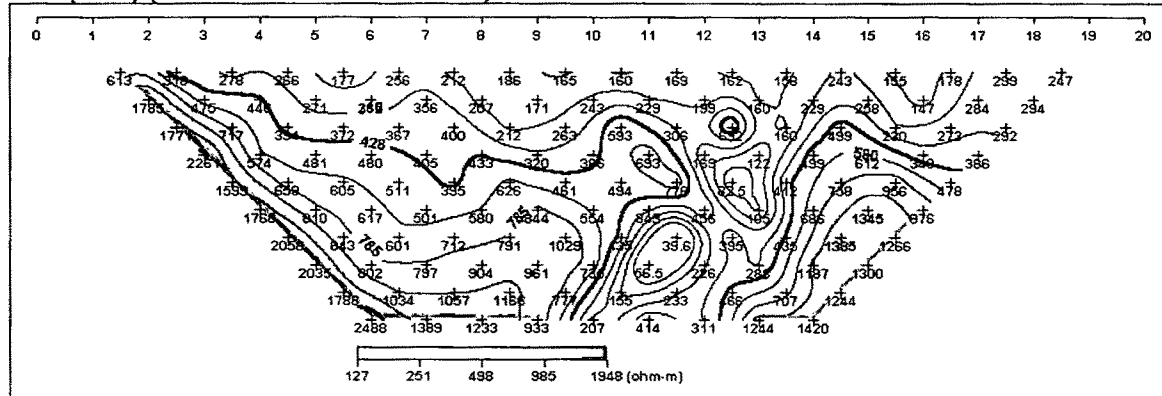


**고성 (E-9) (2-D Resistivity Structure)**

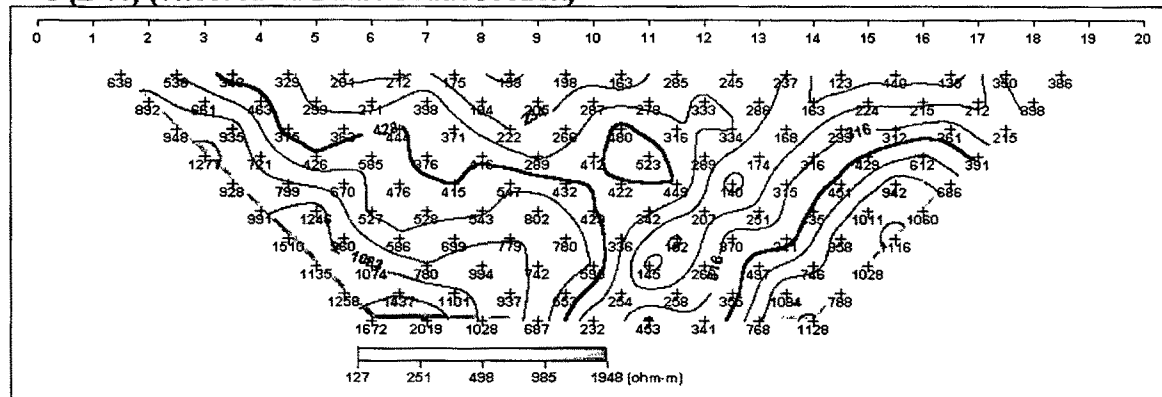


- <상> 현장 측정자료의 겹보기 비저항 가단면도
- <중> 계산된 이론자료의 겹보기 비저항 가단면도
- <하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도
- <그림 3-12> 측선 E-9 쌍극자 탐사 결과도

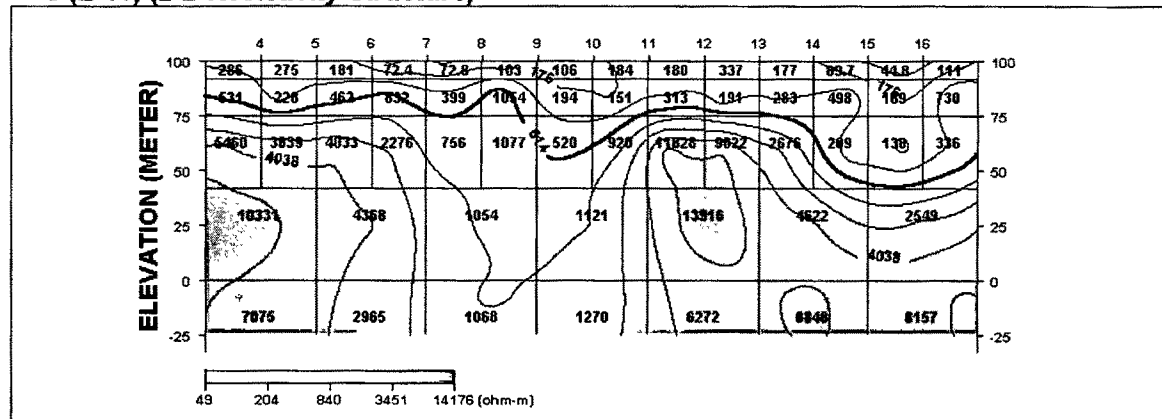
고성 (E-10) (Field Data Pseudosection)



고성 (E-10) (Theoretical Data Pseudosection)



고성 (E-10) (2-D Resistivity Structure)



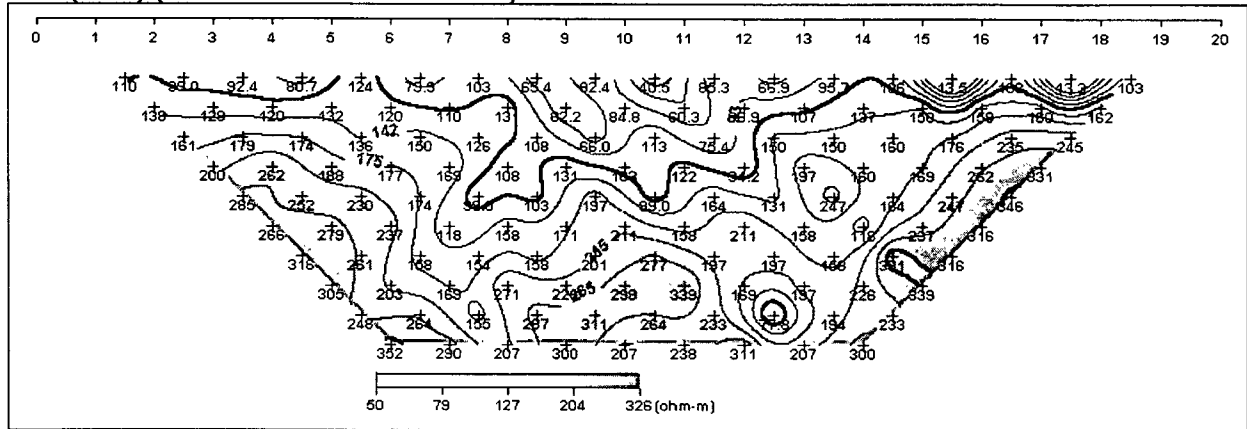
<상> 현장 측정자료의 겉보기 비저항 가단면도

<중> 계산된 이론자료의 겉보기 비저항 가단면도

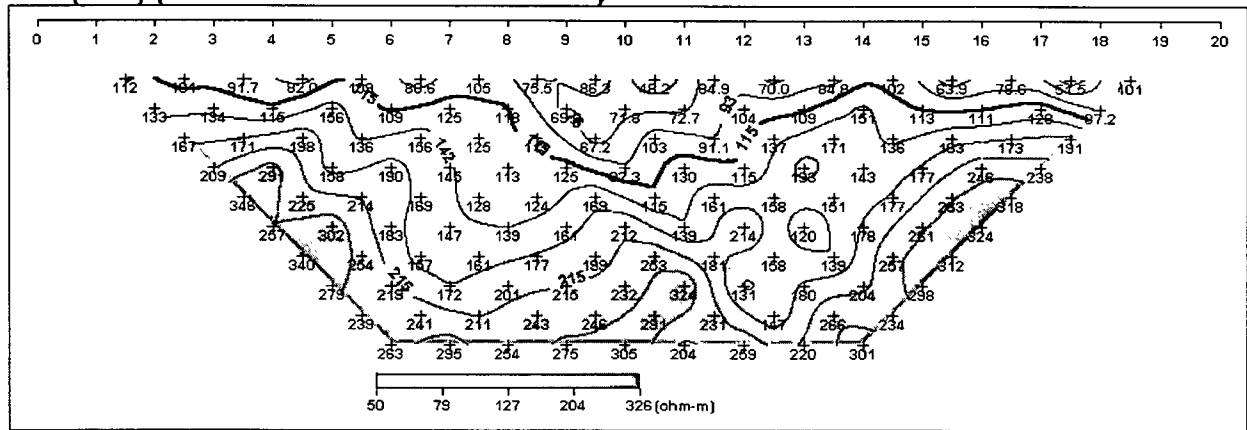
<하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도

<그림 3-13> 측선 E-10 쌍극자 탐사 결과도

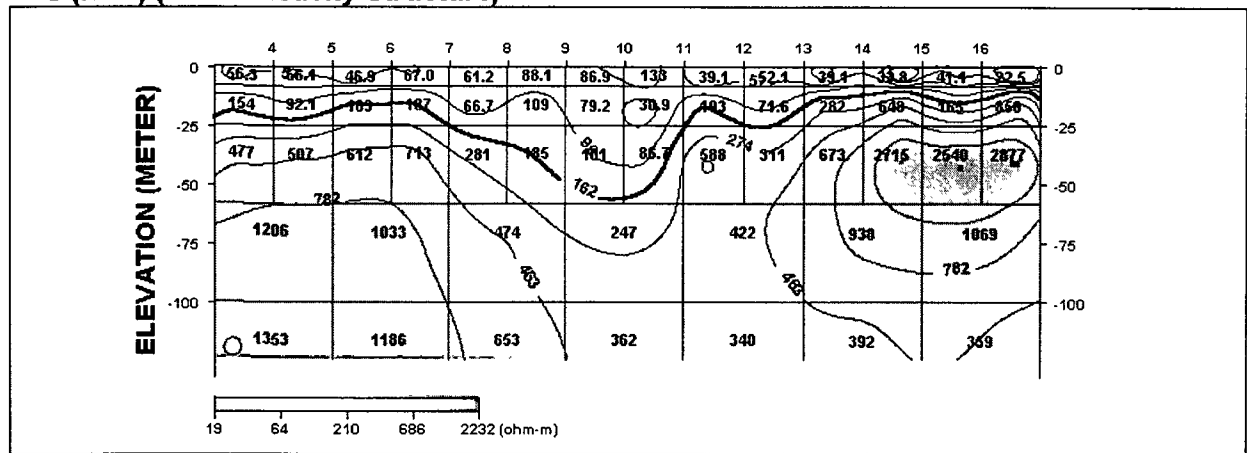
고성 (E-11) (Field Data Pseudosection)



고성 (E-11) (Theoretical Data Pseudosection)

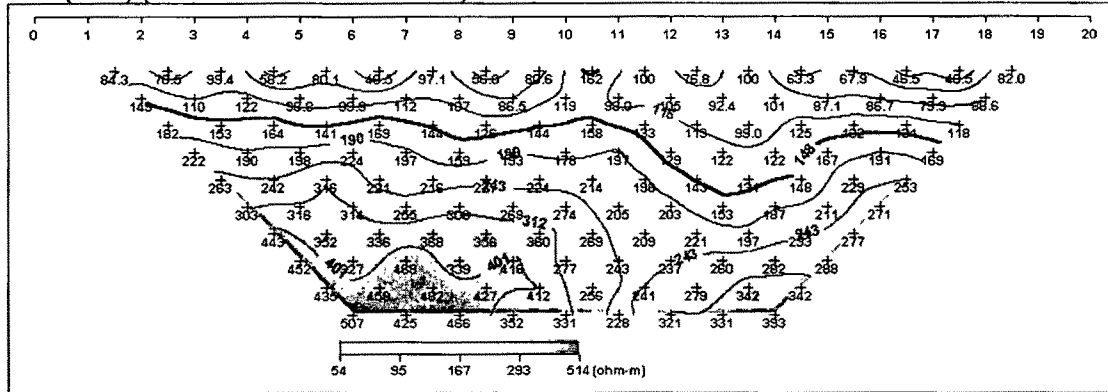


고성 (E-11) (2-D Resistivity Structure)

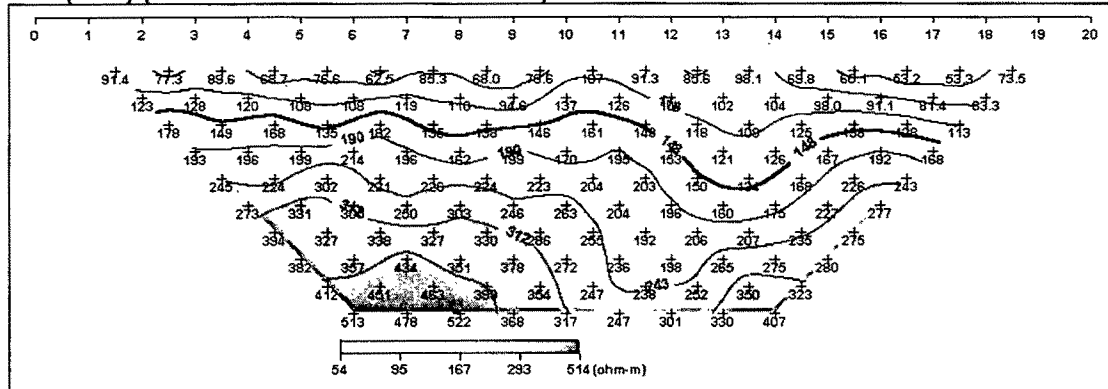


- <상> 현장 측정자료의 겹보기 비저항 가단면도
- <중> 계산된 이론자료의 겹보기 비저항 가단면도
- <하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도
- <그림 3-14> 측선 E-11 쌍극자 탐사 결과도

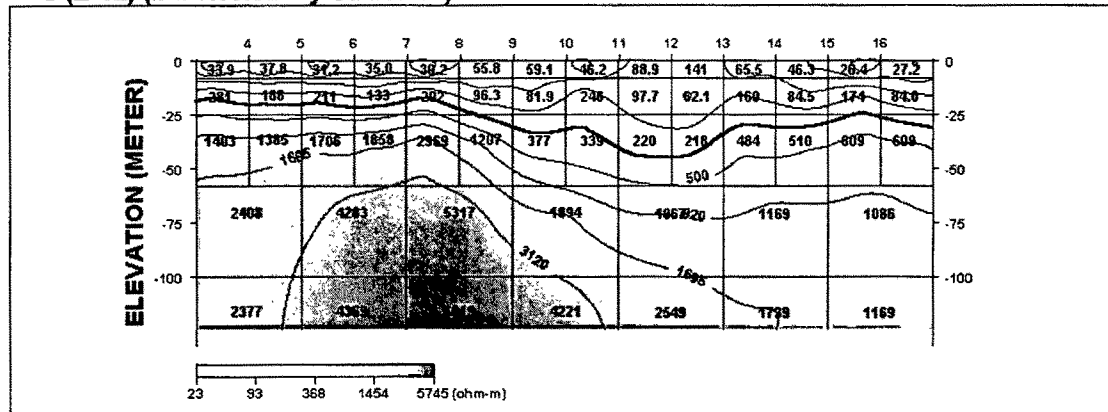
고성 (E-12) (Field Data Pseudosection)



고성 (E-12) (Theoretical Data Pseudosection)

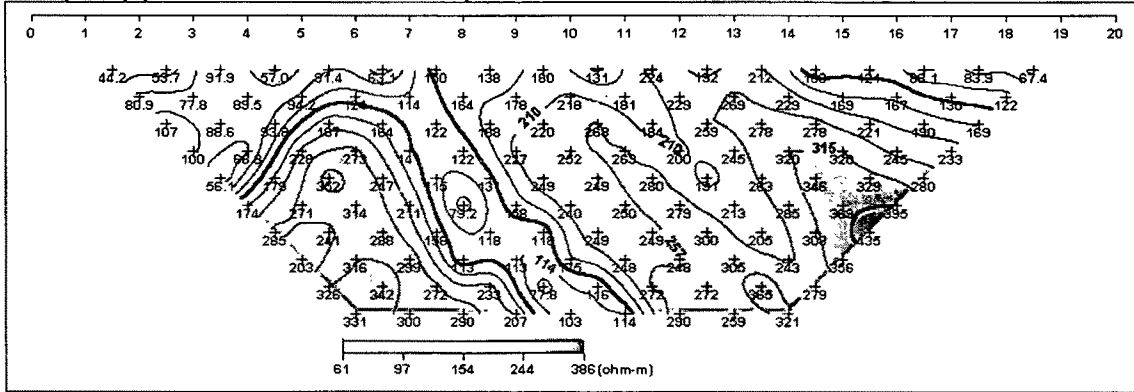


고성 (E-12) (2-D Resistivity Structure)

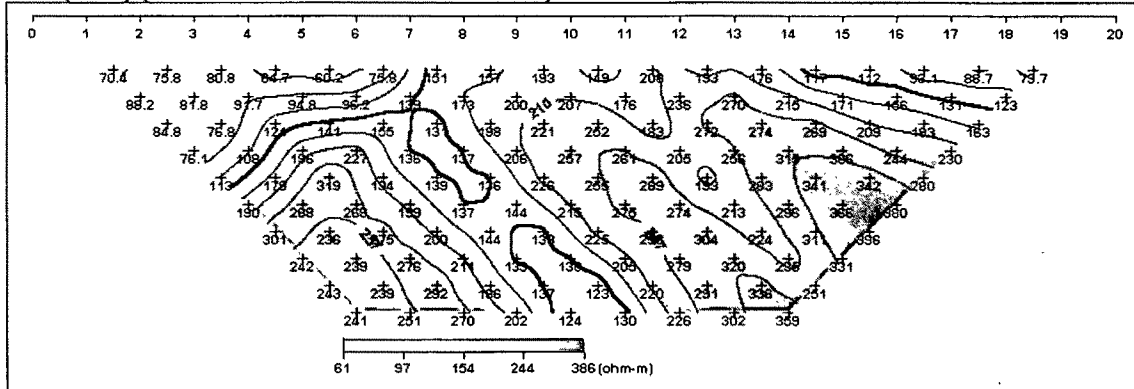


- <상> 현장 측정자료의 겹보기 비저항 가단면도
- <중> 계산된 이론자료의 겹보기 비저항 가단면도
- <하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도
- <그림 3-15> 축선 E-12 쌍극자 탐사 결과도

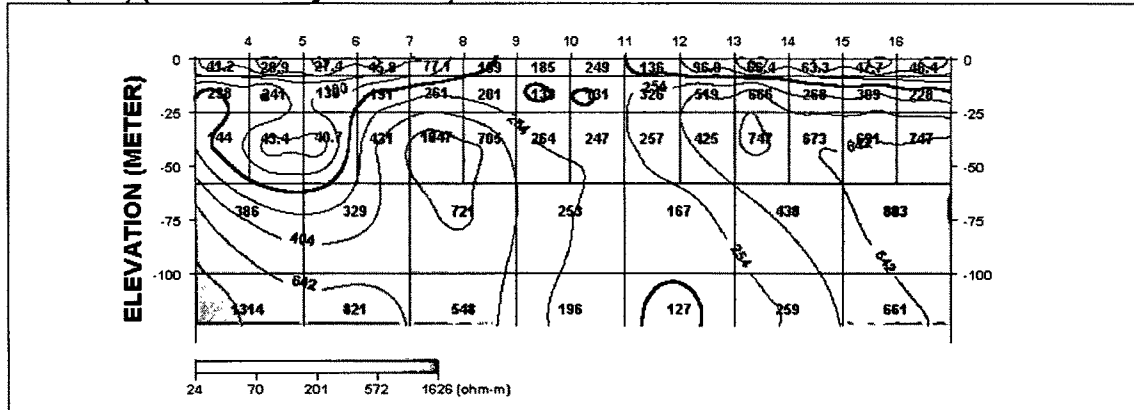
고성 (E-13) (Field Data Pseudosection)



고성 (E-13) (Theoretical Data Pseudosection)

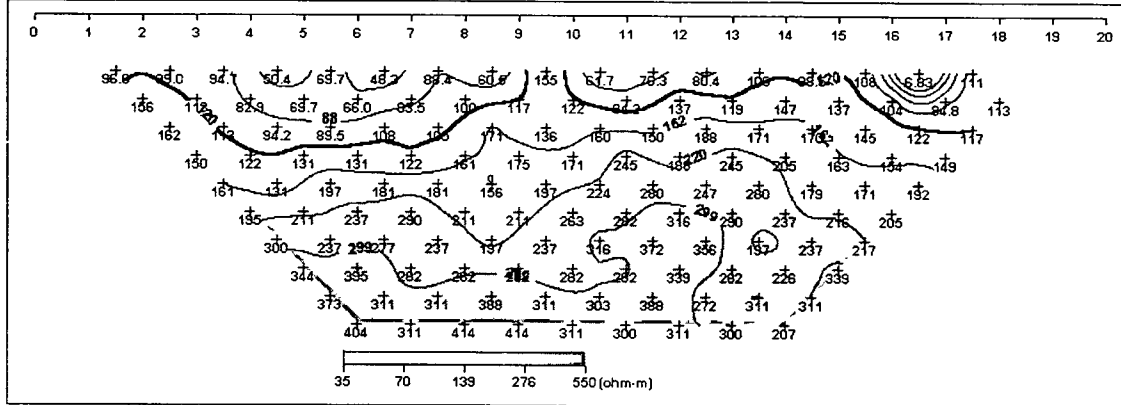


고성 (E-13) (2-D Resistivity Structure)

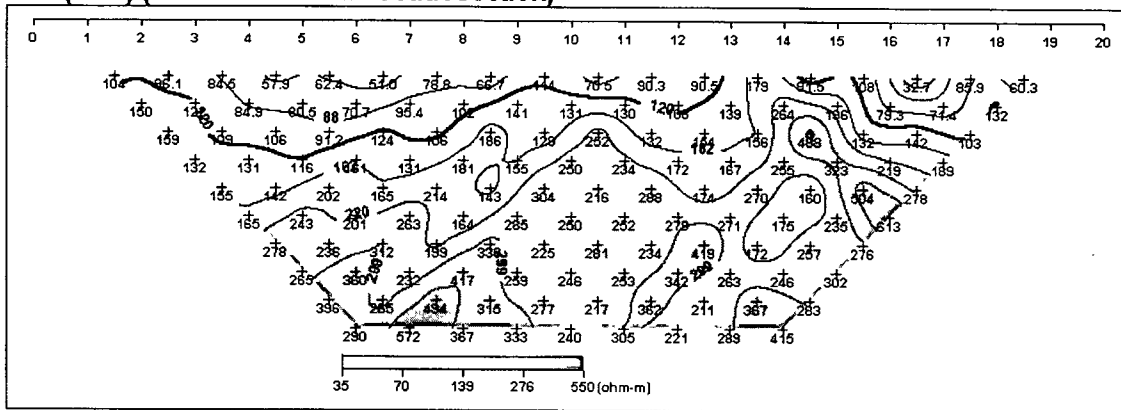


- <상> 현장 측정자료의 겹보기 비저항 가단면도
- <중> 계산된 이론자료의 겹보기 비저항 가단면도
- <하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도
- <그림 3-16> 측선 E-13 쌍극자 탐사 결과도

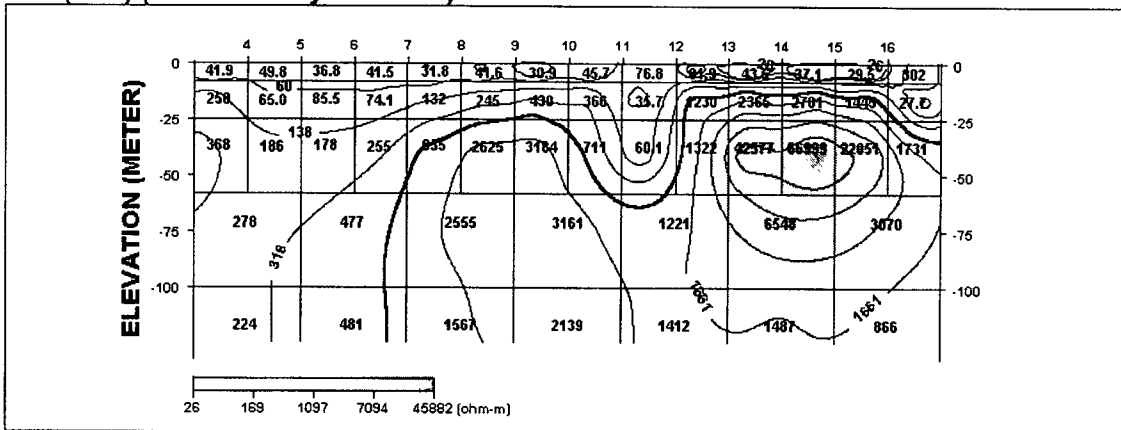
고성 (E-14) (Field Data Pseudosection)



고성 (E-14) (Theoretical Data Pseudosection)



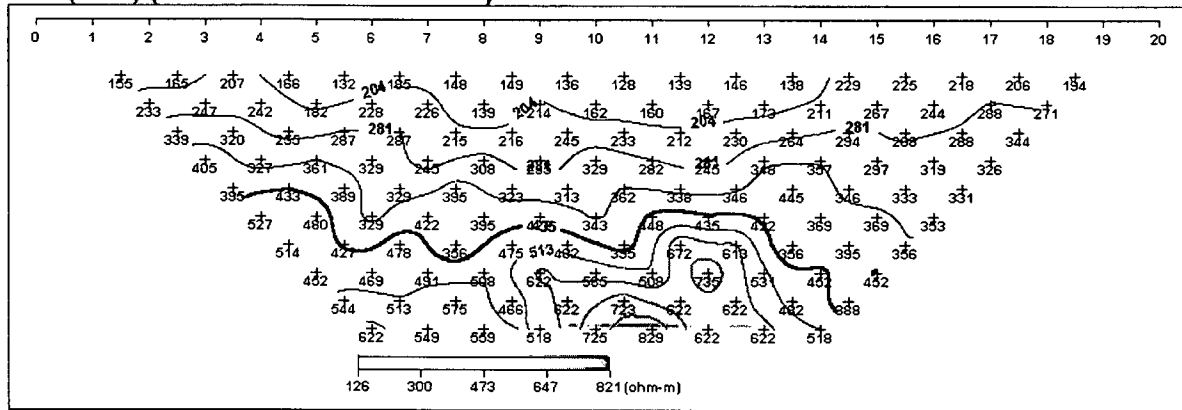
고성 (E-14) (2-D Resistivity Structure)



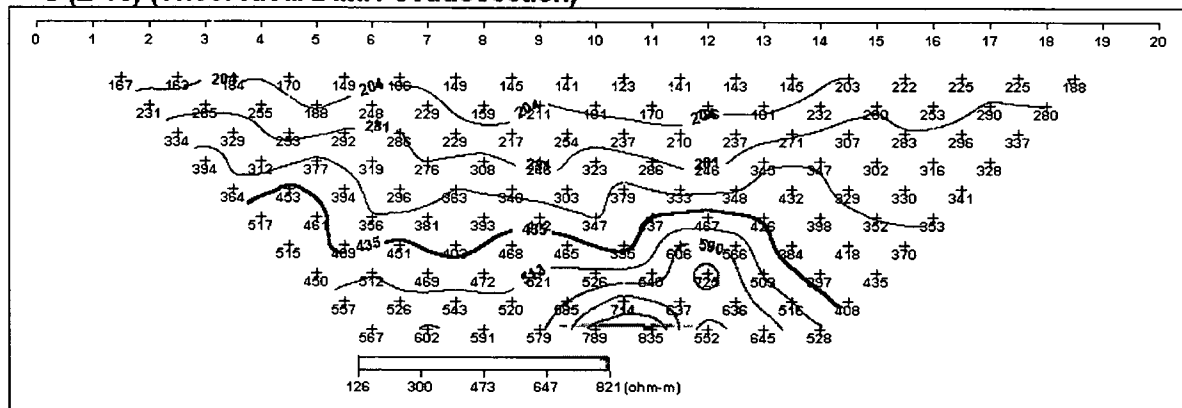
- <상> 현장 측정자료의 겹보기 비저항 가단면도
- <중> 계산된 이론자료의 겹보기 비저항 가단면도
- <하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도
- <그림 3-17> 축선 E-14 쌍극자 탐사 결과도



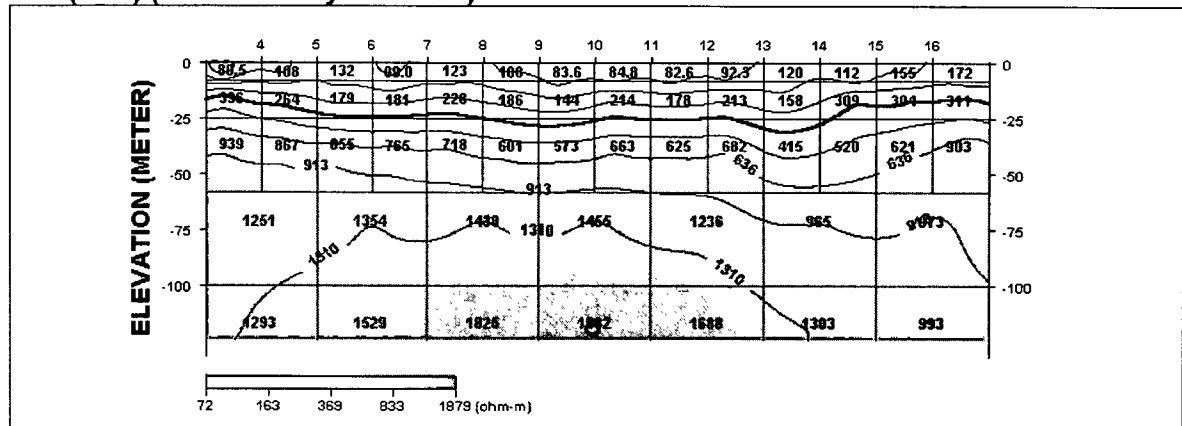
**고성 (E-15) (Field Data Pseudosection)**



**고성 (E-15) (Theoretical Data Pseudosection)**



**고성 (E-15) (2-D Resistivity Structure)**



- <상> 현장 측정자료의 겹보기 비저항 가단면도
- <중> 계산된 이론자료의 겹보기 비저항 가단면도
- <하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도
- <그림 3-18> 측선 E-15 쌍극자 탐사 결과도

### 3-3. 양수시험

양수시험을 시행하는 주요 목적은 대수층으로 물을 충전 혹은 대수층으로부터 지하수를 채수함으로써 인하여 발생하는 수위상승 및 강하 자료를 이용하여 대수층의 수리적인 성질인 대수층 상수, 즉 투수계수, 투수량계수, 저류계수 및 기타 성질을 결정하기 위하여 시행하는 것이다. 조사지역의 충전층 및 암반대수층의 수리적 성질을 파악하기 위하여 조사지역 내에 분포하는 15개 공의 충전 및 암반관정에 대하여 양수시험을 시행하였다. 시험결과 대수층 해석은 충전관정인 경우 자유면 대수층으로 해석하였으며, 암반관정의 경우 자연수위가 대수층보다 훨씬 높은 점을 감안하여 피압 대수층으로 보았고, 실제 양수시 정류상태(Steady state)에 도달하려면 상당한 시간을 요하므로 Theis의 비평형방정식을 적용하였다. 즉,

$$T = \frac{Q}{4\pi S} W(u)$$

$$S = \frac{4Ttu}{r^2}$$

여기서,  $T$ ; 투수량계수

$Q$ ; 양수량

$S$ ; 저류계수

$t$ ; 양수 개시 이후 경과시간

$r$ ; 양수정과 관측정 사이의 거리

$$W(u) = \int_u^\infty \frac{e^{-u}}{u} du = \left( -0.577216 - \log e^u + u + \frac{u^2}{2 \cdot 2!} + u + \frac{u^2}{2 \cdot 2!} + \frac{u^2}{3 \cdot 3!} + \dots + \frac{u^2}{n \cdot n!} \right)$$

여기서,  $W(u)$ ; 우물함수

$u$ ; 우물함수

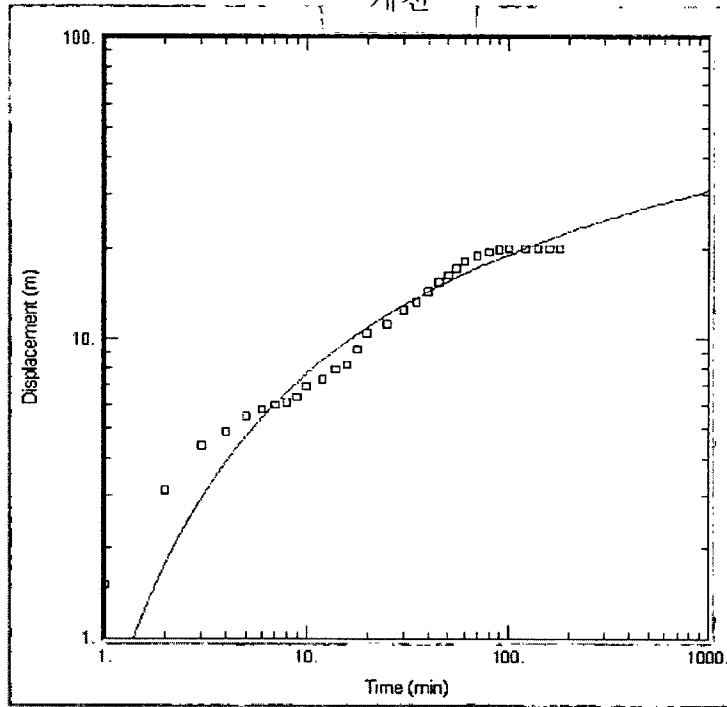
수리상수의 산출은 상기 방정식을 토대로 AQTESOLV 프로그램을 이용하여 대수층의 수리상수를 구하였다<표 3-3>.

<표 3-3> 양수시험총괄표

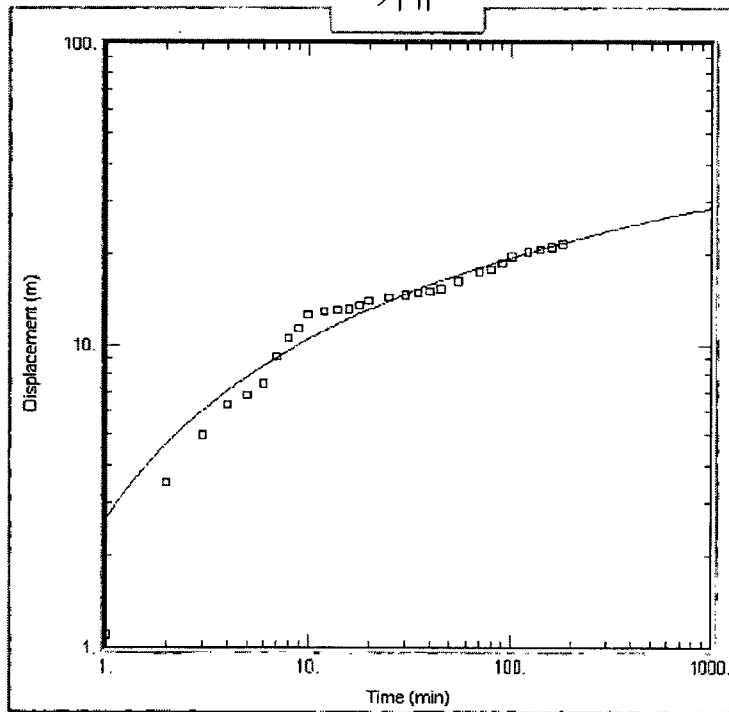
No.	위 치	자연수위(m)	안정수위(m)	양수량(m <sup>3</sup> /d)	투수량계수(m <sup>3</sup> /d)
1	개천면 봉치리	4.18	20	150	2.282
2	거류면 당동리	2.1	21.5	140	2.817
3	고성읍 이당리	9.3	21.7	250	6.492
4	고성읍 우산리	2.89	49.4	140	1.29
5	구만면 주평리	3.22	9.8	150	9.617
6	대가면	3.81	13.6	150	10.14
7	동해면	1.6	5.5	150	1.052
8	마암면 화산리	5.95	55.2	150	1.216
9	마암면 장산리	4.3	24.8	150	3.438
10	삼산면	1.36	18.2	150	3.455
11	상리면 부포리	2.63	11.9	150	6.355
12	상리면 망림리	2.95	7.7	150	8.741
13	하일면 춘암리	3.89	8.45	200	11.44
14	회화면 어신리	3.31	22.4	150	6.708
15	회화면 어신리	1.69	16.6	150	6.708

또한 현장에서 짧은 시간에 수행한 양수시험이므로 자료의 한계는 존재하지  
 만 그 중에서도 측정된 결과가 양호한 관정에 대해서 AQTESOLV를 이용해 그  
 린 결과 그림을 나타내어보았다. 그 결과는 다음 그림 3-19와 같다.

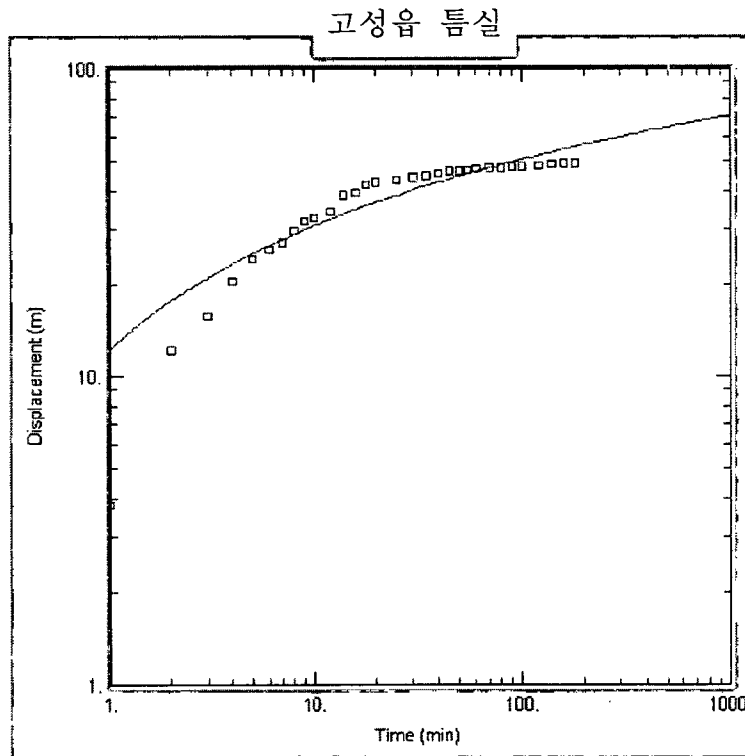
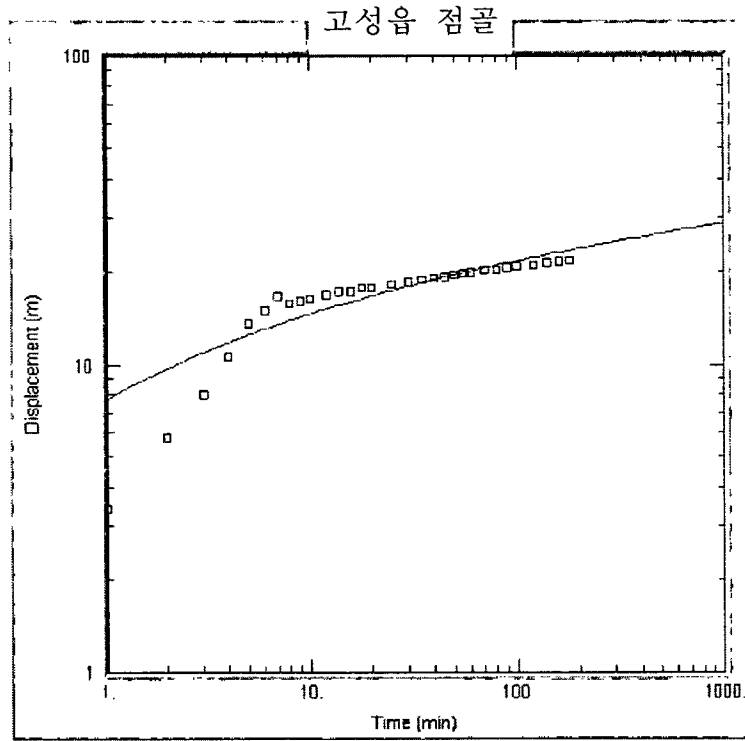
개천



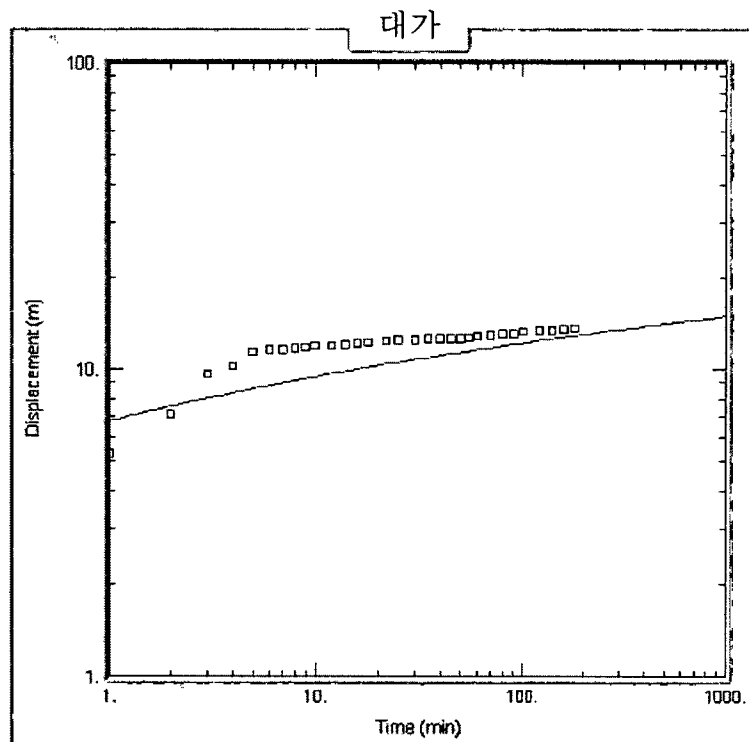
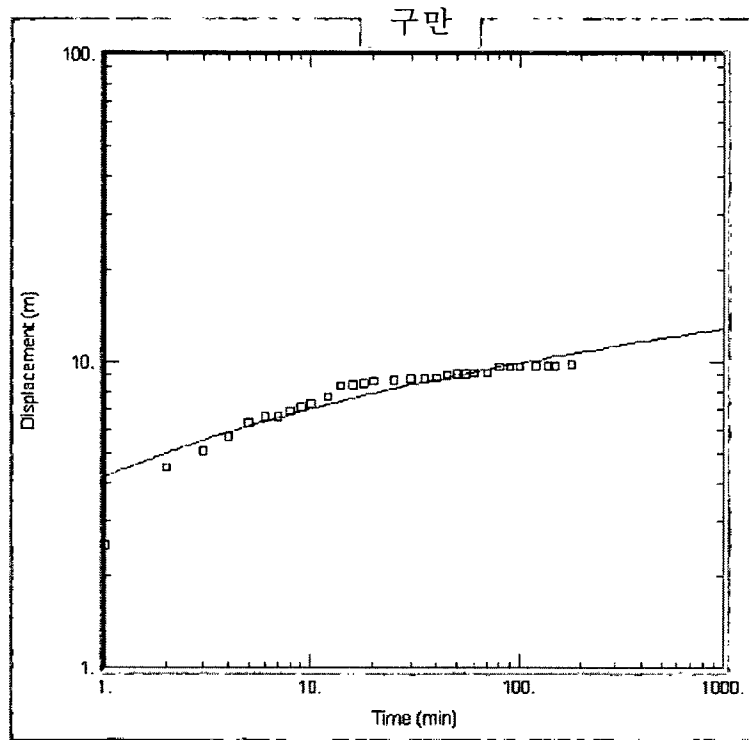
거류



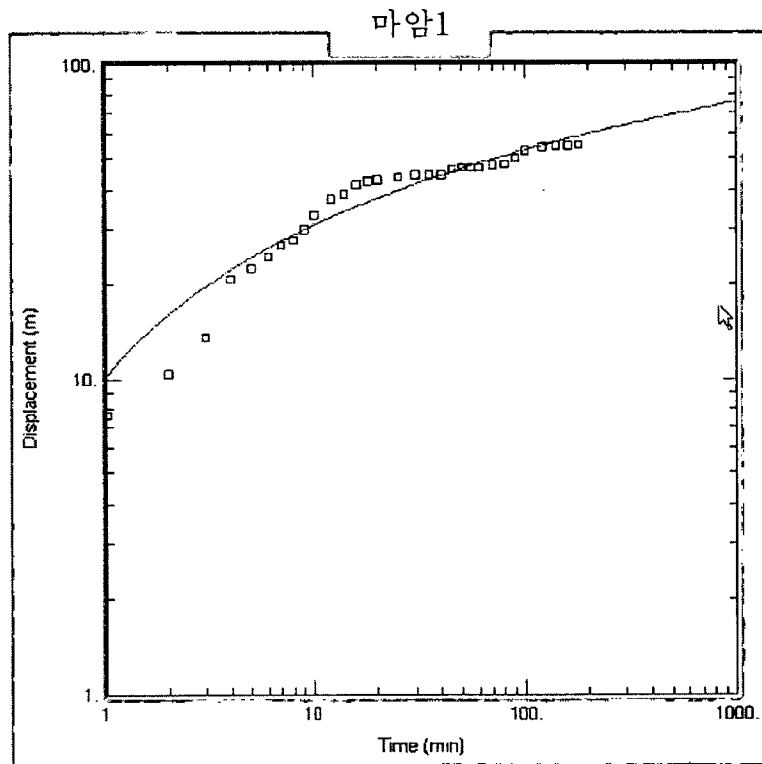
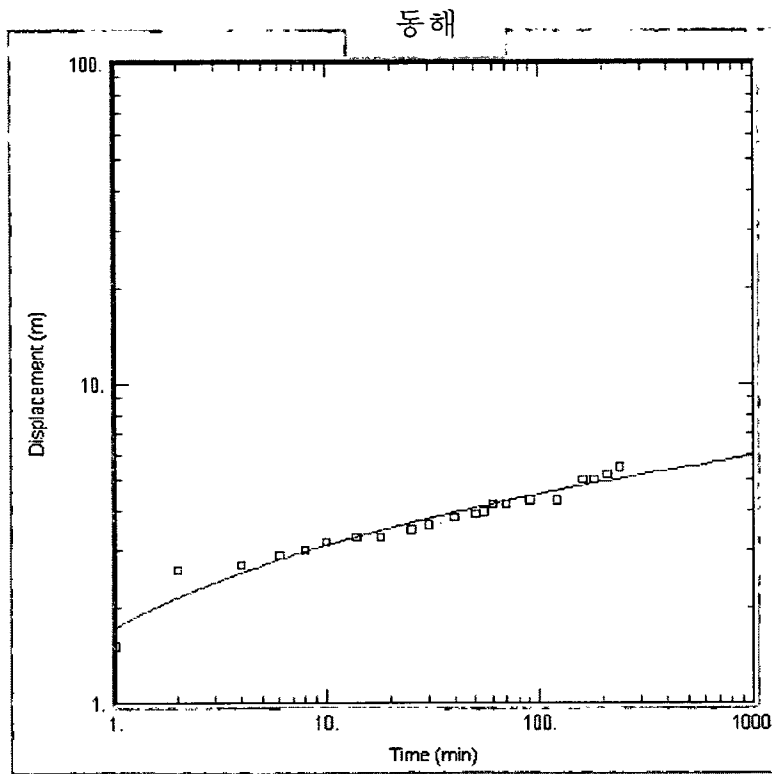
<그림 3-19> 양수시험 결과에 대한 LOG-LOG Plot



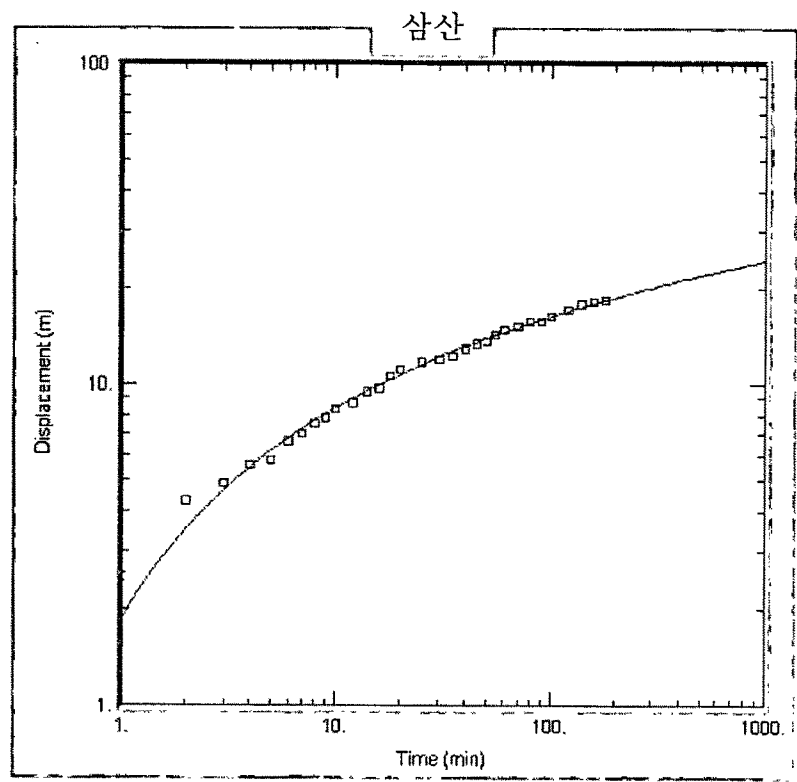
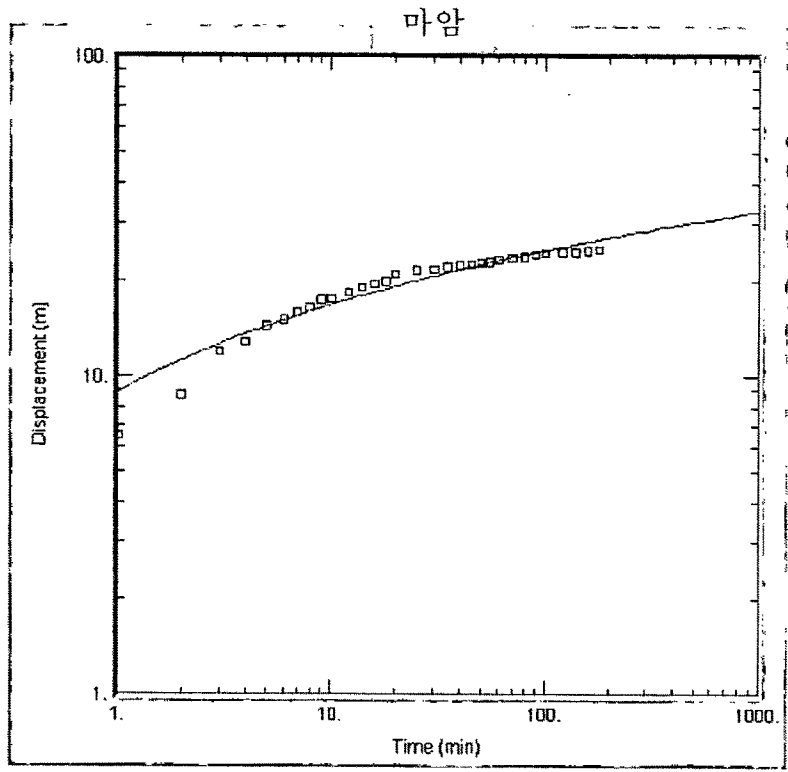
<그림 3-19> 계속



<그림 3-19> 계속



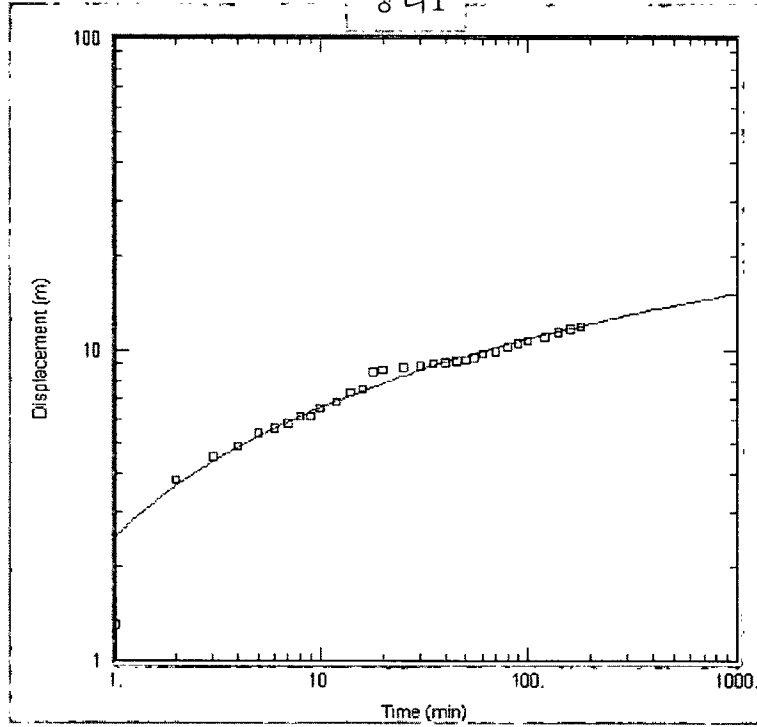
<그림 3-19> 계속



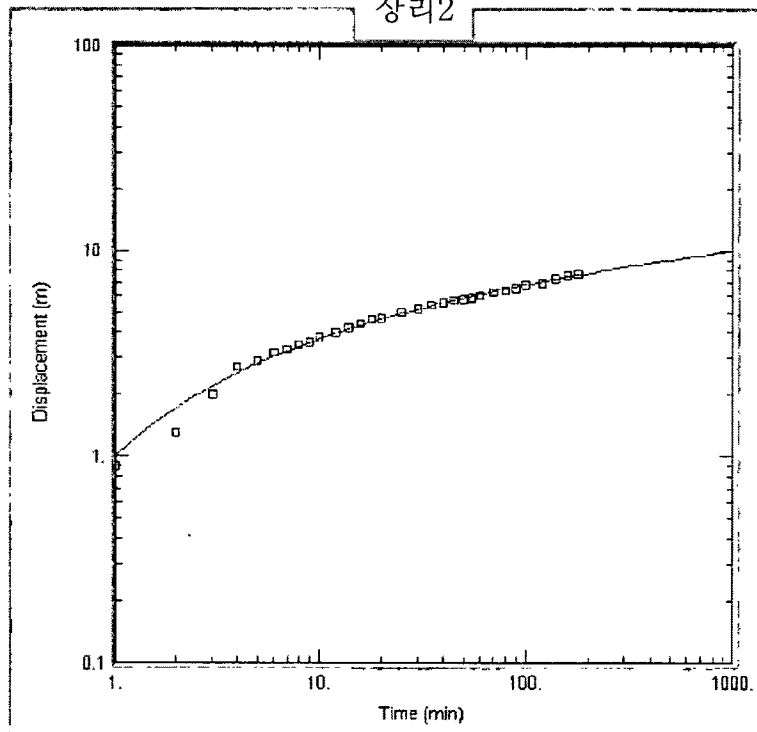
<그림 3-19> 계속



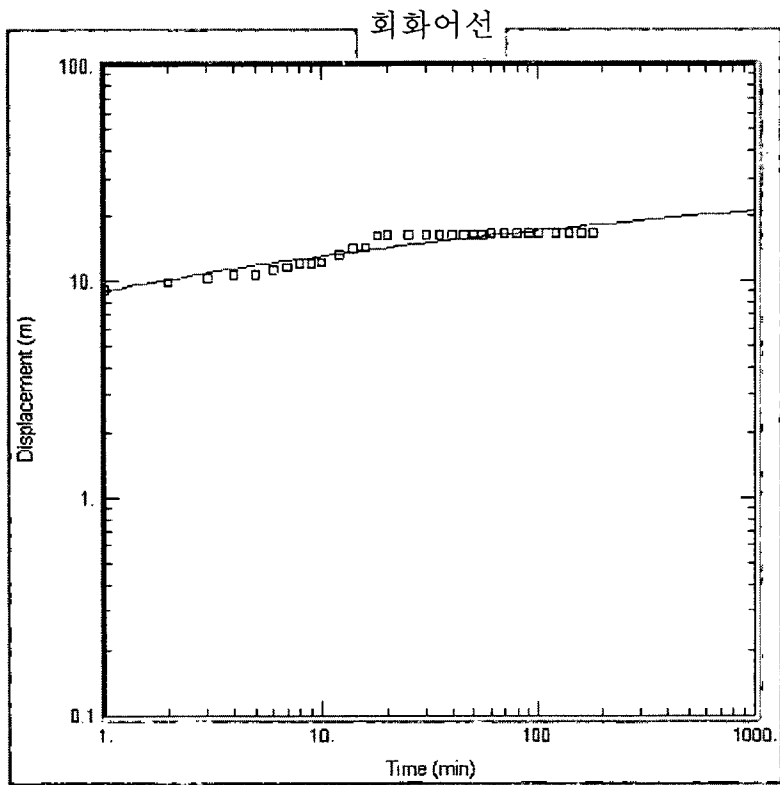
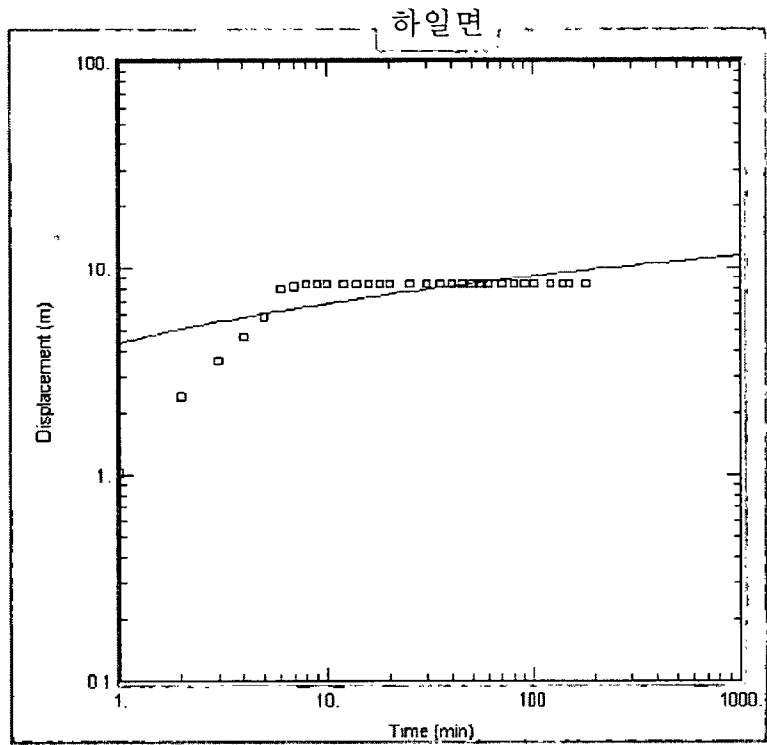
상리1



상리2

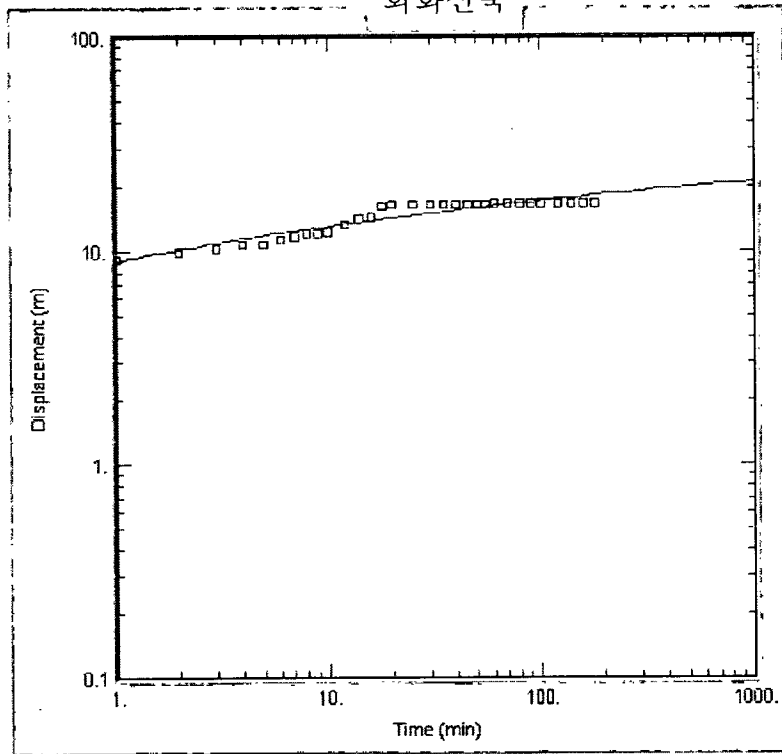


<그림 3-19> 계속



<그림 3-19> 계속

회화산복



<그림 3-19> 계속

## 4. 기설관정 이용실태조사

### 4-1. 기설관정 현황조사

고성군의 자료에 의하면 1999년 고성군의 지하수 이용실태는 다음 표와 같다.

<표 4-1> 고성군 1999년 지하수 이용 현황

읍면	총개소수	총이용량	생활용 개소수	생활용 이용량	농업용 개소수	농업용 이용량	공업용 개소수	공업용 이용량
계	1,118	10132	729	5255	368	4735	21	141
고성읍	98	1500	80	1220	9	200	9	80
삼산면	72	815	24	256	47	543	1	15
하일면	56	645	38	297	17	346	1	0
하이면	54	604	42	381	8	205	4	18
상리면	67	786	52	235	14	550	1	0.9
대가면	179	886	104	316	75	570		
영현면	60	670	44	342	16	328		
영오면	36	394	23	272	13	122		
개천면	35	474	27	314	8	160		
구만면	65	671	26	341	37	309	2	21
회화면	69	814	45	468	24	345		
마암면	36	517	19	162	17	355		
동해면	209	902	148	491	59	408	2	3
거류면	82	448	57	155	24	290	1	2

\* 이용량의 단위는 1,000톤

이용실태에 따른 관정의 개소수는 생활용이 가장 많고, 농업용, 공업용순임을 알수 있으며 이용량 역시 생활용과 농업용이 단연 많음을 알수있다. 읍면별로 살펴보면 생활용 개소수는 동해면이 가장 많고, 대가면, 고성읍 등의 순이지만 생활용수이용량은 고성읍이 가장 많은 양을 소비하고 있다.

농업용 개소수는 대가면이 가장 많으며 동해면 삼산면 등의 순이며 농업용수 이용량은 대가면, 삼산면, 동해면 순이다.

공업용수는 고성읍에 집중되어 있는 것을 알수가 있다.

이번 조사 기간 동안 고성 지역에서 조사된 기설관정 수는 총 390공이며, 대

부분 농업용 대형관정을 중심으로 조사가 되었다. 따라서 고성군 전체 현황을 파악하는데는 한계가 있어서 건교부의 자료를 활용하여 보충하였다.

생활용 지하수의 이용현황을 살펴보면 다음 표와 같다.

<표 4-2> 생활용 지하수 이용현황

	총 계		가정용		일반용		학교용		간이상수도용		농업생활용		기타	
	개소	이용량	개소	이용량	개소	이용량	개소	이용량	개소	이용량	개소	이용량	개소	이용량
고성	729	5255	291	1270	42	305	38	490	147	1571	153	484	28	1133

\*이용량 단위는 1000

생활용 지하수의 경우 가정용이 가장 많고 다음으로 농업생활용, 간이상수도용으로 많이 쓰이고 있는것을 알수가 있으며 가정용, 일반용, 학교용, 간이상수도용, 농업생활용을 제외한 기타 사용량이 상당히 많은 것을 알수가 있다.

농업용 지하수의 이용현황을 살펴보면 다음과 같다.

농업용 지하수의 이용현황은 답작용이 단연 많으며 전작용, 원예용 순으로 이용되고 있음을 알수가 있다.

<표 4-3> 농업용 지하수 이용현황

	총 계		전작용		답작용		원예용		수산업용		축산업용	
	개소	이용량	개소	이용량	개소	이용량	개소	이용량	개소	이용량	개소	이용량
고성	368	4735	16	4	327	4385	2	12	-	-	-	-

공업용 지하수의 이용현황은 다음과 같다.

<표 4-4> 공업용 지하수 이용현황

	총 계		국가공단		지방공단		농공단지		자유입지업체		기타	
	개소	이용량	개소	이용량	개소	이용량	개소	이용량	개소	이용량	개소	이용량
고성	21	141	-	-	-	-	3	24	1	2	17	115

공업용 지하수의 이용현황은 농공단지와 자유입지업체가 차지하고 있음을 알 수가 있다.

고성지역의 공당 평균심도는 87.86m, 일일 평균 사용량은 55.553m<sup>3</sup>/일, 평균년 사용량은 9364.96m<sup>3</sup>/일 이다. 그리고 평균 양수가능량은 103.11m<sup>3</sup>/일이다.

## 4-2. 수 위 관 측

수위관측은 조사구역 내 수위 등고선도를 작성할 수 있도록 기설관정 위치를 파악하고 조사지구 일대를 격자화하여 수위를 측정한다. 기설관정이 없거나, 자료가 부족한 경우 오거(Auger)를 사용하여  $\phi$  3" 구경으로 4m 내외를 굴착, 수위관측공을 설치하여 조사 관측하되, 수위관측공은 지하수 함양조건이 동일한 상태에서 일제히 측정하여 지역 내 지하수 수위조사를 해야한다. 고흥지역은 기존의 농업용수용으로 기 개발된 소형 층적관정이 다량 산재하며, 이들의 조사만으로 충분한 자료획득이 가능하다고 판단되어 오거(Auger)를 사용한 관측공을 시추하지 않았다. 수위관측은 동일조건에서 일제히 실시하여 획득된 자료의 신뢰성을 확보해야 하나, 이번 조사에서는 한정된 소요인원과 시간 내에 다량의 관측공을 측정하다보니 측정자료에 대한 신뢰도가 다소 떨어지는 경향이 있다.

조사지역을 행정구역별로 평균 수위는 고성읍(12개소) 3.65m, 개천면(8개소) 4.01m, 거류면(18개소) 6.42m, 구만면(11개소) 6.00m, 대가면(9개소) 3.98m, 동해면(11개소) 5.06m, 마암면(11개소) 5.45m, 삼산면(19개소) 5.87m, 상리면(16개소) 3.42m, 영현면(8개소) 9.02m, 영오면(4개소) 5.44m, 하일면(10개소) 6.03m, 하이면(12개소) 5.07m, 회화면(12개소) 2.65m이다. 고성지역 평균수위는 161개소에서 4.78m를 나타낸다.

## 5. 수질 및 잠재오염원조사

### 5-1. 수질

고성지역 지하수에 대한 지화학적 특징을 밝히기 위하여 고성군 일대의 14개 면에 분포하는 지하수를 15개의 지하수 시료를 채취하였다. 지하수 시료는 관개용 농업용수와 주민들의 생활용수를 대상으로 하였다. 15개의 지하수에 대하여 주요 양이온과 음이온을 분석하였다.

고성지역 지하수에 대하여 양이온분석 대상시료는 현장에서 수동진공펌프를 이용하여 Pore size 0.45 $\mu$ m cellulose membrane filter에 통과시켜 부유물질을 제거시키고 진한 질산을 가해 pH 3 이하로 하여 시료 용기벽면에 양이온의 흡착을 방지하였으며 채수한 시료는 Ice box에서 4 $^{\circ}$ C 이하로 냉장 보관하였다. 음이온 분석 대상시료는 채수시 발생하는 공기 기포를 제거하고 즉시 테이프로 밀봉하여 공기와의 접촉을 차단하였다.

양이온의 화학분석은 Na, K, Ca와 Mg에 대해 분석을 실시하였으며 음이온은 SO<sub>4</sub>, HCO<sub>3</sub>와 Cl에 대해 분석을 하였다. 양이온의 경우에는 ICP-AES를 이용하여 분석을 하였으며 음이온의 경우에는 IC를 이용하여 분석을 하였다.

이번 조사에서는 야외에서 측정되어야 할 pH, Eh, DO, Alkalinity, EC등이 제외되었다. 또한 양이온의 경우 주요 양이온 외에 미량원소(특히 Fe, Mn, Si)등이 제외되어 있으며 음이온의 경우에는 NO<sub>3</sub>, F등이 제외되어있다. 따라서 조사한 지하수에서의 물리·화학적 특징과 지하수의 수질을 결정하는 여러 가지 반응들 및 진화과정을 평가하기에는 한계가 있다. 다만 지하수의 유형을 결정하는데에 유용할것으로 판단된다. 이 지역에서 분석된 이온들의 함량은 다음 표 5-1과 같다. 표에서 CO<sub>3</sub>가 검출되지 않는 걸로 보서는 pH가 모두 8.3이하임을 알 수가 있다.

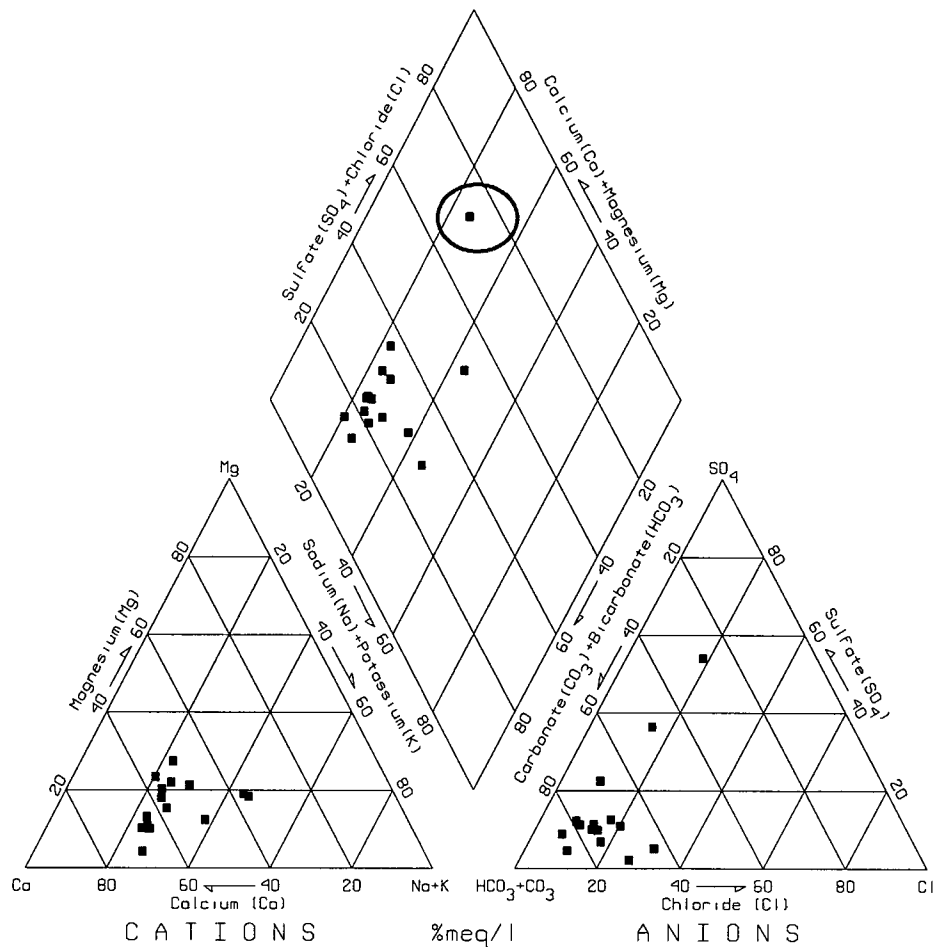
지하수의 유형 판별은 일반적으로 Piper's diagram을 사용하며 주요 양이온 Na, K, Ca와 Mg의 농도와 주요 음이온 SO<sub>4</sub>, HCO<sub>3</sub>와 Cl의 농도를 삼각형 꼭지점을 최대농도로 나타내어 도시한 그림이다.

일반적으로 천층수들은 방해석의 용해에 의해 수질이 주로 결정되기 때문에



방해석의 주성분인 Ca+HCO<sub>3</sub> 타입을 나타낸다. 이러한 물이 점점 지하로 내려가 수암반을 거치게되면 이온교환, 혼합, 가수분해, 침전/용해, 산화/환원의 변화에 따라 수질이 변하게되며 지질에 따른 광물의 주성분에 의해 주성분이 Na이 양이 많아지는 경향이 있어 Na+HCO<sub>3</sub> 혹은 Na+SO<sub>4</sub>등의 유형을 나타내게 된다.

고성지역에서 채취한 시료들을 Piper's diagram에 도시하면 다음 그림 5-1 과 같다.



<그림 5-1> 고성 Piper's 다이어그램

위의 그림을 보면 대부분이 Ca와 HCO<sub>3</sub>가 우세하여 Ca+HCO<sub>3</sub> 유형을 나타내는 것을 볼 수가 있다. 이는 이 지역에서 방해석의 용해작용이 우세함을 보여주

고 있으며 물의 진화 정도가 아직 충분하지 않음을 알수가 있다. 물 시료는 주로 충적층이 아닌 암반대수층에서 채취하였지만 심층지하수이기 보다는 천층지하수임을 Piper's diagram의 결과로 알수가 있다. 하지만 심층지하수여도 관정에서 천층수나 지표수와도 혼합되어 위와 같은 결과를 보여줄수 있다.

위의 그림에서 하나의 시료(GS-9)가 Ca+SO4 유형에 찍혀있음을 볼 수가 있다. 지하수에서 SO4의 기원은 주로 광물에 관련되어 나타나게 된다. 이러한 광물들은 황철석이나 석회석에 기인한다. 특히나 황철석은 퇴적기원이나 화성기원으로 존재하며 다양하게 분포하여 SO4의 주요 기원이 된다. 또한 이온 농도에서 이 시료의 HCO3의 농도가 가장 낮은 걸 볼수가 있다. 이는 황산염의 용해에 의해서 H2SO4의 형성에 의해 pH가 낮아져 HCO3의 농도가 낮아진걸로 판단된다.

<표 5-1> 분석 이온 농도

시 료	Na	K	Ca	Mg	Cl	HCO3	CO3	SO4
GS-1	10.8	0.71	21.8	7.24	18	63.4	0	4
GS-2	7.64	0.5	14.9	3.74	5	70.7	0	3
GS-3	13.4	0.72	33.7	8.49	7	143.9	0	12
GS-4	16.5	0.88	35.2	6.63	10	132.9	0	15
GS-5	8.67	0.69	10.4	1.58	6	42.7	0	6
GS-6	12	0.71	26.2	5.72	13	97.6	0	7
GS-7	10.7	0.26	26	3.26	9	86.6	0	9
GS-8	16.6	1.01	32.1	5.18	8	123.2	0	15
GS-9	10.6	1.27	25.1	2.39	11	28.6	0	44
GS-10	10.6	0.26	15.6	4.11	8	67.7	0	7
GS-11	9.18	0.68	6.64	2.05	9	41.4	0	1
GS-12	18.6	0.38	42.6	1.62	10	123.2	0	32
GS-13	12.6	0.92	32.3	3.02	15	88.4	0	11
GS-14	13.6	1.53	10.7	3.35	7	39	0	23
GS-15	8.51	0.59	20.3	2.07	7	67.1	0	8

다음으로 Stiff diagram을 작성하기 위해서 이온들의 농도를 당량값으로 변환하였으며 그 값은 다음 표 5-2와 같다. 당량은 다음 식과 같다.

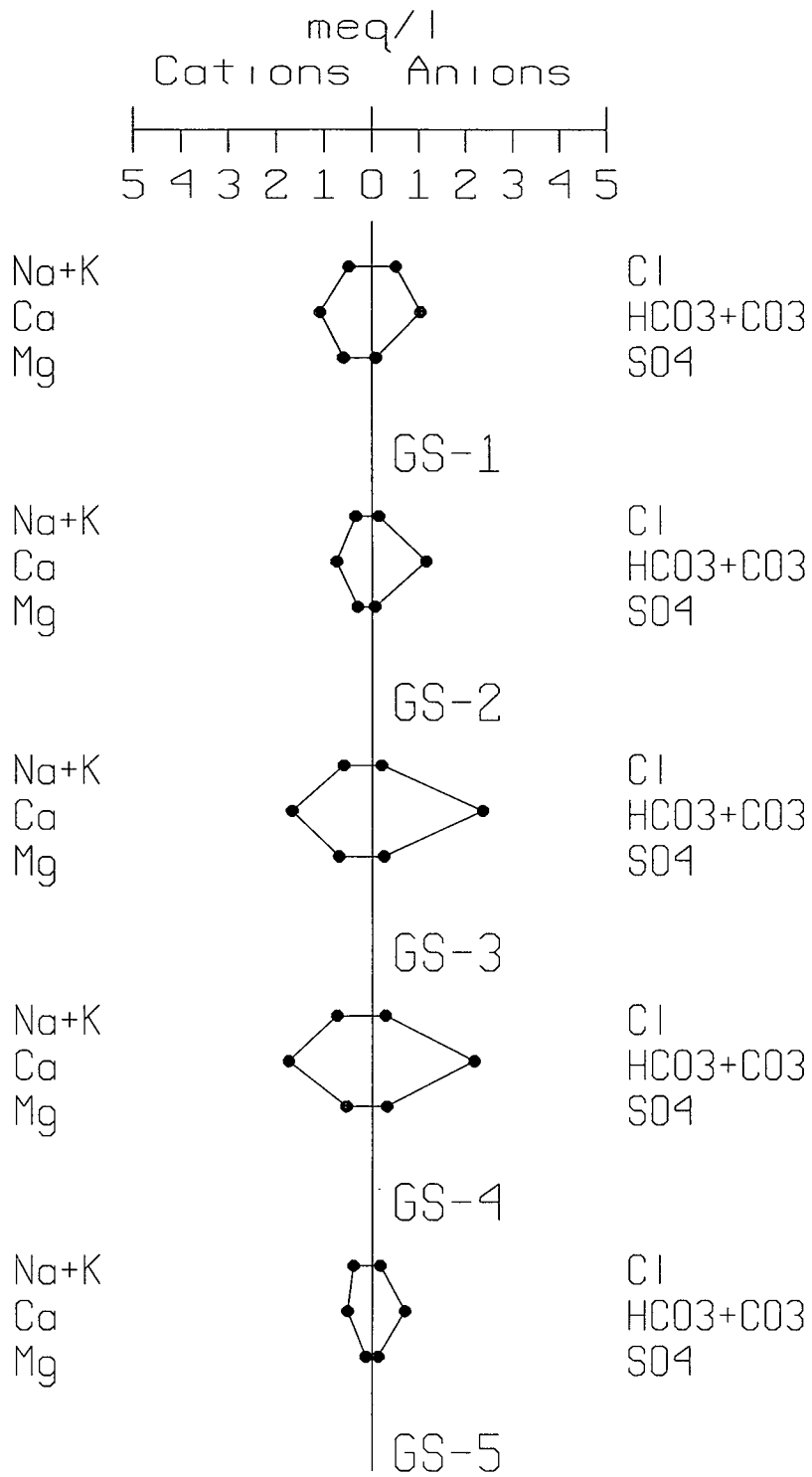
$$\text{당량} = \frac{\text{ppm농도} \times \text{전자가}}{\text{분자량}}$$

이온의 농도를 당량농도로 표현을 하는 것은 화학반응은 몰(mol)비로 반응을 하기 때문에 몰비에 따라 반응하는 물질의 양이 달라지게된다. 이를 원자가가 1인 경우에 반응할 수 있는 농도로 환산시킴으로서 반응하는 양을 상대적인 크기로 비교하여 나타낼 수가 있다. 따라서 Stiff diagram은 오염이 심한 이온의 종류를 쉽게 알아볼 수 있게 한다.

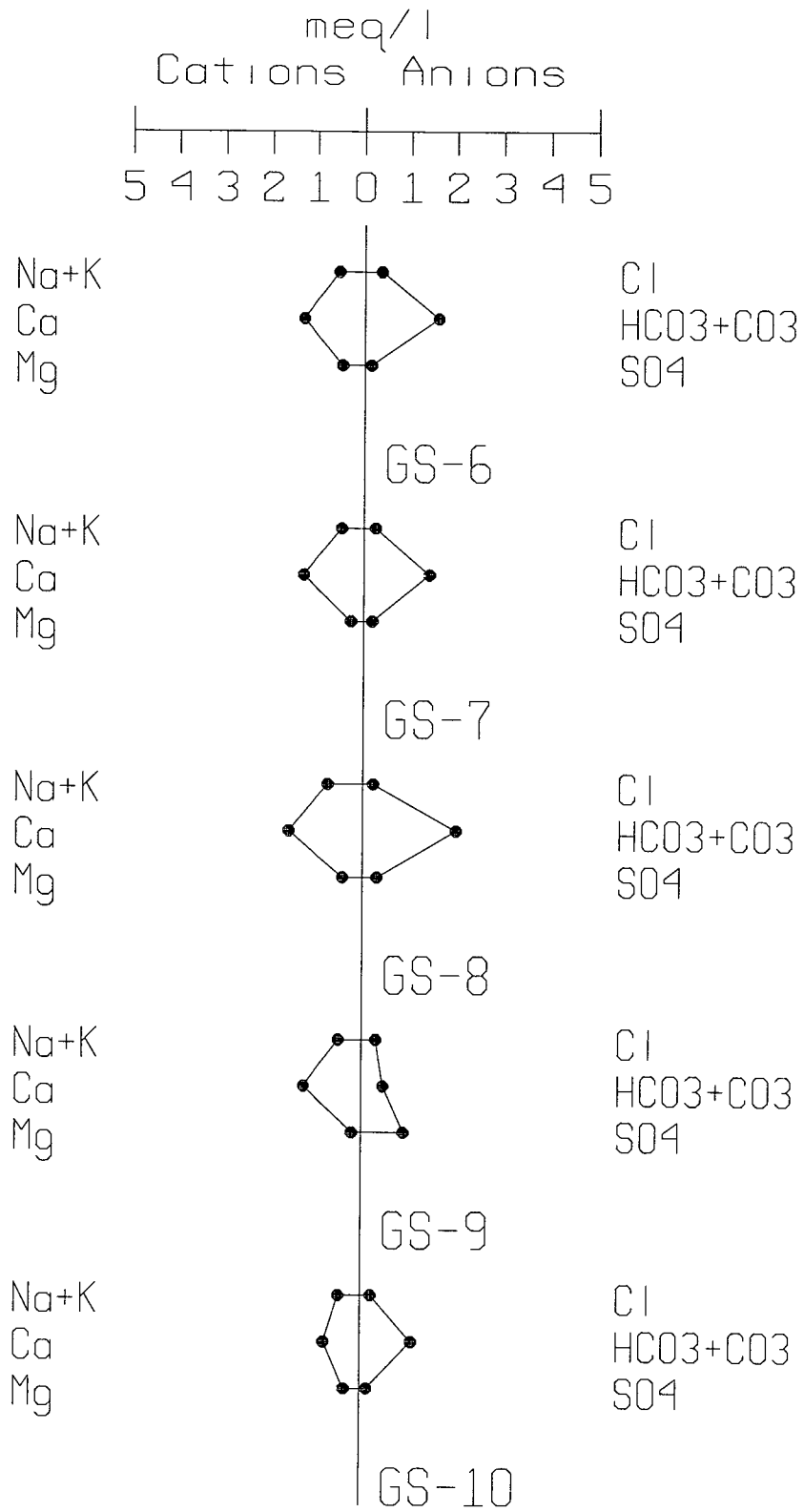
고성지역에서 채취된 지하수 시료의 Stiff diagram은 다음 그림 5-2와 같다.

<표 5-2> 이온 당량 농도

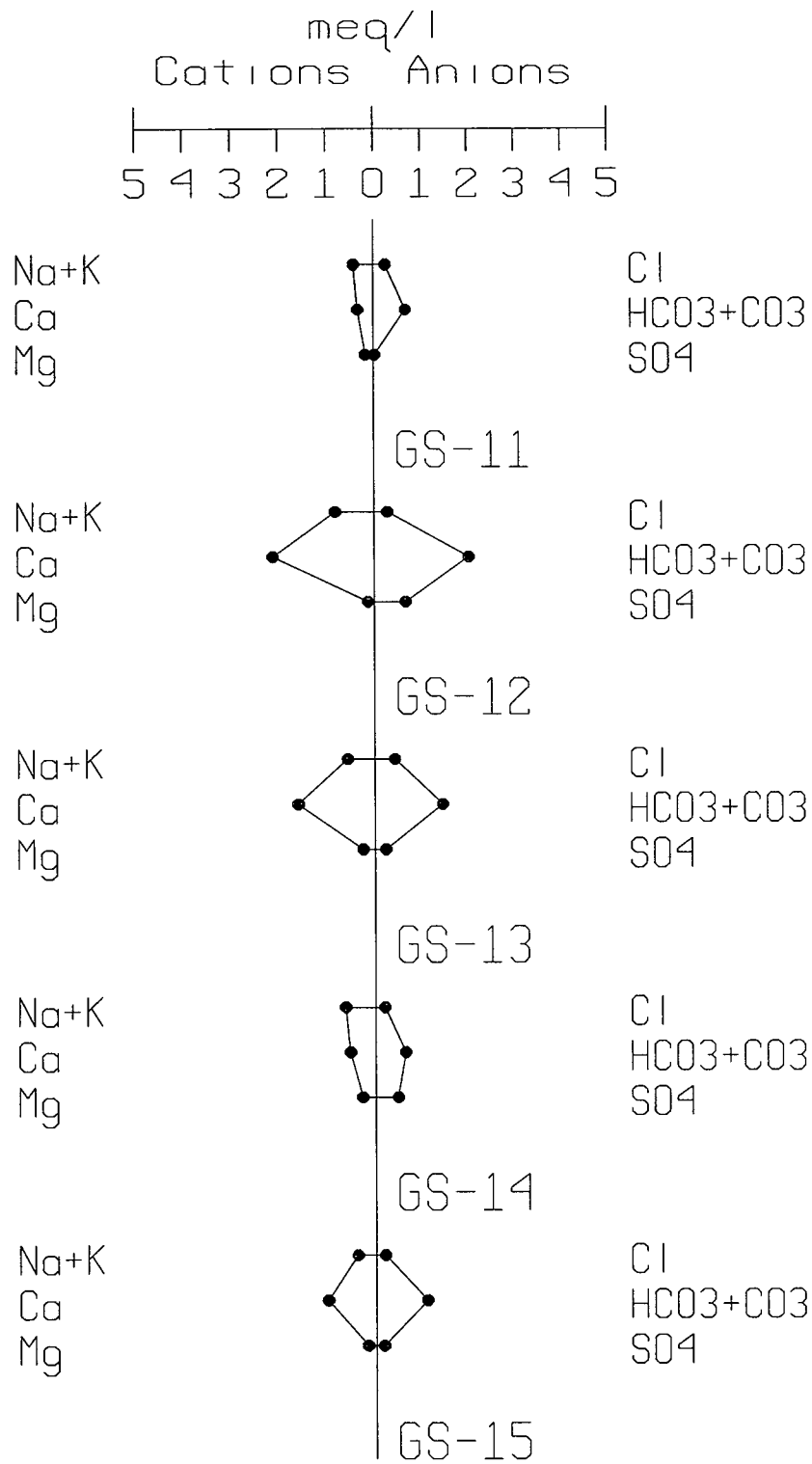
시 료	Na	K	Ca	Mg	Cl	HCO3	CO3	SO4
GS-1	0.47	0.02	1.09	0.60	0.51	1.04	0	0.08
GS-2	0.33	0.01	0.74	0.31	0.14	1.16	0	0.06
GS-3	0.58	0.02	1.68	0.70	0.20	2.36	0	0.25
GS-4	0.72	0.02	1.76	0.55	0.28	2.18	0	0.31
GS-5	0.38	0.02	0.52	0.13	0.17	0.70	0	0.12
GS-6	0.52	0.02	1.31	0.47	0.37	1.60	0	0.15
GS-7	0.47	0.01	1.30	0.27	0.25	1.42	0	0.19
GS-8	0.72	0.03	1.60	0.43	0.23	2.02	0	0.31
GS-9	0.46	0.03	1.25	0.20	0.31	0.47	0	0.92
GS-10	0.46	0.01	0.78	0.34	0.23	1.11	0	0.15
GS-11	0.40	0.02	0.33	0.17	0.25	0.68	0	0.02
GS-12	0.81	0.01	2.13	0.13	0.28	2.02	0	0.67
GS-13	0.55	0.02	1.61	0.25	0.42	1.45	0	0.23
GS-14	0.59	0.04	0.53	0.28	0.20	0.64	0	0.48
GS-15	0.37	0.02	1.01	0.17	0.20	1.10	0	0.17



<그림 5-2> 고성 Stiff 다이어그램



<그림 5-2> 계속



<그림 5-2> 계속

## 5-2. 먹는물 기준 수질검사 결과

본 조사지구의 먹는물 기준 수질검사를 통한 지하수 오염 실태를 파악하기 위하여 고성군청의 협조를 얻어 2000년도 간이상수도 수질검사 내역(2/4분기)을 파악하였다. 총 검사 대상 시설수는 338개소였으며 검사 시설수는 336개소였다. 두곳은 물부족과 폐쇄로 조사에 누락된 것으로 나타나있다. 검사 항목은 총 8개 항목으로 암모니아성질소, 질산성질소, 색도, 탁도, 냄새, 맛, 일반 세균수와 대장균군이였다. 고성 지역 내에서 실시된 총 조사 내용은 다음 표 5-3와 같으며 이번 조사에서 분석된 먹는물 수질 분석 결과는 표 5-4와 같다.

<표 5-3> 고성지역 먹는물 수질검사 현황

읍 면	검사 결과			부적합수			
	계	적 합	부적합	계	일반세균	대장균군	탁도
계	336	248 (73.8%)	88 (26.2%)	107	25 (23.4%)	59 (55.1%)	23 (21.5%)
고성읍	26	16	10	13	4	7	2
삼산면	26	26	0	-	-	-	-
하일면	29	25	4	4	-	4	-
하이면	24	14	10	11	-	9	2
상리면	24	24	0	-	-	-	-
대가면	25	25	0	-	-	-	-
영현면	20	17	3	3	3	-	-
영오면	21	20	1	1	-	-	1
개천면	25	18	7	10	4	4	2
구만면	21	5	16	20	8	12	-
회화면	15	10	5	5	-	-	5
마암면	25	10	15	15	-	15	-
동해면	36	19	17	25	6	8	11
거류면	19	19	0	-	-	-	-

<표 5-4> 먹는물 수질분석 결과

시 료 명		GS-1	GS-2	GS-3	GS-4	GS-5	GS-6	GS-7	GS-8	GS-9	GS-10
시 험 항 목	시험변	01-64	01-65	01-66	01-67	01-68	01-69	01-70	01-71	01-72	01-73
	기준										
납(Pb)	0.05 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
불소(F)	1.5 mg/L	불검출	0.1	0.1	0.5	0.1	불검출	0.2	0.1	0.1	0.1
비소(As)	0.05 mg/L	0.005	0.017	0.009	0.009	0.005	불검출	0.010	0.005	0.003	불검출
세레늄(Se)	0.01 mg/L	0.003	불검출	불검출	0.001	0.001	0.003	0.002	0.002	불검출	0.003
수은(Hg)	0.001 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
시안(CN)	0.01 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
6가크롬(Cr <sup>6+</sup> )	0.05 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.01	불검출	불검출	불검출	불검출
암모니아성질소(NH <sub>4</sub> <sup>-</sup> -N)	0.5 mg/L	0.37	0.20	0.13	0.26	0.10	0.09	0.18	0.28	0.08	0.16
질산성질소(NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N)	10 mg/L	4.9	0.4	불검출	0.3	0.1	1.1	1.3	0.9	2.5	1.4
카드뮴(Cd)	0.01 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
페놀	0.005 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
총트리할로메탄(THMs)	0.1 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
다이아지논	0.02 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
파라티온	0.06 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
말라티온	0.25 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
페니트로티온	0.04 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
카바닐	0.07 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
1,1,1트리클로로에탄	0.1 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
테트라클로로에틸렌	0.01 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
트리클로로에틸렌	0.03 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
디클로로메탄	0.02 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
벤젠	0.01 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
톨루엔	0.7 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
에틸벤젠	0.3 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
크실렌	0.5 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
경도	300 mg/L	81	57	127	118	41	95	83	115	81	63
과망간산칼륨(KMnO <sub>4</sub> )소비량	10 mg/L	0.0	0.5	0.0	0.5	0.2	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0
냄새	무 취	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합
맛	무 미	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합
동(Cu)	1 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
색도	5 도	1	1	0	1	1	0	2	1	0	1
세제(ABS)	0.5 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
수소이온농도(pH)	5.8~8.5	7.6	7.8	7.9	7.8	7.9	7.5	7.8	7.9	7.5	7.5
아연(Zn)	1 mg/L	0.054	0.018	0.011	0.117	불검출	0.011	0.014	0.055	0.009	0.032
염소이온(Cl <sup>-</sup> )	250 mg/L	18	5	7	10	6	13	9	8	11	8
증발잔류물(TS)	500 mg/L	167	100	173	202	102	188	151	168	156	129
철(Fe)	0.3 mg/L	불검출	불검출	불검출	0.03	불검출	0.05	0.08	불검출	0.02	불검출
망간(Mn)	0.3 mg/L	0.001	불검출	0.042	0.004	불검출	0.001	0.010	불검출	불검출	불검출
탁도	1 NTU	0.07	0.11	0.09	0.45	0.06	0.06	0.21	0.07	0.06	0.05
황산이온(SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )	200 mg/L	4	3	12	15	6	7	9	15	44	7
알루미늄(Al)	0.2 mg/L	불검출	불검출	불검출	0.03	0.03	불검출	0.11	불검출	0.01	0.04
1,1디클로로에틸렌	0.03 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
사염화탄소	0.002 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
전기전도도	- μs/cm	179	138	278	266	108	220	198	261	201	157



<표 5-4> 계속

시 료 명		GS-11	GS-12	GS-13	GS-14	GS-15
시 험 항 목	시 험 번	01-74	01-75	01-76	01-77	01-78
	호 기준					
납(Pb)	0.05 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
불소(F)	1.5 mg/L	0.1	0.4	0.1	0.2	0.2
비소(As)	0.05 mg/L	불검출	0.004	0.003	불검출	0.004
세레늄(Se)	0.01 mg/L	불검출	0.007	0.003	0.008	0.005
수은(Hg)	0.001 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
시안(CN)	0.01 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
6가크롬(Cr <sup>+6</sup> )	0.05 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
암모니아성질소(NH <sub>4</sub> -N)	0.5 mg/L	0.16	0.11	0.08	0.13	0.09
질산성질소(NO <sub>3</sub> -N)	10 mg/L	0.6	불검출	3.2	0.1	1.0
카드뮴(Cd)	0.01 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
페놀	0.005 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
총트리할로메탄(THMs)	0.1 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
다이아지논	0.02 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
파라티온	0.06 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
말라티온	0.25 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
페니트로티온	0.04 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
카바닐	0.07 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
1,1,1트리클로로에탄	0.1 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
테트라클로로에틸렌	0.01 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
트리클로로에틸렌	0.03 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
디클로로메탄	0.02 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
벤젠	0.01 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
톨루엔	0.7 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
에틸벤젠	0.3 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
크실렌	0.5 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
경도	300 mg/L	35	119	99	56	65
과망간산칼륨(KMnO <sub>4</sub> )소비량	10 mg/L	0.2	0.0	0.5	0.0	0.0
냄새	무취	적합	적합	적합	적합	적합
맛	무미	적합	적합	적합	적합	적합
동(Cu)	1 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
색도	5 도	1	0	2	1	0
세제(ABS)	0.5 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
수소이온농도(pH)	5.8~8.5	7.1	7.7	7.7	7.3	7.7
아연(Zn)	1 mg/L	0.976	0.009	0.121	0.007	0.018
염소이온(Cl <sup>-</sup> )	250 mg/L	9	10	15	7	7
중발잔류물(TS)	500 mg/L	87	195	182	133	121
철(Fe)	0.3 mg/L	0.04	0.02	0.15	0.12	0.01
망간(Mn)	0.3 mg/L	0.002	0.101	0.004	0.090	0.002
탁도	1 NTU	1.60	0.35	4.47	0.64	0.40
황산이온(SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )	200 mg/L	1	32	11	23	8
알루미늄(Al)	0.2 mg/L	0.04	0.03	0.25	불검출	0.01
1,1디클로로에틸렌	0.03 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
사염화탄소	0.002 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출

조사 결과를 살펴보면 수질기준에 적합한 시료는 전체의 73.8%를 차지하고 있으며 부적합 시료는 전체의 26.2%를 차지하고 있는 것을 볼 수가 있다. 부적합 항목은 일반세균, 대장균군과 탁도가 대부분이며 그중 대장균군에 의한 부적합 판정이 55.1%로 가장 많은 부분을 차지하고 있다. 다른 이온들에 의한 오염이 되지 않고 위의 세가지 항목이 주를 이루는 것은 다른 원인보다도 우물 소독이 적절히 실행되지 않기 때문인 것으로 보인다. 그리고 특이한 점은 농촌지역임에도 불구하고 질산성 질소에 의한 오염이 하나도 없다는 것이며 이는 우물들이 아직까지는 지표에서의 오염물질 유입이 없다는 것을 말해준다고 볼 수 있다.

### 5-3. 잠재오염원 조사

#### 5-3-1. 잠재오염원의 분류

지하수 자원의 효율적 개발이용과 합리적인 보존관리를 위해서는 지하수 자원의 부존량을 조사 평가하여 적정개발이 요구되며, 지하수 자원에 관련된 장애, 즉 수질오염, 수원고갈, 수위저하, 지반침하, 염수침입 등을 조사하여 수질의 오염 원인이 되는 각종 오염원을 조사·관리하는 것이 필요하다.

지하수의 수질오염을 유발하는 오염원에는 크게 폐기물의 투기에 의한 오염원과 다른 인위적인 활동에 의한 오염원 등 두 종류가 있다(표 5-4).

<표 5-5> 오염원의 종류

폐기물 투기에 의한 오염원	기타 인위적인 오염원
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 매립지, 쓰레기더미 또는 지표의 웅덩이</li> <li>◦ 광산 폐기물</li> <li>◦ 산업폐수의 방류</li> <li>◦ 방사성 폐기물의 투기</li> <li>◦ 지표에 분산된 슬러지</li> <li>◦ 주입관정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 폐공(지하수개발, 온천수개발등)</li> <li>◦ 사고로 인한 오염물질의 누출</li> <li>◦ 농화학 약품의 살포</li> <li>◦ 인위적 지하수 충전</li> <li>◦ 도로의 재설용 화학물질</li> <li>◦ 유전탐사</li> <li>◦ 지하유류 저장탱크의 연결관</li> <li>◦ 염수침입 및 염도증가</li> </ul>

지표의 오염원으로부터 오염물질이 유출되어 지하수면에 도달하면 오염물질은 지하수와 함께 서서히 지하수계를 이동하여 그 농도차와 지하수 유로경로에

따라 주변으로 확산된다. 이때 오염물질은 지하수와 혼합되면서 지하수 오염체를 형성하며, 이 오염체는 지하수 뿐 아니라 지하수의 유동경로에 접하게 되는 모든 지질매체(토양이나 암반 대수층)를 오염시킨다.

잠재오염원의 또다른 분류인 O.T.A 잠재오염원 분류를 소개하면 다음과 같다(표5-6).

<표 5-6> O.T.A 잠재오염원 분류

구분	종 류	
1군	-오염물질의 삼투 및 배출을 목적으로 계획된 오염원	
	1. 지하삼투형(정하조, 오수조)	
	2. 주입정(유해폐기물, 염수처리공)	
	3. 지상살포(관개용수살포, 슬러지살포)	
2군	-오염물질의 저장, 취급, 처리시설	
	1. 육상매립지	8. 묘지
	2. 쓰레기 하치장	9. 동물사체 매모지
	3. 주거지에서 쓰레기 처분	10. 지상탱크
	4. 지표 저수조	11. 지하탱크
	5. 광산폐석	12. 콘테이너
	6. 폐기물 하치장	13. 소각장과 발파지
	7. 재료의 비축지	14. 방사능 폐기물 처리장
3군	-운송, 송유시설	
	1. 수송관로	
	2. 운송, 화물	
4군	-기타활동으로 배출 및 살포되는 오염원	
	1. 관개용수	5. 제설, 제빙제 살포
	2. 농약살포	6. 도시의 강수유출
	3. 비료살포	7. 대기오염 물질의 지하삼투
	4. 동물사육	8. 광산과 광상폐수
5군	-지하수 유로의 변경에 따른 오염원	
	1. 관정(지하수, 유류, 지열)	
	2. 기타목적의 관정	
	3. 공사용 굴착	
6군	-인간활동에 의해 자연적으로 발생하는 오염원	
	1. 지표수와 지하수의 상호작용	
	2. 자연적인 삼출현상	
	3. 양수에 의한 염수침입	

### 5-3-2. 잠재오염원의 분포현황

조사지구내에서 지하수 및 토양을 오염시킬 가능성이 있는 대표적인 잠재오염원에 대해 미의회기술평가국의 방식에 의거하여 분류하였다.

잠재오염원		오염원현황	O T A분류군
분류	업종		
정화조	정화조	6,040개소	1군(지하삼투형)
주유소	주유소	39개소	
환경오염시설	폐수배출업소	103개소	2군 오염물질의 저장, 취급처리시설
육상 매립지	생활 폐기물 매립지	190,800m <sup>2</sup>	
광산폐석	광구수	10개소	
소각장	소각	1.5톤/일	
농경지	농약살포	11,146ha	4군(기타활동)
가축사육	소·말	21,138	
	젖소	53,291	
	돼지	27,557	
	사슴·양	1,272	
	닭·오리	432,651	

고성군의 분뇨발생량은 65kl/일로 분뇨 수거율은 83%를 나타내고 있다. 생활 폐기물 매립지는 한 개소가 존재하고 매립량은 190,800m<sup>2</sup>이고 잔여매립량은 20943m<sup>2</sup>을 나타내고 있다. 고성군에 농공단지 2개가 존재하며 폐수처리 시설과 폐수종말처리장으로 구성되어 처리용량은 1,000m<sup>3</sup>이다. 토양오염유발시설 설치현황은 다음 표와 같다.

계	주 유 소	저 유 소	산 업 시 설	기 타
47	39	-	7	1

또한 폐수 배출업소 현황은 다음과 같다. 폐수배출업소는 1일 배출량에

따라 1종(2,000m<sup>3</sup>이상), 2종(700m<sup>3</sup>이상), 3종(200m<sup>3</sup>이상), 4종(50m<sup>3</sup>이상), 5종(50m<sup>3</sup>미만)으로 구분하고 있으며, 고성군 사업장의 94%가 5종 사업장으로 분류된다.

구분 계	1종	2종	3종	4종	5종
106	-	-	2	5	99

구분 계	세차장	운수정비	공장	병원	사진관	기타
106	24	6	48	12	5	11

축산 폐수 배출 시설은 다음표와 같다.

계	허가대상 축산폐수배출시설	신고대상 축산폐수배출시설	신고미만 축산폐수배출시설
5,812	74	357	5,381

침출수등이 문제가 되는 쓰레기 소각장 현황은 다음과 같다.

소각장명	소각능력 (kg/시간)	소각방식	준공년도	사업비 (백만원)
군쓰레기매립장	95kg/h	화격자연소식	'98. 8	72
회화면 배둔리	80kg/h	"	'94. 2	45
하이면 덕호리	95kg/h	"	'94. 12	65
영오면 연당리	90kg/h	"	'95. 7	35
하일면 학림리	90kg/h	"	'95. 7	35
개천면 명성리	90kg/h	"	'95. 7	35
동해면 양촌리	95kg/h	"	'96. 3	50
하이면 월흥리	50kg/h	"	'97. 6	24
개천면 북평리	50kg/h	"	'97. 10	24
당항포국민관광지	60kg/h	"	'97. 1	24
삼산면 두포리	50kg/h	"	'96. 7	기증품 (한국발포스틸렌)

## 6. 지하수자원의 부존성평가

### 6-1. 물수지 분석

강우는 지상으로 낙하하는 도중에 증발되거나 식물에 의해 차단되거나 지면의 요철지에서 저류되거나 하여 강우의 일부는 손실되며, 나머지는 다시 토양내부로 침투한다. 강우강도가 침투능을 초과하면 침투량을 제외한 나머지 강우는 지표면으로 흐르게 되는데 이를 표면 유출이라 한다. 지하로 침투된 물 가운데 수평움직임에 따라 낮은 지면에서 다시 유출되는 것을 지표하유출 또는 중간유출이라고 하고, 표면유출과 중간유출을 합하여 직접유출이라 한다. 침투된물이 중력에 의해 수직으로 움직여서 지하수면에 도달하는 현상을 침투라하고, 이는 지하수 함양과 지하수위 상승을 가져온다. 지하수위가 하천보다 높아져 하천으로 공급되는 현상을 지하수 유출이라고 하며, 공급되는 물은 하천의 기저유출이 된다. 이러한 지표수계나 지하수계를 통해서 흐르는 물의 양을 결정지을 수 있으며, 조사지역에서 물 수요를 결정하는 것을 물수지분석이라고 한다.

#### 6-1-1. 분석기준

물수지 분석은 조사지역 내로 유입 및 유출되는 물의 양과 그 지역 내에 저류된 모든 수자원의 변화 사이에는 항상 평형조건이 이루어진다는 가정에 기초를 둔 것으로 수문 평형방정식이라는 다음과 같은 공식으로 표시된다.

$$I = O \pm \Delta S$$

I : 유입량    O : 유출량     $\Delta S$  : 저유량의 변화

상기 공식에서 각 요소는 다음과 같이 요약할 수 있다.

· 유입량의 요소

지하수유입 + 표면하수(지하수)유입 + 유입수

· 유출량의 요소

지하수 유출 + 표면하수(지하수)유출 + 증발산량 + 소비된 물 + 유출량

· 저류량요소

지하수 저류량 변화 + 지하수 부존량 변화 + 토양수 변화 등

이중에서 어떤 요소는 매우 쉽게, 그리고 정확하게 측정할 수 있지만 또 다른 요소들은 측정이 불가능한 경우도 있어 상기식을 통상적으로 물수지 분석에 이용하는 단순한 수문 방정식을 표현할 수 있다.

$$P = O + ET$$

여기서 P : 강우량, O : 전유출량, ET : 증발산으로 인한 손실이다.

### 6-1-2. 유출량

유출량 요소는 지표수와 지하수로서 구성되어 있다. 하도가 불투수성 암석으로 구성되어 있을 때는 하천 유출량이 곧 그 지역의 전 유출량이 되지만, 하도가 투수성 암석으로 구성되어 있을 때는 표면하수의 형태로 유출되는 지하수 유출량을 결정한 후에 수지분석을 실시해야 한다. 지하수 유출량은 수두압에 비례하고, 갈수기에는 대부분의 하천유량이 지하수로부터 유출된 물로서 형성된 것으로 가정한다. 지하수위는 관측정에서 측정하고, 수문곡선을 작성한다. 하천에 설치한 하천유출 측정용 수위관측소에서 측정한 하천유량과 강우곡선을 이용하여 유량과 강우량과의 관계곡선을 작성·비교해 보면, 갈수기 초기에는 하천유출이 지하유출과 지표유출로 형성되어 있고, 다음 강우가 발생할 때까지는 유하량으로부터 기원된 물과 지하수 유출로 구성된다. 하천수위표에서 수위가 급하게 감소하지 않는 한 모든하천 유량은 지하수 유출로 구성되었다고 할 수 있다. 하천유출과 지하수위로 지하수위 유량곡선을 작성한 후에는 지하수위를 나타낸 수문곡선을 이용하여 수위유량 곡선으로부터 지하수의 유출량을 결정하고, 전 유출수문곡선을 지표유출과 지하수유출의 두 성분으로 구분한다.

### 6-1-3. 증발산량

어떤 물질이 액체상태에서 기체상태로 변하는 것을 증발이라 하고, 식물 표면에서 증발되는 현상을 증산이라 한다. 증발과 증산을 합하여 증발산이라 하며,

지하수의 경우에는 비포화대의 모세관현상과 식물뿌리의 흡수에 의해 대기와 접촉하여 증발산이 이루어진다. 증발산량의 산정시에는 여러 가지 요소가 관계되는 복잡한 과정으로 이루어져 있으며 이론적으로나 실험적으로 많은 공식이 제안되고 있어 이를 사용할 때에는 범위와 적용조건을 충분히 검토하여야 한다. 그러나 아직 증발과 발산은 서로 분리해서 수치분석을 할 수 있는 단계에까지 이르지 못했으므로 통상 1개의 인자로 다룬다.

증발산은 기상학적 요인 이외에 식물의 종류, 식물의 밀도, 성장속도, 잎표면 크기 등 식물요소와 토양의 공극률, 수리전도도, 입자의 크기, 함수율 등 토양요인에 직접적으로 영향을 받으므로 증발산량의 추정방법은 매우 복잡하나, 기온과 강우자료를 이용한 경험식이 Turc, Coutagne, Thornthwaite 등에 의해 제안되었다.

최근 10년간(1991~2000) 고성지역의 연평균 강우량과 연평균 기온은 각각 1,584.9mm와 15.4℃이다. 경험식에 의한 추정 증발산량은 다음과 같다.

#### 가. Turc에 의한 추정

Turc(1961)는 세계 각지의 254개 유역의 강수량, 증발량, 기온의 자료를 분석하여 다음과 같은 경험공식을 제안하였다.

$$E = \frac{P}{[0.9 + (P/L)^2]^{0.5}}$$

여기서 E는 증발산량(mm), P는 강수량(mm)이며, L은 기온 T(℃)의 함수로  $L=300+25T+0.05T^3$  로 주어진다. 조사지역의 증발산량 비는 표 6-1과 같다.

<표 6-1> 고성지역 추정 증발산량 비 (Turc 방법)

구 분	연평균 강수량 (mm)	연평균 기 온 (℃)	추 정 증발산량 (mm)	강 우 대 증발산비 (%)	비 고
장수군	1,584.6	15.4	643.1	40.1	



### 나. Coutagne에 의한 추정

Coutagne는 강수량과 기온 자료를 분석하여 다음과 같은 경험공식을 제안하였다.

$$D=P-\lambda P^2$$

여기서 D는 증발산량(mm), P는 강수량(mm),  $\lambda$ 는 기온 T(°C)의 함수로

$$\lambda = \frac{1}{0.8+0.14T}$$

로 주어진다.

적용조건은 강수량이  $1/(8\lambda) \sim 1/(2\lambda)$  범위에 존재할 때에 유효하다. 조사 지역의 증발산량 비는 <표 6-2>와 같다.

<표 6-2> 고성지역 추정 증발산량 비 (Coutagne 방법)

구 분	연평균 강수량 (mm)	연평균 기 온 (°C)	추 정 증발산량 (mm)	강 우 대 증발산비 (%)	비 고
장수군	1,584.6	15.4	735.1	46.4	

#### 6-1-4. 지하수 함양량

지하수의 함양은 강수의 지하침투와 하천 및 호수 등 지표수의 침투 등으로 이루어져 있다. 일반적으로 강수의 지하침투를 자연함양이라 하며, 지표면이 투수성 물질로 구성된 자유면 대수층에서 주로 발생한다. 자연함양에 영향을 주는 인자로는 강수형태, 기후조건, 토양수분, 강수특성, 지표의 지형적 특성과 투수성 및 식생현황 등이다. 연간 또는 계절별 강수량에 의한 자연함양량을 추정하기 위해서는 자연함양량이 강수량보다는 대수층 특성에 관계되며, 일정기간의 강수량 중 일정비율이 함양된다는 가정을 택하는 것이 편리하다. 피압지하수의 경우는 인근자유면 대수층에서 2차적으로 함양된다.

### 가. 강수량에 의한 함양량 분석

지하수의 기원은 강수에 의한 순환수이며, 지표수가 유동하는 과정에서 지질적인 구조, 지형특성, 암상조건, 기온 및 일조량 등에 의하여 대수층으로 함양되는 것으로 물순환계에 의하여 항상 평형상태가 유지되어야 한다.

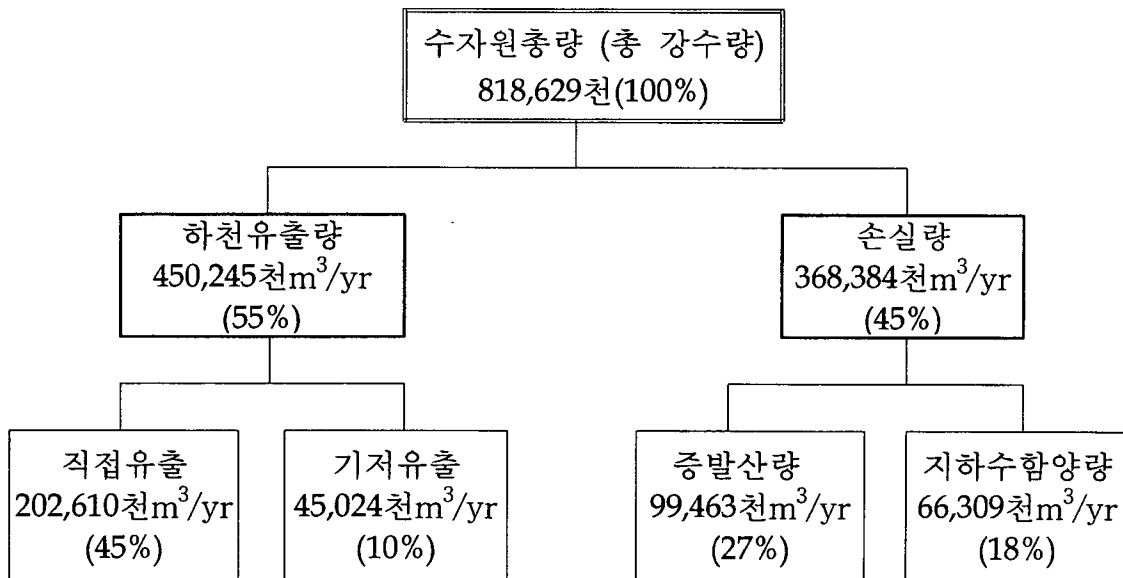
따라서 평형상태가 파괴될 경우 저류량의 변화(자연수위의 변화)를 나타낸다. 강수에 의한 물수지를 분석할 때 지하수 수지는 다음과 같다.

$$\text{저류량} = \text{공급량} - \text{소비량} - \text{증발산량}$$

본 조사지역의 최근 10년간 강수자료를 이용하여 지하수 이용량 및 지하수 함양량 등을 구해보면

- 연평균 강수량 (1991~2000)  
평균 : 1,584.6mm/yr
  - 집수유역면적 : 516.616km<sup>2</sup>
  - 기저유출량 : 수자원 총량(818,629,713m<sup>3</sup>) × 기저유출률(0.1) = 81,862,971m<sup>3</sup>
- 으로서 총 강수량을 수자원 총량으로 간주하면 조사지역의 계통표는 다음과 같다.

( 단위 : m<sup>3</sup>/yr )



<그림 6-1> 계통표에 의한 조사지구 유출량

#### 나. 유출분석에 의한 함양량 분석

하천의 유출률은 강수총량에 대한 유출총량의 비로써 다음과 같이 계산된다.

$$\text{유출률} = \frac{\text{년평균유출량} (m^3/year)}{\text{년월평균강수량} \times \text{유역면적}}$$

하천 유출량의 감소는 지하수위가 강하되었음을 의미하게 되며, 본 유역에 있어서 하천유출량의 측정은 한강유역의 연평균기저유출율(강우함양계수)인 12.1%를 적용하였다 (건설교통부-한국수자원공사 지하수관리 기본계획서, 1996).

하천유출이 지하수위의 변동과 관련이 있으므로 하천유출량의 수문곡선으로부터 기저유출을 분리하면 지하수 저류로부터 배출되는 양, 즉 지하수 유동량으로 볼 수 있다. 기저유출율(강우함양계수)을 0.121로 하여 년평균유출량을 산출하면 다음과 같다. 여기서 연 강수량은 최근 10년간(1991~2000)의 년평균 강수량인 1,584.6mm/yr로 계산하였다.

$$0.121 \times 516,616,000 \times 1.5846 = 99,054,195.4 m^3/year$$

그러므로 연평균 함양량은 99,045천 $m^3$ /yr로 나타나고 이 수치는 지하수의 저유상태에 인공적인 변화를 가하지 않고 소모시켜 버릴 수 있는 수량으로 지하수의 저류를 소모시킨다던가 혹은 관계수의 재침투를 고려하면 개발량은 더욱 상회할 수 있을 것이다.

#### 다. 물수지 방법에 의한 함양량 분석

수문학적인 물수지 방법은 일정 수역내의 강수량과 직접유출, 증발산량, 지하수 함양량간의 수문평형 유지에 의해 다음식으로 구해진다.

$$I = P - DR - ER \pm IU$$

$$I = \text{지하수 함양량} \qquad P = \text{총 강수량}$$

$$DR = \text{지표수 적정유출량} \qquad ER = \text{증발산량}$$

$$IU = \text{타지역으로부터 지하수 유출입량}$$

최근 10년간(1991~2000) 조사지역의 년평균 강수량 1,422.1mm/yr를 적용하여 총 강수량(P)을 구해보면,

$$1,584.6mm \times 516,616,000m^2 = 818,629,713m^3$$

이다.

증발산량(ER)은 Turc와 Coutagne의 증발산량 추정공식을 사용하여 얻어진 연간 증발산량 643.1mm/년 과 735.1mm/년의 평균치인 689.1mm/년을 적용시켜 조사지역의 증발산량(ER)을 구해보면,

$$689.1\text{mm} \times 516,616,000\text{m}^2 = 356,000,085.6\text{m}^3$$

이다. 따라서 상기 수문 평형식을 적용하면(유출량은 총강수량의 45%)

$$I = 818,629,713\text{m}^3 - 368,383,370\text{m}^3 - 356,000,085.6\text{m}^3 = 94,246,257.4\text{m}^3/\text{yr} \text{ 이다.}$$

#### 라. 지하수 함양량

앞에서 언급한 고성 지역의 지하수 함양량 분석결과를 비교하면 강수량에 의한 지하수 함양량 산출 방법이 66,309천 $\text{m}^3/\text{yr}$ 로 최대 함양량을 보였으며 유출분석에 의한 지하수 함양량이 99,054,195.4 $\text{m}^3/\text{yr}$ , 물수지 방법에 의한 지하수 함양량이 94,246,257.4  $\text{m}^3/\text{yr}$ 로 나타났다. 이들 각각의 방법에 의해 산출된 장수 지역의 평균 지하수 함양량은 86,536천 $\text{m}^3/\text{yr}$ 로 나타났다 <표 6-3>.

<표 6-3> 장수군 지하수 함양량 분석 결과

지하수 함양량 분석 방법	지하수 함양량
강수량에 의한 지하수 함양량	66,309천 $\text{m}^3/\text{yr}$
유출분석에 의한 지하수 함양량	99,054천 $\text{m}^3/\text{yr}$
물수지 방법에 의한 지하수 함양량	94,246천 $\text{m}^3/\text{yr}$
평균 지하수 함양량	86,536천 $\text{m}^3/\text{yr}$

## 6-2. 지하수 부존량 및 개발 가능량

### 6-2-1. 지하수 부존량

지하수 부존량이란 대상 지역의 지하 지층 공극 내에 저류된 물의 총 포장량을 의미하나 부존자원의 이용 측면에서 볼 때 포장량 중 산출 가능량만을 부존량으로 평가함이 타당하다. 지하수 포장량은 지층 중에 포화되어 있는 물의 총량으로 지층의 총 체적에 공극율을 곱하여 구할 수 있으며, 산출가능포장량은 공극 안에서 유동할 수 있는 수량을 말하므로 지층의 체적에 유효공극율을 곱하여 추정할 수 있다. <표 6-1>에서 제시한 우리나라의 지하수 부존량은 지하수 부존 심도와 암질별 유효공극율에 의해서 결정된 것임을 알 수 있고, 지하수 총포장량의 40%를 산출가능 포장량으로, 산출가능 포장량의 20%를 가용포장량으로 추정하고 있으나, 총체적인 이용가능 범위를 추정하였기 때문에 실제 개발가능량 분석시는 기술적, 경제적인 문제를 고려하여야 할 것으로 판단된다.

<표6-4> 한국의 지하수 부존량(농진공, 1991)

분포 지질별	분포면적 (km <sup>2</sup> )	지하수 부존심도 (m)	지하수포장량				가용포장량 (재순환가능량)		
			총포장량		산출가능량		재순환율 (%)	지하수량 (억 m <sup>3</sup> )	
			공극율 (%)	지하수량 (억 m <sup>3</sup> )	유효 공극율 (%)	지하수량 (억 m <sup>3</sup> )			
합 계	98,490			13,240		5,450		1,170	
육지부	계	96,670			13,410		5,380		1,160
	충적층	(27,380)	3	35	280	14.2	110	14.2×1	110
	화성암	31,820	200	1	630	0.5	310	0.5×1/5	60
	퇴적암	28,780	800	5	11,510	2.0	4,600	2.0×1/5	920
	변성암	36,070	200	1	720	0.5	360	0.5×1/5	70
제주도	화산암	1,820	400	3.5	100	2.5	70	2.5×1/5	10

<표 6-5> 고성군 지하수 부존량 추정

지질별	분포면적 (km <sup>2</sup> )	지하수부존심도 (m)	유효공극율 (%)	지하수부존량 (백만톤)	비고
계	516.616			297.45	
암반	변성암류	38.75	100	0.5	7.75
	화성암류	129.154	100	0.5	25.8
	퇴적암류	284.14	100	2.0	227.3
충적층	64.58	10	14.2	36.6	

고성군 지역의 지하수 부존량은 고성지역 기설관정 조사에서 분석된 공당 평균심도(108m)와 도내에서 이루어지고 있는 통상 개발심도(100~150m)를 고려하여 부존심도를 100m로 추정하고 유효공극율은 <표 6-4>에서 제시한 값을 적용하여 계산 하였다.

### 6-2-2. 지하수 개발 가능량

지하수 개발가능량은 수문순환계가 파괴되지 않고 지하수 장애를 일으키지 않는 범위내에서 지속적으로 대수층으로부터 양수할 수 있는 지하수량에 해당하며, 유역 또는 각 지방자치단체의 용수수급계획 수립시 지표로 활용될 수 있다. 여기서 수문순환계의 파괴란 물이 강수, 지표수, 증발산 등의 형태로 끊임없이 자연계에서 순환하는 체계가 파괴되는 것으로, 예를 들면 지하수의 과잉채수로 인한 지하수의 고갈 또는 인근 하천의 건천화 등을 들 수 있다. 또한 지하수의 장애는 지하수의 과잉 채수로 인한 지하수위의 과도한 강화, 지하수 고갈 및 지반침하, 지하수오염, 염수침입등과 같이 정상적으로 지하수를 개발 이용하지 못하게 되는 현상을 의미한다. 지하수를 개발하면 자연상태에 어느 정도의 변화가 오게된다. 따라서 주변의 환경에 심각한 영향을 주지 않는 범위 내에서 지하수개발 가능량

을 적정개발 가능량 또는 안전채수량 이라고 할 수 있다. 안정채수량은 지하수를 양수할 때 지하수 부존량의 점진적 감소, 수질 저하, 지하수위 악화, 지반침하, 기존 시설에 의한 우물간섭 등의 부정적 영향이 발생하지 않는 범위 내에서 항구적으로 이용할 수 있는 채수량이다. 이러한 부정적인 영향이 발생되지 않기 위하여 지하수의 함양과 배출이 평형이 되도록 연간 함양량을 초과하지 않는 범위내로 연간 취수량을 제한하여야 한다. <표 6-6>에서와 같이 조사자와 연구기관에 따라 약간의 차이가 있으나 함양량의 70%를 적정양수량으로 볼 때, 각각의 지하수 함양량 분석에 따른 고성군의 지하수 적정 개발 가능량은 <표 6-7>와 같다.

<표 6-6> 한국의 지하수개발 가능량 추정

연구자 또는 기관	개발가능량 (억톤)	연강우량에 대한 비율(%)	추정방법	사용용어
선우중호(1992)	100~150	7.9~11.8	Cheremisionoff(1988)의 기준 물수지분석	적정개발가능량
한정상(1995) 이천복(1994)	228	18	물수지방법(건설부통계편람)	지하수 함양량
최병수(1992)	143	11.3	함양량의 70%적용	경제적 지하수 이용가능량
한국수자원공사 (1993)	136.3	10.6	지하수 저장량의 변화량은 순환량에 해당된다는 물수지법 적용	적정개발가능량
건설교통부(1994)	137.8	10.7	기저유출분석방법 (안정율 70%적용)	적정개발가능량
건설교통부(1995)	132.7	10.3	기저유출분석방법 (안정율 70%적용)	적정개발가능량
이동률(1995)	64.8	7.8	지하수 감수곡선 이용, 갈수기의 지하수 유출량 고려	지하수함양량

<표 6-7> 고성지역의 지하수 개발 가능량

구 분	지하수 함양량 (천m <sup>3</sup> /yr)	지하수 적정 개발 가능량 (천m <sup>3</sup> /yr)	지하수 이용량 (천m <sup>3</sup> /yr)	향 후 개발 가 능 량 (천m <sup>3</sup> /yr)	이용량/개발가능량 (%)
고성	86,536	60,575	10,132	50,443	20

$$\begin{aligned}
 \text{연간 지하수적정 개발량} &= \text{지하수함양량(m}^3\text{)} \times \text{안정채수율(최병수, 1992)} \\
 &= 86,536,000 \times 70\% = 60,575,200
 \end{aligned}$$



## 7. 지하수 활용계획

### 7-1. 용도별 소요수량

본 지구는 농어촌지역으로 고성읍, 거류면, 동해면, 마암면, 회화면, 하일면과 하이면을 제외한 7개 면이 상수도 보급이 아직 이루어지지 않고 있으며, 문화발전과 생활수준 향상으로 깨끗한 물을 선호하나 농어촌지역은 아직도 간이급수시설에 의존하고 있다. 관내 간이급수시설수는 총 427개소, 수혜가구 11,707가구에 32,255로서 주민의 50%가 사용하고 있으며 이용하는 수원별로는 지하수 376개소, 계곡수 51개소를 이용하고있어 안정적인 생활용수 공급이 필요한 실정이다.

<표 7-1> 고성군 상수도 사용 현황

구분	총인구	급수인구	보급율 (%)	시설용량	급수량	1일 1인당 급수량
계	63,670	29,070	45.7	10,400	10,202	351
고성읍	26,013	23,565	90.6	6,670	6,507	276
삼산면	2,400					
하일면	2,890	519	18.0	173	170	328
하이면	3,778	120	3.2	115	113	942
상리면	2,140					
대가면	2,189					
영현면	1,437					
영오면	2,237					
개천면	1,675					
구만면	1,478					
회화면	4,943	3,149	63.7	2,193	2,181	693
마암면	2,544	613	24.1	210	206	336
동해면	4,705	150	3.2	104	102	680
거류면	5,241	954	18.2	935	923	968

표 7-1에서 살펴본 것과 같이 고성군 전체의 1일 1인당 급수율은 351m<sup>3</sup>/일이다. 농어촌지역은 분뇨, 쓰레기처리의 미흡, 농약, 비료 사용의 증가로 환경오염이 가속화되고 있으며 시설의 노후 등으로 상수도가 공급되는 지역을 제외하고는 소요수량이 더욱 증가할 것으로 생각된다. 고성군의 필요 급수량은 인구수에 1일 1인당 급수율을 곱해서 추정하였으며 1일 1인당 급수율은 고성군의 1일 1인당 급수율이 351m<sup>3</sup>/일이고 전국의 1일 1인당 급수율이 409m<sup>3</sup>/일이므로 이 둘의 평균(380m<sup>3</sup>/일)을 이용하였다.

결과는 아래 표와 같으며 필요한 급수량은 13,993m<sup>3</sup>/일이며 이를 지하수로 공급한다면 생활용수관정의 양수량 150m<sup>3</sup>/일을 기준으로 필요한 공은 93개가 된다.

<표 7-2> 고성군의 생활용수 소요수량

읍면별	총인구수	총수요량	급수사용량	필요수량 (m <sup>3</sup> /일)
계	63,670	24,195	10,202	13,993
고성읍	26,013	9,885	6,507	3,378
삼산면	2,400	912		912
하일면	2,890	1,098	170	928
하이면	3,778	1,436	113	1,323
상리면	2,140	813		813
대가면	2,189	832		832
영현면	1,437	546		546
영오면	2,237	850		850
개천면	1,675	636		636
구만면	1,478	562		562
회화면	4,943	1,878	2,181	-303
마암면	2,544	967	206	761
동해면	4,705	1,788	102	1,686
거류면	5,241	1,992	923	1,069

농업용수는 현재 사용되고 있는 농업용 관정의 사용량을 기존 사용량으로 하였으며 총수요수량은 농지면적에 농업용수 단위면적 용수량 64m<sup>3</sup>/ha/일을 곱하여 이의 50%를 총수요수량으로 산정하였다. 그리고 농지면적은 고성군의 논과 밭의 면적을 합한 값을 사용하였다. 고성군의 논과 밭의 구성 비율은 3:7정도로 밭이 대부분의 농지를 차지하고 있다. 따라서 밭작물의 충분한 용수공급 방안이 강구되어야 할 것으로 판단된다.

<표 7-3> 고성군 농업용수 소요수량

읍면별	농지면적	총수요수량	기존사용량	필요수량 (m <sup>3</sup> /일)
계	118,846,518	380,310	12,974	367,334
고성읍	17,116,363	54,772	548	54,224
삼산면	5,931,765	18,982	1,488	17,493
하일면	6,786,126	21,716	950	20,766
하이면	7,415,845	23,731	562	23,169
상리면	7,261,617	23,237	1,507	21,730
대가면	9,697,657	31,033	1,564	29,469
영현면	5,255,233	16,817	901	15,916
영오면	6,280,306	20,097	336	19,761
개천면	6,278,198	20,090	438	19,652
구만면	6,611,854	21,158	847	20,311
회화면	7,032,352	22,504	946	21,557
마암면	9,223,450	29,515	973	28,542
동해면	9,702,240	31,047	1,119	29,928
거류면	14,253,512	45,611	795	44,816

## 8. 지하수 보전 관리

지하수는 지표수와 같이 수문순환과정에 의해 보충되는 자원이지만 적정 수준 이상으로 지하수를 채취하거나 훼손시키면 여러 형태의 장애가 발생하게 된다. 일단 훼손된 지하수, 대수층의 복원에는 오랜 기간과 막대한 비용이 소요되거나 전혀 복원이 불가능한 경우도 있으므로 사전에 철저히 보호하면서 합리적으로 사용하는 것만이 보전 관리를 위한 최선의 방안이다. 그러므로 조사 지역의 항구적인 지하수 보전 관리를 위하여 필요한 사항들, 즉 조사 후 환경재해와 보전대책, 지하수 시설물의 관리, 지하수 관측망 설치운영의 필요성, 지하수 정보관리시스템 구축 등이 필요하다.

지하수 환경재해는 과잉양수에 의한 수원고갈, 지하수위 강하에 따른 지반침하, 지하수위 변화에 따른 각종재해, 지하수 구조물 설치에 따른 지하수 유동변화, 지하수 오염에 따른 피해 등을 들 수 있다. 지하수의 밀집개발, 과잉양수, 유동장애, 수위강하를 방지하기 위해서는 신규개발 시설에 대해서는 사전에 전문기관의 조사 또는 환경영향조사를 시행하여야 하고 기존시설 역시 지하수 이용에 대한 제도적, 법적인 제한조치가 필요하며, 지표 또는 지하로부터의 오염물질 유입을 방지하기 위해서 오염방지 시설을 설치해야 한다. 오염원에서 배출되는 폐수는 발생원에서 일부 제거되고 하수도를 통해 이송되어 하수처리장에서 처리된다. 그러나 법적규제 대상에 포함되지 않는 소량의 폐수는 그대로 하수도로 방류되는데 하수시설이 불완전한 경우에는 이동 중에 누수되어 지하수를 오염시킨다. 국내의 하수도는 대부분 합류식이며, 분류식으로 설치된 지역도 우수관 및 하수관이 노후 혹은 잘못 연결되었거나 관리가 소홀하여 이음이나 경사가 불량한 곳으로 폐수가 누출되어 지하수를 오염시키는 것을 방지하기 위하여는 하수도망에 대한 정밀조사를 실시한 후 보수공사를 시행하여야 한다.

오염수의 이동에 직접적인 영향을 미치는 매립 지반의 우수 계수와 오염물질의 반응 또는 생분해 정도 등이 있는데 이들 요소는 현장처리기술 적용 여부를 결정하는 것이 중요하다. 이러한 기술은 침출수와 지하수의 분리기술과 오염수의 확산 방지 기술로 나누어진다. 지하수 침출수 분리 기술은 매립층을 통과한 침출수가 매립지 하부의 오염되지 않은 지하수층으로 유입되는 것을 방지하는 기술

로써 위생 매립지에 적용이 가능하다. 반면, 오염수의 확산 방지 기술은 비위생 매립지에서처럼 침출수에 이미 오염된 지하수가 지표수 및 오염되지 않은 지하수 계를 오염시키는 것을 방지하는 기술이다.

지하수 오염방지를 위한 광역적 종합대책도 필요하겠지만 우선은 기존의 지하수 시설물과 신규 개발되는 지하수 관정의 관리는 더욱 중요하며, 지하수 오염방지를 위한 보전구역을 설정하기 위해서는 지역적 특성이 우선적으로 고려되어야 할 것이다. 지하수 함양 지역에서의 보전구역 설정 함양지역으로부터 수질이 오염되기 시작하면 대수층을 통하여 이동되는 모든 지하수는 그 자체가 오염된 상태일 것이며 이러한 오염체는 대수층 매질까지도 오염시켜 결과적으로 지역적 내지는 광역적인 지하수맥 전체가 오염되어 버리는 결과를 초래할 수 있다. 또한 오염 취약 지구를 설정하여 이들 지역을 통한 지하수의 오염의 확산을 방지하는데 최선을 다하여야 한다. 지하수 오염이 이미 확인된 지역에서는 지질조사와 지하수의 수질조사에 의하여 오염된 지하수와 대수층의 범위를 확인하고, 관리의 목표와 우선순위 등을 종합적으로 고찰하여 적절한 오염관리 대책을 체계적으로 수립, 시행하여야 한다. 취수정 주변 지역에서의 지하수 보전 구역이란 음용수 목적으로 취수하는 관정 주변에서 지하수에 오염 물질이 유입되는 것을 방지하기 위하여 설정하는 보호구역을 말한다. 따라서 용수 공급을 위하여 사용중인 공용 취수정을 보호한다는 의미로 이들 주변지역을 보호하여 관정으로부터 취수되는 지하수의 오염을 방지하고 궁극적으로 이를 용수로 사용하는 지역 주민들의 건강과 복리를 보호하려는 것이다.

따라서 조사 지역의 지속적이고 체계적인 지하수 보전 관리를 위하여 지하수 관측망 설치운영의 필요성과 지하수 정보관리시스템 구축 등이 필요하다. 지하수 정보의 전산화는 방대한 양의 자료를 간편하고 빠르게 수행할 수 있는 업무의 효율화만으로도 큰 의미를 갖는다. 그러나 현재 수작업 혹은 부분적으로 전산화되어 관리되고 있는 지하수 개발공의 관리체계를 통합적인 전산시스템으로서 개선함으로써 항상 최신의 현황을 유지할 수 있도록 하고 향후 이러한 정보를 통합 분석하여 중요한 정책결정에 반영할 수 있는 매우 중요한 과제라 할 수 있다. 이런 자료의 관리, 도면의 작성, 자료탐색 및 자료의 공간분석등을 통한 지하수의 효율적인 관리에는 지하수 개발공, 지하수 수질, 수리지질조사, 오염원 같은 D/B와 지리정보시스템(GIS)의 연계를 통한 지하수정보관리시스템의 구축이 필요하다. 지하수

관리에 필요한 지하수 자료는 크게 두가지 유형으로 구분된다. 첫번째는 지하수에 대한 전문지식이 필요하지 않은 일반적인 행정정보이며, 두번째는 지하수의 전문지식을 요구하는 정보들이다. 행정관정에서 활용할 수 있는 관정의 위치, 주소, 물의 사용량, 활용용도, 관정의 심도, 개발회사 및 일자등과 같은 이용실태 데이터베이스는 첫번째 유형으로 분류될 수 있다.

지하수 수질의 일반적인 항목(색, 탁도, 맛)등과 유기물, 무기물의 함량을 수록한 수질 데이터 베이스는 두 번째 유형의 예라고 할 수 있다. 시추시 취합되는 토양 및 암상의 종류와 깊이, 시추공 내에서 획득되는 지하수의 심도별 투수계수, 수위, 대수층의 깊이 및 종류등을 취합할 수 있는 지질자료 테이블 역시 두번째 유형으로 분류될 수 있겠다. 일반적으로 널리 활용되고 있는 사용 GIS는 첫 번째 유형의 자료를 처리하는데는 탁월한 기능들을 갖고 있다. 또한 첫번째 유형의 자료처리를 위해서는 수리지질학적 훈련을 받은 전문가들보다는 전산에 밝은 전문가들이 효과적으로 업무를 수행할 수 있을 것이다. 두 번째 유형의 자료는 다소 특별한 처리방법을 요구하고 있다. 먼저 수리지질학적 자료의 구조는 시간대로 자료가 변하는 일시적인 자료구조를 갖고 있을 뿐 아니라, 고도별로 자료의 종류가 다른 3차원적 구조를 갖고 있다.. 자료의 변화폭 역시 매우 적어서 지형고도의 조그만 변화에도 매우 민감하다. 이러한 전문분야의 특성에서 유래되는 정보처리의 문제는 전산 전문가와 수리지질 전문가가 밀접한 공동연구 및 작업을 통하여 해결하여야 하겠다.

## 9. 결 론

1. 본 조사지역은 경상남도의 남부에 위치하며, 행정구역상 1개읍, 13개면이 포함되며, 조사면적은 516.616 km<sup>2</sup>에 대하여 광역수질지질조사를 실시하였다.

2. 본 조사지역인 경상남도 고성군의 산계는 대부분 500m내외의 낮은 산세를 이루며, 중앙부에 연화산(528m)이 위치하고 있어 도로의 발달이 이 산의 주위를 통해 발달되어있다.

이 지역은 경상분지의 남서부에 위치하고 있는데, 경상계 상부의 퇴적암류, 화산암류, 심성관입암류 등의 지질을 노출시킨다. 이들은 백악기말 경상분지에 일어났던 퇴적작용, 화산활동, 이에 뒤 따르는 심성 관입활동을 나타내는 상부 하동층군, 유천층군 및 불국사관입암류로 대별되는 지질 현상이다.

3. 조사지역의 충적층 및 암반대수층의 수리적 성질을 파악하기 위하여 지역내에 분포하는 15개의 충적 및 암반관정에 대하여 양수시험을 시행하였고, Theis의 비평형방정식을 적용하였다.

4. 이번 조사에 이용된 원격탐사 자료는 ERDAS program을 이용하여 분석·추출된 구조선 자료를 이용하여 각종 탐사의 예비자료로 활용하였으며, 조사지역에 대해 쌍극자배열법을 이용하여 15개 측선을 설치하였으며, 평균수위는 161개소에서 4.78m 였다.

5. 고성지역의 지하수 특성을 확인하기 위해 양이온과 음이온에 대한 분석을 실시하였다. 양이온의 화학분석은 Na, K, Ca와 Mg에 대해 분석을 실시하였으며 음이온은 SO<sub>4</sub>, HCO<sub>3</sub>와 Cl에 대해 분석을 하였다.

고성지역은 대부분이 Ca와 HCO<sub>3</sub>가 우세하여 Ca+HCO<sub>3</sub> 유형을 나타내는 것을 볼 수가 있다. 이는 이 지역에서 방해석의 용해작용이 우세함을 보여주고 있으며 물의 진화 정도가 아직 충분하지 않음을 알수가 있다. 물 시료는 주로 충적층이 아닌 암반대수층에서 채취하였지만 심층지하수이기 보다는 천층지하수임을

Piper's diagram의 결과로 알수가 있다. 하지만 심층지하수여도 관정에서 천층수나 지표수와도 혼합되어 위와 같은 결과를 보여줄수 있다.

6. 지하수 자원의 효율적 개발이용과 합리적인 보존관리를 위해서는 지하수 자원의 부존량을 조사 평가하여 적정개발이 요구되며, 지하수 자원에 관련된 장애, 즉 수질오염, 수원고갈, 수위저하, 지반침하, 염수침입 등을 조사하여 수질의 오염원인이 되는 각종 오염원을 조사·관리하는 것이 필요하다.

7. 고성군의 평균 물수지 함양량은  $86,536\text{천m}^3/\text{yr}$ 이고 지하수 부존 가능량은 297.45백만톤으로 추정된다. 또한 지하수 적정 개발량은 연간 지하수적정 개발량 = 지하수함양량( $\text{m}^3$ ) $\times$ 안정채수율(최병수, 1992) =  $86,536,000 \times 70\% = 60,575,200$ 이다.

8. 관내 간이급수시설수는 총 427개소, 수혜가구 11,707가구에 32,255로서 군민의 50%가 사용하고 있으며 이용하는 수원별로는 지하수 376개소, 계곡수 51개소를 이용하고 있다. 고성군의 1일 1인당 급수율이  $351\text{m}^3/\text{일}$ 이고 전국의 1일 1인당 급수율이  $409\text{m}^3/\text{일}$ 이므로 이 둘의 평균( $380\text{m}^3/\text{일}$ )을 이용하여 필요한 생활용수 급수량은  $13,993\text{m}^3/\text{일}$ 이며, 농업용수 총수요소량은 농지면적에 농업용수 단위면적용수량  $64\text{m}^3/\text{ha}/\text{일}$ 을 곱하여 이의 50%를 총수요수량으로 산정하였고  $367,334\text{m}^3/\text{일}$ 이다.

9. 하수는 지표수와 같이 수문순환과정에 의해 보충되는 자원이지만 적정 수준 이상으로 지하수를 채취하거나 훼손시키면 여러 형태의 장애가 발생하게 된다. 일단 훼손된 지하수 대수층의 복원에는 오랜 기간과 막대한 비용이 소요되거나 전혀 복원이 불가능한 경우도 있으므로 사전에 철저히 보호하면서 합리적으로 사용하는 것만이 보전 관리를 위한 최선의 방안이다. 그러므로 조사 지역의 항구적인 지하수 보전 관리를 위하여 필요한 사항들, 즉 지사후 환경재해와 보전대책, 지하수 시설물의 관리, 지하수 관측망 설치운영의 필요성, 지하수 정보관리시스템 구축 등이 필요하다.



## 10. 참고문헌

- 김좌관, 1995, 수질오염개론, 도서출판 동화기술, 353p.
- 김옥배, 박희열, 1997, 해수침투에 의한 수질오염판별을 위한 환경지구화학적 연구, 한국자원공학회지, 제34권 제5호, p. 548-558.
- 김창원, 윤태일, 1992, 환경미생물학, 도서출판 동화기술, 322p.
- 선우중호, 1994, 수문학, 동명사, 396p.
- 이종운, 전효택, 전용원, 1997, 국내 화강암질내 심부지하수의 지구화학적 특성, - 화강암질내 지하수와 비교연구, 지하수환경, 제4권, 제4호, p. 212-222.
- 이철효, 한정상, 1996, 난지도 매립지 주변 지하수환경의 오염 특성에 관한 연구, 지하수환경, 제3권 제1호, p. 27-36.
- 오석영, 전효택, 1996, 폐기물 매립지 주변의 지하수 오염과 오염물질의 지연 특성, 지하수환경, 제3권 1호, p. 37-49.
- 유재영, 1995, 광산배수의 산성화 및 그에 따른 환경문제, 대한지질학회 대한자원 환경지질학회 제11회 공동학술강연회 발표논문집, p. 32-55.
- 한국자원연구소, 1997, 지하수 오염방지 및 응용화 기술연구(서울지역), 과학기술 처, 418p.
- 한정상, 1998, 지하수환경과 오염, 박영사, 1071p.
- 환경부, 농어촌진흥공사, 1995, 먹는물관리법, 262p.
- Appleyard, A., 1995, The impact of urban development on recharge and groundwater quality in a coastal aquifer near Perth, Western Australia, hydrogeology Journal, v. 3, no.2,
- Becking, L. G. M., Kaplan, I. R. and Moore, D., 1960, Limits of the natural environment in terms of pH and oxidation-reduction potentials, The journal of

Geology, v. 68, p.243-284.

Berner, E. K., Berner, R. A., 1987, The global water cycle : geochemistry and environment, Prentice-Hall, Inc, 397p.

Brookins, D. G., 1988, Eh-pH diagrams for geochemistry, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 176p.

Cloke, P. L., 1966, The geochemical application of Eh-pH diagrams, Journal of Geological Education, No.4, p. 140-148.

Faure, G., 1991, principles and applications of inorganic geochemistry, Macmillan Publishing company, 626p.

Frape, S. K., Fritz, P., 1987, Geochemical trends for groundwaters from the Canadian Shield, In; Edited(Fritz, P., Frape, S.k.) saline water and gases in crystalline, Geological Association of Canada Special Paper 33, 259p.

Freeze, R. A. and Cherry, J. A., 1979, Groundwater, Prentice-Hall Inc., 604p.

Garrels, R. M. and Christ, C., 1965, Solutions, Minerals and Equilibria, Jones and Bartlett Publisher, 449p.

Gorrel, H. A., 1953, Classification of formation waters base on sodium chloride content, Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull., 42, p. 2513.

Hem, J., 1985, Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water, U. S Geological Survey Water-Supply Paper 2254, 263p.

Hem, J. D., 1959, Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water, USGS Water Supply Paper 1473, p. 38-41.

Hounslow, A. W., 1995, Water quality data : analysis and interpretation, CRC Press, Inc, 397p.

Jackson, G. B., 1993, Applied water and spentwater chemistry-a laboratory

manual-, Van Nostrand Reinhold, 688p.

Nebitt, H. W. and Young, G. M., 1984, Prediction of some weathering trends of plutonic and volcanic rocks based on thermodynamic and kinetic considerations, *Geochim Cosmochim. Acta*, 48, p. 1523-1534.

Nordstrom, D. K., Olsson, T., 1987, Fluid inclusions as a source of dissolved salts in deep granitic groundwaters, In; Edited(Fritz, P., Frape, S. K.) saline water and gases in crystalline, Geological Association of Canada Special Paper 33, 259p.

Nordstrom, D. K., Ball, J. W., Donahoe, R. J. and Whittemore, D., 1989, Groundwater chemistry and water-rock interaction at Stripa, *Geochim. Cosmochim. Acta*, 53, p.1727-1740.

Piper, A. M., 1944, A graphic procedure in the geochemical interpretation of water analysis: American Geophysical Union, Transaction, v. 5, p. 914-923.

Richter, B. C. and Keitler, C. W., 1993, Geochemical techniques for identifying sources of groundwater salinization, C. K. Smoley, 258p.

Sabinds, Floyd F., Jr., 1978, Remote Sensing Principles and Interpretation, W.H. Freeman and Company, USA.

Schwertmann, U. and Fitzpatrick, W., 1992, Iron minerals in surface environments, In (Skinner, H. C. W. and Fitzpatrick, R. W.(Editors) *Biominalization processes of iron and managanese-Modern and Ancient Environments-*, Catena supplement 21, Catena-A Cooperating Journal of the International Society of Soil Science, p. 1-6.

Snoeyink, V. L. and Jenkins, D., 1980, Water chemistry, John Wiley & Sons, 463p.

White, A., Claassen, H. C. and Benson, L. V., 1980, The effect of dissolution of volcanic glass on the water chemistry in a tuffaceous aquifer, Rainier Mesa, Nevada, Geological Survey Water-Supply paper 1535-Q.

## 부 록

1. 시설관정 이용 현황
2. 양수시험 자료

여 백

## 1. 기설관정 이용 현황

여 백



조사관정

일련 번호	읍면	리	번지	우물 구경	마 력	착정 심도	토출관 직경	수위	용도	양수량	공리 면적	시공업체	확정 년도	관리자	전화	비고
GS-1	개천면	가천리	780	150	3	100	30			100				김동조		
GS-2	개천면	명성리	630	150	3	120	40			130				강성중		
GS-3	개천면	봉치리	652	150		85		549		150	3	부산제일지질개발	1994	김낙근		
GS-4	개천면	봉치리	765	150		110		389		180	1		1994	한중구	672-0323	
GS-5	개천면	봉치리	180-1	150	15	115		404		250	3	국제개발	1997			
GS-6	개천면	봉치리	437-3	150	3	110	30			140				김수원		
GS-7	개천면	봉치리	765	60	6.5	110	50			180				봉치주민		
GS-8	개천면	봉치리						333								
GS-9	개천면	북평리	301-10	150	3	130	50			200						
GS-10	개천면	북평리	303-2	150	1	110	20			50						
GS-11	개천면	예성리	713	150				279		302	3	국방부	1992	채중락	672-0059	
GS-12	개천면	예성리	727	150	3	100	30			120						
GS-13	개천면	용안리	1022	150		101				180	1	부산제일지질개발	1994	이경열	672-0073	
GS-14	개천면	용안리	1027	150		85		455		150	2	부산제일지질개발	1994	김용운	672-0724	
GS-15	개천면	용안리	1027	60	6.5	110	50			180				용안주민		
GS-16	개천면	용안리	392-2	150		100				500	3		1992			
GS-17	개천면	종치리	404	150	3	100	50			150				김수원		
GS-18	개천면	좌연리	1284	150		92				200	3	부산제일지질개발	1994	배성만	672-0425	
GS-19	개천면	좌연리	507-1			75		55		80	3		1988			
GS-20	개천면	좌연리	633-1	50	3	80	50			100				박영학		
GS-21	개천면	좌연리	816-1	150		130		740		300	3	조광지질	1996	허종태	672-0229	
GS-22	개천면	좌연리	850-4	150	3	100	30			120				최상락		

조사관정

일련 번호	읍면	리	번지	우물 구경	마 력	착정 심도	토출관 직경	수위	용도	양수량	용리 면적	시공업체	확정 년도	관리자	전화	비고
GS-23	개천면	청광리	928-2	150	3	100	30			100				김진기		
GS-24	거류면	감서리	302	150		120				300	3	국제개발	1994	황종완	672-1604	
GS-25	거류면	감서리	307	150	15	160		345		250	3	조광지질	1997			
GS-26	거류면	감서리	863	150		100		0		1000	3	고산개발	1996	박공덕		
GS-27	거류면	감서리	1428	150	7.5	90	65	600		300	3	국제지하수	1994			
GS-28	거류면	감서리	1613	150	10	100				268	3	우전건설	1997			
GS-29	거류면	감서리	196-2	150		130				250	3	국방부	1992	황종완	672-1605	
GS-30	거류면	감서리	478-2	150	7.5	130	65	720		200	3	국제지하수	1994	박봉규		
GS-31	거류면	감서리	936-4	150		150		90		320	3	국제개발	1994	박돈목	672-1996	
GS-32	거류면	감서리						78					2000			
GS-33	거류면	감서리		6인치	3	87	40		생활	250	285명		1997	이갑훈	72-2379	
GS-34	거류면	당동리	352	150		110		415		320	3		1994	박남울	672-2011	
GS-35	거류면	당동리	556-3	150	15	107				300	3	고성개발	1997	한충길		
GS-36	거류면	당동리	610-1	150	15	80		118		300	3	조광지질	1995	한충길	72-1289	
GS-37	거류면	당동리						528								
GS-38	거류면	신용리	120	150		140		300이상		300	3	국제개발	1994	임용덕	672-1181	
GS-39	거류면	신용리	1332	150		120		430		320	3	백미종합	1994	김종호	672-1797	
GS-40	거류면	신용리	1356-2	150	7.5	120	65	621		300	3	국제지하수	1994			
GS-41	거류면	신용리	상원	6인치	3	96	50	1660	생활	250	230명		1986	김재문	72-1220	
GS-42	거류면	신용리	상원마을					2375	생활							
GS-43	거류면	신용리	용동마을	6인치	3	90	50		생활	250	200명		1985	김종문	73-7179	
GS-44	거류면	신용리	하원	8인치									2000			

조사관정

일련 번호	읍면	리	번지	우물 구경	마 력	착정 심도	토출관 직경	수위	용도	양수량	몽리 면적	시공업체	확정 년도	관리자	전화	비고
GS-45	거류면	신용리	하원	6인치				820		150			1988	이장		
GS-46	거류면	신용리	하원	6인치	3	120	50		생활	250	275명		1986	박광길	72-1182	
GS-47	거류면	은월리	534-1	150		90				250	3	국방부	1992	이기조	673-6390	
GS-48	거류면	화당리	88	150		94	50	361		1000		조광지질	1996	박판식	72-1874	
GS-49	거류면	화당리	화당	6인치	3	105	50	229	생활	100	150명		1981	박판식	72-1875	
GS-50	거류면		상원					1520								
GS-51	거류면	감서리	671-2	30	0.5	30	30			15				황봉래		
GS-52	거류면	감서리	796	30	0.5	30	30			10				김종교		
GS-53	거류면	당동리	176-1	30	1.5	47	30			25				김순선		
GS-54	거류면	당동리	352	120	7	110	40			300				당동주민		
GS-55	거류면	당동리	563	30	1	32	30			20						
GS-56	거류면	송산리	260-1	150	5	240	25			40						
GS-57	거류면	송산리	469-1	30	1	30	30			15				이임균		
GS-58	거류면	송산리	899	30	1	60	30			20						
GS-59	거류면	신용리	120	200	7	140	40			300				신용주민		
GS-60	거류면	신용리	1356-2	150	7.5	120	40			300				신용주민		
GS-61	거류면	신용리	726	30	1	40	30			15				김학상		
GS-62	거류면	은월리	207	30	2	90	30			25				이정열		
GS-63	거류면	은월리	207	30	2	90	30			25				이정열		
GS-64	거류면	은월리	414-1											장현규		
GS-65	거류면	은월리	638-1	150	7	110	40			300				은월주민		
GS-66	거류면	은월리	683-2	200	7.5	120	40			300				은월주민		

조사관정

일련 번호	읍면	리	번지	우물 구경	마 력	착정 심도	토출관 직경	수위	용도	양수량	봉리 면적	시공업체	확정 년도	관리자	전화	비고
GS-67	거류면	은월리	761-20	30	1	70	30			20				정덕용		
GS-68	고성읍	교사리	917	150	7.5	120	50	242		150	3	국제개발	1999	이효수		
GS-69	고성읍	교사리						87								
GS-70	고성읍	기월리	112-1	150	3	90	40			100				박영호		
GS-71	고성읍	기월리	143-1	200	5	90	40			250				주영태		
GS-72	고성읍	기월리						123								
GS-73	고성읍	대독리	716-2	150	15	100	50	485		450	3	조광지질	1997			
GS-74	고성읍	대평리	15	152	3	120	50			130				박철환		
GS-75	고성읍	대평리	15	152	3	120	50			450				박철환		
GS-76	고성읍	동외리	164-9	200	5	100	50			100				최부경		
GS-77	고성읍	동외리	186-4	200	3	250	30			500				천수석		
GS-78	고성읍	동외리	188-1	40	3	70	20			200						
GS-79	고성읍	동외리	294-1	150	2	100	25			70				백천만		
GS-80	고성읍	송학리	263-4	70	3	80	40			80				김호경		
GS-81	고성읍	송학리	309-1	150	5	110	40			105				조휴전		
GS-82	고성읍	송학리	444-6	100	3	135	40			80				김갑환		
GS-83	고성읍	신월리	836-1	200	5	200	50			200				이재천		
GS-84	고성읍	우산	426-3			140				200	3	동아개발	1995	이주수	674-5775	
GS-85	고성읍	우산	741-2	150		83		218		3000	3	동양기초	1995	정길영	674-5408	
GS-86	고성읍	우산리	134-1	100	3	120	30			140				류상열		
GS-87	고성읍	우산리	134-1	50	3	45	20			200				류상열		
GS-88	고성읍	우산리	190-8	100	3	150	30			300				박양권		

조사관정

일련 번호	읍면	리	번지	우물 구경	마 력	착정 심도	토출관 직경	수위	용도	양수량	몽리 면적	시공업체	확정 년도	관리자	전화	비고
GS-89	고성읍	우산리	447-1	8	7	140	40			300				우산주민		
GS-90	고성읍	월평리	248	50	7.5	75		301		450	5	고성지하수	1994	성재수		
GS-91	고성읍	월평리	2다시7	200	7.5	135	50	3		150	4	백산개발	1999	정성교	672-8071	
GS-92	고성읍	월평리	386	40	2	70	40			400						
GS-93	고성읍	월평리	470-1	150		87		721		300	3		1988	장윤성	674-5319	
GS-94	고성읍	월평리	510-2	150	7.5	65	40			120						
GS-95	고성읍	월평리	5603	25	3	40	30			200						
GS-96	고성읍	월평리	580-7	150		82										
GS-97	고성읍	월평리	618													
GS-98	고성읍	월평리	830-2	150		83		사용중		300	3		1988(?)	정길영		
GS-99	고성읍	울대리	159-2	200	7.5	100	50			200				곽영기		
GS-100	고성읍	울대리	164-2	100	4	70	40			60				박상숙		
GS-101	고성읍	울대리	180	200	5	300	50			100				강평호		
GS-102	고성읍	울대리	226	150	2	150	30			100				조영수		
GS-103	고성읍	이당리	843	150	7.5	75		213		350	5		1994	김동주		
GS-104	고성읍	이당리	36863	150	15	100		885		400	3	조광지질	1997			
GS-105	고성읍	이당리	1044-3	200	5	120	50			150				이한열		
GS-106	고성읍	이당리	236-11	50	7.5	75				400	8	일동기업	1994	안태완		
GS-107	고성읍	이당리	244-5	50	7.5	100		728		250	7	고성지하수	1994	이상철		
GS-108	고성읍	이당리						370								
GS-109	고성읍	죽계리	735-1	100	5	80	40			100				천명근		
GS-110	구만면	광덕리	841		20	100	75			360	3	국방부	1983	안성열		

조사관정

일련 번호	읍면	리	번지	우물 구경	마 력	착정 심도	토출관 직경	수위	용도	양수량	용리 면적	시공업체	확정 년도	관리자	전화	비고
GS-111	구만면	광덕리	109-1		15	108		185		400	5		1994			
GS-112	구만면	광덕리	163	150	2	120	30			40				김수겸		
GS-113	구만면	광덕리	759-2	250	3	115	40			110				박성락		
GS-114	구만면	광덕리	863-4		15	100		545		400	5	군부대지원	1994			
GS-115	구만면	광덕리	901-1	200	7	1080	50			400				광덕주민		
GS-116	구만면	광덕리	967-4	150	5	96	30			70						
GS-117	구만면	광덕리	산202	200	2	200	20			300				조현주		
GS-118	구만면	와림리	983-1	150	5	98	40			120				최상수		
GS-119	구만면	용와리	608	250	20	78				400	6		1988	이당용		
GS-120	구만면	용와리	107	150	3	100	40			200				장재익		
GS-121	구만면	용와리	128	50	1.5	20	20			80						
GS-122	구만면	용와리	209	50	1.5	33	20			50						
GS-123	구만면	용와리	376-2			68				402	3	농진	1985			
GS-124	구만면	용와리	637-15		40	93				800	7	농진	1983	최용락		
GS-125	구만면	용와리	640-1	150	10	110		135		293	3	조광지질	1997			
GS-126	구만면	저연리	107	250	7.5	92	50			1000				저연주민		
GS-127	구만면	저연리	242-2		25	93				600	5	농진	1983	이도상		
GS-128	구만면	저연리	551	200	7	75	50			250				저연주민		
GS-129	구만면	저연리	551-1		7.5	75		820		250	5	윤성건설	1994			
GS-130	구만면	저연리	675-8	150	3	98		322		300	3	조광지질	1996	공병로	672-3326	
GS-131	구만면	저연리				102				367			1983			
GS-132	구만면	저연리							생활							

조사관정

일련 번호	읍면	리	번지	우물 구경	마 력	착정 심도	토출관 직경	수위	용도	양수량	몽리 면적	시공업체	확정 년도	관리자	전화	비고
GS-133	구만면	주평리	297	150	15	160	50	1385		420	3	조광지질	1997	조남덕	672-3305	
GS-134	구만면	주평리						1085								
GS-135	구만면	주평리						310								
GS-136	구만면	주평리						540								
GS-137	구만면	화림리	394-4	100	1.5	33	20			50				황보주학		
GS-138	구만면	화림리	696-2	8	7	60	40			1500				화림주민		
GS-139	구만면	화림리	696-2	150		60				1500	10	국방부, 조광지질	1995			
GS-140	구만면	화림리	894-1	250	5	110	50			100				구종선		
GS-141	구만면	화림리	907-1	200	7.5	92	50			900				화림주민		
GS-142	구만면	화림리						219								
GS-143	구만면	화림리						1057								
GS-144	구만면	효락리	731	150		160	50			300	3	조광지질	1995	김홍주	672-3349	
GS-145	구만면	효락리	102	150	3	104	40			250				우상택		
GS-146	구만면	효락리	868-1	150	3	80	50			200				최을호		
GS-147	농진공															
GS-148	대가면	금산리	821	150		115		307		210	3	조광지질	1993	정종성	672-4136	
GS-149	대가면	금산리	1054-5	150	5	150	40			100				정태규		
GS-150	대가면	금산리	1136	76	3	30	20			10				이성주		
GS-151	대가면	금산리	155-1	150		90		96		1000	3	조광지질	1994	허석도	672-4059	
GS-152	대가면	금산리	727-4			156		330		260	3	조광지질	1993	정종성		
GS-153	대가면	금산리	938	76	0.5	16	50			50				이형교		
GS-154	대가면	송계리	184	150	15	100	100	1315		400	3	조광지질	1997	이기수	674-1179	

조사관정

일련 번호	읍면	리	번지	우물 구경	마 력	착정 심도	토출관 직경	수위	용도	양수량	몽리 면적	시공업체	확정 년도	관리자	전화	비고
GS-155	대가면	송계리	26-19	76	1	35	25			5						
GS-156	대가면	송계리	591-1	150	7	82	50			300				송계주민		
GS-157	대가면	송계리	591-1	50	7.5	82		397		300	4	고성지하수	1994	이기철	674-1084	
GS-158	대가면	송계리		76	1.5	32	45			5				제석호		
GS-159	대가면	암전리	108-2	76	1	24	50			70						
GS-160	대가면	암전리	288	76	3	30	20			20				허성도		
GS-161	대가면	암전리		76	3	42	20			10				최용기		
GS-162	대가면	양화리	453	76	0.5	21	50			64				김진수		
GS-163	대가면	월촌리						175					1994	김대수	672-4079	
GS-164	대가면	유흥리	395	76	0.5	31	50			30				최종호		
GS-165	대가면	유흥리	445	76	3	30	20			20				제정을		
GS-166	대가면	유흥리	630	76	3	40	20			15				김동봉		
GS-167	대가면	유흥리	693	76	3	28	20			20				최임선		
GS-168	대가면	유흥리	726-4	150		80		612		401	3		1944	최원호	672-4228	
GS-169	대가면	유흥리	85-2	8	6.5	160	40			150						
GS-170	대가면	유흥리	85다시2	150		160		사용중		150	2.5	국방부	1995	허선도	672-4530	
GS-171	대가면	유흥리	997-1	76	0.5	26	50			70				박치옥		
GS-172	대가면	척정리	817	150		115				600	3			제영호	672-4454	
GS-173	대가면	척정리	1088-9			150		79		300	3			제진열	672-4382	
GS-174	대가면	척정리	430-5			115		275		354			1993	제영호	672-4453	
GS-175	동해면	내곡리	275	150	3	50	50	100	농업	300	3	국제개발	2000			
GS-176	동해면	내곡리	1254					435						김형연		



조사관정

일련 번호	읍면	리	번지	우물 구경	마 력	착정 심도	토출관 직경	수위	용도	양수량	용리 면적	시공업체	확정 년도	관리자	전화	비고
GS-177	동해면	내곡리	1613	150	10	95	50	190	농업	301	3	남부토건	1997	농조		
GS-178	동해면	내곡리	1333-1	150		80			농업	250		고성개발	1994	정협모	672-1297	
GS-179	동해면	내곡리						120	농업							
GS-180	동해면	양촌리	945	150	10	166	40		농업	210	3	대승건설	1997			
GS-181	동해면	양촌리	1225			200			농업	600	3			김응렬	672-5052	
GS-182	동해면	양촌리	1243	6인치	5	130		1060	농업	216	3	아신개발	1994			
GS-183	동해면	양촌리	180-5	150		64				400	3			공우병	672-5298	
GS-184	동해면	양촌리	195-5	6인치	5	90		1870		196	3	동신산업	1994			
GS-185	동해면	양촌리	뽕덕마을	90						280			1994			
GS-186	동해면	양촌리	산130-1	150		74				700	3		1991	공우병	672-5298	
GS-187	동해면	양촌리						1340	농업							
GS-188	동해면	외곡리	1003	150		130			농업	340	3		1996	최도만	672-1595	
GS-189	동해면	외곡리	791-2	150	7.5	115	60	105		170	3	국제개발	1999	최도만	672-1595	
GS-190	동해면	외곡리						145	농업							
GS-191	동해면	외산리	147	150		90	50			500	4	좌광지질	1995	이대훈	672-5236	
GS-192	동해면	외산리	166	6인치	3	80				169	3	아신개발	1994	이대훈	672-5236	
GS-193	동해면	외산리	523		7.5	120	50	6		150	3	국제개발	1999			
GS-194	동해면	외산리	97다시1											이대훈	672-5236	
GS-195	동해면	외산리	산22	150	10	104	50	198		150	3	조광지질	1998			
GS-196	동해면	용정리	매정			152				350				김경모		
GS-197	동해면		하부천마을			70				250				김경모		
GS-198	마아면	장산리	68다시1	50	15	90		495		400		백마종합건설	1994			

조사관정

일련 번호	읍면	리	번지	우물 구경	마 력	착정 심도	토출관 직경	수위	용도	양수량	몽리 면적	시공업체	확정 년도	관리자	전화	비고
GS-199	마암면	도전리	34-3	6	7	90	50			300				도전주민		
GS-200	마암면	도전리	34다시3	50	7.5	90		390		300	3	백마종합건설	1994			
GS-201	마암면	보전리	1172	150		190		199		180	2	조광지질	1995	이송원	672-6347	
GS-202	마암면	보전리	988-1	15	3	210	30			300				제승호		
GS-203	마암면	보전리	산164-1	150		180		250		500	3		1992	최형호	672-6325	
GS-204	마암면	보전리		150		190	50	640		170	2	조광지질	1995	이송원		
GS-205	마암면	삼락리	160-2	150	2	70	40			500				이쌍세		
GS-206	마암면	삼락리	180	200	2	193	40			50				양승원		
GS-207	마암면	석마리	66-1	8	7	110	40			500				석마주민		
GS-208	마암면	석마리	66다시1	150		110	50	585		500	3.5	백마종합건설	1995	최규환	672-0956	
GS-209	마암면	석마리	69다시2	200	7.5	55	65					백산개발				
GS-210	마암면	석마리	76다시5	200	7.5	100	50	245		150	3	조광지질	1999			
GS-211	마암면	석마리						1678								
GS-212	마암면	석마리														
GS-213	마암면	장산리	173-3	8	7.5	1000	50			600				장산주민		
GS-214	마암면	장산리	173-3	50	15	90		860		600	3	백마종합건설	1994			
GS-215	마암면	장산리	49다시9	150		100				380	3	조광지질	1997			
GS-216	마암면		248-3	5	7.5	500	40			206				이상희		
GS-217	마암면	도전리	670-13			110		355		300			1995	허종희		
GS-218	마암면	화산리	964-2	150	15	100	50	303		350	3	조광지질	1997			
GS-219	삼산면	두포리	1153											윤석호		
GS-220	삼산면	두포리	497-2		7.5	86		452		200	3		1994	정종업		

조사관정

일련 번호	읍면	리	번지	우물 구경	마 력	착정 심도	토출관 직경	수위	용도	양수량	몽리 면적	시공업체	확정 년도	관리자	전화	비고
GS-221	삼산면	두포리	698-3	150	15	100		0		382	3	정원건설	1997			
GS-222	삼산면	두포리	802-1	150	1.5	65	40			100				이영수		
GS-223	삼산면	두포리						115								
GS-224	삼산면	두포리							생활							
GS-225	삼산면	미룡리	21다시1	150	15	80		267		250	9		1994	송성락		
GS-226	삼산면	미룡리	562-4	8	6.5	100	40			250				미룡주민		
GS-227	삼산면	미룡리	용호본담	5인치	3	98	30	949	생활	180	211명		1979	송성락	72-7125	
GS-228	삼산면	미룡리						117								
GS-229	삼산면	미룡리						298								
GS-230	삼산면	병산리	199	150	15	90		457		250	7		1994	서정수		
GS-231	삼산면	병산리	덕골	6인치	3	57	30		생활	180	166명		1991	서정수	72-7057	
GS-232	삼산면	삼봉리	293	30	1.5	35	20			25				이진문		
GS-233	삼산면	삼봉리	312-3		5	36		438		200	5		1994	김성평		
GS-234	삼산면	삼봉리	316-3		5	70		170		200	6		1994	김성평		
GS-235	삼산면	삼봉리	319-3	8	6	85	40			200				삼봉주민		
GS-236	삼산면	삼봉리	528	150	3	65	40			100				이명생		
GS-237	삼산면	삼봉리						444								
GS-238	삼산면	장치리	1067-9	8	6.5	100	40			400						
GS-239	삼산면	장치리	416-1	150	7.5	112	50	130		150	3	조광지질	1999			
GS-240	삼산면	장치리	739-15	150	15	210	50	174		319	3	고성개발	1997			
GS-241	삼산면	장치리	739-22		15	85		0		350	5	국방부	1994	이판세		
GS-242	삼산면	장치리						4380								

조사관정

일련 번호	읍면	리	번지	우물 구경	마 력	착정 심도	토출관 직경	수위	용도	양수량	몽리 면적	시공업체	확정 년도	관리자	전화	비고
GS-243	삼산면	장치리						1887								
GS-244	삼산면	판곡리	286-8		3	120		175		150	5		1994	황영철		
GS-245	삼산면	판곡리	383	150	3	50	40			100				고성군수		
GS-246	삼산면	판곡리	514	50	1.5	30	20			25				안창모		
GS-247	삼산면	판곡리	농진					345								
GS-248	삼산면	판곡리						357					약 3년전			
GS-249	상리면	고봉리	1350		7.5	150		175		180		백마종합건설	1994	문재용		
GS-250	상리면	고봉리	295-5		7.5	150		1125		180		백마종합건설	1994	박태공	72-8444	
GS-251	상리면	고봉리	526-3	150	7.5	80	70			300				백용득		
GS-252	상리면	고봉리	526-3	100	1.5	80	25	8		25						
GS-253	상리면	망림리	184		15	150		256		350	3	조광지질	1997			
GS-254	상리면	망림리	372			98		175		150	3					
GS-255	상리면	망림리	1103-2	150	15	110		312		293	3	국제개발	1998			
GS-256	상리면	망림리	382	100	0.3	95	20	4		26				남택원		
GS-257	상리면	망림리	400-3		15	120		383		250		백마종합건설	1994	김종기		
GS-258	상리면	망림리	756-2			95		790		393	3		1993			
GS-259	상리면	망림리	산41	200	7.5	120	100			200				김종기		
GS-260	상리면	부포리	536			98		85		350	3		1994			
GS-261	상리면	부포리	377-2	8	7.5	1500	40			600				부포주민		
GS-262	상리면	부포리	377-2	150		150	50	0		600	4	국방부, 조광지질	1995	김용호	74-0632	
GS-263	상리면	부포리	609-7	150	15	125		229		300	3	조광지질	1996	정용석	674-8085	
GS-264	상리면	부포리	701-1		20	72				293	3	진흥공사	1988	이성제		

조사관정

일련 번호	읍면	리	번지	우물 구경	마 력	착정 심도	토출관 직경	수위	용도	양수량	몽리 면적	시공업체	확정 년도	관리자	전화	비고
GS-265	상리면	부포리	91다시6	150		130	50	794		200	3	조광지질	1995	백종영	74-0690	
GS-266	상리면	부포리						203								
GS-267	상리면	신촌리	193-2	100	0.5	82	25	3		28						
GS-268	상리면	오산리	416	100	0.5	80	25	2		30				채규주		
GS-269	상리면	자은리	405			135				320	3		1993			
GS-270	상리면	자은리	142-1		7.5	150		370		150		국방부	1994	이성제		
GS-271	상리면	자은리	266	100	0.3	95	25	6		28				최병용		
GS-272	상리면	자은리	364-1	150	7.5	115	65	280		150	4	국제개발	1999	정선종	674-6116	
GS-273	상리면	자은리	자은	6인치		95	30		생활	160	15명		1989	배현택	74-0953	
GS-274	상리면	척번정리	425-46	100	0.5	75	25	5		25				소춘호		
GS-275	상리면	척번정리	86다시2			98		300		250		백마종합건설	1994	김형태	72-8016	
GS-276	영현면	연화리	862-1		7.5	77		305		300		백마종합건설	1994	정영무		
GS-277	영현면	추계리	257-2			75		1270		400	3		1992			
GS-278	영오면	성곡리	173	150	5	100		629		160		대진건설	1994	박맹동	672-9404	
GS-279	영오면	성곡리	155-1	150	15	180	50	1000		219	3	고성개발	1997			
GS-280	영오면	성곡리	180	150	5	100	40			130						
GS-281	영오면	성곡리	202-1	150	3	70	40			110				백충기		
GS-282	영오면	성산리	399	150	3	120	50	267		150	3	조광지질	1999	김종백	672-9393	
GS-283	영오면	양산리	1002-8		5	100		278		180	3	대진건설	1994			
GS-284	영오면	양산리	1044-3	150	3	80	40			70						
GS-285	영오면	연당리	913	150	2	80	40			110				정일		
GS-286	영오면	연동리							농진							

조사관정

일련 번호	읍면	리	번지	우물 구경	마 력	착정 심도	토출관 직경	수위	용도	양수량	몽리 면적	시공업체	확정 년도	관리자	전화	비고
GS-287	영오면	영대리	503	150	2	80	40			70				최연정		
GS-288	영오면	영산리	242-10	150	3	80	40			150				김용인		
GS-289	영오면	오서리	1245-2											윤영병		
GS-290	영오면	오서리	1432-6	150	3	70	40			150				윤정찬		
GS-291	영오면	오서리	683											윤종성		
GS-292	영현면	신분리	1031		7.5	192		1482		300		백마종합건설	1994	강병필		
GS-293	영현면	연화리														
GS-294	영현면	영부리	227-2	200		106		0		402	3	농진	1990			
GS-295	영현면	영부리	산105-1	150	15	200				280	3	조광지질	1997			
GS-296	영현면	침점리	160-1			100		1120		270	3					
GS-297	영현면	침점리	528-1		7.5	145		875		250		백마종합건설	1994	강판영		
GS-298	영현면	침점리						490								
GS-299	영현면	대법리	261-1	150	3	85	40			50				백배현		
GS-300	영현면	봉림리	2-16	40	2	10	20			20						
GS-301	영현면	봉림리	44-29	40	2	10	20			20				황병락		
GS-302	영현면	봉림리	44-7	40	2	10	20			40				정기환		
GS-303	영현면	봉발리	378	150	3	50	40			40				강대열		
GS-304	영현면	신분리	627-1	150	3	90	40			50				이학권		
GS-305	영현면	영부리	902	150	3	95	40			50				김명하		
GS-306	영현면	추계리	217-1	100	1	24	30			50				김갑조		
GS-307	영현면	추계리	253	100	1	18	30			50				김홍균		
GS-308	영현면	추계리	286	100	1	27	30			50				김형조		

조사관정

일련 번호	읍면	리	번지	우물 구경	마 력	착정 심도	토출관 직경	수위	용도	양수량	몽리 면적	시공업체	확정 년도	관리자	전화	비고
GS-309	하이면	덕명리	산77-3	150	2	85	30			40				정형기		
GS-310	하이면	덕호리	27	150		82		257		1000	3	고성개발	1996	박유욱		
GS-311	하이면	덕호리	23043	150		120	50	811		300	3	남부토건	1995	박유욱	34-5257	
GS-312	하이면	덕호리	1097-1	150	10	50	40			250				이효인		
GS-313	하이면	덕호리	51다시3			92		112		402	3	진흥공사	1985	박재욱		
GS-314	하이면	덕호리	528-1	200	3	70	50			75						
GS-315	하이면	덕호리	586-5	150	15	105	50	259		250	3	국제개발	1997			
GS-316	하이면	봉원리	47-2	150	15	75	50			150				봉원주민		
GS-317	하이면	봉현리	156	150	5	80	40			150				진기동		
GS-318	하이면	봉현리	235	100	0.5	50	25	6		26				양지현		
GS-319	하이면	봉현리	580-1	150	7.5	85		353		150		조광개발	1994			
GS-320	하이면	석지리	66		5	102		702		150		남양지하수	1994	박광권		
GS-321	하이면	석지리	304-5	150	3	85	30			80				강형호		
GS-322	하이면	석지리	361	100	1	65	25	6		28				박대권		
GS-323	하이면	석지리						122								
GS-324	하이면	와룡리	432-1	150	2	80	25			50				이태기		
GS-325	하이면	월흥리	496	150		87				150	3	농진				
GS-326	하이면	월흥리	578	150		140				400	3	일신개발	1995	박대성	34-5326	
GS-327	하이면	월흥리	1187			70				600	5	국방부	1983	이상린		
GS-328	하이면	월흥리						2005								
GS-329	하이면	월흥리		6인치		80		0		150						
GS-330	하이면	보원리	산10-1	150	7.5	135	50	326		150	3	국제개발	1999	박경욱		

조사관정

일련 번호	읍면	리	번지	우물 구경	마 력	착정 심도	토출관 직경	수위	용도	양수량	몽리 면적	시공업체	확정 년도	관리자	전화	비고
GS-331	하이면	봉원리	47다시2	100	5	65	54	874		150		조광개발	1994			
GS-332	하이면	봉현리	256-1	150	20	120				800	3		1995	유위덕		
GS-333	하이면	와룡리	570		3	102		264		150		조광개발	1994			
GS-334	하이면	와룡리														
GS-335	하이면		517-2			80				200		조광개발				
GS-336	하일면	동화리	114	150	15	110	50			200				동화주민		
GS-337	하일면	송천리	607-2	150	2	50	25			150						
GS-338	하일면	송천리	산58	150	2	57	25			300				박석지		
GS-339	하일면	수양리	83	150	7.5	150	50	300		150	3	백산개발	2000			
GS-340	하일면	수양리	125	150	5	120		245		180	5	창원지하수개발	1994	이희수		
GS-341	하일면	수양리	156	150		130	50	473		250	3	남부토건	1995	최현모	73-1317	
GS-342	하일면	수양리	460-1	150	15	120	50			180				수양주민		
GS-343	하일면	수양리	462-1	150	15	104	50	128		301	3	백마산업	1997	박정도		
GS-344	하일면	오방리	521	150		120		1598		170	3	남양지하수개발	1994			
GS-345	하일면	오방리	523-5	150	10	100		770		260		고성개발	1997			
GS-346	하일면	오방리	531-2	240	3	130	35			70				이계수		
GS-347	하일면	오방리	535-4	200	15	123	50			250				오방주민		
GS-348	하일면	오방리	690-2	200	5	153	40			250	6	국방부	1994	이계수		
GS-349	하일면	오방리	뫼미	6인치	3	85	40	1024	생활	230	18명		1993	이계수	73-1651	
GS-350	하일면	오방리						735								
GS-351	하일면	용태리	305-2	16	2	25	16			30						
GS-352	하일면	용태리	638	20	3	110	45			60				배도열		



조사관정

일련 번호	읍면	리	번지	우물 구경	마 력	착정 심도	토출관 직경	수위	용도	양수량	용리 면적	시공업체	확정 년도	관리자	전화	비고
GS-353	하일면	춘암리	295	150	15	145	50	330		219	3	고성개발	1997	이장		
GS-354	하일면	춘암리	78	200	3	120	40			90				김정시		
GS-355	하일면	학림리	1134-9	150		100	50	367		500	4	국방부	1995	장대식	73-1084	
GS-356	하일면	학림리	1143-9	8	7.5	100	40			500				학림주민		
GS-357	하일면	학림리	156-1	150	7.5	120	50			150	3	백산개발	1999	장대식	73-1083	
GS-358	하일면	학림리	584-2	15	1	85	40			80						
GS-359	하일면	학림리	668-1	20	3	90	45			30				배도열		
GS-360	하일면	학림리	920-1	25	3	50	40			200				최가석		
GS-361	하일면		627-1	150	2	100	30			40				김승길		
GS-362	영현면	추계리	산77-1		7.5	150		1670		200		백마종합건설	1994	김선균		
GS-363	회화면	녹명리	362-4	150	2	214	40			25				김호철		
GS-364	회화면	녹명리	398	150	6.5	95	50			150				녹명주민		
GS-365	회화면	당항리	545	200	2	70	20			25				방장수		
GS-366	회화면	배둔리	1108	150	15	90		740		300	2	조광지질	1994			
GS-367	회화면	배둔리	1112-1	150	1	52	30			300				최진호		
GS-368	회화면	배둔리	1288-1	150	7.5	100	50	241		150	3	조광지질	1999			
GS-369	회화면	배둔리	388-10	75	1.5	80	20			20						
GS-370	회화면	배둔리	675-4	200	7	90	50			300						
GS-371	회화면	배둔리	675-5			90		265		300		국방부	1994			
GS-372	회화면	배둔리	823-1	150	3	60	30			50				강진만		
GS-373	회화면	봉동리	1032	150	3	180	30			50						
GS-374	회화면	봉동리	688-4	76	2	120	20			25						

조사관정

일련 번호	읍면	리	번지	우물 구경	마 력	착정 심도	토출관 직경	수위	용도	양수량	몽리 면적	시공업체	확정 년도	관리자	전화	비고
GS-375	회화면	봉동리	산276													
GS-376	회화면	삼덕리	1330-1	150	3	80	20			180				서정철		
GS-377	회화면	삼덕리	1557	200	2	52	20			10				박용진		
GS-378	회화면	삼덕리	1573	100	1.5	25	20			10				박용호		
GS-379	회화면	삼덕리	1702	150	3	110	30			80				박결수		
GS-380	회화면	삼덕리	1703-2	150	5	103	50			400						
GS-381	회화면	어신리	1052-3	50	8	21	35			50				김병순		
GS-382	회화면	어신리	1118-1	150	15	110		264		268	3	북현지질	1997			
GS-383	회화면	어신리	1243-1	150	3	80	30			100				심성보		
GS-384	회화면	어신리	349-9	150		47		157		260	5		1992	이차량	674-1792	
GS-385	회화면	어신리	351-5	150	7.5	120	50	170		150	3	국제개발	1999	이차량		
GS-386	회화면	어신리	351-6	150	7.5	75	50	157		240	3	동양기초	1997			
GS-387	회화면	어신리	360-3			75		200		150		동원지질	1994			
GS-388	회화면	어신리	363-6	150	10	90		110		350	3	고성개발	1997			
GS-389	회화면	어신리	364-10			135		206		200	3		1993	이차량		
GS-390	회화면	어신리	802다시1	150		85		312		3000	9	동양기초	1995	심재원	674-1770	

## 2. 양수시험 자료

여 백

Data Set: E:\최병영\광역관련자료\관리부제출용\고성보고서\양수시험 텍스트화일\양수시험 결과\개천면.aqt  
 Title: 개천면  
 Date: 01/04/02  
 Time: 11:43:56

PUMPING WELL DATA

Number of pumping wells: 1

Pumping Well No. 1: KS-KC

X Location: 0. m  
 Y Location: 0. m

No. of pumping periods: 1

Pumping Period Data

<u>Time (min)</u>	<u>Rate (cu. m/day)</u>
0.	150.

OBSERVATION WELL DATA

Number of observation wells: 1

Observation Well No. 1: KS-KC

X Location: 0. m  
 Y Location: 0. m

No. of observations: 31

Observation Data

<u>Time (min)</u>	<u>Displacement (m)</u>	<u>Time (min)</u>	<u>Displacement (m)</u>	<u>Time (min)</u>	<u>Displacement (m)</u>
1.	1.5	14.	7.9	60.	18.
2.	3.1	16.	8.2	70.	18.9
3.	4.4	18.	9.2	80.	19.4
4.	4.9	20.	10.4	90.	19.8
5.	5.5	25.	11.2	100.	20.
6.	5.8	30.	12.4	120.	20.
7.	6.	35.	13.2	140.	20.
8.	6.1	40.	14.3	160.	20.
9.	6.4	45.	15.4	180.	20.
10.	6.9	50.	16.2		
12.	7.3	55.	17.1		

SOLUTION

Aquifer Model: Confined  
 Solution Method: Theis

VISUAL ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	
T	2.282	m <sup>2</sup> /day

S            0.425

---

AUTOMATIC ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	<u>Std. Error</u>	
T	2.282	0.1052	m <sup>2</sup> /day
S	0.425	0.03835	

Parameter Correlations

	<u>T</u>	<u>S</u>
T	1.00	-0.88
S	-0.88	1.00

Residual Statistics

for weighted residuals

Sum of Squares . . . . 36.2 m<sup>2</sup>  
Variance . . . . . 1.248 m<sup>2</sup>  
Std. Deviation . . . . . 1.117 m  
Mean . . . . . 0.06063 m  
No. of Residuals . . . . 31.  
No. of Estimates . . . . 2

Data Set: E:\최병영\광역관련자료\관리부제출용\고성보고서\양수시험 텍스트화일\양수시험 결과\회화산북.aqt  
 Title: 회화 산북  
 Date: 01/04/02  
 Time: 11:44:29

PUMPING WELL DATA

Number of pumping wells: 1

Pumping Well No. 1: KS-OS

X Location: 0. m

Y Location: 0. m

No. of pumping periods: 1

Pumping Period Data

<u>Time (min)</u>	<u>Rate (cu. m/day)</u>
0.	150.

OBSERVATION WELL DATA

Number of observation wells: 1

Observation Well No. 1: KS-OS

X Location: 0. m

Y Location: 0. m

No. of observations: 31

Observation Data

<u>Time (min)</u>	<u>Displacement (m)</u>	<u>Time (min)</u>	<u>Displacement (m)</u>	<u>Time (min)</u>	<u>Displacement (m)</u>
1.	9.1	14.	14.1	60.	16.6
2.	9.9	16.	14.3	70.	16.6
3.	10.3	18.	16.3	80.	16.6
4.	10.7	20.	16.5	90.	16.6
5.	10.7	25.	16.5	100.	16.6
6.	11.3	30.	16.5	120.	16.6
7.	11.6	35.	16.5	140.	16.6
8.	12.	40.	16.5	160.	16.6
9.	12.1	45.	16.5	180.	16.6
10.	12.2	50.	16.5		
12.	13.2	55.	16.5		

SOLUTION

Aquifer Model: Confined

Solution Method: Theis

VISUAL ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	
T	6.708	m <sup>2</sup> /day

S 0.003021

---

AUTOMATIC ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	<u>Std. Error</u>	
T	6.708	0.5335	m <sup>2</sup> /day
S	0.003021	0.00174	

Parameter Correlations

	<u>T</u>	<u>S</u>
T	1.00	-0.98
S	-0.98	1.00

Residual Statistics

for weighted residuals

Sum of Squares .... 31.76 m<sup>2</sup>  
Variance ..... 1.095 m<sup>2</sup>  
Std. Deviation ..... 1.046 m  
Mean..... -8.195E-05 m  
No. of Residuals.... 31.  
No. of Estimates.... 2



Data Set: E:\최병영\광역관련자료\관리부제출용\고성보고서\양수시험 텍스트화일\양수시험 결과\하일면.aqt  
 Title: 하일면  
 Date: 01/04/02  
 Time: 11:44:55

PUMPING WELL DATA

Number of pumping wells: 1

Pumping Well No. 1: KS-HL

X Location: 0. m

Y Location: 0. m

No. of pumping periods: 1

Pumping Period Data

<u>Time (min)</u>	<u>Rate (cu. m/day)</u>
0.	150.

OBSERVATION WELL DATA

Number of observation wells: 1

Observation Well No. 1: KS-HL

X Location: 0. m

Y Location: 0. m

No. of observations: 31

Observation Data

<u>Time (min)</u>	<u>Displacement (m)</u>	<u>Time (min)</u>	<u>Displacement (m)</u>	<u>Time (min)</u>	<u>Displacement (m)</u>
1.	1.02	14.	8.45	60.	8.45
2.	2.39	16.	8.45	70.	8.45
3.	3.58	18.	8.45	80.	8.45
4.	4.7	20.	8.45	90.	8.45
5.	5.91	25.	8.45	100.	8.45
6.	7.99	30.	8.45	120.	8.45
7.	8.21	35.	8.45	140.	8.45
8.	8.44	40.	8.45	150.	8.45
9.	8.44	45.	8.45	180.	8.45
10.	8.44	50.	8.45		
12.	8.45	55.	8.45		

SOLUTION

Aquifer Model: Confined

Solution Method: Theis

VISUAL ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	
T	11.44	m <sup>2</sup> /day

S 0.01177

Data Set: E:\최병영\광역관련자료\관리부제출용\고성보고서\양수시험 텍스트화일\양수시험 결과\상리2.aqt  
 Title: 상리2  
 Date: 01/04/02  
 Time: 11:45:33

PUMPING WELL DATA

Number of pumping wells: 1

Pumping Well No. 1: KS-SL2

X Location: 0. m

Y Location: 0. m

No. of pumping periods: 1

<u>Pumping Period Data</u>	
<u>Time (min)</u>	<u>Rate (cu. m/day)</u>
0.	150.

OBSERVATION WELL DATA

Number of observation wells: 1

Observation Well No. 1: KS-SL2

X Location: 0. m

Y Location: 0. m

No. of observations: 31

<u>Observation Data</u>					
<u>Time (min)</u>	<u>Displacement (m)</u>	<u>Time (min)</u>	<u>Displacement (m)</u>	<u>Time (min)</u>	<u>Displacement (m)</u>
1.	0.9	14.	4.2	60.	6.
2.	1.3	16.	4.4	70.	6.3
3.	2.	18.	4.6	80.	6.4
4.	2.7	20.	4.7	90.	6.5
5.	2.9	25.	5.	100.	6.8
6.	3.2	30.	5.2	120.	6.9
7.	3.3	35.	5.4	140.	7.3
8.	3.5	40.	5.6	160.	7.6
9.	3.6	45.	5.7	180.	7.7
10.	3.8	50.	5.8		
12.	4.	55.	5.9		

SOLUTION

Aquifer Model: Confined

Solution Method: Theis

VISUAL ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	
T	8.741	m <sup>2</sup> /day

S            0.4153

---

AUTOMATIC ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	<u>Std. Error</u>	
T	8.741	0.1287	m <sup>2</sup> /day
S	0.4153	0.01807	

Parameter Correlations

	<u>T</u>	<u>S</u>
T	1.00	-0.92
S	-0.92	1.00

Residual Statistics

for weighted residuals

Sum of Squares .... 0.4435 m<sup>2</sup>  
Variance ..... 0.01529 m<sup>2</sup>  
Std. Deviation ..... 0.1237 m  
Mean..... -0.0025 m  
No. of Residuals... 31.  
No. of Estimates... 2

Data Set: E:\최병영\광역관련자료\관리부제출용\고성보고서\양수시험 텍스트화일\양수시험 결과\상리1.aqt  
 Title: 상리1  
 Date: 01/04/02  
 Time: 11:45:57

PUMPING WELL DATA

Number of pumping wells: 1

Pumping Well No. 1: KS-SL1

X Location: 0. m

Y Location: 0. m

No. of pumping periods: 1

Pumping Period Data

<u>Time (min)</u>	<u>Rate (cu. m/day)</u>
0.	150.

OBSERVATION WELL DATA

Number of observation wells: 1

Observation Well No. 1: KS-SL1

X Location: 0. m

Y Location: 0. m

No. of observations: 31

Observation Data

<u>Time (min)</u>	<u>Displacement (m)</u>	<u>Time (min)</u>	<u>Displacement (m)</u>	<u>Time (min)</u>	<u>Displacement (m)</u>
1.	1.3	14.	7.3	60.	9.7
2.	3.8	16.	7.5	70.	9.9
3.	4.5	18.	8.5	80.	10.2
4.	4.9	20.	8.6	90.	10.5
5.	5.4	25.	8.8	100.	10.7
6.	5.6	30.	8.9	120.	11.
7.	5.8	35.	9.	140.	11.4
8.	6.1	40.	9.1	160.	11.7
9.	6.1	45.	9.2	180.	11.9
10.	6.5	50.	9.3		
12.	6.8	55.	9.4		

SOLUTION

Aquifer Model: Confined

Solution Method: Theis

VISUAL ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	
T	6.355	m <sup>2</sup> /day

S            0.1382

---

AUTOMATIC ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	<u>Std. Error</u>	
T	6.355	0.1826	m <sup>2</sup> /day
S	0.1382	0.01432	

Parameter Correlations

	<u>T</u>	<u>S</u>
T	1.00	-0.94
S	-0.94	1.00

Residual Statistics

for weighted residuals

Sum of Squares .... 3.789 m<sup>2</sup>  
Variance ..... 0.1307 m<sup>2</sup>  
Std. Deviation ..... 0.3615 m  
Mean..... -0.004979 m  
No. of Residuals.... 31.  
No. of Estimates.... 2

Data Set: E:\최병영\광역관련자료\관리부제출용\고성보고서\양수시험 텍스트화일\양수시험 결과\삼산면.aqt  
 Title: 삼산면  
 Date: 01/04/02  
 Time: 11:46:21

PUMPING WELL DATA

Number of pumping wells: 1

Pumping Well No. 1: KS-SS

X Location: 0. m

Y Location: 0. m

No. of pumping periods: 1

Pumping Period Data

<u>Time (min)</u>	<u>Rate (cu. m/day)</u>
0.	150.

OBSERVATION WELL DATA

Number of observation wells: 1

Observation Well No. 1: KS-SS

X Location: 0. m

Y Location: 0. m

No. of observations: 31

Observation Data

<u>Time (min)</u>	<u>Displacement (m)</u>	<u>Time (min)</u>	<u>Displacement (m)</u>	<u>Time (min)</u>	<u>Displacement (m)</u>
1.	2.5	14.	9.4	60.	14.7
2.	4.3	16.	9.7	70.	15.1
3.	4.9	18.	10.6	80.	15.6
4.	5.6	20.	11.1	90.	15.7
5.	5.8	25.	11.7	100.	16.3
6.	6.6	30.	11.9	120.	17.
7.	7.	35.	12.2	140.	17.7
8.	7.5	40.	12.9	160.	18.
9.	7.8	45.	13.4	180.	18.2
10.	8.3	50.	13.6		
12.	8.7	55.	14.2		

SOLUTION

Aquifer Model: Confined

Solution Method: Theis

VISUAL ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	
T	3.455	m <sup>2</sup> /day

S            0.2203

---

AUTOMATIC ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	<u>Std. Error</u>	
T	3.455	0.04982	m <sup>2</sup> /day
S	0.2203	0.008658	

Parameter Correlations

	<u>T</u>	<u>S</u>
T	1.00	-0.91
S	-0.91	1.00

Residual Statistics

for weighted residuals

Sum of Squares .... 2.49 m<sup>2</sup>  
Variance ..... 0.08587 m<sup>2</sup>  
Std. Deviation ..... 0.293 m  
Mean..... 0.01172 m  
No. of Residuals.... 31.  
No. of Estimates.... 2



Data Set: E:\최병영\광역관련자료\관리부제출용\고성보고서\양수시험 텍스트화일\양수시험 결과\마암2.aqt  
 Title: 마암2  
 Date: 01/04/02  
 Time: 11:46:43

PUMPING WELL DATA

Number of pumping wells: 1

Pumping Well No. 1: KS-MH2

X Location: 0. m

Y Location: 0. m

No. of pumping periods: 1

<u>Pumping Period Data</u>	
<u>Time (min)</u>	<u>Rate (cu. m/day)</u>
0.	150.

OBSERVATION WELL DATA

Number of observation wells: 1

Observation Well No. 1: KS-MH2

X Location: 0. m

Y Location: 0. m

No. of observations: 31

<u>Observation Data</u>					
<u>Time (min)</u>	<u>Displacement (m)</u>	<u>Time (min)</u>	<u>Displacement (m)</u>	<u>Time (min)</u>	<u>Displacement (m)</u>
1.	6.5	14.	18.8	60.	23.1
2.	8.7	16.	19.4	70.	23.4
3.	11.9	18.	19.7	80.	23.5
4.	12.8	20.	20.8	90.	23.9
5.	14.3	25.	21.3	100.	24.3
6.	15.	30.	21.6	120.	24.4
7.	15.8	35.	22.	140.	24.5
8.	16.4	40.	22.1	160.	24.7
9.	17.2	45.	22.3	180.	24.8
10.	17.5	50.	22.6		
12.	18.3	55.	22.8		

SOLUTION

Aquifer Model: Confined

Solution Method: Theis

VISUAL ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	
T	3.438	m <sup>2</sup> /day

S            0.01946

---

AUTOMATIC ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	<u>Std. Error</u>	
T	3.438	0.1526	m <sup>2</sup> /day
S	0.01946	0.004158	

Parameter Correlations

	<u>T</u>	<u>S</u>
T	1.00	-0.96
S	-0.96	1.00

Residual Statistics

for weighted residuals

Sum of Squares .... 35.41 m<sup>2</sup>  
Variance ..... 1.221 m<sup>2</sup>  
Std. Deviation ..... 1.105 m  
Mean..... -0.004744 m  
No. of Residuals.... 31.  
No. of Estimates.... 2

Data Set: E:\최병영\광역관련자료\관리부제출용\고성보고서\양수시험 텍스트화일\양수시험 결과\마암1.aqt  
 Title: 마암1  
 Date: 01/04/02  
 Time: 11:47:05

---

PUMPING WELL DATA

Number of pumping wells: 1

Pumping Well No. 1: KS-MH1

X Location: 0. m

Y Location: 0. m

No. of pumping periods: 1

<u>Pumping Period Data</u>	
<u>Time (min)</u>	<u>Rate (cu. m/day)</u>
0.	150.

---

OBSERVATION WELL DATA

Number of observation wells: 1

Observation Well No. 1: KS-MH1

X Location: 0. m

Y Location: 0. m

No. of observations: 31

<u>Observation Data</u>					
<u>Time (min)</u>	<u>Displacement (m)</u>	<u>Time (min)</u>	<u>Displacement (m)</u>	<u>Time (min)</u>	<u>Displacement (m)</u>
1.	7.6	14.	38.6	60.	46.9
2.	10.3	16.	41.2	70.	47.4
3.	13.5	18.	42.3	80.	48.2
4.	20.7	20.	42.7	90.	50.3
5.	22.3	25.	43.5	100.	52.8
6.	24.5	30.	44.3	120.	54.3
7.	26.4	35.	44.4	140.	54.9
8.	27.4	40.	44.4	160.	55.
9.	29.8	45.	46.5	180.	55.2
10.	33.2	50.	46.7		
12.	37.	55.	46.8		

---

SOLUTION

Aquifer Model: Confined

Solution Method: Theis

---

VISUAL ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	
T	1.216	m <sup>2</sup> /day

S            0.03747

---

AUTOMATIC ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	<u>Std. Error</u>	
T	1.216	0.06126	m <sup>2</sup> /day
S	0.03747	0.006248	

Parameter Correlations

	<u>T</u>	<u>S</u>
T	1.00	-0.93
S	-0.93	1.00

Residual Statistics

for weighted residuals

Sum of Squares .... 298.3 m<sup>2</sup>  
Variance ..... 10.29 m<sup>2</sup>  
Std. Deviation ..... 3.207 m  
Mean..... -0.0502 m  
No. of Residuals.... 31.  
No. of Estimates.... 2

Data Set: E:\최병영\광역관련자료\관리부제출용\고성보고서\양수시험 텍스트파일\양수시험 결과\대가면.aqt  
 Title: 대가면  
 Date: 01/04/02  
 Time: 11:47:48

PUMPING WELL DATA

Number of pumping wells: 1

Pumping Well No. 1: KS-DK

X Location: 0. m

Y Location: 0. m

No. of pumping periods: 1

Pumping Period Data	
Time (min)	Rate (cu. m/day)
0.	150.

OBSERVATION WELL DATA

Number of observation wells: 1

Observation Well No. 1: KS-DK

X Location: 0. m

Y Location: 0. m

No. of observations: 31

Observation Data					
Time (min)	Displacement (m)	Time (min)	Displacement (m)	Time (min)	Displacement (m)
1.	5.3	14.	12.	60.	12.8
2.	7.1	16.	12.1	70.	12.9
3.	9.6	18.	12.2	80.	13.
4.	10.2	22.	12.3	90.	13.
5.	11.4	25.	12.4	100.	13.2
6.	11.6	30.	12.4	120.	13.3
7.	11.6	35.	12.5	140.	13.4
8.	11.7	40.	12.5	160.	13.5
9.	11.8	45.	12.6	180.	13.6
10.	11.9	50.	12.6		
12.	11.9	55.	12.7		

SOLUTION

Aquifer Model: Confined

Solution Method: Theis

VISUAL ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

Parameter	Estimate	
T	10.14	m <sup>2</sup> /day

S            0.002322

---

### AUTOMATIC ESTIMATION RESULTS

#### Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	<u>Std. Error</u>	
T	10.14	2.117	m <sup>2</sup> /day
S	0.002322	0.003833	

#### Parameter Correlations

	<u>T</u>	<u>S</u>
T	1.00	-0.99
S	-0.99	1.00

#### Residual Statistics

for weighted residuals

Sum of Squares .... 96.16 m<sup>2</sup>  
Variance ..... 3.316 m<sup>2</sup>  
Std. Deviation ..... 1.821 m  
Mean..... 1.519 m  
No. of Residuals.... 31.  
No. of Estimates.... 2

Data Set: E:\최병영\광역관련자료\관리부제출용\고성보고서\양수시험 텍스트화일\양수시험 결과\동해면.aqt  
 Title: 동해면  
 Date: 01/04/02  
 Time: 11:47:27

PUMPING WELL DATA

Number of pumping wells: 1

Pumping Well No. 1: KS-DH

X Location: 0. m

Y Location: 0. m

No. of pumping periods: 1

<u>Pumping Period Data</u>	
<u>Time (min)</u>	<u>Rate (cu. m/day)</u>
0.	150.

OBSERVATION WELL DATA

Number of observation wells: 1

Observation Well No. 1: KS-DH

X Location: 0. m

Y Location: 0. m

No. of observations: 21

<u>Observation Data</u>					
<u>Time (min)</u>	<u>Displacement (m)</u>	<u>Time (min)</u>	<u>Displacement (m)</u>	<u>Time (min)</u>	<u>Displacement (m)</u>
1.	1.5	18.	3.3	70.	4.2
2.	2.6	25.	3.5	90.	4.3
4.	2.7	30.	3.6	120.	4.3
6.	2.9	40.	3.8	160.	5.
8.	3.	50.	3.9	180.	5.
10.	3.2	55.	4.	210.	5.2
14.	3.3	60.	4.2	240.	5.5

SOLUTION

Aquifer Model: Confined

Solution Method: Theis

VISUAL ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	
T	19.5	m <sup>2</sup> /day
S	0.08447	

AUTOMATIC ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	<u>Std. Error</u>	
T	19.5	1.052	m <sup>2</sup> /day
S	0.08447	0.02444	

Parameter Correlations

	<u>T</u>	<u>S</u>
T	1.00	-0.96
S	-0.96	1.00

Residual Statistics

for weighted residuals

Sum of Squares .... 0.9286 m<sup>2</sup>  
Variance ..... 0.04887 m<sup>2</sup>  
Std. Deviation ..... 0.2211 m  
Mean..... 8.214E-05 m  
No. of Residuals.... 21.  
No. of Estimates.... 2



Data Set: E:\최병영\광역관련자료\관리부제출용\고성보고서\양수시험 텍스트화일\양수시험 결과\구만면.aqt  
 Title: 구만면  
 Date: 01/04/02  
 Time: 11:48:10

PUMPING WELL DATA

Number of pumping wells: 1

Pumping Well No. 1: KS-KM

X Location: 0. m

Y Location: 0. m

No. of pumping periods: 1

Pumping Period Data

<u>Time (min)</u>	<u>Rate (cu. m/day)</u>
0.	150.

OBSERVATION WELL DATA

Number of observation wells: 1

Observation Well No. 1: KS-KM

X Location: 0. m

Y Location: 0. m

No. of observations: 31

Observation Data

<u>Time (min)</u>	<u>Displacement (m)</u>	<u>Time (min)</u>	<u>Displacement (m)</u>	<u>Time (min)</u>	<u>Displacement (m)</u>
1.	2.5	14.	8.3	60.	9.2
2.	4.5	16.	8.4	70.	9.2
3.	5.1	18.	8.5	80.	9.6
4.	5.7	20.	8.6	90.	9.6
5.	6.3	25.	8.7	100.	9.6
6.	6.6	30.	8.8	120.	9.7
7.	6.6	35.	8.8	140.	9.7
8.	6.9	40.	8.9	150.	9.7
9.	7.1	45.	9.	180.	9.8
10.	7.3	50.	9.1		
12.	7.7	55.	9.1		

SOLUTION

Aquifer Model: Confined

Solution Method: Theis

VISUAL ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	
T	9.617	m <sup>2</sup> /day

S            0.02327

---

AUTOMATIC ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	<u>Std. Error</u>	
T	9.617	0.5782	m <sup>2</sup> /day
S	0.02327	0.007855	

Parameter Correlations

	<u>T</u>	<u>S</u>
T	1.00	-0.97
S	-0.97	1.00

Residual Statistics

for weighted residuals

Sum of Squares .... 8.568 m<sup>2</sup>  
Variance ..... 0.2955 m<sup>2</sup>  
Std. Deviation ..... 0.5436 m  
Mean..... -0.001112 m  
No. of Residuals.... 31.  
No. of Estimates.... 2

Data Set: E:\최병영\광역관련자료\관리부제출용\고성보고서\양수시험 텍스트화일\양수시험 결과\고성읍뜸실.e  
 Title: 고성읍뜸실  
 Date: 01/04/02  
 Time: 11:48:34

PUMPING WELL DATA

Number of pumping wells: 1

Pumping Well No. 1: KS-TS

X Location: 0. m

Y Location: 0. m

No. of pumping periods: 1

Pumping Period Data

<u>Time (min)</u>	<u>Rate (cu. m/day)</u>
0.	140.

OBSERVATION WELL DATA

Number of observation wells: 1

Observation Well No. 1: KS-TS

X Location: 0. m

Y Location: 0. m

No. of observations: 31

Observation Data

<u>Time (min)</u>	<u>Displacement (m)</u>	<u>Time (min)</u>	<u>Displacement (m)</u>	<u>Time (min)</u>	<u>Displacement (m)</u>
1.	3.8	14.	38.9	60.	47.1
2.	12.1	16.	39.4	70.	47.4
3.	15.7	18.	41.9	80.	47.7
4.	20.3	20.	42.7	90.	48.
5.	24.1	25.	43.7	100.	48.1
6.	25.8	30.	44.2	120.	48.3
7.	27.2	35.	44.9	140.	49.
8.	29.8	40.	45.6	160.	49.2
9.	32.	45.	46.2	180.	49.4
10.	32.9	50.	46.3		
12.	34.3	55.	46.7		

SOLUTION

Aquifer Model: Confined

Solution Method: Theis

VISUAL ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	
T	1.29	m <sup>2</sup> /day

S            0.02529

---

AUTOMATIC ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	<u>Std. Error</u>	
T	1.29	0.08743	m <sup>2</sup> /day
S	0.02529	0.006331	

Parameter Correlations

	<u>T</u>	<u>S</u>
T	1.00	-0.94
S	-0.94	1.00

Residual Statistics

for weighted residuals

Sum of Squares .... 452.4 m<sup>2</sup>  
Variance ..... 15.6 m<sup>2</sup>  
Std. Deviation ..... 3.95 m  
Mean..... -0.05605 m  
No. of Residuals.... 31.  
No. of Estimates.... 2

Data Set: E:\최병영\광역관련자료\관리부제출용\고성보고서\양수시험 텍스트화일\양수시험 결과\고성읍점골.ε  
 Title: 고성읍 점골  
 Date: 01/04/02  
 Time: 11:48:58

PUMPING WELL DATA

Number of pumping wells: 1

Pumping Well No. 1: KS-JK

X Location: 0. m

Y Location: 0. m

No. of pumping periods: 1

Pumping Period Data

<u>Time (min)</u>	<u>Rate (cu. m/day)</u>
0.	250.

OBSERVATION WELL DATA

Number of observation wells: 1

Observation Well No. 1: KS-JK

X Location: 0. m

Y Location: 0. m

No. of observations: 31

Observation Data

<u>Time (min)</u>	<u>Displacement (m)</u>	<u>Time (min)</u>	<u>Displacement (m)</u>	<u>Time (min)</u>	<u>Displacement (m)</u>
1.	3.4	14.	17.2	60.	19.9
2.	5.8	16.	17.3	70.	20.2
3.	8.	18.	17.7	80.	20.3
4.	10.6	20.	17.7	90.	20.7
5.	13.6	25.	18.2	100.	20.9
6.	15.	30.	18.5	120.	21.1
7.	16.7	35.	18.8	140.	21.4
8.	15.8	40.	19.1	160.	21.6
9.	16.1	45.	19.3	180.	21.7
10.	16.4	50.	19.5		
12.	16.8	55.	19.8		

SOLUTION

Aquifer Model: Confined

Solution Method: Theis

VISUAL ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	
T	6.492	m <sup>2</sup> /day

S            0.03843

---

AUTOMATIC ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	<u>Std. Error</u>	
T	6.492	0.519	m <sup>2</sup> /day
S	0.03843	0.01467	

Parameter Correlations

	<u>T</u>	<u>S</u>
T	1.00	-0.96
S	-0.96	1.00

Residual Statistics

for weighted residuals

Sum of Squares .... 89.34 m<sup>2</sup>  
Variance ..... 3.081 m<sup>2</sup>  
Std. Deviation ..... 1.755 m  
Mean..... -0.008312 m  
No. of Residuals.... 31.  
No. of Estimates.... 2

Data Set: E:\최병영\광역관련자료\관리부제출용\고성보고서\양수시험 텍스트화일\양수시험 결과\거류면.aqt  
 Title: 거류면  
 Date: 01/04/02  
 Time: 11:49:23

PUMPING WELL DATA

Number of pumping wells: 1

Pumping Well No. 1: KS-KR

X Location: 0. m

Y Location: 0. m

No. of pumping periods: 1

Pumping Period Data

<u>Time (min)</u>	<u>Rate (cu. m/day)</u>
0.	140.

OBSERVATION WELL DATA

Number of observation wells: 1

Observation Well No. 1: KS-KR

X Location: 0. m

Y Location: 0. m

No. of observations: 29

Observation Data

<u>Time (min)</u>	<u>Displacement (m)</u>	<u>Time (min)</u>	<u>Displacement (m)</u>	<u>Time (min)</u>	<u>Displacement (m)</u>
1.	1.1	12.	12.9	55.	16.3
2.	3.5	14.	13.	70.	17.5
3.	5.	16.	13.1	80.	17.8
4.	6.3	18.	13.5	90.	18.5
5.	6.8	20.	14.	100.	19.6
6.	7.4	25.	14.3	120.	20.2
7.	9.1	30.	14.6	140.	20.7
8.	10.5	35.	14.9	160.	21.1
9.	11.3	40.	15.	180.	21.5
10.	12.6	45.	15.2		

SOLUTION

Aquifer Model: Confined

Solution Method: Theis

VISUAL ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	
T	2.817	m <sup>2</sup> /day
S	0.1461	

---

## AUTOMATIC ESTIMATION RESULTS

### Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	<u>Std. Error</u>	
T	2.817	0.1158	m <sup>2</sup> /day
S	0.1461	0.01712	

### Parameter Correlations

	<u>T</u>	<u>S</u>
T	1.00	-0.91
S	-0.91	1.00

### Residual Statistics

for weighted residuals

Sum of Squares .... 25.65 m<sup>2</sup>  
Variance ..... 0.9498 m<sup>2</sup>  
Std. Deviation ..... 0.9746 m  
Mean..... -0.02752 m  
No. of Residuals.... 29.  
No. of Estimates.... 2



Data Set: E:\최병영\광역관련자료\관리부제출용\고성보고서\양수시험 텍스트화일\양수시험 결과\회화어선.aqt  
 Title: 회화어선  
 Date: 01/04/02  
 Time: 11:49:47

PUMPING WELL DATA

Number of pumping wells: 1

Pumping Well No. 1: KS-OS

X Location: 0. m

Y Location: 0. m

No. of pumping periods: 1

Pumping Period Data

<u>Time (min)</u>	<u>Rate (cu. m/day)</u>
0.	150.

OBSERVATION WELL DATA

Number of observation wells: 1

Observation Well No. 1: KS-OS

X Location: 0. m

Y Location: 0. m

No. of observations: 31

Observation Data

<u>Time (min)</u>	<u>Displacement (m)</u>	<u>Time (min)</u>	<u>Displacement (m)</u>	<u>Time (min)</u>	<u>Displacement (m)</u>
1.	9.1	14.	14.1	60.	16.6
2.	9.9	16.	14.3	70.	16.6
3.	10.3	18.	16.3	80.	16.6
4.	10.7	20.	16.5	90.	16.6
5.	10.7	25.	16.5	100.	16.6
6.	11.3	30.	16.5	120.	16.6
7.	11.6	35.	16.5	140.	16.6
8.	12.	40.	16.5	160.	16.6
9.	12.1	45.	16.5	180.	16.6
10.	12.2	50.	16.5		
12.	13.2	55.	16.5		

SOLUTION

Aquifer Model: Confined

Solution Method: Theis

VISUAL ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	
T	6.708	m <sup>2</sup> /day

S            0.003021

---

AUTOMATIC ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	<u>Std. Error</u>	
T	6.708	0.5335	m <sup>2</sup> /day
S	0.003021	0.00174	

Parameter Correlations

	<u>T</u>	<u>S</u>
T	1.00	-0.98
S	-0.98	1.00

Residual Statistics

for weighted residuals

Sum of Squares .... 31.76 m<sup>2</sup>  
Variance ..... 1.095 m<sup>2</sup>  
Std. Deviation ..... 1.046 m  
Mean..... -8.195E-05 m  
No. of Residuals.... 31.  
No. of Estimates.... 2

---

---

# 고성군광역수맥조사보고서

2001년 12월 일 발행

발 행 : 농림부, 농업기반공사

편 집 : 농업기반공사 지하수사업처

인 쇄 : 대영문화사 (02)2269-3881

---

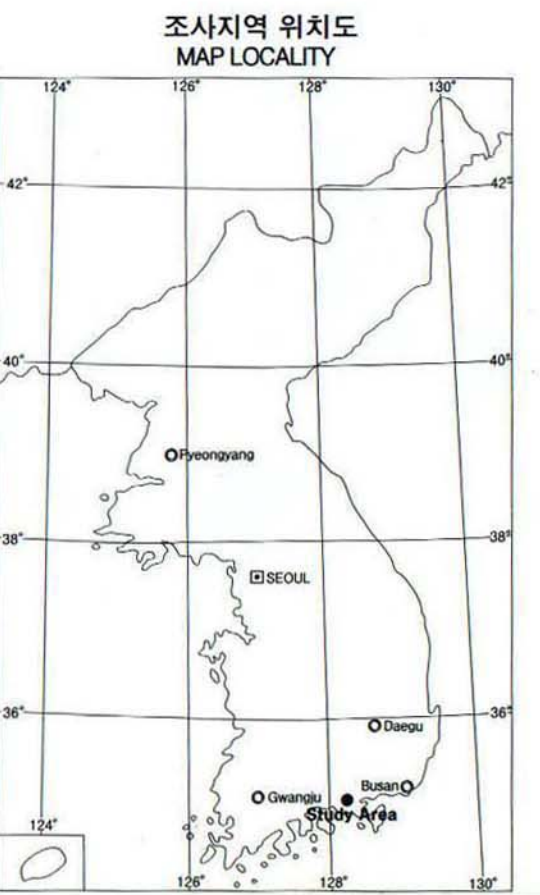
---

# 고성지구 광역수맥도

## HYDROGEOLOGICAL MAP OF GOSEONG AREA

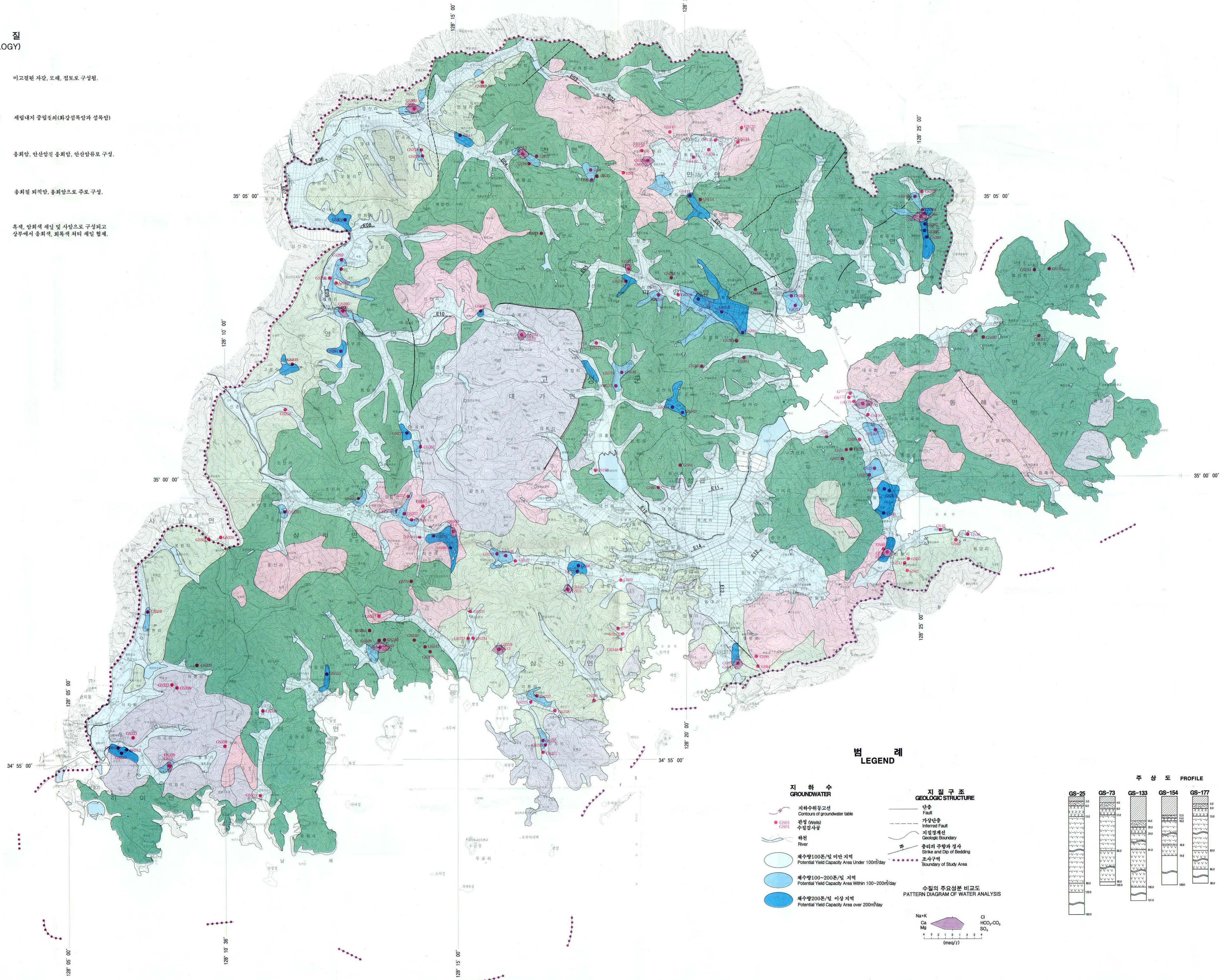
1 : 50,000

1000 0 1000 2000 3000 4000m



### 지 질 (GEOLOGY)

<p>제 4 기 QUATERNARY</p> <p>~부정합~ Unconformity</p>	<p>충적층 Alluvium</p> <p>비고정된 자갈, 모래, 점토로 구성됨.</p>
<p>백악기 CRETACEOUS</p> <p>~관입~ Intrusion</p>	<p>회강섬록암질암 세립내지 중립질의(회강섬록암과 섬록암)</p>
<p>~관입, 분출~ Intrusion, Extrusive</p>	<p>안산암질류 용회암, 안산암질 용회암, 안산암류로 구성.</p>
<p>~관계불명~</p>	<p>고성층 용회질 퇴적암, 용회암으로 주로 구성.</p>
<p>~관입, 분출~</p>	<p>진동층 특히, 암회색 세립 및 사암으로 구성되고 상부에서 용회질, 회록색 퇴적암이 발달.</p>



### 범례 (LEGEND)

**지 하 수 (GROUNDWATER)**

- 지하수위등고선  
Contours of groundwater table
- 관정 (Well)  
수정점사공
- 하천  
River
- 잠수양100톤/일 미만 지역  
Potential Yield Capacity Area Under 100t/day
- 잠수양100~200톤/일 지역  
Potential Yield Capacity Area Within 100~200t/day
- 잠수양200톤/일 이상 지역  
Potential Yield Capacity Area over 200t/day

**지 질 구조 (GEOLOGIC STRUCTURE)**

- 단층  
Fault
- 가상단층  
Inferred Fault
- 지질경계선  
Geologic Boundary
- 층리의 우향과 경사  
Strike and Dip of Bedding
- 조사구역  
Boundary of Study Area

**수질의 주요성분 비교도 (PATTERN DIAGRAM OF WATER ANALYSIS)**

Na+K, Ca, Mg vs Cl, HCO<sub>3</sub>, CO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub> (meq/l)

**주 상 도 (PROFILE)**

**범례 (Legend)**

- 토 사 (Soil and Sand)
- 사 석 (Sand and gravel)
- 풍화대 (Weathered zone)
- 연암 (Soft rock)
- 보통암 (Common rock)

1. 대한측량학회 심사된 제2002-39호 (2002년2월21일)  
2. 본 지도는 국립지리원 발행 1:50,000 지형도를 기대로 사용하여 편찬, 제작한것임.

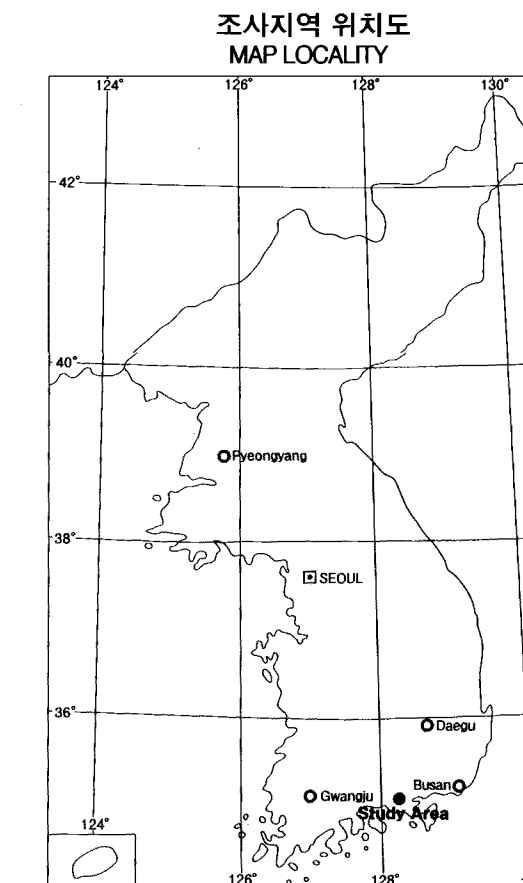
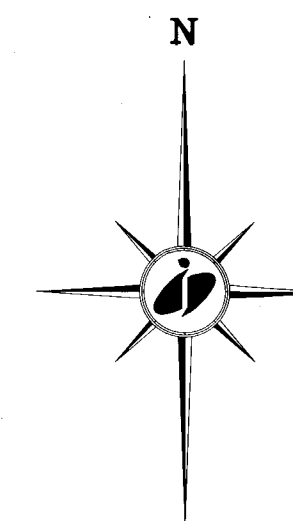
발행 : 농림부 · 농업기반공사

편집 및 제도 : 대우 지아이에스(주) TEL (031) 758-5770

# 고성지구 광역수맥도

## HYDROGEOLOGICAL MAP OF GOSEONG AREA

1 : 50,000



### 지 질 (GEOLOGY)

제 4 기 QUATERNARY		충적층 Alluvium	비교경련 차갈, 모래, 점토로 구성됨.
		-부정합- Unconformity	
백악기 CRETACEOUS		회강섬록암질암	세립내지 중립질암(화강섬록암과 섬록암)
		-관입, 분출- Intrusion, Extrusive	
		안산암질류	응회암, 안산암질 응회암, 안산암류로 구성.
		고성층	응회질 퇴적암, 응회암으로 주로 구성.
		-관개불연-	
		진동층	특색, 암회색 색인 및 사산으로 구성되고 상부에서 응회색, 회색색 채의 세립 질재.



### 범례 (LEGEND)

#### 지 하 수 (GROUNDWATER)

- 지하수위등고선  
Contours of groundwater table
- 관정 (Well)  
수위감사등
- 하천  
River
- 잠수층 100톤/일 미만 지역  
Potential Yield Capacity Area Under 100t/day
- 잠수층 100~200톤/일 지역  
Potential Yield Capacity Area Within 100~200t/day
- 잠수층 200톤/일 이상 지역  
Potential Yield Capacity Area over 200t/day

#### 지 질 구조 (GEOLOGIC STRUCTURE)

- 단층  
Fault
- 간층단층  
Interbed Fault
- 지질경계선  
Geologic Boundary
- 층리의 주향과 경사  
Strike and Dip of Bedding
- 조사구역  
Boundary of Study Area

#### 수질의 주요성분 비교도 (PATTERN DIAGRAM OF WATER ANALYSIS)

Na+K, Ca, Mg vs Cl, HCO<sub>3</sub>, CO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub> (meq/l)

#### 주 상 도 PROFILE

#### 범례 (Legend)

- 토 사  
Soil and Sand
- 사 석  
Sand and gravel
- 풍화대  
Weathered zone
- 관입  
Soft rock
- 보통암  
Common rock

1. 대한민국지질조사원 제2002-39호 (2002년12월21일)  
2. 본 지도는 국립지리원 발행 1:50,000 지형도를 기도로 사용하여 편집, 제작한것임.