

횡성군광역수맥조사보고서

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	5
2-1 위치, 교통 및 면적	5
2-2 토지이용 및 산업현황	7
2-2-1 농업	7
2-2-2 축산업	9
2-2-3 임업	11
2-2-4 광공업 및 기타산업	11
2-3 수문 기상	12
2-3-1 기온	12
2-3-2 강수량	14
2-3-4 일조시간	16
2-3-5 상대습도	16
3. 수문지질조사	18
3-1 지형 및 지질	18
3-1-1 지형	18
3-1-2 지질	19
3-2 물리탐사	22
3-2-1 원격탐사에 의한 선구조 분석	23
3-2-2 전기비저항탐사	26
3-3 양수시험	49
4. 시설관정 이용실태조사	59

4-1 시설관정 현황조사	59
4-1-1 농업용수	60
4-1-2 생활용수	61
4-1-3 공업용수 및 기타용수	62
4-2 시설관정 지하수위 조사	64
5. 수질 및 잠재오염원조사	65
5-1 현장 간이수질 검사	65
5-2 주요이온분석결과	70
5-3 먹는물 기준 수질검사 결과	75
5-4 잠재오염원조사	77
6. 지하수자원의 부존성 평가	79
6-1 물수지분석	79
6-1-1 분석기준	79
6-1-2 유출량	80
6-1-3 증발산량	80
6-1-4 지하수 함양량	82
6-2 지하수 부존량 및 개발 가능량	85
7. 지하수 자원 개발 계획	88
7-1 용도별 소요수량	88
7-1-1 농업용수	88
7-1-2 생활용수	89
7-1-3 공업용수 및 기타용수	90
7-2 소요수량 공급계획	91
7-2-1 농업용수	91
7-2-2 생활용수	91
7-2-3 공업용수 및 기타용수	91

8. 지하수 보전 관리	93
9. 결론	96
10. 참고문헌	98
부록	103

표 목 차

〈표 1-1〉 조사실적	3
〈표 2-1〉 읍·면별 면적	5
〈표 2-2〉 읍·면별 지목별 이용현황	7
〈표 2-3〉 농가 및 경지면적	8
〈표 2-4〉 농업진흥구역 및 보호구역 면적	9
〈표 2-5〉 연도별 농산품 생산량	9
〈표 2-6〉 연도별 가축사육현황	10
〈표 2-7〉 1999년도 읍·면별 가축사육 호수 및 사육두수 현황	10
〈표 2-8〉 연도별 조립 현황	11
〈표 2-9〉 황성군 연도별·월별 기온분포	13
〈표 2-10〉 황성군 연도별·월별 강우량 분포	14
〈표 2-11〉 황성군 1999년도 월별 일조시간 분포	16
〈표 2-12〉 황성군 연도별·월별 상대습도 분포	17
〈표 3-1〉 황성지역의 지질계통	19
〈표 3-2〉 쌍극자 탐사 축선별 총괄표	29
〈표 3-3〉 양수시험 결과	50
〈표 4-1〉 지하수 시설별 현황	59
〈표 4-2〉 황성군 지하수 이용 현황	60
〈표 4-3〉 용도별 지하수이용 현황	60
〈표 4-4〉 황성군 읍·면별 농업용 지하수 이용 현황	61
〈표 4-5〉 황성군 읍·면별 생활용 지하수 이용 현황	62
〈표 4-6〉 황성군 읍·면별 공업용수 및 기타용수 지하수 이용 현황	63
〈표 4-7〉 기설관정 지하수위	64
〈표 5-1〉 현장 간이수질 검사	66
〈표 5-2〉 황성지역의 양이온 음이온 농도	71
〈표 5-3〉 황성군 수질검사 결과	75
〈표 5-4〉 오염원의 종류	77
〈표 5-5〉 O.T.A 잠재오염원의 분류	78

〈표 6-1〉	횡성지역 추정 증발산량비	81
〈표 6-2〉	횡성지역 추정 증발산량비	82
〈표 6-3〉	횡성군 지하수 함양량 분석 결과	85
〈표 6-5〉	지하수개발 가능량 추정	86
〈표 6-6〉	횡성군 지하수 적정·개발 가능량	87
〈표 7-1〉	읍·면별 농업용수 소요수량	88
〈표 7-2〉	읍·면별 생활용수 소요수량	89
〈표 7-3〉	읍·면별 공업용수 및 기타용수 소요수량	90

그림 목 차

〈그림 2-1〉 지목별 면적현황	6
〈그림 2-2〉 연도별 경지면적 및 농업인구 현황	6
〈그림 2-3〉 월별 평균기온 분포	13
〈그림 2-4〉 황성군 연도별 강수량 분포	15
〈그림 2-5〉 월별 강수량 분포	15
〈그림 3-1〉 위성영상 필터링 영상	24
〈그림 3-2〉 위성영상 선구조 추출	25
〈그림 3-3〉 쌍극자 탐사 측선 배열방법	27
〈그림 3-4〉 측선 E-1쌍극자 탐사 결과도	34
〈그림 3-5〉 측선 E-2쌍극자 탐사 결과도	35
〈그림 3-6〉 측선 E-3쌍극자 탐사 결과도	36
〈그림 3-7〉 측선 E-4쌍극자 탐사 결과도	37
〈그림 3-8〉 측선 E-5쌍극자 탐사 결과도	38
〈그림 3-9〉 측선 E-6쌍극자 탐사 결과도	39
〈그림 3-10〉 측선 E-7쌍극자 탐사 결과도	40
〈그림 3-11〉 측선 E-8쌍극자 탐사 결과도	41
〈그림 3-12〉 측선 E-9쌍극자 탐사 결과도	42
〈그림 3-13〉 측선 E-10쌍극자 탐사 결과도	43
〈그림 3-14〉 측선 E-11쌍극자 탐사 결과도	44
〈그림 3-15〉 측선 E-12쌍극자 탐사 결과도	45
〈그림 3-16〉 측선 E-13쌍극자 탐사 결과도	46
〈그림 3-17〉 측선 E-14쌍극자 탐사 결과도	47
〈그림 3-18〉 측선 E-15쌍극자 탐사 결과도	48
〈그림 3-19〉 황성지역 양수시험공의 Theis 곡선	51
〈그림 4-1〉 황성군 지하수 이용 현황	60
〈그림 4-2〉 황성군 읍·면별 농업용 지하수 이용 현황	61
〈그림 4-3〉 황성군 읍·면별 생활용 지하수 이용 현황	62
〈그림 5-1〉 황성 Piper's diagram	72
〈그림 5-2〉 황성 Stiff diagram	73
〈그림 6-1〉 계통표에 의한 조사지구 유출량	83

1. 서 언

우리나라에서의 지하수개발은 1960년대 말 한해 극복을 위해 시작되어, 지표수의 보안·대체 수단으로 농업용수의 안정적 공급에 많은 성과를 거두었다. 1980년도에 이르러서는 급격한 산업화와 도시화 과정에 필요한 공업용수 및 생활용수의 수요 증가로 농업용수개발보다 다목적용수개발이 많은 비중을 차지하게 되었다. 산업화와 도시화의 과정에서 지표수의 오염이 가속화 됨으로써 양질의 지표수원 확보가 어렵게 되자, 1980년대 중반부터는 지하수의 수요가 급증하기 시작하였고, 또한 샘물(생수, 광천수)등 상업적 목적의 지하수 개발이 전국에 걸쳐 무분별하게 이루어지게 되었으며, 이에 따른 부정적인 영향으로 지하수 개발에 있어 폐공 발생 또는 방치된 폐기공으로 등으로 인하여 오염물질의 직접적인 지하유입으로 지하수 수질오염 등 많은 문제점을 일으키게 되었다. 1994년 이후는 지하수 개발·이용 단계에서 개발규제 단계로의 전초적 단계라고 할 수 있으며, 지하수법 및 먹는물관리법 등이 제정되어 지하수 개발이 규제되기 시작하였다. 지하수자원이 공개념화 되면서, 각 지방자치단체 및 정부 관련부처에서는 지하수 보전구역의 설정, 유역별 지하수 기초조사, 지하수 모델링 및 수리지질도작성 등의 수리지질조사(Hydrogeologic survey)를 실시하고 있다.

수리지질조사란 지하수를 포함하고 있는 각 대수층의 분포상태와 수리성, 대수층에 부존된 지하수의 산출상태와 수질 등 지하수의 여러 가지 상태를 조사하는 것이며, 이들 조사결과를 한 눈에 볼 수 있도록 일목요연하게 도면화한 것이 수리지질도(Hydrogeologic map)이다. 광역 수문지질조사는 이제까지 통상적으로 시행되어온 특정지역을 대상으로 한 국지적인 정밀 수리지질조사와는 달리 넓은 지역의 일반적인 수문지질특성을 파악하기 위해 실시되며, 지하수 자원의 종합적인 이용 및 보존차원에서 필요한 지하수 조사이다.

우리나라의 수자원은 년평균 강우량은 1,100~1,200mm로 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 수요면에서도 균형을 이루지 못하고 있는 편이다. 더욱이 인구증가와 산업발달, 생활수준 향상 등으로 각종 용수의 수요는 점증되고 있어

지표수는 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 강원도 횡성군 일대(축적 1:50,000 원주, 안흥, 청일, 봉평, 도암도폭의 일부) 1개읍(횡성), 8개면(공근면, 갑천면, 청일면, 서원면, 우천면, 둔내면, 안흥면, 강림면) 99,800ha를 선정하여 지표지질조사, 물리탐사, 양수시험, 수질검사 등을 실시하고 이들 자료와 과거 조사구역내에 국지적으로 시행한 수맥조사와 지하수 개발 자료를 취합, 정리하고 인공위성을 이용한 원격탐사자료(ERDAS)를 이용하여 횡성지역 광역수문지질도를 작성하였다. 조사항목이 많고 넓은 반면 한정된 인력, 장비로 단기간내 실시한 조사이므로 미흡한 부분이 있으나 지역내 지형, 지질, 지하수 부존성, 수질 등을 종합적으로 고찰한 자료이므로 향후 유용하게 활용될 수 있기를 기대한다. 끝으로 본 조사에 많은 격려와 협조를 아끼지 않으신 농림부, 횡성군 관계관들에게 깊은 감사를 드린다.

1-1. 조사목적

농촌용수 종합개발계획 수립을 위한 사전 조사로서 가뭄 상습지역의 지하수 개발 예정지역에 대한 지하수의 부존 상태 및 개발 가능량 등을 조사하여 개발 성공률을 높이고, 행정구역(시·군)단위 조사를 시행하여 현행 국지적 개발위주 수맥조사 방법을 개선하고, 지하수자원의 효율적인 개발, 이용 및 보전관리 계획 수립에 필요한 기초 자료 제공을 위한 광역수리지질도를 작성하고자 시행하였다.

1-2. 조사내용

- 가. 조사지구 : 횡 성 지 구
- 나. 위 치 : 강원도 횡성군 일원(1개읍, 8개면)
- 다. 조사면적 : 997.87km²
- 라. 조사기간 : 2000. 4. ~ 2001. 5.
- 마. 조 사 자 :

소 속	직 종	직 급	성 명	조사 업무 내용
지하수 사업처	지질	2급	홍경선	조사업무 총괄
		3급	김양빈	조사업무 지도
		상용 계4급 계4급	송양권 김준낙 권이혁	현장 조사 및 보고서작성

바. 조사내용 : 지형, 지질 및 지하수 부존성과 이용현황을 감안하여 조사물량을 배분하였다. 주요 조사내용은 지표지질조사, 기설관정 실태조사, 물리탐사, 양수시험, 수질검사 등이다.

< 표 1-1 > 조사 실적

조사 항목	조사 량	비 고
답사 및 지표지질조사	3,440ha	
기설관정 실태조사		
-이용현황조사	390공	
-지하수위관측	130공	
물리탐사	15측선	
-원격탐사	1식	
-전기탐사(쌍극자)		
양수시험	15회	
수질검사		
-먹는물	15개	
-양이온	15공	
-음이온	15공	

사. 조사장비

- 클리노메타 및 브란톤 콤파스 각 1대

- 전기탐사기(ABEM SAS-300C) 1대
- 수위관측기 2대
- 전기전도도 측정기 및 pH 측정기, 온도계 각 1대

2. 일반현황

2-1. 위치, 교통 및 면적

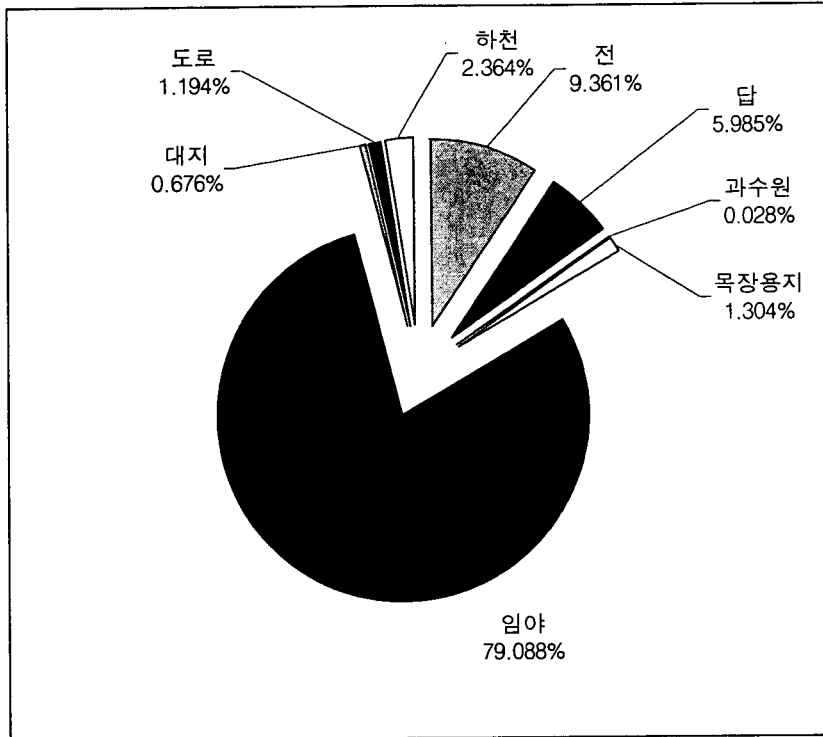
본 조사지역은 우리나라 중부지방의 강원도의 서남부에 위치하며, 동쪽은 평창군과 서쪽은 양평군 남쪽은 원주시와 영월군 그리고 북쪽은 홍천군과 각각 접하고 있다. 행정구역상 동서남북의 경계(좌표극점)는 각각 둔내면 삽교리(동경 128° 20'), 서원면 유현리(동경 127° 46'), 강림면 부곡리(동경 37° 32'), 청일면 봉명리(동경 37° 41')이며 동서간 연장은 45.8km, 남북간 연장은 43.7km이다.

횡성군은 행정구역상 1개 읍(횡성읍), 8개 면(공근면, 갑천면, 청일면, 서원면, 우천면, 둔내면, 안흥면, 강림면)으로 행정리 172개 법정리 110개 729반으로 구분되며 총면적은 997.87km²에 이른다. 횡성군의 읍·면별 면적은 표 2-1과 같다.

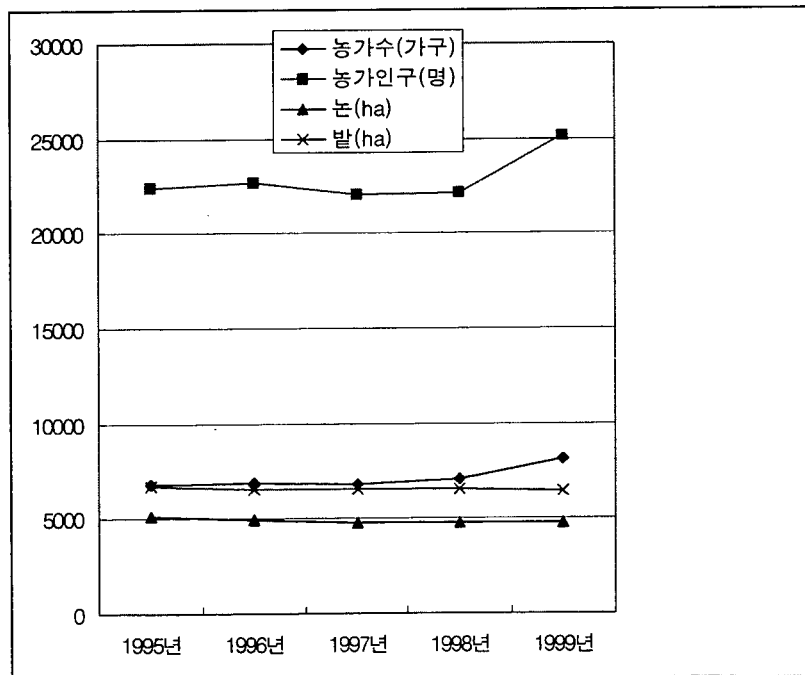
<표 2-1> 읍·면별 면적

읍·면	면적(km ²)	비율(%)
횡성읍	72.4	7
우천면	94.8	10
안흥면	96.4	10
둔내면	128.1	13
갑천면	123.4	12
청일면	133.8	13
공근면	129.2	13
서원면	123.5	12
강림면	96.3	10

횡성군의 지목별 면적 현황은 임야가 전체면적의 79%, 전이 9.36% 그리고 답이 5.98%를 각각 차지한다(그림 2-1). 1999년 현재 횡성군의 농가수와 인구는 각각 8111가구와 25,165명이며, 휴경지를 제외한 경작지 면적은 11245ha로서 이 가운데 밭이 6473ha(57.6%) 논이 4772ha(42.4%)를 차지하고 있다(그림 2-2).



<그림 2-1> 지목별 면적현황 (황성군 통계연보, 2000)



<그림 2-2> 연도별 경지면적 및 농업인구 현황 (황성군 통계연보, 2000)

횡성읍을 중심으로한 거리상 위치는 서울은 125.9km, 춘천은 62.9km, 원주가 17.2km, 강릉이 110.3km로 시간상 거리가 2시간 이내로 교통이 편리하다. 횡성군은 태백산맥의 영향으로 대부분이 산지로 형성된 곳이지만 큰산이 많은 동북방향이 산악지대인데 비해 서남방으로 갈수록 산세가 완만하고 비교적 넓은 평야지대를 이룬다.

2-2. 토지이용 및 산업현황

횡성군의 총 면적은 997.91km²이고, 지목별 토지이용을 살펴보면 전 91.86km², 답 58.74km², 목장 12.8km², 임야 776.13km², 도로 11.72km², 하천 23.19km²로 임야의 면적이 절대적이다 (그림 2-1 참조). 읍·면별 지목별 이용현황은 표 2-2와 같다.

<표 2-2> 읍·면별 지목별 이용현황

구 분	총면적 (km ²)	전 (km ²)	답 (km ²)	과수원 (km ²)	목장 (km ²)	임야 (km ²)	대지 (km ²)	도로 (km ²)	하천 (km ²)	공장 (km ²)
계	997.91	91.86	58.74	0.27	12.80	776.13	6.64	11.72	23.19	0.98
횡성읍	72.44	9.54	10.09	0.16	1.01	42.92	1.56	1.36	2.92	0.39
우천면	94.81	8.29	8.39	0.04	2.00	69.32	0.81	1.86	1.32	0.27
안흥면	96.38	9.26	3.80	0.01	3.33	74.56	0.54	1.14	2.23	0.06
둔내면	128.07	21.71	7.68	-	2.68	87.84	1.01	2.18	2.44	0.04
갑천면	123.37	9.16	6.80	0.01	0.64	100.51	0.59	0.95	3.13	0.00
청일면	133.75	9.84	5.29	0.03	0.24	112.69	0.58	1.10	2.86	0.02
공근면	129.22	9.48	9.37	0.03	0.97	102.18	0.78	1.50	2.96	0.09
서원면	123.53	5.04	4.88	-	1.43	107.04	0.47	1.04	2.70	0.10
강림면	96.33	9.53	2.45	-	0.50	79.06	0.29	0.59	2.62	-

2-2-1. 농업

횡성군의 경지면적은 총 11,245ha로 논은 4,772ha, 밭은 6,473ha를 차지한다. 가구당 경지면적은 논이 1994년 이후 1999년까지 지속적인 감소세를 보였으며, 밭은 같은 기간동안 변화가 거의 없었다. 한편 경지면적은 1995년에 비교적 큰폭의 감소세를 보인 이후 지속적으로 감소하고 있다(표 2-3). 횡성군의 농업인구는 1994년 25,080명에서 1998년 22,107명까지 감소한 후 1999년에 25,165명으로 급격

히 증가하였다.

농업진흥구역 변동추이를 보면 농업보호구역은 1994년~1998년 동안 변화가 없고 1999년에 소폭의 증가를 보였다. 농업진흥구역은 1994년 이후 소폭의 증가세를 보이며 1999년 현재 3,915.4ha를 나타낸다(표 2-4).

최근 몇 년간 횡성군에서 재배하는 식량작물의 분포 변화를 보면, 미곡, 잡곡, 두류, 서류 등의 작물의 생산량은 큰 변동이 없으나 배추와 과실류의 생산은 매년 증가하고 있으며, 엽연초의 생산량은 1994년 이후 매년 감소하고 있는 것으로 나타났다(표 2-5).

<표 2-3> 농가 및 경지면적

연도	구분	농 가		경 지 면 적(ha)			가구당 경지면적(a)		
		농가수	농가인구	계	논	밭	계	논	밭
1994		7,395	25,080	12,772	5,983	6,789	172.7	80.9	91.8
1995		6,810	22,395	11,768	5,087	6,681	172.8	74.7	98.1
1996		6,858	22,690	11,445	4,901	6,544	166.8	71.4	95.4
1997		6,757	22,049	11,274	4,786	6,488	166.8	70.8	96.0
1998		7,101	22,107	11,274	4,786	6,488	166.8	70.8	96.0
1999		8,111	25,165	11,245	4,772	6,473	158.3	67.2	91.1

<표 2-4> 농업 진흥구역 및 보호구역 면적

연도별 구분	계		농업 진흥 구역		농업 보호 구역	
	필지수	면적	필지수	면적	필지수	면적
1994	23,023	4,332.6	19,963	3,791.1	3,060	613.5
1995	23,021	4,332.1	19,961	3,718.6	3,060	613.5
1996	23,020	4,337.6	19,960	3,724.1	3,060	613.5
1997	23,020	4,337.6	19,960	3,724.1	3,060	613.5
1998	23,069	4,348.7	20,009	3,735.2	3,060	613.5
1999	29,254	4,560.9	25,699	3,915.4	3,555	645.5

<표 2-5> 연도별 농산품 생산량 (횡성군 통계연보, 2000)

연도 구분	미곡 (M/T)	잡곡 (M/T)	두류 (M/T)	서류 (M/T)	배추 (M/T)	무우 (M/T)	과실류 (M/T)	엽연초 (kg)
1994	20,646	3,726	977.8	2,028	5,873	8,581	92	920,517
1995	19,190	4,405	1,297	11,402	12,041	7,953	89	793,189
1996	21,032	3,902	1,528	11,370	9,356	6,339	67.5	749,000
1997	19,230	4,313	1,383	13,933	14,774	6,469	172.2	375,835
1998	19,712	4,387	985	12,240	21,007	7,119	99.3	439,126
1999	19,297	4,312	1,263	13,707	20,766	6,095	249.5	494,865

2-2-2. 축산업

횡성군의 축산농가는 급속히 혹은 점차 감소추세에 있으나, 사육 두수는 소푼의 감소 또는 지속적인 증가세를 보이고 있다 <표 2-6>. 이는 대량으로 사육하

는 축산농가의 증가를 나타낸다. 그 예로 한우의 경우 1994년도에 사육농가 4,128호, 사육두수 21,571 마리에서 1999년도에 사육농가 2,467호, 사육두수 16,489마리로 사육농가와 사육두수가 모두 감소하였다. 그러나 사육농가 당 한우 사육두수는 1994년에 5.2마리에서 1999년에 6.7마리로 증가하였다.

<표 2-6> 연도별 가축사육 현황 (횡성군 통계연보, 2000)

구분	한우 (마리)	젓소 (마리)	돼지 (마리)	산양 (마리)	사슴 (마리)	토끼 (마리)	닭 (마리)	오리 (마리)
1994	21,571	3,963	22,467	1,473	517	350	147,672	823
1995	21,859	4,357	23,448	2,602	540	3,404	283,883	6,290
1996	24,632	4,684	23,024	1,889	653	1,335	294,990	1,204
1997	22,975	4,964	22,901	1,779	625	638	438,543	407
1998	20,478	5,270	22,193	1,845	1,076	618	505,822	3,291
1999	16,487	4,973	30,506	1,845	1,022	1,475	622,275	4,309

1999년도 횡성군의 읍·면별 가축사육 호수 및 사육두수 현황은 표 2-7과 같다. 횡성군 전체에 대한 각 사육동물의 읍·면별 최대 사육 지역은 횡성읍이 한우 26%, 서원면이 젓소 41%, 횡성읍이 닭 46%, 안흥면이 돼지 34%, 안흥면이 산양 17%로 각각의 가축에 대해 최대 사육두수를 나타내었다.

<표 2-7> 1999년도 읍·면별 가축사육 호수 및 사육두수 현황

구분	한우		젓소		닭		돼지		산양	
	사육호수	마리수	사육호수	마리수	사육호수	마리수	사육호수	마리수	사육호수	마리수
계	2,467	16,489	123	4,973	618	622,275	54	30,506	84	1,845
횡성읍	405	4,295	12	319	74	285,313	6	2,209	13	188
우천면	293	2,127	16	516	71	48,814	8	5,195	12	286
안흥면	206	982	11	422	71	71,173	5	10,238	8	310
둔내면	310	1,694	20	701	122	3,200	10	1,003	23	164
갑천면	215	1,070	2	80	93	3,816	3	754	9	230
청일면	294	1,142	-	-	52	1,259	4	81	8	165
공근면	441	2,850	17	529	79	173,960	7	2,867	2	10
서원면	149	1,312	35	2,024	56	34,740	6	5,914	6	277
강림면	154	1,017	10	382	-	-	5	2,245	3	215

2-2-3. 임업

횡성군의 임야 총 면적은 73,355ha로 횡성군 전체 면적 99,787ha의 73.5%를 차지하고 있으며, 소유별 임야면적은 사유림 42,461ha(57.9%), 공유림 3,729ha(5.1%), 그리고 국유림 27,165ha(37%)를 차지한다. 조림은 장기수가 전체 조림면적과 본수에서 대다수를 차지하고 있다(표 2-8). 임산물로는 밤, 잣, 대추, 도토리 등과 같은 야생 종실류(131,720kg, 1999년), 송이, 표고 등과 같은 버섯류(12,552kg, 1999년) 그리고 산나물(970,320kg, 1999년)등이 있으며, 이러한 임산물의 생산량은 해마다 조금씩 늘고 있다.

<표 2-8> 연도별 조림현황 (횡성군 통계연보, 2000)

구분	합 계		장 기 수		유 실 수		기 타	
	면적 (ha)	본수 (천본)	면적 (ha)	본수 (천본)	면적 (ha)	본수 (천본)	면적 (ha)	본수 (천본)
1994	524.0	1,497.0	465.0	1,380.8	8.0	3.2	35.0	87.5
1995	547.5	1,554.1	500.5	1,501.5	9.0	3.6	30.0	45.0
1996	431.1	1,215.7	407.6	1,205.3	7.5	3.0	8.0	7.4
1997	371.4	1,097.5	365.0	1,095.0	6.4	2.5	-	-
1998	337.5	973.4	327.0	966.0	5.5	2.2	5.0	5.2
1999	338.0	923.5	337.0	923.1	0.0	0.0	0.0	0.0

2-2-4 광공업 및 기타산업

횡성군의 등록 제조업체 수는 76개(1999년)로 종업원 수는 2,402명(1999년)이다. 이 가운데 식료품 업체가 24개(31.6%), 종업원 수 951명(39.6%)를 차지해 업체수와 종업원 수에서 가장 많았다. 읍·면별로는 횡성읍이 제조업체 수 25개(32.9%), 종업원 수 825명(34.9%)로 가장 많았으며, 강림면에는 제조업체가 없는 것으로 나타났다. 횡성군에 있는 농공단지인 횡성읍과 우천면에 각각 1개 단지가 있으며, 횡성읍에 위치한 목계농공단지에는 33개 업체에 549명의 종업원이 있으며, 우천면에 위치한 우천농공단지에는 19개 업체에 349명의 종업원이 있다.

광업의 경우에는 공근면에 비금속광상 1개소가 가행중이며, 생산품은 고령토로 생산량은 8,120M/T(1999년)이다.

2-3. 수문기상

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 횡성군에 대한 수문기상자료는 우리 공사 기술정보방의 수문기상정보 자료 및 원주기상대의 최근 15간 측정 자료와 횡성군에서 발행한 횡성군 통계연보(2000) 자료를 인용하였다.

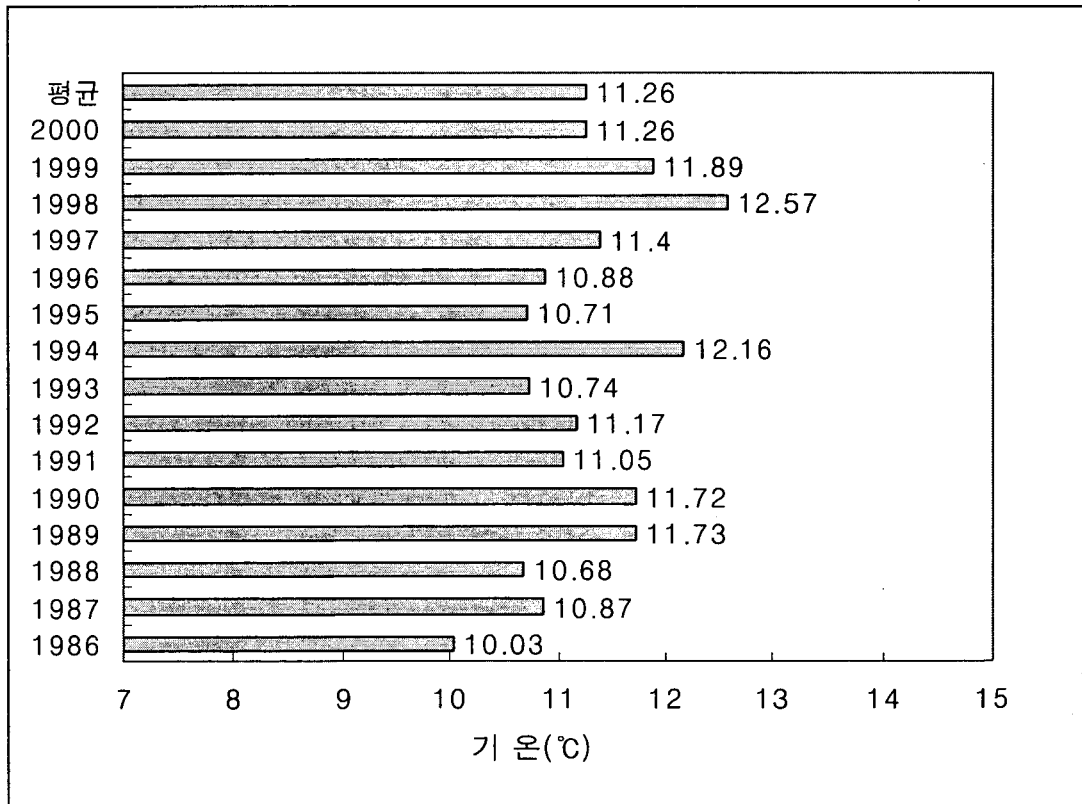
2-3-1. 기 온

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).

조사지역의 최근 15년간 월별 평균기온은 여름철인 7월과 8월에 각각 24.5℃와 24.7℃의 높은 기온을 나타내는 반면 겨울철인 12월~익년 2월에는 -1.0~-3.8℃ 내외의 기온을 나타내며, 최근 1986년~2000년까지의 년평균 기온은 11.26℃이다(표 2-9, 그림 2-3).

<표 2-9> 황성군 연도별·월별 기온분포(1986~2000) (단위:℃, 원주 기상대)

월 년	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	평균
1986	-7.6	-5.2	3.8	11.4	16.7	21.8	23.0	23.7	18.1	10.7	3.0	0.2	10.03
1987	-4.1	-1.5	3.7	10.1	16.4	21.9	23.7	24.0	18.3	13.3	5.4	-1.4	10.87
1988	-3.7	-2.7	2.8	10.5	17.1	22.0	23.6	25.5	19.3	12.4	2.9	-2.1	10.68
1989	-1.0	0.5	4.7	13.1	17.7	20.7	24.0	24.4	19.6	11.3	5.4	-0.2	11.73
1990	-5.0	1.9	6.0	10.6	16.2	20.7	25.0	26.0	19.9	12.7	7.7	-1.6	11.72
1991	-4.8	-2.6	4.2	12.0	16.6	22.5	24.0	24.0	19.4	11.4	4.3	0.7	11.05
1992	-1.9	-1.4	6.1	11.2	15.7	20.3	24.7	23.9	19.4	11.7	4.2	-0.2	11.17
1993	-3.7	-0.5	4.1	10.2	17.4	21.4	22.8	21.9	19.0	10.8	6.9	-1.9	10.74
1994	-2.7	-1.2	3.2	13.8	17.2	21.9	27.9	26.2	18.7	13.0	7.5	-0.4	12.16
1995	-4.4	-1.3	4.5	10.5	16.4	20.9	24.4	25.5	18.2	13.4	3.4	-3.7	10.71
1996	-4.3	-3.5	3.6	9.8	17.6	22.1	24.4	25.1	19.6	12.3	4.6	-1.2	10.88
1997	-5.2	-1.3	5.4	12.2	16.5	22.1	25.0	25.5	18.2	11.6	6.6	-0.5	11.4
1998	-2.7	1.2	6.4	15.2	18.2	21.0	24.5	24.9	21.3	15.0	5.2	0.1	12.57
1999	-2.5	-0.8	5.3	12.9	16.9	22.3	24.9	24.8	22.0	12.5	5.4	-1.9	11.89
2000	-2.9	-3.1	4.8	10.6	17.1	22.4	25.5	25.0	18.6	12.7	4.6	-0.8	11.26
평균	-3.8	-1.4	4.6	11.6	16.9	21.6	24.5	24.7	19.3	12.3	5.1	-1.0	11.26



<그림 2-3> 월별 평균기온 분포 (1986~2000)

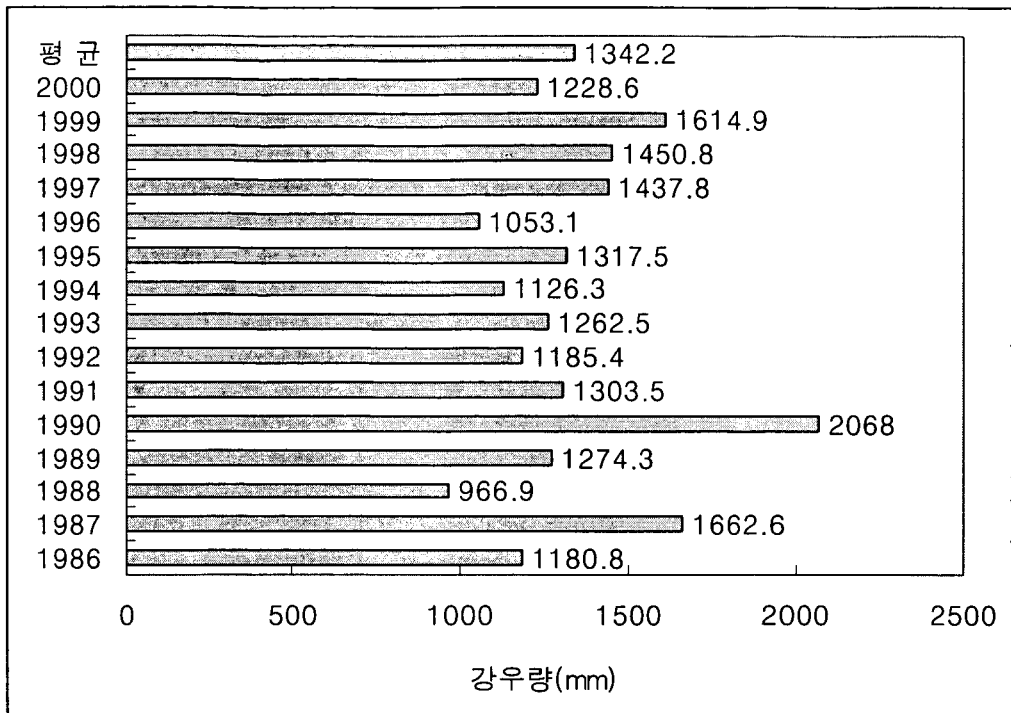
2-3-2. 강 수 량

횡성군의 1986년~2000년까지의 연간 평균 강수량은 1,342.2mm/year로 한국 평균 강수량 1,274.0mm/year 보다 높다. 강수량이 가장 적은 시기는 1월로 월간 6~54.5mm 범위로 월평균 강수량은 22.9mm/월이며, 강수량이 가장 많은 시기는 7월로 월간 141.3~615.3mm 범위로 월평균 강수량은 371.3mm/월이다. 최근 15년간의 연간 강우분포는 표 2-10, 그림 2-4에서 보는 바와 같이 966.9~1662.6mm/년으로 연간 변화가 심하게 나타난다.

<표 2-10> 횡성군 연도별·월별 강우량 분포(1986~2000)

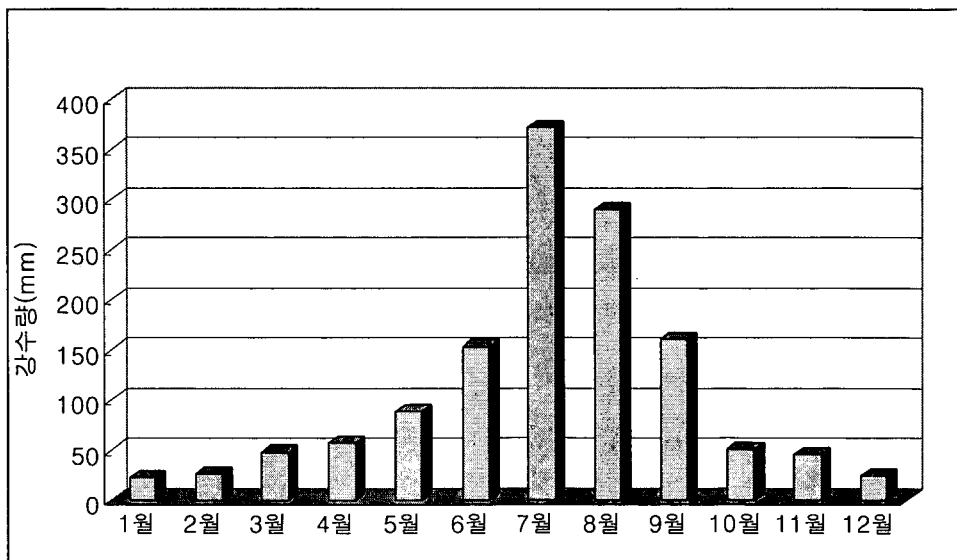
(단위:mm, 원주 기상대)

월 년	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	합계
1986	9.1	6	24.9	61.7	61.9	118.8	430.4	211.2	107.5	83.3	31	35	1180.8
1987	35.2	47.5	45.3	30.7	120.6	93.8	615.3	548.3	29	16.8	76.3	3.8	1662.6
1988	6.1	2.5	30.8	43.5	47.4	79.4	588.9	36.8	91.1	5.8	20.7	13.9	966.9
1989	71	33.2	112.3	12	47.6	97.5	447.3	142.7	171.1	41.6	83.6	14.4	1274.3
1990	54.5	79.3	85.5	76.9	74.6	428	410.2	200.7	583.4	1.6	45	28.3	2068
1991	14.8	34.8	46	99.9	138.6	122.1	413.4	103.4	231.1	17.6	27.1	54.7	1303.5
1992	17.2	23.1	21.5	76	102.2	108.5	227.4	267.3	150.1	84	29.5	78.6	1185.4
1993	11.4	67.4	48.2	53.5	129.9	130.6	342.3	237.2	108.4	36.2	77.4	20	1262.5
1994	9.9	7.1	37.2	19.4	98	152.9	141.3	378.9	58.3	173.4	30.3	19.6	1126.3
1995	11.5	2.9	45.6	43.3	49.3	36.6	303.2	696.3	55.2	37.5	31.7	4.4	1317.5
1996	24.2	7	83.2	47	19.7	235.5	283.7	203.7	21.6	64.1	45.8	17.6	1053.1
1997	18.1	38.4	22.8	59.1	183.1	185.2	385.7	272.7	97	20.1	112.5	43.1	1437.8
1998	16.7	36.9	38.9	111.5	85	196.1	276.7	491.3	113.5	43.2	37.4	3.6	1450.8
1999	6	1.5	75.4	97.5	104	159	368.8	264.4	385.2	118.5	24.1	10.5	1614.9
2000	37.1	5.7	10.8	39.2	61.4	155.2	336	298.7	215.8	15.8	27.6	25.3	1228.6
평균	22.9	26.2	48.6	58.1	88.2	153.3	371.4	290.2	161.2	50.6	46.7	24.9	1342.2



<그림 2-4> 황성군 연도별 강수량 분포(1986~2000)

월별 강수량 분포를 볼 때, 월평균 강수량은 111.9mm이고, 6월에서 9월까지만 월평균 강수량보다 많은 강수를 보여주고 있다. 연중 강수량의 월별 점유율은 우기인 7, 8월에 연간 전체 강수량의 49.3%가 집중되어 나타나고, 6월에서 9월 사이 4개월에 내리는 강수량은 연강수량의 72.7%에 달한다(그림 2-5).



<그림 2-5> 월별 강수량 분포 (1986~2000)

2-3-3. 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.

1999년도 황성군지역의 월별 평균 일조시간은 2월에 가장 낮은 146시간을 나타냈고, 5월에 가장 높은 236시간을 나타내었다(표 2-11). 일조량은 특정 지역의 수문순환계에 큰 영향을 미치며, 이는 지하수 부존량에도 영향을 미치는 중요한 요인으로 작용한다.

<표 2-11> 황성군 1999년도 월별 일조시간 분포

(단위:시간, 원주 기상대)

연별 및 월별	일조시간(h)
1999	2166
1월	165
2월	146
3월	187
4월	223
5월	236
6월	219
7월	175
8월	168
9월	157
10월	160
11월	171
12월	159

2-3-4. 상 대 습 도

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.

황성군지역의 상대습도는 고흥군에서 발행한 황성군통계연보(2000) 자료를 인용하였으며, 관측치는 매일 3시, 9시, 15시 및 21시에 총 4회를 실시하여 산술평균한 값을 이용하였다. 최근 6년간의 상대습도는 72~75% 사이에 있으며, 1999년

중 월별 추이는 1, 3, 9, 10월에 70% 이하의 상대습도를 보인 반면 2, 4, 6, 7, 8, 11, 12월에 70% 이상의 상대습도를 보이고 있다(표 2-12).

<표 2-12> 황성군 연도별·월별 상대습도 분포(1994~1999)

연도 및 월별	상 대 습 도(%)		연도 및 월별	상 대 습 도(%)	
	평균	최소		평균	최소
1994	75	16	4월	70	31
1995	73	17	5월	69	32
1996	75	13	6월	72	31
1997	72	12	7월	75	42
1998	75	17	8월	79	48
1999	74	28	9월	61	38
1월	68	29	10월	56	30
2월	71	29	11월	77	34
3월	69	28	12월	77	30

*자료:원주기상대 주:매일 3시, 9시, 15시, 21시의 4회 관측치를 산술평균한 것임

3. 수문지질조사

3-1. 지형 및 지질

3-1-1. 지 형

본 조사지역인 횡성군은 태백산맥의 영향으로 강원도의 다른 곳과 같이 대부분이 산지로 형성된 곳이지만 큰산이 많은 동북지역이 산악지대인데 비해 서남지역으로 갈수록 산세가 완만하고 비교적 넓고 비옥한 평야를 이룬다. 횡성군은 행정구역상 북쪽으로 홍천군, 북동쪽으로 평창군, 남동쪽으로 영월군, 서쪽으로 양평군 및 남서쪽으로 원주시와 경계를 이루고 있다.

조사지역 내 분포하는 산악으로는 운무산(980.3m), 봉복산(1,028m), 태기산(1,261.4m), 청태산(1,190m)이 조사지역 북동부에서 남북방향의 산맥을 이루고 홍천군의 남동부 및 평창군의 서부와 군 경계를 형성하고 있다. 조사지역 북부에는 홍천군의 남부와 군 경계를 이루며 오음산(930.4m), 태의산(675m), 발교산(998.4m), 수리봉(959.6m)이 서에서 동으로 동서방향의 산맥을 이룬다. 조사지역 남부에는 치악산 국립공원내의 남태봉(1,181.5m), 향로봉(1,040m), 비로봉(1,288m), 매화산(1,084m)이 원주시 접하며 조사지역 남부에서 남북방향의 산맥을 이루고 있다. 조사지역의 큰 평야지는 서측의 횡성읍과 동측의 둔내면에 위치하며, 평야지의 표고는 횡성읍에서 110m, 둔내면에서 500m를 보인다. 이러한 표고차는 조사지역의 동고 서저의 지형적 특성을 반영하고 있다.

조사지역에 분포하고 있는 지방하천 1개와 준용하천 17개 등 총18개의 하천은 모두 남한강계에 속하고 있으며, 횡성, 우천, 갑천, 청일, 공근지방의 하천은 모두 횡성읍으로 합류하여 섬강을 이루고 둔내면, 강림면, 안흥면의 세천과 하천은 안흥의 주천강에서 합류하여 영월군을 통하여 흐르고, 서원면의 하천은 옥계천을 통하여 원주시의 남한강 하류에서 합류한다.

3-1-2. 지 질

횡성지역 내에 분포되어 있는 암석은 변성암류, 심성암류, 퇴적암류 및 맥암류로 구성되어 있다. 변성암류는 규장질 편마암과 호상 흑운모 편마암으로 구성되어 있으며 심성암은 흑운모 화강암, 흑운모각섬석 화강암과 복운모 화강암 등으로 구성되어 있다. 이외에도 퇴적암류로는 셰일과 사암으로 이루어진 학담층군이 있고, 맥암류로는 페그마타이트질 암맥, 석영 암맥, 규장질 암맥 등이 있다. 횡성지역의 암석별 분포는 흑운모 화강암류가 광범위하게 분포하며 북부에는 호상 흑운모 편마암이 분포한다. 이밖에 규장질 편마암, 각섬암, 석영반암, 셰일, 사암 등이 부분적으로 분포한다.

본 역에서 산출되는 암석의 지질계통은 다음과 같다(표 3-1).

<표 3-1> 횡성지역의 지질계통

제 4 기	충 적 층 ~~~ 부정 합 ~~~ 규장질 암맥 석 영 맥
백 악 기	페그마타이트질 암맥 --- 관 입 --- 학담층군 ~~~ 부정 합 ~~~
쥬라기-백악기	복운모 화강암 흑운모 화강암 흑운모각섬석 화강암 --- 관 입 ---
시대미상	각 섬 석 암 ~~~ 부정 합 ~~~
선캠브리아기	호상 흑운모 편마암 규장질 편마암

가. 선캠브리아기 편마암류

○ 규장질 편마암

규장질 편마암은 공근면을 학담리를 중심으로 북동-남서방향으로 불규칙한 대상분포를 이루고 있다. 이 암석은 대체로 규장질의 편마암으로서 호상구조는 미세하며 흑운모 화강암의 관입을 받은 곳에서는 편상 편마암을 이루고 편암류를 협재한다. 석영, 장석이 많은 곳에서는 편마상의 편마암을 이루고 있다. 이 암석은 학담리근처에서 상위층인 호상 흑운모 편마암과 점이적인 관계를 갖으며, 세일과 사암으로 구성된 학담층군이 부정합으로 상위에 피복한다. 이 암석이 화강암과 각섬암에 의해 관입된 지역에서는 엽리구조가 복잡하게 나타난다.

현미경하에서 관찰되는 규장질 편마암의 주 구성광물은 석영, 정장석, 사장석, 흑운모이고, 부 구성광물은 녹리석, 근청석, 미사장석, 불투명광물이 있다. 석영은 재결정되어 파쇄되었으며, 대부분 파동소광을 하고 일부가 직소광을 한다. 장석은 60%가 정장석으로 구성되어 있다. 흑운모는 0.8~0.1mm의 크기이며 강한 다색성을 나타낸다.

○ 호상 흑운모 편마암

호상 흑운모 편마암은 황성지역 편마암중 가장 넓은 분포를 보이며, 구조적으로 규장질 편마암의 상위에 놓인다. 이 암석은 각섬암과 흑운모 편마암에 의해 관입되어 나타나며, 학담층군이 부정합으로 상위에 존재한다. 흑운모 화강암과 접촉부에서는 안구상 편마암과 화강암질 편마암이 나타나기도 한다.

현미경하에서 관찰되는 호상 흑운모 편마암의 주 구성광물은 석영, 정장석, 사장석, 흑운모, 백운모, 미사장석이고, 부 구성광물은 견운모, 저어콘, 불투명광물이 있다. 석영은 재결정되어 파쇄되었으며, 대부분 직소광을 하고 일부가 파동소광을 한다. 장석은 적은 편이나 대개 견운모화 되었으며, 흑운모는 0.5~1mm의 크기 나타낸다.

나. 시대미상

○ 각섬석암

각섬석암은 호상 흑운모 편마암과 규장질 편마암을 관입하고 일부 지역에서

는 흑운모 화강암에 의하여 관입되어 나타난다. 암상은 주로 각섬석, 흑운모, 사장석으로 구성된 조립질의 암석으로서 사장석은 자형의 반정을 이루며 전체적으로 암록색 또는 회록색을 띤다.

현미경하에서 주로 석영, 정장석, 미사장석, 사장석 및 다량의 각섬석과 약간의 흑운모가 관찰된다.

다. 쥐라기-백악기 화성암류

○ 흑운모각섬석 화강암

흑운모각섬석 화강암은 호상 흑운모 편마암을 관입접촉하며, 흑운모 화강암과 점이적인 관계를 갖고 있다.

주성분 광물은 석영, 장석, 흑운모 및 각섬석이며 완정조립질의 특징을 나타내며, 부 구성광물은 저어콘, 미사장석이 관찰된다.

○ 흑운모 화강암

흑운모 화강암은 조사 지역에서 가장 넓은 분포를 보이며 대체로 조립질이나 세립질인 것도 있다. 특히 편마암류를 관입한 부분에서는 세립질의 조직이 많이 관찰된다. 이 암석은 석영, 정장석, 미사장석, 사장석, 흑운모로 구성되며 우백색을 나타내나 풍화된 부분에서는 분홍색을 띤다.

현미경하에서 관찰되는 주 구성광물은 석영, 정장석, 미사장석, 흑운모 사장석이고 부 구성광물은 백운모, 견운모, 저어콘, 불투명광물 등이 있다.

라. 백악기 퇴적암류

○ 학담층

학담층은 적색 또는 분홍색을 띤 알코즈 사암과 적색 이암이 호층을 이루고 있는 퇴적암으로 호상 흑운모 편마암과 규장질 편마암을 부정합으로 덮고 있다. 이 암층은 대체로 30m 내외의 두께로 분포하고 있다.

현미경관찰에 의하면 알코즈 사암은 점토광물, 백운모 등이 기질을 이루고 subangular한 석영, 사장석, 정장석이 주 구성광물을 이룬다. 석영은 약간 파동소광을 하며 angular한 미정이 많으며 입도가 큰 것은 원마도가 비교적 양호하다.

3-2. 물리탐사

본 조사지구에서 수행된 물리탐사는 인공위성 원격탐사를 통해 영상판독 분석후 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 측정하므로써 지하지질구조와 지하에 부존하고 있는 유용광물 및 석유, 천연가스, 지열, 지하수 등의 부존여부를 추측하는 방법이다.

특히, 이번 지하수조사에는 지하수 부존에 영향을 미치는 지하구조대 및 충적층 충후의 발달상태를 객관적으로 탐사하는데 주로 사용된다. 일반적으로 지하수 조사는 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 존재확인을 위하여 전기축선을 연장설정하여 500m에 걸쳐서 전극간격을 25m로 하여 가탐심도를 최대 100m까지 가능하도록 하였다. 조사량은 15축선으로 약 7.5km에 달한다.

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

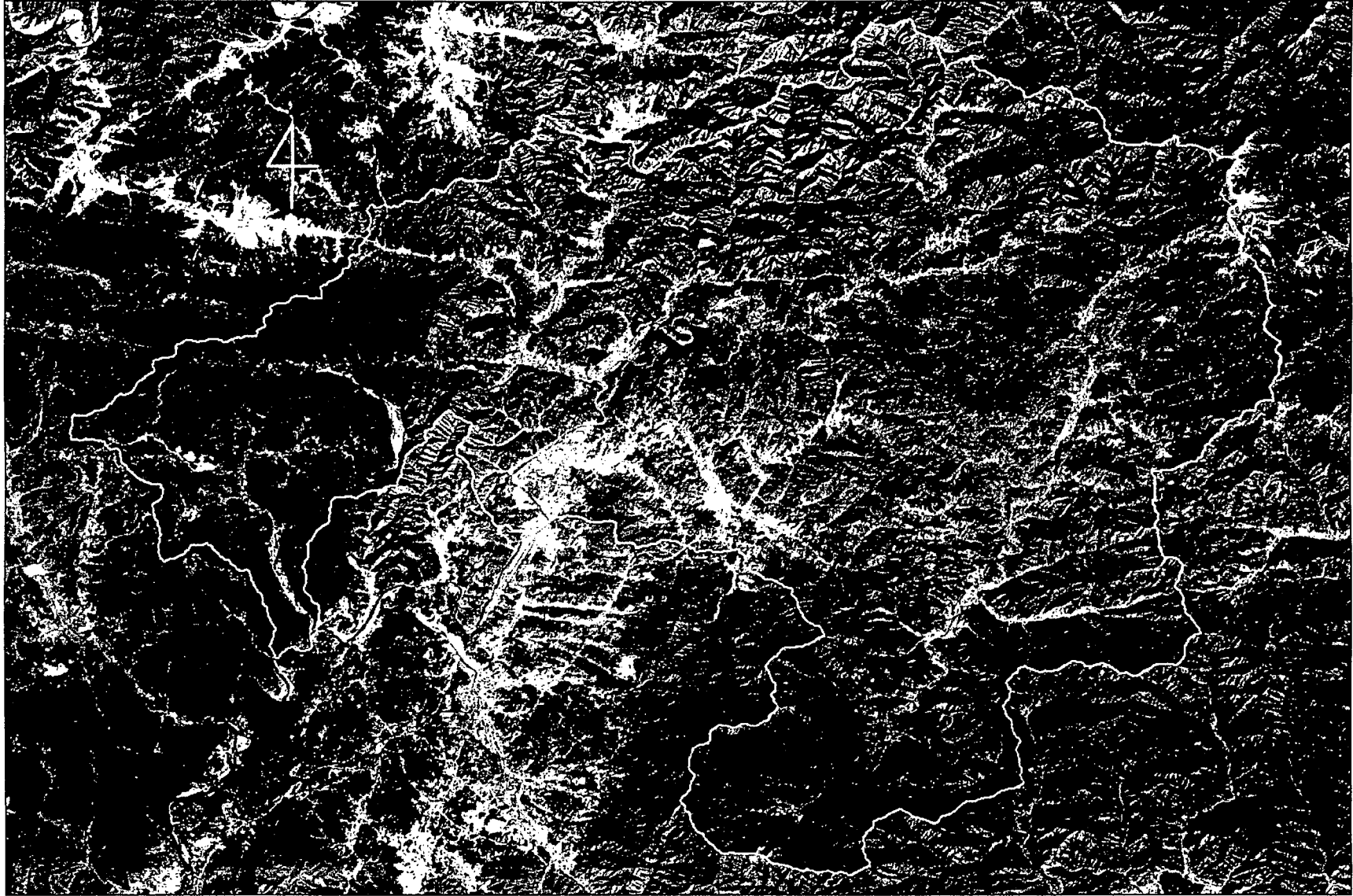
원격탐사란 1960년대부터 미국에서 처음 사용한 것으로 대상체로부터 방사 혹은 반사되는 전자기파 에너지를 물리적인 접촉없이 측정하여 대상물체의 물리적 성질이나 상태 및 공간적 형태 등을 식별하고 해석하는 탐사기술이다. 본 연구에서는 지상탐사위성인 LANDSAT MSS, LANDSAT TM, SPOT중 가장 정밀한 해상도를 가진(1pixel=20×20m) SPOT 위성에서 얻어진 위성영상 자료를 이용하였다.

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 μ m의 파장을 가진 가시광선과 0.8~0.91 μ 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, 기 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 3-1는 조사지역의 위성영상자료로서 수평, 수직방향으로 필터링된 영상이고 그 영상을 해석한 후 추출한 선구조는 그림 3-2에 나타나 있다.



<그림 3-1> 위성영상 필터링 영상



그림 3-1 위성영상 선구조추출

3-2-2. 전기비저항 탐사

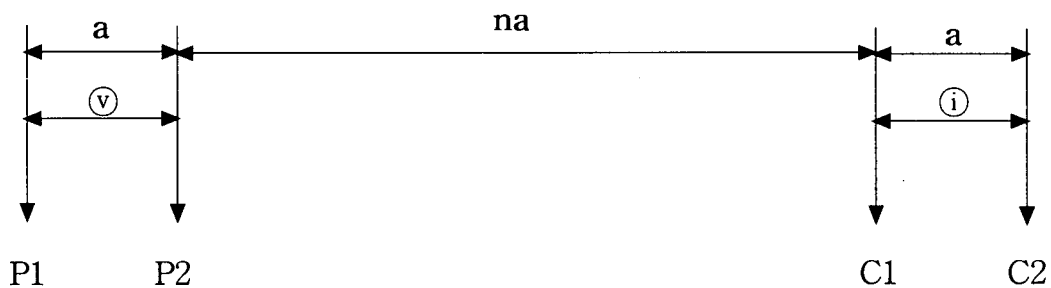
전기비저항 탐사는 매질의 전기비저항 차이에 의해 야기되는 이상 전위차를 측정하고 이를 정밀 해석함으로써 지하의 지질구조(파쇄대, 단층, 지질구조대 등), 광상, 지하수, 지열지대의 부존여부 및 부존양상을 규명해 내는 물리탐사 기술이다. 지하매질의 전기비저항은 지하매질의 성질에 따라 크게 좌우되나, 일반적으로 표토층인 경우에는 낮은 전기비저항 값을 가지며, 하부의 기반암인 경우에는 높은 전기비저항 값을 가진다. 동일한 기반암이라 하더라도 암반의 변질정도에 따라 전기비저항의 값은 크게 변하며, 특히 단층작용에 의한 파쇄대의 발달은 파쇄대 내에 전기전도도가 높은 점토가 충전되어 전류를 잘 흐르게 하는 전도체 역할을 하게 되므로 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 방향으로 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 탐사측선 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 측선 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 ΔV 라 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 한쌍의 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, 단층등 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 측선별 총괄표

NO	위 치	측선방향	길이	겉보기저항		RMS ERROR
				최소치	최대치	
E - 1	우천면읍상리	500m	NE - SW	56.7	2962	0.165673
E - 2	갑천면대관대리	500m	N - S	513	3459	0.0618583
E - 3	청일면춘장리	500m	NE - SW	448	7311	0.192924
E - 4	갑천면화정리	500m	SW - NE	444	2917	0.192869
E - 5	둔내면마암리	500m	N - S	199	2249	0.0655722
E - 6	둔내면자포곡리	500m	S - N	52.7	1275	0.259587
E - 7	둔내면둔방내리	500m	SW - NE	44.8	1622	0.337028
E - 8	안흥면상안리	500m	SW - NE	21.5	45356	0.77611
E - 9	안흥면안흥리	500m	S - N	327	9330	0.189254
E - 10	서원면금대리	500m	NW - SE	160	6324	0.297883
E - 11	둔내면상대리	500m	E - W	251	3338	0.323856
E - 12	공근면도곡리	500m	SW - NE	131	13684	0.316708
E - 13	둔내면화동리	500m	SW - NE	388	4748	0.04785
E - 14	갑천면포동리	500m	S - N	412.2	3633	0.294619
E - 15	청일면유평리	500m	E - W	739	2488	0.320945

○E-1 측선

E-1 측선은 황성군 우천면 읍상리 지역에서 북동-남서 방향으로 탐사를 실시하였다. 그림 3-4는 쌍극자탐사 결과의 Field data Pseudosection, Theoretical data Pseudosection, 2-D Resistivity Structure를 보여준다. 탐사 결과 측정 3~4 지점의 지표하심도 약 50m 부근에서 비교적 낮은 비저항치를 보여 지하수 부존 가능성이 있다.

○E-2 측선

E-2 측선은 황성군 갑천면 대관대리 지역에서 북-남 방향으로 탐사를 실시하였다. 상부의 충적층은 비교적 높은 수치를 보이고 있으며 측점 9~10 사이 지점의 지표하 약 20m부근에서 낮은 비저항치를 보이고 있으나 규모가 작아 지하수의 부존성은 거의 없는 것으로 사료된다.

○E-3 측선

E-3 측선은 황성군 청일면 춘장리 지역에서 남동-북서 방향으로 탐사를 실시하였다. 측점 3~11사이의 하부에 고비저항대가 분포하고 있어 이는 신선한 암반의 분포로 예상되면, 측점13 하부 약 50m부근에는 저비저항치가 분포하고 있어 지하수 부존의 가능성이 예상되므로 추후 정밀한 탐사가 요구된다.

○E-4 측선

E-4 측선은 황성군 갑천면 화정리 지역에서 남서-북동 방향으로 탐사를 실시하였다. 측점 7~9 사이에서 보이는 고비저항대는 신선한 암석의 분포를 시사하며 측점 10 및 측점 13~14사이에서는 비교적 낮은 저비저항대를 보여 지하수 부존 가능성이 있다.

○E-5 측선

E-5 측선은 황성군 둔내면 마암리 지역에서 북-남 방향으로 탐사를 실시하였다. 상부층에서 낮은 비저항치를 보이며 이는 상부층에서 지하수 함양량이 많음을 시사한다. 그러나 하부에서는 뚜렷하게 발달된 저비저항대가 나타나지 않아 지하수 부존가능성이 없다.

○E-6측선

E-6 측선은 황성군 둔내면 자포곡리 지역에서 남-북 방향으로 탐사를 실시하였다. 상부층에서 낮은 비저항치를 보이며 이는 상부층에서 지하수 함양량이 많음을 시사한다. 또한 측점 3~4 의 하부 약 100m 지점에서도 저비저항대가 분포

하고 있어 암반 지하수의 부존성이 양호하며 낮은 측점으로의 연장성이 예상되어 추후 정밀한 탐사가 요구된다.

○E-7 측선

E-7 측선은 황성군 둔내면 둔방내리 지역에서 남서-북동 방향으로 탐사를 실시하였다. 표토에서의 건조한 토양의 영향으로 상부에서는 일정하지 않은 고비저항대가 부분적으로 분포하여 지하수 부존 가능성은 미약하다. 그러나 측점 9~10사이의 하부층, 지표하 심도 약 50m 부근에서 상대적 낮은 비저항치를 보여 지하수 부존가능성은 양호하다.

○E-8 측선

E-8 측선은 황성군 안흥면 상안리 지역에서 남서-북동 방향으로 탐사를 실시하였다. 전체적으로 높은 비저항치를 보여 지하수 부존성은 미약하나 상대적으로 낮은 비저항치를 보이는 측점 4와 하부 약 100m 지점에서 지하수 부존 가능성이 있을 것으로 예상되어 추후 더욱 정밀한 탐사가 요구된다.

○E-9 측선

E-9 측선은 황성군 안흥면 안흥리 지역에서 남-북 방향으로 탐사를 실시하였다. 측선의 중앙부에서 높은 비저항치를 보이고 단면의 좌측 및 우측에서 낮은 비저항치를 보여 측점 6 및 측점 13~14 사이의 하부에서 지하수 부존 가능성이 예상된다.

○E-10 측선

E-1 측선은 황성군 우천면 읍상리 지역에서 북동-남서 방향으로 탐사를 실시하였다. 전체적으로 높은 비저항치를 나타내나 측점 6~8 사이 및 측점 14~15 사이의 하부에서 비교적 낮은 비저항치를 나타내고 있어 상부 풍화대의 양호한 지하수 부존 가능성이 예상된다.

○E-11 측선

E-1 측선은 황성군 둔내면 상대리 지역에서 동-서 방향으로 탐사를 실시하였다. 측점 13~16의 하부에 분포하는 고비저항대는 신선한 암반의 분포를 시사하며, 측점 3~4사이 및 측점 11~12사이의 하부에서 비교적 낮은 비저항치를 보여 지하수 부존 가능성이 예상된다.

○E-12 측선

E-12 측선은 황성군 공근면 도곡리 지역에서 남서-북동 방향으로 탐사를 실시하였다. 측점 11에서 15사이에 분포하는 고비저항대는 신선한 암반의 분포를 시사하며, 측점 10~11사이의 하부에서 비교적 낮은 비저항치를 보여 지하수 부존 가능성이 예상되어 추후 정밀한 탐사가 요구된다.

○E-13 측선

E-13 측선은 황성군 둔내면 화동리 지역에서 남서-북동 방향으로 탐사를 실시하였다. 전체적으로 고비저항대를 형성하고 있어 지하수 부존의 가능성은 희박하다.

○E-14 측선

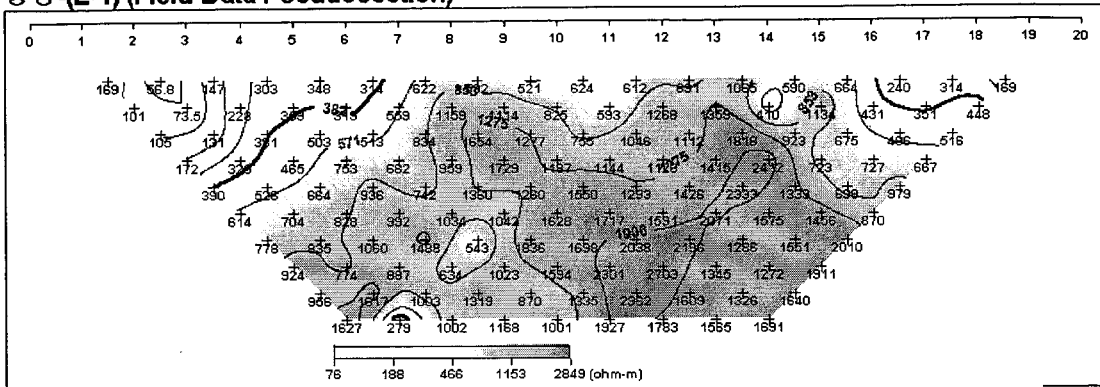
E-14 측선은 황성군 갑천면 포동리 지역에서 남-북 방향으로 탐사를 실시하였다. 측점 12~16 구간의 하부에는 고비저항대가 형성되고 있어 신선한 암반의 분포가 예상된다. 측선 11~12 사이의 하부에는 저비저항치가 분포하여 지하수 부존의 가능성이 예상되어 추후 정밀한 탐사가 요구된다.

○E-15측선

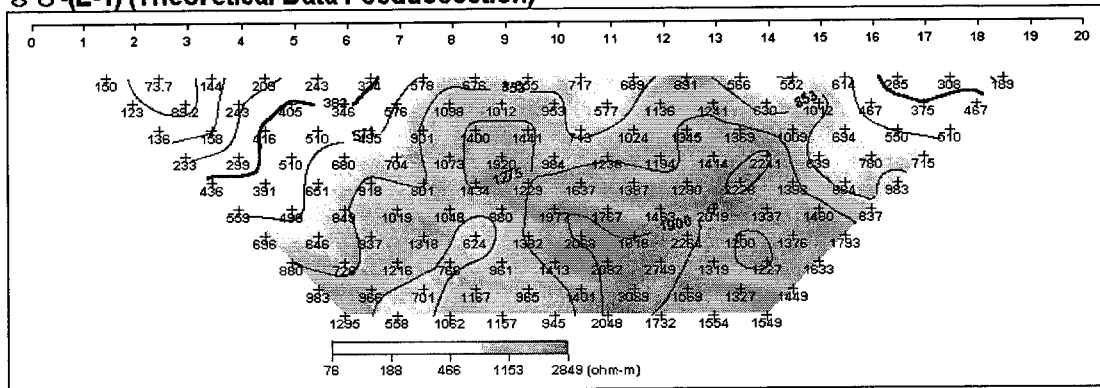
E-15 측선은 황성군 청일면 유평리 지역에서 동-서 방향으로 탐사를 실시하였다. 전체적으로 20m ~ 30m 부근에 고비저항대가 분포하고 있어 상부 풍화대

가 얇게 분포한 것으로 보이며, 상부 풍화대의 지하수 부존은 미미할 것으로 예상된다. 또한 측선 7~8 사이의 하부 약 100m 지점에는 저비저항치가 분포하고 있어 지하수 부존의 가능성이 예상된다.

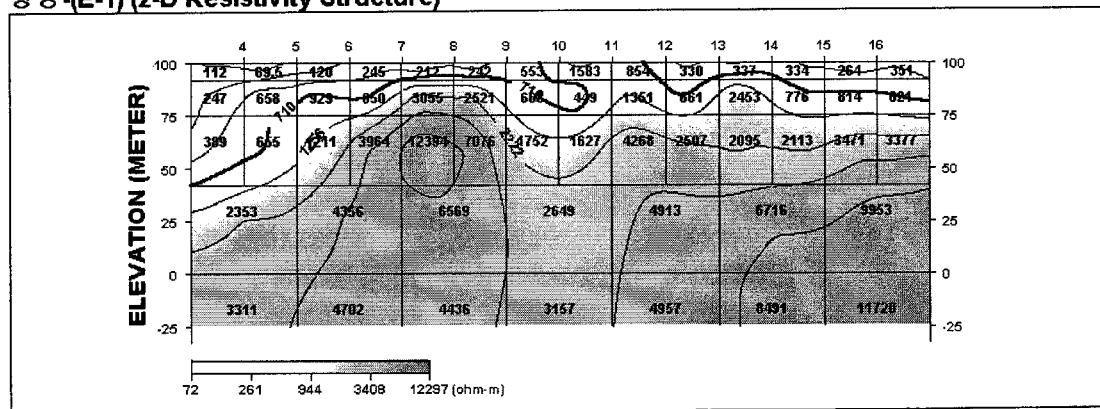
형성-(E-1) (Field Data Pseudosection)



형성-(E-1) (Theoretical Data Pseudosection)

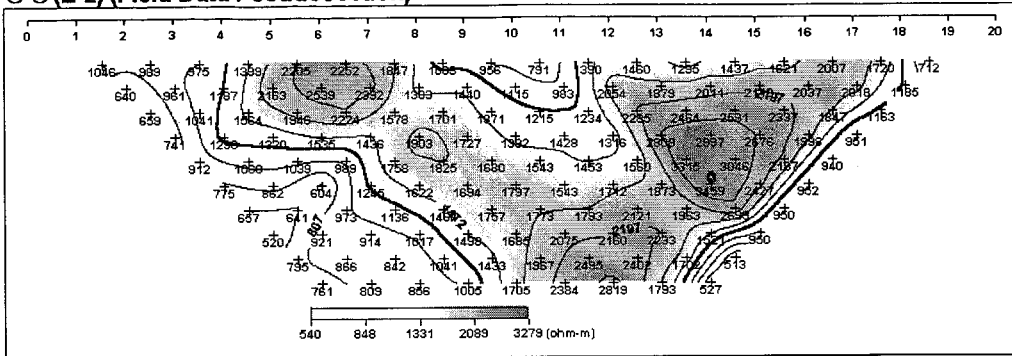


형성-(E-1) (2-D Resistivity Structure)

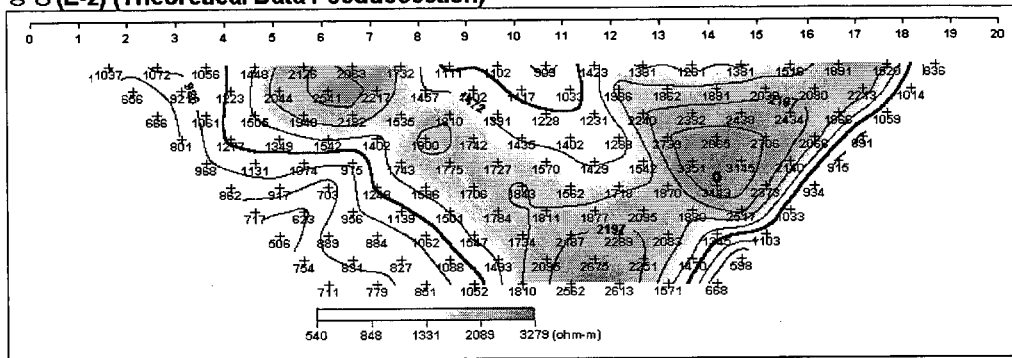


- <상> 현장 측정자료의 겹보기 비저항 가단면도
- <중> 계산된 이론자료의 겹보기 비저항 가단면도
- <하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도
- <그림 3-4> 축선 E-1 쌍극자 탐사 결과도

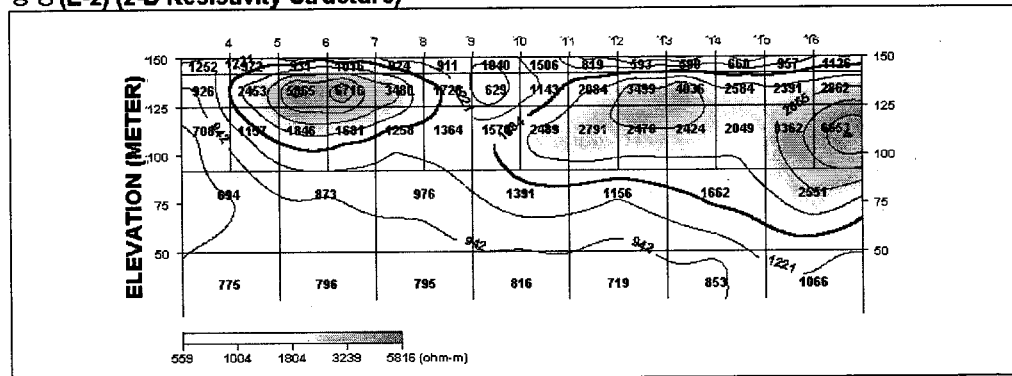
횡성 (E-2) (Field Data Pseudosection)



횡성 (E-2) (Theoretical Data Pseudosection)

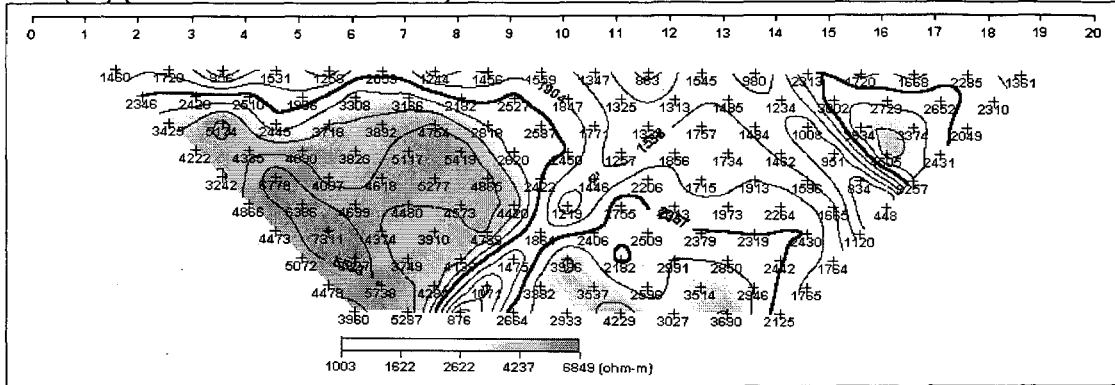


횡성 (E-2) (2-D Resistivity Structure)

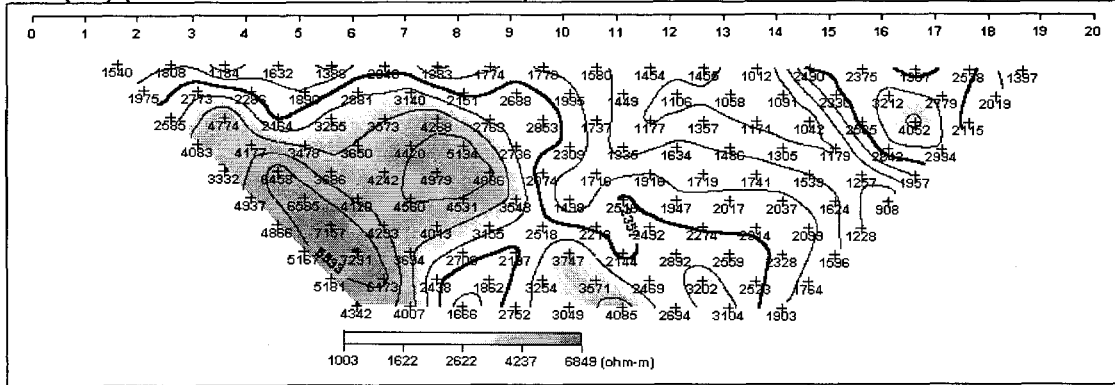


- <상> 현장 측정자료의 겉보기 비저항 가단면도
- <중> 계산된 이론자료의 겉보기 비저항 가단면도
- <하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도
- <그림 3-5> 축선 E-2 쌍극자 탐사 결과도

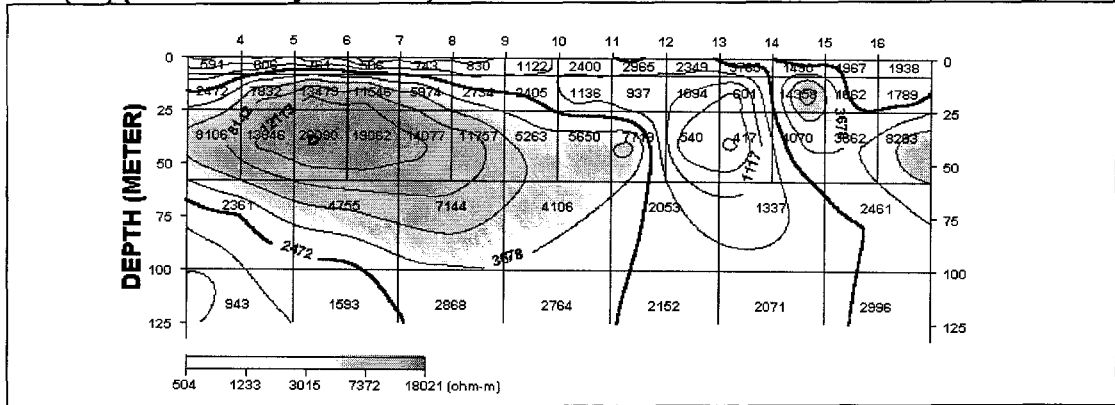
형성 (E-3) (Field Data Pseudosection)



형성 (E-3) (Theoretical Data Pseudosection)



형성 (E-3) (2-D Resistivity Structure)



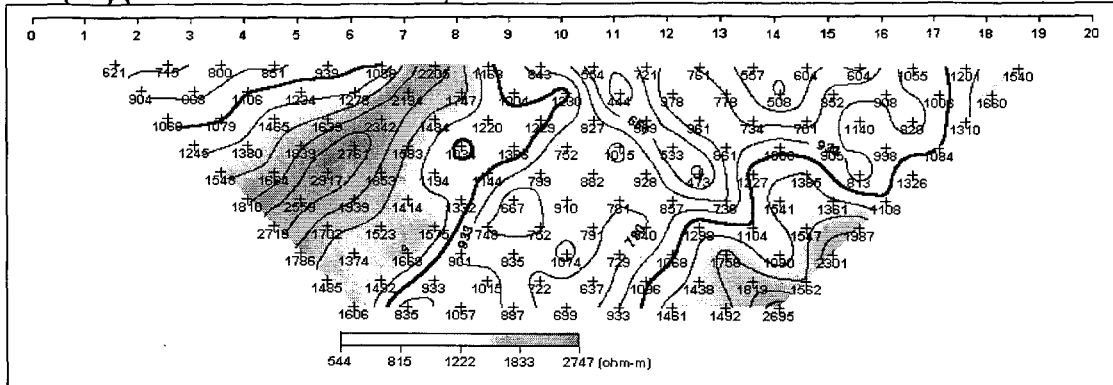
<상> 현장 측정자료의 겉보기 비저항 가단면도

<중> 계산된 이론자료의 겉보기 비저항 가단면도

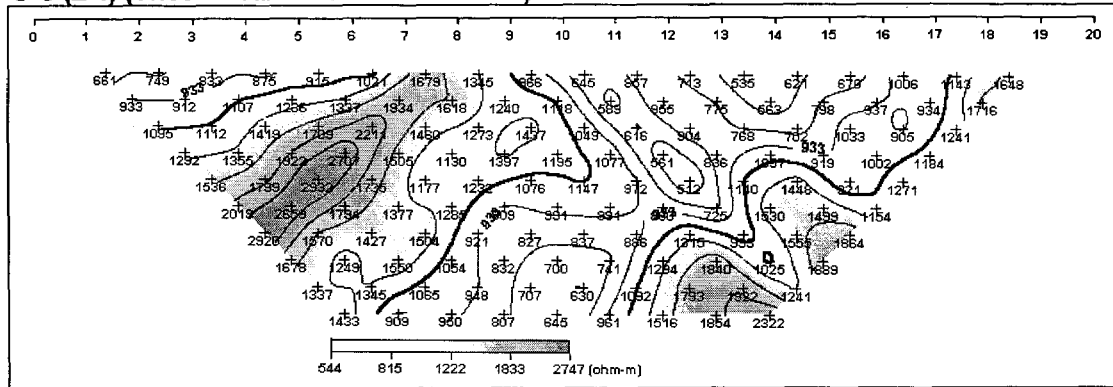
<하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도

<그림 3-6> 축선 E-3 쌍극자 탐사 결과도

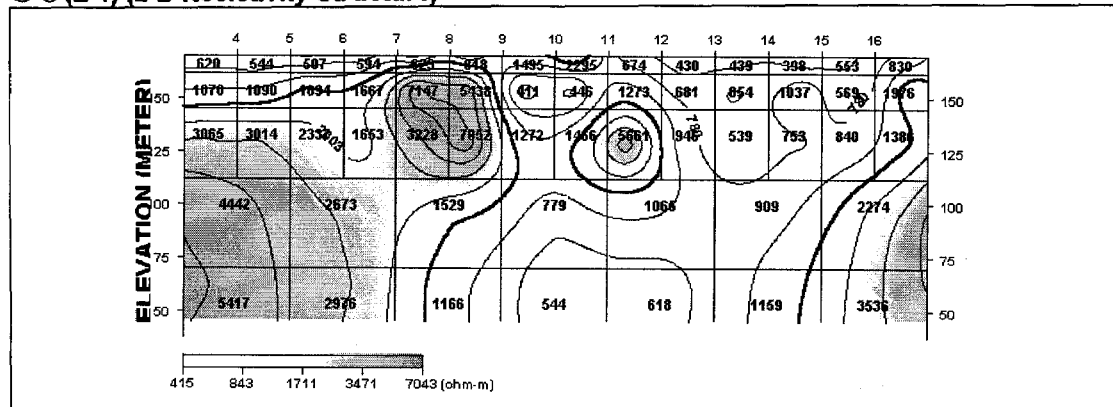
형성 (E-4) (Field Data Pseudosection)



형성 (E-4) (Theoretical Data Pseudosection)

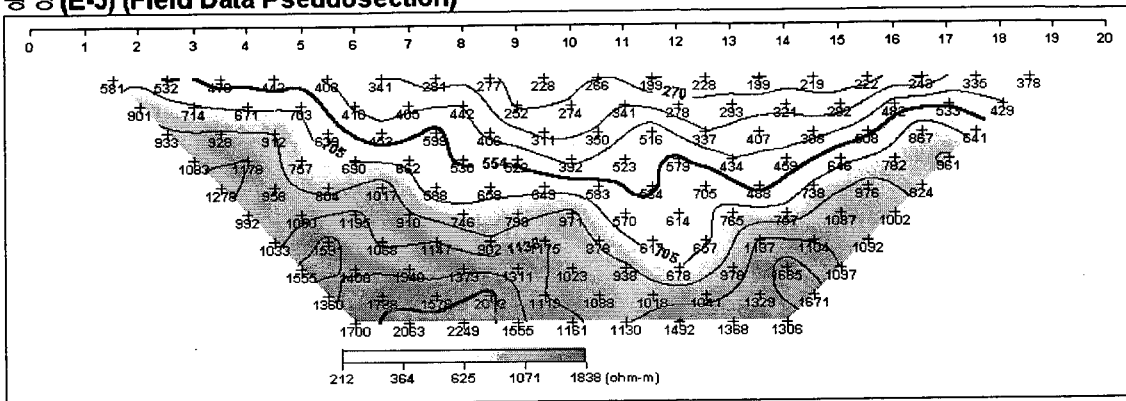


형성 (E-4) (2-D Resistivity Structure)

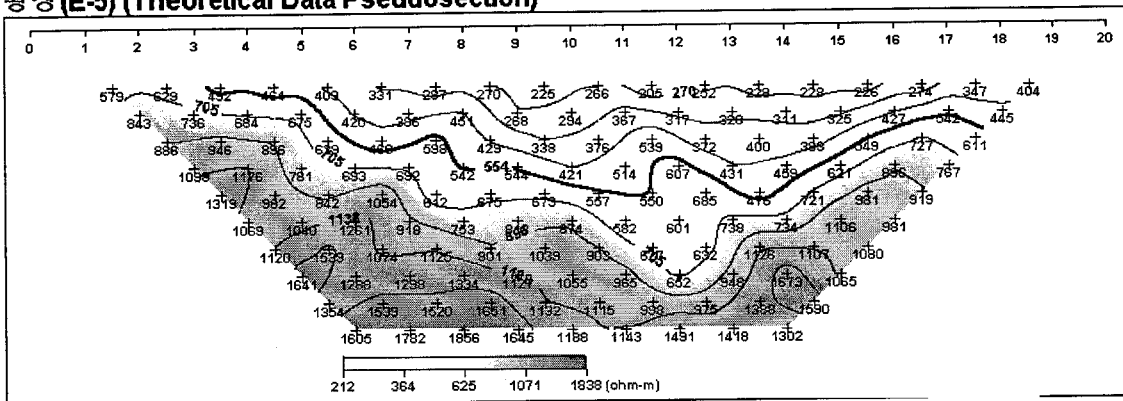


- <상> 현장 측정자료의 겉보기 비저항 가단면도
- <중> 계산된 이론자료의 겉보기 비저항 가단면도
- <하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도
- <그림 3-7> 축선 E-4 쌍극자 탐사 결과도

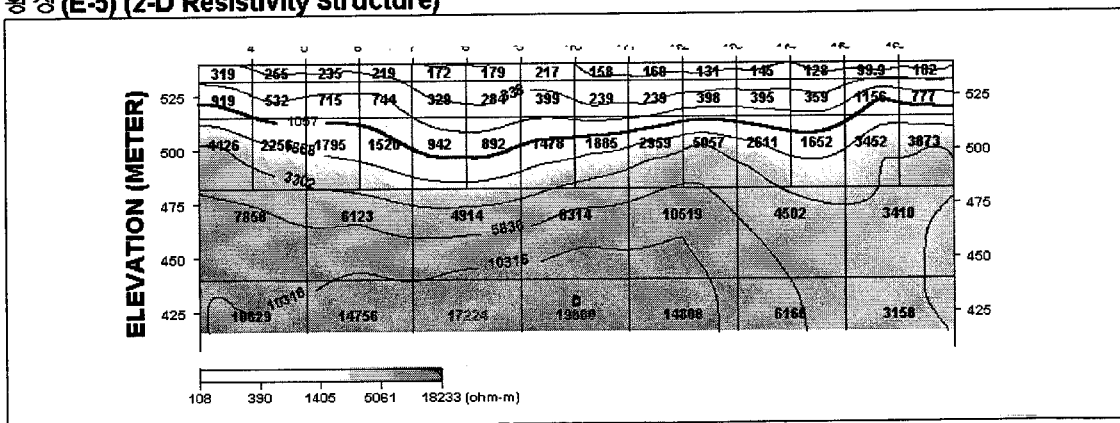
형성 (E-5) (Field Data Pseudosection)



형성 (E-5) (Theoretical Data Pseudosection)

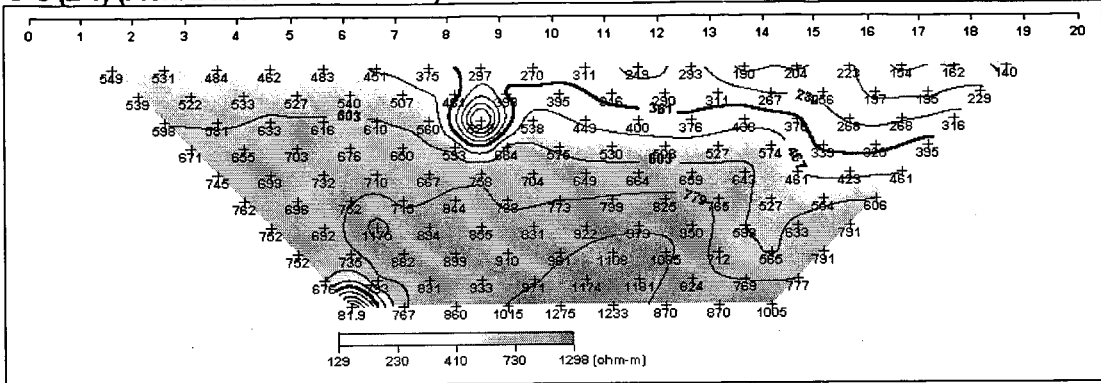


형성 (E-5) (2-D Resistivity Structure)

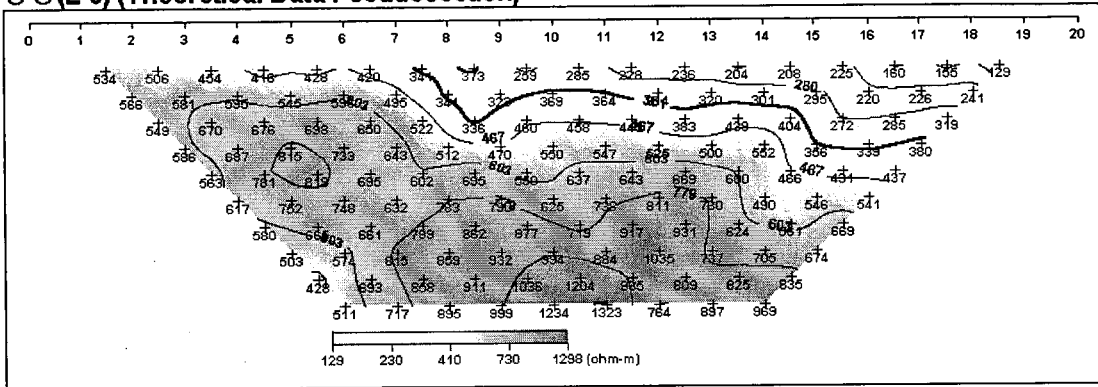


- <상> 현장 측정자료의 결보기 비저항 가단면도
- <중> 계산된 이론자료의 결보기 비저항 가단면도
- <하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도
- <그림 3-8> 축선 E-5 쌍극자 탐사 결과도

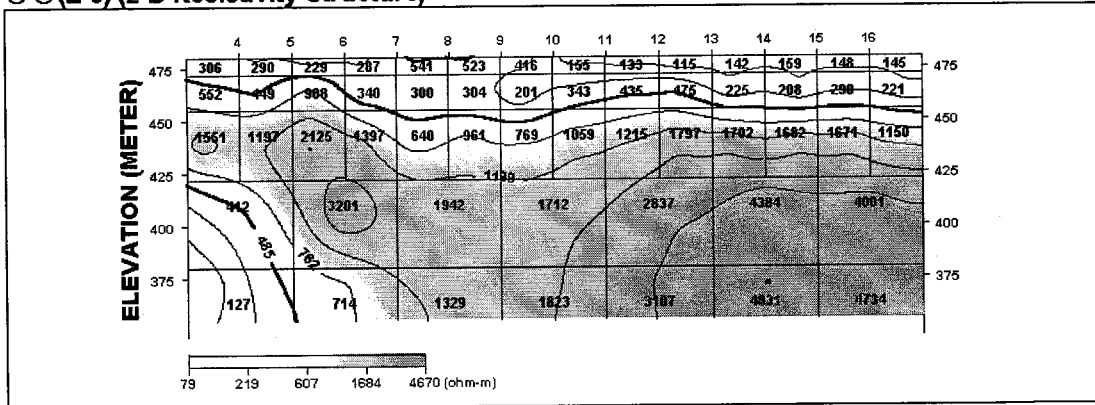
횡성 (E-6) (Field Data Pseudosection)



횡성 (E-6) (Theoretical Data Pseudosection)

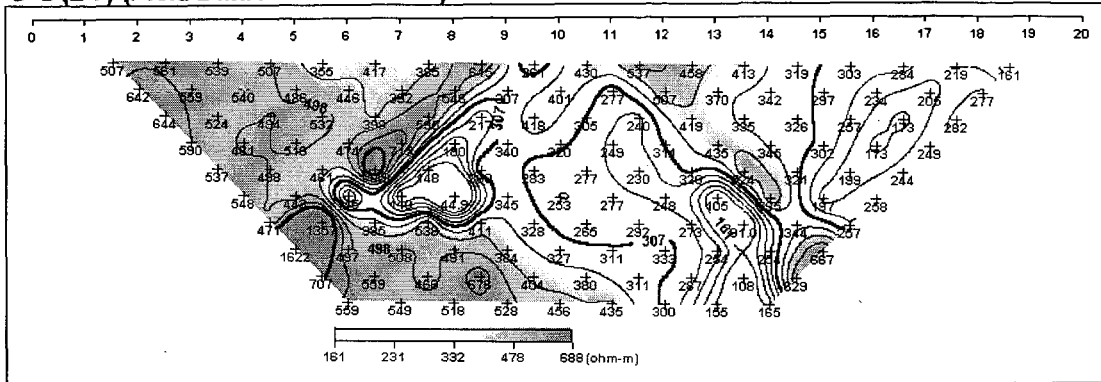


횡성 (E-6) (2-D Resistivity Structure)

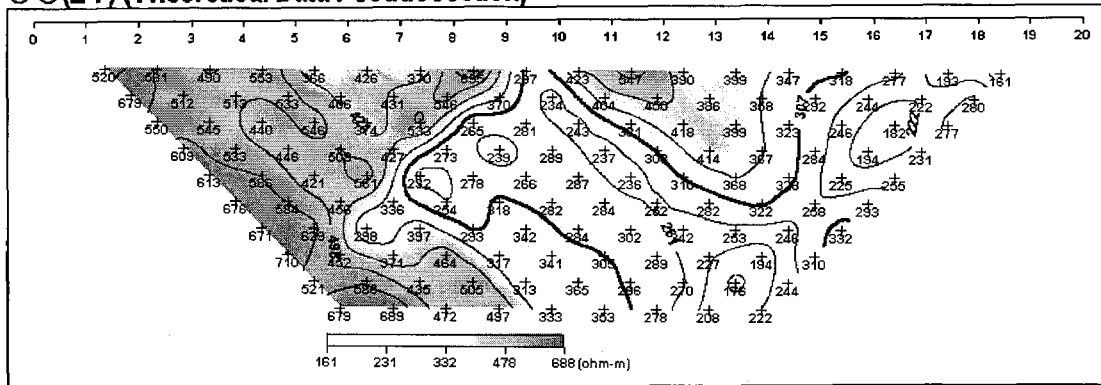


- <상> 현장 측정자료의 겹보기 비저항 가단면도
- <중> 계산된 이론자료의 겹보기 비저항 가단면도
- <하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도
- <그림 3-9> 측선 E-6 쌍극자 탐사 결과도

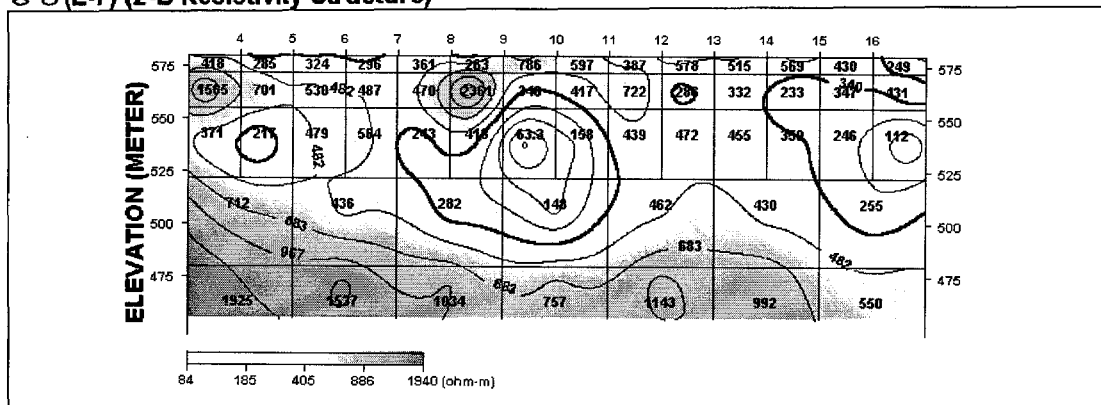
횡성 (E-7) (Field Data Pseudosection)



횡성 (E-7) (Theoretical Data Pseudosection)

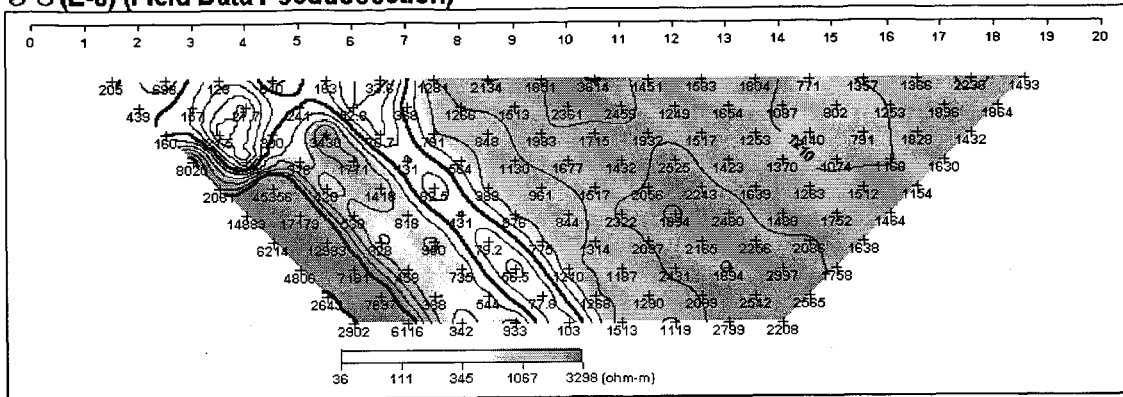


횡성 (E-7) (2-D Resistivity Structure)

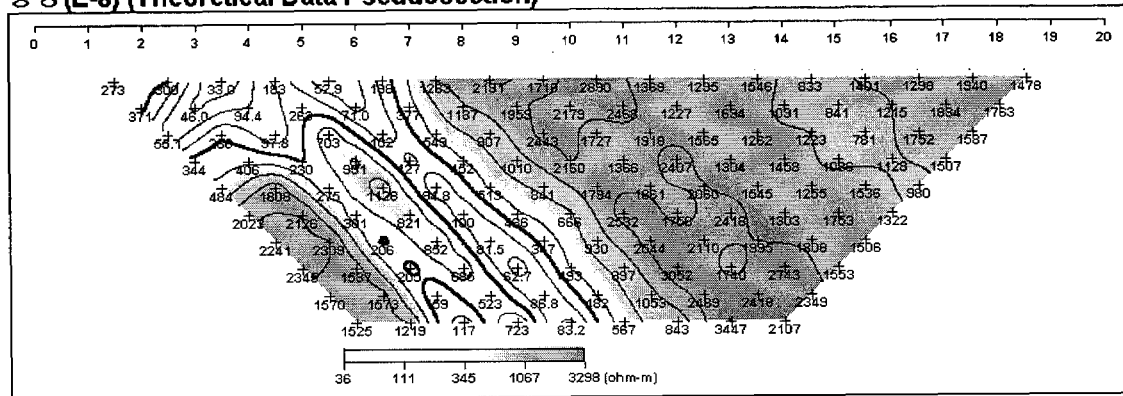


- <상> 현장 측정자료의 겉보기 비저항 가단면도
- <중> 계산된 이론자료의 겉보기 비저항 가단면도
- <하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도
- <그림 3-10> 측선 E-7 쌍극자 탐사 결과도

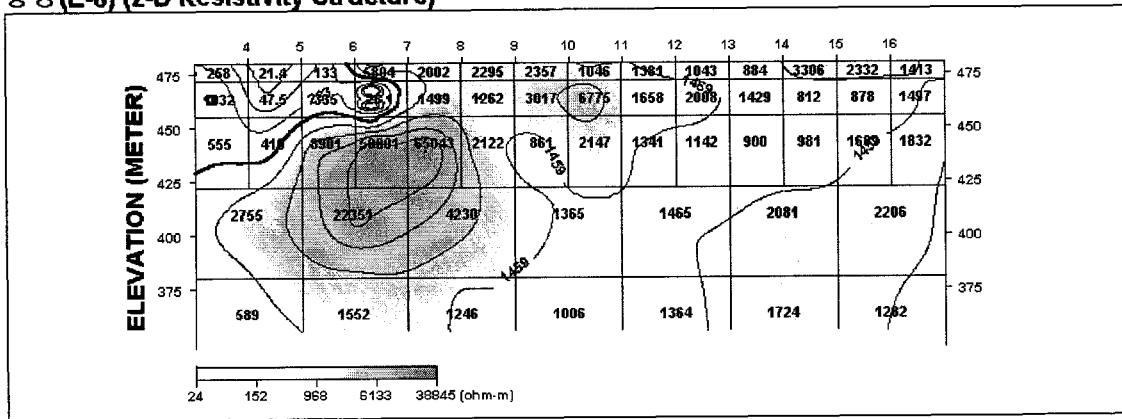
형성 (E-8) (Field Data Pseudosection)



형성 (E-8) (Theoretical Data Pseudosection)

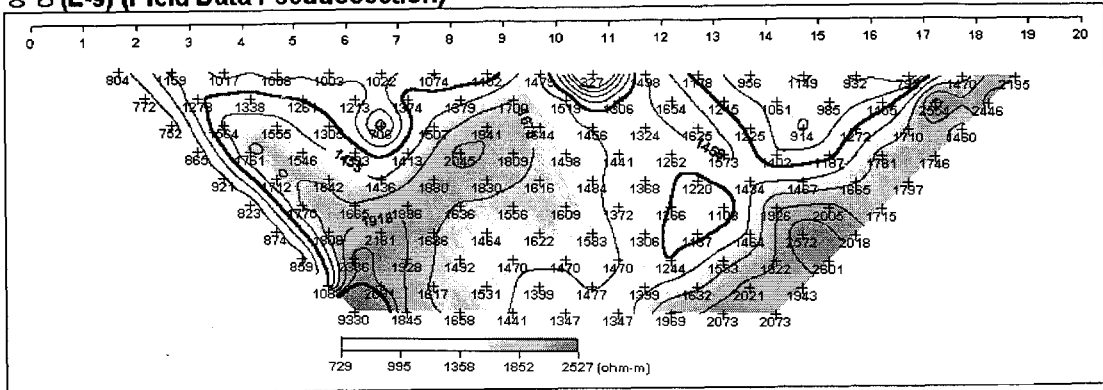


형성 (E-8) (2-D Resistivity Structure)

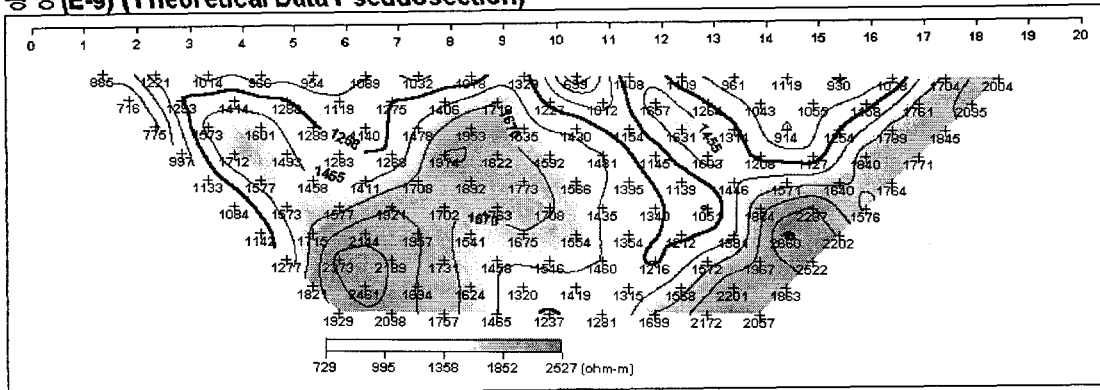


- <상> 현장 측정자료의 겉보기 비저항 가단면도
- <중> 계산된 이론자료의 겉보기 비저항 가단면도
- <하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도
- <그림 3-11> 측선 E-8 쌍극자 탐사 결과도

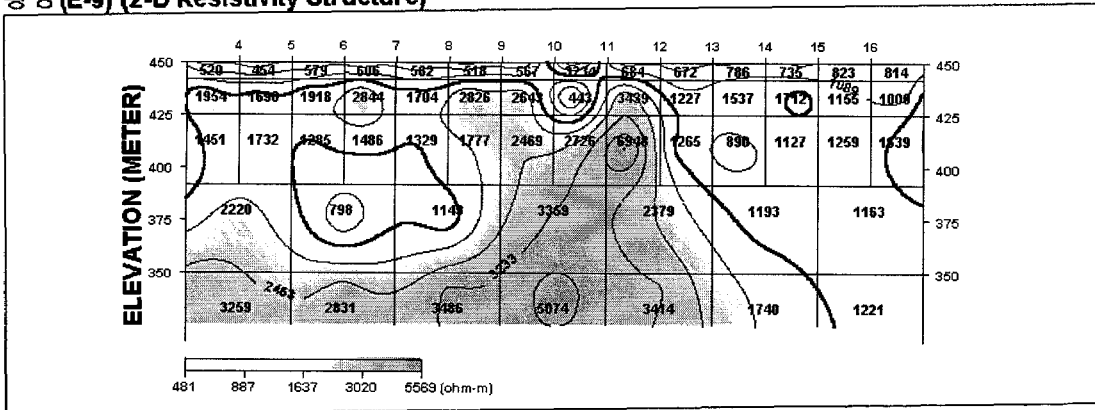
형성 (E-9) (Field Data Pseudosection)



형성 (E-9) (Theoretical Data Pseudosection)

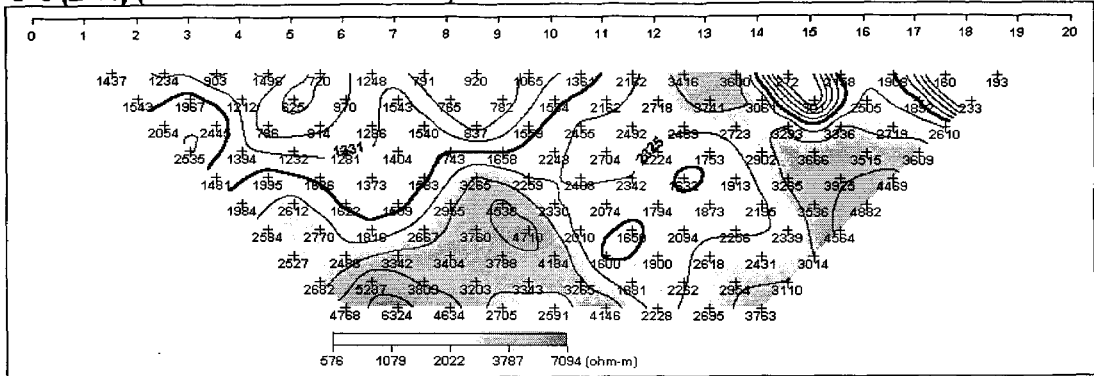


형성 (E-9) (2-D Resistivity Structure)

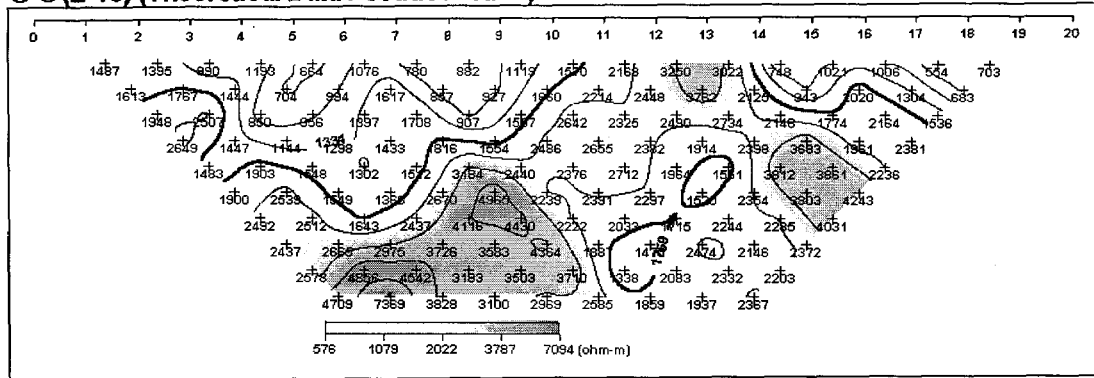


- <상> 현장 측정자료의 겉보기 비저항 가단면도
- <중> 계산된 이론자료의 겉보기 비저항 가단면도
- <하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도
- <그림 3-12> 축선 E-9 쌍극자 탐사 결과도

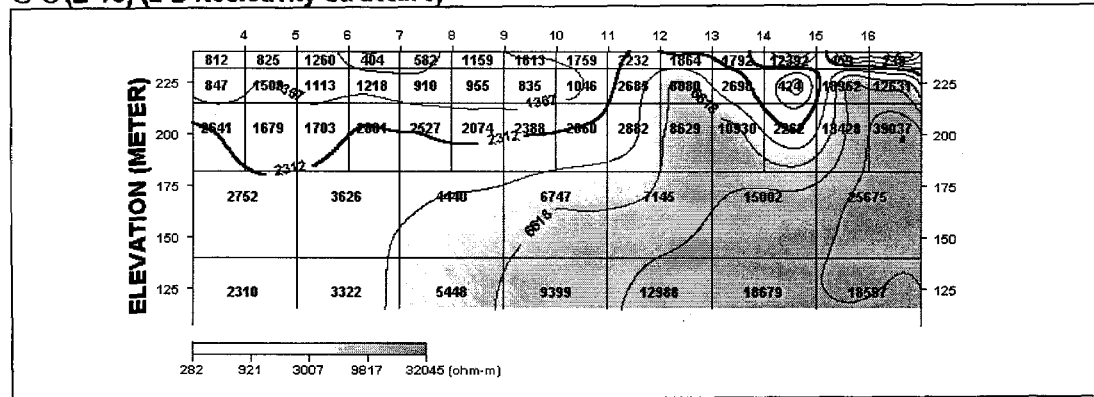
횡성(E-10) (Field Data Pseudosection)



횡성(E-10) (Theoretical Data Pseudosection)

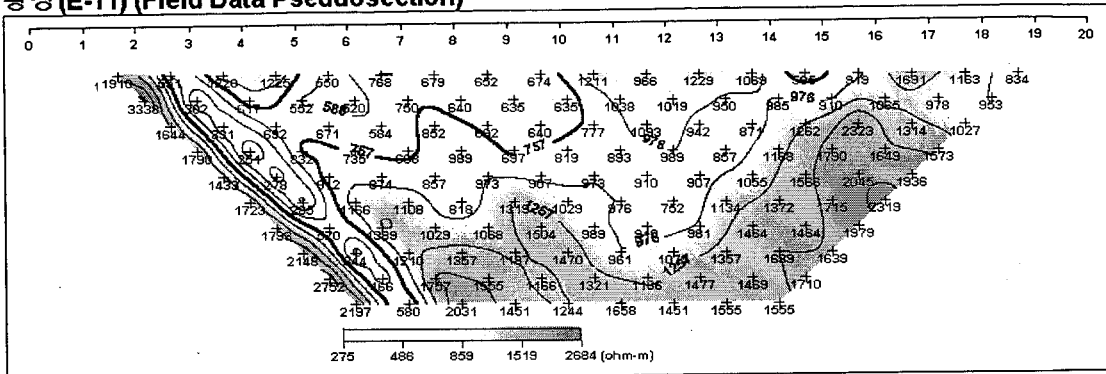


횡성(E-10) (2-D Resistivity Structure)

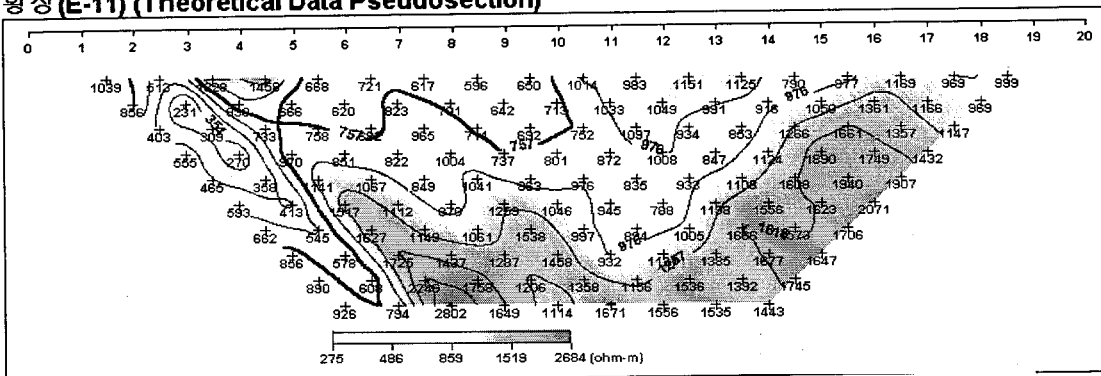


- <상> 현장 측정자료의 겉보기 비저항 가단면도
- <중> 계산된 이론자료의 겉보기 비저항 가단면도
- <하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도
- <그림 3-13> 축선 E-10 쌍극자 탐사 결과도

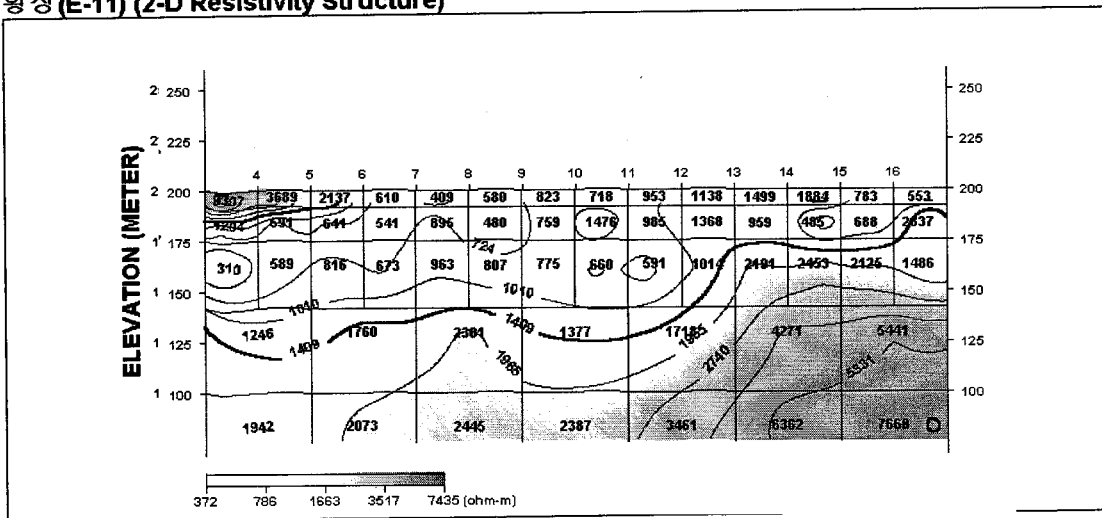
형성 (E-11) (Field Data Pseudosection)



형성 (E-11) (Theoretical Data Pseudosection)

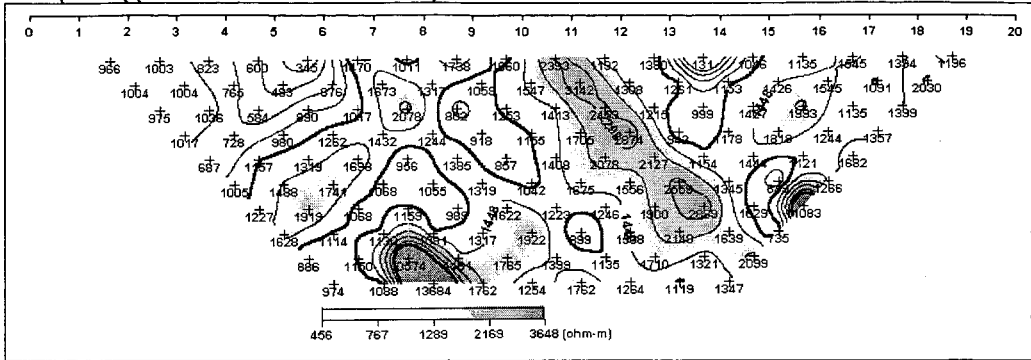


형성 (E-11) (2-D Resistivity Structure)

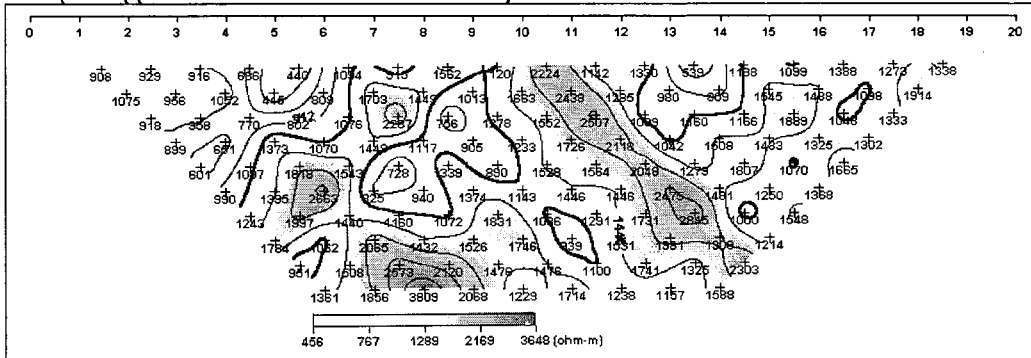


- <상> 현장 측정자료의 겹보기 비저항 가단면도
- <중> 계산된 이론자료의 겹보기 비저항 가단면도
- <하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도
- <그림 3-14> 축선 E-11 쌍극자 탐사 결과도

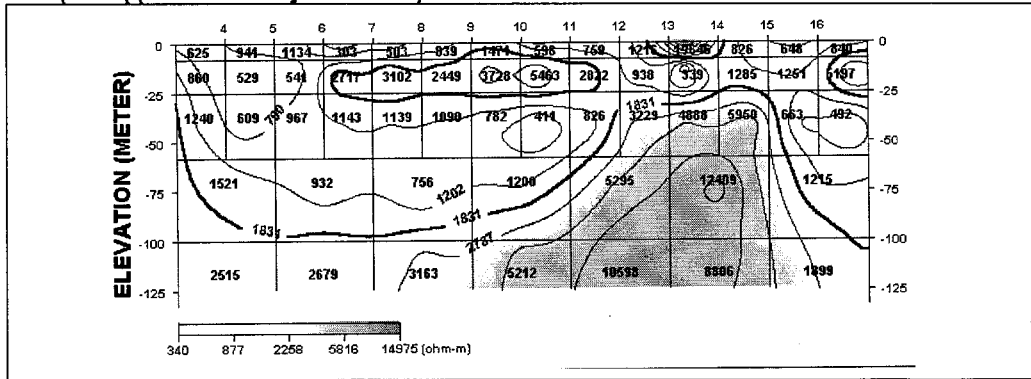
횡성 (E-12(Field Data Pseudosection))



횡성 (E-12(Theoretical Data Pseudosection))



횡성 (E-12(2-D Resistivity Structure))



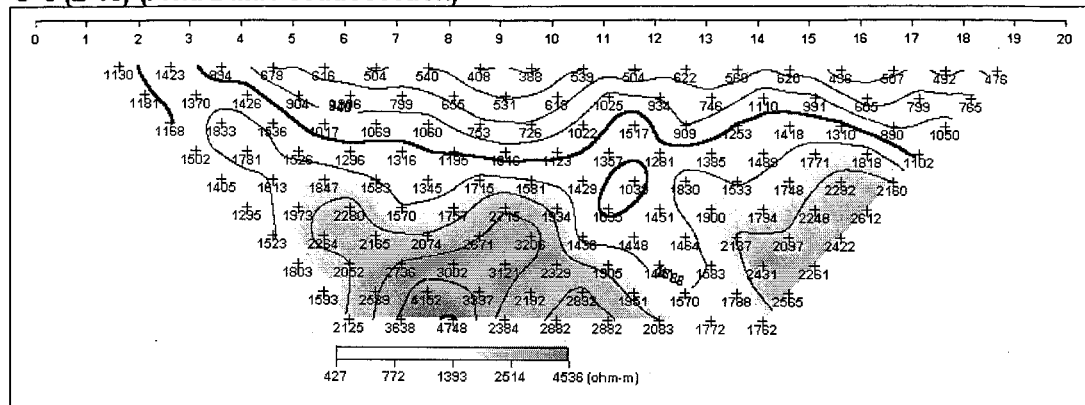
<상> 현장 측정자료의 겉보기 비저항 가단면도

<중> 계산된 이론자료의 겉보기 비저항 가단면도

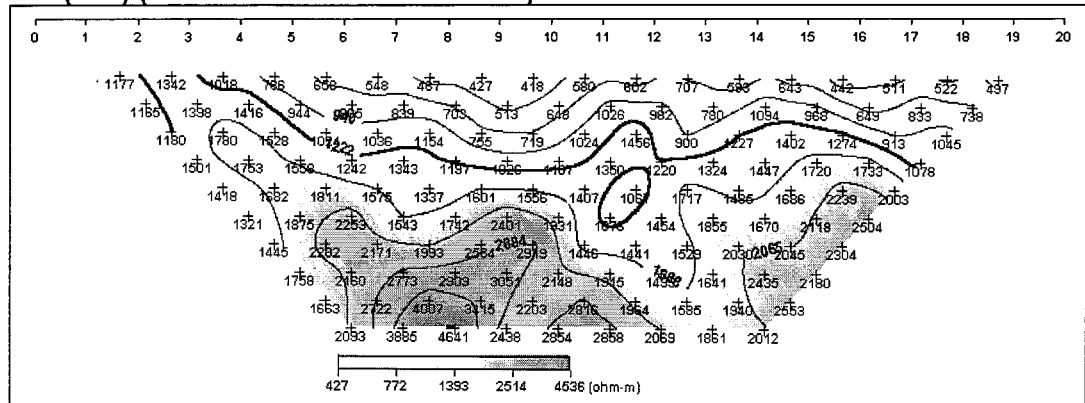
<하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도

<그림 3-15> 축선 E-12 쌍극자 탐사 결과도

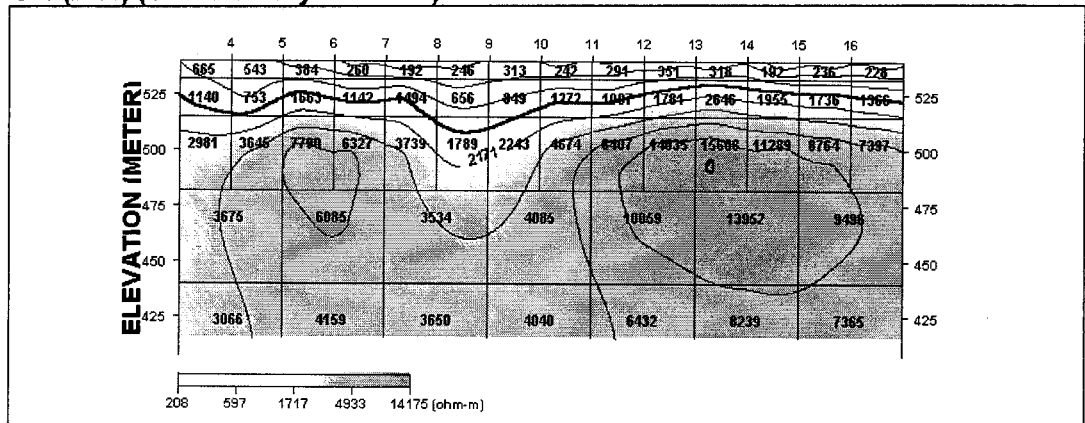
횡성(E-13) (Field Data Pseudosection)



횡성(E-13) (Theoretical Data Pseudosection)

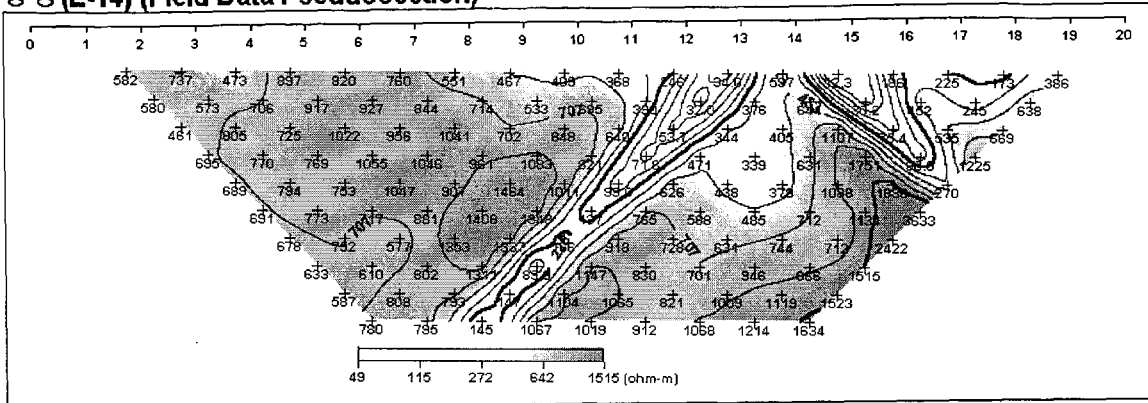


횡성(E-13) (2-D Resistivity Structure)

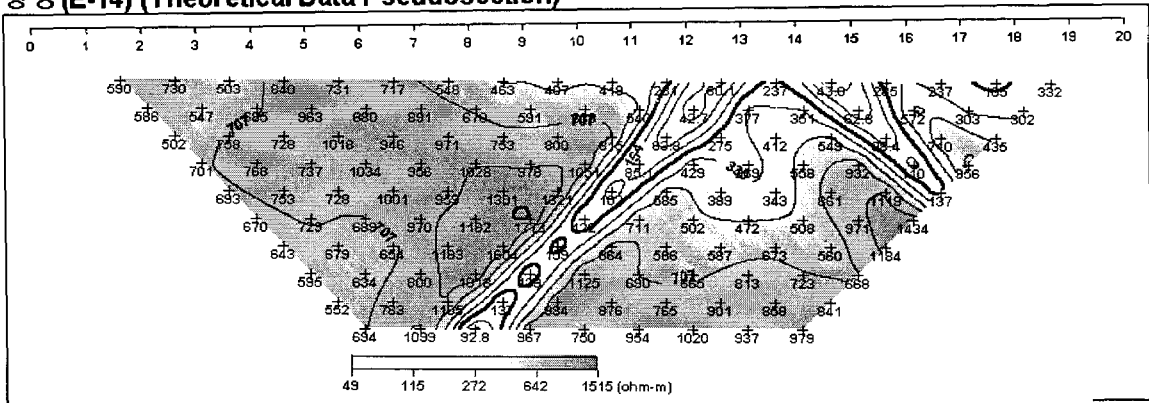


- <상> 현장 측정자료의 겉보기 비저항 가단면도
- <중> 계산된 이론자료의 겉보기 비저항 가단면도
- <하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도
- <그림 3-16> 축선 E-13 쌍극자 탐사 결과도

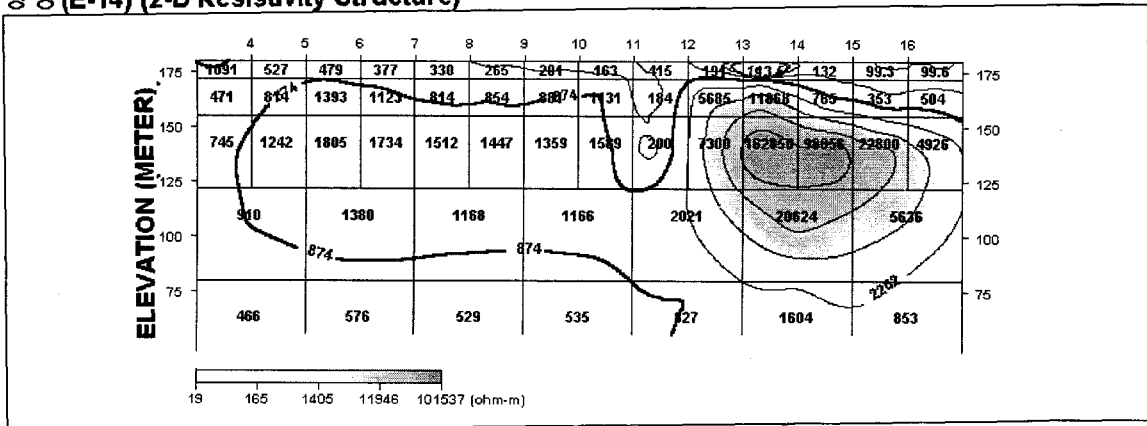
형성 (E-14) (Field Data Pseudosection)



형성 (E-14) (Theoretical Data Pseudosection)

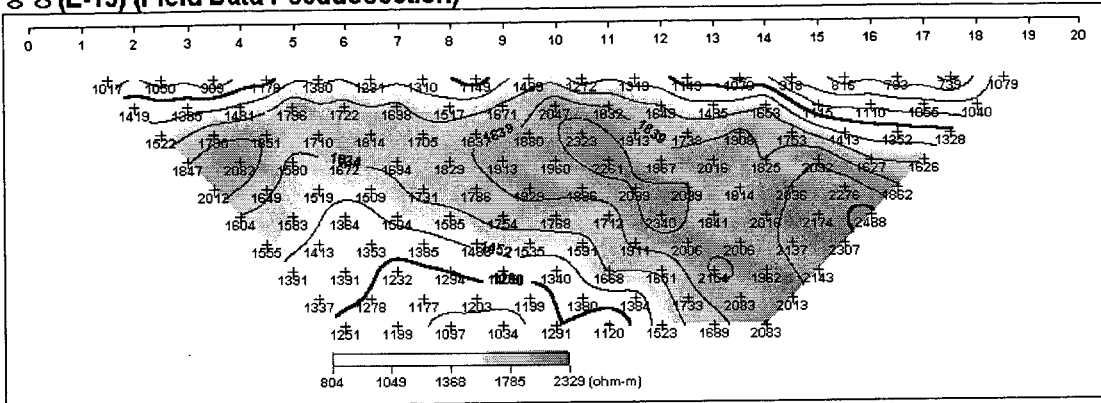


형성 (E-14) (2-D Resistivity Structure)

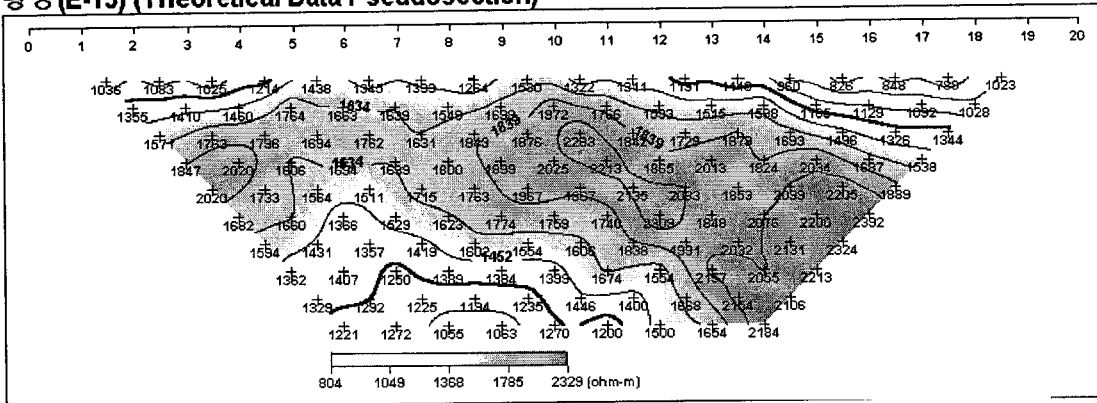


- <상> 현장 측정자료의 겉보기 비저항 가단면도
- <중> 계산된 이론자료의 겉보기 비저항 가단면도
- <하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도
- <그림 3-17> 축선 E-14 쌍극자 탐사 결과도

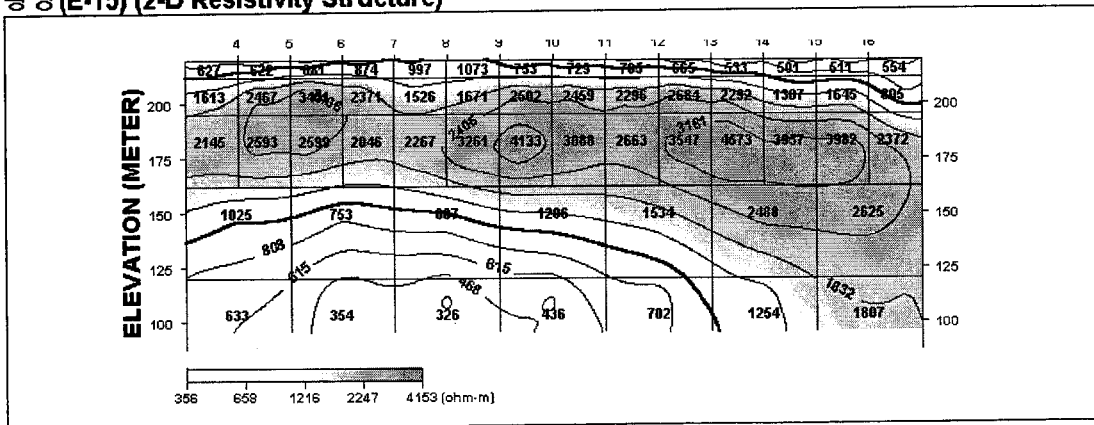
횡성 (E-15) (Field Data Pseudosection)



횡성 (E-15) (Theoretical Data Pseudosection)



횡성 (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 암반대수층의 수리적 성질을 파악하기 위하여 조사지역 내에 분포하는 15개 공의 암반관정에 대하여 양수시험을 시행하였다. 본 조사에서 양수시험은 양수시 시간의 경과에 따른 지하수위 강하를 우물이 평형상태에 도달할 때까지 측정 후, 종료시 상승되는 회복수위를 측정하는 양수-회복시험과 양수량을 일정 시간 간격으로 달리해 수위강하를 측정하는 단계양수시험(2단계, 3단계 양수시험)을 실시하여 수리전도도를 구하였다.

시험결과 대수층 해석은 암반관정의 경우 자연수위가 대수층보다 훨씬 높은 점을 감안하여 피압 대수층로 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 관측점 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

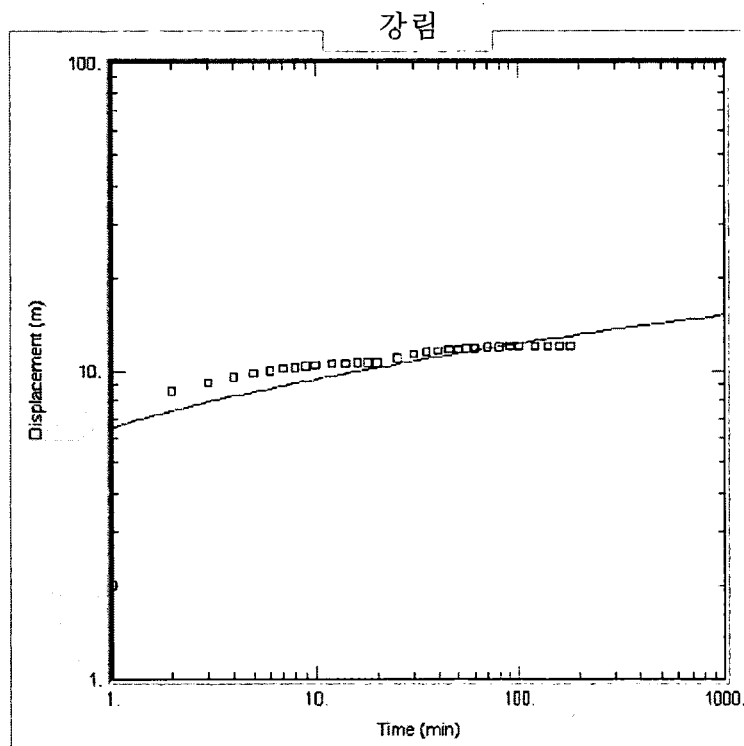
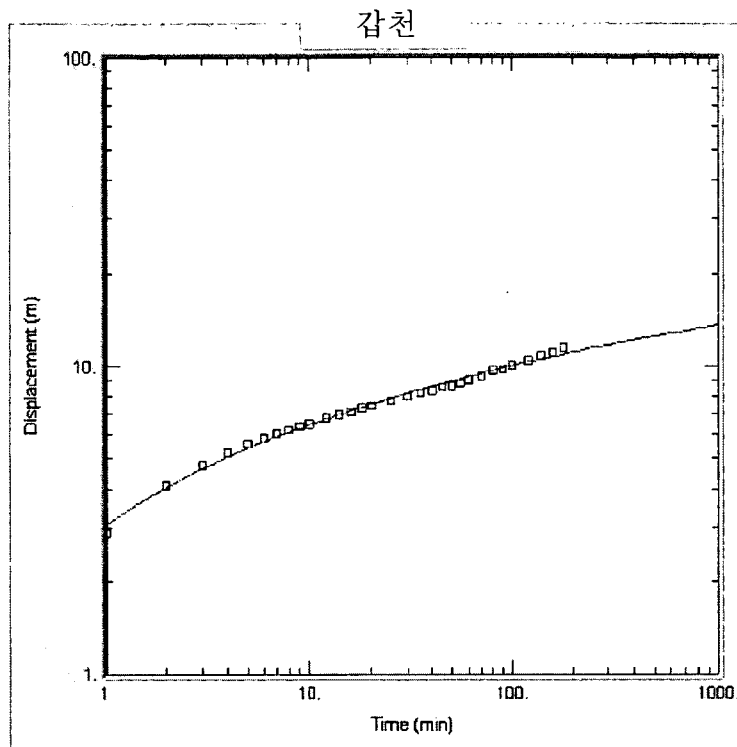
u ; 우물함수

수리상수의 산출은 상기 방정식을 토대로 AQTESOLV 프로그램을 이용하여 대수층의 수리상수를 구하였다(표 3-3).

<표 3-3> 양수시험 결과

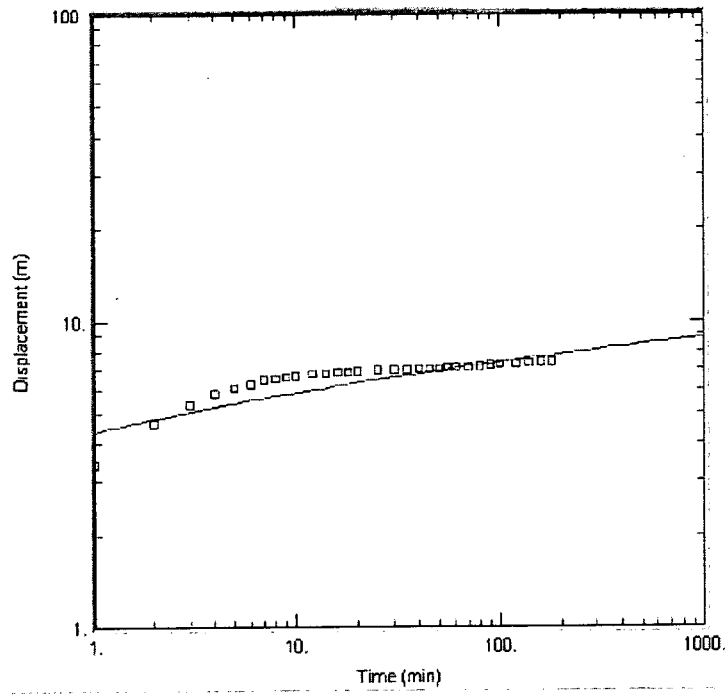
공 번	위 치		심도 (m)	양 수 시 험			
	면	리		자연수위 (m)	안정수위 (m)	양수량 (m ³ /d)	투수량계수 (m ³ /d)
1	갑천		-	3.75	15.2	230	11.83
2	강립		80	5.68	12.02	102	6.572
3	고시		200	13.21	20.58	220	26.98
4	대관		80	3.88	9.14	140	13.36
5	매곡		80	2.74	7.52	130	23.74
6	매일		80	3.63	4.87	130	65.07
7	부창		-	3.98	72.3	130	0.5976
8	삼교		45.8	3.71	9.41	94	5.892
9	상동		180	5.20	48.16	200	1.741
10	석문		160	2.15	34.09	150	1.414
11	소사		80	4.01	38.8	150	0.9958
12	옥계		-	4.10	38.1	150	1.475
13	정금		182	1.96	4.22	192	50.91
14	조곡		82	3.31	6.52	150	27.48
15	초원		150	2.91	24.82	100	1.663
평 균				4.28			15.98

위의 결과를 나타내는 양수 시험 결과는 실시한 15개 지역에 대해 부록에 수록하였으며 그림은 그림 3-19에 나타내었다.

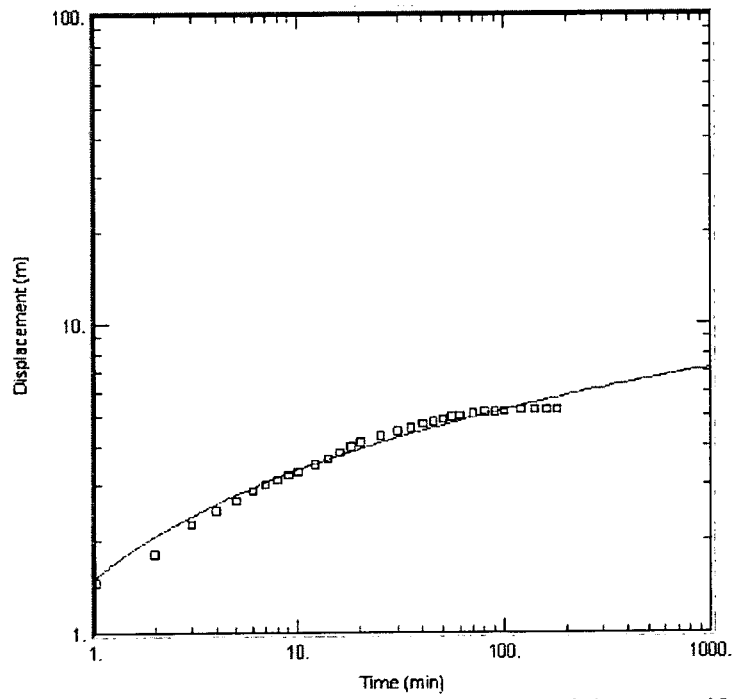


<그림 3-19> 횡성지역 양수시험공의 Theis 곡선

고시

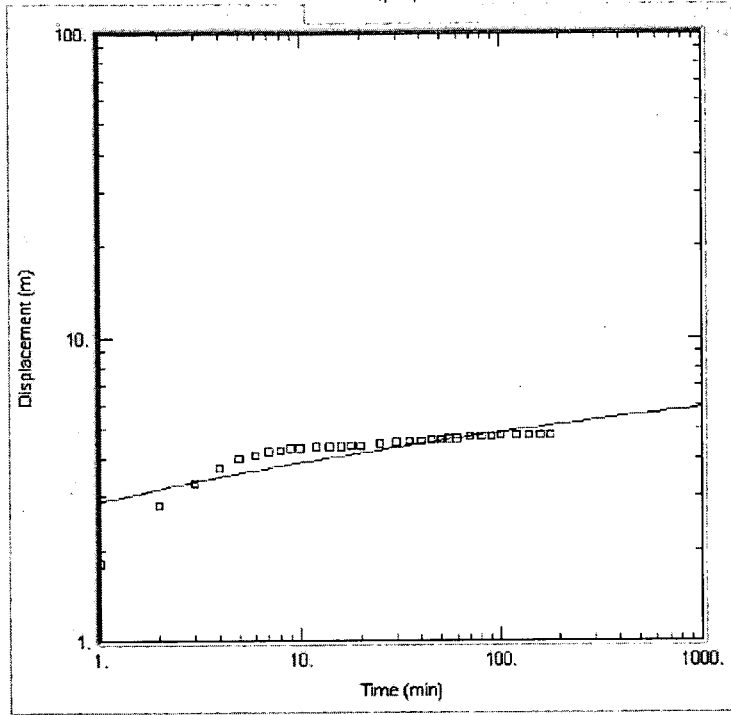


대관

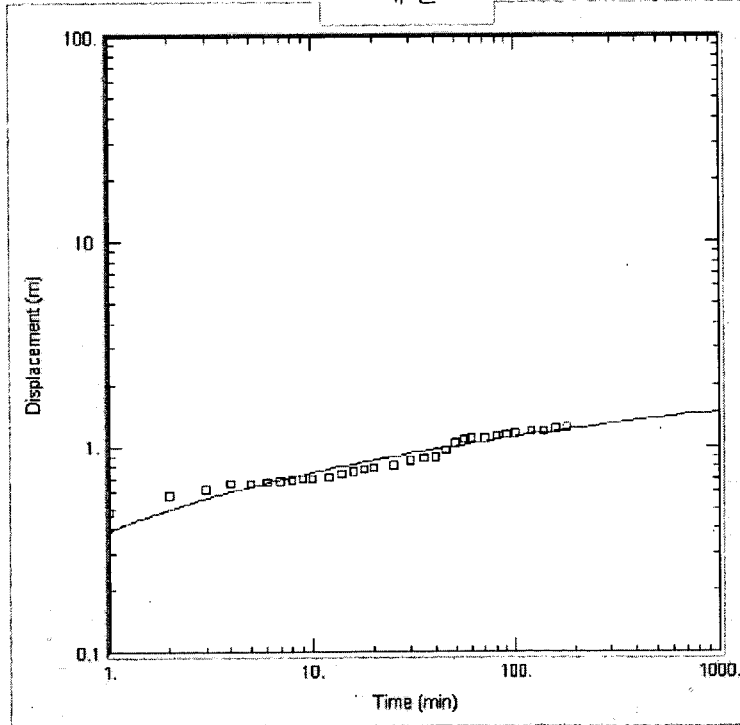


<그림 3-19> 계속

매곡

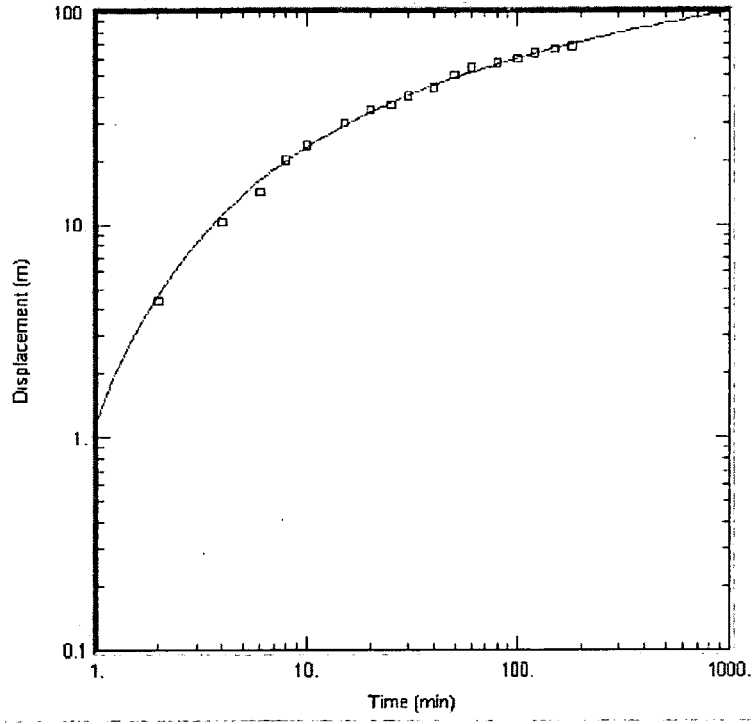


매일

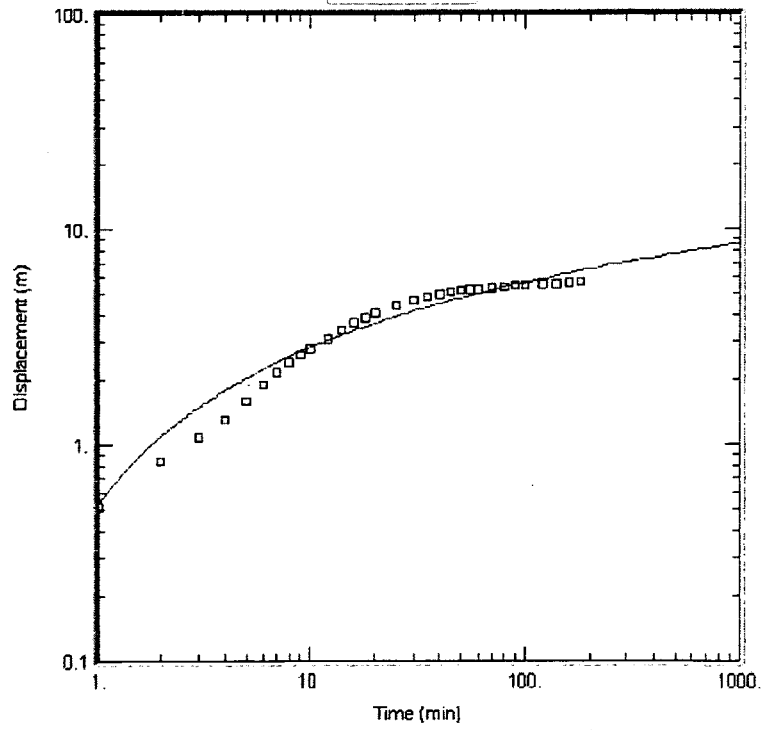


<그림 3-19> 계속

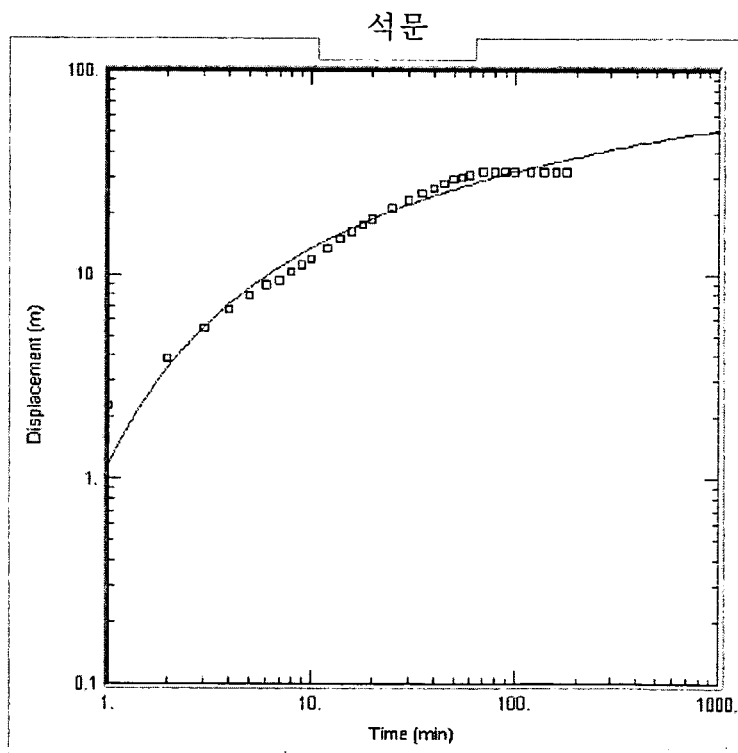
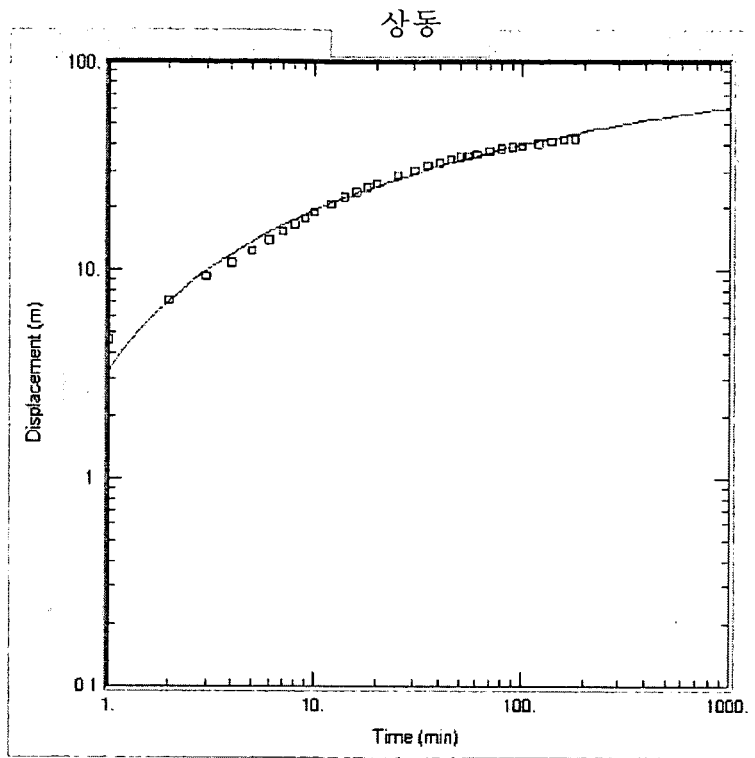
부창



삼교

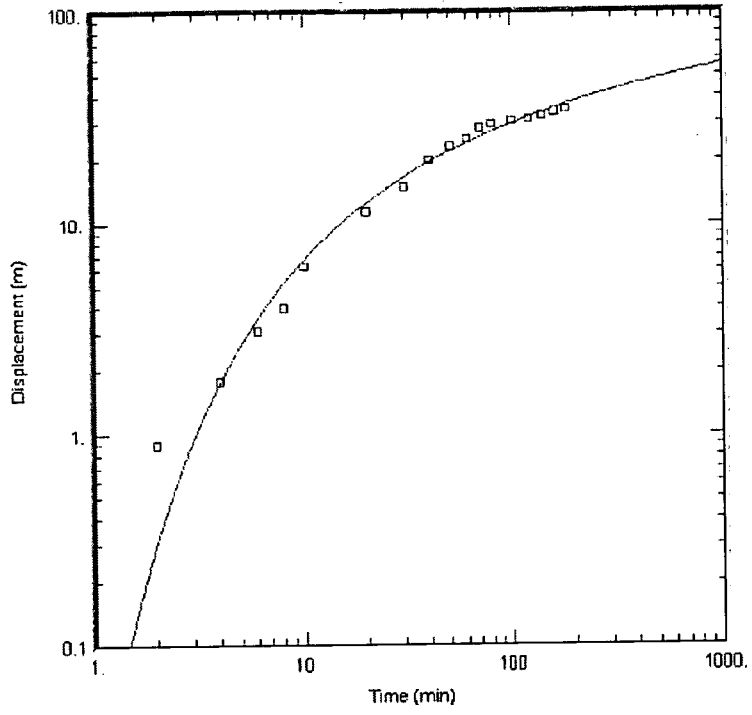


<그림 3-19> 계속

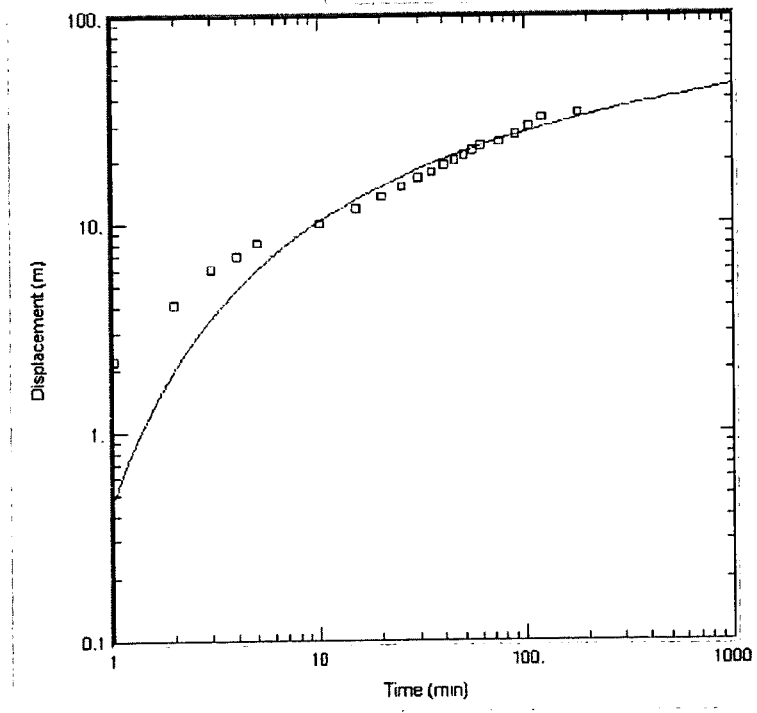


<그림 3-19> 계속

소사

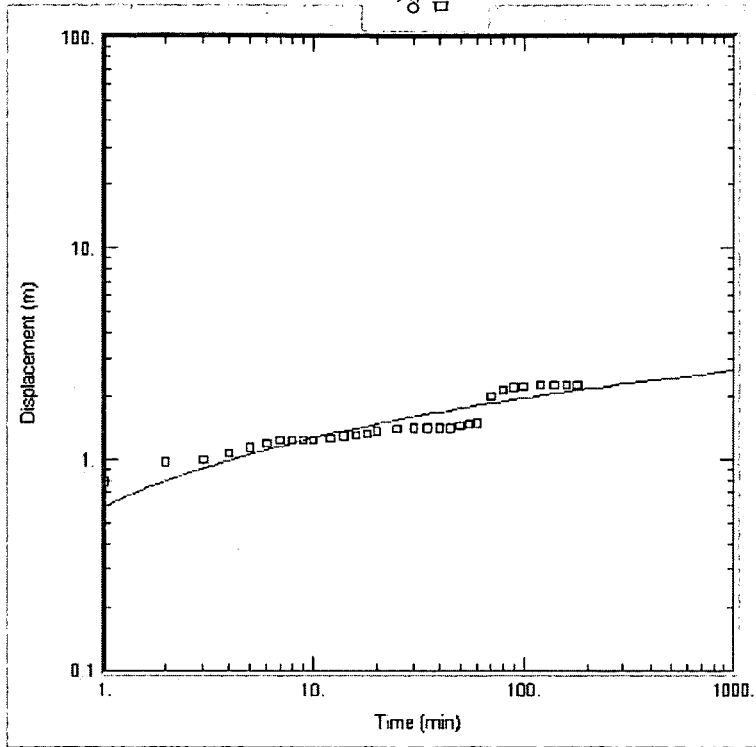


옥계

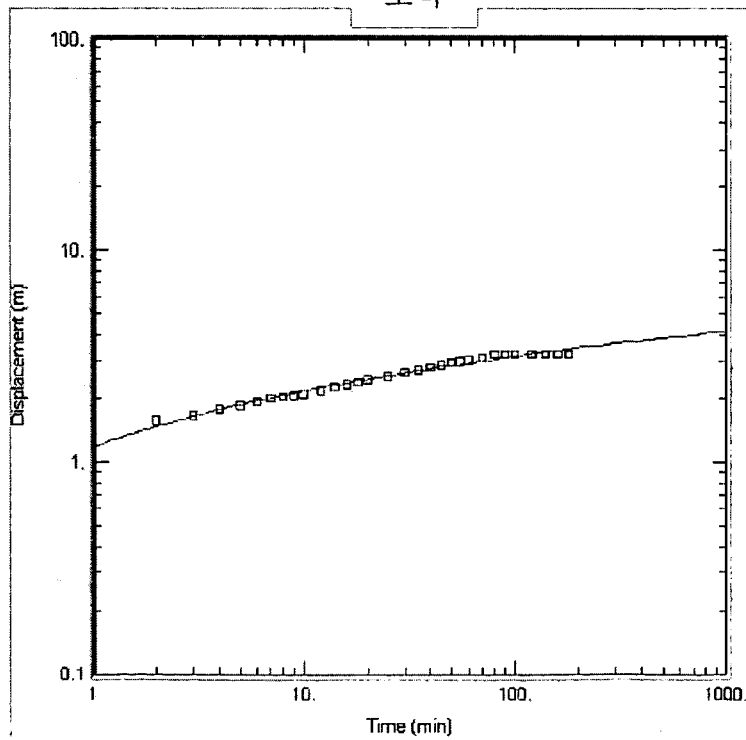


<그림 3-19> 계속

정금

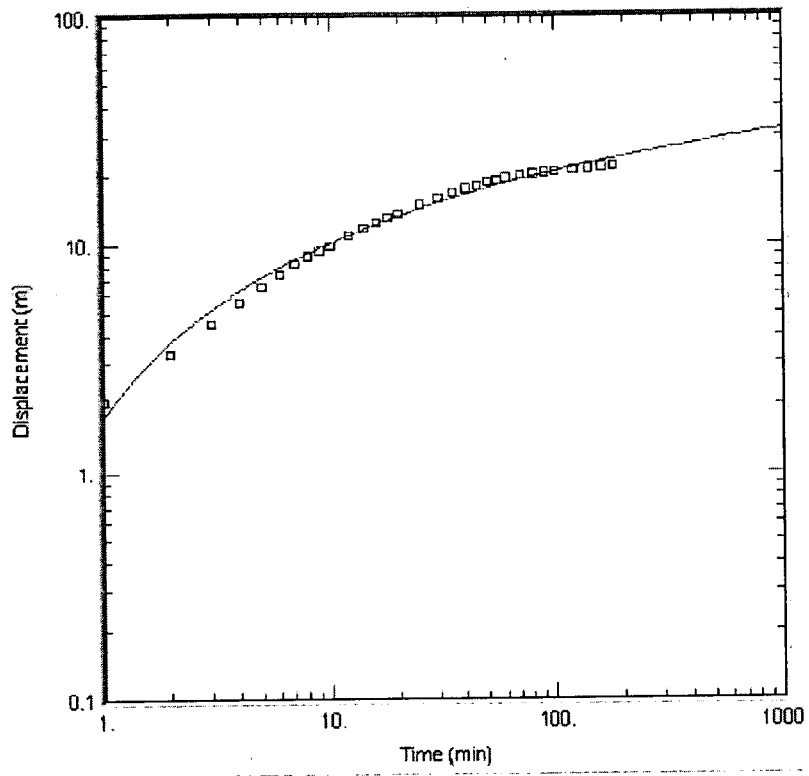


조곡



<그림 3-19> 계속

초원



<그림 3-19> 계속

4. 기설관정 이용실태조사

4-1. 기설관정 현황조사

횡성지역에서 이번 조사된 기설관정은 총 390개로 암반관정과 충적관정으로 구분하면, 암반관정은 291개소로 74.6%, 충적관정은 99개로 25.4%로 암반관정이 충적관정보다 약 세배이상 많았으며, 용도별로 구분하면, 농업용수 121개(31%), 생활용수 247개(31%), 공업용수 12개(3.1%) 그리고 기타용수 10개(2.6%)로 나타났다. 또한 각 용도별 지하수 이용량은 농업용수가 11,520m³/day(69.4%), 생활용수 3,466m³/day(20.9%), 공업용수 750m³/day(4.5%) 그리고 기타용수 855m³/day(5.2%)로 나타났다. 시설별 이용 현황은 표 4-1에 나타내었고 이번 조사된 지하수공들의 지하수이용현황은 표 4-2에 나타내었다.

<표 4-1> 지하수 시설별 현황

암 반 관 정					충 적 관 정				
총 계	농업용수	생활용수	공업용수	기타용수	총계	농업용수	생활용수	공업용수	기타용수
291	118 (40.5%)	152 (52.2%)	12 (4.1%)	9 (3.1%)	99	3 (3%)	95 (96%)	0 (0%)	1 (1%)

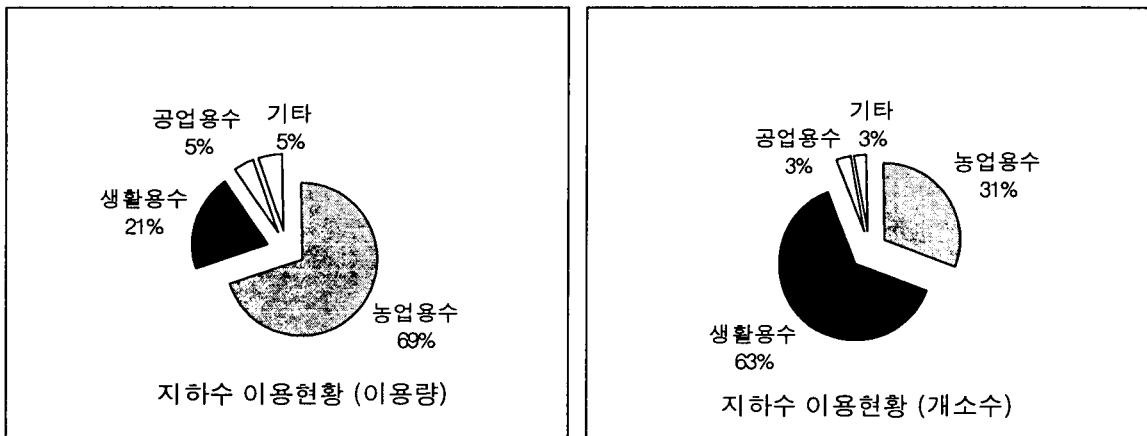
이번 조사된 기설관정수는 횡성지역 전체적인 현황을 파악하기에는 미흡하여 '40~'99년까지 건설교통부의 개발 시추공 및 착정공의 자료를 발췌하여 이번 조사지역에 위치한 것을 위치별, 심도별, 양수량별로 취합·정리하여 보조자료로 이용하였다. 자료를 통하여 분석한 결과, 총 5457개 공이 개발되었으며, 이 가운데 농업용수는 1311개 공, 공업용수는 41개 공, 생활용수는 4099개 공 그리고 기타 6개 공이 각각 이용되고 있는 것으로 나타났다. 이 밖에 각 용도별 공당 평균심도, 평균 이용량은 표 4-3와 같다.

<표 4-2> 황성군 지하수 이용 현황

구 분		총계	농업용수	생활용수	공업용수	기타
지하수 이용실태	개소수	390	121(31)	247(63.3)	12(3.1)	10(2.6)
	이용량 (m ³ /day)	1,6591	11,520(69.4)	3,466(20.9)	750(4.5)	855(5.2)

<표 4-3> 용도별 지하수이용 현황 (건설교통부, 1999)

구 분	총 계	농업용수	생활용수	공업용수	기 타
개소수(공)	5,457	1,311	4,099	41	6
일이용량(ton/day)	51,631	40,133	8,963	1,800	735
심도(m)		25.4	20.1	139.5	164



<그림 4-1> 황성군 지하수 이용 현황

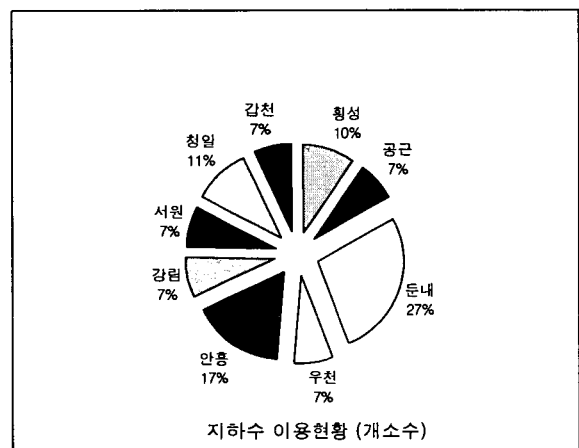
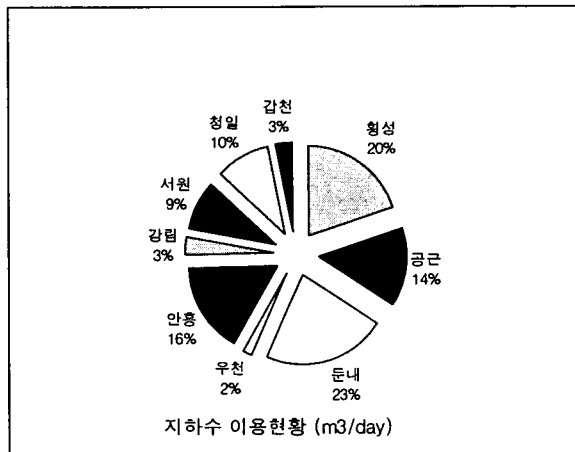
4-1-1. 농업용수

벼농사 위주의 우리나라 농업에 있어 농업용수 공급의 유일한 방법으로 저수지나 강에다 보를 만들어 긴 수로를 통하여 물을 공급하는 것만이 절대적인 용수 해결책으로 알아 왔다. 그러나 1962년에 이어 1964년에 영남지역이 심한 가뭄의 피해를 입게 되자, 이를 계기로 가뭄에 대한 근본적이며 항구적인 대책이 절실히 요구되어 수원확보의 방안으로 지하수개발의 필요성이 대두되었다. 1965년도 정부

주도하에 전천후 농업용수개발 계획에 따라 지하수개발을 시작하게 되었으며, 1980년 초까지 거의 층적층 지하수개발 위주로 시행해 오다 지하수개발 공법과 지하수 장비의 현대화로 심층지하수 개발이 착수되어 근래에는 거의 암반층 위주로 지하수를 개발하고 있다. 이번에 조사된 황성군의 기설관정 390공 가운데 농업용수는 121공, 이용량은 11,520m³/day이었으며, 읍·면별 농업용 지하수 이용현황은 표 4-4와 같다.

<표 4-4> 황성군 읍·면별 농업용 지하수 이용 현황

구분	계	황성	공근	둔내	우천	안흥	강림	서원	청일	갑천
개소수	121	12	9	32	9	20	9	9	13	8
이용량 (m ³ /day)	11,520	2,303	1,635	2,544	220	1,873	390	1,060	1,155	340



<그림 4-2> 황성군 읍·면별 농업용 지하수 이용 현황

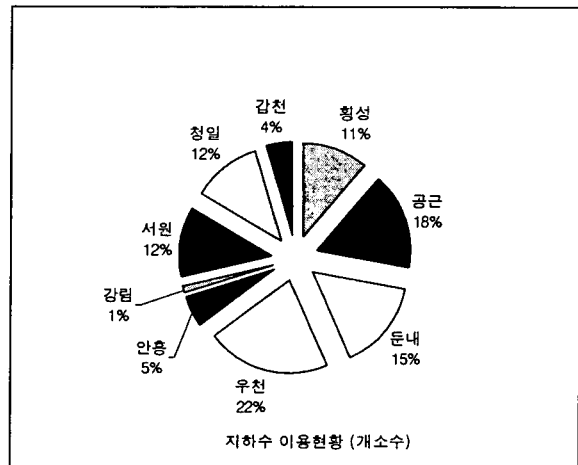
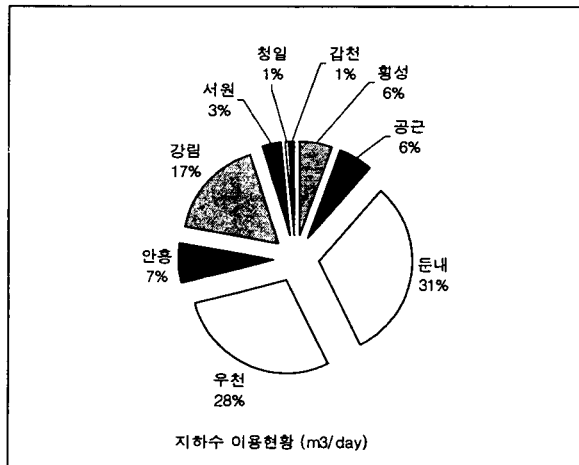
4-1-2. 생활용수

생활용수는 이용형태에 따라 상수도, 간이급수, 학교, 국방, 민방위급수와 목욕탕, 음식점, 일반 가정용 지하수 등으로 구분할 수 있다. 1960년대 이후 상수도 시설이 없는 지역에서는 마을단위로 비교적 용량이 큰 우물을 설치하여 지하수를 개발, 간이급수시설로 이용해 왔다. 1995년 환경부 발행 상수도 통계에 의하면 농어촌 지역의 상수도 보급율은 34%에 불과하고 또한 간이상수도, 우물 등 기존수

원의 상당부분이 수량부족, 수질오염, 시설노후 등으로 이용에 부적합하게 나타났다. 농어촌의 생활수준 향상 및 가축사육, 시설채소 재배 등 새로운 용수수요가 급증하게 됨에 따라 정부는 지하암반수를 개발하여 양질의 생활용수를 공급토록 계획하였다. 이번에 조사된 황성군의 기설관정 390공 가운데 생활용수는 247공, 이용량은 3,466m³/day이었으며, 읍·면별 생활용 지하수 이용현황은 표 4-5와 같다.

<표 4-5> 황성군 읍·면별 생활용 지하수 이용 현황

구분	계	황성	공근	둔내	우천	안흥	강림	서원	청일	갑천
개소수	247	28	41	38	53	13	3	30	30	11
이용량 (m ³ /day)	3,466	191	215	1,070	978	240	602	110	30	30



<그림 4-3> 황성군 읍·면별 생활용 지하수 이용 현황

4-1-3. 공업용수 및 기타용수

공업용수로 사용되는 지하수는 국가공단, 지방공단, 농공단지 및 자유입지업체 등에서 사용하는 지하수가 해당된다. 한국의 공업용수는 1969년 초까지는 각 공장에서 개별적으로 소규모의 지표수나 얕은 우물로 충당하는 것이 보통이었다. 경제개발 5개년 계획의 추진에 따라 공업용수의 수요가 급증하였고, 성장 주도형의 국가발전 전략 하에서 공업입지 정책이 특정지역 중심으로 계획·추진됨으로

서 공업의 도시집중 현상이 심화됨에 따라 1984년부터 농어촌소득원개발촉진법에 의하여 농공단지 조성사업을 추진하게 되었고, 이러한 계획들을 추진함에 있어 공업단지 및 농공단지 용수원 확보를 위하여 지하수 개발이 시행되었다. 그리고 근래에 들어서는 농촌의 경제력 제고와 소득향상을 위하여 농촌관광단지에 이용할 수 있는 심층지열수개발과, 경제성장에 따른 생활수준의 질적 향상에 따라 신선한 음용수 섭취를 위한 먹는샘물 개발이 활발히 진행되고 있다. 이번에 조사된 황성군의 시설관정 390공 가운데 공업용수는 12공, 이용량은 750m³/day이었으며, 기타용수는 10공, 이용량은 855m³/day이었다. 읍·면별 공업용 및 기타용 지하수 이용 현황은 표 4-6와 같다.

<표 4-6> 황성군 읍·면별 공업용수 및 기타용수 지하수 이용 현황

구 분	공 업 용 수		기 타 용 수		비 고
	개소수	이용량 (m ³ /day)	개소수	이용량 (m ³ /day)	
계	12	750	10	855	
황 성	6	480	3	395	유원식품 외
공 근	2	60	-	-	
둔 내	-	-	-	-	이화성업 파스퇴르유업 외
우 천	1	-	-	-	
안 흥	3	210	-	-	
강 립	-	-	-	-	오대산샘물 외
서 원	-	-	-	-	
청 일	-	-	7	460	
갑 천	-	-	-	-	

4-2. 기설관정 지하수위 조사

지하수위 관측은 지하수면 또는 정수압면의 위치를 확인하는 작업으로, 지하수면 등고선도 작도와 지하수체(groundwater body)의 연속성을 확인하고 지하수면의 경사도에 따른 지하수의 유동방향 파악에 필수적인 요소이다. 지하수위 조사 자료는 지하수 유로를 추정하고 상류오염원의 하류로의 이송을 막으며, 과잉양수로 인해 양수능력이 저하된 관정이나 대수층이 파괴되어 그 효율이 저하된 관정을 파악하여 일정기간 양수를 중지하여 관정의 우물효율을 회복시켜주는 중요한 자료로 사용된다.

이번 조사에서는 총 조사공 390공중 수위측정관이 없거나 수위측정기를 삼입할 수 없는 관정 등을 제외하고 148공에 대해 지하수위가 조사되었다. 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.

황성지역의 평균수위는 148개소에서 5.7m를 나타내며, 조사지역의 각 행정구역별 평균 수위는 표 4-7과 같다.

<표 4-7> 기설관정 지하수위

읍/면	개소수(개)	평균수위(m)
공근	18	4.2
둔내	26	5.88
우천	15	5.95
안흥	19	6.22
황성	21	6.01
강림	6	5.33
서원	15	5.13
청일	20	7.34
갑천	8	5.21
계	148	5.7

5. 수질 및 잠재오염원조사

5-1. 현장 간이수질 검사

조사지구내 수질현황 및 수질오염현황을 파악하기 위하여 기설관정 조사와 병행하여 지하수 기설관정 145개소에 대하여 수소이온농도(pH), 전기전도도 (electric conductivity) 및 온도를 측정하였다. 표 5-1은 조사지구에서 측정한 현장 간이수질 검사 결과이다.

횡성지역 지하수의 물리적 특성은 다음과 같다.

○ 수소이온 농도(pH)

pH는 물속에 전해되어 있는 수소이온(H^+)의 상대적인 농도를 말한다. 일반적으로 pH값에 따른 수질의 분류는 pH값이 5.5이하이면 산성, 5.5~6.5사이는 약산성, 6.5~7.5사이는 중성, 7.5~9.0 까지는 약알칼리성 그리고 9.0이상이면 알칼리성으로 분류하고 있다. 횡성지역 지하수의 pH는 최소 4.55(생활용수)에서 최대 9.34(농업용수)이며 평균값은 7.25이다. pH를 측정한 생활용수 123공 가운데 먹는물 수질기준인 pH 5.8~8.5 범위 밖의 값을 나타낸 관정은 2개소로 나타났다.

○ 온 도

횡성지역의 지하수 수온은 최소 8℃에서 최대 21℃이며, 평균 14℃이다. 수온이 최소값으로 나타나는 지하수는 서원면 옥계2리의 생활용 충전 지하수이며, 최대값을 보여주는 지하수는 우천면 정금 1리의 생활용 암반 지하수이다.

○ 전기전도도(EC, electric conductivity)

전기전도도는 용액이 전기를 전달할 수 있는 능력을 말하며, 전기저항의 역수로 나타난다. 즉 전기전도도는 물 속에 용해되어 있는 전해질의 농도 차이에 의해 결정되므로 용액중의 이온의 세기를 신속하게 평가할 수 있다(Hem, 1985).

횡성지역 지하수의 전기전도도는 최소 26.8 μ s/cm에서 최대 178 μ s/cm으로 나타나며, 평균은 48.75 μ s/cm이다. 전기전도도가 최소인 지점의 지하수는 서원면 옥계2리 생활용 충전 지하수이다. 전기전도도가 최대값을 보이는 지하수는 청일면 속실리의 먹는샘물용 암반 지하수이다.

<표 5-1> 현장 간이수질 검사

읍면동	리	번지	X좌표	Y좌표	용도	층적/암반	수온	EC	pH
갑천	매일리	368	121.94	450.83	농업	암반	12	36.3	6.82
갑천			115.2	450	생활	암반	12	36.4	6.95
갑천			121.09	450.92	생활	암반	12	37.1	6.85
갑천			121.62	451.28	생활	암반	13	35.9	6.9
갑천	대관대리	64--1	114.77	448.83	농업	암반	14	37	6.08
강림	강림5		122.52	428.92	농업	암반	13	36.3	9.34
강림	강림5	1539-1	122.4	428.93	생활	암반	13	36.3	4.55
강림					생활	층적	13	26.2	7.68
강림	강림1	123	124.12	429.15	농업	암반	14	36.4	7.87
공근					생활	암반	11	32.9	6.86
공근					생활	암반	12	31.6	7.26
공근					생활	층적	12	32.4	6.88
공근	수백리	596	111.81	450.01	생활	암반	13	36.8	7.35
공근	부창	124	112.17	455.28	생활	층적	13	37.7	7.03
공근	부창		287.96	454.4	생활	암반	14	28.2	6.85
공근	상동리				생활	암반	14	35.2	7.25
공근	부창	178	111.92	455.5	생활	층적	14	37	7.04
공근	도곡리		283.38	450.18	생활	암반	14.5	36.8	7.57
공근	부창	301	288	454.84	생활	층적	14.7	37.5	6.98
공근	부창	92--2	288.03	454.74	농업	층적	14.9	38.4	6.95
공근	매곡리	58--1	286.57	447.61	생활	암반	15	37.5	8.74
공근	부창	85	112.12	454.88	생활	층적	15	37.9	7.12
공근	부창	200	111.87	455.37	생활	층적	15	37	7.12
공근	부창	126	112.14	455.18	생활	층적	15.4	37.2	7.24
공근	부창	165	111.89	455.42	생활	층적	15.4	36.8	7.02
공근	부창	251-1	111.56	454.9	생활	층적	15.4	37.6	7.08
공근	부창	135	288.02	454.81	생활	층적	15.4	36.8	7.35
공근	부창	280	112.12	455.05	생활	층적	15.5	37.8	6.9
공근	부창	251-1	111.55	454.87	생활	층적	15.5	36.3	7.14
공근	부창	127	112.19	455.33	생활	층적	15.8	38.4	7.15
공근	부창	196	112.03	455.66	생활	층적	15.8	36	7.15
공근	부창	62	112.06	455.06	생활	층적	16	37.9	6.51
공근	부창	159	112.04	455.7	생활	층적	16	37.2	6.94
공근	부창	185	111.94	455.55	생활	층적	16.5	37.3	7.11
공근	공근리	76	285.69	452.27	생활	암반	17	37.2	7.04
공근	부창	203-2	111.91	455.75	생활	층적	17	38.2	6.88
둔내	삼교1	409-1			농업	암반	9	36.9	6.79
둔내	석문	625-3	130.29	447	생활	암반	9	36.4	7.32
둔내	두원2	644			생활	층적	11	36.8	7.31
둔내			131.6	451.89	생활	층적	11	30.3	7.58
둔내	삼교1	529			농업	암반	13	36	5.24
둔내	삼교1	392-7			농업	암반	13	37	7.21

읍면동	리	번지	X좌표	Y좌표	용도	층적/암반	수온	EC	pH
둔내	삽교1	31			농업	암반	13	36.5	7.44
둔내	두원2	644			생활	층적	13	36.8	6.07
둔내	삽교1	414			생활	암반	14	37	7.31
서원	옥계2				생활	층적	8	37	6.86
서원	옥계2	641			생활	층적	8	37.4	8.39
서원	옥계2	554			생활	층적	10	37.2	7.92
서원	옥계2	568			생활	층적	10.3	37	7.25
서원			274.79	443.07	생활	암반	11	33.8	8.39
서원					생활	층적	11	33.8	6.17
서원	옥계2	588			생활	층적	11	37.1	7.32
서원	옥계2	629			생활	층적	11	37.3	6.43
서원	옥계2	560	275.65	439.22	생활	암반	11.4	36.7	7.25
서원	창촌1	655	274.35	444.29	생활	암반	12	37.4	7.61
서원			275.22	443.11	생활	암반	12	33.3	7.23
서원					생활	암반	12	33.3	5.91
서원	옥계2				생활	층적	12	36.9	6.99
서원	옥계2				생활	층적	12	37.1	6.7
서원	창촌1	655	274.26	443.09	생활	암반	13	37.1	8.63
서원	옥계2	502			생활	층적	13	26.8	6.85
서원	옥계2	630			생활	층적	13	37.3	6.74
서원	창촌2	산13-1	276.39	444.3	생활	암반	14	37.3	8.41
서원	옥계2	543-1			생활	층적	14	37.2	7.05
서원	옥계2	502			생활	층적	14	37.3	6.69
서원	옥계1	89-1			농업	암반	15	37.8	7.46
서원	옥계2	488			생활	층적	15	37.5	6.7
서원	옥계2	야영장		생활	층적	15	37.7	7.84	
서원	옥계2	560			생활	층적	16	37.2	7.66
안흥	안흥4	961-58	125.2	435.11	농업	암반	13	37.1	7.13
안흥	안흥4	248	125.34	435.59	농업	암반	13	36.9	7.33
안흥	소사4	1265-1	124.28	444.44	생활	암반	13	37.3	7.31
안흥	소사4	1463	123.18	440.79	농업	암반	13.5	36.8	7.04
안흥	소사	1054	124.35	440.99	생활	암반	13.5	37.8	8
안흥	소사1	829	124.84	439	생활	암반	14	36.4	7.06
안흥	소사4	1511	123.21	440.71	생활	암반	14	36.8	7.61
안흥	소사	1331-1	123.98	440.24	공업	암반	15	35	5.54
안흥			124.24	439.95	생활	암반	15	35.1	7.49
우천					생활	암반	10	28.2	7.35
우천			115.85	441.13	생활	암반	12	35.5	7.96
우천	정금1	1112	120.53	444.86	생활	층적	12	35.4	7.11
우천	정금1		120.55	445.5	생활	층적	12.4	35.8	7.45
우천	정금1	734	120.55	445.56	생활	층적	12.5	35.4	7.34
우천	정금2	502	120.89	445.3	생활	층적	12.5	35.4	7.55

읍면동	리	번지	X좌표	Y좌표	용도	층적/암반	수온	EC	pH
안흥	안흥4	248	125.34	435.59	농업	암반	13	36.9	7.33
안흥	소사4	1265-1	124.28	444.44	생활	암반	13	37.3	7.31
안흥	소사4	1463	123.18	440.79	농업	암반	13.5	36.8	7.04
안흥	소사	1054	124.35	440.99	생활	암반	13.5	37.8	8
안흥	소사1	829	124.84	439	생활	암반	14	36.4	7.06
안흥	소사4	1511	123.21	440.71	생활	암반	14	36.8	7.61
안흥	소사	1331-1	123.98	440.24	공업	암반	15	35	5.54
안흥			124.24	439.95	생활	암반	15	35.1	7.49
우천					생활	암반	10	28.2	7.35
우천			115.85	441.13	생활	암반	12	35.5	7.96
우천	정금1	1112	120.53	444.86	생활	층적	12	35.4	7.11
우천	정금1		120.55	445.5	생활	층적	12.4	35.8	7.45
우천	정금1	734	120.55	445.56	생활	층적	12.5	35.4	7.34
우천	정금2	502	120.89	445.3	생활	층적	12.5	35.4	7.55
우천	정금1	293	120.73	445.28	생활	층적	12.7	31.4	7.45
우천	정금1		119.88	445.28	생활	암반	13	35.5	7.11
우천	정금2	630	120.74	444.77	생활	층적	13	31.4	7.15
우천	정금1	918	120.51	445.42	생활	층적	13.4	32.5	7.78
우천	정금1	845	120.68	445.71	생활	층적	13.5	34.8	7.14
우천	정금2	429	120.99	445.59	생활	층적	13.5	33.1	8.2
우천	정금1	950	120.62	445.86	생활	층적	14	30.4	7.14
우천	정금2	562	120.86	445.12	생활	층적	14.2	31.9	7.42
우천	오원3	545-2			생활	암반	14.5	37.2	7.6
우천	정금2	588	120.7	445.1	생활	층적	14.8	32.5	7.52
우천	오원3	465-3			생활	암반	15	37.1	6.94
우천	정금1	740	120	445.03	생활	층적	15	38.2	7.90
우천	정금1	890	120.37	445.09	생활	층적	15.1	32.4	7.04
우천	정금1	849-12	120.53	444.93	생활	층적	15.4	32.5	7.44
우천	정금2	445	120.9	445.61	생활	층적	15.4	35.1	7.41
우천	정금2	507	120.83	445.25	생활	층적	15.5	35.1	6.88
우천	정금1	944	120.59	445.74	생활	층적	16	32.1	7.24
우천	정금1	930	120.62	445.78	생활	층적	16	33.4	7.04
우천	정금2	846-1	120.65	444.92	생활	층적	16.2	32.4	7.15
우천	정금2	796	120.16	444.4	생활	층적	16.3	37.2	7.24
우천	정금1	873-1	120.2	445.08	생활	층적	16.4	32.4	7.12
우천	정금1	880	120.67	445.58	생활	층적	16.4	32.1	6.9
우천	정금2	507	120.73	445.2	생활	층적	16.5	31.5	7.24
우천	정금1	849	120.5	445.35	생활	층적	16.7	32.3	7.24
우천	정금1	165	120.01	445.29	생활	층적	17	29.8	6.98
우천	정금1		120.49	445.06	생활	층적	17.4	35.2	7.14
우천	정금2	828-2	120.15	444.78	생활	층적	17.5	35.4	7.89
우천	정금1	940	120.53	445.4	생활	층적	18	34.3	7.24

읍면동	리	번지	X좌표	Y좌표	용도	층적/암반	수온	EC	pH
우천	정금1	1041	118.86	445.62	생활	암반	21	28.1	8.37
청일	속실	423-1	125.58	460.55	기타	암반	9.9	147	7.3
청일			130.93	454.74	생활	층적	10	31.5	5.87
청일	고시	466	127.43	453.52	농업	암반	11	33.9	8.06
청일			127.64	452.36	생활	암반	11	35.3	7.4
청일	고시	402-1	128.07	453.64	농업	암반	12	34.3	7.58
청일	속실	154-1			기타	암반	12.9	178	7.8
청일	속실	154-1			기타	암반	13.1	169	7.8
청일	속실	444	125.66	460.73	생활	암반	13.9	165	6.28
청일	갑천	279-1	127.52	452.6	생활	암반	14	36.2	6.39
청일	유동2리	1366-1	125.35	453.91	생활	암반	14	36	7.05
청일	속실	503	125.65	460.64	생활	층적	14.5	105	6.39
청일	속실	458	125.71	460.78	생활	층적	14.7	110	6.02
청일	속실	448	125.39	460.21	생활	층적	14.8	110	6.44
청일	속실	448	125.58	460.53	생활	층적	15.4	121	6.80
청일	속실	442	125.71	460.69	생활	층적	15.7	132	6.26
청일	속실	402	125.45	460.25	생활	층적	15.8	99	6.39
청일	속실	385	125.84	460.32	생활	층적	16.3	111	6.72
청일	속실	495-7	125.46	460.28	생활	층적	16.6	96	6.59
청일	속실	402	125.44	460.21	생활	층적	17	120	6.61
청일	속실	351	126.27	460.1	생활	층적	17	108	6.71
청일	속실	367	126.16	460.26	생활	층적	17.1	99	6.93
청일	속실	503-1	125.42	460.36	생활	층적	17.2	114	6.71
청일	속실	500-1	125.46	460.3	생활	층적	17.2	91	6.69
청일	속실	461	125.33	460.3	생활	층적	17.5	110	6.69
청일	속실	339	125.43	460.3	생활	층적	17.8	114	6.79
청일	속실	503-1	125.43	460.33	생활	층적	18.9	115	6.73
횡성			114.75	444.12	생활	암반	12	36.2	7.32
횡성					생활	암반	13	36.3	7.04
횡성	개전		112.78	444.22	농업	암반	14	35.6	7.14
횡성	개전		113.28	444.21	농업	암반	14	36.4	7.15
횡성	곡교	365	286.55	440.53	농업	암반	14.5	35.2	7.2
횡성	마산	308	112.14	443.5	생활	암반	16	33.6	7.26

5-2. 주요이온분석결과

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

횡성지역 지하수에 대하여 양이온분석 대상시료는 현장에서 수동진공펌프를 이용하여 Pore size 0.45 μ 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 SO₄, HCO₃와 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 NO₃, F등이 제외되어 있다. 따라서 조사한 지하수에서의 물리·화학적 특징과 지하수의 수질을 결정하는 여러 가지 반응들 및 진화과정을 평가하기에는 한계가 있다. 다만 지하수의 유형을 결정하는데에 유용할 것으로 판단된다. 이 지역에서 분석된 이온들의 함량은 다음 표 5-2와 같다. 표에서 CO₃가 검출되지 않는 걸로 봐서는 pH가 모두 8.3이하임을 알 수가 있다.

지하수의 유형 판별은 일반적으로 Piper's diagram을 사용하며 주요 양이온 Na, K, Ca와 Mg의 농도와 주요 음이온 SO₄, HCO₃와 Cl의 농도를 삼각형 꼭지점을 최대농도로 나타내어 도시한 그림이다.

일반적으로 천층수들은 방해석의 용해에 의해 수질이 주로 결정되기 때문에 방해석의 주성분인 Ca+HCO₃ 타입을 나타낸다. 이러한 물이 점점 지하로 내려가 수암반응을 거치게 되면 이온교환, 혼합, 가수분해, 침전/용해, 산화/환원의 변화에 따라 수질이 변하게되며 지질에 따른 광물의 주성분에 의해 주성분이 Na이 양이

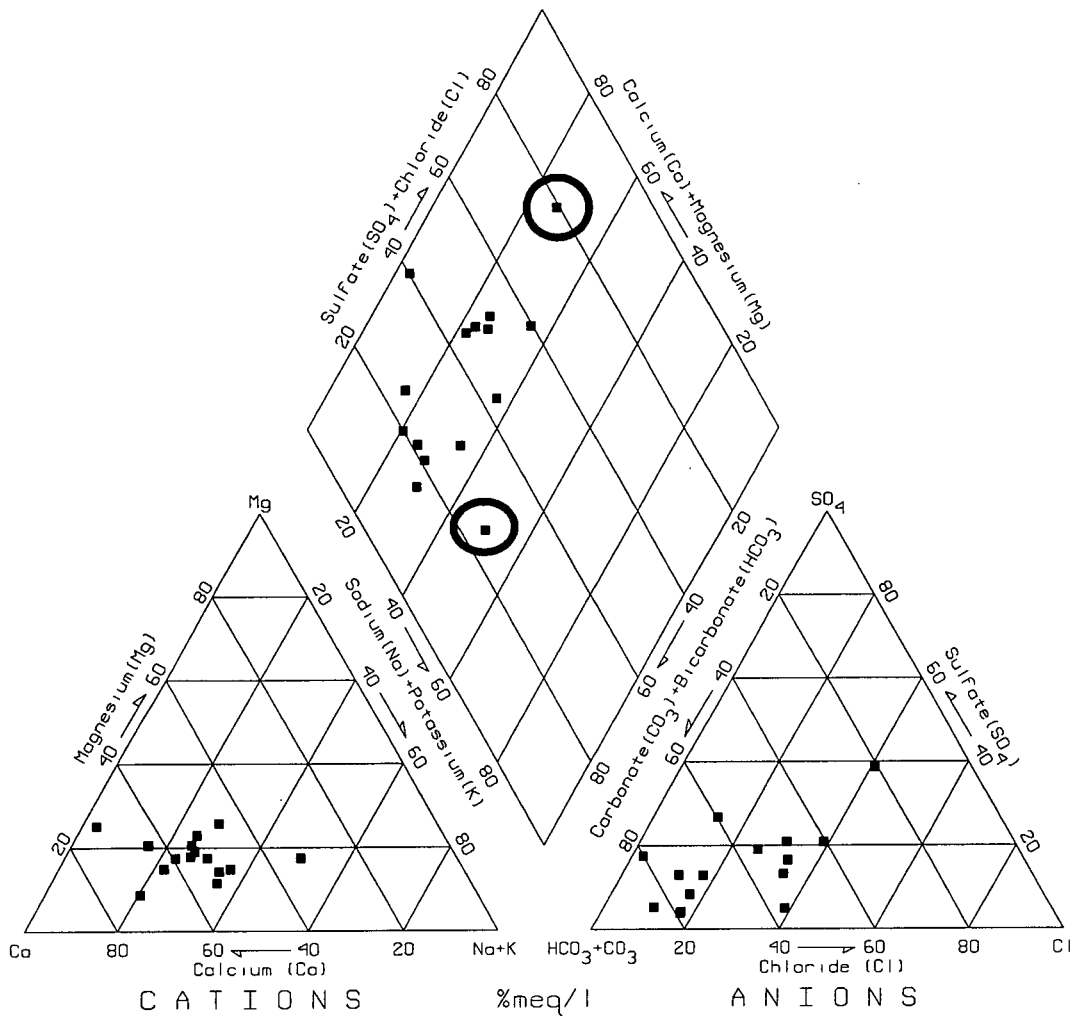
많아지는 경향이 있어 $\text{Na}+\text{HCO}_3$ 혹은 $\text{Na}+\text{SO}_4$ 등의 유형을 나타내게 된다.
 고성지역에서 채취한 시료들을 Piper's diagram에 도시하면 다음 그림 5-1과 같다.

<표 5-2> 황성지역의 양이온 음이온 농도

시 료 명		HS-1	HS-2	HS-3	HS-4	HS-5
시 험 항 목	시험번호	01-4	01-5	01-6	01-7	01-8
	기준					
칼슘(Ca)	- mg/L	20.40	12.20	9.37	10.80	4.62
마그네슘(Mg)	- mg/L	4.02	3.92	1.99	2.08	0.66
나트륨(Na)	- mg/L	5.29	19.20	3.37	4.84	1.72
칼륨(K)	- mg/L	1.09	3.20	3.19	1.62	0.22
황산이온(SO_4^{-2})	200 mg/L	6	10	9	6	4
중탄산(HCO_3)	- mg/L	68.3	73.2	6.1	23.1	14.7
염소이온(Cl^-)	250 mg/L	9	7	7	9	4

시 료 명		HS-6	HS-7	HS-8	HS-9	HS-10
시 험 항 목	시험번호	01-9	01-10	01-11	01-12	01-13
	기준					
칼슘(Ca)	- mg/L	28.20	13.70	12.70	30.70	12.00
마그네슘(Mg)	- mg/L	2.09	4.69	3.39	6.50	2.21
나트륨(Na)	- mg/L	8.90	8.85	5.38	0.35	9.97
칼륨(K)	- mg/L	0.67	1.59	2.80	1.94	0.47
황산이온(SO_4^{-2})	200 mg/L	20	3	10	43	3
중탄산(HCO_3)	- mg/L	116.1	79.3	29.2	122.0	42.7
염소이온(Cl^-)	250 mg/L	2	10	11	16	17

시 료 명		HS-11	HS-12	HS-13	HS-14	HS-15
시 험 항 목	시험번호	01-14	01-15	01-16	01-17	01-18
	기준					
칼슘(Ca)	- mg/L	10.90	8.64	13.40	9.71	24.30
마그네슘(Mg)	- mg/L	1.43	1.75	3.08	1.63	4.33
나트륨(Na)	- mg/L	7.96	5.37	6.77	7.08	10.30
칼륨(K)	- mg/L	0.46	0.50	0.59	0.56	1.00
황산이온(SO_4^{-2})	200 mg/L	8	2	2	6	10
중탄산(HCO_3)	- mg/L	19.7	40.2	47.5	41.4	50.0
염소이온(Cl^-)	250 mg/L	11	3	6	6	19



<그림 5-1> 황성 Piper diagram

위의 그림을 보면 대부분이 Ca와 HCO₃가 우세하여 Ca+HCO₃ 유형을 나타내는 것을 볼 수가 있다. 이는 이 지역에서 방해석의 용해작용이 우세함을 보여주고 있으며 물의 진화 정도가 아직 충분하지 않음을 알 수가 있다. 물 시료는 주로 충적층이 아닌 암반대수층에서 채취하였지만 심층지하수이기 보다는 천층지하수임을 Piper's diagram의 결과로 알 수가 있다. 하지만 심층지하수여도 관정에서 천층수나 지표수와도 혼합되어 위와 같은 결과를 보여줄 수 있다.

하나의 지하수공이 Na+K+HCO₃ 유형에 가깝게 도시되어있는 것을 볼 수 있는데 이는 심층지하수의 특징을 나타내는 것으로 장석류의 용해반응에 의한 결과로 생각할 수 있으며 수암반응이 어느 정도 진행되고 있음을 알 수가 있다.

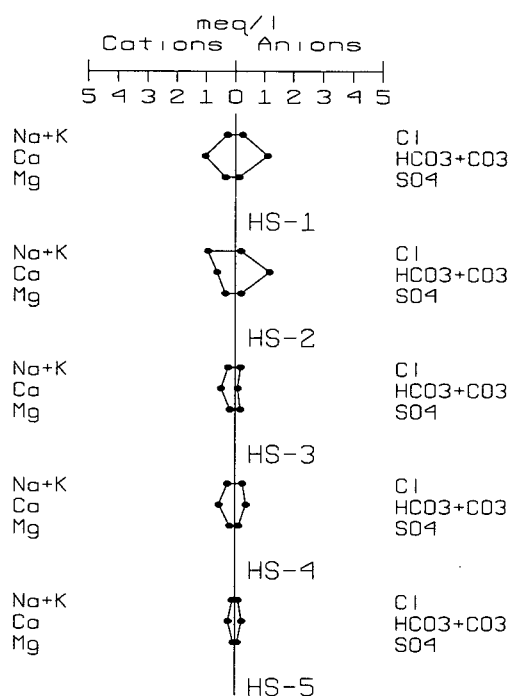
위의 그림에서 하나의 시료가 Ca+SO4 유형에 찍혀있음을 볼 수가 있다. 지하수에서 SO4의 기원은 주로 광물에 관련되어 나타나게 된다. 이러한 광물들은 황철석이나 석회석에 기인한다. 특히나 황철석은 퇴적기원이나 화성기원으로 존재하며 다양하게 분포하여 SO4의 주요 기원이 된다.

다음으로 Stiff diagram을 작성하기 위해서 이온들의 농도를 당량값으로 변환하였으며 당량은 다음 식과 같다.

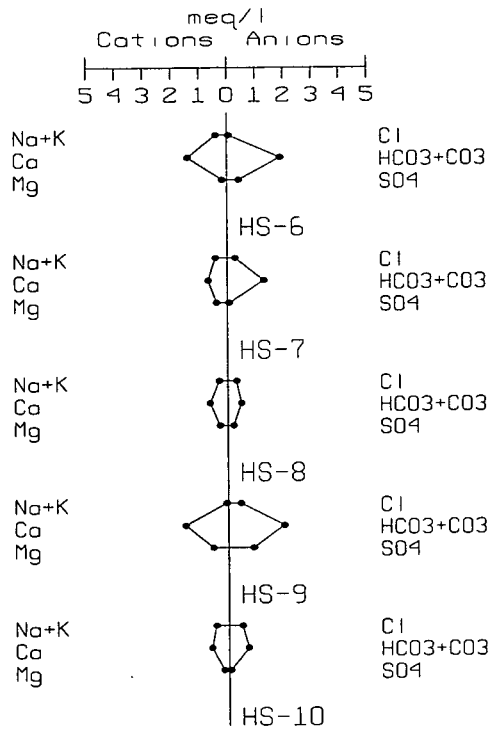
$$\text{당량} = \frac{\text{ppm농도} \times \text{전자가}}{\text{분자량}}$$

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 알아볼수 있게 한다.

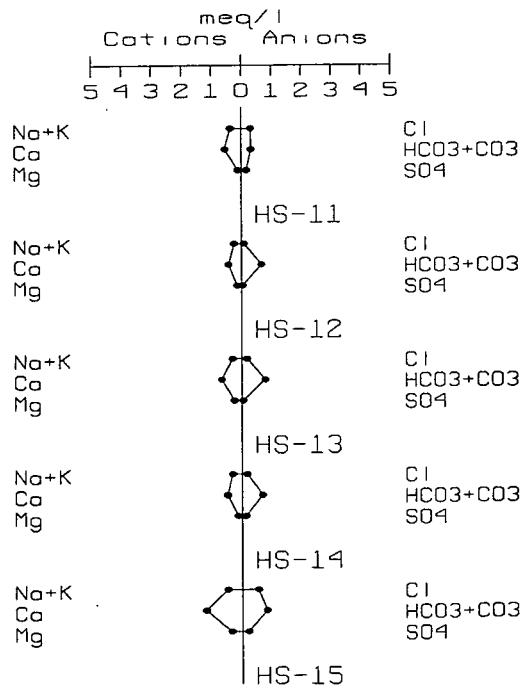
황성지역에서 채취된 지하수 시료의 Stiff diagram은 다음 그림 5-2와 같다.



<그림 5-2> 황성군 Stiff 다이어그램



<그림 5-2> 계속



<그림 5-2> 계속

5-3. 먹는물기준 수질 검사 결과

먹는물 수질기준 검사항목은 45개 항목으로 미생물에 관한 기준 2개 항목, 건강상 유해영향 무기물질에 관한 기준 10개 항목, 건강상 유해영향 유기물질에 관한 기준 17개 항목과 심미적 영향물질에 관한 기준 16개 항목으로 구성되어 있다.

이번 조사에서는 지하수 관정 15개에 대한 먹는물 수질검사 결과를 표에 나타내었다. HS-10에서 15공은 검출된 항목만 나타내었다.

<표 5-3> 황성군 수질검사 결과

시 료 명	시 험 번 호 기준	HS-1	HS-2	HS-3	HS-4	HS-5	HS-6	HS-7	HS-8	HS-9	HS-10
		01-4	01-5	01-6	01-7	01-8	01-9	01-10	01-11	01-12	01-13
납(Pb)	0.05 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
불소(F)	1.5 mg/L	0.2	0.3	0.1	0.2	0.2	0.9	0.4	0.1	1.3	0.1
비소(As)	0.05 mg/L	0.001	불검출	불검출	불검출	불검출	0.006	불검출	불검출	불검출	불검출
세레늄(Se)	0.01 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.001	0.001	0.002
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 ⁶⁺)	0.05 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
암모니아성질소(NH ₄ ⁻ -N)	0.5 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.03
질산성질소(NO ₃ ⁻ -N)	10 mg/L	6.8	4.3	9.6	6.7	1.6	0.3	0.5	8.9	0.2	5.9
카드뮴(Cd)	0.01 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.001
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
다이아진은	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

<표 5-3> 계속

시 료 명		HS-1	HS-2	HS-3	HS-4	HS-5	HS-6	HS-7	HS-8	HS-9	HS-10
경도	300 mg/L	79	57	38	40	26	106	75	60	123	51
과망간산칼륨(KMnO ₄)소비량	10 mg/L	0.0	0.1	0.1	0.2	0.3	0.0	0.3	0.3	1.2	1.5
냄새	무 취	적합	적합	적합	적합	적합	적합	부적합	적합	적합	적합
맛	무 미	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합
동(Cu)	1 mg/L	0.001	0.003	0.004	0.004	0.001	0.003	0.004	0.015	0.003	0.002
색도	5 도	0	0	1	1	2	1	1	1	3	3
세제(ABS)	0.5 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
수소이온농도(pH)	5.8~8.5	7.0	7.1	6.2	6.5	6.7	7.7	7.2	6.7	7.4	6.4
아연(Zn)	1 mg/L	0.007	불검출	0.074	불검출	불검출	0.012	0.300	0.020	0.118	0.043
염소이온(Cl ⁻)	250 mg/L	9	7	7	9	4	2	10	11	16	17
증발잔류물(TS)	500 mg/L	145	123	108	107	61	154	113	136	201	139
철(Fe)	0.3 mg/L	0.06	불검출	0.01	불검출	0.01	불검출	0.23	0.01	0.07	7.52
망간(Mn)	0.3 mg/L	0.002	0.001	0.001	불검출	불검출	불검출	0.040	불검출	0.314	3.316
탁도	1 NTU	1.33	0.10	0.07	0.05	0.23	0.05	0.37	0.08	0.83	28.50
황산이온(SO ₄ ⁻²)	200 mg/L	6	10	9	6	4	20	3	10	43	3
알루미늄(Al)	0.2 mg/L	0.10	불검출	불검출	불검출	0.02	불검출	0.29	0.02	불검출	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	184	195	118	125	64	234	170	158	320	164

<표 5-3> 계속

시 료 명		HS-11	HS-12	HS-13	HS-14	HS-15
시 험 항 목	시 험 변 호 기준	01-14	01-15	01-16	01-17	01-18
		불소(F)	1.5 mg/L	0.1	0.2	0.1
세레늄(Se)	0.01 mg/L	0.001	불검출	0.002	0.001	0.001
질산성질소(NO ₃ -N)	10 mg/L	6.6	2.6	5.7	1.7	16.6
경도	300 mg/L	37	37	58	35	94
과망간산칼륨(KMnO ₄)소비량	10 mg/L	0.1	0.0	0.0	0.4	0.0
냄새	무 취	적합	적합	적합	적합	적합
맛	무 미	적합	적합	적합	적합	적합
동(Cu)	1 mg/L	0.006	0.001	불검출	0.001	0.001
색도	5 도	0	0	2	1	1
수소이온농도(pH)	5.8~8.5	6.4	7.1	6.9	6.9	6.6
아연(Zn)	1 mg/L	불검출	0.012	불검출	불검출	0.129
염소이온(Cl ⁻)	250 mg/L	11	3	6	6	19
증발잔류물(TS)	500 mg/L	112	80	109	79	203
철(Fe)	0.3 mg/L	0.01	0.05	불검출	불검출	불검출
망간(Mn)	0.3 mg/L	0.001	불검출	불검출	불검출	불검출
탁도	1 NTU	0.04	0.08	0.03	0.08	0.04
황산이온(SO ₄ ⁻²)	200 mg/L	8	2	2	6	10
알루미늄(Al)	0.2 mg/L	0.02	불검출	불검출	불검출	0.02

5-4. 잠재오염원조사

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 5-4> 오염원의 종류

폐기물 투기에 의한 오염원	기타 인위적인 오염원
◦ 매립지, 쓰레기더미 또는 지표의 웅덩이	◦ 폐공(지하수개발, 온천수개발등)
◦ 광산 폐기물	◦ 사고로 인한 오염물질의 누출
◦ 산업폐수의 방류	◦ 농화학 약품의 살포
◦ 방사성 폐기물의 투기	◦ 인위적 지하수 충전
◦ 지표에 분산된 슬러지	◦ 도로의 재설용 화학물질
◦ 주입관정	◦ 유전탐사
	◦ 지하유류 저장탱크의 연결관
	◦ 염수침입 및 염도증가

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 또 다른 분류인 미국의회 기술평가국(O.T.A)에 의한 잠재오염원은 6개의 군으로 분류되며 크게 점오염원(point sources)과 비점오염원(diffuse sources)으로 구분할 수 있다(표5-5). 점오염원은 점원위치에서 오염물질이 배출

되는 것을 말하며, 정화조, 지하저장탱크, 유해폐기물 부지, 매립지, 지표저류시설, 폐관정 등이 있다. 비점오염원은 넓은 지역에서 오염물질이 광범위하게 확산되는 것을 말하며, 농약살포, 비료살포 등의 농업오염원과 산성강우 등이 있다.

<표 5-5> O.T.A 잠재오염원 분류

구분	종 류
1군	-오염물질의 삼투 및 배출을 목적으로 계획된 오염원 1. 지하삼투형(정화조, 오수조) 2. 주입정(유해폐기물, 염수처리공) 3. 지상살포(관개용수살포, 슬러지살포)
2군	-오염물질의 저장, 취급, 처리시설 1. 육상매립지 2. 쓰레기 하치장 3. 주거지에서 쓰레기 처분 4. 지표 저수조 5. 광산폐석 6. 폐기물 하치장 7. 재료의 비축지 8. 묘지 9. 동물사체 매모지 10. 지상탱크 11. 지하탱크 12. 콘테이너 13. 소각장과 발파지 14. 방사능 폐기물 처리장
3군	-운송, 송유시설 1. 수송관로 2. 운송, 화물
4군	-기타활동으로 배출 및 살포되는 오염원 1. 관개용수 2. 농약살포 3. 비료살포 4. 동물사육 5. 제설, 제빙제 살포 6. 도시의 강수유출 7. 대기오염 물질의 지하삼투 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

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 ΔS : 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 복

잡한 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 15년간(1986~2000) 황성지역의 연평균 강우량과 연평균 기온은 3장에서 분석한 바와 같이 각각 1,342.2mm와 11.26℃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 6-1>와 같다.

<표 6-1> 황성지역 추정 증발산량 비 (Turc 방법)

구 분	연평균 강수량 (mm)	연평균 기 온 (℃)	추 정 증발산량 (mm)	강 우 대 증발산비 (%)	비 고
황성군	1,342.2	11.26	592.8	44.2	원주기상대

나. Coutagne에 의한 추정

Coutagne는 강수량과 기온 자료를 분석하여 다음과 같은 경험공식을 제안하

였다.

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

여기서 D는 증발산량(m), P는 강수량(m), λ 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 6-2와 같다.

<표 6-2> 황성지역 추정 증발산량 비 (Coutagne 방법)

구 분	연평균 강수량 (mm)	연평균 기 온 (°C)	추 정 증발산량 (mm)	강 우 대 증발산비 (%)	비 고
황성군	1,342.2	11.26	584.1	43.5	원주기상대

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 강우량에 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 15년간 강수자료를 이용하여 지하수 이용량 및 지하수 함양량 등을 구해보면

- 연평균 강수량 (원주기상대, 1986~2000)

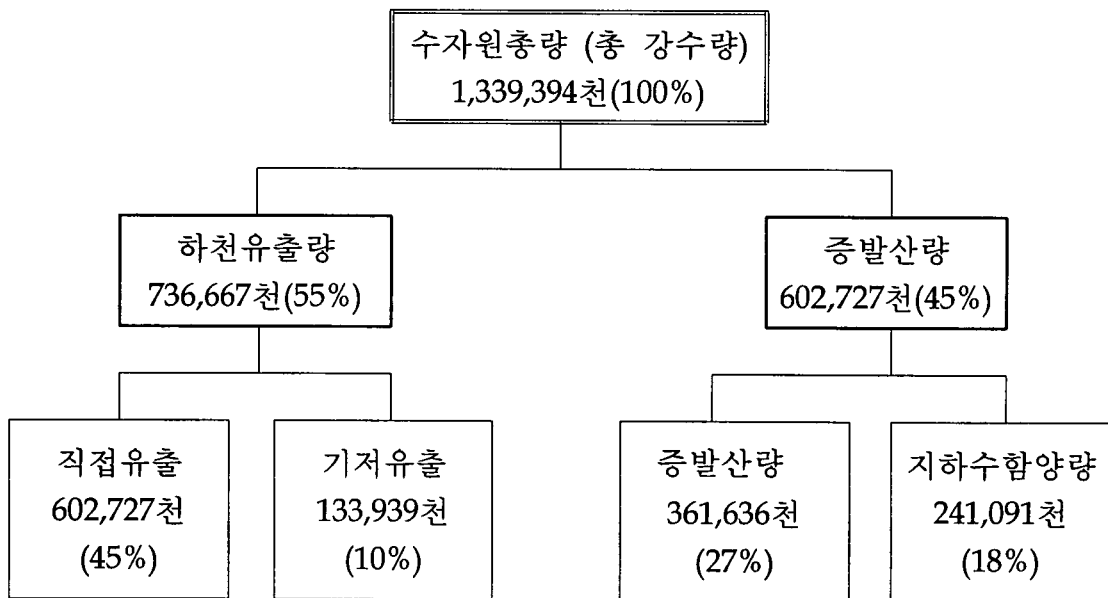
평균 : 1,342.2mm/yr (최대 : 2,068mm/yr, 최소 : 966.9mm/yr)

- 집수유역면적 : 997,909,641m²

- 기저유출량 : 수자원 총량(1,339,394,320m³) × 기저유출률(0.1) = 133,939,432m³

으로서 총 강수량을 수자원 총량으로 간주하면 조사지역의 계통표는 다음과 같다.

(단위 : m³/yr)



<그림 6-1> 계통표에 의한 조사지구 유출량

그러므로, 조사지역의 지하수 이용량은 지하수 함양량의 2%인 4,822천m³/yr이고 함양량은 18%인 241,09천m³/yr이며 유출량은 133,939천m³/yr이다.

나. 유출분석에 의한 함양량 분석

하천의 유출률은 강수총량에 대한 유출총량의 비로써 다음과 같이 계산된다.

$$\text{유출률} = \frac{\text{월평균유출량} (m^3/sec) \times 86,400 \times \text{월의일수}}{\text{월평균강우량} \times \text{유역면적}}$$

$$588.5\text{mm} \times 997,909,641\text{m}^2 = 587,269,824\text{m}^3$$

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

$$I = 1,339,394,320\text{m}^3 - 602,727,444\text{m}^3 - 587,269,824\text{m}^3 = 149,397,052\text{m}^3/\text{yr} \text{ 이다.}$$

라. 지하수 함양량

앞에서 언급한 횡성 지역의 지하수 함양량 분석결과를 비교하면 강수량에 의한 지하수 함양량 산출 방법이 241,091천 m^3/yr 로 최대 함양량을 보였으며 유출분석에 의한 지하수 함양량이 162,067천 m^3/yr , 물수지 방법에 의한 지하수 함양량이 149,397천 m^3/yr 로 나타났다. 이들 각각의 방법에 의해 산출된 횡성 지역의 평균 지하수 함양량은 184,185천 m^3/yr 로 나타났다(표 5-7).

<표 6-3> 횡성군 지하수 함양량 분석 결과

지하수 함양량 분석 방법	지하수 함양량
강수량에 의한 지하수 함양량	241,091천 m^3/yr
유출분석에 의한 지하수 함양량	162,067천 m^3/yr
물수지 방법에 의한 지하수 함양량	149,397천 m^3/yr
평균 지하수 함양량	184,185천 m^3/yr

6-2. 지하수부존량 및 개발가능량

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 과잉채수로 인한 지하수위의 과도한 강하, 지하수 고갈 및 지반침하, 지하수오염, 염수침입등과 같이 정상적으로 지하수를 개발 이용하지 못하게 되는 현

상을 의미한다. 지하수를 개발하면 자연상태에 어느 정도의 변화가 오게된다. 따라서 주변의 환경에 심각한 영향을 주지 않는 범위 내에서 지하수개발 가능량을 적정개발 가능량 또는 안전채수량 이라고 할 수 있다. 안전채수량은 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 5-8에서와 같이 조사자와 연구기관에 따라 약간의 차이가 있으나 함양량의 70%를 적정양수량으로 볼 때, 각각의 지하수 함양량 분석에 따른 황성지구의 지하수 적정 개발 가능량은 표 5-9와 같다. 지하수조사연보(건설교통부, 1999)에 의하면 1998년 현재 황성지역의 지하수 관정 수는 5,429개소로 이용량은 6,047,703m³/yr에 이른다. 따라서 조사지역에서의 추정 지하수 개발 가능량은 122,882천m³/yr이며, 지하수 이용량은 개발가능량의 4.7%로 나타났다.

<표 6-4> 지하수개발 가능량 추정

연구자	개발가능량 (억톤/년)	연강수량에 대한 비율(%)	추정 방법	사용 용어
선우중호 (1992)	100~150	7.9~11.8	Cheremissionoff(1998) 의 기준, 물수지 방법	적정개발 가능량
한정상(1995) 이천복(1994)	228	18	물수지 방법(건설부 통계편람)	지하수 함양량
최병수(1992)	143	11.3	함양량의 70% 적용	경제적 지하수 이용 가능량
한국수자원공사 (1993)	136.3	10.6	지하수저장량의 변화량은 순환량에 해당된다는 물수지법 적용	적정개발 가능량
건설교통부 (1994)	137.8	10.7	기저유출 분석 방법 (안정률 70% 적용)	적정개발 가능량
건설교통부 (1995)	132.7	10.3	기저유출 분석 방법 (안정률 70% 적용)	적정개발 가능량
이동률(1995)	64.8	7.8	지하수 감수곡선 이용 갈수기의 지하수 유출량 고려	지하수 함양량

※ 자료 : 한국 지하수 총람 p129, 농어촌진흥공사

<표 6-5> 황성군 지하수 적정 개발 가능량

구 분	지하수 함양량 (천m ³ /yr)	지하수 적정 개발 가능량 (천m ³ /yr)	지하수 이용량 (천m ³ /yr)	향 후 개발 가 능 량 (천m ³ /yr)	이용량/개발가능량 (%)
	184,185	128,930	6,048	122,882	4.7

7. 지하수자원 개발계획

7-1. 용도별 소요수량

7-1-1. 농업용수

1999년 현재 횡성군의 농가인구는 25,165명, 토지지목별 현황에서 밭이 차지하는 면적은 9,186.1ha이고 논이 차지하는 면적은 5,873.6ha이다. 가축 사육 두수는 젓소와 한우의 사육 두수가 전년에 비해 감소한 반면 돼지와 닭의 사육 두수는 증가하였다. 경작에 필요한 수량은 경작지의 위치, 토질, 작물의 종류, 경작지 내의 증발산량 등에 따라 차이가 있을 수 있으나, 논인 경우 ha당 100m³, 밭의 경우 ha당 50m³을 적용하여 필요수량을 산출하였다. 축산용수의 경우, 마리당 젓소 150 l, 한우 50 l, 돼지 40 l, 닭 0.5 l, 산양 10 l를 적용하였으며, 사육두수는 횡성군 통계연보 자료를 이용하였다. 산출된 횡성군의 농업용수 소요량은 1,049,785.2m³/day이며, 각 읍·면별 소요수량은 표 7-1과 같다.

<표 7-1> 읍·면별 농업용수 소요수량

구분	경지면적(ha)		가 축 수 (마리)					소요수량 (m ³ /day)
	밭	논	젓소	한우	돼지	닭	산양	
계	9,186.1	5,873.6	4,973	16,489	30,506	622,275	1,845	1,049,785.2
횡성읍	954.4	1,008.8	319	4,295	2,209	285,313	188	149,095.5
우천면	829.5	839.3	516	2,127	5,195	48,814	286	125,823.8
안흥면	925.6	379.9	422	982	10,238	71,173	310	84,830.6
둔내면	2,171	768.2	701	1,694	1,003	3,200	164	185,603.2
갑천면	915.9	679.8	80	1,070	754	3,816	230	113,874.9
청일면	984.0	528.6	-	1,142	81	1,259	165	102,122.6
공근면	948.0	936.8	529	2,850	2,867	173,960	10	141,503.6
서원면	504.3	487.7	2,024	1,312	5,914	34,740	277	74,610.9
강림면	953.4	244.5	382	1,017	2,245	-	215	72,320.1

7-1-2. 생활용수

1960년대 이후 산업화, 도시화는 물론 국민소득증가로 물 소비량이 지속적으로 증가하고 있다. 한 사람 당 급수량은 71년 173ℓ에서 94년에는 408ℓ로 2배 이상 증가하였다. 더구나, 앞으로 인구는 45백만명(94년)에서 50백만명으로 늘어나고, 도시화율은 84.7%(94년)에서 89%로 늘어날 전망이다. 황성군의 경우 인구는 1985년 60,520명에서 1999년 현재 46,986명으로 감소 추세를 보이고 있으나, 세대수는 13,674세대에서 15,032세대로 증가추세를 보이고 있다. 상수도 보급율은 39.1%에 불과하며, 그 가운데 황성읍(72.6%), 우천면(28.3%), 안흥면(39.3%), 둔내면(26%)을 제외한 다른 면의 상수도 보급은 이루어지지 않은 상태이다. 1999년 현재 상수도가 보급된 읍·면지역에서의 1인당 급수량은 334.3ℓ이며, 이를 적용한 읍·면별 생활용수 소요량은 표 7-2와 같다.

<표 7-2> 읍·면별 생활용수 소요수량

읍면별	가구수	인구수	상수도 사용량 (m ³ /일)	소요수량 (m ³ /일)
계	15,032	46,986	6,137	15,707.4
황성읍	5,974	19,572	4,898	6,542.9
우천면	1,752	5,418	448	1,811.2
안흥면	969	2,941	310	983.2
둔내면	1,808	5,597	481	1,871.1
갑천면	798	2,336		780.9
청일면	972	2,799		935.7
공근면	1,391	4,314		1,442.2
서원면	832	2,479		828.7
강림면	536	1,530		511.5

* 자료: 급수사용량('99 황성통계연보)

7-1-3. 공업용수 및 기타용수

횡성군에는 1999년 현재 2개의 농공단지(31ha)에 33개 입주업체가 있으며, 종업원 898명이 고용되어 있다. 또한 횡성군에 등록된 제조업체는 총 252개이며, 종업원수는 2,772명에 이른다. 생산활동에 필요한 수량은 생산품의 종류에 따라 차이가 있을 수 있으나, 농공단지의 경우 ha당 100m³, 등록 제조업체 개소당 62m³ (횡성군 공업용 지하수 평균 이용량)을 적용하여 필요수량을 산출 하였다. 그리고 26개소 58.2ha의 공원이 조성되어 있으며, 개소당 30m³을 적용하였다. 산출된 횡성군의 공업용수 및 기타용수 소요량은 19,504m³/day이며, 각 읍·면별 소요수량은 표 7-3과 같다.

< 표 7-3 > 읍·면별 공업용수 및 기타용수 소요수량

구분	농공단지 (ha)	등록제조업체 (개)	공 원 (개)	소요수량 (m ³ /day)
계	31.0	252	26	19,504
횡성읍	13.2	107	18	8,494
우천면	17.8	46	4	4,752
안흥면	-	13	4	926
둔내면	-	25	-	1,550
갑천면	-	9	-	558
청일면	-	15	-	930
공근면	-	16	-	992
서원면	-	17	-	1,054
강림면	-	4	-	248

7-2. 소요수량 공급방안

7-2-1. 농업용수

횡성군 농업용수 소요수량은 1,049,785m³/day으로 추정된다. 현재 지표수 294,018m³/day, 지하수 40,133m³/day, 총 334,151m³/day이 이용되고 있으며, 715,634m³/day 부족이 예상된다. 부족한 수량 715,634m³/day을 현재의 지하수 이용률 12%를 고려해 85,876m³/day을 지하수로 공급할 때, 공당 250m³/day을 기준으로 약 343공을 개발해야 할 것이다.

7-2-2. 생활용수

횡성군 생활용수 소요수량은 15,707m³/day으로 추정된다. 상수도 급수 6,137m³/day, 지하수 8,963m³/day(충적관정 : 6,797m³/day, 암반관정 : 2,166m³/day), 총 15,100m³/day이 이용되고 있으며, 607m³/day 부족이 예상된다. 현재 소요수량과 공급수량의 큰 차이가 없으나, 생활용 지하수의 경우 1990년 이전에 개발된 자가수도용 소형충적관정이 상당수 차지하고 있어 시설노후와 수질 오염에 취약한 상황이다. 또한 생활수준의 향상으로 물소비량이 지속적으로 증가하고 있어 생활용수 부족에 따른 상수도 보급과 심층지하수를 이용한 마을단위 간이급수시설의 신규 또는 추가 개발에 의한 다목적용수 공급이 절실하며, 암반관정 사용량만을 고려할 때 부족수량은 현재 7,404m³/day으로 추정된다

7-2-3. 공업용수 및 기타용수

횡성군의 공업용수 소요수량은 19,504m³/day으로 추정된다. 현재 지하수 1,800m³/day이 이용되고 있으며, 17,704m³/day 부족이 예상된다. 물을 주로운 상품류의 경우 수질이 상품의 질을 결정하는 주요 요인으로 작용하며, 식품의 경우 pH는 식품재료의 이화학적, 조직학적 변화에 영향을 주어재료의 상품적 가치는 물론 저장성, 가공성 등에 많은 변화를 가져오게 된다. 또한 반도체 제조, 원자력 산업, 광섬유 제조, 의약품제조, 전자부품 제조, 고도의 하이테크놀로지 이용 분야

에는 불순물 함유량에 있어 ppm내지는 ppb 및 그 이하의 수준의 고도 정수상태의 초순수 수질을 요구하며, 특히 의약품 제조에 있어서는 원수 중에서 세균, 미립자, 무기이온, 유기이온, 수용성 유기물, 발열성 물질이 제거되어야 한다. 그러나 제품으로 사용할 물은 의학적 질병을 예방 또는 치료에 유익한 약리적 효과를 가지고 있는 미네랄이 적당량 함유된 것이 좋다. 이렇듯 수질이 제품에 미치는 영향의 중요함을 감안하여 공업용수 및 제품으로 사용할 물 개발에 신중을 기해야 할 것이다.

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 지하수 사후 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 유동되는 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. 조사지역은 태백산맥의 영향으로 대부분이 산지로 형성된 곳이지만 큰산이 많은 동북방향의 산악지대인데 비해 서남방으로 갈수록 산세가 완만하고 비교적 넓은 평야지대를 이룬다. 행정구역상 1개 읍, 8개 면으로 행정리 172개 법정리 110개 729반으로 구분되며 총면적은 997.87km²에 이른다.

2. 조사지역 내의 지질은 선캠브리아기의 편마암류를 중생대 쥐라기의 화강암류가 관입하고, 국부적으로 중생대 백악기의 퇴적암류가 이들 암석을 부정합으로 피복하고 있으며, 맥암류들이 위의 모든 암석을 관입하고 있다.

3. 기상 현황은 평균기온 11.26℃, 월평균 최고 기온 24.7℃(8월), 최저기온 -3.8℃(1월)이고, 년평균 강수량 1,342.2mm, 월평균 최대 강수량 371.4mm(7월), 최소 강수량 22.9mm(1월)이다. 강수량의 경우 6~9월에 전체강수량의 72.7%(976.1mm)가 집중되어 계절적 편중이 심하다.

4. 인구는 총 15,032세대 46,986명이며, 황성읍이 19,572명(41.7%)으로 가장 많고, 강림면 1,530명(3.3%)으로 가장 적다. 농가인구는 25,165명(53.6%), 연령별로는 40~44세가 3,657명(7.7%)으로 가장 많다.

5. 토지의 총 면적은 997.91km²이고, 임야가 776.13km²(77.8%)로 대부분을 차지한다. 경작지 면적은 11,245ha로 논은 4,772ha(42.4%), 밭은 6,473ha(57.6%)이고, 이중 3,915.4ha(34.8%)가 농업진흥지역으로 지정되어 있다.

6. 황성군지역의 지하수 이용량은 총 5457공, 51,631m³/day으로 농업용수 1311공 40,133m³/day(77.7%)으로 가장 많고, 생활용수 4,099공 8,963m³/day(17.4%), 공업용수 및 기타용수 47공 2,535m³/day(4.9%)이 이용되고 있다.

이번 조사된 시설관정은 총 390공이며, 시설별 관정현황은 암반관정 291개 공과 충적관정 99개 공이다. 용도별 관정현황은 암반관정 291개 공 가운데 농업용

수 118개(40.5%) 공, 생활용수 152개(52.2%) 공, 공업용수는 12개(4.1%) 공 그리고 기타용수 9개(3.1%) 공으로 대부분 농업용수와 생활용수로 이용되고 있으며, 충전 관정은 농업용수가 3개(3%) 공, 생활용수 95개(96%) 공, 기타용으로 1개(1%) 공으로 주로 생활용수로 이용되고 있다

7. 강수량에 의한 지하수 함양량, 유출분석에 의한 지하수 함양량, 물수지 방법에 의한 지하수 함양량은 각각 241,091천 m^3 /yr, 162,067천 m^3 /yr, 149,397천 m^3 /yr으로 나타났으며, 이들 각각의 방법에 의해 산출된 횡성 지역의 평균 지하수 함양량은 184,185천 m^3 /yr로 추정되었다.

8. 적정 개발 가능량은 함양량의 70%로 볼 때 횡성 지역의 지하수 적정 개발 가능량은 128,930천 m^3 /yr이며, 1998년 현재 횡성 지역의 지하수 관정 5,429개소의 이용량 6,048천 m^3 /yr을 제외한 향후 개발 가능량은 122,882천 m^3 /yr로 추정된다.

9. 용수 소요 수량은 1,083,037 m^3 /day으로 추정되며, 농업용 ,049,785 m^3 /day(96.9%)로 가장 많다. 현재 이용량을 제외한 향후 필요 수량은 농업용수 715,634 m^3 /day, 생활용수 7,404 m^3 /day, 공업용수 17,704 m^3 /day으로 추정된다.

10. 향후 필요수량에 의한 지하수 개발은 농업용수의 경우, 현재와 같은 지하수 이용률 12%를 고려해 343공을, 생활용수의 경우, 생활용수 공급용 암반관정의 이용량을 공당 100 m^3 /day로 볼 경우 74공이 필요하다.

11. 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 지하수 사후 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 의 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 Whitemore, 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) *Biom mineralization processes of iron and manganese-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.

여 백

부 록

1. 시설관정 이용 현황
2. 양수시험 자료

여 백

1. 시설관정 이용 현황

여 백

ID	읍면동	리	번지	심도	구경	양수량	일사용량	개발연도	용도	총적/암반	자연수위	수온	EC	Ph	X좌표	Y좌표	고도	사용자	비고
HS-1	갑천	상대리		138	200	250		2000	생활	암반	2.2				127.31	447.16	360.0		4-30-5(99-1)
HS-2	갑천	구방리		120	80	100	100	1996	농업	암반	3							황성군	
HS-3	갑천	구방리		120	80	100	100	1996	농업	암반	3.5							황성군	
HS-4	갑천	매일리	368	80	250	140	60	1998	농업	암반	3.63	12	36.3	6.82	121.94	450.83	200.0	고용선	4-30-5(97-1)
HS-5	갑천	대관대리	64--1	80	250	140	60	1998	농업	암반	3.88	14	37.0	6.08	114.77	448.83	145.0	한기열	4-30-5(98-1)
HS-6	갑천	구방리	884	100	200	150	20	1996	농업	암반	5							황성군	
HS-7	갑천	병지방리	36--1	100	250	90		1998	생활	암반	5							황성군	
HS-8	갑천	병지방리	36--1	40	200	90		1998	생활	암반	5							황성군	
HS-9	갑천							1995	생활	암반	6.3	12	36.4	6.95	115.20	450.00	157.3	당평초등	당평초등
HS-10	갑천			104					생활	암반	7.2	12	37.1	6.85	121.09	450.92	185.1	갑천초등	갑천초등
HS-11	갑천	대관대리	산38-2	100	200	120	20	1996	생활	암반	10							황성군	
HS-12	갑천	구방리	산30	100	200	50	10	1995	생활	암반	10							당평초교	
HS-13	갑천	구방리	산26-3	100	150	30			농업	암반								서인범	
HS-14	갑천	매일리	470	40	150	40		1998	생활	총적								한문희	
HS-15	갑천	을동리	61--4	100	150	30		1999	생활	암반								진기선	
HS-16	갑천	을동리	372	80	300	130			농업	암반								농지계량	
HS-17	갑천	구방리	31	80	150	50		1999	생활	암반								전용우	
HS-18	갑천	중금리	7--12	80	150	50			농업	암반								최형남	
HS-19	갑천			94					생활	암반		13	35.9	6.9	121.62	451.28	195.8	갑천중고	갑천중고

HS-20	강림	강림5		126				1993	농업	암반	2.82	13	36.3	9.34	122.52	428.92	397.9	이화우	90-노고서-1
HS-21	강림	부곡		120	80	100	100	1996	농업	암반	3								
HS-22	강림	강림5	1539-1	63	200	602	602	1990	생활	암반	3.7	13	36.3	4.55	122.40	428.93	397.9	이화우	4-30-9(90-1)
HS-23	강림	부곡		150	80	100	100	1996	농업	암반	4.8								
HS-24	강림	부곡	1268	100	150	150	30	1996	농업	암반	5								
HS-25	강림	부곡		120	80	100	100	1996	농업	암반	5								
HS-26	강림	강림1	123	80	250	140	60	1998	농업	암반	5.68	14	36.4	7.87	124.12	429.15	383.0	진규호	4-30-9(97-1)
HS-27	강림	부곡	341-3	800	200	400		1997	생활	암반	10								
HS-28	강림	부곡	272	800	200	400		1997	농업	암반	10								
HS-29	강림	강림1	408-9	55	150	50		1998	농업	암반								민준원	
HS-30	강림	강림4	50-3	66	150	50		1999	농업	암반								유일삼	
HS-31	강림								생활	충적		13	26.2	7.68				창림초(부곡)	창림초(부곡분)
HS-32	공근	창봉리		95	150	475	475	1989	농업	암반	0.8				284.26	451.93	174	김평규	89창봉B-1
HS-33	공근	부창		185		150		2000	생활	암반	1.6	14.0	28.2	6.85	287.96	454.40	196		강원지사
HS-34	공근	공근리	81-3근처	6				1989	농업	충적	1.63				285.67	451.74	164	김동선	대형충적
HS-35	공근	수백리	596	180	200	250		1998	생활	암반	1.8	13.0	36.8	7.35	111.81	450.01	160	박동현	4-30-7(98-1)
HS-36	공근	공근리		86	150	253	253	1991	농업	암반	2.2				285.68	451.82	164	홍준표	91-음달말-1
HS-37	공근	도곡리		80	100	100	100	1996	농업	암반	2.5								
HS-38	공근	부창	92--2						농업	충적	2.7	14.9	38.4	6.95	288.03	454.74	181.5	유완희	소형충적
HS-39	공근	매곡리	58--1	80	200	159		1999	생활	암반	2.74	15.0	37.5	8.74	286.57	447.61	274	박태순	4-30-7(99-1)

HS-40	공근	초원리	428	150	250	140	60	1998	농업	암반	2.91				280.70	447.83	250	장용의	4-30-7(98-1)
HS-41	공근	상창봉	산42-4	150	200	70	10	1996	공업	암반	3								
HS-42	공근	공근리	76	160	200	170	60	1997	생활	암반	3	17.0	37.2	7.04	285.69	452.27	175	김용재	97공근BH-1
HS-43	공근	오산리	406-5	100	200	50	20	1996	생활	암반	5								
HS-44	공근	청곡리	182-1	100	165	90	50	1998	공업	암반	5								
HS-45	공근	상동리		180	200	142		1999	생활	암반	5.2	14.0	35.2	7.25					4-30-7(99-1)
HS-46	공근	학담리	58--2	100	200	200	15	1996	생활	암반	6								
HS-47	공근	공근리	443-1	100	200	100	20	1996	생활	암반	6								
HS-48	공근	학담2리	788	100	200	100		1998	농업	암반	6								
HS-49	공근	오산리	77--2	70	150	80	20	1996	생활	암반	7								
HS-50	공근	행정리		72	150	402	402	1987	농업	암반	8				285.04	452.53	173	경국현	87행정-1
HS-51	공근	공근리		62	150	345	345	1991	농업	암반	8				285.53	452.17	165	정홍안	91음달말BH-1
HS-52	공근	도곡리		50	100	60	60	1993	생활	암반	8	14.5	36.8	7.57	283.38	450.18	198	정명철	4-30-7(93-1)
HS-53	공근	창봉리	220-1	100	200	90	20	1996	생활	암반	10								
HS-54	공근			60				1985	생활	암반		12.0	31.6	7.26				상창초등	상창초등
HS-55	공근			65					생활	암반		11.0	32.9	6.86				공근초(광덕)	공근초(광덕분)
HS-56	공근			27				1989	생활	층적		12.0	32.4	6.88				공근초(광명)	공근초(광명분)
HS-57	공근	부창	127						생활	층적		15.8	38.4	7.15	112.19	455.33	188	이기동	소형층적
HS-58	공근	부창	124						생활	층적		13.0	37.7	7.03	112.17	455.28	186	이하섭	소형층적
HS-59	공근	부창	126	8					생활	층적		15.4	37.2	7.24	112.14	455.18	186	이규주	소형층적

HS-60	공근	부창	280						생활	총적		15.5	37.8	6.9	112.12	455.05	187	최영태	소형총적
HS-61	공근	부창	62	18					생활	총적		16.0	37.9	6.51	112.06	455.06	177.8	유화순	소형총적
HS-62	공근	부창	85	8					생활	총적		15.0	37.9	7.12	112.12	454.88	192	유준수	소형총적
HS-63	공근	부창	203-2	8				1990	생활	총적		17.0	38.2	6.88	111.91	455.75	189	이상호	소형총적
HS-64	공근	부창	196	7					생활	총적		15.8	36	7.15	112.03	455.66	189	유경수	소형총적
HS-65	공근	부창	159	8					생활	총적		16.0	37.2	6.94	112.04	455.70	189	유기영	소형총적
HS-66	공근	부창	185	8					생활	총적		16.5	37.3	7.11	111.94	455.55	189.1	유준수	소형총적
HS-67	공근	부창	178	9					생활	총적		14.0	37	7.04	111.92	455.50	186	유진희	소형총적
HS-68	공근	부창	165	7					생활	총적		15.4	36.8	7.02	111.89	455.42	184.5	이춘옥	소형총적
HS-69	공근	부창	200	8					생활	총적		15.0	37	7.12	111.87	455.37	185	유명수	소형총적
HS-70	공근	부창	201	7					생활	총적					111.89	455.26	184.8	유내희	소형총적
HS-71	공근	부창	251-1	5					생활	총적		15.5	36.3	7.14	111.55	454.87	179	부창상회	소형총적
HS-72	공근	부창	301	3					생활	총적		14.7	37.5	6.98	288.00	454.84	185	추성우	소형총적
HS-73	공근	부창	251-1	5					생활	총적		15.4	37.6	7.08	111.56	454.90	180	원유신	소형총적
HS-74	공근	부창	252	4					생활	총적					288.05	454.86	184	유창희	소형총적
HS-75	공근	부창	135	5					생활	총적		15.4	36.8	7.35	288.02	454.81	182	유경수	소형총적
HS-76	공근	부창	298						생활	총적					287.94	454.67	183	유영춘	소형총적
HS-77	공근	부창	400	8					생활	총적					287.89	454.44	179	정인용	소형총적
HS-78	공근	부창		7	50				생활	총적					288.02	454.33	175.8	홍완표	소형총적
HS-79	공근	부창	399	70	200				생활	압반					111.62	454.38	178	정호범	압반

HS-140	둔내	석문	182	70	200	60	30	1998	농업	암반	10							추영호	
HS-141	둔내	영랑	572	85	200	125		1999	생활	암반	10.17				128.07	440.83	485.0	김환태	4-30-4(99-1)
HS-142	둔내	두원리	241	250	200	200	100	1995	생활	암반	12							성우레저	
HS-143	둔내	현천	산119	200	200	100	40	1996	생활	암반	12								
HS-144	둔내	자포2	209-2	130	200	250	70	1996	농업	암반	16								
HS-145	둔내	두원리	471-1	800	200	350	80	1995	생활	암반	20							성우레저	
HS-146	둔내	삼교	944-1	100	200	80	10	1998	생활	암반	20							백석봉	
HS-147	둔내	현천	324-1	100	200	150		1997	생활	암반								손호남	황성군사업
HS-148	둔내	현천	591	100	200	250		1997	생활	암반								배갑순	황성군사업
HS-149	둔내	우용	522-4	100	200	50		1998	농업	암반								이현규	
HS-150	둔내	둔방내	11	194	200	95		1998	생활	암반								백석용	
HS-151	둔내	현천	1600-6					2000	생활	암반								임용섭	
HS-152	둔내								생활	충적		11	30.3	7.58	131.60	451.89	544.1	덕성초	덕성초(spring)
HS-153	둔내	두원2	644					1998	생활	충적		13	36.8	6.07				이정자	
HS-154	서원	유현	21	70	200	250	250	1994	농업	암반	3.2							최걸재	
HS-155	서원	옥계2	560근처	170	200	100		2000	생활	암반	3.3	11.4	36.7	7.25	275.65	439.22	120.2		강원지사
HS-156	서원	유현3	21	70	200	250		1995	농업	암반	3.5				278.58	447.61	274		4-30-8(95-1)
HS-157	서원	창촌1	655	52	200	200		1995	생활	암반	3.58	13	37.1	8.63	274.26	443.09	164.8	이용우	4-30-8(95-1)
HS-158	서원			60				1989	생활	암반	3.7	11	33.8	8.39	274.79	443.07	159.9	서원중	서원중
HS-159	서원	유현	226-1	100	165	80		1997	생활	암반	4								

HS-160	서원	유현	1017-1	100	200	70	50	1999	농업	암반	4							김용환		
HS-161	서원	창촌2	산13-1	120	200	300	60	1998	생활	암반	4.63	14	37.3	8.41	276.39	444.3	220	원용석	산13-1	
HS-162	서원	창촌	210-1	200	250	200	60	1995	농업	암반	5							박기호		
HS-163	서원	창촌		200	150	200	200	1995	농업	암반	5									
HS-164	서원	석화	208	100	200	100	30	1996	생활	암반	5									
HS-165	서원	금대	68	100	200	95		1997	생활	암반	5									
HS-166	서원	유현	77	100	150	50	10	1997	생활	암반	5									
HS-167	서원	석화3	722근처	150	200	180		1999	생활	암반	5.5				271.05	443.35	195.8		4-30-8(99-1)	
HS-168	서원	창촌1	655	50	200	100		1994	생활	암반	6	12	37.4	7.61	274.35	444.29	203	서달웅	4-30-8(94-1)	
HS-169	서원	석화	산162	100	200	130	30	1996	농업	암반	6									
HS-170	서원	옥계1	89-1	164	200	400	400	1996	농업	암반	6.6	15	37.8	7.46				임정섭	발기반	
HS-171	서원	유현1	621	40	200	60	30	9	농업	암반	10								최광수	
HS-172	서원	압곡	산150-1	100	200	60	40	1996	농업	암반	12									
HS-173	서원	월현	691	100	150	70	10	1996	생활	암반	13									
HS-174	서원	석화	산301-1	200	200	200		2000	생활	암반								녹산하우텔		
HS-175	서원								생활	암반		12	33.3	7.23	275.22	443.11	169.8	서원초등	서원초등	
HS-176	서원								생활	암반		12	33.3	5.91				유현초등	유현초등	
HS-177	서원								생활	충적		11	33.8	6.17				유현초(금대)		유현초(금대분)
HS-178	서원	옥계2	568						생활	충적		10.3	37.0	7.25				이재순	소형기계	
HS-179	서원	옥계2	560	21				1998	생활	충적		16	37.2	7.66				김종홍	소형기계	

HS-180	서원	목계2		7					생활	총적		12	36.9	6.99				유성호	소형기계
HS-181	서원	목계2	588						생활	총적		11	37.1	7.32				이재만	소형기계
HS-182	서원	목계2	554	9					생활	총적		10	37.2	7.92				김기수	소형기계
HS-183	서원	목계2		6					생활	총적		12	37.1	6.70				김종팔	소형기계
HS-184	서원	목계2							생활	총적		8	37.0	6.86				김영윤	소형기계
HS-185	서원	목계2	543-1						생활	총적		14	37.2	7.05				김협수	소형기계
HS-186	서원	목계2	641						생활	총적		8	37.4	8.39				김영호	소형기계
HS-187	서원	목계2	502	10	50				생활	총적		13	26.8	6.85				서강윤	소형기계
HS-188	서원	목계2	502	4	50				생활	총적		14	37.3	6.69				김종일	소형기계
HS-189	서원	목계2	630	10	50				생활	총적		13	37.3	6.74				이재훈	소형기계
HS-190	서원	목계2	488	40	50				생활	총적		15	37.5	6.70			횡성학생야영	소형기계	
HS-191	서원	목계2	야영장관사		50				생활	총적		15	37.7	7.84				이복영	소형기계
HS-192	서원	목계2	629	10	50				생활	총적		11	37.3	6.43				문용환	소형기계
HS-193	안흥	소사2	524-1	80	250	140	50	1998	농업	암반	0.2				125.02	441.11	548	홍기훈	
HS-194	안흥	소사2	598	75	200	382	382	1989	농업	암반	1				125.32	440.64	532	홍기훈	4-30-3(89-1)
HS-195	안흥	상안1		80	200	301	301	1990	농업	암반	2.62				127.90	434.76	456	안만희	90-상안B-1
HS-196	안흥	안흥	514-1	130	250	150	50	1995	농업	암반	3								
HS-197	안흥	송안		89	80	100	100	1996	농업	암반	3								
HS-198	안흥	지구		89	80	100	100	1996	농업	암반	3.5								
HS-199	안흥	안흥4	961-58	200	200	250	50	1997	농업	암반	3.5	13.0	37.1	7.13	125.20	435.11	420	노진범	4-30-3(97-1)

HS-240	우천			100				1996	생활	암반	5	10.0	28.2	7.35			갑천초(금성)		갑천초(금성분)
HS-241	우천	오원3	465-3	200	200	192	192	1992	생활	암반	5.5	15.0	37.1	6.94				박영석	4-30-2(92-1)
HS-242	우천	우천	657-3	100	200	100		1998	농업	암반	6							심병석	
HS-243	우천	백달	353-4	80	250	140	60	1998	농업	암반	6.7				117.18	438.33	223.0	이건일	4-30-2(97-1)
HS-244	우천	백달	378-1	60	150	60	30	1997	농업	암반	7								
HS-245	우천	우항	681-5	80	200	120	20	1998	농업	암반	8							변기섭	
HS-246	우천	우항	487-2	70	150	60	30	1998	농업	암반	8							김태원	
HS-247	우천	정금	산42	100	200	100	30	1998	농업	암반	9							이상복	
HS-248	우천	오원	539-1	500	200	400	20	1997	생활	암반	10								
HS-249	우천	상대	45	100	200	70		1997	생활	암반	10								
HS-250	우천	우항	386-1	100	150	100	30	1996	생활	암반	12								
HS-251	우천	오원	430	200	200	250	30	1996	생활	암반	14								
HS-252	우천	우항	356	150	200	95		1998	생활	암반								백석용	
HS-253	우천	하대	62	80	150	50		1998	농업	암반								임춘길	
HS-254	우천	상하가	194-1	50	200	50		1999	생활	암반								이성식	
HS-255	우천	상하가	194-1	50	200	50		1999	생활	암반								이성식	
HS-256	우천	산전	426-7	59	150	60		1999	생활	암반								김수경	
HS-257	우천	용둔	산217-2	150	200	70		1999	생활	암반								한호섭	
HS-258	우천	정금	1041	70	150	40		1999	생활	암반								진기봉	
HS-259	우천			80				1993	생활	암반			35.4	7.32	120.71	445.09	201.1	정금초등	정금초등

HS-260	우천			85				1994	생활	암반		12.0	35.5	7.96	115.85	441.13	166.0	우천중	우천중
HS-261	우천	정금1	1041	120	50	2			생활	암반		21.0	28.1	8.37	118.86	445.62	255.0	진기봉	인력관정
HS-262	우천	정금1	740	3	50	7			생활	충적		15.0	38.2	7.90	120.00	445.03	220.0	이병욱	인력관정
HS-263	우천	정금1	165	3	50	2		1992	생활	충적		17.0	29.8	6.98	120.01	445.29	218.0	최오득	인력관정
HS-264	우천	정금1	873-1	14	50	5		1997	생활	충적		16.4	32.4	7.12	120.20	445.08	192.0	이용재	인력관정
HS-265	우천	정금1	890	5	50	9			생활	충적		15.1	32.4	7.04	120.37	445.09	198.0	안재광	인력관정
HS-266	우천	정금1	944	5	50	4			생활	충적		16.0	32.1	7.24	120.59	445.74	212.0	강재중	인력관정
HS-267	우천	정금1	930	4.5	50	4			생활	충적		16.0	33.4	7.04	120.62	445.78	215.0	송병현	인력관정
HS-268	우천	정금1	950	7	50	7			생활	충적		14.0	30.4	7.14	120.62	445.86	218.0	김정래	인력관정
HS-269	우천	정금1	845	6	50	3		1993	생활	충적		13.5	34.8	7.14	120.68	445.71	202.0	김진희	인력관정
HS-270	우천	정금1	880	6	50	4		1995	생활	충적		16.4	32.1	6.90	120.67	445.58	203.0	최돈수	인력관정
HS-271	우천	정금1		6	50	5			생활	충적		12.4	35.8	7.45	120.55	445.50	207.0	이우성	인력관정
HS-272	우천	정금1	734	5	50	5			생활	충적		12.5	35.4	7.34	120.55	445.56	208.0	손호창	인력관정
HS-273	우천	정금1	918	3	50	3			생활	충적		13.4	32.5	7.78	120.51	445.42	210.0	김한성	인력관정
HS-274	우천	정금1	940	7	50	9			생활	충적		18.0	34.3	7.24	120.53	445.40	205.0	박순옥	인력관정
HS-275	우천	정금1	849	4	50	8			생활	충적		16.7	32.3	7.24	120.50	445.35	197.0	강승호	인력관정
HS-276	우천	정금1		10	50				생활	충적		17.4	35.2	7.14	120.49	445.06	205.0	이종호	인력관정
HS-277	우천	정금1	849-12	32	50	6			생활	충적		15.4	32.5	7.44	120.53	444.93	199.5	공대영	인력관정
HS-278	우천	정금1	1112	4	50	3			생활	충적		12.0	35.4	7.11	120.53	444.86	194.9	원용재	인력관정
HS-279	우천	정금2	429	5	50	5			생활	충적		13.5	33.1	8.20	120.99	445.59	213.0	안상현	인력관정

HS-280	우천	정금2	445	3	50	2			생활	총적		15.4	35.1	7.41	120.90	445.61	217.0	업상의	인력관정
HS-281	우천	정금2	502	21	50	5			생활	총적		12.5	35.4	7.55	120.89	445.30	205.2	업재훈	인력관정
HS-282	우천	정금2	502	13	50	5			농업	총적					120.87	445.18	205.2	업문용	인력관정
HS-283	우천	정금1	293	4	50	1			생활	총적		12.7	31.4	7.45	120.73	445.28	204.5	이종환	인력관정
HS-284	우천	정금2	507	3	50	4			생활	총적		15.5	35.1	6.88	120.83	445.25	204.5	이상복	인력관정
HS-285	우천	정금2	507	5	50	2			생활	총적		16.5	31.5	7.24	120.73	445.20	204.5	엄헌태	인력관정
HS-286	우천	정금2	846-1	3	50	5			생활	총적		16.2	32.4	7.15	120.65	444.92	199.5	정영택	인력관정
HS-287	우천	정금2	588	2.5	50	3			생활	총적		14.8	32.5	7.52	120.70	445.10	202.9	윤주식	인력관정
HS-288	우천	정금2	562	3	50	4			생활	총적		14.2	31.9	7.42	120.86	445.12	202.9	윤재순	인력관정
HS-289	우천	정금2	630	4	50	1			생활	총적		13.0	31.4	7.15	120.74	444.77	200.0	양두환	인력관정
HS-290	우천	정금2	828-2		50	4			생활	총적		17.5	35.4	7.89	120.15	444.78	194.7	안윤희	인력관정
HS-291	우천	정금2	796	3	50	6			생활	총적		16.3	37.2	7.24	120.16	444.40	201.0	엄명익	인력관정
HS-292	우천면	백달리	43-1	28	40	100	30												
HS-293	우천면	하대리	62	80	150	50													
HS-294	우천면	문암리	24	80	200	42	40												
HS-295	우천면	오원리	724	210	200	200													
HS-296	우천면	용둔리	812	100	200	70	50												
HS-297	청일면	봉명리		4	40	20	1												
HS-298	청일면	춘당리		8	40	20	1												
HS-299	청일면	춘당리		7	40	20	1												

HS-300	청일면	초현리		8	40	20	1												
HS-301	청일	춘당	291	200	200	300	80	1995	농업	암반	2.5				125.07	457.03	271.0	권기홍	춘당-1
HS-302	청일	춘당		205	100	205	205	1995	농업	암반	2.5								
HS-303	청일	유동		92	150	200	200	1995	농업	암반	3								
HS-304	청일	유동	583	210	200	150	150	1996	농업	암반	3.5				125.91	453.27	263.0	이봉환	-30-6(96-유동-1)
HS-305	청일	유동2	1366-1	110		150		1999	생활	암반	3.5				125.29	453.86	218.0	박성식	
HS-306	청일	갑천	279-1		200			1998	생활	암반	3.75	14.0	36.2	6.39	127.52	452.60	247.0	정상화	4-30-6(98-1)
HS-307	청일	속실	394	200	200	200	60	1995	기타	암반	5								
HS-308	청일	춘당	산138-2	100	150	60		1997	생활	암반	5								
HS-309	청일	고시	499-6	60	150	50	10	1998	생활	암반	5							홍순복	
HS-310	청일	속실	597-2	60	200	200	200	1994	농업	암반	5.48				124.88	459.71	318.0	김병수	4-30-6속실-1
HS-311	청일	유동	472-2	195	200	100		1996	농업	암반	5.67				126.59	454.19	257.0	이종형	96-유동-2
HS-312	청일	유동	273-1	196	200	150	150	1996	농업	암반	6				125.93	454.33	227.0	신동인	96-유동-3
HS-313	청일	속실	154-1	171	200	130		1991	기타	암반	6.8	13.1	169	7.8				오대산샘물	
HS-314	청일	속실	595	142	200	60	60	1994	농업	암반	7.2				124.84	459.67	318.0	김병수	속실-2
HS-315	청일	속실	423-1	218	200	115	100	1995	기타	암반	7.41	9.9	147	7.3	125.58	460.55	322.0	오웰식품	
HS-316	청일	속실	591-2	60	150	350	20	1995	농업	암반	8								
HS-317	청일	유동2리	1366-1	92	200	200		1995	생활	암반	9	14.0	36	7.05	125.35	453.91	225.0	박성식	4-30-6(95-1)
HS-318	청일	속실	394	200	200	200	100	1995	기타	암반	10								
HS-319	청일	고시	466	200	200	300	40	1997	농업	암반	10.4	11.0	33.9	8.06	127.43	453.52	253.0	엄만석	4-30-6(고시-1)

HS-320	청일	속실	542	100	200	150	20	1996	생활	암반	12								
HS-321	청일					100		1987	생활	암반	12	11.0	35.3	7.4	127.64	452.36	245.2	봉덕초등	봉덕초등
HS-322	청일	속실	154-1	111	200	40		1991	기타	암반	12.4	12.9	178	7.8			오대산샘물		
HS-323	청일	고시	402-1	200	200	250	50	1997	농업	암반	13.21	12.0	34.3	7.58	128.07	453.64	260.0	엄만석	고시-2
HS-324	청일	속실	421	200	200	200	100	1995	기타	암반	15								
HS-325	청일	속실	423-1	180	200	130	100	1995	기타	암반	16								
HS-326	청일	유동1리	437-1	60	150	50		1998	농업	암반								조형기	
HS-327	청일	유동2리	893-5	80	150	50		1998	농업	암반								김효철	
HS-328	청일	유동	1048	100	150	50		1999	생활	암반								청일농협	
HS-329	청일	신대	86	58	150	40		1999	생활	암반								김순옥	
HS-330	청일	갑천1리	산110	70	150	50		1999	생활	암반								박영자	
HS-331	청일	속실	374-1	70	150	60		1999	생활	암반								정영조	
HS-332	청일							1989	생활	층적		10.0	31.5	5.87	130.93	454.74	309.3	덕초(신대)	봉덕초(신대분)
HS-333	청일	속실	458	4	50	2			생활	층적		14.7	110	6.02	125.71	460.78	327.0	최돈익	소형
HS-334	청일	속실	442	8	50	2			생활	층적		15.7	132	6.26	125.71	460.69	329.0	원용선	소형
HS-335	청일	속실	503	3	50	2			생활	층적		14.5	105	6.39	125.65	460.64	325.0	권용식	소형
HS-336	청일	속실	448	3	50	2			생활	층적		15.4	121	6.80	125.58	460.53	320.0	박만태	소형
HS-337	청일	속실	503-1	4	50	2			생활	층적		17.2	114	6.71	125.42	460.36	313.0	탁경일	소형
HS-338	청일	속실	503-1	4	50				생활	층적					125.41	460.33	313.0	촌마을회	사용없함
HS-339	청일	속실	503-1	4	50	2			생활	층적		18.9	115	6.73	125.43	460.33	313.0	황창용	소형

HS-340	청일	숙실	461	8	50	2			생활	총적		17.5	110	6.69	125.33	460.30	313.0	신창선	소형
HS-341	청일	숙실	339	4	50	2			생활	총적		17.8	114	6.79	125.43	460.30	313.0	최재석	소형
HS-342	청일	숙실	500-1	4	50	2			생활	총적		17.2	91	6.69	125.46	460.30	313.0	고범철	소형
HS-343	청일	숙실	495-7	6	50	2			생활	총적		16.6	96	6.59	125.46	460.28	313.0	김정국	소형
HS-344	청일	숙실	402	5	50	2			생활	총적		17.0	120	6.61	125.44	460.21	313.0	이상준	소형
HS-345	청일	숙실	448	5	50	2			생활	총적		14.8	110	6.44	125.39	460.21	313.0	전병일	소형
HS-346	청일	숙실	385	6	50	2			생활	총적		16.3	111	6.72	125.84	460.32	332.0	강성백	소형
HS-347	청일	숙실	367	6	50	2			생활	총적		17.1	99	6.93	126.16	460.26	340.0	송용남	소형
HS-348	청일	숙실	351	5	50	2			생활	총적		17.0	108	6.71	126.27	460.10	333.0	이은직	소형
HS-349	청일	숙실	444	70	150	2			생활	암반		13.9	165	6.28	125.66	460.73	326.0	최돈학	소형
HS-350	청일	숙실	402	3	50	2			생활	총적		15.8	99	6.39	125.45	460.25	313.0	축마유회	소형
HS-351	횡성	개전		62.3	200	250	70	1989	농업	암반	1.35				113.36	445.62	135.1	김영환	4-30-1(89-1)
HS-352	횡성	읍하		120	100	150		1997	생활	암반	2								
HS-353	횡성	조곡	429	80	150	50	50	1997	생활	암반	2								
HS-354	횡성	가담2		100	200	354	354	1991	농업	암반	2.81				285.48	442.55	108.0	박순각	91--2
HS-355	횡성	내지		100	100	220	220	1996	기타	암반	3								
HS-356	횡성	조곡	166	100	200	180	50	1997	공업	암반	3								
HS-357	횡성	갈풍	27--1	100	200	120	20	1997	생활	암반	3								
HS-358	횡성	학곡	424-3	60	150	50		1998	생활	암반	3							전원재	
HS-359	횡성	곡교	365	82	250	140	40	1998	농업	암반	3.31	14.5	35.2	7.2	286.55	440.53	105.0	권기홍	4-30-1(98-1)

HS-360	횡성	개전		72	200	800	800	1986	농업	암반	3.5	14	35.6	7.14	112.78	444.22	145.1	홍성덕	4-30-1(86-1)
HS-361	횡성	가담1		66	200	284	284	1991	농업	암반	3.7				286.17	442.40	112.0	장동일	4-30-1(91-1)
HS-362	횡성	개전		70	200	345	345	1986	농업	암반	3.83	14	36.4	7.15	113.28	444.21	147.2	유재덕	4-30-1(86-2)
HS-363	횡성	목계		104	100	155	155	1996	기타	암반	4								
HS-364	횡성	내지	120-1	100	200	50		1997	생활	암반	4								
HS-365	횡성			82		30	20	1996	생활	암반	4.4	12	36.2	7.32	114.75	444.12	141.0	창림초등	창림초등
HS-366	횡성	조곡	41--1	100	200	150	10	1996	생활	암반	5								
HS-367	횡성	조곡	155--1	100	200	150	60	1996	공업	암반	5								
HS-368	횡성	읍하	476--3	100	200	100		1996	생활	암반	5								
HS-369	횡성	개전	95--4	100	200	100	5	1996	생활	암반	5								
HS-370	횡성	목계	산23--3	102	250	155		1997	생활	암반	5								
HS-371	횡성	읍상	278-3	100	200	90	20	1997	생활	암반	5								
HS-372	횡성	읍하	148-9	70	150	50	30	1997	생활	암반	5								
HS-373	횡성	정암	산41	100	200	50		1997	생활	암반	5								
HS-374	횡성	추동	43	100	150	50	8	1998	생활	암반	5							이내촌	
HS-375	횡성	읍하	58--1	105	250	100	20	1998	기타	층적	5							횡성군	
HS-376	횡성	내지	65--1	50	150	50		1998	생활	암반	5				111.39	445.59	130.0	윤인철	
HS-377	횡성	마산	308	200	250	80		1984	생활	암반	5.9	16	33.6	7.26	112.14	443.50	123.0	한국철	
HS-378	횡성	청용리	38번지근처	70	200	250	250	1993	공업	암반	5.96				286.86	441.25	118.0	유원식품	4-30-1(93-1)
HS-379	횡성	조곡	523-3	100	200	150	60	1997	공업	암반	6								

HS-380	횡성	정암	산207-1	102	250	120		1997	생활	암반	6								
HS-381	횡성	조곡	산45-11	100	150	100	60	1998	농업	암반	6							윤창수	
HS-382	횡성	조곡	47번지인근	80		150		1999	농업	암반	6.7				113.31	443.31	145.1	99-수맥(새골B-2)	
HS-383	횡성	조곡	523-5	71	200	300	50	1994	농업	암반	7				113.32	443.88	137.5	유지호	94한해대책
HS-384	횡성	내지	51--4	100	250	300	8	1996	생활	암반	8				111.74	445.98	134.0	횡성읍	민방위용수
HS-385	횡성	조곡	523-5	71	150	350	50	1995	농업	암반	10								
HS-386	횡성	목계	253	100	200	70	20	1997	생활	암반	10								
HS-387	횡성	조곡	523-3	100	200	150	60	1987	공업	암반	31.85				113.88	443.88	143.0	섬강레미콘	
HS-388	횡성	모평	199	155	200	300		1997	농업	암반								허만갑	군자체시행
HS-389	횡성	남산	70	200	300	90		1998	생활	암반								이근엽	
HS-390	횡성	남산	101-4	200	300	90		1998	생활	암반								이근엽	
HS-391	횡성	별지방	464-5	100	250	90		1998	생활	암반								횡성군	
HS-392	횡성	북천	19	50	150	50		1998	생활	암반								박계진	
HS-393	횡성	학곡	372-4	100	200	50		1999	생활	암반								김현수	
HS-394	횡성	궁천	7	100	150	50		1999	생활	암반								백호익	
HS-395	횡성	읍하	500	100	200	90		1999	공업	암반								김재만	
HS-396	횡성								생활	암반		13	36.3	7.04				덕고초등	덕고초등
HS-397	횡성	조곡		80		250	250	1999	농업	암반					113.57	443.48	148.0		폐공
HS-398	횡성	마산	308					1984	생활	암반					112.09	443.59	123.0	한국철	
HS-399	횡성	조곡	355-1	100	150	40		1986	생활	암반					112.90	443.73	129.0	횡성산업	

2. 양수시험 자료

여 백

Data Set: F:\황성군광역시\광역시보고서\양수 결과\갑천.aqt

PUMPING WELL DATA

Number of pumping wells: 1

Pumping Well No. 1: 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.	230.

OBSERVATION WELL DATA

Number of observation wells: 1

Observation Well No. 1: 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.	2.88	14.	6.96	60.	9.02
2.	4.1	16.	7.13	70.	9.31
3.	4.78	18.	7.29	80.	9.68
4.	5.25	20.	7.4	90.	9.8
5.	5.58	25.	7.7	100.	10.01
6.	5.84	30.	7.95	120.	10.42
7.	6.05	35.	8.22	140.	10.8
8.	6.24	40.	8.37	160.	11.11
9.	6.39	45.	8.53	180.	11.45
10.	6.52	50.	8.67		
12.	6.77	55.	8.79		

SOLUTION

Aquifer Model: Confined

Solution Method: Theis

VISUAL ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	
T	11.83	m ² /day
S	0.1266	

AUTOMATIC ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	<u>Std. Error</u>	
T	11.83	0.218	m ² /day
S	0.1266	0.009868	

Parameter Correlations

	<u>T</u>	<u>S</u>
T	1.00	-0.95
S	-0.95	1.00

Residual Statistics

for weighted residuals

Sum of Squares 1.155 m²
Variance 0.03982 m²
Std. Deviation 0.1995 m
Mean..... 0.0001372 m
No. of Residuals.... 31.
No. of Estimates.... 2

Data Set: F:\황성군광역\광역보고서\양수 결과\조곡.aqt

PUMPING WELL DATA

Number of pumping wells: 1

Pumping Well No. 1: GK

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: GK

X Location: 0. m

Y Location: 0. m

No. of observations: 30

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>
2.	1.57	14.	2.24	55.	2.99
3.	1.66	16.	2.31	60.	3.03
4.	1.77	18.	2.38	70.	3.11
5.	1.84	20.	2.43	80.	3.21
6.	1.91	25.	2.54	90.	3.21
7.	1.99	30.	2.64	100.	3.21
8.	2.01	35.	2.72	120.	3.21
9.	2.04	40.	2.8	140.	3.21
10.	2.08	45.	2.88	160.	3.21
12.	2.16	50.	2.94	180.	3.21

SOLUTION

Aquifer Model: Confined

Solution Method: Theis

VISUAL ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	
T	27.48	m ² /day
S	0.1335	

AUTOMATIC ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	<u>Std. Error</u>	
T	27.48	0.7958	m ² /day
S	0.1335	0.01943	

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 0.1927 m²
Variance 0.006883 m²
Std. Deviation 0.08297 m
Mean..... 3.242E-05 m
No. of Residuals.... 30.
No. of Estimates.... 2

Data Set: F:\황성군광역\광역보고서\양수 결과\정금.aqt
 Title: 정금지구
 Date: 01/04/02
 Time: 10:43:06

PUMPING WELL DATA

Number of pumping wells: 1

Pumping Well No. 1: JK

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.	192.

OBSERVATION WELL DATA

Number of observation wells: 1

Observation Well No. 1: JK

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.	0.78	14.	1.28	60.	1.48
2.	0.97	16.	1.31	70.	2.
3.	1.	18.	1.32	80.	2.14
4.	1.06	20.	1.35	90.	2.2
5.	1.14	25.	1.39	100.	2.23
6.	1.19	30.	1.41	120.	2.26
7.	1.23	35.	1.42	140.	2.26
8.	1.23	40.	1.42	160.	2.25
9.	1.24	45.	1.42	180.	2.26
10.	1.24	50.	1.45		
12.	1.26	55.	1.47		

SOLUTION

Aquifer Model: Confined
 Solution Method: Theis

VISUAL ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	
T	50.91	m ² /day

S 0.5298

AUTOMATIC ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	<u>Std. Error</u>	
T	50.91	4.655	m ² /day
S	0.5298	0.2062	

Parameter Correlations

	<u>T</u>	<u>S</u>
T	1.00	-0.95
S	-0.95	1.00

Residual Statistics

for weighted residuals

Sum of Squares 1.074 m²
Variance 0.03704 m²
Std. Deviation 0.1925 m
Mean..... 0.0008119 m
No. of Residuals.... 31.
No. of Estimates.... 2

Data Set: F:\황성군광역\광역보고서\양수 결과\옥계.aqt
 Title: 옥계
 Date: 01/04/02
 Time: 10:43:31

PUMPING WELL DATA

Number of pumping wells: 1

Pumping Well No. 1: OK

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: OK

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.	2.2	20.	13.7	55.	22.6
2.	4.1	25.	15.2	60.	23.7
3.	6.	30.	16.6	75.	24.8
4.	7.	35.	17.9	90.	26.8
5.	8.1	40.	19.2	105.	29.4
10.	10.	45.	20.3	120.	32.3
15.	11.9	50.	21.5	180.	34.1

SOLUTION

Aquifer Model: Confined
 Solution Method: Theis

VISUAL ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	
T	1.475	m ² /day
S	0.3406	

AUTOMATIC ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	<u>Std. Error</u>	
T	1.475	0.09515	m ² /day
S	0.3406	0.041	

Parameter Correlations

	<u>T</u>	<u>S</u>
T	1.00	-0.90
S	-0.90	1.00

Residual Statistics

for weighted residuals

Sum of Squares 53.38 m²
Variance 2.81 m²
Std. Deviation 1.676 m
Mean 0.2209 m
No. of Residuals 21.
No. of Estimates 2

Data Set: F:\황성군광역\광역보고서\양수 결과\소사.aqt
 Title: 소사지구
 Date: 01/04/02
 Time: 10:43:51

PUMPING WELL DATA

Number of pumping wells: 1

Pumping Well No. 1: 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: SS

X Location: 0. m

Y Location: 0. m

No. of observations: 17

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>
2.	0.9	30.	14.9	100.	30.6
4.	1.8	40.	20.1	120.	31.3
6.	3.1	50.	23.2	140.	32.4
8.	4.	60.	25.1	160.	33.6
10.	6.3	70.	28.5	180.	34.8
20.	11.4	80.	29.4		

SOLUTION

Aquifer Model: Confined

Solution Method: Theis

VISUAL ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	
T	0.9958	m ² /day
S	0.6082	

AUTOMATIC ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	<u>Std. Error</u>	
T	0.9958	0.05327	m ² /day
S	0.6082	0.04665	

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 30.3 m²
Variance 2.02 m²
Std. Deviation 1.421 m
Mean -0.03055 m
No. of Residuals . . . 17.
No. of Estimates . . . 2

Data Set: F:\황성군광역\광역보고서\양수 결과\석문.aqt
 Title: 석문지구
 Date: 01/04/02
 Time: 10:44:17

PUMPING WELL DATA

Number of pumping wells: 1

Pumping Well No. 1: SM

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: SM

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.	2.29	14.	14.88	60.	30.55
2.	3.9	16.	16.23	70.	31.88
3.	5.45	18.	17.54	80.	31.92
4.	6.7	20.	18.7	90.	31.92
5.	7.86	25.	21.15	100.	31.93
6.	8.88	30.	23.27	120.	31.93
7.	9.37	35.	25.05	140.	31.93
8.	10.25	40.	26.63	160.	31.94
9.	11.08	45.	28.06	180.	31.94
10.	11.87	50.	29.35		
12.	13.42	55.	29.86		

SOLUTION

Aquifer Model: Confined

Solution Method: Theis

VISUAL ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	
T	1.414	m ² /day

S 0.2263

AUTOMATIC ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	<u>Std. Error</u>	
T	1.414	0.07152	m ² /day
S	0.2263	0.02356	

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 123.2 m²
Variance 4.249 m²
Std. Deviation 2.061 m
Mean -0.005725 m
No. of Residuals 31.
No. of Estimates 2

Data Set: F:\황성군광역\광역보고서\양수 결과\상동.aqt
Title: 상동지구
Date: 01/04/02
Time: 10:44:42

PUMPING WELL DATA

Number of pumping wells: 1

Pumping Well No. 1: SD

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.	200.

OBSERVATION WELL DATA

Number of observation wells: 1

Observation Well No. 1: SD

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.	4.6	14.	22.55	60.	36.29
2.	7.19	16.	24.	70.	37.4
3.	9.39	18.	25.3	80.	38.3
4.	10.8	20.	26.33	90.	39.05
5.	12.47	25.	28.65	100.	39.7
6.	13.99	30.	30.5	120.	40.75
7.	15.35	35.	31.91	140.	41.65
8.	16.59	40.	33.	160.	42.35
9.	17.81	45.	34.07	180.	42.96
10.	18.9	50.	34.9		
12.	20.9	55.	35.69		

SOLUTION

Aquifer Model: Confined

Solution Method: Theis

VISUAL ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	
T	1.741	m ² /day

S 0.1537

AUTOMATIC ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	<u>Std. Error</u>	
T	1.741	0.03841	m ² /day
S	0.1537	0.008409	

Parameter Correlations

	<u>T</u>	<u>S</u>
T	1.00	-0.90
S	-0.90	1.00

Residual Statistics

for weighted residuals

Sum of Squares 36.25 m²
Variance 1.25 m²
Std. Deviation 1.118 m
Mean..... -5.654E-05 m
No. of Residuals.... 31.
No. of Estimates.... 2

Data Set: F:\황성군광역\광역보고서\양수 결과\삼교.aqt
Title: 삼교
Date: 01/04/02
Time: 10:45:05

PUMPING WELL DATA

Number of pumping wells: 1

Pumping Well No. 1: SK

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.	94.

OBSERVATION WELL DATA

Number of observation wells: 1

Observation Well No. 1: SK

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.	0.51	14.	3.4	60.	5.31
2.	0.84	16.	3.68	70.	5.37
3.	1.08	18.	3.9	80.	5.42
4.	1.31	20.	4.1	90.	5.49
5.	1.59	25.	4.46	100.	5.51
6.	1.88	30.	4.71	120.	5.55
7.	2.15	35.	4.88	140.	5.6
8.	2.39	40.	5.01	160.	5.65
9.	2.6	45.	5.12	180.	5.7
10.	2.79	50.	5.19		
12.	3.12	55.	5.25		

SOLUTION

Aquifer Model: Confined

Solution Method: Theis

VISUAL ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	
T	5.892	m ² /day

S 0.465

AUTOMATIC ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	<u>Std. Error</u>	
T	5.892	0.3126	m ² /day
S	0.465	0.06323	

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 4.219 m²
Variance 0.1455 m²
Std. Deviation 0.3814 m
Mean..... -0.008817 m
No. of Residuals.... 31.
No. of Estimates.... 2

Data Set: F:\황성군광역\광역보고서\양수 결과\부창.aqt
Title: 부창지구
Date: 01/04/02
Time: 10:45:25

PUMPING WELL DATA

Number of pumping wells: 1

Pumping Well No. 1: BC

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.	130.

OBSERVATION WELL DATA

Number of observation wells: 1

Observation Well No. 1: BC

X Location: 0. m

Y Location: 0. m

No. of observations: 17

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>
2.	4.4	20.	34.6	80.	57.3
4.	10.3	25.	36.3	100.	60.2
6.	14.2	30.	40.2	120.	64.2
8.	20.1	40.	44.3	150.	66.3
10.	23.5	50.	50.1	180.	68.3
15.	30.1	60.	54.2		

SOLUTION

Aquifer Model: Confined

Solution Method: Theis

VISUAL ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	
T	0.5976	m ² /day
S	0.1286	

AUTOMATIC ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	<u>Std. Error</u>	
T	0.5976	0.01239	m ² /day
S	0.1286	0.005229	

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 22.16 m²
Variance 1.477 m²
Std. Deviation 1.215 m
Mean -0.04224 m
No. of Residuals 17.
No. of Estimates 2

Data Set: F:\황성군광역\광역보고서\양수 결과\매일.aqt
Title: 매일지구
Date: 01/04/02
Time: 10:45:44

PUMPING WELL DATA

Number of pumping wells: 1

Pumping Well No. 1: MI

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.	130.

OBSERVATION WELL DATA

Number of observation wells: 1

Observation Well No. 1: MI

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.	0.48	14.	0.73	60.	1.09
2.	0.58	16.	0.75	70.	1.1
3.	0.62	18.	0.77	80.	1.12
4.	0.66	20.	0.78	90.	1.14
5.	0.66	25.	0.81	100.	1.15
6.	0.67	30.	0.85	120.	1.18
7.	0.68	35.	0.87	140.	1.19
8.	0.69	40.	0.89	160.	1.22
9.	0.7	45.	0.96	180.	1.24
10.	0.7	50.	1.04		
12.	0.71	55.	1.08		

SOLUTION

Aquifer Model: Confined

Solution Method: Theis

VISUAL ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	
T	65.07	m ² /day

S 0.4147

AUTOMATIC ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	<u>Std. Error</u>	
T	65.07	3.308	m ² /day
S	0.4147	0.09921	

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 0.09681 m²
Variance 0.003338 m²
Std. Deviation 0.05778 m
Mean..... 0.0002249 m
No. of Residuals... 31.
No. of Estimates... 2

Data Set: F:\형성군광역\광역보고서\양수 결과\매곡.aqt
 Title: 매곡지구
 Date: 01/04/02
 Time: 10:46:03

PUMPING WELL DATA

Number of pumping wells: 1

Pumping Well No. 1: MK

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.	130.

OBSERVATION WELL DATA

Number of observation wells: 1

Observation Well No. 1: MK

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.	1.79	14.	4.37	60.	4.65
2.	2.78	16.	4.37	70.	4.71
3.	3.32	18.	4.38	80.	4.72
4.	3.71	20.	4.41	90.	4.73
5.	3.99	25.	4.46	100.	4.74
6.	4.11	30.	4.51	120.	4.76
7.	4.21	35.	4.54	140.	4.77
8.	4.24	40.	4.56	160.	4.78
9.	4.3	45.	4.59	180.	4.78
10.	4.33	50.	4.61		
12.	4.36	55.	4.63		

SOLUTION

Aquifer Model: Confined

Solution Method: Theis

VISUAL ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	
T	23.74	m ² /day

S 0.002322

AUTOMATIC ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	<u>Std. Error</u>	
T	23.74	2.599	m ² /day
S	0.002322	0.002221	

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 3.629 m²
Variance 0.1251 m²
Std. Deviation 0.3537 m
Mean 0.08314 m
No. of Residuals 31.
No. of Estimates 2

Data Set: F:\황성군광역\광역보고서\양수 결과\대관.aqt
 Title: 대관지구
 Date: 01/04/02
 Time: 10:46:22

PUMPING WELL DATA

Number of pumping wells: 1

Pumping Well No. 1: DK

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: DK

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.	1.45	14.	3.64	60.	5.03
2.	1.79	16.	3.8	70.	5.1
3.	2.24	18.	3.99	80.	5.15
4.	2.47	20.	4.14	90.	5.17
5.	2.67	25.	4.33	100.	5.21
6.	2.86	30.	4.46	120.	5.24
7.	3.	35.	4.59	140.	5.25
8.	3.12	40.	4.7	160.	5.26
9.	3.22	45.	4.8	180.	5.26
10.	3.3	50.	4.89		
12.	3.48	55.	4.97		

SOLUTION

Aquifer Model: Confined

Solution Method: Theis

VISUAL ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	
T	13.36	m ² /day

S 0.1686

AUTOMATIC ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	<u>Std. Error</u>	
T	13.36	0.4436	m ² /day
S	0.1686	0.02286	

Parameter Correlations

	<u>T</u>	<u>S</u>
T	1.00	-0.95
S	-0.95	1.00

Residual Statistics

for weighted residuals

Sum of Squares 1.071 m²
Variance 0.03694 m²
Std. Deviation 0.1922 m
Mean..... -0.0007985 m
No. of Residuals.... 31.
No. of Estimates.... 2

Data Set: F:\황성군광역\광역보고서\양수 결과\고시.aqt
 Title: 고시지구
 Date: 01/04/02
 Time: 10:46:43

PUMPING WELL DATA

Number of pumping wells: 1

Pumping Well No. 1: KS

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.	220.

OBSERVATION WELL DATA

Number of observation wells: 1

Observation Well No. 1: KS

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.	3.39	14.	6.74	60.	7.04
2.	4.63	16.	6.78	70.	7.07
3.	5.32	18.	6.81	80.	7.1
4.	5.78	20.	6.84	90.	7.14
5.	6.04	25.	6.89	100.	7.2
6.	6.23	30.	6.9	120.	7.25
7.	6.43	35.	6.92	140.	7.29
8.	6.48	40.	6.98	160.	7.35
9.	6.54	45.	6.98	180.	7.37
10.	6.59	50.	7.		
12.	6.71	55.	7.03		

SOLUTION

Aquifer Model: Confined
 Solution Method: Theis

VISUAL ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	
T	26.98	m ² /day

S 0.002322

AUTOMATIC ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	<u>Std. Error</u>	
T	26.98	2.883	m ² /day
S	0.002322	0.002199	

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 7.672 m²
Variance 0.2646 m²
Std. Deviation 0.5143 m
Mean..... 0.2483 m
No. of Residuals.... 31.
No. of Estimates.... 2

Data Set: F:\형성군광역\광역보고서\양수 결과\강림.aqt
 Title: 강림지구
 Date: 01/04/02
 Time: 10:47:01

PUMPING WELL DATA

Number of pumping wells: 1

Pumping Well No. 1: KL

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.	102.

OBSERVATION WELL DATA

Number of observation wells: 1

Observation Well No. 1: KL

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.	2.01	14.	10.51	60.	11.83
2.	8.58	16.	10.55	70.	11.89
3.	9.07	18.	10.56	80.	11.93
4.	9.49	20.	10.59	90.	11.95
5.	9.8	25.	11.02	100.	11.97
6.	10.	30.	11.32	120.	12.
7.	10.13	35.	11.46	140.	12.01
8.	10.26	40.	11.56	160.	12.02
9.	10.33	45.	11.64	180.	12.02
10.	10.39	50.	11.71		
12.	10.46	55.	11.79		

SOLUTION

Aquifer Model: Confined

Solution Method: Theis

VISUAL ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	
T	6.572	m ² /day

S 0.002322

AUTOMATIC ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	<u>Std. Error</u>	
T	6.572	0.8327	m ² /day
S	0.002322	0.0022	

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 38.89 m²
Variance 1.341 m²
Std. Deviation 1.158 m
Mean..... 0.3148 m
No. of Residuals.... 31.
No. of Estimates.... 2

Data Set: F:\황성군광역\광역보고서\양수 결과\초원.aqt
 Title: 초원지구
 Date: 01/04/02
 Time: 10:47:21

PUMPING WELL DATA

Number of pumping wells: 1

Pumping Well No. 1: CW

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.	100.

OBSERVATION WELL DATA

Number of observation wells: 1

Observation Well No. 1: CW

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.	2.04	14.	11.77	60.	19.46
2.	3.31	16.	12.47	70.	19.95
3.	4.53	18.	13.02	80.	20.28
4.	5.56	20.	13.63	90.	20.51
5.	6.5	25.	14.96	100.	20.74
6.	7.42	30.	16.	120.	21.11
7.	8.22	35.	16.79	140.	21.3
8.	8.89	40.	17.52	160.	21.6
9.	9.42	45.	18.14	180.	21.91
10.	9.91	50.	18.73		
12.	10.94	55.	19.1		

SOLUTION

Aquifer Model: Confined

Solution Method: Theis

VISUAL ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	
T	1.663	m ² /day

S 0.147

AUTOMATIC ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	<u>Std. Error</u>	
T	1.663	0.04889	m ² /day
S	0.147	0.01071	

Parameter Correlations

	<u>T</u>	<u>S</u>
T	1.00	-0.90
S	-0.90	1.00

Residual Statistics

for weighted residuals

Sum of Squares 17.64 m²
Variance 0.6081 m²
Std. Deviation 0.7798 m
Mean..... -0.01159 m
No. of Residuals.... 31.
No. of Estimates.... 2

횡성군광역수맥조사보고서

2001년 12월 일 발행

발 행 : 농림부, 농업기반공사
편 집 : 농업기반공사 지하수사업처
인 쇄 : 대영문화사 (02)2269-3881

횡성지구 광역수맥도

HYDROGEOLOGICAL MAP OF HOENGSEONG AREA

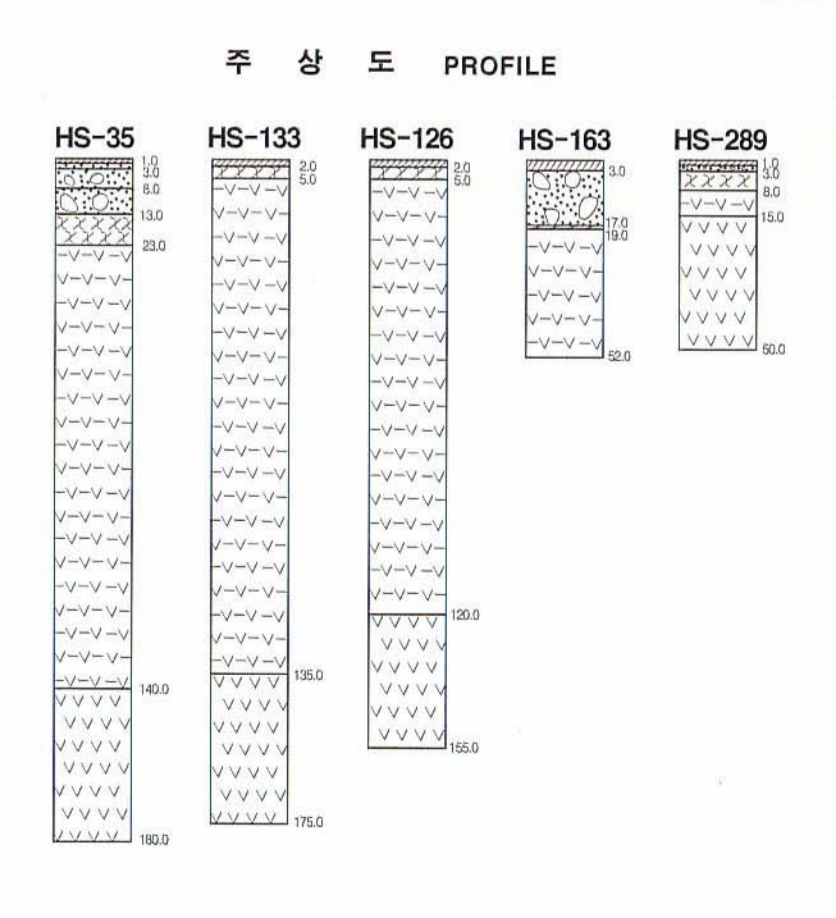
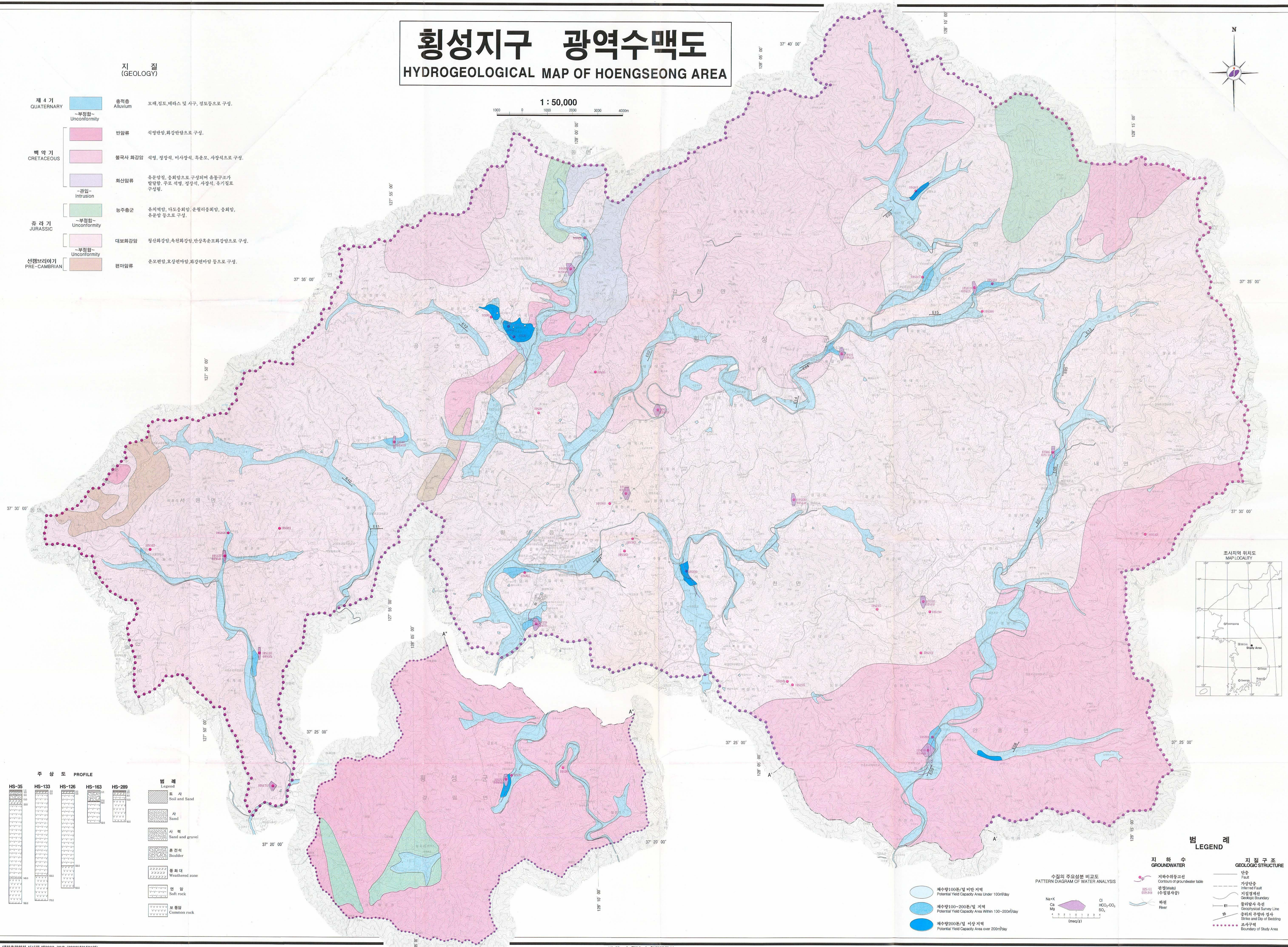
1 : 50,000

1000 0 1000 2000 3000 4000m

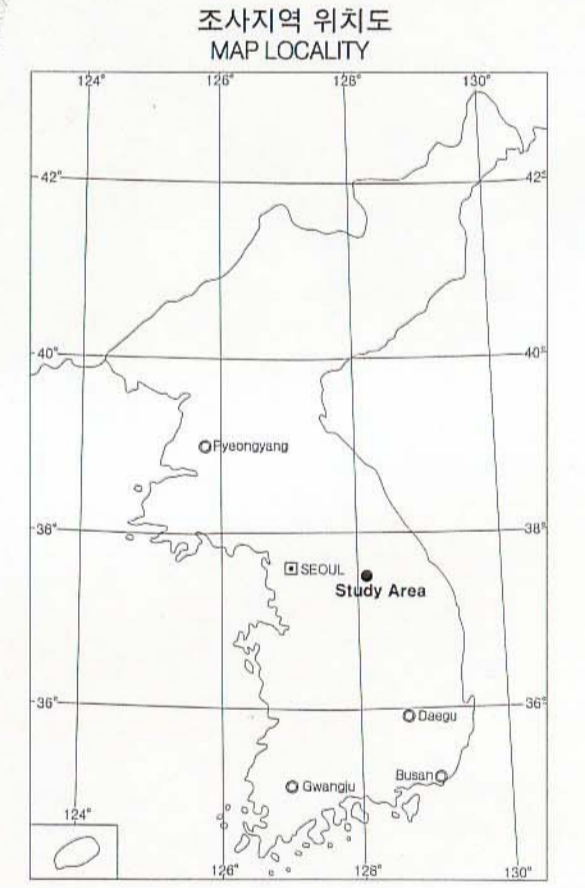


지질 (GEOLOGY)

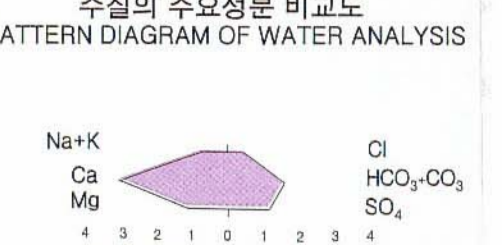
- | | | |
|-------------------------------|-----------------------|--|
| 제 4 기
QUATERNARY | 충적층
Alluvium | 모래, 점토, 테라스 및 사구, 정토층으로 구성. |
| | -부정합-
Unconformity | |
| 백악기
CRETACEOUS | 반암류 | 석영편암, 화강편암으로 구성. |
| | 불국사 화강암 | 석영, 정장석, 미사장석, 흑운모, 사장석으로 구성. |
| | 화산암류 | 유문암질, 응회암으로 구성되며 유동구조가 발달함. 주로 석영, 정장석, 사장석, 유기질로 구성됨. |
| | -침입-
Intrusion | |
| จู라기
JURASSIC | 능주층군 | 유리회암, 다도층회암, 운철리층회암, 응회암, 유문암 등으로 구성. |
| | -부정합-
Unconformity | |
| | 대보화강암 | 청산화강암, 흑연화강암, 만상흑운모화강암으로 구성. |
| | -부정합-
Unconformity | |
| 선캄브리아기
PRE-CAMBRIAN | 편마암류 | 운모편암, 호상편마암, 화강편마암 등으로 구성. |



- ### 범례
- | | |
|-----|-----------------|
| 토사 | Soil and Sand |
| 모래 | Sand |
| 사력 | Sand and gravel |
| 큰돌 | Boulder |
| 풍화대 | Weathered zone |
| 연암 | Soft rock |
| 보통암 | Common rock |



- ### 범례
- | | |
|------------------|----------------------------------|
| 지하수위종고선 | Contours of groundwater table |
| 관정(Well) (수질조사구) | Geological Survey Line |
| 하천 | River |
| 단층 | Fault |
| 가압단층 | Intensed Fault |
| 지질경계선 | Geologic Boundary |
| 종단면의 축선 | Axis of the longitudinal section |
| 층리의 주향과 경사 | Strike and Dip of Bedding |
| 조사구역 | Boundary of Study Area |

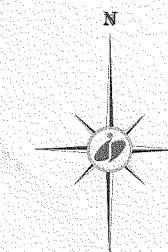


1. 대한측량협회 실시령 제2002-39호 (2002년12월21일)
2. 본 지도는 국립지리원 발행 1 : 50,000 지형도를 기도로 사용하여 편집, 제작한것임.

횡성지구 광역수맥도

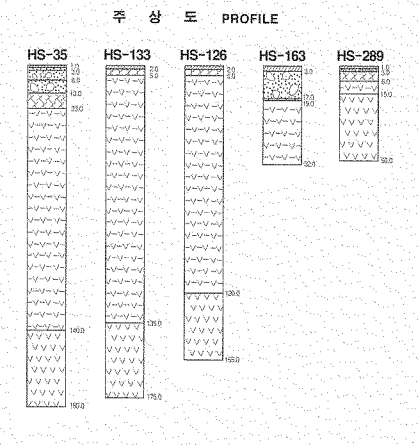
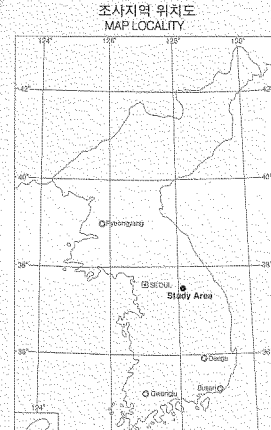
HYDROGEOLOGICAL MAP OF HOENGSEONG AREA

1 : 50,000



지질 (GEOLOGY)

제 4 기 QUATERNARY	충적층 Alluvium	모래, 점토, 테라스 및 사구, 정토층으로 구성.
~부정합~ Unconformity	반암류	석영반암, 화강반암으로 구성.
백악기 CRETACEOUS	불국사 화강암	석영, 정장석, 미사정석, 투공모, 사장석으로 구성.
~침입~ Intrusion	화산암류	유문암질, 용회암으로 구성되며 유문구조가 발달함. 주로 석영, 정장석, 사장석, 육기질로 구성됨.
จู라기 JURASSIC	충주층군	유리석암, 다도층회암, 울혈리층회암, 용회암, 유문암 등으로 구성.
~부정합~ Unconformity	대포화강암	청산화강암, 옥천화강암, 반성포층모화강암으로 구성.
선캄브리아기 PRE-CAMBRIAN	편마암류	문보편암, 호상편마암, 화강편마암 등으로 구성.

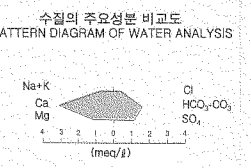


범례

	토사	Soil and Sand
	사	Sand
	사 석	Sand and gravel
	돌편석	Boulder
	충회대	Weathered zone
	연암	Soft rock
	보통암	Common rock

범례

	지하수위등고선	Contours of groundwater table
	단층	Fault
	지질경계선	Geologic Boundary
	지질조사구	Geological Survey Line
	층리의 구향과 경사	Strike and Dip of Bedding
	조사구역	Boundary of Study Area



1. 대한측량협회 심사필 제2002-39호 (2002년4월21일)
2. 본 지도는 국립지리원 발행 1:50,000 지형도를 기도로 사용하여 편집, 제작함.